ایران توشه

- دانلود نمونه سوالات امتحانی
- دانلود گام به گام
- دانلود آزمون گاج و قلم چی و سنجش
- دانلود فیلم و مقاله آنلیزشی
- کنکور و مشاوره

IranTooshe.Ir

@irantooshe

IranTooshe

☑ دفترچهٔ پاسخ

بنیاد علمی آموزشی قلم‌چی (وقف عام)

عمومی دوازدهم

رشتهٔ ریاضی، تجربی، هنر، منحصراً زبان

۱۶ اردیبهشت ماه ۱۴۰۱

طراحان به ترتیب حروف الفبا

فارسی	سیدعلیرضا احمدی، محسن اصغری، علیرضا جعفری، هامون سبطی، محسن فدایی، فرهاد فروزان‌کیا، کاظم کاظمی، الهام محمدی، مرتضی منشاری، سیدمحمد هاشمی
عربی، زبان قرآن	نوید امساکی، ولی برجی، بهزاد جهانبخش، منیژه خسروی، مرتضی کاظم شیرودی، سیدمحمدعلی مرتضوی، الهه مسیح‌خواه، حامد مقدس‌زاده
دین و زندگی	محمد آقاصالح، محبوبه ابتسام، محسن بیاتی، علیرضا ذوالفقاری زحل، محمد رضایی‌بقا، فردین سماقی، مجید فرهنگیان، محمدرضا فرهنگیان، مرتضی محسنی‌کبیر، احمدمنصوری، سیداحسان هندی
زبان انگلیسی	رحمت‌اله استیری، سپهر برومندپور، حسن روحی، محمد طاهری، سعید کاویانی، نوید مبلغی، عقیل محمدی‌روش، عمران نوری

گزینشگران و ویراستاران به ترتیب حروف الفبا

نام درس	مسئول درس	گزینشگر	گروه ویراستاری	مسئول درس‌های مستندسازی
فارسی	سیدعلیرضا احمدی	مرتضی منشاری	محمدحسین اسلامی، محسن اصغری، مرتضی منشاری	فریبا رئوفی
عربی، زبان قرآن	منیژه خسروی	سیدمحمدعلی مرتضوی	درویشعلی ابراهیمی، حسین رضایی، اسماعیل یونس‌پور	مهدی یعقوبیان
دین و زندگی	احمد منصوری	سیداحسان هندی	زهره رشوندی	ستایش محمدی
اقلیت‌های مذهبی	دبورا حاتانیان	دبورا حاتانیان	معصومه شاعری	—
زبان انگلیسی	محدثه مرآتی	محدثه مرآتی	سعید آقچه‌لو، رحمت‌اله استیری، محمدحسین مرتضوی، فاطمه نقدی	سپیده جلالی

مدیران گروه	الهام محمدی
مسئول دفترچه	معصومه شاعری
مستندسازی و مطابقت با مصوبات	مدیر: مازیار شیروانی‌مقدم، مسئول دفترچه: فریبا رئوفی
حروف‌نگار و صفحه‌آرا	زهرا تاجیک
نظارت چاپ	سوران نعیمی

گروه آزمون

بنیاد علمی آموزشی قلم‌چی (وقف عام)

آدرس دفتر مرکزی: خیابان انقلاب- بین صبا و فلسطین- پلاک ۹۲۳ - تلفن چهار رقمی: ۶۴۶۳-۰۲۱

ایران‌نوشته
توشه‌ای برای موفقیت

فارسی ۳ و ۲

۱- گزینهٔ «۲» *(الهام محمدی)*

آخته: بیرون‌کشیده، برکشیده/ ماسیدن: کنایه از به انجام رسیدن، به ثمر رسیدن/ پتیاره: زشت و ترسناک/ استشاره: رای‌زنی، مشورت، نظرخواهی

(فارسی ۳، لغت، واژه‌نامه)

۲- گزینهٔ «۲» *(فرهاد فروزان‌کیا-مشهد)*

گروه واژگان زیر در تست نادرست معنا شده‌اند:

خیرخیر: سریع، آسان

گَشن: انبوه، پرشاخه (توجه کنید که نَزه به معنای خرّم و باصفا است)

خَنیده: مشهور، معروف (صفت است و در تست اسم معنا شده است)

یکایک: ناگهان

مظاهرت: یاری کردن، پشتیبانی (توجه کنید به معنای پشتیبان نادرست است.)

شِراع: سایه‌بان، خیمه

آوری: بی‌گمان، بی‌تردید

(فارسی ۲، لغت، واژه‌نامه)

۳- گزینهٔ «۲» *(فرهاد فروزان‌کیا-مشهد)*

در بیت گزینهٔ «۲»، «بذله» صحیح است و به معنای شوخی و لطیفه است.

توجه: بذل به معنای بخشش است و با «بذله» اشتباه نگیرید.

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۱»: «زی حیاتی» نادرست است: ذی حیاتی [جاندار و زنده] صحیح است.

گزینهٔ «۳»:کلمهٔ «انظمام» نادرست است: انضمام [همراه و ضمیمه کردن] صحیح است.

گزینهٔ «۴»: «محضوض» نادرست است: محظوظ [بهره‌مند] صحیح است.

(فارسی ۳، املا، ترکیبی)

۴- گزینهٔ «۲» *(الهام محمدی)*

املای صحیح کلمات عبارت‌اند از: غلتیدم و صفیر.

(فارسی ۲، املا، ترکیبی)

۵- گزینهٔ «۳» *(الهام محمدی)*

داستان «کاوهٔ دادخواه» از کتاب چشمهٔ روشن از غلامحسین یوسفی انتخاب شده است.

(فارسی ۲، تاریخ ادبیات، ترکیبی)

۶- گزینهٔ «۳» *(محسن فدایی - شیراز)*

«هزاران» دو معنا دارد: ۱- «عدد هزار» که کاربرد دارد. ۲- «بلبلان» که در این بیت کاربرد ندارد، ولی با «گل و عندلیب» تناسب دارد که همین امر «ایهام تناسب» ایجاد کرده است، ولی بیت مذکور فاقد «حسن تعلیل» است.

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۱»: «ما و شما» جناس ناقص یا ناهمسان افزایشی دارد. / «مجموع و پریشان» طباق یا تضاد دارند.

گزینهٔ «۲»: ترکیب «تیر غمزه» اضافهٔ تشبیهی است و آرایهٔ «تشبیه» ایجاد نموده است./ در مصراع دوم «چارهٔ دل بیچارگان نمی‌سازی» اگر «بیچاره هستند دیگر نباید دنبال چاره باشند که همین امر آرایهٔ «تناقض» دارد. «چارهٔ دل بیچارگان» تناقض دارد.»

گزینهٔ «۴»: شاعر مرگ بلبل را، دلیلی برای برگ‌ریزی درختان در فصل بهار دانسته است که دلیلی ادبی و غیر واقعی و شاعرانه است و همین امر «حسن تعلیل» ایجاد کرده است. / «کفنِ عندلیب»، «تشخیص و استعارهٔ مکنیه» دارد.

(فارسی ۳، آرایه، ترکیبی)

۷- گزینهٔ «۲» *(مرتضی منشاری - اردبیل)*

اسلوب‌معادله: مصراع دوم در حکم مصداقی برای مصراع اول است.

حسن‌تعلیل: آوردن دلیل شاعرانه و ادبی و غیرواقعی در مصراع دوم، برای «زیرپا افتادن قالی»

کنایه: «یک رنگ بودن» کنایه از صمیمی و بی‌ریا بودن

جناس: «با» و «پا»

(فارسی ۳، آرایه، ترکیبی)

۸- گزینهٔ «۴» *(کاظم کاظمی)*

گزینهٔ «۴»: تشبیه: دل به غنچه و روی یار به گل / حسن تعلیل: ندارد.

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۱»: تناقض: میان (کمر) یار هم وجود است و هم عدم (هم وجود دارد هم ندارد) / اغراق بزرگ‌نمایی در وصف باریکی میان (کمر یار)

گزینهٔ «۲»: مجاز: «چشم» در مصراع دوم مجاز از «نظر و نگاه» / جناس همسان: مردم (مردمک)، مردم (افراد)

گزینهٔ «۳»: ایهام تناسب: زال: ۱-پیر (معنای موردنظر)، ۲-نام پدر رستم که با (دستان و رستم) تناسب دارد. / اسلوب‌معادله: مصراع دوم مثالی برای توجیه مفهوم مصراع اول است.

(فارسی ۲، آرایه، ترکیبی)

۹- گزینهٔ «۱» *(سیدمحمد هاشمی- مشهد)*

در این گزینه، آرایهٔ تشبیه و جناس دیده نمی‌شود. / استعاره: مه، صبح صادق و شام که به ترتیب (یار، چهرهٔ یار و موی او می‌باشد)

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۲»: «این گوشه» استعاره از چشم / «خیل» و «خیال»: جناس / «سرای دیده» و «خیل خیال»: تشبیه

گزینهٔ «۳»: هم‌چو خورشید و «ماه طلعت»: تشبیه/ ماه: استعاره از یار زیبا/ ماه و ماه: جناس تام (اولی به معنای استعاری یار و دومی به معنای قمر آمده است.)

گزینهٔ «۴»: بنده به اسیرتشبیه شده است./ بند: استعاره از موی یار/ بنده و بند: جناس.

(فارسی ۲، آرایه، ترکیبی)

۱۰- گزینهٔ «۳» *(هامون سبطی)*

«باد» فعل دعایی است. (چشم بد از روی تو جدا باد)

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۱»: تو را قند نتوان گفتن (نامیدن): «قند» مسند است.

گزینهٔ «۲»: نه هوش مرا [هست] نه عقل و آرام (آرامش) [مرا هست]: آرامش برای من نیست (وجود ندارد): آرام نهاد است.

گزینهٔ «۴»: [به] محتسب بگو [که] چنگ را بشکن که ...: «محتسب» متمم است.

(فارسی ۳، دستور، ترکیبی)

---

www.kanoon.ir

۱۱- گزینهٔ «۳» *(کاظم کاظمی)*

روی شما / صبر/ صبر / زهر / دست شما / زهر / زهر / حلوا (۸ گروه)

بررسی گروه‌های اسمی در سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: سلسلهٔ موی دوست / حلقهٔ دام بلا / هرکه (هرکس)/ این حلقه / فارغ / این ماجرا (۶ گروه)

گزینهٔ «۲»: درد دل دوستان / تو / روا / هرچه (هرچیز) / مراد شما / غایت مقصود ما (۶ گروه)

گزینهٔ «۴»: غلامِ قامتِ آن لعبتِ قباپوش / محبت رویش / هزار جامه / قبا (۴ گروه)

(فارسی ۲، دستور، صفحهٔ ۴۳)

۱۲- گزینهٔ «۲» *(سید علیرضا احمدی)*

ترکیب‌های وصفی: جملهٔ جهان، روی خوب، این همه و همه پرهنران

توجه: گروه متممی «این همه» متشکل از صفت اشارهٔ «این» و ضمیر مبهم «همه» به عنوان هستهٔ گروه اسمی است.

موارد حذف به قرینهٔ معنوی: حذف منادا (کسی که)، حذف فعل «با تو سخن می‌گویم» پس از منادا و سه مورد حذف فعل اسنادی در پایان جملات مذکور در مصراع اول، دوم و چهارم.

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۱»: هر دو پسوند «ان» در بیت اول، پسوند صفت فاعلی‌اند و به بن مضارع چسبیده‌اند.

گزینهٔ «۳»: ای [کسی‌که] جمله جهان به روی خوبت نگران [هستند]/جان مردان ز عشق تو جامه‌دران [است]. پس «نگران» و «جامه‌دران» مسندند.

گزینهٔ «۴»: رباعی فاقد نقش تبعی و وابستهٔ وابسته است.

(فارسی ۳، دستور، ترکیبی)

۱۳- گزینهٔ «۱» *(هامون سبطی)*

حباب از (به‌واسطه) خودنمایی گوی چوگان فنا شد (گوی مسند است؛ چوگان و فنا مضاف‌الیه هستند.)

«سعی» در «سعی کن» با فعل ترکیب نشده است، زیرا می‌تواند نشانهٔ جمع یا صفت قرار بگیرد: سعی فراوان کن، سعی‌ها کن ← سعی: مفعول (مفعول تنها یا مجرد) است.

(فارسی ۲، دستور، ترکیبی)

۱۴- گزینهٔ «۴» *(فرهاد فروزان‌کیا-مشهد)*

بیت صورت سؤال ۶ جمله است. دریغ اول و دوم شبه جمله برای بیان حسرت هستند و در شمارش به حساب می‌آیند. ضمناً در این بیت، دریغِ سوم[اسم] است، نه شبه جمله

جملات در سایر گزینه‌ها:

بیت «الف»: چهار جمله است: آن چه از خوشه‌چین دریغ می‌داری// رزقِ برق [زودگذر] است// خرمنی که [به سبب و کمک] باد دستی [اسراف و بخشش] جمع گردد// خرمنِ [واقعی] است.

بیت «ب»: هفت جمله است: گفتم// ای دل// به کمند سر زلف یار نروی [تا گرفتار نشوی]// عاقبت رفت// گرفتار شد// افسوس// افسوس.

بیت «ج»: شش جمله است: الا زنی // که صدا هستی// [فقط] صدا هستی// ای زن// صدایی با دل و جان من آشنا [هستی]// ای زن

بیت «د»: شش جمله است: تنم زار است// جان محزون[است]// جگر پر درد[است]// دل پر خون[است]// ترحّم کن// که دیگر از تندی خوی تو تاب نیست.

(فارسی ۲، دستور، ترکیبی)

۱۵- گزینهٔ «۳» *(محسن خدایی - شیراز)*

مفهوم مشترک صورت سؤال و بیت گزینهٔ«۳»: برتریِ لبخند معشوق بر سایر نیازها.

(شاعر به معشوق می‌گوید: اگر تو لبخند بزنی از همهٔ چیزهای زندگی، بی‌نیاز می‌گردم)

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۱»: در نکوهشِ خندیدن و در ستایش سکوت و خاموشی است.

گزینهٔ «۲»: در نکوهش بی‌موقع خندیدن است.

گزینهٔ «۴»: در مقابل سختی‌ها و خطرات لبخند بزن.

(فارسی ۳، مفهوم، صفحهٔ ۱۵۱)

۱۶- گزینهٔ «۱» *(محسن خدایی - شیراز)*

مفهوم مشترک بیت گزینهٔ «۱» و آیه: عامل همهٔ کارها خدا است (خود = خدا).

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۲»: اگر نسبت دادن فعل خلق به او حقیقت نداشت و با اختیار او صادر نمی‌شد، دیگر دلیلی نداشت که به کسی بگویی: چرا آن کار را کردی؟

گزینهٔ «۳»: اگر تو برای انجام عمل زشت اختیار نداشته باشی، پس برای چه از آن شرمگین می‌شوی؟ و اصلاً این همه شرمساری و افسوس برای چیست؟

گزینهٔ «۴»: چرا معلمان، شاگردان مقصر خود را تنبیه می‌کنند؟ زیرا اگر شاگردی دچار تقصیر شود معلم می‌داند که این تقصیر به‌طور جبری و فطری از او سرنزده است و ناشی از اختیار اوست پس به تنبیه و سرزنش او می‌پردازد. گذشته از این اصلاً چرا ذهن آدمی از اندیشه‌ای به اندیشهٔ دیگر منتقل می‌شود. [هر انسانی قبل از انجام هرکاری دربارهٔ سود و زیان احتمالی آن می‌اندیشد و آن را در حد فهم و شعور خود ارزیابی می‌کند و سپس بدان اقدام می‌کند. پس این هم دلیلی دیگر بر مختار بودن آدمی است.]

(فارسی ۳، مفهوم، صفحهٔ ۱۴۷)

۱۷- گزینهٔ «۴» *(محسن اصغری)*

مفهوم مشترک ابیات مرتبط: جبران‌ناپذیری عمل انجام شده و توصیه به تأمل در آغاز هرکار (تیر از شست رفته بازنمی‌گردد)

مفهوم سایر ابیات:

بیت الف: به ستمگر هشدار می‌دهد که از تیر آه مظلوم بترسد.

بیت د: توصیه به تأمل در سخن گفتن

(فارسی ۳، مفهوم، صفحهٔ ۱۴۲)

۱۸- گزینهٔ «۱» *(علیرضا جعفری)*

در ابیات گزینه‌های «۲، ۳ و ۴» شاعر معتقد است که درد عشق درمان ندارد (حتی اگر قصد درمان داشته‌باشی)، در حالی‌که در گزینهٔ «۱» عاشق شخصاً تمایلی به درمان درد عشق ندارد.

(فارسی ۲، مفهوم، صفحهٔ ۵۳)

۱۹- گزینهٔ «۳» *(علیرضا جعفری)*

در این بیت به جاودانگی عاشق به‌واسطهٔ عشق اشاره شده است و سخنی از ارزشمند گشتن به‌واسطهٔ عشق نیست.

(فارسی ۲، مفهوم، ترکیبی)

۲۰- گزینهٔ «۴» *(مرتضی منشاری-اردبیل)*

مفهوم بیت صورت سؤال، تأکید بر ترک تعلقات و هوا و هوس‌های نفسانی است و درگزینهٔ «۴» نیز آمده است که کشتن نفس، موجب سربلندی در هر دو جهان است.

(فارسی ۲، مفهوم، صفحهٔ ۹۶)

ایران توشه
توشه‌ای برای برنامه‌هفت

عربی، زبان قرآن (۳ و ۲)

۲۱- گزینهٔ «۱» *(سید محمدعلی مرتضوی)*

«ما یُرید»: نمی‌خواهد (رد گزینه‌های ۲ و ۴)/ «یَجعل علیکم من حرجٍ»: دشواری بر شما قرار دهد (رد سایر گزینه‌ها)/ «یُطهِّرکم»: شما را پاک گرداند (رد گزینه‌های ۲ و ۴)/ «یُتمّ نعمتَه علیکُم»: نعمت خود را بر شما تمام کند (رد گزینهٔ ۴)/ «لعلّکم تشکرون»: شاید شما شکر کنید (رد گزینه‌های ۲ و ۴)

(ترجمه)

۲۲- گزینهٔ «۱» *(ولی برجی - ابهر)*

«أُلقِی .... مُحاضرة ثقافیة»: یک سخنرانی فرهنگی کرد (رد سایر گزینه‌ها)/ «أمام الحضّار»: مقابل حاضران/ «بعد إنتهائها»: پس از پایان آن (رد گزینهٔ ۴)/ «بدأ المُستمعون .... یُشجّعونه»: شنوندگان شروع به تشویق او کردند (رد گزینه‌های ۲ و ۳)

(ترجمه)

۲۳- گزینهٔ «۴» *(ولی برجی - ابهر)*

«إختار»: انتخاب کرد (رد گزینهٔ ۲)/ «أخی الکبیر»: برادر بزرگم/ «قمیصاً»: پیراهنی را، یک پیراهن را/ «بعد ساعة»: پس از ساعتی، پس از یک ساعت/ «البحث عنه»: جستجوی آن/ «فی متجر»: در مغازه‌ای، در یک مغازه (رد گزینهٔ ۱)/ «حاول»: تلاش کرد (رد گزینهٔ ۲)/ «أن یُقنِع البائع»: فروشنده را قانع کند (رد گزینه‌های ۱ و ۳)/ «للتخفیض»: برای تخفیف (رد گزینهٔ ۳)/ «لکنّه»: اما او/ «لم یَقبل»: نپذیرفت (رد گزینهٔ ۲)

(ترجمه)

۲۴- گزینهٔ «۱» *(منیژه خسروی)*

«قرَّر»: قرار گذاشت (رد گزینه‌های ۳ و ۴)/ «أن یُقیم»: برپا کند، برگزار کند (رد گزینهٔ ۳)/ «حفلة»: ضیافتی، جشنی/ «تکریماً»: به افتخار، برای بزرگداشت (رد گزینه‌های ۳ و ۴)/ «أبطال فریق کرة القدم»: قهرمانان تیم فوتبال (رد گزینه‌های ۳ و ۴)/ «فندق الاستقلال بالعاصمة»: هتل استقلال پایتخت (رد گزینهٔ ۲)/ «الحفلة»: این جشن، آن جشن («حفلة» یک بار به‌صورت نکره و بار دوم همراه با «ال» آمده است، پس در ترجمهٔ آن از اسم اشارهٔ «این / آن» استفاده می‌کنیم.)/ «أُقیمت»: (فعل ماضی مجهول) برپا شد، برگزار شد (رد گزینه ۴)

(ترجمه)

۲۵- گزینهٔ «۲» *(الهه مسیح‌خواه)*

«ترغب»: علاقه دارند/ «أن تهجم علی البلدان الأخری هجوماً واسعاً»: (مفعول مطلق نوعی همراه با صفت آمده است، پس به‌صورت قید ترجمه می‌شود) که به کشورهای دیگر به طوری وسیع حمله کنند (رد سایر گزینه‌ها)/ «حتّی تزداد قدرتُها ازدیاداً»: («ازدیاداً» مفعول مطلق تأکیدی است، پس در ترجمهٔ آن، از قید تأکید استفاده می‌کنیم) تا قطعاً قدرتشان زیاد شود (رد سایر گزینه‌ها)

(ترجمه)

۲۶- گزینهٔ «۲» *(حامد مقدس‌زاده)*

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۱»: «جاء بِـ ... » به معنی «... را آورد» است. همچنین «کان یشعر بألم فی بطنه» بهتر است به‌صورت «دردی در دلش احساس می‌کرد» بیاید.

گزینهٔ «۳»: «تحمله الحمامة» باید به‌صورت «کبوتر آن را حمل می‌کند» ترجمه شود. هم‌چنین «واحداً» به معنی «یکی» در ترجمه لحاظ نشده است.

گزینهٔ «۴»: «منعاً کاملاً» مفعول مطلق نوعی است که همراه صفت آمده و باید به‌صورت «به‌طور کامل منع کرده است» ترجمه شود. همچنین «نسبهٔ السکر فی دمه» بهتر است به‌صورت «مقدار قند در خونش» ترجمه گردد.

(ترجمه)

۲۷- گزینهٔ «۱» *(ولی برجی - ابهر)*

در گزینهٔ «۱»، «یُصادُ» فعل مضارع مجهول است که به صورت معلوم ترجمه شده و نادرست است.

ترجمهٔ صحیح عبارت: آن نهنگ شکار می‌شد تا شکارچیان روغن را از کبدش خارج کنند!

(ترجمه)

۲۸- گزینهٔ «۳» *(نوید امساکی)*

«در این ماه»: فی هذا الشّهر (رد گزینهٔ ۴) / «کتابی را مطالعه کردم»: قرأت (طالعتُ) کتاباً (رد گزینه ۴) / «بسیاری از کلمات فارسی عربی‌شده»: کثیراً من الکلمات الفارسیّة المعربّة (رد گزینه‌های ۱ و ۲) / «در بر گرفته بود»: ضمَّ (با توجه به اینکه جمله وصفیه‌ای است که قبل از آن فعل ماضی به کار رفته است. ماضی + ماضی ← ماضی بعید یا ساده) (رد گزینه‌های ۱ و ۴)

(ترجمه)

ترجمهٔ متن درک مطلب:

پیوند زدن درختان به عنوان امکان تولید چندین نوع میوهٔ مختلف از تنها یک درخت، شناخته می‌شود، و با وجود عجیب بودن این فکر، موضوعی واقعی است. پیوند زدن درخت از طریق گرفتن قطعه‌ای از یک درخت و قراردادن آن در ریشهٔ درخت قابل پیوند دیگری امکانپذیر است. پیوند زدن فایده‌های مختلفی دارد و تنها محدود به به دست آوردن انواع جدید میوه‌ها نیست. مزایای درختان پیوندی بر درختانی که با دانه‌ها کاشته می‌شوند، غلبه دارد. پیوند زدن به مقاومت در برابر بیماری‌ها کمک می‌کند، و درختان پیوندی سرمای شدید را تحمّل می‌کنند. زمان مناسب پیوند زدن به نوع پیوند بستگی دارد، اما به‌طور خلاصه، بهترین زمان برای پیوند زدن بین اواخر فصل زمستان و شروع فصل تابستان است. فرایند پیوند فرایندی حساس است، علاوه بر آن، توجّه به درخت پیوندی بسیار لازم است، باید درخت پیوندی را از هر فشار خارجی و حملهٔ حیوانات حفاظت کرد، انتقال درخت به مکان همیشگی‌اش بعد از یک یا دو سال از پیوند آن امکانپذیر است.

۲۹- گزینهٔ «۲» *(سید محمدعلی مرتضوی)*

در گزینهٔ «۲» آمده است: «درختان پیوندی باید در همان مکانی که در آن کاشته شدند، باقی بمانند!» که مطابق متن نادرست است.

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۱»: برخی مردم گمان می‌کنند که پیوند زدن درختان کاری بسیار سخت است! (درست)

گزینهٔ «۳»: پیوند زدن انواع مختلفی دارد، و شرایط باید مطابق نوع پیوند تنظیم شوند! (درست)

گزینهٔ «۴»: ممکن نیست که برای فرایند پیوند زدن، هر نوعی از درختان را که می‌خواهیم، انتخاب نماییم! (درست)

(درک مطلب)

۳۰- گزینهٔ «۴» *(سید محمدعلی مرتضوی)*

ترجمهٔ صورت سؤال: پیوند زدن درختان مزایای مختلفی دارد، از جملهٔ آن‌ها...

عبارت گزینهٔ «۴» (فرار کردن حیوانات هنگام نزدیک شدن به درختان) نامناسب است.

ترجمهٔ گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۱»: تولید انواع جدیدی از میوه‌ها!

گزینهٔ «۲»: کاهش اثر شرایط مضرّ برای درختان!

گزینهٔ «۳»: مقاومت درختان در برابر بیماری‌های گیاهی!

(درک مطلب)

۳۱- گزینهٔ «۲» *(سید محمدعلی مرتضوی)*

صورت سؤال، مناسب‌ترین گزینه را برای عنوان متن می‌خواهد؛ «چگونگی پیوند زدن درختان میوه‌دهنده» عنوانی مناسب است.

ترجمهٔ گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۱»: اهمیت درختان پیوندی!

گزینهٔ «۳»: روش پیوند زدن درختان گوناگون!

گزینهٔ «۴»: نگهداری درختان پیوندی پس از پیوندشان و توجّه به آن‌ها!

(درک مطلب)

۳۲- گزینهٔ «۲» *(سید محمدعلی مرتضوی)*

«من وزن: انفعَل» نادرست است. «إنتاج» بر وزن «إفعال» از باب افعال است و ارتباطی به باب انفعال ندارد. (حرف «ن» در این کلمه، جزء حروف اصلی است، نه زائد!)

(تحلیل صرفی و محل اعرابی)

۳۳- گزینهٔ «۳» *(سید محمدعلی مرتضوی)*

«مبتدؤه: «المطعمة»» نادرست است. در متن درک مطلب، «الأشجار» مبتدای جملهٔ اسمیه، «المطعمة» صفت و «تتحمّل» خبر است.

(تحلیل صرفی و محل اعرابی)

۳۴- گزینهٔ «۲» *(سید محمدعلی مرتضوی)*

«یستلم» فعل مضارع از باب افتعال است که بر وزن «یَفتَعِل» می‌آید، بنابراین به صورت «یَستَلِم» صحیح است. همچنین «کَثرَة» درست است.

(ضبط حرکات)

۳۵- گزینهٔ «۲» *(ولی برجی - ابهر)*

در گزینهٔ «۲»، «حقائق» جمع مکسّر «حقیقة» است، نه «حقّ». کلمهٔ «حقوق» جمع مکسّر «حقّ» است.

(واژگان)

۳۶- گزینهٔ «۴» *(مرتضی کاظم شیرودی)*

جواب شرط گاهی به‌صورت یک فعل (جملهٔ فعلیه) است، گاهی هم به شکل یک جملهٔ اسمیه می‌آید که در ابتدایش حرف «فَـ» دارد.

در گزینه‌های «۱، ۲ و ۳» به ترتیب: «فلَـه ؟ ، فعلیـه .... و فعلیـه... » جواب شرط هستند، اما در گزینهٔ «۴»، فعل مضارع «یظهر» جواب شرط است.

(انواع جملات)

۳۷- گزینهٔ «۳» *(منیژه خسروی)*

صورت سؤال، فعلی را می‌خواهد که خبر را توصیف کرده باشد. در گزینهٔ «۳»، «هؤلاء» مبتدا و «مُشاة» خبر است. «لا یعبرونَ» نیز فعلی است که «مُشاة» را توصیف کرده است.

تشریح گزینه‌های دیگر:

گزینهٔ «۱»: «انتفع» فعلی است که اسم نکرهٔ «علم» را توصیف کرده است، اما «علم» خبر نیست. («جهَّز» خبر جملهٔ اسمیه است.)

گزینهٔ «۲»: «غرق» فعلی است که اسم نکرهٔ «رجل» را توصیف کرده است، اما «رجل» مضاف الیه است، نه خبر! («رجال» مبتدا و «أخرجوا» خبر جملهٔ اسمیه است.)

گزینهٔ «۴»: در این گزینه، خبری که توصیف شده باشد، وجود ندارد.

(قواعد اسم)

۳۸- گزینهٔ «۴» *(بهزاد جهانبخش)*

صورت سؤال، عبارتی را می‌خواهد که دلالت بر نهی نداشته باشد؛ یعنی گزینه‌ای که در آن فعل نهی نداشته باشیم. در گزینهٔ «۴»، «لا یفکّر» بعد از ادات شرط آمده و فعل شرط است و دلالت بر نهی ندارد.

در سایر گزینه‌ها به ترتیب: «لا یسخر»، «لا تقولوا» و «لا یأکلِ» فعل نهی هستند.

(قواعد فعل)

۳۹- گزینهٔ «۴» *(ولی برجی - ابهر)*

صورت سؤال، فعلی را خواسته است که به‌وسیلهٔ مصدر خود تأکید شده باشد، یعنی باید مفعول مطلق تأکیدی را پیدا کنیم.

تشریح گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: مفعول مطلقی وجود ندارد و «مُساعدة» مفعول برای فعل «أتوقّع» است.

گزینهٔ «۲»: «جلوس» مفعول مطلق نوعی است، چون پس از آن مضاف الیه آمده است.

گزینهٔ «۳»: «صبراً» مفعول مطلق نوعی است، چون پس از آن جمله وصفیه آمده است و جمله وصفیه نیز صفت محسوب می‌شود.

گزینهٔ «۴»: «تکلُّماً» مفعول مطلق تأکیدی است، چون پس از آن صفت یا مضاف الیه به کار نرفته است.

(مفعول مطلق)

۴۰- گزینهٔ «۲» *(مرتضی کاظم شیرودی)*

صورت سؤال، مفعول مطلقی را می‌خواهد که مضاف باشد، یعنی بعد از آن، مضاف الیه آمده باشد.

تشریح گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: «نقصاً» مفعول مطلق تأکیدی است و مضاف الیهی ندارد.

گزینهٔ «۲»: «اهتمام» مفعول مطلق و مضاف است، زیرا «المُشفقین» به عنوان مضاف الیه آن آمده است.

گزینهٔ «۳»: «مساعدة» مفعول مطلق و موصوف است، زیرا «کثیرة» صفت آن است.

گزینهٔ «۴»: «مُحاولة» مفعول مطلق و موصوف است، زیرا فعل «تُعجب» برای توصیف آن آمده است.

(مفعول مطلق)

ایران‌توشه
توشه‌ای برای موفقیت

دین و زندگی (۳ و ۲)

۴۱- گزینهٔ «۱» *(احمد منصوری)*

خداوند در قرآن کریم می‌فرماید: «هیچ‌کس نمی‌داند چه پاداش‌هایی که مایهٔ روشنی چشم‌هاست برای آن‌ها نهفته شده؛ این پاداش کارهایی است که انجام می‌دادند».
سرانجام انتخاب زندگی بر لبهٔ پرتگاه، «و الله لا یهدی القوم الظالمین» است زیرا نوعی ظلم به خود است. *(دین و زندگی ۳، درس ۸، صفحهٔ ۹۵)*

۴۲- گزینهٔ «۳» *(میثم فرهنگیان)*

فرهنگ، روح حاکم بر جامعه و نشان‌دهندهٔ هویت و شخصیت آن است. نوع اجزا و عناصر فرهنگی هر جامعه نشان‌دهندهٔ درجه و میزان ارزشمندی و تعالی آن جامعه است. اعتقاد به خدا و یکتاپرستی، ایمان و اعتقاد به پیامبران الهی و اعتقاد به معاد و پایبندی به آن، معیارهای اصلی در تشخیص ارزشمندی فرهنگ جوامع است.
(دین و زندگی ۳، درس ۸، صفحهٔ ۱۰۰)

۴۳- گزینهٔ «۲» *(فردین سماقی)*

یکی از انحرافات قبل از اسلام ارتباط جنسی خارج از چارچوب شرع است. رایج شدن این ارتباط بازگشتی به دوران جاهلیت است. قرآن کریم در همان زمان نزول که این عمل فراوان بود، در مقابل آن ایستاد و آن را گناه کبیره شمرد و راه‌های آسان و بدون گناه برای ارتباط جنسی پیشنهاد داده که مفاد آن با «و لاتقربوا الزنی انه کان فاحشة و ساء سبیلا» ارتباط دارد. *(دین و زندگی ۳، درس ۸، صفحه‌های ۹۷، ۹۸ و ۹۹)*

۴۴- گزینهٔ «۳» *(محمد رضایی‌بقا)*

ایجاد پایگاه‌های اینترنتی و شبکه‌های اجتماعی در فضای مجازی به منظور اشاعهٔ فرهنگ و معارف اسلامی و مقابله با اندیشه‌های کفرآمیز و ابتذال اخلاقی، مستحب است و در مواردی واجب‌کفایی؛ افرادی که توانایی علمی، فنی و مالی آن را دارند، باید به ایجاد آن مبادرت ورزند. دقت شود که مبارزه با تهاجم فرهنگی و ابتذال اخلاقی، واجب کفایی است، نه مستحب. (دلیل نادرستی گزینه‌های «۱» و «۴»).
(دین و زندگی ۳، درس ۸، صفحهٔ ۱۰۱)

۴۵- گزینهٔ «۳» *(مرتضی محسنی‌کبیر)*

میان سعادت انسان در جهان آخرت و باید و نبایدهای دین (احکام)، ارتباط و هماهنگی برقرار است، گرچه ممکن است درک آن برای ما، در حال حاضر ملموس نباشد. بنابراین از هر راهی نمی‌توان به سعادت اخروی رسید، درست مانند رشد بدن که فقط با تغذیهٔ صحیح حاصل می‌شود. از این‌رو، آن هدف بزرگ با یک زندگی غیرمسئولانه و بدون برنامه سازگار نیست، بلکه یک زندگی جدی و یک عزم قوی و استوار را طلب می‌کند. *(دین و زندگی ۳، درس ۸، صفحهٔ ۹۷)*

۴۶- گزینهٔ «۳» *(محمد رضایی‌بقا)*

قرآن کریم آنجا که می‌خواهد تکذیب‌کنندگان دین را معرفی کند، از کسانی یاد می‌کند که یتیمان را از خود می‌رانند و دیگران را به اطعام مساکین تشویق نمی‌نمایند. یعنی به موضوع عدالت اجتماعی بی‌توجه و غیرمقید هستند که موضوع عدالت در آیهٔ «لقد ارسلنا رسُلَنا بالبَیِّناتِ وَ اَنزَلنا مَعَهُمُ الکِتابَ وَ المیزانَ لِیَقومَ الناسُ بِالقِسطِ» آمده است. *(دین و زندگی ۳، درس ۹، صفحه‌های ۱۱۰ و ۱۱۱)*

۴۷- گزینهٔ «۲» *(محسن بیاتی)*

شاید در نگاهی ابتدایی این هدف بزرگ، یعنی احیای تمدن اسلامی، در مقایسه با توان و امکانات موجود، یک بلندپروازی به نظر برسد اما این یک دریافت سطحی از توانمندی ذاتی انسان و قدرت جوانان و نوجوانان و ناشی از عدم آشنایی با آموزه‌های بیدارکنندهٔ اسلام است.
استحکام پایه‌های اقتصادی و تلاش برای کاهش فقر، توسعهٔ عدالت در همهٔ ابعاد، تقویت اتحاد ملی، انسجام اسلامی و مشارکت عمومی و عمل به وظیفهٔ امر به معروف و نهی از منکر از مهم‌ترین عوامل استحکام نظام اسلامی است.
(دین و زندگی ۳، درس ۱۰، صفحه‌های ۱۳۱ و ۱۳۵)

۴۸- گزینهٔ «۳» *(فردین سماقی)*

امروزه بی‌بندوباری جنسی آن‌چنان در غرب رواج یافته که بسیاری از مردم به این نتیجه رسیده‌اند که توان اصلاح و مبارزه با آن را ندارند. از این‌رو، به ناچار در پی آن برآمده‌اند که ضوابط و معیارهای اخلاقی را تغییر دهند.
(دین و زندگی ۳، درس ۱۰، صفحهٔ ۱۳۶)

۴۹- گزینهٔ «۳» *(محمد رضایی‌بقا)*

تمدن جدید اروپا را باید با معیارهای الهی ارزیابی کنیم تا بتوانیم به نقاط قوت و ضعف این تمدن بیشتر پی ببریم و نحوهٔ زندگی در آن را بهتر شناسایی کنیم و مسئولیت خود را در مواجههٔ با آن بدانیم.
آشنا شدن با نقاط قوت و ضعف این تمدن از این جهت نیز برای ما مطلوب است که در راستای احیای تمدن اسلامی، از نقاط قوت این تمدن بهره‌مند شویم و با عبرت گرفتن از ضعف‌ها و آسیب‌های آن، بتوانیم برنامه‌ریزی درست و کم‌اشتباهی برای سامان‌دهی تمدن اسلامی داشته باشیم. *(دین و زندگی ۳، درس ۱۰، صفحه‌های ۱۲۶ و ۱۲۷)*

۵۰- گزینهٔ «۲» *(محبوبه ابتسام)*

حاکمان بنی‌امیه و بنی‌عباس براساس امیال خویش زمامداری می‌کردند نه فرمایش خداوند که می‌فرماید: «اطیعوا الله و اطیعوا الرسول و اولی الامر منکم» این آیهٔ شریفه طرح خداوند برای تداوم ولایت است به این معنا که بعد از پیامبر می‌بایست از دوازده امام پیروی کرد. *(دین و زندگی ۲ و ۳، ترکیبی)*

۵۱- گزینهٔ «۳» *(محمد رضایی‌بقا)*

امام سجاد (ع) پیوسته این دعا را می‌خواند که: «خدایا ایام زندگانی مرا به آن چیزی اختصاص بده که مرا برای آن آفریده‌ای.» این دعای شریفه به نیاز برتر «شناخت هدف زندگی» اشاره دارد. *(دین و زندگی ۲، درس ۱، صفحهٔ ۱۳)*

۵۲- گزینهٔ «۲» *(محمدرضا خرهنگیان)*

پایین بودن سطح درک انسان‌ها و عدم توانایی آنان در گرفتن برنامهٔ کامل زندگی از عوامل تجدید نبوت‌ها بود. در عصر نزول قرآن، با این‌که مردم حجاز سطح فرهنگی پایینی داشتند، اما آمادگی فکری و فرهنگی جوامع مختلف به میزانی بود که می‌توانستند کامل‌ترین برنامهٔ زندگی را دریافت و حفظ کنند و به کمک آن، پاسخ نیازهای فردی و اجتماعی خود را به دست آورد. به همین جهت می‌بینیم که با ورود اسلام به سرزمین‌های دیگری مانند ایران، عراق، مصر و شام نهضت علمی و فرهنگی بزرگی آغاز شد و دانشمندان و عالمان فراوانی ظهور کردند.
(دین و زندگی ۲، درس ۲، صفحه‌های ۲۵ و ۲۹)

۵۳- گزینهٔ «۱» *(احمد منصوری)*

معجزهٔ آخرین پیامبر الهی باید به گونه‌ای باشد که:
۱- مردم زمان خودش به معجزه بودن آن اعتراف کنند و آن را فوق توان بشری بدانند.
۲- آیندگان هم معجزه بودن آن را تأیید کنند.
سخن گفتن قرآن از موضوعات متفاوت در عین هماهنگی، مرتبط با انسجام درونی در عین نزول تدریجی و از جنبه‌های اعجاز محتوایی قرآن است.
(دین و زندگی ۲، درس ۳، صفحه‌های ۳۷ و ۴۰)

۵۴- گزینهٔ «۱» *(علیرضا ذوالفقاری‌زمل- قم)*

آیهٔ ۶۰ سورهٔ نساء: « آیا ندیده‌ای کسانی که گمان می‌کنند به آنچه بر تو نازل شده و به آنچه پیش از تو نازل شده ایمان دارند، اما می‌خواهند داوری به نزد طاغوت برند، حال آن‌که به آنان دستور داده شده که به آن کفر بورزند و شیطان می‌خواهد آنان را به گمراهی دور و درازی بکشاند» بر لزوم عدم پیروی از طاغوت (کفر ورزیدن) تأکید می‌کند. عبارت «به این دلیل که هر نظام سیاسی غیراسلامی، نظامی شرک‌آمیز است، چون حاکمش «طاغوت» است، ما موظفیم آثار شرک را از جامعهٔ مسلمانان و از حیات آنان دور کنیم و از بین ببریم.» از امام خمینی (ره)، نیز بر نفی حکومت طاغوت تأکید می‌کند. *(دین و زندگی ۲، درس ۴، صفحه‌های ۵۱ و ۵۲)*

۵۵- گزینهٔ «۱» *(مرتضی محسنی‌کبیر)*

باید دقت کنیم که آیهٔ صورت سؤال، آیهٔ ۶۰ سورهٔ نساء است و قبل از این آیه، یعنی آیهٔ ۵۹ سورهٔ نساء تأکید بر اطاعت از خدا و رسول و اولی الامر در آیهٔ اطاعت ذکر شده است.
(دین و زندگی ۲، درس ۴ و ۵، صفحه‌های ۵۱ و ۶۶)

www.kanoon.ir

۵۶- گزینهٔ «۳» *(محمد رضایی‌بقا)*

اوضاع نابسامان حدیث، ناشی از ممنوعیت نوشتن احادیث پیامبر (ص) تا حدود زیادی برای پیروان ائمه پیش نیامد؛ زیرا ائمه (ع) احادیث پیامبر را حفظ کرده بودند و شیعیان، این احادیث را از طریق این بزرگواران که انسان‌هایی معصوم و به دور از خطا بودند و سخنانشان مانند سخنان رسول خدا (ص) معتبر و مورد اطمینان بود، به دست آوردند. مطالبی که از تحریف در معارف اسلامی و جعل احادیث حاصل می‌شد، به کتاب‌های تاریخی و تفسیری راه یافت و سبب گمراهی بسیاری از مسلمانان شد. *(دین و زندگی ۲، درس ۷، صفحه‌های ۹۱ و ۹۲)*

۵۷- گزینهٔ «۱» *(محمد آقاصالح)*

امام علی (ع) فرمودند: «نزد مردم آن زمان ... کالایی رایج‌تر و فراوان‌تر از آن [قرآن] نیست، آنگاه که بخواهند به صورت وارونه و به نفع دنیاطلبان معنایش کنند.» همچنین ایشان دربارهٔ اهل بیت (ع) فرمودند: «آنان‌اند که نظر دادن و حکم کردنشان نشان‌دهندهٔ دانش آن‌هاست.» *(دین و زندگی ۲، درس ۸، صفحهٔ ۹۹)*

۵۸- گزینهٔ «۱» *(سید احسان هندی)*

قرآن کریم، تغییر ابتدایی نعمت‌ها را از خداوند نفی می‌کند «لَم یَکُ مُغَیِّراً نعمَة» و در مقابل آن «أنَّ اللهَ سمیعٌ علیمٌ» را یادآور می‌شود.

(دین و زندگی ۲، درس ۹، صفحهٔ ۱۱۲)

۵۹- گزینهٔ «۳» *(محسن بیاتی)*

ثمرهٔ آموزش عمیق دین «لیتفقهوا فی الدین» انذار و آگاهی مردم «لعلهم یحذرون» است. «طائفة لیتفقهوا فی الدین و لینذروا قومهم اذا رجعوا لعلهم یحذرون: پس چرا از هر گروهی، جمعی از آنان اعزام نشوند تا دانش دین را [به‌طور عمیق] بیاموزند. و آن‌گاه به سوی قوم خویش بازگشتند آن‌ها را هشدار دهند، باشد که آنان [از کیفر الهی] بترسند.»

- مشارکت در نظارت همگانی سبب می‌شود که رهبر همهٔ افراد جامعه را پشتیبان خود بداند و هدایت جامعه به سمت وظایف اسلامی برای رهبر جامعه آسان‌تر شود.

(دین و زندگی ۲، درس ۱۰، صفحه‌های ۱۲۵ و ۱۳۱)

۶۰- گزینهٔ «۳» *(محمد آقاصالح)*

عبارت قرآنی «ادعُ اِلی سَبیلِ رَبِّکَ: به راه پروردگارت دعوت کن» حاکی از مسئولیت ابلاغ وحی رسول خدا (ص) است. *(دین و زندگی ۲ و ۳، ترکیبی)*

زبان انگلیسی ۲ و ۳

۶۱- گزینهٔ «۲» *(رحمت‌اله استیری)*

ترجمهٔ جمله: «من کاملاً مطمئنم این دومین باری بود که دانش‌آموز جوان قول داده بود تکالیف انگلیسی‌اش را به‌دقت انجام دهد.»

نکتهٔ مهم درسی:

بعد از ساختار "it was the first/ second/ … time" به‌معنای «این اولین/ دومین/ ... بار بود» باید از زمان گذشتهٔ کامل استفاده کنیم (رد گزینه‌های «۱ و ۳»). از سوی دیگر، بعد از فعل "promise" به‌معنای «قول دادن» باید از مصدر با "to" (infinitive) استفاده کنیم (رد گزینهٔ «۴»).

(گرامر)

۶۲- گزینهٔ «۱» *(حسن روحی)*

ترجمهٔ جمله: «درحالی‌که الکساندر پوپ معتقد بود که چند اشتباه از انسان سر می‌زند، کارفرمایی که نامهٔ درخواست شغل شما را می‌خواند در صورت وجود خطا هرگز به شما شغلی نمی‌دهد.»

نکتهٔ مهم درسی:

از آن‌جا که "mistakes" اسم قابل‌شمارش جمع است، استفاده از "a little" (مقدار کمی) نادرست است و باید از "a few" استفاده کنیم (رد گزینه‌های «۲ و ۴»). از طرفی، بعد از "that" نیاز به فاعل داریم؛ بنابراین، از اسم مصدر "making" در نقش فاعل استفاده می‌کنیم (رد گزینهٔ «۳»).

(گرامر)

۶۳- گزینهٔ «۲» *(سعید کاویانی)*

ترجمهٔ جمله: «تحقیقات اخیر نشان داده است که می‌توان از حدود یک سوم سرطان‌ها با تغییرات ساده در سبک زندگی پیشگیری کرد.»

نکتهٔ مهم درسی:

با توجه به این‌که کلمهٔ "cancer" قبل از جای خالی مفعول "prevent" می‌باشد، از ساختار مجهول باید استفاده کنیم و تنها گزینه‌ای که ساختارش مجهول است، گزینهٔ «۲» می‌باشد.

(گرامر)

۶۴- گزینهٔ «۱» *(سپهر برومندپور)*

ترجمهٔ جمله: «در حالی‌که ملوانان به کوسهٔ سفید بزرگ زیر قایق نگاه می‌کردند، در چشم‌هایشان نشانه‌هایی از ترس دیده می‌شد.»

۱) ترس، وحشت ۲) احساس

۳) اختلال، بی‌نظمی ۴) آسیب

(واژگان)

۶۵- گزینهٔ «۳» *(سعید کاویانی)*

ترجمهٔ جمله: «می‌دانم که این دارو من را کاملاً درمان نمی‌کند، اما دردم را از بین می‌برد و حالم را خیلی بهتر می‌کند.»

۱) دوری کردن، پرهیز کردن ۲) رها کردن

۳) کم کردن، از بین بردن ۴) مراقبت کردن

(واژگان)

۶۶- گزینهٔ «۱» *(عمران نوری)*

ترجمهٔ جمله: «تعدادی علائم قابل‌رؤیت از بیماری وجود داشت که مادربزرگ شصت‌ساله‌ام را برای مدت خیلی طولانی در بیمارستان نگه داشت.»

۱) قابل‌مشاهده، قابل‌رؤیت ۲) عالی، رؤیایی

۳) جهانی ۴) شگفت‌انگیز

(واژگان)

۶۷- گزینهٔ «۴» *(رحمت‌اله استیری)*

ترجمهٔ جمله: «همکلاسی‌ام وقتی شنید نامش در ارتباط با موضوعی آورده شده است که مطلقاً هیچ ارتباطی به او نداشت، خیلی عصبانی شد.»

۱) به‌ندرت ۲) به‌طور مکرر

۳) به اشتباه ۴) مطلقاً، کاملاً

(واژگان)

۶۸- گزینهٔ «۳» *(سپهر برومندپور)*

ترجمهٔ جمله: «پارسال در شرکت من، بسیاری از مهندسان روی پروژهٔ یکسانی کار می‌کردند و آن پروژه به‌دلیل اختلاف نظرات هرگز تکمیل نشد. من یاد گرفته‌ام که آشپز که دوتا شد، آش یا شور می‌شود یا بی‌نمک.»

۱) از تو حرکت، از خدا برکت

۲) هر سری عقلی دارد

۳) آشپز که دو تا شد، آش یا شور می‌شود یا بی‌نمک

۴) کبوتر با کبوتر باز با باز / کند هم‌جنس با هم‌جنس پرواز

(واژگان)

ایران توشه
تقویت علمی برای موفقیت

ترجمهٔ متن کلوزتست:

انرژی را می‌توان به‌عنوان ظرفیت انجام کار تعریف کرد. رفتار انرژی با دو قانون ترمودینامیک توصیف می‌شود. انسان‌های اولیه نیاز نسبتاً کمی به انرژی داشتند، عمدتاً [برای] غذا و سوخت برای پخت‌وپز و گرم نگه داشتن. در جامعهٔ امروزی، ما در مقایسه با انسان‌های اولیه به مقدار ۱۱۰ برابر بیشتر برای هر فرد انرژی مصرف می‌کنیم. امروزه، انرژی یک جزء اساسی برای تمام فعالیت‌های اقتصادی، تولیدی و خدماتی است. منابع انرژی، تمام شکل‌هایی از سوخت‌های مورد استفاده در دنیای مدرن هستند که می‌توانند گرما ایجاد کنند، اجسام را حرکت دهند و انرژی الکتریکی تولید کنند.

۶۹- گزینهٔ «۲» *(نوید مبلغی)*

۱) قدردانی کردن ۲) توصیف کردن

۳) تصور کردن ۴) سردرگم کردن

(کلوزتست)

۷۰- گزینهٔ «۴» *(نوید مبلغی)*

نکتهٔ مهم درسی:

برای بیان هدف و منظور، از مصدر با "to" استفاده می‌شود. هم‌چنین، از آن‌جایی که فعل "keep" بعد از جای خالی به‌شکل ساده آمده است، گزینهٔ «۲» نمی‌تواند صحیح باشد، زیرا حرف ربط "and" کلماتی را که از نظر ساختاری یکسان هستند می‌تواند به یک‌دیگر ربط دهد.

(کلوزتست)

۷۱- گزینهٔ «۳» *(نوید مبلغی)*

۱) نتیجه ۲) عضو

۳) جزء، مؤلفه ۴) معادل

(کلوزتست)

۷۲- گزینهٔ «۴» *(نوید مبلغی)*

نکتهٔ مهم درسی:

سؤال مربوط به مبحث ترتیب اجزای جمله است. گزینه‌های «۲ و ۳» به‌لحاظ ساختاری اشتباه هستند و گزینهٔ «۱» نیز به‌لحاظ معنایی اشکال دارد.

(کلوزتست)

ترجمهٔ متن درک مطلب ۱:

وقتی غار قدیمی دیگری در جنوب فرانسه کشف می‌شود، افراد کمی شگفت‌زده می‌شوند. چنین اکتشافاتی آن‌قدر زیاد اتفاق می‌افتند که کمتر کسی به آن‌ها توجه می‌کند. با این‌حال، هنگامی‌که غار لاسکو در سال ۱۹۴۰ کشف شد، جهان شگفت‌زده شد. صدها تصویر مستقیماً بر روی دیوارهای آن نقاشی شده بود که نشان می‌داد مردم هزاران سال پیش چگونه زندگی می‌کردند. تصاویر افرادی را در حال شکار حیواناتی مانند گاو کوهان‌دار یا گربهٔ وحشی نشان می‌دهند. تصاویر دیگر، پرندگان و مهم‌تر از همه، اسب‌ها را نشان می‌دهند که در بیش از ۳۰۰ تصویر دیواری دیده می‌شوند.

در موارد زیادی، این نقاشی‌ها متأسفانه در معرض آثار مخرب آب و تغییرات دما قرار گرفته‌اند که به‌راحتی آن‌ها را از بین می‌برد. از آن‌جایی که غار لاسکو ورودی‌های زیادی دارد، جریان هوا نیز به تصاویر داخل [آن] آسیب وارد کرده است. اگرچه آن‌ها در معرض هوای آزاد نیستند، جایی‌که نور طبیعی مدت‌ها پیش آن‌ها را از بین می‌برد، بسیاری از تصاویر خراب شده‌اند و به‌سختی قابل‌تشخیص هستند. برای جلوگیری از آسیب بیشتر، این مکان در سال ۱۹۶۳، ۲۳ سال پس از کشف، به روی گردشگران بسته شد.

۷۳- گزینهٔ «۳» *(عقیل محمدی‌روش)*

ترجمهٔ جمله: «نویسنده [عبارت] «افراد کمی را شگفت‌زده می‌کند.» را در پاراگراف «۱» ذکر کرده است تا نشان دهد ...»

«کشف کردن غارهای قدیمی در جنوب فرانسه کاملاً طبیعی است.»

(درک مطلب)

۷۴- گزینهٔ «۱» *(عقیل محمدی‌روش)*

ترجمهٔ جمله: «کلمهٔ "them" در پاراگراف «۲» به ... اشاره دارد.»

«"the paintings" (تصاویر)»

(درک مطلب)

۷۵- گزینهٔ «۲» *(عقیل محمدی‌روش)*

ترجمهٔ جمله: «پاراگراف «۲» عمدتاً در مورد چه چیزی بحث می‌کند؟»

«چرا تصاویر در غار لاسکو آسیب دیده‌اند؟»

(درک مطلب)

۷۶- گزینهٔ «۱» *(عقیل محمدی‌روش)*

ترجمهٔ جمله: «کدام‌یک از موارد زیر درباره نقاشی‌های روی دیوارهای غار لاسکو درست نیست؟»

«نور می‌تواند اثرات مخربی روی آن‌ها داشته‌باشد، زیرا این غار ورودی‌های زیادی دارد.»

(درک مطلب)

ترجمهٔ متن درک مطلب ۲:

یوروتاک یک شرکت مستقر در لندن است که عمدتاً نرم‌افزارهای یادگیری زبان را تولید می‌کند. اخیراً، در مورد پروژهٔ "Onebillion" آن‌ها گزارش شده است، به‌خصوص از زمانی‌که مشخص شد اپلیکیشن یادگیری ریاضی آن‌ها برای کودکان در مالاوی [فرآیند] یادگیری را بهبود می‌بخشد. دکتر نیکولا پیچفورد، روانشناس دانشگاه ناتینگهام، پی برد کودکان با استفاده از این اپلیکیشن دانش ریاضی‌شان را تنها در هشت هفته سه برابر کردند. جیمی استوارت، مدیر ارشد فناوری "Onebillion" توضیح می‌دهد که «کودکان در گروه‌های ۳۰ یا حتی ۶۰ نفره قرار داده می‌شوند و به یک کلاس درس ویژه برده می‌شوند تا یک روز در میان به‌مدت ۳۰ دقیقه با دستگاه [تبلت] وقت صرف کنند. هر روز، ده یا دوازده کودک می‌توانند از یک دستگاه تبلت استفاده کنند. هر کلاس توسط یک داوطلب بین‌المللی مدیریت می‌شود و یک معلم مجازی، دانش‌آموز را از طریق اپلیکیشن راهنمایی می‌کند.» نام "Onebillion" از «هدف رسیدن به یک میلیارد کودک» گرفته شده است. اندرو آش، که [شرکت] یوروتاک را تأسیس کرده، می‌گوید: «این عدد، کم و بیش، تعداد کودکانی است که فرصت یادگیری مهارت‌های اساسی را ندارند.» تحصیلات ابتدایی در مالاوی از سال ۱۹۹۴ رایگان بوده و افزایش یک میلیونی ثبت‌نام دانش‌آموزان بر معلمان، کلاس‌ها و منابع فشار آورده است. آموزش کودکان در کشورهای در حال توسعه فواید بسیار زیادی دارد. برای مثال، آش توضیح می‌دهد: «شواهد بسیار قوی وجود دارد که [نشان می‌دهد] اگر بتوانید مهارت‌های اولیه را در سطح ابتدایی به دختران آموزش دهید، آن‌ها فرزندان سالم‌تری خواهند داشت و احتمال زیادتری وجود دارد که بخشی از اقتصاد باشند.»

۷۷- گزینهٔ «۲» *(محمد طاهری)*

ترجمهٔ جمله: «هدف اصلی متن چیست؟»

«معرفی کردن یک پروژهٔ موفق دربارهٔ آموزش»

(درک مطلب)

۷۸- گزینهٔ «۱» *(محمد طاهری)*

ترجمهٔ جمله: «کلمهٔ "tripled" (سه برابر کردن) در پاراگراف «۱» از نظر معنایی به ... نزدیک‌ترین است.»

«"increased" (افزایش دادن)»

(درک مطلب)

۷۹- گزینهٔ «۱» *(محمد طاهری)*

ترجمهٔ جمله: «کدام‌یک از مواد زیر به بهترین نحو، عملکرد پاراگراف «۲» را در ارتباط با پاراگراف «۱» توصیف می‌کند؟»

«پاراگراف «۲» توضیح می‌دهد چگونه اپلیکیشن ذکر شده در پاراگراف «۱» در واقع مورد استفاده قرار می‌گیرد.»

(درک مطلب)

۸۰- گزینهٔ «۴» *(محمد طاهری)*

ترجمهٔ جمله: «در متن، اطلاعات کافی برای پاسخ دادن به کدام‌یک از سؤالات زیر وجود دارد؟»

«چه کسی شرکت یوروتاک را تأسیس کرد؟»

(درک مطلب)

ایران توشه
تقدیم به دانش‌آموزان و دانشجویان عزیز

پاسخ‌نامهٔ آزمون ۱۶ اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۱
اختصاصی دوازدهم تجربی

بنیاد علمی آموزشی قلم‌چی

طراحان سؤال

ریاضی

امیرهوشنگ انصاری- محمدابراهیم توزنده‌داری- علی حاجیان- سهیل حسن‌خان‌پور- فرشاد حسن‌زاده- سجاد داوطلب- محمد رقائی- بابک سادات- ساسان سلامیان- محمدحسن سلامی‌حسینی- فرشاد صدیقی‌فر- پویان طهرانیان- حمید علیزاده- احسان غنی‌زاده- نیما کدیوریان- اکبر کلاه‌ملکی- سروش موئینی- سید جواد نظری- جهان‌بخش نیکنام

زیست‌شناسی

جواد اباذرلو- رضا آرامش اصل- پوریا برزین- سید امیرمنصور بهشتی- محمد حسن بیگی- علی حاجیان- حامد حسین‌پور- آرمان خیری- پیمان رسولی- علیرضا رضایی- محمدمبین رمضانی- محمدمهدی روزبهانی- علیرضا رهبر- اشکان زرندی- امیررضا صدریکتا- حسن قائمی- وحید کریم‌زاده- شروین مصورعلی- کاوه ندیمی- علی وصالی‌محمود- پیام هاشم‌زاده

فیزیک

زهره آقامحمدی- خسرو ارغوانی‌فرد- عبدالرضا امینی‌نسب- علی ایزدخواه- امیرحسین برادران- سید ایمان بنی‌هاشمی- حمید سلیم‌پور- سعید شرق- بهادر کامران- مصطفی کیانی- مجتبی نکوئیان

شیمی

علی امینی- کامران جعفری- امیر حاتمیان- میرحسین حسینی- ارژنگ خانلری- علیرضا رضایی سراب- رضا سلیمانی- ساجد شیری- رسول عابدینی زواره- میلاد عزیزی- محمد فائزنیا- حسین ناصری ثانی- فرزاد نجفی کرمی- امین نوروزی- سید حسن هاشمی- اکبر هنرمند

زمین‌شناسی

محمود ثابت اقلیدی- بهزاد سلطانی- شکران عربشاهی- سلیمان علیمحمدی

مسئولان درس، گزینش‌گران و ویراستاران

نام درس	گزینشگر	مسئول درس	ویراستار استاد	گروه ویراستاری	فیلتر نهایی	مستندسازی
ریاضی	علی‌اصغر شریفی	علی‌اصغر شریفی	فرشاد حسن‌زاده	مهرداد ملوندی- مهدی ملارمضانی محمدمهدی شکیبایی- مهدی نیکزاد	شهرام ولایی	سرژ یقیازاریان‌تبریزی
زیست‌شناسی	محمدمهدی روزبهانی	امیرحسین بهروزی‌فرد	حمید راهواره	علی رفیعی کیارش سادات‌رفیعی	نیما شکورزاده	مهساسادات هاشمی
فیزیک	امیرحسین برادران	امیرحسین برادران	مصطفی کیانی	زهره آقامحمدی محمدامین عمودی‌نژاد محمدمهدی شکیبایی	محمدجواد سورچی	محمدرضا اصفهانی
شیمی	مسعود جعفری	ساجد شیری‌طرزم	امیرحسین معروفی	محمد حسن‌زاده مقدم دانیال بهارفصل- سینا رحمانی‌تبار	حسین شکوه	سمیه اسکندری
زمین‌شناسی	مهدی جباری	مهدی جباری	بهزاد سلطانی	آرین فلاح‌اسدی علیرضا خورشیدی	جواد زینلی نوش‌آبادی	محیا عباسی

گروه فنی و تولید

مدیر گروه	اختصاصی: زهراالسادات غیاثی عمومی: الهام محمدی
مسئول دفترچه آزمون	اختصاصی: آرین فلاح‌اسدی – عمومی: معصومه شاعری
حروف‌نگاری و صفحه‌آرایی	سیده صدیقه میرغیاثی
مستندسازی و مطابقت مصوبات	مدیرگروه: مازیار شیروانی‌مقدم مسئول دفترچه اختصاصی: مهساسادات هاشمی – مسئول دفترچه عمومی: فریبا رئوفی
ناظر چاپ	حمید محمدی

ایران توشه
تشوشهای برای موفقیت

ریاضی ۳ و پایه مرتبط

۸۱- گزینهٔ «۱» *(علی ماهیان)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»:

$$\binom{۶}{۱}\times\binom{۶}{۱}=۳۶$$

گزینهٔ «۲»:

$$\binom{۶}{۲}=\frac{۶\times۵}{۲\times۱}=۱۵$$

گزینهٔ «۳»:

$$\binom{۶}{۱}\binom{۵}{۱}=۳۰$$

گزینهٔ «۴»:

$$\binom{۶}{۱}=۶$$

(احتمال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۴۶)

۸۲- گزینهٔ «۲» *(نیما کریوریان)*

با توجه به رابطهٔ احتمال اجتماع دو پیشامد داریم:

$$P(A'\cup B)=P(A')+P(B)-P(A'\cap B)=(۱-P(A))+P(B)$$

$$-P(B-A)=۱-P(A)+P(B)-P(B)+P(A\cap B)$$

$$P(A'\cup B)=۱-۰/۳+۰/۱=۰/۸$$

(احتمال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۸۳- گزینهٔ «۴» *(پویان طهرانیان)*

سکه ۵ بار پرتاب شده است، پس $n(S)=۲^۵=۳۲$. از طرفی ۲ رو یا ۲ پشت متوالی نباید ظاهر شود، پس، روها و پشت‌ها باید یکی در میان قرار بگیرند یعنی یکی از حالت‌های زیر:

$$A=\{(ر,پ,ر,پ,ر)\text{ و }(پ,ر,پ,ر,پ)\}\Rightarrow n(A)=۲$$

$$\Rightarrow P(A)=\frac{n(A)}{n(S)}=\frac{۲}{۳۲}=\frac{۱}{۱۶}$$

(احتمال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۸۴- گزینهٔ «۱» *(اکبر کلاه‌ملکی)*

هر چهار سکه یکسان فقط دو حالت دارد: (ر، ر، ر، ر) و (پ، پ، پ، پ)، هم‌چنین یکسان‌بودن دو عدد روشدهٔ تاس شش حالت دارد:

$$(۱,۱),(۲,۲),(۳,۳),(۴,۴),(۵,۵),(۶,۶)$$

$$n(S)=۲^۴\times۶^۲$$

$$n(A)=۲\times۶$$

$$\Rightarrow P(A)=\frac{n(A)}{n(S)}=\frac{۲\times۶}{۲^۴\times۶^۲}=\frac{۱}{۲^۳\times۶}=\frac{۱}{۴۸}$$

(احتمال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۸۵- گزینهٔ «۲» *(محمدحسن سلامی‌حسینی)*

۵ نفر را از بین ۱۲ نفر انتخاب می‌کنیم پس تعداد اعضای فضای نمونه‌ای برابر است با:

$$n(S)=\binom{۱۲}{۵}=\frac{۱۲!}{۵!\times۷!}=\frac{۱۲\times۱۱\times۱۰\times۹\times۸}{۵\times۴\times۳\times۲\times۱}=۱۱\times۹\times۸$$

$$n(A)=\binom{۴}{۲}\binom{۳}{۲}\binom{۲}{۱}\binom{۳}{۱}=۶\times۳\times۲\times۳$$

- $\binom{۴}{۲}$: انتخاب دو شهر که می‌خواهیم دو نفر انتخاب شود.
- $\binom{۳}{۲}$: انتخاب دو نفر از هر دو شهر
- $\binom{۲}{۱}$: انتخاب شهر سوم از دو شهر باقی‌مانده
- $\binom{۳}{۱}$: انتخاب نفر آخر

$$P(A)\quad\frac{۶\times۳\times۳\times۲\times۳}{۱۱\times۹\times۸}=\frac{۹}{۲۲}$$

(احتمال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۸۶- گزینهٔ «۴» *(سروش موئینی)*

حالت‌هایی را که مجموع تاس‌ها برابر با ۱۲,۱۰,۸,۶,۵,۴,۲ است، مطلوب سؤال می‌باشد که به ترتیب ۱,۳,۵,۵,۴,۳,۱ حالت دارند.

پس: $P=\frac{۲۲}{۳۶}=\frac{۱۱}{۱۸}$

(احتمال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۸۷- گزینهٔ «۱» *(بابک سادات)*

با انتخاب ۳ حرف از ۵ حرف و همراه دو رقم دیگر داریم:

انتخاب ۳ حرف از ۵ حرف

$$n(S)=\binom{۵}{۳}\times۵!=۱۰\times۵!:\text{فضای نمونه‌ای}$$

در پیشامد مطلوب، حرف بین ارقام ۱ و ۹ به $\binom{۵}{۱}=۵$ حالت انتخاب می‌شود و دو رقم نیز $۲!$ حالت جایگشت دارند، پس به $۵\times۲!=۱۰$ حالت، جعبه‌ای به فرم $\boxed{۱\bigcirc۹}$ یا $\boxed{۹\bigcirc۱}$ می‌سازیم. حال باید ۲ حرف دیگر انتخاب کنیم که به $\binom{۴}{۲}=۶$ حالت صورت می‌گیرد. در آخر جایگشت این ۲ حرف را با جعبه درنظر می‌گیریم که به $۳!=۶$ حالت خواهد بود؛ پس:

$$n(A)=(۵\times۲!)\times\binom{۴}{۲}\times۳!=۱۰\times۶\times۶=۳۶۰:\text{پیشامد مطلوب}$$

$$\Rightarrow P(A)=\frac{n(A)}{n(S)}=\frac{۳۶۰}{۱۰\times۵!}=\frac{۳۶۰}{۱۰\times۱۲۰}=\frac{۳}{۱۰}=۳۰\%$$

(احتمال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۸۸- گزینهٔ «۳» *(امیرهوشنگ انصاری)*

در صورت سؤال شرط «مجموع دو تاس ۸» آمده است پس فضای نمونه‌ای محدود می‌شود. $n(S)=\{(۲,۶)(۶,۲)(۳,۵)(۵,۳)(۴,۴)\}$ مجموع ۸

حالا در این فضای محدودشده تعداد آنهایی را که عدد اول در تاس سفید بیاید، می‌شماریم:

$$n(A)=\{(۲,۶)(۳,۵)(۵,۳)\}$$

$$P(A)=\frac{n(A)}{n(S)}=\frac{۳}{۵}=۰/۶$$

(احتمال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۵۲)

۸۹- گزینهٔ «۲» *(فرشاد حسن‌زاده)*

کل حالات ممکن $\binom{۱۶}{۳}$ و حالات مطلوب $۸\times\binom{۴}{۳}$ است. (۸ جمع تعداد ردیف و ستون، $\binom{۴}{۳}$ انتخاب ۳ سوراخ از ۴ سوراخ هم‌ردیف یا هم‌ستون است) پس:

$$\frac{۸\times\binom{۴}{۳}}{\binom{۱۶}{۳}}=\frac{۸\times۴}{\frac{۱۶\times۱۵\times۱۴}{۶}}=\frac{۲}{۳۵}$$

(احتمال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۹۰- گزینهٔ «۴» *(محمدابراهیم توزنده‌داری)*

مجموع اعداد روشدهٔ دو تاس باید ۴ باشد، بنابراین داریم:

تاس اول / تاس دوم

$$\text{مجموع ۴}=\{(۱,۳)\text{ یا }(۲,۲)\text{ یا }(۳,۱)\}$$

$$\frac{۲}{۶}\times\frac{۳}{۶}+\frac{۱}{۶}\times\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۶}\times\frac{۱}{۶}=\frac{۸}{۳۶}=\frac{۲}{۹}$$

(احتمال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۹۱- گزینهٔ «۳» *(فرشاد صدیقی‌فر)*

به زبان ساده در ۴ مهره اول باید ۱ مهره سفید خارج شود و در انتخاب پنجم مهرهٔ سفید دوم خارج شود:

۳ تا غیرسفید سفید مهره سفید دوم

$$\frac{\binom{۲}{۱}\binom{۶}{۳}}{\binom{۸}{۴}}\times\frac{۱}{۴}=\frac{۲\times۲۰}{۷\times۱۰}\times\frac{۱}{۴}=\frac{۱}{۷}$$

(امتحال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۹۲- گزینهٔ «۳» *(امیرهوشنگ انصاری)*

در مجموعهٔ اعداد طبیعی یک رقمی $\{۱,۲,...,۹\}$ ۴ عدد زوج و ۵ عدد فرد وجود دارد. در ضمن مجموع ۶ عدد وقتی زوج است که تعداد فردهای انتخاب شده زوج باشد.

$$P(\text{مجموع ۶ عدد زوج}) = P(\text{۴ فرد و ۲ زوج یا ۲ فرد و ۴ زوج})$$

$$=\frac{\binom{۵}{۲}\binom{۴}{۴}+\binom{۵}{۴}\binom{۴}{۲}}{\binom{۹}{۶}}=\frac{۱۰+۳۰}{۸۴}=\frac{۴۰}{۸۴}=\frac{۱۰}{۲۱}$$

(امتحال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۹۳- گزینهٔ «۲» *(علی ماجیان)*

می‌خواهیم ببینیم بعد پرتاب چند تیر احتمال برخورد حداقل یک تیر به هدف بالای ۹۸ درصد است. برای راحتی کار تعداد حالتی را که احتمال برخوردنکردن n تیر پشت سر هم به هدف کم‌تر از ۲ درصد باشد، به‌دست می‌آوریم:

احتمال برخورد نکردن: $۱-۰/۷۵=۰/۲۵$

احتمال برخورد نکردن n تیر به هدف: $(۰/۲۵)^n$

$$\Rightarrow (۰/۲۵)^n < ۰/۰۲ \Rightarrow n \geq ۳$$

$$\Rightarrow n = ۳ \text{ حداقل تعداد پرتاب}$$

(امتحال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۶ تا ۱۵۲)

۹۴- گزینهٔ «۳» *(احسان غنی‌زاده)*

$$n(S)=۶^۳=۲۱۶$$

$A=$ مجموع دو تا از تاس‌ها برابر تاس سوم باشد

حالت‌های مختلف را می‌نویسیم، تعداد حالت‌های مختلف هر مورد را می‌نویسیم:

$$۱,۱,۲ \Rightarrow \frac{۳!}{۲!}=۳$$
$$۱,۲,۳ \Rightarrow ۳!=۶$$
$$۱,۳,۴ \Rightarrow ۳!=۶$$
$$۱,۴,۵ \Rightarrow ۳!=۶$$
$$۱,۵,۶ \Rightarrow ۳!=۶$$
$$۲,۲,۴ \Rightarrow \frac{۳!}{۲!}=۳$$
$$۲,۳,۵ \Rightarrow ۳!=۶$$
$$۲,۴,۶ \Rightarrow ۳!=۶$$
$$۳,۳,۶ \Rightarrow \frac{۳!}{۲!}=۳$$

$$n(A)=۳+۳+۳+۶+۶+۶+۶+۶+۶=۴۵$$

$$\Rightarrow P(A)=\frac{n(A)}{n(S)}=\frac{۴۵}{۲۱۶}=\frac{۵}{۲۴}$$

(امتحال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۹۵- گزینهٔ «۳» *(ساسان سلامیان)*

$$P(A\cap B')=P(A-B)=P(A)-P(A\cap B)$$
$$=P(A'\cup B)'=۱-P(A'\cup B)=۰/۵$$

$$\Rightarrow ۰/۶-P(A\cap B)=۰/۵ \Rightarrow P(A\cap B)=۰/۱$$

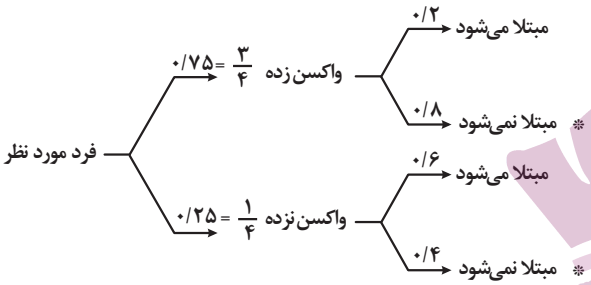
$$\Rightarrow P(B\mid A')=\frac{P(B\cap A')}{P(A')}=\frac{P(B)-P(A\cap B)}{۱-P(A)}$$

$$=\frac{۱-P(B')-P(A\cap B)}{۱-۰/۶}=\frac{۱-۰/۷-۰/۱}{۰/۴}=\frac{۰/۲}{۰/۴}\Rightarrow P(B\mid A')=۰/۵$$

(امتحال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۴۶)

۹۶- گزینهٔ «۲» *(امیرهوشنگ انصاری)*

با توجه به نمودار زیر داریم:



$$P(\text{مبتلا نشود}) = (\frac{۳}{۴}\times۰/۸)+(\frac{۱}{۴}\times۰/۴)=۰/۶+۰/۱=۰/۷$$

(امتحال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۴۸)

۹۷- گزینهٔ «۲» *(نیما کریوریان)*

اگر پیشامد A بخش‌پذیر بودن بر ۳ و پیشامد B مضرب عدد ۵ بودن در مجموعه داده شده باشد:

$$P(A-B)+P(B-A)=P(A)+P(B)-۲P(A\cap B)$$

$$P(A)=\frac{[\frac{۸۰۰}{۳}]-[\frac{۲۰۰}{۳}]}{۶۰۰}=\frac{۲۶۶-۶۶}{۶۰۰}=\frac{۲۰۰}{۶۰۰}=\frac{۱}{۳}$$

$$P(B)=\frac{[\frac{۸۰۰}{۵}]-[\frac{۲۰۰}{۵}]}{۶۰۰}=\frac{۱۶۰-۴۰}{۶۰۰}=\frac{۱۲۰}{۶۰۰}=\frac{۱}{۵}$$

پیشامد $(A\cap B)$ یعنی عددی از مجموعه که مضرب ۱۵ است:

$$P(A\cap B)=\frac{[\frac{۸۰۰}{۱۵}]-[\frac{۲۰۰}{۱۵}]}{۶۰۰}=\frac{۵۳-۱۳}{۶۰۰}=\frac{۴۰}{۶۰۰}=\frac{۱}{۱۵}$$

$$P(A-B)+P(B-A)=P(A)+P(B)-۲P(A\cap B)$$

$$=\frac{۱}{۳}+\frac{۱}{۵}-\frac{۲}{۱۵}=\frac{۵+۳-۲}{۱۵}=\frac{۶}{۱۵}=\frac{۲}{۵}$$

(امتحال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۹۸- گزینهٔ «۳» *(سیار داوطلب)*

فرض کنیم x مهرهٔ سیاه باید به ظرف دوم اضافه شود، بنابراین:

$$P_۱=P(\text{سفید بودن مهره})=\frac{۱}{۲}\times\frac{۵}{۸}+\frac{۱}{۲}\times\frac{۶}{۱۱+x}$$

$$P_۲=P(\text{سیاه بودن مهره})=\frac{۱}{۲}\times\frac{۳}{۸}+\frac{۱}{۲}\times\frac{۵+x}{۱۱+x}$$

$$P_۱=P_۲\Rightarrow\frac{۵}{۱۶}+\frac{۶}{۲(۱۱+x)}=\frac{۳}{۱۶}+\frac{۵+x}{۲(۱۱+x)}$$

$$\Rightarrow\frac{۵+x}{۲(۱۱+x)}-\frac{۶}{۲(۱۱+x)}=\frac{۵}{۱۶}-\frac{۳}{۱۶}$$

$$\frac{-۱+x}{۲(۱۱+x)}=\frac{۱}{۸}\Rightarrow -۴+۴x=۱۱+x\Rightarrow ۳x=۱۵\Rightarrow x=۵$$

(امتحال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۴۸)

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۹۹- گزینهٔ «۳» *(سیاد داوطلب)*

با توجه به نمودار درختی زیر داریم:

- علی فرزند اول خانواده ($\frac{۱}{۳}$) ← دارای برادر بزرگتر ($\frac{۱}{۳}$) ← ۰
- (۳ حالت برای فرزند اول و سوم داریم که دارای خواهر باشد و در یک حالت از آنها دارای برادر بزرگتر است.) علی فرزند دوم خانواده ($\frac{۱}{۳}$) ← دارای برادر بزرگتر ($\frac{۱}{۳}$)
- (۳ حالت داریم که دارای خواهر است و در هر دو حالت دارای برادر بزرگتر است.) علی فرزند سوم خانواده ($\frac{۱}{۳}$) ← دارای برادر بزرگتر ($\frac{۲}{۳}$)

بنابراین:

$$P(A)=(\frac{۱}{۳}\times ۰)+(\frac{۱}{۳}\times\frac{۱}{۳})+(\frac{۱}{۳}\times\frac{۲}{۳})=\frac{۳}{۹}=\frac{۱}{۳}$$

(امتحال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۴۶)

(ریاضی ۳، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۴۸)

۱۰۰- گزینهٔ «۲» *(بهنوش نیکنام)*

فضای نمونه‌ای: a باید مخالف صفر باشد.(طبق فرض سؤال، a، b و c متمایزند.)

$$\frac{a}{۶}\frac{b}{۶}\frac{c}{۵}\Rightarrow n(S)=۶\times۶\times۵=۱۸۰$$

پیشامد مطلوب (A): با توجه به شکل $\begin{cases}a>۰\\b<۰\\c<۰\end{cases}$

$$\frac{a}{۳}\frac{b}{۳}\frac{c}{۲}\Rightarrow n(A)=۳\times۳\times۲=۱۸$$

$$\Rightarrow P(A)=\frac{n(A)}{n(S)}=\frac{۱۸}{۱۸۰}=\frac{۱}{۱۰}$$

(امتحال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۵۲) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

۱۰۱- گزینهٔ «۲» *(سیاد داوطلب)*

برای حل این سوال باید طبق فرمول دو پیشامد مستقل، حاصل‌ضرب احتمال این دو پیشامد برابر با احتمال اشتراک این دو پیشامد باشد.

	$k=۶$	$k=۷$	$k=۸$	$k=۹$
$n(A)$	۶	۶	۶	۶
$n(B)$	۵	۶	۵	۴
$P(A)$	$\frac{۱}{۶}$	$\frac{۱}{۶}$	$\frac{۱}{۶}$	$\frac{۱}{۶}$
$P(B)$	$\frac{۵}{۳۶}$	$\frac{۶}{۳۶}$	$\frac{۵}{۳۶}$	$\frac{۴}{۳۶}$
$n(A\cap B)$	۱	۱	۱	۱
$P(A\cap B)$	$\frac{۱}{۳۶}$	$\frac{۱}{۳۶}$	$\frac{۱}{۳۶}$	$\frac{۱}{۳۶}$

همان‌طور که از جدول بالا پیداست به‌ازای $k=۷$ رابطهٔ $P(A\cap B)=P(A)\times P(B)$ برقرار است.

(امتحال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۵۲)

۱۰۲- گزینهٔ «۳» *(نیما کریوریان)*

فضای نمونه‌ای صورت سوال به‌صورت زیر است:

(دختر) ۲ ۲ ۲ (پسر)

(پسر) ۲ ۲ ۲ (دختر)

$$\Rightarrow n(S)=۲\times۲\times۲\times۲=۱۶$$

برای اینکه خانواده دارای ۲ فرزند پسر باشد:

$$A=\{(پ,پ),(پ,د),(د,پ),(د,د),\ldots\}$$

$$\Rightarrow n(A)=۶\Rightarrow P(A)=\frac{n(A)}{n(S)}=\frac{۶}{۱۶}=\frac{۳}{۸}$$

(ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

(امتحال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۵۲)

۱۰۳- گزینهٔ «۱» *(سهیل حسن‌خان‌پور)*

A : ملیت هر ۳تا متفاوت

B : حداقل یک آمریکایی

خواستهٔ سؤال: $P(A\mid B)=\frac{n(A\cap B)}{n(B)}$

برای محاسبهٔ ساده‌تر $n(B)$ به سراغ متمم می‌رویم. یعنی کل حالات منهای حالاتی که هیچ آمریکایی انتخاب نشود.

$$n(B)=\binom{۱۲}{۳}-\binom{۹}{۳}=\frac{۱۲\times۱۱\times۱۰}{۳\times۲\times۱}-\frac{۹\times۸\times۷}{۳\times۲\times۱}=۲۲۰-۸۴=۱۳۶$$

برای محاسبهٔ $n(A\cap B)$، باید دقیقاً یک آمریکایی انتخاب شود و دو شخص دیگر از دو ملیت مختلف باشند.

$$n(A\cap B)=\binom{۳}{۱}\times[\underbrace{\binom{۳}{۱}\times\binom{۲}{۱}}_{\text{روسی، انگلیسی ایرانی}}+\underbrace{\binom{۴}{۱}\binom{۲}{۱}}_{\text{روسی ایرانی}}+\underbrace{\binom{۳}{۱}\binom{۴}{۱}}_{\text{انگلیسی ایرانی}}]$$

$$=۳\times[۶+۸+۱۲]=۳\times۲۶=۷۸$$

$$P(A\mid B)=\frac{n(A\cap B)}{n(B)}=\frac{۷۸}{۱۳۶}=\frac{۳۹}{۶۸}$$

(ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱)

(امتحال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۵۲)

۱۰۴- گزینهٔ «۲» *(محمدحسن سلامی‌مسینی)*

مهرهٔ خارج شده از C از مهره‌های A باشد: $\frac{۴}{۶}$ از آبی‌های A باشد $\frac{۶}{۱۰}$

مهرهٔ خارج شده از C از مهره‌های B باشد: $\frac{۲}{۶}$ از آبی‌های B باشد $\frac{۳}{۱۰}$

$$P(\text{آبی})=(\frac{۴}{۶}\times\frac{۶}{۱۰})+(\frac{۲}{۶}\times\frac{۳}{۱۰})=\frac{۲۴+۶}{۶۰}=\frac{۱}{۲}$$

(امتحال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۴۸)

۱۰۵- گزینهٔ «۳» *(سهیل حسن‌خان‌پور)*

ابتدا تعداد اعضای فضای نمونه را می‌یابیم. باید این تعداد را در دو حالت محاسبه کنیم:

حالت اول: اگر یکان صفر باشد، برای صدگان ۹ انتخاب و برای دهگان ۸ انتخاب داریم.

حالت دوم: اگر یکان صفر نباشد، برای یکان ۴ حالت، صدگان ۸ حالت (صفر هم نمی‌تواند باشد.) و دهگان نیز ۸ حالت داریم:

$$n(S)=۹\times۸\times۱+۸\times۸\times۴=۳۲۸$$

برای محاسبهٔ حالات مطلوب نیز مسأله را دو دسته می‌کنیم. در دستهٔ اول اگر یکان صفر باشد، صدگان فقط ۱ می‌تواند باشد و برای دهگان نیز ۸ حالت داریم. در دستهٔ دوم، اگر یکان صفر نباشد، برای یکان ۴ حالت داریم و برای صدگان ۲ حالت و دهگان نیز ۸ حالت وجود دارد. (مثلاً اگر یکان ۲ باشد، صدگان ۱ یا ۳ می‌تواند باشد.)

$$n(A)=۱\times۸\times۱+۲\times۸\times۴=۷۲$$

$$P(A)=\frac{n(A)}{n(S)}=\frac{۷۲}{۳۲۸}=\frac{۹}{۴۱}$$

(امتحال) (ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۱) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۵۲)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۰۶- گزینهٔ «۲» (حمید علیزاده)

احتمال انتخاب یک جعبه برای برداشتن لامپ‌ها برابر $\frac{۱}{۴}$ است.

در جعبهٔ اول لامپ سالم نداریم پس احتمال سالم بودن دو لامپ از سه لامپ صفر است.

در جعبهٔ دوم همهٔ لامپ‌ها سالم است پس سالم‌بودن فقط ۲ لامپ از ۳ لامپ امکان‌پذیر نیست.

در جعبهٔ سوم احتمال سالم بودن دو لامپ از سه لامپ به‌صورت مقابل است:

$$\frac{\binom{۳}{۲}\binom{۳}{۱}}{\binom{۶}{۳}}=\frac{۹}{۲۰}$$

در جعبهٔ چهارم احتمال سالم بودن دو لامپ از سه لامپ به‌صورت مقابل است.

$$\frac{\binom{۴}{۲}\binom{۲}{۱}}{\binom{۶}{۳}}=\frac{۱۲}{۲۰}$$

$$P(A)=\frac{۱}{۴}(\frac{۹}{۲۰}+\frac{۱۲}{۲۰})=\frac{۲۱}{۸۰}$$

(احتمال) (ریاضی ۳، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۴۸)

۱۰۷- گزینهٔ «۱» (محمد رقائی)

ضریب هوشی هفت نفر به $۷!$ حالت جایگشت دارد. در $\frac{۱}{۳}$ آن‌ها ضریب هوشی سمانه از مونا و سمیرا بیش‌تر، در $\frac{۱}{۳}$ آن‌ها ضریب هوشی سمانه بین مونا و سمیرا و در $\frac{۱}{۳}$ آن‌ها ضریب هوشی سمانه از مونا و سمیرا کم‌تر است، بنابراین: $n(S)=\frac{۱}{۳}\times ۷!$

حال در بین حالاتی که ضریب هوشی سمانه از مونا و سمیرا بیش‌تر است، آن‌هایی را که سمانه نفر دوم بین هفت نفر است، می‌یابیم:



ابتدا یک نفر از چهار نفر را برای جایگاه اول ضریب هوش انتخاب می‌کنیم. برای جایگاه دوم سمانه را قرار می‌دهیم و برای جایگاه سوم تا هفتم باقی افراد به $۵!$ حالت جایگشت دارند، یعنی: $n(A)\binom{۴}{۱}\times ۱\times ۵!$

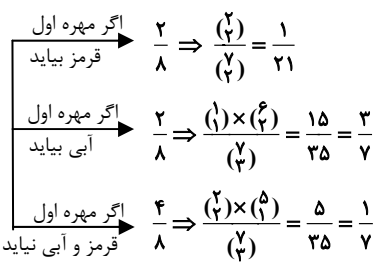
$$\Rightarrow P(A)=\frac{n(A)}{n(S)}=\frac{\binom{۴}{۱}\times ۵!}{\frac{۱}{۳}\times ۷!}=\frac{۴\times ۵!}{\frac{۱}{۳}\times ۷!}=\frac{۴\times ۳}{۷\times ۶}=\frac{۲}{۷}$$

(احتمال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۵۲)

(ریاضی ۱، صفحه‌های ۱۴۲ تا ۱۵۲)

۱۰۸- گزینهٔ «۱» (سهیل حسن‌خان‌پور)

مسأله، یک مسأله احتمال کل است و برای حل آن از نمودار درختی استفاده می‌کنیم:



$$\Rightarrow P(\text{خروج هردو مهره آبی})=\frac{۲}{۸}\times\frac{۱}{۲۱}+\frac{۲}{۸}\times\frac{۳}{۷}+\frac{۴}{۸}\times\frac{۱}{۷}$$

$$=\frac{۲}{۸}(\frac{۱}{۲۱}+\frac{۹}{۲۱}+\frac{۶}{۲۱})=\frac{۱}{۴}\times\frac{۱۶}{۲۱}=\frac{۴}{۲۱}$$

(احتمال) (ریاضی ۳، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۴۸)

۱۰۹- گزینهٔ «۴» (سید جواد نظری)

B: پیشامد چهارعضوی بودن

C: پیشامد زوج بودن حاصل‌ضرب اعضا

تعداد زیرمجموعه‌های حداقل دو عضوی مجموعه A برابر است با:

$$۲^۶-[\binom{۶}{۰}+\binom{۶}{۱}]=۶۴-(۱+۶)=۵۷$$

(زیرمجموعه‌های صفر عضوی، زیرمجموعه‌های یک‌عضوی)

ما به دنبال فضای نمونه‌ای هستیم که در آن حاصل‌ضرب اعضای زیرمجموعه‌های حداقل دو عضوی A زوج باشد بنابراین باید زیرمجموعه‌های دو عضوی $\{۵,۷\}$، $\{۳,۷\}$ و $\{۳,۵\}$ و نیز زیرمجموعه سه عضوی $\{۳,۵,۷\}$ که در آنها حاصل‌ضرب اعضا زوج نیست را از فضای نمونه قبلی جدا کنیم بنابراین فضای نمونه جدید برابر است با:

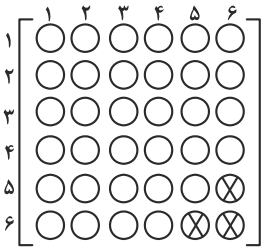
$$n(S)=۵۷-۴=۵۳$$

از طرفی با کمی دقت متوجه می‌شویم که هر زیرمجموعه ۴ عضوی که از مجموعهٔ A انتخاب می‌کنیم، حاصل‌ضرب اعضای آن زوج خواهد بود بنابراین تعداد حالاتی که زیرمجموعه مورد نظر ۴ عضوی باشد و حاصل‌ضرب عضوهای آن زوج باشد برابر $\binom{۶}{۴}=۱۵$ است.

$$P(B\mid C)=\frac{P(B\cap C)}{P(C)}=\frac{۱۵}{۵۳}$$

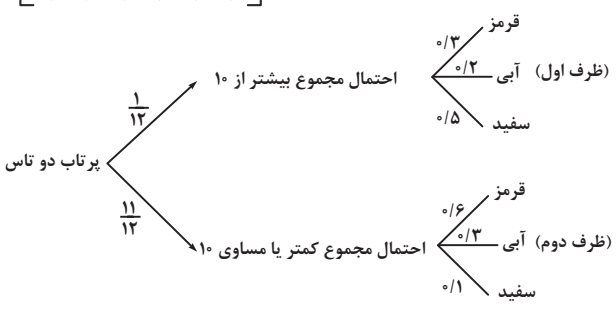
(احتمال) (ریاضی ۲، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۵۲)

۱۱۰- گزینهٔ «۳» (حمید علیزاده)



$\Rightarrow$ احتمال مجموع بیشتر از ۱۰ $=\frac{۳}{۳۶}=\frac{۱}{۱۲}$

احتمال مجموع کوچکتر یا مساوی ۱۰ $=\frac{۳۳}{۳۶}=\frac{۱۱}{۱۲}$



$$P(A)=\frac{۱}{۱۲}\times\frac{۵}{۱۰}+\frac{۱۱}{۱۲}\times\frac{۱}{۱۰}=\frac{۵+۱۱}{۱۲۰}=\frac{۱۶}{۱۲۰}=\frac{۲}{۱۵}$$

(احتمال) (ریاضی ۳، صفحه‌های ۱۴۴ تا ۱۴۸)

www.kanoon.ir

زیست‌شناسی ۳

۱۱۱- گزینهٔ «۴» *(کاوه نریمی)*

در رفتار حل مسئله، جانور بین تجربه‌های گذشته خود و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند و برای حل مسئلهٔ جدید آگاهانه برنامه‌ریزی می‌کند. پردازش این رفتار در قشر مخ برخی جانوران انجام می‌شود و این رفتار مطابق کتاب درسی در برخی پستانداران و پرندگان مشاهده می‌شود. رفتار اشاره شده، شکل مربوط به خوگیری است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: بیشتر رفتارهای جانوران محصول برهم‌کنش ژنها و اثرهای محیطی است.

گزینهٔ «۲»: شقایق دریایی همانند هیدر از کیسه‌تنان است و شبکهٔ عصبی دارد.

گزینهٔ «۳»: یادگیری خوگیری شقایق دریایی برای بقای جانوران لازم است زیرا که موجب می‌شود انرژی خود را برای انجام فعالیت حیاتی حفظ کند.

(زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۱۰ و ۱۱۲ تا ۱۱۴)

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحهٔ ۱۸)

۱۱۲- گزینهٔ «۱» *(سید امیرمنصور بهشتی)*

رفتار حل مسأله در شامپانزه‌ها و رفتار نقش‌پذیری در برهها نشان‌دهندهٔ این است که هر دو رفتار می‌توانند در پستانداران اتفاق بیافتند و باید توجه داشت که براساس کتاب درسی از رفتار نقش‌پذیری برای حفاظت از گونه‌های در خطر انقراض استفاده می‌شود. در حالی‌که رفتار حل مسأله چنین نقشی ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۲»: نقش‌پذیری نوعی از یادگیری است که در دورهٔ مشخصی از زندگی جانور انجام می‌شود. نقش‌پذیری جوجه‌غازها طی چند ساعت پس از خروج از تخم رخ می‌دهد. جوجه‌غازها با نقش‌پذیری، رفتارهای اساسی مانند جست‌وجوی غذا را از مادر یاد می‌گیرند هر دو مورد فقط مربوط به نقش‌پذیری است و رفتار حل مسأله چنین ویژگی‌هایی ندارد.

گزینهٔ «۳»: هیچکدام از این رفتارها محرک شرطی ندارند و محرک شرطی مربوط به شرطی شدن کلاسیک می‌باشد درست است که هر دو از لحاظ نداشتن با هم مشابه هستند ولی چنین الگویی در کنکور ۹۸ نیز مطرح شده و باید آن را غلط بدانیم.

گزینهٔ «۴»: در همهٔ رفتارهای یادگیری استفاده از تجربه‌های گذشته مشاهده می‌شود و همچنین توجه داشته باشید که اساس ژنی در همهٔ رفتارهای غریزی و یادگیری وجود دارد.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۱۱ تا ۱۱۴)

۱۱۳- گزینهٔ «۴» *(وحید کریم‌زاده)*

یادگیری نوعی تغییر رفتار است. دستگاه عصبی در بروز رفتار مؤثر است. بنابراین پیک‌های شیمیایی کوتاه‌برد (ناقل‌های عصبی) در بروز رفتار نقش دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: پاولف همزمان با دادن پودر گوشت به سگ گرسنه زنگی را به صدا درآورد. با تکرار این کار، سگ بین صدای زنگ و غذا ارتباط برقرار کرد. در واقع سگ از تجربه گذشته خود استفاده کرد. همچنین باید گفت، یادگیری انواع گوناگونی دارد که یکی از آن‌ها شرطی شدن کلاسیک (آزمایش پاولف) است. تغییر نسبتاً پایدار که در اثر تجربه به‌وجود می‌آید یادگیری نام دارد.

گزینهٔ «۲»: در آزمایش پاولف، صدای زنگ (محرک شرطی) پس از مدتی به تنهایی می‌تواند سبب پاسخ ترشح بزاق شود.

گزینهٔ «۳»: در این آزمایش، جانور بین صدای زنگ و غذا ارتباط برقرار کرد.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۰۸، ۱۱۰ و ۱۱۱) (زیست‌شناسی ۲، صفحهٔ ۵۴)

۱۱۴- گزینهٔ «۴» *(شروین مصورعلی)*

شرطی شدن فعال با دادن پاداش و تنبیه، منجر به افزایش یا کاهش بروز رفتار می‌شود. این رفتار همانند شرطی شدن کلاسیک نوعی یادگیری می‌باشد. بنابراین با دخالت ژن‌ها صورت می‌گیرد و منجر به یک تغییر نسبتاً پایدار در رفتار می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: همهٔ رفتارهای یادگیری تحت تأثیر کسب تجربه صورت می‌گیرند.

گزینهٔ «۲»: آزمون و خطای مداوم توسط جانور برای به‌دست آوردن پاداش یا تنبیه، تنها در رفتار شرطی شدن فعال مشاهده می‌شود.

گزینهٔ «۳»: تبدیل یک محرک بی‌اثر به یک محرک معنی‌دار در شرطی شدن کلاسیک رخ می‌دهد.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۱۰ تا ۱۱۲)

۱۱۵- گزینهٔ «۲» *(وحید کریم‌زاده)*

در رفتار حل مسئله، جانور بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند. ولی به عنوان مثال، جوجه‌غازها پس از بیرون آمدن از تخم، به طور غریزی به دنبال جسم متحرک می‌روند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: در شرطی شدن فعال، جانور می‌آموزد بین رفتار خود با پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند، ارتباط برقرار کرده و در آینده رفتاری را تکرار یا از انجام خودداری کند.

گزینهٔ «۳»: تغییر نسبتاً پایدار در رفتار که در اثر تجربه به‌وجود می‌آید، یادگیری نام دارد. یادگیری انواع گوناگونی دارد. نقش‌پذیری و شرطی‌شدن کلاسیک هر کدام نوعی یادگیری هستند.

گزینهٔ «۴»: عادی شدن در همهٔ دوره‌های زندگی جانور ممکن است رخ دهد.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۰۹ تا ۱۱۴)

۱۱۶- گزینهٔ «۳» *(وحید کریم‌زاده)*

رفتار، واکنش یا مجموعه واکنش‌هایی است که جانور در پاسخ به محرک یا محرک‌ها انجام می‌دهد. محرک‌هایی مانند بو، رنگ، صدا، تغییر میزان هورمون‌ها یا گلوکز در بدن جانور، تغییر دمای محیط و تغییر طول روز موجب بروز رفتارهای گوناگون در جانوران می‌شوند. لذا رفتارهای جانوران تحت تأثیر محرک یا محرک‌های داخلی یا خارجی انجام می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: طبق متن کتاب درسی همهٔ رفتارهای غریزی به طور کامل هنگام تولد در جانور ایجاد نشده‌اند.

گزینهٔ «۲»: تغییر رفتار که در اثر تجربه به‌وجود می‌آید، یادگیری نام دارد.

گزینهٔ «۴»: جوجه‌های برخی از پرندگان برای غذای مورد نیازشان به والد (یا والدین) خود متکی هستند.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۰۸ تا ۱۱۰ و ۱۱۴)

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۱۷- گزینهٔ «۱» *(جواد اباذرلو)*

تنها مورد «ب» صحیح است.

بررسی همهٔ موارد:

الف) در رفتار درخواست غذا، نوک زدن‌های جوجه‌کاکایی به منقار والد در ابتدا دقیق نیست ولی به تدریج و با تمرین، این رفتار دقیق‌تر می‌شود.

ب) برای پاسخ به این پرسش که جانور چگونه رفتاری را انجام می‌دهد، پژوهشگران فرایندهای ژنی، رشد و نمو و عملکرد بدن جانور را بررسی می‌کنند.

ج) بیشتر رفتارهای جانوران محصول برهم‌کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی است که جانور در آن زندگی می‌کند.

د) دریافت محرک و بروز رفتار نیازمند ارتباط بین دستگاه‌های ارتباطی از جمله عصبی و درون‌ریز است.

(ترکیبی)(زیست‌شناسی ۲، صفحهٔ ۵۴) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۰۸، تا ۱۱۰، ۱۱۴ و ۱۱۵)

۱۱۸- گزینهٔ «۱» *(امیررضا صدریکتا)*

رفتاری که باعث پیوند جوجه‌غازها با مادرشان می‌شود، رفتار نقش‌پذیری است که نوعی یادگیری است و در همهٔ انواع یادگیری تجربه و محیط در شکل‌گیری رفتار نقش دارند. در حالی‌که مراقبت موش مادر از زاده‌های خود نوعی رفتار کاملاً غریزی است که بدون اثرپذیری از تجربه و محیط شکل گرفته است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۲»: رفتار نوک زدن جوجه‌کاکایی به منقار والد در ابتدا دقیق نیست اما به تدریج و با تمرین این رفتار دقیق‌تر می‌شود. پس به‌طور کامل در هنگام تولد جانور ایجاد نشده است.

گزینهٔ «۳»: هر رفتاری که در جانوران بروز می‌کند دارای اساس ژنی در جانور بروزدهنده رفتار است و همهٔ رفتارهای جانوری تحت تأثیر ژن‌ها ایجاد شده‌اند.

گزینهٔ «۴»: رفتار شامپانزه برای بیرون آوردن موریانه‌ها از لانه نوعی حل مسئله است. برنامه‌ریزی آگاهانه فقط در رفتار حل مسئله مشاهده می‌شود و در رفتاری که باعث پیوند جوجه‌غازها با مادرشان می‌شود (که نوعی رفتار یادگیری است.) مشاهده نمی‌شود.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۰۸ تا ۱۱۴)

۱۱۹- گزینهٔ «۱» *(محمدحسن بیکی)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: برخی رفتارهای غریزی از همان ابتدا کاملاً دقیق نیستند و با گذشت زمان اصلاح می‌شوند. مانند رفتار نوک زدن نوزادان به منقار والد در جوجه‌های کاکایی.

گزینهٔ «۲»: منظور از تغییرات پایدار جهش هست و برای آنکه جهشی به نسل بعد منتقل شود باید در یاخته‌های جنسی یا یاخته‌های زایندهٔ آن ایجاد شود. ژن **B** در یاخته‌های پیکری موش بیان می‌شود و جهش در آن تنها موش مورد نظر را درگیر می‌کند.

گزینهٔ «۳»: رفتارهای آموخته شده برای بقا و سازگاری بیشتر و زادآوری تکامل پیدا کرده‌اند.

گزینهٔ «۴»: اول وارسی انجام می‌شود بعد اطلاعات حسی به مغز فرستاده می‌شود.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۴۸ و ۱۰۸ تا ۱۱۰)

۱۲۰- گزینهٔ «۳» *(محمدحسن بیکی)*

بررسی موارد:

الف) رفتار انتخاب جفت همیشه توسط جانور ماده صورت نمی‌گیرد. در نوعی جیرجیرک جانور نر هزینه و انرژی بیشتری در زادآوری صرف می‌کند، بنابراین انتخاب جفت برعهده جانور نر است.

ب) در نوعی جیرجیرک، جاندار نر انرژی بیشتری برای زادآوری صرف می‌کند.

ج) در سیستم چندهمسری پرورش و نگهداری نوزادان به‌طور مستقیم فقط با یکی از والدین است. والد دیگر در این سیستم می‌تواند به‌طور غیرمستقیم باعث افزایش موفقیتِ تولیدمثلی شود.

د) در نظام تک‌همسری سهم انتخاب در نر و ماده یکسان است.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۱۶ تا ۱۱۸)

۱۲۱- گزینهٔ «۲» *(امیررضا صدریکتا)*

این تصویر رفتار رکود تابستانی را در نوعی لاک‌پشت نشان می‌دهد. عبارات (ب) و (ج) در ارتباط با این رفتار به درستی بیان نشده‌اند. بررسی عبارات:

الف) در رفتار رکود تابستانی سوخت‌وساز جانور کاهش می‌یابد. در نتیجه باعث کاهش مصرف اکسیژن و نیاز جانور به انرژی می‌شود و این عبارت درست است.

ب) همانطور که در فعالیت صفحهٔ **۱۲۰** زیست دوازدهم اشاره شده است، این لاک‌پشت حتی وقتی در آزمایشگاه قرار دارد و آب و غذای کافی دریافت می‌کند نیز این رفتار را نشان می‌دهد. پس این رفتار همواره در پاسخ به نبود غذا یا دوره‌های خشکسالی انجام نمی‌شود و این مورد نادرست است.

ج) برای انجام رفتار رکود تابستانی برخلاف رفتار خواب زمستانی جانور نیازمند ذخیرهٔ چربی پیش از انجام رفتار نیست و این عبارت نادرست است.

د) رفتار رکود تابستانی یک رفتار ژنی است و رفتاری که ژنی باشد درواقع یک رفتار غریزی است. اساس رفتار غریزی در همهٔ افراد یک گونه یکسان است و این عبارت درست است.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۰۹، ۱۱۴ و ۱۲۰)

۱۲۲- گزینهٔ «۳» *(محمدمبین رمضانی)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینه های «۱» و «۳» : در رفتار غذایابی موازنهٔ بین محتوای انرژی غذای به‌دست آمده با هزینه به دست آوردن آن اهمیت دارد و غذایی با انرژی بیشتر همواره انتخاب نمی‌شود.

گزینهٔ «۲»: گاهی جانوران غذایی را مصرف می‌کنند که محتوای انرژی چندانی ندارد ولی مواد مورد نیاز برای آن‌ها را تأمین می‌کند.

گزینهٔ «۴»: رفتار برگزیده در غذایابی ممکن است رفتاری باشد که در آن موازنه‌ای بین کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر صورت گرفته باشد.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحهٔ ۱۱۸)

۱۲۳- گزینهٔ «۴» *(آرمان خیری)*

بررسی موارد:

مورد الف) انتخاب طبیعی در پاسخ به چرایی رفتارها نقش دارد.

مورد ب) انتخاب طبیعی صفاتی را که به نفع بقای فرد است، نیز برمی‌گزیند.

مورد ج) دقت کنید که در نظام تک همسری، هردو والد در انتخاب جفت سهم یکسانی دارند.

مورد د) کیسهٔ جیرجیرک پر از زامه است و بخش قابل توجه وزن جانور را تشکیل می‌دهد.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۱۵ تا ۱۱۸ و ۱۲۲ تا ۱۲۴)

۱۲۴- گزینهٔ «۱» *(حسن قائمی)*

با توجه به فعالیت ۲ صفحهٔ ۱۱۲ کتاب دوازدهم نوعی پرنده پروانه مونارک را بلعیده و دچار تهوع شده است. این تنبیهی که پرنده می‌شود براساس شرطی‌شدن فعال

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

است. در این یادگیری که با آزمون و خطا انجام می‌شود، جانور می‌آموزد بین رفتار خود با تنبیهی که دریافت می‌کند ارتباط برقرار کرده و در آینده از انجام آن خودداری می‌کند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۲»: رفتار مراقبت مادری در موش اساس ژنی دارد اما دقت داشته باشید چه در موش‌هایی که ژن **B** (ژنی که باعث ایجاد رفتار مراقبت می‌شود) دچار جهش شود و چه در موش‌هایی که این ژن دچار جهش نشود، موش مادر ابتدا موش‌های تازه به دنیا آمده را وارسی می‌کند؛ اما تفاوت این موش‌ها در این است که در موش‌هایی که ژن **B** غیرفعال شده، پس از وارسی، نوزادان توسط والد ماده نادیده گرفته شدند و والد برای آن‌ها رفتار مراقبت نشان نداد.

نکته: وارسی نوزادان توسط والد ماده در موش وابسته به اطلاعات موجود در ژن **B** نیست.

گزینهٔ «۳»: جوجه غازها پس از بیرون آمدن از تخم، نخستین جسم متحرکی را که می‌بینند دنبال می‌کنند. جسم متحرک معمولاً (نه همواره!) مادر آن‌ها است.

گزینهٔ «۴»: لاک‌پشت‌های دریایی ماده پس از طی مسافت‌های طولانی برای تخم‌گذاری به ساحل دریا می‌آیند و پس از تخم‌گذاری دوباره به دریا باز می‌گردند. به‌نظر می‌رسد میدان مغناطیسی زمین در جهت‌یابی لاک‌پشت‌ها نیز نقش دارند. میدان مغناطیسی زمین حتی در شرایط نامساعد آب و هوایی نیز می‌تواند به جهت‌یابی لاک‌پشت‌ها کمک کند.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۰۸ تا ۱۱۴ و ۱۲۰)

۱۲۵– گزینهٔ «۴»

(شروین مصورعلی)

داشتن بیشترین تعداد زاده های سالم، معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است. جانوران برای دستیابی به موفقیت در زادآوری (تولید مثل) رفتارهای زادآوری انجام می‌دهند. انتخاب جفت یکی از این رفتارهاست. در رفتار انتخاب جفت، جانور ابتدا ویژگی های جفت را بررسی می‌کند و بعد تصمیم می‌گیرد با آن جفت‌گیری کند یا نه.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: در رفتار غذایابی ممکن است، غذایی انتخاب شود که محتوای انرژی چندانی ندارد اما به تأمین مواد مورد نیاز جانور می‌پردازد. مانند مصرف خاک رس در طوطی‌ها.

گزینهٔ «۲»: گاهی رفتارهای قلمروخواهی مانند آواز خواندن برای بیرون راندن جانور مزاحم، می‌تواند موقعیت جانور برای شکارچی را آشکار کرده و احتمال در امان ماندن آن را کاهش دهد.

گزینهٔ «۳»: داشتن تجربه قبلی برای مهاجرت می‌تواند مؤثر باشد و منجر به سرعت بیشتر جانور در مسیر خود شود اما برای جانورانی که برای بار اول خود به مهاجرت می‌پردازند طبیعتاً اینطور نیست.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۱۶ تا ۱۲۰)

۱۲۶– گزینهٔ «۳»

(آرمان غیری)

همهٔ رفتارهای جانوری در جهت حفظ بقای ژن‌های جانور (به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم) بروز می‌کنند. دقت کنید این شامل رفتار دگرخواهی نیز می‌شود، زیرا جانور با قربانی کردن خودش به حفظ و بقای ژن هم‌گونه‌های خود کمک می‌کند، همانطور که کتاب درسی بیان کرده است، این جانداران ژن‌های مشترکی با خویشاوندان خود دارند و خویشاوندان آن‌ها با زادآوری به انتقال ژن‌های مشترک به نسل بعد می‌پردازند و یا دگرخواهی ممکن است مستقیماً به نفع خود فرد باشد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: هر رفتار غریزی اساس ژنی دارد ولی الزام بر بروز آن در هنگام تولد نیست.

گزینهٔ «۲»: بعضی از رفتارهای غریزی کامل هستند و بعضی دیگر تحت تأثیر تجربه کامل می‌شوند.

گزینهٔ «۴»: همهٔ رفتارهای جانوری تحت تأثیر ژنتیک رخ می‌دهد.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۴ و ۱۲۲ تا ۱۲۴)

۱۲۷– گزینهٔ «۳»

(آرمان غیری)

هر رفتاری که در جانوران بروز پیدا می‌کند، در جهت کاهش هزینه‌های مصرفی جانور رخ می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: خفاش‌هایی که دگرخواهی می‌کنند لزوماً خویشاوند نیستند.

گزینهٔ «۲»: رکود تابستانی نوعی رفتار غریزی است که در آن جانوران مصرف انرژی پایینی دارند.

گزینهٔ «۴»: در مصرف خاک رس توسط طوطی‌ها، غذا محتوای انرژی پایینی دارد.

(رفتارهای جانوران) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۴ و ۱۱۸ تا ۱۲۴)

۱۲۸– گزینهٔ «۲»

(حامد حسین‌پور)

مورچه‌هایی که برگ‌ها را برش داده و حمل می‌کنند اندازهٔ بزرگ‌تری نسبت به مورچه‌های دفاع‌کننده دارند. (تأیید گزینهٔ ۲ و رد گزینهٔ ۱).

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۳»: با توجه به شکل ۱۵ صفحهٔ ۱۲۲ کتاب، رنگ بدن این جانوران می‌تواند متفاوت باشد.

گزینهٔ «۴»: این مورچه‌ها از نوعی قارچ تغذیه می‌کنند. قارچ‌ها فتوسنتزکننده نیستند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۶۵، ۸۴ و ۱۲۲)

۱۲۹– گزینهٔ «۲»

(حسن قائمی)

موارد (الف) و (د) صحیح نیستند.

بررسی همهٔ موارد:

الف) زنبور نر حاصل بکرزایی است ولی زنبوری که رفتار دگرخواهی از خود بروز می‌دهد کارگر است و زنبورهای کارگر ماده هستند. (یازدهم – فصل ۷).

ب) زنبورهای کارگر یابنده غذا هستند که با ارسال اطلاعاتی دربارهٔ منبع غذایی، زنبورهای دیگر را از محل منبع غذایی آگاه می‌کنند دقت کنید زنبورها برای برقراری ارتباط با هم، از فرومون‌ها هم می‌توانند استفاده کنند.

ج) زنبورهای عسل (کارگر) گل‌هایی را گرده‌افشانی می‌کنند که شهد آن‌ها قند فراوانی داشته باشد. همچنین این گل‌ها علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می‌شوند. (یازدهم – فصل ۸) زنبور عسل دارای چشم مرکب است که قادر به دریافت پرتوهای فرابنفش نیز می‌باشد.

د) زنبورهای نر از طریق تقسیم میتوز گامت تولید می‌کنند و دارای یک مجموعه کروموزومی در یاخته‌های پیکری خود هستند. اما دقت داشته باشید زنبورهای کارگر هم به دلیل اینکه نازا هستند قادر به تولید گامت (چه از طریق میوز یا چه از طریق میتوز) نیستند. زنبورهای عسل کارگر ماده هستند و دارای دو مجموعه کروموزوم در یاخته‌های پیکری خود می‌باشند. (یازدهم – فصل ۷)

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۳۴، ۵۴، ۱۱۶ و ۱۲۹) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۲۱ و ۱۲۲)

۱۳۰– گزینهٔ «۳»

(علیرضا رضایی)

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: تولید صدا و جلب توجه شکارچی، هم در قلمرو خواهی و هم در دگرخواهی و حتی انتخاب جفت می‌تواند رخ دهد.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

گزینهٔ «۲»: این مورد در ارتباط با خفاش‌های خون‌آشام نادرست است؛ زیرا در صورتی‌که خفاش گرسنه از خون خورده شده توسط خفاشی که غذا خورده است تغذیه نکند، خواهد مرد.

گزینهٔ «۳»: زنبورهای عسل کارگر رفتار دگرخواهی دارند.

گزینهٔ «۴»: دقت داشته باشید که جانورانی که رفتار دگرخواهی انجام می‌دهند لزوماً خویشاوند نیستند؛ مانند خفاش‌های خون‌آشام.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۵۵، ۱۱۹ و ۱۲۱ تا ۱۲۴)

زیست‌شناسی پایه

۱۳۱- گزینهٔ «۴»

(علی حاجیان)

صورت سوال به دستگاه عصبی حشرات (ملخ) اشاره دارد. پاهای جلویی ملخ کوتاه‌ترین پاهای آن بوده و فعالیت آن‌ها به‌وسیلهٔ گرهی کنترل می‌شود که در مجاورت گره کنترل‌کننده فعالیت پاهای میانی جانور قرار دارد. پاهای میانی ملخ از پاهای جلویی بلندتر هستند. دقت کنید که این گزینه راجع به پاهای بلندتر نسبت به پاهای جلویی صحبت می‌کند، نه بلندترین پاهای جانور.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: طبق شکل **۲۱** صفحهٔ **۱۸** کتاب درسی، عصب‌دهی شاخک‌ها به‌وسیلهٔ خود مغز انجام می‌شود.

گزینهٔ «۲»: دورترین گره نسبت به مغز، فعالیت ماهیچه‌های بند انتهایی بدن جانور را تنظیم می‌کند. فعالیت پاهای عقبی ملخ به‌وسیلهٔ این گره تنظیم نمی‌شود.

گزینهٔ «۳»: هر گره عصبی، مجموعه‌ای از جسم یاخته‌های عصبی است، در دستگاه عصبی ملخ، گره‌های عصبی در طول طناب عصبی شکمی قرار دارند اما دقت کنید که مغز حشرات نیز از چند گره به‌هم جوش خورده تشکیل شده و این گره‌ها لزوماً در طول طناب عصبی شکمی قرار ندارند.

(تنظیم عصبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحهٔ ۱۸)

۱۳۲- گزینهٔ «۱»

(آرمان خیری)

منظور سؤال هیدر است که ساده‌ترین ساختار عصبی را دارد. سطح داخلی حفرهٔ گوارشی هیدر مطابق با شکل **۱۹** صفحهٔ **۳۰** زیست‌شناسی دهم، یاخته هایی مشاهده می شوند که فاصلهٔ بین یاخته ای اندکی دارند. هم چنین مطابق شکل واضح است که طول زوائد این یاخته ها می تواند متفاوت باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۲»: ایجاد تحریک در هر نقطه از بدن هیدر، در همهٔ سطح آن منتشر می‌شود. اما دقت کنید هیدر فقط یک شبکهٔ عصبی دارد.

گزینهٔ «۳»: دقت کنید هیدر دارای اسکلت آب ایستایی است، پس قطعاً بیشتر حجم مایع داخل حفره که غذا در آن شناور است، از آب تشکیل شده است.

گزینهٔ «۴»: فقط بعضی از یاخته‌های حفرهٔ گوارشی هیدر قادرند با ترشح آنزیم، گوارش برون‌یاخته‌ای مواد غذایی را آغاز کنند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۱۸ و ۵۲)

(زیست‌شناسی ۱، صفحهٔ ۳۰)

۱۳۳- گزینهٔ «۱»

(پیام هاشم‌زاده)

عبارت موجود در صورت سؤال در ارتباط با همه مهره‌داران است.

فقط عبارت د درست است. بررسی عبارت‌ها:

الف) ماهیان غضروفی فاقد استخوان هستند.

ب) جدایی کامل بطنها در پرندگان، پستانداران و برخی خزندگان رخ داده است، ماهی‌ها و دوزیستان فقط یک بطن دارند.

ج) در مهره‌داران، الزاماً هر حفرهٔ قلبی با بیش از یک رگ ارتباط ندارد به عنوان مثال بطن در دوزیستان بالغ.

د) همهٔ مهره‌داران دارای دستگاه گوارشی کامل (یعنی لولهٔ گوارشی) هستند که در آن امکان جریان یافتن غذای گوارش‌یافته و مواد دفعی بدون مخلوط شدن فراهم شده است.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۱۸ و ۵۲) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۳۱، ۴۸ و ۶۵ تا ۶۷)

۱۳۴- گزینهٔ «۴»

(جواد اباذرلو)

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: پرندگان و حشرات دارای لقاح داخلی‌اند.

گزینه‌های «۲ و ۳»: جیرجیرک نر زامه‌های خود را درون کیسه‌ای به همراه مقداری مواد مغذی به جانور ماده منتقل می‌کند. جانور ماده هنگام تشکیل تخم و برای رشد و نمو جنین به مواد مغذی درون کیسه نیاز دارد.

گزینهٔ «۴»: در هر دو جانور، پس از تشکیل جنین، تخم‌گذاری صورت می‌گیرد.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۱۱۵ و ۱۱۶) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۱۶ و ۱۱۷)

۱۳۵- گزینهٔ «۴»

(شروین مصورعلی)

حشرات و سخت‌پوستان نمونه‌ای از جانداران دارای اسکلت بیرونی می‌باشند. مهره‌داران هم اسکلت درونی دارند. غدد راست روده‌ای در ماهیان غضروفی مشاهده می‌شود که فاقد استخوان (سخت‌ترین نوع بافت پیوندی) می‌باشند. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: در حشرات مغز از چند گرهٔ عصبی به‌هم جوش خورده تشکیل شده است و یک طناب عصبی شکمی در طول بدن جانور کشیده شده است.

گزینهٔ «۲»: برخی از خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند، دارای غدد نمکی نزدیک به چشم‌ها می‌باشند.

گزینهٔ «۳»: در حشرات لوله‌های مالپیگی دیده می‌شوند که یون‌ها و اوریک‌اسید از همولنف به آن ها وارد می‌شود.

(ترکیبی) (زیست ۱، صفحه‌های ۷۶ و ۷۷)

(زیست‌شناسی ۲، صفحهٔ ۵۲)

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

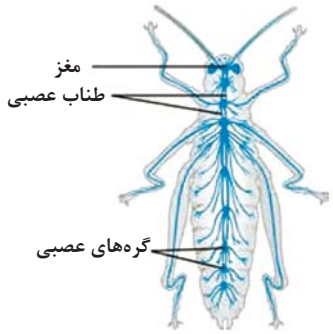
۱۳۶- گزینهٔ «۲»

(پوریا برزین)

چشم مرکب در حشرات دیده می‌شود. بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: طبق شکل، در حشرات، پیام‌های عصبی از پاها ابتدا به طناب عصبی شکمی می‌روند. در حالی‌که مغز حشرات از چند گره به هم جوش‌خورده تشکیل شده است.

گزینهٔ «۲»: طبق شکل، عصب حسی مربوط به گیرنده‌های شیمیایی در پاهای مگس، همانند عصب شنوایی انسان شامل اجتماعی از آکسون‌هاست.

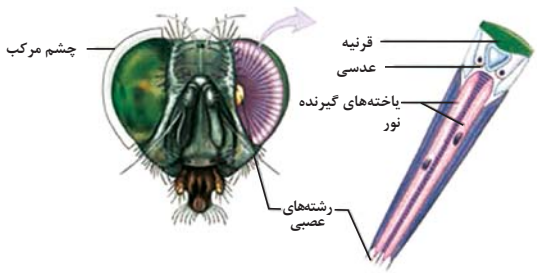




گزینهٔ «۳»: طبق شکل، در جیرجیرک، بین بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین بندهای پا اصلاً مفصل وجود ندارد!



گزینهٔ «۴»: طبق شکل، در ساختار چشم مرکب برخلاف چشم انسان، قرنیه در تماس مستقیم با عدسی است.



(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۱۸، ۲۳، ۳۰، ۳۳ و ۳۴)

۱۳۷- گزینهٔ «۱»

(علی وصالی‌محمود)

روی هر یک از پاهای جلویی جیرجیرک، یک محفظهٔ هوا وجود دارد که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی را که در پشت پردهٔ صماخ قرار دارند، تحریک و جانور صدا را دریافت می‌کند. طبق شکل کتاب درسی، در مجاورت پردهٔ صماخ، زوائد مومانند مشاهده می‌شود. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۲»: دقت کنید که گیرنده‌های فروسرخ در مار زنگی، پرتوهای تابیده (نه بازتابیده!) از بدن شکار را دریافت می‌کنند.

گزینهٔ «۳»: حواستان باشد که در واحدهای بینایی چشم مرکب، نور ابتدا از قرنیه و سپس از عدسی عبور می‌کند نه بالعکس!

گزینهٔ «۴»: یاخته‌های موجود در موهای حسی، طبق شکل کتاب درسی، دارای آسه و دارینهٔ جدا شده از نقطهٔ مقابل هم در جسم یاخته‌ای می‌باشند نه یک نقطهٔ مشترک!

(حواس) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۳۳ تا ۳۵)

۱۳۸- گزینهٔ «۲»

(علیرضا رهبر)

صورت سؤال به مار اشاره دارد. دقت کنید که تولیدمثل جنسی بدون حضور جنس نر به معنی بکرزایی می‌باشد. زنبورعسل نیز بکرزایی می‌کند اما زاده حاصل از بکرزایی زنبورعسل هاپلوئید بوده و تعداد فام‌تن‌های آن نصف فام‌تن‌های والد خود است. عبارت‌های «ب» و «ج» صحیح است. بررسی عبارت‌ها:

الف) منافذ دریچه‌دار قلب ویژگی حشرات است و به مار ارتباطی ندارد. همچنین دقت کنید که حشرات سامانه گردش باز داشته و به‌جای خون دارای همولنف می‌باشند، همچنین در این جانوران دستگاه گردش مواد نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد.

ب) کلیه‌ها در خزندگان و پرندگان توانایی زیادی در بازجذب آب دارند.

ج) برخی مارها مانند مار زنگی در خارج از چشم خود گیرنده‌هایی نوری برای پرتوهای فروسرخ دارند.

د) مار یک جانور مهره‌دار بوده و دارای اسکلت درونی است. اسکلت بیرونی از ویژگی‌های حشرات و سخت‌پوستان است.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۶۶ و ۷۷) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۳۵، ۵۲، ۸۱ و ۱۱۶)

۱۳۹- گزینهٔ «۲»

(پیام هاشم‌زاده)

روی هریک از پاهای جلویی جیرجیرک یک محفظه وجود دارد که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است. در جیرجیرک گیرنده‌های صوتی روی پاهای جلویی قرار گرفته‌اند. طویل‌ترین رشته‌های عصبی در پاهای عقبی جیرجیرک و سایر حشرات قرار دارند؛ نه در پاهای جلویی آن‌ها. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: با توجه به متن صفحهٔ **۳۴** کتاب زیست‌شناسی **(۲)**، هر پردهٔ صماخ با تعدادی گیرندهٔ مکانیکی در تماس است؛ بنابراین با ارتعاش این پرده، بیش از یک گیرنده امواج صوتی تحریک می‌شود.

گزینهٔ «۳»: با توجه به شکل ۱۷ صفحهٔ ۳۴ زیست‌شناسی ۲، پردهٔ صماخ بین بند اول و دوم قرار گرفته است.

گزینهٔ« ۴»: فقط روی دو پای جلویی جانور وجود دارند. (جیرجیرک مثل سایر حشرات شش پا دارد.)

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۱۸ و ۳۴)

۱۴۰- گزینهٔ «۲»

(وحید کریم‌زاده)

منظور سوال ماهی است. آب وارد شده به بدن ماهی می‌تواند از راه آبشش‌ها خارج شود.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: مژک‌های یاخته‌های مژک‌دار اندازه‌های متفاوت دارند.

گزینهٔ «۳»: خون روشن جهت تغذیهٔ یاخته‌های قلبی از سرخرگ پشتی تأمین می‌شود.

گزینهٔ «۴»: لوب بینایی بزرگ‌ترین بخش مغز است نه مخ.

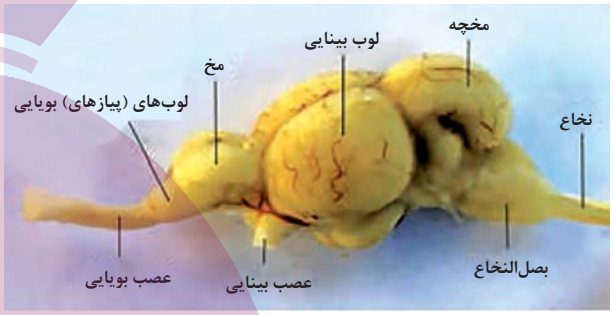
(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۳۳ و ۳۶) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۴۶، ۶۶ و ۷۷)

۱۴۱- گزینهٔ «۳»

(پوریا برزین)

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: عصب مربوط به لوب بینایی مغز ماهی، از پایین مغز وارد می‌شود. معادل لوب بینایی مغز ماهی در انسان، لوب پس‌سری است. دقت کنید که کوچکترین لوب مغز انسان، لوب بویایی است نه پس‌سری! بلکه پس‌سری کوچکترین لوب مخ است.



گزینهٔ «۲»: عقب‌ترین بخش مغز ماهی، بصل‌النخاع است. مرکز تنفس در پل مغز می‌تواند مدت زمان دم را تنظیم کند.

گزینهٔ «۳»: بالاترین بخش مغز ماهی، مخچه است. مخچه در انسان همانند مغز میانی، در حرکت نقش دارد و می‌تواند از گیرنده‌های وضعیت ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول‌های مفصلی پیام دریافت کند.

گزینهٔ «۴»: لوب بینایی در مغز ماهی، بین مخ و مخچه قرار دارد. دقت کنید که پیام‌های بینایی در انسان، ابتدا از کیاسمای بینایی و سپس از تالاموس عبور می‌کنند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۱، صفحهٔ ۴۴) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۱۰ تا ۱۲، ۲۲، ۳۲ و ۳۶)

۱۴۲- گزینهٔ «۱»

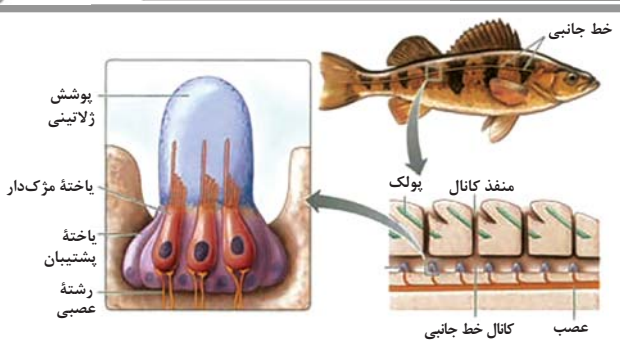
(کاوه ندیمی)

مورد ج جمله را به درستی تکمیل می‌کند.

بررسی گزینه‌ها:

الف) در ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان که گردش خون ساده دارند خون ضمن یکبار گردش در بدن، یکبار از قلب دو حفره‌ای آن‌ها عبور می‌کند و مزیت این سیستم انتقال یکبارهٔ خون اکسیژن‌دار به تمام مویرگ‌هاست و همچنین در جانوران، برقراری ارتباط بین یاخته‌ها به کمک مواد شیمیایی مثل هورمون‌ها و سایر پیک‌های شیمیایی امکان‌پذیر است پس مورد الف برای همه جانوران درست است (نه برخی از آن‌ها)

ب) با توجه به شکل ستون بعدی قطر عصبی که در زیر کانال خط جانبی ماهی قرار دارد به سمتِ سر جانور افزایش می‌یابد.



ج) ماهیانِ غضروفی که ساکن آب شور هستند علاوه بر کلیه دارای غدد راست‌روده‌ای هستند که محلولِ نمک بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کند.

د) این جمله در مورد دوزیستان بالغ صدق می‌کند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۳۳ و ۵۲) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۶۵ ، ۶۶ و ۷۷)

۱۴۳- گزینهٔ «۲»

(پوریا برزین)

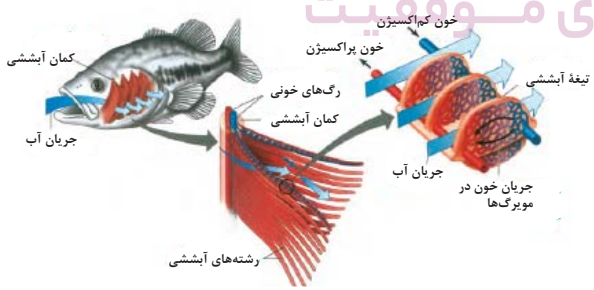


بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: دوزیستان بالغ، گردش خون مضاعف و قلب سه حفره‌ای با یک بطن و دو دهلیز دارند. طبق شکل، در دوزیستان هنگامی که بینی بسته است، هوا وارد شش می‌شود.

گزینهٔ «۲»: ماهیان غضروفی که ساکن آب شور هستند، علاوه بر کلیه‌ها، دارای غدد راست‌روده‌ای هستند. در ساختار آبشش‌ها، جهتِ حرکت خون در مویرگ‌ها، و عبور آب در طرفین تیغه‌های آبششی، برخلاف یکدیگر است. در نتیجه طبق شکل، جهت جریان خون در تیغه‌های آبششی مربوط به دو ردیف رشتهٔ آبششی یک کمان، برخلاف جهت یکدیگر است.

گزینهٔ «۳»: گیرندهٔ نوری برخی حشرات مانند زنبور، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می‌کند. زنبورعسل ماده حاصل آمیزش بین زنبورعسل نر و ملکه است. زنبور عسل نر هاپلوئید است و با میتوز گامت تولید می‌کند در نتیجه زنبور عسل ماده، تمام دگره‌های والد نر را دریافت می‌کند.



گزینهٔ «۴»: ابتدایی‌ترین گردش خون مضاعف در دوزیستان مشاهده می‌شود. مثانهٔ دوزیستان محل ذخیرهٔ آب و یون‌هاست. به هنگام خشک شدن محیط، دفع ادرار کم، و مثانه برای ذخیرهٔ بیشتر آب بزرگ‌تر می‌شود و سپس بازجذب آب از مثانه به خون افزایش پیدا می‌کند. افزایش بازجذب آب سبب کاهش فشار اسمزی خون می‌شود.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۱۳، ۴۶، ۶۶، ۶۷ و ۷۷)

(زیست‌شناسی ۳، صفحهٔ ۳۹) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۳۴ و ۱۱۶)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۴۴- گزینهٔ «۱» *(اشکان زرندی)*

منظور سؤال ماهی‌ها هستند. گروهی از ماهی‌ها، ماهیان غضروفی هستند که دارای غدد راست‌روده‌ای هستند. این غدد محلول سدیم کلرید بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۲»: در ماهی‌ها به‌طور عمده لقاح خارجی وجود دارد اما در ماهیان مثل اسبک ماهی لقاح داخلی مشاهده می‌شود. سینوس سیاهرگی و مخروط سرخرگی بخشی از حفرات قلب ماهی در نظر گرفته نمی‌شود؛ زیرا در توضیحات صفحهٔ ۶۵ زیست شناسی ۱، ذکر شده است که **ماهی ها قلب دو حفره‌ای** دارند.

گزینهٔ «۳»: منظور اسکلت درونی از نوع استخوانی است همهٔ انواع اسکلت بیرونی و درونی برای خود دارای محدودیت‌ها و مزایایی هستند.

گزینهٔ «۴»: در مورد همهٔ ماهی‌ها صادق است، نه بعضی از آن‌ها.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۶۵ و ۷۷) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۱۸، ۳۳، ۳۶، ۵۲ و ۱۱۵)

۱۴۵- گزینهٔ «۳» *(شروین مصورعلی)*

در گوزن‌های نر، داشتن شاخ‌های بلند نوعی صفت ثانویه جنسی می‌باشد که در انتخاب شدن آن‌ها توسط جانور ماده نقش دارد. دقت کنید که گوزن نوعی پستاندار می‌باشد و در پستانداران قلب چهار حفره‌ای دیده می شود و خون توسط دو سرخرگ از قلب خارج می شود. دقت کنید هم خون روشن و هم خون تیره هردو اکسیژن‌دار هستند؛ تنها میزان اکسیژن آن ها متفاوت است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: برخی از جانورانی که در بیابان‌ها یا مناطق به شدت گرم زندگی می‌کنند، وارد یک دورهٔ کاهش فعالیت به نام رکود تابستانی می‌شوند. در این گروه از جانوران به دلیل مصرف غذای نمک‌دار، غدد نمکی وجود دارند که نمک اضافه را دفع می‌نمایند. (فصل ۵ دهم)

گزینهٔ «۲»: در نوع خاصی از جیرجیرک، جانور نر هزینهٔ بیشتری برای تولیدمثل می‌پردازد. در هر یک از پاهای جلویی جیرجیرک، یک محفظهٔ پر از هوا وجود دارد که یک پرده روی آن کشیده شده است و گیرنده‌های مکانیکی به آن متصل می‌باشند. (فصل ۲ یازدهم)

گزینهٔ «۴»: گروهی از طوطی‌ها طی فرآیند غذایابی خود به مصرف خاک رس می‌پردازند که محتوای انرژی چندانی ندارد اما مواد سمی لولهٔ گوارش آن‌ها را خنثی می‌نماید. در این گروه از جانوران به علت پرواز مصرف انرژی و نیاز به اکسیژن بیشتر می‌باشد؛ بنابراین ساختارهایی به نام کیسه‌های هوادار کارایی تنفس را افزایش می‌دهند. (فصل ۳ دهم)

(زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۱۱۶ تا ۱۱۸ و ۱۲۰)

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۴۶، ۶۵ تا ۶۷ و ۷۷) (زیست‌شناسی ۲، صفحهٔ ۳۴)

۱۴۶- گزینهٔ «۴» *(محمدمبین رمضانی)*

دقت شود در بدن همهٔ مهره‌داران غضروف یافت می‌شود. در بدن ماهی‌های غضروفی تنها غضروف در ساخت اسکلت بدن نقش دارد.

گزینهٔ «۱»: امواج آب می‌توانند به‌صورت غیر مستقیم و از طریق حرکت دادن مادهٔ ژلاتینی باعث تغییر شکل و ایجاد پیام در یاخته‌های گیرندهٔ موجود در خط جانبی شوند.

گزینهٔ «۲»: این جمله در ارتباط با ماهی‌های آب شور صحیح است.

گزینهٔ «۳»: این جمله در ارتباط با ماهی‌های غضروفی که در آب شور زندگی می‌کنند صحیح است.

گزینهٔ «۴»: یاخته‌های ماهیچه قلب همانند هر یاختهٔ دیگری نیازمند اکسیژن برای ادامهٔ حیات می‌باشند و این اکسیژن را از طریق رگ‌های تغذیه‌کننده بافت قلب دریافت می‌کنند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۳۳ و ۵۲) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۱۳، ۴۹، ۶۵، ۶۶، ۷۷ و ۱۰۷)

۱۴۷- گزینهٔ «۴» *(حسن قائمی)*

نوزاد دوزیستان آبشش دارند. دوزیستان بالغ دارای ساده‌ترین گردش خون مضاعف هستند. در این نوع گردش خون، خون تیره (غنی از CO_2) پس از خروج از قلب برای انجام تبادلات گازی به پوست و شش‌ها می‌رود و سپس خون روشن به دهلیز چپ برمی‌گردد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: همان‌طور که در شکل ۲۵ صفحهٔ ۶۷ زیست‌شناسی ۱ نیز مشخص است، در دوزیستان بالغ، خون تیره و روشن توسط دهلیزهای قلب وارد بطن می‌گردد و در بطن، خون تیره و روشن می‌توانند با هم مخلوط شوند.

گزینهٔ «۲»: این گزینه در رابطه با جانورانی صحیح است که مویرگ دارند؛ یعنی دارای گردش خون بسته هستند؛ زیرا یکی از روش‌هایی که به مبادلهٔ مواد در مویرگ‌ها کمک می‌کند، جریان توده‌ای است. در این روش، پلاسمای خون و محتویات آن به‌صورت توده‌ای از مویرگ خارج و وارد مایع بین‌یاخته‌ای می‌شوند.

گزینهٔ «۳»: دوزیستان بالغ، قلب سه حفره‌ای دارند؛ دو حفرهٔ بالایی قلب دهلیزها می‌باشند و حفرهٔ پایینی آن، بطن است. بین دهلیزها و بطن، دریچه‌ای وجود دارد که جریان خون را یک‌طرفه می‌کند. (اگر به شکل ۲۵ کتاب درسی نیز با دقت نگاه کنید، می‌توانید این دریچه‌ها را ببینید.)

(گردش مواد در بدن) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۴۶، ۵۸، ۶۵ تا ۶۷)

۱۴۸- گزینهٔ «۱» *(پیمان رسولی)*

منظور از جانورانی که جدایی ناقص بطن‌ها در آن‌ها دیده می‌شود و خون موجود در دهلیزهای آن‌ها می‌تواند روشن یا تیره باشد، بسیاری از خزندگان است. تنها عبارت (ب) درست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

الف) دوزیستان در بین مهره‌داران، تنفس پوستی دارند.

ب) کلیه در خزندگان توانمندی زیادی در بازجذب آب دارد.

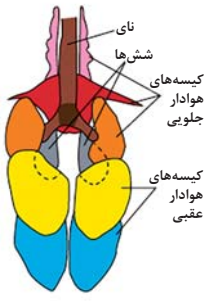
ج) تنها برخی از مارها در نزدیکی چشم خود گیرندهٔ حساس به پرتو فروسرخ دارند.

د) تنها پرندگان دریایی و بیابانی ترشحات نمکی بسیار غلیظی را از بخش نزدیک به نوک منقار خود دفع می‌کنند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحهٔ ۳۵) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۴۵، ۴۶، ۶۷ و ۷۷)

۱۴۹- گزینهٔ «۳» *(علیرضا رضایی)*

با توجه به شکل ۲۳ فصل ۳ کتاب دهم (شکل زیر) همهٔ گزینه‌ها به‌جز گزینهٔ «۳» صحیح است.



(تبادلات گازی) (زیست‌شناسی ۱، صفحهٔ ۴۶)

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۵۰- گزینهٔ «۴» *(رضا آرامش‌اصل)*

مهره‌داران شش‌دار دو نوع سازوکار تهویه‌ای دارند؛

۱) سازوکار پمپ فشار مثبت

۲) سازوکار پمپ فشار منفی

در هر دوی این سازوکارها، هوا از جای پرفشار به سمت کم‌فشار حرکت می‌کند. در قورباغه که نوعی دوزیست است، پمپ فشار مثبت وجود دارد. این جانور به کمک ماهیچه‌های دهان و حلق، با حرکتی شبیه قورت دادن هوا را با فشار به شش‌ها می‌راند. مثانه دوزیستان محل ذخیره آب و یون‌هاست و به هنگام خشک‌شدن محیط، دفع ادرار کم و مثانه برای ذخیرهٔ بیشتر آب بزرگ‌تر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: در ماهیان آب شور برخی از یون‌ها از طریق یاخته‌های آبششی و برخی دیگر توسط کلیه به‌صورت ادرار غلیظ دفع می‌شود. در برخی از ماهیان آب شور (ماهیان غضروفی مانند کوسه‌ها و سفره‌ماهی‌ها) غدد راست روده‌ای محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند.

گزینهٔ «۲»: ویژگی گفته شده مربوط به پرندگان است همهٔ پرندگان هر دو نوع خون موجود در حفرات قلب را به‌صورت همزمان به دو رگ خونی متفاوت وارد می‌کند چرا که جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان رخ داده است.

گزینهٔ «۳»: جانورانی که خون و آبشش دارند عبارتند از: همهٔ ماهی‌ها و دوزیست نابالغ. توجه داشته باشید یکی از هفت ویژگی حیات تولیدمثل است که نوزادان مانند نوزاد دوزیست قابلیت آن را ندارند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۷، ۱۳، ۴۶، ۶۵ تا ۶۷ و ۷۷)

۱۵۱- گزینهٔ «۱» *(حسن قائمی)*

پرندگان علاوه بر شش دارای ساختارهایی به نام کیسه‌های هوادار هستند که کارایی تنفس آن‌ها را نسبت به پستانداران افزایش می‌دهد. ستارهٔ دریایی، نوزاد دوزیستان و ماهی‌ها به‌وسیلهٔ آبشش‌ها به تبادل گازهای تنفسی می‌پردازند ولی از بین این جانوران فقط ماهی‌ها هستند که مهره‌دار بوده و در تمام طول عمر خود آبشش دارند. پس صورت سوال مقایسه پرندگان و ماهی‌ها می‌باشد. از بین پرندگان و ماهیان فقط پرندگان تنفس ششی دارند و با داشتن سازوکارهای تهویه‌ای جریان پیوسته‌ای از هوای تازه را در بخش مبادله‌ای خود برقرار می‌کنند. ماهی‌ها فاقد سازوکارهای تهویه‌ای می‌باشند. بررسی سایر موارد:

الف) جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان رخ می‌دهد. این حالت حفظ فشار در سامانه گردشی مضاعف را آسان می‌کند. فشار خون بالا برای رساندن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها در جانورانی با نیاز زیاد به انرژی (مانند پرندگان که به علت پرواز کردن انرژی زیادی مصرف می‌کنند.) مهم است ماهی‌ها فقط یک بطن دارند و سازوکار گفته شده در آن‌ها اتفاق نمی‌افتد.

ب) برخی پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذاهای نمک‌دار مصرف می‌کنند، می‌توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان به‌صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند. هیچ‌کدام از انواع ماهی‌ها غدد نمکی نزدیک چشم ندارند.

د) تمامی مهره‌داران (از جمله پرندگان و ماهی‌ها) گردش خون بسته دارند و در این نوع سامانه، شبکه‌های مویرگی به منظور تبادل مواد مختلف (مواد غذایی، دفعی و گازها) در کنار یاخته‌ها تشکیل شده و با کمک آب میان‌بافتی به تبادل می‌پردازند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۴۶، ۵۷، ۵۸، ۶۵ تا ۶۷ و ۷۷)

۱۵۲- گزینهٔ «۱» *(جواد ابازرلو)*

منظور سؤال تنفس پوستی است. تنفس پوستی در دوزیستان بالغ مشاهده می‌شود.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: پرندگان به علت پرواز، نسبت به سایر مهره‌داران انرژی بیشتری مصرف می‌کنند و بنابراین به اکسیژن بیشتری نیاز دارند. پرندگان علاوه بر شش، دارای ساختارهایی به نام کیسه‌های هوادار هستند که کارایی تنفس آن‌ها را نسبت به پستانداران افزایش می‌دهد.

گزینهٔ «۲»: جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها رخ می‌دهد. این حالت، حفظ فشار در سامانه گردشی مضاعف را آسان می‌کند.

گزینهٔ «۳»: دقت کنید دوزیستان تنها یک بطن دارند. حفرات پایینی قلب نادرست است.

گزینهٔ «۴»: مهره‌داران شش‌دار سازوکارهایی دارند که باعث می‌شود جریان پیوسته‌ای از هوای تازه در مجاورت سطح تنفسی برقرار شود که به سازوکارهای تهویه‌ای شهرت دارند. مثلاً قورباغه به کمک ماهیچه‌های دهان و حلق، با حرکتی شبیه «قورت دادن» هوا را با فشار به شش‌ها می‌راند؛ به این سازوکار پمپ فشار مثبت می‌گویند. دوزیستان بالغ فاقد آبشش هستند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۴۵، ۴۶، ۵۰، ۵۸، ۶۷ و ۷۷)

۱۵۳- گزینهٔ «۳» *(امیررضا صدریکتا)*

حجیم‌ترین بخش لولهٔ گوارش در پرندهٔ دانه‌خوار چینه‌دان است و مری محتویات خود را به این بخش وارد می‌کند. همانطور که در شکل ۲۱ صفحهٔ **۳۱** زیست دهم مشخص است مری در پرندهٔ دانه‌خوار دارای چین‌خوردگی‌هایی در سطح داخلی خود است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: چینه‌دان محتویات خود را به پیش‌معده (بخش دندانه‌دار لولهٔ گوارش ملخ) وارد می‌کند. در چینه‌دان غذا نرم و ذخیره می‌شود.

گزینهٔ «۲»: محل آغاز گوارش مکانیکی مواد غذایی در گاو دهان است که مری محتویات خود را از این بخش دریافت می‌کند. محل فعالیت آنزیم لازم برای گوارش سلولز سیرابی است نه مری!

گزینهٔ «۴»: بزرگترین بخش معده جانور سیرابی است. نگاری می‌تواند محتویات خود را از سیرابی دریافت کند. نگاری در بخش‌ها مختلف خود دارای قطر متفاوتی است.

(گوارش و جذب مواد) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۳۱ و ۳۲)

۱۵۴- گزینهٔ «۳» *(آرمان غیری)*

اول از همه در این سؤال به دو کلمهٔ دریافت و مشاهده باید دقت کنید. بخشی از معدهٔ گوسفند که برای اولین بار غذای کامل جویده شده را دریافت می‌کند، سیرابی است. دقت کنید میکروب‌های سیرابی با ترشح آنزیم سلولاز سبب گوارش غذا و نرم و مایع شدن غذا می‌شوند. پس در داخل سیرابی آنزیم گوارشی دیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: با توجه به توضیحات بالا اولین بخشی که آنزیم گوارشی در آن دیده می‌شود سیرابی است نه شیردان. سیرابی غذای نیمه‌جویده را نیز دریافت می‌کند.

گزینهٔ «۲»: طبق متن کتاب غذا در هزارلا تا حدودی آبگیری می‌شود. پس دقت کنید اولین بخش معده که می‌توان غذای آبگیری شده را در آن مشاهده کرد، هزارلا است، منظور دقیقاً انتهای آبگیری در هزارلا است! قسمت بعدی این گزینه در مورد شیردان است.

گزینهٔ «۴»: دومین بخشی که غذای شبیه به مایع در آن دیده می‌شود نگاری است. دقیقاً مانند گزینهٔ «۳» در انتهای گوارش غذا در سیرابی و نگاری، می‌توان در سیرابی غذای شبیه به مایع را مشاهده کرد. اولین اقدام برای تشکیل مدفوع اولین آبگیری غذا است که در هزارلا (اتاقک لایه‌لایه) رخ می‌دهد.

(گوارش و جذب مواد) (زیست‌شناسی ۱، صفحهٔ ۳۲)

ایران‌توزیع
ویژه فایل‌های برای موفقیت

۱۵۵- گزینهٔ «۴» *(پوریا برزین)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: در ملخ، چینه‌دان بخش حجیم بالای غدد بزاقی است و بلافاصله پس از آن، پیش‌معده قرار دارد. پرنده پیش معده ندارد.

گزینهٔ «۲»: در انسان، حلق بخش چهارراه‌مانند است و بلافاصله پس از آن، مری قرار دارد. گوسفند از نشخوارکنندگان است و مواد غذایی طی گوارش به‌طور معمول ۳ بار از مری آن عبور می‌کنند.

گزینهٔ «۳»: در ملخ، لوله‌های مالپیگی به روده تخلیه می‌شوند. بلافاصله قبل از روده،معده قرار گرفته است. پرندگان، دارای کیسه‌های هوادار در اطراف شش‌های خود هستند. دقت کنید که در پرندگان دانه‌خوار، معده در بالای کبد قرار گرفته است!

گزینهٔ «۴»: محل گوارش نشاسته در معده گاو، شیردان (محل ترشح آنزیم‌های گوارشی جانور) است که بلافاصله پیش از آن، هزارلا قرار گرفته است. هزارلا با جذب آب، فشار اسمزی خون را کاهش می‌دهد. در نای گوسفند، قبل از دو نایژهٔ اصلی، انشعاب سوم هم مشاهده می‌شود که به شش راست می‌رود. گوسفند نیز مانند گاو معده چهارقسمتی دارد.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۲۰، ۳۱، ۳۲، ۴۱، ۴۲، ۴۶ و ۷۶)

۱۵۶- گزینهٔ «۱» *(آرمان فیری)*

فقط مورد «ج» صحیح است. دقت کنید پرندگان و برخی پستانداران نظیر خفاش توانایی پرواز دارند.

بررسی همهٔ موارد:

الف) فقط گروهی از پرندگان دارای چینه‌دان هستند.

ب) فقط پرندگان دارای کیسه‌های هوادار برای تنفس بهتر هستند.

ج) پستانداران و پرندگان دارای جدایی کامل بطنی هستند که این حالت به حفظ فشار در سامانهٔ گردشی مضاعف کمک می‌کند.

د) همهٔ مهره‌داران با استفاده از کلیه به دفع مواد و تنظیم اسمزی می‌پردازند اما کلیه فقط در پرندگان و خزندگان توانمندی بالایی در بازجذب آب دارد.

(زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۳۱، ۴۶، ۶۷ و ۷۷)

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۳، صفحهٔ ۱۲۳)

۱۵۷- گزینهٔ «۳» *(علی وصالی‌ممقور)*

شکل مطرح شده در سوال، شکلی شماتیک از دستگاه گوارش پرندهٔ دانه‌خوار است. بخش **۳**، کبد را نمایش می‌دهد. به هنگام کاهش فشار درون شش‌ها و انجام عمل دم، دیافراگم به سمت پایین حرکت می‌کند. پس فشار بیشتری نسبت به حالت بازدم (که دیافراگم گنبدی می‌شود.) به کبد وارد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: بخش ۴ رودهٔ باریک است. این بخش در ملخ با لوله‌های مالپیگی در ارتباط است و ترکیبات دفعی نیتروژن‌دار و نمک دریافت می‌کند ولی حواستان باشد که لوله‌های مالپیگی، هر یک، از یک لایهٔ یاخته‌ای تشکیل شده‌اند. (طبق شکل ۱۲ – فصل ۵ سال دهم)

گزینهٔ «۲»: بخش ۱ چینه‌دان است. چینه‌دان در ملخ مواد غذایی خرد شده را دریافت و ذخیره و نرم می‌کند. امّا دقت داشته باشید که این مواد غذایی، در آرواره خرد می‌شوند که بخشی از لولهٔ گوارش نیست!!

گزینهٔ «۴»: غذای نیمه‌جویده شده در گوسفند، توانایی ورود به هزارلا و شیردان را ندارند! بلکه غذا به‌طور کامل جویده شده و در نهایت به این بخش‌ها وارد می‌شوند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۳۱، ۳۲، ۴۰، ۴۱، ۴۶ و ۷۶)

۱۵۸- گزینهٔ «۲» *(محمدمهدی روزبهانی)*

منظور صورت سوال پستانداران می‌باشد که خفاش‌های خون آشام از خون آن‌ها تغذیه می‌کنند. (الف و ج صحیح هستند.)

الف) همهٔ پستانداران در ابتدا انسولین را به شکل پیش انسولین تولید می کنند و بعد از آن پیش انسولین در لوزالمعده به انسولین تبدیل می شود. محل فعال شدن انسولین درون لوزالمعده است زیرا می توان از لوزالمعدهٔ پستانداران انسولین تهیه کرد.

ب) دقت کنید این مورد در رابطه با همهٔ پستانداران صادق است که در پاسخ به محرک درونی کاهش قند خون، رفتارهایی نشان می‌دهد. این رفتارها اساس ژنتیکی دارند.

ج) دقت کنید پستانداران همگی لقاح داخلی دارند؛ در نتیجه اندام های تخصص یافتهٔ لازم برای تولیدمثل جنسی را دارند. دقت کنید که در همهٔ پستانداران یکی از والدین هزینهٔ بیشتری برای زادآوری می پردازد زیرا بارداری و لقاح و مراقبت از زاده مربوط به یکی از والدین است. هم چنین دقت کنید این موضوع با پرداخت هزینه برای پرورش زاده و انتخاب جفت در نظام تک همسری متفاوت است.

د) این مورد برای همهٔ پستانداران صادق است زیرا اندام جلویی در همهٔ مهره داران همتا محسوب می شود و در نتیجه باید ساختار یکسان داشته باشد.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۳، صفحه‌های ۵۸، ۱۰۲، ۱۱۴، ۱۱۶ تا ۱۱۸ و ۱۲۳)

(زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۶۰ و ۱۱۵)

۱۵۹- گزینهٔ «۱» *(جواد ابازرلو)*

سامانهٔ گردشی مضاعف، از دوزیستان بالغ به بعد، شکل گرفته است، بنابراین در همهٔ مهره‌داران به‌جز ماهی‌ها مشاهده می‌شود. همچنین همهٔ مهره‌داران دارای کلیه هستند.

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: مغز در مهره‌داران حاصل برجستگی بخش جلویی طناب عصبی پشتی است. در همهٔ مهره‌داران به‌جز برخی ماهی‌ها اسکلت درونی از جنس استخوانی است.

گزینهٔ «۲»: برخی یاخته‌های خونی مانند گلبول‌های سفید توانایی انجام دیاپدز و حضور در مایع میان‌بافتی را دارند.

گزینهٔ«۳»: در دوزیستان، تبادلات گازی از طریق پوست ممکن می‌باشد.

گزینهٔ «۴»: گویچه‌های قرمز در بیشتر پستانداران و انسان فاقد هسته است. بنابراین برخی از پستانداران دارای گویچه‌های قرمز هسته‌دار هستند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۲، صفحه‌های ۱۸، ۵۲ و ۶۷) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۴۵، ۴۶، ۶۲، ۶۶، ۶۷ و ۷۷)

۱۶۰- گزینهٔ «۳» *(وحید کریم‌زاده)*

سؤال دربارهٔ برخی خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی است که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: مطابق شکل **۱۳** صفحهٔ **۷۷** کتاب زیست‌شناسی **۱**، مجرای غدهٔ نمکی می‌تواند ترکیب حاوی نمک را به منقار منتقل کند.

گزینهٔ «۲»: پرندگان نسبت به سایر مهره‌داران برای حرکت، انرژی و اکسیژن بیشتری مصرف می‌کنند.

گزینهٔ «۳»: ویژگی بیان شده مربوط به پستانداران است.

گزینهٔ «۴»: در پرندگان جدایی کامل بطن‌ها حفظ فشار در سامانهٔ گردشی مضاعف را آسان می‌کند.

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۱، صفحه‌های ۴۶، ۶۷ و ۷۷)

(ترکیبی) (زیست‌شناسی ۳، صفحهٔ ۱۰۲)

---

www.kanoon.ir

فیزیک ۳

۱۶۱- گزینهٔ «۱» *(حمید سلیم‌پور)*

انرژی فوتون تابیده شده برابر با اختلاف انرژی دو تراز است. بنابراین انرژی فوتون گسیل شده برابر است با:

$$E = hf \xrightarrow[h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴}J]{f=۵\times۱۰^{۱۵}Hz} E = ۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\times۵\times۱۰^{۱۵}$$

$$\Rightarrow E = ۳/۳\times۱۰^{-۱۸}J$$

$۱۰^{۱۵}$ فوتون در هر ثانیه تابش می‌شود. در این حالت داریم:

$$P = \frac{E_{کل}}{t} \xrightarrow{E_{کل}=nE} P = \frac{nE}{t} \xrightarrow[E=۳/۳\times۱۰^{-۱۸}J]{n=۱۰^{۱۵},t=۱s}$$

$$P = \frac{۱۰^{۱۵}\times۳/۳\times۱۰^{-۱۸}}{۱} \Rightarrow$$

$$P = ۳/۳\times۱۰^{-۳}W \xrightarrow{۱۰^{-۳}W=۱mW} P = ۳/۳mW$$

(آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۱۰۸ تا ۱۰۱)

۱۶۲- گزینهٔ «۲» *(علی ایزدخواه)*

ابتدا انرژی فوتون را به‌دست می‌آوریم:

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda} \xrightarrow[h=۴/۲\times۱۰^{-۱۵}eV.s,\ c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}]{\lambda=۱۱۲۰nm=۱۱۲۰\times۱۰^{-۹}m}$$

$$E = \frac{۴/۲\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{۱۱۲۰\times۱۰^{-۹}} = \frac{۱۲۶}{۱۱۲} \Rightarrow E = \frac{۹}{۸}eV$$

از طرف دیگر، چون طول موج $\lambda = ۱۱۲۰nm$ مربوط به طیف امواج فروسرخ است، لذا گسیل یا جذب الکترون باید به مدار $n > ۲$ ختم شود. در این حالت الکترون نمی‌تواند از تراز $n = ۳$ به تراز $n = ۱$ یا تراز $n = ۲$ برود. بنابراین گزینه‌های (۳) و (۴) حذف می‌شوند. برای یافتن گزینهٔ درست، باید مشخص کنیم در کدام حالت انرژی فوتون برابر $\frac{۹}{۸}eV$ می‌شود:

گزینهٔ «۱»:
$$\Delta E = E_۴ - E_۳ \xrightarrow{E=-\frac{E_R}{n^۲}} \Delta E = -\frac{E_R}{۱۶} - (-\frac{E_R}{۹})$$

$$= \frac{۷\times E_R}{۱۶\times۹} \xrightarrow{E_R=۱۳/۵ev} \Delta E = \frac{۷\times۱۳/۵}{۱۴۴} \neq \frac{۹}{۸}eV$$

گزینهٔ «۲»:
$$\Delta E = E_۶ - E_۳ \Rightarrow \Delta E = -\frac{E_R}{۳۶} - (-\frac{E_R}{۹}) = \frac{۳E_R}{۳۶}$$

$$\Rightarrow \Delta E = \frac{۳\times۱۳/۵}{۳۶} = \frac{۱۳/۵}{۱۲} \Rightarrow \Delta E = \frac{۹}{۸}eV$$

می‌بینیم، الکترون در تراز $n = ۳$، با جذب $\frac{۹}{۸}eV$ انرژی به تراز $n = ۶$ می‌رود.

دقت کنید، الکترون در رفتن از تراز n' به n همان قدر انرژی جذب می‌کند، که وقتی از تراز n به n' می‌رود آزاد می‌کند.

(آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۹)

۱۶۳- گزینهٔ «۲» *(فسرو ارغوانی‌فرد)*

برای بلندترین طول موج باید الکترون از تراز $n = n' + ۱$ به تراز n' برود. بنابراین بلندترین طول موج رشتهٔ براکت برابر است با:

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \xrightarrow[n'=۴]{n=۴+۱=۵}$$

$$\frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۱}{۱۶} - \frac{۱}{۲۵}) = R\times\frac{۲۵-۱۶}{۲۵\times۱۶} \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۲۵\times۱۶}{۹R}$$

برای کوتاه‌ترین طول موج باید الکترون از تراز $n = \infty$ به تراز n' برود. بنابراین کوتاه‌ترین طول موج رشتهٔ براکت برابر است با:

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \xrightarrow[n'=۴]{n=\infty} \frac{۱}{\lambda_{min}}$$

$$= R\times(\frac{۱}{۱۶} - \frac{۱}{\infty}) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۱۶}{R}$$

در آخر داریم:

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{۲۵\times۱۶}{۹R}}{\frac{۱۶}{R}} = \frac{۲۵\times۱۶\times R}{۹\times۱۶\times R} \Rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{۲۵}{۹}$$

(آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۱۰۱ و ۱۰۲)

۱۶۴- گزینهٔ «۲» *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

برای چهار خط اول رشتهٔ بالمر که مرئی هستند، باید $(n = ۳,۴,۵,۶)$ باشد، با توجه به این‌که در رشتهٔ بالمر $n' = ۲$ است، برای کوتاه‌ترین طول موج باید فاصلهٔ n و n' زیاد باشد. بنابراین باید الکترون از تراز $n = ۶$ به تراز $n' = ۲$ برود. در این حالت داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \xrightarrow[n'=۲]{n=۶} \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}\times(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۳۶}) = \frac{۹-۱}{۱۰۰\times۳۶}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{۱۰۰\times۳۶}{۸} \Rightarrow \lambda = ۴۵۰nm$$

(آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۲)

۱۶۵- گزینهٔ «۴» *(مجتبی نکوئیان)*

با توجه به رابطه‌های $E = -\frac{E_R}{n^۲}$ و $E_U - E_L = hf$ برای حالت اولی که الکترون از تراز $n = ۱$ به تراز n می‌رود داریم:

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

$$E_U - E_L = hf \xrightarrow[L=1]{U=n} E_n - E_1 = hf \xrightarrow{E=-\frac{E_R}{n^2}}$$

$$-\frac{E_R}{n^2} - (-\frac{E_R}{1}) = hf \Rightarrow hf = E_R - \frac{E_R}{n^2}$$

$$\Rightarrow hf = E_R(1-\frac{1}{n^2}) \quad (1)$$

در حالت دوم که الکترون از تراز n به تراز $n=6$ می‌رود، داریم:

$$E_6 - E_n = hf' \xrightarrow{hf'=\frac{1}{27}hf} -\frac{E_R}{36} - (-\frac{E_R}{n^2}) = \frac{1}{27}hf$$

$$\Rightarrow \frac{E_R}{n^2} - \frac{E_R}{36} = \frac{1}{27}hf \Rightarrow E_R(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{36}) = \frac{1}{27}hf \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} E_R(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{36}) = \frac{1}{27} \times E_R(1-\frac{1}{n^2})$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n^2} - \frac{1}{36} = \frac{1}{27} - \frac{1}{27n^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n^2} + \frac{1}{27n^2} = \frac{1}{27} + \frac{1}{36} \Rightarrow \frac{27+1}{27n^2} = \frac{36+27}{27\times 36} \Rightarrow \frac{28}{n^2} = \frac{63}{36}$$

$$n^2 = \frac{36\times 28}{63} \Rightarrow n^2 = 4\times 4 \Rightarrow n = 4$$

(آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۹)

۱۶۶- گزینهٔ «۴» *(مصطفی کیانی)*

الف) درست

ب) درست

پ) درست

ت) درست – در ترازهای شبه‌پایدار، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری $(10^{-3}s)$ نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی $(10^{-8}s)$ باقی می‌مانند. یعنی $\frac{10^{-3}}{10^{-8}} = 10^5$ برابر.

(آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۱۰۸ تا ۱۱۰)

۱۶۷- گزینهٔ «۱» *(مصطفی کیانی)*

با توجه به معادلهٔ واپاشی داده شده، عدد جرمی هستهٔ مادر $A = 131 + 87 = 218$ و عدد اتمی آن $Z = 87$ می‌باشد. از طرف دیگر، عدد جرمی هستهٔ دختر $A = 129 + 89 = 218$ و عدد اتمی آن $Z' = 89$ است. بنابراین، عدد جرمی هسته تغییر نکرده اما به عدد اتمی آن ۲ واحد اضافه شده است. با توجه به این‌که در واپاشی بتای منفی (β^-) عدد جرمی ثابت و به عدد اتمی یک واحد اضافه می‌شود، لذا در این فرایند واپاشی، ۲ ذرهٔ β^- گسیل شده است.

$$^{218}_{87}X \rightarrow ^{218}_{89}Y + 2(^{0}_{-1}e)$$

دقت کنید، β^- همان $(^{0}_{-1}e)$ است.

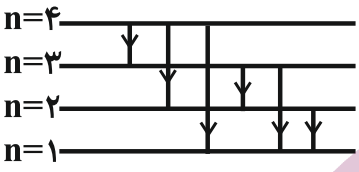
(آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۱۱۵ تا ۱۱۹)

۱۶۸- گزینهٔ «۳» *(بهادر کامران)*

ابتدا انرژی فوتون جذب شده را به شکل $12/75eV = \frac{15}{16}E_R$ می‌نویسیم.

$$E_{\text{فوتون}} = E_2 - E_1 \Rightarrow +\frac{15}{16}E_R = \frac{-E_R}{n^2} - \frac{-E_R}{1^2} \Rightarrow n = 4$$

حال انواع گذارهای گسیلی ممکن را مشخص می‌کنیم.



بنابراین در مجموع ۶ نوع فوتون با انرژی‌های مختلف گسیل می‌شود.

(آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای) (فیزیک۳، صفحه‌های ۱۰۱ تا ۱۰۸)

۱۶۹- گزینهٔ «۲» *(امیرحسین برادران)*

با توجه به اینکه ذرهٔ α هستهٔ اتم هلیم $^{4}_{2}He$ است با نوشتن معادلهٔ واپاشی عنصر A، عدد جرمی و عدد اتمی آن را به‌دست می‌آوریم:

$$^{A_A}_{Z_A}A \Rightarrow ^{216}_{86}X + 2(^{4}_{2}He)$$

$$\begin{cases} A_A = 216 + 8 = 224 \\ Z_A = 86 + 4 = 90 \end{cases} \Rightarrow ^{224}_{90}A$$

از طرف دیگر، چون عدد جرمی عنصر B، ۲۵ درصد بیشتر از عدد جرمی عنصر A است، می‌توان نوشت:

$$A_B = A_A + \frac{25}{100}A_A = \frac{125}{100}A_A$$

$$\Rightarrow A_B = \frac{5}{4}A_A \xrightarrow{A_A=224} A_B = \frac{5}{4}\times 224 \Rightarrow A_B = 280$$

با توجه به اینکه عنصر A و B ایزوتوپ هستند عدد اتمی آنها یکسان است، بنابراین داریم:

$$A_B = Z_B + N_B \xrightarrow[A_B=280]{Z_B=Z_A=90} 280 = 90 + N_B \Rightarrow N_B = 190$$

در آخر، اختلاف Z_B و N_B برابر است با: $N_B - Z_B = 190 - 90 = 100$

(آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای) (فیزیک ۳، صفحه‌های ۱۱۲ تا ۱۱۴)

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۷۰- گزینهٔ «۱» *(مصطفی کیانی)*

چون با گسیل ذرهٔ β عدد جرمی تغییر نمی‌کند، ابتدا با استفاده از پایستگی مجموع عددهای جرمی دو طرف معادله، تعداد ذره‌های آلفا (یعنی m) را حساب می‌کنیم.

$$^{۲۳۹}_{۹۲}U^{*} \rightarrow m(^{۴}_{۲}He) + n\beta + ^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$$

$$\Rightarrow ۲۳۹ = m\times ۴ + (n\times ۰) + ۲۰۷ \Rightarrow m = ۸$$

اکنون با استفاده از پایستگی مجموع عددهای اتمی دو طرف معادله، نوع ذرهٔ β و تعداد آن‌را به‌دست می‌آوریم.

$$۹۲ = m\times ۲ + n + ۸۲ \xrightarrow{m=۸} ۹۲ = ۸\times ۲ + ۸۲ + n \Rightarrow n = -۶$$

چون n یک عدد منفی به‌دست آمده است، باید بار ذرهٔ β منفی باشد. بنابراین نوع ذرهٔ β الکترون یا بتای منفی است.

(آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای) (فیزیک ۳، صفحه های ۱۱۵ تا ۱۱۹)

فیزیک ۲

۱۷۱- گزینهٔ «۲» *(سید ایمان بنی‌هاشمی)*

ابتدا وتر مثلث و سپس فاصلهٔ بار $q_۲$ تا $q_۳$ را می‌یابیم. چون مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین است، طول وتر آن برابر $۸\sqrt{۲}\ cm$ می‌باشد و فاصلهٔ بار $q_۱$ از بار $q_۳$ نصف این مقدار است. بنابراین داریم:

$$\text{وتر مثلث} = \sqrt{۸^۲ + ۸^۲} = ۸\sqrt{۲}cm$$

$$r_{۱۳} = \frac{۸\sqrt{۲}}{۲} = ۴\sqrt{۲}cm$$

$$r_{۱۲}^۲ = r_{۱۳}^۲ + r_{۲۳}^۲ \Rightarrow ۶۴ = ۳۲ + r_{۲۳}^۲ \Rightarrow r_{۲۳}^۲ = ۳۲ \Rightarrow r_{۲۳} = ۴\sqrt{۲}cm$$

با داشتن فاصلهٔ بارهای $q_۱$ و $q_۲$ از بار $q_۳$، نیروهای وارد بر بار $q_۳$ را رسم می کنیم و اندازهٔ هر یک را با استفاده از قانون کولن می‌یابیم و سپس برایند آنها را پیدا می‌کنیم:

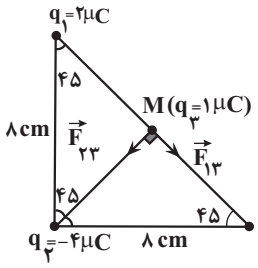
$$F_{۱۳} = k\frac{|q_۱||q_۳|}{r_{۱۳}^۲} = ۹\times ۱۰^۹ \times \frac{۲\times ۱۰^{-۶}\times ۱\times ۱۰^{-۶}}{۱۶\times ۲\times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow F_{۱۳} = \frac{۹۰}{۱۶}N$$

$$F_{۲۳} = k\frac{|q_۲||q_۳|}{r_{۲۳}^۲} = ۹\times ۱۰^۹ \times \frac{۴\times ۱۰^{-۶}\times ۱\times ۱۰^{-۶}}{۱۶\times ۲\times ۱۰^{-۴}} \Rightarrow F_{۲۳} = \frac{۹۰}{۸}N$$

در آخر برایند نیروها برابر است با:

$$F_t = \sqrt{F_{۱۳}^۲ + F_{۲۳}^۲} \Rightarrow F_t = \sqrt{(\frac{۹۰}{۱۶})^۲ + (\frac{۹۰}{۸})^۲} = \sqrt{(\frac{۹۰}{۱۶})^۲(۱^۲ + ۲^۲)}$$

$$\Rightarrow F_t = \frac{۹۰}{۱۶}\sqrt{۵}N$$



(الکتریسیتهٔ ساکن) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵ تا ۹)

۱۷۲- گزینهٔ «۱» *(امیرحسین برادران)*

با استفاده از رابطهٔ $E = k\frac{|q|}{r^۲}$، ابتدا $r_۱$ و به دنبال آن $|q|$ را می‌یابیم:

$$E = k\frac{|q|}{r^۲} \xrightarrow{|q|=\text{ثابت}} \frac{E_۱}{E_۲} = (\frac{r_۲}{r_۱})^۲$$

$$\xrightarrow{E_۱=۴/۵\times ۱۰^۵\frac{N}{C},\ r_۲=r_۱+۱۲cm,\ E_۲=۱/۸\times ۱۰^۴\frac{N}{C}} \frac{۴/۵\times ۱۰^۵}{۱/۸\times ۱۰^۴} = (\frac{r_۱+۱۲}{r_۱})^۲$$

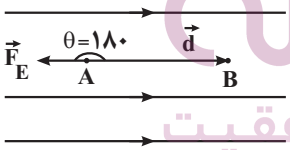
$$\Rightarrow ۲۵ = (\frac{r_۱+۱۲}{r_۱})^۲ \Rightarrow ۵ = \frac{r_۱+۱۲}{r_۱} \Rightarrow ۵r_۱ = r_۱ + ۱۲$$

$$\Rightarrow ۴r_۱ = ۱۲ \Rightarrow r_۱ = ۳cm = ۳\times ۱۰^{-۲}m$$

$$E_۱ = k\frac{|q|}{r_۱^۲} \Rightarrow ۴/۵\times ۱۰^۵ = ۹\times ۱۰^۹ \times \frac{|q|}{۹\times ۱۰^{-۴}}$$

$$\Rightarrow |q| = ۴/۵\times ۱۰^{-۸}C \xrightarrow{q<۰} q = -۴/۵\times ۱۰^{-۸}C$$

اکنون تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q را می‌یابیم. با توجه به این‌که بر بار الکتریکی منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود، به‌صورت زیر ΔU را می‌یابیم:



$$\Delta U = -W_E \xrightarrow[F_E=|q|E]{W_E=F_E d\cos\theta}$$

$$\Delta U = -|q|Ed\cos\theta \xrightarrow[E=۲/۵M\frac{N}{C}=۲/۵\times ۱۰^۶\frac{N}{C}]{d=۴cm=۴\times ۱۰^{-۲}m}$$

$$\Delta U = -۴/۵\times ۱۰^{-۸}\times ۲/۵\times ۱۰^۶ \times ۴\times ۱۰^{-۲}\times \cos ۱۸۰$$

$$\xrightarrow{\cos ۱۸۰=-۱} \Delta U = ۴/۵\times ۱۰^{-۳}J \xrightarrow{۱۰^{-۳}J=۱mJ} \Delta U = ۴/۵mJ$$

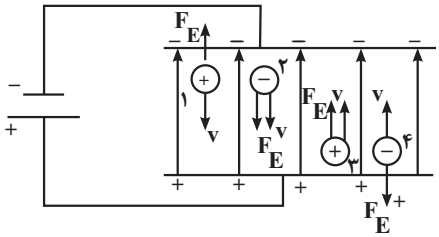
چون $\Delta U > ۰$ است، انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

(الکتریسیتهٔ ساکن) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۱۰ تا ۱۲، ۲۰ و ۲۱)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۷۳- گزینهٔ «۱» *(یوادر کامران)*

اگر خطوط میدان الکتریکی بین دو صفحه را رسم کنیم، مشاهده می‌شود به ذره‌های باردار (۲) و (۳)، نیرو در جهت حرکت آنها و به ذره‌های باردار (۱) و (۴)، نیرو در خلاف جهت حرکت آن‌ها وارد می‌شود. بنابراین، با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:



$$F_E = |q|E \xrightarrow[\text{E= ثابت}]{|q_e|=|q_p|} F_{E_1} = F_{E_2} = F_{E_3} = F_{E_4}$$

$$a = \frac{F_E}{m} \xrightarrow[F_{E_1}=F_{E_2}=F_{E_3}=F_{E_4}]{m_p>m_e} |a_e| > |a_p| \Rightarrow$$

$$|a_2| = |a_4| > |a_1| = |a_3|$$

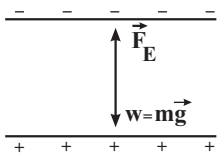
اکنون به بررسی تندی (V') رسیدن ذره‌ها به صفحهٔ مقابل می‌پردازیم. بین ذره‌های (۲) و (۳) که نیروی F_E در جهت حرکت به آنها وارد می‌شود، چون $|a_2| > |a_3|$ است، بنا به رابطهٔ $V^2 = V_0^2 + 2a\Delta x$، تندی رسیدن ذرهٔ (۲) بیشتر است. یعنی $V'_2 > V'_3$ است. بین ذره‌های (۱) و (۴) که نیروی F_E در خلاف جهت حرکت به آنها وارد می‌شود، و $|a_1| < |a_4|$ است، بنا به رابطهٔ $V^2 = V_0^2 + 2a\Delta x$ چون شتاب منفی a_1 کم‌تر است، حاصل $(V_0^2 - 2|a|\Delta x)$، بیشتر و در نتیجه $V'^2_1 > V'^2_4$ خواهد بود و از آن‌جا نتیجه می‌گیریم $V'_1 > V'_4$ است. بنابراین می‌توان گفت:

$$V'_2 > V'_3 > V'_1 > V'_4$$

(الکتریسیتهٔ ساکن) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۰ تا ۲۴)

۱۷۴- گزینهٔ «۳» *(عبدالرضا امینی‌نسب)*

چون ذرهٔ باردار، درون میدان الکتریکی یکنواخت است، باید نیروی وزن ذره توسط نیروی الکتریکی خنثی گردد، از طرف دیگر، چون نیروی وزن به طرف پایین است، باید نیروی الکتریکی به طرف بالا باشد، بنابراین داریم:



$$F_E = w \xrightarrow[w=mg]{F_E=|q|E} |q|E = mg \xrightarrow[m=8\cdot g=8\times10^{-3}\,kg]{|q|=8\times10^{-4}\,C}$$

$$8\times10^{-4}\times E = 8\times10^{-3}\times10 \Rightarrow E = 10^3\,\frac{N}{C}$$

با توجه به این‌که بار ذره مثبت است و نیروی الکتریکی به سمت بالاست، در نتیجه جهت میدان الکتریکی به سمت بالاست و صفحهٔ پایینی مثبت و صفحهٔ بالایی منفی می‌باشد. یعنی پایانهٔ **A** به قطب منفی متصل است.

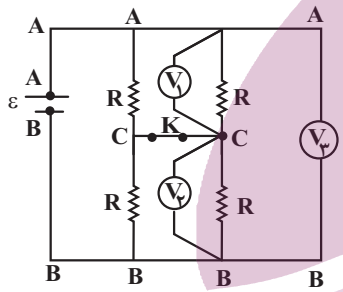
برای محاسبهٔ اختلاف پتانسیل باتری داریم:

$$\Delta V = Ed \xrightarrow[E=10^3\frac{N}{C}]{d=2cm=2\times10^{-2}m} \Delta V = 10^3\times2\times10^{-2} \Rightarrow \Delta V = 20V$$

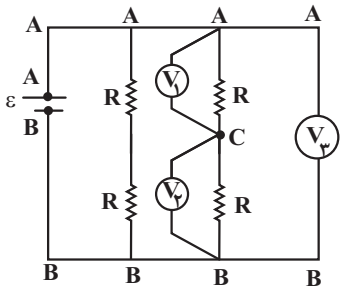
(الکتریسیتهٔ ساکن) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۲۲ تا ۲۵)

۱۷۵- گزینهٔ «۴» *(سعید شرق)*

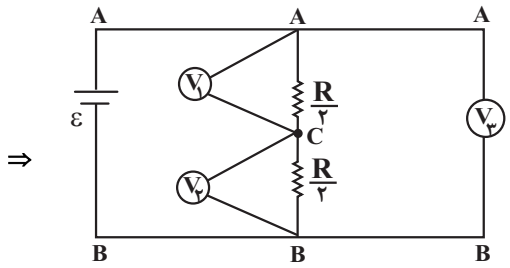
با توجه به شکل زیر، قبل از وصل کلید **K**، ولت‌سنج V_3، اختلاف پتانسیل دو سر باتری را نشان می‌دهد و قطع و وصل کلید **K** تغییری در وضعیت آن ایجاد نمی‌کند. از طرف دیگر، چون V_1 و V_2 به مقاومت‌های مشابه وصل شده‌اند هر کدام مقدار $\frac{\varepsilon}{2}$ را نشان خواهند داد.



بعد از وصل کلید **K**، مقاومت معادل دو مقاومت موازی **R** برابر $\frac{R}{2}$ می‌شود، بنابراین، هر کدام از ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 اختلاف پتانسیل مقاومت‌های مشابه $\frac{R}{2}$ را نشان خواهند داد. بنابراین، باز هم هریک از ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 مقدار $\frac{\varepsilon}{2}$ را نشان می‌دهند. نتیجه می‌گیریم، پس از وصل کلید **K**، مقدار هیچ‌کدام از ولت‌سنج‌ها تغییر نمی‌کنند.



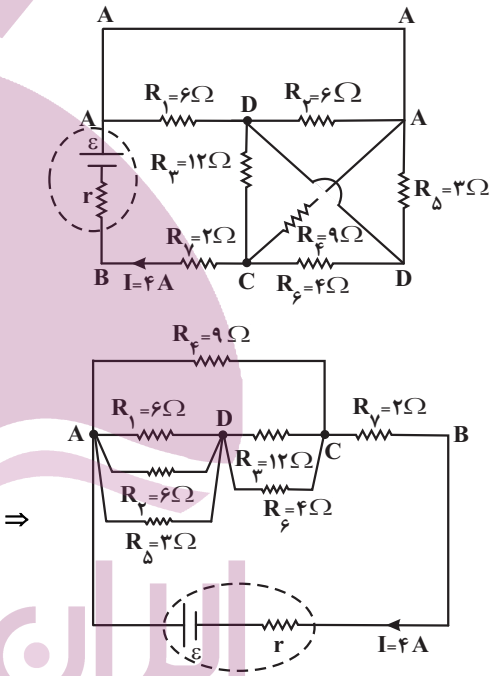
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت



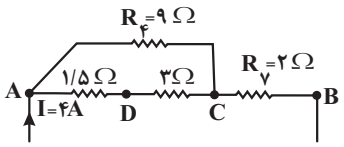
(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۵ تا ۶۱)

۱۷۶- گزینهٔ «۳» (امیرحسین برادران)

ابتدا نقطه‌های هم‌پتانسیل را پیدا نموده و سپس مدار را به‌صورت ساده‌تری رسم می‌کنیم و مقاومت معادل مدار را می‌یابیم.



مقاومت‌های R_1، R_2 و R_5 با هم موازی‌اند و مقاومت R_3 و R_6 نیز با هم موازی‌اند و مقاومت معادل این ۵ مقاومت با مقاومت R_4 موازی است. بنابراین داریم:



$$\frac{1}{R_{AD}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_5}=\frac{1}{6}+\frac{1}{6}+\frac{1}{3}$$

$$\frac{1+1+2}{6}\Rightarrow R_{AD}=1/5\Omega$$

$$\frac{1}{R_{DC}}=\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_6}=\frac{1}{12}+\frac{1}{4}=\frac{1+3}{12}\Rightarrow R_{DC}=3\Omega$$

$$R'=R_{AD}+R_{DC}=1/5+3\Rightarrow R'=4/5\Omega$$

$$R''=\frac{R'R_4}{R'+R_4}=\frac{4/5\times 9}{4/5+9}\Rightarrow R''=3\Omega$$

$$R_{eq}=R''+R_7=3+2\Rightarrow R_{eq}=5\Omega$$

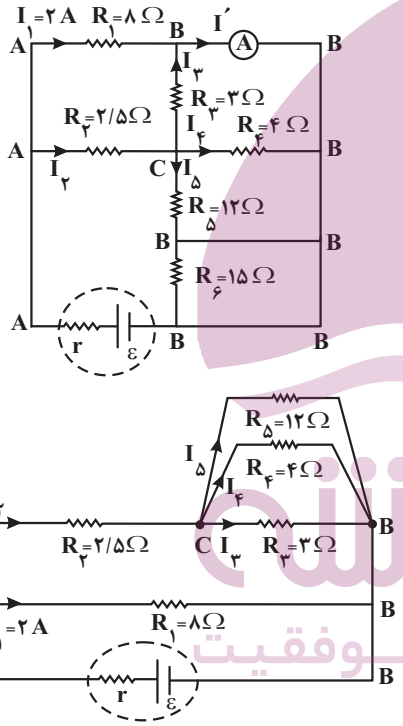
در آخر، چون جریان در شاخه اصلی مدار برابر $I=4A$ است، به‌صورت زیر توان مصرفی مدار را می‌یابیم:

$$P=R_{eq}I^2=5\times I^2\Rightarrow P=5\times 16=80w$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۵ تا ۶۱)

۱۷۷- گزینهٔ «۲» (مصطفی کیانی)

ابتدا نقطه‌های هم‌پتانسیل را پیدا نموده و مدار را به‌صورت ساده‌تری رسم می‌کنیم. همان‌طور که می‌بینیم، دو سر مقاومت 15Ω هم‌پتانسیل است؛ بنابراین به علت اتصال کوتاه از مدار حذف می‌شود.



با توجه به شکل، مقاومت‌های R_3، R_4 و R_5 با هم موازی و مقاومت معادل آنها با مقاومت R_2 متوالی است. بنابراین مقاومت معادل این چهار مقاومت را می‌یابیم:

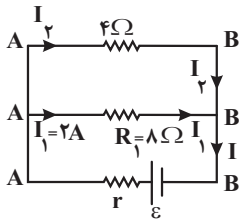
$$\frac{1}{R_{3,4,5}}=\frac{1}{R_3}+\frac{1}{R_4}+\frac{1}{R_5}=\frac{1}{3}+\frac{1}{4}+\frac{1}{12}$$

$$\Rightarrow\frac{1}{R_{3,4,5}}=\frac{4+3+1}{12}\Rightarrow R_{3,4,5}=1/5\Omega$$

$$R_{2,3,4,5}=R_2+R_{3,4,5}=2/5+1/5=4\Omega$$

در این قسمت جریان I_2 و به دنبال آن V_{CB} را می‌یابیم:

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت



$$V_{AB} = R_1 I_1 = R_{2,3,4,5} \times I_2$$

$$\Rightarrow 8 \times 2 = 4 \times I_2 \Rightarrow I_2 = 4A$$

$$V_{CB} = R_{CB} I_2 \xrightarrow[I_2=4A]{R_{CB}=R_{3,4,5}=1/5\Omega} V_{CB} = 1/5 \times 4 = 6V$$

اکنون جریان‌های مقاومت‌های R_3، R_4 و R_5 را می‌یابیم:

$$I_5 = \frac{V_{CB}}{R_5} = \frac{6}{12} = 0/5A$$

$$I_4 = \frac{V_{CB}}{R_4} = \frac{6}{4} = 1/5A, I_3 = \frac{V_{CB}}{R_3} = \frac{6}{3} = 2A$$

درنتیجه جریان عبوری از آمپرسنج برابر است با: $I' = I_1 + I_3 = 4A$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۵ تا ۶۱)

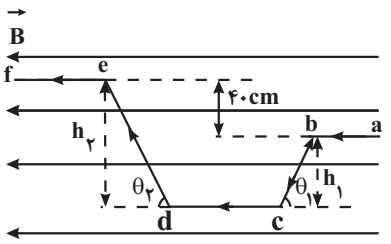
۱۷۸- گزینهٔ «۴» *(مجتبی نکوئیان)*

چون سیم‌های ab، cd و ef در راستاهای خط‌های میدان مغناطیسی قرار دارند، طبق رابطهٔ $F = I\ell B\sin\theta$، نیروی مغناطیسی وارد بر آن‌ها صفر است.

برای محاسبهٔ بزرگی نیروی وارد بر سیم‌های bc و de، ابتدا سینوس زاویه‌ای را که این سیم‌ها با خط‌های میدان مغناطیسی می‌سازند، به‌دست می‌آوریم و سپس بزرگی نیرو را پیدا می‌کنیم. با توجه به شکل زیر داریم:

$$\sin\theta_1 = \frac{h_1}{\ell_{bc}} \Rightarrow h_1 = \ell_{bc}\sin\theta_1$$

$$\sin\theta_2 = \frac{h_2}{\ell_{de}} \Rightarrow h_2 = \ell_{de}\sin\theta_2$$



$$F_{bc} = IB\ell_{bc}\sin\theta_1 \xrightarrow{\ell_{bc}\sin\theta_1 = h_1} F_{bc} = IBh_1$$

$$F_{de} = IB\ell_{de}\sin\theta_2 \xrightarrow{\ell_{de}\sin\theta_2 = h_2} F_{de} = IBh_2$$

با توجه به قاعدهٔ دست راست، جهت نیروی وارد بر سیم bc درون‌سو و سیم de، برون‌سو است. از طرف دیگر، چون $h_2 > h_1$ می‌باشد، $F_{de} > F_{bc}$ خواهد بود. بنابراین جهت برایند نیروها در جهت F_{de} و برون‌سو خواهد بود و اندازهٔ آن (نیروی وارد بر کل سیم) برابر است با:

$$F_{\text{کل}} = F_{de} - F_{bc} = IBh_2 - IBh_1 \Rightarrow F_{\text{کل}} = IB(h_2 - h_1)$$

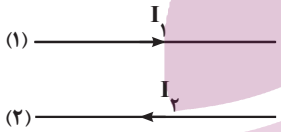
$$\xrightarrow[I=5A, B=200G=200\times10^{-4}T]{h_2-h_1=40cm=4\times10^{-1}m} F_{\text{کل}} = 5\times200\times10^{-4}\times4\times10^{-1}$$

$$\Rightarrow F_{\text{کل}} = 4\times10^{-2}N$$

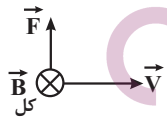
(مغناطیس و القای الکترومغناطیسی) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۷۳ تا ۷۶)

۱۷۹- گزینهٔ «۱» *(مصطفی کیانی)*

چون دو سیم یکدیگر را می‌رانند، جهت جریان الکتریکی آنها مخالف هم است. بنابراین، با توجه به جهت جریان سیم‌ها و با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}_1$ درون‌سو و میدان مغناطیسی $\vec{B}_2$، برون‌سو می‌باشد و چون $B_1 > B_2$ است، جهت برایند میدان‌های مغناطیسی در جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}_1$ و درون‌سو است و اندازهٔ آن برابر است با:



$$B_{\text{کل}} = B_1 - B_2 \xrightarrow[B_2=0/4T]{B_1=0/5T} B = 0/5 - 0/4 = 0/1T$$



اکنون اندازهٔ نیروی وارد بر ذرهٔ باردار را می‌یابیم:

$$F = |q|VB_{\text{کل}}\sin\theta \xrightarrow[|q|=2\times10^{-6}C, B_{\text{کل}}=0/1T]{\theta=90^\circ, V=10^3\frac{m}{s}}$$

$$F = 2\times10^{-6}\times10^3\times0/1\times\sin90 = 2\times10^{-4}N$$

در آخر با استفاده از قانون دوم نیوتون شتاب حرکت ذره را می‌یابیم:

$$a = \frac{F}{m} \xrightarrow{m=10mg=10\times10^{-6}kg=10^{-5}kg}$$

$$a = \frac{2\times10^{-4}}{10^{-5}} = 20\frac{m}{s^2}$$

جهت شتاب در جهت نیرو و به طرف بالا است.

(مغناطیس و القای الکترومغناطیسی) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۷۱ تا ۷۳ و ۷۶ تا ۷۹)

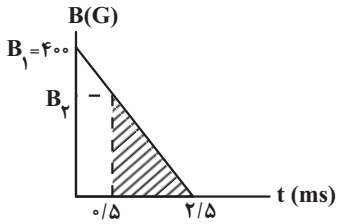
ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۱۸۰- گزینهٔ «۳» *(زهره آقامحمدی)*

ابتدا بزرگی میدان مغناطیسی را در لحظهٔ ۰/۵ میلی‌ثانیه می‌یابیم. با توجه به این‌که شیب نمودار ثابت است، با استفاده از تشابه مثلث‌ها داریم:

$$\frac{B_2}{B_1}=\frac{2/5-0/5}{2/5-0}\xrightarrow{B_1=400G}$$

$$\frac{B_2}{400}=\frac{2}{2/5}\Rightarrow B_2=320G$$



اکنون به کمک رابطهٔ قانون القای الکترومغناطیسی فارادی، نیروی محرکهٔ القایی را در بازه زمانی صفر تا ۰/۵ میلی‌ثانیه محاسبه می‌کنیم:

$$\varepsilon_{av}=-N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}\xrightarrow[\theta=0,N=1]{\Delta\varphi=A\Delta B\cos\theta}\varepsilon_{av}=-\frac{A\Delta B}{\Delta t}=-\frac{A(B_2-B_1)}{\Delta t}$$

$$\xrightarrow[B_1=400G=400\times10^{-4}T,B_2=320G=320\times10^{-4}T]{A=20\times20\times10^{-4}m^2,\Delta t=0/5\times10^{-3}s}$$

$$\varepsilon_{av}=-\frac{4\times10^{-2}(320-400)\times10^{-4}}{0/5\times10^{-3}}=0/64V$$

چون در بازهٔ زمانی صفر تا ۰/۵ms میدان مغناطیسی و در نتیجه شار مغناطیسی در حال کاهش است، طبق قانون لنز باید میدان مغناطیسی القایی در جهت میدان مغناطیسی خارجی و برون‌سو باشد تا از کاهش شار جلوگیری کند. بنابراین، طبق قاعده دست راست، جهت جریان القایی پادساعتگرد خواهد شد.

(مغناطیس و القای الکترومغناطیسی) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۸۷ تا ۹۳)

فیزیک ۲ - سؤال‌های آشنا

۱۸۱- گزینهٔ «۲» *(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۹)*

در حالت اول و قبل از تماس کره‌ها به یکدیگر، با استفاده از قانون کولن به‌صورت زیر $|q_1||q_2|$ را می‌یابیم. دقت کنید، برای این که محاسبات ساده‌تر باشد، از رابطهٔ $F=\frac{9\circ|q_1||q_2|}{r^2}$ استفاده می‌کنیم. در این رابطه r برحسب cm و q_1 و q_2 برحسب μC است.

$$F=\frac{9\circ|q_1||q_2|}{r^2}\xrightarrow[r=60cm]{F=0/9N}0/9=\frac{9\circ|q_1|\times|q_2|}{3600}$$

$$\Rightarrow|q_1|\times|q_2|=36\xrightarrow[q_2<0]{q_1>0}q_1q_2=-36\ (1)$$

در حالت دوم که کره‌های فلزی مشابه را با هم تماس می‌دهیم. بعد از تماس، بارهای دو کره هم‌اندازه و هم علامت‌اند (علامت بارها با علامت بار بزرگتر یکسان است) و اندازهٔ بار هر کدام برابر نصف مجموع بارهای دو کره است. در این‌جا لازم است علامت بارها را در نظر بگیریم:

$$q_1'=q_2'=\frac{q_2+q_1}{2}\quad(2)$$

$$F'=\frac{9\circ|q_1'||q_2'|}{r'^2}\xrightarrow[q_1'=q_2']{r'=60cm\ ,\ F'=1/6N}1/6=\frac{9\circ|q_1'|^2}{3600}$$

$$\Rightarrow|q_1'|^2=64\xrightarrow{(2)}(\frac{q_2+q_1}{2})^2=64\Rightarrow\frac{q_2+q_1}{2}=\pm8$$

$$(q_2-q_1<0)\Rightarrow q_2+q_1=-16\Rightarrow q_2=-q_1-16\ (3)$$

$$\xrightarrow{(1),(3)}q_1\times(-q_1-16)=-36\Rightarrow q_1^2+16q_1-36=0$$

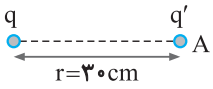
$$(q_1+18)(q_1-2)=0\Rightarrow\begin{cases}q_1=2\mu C & \text{ق ق}\\ q_1=-18\mu C & \text{غ ق ق}\end{cases}$$

چون $q_1>0$ و اندازهٔ آن کم‌تر از q_2 است، $q_1=2\mu C$ قابل قبول می‌باشد.

(الکتریسیتهٔ ساکن) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵ تا ۱۰)

۱۸۲- گزینهٔ «۱» *(سراسری تجربی- ۹۷)*

ابتدا با استفاده از رابطهٔ $E=k\frac{|q|}{r^2}$ بار q را به‌دست می‌آوریم:



$$E=k\frac{|q|}{r^2}\xrightarrow[r=30cm=3\times10^{-1}m]{E=10^5N/C}$$

$$10^5=\frac{9\times10^9\times|q|}{9\times10^{-2}}\Rightarrow|q|=10^{-6}C\Rightarrow|q|=1\mu C$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ $E=\frac{F}{|q'|}$ اندازهٔ بار q' را حساب می‌کنیم:

$$|q'|=\frac{F}{E}\xrightarrow[E\ \ 10^5N/C]{F=0/02N=2\times10^{-2}N}$$

$$|q'|=\frac{2\times10^{-2}}{10^5}=2\times10^{-7}C\xrightarrow{1C=10^6\mu C}$$

$$|q'|=2\times10^{-7}\times10^6\mu C\Rightarrow|q'|=0/2\mu C$$

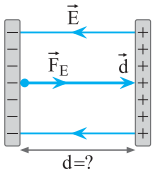
دقت کنید، می‌توان از رابطهٔ $F=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$ نیز بار $|q'|$ را به‌دست آورد.

(الکتریسیتهٔ ساکن) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵ و ۱۱)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۸۳- گزینهٔ «۳» *(سراسری خارج از کشور ریاضی- ۸۴)*

می‌دانیم طبق قضیهٔ کار- انرژی جنبشی کار برایند نیروهای وارد بر الکترون برابر تغییر انرژی جنبشی آن است. بنابراین، اگر از وزن الکترون (به علت کوچکی جرم آن) صرف‌نظر نماییم، تغییر انرژی جنبشی آن برابر کار میدان الکتریکی است و می‌توان به‌صورت زیر فاصلهٔ بین دو صفحهٔ خازن را پیدا کرد. دقت کنید، چون الکترون از حال سکون شتاب می گیرد، نیروی الکتریکی و جابه‌جایی هم‌جهت است و زاویهٔ بین آن دو $\theta = 0$ می‌باشد.



$$W_E = \Delta K \Rightarrow F_E d\cos\theta = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\xrightarrow[\theta=0]{F_E=|q|E} |q|Ed\cos(0) = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\xrightarrow[m=9/1\times10^{-28}g=9/1\times10^{-31}kg\ ,\ v_2=10^7\frac{m}{s}\ ,\ v_1=0]{e=1/6\times10^{-19}C\ ,\ E=10^3\frac{V}{m}\ \text{یا}\ \frac{N}{C}}$$

$$1/6\times10^{-19}\times10^3\times d\times1 = \frac{1}{2}\times9/1\times10^{-31}(10^{14}-0)$$

$$\Rightarrow d = \frac{9/1}{32}m \Rightarrow d \simeq 28/4cm$$

(الکتریسیتهٔ ساکن) (فیزیک ۲، صفحهٔ ۲۱)

۱۸۴- گزینهٔ «۳» *(سراسری خارج از کشور ریاضی- ۸۶)*

می‌دانیم که اگر کلید را قطع کنیم، ولت‌سنج همان نیروی محرکهٔ ε را نمایش می‌دهد، پس بیایید مقدار ε را بیابیم. برای این کار داریم:

$$V = \varepsilon - rI \xrightarrow[r=2\Omega\ ,\ I=0/8A]{V=0/8\varepsilon} 0/8\varepsilon = \varepsilon - 2\times0/8$$

$$\Rightarrow \varepsilon = 8V$$

پس بعد از باز کردن کلید، عدد ولت‌سنج همان ۸ ولت است:

$$V = \varepsilon = 8V$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۰ تا ۵۳)

۱۸۵- گزینهٔ «۳» *(سراسری ریاضی- ۹۴)*

یادآوری: اولین مطلبی که ما را در حل این سؤال به چالش می‌کشد این است که آیا مقاومت‌ها به صورت متوالی به هم بسته می‌شوند یا موازی یا ترکیبی، برای خروج از این چالش بیایید فرض کنیم که فقط یک مقاومت در مدار قرار گیرد، در این صورت جریان عبوری از آن به صورت زیر محاسبه می‌شود. (قانون اهم)

$$I = \frac{V}{R} \xrightarrow[R=40\Omega]{V=120V} I = \frac{120}{40} \Rightarrow I = 3A$$

حال اگر فرض کنیم که مقاومت‌ها به صورت متوالی به هم بسته شوند، مقاومت معادل بیش‌تر شده و جریان کاهش می‌یابد، ولی ما می‌خواهیم به جریان $15A$ (یعنی بیش‌تر از $3A$ برسیم) پس فرض اشتباه است و برای پیدا کردن جریان بیش‌تر، باید مقاومت معادل کم‌تر از ۴۰ باشد و این ممکن نیست، مگر این‌که مقاومت‌ها به صورت موازی به هم بسته شوند. حال بیایید مقاومت معادل در این حالت را بیابیم.

$$I = \frac{V}{R_{eq}} \xrightarrow[V=120V]{I=15A} 15 = \frac{120}{R_{eq}} \Rightarrow R_{eq} = 8\Omega$$

از طرفی می‌دانیم که در اتصال موازی n مقاومت مشابه R داریم:

$$R_{eq} = \frac{R}{n} \xrightarrow[R=40\Omega]{R_{eq}=8\Omega} 8 = \frac{40}{n} \Rightarrow n = 5$$

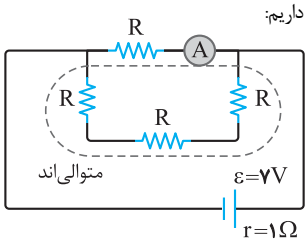
دقت کنید که برای خروج از چالش مطرح شده، می‌توانستیم در ابتدا مقاومت معادل را بیابیم $(I = \frac{V}{R_{eq}})$، از آن‌جا که $R_{eq} = 8\Omega$ به‌دست می‌آید و هر یک از مقاومت‌ها 40Ω هستند. (به عبارتی چون $R_{eq} < R$ است) در می‌یابیم که مقاومت‌ها به صورت موازی به هم متصل‌اند.

یادآوری: در اتصال موازی مقاومت‌ها، مقاومت معادل کوچک‌تر از هر یک از مقاومت‌ها است و در اتصال متوالی مقاومت‌ها، مقاومت معادل بزرگ‌تر از هر یک از مقاومت‌ها است.

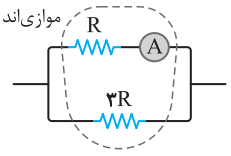
(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۵ تا ۶۱)

۱۸۶- گزینهٔ «۴» *(سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۰)*

هنگامی‌که کلید K_1 بسته و K_2 باز باشد، داریم:



در اینجا ولتاژ دو سر مولد برابر ولتاژ دو سر هر یک از شاخه‌هاست، بنابراین بعد از پیدا کردن مقاومت معادل، ولتاژ دو سر مدار و پس از آن با توجه به معلوم بودن جریان عبوری از آمپرسنج مقاومت R را محاسبه می‌کنیم.



$$R_{eq} = \frac{R\times3R}{R+3R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{3}{4}R$$

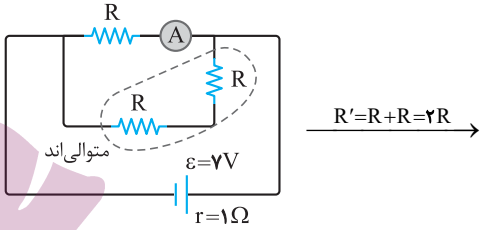
$$V = R_{eq}I = \frac{R_{eq}\varepsilon}{R_{eq}+r} \xrightarrow[\varepsilon=7V\ ,\ r=1\Omega]{R_{eq}=\frac{3}{4}R}$$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

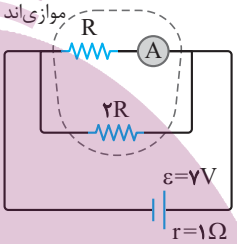
$$V=\frac{\frac{۳}{۴}R\times ۷}{\frac{۳}{۴}R+۱} \xrightarrow[I'=\frac{۳}{۴}A]{V=RI'} \frac{۳}{۴}R=\frac{\frac{۳}{۴}R\times ۷}{\frac{۳}{۴}R+۱}$$

$$\Rightarrow R=۸\Omega$$

حال اگر کلید $K_۲$ را هم ببندیم، دو سر مقاومت R اتصال کوتاه شده و داریم:



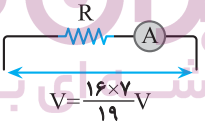
$\xrightarrow{R'=R+R=۲R}$



$$R_{eq}=\frac{R\times ۲R}{۳R} \Rightarrow R_{eq}=\frac{۲}{۳}R \xrightarrow{R=۸\Omega} R_{eq}=\frac{۱۶}{۳}\Omega$$

حال ولتاژ دو سر مدار که همان ولتاژ دو سر هر شاخه باشد، را می‌یابیم:

$$V=\frac{R_{eq}\varepsilon}{R_{eq}+r} \Rightarrow V=\frac{\frac{۱۶}{۳}\times ۷}{\frac{۱۶}{۳}+۱} \Rightarrow V=\frac{۱۶\times ۷}{۱۹}V$$



و برای پیدا کردن عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد،

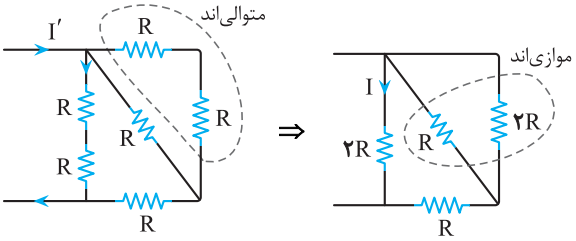
در شاخهٔ مقاومت R داریم:

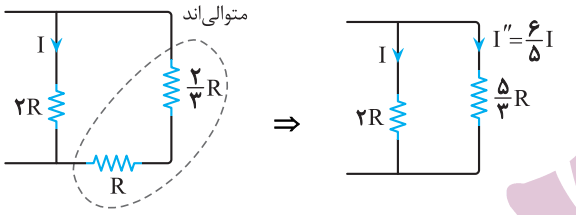
$$V=RI'' \Rightarrow \frac{۱۶\times ۷}{۱۹}=۸I'' \Rightarrow I''=\frac{۱۴}{۱۹}A$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۵ تا ۶۱)

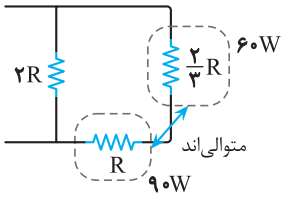
۱۸۷- گزینهٔ «۳» *(سراسری خارج از کشور ریاضی- ۹۷)*

در ابتدا مقاومتی (یا مقاومت‌هایی) که دارای بیش‌ترین توان مصرفی هستند (بدون آسیب بقیه) می‌یابیم. چون در اینجا همهٔ مقاومت‌ها مشابه هستند، بیش‌ترین توان را مقاومتی خواهد داشت که بیشترین جریان از آن عبور کند $(P=RI^۲)$. بنابراین داریم:

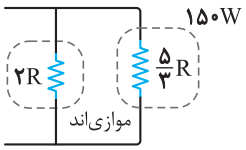




چون $I''=\frac{۶}{۵}I$ است پس مقاومت $R_۴$ بیش‌ترین توان مصرفی را دارد، بنابراین داریم:



$\xrightarrow{\text{نسبت توان‌ها همانند نسبت مقاومت‌ها است.}}$



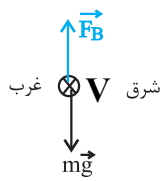
نسبت مقاومت‌ها، عکس نسبت توان‌ها است.

$$P_{کل}=۱۲۵+۱۵۰= \Rightarrow P_{کل}=۲۷۵W$$

(جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۵۵ تا ۶۱)

۱۸۸- گزینهٔ «۴» *(سراسری خارج از کشور تجربی - ۹۸)*

جهت نیروی وزن و جهت حرکت ذره طبق داده‌های سؤال مطابق شکل هستند. برای این‌که مسیر حرکت ذره تغییر نکند، باید وزن ذره با $\vec{F}_B$ هم‌اندازه و در دو سوی مخالف باشند (مطابق شکل) حال داریم:



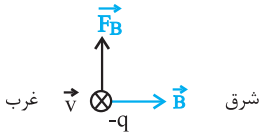
$$F_{net\,y}=۰ \Rightarrow F_B=mg \Rightarrow |q|vB=mg \Rightarrow B=\frac{mg}{|q|v}$$

$$\xrightarrow{m=۵\times ۱۰^{-۳}kg\ ,\ |q|=۵\times ۱۰^{-۵}C\ ,\ v=۲/۵\times ۱۰^{۳}m/s}$$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

$$B=\frac{۵\times۱۰^{-۳}\times۱۰}{۵\times۱۰^{-۵}\times۲/۵\times۱۰^{۳}}=\frac{۱۰^{-۲}}{۲۵\times۱۰^{-۳}}=\frac{۱۰}{۲۵}=۰/۴T$$

حال جهت $\vec{B}$ را تعیین می‌کنیم:

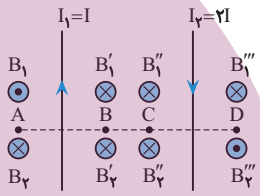


با توجه به قاعدهٔ دست راست برای بار مثبت، سوی $\mathbf{B}$ به طرف غرب می‌باشد. اما چون بار ذره منفی است نتیجه را عکس می‌کنیم یعنی سوی درست $\vec{B}$ در این مسئله به طرف شرق خواهد بود.

(مغناطیس و القای الکترومغناطیسی) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۷۱ تا ۷۳)

۱۸۹- گزینهٔ «۴» *(سراسری تجربی - ۹۷)*

مطابق شکل جهت میدان‌های حاصل از دو سیم در بین دو سیم همسو هستند و مقدار برایند میدان‌ها در این نقاط برابر مجموع میدان‌های حاصل از هر یک از دو سیم است و برعکس در خارج دو سیم، میدان‌ها ناهمسو و مقدار برایند برابر تفاضل میدان‌های حاصل از دو سیم خواهد بود.



از طرف دیگر، هرچه نقطه به سیم ۲ نزدیک‌تر باشد با توجه به بیشتر بودن اندازه جریان سیم ۲، میدان برایند حاصل از آن بزرگ‌تر خواهد بود. حال به مقایسهٔ برایند میدان‌ها در چهار نقطه می‌پردازیم:

* مقایسهٔ دو نقطهٔ C و D: چون فاصلهٔ این دو نقطه از سیم **(۲I)** یکسان است پس بزرگی میدان حاصل از سیم (۲) در این دو نقطه برابر است. اما چون در نقطهٔ C هر دو میدان حاصل از سیم‌ها همسو و در D ناهمسو هستند پس $B_C > B_D$ است.

* مقایسهٔ دو نقطهٔ A و B: با توجه به استدلال مشابه بالا و یکسان بودن فاصله از سیم **(I)** و همسو بودن میدان‌ها در نقطهٔ B خواهیم داشت: $B_B > B_A$.

* مقایسهٔ A و D: با توجه به فاصلهٔ یکسان A از سیم I و D از سیم ۲I، خواهیم داشت: $B'''_۲ > B_۱$. از طرف دیگر فاصلهٔ سیم I از نقطهٔ D با فاصلهٔ سیم ۲I از نقطهٔ A مساوی است. به دلیل جریان بیشتر سیم ۲I، $B_۲ > B'''_۱$ خواهد بود. در نتیجه $B_D > B_A$ خواهد بود.

در نهایت با استفاده از سه رابطهٔ زیر داریم:

$$B_B > B_A \quad , \quad B_D > B_A \quad , \quad B_C > B_D$$

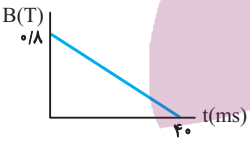
نامساوی‌های بالا، تنها در گزینهٔ «۴» برقرار است.

(مغناطیس و القای الکترومغناطیسی) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۷۶ تا ۷۹)

۱۹۰- گزینهٔ «۲» *(سراسری تجربی - ۹۹)*

می‌دانیم نیروی محرکهٔ القایی متوسط از رابطهٔ $\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ به دست می‌آید و از طرف دیگر $\Delta\Phi=BA\cos\theta$ می‌باشد. بنابراین با توجه به نمودار و داده‌های سوال، رابطه را به صورت زیر تبدیل نموده و پاسخ درست را می‌یابیم. دقت کنید، چون خطوط میدان مغناطیسی بر سطح پیچه عمود است، $\Phi=AB$ و در نتیجه $\Delta\Phi=A\Delta B$ خواهد بود.

تذکر: $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ برابر شیب نمودار $B-t$ است. چون نمودار به‌صورت خط راست می‌باشد، شیب خط (یعنی $\frac{\Delta B}{\Delta t}$) در تمام بازه‌های زمانی از جمله صفر تا ۳۰ms ثابت می‌باشد.



$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\xrightarrow{\Delta\Phi=A\Delta B}\bar{\varepsilon}=-NA\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\xrightarrow[\Delta t=۴۰-۰=۴۰ms=۴۰\times۱۰^{-۳}s]{N=۵\times۱۰^{۲}\ ,\ A=۴\times۱۰^{-۳}m^{۲}}$$

$$\bar{\varepsilon}=-۵\times۱۰^{۲}\times۴\times۱۰^{-۳}\times\frac{۰-۰/۸}{۴۰\times۱۰^{-۳}}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=۴۰V$$

(مغناطیس و القای الکترومغناطیسی) (فیزیک ۲، صفحه‌های ۸۷ تا ۹۰)

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

شیمی ۳

۱۹۱- گزینهٔ «۲» *(رسول عابدینی‌زواره)*

بررسی عبارت‌ها:

عبارت‌های (ب) و (ت) درست است.

آ) از واکنش اتن با هیدروژن کلرید، ترکیب کلرواتان به‌دست می‌آید که در افشانه‌های بی‌حس‌کنندهٔ موضعی کاربرد دارد.

ب) از واکنش اتن با آب، اتانول به‌دست می‌آید و از اکسایش اتانول، اتانوییک‌اسید حاصل می‌شود.

پ) اتیل‌استات حلّال چسب است که از واکنش اتانول و اتانوییک‌اسید تولید می‌شود.

ت) در دما و فشار بالا، از واکنش پلیمری‌شدن اتن، پلی‌اتن تولید می‌شود.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحهٔ ۱۱۲)

۱۹۲- گزینهٔ «۳» *(امیر حاتمیان)*

$$C_2H_4 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH$$

$$?gHCl = 9/2gC_2H_5OH \times \frac{80}{100} \times \frac{1molC_2H_5OH}{46gC_2H_5OH}$$

$$\times \frac{1molH_2O}{1molC_2H_5OH} \times \frac{18gH_2O}{1molH_2O} = 2/88gH_2O$$

$$C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$$

$$?LC_2H_6 = 9/2gC_2H_5OH \times \frac{80}{100} \times \frac{1molC_2H_5OH}{46gC_2H_5OH}$$

$$\times \frac{1molC_2H_4}{1molC_2H_5OH} \times \frac{1molC_2H_6}{1molC_2H_4} \times \frac{22/4LC_2H_6}{1molC_2H_6} \simeq 3/58LC_2H_6$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحهٔ ۱۱۲)

۱۹۳- گزینهٔ «۴» *(رضا سلیمانی)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: الکل سازندهٔ پلی‌استر **A**، همان اتیلن‌گلیکول $(C_2H_6O_2)$ و اسید سازندهٔ پلی‌استر **B**، همان ترفتالیک‌اسید $(C_8H_6O_4)$ است. این دو ترکیب مونومرهای سازندهٔ پلی‌اتیلن ترفتالات **(PET)** هستند.

گزینهٔ «۲»: در مولکول اسید سازندهٔ پلی‌استر **A**، ۸ اتم هیدروژن وجود دارد که با تعداد اتم‌های هیدروژن در مولکول نفتالن $(C_{10}H_8)$ برابر است.

گزینهٔ «۳»: در مولکول الکل سازندهٔ پلی‌استر **B**، ۱۰ اتم هیدروژن وجود دارد که با تعداد اتم‌های هیدروژن در مولکول پارازایلن (C_8H_{10}) برابر است.

گزینهٔ «۴»: الکل سازندهٔ پلی‌استر **B**، $C_4H_{10}O_2$ و الکل سازندهٔ پلی‌استر **A**، $C_2H_6O_2$ است.

$$C_4H_{10}O_2 \text{ جرم مولی} = (4\times12)+(10\times1)+(2\times16) = 90g.mol^{-1}$$

$$C_2H_6O_2 \text{ جرم مولی} = (2\times12)+(6\times1)+(2\times16) = 62g.mol^{-1}$$

تفاوت جرم مولی این دو ترکیب برابر ۲۸ گرم بر مول بوده و جرم مولی اتان (C_2H_6) برابر ۳۰ گرم بر مول است.

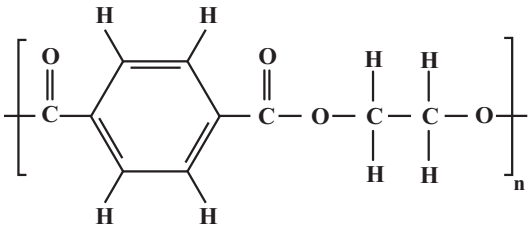
(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۵)

۱۹۴- گزینهٔ «۲» *(رضا سلیمانی)*

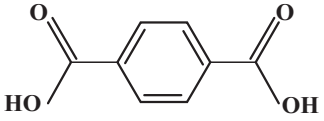
عبارت‌های (آ) و (ت) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

آ) بطری آب از پلیمری **(PET)** ساخته شده است که در واحد تکرارشونده آن مطابق ساختار روبه‌رو، ۱۰ اتم کربن وجود دارد.



ب) یکی از مونومرهای سازندهٔ **PET**، ترفتالیک‌اسید که در ساختار خود همانند ساختار واحد تکرارشونده **PET** یک حلقهٔ بنزن دارد.



(ترفتالیک‌اسید)

پ) فرمول ساختاری واحد تکرارشوندهٔ پلی‌اتیلن ترفتالات **(PET)** به‌صورت بالا است. در ساختار این واحد تکرارشونده، ۵ پیوند دوگانه و ۸ پیوند «کربن – هیدروژن» وجود دارد.

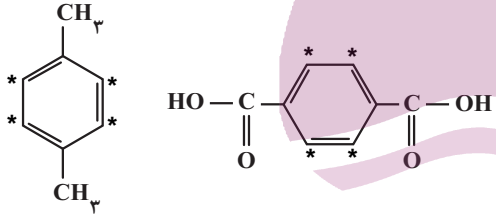
ت) از واکنش یک الکل تک‌عاملی **(ROH)** و یک اسید آلی تک‌عاملی $(R'\overset{O}{\overset{\|}{C}}OH)$، یک مولکول استر $(R'\overset{O}{\overset{\|}{C}}OR)$ و یک مولکول آب تولید می‌شود.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۵)

۱۹۵- گزینهٔ «۲» *(رسول عابدینی‌زواره)*

عبارت‌های (آ) و (پ) درست‌اند.

ساختار مولکول‌های پارازایلن و ترفتالیک‌اسید به‌صورت زیر است:



بررسی عبارت‌ها:

آ) شمار گروه‌های متیل در پارازایلن = ۲، شمار گروه‌های کربوکسیل در ترفتالیک‌اسید = ۲

ب) شمار پیوندهای دوگانه در پارازایلن = ۳، شمار پیوندهای دوگانه در ترفتالیک‌اسید = ۵

پ) فرمول مولکولی پارازایلن C_8H_{10} و شمار اتم‌ها = ۱۸، فرمول مولکولی ترفتالیک‌اسید $C_8H_6O_4$ و شمار اتم‌ها = ۱۸

ت) در هر دو مولکول، اتم‌های کربن ستاره‌دار عدد اکسایش صفر دارند. (۴ اتم کربن در هر مولکول با عدد اکسایش یکسان)

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۵)

۱۹۶- گزینهٔ «۴» *(امین نوروزی)*

موارد (ب) و (ت) درست‌اند.

بررسی عبارت‌ها:

آ) اتیلن گلیکول یک الکل دو عاملی با فرمول شیمیایی $C_2H_6O_2$ است. چینش اتم‌ها در اطراف اتم‌های کربن موجود در ساختار اتیلن‌گلیکول متقارن نبوده و به هریک از اتم‌های کربن موجود در ساختار مولکولی این ماده، اتم‌های متفاوتی از ۳ عنصر مختلف متصل شده است پس گشتاور دوقطبی مولکول‌های این ماده بزرگ‌تر از صفر است.

ب)

$$\overset{-4}{C}H_4 + H_2O \rightarrow 3H_2 + \overset{+2}{C}O$$

پ) برای تولید بطری‌های آب، **PET** را به همراه برخی افزودنی‌ها در قالب‌های ویژه‌ای می‌ریزند. *(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۵ و ۱۱۸)*

ایران‌توزنده — ویژه‌ای برای برنامه

۱۹۷- گزینهٔ «۳» *(اکبر هنرمند)*

آ) با وجود غلظت بالای یون پرمنگنات (اکسنده)، باز هم شرایط انجام واکنش تبدیل پارازایلن به ترفتالیک‌اسید تأمین نمی‌شود، مگر آن‌که دمای مخلوط افزایش یابد.

ب)

$$A(C_8H_{10}) = \%C = \frac{\text{جرم اتم‌های C}}{\text{جرم } C_8H_{10}} \times 100 = \frac{8\times12}{106} \times 100 \simeq \%90/6$$

$$B(C_8H_6O_4) = \%C = \frac{\text{جرم اتم‌های C}}{\text{جرم } C_8H_6O_4} \times 100 = \frac{8\times12}{166} \times 100 \simeq \%57/8$$

روش دوم: چون نسبت $\frac{C}{H}$ در C_8H_{10} نسبت به $C_8H_6O_4$ بیشتر است، بنابراین درصد جرمی کربن در پارازایلن بیشتر است.

پ) $(I) C_8H_6O_2 : x + 6(+1) + 2(-2) = 0 \Rightarrow x = -2$

$(II) C_8H_6O_4 : y + 6(+1) + 4(-2) = 0 \Rightarrow y = +2$

ت) شمار پیوندها در $C_8H_6O_2 = \frac{\overbrace{(2\times4)}^{C} + \overbrace{(6\times1)}^{H} + \overbrace{(2\times2)}^{O}}{2} = 9$

شمار پیوندها در $C_8H_6O_4 = \frac{\overbrace{(8\times4)}^{C} + \overbrace{(6\times1)}^{H} + \overbrace{(4\times2)}^{O}}{2} = 23$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۳ تا ۱۱۶)

۱۹۸- گزینهٔ «۳» *(رسول عابدینی‌زواره)*

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: پلی‌اتیلن ترفتالات در شرایط مناسب با CH_3OH واکنش می‌دهد و به مواد مفیدی تبدیل می‌گردد.

گزینهٔ «۲»: در میدان‌های گازی، CH_4 به فراوانی یافت می‌شود و بخش قابل توجهی از آن را برای افزایش ایمنی می‌سوزانند.

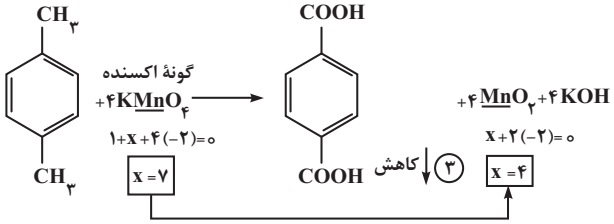
گزینهٔ «۳»: مونومرهای سازندهٔ PET، اتیلن‌گلیکول و ترفتالیک‌اسید هستند. این دو ماده در نفت خام وجود ندارد.

گزینهٔ «۴»: گاز کربن مونوکسید و هیدروژن در شرایط مناسب و در حضور کاتالیزگر با هم واکنش داده و متانول را تولید می‌کنند. $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۷ تا ۱۱۹)

۱۹۹- گزینهٔ «۳» *(امیر حاتمیان)*

از معادلهٔ موازنه شده واکنش داریم:



$$?\,mL \text{ محلول} = 8g\,C_8H_6O_4 \times \frac{83}{100} \times \frac{1mol\,C_8H_6O_4}{166g\,C_8H_6O_4}$$

$$\times \frac{4mol\,KMnO_4}{1mol\,C_8H_6O_4} \times \frac{1000mL \text{ محلول}}{0/4mol\,KMnO_4} = 400mL \text{ محلول}$$

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحهٔ ۱۱۵)

۲۰۰- گزینهٔ «۳» *(میلاد عزیزی)*

متانول را می‌توان به ۲ روش مستقیم و غیرمستقیم تهیه کرد که روش غیرمستقیم خود شامل ۲ مرحله است. اما روش مستقیم فقط ۱ مرحله است:

روش غیرمستقیم:
- مرحلهٔ اول: $CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow[\text{دمای } 450-550^\circ C]{\text{کاتالیزگر}} CO(g) + 3H_2(g)$
- مرحلهٔ دوم: $CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow[\text{دمای } 350^\circ C \text{ و فشار } 30-50\,atm]{O_2/\text{کاتالیزگر}} CH_3OH(l)$

روش مستقیم: $CH_4(g) \xrightarrow{O_2,\text{کاتالیزگر}} CH_3OH(l)$

بررسی عبارت‌ها:

آ) در هر دو روش مستقیم و غیرمستقیم، از متان به عنوان واکنش‌دهنده استفاده می‌شود.

ب) در هر دو روش و در هر سه واکنش از کاتالیزگر استفاده می‌کنیم.

پ) در روش غیرمستقیم، برای تأمین دمای بالا اغلب از سوزاندن سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود که با تولید کربن دی‌اکسید (CO_2) که یک آلاینده است همراه می‌باشد.

ت) گاز متان (CH_4) یک هیدروکربن سیرشده است و واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد.

(شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر) (شیمی ۳، صفحه‌های ۱۱۸ و ۱۱۹)

شیمی پایه

۲۰۱- گزینهٔ «۲» *(علیرضا رضایی‌سراب)*

$$X^{3+} \Rightarrow \begin{cases} (1)\ n + p + (p-3) = 79 \Rightarrow n + 2p = 82 \\ (2)\ n - (p-3) = 7 \Rightarrow n = p + 4 \end{cases}$$

$$p + 4 + 2p = 82 \Rightarrow 3p = 78 \Rightarrow p = 26 \Rightarrow e = 26 - 3 = 23$$

مجموع ذره‌های باردار $X^{3+} = 26 + 23 = 49$

شمار ذره‌های باردار هستهٔ $^{14}_{7}N^{3-} = 7$

$\Rightarrow$ اختلاف موردنظر: $49 - 7 = 42$

(کیهان، زادگاه الفبای هستی) (شیمی ۱، صفحه‌های ۵ و ۶)

۲۰۲- گزینهٔ «۲» *(ساجد شیری)*

$$\frac{F_1}{F_2} = 3 \Rightarrow \begin{cases} F_1 = 75\% \\ F_2 = 25\% \end{cases}$$

$$63/5 = \frac{A\times75 + (A+2)\times25}{100} \Rightarrow A = 63$$

$$A_M \begin{cases} n + p = 63 \\ n - p = 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n = 34 \\ p = 29 \end{cases} \Rightarrow \text{عنصر } {}_{29}Cu \text{ است.}$$

$$_{29}Cu^+ : 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}$$

$$\left.\begin{matrix} l = 0 \text{ تعداد الکترون‌های با} : 6 \\ l = 2 \text{ تعداد الکترون‌های با} : 10 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \text{نسبت خواسته شده} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}$$

ایزوتوپی که فراوانی بیش‌تری دارد، پایدارتر است.

(کیهان، زادگاه الفبای هستی) (شیمی ۱، صفحه‌های ۵، ۶ و ۱۳ تا ۱۵)

۲۰۳- گزینهٔ «۳» *(علی امینی)*

$$2Ag_2SO_3(s) \rightarrow Ag_2SO_4(s) + 2Ag(s) + SO_2(g)$$

$$14/79\times10^3\,g\,Ag_2SO_3 \times \frac{1mol\,Ag_2SO_3}{(2M + 80)g\,Ag_2SO_3} \times \frac{1mol\,SO_2}{2mol\,Ag_2SO_3}$$

$$\times \frac{22/4\times10^{-3}\,m^3\ SO_2}{1mol\,SO_2} = 0/56\,m^3\ SO_2$$

$$\Rightarrow \frac{14/79\times22/4}{(2\bar{M} + 80)\times2} = 0/56 \Rightarrow \bar{M} + 40 = \frac{14/79\times22/4}{4\times0/56} = 14/79$$

$$\Rightarrow \bar{M} = 107/9\,amu$$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

$$\bar{M}=M_1+\frac{F_2}{F_T}(M_2-M_1)\Rightarrow 107/9=107+\frac{F_2}{100}(108-107)$$

$$\Rightarrow \frac{F_2}{100}=0/9\Rightarrow \begin{cases}F_2=90\%\\F_1=10\%\end{cases}\Rightarrow \Delta F=80\%$$

(کیهان، زادگاه الفبای هستی) (شیمی ۱، صفحه‌های ۱۳ تا ۱۹)

۲۰۴- گزینهٔ «۴» (رسول عابدینی‌زواره)

شرایط گفته شده در صورت سؤال همان شرایط STP است:

$$Al_2(SO_4)_3(s)\rightarrow Al_2O_3(s)+3SO_3(g)$$

$$?g\,Al_2(SO_4)_3=3/36LSO_3\times\frac{1molSO_3}{22/4LSO_3}$$

$$\times\frac{1mol\,Al_2(SO_4)_3}{3molSO_3}\times\frac{342g\,Al_2(SO_4)_3}{1mol\,Al_2(SO_4)_3}=17/1g\,Al_2(SO_4)_3$$

$$?g\,Al_2O_3=17/1g\,Al_2(SO_4)_3\times\frac{1mol\,Al_2(SO_4)_3}{342g\,Al_2(SO_4)_3}$$

$$\times\frac{1mol\,Al_2O_3}{1mol\,Al_2(SO_4)_3}\times\frac{102g\,Al_2O_3}{1mol\,Al_2O_3}=5/1g\,Al_2O_3$$

(رد پای گازها در زندگی) (شیمی ۱، صفحه‌های ۸۰ و ۸۱)

۲۰۵- گزینهٔ «۴» (امیر حاتمیان)

$$?molN_2=336Lهوا\times\frac{80LN_2}{100Lهوا}\times\frac{1molN_2}{22/4LN_2}=12molN_2$$

$$?molO_2=336Lهوا\times\frac{20LO_2}{100Lهوا}\times\frac{1molO_2}{22/4LO_2}=3molO_2$$

$$:N\equiv N:\quad \ddot{O}=\ddot{O}$$

$$O_2\text{ تعداد پیوند کووالانسی در }=3molO_2\times\frac{N_A\ O_2\text{ مولکول}}{1molO_2}$$

$$\times\frac{2\text{ پیوند}}{1\ O_2\text{ مولکول}}=6N_A\text{ پیوند}$$

$$N_2\text{ تعداد پیوند کووالانسی در }=12molN_2\times\frac{N_A\,N_2\text{ مولکول}}{1molN_2}$$

$$\times\frac{3\text{ پیوند}}{1\text{ مولکول }N_2}=36N_A\text{ پیوند}$$

$$\text{تعداد کل پیوند کووالانسی }=36N_A+6N_A=42N_A=42\times6\times10^{23}$$

$$=2/52\times10^{25}$$

(رد پای گازها در زندگی) (شیمی ۱، صفحه‌های ۷۸ و ۷۹)

۲۰۶- گزینهٔ «۱» (رضا سلیمانی)

چگالی گاز N_2 و C_4H_8 در شرایط STP را محاسبه می‌کنیم:

$$d_{N_2}=\frac{N_2\text{ جرم مولی}}{N_2\text{ حجم مولی}}=\frac{28g.mol^{-1}}{22/4L.mol^{-1}}=1/25g.L^{-1}$$

$$d_{C_4H_8}=\frac{C_4H_8\text{ جرم مولی}}{C_4H_8\text{ حجم مولی}}=\frac{56g.mol^{-1}}{22/4L.mol^{-1}}=2/5g.L^{-1}$$

اگر یک لیتر مخلوط این گازها را داشته باشیم، فرض می‌کنیم این مخلوط دارای x لیتر گاز N_2 و $(1-x)$ لیتر گاز C_4H_8 است.

$$?gN_2=xLN_2\times\frac{1/25gN_2}{1LN_2}=1/25xgN_2$$

$$?gC_4H_8=(1-x)LC_4H_8\times\frac{2/5gC_4H_8}{1LC_4H_8}$$

$$=(2/5-2/5x)gC_4H_8$$

مجموع جرم این مخلوط گازی با توجه به چگالی برابر است با:

$$\text{چگالی مخلوط}=\frac{\text{مجموع جرم مخلوط}}{\text{حجم مخلوط}}\Rightarrow 1/75g.L^{-1}=\frac{m_{\text{کل}}}{1L}$$

$$\Rightarrow m_{\text{کل}}=1/75g$$

پس داریم:

$$\text{جرم کل}=N_2\text{ جرم}+C_4H_8\text{ جرم}\Rightarrow 1/75=1/25x+2/5-2/5x$$

$$\Rightarrow x=0/6L$$

در نتیجه ۰/۶ لیتر N_2 و ۰/۴ لیتر گاز C_4H_8 در مخلوط وجود داشته است.

درصد جرمی N_2 برابر است با:

$$\text{درصد جرمی }N_2=\frac{0/6L\times1/25g.L^{-1}}{1/75g}\times100\simeq42/86\%$$

(رد پای گازها در زندگی) (شیمی ۱، صفحه‌های ۷۸ و ۷۹)

۲۰۷- گزینهٔ «۱» (سید حسن هاشمی)

انحلال‌پذیری در اتانول در دمای $20^\circ C$:

$$S_1=20\times0/6+13=25g$$

$$\text{درصد جرمی}=\frac{\text{حل‌شونده }25g}{\text{محلول }(100+25)g}\times100=20\%$$

انحلال‌پذیری در آب در دمای $40^\circ C$:

$$S_2=40\times0/8+68=100g$$

$$\text{مقدار مول ۱۰۰ گرم ماده}=100g\text{ ماده}\times\frac{1mol\text{ ماده}}{80g\text{ ماده}}=1/25mol\text{ ماده}$$

$$M=\frac{1/25mol}{100g\times\frac{1mL}{1/6g}\times\frac{1L}{1000mL}}=10mol.L^{-1}$$

$$\text{نسبت خواسته شده}=\frac{20}{10}=2$$

(آب، آهنگ زندگی) (شیمی ۱، صفحه‌های ۹۶، ۹۸ تا ۱۰۳)

۲۰۸- گزینهٔ «۳» (علی امینی)

محلول در دمای $48^\circ C$ سیرنشده است و با کاهش دما به حالت سیرشده می‌رسد. در صورت ادامه دادن کاهش دما رسوب‌دهی آغاز خواهد شد.

$$\frac{48gKNO_3\ |\ S}{80gH_2O\ |\ 100gH_2O}\Rightarrow S=\frac{48}{80}\times100=60g$$

$$\longrightarrow\theta=36^\circ C$$

$$\frac{\text{جرم رسوب}}{\text{جرم محلول}}=\frac{\text{تغییرات انحلال‌پذیری}}{\text{انحلال‌پذیری اولیه }+100}\Rightarrow\frac{\Delta m}{m}=\frac{\Delta s}{100+s_1}$$

$$\Rightarrow\Delta m=\frac{(80+48)\times(60-20)}{100+60}=32g$$

(آب، آهنگ زندگی) (شیمی ۱، صفحه‌های ۱۰۰ تا ۱۰۲)

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۲۰۹- گزینهٔ «۱» *(ارژنگ شاندلی)*

ابتدا حجم محلول اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{حجم محلول اولیه} = 750\,g \times \frac{1\,mL}{1/25\,g} = 600\,mL$$

$$\text{مول حل‌شونده محلول اولیه} = 600\,mL \times \frac{8\,mol\,NaOH}{1000\,mL}$$

$$= 4/8\,mol\,NaOH$$

با اضافه کردن محلول، غلظت اولیه ۲ مولار کاهش می‌یابد (یعنی از ۸ مولار به ۶ مولار می‌رسد).

$$\text{غلظت مولی محلول نهایی} = \frac{\text{مجموع مول‌های حل‌شونده}}{\text{مجموع حجم‌های محلول}} \Rightarrow$$

$$6 = \frac{(4/8 + x)\,mol}{(0/6 + 0/4)\,L} \Rightarrow x = 1/2\,mol$$

حالا از رابطهٔ زیر درصد جرمی محلول را به‌دست می‌آوریم:

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow \frac{1/2\,mol}{0/4\,L} = 3\,mol.L^{-1}$$

$$M = \frac{10 \times \text{درصد جرمی} \times \text{چگالی}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow 3 = \frac{10 \times a \times 1/2}{40}$$

$$\Rightarrow a = 10\%$$

(آب، آهنگ زندگی) *(شیمی ۱، صفحه‌های ۹۶ تا ۱۰۰)*

۲۱۰- گزینهٔ «۴» *(فرهزاد نیفی‌کرمی)*

$$3000 = \frac{\text{جرم } Na^+}{(1000 \times 1/15)} \times 10^6 \Rightarrow \text{جرم } Na^+ = 3/45\,g$$

$$?\,mol\,Na_3PO_4 = 3/45\,g\,Na^+ \times \frac{1\,mol\,Na^+}{23\,g\,Na^+}$$

$$\times \frac{1\,mol\,Na_3PO_4}{3\,mol\,Na^+} = 0/05\,mol\,Na_3PO_4$$

$$\text{یون } Ca(NO_3)_2 \text{ مولاریته} = \frac{\text{یون } 0/75\,mol.L^{-1}}{3} = 0/25\,mol.L^{-1}$$

$$?\,mL\,Ca(NO_3)_2 = 0/05\,mol\,Na_3PO_4$$

$$\times \frac{3\,mol\,Ca(NO_3)_2}{2\,mol\,Na_3PO_4} \times \frac{1000\,mL\,Ca(NO_3)_2}{0/25\,mol} = 300\,mL\,Ca(NO_3)_2$$

$$?\,g\,Ca_3(PO_4)_2 = 0/05\,mol\,Na_3PO_4$$

$$\times \frac{1\,mol\,Ca_3(PO_4)_2}{2\,mol\,Na_3PO_4} \times \frac{310\,g\,Ca_3(PO_4)_2}{1\,mol\,Ca_3(PO_4)_2} = 7/75\,g\,Ca_3(PO_4)_2$$

(آب، آهنگ زندگی) *(شیمی ۱، صفحه‌های۹۴، ۹۵ و ۹۸ تا ۱۰۰)*

۲۱۱- گزینهٔ «۳» *(امین نوروزی)*

آلکن‌ها از جمله هیدروکربن‌های سیرنشده هستند و به خاطر یک پیوند $C=C$ در ساختار خود، واکنش‌پذیری بالایی دارند. گاز هگزان عضوی از خانواده آلکان‌ها است و با گاز H_2 واکنش نمی‌دهد؛ اما گاز ۲- پنتن براساس معادلهٔ زیر با H_2 واکنش می‌دهد.

$$C_5H_{10} + H_2 \rightarrow C_5H_{12}$$

بر این اساس می‌توان گفت $0/8\,g$ گاز H_2 با ۲- پنتن موجود در مخلوط، واکنش داده و موجب افزایش جرم این مخلوط به اندازهٔ $0/8\,g$ می‌شود.

پس:

$$?\,g\,C_5H_{10} = 0/8\,g\,H_2 \times \frac{1\,mol\,H_2}{2\,g\,H_2} \times \frac{1\,mol\,C_5H_{10}}{1\,mol\,H_2}$$

$$\times \frac{70\,g\,C_5H_{10}}{1\,mol\,C_5H_{10}} = 28\,g\,C_5H_{10}$$

بنابراین در مخلوط اولیه ۲۸ گرم، «۲- پنتن» و ۱۲ گرم «هگزان» وجود داشته.

$$\text{درصد جرمی هگزان} = \frac{12}{40} \times 100 = 30\%$$

(قدر هدایای زمینی را بدانیم) *(شیمی ۲، صفحه‌های ۳۶ و ۴۸)*

۲۱۲- گزینهٔ «۳» *(اکبر هنرمند)*

ابتدا از معادلهٔ $4KNO_3 \rightarrow 2K_2O + 2N_2 + 5O_2$ جرم اکسید حاصل محاسبه می‌شود:

$$50/5\,g\,KNO_3 \times \frac{80\,g\,KNO_3\ \text{خالص}}{100\,g\,KNO_3\ \text{ناخالص}} \times \frac{1\,mol\,KNO_3}{101\,g\,KNO_3}$$

$$\times \frac{2\,mol\,K_2O}{4\,mol\,KNO_3} \times \frac{50}{100} = 0/1\,mol\,K_2O$$

حال به کمک معادلهٔ $K_2O + H_2O \rightarrow 2KOH$ می‌توان جرم یون K^+ را به‌دست آورد:

$$0/1\,mol\,K_2O \times \frac{2\,mol\,K^+}{1\,mol\,K_2O} \times \frac{39\,g\,K^+}{1\,mol\,K^+} = 7/8\,g\,K^+$$

$$ppm = \frac{\text{جرم } K^+}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \Rightarrow 1200 = \frac{7/8}{x} \times 10^6 \Rightarrow x = 6500\,g$$

$$?\,L\ \text{آب} = 6500\,g\ \text{آب} \times \frac{1\,mL\ \text{آب}}{1\,g\ \text{آب}} \times \frac{1\,L\ \text{آب}}{1000\,mL\ \text{آب}} = 6/5\,L\ \text{آب}$$

(ترکیبی) *(شیمی ۱، صفحه‌های ۹۴ و ۹۵)* *(شیمی ۲، صفحه‌های ۲۱ تا ۲۵)*

۲۱۳- گزینهٔ «۱» *(محمد فائزنیا)*

$$4C_3H_5N_3O_9(l) \rightarrow 12CO_2(g) + 10H_2O(g) + 6N_2(g) + O_2(g)$$

$$2NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$$

مقدار مول CO_2 حاصل از تجزیه $C_3H_5N_3O_9$ برابر است با:

$$0/5\,mol\,C_3H_5N_3O_9 \times \frac{12\,mol\,CO_2}{4\,mol\,C_3H_5N_3O_9} \times \frac{50}{100} = \frac{3}{4}\,mol\,CO_2$$

حال مقدار n را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{3}{4}\,mol\,CO_2 = n\,g\,NaHCO_3 \times \frac{63}{100} \times \frac{1\,mol\,NaHCO_3}{84\,g\,NaHCO_3}$$

$$\times \frac{1\,mol\,CO_2}{2\,mol\,NaHCO_3} \times \frac{80}{100} \Rightarrow n = 250\,g\,NaHCO_3$$

جرم بخار آب تولیدی از هر واکنش با توجه به مول کربن دی‌اکسید به‌دست آمده برابر است با:

$$\frac{3}{4}\,mol\,CO_2 \times \frac{10\,mol\,H_2O}{12\,mol\,CO_2} \times \frac{18\,g\,H_2O}{1\,mol\,H_2O} = 11/25\,g\,H_2O$$

$$\frac{3}{4}\,mol\,CO_2 \times \frac{1\,mol\,H_2O}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{18\,g\,H_2O}{1\,mol\,H_2O} = 13/5\,g\,H_2O$$

$$11/25 + 13/5 = 24/75\,g\,H_2O$$

(قدر هدایای زمینی را بدانیم) *(شیمی ۲، صفحه‌های ۲۱ تا ۲۵)*

۲۱۴- گزینهٔ «۱» *(میرحسین حسینی)*

$$Q = m \times c \times \Delta\theta = 100 \times 4/2 \times (50 - 20) = 12600\,J = 12/6\,kJ$$

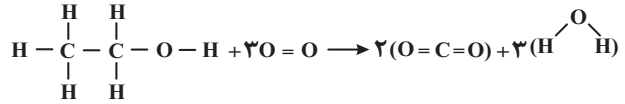
$$?\,g\ \text{اتانول} = 12/6\,kJ \times \frac{1\,mol\,C_2H_5OH}{1400\,kJ} \times \frac{46\,g\,C_2H_5OH}{1\,mol\,C_2H_5OH} \times \frac{100}{90} = 0/46\,g$$

(در پی غذای سالم) *(شیمی ۲، صفحه‌های ۵۶ تا ۵۸، ۷۰ و ۷۱)*

ایران توشه — توشه‌ای برای موفقیت

۲۱۵- گزینهٔ «۲» (کامران جعفری)

ΔH واکنش سوختن اتانول به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.



$$\Delta H = [5\Delta H(C-H) + \Delta H(C-C) + \Delta H(C-O) + \Delta H(O-H) + 3\Delta H(O=O)] - [4\Delta H(C=O) + 6\Delta H(O-H)]$$
$$= [5\times 414 + 350 + 380 + 460 + 3\times 500] - [4\times 800 + 6\times 460]$$
$$= [4760 - 5960] = -1200\,kJ$$
$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 7\times 4/2\times(35-25) = 294\,kJ$$
$$?\,g\,C_2H_5OH = 294\,kJ \times \frac{1\,mol\,C_2H_5OH}{1200\,kJ} \times \frac{46\,g\,C_2H_5OH}{1\,mol\,C_2H_5OH}$$
$$= 11/27\,g\,C_2H_5OH$$

(در پی غذای سالم) (شیمی ۲، صفحه‌های ۵۶ تا ۵۸ و ۶۵ تا ۶۷)

۲۱۶- گزینهٔ «۱» (علی امینی)

$$\text{انرژی سوختی تخم‌مرغ} = \frac{Q}{m'} = \frac{60/1\,kg\times 2\frac{J}{g.^\circ C}\times 10^\circ C}{200\,g} = 6/01\frac{kJ}{g}$$

طبق فرض سؤال، درصد جرمی چربی و پروتئین را برابر با x و درصد جرمی کربوهیدرات را $23-2x$ در نظر می‌گیریم.

$$6/01 = \frac{x}{100}\times 38 + \frac{x}{100}\times 17 + \frac{(23-2x)}{100}\times 17$$
$$\Rightarrow 601 = 38x + 17x - 34x + 23\times 17$$
$$\Rightarrow 21x = 601 - 391 = 210 \Rightarrow x = 10$$

$$\begin{cases} \text{چربی} & 10\% \\ \text{پروتئین} & 10\% \\ \text{کربوهیدرات} & 3\% \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{جرم کربوهیدرات}}{\text{جرم پروتئین + چربی}} = \frac{3}{10+10} = \frac{3}{20} = 0/15$$

(در پی غذای سالم) (شیمی ۲، صفحه‌های ۷۰ و ۷۱)

۲۱۷- گزینهٔ «۴» (حسین ناصری‌ثانی)

ابتدا ΔH واکنش موازنه شدهٔ سوختن کامل پروپان را به کمک قانون هس و با توجه به واکنش‌های ۱، ۲ و ۳ به‌دست می‌آوریم. واکنش موازنه شدهٔ سوختن کامل پروپان:

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$$

برای این منظور واکنش (۱) را دو برابر، واکنش (۲) را وارون کرده و واکنش (۳) را تغییر نمی‌دهیم. در نتیجه:

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) \qquad \Delta H = -572\,kJ$$
$$C_3H_8(g) \rightarrow C_3H_4(g) + 2H_2(g) \qquad \Delta H = +290\,kJ$$
$$C_3H_4(g) + 4O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 2H_2O(g) \qquad \Delta H = -1940\,kJ$$

مطابق قانون هس: $\Delta H = (-572) + (+290) + (-1940) = -2222\,kJ$

بنابراین آنتالپی سوختن پروپان برابر $-2222\,kJ.mol^{-1}$ است. از آنجا که ارزش سوختی بدون علامت منفی گزارش می‌شود.

در نتیجه ارزش سوختی پروپان برابر خواهد بود با:

$$\text{ارزش سوختی؟} = \frac{2222\,kJ}{1\,mol\,C_3H_8}\times\frac{1\,mol\,C_3H_8}{44\,g} = 50/5\,kJ.g^{-1}$$

(در پی غذای سالم) (شیمی ۲، صفحه‌های ۷۰ تا ۷۵)

۲۱۸- گزینهٔ «۱» (رضا سلیمانی)

گرمای تولید شده از ابتدای واکنش تا ثانیهٔ پنجم برابر ۲۳ کیلوژول است. با توجه به آنتالپی واکنش مقدار آمونیاک تولیدی در این بازهٔ زمانی را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,NH_3 = 23\,kJ\times\frac{2\,mol\,NH_3}{92\,kJ}\times\frac{17\,g\,NH_3}{1\,mol\,NH_3} = 8/5\,g\,NH_3$$

سرعت متوسط واکنش در بازهٔ ۵ تا ۲۰ ثانیه را با استفاده از سرعت متوسط مصرف گاز نیتروژن در این بازهٔ زمانی محاسبه می‌کنیم. در این بازهٔ زمانی $41/4\,kJ$ $(64/4 - 23)$ گرما تولید شده است، پس:

$$|\Delta n(N_2)| = 41/4\,kJ\times\frac{1\,mol\,N_2}{92\,kJ} = 0/45\,mol\,N_2$$

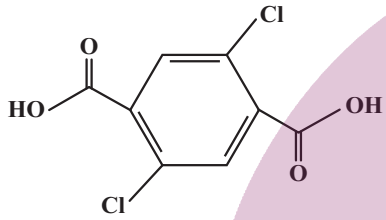
$$\bar{R}\ (\text{واکنش}) = \bar{R}(N_2) = \frac{|\Delta n(N_2)|}{\Delta t} = \frac{0/45(mol)}{\frac{15}{60}(min)} = 1/8\,mol.min^{-1}$$

(در پی غذای سالم) (شیمی ۲، صفحه‌های ۶۰ تا ۶۲ و ۸۶ تا ۸۸)

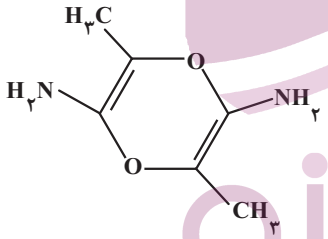
۲۱۹- گزینهٔ «۴» (محمد فائزنیا)

فرمول مولکولی دی‌اسید سازنده این پلیمر به‌صورت $C_8H_4Cl_2O_4$ و جرم مولی آن $235\,g.mol^{-1}$ است:

$$\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{(C\times 4 + O\times 2 + Cl\times 1 + H\times 1)}{2} = \frac{46}{2} = 23$$



فرمول مولکولی دی‌آمین سازندهٔ این پلیمر به‌صورت $C_6H_{10}N_2O_2$ و جرم مولی آن $142\,g.mol^{-1}$ می‌باشد:



$$\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{(C\times 4 + O\times 2 + N\times 3 + H\times 1)}{2} = \frac{44}{2} = 22$$

تفاوت شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی $= 23 - 22 = 1$

تفاوت جرم مولکولی $= 235 - 142 = 93\,g.mol^{-1}$

(پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر) (شیمی ۲، صفحه‌های ۱۱۴ و ۱۱۵)

۲۲۰- گزینهٔ «۱» (علی امینی)

مطابق ساختار استر، تعداد کربن‌های اسید سازنده یک عدد بیشتر از الکل می‌باشد. (رد گزینهٔ «۲» و «۴»)

اگر طبق فرض سؤال، ۸۵٪ جرم فراورده‌ها مربوط به استر باشد، ۱۵٪ مربوط به آب خواهد بود.

$$\frac{\text{جرم استر}}{\text{جرم آب}} = \frac{C_nH_{2n}O_2}{H_2O} = \frac{14n+32}{18} = \frac{85}{15}$$
$$\Rightarrow 14n + 32 = \frac{85}{15}\times 18 = 102$$
$$\Rightarrow 14n = 70 \Rightarrow n = 5 \begin{cases} \text{اسید} \Rightarrow 3\text{کربنه} \\ \text{الکل} \Rightarrow 2\text{کربنه} \end{cases}$$

پروپانوئیک‌اسید

اتانول

(پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر) (شیمی ۲، صفحه‌های ۱۱۲ تا ۱۱۴)

ایران‌توشه
توشه‌ای برای موفقیت

زمین‌شناسی

۲۲۱- گزینهٔ «۳» *(سلیمان علیممدی)*

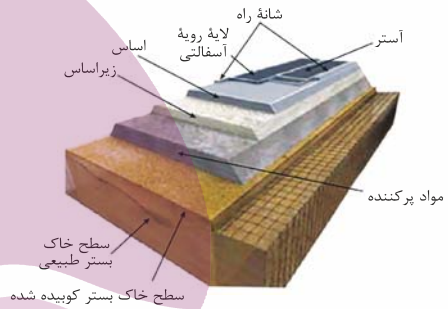
آرسنیک، یک عنصر غیرضروری و سمّی است. این عنصر، منشأ زمین‌زاد دارد و برخی سنگ‌ها مانند سنگ‌های آتشفشانی، دارای بی‌هنجاری مثبت آرسنیک است. مهم‌ترین مسیر انتقال آن از زمین به گیاهان و جانوران و انسان، از راه آب آلوده به این عنصر است. *(زمین‌شناسی سلامت) (زمین‌شناسی، صفحهٔ ۷۹)*

۲۲۲- گزینهٔ «۲» *(شکران عریشاهی)*

در مطالعات آغازین یک پروژه، به منظور نمونه‌برداری از خاک یا سنگ پی‌سازه، گمانه‌ها یا چال‌های باریک و عمیقی در نقاط مختلف محل احداث سازه حفر می‌شود. نمونه‌های سنگ یا خاک برداشت‌شده، به آزمایشگاه‌های تخصصی ارسال می‌شود و مقدار مقاومت سنگ و خاک در برابر تنش‌های وارده را مورد بررسی قرار می‌دهند.

(زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی) (زمین‌شناسی، صفحهٔ ۶۱)

۲۲۳- گزینهٔ «۳» *(شکران عریشاهی)*



(زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی) (زمین‌شناسی، صفحهٔ ۷۰)

۲۲۴- گزینهٔ «۳» *(شکران عریشاهی)*

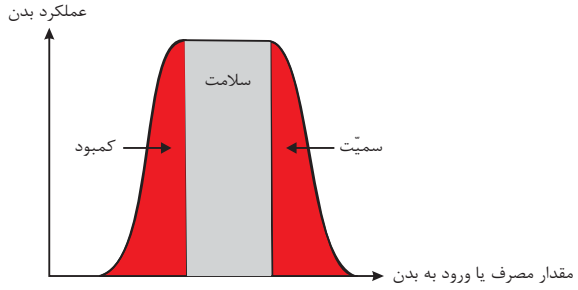
اثرات مثبت و منفی پوشش گیاهی در پایدارسازی دامنه‌ها:

مثبت: افزایش پایداری دامنه‌ها ــ جلوگیری از فرسایش خاک ــ کاهش سرعت حرکت آب

منفی: افزایش هوازدگی شیمیایی و فیزیکی ــ خطر واژگونی درختان و افزایش وزن آن‌ها – لغزش و حرکت دامنه‌ها – ایجاد درز و شکاف در سنگ‌ها – نفوذ آب به داخل لایه‌های سنگی و افزایش وزن – لغزش و حرکت دامنه‌ها تحت تأثیر نیروی گرانش

(زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی) (زمین‌شناسی، صفحه‌های ۶۷ و ۶۸)

۲۲۵- گزینهٔ «۴» *(شکران عریشاهی)*



قسمت **A** کمبود را نشان می‌دهد. یعنی کمبود یک عنصر باعث بروز آن بیماری می‌شود. مثل گواتر که کمبود ید باعث بروز آن می‌شود.

قسمت **B** محدودهٔ سلامت را نشان می‌دهد.

قسمت **C** سمیت را نشان می‌دهد. یعنی مصرف زیاد آن عنصر باعث بروز بیماری می‌شود. مثل مصرف بالای فلوراید که باعث خشکی استخوان و غضروف می‌شود.

- مسمومیت با کادمیم باعث شیوع بیماری ایتای‌ایتای می‌شود.
- مسمومیت با جیوه باعث بروز بیماری میناماتا می‌شود.
- کمبود ید باعث بروز بیماری گواتر می‌شود.
- مقادیر بالای آرسنیک در بدن انسان عوارض و بیماری‌های متعدد مانند ایجاد لکه‌های پوستی، سخت‌شدن و شاخی‌شدن کف دست و پا، دیابت و سرطان پوست را ایجاد می‌کند.
- مصرف زیاد (۲۰ تا ۴۰ برابر) فلوراید باعث خشکی استخوان و غضروف می‌شود.
- فلوئور در کاهش ابتلا به پوکی استخوان مؤثر است.

(زمین‌شناسی و سلامت) (زمین‌شناسی، صفحه‌های ۷۹ تا ۸۱ و ۸۳)

۲۲۶- گزینهٔ «۲» *(شکران عریشاهی)*

عوارض کمبود روی: کوتاهی قد ــ اختلال در سیستم ایمنی بدن

عوارض مقدار زیاد جیوه: آسیب رساندن به دستگاه‌های عصبی، گوارش و ایمنی

(زمین‌شناسی و سلامت) (زمین‌شناسی، صفحه‌های ۸۰ تا ۸۳)

۲۲۷- گزینهٔ «۱» *(شکران عریشاهی)*

زمین‌شناسان در مطالعات خود، نوع کانی‌های تشکیل‌دهنده و ترکیب ژئوشیمیایی ریزگردها و غبارها را بررسی می‌کنند. آن‌ها طی این بررسی‌ها، سرچشمهٔ ریزگردها را با تصاویر ماهواره‌ای بررسی و نحوهٔ انتقال آن‌ها تا فواصل دور را مطالعه می‌کنند تا بتوانند پیامدهای حاصل از استنشاق غبارها بر سلامت انسان را پیش‌بینی و راهکارهایی برای کاهش اثرات آن‌ها پیدا کنند.

(زمین‌شناسی و سلامت) (زمین‌شناسی، صفحهٔ ۸۴)

۲۲۸- گزینهٔ «۴» *(خارج از کشور تجربی ۹۸)*

پایداری خاک‌های ریزدانه، به میزان رطوبت آن‌ها بستگی دارد. هر چقدر رطوبت خاک‌های ریزدانه بیشتر باشد، پایداری آن‌ها کم‌تر می‌شود.

(زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی) (زمین‌شناسی، صفحهٔ ۶۹)

۲۲۹- گزینهٔ «۱» *(محمود ثابت اقلیدی)*

رسوباتی که ازطریق رودخانه، به مخزن سد حمل می‌شوند، به تدریج از ظرفیت مخزن سد می‌کاهند. درنتیجه به‌تدریج سد بخش قابل توجهی از کارایی خود را از دست می‌دهد.

(زمین‌شناسی و سازه‌های مهندسی) (زمین‌شناسی، صفحهٔ ۶۵)

۲۳۰- گزینهٔ «۳» *(بهزاد سلطانی)*

با توجه به جدول، غلظت عنصر کادمیم بالاتر از میانگین کلارک آن در پوسته (کم‌تر از ۰/۱ درصد) است. به عبارت دیگر، کادمیم دارای بی‌هنجاری مثبت است که می‌تواند باعث تغییر شکل و نرمی استخوان و نیز آسیب‌های کلیوی شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ «۱»: کم‌خونی و مرگ و میر می‌تواند حاصل بی‌هنجاری مثبت روی باشد. میانگین غلظت روی در پوستهٔ زمین ۰/۰۱۳ می‌باشد.

گزینهٔ «۲»: بیماری‌های گوارشی و عصبی می‌تواند براثر قرارگیری درازمدت در معرض جیوه ایجاد شود.

گزینهٔ «۴»: مس بی‌هنجاری منفی داشته و استخراج آن مقرون به صرفه نیست.

(ترکیبی) (زمین‌شناسی، صفحه‌های ۲۶، ۲۹، ۷۶، ۸۰، ۸۲ و ۸۳)

ایران توشه

دفترچهٔ درس‌نامه

آزمون ۳۰ اردیبهشت‌ماه دوازدهم تجربی

دانش‌آموزان عزیز رشتهٔ تجربی

کانون فرهنگی آموزش هرساله در جهت بالا بردن خدمات آموزشی بـه دانش‌آمـوزان سراسـر کشـور، نوآوری جدیدی دارد.

درسنامه نگارش شده توسط دبیران با تجربه جهت تسلط بر مباحث کتاب‌های درسی دوازدهم

گروه تولید

مؤلف ریاضی

ایمان نخستین

کارشناسی ارشد مهندسی برق دانشگاه گیلان – دبیر با تجربهٔ ریاضی در استان گیلان

مؤلف زیست‌شناسی

سروش صفا

کارشناسی ارشد زیست‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد – دبیر با تجربهٔ زیست‌شناسی در شهر تهران

مؤلف فیزیک

خسرو ارغوانی‌فرد

کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک دانشگاه تهران – دبیر با تجربهٔ فیزیک استان تهران

مؤلف شیمی

مسعود جعفری

مهندسی پلیمر دانشگاه صنعتی امیرکبیر – دبیر مطرح شیمی در شهر تهران

ایران توشه

توشه‌ای برای موفقیت

مسئول دفترچه : علی رفیعیان

دانشجوی داروسازی دانشگاه علوم‌پزشکی یزد

با اینستاگرام و تلگرام گروه تجربی همراه باشید

تلگرام : @zistkanoon۲

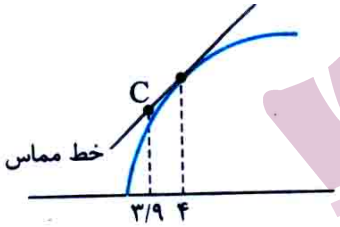
اینستاگرام: Kanoonir_۱۲T

جمع بندی تعاریف اوّلیه مشتق

تعریف مشتق تابع f در نقطه‌ی a

اگر تابع f در همسایگی نقطه‌ی a تعریف شده باشد، در این صورت $\lim_{h\to 0}\frac{f(a+h)-f(a)}{h}=\lim_{x\to a}\frac{f(x)-f(a)}{x-a}$ را مشتق تابع f در نقطه‌ی a می‌گویند و با نماد $f'(a)$ نمایش می‌دهند.

تست۱. برای تابع f در شکل زیر داریم: $f'(۴)=۱/۵,\ f(۴)=۲۵$ با توجه به شکل عرض نقطهٔ C کدام است؟ (کتاب درسی)



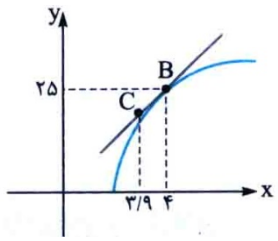
۱) ۸/۵

۲) ۱۰

۳) ۲۴/۸۵

۴) ۲۴/۷۵

پاسخ: گزینه۳☜



شیب خط مماس در $x=۴$ برابر ست $f'(۴)=۱/۵$ است. به علاوه $f(۴)=۲۵$ است.

شیب خط مماس را حساب می کنیم:B , Cبا استفاده از نقطه های

$$۱/۵=\frac{۲۵-f(C)}{۴-۳/۹}\Rightarrow ۱/۵=\frac{۲۵-f(C)}{۰/۱}\Rightarrow ۰/۱۵=۲۵-f(C)$$

$$\Rightarrow f(C)=۲۵-۰/۱۵=۲۴/۸۵$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

جمع بندی فرمول های مشتق گیری

فرمول‌های مشتق‌گیری توابع جبری

مشتق تابع	تابع
0	عدد ثابت a
anx^{n-1}	ax^n
u'	u
v'	v
$mu'u^{m-1}$	u^m
$8(12x^2-2x)(4x^3-x^2)^7$	مثال $:(4x^3-x^2)^8$
$u'v+v'u$	uv
$3x^2(x^4+x)+(4x^3+1)(x^3-2)$	مثال $:(x^3-2)(x^4+x)$
$\frac{u'v-v'u}{v^2}$	$\frac{u}{v}$
$\frac{4(2x-1)(x^2-x)^3(x^2+1)^5-5(2x)(x^2+1)^4(x^2-x)^4}{(x^2+1)^{10}}$	مثال $:\frac{(x^2-x)^4}{(x^2+1)^5}$
$\frac{u'}{2\sqrt{u}}$	$\sqrt{u}$
$\frac{3x^2-3}{2\sqrt{x^3-3x}}$	مثال $:\sqrt{x^3-3x}$
$\frac{u'}{3\sqrt[3]{u^2}}$	$\sqrt[3]{u}$
$\frac{2x-3}{3\sqrt[3]{(x^2-3x)^2}}$	مثال $:\sqrt[3]{x^2-3x}$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

$$y=\frac{1}{x^n}\xrightarrow{/}-\frac{n}{x^{n+1}}$$

$$\frac{1}{x^n}=x^{-n}\xrightarrow{/}-nx^{-n-1}=-\frac{n}{x^{n+1}}$$

$$\begin{cases}\frac{1}{x}\xrightarrow{/}-\frac{1}{x^2}\\ \frac{1}{x^2}\xrightarrow{/}-\frac{2}{x^3}\\ \frac{1}{3}\xrightarrow{/}-\frac{3}{4}\end{cases}$$

$$\frac{1}{u^n}\xrightarrow{/}\frac{-nu'}{u^{n+1}}$$

$$\frac{1}{u}\xrightarrow{/}\frac{-u'}{u^2}$$

$$\frac{1}{f(x)}\xrightarrow{/}\frac{-f'(x)}{f^2(x)}$$

$$\frac{1}{3x-5}\xrightarrow{/}\frac{-3}{(3x-5)^2}$$

$$\frac{1}{x+4}\xrightarrow{/}\frac{-1}{(x+4)^2}$$

$$\frac{ax+b}{cx+d}\xrightarrow{/}\frac{ad-bc}{(cx+d)^2}$$

$$\frac{5x+7}{2x+3}\xrightarrow{/}\frac{15-14}{(2x+3)^2}=\frac{1}{(2x+3)^2}$$

$$\frac{6x+3}{2x+5}\xrightarrow{/}\frac{30-6}{(2x+5)^2}=\frac{24}{(2x+5)^2}$$

$$\frac{au+b}{cu+d}\xrightarrow{/}\frac{ad-bc}{(cu+d)^2}\times u'$$

$$\frac{5x^3+3}{4x^3+1}\xrightarrow{/}\frac{5-12}{(4x^3+1)^2}\times(3x^2)=\frac{-21x^2}{(4x^3+1)^2}$$

$$\frac{7\sqrt{x}+2}{3\sqrt{x}+1}\xrightarrow{/}\frac{7-6}{(3\sqrt{x}+1)^2}\times\frac{1}{2\sqrt{x}}=\frac{1}{(3\sqrt{x}+1)^2}\times\frac{1}{2\sqrt{x}}$$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

$$\sqrt[3]{x^2}\xrightarrow{\ /\ }\frac{2}{3\sqrt[3]{x}} \qquad \sqrt[3]{u^2}\xrightarrow{\ /\ }\frac{2u'}{3\sqrt[3]{u}}$$

علت: $\sqrt[3]{u^2}\xrightarrow{\ /\ }\frac{2u'u}{3\sqrt[3]{u^4}}=\frac{2u'u}{3\sqrt[3]{u^3\times u}}=\frac{2u'u}{3u\sqrt[3]{u}}=\frac{2u'}{3\sqrt[3]{u}}$

$$\sqrt[3]{(5x+2)^2}\xrightarrow{\ /\ }\frac{2\times 5}{3\sqrt[3]{3x+2}}=\frac{10}{3\sqrt[3]{3x+2}}$$

تست۲. مشتق تابع $y=6x\sqrt[3]{x}$ کدام است؟ (کانون ۹۶)

۱) $\frac{4}{3}\sqrt[3]{x}$ ۲) $2\sqrt[3]{x^2}$ ۳) $6\sqrt[3]{x^2}$ ۴) $8\sqrt[3]{x}$

پاسخ: گزینه۴ ☜ $y=6x.x^{\frac{1}{3}}=6x^{\frac{4}{3}}\xrightarrow{\ /\ }6\times\frac{4}{3}x^{\frac{1}{3}}=8x^{\frac{1}{3}}=8\sqrt[3]{x}$

جمع بندی مشتق راست و چپ

تعریف مشتق راست و چپ تابع f در نقطه‌ی a

الف) اگر تابع f در $x=a$ و در یک همسایگی راست آن تعریف شده باشد، آن‌گاه:

$$\lim_{h\to 0^+}\frac{f(a+h)-f(a)}{h}=\lim_{x\to a^+}\frac{f(x)-f(a)}{x-a}$$

را مشتق راست تابع f در $x=a$ می گویند و به صورت $f'_+(a)$ نمایش می‌دهند.

ب) اگر تابع f در $x=a$ و در یک همسایگی چپ آن تعریف شده باشد، آن‌گاه:

$$\lim_{h\to 0^-}\frac{f(a+h)-f(a)}{h}=\lim_{x\to a^-}\frac{f(x)-f(a)}{x-a}$$

را مشتق چپ تابع f در $x=a$ می گویند و به صورت $f'_-(a)$ نمایش می‌دهند.

مشتق چپ تابع با ضابطه $f(x)=\sqrt{1-\sqrt{1-x^2}}$ در $x=0$ کدام است؟

$$\lim_{x\to 0^-}\frac{f(x)-0}{x-0}=\lim_{x\to 0^-}\frac{\sqrt{1-\sqrt{1-x^2}}}{x}\overset{\text{هوپیتال}}{=\!=\!=}\lim_{x\to 0^-}\frac{\sqrt{1-\left(1-\frac{x^2}{2}\right)}}{x}=\lim_{x\to 0^-}\frac{\sqrt{\frac{x^2}{2}}}{x}=\lim_{x\to 0^-}\frac{\frac{|x|}{\sqrt{2}}}{x}=\frac{-\frac{x}{\sqrt{2}}}{x}=-\frac{1}{\sqrt{2}}=-\frac{\sqrt{2}}{2}$$

ایران نوشه
توشه ای برای موفقیت

۱) مشتق عامل صفر شونده

۲) مشتق عبارات دارای قدرمطلق

۳) مشتق توابع شامل جز صحیح

مشتق عامل صفرشونده:

$$f(x)=(x-a)g(x)$$

$$f'(a)=\lim_{x\to a}\frac{f(x)-f(a)}{x-a}=\lim_{x\to a}\frac{(x-a)g(x)-0}{x-a}=\lim_{x\to a}g(x)$$

اگر $g(x)$ پیوسته باشد $\Rightarrow = g(a)$

اگر $g(x)$ پیوسته نباشد $\Rightarrow = \lim_{x\to a} g(x)$

کافیست از فرمول زیر استفاده $x=a$ در $f(x)$ بود، برای بدست آوردن مشتق $f(x)$ ، عامل صفرشونده برای $x=a$ یعنی اگر می کنیم:

$f'(a)=$ (مشتق عامل صفرشونده به ازای $x=a$) × (حد مابقی تابع به ازای $x=a$)

برای آن که با این مطلب ارتباط بهتری برقرار کنید، به تست‌های زیر خوب دقّت کنید.

تست۳. مشتق تابع $f(x)=(x^2-2x)([x]+[-x])$ در $x=2$ کدام است؟

---

۱) ۲ ۲) ۲- ۳) صفر ۴) وجود ندارد

پاسخ: گزینه۲

$$f'(2)=(2x-2)\Big|_{x=2}\times\lim_{x\to 0}([x]+[-x])=2\times(-1)=-2$$

جمع بندی مشتق توابع مرکّب

مشتق توابع مرکّب fog و gof

الف) اگر تابع g در a و تابع f در $g(a)$ مشتق‌پذیر باشد آن‌گاه:

$$(fog)'(a)=g'(a)f'(g(a))$$

ب) اگر تابع f در a و تابع g در $f(a)$ مشتق‌پذیر باشد آن‌گاه:

$$(gof)'(a)=f'(a)g'(f(a))$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تست۴. اگر $g(x)=\frac{۲x+۱}{x-۱}$ و $(f\,og)'(۲)=۶$ باشد $f'(۵)$ کدام است؟ (سراسری داخل تجربی۹۸)

۱) ۲- ۲) ۱- ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینه۱ **ابتدا توجه کنید که:** $(fog)'(۲)=g'(۲)\times f'(g(۲))$ (۱)

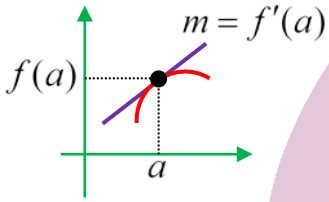
از طرف دیگر $g'(x)=\frac{-۳}{(x-۱)^۲}\Rightarrow g'(x)=-۳$ **همچنین** $g(۲)=۵$

بنابراین از تساوی (۱) نتیجه می شود $f'(۵)f'(-۳)=۶$، **پس:** $f'(۵)=-۲$

معادلهٔ خط مماس و قائم

خط مماس :

اگر تابع f در نقطهٔ a مشتق پذیر باشد آنگاه $f'(a)$ همان شیب خط مماس بر f در نقطهٔ a می باشد پس معادلهٔ خط مماس بر f در نقطهٔ a (روی منحنی f) به صورت زیر است:



$$y-f(a)=f'(a)(x-a)$$

تست۵. معادلهٔ خط مماس بر منحنی $f(x)=x^۳+x$ در نقطه $x=۱$ روی منحنی f را بنویسید.

پاسخ: **توجه کنید که** $f(۱)=۲$ **پس نقطهٔ** $A(۱,۲)$ **مورد نظر است.**

$f'(x)=۳x^۲+۱\Rightarrow$ **شیب مماس** $=m=f'(۱)=۴$

معادلهٔ خط مماس: $y-۲=m(x-۱)\Rightarrow y-۲=۴(x-۱)\Rightarrow y=۴x-۲$

نکته: اگر خط $y=mx+h$ در نقطهٔ $x=a$ بر منحنی $y=f(x)$ مماس باشد، آنگاه معادلهٔ $f(x)=mx+h$ ریشهٔ مضاعف $x=a$ دارد. به طور مثال خط $y=۳x-۱$ در نقطهٔ $x=۱$ بر منحنی $y=x^۲+x$ مماس است در این صورت معادلهٔ تقاطع این تابع به صورت زیر است: $x^۲+x=۳x-۱\Rightarrow x^۲-۲x+۱=۰\Rightarrow (x-۱)^۲=۰$

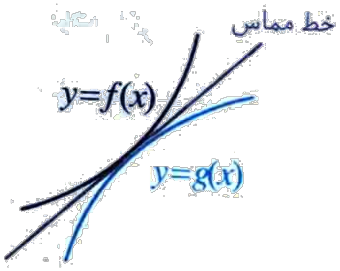
خط مماس :

همان طور که دیدیم اگر تابع $y=f(x)$ در $x=a$ مشتق پذیر باشد، خطی که از نقطه $A(a,f(a))$ می گذرد و شیب آن برابر $m=f'(a)$ است. خط مماس بر منحنی f در A نام دارد. فرض کنید معادله خط مماس $y=g(x)$ باشد در این صورت:

$$\begin{cases} b=f(a)=g(a) \\ m=f'(a)=g'(a) \end{cases}$$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

یعنی $x=a$ هم ریشه معادله $f(x)=g(x)$ است. هم ریشه معادله $f'(x)\quad g'(x)$ پس $x=a$ ریشه مکرر معادله $f(x)=g(x)$ است بنابراین نتیجه زیر قابل بیان است:



نتیجه: اگر دو منحنی $y=g(x), y=f(x)$ در $x=a$ بر هم مماس باشند یعنی در این نقطه دارای مماس مشترک باشند. معادله حاصل از تساوی ضابطه های این دو $f(x)=g(x)$ دارای ریشه مکرر است.

تست۶. خط $y=2x+b$ بر منحنی $f(x)=x^2-2x+2b-1$ مماس است. مقدار **b** کدام است؟

---

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ: گزینه۴☜

❖ **راه اول)** شیب خط ۲ است. اگر طول نقطه تماس، **x** باشد باید $f'(x_0)=2$ باشد باید $f'(x)=2x-2$ باشد پس:

$$2x_0-2=2\Rightarrow x_0=2\Rightarrow f(2)=2b-1$$

پس نقطه تماس $A(2,2b-1)$ است. این نقطه روی خط قرار دارد پس: $2b-1=4+b\Rightarrow b=5$

مختصات نقطه تماس هم $(2,9)$ است.

❖ **راه دوم)** باید معادله حاصل از تساوی دو ضابطه ریشه مکرر (مضاعف) داشته باشد پس:

$$x^2-2x+2b-1=2x+b\Rightarrow x^2-4x+b-1=0\quad (*)$$

$$\xrightarrow{\Delta'=0}(-2)^2-(1)(b-1)=0\Rightarrow 4-b+1=0\Rightarrow b=5$$

حل را ادامه می دهیم به ازای $b=5$ معادله (*) را بازنویسی و حل می کنیم:

$$x^2-4x+4=0\Rightarrow (x-2)^2=0\Rightarrow x=2$$

$x=2$ طول نقطه تماس است که روی خط و منحنی واقع است. $A(2,9)$

جمع بندی مشتق‌پذیری توابع

بررسی مشتق‌پذیری توابع

تابع f در $x=a\in D_f$ مشتق‌پذیر است. هرگاه تابع در یک همسایگی این نقطه تعریف شود و

$$\lim_{h\to 0}\frac{f(a+h)-f(a)}{h}=\lim_{x\to a}\frac{f(x)-f(a)}{x-a}$$

فقط برابر یک عدد مشخص و معین شود یعنی مساوی دو عدد نشود، مساوی ∞ نشود یا مساوی مقدار نامعلوم هم نشود (یادتون باشه که شرط لازم مشتق‌پذیری، پیوستگی است.)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

قضیه‌ی رابطه بین پیوستگی و مشتق‌پذیری

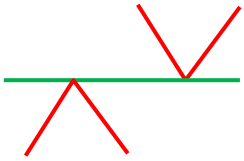
الف) اگر تابع f در $x=a$ مشتق‌پذیر باشد (یعنی دارای مشتقی عددی باشد)، آن‌گاه در این نقطه پیوسته است. دقّت شود که:

الف) عکس این قضیه همواره درست نیست. مثلاً تابع $f(x)=|x|$ در $x=0$ پیوسته است ولی در این نقطه، مشتق‌پذیر نیست. ($f'_-(a)\neq f'_+(a)$).

ب) اگر تابع f در $x=a$ ناپیوسته باشد، آن‌گاه در این نقطه، حتماً مشتق‌پذیر است.

ارتباط فوق بین مشتق راست و چپ، با پیوستگی راست و چپ نیز وجود دارد

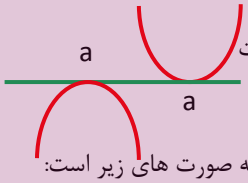
مشتق‌پذیری توابع قدرمطلقی



همانطور که در مبحث رسم نمودار بدون استفاده از مشتق بهتون گفته بودم، نمودار $|x-a|$ به صورت

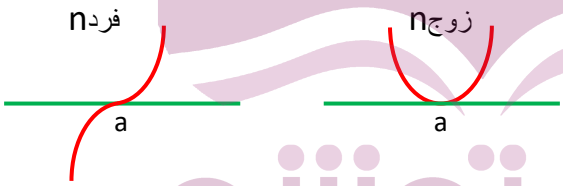
است. یعنی تابع در ریشه های ساده داخل قدرمطلق مشتق پذیر نیست (گوشه دار است ـ زاویه دار است)

اما نمودار توابع $|(x-a)^n|$ $x\geq 2$ به صورت



یعنی در $x=a$ مشتق پذیر است و مشتق آن صفر است.

هم چنین نمودار توابع $|x-a|$ $(x-a)^n$ به صورت های زیر است:



یعنی در $x=a$ مشتق پذیر است و مشتق آن صفر است.

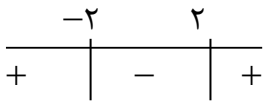
تست۷. تابع $y=x|x^2-a|$ در نقطه $x=2$ مشتق ناپذیر است. مقدار $y'_+(-2)$ کدام است؟

۱) ۴ ۲) ۴- ۳) ۸ ۴) ۸-

پاسخ: گزینه۴☜

$x=2$ ریشه ساده قدرمطلق است پس: $4-a=0\Rightarrow a=4\Rightarrow y=x|x^2-4|$

در این صورت: $y=-x(x^2-4)$

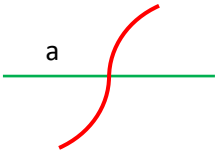


$$y'_+(-2)=-2x\times x\xrightarrow{x=-2}-8$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

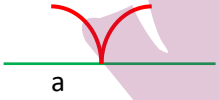
مشتق‌پذیری توابع رادیکالی با فرجه فرد

نمودار $\sqrt[3]{x-a}$ به صورت زیر است:



پس در $x=a$ مشتق پذیر نیست.

۱. نمودار $\sqrt[3]{(x-a)^2}$ به صورت زیر است:



پس در $x=a$ مشتق پذیر نیست.

۲. توابع $(x-a)\sqrt[3]{x-a}$, $(x-a)\sqrt[3]{(x-a)^2}$

چون عامل صفر شونده، پشت رادیکال دارد در $x=a$ مشتق پذیر است و مشتق آن صفر است.

تست۸. تابع $\begin{cases}\sqrt[3]{(x-1)(x+1)^2} & x\geq 0\\ |(x+2)(x+1)^2| & x<0\end{cases}$ **در چند نقطه مشتق‌پذیر نیست؟ (آزاد ۸۲)**

ضابطه اول در $x=1$ مشتق ندارد (دقت کنید که $x=-1$ در شرط $x\geq 0$ صدق نمی‌کند) ضابطه دوم در $x=-2$ (ریشه ساده درون قدرمطلق مشتق ندارد حالا بیاییم مشتق‌پذیری را در مرز ($x=0$) بررسی کنیم: اول پیوستگی

$\lim\limits_{x\to 0^-} f(x)=2$ پیوسته نیست $\lim\limits_{x\to 0^+} f(x)=f(0)=-1$

پس $f(x)$ در $x=0$ مشتق‌پذیر نیست پس در مجموع $f(x)$ در سه نقطه مشتق ندارد: $\{-2\ ,\ 1\ ,\ 0\}$

بررسی مشتق‌پذیری توابع جز صحیح:

بچه ها تابع $\lfloor g(x)\rfloor$ از تعدادی خط افقی تشکیل شده پس چنان چه در نقطه‌ای پیوسته باشد در آن نقطه مشتق‌پذیر بوده و به یادتون می‌آرم که $\lfloor g(x)\rfloor$ زمانی در نقطه‌ای پیوسته است که $g(x)$ در $x=a$ مینیمم نسبی داشته باشد و تابع در این نقطه مشتق‌پذیر است و مشتق آن صفر است و اگر در آن نقطه ناپیوسته باشد مشتق‌پذیر نیست.

پس:

تابع f به معادله $f(x)=\lfloor g(x)\rfloor$ به ازای نقاطی که $g(x)\notin Z$ مشتق‌پذیر بوده و مشتق آن صفر است و به ازای نقاطی که $g(x)\in Z$ باشد، اگر طول این نقاط طول مینیمم نسبی تابع g باشد و مشتق آن صفر است و در سایر حالات دیگر مشتق‌ناپذیر است (فرض کنین $g(x)$ پیوسته است.)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تست۹. تابع $f(x)=\lfloor x^{۲}-۴x+۵ \rfloor$ در چند نقطه بطول صحیح از بازه $(-۲,۳)$ مشتق‌ناپذیر نیست؟

تابع f به ازای طول نقاطی که عبارت داخل جز صحیح را عددی صحیح می‌کنند، مشتق پذیر نیست پس به ظاهر $x=-۱,۰,۱,۲$ نقاط مشتق‌ناپذیر تابع f هستند اما دقّت کنین که $x=۲$ طول نقطه Min نسبی عبارت دیگر جز صحیح است:

$$f'(x)=۲x-۴=۰\rightarrow x=۲$$

		۲	
$۲x-۴$	−		+
		min	

پس تابع در $x=۲$ مشتق‌پذیر است اما در نقاط $x=-۱,۰,۱$ مشتق‌پذیر نیست.

جمع بندی آهنگ متوسط و آهنگ تغییر

آهنگ متوسط تغییر:

اگر تابع f در بازه‌ی $[a,b]$ پیوسته باشد، $\frac{f(b)-f(a)}{b-a}$ را آهنگ متوسط تغییر f در $[a,b]$ می‌گویند.

به بیانی دیگر، متوسط تغییرات f در $[a,b]$ مساوی $\frac{f(b)-f(a)}{b-a}$ است.

آهنگ آنی (لحظه ای) تغییر:

اگر تابع f در a مشتق‌پذیر باشد، $f'(a)$ را آهنگ آنی تغییر f در a می‌گویند.

چنان چه متغیر f زمان باشد، $f'(a)$ همان سرعت تغییر f در $t=a$ است (یعنی وقتی متغیر زمان است، می‌توانیم به جای کلمه‌ی آهنگ از سرعت نیز استفاده کنیم.)

تست۱۰. در تابع با ضابطهٔ $f(x)=\frac{۱}{۲}x^{۲}-\frac{۱}{x}$ اختلاف آهنگ تغییر لحظه ای در $x=۲$ ،از آهنگ تغییر متوسط در بازهٔ $[۱,۴]$ کدام است؟ (سراسری داخل تجربی۹۸)

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۴۵ ۴) ۰/۷۵

پاسخ: گزینه۲☜

$$\text{آهنگ تغییر متوسط}=\frac{f(۴)-f(۱)}{۴-۱}=\frac{۸-\frac{۱}{۴}-\left(\frac{۱}{۲}-۱\right)}{۳}=\frac{۱۱}{۴}$$

$$\text{آهنگ تغییر لحظه ای}=f'(۲)$$

از طرف دیگر $f'(x)=x+\frac{۱}{x^{۲}}$ پس $f'(۲)=\frac{۹}{۴}$ بنابراین اختلاف مورد نظر می شود: $\frac{۱۱}{۴}-\frac{۹}{۴}=\frac{۱}{۲}=۰/۵$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

جمع بندی نمودار مشتق

تشخیص علامت مشتق:

- اگر علامتِ مشتقِ تابع f را در یک نقطه می خواهید، یک مماس در آن نقطه بر تابع رسم کنید. حالا موقع اعلام نظر است؟

۱) در صورتی که **شیبِ خطِ مماس، مثبت است**، یعنی **مشتق مثبت** بوده است. ببین:



۲) در صورتی که **شیبِ خطِ مماس، منفی است**، یعنی **مشتق منفی** بوده است. ببین:



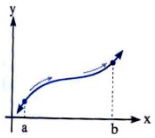
۳) در صورتی که **شیبِ خطِ مماس، افقی باشد**، نتیجه بگیرید **مشتق صفر** بوده است. ببین:



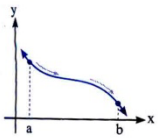
یادتان هست که مشتق در نقطه، چیزی به جز شیب خط مماس نیست!

- اگر علامتِ مشتق تابعِ f را در یک محدوده می خواهید، رفتارِ تابع را در آن محدوده بررسی کنید:

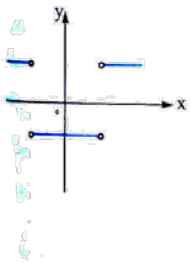
۱) اگر f در یک بازه، **صعودی اکید** باشد، به این معناست که f' در آن **محدوده مثبت** بوده است. ببین:

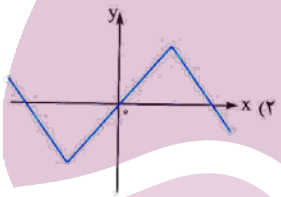


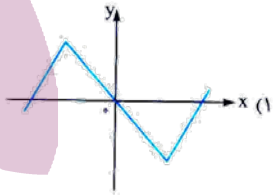
۲) اگر f در یک بازه، **نزولی اکید** باشد، به این معناست که f' در آن **محدوده منفی** بوده است. ببین:

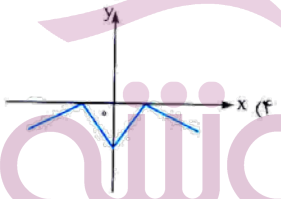


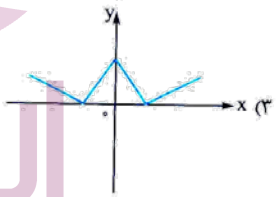
تست۱۱. نمودار f' به شکل روبه رو است. کد











تست۱۲. ام گزینه می تواند مربوط به نمودار f باشد؟

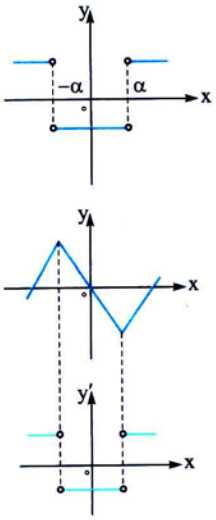
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

پاسخ: گزینه۱☜

مقدار مشتق به ازای $x > \alpha$ یا $x < -\alpha$ برابر یک عدد مثبت است به علاوه مقدار مشتق به ازای $-\alpha < x < \alpha$ برابر یک عدد منفی است پس گزینه۱ صحیح است.

نمودارهای تابع و مشتق آن را زیر هم ببینید.

ارتباط نمودارهای f و f' با یکدیگر:

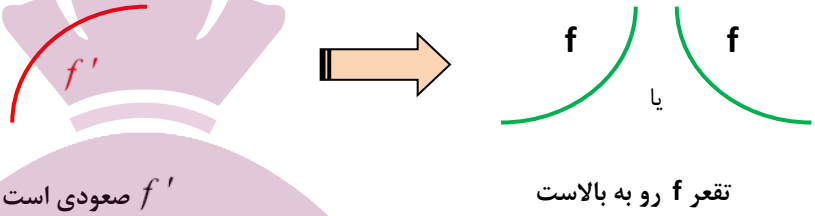


- در این قسمت می خواهیم ارتباط بین نمودارهای f و f' را بررسی کنیم، به طوری که قادر باشیم از روی شکل f نمودار تقریبی f' را رسم کنیم و یا برعکس، از روی نمودار f' حدس بزنیم که f چه شکلی داشته است...

اصلی ترین ابزار شما در ارتباط با شکل f و f' ، دنبال کردنِ نقطه های حساس و مهم f است، در مرحلهٔ بعدی هم رفتارِ f است که اهمیت پیدا می کند.

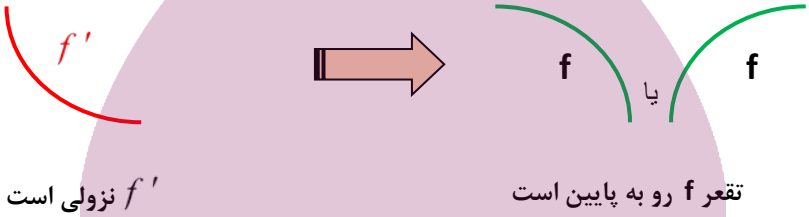
یکنوایی f':

وضعیت تقعر نمودار f را نشان می دهد، بطوریکه اگر f' د ر بازهٔ I صعودی اکید باشد، نمودار f در آن بازه مقعر روبه بالاست و اگر f' در بازهٔ I نزولی اکید باشد تقعر نمودار روبه پایین است.



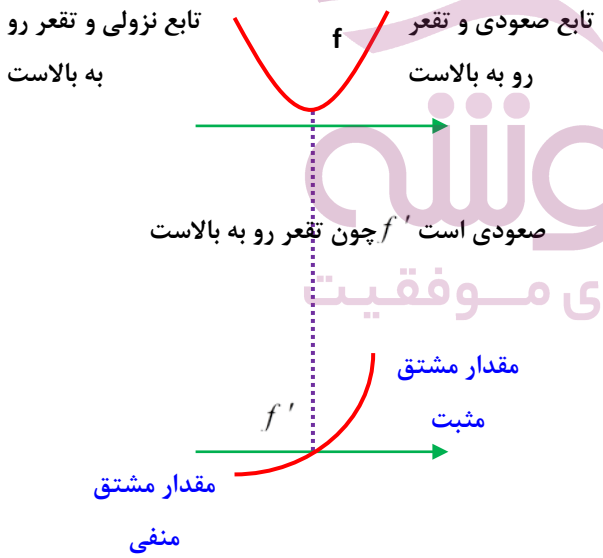
f' صعودی است

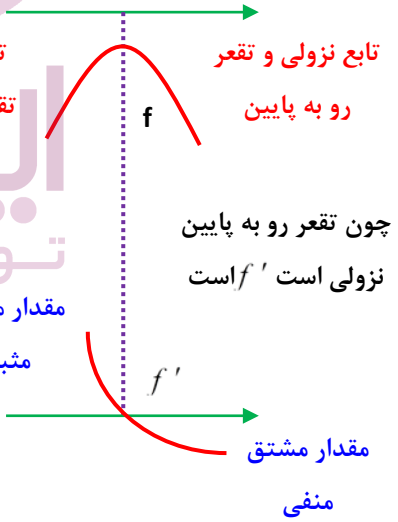
تقعر f رو به بالاست



f' نزولی است

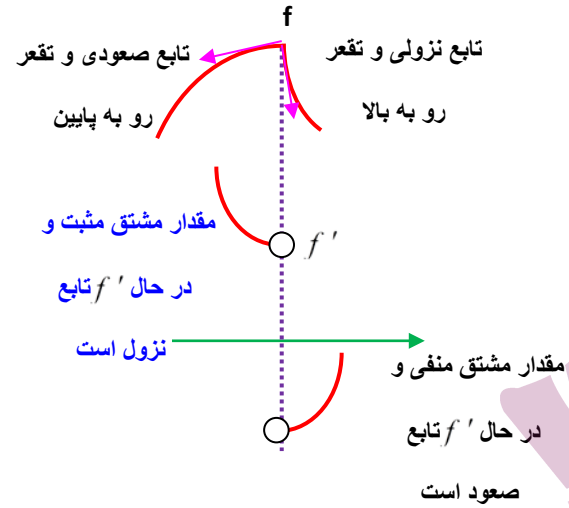
تقعر f رو به پایین است

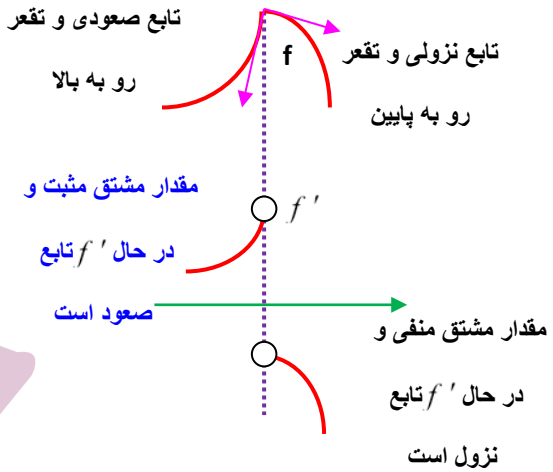


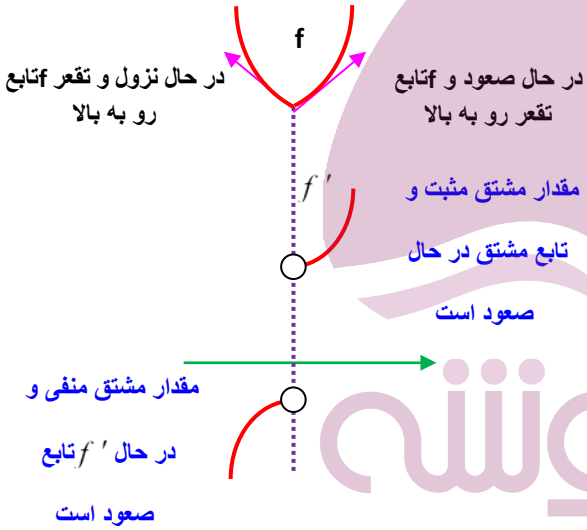


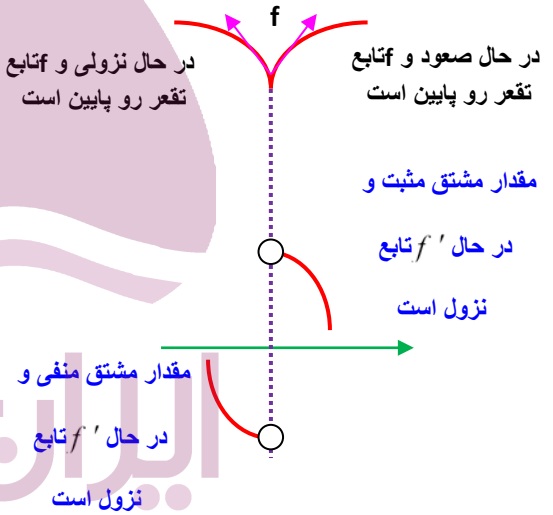
- مشتق های چپ و راست دو مقدار متمایز اند که حداقل یکی متناهی است. در این حالت نمودار f در $x = a$ نقطهٔ گوشه ای دارد.

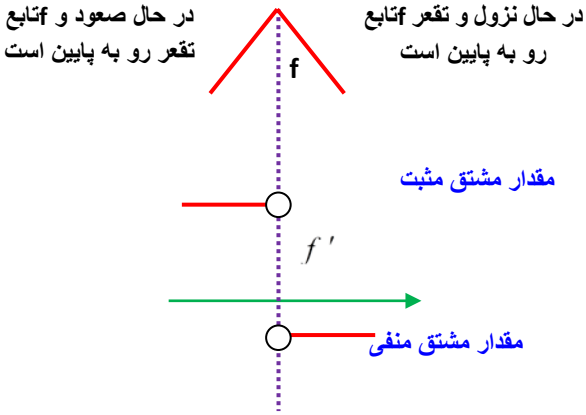
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

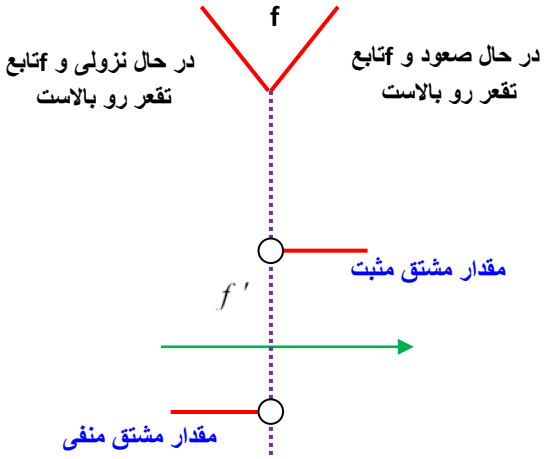












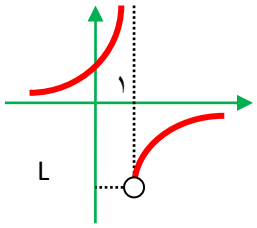
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تست۱۳. اگر نمودار $f'(x)$ در $x=1$ همسایگی مطابق شکل روبه رو باشد نمودار f در همسایگی $x=1$ چگونه است؟



پاسخ: گزینه۱☜

با توجه به نمودار f' در همسایگی $x=1$ داریم:



$$\begin{cases} \lim\limits_{x\to 1^+} f'(x)=L \Rightarrow f'_+(1)=L<0 \\ \lim\limits_{x\to 1^-} f'(x)=+\infty \Rightarrow f'_-(1)=+\infty \end{cases}$$

پس شیب نیم مماس راست در همسایگی $x=1$ برابر یک عدد منفی (گزینه ۱ یا۳) و شیب نیم مماس چپ در همسایگی $x=1$ برابر $+\infty$ است. (گزینه۱) بنابراین گزینه ۱ پاسخ درست است.

مفهوم اکسترمم نسبی و نمودار توابع

اکسترمم های موضعی (نسبی):

از دامنه‌ی تابع، وجود x از نقاطی به طول c می‌گوییم، هرگاه یک همسایگی به مرکز f را نقطه‌ی ماکزیمم نسبی $c\in D_f$ نقطه ای به طول داشته باشد که:

$$f(c)\geq f(x)$$

از دامنه‌ی تابع، وجود x از نقاطی به طول c می‌گوییم، هرگاه یک همسایگی به مرکز f را نقطه‌ی مینیمم نسبی $c\in D_f$ نقطه ای به طول داشته باشد که:

$$f(c)\leq f(x)$$

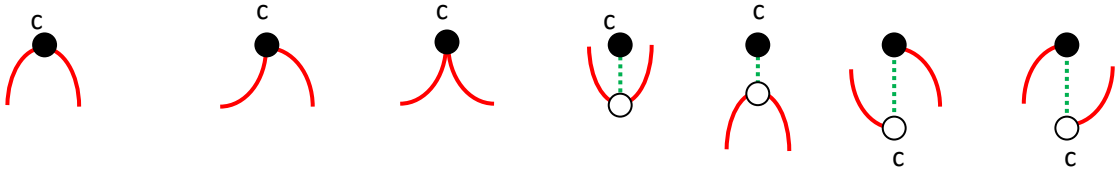
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

نکته: نقاط ابتدا و انتهای یک بازه، اکسترمم نسبی محسوب نمی شوند. اکسترمم ها نسبی فقط نسبت به نقاط مجاورشان بررسی می شوند.

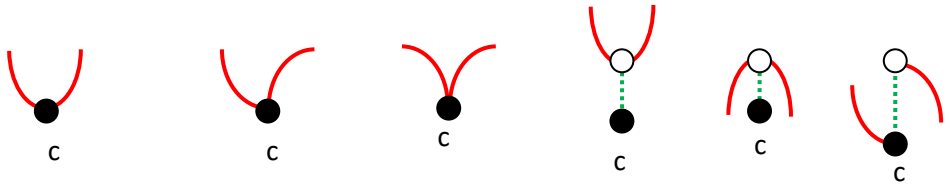
نکته: هر نقطهٔ اکسترمم نسبی، نقطهٔ بحرانی است ولی عکس آن نادرست است.

درک شهودی اکسترمم های نسبی:

الف) ماکزیمم نسبی:



ب) مینیمم نسبی:



قضیه فرما:

هرگاه تابع f در نقطه ای به طول c ، ماکزیمم یا مینمم نسبی داشته باشد و $f'(c)$ موجود باشد آنگاه $f'(c)=0$ است.

به عبارت دیگر «اگر نقطهٔ اکسترمم نسبی مشتق پذیر باشد، آنگاه مشتق در آن نقطه برابر صفر است.»

تست۱. کدام گزینه صحیح است؟

۱) هر نقطهٔ بحرانی، یک اکسترمم نسبی است. ۲) هر نقطهٔ اکسترمم نسبی، بحرانی است.

۳) در نقاط اکسترمم نسبی، مشتق صفر است. ۴) در نقاط اکسترمم نسبی ، تابع مشتق پذیر است.

پاسخ: گزینه۲☜

قضیهٔ فرما می گوید که هر اکسترمم نسبی بحرانی است. برای گزینه های ۱ و ۳ و ۴ مثال نقض می زنیم.

گزینه۱) در تابع $y=x^3$ مبدأ مختصات نقطه بحرانی است ولی اکسترمم نسبی نیست.

گزینه ۳ و ۴) در تابع $y=|x|$ مبدأ مختصات مینیمم نسبی است ولی تابع در این نقطه مشتق پذیر نیست. پس لزومی ندارد تابع در نقاط اکسترمم خودش مشتق پذیر باشد.

بدست آوردن اکسترمم نسبی بدون استفاده از مشتق

تست۲. تابع با ضابطهٔ $f(x)=x^{\frac{8}{3}}-4x^{\frac{2}{3}}$ چند نقطهٔ اکسترمم نسبی دارد؟

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینه۴☜

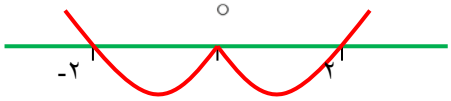
$$f(x)=x^{\frac{8}{3}}-4x^{\frac{2}{3}}$$

$x=0$ اکسترمم نسبی است.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

ریشهٔ مشتق : $x^{\left(\frac{۸}{۳}-\frac{۲}{۳}\right)}=\frac{۴\times\frac{۲}{۳}}{۱\times\frac{۸}{۳}}=۱\Rightarrow x^{۲}=۱\Rightarrow x=\pm ۱$

$$y=x^{\frac{۲}{۳}}(x^{۲}-۴)=\sqrt[۳]{x^{۲}}(x-۲)(x+۲)$$

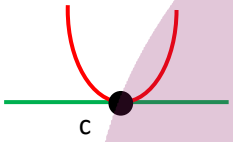


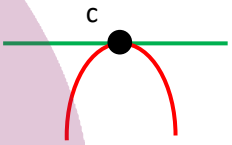
اکسترمم نسبی به کمک مشتق

➤ براساس تعیین علامت مشتق اول می توان شکل (رفتار) تابع را در اطراف نقطهٔ مفروض $x=c$ تعیین کرد:

x		c	
f'	+	۰	−
	↗	max	↘

x		c	
f'	−	۰	+
	↘	min	↗



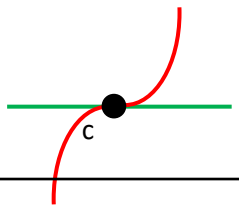


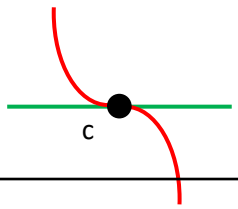
شرط لازم برای اینکه $x=c$ اکسترمم نسبی باشد این است که $f'(x)$ در اطراف $x=c$ تغییر علامت دهد.

➤ مهم: در توابع چند جمله ای، شرط اینکه $x=c$ اکسترمم نسبی تابع باشد این است که $x=c$ ریشهٔ مرتبهٔ زوج $f(x)$ باشد.

x		c	
f'	−	۰	−

x		c	
f'	+	۰	+





ریشهٔ مضاعف $x=c$ تغییر علامت ندهد اکسترمم نسبی نیست. (می توان گفت در این حالت $x=c$ اگر مشتق در اطراف مشتق تابع است.) به بیان دیگر اگر نمودار تابع در اطراف نقطهٔ شبیه لُر باشد، آن نقطه ریشهٔ مضاعف مشتق است.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تست۳. اگر $f'(x)=(x^{۲}-۱)(x^{۲}-۳x+۴)(x^{۲}-۶x+۵)$ باشد، در این صورت f به ترتیب دارای

..... ماکزیمم نسبی و..... مینیمم نسبی است. (آزمون های قلم چی ۹۸)

۱) ۲ و ۱ ۲) ۱ و ۲ ۳) ۱ و ۱ ۴) صفر و ۱

پاسخ: گزینه۳

$$f'(x)=۰\Rightarrow (x^{۲}-۱)(x^{۲}-۳x+۴)(x^{۲}-۶x+۵)=(x+۱)\underbrace{(x-۱)^{۲}}_{\geq ۰}\underbrace{(x^{۲}-۳x+۴)}_{\Delta<۰}(x-۵)=۰$$

همواره مثبت

-۱		۱		۵
$+$	$-$	$-$	$-$	$+$
↗	max ↘	↘	min	↗

مشتق تابع در نقاطی به طول ۱- و ۵ تغییر علامت می دهد پس f در این نقاط اکسترمم نسبی دارد؛ ولی f' در $x=۱$ تغییر علامت نمی دهد پس f در $x=۱$ اکسترمم نسبی ندارد.

اکسترمم نسبی در توابع کسری به کمک هوپیتال

تست۴. فاصلهٔ نقطهٔ ماکزیمم نسبی تابع $f(x)=\frac{۲x-x^{۲}}{(x+۱)^{۲}}$ از خط $y=-۱$ کدام است؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$ (خارج ریاضی۹۸)

پاسخ: گزینه۳

$$\frac{۲x-x^{۲}}{(x+۱)^{۲}}\underset{HOP}{}\frac{۲-۲x}{۲(x+۱)}$$

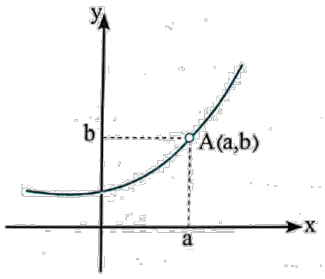
$$\frac{۲x-x^{۲}}{x+۱}=\frac{۲-۲x}{۲}=۱-x\Rightarrow ۲x-x^{۲}=۱-x^{۲}\Rightarrow ۲x=۱\Rightarrow x=\frac{۱}{۲}\Rightarrow f\left(\frac{۱}{۲}\right)=\frac{۱}{۳}\Rightarrow \left|\begin{matrix}\frac{۱}{۲}\\ \frac{۱}{۳}\end{matrix}\right.$$

فاصلهٔ $\left(\frac{۱}{۲},\frac{۱}{۳}\right)$ تا خط $y=-۱$ برابر است با: $\frac{۴}{۳}$

در نمودار زیر. وجود این نقطه Aنکته: این نکته دربارهٔ نمودارها، توجه به نقاط افتادگی است. نقطهٔ افتادگی، نقطه ای است مانند نقطهٔ

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

به ما می دهد: $\frac{f(x)}{g(x)}$ اطلاعات زیر را در مورد توابع به صورت



الف) $f(a)=g(a)=0$

ب) $b=\frac{f'(a)}{g'(a)}$

ویژگی هوپیتال توابع کسری:

ثابت می‌شود، مختصات نقاط اکسترمم نسبی یک تابع کسری، در منحنی هوپیتال (اگه تابع $y=\frac{g(x)}{h(x)}$ باشد، تابع هوپیتال $y=\frac{g'(x)}{h'(x)}$ هست!) آن نیز صدق می‌کند. به عبارت دیگر نمودار هوپیتال یک تابع از نقاط اکسترمم نسبی آن تابع می‌گذرد.

حالا سؤال اینه که از این هوپیتاله چه استفاده ای می‌شه کرد؟!

سرعت عمل ما را در محاسبه عرض اکسترمم‌های نسبی، بیشتر می‌کند، یعنی به جای آن که طول اکسترمم های نسبی را در خود تابع قرار دهیم تا عرض آن ها پیدا شود، می توانیم این طول ها را در تابع هوپیتال که ساده تر است، قرار دهیم تا عرض های آنها پیدا شود.

تست۵. $a-b$ چقدر باشد تا $M(2,0)$ نقطه مینیمم نسبی منحنی تابع به معادله $y=\frac{x^2+ax+b}{x-1}$ باشد؟

۱) ۸ ۲) ۸ ۳) صفر ۴) ۱۶

پاسخ: **گزینه (۲)**

قبل از همه معلوم است که $M(2,0)$ متعلق به منحنی تابع است، پس مختصات آن در تابع صدق می کند، یعنی:

$$y=\frac{x^2+ax+b}{x-1} \xrightarrow{M(2,0)} 0=\frac{4+2a+b}{2-1} \Rightarrow 2a+b+4=0 \Rightarrow 2a+b=-4$$

اما $M(2,0)$ به عنوان اکسترمم نسبی روی منحنی هوپیتال تابع هم قرار دارد، یعنی:

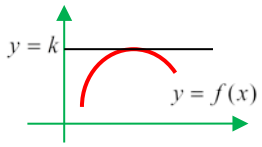
$$y_H=\frac{2x+a}{1} \xrightarrow{M(2,0)} 0=\frac{4+a}{1} \Rightarrow a=-4 \xrightarrow{2a+b=-4} b=4 \Rightarrow a-b=-8$$

اکسترمم نسبی وقتی بر خط $x=k$ مماس است

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

وضعیت عرض های اکسترمم نسبی توابع:

اگر $y=k$ عرض اکسترمم نسبی تابع $y=f(x)$ باشد، معادله‌ی $f(x)=k$ دارای ریشه مضاعف خواهد بود و به همین سبب:



در توابع کسری برای تعیین عرض های اکسترمم های نسبی، تابع را برحسب x مرتب کرده و شرط داشتن ریشه مضاعف $(\Delta=0)$ را در آن ایجاد می کنیم.

تست۶. اگر مقدار اکسترمم نسبی تابع $y=x+\frac{a}{x+1}$ برابر ۳ باشد، طول نقاط بحرانی آن کدام می تواند باشد.

۱) ۳- و ۱ ۲) ۳ و ۱ ۳) ۳ و ۱- ۴) ۳- و ۱-

چون مقدار اکسترمم ۳ است پس معادله‌ی زیر ریشه‌ی مضاعف دارد.

$$y=x+\frac{a}{x+1}=3$$

$$\Rightarrow x^2+x+a=3x+3\Rightarrow x^2-2x+a-3=0\xrightarrow{\Delta'=0}1-(a-3)=0\Rightarrow a-3=1\Rightarrow a=4$$

$$\Rightarrow y=x+\frac{4}{x+1}\Rightarrow y'=1-\frac{4}{(x+1)^2}=0\Rightarrow (x+1)^2=4\Rightarrow x+1=\pm 2\Rightarrow \begin{cases} x=1\\ x=-3\end{cases}$$

پس طول نقاط بحرانی که y' را صفر می کنند برابر $x=-3, x=1$ است.

مفهوم اکسترمم مطلق

روش های تعیین اکسترمم‌های مطلق و برد توابع:

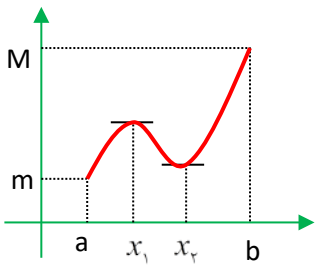
روش نقاط بحرانی (ویژه توابع پیوسته):

۱) نقاط بحرانی تابع را در بازه بسته a و b که عبار تند از b،a و نقاطی بین a وb که مشتق در آنها صفر است و یا وجود ندارد را مشخص می کنیم.

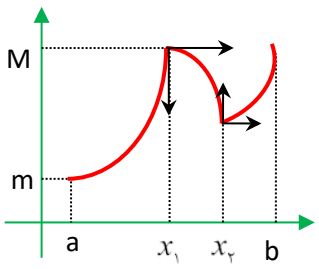
۲) مقادیر تابع را در این نقاط، محاسبه می کنیم.

۳) از بین مقادیر تابع بدست آمده کوچکترین مقدار را مینیمم مطلق و بزرگترین مقدار را ماکسیمم مطلق نامیده و به ترتیب با m وM نشان می دهیم.

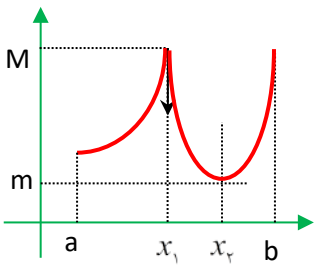
مقادیر $f(a)$ و $f(b)$ را نیز حساب می‌کنیم و با مقادیر بدست آمده از نقاط بحرانی مقایسه می‌کنیم. کمترین مقدار ممکن مینیمم مطلق (m) و بیشترین مقدار بدست آمده ماکسیمم مطلق (M) خواهد بود.



$$R_f=[f(x_2),f(b)]$$



$$R_f=[f(a),f(x_1)]$$



$$R_f=[f(x_2),f(x_1)]$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

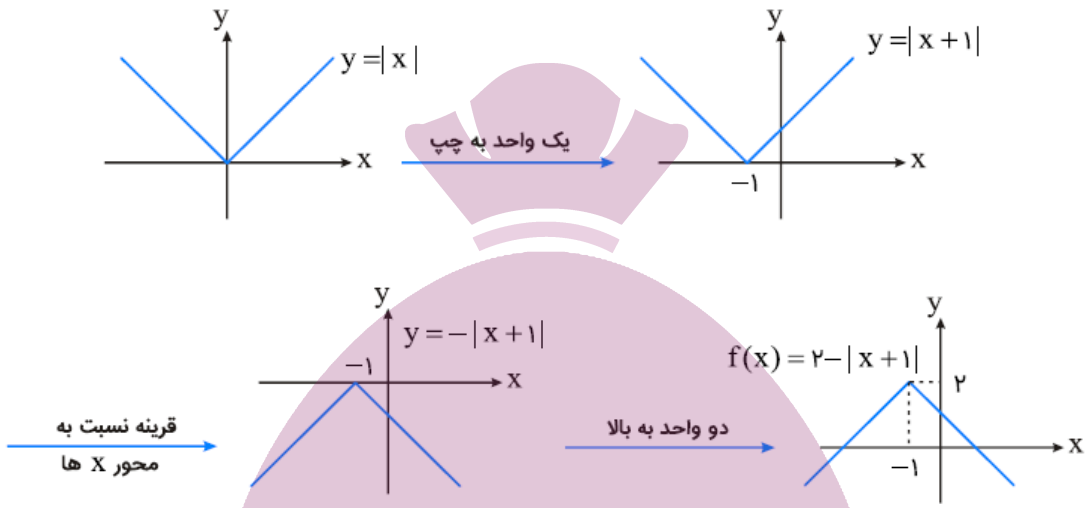
تست۷. کدام گزینه در مورد تابع $f(x)=۲-|x+۱|$ صحیح است؟ (تستهای لرنیتو آزمونهای قلم چی۹۸)

۱) ماکزیمم مطلق برابر با صفر دارد.　　۲) مینیمم مطلق برابر با صفر دارد.

۳) ماکزیمم مطلق برابر با ۲ دارد.　　۴) مینیمم مطلق برابر با ۲ دارد.

پاسخ: گزینه۳☜

نمودار تابع را رسم می کنیم:



پس تابع f ماکزیمم مطلقی برابر با ۲ دارد.

بدست آوردن اکسترمم مطلق

تست۸. ماکزیمم مطلق تابع $f(x)=x^۳-۱۲x+k$ در بازهٔ $[-۱,۳]$ چقدر از مینیمم مطلق آن بیشتر است؟

۱) ۳۲　　۲) ۲۷　　۳) ۲۰　　۴) ۷

پاسخ: گزینه۲☜

$$f(x)=x^۳-۱۲x+k \Rightarrow f'(x)=۳x^۲-۱۲ \Rightarrow f'(x)=۰ \Rightarrow ۳x^۲=۱۲$$

$$\Rightarrow x^۲=۴ \Rightarrow x=\pm ۲ \xrightarrow{۲\in[-۱,۳]}$$

x	-۱	۳	۲
y	$۱۱+k$	$-۹+k$	$-۱۶+k$

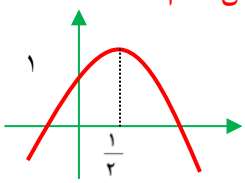
ماکزیمم مطلق تابع در این بازه $۱۱+k$ (بیشترین مقدار) و مینیمم مطلق آن $-۱۶+k$ (کمترین مقدار) است پس:

$$(۱۱+k)-(-۱۶+k)=۲۷$$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

اکسترمم‌های مطلق و ترکیب آن با تقعر تابع

تست۹. نمودار تابع $f(x)=ax^{۴}+bx^{۳}+۲x+c$ شکل مقابل است. مقدار اکسترمم مطلق آن کدام است.



(کانون فرهنگی آموزش)

۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۹}{۴}$ ۳) $\frac{۷}{۴}$ ۴) $\frac{۴۷}{۱۶}$

$f(۰)=۱\Rightarrow c=۱$

$$f'\left(\frac{۱}{۲}\right)=۰\Rightarrow(۴ax^{۳}+۳bx^{۲}+۲)\Big|_{\frac{۱}{۲}}=۴a\left(\frac{۱}{۸}\right)+۳b\left(\frac{۱}{۴}\right)+۲=۰\Rightarrow\frac{a}{۲}+\frac{۳b}{۴}+۲=۰\Rightarrow ۲a+۳b=-۸$$

تقعر نمودار همواره رو به پایین است پس $f''(x)\le ۰$

$$f''(x)=۱۲ax^{۲}+۶bx\Rightarrow\Delta\le ۰\Rightarrow(۶b)^{۲}-۴(۱۲a)(۰)\le ۰\Rightarrow b=۰$$

$$\Rightarrow ۲a+۳(۰)=-۸\Rightarrow a=-۴\Rightarrow f\left(\frac{۱}{۲}\right)=-۴\left(\frac{۱}{۲}\right)^{۴}+۲\left(\frac{۱}{۲}\right)+۱=-\frac{۱}{۴}+۲=\frac{۷}{۴}$$

اکسترمم مطلق (مسائلی که با مثلثات می توان آنها را حل کرد)

تست۱۰. مینمم مطلق تابع $f(x)=۲\cos x+\frac{۱}{\cos^{۲}x}$ در فاصله $\left(\frac{\pi}{۲},\frac{۳\pi}{۲}\right)$ کدام است؟

۱) -۱ ۲) $-\frac{۳}{۲}$ ۳) $۱-\sqrt{۲}$ ۴) $۲-\sqrt{۲}$

پاسخ: **گزینه (۱)**

از معاون مجهول $t=\cos x$ استفاده می‌کنیم و با توجه بدایره مثلثاتی وقتی $\frac{\pi}{۲}<x<\frac{۳\pi}{۲}$، آن‌گاه $-۱\le\cos x<۰$ است، پس:

$$f(t)=۲t+\frac{۱}{t^{۲}},t\in[-۱,۰)$$

$$f'(t)=۲-\frac{۲}{t^{۳}}=\frac{۲t^{۳}-۲}{t^{۳}}\xrightarrow{f'(t)=۰}t=۱\xrightarrow{-۱\le t<۰}$$ غیرقابل قبول است

بنابراین با تعیین $f(-۱)=-۱$ و $\lim\limits_{t\to ۰^{-}}=+\infty$ معلوم می‌شود که $R_f=[-۱,+\infty)$ و مینیمم مطلق تابع مساوی ۱- است.

نکتهٔ مهم: در توابع به صورت $y=a\sin^{۲}x+b\sin x+c$ یا $y=a\cos^{۲}x+b\cos x+c$ برای پیدا کردن بیشترین یا کمترین مقدار تابع $\sin x$ یا $\cos x$ برابر ۱، ۱- و $-\frac{b}{۲a}$ (با شرط $-۱<-\frac{b}{۲a}<۱$) قرار می دهیم و در بین اعداد بدست آمده کمترین مقدار مینیمم مطلق و بیشترین مقدار ماکزیمم مطلق است.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

$$-\sqrt{a^۲+b^۲} \le a\sin \text{☺} + b\cos \text{☺} \le \sqrt{a^۲+b^۲}$$

$$\begin{cases} \dfrac{۱}{۱+\tan^۲\alpha} = \cos^۲\alpha \\ \dfrac{\tan^۲\alpha}{۱+\tan^۲\alpha} = \sin^۲\alpha \\ \dfrac{\tan\alpha}{۱+\tan^۲\alpha} = \dfrac{۱}{۲}\sin ۲\alpha \end{cases}$$

$$\boxed{\begin{aligned} \sin^۲\alpha &= \frac{۱-\cos ۲\alpha}{۲} \\ \cos^۲\alpha &= \frac{۱+\cos ۲\alpha}{۲} \end{aligned}}$$

تست۱۱. برد تابع $f(x)=\dfrac{۱-x^۲}{۱+x^۲}$ کدام است؟

دامنه تابع R هست. با فرض $x=\tan\alpha$ خواهیم داشت.

$$\frac{۱-x^۲}{۱+x^۲} = \frac{۱-\tan^۲\alpha}{۱+\tan^۲\alpha} = \cos ۲\alpha \xrightarrow{-۱\le\cos ۲\alpha\le ۱} -۱ \le \frac{۱-x^۲}{۱+x^۲} \le ۱$$

حالا باید چک کنیم که $f(x)$ می‌تونه برابر ۱- (مجانب افقی) شود یا نه

$$\frac{۱-x^۲}{۱+x^۲} = -۱ \to ۱-x^۲ = -۱-x^۲ \to ۱=-۱$$ نمی‌تونه برابر ۱- بشه $f(x)$

$$\to -۱ < \frac{۱-x^۲}{۱+x^۲} \le ۱ \to R_f = (-۱,۱]$$

یادآوری مهم: برای بدست آوردن اکسترمم نسبی توابعی به فرم

کافی است تساوی زیر را حل کنیم: $\alpha u + \beta\sqrt{\alpha^۲-u^۲}$

$$\frac{u}{\alpha} = \frac{\sqrt{\alpha^۲-u^۲}}{\beta}$$

تست۱۲. برد تابع $x+\sqrt{۹-x^۲}$ را بدست آورید.

پاسخ: ☜

$$-۳ \le x \le ۳$$

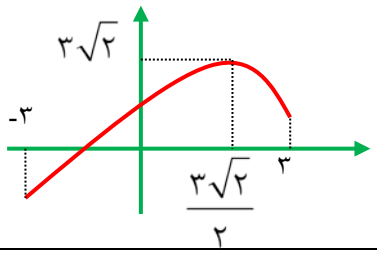
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

طول اکسترمم نسبی $: y = x + \sqrt{۹ - x^۲} \Rightarrow \frac{x}{۱} = \frac{\sqrt{۹ - x^۲}}{۱} \Rightarrow x^۲ = ۹ - x^۲ \Rightarrow x^۲ = \frac{۹}{۲}$

$$\xrightarrow{x>۰} x = \frac{۳}{\sqrt{۲}} \Rightarrow y = \frac{۳}{\sqrt{۲}} + \sqrt{۹ - \frac{۹}{۲}} = \frac{۳}{\sqrt{۲}} + \sqrt{\frac{۹}{۲}} = \frac{۳}{\sqrt{۲}} + \frac{۳}{\sqrt{۲}} = ۳\sqrt{۲}$$

x	-۳	$\frac{۳\sqrt{۲}}{۲}$	۳
y			
	-۳	$۳\sqrt{۲}$	$+۳$

$$\Rightarrow -۳ \le y \le ۳\sqrt{۲}$$



• $A = x + \sqrt{۴ - x^۲}$

$$۴ - x^۲ \ge ۰ \Rightarrow x^۲ \le ۴ \Rightarrow -۲ \le x \le ۲$$

مقدار ماکسیمم نسبی زمانی بدست می آید که :

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{x}{۱} = \frac{\sqrt{۴ - x^۲}}{۱} \Rightarrow x \xrightarrow{x>۰} \\ x^۲ = ۴ - x^۲ \Rightarrow x^۲ = ۲ \xrightarrow{x>۰} x = \sqrt{۲} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = -۲ : A = -۲ \\ x = ۲ : A = ۲ \end{cases} \Rightarrow ۲ \le A \le ۲\sqrt{۲}$$

• $A = x + \sqrt{۲۱ + ۴x - x^۲}$

$$y = x + \sqrt{۲۵ - (x - ۲)^۲}$$

$$۲۵ - (x - ۲)^۲ \ge ۰ \Rightarrow (x - ۲)^۲ \le ۲۵ \Rightarrow -۵ \le x - ۲ \le ۵ \Rightarrow \boxed{-۳ \le x \le ۷}$$

$$y - ۲ = x - ۲ + \sqrt{۲۵ - (x - ۲)^۲}$$

ماکسیمم زمانی رخ می دهد که:

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

$$x-۲=\sqrt{۲۵-(x-۲)^۲}$$

$$(x-۲)^۲=۲۵-(x-۲)^۲ \Rightarrow (x-۲)^۲=\frac{۲۵}{۲} \Rightarrow x=۲+\frac{۵}{\sqrt{۲}}$$

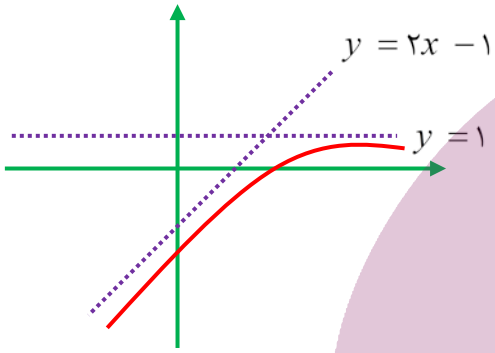
$$\begin{cases} x=-۳ \Rightarrow y=-۳ \\ x=۷ \Rightarrow y=۷ \end{cases} \Rightarrow R_f:[-۳,۲+۵\sqrt{۲}]$$

نکته: توابعی به صورت $x \pm \sqrt{(x-\alpha)^۲ \pm a^۲}$

اکسترمم نسبی ندارند.

تست۱۳. تابع $x-\sqrt{x^۲-۲x+۳}$ را رسم کنید.

$$y=x-\sqrt{(x-۱)^۲+۲}$$



$+\infty$: $x-(x-۱)=۱$

$-\infty$: $x+x-۱=۲x-۱$

$$\lim_{x\to\infty} y \simeq x-\sqrt{(x-۱)^۲}=x-|x-۱|$$

بهینه سازی به کمک مشتق

تست۱. بیشترین محیط مثلث های قائم الزاویه ای که طول وتر آن ها برابر یک واحد است، کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) $\sqrt{۲}+۱$ ۴) $\sqrt{۲}+۲$ (آزمون های قلمچی۹۸)

پاسخ: گزینه۳☜

$$P(x)=x+۱+\sqrt{۱-x^۲}$$

$$\frac{x}{۱}=\frac{\sqrt{۱-x^۲}}{۱} \xrightarrow{x>۰} x^۲=۱-x^۲ \Rightarrow ۲x^۲=۱ \Rightarrow x^۲=\frac{۱}{۲}$$

$$\Rightarrow x=\frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow P\left(\frac{\sqrt{۲}}{۲}\right)=۱+\sqrt{۲}$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

نقطهٔ بحرانی تابع $(x-a)^m(x-b)^n(x-c)^k$ از حل معادلهٔ زیر به دست می آید:

$$(m+n+k)x^2-(m(b+c)+n(a+c)+k(a+b))+mab+nac+kab$$

اگر $m=n=k$ یا به صورت $(x-a)(x-b)(x-c)$ باشد باید معادلهٔ زیر را حل کنیم:

$$3x^2-2(a+b+c)x+ab+ac+bc=0$$

از آنجایی که در اکثر مسائل بهینه سازی یکی از مقادیر c,b,a صفر است کافیست معادلهٔ زیر را حل کنیم $(a=0)$

$$f(x)=x(x-b)(x-c)\rightarrow \text{نقطه بحرانی} \rightarrow \boxed{3x^2-2(b+c)x+bc=0}$$

بهینه سازی (کوتاهترین فاصله از منحنی)

تست۲. کوتاهترین فاصله نقطه $(4,0)$ از نقاط منحنی به معادله $y=\sqrt{2x+9}$ کدام است؟

(سراسری خارج از کشور ۸۷)

فاصله $=\sqrt{(x-4)^2+(0-y)^2}=\sqrt{(x-4)^2+y^2}$

$$=\sqrt{(x-4)^2+2x+9}=\sqrt{x^2-8x+16+2x+9}$$

$$=\sqrt{x^2-6x+25}=\sqrt{x^2-6x+9+16}=\sqrt{(x-3)^2+16}$$

$$(x-3)^2\geq 0\rightarrow (x-3)^2+16\geq 16\rightarrow \sqrt{(x-3)^2+16}\geq \sqrt{16}=4$$

☺ نکته: اگر **m** عددی مثبت باشد که $ax+by=m$ آنگاه کمترین مقدار x^n+y^n وقتی رخ می دهد که داشته باشیم: $\frac{x^n}{ax}=\frac{y^n}{by}$

تست۳. فرض کنید $3x+2y=6$ باشد کمترین مقدار x^2+y^2 بیابید.

(☜ پاسخ:

$$3x+2y=6\Rightarrow y=\frac{6-3x}{2}$$

$$\min(x^2+y^2)\Rightarrow x^2+y^2=x^2+\left(3-\frac{3x}{2}\right)^2$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

$$P'(x)=۲x+۲\left(-\frac{۳}{۲}\right)\left(۳-\frac{۳x}{۲}\right)=۰\Rightarrow ۲x-۳\left(۳-\frac{۳x}{۲}\right)=۰$$

$$\Rightarrow ۲x-۳\left(۳-\frac{۳x}{۲}\right)=۰\Rightarrow ۲x-۹+\frac{۹x}{۲}=۰\Rightarrow \frac{۴x+۹x}{۲}=۹$$

$$x=\frac{۱۸}{۱۳}\Rightarrow y=\frac{۶-\frac{۵۴}{۱۳}}{۲}=\frac{۱۲}{۱۳}\Rightarrow x^{۲}+y^{۲}=\frac{۱۸^{۲}+۱۲^{۲}}{۱۳^{۲}}$$

راه حل دوم)

$$\frac{x^{۲}}{۳x}=\frac{y^{۲}}{۲y}\Rightarrow\frac{x}{۳}=\frac{y}{۲}\Rightarrow\begin{cases}۲x-۳y=۰\\ ۳x+۲y=۶\end{cases}\Rightarrow\begin{matrix}\times ۲\\ \times ۳\end{matrix}\begin{cases}۴x-۶y=۰\\ ۹x+۶y=۱۸\end{cases}\Rightarrow ۱۳x=۱۸\Rightarrow\boxed{x=\frac{۱۸}{۱۳}}\Rightarrow\boxed{y=\frac{۱۲}{۱۳}}$$

حل مسائل بهینه سازی به کمک مثلثات

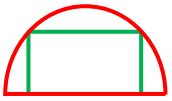
بعضی اوقات می توان در مسائل بهینه سازی از روش پارامتری استفاده کرد.

به عنوان مثال: اگر $x^{۲}+y^{۲}=R^{۲}$ می توان مسائل را به روش زیر حل کرد:

$$\begin{cases}x=R\cos\alpha\\ y=R\sin\alpha\end{cases}$$

$$\boxed{-\sqrt{a^{۲}+b^{۲}}\le a\sin x+b\cos x\le\sqrt{a^{۲}+b^{۲}}}$$

تست۴. داخل نیم دایره ای به شعاع ۴ واحد، یک مستطیل مطابق شکل قرار داده ایم. بیشترین مقدار محیط این مستطیل کدام است؟(آزمون های قلمچی۹۸)



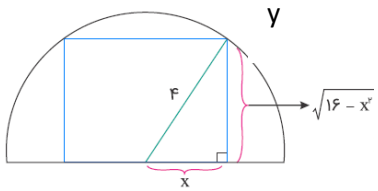
۱) $۱۶\sqrt{۵}$ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) $۸\sqrt{۵}$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

پاسخ: گزینه۴☜

❖ **راه اول) نصف طول مستطیل را x می گیریم و عرض مستطیل را برحسب x می نویسیم:**

محیط این مستطیل برابر است:



$$x^{۲}+y^{۲}=۱۶\Rightarrow\begin{cases}x=۴\cos\alpha\\ y=۴\sin\alpha\end{cases}$$

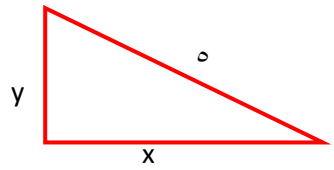
$$P=۲(۲x+y)=۲(۸\cos\alpha+۴\sin\alpha)=۸(۲\cos\alpha+\sin\alpha)$$

$$-\sqrt{۵}\le ۲\cos\alpha+\sin\alpha\le\sqrt{۵}\Rightarrow -۸\sqrt{۵}\le ۸(۲\cos\alpha+\sin\alpha)\le ۸\sqrt{۵}$$

بهینه سازی (زمانی که $x^{۲}+y^{۲}=k$ بخواهیم xy ماکزیمم شود)

قضیه: اگر $x^{۲}+y^{۲}=k$ آنگاه عبارت های $A=x+y$, $B=xy$ زمانی ماکسیمم می شوند که $x=y=\sqrt{\frac{k}{۲}}$

در بین مثلث های قائم الزاویه به طول وتر ۵ بیشترین مساحت کدام است؟ (آزاد غیرپزشکی ۸۵)



$$x^{۲}+y^{۲}=۲۵\rightarrow Max(xy)=\begin{cases}x=\sqrt{\frac{۲۵}{۲}}=\frac{۵}{\sqrt{۲}}\\ y=\sqrt{\frac{۲۵}{۲}}=\frac{۵}{\sqrt{۲}}\end{cases}$$

$$Max(S)=\frac{۱}{۲}xy=\frac{۲۵}{۴}$$

بهینه سازی (زمانی که مجموع چند متغیر مقدار ثابتی باشد و بخواهیم حاصل ضرب xy ماکزیمم شود)

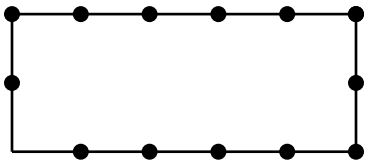
نکته: اگر مجموع دو متغیر برابر مقدار ثابت باشد یعنی $x+y=k$ (k ثابت) آنگاه حاصل ضرب آنها یعنی xy زمانی ماکسیمم است و دو متغیر با هم برابر باشند یعنی $x=y=\frac{k}{۲}$.

نتیجه (۱): اگر $ax+by=k$ (a , b , k اعداد ثابت و مثبت و $x,y>۰$) آنگاه xy وقتی ماکسیمم است که $ax=by=\frac{k}{۲}$.

این قضیه برای n متغیر هم برقرار است و ماکسیمم n متغیر زمانی رخ می دهد که همه آنها با هم برابر باشند.

نتیجه (۲): این قضیه برای n متغیر هم برقرار است و ماکسیمم n متغیر زمانی رخ می دهد که همه آنها با هم برابر باشند.

تست۵. با ۱۴ چوب کبریت به طول ۱ واحد مستطیلی می سازیم. حداکثر مساحت این مستطیل کدام است؟ (در ساخت مستطیل نمی توانید چوب کبریتها را نصف یا... کنید.) (تمرین کتاب درسی)



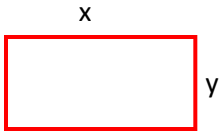
۱) ۱۲ ۲) ۲/۱۶

۳) ۱/۲۵ ۴) ۱۴

پاسخ: گزینه ۱☜

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

فرض کنید x چوب کبریت در طول و y چوب کبریت در عرض مستطیل قرار هیم در این صورت چون طول چوب کبریت ها است و چهارده چوب کبریت داریم ابعاد مستطیل این گونه می شود:



$$۲(x+y)=۱۴\Rightarrow x+y=۷$$

ما ماکزیمم $S=xy$ را می خواهیم می دانیم ماکزیمم وقی رخ می دهد که $x=y=\frac{۷}{۲}$ باشد ولی می دانیم که نمی توانیم ۳/۵ چوب کبریت برداریم. پس نزدیکترین حالت وقتی رخ می دهد که ۳ چوب کبریت در عرض و ۴ چوب کبریت در طول داشته باشد:

$$\max(S)=۳\times۴=۱۲$$

بهینه سازی (زمانی که مجموع چند متغیر مقدار ثابتی باشند و بخواهیم $x^{\alpha}y^{\beta}$ ماکزیمم شود)

تست۶. x کدام باشد تا عبارتهای زیر بیشترین مقدار خود را بگیرند.

۱) $x(۳۰-۲x)^{۲}$

$$x_{max}=\frac{۱\times۱۵+۲\times۰}{۱+۲}=\frac{۱۵}{۳}=۵$$

---

۲) $x^{۲}(۵-۳x)^{۳}$

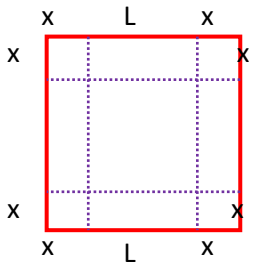
$$x_{max}=\frac{۲\times\frac{۵}{۳}+۳\times۰}{۲+۳}=\frac{۲}{۳}$$

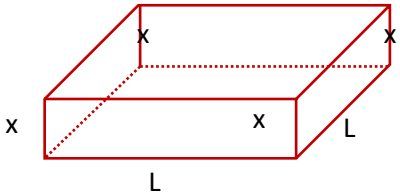
---

۳) $x\sqrt{۳۶-۱۲x}$

$$y=\sqrt{x^{۲}(۳۶-۱۲x)}\Rightarrow x_{max}=\frac{۲\times۳+۱\times۰}{۲+۱}=\frac{۶}{۳}=۲$$

تست۷. ورق فلزی مربع شکل به طول ضلع ۳۰ *cm* را در نظر بگیرید. مطابق شکل می خواهیم از چهارگوشهٔ آن، مربع های کوچکی به ضلع x برش بزنیم و آن ها را کنار بگذاریم. سپس با تا کردن ورق در امتداد خط چین های مشخص شده در شکل، یک قوطی در باز بسازیم. مقدار x چقدر باشد تا حجم قوطی، حداکثر مقدار ممکن گردد؟ (کتاب درسی)





۱) ۵

۲) ۷/۵

۳) ۱۲/۵

۴) ۱۰

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

پاسخ: گزینه ۱ ☜

❖ راه اول)

$$x+x+L=۳۰\Rightarrow L+۲x=۳۰\Rightarrow L=۳۰-۲x$$

$$V=x.L.L=xL^{۲}=x(۳۰-۲x)^{۲}$$

$$V'=۱\times(۳۰-۲x)^{۲}+x(۲)(-۲)(۳۰-۲x)=۰\Rightarrow(۳۰-۲x)(۳۰-۲x-۴x)=۰$$

$$\Rightarrow(۳۰-۲x)(۳۰-۶x)=۰\Rightarrow\begin{cases}x=۱۵ \text{ غ ق}\\ x=۵ \checkmark\end{cases}$$

❖ راه دوم) $V=x(۳۰-۲x)^{۲}\Rightarrow x_{max}=\frac{۱\times۱۵+۲\times۰}{۱+۲}=\frac{۱۵}{۳}=۵$

بهینه سازی (زمانی که تفاضل دو متغیر مقدار ثابتی باشد و بخواهیم حاصل ضرب شان مینیمم شود)

نکته: اگر تفاضل ۲ متغیر مقدار ثابتی باشد حاصل ضرب آنها وقتی مینیمم است که دو متغیر قرینه یکدیگر باشند.

اگر تفاضل دو عدد حقیقی ۱۰ باشد حاصل ضرب آنها حداقل چقدر است؟ (کتاب درسی)

۱) ۷۵- ۲) ۲۵- ۳) ۲۵ ۴) ۷۵

پاسخ: ☜

❖ راه اول $x-y=۱۰\Rightarrow x=-y=\frac{۱۰}{۲}\Rightarrow x=-y=۵\Rightarrow\begin{cases}x=۵\\ y=-۵\end{cases}\Rightarrow\min(xy)=-۲۵$

❖ راه دوم $x-y=۱۰\Rightarrow x=y+۱۰\Rightarrow xy=(y+۱۰)y=y^{۲}+۱۰y$

$$\xrightarrow{\text{مشتق}}۲y+۱۰=۰\Rightarrow y=-۵\xrightarrow{x=y+۱۰}x=-۵+۱۰=۵$$

بهینه سازی (زمانی که $xy=k$ و می خواهیم $x+y$ مینیمم شود)

قضیه : اگر $xy=k$ ($x,y>۰$ و k ثابت) آنگاه $x+y$ وقتی مینیمم است که $x=y$ یعنی $x=y=\sqrt{k}$

نکته : اگر x , y متغیرهای مثبت و k عدد ثابت و مثبت باشد و $x^{\alpha}y^{\beta}=k$ آنگاه $x+y$ وقتی مینیمم است که $\frac{x}{a}=\frac{y}{\beta}$

اگر x , y دو عدد مثبت باشند و $xy=۹$ ، کمترین مقدار $x+y$ کدام است؟

$$x=y=\sqrt{۹}=۳\rightarrow Min(x+y)=۳+۳=۶$$

بهینه سازی نامساوی حسابی ـ هندسی $x+y\geq۲\sqrt{xy}$

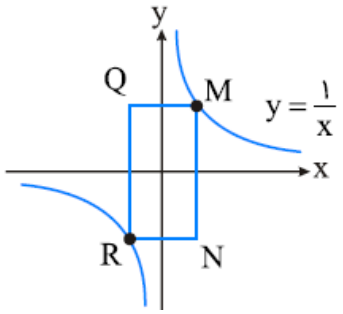
قضیه: اگر x , y مثبت باشند آنگاه $x+y\geq۲\sqrt{xy}$

نقطه **A** روی منحنی $y=\frac{۲}{x}$ حرکت می کند. کم ترین فاصله **A** تا مبدأ مختصات کدام است؟

$$d=\sqrt{x^۲+y^۲}=\sqrt{x^۲+\frac{۴}{x^۲}}$$

$$x^۲+\frac{۴}{x^۲}\geq ۲\sqrt{x^۲(\frac{۴}{x^۲})}=۴$$

$$\rightarrow d_{\min}=۲$$

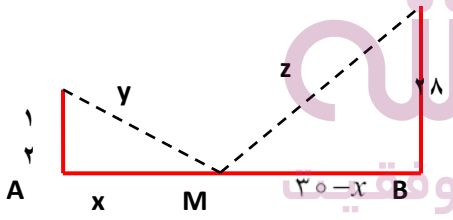


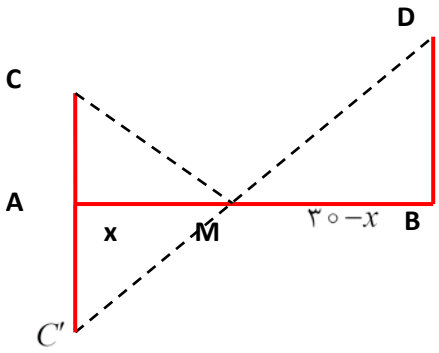
بهینه سازی (قضیه هرون)

مسئله هرون

اگر دو نقطه C , D در یک طرف خط Δ باشند و بخواهیم نقطه ای مانند M را روی Δ پیدا کنیم که مجموع فواصل آن از C , D مینیمم باشد کافیه قرینه C (یا قرینه D) را نسبت به خط Δ بدست آوریم و سپس این نقطه را به D (یا به C) وصل کنیم. نقطه تلاقی این خط و خط Δ همان نقطه M مورد نظر است.

تست۷۴. دو تیر برق به فاصله ۳۰ متر از هم قرار دارند. ارتفاع یکی *m* ۱۲ و دیگری ۲۸ متر است. این دو تیر می بایست توسط دو سیم نگاه داشته شوند به طوری که این دو به نقطه ای در سطح زمین با میخ متصل شده و سر دیگر آن ها به انتهای هر تیر برسد. میخ را کجا بکوبیم تا کم ترین مقدار سیم مصرف شود؟



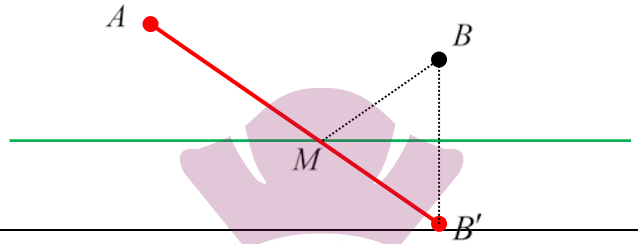


دو مثلث MBD و MAC' متشابه هستند.

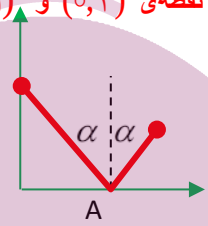
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

$$\rightarrow \frac{BD}{AC'}=\frac{MB}{MA}\rightarrow \frac{۲۸}{۱۲}=\frac{۳۰-x}{x}\rightarrow ۲۸x=۳۶۰-۱۲x\rightarrow ۴۰x=۳۶۰\rightarrow x=۹$$

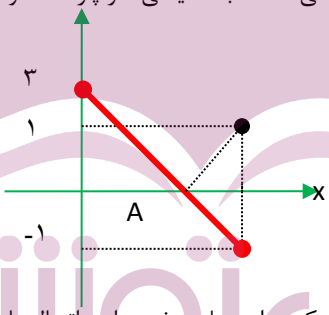
نکته: اگر دو نقطه‌ی A , B در دو طرف یک خط واقع باشند برای پیدا کردن نقطه‌ی M که مجموع فواصلش از این دو نقطه مینیمم باشد کافیست قرینه‌ی B را نسبت به خط پیدا کنیم و از A به B' وصل کنیم محل برخورد پاره خط AB' و خط همان نقطه‌ی M است.



مجموع فواصل نقطه‌ی A روی محور x ها از دو نقطه‌ی $(۰,۳)$ و $(۲,۱)$ مینیمم است. طول نقطه‌ی A کدام است؟



نقطه‌ی A نسبت به دو نقطه‌ی مذکور باید خاصیت انعکاسی داشته باشد یعنی اگر پاره خط واصل بین A و $(۰,۳)$ را از سمت A امتداد دهیم از قرینه‌ی $(۲,۱)$ نسبت به محور x ها می گذرد.



پس اگر دو نقطه‌ی $(۰,۳)$ و $(۲,-۱)$ را به هم وصل کنیم از محل برخورد این اتصال با محور x ها A بدست می آید این معادله‌ی خط واصل به این شکل است:

$$y-۳=\frac{۳+۱}{۰-۲}(x-۰)=-۲x\xrightarrow{y=۰}x=\frac{۳}{۲}$$

۱) اگر یک خط داشته باشیم، و دو نقطه A و B داشته باشیم که در دو طرف خط باشد، و بخواهیم تفاضل فواصل آنها از خط مفروض بیشترین مقدار شود، قرینهٔ یکی از نقاط را نسبت به خط مفروض بدست می آوریم A'و معادلهٔ خطی که از A' و B می گذرد را بدست می آوریم و محل برخورد خط $A'B$و خط مفروض جواب مسأله است.

نقطه ای با کدام طول بر روی محور x ها انتخاب شود بطوریکه تفاضل فواصل آنها از دو نقطه‌ی $A(۱,۵)$ و $B(۷,-۲)$ بیشترین مقدار را داشته باشد. (سراسری ۹۳)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۱ (۴ ۱۰ (۳ ۹ (۲ ۸ (۱

قرینه‌ی نقطه‌ی $B(۷,-۲)$ را نسبت به محور x ها بدست می آوریم $B'(۷,۲)$ و با در دست داشتن مختصات $A(۱,۵)$ معادله‌ی AB' را می نویسیم و با محور x ها قطع می دهیم:

$$AB': \frac{y-۵}{x-۱}=\frac{۲-۵}{۷-۱}=-\frac{۱}{۲}\Rightarrow x+۲y=۱۱\xrightarrow{y=۰}x=۱۱$$

پس نقطه‌ی مورد نظر $(۱۱,۰)$ است.

۲) اگر یک خط داشته باشیم، و دو نقطه A و B داشته باشیم که هر دو نقطه در یک طرف خط باشد، و بخواهیم تفاضل فواصل آنها از خط مفروض بیشترین مقدار شود، معادله خط AB را می نویسیم، محل برخورد خط AB و خط مفروض، جواب مسأله است.

دو نقطه‌ی $B(۴,۷),A(۲,۳)$ و خط به معادله‌ی $y=x-۱$ در صفحه‌ی محورهای مختصات مفروض اند. نقطه‌ی M بر روی خط مفروض، با کدام طول انتخاب شود بطوریکه تفاضل فواصل آن از دو نقطه‌ی مفروض، بیشترین مقدار را داشته باشد.(ریاضی خارج از کشور ۹۳)

۱) ۱- ۲) صفر ۳) ۱ ۴) ۳

B,A هر دو در یک طرف خط $y=x-۱$ قرار دارند پس کافیست معادله‌ی خط AB را بدست آوریم و آن را با خط $y=x-۱$ قطع دهیم نقطه‌ی برخورد، مطلوب مسأله است:

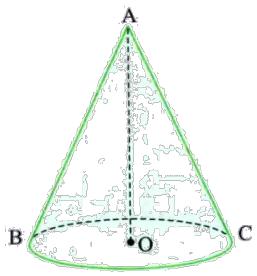
$$\begin{cases}A(۲,۳)\\B(۴,۷)\end{cases}\rightarrow\frac{y-۷}{x-۴}=\frac{۳-۷}{۲-۴}=۲\Rightarrow AB:\ y-۲x=-۱$$

$$\Rightarrow x-۱=۲x-۱\Rightarrow\begin{cases}x=۰\\y=-۱\end{cases}\Rightarrow M(۰,-۱)$$ گزینه ۲ درست است. $\begin{cases}y=۲x-۱\\y=x-۱\end{cases}$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

مفهوم مقاطع مخروطی دوازدهم تجربی

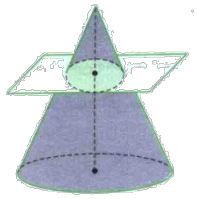
تعریف: یک مخروط قائم توپر مانند شکل زیر را در نظر بگیرید. در این مخروط خطی که از رأس مخروط (یعنی نقطهٔ A) به مرکز قاعده (یعنی نقطهٔ O) وصل می شود را محور مخروط و خطوطی مانند AB یا AC که از رأس به نقاط روی محیط دایرهٔ قاعده وصل می شوند را مولد مخروط می نامند.



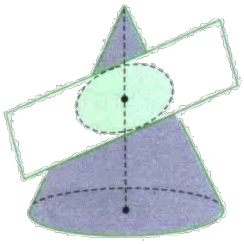
☜ **برش مخروط :**

حال فرض کنید می خواهیم یک مخروط چوبی توپر را با صفحاتی برش دهیم، چندین حالت ممکن است رخ دهد"

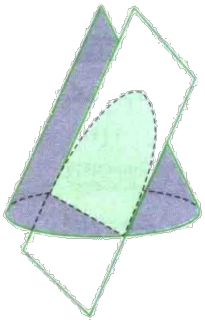
❶ اگر یک صفحه عمود بر محور مخروط آن را قطع کند، سطح مقطع حاصل **دایره** است.



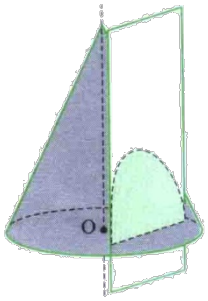
❷ اگر یک صفحه غیرعمود بر محور و غیرموازی با مولد، مخروط را قطع کند، سطح مقطع حاصل **بیضی** است.



❸ اگر یک صفحه به موازات مولد مخروط آن را قطع کند، سطح مقطع حاصل **سهمی** است.



❹ اگر یک صفحه به موازات محور مخروط آن را قطع کند، سطح مقطع حاصل قسمتی از یک منحنی بسیار معروف به نام **هایپربولیک (هذلولی) است. (که البته در کتاب درسی اشاره ای به آن نشده است.)**



ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

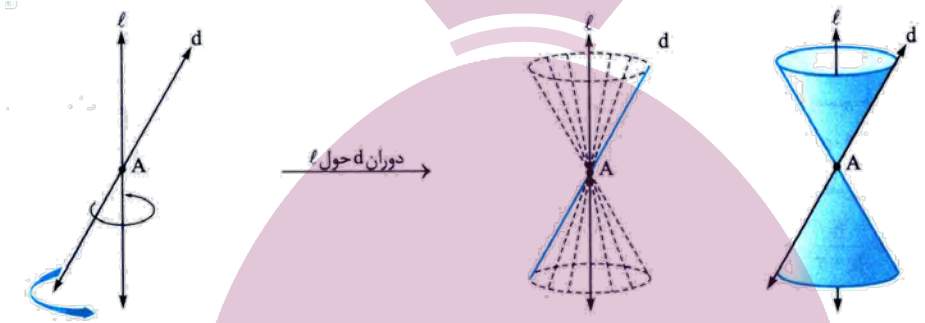
البته این صفحه می تواند کاملاً موازی محور هم نباشد و کمی نسبت به آن دارای انحراف هم باشد ولی نه تا آنقدر که موازی مولد شود. در عین حال جالب است بدانید که اگر این صفحه به موازات محور مخروط از رأس مخروط بگذرد، سطح مقطع حاصل **مثلث متساوی الساقین** خواهد شد.

مقاطع مخروطی :

مقاطع حاصل از برخورد یک صفحه با یک مخروط یعنی **دایره، بیضی، سهمی** و **هذلولی** را **مقاطع مخروطی** می نامند.

تعریف :

دو خط d و ℓ در نقطه ای مثل A متقاطع اند. اگر خط d را حول خط ℓ دوران کامل دهیم، شکل حاصل یک **سطح مخروطی** نامیده می شود. در این حالت خط ℓ محور، نقطهٔ **A رأس** و خط **d مولد** این سطح مخروطی است.



از برخورد سطح مخروطی با صفحهٔ P ، مقاطع مخروطی تولید می شوند. مقاطع مخروطی این ها هستند:

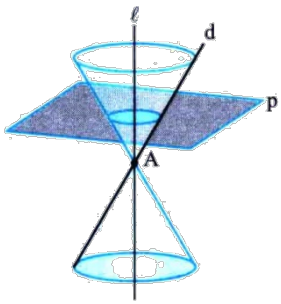


هذلولی	سهمی	بیضی	دایره

حالا ببینید چگونه این شکل ها تولید می شوند:

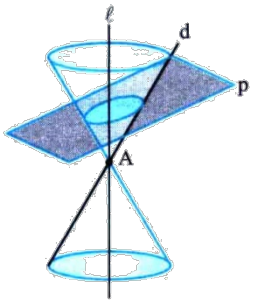
Hyperbola	Parabola	Ellipse	Circle

◆ **الف)** اگر صفحهٔ P بر محور سطح مخروطی عمود باشد و از رأس آن عبور نکند، شکل حاصل **دایره** است.

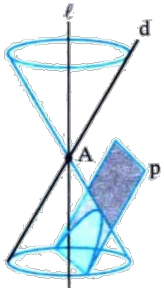


ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

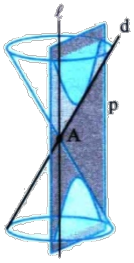
◆ **ب)** اگر صفحهٔ P بر محور سطح مخروطی عمود باشد و در هیچ حالتی با مولد سطح مخروطی موازی نشود و از رأس نگذرد، شکل حاصل **بیضی** خواهد بود.



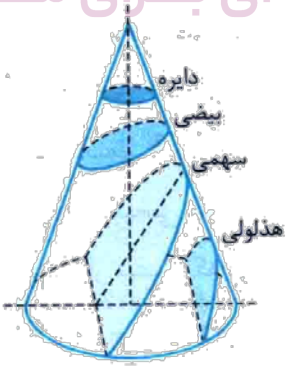
◆ **پ)** اگر صفحهٔ P در یکی از موقعیت ها با مولد سطح مخروطی موازی باشد و از رأس آن عبور نکند، شکل حاصل **سهمی** است.



◆ **ت)** اگر صفحهٔ P سطح مخروطی را هم در قسمت بالایی و هم در قسمت پایینی قطع کند و از رأس آن عبور نکند، شکل حاصل را **هذلولی** می نامیم.



پس در مجموع داریم:



ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

معادله استاندارد دایره

معادله استاندارد : معادلهٔ دایره ای به مرکز $O(\alpha,\beta)$ و به شعاع R عبارت است از:

$$\boxed{(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2=R^2}$$

معادله گسترده : اگر معادلهٔ دایره به صورت $x^2+y^2+ax+by+c=0$ باشد آن را معادلهٔ گسترده می نامند. در این حالت مرکز و شعاع به صورت زیر به دست می آید:

$$\begin{cases} f'_x=0\Rightarrow 2x+a=0\Rightarrow x=-\dfrac{a}{2} \\ f'_y=0\Rightarrow 2y+b=0\Rightarrow y=-\dfrac{b}{2} \end{cases}$$

$$O\left(-\frac{a}{2},-\frac{b}{2}\right)\ ,\ R=\sqrt{\text{(طول مرکز)}^2+\text{(عرض مرکز)}^2-c}$$

تست۱. دایره ای به معادلهٔ $a(x^2+y^2)+b(x+y)=0$ از نقطهٔ (۱، ۱) می گذرد شعاع آن کدام است؟

۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

پاسخ: گزینه۴☜

نقطهٔ $A(1,1)$ را درون معادله قرار می دهیم:

$$a(1^2+1^2)+b(1+1)=0\Rightarrow b=-a\Rightarrow a(x^2+y^2)-a(x+y)=0$$

$$\Rightarrow x^2+y^2-x-y=0\Rightarrow O\left(\frac{1}{2},\frac{1}{2}\right)\Rightarrow R=\sqrt{\frac{1}{4}+\frac{1}{4}-0}=\frac{\sqrt{2}}{2}$$

شرط دایره بودن :

شرط دایره بودن یک معادله $Ax^2+By^2+Cx+Dy+E=0$ به شکل دو چیز است:

۱) ضریب x^2, y^2 برابر باشد.

۲) وقتی شعاع را پیدا می کنیم زیر رادیکال مثبت باشد.

تست۲. به ازای کدام مجموعه مقادیر a منحنی به معادلهٔ $2x^2+(a^2-7)y^2+4y+a=0$ یک دایره است؟

۱) $\{-3\}$ ۲) $\{3\}$ ۳) $\{-3,3\}$ ۴) ϕ

پاسخ: گزینه۳☜

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

با توجه به توضیحات درسنامه برای دایره بودن باید ضرایب x^2, y^2 برابر باشند بنابراین داریم:

$$2 = a^2 - 7 \Rightarrow a^2 = 9 \Rightarrow a = 3, -3$$

اگر $a = 3$ باشد داریم:

غ ق ق

$$2x^2 + 2y^2 + 4y + 3 = 0 \Rightarrow x^2 + y^2 + 2y + \frac{3}{2} = 0 \xrightarrow[f'_y = 0]{f'_x = 0} O(0,-1) \Rightarrow R = \sqrt{0 + 1 - \frac{3}{2}}$$

ولی اگر $a = -3$ باشد داریم:

$$2x^2 + 2y^2 + 4y - 3 = 0 \Rightarrow x^2 + y^2 + 2y - \frac{3}{2} = 0 \xrightarrow[f'_y = 0]{f'_x = 0} O(0,-1) \Rightarrow R = \sqrt{0 + 1 + \frac{3}{2}}$$ ق ق

مماس شدن:

برای پیدا کردن نقطهٔ تلاقی یا مماس شدن یک خط و یک دایره کافی است با جایگذاری به معادله درجهٔ ۲ برسیم و با اطلاعاتی که از تابع درجهٔ ۲ داریم معادله را حل کنیم.

تست۳. کوچکترین دایرهٔ گذرا بر دو نقطهٔ $A(2,5), B(-4,1)$ محور x ها را با کدام طول قطع می کند؟ (از کتاب جمع بندی ریاضیات تجربی)

۱) ۳- و ۱ ۲) ۳- و صفر ۳) ۱- و ۲ ۴) ۲- و ۳

پاسخ: گزینه۱☜

AB باید قطر باشد که این یعنی $O = \frac{A+B}{2} = (-1,3)$ و:

$$2r = |AB| = \sqrt{6^2 + 4^2} = \sqrt{52} = 2\sqrt{13} \Rightarrow r = \sqrt{13}$$

بنابراین معادلهٔ این دایره $(x+1)^2 + (y-3)^2 = 13$ است تقاطع هر چیزی با محور x ها یعنی جایگذاری $y = 0$:

$$(x+1)^2 + 9 = 13 \Rightarrow (x+1)^2 = 4 \Rightarrow x + 1 = 2 \Rightarrow x = 1 \text{ یا } x + 1 = -2 \Rightarrow x = -3$$

تذکر: اگر معادلهٔ یک دایره و یک خط را برابر بگذاریم معادله ای حاصل می شود که ریشه های آن طول نقاط برخورد دایره و خط را مشخص میکند. در این صورت در این معادله اگر:

۱) $\Delta > 0$ باشد، خط و دایره در ۲ نقطه همدیگر را قطع می کنند.

۲) اگر $\Delta = 0$ باشد خط بر دایره مماس است.

۳) اگر $\Delta < 0$ باشد، خط دایره را قطع نمی کند.

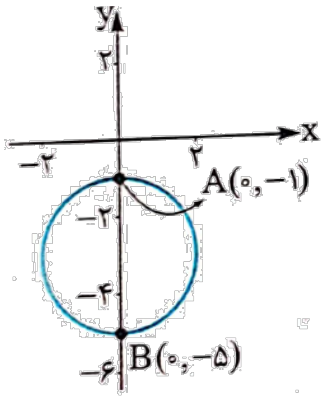
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

تست۴. طول پاره خطی که دایرهٔ $x^۲+(y+۳)^۲-۴=۰$ روی محور **y** ها جدا می کند کدام است؟(کتاب درسی)

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) محور **y** ها را قطع نمی کند.

پاسخ: گزینه۱☜

محل برخورد دایره با محور y ها را می خواهیم پس x را صفر می گذاریم:



$$x^۲+(y+۳)^۲-۴=۰$$

$$\xrightarrow{x=۰}(y+۳)^۲=۴\Rightarrow\begin{cases}y+۳=۲\Rightarrow y=-۱\\ y+۳=-۲\Rightarrow y=-۵\end{cases}$$

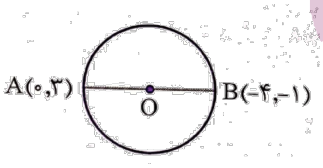
دایره در نقاط $B(۰,-۵),A(۰,-۱)$ محور y ها را قطع می کند

که فاصلهٔ آنها برابر ۴ است.

تست۵. دو سر قطرهای یک دایره نقاط $(۰,۳),(-۴,-۱)$ هستند اگر این دایره محور **y** ها را در نقاط **M** و **N** قطع کند طول $|MN|$ کدام است؟ (از کتاب ریاضیات تجربی مهر و ماه ۱۰۰ درصد ـ دکتر محمدرضا میرجلیلی ـ دکتر مهدی امیریان)

۱) $۲\sqrt{۲}$ ۲) ۴ ۳) $۲\sqrt{۷}$ ۴) ۸

پاسخ: گزینه۲☜



$$|AB|=۲R=\sqrt{(-۴-۰)^۲+(-۱-۳)^۲}$$

$$\Rightarrow ۲R=۴\sqrt{۲}\Rightarrow R=۲\sqrt{۲}$$

B و A نقطهٔ وسط $O:O\left(\frac{x_A+x_B}{۲},\frac{y_A+y_B}{۲}\right)\Rightarrow O\left(\frac{۰-۴}{۲},\frac{۳-۱}{۲}\right)\Rightarrow O(-۲,۱)$

معادلهٔ دایره $(x+۲)^۲+(y-۱)^۲=۸$ **:**

ها y محل برخورد با محور $\xrightarrow{x=۰}۴+(y-۱)^۲=۸$

$$\Rightarrow(y-۱)^۲=۴\Rightarrow\begin{cases}y-۱=۲\Rightarrow y_M=۳\\ y-۱=-۲\Rightarrow y_N=-۱\end{cases}\Rightarrow|y_M-y_N|=|۳-(-۱)|=۴$$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

نوشتن معادلهٔ دایره

نوشتن معادلهٔ دایره :

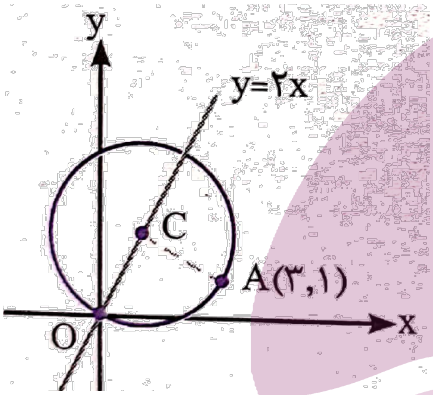
برای نوشتن معادلهٔ دایره دو چیز لازم است: مرکز و شعاع که باید از اطلاعات مسأله این دو را پیدا کنیم و از رابطهٔ معادله را بنویسید: $(x-\alpha)^{۲}+(y-\beta)^{۲}=R^{۲}$

یک قطره $y=mx+h$ است و یا می گویند $y=mx+h$ توجه: در بسیاری مسائل گفته می شود مرکز دایره روی خط مثلاً فرض می کنیم یعنی شناور روی خط. $O(\alpha, m\alpha+h)$ دایره است در این موارد مرکز را به صورت

تست۶. دایره ای از دو نقطهٔ $(۰,۰),(۳,۱)$ می گذرد و مرکز آن بر خطی به معادلهٔ $y=۲x$ قرار دارد. شعاع این دایره کدام است؟ (از کتاب ریاضیات تجربی مهر و ماه ۱۰۰ درصد ـ دکتر محمدرضا میرجلیلی ـ دکتر مهدی امیریان)

۱) $\sqrt{۳}$ ۲) ۲ ۳) $\sqrt{۵}$ ۴) ۳

پاسخ: گزینه۳☜



با توجه به فرضیات سوال شکل روبه رو را در نظر بگیرید:

همان شعاع دایره است: $y=۲x$ از خط Aفاصلهٔ نقطهٔ

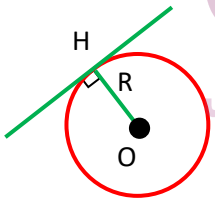
$$y-۲x=۰\Rightarrow R=\frac{|۱-۶|}{\sqrt{۱+۴}}=\frac{۵}{\sqrt{۵}}=\sqrt{۵}$$

یادآوری کاربردی

یادآوری کاربردی :

۱) فاصله مرکز دایره از خط مماس برابر است با شعاع دایره.

۲) فاصله نقطهٔ $A(x_۰,y_۰)$ از خط $ax+by+c=۰$ برابر است با:



$$|AH|=\frac{|ax_۰+by_۰+c|}{\sqrt{a^{۲}+b^{۲}}}$$

تست۷. دایره ای به مرکز $(۲,۱)$ و مماس بر خط $y=x+۳$ خط $x=۴$ را با کدام عرض ها قطع می کند؟

۱) ۳، -۵ ۲) ۱، -۲ ۳) -۱ ، ۳ ۴) -۲ ، ۴

پاسخ: گزینه۳☜

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

فاصلهٔ O' تا خط $y-x-۳=۰$ برابر شعاع دایره است. $r=\frac{|۱-۲-۳|}{\sqrt{(-۱)^۲+۱^۲}}=۲\sqrt{۲}$

معادلهٔ دایره به مرکز $(۲,۱)$ و شعاع $۲\sqrt{۲}$ به صورت $(x-۲)^۲+(y-۱)^۲=۸$ است.

$$(x-۲)^۲+(y-۱)^۲=۸\xrightarrow{x=۴}(۴-۲)^۲+(y-۱)^۲=۸\Rightarrow(y-۱)^۲=۴$$
$$\Rightarrow y-۱=\pm۲\Rightarrow y=۳,y=-۱$$

بنابراین شعاع های دو دایره برابر $\left(r \quad \frac{|a|}{\sqrt{۵}}\right)$ $\frac{۲}{\sqrt{۵}},\frac{۲}{۳\sqrt{۵}}$ است. لذا شعاع دایرهٔ کوچکتر برابر $\frac{۲}{۳\sqrt{۵}}=\frac{۲}{۱۵}\sqrt{۵}$ است.

تست۸. مرکز دایره ای بر روی نیمساز ناحیهٔ اول است. اگر این دایره از نقطهٔ $A(۳,۶)$ گذشته و بر خط $y=۲x$ مماس شود شعاع آن کدام است؟ (داخل ۹۲)

۱) $\sqrt{۵}$ ۲) $\sqrt{۶}$ ۳) $۲\sqrt{۲}$ ۴) $\sqrt{۱۰}$

پاسخ: گزینه۱ ☜

فرض می کنیم. فاصلهٔ مرکز از خط $O(\alpha,\alpha)$ است آن را به صورت شناور روی خط یعنی $y=x$ چون گفته مرکز روی خط مماس برابر است با شعاع:

$$R=\frac{|۲\alpha-\alpha|}{\sqrt{۴+۱}}=\frac{|\alpha|}{\sqrt{۵}}\Rightarrow(x-\alpha)^۲+(y-\alpha)^۲=\frac{\alpha^۲}{۵}\xrightarrow{A(۳,۶)}(۳-\alpha)^۲+(۶-\alpha)^۲=\frac{\alpha^۲}{۵}$$
$$\Rightarrow ۹-۶\alpha+\alpha^۲+۳۶-۱۲\alpha+\alpha^۲=\frac{\alpha^۲}{۵}\Rightarrow ۹\alpha^۲-۹۰\alpha+۲۲۵=۰\Rightarrow(۳\alpha-۱۵)^۲=۰$$
$$\Rightarrow\alpha=۵\Rightarrow R=\frac{۵}{\sqrt{۵}}=\sqrt{۵}$$

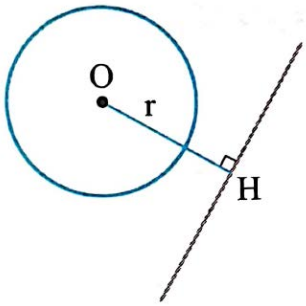
ایران توشه
توشه راه موفقیت

وضعیت یک خط نسبت به دایره

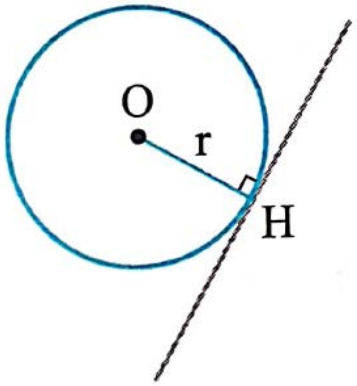
وضعیت یک خط نسبت به دایره:

یک خط ۳ حالت نسبت به یک دایره می تواند داشته باشد:

۱ـ $OH>r$ خط دایره را قطع نمی کند: در این صورت فاصلهٔ خط تا مرکز دایره، بیشتر از شعاع است:

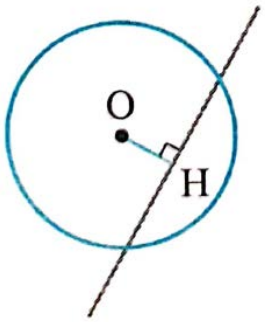


۲ـ خط بر دایره مماس است: در این صورت فاصلهٔ خط تا مرکز دایره، برابر شعاع دایره است: $OH = r$

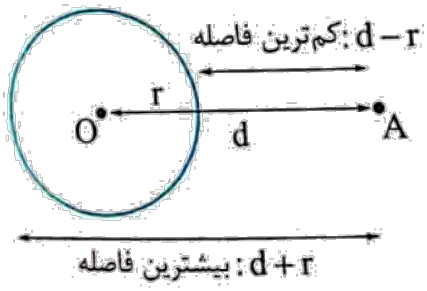


۳ـ خط، دایره را در دو نقطه قطع می کند: در این صورت فاصلهٔ خط تا مرکز دایره، کمتر از شعاع دایره است:

$OH < r$



نکته: اگر نقطهٔ A از دایره برابر $d + r$ بیرون دایره باشد، در این صورت بیشترین فاصلهٔ نقطهٔ A و کمترین فاصلهٔ آن برابر $d - r$ فاصلهٔ نقطه تا مرکز دایره می باشد.) d است. (



تست۹. خط $x+3y+a=0$ دایرهٔ $x^2+y^2+4x+6y+3=0$ را قطع نمی کند. حدود **a** کدام است؟

۱) $-10<a<5$ ۲) $a<0$ یا $a>5$ ۳) $a<1$ یا $a>21$ ۴) $-21<a<1$

پاسخ: گزینه۳☜

بیشتر از شعاع دایره باشد آنگاه خط دایره را قطع نمی کند. اگر فاصلهٔ مرکز دایره تا خط $x+3y+a=0$

$$x^2+y^2+4x+6y+3=0\Rightarrow O'(-2,-3), r=\sqrt{10}$$

تا خط O' **فاصلهٔ** $d=\frac{|-2-9+a|}{\sqrt{1+9}}=\frac{|a-11|}{\sqrt{10}}>r=\sqrt{10}\Rightarrow |a-11|>10$

$$a-11>10\Rightarrow a>21 \text{ یا } a-11<-10\Rightarrow a<1$$

تست۱۰. وضعیت خط $3x+4y=5$ و دایرهٔ $x^2+y^2+2x+4y=8$ نسبت به هم چگونه است؟ (از کتاب جمع بندی ریاضیات تجربی)

۱) بدون نقطهٔ اشتراک ۲) مماس

۳) دارای دو نقطهٔ اشتراک ۴) خط از مرکز دایره می گذرد.

پاسخ: گزینه۳☜

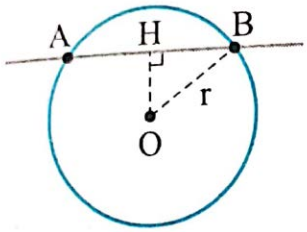
مرکز و شعاع دایرهٔ $x^2+y^2+2x+4y-8=0$ **به ترتیب برابر با** $O=(-1,-2)$، $R=\sqrt{(-1)^2+(-2)^2+8}=\sqrt{13}$ **است. از طرفی فاصلهٔ خط** $3x+4y=5$ **از مرکز این دایره می شود:**

$$\frac{|3(-1)+4(-2)-5|}{\sqrt{3^2+4^2}}=\frac{16}{5}$$

اما $\frac{۱۶}{۵} < \sqrt{۱۳}$ است زیرا $\frac{۲۵۶}{۲۵} < ۱۱ < ۱۳$ است پس فاصلهٔ خط تا مرکز دایره از شعاع دایره کمتر است لذا این خط دایره را در دو نقطه قطع می کند. از آن جا که $(-۱,-۲)$ در معادلهٔ خط صدق نمی کند پس خط ای مرکز دایره عبور نمی کند.

نکته: **اگر خطی دایره را در ۲ نقطهٔ متمایز قطع کند طول وتر ایجاد شده به راحتی قابل محاسبه است:**

$$BH^{۲} = r^{۲} - OH^{۲} \Rightarrow \text{طول وتر } = ۲\sqrt{r^{۲} - OH^{۲}}$$



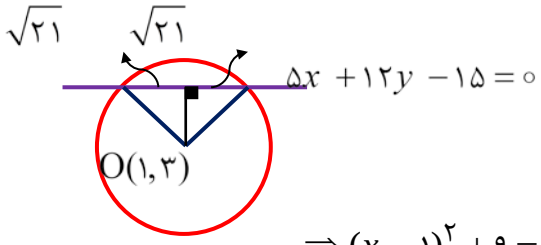
تست۱۱. دایره ای به مرکز $(۱,۳)$ بر روی خط راست $۵x + ۱۲y = ۱۵$ وتری به طول $۲\sqrt{۲۱}$ جدا می کند. این دایره بر روی محور x ها وتری با کدام اندازه جدا می کند؟ (خارج ریاضی۹۹)

۱) $۲\sqrt{۶}$ ۲) ۶ ۳) $۲\sqrt{۱۵}$ ۴) ۸

پاسخ: گزینه۴☜

فاصلهٔ $O(۱,۳)$ از خط $۵x + ۱۲y - ۱۵ = ۰$ برابر است با:

$$\frac{|۵ + ۳۶ - ۱۵|}{۱۳} = ۲ \Rightarrow R = \sqrt{۲۱ + ۴} = ۵$$



معادلهٔ دایره $(x-۱)^{۲} + (y-۳)^{۲} = ۲۵$:

$y = ۰$ ها : xمحل برخورد با محور

$$\Rightarrow (x-۱)^{۲} + ۹ = ۲۵ \Rightarrow (x-۱)^{۲} = ۱۶ \Rightarrow \begin{cases} x - ۱ = ۴ \Rightarrow x = ۵ \\ x - ۱ = -۴ \Rightarrow x = -۳ \end{cases}$$

فاصلهٔ این دو نقطه ۸ است.

نکته: **(مطالعهٔ آزاد)**

پاره خط **AB** در تست قبل، کوتاه ترین وتری است که می توان از نقطهٔ $H(۱,۲)$ رسم کرد که به آن وتر مینیمم هم می گویند.

اگر $f(x,y)=0$ معادلهٔ گستردهٔ یک دایره باشد در این صورت طول وتر مینیممی که از نقطهٔ A داخل دایره رسم می شود برابر است با:

طول وتر مینیمم $2\sqrt{|f(A)|}$:

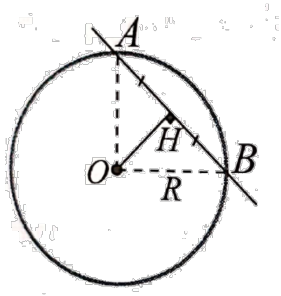
در دایرهٔ داریم: $H(1,2)$ مثلاً در تست قبل برای پیدا کردن طول وتر مینیمم از نقطهٔ

$$2\sqrt{|f(H)|}=2\sqrt{|1^2+2^2-4(1)-8(2)+10|}=2\sqrt{5}$$

تست۱۲. دایرهٔ $C: x^2+y^2-2x-3=0$ بر خطوط $y=mx, 2x+y-1=0$ وترهای مساوی ایجاد کرده است. مقدار **m** کدام است؟ (ریاضیات جامع تجربی)

۱) $\pm\frac{2}{19}$ ۲) $\pm\frac{1}{2}$ ۳) $\pm\frac{3}{7}$ ۴) $\pm\sqrt{2}$

پاسخ: گزینه۲☜



اگر دایره ای بر دو خط وترهای مساوی ایجاد کند فاصلهٔ مرکز دایره از آن دو خط برابر است چرا که :

$$AB=2HA=2\sqrt{R^2-OH^2}$$

است فاصلهٔ آن را از دو خط برابر می گذاریم: $(0,1)$ مرکز دایرهٔ نقطه

$$\begin{cases} y-mx=0 \\ 2x+y-1=0 \end{cases} \Rightarrow \frac{|-m|}{\sqrt{1+m^2}}=\frac{|2-1|}{\sqrt{4+1}} \Rightarrow \frac{|m|}{\sqrt{1+m^2}}=\frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow \sqrt{5}|m|=\sqrt{m^2+1}$$

$$\Rightarrow 5m^2=m^2+1 \Rightarrow m^2=\frac{1}{4} \Rightarrow m=\pm\frac{1}{2}$$

دایره مماس بر دو خط متقاطع

دایره مماس بر دو خط متقاطع :

اگر دایره ای بر دو خط متقاطع مماس باشد فاصلهٔ مرکز آن تا دو خط برابر است (در واقع مرکز روی یکی از نیمسازهای دو خط است.)

می باشد. $y=-x$ یا $y=x$ دایره ای که بر محورهای مختصات مماس است، مرکز آن روی

تست۱۳. نقطهٔ $M(2\sqrt{5},b)$ مرکز دایره ای است که بر دو خط به معادلات $x=2y, y=2x$ مماس است. شعاع دایرهٔ کوچکتر کدام است؟ (ریاضی۹۲)

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

❖ از این $O(۲\sqrt{۵},b)$ مماس شده است. فاصلهٔ مرکز دایره $۲y-x=۰, y-۲x=۰$ راه اول) این بار دایره بر دو خط می باشد.۲دو خط برابر

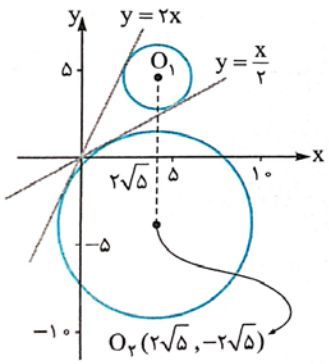
$$OH_۱=OH_۲=r\Rightarrow\frac{|۲b-۲\sqrt{۵}|}{\sqrt{۲^۲+(-۱)^۲}}=\frac{|b-۴\sqrt{۵}|}{\sqrt{۱^۲+(-۲)^۲}}\Rightarrow|۲b-۲\sqrt{۵}|=|b-۴\sqrt{۵}|$$

$$\begin{cases}۲b-۲\sqrt{۵}=b-۴\sqrt{۵}\Rightarrow b=-۲\sqrt{۵}\Rightarrow r_۱=\frac{۶\sqrt{۵}}{\sqrt{۵}}=۶\\ ۲b-۲\sqrt{۵}=-b+۴\sqrt{۵}\Rightarrow b=۲\sqrt{۵}\Rightarrow r_۱=\frac{۲\sqrt{۵}}{\sqrt{۵}}=۲\end{cases}$$

شعاع دایرهٔ کوچکتر برابر ۲ است.

❖ راه دوم) شکل را ببینید. وقتی دو دایره بر دو خط داده شده مماس هستند باید مرکز آنها روی نیمساز این دو خط قرار بگیرد.

$y=\frac{x}{۲}, y=۲x$ چرا که این خطوط، نیمساز دو خط $y=-x$ است و یا روی خط $y=x$ پس مرکز یا روی خط باشد به صورت $y=-x$ می شود و اگر روی خط $O_۱(۲\sqrt{۵},۲\sqrt{۵})$ باشد به صورت $y=x$ هستند. اگر مرکز روی خط است. بقیه راه حل مشابه حالت قبل خواهد بود. $O_۱$ خواهد بود که با توجه به شکل مرکز دایره کوچکتر $O_۲(۲\sqrt{۵},-۲\sqrt{۵})$



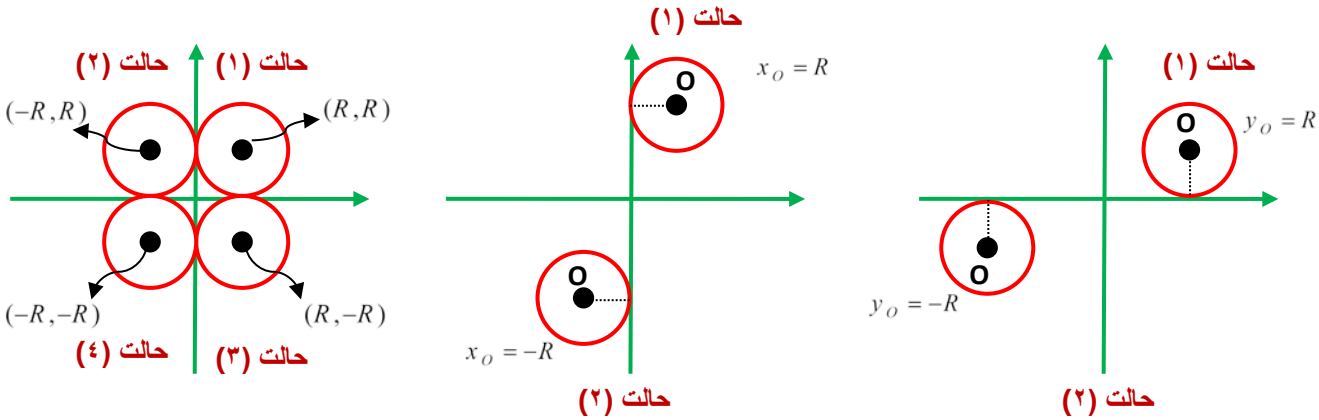
مماس بودن دایره بر محور یا محورهای مختصات

مماس بودن دایره بر محور یا محورهای مختصات :

الف) دایره بر محور x ها مماس باشد.

ب) دایره بر محور y ها مماس باشد.

ج) دایره بر هر دو محور x , y مماس باشد.



مثال: اگر دایره ای به شعاع ۳ مماس بر هر دو محور و در ناحیهٔ سوم باشد مرکز آن $O(-R,-R)=(-۳,-۳)$ بوده و معادلهٔ آن برابر است با:

$$(x-\alpha)^۲+(y-\beta)^۲=R^۲ \xrightarrow{O(\overbrace{-۳}^{\alpha},\overbrace{-۳}^{\beta})} (x+۳)^۲+(y+۳)^۲=۹$$

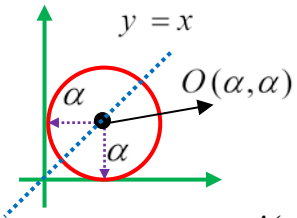
*** برای نوشتن معادلهٔ دایره باید حواستان باشد دایره در کدام ناحیه بر هر دو محور مماس است تا مختصات مرکز را اشتباه ننویسید!**

تست۱۴. دایره از $A(۲,۱)$ گذشته و بر محورهای مختصات مماس اند. شعاع این دایره ها کدام است؟ (داخل ۸۷)

۱) ۱،۴ ۲) ۱،۵ ۳) ۲،۴ ۴) ۲،۵

پاسخ: گزینه۴☜

چون دایره بر هر دو محور مماس است مرکز آن روی $y=x$ یا $y=-x$ است ولی چون از نقطه ای در ربع اول می گذرد مرکز روی $y=x$ است که آن را $O(\alpha,\alpha)$ خواهد بود در این صورت:



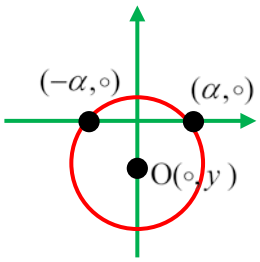
$$(x-\alpha)^۲+(y-\alpha)^۲=\alpha^۲ \xrightarrow{A(۲,۱)} (۲-\alpha)^۲+(۱-\alpha)^۲=\alpha^۲$$

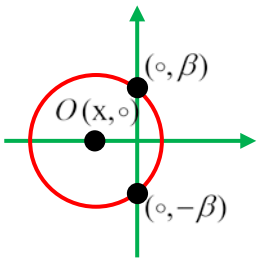
$$\Rightarrow \alpha^۲-۶\alpha+۵=۰ \Rightarrow \alpha=۱,۵$$

عبور دایره از دو نقطهٔ متقارن:

الف) اگر دایره ای از دو نقطهٔ متقارن $(-\alpha,\circ),(\alpha,\circ)$ بگذرد. آنگاه مرکز آن روی محور y ها قرار دارد یعنی $x_{\text{مرکز}}=\circ$

ب) اگر دایره ای از دو نقطهٔ متقارن $(\circ,-\beta),(\circ,\beta)$ بگذرد.مرکز آن روی محور x ها قرار دارد یعنی $y_{\text{مرکز}}=\circ$





تست۱۵. دایره ای از دو نقطهٔ $A(۲,\circ),B(-۲,\circ)$ گذشته و بر خط $y=۱$ مماس است. شعاع این دایره کدام است؟
(تجربی خارج ۸۸)

۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\sqrt{۵}$ ۳) $\frac{۵}{۲}$ ۴) ۳

پاسخ: گزینه۳☜

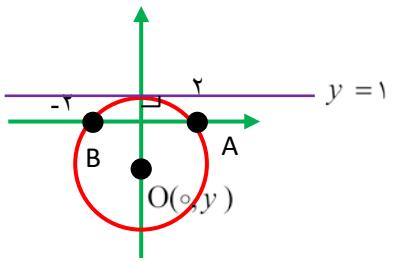
چون دایره از دو نقطهٔ متقارن $A(۲,\circ),B(-۲,\circ)$ که عرض یکسان دارند می گذرد پس مرکز آن روی محور y ها قرار دارد و می توان مختصات آن را به صورت $O(\circ,y)$ در نظر گرفت. با توجه به شکل چون فاصلهٔ مرکز از تمام نقاط روی دایره یکسان و برابر شعاع است داریم: $\text{شعاع}=OB=OA=OH$

حال برای محاسبه y از تساوی $OA=OH$ استفاده می کنیم:

$$\sqrt{(۲-\circ)^۲+(\circ-y)^۲}=|۱-y|\Rightarrow\sqrt{۴+y^۲}=|۱-y|$$

$$\xrightarrow{\text{توان۲}}۴+y^۲=۱+y^۲-۲y$$

$$\Rightarrow y=-\frac{۳}{۲}\Rightarrow \text{مختصات مرکز}:O\left(\circ,-\frac{۳}{۲}\right)$$



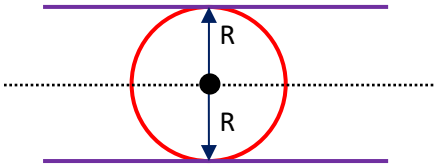
برای محاسبهٔ شعاع می توان OA یا OB یا OH را پیدا نمود که OH فرمول ساده تری دارد پس داریم:

$$=|۱-y|\xrightarrow{y=-\frac{۳}{۲}}\left|۱-\left(-\frac{۳}{۲}\right)\right|=\frac{۵}{۲}$$

دایرهٔ مماس بر دو خط موازی

دایرهٔ مماس بر دو خط موازی:

اگر دایره ای بر دو خط موازی $ax+by=c$ و $ax+by=c'$ مماس باشد مرکز آن روی خط میانگین آنها یعنی $ax+by=\frac{c+c'}{۲}$ قرار دارد و طول قطر دایره، برابر فاصلهٔ این دو خط موازی است. پس شعاع برابر نصف فاصلهٔ این دو خط موازی می باشد.



$$۲R=\frac{|c-c'|}{\sqrt{a^۲+b^۲}}$$

پیدا کردن معادلهٔ مکان هندسی

پیدا کردن معادلهٔ مکان هندسی:

برای پیدا کردن معادلهٔ یک مکان هندسی، یک نقطه مانند $M(x,y)$ در نظر می گیریم و تعریف مسأله را روی آن اجرا می کنیم. رابطهٔ به دست آمده بین x , y همان معادلهٔ مکان هندسی است.

دایرهٔ آپولونیوس:

مکان هندسی نقاطی از صفحه که فاصلهٔ آنها از نقطهٔ A, k برابر فاصلهٔ آنها از نقطهٔ B باشد، یک دایره است. این دایره را دایرهٔ آپولونیوس می نامند و شعاع آن برابر است با:

$$\boxed{R=\frac{k}{|k^۲-۱|}|AB|}$$

تست۱۶. مکان هندسی نقاطی از صفحه که فاصلهٔ آنها از نقطهٔ $A(۲,۴)$ برابر $\sqrt{۲}$ برابر فاصلهٔ آن از $B(۱,۲)$ می باشد یک دایره است. شعاع این دایره کدام است؟

۱) $\sqrt{۵}$ ۲) $\sqrt{۱۰}$ ۳) $\sqrt{۲۰}$ ۴) $۵\sqrt{۲}$

پاسخ: گزینه۲☜

$$|MA|=\sqrt{۲}|MB| \xrightarrow{M(x,y)} \sqrt{(x-۲)^۲+(y-۴)^۲}=\sqrt{۲}\times\sqrt{(x-۱)^۲+(y-۲)^۲}$$

$$\Rightarrow x^۲+y^۲-۴x-۸y+۲۰=۲(x^۲+y^۲-۲x-۴y+۵)\Rightarrow x^۲+y^۲=۱۰\Rightarrow R=\sqrt{۱۰}$$

نوشتن معادلهٔ دایره به کمک سه نقطه

نوشتن معادلهٔ دایره به کمک سه نقطه :

مختصات سه نقطهٔ داده شده را در معادلهٔ گستردهٔ دایره یعنی $x^۲+y^۲+ax+by+c=۰$ قرار داده و مجهولات a , b , c را می یابیم. با معلوم شدن a,b,c معادلهٔ دایره به دست آمده است.

ترفند ویژه: اگر مثلث حاصل از به هم وصل کردن سه نقطهٔ داده شده قائم الزاویه باشد آنگاه می توان شعاع دایره را بدون نوشتن معادله از فرمول زیر محاسبه نمود:

$$\text{شعاع} = \frac{\text{وتر مثلث}}{۲}$$

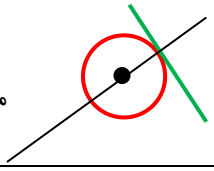
تذکر: تاکنون در اکثر تست های کنکور که از این درسنامه آمده اند سه پاره خط تشکیل مثلث قائم الزاویه می داده اند. پس این راه ارزش بررسی کردن را دارد. قائم الزاویه بودن مثلث را می توانید با محاسبهٔ شیب خطوط بررسی کنید.

قائم بر دایره

قائم بر دایره :

۱) هر خط که از مرکز دایره می گذرد بر دایره عمود است.

۲) دایره تنها منحنی است که قائم های بر آن همواره از نقطهٔ ثابتی (به نام مرکز) می گذرند.

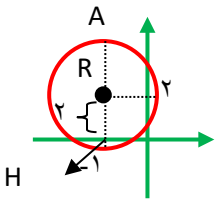


تست۱۷. دایره ای بر خط به معادلهٔ $y = ۲x - ۱$ مماس است و تمام قائم های آن دایره از نقطهٔ $O(-۱,۲)$ می گذرند، بیشترین فاصلهٔ نقاط این دایره از محور x کدام است؟

۱) $۲+\sqrt{۵}$ ۲) $۳+\sqrt{۲}$ ۳) ۵ ۴) ۶

پاسخ: گزینه۱☜

مرکز دایره است و فاصلهٔ مرکز تا خط مماس شعاع دایره است حال یک شکل رسم می کنیم تا ببینیم اوضاع $O(-۱,۲)$نقطهٔ از چه قرار است:

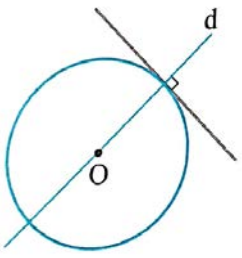


$$\begin{cases} y - ۲x + ۱ = ۰ \\ O(-۱,۲) \end{cases} \Rightarrow R = \frac{|۲+۲+۱|}{\sqrt{۴+۱}} = \sqrt{۵}$$

$$\Rightarrow |AH| = ۲ + R = ۲ + \sqrt{۵}$$

نکته: **قطرهای دایره، بر خطوط مماس بر دایره عمود هستند.**

در شکل زیر دایرهٔ $C(O,r)$ را می بینید. خط d یک قطر از دایره است که بر خط مماس بر دایره در نقطهٔ برخورد d و دایره، عمود شده است.



وضعیت دو دایره

وضعیت دو دایره :

دو دایره نسبت به هم دارای ۵ وضعیت مختلف می باشند. برای تشخیص مراحل زیر را طی می کنیم:

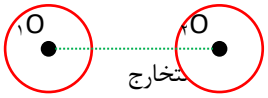
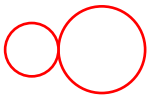
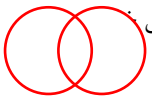
۱) O_1 و R_1 را پیدا می کنیم.

۲) O_2 و R_2 را پیدا می کنیم.

۳) $d = |O_1O_2|$ را به دست می آوریم.

۴) $R_1 + R_2$ و $|R_1 - R_2|$ را محاسبه می کنیم.

۵) d را با $R_1 + R_2$ و $|R_1 - R_2|$ مقایسه می کنیم.

۱) $d > R_1 + R_2$	 متخارج	
		
۲) $d = R_1 + R_2$	 مماس	
۳) $\|R_1 - R_2\| < d < R_1 + R_2$	 متقاطع	
۴) $d = \|R_1 - R_2\|$ مماس داخل		
۵) $d < \|R_1 - R_2\|$ متداخل		

تست۱۸. دو دایره به معادلات $C_1 : x^2 + y^2 - 4x + 4y = 1$ و $C_2 : x^2 + y^2 - 4x + 8y + 19 = 0$ نسبت به هم چگونه اند؟

۱) مماس خارج ۲) مماس داخل ۳) متقاطع در دو نقطه ۴) یکی خارج دیگری

پاسخ: گزینه ۲

حال مراحل ۵ گانه را اجرا می کنیم یعنی مرکزها و شعاع های دو دایره را پیدا می کنیم، طول خط المرکزین را محاسبه و آن را با تفاضل و جمع شعاع ها مقایسه می کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} ۱)\ O_۱(۲,-۲) \Rightarrow R_۱ = \sqrt{۴+۴+۱} = ۳ \\ ۲)\ O_۲(۲,-۴) \Rightarrow R_۲ = \sqrt{۴+۱۶-۱۹} = ۱ \quad \text{مماس داخل} \\ ۳)\ d = |O_۱O_۲| = ۲ \end{array}\right\} \xrightarrow{(۴)} \begin{cases} R_۱ + R_۲ = ۴ \\ |R_۱ - R_۲| = ۲ \end{cases} \xrightarrow{(۵)} d = |R_۱ - R_۲| \Rightarrow$$

دایره ۱۴

روش ویژه برای محاسبهٔ معادلهٔ وتر مشترک:

اگر بخواهیم معادلهٔ وتر مشترک دو دایره به معادلات $x^۲ + y^۲ + ax + by + c = ۰$ و $x^۲ + y^۲ + a'x + b'y + c' = ۰$ را به دست آوری، کافی است این دو معادله را در یک دستگاه قرار داده $x^۲$ و $y^۲$ را حذف کنیم در این صورت معادلهٔ باقیمانده همان معادلهٔ وتر مشترک دو دایره است:

مثلاً: $\begin{cases} x^۲ + y^۲ + ۸x + ۲y - ۸۲ = ۰ \\ ۲x^۲ + ۲y^۲ + ۸x + ۱۲y + ۲۰ = ۰ \end{cases}$

معادلهٔ بالایی را در ۲- ضرب کرده و سپس دو معادله را با هم جمع می کنیم: $y^۲$ و $x^۲$ برای حذف

$$\begin{cases} -۲x^۲ - ۲y^۲ - ۱۶x - ۴y + ۱۶۴ = ۰ \\ ۲x^۲ + ۲y^۲ + ۸x + ۱۲y + ۲۰ = ۰ \end{cases}$$

معادلهٔ وتر مشترک $-۸x + ۸y + ۱۸۴ = ۰$ **:**

تذکر: اگر معادلهٔ دایره ها به صورت گسترده بیان نشده باشند قبل از هر کاری باید آنها را تبدیل به فرم گسترده نمود.

روش ویژه برای محاسبهٔ طول وتر مشترک :

ابتدا معادلهٔ عمود مشترک را یافته و سپس آن معادله و یکی از معادلات دایره ها را در یک دستگاه حل می کنیم تا دو نقطهٔ ابتدا و انتهای وتر مشترک یعنی A و B را بدست آوریم. طول عمود مشترک را $\sqrt{(x_B - x_A)^۲ + (y_B - y_A)^۲}$ در شکل بالا حاصل شود و در انتها به کمک فرمول می یابیم.

تست۱۹. معادلهٔ وتر مشترک دو دایره به مراکز $(-۱,۲)$ و $(۲,۱)$ به شعاع های مساوی ۲ واحد کدام است؟

۱) $y = ۲x$ ۲) $y = ۳x$ ۳) $۳y = ۲x$ ۴) $۲y = ۳x$

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا معادلهٔ دو دایره را نوشته و سپس معادلهٔ این دو دایره را از هم کم می کنیم داریم:

$$\left.\begin{array}{l} :(x+۱)^۲+(y-۲)^۲=۴ \Rightarrow x^۲+y^۲+۲x-۴y+۱=۰ \\ :(x-۲)^۲+(y-۱)^۲=۴ \Rightarrow x^۲+y^۲-۴x-۲y+۱=۰ \end{array}\right\} \Rightarrow$$

دایره به مرکز (۲، ۱-) و شعاع ۲

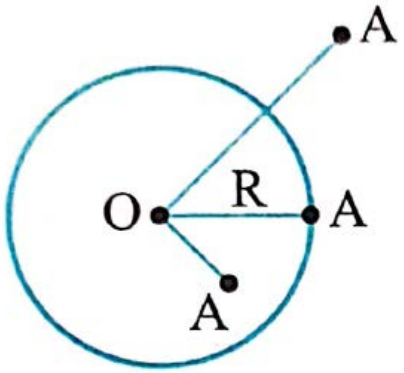
طرفین تساوی را از هم کم می کنیم $۶x-۲y=۰ \Rightarrow y=۳x$

وضعیت یک نقطه نسبت به دایره

وضعیت یک نقطه نسبت به دایره:

برای فهمیدن وضعیت یک نقطه نسبت به دایره، ۲ تا کار می توانیم انجام بدهیم:

راه اول) برای تشخیص وضع نقطهٔ $A(x_۰,y_۰)$ نسبت به دایره، می توانیم فاصلهٔ نقطه را تا مرکز دیاره به دست آورده با شعاع دایره مقایسه کنیم. یکی از حالت های زیر رخ می دهد. داریم:



۱) $OA>R \Rightarrow$ A بیرون (خارج) دایره است.

۲) $OA=R \Rightarrow$ A روی محیط دایره است.

۳) $OA<R \Rightarrow$ A درون (داخل) دایره است.

راه دوم) برای تشخیص وضع نقطهٔ $A(x_۰,y_۰)$ نسبت به دایره، اگر معادلهٔ دایره را به صورت $f(x,y)=x^۲+y^۲+ax+by+c$ بنویسیم کافی است مختصات نقطهٔ A را به جای x و y در معادلهٔ دایره قرار دهیم. یکی از حالت های زیر رخ می دهد:

۱) $f(A)=f(x_۰,y_۰)>۰ \Rightarrow$ A بیرون (خارج) دایره است.

۲) $f(A)=f(x_۰,y_۰)=۰ \Rightarrow$ A روی محیط دایره است.

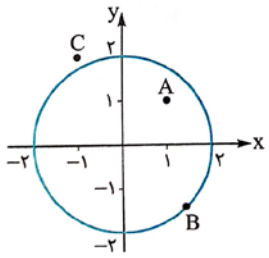
۳) $f(A)=f(x_۰,y_۰)<۰ \Rightarrow$ A درون (داخل) دایره است.

فقط حواسمان باشد وقتی از روش بالا استفاده می کنید، باید در معادلهٔ دایره، همهٔ عبارت ها را ببرید یک طرف و ضریب

$x^{۲}, y^{۲}$ هم برابر ۱ باشد.

مثلاً دایره $x^{۲}+y^{۲}-۴=۰$ را در نظر بگیرید. نقاط $A(۱,۱), B(\sqrt{۲},-\sqrt{۲}), C(-۱,۲)$ به ترتیب داخل، رو و بیرون دایره هستند زیرا:

$$f(۱,۱)=۱^{۲}+۱^{۲}-۴=-۲<۰$$
$$f(\sqrt{۲},-\sqrt{۲})=(\sqrt{۲})^{۲}+(-\sqrt{۲})^{۲}-۴=۰$$
$$f(-۱,۲)=(-۱)^{۲}+(۲)^{۲}-۴=۱>۰$$



نکته:

اگر مرکز $O(\alpha,\beta)$ شعاع دایرهٔ r و $C(O,r)$ باشند:

۱) $(x-\alpha)^{۲}+(y-\beta)^{۲}=r^{۲}$ نقاطی را مشخص می کند که روی دایرهٔ $C(O,r)$ هستند.

۲) $(x-\alpha)^{۲}+(y-\beta)^{۲}<r^{۲}$ نقاطی را مشخص می کند که داخل دایرهٔ $C(O,r)$ هستند.

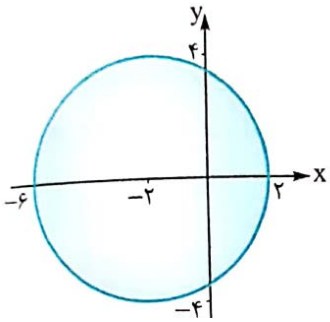
۳) $(x-\alpha)^{۲}+(y-\beta)^{۲}>r^{۲}$ نقاطی را مشخص می کند که بیرون دایرهٔ $C(O,r)$ هستند.

تست ۲۰. چه نقاطی در نامساوی های زیر صدق می کنند؟ (کتاب درسی)

الف) $x^{۲}+y^{۲}+۴x-۱۲\leq ۰$ ب) $x^{۲}+y^{۲}-۲x-۴y>۴$

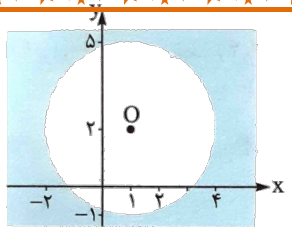
پاسخ:

الف) مرکز دایره $O(-۲,۰)$ و شعاع آن $r=\sqrt{(-۲)^{۲}+۰^{۲}+۱۲}=۴$ است، بنابراین این رابطه نقاط داخل و روی دایره



ای به مرکز O و شعاع ۴ را مشخص می کند و نمودار آن این گونه است:

ب) $O(۱,۲)$ و $r=\sqrt{(۱)^{۲}+(۲)^{۲}+۴}=۳$ است بنابراین این رابطه نقاط بیرون دایره ای به مرکز O و شعاع ۳ را مشخص می کند.



نکته: **بعضی مواقع مختصات فقط برحسب سینوس و کسینوس به ما داده می شود که در آن ضریب سینوس و کسینوس برابر است. در این مواقع با استفاده از رابطهٔ $\sin^۲\theta+\cos^۲\theta=۱$ ثابت میکنیم مقادیر نقطه روی یک دایره حرکت می کند.**

تست۲۱. نقطهٔ $A(-۱+۲\sin\theta,۲\cos\theta)$ با تغییر مقادیر θ ، یک دایره را مشخص می کند. معادلهٔ این دایره را بنویسید.

پاسخ: **قبول دارید که $\sin^۲\theta+\cos^۲\theta=۱$است سعی می کنیم از همین رابطه استفاده کنیم:**

$$x=-۱+۲\sin\theta\Rightarrow\sin\theta=\frac{x+۱}{۲}\qquad y=۲\cos\theta\Rightarrow\cos\theta=\frac{y}{۲}$$

$$\sin^۲\theta+\cos^۲\theta=۱\Rightarrow\left(\frac{x+۱}{۲}\right)^۲+\left(\frac{y}{۲}\right)^۲=۱\xrightarrow{\times۴}(x+۱)^۲+y^۲=۴$$

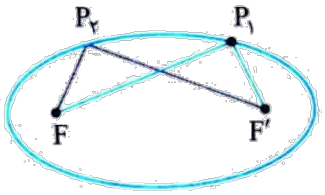
یک دایره به مرکز $O(-۱,۰)$ و شعاع ۲ داریم.

جمع بندی بیضی

بیضی :

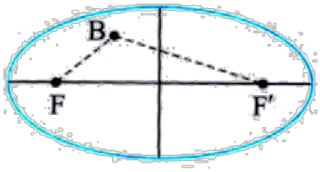
تعریف بیضی : بیضی مجموعه نقاطی از صفحه است که «مجموع فواصل آنها از دو نقطهٔ ثابت F',F برابر مقدار ثابتی است.» به دو نقطهٔ ثابت، کانون های بیضی می گوییم (Focus) و مقدار ثابت را هم برابر $۲a$ در نظر می گیریم.

مثلاً شکل مقابل یک بیضی است.

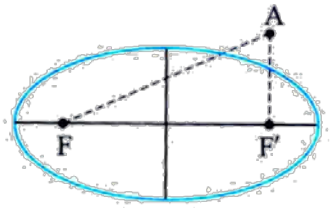


مجموع فواصل هر نقطهٔ دلخواه روی بیضی (مثل $P_۱$ یا $P_۲$)از دو کانون برابر $۲a$ می شود:

$$P_۲F+P_۲F'=۲a\quad\text{یا}\quad P_۱F+P_۱F'=۲a$$



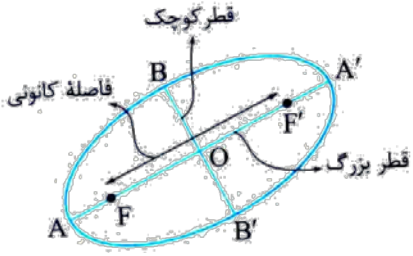
$BF+BF'<۲a$



$AF+AF'>۲a$

نکته: می توان نشان داد که اگر نقطهٔ دلخواه A بیرون بیضی باشد، مجموع فاصلهٔ آن از دو نقطهٔ F, F' بیشتر از ۲a و اگر نقطهٔ دلخواه B داخل بیضی باشد، مجموع فاصلهٔ آن از دو نقطهٔ F, F' کمتر از ۲a خواهد بود.

شناخت بیضی :



بیضی مقابل را در نظر بگیرید.

۱) فاصلهٔ کانونی بیضی برابر $FF' = ۲c$ است.

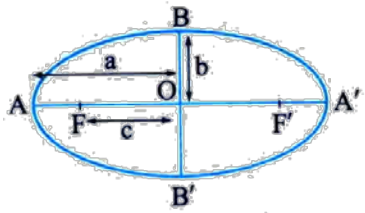
۲) نقطهٔ وسط F', F را O یا همان مرکز بیضی در نظر می گیریم.

۳) قطری از بیضی که از نقاط F', F می گذرد یعنی AA' را **قطر بزرگ** یا **قطر کانونی** بیضی می نامیم.

۴) قطری از بیضی که بر قطر کانونی عمود است و از مرکز می گذرد، یعنی BB' **قطر کوچک بیضی** یا **قطر ناکانونی** نامیده یم شود.

۵) اگر قطر بزرگ بیضی افقی باشد، آن بیضی را بیضی افقی و اگر قطر بزرگ عمودی باشد، بیضی را **بیضی قائم** می نامیم.

بیضی مقابل را در نظر بگیرید. اندازهٔ پاره خط های OA , OB و OF را به ترتیب با a , b و c نمایش داده ایم. قبلاً گفتیم که مجموع فواصل هر نقطه روی بیضی از دو کانون آن مقدار ثابتی (۲a) است



یعنی اگر P روی بیضی باشد آنگاه $PF + PF' = ۲a$ می شود.

حالا می خواهیم ثابت کنیم که $AA' = ۲a$ می شود.

قبول دارید که A', A روی بیضی هستند؟ پس باید $AF + AF' = ۲a$ و $A'F + A'F' = ۲a$ باشد می خواهیم ثابت کنیم $AA' = ۲a$ است:

$$AF + AF' = ۲a = AF + (AF + FF') = ۲AF + FF' \Rightarrow ۲AF + ۲c = ۲a$$
$$A'F' + A'F = A'F' + (A'F' + FF') = ۲A'F' + FF' \Rightarrow ۲A'F' + ۲c = ۲a$$

طرفین رابطه های بالا را با هم جمع می کنیم:

$$۲AF + ۲A'F' + ۴c = ۲(\underbrace{AF + A'F'}_{AA' - FF'}) + ۴c = ۲(AA' - \underbrace{FF'}_{۲c}) + ۴c$$
$$= ۲(AA' - ۲c) + ۴c = ۲AA' - ۴c + ۴c = ۲AA' = ۴a \Rightarrow AA' = ۲a$$

اثبات این نکته در کتاب درسی آمده است. از آن غفلت نکنید.

نکته: مجموع فواصل هر نقطه روی بیضی از کانون ها برابر ۲a (طول قطر بزرگ بیضی) است.

$$MF^۲ + ۲MF'^۲ = ۸^۲ + ۲(۲)^۲ = ۶۴ + ۸ = ۷۲$$

تست۱. A و B دو نقطهٔ ثابت در صفحه هستند و M مکان هندسی نقاطی از صفحه است که $\frac{MA-۲MB}{MA-۴}=۳$ **در این صورت بیشترین فاصلهٔ نقاط مکان هندسی M کدام است؟**

۱) ۶ ۲) ۴ ۳) ۱۲ ۴) $\frac{۳}{۲}$

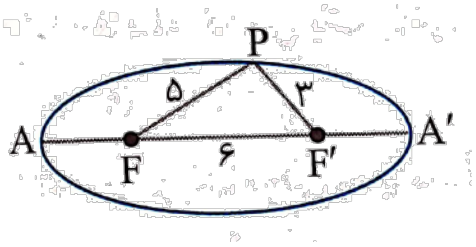
پاسخ: گزینه۱☜

ابتدا کسر داده شده را ساده می کنیم :

$$MA-۲MB=۳MA-۱۲\Rightarrow ۲MA+۲MB=۱۲\Rightarrow MA+MB=۶$$

چون مجموع فواصل M از دو نقطهٔ ثابت A و B برابر ۶ شده است، لذا مکان هندسی M یک بیضی به قطر بزرگ ۶ است پس بیشترین فاصلهٔ این نقاط $۲a=۶$ است.

خروج از مرکز بیضی

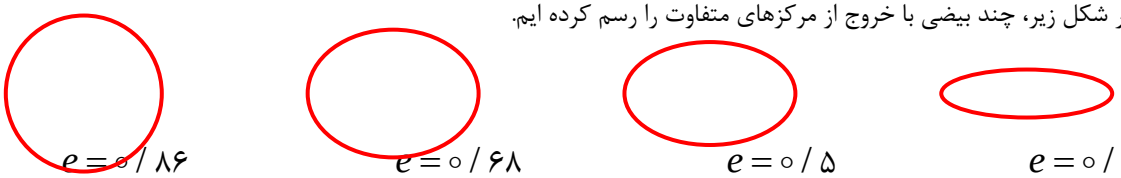


خروج از مرکز :

تا این جا یاد گرفتیم که $a^۲=b^۲+c^۲$ است و $a>c$ می باشد. اگر a کمی از c بزرگتر باشد آنگاه بیضی کشیده و نازک می شود ولی اگر a خیلی از c بزرگتر باشد شکل بیضی به دایره نزدیکتر می شود. میزان شباهت یک بیضی به دایره را با خروج از مرکز اندازه می گیریم که برابر نسبت $\frac{c}{a}$ است. آن را به احترام کلمهٔ eccentricity معمولاً با e نشان می دهند.

تعریف : خروج از مرکز بیضی برابر $e=\frac{c}{a}$ است که همواره $۰<e<۱$ می باشد. هر چقدر که e به صفر نزدیکتر شود نمودار بیضی بیشتر شود نمودار بیضی بیشتر شبیه یک دایره می شود و هر چقدر e به ۱ نزدیکتر شود، بیضی کشیده تر خواهد بود.

در شکل زیر، چند بیضی با خروج از مرکزهای متفاوت را رسم کرده ایم.



نکته: در حالت خاص اگر $e=۰$ باشد بیضی کاملاً دایره می شود و اگر $e=۱$ شود بیضی به یک خط تبدیل می شود.

$$\begin{cases} c\to ۰\Rightarrow \frac{c}{a}\to ۰\Rightarrow c\to ۰\Rightarrow c^۲\to ۰\Rightarrow a^۲-b^۲\to ۰\Rightarrow a^۲\leftrightarrow b^۲\Rightarrow a=b & \text{دایره} \\ e\to ۱\Rightarrow \frac{c}{a}\to ۱\Rightarrow c\leftrightarrow a\Rightarrow c^۲\leftrightarrow a^۲\Rightarrow c^۲\leftrightarrow b^۲+c^۲\Rightarrow b\to ۰ & \end{cases}$$

تست۲. کانون های یک بیضی $F'(-۲,-۳), F(۶,-۳)$ هستند و نقطهٔ $N(۲,-۶)$ بر روی بیضی قرار دارد. اگر به فاصلهٔ نقطهٔ N از مرکز بیضی، ۲ واحد اضافه شود ..... (آزمونهای قلمچی۹۹)

۱) تبدیل به دایره می شود

۲) خروج از مرکز بیضی بزرگ تر خواهد شد

۳) شیب خط گذرنده از رأس غیرکانونی و کانون، $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ خواهد شد.

۴) بیضی کشیده تر می شود.

پاسخ: گزینه۱☜

برای به دست آوردن مختصات مرکز بیضی داریم :

$$\begin{cases} F=(۶,-۳) \\ F'=(-۲,-۳) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_O=\frac{۶+(-۲)}{۲}=۲ \\ y_O=\frac{-۳+(-۳)}{۲}=-۳ \end{cases} \Rightarrow O=(۲,-۳)$$

مقایسهٔ مختصات نقاط N و O درمی یابیم که N رأس غیرکانونی بیضی است و مقدار برابر خواهد بود با:

$$\begin{cases} O=(۲,-۳) \\ \mathrm{N}=(۲,-۶) \end{cases} \Rightarrow b=\sqrt{(۲-۲)^۲+(-۳+۶)^۲}=۳ \Rightarrow b=۳$$

ازطرفی می دانیم مجموع فاصلهٔ هر نقطه روی بیضی از دو کانون آن برابر است با a ۲ پس داریم:

$$\left.\begin{matrix} N\ (۲,-۶) \\ F'(-۲,-۳) \\ \mathrm{F}(۶,-۳) \end{matrix}\right\} \Rightarrow ۲a=\sqrt{(۲+۲)^۲+(-۶+۳)^۲}+\sqrt{(۶-۲)^۲+(-۳+۶)^۲}=۲a=۱۰ \Rightarrow a=۵$$

حال اگر ۲ واحد به فاصلهٔ مرکز از نقطهٔ N (b) اضافه شود، b برابر با a خواهد شد و گزینهٔ ۱ صحیح است.

بررسی سایر گزینه ها

۲) هرچه $e \to ۰$ میل کند، بیضی به دایره نزدیک تر است. (گویی aثابت است و $c \to ۰$ میل می کند)

۳) اندازهٔ کسینوس زاویهٔ (حاده) بین خط گذرنده از رأس غیرکانونی و کانونی، همان خروج از مرکز بیضی است $(\theta < ۹۰)$

۴) هر چقدر $e \to ۱$میل کند، بیضی کشیده تر می شود

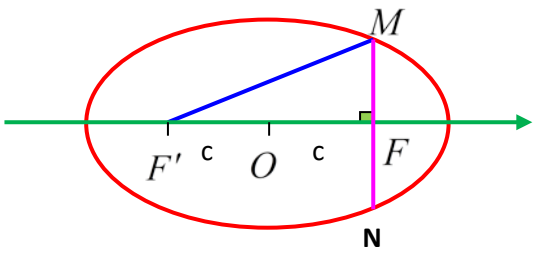
وتر کانونی در بیضی

وتر کانونی در بیضی : به خطی که در یک بیضی از کانون بیضی بر محور کانونی عمود شود، **وتر کانونی** گفته می شود.☜

نکته مهم

طول وتر کانونی برابر است با : $\frac{۲b^۲}{a}$

اثبات:



ابتدا از M به F' وصل می کنیم. چون نقطهٔ M روی بیضی قرار دارد مجموع فواصل

آن از دو کانون ۲a می شود:

$$MF' + MF = ۲a$$

مثلث MFF' قائم الزاویه است پس:

$$MF^۲ + FF'^۲ = MF'^۲ \qquad ①$$

$$MF'^۲ - MF^۲ = FF'^۲ \Rightarrow (MF' - MF)\underbrace{(MF' + MF)}_{۲a} = (۲c)^۲$$

$$\Rightarrow MF' - MF = \frac{۴c^۲}{۲a} = \frac{۲c^۲}{a} \qquad ②$$

$$\begin{cases} MF' + MF = ۲a \\ MF' - MF = \frac{۲c^۲}{a} \end{cases} \xrightarrow[\text{می کنیم}]{\text{از هم کم}} ۲MF = ۲a - \frac{۲c^۲}{a}$$

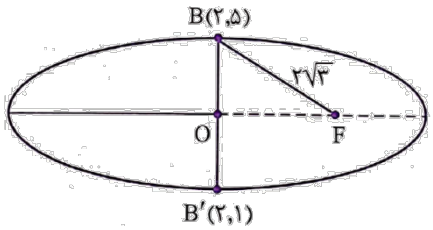
$$\xrightarrow{\div ۲} MF = a - \frac{c^۲}{a} = \frac{a^۲ - c^۲}{a} \xrightarrow{a^۲ = b^۲ + c^۲} \frac{b^۲}{a}$$

$$\Rightarrow MN = ۲MF = \frac{۲b^۲}{a}$$

تست۳. مختصات دو سر قطر کوچک یک بیضی $(۲,۵),(۲,۱)$ است. اگر فاصلهٔ رئوس ناکانونی این بیضی تا کانون آن برابر $۲\sqrt{۳}$ باشد، طول وتر کانونی این بیضی چقدر است؟

۱) $۴\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ ۲) $۲\sqrt{۵}$ ۳) $۴\sqrt{۵}$ ۴) $۴\sqrt{۳}$

پاسخ: گزینه۱☜



$$BB' = \sqrt{(۲-۲)^۲ + (۵-۱)^۲} = ۴$$

$$\xrightarrow{BB'=۲b} ۲b = ۴ \Rightarrow b = ۲$$

$a = ۲\sqrt{۳}$ است پس: **a**) برابر **BF**می دانیم فاصلهٔ هر کانون تا رأس های ناکانونی (

$$= \frac{۲b^۲}{a} = \frac{۲\times ۴}{۲\sqrt{۳}} = \frac{۴}{\sqrt{۳}} = \frac{۴\sqrt{۳}}{۳}$$ **وتر کانونی**

نکتهٔ پیش‌گفتار: انرژی مورد نیاز تمام جانوران، به شیوهٔ یکسانی از غذایی که می‌خورند تامین می‌شود.

گفتار ۱ تأمین انرژی

تنفس یاخته ای

علت نیاز به اکسیژن در یاخته‌ها ⇐ نیاز ما به اکسیژن به علت انجام فرایندی به نام تنفس یاخته‌ای است.

محل تنفس یاخته‌ای ⇐ درون میتوکندری (راکیزه)

واکنش تنفس یاخته‌ای هوازی:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + ADP + P(\text{فسفات}) \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP$$

نکات مهم:

۱- مهمترین محصول تنفس یاخته‌ای ⇐ ATP

۲- در این واکنش یک مولکول گلوکز به همراه اکسیژن می‌سوزد و تبدیل به مولکول‌های کوچکتری مثل کربن دی‌اکسید و آب می‌شود.

۳- تمام اتم‌های کربن گلوکز به شکل مولکول‌های کربن‌دی‌اکسید در پایان واکنش ظاهر می‌شوند.

۴- تمام اتم‌های اکسیژن و هیدروژن گلوکز و اتم‌های اکسیژن مصرف شده در این واکنش در مولکول‌های آب و کربن‌دی‌اکسید ظاهر می‌شوند.

۵- گلوکز به روش بی‌هوازی هم می‌تواند ATP تولید کند که بازدهٔ این روش در مقابل روش هوازی، بسیار پائین‌تر است.

۶- سلول‌هایی که میزان مصرف ATP بیشتری دارند :

الف) تعداد میتوکندری بیشتری دارند.

ب) مصرف گلوکز و اکسیژن بیشتری دارند.

⇐ همهٔ این موارد موجب نیاز بیشتر این سلول‌ها به خون‌رسانی بیشتر می‌باشد.

ج) میزان آب و کربن‌دی‌اکسید حاصله از آن‌ها بیشتر می‌باشد

۷- هورمون‌های T۳ و T۴ انجام واکنش تنفس یاخته‌ای را در سلول‌ها شدت می‌بخشند.

نکات ATP

۱- هیچ جانداری نمی‌تواند بدون انرژی زنده بماند، رشد و فعالیت کند.

۲- حفظ هریک از ویژگی‌های جانداران مانند رشد و نمو و تولید مثل به در اختیار داشتن ATP وابسته است.

۳- ATP یا **آدنوزین‌تری‌فسفات**، شکل رایج و قابل استفادهٔ انرژی در یاخته‌ها می‌باشد.

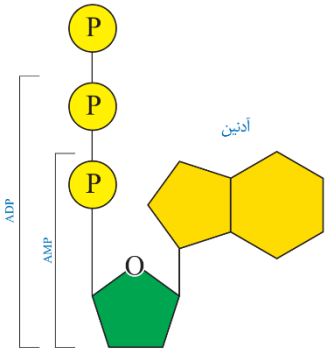
* سوخت رایج سلول‌ها ⇐ گلوکز
* شکل رایج انرژی سلول‌ها ⇐ ATP

۴- ساختار ATP

۱- یک قند پنج کربنهٔ ریبوز

۲- سه گروه فسفات آلی

۳- یک باز آلی آدنین (پورینی)



شکل ۱ـ ساخته شدن ATP

۵- مراحل ساخته شدن ATP:

الف) ابتدا قند ریبوز و باز آدنین به یکدیگر پیوسته و ایجاد مولکول آدنوزین می‌کنند. (ریبوز + آدنین = آدنوزین)

ب) پیوستن گروه‌های فسفات به مولکول آدنوزین در سه مرحله انجام می‌شود:

I. یک گروه فسفات + آدنوزین ⇐ آدنوزین مونوفسفات یا *AMP*

II. یک گروه فسفات + *AMP* ⇐ آدنوزین دی‌فسفات یا *ADP*

III. یک گروه فسفات + *ADP* ⇐ آدنوزین تری‌فسفات یا *ATP*

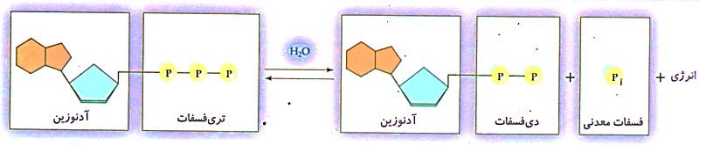
۶- به طور معمول ATP از ADP تشکیل شده و این دو مولکول به یکدیگر تبدیل می‌شوند.

مثال: نوکلئوتید ATP در ساختار کدام‌یک می‌تواند به‌کار رود؟

۱) رناتن ۲) راه‌انداز ۳) رنابسپاراز ۴) دنابسپاراز

نکتهٔ تست:

تبدیل ATP به ADP و برعکس:



نکات:

۱- انرژی مواد غذایی در ATP و در پیوندهای بین مولکول‌های فسفات ذخیره می‌شود.

۲- در تبدیل ATP به ADP، پیوند بین فسفات سوم و دوم شکسته شده و انرژی ذخیره شده در آن، آزاد می‌شود.

روش‌های ساخته شدن ATP:

۱- ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده: در این روش، گروه فسفات از یک ترکیب فسفات دار (پیش‌ماده) مثل کراتین فسفات برداشته شده و به ADP افزوده می‌شود.



* این واکنش در ماهیچه‌ها اتفاق می‌افتد.

نکته: در اولین مرحله از تنفس یاخته‌ای (قندکافت یا

گلیکولیز) نیز ATP در سطح پیش ماده ساخته می‌شود.

۲- ساخته‌شدن اکسایشی ATP: در ساخته‌شدن اکسایشی، ATP از یون فسفات و انرژی حاصل از انتقال الکترونها در راکیزه ساخته می‌شود.

۳- ساخته شدن نوری: در سبزدیسه (کلروپلاست) و در غشای تیلاکوئیدها ساخته می‌شود.

خلاصهٔ مراحل گلیکولیز

تنفس هوازی = تنفس یاخته‌ای

مرحلهٔ ۱: قند کافت (گلیکولیز) ⇐ این مرحله بی‌هوازی بوده و مادهٔ اولیه مرحلهٔ هوازی یعنی پیرووات را تولید می‌کند.

محل: درون سیتوپلاسم

مادهٔ اولیهٔ گلیکولیز: گلوکز و ATP

محصول گلیکولیز: پیرووات به همراه ATP و NADH (ناقل الکترون و پروتون است)

خلاصهٔ واکنش گلیکولیز:

یک گلوکز + ۲ATP → ۲ پیرووات + ۴ ATP + ۲NADH

نکات NADH:

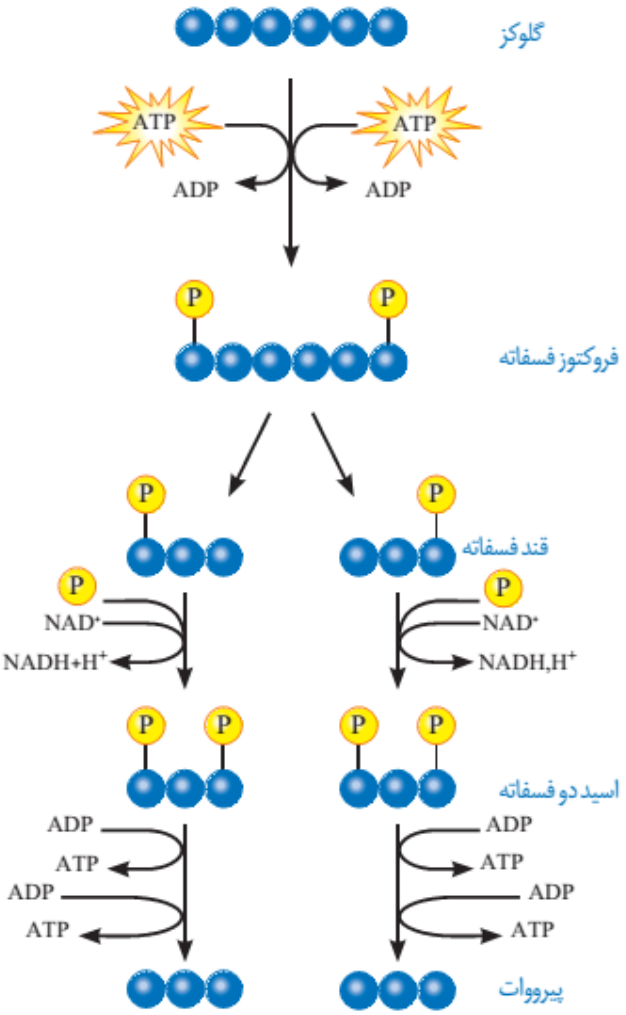
☜ $NADH$ حامل الکترون است، دو نوکلئوتید دارد و از $NAD+$ به اضافه الکترون و پروتون تشکیل می‌شود

☜ NAD^+ و $NADH$ با گرفتن و از دست دادن الکترون وپروتون، به همدیگر تبدیل می‌شوند

☜ NAD^+ با گرفتن الکترون کاهش و $NADH$ با از دست دادن الکترون اکسایش می‌یابد.

$$NAD^+ + ۲H^+ + ۲e^- \rightleftharpoons NADH + H^+$$

نکته: یک الکترون برای خنثی کردن +NADبه‌کار میرود. بنابراین محصول به صورت $NADH + H^+$ نوشته می‌شود.



۱- مولکول گلوکز (۶ اتم کربن دارد) با مصرف ۲ ATP تبدیل به فروکتوز فسفاته می‌شود.

نکات:

- فروکتوز فسفاته، دو مولکول فسفات دارد که هر کدام را از یک *ATP* گرفته است.

در پایان این مرحله، یک فروکتوز دوفسفاته و دو مولکول ADP تولید می‌شود.

۲- در این مرحله، مولکول فرومتوز فسفاته تبدیل به دو مولکول قند سه کربنهٔ یک فسفاته می‌شود.

۳- هر کدام از قندهای سه کربنهٔ یک فسفاته، با گرفتن یک فسفات دیگر، تبدیل به اسید سه کربنهٔ ۲ فسفاته می‌شوند.

۴- در این مرحله اسیدهای سه کربنهٔ ۲ فسفاته، با از دست دادن فسفات‌های خود، تبدیل به مولکول پیرووات (بنیان پیرووِیک اسید) می‌شوند.

نکتهٔ ۱: در پایان مراحل ۳ و ۴، ATP و NADH تشکیل می‌شود.

نکتهٔ ۲: ساخته شدن ATP در گلیکولیز به روش تولید در سطح پیش ماده انجام می‌شود. یعنی فسفات‌های اسیدهای سه کربنی به مولکول ADP منتقل شده و ATP تولید می‌شود.

نکتهٔ ۳: محصول نهایی گلیکولیز، ۲ مولکول پیرووات می‌باشد که دو مسیر را می‌تواند طی کند:

الف) اگر اکسیژن کافی در سلول وجود داشته باشد، ۲ مولکول پیرووات وارد مرحلهٔ هوازی تنفس یاخته‌ای در میتوکندری می‌شوند.

ب) اگر اکسیژن ناکافی باشد، پیرووات در همان سیتوپلاسم مانده و به صورت بی‌هوازی تخمیر می‌شود که در این حالت، علاوه بر تولید لاکتیک اسید یا الکل، انرژی کمتری هم نسبت به حالت الف تولید می‌شود.



مرحلهٔ دوم تنفس یاخته‌ای

این مرحله دارای ۲ بخش می‌باشد:

الف) بخش اول: اکسیداسیون پیرووات و چرخهٔ کربس درون بخش داخلی (ماتریکس) میتوکندری.

ب) زنجیرهٔ انتقال الکترون در غشای داخلی میتوکندری.

ساختار میتوکندری (راکیزه)

دارای ۲ غشاء می‌باشد (همانند هسته و کلروپلاست):

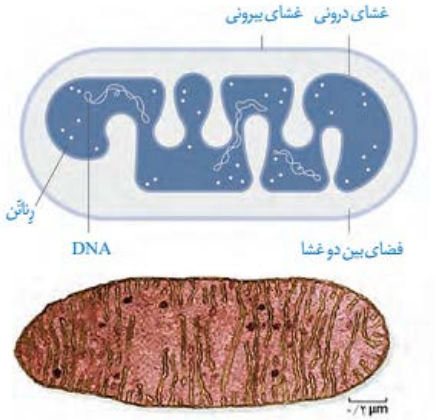
غشای بیرونی صاف، و غشای درونی آن به داخل چین خورده است. درنتیجه، فضای درون میتوکندری به بخش تقسیم می‌شوند:

۱) بخش بیرونی: فضای بین ۲ غشاء

۲) بخش داخلی: شبیه سیتوپلاسم یاخته بوده و دارای مایع سیالی (به نام ماتریکس) می‌باشد. DNA حلقوی و ریبوزوم‌های میتوکندری در بخش داخلی قرار دارند

نکتهٔ ۱: DNA میتوکندری جزو ژنوم سیتوپلاسمی محسوب شده و ژن‌های مورد نیاز برای ساخته شدن انواع پروتئین‌های لازم در مراحل مختلف تنفس یاخته‌ای را دارد.

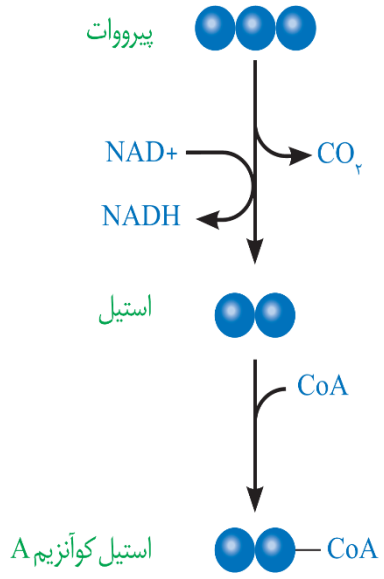
نکتهٔ ۲: تقسیم راکیزه مستقل از تقسیم یاخته است و در هر چرخهٔ سلولی می‌تواند بارها انجام شود. با توجه به این مساله، در شرایطی که یاخته به انرژی بیشتری نیاز داشته می‌تواند با تقسیم میتوکندری و تولید میتوکندری‌های بیشتر، انرژی مورد نیاز خود را تامین کند.



نکتهٔ ۳: همهٔ پروتئین‌ها و آنزیم‌های مورد نیاز میتوکندری، درون خود این اندامک وجود ندارند و میتوکندری برای انجام نقش خود در تنفس یاخته ای به پروتئینهایی وابسته است که ژنهای آنها در هسته قرار دارند و به وسیلهٔ رناتن‌های (ریبوزوم‌های) سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.

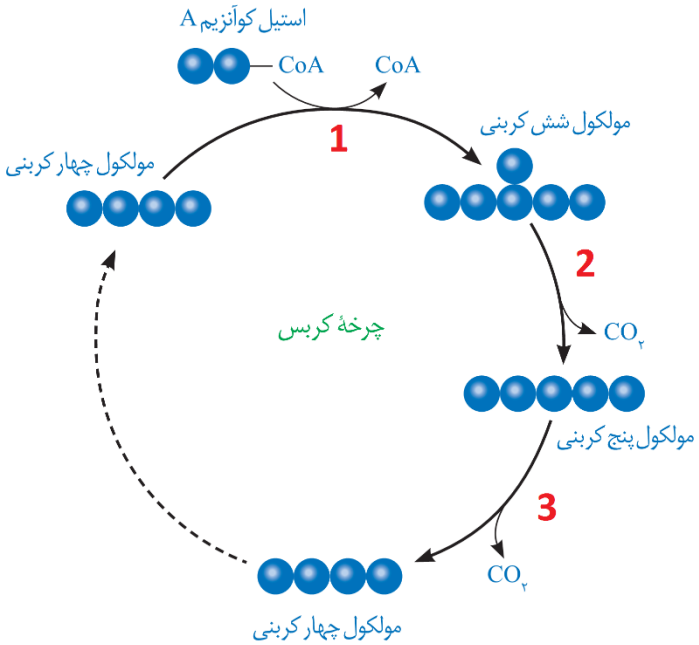
اکسایش پیرووات:

پیرووات تولید شده در گلیکولیز از طریق انتقال فعال (با صرف انرژی و برخلاف شیب غلظت) وارد میتوکندری شده و در بخش داخلی میتوکندری اکسایش می‌یابد.

مراحل اکسایش پیرووات	
۱) تبدیل مولکول ۳ کربنهٔ پیرووات به مولکول ۲کربنهٔ استیل. * طی این واکنش یک اتم کربن پیرووات به شکل CO_2 از دست می‌رود و یک NADH نیز تشکیل می‌شود.	
۲) مولکول استیل با دریافت یک کوآنزیم A تبدیل به استیل کوآنزیم A می‌شود. استیل کوآنزیم A وارد چرخهٔ کربس می‌شود.	

گفتار ۲ اکسایش بیشتر

مولکول گلوکز در تنفس هوازی باید تا حد تشکیل مولکولهای CO_2 تجزیه شود. بخشی از این تجزیه در قندکافت و بخش دیگر آن در چرخهٔ کربس انجام می‌شود.



کوآنزیم A

مراحل چرخهٔ کربس:

۱- مرحلهٔ اول: در این مرحله استیل کوآنزیم A حاصل از اکسایش پیرووات با یک مولکول ۴ کربنی ترکیب شده و ضمن تشکیل مولکول ۶ کربنی، کوآنزیم A نیز آزاد می‌شود.

مولکول ۶ کربنه ⟶⟶⟶ مولکول ۴ کربنه + استیل کوآنزیم A

۲- مرحلهٔ دوم: تبدیل مولکول ۶ کربنی به مولکول ۵ کربنه و آزاد شدن یک مولکول کربن دی‌اکسید.

۳- مرحلهٔ سوم: تبدیل مولکول پنج کربنهٔ حاصل از مرحلهٔ قبل به مولکول سه کربنه و آزاد شدن یک مولکول کربن‌دی‌اکسید دیگر.

نکات:

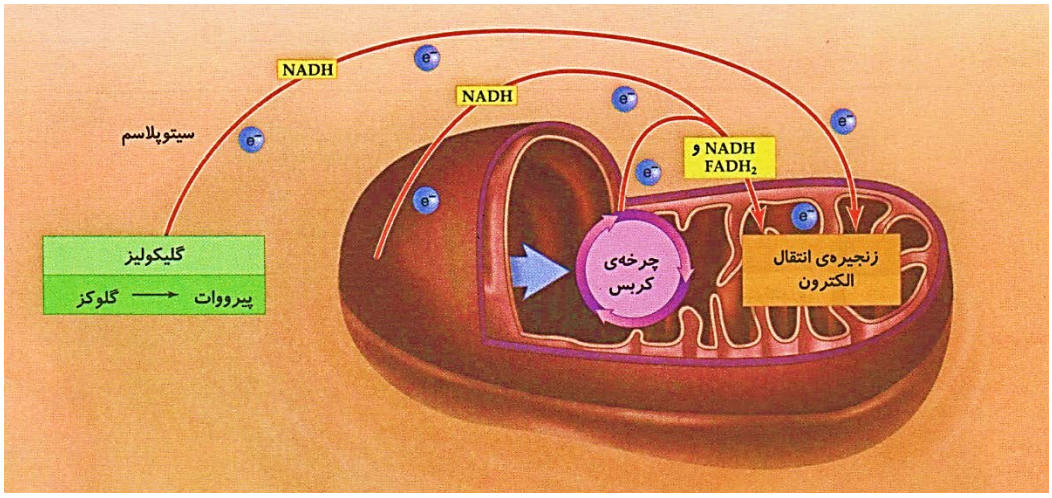
۱- در هر چرخهٔ کربس علاوه بر تولید ۲ مولکول CO_2 ، مولکول‌های NADH، $FADH_2$ و ATP هم تولید می‌شود.

۲- $FADH_2$ ترکیبی نوکلئوتیددار و همانند NADH حامل الکترون است.

۳- $FADH_2$ از FAD و مطابق با واکنش مقابل تولید می‌شود. $FAD + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons FADH_2$

۴- با انجام گلیکولیز (قندکافت) و چرخه کربس، مولکول گلوکز تا تشکیل مولکولهای CO_2 تجزیه و انرژی آن صرف ساخته شدن ATP و مولکول‌های حامل الکترون NADH و $FADH_2$ می‌شود.

جمع بندی:



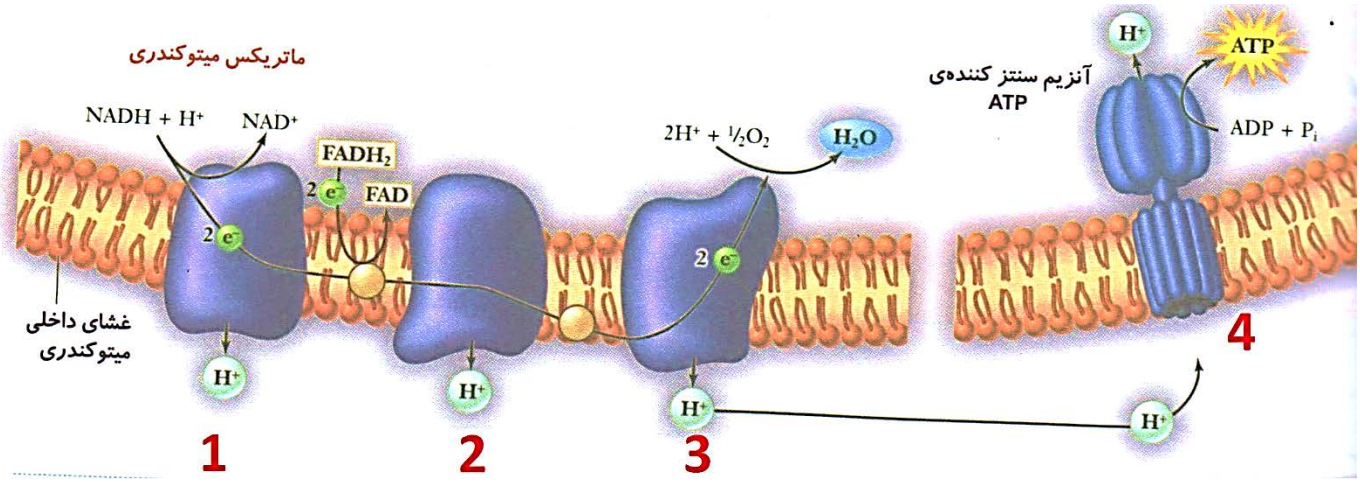
زنجیرهٔ انتقال الکترون

این زنجیره از مولکول‌هایی تشکیل شده است که در غشای درونی راکیزه قرار دارند و می‌توانند الکترون بگیرند یا از دست دهند.

محل: غشای درونی میتوکندری

پیش‌ماده‌ها: NADH و $FADH_2$ تولیدی در گلیکولیز، اکسایش پیرووات و کربس.

محصولات: آب و ATP



شرح کار زنجیرهٔ انتقال الکترون:

۱- هر مولکول NADH، ۲ الکترون خود را به اولین پروتئین زنجیره (پروتئین شمارهٔ ۱) می‌دهد و به NAD^+ اکسایش می‌یابد.

۲- هر مولکول $FADH_2$ نیز ۲ الکترون خود را به مسیر بین پروتئین ۱ و ۲ می‌دهد و به FAD اکسایش می‌یابد.

۳- در اثر عبور الکترون‌های از پروتئین‌های ۱ و ۲ و ۳ و با استفاده از انرژی این الکترون‌ها، این پروتئین‌ها یون‌های هیدروژن (H^+ یا پروتون) را از فضای داخلی میتوکندری (ماتریکس) به فضای بیرونی (فضای بین دو غشاء) پمپ می‌کنند (برخلاف شیب غلظت).

۴- در نهایت الکترون‌ها پس از عبور از سومین پروتئین، به اکسیژن مولکولی برخورد کرده و تولید یون اکسید (اکسیژن با دو بار منفی) می‌کنند. سپس یون اکسید با گرفتن دو پروتون (H^+) تبدیل به یک مولکول آب می‌شود.

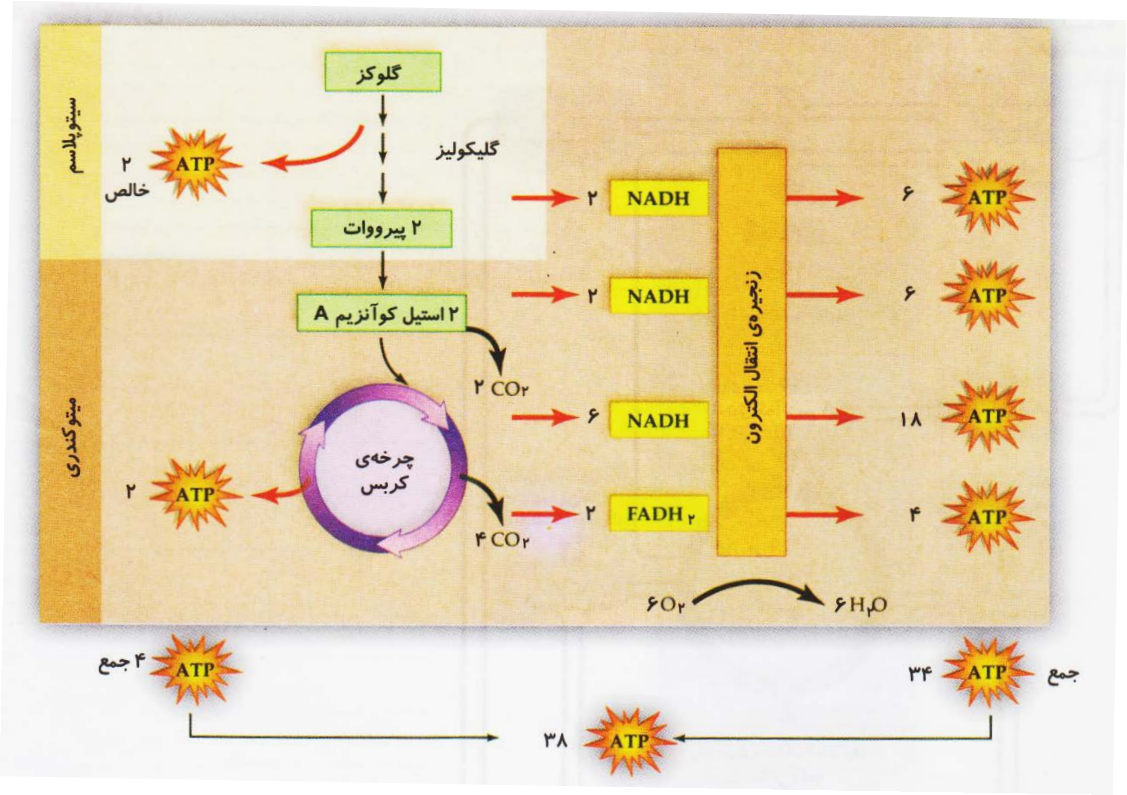
$$\frac{۱}{۲}O_۲ + ۲e \rightarrow O^{--} \qquad O^{--} + ۲H^+ + \rightarrow H_۲O$$

۵- در اثر ورود پروتون‌ها (H^+) از بخش داخلی به فضای بین دو غشاء، تراکم این یون‌ها در فضای بین دو غشاء افزایش یافته و تمایل به بازگشت به بخش درونی میتوکندری دارد. این یون‌های هیدروژن تنها از طریق شمارهٔ ۴ که **مجموعه‌ای پروتئینی** به نام **آنزیم ATP ساز** است، می‌توانند بر اساس شیب غلظت به فضای درونی میتوکندری بازگردند. عبور پروتون‌ها از کانالی که در این مجموعه قرار دارد، انرژی لازم را برای تبدیل ADP به ATP فراهم می‌کند (تولید ATP از طریق اکسایش).

نکتهٔ مهم: اکسایش NADH به NAD^+ و $FADH_2$ به FAD و همچنین تولید آب و سنتز ATP، همگی در سطح داخلی غشای درونی میتوکندری (سطحی که به سمت بخش درونی میتوکندری است) انجام می‌شوند.

نکته: چین خوردگی غشای داخلی میتوکندری موجب افزایش سطح این غشاء شده و امکان جای دادن زنجیره‌های الکترون بیشتری را درون خود فراهم ساخته است.

نام فرآورده	ATP	NADH	$FADH_2$	CO_2	H_2O
مرحلهٔ تولید	گلیکولیز، کربس و زنجیرهٔ انتقال الکترون	گلیکولیز، اکسایش پیرووات و کربس	کربس	اکسایش پیرووات – کربس – تخمیر الکلی	زنجیرهٔ انتقال الکترون



بازده انرژیایی تنفس یاخته ای

☜ اندازه گیری‌های واقعی در شرایط بهینه آزمایشگاهی نشان می‌دهند که مقدار ATP تولید شده در ازای تجزیه کامل گلوکز در بهترین شرایط در یاخته یوکاریوت، حداکثر ATP ۳۰ است.

☜ تولید ATP در یاخته‌های متفاوت و متناسب با نیاز بدن فرق می‌کند. بنابراین، نمی‌توان به سادگی به این پرسش پاسخ داد که در ازای تجزیهٔ هر مقدار گلوکز چه مقدار ATP در یاخته‌ها تولید می‌شود.

تنظیم تنفس یاخته ای: تولیدی اقتصادی

۱- افزایش میزان ATP به ADP ⇐ مهار آنزیم‌های گلیکولیز و چرخهٔ کربس ⇐ کاهش تولید ATP

۲- افزایش میزان ADP به ATP ⇐ فعال شدن آنزیم‌های گلیکولیز و چرخهٔ کربس ⇐ افزایش تولید ATP

نکات:

☜ این تنظیم مانع از هدر رفتن منابع می‌شود.

☜ یاخته‌های بدن ما به‌طور معمول از گلوکز و ذخیرهٔ قندی کبد برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند .درصورتی که این منابع کافی نباشند، آنها برای تولید ATP به سراغ تجزیهٔ چربی‌ها و پروتئین‌ها می‌روند.

☜ تحلیل و ضعیف شدن ماهیچه‌های اسکلتی و سیستم ایمنی از عوارض سوء تغذیه و فقر غذایی شدید و طولانی‌مدت در افرادی است که رژیم غذایی نامناسب دارند یا این‌که به دلایل متفاوت غذای کافی دراختیار ندارند.

گفتار ۳ زیستن مستقل از اکسیژن

تخمیر

☜ تعریف: **تخمیر** از روش‌های تأمین انرژی در شرایط کمبود یا نبود اکسیژن است که در **انواعی** از جانداران رخ می‌دهد.

☜ در فرایند تخمیر، راکیزه و در نتیجه زنجیره انتقال الکترون نقشی ندارند.

☜ انواع تخمیر: الکلی و لاکتیکی

☜ تخمیر الکلی و لاکتیکی مانند تنفس هوازی با قندکافت آغاز می‌شوند و پیرووات ایجاد می‌کنند.

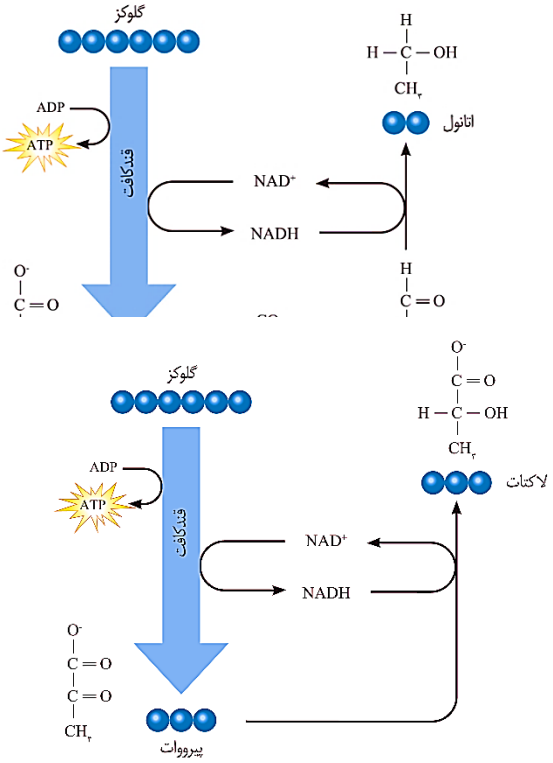
☜ در قندکافت تشکیل پیرووات از قند فسفاته همراه با ایجاد $NADH$ از NAD^+ است؛ بنابراین برای تداوم قندکافت، NAD^+ ضروری است و اگر نباشد قندکافت متوقف می‌شود و در نتیجه تخمیر انجام نمی‌شود.

☜ در تخمیر، مولکول‌هایی ایجاد می‌شوند که در فرایند تشکیل آن‌ها NAD^+ به وجود می‌آید.

الف) تخمیر الکلی

محل: درون سیتوپلاسم

مراحل تخمیر الکلی:



۱- ابتدا پیرووات با از دست دادن یک کربن به صورت CO_2 تبدیل به اتانال می‌شود.

۲- سپس اتانال با گرفتن الکترون‌های NADH و اکسایش آن به NAD^+، تبدیل به اتانول می‌شود.

نکته: ورآمدن خمیر نان به علت انجام تخمیر الکلی است.

ب) تخمیر لاکتیکی

محل: درون سیتوپلاسم

مراحل: تخمیر لاکتیکی فقط یک مرحله دارد که طی آن، پیرووات(۳ کربنی) به صورت مستقیم با دریافت الکترون‌های NADH و اکسایش آن به NAD^+، تبدیل به لاکتات (۳ کربنی) می‌شود.

نکات:

۱- در تخمیر الکلی، یک اتم کربن از پیرووات به صورت کربن‌دی‌اکسید خارج می‌شود و مولکول حاصل یعنی اتانول، دو اتم کربن دارد، اما در تخمیر لاکتیکی، مولکول حاصل از تخمیر یعنی لاکتات (یا لاکتیک اسید)، همانند پیرووات سه اتم کربن دارد.

۲- ماهیچه‌های اسکلتی برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند و اگر اکسیژن کافی نباشد، لاکتات در ماهیچه‌ها تجمع می‌یابد که تجمع لاکتات با درد و گرفتگی عضلات همراه می‌باشد.

۳- انواعی از باکتری‌ها تخمیرلاکتیکی را انجام می‌دهند. بعضی از این باکتری‌ها، مانند آنچه در ترش شدن شیر رخ می‌دهد، سبب فساد غذا می‌شوند؛ اما انواعی از آنها در تولید فراورده‌های غذایی به‌کار می‌روند. تخمیر لاکتیکی در تولید فراورده‌های شیری (مثل ماست و پنیر) و خوراکی‌هایی مانند خیارشور نقش دارد.

تخمیر در گیاهان

- گیاهانی که به طور طبیعی در شرایط غرقابی رشد می‌کنند، سازوکارهایی برای تأمین اکسیژن مورد نیاز دارند.تشکیل بافت نرم‌آکنه‌ای هوادار در گیاهان آبزی و شش‌ریشه در درخت حرّا از سازوکارهایی است که قبلا با آن آشنا شده اید.
- به هر حال، اگر اکسیژن به هر علتی در محیط نباشد یا کم باشد، تخمیر انجام می‌شود.
- هر دو نوع تخمیر الکلی و لاکتیکی در گیاهان وجود دارد.
- تجمع الکل یا لاکتیک اسید در یاخته گیاهی به مرگ آن می انجامد، بنابراین باید از یاخته‌ها دور شوند.

سلامت بدن: پاداکسنده‌ها (آنتی‌اکسیدان‌ها)

- رادیکالهای آزاد به علت داشتن الکترونهای جفت نشده در ساختار خود، واکنش‌پذیری بالایی دارند و می‌توانند در واکنش با مولکول‌های تشکیل دهندهٔ بافت‌های بدن، به آن‌ها آسیب برسانند.
- در تنفس هوازی اکسیژن با پذیرش الکترون در پایان زنجیرهٔ انتقال الکترون، به یون اکسید (O^{--}) تبدیل می‌شود. یون‌های اکسید با یونهای هیدروژن (H^{+}) ترکیب می‌شوند و در نتیجه مولکول آب به‌وجود می‌آید. اما گاه پیش می‌آید که درصدی از اکسیژنها وارد واکنش تشکیل آب نمی‌شوند، بلکه به‌صورت رادیکال آزاد در می‌آیند. رادیکال‌های آزاد از عوامل ایجاد سرطان اند.
- میتوکندری‌ها (راکیزه‌ها) برای مقابله با اثر سمی رادیکال‌های آزاد، به ترکیبات پاداکسنده وابسته‌اند.
- خوردن میوه‌ها و سبزیجات در حفظ سلامت بدن نقش دارند. این موادغذایی دارای پاداکسنده‌هایی مانند کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها هستند.
- **اهمیت پاداکسنده‌ها:** پاداکسنده‌ها در واکنش با رادیکال‌های آزاد مانع از اثر تخریبی آنها بر مولکولهای زیستی و درنتیجه تخریب بافتهای بدن می‌شوند.
- **تجمع رادیکال های آزاد:** اگر به هر علت سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از سرعت مبارزه با آنها بیشتر باشد ⟸ در چنین شرایطی، رادیکالهای آزاد در راکیزه تجمع می‌یابند و آن را تخریب می‌کنند ⟸ در نتیجه، یاخته هم تخریب می‌شود.
- عوامل فراوانی می‌توانند، راکیزه را در مبارزه با رادیکال‌های آزاد با مشکل روبه‌رو کنند؛ مثلا الکل و انواعی از نقص‌های ژنی در عملکرد راکیزه در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد مشکل ایجاد می‌کنند.
- **اثر الکل:** مطالعات نشان می‌دهد که الکل سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از اکسیژن را افزایش می‌دهد و مانع از عملکرد راکیزه در جهت کاهش آنها می‌شود. رادیکالهای آزاد با حمله به DNA راکیزه، سبب تخریب راکیزه و در نتیجه مرگ یاخته-های کبدی و بافت مردگی (نکروز) کبد می‌شوند. به همین علت اختلال در کار کبد و ازکار افتادن آن از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی است.
- نقص‌ژنی:گاه نقص در ژن‌های مربوط به پروتئین‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون، به ساخته شدن پروتئین‌های معیوب می انجامد. راکیزه ای که این پروتئین‌های معیوب را داشته باشد در مبارزه با رادیکال‌های آزاد، عملکرد مناسبی ندارد.

توقف انتقال الکترون:

مواد سمی فراوانی وجود دارند که با مهار یک یا تعدادی از واکنشهای تنفس هوازی، سبب توقف تنفس یاخته و مرگ می‌شوند.

مثال:

۱- سیانید: سیانید واکنش نهایی مربوط به انتقال الکترونها به O_2 را مهار و در نتیجه باعث توقف زنجیره انتقال الکترون می‌شود.

* نکته: سیانید همچنین با اشغال جایگاه فعال انزیم‌ها نیز در کار سلول اختلال ایجاد می‌کند (گفتار ۳، فصل ۱).

۲- کربن‌مونواکسید:

گاز کربن‌مونواکسید به دو شکل در تنفس یاخته‌ای اختلال ایجاد می‌کند:

الف) گاز کربن‌مونواکسید با اتصال به هموگلوبین، مانع از اتصال اکسیژن به آن می‌شود و چون به آسانی از هموگلوبین جدا نمی‌شود، ظرفیت حمل اکسیژن در خون را کاهش داده ⟸ این عملکرد مونواکسیدکربن، در واقع در انجام تنفس یاخته ای اختلال ایجاد می‌کند.

ب) همچنین این گاز سبب توقف واکنش مربوط به انتقال الکترون‌ها به اکسیژن می‌شود.

منابع کربن‌مونواکسید : دود خارج شده از خودروها و سیگار، از منابع دیگر تولید مونواکسیدکربن‌اند.

گفتار ۱ فتوسنتز: تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی

گیاهان در فرایند فتوسنتز CO_2 را با استفاده از انرژی نور خورشید به ماده آلی تبدیل و اکسیژن نیز تولید می‌کنند (واکنش زیر)

$$۶CO_۲ + ۶H_۲O \xrightarrow{\text{نور خورشید}} C_۶H_{۱۲}O_۶ + ۶O_۲$$

نکتهٔ ۱: فتوسنتز درون سبزدیسه (کلروپلاست) انجام می‌شود.

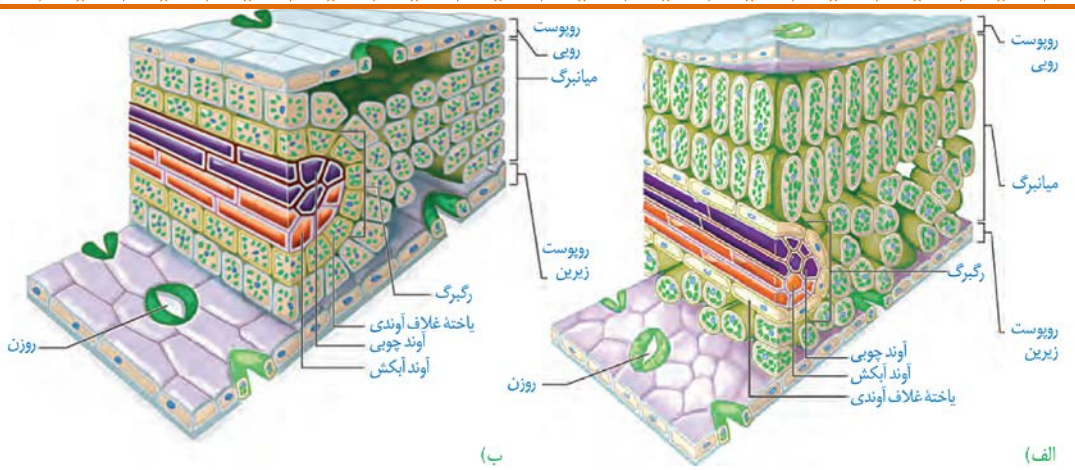
نکتهٔ۲: می‌توان میزان فتوسنتز را با تعیین میزان کربن دی اکسید مصرف شده و یا اکسیژن تولید شده، اندازه گرفت.

نکتهٔ ۳: برگ **اکثر** گیاهان (نه تمام گیاهان) بدلیل دارا بودن مقدار زیادی سبزدیسه، مناسب‌ترین ساختار برای انجام فتوسنتز می‌باشد.

اجزای برگ گیاهان دولپه‌ای:

۱. دمبرگ

۲. پهنک: پهنک شامل روپوست، میانبرگ و دسته های آوندی (رگبرگ) است. روپوست رویی و زیرین به ترتیب در سطح رویی و زیرین پهنک برگ قرار دارند. میانبرگ شامل یاخته‌های نرم آکنه است که شامل دو نوع نرده ای و اسفنجی می‌باشد.



نکات شکل:

۱- میانبرگ در دولپه‌ای‌ها (شکل الف) شامل نرم‌آکنهٔ اسفنجی و نرده‌ای می‌باشد اما در بعضی گیاهان (تک‌لپه‌ای‌ها)، فقط از یاخته‌های اسفنجی تشکیل شده است (شکل ب).

۲- یاخته‌های نرده‌ای بعد از روپوست رویی قراردارند و به هم فشرده‌اند در حالی که یاخته‌های اسفنجی به سمت روپوست زیرین قراردارند.

۳- در هر رگبرگ، در اطراف آوندهای چوبی و آبکش را یاخته‌های غلاف آوندی قرار دارند. در واقع یاخته‌های غلاف آوندی بین یاخته‌های نرم‌آکنه‌ای و استوانهٔ آوندی قرار دارند.

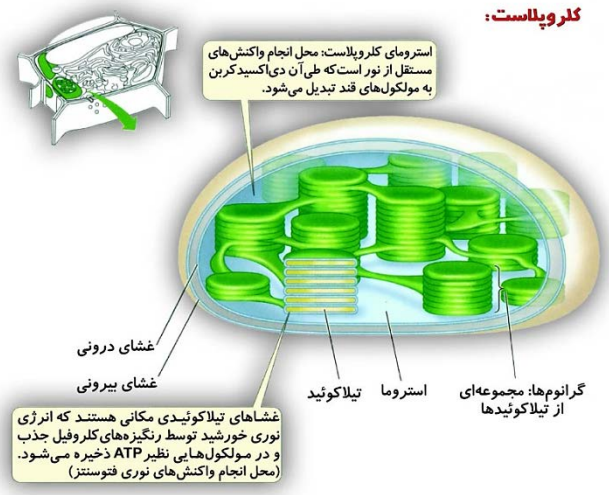
۴- در هر رگبرگ، آوندهای چوبی در بالای آوندهای آبکشی قرار دارند.

۵- جهت حرکت آب و مواد محلول در آوندهای چوبی رگبرگ، از سمت دمبرگ به سمت برگ است، درحالیکه جهت حرکت مواد آلی در آوندهای آبکش رگبرگ، برعکس (از برگ به سمت دمبرگ) می‌باشد.

۶- یاخته‌های غلاف آوندی تک لپه‌ای‌ها بر خلاف دولپه‌ای‌ها، دارای کلروپلاست

بوده و فتوسنتز می‌کنند.

ساختار سبزدیسه:



- سبزدیسه همانند راکیزه دارای غشای بیرونی و غشای درونی

است که از هم فاصله دارند.

- فضای درون سبزدیسه با سامانه ای غشایی به نام تیلاکوئیدبه دو بخش فضای درون تیلاکوئید و بستره (استروما) تقسیم شده است.
- تیلاکوئیدها ساختارهای غشایی و کیسه مانند و به هم متصل هستند.
- بستره هم‌ارز با سیتوپلاسم یاخته بوده و دارای رِنا، دِنا و رِناتَن (ریبوزوم)است.
- سبزدیسه همانند راکیزه می‌تواند بعضی از پروتئین‌های مورد نیاز خود را بسازد.
- سبزدیسه همانند راکیزه می‌تواند به طور مستقل تقسیم شود.

نکته: به طور کلی در سبزدیسه سه فضا داریم:

۱- فضای بین دو غشاء

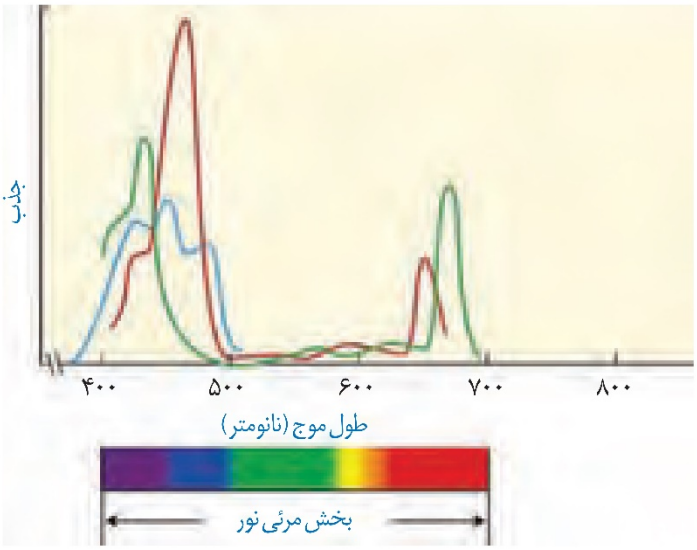
۲- بستره یا استروما

۳- فضای داخل تیلاکوئیدها

رنگیزه‌های فتوسنتزی:

این رنگیزه‌ها در غشای تیلاکوئیدها قرار دارند و شامل سبزینه‌های (کلروفیل‌های) a و b و کاروتنوئیدها می‌باشند.

نام رنگیزه	طول موج بیشترین جذب (نانومتر)	طیف جذبی در نور مرئی
سبزینهٔ a و b	۴۰۰ – ۵۰۰	بنفش - آبی
	۶۰۰ - ۷۰۰	نارنجی - قرمز
کاروتنوئیدها	۴۰۰ – ۵۰۰	بنفش و آبی و سبز



طیف جذبی رنگیزه‌های فتوسنتزی. سبزینهٔ a (سبز)، سبزینهٔ b(قرمز) و کاروتنوئیدها (آبی)

نکات مهم:

۱. طیف جذبی سبزینهٔ b در محدودهٔ ۵۰۰-۴۰۰ نانومتر، بیشتر از ط

۲. طیف جذبی سبزینهٔa در محدودهٔ ۷۰۰-۶۰۰ نانومتر، بیشتر از طیف جذبی سبزینهٔ b می‌باشد.

۳. از نظر میزان جذب نور، رابطهٔ مقابل بین رنگیزه‌ها برقرار است: سبزینهٔ b < سبزینهٔ a < کاروتنوئیدها

۴. بیشترین میزان جذب نور مربوط به سبزینهٔ b و در طیف نور آبی (۵۰۰ -۴۵۰ نانومتر) می‌باشد.

۵. وجود رنگیزه‌های متفاوت، کارایی گیاه را در استفاده از طول موج های متفاوت نور افزایش می‌دهد.

فتوسیستم‌ها:

رنگیزه‌های فتوسنتزی همراه با انواعی پروتئین در سامانه‌هایی به‌نام فتوسیستم ۱ و ۲ قرار دارند.

اجزای هر فتوسیستم:

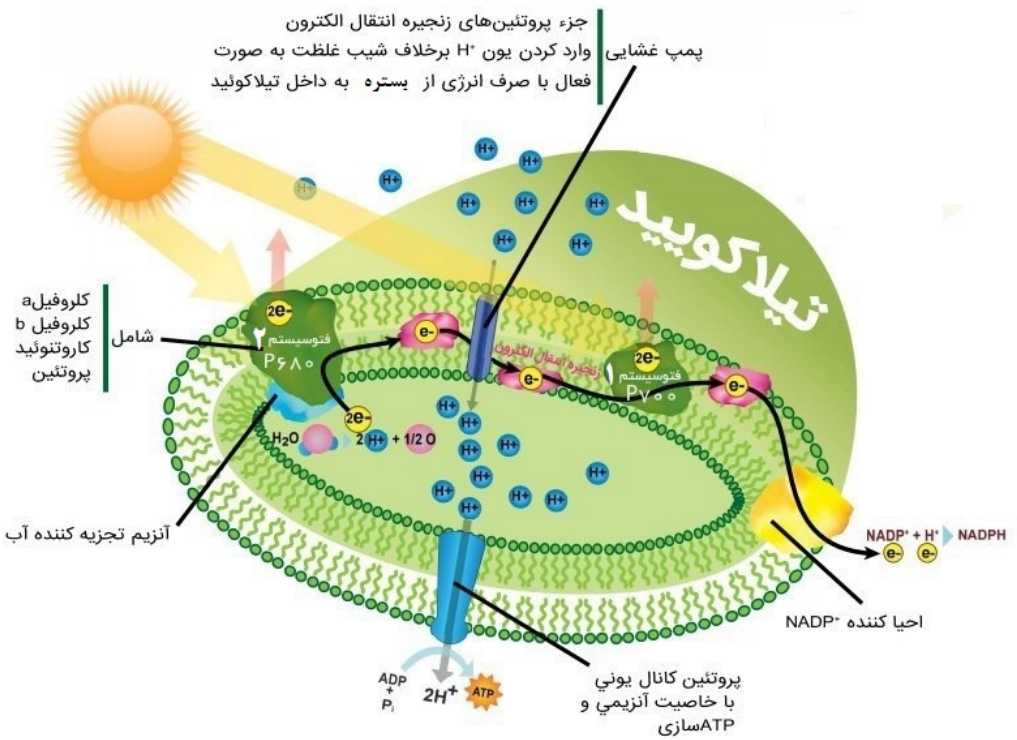
۱. آنتن های گیرندهٔ نور: هر آنتن که از رنگیزه‌های متفاوت (سبزینه‌ها و کاروتنوئیدها) و انواعی پروتئین ساخته شده است، انرژی نور را میگیرد و به مرکز واکنش منتقل می‌کند.

۲. یک مرکز واکنش: مرکز واکنش، شامل مولکولهای کلروفیل a است که در بستری پروتئینی قرار دارند.

نکتهٔ ۱: حداکثر جذب سبزینه a در مرکز واکنش فتوسیستم ۱، در طول موج ۷۰۰ نانومتر و حداکثر جذب آن در فتوسیستم ۲، در طول موج ۶۸۰ نانومتر است. بر همین اساس، به سبزینه a در فتوسیستم۱، P۷۰۰ و در فتوسیستم۲، P ۶۸۰ می‌گویند.

نکتهٔ ۲: فتوسیستم‌ها در غشای تیلاکوئید قرار دارند و با مولکولهایی به نام ناقل الکترون به هم مرتبط می‌شوند. این مولکولها می‌توانند الکترون بگیرند یا اینکه الکترون از دست بدهند (کاهش و اکسایش).

گفتار ۲ واکنش های فتوسنتزی



اجزای مورد نیاز برای فتوسنتز (شکل بالا):

۱. دو عدد فتوسیستم (۱ و ۲)

۲. آنزیم تجزیه کنندهٔ آب: در اتصال با بخش زیرین فتوسیستم ۲ قرار دارد.

۳. دو زنجیرهٔ انتقال الکترون: مولکول‌های ناقل الکترون که یکی بین فتوسیستم ۱ و ۲ و دیگری بعد از فتوسیستم ۱ قرار دارد.

۴. سه عدد پروتئین غشایی:

الف) پمپ غشایی: بین زنجیرهٔ انتقال الکترون اول قرار دارد و یون‌های هیدروژن را برخلاف شیب غلظت و به صورت فعال (با صرف انرژی زیستی) از بستره به داخل تیلاکوئید پمپ می‌کند.

ب) آنزیم ATP ساز (کانال یونی): یون‌های هیدروژن را از درون تیلاکوئید و در جهت شیب غلظت به درون بستره می‌فرستد و ATP تولید می‌کند.

ج) پروتئین احیاء کنندهٔ $NADP^+$: با دریافت ۲ عدد الکترون از زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم، $NADP^+$ را احیاء کرده (یک عدد H^+ را به $NADP^+$ می‌افزاید) و NADPH بدست می‌آید.

نکته: تمام موارد فوق، درون غشای تیلاکوئید قرار دارند.

واکنش‌های فتوسنتز:

۱. واکنش‌های وابسته به نور (واکنش‌های تیلاکوئیدی): طی این واکنش‌ها که در حضور نور خورشید (روز) و درون تیلاکوئیدها انجام می‌گیرد، مولکول NADPH و ATP و همچنین اکسیژن تولید می‌شود.

۲. واکنش‌های مستقل از نور: این واکنش‌ها در شب انجام می‌گیرند و طی این واکنش‌ها که چرخهٔ کالوین نامیده می‌شوند، با کمک مولکول‌های NADPH و ATP تولید شده در واکنش‌های مرحلهٔ روشنایی، مولکول‌های CO_2 تبدیل به گلوکز و سایر مواد آلی می‌شوند.

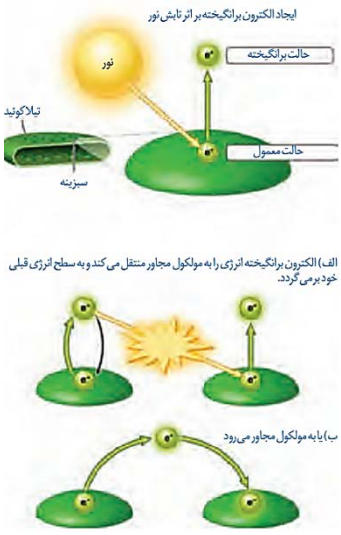
واکنش‌های مرحلهٔ روشنایی فتوسنتز

۱. در اثر تابش نور خورشید به فتوسیستم‌ها، الکترون‌های موجود

در فتوسیستم‌ها انرژی نور خورشید را دریافت کرده و برانگیخته می‌شوند.

این الکترون‌های برانگیخته شده از فتوسیستم‌ها خارج شده و وارد زنجیرهٔ انتقال

الکترون می‌شوند.



نکته: الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۲ وارد اولین زنجیرهٔ انتقال الکترون و الکترون‌های خارج شده از فتوسیستم ۱، وارد دومین زنجیرهٔ انتقال الکترون می‌شوند.

مسیر طی شده توسط الکترون‌ها:

فتوسیستم ۲ ⟵ زنجیرهٔ انتقال الکترون اول ⟵ فتوسیستم ۱ ⟵ دومین زنجیرهٔ انتقال الکترون ⟵ $NADP^+$

۲. الکترون‌های خروجی از فتوسیستم۱، پس از عبور از زنجیرهٔ انتقال الکترون دوم، توسط پروتئین احیاء کنندهٔ $NADP^+$، به مولکول $NADP^+$ منتقل می‌شوند ⟸ $NADP^+$ با گرفتن دو الکترون، بار منفی پیدا می‌کند و با ایجاد پیوند با پروتون (یون هیدروژن) به مولکول NADPH تبدیل می‌شود $NADP^+ + ۲e^- + ۲H^+ \longrightarrow NADPH + H^+$

۳. در اثر خروج الکترون‌های برانگیخته شده از فتوسیستم‌ها،کمبود الکترون در داخل این فتوسیستم‌ها رخ می‌دهد که باید جبران شوند، یعنی الکترون‌های جدیدی به شرح زیر، جایگزین الکترون‌های خارج شده می‌شوند:

الف- کمبود الکترونی فتوسیستم ۲، بوسیلهٔ الکترون‌های حاصل از تجزیهٔ مولکول آب توسط آنزیم متصل به سطح داخلی فتوسیستم ۲ تأمین می‌شود. در طی تجزیهٔ نوری آب محصولات زیر تولید می‌شوند: $H_۲O \longrightarrow ۲H^+ + \frac{۱}{۲} O_۲$

- دو یون هیدروژن: موجب افزایش تراکم یون هیدروژن در داخل تیلاکوئید می‌شوند.
- یک اتم اکسیژن
- دو عدد الکترون: که کمبود الکترونی فتوسیستم ۲ را جبران می‌کنند.

ب- کمبود الکترونی فتوسیستم ۱ بوسیلهٔ الکترون‌های خروجی از اولین زنجیرهٔ انتقال الکترون جبران می‌شود.

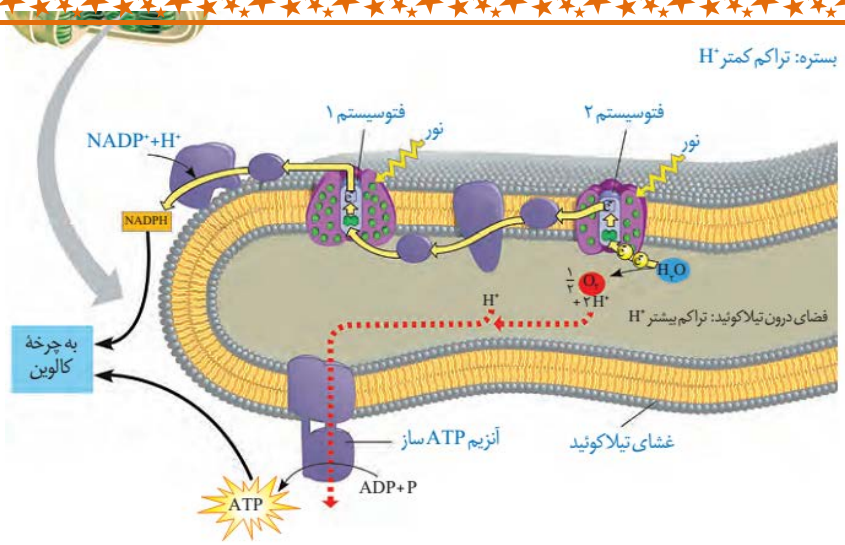
۴. الکترون‌های در حال عبور از اولین زنجیرهٔ انتقال الکترون، مقداری از انرژی خود را به پمپ هیدروژنی (در بین مولکول‌های زنجیرهٔ انتقال الکترون اول) می‌دهند تا این پمپ یون‌های هیدروژن را از بستره به داخل فضای تیلاکوئیدی و در خلاف جهت شیب غلظت انتقال دهد.

نکته: دو عامل موجب افزایش غلظت یون هیدروژن در داخل تیلاکوئید می‌شوند:

الف) فعالیت پمپ هیدروژنی ب) تجزیهٔ نوری آب

۵. در اثر افزایش غلظت پروتون‌ها درون تیلاکوئید، پروتون‌ها در جهت شیب غلظت و از طریق آنزیم ATP ساز موجود در غشای تیلاکوئیدها از داخل تیلاکوئید به بستره می‌روند که همراه با عبور پروتون‌ها از این آنزیم، ATP ساخته می‌شود.

نکته: به ساخته شدن ATP در واکنش های نوری، ساخته شدن نوری ATP میگویند، زیرا حاصل فرایندی است که با نور به راه می افتد.

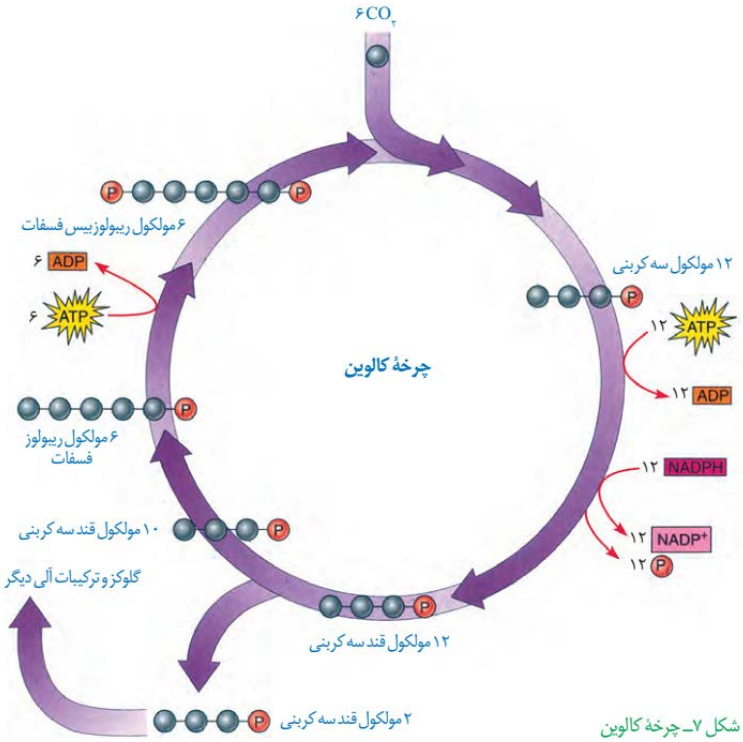


نکتهٔ کنکوری: پمپ پروتونی با انتقال یون‌های هیدروژن از بستره به درون تیلاکوئید موجب افزایش PH بستره و کاهش PH تیلاکوئید می‌شود، و کانال پروتونی (آنزیم ATP ساز)، برعکس پمپ پروتونی عمل می‌کند، یعنی PH تیلاکوئید را کاهش و PH بستره را افزایش می‌دهد.

واکنش‌های مستقل از نور: واکنش‌های تثبیت CO_2

در این مرحله، مولکول‌های CO_2 با استفاده از مواد تولید شده در مراحل روشنایی یعنی ATP به عنوان منبع انرژی و NADPA به عنوان منبع الکترون، در چرخه‌ای از واکنش‌ها به نام چرخهٔ کالوین، تبدیل به قند می‌شوند

مراحل چرخهٔ کالوین:



شکل ۷ــ چرخهٔ کالوین

۱. **مرحلهٔ اول:** ترکیب ۶ مولکول CO_2 با ۶ مولکول قند پنج کربنی ریبولوز بیس‌فسفات (هر قند دارای دو فسفات می‌باشد) توسط آنزیم روبیسکو (ریبولوز بیس‌فسفات کربوکسیلاز - اکسیژناز) ⇐ ایجاد ۶ قند شش کربنهٔ دو فسفاتهٔ ناپایدار ⇐ تبدیل هر کدام از قندهای ۶ کربنهٔ ناپایدار به یک اسید سه کربنهٔ یک فسفاته:

۱۲ اسید سه کربنهٔ یک‌فسفاته ← (روبیسکو) ۶ قند شش کربنهٔ دوفسفاته ← ۶ ریبولوز بیس‌فسفات + ۶CO_2

نکته: روبیسکو هم فعالیت کربوکسیلازی داشته و هم اکسیژنازی، که در این واکنش، فعالیت کربوکسیلازی دارد.

۲. **مرحلهٔ دوم:** هر یک از اسیدهای تولیدی در مرحلهٔ قبل با مصرف یک مولکول ATP و یک مولکول NADPH تبدیل به سه قند سه کربنهٔ یک فسفاته می‌شود.

۱۲ قند سه کربنهٔ یک فسفاته + ۱۲ADP + ۱۲$NADP^+$ + ۱۲P ← ۱۲ اسید سه کربنهٔ یک فسفاته + ۱۲ATP + ۱۲NADPH

۳. **مرحلهٔ سوم:** در این مرحله ۲ مولکول قند سه کربنه از واکنش خارج شده و به تولید گلوکز و یا سایر مواد آلی دیگر می‌رسد و ۱۰ قند سه کربنهٔ باقی مانده، تبدیل به ۶ قند سه کربنهٔ ریبولوز فسفات (یک فسفات دارد) می‌شود.

۶ قند ۵ کربنهٔ یک فسفاته (ریبولوز فسفات) ← ۱۰ قند سه کربنهٔ یک فسفاته ← ۱۲ قندسه کربنهٔ یک فسفاته

دو قند سه‌کربنه

۴. **مرحلهٔ چهارم:** هر یک از مولکول‌های ریبولوز فسفات، با صرف یک مولکول ATP تبدیل به ریبولوز بیس فسفات می‌شوند که در این واکنش، ATP هم به عنوان منبع انرژی و هم منبع فسفات به‌کار می‌رود. مولکول‌های ریبولوزبیس‌فسفات مجددا آغازگر چرخهٔ بعدی خواهند بود.

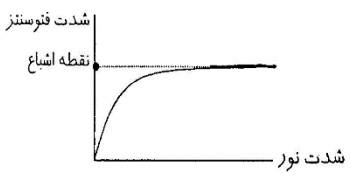
۶ مولکول ریبولوزبیس‌فسفات + ۶ATP ← ۶ مولکول ریبولوز فسفات + ۶ADP

نکات مهم:

۱- در هر چرخهٔ کالوین ۱۸ مولکول ATP و ۱۲ مولکول NADPH مصرف می‌شود.

۲- چرخهٔ کالوین در روز انجام می‌شود اما به نور وابسته نیست. ، ولی چون مولکول‌های ATP و NADPH مورد نیاز این چرخه در واکنش‌های مرحلهٔ وابسته به نور تولیدمی‌شوند، می‌توان گفت که چرخهٔ کالوین نیز به طور غیرمستقیم به نور وابسته است.

۳- اولین ماده آلی پایدار ساخته شده در چرخهٔ کالوین، اسید سه کربنی است؛ به همین علت به گیاهانی که تثبیت کربن در آنها فقط با چرخهٔ کالوین انجام میشود،گیاهان C_3 می‌گویند. اکثر گیاهان C_3 هستند.

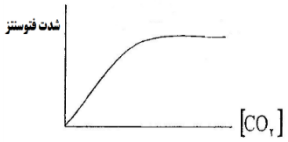


اثر محیط بر فتوسنتز:

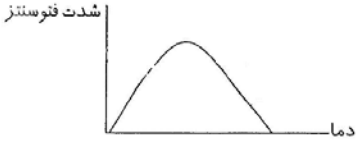
۱. اثر نور در فتوسنتز: افزایش نور در اکثر گیاهان تا حدی موجب افزایش فتوسنتز می‌شود، اما در نور شدید به علت اشباع شدن فتوسیستم‌ها، شدت فتوسنتز تغییری نمی‌کند .

نکته: طول موج، شدت و مدت زمان تابش نور بر فتوسنتز اثر می‌گذارند.

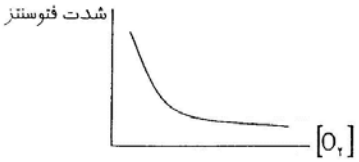
۲. اثر غلظت CO_2 بر فتوسنتز: با افزایش میزان CO_2، شدت فتوسنتز تا حدی افزایش می‌یابد، اما با افزایش بیشتر CO_2، بدلیل محدود بودن قندهای ریبولوز بیس‌فسفات و آنزیم‌های چرخهٔ کالوین، شدت فتوسنتز ثابت می‌ماند (مشابه اثر نور).



۳. اثر دما بر فتوسنتز: افزایش دما تا یک حدی بدلیل افزایش انرژی جنبشی مولکول‌ها، موجب افزایش فتوسنتز می‌شود، اما در دمای بالا بدلیل بسته شدن روزنه‌های هوایی و همچنین عدم فعالیت آنزیم‌ها، موجب کاهش شدت فتوسنتز می‌شود.



۴. اثر اکسیژن بر فتوسنتز: افزایش اکسیژن موجب افزایش فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو می‌شود و در نتیجه بجای ترکیب کردن ریبولوز بیس‌فسفات با CO_2، این قند را با اکسیژن ترکیب کرده که این عمل، شدت فتوسنتز را کاهش می‌دهد.



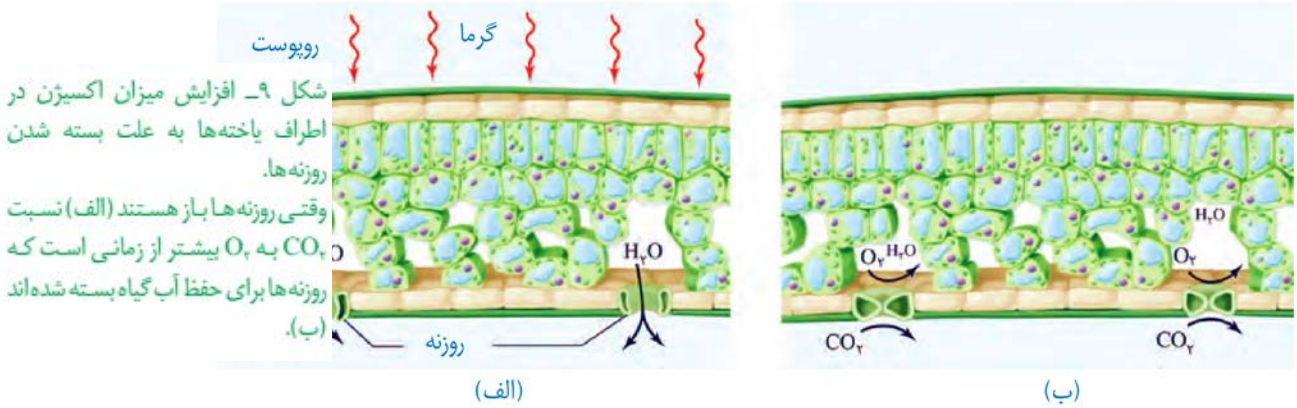
نکته: با افزایش اکسیژن، شدت فتوسنتز کاهش یافته، اما شدت تنفس نوری افزایش می‌یابد.

گفتار ۳ فتوسنتز در شرایط دشوار

فتوسنتز در شرایط بسته بودن روزنه‌ها:

☜ افزایش بیش از حد **دما** و **نور** و همچنین هورمون **آبسیزیک اسید**، باعث بسته شدن روزنه‌های هوایی جهت کاهش تعرق می‌شوند.

☜ در شرایط بسته شدن روزنه‌ها، تبادل گازهای اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید نیز متوقف می‌شود. در این حال از میزان کربن‌دی‌اکسید داخل برگ‌ها کاسته می‌شود (بدلیل مصرف در چرخهٔ کالوین) اما میزان اکسیژن در برگ‌ها افزایش می‌یابد (در اثر تجزیهٔ نوری آب). این شرایط موجب افزایش فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو می‌شود.



شکل ۹ـ افزایش میزان اکسیژن در اطراف یاخته‌ها به علت بسته شدن روزنه‌ها.
وقتی روزنه‌ها باز هستند (الف) نسبت CO_2 به O_2 بیشتر از زمانی است که روزنه‌ها برای حفظ آب گیاه بسته شده‌اند (ب).

(الف) (ب)

☜در اثر فعالیت اکسیژنازی آنزیم روبیسکو، ریبولوزبیس‌فسفات با اکسیژن ترکیب می‌شود. مولکول حاصل، ناپایدار است و به دو مولکول سه کربنی و دو کربنی تجزیه می‌شود:

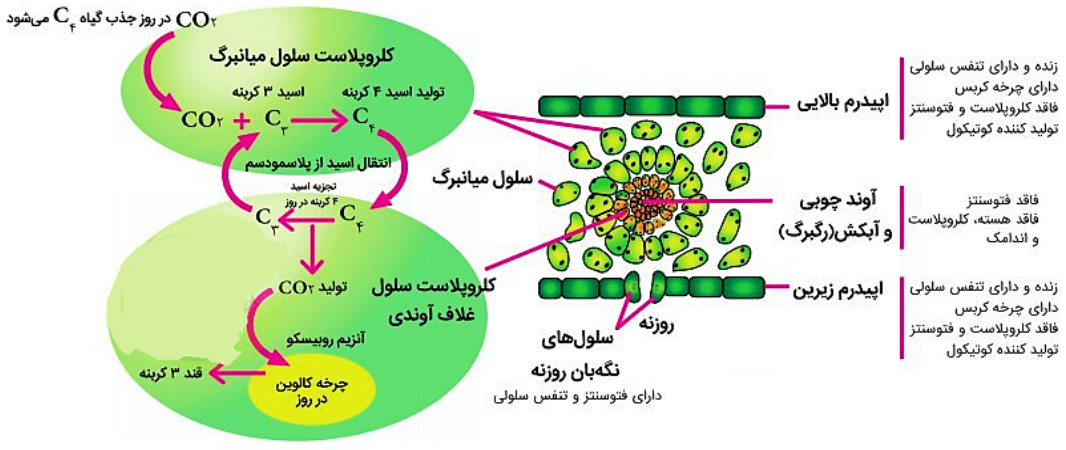
۱) مولکول سه کربنی به مصرف بازسازی ریبولوزبیس فسفات می‌رسد.

۲) مولکول دو کربنی از کلروپلاست خارج و در واکنشهایی که بخشی از آنها در راکیزه انجام می‌گیرد، از آن مولکول CO_2 آزاد می‌شود. چون این فرایند با مصرف اکسیژن، آزاد شدن CO_2 و همراه با فتوسنتز است، تنفس نوری نامیده می‌شود.

نکتهٔ ۱: در تنفس نوری گرچه ماده آلی تجزیه می‌شود، اما برخلاف تنفس یاخته‌ای،ATP از آن ایجاد نمی‌شود. بنابراین تنفس نوری باعث کاهش فراورده‌های فتوسنتز می‌شود.

نکتهٔ ۲: فعالیت اکسیژنازی و کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو به میزان اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید در محیط عملکرد آن بستگی دارد، یعنی در صورتی که $O_2 > CO_2$ باشد، این آنزیم فعالیت کربوکسیلازی و درصورتی که $CO_2 > O_2$ باشد، این آنزیم فعالیت اکسیژنازی خواهد داشت.

فتوسنتز در گیاهان C_4:



تثبیت کربن در این گیاهان در دو مرحله انجام می‌شود:

۱. CO_2 در یاخته‌های میانبرگ با اسیدی سه کربنی ترکیب و در نتیجه اسیدی چهار کربنی ایجاد میشود. به همین علت به این گیاهان، گیاهان C_4 میگویند؛ زیرا اولین مادهٔ پایدار حاصل از تثبیت کربن، ترکیبی چهار کربنی است.

۲. در یاخته‌های غلاف آوندی، مولکول CO_2 از اسید چهار کربنی آزاد و وارد چرخه کالوین می‌شود. اسید سه کربنی باقیمانده نیز به یاخته‌های میانبرگ برمی‌گردد.

نکتهٔ ۱: آنزیمی که در ترکیب CO_2 با اسید سه کربنی و تشکیل اسید چهارکربنی نقش دارد، برخلاف روبیسکو به طور اختصاصی با CO_2 عمل میکند و تمایلی به اکسیژن ندارد.

نکتهٔ ۲: اسید چهارکربنی از یاخته‌های میانبرگ از طریق پلاسمودسم‌ها به یاخته‌های غلاف آوندی منتقل می‌شود.

نکات مهم:

۱. در گیاهان C_4 ، برخلاف گیاهان C_3، یاخته‌های غلاف آوندی دارای کلروپلاست می‌باشند.

۲. در گیاهان C_4 با وجود عملکرد آنزیم‌های گوناگون در تثبیت کربن و تقسیم مکانی آن در دو نوع یاخته، میزان CO_2 در محل فعالیت آنزیم روبیسکو، به اندازه‌ای بالا نگه داشته می‌شود که بازدارندهٔ تنفس نوری است. بنابراین، تنفس نوری به ندرت در این گیاهان روی می‌دهد.

۳. در گیاهان C_4، در دماهای بالا، شدت‌های زیاد نور و کمبود آب، در حالیکه روزنه‌ها بسته شده‌اند تا از تبخیر آب جلوگیری شود، همچنان میزان CO_2 را در محل عملکرد آنزیم روبیسکو بالا نگه می‌دارند. همین علت کارایی آنها در چنین شرایطی بیش از گیاهان C_3 است.

فتوسنتز در گیاهان CAM (کَم):

ویژگی گیاهان CAM :

۱. در مناطقی با درجه حرارت و نور شدید و آب کم زندگی می‌کنند.

۲. در این گیاهان برای جلوگیری از هدر رفتن آب، روزنه‌ها در طول روز بسته و در شب بازند.

۳. برگ، ساقه یا هردوی آنها در چنین گیاهانی گوشتی و پرآب است.

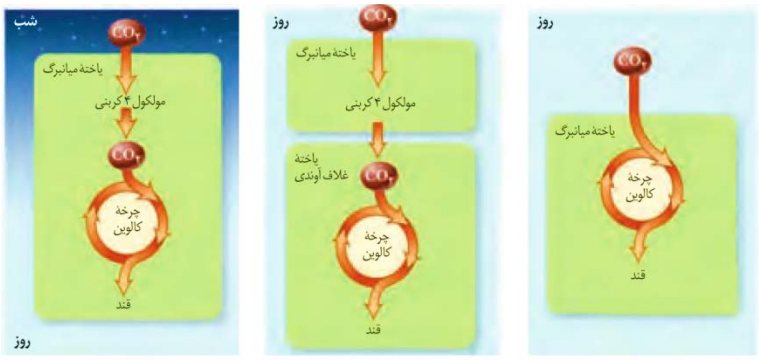
۴. این گیاهان در کریچه‌های خود ترکیباتی پلی‌ساکاریدی دارند که آب را نگه می‌دارند.

تثبیت کربن در گیاهان CAM همانند گیاهان C_4 در دو مرحله انجام می‌شود، اما هردوی این مراحل در یاخته‌های میانبرگ اما در دو زمان متفاوت (شب و روز) انجام می‌گیرند:

۱- در شب (روزنه‌ها بازند): ترکیب CO_2 با اسید سه‌کربنه در یاخته‌های میانبرگ و تولید اسید چهارکربنه.

۲- در روز (روزنه‌ها بسته‌اند): مولکول CO_2 در همان یاخته‌های میانبرگ از اسید چهار کربنی آزاد و وارد چرخه کالوین می‌شود.

مثال برای گیاهان CAM: کاکتوس، گیاهان تیرهٔ گل ناز و آناناس.



شکل ۱۱ـ مقایسه فتوسنتز در گیاهان الف) C_3، ب) C_4 و پ) CAM

جدول مقایسه‌ای گیاهان از نظر فتوسنتز

	گیاهان C_3	گیاهان C_4	گیاهان CAM
مثال	بیشتر گیاهان	نیشکر	کاکتوس، گیاهان تیرهٔ گل‌ناز و آناناس
زیستگاه	بیشتر مناطق	مناطق گرم	مناطق بسیار گرم و خشک
واکنش‌های تثبیت‌کنندهٔ CO_2	فقط چرخهٔ کالوین	چرخهٔ کالوین و سایر واکنش‌ها	چرخهٔ کالوین و سایر واکنش‌ها
اولین مادهٔ آلی پایدار که از CO_2 ساخته می‌شود	اسید سه کربنه	اسید ۴ کربنه	اسید ۴ کربنه
محل ساخت اولین مادهٔ آلی پایدار از CO_2	یاخته‌های میانبرگ	یاخته‌های میانبرگ	یاخته‌های میانبرگ
محل انجام چرخهٔ کالوین	یاخته‌های میانبرگ	یاخته‌های غلاف آوندی	یاخته‌های میانبرگ
زمان ساخت اولین مادهٔ آلی پایدار از CO_2	روز	روز	شب
زمان انجام چرخهٔ کالوین	روز	روز	روز
وضعیت روزنه‌های هوایی در روز	باز	باز	بسته
وضعیت روزنه‌های هوایی در شب	بسته	بسته	باز

نکتهٔ کنکوری: هر سه نوع گیاه C۳، C۴ و CAM، در چرخهٔ کالوین تثبیت CO_2 را دارند و اسید سه کربنه تولید می‌کنند، اما گیاهان C۴ و CAM یک بار دیگر قبل از چرخهٔ کالوین نیز CO_2 را تثبیت می‌کنند که اسید ۴ کربنه تولید می‌شود.

جانداران فتوسنتز کنندهٔ دیگر

- بخش عمدهٔ فتوسنتز را جاندارانی انجام می‌دهند که گیاه نیستند و در خشکی زندگی نمی‌کنند.
- انواعی از باکتریها و آغازیان در محیط‌های متفاوت خشکی و آبی فتوسنتز می‌کنند.

باکتری ها: باکتری‌هایی که فتوسنتز می‌کنند، سبزدیسه ندارند، اما دارای رنگیزه‌های جذب کننده نور هستند.

جدول مقایسه‌ای انواع باکتری‌های فتوسنتز کننده

انواع باکتری	اکسیژن‌زا	غیر اکسیژن‌زا
مثال	سیانوباکتری‌ها	باکتری‌های گوگردی ارغوانی و سبز
نام رنگیزهٔ فتوسنتز کننده	سبزینهٔ a	باکتریوکلروفیل
منبع کربن	CO_2	CO_2
منبع الکترون	آب (H_2O)	H_2S
منبع انرژی	نور خورشید	نور خورشید
محصولات فتوسنتزی	قندهای ساده و اکسیژن	قندهای ساده و گوگرد
واکنش فتوسنتزی	$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{نور خورشید}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$	$6CO_2 + 12H_2S + \text{نور} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$

نکات:

۱- چون منبع الکترون باکتری‌های گوگردی (H_2S) اکسیژن ندارد، به همین خاطر در اثر تجزیهٔ آن، بجای اکسیژن، گوگرد درست می‌شود.

۲- از این باکتریها در تصفیهٔ فاضلاب‌ها برای حذف هیدروژن سولفید استفاده می‌کنند.

۳- هیدروژن سولفید گازی بی‌رنگ است و بویی شبیه تخم‌مرغ گندیده دارد.

آغازیان:

آغازیان نقش مهمی در تولید مادهٔ آلی از ماده معدنی دارند.

انواع آغازیان فتوسنتز کننده

۱- جلبکهای سبز، قرمز و قهوه ای که به صورت دائمی فتوسنتز می‌کنند.

۲- **اوگلنا :** جانداری تک‌یاخته ای و مثال دیگری از آغازیان فتوسنتزکننده است.

این جاندار در حضور نور فتوسنتز می‌کند و در صورتی که نور نباشد، سبزدیسه‌های

خود را از دست می‌دهد و با تغذیه از مواد آلی، ترکیبات مورد نیاز خود را به دست می‌آورد.



شیمیوسنتز

تعریف: ساختن مواد آلی از مواد معدنی ، با استفاده از انرژی واکنش‌های شیمیایی را شیمیوسنتز گویند.

باکتری‌های شیمیوسنتز کننده

- در معادن، اعماق اقیانوس‌ها و اطراف دهانه آتشفشانهای زیرآب وجود دارند.
- از قدیمیترین جانداران روی زمین‌اند.
- می‌توانند بدون نیاز به نور از کربن دی اکسید مادهٔ آلی بسازند.
- انرژی مورد نیاز برای ساختن مواد آلی از مواد معدنی را از واکنشهای شیمیایی، به ویژه اکسایش ترکیبات معدنی (غیرآلی) به دست می‌آورند.
- **مثال:** باکتریهای نیترات ساز ← آمونیوم را به نیترات تبدیل می‌کنند

نکته: زیستن در معادن، اعماق اقیانوس‌ها و اطراف دهانه آتشفشانهای زیرآب برای بسیاری از جانداران غیرممکن است.

گفتار ۱ زیست فناوری و مهندسی ژنتیک

- امروزه به کمک روشهای زیست فناوری، تولید پلاستیک‌های قابل‌تجزیه با صرف هزینهٔ کمتر ممکن شده است. این کار با وارد کردن ژنهای تولیدکنندهٔ بسیاری از این نوع مواد از باکتری به گیاه امکان‌پذیر است.
- تا چندی پیش، انتقال ژنهای انسان به داخل سلول‌های سایر موجودات زنده و یا استفاده از باکتری‌ها برای ساختن پروتئین‌های انسانی غیرقابل تصور بود اما اکنون روشهای لازم برای تحقق آن توسعه یافته و کاربرد فراوانی پیدا کرده است.

زیست‌فناوری چیست؟

تعریف زیست‌فناوری: به‌طورکلی به هرگونه فعالیت هوشمندانه آدمی در **تولید و بهبود محصولات گوناگون** با استفاده **از موجود زنده**، **زیست فناوری** گویند.

قلمروی زیست‌فناوری: زیست فناوری قلمروی بسیار گسترده دارد و روشهایی مانند مهندسی ژنتیک، مهندسی پروتئین و بافت را دربرمی‌گیرد.

علوم مورد استفاده در زیست‌فناوری: زیست فناوری از گرایشهای علمی متعددی مانند علوم زیستی، فیزیک، ریاضیات و علوم مهندسی بهره می‌برد.

مزایای زیست‌فناوری: کاربردهای فراوان زیست فناوری، آن را به‌عنوان **نشانهٔ پیشرفت کشورها** در قرن حاضر و به یکی از **ابزارهای مهم برای تأمین نیازهای متنوع** تبدیل کرده است.

تاریخچهٔ زیست‌فناوری

برای زیست فناوری، که از سالهای بسیار دور آغاز شده است، سه دوره درنظر می گیرند:

زیست‌فناوری سنتی: تولید محصولات تخمیری مانند سرکه، نان و فراورده‌های لبنی با استفاده از فرایندهای زیستی مربوط به این دوره است.

زیست‌فناوری کلاسیک: با استفاده از روشهای تخمیر و کشت ریزاندامگان (میکروارگانیسم‌ها) تولید موادی مانند پادزیست‌ها (آنتی‌بیوتیک-ها)، آنزیم‌ها و مواد غذایی در این دوره ممکن شد.

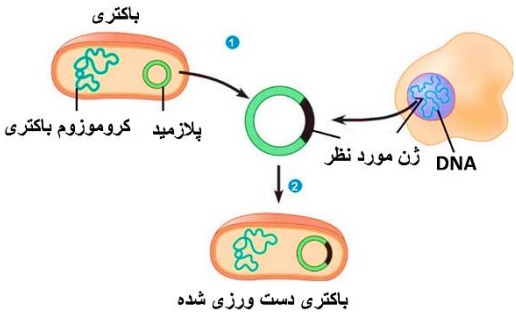
زیست فناوری نوین: این دوره با انتقال ژن از یک ریزاندامگان به ریزاندامگان دیگر آغاز شد . دانشمندان توانستند با تغییر و اصلاح خصوصیات ریزاندامگان‌ها ترکیبات **جدید** را با **مقادیر بیشتر** و **کارایی بالاتر** تولید کنند.

مهندسی‌ژنتیک

یکی از روش‌های مؤثر در زیست فناوری نوین، مهندسی ژنتیک است.

تعریف: در مهندسی ژنتیک قطعه‌ای از DNA ی یک سلول توسط ناقل به سلول ای دیگر انتقال می‌یابد. در این حالت، یاختهٔ دریافت کنندهٔ DNA دچار دستورزی ژنتیکی و دارای **صفت جدید** می‌شود.

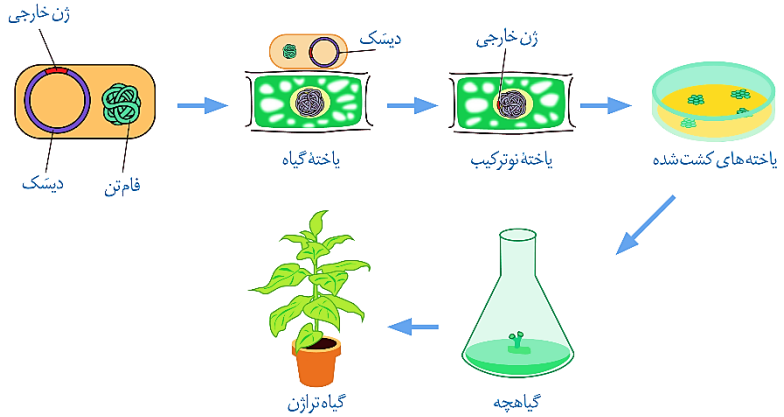
یا **تعریف جاندار تراژن:** به جانداری که از طریق مهندسی ژنتیک دارای ترکیب جدیدی از مواد ژنتیکی شده است، جاندار تغییریافته ژنتیکی می‌گویند. تراژنی



نکتهٔ ۱: ترکیبات جدید ژنی در یک جاندار تراژن موجب بروز صفات جدیدی در این جاندار می‌شود که در گذشته، این صفات در این جاندار وجود نداشته است.

نکتهٔ ۲: اولین جانداران تراژن، باکتری‌ها بودند و به تدریج، امکان دستورزی ژنتیکی برای گیاهان و جانوران نیز فراهم آمده است.

مراحل ایجاد گیاهان زراعی تراژنی (شکل زیر):



۱- تعیین صفت یا صفات مطلوب

۲- استخراج ژن یا ژنهای صفت موردنظر

۳- آماده‌سازی و انتقال ژن به گیاه

۴- تولید گیاه تراژنی

۵- بررسی دقیق ایمنی زیستی و اثبات بی‌خطر بودن

برای سلامت انسان و محیط‌زیست

۶ــ تکثیر و کشت گیاه تراژنی با رعایت اصول ایمنی زیستی

نکات شکل:

۱- ژن مورد نظر توسط دیسک (پلازمید) به گیاه منتقل می‌شود.

۲- سلول‌ای که ژن خارجی (ژن مورد نظر) را دریافت می‌کند، یاختهٔ نوترکیب نامیده می‌شود.

۳- سلول‌های نوترکیب ابتدا تبدیل به گیاهچه و سپس گیاه تراژن می‌شوند.

۴- ژن خارجی در تمام سلول‌های زنده و دارای هستهٔ گیاه تراژن وجود دارد. زیرا تمام سلول‌های گیاه تراژن، از یاختهٔ نوترکیب اولیه بوجود آمده‌اند.

مراحل مهندسی ژنتیک

یکی از اهداف مهندسی ژنتیک تولید انبوه **ژن** و **فراورده‌های آن** (**RNA** و **پروتئین**) است.

تولید انبوه ژن با **همسانه‌سازی** DNA انجام می‌شود.

تعریف همسانه‌سازی: جداسازی یک یا چند ژن و تکثیر آنها را **همسانه سازی DNA** می‌گویند.

روش همسانه‌سازی:

تهیه می‌شود. ۱- مادهٔ وراثتی با **ابزارهای مختلفی** در خارج از سلول

.به درون ژنوم میزبان منتقل می‌شود ۲- مادهٔ وراثتی به وسیلهٔ یک **ناقل همسانه‌سازی**

اهداف همسانه‌سازی: تولید مقادیر زیادی از DNAی خالص که می‌تواند برای : الف) **دست‌ورزی** و یا ب) **تولید یک مادهٔ بخصوص** و یا ج) **مطالعه**، مورد استفاده قرار گیرد.

مراحل مهندسی ژنتیک

۱- جداسازی قطعه‌ای از DNA که حاوی ژن مورد نظر است.

۲- اتصال قطعهٔ DNA جدا شده به ناقل و تشکیل DNA نوترکیب.

۳- وارد کردن DNA نوترکیب به یاخته میزبان.

۱DNA- جداسازی قطعه‌ای از

این کار به‌وسیلهٔ آنزیم‌های برش‌دهنده انجام می‌شود.

آنزیمهای برش دهنده

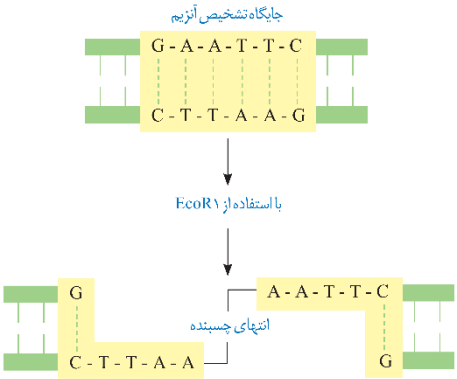
- ✓ در باکتری‌ها وجود دارند و قسمتی از سامانهٔ دفاعی آنها محسوب می‌شوند.
- ✓ اولین مرحله از همسانه‌سازی که جداسازی ژنها است، به وسیلهٔ این آنزیم‌ها انجام می‌شود.
- ✓ این آنزیم‌ها توالیهای نوکلئوتیدی خاصی (جایگاه شناسایی آنزیم) را در *DNA* تشخیص و برش می‌دهند.
- ✓ استفاده از آنزیم‌های برش‌دهنده، *DNA* را به قطعات کوتاه‌تری تبدیل می‌کند.

نکات جایگاه تشخیص آنزیم:

۱- این جایگاه‌ها در ابتدا و انتهای ژن مورد نظر قرار دارند و جزو توالی ژن نمی‌باشند ⇐ یعنی مورد رونویسی قرار نمی‌گیرند.

۲- در جایگاه تشخیص آنزیم توالی نوکلئوتیدهای هر دو رشته DNA از دو سمت مخالف یکسان خوانده می‌شود.

مثال: معروف‌ترین آنزیم برش دهنده، آنزیم **EcoR۱** است که توالی شش جفت نوکلئوتیدی $\begin{matrix}GAATTC\\CTTAAG\end{matrix}$ را شناسایی کرده و برش می‌دهد.



نحوهٔ عمل آنزیم EcoR۱ : این آنزیم پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتید گوانین‌دار و آدنین‌دار هر دو رشته را برش می‌زند. در نتیجه، انتهایی از مولکول DNA ایجاد می‌شود که یک رشتهٔ آن بلندتر از رشته مقابل است .

۱- برای تشکیل چنین انتهایی از مولکول DNA، علاوه بر پیوندهای فسفودی‌استر، پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته DNA در منطقه تشخیص نیز شکسته می‌شوند.

۲- آنزیم **EcoR۱** در هر جایگاه تشخیص، دو انتهای چسبنده ایجاد می‌کند و

چون برای هر ژن، دو جایگاه تشخیص آنزیم وجود دارد، در نتیجه مجموعا ۴ انتهای چسبنده ایجاد می‌شود (در هر رشتهٔ DNA، دو انتهای چسبنده).

نکته: استفاده از آنزیمهای برش‌دهنده، DNA را به قطعات کوتاهتری تبدیل می‌کند که این قطعات را با روش‌های خاصی جدا می‌کنند و تشخیص می‌دهند.

۲- اتصال قطعهٔ DNA جدا شده به ناقل و تشکیل DNA نوترکیب

☜ **ناقل همسانه‌سازی:** توالی‌های *DNA*یی هستند که در خارج از کروموزوم‌های اصلی قرار دارند و می‌توانند مستقل از آن تکثیر شوند. یکی از این ناقل‌ها دیسک (پلازمید) باکتری است.

☜ ***DNA* نوترکیب:** به مجموعه *DNA* ناقل و ژن جاگذاری شده در آن، ***DNA* نوترکیب** گفته می‌شود.

نکات دیسک (پلازمید):

۱- دیسک یک مولکول DNAی دو رشته‌ای و حلقوی خارج فام‌تنی است.

۲- معمولا درون باکتری‌ها (نه تمام باکتری‌ها) و بعضی قارچها مثل مخمرها وجود دارد.

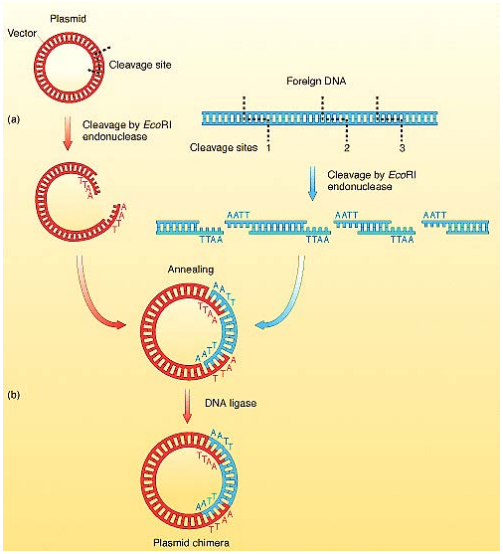
۳- می‌تواند مستقل از ژنوم میزبان همانندسازی کند.

۴- دیسک‌ها را کروموزوم‌های (فامتن‌های) کمکی نیز می‌نامند چون حاوی ژن‌هایی هستند که در کروموزوم‌های اصلی باکتری وجود ندارند. مثل ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک.

۵- ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک به باکتری این توانایی را می‌دهند که پادزیستها را به موادی غیرکشنده و قابل استفاده برای خود تبدیل کنند.

نکتهٔ ۱: در صورت انتقال قطعه DNAی مورد نظر به دیسک و ورود آن به یاختهٔ میزبان، با هر بار همانندسازی دیسک، DNAی مورد نظر نیز همانندسازی می‌شود.

نکتهٔ ۲: بهتر است از دیسکی استفاده شود که یک جایگاه تشخیص برای آنزیم برش‌دهنده داشته باشد.



مراحل ساخت DNA نوترکیب:

۱- برش دادن DNA ناقل توسط همان آنزیمی که با آن ژن اصلی را برش داده‌اند. علت ⇐

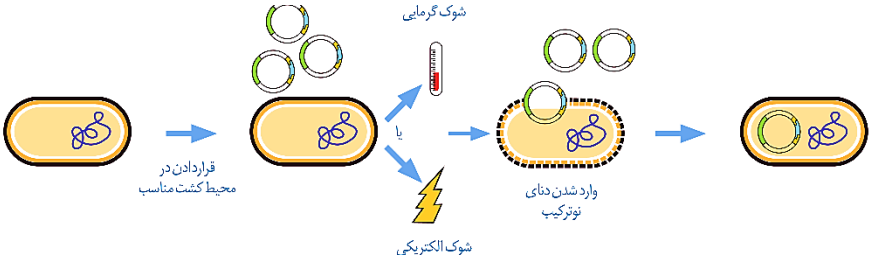
* برش دیسک با آنزیم، آن را به یک قطعه دنای خطی تبدیل می‌کند که دارای دو انتهای چسبنده است.

۲- اتصال DNA مورد نظر به دیسک توسط آنزیم لیگاز (اتصال دهنده).

۳- وارد کردن DNA نوترکیب به سلول میزبان:

برای ورود DNA نوترکیب به درون یاختهٔ میزبان مثل باکتری باید بر روی **دیوارهٔ باکتری** منافذی ایجاد کرد که این منافذ را می‌توان با کمک شوک الکتریکی و یا شوک حرارتی همراه با مواد شیمیایی ایجاد کرد.

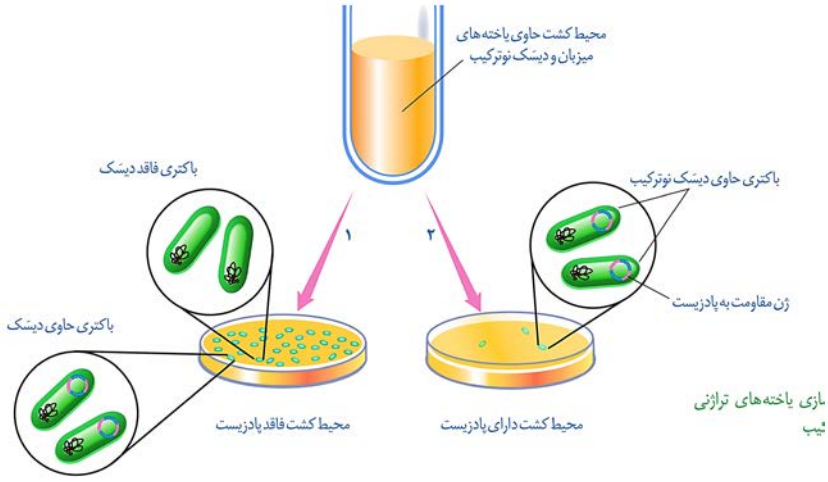
نکته: همه باکتری‌ها DNA نوترکیب را دریافت نمی‌کنند. بنابراین لازم است باکتری دریافت کنندهٔ دیسک از باکتری فاقد آن تفکیک شود.



* باکتری دریافت کنندهٔ DNA نوترکیب، یاختهٔ تراژنی محسوب می‌شود.

۴- جداسازی سلول های تراژنی:

برای انجام این مرحله، از روش‌های متفاوتی می‌توان استفاده کرد، مثل استفاده از دیسکی که دارای ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک (پادزیست) آمپی سیلین است. در این صورت، اگر باکتری، DNA نوترکیب را دریافت کرده باشد، در محیط حاوی آنتی‌بیوتیک رشد می‌کند.باکتریهای فاقد دنای نوترکیب به‌دلیل حساسیت به آنتی‌بیوتیک در چنین محیطی از بین می‌روند.



در شرایط مناسب، باکتری‌های تراژنی با سرعت بالایی تکثیر می‌شوند. همچنین از *DNA*های نوترکیب نیز به‌صورت مستقل از فامتن اصلی سلول، نسخه‌های متعددی ساخته می‌شود که درنتیجهٔ آن *DNA* خارجی به سرعت تکثیر می‌شود. بنابراین، تعداد زیادی باکتری دارای دنای خارجی آماده خواهد شد که می‌توان از آنها برای **تولید فراورده** یا **استخراج ژن** استفاده کرد.

نکته: امروزه با پیشرفت روشهای مهندسی ژنتیک می‌توان سلول‌های دیگری مثل مخمرها، سلول‌های گیاهی و حتی جانوری را با این فرایند تغییر داد.

گفتار ۲ فناوری مهندسی پروتئین و بافت

روش‌های جدید امکان ایجاد **تغییرات دلخواه** در توالی آمینواسیدهای یک پروتئین را فراهم کرده است که می‌توان از آنها به منظور **تغییر در ویژگی‌های یک پروتئین** و **بهبود عملکرد** آن بهره‌مند شد.

تعریف مهندسی پروتئین: انجام تغییراتی در پروتئین‌ها به منظور تغییر در ویژگی و بهبود عملکرد پروتئین‌ها.

انواع تغییرات پروتئین‌ها

۱- تغییرات جزئی: تغییر یک یا چند آمینواسید در پروتئین (در مقایسه با پروتئین طبیعی)

۲- تغییرات کلی یا عمده: گسترده‌تر است و می‌تواند شامل برداشتن قسمتی از ژن یک پروتئین تا ترکیب بخشهایی از

نکته: تغییر در توالی آمینواسیدها باعث تغییر در شکل فضایی مولکول پروتئین و در نتیجه تغییر در عمل آن می‌شود.

هدف از ساخت پروتئین‌های تغییر یافته: چنین پروتئین‌های تغییر یافته‌ای با اهداف مختلف، مثلا **درمانی** و **تحقیقاتی** ساخته می‌شوند.

* از تغییرات و اصلاحات مفید در فرایند مهندسی پروتئین‌ها می‌توان به افزایش پایداری پروتئین در مقابل گرما و تغییر pH ، افزایش حداکثری سرعت واکنش و تمایل آنزیم برای اتصال به پیش‌ماده اشاره کرد.

افزایش پایداری پروتئین‌ها

اهمیت افزایش پایداری پروتئین‌ها در برابر گرما:

۱- در دمای بالاتر سرعت واکنش بیشتر و خطر آلودگی میکروبی در محیط واکنش کمتر می‌شود.

۲- نیازی به خنک کردن محیط واکنش به‌خصوص در مورد واکنش‌های گرمازا نیست.

*** مثال‌هایی از افزایش پایداری پروتئین‌ها:**

۱) آمیلازها

نقش: مولکول‌های نشاسته را به قطعات کوچکتری تجزیه می‌کنند.

محل ترشح در انسان: بزاق و بخش برون ریز لوزالمعده

کاربرد در صنعت: صنایع غذایی، نساجی و تولید شوینده‌ها

علت نیاز به آمیلاز مقاوم به گرما: زیرا بسیاری از مراحل تولید صنعتی در دماهای بالا انجام می‌شود.

۱- کاهش زمان واکنش

۲- صرفه‌جویی اقتصادی

بهره‌وری صنعتی افزایش می‌یابد⇐* در نتیجهٔ ۲ مورد فوق

نکته: در طبیعت نیز امیلاز مقاوم به گرما وجود دارد. مثلا باکتری‌های گرمادوست در چشمه‌های آب گرم دارای امیلازهایی هستند که پایداری بیشتری در مقابل گرما دارند.

۲) اینترفرون

یادآوری: اینترفرون‌ها نوعی از پروتئین‌های ایمنی هستند که در دفاع غیراختصاصی نقش دارند. اینترفرون نوع ۱ از یاخته‌های آلوده به ویروس و اینترفرون نوع ۲ از سلول‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود.

- وقتی این پروتئین با روش **مهندسی ژنتیک** ساخته می‌شود، فعالیتی **بسیار کمتر** از اینترفرون طبیعی دارد
- علت این کاهش فعالیت ⇐ تشکیل پیوندهای نادرست در هنگام ساخته شدن آن در یاخته باکتری است.
- پیوندهای نادرست باعث **تغییر در شکل مولکول** و درنتیجه **کاهش فعالیت** آن می‌شوند.
- به کمک فرایند **مهندسی پروتئین**، توالی آمینواسیدهای اینترفرون را طوری تغییر می‌دهند که یکی از آمینواسیدهای آن، جایگزین آمینواسید دیگری می‌شود. این تغییر، فعالیت ضد ویروسی اینترفرون ساخته شده را به اندازهٔ پروتئین طبیعی افزایش می‌دهد و همچنین آن را **پایدارتر** می‌کند.
- افزایش پایداری در نگهداری طولانی‌مدت پروتئین‌هایی که به‌عنوان دارو استفاده می‌شوند، اهمیت زیادی دارد.

۳- پلاسمین

- تشکیل لخته، یک فرایند زیستی مهم است که از ادامه خونریزی جلوگیری می‌کند، اما تشکیل لخته در سرخرگهای **شش، مغز** و **ماهیچه قلب** به‌ترتیب منجر به بسته شدن رگهای شش، سکته مغزی و قلبی می‌شود که بسیار خطرناک است و **می‌تواند** باعث مرگ شود.
- **نقش پلاسمین:** آنزیمی است که در بدن به طور طبیعی لخته‌ها را تجزیه می‌کند.
- پلاسمین کاربرد درمانی دارد، اما مدت اثر آن در پلاسما خیلی کوتاه است.
- جانشینی یک آمینواسید پلاسمین با آمینواسید دیگری در توالی، باعث می‌شود که مدت زمان فعالیت پلاسمایی و اثرات درمانی آن بیشتر شود.

مهندسی بافت

از دست رفتن بافت به‌دلیل آسیب یا بیماری، **زندگی را دشوار** و **هزینهٔ بالای اقتصادی** و **اجتماعی** را بر فرد بیمار و خانواده او تحمیل می‌کند.

مثال‌هایی از مهندسی بافت:

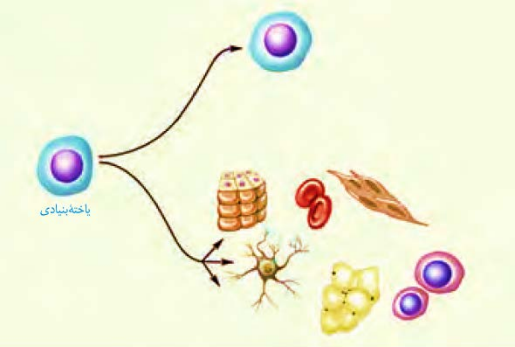
۱- کشت بافت و پیوند پوست⇐ ثابت شده است که در پوست سلول‌هایی وجود دارد که توانایی تکثیر زیاد و تمایز به انواع سلول‌های پوست را دارند.

۲- تولید و پیوند اعضا ⇐ جراحان بازسازی‌کنندهٔ چهره می‌توانند به کمک روش‌های مهندسی از بافت غضروف برای بازسازی لاله گوش و بینی استفاده کنند.

نکته: در این روش، سلول‌های غضروفی را در محیط کشت روی داربست مناسب تکثیر و غضروف جدید را برای بازسازی اندام آسیب دیده تولید می‌کنند.

۳- استفاده از سلول‌های بنیادی برای تولید بافت یا اندام‌های مختلف: سلول‌های تمایز یافته‌ای مانند سلول‌های ماهیچه‌ای در محیط کشت به مقدار کم تکثیر می‌شوند و یا اصلا تکثیر نمی‌شوند. به‌همین دلیل، در چنین مواردی از منابع سلولی‌ای که سریع تکثیر می‌شوند مثل سلول‌های بنیادی جنینی یا سلول‌های بنیادی بالغ استفاده می‌کنند.

سلول‌های بنیادی



ویژگی مهم: سلول‌های بنیادی می‌توانند تکثیر و به انواع متفاوت سلول تبدیل شوند.

انواع سلول‌های بنیادی:

۱- سلول‌های بنیادی بالغ

۱- سلول‌های بنیادی کبد: می‌توانند تکثیر شوند و به سلول کبدی یا سلول مجرای صفراوی تمایز پیدا کنند.

۲- سلول‌های بنیادی مغز استخوان

الف) سلول‌های بنیادی میلوئیدی ⇐ می‌توانند به گلبول‌های قرمز، مگاکاریوسیت (منشاء پلاکت‌ها)، گلبول‌های سفید دانه‌دار و مونوسیت‌ها تبدیل شوند.

ب) سلول‌های بنیادی لنفوئیدی: منشاء لنفوسیت‌ها هستند.

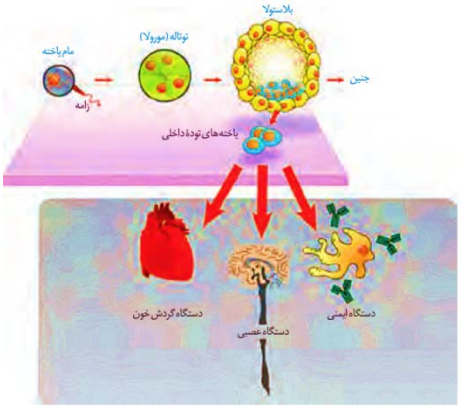
ج) سلول‌های بنیادی دیگر: انواع دیگری از یاخته‌های بنیادی در مغز استخوان وجود دارند که می‌توانند به رگهای

۲- سلول‌های بنیادی جنینی

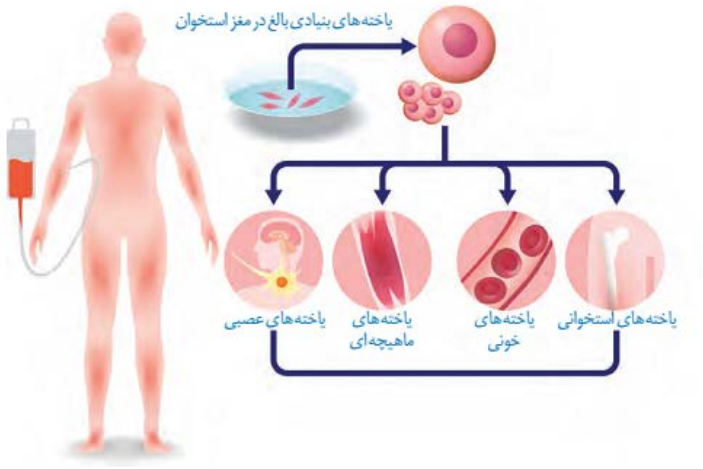
همان یاخته‌های تودهٔ داخلی بلاستولا هستند.

ویژگی منحصر به فرد: چنین یاخته‌هایی نه‌تنها قادر به تشکیل همه بافت‌های بدن جنین هستند، بلکه اگر در مراحل اولیهٔ جنینی جداسازی شوند، می‌توانند یک جنین کامل را تشکیل دهند.

* اما تمایز چنین یاخته‌هایی هنوز نمی‌تواند به گونه ای تنظیم شود که بتوانند همه انواع یاخته‌هایی را که در بدن جنین تولید می‌کنند در شرایط آزمایشگاهی نیز به‌وجود بیاورند.



شکل ۱۰ـ الف) یاخته‌های بنیادی مورولا به همه انواع یاخته‌های جنینی و خارج جنینی (جفت و پرده‌ها) متمایز می‌شوند.
ب) یاخته‌های بنیادی توده یاخته‌ای داخلی بلاستولا به انواع یاخته‌های بدن جنین متمایز می‌شوند.



شکل ۹ـ یاخته‌های بنیادی مغز استخوان به انواع مختلف یاخته‌ها و بافت‌ها تمایز پیدا می‌کنند.

گفتار ۳ کاربردهای زیست فناوری

الف) کاربردهای زیست‌فناوری در کشاورزی

تحولات ایجاد شده در کشاورزی

۱- استفاده از کودها و سموم شیمیایی

۲- کشت انواع محصول

۳- استفاده از ماشینها در کشاورزی

۴- افزایش سطح زیر کشت

مزایای این تحولات: افزایش چشمگیر در محصولات کشاورزی مانند گندم، برنج و ذرت

معایب این تحولات: آلودگی محیط زیست، کاهش تنوع ژنی و تخریب جنگلها و مراتع

* امروزه نمی‌توان برای افزایش محصولات به هر روشی متوسل شد. بنابراین، شاید فناوریهای جدید زیستی بتوانند تا حدودی مشکلات بشر را در این زمینه حل کنند.

انواع کاربردهای زیست‌فناوری در کشاورزی:

۱- تولید گیاهان مقاوم در برابر آفت‌ها

۲- اصلاح بذر برای تولید گیاهان مطلوب

۳- تولید گیاهان مقاوم به خشکی و شوری

۴- تنظیم سرعت رسیدن میوه‌ها

۵- افزایش ارزش غذایی محصولات

۶- تولید گیاهان مقاوم به علف‌کشها

تولید گیاهان مقاوم در برابر آفت‌ها

مزیت تولید گیاهان مقاوم به آفت‌ها ⇐ کاهش مصرف آفت‌کش‌ها و در نتیجه حفاظت از محیط زیست

* استفاده زیاد سم برای محیط‌زیست مضر است.

مثالی از نحوهٔ ایجاد گیاه مقاوم در برابر آفت‌ها:

برخی از باکتریهای خاکزی، پروتئین‌هایی تولید می‌کنند که حشرات مضر برای گیاهان زراعی را می‌کشند. این باکتریها در مرحله‌ای از رشد خود نوعی پروتئین سمی می‌سازند که ابتدا به‌صورت مولکولی غیرفعال است. این مولکول در بدن حشره فعال شده، حشره را از بین می‌برد.

نحوهٔ عملکرد سم در داخل بدن حشره: پیش‌سم غیرفعال، تحت‌تأثیر آنزیم‌های گوارشی موجود در لوله گوارش حشره شکسته و فعال می‌شود. سم فعال شده باعث تخریب یاخته‌های لوله گوارش و سرانجام مرگ حشره می‌شود.

نکتهٔ ۱: چون این پروتئین به صورت غیرفعال ترشح می‌شود، نمی‌تواند بر روی خود باکتری‌ها تاثیر بگذارد.

نکتهٔ ۲: چون جنس این سم، پروتئینی می‌باشد، پس پروتئازهای لولهٔ گوارش حشرات بر روی آن اثر می‌گذارند.

نحوهٔ تولید گیاه مقاوم به آفت:

۱- جداسازی ژن مربوط به تولید سم از باکتری

۲- همسانه سازی ژن

۳- انتقال ژن تولید سم به گیاه مورد نظر

مثال: تاکنون با این روش چند نوع گیاه مقاوم مثل ذرت، پنبه و سویا تولید شده‌اند.

نکات آفت گیاه پنبه:

۱- این آفت، نوزاد یا لارو حشره بوده که به شکل کرم می‌باشد.

۲- این کرم، به درون **غوزهٔ نارس** پنبه نفوذ کرده و موجب آلوده شدن گیاه می‌شود.

۳- برای از بین بردن این حشره به روش سنتی، نیاز به سم‌پاشی‌های **متعدد** می‌باشد زیرا آفت بدلیل نفوذ در غوزهٔ پنبه، در معرض سم قرار نمی‌گیرد.

۴- امروزه با کمک فناوری زیستی و تولید پنبه‌های مقاوم، نیاز به سم‌پاشی مزارع پنبه **تا حدود زیادی** کاهش پیدا کرده است. حشره در اثر خوردن گیاه مقاوم شده از بین می‌رود و فرصت ورود به درون غوزه را از دست می‌دهد. بنابراین، نیاز به سم پاشی مزرعه کاهش می‌یابد.

مزایای تولید گیاهان مقاوم به علف‌کشها:

۱- کشت چنین گیاهانی باعث می‌شود که علفهای هرز با استفاده از علف‌کشهایی که راحت در طبیعت تجزیه می‌شوند، بدون آسیب به گیاه اصلی از بین برود.

۲-همچنین به‌علت عدم شخم زدن زمین، خاک‌های سطحی نیز کمتر دست‌خوش فرسایش می‌شون

ب) کاربرد زیست‌فناوری در پزشکی

۱- تولید دارو

فناوری DNA نوترکیب به‌علت تولید داروهای مطمئن و مؤثر، جایگاه ویژه‌ای در صنعت داروسازی دارد.

مزیت داروهای تولید شده به روش زیست‌فناوری: این داروها، برخلاف فراورده‌های مشابهی که از منابع **غیرانسانی** تهیه می‌شوند، **پاسخ‌های ایمنی** ایجاد نمی‌کنند.

مثال: تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک

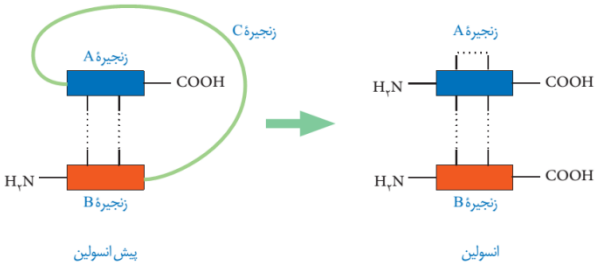
نکته: بعضی از انواع دیابت (دیابت شیرین نوع ۱) را می‌توان بوسیلهٔ دریافت انسولین **کنترل** کرد (**دیابت نوع ۱ نوعی بیماری خود ایمنی هستش و درمان نداره !!!**).

انواع روش‌های تولید انسولین

۱- جداسازی و خالص کردن انسولین از لوزالمعده جانورانی مثل گاو ⇐ عیب این روش:

۲- استفاده از مهندسی ژنتیک ⇐ انتقال ژن انسولین از انسان به باکتری و تولید این هورمون

تفاوت انسولین تولید شده در انسان و باکتری:



☜مولکول انسولین فعال، از دو زنجیرهٔ کوتاه پلی‌پپتیدی به نام‌های A و B تشکیل شده است که به یکدیگر متصل هستند. در پستانداران از جمله انسان انسولین به‌صورت یک مولکول پیش‌هورمون ساخته می‌شود.

☜ پیش‌هورمون به‌صورت یک زنجیرهٔ پلی‌پپتیدی است و با جدا شدن بخشی از توالی به‌نام زنجیره C به هورمون فعال تبدیل می‌شود .

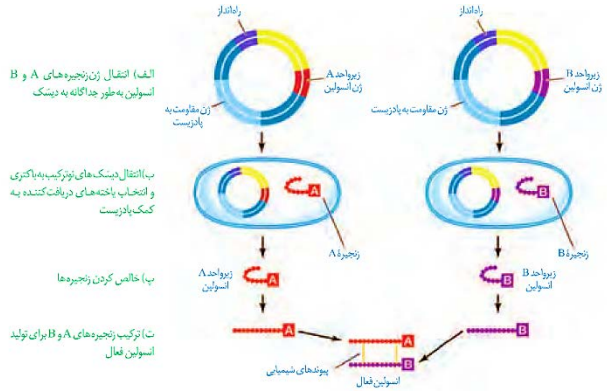
☜ مهمترین مرحله در ساخت انسولین به روش مهندسی ژنتیک، تبدیل انسولین غیرفعال به انسولین فعال است، زیرا تبدیل پیش‌هورمون به هورمون در باکتری انجام نمی‌شود.

نحوهٔ تولید انسولین به روش مهندسی ژنتیک:

۱- دو توالی DNA به‌صورت **جداگانه** برای رمز کردن زنجیره‌های A و B انسولین تولید و هر کدام به یک دیسک منتقل می‌شوند.

۲- دیسک‌ها به نوعی باکتری منتقل می‌شوند.

۲- زنجیره‌های پلی‌پپتیدی ساخته شده توسط باکتری‌ها جمع‌آوری و در آزمایشگاه به وسیله پیوندهایی به یکدیگر متصل می‌شوند.



۲- تولید واکسن:

روشهای قبلی تولید واکسن شامل ضعیف کردن میکروب‌ها، کشتن آنها و یا غیرفعال کردن سموم خالص شده آنها با روشهایی خاص بود.

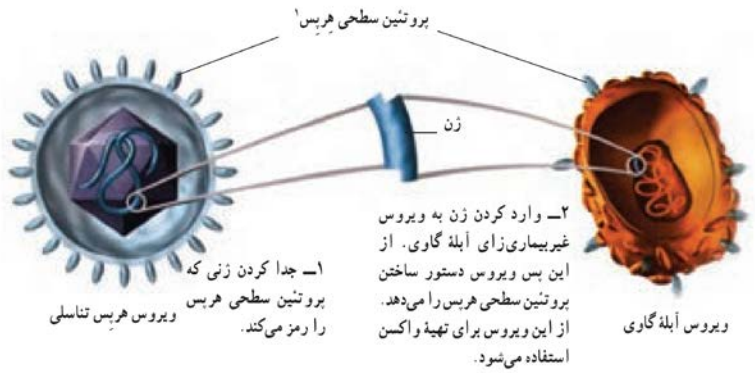
واکسن تولید شده باید بتواند دستگاه ایمنی را برای مقابله با عامل بیماری‌زا تحریک کند، اما منجر به ایجاد بیماری نشود.

ایراد روش‌های قدیمی تولید واکسن ☜ چنانچه در مراحل تولید واکسن خطایی رخ دهد، احتمال بروز بیماری در اثر مصرف آن وجود دارد؛ درحالیکه واکسنهای تولید شده با روش مهندسی ژنتیک چنین خطری ندارند.

نحوهٔ تولید واکسن به روش مهندسی ژنتیک: در این روش، ژن مربوط به پادگن (انتی‌ژن) سطحی عامل بیماری‌زا به یک باکتری یا ویروس غیربیماری‌زا منتقل می‌شود.

مثال: واکسن ضد هپاتیت B

نکته: عامل غیربیماری‌زایی که ژن مربوط به آنتی‌ژن یک عامل بیماری‌زا را دریافت کرده است، هم آنتی‌ژن‌های سطحی خودش را می‌سازد و هم آنتی‌ژن‌های سطحی عامل بیماری‌زا را می‌سازد.



شکل ۵ ــ۲ــ ساختن یک واکسن با روش‌های مهندسی ژنتیک

۳- ژن‌درمانی :

یکی از روش‌های جدید درمان بیماری‌های ژنتیکی، ژن درمانی است که خود مجموعه ای از روش‌هاست.

تعریف: ژن درمانی یعنی قرار دادن نسخه سالم یک ژن در یاخته‌های فردی که دارای نسخه ای ناقص از همان ژن است.

روش ژن‌درمانی: در این روش یاخته‌هایی را از بدن بیمار خارج و ژن سالم را با کمک ناقل وارد آنها می‌کنند. سپس یاخته تغییریافته را به بدن بیمار باز می‌گردانند.

نکته: یاختهٔ تغییر یافته باید قابلیت تکثیر را داشته باشد.

مثال:

☜ اولین ژن درمانی موفقیت‌آمیز در سال ۱۹۹۰ برای یک دختر بچه ۴ ساله، دارای نوعی نقص ژنی، انجام شد. این ژن جهش یافته نمی‌توانست یک آنزیم مهم دستگاه ایمنی را بسازد.

☜ برای درمان آن:

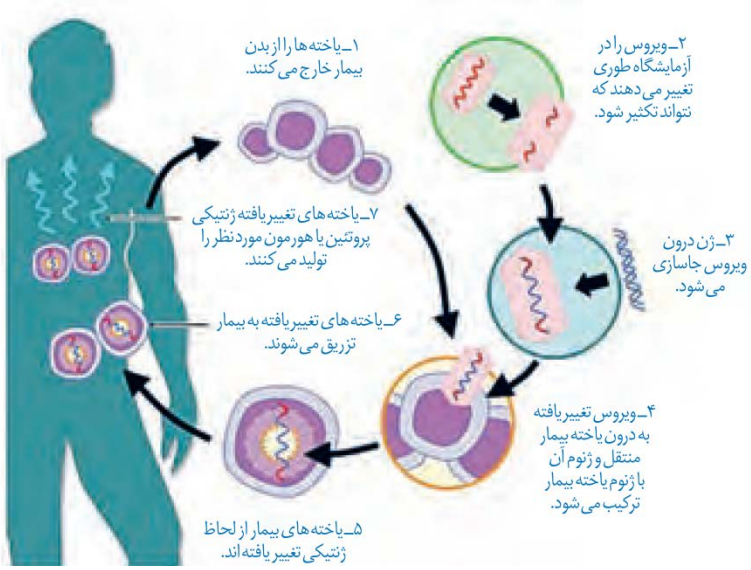
۱- ابتدا لنفوسیت‌ها را از خون بیمار جدا کردند و در خارج از بدن کشت دادند.

۲- سپس نسخه ای از ژن کارآمد را توسط **نوعی ویروس** به لنفوسیت‌ها منتقل و آنها را وارد بدن بیمار کردند.

☜ اگرچه این یاخته‌ها توانستند انزیم مورد نیاز بدن را بسازند ولی چون قدرت بقای زیادی ندارند، لازم بود بیمار **به طور متناوب** لنفوسیت‌های مهندسی شده را دریافت کند.

نکتهٔ ۱: ویروسی که در این‌جا به عنوان ناقل ژن به کار می‌رود، باید قبل از دریافت ژن سالم، ابتدا توانایی تکثیر خود را از دست بدهد.

نکتهٔ ۲: برای درمان این افراد می‌توان از روش‌هایی مثل پیوند مغز استخوان و یا تزریق آنزیم هم استفاده کرد.



۴- تشخیص بیماری:

- برای درمان موفقیت‌آمیز یک بیماری، **تشخیص اولیه** و **شناخت دقیق آن** بسیار مهم است.
- علاوه بر روشهای تشخیصی مثل آزمایش خون و ادرار، روشهای دیگری مثل فناوری‌های مبتنی بر DNA در تشخیص بیماری نقش مهمی دارند.
- تشخیص بیماری وقتی که علائم آن در بدن ظاهر شده باشد ساده است، اما وقتی که هنوز علائم ظاهر نشده‌اند و میزان عامل بیماری‌زا در بدن پایین است مشکل است.
- امروزه با کمک روشهای زیست فناوری و شناسایی نوکلئیک اسید عامل بیماری‌زا می‌توان به وجود آن در بدن پی برد.

مثال: تشخیص بیماری ایدز

نکات :

۱. ایدز بیماری خطرناکی است و هنوز درمان **قطعی** برای آن وجود ندارد.
۲. فرد مبتلا به ایدز توانایی دفاع در مقابل عوامل بیماری‌زا را از دست می‌دهد.
۳. برای تشخیص ایدز در مراحل اولیه، DNA موجود در خون فرد مشکوک را استخراج می‌کنند، DNA استخراج شده شامل DNA یاخته‌های بدن خود فرد و احتمالا DNA ویروس است. سپس با استفاده از روشهای زیست فناوری DNA ویروس تشخیص داده می‌شود.
۴. تشخیص زود هنگام آلودگی با ویروس ایدز اهمیت زیادی دارد زیرا باعث می‌شود که بدون اتلاف وقت اقدامات درمانی و پیشگیری لازم برای جلوگیری از انتقال ویروس به سایر افراد صورت گیرد.

نکته: روش زیست فناوری در تشخیص ژنهای جهش یافته در بیماران مستعد به سرطان، در مسائل پزشکی قانونی و تحقیقاتی همچون مطالعه در مورد دنای فسیل‌ها نیز کاربرد دارد.

اهمیت تولیدجانوران تراژنی درزیست‌فناوری:

دلایل متعددی برای طراحی و تولید این جانوران وجود دارد که می‌توان به چندمورد اشاره کرد:

۱- مطالعه عملکرد ژنهای خاص در بدن مثل ژنهای عوامل رشد و نقش آنها در رشد بهتر دام‌ها

۲- کاربرد آنها به‌عنوان مدلی برای مطالعه بیماری‌های انسانی از قبیل انواع سرطان، آلزایمر و بیماری ام.اس

۳- تولید پروتئینهای انسانی یا داروهای خاص در بدن آنها، به‌عنوان مثال گاوهای تراژنی می‌توانند شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی تولید کنند که برای انسان نسبت به شیر طبیعی گاو مناسبتر است.

زیست‌فناوری و اخلاق:

مانند همۀدستاوردهای بشر، استفاده از این دستاورد علمی نیز باید با ملاحظاتی همراه باشد. این ملاحظات جنبه‌های مختلف **اخلاقی، اجتماعی** و **ایمنی زیستی** را دربر می‌گیرند.

ایمنی زیستی شامل مجموعه ای از **تدابیر،مقررات** و **روشهایی** برای تضمین بهره‌برداری از این فنون است. قانون ایمنی زیستی به‌منظور استفاده مناسب از مزایای زیست فناوری و پیشگیری از خطرات احتمالی آن، در همه کشورها از جمله ایران تدوین و به تصویب رسیده است.

تاکنون از نتایج تحقیقات انجام شده هی‌چگونه گزارشی مبتنی بر شواهد و داده‌های علمی در مورد آثار جانبی کاربرد این فناوری، محصولات به‌دست آمده و خطرناک بودن آن‌ها ارائه نشده است.

گفتار ۱ اساس رفتار

.تعریف رفتار: رفتار، واکنش یا مجموعه واکنش‌هایی است که جانور در پاسخ به محرک یا محرک‌ها انجام می‌دهد

انواع محرک‌ها: محرک‌هایی مانند بو، رنگ، صدا، تغییر میزان هورمون‌ها یا گلوکز در بدن جانور، تغییر دمای محیط و تغییر طول روز موجب بروز رفتارهای گوناگون در جانوران می‌شوند.

- انواع رفتارهای جانوری
  - الف- رفتارهای غریزی
    - ۱- خوگیری (عادی شدن)
    - ۲- شرطی شدن کلاسیک
    - ۳- شرطی شدن فعال
    - ۴- حل مساله
  - ب- رفتارهای ناشی از یادگیری

الف- رفتارهای غریزی

مثال ۱: جوجه کاکایی برای دریافت غذا به منقار پرنده والد نوک می‌زند و والد بخشی از غذای خورده شده را برمی‌گرداند تا جوجه آن‌را بخورد.

نکات:

۱- جوجه پس از بیرون آمدن از تخم، می‌تواند به منقار والد نوک بزند یعنی می‌تواند رفتار درخواست غذا را انجام دهد.

۲- دریافت غذای کافی برای بقا و رشد جوجه اهمیت دارد

۳- جوجه‌های **برخی** از پرندگان برای غذای مورد نیازشان به والد (یا والدین) خود متکی هستند.

مثال ۲: موش‌های ماده به طور طبیعی اجازه نمی‌دهند بچه‌هایشان از آن‌ها دور شود. اگر بچه موش‌ها دور شوند، مادر آنها را می‌گیرد و به سمت خود می‌کشد.

در موش‌ها **B** فعال شدن ژن ⇐**علت رفتار مراقبتی موش‌های ماده**

B موش مادر ابتدا نوزادان را وارسی می‌کند و اطلاعاتی از راه حواس به مغز آن ارسال می‌شود← درنتیجه ژن ⇐ **Bنحوهٔ فعال شدن ژن** در مغز ←در یاخته‌هایی در مغز موش مادر فعال می‌شود و دستور ساخت پروتئینی را می‌دهد که آنزیمها و ژنهای دیگری را فعال می‌کند جانور فرایندهای پیچیده ای به راه می افتد که در نتیجهٔ آنها، موش ماده رفتار مراقبت مادری را نشان می‌دهد.

سوال: چگونه مشخص گردید که رفتار مراقبتی موش‌های ماده، اساس ژنی دارد؟

Bپاسخ: پژوهشگران با ایجاد جهش در ژن متولد شده را وارسی کردند ولی بعد آنها را نادیده گرفتند و رفتار مراقبت نشان ندادند. به این ترتیب، مشخص شد رفتار مراقبت مادری در موش اساس ژنی دارد. آن را غیر فعال کردند. موش‌های ماده‌ای که ژن‌های جهش یافته داشتند، ابتدا بچه موشهای تازه

جمع بندی رفتار غریزی

زیرا **ژنی** و **ارثی** است.☜ اساس رفتار غریزی در همهٔ افراد یک گونه یکسان است ☜

همهٔ رفتارهای غریزی به طور کامل هنگام تولد در جانور ایجاد نشده‌اند.☜

. رفتار جوجه کاکایی برای به دست آوردن غذا، لانه‌سازی پرنده‌ها و رفتار مکیدن در شیرخواران نمونه‌های دیگری از رفتارهای غریزی‌اند☜

یادگیری و رفتار

جانوران در محیط تجربه‌های گوناگونی پیدا می‌کنند که رفتارهای آنها را تغییر می‌دهد.

تعریف یادگیری: تغییر نسبتاً پایدار در رفتار که در اثر تجربه به وجود می‌آید **یادگیری** نام دارد.

تجربه‌های گوناگونی است که جانوران در محیط کسب می‌کنند. ⇐ **عامل تغییر رفتارهای غریزی جانوران ☜پس**

مثالی برای تغییر رفتار غریزی:

در رفتار درخواست غذا، نوک زدن‌های جوجه کاکایی به منقار والد در ابتدا دقیق نیست ولی به تدریج و با تمرین، این رفتار دقیق‌تر میشود. هرچه جوجه دقیق‌تر نوک بزند، والد سریع‌تر به درخواست آن برای غذا پاسخ می‌دهد. به این ترتیب جوجه می‌آموزد تا دقیق‌تر نوک بزند.

* بنابراین، جوجه کاکایی **تجربه** به دست می‌آورد و رفتارغریزی آن **تغییر** می‌کند و **اصلاح** می‌شود.

نکته: نوک زدن جوجهٔ یک‌روزه پراکنده است، اما نوک زدن جوجهٔ دوروزه متراکم است.

انواع یادگیری

۱- خوگیری (عادی شدن):

در این یادگیری، پاسخ جانور به یک محرک تکراری که سود یا زیانی برای آن ندارد، **کاهش** پیدا می‌کند و جانور می‌آموزد به **برخی** محرک‌ها پاسخ ندهد.

مزیت خوگیری: جانوران در معرض محرک‌های متعددی قرار دارند که پاسخ به همهٔ آنها، نیازمند صرف انرژی زیادی است. خوگیری موجب می‌شود جانور با چشم پوشی از محرک‌های بی اهمیت، انرژی خود را برای انجام فعالیت‌های حیاتی حفظ کند.

مثال ۱ خوگیری: جوجه پرندگان اجسام گوناگونی مانند برگ‌های در حال افتادن را در بالای سر خود می‌بینند. در ابتدا جوجه‌ها با پایین آوردن سر خود و آرام ماندن به این محرک‌ها پاسخ می‌دهند، اما با دیدن مکرر اجسام در حال حرکت، یاد می‌گیرند آن‌ها برایشان خطر یا فایده‌ای ندارند. در نتیجه، جوجه‌ها دیگر به این محرک‌ها پاسخ نمی‌دهند.

مثال ۲ خوگیری: کلاغ‌ها ابتدا از قوطی‌های فلزی آویزان شده به مترسک می‌ترسند، اما پس از مدتی وقتی می‌بینند که این قوطی‌ها خطر و فایده‌ای برایشان ندارند، دیگر از این محرک‌ها نمی‌ترسند.

۲- شرطی‌شدن کلاسیک:

در این نوع یادگیری هرگاه یک **محرک بی‌اثر** (مثلاً صدای زنگ) به همراه یک **محرک طبیعی** (مثلا غذا) به جانور عرضه شود، پس از مدتی محرک بی‌اثر به‌تنهایی سبب بروز پاسخ (مثلاً ترشح بزاق) در جانور می‌شود. به این محرک جدید، محرک شرطی می‌گویند.

مثال: وقتی جانوری مانند سگ غذا می‌بیند و یا بوی آن را احساس می‌کند، بزاق او ترشح می‌شود. **غذا محرک** و **ترشح بزاق، پاسخی غریزی** و یک **بازتاب طبیعی** است.

☜ دانشمندی به نام پاولوف آزمایشهای متعددی در این باره انجام داد. او متوجه شد بزاق سگ، با دیدن فرد غذادهنده و قبل از دریافت غذا نیز ترشح می‌شود.

☜ پاولف آزمایشی طراحی کرد و در آن همزمان با دادن پودر گوشت به سگ گرسنه، زنگی را به صدا درآورد. با تکرار این کار، سگ بین صدای زنگ و غذا ارتباط برقرار کرد، طوریکه بزاق آن با شنیدن صدای زنگ و حتی بدون دریافت غذا نیز ترشح می‌شد. صدای زنگ در ابتدا یک محرک بی‌اثر بود ولی وقتی با محرک طبیعی یعنی غذا همراه شد، سبب بروز پاسخ ترشح بزاق شد.

۳- شرطی شدن فعال (یادگیری با آزمون و خطا):

در شرطی شدن فعال، جانور می‌آموزد بین رفتار خود با پاداش یا تنبیهی که دریافت می‌کند، ارتباط برقرار کرده و در آینده رفتاری را تکرار یا از انجام آن خودداری می‌کند.

از شرطی شدن فعال:مثال ۱

در نخستین آزمایش‌های مربوط به این نوع یادگیری، دانشمندی به نام اسکینر موش گرسنه‌ای را در جعبه ای قرار داد که درون آن اهرمی وجود داشت و موش می‌توانست آن را فشار دهد. موش درون جعبه حرکت می‌کرد و به طور تصادفی اهرم درون جعبه را فشار می‌داد. در نتیجه، تکه‌ای غذا به درون جعبه می‌افتاد و موش غذا دریافت می‌کرد. پس از چندبار تکرار این رفتار، موش به ارتباط بین فشار دادن اهرم و پاداش یعنی به دست آوردن غذا پی برد. موش پس از آن به‌طور عمدی، اهرم را فشار می‌داد تا غذا به دست آورد.

از شرطی شدن فعال: پرنده‌ای پروانهٔ مونارک را می‌خورد و دچار حالت تهوع می‌شود. پس از چنین تجربه‌هایی پرنده می‌آموزد، این **مثال ۲** این تجربه که بر اثر آزمون و خطا به دست می‌آید، شرطی شدن فعال نام دارد. .حشره را نباید بخورد

۴- حل مسائله:

در رفتار **حل مسئله**، جانور بین تجربه‌های گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می‌کند و با استفاده از آنها برای حل مسئلهٔ جدید، ☜ **آگاهانه** برنامه‌ریزی می‌کند.

. **برخی** از جانوران میتوانند از تجربه‌های قبلی خود برای حل مسئله ای که با آن روبه‌رو شده‌اند، استفاده کنند☜

مثال ۱: در یکی از آزمایشهای مربوط به این رفتار، شامپانزه‌ای را در اتاقی گذاشتند که تعدادی موز از سقف آن آویزان بود و چند جعبهٔ چوبی هم در اتاق وجود داشت. شامپانزه پس از چند بار بالا پریدن و تلاش ناموفق برای رسیدن به موزها، جعبه‌ها را روی هم قرار داد، از آنها بالا رفت و به موزها دست یافت.

مثال ۲: شامپانزه‌ها برگهای شاخهٔ نازک درختان را جدا می‌کنند و آن را درون لانهٔ موریانه‌ها فرو می‌برند تا موریانه‌ها را بیرون بیاورند و بخورند.

مثال ۳: شامپانزه‌ها از تکه‌های چوب یا سنگ به شکل سندان و چکش استفاده می‌کنند تا پوستهٔ سخت میوه‌ها را بشکنند.

مثال۴: کلاغ با جمع کردن نخ تکه گوشت را بالا می‌کشد.

۵- نقش پذیری:

نقش پذیری نوعی یادگیری است که در دورهٔ مشخصی از زندگی جانور انجام می‌شود. ☜

مثال: جوجه غازها پس از بیرون آمدن از تخم، نخستین جسم متحرکی را که می‌بینند، دنبال می‌کنند. جسم متحرک **معمولا** مادر آنهاست. پیوند جوجه غازها و مادرشان در نتیجهٔ نوعی یادگیری به‌نام **نقش پذیری** ایجاد می- این دنبال کردن موجب پیوند جوجه‌ها با مادر می‌شود. شود.

نکات:

۱- نقش‌پذیری جوجه‌غازها طی چند ساعت پس از خروج از تخم رخ می‌دهد. این زمان، دورهٔ حساسی است که در آن نقش‌پذیری با بیشترین موفقیت انجام می‌شود.

۲- مزیت نقش‌پذیری برای جوجه غازها:

الف) جوجه غازها با نقش‌پذیری مادر خود را می‌شناسند. این شناسایی برای بقای جوجه‌ها حیاتی است، بدون آن جوجه‌ها تحت مراقبت مادر قرار نمی‌گیرند و ممکن است بمیرند.

ب) جوجه‌ها با نقش‌پذیری، رفتارهای اساسی مانند جست‌وجوی غذا را نیز از مادر یاد می‌گیرند.

۳- نقش‌پذیری در پستانداران نیز دیده می‌شود، مثلا بره‌هایی که مادر خود را از دست داده‌اند و انسان آنها را پرورش داده است، دنبال او راه می‌افتند و تمایلی برای ارتباط با گوسفندهای دیگر نشان نمی‌دهند.

۴- امروزه پژوهشگران می‌کوشند از نقش‌پذیری در **حفظ گونه‌های جانوران** در خطر انقراض استفاده کنند. مثلا آنها برای پرورش جوجه پرنده‌هایی که والدین خود را از دست داده و تحت مراقبت انسان به دنیا آمده اند، صدای پرندگان همان گونه را پخش می‌کنند. افرادی که از این جوجه‌ها نگهداری می‌کنند، ظاهر خود را شبیه آن پرنده کرده و مانند آنها رفتار می‌کنند.

برهم‌کنش غریزه و یادگیری

☜ **بیشتر** رفتارهای جانوران محصول برهم کنش ژن‌ها و اثرهای محیطی است که جانور در آن زندگی می‌کند. همانطور که در رفتار درخواست غذای جوجه کاکایی دیدیم، این رفتار غریزی به‌طور کامل در جوجه‌ای که از تخم بیرون می‌آید، بروز پیدا نمی‌کند. برای شکل‌گیری کامل آن، برهم کنش جوجه و والدین و کسب تجربه لازم است.

☜ جانور اساس ژنی لازم برای انجام این رفتار را دارد و همچنان که رشد می‌کند از آموخته‌های خود از محیط تجربه به‌دست می‌آورد و آنها را برای تغییر و اصلاح رفتار قبلی به کار می‌برد.

☜ یادگیری برای **بقای جانوران** لازم است، زیرا **محیط جانوران همواره در حال تغییر است**. برای آنکه جانوران بتوانند در این شرایط به این ترتیب، **برهم‌کنش ژن‌ها و یادگیری امکان سازگار شدن** حال تغییر زندگی کنند، باید بتوانند به تغییرات پاسخ‌های مناسبی بدهند. **جانور با این تغییرات را فراهم می‌آورد.**

نوع یادگیری	تعریف	مثال یا آزمایش مربوطه	نکات مهم
خوگیری	جانور به محرک تکراری که سود و زیانی برایش ندارد واکنش نشان نمی دهد	۱- عدم واکنش جوجهٔ پرندگان به افتادن برگ ها ۲- عدم واکنش شقایق دریایی به حرکت مداوم آب ۳- عادی شدن وجود مترسک در مزرعه برای پرندگان	۱- وجود محرک تکراری که سود و زیانی برای جانور ندارد ۲- باعث صرفه جویی در مصرف انرژی برای جانور می شود.
شرطی شدن کلاسیک	پاسخ دادن جانور به یک محرک شرطی	ترشح بزاق سگ در اثر شنیدن صدای زنگ (آزمایش پاولوف)	۱- محرک بی اثر (صدای زنگ) پس از مدتی همراهی با محرک طبیعی (غذا) تبدیل به محرک شرطی می شود. ۲- جانور به محرک شرطی، پاسخی مشابه با محرک طبیعی می دهد، حتی در نبود محرک طبیعی!
شرطی شدن فعال	نوعی یادگیری حاصل از آزمون و خطا	۱- فشار دادن اهرم موجود در جعبه توسط موش برای دریافت غذا (آزمایش اسکینر) ۲- نوک زدن دقیق جوجه کاکایی به منقار والد ۳- پرهیز از خوردن مجدد پروانه مونارک سمی توسط پرنده ۴- رام کردن حیوانات در سیرک ها	۱- این رفتار بوسیلهٔ جانور و به صورت آزمون و خطا ایجاد می شود، اما در اثر دریافت پاداش ادامه یافته و در اثر دریافت تنبیه، متوقف می شود. ۲- آزمون و خطای انجام شده به صورت تصادفی می باشد.
حل مساله	جانور با استفاده از تجارب گذشته، مسالهٔ پیش آمده در موقعیت جدید را حل می کند.	۱- رسیدن به موزهای آویزان از سقف توسط شامپانزه ۲- فروبردن شاخهٔ درخت به لانهٔ موریانه برای خوردن آن ها توسط شامپانزه. ۳- استفاده از سنگ و چوب به عنوان چکش و سندان برای شکستن پوستهٔ سخت بعضی از میوه ها توسط شامپانزه. ۴- بالا کشیدن تکه گوشت آویزان شده توسط نخ، با کمک منقار و پنجه ها توسط کلاغ (همه چیزخوار)	۱- جانور کاما آگاهانه برای یک مساله جدید برنامه ریزی می کند، نه تصادفی ۲- جانور بین تجارب گذشته و موقعیت جدید ارتباط برقرار می کند.
نقش پذیری	نوعی یادگیری است که در دورهٔ مشخصی از زندگی جانور انجام می شود	۱- پیوند بین جوجه غازها و مادر ۲- پیوند بین ببعی و ننه‌اش ☺ ۳- پخش صدای پرندگان همان گونه برای جوجه هایی که مادرشان را از دست داده اند. ۴- تقلید از ظاهر پرنده توسط انسان برای جوجه های بی مادر ☹	۱- در دورهٔ حساسی از زندگی جانور با بیشترین موفقیت رخ می دهد. ۲- وجود جسم متحرک در نقش پذیری جوجه ها. ۳- به دنبال این رفتار، جانور کارهای حیاتی را از مادر خود می‌آموزد.

گفتار ۲ انتخاب طبیعی و رفتار

انواع پرسش‌ها در بررسی یک رفتار:

۱- جانور چگونه رفتاری را انجام می دهد؟

پاسخ: برای پاسخ به این پرسش پژوهشگران **فرایندهای ژنی، رشد ونمو** و **عملکرد بدن** جانور را بررسی می‌کنند.

۲- چرا جانور رفتاری را انجام می‌دهد؟

پاسخ: به دیدگاه انتخاب طبیعی مربوط است ← رفتار های سازگارکننده با سازوکار انتخاب طبیعی، برگزیده می شوند.
یعنی جانوران رفتارهایی را انتخاب می‌کنند که بقای آن‌ها را افزایش می‌دهد.

مثالی از رفتارهای افزایش دهندهٔ بقاء جاندار:

پرنده کاکایی پس از آنکه جوجه هایش از تخم بیرون می آیند، پوسته های تخم را از لانه خارج می کند.جوجه ها و تخم های کاکایی در میان علف های اطراف آشیانه به خوبی استتار می شوند.

علت این رفتار: رنگ سفید داخل پوسته تخم های شکسته بسیار مشخص است و موجب جلب توجه شکارچیانی مثل کلاغ‌ها به سمت آشیانهٔ کاکایی و آسیب به فرزندان می‌شود. بنابراین کاکایی ها رفتار دور انداختن پوسته تخم های شکسته از لانه را برای کاهش احتمال شکار شدن و افزایش احتمال بقای جوجه ها انجام می‌دهند.

نکات:

۱- کاکایی ها زمان بسیار کوتاهی را برای بیرون بردن پوسته تخم ها صرف می کنند اما این رفتار در بقای زاده های آنها نقشی حیاتی دارد.

۲- این رفتارِ کاکایی ها سازگارکننده است زیرا احتمال دسترسی شکارچی به زاده ها کاهش و احتمال بقای آنها را افزایش می‌دهد و به سود پرنده و زاده های آن است.

۳- در رفتارشناسی با دیدگاه انتخاب طبیعی، پژوهشگران برای پاسخ به پرسش چرایی رفتارها و اثر انتخاب طبیعی در شکل دادن به آنها پژوهش می‌کنند.

انواع رفتارهای مرتبط با بقای نسل در جانوران:

۱- زادآوری (تولیدمثل)

۲- غذایابی

۳- قلمروخواهی

۴- مهاجرت

۵- خواب زمستانی و رکود تابستانی

- ❖ داشتن بیشترین تعداد زاده های سالم، معیاری برای موفقیت زادآوری در جانوران است.
- ❖ جانوران برای دستیابی به موفقیت در زادآوری(تولید مثل)، رفتارهای زادآوری انجام می دهند.
- ❖ ۲ رفتار تولیدمثلی مهم: الف- انتخاب جفت ب- نظام جفتگیری

الف) رفتار انتخاب جفت:

در رفتار انتخاب جفت، جانور ابتدا ویژگی های جفت را بررسی می کند و بعد تصمیم می گیرد با آن جفت گیری کند یا نه.

مثال ۱: جفت‌گیری در طاووس‌ها

- ❖ ویژگی های ظاهری طاووس‌های نر و ماده متفاوت است .
- ❖ انتخاب جفت در طاووس‌ها با جانور ماده است.
- ❖ **جفت:** روش انتخادر فصل زادآوری **دم طاووس نر**، پرهای پرنقش و نگاری پیدا می کند .طاووس نر برای جلب جفت، دم خود را مانند بادبزن می گستراند تا بهتر در معرض دید جانور ماده قرار گیرد .طاووس ماده دم طاووس های نر را بررسی می کند و نری را به عنوان جفت انتخاب می کند که **رنگ درخشان و لکه های چشم مانند بیشتری** روی پرهای دم خود داشته باشد.
- ❖ درخشان بودن رنگ پرنده یکی از این ویژگی هایی است که نشانهٔ سلامت و کیفیت رژیم غذایی آن است .جفت گیری با نری که این نشانه را دارد، سلامت جانور ماده و زاده هایش را تضمین می کند.
- ❖ ویژگی های ظاهری جانور نر نشانه ای از داشتن ژن های مربوط به صفات سازگارکننده نیز هستند؛ یعنی گرچه دم بلند و زینتی طاووس نر ممکن است حرکت جانور را دشوار و آن را در مقابل شکارچی ها آسیب پذیرتر کند و احتمال بقای آن را کاهش دهد، اما بقای جانوری با این ویژگی هنگام تولید مثل، سازگارتر بودن آن را نشان می دهد. در نتیجه در صورت انتخاب آن، زاده ها علاوه بر ویژگی ظاهری، ژن های صفات سازگارتر را نیز به ارث می برند
- ❖ ویژگی های ظاهری مانند **دم زینتی طاووس نر** یا **شاخ گوزن نر** از **صفات ثانویهٔ* جنسی جانوران نر** هستند که هنگام جفت یابی و رقابت با نرهای دیگر به کار می‌روند.

*** صفات ثانویه توسط هورمون تستوسترون و پس از بلوغ بوجود می‌آیند.**

نکته: در جانوران، ماده ها **بیشتر** از نرها رفتار انتخاب جفت را انجام می دهند. **زیرا:** در جانوران هر یک از والدین باید انرژی و مدت زمانی را برای زادآوری و پرورش زاده ها صرف کنند . جانوران ماده **معمولاً** زمان و انرژی بیشتری صرف می کنند .برای مثال نگهداری از تخم ها و جوجه ها در پرندگان و بارداری و شیردادن به نوزادان در پستانداران فعالیت های پرهزینه ای هستند که جانوران ماده آنها را انجام می دهند. بنابراین، **تولیدمثل برای ماده‌ها هزینهٔ بیشتری دارد** .پس جانوران ماده باید جفت انتخاب کنند تا **موفقیت تولیدمثلی آنها تضمین شود.**

مثال ۲- رفتار جفت‌یابی در جیرجیرک‌ها:

☜ در **نوعی** جیرجیرک، جانور نر هزینهٔ بیشتری در تولید مثل می پردازد و بنابراین جفت را انتخاب می‌کند.

از توجهی قابل کیسه بخش این می‌کند. منتقل ماده جانور به مغذی مواد مقداری همراه به کیسه‌ای درون را خود های زامه جیرجیرک نر☜ می‌دهد. تشکیل را نر جانور بدن وزن

دارد. نیاز کیسهٔ نر درون مغذی مواد به **جنین رشد و نمو برای** و **تخم تشکیل** ماده **هنگام** جانور☜

که است آن نشانهٔ ماده جیرجیرک بودن تربزرگ زیرا باشد، **بزرگتر** می‌کند که انتخاب را ماده‌ای جیرجیرک نر، جانور **نحوهٔ انتخاب جفت:** .می‌کنند رقابت شدن انتخاب برای ماده جیرجیرکهای جانوران این کند. در تولید بیشتری **تواند** زاده‌های **می** و دارد بیشتری تخمک‌های

نکات:

۱- جیرجیرک جزو حشرات است.

۲- اندام شنوایی جیرجیرک در زانوی پاهای جلویی است که شامل یک پردهٔ صماخ و تعدادی گیرندهٔ مکانیکی شنوایی می‌باشد.

ب) نظام جفت‌گیری

نوع نظام	چند همسری	تک همسری
مثال	طاووس و بیشتر پستانداران	بیشتر پرندگان مثل قمری خانگی
نقش نرها	نگهداری از قلمرو، منابع غذایی، محل لانه و پناهگاه ایمن از شکارچی ها	هم نقش با ماده‌ها هستند
نقش ماده ها	انتخاب جفت	هم نقش با نرها هستند.
نگهداری از فرزندان	بر عهدهٔ یکی از والدین است (والد ماده)	بر عهدهٔ هر دو والد است.
انتخاب جفت	بر عهدهٔ ماده‌هاست	جانور نر و ماده در انتخاب جفت سهم مساوی دارند

غذایابی

☜ رفتار **غذایابی** مجموعهٔ رفتارهای جانور برای جست وجو و به دست آوردن غذاست.

☜ غذاهایی که جانوران می خورند معمولاً اندازه های متفاوتی دارند .غذاهای بزرگ تر انرژی بیشتری دارند امّا **ممکن است** فراوانی آنها کمتر و به دست آوردن آن‌ها دشوارتر باشد.

☜ برای جانوران میزان سود یعنی ⇐ میزان انرژی موجود در غذا .

☜ **غذایابی بهینه:** موازنه بین محتوای انرژی غذا و هزینهٔ به دست آوردن آن، **غذایابی بهینه** نام دارد.

عوامل موثر بر انتخاب رفتارهای غذایابی:

۱- رفتار بر اساس میزان انرژی دریافتی: براساس انتخاب طبیعی، رفتار غذایابی‌ای برگزیده می شود که از نظر میزان انرژی دریافتی کارآمدتر باشد یعنی اینکه جانور در هر بار غذایابی، بیشترین انرژی خالص را دریافت کند.

برای مثال خرچنگ های ساحلی صدفهای با اندازه متوسط را ترجیح می‌دهند زیرا آنها بیشترین انرژی خالص را تأمین می‌کنند .صدف های بزرگ‌تر انرژی بیشتری دارند امّا برای شکستن آنها باید انرژی بیشتری صرف شود.

۲- رفتار بر اساس بیشترین انرژی دریافتی و کمترین خطر: هنگام غذایابی **ممکن است** جانور خود در خطر شکار شدن یا آسیب دیدن قرار گیرد. بنابراین رفتار برگزیده باید موازنه‌ای بین کسب بیشترین انرژی و کمترین خطر را نیز نشان دهد .به همین علت است که هنگام **وجود شکارچی** یا **رقیب**، جانوران رفتارهای غذایابی خود را تغییر می‌دهند و در حالتی آماده و گوش به زنگ به غذایابی مشغول می شوند.

نکته: مصرف غذا برای تامین مواد مورد نیاز: گاهی جانوران غذایی را مصرف می کنند که محتوای انرژی چندانی ندارد اما مواد موردنیاز آنها را تأمین می کند .برای مثال طوطی هایی در ساحل رود آمازون خاک رس می‌خورند تا مواد سمی حاصل از غذاهای گیاهی را در لولهٔ گوارش آنها خنثی کند.

قلمروخواهی

☜ قلمرو یک جانور، **بخشی** از محدودهٔ جغرافیایی است که جانور در آن زندگی می کند.

☜ **قلمروخواهی**: دفاع جانوران از قلمرو خود در برابر افراد هم گونه یا افراد گونه های دیگر را قلمروخواهی گویند.

☜ جانور با رفتارهایی مانند اجرای نمایش و یا تهاجم به جانوران دیگر اعلام می‌کند که قلمرو متعلق به آن است.

مثال: یک پرنده با آواز خواندن سعی می‌کند از ورود پرندهٔ مزاحم به قلمرو خود جلوگیری کند. اگر آواز مؤثر نباشد، ممکن است پرندهٔ صاحب قلمرو برای بیرون راندن مزاحم به آن حمله کند.

پیامدهای رفتار قلمروخواهی برای پرنده:

۱- این فعالیت ها نیازمند صرف زمان و مصرف انرژی است

۲- تهاجم ممکن است به آسیب دیدن پرندهٔ صاحب قلمرو هم بینجامد.

۳- آواز خواندن ممکن است موقعیت پرنده را برای شکارچی آشکار کند.

فوائد قلمروخواهی:

.دهد افزایش را جانور انرژی دریافتی و غذا تواند می قلمرو منابع از اختصاصی ۱- استفادهٔ

جانور یابی جفت ۲- افزایش امکان

از شکارچی ماندن امان در برای پناهگاه به ۳- افزایش دسترسی

مهاجرت

تعریف: جابه جایی **طولانی** و **رفت و برگشتی** جانوران **مهاجرت** نام دارد.

دلایل مهاجرت
- محیط شرایط شدن نامساعد و تغییر فصل
- نیاز مورد منابع کاهش

هدف از مهاجرت: یافتن زیستگاه مناسب برای **تغذیه، بقاء** و **زادآوری**

نکته: مهاجرت رفتاری غریزی است که یادگیری نیز در آن نقش دارد

نکات مهم مهاجرت:

۱- سارهایی که تجربهٔ مهاجرت دارند بهتر از آن‌هایی که برای نخستین بار مهاجرت می‌کنند، مسیر مهاجرت را تشخیص می‌دهند.

۲- جانوران برای جهت یابی از نشانه های محیطی استفاده می‌کنند. مثلاً جهت یابی هنگام روز با استفاده از **موقعیت خورشید** و در شب با استفاده **از موقعیت ستاره‌ها** در آسمان انجام می‌شود.

۳- کبوتر خانگی می‌تواند موقعیت خود را نسبت به میدان مغناطیسی زمین احساس و با استفاده از آن جهت‌یابی کند.

(پژوهشگران در یک روز ابری آهنربای کوچکی را روی سر کبوتر خانگی قرار دادند .با وجود این آهنربا، پرنده نتوانست مسیر درست را بیابد و به لانه باز گردد)

۴- پژوهشگران در سر بعضی از پرنده ها ذرات آهن مغناطیسی شده نیز یافته‌اند.

۵- لاک پشت های دریایی ماده پس از طی مسافت های طولانی، برای تخمگذاری به ساحل دریا می‌آیند و پس از تخم‌گذاری دوباره به دریا باز می‌گردند .به نظر می رسد میدان مغناطیسی زمین در جهت‌یابی لاک پشت‌ها نیز نقش دارد.

تابستانی رکود و زمستانی خواب

خواب زمستانی

☜ برخی جانوران برای بقا، در زمستان، **خواب زمستانی** دارند.

☜ در این حالت جانور به خواب عمیقی فرو می رود و یک دورهٔ کاهش فعالیت را طی می کند که در آن **دمای بدن، مصرف اکسیژن، تعداد تنفس جانور** و **نیاز جانور به انرژی کاهش** می یابد.

☜ پیش از ورود به خواب زمستانی، جانور مقدار زیادی غذا مصرف می‌کند و در بدن آن چربی لازم به مقدار کافی ذخیره می شود تا هنگام خواب به مصرف برسد.

رکود تابستانی

☜ **رکودتابستانی** نیز یک دورهٔ کاهش فعالیت است که در آن سوخت وساز جانور کاهش پیدا می‌کند.

☜ رکود تابستانی در جانورانی دیده می شود که در جاهای به شدت گرم مانند بیابان زندگی می کنند.

☜ **علت رکود تابستانی:** این جانوران در پاسخ به نبود غذا یا دوره های خشکسالی، رکود تابستانی انجام می‌دهند.

نکته: هم در خواب زمستانی و هم در رکود تابستانی، کاهش فعالیت و سوخت و ساز بدن مشاهده می‌شود.

گفتار ۳ ارتباط و زندگی گروهی

☜ **برخی** از جانوران زندگی گروهی دارند.

☜ برای زندگی در گروه، جانوران باید بتوانند با هم ارتباط برقرار کنند.

ارتباط بین جانوران

☜ جانوران از راه‌های گوناگون مانند تولید صدا، علامت های دیداری، بو و لمس کردن با یکدیگر ارتباط برقرار ساخته و اطلاعات مبادله می کنند.

☜ در نتیجهٔ این ارتباط، رفتار آنها تغییر می کند

مثال‌هایی از برقراری ارتباط بین جانوران:

☜ **فرمون‌ها**: بعضی جانوران مانند زنبورها، مارها و گربه‌ها با استفاده از فرومون (نوعی پیک شیمیایی) با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند.

☜ جوجه کاکایی با لمس منقار والد با او ایجاد ارتباط و غذا درخواست می کند.

☜ صدای **جیرجیرک نر**، اطلاعاتی مانند **گونه** و **جنسیت** را به اطلاع جیرجیرک ماده می رساند.

☜ برقراری ارتباط برای یافتن غذا در زنبورهای عسل .

بررسی ارتباط در زنبورهای عسل:

۱- انجام حرکات ویژه: وقتی زنبور کارگر منبع غذایی جدیدی پیدا می کند و به کندو باز می گردد، اطلاعات خود دربارهٔ منبع غذایی را به زنبورهای دیگر با انجام حرکات ویژه ای نشان می دهد ⇐ زنبورهای کارگر با مشاهدهٔ این حرکات، فاصلهٔ تقریبی کندو تا محل منبع غذا و جهتی را که باید پرواز کنند، درمی‌یابند.

نکته: هرچه این حرکات طولانی تر باشد، منبع غذایی دورتر است.

۲- صدای وزوز: هنگام انجام حرکات، زنبور یابنده صدای وزوز متفاوتی نیز دارد .زنبورهای کارگر با استفاده از اطلاعات کلی که از زنبور یابنده دربارهٔ منبع غذایی دریافت کرده اند، به سمت آن پرواز و به **کمک بویایی** خود، محل دقیق غذا را پیدا می‌کنند.

مزیت این روش‌های ارتباطی ⇐ وقتی زنبورهای کارگر قبل از جست وجو دربارهٔمحل منبع غذا اطلاعات داشته باشند، با **صرف انرژی کمتر** و **در زمان کوتاه تری** محل دقیق آن را پیدا می‌کنند.

نکات مهم:

۱- زنبورهای کارگر شهد و گردهٔ گل ها را جمع آوری کرده و به کندو می آورند.

۲- زنبورهای عسل گل هایی را گرده افشانی می کنند که شهد آنها قند فراوانی داشته باشد؛ همچنین این گل ها علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می‌شوند و زنبور را به سوی شهد گل هدایت می‌کنند.

۳- زنبورهای عسل دارای چشم مرکب، گیرنده‌های فرابنفش و حس بویایی قوی هستند.

۴-وقتی زنبور کارگر منبع غذایی جدیدی پیدا می کند و به کندو باز می‌گردد، خیلی طول نمی‌کشد که تعداد زیادی زنبور کارگر در محل آن منبع غذایی دیده می‌شوند.

گروهی زندگی

برخی جانوران مانند **مورچه** و **گرگ** به شکل گروهی زندگی می کنند و با هم همکاری دارند.

مزایای زندگی گروهی

۱- احتمال شکار شدن جانور در گروه کمتر است زیرا نگهبان های گروه، محیط اطراف را زیر نظر می گیرند

۲- گیرند.دسترسی به منابع غذایی نیز ممکن است افزایش یابد زیرا جانور می تواند درباره محل منبع غذا از جانوران دیگر گروه اطلاعات کسب کند.

۳- شکار گروهی نیز موفقیت بیشتری دارد زیرا افراد یک گروه می توانند شکار بزرگ تری را به دام بیندازند.

☜ اجتماع مورچه ها از گروه هایی تشکیل شده است که در **اندازه، شکل** و **کارهایی** که انجام می دهند تفاوت دارند. مثلاً در اجتماع مورچه های برگ بُر، کارگرها اندازه های متفاوتی دارند:

الف- تعدادی از آنها برگ هارا برش می دهند و به لانه حمل می کنند

ب- گروهی دیگر کار دفاع را انجام می دهند

* این مورچه ها قطعه های برگ را به عنوان کود برای پرورش نوعی قارچ که از آن تغذیه می‌کنند، به کار می‌برند.

رفتار دگرخواهی

تعریف دگرخواهی: رفتاری است که در آن یک جانور بقا و موفقیت تولید مثلی جانور دیگری را با هزینهٔ کاسته شدن از احتمال بقا و تولیدمثل خود، افزایش می دهد.

☜ در بین جانورانی که زندگی گروهی دارند، افراد نگهبانی هستند که با تولید صدا حضور شکارچی را به دیگران هشدار می دهند تا به موقع فرار کنند .البته آنها با این کار توجه شکارچی را به خود جلب کرده، احتمال بقای خود را کاهش می دهند.

رفتار دگرخواهی در زنبورهای عسل:

☜ زنبورهای عسل کارگر(ماده و ۲n)، نازا هستند و نگهداری و پرورش زاده‌های ملکه را انجام می‌دهند . جانوران نگهبان و زنبورهای عسل کارگر رفتار **دگرخواهی** دارند.

علت رفتار دگرخواهی زنبورهای عسل کارگر و نگهبان ⇐ آنها با خویشاوندانشان، ژن های مشترکی دارند .بنابراین اگرچه این جانوران خود زاده ای نخواهند داشت، ولی خویشاوندان آنها می توانند زادآوری کرده و ژن های مشترک را به نسل بعد منتقل کنند .به همین علت است که براساس انتخاب طبیعی، رفتار دگرخواهی برگزیده شده است.

رفتار دگرخواهی در خفاش‌های خون‌آشام:

محل زندگی: به طور گروهی درون غارها یا سوراخ درختان زندگی می‌کنند.

تغذیه: غذای آنها خون **پستانداران بزرگ** مثل دام هاست.

نحوهٔ انجام رفتار دگرخواهی در خفاش‌ها:

این خفاش ها خونی را که خورده اند با یکدیگر به اشتراک می گذارند ⇐ خفاشی که غذا خورده است کمی از خون خورده شده را برمی گرداند تا خفاش گرسنه آن را بخورد، در غیر این صورت خفاش گرسنه خواهد مرد.

خفاشی که غذا دریافت کرده، کار خفاش دگرخواه را در آینده جبران می‌کند⇐ اگر جبران انجام نشود، این خفاش از اشتراک غذا کنار گذاشته می‌شود.

نکته: خفاش هایی که دگرخواهی انجام می دهند، لزوماً خویشاوند نیستند. در واقع، رفتار دگرخواهی که در اثر **انتخاب طبیعی** برگزیده شده، به بقای آنها منجر می شود.

رفتار دگرخواهی در دم عصایی

در این جانوران، عده‌ای به عنوان نگهبان، دیده بانی می‌کنند و در هنگام احساس وجود شکارچی دیگران را با فریاد آگاه می‌کند.

رفتار دگرخواهی در پرندگان

در میان پرندگان، افراد یاریگری هستند (معمولا جوان‌اند) که در پرورش زاده ها به والدین آنها یاری می رسانند.

مزیت یاریگرها برای والدین: وجود این یاریگرها احتمال بقای زاده ها را افزایش می دهد.

مزیت رفتار دگرخواهی برای یاریگرها:

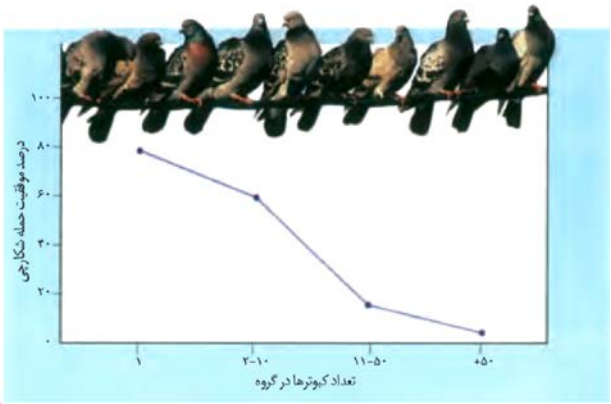
۱- کسب تجربه: یاریگرها اغلب پرنده های جوانی اند که با کمک به والدین صاحب لانه، تجربه کسب می‌کنند و هنگام زادآوری می‌توانند از این تجربه ها برای پرورش زاده های خود استفاده کنند

۲- تصاحب قلمرو: با مرگ احتمالی جفت های زادآور، قلمرو آنها را تصاحب و خود زادآوری کنند.

نکتهٔ نمودار:

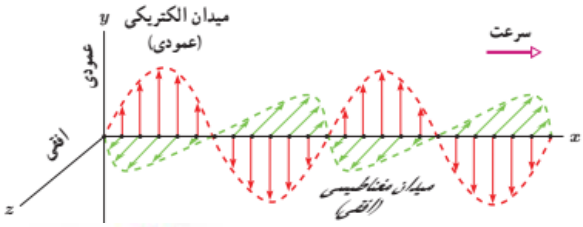
فعّالیت ۶

نمودار زیر مزیت زندگی گروهی را نشان می‌دهد. آن را تفسیر کنید.

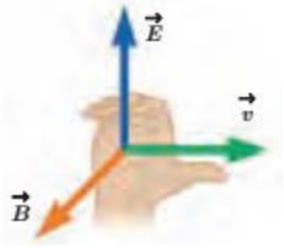


امواج الکترومغناطیس

میدانیم که در اطراف بار الکتریکی ساکن، فقط میدان الکتریکی وجود دارد، ولی اگر بار حرکت کند اطرافش علاوه بر میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی نیز به وجود می آید.



بر اثر تغییر میدان الکتریکی، میدان مغناطیسی به وجود می آید که بر میدان الکتریکی عمود است. همین طور تغییر میدان مغناطیسییک میدان الکتریکی عمود بر میدان مغناطیسی تولید می کند. اگر حرکت بار الکتریکی، یکنواخت باشد، میدان الکتریکی و مغناطیسی به وجود آمده همواره همراه بار الکتریکی می باشند. ولی اگر حرکت بار الکتریکی، شتاب دار باشد، میدان های الکتریکی



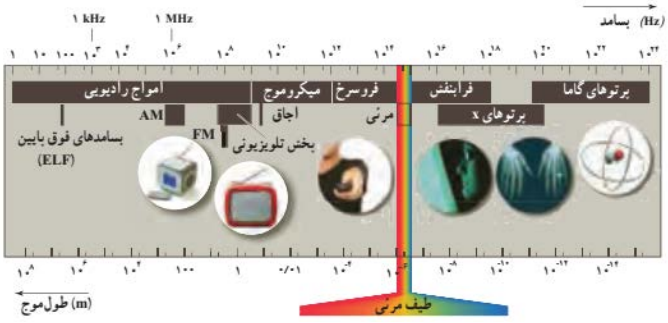
سرعت C در خلا منتشر می شوند. (C و مغناطیسی به وجود آمده از بار جدا می‌شوند و با سرعت انتشار نور در خلاء می باشد.)

دو میدان الکتریکی و مغناطیسی متناوب و هم فرکانس عمود بر هم می باشند که دارای خصوصیات زیر موج های الکترومغناطیسی حاصل هستند:

۱-امواج عرضی و رونده می باشند. ۲- از روی موانع منعکس می شوند. ۳- برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند. ۴- توسط محیط مادی جذب می شوند. ۵- در محیط های غیر فلزی هم فازند. ۶- حامل بار الکتریکی نیستند. ۷- حامل انرژی هستند. ۸- تمامی آنها در خلاء با سرعت C منتشر می‌شوند که از رابطه زیر بدست می آید.

$$C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0}} \approx 3\times10^8 \frac{m}{s} \qquad \mu_0 = 4\pi\times10^{-7} \frac{Tm}{A} \;,\; \varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$$

طیف امواج الکترومغناطیس

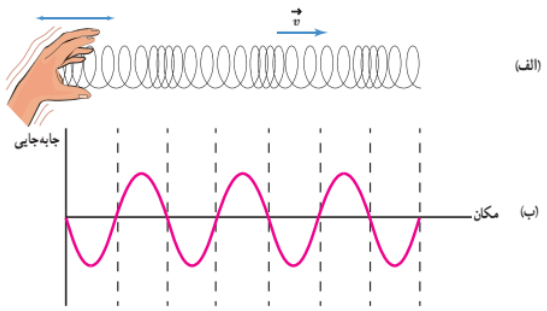


این موج ها، طیف پیوسته ای را تشکیل می‌دهند که با وجود تفاوت بسیار دربسامد و نحوه آشکارسازی آنها، ماهیت و قانون های حاکم بر آنها یکسان است.در شکل مقابل هرچه به سمت طول موجهای کوتاهتر برویم،بسامد موج افزایش میبابد و در نتیجه انرژی و

قدرت نفوذ موج زیاد می شود.

همانطوری که دیده می شود، طول موج نور مرئی از $4100\,\text{Å}$ تا $6600\,\text{Å}$ است.

موج طولی و مشخصه های آن:



مطابق شکل در یک فنر کشیده شده داریم. انتهای آزاد در امتداد فنر به جلو و عقب میبریم تا موج درون فنر منتشر شود. فاصله دو تراکم متوالیا دو بازشدگی متوالی طول موج می شود.

و Tهمانند موج های عرضی اگر دوره حرکت ارتعاشی هر جز فنر را با λ طول موج را با نشان دهیم، تندی انتشار موج از رابطه زیر به دست می آید.همانند موج ها عرضی اگردوره حرکت ارتعاشی هر جزء نشان دهیم، تندی انتشار موج از رابطه زیر بدست می آید.

λ وطول موج را با **T**فنر را با

$$\lambda = \frac{V}{f} = VT$$

امواج لرزه ای

موج های مکانیکی ای هستند که از لایه های زمین عبور میکنند.یکی از منشا های مهم آنها زمین لرزه ها هستند.دو نوع از امواج S و تندی موجهای $4/5\,\frac{km}{s}$ در حدود P هستند.معمولا تندی موجهای $8\,\frac{km}{s}$ S،و امواج ثانویهPلرزه ای،امواج اولیه حاصل از یک زمین لرزه را ثبت می کند.اگر این موجها روی خط راستی حرکت کنند،می P و Sاست.یک دستگاه لرزه نگار،موجهای نشان V_P و V_S را باPوSتوان به کمک معادلات زیر فاصله محل وقوع زلزله از لرزه نگار را بدست آورد.اگر تندی موجهای دهیم،اختلاف زمانی رسیدن این دو موج چنین می شود.

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{V_S} - \frac{\Delta x}{V_P} = \frac{(V_P - V_S)\Delta x}{V_P - V_S} \Rightarrow \Delta x = \frac{V_P.V_S}{V_P - V_S}\Delta x$$

مثال- اگرتندی موج های S و Pبه ترتیب $4/5\frac{km}{s}$ و $8\frac{km}{s}$ باشد و توسط یک لرزه نگار موج**S** ، **3** دقیقه پس از دریافت موج **P** دریافت شود، لرزه نگار در چه محل از زمین لرزه قرار دارد؟

۱) **36 km**　　۲) **30km**　　۳) $1/9\times10^{3}\,km$　　۴) $1/4\times10^{8}\,km$

صوت

صوت یک موج مکانیکی است که برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد. سرعت انتشار صوت در جامدات بیشتر از مایعات و در دارند توسط گوش انسان شنیده میشوند. $20000\,Hz$ تا $20\,Hz$ مایعات بیشتر از گازهاست. امواج صوتی که فرکانس های بین باشد را «**فراصوت**»می $20000\,Hz$ باشد را «**فروصوت**»و صوتی که بسامد آن بیشتر از $20\,Hz$ صوتی که بسامد آن کمتر از گوییم.

مثال ۶۴- شخصی با چکش به انتهای میله باریک بلندی ضربه ای می زند. تندی صوت در این میله **15** برابر تندی صوت در هوا است. شخص دیگری که گوش خود را نزدیک انتهای دیگر میله گذاشته دو صدا با اختلاف زمانی **0/ 12** می شنود. اگر تندی صوت در هوا $340\frac{m}{s}$ باشد، طول میله چقدر است؟

۱) **20/ 4** ۲) **40/ 8** ۳) **43** ۴) **34**

شدت صوت:مقدار انرژی امواج صوتی ای است که در واحد زمان عمود بر واحد سطح عبور می کند و آن را با I نشان می دهیم. یکای آن در SI ، وات بر متر مربع می باشد.

$$I=\frac{\frac{E}{t}}{A}=\frac{\overset{J}{\uparrow}E}{\underset{m^2}{\downarrow}A\,\underset{s}{t}}=\frac{\overset{W}{\uparrow}P}{\underset{m^2}{\downarrow}A}$$

یکای دیگر آن میکرو وات بر متر مربع است.

$$1\frac{\mu w}{m^2}=10^{-6}\frac{w}{m^2}$$

عبور می کند از رابطه ی زیر به دست می آید : $A=4\pi R^2$ شدت صوتی که از سطح کره ای به مساحت

$$I=\frac{p}{4\pi R^2}$$

مقایسه ی شدت صوت ها: از انجایی که انرژی منبع صوت با مجذور بسامد و مجذور دامنه نسبت مستقیم دارد. اگر شنونده ای شعاع کره موج بوده و طبق رابطه ی تعیین شدت صوت با مجذور این فاصله R از منبع صوت قرار داشته باشد، Rدر فاصله ی نسبت عکس دارد.

$$I \propto \frac{A^2 f^2}{d^2} \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = (\frac{A_2}{A_1} \times \frac{f_2}{f_1} \times \frac{d_1}{d_2})^2$$

شدت صوت آستانه ی شنوایی: آهسته ترین صدایی (کمترین شدت) را که انسان میتواند بشنود آستانه ی شنوایی می باشد.

شدت آن برابر است با : $I_0 = 10^{-12} \frac{w}{m^2} = 10^{-6} \frac{\mu w}{m^2}$

شدت صوت آستانه دردناکی: بلندترین صدایی (بیشینهی شدت) را که انسان میتواند بشنود بدون اینکه گوش او به درد آید

آستانه دردناکی می نامند. شدت آن برابر است با : $I = 1 \frac{w}{m^2}$

مثال – شدت صوت در فاصله ی d از یک منبع صوت برابر I و در فاصله ی $d+3$ متر برابر $\frac{4}{9}I$ است. اگر از جذب انرژی صوتی در هوا صرف نظر کنیم، d چند متر است؟ (آزاد ریاضی – ۱۳۷۵)

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) 2/ 8 ۳) 6 ۴) 6/ 75

تراز شدت یک صوت: عبارت است از لگاریتم (در مبنای ده) نسبت شدت صوت به شدت صوت مبنا .آن را با β نشان می‌دهیم.

$$\beta = \log \frac{I}{I_0} \text{ (بل)} \qquad \beta' = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ (دسی بل)}$$

تراز شدت صوت علاوه بر شدت صوت به حساسیت گوش نیز بستگی دارد در لحظه ای که صوت به زحمت شنیده می شود، شدت صوت برابر شدت صوت در آستانه ی شنوایی است و در این حالت $\beta = 0$ است.

تراز نسبی شدت دو صوت: برای مقایسه تراز شدت صوت ها و با تغییر تراز شدت یک صوت بر اثر تغییرات عوامل موثر در آن از رابطه ی زیر استفاده می کنیم :

$$\beta_2 - \beta_1 = \log \frac{I_2}{I_0} - \log \frac{I_1}{I_0} \Rightarrow \beta_2 - \beta_1 = \log \frac{I_2}{I_1} \quad , \quad \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \times \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

مثال – تراز شدت صوت 30db است. شدت این صوت چند برابر شدت صوت مبنا می‌باشد؟

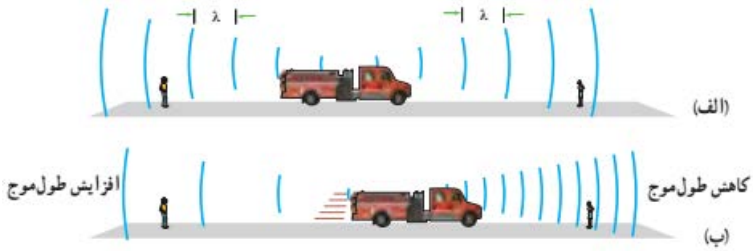
۱) 1000 ۲) 30 ۳) 900 ۴) 300

اثر دوپلر

هرگاه یک منبع صوت و یک شنونده نسبت به هم حرکت داشته باشند، بسامدی که شنونده دریافت می‌کند با بسامد واقعی منبع صوتی متفاوت می‌شود. به این پدیده، پدیده دوپلر می گویند.

برای بررسی پدیده دوپلر دو حالت را در نظر می‌گیریم :

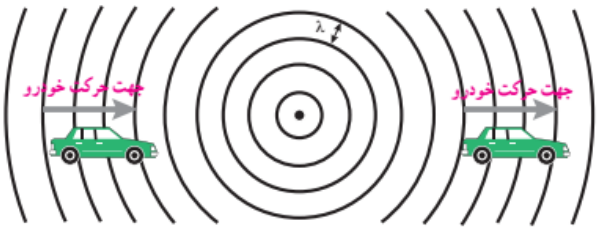
۱. چشمه متحرک و شنونده ساکن :



همان طوری که در شکل میبینید و وقتی ماشین آتش‌نشانی ایستاده است، فاصله جبهه های موج در جلو و پشت آن برابر است. اما اگر ماشین آتش نشانی به طرف راست حرکت کند، فاصله جبهه های موج در طرف راست کوتاه تر از طرف چپ می شود. یعنی طول موج در جلوی منبع کوتاه‌تر از طول موج در عقب منبع می‌شود. و این به معنی افزایش فرکانس برای شنونده سمت راست است.

اما شنونده ای که در طرف چپ قرار دارد طول موج های بلند تری نسبت به حالت قبل دریافت می‌کند و بسامدی صوتی که می شنود نسبت به حالت قبل کمتر است.

۲. چشمه ساکن و شنونده متحرک :



در این حالت طول موج در هر دو طرف چپ و راست منبع یکسان است. اما اگر شنونده داخل خودرو به طرف موج صوت حرکت کند در مدت زمان یک جبهه های موج بیشتری نسبت به شنونده ساکن مواجه می‌شود و بسامدصوت دریافتی توسط او از بسامد منبع بیشتر است و در صورتی که شنونده داخل خودرو از منبع دور شود در مدت زمان یکسان، جبهه های موج کمتری نسبت به شنونده ساکن مواجه می‌شود و بسامد صوت دریافتی توسط او از بسامد منبع کمتر میشود.

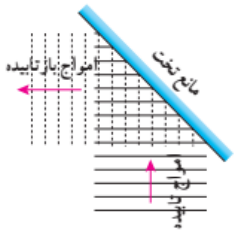
اثر دوپلر را در موج های الکترومغناطیس نیز داریم. وقتی چشمه نور از نظر دور می شود، طول موج دریافتی توسط شنونده می گویند و وقتی چشمه نور به شنونده نزدیک می‌شود، طول موج **(red shift)**افزایش مییابد که به آن اصطلاحا انتقال به سرخ می گویند.**(blue shift)**کاهش مییابد که به آن اصطلاحا انتقال به آبی

مثال ۷۶- در کدام‌یک از موارد زیر از مکان‌یابی پژواکی امواج فراصوت به همراه اثر دوپلر استفاده می‌شود؟(تجربی سراسری۹۹)

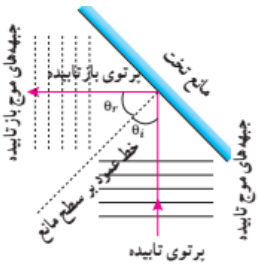
۱) میکروفون سهموی ۲) دستگاه لیتوتریپسی

۳) تعیین تندی خودروها ۴) تعیین تندی شارش خون (گویچه‌های قرمز) در رگ‌ها

بازتاب امواج مکانیکی : اگر یک تپ ایجاد کنیم، امواج پس از برخورد به مانع بر می گردند به طوری که امواج برگشتی، قرینه امواج در رفت به طرف مانع ،می شوند. چنین بازتابی را، بازتاب در یک بعد میگویند.

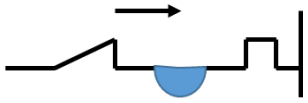


بازتاب در دو بعد و سه بعدنیز صورت میگیرد.

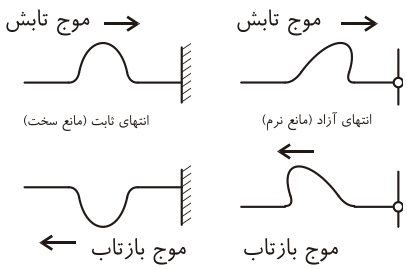


اگر در تشت موج از تیغه ای تخت استفاده کنیم،امواج تخت در برخورد به مانع تخت برمی‌گردند. اگر زاویه موج تابش با عمود بر سطح را θ_1 و زاویه موج بازتابش با عمود بر سطح را θ_2 بنامیم. بر طبق قانون بازتاب عمومی و زوایای تابش و بازتابش برابر می شود. بازتاب امواج صوتی از یک مانع سخت نیز مثالی از بازتاب امواج دو و سه بعدی می باشد.

- نقش موج برگشت از روی مانع سخت موج روبه‌رو چگونه است؟ مثال ۷۷



۱- بازتاب موج از انتهای ثابت: اگر انتهای یک محیط نتواند نوسان کند، آن‌را **مانع سخت** می‌گوئیم. مثلاً اگر انتهای طنابی به یک دیوار ثابت شده باشد، انتهای طناب را انتهای ثابت و دیوار را مانع سخت می‌گوئیم. موج در برخورد با مانع سخت طوری برمی‌گردد که امواج در رفت و برگشتی، قرینه‌ی (وارون) موج رفت می‌باشد. یعنی π به طرف مانع دارند.



۲- بازتاب موج از انتهای آزاد: اگر انتهای یک محیط بتواند آزادانه نوسان کند، آن‌را مانع نرم می‌گوئیم. مثلاً اگر انتهای طنابی افقی به یک حلقه متصل باشد و حلقه آزادانه بتواند روی میله‌ی قائمی بالا و پائین برود، انتهای طناب را انتهای آزاد و میله را مانع نرم می‌نامیم. موج در برخورد به مانع نرم بدون اختلاف فاز برمی‌گردد. یعنی موج وارونه نمی‌شود

مثال: اختلاف فاز نوسانی بین موج فرودی و بازتابیده در انتهای بسته و باز (به ترتیب از راست به چپ) برابر کدام‌اند؟

(سراسری ریاضی- ۱۳۸۲)

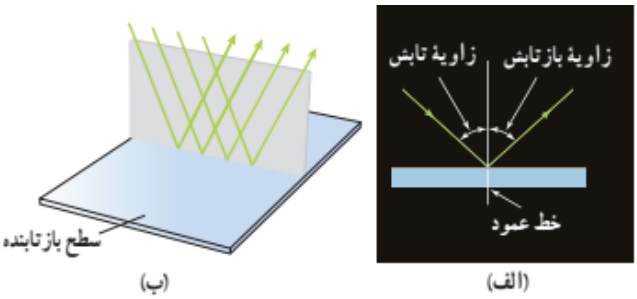
۱) π و π ۲) صفر و π ۳) صفر و صفر ۴) π و صفر

پژواک: اگر درمقابل دیواری دور قرار بگیرید و یک بار دست بزنید صدای دست و بعد از آن صدای برگشت صوت از روی مانع (دیوار) را می شنوید. به صدای بازگشت، پژواک می گویند. اگر اختلاف زمانی امواج رسیده به گوش (صدای دست و پژواک آن) بیشتر از ۰/۱ثانیه باشد گوش قادر به تشخیص دو صدا خواهد بود.

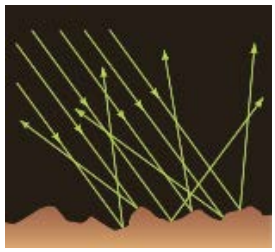
مثال ۸۰-در مکانی که سرعت انتشار صوت در هوا، $340\frac{m}{s}$ است. کمترین فاصله شما از یک دیوار چقدر باشد تا صدای پژواک را از صدای اصلی تمیز دهید؟

۱) **34** ۲) **17** ۳) **8/ 5** ۴) **68**

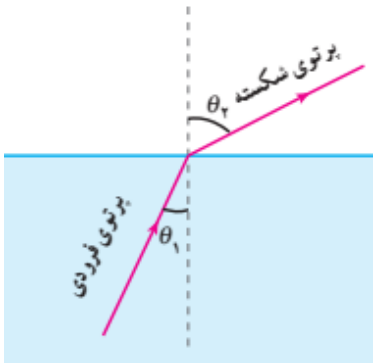
بازتاب امواج الکترو مغناطیسی، قوانین بازتابش امواج الکترومغناطیسی همانند قوانین مربوط به بازتابش امواج مکانیکی است.



در مواردی که سطح بازتابنده نور هموار باشد (مثلا آینه) بازتاب را **آینه ای**و یا**منظم** می گویند. در صورتی که سطح ناصاف باشد، بازتاب را **پخشنده**یا **نامنظم**می گویند. برای نور بیشتر باشد سطح، هموار و $1\mu m$ دارند) اگر ناهمواری های سطح (دندانه های آن) از $0/5\mu m$مرئی (که طول موجی در حدود اگر کمتر از این مقدار باشد، سطح هموار نمی باشد.



شکست، نوعی دیگر از برهم کنش موج با محیط است. وقتی یک موج از یک محیط وارد محیط دیگر می‌شود چون تندی انتشار موج تغییر می‌کند، جهت انتشار موج تغییر می‌کند که اصطلاحاً به آن شکست می گوییم.



قانون عمودی شکست : همانطوری که دیدیم نور در خلاء $C = 3\times10^8 \frac{m}{s}$ می باشد. نور در محیط دیگری، با تندی کمتری حرکت می‌کند.

ضریب شکست یک محیط، نسبت تندی نور در خلا با تندی نوردر آن محیط می‌باشد که عددی بزرگتر از 1است.

$$n = \frac{C}{V}$$

بنابراین تندی نور در محیط،با ضریب شکست آن محیط نسبت عکس دارد.

با توجه به شکل قانون عمومی شکست به شکل زیر نوشته می شود :

$\frac{Sin\theta_2}{Sin\theta_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2}$ (قانون شکست عمومی)

فرمول فوق را به شکل زیر که به قانون شکست اسنل معروف است نیز می نویسند :

$n_1 Sin\theta_1 = n_2 Sin\theta_2$

مثال- تندی نور در شیشه و آب به ترتیب $2\times10^5 \frac{km}{s}$ و $2/25\times10^5 \frac{km}{s}$ است.ضریب شکست آب $\frac{4}{3}$ است. ضریب شکست شیشه چیست؟

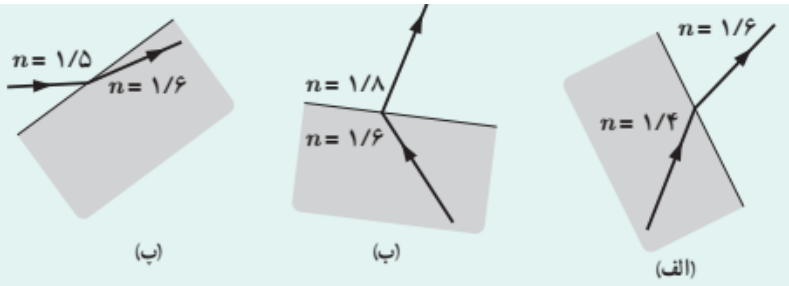
۱) 1/ 5 ۲) 1/ 6 ۳) 1/ 3 ۴) 1/ 2

با توجه به رابطه اسنل می توان نتیجه گرفت که :

هرگاه نور از محیطی با ضریب شکست کم وارد محیطی با ضریب شکست بیشتر از محیط اول میشود میشکند و به خط عمود نزدیک می شود.

در صورتی که نور از یک محیط وارد محیطی با ضریب شکستی کمتر نسبت به محیط اول بشود،میشکند و از خط عمود دور می‌شود.

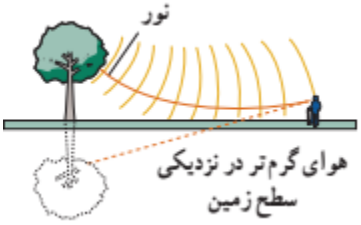
مثال ۸۶- با توجه به شکل های زیر در کدام گزینه شکست از نظر برفیزیکی محتمل است



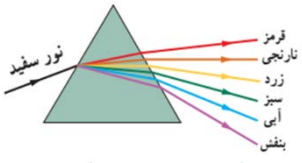
۱) الف ۲) الف , ب

۳) الفوپ ۴) پ , ب

پدیده سراب :



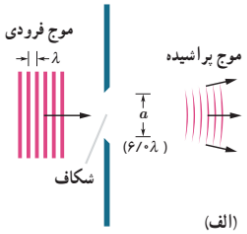
در روزهای گرم تابستان، هوای مجاور سطح زمین گرمتر از هوای بالای زمین می باشد در نتیجه ضریب شکست نور برای این ناحیه کمتر است. بنابراین وقتی نوری تحت زوایای کوچک نسبت به افق وارد این محدوده می شود. مطابق شکل در لایه های می‌بینیم این پدیده را سراب می گویند. A' را در نقطه A مختلف هوای مجاور زمین می شکند. در نتیجه تصویرشیء



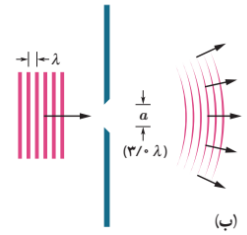
پاشندگی نور : ضریب شکست هر محیط برای نورهای با طول موج های مختلف، متفاوت می باشد. هرچه طول موج یک نور کوتاهتر باشد، ضریب شکست یک محیط برای آن نور بیشتر است در نتیجه نور در ورود به آن محیط بیشتر منحرف می‌شود. به طور مثال با توجه به شکل مقابل، وقتی نور سفید(که شامل تمام نورها با رنگ های مختلف است)به منشوری می تابد، چون طول موج قرمز بزرگتر از طول موج بنفش است، انحراف نور بنفش بیشتر از انحراف نور قرمز می شود.

مثال -کدام پرتو در منشور کمتر منحرف می‌شود؟

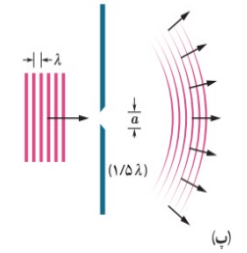
۴) بنفش ۳) سبز ۲) زرد ۱) قرمز



پراش موج:در شکلی که می بینید، موجی تخت با طول موج λ به مانعی می رسد که شکافی به پهنای $a = 6\lambda$ دارد.در این حالت قسمتس از موج کهاز شکاف می گذرد، تقریبا تخت باقی می ماند.اما اگر پهنای شکاف کوچک شود(در شکل های ب و پ)مشاهده می شود که موج پس از عبور از شکاف از حالت تخت خود خارج می شود و به اطراف گسترده می شود.به این پدیده پراش)(diffraction)می کویند.



پراش هنگام عبور موج از لبه های نوک تیز مانع نیز رخ می دهد.(وقتی که ابعاد نوک مانع حدود طول موج نور باشد) در واقع وقتی موج به لبه نوک تیز اجسام بر می خورد، منحرف می شود.موج انحرافی در تداخل با موج اصلی پدیده پراش را به وجود می آورد.به طور مثال وقتی نور به مانعی مثل تیغ تیز می رسد، سایه ای از تیغ روی پرده تشکیل می شود که دارای حاشیه است. این حاشیه ، بر هم کنش موج اتصلی با موج تغییر مسیر داده براثر برخورد به لبه نوک تیز می باشد.



اصل برهم‌نهی موج‌ها: هر موج در حال انتشار، بدون آن‌که برای انتشار سایر موج‌ها مزاحمتی ایجاد کند، از آن‌ها عبور می‌کند و به انتشار خود ادامه می‌دهد. در نقطه‌ای که دو یا چند موج، با هم تلاقی می‌کنند. جابه‌جائی ذره‌ای از محیط که در آن نقطه است برابر برآیند جابه‌جائی‌های حاصل از هر یک از موج‌هاست. $\vec{U}_t = \vec{U}_1 + \vec{U}_2 + \dots$

برهم‌نهی سازنده: هرگاه دو موجی که در یک راستا در حرکتند در نقطه‌ای با هم تداخل کنند، در صورتی‌که دو موج در این نقطه هم‌فاز باشند تداخل آن‌ها سازنده می‌شود. در این صورت دامنه‌ی موج برآیند، جمع دامنه‌های دو موج است. $A = A_1 + A_2$

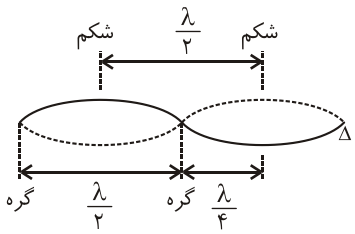
برهم‌نهی ویرانگر: هرگاه دو موجی که در یک راستا در حرکتند، در نقطه‌ای با هم تداخل کنند، در صورتی‌که دو موج در این نقطه در فاز مقابل یکدیگر باشند (اختلاف فاز معادله‌ی آن‌ها مضرب فردی از π باشد) تداخل آن‌ها ویرانگر می‌شود. در این صورت دامنه‌ی موج برآیند، تفاضل دامنه‌های دو موج می‌شود. $A = |A_1 - A_2|$

تداخل دو موج تابش و بازتابش در محل مانع سخت، ویرانگر و در محل مانع نرم، سازنده است. اگر دامنه‌های موج‌های تابش و بازتابش یکسان و برابر باشد، دامنه‌ی برآیند در محل مانع سخت برابر صفر و در محل مانع نرم برابر $2A$ خواهد بود.

نحوه‌ی تشکیل موج ایستاده: از برهم‌نهی دو موج هم بسامد و هم دامنه که در خلاف جهت یکدیگر منتشر می‌شوند موج ایستاده تشکیل می‌شود. (مثل موج‌های ساکن تشکیل شده در لوله‌های صوتی و تارهای مرتعش)

گره‌ها و شکم‌ها: در بعضی از نقاط محیط که موج ایستاده تشکیل شده، جابه‌جائی‌ها یکسان ولی در خلاف جهت یکدیگر می‌باشند. در نتیجه دامنه‌ی این نقاط صفر می‌شود. به این نقاط **گره** می‌گوئیم. به بعضی نقطه‌های دیگر نیز در هر لحظه دو موج هم‌فاز می‌رسد. در نتیجه این نقطه‌ها با دامنه‌ی بیشینه ارتعاش می‌کنند که به آن‌ها **شکم** یا **پادگره** می‌گوئیم.

فاصله‌ی گره ها و شکم‌ها: فاصله‌ی دو گره متوالی و یا دو شکم متوالی برابر با $\frac{\lambda}{2}$ و فاصله‌ی یک گره از شکم مجاورش برابر $\frac{\lambda}{4}$ می‌باشد.



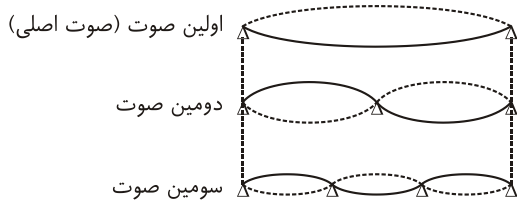
ویژگیهای موج ایستاده: الف) تمام نقاط بین دو گره‌ی متوالی هم‌فازند و تمام نقاطی که در طرفین یک گره وجود دارند در فاز مقابل یکدیگرند.

ب) موج ساکن برخلاف موج رونده انرژی را منتقل نمی‌کند یعنی انرژی از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر منتقل نمی‌شود به این دلیل نقاط گره همواره گره باقی می‌مانند.

مثال ۹۴: موج‌های ایستاده . . . . . تشکیل می‌شود. (سراسری ریاضی- ۱۳۷۷)

۱) فقط در جامدات ۲) فقط در مایعات ۳) فقط در گازها ۴) در هر سه محیط

تعیین بسامد و طول موج: در تارهای مرتعش دو سر بسته در محل مانع سخت گره و وسط دو گره شکم تشکیل می‌شود.



$$\left.\begin{array}{l} l=\frac{\lambda_1}{2} \\ l=\frac{2\lambda_2}{2} \\ l=\frac{3\lambda_3}{2} \end{array}\right| \Rightarrow \boxed{l=\frac{n\lambda_n}{2}} \xrightarrow{\lambda=\frac{V}{f}} l=\frac{nV}{2f_n} \Rightarrow \boxed{f_n=\frac{nV}{2l}=\frac{n}{2l}\sqrt{\frac{F}{\mu}}}$$

n تعداد شکم‌ها، یا شماره‌ی صورت می‌باشد (تعداد گره‌ها یکی بیش‌تر از تعداد شکم‌هاست) ($n+1$ تعداد گره)

تار مرتعش بم‌ترین صوت خود را اجرا می‌کند که به آن **صوت اصلی** می‌گوئیم. $n=1$ به ازاء

هماهنگ‌ها: مضارب صحیحی از بسامدهای یک صوت را هماهنگ‌های آن صوت می‌گوئیم در تارهای مرتعش دو سربسته، تار تمامی هماهنگ‌های فرد و زوج صوت اصلی را اجرا می‌کند.

n ام بسامد هماهنگ $f_n=nf_1$ بسامد صوت اصلی

اگر f' , f'' بسامدهای دو صوت متوالی یک تار دو سربسته باشد، بسامد صوت اصلی برابر است با: $f_1=|f'-f''|$

اگر f_p , f_k بسامدهای دو صوت از یک تار مرتعش دو سر بسته باشد بسامد صوت اصلی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود.

$$\boxed{f_p-f_k=(p-k)f_1}$$

مثال ۹۶:دو سیم هم‌جنس به طول‌های L_1 و L_2 با سطح مقطع برابر به گونه‌ای مرتعش می‌شوند که بسامدصوت اصلی آن‌ها با هم برابر می‌شوند. در این صورت نسبت نیروی کشش سیم اول (F_1) به نیروی کششی سیم دوم (F_2) برابر است با:(سراسری ریاضی- ۱۳۷۵)

۱) $\frac{L_1}{L_2}$ ۲) $(\frac{L_1}{L_2})^2$ ۳) $(\frac{L_2}{L_1})^2$ ۴) $\frac{L_2}{L_1}$

برهم‌نهی سازنده و ویرانگر: دو منبع ارتعاشی هم فاز و هم بسامد امواجی را در یک محیط مثلاً (سطح آب) منتشر می‌کنند. اگر اختلاف فاصله یک نقطه از محیط از دو منبع مضرب صحیحی از λ داشته باشد، امواج رسیده به آن نقطه هم‌فازند. ترکیب امواج در این نقطه، سازنده است. دامنه ارتعاشی و انرژی این نقطه، بیشینه می‌شود در این نقطه شکم تشکیل می‌شود. اگر اختلاف فاصله یک نقطه از دو منبع، مضرب فردی از $\frac{\lambda}{2}$ باشد.

امواج رسیده از دو منبع به این نقطه در فاز مقابل یکدگیرند ترکیب آن‌ها، ویرانگر است. دامنه و انرژی ارتعاشی این نقطه، صفر است. در این نقطه گره تشکیل می‌شود.

امواج رسیده هم فاز می‌شوند و شکم تشکیل می‌دهند. $d_2-d_1=n\lambda \Rightarrow$

امواج رسیده در فاز مقابل‌اند و گره تشکیل می‌شود $d_2-d_1=(2n-1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow$

مثال:دو چشمهٔ موج هم فاز و هم بسامد S_1 و S_2 ، در یک محیط همگن، موج منتشر می‌کنند و طول موج برابر $20cm$ است. در این محیط، فاصلهٔ نقطهٔ M از این دو چشمه به ترتیب 50 سانتی‌متر و 80 سانتی‌متر است. اختلاف فاز بین دو موجی که هم‌زمان به نقطهٔ M می‌رسند، کدام است و برهم نهی دو موج در این نقطه چگونه است؟

۱) 3π ، سازنده ۲) 3π ، ویرانگر ۳) $\frac{3\pi}{2}$ ، سازنده ۴) $\frac{3\pi}{2}$ ، ویرانگر

آشنایی با فیزیک اتمی و هسته ای

فوتون:هر موج الکترو مغناطیسی با بسامد f از بسته های متمرکز با کوانتوم های انرژی تشکیل شده است.این کوانتوم های انرژیراامروزه "فوتون" می گویند.فوتون های نور با رنگ های مختلف، انرژی یکسان ندارند.فوتون نور بنفش بیشتر و فوتون نورقرمز، انرژی کمتری دارد..

اگر بسامد یک موج الکترومغناطیس برابر f باشد، انرژی فوتون آن برابر خواهد بود با:

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

که در رابطه فوق، c تندی نور در خلا و λ طول موج نور در خلا می باشد. h ثابت پلانک نام دارد.و مقدار آن در SI ، برابربا $6/63\times10^{-34}\ Js$ می باشد.انرژی یک موج الکترو مغناطیسی با بسامد f تنها می تواند مضرب درستی از انرژی یک فوتون باشد.یعنی:

$$E = nhf = nh\frac{c}{\lambda}$$

در این صورت می گوییم که این موج از n فوتون تشکیل شده است.

مثال1:انرژی فوتونی با طول موج $3300\ \text{Å}$ چند ژول است؟ $(h = 6/63\times10^{-34}\ Js)$

۱) 10^{-19} ۲) 2×10^{-19} ۳) 3×10^{-19} ۴) 6×10^{-19}

همانطوری که ملاحظه می شود، عدد بدست آمده بسیار کوچک است.بنا بر این، ژول واحد مناسبی برای بیان اندازه انرژی فوتون برای بیان اندازه انرژی فوتون، از واحدی به نام "الکترون ولت" استفاده می کنیم.یک الکترون ولت، تغییر انرژی بار یک الکترون است، وقتی بین دو نقطه ژول می باشد..بنابراین $1/6\times10^{-19}$هر الکترون ولت با اختلاف پتانسیل یک ولت جابه جا می شود طبق رابطه $V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta U = Vq$

تقسیم $1/6\times10^{-19}$ضرب می کنیم.وبرای تبدیل ژول به الکترون ولت عدد را بر $1/6\times10^{-19}$یرای تبدیل الکترون ولت به ژول ، عدد را در می کنیم.

مثال۲:در مثال قبل انرژی فوتون چند الکترون ولت است؟



اثر فوتوالکتریسیته: هرگاه نوری با بسامد مناسب به سطح یک فلز بتابد، از سطح فلز الکترون جدا می شود.کنده شدن الکترون از سطح فلز را پدیده فوتو الکتریک و الکترون کنده شده را فوتو الکترون می گویند.

به الکترون فلز وارد می کند.و آن را به $\vec{F} = e\vec{E}$ هرگاه یک موج الکترومغناطیس به سطح فلز بتابد ، میدان الکتریکی این موج، نیروی نوسان در می آورد.بنا بر این، دامنه نوسان برخی از الکترون ها بزرگ می شود.و انرژی لازم برای جدا شدن از فلز پیدا می کنند. بنا بر این، پدیده فوتوالکتریسیته باید برای هر بسامدی روی دهد. در حالی که این نتیجه ای نیست که در آزمایش به دست می آید!طبق نظریه اینشتین، وقتی نور تکفام، به سطح یک فلز می تابد، هر فوتون فقط با یکی از الکترون های فلز بر هم کنش می کند.و اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد، می تواند الکترون را از سطح فلز جدا کند.در نتیجه بخشی از انرژی فوتون، صرف کندن الکترون از سطح فلز می شود و بقیه آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می شود.انرژی لازم برای کندن الکترون از سطح فلز به جنس فلز بستگی دارد.حداقل فرکانس که حداقل انرژی لازم برای کندن الکترون را تامین می کند، "فرکانس آستانه" نام دارد.اگر بسامد نور فرودی کمتر از بسامد آستانه باشد، الکترون از سطح فلز خارج نمی شود.با ثابت ماندن بسامد نور فرودی، و با افزایش شدت نور (افزایش انرژی نور فرودی که در واقع با افزایش تعداد فوتون های گسیلی ممکن است)، تعداد فوتون های جدا شده از سطح فلز ، افزایش می یابد.

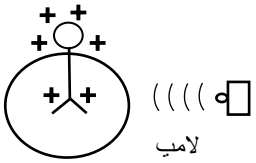
نکته:شدت نور با مربع دامنه میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی، متناسب است.ولی به ازای بسامد معینی، با افزایش شدت نور فرودی به سطح فلز، الکترون های بیشتری از سطح فلز جدا نمی شوند.و فقط انرژی فوتوالکترون ها افزایش می یابد

مثال۷:یک لامپ حاوی گاز کم فشار سدیم، فوتون هایی با طول موج $589\ nm$ گسیل می کند.

۱-بسامد و انرژی نور گسیلی را حساب کنید.(انرژی لازم را بر حسب ژول و الکترون ولت بیان کنید).

۲-فرض کنید توان تابشی مفید لامپ $589\ nm$ است.در هر دقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می شود؟

مثال۱۰:مطابق شکل بر کلاهک برق‌نمائی که بار مثبت دارد، نور فرابنفش تابیده می‌شود. اگر طول موج نور تابیده شده کوچکتر از طول موج آستانهٔ فلز کلاهک برق‌نما باشد. کدام یک از گزینه‌های زیر درست می‌شود؟

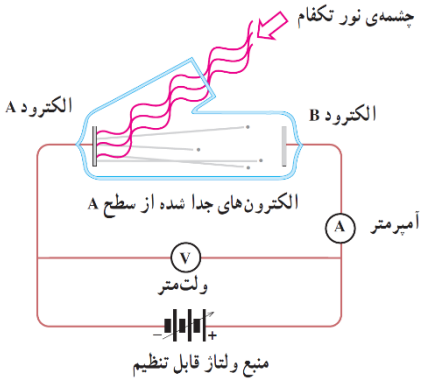


۱) پدیدهٔ فتوالکتریک رخ نمی‌دهد و فاصلهٔ ورقه‌ها ثابت می‌ماند.

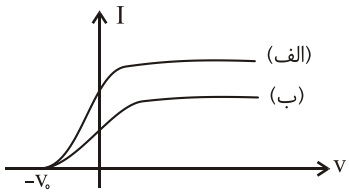
۲) پدیدهٔ فتوالکتریک رخ نمی‌دهد ولی ورقه‌ها به هم نزدیک می‌شوند.

۳) پدیدهٔ فتوالکتریک رخ می‌دهد و ورقه‌ها از هم دور می‌شوند.

۴) پدیدهٔ فتوالکتریک رخ می‌دهد و ورقه‌ها ابتدا به هم نزدیک و بعد احتمالاً از هم دور می‌شوند.



کنده شدن الکترون از سطح یک فلز بر اثر تابش نور را پدیده **فوتوالکتریک** و الکترون کنده شده را **فوتوالکترون** می‌نامند. برای بررسی پدیده‌ی فوتوالکتریک از دستگاهی مطابق شکل استفاده می‌کنیم. در این دستگاه دو الکترود فلزی A , B در یک محفظه‌ی خلاء قرار دارند. و از بیرون به یک منبع ولتاژ قابل تنظیم متصل شده‌اند. در ابتدا بدون آن‌که به الکترود A نور بتابانیم، ولتاژ را زیاد می‌کنیم. آمپرسنج عبور جریانی را نشان نمی‌دهد. در نتیجه **افزایش ولتاژ نقشی در ایجاد پدیده‌ی فوتوالکتریک ندارد**. حال ولتاژ را صفر می‌کنیم. و نوری با بسامد مناسب به الکترود A می‌تابانیم. آمپرسنج عبور جریان را نشان می‌دهد. درواقع تاباندن نور باعث جدا شدن فوتوالکترون‌ها از سطح الکترود A و گسیل آن‌ها شده است.



باتغییر ولتاژ V می‌توانیم منحنی تغییرات جریان I برحسب V را به شکل مقابل به‌دست آوریم. در این نمودار از یک نور تک رنگ استفاده شده ولی در حالت (الف) شدت نور تابشی بیش‌تر از حالت (ب) می‌باشد هر چه ولتاژ بیش‌تر می‌شود شدت جریان بیش‌تر می‌شود و به ازاء ولتاژ خاصی به بعد این شدت جریان ثابت می‌ماند که به آن **شدت جریان اشباع** می‌گوئیم. نکته‌ی جالب در این نمودار آن است که به ازاء ولتاژهای منفی جهت جریان تغییر نمی‌کند.

به ازاء ولتاژ V_0 - شدت جریان مدار صفر می‌شود. و پدیده‌ی فوتوالکتریک قطع می‌شود. این ولتاژ را،

لتاژ قطع یا **ولتاژ متوقف‌کننده** می‌نامند. در هنگامی‌که ولتاژ منفی برقرار است، الکترود A که الان به پایانه‌ی مثبت متصل است.

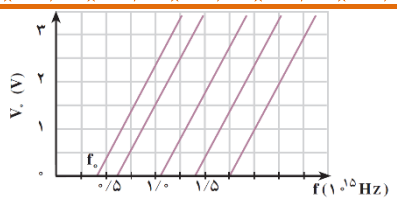
فوتوالکترون‌ها را به سوی خود می‌کشد. و از انرژی آن‌ها می‌کاهد. در نتیجه تعداد کمتری از آن‌ها می‌تواند به B برسند. در ولتاژ V_0 - هیچ فوتوالکترونی به B نمی‌رسد.

منحنی (ب) مربوط به آزمایشی است که در آن شدت نور فرودی را نصف کرده‌ایم **(بسامد نور همان مقدار قبل را دارد)**. همان‌گونه که از منحنی پیداست مقدار V_0 برای هر دو منحنی یکی است یعنی، **مقدار ولتاژ متوقف‌کننده به شدت پرتوی فرودی و به عبارتی به تعداد فوتون‌های گسیلی بستگی ندارد.**

اگر این آزمایش را با نور تکفام با بسامد دیگری تکرار کنیم، منحنی‌های تغییرات جریان برحسب ولتاژ را به همان صورت منحنی‌های شکل فوق به‌دست می‌آوریم تنها با این تفاوت که ولتاژ متوقف‌کننده مقدار دیگری خواهد داشت. یعنی **مقدار ولتاژ متوقف‌کننده به بسامد نور فرودی بستگی دارد.**

اگر در دستگاه جنس الکترود فلزی A را تغییر دهیم، باز هم همین نتیجه‌ها را به‌دست می‌آوریم ولی در این مورد نیز مقدار ولتاژ متوقف‌کننده تغییر می‌کند، به‌عبارت دیگر مقدار **ولتاژ متوقف‌کننده به جنس الکترود فلزی A بستگی دارد.**

رابرت میلیکان با آزمایش‌های دقیقی که در طول ۱۰ سال انجام داد مقدار ولتاژ متوقف‌کننده را برای فلزهای متفاوت و برای بسامدهای متفاوت پرتوی فرودی اندازه گرفت.



در شکل مقابل منحنی تغییرات ولتاژ متوقف‌کننده برحسب بسامد پرتوی نور فرودی، برای چند فلز مختلف، نشان داده شده است. این منحنی‌ها نشان می‌دهند که هر قدر بسامد پرتوی فرودی بر الکترود A کمتر باشد، ولتاژ قطع‌کننده نیز کمتر خواهد بود. مقدارهای ولتاژ قطع‌کننده برای هر فلز بر روی یک خط راست قرار دارد. همان‌گونه که در شکل می‌بینید هر خط، محور بسامد را، در بسامد معینی که آن‌را با f_0 نشان می‌دهیم. قطع می‌کند. تجربه نشان می‌دهد که اگر بسامد پرتوی تابیده بر الکترود فلزی A از f_0 مربوط به آن فلز کمتر باشد، پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. از این رو f_0 را بسامد قطع می‌نامند.

ناتوانی فیزیک کلاسیک در تفسیر پدیده‌ی فوتوالکتریک: این پدیده که تاباندن نور بر یک فلز باعث جدا شدن الکترون‌های آن می‌شود، با برداشت‌های فیزیک کلاسیک کاملاً قابل قبول است. زیرا با توجه به آن‌که نور نیز از جنس موج‌های الکترومغناطیسی است،می‌توان نتیجه گرفت که میدان الکتریکی آن موج‌ها، بر الکترون نیروی $-e\vec{E}$ وارد می‌کند، در نتیجه الکترون‌ها شتاب پیدا می‌کنند و انرژی جنبشی آن‌ها افزایش می‌یابد و تعدادی از آن‌ها که انرژی کافی کسب می‌کنند می‌توانند از فلز خارج شوند. حال اگر انرژی جنبشی فوتوالکترون به هنگام خروج از سطح الکترود A برابر k_A برقرار باشد، بنا بر قضیه‌ی V باشد، و بین دو الکترود ولتاژ k_B برابر B و به هنگام رسیدن به الکترود کار- انرژی داریم: $ev = k_B - k_A$

که در آن ev کار نیروی وارد بر الکترون از سوی میدان الکتریکی بین الکترودها در تغییر مکان از A به B است. اگر ولتاژ V منفی باشد (یعنی الکترود B به پایانه‌ی منفی منبع ولتاژ متصل شده باشد) k_B کمتر از k_A خواهد بود.

اگر این ولتاژ منفی برابر ولتاژ متوقف‌کننده باشد $(V = -V_0)$، تنها آن الکترون‌هایی که بیش‌ترین انرژی جنبشی را دارند می‌توانند تا نزدیکی الکترود B برسند. برای این الکترون‌ها داریم $k_A = k$، این الکترون‌ها جذب الکترود B نمی‌شوند و برمی‌گردند. لذا برای آن‌ها داریم $k_B = 0$ در نتیجه از رابطه‌ی قبل داریم:

$$-eV_0 = -k_{max} \Rightarrow eV_0 = k_{max}$$

بنابراین با داشتن ولتاژ متوقف‌کننده بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها به هنگام خروج از الکترود A مشخص می‌شود. فیزیک کلاسیک در توجیه نتیجه‌های تجربی مربوط به پدیده‌ی فوتوالکتریک با دو مشکل روبه‌رو شد:

۱. بنا بر قانون‌های فیزیک کلاسیک، با افزایش انرژی نور فرودی بر الکترود A، و در نتیجه افزایش میدان الکتریکی مربوط به موج الکترومغناطیسی، می‌توانیم k را افزایش دهیم. در حالی که در منحنی شکل قبل دیدیم که V_0 و در نتیجه k مستقل از انرژی نوری است که بر الکترود A می‌آید.

۲. اگر انرژی نور برای گسیل فوتوالکترون‌ها از الکترود A کافی باشد،اثر فوتوالکتریک باید در هر بسامدی رخ دهد. در حالی‌که دیدیم اگر بسامد نوری که بر A فرود می‌آید کمتر از بسامد قطع باشد، اثر فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

توجیه کوانتومی پدیده‌ی فوتوالکتریک: بیش از این دیدیم که بنا بر فرضیه‌ی پلانک درباره‌ی تابش، انرژی تابشی موج الکترومغناطیسی) باشد. انیشتین برای توجیه پدیده‌ی hf تنها می‌تواند مضرب درستی از یک مقدار پایه به‌نام کوانتوم انرژی (برابر با fگسیل شده با بسامد از بسته‌های متمرکز با کوانتوم‌های انرژی تشکیل fفوتوالکتریک، با استفاده از فرضیه‌ی پلانک فرض کرد که هر موج الکترومغناطیسی با بسامد شده است. این کوانتوم‌های انرژی را امروزه «**فوتون**» می‌نامند.

فوتون‌های نور با رنگ‌های مختلف انرژی یکسان ندارند. فوتون بنفش انرژی بیش‌تر و فوتون قرمز انرژی کمتری دارد. اگر بسامد یک موج الکترومغناطیسی برابر f باشد، انرژی فوتون آن برابر خواهد بود با:

$$E = hf$$

تنها می‌تواند مضرب درستی از انرژی یک فوتون باشد، یعنی f براساس پیشنهاد انیشتین انرژی یک موج الکترومغناطیسی با بسامد

$$E = nhf$$

در این صورت می‌گوییم که این موج از n فوتون تشکیل شده است.

انیشتین هم‌چنین فرض کرد که در اثر فوتوالکتریک، یک فوتون (با انرژی hf) به‌طور کامل توسط الکترون جذب می‌شود و انرژی خود را به الکترون می‌دهد. در نتیجه انرژی جنبشی فوتوالکترون گسیل شده به‌هنگام خروج از سطح فلز برابر است با: $K=hf-W$

که در آن W برابر است با کار لازم برای غلبه بر نیروهای داخلی وارد بر الکترون در فلز. برخی از الکترون‌ها در فلز کمتر مقیداند، و برای خارج کردن آن‌ها از فلز کار کمتری لازم است. اگر حداقل کار لازم برای خارج کردن الکترون‌ها از یک فلز خاص برابر W_0 باشد، انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌های گسیل شده از آن برابر خواهد بود با:

$$k = hf - W_0$$

W_0 را تابع کار فلز می‌نامد، و همان‌گونه که گفتیم، حداقل کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از فلز است.

با استفاده از رابطه‌های بالا می‌توانیم رابطه‌ی فوق را به‌صورت زیر بنویسیم:

$$eV_0 = hf - W_0 \Rightarrow \boxed{v_0 = \frac{hf - W_0}{e} = \frac{h\frac{c}{\lambda} - W_0}{e}}$$

اگر در رابطه‌ی فوق hf، انرژی فوتون فرودی از تابع کار فلز کوچک‌تر باشد، هیچ الکترونی از فلز خارج نمی‌شود. در نتیجه hf حداقل می‌تواند برابر W_0 باشد به این ترتیب بسامد قطع از رابطه‌ی مقابل به‌دست می‌آید.

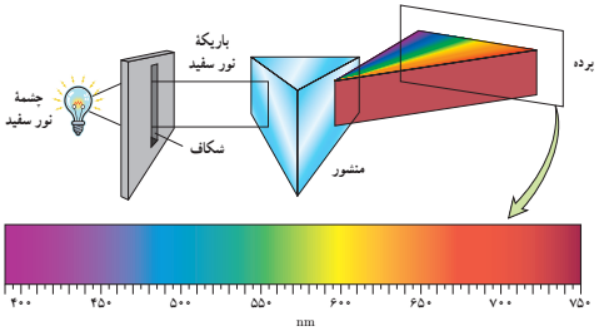
$$f_0 = \frac{W_0}{h}$$

طول موج قطع: حداکثر طول موجی که فوتون گسیلی بایستی داشته باشد تا بتواند الکترون را از سطح فلز جدا کند، طول موج قطع می‌باشد که از رابطه‌ی مقابل به‌دست می‌آید:

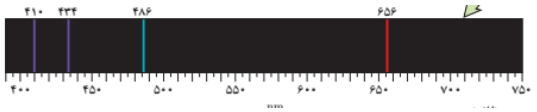
$$\lambda_0 = \frac{C}{f_0} = \frac{Ch}{W_0}$$

مثال ۱۱: تابع کار یک فلز 4 الکترون ولت است. اگر ولتاژ قطع برای نوری که با طول موج λ بر این فلز می‌تابد 8 ولت باشد، طول موج قطع و λ هر کدام چند نانومتر است؟ $(c = ۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}\ ,\ h = ۴\times۱۰^{-۱۵} ev.s)$ (سراسری ریاضی خارج از کشور- ۱۳۸۸)

۱) 100, 200 ۲) 100, 300 ۳) 200, 300 ۴) 300, 400

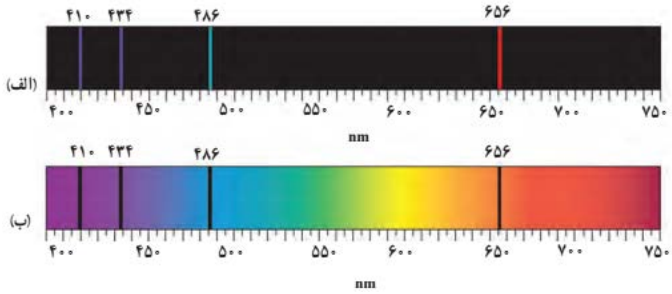


طیف خطی: هر جسمی در هر دمایی از خود امواج الکترو مغناطیس تابش می کند.تابش امواج الکترو مغناطیس از سطح یک جسم را "تابش گرمایی" می گویند.اگر یک جسم جامد را داغ کنیم، امواج تابشی از آن، شامل گستره پیوسته ای از طول موج هاست.به همین دلیل، طیف ایجاد شده را "طیف گسیلی پیوسته یا به اختصار طیف پیوسته می گویند.حال اگر یک گاز رقیق را داغ کنیم، طیف آن از چند خط رنگی جدا از هم تشکیل می شود.به همین دلیل به این طیف "طیف گسیلی خطی" یا به اختصار "طیف خطی" می گویند.



در تشکیل طیف گسیلی، نور از منبع نور به طور مستقیم وارد طیف نما می شود.ولی اگر نور قبل از ورود به طیف نما از یک محیط واسطه ی ملتهب بگذرد، در طیف رنگی آن خطوط تاریکی ایجاد می شود. که به آن، خطوط جذبی می گویند.باید.یعنی توجه داشت که:

۱-در طیف گسیلی و در طیف جذبی هر عنصر، طول موج های معینی وجود دارند که از ویژگی های آن عنصر است.یعنی طیف های گسیلی و جذبی هیچ دو عنصری مثل هم نیست.



۲-اتم هر عنصر دقیقا همان طول موج هایی از نور سفید را جذب می کند که اگر دمای آن به اندازه کافی بالا برود یابه هر صورت دیگر برانگیخته شود، آن ها را تابش می کند.در واقع طیف جذبی هر عنصر منطبق بر طیف نشری آن می باشد. یعنی مجموع آن ها تشکیل یک طیف کامل را می دهند.به طور خلاصه:

طیف پیوسته: طیفی است که فاصله‌ای بین طول موج‌هایی که در طیف وجود دارد نیست و در آن مرز بین رنگ‌ها مشخص نمی‌باشد. **مولد این طیف‌ها جامدهای ملتهب و مذاب فلزات می‌باشد.**

طیف خطی یا اتمی: از چند خط رنگی جدا از هم تشکیل می‌شود. مولد این طیف‌ها، بخار فلزات و یا گازهای ملتهب می‌باشد.

در طیف گسیلی نور مستقیما وارد طیف نما می شود، ولی در طیف جذبی نور از یک محیط واسطه ملتهب عبور می کند و سپس وارد طیف نما می شود.

طیف خورشید:طیف خورشید از یک طیف پیوسته دارای خطوط جذبی(تاریک)تشکیل شده است.خطوط تاریک در طیف خورشید را خطوط فرانهوفر می گویند.بسیاری از آن ها ناشی از جذب طول موج های مربوط به این خط ها توسط گازهای جو خورشید است.خط های دیگر نیز به سبب جذب نور خورشید در گازهای جو زمین می باشد.

مثال: در طیف نور خورشید که به کره‌ی زمین می‌رسد، خطوط تاریک دیده می‌شود. این خطوط نشانگر چیست

۱)عناصر موجود در درون خورشید ۲) عدم وجود بعضی از مواد و عناصر در خورشید

۴) جذب قسمتی از نور خورشید توسط دستگاه طیف‌سنج ۳) عناصر موجود در اتمسفر زمین و اتمسفر خورشید

طیف خطی هیدروژن:طیف خطی هیدروژن در ناحیه مرئی ، از چهار خط رنگی تشکیل شده است.بالمر رابطه ساده ای برای محاسبه طول موج های طیف خطی هیدروژن به شکل زیر ارائه کرد.

$$\lambda = 364/56\frac{n^2}{n^2-4}$$ (معادله بالمر)

در فرمول فوق طول موج های طیف هیدروژن به دست می آید. $n = 3, 4, 5, 6$ در این رابطه و یک عدد صحیح می باشد.با قرار دادن

$n = 3 \rightarrow \lambda = 356/2nm$ (خط قرمز) $n = 4 \rightarrow \lambda = 486/08nm$ (خط آبی)

$n = 5 \rightarrow \lambda = 434nm$ (خط نیلی) $n = 6 \rightarrow \lambda = 410/13nm$ (خط بنفش)

طبق نظر بالمر، خطوط دیگری درطیف هیدروژن در نواحی نا مرئی وجود دارند.ریدبرگ فرمول پیشنهادی بالمر را به شکل زیر ارائه کرد

$$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2})$$

در واقع وقتی الکترون از مدار nبه مدار n' پرش می کند، فوتونی تابش می کند که طول موج آن از رابطه فوق به دست می آید. در این رابطه R ثابت ریدبرگبا مقدار تقریبی $R = 0/109\frac{1}{nm}$ می باشد.

نام طیف	تاریخ کشف	مقدار n'	رابطهٔ ریدبرگ مربوط به رشته	مقدارهای n	ناحیهٔ طیف
لیمان	۱۹۱۴ـ۱۹۰۶	۱	$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{۱^۲}-\frac{۱}{n^۲}\right)$	۲,۳,۴,...	فرابنفش
بالمر	۱۸۸۵	۲	$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{۲^۲}-\frac{۱}{n^۲}\right)$	۳,۴,۵,...	فرابنفش و مرئی
پاشن	۱۹۰۸	۳	$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{۳^۲}-\frac{۱}{n^۲}\right)$	۴,۵,۶,...	فروسرخ
براکت	۱۹۲۲	۴	$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{۴^۲}-\frac{۱}{n^۲}\right)$	۵,۶,۷,...	فروسرخ
پفوند	۱۹۲۴	۵	$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{۵^۲}-\frac{۱}{n^۲}\right)$	۶,۷,۸,...	فروسرخ

چند سال پس از بالمر، مشخص شد که به جز رشته های بالمر، رشته های دیگری در طیف اتمی گسیلی گاز هیدروژن وجود دارد.که در جدول شکل مقابل به ازائ مقادیر متفاوت n' درج شده است.

طیف خورشید:طیف خورشید از یک طیف پیوسته دارای خطوط جذبی(تاریک)تشکیل شده است.خطوط تاریک در طیف خورشید را خطوط فرانهوفر می گویند.بسیاری از آن ها ناشی از جذب طول موج های مربوط به این خط ها توسط گازهای جو خورشید است.خط های دیگر نیز به سبب جذب نور خورشید در گازهای جو زمین می باشد.

مثال۳۱: در اتم هیدروژن همه‌ی تابش‌های رشته‌های ..... در ناحیه‌ی فروسرخ قرار دارند. (سراسری تجربی- ۱۳۸۸)

۱) لیمان و پاشن ۲) لیمان و بالمر ۳) بالمر، براکت و پفوند ۴) پاشن، براکت، پفوند

نکته:به ازای $n' = n + 1$ ، فوتون تابشی کم‌ترین انرژی را در بین فوتون‌های آن رشته یعنی بلندترین طول موج آن رشته را دارد.و به ازای $n = \infty$ ، فوتون تابشی، بیش‌ترین انرژی و در نتیجه، طول موج آن، کوتاه‌ترین طول موج مربوط به آن رشته را دارا خواهد بود.

مثال: در سری بالمر مربوط به اتم هیدروژن، نسبت بلندترین طول موج به کوتاه‌ترین طول موج مربوط به آن رشته چه‌قدر است؟

۱) $\frac{۹}{۵}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۹}{۴}$

مدل اتمی رادر فورد –بور :در مدل اولیه اتم که توسط تامسون ارائه شد، اتم همچون کره ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن وجود دارد.و الکترون ها که جرم ناچیزی دارند، در جاهای مختلف ان پراکنده شده اند.مثل تخم های یک هندوانه ویا کشمش های یک کیک کشمشی . به همین دل به مدل تامسون مدل کیک کشمشی نیز می گویند.

طبق مدل اتمی رادر فورد، اتم، از یک هسته بسیار چگال تشکیل می شود که الکترون ها با جرم ناچیز در فواصل دور از آنها قرار دارند.بار هسته(که بار مثبت است)هم اندازه با بار الکترون های اطراف هسته هست. و در نتیجه یک اتم پایدار از نظر الکتریکی، خنثی می باشد.

مدل رادر فورد دو مشکل داشت.اگر فرض کنیم الکترون اطراف هسته ساکن باشد، تحت اثر نیروی ربایشی کولنی، بایستی جذب هسته شود.و اگر نیروی مرکز گرای بین هسته و الکترون، عامل دوران الکترون اطراف هسته شود، باز هم چون الکترون انرژی از دست می دهد، رفته رفته به سمت هسته نزدیک می شود.پس به هر شکل، الکترون نمی تواند پایدار بماند .دوم اینکه در اثر حرکت الکترون اطراف هسته، الکترون با از دست دادن انرژی، شعاع دوران آن به دور هسته کاهش می یابد.و در نتیجه تندی و به تبع آن بسامد فوتون رفته رفته افزایش می یابد.در نتیجه طیف بدست آمده باید پیوسته باشد.که با واقعیت مطلبقت ندارد.به طور خلاصه مدل اتمی رادرفورد در موارد زیر دارای اشکال است :

۱-عدم توانایی در توجیه پایداری الکترون اطراف هسته

۲-عدم توانایی در توجیه پایداری الکترون اطراف هسته.

اما بور مدل اتمی خود را به این شرح ارائه کرد.

۱ـ الکترون‌ها، تنها روی مدارهای دایره‌ای با شعاع‌های معینی حرکت می‌کنند. این مدارها «مانا» نامیده می‌شوند.وقتی الکترون ها روی این مدار ها حرکت می کنند، نمی توانند انرژی از دست بدهند.

۲ـ شعاع چرخش الکترون در مدارهای مانا مقدارهای مشخص گسسته‌ای می‌تواند داشته باشد. اگر شعاع اولین مدار را با a_0 نشان دهیم شعاع چرخش الکترون در مدار الکترون در مدار n ام برابر است با

$$r_n = n^2 r_0 \quad n = 1, 2, 3, \ldots$$

۳-انرژی الکترون اطراف هسته در اتم هیدروژن در هر مدار کمیتی گسسته است و از رابطه زیر به دست می آید.:

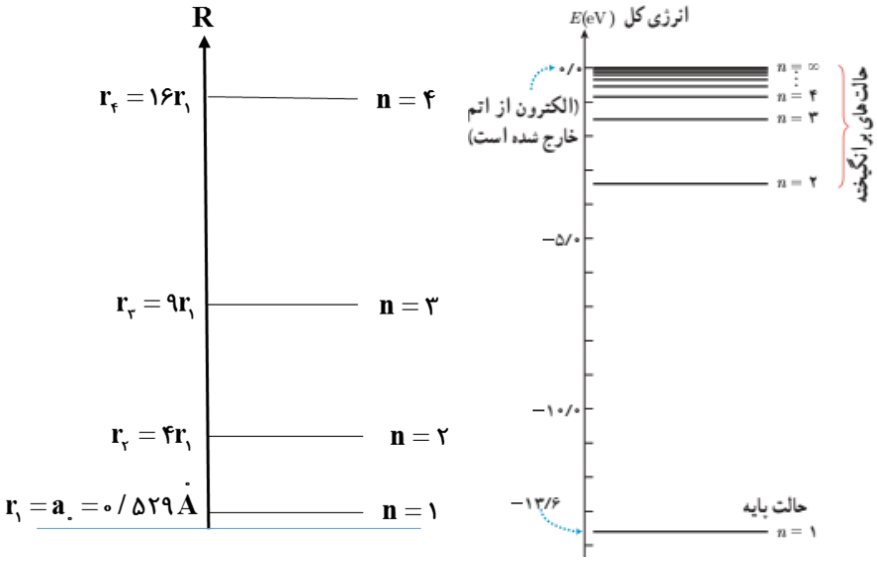
(ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن $E_n = -\frac{13/6}{n^2} ev$)

۴- وقتی الکترون از یک مدار مانا به مدار مانای دیگر می رود، فوتونی تابش می شود که انرژی اش از رابطه زیر به دست می آید.

$$E_u - E_l = hf$$ (معادله گسیل فوتون از اتم)

می باشد. **(low)**انرژی فوتون در لایه پائین E_l و **(up)** انرژی فوتون در لایه بالا E_u در رابطه فوق

نمودارهای انرژی الکترون برای اتم هیدروژن:در رابطه $E_n = -\frac{13/6}{n^2}ev$ به ازای $n=1$ انرژی الکترون در مدار اول به $E=13/6ev$ بدست می آید.پائین ترین تراز انرژی راحالت پایه می گویند.ترازهای انرژی بالاتر حالت برانگیختهنامیده می شوند.انرژی در لایه های اطراف هسته به ترتیب $E_1=-13/6ev$ و $E_2=-3/41ev$ و $E_3=-1/51ev$ و $E_4=-0/85ev$ و $E_5=-0/544ev$ می باشد.که همگی از رابطه بالا به دست می آیند.بالاترین تراز انرژی، $(n=\infty)$برابر صفر است.که در این لایه الکترون از قید هسته جدا شده و اتم یونیزه می شود.بنابر این کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه(انرژی یونش الکترون)برابر $13/6ev$ می باشد.



با توجه به دو نمودار شکل مقابل که اولی شعاع چرخش الکترون اطراف هسته و دومی انرژی الکترون اطراف هسته را نمایش می دهد، می توان به نتایج زیر رسید.

هر چه به لایه های بالاتر برویم، فاصله بین مدارهای چرخش الکترون اطراف هسته زیادتر می شود.اما به عکس فاصله انرژی الکترون ها رو به کاهش می رود.

مثال:الکترونی در سومین حالت برانگیختکی اتم هیدروزن قرار دارد.

الف)انرژی الکترون را در این حالت پیدا کنید.

ب)وقتی الکترون از این حالت برانگیخته به اولین حالت برانگیختگی جهش می کند، نمودار تراز انرژی آن را رسم کنید.

پ)طول موج فوتون گسیلی در این حالت را حساب کنید.

استخراج معادله ریدبرگ برای اتم هیدروژن از مدل اتمی بور:اگر الکترون از مدار مانای n_u به مدار مانای n_l برود، فوتونی گسیل می کند.

$$E_u - E_l = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_u - E_l}{hc} = \frac{1}{hc}\left(\frac{-E_R}{n_u^2} - \frac{-E_R}{n_l^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_R}{hc}\left(\frac{1}{n_u^2} - \frac{1}{n_l^2}\right)$$

$\frac{E_R}{hc} = \frac{13/6ev}{1240ev-nm} = 0/0109(nm)^{-1}$ از طرفی داریم:

که این مقدار با تقریب بسیار خوبی همان ثابت ریدبرگ R می باشد.بنا براین داریم: $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n_u^2} - \frac{1}{n_l^2})$

مدل بور دو نقص دارد. ۱-این مدل برای وقتی است که تنها یک الکترون به دور هسته می چرخد.

۲-این مدل نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را نشان دهد.

دیدیم که وقتی الکترون از مدارهای بالا به مدارهای پائین پرش می کند، فوتون تابش می کند.عکس این هم ممکن است.یعنی وقتی یک الکترون فوتونی جذب می کندکه انرژی اش برابر با اختلاف انرژی الکترون در لایه ای که قرار دارد با لایه ای که در تراز انرزی بالاتر قرار هست، آن لکترون به مدار بالا پرش می کند.معادله جذب فوتون همانند معادله تابش فوتون می باشد.

نکات ویژه: ۱)طبق رابطه $E_n = \frac{-E_R}{n^2}$ انرژِ ی الکترون با مجذور n نسبت عکس دارد.و طبق رابطه $r_n = n^2 r_0$ شعاع چرخش الکترون با n^2 نسبت مستقیم دارد.پس می توان گفت انرژی الکترون با شعاع دوران نسبت عکس دارد $E_n \propto \frac{1}{n^2} \propto \frac{1}{r}$.

۲)نیروی کولنی بین الکترون و هسته یک نیروی مرکز گرا و عامل دوران الکترون اطراف هسته می باشد.در حرکت دوران ماهواره دیدیم که سرعت ماهواره با جذر شعاع دوران نسبت عکس دارد.پس می توان برای تندی حرکت الکترون نیز گفت که تندی آن با جذر شعاع دوران نسبت عکس دلرد.اما از آنجائیکه طبق رابطه $r_n = n^2 r_0$ شعاع دوران با مربع n متناسب است پس تندی دوران الکترون با n ویا جذر r نسبت عکس دارد.

$$V \propto \frac{1}{n} \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$$

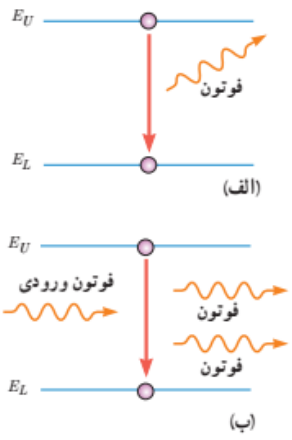
مثال:اگر الکترون در اتم هیدروژن روی تراز $n = 4$ باشد، پرانرژی‌ترین فوتونی که می‌تواند تابش کند چند ریدبرگ است؟

۱) $\frac{1}{16}$ ۲) $\frac{7}{16}$ ۳) $\frac{9}{25}$ ۴) $\frac{15}{16}$

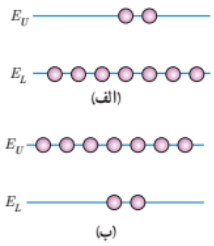
لیزر

هرگاه یک الکترون از مدار با تراز انرژی بالا به مدار با تراز انرژی پائین جهش کند، فوتونی تابش می شود.این فوتون در جهت کاتوره ای گسیل می شود.به این گسیل، **گسیل خود به خودی**می گویند.(شکل الف)

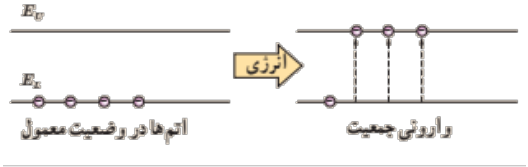
حال اگر یک فوتون ورودی بتواند الکترون برانگیخته راتحریک کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد، به تراز انرژِی پائین تر برود، بر اثر این تغییر، فوتون تابش می شود.شرط آنکه فوتون بتواند چنین کاری انجام دهد آن است که انرژی آن درست برابر با اختلاف انرژی لایه بالا و پائین باشد.در این صورت دو فوتون هم انرژی و هم بسامد و هم امتداد و هم فاز خواهیم داشت.(شکل ب)



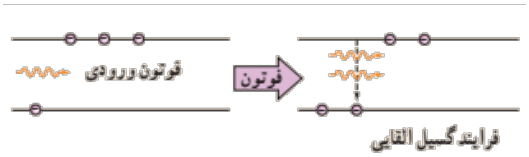
گسیل القایی سه ویژگی دارد.اولا یک فوتون وارد ولی دو فوتون خارج می شود.ثانیا فوتون های گسیل شده هم امتداد و هم بسامد و هم فاز هستند.سوما فوتون های خروجی هم جهت با فوتون های ورودی می باشند.در گسیل القایی ، یک چشمه انرژی خارجی الکترون ها را برانگیخته می کند و به مدارهای با تراز انرژی بالا می برد. به طوری که تعداد الکترون ها در مدارهای بالا بیش تر از تعداد الکترون ها در مدار های پائین می شوند.اصطلاحا می گویند که **وارونی جمعیت**به وجود آمده است. در اینحالت که تعداد الکترون ها در ترازهای بالا(که به ترازهای **شبه پایدار** معروفند)نسبت به ترازهای پایین بیشترند، الکترون ها در مدت زمان طولانی تری نسبت به حالت بر انگیخته معمولی باقی می مانند. که خود کمکی برای افزایش وارونگی جمعیت است و کمک می کند تا نور لیزر تقویت شود.



مثال:شکل مقابل فرآیند ایجاد باریکه لیزر را به طور طرح وار نشان می دهد.



الف)منظور از عبارت اتم ها در وضعیت معمول چیست؟



ب)نقش انرژی داده شده چیست و این انرژی از چه راهی تامین می شود؟

پ)منظور از وارونی جمعیت چیست؟

ت)انرژی فوتون ورودی چقدر باشد تا فرآیند گسیل القایی انجام شود؟

ت)فوتون هایی که بر اثر فرآیند کسیل القایی و جهش الکترون ها به تراز پائین تر ایجاد می شوند، چه ویژگی های مشترکی دارن؟

ساختار هسته

ابعاد هسته اتم در حدود $10^{-15}m$ و ابعاد اتم در حدود $10^{-10}m$ می‌باشد

هسته اتم از پروتون‌ها و نوترون‌ها تشکیل شده که به آن‌ها نوکلئون می‌گوئیم.تعداد پروتون های درون هسته را با Z نشان می دهیم. و به آن عدد اتمی می گوئیم.مجموع تعداد پروتون ها و نوترون ها را عدد جرمی می گوئیم. و آن را با A نشان می دهیم.تعداد نوترون های درون هسته از رابطه $N = A - Z$ به دست می آید.هر عنصر را به شکل مقابل نشان می دهیم.مشخص کردن N ضروری نیست، زیرا از رابطه فوق می توان آنرا به دست آورد.

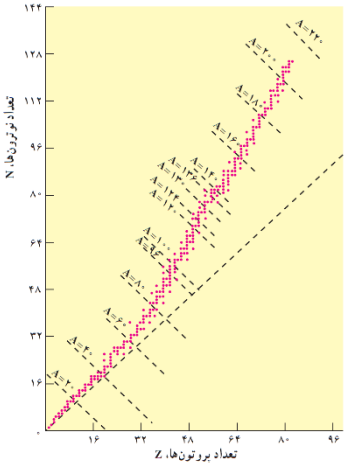
$$^{A}_{Z}X \longrightarrow \text{(نماد عنصر)}$$
(عدد جرمی) A
(عدد اتمی) Z
N(عدد نوترونی)

ایزوتوپ ها: هسته برخی از عناصر تعداد پروتون‌های یکسان دارند اما تعداد نوترون‌های آن‌ها متفاوت است در نتیجه عدد اتمی آن‌ها یکسان ولی عدد جرمی آن‌ها متفاوت است به آن‌ها «ایزوتوپ» می‌گوییم. ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای خواص شیمیائی یکسان و خواص فیزیکی .به جز هیدروژن ایزوتوپ های مختلف یک هسته را با نام همان هسته $_{1}^{3}T$, $_{1}^{2}D$, $_{1}^{1}H$ متفاوت هستند مثل ایزوتوپ‌های هیدروژن مشخص می کنند.

مثال: یکی از ایزوتوپ‌های عنصر کلر، $_{17}^{35}Cl$ می‌باشد. در این عنصر عدد **17** معرف چیست؟

۱) تعداد پروتون‌های درون هسته ۲) تعداد نوترون‌های درون هسته

۳) مجموع نوترون‌ها و پروتون‌های درون هسته ۴) تفاضل نوترون‌ها و پروتون‌های درون هسته



نیروهای هسته‌ای:(نیروی هسته‌ای قوی)، نیروهائی هستند با برد کوتاه (حدود و انرژی خیلی زیاد که باعث پایداری هسته می‌شوند. نیروهای هسته‌ای بسیار قوی‌اند اما برد کوتاهی دارند. و در نتیجه هر نوکلئون فقط به نوکلئون‌های مجاور خود نیروی هسته‌ای وارد می‌کند. نیروهای کولنی گرچه دارای شدت کم‌تری هستند اما بلند برد می‌باشند و هر پروتون به تمام پروتون‌های موجود در هسته، نیروی رانشی وارد می‌کند. بنابراین با زیاد شدن تعداد پروتون‌ها در هسته، نقش نیروی کولنی بارز می‌شود این موضوع سبب ناپایداری هسته می‌شود.

عنصرهای پایدار در شکل مقابل نشان داده شده است. خط پایداری N , Z و نمودار تغییرات N-Zخط به‌تدریج از آن منحرف می‌شود و Z منطبق است اما با زیاد شدن N=Zایزوتوپ‌ها ابتدا بر خط ایزوتوپ‌های پایدار سنگین تر دارای تعداد نوترون بیش از پروتون‌اند. دلیل آن هم روشن است. زیرا نوترون به هسته، ربایش هسته‌ای اضافه می‌کند بدون این‌که رانش کولنی داشته باشد.

انرژی بستگی هسته و ترازهای انرژی هسته: انرژی‌لازم برای جدا کردن نوکلئون های یک هسته را انرژی بستگی هسته می گوئیم.اندازه گیری ها نشان می دهد که جرم هسته از جرم نوکلئونهای تشکیل دهنده آن کمتر است.که به آن طبق "کاستی جرم هسته" می گویند.طبق رابطه ی انیشتین اگراین جرم را در مربع تندی نور ضرب کنیم، انرژی بستگی هسته به دست می آید.انرژی نوکلئون های. هسته نیز مثل انرژی الکترون های وابسته هسته، کوانتیده هستند.و نوکلئون های درون هسته هر انرژی ای نمی توانند داشته باشند.وقتی یک نوکلئون انرژی معینی می کیرد، تراز انرزی آن بالا می رود.در این صورت هسته اتم بر اگیخته می شود.هسته بر انگیخته را با گذاشتن علامت* بر روی نماد آن نشان می دهند

دهند.می دانیم اختلاف انرژی الکترون های اطراف هسته در حدودالکترون ولت واختلاف تراز انرژی نوکلئون ها در هسته های سنگین در حدودکیلو الکترون ولت و اختلاف تراز انرژی در هسته های سبک در حدود مگا الکترون ولت می باشد.

مثال: اگر اختلاف انرژی بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم را با E_1 و اختلاف انرژی بین ترازهای نوکلئون‌ها در هسته سبک را با E_2 و در هسته سنگین را با E_3 نشان دهیم کدام رابطه درست است؟

۱) $E_1 > E_2 > E_3$ ۲) $E_1 < E_2 < E_3$ ۳) $E_2 > E_3 > E_1$ ۴) $E_2 < E_3 < E_1$

واپاشی β :هر گاه یک نوترون درون هسته متلاشی شود به الکترون و پروتون تبدیل می شود. الکترون از قید هسته جدا می شود.نتیجه چنین واپاشی این است که اولا یک نوترون به یک الکترون و یک پروتون تبدیل می شودو عدد اتمی عنصر باقیمانده، یک واحد بیشتر از

اتمی عنصر مادر است.در ضمن چون جرم الکترون در این واپاشی ناچیز است، در این واپاشی عدد جرمی تغییر نمی کند.

(واپاشی β^-) $_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{-1}^{0}e + {}_{Z+1}^{A}Y$

به طور مثال، عنصر فسفر با تابش یک ذره β^-، به گوگرد تبدیل می شود.

$$^{32}_{16}P \rightarrow {}^{32}_{15}S + {}^{0}_{-1}e$$

در نوع دیگر واپاشی β، ذره گسیل شده تبدیل به یک نوترون و یک پوزیترون می شود.و پوزیترون هسته را ترک می کند.و لی چون جرم پروتون و نوترون تقریبا یکسان است، در این فرآیند، عدد جرمی تغییر نمی کند.

$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + {}_{+1}^{0}e$$ می شود.

به طور مثال عنصر تلوریم $^{124}_{52}Te$ حاصل واپاشی β^+ عنصر ید $^{124}_{53}I$ می باشد.

$$^{124}_{53}I \rightarrow {}^{124}_{52}Te + {}^{0}_{+1}e$$

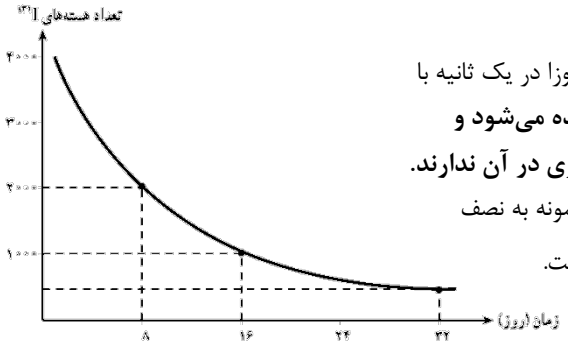
واپاشی γ:اغلب هسته ها پس از واپاشی α و β برانگیخته می شوند.و با گسیل پرتو γ به پایداری می رسند.در این واپاشی عدد اتمی و $_{Z}^{A}X^{*} \rightarrow {}_{Z}^{A}X + \gamma$ جرمی تغییر نمی کند.

در واقع پرتو γ یک پرتو الکترو مغناطیس است.در صورتی که α و β^- و β^+ ذره می باشند.

مثال۳۵: هسته‌ی $^{۲۳۹}U^{*}$ با گسیل یک ذره‌ی بتای منفی به کدام عنصر تبدیل می‌شوند؟

۱) رادیم ۲) باریم ۳) نپتونیم ۴) پلوتونیم

واپاشی پرتوزا و نیمه عمر



ایزوتوپ‌های پرتوزا با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند. احتمال واپاشی یک هسته پرتوزا در یک ثانیه با **ثابت واپاشی** λ مشخص می‌شود. λ **فقط تابع نوع هسته‌ای است که واپاشیده می‌شود و عامل‌های خارجی مثل دما، فشار، یا میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تاثیری در آن ندارند.**

نیمه عمر زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های پرتوزای موجود در یک نمونه به نصف برسد. در شکل نمودار واپاشی ایزوتوپ ^{۱۳۱}I با نیمه عمر **8** روز نشان داده شده است.

مثال: پس از گذشت **6** نیم عمر از یک عنصر رادیواکتیو چه کسری از ماده‌ی اولیه‌ی آن به‌صورت فعال باقی می‌ماند؟ (آزاد ریاضی- ۱۳۸۸)

۱) $\frac{۱}{۳۲}$ ۲) $\frac{۱}{۳۶}$ ۳) $\frac{۱}{۶۴}$ ۴) $\frac{۱}{۱۸}$

فصل سوم

شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری

خلاصهٔ نکات و مفاهیم اصلی

مواد سازنده آثار باستانی

شیمی دانشی است که به ما کمک می‌کند تا هوشمندانه از مواد در خلق آثاری هنرمندانه، زیبا و ماندگار بهره ببریم.

انسان از دیرباز مواد ضروری برای زندگی خود را از جای زمین تأمین کرده و برای رفع نیاز، آن‌ها را تغییر داده است.

مواد اولیه که در ساخت آثار به‌جای مانده از گذشتگان استفاده شده است، افزون بر فراوانی و در دسترس بودن باید واکنش‌پذیری کم، استحکام زیاد و پایداری مناسبی داشته باشند.

شیمی‌دان‌ها ابتدا نوع، مقدار، ساختار و رفتار مواد سازندهٔ آثار به‌جا مانده را بررسی کردند. سپس با بهره‌گیری از دانش شیمی توانستند به مواد جدیدتری دست یابند.

خاک رس

خاک رس مخلوطی از مواد گوناگون است. فرمول شیمیایی، نام، نوع جامد و درصد جرمی مواد سازندهٔ خاک رس استخراج شده از یک معدن طلا به‌صورت زیر است:

فرمول شیمیایی	SiO_2	Al_2O_3	H_2O	Na_2O	Fe_2O_3	MgO	Au و دیگر مواد
نام	سیلیس	آلومینیم اکسید	آب	سدیم اکسید	آهن (III) اکسید	منیزیم اکسید	طلا و دیگر مواد
نوع جامد	کووالانسی	یونی	مولکولی	یونی	یونی	یونی	فلزی
درصد جرمی	۴۶/۲۰	۳۷/۷۴	۱۳/۳۲	۱/۲۴	۰/۹۶	۰/۴۴	۰/۱

توجه مواد سازندهٔ این نوع از خاک رس را مخلوطی از اکسیدها در بر می‌گیرد.

در بین مواد سازندهٔ خاک رس بیشترین درصد فراوانی مربوط به سیلیس (SiO_2) و کمترین درصد فراوانی مربوط به طلا (Au) و دیگر مواد است:

مقایسهٔ درصد فراوانی مواد سازندهٔ خاک رس: $SiO_2 > Al_2O_3 > H_2O > Na_2O > Fe_2O_3 > MgO >$ Au و مواد دیگر

سرخ‌فام بودن خاک رس به دلیل وجود آهن (III) اکسید (Fe_2O_3) می‌باشد.

با حرارت دادن و پختن سفال‌های تهیه شده از این نوع رس (خاک رس معدن طلا)، جرم H_2O کاهش می‌یابد ولی جرم سایر مواد تغییری نمی‌کند (درصد جرمی آن‌ها بیشتر هم می‌شود).

درصد جرمی

درصد جرمی هر ماده در نمونه، گرم آن را در صد گرم نمونه نشان می‌دهد:

$$\text{درصد جرمی محلول‌ها} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰$$

$$\text{درصدجرمی} = \frac{\text{جرم مادهٔ مورد نظر}}{\text{جرم کل نمونه}} \times ۱۰۰$$

سیلیس، زیبا، سخت و ماندگار

سیلیسیم پس از اکسیژن فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ جامد زمین است، به‌طوری‌که ترکیب‌های گوناگون این دو عنصر بیش از ۹۰٪ پوستهٔ جامد زمین را تشکیل می‌دهند. ← سیلیس (SiO_2) فراوان‌ترین اکسید در این لایه از سیارهٔ ما به‌شمار می‌رود.

کوارتز از جمله نمونه‌های خالص و ماسه از جمله نمونه‌های ناخالص سیلیس است.

سیلیس افزون بر خاک‌های رس، یکی از سازنده‌های اصلی بسیاری از سنگ‌ها، صخره‌ها و نیز شن و ماسه است.

شبکهٔ بلوری سیلیس، ساختار منظمی از اتم‌های سیلیسیم و اکسیژن در سه بعد است. سیلیس، شامل شمار بسیار زیادی از اتم‌های Si و O با پیوندهای اشتراکی $Si-O-Si$ بوده و دارای ساختاری به‌هم پیوسته و غول‌آساست.

چند ویژگی سیلیس: ۱) در دما و فشار اتاق جامد است. ۲) سختی بالایی دارد. ۳) دیرگداز است. ۴) مقاومت گرمایی بالایی دارد. ۵) وجود این ماده باعث استحکام و ماندگاری سازه‌های سنگی و نقش کندهای روی آن‌ها شده است.

سیلیس به عنوان نماینده‌ای از جامدهای کووالانسی، در حالت خالص و تراش‌خورده، شفاف، زیبا و سخت است.

الماس و گرافیت

الماس	گرافیت
۱) الماس، جامدی کووالانسی است.	۱) گرافیت، جامدی کووالانسی است.
۲) یکی از دگرشکل‌های طبیعی کربن است.	۲) یکی از دگرشکل‌های طبیعی کربن است.
۳) الماس شبکه‌ای سه‌بعدی است.	۳) گرافیت شبکه‌ای دوبعدی و ساختاری لایه‌ای دارد.
۴) بسیار سخت و محکم است و ظاهری شفاف دارد.	۴) بسیار نرم و لغزنده است و ظاهری تیره دارد.
۵) الماس رسانایی الکتریکی نداشته و نارسانا است.	۵) گرافیت رسانای خوب جریان الکتریکی است.
۶) کاربرد: ساخت مته‌ها و ابزار برش شیشه و جواهرسازی	۶) کاربرد: استفاده در مغز مداد و الکترود
۷) نوع پیوند بین اتم‌ها: پیوند اشتراکی	۷) نوع پیوند بین اتم‌ها: پیوند اشتراکی

مقایسهٔ الماس و گرافیت

الماس > گرافیت :مقایسهٔ پایداری ⇒ گرافیت > الماس : مقایسهٔ سطح انرژی

گرافیت > الماس :مقایسهٔ انرژی پتانسیل ⇒ گرافیت > الماس : مقایسهٔ گرمای آزاد شده در واکنش سوختن

مقایسه چگالی: الماس ($۳/۵۱ g.cm^{-۳}$) < گرافیت ($۲/۲۷ g.cm^{-۳}$)

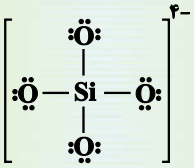
چند نکته در مورد کربن و سیلیسیم

کربن (C) و سیلیسیم (Si) هر دو متعلق به گروه ۱۴ جدول دوره‌ای بوده و در لایهٔ ظرفیت خود ۴ الکترون دارند.

C یک نافلز است که فقط به حالت گرافیت رسانایی الکتریکی باللایی دارد در حالی‌که Si شبه‌فلز است و رسانای الکتریکی کمی دارد.

Si سومین عنصر فراوان زمین و C سومین عنصر فراوان سیارهٔ مشتری است.

سیلیسیم، فسفر و گوگرد از جمله عنصرهای اکسیژن دوست هستند به‌طوری‌که در طبیعت به شکل نمک‌های اکسیژن‌دار یافت می‌شوند. یکی از یون‌های چنداتمی که سیلیسیم با اکسیژن تشکیل می‌دهد.



یون سیلیکات با فرمول SiO_4^{4-} است.

سیلیسیم کربید (SiC) یک جامد کووالانسی و ساینده ارزان است که در تهیهٔ سنباده به‌کار می‌رود.

نقطهٔ ذوب الماس بالاتر از نقطهٔ ذوب سیلیسیم است زیرا آنتالپی پیوند $C-C$ بیشتر از $Si-Si$ است.

سه جامد کووالانسی سیلیسیم (Si) و سیلیسیم کربید (SiC) و الماس ساختاری مشابه دارند و مقایسهٔ سختی آن‌ها به‌صورت زیر است:

مقایسهٔ سختی: $C(S, \text{الماس}) > SiC(s) > Si(s)$

مقایسهٔ نقطهٔ ذوب جامدهای کووالانسی الماس، سیلیسیم، سیلیسیم کربید و سیلیس به‌صورت زیر است:

مقایسهٔ نقطهٔ ذوب: الماس > سیلیسیم کربید > سیلیس > سیلیسیم

گرافن، گونه‌ای به ضخامت یک اتم کربن

گرافن، تک‌لایه‌ای از گرافیت است.

در گرافن اتم‌های کربن با پیوندهای اشتراکی حلقه‌های شش‌گوشه تشکیل داده‌اند.

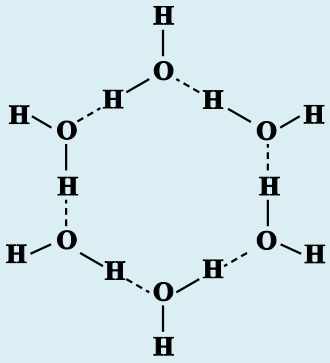
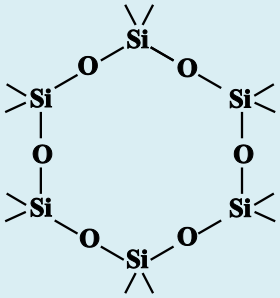
ساختار گرافن استحکام ویژه‌ای دارد به‌طوری‌که مقاومت کششی آن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.

از آن‌جا که ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است می‌توان آن را یک گونهٔ شیمیایی دوبعدی دانست.

گرافن شفاف و انعطاف‌پذیر است. (برخلاف گرافیت)

یک روش ساده برای تهیهٔ گرافن جدا کردن لایه‌های گرافیت با استفاده از نوار چسب است.

مقایسهٔ یخ و سیلیس

یخ $(H_2O(s))$	سیلیس $(SiO_2(s))$
۱) خالص، شفاف و سخت است.	۱) خالص، شفاف و سخت است.
۲) دارای آرایش منظم و سه‌بعدی با تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه‌ای.	۲) دارای آرایش منظم و سه‌بعدی با تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه‌ای
۳) یخ، جامد مولکولی است.	۳) سیلیس، جامد کووالانسی است.
۴) یخ نقطهٔ ذوب پایینی دارد و زودگذر است.	۴) سیلیس نقطهٔ ذوب بالایی دارد و دیرگداز است.
یخ $(H_2O(s))$	سیلی $(SiO_2(s))$
۵) دارای پیوند اشتراکی بین اتم‌ها و پیوند هیدروژنی بین مولکول‌ها.  **توجه:** در رأس شش‌ضلعی‌ها اتم اکسیژن قرار دارد.	۵) فقط دارای پیوند اشتراکی بین اتم‌ها.  **توجه:** در رأس شش‌ضلعی‌ها اتم سیلسیم قرار دارد.
۶) هر ضلع این شش‌ضلعی از یک پیوند اشتراکی $O-H$ و یک پیوند هیدروژنی $O\ldots H$ تشکیل شده است.	۶) هر ضلع شش‌ضلعی از دو پیوند اشتراکی $(Si-O-Si)$ $Si-O$ تشکیل شده است.

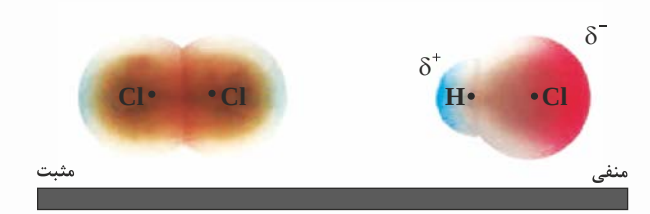
مقایسهٔ جامدهای کووالانسی و مواد مولکولی

مواد مولکولی	جامدهای کووالانسی
۱) شمار معینی اتم با پیوند(های) اشتراکی به‌هم متصل شده و مولکول‌ها را می‌سازند.	۱) در ساختار یک جامد کووالانسی، شمار بسیار زیادی اتم با پیوندهای اشتراکی به یکدیگر متصل شده‌اند.
۲) مولکول‌ها، واحدهای سازندهٔ مواد مولکولی هستند.	۲) در ساختار جامدهای کووالانسی مولکول‌های مجزا و مستقل نداریم. اتم‌ها، واحدهای سازندهٔ جامدهای کووالانسی هستند.
۳) در مواد مولکولی نیروهای بین مولکولی هستند.	۳) جامدهای کووالانسی نیروی بین مولکولی ندارند، چون مولکول ندارند.
۴) رفتار فیزیکی مواد مولکولی (آنتالپی تبخیر و نقطهٔ‌ذوب و جوش و ...) به نوع و قدرت نیروهای بین مولکولی بستگی دارد.	۴) برای تبدیل جامدهای کووالانسی به حالت مایع و بخار باید بر پیوندهای اشتراکی بین اتم‌ها غلبه کرد.
توجه: رفتار شیمیایی ناپیوندی به‌طور عمده به پیوندهای اشتراکی و جفت‌الکترون‌های ناپیوندی موجود در مولکول وابسته است.	۵) اغلب جامدهای کووالانسی سخت و شکننده هستند. (به‌جز گرافیت)
۵) اغلب مواد مولکولی سخت و شکننده نیستند.	۶) جامدهای کووالانسی رسانای جریان برق نیستند (به‌جز گرافیت و سیلیسیم)
۶) جامدهای مولکولی رسانای جریان برق نیستند.	۷) نقطهٔ ذوب جامدهای کووالانسی بالا است.
۷) نقطهٔ ذوب اغلب مواد مولکولی پایین است.	۸) عنصرهایی که جزء مواد کووالانسی بالا است.
۸) عنصرهایی که جزء مواد مولکولی هستند.	از گروه ۱۴ (Ge, Si, C)+ از گروه ۱۳ بور (B) + از گروه ۱۵ آرسنیک (As)
اکسیژن (O_2) + هیدروژن (H_2) + نیتروژن (N_2)+ عنصرهای گروه ۱۷	۹) تنوع و شمار جامدهای کووالانسی کمتر از مواد مولکولی است.
۹) ترکیب‌هایی که در دما و فشار اتاق به حالت مایع هستند جزء مواد مولکولی به‌شمار می‌روند.	

نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی

شیمی‌دان برای نمایش توزیع الکترون‌ها و بررسی تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازندهٔ یک‌گونهٔ شیمیایی از نقشهٔ پتانسیل الکتریکی استفاده می‌کنند.

نمونه‌ای از نقشهٔ پتانسیل الکترواستاتیکی در مولکول‌های دواتمی:



آ) احتمال حضور جفت‌الکترون پیوندی پیرامون هستهٔ اتم کلر بیشتر بوده زیرا خاصیت نافلزی آن بیشتر است. از این رو احتمال حضور الکترون‌های پیوندی روی هسته‌ها، یکسان و متقارن نیست.

ب) احتمال حضور جفت‌الکترون پیوندی در فضای بین دو هسته بیشتر است، گویی بیشتر وقت خود را آنجا می‌گذارند، از این رو احتمال حضور آن‌ها روی هسته، یکسان و متقارن است.

توجه کنید که رنگ سرخ تراکم بیشتر و رنگ آبی تراکم کمتر بار الکتریکی را نشان می‌دهد.

پیوند بین دو اتم غیر یکسان را می‌توان با یک بردار که نوک‌بردار در جهت اتمی با بار جزئی منفی (δ^-) است.

$\overset{\delta^+\ \delta^-}{H-Cl}\longrightarrow$

مولکول‌های قطبی و ناقطبی

مولکول‌های قطبی

۱) در این مولکول‌ها توزیع الکترون‌ها یکنواخت نبوده و تراکم بار الکتریکی روی اتم‌های سازندهٔ مولکول یکسان نیست.

۲) به اتمی که تراکم بار الکتریکی روی آن بیشتر است، بار جزئی منفی (δ^-) و به دیگری بار جزئی مثبت (δ^+) نسبت می‌دهند.

۳) به دلیل داشت دو سر مثبت و منفی، هنگام قرار گرفتن در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کنند.

۴) بدیهی است چنین مولکول‌هایی گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر از صفر دارند.

۵) مولکول‌های دواتمی ناجور هسته (مولکول‌هایی که دو اتم متفاوت دارند) قطبی هستند.

مولکول‌های ناقطبی

۱) در این مولکول‌ها الکترون‌ها به‌طور یکنواخت و متقارن توزیع شده‌اند.

۲) فاقد سرهای مثبت و منفی هستند.

۳) در صورت قرار گرفتن در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند.

۴) به عبارت دیگر گشتاور دوقطبی آن‌ها برابر صفر می‌باشد.

۵) مولکول‌های دواتمی ناجور هسته (مولکول‌هایی که دو اتم متفاوت دارند) ناقطبی هستند.

بررسی قطبی بودن مولکول با توجه به ساختار لوویس

شرط قطبی بودن مولکول‌ها

۱) مولکول‌های دواتمی: اگر دو اتم به‌هم یکسان نباشند. (مولکول‌های دواتمی ناجور هسته) قطبی هستند، مانند: HF

۲) مولکول‌های چنداتمی: اگر یکی از دو شرط زیر را دارا باشد قطبی هستند:

الف) اتم مرکزی دارای جفت‌الکترون ناپیوندی باشد، مانند: HF_3، SO_2، H_2O، O_3 و ...

ب) اتم‌های پیرامون اتم مرکزی متفاوت باشند، مانند: $CHCl_3$، HCN و N_2O

۳) همهٔ مولکول‌هایی که از یک نوه اتم تشکیل شده باشند الزاماً ناقطبی نیستند، مانند: O_3

۴) تمام مولکول‌هایی که شکل خمیده دارند قطبی هستند. مانند: SO_2 و H_2O

توجه: در شکل‌های خمیده، اتم مرکزی به دو اتم دیگر متصل شده و دارای یک یا دو جفت الکترون ناپیوندی است.

۵) مولکول‌های دی‌متیل‌اتر (CH_3-O-CH_3) و کربونیل سولفید (SCO) و کلروفرم $(CHCl_3)$ قطبی است.

شرط ناقطبی بودن مولکول

۱) مولکول‌های دواتمی: اگر دو اتم متصل به‌هم یکسان باشند. (مولکول‌های دواتمی جور هسته) ناقطبی هستند. مانند: F_2، H_2 ...

۲) اتم مرکزی فاقد جفت‌الکترون ناپیوندی بوده و با پیوندهای اشتراکی به اتم‌های یکسانی متصل باشد مانند: CH_4، SO_3، CO_2 و CCl_4

۳) مولکول‌های خطی (مولکول‌هایی که اتم مرکزی فاقد جفت ناپیوندی است و به دو اتم دیگر متصل شده است.)

می‌توانند قطبی یا ناقطبی باشند. مثلاً HCN و CO_2 هر دو خطی هستند، HCN قطبی و CO_2 ناقطبی است.

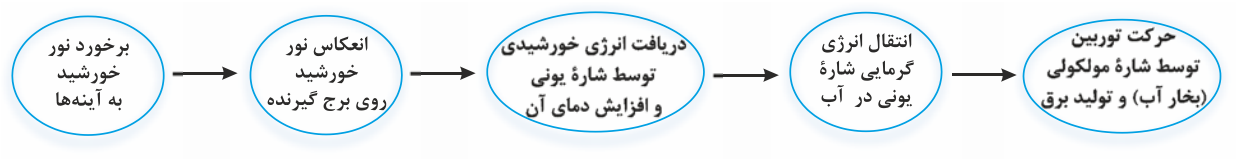
۴) تمام هیدروکربن‌ها (آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها) ناقطبی هستند. مثلاً، متان و اتین

هنرنمایی شاره (سیال)های مولکولی و یونی برای تولید برق

خورشید منبعی تجدیدپذیر است که انرژی خود را با پرتوهای الکترومغناطیسی به‌سوی ما گسیل می‌دهد.

بهره‌گیری بیشتر از این انرژی پاک، کاهش ردپای زیست‌محیطی را به دنبال خواهد داشت ← دانشمندان برای استفاده بهینه از انرژی خدادای و رایگان خورشید به دنبال فناوری‌هایی هستند که بتوانند بخشی از آن را ذخیره نموده و به شکل انرژی الکتریکی وارد چرخهٔ مصرف نمایند.

در فناوری پیشرفته برای تولید انرژی الکتریکی از پرتوهای خورشیدی با متمرکز شدن پرتوهای خورشیدی دمای شاره افزایش پیدا کرده و این شاره بسیار داغ به منبع ذخیره انرژی گرمایی سرازیر می‌شود تا حتی در روزهای ابری و شب‌هنگام، انرژی لازم برای تبدیل آب به بخار داغ را فراهم کند. بخار داغ، توربین را برای تولید انرژی الکتریکی به حرکت در می‌آورد.



در این فناوری از ماده‌ای به عنوان شاره استفاده می‌شود که تفاوت بین نقطهٔ ذوب و جوش آن بیشتر باشد ← شاره در گسترهٔ دمای بیشتری به حالت مایع بوده و نیروهای جاذبهٔ میان ذره‌های سازندهٔ مایع قوی‌تر باشد.

در ضمن بین NaCl ، HF و N_2 از NaCl به عنوان شاره استفاده می‌شود زیرا اختلاف بین نقطهٔ ذوب و جوش آن بیشتر است.

شاره یونی (سدیم کلرید) به عنوان منبع ذخیره انرژی گرمایی عمل می‌کند در حالی‌که شارهٔ مولکولی (بخار آب) برای به حرکت درآوردن توربیت مولد الکتریکی به‌کار می‌رود.

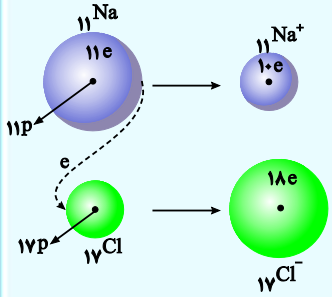
گسترهٔ دمایی سدیم کلرید مذاب در این فناوری در حدود $850-1350^\circ C$ است، گسترهٔ دمایی که برای مولد مولکولی نمی‌توان انتظار داشت!

تشکیل ترکیب یونی

هر ترکیب یونی دوتایی (مانند NaCl) را می‌توان فراوردهٔ واکنش یک فلز با یک نافلز دانست.

در واکنش‌هایی که منجر به تشکیل ترکیب یونی می‌شوند، اتم‌ها با یکدیگر الکترون داد و ستد می‌کنند به این‌صورت که اتم‌های فلز با از دست دادن الکترون و اتم‌های نافلز با به‌دست آوردن الکترون به ترتیب به کاتیون‌ها و آنیون‌ها تبدیل می‌شوند.

در تشکیل ترکیب‌های یونی اتم‌های فلز با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب دورهٔ قبل از خود می‌رسند:



$$_{11}Na:[_{10}Ne]3s^1 \xrightarrow{Na\ \text{یک الکترون از دست می‌دهد.}} {}_{11}Na^+:[_{10}Ne]$$

اتم‌های نافلز با گرفتن الکترون به آرایش گاز نجیب هم‌دورهٔ خود می‌رسند:

$$_{17}Cl:[_{10}Ne]3s^2 3p^5 \xrightarrow{Cl\ \text{یک الکترون می‌گیرد.}}$$

$$_{17}Cl^-:[_{10}Ne]\underbrace{3s^2 3p^6}_{\text{لایهٔ آخر هشت‌تایی}}=[_{18}Ar]$$

از واکنش فلز سدیم با گاز کلر، جامد یونی سفیدرنگی برجای می‌ماند که همان نمک خوراکی است. نور و گرمای آزاد شده در این واکنش نشان می‌دهد که بسیار گرماده است.

پس از تشکیل ترکیب‌های یونی، یون‌های تشکیل شده نسبت به عناصر اولیه، پایدارتر بوده و سطح انرژی پایین‌تری دارند.

عناصر واسطه با تشکیل کاتیون اغلب به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند و فقط تعداد کمی از آنها مانند اسکاندیم و عنصرهای هم‌گروه آن با از دست دادن الکترون به آرایش گاز نجیب دورهٔ قبل از خود می‌رسند.

$$_{n}Sc:[_{18}Ar]3d^1 4s^2 \rightarrow {}_{21}Sc^{3+}:[_{18}Ar]$$

شبکهٔ بلوری

واژهٔ شبکهٔ بلوری برای توصیف آرایش سه‌بعدی و منظم اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در حالت جامد به‌کار می‌رود.

پس از داد و ستد الکترون و تشکیل یون‌ها، میان یون‌های ناهم‌نام، نیروی جاذبه و میان یون‌های هم‌نام، نیروی دافعه پدید می‌آید.

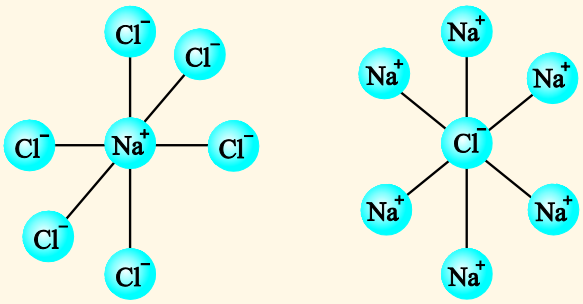
نیروهای جاذبه و دافعه به‌شمار معینی از یون‌ها محدود نمی‌شود بلکه میان همهٔ یون‌ها و در فاصله‌های گوناگون وارد می‌شود.

وجود جامدهای یونی در طبیعت نشان می‌دهد که نیروهای جاذبه میان یون‌های ناهم‌نام بر نیروهای دافعهٔ میان یون‌های هم‌نام غالب است.

غالب بودن جاذبه بر دافعه سبب می‌شود که بسیار زیادی یون به‌سوی یکدیگر کشیده شوند، چنین روندی، دلیل پدیـد آمـدن آرایش منظمی از یون‌ها در سه بعد و تشکیل شبکهٔ بلوری جامد یونی است.

به شمار نزدیک‌ترین یون‌های ناهم‌نام پیرامون هر یون، عدد کوئوردیناسیون می‌گویند.

* عدد کوئوردیناسیون یون‌های مثبت و منفی در بلور سدیم کلرید با یکدیگر مساوی و برابر ۶ است.



فرمول شیمیایی هر ترکیب یونی ساده‌ترین نسبت کاتیون‌ها و آنیون‌های سازندهٔ آن را نشان می‌دهد.

به‌کار بردن واژه‌هایی مانند مولکول و فرمول مولکولی برای توصیف ترکیب‌های یونی درست نیست.

هرچند مجموع بار آنیون‌ها با مجموع بار کاتیون‌ها در یک شبکهٔ بلوری برابر و شبکهٔ بلوری خنثی است، اما لزومی ندارد که حتماً شمار آنیون‌ها با شمار کاتیون‌ها برابر باشد: $Al_2O_3 : 2Al^{3+} , 3O^{2-}$

شعاع یونی

هنگامی‌که اتم یک فلز الکترون از دست می‌دهد و تبدیل به کاتیون می‌شود، جاذبهٔ هسته بر روی الکترون‌های باقی‌مانده بیشتر می‌شود و در نتیجه شعاع آن کاهش می‌یابد.

شعاع اتمی فلز > شعاع کاتیون آن

هنگامی‌که اتم یک نافلز الکترون می‌گیرد و تبدیل به آنیون می‌شود، جاذبهٔ هسته بر روی الکتروکن‌های ظرفیتی کمتر می‌شود و در نتیجه شعاع آن افزایش می‌یابد.

شعاع اتمی نافلز > شعاع آنیون آن

در هر گروه از بالا به پایین شعاع یونی نیز مانند شعاع اتمی افزایش می‌یابد.

در میان یون‌های هم‌الکترون هرچه بار یون مثبت‌تر باشد، شعاع یونی کوچک‌تر و هرچه بار یون منفی‌تـر باشـد، شـعاع یـونی بزرگ‌تر است.

مقایسهٔ شعاع یونی: $N^{3-} > O^{2-} > F^- > Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$

چگالی بار یون‌ها

کمیتی است که می‌تواند برای مقایسهٔ میزان برهم‌کنش میان یون‌ها به‌کار رود.

چگالی بار یون هم‌ارز است با:

چگالی بار یون ← $\frac{\text{مقدار بار یون}}{\text{شعاع یون}}$ یا $\frac{\text{بار خالص یون}}{\text{حجم یون}}$

در هر گروه از بالا به پایین چگالی بار یون کاهش می‌یابد زیرا:

۱) مقدار بار یون‌ها برابر است.

۲) شعاع یون‌ها افزایش می‌یابد.

هرچه چگالی بار آنیون و چگالی بار کاتیون بیشتر باشد:

نیروی جاذبهٔ میان یون‌ها بیشتر ← استحکام و پایداری شبکه بیشتر ← فروپاشی شبکه و جدا کردن کامل یون‌ها دشوارتر

دو مقایسهٔ مهم دربارهٔ چگالی بار یون‌ها:

$\underbrace{Mg^{2+} > Ca^{2+}}_{\text{گروه دوم}} > \underbrace{Na^{+} > K^{+}}_{\text{گروه اول}}$

$O^{2-} > S^{2-} > F^{-} > Cl^{-}$

آنتالپی فروپاشی شبکه

آنتالپی فروپاشی شبکه ($\Delta H_{\text{فروپاشی}}$): گرمای مصرف شده در فشار ثابت، برای فروپاشی یک مول از شبکهٔ یونی و تبدیل آن به یون‌های گازی سازندهٔ آن. بنابراین $\Delta H_{\text{فروپاشی}}$ همواره عددی مثبت است.

$NaCl(s) + ۷۸۷kJ \rightarrow Na^{+}(g) + Cl^{-}(g)\ ,\ \Delta H_{\text{فروپاشی}}(NaCl(s)) = ۷۸۷kJ.mol^{-۱}$

مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکه بدون استفاده از چگالی بار:

۱) با بار کاتیون و آنیون سازندهٔ شبکه رابطهٔ مستقیم دارد. (هرچه بار بیشتر ⇐ آنتالپی فروپاشی بیشتر)

مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکه: $MgO > MgF_{۲}$

۲) هرچه حاصل (بار کاتیون × بار آنیون × تعداد یون در یک واحد فرمولی) $A =$ بیشتر باشد، آنتالپی فروپاشی بیشتر است.

مقایسهٔ آنتالپی فروپاشی شبکه: $AlF_{۳} > MgO$

۳) با شعاع آنیون و کاتیون سازندهٔ شبکه رابطه عکس دارد.

مقایسهٔ انرژی فروپاشی شبکه: $LiF > NaF > KF > RbF > CsF$

مقایسهٔ انرژی فروپاشی هالیدهای یک فلز قلیایی: $NaF > NaCl > NaBr > NaI$

← هرچه چگالی بار یون‌های سازندهٔ یک جامد یونی بیشتر باشد، شبکهٔ آن دشوارتر فروپاشیده می‌شود و نیروی جاذبهٔ میان آنها قوی‌تر است.

اغلب هرچه آنتالپی فروپاشی شبکه یک ترکیب یونی بیشتر باشد، نقطهٔ ذوب آن نیز بالاتر است؛ بنابراین برای مقایسهٔ نقطهٔ ذوب ترکیب‌های یونی، باید آنتالپی فروپاشی شبکهٔ آنها را مقایسه کرد.

ترکیب‌های یونی رسانا یا نارسانا

ترکیب‌های یونی در حالت جامد (S) رسانای جریان برق نیستند:

ترکیب‌های یونی در حالت جامد ← یون‌ها ثابت‌اندو تقریباً بی‌حرکت ← نارسانا هستند

ترکیب‌های یونی در حالت مذاب (I) یا محلول (aq) رسانای جریان برق هستند.

ترکیب‌های یونی در حالت مذاب و محلولی ← یون‌ها آزادانه حرکت می‌کنند. ← رسانا هستند

عبور جریان برق از ترکیب‌های یونی ضمن انجام یک واکنش شیمیایی باعث تجزیهٔ آن‌ها می‌شود.

$$2NaCl \xrightarrow{\text{عبور جریان برق}} 2Na(l) + Cl_2(g)$$

ترکیب‌های یونی سخت و شکننده هستند و خاصیت چکش‌خواری ندارند:

وارد کردن ضربه به ترکیب یونی ← جابه‌جایی یون‌ها و قرار گرفتن یون‌های هم‌نام کنار هم ← ایجاد دافعهٔ شدید و به‌هم ریختن شبکهٔ بلور ← ترکیب‌های یونی شکننده بوده و چکش‌خوار نیستند.

فلزها عنصرهایی شکل‌پذیر با جلایی زیبا

پس از دورهٔ سنگی، در دورهٔ برنز و سپس آهن، جوامع دچار دگرگونی و رشد چشمگیری شدند و این خود نشان از جایگاه برجستهٔ فلزها در تمدن بشری دارد.

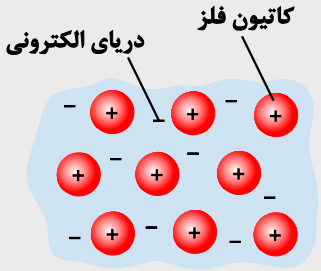
فلزها هنوز هم کلید رشد، گسترش و ارتقای کیفیت زندگی به‌شمار می‌روند.

فلزها بخش عمدهٔ عنصرهای جدول دوره‌ای را تشکیل می‌دهند و در چهار دستهٔ d,p,s و f جای دارند اما رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متنوعی دارند:

رفتار فیزیکی: داشتن جلا، رسانایی الکتریکی، رسانای گرمایی و شکل‌پذیری

رفتارهای شیمیایی: واکنش‌پذیری و تنوع اعداد اکسایش

مدل دریای الکترونی یک الگوی ساده از شبکهٔ بلوری فلزها را نشان می‌دهد و برای توجیه برخی رفتارهای فیزیکی آنها (مانند رسانایی الکتریکی و چکش‌خواری) ارائه شده است.



براساس مدل دریای الکترونی، ساختار فلزها آرایش منظمی از کاتیون‌ها در سه‌بعد است که در فضای میان آن‌ها سست‌ترین الکترون‌های موجود در اتم (الکترون‌های ظرفیت) دریایی را ساخته‌اند و در آن آزادانه جابه‌جا می‌شوند.

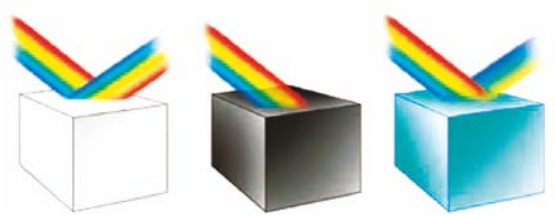
دریای الکترونی عاملی است که چیدمان کاتیون‌ها را در شبکهٔ بلوری فلز حفظ می‌کند.

رنگ، نماد زیبایی

احساس و درک رنگ به دلیل نورهایی است که از محیط پیرامون به چشم می‌رسد ← این نورها همان پرتوهای الکترومغناطیسی بوده که طول موج آنها در گسترهٔ ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm است.

اگر یک نمونهٔ ماده همهٔ طول موج‌های مرئی را بازتاب کند، به رنگ سفید و اگر همهٔ آنها را جذب کند، به رنگ سیاه دیده می‌شود.

← مواد رنگی بخشی از نور سفید تابیده شده را جذب و باقی‌ماندهٔ آن را عبور می‌دهند یا بازتاب می‌کنند.



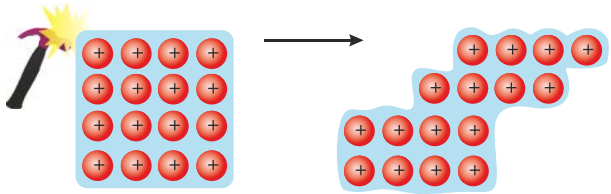
سازندهٔ اصلی یک مادهٔ رنگی که به آن رنگ می‌بخشد، رنگ‌دانه نام دارد، برای نمونه TiO_2 و Fe_4O_3 ودوده از جمله رنگ‌دانه‌های معدنی هستند که به ترتیب رنگ‌های سفید، قرمز و سیاه ایجاد می‌کنند.

رنگ‌هایی که برای پوشش سطح استفاده می‌شوند، نوعی کلوئید هستند که لایهٔ نازکی روی سطح ایجاد می‌کنند تا افزودن بر زیبایی، مانع خوردگی در برابر اکسیژن، رطوبت و مواد شیمیایی گردد.

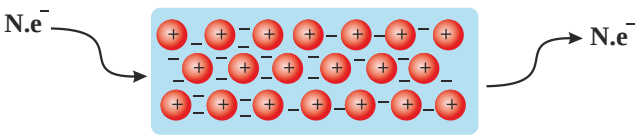
محلول نمک‌های وانادیم (V)، وانادیم (IV)، وانادیم (III) به ترتیب به رنگ‌های زرد، آبی، سبز و بنفش دیده می‌شوند.

فلزها، چکش‌خوارهای رسانای برق

فلزها خاصیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری دارند، زیرا در اثر وارد کردن ضربه به آنها لایه‌ای از کاتیون‌ها روی هم می‌لغزند اما دریای الکترونی هم جابه‌جا شده و دوباره در فضای بین کاتیون‌ها قرار می‌گیرد.



فلزها در تمام حالت‌ها (حالت جامد و حالت مذاب) رسانایی الکتریکی دارند، در واقع به دلیل جابه‌جایی آزادانهٔ الکترون‌ها در دریای الکترونی، الکترون‌ها می‌توانند از یک منبع مثلاً باتری وارد فلز شده و برای حفظ تعادل بین دریای الکترونی و کاتیون‌ها، در شبکه باقی نمانده و خارج شوند. این جاری شدن الکترون موجب رسانایی می‌شود.



تیتانیم فلزی فراتر از انتظار

هر فلز بر رفتارهای مشترک با سایر فلزها، رفتارهای ویژهٔ خود را نیز دارد ← فلزهای دستهٔ d همانند فلزهای دستهٔ s و p، دارای ویژگی‌هایی مانند جلا، رسانایی الکتریکی، رسانایی گرمایی و نیز شکل‌پذیری هستند. اما در ویژگی‌هایی مانند سختی، نقطهٔ ذوب و تنوع اعداد اکسایش با آنها تفاوت دارند.

تیتانیم ($_{22}Ti$) با ویژگی‌های باورنکردنی، فلزی فراتر از انتظار است، این فلز بسیار سبک بوده و دارای نقطهٔ ذوب بالایی می‌باشد.

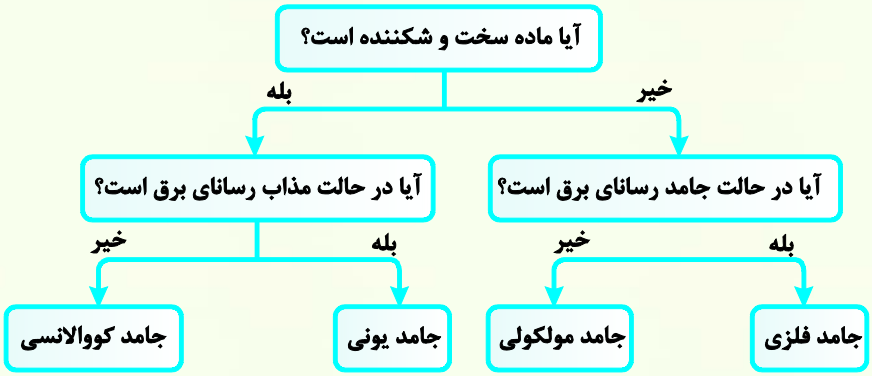
همچنین فلز تیتانیم در برابر خوردگی و سایش نیز مقاوم است و با ذره‌های موجود در آب دریا به میزان ناچیزی واکنش می‌دهد. به همین دلیل در ساخت اجزای موتور جت، پروانه کشتی اقیانوس‌پیما و پوشش بیرونی موزهٔ گوگنهایم از آن استفاده شده است.

تیتانیم به شکل آلیاژهای گوناگون نیز کاربرد گسترده‌ای در صنعت دارد ← نیتینول آلیاژی از Ti و Ni بوده که به آلیاژ هوشمند معروف است. این آلیاژ در ساخت فراورده‌های صنعتی و پزشکی مانند: سازهٔ فلزی در ارتودنسی، استنت برای رگ‌ها و قاب عینک به‌کار می‌رود.

روش تشخیص انواع جامدهای بلوری

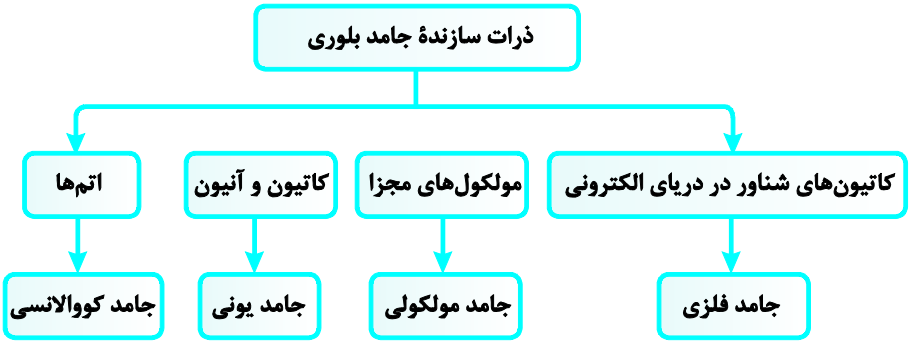
۱) جامدهای یونی و جامدهای کووالانسی برخلاف جامدهای فلزی و مولکولی سخت و شکننده هستند.

۲) جامدهای فلزی و یونی برخلاف جامدهای مولکولی و کووالانسی رسانای جریان برق هستند.



مقایسهٔ ساختار ذره‌ای انوع جامدهای بلوری

ذره‌های سازندهٔ انواع جامدهای بلوری با هم متفاوت است، با دانستن نوع ذرات سازندهٔ یک جامد می‌توان به نوع جامد پی برد.



هر چهار جامد بلوری در یک نگاه

	جامد فلزی	جامد مولکولی	جامد یونی	جامد کووالانسی
ذره‌های سازندهٔ بلور	کاتیون‌ها + دریای الکترونی	مولکول‌های مجزا	کاتیون‌ها + آنیون‌ها	اتم‌ها
رسانایی الکتریکی	همواره رسانا	نارسانا	نارسانا (به‌جزء در حالت مذاب + محلول)	نارسانا (گرافیت رسانا است.)
دمای ذوب نسبی	اغلب بالا	پایین	بالا	خیلی بالا
سختی	برخی نرم و اغلب سخت	اغلب نرم (یخ سخت است.)	سخت و شکننده	بسیار سخت
مثال‌های مهم	تمام فلزهای جدول دوره‌ای (Sb، Na، Mg، Al، Fe، Sn و ...)	۱) ید ($I_2(s)$) ۲) یخ ($H_2O(s)$) ۳) اتانول (C_2H_5OH) ۴) فسفر سفید ($P_4(s)$) ۵) یخ خشک ($CO_2(s)$)	۱) اسیدهای فلزی (Na_2O و MgO) ۲) هیدرید فلزی ($NaOH$ و CaH_2) ۳) Al_2O_3 و AlF_3 ۴) فلز + نافلز (به‌جز B و Be) ۵) سدیم سیلیکات (Na_4SiO_4)	۱) الماس و گرافیت ۲) سیلیسیم (Si) ۳) سیلیس (SiO_2) ۴) سیلیسیم کربید (SiC)

فصل چهارم

شیمی، راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر

خلاصهٔ نکات و مفاهیم اصلی

نقش دانش شیمی در برطرف کردن چالش‌های زندگی

۱) رشد و پیشرفت هر جامعه تنها در سایهٔ تلاش هدفمند و آگاهانه افراد خبره دست‌یافتنی است.

۲) از جمله پیامدهای رشد و پیشرفت جامعه می‌توان دسترسی آسان و ارزان‌تر به فناوری نو را نام برد. چند نمونه از فناوری‌هایی که در آن‌ها دانش شیمی همراه با انگیزه و تلاش راهی به‌سوی آینده‌ای روشن‌تر را رقم می‌زند عبارتند از:

الف) بهره‌گیری از مبدل کاتالیستی در خودرو

ب) بهره‌گیری از کود شیمیایی سبز

پ) تبدیل مواد شیمیایی خام به مواد ارزشمند

۳) مجموعهٔ تلاش‌های انسان برای حل مشکلات و چالش‌هایی که با آن‌ها روبه‌رو بوده است، در گذر زمان منجر به تولید و انباشت دانش و فناوری شده است. یکی از آن‌ها دانش شیمی و فناوری‌های آن است. برخی از دستاوردهای مهم شیمی برای رسیدن به زندگی مدرن امروزی عبارتند از:

۱- فناوری تصفیهٔ آب ۲- فناوری تولید پلاستیک ۳- فناوری شناسایی و تولید مواد بی‌حس‌کننده و آنتی‌بیوتیک ۴- فناوری شناسایی و تولید کودهای مناسب ۵- فناوری تولید بنزین ۶- فناوری تولید مبدل‌های کاتالیستی ۷- گسترش فناوری‌های صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیک

۴) پیش‌بینی می‌شود که انسان در آینده چالش‌های تازه و حیاتی پیش رو داشته باشد و بدیهی است که برطرف کردن هریک از آن‌ها به دانش و فناوری‌های پیشرفته‌تری نیاز خواهد داشت. با توجه به کارآمدی علوم تجربی بسیاری بر این باورند که این علوم و از جمله دانش شیمی می‌توانند آیندهٔ روشنی را برای جهان رقم بزنند.

استفادهٔ بهینه و درست از دانش و فناوری، آسایش و رفاه را در زندگی تأمین می‌کند. اما استفادهٔ نادرست از آن، آثار مخرب‌تر و زیان‌بارتری به دنبال خواهد داشت.

به دنبال هوای پاک

۱) داشتن هوای پاک یکی از چالش‌های مهم و اساسی در جهان امروز می‌باشد زیرا هوای آلوده نفس کشیدن را دشوار و مشکلات تنفسی زیادی را ایجاد می‌کند.

۲) هوای خشک و پاک مخلوطی از گازهای گوناگون است که به‌طور یکنواخت در هواکره پخش شده‌اند.

۳) هوای آلوده شامل گازهای گوناگونی مانند CO، NO، SO_2، O_3، NO_2، ذره‌های معلق و مواد آلی فرار است.

۴) به دلیل وجود آلاینده‌ها هوای آلوده آسیب‌هایی را برای جامعه به همراه خواهد داشت که عبارتند از:

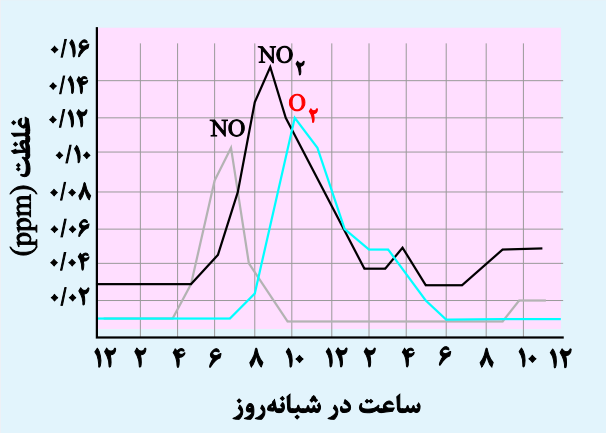
الف) داشتن بوی بد

ب) زشت کردن چهرهٔ شهر

پ) سرعت بخشیدن به فرسودگی ساختمان‌ها و پوسیدگی خودروها

ت) ایجاد و تشدید بیماری‌های تنفسی از جمله برونشیت، آسم، سرطان ریه و حتی مرگ

آلاینده‌های NO، NO_2 و O_3



۱) مقدار این آلاینده‌ها در ساعات ابتدایی روز به دلیل افزایش ناگهانی تعداد خودروهای در حال تردد به بیشترین حد خود می‌رسد.

۲) گاز NO در هوای آلوده با گاز اکسیژن واکنش داده و به گاز NO_2 که قهوه‌ای‌رنگ است تبدیل می‌شود:

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

۳) اوزون تروپوسفری آلاینده‌ای سمی و خطرناک است که از واکنش میان گازهای NO_2 و O_2 تولید می‌شود:

$$NO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{نور خورشید}} NO(g) + O_3(g)$$

۴) در ساعاتی از روز با کاهش مقدار گاز NO_2، مقدار گاز O_3 رو به افزایش است زیرا طی واکنش بالا، نور خورشید موجب می‌شود NO_2 مصرف شده و گاز اوزون (O_3) تولید شود.

آلاینده‌های خودرو

۱) آلاینده‌های موجود در خروجی اگزوز خودروها عبارتند از: CO، SO_2، NO و C_xH_y

۲) چگونگی تشکیل آلاینده‌ها در خودرو

۱) تولید CO: اگر در سوختن هیدروکربن‌ها غلظت گاز اکسیژن موجود کافی باشد (سوختن کامل) گاز CO_2 تولید می‌گردد و اگر غلظت گاز اکسیژن موجود کافی نباشد (سوختن ناقص)، گاز CO یا دوده (C) تولید می‌شود.

۲) تولید SO_2: در سوخت‌های فسیلی که با کیفیت پایین مقداری گوگرد وجود دارد که با سوزاندن این سوخت‌ها در نیروگاه‌ها و خودروها گوگرد موجود در آن‌ها سوخته و تبدیل به گاز SO_2 می‌شود:

$$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$$

۳) تولید NO: گاز نیتروژن درون موتور خودروها در دمای بالا با گاز اکسیژن واکنش داده و به گاز NO یا NO_2 تبدیل می‌شود:

$$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$$

۴) تولید هیدروکربن‌ها (C_xH_y): مقداری از هیدروکربن‌های گازی‌شکل بدون این‌که بسوزند از اگزوز خودروها خارج شده و وارد هواکره می‌شوند.

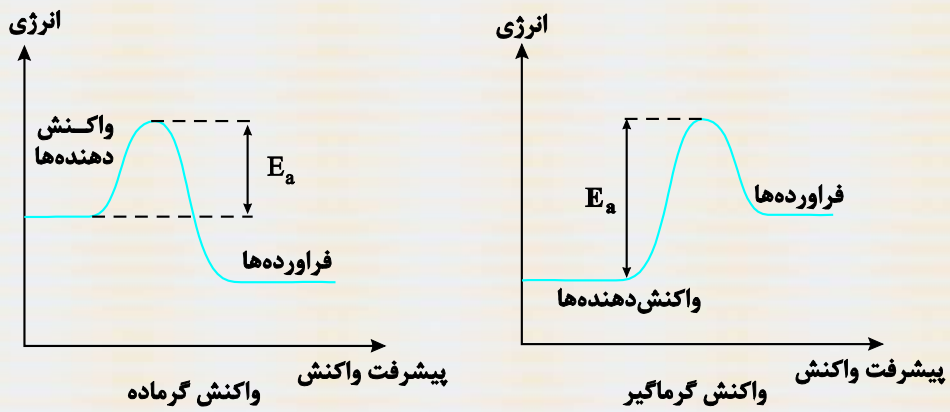
انرژی فعالسازی در واکنش‌های شیمیایی

۱) آشنایی با واکنش‌های شیمیایی و رفتار آلاینده‌ها، انرژی فعالسازی و نقش کاتالیزگر در واکنش‌های شیمیایی می‌تواند به ما در حل مسئله «چگونگی کاهش آلاینده‌ها در هواکره» کمک کرد.

۲) واکنش‌های شیمیایی با سرعت‌های گوناگون انجام می‌شوند، برای نمونه واکنش زنگ زدن آهن کند، در حالی‌که واکنش سوختن متان تند است.

۳) هر واکنش برای انجام شدن به حداقلی از انرژی نیاز دارد. در واقع برای این‌که یک واکنش شیمیایی آغاز شود باید واکنش‌دهنده‌ها مقدار معینی انرژی داشته باشند که به آن انرژی فعال‌سازی (E_a) می‌گوییم. یکای E_a کیلوژول است.

۴) نمودار «انرژی – پیشرفت واکنش» برای واکنش‌های گرماده و گرماگیر:



۵) واکنش‌دهنده‌ها برای آغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فراورده‌ها تبدیل شوند.

واکنش‌های شیمیایی صرف‌نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغاز شدن به انرژی نیاز دارند.

۶) یکی از راه‌های تأمین E_a، گرما دادن به واکنش‌دهنده‌هاست. همچنین افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شود.

رابطهٔ بین E_a و سرعت واکنش

۱) سرعت واکنش با انرژی فعال‌سازی (E_a) واکنش رابطه عکس دارد:

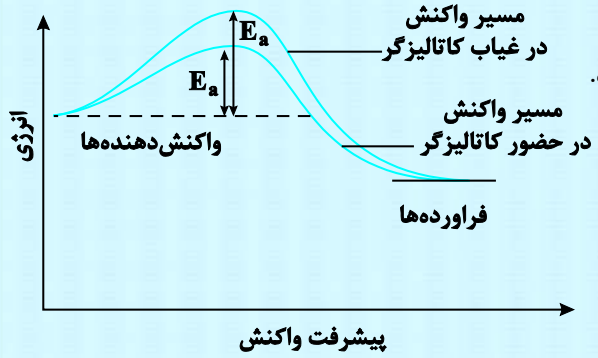
هرچه انرژی فعال‌سازی واکنش بیشتر ← سرعت آن کمتر ← واکنش در شرایط دشوارتر و دمای بالاتری انجام می‌شود.

۲) بزرگ بودن E_a نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده‌ها برای رسیدن به فراورده‌ها باید از سد انرژی بیشتری عبور کنند.

۳) افزایش دما ← افزایش انرژی واکنش‌دهنده‌ها ← افزایش شمار ذره‌هایی که در واحد زمان به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند.
← افزایش سرعت واکنش

کاتالیزگر

۱) کاتالیزگر ماده‌ای است که با تغییر مسیر واکنش، انرژی فعال‌سازی را کاهش و سرعت واکنش را افزایش می‌دهد، اما آنتالپی واکنش ثابت می‌ماند.



۲) کاتالیزگرها در واکنش شرکت می‌کنند. اما در پایان واکنش مصرف نشده باقی می‌مانند به همین دلیل می‌توان از آن‌ها بارها استفاده کرد.

۳) کاتالیزگرها در صنایع گوناگون سبب کاهش آلودگی محیط‌زیست می‌شوند. زیرا کاتالیزگرها با کاهش انرژی فعال‌سازی موجب می‌شود واکنش در دمای پایین‌تری (نسبت به حالت انجام واکنش بدون حضور کاتالیزگر) انجام شود. که این موضوع مقدار سوخت مورد نیاز را کاهش داده و موجب می‌شود آلودگی هوا کمتر شود.

۴) برخی واکنش‌ها درصنعت انرژی فعال‌سازی زیادی دارند، از این رو فقط در دما و فشار بالا انجام می‌شوند و تولید فراورده‌ها در آن‌ها صرفهٔ اقتصادی ندارد ← برای انجام چنین واکنش‌هایی در دما و فشار پایین و با سرعت مناسب می‌بایست انرژی فعال‌سازی آن‌ها را با استفاده از کاتالیزگر کاهش داد.

کاتالیزگر بر موارد زیر بی‌تأثیر است	کاتالیزگر بر موارد زیر مؤثر است
۱) انجام‌پذیر بودن یا انجام‌ناپذیر بودن واکنش	۱) مسیر انجام واکنش را تغییر می‌دهد.
۲) ΔH واکنش	۲) کاهش (رفت) E_a و (برگشت) E_a به یک اندازه
۳) سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها	۳) افزایش سرعت واکنش
۴) نوع، مقدار و پایداری واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها	۴) کاهش زمان انجام واکنش

واکنش میان گازهای هیدروژن و اکسیژن در شرایط گوناگون

واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق بدون حضور کاتالیزگر انجام نمی‌شود، زیرا انرژی فعال‌سازی این واکنش بسیار زیاد است و در دمای اتاق تأمین نمی‌شود. به همین دلیل سرعت این واکنش بسیار ناچیز است.

واکنش بسیار کند و تقریباً بی‌اثر $2H_2(g)+O_2(g) \xrightarrow{\text{در دمای اتاق}}$

برای اینکه واکنش گازهای هیدروژن و اکسیژن در دمای اتاق انجام شود می‌توان از دو روش زیر استفاده کرد.

الف) ایجاد جرقه در مخلوط این دو گاز: ایجاد جرقه به‌طور ناگهانی دمای مخلوط را به شدت افزایش داده و انرژی فعال‌سازی مورد نیاز برای آغاز واکنش را تأمین می‌کند به‌طوری‌که این واکنش به حالت انفجاری انجام می‌شود.

ب) استفاده از کاتالیزگرها (مانند پودر روی و توری‌پلاتینی): کاتالیزگرها با کاهش انرژی فعال‌سازی سرعت واکنش را افزایش می‌دهند.

واکنش سریع و انفجاری $2H_2(g)+O_2(g) \xrightarrow[\text{(کاتالیزگر)}]{\text{در حضور پودر روی، توری‌پلاتینی}} 2H_2O(l)$

ایجاد جرقه در مخلوط این دو گاز و استفاده از کاتالیزگرها آنتالپی واکنش را تغییر نمی‌دهند.

مبدل‌های کاتالیستی

۱) آلاینده‌ها در کسری از ثانیه از موتور خودرو خارج و وارد هواکره می‌شوند. همچنین دمای آن‌ها در این زمان بسیار کوتاه به سرعت کاهش می‌یابد، بنابراین به دام انداختن و انجام واکنش روی این آلاینده‌ها دشوار است.

۲) برای حذف آلاینده‌های CO، NO و C_xH_y قطعه‌ای به نام مبدل کاتالیستی را در مسیر خروج گازها قرار می‌دهند که با انجام واکنش‌هایی می‌تواند باعث حذف یا کاهش آلاینده‌ها شود.

۳) با انجام واکنش‌های گرماده زیر آلاینده‌ها به ترکیب‌های بی‌خطر یا کم‌خطر تبدیل می‌گردند:

مصرف CO: $2CO(g)+O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$

مصرف C_xH_y: $C_xH_y(g)+(x+\frac{y}{4})O_2(g) \rightarrow xCO_2(g) \rightarrow \frac{y}{x}H_2O(g)$

مصرف NO: $2NO(g) \rightarrow N_2(g)+O_2(g)$

توجه: این واکنش‌ها به دلیل داشتن انرژی فعال‌سازی بالا، فقط در دماهای بالا انجام می‌شوند و در دماهای پایین انجام نمی‌شوند یا بسیار کند هستند.

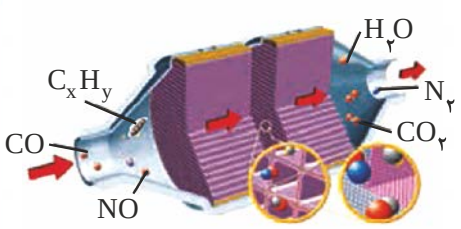
۴) چند مقایسهٔ مهم در رابطهٔ واکنش‌های مصرف CO و NO در مبدل کاتالیستی:

مقایسهٔ میزان گرمادهی: ΔH(واکنش مصرف CO) > ΔH(واکنش مصرف NO)

مقایسهٔ انرژی فعال‌سازی: E_a(واکنش مصرف CO) > E_a(واکنش مصرف NO)

مقایسهٔ سرعت واکنش: R(واکنش مصرف CO) > R(واکنش مصرف NO)

مبدل‌های کاتالیستی



۵) ورودی‌های مبدل کاتالیستی گازهای **CO**، **NO** و C_xH_y و خروجی‌های آن گازهای CO_2، N_2، O_2 و بخار آب $(H_2O(g))$ است.

۶) کارایی مبدل کاتالیستی به نوع کاتالیزگرهای موجود در آن بستگی دارد. بر روی سطح این قطعهٔ سرامیکی که به شکل توری به‌کار می‌رود. فلزهای رودیم (**Rh**)، پالادیم (**Pd**) و پلاتین (**Pt**) (به عنوان کاتالیزگر) نشانده شده است.

توجه: در سطح سرامیک‌ها درون مبدل کاتالیستی توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارند.

۷) در برخی از مبدل‌های کاتالیستی سرامیک را به شکل مِش‌های (دانه‌های) ریز در می‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند، این مبدل‌های کارایی بالاتری دارند، زیرا سطح تماس مش‌ها از توری بیشتر است و در نتیجه سرعت واکنش بیشتر خواهد شد.

۸) مبدل‌های کاتالیستی در چند حالت کارایی ندارند:

الف) در دماهای پایین: زیرا در دماهای پایین انرژی فعال‌سازی واکنش‌ها تأمین نمی‌شود و همچنان آلاینده‌ها تولید می‌شوند. مثلاً به هنگام روشن و گرم شدن خودرو به‌ویژه در روزهای سرد زمستان با وجود مبدل کاتالیستی گازهای **CO**، **NO** و C_xH_y از اگزوز خودرو خارج می‌شوند.

ب) پس از مدت معینی به دلیل واکنش با برخی مواد شیمیایی کارایی مبدل کاتالیستی کاهش می‌یابد و دیگر قابل استفاده نیست.

ویژگی‌های کاتالیزگرها در مبدل‌های کاتالیستی

۱) هر کاتالیزگر به شمار معدودی واکنش سرعت می‌بخشد، در واقع یک کاتالیزگر نمی‌تواند سرعت همهٔ واکنش‌ها را افزایش دهد. بنابراین کاتالیزگرها انتخابی و اختصاصی عمل می‌کنند.

توجه: کاتالیزگرهای به‌کار رفته در مبدل کاتالیستی نیز فقط برای سرعت بخشیدن به یکی از سه واکنش مناسب هستند.

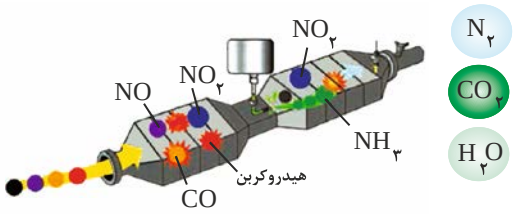
۲) در حضور کاتالیزگرها نباید واکنش‌های ناخواسته دیگری به‌جز سه واکنش مطرح شده انجام شود.

۳) کاتالیزگرها در شرایط انجام واکنش باید پایداری شیمیایی و گرمایی مناسبی داشته باشند.

مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی

۱) بررسی‌ها نشان می‌دهد که با استفاده از مبدل کاتالیستی نمی‌توان گازهای NO و NO_2 خروجی از خودروهای دیزلی را به گاز نیتروژن تبدیل کرد و برای این‌کار می‌بایست مبدلی نو طراحی کرد.

۲) شکل مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی به‌صورت روبه‌رو است:



توجه: در خودروهای دیزلی گازهای ورودی به مبدل کاتالیستی CO، NO، NO_2 و C_xH_y و گازهای خروجی N_2، CO_2 و H_2O است.

۳) در مبدل کاتالیستی در خودروهای دیزلی با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و NO_2 به گاز N_2 تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود آن‌ها به هواکره جلوگیری می‌شود.

$$NO(g)+NO_2(g)+2NH_3(g)\rightarrow 2N_2(g)+3H_2O(g)$$

آمونیاک و بهره‌وری در کشاورزی

۱) بهترین راه حل برای حل چالش تأمین غذا، افزایش بهره‌وری در تولید فراورده‌های کشاورزی است. برای این منظور شناسایی، تولید و افزودن کودهای شیمیایی مناسب به خاک راهگشا خواهد بود.

۲) گیاهان برای رشد، افزون بر CO_2 و H_2O به عنصرهایی مانند S، N، P، K و ... نیاز دارند.

۳) گیاهان نمی‌توانند نیتروژن ضروری برای رشد خود را به‌طور مستقیم از هوا جذب کنند به همین دلیل باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود.

توجه: در برخی کشورها برای افزایش بازده فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به‌طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

۴) تولید فراورده بیشتر در شرایط معین، به میزان پیشرفت واکنش در آن شرایط بستگی دارد. به دیگر سخن هر چه میزان پیشرفت واکنش بیتشر باشد، درصد بیشتری از واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند.

۵) واکنش تولید گاز آمونیاک از گازهای هیدروژن و نیتروژن یک واکنش تعادلی است.

$$N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

هابر به دنبال یافتن شرایطی بود که در آن واکنش‌دهنده‌ها تا حد ممکن به فراورده‌ها تبدیل شوند.

۶) شرایط بهینه برای انجام فرایند هابر، فشار ۲۰۰ اتمسفر و دمای ۴۵۰ درجهٔ سلسیوس در حضور کاتالیزگر آهن می‌باشد.

اصل لوشاتلیه و اثر تغییر غلظت بر جابه‌جایی تعادل

۱) اصل لوشاتلیه: اگر تغییری سبب به‌هم خوردن یک سامانهٔ تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا حد امکان اثر آن تغییر را جبران کند و به تعادل جدید برسد.

توجه: منظور از جابه‌جایی تعادل این است که برای لحظاتی سرعت واکنش رفت و برگشت با هم برابر نخواهد بود. بنابراین واکنش در یک جهت با سرعت بیشتری پیشرفت خواهد کرد.

۲) تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در تعادل گازی:

الف) افزایش غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در دمای ثابت ← واکنش تعادلی تا حد امکان در جهت مصرف آن ماده پیش خواهد رفت.

ب) کاهش غلظت مواد شرکت‌کننده در دمای ثابت ← واکنش تعادلی تا حد امکان در جهت تولید آن ماده پیش خواهد رفت.

توجه: در اثر تغییر غاظت مواد شرکت‌کننده در واکنش K تغییر نکرده و ثابت می‌ماند.

اثر تغییر حجم بر جابه‌جایی تعادل

۱) تغییر حجم (تغییر فشار) سامانه در تعادل‌های گازی باعث جابه‌جایی تعادل می‌شود. این جابه‌جایی تعادل خود باعث تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش می‌شود.

توجه: در اثر این تغییر، مقدار K ثابت می‌ماند.

۲) کاهش حجم (افزایش فشار) یک سامانهٔ محتوی تعادل گازی باعث جابه‌جایی تعادل در جهت شمار مول‌های گازی کمتر می‌شود.

$$A\,(g) \rightleftharpoons 2B\,(g)$$

(کاهش حجم (افزایش فشار) ← جابه‌جایی تعادل)

۳) افزایش حجم (کاهش فشار) یک سامانهٔ محتوی تعادی گازی باعث می‌شود که تعادل در جهت شمار مول‌های گازی بیشتر جابه‌جا شود.

$$A\,(g) \rightleftharpoons 2B\,(g)$$

(افزایش حجم (کاهش فشار) ← جابه‌جایی تعادل)

۴) افزایش یا کاهش فشار بر یک واکنش تعادلی با شمار مول‌های گازی برابر در دو سوی معادلهٔ واکنش، تأثیری بر جابه‌جایی تعادل نخواهد داشت.

۵) در سامانه‌هایی که مول گازی در دو طرف برابر است:

$$A(g) \rightleftharpoons B(g)$$

- افزایش یا کاهش فشار (حجم) تعادل را جابه‌جا نمی‌کند.
- افزایش فشار (کاهش حجم): $[B]\uparrow, [A]\uparrow$ ، $R_{\text{رفت}}\uparrow, R_{\text{برگشت}}\uparrow$
- کاهش فشار (افزایش حجم): $[B]\downarrow, [A]\downarrow$ ، $R_{\text{رفت}}\downarrow, R_{\text{برگشت}}\downarrow$

فرایند هابر

۱) فرایند هابر، یک واکنش گرماده است که هدف آن تولید آمونیاک با بازده بالا است. هابر این واکنش را در شرایطی خاص انجام داد.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \underset{Fe}{\overset{450^\circ C, 200 atm}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g)$$

بزرگ‌ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام واکنش بالا بود.

۲) این واکنش برگشت‌پذیر و تعادلی است بنابراین در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک وجود دارد.

۳) هابر برای انجام واکنش تهیهٔ آمونیاک به‌صوکرت بهینه، با دو چالش عمده روبه‌رو شد:

الف) واکنش N_2 و H_2 در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شود (به دلیل انرژی فعال‌سازی بسیار بالا).

ب) چگونه می‌توان فراوردهٔ واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کرد؟ با توجه به برگشت‌پذیر بودن واکنش تهیهٔ آمونیاک که این موضوع سبب شده است که در هر لحظه مخلوطی از هر سه گاز N_2، H_2 و NH_3 در ظرف واکنش وجود داشته باشند.

۴) فریتس‌هابر انتظار داشت با تغییر عوامل مؤثر بر تعادل مقدار آمونیاک را در مخلوط تعادلی افزایش دهد.

۵) هابر با افزایش دما و تأمین انرژی فعال‌سازی واکنش سرعت آن را افزایش داد. البته چون واکنش گرماده است افزایش دما موجب جابه‌جایی تعادل به سمت چپ و کاهش پیشرفت واکنش (کاهش میزان تولید آمونیاک) می‌شود.

نتیجه: هابر دریافت که افزایش دما نمی‌تواند برای تولید آمونیاک ثمربخش باشد.

۶) هابر با استفاده از کاتالیزگر توانست واکنش را در دماهای پایین‌تر با سرعت مناسب انجام دهد.

۷) هابر با افزایش فشار درصد مولی آمونیاک را در مخلوط تعادلی افزایش داد. البته تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

۸) در پایان، هابر برای جداسازی آمونیاک را در مخلوط واکنش، از تفاوت آشکار در نقطهٔ جوش آمونیاک با دو گاز دیگر استفاده کرد. نقطهٔ جوش آمونیاک، نیتروژن و هیدروژن به ترتیب ۳۳-، ۱۹۶- و ۲۵۳- درجهٔ سلسیوس است.

توجه: دمای جوش آمونیاک در کتاب شیمی دهم ۳۴- درجهٔ سلسیوس بیان شده است. در حالی‌که در کتاب شیمی دوازدهم دمای جوش آمونیاک ۳۳- درجهٔ سلسیوس بیان شده است.

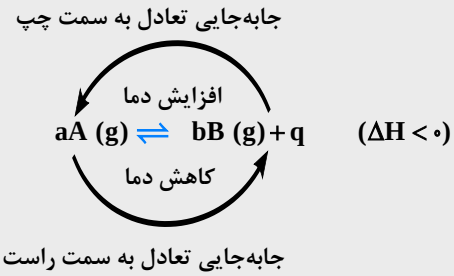
اثر تغییر دما بر جابه‌جایی تعادل

۱) دما عاملی است که افزون بر جابه‌جا کردن تعادل، توانایی تغییر K را نیز دارد. هنگامی‌که دمای یک سامانهٔ محتوی تعادل گازی تغییر می‌کند، پس از رسیدن به تعادل جدید افزون بر تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده K نیز تغییر خواهد کرد.

۲) تأثیر دما بر تعادل‌های گوناگونی یکسان نیست و به گرماده یا گرماگیر بودن آن‌ها بستگی دارد.

الف) افزایش دما ← جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف گرما و تولید واکنش‌دهنده‌ها ← کاهش R

ب) کاهش دما ← جابه‌جایی تعادل در جهت تولید گرما و تولید فراورده‌ها ← افزایش K

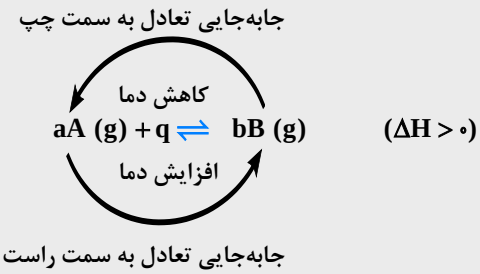


$(\Delta H < 0)$

۴) بررسی تغییرات دما بر جابه‌جایی و مقدار K در واکنش‌های تعادلی گرماگیر:

الف) افزایش دما ← جابه‌جایی تعادل در جهت مصرف گرما و تولید فراورده‌ها ← افزایش K

ب) کاهش دما ← جابه‌جایی تعادل در جهت تولید گرما و تولید واکنش‌دهنده‌ها ← کاهش K



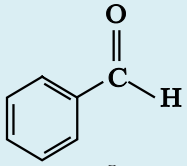
$(\Delta H > 0)$

گروه عاملی، کلید سنتز مولکول‌های آلی

۱) سنتز یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کنند.

۲) اغلب مواد آلی شامل گروه‌های عاملی گوناگونی هستند که خواص و رفتار آن‌ها را تعیین می‌کنند.

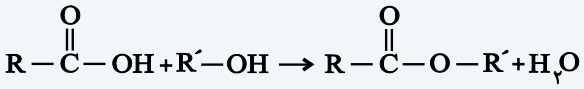
۳) جدول زیر دسته‌بندی گروه‌های عاملی را نشان می‌دهد. دقت شود که R و R′ گروه‌های هیدروکربنی هستند.

نام خانواده	آلدهیدها	کتون‌ها	الکل‌ها	اترها
فرمول ساختاری	$\begin{cases} H \text{ یا } R \end{cases}-C(=O)-H$	$R'-C(=O)-R$	$R-OH$	$R'-O-R$
مثال	 بنزآلدهید	$CH_3-C(=O)-CH_3$ استون	CH_3-OH متانول	CH_3-O-CH_3 دی‌متیل‌اتر
نام خانواده	کربوکسیلیک‌اسیدها	استرها	آمین‌ها	آمیدها
فرمول ساختاری	$\begin{cases} H \text{ یا } R \end{cases}-C(=O)-OH$	$\begin{cases} H \text{ یا } R \end{cases}-C(=O)-O-R'$	$R-\ddot{N}(H)-H$	$\begin{cases} H \text{ یا } R \end{cases}-C(=O)-\ddot{N}(H)-H$ $\begin{cases} H \text{ یا } R' \end{cases}$
مثال	$CH_3-C(=O)-OH$ اتانوییک‌اسید	$H-C(=O)-O-CH_3$ متیل‌متانوات	$CH_3-\ddot{N}(H)-H$ متیل‌آمین	$H_2N-C(=O)-H$ متانامید

تغییر گروهای عاملی با انجام واکنش‌های شیمیایی

۱) سنتز کانون بسیاری از پژوهش‌های شیمیایی است که منجر به تولید مواد جدید می‌شود. تولید یک مادهٔ آلی جدید با تغییر ساختار با ایجاد یک گروه عاملی همراه است.

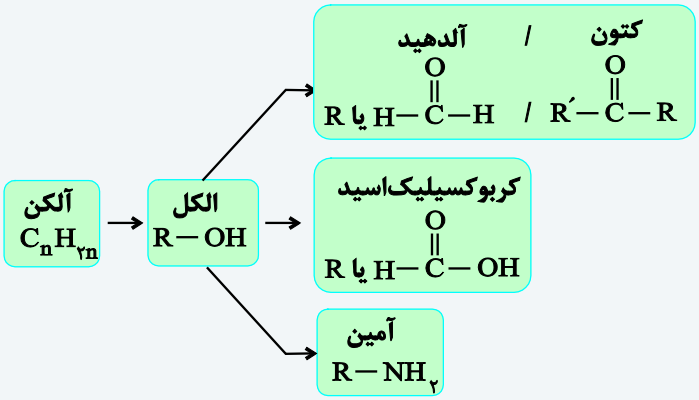
۲) به عنوان مثال برای سنتز ماده‌ای با یک استر، می‌توان از واکنش .یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب بهره برد:



کربوکسیلیک‌اسید الکل استر

حال اگر استر در واکنش با آب در مجاورت یک اسید قرار گیرد، به کربوکسیلیک‌اسید و الکل سازندهٔ خود تجزیه می‌شود.

نمودار زیر الگوی کلی تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر را نشان می‌دهد:



هرچه نوع و تعداد گروه‌های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساخت آن دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته‌تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد.

ارزش فناوری‌های شیمیایی

۱) نفت خام، گاز طبیعی، زغال‌سنگ و معادن مس، آهن، طلا و ... از جمله منابع شیمیایی ارزشمندی هستند که به‌طور یکسان در جهان توزیع نشده‌اند. برخی کشورها صادرکننده و برخی واردکنندهٔ این منابع هستند.

۲) کشورها منابع خود را به دو روش به فروش می‌رسانند:

الف) فروش منابع طبیعی بدون فراوری و به همان صورتی‌که از طبیعت به‌دست می‌آید (خام‌فروشی).

ب) تبدیل مواد خام و اولیه به فراورده‌های دیگر به کمک فناوری‌های شیمیایی و فروش آن‌ها با قیمت بالاتر.

۳) تفاوت چشمگیر در قیمت مواد خام و مواد فراوری شده نشان می‌دهد که دانش و فناوری استخراج و خالص‌سازی تا چه اندازه ارزشمند است. فناوری و تبدیل مواد خام به مواد فراوری شده، سبب رشد و بهره‌وری اقتصادی یک کشور می‌شود.

آمونیاک، سولفوریک‌اسید، پلی‌اتن، بنزین، اتانول، متانول و اتیلن گلیکول مواد فراوری شده از نفت خام هستند.

مواد خام اولیه، موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فراوری نشده‌اند و با استفاده از آن‌ها می‌توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد.

فناوری، به‌کار بردن دانش برای حل یک مسئله در صنعت یا زندگی روزانه برای رسیدن به هدفی خاص است.

روند کلی افزایش بهره‌وری با استفاده از فناوری‌های شیمیایی:



مواد زیر بیانی از فناوری شیمیایی است:

الف) ساخت مواد جدید با استفاده از دانش شیمی

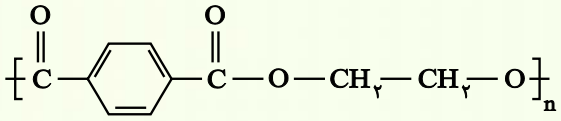
ب) ارائهٔ روشی برای ساخت آسان‌تر و باصرف‌تر، با استفاده از دانش شیمی.

پ) یافت روش، طراحی و ساخت دستگاه‌هایی برای شناسایی دقیق ساختار مواد

ساخت بطری آب

۱) بطری آب از پلیمری به‌نام پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) ساخته می‌شود برای ساخت بطری، نخست پلیمر آن را تهیه می‌کنند. سپس این پلیمر را به همراه برخی افزودنی‌ها در قالب‌های ویژه‌ای می‌ریزند تا به شکل بطری مورد نظر درآید.

۲) این پلیمر به خانوادهٔ پلی‌استرها تعلق دارد و ساختار کلی آن به‌صورت زیر است:

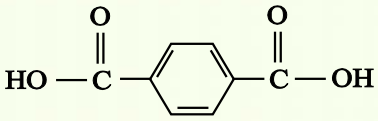


۳) با دقت در این ساختار درمی‌یابیم که:

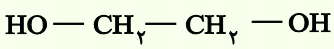
الف) در ساختار این پلیمر حلقهٔ بنزن وجود دارد. به همین دلیل یک ترکیب آلی آروماتیک است.

ب) فرمول کلی واحد تکرارشونده این پلیمر به‌صورت $(-C_{10}H_8O_4-)$ می‌باشد.

۴) مونومرهای سازندهٔ پلی‌اتیلن ترفتالات یک کربوکسیلیک‌اسید دوعاملی و یک الکل دوعاملی است.



ترفتالیک اسید



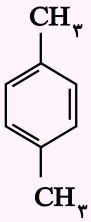
اتیلن گلیکول

← برای سنتز این پلیمر می‌توان از واکنش مونومرهای سازندهٔ این پلیمر در شرایط مناسب استفاده کرد.

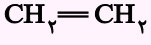
۵) اتیلن‌گلیکول و ترفتالات اسید در نفت خام وجود ندارند و به‌طور مستقیم نمی‌توان آن‌ها را از نفت خام به‌دست آورد.

مواد به‌دست آمده از تقطیر نفت خام

از تقطیر نفت خام می‌توان مواد زیر را به‌دست آورد:



پارازایلن



اتن

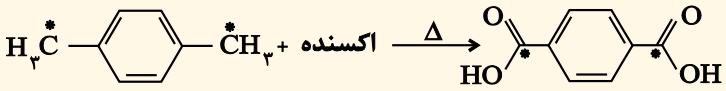


بنزن

تهیهٔ ترفتالیک‌اسید

۱) پارازایلن را می‌توان از طریق نفت خام به‌دست آورد. با استفاده از این ماده می‌توان به یکی از مونومرهای سازندهٔ پلی‌اتیلن ترفتالات یعنی ترفتالات اسید دست یافت.

۲) برای تبدیل پارازایلن به ترفتالیک‌اسید باید از یک اکسندهٔ مناسب استفاده کرد:



پارازایلن — ترفتالیک‌اسید

توجه: در اثر تبدیل پارازایلن به ترفتالیک‌اسید عدد اکسایش اتم‌های کربن ستاره‌دار، از (۳−) به (۳+) تغییر می‌کند.

۳) پتاسیم پرمنگنات اکسنده‌ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازایلن را با بازدهٔ نسبتاً خوب به ترفتالیک‌اسید تبدیل می‌کند.

۴) در واکنش تهیهٔ ترفتالیک‌اسید از پارازایلن با استفاده از پتاسیم پرمنگنات، یون پرمنگنات (عدد اکسایش اتم منگنز برابر (۷+ است.) به منگنز (IV) اکسید (عدد اکسایش اتم منگنز برابر (۴+) است.) تبدیل می‌شود.

منگنز (Mn) ← عدد اکسایش آن کاهش یافته ← گونهٔ کاهش‌یافته ← نقش آن اکسنده است.

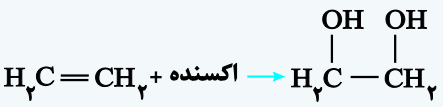
کربن در CH_3 روی حلقهٔ بنزن ← عدد اکسایش آن افزایش یافته ← گونهٔ اکسایش‌یافته ← نقش آن کاهنده است.

۵) با وجود غلظت بالای یون پرمنگنات باز هم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک‌اسید تأمین نمی‌شود. مگر اینکه دمای مخلوط افزایش یابد، اما بازده هم‌چنان مطلوب نیست، بنابراین شیمی‌دان‌ها با پژوهش‌های فراوان دریافتند که استفاده از اکسیژن هوا کاتالیزگرهای مناسب می‌تواند راهگشا باشد.

تهیهٔ دو الکل مهم

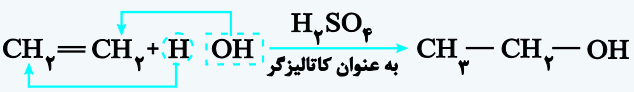
۱) اکسایش آلکن‌ها (مانند اتن) با یک اکسندهٔ مناسب تحت شرایطی الکل دوعاملی تولید می‌کند.

توجه: گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات (به عنوان اکسنده) در شرایط مناسب به اتیلن‌گلیکول تبدیل می‌شود.



۲) از واکنش آلکن‌ها با آب تحت شرایطی الکل یک‌عاملی تولید می‌شود.

در صنعت از واکنش اتن با آب تحت مجاورت کاتالیزگر سولفوریک‌اسید، الکل یک‌عاملی اتانول تولید می‌شود.



بازیافت پلی‌اتیلن ترفتالات

۱) PET همانند پلیمرهای سنتزی ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می‌شود. به همین دلیل پسماند آن‌ها تهدیدی جدی برای زندگی روی کره زمین به‌شمار می‌آید.

۲) پلاستیک‌ها را می‌توان یکی از نتایج نوآوری و خلاقیت بشر دانست. ویژگی‌های این مواد عبارتند از:

۱. چگالی کم ۲. نفوذناپذیری به‌وسیلهٔ هوا و آب ۳. ارزان ۴. مقاوم در برابر خوردگی

۳) به دلیل این ویژگی‌ها کاربردهای وسیعی در زندگی پیدا کرده‌اند؛ بنابراین استفادهٔ بی‌رویه و بیش از حد این مواد در صنایع گوناگون به همراه زیست‌تخریب‌ناپذیری آن‌ها سبب شده است در همه‌جای کرهٔ زمین یافت شوند.

۴) یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت پلی‌اتیلن ترفتالات است. برای این منظور، باید آن‌ها را جداگانه جمع‌آوری و سپس با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد.

۵) یکی از راه‌های بازیافت وسایل پلاستیکی از جنس پلی‌اتیلن ترفتالات این است که آن‌ها را پس از شستشو و تمیز کردن:

الف) ذوب کرده و دوباره از آن‌ها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده کنیم.

ب) این مواد پلاستیکی را خرد کرده و به تکه‌های کوچک به‌نام پرک تبدیل کنیم و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کنیم.

پ) این پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل کنیم.

۶) پلی‌اتیلن ترفتالات در اثر واکنش با متانول (CH_3OH) در شرایط مناسب به مواد مفیدی تبدیل می‌شود. موادی که می‌توان آن‌ها را برای تولید پلیمرها به‌کار برد.

تولید متانول در مقیاس صنعتی

۱) متانول، مایعی بی‌رنگ، بسیار سمی و ساده‌ترین عضو خانوادهٔ الکل‌هاست که می‌توان آن را از چوب تهیه کرد.

۲) متانول کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد ← باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد.

۳) معادلهٔ شیمیایی واکنش تولید متانول در صنعت:

$$CO + 2H_2 \xrightarrow{\text{کاتالیزگر و دما و فشار مناسب}} CH_3OH$$

توجه: مواد واکنش دهنده برای واکنش فوق در دسترس نیستند، از این رو باید آن‌ها را تولید و سپس به متانول تبدیل کرد.

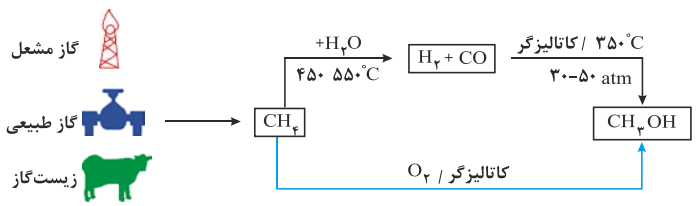
۴) برای تهیهٔ H_2 و CO (واکنش‌دهنده‌های واکنش بالا) می‌توان از واکنش گاز متان با بخار آب در حضور کاتالیزگر بهره برد:

$$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر}} CO(g) + 3H_2(g)$$

۵) گاز متان سازندهٔ اصلی گاز طبیعی است که در میدان‌های نفتی به فراوانی یافت می‌شود.

۶) گاز متان واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد زیرا هیدروکربنی سیر شده است، بنابراین تبدیل آن به متانول فرایندی دشوار است که انجام آن به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است.

۷) در نمودار زیر روش‌های تولید متانول و شرایط انجام هر کدام را مشاهده می‌کنید:



۸) یک واکنش شیمیایی هنگامی از دیدگاه اتمی به‌صرفه‌تر است که شمار بیشتری از اتم‌های واکنش‌دهنده به فراورده‌های سودمند تبدیل شود

توجه: شیمی سبز به دنبال طراحی واکنش‌هایی با کمترین آسیب به محیط‌زیست و بیشترین بازده است.