

« جزوه کامل شیمی یازدهم »

فصل اول : قدر هدایای زمینی را بدانیم

مباحث عمده فصل : نقش مواد و دانش شیمی در زندگی ، جدول دوره ای و روند تغییر برخی ویژگی ها در دوره ها و گروه های جدول ، استوکیومتری و درصد خلوص و بازده درصدی ، نفت و هیدروکربن ها

توانایی انسان در بیرون کشیدن موادی مانند **نفت** و **فلزها** به او این امکان را داده است تا **سرپناهی ایمن** و **گرم** برای زندگی خود فراهم سازد.

۱- **ساختار دقیق** این هدایا (**مواد**) را شناسایی کنیم.

۲- به **رفتار مواد** پی ببریم.

۳- **بهره برداری درست** از مواد را بیاموزیم.

دانش **شیمی** به ما کمک می کند تا :

مواد در زندگی ما نقشی **شگرف** و **مؤثر** دارند به طوری که صنایع گوناگون مانند غذا، پوشاک، حمل و نقل، ساختمان، ارتباطات و هر بخش

از زندگی ما کم و بیش تحت تأثیر **مواد** قرار دارند.

۱- **کشف و شناخت** مواد

۲- **توانمندی** افرادی **هوشمند**

۳- **گسترش دانش تجربی**

رشد و گسترش تمدن بشری در گروهی

این موارد است :

۴- پی بردن به رابطه بین **خواص** مواد با **عناصر** سازنده شان

۵- تغییر و **بهبود** مواد در اثر **گرما** یا **افزودن** آن ها به یکدیگر

گسترش فناوری به میزان دسترسی به **مواد مناسب** وابسته است، به طوری که کشف و درک خواص یک ماده جدید پرچم دار توسعه فناوری است. برای مثال گسترش صنعت **خودرو** مدیون شناخت و دسترسی به **فولاد** است. همچنین پیشرفت صنعت **الکترونیک** بر اجزایی مبتنی است که از موادی به نام **نیمه رساناها** ساخته می شوند و نیز پیشرفت صنعت **هواپیماسازی** ناشی از تولید آلیاژ **آلومینیم** است.

توضیحات بیشتر :

نیمه رسانا ، عنصر یا ماده ای است که در حالت عادی عایق باشد، ولی با افزودن مقداری ناخالصی قابلیت هدایت الکتریکی پیدا کند.

نیمه رساناها در لایه ظرفیت خود **چهار** الکترون دارند. میزان مقاومت الکتریکی نیمه رساناها مابین رساناها و نارساناها می باشد. از نیمه رساناها برای ساخت قطعاتی مانند دیود، آی سی و ... استفاده می شود. ظهور نیمه رساناها در علم الکترونیک انقلاب عظیمی را در این علم ایجاد کرده که اختراع **رایانه** یکی از دستاوردهای این انقلاب است.

مواد طبیعی : هر ماده ای که در طبیعت به همان شکلی که یافت شود، استفاده گردد. مانند : اکسیژن، نیتروژن، نفت خام، ماسه، فلز طلا و ...

مواد مصنوعی : موادی هستند که انسان آن ها را از مواد موجود در طبیعت می سازند. این مواد به شکلی که وجود دارند در طبیعت یافت نمی شوند، مانند : ورقه آلومینیمی، پلاستیک، مداد، شمع، شیشه و ...

تذکر : ساختگی با مصنوعی کمی تفاوت دارد. ساختگی کلاً از اساس در طبیعت نیست، حالت بکر، نو و جدید دارد مثل برخی از عناصر جدول دوره ای ولی مصنوعی با کار و تغییر در مواد طبیعی به دست می آید یعنی الگوبرداری از طبیعت است. مثل الکل که هم در حالت طبیعی وجود دارد هم به صورت مصنوعی ساخته می شود. البته در کتاب هر دو واژه را یکی در نظر گرفته است.

منشأ هر دو مواد طبیعی و مصنوعی **کره زمین** است. مانند : الیاف که می تواند طبیعی (پشم و کتان) یا مصنوعی (از نفت) تهیه شود.

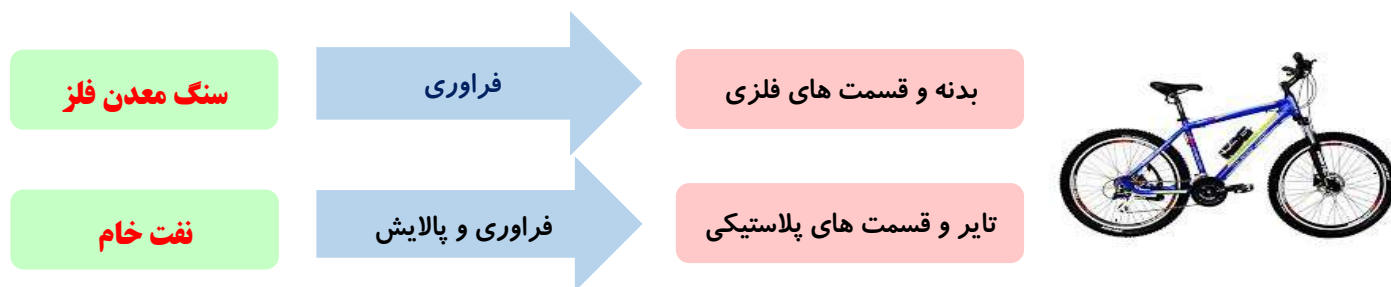
انسان های پیشین فقط از برخی مواد **طبیعی** مانند **چوب**، **سنگ**، **خاک**، **پشم** و **پوست** بهره می بردند ، اما با گذشت زمان توانستند موادی مانند **سفال** را تولید و برخی **فلزها** را نیز استخراج کنند که خواص مناسب تری داشتند.

۱. **گرما دادن** (تهیه سفال)

روش های تغییر و بهبود خواص مواد :

۲. افزودن مواد به یکدیگر (**افزودن سیمان به ماسه و تهیه بتن**)

۱. شکل زیر فرایند کلی تولید دوچرخه را نشان می‌دهد.



الف) درباره این فرایند گفت و گو کنید.

۱- منشاء اجزای این دوچرخه از زمین است.

۲- بخشی از آن مواد نفتی و بخشی مواد معدنی است.

۳- مواد اولیه آن به طور خام قابل استفاده نیستند و باید فراوری شوند.

ب) آیا در فرایند تولید ورقه های فولادی و تایر دوچرخه ، موادی دور ریخته می شوند؟

بله در هنگام تولید ورقه های فولادی مواد ناخالصی موجود در سنگ معدن و مقداری فلز هنگام برش کاری به پسماند تبدیل می شود و هنگام تولید تایر ، مواد اضافی جهت تمیزکاری و خوش ساخت شدن برش زده می شود که آن ها هم بعنوان پسماند در می آیند.

پ) با گذشت زمان چه اتفاقی برای قطعه های دوچرخه می افتد؟

قسمت های فلزی در تماس با هوا و رطوبت زنگ می زنند و قسمت های لاستیکی و پلاستیکی فرسوده و کهنه می شوند و ممکن است در محیط رها و بازیافت شوند.

چرخه مواد در طبیعت :

هر وسیله مورد استفاده انسان از مواد مختلفی ساخته شده که هر کدام **منبعی** دارد و این منابع با استخراج و فراوری به موادی تبدیل می شوند که می توان از آن ها ابزار ساخت .

اغلب مواد مورد نیاز انسان در طبیعت به صورت **ناخالصی** وجود دارند که هنگام تهیه آن ها این مواد از ناخالصی ها جدا می شوند.

نکته : چگونگی اکتشاف و استخراج برای فلزها و مواد مختلف **متفاوت** است.

در هر مرحله از تولید مواد (از استخراج تا ساخت وسایل) بخشی از مواد به صورت **زباله** در می آید.

تمام مواد و وسایل مورد استفاده انسان بعد از مدتی به زباله تبدیل شده و به **طبیعت** باز می گردند.

۲- شکل زیر نمایی از چرخه مواد را نشان می دهد. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید :



الف) آیا جمله « همه مواد طبیعی و ساختگی از کره زمین به دست می آیند » درست است؟ توضیح دهید.

بله ، چون مواد طبیعی مانند برخی فلزات که مستقیماً از کره زمین بدست می آیند و موادی مانند الماس و.. و برخی نیز بطور غیر مستقیم از مواد طبیعی ساخته می شوند که منشا آن ها هم زمین است مانند پلاستیک و ... همگی موادی هستند که از کره زمین بدست می آیند.

ب) موادی که از طبیعت به دست می آوریم ، به چه شکلی به طبیعت بازمی گردند؟

پسماند و زباله و برخی به شکل ترکیب شده با اجزای هوا کره

پ) آیا به تقریب جرم کل مواد در کره زمین ثابت می ماند ؟ چرا؟

بله ، زیرا هر چه که از آن استخراج می شود و بطور مستقیم و غیر مستقیم مورد استفاده قرار می گیرد در آخر بصورت پسماند به خاک و کره زمین بر می گردد و طبق قانون پایستگی جرم مقدار آن ثابت خواهند ماند.

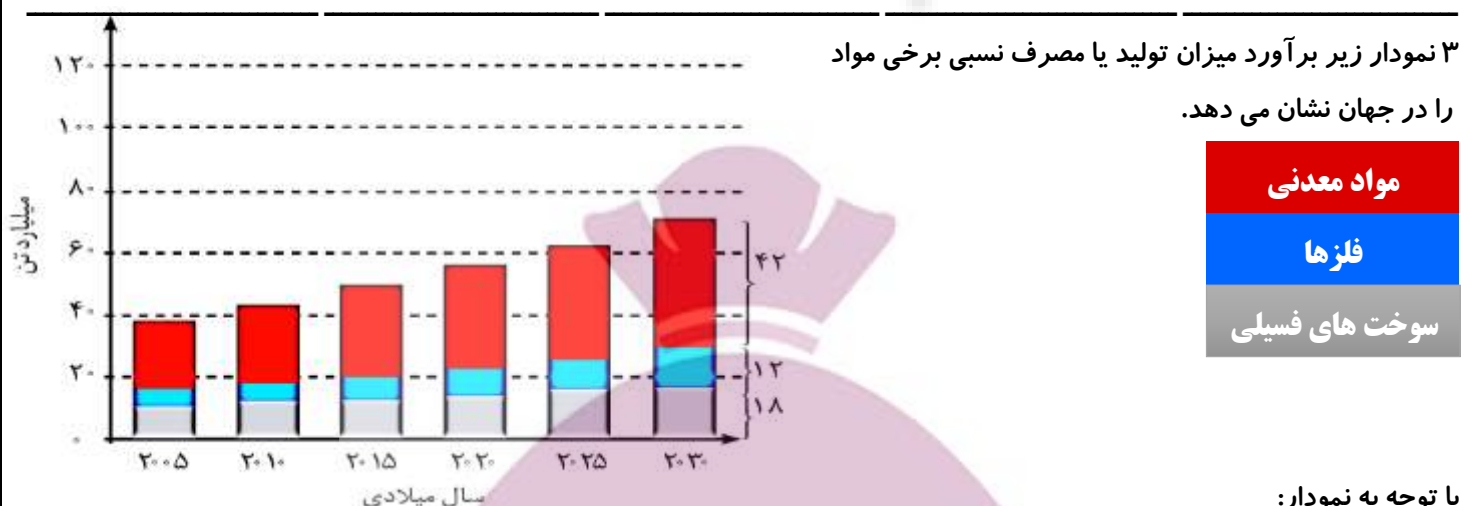
نکته : با وجود قانون پایستگی ، منابع معدنی تجدیدنپذیر هستند زیرا از شکل مواد در دسترس به حالت غیرقابل دسترسی با خواص جدید تبدیل می شوند. مثال : آهن به صورت اکسید آهن (زنگ آهن) در می آید که خواص اولیه را ندارد.

ت (برخی بر این باورند : « که هر چه میزان بهره برداری از منابع یک کشور بیشتر باشد، آن کشور توسعه یافته تر است ». این دیدگاه را در کلاس نقد کنید. ۱- وجود منابع نشانه ثروت ملی است.

۲- میزان بهره برداری به پیشرفت تکنولوژی و مدیریت منابع انسانی ارتباط دارد.

۳- امکان اقتصادی برای برداشت و بهره برداری این منابع وجود دارد.

۴- سه مورد فوق در کنار برداشت اصولی و مناسب در راستای پیشرفت پایدار معنادار است.



الف) در سال ۲۰۱۵ به تقریب چند میلیارد تن فلز در جهان استخراج و مصرف شده است؟ **حدود ۷ میلیارد تن**

ب) پیش بینی می شود که در سال ۲۰۳۰ به تقریب در مجموع چند میلیارد تن از این مواد استخراج و مصرف شوند؟

در سال ۲۰۳۰ پیش بینی می شود ۴۲ میلیارد تن مواد معدنی، ۱۸ میلیارد تن سوخت های فسیلی و ۱۲ میلیارد تن فلزات بهره برداری شود.

نکته : با توجه به نمودار استخراج ، تولید و مصرف انواع مواد در سال های اخیر به شدت افزایش یافته است.

نکته : سرعت رشد استخراج مواد مختلف با هم متفاوت است.

مواد معدنی < فلزها < سوخت های فسیلی : مقایسه سرعت رشد تولید یا مصرف نسبی مواد

پ) درباره این جمله که: « زمین منبع عظیمی از هدایای ارزشمند و ضروری برای زندگی است » گفت و گو کنید.

چون سال به سال مقدار زیادی از منابع معدنی ، فلزی و فسیلی از زمین برای ساختمان سازی ، حمل و نقل و رفاه و ... استخراج و مورد استفاده قرار می گیرند. همچنین با پیشرفت فن آوری و ساخت دستگاه و ابزارهای مدرن ، وابستگی به منابع بیشتر می شود.

برخی از محصولات و توضیحاتی پیرامون موادی که به تولید آن ها کمک نموده اند در جدول زیر فهرست شده اند :

توضیحات	محصول
از شن و ماسه ساخته شده است.	شیشه
در تولید آن از خاک مخصوص چینی استفاده شده است.	ظرف چینی
ساخته شده از فولاد زنگ نزن که طی مراحل گوناگون از سنگ معدن تهیه شده است	قاشق
نمک به دست آمده از خشکی یا دریا	نمک خوراکی
در تولید آن ها از کودهای پتاسیم ، نیتروژن و فسفر دار استفاده شده است	سبزیجات و میوه ها
تبدیل نفت خام استخراج شده از دل زمین به سوخت خودروها	سوخت خودرو

نکته : برآوردها نشان می دهد که هر ساله مصرف مواد **افزایشی** می یابد که علت آن ، پیشرفت صنعت ، گسترش شهرها و روستاها ، افزایش سطح رفاه در جامعه و میزان جمعیت جامعه می باشد.

نکته : زمین **انباری** از ذخایر ارزشمند است که بی هیچ منتی به ما هدیه شده است هرچند که این منابع به طور **یکسان** توزیع نشده اند.

تأمین نیازهای روزمره زندگی به همراه تولید انواع دستگاه‌ها و ابزارآلات صنعتی، نظامی، کشاورزی و دارویی، سبب شده است تا تقاضای جهانی برای استفاده از هدایای زمینی افزایش یابد، به گونه‌ای که سالانه حجم انبوهی از منابع **شیمیایی** بهره برداری می‌شود.

نکته: پراکندگی منابع و میزان مصرف منابع شیمیایی گوناگون می‌تواند دلیل پیدایش **تجارت جهانی** باشد.

نکته: مقایسه پراکندگی منابع در سیاره زمین: **در خاورمیانه و جنوب آمریکای شمالی، شمال آمریکای جنوبی و قاره استرالیا و آفریقای جنوبی بیشترین و در شرق آسیا و آفریقا به جز قسمت جنوب آن کمترین است.**

دانشمندان **برجسته و بزرگ**، دانشمندانی هستند که می‌توانند با **بررسی دقیق اطلاعات** و یافته‌های موجود دربارهٔ مواد و پدیده‌های گوناگون **الکوها، روندها و روابط** بین آن‌ها را درک کنند و توضیح دهند. **مندلیف** یکی از آنها است که **جدول دوره ای** را طراحی کرده است.

الکوها و روندها در رفتار مواد و عناصرها:

کار و هدف شیمی دان ها: شیمی دان‌ها با **(۱) مشاهدهٔ مواد** و انجام **(۲) آزمایش‌های گوناگون**، آنها را **دقیق** بررسی می‌کنند. هدف همهٔ این بررسی‌ها، **یافتن اطلاعات بیشتر و دقیق‌تر دربارهٔ ویژگی‌ها و خواص** مواد است.

برقراری ارتباط میان این داده‌ها و اطلاعات، همچنین **یافتن الکوها و روندها** گامی مهم‌تر و مؤثرتر در **پیشرفت علم** به شمار می‌آید زیرا بر اساس این **روندها، الکوها و روابط** می‌توان به رمز و راز هستی پی برد.

نکته: علم شیمی را می‌توان مطالعهٔ **(۱) هدف دار**، **(۲) منظم** و **(۳) هوشمندانهٔ** رفتار عناصرها و مواد برای یافتن **روندها و الکوها** رفتار **فیزیکی و شیمیایی** آنها دانست.

نکاتی در مورد جدول دوره ای عناصرها:

@Tastivision

نکته: اولین بار توسط **مندلیف** به جامعهٔ علمی ارائه شد.

نکته: در جدول دوره ای **۱۱۸** عنصر وجود دارد که **۹۲** عنصر آن (حدود **۷۸ درصد**) **طبیعی** هستند.

نکته: **جدول دوره ای عناصرها**، نمایشی بی‌نظیر از **چیدمان** عناصرها بوده و همانند یک **نقشه ی راه** برای شیمی دان‌هاست که به آنها کمک می‌کند حجم انبوهی از **مشاهدات** را **سازماندهی و تجزیه و تحلیل** کنند تا الکوها **پنهان** در رفتار عناصرها را آشکار نمایند.

نکته: عناصر بر اساس دو اصل در جدول چیده شده‌اند: **(۱)** بر اساس بنیادی‌ترین ویژگی آنها یعنی **عدد اتمی**، (**Z**) چیده شده‌اند. **(۲)** در این جدول، عنصرهایی که **آرایش الکترونی** لایهٔ ظرفیت اتم آنها **مشابه** است، در یک **گروه** جای گرفته‌اند.

نکته: این جدول شامل **۷** دوره و **۱۸** گروه است.

سؤال: آیا همه عناصری که در یک گروه قرار دارند آرایش الکترونی مشابه دارند؟

خیر، هلیوم در گروه **۱۸** قرار دارد ولی آرایش الکترونی آن شبیه گازهای نجیب **نیست**.

سؤال: آیا همه عناصری که شمار الکترون ظرفیتی برابر دارند در یک گروه قرار دارند؟

خیر، مثلاً کربن و سیلیسیم چهار الکترون ظرفیتی دارند و تیتانیوم هم چهار الکترون ظرفیتی دارد اما در یک گروه قرار ندارند.

نکته: تعیین **موقعیت** (دوره و گروه) یک عنصر در جدول دوره ای، کمک شایانی به پیش‌بینی **خواص و رفتار** آن خواهد کرد.

نکته: **هلیوم** با اینکه در گروه **۱۸** جدول دوره ای عناصرها جای دارد، است اما عنصری از دسته **S** و آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن با دیگر گازهای نجیب **متفاوت** است.

نکته: با بررسی **(۱) رفتارهای شیمیایی** و **(۲) خواص فیزیکی** عناصر می‌توان ضمن **(۱) دسته بندی عناصرها**، به **روندها و الکوها** موجود در خواص آنها پی برد.

تذکر مهم: ویژگی‌هایی که برای **فلزات و نافلزات** ذکر می‌شود ممکن است در برخی عناصر دیده **نشود**، مثلاً **بریلیم** تمایل چندانی به از دست دادن الکترون **ندارد** و یا **کروم** **نافلز** است و یا **الماس** (**نافلز**) رسانای بسیار خوبی برای **گرماست**.

نکته: عنصرهای جدول دوره ای را بر اساس رفتار آنها می‌توان در سه دسته شامل **فلز**، **نافلز** و شبه **فلز** جای داد.

ص ۷ و ۸ و ۹ کتاب

با هم بیندیشیم

در شکل های زیر، عنصرهای گروه چهاردهم و عنصرهای دوره سوم جدول دوره ای همراه با برخی ویژگی های آن ها نشان داده شده است. با بررسی آن ها به پرسش ها پاسخ دهید.

سطح آن تیره است. در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد. شکننده است و در اثر ضربه خرد می شود.	C Si Ge Sn Pb	رسانایی الکتریکی کمی دارد. در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد. شکننده است و در اثر ضربه خرد می شود.
سطح آن تیره است. در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد. در اثر ضربه خرد می شود.	رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی دارد. در واکنش با دیگر اتم ها الکترون از دست می دهد. در اثر ضربه شکل آن تغییر می کند اما خرد نمی شود.	

جامدی شکل پذیر است.
رسانای خوب گرما و الکتریسیته است.
در واکنش با دیگر اتم ها الکترون از دست می دهد.

الف) عنصرهای گروه ۱۴

رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی دارند. در واکنش با دیگر اتم ها، الکترون از دست می دهند. در اثر ضربه تغییر شکل می دهند و خرد نمی شوند. سطح درخشانی دارند.	جریان برق و گرما را عبور نمی دهند. در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارند یا می گیرند. در اثر ضربه خرد می شوند. سطح آن ها درخشان نبوده بلکه کدر است.
--	--

Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
----	----	----	----	---	---	----	----

ب) عنصرهای دوره سوم

۱) در شکل «الف» سطح کدام عنصرها براق و صیقلی است؟ **سیلیسیم، ژرمانیم، قلع و سرب**

۲) در شکل «الف» کدام عنصرها ویژگی های مشترک بیشتری با یکدیگر دارند (رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آن ها شبیه هم هستند)؟

قلع و سرب با هم و سیلیسیم و ژرمانیم با هم

۳) شکل های «الف» و «ب» را با هم مقایسه و مشخص کنید رفتار کدام عنصرها به یکدیگر شباهت بیشتری دارند. نتیجه مقایسه خود را یادداشت کنید.

با توجه به رسانایی الکتریکی و گرمایی و رفتار شیمیایی :

عناصر فلزی : سدیم، منیزیم، آلومینیم، قلع و سرب با هم شباهت دارند.

عناصر نافلزی : کربن، فسفر، گوگرد و کلر با هم شباهت دارند.

عناصر شبه فلزی : سیلیسیم و ژرمانیم با هم شباهت دارند.

۴) با کامل کردن جدول صفحه بعد به یک جمع بندی از یافته های خود برسید و عنصرهای مشخص شده در بالا را در سه دسته فلز، نافلز و شبه فلز قرار دهید.

خواص فیزیکی یا شیمیایی										
نماد شیمیایی										
Ge	Pb	P	Mg	Cl	Sn	Al	Na	S	Si	C
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	دارد	دارد*
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد*
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد
دارد	دارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد
اشتراک	دادن e	گرفتن و اشتراک	دادن e	گرفتن و اشتراک	دادن e	دادن e	دادن e	گرفتن و اشتراک	اشتراک	اشتراک

۵) در گروه ۱۴ از بالا به پایین، خصلت فلزی چه تغییری کرده است؟ **بیشتر می شود.**

۶) روند تغییر خصلت فلزی و نافلزی در دوره سوم جدول را بررسی کنید.

از چپ به راست خاصیت فلزی کم و خاصیت نافلزی بیشتر می شود.

۷) پیش بینی کنید کدام عنصر در گروه اول جدول دوره ای خصلت فلزی بیشتری دارد. **سزیم**

۸) عبارت زیر را با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، کامل کنید.

در هر دوره از جدول دوره ای، از چپ به راست از خاصیت **نافلزی** کاسته و به خاصیت **فلزی** افزوده می شود. در گروه های ۱۵، ۱۶ و ۱۷

عنصرهای **بالا تر**، خاصیت نافلزی بیشتری دارند زیرا از بالا به پایین خصلت **نافلزی** زیاد می شود.

خاصیت فلزی :

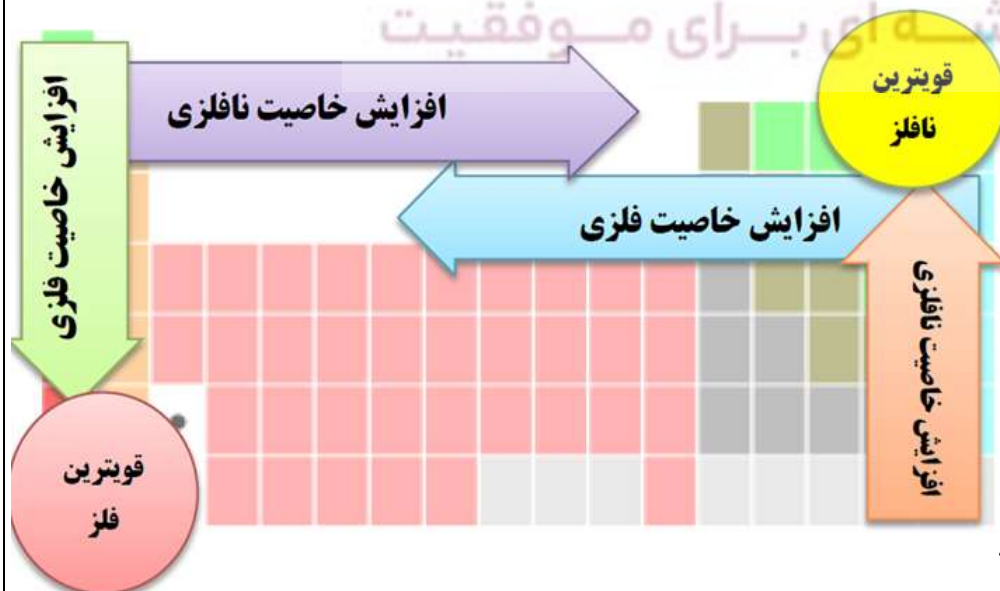
فلزات خواص فیزیکی مانند **رسانایی الکتریکی و گرمایی بالا**، **چگالی زیاد**، **درخشش فلزی**، **جلا پذیری**، **خاصیت مفتول و ورقه شدن**، **شکل پذیری و چکش خواری** (پهن شدن در اثر ضربه) را دارند در واکنش های **شیمیایی** با دیگر اتم ها **الکترون از دست می دهند**.

نکته : همگی فلزات به جز **جیوه** در شرایط محیط **جامدند**.

نکته : **بیشتر** عناصر جدول را **فلزات** تشکیل می دهند، که به طور عمده در سمت **چپ و مرکز** جدول قرار دارند.

نکته : خصلت **فلزی** در یک دوره از چپ به راست **کاهش** می یابد و در یک گروه از بالا به پایین **افزایش** می یابد.

قانون دوره ای عناصر : در جدول دوره ای با افزایش عدد اتمی از چپ به راست خواص **فیزیکی و شیمیایی** عناصرها به صورت دوره ای **تکرار** می شود که به قانون دوره ای عناصرها معروف است. مثال : در یک دوره خواص **فلزی** کاهش و نافلزی **افزایش** می یابد و این روند در همه دوره های جدول دوره ای **تکرار** می شود.



همانطور که در جدول مشاهده می شود :

نکته : قویترین **نافلز** جدول : **فلوئور**

نکته : قویترین **فلز** جدول : **سزیم**

تذکر : فلز **فرانسییم** به دلیل **پرتوزا** بودن

پایدار نیست و مورد بررسی قرار **نمی گیرد**.

خاصیت نافلزی :

نکته : به جز **گرافیت** (مغز مداد) بقیه **نافلزها** رسانای جریان **برق** و **گرما** نیستند. **براق نبوده** و به حالت جامد **شکندنده اند** هم چنین خاصیت **مفتول** شدن، **تورق** را ندارند ، در واکنش با دیگر اتم ها **الکترون می گیرند** یا **به اشتراک می گذارند**.

نکته : **نافلزات** بطور عمده در سمت **راست** و **بالای** جدول هستند. (**هیدروژن** در سمت **چپ** و **بالای** جدول قرار دارد.)

نکته : **نافلزها** در دمای **اتاق** و **فشار ۱** اتمسفر **جامد** و یا **گازی** شکل هستند (به جز برم که مایع است).

نکته : واکنش پذیرترین **فلزات** جدول ، فلزات **قلیایی** و واکنش پذیرترین **نافلزات** جدول ، **هالوژن ها** و **واکنش ناپذیرترین** عناصر جدول ، **گازهای نجیب** هستند.

نکته : هر دوره جدول با یک **فلز فعال** شروع و با عبور از شبه فلزها به **نافلز فعال** رسیده و به یک **گاز نجیب** ختم می شود.

نمایش کلی جدول تناوبی :

خاصیت شبه فلزی :

شبه فلزها همانند **مرزی** بین **فلزها** و **نافلزها** قرار دارند. عناصری که خواص **فیزیکی** آن ها بیشتر به **فلزها** شبیه بوده درحالی که رفتار **شیمیایی** آن ها همانند **نافلزها است** و در واکنش های شیمیایی تمایل دارند الکترون به **اشتراک** بگذارند.

شبه فلزات عبارتند از : **At ، Po ، Te ، Sb ، As ، Ge ، Si ، B**

رمز شبه فلزات : « **ب** **ی** **ج** **ی** **از** **س** **ب** **از** **ان** **خ** **و** **ش** **ت** **ی** **پ** **ا** **ت** »

At Po Te Sb As Ge Si B

نکته : البته برخی منابع ، **استاتین (At)** را به دلیل پرتوزا بودن شبه فلز نمی دانند.

تذکر : در کتاب های دبیرستان فقط به **Si** و **Ge** اشاره شده است.

مقایسه کلی ویژگی های فلزات ، نافلزات و شبه فلزات

شبه فلز	نافلزات اغلب ...	فلزات
خواصی بین فلز و نافلز دارند ، به عنوان مثال : سیلیسیم (Si) : سطح براق دارد - رسانایی الکتریکی کمی دارد - در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد - شکندنده است و در اثر ضربه خرد می شود .	جریان برق و گرما را عبور نمی دهند.	رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی دارند
ژرمانیم (Ge) : سطح درخشان دارد - رسانایی الکتریکی کمی دارد - در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد - در اثر ضربه خرد می شود .	در اثر ضربه خرد می شوند .	در واکنش با دیگر اتم ها الکترون از دست می دهند
آنتیمن (Sb) : سطح درخشان دارد - رسانایی الکتریکی کمی دارد - در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد - در اثر ضربه خرد می شود .	در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارند یا می گیرند .	در اثر ضربه تغییر شکل می دهند ولی خرد نمی شوند (چکش خوار بودن یا شکل پذیری)
ارسن (As) : سطح درخشان دارد - رسانایی الکتریکی کمی دارد - در واکنش با دیگر اتم ها الکترون به اشتراک می گذارد - در اثر ضربه خرد می شود .	سطح آن ها کدر است.	سطح درخشانی دارند.
مثال ها : P ، S ، Cl ، C و ...	مثال ها : Na ، Mg ، Al ، Sn و ...	

بررسی شکل :



رسانایی الکتریکی و گرمایی



استحکام و مقاومت و شکل پذیری



جلا و درخشندگی و چکش

خواری و شکل پذیری

تفکر نقادانه : جدول شارل ژانت

دسته S	دسته P	دسته d	دسته f	دسته g

چند نکته در مورد جدول ژانت :

- در هر ردیف این جدول عناصری قرار دارند که زیرلایه هایی با اعداد کوانتومی $n + 1$ برابر دارند.
- در این جدول عناصری با اعداد اتمی بزرگتر از ۱۱۸ نیز می توان قرار داد.
- ساخت عناصر شماره ۱۲۰ یا ۱۲۱ سبب خواهد شد که جدول جدیدی برای عناصر در نظر گرفته شود. زیرا جدول دوره عناصر دارای ۱۱۸ عنصر است که همه آنها شناسایی و توسط آیوپاک تایید شده اند.
- تعداد عناصری که در دسته g در صورت ساخته و کشف شدن قرار می گیرند ۱۸ عنصر خواهد بود. طبق رابطه $(4l+2)$
- در این جدول گرچه عناصر به ترتیب افزایش عدد اتمی قرار دارند اما دسته بندی بر اساس زیر لایه ها می باشد.
- جدول ژانت با مدل کوانتومی اتم همخوانی دارد.
- برای عناصر تا عدد اتمی ۱۲۰ شامل ۳۲ گروه و ۸ دوره است.
- ژانت جدول تناوبی خود را از بالا و از سمت چپ به راست بر اساس عدد اتمی مرتب کرد؛ همچنین عناصر گروه اول و دوم جدول (به اضافه هلیوم) را به سمت راست جدول منتقل نمود.
- در این الگو با پر شدن زیرلایه 1s یک دوره تمام می شود و در دوره بعدی زیرلایه 2s پر می شود؛ در تناوب سوم زیرلایه 2p به همراه 3s قرار می گیرد، در تناوب چهارم زیرلایه 3p به همراه 4s قرار می گیرد (مشابه با پر شدن زیرلایه ها در آرایش الکترونی نویسی)
- در جدول ژانت در هر ۲ دوره یک نماد جدید به زیرلایه ها اضافه می شود. به عنوان مثال در دوره های اول S، سوم P، پنجم d، هفتم f و نهم g (که ظرفیت ۱۸ عنصر را دارد) اضافه می شود.
- برای راحتی کار می توان گفت: انتهای هر ردیف به S ختم می شود. بنابراین می توان دسته بندی هر ردیف را به صورت زیر نوشت :

1S	2S	2P 3S	3P 4S	3d 4P 5S	4d 5P 6S	4f 5d 6P 7S	5f 6d 7P 8S	5g 6f 7d 8P 9S
----	----	-------	-------	----------	----------	-------------	-------------	----------------

رفتار عناصرها و شعاع اتم :

- نکته : خاصیت** شیمیایی امری کلی و قابل پیش بینی است ولی **فعالیت** شیمیایی امری جزئی و قابل مشاهده است. مثلاً همه فلزها الکترون از دست می دهند (خاصیت شیمیایی) اما فلز سدیم به سرعت و فلز آهن به آرامی الکترون از دست می دهد. (فعالیت شیمیایی).
- نکته :** رفتارهای فیزیکی فلزها شامل داشتن جلا، رسانایی الکتریکی و گرمایی، خاصیت چکش خواری، شکل پذیری (مانند قابلیت ورقه یا مفتول شدن) و ... است. درحالی که رفتار شیمیایی فلزها به میزان توانایی اتم آن ها به از دست دادن الکترون وابسته است، هرچه یک اتم فلزی در شرایط معین آسان تر الکترون از دست بدهد، خصلت فلزی بیشتری دارد و فعالیت شیمیایی آن بیشتر است.

واکنش پذیری یا فعالیت شیمیایی :

در مورد عناصر هر دوره می توان بر اساس میزان **سهولت** به رسیدن به آرایش الکترونی **گاز نجیب**، واکنش پذیری را مورد مقایسه قرار داد.
نکته : فلزات (عناصر اصلی) با از دست دادن **یک** یا **چند** الکترون به آرایش الکترونی گازنجیب **دوره قبل** از خود و **نافلزها** با کسب یا به اشتراک گذاشتن یک یا چند الکترون به آرایش الکترونی گاز نجیب **هم دوره** خود می رسند .

نکته : عناصر گروه **اول** ، **دوم** و **سیزدهم** به ترتیب یک ، دو و سه الکترون باید ازدست بدهند بدیهی است که این روند مشکل تر می شود پس واکنش پذیری **کمت**ر می شود.

نکته : عناصر گروه **۱۴** یا **باید ۴** الکترون بگیرند یا **۴** الکترون ازدست بدهند که بسیار مشکل است پس پیوند **اشتراکی** می دهند.

نکته : عناصر گروه های **۱۵-۱۶-۱۷** به ترتیب **۳-۲-۱** الکترون باید بگیرند تا به آرایش الکترونی گاز نجیب **هم دوره** برسند که به ترتیب روند **آسانتر** و واکنش پذیری **بیشتر** می شود .

نکته : **روندهای تناوبی** در جدول بر اساس **کمیت های وابسته به اتم** قابل توضیح است مانند: جرم اتمی - شعاع اتمی - بار هسته و

نکته : مطابق مدل **کوانتومی**، اتم را مانند **کره ای** در نظر می گیرند که الکترون ها پیرامون هسته و در لایه های الکترونی در حال حرکت اند. بنابراین می توان برای هر اتم **شعاعی** در نظر گرفت و آن را **اندازه گیری** کرد که البته تعیین اندازه اتم همانند جرم آن **بسیار دشوار** است.

نکته : شعاع اتم های مختلف ، یکسان نیست و هرچه شعاع یک اتم بزرگ تر باشد ، اندازه آن اتم نیز بزرگ تر است.



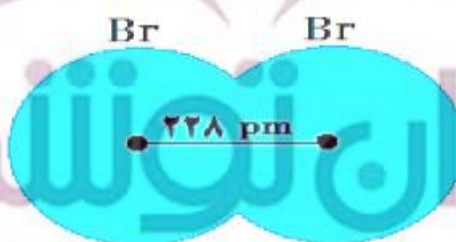
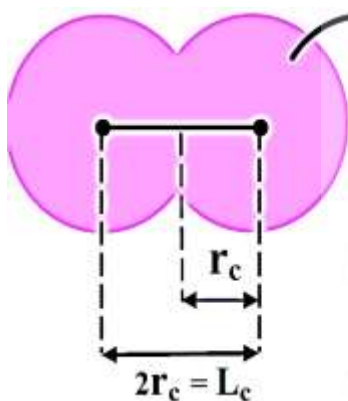
مقایسه نسبی شعاع اتمی **لیتیم** (الف) و **پتاسیم** (ب).

نکته : به طور کلی شعاع اتم ها به دو حالت اندازه گیری می شود :

حالت اول : اندازه گیری شعاع کووالانسی

شعاع کووالانسی (r_c): نصف فاصله بین مراکز دو اتم یکسان (جوهرهسته) در یک پیوند کووالانسی را شعاع کووالانسی می نامند و آن را با واحد پیکومتر ($1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$) اندازه گیری می کنند .

توجه : به فاصله **تعادلی** میان هسته های دو اتم درگیر در پیوند ، **طول پیوند** (L_c) می گویند .
 چور هسته (دو اتم یکسان)



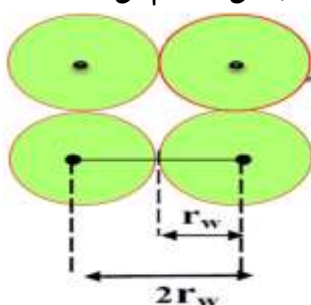
$$r_c = \frac{L_c}{2}$$

مثال : $\text{شعاع اتم برم} = \frac{228}{2} = 114 \text{ pm}$

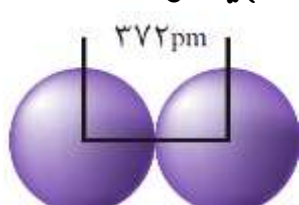
نکته : شعاع **همه** اتم ها با روش گفته شده قابل اندازه گیری **نیست** ، زیرا برخی اتم ها مانند گازهای نجیب ترکیب کووالانسی تشکیل نمی دهند یا مولکول دو اتمی ندارند ؛ در نتیجه شعاع این گونه اتم ها به حالت دوم اندازه گیری می شود.

حالت دوم : اندازه گیری شعاع **واندروالسی**

شعاع واندروالسی (r_w): نصف فاصله بین مراکز دو اتم یکسان و مماس بر هم در بلور یک عنصر را شعاع واندروالسی آن اتم می نامند.



چور هسته (دو اتم یکسان)



$$r_w = \frac{L_w}{2}$$

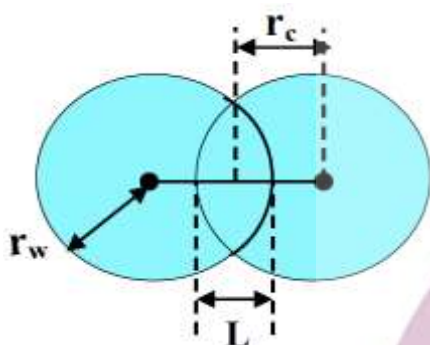
برای نمونه شعاع اتم سدیم برابر با ۱۸۶ پیکومتر است.

$$r_w = \frac{L_w}{2} = \frac{372}{2} = 186$$

نکته : همواره برای یک اتم یکسان اگر بتوانیم هر دو نوع شعاع را اندازه گیری کنیم، خواهیم داشت : $r_w > r_c$



نکته : شعاع **واندروالسی** یک عنصر، به اندازه نصف طول فاصله همپوشانی $(\frac{L}{2})$ از شعاع **کووالانسی** آن ، **بزرگتر** می باشد.



$$r_w = r_c + \frac{L}{2}$$

نکته : طول پیوند کووالانسی میان دو اتم **متفاوت** (ناجورهسته) ، برابر **مجموع** شعاع های کووالانسی آن دو اتم است .

مثال : طول پیوند H - H ، ۷۵ پیکومتر و Br - Br ، ۲۲۹ پیکومتر است طول پیوند Br - H را به دست آورید.

$$\text{طول پیوند} = \frac{75}{2} + \frac{229}{2} = \frac{304}{2} = 152 \text{ pm}$$

با هم ببیندیشیم ص ۱۲ کتاب

(۱) با توجه به جایگاه عنصرهای لیتیم ، سدیم و پتاسیم (فلزهای قلیایی) در جدول دوره ای ، پیش بینی کنید در واکنش با گاز کلر ، اتم های کدام یک آسان تر الکترون از دست خواهد داد؟ چرا؟

پتاسیم ، زیرا در گروه پایین تر است و خصلت فلزی یعنی تمایل به از دست دادن الکترون بیشتری دارد و در نتیجه آسان تر الکترون می دهد.

(۲) تصویر زیر واکنش این فلزها با **گاز کلر** را در شرایط یکسان نشان می دهد. آیا داده های این تصویر پیش بینی شما را تأیید می کند؟ (راهنمایی : هرچه ماده ای سریع تر و شدیدتر واکنش بدهد، فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.)



(الف) لیتیم



(ب) سدیم



(پ) پتاسیم

بله ، در تصویر شدت واکنش (بر اساس شدت نور) برای پتاسیم بیشتر است.

نکته : تغییر رنگ ، مزه ، بو ، تولید صدا و نور ، آزادسازی گرما ، تشکیل رسوب و خروج گاز نشانه هایی از تغییر شیمیایی هستند. هرچه شدت نور یا آهنگ خروج گاز آزاد شده بیشتر باشد ، واکنش شیمیایی سریع تر و شدیدتر بوده و واکنش دهنده فعالیت شیمیایی بیشتری دارد.

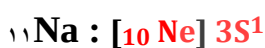
۳) به نظر شما آیا جمله « هرچه شعاع اتمی یک فلز بزرگ تر باشد ، آسان تر الکترون از دست می دهد » درست است؟ چرا؟
بله ، شعاع اتمی پتاسیم بزرگ تر از سدیم و لیتیم است و طبق تصویر بالا واکنش پذیری آن نیز بیشتر است. بنابراین با بزرگ تر شدن اندازه اتم ، خاصیت فلزی بیشتر و تمایل به از دست دادن الکترون بیشتر می شود.

۴) جدول زیر را کامل کنید و توضیح دهید بین شمار لایه های الکترونی با شعاع اتم چه رابطه ای وجود دارد.

نماد شیمیایی	آرایش الکترونی فشرده	نماد آخرین زیر لایه	تعداد لایه های الکترونی در اتم	شعاع اتمی (pm)
${}^3\text{Li}$	$[2\text{ He}] 2S^1$	$2S^1$	۲	۱۵۲
${}^{11}\text{Na}$	$[10\text{ Ne}] 3S^1$	$3S^1$	۳	۱۸۶
${}^{19}\text{K}$	$[18\text{ Ar}] 4S^1$	$4S^1$	۴	۲۳۱
${}^{37}\text{Rb}$	$[36\text{ Kr}] 5S^1$	$5S^1$	۵	۲۴۴
${}^{۵۵}\text{Cs}$	$[54\text{ Xe}] 6S^1$	$6S^1$	۶	۲۶۲

رابطه مستقیم وجود دارد و با افزایش تعداد لایه های الکترونی شعاع اتمی و اندازه اتم بزرگتر می شود.

مثال : با توجه به آرایش الکترونی سدیم و پتاسیم ، متوجه می شویم که شعاع پتاسیم از شعاع سدیم بیشتر است .



سه لایه الکترونی

چهار لایه الکترونی

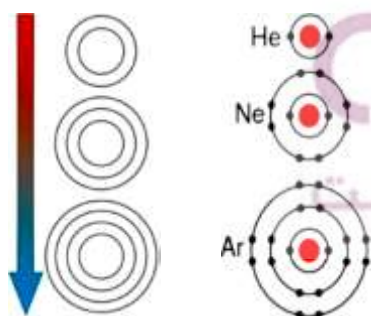
۵) با توجه به جدول زیر ، پیش بینی کنید کدام یک از فلزهای گروه دوم (فلزهای قلیایی خاکی) جدول دوره ای در واکنش با نافلزها ، آسان تر به کاتیون M^{2+} تبدیل می شود. چرا؟

نام و نماد شیمیایی فلز	Mg (منیزیم)	Ca (کلسیم)	Sr (استرانسیم)
شعاع اتمی (pm)	۱۶۰	۱۹۷	۲۱۵

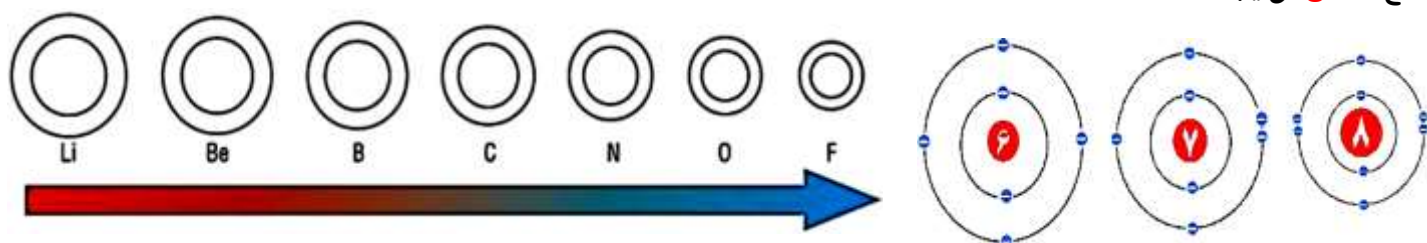
Sr (استرانسیم) چون شعاع اتمی بزرگتری دارد پس تمایل به از دست دادن الکترون بیشتر است.

روند تغییرات شعاع اتمی در گروه و تناوب

در یک **گروه** : از بالا به پایین شعاع اتمی **افزایش** می یابد ، زیرا تعداد لایه ها **افزایش** می یابد.



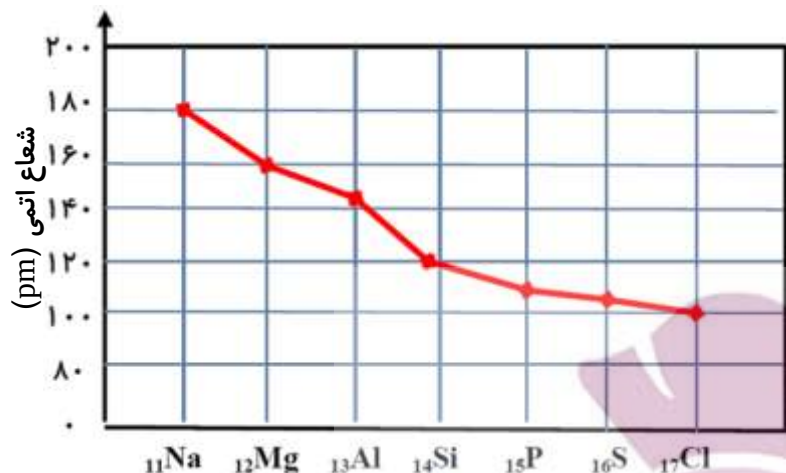
در یک **تناوب** : از چپ به راست شعاع اتمی **کاهش** می یابد ، زیرا تعداد لایه های الکترونی **ثابت** می ماند در حالی که تعداد پروتون های هسته **افزایش** می یابد. با افزایش تعداد پروتون ها ، نیروی جاذبه ای که هسته به الکترون ها وارد می کند ، **افزایش** یافته و بدین ترتیب شعاع **کاهش** می یابد.



نکته: در هر دوره از جدول، **بیشترین** شعاع مربوط به **فلزات قلیایی** (گروه اول) می باشد.

نکته: گازهای **نجیب** کمترین شعاع اتمی در هر دوره را دارند. با توجه به نمودار زیر نقاط **ماکزیمم** مربوط به فلزات **قلیایی** و نقاط **مینیمم** به گازهای **نجیب** اختصاص دارد.

در نمودار زیر می بینیم که عناصر ذکر شده همگی در تناوب **سوم** هستند؛ با **افزایش** عدد اتمی تعداد لایه ها **ثابت** است ولی همزمان قدرت



هسته **افزایش** می یابد، در نتیجه شعاع اتمی **کاهش** می یابد.

نکته: شیب تغییر شعاع در این نمودارها یکسان **نیست** چون از گروه دوم به بعد زیر لایه **p** در حال پر شدن هست و اثر پوششی الکترون های زیر لایه **p** و **s** یکسان نیست.

نکته: تفاوت شعاع اتمی (طبق شیب نمودار) در دوره **سوم**،

در عناصر گروه **۱** به **۲**، **بیشتر** از تفاوت سایر گروه ها

می باشد. همچنین تفاوت شعاع اتمی بین عناصر گروه **۱۶** به **۱۷**

کمتر از تفاوت شعاع اتمی بین عناصر دیگر گروه می باشد:



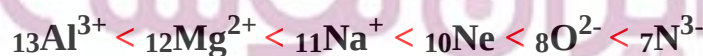
نکته: کاهش **شدید** اندازه شعاع را باید به بالا بودن سطح تراز **s** لایه ظرفیت اتم فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی دانست. همچنین تغییر رفتار از **فلزی** به **نافلزی** سبب افت شعاع می گردد.

نکته: از چپ به راست با کاهش اندازه اتم و زیاد شدن پروتون ها **از دست دادن** الکترون سخت تر و در عوض **گرفتن الکترون آسان تر** می شود. پس خصلت فلزی **کاهش** و خصلت **نافلزی** افزایش می یابد.

نکته: حجم اتم های فلزی (شعاع اتم های فلزی) در هنگام از دست دادن الکترون **کاهش** می یابد و حجم **نافلزات** نیز در هنگام جذب الکترون **افزایش** می یابد؛ بنابراین **یون های فلزی** از اتم فلزی **کوچک تر** و یون های **نافلزی** از اتم نافلز **بزرگ تر** هستند.



نکته: در مورد یون های مثبت و منفی که تعداد الکترون برابر دارند (ایزوالکترون) نیز توجه داشته باشید که هر چه یون، **بار منفی** بیشتری داشته باشد **بزرگ تر** و هر چه **بار مثبت** بیشتری داشته باشد **کوچک تر** است. (در مثال زیر همه یون ها ۱۰ الکترون دارند):



اندازه **کاتیون ها** از شعاع اتمی آن **کمتر** است به دو دلیل:

۱- با از دست دادن الکترون های لایه ظرفیت یک لایه الکترونی **کاهش** می یابد.

۲- تعداد پروتون ها **بیشتر** از الکترون ها و در مجموع بار هسته **بیشتر** از سهم یک پروتون به جذب یک الکترون نسبت به حالت قبل می باشد، مثلاً در یون سدیم **۱۱** پروتون به **۱۰** الکترون جاذبه وارد می کند.

اندازه **آنیون ها** از شعاع اتمی آن ها **بزرگ تر** است به دو دلیل:

۱- با کسب الکترون میان الکترون ها در لایه ظرفیت **نیروی دافعه** ایجاد می شود و از هم فاصله می گیرند.

۲- مجموع الکترون ها نسبت به پروتون ها بیشتر می شود و در مجموع بار هسته **کم تر** از سهم یک پروتون به جذب یک الکترون نسبت به حالت قبل می باشد مثلاً در یون کلرید **۱۷** پروتون به **۱۸** الکترون جاذبه ایجاد می کند.

نکته: عناصر گروه اول ظرفیت **۱**، گروه دوم ظرفیت **۲** و عناصر گروه سیزدهم، ظرفیت **۳** دارند.

نکته : فلزات واسطه ظرفیت متغیر دارند ، بجز کاتیون های : $Ag^+, Cd^{2+}, Zn^{2+}, Sc^{3+}$

نکته : نافلزها در واکنش های شیمیایی برخلاف فلزها تمایل دارند با گرفتن الکترون به آنیون تبدیل شوند. برای مثال نافلزهای گروه ۱۷ (هالوژن ها) با گرفتن **یک** الکترون به آنیون با یک بار منفی (**یون هالید**) تبدیل می شوند.

نکته : عناصر گروه ۱۵ ظرفیت **(۳-)** ، گروه ۱۶ ظرفیت **(۲-)** و گروه ۱۷ ، ظرفیت **(۱-)** دارند و **هالید** نامیده می شوند.

جدول شعاع نسبی اتم ها

H 37	Li 152	Be 112	B 85	C 77	N 75	O 73	F 72	Ne 70
Na 186	Mg 160	Al 143	Si 118	P 110	S 103	Cl 99	Ar 98	
K 227	Ca 197	Ga 135	Ge 123	As 120	Se 117	Br 114	Kr 112	
Rb 248	Sr 215	In 166	Sn 140	Sb 141	Te 143	I 133	Xe 131	
Cs 265	Ba 222	Tl 171	Pb 175	Bi 155	Po 164	At 142	Rn 140	

میثم احمدوند

ص ۱۳ کتاب

خود را بیازماید

الف) جدول زیر را کامل کنید.

نماد شیمیایی عنصر	9F	${}^{17}Cl$	${}^{35}Br$
آرایش الکترونی فشرده	$[2He] 2S^2 2P^5$	$[10Ne] 3S^2 3P^5$	$[18Ar] 4S^2 4P^5$
نماد آخرین زیرلایه	$2S^2 2P^5$	$3S^2 3P^5$	$4S^2 4P^5$
تعداد لایه های الکترونی در اتم	۲	۳	۴
شعاع اتمی (pm)	۷۱	۹۹	۱۱۴

ب) پیش بینی کنید در شرایط یکسان کدام هالوژن واکنش پذیرتر است. چرا؟

فلوئور ، زیرا اندازه اتم کوچک تری دارد و تمایل آن برای گرفتن الکترون بیشتر است.

پ) در جدول زیر شرایط واکنش این نافلزها با **گاز هیدروژن** نشان داده شده است. با توجه به آن ، مشخص کنید آیا پیش بینی شما درست است. **بله**

رنگ	کاربرد	حالت فیزیکی	شرایط واکنش با هیدروژن	شعاع اتمی (pm)	آرایش الکترونی فشرده	نماد عنصر
زرد	تفلون خمیر دندان	گاز	حتی در دمای $-200^\circ C$ به سرعت واکنش می دهد.	۷۱	$[2He] 2S^2 2P^5$	9F
زرد مایل به سبز	گندزدا پلاستیک	گاز	در دمای اتاق به آرامی واکنش می دهد.	۹۹	$[10Ne] 3S^2 3P^5$	${}^{17}Cl$
قرمز	صنایع فیلم و عکاسی	مایع	در دمای $200^\circ C$ واکنش می دهد.	۱۱۴	$[18Ar] 4S^2 4P^5$	${}^{35}Br$
بنفش	تنتور ید	جامد	در دمای بالاتر از $400^\circ C$ واکنش می دهد.	۱۳۹	$[36Kr] 3d^{10} 4S^2 4P^5$	${}^{53}I$

(ت) توضیح دهید خصلت نافلزی با شعاع اتمی چه رابطه ای دارد.

رابطه وارونه ، هر چه شعاع اتمی نافلز کمتر باشد خصلت نافلزی آن یعنی تمایل به گرفتن الکترون ، بیشتر است.



در جدول فوق ، شرایط واکنش این نافلزات با گاز هیدروژن نشان داده شده است :

هالوژن ها (نمک ساز ها) :

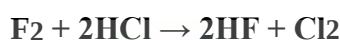
۱- به آسانی با فلز ها واکنش می دهند و **نمک** بوجود می آورند.

۲- فعالیت شیمیایی آن ها از بالا به پایین **کم** می شود.

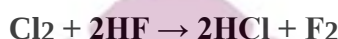
۳- **واکنش پذیرترین** نافلز ها هستند.



مقایسه ترتیب واکنش پذیری هالوژن ها :



کدام واکنش انجام پذیر است؟



سؤال : چرا هالوژن ها واکنش پذیرترین نافلز ها هستند؟ **زیرا با گرفتن فقط یک الکترون ، به آرایش گاز نجیب می رسند.**

سؤال : چرا فعالیت شیمیایی هالوژن ها از بالا به پایین کم می شود؟

زیرا با افزایش شعاع ، میل به گرفتن الکترون کاهش می یابد و واکنش پذیری کاهش می یابد.

نکته : در تولید لامپ چراغ های جلوی خودروها ، از **هالوژن ها** استفاده می شود.

چند نکته در مورد فلزات :



همه فلزها در حالت کلی رفتارهای **مشابهی** دارند. اما تفاوت های **قابل توجهی** میان فلزات وجود دارد.

سدیم با جلای نقره ای فلزی **نرم** است و با چاقو **بریده می شود** و سطح آن به سرعت در هوا **تیره (کدر)** می شود .

آهن فلزی **محکم** و از آن برای ساخت در و پنجره فلزی استفاده می شود.

فلز **آهن** با **اکسیژن** در **هوای مرطوب** به **زنگ آهن** تبدیل می شود.

طلا در گذر زمان جلای خود را **حفظ** می کند و همچنان خوش رنگ باقی می ماند. به همین دلیل در معماری اسلامی، گنبد و گلدسته

شماری از اماکن مقدس را با ورقه های نازکی از طلا تزیین می کنند.

(۱) فلزات اصلی دسته p و s

(۲) فلزات واسطه (فلزات دسته d)

(۳) واسطه داخلی (فلزات دسته f)

فلزات در جدول به سه دسته تقسیم می شوند :

فلزات دسته **d** نیز رفتاری شبیه به فلزات دسته **s** و **p** دارند آن ها نیز **رسانای جریان الکتریکی و گرما**

هستند ، **چکش خوارند** و قابلیت **ورقه شدن** دارند.

نکته : یکی از **اصیل ترین** و **ارزنده ترین** صنایع دستی کشورمان ، **شیشه گری** است. صنعتی که پشتوانه و **سابقه ای دیرینه** دارد.

نکته : گردن بندی با دانه های شیشه ای **آبی رنگ** متعلق به **هزاران سال پیش** که در ناحیه ی **شمال غربی** ایران کشف شده است.

نکته : قطعات شیشه ای **مایل به سبزی** که طی کاوش های باستان شناسی در **لرستان** و **شوش** به دست آمده است.

یکی از هدایای زمینی ، سنگ های گرانبهای آن است که به دلیل رنگ های گوناگون و زیبای خود ، کاربرد گسترده ای در جواهرسازی

دارند. در شکل زیر تعدادی از آن ها را مشاهده می کنید. اما علت رنگ های مختلف این سنگ ها چیست؟

زمرد

(سبز)



یاقوت

(سرخ)



فیروزه

(آبی)



نکته: یاقوت همان آلومینیوم اکسید Al_2O_3 است که در ساختار آن برخی از یون های **آلومینیوم** با یون های Cr^{3+} جایگزین شده و رنگ **سرخ** زیبای یاقوت را ایجاد کرده است. با عبور نور سفید از یک یاقوت، طول موج های **بلندتر** آن یعنی رنگ **سرخ** بازتاب می شود. (سایر طول موج ها جذب می شود.)

فلزهای دسته d (فلزهای واسطه)

دسته ای از عنصرهای جدول دوره ای هستند که زیرلایه d آن ها در حال پر شدن است و همگی **فلز** هستند اما همگی **جامد** نیستند. عناصر گروه ۳ تا ۱۲ جدول دوره ای را شامل می شوند و اولین سری آنها در دوره ۴ هستند که از عدد اتمی ۲۱ تا ۳۰ ادامه دارند. ترکیبات فلزهای واسطه **رنگ های گوناگون و زیبایی** دارند و همچنین کاربرد گسترده ای در صنعت **جواهر سازی** دارند. **اغلب** کاتیون های فلزات واسطه **رنگی** هستند. رنگ شیشه های حاوی کاتیون فلزات واسطه در جدول زیر آمده است.

نماد کاتیون	Cu^{2+}	Co^{2+}	Fe^{2+}	Cr^{3+}	Ni^{2+}	Mn^{2+}	Zn^{2+}	Sc^{3+}	Fe^{3+}
رنگ کاتیون	آبی	سبز	سبز	سبز	صورتی کم رنگ	بی رنگ	قرمز آجری		

اغلب این رنگ ها می توانند بسته به بار **یون فلزی** و **تعداد و نوع گروه اتم های** (لیگاند) که به یون فلز متصل می شوند، **متفاوت** باشند.

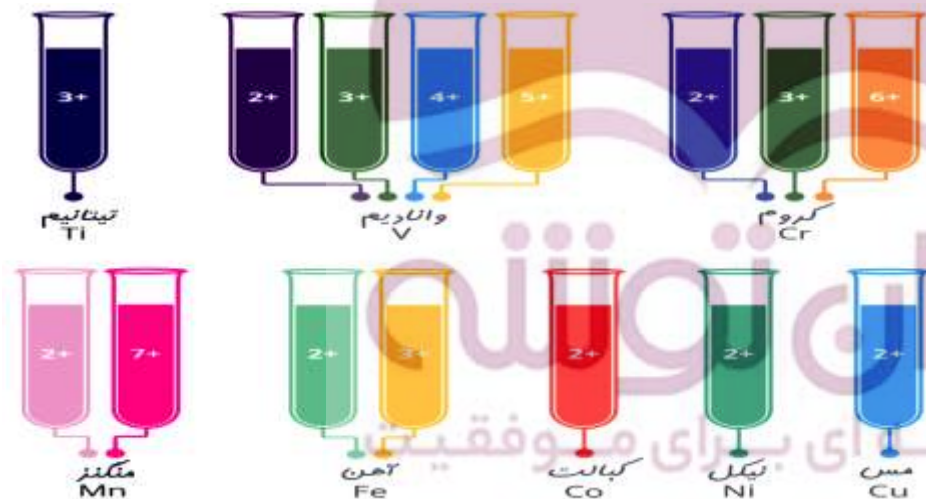
هر پنج زیرلایه d هم انرژی هستند ولی تحت شرایطی سطح انرژی این زیر لایه کمی تغییر کند و از هم سطحی در می آیند، یعنی شکافته می شوند. در حضور لیگاندها، برخی زیر لایه d دارای انرژی بیشتری نسبت به بقیه می شوند و برخی از آن ها دارای انرژی کمتر می شوند. الکترون ها با جذب یک فوتون از نور می توانند در میان این زیر لایه پایین تر و بالاتر حرکت کنند.

نماد کاتیون	V^{2+}	V^{3+}	V^{4+}	V^{5+}
رنگ کاتیون	بنفش	سبز	آبی	زرد

نکته: کاتیون هایی که یون آنها به آرایش گاز نجیب می رسند، مواد **بی رنگی** هستند.

نکته: کاتیون **روی** به دلیل پر بودن زیر لایه d، **بی رنگ** است.

نکته: کاتیون های فلزات واسطه بسته به اینکه در چه **محیطی** باشند و حتی چه **کاتیون های** در آن محیط باشد روی رنگ یون واسطه تأثیر دارد چون میدان ها روی هم اثر می گذارند.



یکی از راه های رنگی کردن شیشه ها استفاده از یون های فلزی در ساختار آن ها است؛ برخی از شیشه های رنگی را در زیر می بینید:



نکته: در تمام فلزات واسطه در زیر لایه S دو الکترون وجود دارد به جز در مواردی که آرایش الکترونی زیر لایه d به $3d^4$ یا $3d^9$ می رسد که در آن صورت مطابق اصل پایداری یک الکترون از زیر لایه S به زیر لایه d منتقل می شود.



عنصر	21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn
آرایش زیرلایه d	$3d^1$	$3d^2$	$3d^3$	$3d^5$	$3d^5$	$3d^6$	$3d^7$	$3d^8$	$3d^{10}$	$3d^{10}$

مطابق اصل پایداری یک زیرلایه پر و نیمه پر پایدارتر از زیرلایه الکترون دار ناقص و پایدارتر از زیر لایه خالی است.

نکته: در بین عناصر واسطه دوره 4 عنصر زیر لایه d نیمه پر و 2 عنصر زیر لایه d کاملاً پر دارند و در میان کل عناصر دوره 4 عنصر زیرلایه d کاملاً پر دارند.

نکته: اگر چه زیرلایه S زودتر از زیرلایه d از الکترون پر می شود اما هنگام تبدیل شدن اتم به یون مثبت، ابتدا باید از زیرلایه S الکترون جدا کنیم و سپس به ازای بار بیشتر، از زیرلایه d الکترون جدا می شود یعنی به هنگام تشکیل کاتیون الکترون های بیرونی ترین زیر لایه خود را از دست می دهند.

نکته: برای رسم آرایش الکترونی کاتیون ها، همان طور که در شیمی دهم خواندیم ابتدا آرایش الکترونی مرتب شده اتم را می نویسیم و سپس از دورترین زیرلایه نسبت به هسته به تعداد بار کاتیون، الکترون کم می کنیم: مثال:



نکته: فلزات واسطه مانند هر فلز دیگر تمایل به از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون دارند. اما تفاوت اصلی میان کاتیون فلزات

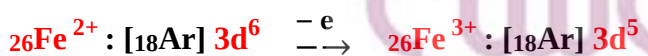
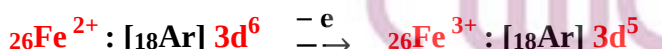
اصلی (دسته S و p) با کاتیون فلزات واسطه این است که برخلاف فلزات اصلی، اغلب فلزات واسطه با تشکیل کاتیون به آرایش گاز

نجیب نمی رسند در حالی که اغلب فلزات اصلی به آرایش گاز نجیب می رسند. $3Li : [2He] 2s^1 \longrightarrow 3Li^+ : [2He]$



نکته: اغلب فلزات واسطه در طبیعت به شکل ترکیب های یونی همچون اکسیدها، کربنات ها و ... یافت می شوند. مثلاً آهن به دو صورت

FeO و Fe_2O_3 در طبیعت یافت می شود که در FeO به صورت Fe^{2+} و در Fe_2O_3 به صورت Fe^{3+} وجود دارد. پس آرایش یون های Fe^{2+} و Fe^{3+} بصورت زیر است.



خود را بیازمایید: شیشه ای برای موفقیت ص ۱۶ کتاب

اسکاندیم ($_{21}Sc$) نخستین فلز واسطه در جدول تناوبی است که در وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه ها وجود دارد و جزو معدود فلزات واسطه است که کاتیون آن به آرایش گاز نجیب می رسد. (برخلاف فلزات واسطه) و ترکیبات آن بی رنگ هستند.

الف) آرایش الکترونی اتم آن را بنویسید. $_{21}Sc : [18Ar] 3d^1 4s^2$

ب) کاتیون این فلز در ترکیب هایش، سه بار مثبت دارد. آرایش الکترونی فشرده کاتیون اسکاندیم را رسم کنید. $_{21}Sc^{3+} : [18Ar]$

آرایش الکترونی	نماد فلز / یون	آرایش الکترونی	نماد فلز / یون
$[Ar] 3d^5 4s^1$	24Cr	$[Ar] 3d^3 4s^2$	23V
$[Ar] 3d^4$	Cr^{2+}	$[Ar] 3d^3$	V^{2+}
$[Ar] 3d^3$	Cr^{3+}	$[Ar] 3d^2$	V^{3+}

جدول زیر را کامل کنید.

عناصر واسطه (عناصر دسته d)

① همگی فلز هستند.

② واکنش پذیری **کمتری** نسبت به **فلزهای قلیایی** (گروه ۱) و **قلیایی خاکی** (گروه ۲) دارند.③ بجز **جیوه** نسبت به فلزهای گروه اول و دوم ، **سخت تر** ، **چگالت تر** و **دیر ذوب تر** هستند زیرا علاوه بر پیوند **فلزی** به دلیل داشتن تک الکترون در زیرلایه d پیوند **کووالانسی** نیز ایجاد می کنند.④ بی نظمی های متعددی در **آرایش الکترونی** آن ها به چشم می خورد.⑤ تعداد الکترون های **لایه ظرفیت** آن ها متغیر می باشد.

⑥ بسیاری از آن ها ۲ و برخی ۱ الکترون در زیر لایه S لایه ظرفیت دارند.

⑦ رسانایی **الکتریکی** و **گرمایی** بالایی دارند قوی ترین رساناهای الکترونی **طلا** ، **نقره** و **مس** هستند.**تیتانیوم** دومین عنصر واسطه که فلزی **محکم** ، **کم چگال** و **مقاوم** در برابر **خوردگی** است و از آن در **بدنه دوچرخه** استفاده می شود.طلا (^{79}Au) در دوره **ششم** و گروه ۱۱ جدول تناوبی جای دارد. طلا فلزی ارزشمند و گرانبها است که علاوه بر ویژگی های مشترک فلزات ، ویژگی های منحصر بفردی هم دارد که عبارتند از:

(۱) به اندازه ای چکش خوار و نرم است که چند گرم از آن را می توان با چکش کاری به صفحه ای با مساحت چند متر مربع تبدیل کرد.

(۲) طلا رسانایی الکتریکی بسیار بالایی دارد و می تواند این رسانایی را در شرایط دمایی گوناگون حفظ کند به همین دلیل در ساخت قطعات حساس الکترونیکی و ویلچر کاربرد دارد.

(۳) طلا جزو فلزاتی محسوب می شود که واکنش پذیری ناچیزی دارد در نتیجه طلا بر خلاف اغلب عناصر به صورت عنصر و آزاد در طبیعت یافت می شود (پایداری بالایی دارد).

(۴) با گازهای موجود در هواکره و مواد موجود در بدن انسان واکنش نمی دهد به همین دلیل در ساخت زیورآلات و دندانپزشکی کاربرد دارد.

(۵) عنصر طلا به میزان بسیار زیادی پرتوهای خورشیدی را بازتاب می دهد به همین دلیل از آن در لباس فضانوردان استفاده می شود.

طلا



برخی کاربردهای مثالی طلا شامل استفاده در شیشه کلاه فضانوردان برای بازتاب پرتوهای خطرناک خورشیدی ، ساخت جوایز و مدال ها و تولید قطعات الکترونیکی است.

عمده مصارف طلا به ترتیب مقدار در **زیورآلات** و **جواهرات** ، **الکترونیک** ، **پشتوانه ارزی** ، **صنایع دیگر** و **دندان پزشکی** است.ویژگی های منحصر به فرد **طلا** باعث شده است که کاربردهای این فلز گسترش یافته و تقاضای جهانی آن روز به روز **افزایش** یابد.هر چند طلا در طبیعت به شکل عنصری یافت می شود اما مقدار آن در معادن طلا **بسیار کم** است به طوری که برای استخراج مقدار کمی از آن باید حجم انبوهی از خاک معدن را استخراج کرد در نتیجه **پسماند** زیادی برجای می ماند مثلاً در تولید مقدار طلای مورد نیاز برای ساخت یک حلقه عروسی ، **سه تن** پسماند ایجاد می شود. استفاده از **طلا** مانند دیگر فعالیت های صنعتی آثار زیانبار زیست محیطی بر جا می گذارد.مجتمع طلای **موت** در **اصفهان** و **زرشوران** در **آذربایجان غربی** از منابع استخراج طلا در ایران هستند.

نکته: برای استخراج فلزات، ضمن بهره برداری از منابع، باید از راه هایی استفاده نمود که منجر به کاهش رد پای محیط زیستی شده و هماهنگ با توسعه پایدار باشد.

از جمله ی «طلا که پاک است چه منتش به خاک است» نکات زیر برداشت می شود:

① عنصر طلا به صورت آزاد در طبیعت یافت می شود. ② واکنش ناپذیر و نجیب است.

عنصرها به چه شکلی در طبیعت یافت می شوند؟

اغلب عنصرها در طبیعت به شکل **ترکیب** یافت می شوند.

اغلب فلزات به شکل ترکیب هایی مانند **اکسید** یا **سولفید** وجود دارند.

فلزاتی همچون **نقره**، **مس**، **پلاتین** به صورت **آزاد** وجود دارند.

برخی فلزات مانند **نقره** و **مس** در طبیعت هم به صورت **آزاد** و هم به شکل **سنگ معدن** در ترکیب با نافلزها وجود دارند مثلاً **مس** علاوه بر شکل عنصری در طبیعت به شکل سنگ معدن CuS (**مس (II) سولفید**) هم یافت می شود.

از میان فلزها، تنها **طلا** به شکل **کلوخه ها** یا **رگه های زرد** لا به لای خاک یافت می شود.

نافلزاتی همچون **اکسیژن**، **نیتروژن**، **گوگرد**، **فسفر**، **کربن** و..... به شکل **آزاد** یافت می شوند.



طلا



گوگرد



فسفر قرمز



کربن

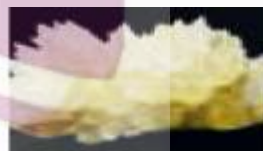
$\text{MnCO}_3 (\text{s})$



$\text{NaCl} (\text{s})$



$\text{CaCO}_3 (\text{s})$



$\text{S} (\text{s})$

نمونه هایی از کانی ها (**کلسیم کربنات** (**سفیدرنگ**) ، **سدیم کلرید** (**سفید رنگ**) ، **منگنز (II) کربنات** (**صورتی رنگ**) و **گوگرد** (**زرد**)

نکته: **آهن** فلزی است که در سطح جهان بیشترین مصرف سالانه را در بین صنایع گوناگون دارد. آهن **اغلب** در طبیعت به شکل اکسید یافت می شود که معمولاً به شکل **هماتیت** (Fe_2O_3 **ناخالص**) است و **آلومینیم** در طبیعت به شکل **بوکسیت** (Al_2O_3 **ناخالص**) یافت می شود.

نکته: یکی از حوزه های کاربرد و اقتصادی علم شیمی، **یافتن راه های گوناگون و مناسب برای استخراج و تولید** عنصرها از طبیعت است. در دنیای امروزی از فلزهای بسیاری استفاده می شود؛ به عنوان مثال می توان مقایسه مصرف چند فلز پر مصرف را در زیر دید:

آهن < **آلومینیوم** < **منیزیم** < **مس** و **کروم**

شیمی تجزیه، **شاخه ای از دانش شیمی است که به مطالعه روش های شناسایی، جداسازی و بررسی کمی و کیفی اجزای یک ماده می پردازد.**

روش شناسایی یون‌ها

نکته : به منظور شناسایی یون های موجود در یک نمونه ، ابتدا نمونه را به صورت **محلول** در می آوریم. سپس به آن ماده ای اضافه می کنیم تا با یون مورد نظر واکنش داده و ماده ای **نامحلول** و ترجیحاً با رنگ منحصر به فرد ایجاد کند تا بتوانیم به وجود **یون ها** در نمونه پی ببریم.

یادآوری : در شیمی دهم خواندیم که برای شناسایی **یون کلرید** (Cl^-) در یک محلول ، **یون نقره** (Ag^+) را به آن اضافه کرده و رسوب **سفید رنگ نقره کلرید** ($AgCl$) تشکیل می شود. یکی از راه های شناسایی **یون باریم** (Ba^{2+}) در محلول ، افزودن **یون سولفات** (SO_4^{2-}) به آن و تشکیل رسوب **سفید رنگ باریم سولفات** ($BaSO_4$) است و یکی از راه های شناسایی **یون کلسیم** (Ca^{2+}) در محلول ، افزودن **یون فسفات** (PO_4^{3-}) به آن و تشکیل رسوب **سفید رنگ کلسیم فسفات** ($Ca_3(PO_4)_2$) است .

شناسایی یون Fe^{2+}

کاوش کنید ۱ :

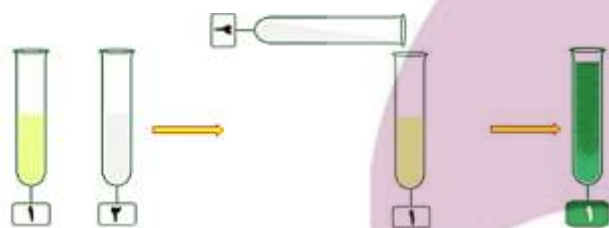
برای شناسایی یون آهن (II) می توان آزمایشی مشابه شکل زیر ترتیب داد :

(۱) در لوله آزمایش شماره (۱) مقدار کمی **آهن (II) کلرید** ریخته و با آب مقطر تا نیمه آن را پر و با تکان دادن یکنواخت می کنیم. (محلول **شفاف** و رنگ **سبز روشن** است.)

(۲) در لوله آزمایش شماره (۲) مقدار کمی **سدیم هیدروکسید** ریخته و با آب مقطر تا نیمه آن را پر و با تکان دادن یکنواخت می کنیم. (محلول **شفاف** و **بی رنگ** است.)

(۳) مطابق شکل از محلول **سدیم هیدروکسید** به **آهن (II) کلرید** اضافه می کنیم.

در لوله آزمایش **رسوبی** به رنگ **سبز** مشاهده می شود که نشان دهنده تشکیل **آهن (II) هیدروکسید** است. این ترکیب در آب **نامحلول** است.

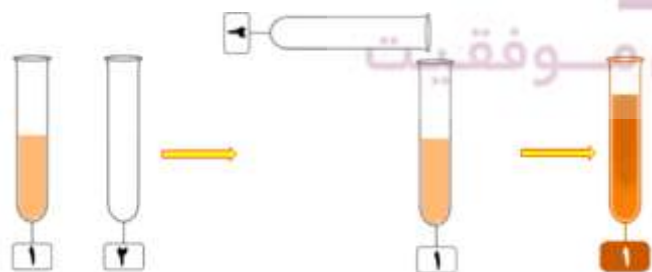


معادله موازنه شده این واکنش به صورت زیر است : (واکنش جابجایی دوگانه)
(جابجایی فلز با فلز یا جابجایی فلز با هیدروژن)



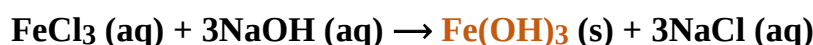
نکته : آزمایش فوق را برای هر محلولی که **احتمال** وجود یون آهن (II) در آن است می توان انجام داد ، با افزودن محلول حاوی **یون هیدروکسید** به یک محلول ، اگر رسوب **سبز** رنگ در آن تشکیل شد ، **احتمال زیادی** وجود دارد که محلول اولیه دارای Fe^{2+} بوده است.

برای شناسایی یون آهن (III) نیز می توان آزمایشی مشابه آزمایش بالا و به صورت شکل زیر ترتیب داد :



در لوله آزمایش (۱) محلول **آهن (III) کلرید** داریم که **شفاف** و به رنگ **نارنجی** است. پس از اضافه کردن **سدیم هیدروکسید** به این محلول ، رسوب **قرمز-قهوه ای آهن (III) هیدروکسید** تولید می شود ؛

معادله موازنه شده واکنش مربوط به این آزمایش به صورت زیر است :



نکته : ممکن است برخی ترکیبات که حاوی یون فلزی است نتوانند در آب حل شوند تا مانند آزمایشات بالا بتوان یون فلزی آن ها را شناسایی نمود ؛ به این منظور می توان آن ترکیب را به شیوه دیگری به **محلول** تبدیل کرد.

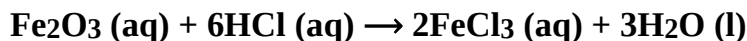
به عنوان مثال **رنگ آهن** (لایه ترد روی آهن خورده شده) در آب **نامحلول** است اما به کمک **هیدروکلریک اسید** یا **جوهر نمک** ($HCl(aq)$) می توان آن را حل و سپس برای شناسایی یون آهن آن اقدام کرد.

شناسایی یون آهن موجود در زنگ آهن :



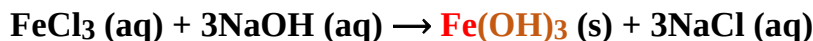
(۱) یک میخ یا وسیله آهنی زنگ زده را خراش داده و زنگ آهن آن را درون یک لوله آزمایش می ریزیم.

(۲) قطره قطره محلول **هیدروکلریک اسید** به آن اضافه می کنیم تا تمام زنگ آهن حل شده و محلولی **شفاف** به دست آید.



(۳) قطره قطره سدیم هیدروکسید را به محلول اضافه می کنیم تا **رسوب رنگی** تشکیل شود.

در انتهای کار رسوب **قرمز - قهوه ای** تولید می گردد که نشان می دهد در زنگ آهن یون Fe^{+3} وجود دارد.



برای شناسایی برخی از یون ها، داده ها در جدول زیر خلاصه شده است.

کاتیون \ آنیون	Pb^{2+}	Ag^+	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Ba^{2+}	Al^{3+}	Cu^{2+}
OH^-		سفید	قرمز - قهوه ای	سبز لجنی		سفید	آبی
I^-	زرد	زرد					
CrO_4^{2-}	زرد - نارنجی	نارنجی					
SO_4^{2-}	در آب جوش حل می شود	سفید			سفید		

یادآوری : طریقه نوشتن معادله واکنش شیمیایی

(۱) جابجایی ساده (جابجایی یگانه)

الف) واکنش یک عنصر **فلزی** با یک ترکیب **فلزدار** : در این واکنش ها عنصر فلزی فعال تر جایگزین فلز موجود در ترکیب (با فعالیت کمتر) می شود.



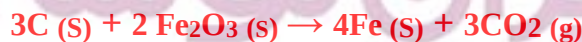
ب) واکنش یک عنصر **فلزی** با یک ترکیب **هیدروژن دار** : در این واکنش ها عنصر فلزی جایگزین هیدروژن موجود در ترکیب شده و گاز هیدروژن تولید می شود.



پ) واکنش یک عنصر **نافلزی** با یک ترکیب **نافلزدار** : در این واکنش ها عنصر نافلزی فعال تر جایگزین نافلز موجود در ترکیب می شود.



ت) واکنش یک عنصر **نافلزی** با یک ترکیب **فلزدار** : در این واکنش ها عنصر نافلزی فعال تر جایگزین فلز موجود در ترکیب می شود.



(۲) جابجایی دوگانه

واکنش یک ترکیب **فلزدار** یا **هیدروژن دار** با یک ترکیب **فلزدار** دیگر : در این واکنش ها کافی است **فلز** ترکیب اول را با **فلز** یا **هیدروژن**



موجود در ترکیب دیگر جابجا نمود.



نکته : واکنش پذیری هر عنصر به معنای تمایل اتم های آن برای انجام واکنش شیمیایی است.

نکته : هر چه واکنش پذیری اتم های عنصری بیشتر باشد در **شرایط یکسان** تمایل آن برای **انجام واکنش شیمیایی** و تبدیل شدن به ترکیب

بیشتر است.

نکته : در هر واکنش شیمیایی که به طور **طبیعی** و **خودبخودی** (یعنی از چپ به راست) انجام می شود، واکنش پذیری **واکنش دهنده ها**

از فرآورده ها **بیشتر** می باشد.

نام عنصر	نماد
پتاسیم	K
سدیم	Na
کلسیم	Ca
منیزیم	Mg
آلومینیم	Al
کربن	C
روی	Zn
آهن	Fe
قلع	Sn
سرب	Pb
هیدروژن	H
مس	Cu
نقره	Ag
پلاتین	Pt
طلا	Au

تهدیه

نکته: عنصرهای واکنش پذیرتر می توانند جای عنصرهای با واکنش پذیری کمتر را در ترکیب آن بگیرند.

نکته: هرچه فلز فعال تر باشد، میل بیشتری به ایجاد ترکیب دارد و ترکیب هایش پایدارتر است.

نکته: هرچه واکنش پذیری فلزی (عنصری) بیشتر باشد، استخراج آن فلز (عنصر) دشوارتر است.

نکته: برای جدا کردن یک فلز می توان ترکیب آن را با فلزی که فعالیت شیمیایی بیشتری دارد، وارد واکنش کرد.

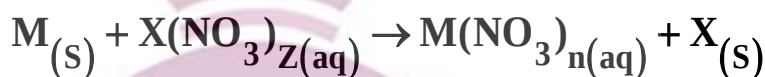
نکته: ترتیب واکنش پذیری فلزات معروف، کربن و هیدروژن مطابق جدول داده شده است.

نکته: فلزات بالاتر از عنصر هیدروژن با اسیدها در واکنش جابجایی ساده شرکت می کنند.

نکته: فلز آهن در واکنش با اسیدها همیشه از ظرفیت کمتر خود استفاده می کند. (Fe^{2+})

نکته: مطابق جدول، واکنشی انجام پذیر است که فلز بالاتر با ترکیب فلز پایین تر واکنش داده باشد. یا فلز قوی تر سمت چپ واکنش (واکنش دهنده) و فلز ضعیف تر سمت راست (فراورده) باشد.

نکته: در واکنش کلی و خودبخودی (طبیعی) زیر همواره فلز M واکنش پذیرتر از فلز X است.



جدول فعالیت

ص ۲۰ کتاب

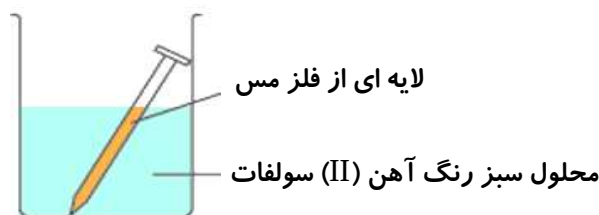
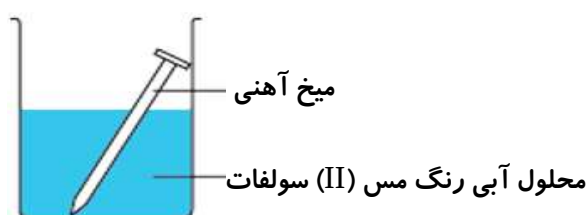
کاوش کنید ۲:

(۱) درون یک بشر تا یک سوم آب ریخته و به اندازه نصف قاشق چای خوری مس (II) سولفات اضافه کرده و با هم زدن محلول یکنواختی می سازیم (محلول حاصل آبی رنگ است).

(۲) یک عدد میخ آهنی در بشر انداخته و صبر می کنیم.

پس از مدتی مشاهده می کنیم که رنگ محلول کم رنگ تر شده و به سمت سبز شدن جزیی پیش می رود، و جامد قرمز رنگی بر روی میخ ها می نشیند، این جامد قرمز همان فلز مسی است. اگر زمان کافی به واکنش داده شود محلول در نهایت رنگ آبی خود را از دست داده و سبز رنگ می شود و مقدار فلز مسی نیز بیشتر می شود، پس از بیرون آوردن میخ از محلول رسوب روی آن را پاک می کنیم متوجه می شویم مقداری از ضخامت میخ کم شده است که نشان از جدا شدن کاتیون های (Fe^{2+}) را دارد.

نکته: در توجیه پدیده مشاهده شده می توان گفت در ابتدا درون محلول یون های مس (II) و سولفات توسط آب، آپوشیده شده اند و علت آبی رنگ بودن محلول نیز وجود یون Cu^{2+} است. پس از قرار گرفتن میخ های آهنی در ظرف، چون واکنش پذیری آهن بیشتر از مس است بنابراین آهن الکترون های خود را به یون های مس (II) داده و به صورت یون آهن (II) وارد محلول می شود (علت سبز شدن محلول) در نتیجه از جرم میخ کاسته شده و فلز مسی قرمز نیز ایجاد می شود.



(۳) معادله موازنه شده آزمایش به صورت مقابل است:

بنابر آزمایش فوق در مقایسه واکنش پذیری فلزات در شرایط یکسان داریم: $Fe > Cu$

تذکر: به لحاظ تجربی نیز فلز آهن زودتر از فلز مس دچار واکنش می شود و وسایل آهنی عمر کوتاه تری نسبت به وسایل مسی دارند.

با هم بیندیشیم

ص ۲۰ کتاب

در جدول زیر واکنش پذیری سه دسته از فلزها با هم مقایسه شده است. با توجه به آن، به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

رفتار	واکنش پذیری		
	زیاد	کم	ناچیز
نام فلز	سدیم ، پتاسیم	آهن ، روی	مس ، نقره ، طلا

(الف) در شرایط یکسان کدام فلزها برای تبدیل شدن به کاتیون تمایل کمتری دارند؟ **مس ، نقره ، طلا**(ب) در شرایط یکسان کدام فلز در هوای مرطوب ، سریع تر واکنش می دهد؟ **Ag** و **Na** ، **Zn**(پ) تأمین شرایط نگه داری کدام فلزها دشوارتر است؟ چرا؟ **سدیم و پتاسیم چون فعالیت شیمیایی آن ها زیاد است .**(ت) درباره درستی جمله زیر ، نخست گفت و گو نموده سپس بر اساس آن مشخص کنید کدام واکنش زیر (II یا I) انجام می شود؟ چرا؟
« به طور کلی در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می شود، واکنش پذیری فراورده ها از واکنش دهنده ها کمتر است. »انجام پذیر است : $\text{FeO} + 2\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{Fe}$ ✓واکنش نمی دهد : $\text{FeO} + \text{Cu} \rightarrow \text{CuO} + \text{Fe}$ ✗**واکنش در صورتی انجام می شود که واکنش پذیری واکنش دهنده ها از فراورده ها بیشتر باشد یعنی مواد با انجام واکنش های شیمیایی به حالت پایدارتر با واکنش پذیری کمتر می رسند.****اولی انجام پذیر است زیرا فلز سدیم فعالتر از آهن است و تمایل به تشکیل ترکیب در آن بیشتر است .****دومی انجام ناپذیر است زیرا مس فعالیت کمتری در مقایسه با آهن دارد.**

(ث) در هر یک از واکنش های زیر، واکنش پذیری مواد واکنش دهنده را با مواد فراورده مقایسه کنید.

انجام پذیر است : $2\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{Fe}$ ✓واکنش نمی دهد : $2\text{Na}_2\text{O} + \text{C} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{Na}$ ✗**اولی انجام پذیر است زیرا نافلز کربن فعالتر از آهن است و تمایل به تشکیل ترکیب در آن بیشتر است .****دومی انجام ناپذیر است زیرا کربن فعالیت کمتری در مقایسه با سدیم دارد.****نکته :** برای استخراج فلز **Fe** از **Fe₂O₃** می توان از واکنش **Fe₂O₃** با فلز **سدیم** یا عنصر **کربن** بهره برد.**نکته :** برای استخراج فلزات پایین تر از **کربن** (طبق جدول فوق) می توان ترکیبات آن ها را در **حرارت زیاد** با **کربن** واکنش داد. مثلاً برای استخراج فلز آهن از کانی **هماتیت** به جهت این که **دسترسی** به کربن آسان تر است و **صرفه اقتصادی** بیشتر می توان از واکنش **Fe₂O₃** باعنصر **کربن** بهره برد.**نکته :** فلزها از جمله هدایای زمینی هستند که **اغلب** در طبیعت به شکل **سنگ معدن** یافت می شوند. در کشور ما فولاد مبارکه ، مس سرچشمه ، آلومینیم اراک و منیزیم خراسان از جمله مجتمع های صنعتی هستند که برای استخراج فلزها بنا شده اند.**نکته :** برای استخراج فلزات **بالا تر** از **کربن** از فرایندی به نام **برق کافت** استفاده می شود که در سال آینده با آن آشنا می شوید.**یاد آوری : (حل مسائل به روش استوکیومتری)****تعریف : استوکیومتری واکنش :** به بخشی از دانش شیمی که به **ارتباط کمی** میان مواد شرکت کننده (واکنش دهنده ها و فراورده ها) در هر واکنش می پردازد ، **استوکیومتری واکنش** می گویند. دانشی که کمک می کند تا شیمی دان ها و مهندسان در **آزمایشگاه** و **صنعت** با بهره گیری از آن ، مشخص کنند که برای تولید **مقدار معینی** از یک فراورده به **چه مقدار** از هر واکنش دهنده نیاز است .**ضریب استوکیومتری :** به هر یک از ضرایب مواد شرکت کننده در یک معادله موازنه شده ، **ضریب استوکیومتری** می گویند.

عامل تبدیل در بیشتر موارد یک **کسر واحد** (کسری که صورت و مخرج آن مقادیر **یک کمیت** با **دو یکای مختلف** را بیان می کند) است.

عامل تبدیل × **داده مسئله** = **خواسته مسئله**

نکته : یکای **خواسته** شده در مسئله باید با یکای به دست آمده از حاصل ضرب داده مسئله در عامل تبدیل **یکسان** باشد.

نکته : کسرهای موجود در استوکیومتری واکنش از روی **ضرایب** مواد شرکت کننده در یک معادله موازنه شده (ضرایب استوکیومتری)

نوشته می شوند. این کسر ها **غیر واحد** هستند زیرا صورت و مخرج کسر، دو ماده **مختلف** را نشان می دهد.

مثال : در واکنش $2\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{CuO}(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{Cu}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ کسرهای تبدیل به صورت زیر نوشته می شود :

$$\frac{2\text{molNH}_3}{3\text{molCuO}}, \frac{2\text{molNH}_3}{3\text{molH}_2\text{O}}, \frac{2\text{molNH}_3}{3\text{molCu}}, \frac{2\text{molNH}_3}{1\text{molN}_2}, \frac{3\text{molCu}}{3\text{molCuO}}, \frac{3\text{molH}_2\text{O}}{3\text{molCuO}}, \frac{2\text{molN}_2}{3\text{molCuO}}, \frac{3\text{molH}_2\text{O}}{\text{molN}_2}, \frac{3\text{molCu}}{\text{molN}_2}$$

از طریق نمودارهای زیر نیز می توانیم توسط اطلاعات داده شده در مسئله استفاده و نموده و مقادیر خواسته شده را بدست می آوریم :

اطلاعات داده شده :

اطلاعات خواسته شده :



تناسب مناسب	نوع اطلاعات داده شده در مورد ماده
تعداد مول ضریب مولی	تعداد مول
(g) جرم جرم مولی × ضریب مولی	جرم بر حسب گرم
(L) حجم 22/4 × ضریب مولی	حجم گاز بر حسب لیتر در شرایط STP
(L) حجم × d جرم مولی × ضریب مولی	حجم گاز بر حسب لیتر با چگالی d (گرم بر لیتر)
شمار ذره N _A × ضریب مولی	شمار ذرات (اتم ، مولکول ، یون و ...)

$$\frac{\text{تعداد مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم (g)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{درصد خلوص} \times \text{جرم (g)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{شمار ذره}}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم (STP)}}{22/4 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{حجم (L)}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}}$$

درصد خلوص

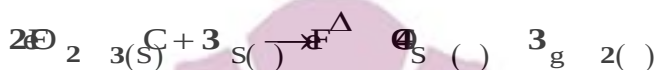
در صنعت و آزمایشگاه ، اغلب واکنش دهنده ها **ناخالص هستند** . به بیان دیگر ، علاوه بر ماده شیمیایی مورد نظر ، برخی ترکیب های دیگر نیز در آن ها وجود دارند .

شیمی دان ها برای بیان میزان **خلوص** یک نمونه ، از **درصد خلوص** استفاده می کنند .

در حین کار در آزمایشگاه و صنعت برای تأمین مقدار معینی از یک ماده خالص ، **همواره** باید مقدار **بیشتری** از ماده **ناخالص** در دسترس را به کار برد . با استفاده از رابطه **درصد خلوص** و محاسبات کمی ، می توان مقادیر مورد نیاز از ماده ناخالص را به دست آورد .

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100$$

مثال : از واکنش یک تن Fe_2O_3 با مقدار کافی از کربن ، انتظار می رود چند تن آهن تولید شود؟ ($\text{Fe}=56$ ، $\text{O}=16$: g.mol^{-1})



$$? \text{ ton Fe} = 1 \text{ ton Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 0.7 \text{ ton Fe}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{1 \text{ ton}}{2 \times 160} = \frac{X \text{ (g)}}{4 \times 56} \Rightarrow X = 0.7 \text{ ton Fe}$$

برای حل مسائل مربوط به درصد خلوص از روابط زیر استفاده می کنیم :

الف : اگر فراورده مجهول باشد :

$$\textcircled{1} \quad \text{جرم مولی فراورده} \times \frac{\text{ضریب مولی فراورده}}{\text{جرم مولی واکنش دهنده}} \times \frac{\text{یک مول}}{\text{جرم مولی واکنش دهنده}} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100} \times \text{جرم واکنش دهنده} = (X) \text{ مقدار فراورده بر حسب گرم}$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{X \text{ (g)} : \text{جرم فراورده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی فراورده}} = \frac{\text{درصد خلوص} \times \text{جرم ناخالص}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}$$

مثال : ۲۰۰ گرم کلسیم کربنات با درصد خلوص ۷۵٪ به طور کامل حرارت داده می شود ، چند گرم ماده جامد بر جای می ماند؟



راهنمایی : جرم جامد باقی مانده با تفاوت جرم اولیه واکنش دهنده ناخالص و جرم گاز خارج شده از واکنش برابر است .

$$\textcircled{1} \quad \text{مقدار CO}_2 \text{ بر حسب گرم} = 200 \text{ g CaCO}_3 \times \frac{75}{100} \times \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{100 \text{ g CaCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol CaCO}_3} \times \frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 66 \text{ g CO}_2$$

$$\text{مقدار جامد باقی مانده} = 200 - 66 = 134 \text{ g}$$

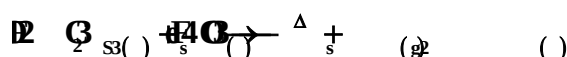
$$\textcircled{2} \quad \frac{200 \times 0.75}{1 \times 100} = \frac{X \text{ (g)}}{1 \times 44} \Rightarrow X = 66 \text{ g CO}_2 \Rightarrow \text{جرم جامد باقی مانده} = 200 - 66 = 134 \text{ g}$$

ب : اگر واکنش دهنده مجهول باشد :

$$\textcircled{1} \quad \text{جرم مولی فراورده} \times \frac{\text{ضریب مولی فراورده}}{\text{ضریب مولی واکنش دهنده}} \times \frac{\text{یک مول}}{\text{جرم مولی واکنش دهنده}} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100} \times \text{مقدار فراورده بر حسب گرم} = X$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{X \text{ (g)} : \text{جرم فراورده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی فراورده}} = \frac{\text{درصد خلوص} \times \text{جرم ناخالص}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}$$

مثال : برای تهیه ۱۱۲ گرم فلز آهن چند گرم هماتیت ۸۰٪ مطابق واکنش لازم است؟ ($\text{Fe}=56$ ، $\text{O}=16$: g.mol^{-1})



$$\textcircled{1} 112 \text{ g Fe} = X \text{ g Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{80}{100} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{4 \text{ mol Fe}}{2 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \Rightarrow X = 200 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

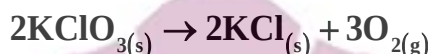
$$\textcircled{2} \frac{X \text{ g} \times 0/8}{2 \times 160} = \frac{112 \text{ g}}{4 \times 56} \Rightarrow X = 200 \text{ g Fe}_2\text{O}_3$$

پ: اگر درصد خلوص مجهول باشد:

$$\textcircled{1} \text{جرم مولی فراورده} \times \frac{\text{ضریب مولی واکنش دهنده}}{\text{جرم مولی واکنش دهنده}} \times \frac{\text{یک مول}}{100} \times \text{گرم واکنش دهنده} = \text{مقدار فراورده بر حسب گرم}$$

$$\textcircled{2} \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی فراورده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی واکنش دهنده}} = \frac{\text{جرم فراورده}}{\text{جرم ناخالص} \times \frac{X}{100}} = \frac{\text{حجم فراورده (L)}}{22/4 \times \text{ضریب مولی فراورده}}$$

مثال: ۲۴/۵ گرم پتاسیم کلرات ناخالص حرارت داده می شود پس از تجزیه کامل به شرطی که ناخالصی ها در واکنش شرکت نکنند ۳/۳۶ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP تولید می شود، درصد خلوص پتاسیم کلرات را به دست آورید. ($K=39, O=16, Cl=35/5 : \text{g.mol}^{-1}$)



$$\textcircled{1} 3/36 \text{ L O}_2 = 24/5 \text{ g KClO}_3 \times \frac{X}{100} \times \frac{1 \text{ mol KClO}_3}{122/5 \text{ g KClO}_3} \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol KClO}_3} \times \frac{22/4 \text{ L O}_2}{1 \text{ mol O}_2} \Rightarrow \text{درصد خلوص} = 50 \%$$

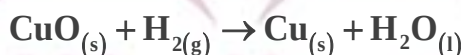
$$\textcircled{2} \frac{24/5 \text{ g} \times \frac{X}{100}}{2 \times 122/5} = \frac{3/36 \text{ L}}{3 \times 22/4} \Rightarrow \text{درصد خلوص} = 50 \%$$

ت: اگر هم برای فراورده و هم واکنش دهنده درصد خلوص داده شده باشد:

$$\textcircled{1} \text{جرم مولی فراورده} \times \frac{\text{ضریب مولی واکنش دهنده}}{\text{جرم مولی واکنش دهنده}} \times \frac{\text{یک مول}}{100} \times \text{گرم واکنش دهنده} = \text{درصد خلوص} \times \text{گرم فراورده}$$

$$\textcircled{2} \frac{\text{درصد خلوص} \times \text{جرم فراورده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی فراورده}} = \frac{\text{جرم ناخالص} \times \frac{X}{100}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی واکنش دهنده}}$$

مثال: اگر در شرایط STP برای آزاد شدن ۲۴ گرم مس با درصد خلوص ۶۰٪، در حضور مقدار کافی گاز هیدروژن در واکنش با ۴۰ گرم مس (II) اکسید ناخالص لازم باشد، درصد خلوص مس (II) اکسید را به دست آورید. ($\text{Cu}=64, \text{O}=16 : \text{g.mol}^{-1}$)



$$\textcircled{1} 24 \text{ g Cu} \times \frac{60}{100} = 40 \text{ g CuO} \times \frac{X}{100} \times \frac{1 \text{ mol CuO}}{80 \text{ g CuO}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol CuO}} \times \frac{64 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} \Rightarrow X = 45 \%$$

$$\textcircled{2} \frac{40 \text{ g} \times \frac{X}{100}}{1 \times 80} = \frac{24 \text{ g} \times 0/6}{1 \times 64} \Rightarrow X = 45 \%$$

بازده درصدی واکنش:

در بسیاری از واکنش های شیمیایی که برای تهیه مواد شیمیایی به کار می روند، معمولاً مقدار فراورده بدست آمده از واکنش در شرایط آزمایشگاهی یا در صنعت، کمتر از مقدار محاسبه شده (مقدار مورد انتظار یا مقدار نظری) است.

سؤال: چرا مقدار فراورده معمولاً کمتر از مقدار مورد انتظار (مقدار نظری) است؟

(۱) ایجاد واکنش های جانبی در حین انجام واکنش شیمیایی اصلی

(۲) انجام نشدن واکنش بطور کامل

(۳) اشکال در جداسازی مواد از یکدیگر

(۴) وجود مواد فرار یا زود جوش (یعنی دمای جوش پایین برخی از مواد) که می تواند باعث کاهش مقدار فراورده مورد نظر باشد.

تعریف: به مقدار فراورده مورد انتظار در هر واکنش، (که از محاسبات استوکیومتری مورد انتظار است) مقدار نظری می گویند.

تعریف: به مقدار فراورده ای که در هر واکنش در عمل به دست می آید، **مقدار عملی** می گویند.

نکته: همواره مقدار عملی از مقدار نظری کمتر است و در بهترین حالت ممکن مقدار عملی با مقدار نظری برابر است. در واقع بازده درصدی واکنش های شیمیایی کمتر از صد در صد است.

نکته: بازده درصدی یک واکنش با استفاده از رابطه مقابل بدست می آید:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

نکته: شیمی دان ها همواره به دنبال افزایش بازده درصدی واکنش های شیمیایی در صنعت و آزمایشگاه هستند.

نکته: در رابطه بازده درصدی واکنش که در بالا نوشته شده است، همواره صورت و مخرج کسر، یکای یکسانی دارند و خود کمیت در این فرمول متغیر است. یعنی گاهی جرم، گاهی حجم و گاهی حجم مولی با هم مقایسه می شود.

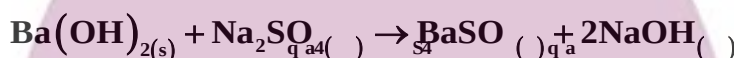
چند دسته از مسائل بازده درصدی به ما داده می شود که برای حل مسائل مربوط طبق راهبردهای زیر عمل می کنیم:

دسته اول: مسائلی که در آن ها، مقدار عملی داده می شود و بازده درصدی مورد سوال است. در این گونه از مسائل، با توجه به مقدار واکنش دهنده مقدار نظری تولید فراورده مورد نظر محاسبه می شود و با توجه به رابطه فوق، بازده درصدی واکنش بدست خواهد آمد.

$$\text{مقدار عملی فراورده} = \frac{\text{جرم مولی فراورده}}{\text{یک مول}} \times \frac{\text{ضریب مولی فراورده}}{\text{ضریب مولی واکنش دهنده}} \times \frac{\text{جرم مولی واکنش دهنده}}{\text{یک مول}} \times \frac{R}{100}$$

$$\text{جرم مولی واکنش دهنده} \times \frac{100}{R} \times \text{جرم مولی فراورده} = \frac{\text{جرم مولی واکنش دهنده}}{\text{جرم مولی واکنش دهنده}} \times \text{جرم مولی فراورده}$$

مثال: هرگاه ۱۷/۱ گرم Ba(OH)_2 را به مقدار زیادی محلول سدیم سولفات اضافه نماییم ۲۰/۹۷ گرم رسوب BaSO_4 تولید می شود، مقدار نظری و بازده درصدی واکنش را به دست آورید؟ ($\text{H}=1, \text{S}=32, \text{Ba}=137, \text{O}=16 : \text{g.mol}^{-1}$)



$$\text{① } 20/97 \text{ g BaSO}_4 = 17/1 \text{ g Ba(OH)}_2 \times \frac{1 \text{ mol Ba(OH)}_2}{171 \text{ g Ba(OH)}_2} \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol Ba(OH)}_2} \times \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} \times \frac{R}{100} \Rightarrow R = 90\%$$

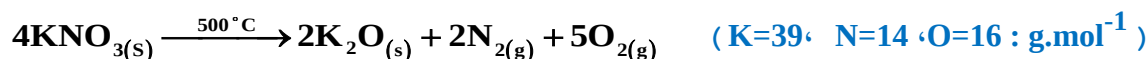
$$\text{② } \frac{17/1}{1 \times 171} = \frac{100}{R} \times \frac{20/97}{1 \times 233} \Rightarrow R = 90\%$$

دسته دوم: مسائلی که در آن ها، بازده درصدی داده می شود و مقدار عملی باید محاسبه شود. در این صورت با توجه به روابط استوکیومتری، مقدار نظری فراورده مورد نظر محاسبه می شود و با توجه به رابطه بازده درصدی مقدار مجهول محاسبه می شود.

$$\text{جرم مولی فراورده} \times \frac{\text{ضریب مولی واکنش دهنده}}{\text{یک مول}} \times \frac{\text{ضریب مولی فراورده}}{\text{ضریب مولی واکنش دهنده}} \times \frac{R}{100} \times \text{جرم مولی واکنش دهنده} = \text{مقدار عملی فراورده (X)}$$

$$\text{جرم مولی واکنش دهنده} \times \frac{100}{R} \times \text{مقدار عملی فراورده (X)} = \frac{\text{جرم مولی واکنش دهنده}}{\text{جرم مولی واکنش دهنده}} \times \text{مقدار عملی فراورده (X)}$$

مثال: در اثر تجزیه ۴۰/۴ گرم پتاسیم نیترات در دمای 500°C با بازده ۸۰٪ چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP آزاد می شود؟



$$\text{① } 40/4 \text{ g KNO}_3 \times \frac{80}{100} \times \frac{1 \text{ mol KNO}_3}{101 \text{ g KNO}_3} \times \frac{5 \text{ mol O}_2}{4 \text{ mol KNO}_3} \times \frac{22/4 \text{ L}}{1 \text{ mol O}_2} = 8/96 \text{ L O}_2$$

$$\text{② } \frac{40/4}{4 \times 101} = \frac{100}{80} \times \frac{\text{حجم عملی فراورده (L)}}{5 \times 22/4} \Rightarrow \text{حجم عملی فراورده} = 8/96 \text{ L}$$

دسته سوم: مسائلی که در آن ها هم مقدار عملی و هم بازده درصدی داده می شود که در این صورت مقدار واکنش دهنده مورد سوال است.

$$\text{جرم مولی فراورده} \times \frac{\text{ضریب مولی واکنش دهنده}}{\text{ضریب مولی واکنش گیرنده}} \times \frac{\text{یک مول}}{\text{بازده درصدی}} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100} \times \text{گرم واکنش دهنده} = \text{مقدار عملی فراورده} \quad (1)$$

$$\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی فراورده} = \frac{\frac{100}{R} \times \text{مقدار عملی فراورده}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی واکنش دهنده}} \quad (2)$$

مثال: چند گرم آهن با درصد خلوص ۷۰٪ در مقدار زیادی محلول هیدروکلریک اسید حل شود تا ۵/۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP

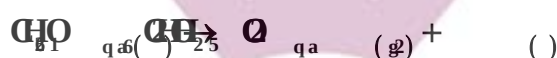


$$\text{① } ۵/۶ \text{ L H}_2 = X \text{ g Fe} \times \frac{70}{100} \times \frac{80}{100} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{1 \text{ mol Fe}} \times \frac{22/4 \text{ L H}_2}{1 \text{ mol H}_2} \Rightarrow \text{g Fe} = ۲۵ \text{ g}$$

$$\text{② } \frac{X \text{ g Fe} \times 0/7}{56 \times 1} = \frac{\frac{100}{R} \times 5/6}{22/4 \times 1} \Rightarrow \text{g Fe} = ۲۵ \text{ g}$$

مثال: ۹۰۰ کیلوگرم از برگ درختان صنوبر که حاوی گلوکز با درصد خلوص ۰/۲٪ است وارد فرایند تخمیر بی هوازی می‌شود تا ۲۳ گرم

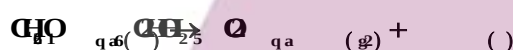
الکل تولید شود، بازده درصدی واکنش را به دست آورید. ($\text{H}=1, \text{O}=16, \text{C}=12 : \text{g.mol}^{-1}$)



$$\text{① } ۲۳ \text{ g الکل} = ۹۰۰ \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{0/2}{100} \times \frac{R}{100} \times \frac{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{180 \text{ g C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{2 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6} \times \frac{46 \text{ g C}_2\text{H}_5\text{OH}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_5\text{OH}} \Rightarrow R = 2/5\%$$

$$\text{② } \frac{900 \times 1000 \times \frac{0/2}{100}}{180 \times 1} = \frac{\frac{100}{R} \times 23}{46 \times 2} \Rightarrow R = 2/5\%$$

مثال: یکی از راه های تهیه سوخت سبز، استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب زمینی و ذرت است. واکنش بی هوازی تخمیر گلوکز،



از جمله واکنش هایی است که در این فرایند رخ می دهد.

حساب کنید از تخمیر ۱/۵ تن گلوکز موجود در پسماندهای گیاهی، چند تن سوخت سبز (اتانول) با بازده ۸۰ درصد تولید می شود؟

$$\text{① } X \text{ ton اتانول} = 1/5 \text{ ton گلوکز} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{80}{100} \times \frac{1 \text{ mol گلوکز}}{180 \text{ g گلوکز}} \times \frac{2 \text{ mol اتانول}}{1 \text{ mol گلوکز}} \times \frac{46 \text{ g اتانول}}{1 \text{ mol اتانول}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} \Rightarrow X = 0/62 \text{ ton}$$

$$\text{② } \frac{1/5 \times 1000 \times 1000}{180 \times 1} = \frac{\frac{80}{100} \times X \text{ (ton)}}{46 \times 2} \Rightarrow X = 0/62 \text{ ton}$$

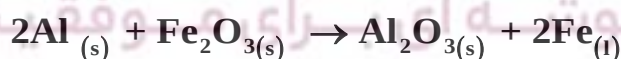
نکته: امروزه مزارع زیادی را برای تهیه سوخت سبز، روغن و خوراک دام به کشت ذرت اختصاص می دهند.

ص ۲۴ کتاب

خود را بیازماید



(۱) یکی از واکنش هایی که در صنعت جوشکاری از آن استفاده می شود واکنش ترمیت است.



(الف) مشخص کنید کدام فلز فعال تر است، آلومینیم یا آهن؟ چرا؟

واکنش پذیری فلز آلومینیم از آهن بیشتر است زیرا واکنش ترمیت به طور طبیعی انجام می شود.

و آلومینیم توانسته در واکنش با آهن یک ترکیب تولید کند و واکنش انجام شود

(ب) حساب کنید برای تولید ۲۸۰ گرم آهن، چند گرم آلومینیم با خلوص ۸۰ درصد لازم است؟

$$\text{① } \text{g Al} = ۲۸۰ \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{56 \text{ g Fe}} \times \frac{2 \text{ mol Al}}{2 \text{ mol Fe}} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} \times \frac{100 \text{ g Al}}{80 \text{ g Al}} \Rightarrow \text{g Al} = ۱۶۸/۷۵ \text{ g Al}$$

$$\text{② } \frac{280}{56 \times 2} = \frac{\frac{100}{80} \times X}{27 \times 2} \Rightarrow \text{g Al} = ۱۶۸/۷۵ \text{ g Al}$$

نکته: از آهن مذاب تولید شده در واکنش ترمیت برای جوش دادن خطوط راه آهن استفاده می شود.

توضیحات بیشتر: جوشکاری ترمیت به مجموعه فرایندهایی گفته می شود که در آن جوش، از فلز مذابی که توسط یک واکنش شیمیایی به شدت گرمازا به وجود آمده است، تشکیل می شود.

برای انجام واکنش از یک پودر (باریم پراکسید) که به سرعت محترق شده به عنوان چاشنی استفاده می شود که گرمای لازم برای شروع واکنش را فراهم می آورد.

در واکنش ترمیت فلز آلومینیم با آهن (III) اکسید یا اکسید فلزات واسطه دیگر وارد واکنش می شود.

کاربردهای آهن (III) اکسید: (۱) استفاده در واکنش ترمیت (۲) به عنوان رنگ قرمز در نقاشی.

(۲) آهن (III) اکسید به عنوان رنگ قرمز در نقاشی به کار می رود. از واکنش ۱۰ کیلوگرم از این ماده با گاز کربن مونوکسید طبق معادله زیر، ۵۲۰۰ گرم آهن به دست آمده است. بازده درصدی واکنش را به دست آورید.



$$\textcircled{1} 5200 \text{ g Fe} = 1 \text{ kg Fe}_2\text{O}_3 \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{R}{100} \times \frac{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3}{160 \text{ g Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{2 \text{ mol Fe}}{1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} \Rightarrow R = 74/28\%$$

$$\textcircled{2} \frac{10 \times 1000}{160 \times 1} = \frac{\frac{100}{R} \times 5200}{56 \times 2} \Rightarrow R = 74/28\%$$

(۳) یکی از روش های بیرون کشیدن فلز از لایه لای خاک، استفاده از گیاهان است. در این روش در معدن یا خاک دارای فلز، گیاهانی را می کارند که می توانند آن فلز را جذب کنند. سپس گیاه را برداشت می کنند، می سوزانند و از خاکستر حاصل، فلز را جداسازی می کنند. به این گیاهان گیاه پالا می گویند. در جدول زیر، داده هایی درباره این روش ارائه شده است. با توجه به آن:

نماد شیمیایی فلز	قیمت هر کیلوگرم فلز (ریال)	بیشترین مقدار فلز در یک کیلوگرم از گیاه (گرم)	درصد فلز در سنگ معدن
Au	۱۲۰۰۰۰۰۰۰	۰/۱	۰/۰۰۲
Ni	۸۲۰۰۰۰	۳۸	۲
Cu	۲۴۵۰۰۰	۱۴	۰/۵
Zn	۱۵۵۰۰۰	۴۰	۵

(الف) در صورتی که در پالایش طلا به کمک گیاهان، در هر هکتار بتوان ۲۰ تن گیاه برداشت کرد؛ حساب کنید در هر هکتار چند گرم طلا از زمین بیرون کشیده می شود.

$$\text{g Au} = 20 \text{ تن گیاه} \times \frac{1000 \text{ kg گیاه}}{1 \text{ ton گیاه}} \times \frac{0/1 \text{ g Au}}{1 \text{ kg گیاه}} = 2000 \text{ g Au}$$

(ب) یک کیلوگرم از گیاهی که برای پالایش نیکل به کار می رود، ۱۵۹ گرم خاکستر می دهد؛ درصد نیکل را در این خاکستر حساب کنید.

$$\text{درصد خلوص} = \frac{38}{159} \times 100 = 23/9\%$$

(پ) این روش برای استخراج فلزهای روی و نیکل مقرون به صرفه نیست، در این مورد گفت و گو کنید.

چون درصد این فلزات در کانه های سنگی آن به اندازه ای است که استخراج از معادن آن صرفه اقتصادی بیشتری دارد. همچنین حجم گیاه مصرفی نسبت به درصد و قیمت ارزش ریالی این فلزات مقرون به صرفه نیست و سطح زیادی از زمین باید زیر کشت برود.

پیوند با صنعت: (گنج های اعماق دریا)

نیاز روز افزون جهان به منابع شیمیایی و کاهش میزان این منابع در **سنگ کوه**، شیمی دان ها را بر آن داشت تا در جستجوی منابع تازه باشند.

بستر اقیانوسی ها منبعی غنی از منابع فلزی گوناگون است. منابعی که انسان به تازگی آن را کشف کرده است.

این منابع در برخی جاها به صورت **سولفید** چندین فلز واسطه و در برخی مناطق دیگر به صورت **کلوخه ها** و **پوسته های غنی** از فلزاتی مانند

منگنز، کبالت، آهن، نیکل، مس و ... است. غلظت **بیشتر** گونه های فلزی موجود در کف اقیانوس نسبت به **ذخایر زمینی**، امکان به صرفه

بودن و بهره برداری از این منابع را نوید می دهد.

پیش بینی می شود **اکتشاف و بهره برداری** از منابع شیمیایی بستر دریا به یکی از صنایع کلیدی و تأثیر گذار در **روابط کشورها** تبدیل شود.



میلیون‌ها کلوخه در ناحیه‌ای از اقیانوس آرام در سطح بستر یا نیمه فرو رفته در بستر پراکنده شده است.



الف) جست‌وجو برای شناسایی بستر دریا (ب) کلوخه‌های غنی از منگنز و دیگر فلزهای واسطه (پ) ستون‌های سولفیدی

جریان فلز بین محیط زیست و جامعه

طبیعت منشأ و منبع هدایای گران بهایی است که خداوند آن را به انسان‌ها عطا کرده است.

انسان با بهره‌گیری از توانایی‌های وجودی خود و منبع هدایای گران بها در طبیعت، از این هدایا برای برآورده کردن نیازهای خود به شکل‌های گوناگون استفاده می‌کند. **استخراج فلز** از سنگ معدن آن یکی از این روش‌ها است.

بر اساس توسعه پایدار باید در تولید یک ماده یا عرضه خدمات، همه **هزینه‌ها** و ملاحظات **اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی** را در نظر گرفت. به طوری که اگر مجموع هزینه‌های بهره‌برداری از یک معدن با در نظر گرفتن این ملاحظه‌ها **کمترین** مقدار ممکن باشد، در آن صورت در مسیر **پیشرفت پایدار** حرکت می‌کنیم؛

هرگاه رفتارهای ما به جامعه‌ای که در مسیر پیشرفت است در مسیر **حفظ محیط زیست** باشد و **آسیب کمتری** به آن وارد کند و **ردپای زیست محیطی** را کاهش دهد آن گاه چنین جامعه‌ای در مسیر **توسعه پایدار** است.

ضرب المثل «دیگران کاشتند و ما خوردیم، ما بکاریم تا دیگران بخورند» یک ضرب المثل کاربردی برای لزوم توسعه پایدار را نه تنها در زمان حال بلکه ضروری بودن آن برای در نظر گرفتن منابع برای آیندگان مورد تاکید قرار داده است.

جامعه پایدار جامعه‌ای است که اقتصاد آن **شکوفه** باشد و در عین حال به **محیط زیست** آسیب کمتری بزند و مردم به **اخلاق آراسته** و به **خوش‌نامی** معروف باشند.

اقتصاد
شکوفه

جامعه
خوش نام

محیط
زیست سالم

ص ۲۷ و ۲۸ کتاب

با هم بیندیشیم

در شکل زیر فرایند استخراج فلز از طبیعت و بازگشت آن به طبیعت نشان داده شده است. با گفت و گو درباره آن، پاسخ پرسش‌های زیر را بیابید.



سنگ معدن



خوردگی و
فرسایش



بازیافت

وسایل فلزی



استخراج فلز

میثم احمدوند

الف) آیا آهنگ مصرف و استخراج فلز با آهنگ بازگشت فلز به طبیعت به شکل سنگ معدن یکسان است؟ توضیح دهید.

خیر، آهنگ مصرف و استخراج فلز بسیار سریع‌تر از آهنگ برگشت فلز به طبیعت است. زیرا آهنگ تبدیل فلز به زنگ فلز و خوردگی و تبدیل به سنگ معدن در شرایط معمولی بسیار آهسته رخ می‌دهد.

ب) فلزها، منابعی تجدیدپذیرند یا تجدیدناپذیر؟ چرا؟ **تجدید ناپذیرند، زیرا آهنگ خوردگی و تبدیل به سنگ معدن آهسته بوده و هزاران به طول می‌انجامد و به طور معمول فلزات را تجدید ناپذیر می‌نامیم.**

بازگردانی فلز به ۲ صورت انجام می گیرد :

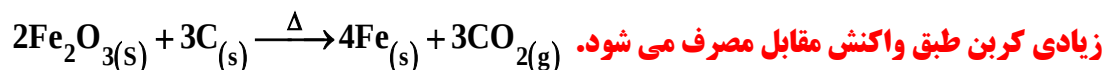
۱- فرایند طبیعی : فلز با گذشت زمان طی خوردگی و فرسایش به خاک برگردد و تبدیل به سنگ معدن شود و دوباره وارد چرخه استخراج و تولید فلز گردد.

۲- بازیافت : به آماده سازی مواد برای بهره برداری دوباره بازیافت گفته می شود.



پ) درباره شکل مقابل گفت و گو و مشخص کنید کدام عبارت ها درست و کدام ها نادرست اند؟ چرا؟
- بازیافت فلزها و از جمله فلز آهن :

۱- رد پای کربن دی اکسید را کاهش می دهد. درست، زیرا به هنگام تولید اولیه فلز آهن مقدار



۲- سبب کاهش سرعت گرمایش جهانی می شود. درست، افزایش کربن دی اکسید که یک گاز گلخانه ای است، سبب افزایش دمای زمین می شود و با بازیافت فلزها از افزایش دمای زمین جلوگیری کرد.

۳- گونه های زیستی بیشتری را از بین می برد. نادرست، بازیافت کمک به کاهش گرمای زمین و مانع از بین رفتن معادن و کوه ها می شود.

۴- به توسعه پایدار کشور کمک می کند. درست، سبب کاهش هزینه های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی می شود.

نکته : در استخراج فلز تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می شود. برای مثال در استخراج ۱۰۰۰ کیلوگرم آهن از سنگ معدن، ۲۰۰۰ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱۰۰۰ کیلوگرم از منابع معدنی دیگر استفاده می شود.

نکته : پسماند سرانه سالانه فولاد ۴۷ کیلوگرم است .

نکته : از بازگردانی تنها ۷ قوطی فولادی آنقدر انرژی ذخیره می شود که می توان یک لامپ ۶۰ وات را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.

نفت، هدیه ای شگفت انگیز

در اواخر سده ۱۸ میلادی شیمی دان ها با ماده ای روبه رو شدند که رفتار آن به مواد شناخته شده آن زمان شبیه نبود. ماده ای که بعدها نفت خام نامیده شد. این ماده یکی از سوخت های فسیلی است که به شکل مایع غلیظ سیاه رنگ یا قهوه ای متمایل به سبز از دل زمین بیرون کشیده می شود. با گذشت زمانی کوتاه، برخی شیمی دان ها با بررسی نفت خام، موفق به شناسایی برخی مواد سازنده آن، ساختار و رفتار آن ها شدند. این ویژگی ها و رفتارها، چنان جذاب و غیرمنتظره بود که سبب افزایش چشمگیر پژوهش ها در مورد نفت خام و نامیدن این ماده به طلای سیاه در سراسر جهان شد. کاربردهای جدید و مناسب برای مواد موجود در نفت خام عبارت بودند از حل مشکل حمل و نقل شهری و ساخت داروهای تازه برای درمان بیماری های گوناگون.

نقش های اساسی نفت خام :

۱- منبع تأمین انرژی و سوخت در وسایل نقلیه

۲- ماده اولیه برای تهیه بسیاری از مواد و کالاهایی است که در صنایع گوناگون از آن ها استفاده می شود.

نکته : حدود نیمی از نفتی که از چاه های نفت بیرون کشیده می شود به عنوان سوخت در وسایل نقلیه استفاده می شود.

نکته : بخش اعظم نیم دیگر آن برای تأمین گرما و انرژی الکتریکی مورد نیاز ما به کار می رود.

نکته : کمتر از ده درصد از نفت خام مصرفی در دنیا برای تولید الیاف و پارچه، شوینده ها، مواد آرایشی و بهداشتی، رنگ، پلاستیک، مواد منفجره و لاستیک به کار می رود.

نکته : واحد معمول اندازه گیری نفت خام بشکه است که برابر ۱۵۹ لیتر می باشد.

مقایسه میزان مصرف نفت خام (طلای سیاه) به صورت زیر است :

سوخت وسایل نقلیه < تأمین گرما و انرژی الکتریکی < ماده اولیه برای تهیه مواد و کالاها در صنایع گوناگون

نکته : روزانه بیش از $۸۰/۰۰۰/۰۰۰$ بشکه نفت خام در دنیا به شکل های گوناگون مصرف می شود.

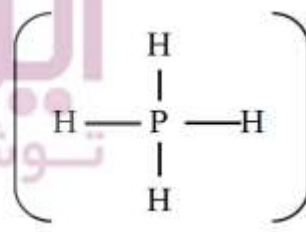
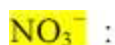
نکته : پژوهش ها و یافته های **تجربی** نشان می دهد که نفت خام، مخلوطی از **هزاران ترکیب شیمیایی** است که بخش عمده آن را **هیدروکربن** های گوناگون تشکیل می دهند. ترکیب هایی که شامل **هیدروژن و کربن** هستند و عنصر اصلی سازنده نفت خام **کربن** است.

یادآوری : ساختار لوویس مولکول ها :

مولکول	گام های لازم
HCN	$۱۰ = ۵ + ۴ + ۱$
SO ₃	$(۶ \times ۳) + ۶ = ۲۴$
C	S
N C H	O S O
N—C—H	O—S—O O
$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{N} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{C} \text{—} \text{H}$	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{S} \text{—} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$ $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$
$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{N} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{C} \text{—} \text{H}$	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{S} \text{—} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$ $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$
$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{N} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{C} \text{—} \text{H}$	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{S} \text{—} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$ $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$
$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{N} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{C} \text{—} \text{H}$	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{S} \text{—} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$ $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$
$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{N} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{C} \text{—} \text{H}$	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{S} \text{—} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$ $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$
$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{N} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{C} \text{—} \text{H}$	$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array} \text{—} \text{S} \text{—} \begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$ $\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \text{O} \\ \cdot\cdot \end{array}$

ساختار لوویس یون های چند اتمی :

نکته : در آنیون ها الکترون ها بیشتر از مجموع الکترون های ظرفیت و در کاتیون ها کمتر می شود.



کربن، اساس اسکلت بندی هیدروکربن ها :

عنصر کربن در خانه شماره ۶ جدول دوره ای (گروه ۱۴-دوره ۲) جای دارد اتم آن در لایه ظرفیت خود **چهار** الکترون دارد. سطح کربن **تیره** بوده و در اثر ضربه **خرد** می شود. اتم کربن رفتار منحصر به فردی دارد که آن را از اتم های دیگر جدول دوره ای **تمایز** می سازد به طوری که ترکیبات شناخته شده از اتم کربن از مجموع ترکیبات شناخته شده از دیگر عنصرهای جدول دوره ای **بیشتر** است. دلایل بیشتر بودن ترکیبات مربوط به عنصر کربن نسبت به سایر عناصر :

۱- از **چهار** جهت قادر به اشتراک گذاری با الکترون های ظرفیت سایر اتم ها است.

۲- اتم کربن برای رسیدن به آرایش هشت تایی، پیوند اشتراکی **یگانه**، **دوگانه** یا **سه گانه** با سایر اتم ها تشکیل می دهد.

۳- کربن همچنین توانایی تشکیل **زنجیر و حلقه های کربنی** در اندازه های گوناگون را دارد.

۴- کربن می تواند به صورت **راست زنجیر** (هر کربن با یک یا دو کربن دیگر) یا **شاخه دار** (کربن به سه یا چهار کربن دیگر) متصل باشد.

۵- اتم های کربن می توانند با یکدیگر و **بدون حضور** اتم های دیگر به روش های **متفاوت** به هم متصل شده و **دگر شکل های** متفاوتی از این عنصر مانند **گرافیت، الماس** و ... را ایجاد کنند.

ص ۳۰ کتاب

خود را بیازمایید

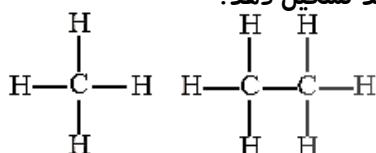


(الف) آرایش الکترونی اتم کربن را بنویسید.

(ب) آرایش الکترون نقطه ای اتم کربن را رسم کنید.

(پ) اتم کربن برای رسیدن به آرایش هشت تایی چند پیوند اشتراکی یگانه، دوگانه یا سه گانه می تواند تشکیل دهد؟

کربن چهار پیوند کووالانسی خود را می تواند به چهار صورت تشکیل دهد :

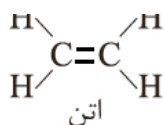


۱- چهار پیوند یگانه (ساده) مانند : **متان و اتان**

۲- دو پیوند یگانه و یک پیوند دو گانه مانند : **اتن**

۳- یک پیوند یگانه و یک سه گانه مانند: **هیدروژن سیانید**

۴- دو پیوند دوگانه مانند : **کربن دی اکسید**



شیوه های نمایش یا رسم ساختار ترکیبات آلی :

برای نمایش اتم ها و نحوه اتصال آن ها به هم از روش های مختلفی استفاده می شود، هر کدام از این روش ها معایب و مزایایی دارد؛ برخی از این روش ها به صورت زیر است :

۱- **مدل فضا پرکن** : این مدل علاوه بر ترتیب وصل شدن اتم ها به یکدیگر آرایش سه بعدی اتم ها را نیز در مولکول مربوطه نشان می دهد. اما نمایش تعداد و وضعیت قرارگیری پیوندها در این مدل امکان پذیر نیست.

۲- **مدل گلوله - میله** : در این مدل اتم ها با گلوله و پیوندها با میله هایی که آن ها را به هم متصل می کند نمایش داده می شود. هر چند که این مدل نسبت به مدل فضا پرکن کمتر به مولکول واقعی شبیه است اما مرتبه پیوند (ساده، دوگانه و ...) در آن مشخص است.

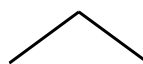
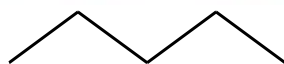


به مولکول اتن (C_2H_4) که با دو مدل فضا پرکن و **گلوله - میله** نمایش داده شده است توجه کنید.

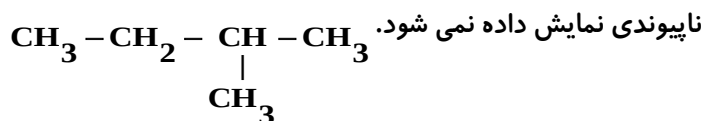
شکل سمت راست مدل فضا پرکن و سمت چپ مدل گلوله و میله را نشان می دهد.

۳- **مدل نقطه - خط** (اسکلتی):

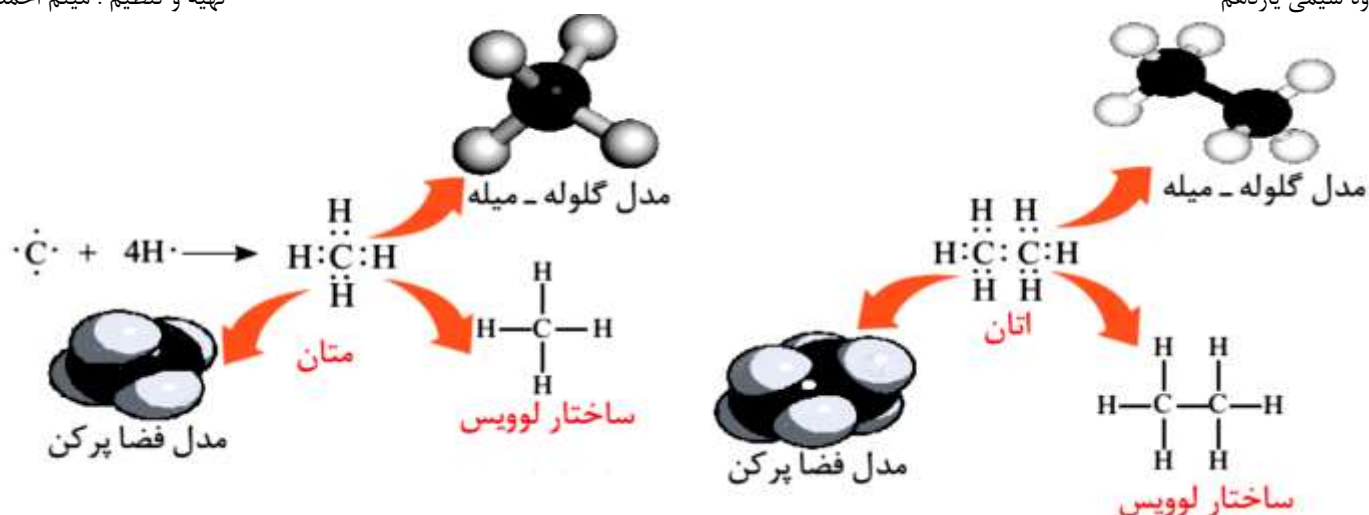
در این روش برای خلاصه نویسی و رسم سریع تر ترکیبات آلی ، هر کربن در راس و هر پیوند بین کربن با کربن با یک خط نمایش داده می شود. سایر اتم ها با نماد شیمیایی خود نمایش داده می شوند. با توجه به ظرفیت هر اتم کربن که برابر ۴ است تعداد پیوندها از این ظرفیت کسر شده و تعداد ظرفیت باقی مانده برای اتم هیدروژن حساب شده و در نتیجه تعداد هیدروژن متصل به هر کربن قابل تشخیص است.



۴- **فرمول ساختاری یا پیوند - خط** : فرمول ساختاری همانند ساختار لوئیس است با این تفاوت که در فرمول ساختاری، الکترون های



دیدیم که اتم کربن می تواند الکترون هایش را با اتم های دیگر به **اشتراک** بگذارد و با رسیدن به آرایش هشت تایی، پایدار شود این رفتار کربن مشابه رفتار دیگر نافلزها (نیتروژن ، فسفر، گوگرد و ...) است. برای مثال (۷N) سه پیوند اشتراکی تشکیل می دهد تا به آرایش هشت تایی برسد. اما تعداد ترکیب های شناخته شده از آن **محدود** است.



نکته : اتم کربن علاوه بر تشکیل پیوند اشتراکی یگانه، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی دو و سه گانه را با خود و برخی اتم های دیگر دارد.

نکته : کربن توانایی تشکیل **زنجیر** و **حلقه های کربنی** را دارد، به دیگر سخن اتم های کربن می توانند با پیوند اشتراکی به یکدیگر متصل شوند و زنجیرها و حلقه هایی در اندازه های **گوناگون** بسازند.



نکته : کربن علاوه بر تشکیل پیوند اشتراکی (کووالانسی) با خودش می تواند با نافلزات دیگر مانند **H، N، O، S** و **هالوژن ها** نیز پیوند تشکیل دهد. این ویژگی سبب شده که از کربن ترکیبات شیمیایی بی شمار بوجود آید و باعث بوجود آمدن مولکول های کربوهیدرات، چربی ها، آمینو اسیدها، آنزیم ها، پروتئین ها و ... می شود.

نکته : نفت خام مخلوطی شامل شمار زیادی از **هیدروکربن ها** است. در برخی از آن ها بین اتم های کربن فقط **پیوند یگانه** وجود دارد، در حالی که برخی دیگر دارای یک پیوند **سه گانه** یا دارای یک یا **چند پیوند دوگانه** هستند.

نکته : به دلیل **ساختار متفاوت** هیدروکربن ها انتظار می رود رفتار آن ها نیز **متفاوت** باشد.



آلکان ها، هیدروکربن هایی با پیوند یگانه :

نکته : آلکان ها دسته ای از هیدروکربن ها هستند که در آن ها هر اتم کربن با چهار پیوند **یگانه** به اتم های کناری متصل شده است و فرمول عمومی آن ها C_nH_{2n+2} و **سیر شده** هستند.

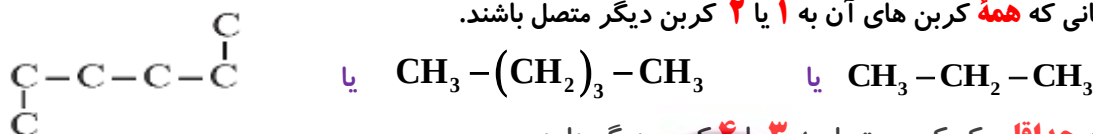
نکته : تعداد پیوند کووالانسی در این ترکیبات برابر ($1 + n$) و تعداد پیوند $C - C$ برابر ($n - 1$) است. (به ازای هر حلقه یک پیوند کربن - کربن اضافه می شود.)

نکته : متان (CH_4) ساده ترین و نخستین عضو خانواده آلکان هاست.

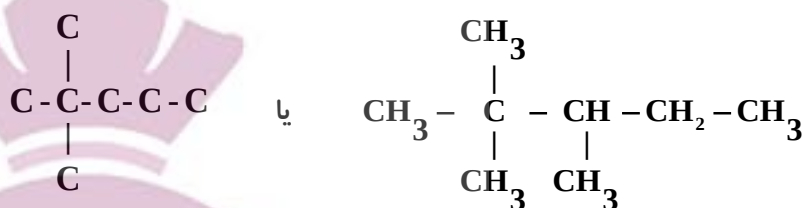
نکته : اعضای دیگر این خانواده شامل مولکول هایی است که شمار اتم های کربن آن ها از دو تا ده ها کربن متغیر است.

نکته : اتم های کربن در ساختار آلکان ها می توانند پشت سرهم و همانند یک زنجیر به هم متصل باشند؛ هرچند که برخی از آن ها به شکل شاخه جانبی به زنجیر متصل می شوند. بر این اساس دو نوع آلکان داریم :

الف (آلکان راست زنجیر) : آلکانی که همه کربن های آن به ۱ یا ۲ کربن دیگر متصل باشند.



ب (آلکان شاخه دار) : آلکانی که حداقل یک کربن متصل به ۳ یا ۴ کربن دیگر دارد.

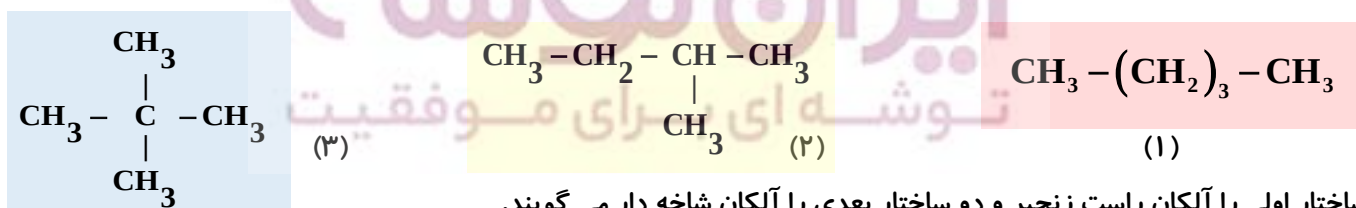


نکته : برای نمایش دادن فرمول آلکان ها (و همه ی هیدروکربن ها) از روش های زیر استفاده می شود :

نوع فرمول	مثال ۱	مثال ۲
فرمول مولکولی بسته	C_3H_8	C_5H_{12}
فرمول نیمه گسترده	$CH_3 - CH_2 - CH_3$	$CH_3 - (CH_2)_3 - CH_3$
فرمول گسترده	$\begin{array}{c} H & H & H \\ & & \\ H - C - C - C - H \\ & & \\ H & H & H \end{array}$	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H \\ & & & & \\ H - C - C - C - C - C - H \\ & & & & \\ H & H & H & H & H \end{array}$
فرمول پیوند - خط (اسکلتی)		

نکته : گاهی برای یک فرمول مولکولی چند ساختار می توان رسم نمود.

مثلاً برای آلکان ۵ کربنه با فرمول مولکولی C_5H_{12} سه ساختار زیر را می توان رسم کرد :

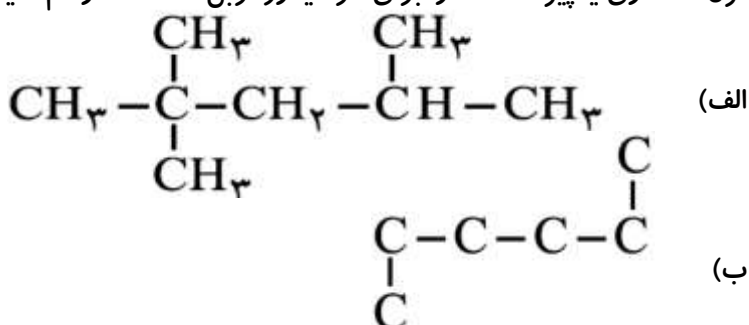
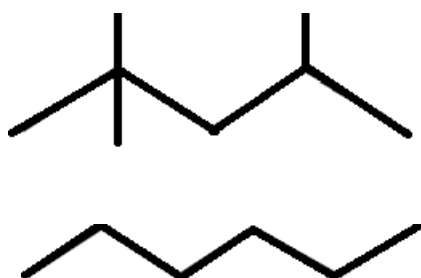


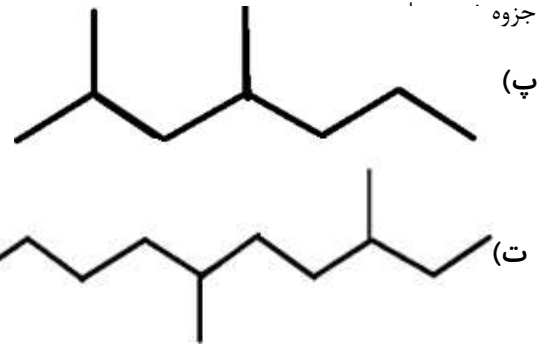
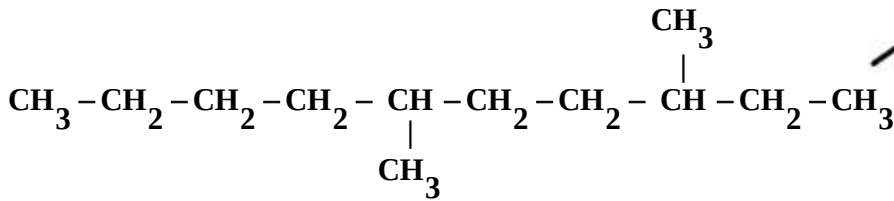
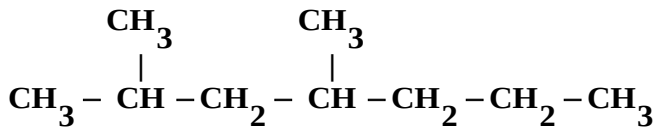
ساختار اولی را آلکان راست زنجیر و دو ساختار بعدی را آلکان شاخه دار می گویند.

ص ۳۳ کتاب

خود را بیازمایید

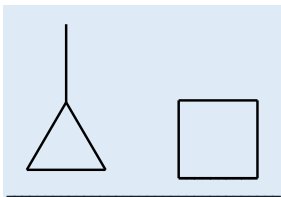
فرمول ساختاری یا پیوند - خط را برای هر هیدروکربن داده شده رسم کنید.





نکته : اگر در یک مولکول از هیدروکربنی مثل C_4H_8 تعداد هیدروژن دو عدد کمتر از فرمول عمومی آلکانها باشد، یعنی C_nH_{2n} دو حالت وجود دارد :

۱- ترکیب دارای یک پیوند **دوگانه** است.



۲- در ترکیب مورد نظر، کربنها **حلقه** ایجاد کرده اند.

نکته : پیوندهای کووالانسی **دو** دسته هستند :

نکته : اولین پیوند ایجاد شده بین دو اتم، **سیگما** (σ) نام دارد. تمام پیوندهای **ساده** سیگما هستند.

نکته : دومین و **سومین** پیوند که در اثر تشکیل پیوند **دوگانه** یا **سه گانه** به وجود می آید **پای** (π) نام دارد. در پیوند C-C فقط پیوند **سیگما**، در پیوند C=C **یکی سیگما** و **یکی پای** است و در پیوند C $\equiv$ C **یکی سیگما** و **دوتا پای** وجود دارد.

نتیجه ۱ : به ازای حضور هر پیوند **دوگانه** (هر پیوند پای) **دو** تا هیدروژن و به ازای حضور هر پیوند **سه گانه** به تعداد **چهار** تا هیدروژن از فرمول عمومی هیدروکربن کسر می گردد.

نتیجه ۲ : به ازای حضور هر **حلقه** دو تا هیدروژن از فرمول عمومی هیدروکربن **کسر** می گردد.

تعیین فرمول مولکولی از روی ساختار

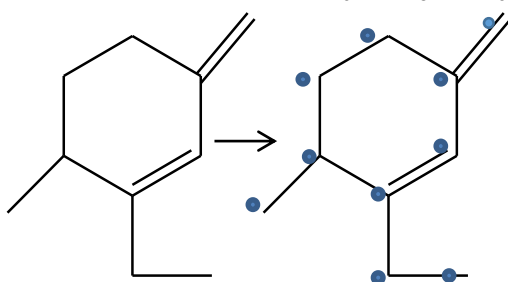
برای نوشتن فرمول مولکولی برای هر ساختار به روش زیر عمل می شود :

۱) تعداد کربن ها از روی ساختار **شمارش** می شود.

۲) با توجه به فرمول عمومی آلکانها که به ازای n تا کربن $2n+2$ هیدروژن وجود دارد، تعداد هیدروژن را از روی فرمول بدست می آوریم. به ازای وجود هر حلقه یا پیوند پای **دو تا هیدروژن** کسر می شود.

مثال فرمول مولکولی ساختار زیر را مشخص کنید؟

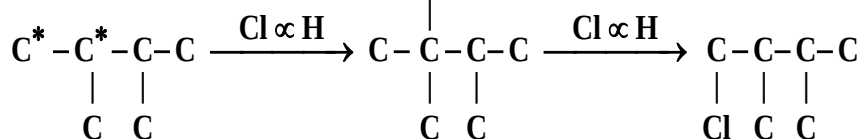
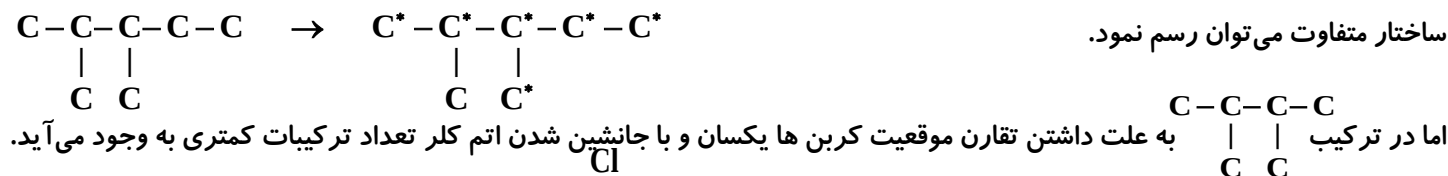
پاسخ : برای نوشتن فرمول مولکولی ترکیب زیر، نقاط شمارش می شود C_{10} سپس مطابق فرمول $\text{C}_{10}\text{H}_{2 \times 10 + 2}$ یعنی $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ خواهد شد. حال به تعداد پیوند پای که برابر دو تا و یک حلقه ۶ تا هیدروژن کسر می شود. $\text{C}_{10}\text{H}_{22-6} = \text{C}_{10}\text{H}_{16}$



$$X = \frac{(C \times 4) + (H \times 1)}{2} \quad \text{تعداد پیوند کووالانسی}$$

$$X = \frac{(10 \times 4) + (16 \times 1)}{2} = \frac{56}{2} = 28 \quad \text{تعداد پیوند کووالانسی}$$

نکته: اگر یک اتم هالوژن بخواهد جانشین یکی از هیدروژن‌های یک آلکان شود، **موقعیت** اتم‌های کربن در آن ترکیب بسیار مهم است، مثال: موقعیت اتم‌های کربن متفاوت، در ترکیب زیر مشخص شده است، مثلاً اگر اتم کلر بخواهد جایگزین یکی از هیدروژن‌ها شود ۶ ساختار متفاوت می‌توان رسم نمود.



نکته: شمار اتم‌های کربن نقش مهمی در **رفتار** هیدروکربن‌ها دارد. به طوری که با تغییر تعداد اتم‌های کربن، **اندازه و جرم** مولکول‌های هیدروکربن تغییر می‌یابد و در پی آن **نیروی بین مولکولی**، **نقطه جوش** و ... تغییر می‌کنند.

ص ۳۴ کتاب

با هم بیندیشیم

(۱) شکل زیر برخی ویژگی‌ها و رفتارهای فیزیکی و شیمیایی آلکان‌های راست زنجیر را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید:



الف) با افزایش شمار کربن‌ها، نقطه جوش آلکان‌ها در فشار یک اتمسفر چه تغییری می‌کند؟ **افزایش می‌یابد.**



ب) پیش‌بینی کنید نقطه جوش کدام آلکان بالاتر است؟



پ) در شرایط یکسان کدام آلکان فرارتر است؟ چرا؟

هرچه هیدروکربنی کوچکتر باشد نیروهای بین مولکولی کمتر بوده و نقطه جوش پایین‌تر می‌آید و هیدروکربن فرارتر خواهد بود.

ت) پژوهش‌ها نشان می‌دهد که گشتاور دو قطبی آلکان‌ها حدود صفر است. با این توصیف مولکول‌های این مواد، قطبی یا ناقطبی هستند؟

ناقطبی

ث) نیروی بین مولکولی در آلکان‌ها از چه نوعی است؟ افزایش شمار اتم‌های کربن بر این نیروها چه اثری دارد؟

واندروالسی - سبب افزایش قدرت جاذبه بین مولکولی می‌شود.

ج) چرا با بزرگ‌تر شدن زنجیر کربنی، گران‌روی آلکان افزایش می‌یابد؟

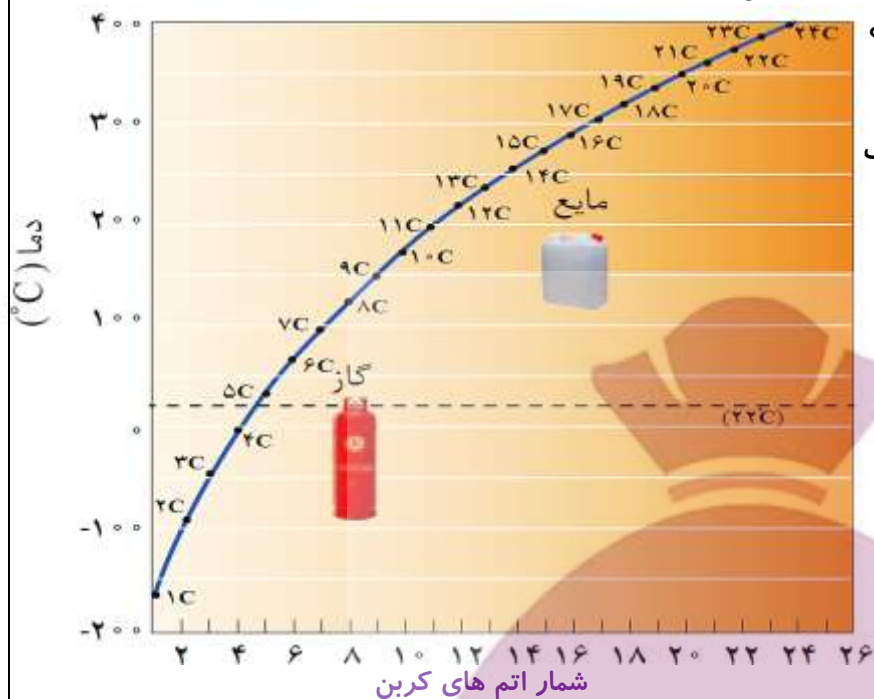
چون جاذبه بین مولکولی و نیروی چسبندگی افزایش پیدا می‌کند.

چ) پیش بینی کنید کدام ماده چسبنده تر است؟ چرا؟ **گريس** (با فرمول تقریبی $C_{18}H_{38}$) ☒ وازلین (با فرمول تقریبی $C_{25}H_{52}$)

وازلین ، چون تعداد کربن بیشتری دارد و جاذب بین مولکولی آن قوی تر است.

نکته : در گريس ۵۵ و در وازلین ۷۶ پیوند کووالانسی وجود دارد.

۲) نمودار زیر ترتیب نقطه جوش آلکان های راست زنجیر را نشان می دهد. با توجه به آن :



الف) کدام آلکان ها در دمای $22^{\circ}C$ به حالت گاز هستند؟

تا چهار کربن (متان ، اتان ، پروپان ، بوتان)

ب) رابطه بین نقطه جوش و جرم مولی آلکان ها را توصیف کنید.

با افزایش جرم مولی آلکان ها ، نقطه جوش آن ها

افزایش می یابد (رابطه مستقیم)

نکته : شیب ابتدای نمودار از انتهای آن بیشتر است.

بررسی ویژگی های آلکان ها :

اندازه مولکول : با افزایش شمار کربن ها، اندازه مولکول **بزرگ تر** و جرم مولکولی **افزایش** می یابد.

نیروی بین مولکولی : با **افزایش** تعداد کربن و زیاد شدن جرم مولکولی، نیروهای بین مولکولی **افزایش** می یابد.

گشتاور دو قطبی : گشتاور دو قطبی آلکان ها در حدود **صفر** است، و نیروی بین مولکولی ذرات از نوع نیروی **ناقطبی-ناقطبی** است.

چسبندگی : با افزایش شمار کربن ها، مولکول ها **سنگین تر** و جاذبه ها **بیشتر** می شود پس چسبندگی مولکول ها **بیشتر** می شود.

فرآر بودن : «**تمایل برای تبدیل به حالت گاز**» با **افزایش** شمار کربن ها فرآریت **کاهش** می یابد. هرچه شمار کربن **کمتری** داشته باشند، فرآرتر خواهند بود. آلکان ها تا **چهار** کربن تا دمای $22^{\circ}C$ (و فشار) (اتمسفر) **گازی** شکل هستند.

نقطه جوش : **دمایی که در آن مایعی می جوشد یا یک گاز مایع می شود.** هر چقدر **اندازه** مولکول های آلکان **بزرگ تر** باشد، نیروهای جاذبه و اندروالسی بین آن ها **قوی تر** بوده دمای جوش **بیشتر** خواهد بود. بطورکلی به ازای هر گروه $-CH_2-$ دمای جوش به اندازه **۲۰** تا **۳۰** درجه زیاد می شود.

نکته : در ساختارهای متفاوت از یک آلکان دمای جوش ترکیبی بیشتر است که شاخه های فرعی **کمتری** داشته باشد، زیرا هرچه تعداد شاخه های فرعی روی شاخه اصلی **بیشتر** باشد شکل به حالت **کروی** نزدیک تر و سطح تماس بین مولکول ها **کمتر** شده، نیروهای جاذبه و اندروالسی **ضعیف تر** و دمای جوش **کاهش** می یابد.

گرانروی : «**مقاومت در برابر جاری شدن**» با **افزایش** اتم های کربن، نیروهای و اندروالسی **بیشتر** می شود و چسبندگی ذرات **افزایش** می یابد. پس به هنگام حرکت یک مایع، مولکول ها **سخت تر** از مقابل هم حرکت می کنند و گرانروی **کاهش** می یابد. مثل حرکت عسل در مقابل شیر

حالات در آب : آلکان ها به دلیل **ناقطبی** بودن در آب **نامحلول اند.**

محافظت از فلزات: قرار دادن فلزها در آلکان‌های مایع یا اندود کردن سطح فلزها و وسایل فلزی با آن‌ها، مانع از رسیدن آب یا اکسیژن به سطح فلز می‌شود و از واکنش یا خوردگی فلز جلوگیری می‌کند.

واکنش پذیری: ویژگی مهم و برجسته آلکان‌ها این است که در ساختار آن‌ها هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی (یگانه) به چهار اتم دیگر متصل بوده و به اصطلاح سیرشده هستند. از این رو آلکان‌ها تمایل چندانی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند.

نکته: آلکان‌ها در واکنش سوختن و نیز جابجایی هیدروژن‌های خود با هالوژن‌ها شرکت می‌کنند (در کتاب به آن اشاره نشده است).

سمی بودن: میزان سمی بودن آلکان‌ها کم و استنشاق آن‌ها بر شش‌ها و بدن تأثیر چندانی ندارد و تنها سبب کاهش مقدار اکسیژن در هوای دم می‌شوند.

خطر! هیچ گاه برای برداشتن بنزین از باک خودرو یا بشکه از مکیدن شیلنگ استفاده نکنید، زیرا بخارهای بنزین وارد شش‌ها شده و از انتقال گازهای تنفسی در شش‌ها جلوگیری می‌کند و نفس کشیدن دشوار می‌شود. اگر میزان بخارهای وارد شده به شش‌ها زیاد باشد، ممکن است سبب مرگ فرد شود.

نکته: سوخت بیشتر فندک‌ها گاز بوتان بوده و تحت فشار پر می‌شود.

نکته: گاز شهری مخلوطی از هیدروکربن‌های سبک است که متان بخش عمده آن را تشکیل می‌دهد. در حالی که کپسول گاز خانگی، به طور عمده شامل گازهای پروپان و بوتان است.

در جدول زیر نام، فرمول مولکولی و شمار اتم‌های کربن و هیدروژن برای برخی اعضای خانواده آلکان‌ها داده شده است. جدول را کامل کنید و فرمول مولکولی عضو n ام را بیابید.

شماره عضو	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	n ام
نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	
شمار C	۱	۲	۳	۴	۵	n
شمار H	۴	۶	۸	۱۰	۱۲	$2n+2$
فرمول	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_nH_{2n+2}

ص ۳۶ کتاب

خود را بیازمایید

تجربه نشان می‌دهد که گشتاور دو قطبی مولکول‌های سازنده چربی‌ها حدود صفر است. با توجه به آن:

الف) چرا افرادی که با گریس کار می‌کنند دستشان را با بنزین یا نفت (مخلوطی از هیدروکربن‌ها) می‌شویند؟

زیرا گریس، بنزین و نفت از دسته آلکان‌ها هستند و گشتاور دو قطبی صفر و مولکول‌های ناقطبی دارند بنابراین طبق قاعده «شبهه، شبهه را حل می‌کند» بنزین به عنوان حلال می‌تواند گریس را حل کند.

ب) توضیح دهید چرا پس از شستن دست با بنزین، پوست خشک می‌شود؟

چون بنزین بعنوان حلال، علاوه بر چربی‌ها و موادی مانند گریس، چربی روی پوست را نیز در خود حل می‌کند. پس از شستن دست با بنزین، پوست دست خشک می‌شود چون به سطح پوست آبرسانی نمی‌شود.

پ) شستن پوست یا تماس آن با آلکان‌های مایع در دراز مدت به بافت‌های پوست آسیب می‌رساند. چرا؟

حل شدن چربی پوست در حلال‌های ناقطبی و خشک شدن مداوم پوست، سبب ترک خوردگی پوست می‌شود و به بافت‌های پوست آسیب می‌رساند.

نام گذاری آلکان ها :

الف) نام گذاری آلکان های راست زنجیر :

جدول زیر نام و فرمول مولکولی **ده** آلکان راست زنجیر را نشان می دهد.

نکته : مطابق جدول بر اساس قواعد آیوپاک برای نامیدن آلکان راست زنجیر کافی است **شمار اتم های کربن** را با **پیشوند** معادل بیان کرده و پسوند «**آن**» را بیفزاییم.

نکته : باید توجه کنیم که در **چهار** عضو نخست آلکان ها ، پیشوندی که شمار اتم های کربن را معلوم کند، وجود **ندارد** و نام آن ها بر اساس

این روش انتخاب **نشده** است.

فرمول مولکولی C_nH_{2n+2}	فرمول ساختاری	نام آلکان	پیشوند	شمار کربن
CH_4	CH_4	متان	-	۱
C_2H_6	$CH_3 - CH_3$	اتان	-	۲
C_3H_8	$CH_3 - CH_2 - CH_3$	پروپان	-	۳
C_4H_{10}	$CH_3 - (CH_2)_2 - CH_3$	بوتان	-	۴
C_5H_{12}	$CH_3 - (CH_2)_3 - CH_3$	پنتان	پنت	۵
C_6H_{14}	$CH_3 - (CH_2)_4 - CH_3$	هگزان	هگز	۶
C_7H_{16}	$CH_3 - (CH_2)_5 - CH_3$	هپتان	هپت	۷
C_8H_{18}	$CH_3 - (CH_2)_6 - CH_3$	اُکتان	اوکت	۸
C_9H_{20}	$CH_3 - (CH_2)_7 - CH_3$	نونان	نون	۹
$C_{10}H_{22}$	$CH_3 - (CH_2)_8 - CH_3$	دکان	دک	۱۰

میثم احمدوند

ب) نام گذاری آلکان های شاخه دار :

نکته : در قواعد آیوپاک چگونگی یافتن ① **نوع** و ② **نام** شاخه فرعی و ③ **جهت** شماره گذاری **زنجیر اصلی** مشخص می شود.

نکته : در هیدروکربن ها، شاخه های فرعی را گروه های **آلکیل** می نامند. اگر از یک آلکان، یک اتم **هیدروژن** کم کنیم باقی مانده را گروه **آلکیل** می نامند. برای نامیدن گروه های آلکیل، فقط کافی است به جای پسوند «**آن**»، در آلکان ها پسوند «**یل**» جایگزین کنیم و فرمول عمومی آن ها C_nH_{2n+1} است. مثال : **متان** : CH_4 ← **متیل** : CH_3

نام آلکان	متان	اتان	پروپان
نام آلکیل	متیل (Methyl)	اتیل (Ethyl)	پروپیل (Propyl)
فرمول مولکولی آلکیل	$CH_3 -$	$C_2H_5 -$	$C_3H_7 -$
ساختار نیمه گسترده آلکیل	$CH_3 -$	$CH_3 - CH_2 -$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 -$

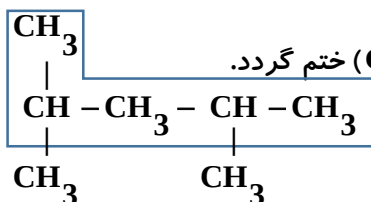
نکته : اگر **بیشتر** از یک شاخه فرعی **یکسان** وجود داشته باشد، تعداد آن ها با پیشوندهای **دی**، **تری**، **تترا**، **پنتا** و ... مشخص می شود.

قواعد آیوپاک برای نام گذاری آلکان های شاخه دار :

مرحله ۱ - بلند ترین زنجیر کربنی ممکن را به عنوان **زنجیر اصلی** انتخاب می کنیم.

تذکر : زنجیر اصلی باید با یک کربن **نوع اول** ($CH_3 -$) آغاز شده و به یک کربن **نوع اول** ($CH_3 -$) ختم گردد.

نکته : باید توجه شود که زنجیر اصلی حتما بر روی خط مستقیم قرار ندارد.

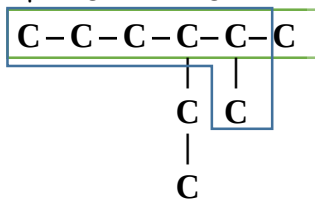


$$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{C}(\text{CH}_3)_3 \quad \text{CH}_3 - \text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5) - \text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5) - \text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_3$$

$$\rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_3$$

$$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$$

نکته: اگر در یک آلکان، **دو** زنجیر با بیشترین تعداد اتم کربن وجود داشته باشد، زنجیری را به عنوان زنجیر اصلی انتخاب می کنیم که شاخه های فرعی **بیشتری** داشته باشد. در مسیر مستقیم دو شاخه فرعی دیده می شود.


$$\begin{array}{ccccccc} \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \\ \text{1} & & \text{2} & & \text{3} & & \text{4} & & \text{5} & & \text{6} \end{array}$$
CCCCC

اگر شماره آلکیل برابر با تعداد زنجیر انتخابی باشد، نام گذاری، نادرست است. مثال: ۲، ۴-دی متیل پنتان

ی، تری، تترا و ... معین کرده و قبل از نام شاخه ذکر می‌کنیم. مثال:

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{}^3\text{CH} - \text{}^4\text{CH} - \text{CH}_3 \\ | \qquad | \\ \text{}^2\text{CH}_2 \quad \text{}^5\text{CH}_2 \\ | \qquad | \\ \text{}^1\text{CH}_3 \quad \text{}^6\text{CH}_3 \end{array}$$

۳، ۴-دی متیل هگزان

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{}^6\text{CH}_3 - \text{}^5\text{CH} - \text{}^4\text{CH}_2 - \text{}^3\text{CH}_2 - \text{}^2\text{C} - \text{}^1\text{CH}_3 \\ | \qquad | \\ \text{CH}_3 \qquad \text{CH}_3 \end{array}$$

۲، ۲، ۵-تری متیل هگزان

باشد که عدد بدست آمده از نوشتن شماره‌های شاخه‌های فرعی کنار هم **کمترین** عدد شود.

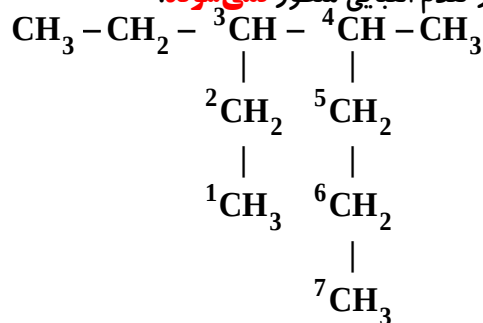
عدد بدست آمده از شماره گذاری: (۲۲۵)

$${}^6\text{CH}_3 - {}^5\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - {}^4\text{CH}_2 - {}^3\text{CH}_2 - {}^2\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - {}^1\text{CH}_3$$

نکته : اگر بر روی شاخه اصلی چند گونه متفاوت آلکیل داشته باشیم، نام شاخه‌ها را به ترتیب حروف الفبای لاتین ذکر می‌کنیم :

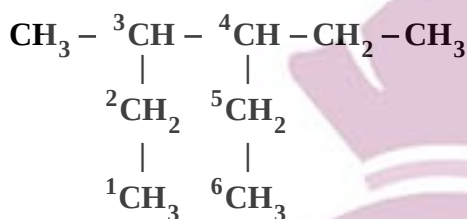
اتیل (Ethyl) ، متیل (Methyl) ، پروپیل (Propyl)

تذکر : باید توجه نماییم که تعداد شاخه‌ها با پیشوندهای « دی ، تری ، تترا ... » در تقدم الفبایی منظور نمی‌شوند.



۳- اتیل ۴- متیل هپتان

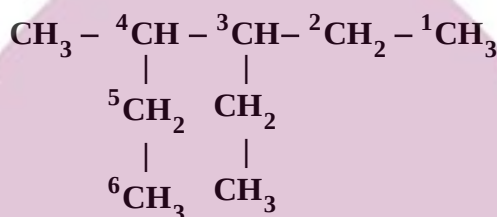
نکته : اگر بعد از انتخاب زنجیر اصلی فاصله شاخه‌ها تا دو سر زنجیر یکسان و مجموع اعداد نیز برابر باشد، از سمت نزدیک تر به شاخه



دارای تقدم الفبایی شماره گذاری را انجام می‌دهیم.

۴- اتیل ۳- متیل هگزان ✗

شماره گذاری فوق اشتباه است زیرا شاخه‌های فرعی در موقعیت یکسان هستند ولی اتیل بر متیل مقدم است.

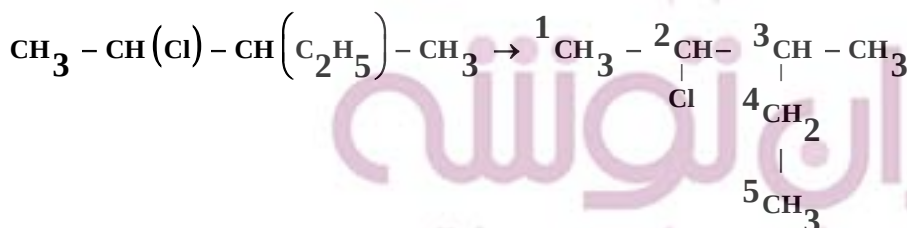


۳- اتیل ۴- متیل هگزان ✓

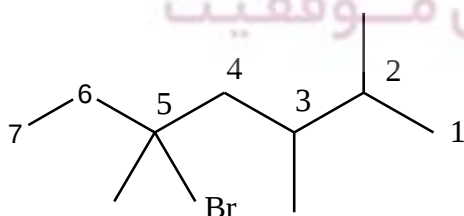
نکته : اگر آلکانی دارای کربنی باشد که به جای هیدروژن عنصر یا گروه دیگری با آن پیوند داشته باشد، آنرا مشتق آلکان نامیده و در

نام گذاری ترکیب با عنصر مربوطه مانند یک شاخه رفتار می‌کنیم. فقط در انتهای نام عنصر مربوطه لفظ « و » اضافه می‌کنیم. برای تقدم نوشتن

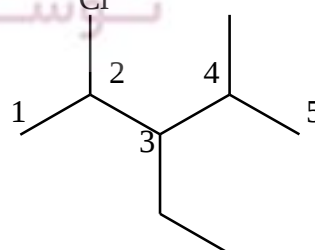
نام شاخه‌های فرعی تقدم الفبای لاتین ملاک خواهد بود. مانند : نیترو NO_2 - کلرو - فلوئورو - برم - یدو و



۲- کلرو ۳- متیل پنتان

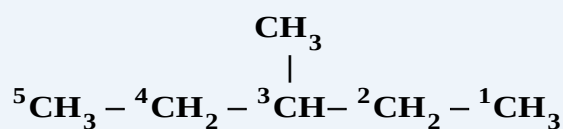


۵- برم ۲، ۳، ۵-تری متیل هپتان

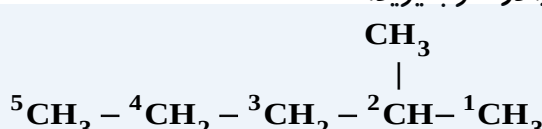


۲- کلرو ۳- اتیل ۴- متیل پنتان

(۱) نام دو آلکان زیر را در نظر بگیرید.



۳- متیل پنتان



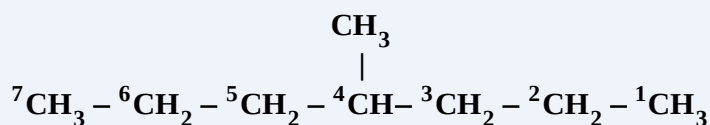
۲- متیل پنتان

الف) هر عدد و هر واژه در نام هیدروکربن نشان دهنده چیست؟

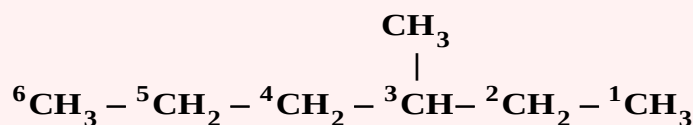
هر عدد، شماره کربن زنجیر اصلی است که شاخه به آن متصل است، واژه متیل نام شاخه است و پنتان نام آلکان زنجیر کربنی است.

ب) تفاوت این دو ترکیب در چیست؟ موقعیت (محل اتصال) شاخه ها روی کربن زنجیر اصلی

۲) ساختار ۳-متیل هگزان و ۴-متیل هپتان را رسم کنید.

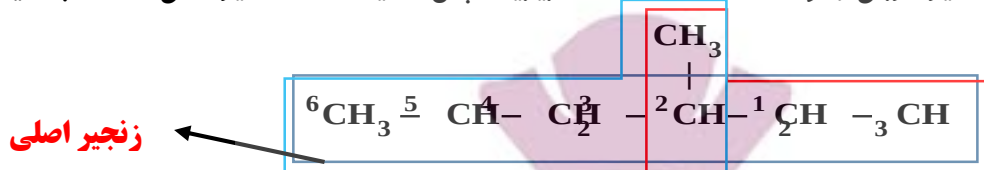


۴-متیل هپتان

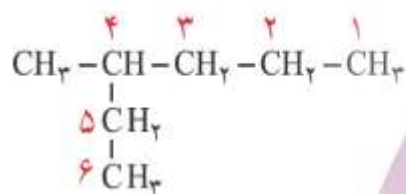


۳-متیل هگزان

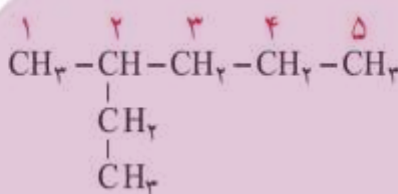
۳) در ساختار ۳-متیل هگزان، سه زنجیر کربنی وجود دارد. نخست آن ها را بیابید سپس از میان آن ها زنجیر اصلی را انتخاب کنید.



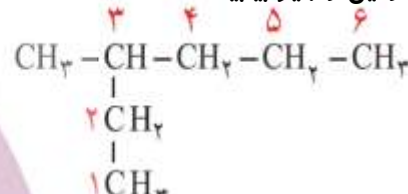
۴) با توجه به داده های زیر روشی برای تشخیص زنجیر اصلی (زنجیری که بیشترین تعداد اتم های کربن را دارد) و شماره گذاری کربن ها در این زنجیر بیابید.



۴-متیل هگزان، این نام گذاری نادرست است.



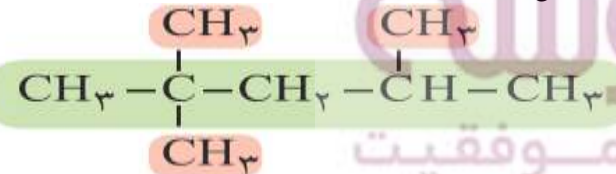
۲-اتیل پنتان، این نام گذاری نادرست است.



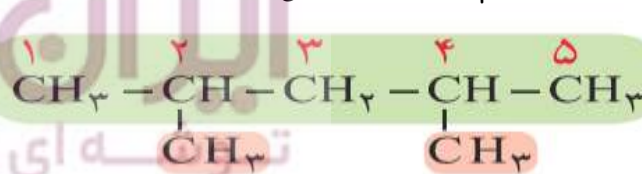
۳-متیل هگزان ✓

بیشترین تعداد کربن متصل به هم، که بلندترین زنجیر کربنی را بوجود بیاورد. شماره گذاری از سمتی است که به کربن دارای شاخه، عدد کمتری برسد.

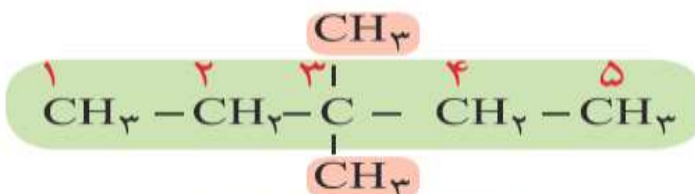
۵) با توجه به نام گذاری زیر، روشی برای نامیدن آلکان های با بیش از یک شاخه فرعی را بیابید.



۴،۲،۲-تری متیل پنتان



۴،۲-دی متیل پنتان

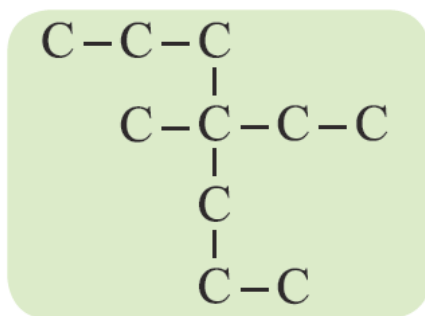


۳،۳-دی متیل پنتان

ابتدا شماره کربن هایی که شاخه فرعی به آن ها متصل هستند را نوشته، سپس تعداد آن ها را با پیشوندهای مناسب بیان کرده و در نهایت نام آلکان هم کربن با زنجیر اصلی را می آوریم.

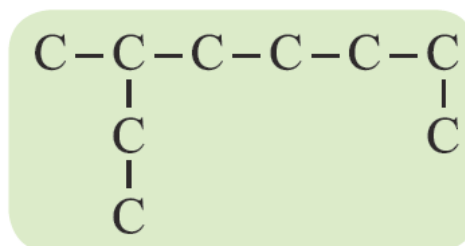
خود را بیازماید

۱) آلکان های زیر را نام گذاری کنید. (راهنمایی: در نام گذاری آلکان های شاخه دار، نوشتن نام اتیل بر متیل مقدم است.)



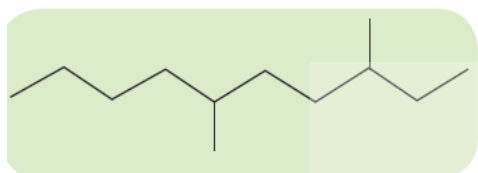
(ب)

۴-اتیل-۴-متیل هپتان

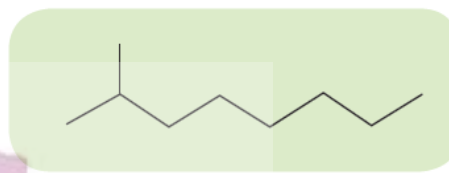


(الف)

۳-متیل اکتان

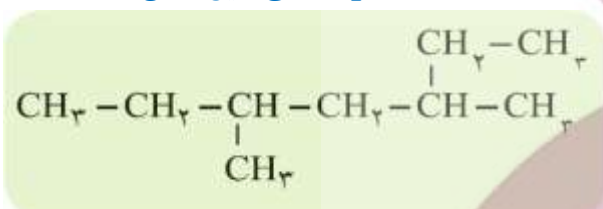


۳و۶-دی متیل دکان



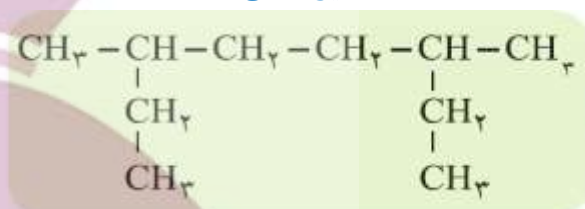
(پ)

۲-متیل اکتان



(ج)

۳و۵-دی متیل هپتان



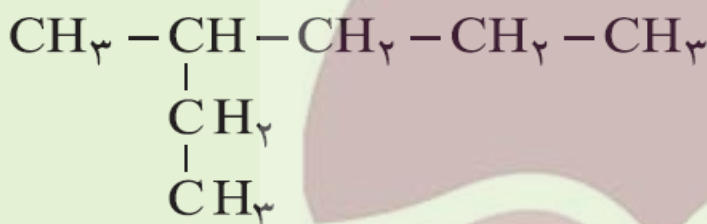
(ث)

۳و۶-دی متیل اکتان

۲) چرا نام ۲-اتیل پنتان برای ترکیب زیر نادرست است؟

چون در واقع زنجیر اصلی شش کربنه است و نام درست

آن ۳-متیل هگزان است.

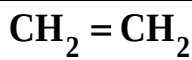


آلکن ها، هیدروکربن هایی با یک پیوند دوگانه :

نکته : آلکن ها هیدروکربن هایی با فرمول عمومی C_nH_{2n} هستند که در ساختار خود یک پیوند **دوگانه** کربن=کربن $-\text{C}=\text{C}-$ دارند.

نکته : تعداد پیوند **کووالانسی** در آلکن ها برابر $3n$ است. (n : شمار کربن ها)

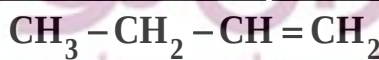
نام و ساختار چند آلکن راست زنجیر :



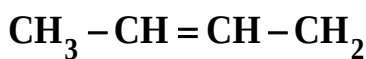
اتن



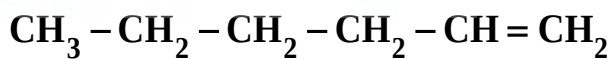
پروپن



۱-بوتن



۲-بوتن



۱-هگزن

نکته : زمانی که نوشتن یا نوشتن شماره کربن دارای پیوند **دوگانه** در تشخیص آلکن تأثیری **نداشته** باشد، نوشتن شماره نیاز **نیست** مانند

اتن از نام **اتان** یا **پروپن** از نام **پروپان** که یک حالت بیشتر برای رسم ساختار **ندارند**.



نکته : **اتن** (اتیلن C_2H_4) **نخستین و کوچکترین** عضو خانواده آلکن ها است. ($n \geq 2$ در آلکن ها)

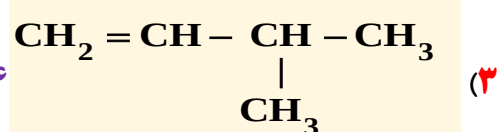
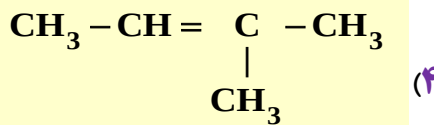
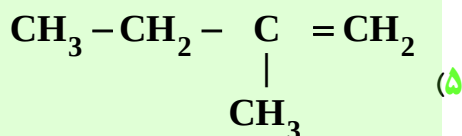
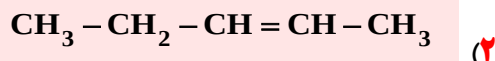
نکته : اتن در بیشتر گیاهان وجود دارد. **موز** و **گوجه** فرنگی **رسیده** گاز **اتن** آزاد می کنند. **اتن** آزاد شده از یک

موز یا گوجه فرنگی رسیده به نوبه خود موجب رسیدن **سریع تر** میوه های **نارس** می شود. به همین دلیل در کشاورزی،

از گاز **اتن** به عنوان «**عمل آورنده**» استفاده می شود.

نکته : در آلکن‌های بیشتر از سه کربن علاوه بر شاخه‌دار شدن، جابجایی پیوند **دوگانه** نیز می‌تواند ساختارهای بیشتری از یک فرمول مولکولی

مشابه تولید کند. برای مثال در ترکیب C_5H_{10} چند ساختار مختلف وجود دارد.

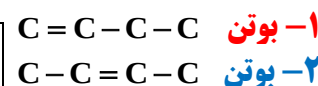


نام‌گذاری آلکن‌های راست زنجیر :

برای نام‌گذاری آلکن‌های **راست زنجیر**، کافی است پسوند «**آن**» را در نام آلکان راست زنجیر برمی‌داریم و به جای آن پسوند «**ین**» قرار می‌دهیم؛ سپس محل پیوند **دوگانه** را با شماره **نخستین** کربنی که به پیوند دوگانه **متصل** است، مشخص می‌کنیم. برای آلکن‌های تا سه کربن این کار کافی است. اما در آلکن‌ها از **چهار** اتم کربن به بعد باید **موقعیت** پیوند **دوگانه** را هم در نام‌گذاری بیاوریم به همین خاطر آلکن را از سمتی که به پیوند دوگانه **نزدیک‌تر** باشد شماره‌گذاری می‌کنیم.

برای نامیدن آلکن‌های راست زنجیر از رابطه زیر استفاده می‌کنیم : «**شماره کربن با پیوند دوگانه + تعداد کربن‌ها با لفظ یونانی + -ین**»

آلکن	$C_n H_{2n}$	آلکان	$C_n H_{2n+2}$
-	-	متان	CH_4
اتن	$C_2 H_4$	اتان	$C_2 H_6$
پروپن	$C_3 H_6$	پروپان	$C_3 H_8$
۱-بوتن یا ۲-بوتن	$C_4 H_8$	بوتان	$C_4 H_{10}$



نکته : رفتار **آلکن‌ها** همانند همه مواد به ساختار آنها وابسته است.

نکته : وجود پیوند دوگانه در **آلکن‌ها** سبب شده است تا رفتار آنها با **آلکان‌ها** تفاوت زیادی پیدا کند. به گونه ای که **آلکن‌ها** برخلاف آلکان‌ها، واکنش پذیری بیشتری دارند و در واکنش‌های **کوناگونی** شرکت می‌کنند.

نکته : واکنش پذیری زیاد **آلکن‌ها** به این دلیل است که در ساختار آنها **دو** اتم کربن ($C=C$) به سه اتم دیگر متصل بوده و از این رو **سیر نشده** هستند؛ این درحالی است که اتم کربن **تمایل** دارد تا از حداکثر امکان خود برای تشکیل پیوندهای **یکانه** استفاده کند و **چهار** پیوند یگانه تشکیل دهد.

نکته : گاز **اتن** سنگ بنای صنایع **پتروشیمی** است در این صنایع با استفاده از اتن حجم انبوهی از **مواد کوناگون** تولید می‌شود.

انواع واکنش‌های اتن در صنعت پتروشیمی : (اتن به عنوان نماینده آلکن‌ها انتخاب شده است).

۱- **افزودن آب در حضور کاتالیزگر سولفوریک اسید :** با وارد کردن گاز اتن در مخلوط آب و اسید در شرایط مناسب، اتانول در مقیاس

صنعتی تولید می‌شود.

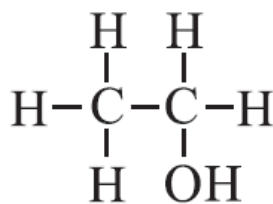


معادله زیر، واکنش شیمیایی انجام شده را نشان می‌دهد.

نکته : از مقایسه مولکول اتانول با مولکول اتن ، در می‌یابیم که یکی از پیوندها میان اتم‌های کربن-کربن در مولکول اتن **شکسته** شده و به یکی از آنها، اتم **H** و به دیگری ، گروه **OH** متصل شده است. به دیگر سخن مولکول آب به اتم‌های کربن پیوند **دوگانه** افزوده شده و **فرآورده سیر شده‌ای** تولید شده است.

ویژگی های اتانول :

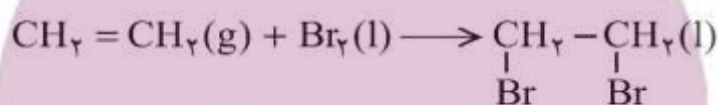
- ✓ اتانول را در مقیاس **صنعتی** با وارد کردن گاز **اتن** در مخلوط **آب و اسید** در شرایط **مناسب** تولید می کنند.
- ✓ فرمول **مولکولی** آن (C₂H₅OH) و دارای عامل **الکلی** است.
- ✓ اتانول، الکلی **دو کربنی**، **بی رنگ** و **فرار** است و به **هر نسبتی** در آب حل می شود.
- ✓ از **مهم ترین** حلال های **صنعتی** است.
- ✓ در تهیه مواد **دارویی**، **بهداشتی** و **آرایشی** به کار می رود.
- ✓ از اتانول در بیمارستان ها به عنوان **ضد عفونی** کننده استفاده می شود.
- ✓ در ساختار آن **۸** پیوند **کووالانسی** (۸ جفت الکترون پیوندی) و **۲** جفت الکترون **ناپیوندی** وجود دارد.
- ✓ توانایی تشکیل پیوند **هیدروژنی** را دارد.



میثم احمدوند

- ✓ **صنعت پتروشیمی** یکی از صنایع **مهم** جهان است.
- ✓ در صنعت پتروشیمی، **ترکیب ها، مواد و وسایل** گوناگون از **نفت یا گاز طبیعی** به دست می آیند که به فراورده های **پتروشیمیایی** معروف هستند.
- ✓ در کشور ما نیز شرکت های پتروشیمی گوناگونی در حال فعالیت هستند. در این شرکت ها سالانه میلیون ها تن مواد شیمیایی مانند **آمونیاک، پلی اتن، سولفوریک اسید** و... تولید می شود.

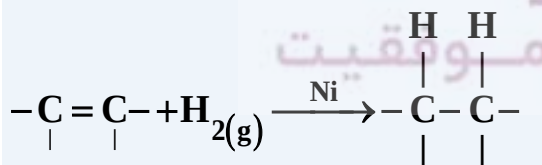
۲- افزودن برم مایع به آلکن ها: از دیگر واکنش های گاز اتن، ترکیب شدن آن با **برم مایع** است به طوری که هرگاه گاز **اتن** را در محلولی از **برم** وارد کنیم رنگ **قرمز** محلول **از بین می رود**. این تغییر نشانه انجام واکنش شیمیایی زیر است :



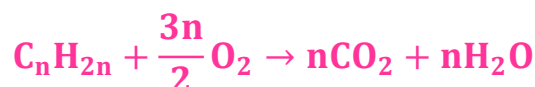
۲،۱- دی برمواتان

- ✓ در این واکنش، مولکول **برم** به پیوند دوگانه کربن-کربن در مولکول اتن افزوده می شود، و فراورده ای **سیر شده** پدید می آید.
- ✓ **همه** آلکن ها در این واکنش شرکت می کنند. این واکنش یکی از روش های **شناسایی** آلکن ها از **هیدروکربن های سیر شده** است.
- ✓ اگر **مخلوطی** از **آلکن و آلکان** داشته باشیم می توانیم **درصد جرمی** آلکن را از واکنش این مواد با **برم** بدست آوریم.

۳- افزودن هیدروژن به آلکن ها در حضور کاتالیزگر نیکل: گاز **هیدروژن** می تواند به پیوند دوگانه کربن-کربن در آلکن اضافه شود و به **آلکان** تبدیل شود :



۴- سوختن آلکن ها: آلکن ها می توانند با اکسیژن بسوزند و گازهای **کربن دی اکسید** و **بخار آب** تولید کنند :



۵- واکنش پلیمری شدن: دسته دیگری از واکنش آلکن ها است که با استفاده از آن می توان انواع **لاستیک ها**، **پلاستیک ها**، **الیاف** و **پلیمرهای سودمند** را تهیه کرد. این واکنش ها را در فصل سوم بررسی خواهیم کرد.



خود را بیازمایید

ص ۴۱ کتاب

شکل زیر نمایی از واکنش تکه‌ای گوشت چرب با بخار برم را نشان می‌دهد. با توجه به آن پیش بینی کنید مولکول چربی موجود در این گوشت سیر شده است یا سیر نشده؟ چرا؟ (راهنمایی: در این واکنش تنها چربی موجود در گوشت با بخار برم واکنش می‌دهد).



سیر نشده، زیرا در حالت سیر شده اتم‌های کربن با حداکثر ظرفیت خود، به اتم‌های دیگر متصل شده‌اند. اما در حالت سیر نشده پیوندهای دوگانه شکسته شده و آماده‌ی پیوند با اتم‌های برم شده است.

نکته: برای تشخیص چربی‌های سیر شده و سیر نشده به سه روش عمل می‌کنند:

۱- بخار برم **قرمز رنگ**: رنگ بخار در محیط چربی‌های سیر نشده از بین می‌رود.

۲- **ید** در حضور **چسب نشاسته**: چربی‌های سیر نشده محیط را **بی‌رنگ** می‌کند.

۳- محلول **پتاسیم پرمنگنات**: رنگ **بنفش** محلول را **قهوه‌ای** می‌کند.

آلکین‌ها، سیر نشده‌تر از آلکن‌ها:

آلکین‌ها با فرمول عمومی C_nH_{2n-2} که در ساختار خود یک پیوند سه گانه کربن-کربن ($-C \equiv C-$) دارند و جزء هیدروکربن‌های **سیر نشده** هستند.

نکته: تعداد پیوند کووالانسی در آلکین‌ها برابر $3n-1$ است.

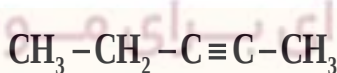
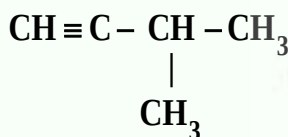
نکته: **اتین** با فرمول مولکولی C_2H_2 ، **ساده‌ترین آلکین** و **پروپین** دومین عضو خانواده آلکین‌ها است.

نکته: از نام **پروپین** چنین برمی‌آید که هر مولکول آن **سه** کربن داشته و یک پیوند **سه** گانه میان دو کربن آن وجود دارد.

ساختار آلکین‌ها:

در آلکین‌ها هم، مانند آلکن‌های بیشتر از سه کربن به جز شاخه‌دار شدن، جابجایی پیوند سه گانه نیز می‌تواند ساختارهای بیشتری از یک فرمول مولکولی مشابه تولید کند اما تعداد ساختارها کمتر از آلکن‌های هم کربن می‌باشد چون کربن دارای پیوند سه گانه شاخه نمی‌گیرد.

مثال: در ترکیب C_5H_8 سه ساختار مختلف مشاهده می‌شود.



نام‌گذاری آلکین‌ها:

نکته: برای نام‌گذاری آلکین‌های راست زنجیر، کافی است پسوند «**آن**» در آلکان راست زنجیر را برداشته و به جایش «**ین**» اضافه شود.

آلکین	C_nH_{2n-2}	آلکان	C_nH_{2n+2}
-	-	متان	CH_4
اتین (استیلن)	C_2H_2	اتان	C_2H_6
پروپین	C_3H_4	پروپان	C_3H_8
۱-بوتین یا ۲-بوتین	C_4H_6	بوتان	C_4H_{10}

نکته: برای نام‌گذاری آلکین‌های بیشتر از سه کربن، زنجیر را از سمت نزدیک‌تر به پیوند سه گانه شماره‌گذاری نموده، آنگاه به شکل زیر عمل می‌کنیم:

«**شماره کربن پیوند سه گانه** + **تعداد کربن‌ها با لفظ یونانی** + **ین**»

۱- بوتین $C \equiv C - C - C$

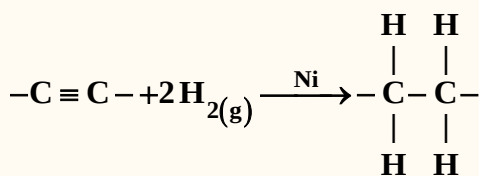
۲- بوتین $C - C \equiv C - C$

نکته : آلکین ها واکنش پذیری زیادی دارند و با مواد **شیمیایی** مختلف واکنش می دهند.

نکته : آلکین ها در اثر واکنش با **دو** مول **هیدروژن** به آلکان تبدیل می شوند.

نکته : **جوش کاربیدی** : درجوشکاری از سوختن گاز اتین، **دمای** لازم برای جوش دادن

قطعه های فلزی **تأمین** می شود.



هیدروکربن های حلقوی :

نکته : ترکیب های آلی که در آنها اتم های کربن طوری به یکدیگر متصل شده اند که ساختاری حلقوی به وجود آورده اند.

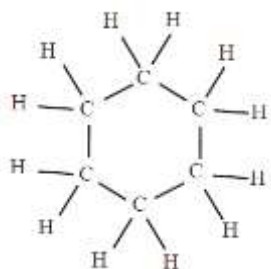
نکته : سیکلو (Cyclo) پیشوندی به معنای **حلقوی** است که برای نام گذاری برخی **ترکیب های آلی حلقوی** به کار می رود.

نکته : هیدروکربن های **حلقوی** نیز مانند هیدروکربن های زنجیری می توانند **سیر شده** یا **سیر نشده** باشند.

نکته : ترکیبات حلقوی سیر شده (که در آنها تمام پیوندها ساده است) از فرمول عمومی **C_nH_{2n}** مانند (آلکن ها) پیروی می کنند.

در این کتاب به دو دسته از ترکیبات حلقوی اشاره شده است :

(۱) سیکلو آلکان ها :



برای نام گذاری سیکلو آلکان از فرمول زیر استفاده می شود :

« **سیکلو** + **تعداد** به **صورت پیشوند یونانی** + **ان** »

مانند : سیکلوپنتان و سیکلو هگزان

نکته : **کوچک ترین** حلقه ای که اتم های کربن با پیوندهای **یگانه** می توانند تشکیل دهند، حلقه سه کربنی یا **سیکلو پروپان** است.

هیدروکربن های آروماتیک :

آروماتیک ها ، دسته وسیعی از ترکیبات را تشکیل می دهند که شامل **بنزن** و مولکول هایی که از نظر رفتار شیمیایی مشابه بنزن می باشند.

دو نوع از این دسته از ترکیبات در کتاب بررسی شده است :

(الف) **بنزن** :

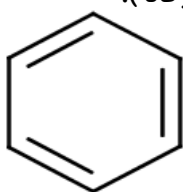
✓ هیدروکربنی **سیر نشده** با فرمول مولکولی C₆H₆ است.

✓ **هشت** اتم هیدروژن نسبت به آلکان هم کربن کم دارد. (**دو** تا برای حلقوی شدن و **شش** تا برای داشتن سه پیوند دوگانه).

✓ **سرگروه** خانواده مهمی از هیدروکربن ها به نام **آروماتیک** است.

✓ **۳** پیوند دوگانه دارد، پس با **سه** مول گاز هیدروژن سیر شده و به **سیکلو هگزان** تبدیل می شود.

✓ در ساختار بنزن تعداد **۱۵** پیوند کووالانسی وجود دارد.



(ب) **نفتالن** :

✓ هیدروکربنی آروماتیک و **سیر نشده** با فرمول مولکولی C₁₀H₈ است.

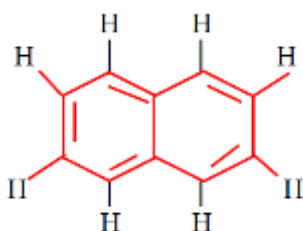
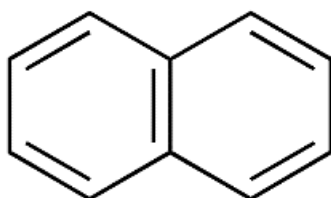
✓ به عنوان **ضدید** برای نگهداری **فرش** و **لباس** کاربرد دارد.

✓ **۵** پیوند دوگانه دارد، پس با **پنج** مول گاز هیدروژن به یک ترکیب سیر شده تبدیل می شود.

✓ در ساختار نفتالن تعداد **۲۴** پیوند کووالانسی وجود دارد.

✓ **۱۴** اتم هیدروژن نسبت به آلکان هم کربن کم تر دارد (چهار تا برای

تشکیل دو حلقه چسبیده به هم و ده تا برای داشتن پنج پیوند دوگانه).



نکته : برای محاسبات سریع تر مسائل مربوط به هیدروکربن ها از جدول زیر استفاده می کنیم :

هیدروکربن	فرمول عمومی	فرمول جرم مولی	تعداد پیوند کووالانسی
آلکان	C_nH_{2n+2}	$14n+2$	$3n+1$
آلکن	C_nH_{2n}	$14n$	$3n$
سیکلو آلکان	C_nH_{2n}	$14n$	$3n$
آلکین	C_nH_{2n-2}	$14n-2$	$3n-1$

مثال : ۸۰٪ جرم آلکانی را اتم های کربن تشکیل می دهند . فرمول مولکولی آن را بدست آورید.

توضیحات بیشتر و کاربردی :

تعریف ایزومر (هم پار) : ایزومرها موادی هستند که فرمول **مولکولی یکسان** و فرمول **ساختاری متفاوتی** دارند. این مواد می توانند از یک **خانواده** و یا از خانواده های **مختلفی** باشند.

نکته : سه آلکان اول (متان ، اتان و پروپان) ایزومر **ندارند**، زیرا برای آن ها فقط **یک** ساختار می توان رسم کرد. از این رو در آلکان ها ، ایزومری از ۴ کربن به بعد و براساس وجود شاخه های **آلکیل** ، معنی می یابد.

نکته : تعداد ایزومرهای آلکان ها از ۴ تا ۷ کربن از رابطه $2^{n-4} + 1$ بدست می آید.

نکته : برای رسم ایزومرهای ساختاری ، ابتدا ترکیب راست زنجیر را به عنوان اولین ایزومر در نظر گرفته و بعد تا حد امکان از تعداد کربن های زنجیر اصلی کم کرده و با ایجاد شاخه در محل های مختلف ، ساختارهای متفاوتی را رسم می کنیم.

✓ برای نمونه هگزان C_6H_{14} دارای ۵ ایزومر ساختاری است. $2^{6-4} + 1 = 5$



✓ ایزومرها می توانند از یک خانواده **نباشند** مثلاً آلکن با سیکلو آلکان هم کربن بافرمول عمومی C_nH_{2n} ، باهم ایزومر هستند.

نکته : نحوه تشخیص ایزومرها از روی نام :

تعداد کربن برابر و پسوند در نام یکسان		تعداد کربن برابر و پسوند در نام یکسان	
۱- هگزن	متیل سیکلو پنتان	اوکتان	۳- اتیل هگزان
۱- هگزن	سیکلو هگزان	بوتان	متیل پروپان
پروپن	سیکلو پروپان	۳- هگزن	۲- هگزن
۲- بوتن	متیل سیکلو پروپان	هگزان	۳- متیل پنتان
۳- هگزن	سیکلو هگزان	سیکلو هگزان	۱و ۳- دی متیل سیکلو بوتان

نفت، ماده ای که اقتصاد جهان را دگرگون ساخت :

✓ نفت خام مخلوطی از **هیدروکربن های** گوناگون ، برخی **نمک ها ، اسیدها ، آب** و ... با مقادیر **متغیر** در نقاط مختلف است.

خوراک پتروشیمی



✓ **آلکان ها** بخش **عمده** هیدروکربن های موجود در نفت خام را تشکیل می دهند.

✓ به دلیل **واکنش پذیری کم** آلکان ها **اغلب** به عنوان **سوخت** به کار می روند، به طوری که بیش از **۹۰ درصد** نفت

خام صرف **سوزاندن** و **تأمین انرژی** می شود و تنها مقدار کمی (کمتر از ۱۰ درصد) از نفت خام به عنوان **خوراک**

پتروشیمی در تولید مواد **پتروشیمیایی** به کار می رود.

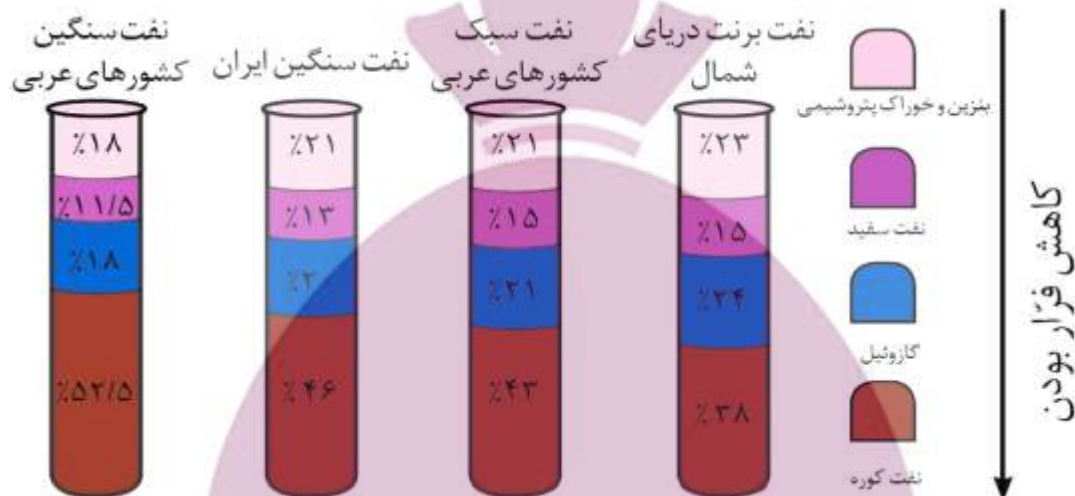
✓ از نفت خام ، هیدروکربن های **متفاوتی** به دست می آید.

میثم احمدوند

ص ۴۳ کتاب

با هم بیندیشیم

در شکل زیر چهار نوع نفت خام بر اساس درصد اجزای سازنده مقایسه شده اند. با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.



(الف) اندازه مولکول های نفت کوره با بنزین چه تفاوتی دارد؟

اندازه مولکول های نفت کوره بزرگتر است. هرچه مولکولی فرارتر باشد جرم مولکول کمتر و بنابراین اندازه مولکول کوچکتر است.

نفت کوره < گازوئیل < نفت سفید < بنزین و خوراک پتروشیمی : مقایسه جرم مولی بر اساس فرآیند

(ب) کدام دسته از مواد در نفت سنگین بیشتر از نفت سبک وجود دارد؟ **نفت کوره**

(پ) ملاک دسته بندی نفت خام به دو دسته سبک و سنگین چیست؟

هرچه درصد نفت کوره در نفتی بیشتر باشد آن نفت سنگین تر است و هر نفتی که خوراک پتروشیمی و بنزین بیشتری داشته باشد، نفت سبک تر است.

(ت) چرا قیمت نفت برنت دریای شمال از دیگر نفت ها بیشتر اما قیمت نفت سنگین کشورهای عربی کمتر است؟

چون بنزین و خوراک پتروشیمی بیشتری دارد و مواد اولیه بیشتری برای صنایع می توان از آن بدست آورد.

نکته : درصد نفت **کوره** در نفت سنگین کشورهای **عربی** بیشتر از نفت سایر **نقاط** است.

پالایش نفت خام در برج تقطیر :

پس از **جدا کردن نمک ها، اسیدها و آب**، نفت خام با استفاده از **تقطیر جزء به جزء** ، هیدروکربن های آن را به صورت مخلوط هایی با نقطه

جوش نزدیک به هم جدا می کنند که به این فرایند **پالایش** می گویند.

✓ برای تقطیر **جزء به جزء** ، نفت خام را درون محفظه ای بزرگ **گرم** می دهند و آن را به برج **تقطیر** هدایت می کنند.

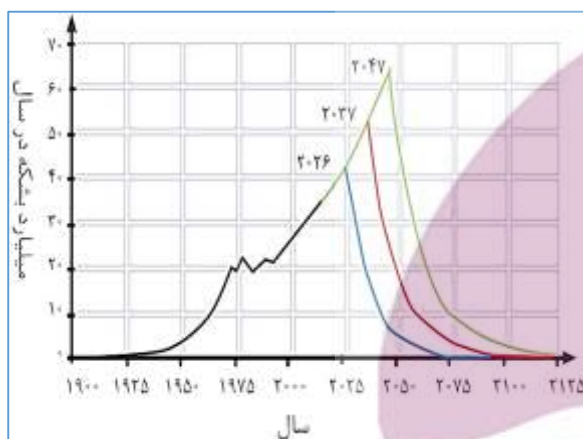
✓ در برج تقطیر از **پایین** به **بالا** دما **کاهش** می یابد.

✓ نفت خام **داغ** به قسمت **پایین** برج وارد می شود.



- ✓ مولکول‌های **سبک‌تر** و **فرارتر** از جمله **مواد پتروشیمیایی**، از مایع بیرون آمده و به **سوی بالای** برج حرکت می‌کنند.
- ✓ به تدریج که این مولکول‌ها **بالا** تر می‌روند، **سرد** شده و به **مایع** تبدیل می‌شوند.
- ✓ مایع‌های حاصل در سینی‌هایی که در فاصله‌های گوناگون برج قرار دارند وارد شده و از برج **خارج** می‌شوند. بدین ترتیب مخلوط‌هایی با نقطه جوش نزدیک به هم از نفت خام **جداسازی** می‌شوند.
- ✓ **نکته**: تقطیر جزء به جزء، فرایندی است که در آن مخلوط‌هایی با نقطه جوش نزدیک به هم را جدا می‌کنند.

- ✓ دستیابی به دانش و فناوری **پالایش** نفت خام، سبب ایجاد تحولی بزرگ در صنعت **حمل و نقل**، **پتروشیمی**، و **دیگر صنایع** شد.
- ✓ پالایش نفت خام از سویی سوختی **ارزان** و **مناسب** را در اختیار صنایع قرار می‌داد و از سوی دیگر، منجر به **تولید انرژی الکتریکی** **ارزان** قیمت می‌شد.
- ✓ همه این روند منجر سبب شد تا ارزش و اهمیت **طلای سیاه** روز به روز بیشتر شود تا جایی که استفاده و شناخت بیشتر آن، چهره زندگی را آشکارا تغییر داد.



- ✓ استخراج و مصرف بی رویه این نعمت خدادادی سبب شده تا این اندوخته رو به **پایان** باشد. در نمودار روبه رو میزان نفت تولید شده تا اکنون را داریم و برآورد می‌شود این روند در حالت حداکثری تا ۲۰۴۷ میلادی ادامه داشته و بعد از آن شروع به کاهش و نهایتاً اتمام می‌کند. در حالت برآورد حداقلی نیز تا ۲۰۲۶ میلادی روند برداشت نفت افزایش و سپس شروع به کاهش کند. خط وسط نیز میانگین دو برآورد را نشان می‌دهد.

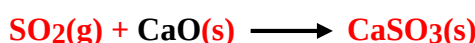
زغال سنگ

- ✓ **زغال سنگ** یکی از سوخت‌های **فسیلی** است و فرمول کلی آن را به صورت **C₁₃₅H₉₆O₉NS** برآورد می‌کنند.
 - ✓ برآوردها نشان می‌دهد که طول عمر ذخایر زغال سنگ به **۵۰۰** سال می‌رسد.
 - ✓ زغال سنگ به عنوان سوخت می‌تواند جایگزین **نفت** شود.
 - ✓ جایگزینی نفت با زغال سنگ باعث ورود بیشتر **آلاینده‌ها** به هوا کرده و **تشدید اثر گلخانه‌ای** می‌شود.
- مقایسه بنزین با زغال سنگ:

نام سوخت	گرمای آزاد شده (kJ/g)	فراورده های سوختن	مقدار کربن دی اکسید به ازای هر کیلوژول انرژی تولید شده (g)
بنزین	۴۸	H ₂ O و CO ₂ و CO	0/065
زغال سنگ	۳۰	NO ₂ و SO ₂ و H ₂ O و CO ₂ و CO	0/104

بنابراین باید به دنبال راه‌های بهبود کارآیی زغال سنگ باشیم.

- ✓ یکی از این راه‌ها **شست و شوی** زغال سنگ به منظور حذف **گوگرد** و **ناخالصی‌های** دیگر می‌باشد. (قبل از مصرف)
- ✓ راه دیگر به **دام انداختن گاز گوگرد دی اکسید** خارج شده از نیروگاه‌ها بوسیله **کلسیم اکسید (آهک)** می‌باشد. (پس از مصرف)



مشکلات تولید زغال سنگ :

- ✓ یکی از مشکلات زغال سنگ ، **شرایط دشوار استخراج** آن است. به گونه‌ای که در سده اخیر بیش از ۵۰۰۰۰۰ نفر در سطح جهان در اثر **انفجار** یا **فروریختن** معدن جان خود را از دست داده اند.
- ✓ این انفجارها **اغلب** به دلیل تجمع گاز **متان** آزاد شده از زغال سنگ در معدن رخ می‌دهد.
- ✓ هرگاه مقدار متان در هوای معدن به بیش از ۵ درصد برسد، احتمال **انفجار** وجود دارد. بدیهی است هرچه درصد متان **بالتر** برود، احتمال انفجار نیز **بیشتر** خواهد شد.
- ویژگی‌های **متان** : **گازی سبک** ، **بی بو و بی رنگ** ، دارای ۴ پیوند کووالانسی و **ساده‌ترین آلکان** است.

راه‌های جلوگیری از بروز حادثه در معادن زغال سنگ :

- ✓ ضروری است **استانداردها** و **اصول ایمنی** در معدن به طور دقیق رعایت شود.
- ✓ مقدار گاز متان در هوای معدن پیوسته **اندازه‌گیری** و **کنترل** شود.
- ✓ یکی از راه‌های کاهش متان در هوای معدن استفاده از **تهویه مناسب** و **قوی** است.

مزایای حمل و نقل هوایی :

- ① **سریع‌ترین** حالت حمل و نقل ② **عدم نیاز** به جاده سازی و **تعمیرات** آن ③ مسافرت **آسان** ④ **خدمات رسانی خوب** در مواقع اضطراری حتی در نقاط دور دست

معایب حمل و نقل هوایی :

- ✓ به دلیل **هزینه بسیار زیاد** آن، شمار محدودی از شرکت‌ها مانند پست و همچنین افراد جامعه می‌توانند از آن استفاده کنند.

سوخت هواپیما :

- ✓ سوخت هواپیما از **پالایش نفت خام** در برج‌های **تقطیر** پالایشگاه‌ها تولید می‌شود.
- ✓ سوخت هواپیما به طور عمده از **نفت سفید** که مخلوطی از **آلکان‌هاست** تهیه می‌شود.
- ✓ امروزه تولید سوخت هواپیما یکی از **صنایع مهم** و **ارزآور** است که به **دانش فنی بالایی** نیز احتیاج دارد.
- ✓ شرکت‌های دانش بنیان می‌توانند با ورود به این عرصه کارآفرینی کرده و در شکوفایی اقتصاد کشور قدم‌های مؤثری را بردارند.
- نکته** : نفت سفید شامل آلکان‌هایی با **ده** تا **پانزده** کربن است.

- نکته** : یکی از مسائل مهم در **تأمین سوخت انتقال** آن به مراکز **توزیع** و **استفاده** آن است که در حدود ۶۶ درصد آن از طریق **خطوط لوله** و بقیه با استفاده از **راه آهن** ، **نفتکش جاده پیمای** و **کشتی‌های نفتی** انجام می‌شود.

تمرین‌های دوره ای :

- ۱- یون سولفات موجود در ۲/۴۵ گرم از نمونه ای کود شیمیایی را با استفاده از یون باریم، جداسازی کرده و ۲/۱۸ گرم باریم سولفات به دست آمده است. درصد خلوص کود شیمیایی را بر حسب یون سولفات حساب کنید. $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})$

$$\textcircled{1} \text{ g SO}_4^{2-} = \frac{2/18 \text{ g BaSO}_4}{233 \text{ g BaSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} \times \frac{1 \text{ mol SO}_4^{2-}}{1 \text{ mol BaSO}_4} \times \frac{96 \text{ g SO}_4^{2-}}{1 \text{ mol SO}_4^{2-}} = 0/9 \text{ g SO}_4^{2-}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{0/9 \text{ g}}{2/45 \text{ g}} \times 100 = 36/73\%$$

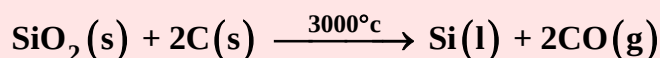
- ۲- از واکنش ۸/۱ گرم فلز آلومینیم با خلوص ۹۰ درصد با محلول مس(II) سولفات مطابق واکنش زیر، چند گرم فلز مس آزاد می‌شود؟



$$\textcircled{1} \text{ } g \text{ Cu} = \frac{8}{1} g \text{ Al} \times \frac{90}{100} \times \frac{1 \text{ mol Al}}{27 \text{ g Al}} \times \frac{3 \text{ mol Cu}}{2 \text{ mol Al}} \times \frac{63.5 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 25.71 \text{ g Cu}$$

$$\textcircled{2} \frac{8/1 (g) \times \frac{90}{100}}{27 \times 2} = \frac{X}{3 \times 63.5} \Rightarrow X = 25.71 \text{ g Cu}$$

۳- سیلیسیم عنصر اصلی سازنده سلول های خورشیدی است که از واکنش زیر تهیه می شود.



الف) واکنش پذیری کربن را با سیلیسیم مقایسه کنید.

کربن واکنش پذیری بیشتری نسبت به سیلیسیم دارد زیرا توانسته است این عنصر را از ترکیب با اکسیژن خارج کند.

ب) مقدار ناخالصی در ۱۰۰ گرم سیلیسیم مصرفی در صنایع الکترونیک ۰/۰۰۰۱ گرم است. درصد خلوص آن را حساب کنید.

$$100 - 0.0001 = 99.9999 \Rightarrow \text{درصد خلوص} = \frac{99.9999 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 = 99.9999\%$$

۴- نمودار زیر روند کلی تغییر واکنش پذیری عنصرهای دوره دوم جدول دوره ای را نشان می دهد.

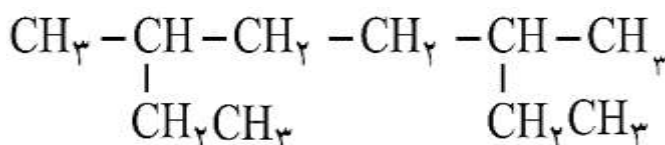
الف) چرا واکنش پذیری عنصرهای گروه ۱۸ در حدود صفر است؟

گازهای نجیب به جز هلیم در لایه ظرفیت خود دارای ۸ الکترون می باشند به عبارت دیگر به آرایش هشتایی رسیده اند به همین دلیل تمایل به کسب یا از دست دادن الکترون ندارند.

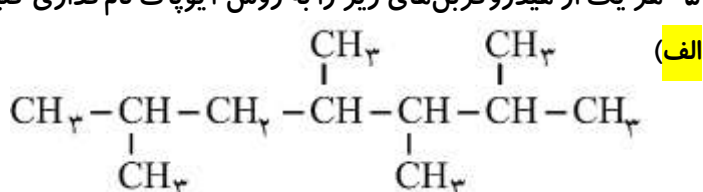
ب) روند تغییر واکنش پذیری را توضیح دهید.

برای فلزات در یک دوره از چپ به راست واکنش پذیری کاهش و برای نافلزات در یک دوره از چپ به راست واکنش پذیری افزایش می یابد.

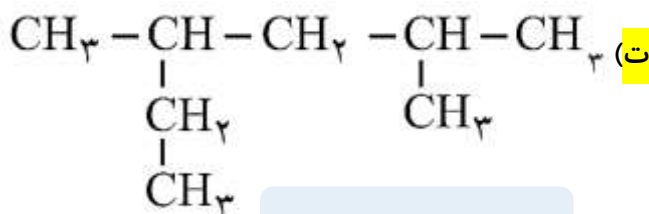
۵- هر یک از هیدروکربن های زیر را به روش آیوپاک نام گذاری کنید.



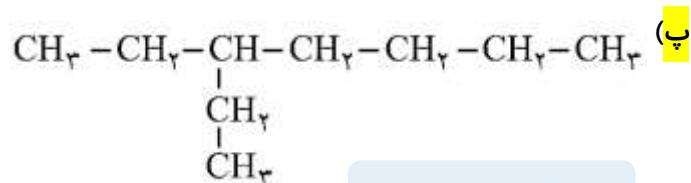
۳،۶- دی متیل اکتان



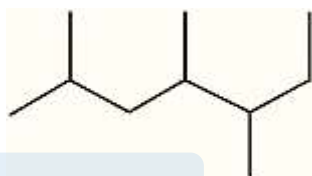
۲،۳،۴،۶- تترا متیل هپتان



۲،۴- دی متیل هگزان



۳- اتیل هپتان

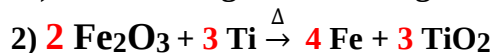
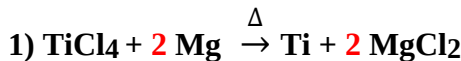


۲،۴،۵- تری متیل هپتان



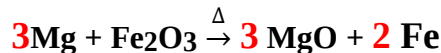
۲،۴- دی متیل پنتان

۶- با توجه به واکنش‌های زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید. الف) هر یک از آنها را موازنه کنید.



ب) ترتیب واکنش پذیری عنصرهای Ti و Fe و Mg را مشخص کنید.

پ) پیش بینی کنید آیا واکنش زیر در شرایط مناسب انجام می‌شود؟ چرا؟ در صورت انجام، آن را کامل و موازنه کنید.



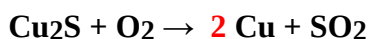
بله، زیرا واکنش پذیری منیزیم بیشتر از آهن است و تولید ترکیب می‌کند.

ت) تیتانیم فلزی محکم، با چگالی کم و مقاوم در برابر خوردگی است. یکی از کاربردهای آن استفاده در بدنه دوچرخه است. اگر در کارخانه‌ای از مصرف $3/54 \times 10^7$ گرم تیتانیم (IV) کلرید، $7/91 \times 10^6$ گرم فلز تیتانیم به دست آید، بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

$$\textcircled{1} \text{ g Ti} = 3/54 \times 10^7 \text{ g TiCl}_4 \times \frac{1 \text{ mol}}{190 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times \frac{48 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 8/94 \times 10^6$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{7/91 \times 10^6}{8/94 \times 10^6} \times 100 = 88/47\%$$

۷- معدن مس سرچشمه کرمان، یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان به شمار می‌رود و بزرگترین تولیدکننده مس است.



برای تهیه مس خام از سنگ معدن آن، واکنش زیر انجام می‌شود.

الف) با مصرف 400 kg مس (I) سولفید با خلوص ۸۵٪ حدود $190/54 \text{ kg}$ مس خام تهیه می‌شود. بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

$$\textcircled{1} \text{ kg Cu} = 400 \text{ kg} \times \frac{85}{100} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol}}{160 \text{ g}} \times \frac{2 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times \frac{64 \text{ g}}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 272 \text{ kg Cu}$$

$$\text{بازده درصدی} = \frac{190/54}{272} \times 100 = 70 \%$$

ب) چرا این واکنش روی محیط زیست تأثیر زیانباری دارد؟

یکی از فراورده‌های این واکنش گوگرد دی اکسید بوده که یک آلاینده محسوب می‌شود.

۸) هگزان (C_6H_{14}) و ۱-هگزن (C_6H_{12}) دو مایع بی‌رنگ هستند.

الف) روشی برای تشخیص این دو مایع پیشنهاد کنید.

استفاده از برم. ۱-هگزن، چون یک آلکن و سیر نشده است با برم واکنش داده و در نتیجه ظرف دارای آن بی‌رنگ خواهد شد.

ب) جای خالی را در واکنش زیر پر کنید.



پایان فصل اول

میثم احمدوند

فصل دوم: در پی غذای سالم

مباحث عمده فصل: تغذیه، دما و انرژی گرمایی، گرما شیمی (ترمودینامیک شیمیایی)، گروه های عاملی، سینتیک شیمیایی، مسائل سرعت واکنش ها

میثم احمدوند

- ✓ دانشمندان اجزای بنیادی جهان مادی را **ماده و انرژی** می دانند.
- ✓ **کاهش جرم** خورشید به عنوان **تنها** منبع حیات بخش **انرژی**، تبدیل **ماده** به **انرژی** را تأیید می کند. (طبق رابطه انیشتین $E=mc^2$)
- ✓ نیاز به **انرژی** برای انجام هر فعالیت با هر **آهنکی**، وجود یک منبع **انرژی** نزدیک تر را آشکار می سازد؛ منبعی که در آن تغییرهای **فیزیکی** و به ویژه واکنش های **شیمیایی** انجام می شود.
- ✓ راه تأمین انرژی برای بدن **گوارش غذا** (چربی ها و قندها) است.
- ✓ **انرژی** از طریق **سوزاندن سوخت ها** و نیز **گوارش غذا** در بدن تأمین می شود.
- ✓ امیدواریم با بررسی و درک واکنش های **گرما شیمیایی** و **سرعت** انجام آنها، در استفاده درست و مناسب از دو منبع **سوخت و غذا** تلاش کنیم.
- ✓ غذا همواره نقش **محوری** در **رشد، تندرستی و زندگی** انسان داشته است. بشر آغازین اغلب در طول روز به دنبال غذا و جمع آوری دانه های خوراکی بود. انسان به تدریج آموخت که دانه ها را بکار و فرآورده ها را درو کند؛ فرایندی که **نخستین** انقلاب در **کشاورزی** بود و باعث شد انسان ها حبوبات، غلات و ... را به مقدار **زیادی** تولید کند.
- ✓ **افزایش جمعیت** جهان عاملی تعیین کننده در انقلاب کشاورزی بوده و هست، به طوری که امروزه تأمین غذای میلیارد ها نفر بسیار **پیچیده و دشوار** است، زیرا برای انجام این مهم سالانه بایستی حجم انبوهی از **غلات، حبوبات، مواد پروتئینی** و ... تولید شود.



نمودار تولید و مصرف جهانی غلات (میلیون تن)

۱. مطابق نمودار مقابل مقدار **تولید، مصرف و انبار شدن** با هم متناسب است.
۲. اگر مصرف بیش از تولید باشد از **ذخایر** مصرف می شود.
۳. روند تولید و مصرف غلات به طور **نامنظم** رو به **افزایش** است.
۴. اثر هر سال در **سال بعد** نشان داده می شود.

- ✓ **پیشرفت دانش و فناوری** موجب شده است که تولید فراورده های کشاورزی و دامی افزایش یابد و غذا به روش **صنعتی** تولید شود.
- ✓ در تولید انبوه، به دلیل **فساد** مواد غذایی و **دشواری نگهداری** آنها، حفظ **کیفیت و ارزش** مواد غذایی اهمیت بسزایی دارد.
- ✓ برای تولید غذا در حجم انبوه به فعالیت های **صنعتی** گوناگونی مانند **تولید، حمل و نقل، نگهداری، فراوری** و ... نیاز است. مجموعه حوزه هایی که **صنایع غذایی** نامیده می شوند.
- ✓ یکی از **مهم ترین** و شاید **دشواری ترین** مسئولیت هر دولت، **تأمین غذای** افراد جامعه است. مسئولیتی که در گذشته با **قحطی و جنگ** غذا تهدید می شد و امروزه نیز **چالشی** نگران کننده به شمار می رود.
- ✓ در صنایع غذایی سطح وسیعی از زمین های **بایر** و حجم عظیمی از **آب های** قابل استفاده در **کشاورزی** مصرف می شود.

ص ۵۱ کتاب درسی

سرانه مصرف (Kg)		منبع خوراکی
ایران	جهان	
۱۱۵	۲۵	نان
۳۷	۲۲	برنج
۱۲	۲۲	حبوبات
۱۰۰	۱۳۰	سبزیجات
۹۵	۱۴۵	میوه
۱۹	۳۷	گوشت قرمز
۹	۱۹	ماهی
۹	۲۴	تخم مرغ
۹۰	۳۰۰	شیر
۳۰	۵	شکر
۶	۳	نمک خوراکی
۱۹	۱۴	روغن

خود را بیازمایید

جدول روبه رو، سرانه مصرف سالانه برخی مواد خوراکی را نشان می‌دهد. با توجه به آن، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

✓ سرانه مصرف ماده غذایی، مقدار میانگین مصرف آن را به ازای هر فرد در یک گستره زمانی معین (معمولاً یک ساله است) نشان می‌دهد.

✓ سرانه مصرف مواد غذایی در کشورهای مختلف، یکسان نیست.

الف) دیابت بزرگسالی یکی از بیماری‌های شایع در ایران است. مصرف بی‌رویه کدام مواد در گسترش این بیماری نقش دارد؟ **مصرف زیاد نان، برنج و شکر و ...**

ب) گوشت قرمز و ماهی افزون بر **پروتئین**، محتوی انواع **ویتامین** و مواد **معدنی** است. چه پیشنهادهایی برای گنجاندن آنها در برنامه غذایی خانواده خود دارید؟

در هفته چند نوبت در رژیم غذایی قرار گیرد.

پ) **شیر** و فراورده‌های آن، منبع مهمی برای تأمین **پروتئین** و به ویژه **کلسیم** است. کارشناسان تغذیه بر مصرف مناسب آنها برای **پیشگیری** و **ترمیم** پوکی استخوان تأکید دارند. اگر شما یک مدیر تصمیم گیرنده در کشور باشید، چه راهکارهایی برای افزایش مصرف آنها ارائه می‌کنید؟

کاهش قیمت بر اساس پرداخت یارانه، توزیع در مدارس و محل کار کارمندان فرهنگ سازی

و تشویق خانواده‌ها به مصرف شیر با برنامه سازی و ...

✓ کشور ایران در مصرف پنج ماده خوراکی **نان، برنج، شکر، روغن و نمک خوراکی** مصرف سالانه **بالاتری** نسبت به سرانه جهانی دارد.

✓ در مقابل، در مصرف **حبوبات** (نخود، لوبیا، عدس و ...)، **سبزیجات**، **میوه‌جات**، **گوشت قرمز**، **ماهی**، **تخم مرغ** و **شیر** مصرف سالانه **کمتری** نسبت به سرانه جهانی دارد.

ت) کارشناسان تغذیه بر مصرف حبوبات مانند نخود، لوبیا، عدس و ... در برنامه غذایی تأکید دارند زیرا سرشار از مواد مغذی هستند. بر اساس برنامه غذایی خانواده خود چه پیشنهادی برای افزایش مصرف آنها دارید؟



استفاده از آنها همراه با مواد غذایی به صورت مستمر

۱- غذا می‌تواند موجب **بیماری** شود. (پس باید در مصرف غذا حد اعتدال را رعایت کرد).

۲- با غذا می‌توان برخی بیماری‌ها را **درمان** کرد.

۳- با غذا می‌توان از بروز برخی بیماری‌ها **پیشگیری** کرد.

۴- تأمین **انرژی** بدن و **سلامت** خانواده در گرو رژیم غذایی **سالم** است.

محورهای مهم خود را بیازمایید :

بدن انسان در هنگام **گرسنگی** توانایی انجام فعالیت‌های **جسمی** و **ذهنی** را ندارد در واقع غذا چیزی **فراتر** از پاسخ به احساس **گرسنگی** است. غذا نقش‌های مختلفی در بدن دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

- ۱- **انرژی** مورد نیاز بدن برای حرکت **ماهچه‌ها**، **ارسال پیام عصبی**، **جابجایی یون‌ها** و **مولکول‌ها** از دیواره هر **یاخته** را تأمین می‌کند.
- ۲- مواد اولیه برای **ساخت** و **رشد** بخش‌های گوناگون بدن مانند **سلول‌های خونی**، **استخوان**، **پوست**، **مو**، **ماهچه**، **آنزیم‌ها** و ... را فراهم می‌کند.

۳- تأمین **حرارت بدن** و **تنظیم** آن

همه این فرایندها وابسته به انجام واکنش‌های **شیمیایی** هستند که هر یک **آهنگ** ویژه ای دارند؛ واکنش‌هایی که **دمای** بدن را نیز **کنترل** و **تنظیم** می‌کنند.

غذا معجونی از مواد **شیمیایی**، محتوی ذره‌های گوناگون است. منظور از **ذره‌ها**، **اتم‌ها**، **مولکول‌ها** و **یون‌ها**ست که بخش عمده ذره‌های بدن از **غذایی** که می‌خوریم **تأمین** می‌شود.

✓ تغذیه **درست** شامل وعده‌های غذایی است که **مخلوط** مناسبی انواع **ذره‌ها** را در بر دارد.

✓ تغذیه **نادرست** (**سوء تغذیه**) به حالتی می‌گویند که وعده‌های غذایی با **کمبود** نوع خاصی از **ذره‌ها** همراه است. در این شرایط، بدن به تدریج **ضعیف** شده و شرایط **بیماری** فراهم خواهد شد.

✓ افزایش **نامتناسب** برخی **مولکول‌ها** و **یون‌ها** در وعده‌های غذایی سبب **افزایش وزن** و دیگر بیماری‌ها خواهد شد.

غذا، ماده و انرژی :

بدن ما برای انجام فعالیت‌های **ارادی** و **غیر ارادی** گوناگون به **ماده** و **انرژی** نیاز دارد. مثلاً هنگامی که **قندخون** (گلوکز) پایین می‌آید می‌توان با خوردن **سیب** یا **شربت آلبیمو** و **عسل** و یا هنگامی که بدن دچار **کمبود آهن** باشد با خوردن **اسفناج** و **عدسی**، بدن را به حالت طبیعی برگرداند.

✓ ارزش مواد غذایی در تأمین **ماده** و **انرژی** مورد نیاز بدن یکسان **نیست**. به عنوان مثال ارزش غذایی **ماکارونی** و **گردو** متفاوت است. به همین دلیل خوردن این مواد غذایی انرژی متفاوتی در بدن تولید می‌کند.

ماست	گوشت ماهی	تخم مرغ	عدس	اسفناج
منبع غنی منیزیم و کلسیم	حاوی امگا - ۳	حاوی آمینو اسید و پروتئین ساز	خون ساز - حاوی آهن	خون ساز - حاوی آهن

خوردن هر یک از مواد غذایی زیر **انرژی** مورد نیاز بدن و نیز **کمبود** برخی مواد را **جبران** و **سلامت** بدن ما را تأمین می‌کند.

افزایش **قند خون**

✓ خوردن سیب یا نوشیدن شربت آلبیمو و عسل

جبران **کمبود آهن** و **کم خونی**

✓ خوردن اسفناج و عدسی

جلوگیری از **پوکی استخوان**

✓ خوردن شیر و ماست منبع غنی **منیزیم** و **کلسیم**

کاهش **کلسترول خون** و کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های **قلبی**

✓ خوردن گوشت ماهی (**امگا - ۳**)

به ساخت **پروتئین‌ها** در بافت‌های بدن کمک می‌کند.

✓ خوردن **تخم مرغ** سرشار از انواع **آمینو اسیدها**

✓ یکی از راه‌های آزاد شدن انرژی مواد، **سوزاندن** آنهاست. سوخت‌هایی مانند **گاز شهری**، **بنزین**، **الکل** و **زغال** هنگام سوختن، انرژی

آزاد می‌کنند و این انرژی برای **گرم کردن خانه**، **پخت و پز** و نیز به **حرکت در آوردن** خودروها مصرف می‌شود.

✓ باید توجه داشته باشیم که مقدار گرمای آزاد شده به **نوع ماده** و **جرم ماده** بستگی دارد به عنوان مثال **گردو** و **ماکارونی** هنگام سوختن

انرژی آزاد می‌کنند، اما میزان انرژی حاصل از سوختن آن‌ها **متفاوت** است. به طوری که انرژی آزاد شده از ۲ گرم ماده ۲ برابر انرژی

آزاد شده از **یک** گرم آن است.

هنگامی که یک قطعه کاکائو را در جیب خود بگذارید یا در دست نگه دارید پس از مدتی ذوب شده و

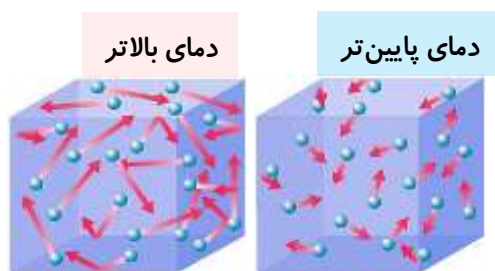
حالت خمیری به خود می‌گیرد زیرا دمای آن افزایش یافته و جنبش ذرات سازنده آن شدیدتر می‌شود.



دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

- ✓ در تعریف رایج گفته می‌شود که **دما** معیاری از **گرمی** و **سردی** اجسام می‌باشد و با مفهوم **گرمای** متفاوت است. به عنوان مثال سردی یا گرمی هوا نشانه تفاوت میان **دمای** آنهاست. از آنجا که در شیمی بررسی **ساختار مواد** و **فرایندها** از دیدگاه **ذره ای** (میکروسکوپی) اهمیت ویژه ای دارد، می‌خواهیم مفهوم دما را از این دیدگاه بررسی کنیم.
- ✓ می‌دانیم که ذرات سازنده یک ماده در سه حالت فیزیکی **جامد**، **مایع** و **گاز** پیوسته در جنب و جوش هستند اما میزان جنب و جوش ذرات با یکدیگر **متفاوت** است.

- ✓ در دمای معین، **یک ویژگی مشترک** تمام مواد با هر حالت فیزیکی، وجود **جنبش‌های نامنظم** ذرات آن است.
- ✓ جنبش‌های نامنظم ذرات در حالت **گاز**، شدیدتر از **مایع** و در حالت **مایع** شدیدتر از حالت **جامد** است.
- ✓ هر چه دمای ماده **بیشتر** باشد، **جنبش‌های** نامنظم ذرات سازنده آن **شدیدتر** و **بیشتر** است. برای نمونه این جنبش‌ها در آب **گرم** شدیدتر از آب **سرد** است. و یا بوی غذای گرم سریعتر از غذای سرد به مشام می‌رسد.



- ✓ مقایسه میزان جنب و جوش ذرات: **گاز** < **مایع** < **جامد**
- ✓ رابطه دما با میزان جنبش ذرات: هر چه دما **بالاتر** ← جنبش ذرات **بیشتر**

تعریف دما: در واقع دمای یک ماده معیاری برای توصیف میانگین **تندی** و میانگین **انرژی جنبشی** ذرات سازنده آن است.

- ✓ دمای یک ماده به **مقدار** ماده (جرم ماده) بستگی **ندارد**.
- ✓ در بررسی جنبش مولکولی ذرات ماده، حالت **فیزیکی** ماده مقدم بر **دمای** ماده است. مثلاً جنبش ذرات بخار آب با دمای 20°C بیشتر از آب مایع با دمای 60°C است. دما معیاری برای توصیف انرژی جنبشی ذرات است نه تعیین انرژی جنبشی ذرات.
- ✓ چون انرژی **جنبشی** همه ذرات یکسان **نیست** به همین دلیل از کلمه **میانگین** استفاده می‌کنیم.
- ✓ یکای رایج دما، درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) است در حالی که یکای دما در SI، کلون (K) می‌باشد.
- ✓ نماد دما بر حسب درجه سلسیوس، θ و برای کلون، T است. رابطه بین این دو به صورت مقابل است: $T(\text{K}) = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$
- ✓ **ارزش دمایی** یک درجه **سلسیوس** و یک **کلون** برابر است از این رو در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند $\Delta\theta = \Delta T$ می‌باشد.
- ✓ اگر دمای دو نمونه ماده با هم **برابر** باشد. **میانگین** انرژی جنبشی این دو نمونه با هم **برابر** است.

ص ۵۵ کتاب

با هم بیندیشیم

(۱) شکل زیر دو نمونه از هوای صاف شهر شما را با جرم یکسان نشان می‌دهد. با توجه به آن در هر مورد با خط زدن واژه نادرست، عبارت را کامل کنید.



- الف) شکل A، نمونه‌ای از هوا را در ~~تابستانی~~ ^{طهر} نشان می‌دهد.
- ب) شکل B، نمونه‌ای از هوا را در یک روز ~~تابستانی~~ ^{زمستانی} نشان می‌دهد.

پ) اگر مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک نمونه ماده، هم ارز با انرژی گرمایی آن باشد، انرژی گرمایی $\frac{A}{B}$ بیشتر بوده زیرا ~~شمار مولکول‌های~~ دمای آن بیشتر است.

۲) با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

الف) میانگین تندی مولکول‌های آب را در دو ظرف مقایسه کنید.

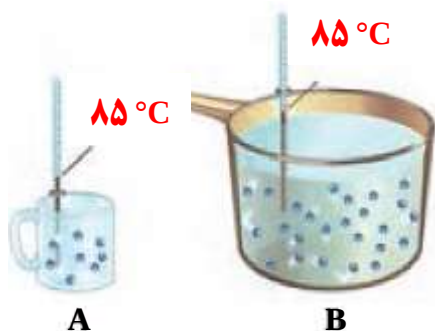
میانگین تندی مولکول‌ها به دما بستگی دارد و چون دما در هر دو ظرف یکسان است

بنابراین میانگین تندی مولکول‌ها برابر است.

ب) انرژی گرمایی آب موجود در کدام ظرف بیشتر است؟ چرا؟

B- زیرا مقدار مقدار ماده موجود در ظرف B بیشتر است بنابراین مجموع انرژی جنبشی

ذرات آن نیز بیشتر است.



تعریف انرژی گرمایی : به **مجموع** انرژی جنبشی ذرات سازنده یک ماده، **انرژی گرمایی** آن ماده می‌گویند.

✓ **انرژی گرمایی** به **دما** و **مقدار** ماده بستگی دارد به طوری که هر چه **دما** و **مقدار** ماده **بیشتر** باشد انرژی گرمایی آن نیز **بیشتر** است.

✓ هر چه **دمای** جسمی **بیشتر** باشد، مجموع انرژی جنبشی ذرات که همان **انرژی گرمایی** است، **بیشتر** می‌شود.

✓ **انرژی گرمایی**، نوعی از انرژی است و یکای آن ژول (J)، کالری (cal) و ... است.

✓ از دست دادن **گرما** باعث می‌شود دمای جسم **کاهش** یابد و میانگین انرژی جنبشی ذرات آن **کم** می‌شود و گرفتن **گرما** باعث **افزایش**

دمای جسم می‌شود.

تهیه غذای آب پز، تجربه تفاوت دما و گرما :

زمانی که درون یک ظرف مقداری آب با دمای 25°C ریخته و تخم مرغی را درون آن می‌گذاریم طبیعی است که تخم مرغ نمی‌پزد اما با

دادن **گرما** به آن و **بالا** بردن دما امکان پخت آن فراهم می‌شود. در این فرایند 25°C تنها یک **کمیت** به نام **دمای** آب را نشان می‌دهد و

توصیف یک ویژگی ماده است. مواردی از این دست نشان می‌دهد که **تغییر دما** برای توصیف یک **فرایند** به کار می‌رود، در واقع انجام **فرایند**

(**مبادله گرما**) است که می‌تواند باعث **تغییر دما** شود.

✓ یکی از روش‌های تغییر دمای ماده، انجام **فرایندی** است که در آن ماده گرما جذب می‌کند یا **از دست می‌دهد**. این توصیف بیانگر این

است که **گرما** از ویژگی‌های یک ماده **نیست** چون **تغییر** می‌کند.

مقایسه دما و گرما :

۱) **دما** برخلاف گرما صورتی از انرژی **نیست** و کمیتی **نسبی** است که با کمک آن می‌توان **میانگین انرژی ذرات** را با یکدیگر **مقایسه** کرد.

۲) **دما** برای **توصیف** یک ماده بکار **می‌رود** چون جزو ویژگی یک ماده محسوب **می‌شود**.

۳) **گرما** از ویژگی‌های یک ماده **نیست** و نباید برای توصیف آن **به کار برود**.

۴) یکای رایج دما، درجه **سلسیوس** ($^{\circ}\text{C}$) است در حالی که یکای دما در SI، **کلوین** (K) می‌باشد.

۵) گرما، انرژی در حال **انتقال** است که عامل انتقال آن اختلاف **دما** است.

۶) گرما با نماد **Q** نشان داده می‌شود و یکای آن در SI، ژول (J) است. در برخی موارد از یکای **کالری** نیز استفاده می‌کنند.



$$1\text{ cal} = 4/18\text{ J} , 1\text{ J} = 1\text{ Kg.m}^2\text{s}^{-2}$$

مقایسه روغن و چربی :

۱) روغن و چربی هر دو از جمله ترکیب‌های **آلی** هستند.

۲) روغن و چربی به دلیل **تفاوت** در **ساختار**، رفتارهای **فیزیکی** و **شیمیایی** متفاوتی دارند.

۳) **روغن** دارای حالت فیزیکی **مایع** بوده اما **چربی جامد** است.

۴) از دیدگاه **شیمیایی**، در ساختار مولکول‌های روغن، پیوندهای دوگانه **بیشتری** وجود دارد.

۵) **واکنش‌پذیری** روغن از چربی **بیشتر** است (زیرا روغن **سیر نشده تر** از چربی است).

انواع ظرفیت های گرمایی :

ظرفیت گرمایی (C) : مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک جسم به اندازه یک درجه سلسیوس (یا یک کلوین) است.

$$C = \frac{Q(J)}{\Delta\theta(^{\circ}C)} \quad \text{یا} \quad C = \frac{\text{ظرفیت گرمایی}}{\text{تغییرات دما}} = \frac{\text{گرمای مبادله شده}}{\text{ظرفیت گرمایی}} \Rightarrow J.^{\circ}C^{-1}$$

میثم احمدوند

✓ ظرفیت گرمایی یک ماده به نوع و مقدار آن ماده وابسته است.

✓ به عنوان مثال در مقدار برابر آب و روغن زیتون ظرفیت گرمایی آب به دلیل تفاوت نوع مواد، بالاتر است.

✓ هرچه جرم ماده بیشتر باشد ظرفیت گرمایی آن نیز بالاتر است؛ مثال: ظرفیت گرمایی یک پارچ آب بیشتر از یک لیوان آب است.

ظرفیت گرمایی ویژه یا گرمای ویژه (c) : مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از یک جسم به اندازه یک درجه سلسیوس است.

$$c = \frac{Q}{m \times \Delta\theta} \quad \text{یا} \quad Q = mc\Delta\theta \quad \Rightarrow J.g^{-1}.^{\circ}C^{-1}$$

ظرفیت گرمایی ویژه = $\frac{\text{ظرفیت گرمایی}}{\text{جرم ماده}} = \frac{\text{مقدار گرما مبادله شده}}{\text{تغییرات دما} \times \text{جرم}}$

✓ به دلیل اینکه $\Delta\theta = \Delta T$ است در مخرج فرمول می توان بجای $\Delta\theta$ از ΔT استفاده کرد.

✓ ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده تنها به نوع آن ماده بستگی دارد زیرا آن ماده هر مقدار هم باشد ما فقط گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از آن را بررسی می کنیم. (زمانی که نوع ماده که گفته می شود حالت فیزیکی آن را نیز در بر می گیرد).

✓ برای تبدیل ظرفیت گرمایی ویژه به ظرفیت گرمایی کافی است ظرفیت گرمایی ویژه را در جرم جسم ضرب کنیم : $C = c \times m$

✓ ظرفیت گرمایی برای یک ماده فرضی بسته به جرم آن می تواند بزرگتر، مساوی یا کوچکتر از ظرفیت گرمایی ویژه خود آن باشد. اگر جرم ماده فرضی بیشتر از یک گرم باشد، ظرفیت گرمایی آن به همان نسبت بزرگتر از ظرفیت گرمایی ویژه خواهد بود، اگر جرم ماده فرضی برابر با یک گرم باشد، ظرفیت گرمایی آن برابر با ظرفیت گرمایی ویژه خواهد بود و اگر جرم ماده فرضی کمتر از یک گرم باشد، ظرفیت گرمایی آن کوچکتر از ظرفیت گرمایی ویژه اش خواهد بود.

گرمای ویژه برخی مواد خالص در 1atm و 25°C

گرمای ویژه (J.g ⁻¹ .°C ⁻¹)	ماده	گرمای ویژه (J.g ⁻¹ .°C ⁻¹)	ماده
0/900	آلومینیم	4/184	آب
0/236	نقره	0/850	سدیم کلرید
0/128	طلا	2/430	اتانول
0/920	اکسیژن	0/840	کربن دی اکسید

میثم احمدوند

✓ بیشترین ظرفیت گرمایی ویژه مربوط به آب و کمترین مربوط به طلا می باشد.

✓ به طور کلی در این جدول فلزات عمدتاً کمترین گرمای ویژه را دارند.

✓ برای محاسبه گرمای جذب یا آزاد شده می توان از ظرفیت گرمایی ویژه استفاده کرد؛ یعنی فرمول را بصورت $Q = mc\Delta\theta$ نوشت.

مثال : مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای ۱۰ گرم نمک به اندازه ۲۰ درجه سلسیوس برابر است با : $Q = 10 \times 0/850 \times 20 = 170 \text{ J}$

ظرفیت گرمایی مولی (C_m) : مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک مول از یک جسم به اندازه یک درجه سلسیوس است.

$$C_m = \frac{Q(J)}{n \Delta\theta(^{\circ}C)} \quad \text{یا} \quad C_m = \frac{\text{ظرفیت گرمایی مولی}}{\text{تغییرات دما} \times \text{تعداد مول ماده}} = \frac{\text{گرمای مبادله شده}}{\text{ظرفیت گرمایی مولی}} \Rightarrow J.mol^{-1}.^{\circ}C^{-1}$$

✓ ظرفیت گرمایی مولی یک ماده تنها به نوع آن بستگی دارد.

✓ برای تبدیل ظرفیت گرمایی مولی به ظرفیت گرمایی کافی است ظرفیت گرمایی مولی در تعداد مول ماده ضرب شود : $C = C_m \times n$

✓ به دلیل بیشتر بودن جرم مولی ترکیبات از عدد ۱ ، همیشه ظرفیت گرمایی مولی از ظرفیت گرمایی ویژه بیشتر است.

✓ برای تبدیل ظرفیت گرمایی ویژه به مولی کافی است ظرفیت گرمایی ویژه در جرم مولی ضرب شود : $C_m = c \times M$

تعادلات گرمایی :

در برخی سوالات مرتبط با ظرفیت گرمایی، به جای یک ماده دو یا چند ماده را در کنار هم داریم؛ به طور کلی سبک این سوالات به ۳ صورت زیر است :

(۱) یکی از مواد دمای بالا و دیگری دمای پایین تری دارد و می‌خواهیم آنها به تعادل دمایی برسند؛ برای حل این سوالات چون مقدار گرمایی که جسم گرم از دست می‌دهد با گرمایی که جسم سرد به دست می‌آورد برابر است، پس داریم :

$$Q_1 + Q_2 = 0 \rightarrow m_1 c_1 \Delta \theta_1 = - (m_2 c_2 \Delta \theta_2)$$

(۲) می‌خواهیم همزمان دو یا چند ماده را گرم یا سرد کنیم؛ برای این حالت فرض می‌کنیم مواد مستقل از هم گرم یا سرد می‌شوند؛ یعنی :

$$Q_1 + Q_2 + \dots = Q_{\text{کل}} \rightarrow m_1 c_1 \Delta \theta_1 + m_2 c_2 \Delta \theta_2 + \dots = Q_{\text{کل}}$$

(۳) هر گاه دو جسم با دمای متفاوت داشته باشیم و با هم تماس داده شوند آن گاه گرما از جسم گرمتر به جسم سردتر انتقال می‌یابد تا هر دو جسم به تعادل برسند. در این حالت دمای تعادل برابر است با :

$$\theta_{\text{تعادل}} = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$$

ص ۵۷ کتاب

با هم ببیند یشیم

دو ظرف فلزی دارای ۲۰۰ گرم آب و ۲۰۰ گرم روغن زیتون در دمای 25°C را در نظر بگیرید و هم زمان محتویات تخم مرغی را به آرامی به هریک بیفزایید؛ با دادن گرما، دمای آنها را به 75°C برسانید. با توجه به شکل‌های داده شده، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



$$200\text{g روغن زیتون } (25^\circ\text{C}) \xrightarrow{19700\text{J}} 200\text{g روغن زیتون } (75^\circ\text{C}) \quad 200\text{g آب } (25^\circ\text{C}) \xrightarrow{41800\text{J}} 200\text{g آب } (75^\circ\text{C})$$

الف) توضیح دهید چرا تخم مرغ در آب می‌پزد اما در روغن زیتون تغییر محسوسی نمی‌کند؟

مطابق شکل برای افزایش دمای آب به اندازه ۵۰ درجه سلسیوس، گرمای بیش تری جذب شده است پس انرژی گرمایی ظرف محتوی آب بیشتر است و تخم مرغ انرژی گرمایی بیشتری دریافت کرده است.

ب) می‌دانید که ظرفیت گرمایی ماده هم ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای آن به اندازه یک درجه سلسیوس است. با این توصیف ظرفیت گرمایی آب و روغن زیتون را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

$$\text{ظرفیت گرمایی روغن زیتون} = \frac{19700\text{J}}{50^\circ\text{C}} = 394\text{ J} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\text{ظرفیت گرمایی آب} = \frac{41800\text{J}}{50^\circ\text{C}} = 836\text{ J} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

ظرفیت گرمایی آب بیشتر است.

پ) ظرفیت گرمایی ماده به چه عواملی بستگی دارد؟ (ظرفیت گرمایی در دمای اتاق و فشار ۱ atm اندازه گیری می‌شود)

مقدار ماده – نوع ماده شامل (حالت فیزیکی ماده و ... است).

ت) در فیزیک دهم آموختید که ظرفیت گرمایی یک گرم ماده، ظرفیت گرمایی ویژه یا گرمای ویژه (c) آن ماده را نشان می‌دهد، مقدار این کمیت را برای آب و روغن زیتون حساب و باهم مقایسه کنید.

$$\text{ظرفیت گرمایی ویژه آب} = \frac{41800\text{J}}{200\text{g} \times 50^\circ\text{C}} = 4.18\text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\text{ظرفیت گرمایی ویژه روغن زیتون} = \frac{19700\text{J}}{200\text{g} \times 50^\circ\text{C}} = 1.97\text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$$

ظرفیت گرمایی ویژه آب بیش تر است.

ث) رابطه ای میان ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه یک ماده بیابید.

$$\text{جرم} \times \text{ظرفیت گرمایی ویژه} = \text{ظرفیت گرمایی}$$

خود را بیازمایید

ص ۵۸ کتاب

۱) یک استکان چای با دمای 90°C درون اتاقی با دمای 25°C قرار دارد. با گذشت زمان، دما و انرژی گرمایی آن چه تغییری می‌کند؟ چرا؟ **هر دو کاهش می‌یابد. استکان چای انرژی از دست می‌دهد و با دمای اتاق هم دما می‌شود در نتیجه میانگین انرژی جنبشی ذرات کم و انرژی گرمایی کاهش می‌یابد.**

۲) با خط زدن واژه نادرست در هر مورد، عبارت زیر را کامل کنید.

گرما را می‌توان هم ارز با آن مقدار (انرژی گرمایی / دمای) دانست که به دلیل تفاوت در (انرژی گرمایی / دمای) جاری می‌شود.

۳) تکه‌ای نان و تکه‌ای سیب زمینی را با جرم و سطح یکسان در دمای 60°C در نظر بگیرید. اگر آنها را هم زمان در محیطی با دمای 20°C قرار دهیم کدام یک زودتر با محیط هم دما می‌شود؟ **نان و سیب زمینی هر دو از نشاسته تشکیل شده‌اند بنابراین سرعت هم دما شدن با محیط به میزان آب موجود در آنها بستگی دارد از آن جا که مقدار آب در نان کمتر است زودتر با محیط هم دما می‌شود.**

جاری شدن انرژی گرمایی :

- ✓ در ترمودینامیک بخشی از جهان را انتخاب و تغییرات انرژی آن را مطالعه می‌کنند.
- ✓ تعریف سامانه یا سیستم : به بخشی از جهان که برای مطالعه انتخاب می‌شود، **سامانه** یا **سیستم** می‌گویند.
- ✓ **مرز** سامانه : به **دیواره‌ای** که سامانه را از محیط جدا می‌کند، **مرز** سامانه می‌گویند.
- ✓ **نکته** : مرز سامانه می‌تواند **واقعی** و قابل **مشاهده** و یا **اینکه مجازی** و قابل **تصور** باشد.
- ✓ تعریف **محیط** : هر چیزی که در **پیرامون** سامانه باشد، **محیط** نامیده می‌شود. مثلاً هنگام نوشیدن شیر گرم **انرژی گرمایی** بین شیر و بدن انسان مبادله می‌شود، در این حالت **شیر گرم** را **سامانه** و **بدن** را **محیط** در نظر می‌گیرند.
- ✓ انرژی همواره بین سامانه و محیط جابجا می‌شود ولی طبق قانون **پایستگی انرژی** مقدار آن در کل جهان **ثابت** می‌ماند.

انواع واکنش از لحاظ ترموشیمی :

گرمایی که در یک واکنش مبادله می‌شود، می‌تواند از **سیستم** به **محیط** یا از **محیط** به **سیستم** منتقل شود. بر این اساس **دو** نوع واکنش داریم:

۱- **فرایندهای گرماده** : اگر گرما از **سیستم** به **محیط** منتقل شود، گفته می‌شود آن واکنش **گرماده** است. مانند گرمایی که از یک لیوان

شیر گرم (سیستم) به بدن انسان (محیط) منتقل می‌شود.

ا. سطح انرژی فراورده‌ها **پایین‌تر** از سطح انرژی واکنش دهنده‌هاست.

ب. فراورده‌ها **پایدارتر** از واکنش دهنده‌ها هستند.

ت. انرژی از **سامانه** به **محیط** جریان می‌یابد.

ث. **گرما** در سمت **فراورده‌ها** نوشته می‌شود و علامت آن **منفی** است. ($Q < 0$)

ج. نمودار انرژی در آنها **نزولی** است.

ح. در فرایند گرماده چون دمای ثانویه کمتر از دمای اولیه است پس داریم : $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 < 0$

خ. الگوی نوشتاری به صورت $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g}) + Q$ یا $\Delta H < 0$ است. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$ است.

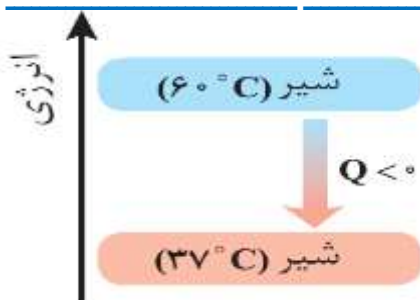
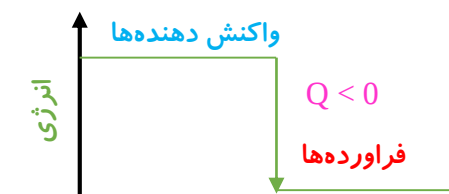
د. آنتالپی واکنش دهنده‌ها بیشتر از آنتالپی فراورده‌هاست. پس علامت تغییرات آنتالپی **منفی** است $\Delta H < 0$

مثال : هنگام نوشیدن شیر داغ **دو** نوع انرژی در بدن **آزاد** می‌شود :

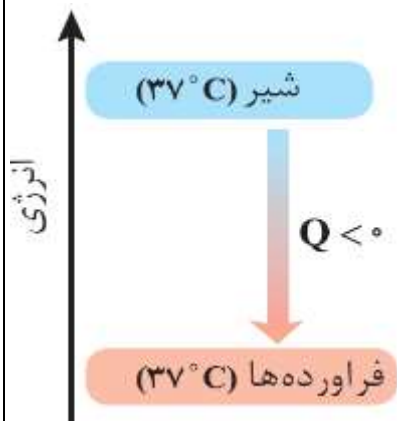
۱- انرژی که به هنگام برقراری **تعادل** گرمایی آزاد می‌شود.

فرایند هم‌دما شدن شیر در بدن : **گرما** + شیر (37°C) $\rightarrow$ شیر (60°C)

نمودار مربوط به فرایند **فیزیکی** است.



بخش **عمده** انرژی موجود در شیر هنگام فرایند **گوارش** و **سوخت و ساز** به بدن می‌رسد.



✓ **تعریف گوارش**: مجموعه فرایندهایی با انجام واکنش‌های شیمیایی گوناگون است که منجر به

تولید **انرژی** و **مواد اولیه** مورد نیاز سوخت و ساز یاخته‌ها خواهد شد.

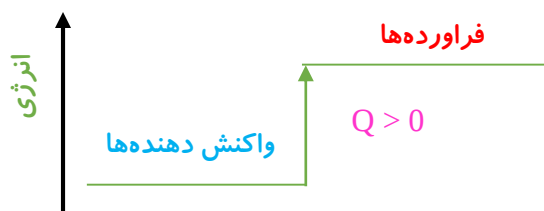
✓ در این واکنش‌ها با اینکه دما ثابت است (37°C) اما باز هم میان سامانه و محیط پیرامون، انرژی

داد و ستد می‌شود.

نمودار آزاد شدن انرژی در فرایند گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن:

نمودار مربوط به فرایند **شیمیایی** است.

۲- **فرایندهای گرماگیر**: اگر گرما از **محیط** به **سیستم** منتقل شود، گفته می‌شود آن واکنش **گرماگیر** است. مانند گرمایی که یک قطعه یخ برای ذوب شدن از محیط جذب می‌کند.



✓ سطح انرژی فراورده‌ها **بالتر** از سطح انرژی واکنش دهنده‌هاست.

✓ فراورده‌ها **ناپایدارتر** از واکنش دهنده‌ها هستند.

✓ انرژی از **محیط** به **سامانه** جریان می‌یابد.

✓ **گرما** در سمت **واکنش دهنده‌ها** نوشته می‌شود و علامت آن **مثبت** است. ($Q > 0$)

✓ دمای سامانه **افزایش** می‌یابد. $\Delta\theta > 0$

✓ نمودار انرژی **صعودی** است.

✓ آنتالپی واکنش دهنده‌ها **کمتر** از آنتالپی فراورده‌هاست. پس علامت تغییرات آنتالپی **مثبت** است $\Delta H > 0$

✓ الگوی نوشتاری به صورت $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + Q \rightarrow 2\text{NO}(\text{g})$ یا به صورت $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g})$ $\Delta H > 0$ است.

✓ در فرایندهای گرماگیر چون دمای اولیه کمتر از دمای ثانویه است بنابراین داریم: $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 > 0$

✓ **پایداری** با سطح **انرژی** رابطه **معکوس** دارد یعنی ذرات با **کسب** انرژی ناپایدارتر می‌شوند.

✓ اتم‌ها در حالت پایه با **جذب** انرژی به اتم‌های **برانگیخته** تبدیل می‌شوند. اتم‌های برانگیخته، **پرانرژی‌تر** و **ناپایدارترند**.

گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرمایشی):

✓ هر واکنش شیمیایی ممکن است با تغییر **رنگ**، تولید **رسوب**، آزاد شدن **گاز** و ایجاد **نور** و **صدا** همراه باشد.

✓ ویژگی **بنیادی** در **همه** واکنش‌ها **داد و ستد** گرما با **محیط** پیرامون است.

✓ **تعریف ترموشیمی (گرمایشی)**: شاخه‌ای از علم شیمی که به بررسی **کمی** و **کیفی** گرمای واکنش‌های شیمیایی، **تغییر** آن و **تأثیری**

که بر **حالت** ماده دارد، می‌پردازد.

✓ هر واکنش شیمیایی ممکن است **گرما** یا **گرماگیر** باشد.

✓ مواد غذایی پس از **گوارش**، **انرژی** لازم برای سوخت و ساز یاخته‌ها را در بدن **تأمین** می‌کنند.

✓ سوختن **سوخت‌ها**، انرژی لازم برای **حمل و نقل** و نیز **گرما** محیط‌های گوناگون را فراهم می‌کنند.

✓ **زغال کک**، **واکنش دهنده‌ای** رایج در استخراج **آهن** و تأمین کننده **انرژی** لازم برای انجام این واکنش است.

از آنجا که روزانه واکنش‌های شیمیایی بسیاری در اطراف ما و حتی درون بدن ما رخ می‌دهد؛ می‌توان به **وسعت** قلمرو ترموشیمی پی برد. در ادامه مثال‌هایی را برای مشخص شدن آن بیان می‌کنیم:

✓ (۱) یک لیوان شیر 6°C را در نظر بگیرید که می‌نوشیم، شیر گرم، سامانه و بدن محیط پیرامون آن است. گرما به دلیل اختلاف دما از

شیر گرم به بدن منتقل می‌شود و دمای سامانه کاهش می‌یابد. (**هم دما شدن**)

در هنگام گوارش و سوخت و ساز شیر در بدن، واکنش های شیمیایی گوناگونی اتفاق می افتد که منجر به تولید انرژی و مواد اولیه مورد نیاز سوخت و ساز سلول ها خواهد شد. در این حالت با وجود اینکه دما **ثابت** است، اما به دلیل انرژی پیوندهایی که دچار تغییر شده اند انرژی **تولید** شده است. **(انجام واکنش در دمای ثابت)**

✓ (۲) فرایند همدما شدن بستنی در بدن با جذب انرژی **(گرماگیر)**، و گوارش و سوخت و ساز آن با آزاد شدن انرژی **(گرماده)** همراه است. می توان نتیجه گرفت گرما در واکنش ها، به دو طریق مبادله می شود:

(۱) هم دما شدن ($\Delta\theta \neq 0$)

در این حالت یک سیستم نسبت به محیط **سردتر** یا **گرمتر** است و به دلیل **اختلاف** دما، گرما از سیستم به محیط یا بالعکس منتقل می شود.

(۲) انجام واکنش در دمای ثابت ($\Delta\theta = 0$)

با توجه به شکل، در واکنش میان گازهای هیدروژن و کلر با آن که واکنش **گرماده** است، باز هم دما **ثابت** است.

پژوهش ها نشان می دهد که مقدار گرمای آزاد شده در واکنش ها، ناشی از تفاوت **انرژی گرمایی** (مجموع انرژی جنبشی ذرات) در مواد واکنش دهنده و فراورده نیست بلکه علت آن، تفاوت انرژی **پتانسیل** (ناشی از نیروهای نگه دارنده ذره های سازنده ذرات) میان **واکنش دهنده ها** و **فراورده ها** است.

✓ در برخی منابع از انرژی **پتانسیل** موجود در یک نمونه ماده، با نام انرژی **شیمیایی** یاد می شود.

✓ در واکنش $\text{H-H (g)} + \text{Cl-Cl (g)} \rightarrow 2\text{H-Cl (g)}$ به ازای مصرف ۱ مول از گازهای هیدروژن و کلر و تولید ۲ مول هیدروژن کلرید مقدار **۱۸۴ kJ** گرما تولید می شود.

✓ با توجه به این توضیحات با انجام یک واکنش شیمیایی و **تغییر در شیوه اتصال** اتم ها به یکدیگر، تفاوت **آشکاری** در انرژی **پتانسیل** وابسته به آنها ایجاد می شود؛ تفاوت انرژی ای که در واکنش ها به شکل **گرما** ظاهر می شود.

✓ انرژی پتانسیل یک نمونه ماده، انرژی **نهفته** شده در آن است، انرژی ای که ناشی از نیروهای **نگه دارنده** ذره های سازنده آن است، یعنی نیروهای **نگه دارنده** اتم در هر مولکول و در نتیجه **استحکام** پیوندها از یکدیگر **متفاوت** خواهد بود.

✓ **ثابت** ماندن دما در یک واکنش شیمیایی دلیل **مساوی** بودن مجموع **انرژی گرمایی** و **شیمیایی** برای مواد اولیه و فراورده ها نیست.

✓ گرمای جذب یا آزاد شده در هر واکنش **شیمیایی** را به طور عمده وابسته به **تفاوت** میان انرژی **پتانسیل** مواد واکنش دهنده و فراورده می باشد زیرا در دمای ثابت تفاوت چشمگیری میان **انرژی گرمایی** آنها وجود ندارد.

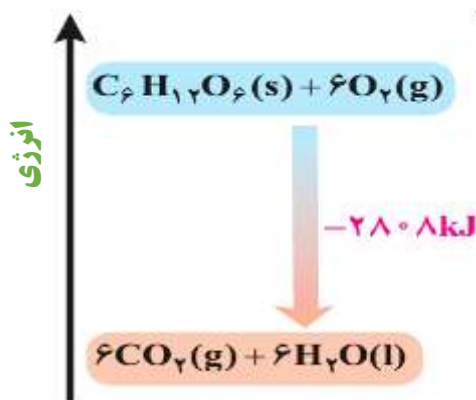
✓ به دلیل متفاوت بودن انرژی **شیمیایی** در واکنش های مختلف گرمای **مبادله** واکنش ها نیز متفاوت خواهد بود.

✓ تفاوت در انرژی **پتانسیل** باعث تغییر دما **نمی شود** ولی تفاوت در انرژی **جنبشی** باعث تغییر دما می شود.

✓ منبع انرژی در بدن، **غذا** است. منبعی که پس از انجام واکنش های شیمیایی گوناگون، **انرژی** آن به بدن می رسد.

✓ یکی از **مهم ترین** واکنش ها در فرایند **سوخت و ساز** یاخته ای، اکسایش **گلوکز** در بدن است که فرایندی **گرماده** است:

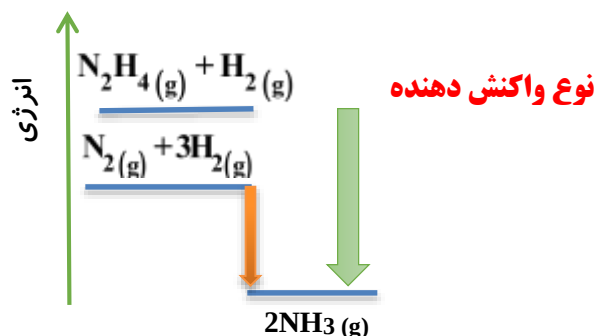
✓ با وجود **تولید انرژی** در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر محسوسی **نمی کند**، زیرا دمای مواد واکنش دهنده پیش از آغاز واکنش با دمای مواد فراورده پس از پایان واکنش **برابر** است در واقع واکنش در دمای ثابت ($\Delta\theta = 0$) انجام می شود.



✓ از طرفی گلوکز از طریق **فتوسنتز** توسط گیاهان حاصل می‌شود. **اکسایش** گلوکز نمونه‌ای از واکنش **گرماده** و **فتوسنتز** نمونه واکنش **گرمگیر** است.

عوامل مؤثر بر گرمای واکنش در دما و فشار ثابت :

گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت، به موارد زیر بستگی دارد :



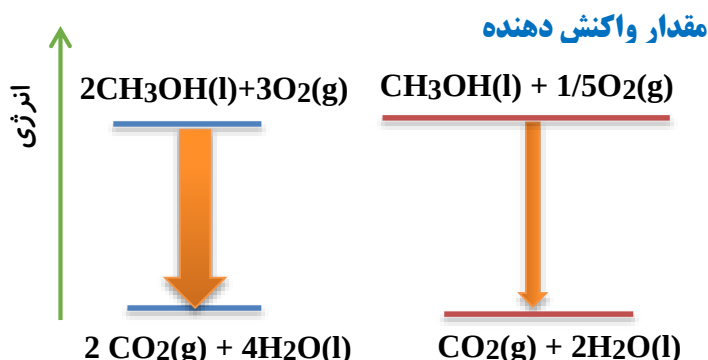
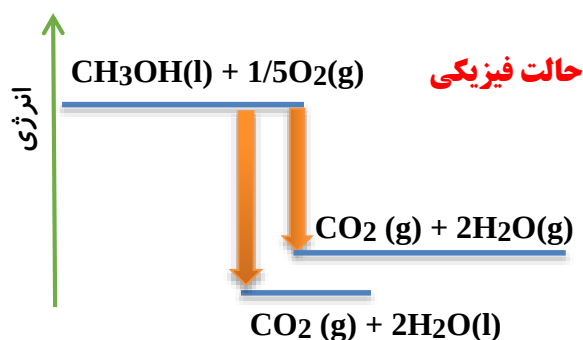
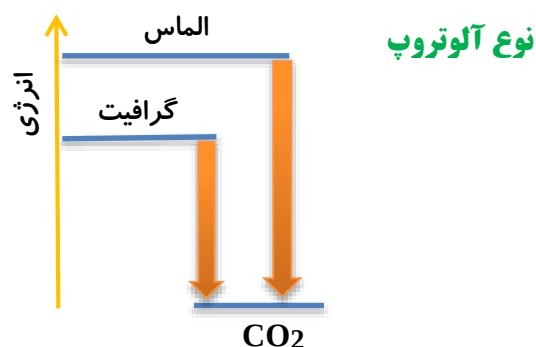
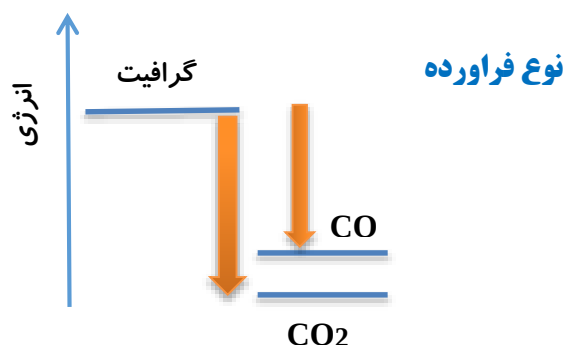
۱- **نوع مواد** واکنش دهنده

۲- **نوع فراورده‌ها**

۳- **نوع آلوتروپ**

۴- **حالت فیزیکی** مواد شرکت کننده در واکنش

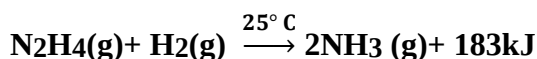
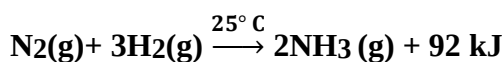
۵- **مقدار** واکنش دهنده



ص ۶۲ کتاب

با هم بیندیشیم

(۱) با توجه به واکنش‌های زیر پاسخ دهید:

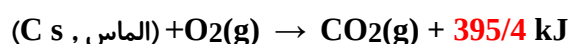
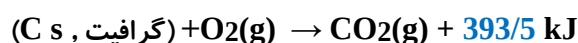


الف) چرا گرمای آزاد شده در دو واکنش متفاوت است؟ توضیح دهید. با تغییر مقدار و نوع مواد شرکت کننده در یک واکنش به دلیل تغییر پیوندهای شیمیایی، انرژی پتانسیل پیوندها تغییر کرده و گرمای مبادله شده نیز دچار تغییر می‌شود.

ب) در کدام واکنش، مواد واکنش دهنده پایدارتر است؟ چرا؟ برای مقایسه پایداری دو ماده می‌توان گفت به دلیل یکسان بودن محصول نهایی چون N_2H_4 گرمای بیشتری آزاد کرده است بنابراین ناپایدارتر بوده و سطح انرژی بالاتری دارد.

✓ (هیدرازین N_2H_4 ماده‌ای پر انرژی است که برای سوخت موشک استفاده می‌شود).

۲) گرافیت و الماس دو آلوتروپ کربن هستند که فراورده واکنش سوختن کامل آنها، گاز کربن دی اکسید است.



الف) چرا گرمای حاصل از سوختن یک مول گرافیت متفاوت از یک مول الماس است؟ زیرا در این دو آلوتروپ کربن، نحوه اتصال اتم‌ها متفاوت و در نتیجه ساختار متفاوت دارند پس رفتار و محتوای انرژی گرمایی آن‌ها نیز یکسان نیست.

ب) الماس پایدارتر است یا گرافیت؟ چرا؟ **گرافیت**، با توجه به یکسان بودن ماده فراورده ($\text{CO}_2(\text{g})$) و سطح انرژی آن، گرافیت که گرمای کمتری آزاد کرده تا به پایداری بیشتر برسد، دارای پایداری بیشتری نسبت به الماس می‌باشد.

پ) از سوختن کامل $7/2 \text{ g C}$ گرافیت، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

$$7/2 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} \times \frac{393/5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = 236/1 \text{ kJ}$$

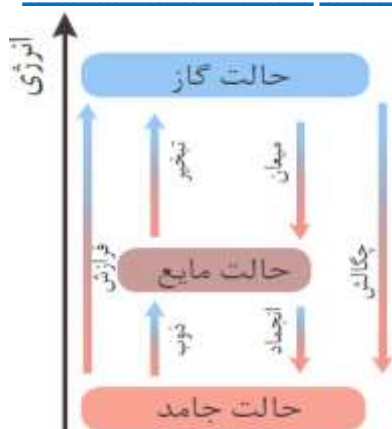
۳) با توجه به واکنش $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 484 \text{ kJ}$ پیش‌بینی کنید گرمای واکنش $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ کدام است ($+422 \text{ kJ}$ ، -422 kJ ، $+572 \text{ kJ}$ ، -572 kJ)؟ چرا؟

واکنش از نوع سوختن بوده و واکنش سوختن همواره گرماده است و انرژی دارای علامت منفی است. حالت استاندارد ترمودینامیکی آب، مایع است، بنابراین آب ابتدا به شکل مایع تولید می‌شود و با جذب گرما از محیط به بخار آب ($2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{Q} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$) تبدیل می‌شود و اندکی محیط واکنش را سرد می‌کند، پس گرمای بیشتری آزاد می‌کند. پس عدد -572 kJ صحیح است.

✓ با تغییر دما یا فشار (در سامانه گازی) گرمای واکنش تغییر می‌کند.

✓ با n برابر شدن ضریب استوکیومتری در یک واکنش گرمای واکنش نیز n برابر می‌شود.

✓ اگر واکنشی در جهت رفت گرماگیر باشد، در جهت برگشت گرماده است یعنی با تغییر جهت واکنش علامت گرما معکوس می‌شود.



✓ تغییر حالت فیزیکی مواد خالص با تغییر انرژی همراه است.

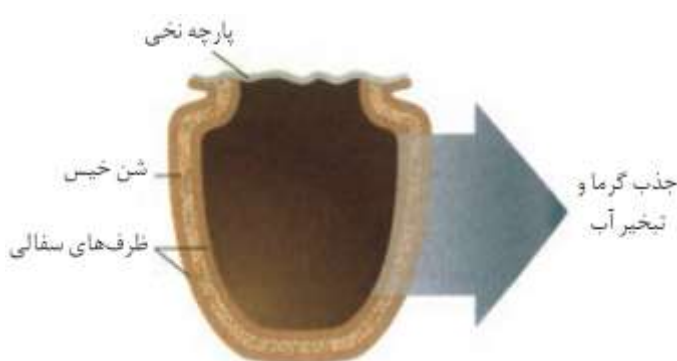
✓ تعریف تغییر فیزیکی: تغییراتی که در آنها ماده جدیدی تولید نشده اما حالت فیزیکی (جامد-مایع-گاز) ماده تغییر می‌کند.

✓ با توجه به نمودار مشاهده می‌کنید که سطح انرژی در گازها از مایعات بیشتر و آن نیز از جامدات بیشتر است.

✓ فاصله بین حالت گاز با مایع از فاصله بین مایع و جامد بیشتر می‌باشد.

✓ در پیوندهای اشتراکی انرژی بصورت مقابل می‌باشد: سه گانه < دو گانه < یکانه

پیوند با صنعت: (استفاده از یک واکنش گرماگیر برای تولید یخچال صحرایی)



✓ طراح: محمد باه آبا، معلم مسلمان نیجریایی

✓ نحوه انجام کار: در این دستگاه، دو ظرف سفالی که از جنس خاک رس هستند درون یکدیگر قرار گرفته‌اند و فضای میان آنها با شن خیس پر می‌شود.

✓ درپوش این مجموعه نیز پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می‌دهد. با گذشت زمان و به مرور، آب در بدنه سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می‌شود. معادله انجام فرایند به صورت مقابل است: $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 44/1 \text{ kJ} \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

✓ با توجه به معادله واکنش، برای تبخیر هر مول آب، $44/1$ کیلوژول گرما از محیط جذب می‌شود.

✓ فرایند جذب گرما در این دستگاه، فضای داخلی و محتویات درونی آن را خنک کرده و شرایط را برای سالم نگه داشتن غذا به مدت طولانی‌تر مناسب می‌کند.

✓ کاربرد: بدون نیاز به انرژی الکتریکی، غذا را خنک و برای مدت طولانی‌تری نگه می‌دارد.

آنتالپی، همان محتوای انرژی است:

✓ هر نمونه ماده از تعداد بسیار زیادی ذره تشکیل شده است و این ذره‌ها افزون بر جنبش‌های نامنظم، با یکدیگر برهمکنش نیز دارند. در واقع، ذره‌های سازنده یک نمونه ماده علاوه بر انرژی جنبشی، دارای انرژی پتانسیل نیز هستند.

✓ انرژی جنبشی ذره‌ها ناشی از جنب و جوش پیوسته و نامنظم و انرژی پتانسیل ناشی از برهمکنش بین ذرات است.

✓ به مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل (انرژی کل) ذره‌های تشکیل دهنده یک سامانه، محتوای انرژی یا آنتالپی آن سامانه می‌گویند.

✓ یک نمونه ماده با مقدار آن در دما و فشار معین توصیف می‌شود مثلاً ۲۰۰ گرم آب در دما و فشار اتاق یک نمونه ماده است.

✓ هر سامانه (یا همه مواد در اطراف ما) در دما و فشار ثابت، آنتالپی معینی دارد که با انجام یک واکنش گرماگیر آنتالپی آن افزایش می‌یابد و با انجام یک واکنش گرماده آنتالپی یا محتوای انرژی آن کاهش می‌یابد.

✓ آنتالپی یک نمونه ماده یعنی محتویات انرژی (مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل) آن در دما و فشار ثابت، به ① مقدار و ② نوع ماده و ③ حالت فیزیکی آن وابسته است.

✓ از آنجا که داد و ستد انرژی در واکنش‌ها به شکل عمده به صورت گرما ظاهر می‌شود، شیمی‌دان‌ها تغییر آنتالپی هر واکنش را هم ارز با گرمایی می‌دانند که در فشار ثابت با محیط پیرامون داد و ستد می‌کند و آن را با Q_p نشان می‌دهند.

✓ گرمای واکنش در فشار ثابت را با ΔH نیز نشان می‌دهند.

✓ برای یک واکنش اغلب به جای تغییر آنتالپی واکنش، واژه آنتالپی واکنش به کار می‌رود.

✓ آنتالپی: گرمای مبادله شده یک واکنش در فشار ثابت است که با H نشان داده می‌شود و تغییر آن نیز با ΔH نمایش داده می‌شود.

$$Q_p = H_{\text{واکنش دهنده}} - H_{\text{فرآورده}} = \Delta H_{\text{واکنش}} : \text{آنتالپی واکنش (تغییر آنتالپی واکنش)}$$

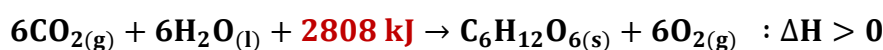
✓ تغییر آنتالپی واکنش در دما و فشار ثابت به علت تغییر در شیوه اتصال اتم‌هاست.

✓ مقدار عددی ΔH بزرگی گرمای مبادله شده را نشان می‌دهد در حالی که علامت مثبت نشان‌دهنده گرماگیر و علامت منفی نشان‌دهنده گرماده بودن آن واکنش است.

✓ در واکنش‌های گرماگیر $\Delta H_{\text{واکنش}} > 0$ است، یعنی آنتالپی واکنش دهنده‌ها از آنتالپی فرآورده‌ها کمتر می‌باشد:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = H_{\text{فرآورده}} - H_{\text{واکنش دهنده}} > 0 \longrightarrow H_{\text{فرآورده}} > H_{\text{واکنش دهنده}}$$

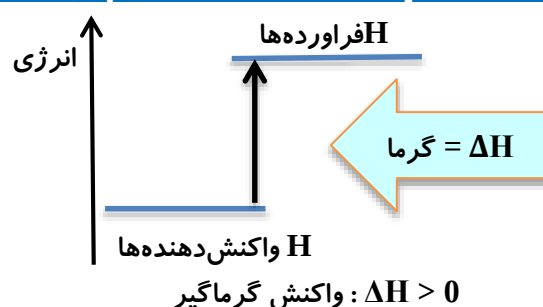
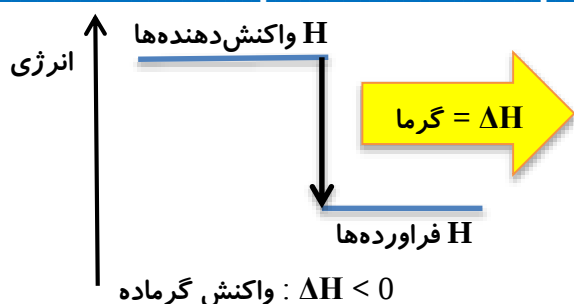
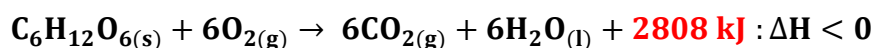
فتوسنتز مثالی از واکنش گرماگیر است.



✓ در واکنش‌های گرماده $\Delta H_{\text{واکنش}} < 0$ است یعنی آنتالپی فرآورده‌ها کمتر از آنتالپی واکنش دهنده‌ها می‌باشد.

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = H_{\text{فرآورده}} - H_{\text{واکنش دهنده}} < 0 \longrightarrow H_{\text{فرآورده}} < H_{\text{واکنش دهنده}}$$

اکسایش گلوکز در سلول‌های بدن مثالی از واکنش گرماده است و برعکس واکنش فتوسنتز می‌باشد:



- ✓ وقتی یک واکنش **گرماده** اتفاق می افتد نخست دمای فراورده ها **بالا** می رود، بعد فراورده ها می توانند آن قدر گرما از دست **بدهند** تا به دمای اولیه واکنش دهنده ها برسند، این مقدار گرما همان ΔH است.
- ✓ **آنتالپی** از جنس **انرژی** است و به طور **مطلق** قابل اندازه گیری **نیست** بلکه تغییرات آن (ΔH) قابل اندازه گیری است و یکای آن **کیلو ژول بر مول** می باشد.

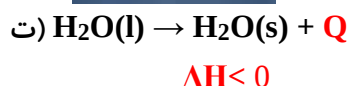
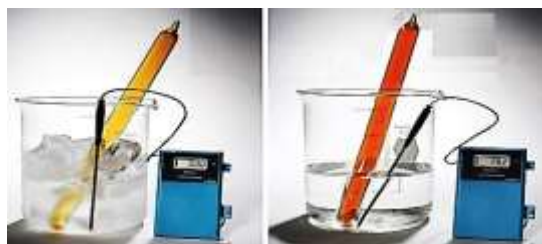
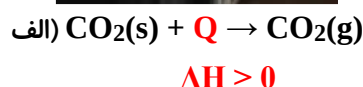
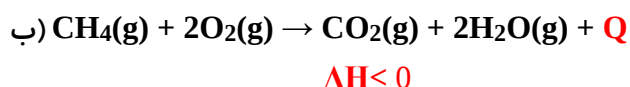
✓ سطح انرژی یا آنتالپی با پایداری ماده رابطه **عکس** دارد ولی با **واکنش پذیری** و **ناپایداری** آن رابطه مستقیم دارد.

$$\frac{1}{\alpha} \text{ واکنش پذیری } \propto \alpha \text{ ناپایداری } \propto \alpha \text{ سطح انرژی (آنتالپی) پایداری}$$

جامد > مایع > گاز : مقایسه سطح انرژی یا آنتالپی مواد با حالت فیزیکی

خود را بیازماید صفحه ۶۴ و ۶۵ کتاب درسی:

(۱) نماد **Q** را در هر معادله وارد کرده سپس علامت « ΔH » را در هر مورد مشخص کنید.



✓ NO_2 یکی از آلاینده های هوا می باشد که رنگ آن **قهوه ای** (خرمایی) می باشد.

✓ نماد **Q** در سمت مخالف مواد ناپایدار (N_2H_4 ، NO ، H_2O_2 ، O_3) قرار می گیرد.

✓ در واکنش هایی که در آنها مواد **گازی** وجود دارد گرما در سمتی قرار می گیرد که تعداد مول های گازی **کمتر** است.

✓ در واکنش های **سوختن** همواره گرما در سمت **فراورده ها** قرار می گیرد.

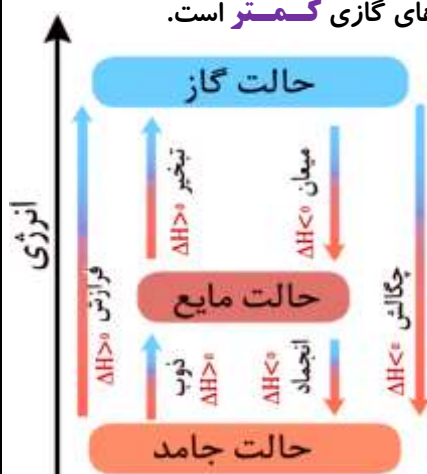
✓ فرایندهای فیزیکی از قبیل **فرازش** (تصعید)، **ذوب** و **تبخیر**، **گرماگیر** هستند.

✓ فرایندهای فیزیکی از قبیل **چگالش**، **میعان** و **انجماد**، **گرماده** هستند.

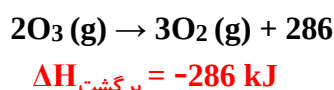
✓ اختلاف آنتالپی حالت **مایع** و **جامد** کمتر از اختلاف آنتالپی حالت **مایع** و حالت **گاز** است.

✓ زمانی که در مسئله گفته می شود گرما **آزاد** یا **تولید** می شود علامت ΔH **منفی** است.

✓ زمانی که در مسئله گفته می شود گرما **مورد نیاز** یا **گرمای لازم** برای انجام واکنش علامت ΔH **مثبت** است.



(۲) اگر برای تولید یک مول گاز اوزون از گاز اکسیژن، آنتالپی به اندازه ۱۴۳ kJ افزایش یابد، آنتالپی واکنش $3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}_3(\text{g})$ را در جهت رفت و در جهت برگشت حساب کنید.



گرماشیمی (ترمو شیمی) و استوکیومتری واکنش:

✓ گرمای مبادله شده که به صورت آنتالپی در کنار واکنش نوشته می شود یا به صورت **Q** در یک سمت از واکنش می آید به ازای ضرایب مولی هر یک از مواد است. به عنوان مثال در واکنش فرضی مقابل: $A + 2B \rightarrow 3C + 60 \text{ kJ}$ می توان دریافت که به ازای مصرف ۱ مول A یا ۲ مول B یا تولید ۳ مول C مقدار ۶۰ کیلوژول گرما **تولید** می شود؛ هر کدام از این تساوی ها را می توان به صورت یک کسر نوشت که گرما و مول مواد را به هم ربط می دهد.

✓ برای حل مسائل استوکیومتری ΔH ، ابتدا مقدار ماده مورد نظر را به مول تبدیل کرده و سپس با استفاده از معادله موازنه شده و ضریب استوکیومتری آن ماده، مقدار گرمای مبادله شده را محاسبه می کنیم.

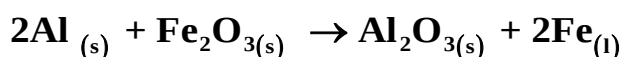
مثال: با توجه به واکنش زیر، مقدار گرمای آزاد شده به ازای مصرف ۹۶ گرم SO_2 چه قدر است؟ ($S=32$ ، $O=16$: g.mol^{-1})



$$\Delta H = 96 \text{ g SO}_2 \times \frac{1 \text{ mol SO}_2}{64 \text{ g SO}_2} \times \frac{-198/2 \text{ kJ}}{2 \text{ mol SO}_2} = -148/65 \text{ kJ } 198/2$$

تمرین: با توجه به واکنش: $\text{N}_2\text{O}_3(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ، $\Delta H = -1653 \text{ kJ}$ ، به ازای مصرف هر گرم گاز هیدروژن در این واکنش، چند کیلوژول گرما آزاد می شود؟ ($H=1 \text{ g.mol}^{-1}$)

تمرین: اگر در واکنش ترمیت، به ازای تولید ۲/۸ گرم آهن، ۲۰/۵ کیلوژول گرما آزاد شود، ΔH واکنش ترمیت را بدست آورید: ($\text{Fe}=56$)



تمرین: اگر ΔH واکنش: $\text{Fe}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$ پس از موازنه برابر -۱۵۰ kJ باشد، گرمای آزاد شده ضمن تشکیل چند لیتر گاز هیدروژن در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۲۵ لیتر است دمای ۳۰۰ گرم آب را به اندازه 40°C بالا می برد؟ ($c_{\text{H}_2\text{O}} = 4.2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1}$)

آنتالپی پیوند و میانگین آن:

✓ انجام یک واکنش شیمیایی نشانه ای از تغییر در **شیوه اتصال** اتم ها به یکدیگر است که به تغییر در **ساختار** و **خواص** مواد منجر می شود.

✓ یکی از خواصی که در واکنش های شیمیایی تغییر می کند، **محتوای انرژی** مواد است.

✓ پیوندهای شیمیایی و نقش انرژی وابسته به آنها در تعیین **گرمای** یک واکنش اهمیت زیادی دارد.

✓ شیمی دان ها برای پیوندهای مختلف بین اتم ها یک **محتوای انرژی** قائل می شوند که در هنگام واکنش ها و شکستن و ایجاد آن پیوندها

گرما مبادله می شود؛ به عنوان مثال در یک نمونه گاز هیدروژن، تعداد زیادی مولکول هیدروژن وجود دارد که در آن ها اتم های هیدروژن

دو به دو با یک پیوند کووالانسی ساده به یکدیگر متصل شده اند. انتظار می رود که برای شکستن این پیوندها انرژی **مصرف** شود و این

فرایند با **افزایش** آنتالپی همراه باشد (این فرایند **گرماگیر** است) بنابراین می توان آنتالپی خاصی را برای آن تعریف نمود.

تعریف آنتالپی پیوند: به مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند **کووالانسی** در حالت **گازی** و تبدیل آن به اتم های گازی **مجزا**، آنتالپی پیوند می گویند.

چند نکته مهم درباره آنتالپی پیوند و میانگین آنتالپی پیوند:

✓ از آنجا که برای **تجزیه** یک پیوند همواره به انرژی **نیاز** داریم و فرایند شکستن پیوند **گرماگیر** است بنابراین مقدار آنتالپی پیوند همواره عددی **مثبت** است و یکای آن **کیلو ژول بر مول** است.

✓ شکستن پیوند **گرماگیر** می باشد، در حالت عکس نیز می توان گفت **تشکیل** پیوند فرایندی **گرماده** است.

✓ برای اینکه انرژی مصرف شده فقط برای **شکستن** پیوند و نه ذوب یا تبخیر ماده به کار رود، مولکول اولیه و محصولات باید در حالت **گازی** باشند.

✓ برای مولکول‌هایی مانند N_2 ، HCl ، O_2 و ... که تنها از دو اتم تشکیل شده‌اند، به کار بردن **آنتالپی پیوند** صحیح می‌باشد، در حالی که برای مولکول‌های چند اتمی مانند CH_4 ، H_2O ، NH_3 و ... که اتم مرکزی به چند اتم **یکسان** متصل است (چند پیوند مشابه در مولکول داریم، مثلاً در NH_3 سه پیوند N-H داریم) به کار بردن **میانگین آنتالپی پیوند** مناسب‌تر است؛ زیرا در هنگام شکستن پیوندهایی که مشابه هستند انرژی‌های لازم اندکی با هم **متفاوت** است.

مثال: براساس واکنش: $\text{CH}_4(\text{g}) + 1660 \text{ kJ} \rightarrow \text{C}(\text{g}) + 4\text{H}(\text{g})$ میانگین آنتالپی پیوند (C-H) در جدول‌ها 415 kJ.mol^{-1} درج شده به دیگر سخن $\Delta H(\text{C-H}) = 415 \text{ kJ mol}^{-1}$ است.

✓ آنتالپی پیوند به نوع مولکول نیز بستگی دارد. به طور مثال آنتالپی پیوند C-C در مولکول‌های C_2H_6 و $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ متفاوت است و یا آنتالپی پیوند C=C در مولکول‌های C_2H_4 و C_2Cl_4 متفاوت است پس از میانگین آنتالپی پیوند استفاده می‌شود.

✓ انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول $\text{H}_2(\text{g})$ و تبدیل آن به ۲ مول $\text{H}(\text{g})$ ، حدود 436 kJ است که به آن آنتالپی پیوند **H-H** گفته شده و با $\Delta H(\text{H-H}) = 436 \text{ kJ}$ نشان می‌دهند. $\text{H}_2(\text{g}) + 436 \text{ kJ} \rightarrow 2\text{H}(\text{g})$

✓ آنتالپی پیوند باید برای **۱ مول** پیوند تعریف گردد؛ بنابراین در مثال‌هایی که مقادیر دیگر یا تعداد مول پیوندها متفاوت است، با محاسبات لازم آنتالپی را برای یک مول پیوند مشخص نماییم:

مثال: انرژی لازم برای شکستن پیوندهای بین ۵ گرم گاز کلر و تبدیل آن به اتم‌های جدا از هم برابر $17/04 \text{ kJ}$ است؛ آنتالپی پیوند Cl-Cl چه مقدار است؟ ($\text{Cl} = 35/5 \text{ g.mol}^{-1}$)

$$1 \text{ mol Cl}_2 \times \frac{71 \text{ g Cl}_2}{1 \text{ mol Cl}_2} \times \frac{17/04 \text{ kJ}}{5 \text{ g}} = 242 \text{ kJ}$$

پيوند	Cl-Cl	Br-Br	I-I	H-F	H-H	H-Cl	O=O	N≡N
آنتالپی (kJ.mol ⁻¹)	۲۴۲	۱۹۳	۱۵۱	۵۶۷	۴۳۶	۴۳۱	۴۹۵	۹۴۵

آنتالپی برخی پیوندها:

پيوند	C-O	N-H	O-H	C-C	C=C	C≡C	C=O	N-N	O-O
میانگین آنتالپی (kJ.mol ⁻¹)	۳۸۰	۳۹۱	۴۶۳	۳۴۸	۶۱۴	۸۳۹	۷۹۹	۱۶۳	۱۴۶

میانگین آنتالپی پیوندها:

✓ بطور کلی برای مقایسه آنتالپی پیوندها باید بدانیم که آنتالپی پیوند به **سه** عامل **مرتبه پیوند** و **طول پیوند** (شعاع اتم) بستگی دارد. با توجه به مرتبه پیوند، آنتالپی پیوند به صورت مقابل است: **پیوند سه گانه** < **پیوند دوگانه** < **یگانه قطبی** < **یگانه ناقطبی**

✓ **قطبیت پیوند**: به دلیل داشتن جزئی بار بر روی پیوند، جاذبه اتم‌ها نسبت به هم قوی‌تر می‌شود و بهم نزدیک‌تر می‌شوند و طول پیوند **کوتاه‌تر** از حد انتظار می‌شود، پس آنتالپی پیوند افزایش می‌یابد. $\text{H} - \text{F} > \text{H} - \text{H}$

✓ هر چه شعاع یک اتم **بزرگ‌تر** باشد، طول پیوند آن **بزرگ‌تر** بوده و در نتیجه آنتالپی پیوند **کوچک‌تر** است. مثلاً: $\text{Cl} - \text{Cl} > \text{I} - \text{I}$ از آنجا که معمولاً مقدار عددی طول پیوند کووالانسی در سوالات داده نمی‌شود باید بتوانیم این طول‌ها را مقایسه کنیم. در یک پیوند دو اتم درگیر هستند، طبیعی است که اگر شعاع اتم‌های درگیر بزرگ باشد، پیوند بین آنها نیز بلند است. بنابراین در مقایسه‌ها از شعاع اتم‌ها به طول پیوند می‌رسیم.

مثال : در مقایسهٔ آنتالپی پیوند Cl-Cl و I-I به دلیل اینکه هر دو پیوند **یکانه** هستند از مقایسهٔ طول پیوند استفاده می‌کنیم که آن هم به شعاع اتم‌های درگیر مرتبط است. از آنجا که کلر و ید در گروه **۱۷** جدول هستند و از بالا به پایین شعاع اتم‌ها **افزایش** می‌یابد، پس اتم ید بزرگ‌تر بوده و پیوند بین دو ید نیز **بلندتر** است، بنابراین آنتالپی پیوند I-I **کمتر** است.

مثال : در مقایسهٔ آنتالپی پیوند C-O و C-C هر دو پیوند یگانه‌اند و یک اتم **مشترک** داریم، بنابراین کافی است اتم غیر مشابه دو پیوند یعنی O و C را از لحاظ شعاع مقایسه کنیم. هر دو اتم در **یک دوره** جدول هستند؛ O در گروه **۱۶** و C در گروه **۱۴** قرار دارد پس شعاع **اکسیژن** کمتر است و طول پیوند C-O از C-C کوتاه‌تر بوده و در نتیجه آنتالپی پیوند C-O **بیشتر** است.

✓ توجه کنید که آنتالپی پیوندهای **سه گانه** و آنتالپی پیوندهای **دو گانه** به ترتیب **۳** برابر و **۲** برابر پیوندهای یگانه نیست :

$$\frac{\Delta H(\text{C} \equiv \text{C})}{\Delta H(\text{C} - \text{C})} = 2/4 < 3 \quad \text{یا} \quad \frac{\Delta H(\text{C} = \text{C})}{\Delta H(\text{C} - \text{C})} = 1/8 < 2$$

خود را بیازمایید: صفحه ۶۶ کتاب درسی

با استفاده از داده‌های جدول مربوط به آنتالپی پیوندها، آنتالپی هریک از واکنش‌های زیر را پیش‌بینی کنید.



الف) با توجه به ساختار لوئیس آب باید دو پیوند O-H بشکنند و اتم‌های اکسیژن و هیدروژن تشکیل شود.



ب) با توجه به ساختارهای لوئیس یک پیوند N-H تشکیل می‌شود و تشکیل پیوند همراه با آزاد شدن انرژی است، پس :



۱- در هر جمله، واژه درست را انتخاب کنید.

آ) در یک واکنش گرماگیر، مواد با محتوای انرژی (**کمتر** / بیشتر) به موادی با انرژی (کمتر / **بیشتر**) تبدیل می‌شوند.

ب) با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر، تفاوت آشکاری در انرژی (جنبشی/ **پتانسیل**) وابسته به آن‌ها ایجاد می‌شود.

۲- نماد Q را در هر معادله وارد کرده، سپس علامت ΔH را در هر مورد مشخص کنید.



$$\Delta H < 0$$

$$\Delta H < 0$$



$$\Delta H > 0$$

$$\Delta H > 0$$

۳- میانگین آنتالپی پیوند، بین ۲ اتم داده شده در کدام گزینه بیشتر است؟



۴- برای کدام پیوند، استفاده از میانگین آنتالپی پیوند مناسب‌تر است؟



۵- کدام گزینه نادرست است؟

۱) تغییر در شیوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر و تغییر ساختار و خواص مواد نشانه‌ای از انجام یک واکنش شیمیایی است.

۲) **از خواصی که در واکنش‌های شیمیایی تغییر نمی‌کند محتوای انرژی است.**

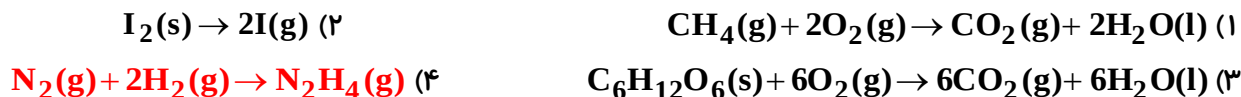
۳) اتم‌های هیدروژن سطح انرژی بالاتری نسبت به مولکول هیدروژن دارند و تبدیل اتم به مولکول گرماده می‌باشد.

۴) انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول $\text{H}_2(\text{g})$ و تبدیل آن به دو مول $\text{H}(\text{g})$ را انرژی پیوند « H-H » می‌گویند.

۶- اگر انرژی پیوند HCl(g) برابر ۴۳۱ کیلو ژول برمول باشد، در کدام یک از گزینه‌های زیر محتوای انرژی به اندازه ۴۳۱ کیلو ژول کاهش می‌یابد؟



۷- برای محاسبه ΔH کدام یک از واکنش‌های زیر می‌توان از آنتالپی پیوند استفاده نمود؟



۸- استفاده از واژه آنتالپی پیوند برای کدام پیوند زیر مناسب‌تر است؟



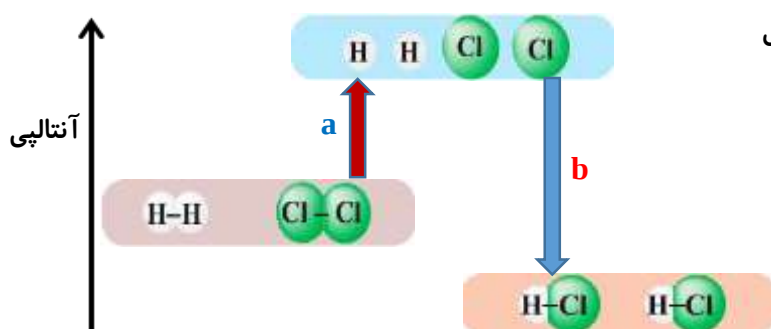
انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی منجر به تغییر محتوای انرژی مواد می‌شود، از این رو انجام هریک از آن‌ها با جذب یا از دست دادن گرما همراه است. تجربه نشان می‌دهد که گرمای تولید یا مصرف شده در واکنش‌های شیمیایی قابل اندازه‌گیری بوده و یکی از هدف‌هایی است که در ترموشیمی دنبال می‌شود.

آنتالپی پیوند، راهی برای تعیین ΔH واکنش:

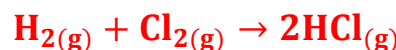
یکی از راه‌های کاربردی برای محاسبه ΔH واکنش‌ها، استفاده از آنتالپی پیوندهای مواد شرکت کننده در واکنش است. برای تعیین آنتالپی (ΔH) از واکنش‌ها، می‌توان از آنتالپی پیوند و میانگین آن بهره برد. فرض می‌کنیم در یک واکنش، تمام پیوندهای اشتراکی در واکنش‌دهنده‌ها به طور کامل شکسته شده و مجموعه‌ای از اتم‌های مجزا بدست آید و پس از آن اتم‌های مجزا با اتصال پیوندهای کووالانسی جدید به هم متصل شده و فراورده‌ها را ایجاد می‌کنند. در این حالت نمودارها به صورت زیر است:



$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 \quad \text{و} \quad \Delta H_2 < 0 \quad \text{مجموع آنتالپی پیوند فرآورده‌ها} \quad \text{و} \quad \Delta H_1 > 0 \quad \text{مجموع آنتالپی پیوند واکنش‌دهنده‌ها}$$



در این شکل واکنش بین گازهای هیدروژن و کلر برای تشکیل هیدروژن کلرید را مشاهده می‌کنید:



کمیت a در نمودار فوق انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی H-H و Cl-Cl را در یک مول از هر کدام آن‌ها نشان می‌دهد، به طوری که این مقدار انرژی هم ارز با مجموع آنتالپی این پیوندهاست:

$$a = (1\text{mol} \times 436 \text{ kJmol}^{-1}) + (1\text{mol} \times 242 \text{ kJmol}^{-1}) = 678 \text{ kJ}$$

کمیت b در این نمودار، انرژی حاصل از تشکیل پیوندهای اشتراکی H-Cl را در دو مول از آن نشان می‌دهد، از این رو کمیت b هم ارز با دو

$$b = - (2\text{mol} \times 431 \text{ kJmol}^{-1}) = -862 \text{ kJ}$$

برابر آنتالپی این پیوند اما با علامت منفی است:

اینک از جمع جبری کمیت‌های a و b آنتالپی واکنش به دست می‌آید:

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = a + b = 678 \text{ kJ} + (-862 \text{ kJ}) = -184 \text{ kJ}$$

- ✓ تعیین ΔH از روش آنتالپی پیوند برای واکنش‌هایی مناسب است که همهٔ مواد شرکت کننده در آن‌ها به حالت **گاز** هستند.
- ✓ هر چه مولکول‌های مواد شرکت کننده در یک واکنش، **ساده‌تر** باشند مقدار ΔH محاسبه شده به کمک آنتالپی پیوندها برای آن واکنش به داده‌های تجربی **نزدیک‌تر** است.
- ✓ در صورت شرکت کردن مولکول‌های **پیچیده‌تر** در واکنش، ممکن است مقدار ΔH بدست آمده برای آن واکنش با مقدار واقعی آن، تفاوت **زیادی** داشته باشد. می‌دانیم در اغلب واکنش‌های شیمیایی، **همهٔ** پیوندهای موجود در واکنش دهنده‌ها شکسته **نمی‌شوند** و همهٔ پیوندهای موجود در فراورده‌ها هم تشکیل **نمی‌شوند** بلکه برخی از پیوندهای موجود در واکنش دهنده‌ها، **عیناً** در فراورده‌ها وجود دارند به همین دلیل می‌توانیم از رابطه زیر هم استفاده کنیم :
- $$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته شده در واکنش دهنده‌ها}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل شده در فرآورده‌ها}]$$
- ✓ در رابطه با آنتالپی پیوند باید دقت کنیم که **ضرایب استوکیومتری** مواد موجود در واکنش در میزان آنتالپی **ضرب** می‌شود.
- ✓ در برخی مسائل ممکن است بجای آنتالپی پیوند از **انرژی پیوند** استفاده شود.
- ✓ آنتالپی تمام پیوندها **مثبت** است و هر چه این مقدار مثبت‌تر باشد پیوند **محکم‌تر** است.

خود را بیازمایید: صفحه ۶۷ کتاب درسی

۱- دانش آموزی برای تعیین آنتالپی یک واکنش گازی از رابطه زیر استفاده کرده است، درستی این رابطه را بررسی کنید.

$$\Delta H_{\text{(واکنش)}} = \left[\begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد فراورده} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{مجموع آنتالپی پیوندها} \\ \text{در مواد واکنش دهنده} \end{array} \right]$$

هر واکنش را می‌توان جمع **دو** واکنش دانست در واکنش اول تمام پیوندها **شکسته** می‌شود، آنتالپی آن **مثبت** و **گرماگیر** است. در واکنش دوم از تمام اتم‌ها، فراورده‌ها بدست می‌آیند که آنتالپی آن **منفی** و **گرماده** است. بنابراین مجموع آنتالپی این دو واکنش آنتالپی واکنش مورد نظر است.

اتم‌ها → واکنش دهنده‌ها	$\Delta H_1 = \text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش دهنده}$
فراورده‌ها → اتم‌ها	$\Delta H_2 = - (\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده})$
فراورده‌ها → واکنش دهنده‌ها	$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$

۲- با استفاده از جدول میانگین آنتالپی پیوندها، ΔH هر یک از واکنش‌های ترموشیمیایی زیر را حساب نموده و با ΔH داده شده مقایسه کنید.

(الف)
$$\text{N} \equiv \text{N}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +91 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = [\Delta H_{(\text{N} \equiv \text{N})} + 2\Delta H_{(\text{H}-\text{H})}] - [4\Delta H_{(\text{N}-\text{H})} + \Delta H_{(\text{N}-\text{N})}]$$

$$\Delta H = [(945) + 2 \times (436)] - [4 \times (391) + 163] = +90 \text{ kJ}$$

(ب)
$$2\text{CH}_4(\text{g}) \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +65 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = [8\Delta H_{(\text{C}-\text{H})}] - [6\Delta H_{(\text{C}-\text{H})} + \Delta H_{(\text{C}-\text{C})} + \Delta H_{(\text{H}-\text{H})}]$$

$$\Delta H = [(8 \times 415)] - [(6 \times 415) + 348 + 436] = +46 \text{ kJ}$$

(پ)
$$2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -484 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = [2\Delta H_{(\text{H}-\text{H})} + \Delta H_{(\text{O}=\text{O})}] - [4\Delta H_{(\text{O}-\text{H})}]$$

$$\Delta H = [(2 \times 436) + 495] - [4 \times 463] = -485 \text{ kJ}$$

مقدار ΔH محاسبه شده، اندکی با ΔH حاصل از داده‌های تجربی متفاوت است، زیرا مقادیر آنتالپی‌های پیوند که در جدول‌ها گزارش می‌شوند معمولاً به طور میانگین هستند و برای پیوندهای یکسان در مولکول‌های مختلف، یک مقدار به کار برده می‌شوند.

۱- در هر جمله، واژه درست را انتخاب کنید.

(آ) هر چه مرتبه پیوند (تعداد پیوند بین ۲ اتم) بیشتر باشد، آنتالپی پیوند (**بیشتر** / کمتر) است.

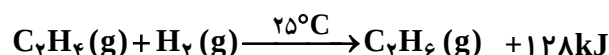
(ب) هر چه شعاع اتم‌های تشکیل‌دهنده پیوند بزرگ‌تر باشد، آنتالپی پیوند (**بیشتر** / **کمتر**) است.

۲- ΔH واکنش : $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ چند کیلوژول است؟

(انرژی پیوندهای $\text{C}-\text{H}$ و $\text{O}=\text{O}$ و $\text{C}=\text{O}$ و $\text{O}-\text{H}$ را بر حسب کیلوژول بر مول ۴۱۵، ۴۹۵، ۷۹۹ و ۴۶۳ در نظر بگیرید.)

$$\Delta H = [4(415) + 2(495)] - [2(799) + 4(463)] = -800 \text{ kJ}$$

۳- با توجه به واکنش و جدول زیر، آنتالپی پیوند $\text{H}-\text{H}$ بر حسب کیلوژول بر مول حساب کنید.



پیوند	$\text{C}=\text{C}$	$\text{C}-\text{C}$	$\text{C}-\text{H}$	$\text{H}-\text{H}$
$\Delta H(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	۶۱۴	۳۴۸	۴۱۵	؟

$$\Delta H = [(C=C) + 4(C-H) + (H-H)] - [(C-C) + 6(C-H)]$$

$$\Delta H = -128 = [614 + 4(415) + (H-H)] - [348 + 6(415)]$$

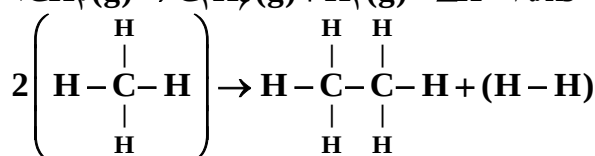
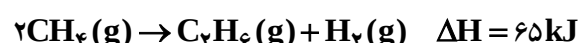
$$\Delta H(H-H) = +436 \text{ kJ}$$

۴- با توجه به داده‌های جدول زیر، ΔH واکنش : $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ چند کیلوژول است؟

نوع پیوند	$\text{O}-\text{H}$	$\text{C}-\text{O}$	$\text{C}-\text{H}$	$\text{H}-\text{H}$	$\text{C} \equiv \text{O}$
آنتالپی ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	۴۶۴	۳۵۱	۴۱۴	۴۳۶	۱۰۷۵
	(۴) -۸۰	(۳) -۱۱۰	(۲) -۱۸۰	(۱) -۲۱۰	

$$\Delta H = [1075 + 2(436)] - [3(414) + 1(351) + 1(464)] = -110 \text{ kJ}$$

۵- با توجه به اطلاعات داده شده، میانگین آنتالپی پیوند $\text{C}-\text{C}$ چند کیلوژول بر مول است؟

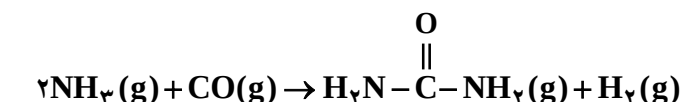


پیوند	$\text{H}-\text{H}$	$\text{C}-\text{H}$
میانگین آنتالپی ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	۴۳۶	۴۱۲
	(۴) ۲۵۸	(۳) ۳۸۸
	(۲) ۳۴۸	(۱) ۳۲۳

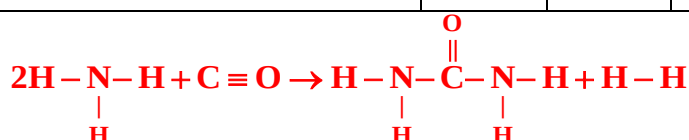
$$\Delta H = [8(C-H)] - [(C-C) + 6(C-H) + (H-H)]$$

$$65 = (8 \times 412) - [(6 \times 412) + (C-C) + 436] \rightarrow \Delta H_{(C-C)} = 323 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

۶- تغییر آنتالپی واکنش زیر بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟



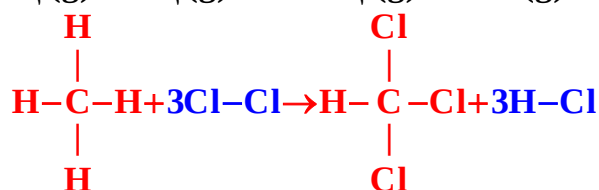
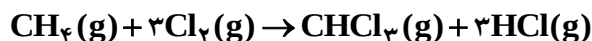
پیوند	$\text{H}-\text{H}$	$\text{C}=\text{O}$	$\text{N}-\text{C}$	$\text{N}-\text{H}$	$\text{C} \equiv \text{O}$
آنتالپی یا میانگین پیوند ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	۴۳۶	۷۴۵	۲۹۳	۳۸۹	۱۰۷۵
			(۴) ۸۶	(۳) -۶۸	(۲) -۸۶
					(۱) ۶۸



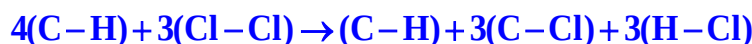
$$\Delta H = [6 \times \Delta H_{\text{N-H}} + \Delta H_{\text{C=O}}] - [4 \Delta H_{\text{N-H}} + 2 \Delta H_{\text{C-N}} + \Delta H_{\text{C=O}} + \Delta H_{\text{H-H}}]$$

$$= [6 \times 389 + 1075] - [(4 \times 389) + (2 \times 293) + 745 + 436] = 86 \text{ kJ}$$

۷- با توجه به انرژی‌های پیوند داده شده گرمای واکنش زیر بر حسب kJ کدام است؟

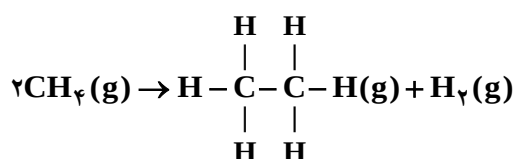


پیوند	C-H	Cl-Cl	C-Cl	H-Cl
انرژی (kJ.mol^{-1})	۴۱۲	۲۴۲	۳۲۶	۴۳۱
	(۲) -۳۰۹	(۳) -۲۱۴	(۴) -۷۶	(۱) -۷۲۲

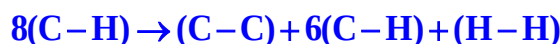


$$\Delta H = (4 \times 412 + 3 \times 242) - (1 \times 412 + 3 \times 326 + 3 \times 431) = -309 \text{ kJ}$$

۸- با توجه به جدول زیر، برای تبدیل ۲۰ گرم متان به اتان چند کیلوژول گرما لازم است؟ ($\text{C} = 12, \text{H} = 1: \text{g.mol}^{-1}$)



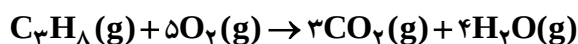
پیوند	C-H	C-C	H-H
میانگین آنتالپی پیوند (kJ.mol^{-1})	۴۱۲	۳۴۸	۴۳۶
	(۲) ۴۰	(۳) ۵۰	(۴) ۶۲/۵
	(۱) ۲۵		



$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [(8 \times 412)] - [(6 \times 412) + 348 + 436] \rightarrow \Delta H$$

$$= 824 - 784 \rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = 40 \text{ kJ}$$

$$\frac{20 \text{ g}}{2 \times 16 \text{ g}} = \frac{x}{40 \text{ kJ}} \rightarrow x = 25 \text{ kJ}$$

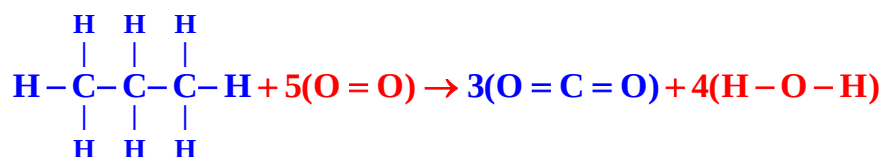


۹- با توجه به داده‌های جدول، ΔH واکنش زیر چند کیلوژول است؟

نوع پیوند	C-C	C-H	O=O	O-H	C=O
آنتالپی (kJ.mol)	۳۴۸	۴۱۵	۴۹۵	۴۶۳	۷۹۹
	(۳) -۹۴۰	(۴) -۲۰۰۷			

(۱) ۹۴۰ (۲) ۲۰۰۷

ابتدا واکنش را به فرم زیر بازنویسی می‌کنیم:

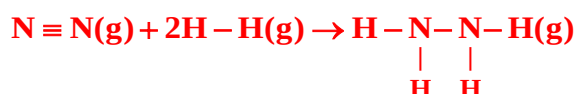


$$\Rightarrow [8 \times (\text{C}-\text{H}) + 2 \times (\text{C}-\text{C}) + 5 \times (\text{O}=\text{O})] - [6 \times (\text{C}=\text{O}) + 8 \times (\text{O}-\text{H})]$$

$$= [(8 \times 415) + (2 \times 348) + (5 \times 495)] - [(6 \times 799) + (8 \times 463)] = 6491 - 8498 = -2007 \text{ kJ}$$

۱۰- آنتالپی واکنش $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$ برابر ۹۱ کیلوژول است. اگر آنتالپی پیوندهای $\text{N}-\text{H}$ و $\text{H}-\text{H}$

به ترتیب برابر ۱۶۲ و ۳۹۱ و ۴۳۶ کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی پیوند $\text{N} \equiv \text{N}$ چند کیلوژول بر مول است؟



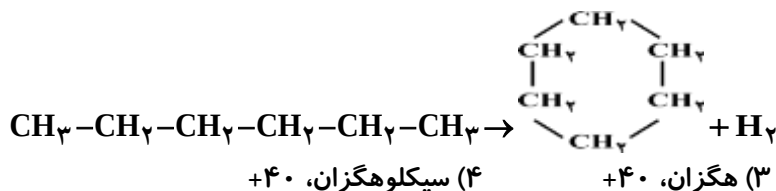
(۱) ۷۵۱ (۲) ۹۴۵ (۳) ۸۱۰ (۴) ۹۷۵

$$\Delta H = 91 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = [\Delta H(\text{N} \equiv \text{N}) + 2\Delta H(\text{H}-\text{H})] - [\Delta H(\text{N}-\text{N}) + 4\Delta H(\text{N}-\text{H})]$$

$$\Rightarrow 91 = [\Delta H(\text{N} \equiv \text{N}) + 2(436)] - [(162) + 4(391)] \Rightarrow \Delta H(\text{N} \equiv \text{N}) = 945 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

۱- با توجه به آنتالپی پیوندها و واکنش زیر کدام هیدروکربن زیر پایدارتر است و ΔH این واکنش، چند کیلوژول است؟



پیوند	H-H	C-H	C-C
انرژی kJ.mol^{-1}	۴۳۶	۴۱۲	۳۴۸

(۱) هگزان، -۴۰ (۲) سیکلوهگزان، -۴۰

✓ در روش محاسبه آنتالپی یک واکنش با استفاده از مقادیر آنتالپی پیوند، می توان از رابطه زیر نیز استفاده کرد.

$\Delta H = (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته شده}) - (\text{مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل شده})$

پاسخ: با توجه به مقایسه ساختار گسترده مواد واکنش دهنده و فراورده می توان نتیجه گرفت که فقط یک مول پیوند C-C و یک

مول پیوند H-H تشکیل شده است و دو مول پیوند C-H شکسته شده است:

$$\Delta H = (2 \times 412) - (348 + 436) = +40 \text{ kJ}$$

با توجه به مقدار مثبت آنتالپی واکنش، می توان نتیجه گرفت که هگزان پایدارتر از سیکلوهگزان است.

(صفحه ۶۸ کتاب درسی)

پیوند با زندگی: ادویه ها (گروه های عاملی)

✓ ادویه ها نقشی جالب در تمدن و تاریخ ملت ها دارند. به طوری که بو و مزه لذت بخش غذاهای بومی در هر جای جهان، اغلب به دلیل

افزودن ادویه های ویژه ای به آنهاست. این مواد علاوه بر رنگ، بو و مزه خوشایندی که به غذا می دهند؛ مصرف دارویی نیز دارند و

امروزه دارای کاربردهای زیر نیز هستند:



✓ جلوگیری از گرنگی

✓ افزایش سوخت و ساز

✓ جلوگیری از التهاب

✓ پیشگیری از سرطان یا گاهی بهبود و رفع آن

✓ یافته های تجربی نشان می دهد که خواص موجود ادویه ها به طور عمده وابسته به ترکیبات آلی موجود در آنهاست.

✓ ترکیبات آلی: ترکیباتی که در ساختار خود علاوه بر اتم های کربن و هیدروژن، اتم های اکسیژن، گاهی نیتروژن و گوگرد نیز دارند.

✓ شواهد تجربی نشان می دهد که تفاوت در خواص ادویه ها به دلیل تفاوت در ساختار آلی موجود در آنهاست.

✓ بررسی مواد آلی موجود در ادویه ها نشان می دهد که وجود آرایش ویژه ای از اتم ها به نام گروه عاملی نقش تعیین کننده ای در خواص

آنها دارد. در واقع، گروه های عاملی، خواص و رفتارهای ترکیب های آلی را تعیین می کنند.

✓ گروه عاملی: آرایش منظمی از اتم ها است که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می بخشد.

✓ در هر یک از گروه های عاملی شیوه اتصال اتم ها به یکدیگر یا پیوند میان آنها اهمیت ویژه ای دارد. برای نمونه آرایش اتم های کربن

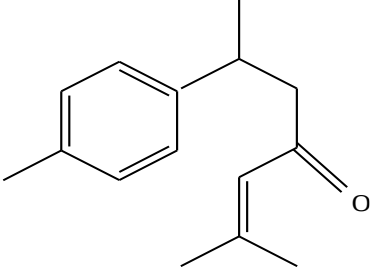
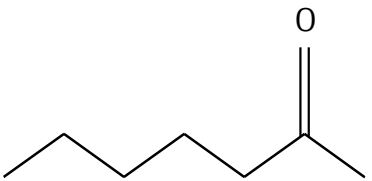
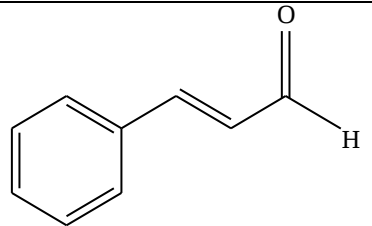
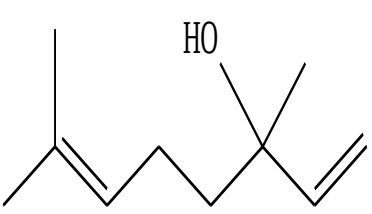
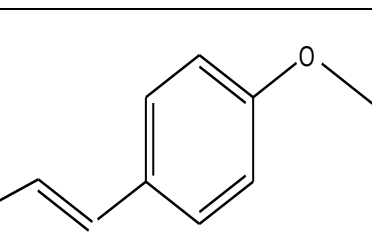
و اکسیژن با پیوند دوگانه نشانه وجود یک گروه عاملی به نام کربونیل است، گروهی که به آلدهیدها و کتون ها خواص ویژه ای می بخشد.

✓ گروه های عاملی یکسان در مولکول های مختلف به واکنش شیمیایی یکسان در آن مولکول ها می انجامند و حتی برخی خواص فیزیکی

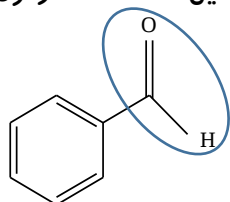
مشابه در مولکول ها را نیز سبب می شوند.

✓ در جدول زیر، ساختار و ترکیبات مربوط به ادویه ها خلاصه شده است :

نوع ماده	تصویر	ساختار	گروه عاملی	فرمول مولکولی
بادام			آلدهیدی	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$

$C_{15}H_{20}O$	آلکنی کتونی			زردچوبه
$C_7H_{14}O$	کتونی			میخک
C_9H_8O	آلدهیدی آلکنی			دارچین
$C_{10}H_{18}O$	الکی آلکنی			گشنیز
$C_{10}H_{12}O$	آلکنی اتری			رازیانه

✓ یکی از ترکیبات موجود در **بادام**، **بنز آلدهید** است که از یک حلقه **بنزن** به همراه گروه عاملی **آلدهیدی** تشکیل شده است. فرمول



مولکولی ترکیب مقابل C_7H_6O است.

این ترکیب **سیر نشده** است.

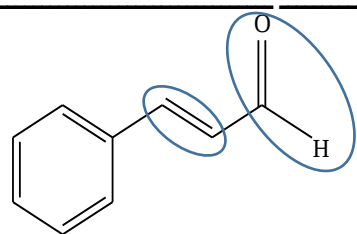
در این ترکیب ۱۸ پیوند کووالانسی وجود دارد که شامل ۴ پیوند **دوگانه** و ۱۰ پیوند **یگانه** است.

✓ **دارچین** نیز دارای ترکیبی است که گروه عاملی **آلدهیدی** دارد.

فرمول مولکولی ترکیب مقابل C_9H_8O است.

این ترکیب **سیر نشده** است.

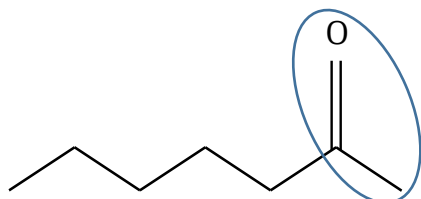
در این ترکیب ۲۳ پیوند کووالانسی وجود دارد که شامل ۵ پیوند **دوگانه** و ۱۳ پیوند **یگانه** است.



✓ یکی از ترکیبات آلی موجود در **میخک**، **۲-هپتانون** است که دارای ۷ اتم کربن و یک گروه عاملی **کربونیل** می باشد.

فرمول مولکولی ترکیب مقابل $C_7H_{14}O$ است.

این ترکیب **سیر شده** است.



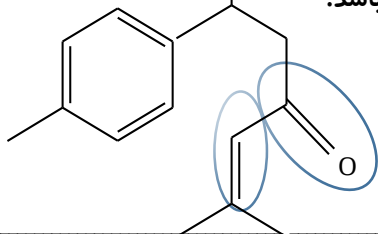
در این ترکیب ۲۲ پیوند کووالانسی وجود دارد که شامل ۱ پیوند **دوگانه** و ۲۰ پیوند **یگانه** است.

✓ یکی از ترکیبات آلی موجود در **زردچوبه** ساختار روبرو باشد که دارای گروه عاملی **کربونیل** می باشد.

فرمول مولکولی ترکیب مقابل $C_{15}H_{20}O$ است.

این ترکیب **سیر نشده** است.

در این ترکیب **۴۱** پیوند کووالانسی وجود دارد که شامل **۵** پیوند **دوگانه** و **۳۱** پیوند **یکانه** است.



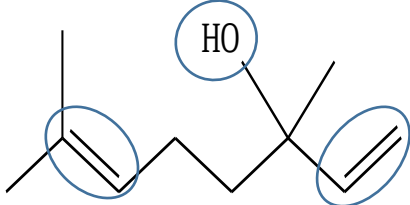
✓ یکی از ترکیبات آلی موجود در **گشنیز** دارای ساختار روبرو است که دارای گروه عاملی **هیدروکسیل** می باشد. طعم و بوی گشنیز عمدتاً

وابسته به این گروه عاملی است.

فرمول مولکولی ترکیب مقابل $C_{10}H_{17}OH$ یا $C_{10}H_{18}O$ است.

این ترکیب **سیر نشده** است.

در این ترکیب **۳۰** پیوند کووالانسی وجود دارد که شامل **۲** پیوند **دوگانه** و **۲۶** پیوند **یکانه** است.



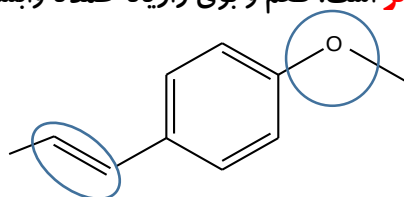
✓ یکی از ترکیبات آلی موجود در **رازیانه** ساختار روبرو می باشد که دارای گروه عاملی **اتر** است. طعم و بوی رازیانه عمدتاً وابسته به این

گروه عاملی است.

فرمول مولکولی ترکیب مقابل $C_{10}H_{12}O$ است.

این ترکیب **سیر نشده** است.

در این ترکیب **۲۷** پیوند کووالانسی وجود دارد که شامل **۴** پیوند **دوگانه** و **۱۹** پیوند **یکانه** است.

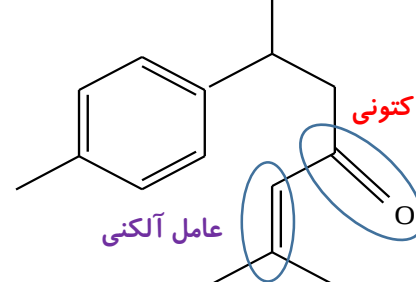
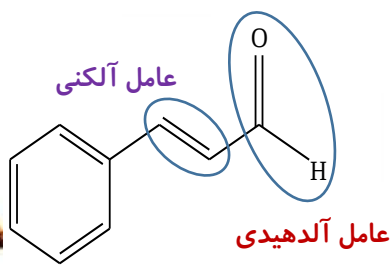


صفحه ۶۹ و ۷۰ کتاب درسی

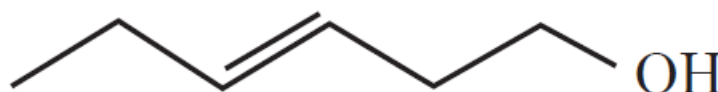
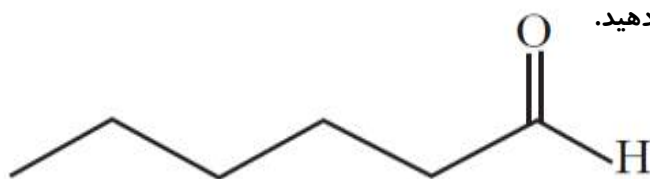
خود را بیازمایید

۱- هر ساختار زیر یک ترکیب آلی موجود در آن ادویه را نشان می دهد. گروه های عاملی موجود در هر مولکول را مشخص کنید و نام آنها

را بنویسید.



۲- با توجه به ساختار ترکیب های آلی زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) شمار و نوع اتم های سازنده آن ها را با یکدیگر مقایسه کنید.

$C_6H_{12}O$ نوع و تعداد اتم ها در دو ترکیب مشابه است. **کربن** - **هیدروژن** - **اکسیژن** چنین ترکیباتی که نوع و تعداد اتم های آن ها برابر اما ساختارهای متفاوتی دارند را **ایزومر** گویند.

ب) آیا خواص فیزیکی و شیمیایی آنها یکسان است؟ چرا؟

خیر - دو ترکیب گروه های عاملی متفاوت و در نتیجه خواص متفاوتی خواهند داشت. شکل سمت راست دارای گروه عاملی **هیدروکسیل و گروه عاملی آلکنی و شکل سمت چپ دارای گروه عاملی آلدیدی** است.

پ) آیا محتوای انرژی آنها را یکسان پیش بینی می کنید؟ توضیح دهید.

خیر - زیرا ساختار متفاوتی دارند. محتوای انرژی یک ترکیب در دما و فشار ثابت علاوه بر نوع و تعداد اتم ها به نحوه اتصال آن ها و نوع پیوندهای شیمیایی آن ها نیز مربوط است.

در جدول زیر خلاصه گروه‌های عاملی اکسیژن دار آورده شده است:

نام خانواده دارای گروه عاملی	فرمول گروه عاملی	نام گروه عاملی	فرمول مولکولی داری بخش هیدروکربنی سیر شده
الکل	-OH	هیدروکسیل	$C_nH_{2n+1}OH$ یا $C_nH_{2n+2}O$
اتر	-O-	اتری	$C_nH_{2n+2}O$
آلدهید	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-H \end{array}$ یا -CHO	آلدهیدی	$C_nH_{2n}O$
کتون	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \end{array}$ یا -CO-	کتونی	$C_nH_{2n}O$
اسید (کربوکسیلیک اسید)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-OH \end{array}$ یا -COOH	کربوکسیل	$C_nH_{2n}O_2$
استر	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-O- \end{array}$ یا -COO-	کربوکسیلات	$C_nH_{2n}O_2$

✓ شیمی‌دان‌ها به موادی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار (فرمول ساختاری) متفاوتی دارند، ایزومر (همپار) می‌گویند.

✓ با توجه به جدول مشخص است که **الکل‌ها** با **اترها**، **آلدهیدها** با **کتون‌ها** و **اسیدها** با **استرها** ایزومر هستند.

(تذکر: موارد ذکر شده در صورتی ایزومر هستند که از نظر تعداد کربن و سیرشدگی یا سیرنشده‌گی مانند هم باشند).

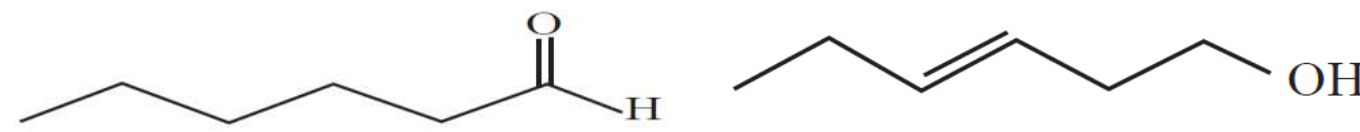
✓ علاوه بر مثال‌های بالا برخی اوقات به دلیل وجود پیوندهای دوگانه، حلقه و ... ممکن است حتی یک آلدهید با یک الکل ایزومر باشد؛

بنابراین بهترین راه برای بررسی ایزومری این است که **فرمول** دو ترکیب را نوشته و باهم مقایسه نماییم.

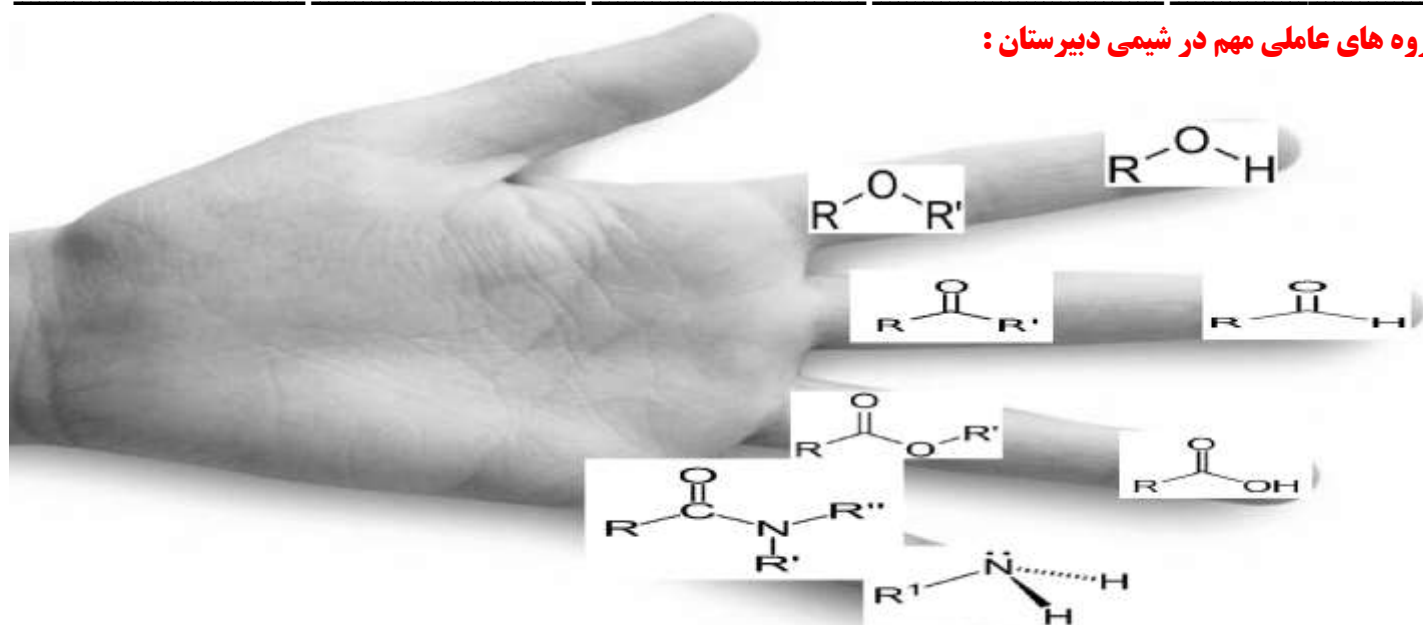
مثال: در شکل‌های زیر دو ساختار می‌بینیم که ساختار راست گروه عاملی هیدروکسیل داشته و یک الکل است و ساختار سمت

چپ یک گروه عاملی آلدهیدی دارد. به دلیل تفاوت ساختارها، خواص فیزیکی و شیمیایی آن دو و محتوای انرژی آنها متفاوت خواهد

بود؛ اما به دلیل اینکه هر دو فرمول مولکولی یکسان $C_6H_{12}O$ را دارند و ایزومر هم به شمار می‌آیند.



گروه‌های عاملی مهم در شیمی دبیرستان:

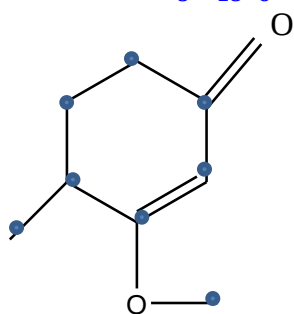


- ✓ اولین عامل‌های شناخته شده در این کتاب پیوند دوگانه با نام عامل **آلکینی** و پیوند سه گانه با نام عامل **آلکینی** و ترکیبات **آروماتیک** با نام عامل **بنزنی** شناخته شدند. قرار گرفتن اتم‌های **هالوژن** به جای هیدروژن آلکان‌ها، نیز به آن **خواص** و **رفتار** ویژه‌ای می‌بخشد.
- ✓ به گروه $\text{O}=\text{C}-$ **کربونیل** گفته می‌شود. مهم‌ترین تفاوت گروه عاملی آلدهیدی و کتونی، اتم **هیدروژن** متصل به گروه کربونیل در گروه عاملی آلدهیدی است.

- ✓ ساده‌ترین آلدهید، **یک** کربن (**فرمالدهید**، $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$) و ساده‌ترین کتون، **سه** کربن (**استون**، $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$) دارد.
- ✓ **استون** یک ترکیب آلی اکسیژن‌دار است که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می‌رود (نام دیگر استون، پروپانون می‌باشد).
- ✓ **الکل‌ها** به دلیل داشتن **هیدروژن** متصل به **اکسیژن** در پیوند هیدروژنی شرکت می‌کنند ولی **اترها** به دلیل نداشتن هیدروژن متصل به **FON** نمی‌توانند در پیوند **هیدروژنی** با خودشان شرکت کنند به همین دلیل دمای جوش **اترها** از الکل‌های هم کربن **کمتر** است.
- ✓ از آنجا که در حل تست‌های مربوط به این قسمت و برای تعیین فرمول مولکولی یک ترکیب آلی، دانستن تعداد هیدروژن مهم است بنابراین از فرمول زیر برای شمارش تعداد اتم‌های هیدروژن استفاده می‌کنیم:

(۱) تعداد کربن‌ها شمارش می‌شود.

- (۲) با توجه به فرمول عمومی آلکان‌ها که به ازای n تا کربن $2n+2$ هیدروژن وجود دارد، تعداد هیدروژن را از روی فرمول می‌نویسیم.
- تعداد هالوژن** $+ N - 2 \left(\text{تعداد حلقه} \right) + 4 \left(\text{تعداد پیوندهای سه گانه} \right) + 2 \left(\text{تعداد پیوندهای دوگانه} \right) = 2n + 2$ = تعداد هیدروژن
- ✓ مثال: برای نوشتن فرمول مولکولی ترکیب زیر، نقاط شمارش می‌شود، C_8 ، سپس مطابق فرمول $\text{C}_8\text{H}_{2 \times 8 + 2}$ یعنی C_8H_{18} خواهد شد. حال به تعداد پیوند پای که برابر **دو** تا و یک حلقه در مجموع **۶** تا **هیدروژن** کسر می‌شود. $\text{C}_8\text{H}_{18-6} = \text{C}_8\text{H}_{12}$



(۱) کدام مطلب درباره ترکیب‌هایی با ساختارهای «نقطه - خط» زیر، درست است؟

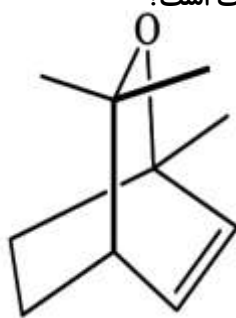
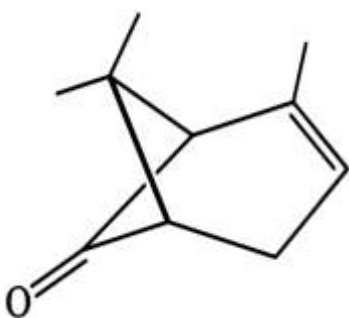
$$(\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{Br} = 80 : \text{g.mol}^{-1})$$

(الف) تفاوت جرم مولی دو ترکیب برابر ۴ گرم است.

(ب) ۳/۸ گرم از ترکیب (II) با ۶ گرم برم واکنش کامل می‌دهد.

(ج) دو ترکیب، همپارند و ترکیب (I)، یک عامل کتونی دارد.

(د) برای سوختن کامل ۷/۵ گرم ترکیب I، ۱۴/۵۶ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP مصرف می‌شود.



۲) باتوجه به مولکول‌های داده شده، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

(الف) فرمول مولکولی ترکیب a به صورت $C_{15}H_{20}O$ است.

(ب) تفاوت شمار پیوندهای اشتراکی در مولکول‌های a و b برابر با ۲۰ است.

(پ) حدود ۶ درصد جرمی مولکول b را هیدروژن تشکیل داده است.

(ت) در مولکول a، ۱۰ اتم کربن وجود دارد که تنها به سه اتم دیگر متصل شده‌اند.

(ث) مولکول‌های a و b به ترتیب در زردچوبه و دارچین وجود دارند.

a

b

۵(۴

۴(۳

۳(۲

۲(۱

۳) گروه‌های عاملی موجود گشنیز و رازیانه به ترتیب عبارتند از:

(الف) اتری - الکی (ب) آلدهیدی - کتونی (ج) الکی - اتری (د) کتونی - آلدهیدی

۴) کدام یک از فرمول‌های مولکولی زیر به یک الکل مربوط می‌شود؟

(الف) CH_3CHO (ب) $(CH_3)_2O$ (ج) $(CH_3)_2CO$ (د) $(CH_3)_3COH$

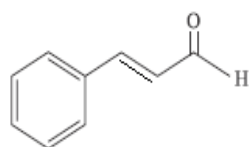
۵) چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

(الف) ساختارهای A، B و C به ترتیب در دارچین، زردچوبه و بادام یافت می‌شوند.

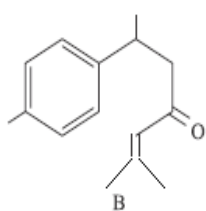
(ب) هر سه ساختار دارای گروه عاملی کربونیل هستند و جزء آلدهیدها به شمار می‌آیند.

(پ) اختلاف جرم مولی ترکیب‌های A و C برابر ۴۰ است.

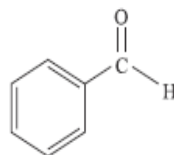
(ت) تعداد پیوندهای دوگانه کربن - کربن در ساختار B برابر با ترکیب آلی موجود در رازیانه است که دارای فرمول مولکولی $C_{10}H_{12}O$ می‌باشد.



A



B



C

۴(۴

۳(۳

۲(۲

۱(۱

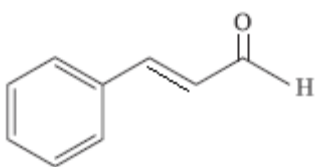
۶) با توجه به ساختار زیر چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

(الف) در این ترکیب گروه عاملی کربونیل وجود دارد.

(ب) فرمول مولکولی این ترکیب $C_9H_{10}O$ می‌باشد.

(پ) این ترکیب آلی در زردچوبه که از ادویه‌ها است، وجود دارد.

(ت) ترکیب آلی موجود در دارچین با این ترکیب ایزومر می‌باشد.



۴(۴

۳(۳

۲(۲

۱(۱

۷- باتوجه به ساختارهای داده شده، عبارت کدام گزینه نادرست است؟

(الف) گروه عاملی موجود در ساختار (۲) همان گروه عاملی ترکیب آلی موجود در رازیانه می‌باشد.

(ب) هر مول از ترکیب ساختار (۲) با ۲ گرم هیدروژن واکنش داده و به یک ترکیب سیرشده تبدیل می‌شود.

(ج) تفاوت جرم مولی هر یک از این دو ساختار با جرم مولی سیکلوپنتان برابر ۱۶ می‌باشد.

(د) بین مولکول‌های ساختار (۲) برخلاف مولکول‌های ساختار (۱)، امکان تشکیل پیوند هیدروژنی وجود دارد.



ساختار (۱)



ساختار (۲)

۸) با توجه به ساختارهای داده شده، کدام عبارت درست است؟



الف) ساختار (۱)، مربوط به یک الکل سیر شده با فرمول $C_6H_{12}O$ است.

ب) ساختار (۲)، مربوط به یک کربوکسیلیک اسید با فرمول $C_6H_{12}O$ است.

ج) این دو ترکیب ایزومرند و خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت دارند.

د) محتوای انرژی دو ترکیب یکسان است.

آنتالپی سوختن، تکیه گاهی برای تأمین انرژی :

✓ بدن ما از غذا، مواد گوناگونی شامل **کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، آب، ویتامین‌ها و مواد معدنی** دریافت می‌کند.

✓ **کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها** علاوه بر **تأمین مواد اولیه** سلول‌ها منبعی برای **تأمین انرژی** آنها نیز هستند.

✓ در این میان تنها **کربوهیدرات‌ها** هستند که در بدن به **گلوکز** ~~تبدیل~~ شده و **گلوکز** حاصل از آنها در **خون** حل می‌شود. خون این ماده را به **یاخته‌ها** می‌رساند و این ماده هنگام **اکسایش** در **یاخته‌ها، انرژی** تولید می‌کند؛ این روند به آسانی **انرژی** مورد نیاز **یاخته‌ها** را تأمین می‌کند.

✓ **گلوکز، قندخون** است و هنگام **اکسایش** آن در **یاخته‌ها، انرژی** تولید می‌شود.

✓ برای بیان انرژی موجود در مواد غذایی از کمیتی به نام **ارزش غذایی** یا **ارزش سوختی** استفاده می‌شود.

✓ ارزش سوختی یک ماده غذایی، مقدار انرژی است که از **اکسایش** کامل **یک گرم** از ماده غذایی حاصل می‌شود و یکای آن $kJ g^{-1}$ است.

ماده غذایی	کربوهیدرات	پروتئین	چربی
ارزش سوختی ($kJ g^{-1}$)	۱۷	۱۷	۳۸

✓ با اینکه **همه** واکنش‌های سوختن **گرماده** است؛ اما ارزش سوختی در منابع علمی **بدون** علامت **منفی** گزارش شده است.

✓ با توجه به جدول بالا مشاهده می‌کنید که ارزش سوختی به ترتیب مقابل است : **کربوهیدرات = پروتئین > چربی**.

✓ باید توجه داشت که میزان انرژی مورد نیاز بدن هر فرد به **وزن، سن و میزان فعالیت‌های** روزانه او بستگی دارد.

✓ هر مقدار **اضافی** از مواد و انرژی دریافتی از مواد غذایی به طور **عمده** به شکل **چربی** در بدن ذخیره شده و باعث **چاقی** می‌شود.

ماده غذایی	نان	پنیر	تخم مرغ	شکلات	شیر	بادام زمینی
ارزش سوختی ($kJ g^{-1}$)	۱۱/۵	۲۰/۰	۶/۰	۱۸/۰	۳/۰	۲۳

✓ با استفاده از الگوی فوق می‌توان مقدار انرژی‌ای که با مصرف مقدار معینی از هر غذا به بدن می‌رسد را حساب کرد.

سوال : با توجه به جدول بالا، انرژی حاصل از **۵** گرم شکلات چند کیلوژول است؟ $5g \times \frac{18 kJ}{1g} = 90 kJ$

انرژی لازم برای تهیه غذا به طور عمده از واکنش **سوخت‌های فسیلی** تأمین می‌شود.

یکی از این سوخت‌ها **متان** (CH_4) است که بخش عمده گاز شهری را تشکیل می‌دهد. این ماده در حضور **اکسیژن کافی** به طور کامل می‌سوزد و علاوه بر **بخار آب** و گاز **کربن دی اکسید** مقداری انرژی نیز به صورت **گرمای** و **نور** آزاد می‌کند. این ویژگی واکنش سوختن یعنی تولید مقدار زیادی انرژی باعث شده که از آن به عنوان تکیه گاهی برای تأمین انرژی در **صنعت، کشاورزی و زندگی** روزانه استفاده شود.

✓ **آنتالپی سوختن :** آنتالپی سوختن یک ماده **هم ارز** با آنتالپی واکنشی است که در آن **یک مول** ماده در اکسیژن کافی به طور **کامل** می‌سوزد و یکای آن $kJ mol^{-1}$ است.

✓ واکنش سوختن همیشه **گرماده** است بنابراین $0 < \Delta H_{\text{سوختن}}$ می باشد.

✓ تعریف **سوختن** : یک تغییر **شیمیایی** که در آن یک ماده به **سرعت** با اکسیژن واکنش می دهد و بخشی از انرژی پتانسیل مواد واکنش دهنده، به شکل **گرما** و **نور** آزاد می شود و بخش دیگر آن به صورت انرژی پتانسیل پیوندی در فراورده ها ذخیره می شود.

✓ تفاوت سوختن **کامل** و **ناقص** به میزان اکسیژن موجود در واکنش بستگی دارد. اگر اکسیژن کافی باشد، سوختن کامل انجام می شود.

✓ شعله سوختن کامل **آبی** ولی سوختن ناقص **زرد** است.

✓ یکی از فراورده های سوختن کامل ترکیب های آلی، **آب** است. H_2O در فشار ۱ اتمسفر و دمای اتاق ($25^\circ C$) به صورت **مایع** می باشد. بنابراین در واکنش مربوط به آنتالپی سوختن ترکیب های آلی در دمای اتاق، آب را به صورت $H_2O(l)$ نمایش می دهیم یا اگر شرایط **STP** را دادند باز هم حالت فیزیکی آب را به صورت **مایع** می نویسیم.

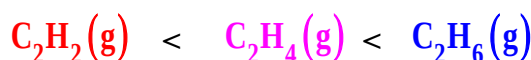
✓ در جدول زیر آنتالپی سوختن برخی ترکیبات آلی در دمای اتاق آورده شده است :

نام ماده	متان	اتان	اتن	پروپن	اتین	پروپین	متانول	اتانول
ماده آلی	$CH_4(g)$	$C_2H_6(g)$	$C_2H_4(g)$	$C_3H_6(g)$	$C_2H_2(g)$	$C_3H_4(g)$	$CH_3OH(l)$	$C_2H_5OH(l)$
آنتالپی سوختن ($kJ \cdot mol^{-1}$)	-۸۹۰	-۱۵۶۰	-۱۴۱۰	-۲۰۵۸	-۱۳۰۰	-۱۹۳۸	-۷۲۶	-۱۳۶۸
با توجه به جدول :	آلکان	آلکن	آلکین	الکل	آلکین	آلکان	آلکان	آلکان

✓ در یک گروه هیدروکربنی یا ترکیب آلی هر چه تعداد **کربن ها** بیشتر باشد، قدر مطلق گرمای سوختن **مولی** نیز بیشتر است.

✓ **مثال** : (متان > اتان > پروپان) ، (اتن > پروپن > ۱-بوتن) ، (اتین > پروپین) ، (متانول > اتانول > پروپانول)

✓ در هیدروکربن های هم کربن هرچه تعداد هیدروژن **بیشتر** باشد، قدر مطلق گرمای سوختن **مولی** نیز بیشتر است. مثال :



✓ قدر مطلق گرمای سوختن **مولی آلکان ها** از **الکل های** هم کربن **بیشتر** است. (متانول > متان) ، (اتانول > اتان)

✓ هر چه **جرم مولی** هیدروکربن **بیشتر** باشد، ارزش سوختی آن **کمتر** است، مطابق رابطه زیر ارزش سوختی با افزایش جرم رابطه معکوس

$$\text{دارد.} \quad \left(\frac{\text{گرمای مولی سوختن}}{\text{جرم مولی}} = \text{ارزش سوختی} \right)$$

✓ **جرم مولی** ماده سوختنی $\times$ گرمای سوختن گرمی (ارزش سوختی) = **گرمای مولی سوختن**

✓ طبق رابطه فوق در هیدروکربن های هم خانواده هر چه جرم مولی **کمتر** باشد ارزش سوختی **بالاتر** است مثلاً ارزش سوختی **اتن** از **پروپن**

در خانواده آلکن ها بیشتر است. در میان هیدروکربن ها **بیشترین** ارزش سوختی مربوط به **متان** است.

✓ هر چه جرم مولی **الکل** **بیشتر** باشد، ارزش سوختی آن نیز **بیشتر** می شود زیرا نسبت کسر بدست آمده بیشتر تحت تأثیر افزایش آنتالپی مولی قرار می گیرد.

✓ بطور کلی برای مقایسه ترکیبات هم کربن داریم : **آلکین > الکل > آلکین > آلکان**

✓ سوخت های سبز در ساختار خود افزون بر **هیدروژن** و **کربن**، **اکسیژن** نیز دارند.

✓ به **اتانول** سوخت **سبز** می گویند.

✓ از پسماندهای گیاهانی مانند **سویا**، **نیشکر** و دیگر **دانه های روغنی** استخراج می شوند.



برای حل مسائل مربوط به گرمای واکنش می توان از فرمول استوکیومتری زیر استفاده کرد:

$$\left(\frac{1 \text{ mol}}{\text{جرم مولی}} \times \frac{\Delta H}{1 \text{ mol}} \right) \times \text{جرم ماده سوختنی (g)} = \text{گرمای آزاد شده (kJ)}$$

مثال: با توجه به واکنش زیر چند گرم اتانول بسوزانیم تا دمای ۵۰۰ g آب از دمای ۲۵ °C به ۵۰ °C برسد؟ $C_2H_5OH = 46 \text{ g. mol}^{-1}$



$$q = mc\Delta\theta = 500 \times 4/18 \times (50 - 25) = 52250 \text{ J} = 52/250 \text{ kJ}$$

$$52/250 \text{ kJ} = X \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{46 \text{ g}} \times \frac{1368 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} \Rightarrow X = 1/76 \text{ g}$$

خود را بیازمایید

صفحه ۷۱ و ۷۲ کتاب درسی

(۱) با توجه به جدول صفحه قبل آنتالپی سوختن پروپان (C_3H_8) و ۱- بوتن (C_4H_8) را پیش‌بینی کرده سپس با مراجعه به منابع علمی معتبر درستی پیش‌بینی خود را بررسی کنید.

اختلاف آنتالپی سوختن اتان و پروپان که در یک CH_2 با هم تفاوت دارند برابر با:

$$-1560 + (-890) = -670 \text{ kJ}$$

پروپان و اتان نیز در یک CH_2 تفاوت دارند پس:

$$-1560 + (-670) = -2230 \text{ kJ}$$

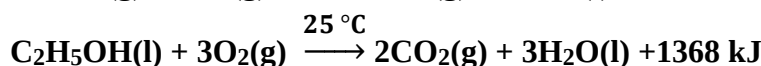
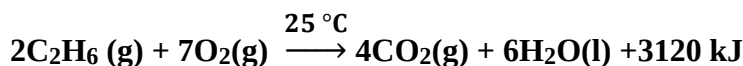
به همین ترتیب برای ۱- بوتن می‌توان نوشت:

$$-2058 - (-1410) = -648$$

$$2058 + (-648) = -2706$$

در منابع علمی معتبر برای پروپان $-2219/2$ و برای ۱- بوتن -2717 است.

(۲) با توجه به معادله واکنش سوختن کامل اتان و اتانول به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



(الف) ارزش سوختی هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

$$1 \text{ g } C_2H_6 \times \frac{1 \text{ mol}}{30 \text{ g}} \times \frac{3120 \text{ kJ}}{2 \text{ mol}} = 52 \text{ kJ.g}^{-1}$$

$$1 \text{ g } C_2H_5OH \times \frac{1 \text{ mol}}{46 \text{ g}} \times \frac{1368 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = 29/73 \text{ kJ.g}^{-1}$$

ارزش سوختی اتان از اتانول بیشتر است.

(ب) جرم CO_2 حاصل از سوختن یک گرم از هریک را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کنید.

$$1 \text{ g } C_2H_6 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_6}{30 \text{ g } C_2H_6} \times \frac{4 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol } C_2H_6} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 2/93 \text{ g } CO_2$$

$$1 \text{ g } C_2H_5OH \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_5OH}{46 \text{ g } C_2H_5OH} \times \frac{2 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} = 1/91 \text{ g } CO_2$$

جرم CO_2 حاصل از سوختن یک گرم اتانول کمتر از جرم CO_2 حاصل از سوختن یک گرم اتان است.

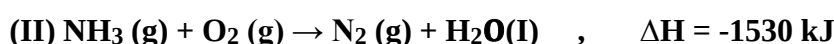
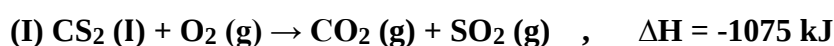
(پ) توضیح دهید چرا اتانول سوخت سبز به شمار می‌رود؟

۱- در سوختن اتانول آلاینده و گاز گلخانه‌ای کمتری تولید می‌شود. زیرا به ازای سوختن یک گرم اتانول، کربن دی اکسید کمتری حاصل می‌شود.

۲- اکسیژن کمتری مصرف می‌شود.

۳- علاوه بر آن اتانول از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب زمینی و ذرت تهیه می‌شود که منابع تجدید پذیر هستند.

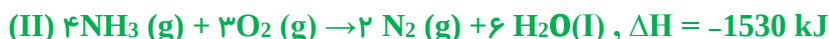
۱- با توجه به واکنش‌های گرم‌اشیمیایی زیر



(معادله واکنش‌ها موازنه شود)

گرمای سوختن هر گرم آمونیاک با گرمای سوختن چند گرم کربن دی سولفید برابر است و از سوختن هر مول آمونیاک در واکنش (II) چند مول گاز تولید می شود؟ (گزینه ها را از راست به چپ بخوانید: $S = 32, N = 14, C = 12, H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$)

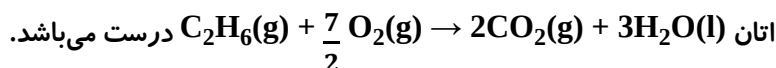
۱ و ۱/۵۹ (۱) ۲ و ۲/۱۹ (۲) ۳ و ۱/۵۹ و ۰/۵ (۳) ۴ و ۲/۱۹ و ۲/۲۵ (۴)



$$1 \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} \times \frac{-1530 \text{ kJ}}{4 \text{ mol NH}_3} \times \frac{1 \text{ mol CS}_2}{-1075 \text{ kJ}} \times \frac{76 \text{ g CS}_2}{1 \text{ mol CS}_2} = 1/59$$

$$1 \text{ mol NH}_3 \times \frac{2 \text{ mol N}_2}{4 \text{ mol NH}_3} = 0/5 \text{ mol}$$

۲- کدام یک از واکنش های زیر، آنتالپی سوختن واکنش دهنده مورد نظر را در دمای 25°C نشان می دهد؟



بررسی گزینه های نادرست :

H_2O باید در حالت مایع (l) باشد.

اتانول در دمای (25°C) به حالت مایع (l) است.

هگزان در دمای اتاق (25°C) به حالت مایع (l) است.

۳- ارزش سوختی کربوهیدرات ها پروتئین ها بوده و چربی ها می باشد.

(۱) بیشتر از - برابر با (۲) برابر با - کمتر از (۳) برابر با - بیشتر از (۴) کمتر از - برابر با

۴- آنتالپی سوختن یک هیدروکربن زنجیری سیر شده، برابر با $-3509 \text{ kJ.mol}^{-1}$ و ارزش سوختی آن برابر $48/74 \text{ kJ.g}^{-1}$ می باشد.

فرمول مولکولی این هیدروکربن کدام است؟ ($C=12, H=1 \text{ g.mol}^{-1}$)

C_5H_{12} (۱) C_5H_{10} (۲) C_4H_{10} (۳) C_6H_{12} (۴)

$$72 = \frac{3509}{48/74} \quad \text{C}_n\text{H}_{(2n+2)} = 14n + 2 = 72 \quad \Rightarrow \quad n = 5 \quad \Rightarrow \quad \text{C}_5\text{H}_{12}$$

۵- دو مول مخلوط گازهای اتان و اتین را در مقدار کافی اکسیژن می سوزانیم. پس از انجام واکنش های سوختن کامل، 2860 kJ گرما آزاد می شود. اگر آنتالپی سوختن اتان و اتین به ترتیب 1560 - و 1300 - کیلو ژول بر مول باشد، درصد جرمی اتان در مخلوط اولیه تقریباً کدام است؟ ($C=12, H=1 \text{ g.mol}^{-1}$)

۵۰ (۱) $46/4$ (۲) 25 (۳) $53/6$ (۴)

مقدار مول اتان را x و مقدار مول اتین را $2-x$ در نظر می گیریم و سپس طبق واکنش ها، گرمای تولیدی از هر کدام را محاسبه می کنیم:



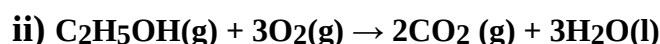
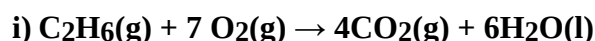
$$\text{گرمای سوختن اتان} = X \text{ mol C}_2\text{H}_6 \times \frac{1560 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6} = 1560 X \text{ kJ}$$

$$\text{گرمای سوختن اتین} = (2-X) \text{ mol C}_2\text{H}_2 \times \frac{1300 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_2} = (2-X) \times 1300 = (2600-1300X) \text{ kJ}$$

$$1560 X + 2600 - 1300X = 2860 \Rightarrow 260X = 260 \Rightarrow X = 1$$

$$\text{درصد جرمی اتان} = \frac{1 \times 30}{(1 \times 30 + 1 \times 26)} \times 100 = 53/6$$

۶- با توجه به واکنش‌های زیر چند مورد از مطالب بیان شده درست‌اند؟



الف) ارزش سوختی اتانول از ارزش سوختی اتان، **بیشتر** است.

ب) سوختن کامل ۱ مول اتان نسبت به ۱ مول اتانول، اکسیژن بیشتری لازم دارد.

پ) جرم CO_2 حاصل از سوختن یک گرم اتانول کمتر از سوختن یک گرم اتان است.

۳(۱) ۲(۲) ۱(۳) ۴(۴) صفر

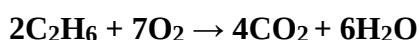
۷- اگر آنتالپی سوختن اتن و پروپن در شرایط یکسان به ترتیب ۱۴۱۰ - و ۲۰۵۸ - کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی سوختن ۱- بوتن چند کیلوژول بر مول است؟

۱(۱) -۳۲۲۸ ۲(۲) -۲۷۰۶ ۳(۳) -۲۵۰۸ ۴(۴) -۳۴۶۸

اختلاف ساختار مولکول‌های اتن و پروپن یک واحد است و این اختلاف بین ۱- بوتن و پروپن نیز وجود دارد، بنابراین اختلاف مقدار آنتالپی سوختن اتن و پروپن با اختلاف مقدار آنتالپی سوختن ۱- بوتن و پروپن برابر می‌باشد :

$$|\Delta H| - 2058 = 2058 - 1410 \Rightarrow |\Delta H| = 2706 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

۸- با توجه به واکنش سوختن کامل اتان، هرگاه به ازای تولید 6/6g کربن دی‌اکسید، 117kJ گرما آزاد شود، آنتالپی سوختن اتان چند کیلوژول بر مول است؟ (H=1, C=12, O=16g.mol⁻¹)



۳۱۲۰(۴) ۱۵۶۰(۳) ۷۸۰(۲) ۳۹۰(۱)

$$\Delta H_{C_2H_6} = 1 \text{ mol } C_2H_6 \times \frac{4 \text{ mol } CO_2}{2 \text{ mol } C_2H_6} \times \frac{44 \text{ g } CO_2}{1 \text{ mol } CO_2} \times \frac{117 \text{ kJ}}{6/6 \text{ g } CO_2} = 1560 \text{ kJ}$$

تعیین ΔH واکنش‌های شیمیایی :

✓ با انجام فرایندهای **فیزیکی** و **شیمیایی** محتوای انرژی مواد تغییر می‌کند. از اینرو انجام هر یک از این فرایندها با **مبادله** گرما همراه است که این تغییر می‌تواند **گرماگیر** یا **گرماده** باشد. تجربه نشان می‌دهد که گرمای مبادله شده در یک واکنش با **دقت بالا** قابل اندازه‌گیری بوده و یکی از هدف‌های **ترموشیمی** است.

✓ تعیین ΔH واکنش‌های شیمیایی به دو روش **مستقیم** (**روش تجربی** یا **گرماسنجی**) و **غیر مستقیم** امکان‌پذیر است :

✓ در روش **مستقیم** باید مقدار مشخصی از واکنش‌دهنده‌ها در شرایط مناسب با هم واکنش دهند و گرمای واکنش را به طور مستقیم اندازه‌گیری می‌شود. برای این منظور از دستگاهی به نام **گرماسنج (کالری‌متر)** استفاده می‌شود.

✓ **گرماسنج** دستگاهی است که برای اندازه‌گیری گرمای واکنش در فشار ثابت (q_p) استفاده می‌شود.

گرمای واکنش در فشار ثابت را **آنتالپی** می‌نامند و با علامت ΔH نمایش داده می‌شود. $q_p = \Delta H$

✓ در روش **مستقیم**، اندازه‌گیری ΔH یک واکنش با استفاده از **دو** نوع گرماسنج امکان‌پذیر است:

✓ الف) گرماسنج **لیوانی**

✓ ب) گرماسنج **بمبی** (مطلبی اضافی)

✓ شکل مقابل ساختار یک گرماسنج **لیوانی** را نشان می‌دهد. برای ساخت آن کافی است دو لیوان

یکبار مصرف را داخل هم قرار داده و با قطعه یونولیت برای آن درپوش ساخت.



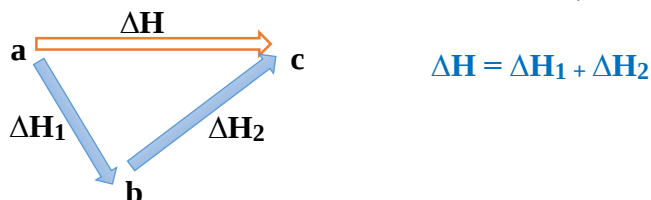
- ✓ لیوان پلاستیکی و قطعه یونولیتی به عنوان درپوش گرمای زیادی را با محیط مبادله نمی کنند و **عایق های** خوبی هستند.
 - ✓ اجزای گرماسنج لیوانی: **بدنه و درپوش عایق، دماسنج و همزن**
 - ✓ گرماسنج لیوانی شامل مقدار معینی آب یا **محلول** یک واکنش دهنده در ظرف **عایق بندی** شده است که پیش از انجام واکنش، دمای آب یا **محلول** (θ_1) اندازه گیری می شود، پس از اضافه کردن واکنش دهنده دوم و انجام واکنش مورد نظر، دمای نهایی (θ_2) اندازه گیری می شود و سپس از رابطه $Q=mc\Delta\theta$ برای اندازه گیری گرمای مبادله شده استفاده می شود. از آنجا که جرم حل شونده معمولاً در مقایسه با جرم حلال (آب) ناچیز است در رابطه مورد نظر معمولاً از جرم و ظرفیت گرمایی ویژه **آب** استفاده می شود.
 - ✓ از گرماسنج لیوانی برای واکنش هایی که در حالت **محلول** انجام می گیرد استفاده می شود (نباید در واکنش، ماده گازی تولید شود). مانند حل شدن نمک ها، واکنش های اسید باز، تشکیل کمپلکس و ...
 - ✓ اگر دمای این گرماسنج **کاهش** پیدا کند، یعنی واکنش **گرمایر** و اگر دمای این گرماسنج **افزایش** یابد یعنی واکنش **گرماده** است.
- مثال: ΔH واکنش حل شدن کلسیم کلرید ($M=111\text{g.mol}^{-1}$) در آب، -35 کیلوژول است. برای گرم کردن 250 گرم آب از دمای 25°C تا دمای 45°C ، چند گرم از آن باید در آب حل شود؟ ($c_{\text{H}_2\text{O}} = 4.2 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$)

روش های غیر مستقیم برای اندازه گیری ΔH یک واکنش :

- ✓ آنتالپی بسیاری از واکنش های شیمیایی را **نمی توان** به روش **تجربی** اندازه گیری کرد زیرا :
 - (۱) برخی از واکنش ها خود یک مرحله از یک واکنش **پیچیده** هستند.
 - (۲) برخی از واکنش ها به آسانی انجام **نمی شوند** یعنی تأمین شرایط بهینه برای آن ها **دشوار** است.
- ✓ برای تعیین ΔH چنین واکنش هایی از روش های **غیر مستقیم** استفاده می شود که عبارتند از :
 - (۱) استفاده از **آنتالپی پیوند** واکنش دهنده ها و فراورده ها
 - (۲) استفاده از آنتالپی **سوختن** مواد
 - (۳) استفاده از خاصیت **جمع پذیری** گرمای واکنش ها یا **قانون هس**
 - (۴) استفاده از **انرژی فعال سازی** واکنش دهنده ها و فراورده ها (این مورد را در فصل **۴** شیمی **۱۲** می خوانیم).

جمع پذیری گرمای واکنش ها، قانون هس :

- ✓ اگر واکنش شیمیایی همراه با ΔH وابسته به آن بیان شود به آن واکنش **گرما شیمیایی** (ترموشیمیایی) می گویند. آنتالپی در واکنش ها از قواعد رایج ترموشیمی تبعیت می کند.
- ✓ آنتالپی تابع **حالت** است و اگر یک واکنش شیمیایی از چند مسیر مختلف انجام شود مقدار تغییر آنتالپی آن در همه مسیرها یکسان بوده و تنها به حالت آغازین و پایانی فرایند بستگی دارد.



قانون هس :

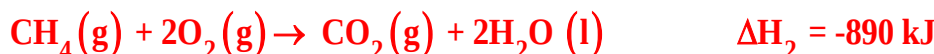
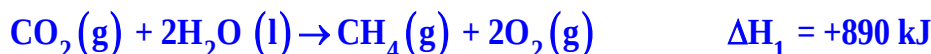
- ✓ نخستین بار هنری **هس** دریافت که گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن در پیش گرفته می شود، وابسته **نیست**. به دیگر سخن با استفاده از ΔH دو یا چند واکنش دیگر می توان ΔH یک واکنش معین را به دست آورد، به شرطی که شرایط انجام همه واکنش ها یکسان باشد.
- ✓ شرایط یکسان مورد نظر در استفاده از قانون هس عبارتند از : **دما، فشار، حالت فیزیکی و نوع آلوتروپ**.

✓ قانون هس، قانونی که به **جمع پذیری گرمای واکنش** معروف است. بیان علمی قانون هس براساس مفهوم ΔH به صورت زیر است:

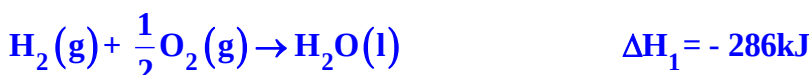
« اگر معادله واکنشی را بتوان از جمع معادله دو یا چند واکنش دیگر به دست آورد ΔH آن نیز از جمع جبری ΔH همان واکنش‌ها به دست می آید. »

قواعد رایج در ترموشیمی برای جمع پذیری گرمای واکنش‌ها:

۱- هرگاه معادله واکنش را وارونه شود علامت ΔH هم برعکس می شود.



۲- اگر معادله واکنشی در عدد n ضرب شود، ΔH واکنش نیز n برابر می شود.



۳- برای به دست آوردن واکنش اصلی براساس مجموع چند واکنش:

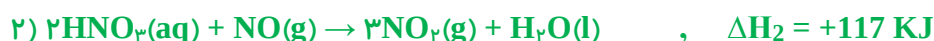
a. ابتدا جهت واکنش‌ها بر اساس **موقعیت** واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها در واکنش اصلی **همسو** می شود.

b. سپس ذرات واکنش دهنده حد واسط **حذف** می شوند.

c. در مرحله آخر **ضریب** مجموع واکنش‌های به دست آمده با ضریب اصلی **یکسان** می شود.

مثال: نیتريك اسید به صورت صنعتی از اکسایش آمونیاك تهیه می شود. مقدار گرمای مبادله شده با یکای kJ برای تهیه هر مول نیتريك

اسید با استفاده از واکنش مقابل، کدام است؟

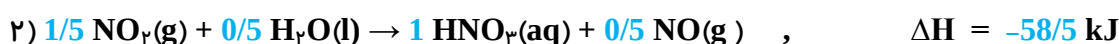


با توجه به واکنش اصلی باید در طرف واکنش دهنده‌ها $\text{NH}_3(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ و در طرف فراورده‌ها نیز $\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ داشته باشیم:

معادله اول: معادله را در $\frac{1}{4}$ ضرب می کنیم $\Leftarrow$ آنتالپی تقسیم بر 4 می شود.

معادله دوم: معادله را برعکس نموده، سپس در $\frac{1}{2}$ ضرب می کنیم $\Leftarrow$ آنتالپی قرینه و نصف می شود.

معادله سوم: معادله را برعکس نموده، سپس در $\frac{3}{4}$ ضرب می کنیم. $\Leftarrow$ آنتالپی قرینه و $\frac{3}{4}$ برابر می شود.

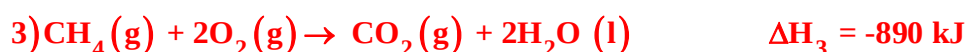


متان:

- ✓ **ساده‌ترین** هیدروکربن و **نخستین** عضو خانواده آلکان‌هاست.
- ✓ **گاز شهری** به طور عمده از آن تشکیل شده است.
- ✓ از **تجزیه** گیاهان به وسیله **باکتری‌های بی‌هوازی** در **زیر آب** نیز تولید می‌شود.
- ✓ به **گاز مرداب** معروف است زیرا اولین بار از **سطح مرداب‌ها** جمع‌آوری شد.
- ✓ موریانه‌ها یکی از منابع تولید متان هستند، یکی از فراورده‌های تجزیه سلولز در بدن این حشره گاز متان می‌باشد.
- ✓ متان را **نمی‌توان** به طور **مستقیم** از واکنش زیر بدست آورد زیرا **تأمین شرایط بهینه** برای انجام این واکنش بسیار **دشوار** و **پرهزینه** است به همین دلیل برای تعیین ΔH این واکنش باید از روش‌های غیرمستقیم بهره برد:



- ✓ برای تعیین ΔH واکنش $\text{C}_{(\text{s,graphite})} + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g})$ از قواعد رایج در ترموشیمی بر اساس سه واکنش زیر بهره می‌برند این واکنش‌های ترموشیمیایی می‌توانند واکنش سوختن یک مول گاز هیدروژن، یک مول گرافیت و یک مول گاز متان باشند که معادله هریک از آنها در 25°C به صورت زیر است:

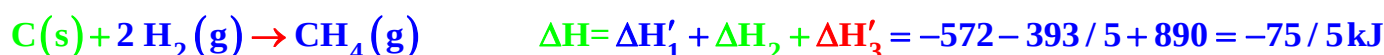
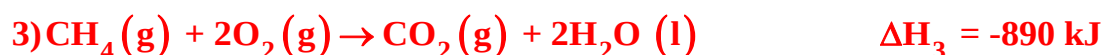


در پاسخ باید تک تک مواد را در واکنش اصلی یافته و با توجه به ضریب و جایگاه آن ماده در واکنش اصلی واکنش‌های ۱ تا ۳ را تغییر داده و آن تغییر در آنتالپی هم اعمال شود تا در نهایت از جمع ۳ واکنش، واکنش اصلی به دست آید و از جمع ΔH ها نیز ΔH واکنش اصلی محاسبه شود.

واکنش اول: در عدد ۲ ضرب می‌شود. $\Leftarrow$ آنتالپی آن نیز دو برابر می‌شود.

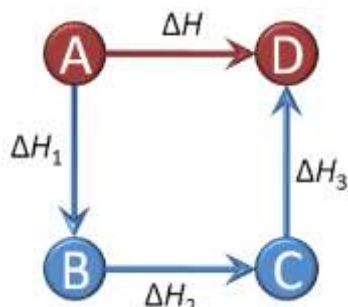
واکنش دوم: بدون تغییر

واکنش سوم: وارونه می‌شود. $\Leftarrow$ آنتالپی آن نیز قرینه می‌شود.



$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$$

مطابق قانون هس ΔH تبدیل A به D برابر با مجموع ΔH های مسیر A-B-C-D است.



صفحه ۷۴ کتاب درسی

خود را بیازماید :

۱) **هیدروژن پراکسید** (H_2O_2) ماده‌ای است که با نام تجاری **آب اکسیژنه** به فروش می‌رسد.

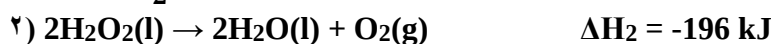
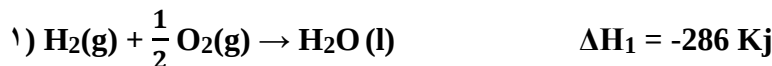
✓ محلول رقیق آب اکسیژنه یک محلول **ضد عفونی** کننده است.

✓ خاصیت **رنگ بری** و **لکه‌بری** دارد.

✓ از واکنش مستقیم **هیدروژن** و **اکسیژن** حاصل نمی‌شود.

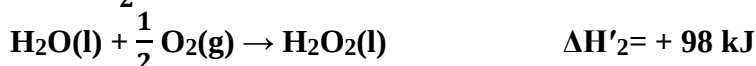
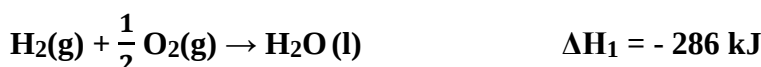
✓ نسبت به آب **ناپایدارتر** و سطح انرژی **بالاتری** دارد.

الف) با استفاده از واکنش‌های زیر، آنتالپی واکنش $H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O_2(l)$ را حساب کنید.



واکنش اول : بدون تغییر

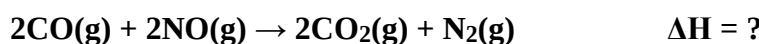
معادله دوم : معادله را برعکس نموده ، سپس در $\frac{1}{2}$ ضرب می‌کنیم $\Leftarrow$ **آنتالپی قرینه و نصف می‌شود.**



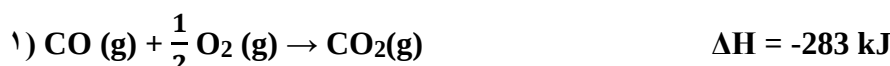
ب) توضیح دهید چرا تهیه این ماده از واکنش مستقیم گاز هیدروژن با اکسیژن ممکن نیست؟

چون واکنش هیدروژن و اکسیژن، آب که پایدارتر است، تولید می‌کند از طرفی هیدروژن پراکسید ناپایدار بوده و به آب و اکسیژن تجزیه می‌شود.

۲) در شیمی ۱ آموختید که گازهای آلاینده مانند CO و NO از آگروز خودروها به هواکره وارد می‌شوند. شیمی‌دان‌های هواکره انجام واکنش زیر را برای تبدیل این آلاینده‌ها به گازهایی پایدارتر و با آلاینده‌گی کمتر، طراحی کرده‌اند.



آنتالپی واکنش بالا را با استفاده از واکنش‌های ترموشیمیایی زیر حساب کنید.



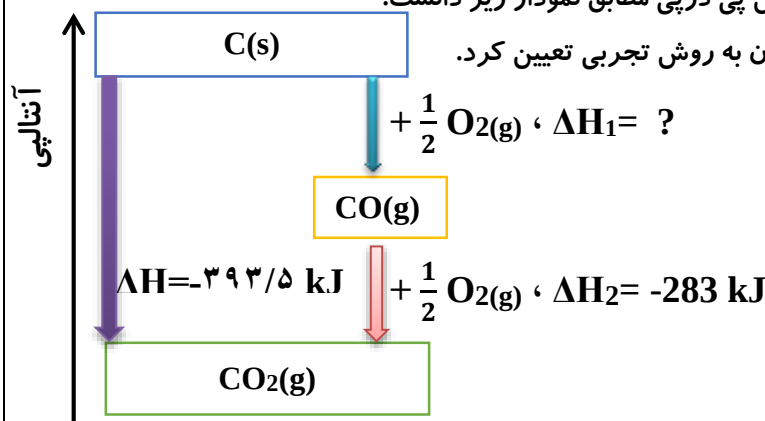
واکنش اول : معادله را ۲ برابر می‌کنیم. $\Leftarrow$ **آنتالپی ۲ برابر می‌شود.**

واکنش دوم : معادله را برعکس می‌کنیم $\Leftarrow$ **آنتالپی قرینه می‌شود.**



۳) واکنش سوختن کامل گرافیت را می‌توان مجموعه‌ای از دو واکنش پی در پی مطابق نمودار زیر دانست.

الف) شواهد نشان می‌دهد که ΔH واکنش تولید CO (g) را نمی‌توان به روش تجربی تعیین کرد. درباره علت آن گفت و گو کنید.



چون در این فرایند از طریق یک واکنش معین نمی‌توان تنها

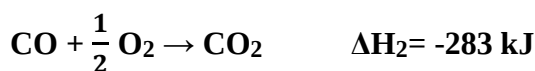
CO تولید کرد و همواره همراه آن مواد دیگری نیز تولید

می‌شود. از طرفی طبق نمودار، تبدیل کربن به کربن دی اکسید

وضعیت پایدارتری از کربن مونوکسید دارد و فراورده اصلی

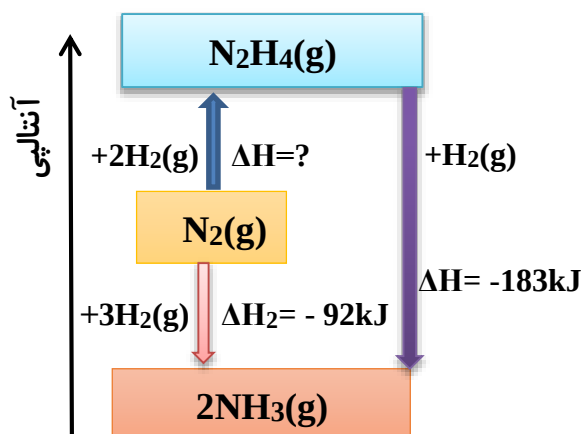
خواهد بود.

ب) ΔH واکنش تولید CO(g) را از گرافیت و گاز اکسیژن حساب کنید.



معادله اول : بدون تغییر

معادله دوم : معادله را برعکس می کنیم $\Leftarrow$ آنتالپی قرینه می شود.



۴) شواهد تجربی نشان می دهند که تهیه آمونیاک به روش هابر از گازهای نیتروژن و هیدروژن مطابق نمودار زیر یک واکنش دو مرحله ای است.

الف) در شرایط یکسان، هیدرازین پایدارتر است یا آمونیاک؟ چرا؟

آمونیاک پایدارتر است. چون تبدیل هیدرازین به آمونیاک گرماده است پس هیدرازین سطح انرژی بیشتری داشته و ناپایدارتر است (طبق نمودار سطح انرژی آمونیاک پایین تر از هیدرازین است).

ب) آنتالپی واکنش تولید هیدرازین را حساب کنید.

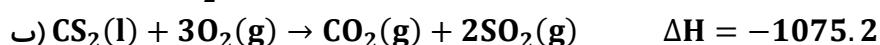
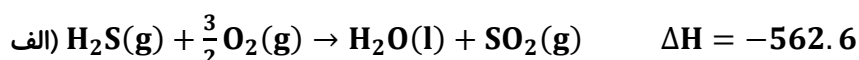


معادله اول : بدون تغییر

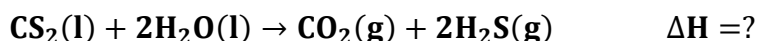
معادله دوم : معادله را برعکس می کنیم $\Leftarrow$ آنتالپی قرینه می شود.



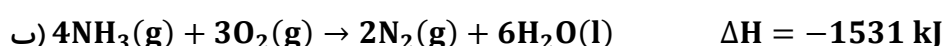
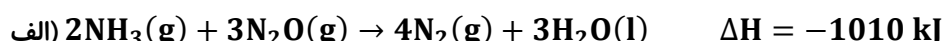
۱- با در دست داشتن واکنش های ترموشیمی زیر



مقدار ΔH واکنش زیر را محاسبه کنید:



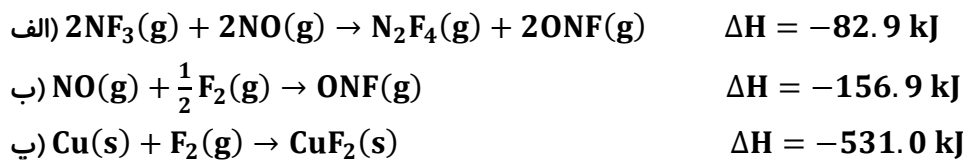
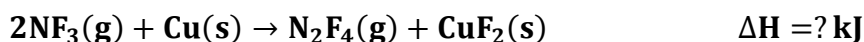
۲- با در دست داشتن واکنش های ترموشیمی زیر



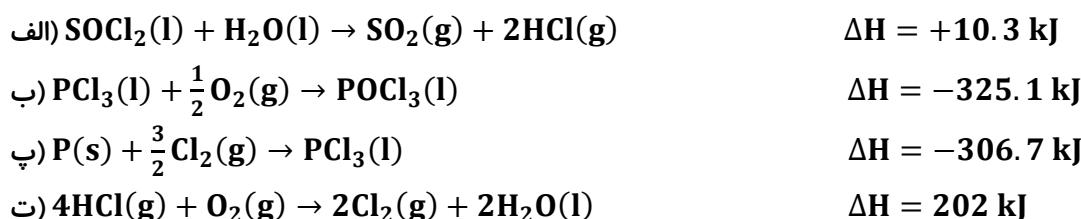
مقدار ΔH واکنش زیر را محاسبه کنید:



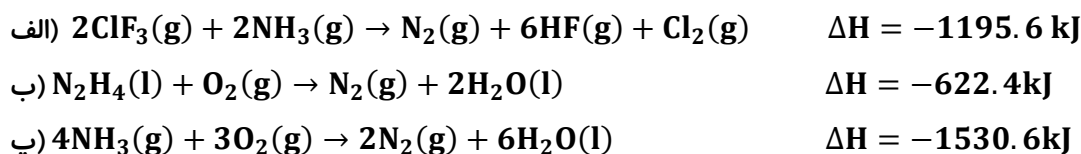
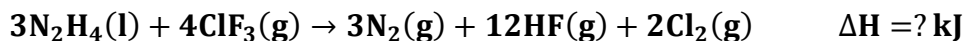
۳- با در دست داشتن واکنش‌های ترموشیمی زیر

مقدار ΔH واکنش زیر را محاسبه کنید:

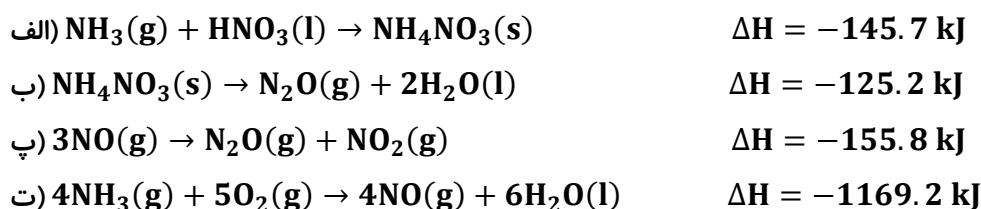
۴- با در دست داشتن واکنش‌های ترموشیمی زیر:

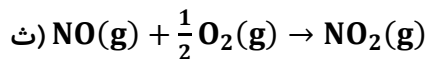
مقدار ΔH واکنش زیر را محاسبه کنید:

۵- با در دست داشتن واکنش‌های ترموشیمی زیر:

مقدار ΔH واکنش زیر را محاسبه کنید:

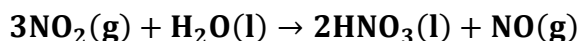
۶- با در دست داشتن واکنش‌های ترموشیمی زیر:





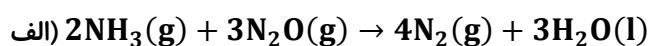
$$\Delta H = -56.6 \text{ kJ}$$

مقدار ΔH واکنش زیر را محاسبه کنید:

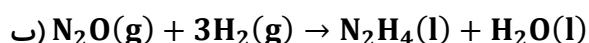


$$\Delta H = ? \text{ kJ}$$

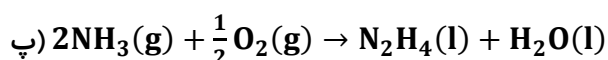
۷- با در دست داشتن واکنش های ترموشیمی زیر:



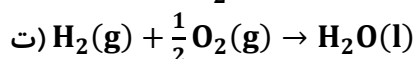
$$\Delta H = -1010 \text{ kJ}$$



$$\Delta H = -317 \text{ kJ}$$

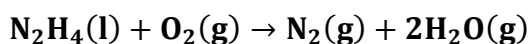


$$\Delta H = -143 \text{ kJ}$$



$$\Delta H = -286 \text{ kJ}$$

مقدار ΔH واکنش زیر را محاسبه کنید:



$$\Delta H = ? \text{ kJ}$$

غذای سالم

تاریخ مصرف چیست؟ تاریخ مصرف مواد غذایی نشان می دهد که چه مدتی **سالم** می ماند و قابل **مصرف** است.

✓ انسان همواره در جست و جوی روش هایی بوده که بتواند ماده غذایی را برای مدت **طولانی** سالم نگه دارد و **ذخیره** کند.

روش های سنتی نگهداری از مواد غذایی عبارتند از :

۳- **نمک سود کردن**



۲- **تهیه ترشی**



۱- **خشک کردن میوه ها**



✓ تجربه نشان می دهد که محیط **سرد**، **خشک** و **تاریک** برای نگهداری انواع مواد غذایی مناسب تر از محیط **گرم**، **روشن** و **مرطوب** است.

نگهداری مواد غذایی در **سردخانه ها** تایید کننده این تجربه است.

✓ در واقع عوامل محیطی مانند **رطوبت**، **اکسیژن**، **نور** و **دما** در چگونگی و زمان نگهداری غذا مؤثرند.

✓ در محیط مرطوب، **میکروب ها** شروع به **رشد** و **تکثیر** می کنند تا جایی که ماده غذایی **کپک** می زند و **فاسد** می شود اما در محیط **خشک**

امکان رشد میکروبها وجود ندارد از اینرو می توان خشکبار را **آسان تر** و به مدت **طولانی تری** در این محیط نگهداری کرد به همین دلیل نیاکان ما بسیاری از میوه ها را در فصل برداشت خشک می کردند تا آنها را برای مصرف در فصل های دیگر ذخیره کنند.

اکسیژن عامل فساد مواد غذایی :

✓ در شیمی دهم آموختیم که اکسیژن گازی **واکنش پذیر** است و تمایل زیادی برای انجام واکنش با دیگر مواد دارد. براساس این ویژگی، مواد غذایی در **هوای آزاد** و در معرض **اکسیژن**، **سریع تر** فاسد می شوند.

✓ **وجود پوست و پوشش میوه ها و خشکبار** یک عامل طبیعی برای افزایش زمان ماندگاری است. زیرا **مانع از ورود اکسیژن و جانداران ذره بینی به درون آنها می شود.**



✓ **حذف اکسیژن** از محیط نگهداری مواد غذایی و خوراکی ها باعث **افزایش** زمان ماندگاری و **بهبود**

کیفیت مواد غذایی می شود به همین دلیل برای نگهداری سالم برخی خوراکی ها، هوای درون ظرف بسته بندی آنها را **خالی** می کنند و درون آنها را با گاز **نیتروژن** پر می کنند.

✓ گاز نیتروژن به **جوبی اثر** مشهور است. (دلیل استفاده از گاز **نیتروژن** در بسته بندی **چیپس** و...)

خود را بیازمایید :

صفحه ۷۶ کتاب درسی

هر یک از موارد زیر نقش چه عاملی را در سرعت واکنش نشان می دهد؛ توضیح دهید.

الف) برای نگهداری طولانی مدت فراورده های گوشتی و پروتئینی، آنها را به حالت منجمد ذخیره می کنند
با کاهش دما، سرعت واکنش هایی که سبب فساد مواد غذایی می شود، کم شده در نتیجه مدت ماندگاری افزایش می یابد.



✓ افزایش دما سبب **کاهش زمان** ماندگاری مواد غذایی می گردد.

ب) روغن های مایع که در ظرف مات و کدر بسته بندی شده اند، زمان ماندگاری بیشتری دارند.

زیرا نور و امواج الکترومغناطیسی دارای انرژی بوده و اثر مخرب بر ساختار مولکول های روغن دارند اما ظروف با جداره کدر مانع از رسیدن این امواج به روغن می شوند لذا ماندگاری بیشتری خواهند داشت.



پ) قاووت گردی مغزی و تهیه شده از مغز آفتاب گردان، پسته و ... است. این سوغات کرمان زودتر از مغز این خوراکی ها فاسد می شود. **چون به حالت پودر، سطح تماس مواد غذایی با هوا بیشتر شده و سرعت انجام واکنش هایی که سبب فساد آن می شود نیز بیشتر است در نتیجه ماندگاری قاووت از مغز آن کمتر است.**



پیشرفت علوم تجربی باعث شده تا برای افزایش زمان ماندگاری مواد غذایی و بهبود کیفیت مواد غذایی از روش های گوناگون استفاده شود

روش های جدید نگهداری از مواد غذایی:

① **تهیه کنسرو** ② **بسته بندی نوین** ③ **افزودن نگهدارنده ها** ④ **نگهداری در یخچال های صنعتی، سردخانه ها** ⑤ **خالی کردن هوای درون ظرف بسته بندی** ⑥ **پر کردن محفظه مواد غذایی با گاز نیتروژن و ایجاد محیط بی اثر** ⑦ **نگهداری غلات در سیلوا**

✓ **سینتیک شیمیایی** به عنوان شاخه ای از علم شیمی افزون بر بررسی **آهنگ تغییر شیمیایی** در واکنش ها، **عوامل مؤثر بر این آهنگ** را نیز بررسی می کند.

✓ **با آشنایی و درک** سینتیک شیمیایی می توان **روش های** گوناگون نگهداری سالم مواد غذایی را **یافت و گسترش** داد.

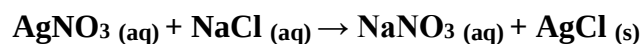
آهنگ واکنش :

- ✓ تهیه و تولید سریع تر یا کندتر یک فراورده صنعتی، دارویی یا غذایی بر **کیفیت و زمان** ماندگاری آن نقش تعیین کننده ای دارد.
 - ✓ **آهنگ واکنش** معیاری برای **زمان ماندگاری** مواد است.
 - ✓ آهنگ واکنش کمیتی است که نشان می دهد هر تغییر شیمیایی **در چه گستره ای** از زمان رخ می دهد.
 - ✓ هر چه گستره زمان انجام واکنش ها **کوچک تر** باشد، آهنگ انجام **تندتر** است و واکنش **سریع تر** انجام می شود.
 - ✓ شیمیدان ها آهنگ واکنش را در گستره **معینی** از زمان با نام **سرعت واکنش** بیان می کنند.
 - ✓ گستره انجام واکنش از چند صدم ثانیه تا چند سده را در بر می گیرد.
 - ✓ واکنش های شیمیایی از نظر سرعت انجام به چهار دسته تقسیم می شوند:
- ① **واکنش بسیار سریع** ② **واکنش سریع** ③ **واکنش کند** ④ **واکنش بسیار کند**



واکنش بسیار سریع : انفجار واکنش شیمیایی بسیار سریعی است که در آن از **مقدار کمی** ماده **منفجر شونده** به حالت **جامد یا مایع**، حجم زیادی از **گازهای داغ** تولید می شود.

واکنش سریع : واکنش های **رسوبی** جزو واکنش های **سریع** هستند. برای نمونه افزودن محلول شفاف **سدیم کلرید** به محلول شفاف **نقره نیترات** باعث تشکیل سریع **رسوب سفید رنگ نقره کلرید** می شود. (از این واکنش برای شناسایی یون کلرید و یون نقره نیز استفاده می شود.)



محلول شفاف

محلول شفاف

رسوب سفید



واکنش کند : اشیای آهنی در هوای مرطوب به **کندی** زنگ می زنند. زنگار تولید شده در این واکنش **زرد** و **سبز** است و فرو می ریزد که به این عمل **خوردگی** می گویند.



واکنش بسیار کند : بسیاری از کتاب های قدیمی در گذر زمان **زرد** و **پوسیده** می شوند. این پدیده نشان می دهد که واکنش **تجزیه سلولز** کاغذ **بسیار کند** رخ می دهد.

دانش آموزان گرامی کاوش کنید صفحه ۷۸ کتاب درسی را انجام داده و در هر مورد بیان کنید کدام یک از عوامل مؤثر بر سرعت واکنش ها بررسی و به چه نتیجه ای منجر می گردد.

آزمایش ۱ : در حالت اول از $\frac{1}{2}$ قرص جوشان و در حالت دوم از $\frac{1}{4}$ قرص جوشان استفاده شده است.

نتیجه : با کاهش غلظت واکنش دهنده سرعت واکنش کاهش می یابد.

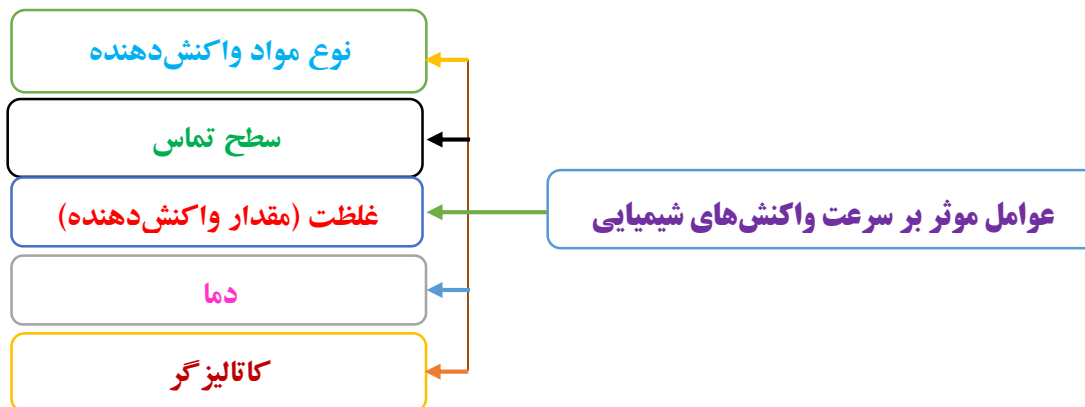
آزمایش ۲ : در حالت اول دمای آزمایش 25°C و در حالت دوم دمای آزمایش 10°C است.

نتیجه : با کاهش دما سرعت واکنش کاهش می یابد.

آزمایش ۳ : بجای استفاده از قرص جوشان آن را تبدیل به پودر کرده و آزمایش را تکرار می کنیم.

نتیجه : با افزایش سطح تماس واکنش دهنده ها سرعت واکنش افزایش می یابد.

عوامل گوناگونی بر زمان انجام واکنش‌های شیمیایی اثر می‌گذارند که عبارتند از:



✓ بررسی‌ها نشان می‌دهد که زمان انجام واکنش‌ها به عوامل گوناگونی وابسته است. به گونه‌ای که برای **کاهش** یا **افزایش** سرعت انجام واکنش‌ها می‌توان عواملی مانند **دما**، **غلظت**، **نوع مواد واکنش دهنده**، **کاتالیزگر** و **سطح تماس** واکنش دهنده‌ها را تغییر داد.

۱- اثر نوع (ماهیت) واکنش دهنده‌ها بر سرعت واکنش:



✓ ماهیت واکنش دهنده‌ها اگر چه به عنوان یک **متغیر** مطرح **نیست**، اما از ۴ عامل دیگر **مهم‌تر** است.

✓ مواد مختلف واکنش‌پذیری **متفاوتی** دارند و همین موجب **تفاوت سرعت** واکنش‌ها می‌شود.

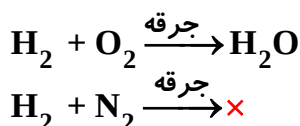
مثال ۱: فلزهای قلیایی **سدیم** و **پتاسیم** در شرایط یکسان با **آب سرد** به شدت واکنش می‌دهند، اما سرعت واکنش آن‌ها **متفاوت** است و سرعت واکنش **پتاسیم** بیشتر از **سدیم** است.

✓ واکنش‌پذیری فلزات قلیایی و قلیایی خاکی از بالا به پایین **افزایش** و هالوژن‌ها از بالا به پایین **کاهش** می‌یابد.

مثال ۲: در آزمایشگاه، برای نگهداری **سدیم** آن را **زیر نفت** نگهداری می‌کنند در صورتی که **منیزیم** را به صورت **نواری** در می‌آورند.

مثال ۳: بارگاه ملکوتی امامان معصوم (ع) را با ورقه‌های نازک **طلا** تزئین می‌کنند که پس از سال‌ها هنوز جلای خود را حفظ کرده (با **اکسایش** و **رطوبت هوا** و **سایر عوامل محیطی** واکنش نداده) اما مقبره حافظ که از **مس** ساخته شده به رنگ **سبز** درآمده است.

مثال ۴: ایجاد جرقه در مخلوطی از H_2 و O_2 سبب می‌شود واکنش انفجاری و بسیار سریع انجام شود. این در حالی است که ایجاد جرقه در مخلوطی از H_2 و N_2 منجر به انجام واکنش نمی‌شود.

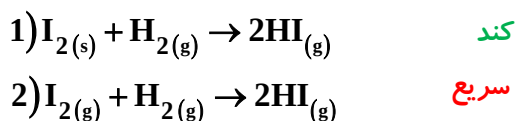


۲- اثر سطح تماس واکنش دهنده‌ها بر سرعت واکنش:

الف) حالت فیزیکی

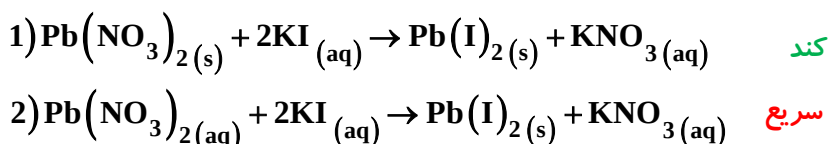
سرعت واکنش مواد در حالت **گازی** و **محلول** بیشتر از حالت **جامد** است زیرا **سطح تماس** در ذرات گازی و محلول **افزایش** می‌یابد.

مثال ۱: گاز هیدروژن فقط در **سطح ید جامد** واکنش می‌دهد در صورتی که در حالت **گازی** امکان واکنش با تک ذرات ید وجود دارد



پس سرعت واکنش **بیشتر** می‌شود.

مثال ۲: واکنش **سرب (II) نیترات** در حالت **محلول** سرعت بیشتری دارد.



**(ب) کوچک کردن اندازه ذرات**

مثال ۱: شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می‌کند؛ در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می‌شود.

مثال ۲: هنگامی که **پودر** قرص جوشان را داخل آب می‌ریزیم نسبت به حالتی که قرص جوشان را داخل آب می‌ریزیم سرعت **بیشتری** دارد.

مثال ۳: قاووت **گردی** مغذی و تهیه شده از مغز آفتابگردان، پسته و ... است. این سوغات کرمان زودتر از مغز این خوراکی‌ها فاسد می‌شود.

زیرا در قاووت **سطح تماس** با **اکسیژن** بیشتر از مغز سالم است.

مثال ۴: تراشه‌های چوب، سریع‌تر از تکه‌های چوب می‌سوزند.

✓ **هم زدن** مخلوط واکنش باعث **افزایش** سطح تماس ذرات می‌شود.

**۳- اثر غلظت واکنش‌دهنده‌ها یا مقدار واکنش‌دهنده‌ها:**

در **اغلب** واکنش‌ها، با **افزایش** غلظت واکنش‌دهنده‌ها، سرعت واکنش **افزایش** می‌یابد. زیرا با افزایش غلظت تعداد **برخوردها** بین واکنش‌دهنده‌ها بیشتر شده و در نتیجه سرعت واکنش **افزایش** می‌یابد.

مثال ۱: الیاف آهن در مجاورت **هوا** (شامل ۲۱٪ اکسیژن) روی شعله، **داغ** و **سرخ** شده اما **نمی‌سوزد**.

در حالی که الیاف آهن **داغ** و **سرخ** شده در مجاورت **اکسیژن خالص** می‌سوزد. علت این امر مربوط به **افزایش غلظت اکسیژن** در آزمایش دوم است که موجب افزایش سرعت واکنش شده است.

مثال ۲: بیمارانی که مشکلات **تنفسی** دارند در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کپسول اکسیژن دارند که غلظت اکسیژن در آن **بیشتر** از

**روش‌های تغییر غلظت:****(a) افزایش فشار**

✓ افزایش فشار بر واکنش‌دهنده‌های **گازی** سبب افزایش **غلظت** و بیشتر شدن تعداد **برخوردها** می‌شود.

✓ در واکنش‌های شیمیایی اگر حداقل یکی از واکنش‌دهنده‌ها به حالت **گازی** باشد، با افزایش **فشار** بر ظرف واکنش، ذرات **گاز** به هم

نزدیک و به نوعی غلظت ماده **افزایش** یافته است؛ در نتیجه سرعت واکنش **زیاد** خواهد شد.

✓ افزایش فشار **فقط** بر واکنش‌هایی تأثیر دارد که حداقل یکی از واکنش‌دهنده‌ها **گازی** باشد.

✓ افزایش مول‌های گازی در **فشار ثابت** بر سطح **جامد**، تأثیری بر سرعت واکنش **ندارد**.

(b) افزایش مقدار

✓ با **افزایش مقدار** یک یا چند مورد از واکنش‌دهنده‌ها تعداد برخوردهای آن‌ها با یکدیگر **افزایش** می‌یابد.

✓ برای مثال در واکنش $\text{NO(g)} + \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ با افزایش تعداد مولکول‌های **NO** سرعت واکنش بیشتر می‌شود.

(c) افزودن آب یا حلال

✓ با افزودن **آب** یا **حلال** به سامانه محلول، سرعت واکنش **کاهش** می‌یابد زیرا ذرات واکنش‌دهنده از هم **فاصله** می‌گیرند و تعداد برخوردها **کمتر** می‌شود.

۴- اثر دما بر سرعت واکنش:

✓ **همه** مولکول‌ها دارای انرژی **جنبشی** هستند و در ظرف واکنش پیوسته با یکدیگر **برخورد** می‌کنند، ولی همه برخوردهای بین مولکول‌های واکنش‌دهنده به واکنش **نمی‌انجامد**؛ زیرا همه آن‌ها **انرژی** کافی **ندارند**.

✓ با **افزایش دما**: انرژی **جنبشی** ذرات **افزایش** می‌یابد و انرژی **کافی** برای تعداد **بیشتری** از ذرات برخورد کننده فراهم می‌شود، پس در گستره زمان **کوتاه‌تری** واکنش انجام می‌شود و سرعت انجام واکنش **افزایش** می‌یابد.

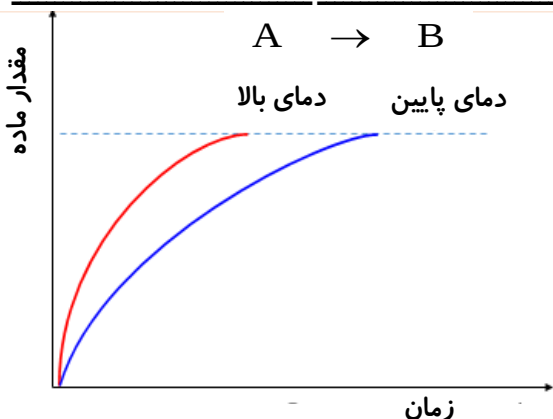
یا به عبارتی در واکنش‌های شیمیایی (گرماگیر و گرماده)، با **افزایش** دما **تعداد برخوردهای مؤثر** بین واکنش‌دهنده‌ها **زیاد** شده و سرعت واکنش را **افزایش** می‌دهد.

مثال ۱: محلول **بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات** (KMnO_4) با یک **اسید آلی** در دمای اتاق به **کندی** واکنش می‌دهد اما با **گرم** شدن محلول به سرعت **بی‌رنگ** می‌شود.



مثال ۲: شکر در آب **داغ** با سرعت **بیشتری** حل می‌شود.

مثال ۳: با نگره‌داری مواد غذایی درون **یخچال**، سرعت فرایندهای شیمیایی منجر به **فساد** آن‌ها، **کندتر** می‌شود. در حالی که **گرمای شعله** اجاق گاز سرعت فرایندهای شیمیایی منجر به پختن غذا را **افزایش** می‌دهد.



✓ با **افزایش دما**، واکنش در زمان **کمتری** به پایان می‌رسد ولی مقدار **نهایی** فرآورده در همه دماها **یکسان** خواهد بود. (در صورتی که فرآورده‌های واکنش در همه دماها یکسان باشند.)

✓ **اغلب** واکنش‌های **گرماگیر** در دماهای **بالا** انجام‌پذیر می‌شوند.

✓ تأثیر **افزایش دما** بر سرعت واکنش‌هایی که **گرماگیرتر** هستند، **بیشتر** است.

✓ بین میزان افزایش دما و سرعت واکنش رابطه **مستقیم** و **غیر خطی** وجود دارد،

مثلاً با **دو** برابر شدن دما، سرعت زیاد می‌شود ولی نه به اندازه **دو** برابر.

✓ انحلال‌پذیری **اکثر** نمک‌ها در آب با افزایش دما **بیشتر** می‌شود زیرا با افزایش دما **آنتالپی فروپاشی شبکه بلور** نمک‌ها تأمین می‌شود.

۵- اثر کاتالیزگر بر روی سرعت واکنش:

✓ **کاتالیزگرها** موادی هستند که **سرعت** واکنش‌های شیمیایی را **افزایش** می‌دهند و در پایان واکنش **بدون تغییر** باقی می‌مانند.

مثال ۱: واکنش **سوختن قند** آغشته به **خاک باغچه** سریع‌تر است زیرا در خاک باغچه **کاتالیزگر** مناسب برای این واکنش وجود دارد.

مثال ۲: برخی افراد با مصرف کلم و حبوبات دچار **نفخ** می‌شوند. زیرا **فاقد** آنزیمی هستند که آن‌ها را **کامل** و **سریع** هضم کند.

✓ **آنزیم‌ها** در بدن نقش **کاتالیزگر** را دارند. آنزیم‌ها واکنش‌های شیمیایی گوناگونی را که در سلول‌ها انجام می‌شود، **سرعت** می‌بخشند.

مثال ۳: محلول **هیدروژن پراکسید** در دمای اتاق به **کندی** تجزیه شده و گاز **اکسیژن** تولید می‌کند. در حالی که با اضافه کردن دو قطره محلول **پتاسیم یدید** (KI (aq)) به عنوان **کاتالیزگر** سرعت واکنش به طور چشمگیری **افزایش** می‌یابد. سرعت این واکنش را می‌توان با جمع آوری گاز **اکسیژن** بررسی کرد.



تجزیه هیدروژن
پراکسید **بدون**
کاتالیزگر



تجزیه هیدروژن
پراکسید **در حضور**
کاتالیزگر پتاسیم یدید

صفحه ۸۰ و ۸۱ کتاب درسی

خود را بیازمایید:

در هر یک از موارد زیر با توجه به شکل، علت اختلاف در سرعت واکنش را توضیح دهید.

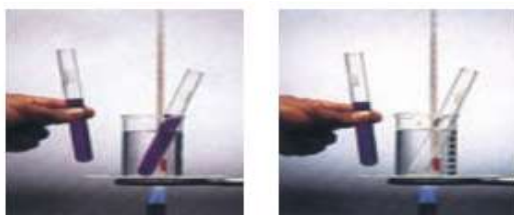
(الف) فلزهای قلیایی **سدیم** و **پتاسیم** در شرایط یکسان با آب **سرد** به شدت واکنش می‌دهند، اما سرعت واکنش‌ها **متفاوت** است.



ماهیت واکنش دهنده‌ها متفاوت بوده و واکنش‌پذیری متفاوتی دارند. هر دوی این فلزها در گروه ۱ جدول تناوبی جای دارند اما واکنش‌پذیری پتاسیم از سدیم بیشتر است زیرا در یک گروه از فلزات فعالیت شیمیایی از بالا به پایین افزایش می‌یابد بنابراین شدت واکنش آن و در نتیجه سرعت واکنش آن با آب نیز بیشتر است.



(ب) شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می‌کند؛ در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می‌شود.
سطح تماس گرد آهن با شعله و اکسیژن هنگامی که بر روی شعله پاشیده می‌شود، بیشتر از زمانی است که در کپسول چینی قرار دارد. افزایش سطح تماس موجب افزایش سرعت واکنش می‌شود.



(پ) محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد، اما با گرم شدن، محلول به سرعت بی‌رنگ می‌شود.
با افزایش دما سرعت واکنش بیشتر می‌شود.



(ت) الیاف آهن داغ و سرخ شده در هوا نمی‌سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد.
غلظت اکسیژن در ارلن بیشتر است. معمولاً با افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها، سرعت واکنش نیز بیشتر خواهد شد.



(ث) محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌کند، در حالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد.
پتاسیم یدید نقش کاتالیزگر را داشته و سبب افزایش سرعت واکنش خواهد شد. با افزایش سرعت تجزیه هیدروژن پراکسید، سرعت تولید گاز اکسیژن نیز بیشتر می‌شود.

۱- کدام یک از عوامل زیر باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود؟

* کاهش دما * افزایش فشار در واکنش‌های گازی * افزایش سطح تماس

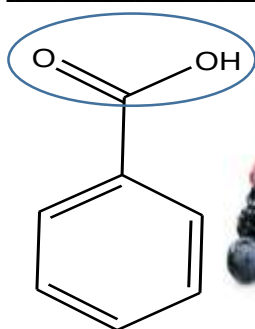
۲- عامل موثر بر هر عبارت ستون (۱) را از ستون (۲) انتخاب کنید.

ستون (۲)	ستون (۱)
(a) غلظت	۱) سرعت واکنش سدیم و پتاسیم با آب متفاوت است.
(b) ماهیت مواد	۲) آغشتن یک جبه قند به خاک باغچه، باعث افزایش سرعت سوختن می‌شود.
(c) کاتالیزگر	۳) توری فولادی در ارلن پر از اکسیژن به سرعت شعله‌ور می‌شود.
(d) سطح تماس	۴) خرده‌های چوب سریع‌تر از یک تکه چوب قطور شعله‌ور می‌شود.
(e) دما	

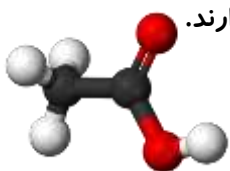
پیوند با صنعت (بازدارنده‌ها)

- ✓ با زیاد شدن جمعیت و گرایش مردم به شهرنشینی، روش سنتی تهیه غذا، دیگر پاسخگوی نیازها نبود. در چنین شرایطی **ذخیره‌سازی** و **صادرات** غذا به عنوان **صنعتی نو**، خودنمایی کرد.
- ✓ صنعت **ذخیره‌سازی** و **صادرات** غذا با کمک فناوری‌هایی مانند **بسته‌بندی**، **کنسروسازی**، **انجماد** و ... به سرعت گسترش یافت.
- ✓ **افزایش** زمان ماندگاری و **کیفیت** مواد غذایی هنوز شرکت‌های صنایع غذایی را با **چالش‌هایی** روبه‌رو می‌کند.
- ✓ استفاده از مواد **شیمیایی** با ویژگی‌های **خاص** به عنوان **افزودنی‌ها** سبب افزایش زمان **ماندگاری** و **کیفیت** مواد غذایی شد.
- ✓ **افزودنی‌ها**، مواد شیمیایی مانند **نگهدارنده**، **رنگ‌دهنده**، **طعم‌دهنده** و ... هستند که به صورت **هدفمند** به مواد خوراکی یا غذاها افزوده می‌شوند.
- ✓ **نگهدارنده‌ها**، سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به **فساد** ماده غذایی می‌شود را **کاهش** می‌دهند.
- ✓ یکی از این مواد، **بنزوئیک اسید** است که در **تمشک** و **توت فرنگی** وجود دارد و منشأ **طبیعی** دارد.

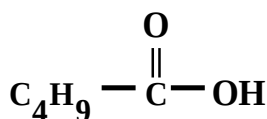
بنزوئیک اسید:



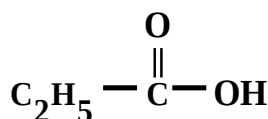
- ✓ دارای گروه عاملی **اسیدی** (COOH^-) و یک **کربوکسیلیک اسید آروماتیک** است.
- ✓ فرمول مولکولی آن $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ می‌باشد.
- ✓ تعداد پیوند کووالانسی آن برابر 19 و تعداد پیوند ساده در آن برابر 11 می‌باشد.
- ✓ تعداد جفت الکترون ناپیوندی در آن برابر 4 جفت است.
- ✓ در **تمشک** و **توت فرنگی** وجود دارد.
- ✓ هم خانواده آن **اتانوئیک اسید** (استیک اسید با فرمول CH_3COOH) یا **جوهر سرکه** است، که **آشناترین** عضو این خانواده است.



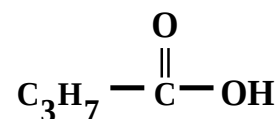
- ✓ کربوکسیلیک اسیدها خانواده‌ای از ترکیبات آلی هستند که **حداقل** یک گروه عاملی کربوکسیل (COOH^-) دارند.
- ✓ کربوکسیلیک اسیدها به دلیل داشتن گروه عاملی **کربوکسیل** (COOH^-) دارای خاصیت **اسیدی** هستند.
- ✓ **تمامی** کربوکسیلیک اسیدها، اسیدهای **ضعیفی** هستند.
- ✓ ساده‌ترین عضو این خانواده، **متانوئیک اسید** (فرمیک اسید) و معروف‌ترین عضو خانواده آن، **اتانوئیک اسید** (استیک اسید) می‌باشد.
- ✓ **سرکه خوراکی** با خاصیت اسیدی **ملایم** به عنوان **چاشنی** در غذاها مصرف می‌شود و محلول 5% جرمی **استیک اسید** در آب است.
- ✓ برای نامگذاری **کربوکسیلیک اسیدهای** راست زنجیر کافی است که نام **آلکان** هم کربن با آن‌ها را به «**اوئیک اسید**» ختم کنیم:



پنتانوئیک اسید



پروپانوئیک اسید

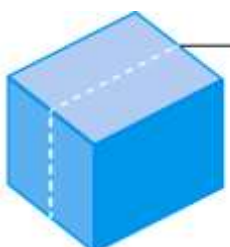


بوتانوئیک اسید

- ✓ کربوکسیلیک اسیدها به دلیل داشتن **H** متصل به **O** در گروه کربوکسیل (COOH^-) می‌توانند با خود و مولکول آب، پیوند **هیدروژنی** تشکیل دهند.
- ✓ بنزآلدهید ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$) را با بنزوئیک اسید ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) اشتباه نگیرید.

صفحه ۸۲ کتاب درسی

پیوند با ریاضی:



یک تکه زغال چوب به شکل مکعب با طول ضلع ۲ cm در نظر بگیرید. حجم این تکه زغال برابر با 8 cm^3 ، در حالی که مساحت کل آن برابر با 24 cm^2 (چرا)؟

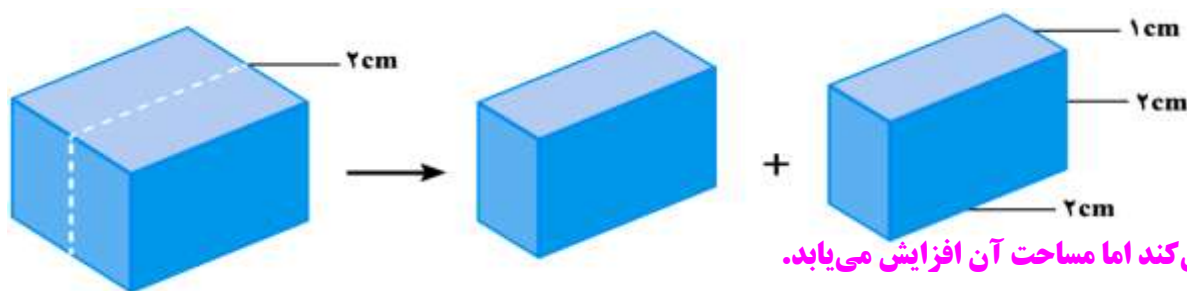
$$V = a^3 = 2^3 = 8 \text{ cm}^3$$

$$S = 6a^2 = 6 \times (2)^2 = 24 \text{ cm}^2$$

(۱) کدام کمیت (حجم یا مساحت کل)، سطح تماس این تکه زغال را با شعله هنگام سوختن نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.

واکنش در سطح ذغال که در تماس با اکسیژن است رخ می‌دهد.

(۲) اگر این مکعب از وسط یک ضلع برش بخورد و به دو مکعب مستطیل تقسیم شود، حساب کنید حجم زغال و سطح تماس آن چه تغییری می‌کند؟



حجم آن تغییری نمی‌کند اما مساحت آن افزایش می‌یابد.

$$V = a^3 = 2^3 = 8 \text{ cm}^3$$

$$S = 4(2 \times 1) + 2(2 \times 2) = 16 \text{ cm}^2 \Rightarrow S_t = 16 \times 2 = 32 \text{ cm}^2$$

(۳) بر اساس تحلیل خود از پرسش‌های بالا، علت تفاوت در سرعت واکنش سوختن تکه زغال با گرد آن را توضیح دهید.

با برش ذغال در حجم ثابت، نسبت سطح به حجم افزایش می‌یابد. گرد ذغال دارای سطح تماس بیشتری است. بنابراین دارای واکنش‌پذیری شیمیایی بیشتری است.

سینتیک شیمیایی

✓ **واکنش‌های شیمیایی** در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه با سرعت‌های **متفاوتی** انجام می‌شوند.

واکنش‌های طبیعی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

(۱) واکنش‌های **مطلوب و مفید**: مانند **گوارش، تنفس، تهیه دارو و تولید فراورده‌های صنعتی مفید و ضروری**

✓ شیمی‌دان‌ها به دنبال **سرعت بخشیدن** به واکنش‌هایی هستند که بتوانند فراورده‌های گوناگونی با صرفه **اقتصادی** تولید کنند.

(۲) واکنش‌های **ناخواسته** یا **مضر**: مانند **خوردگی فلزات، تولید آلاینده‌ها، زرد و پوسیده شدن کاغذ**

✓ شیمی‌دان‌ها در پی یافتن راه‌هایی برای **کاهش سرعت** یا **توقف** واکنش‌های ناخواسته‌اند.

سینتیک شیمیایی: شاخه‌ای از علم شیمی است که درباره **شرایط و چگونگی** انجام واکنش‌های شیمیایی و **عوامل مؤثر** بر **سرعت** آنها گفت‌وگو می‌کند.

سرعت تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده در واکنش از دیدگاه کمی

✓ **سرعت واکنش** در پژوهش‌های علمی، فناوری‌های نو، تولید فراورده‌های دارویی و ... آن چنان اهمیت دارد که باید با **دقت** اندازه‌گیری و گزارش شود. به دیگر سخن **مقایسه دقیق** میان سرعت واکنش‌ها هنگامی از **صحت و اعتبار علمی** برخوردار است که به شکل **کمی** بیان شود.

✓ در یک واکنش شیمیایی با **گذشت زمان**، واکنش‌دهنده‌ها **مصرف** و فراورده‌ها **تولید** می‌شوند، آهنگ مصرف و واکنش دهنده‌ها و تولید فراورده‌ها را در **بازه‌ای** از زمان **قابل** اندازه‌گیری است.

✓ **سرعت مصرف** یا **تولید** یک ماده شرکت‌کننده در واکنش در **گستره زمانی** قابل اندازه‌گیری را **سرعت متوسط** آن ماده می‌گویند و آن را **سرعت متوسط** می‌نامند و با $\bar{R}$ نمایش می‌دهند. از اینرو $\bar{R}(A)$ سرعت متوسط **تولید** یا **مصرف** ماده A را نشان می‌دهد.

✓ با اندازه‌گیری کمیت‌هایی مانند **حجم، غلظت، فشار، تغییر رنگ** و ... می‌توان **سرعت متوسط** یک واکنش را در **دمای معین** به دست آورد.

✓ برای تعیین سرعت **مصرف** نوعی رنگ غذا به آن **مایع سفید کننده** اضافه می‌کنند و زمان را تا از **بین رفتن رنگ** آن اندازه‌گیری می‌کنند. با توجه به زمان از **بین رفتن رنگ محلول** پیشرفت واکنش را ملاحظه نمود.

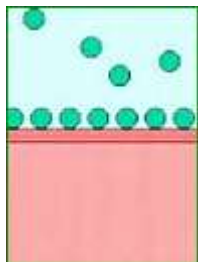




✓ هنگام وارد کردن یک تیغه **روی** درون محلول **آبی رنگ مس (II) سولفات** به دلیل واکنش پذیری بیشتر **روی** از **مس** یک واکنش جابجایی یگانه اتفاق می افتد که رفته رفته فلز روی بصورت یون Zn^{2+} وارد محلول شده و جرم تیغه **روی کم** می شود. یون مس نیز بصورت فلز **قرمز رنگ** ($Cu(s)$) بر روی تیغه می نشیند و به دلیل تبدیل Cu^{2+} به ($Cu(s)$)، محلول **بی رنگ** می شود. بنابراین با توجه به این تغییرات ظاهری می گوئیم واکنش پیشرفت خوبی داشته است.



تغییرات سرعت واکنش با گذشت زمان



- ✓ سرعت **اغلب** واکنش ها هم نسبت به واکنش دهنده و هم نسبت به فراورده **کاهش** می یابد.
- ✓ واکنش هایی که در **سطح** یک **جامد** یا **مایع** انجام می شود **معمولاً** سرعت ثابتی دارند.
- ✓ برخی از واکنش ها با گذشت زمان سرعت **بیشتری** پیدا می کنند که **دو** حالت دارد:
 - ۱- در آغاز واکنش انرژی اولیه زیادی نیاز دارند ولی **گرماده** هستند و با گرمای آزاد شده **سرعت** می گیرند.
 - ۲- در واکنش یکی از فراورده ها نقش **کاتالیزگر** دارد.

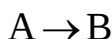
سرعت متوسط واکنش ($\bar{R}$) بر حسب تغییرات مول:

- ✓ در **ابتدای** واکنش غلظت مواد واکنش دهنده **بیشتر** از حالت **انتهایی واکنش** است، بنابراین سرعت واکنش در ابتدای **اغلب** واکنش ها **بیشتر** است و رفته رفته **کاهش** می یابد، پس سرعت را در یک **بازه زمانی معین** محاسبه می کنند که به آن **سرعت متوسط** می گویند.
- ✓ **سرعت واکنش** در شیمی کمی **تجربی** و همواره **مثبت (+)** است یعنی با کمک **آزمایش** مقدار آن محاسبه می شود.
- ✓ اگر یک واکنش یا تغییر شیمیایی **ویژگی قابل اندازه گیری** نداشته باشد، **نمی توان** برای آن سرعت متوسط تعریف کرد.
- ✓ رابطه سرعت به دو صورت زیر نوشته می شود.

$$(1) \text{ بر حسب فراورده: } R_{\text{فراورده}} = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1} \quad : \quad n_2 - n_1 = \Delta n > 0$$

$$(2) \text{ بر حسب واکنش دهنده: } R_{\text{واکنش دهنده}} = - \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1} \quad : \quad n_2 - n_1 = \Delta n < 0$$

- ✓ از آنجا که مواد واکنش دهنده **مصرف** می شوند، و مقدار نهایی آنها **کمتر** از مقدار اولیه است، تغییر کمیت های مختلف برای آنها **منفی** است؛ برای اینکه سرعت **منفی** نباشد، یک علامت **منفی** در کنار تغییر کمیت های مربوط به محاسبه سرعت واکنش دهنده ها قرار می دهیم.



مثال:

$$A \quad \bar{R}(A) = \frac{-\Delta n_A}{\Delta t} \quad \text{سرعت متوسط مصرف A}$$

$$B \quad \bar{R}(B) = \frac{+\Delta n_B}{\Delta t} \quad \text{سرعت متوسط تولید B}$$

- ✓ اگر سرعت واکنش را بر حسب **تغییرات مول** بیان کنیم، یکای سرعت برابر **مول بر ثانیه** ($\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$) یا (دقیقه و ساعت) خواهد بود. بنابراین یکای سرعت بر حسب فرمول های داده شده ($\text{mol} \cdot \text{زمان}$) است.
- ✓ یکای زمان معمولاً ثانیه، دقیقه و ساعت است، هرچه **سرعت** یک واکنش **بیشتر** باشد یکای زمان را **کوچک تر** انتخاب می کنند.

سرعت واکنش بر حسب تغییرات غلظت مولی مواد

✓ در مواردی که مواد در حالت **گازی** یا **محلول** هستند می توان سرعت را بر حسب **تغییرات غلظت مولی** در واحد زمان بیان کرد که در این صورت غلظت مولی یک ماده را با قرار دادن **فرمول** آن ماده در داخل **کروشه** نمایش می دهند. مثال: $[A]$ یعنی غلظت مولار A. مثال:

$$A \quad \bar{R}(A) = \frac{-\Delta[A]}{\Delta t} \quad \text{سرعت متوسط مصرف A}$$

$$B \quad \bar{R}(B) = \frac{+\Delta[B]}{\Delta t} \quad \text{سرعت متوسط تولید B}$$

✓ اگر سرعت واکنش را بر حسب **تغییرات غلظت** مواد بیان کنیم، یکای سرعت **مول بر لیتر بر ثانیه** ($\text{mol.L}^{-1}.\text{S}^{-1}$) (دقیقه یا ساعت) خواهد بود. بنابراین یکای سرعت بر حسب فرمول های داده شده ($\text{mol.L}^{-1}.\text{زمان}$) است.

✓ در مورد مواد **گازی** می توان سرعت واکنش را بر حسب **تغییر حجم گاز** در واحد زمان بیان کرد. با توجه به تبدیل حجم گاز به مول در شرایط استاندارد می توان آن را بر حسب **مول** نیز بیان نمود. ($1\text{mol gas} = 22/4 \text{ L gas}$)

جمع بندی:

$$\bar{R}_g = \frac{\Delta n_g}{\Delta t} = \frac{\Delta [g]}{\Delta t} = \frac{\Delta V_g}{\Delta t} = \frac{\Delta P_g}{\Delta t} \quad \text{برای مواد گازی (g) فرمول های سرعت متداول عبارتند از :}$$

$$\bar{R}_{aq} = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{\Delta []}{\Delta t} \quad \text{برای مواد محلول (aq) فرمول های سرعت متداول عبارتند از :}$$

$$\bar{R}_{sl} = \frac{\Delta n}{\Delta t} \quad \text{برای مواد جامد (s) و مایع خالص (l) فرمول سرعت متداول عبارتست از :}$$

بیشتر بدانید: برای مواد **جامد** یا **مایع خالص** نمی توان از **تغییرات غلظت** برای محاسبه سرعت استفاده کرد؛ زیرا **غلظت مولی** مواد **جامد** و **مایع خالص**، از تقسیم **چگالی** آنها بر **جرم مولیشان** به دست می آید و از آنجا که این دو کمیت **عددهای ثابتی** هستند؛ غلظت مولی این مواد در طول زمان **ثابت** است :

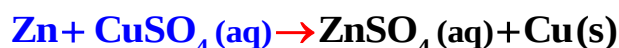
$$\text{غلظت مولی (جامد یا مایع خالص)} = \frac{\text{چگالی}}{\text{جرم مولی}} = \frac{d}{m} = \frac{(g/L)}{(g/mol)} = \frac{\text{mol}}{L}$$

خود را بیازمایید: صفحه ۸۴ کتاب درسی

(۱) آهنگ مصرف رنگ غذا را بر حسب مول بر دقیقه را با شرایط داده شده محاسبه کنید؟ (زمان ۵ دقیقه و تغییرات مول ۰/۰۵ مول)

$$\bar{R} = \frac{-\Delta n}{\Delta t} = \frac{-(0-0/05)\text{mol}}{5\text{min}} = 0/01\text{mol.min}^{-1}$$

(۲) دانش آموزی درون یک محلول محتوی ۰/۰۳ مول مس (II) سولفات، تیغه ای از جنس روی قرار داده است. شکل زیر پیشرفت واکنش Zn(s) با CuSO₄(aq) را در این آزمایش نشان می دهد، با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید.



الف) واکنش پذیری فلز روی را با مس مقایسه کنید.

واکنش پذیری فلز روی بیشتر از مس است چون فلز روی توانسته جایگزین مس در ترکیب آن شود.

ب) با گذشت زمان مقدار Cu(s) و Cu²⁺(aq) چه تغییری می کند؟ چرا؟

مقدار Cu²⁺ کاهش پیدا می کند چون رنگ محلول که حاوی Cu²⁺ کم رنگ می شود و مقدار Cu افزایش می یابد چون مقدار رسوب مس قرمز روی تیغه افزایش پیدا می کند.

پ) اگر شمار مول‌های مصرف شده از هر واکنش دهنده در واحد زمان بیانگر سرعت مصرف آن باشد، سرعت مصرف $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ را بر حسب

$$\bar{R} = \frac{-\Delta n}{\Delta t} = \frac{-(0-0.03)\text{mol}}{2\text{ h}} \times \frac{1\text{ h}}{60\text{ min}} = 2.5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

mol min^{-1} حساب کنید.

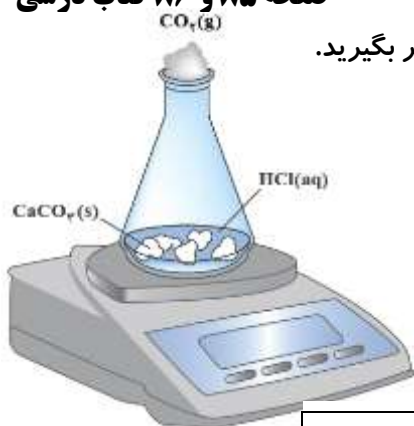
صفحه ۸۵ و ۸۶ کتاب درسی

با هم بیندیشیم :

۱) واکنش کلسیم کربنات را با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق مطابق شکل زیر در نظر بگیرید.



✓ این واکنش در ابتدا از نوع جابجایی **دوگانه** و سپس انجام یک واکنش **تجزیه** می‌باشد.



جدول زیر، جرم مخلوط واکنش را بر حسب زمان برای این آزمایش نشان می‌دهد. با توجه به

داده‌های جدول، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید:

زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰
جرم کربن دی اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸	۱/۴۸

الف) چرا با گذشت زمان از جرم مخلوط واکنش کاسته می‌شود؟

چون با گذشت زمان مقداری CO_2 تولید شده از داخل ظرف خارج می‌شود.

ب) با گذشت زمان جرم گاز آزاد شده چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

زیاد می‌شود زیرا واکنش دهنده‌ها با گذشت زمان کمتر شده و فراورده بیشتری تولید می‌کند که یکی از فراورده‌ها CO_2 است.

پ) در چه زمانی واکنش به پایان می‌رسد؟ چرا؟ **در ثانیه ۵۰ چون از آن به بعد مقدار مواد تغییر نمی‌کند.**

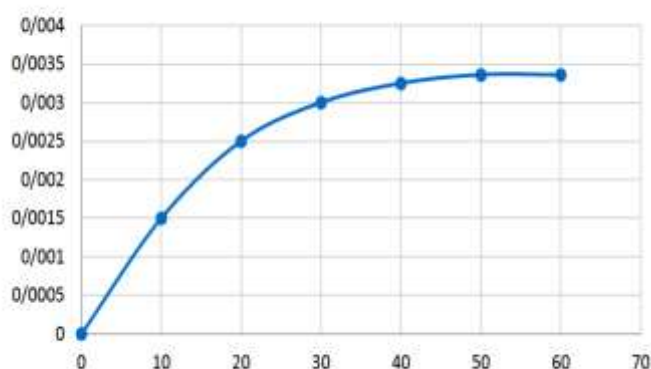
۲) جدول زیر را کامل کنید ($1 \text{ mol CO}_2 = 44\text{g}$)

زمان (s)	$n(\text{CO}_2)$, (mol)	$\Delta n(\text{CO}_2)$, (mol)	$\bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t}$, ($\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$)
۰	۰	–	–
۱۰	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-3}$
۲۰	$2/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-3}$
۳۰	$3/50 \times 10^{-2}$	$2/50 \times 10^{-2}$	$2/50 \times 10^{-3}$
۴۰	$3/25 \times 10^{-2}$	$2/50 \times 10^{-2}$	$2/50 \times 10^{-3}$
۵۰	$3/36 \times 10^{-2}$	$1/10 \times 10^{-2}$	$1/10 \times 10^{-3}$

۳) نمودار مول-زمان را برای گاز CO_2 بر روی کاغذ میلی‌متری زیر رسم کنید.

۳

نمودار مول - زمان

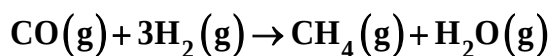


زمان (S)

(۴) سرعت متوسط تولید CO_2 با گذشت زمان چه تغییری می کند؟ چرا؟ **کاهش پیدا می کند زیرا تغییرات غلظت CO_2 کم می شود.**

(۵) آزمایش نشان می دهد که نمودار مول-زمان برای هر سه فراورده در واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید از هر لحاظ یکسان است. چرا؟ **چون ضرایب واکنش هر سه فراورده یکسان است یعنی میزان سرعت متوسط تولید هر سه برابر است.**

مثال: اگر در مدت ۲۰ ثانیه ۸۰ گرم متان از واکنش زیر تولید شده باشد، سرعت متوسط تولید گاز متان چند مول بر ثانیه است؟



$$\text{mol}_{\text{CH}_4} = \frac{80\text{g}}{16} = 5 \text{ mol} \Rightarrow R = \frac{5-0}{20-0} = 0.25 \text{ mol/S}$$

مثال ۲: داده های جدول زیر مربوط به بخشی از انجام واکنش است با توجه به آن به پرسش ها پاسخ دهید:

زمان(min)	A(L)
۲۰	۰/۵۶
۴۰	۱/۱۲
۶۰	۱/۴

الف) ماده A واکنش دهنده است یا فراورده؟ چرا؟

ماده A فراورده است زیرا با گذشت زمان مقدار آن بیشتر شده است.

ب) سرعت تغییرات مقدار A را در محدوده زمانی ۲۰ تا ۴۰ و ۴۰ تا ۶۰ بر حسب مول بر دقیقه در شرایط STP به دست آورید.

در ابتدا داده ها به مول تبدیل می شود و سپس طبق فرمول، سرعت محاسبه می گردد.

$$\text{molA}_{20} = \frac{0/56\text{L}}{22/4\text{L}} = 0/025 \text{ mol}$$

$$\text{molA}_{40} = \frac{1/12\text{L}}{22/4\text{L}} = 0/05 \text{ mol}$$

$$\text{molA}_{60} = \frac{1/4\text{L}}{22/4\text{L}} = 0/0625 \text{ mol}$$

زمان (s)	A (L)	A(mol)	سرعت (mol/min)
۲۰	۰/۵۶	۰/۰۲۵	۰
۴۰	۱/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۷۵
۶۰	۱/۴	۰/۰۶۲۵	۰/۰۳۷۵

ج) با گذشت زمان سرعت چه تغییری می کند؟ چرا؟ **کاهش پیدا می کند زیرا تغییرات حجم ماده A کم می شود.**

مسائل سرعت مربوط به یک ماده :

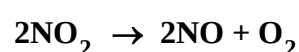
در مورد حل مسائل مربوط به سرعت، اگر اطلاعاتی که مسئله داده بود مربوط به یک ماده باشد و سرعت مربوط به همان ماده، خواسته شود، نیازی به نوشتن معادله واکنش و موازنه آن نیست، بلکه با توجه به تغییرات توضیح داده شده در سوال، سرعت آن ماده قابل محاسبه است.

مثال : در واکنش $2\text{A} + \text{B} \rightarrow 2\text{C} + 2\text{D}$ پس از گذشت ۲ دقیقه، تعداد مول های A از ۲/۱ به ۱/۲ مول کاهش یافته است سرعت مصرف ماده A چند مول بر ثانیه است؟

$$\Delta n = 1/2 - 2/1 = -0/9 \text{ mol}$$

$$R_A = -\frac{(-0/9) \text{ mol}}{2 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ S}} = 0/0075 \text{ mol.S}^{-1} = 7/5 \times 10^{-3} \text{ mol.S}^{-1}$$

مثال : اگر در تجزیه ۴/۵ مول NO_2 مطابق واکنش زیر، بر اثر گرما، پس از ۱۰ ثانیه ۱۳۸ گرم از آن باقی مانده باشد، سرعت متوسط مصرف NO_2 ، برابر چند مول، بر ثانیه است؟



$$N=14, O=16 \text{ g. mol}^{-1}$$

$$\Delta n = 3 - 4/5 = -1/5 \text{ mol}$$

$$138 \text{ g NO}_2 \times \frac{1 \text{ mol NO}_2}{46 \text{ g NO}_2} = 3 \text{ mol NO}_2$$

$$R_{\text{NO}_2} = -\frac{(-1/5) \text{ mol}}{10 \text{ S}} = 0/15 \text{ mol.S}^{-1}$$

مثال : هر گاه مطابق واکنش $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ ، در طی مدت ۵ دقیقه، مقدار ۶۸ گرم آمونیاک تولید شده باشد، سرعت متوسط تولید NH_3 بر حسب مول بر ثانیه تقریباً کدام است؟ ($N=14$, $H=1 \text{ g.mol}^{-1}$)

$$0/043 \text{ (4)} \quad 0/033 \text{ (3)} \quad 0/023 \text{ (2)} \quad 0/013 \text{ (1)}$$

$$68 \text{ g NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol NH}_3}{17 \text{ g NH}_3} = 4 \text{ mol NH}_3 \Rightarrow R_{\text{NH}_3} = \frac{4 \text{ mol NH}_3}{5 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ S}} = 0/013 \text{ mol.S}^{-1}$$

مثال : اگر ۸/۳۴ گرم PCl_5 را در ظرفی گرما دهیم و پس از گذشت ۲۰ ثانیه، ۲۵ درصد آن تجزیه شده باشد؛ سرعت مصرف این گاز بر

حسب مول بر دقیقه کدام است؟ ($\text{P}=31$, $\text{Cl}=35/5 \text{ g.mol}^{-1}$) (ریاضی ۸۷)

0/02(1 0/04(3 0/03(2 0/05(4

$$8/34 \text{ g} \times \frac{25}{100} = 2/085 \text{ g}$$

$$2/085 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol PCl}_5}{208/5 \text{ g PCl}_5} = 0/01 \text{ mol PCl}_5$$

$$R_{\text{PCl}_5} = - \frac{(-0/01) \text{ mol PCl}_5}{20 \text{ s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 0/03 \text{ mol.min}^{-1}$$

مثال : در یک پالایشگاه، که شامل ۲۱۹۰۰۰ تن تأسیسات آهنی است، سالانه ۵٪ از فلز به کار رفته در آن در اثر خوردگی از بین می‌رود. سرعت متوسط مصرف فلز آهن در این پالایشگاه چند تن در روز است؟ (هر سال را برابر ۳۶۵ روز در نظر بگیرید.) (ریاضی ۹۸ خارج)

۳۰ (۱) ۳۵ (۲) ۴۰ (۳) ۴۵ (۴)

$$219000 \text{ ton} \times 0/05 = 10950 \text{ ton} \Rightarrow \frac{10950 \text{ ton}}{365} = 30 \text{ ton}$$

مسائل سرعت مربوط به یک واکنش

✓ در حالتی که اطلاعات مربوط به **یک ماده** را داریم (تغییرات مقدار یا سرعت متوسط آن) و می‌خواهیم سرعت یا تغییرات **ماده دیگری** را در **همان** واکنش بدست آوریم، باید از معادله موازنه شده کمک بگیریم.

✓ به طور کلی، سرعت را می‌توان در یک واکنش برای مصرف مواد، تولید مواد یا حتی برای کل واکنش بدست آورد.

✓ رابطه بین سرعت‌ها به صورت مقابل است : $aA + bB \rightarrow cC + dD \Rightarrow \bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_A}{a} = \frac{\bar{R}_B}{b} = \frac{\bar{R}_C}{c} = \frac{\bar{R}_D}{d}$

✓ طبق رابطه بالا ماده‌ای که ضریب **بزرگ‌تری** دارد، تغییرات مقداری **بیشتر** و در نتیجه **سرعت** تولید یا مصرف آن نیز **بیشتر** است.

✓ برای بدست آوردن **سرعت متوسط کلی واکنش** کفایت سرعت هر ماده را به **ضریب استوکیومتری** آن در معادله موازنه شده تقسیم کنیم.

✓ **نسبت** سرعت‌ها برای **دو ماده** برابر نسبت ضرایب استوکیومتری در واکنش موازنه شده است (یعنی اگر ضریب استوکیومتری ماده‌ای ۲ برابر ماده دیگر بود، سرعت متوسط تولید یا مصرف آن نیز ۲ برابر آن ماده دیگر است.)

مثال : در واکنش زیر، سرعت تولید یا مصرف کدام ماده، بر حسب $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ کمترین مقدار است؟ (واکنش موازنه نشده است.)



KNO_3 (۱) K_2O (۲) N_2 (۳) O_2 (۴)

با توجه به ضرایب استوکیومتری در معادله موازنه شده سرعت تولید N_2 از سایر مواد کمتر است.

توجه : برای K_2O چون این ماده بصورت جامد است برای آن غلظت مولی و در نتیجه رابطه $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ تعریف نمی‌شود.

مثال : مطابق واکنش $A(\text{g}) \rightarrow 2B(\text{g}) + 3C(\text{g})$ ، در ظرفی در بسته مقداری ماده A را حرارت می‌دهیم تا تجزیه شود، کدام گزینه درست است؟

(۱) با گذشت زمان سرعت متوسط تولید C افزایش می‌یابد.

(۲) غلظت B در هر لحظه دو برابر غلظت A است.

(۳) سرعت تولید C برحسب مولار بر ثانیه از سایر اجزای واکنش کمتر است.

(۴) در هر لحظه سرعت مصرف A، نصف سرعت تولید B است.

مثال : با توجه به رابطه بین سرعت‌های مواد گازی که در حالت‌های زیر داده شده است، معادله شیمیایی موازنه شده آن واکنش را بنویسید.

$$\bar{R}_{\text{واکنش}}(\text{الف}) = -\frac{1}{2} \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} = \frac{1}{4} \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[\text{O}_2]}{\Delta t}$$

$$\bar{R}_{\text{واکنش}}(\text{ب}) = \frac{1}{3} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{\Delta[C]}{\Delta t}$$

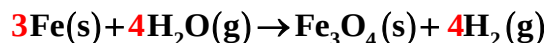
مثال : با توجه به این که سرعت متوسط تولید گاز هیدروژن در واکنش: $\text{Fe(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4\text{(s)} + \text{H}_2\text{(g)}$ (معادله موازنه شود)، در دمای آزمایش برابر 2×10^{-2} مول بر ثانیه است، کدام مطلب، نادرست است؟ (تجربی ۹۸ خارج)

(۱) در هر ثانیه، ۰/۱۵ مول Fe(s) مصرف می‌شود.

(۲) در هر دقیقه، ۰/۳ مول $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{(s)}$ تولید می‌شود.

(۳) سرعت متوسط مصرف $\text{H}_2\text{O(g)}$ ، برابر 0.2 mol.s^{-1} است.

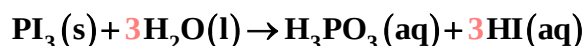
(۴) سرعت متوسط واکنش، برابر سرعت متوسط تولید $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{(s)}$ است.



$$\bar{R}_{\text{Fe}} = \frac{3}{4} \bar{R}_{\text{H}_2} = \frac{3}{4} \times 2 \times 10^{-2} = 1.5 \times 10^{-2}$$

مثال : در واکنش: $\text{PI}_3\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_3\text{(aq)} + 3\text{HI(aq)}$ (معادله موازنه شود)، اگر مقدار آغازین $\text{PI}_3\text{(s)}$ برابر ۲۰/۶ گرم درون یک لیتر آب بوده و پس از دو دقیقه به ۴/۱۲ گرم برسد، سرعت متوسط مصرف این ماده به تقریب به چند مول بر ثانیه و غلظت HI(aq) به چند مول بر لیتر می‌رسد؟ ($I = 127 \text{ g.mol}^{-1}$ و $P = 31$ ؛ از تغییر حجم صرف نظر شود). (ریاضی ۹۸)

1) 0/12, $3/3 \times 10^{-4}$ 2) 0/08, $3/3 \times 10^{-4}$ 3) 0/12, $6/67 \times 10^{-4}$ 4) 0/08, $6/67 \times 10^{-4}$



$$\Delta m = 4/12 \text{ g} - 20/6 \text{ g} = -16/48 \text{ g}$$

$$\text{mol PI}_3 = 16/48 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol PI}_3}{412 \text{ g PI}_3} = 0/04 \text{ mol PI}_3 \Rightarrow R_{\text{PI}_3} = -\frac{(-0/04) \text{ mol PI}_3}{2 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 3/3 \times 10^{-4} \text{ mol.s}^{-1}$$

$$\frac{\bar{R}_{\text{HI}}}{\bar{R}_{\text{PI}_3}} = \frac{3}{1} \Rightarrow \bar{R}_{\text{HI}} = 3\bar{R}_{\text{PI}_3} = 3(3/3 \times 10^{-4}) = 9/9 \times 10^{-4}$$

$$9/9 \times 10^{-4} = \frac{\Delta n}{120 \text{ s}} \Rightarrow \Delta n \approx 0/12 \text{ mol HI}$$

تغییر غلظت H_2O_2 نسبت به زمان در آزمایش تجزیه آن، مطابق داده‌های زیر بدست آمده است: $2\text{H}_2\text{O}_2\text{(aq)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O(l)} + \text{O}_2\text{(g)}$ (تجربی ۹۹)

نسبت سرعت متوسط در دو ثانیه چهارم واکنش به سرعت متوسط در ده ثانیه آخر ثبت شده در جدول، کدام است؟

t(s)	.	۲/۰	۶/۰	۸/۰	۱۰/۰	۲۰/۰
$[\text{H}_2\text{O}_2](\text{mol L}^{-1})$	۰/۰۵۰۰	۰/۰۴۴۸	۰/۰۳۰۰	۰/۰۲۴۶	۰/۰۲۰۹	۰/۰۰۸۴

۲/۱۰ (۴)

۲/۰۴ (۳)

۱/۸۱ (۲)

۱/۶۴ (۱)

محاسبه سرعت متوسط واکنش در دو ثانیه چهارم (ثانیه ۶ تا ثانیه ۸) و ۱۰ ثانیه آخر

$$\bar{R}_{\text{H}_2\text{O}_2} = -\frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}_2]}{\Delta t} = -\frac{(-0/0051) \text{ mol}}{2 \text{ s}} = 2/55 \times 10^{-3}$$

$$\frac{2/55 \times 10^{-3}}{1/25 \times 10^{-3}} = 2/04$$

$$\bar{R}_{\text{H}_2\text{O}_2} = -\frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}_2]}{\Delta t} = -\frac{(-0/0125) \text{ mol}}{10 \text{ s}} = 1/25 \times 10^{-3}$$

مسائل سرعت (بدست آوردن مقدار اولیه یا نهایی)

زمانی که می‌خواهیم سرعت مصرف یا تولید شدن ماده‌ای را بدست آوریم، تغییرات مول (مولار یا حجم گاز) آن ماده را در رابطه وارد می‌کنیم؛ $\bar{R}_A = \frac{(\Delta[A] \text{ or } \Delta n_A \text{ or } \Delta V_A)}{\Delta t}$. در برخی مسائل فقط مقدار اولیه یا فقط مقدار باقی‌مانده (نهایی) به همراه زمان داده می‌شود (سرعت تولید یا مصرف مشخص نیست) و دیگری مجهول است که در این صورت نمی‌توان از رابطه بالا برای آن ماده استفاده نمود.

راه حل این مسائل این است که در سوال به دنبال ماده‌ای باشیم که سرعت آن مشخص است یا مقدار اولیه و نهایی آن هر دو مشخص باشد؛

مانند فرآورده‌ای که ابتدا مقدارش صفر بوده و حالا مقداری تولید شده تا بتوانیم به راحتی سرعت آن را محاسبه و به کمک معادله واکنش، سرعت متوسط تولید یا مصرف شدن مواد دیگر را بدست آوریم:

مثال: اگر در دمای معین، در واکنش فرضی $AB_2(g) \Rightarrow A(g) + B_2(g)$ هر نیم ساعت، ۱۰ درصد مقدار اولیه واکنش دهنده مصرف شود و همین واکنش در مجاورت کاتالیزگر مناسب، هر ۵ دقیقه با همین روند پیشرفت کند، در لحظه‌ای که ۵۰ درصد ماده اولیه مصرف شده باشد، تفاوت زمان این دو روند، چند دقیقه است و با کاربرد کاتالیزگر، سرعت متوسط واکنش، چند برابر می‌شود؟ (تجربی ۹۹ خارج)

(۱) ۵، ۱۲۵ (۲) ۶، ۱۲۵ (۳) ۵، ۱۵۰ (۴) ۶، ۱۵۰

برای هر دو حالت با کاتالیزگر و بدون کاتالیزگر، زمان واکنش برای مصرف ۵۰٪ ماده اولیه را تعیین می‌کنیم. سپس، اختلاف زمان‌های تعیین شده را بدست می‌آوریم.

بدون کاتالیزگر: ۱۰٪ در نیم ساعت مصرف شده است. $\Rightarrow$ ۵۰٪ در $2/5$ ساعت مصرف می‌شود که برابر ۱۵۰ دقیقه است.

با استفاده از کاتالیزگر: ۱۰٪ در ۵ دقیقه مصرف شده است. $\Rightarrow$ ۵۰٪ در ۲۵ دقیقه مصرف می‌شود.

دقیقه $125 = 150 - 25$: اختلاف زمان انجام واکنش بدون کاتالیزگر و با استفاده از کاتالیزگر

محاسبه سرعت متوسط واکنش بدون کاتالیزگر و با کاتالیزگر:

فرض می‌کنیم مقدار اولیه AB_2 یک مول باشد.

$$\bar{R}_{AB_2} = -\frac{(-0/5)\text{mol}}{150} = 3/33 \times 10^{-3} \text{ mol.min}^{-1}$$

$$\bar{R}_{AB_2} = -\frac{(-0/5)\text{mol}}{25} = 0/02 \text{ mol.min}^{-1}$$

$$\Rightarrow \frac{0/02}{3/33 \times 10^{-3}} = 6$$

مثال: در بررسی واکنش: $CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + 3H_2(g)$ داده‌های جدول زیر بدست آمده است. نسبت سرعت متوسط واکنش در ۵۰ ثانیه سوم، به سرعت متوسط واکنش در ۴۰۰ ثانیه پایانی ثبت شده در جدول، به تقریب کدام است؟ (تجربی ۹۹ خارج)

t(s)	۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۷۰۰	۸۰۰
$[CH_4] \text{ mol.L}^{-1}$	۰/۱۰۰	۰/۰۹۰۵	۰/۰۸۲	۰/۰۷۴۱	۰/۰۶۲۱	۰/۰۴۵۹	۰/۰۴۳۰	۰/۰۲۱۰	۰/۰۱۷۰

(۴) ۲/۴۳

(۳) ۲/۳۴

(۲) ۰/۲۴۳

(۱) ۰/۲۳۴

محاسبه سرعت متوسط واکنش در ۵۰ ثانیه سوم (از ثانیه ۱۰۰ تا ۱۵۰ واکنش) و ۴۰۰ ثانیه پایانی:

$$\bar{R}_{CH_4} = -\frac{\Delta[CH_4]}{\Delta t} = -\frac{(0/0741 - 0/082) \text{ mol.L}^{-1}}{50 \text{ s}} = -\frac{(-8 \times 10^{-3}) \text{ mol}}{50 \text{ s}} = 1/6 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\bar{R}_{CH_4} = -\frac{\Delta[CH_4]}{\Delta t} = -\frac{(0/0170 - 0/0430) \text{ mol.L}^{-1}}{400 \text{ s}} = -\frac{(-0/0260) \text{ mol.L}^{-1}}{400 \text{ s}} = 6/5 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\frac{1/6 \times 10^{-4}}{6/5 \times 10^{-5}} = 2/43$$

در مورد جدول‌هایی که غلظت یا مقدار مواد را در زمان‌های مختلف آورده‌اند؛ نکات زیر را به یاد داشته باشید:

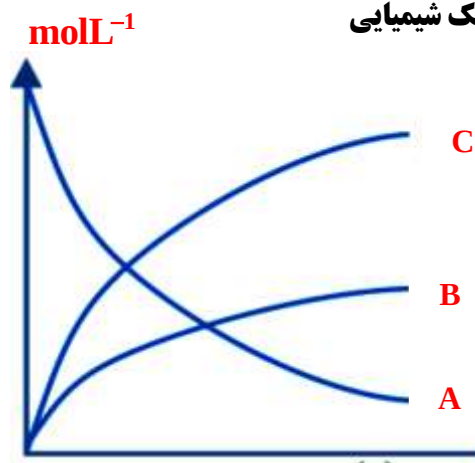
(۱) برای نوشتن معادله واکنش از روی جدول، موادی که مقدار آنها در طول زمان **کاهش** می‌یابد، **واکنش‌دهنده** بوده و موادی که مقدار آنها در حال **افزایش** است، **فرآورده واکنش** می‌باشند.

(۲) برای **تعیین ضریب استوکیومتری** مواد واکنش به کمک جدول، **تغییرات** مقدار ماده در فاصله بین دو زمان دلخواه را مشخص و اعداد به دست آمده را بر **کوچک‌ترین** عدد تقسیم می‌کنیم تا ضریب هر ماده مشخص گردد.

(۳) گاهی ممکن است مقدار مواد از لحظه آغاز واکنش داده نشده باشد و سوال مقدار اولیه واکنش‌دهنده را بخواهد؛ در این موارد با توجه به این نکته که مقدار اولیه فرآورده‌ها **صفر** بوده، **سرعت** این مواد را به دست آورده و سپس به **سرعت واکنش‌دهنده** و در نهایت به

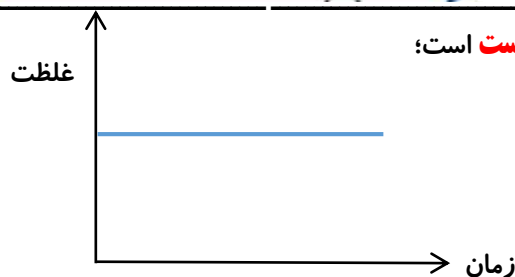
مقدار اولیه واکنش‌دهنده ربط می‌دهیم.

بررسی نمودارهای غلظت-زمان و مول-زمان در سینتیک شیمیایی

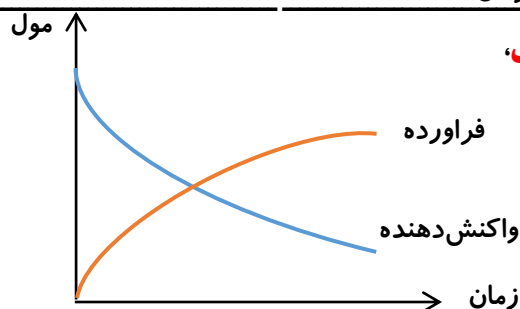


در برخی مسائل نیز می‌باید تغییرات مورد نیاز برای محاسبه سرعت را از یک نمودار، جدول یا شکل بدست آوریم. نکات مورد نیاز برای بررسی نمودارها به صورت زیر توضیح داده شده است :

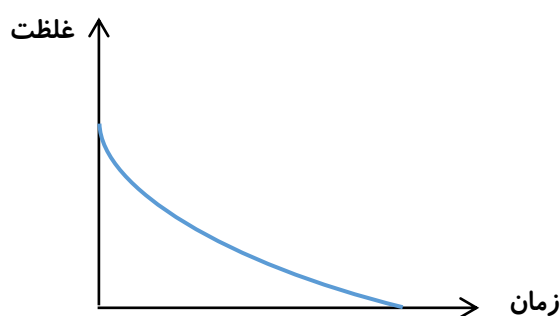
✓ نمودار تغییرات غلظت **واکنش‌دهنده‌ها** (A) (اگر بصورت جامد یا مایع خالص نباشند) روند **نزولی** دارد زیرا در حال **مصرف شدن** و کاهش غلظت است اما نمودار غلظت **فراورده‌ها** (B و C) روند **صعودی** دارد زیرا در حال **تولید شدن** و افزایش غلظت است.



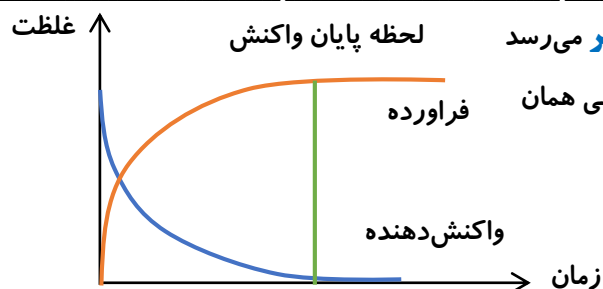
✓ نمودار تغییرات (غلظت - زمان) مواد جامد و مایع خالص به صورت یک **خط راست** است؛ زیرا غلظت این مواد **ثابت** است.



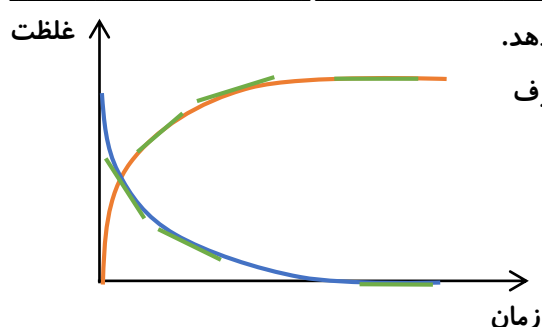
✓ در صورتی که نمودار (مول-زمان) باشد، برای واکنش‌دهنده **جامد و مایع خالص**، نمودار **نزولی** و برای **فراورده‌ها** نیز **صعودی** است.



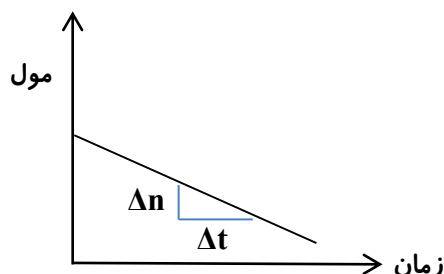
✓ **واکنش کامل** : واکنشی که در آن یکی از واکنش‌دهنده‌ها به **اتمام** می‌رسد.



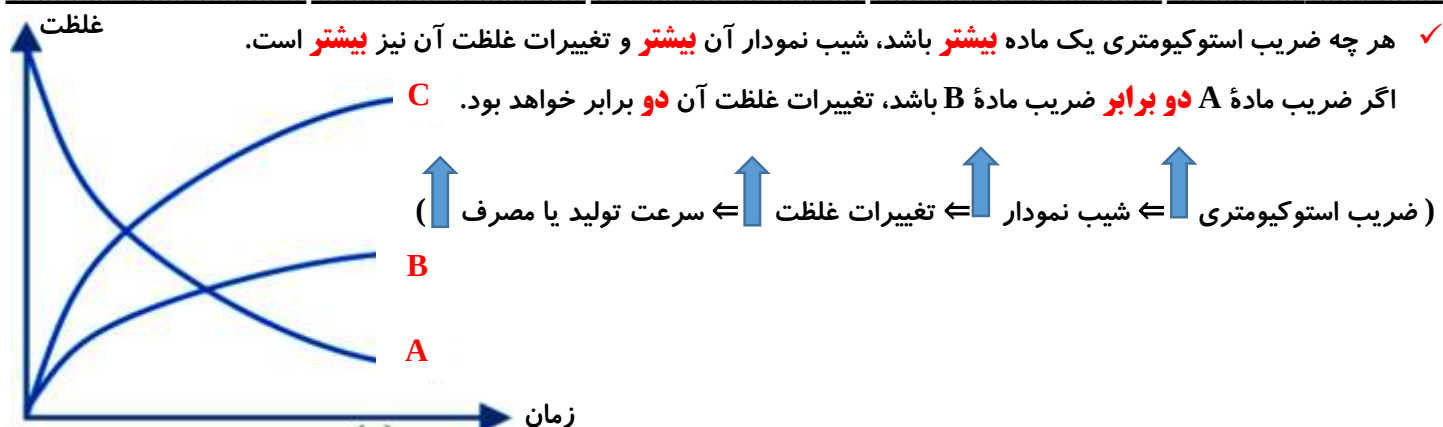
✓ در واکنش کامل نخستین لحظه‌ای که نمودار یکی از واکنش‌دهنده‌ها به **صفر** می‌رسد یا نمودار **فراورده** و **واکنش‌دهنده اضافی** به حالت **افقی** در می‌آیند (یعنی همان صفر شدن شیب نمودار)، لحظه **پایان** واکنش را نشان می‌دهد.



✓ شیب خط مماس بر نمودار در هر لحظه، **سرعت لحظه‌ای** را در آن لحظه نشان می‌دهد.
 ✓ در لحظات ابتدایی واکنش به دلیل بالا بودن غلظت مواد واکنش‌دهنده، سرعت مصرف مواد واکنش‌دهنده و تولید فراورده‌ها بالا و شیب نمودارها زیاد است ولی رفته رفته سرعت **کم** و شیب نیز **کاهش** می‌یابد.
 ✓ برای واکنش‌دهنده شیب نمودار **منفی** و برای فراورده شیب نمودار **مثبت** است.



- ✓ در **اغلب** واکنش‌ها هم واکنش‌دهنده و هم فراورده دارای نمودار **منحنی** هستند.
- ✓ **اغلب** شیب نمودار هم برای واکنش‌دهنده و هم برای فراورده در حال **کاهش** است.
- ✓ واکنش‌هایی که سرعت **ثابت** دارند، نمودار آن یک خط **مستقیم** با شیب **ثابت** است.



- ✓ اگر در یک واکنش، ضریب استوکیومتری دو ماده با هم **برابر** باشد تنها می‌توان گفت که تعداد مول مصرف شده یا تولید شده آنها (Δn) با هم **برابر** است نه مول‌های آنها در هر لحظه از انجام واکنش.

مثال: در واکنش موازنه نشده: $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ، سرعت تولید H_2O برابر سرعت مصرف MnO_2 است و در این واکنش سرعت مصرف یا تولید ماده با هم برابر است.

(۱) ۲-۲ (۲) ۳-۲ ★ (۳) ۳-۰/۵ (۴) ۲-۰/۵

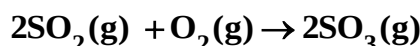
خود را بیازماید: صفحه ۸۷ و ۸۸ کتاب درسی

(۱) در واکنش $\text{CaCO}_3(\text{s})$ با $\text{HCl}(\text{aq})$ ، چه رابطه‌ای بین سرعت متوسط مصرف این دو ماده وجود دارد؟ این رابطه را بنویسید.



چون ضریب HCl در واکنش ۲ برابر ضریب CaCO_3 است پس سرعت متوسط مصرف HCl باید دو برابر سرعت مصرف CaCO_3 باشد.

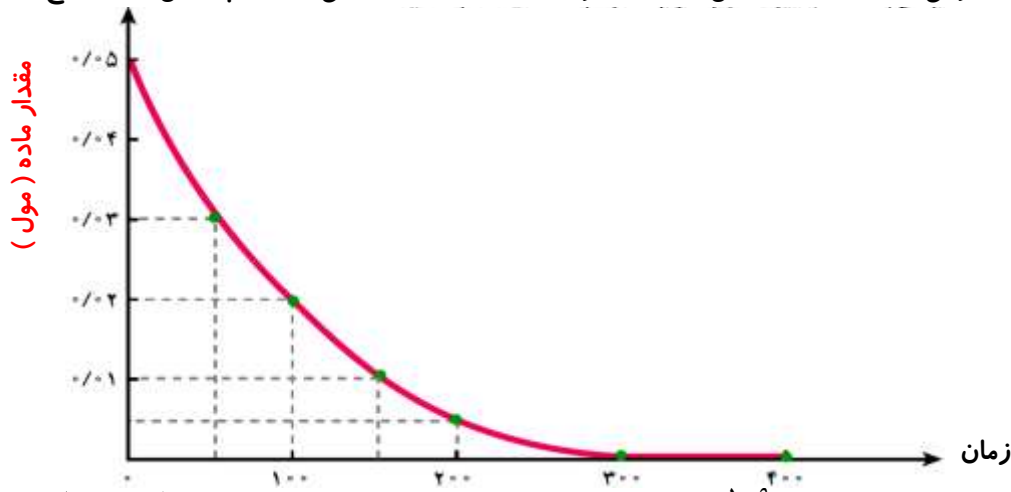
(۲) یکی از آلاینده‌های هوا که باعث تولید باران اسیدی می‌شود، گاز گوگرد تری اکسید است که مطابق واکنش زیر تولید می‌شود:



اگر در شرایط معین $\bar{R}(\text{O}_2) = 0.01 \text{ mol.s}^{-1}$ باشد، $\bar{R}(\text{SO}_2)$ و $\bar{R}(\text{SO}_3)$ را بر حسب mol.min^{-1} حساب کنید.

$$\bar{R}(\text{SO}_3) = \bar{R}(\text{SO}_2) = 2\bar{R}(\text{O}_2) = 2 \times 0.01 \frac{\text{mol}}{\text{s}} \times \frac{60\text{s}}{1\text{min}} = 1.2 \text{ mol.min}^{-1}$$

(۳) با توجه به نمودار زیر که تغییر مول‌های نوعی رنگ غذا در واکنش با یک محلول سفیدکننده را نشان می‌دهد، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) مول‌های واکنش‌دهنده (رنگ غذا) با گذشت زمان چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

کاهش پیدا می‌کند زیرا طبق نمودار با گذشت زمان مقدار مول آن رو به کاهش است و طی انجام واکنش مصرف می‌شود.

ب) شیب نمودار مول-زمان چه علامتی دارد؟ چرا؟ **علامت منفی دارد، چون منحنی مربوط به آن نزولی است.**

پ) توضیح دهید چرا علامت منفی در رابطه مقابل نوشته می‌شود.
$$\bar{R} = - \frac{\Delta n(\text{واکنش دهنده})}{\Delta t}$$
 (واکنش دهنده)

زیرا مقدار واکنش‌دهنده‌ها با گذشت زمان کاهش می‌یابد و مقدار Δn منفی است، بنابراین با ضرب در علامت منفی به یک عدد مثبت تبدیل می‌شود. زیرا سرعت واکنش همواره عددی مثبت است.

ت) سرعت متوسط مصرف رنگ غذا را برحسب مول بر دقیقه حساب کنید.

$$\bar{R}(\text{مصرف رنگ غذا}) = - \frac{(0 - 0.05) \text{ mol}}{300 \text{ s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

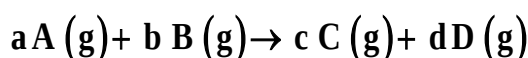
رابطه سرعت واکنش با ضرایب استوکیومتری

مثال: اگر در واکنش: $3\text{BrO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{BrO}_3^-(\text{aq}) + 2\text{Br}^-(\text{aq})$ ، پس از گذشت ۷ ثانیه، مقدار یون BrO^- به اندازه ۰/۲۸ مول کاهش یابد، سرعت متوسط تشکیل یون BrO_3^- ، چند مول بر دقیقه است؟

$$\text{mol BrO}_3^- = 0.28 \text{ mol BrO}^- \times \frac{1 \text{ mol BrO}_3^-}{3 \text{ mol BrO}^-} = 0.0933 \text{ mol}$$

$$R_{\text{BrO}_3^-} = \frac{0.0933 \text{ mol}}{7 \text{ s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 0.8 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

✓ نسبت سرعت بر حسب دو ماده مختلف در یک واکنش برابر نسبت ضرایب استوکیومتری آن‌هاست.



$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{a}{b}, \quad \frac{R_B}{R_C} = \frac{b}{c}, \quad \frac{R_D}{R_B} = \frac{d}{b}, \quad \frac{R_A}{R_C} = \frac{a}{c}$$

پیوند با زندگی: (خوراکی‌های طبیعی رنگین، بازدارنده‌هایی مفید و مؤثر)

✓ برنامه غذایی محتوی **سبزیجات و میوه‌های گوناگون**، نقش **بازدارندگی** مؤثری در برابر **سرطان‌ها** و **پیری زودرس** دارند.

✓ **ریز مغذی‌ها** ترکیب‌های آلی **سیرنشده‌ای** هستند که در حفظ **سلامت بافت‌ها** و **اندام** دخالت دارند، **برخی** از ریز مغذی‌ها به عنوان

بازدارنده از انجام واکنش **نامطلوب** و **ناخواسته** به دلیل حضور **رادیکال‌ها** جلوگیری می‌کنند.

✓ **هندوانه** و **گوجه فرنگی** محتوی **لیکوپن** بوده که فعالیت **رادیکال‌ها** را کاهش می‌دهد.



رادیکال‌ها

✓ **رادیکال**، گونه **پرانرژی** و **ناپایداری** است.

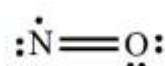
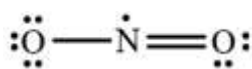
✓ رادیکال‌ها در ساختار خود، **الکترون جفت نشده (الکترون تک)** دارند.

✓ محتوی اتم‌هایی هستند که از قاعده **هشت‌تایی** پیروی **نمی‌کنند**.

✓ رادیکال‌ها واکنش‌پذیری **بالایی** دارند.

✓ در **بدن** ما به دلیل انجام واکنش‌های **متنوع** و **پیچیده**، رادیکال‌ها به وجود می‌آیند.

✓ **مجموع** الکترون‌های ظرفیت اتم‌های یک رادیکال یک عدد **فرد** است.



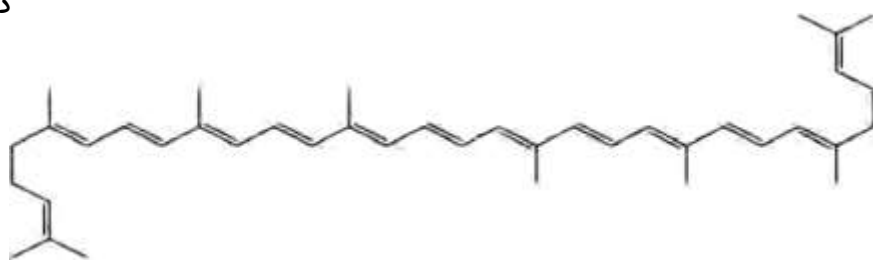
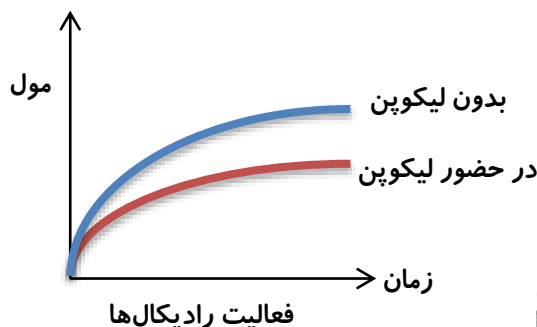
✓ CHCl_2 ، Cl ، O_2^- ، CH_3 ، NO_2 ، NO ذراتی هستند که مجموع الکترون **فرد** دارند و رادیکال به شمار می‌روند.

✓ اگر رادیکال‌ها به وسیله **بازدارنده‌ها** جذب نشوند، می‌توانند با انجام **واکنش‌های سریع** به بافت‌های بدن **آسیب** برسانند.

- ✓ مصرف خوراکی‌های محتوی **بازدارنده‌ها** سبب خواهد شد که **رادیکال‌ها** به دام بیفتند تا با **کاهش** مقدار آنها از سرعت واکنش‌های ناخواسته **کاسته** شود.

لیکوپن

- ✓ فرمول مولکولی آن برابر $C_{40}H_{56}$ است.
- ✓ لیکوپن هیدروکربنی **سیر نشده** و **غیر آروماتیک** است.
- ✓ شمار پیوندهای کووالانسی در آن برابر **۱۰۸** که شمار پیوندهای **دوگانه** برابر **۱۳** و شمار پیوندهای **ساده** برابر **۸۲** می‌باشد.
- ✓ در میوه‌هایی با رنگدانه **قرمز** وجود دارد.
- ✓ با جذب **رادیکال‌ها** فعالیت آنها را **کاهش** می‌دهد.
- ✓ شیب نمودار فعالیت رادیکال‌ها در بدن انسان با مصرف لیکوپن **کاهش** می‌یابد.

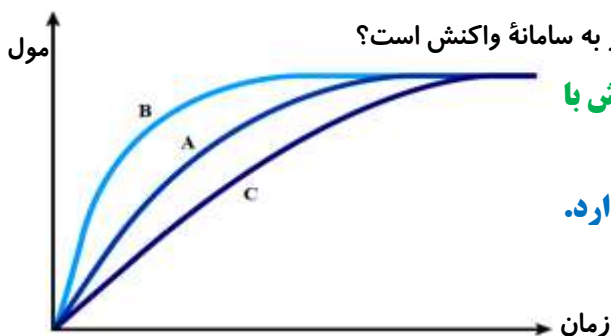


صفحه ۸۹ و ۹۰ کتاب درسی

خود را بیازمایید:

در نمودار داده شده، منحنی A نشان دهنده تغییر مول‌های یکی از مواد فراورده در واکنش فرضی است. با دلیل مشخص کنید کدام منحنی

(B یا C) نشان دهنده افزودن بازدارنده و کدام یک نشان دهنده افزودن کاتالیزگر به سامانه واکنش است؟



- منحنی B، افزودن کاتالیزگر را نشان می‌دهد، زیرا شیب بیشتری دارد و واکنش با سرعت بیشتری انجام می‌شود.
- منحنی C، افزودن بازدارنده را نشان می‌دهد زیرا این منحنی شیب کمتری دارد.

سرعت واکنش

- ✓ شیب نمودار مول-زمان برای هر یک از شرکت‌کننده‌ها در واکنش، متناسب با ضریب استوکیومتری آن است.
- ✓ اگر ضریب استوکیومتری شرکت‌کننده‌ها یکسان نباشد، سرعت متوسط آنها متفاوت خواهد بود.
- ✓ شیمی‌دان‌ها برای درک آسان پیشرفت واکنش در واحد زمان، از یک مفهوم کاربردی به نام **سرعت واکنش** استفاده می‌کنند.
- ✓ سرعت واکنش برابر است با: « **سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت‌کننده به ضریب استوکیومتری آن** »
- ✓ سرعت واکنش مستقل از نوع ماده شرکت‌کننده در واکنش است. یعنی نسبت به هر ماده‌ای که در واکنش وجود دارد تعیین شود، تفاوتی نمی‌کند و مقدار یکسان خواهد بود.
- ✓ اگر در معادله سرعت داده شده ضرایب پایین کسر نبود باید معادله را به یک عدد (کوچک‌ترین مضرب مشترک اعداد صورت کسر) تقسیم نماییم تا هیچ عددی در صورت کسرها نماند.

$$-\frac{2\Delta n_A}{\Delta t} = -\frac{\Delta n_B}{2\Delta t} = \frac{3\Delta n_C}{\Delta t} = \frac{\Delta n_D}{\Delta t} \Rightarrow \frac{1}{6} \times \left[-\frac{2\Delta n_A}{\Delta t} = -\frac{\Delta n_B}{2\Delta t} = \frac{3\Delta n_C}{\Delta t} = \frac{\Delta n_D}{\Delta t} \right]$$

$$\Rightarrow -\frac{\Delta n_A}{3\Delta t} = -\frac{\Delta n_B}{12\Delta t} = \frac{\Delta n_C}{2\Delta t} = \frac{\Delta n_D}{6\Delta t} \Rightarrow 3A(g) + 12B(g) \rightarrow 2C(g) + 6D(g)$$

- ✓ معادله واکنش براساس رابطه سرعتی نوشته می‌شود که هیچ عددی در صورت کسرها دیده نشود.

✓ **غلظت مولی** یک ماده را با نوشتن فرمول شیمیایی آن درون یک کروشه نمایش می‌دهند. $[A] = \text{غلظت مولی } A$

✓ برای شرکت‌کننده‌ها در فاز **گاز و محلول**، می‌توان سرعت متوسط مصرف یا تولید را افزون بر یکای مول بر زمان با **یکای مول بر لیتر بر زمان** نیز گزارش کرد.

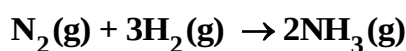
✓ **تعریف فاز: بخشی** از یک سامانه که خواص **فیزیکی و شیمیایی** در همه جای آن **یکسان** است (محیط همگن) **فاز** نامیده می‌شود.

✓ برای تبدیل یکای **مول بر زمان** به **مولار بر زمان** کافی است سرعت داده شده برحسب مول بر زمان را به **حجم سامانه تقسیم** کنیم.

با هم بیندیشیم:

صفحه ۹۰ و ۹۱ کتاب درسی

(۱) سرعت متوسط تولید گاز آمونیاک در شرایط معینی بر اساس معادله واکنش زیر در گستره زمانی معینی برابر با $4 \times 10^{-2} \text{ mol S}^{-1}$



است.

(الف) سرعت متوسط مصرف $\text{N}_2(\text{g})$ و $3\text{H}_2(\text{g})$ را در این گستره زمانی حساب کنید.

$$\bar{R}(\text{N}_2 \text{ مصرف}) = \frac{1}{2} \bar{R}(\text{NH}_3 \text{ تولید}) = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol.S}^{-1}$$

$$\bar{R}(\text{H}_2 \text{ مصرف}) = \frac{3}{2} \bar{R}(\text{NH}_3 \text{ تولید}) = \frac{3}{2} \times 4 \times 10^{-2} = 6 \times 10^{-2} \text{ mol.S}^{-1}$$

(ب) سرعت متوسط تولید یا مصرف هر شرکت‌کننده را به ضریب استوکیومتری آن تقسیم کنید. از حاصل این تقسیم‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

$$\frac{\bar{R}(\text{N}_2 \text{ مصرف})}{1} = \frac{\bar{R}(\text{H}_2 \text{ مصرف})}{3} = \frac{\bar{R}(\text{NH}_3 \text{ تولید})}{2} = \frac{2 \times 10^{-2}}{1} = \frac{6 \times 10^{-2}}{3} = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} \text{ mol.S}^{-1}$$

حاصل تقسیم برای همه برابر است.

(پ) حاصل تقسیم در قسمت ب، سرعت واکنش نام دارد. برای این واکنش با استفاده از سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده، رابطه سرعت واکنش را بنویسید.

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \frac{\bar{R}(\text{N}_2 \text{ مصرف})}{1} = \frac{\bar{R}(\text{H}_2 \text{ مصرف})}{3} = \frac{\bar{R}(\text{NH}_3 \text{ تولید})}{2} = -\frac{\Delta n(\text{N}_2)}{\Delta t} = -\frac{\Delta n(\text{H}_2)}{3\Delta t} = +\frac{\Delta n(\text{NH}_3)}{2\Delta t}$$

(ت) ارتباط معادله شیمیایی موازنه شده واکنش را با رابطه زیر توضیح دهید.

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = +\frac{\Delta n(\text{NH}_3)}{2\Delta t} = -\frac{\Delta n(\text{H}_2)}{3\Delta t} = -\frac{\Delta n(\text{N}_2)}{\Delta t}$$

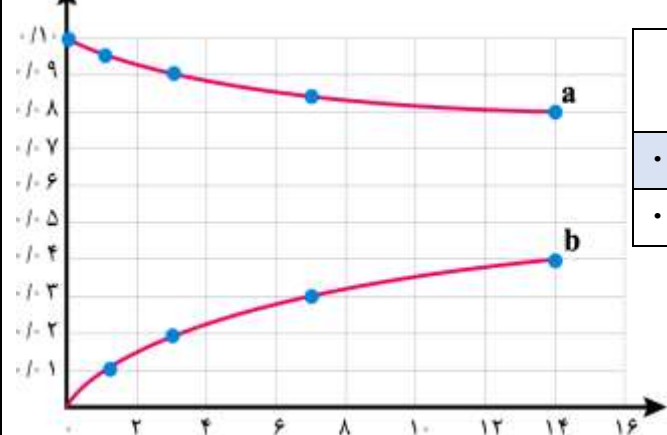
سرعت متوسط واکنش از تقسیم سرعت تولید فرآورده یا سرعت مصرف واکنش‌دهنده بر ضریب استوکیومتری حاصل می‌شود.

(ث) سرعت متوسط کدام ماده با سرعت واکنش برابر است؟ توضیح دهید.

نیتروژن، سرعت اجزایی از واکنش که ضریب استوکیومتری برابر یک دارند با سرعت متوسط واکنش برابر است.

(۲) قند موجود در جوانه گندم (مالتوز) مطابق واکنش زیر به گلوکز تبدیل می‌شود. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq})$

این واکنش در دمای ثابت و شرایط معین بررسی شده و جدول زیر، داده‌های تجربی آن را نشان می‌دهد. با توجه به آن و نمودار داده شده، غلظت مولی mol L^{-1} به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



زمان (دقیقه)	0	1	3	7	14
غلظت مولی mol L^{-1} $[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]$	0	0.01	0.02	0.03	0.04
غلظت مولی mol L^{-1} $[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}]$	0.10	0.095	0.085	0.07	0.04

✓ سمنو که از **جوانه گندم** تهیه می‌شود محتوی مواد غذایی گوناگونی

از جمله **مالتوز** است.

الف) در سه دقیقه نخست، (گلوکز) $\bar{R}$ و (مالتوز) $\bar{R}$ را بر حسب $\text{mol.L}^{-1}.\text{S}^{-1}$ حساب کنید.

$$\bar{R}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{(0/02-0)\text{mol}}{3\text{min L}} \times \frac{1\text{min}}{60\text{s}} = 1/1 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$$

$$\bar{R}(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = -\frac{(0/09-0/1)\text{mol}}{3\text{min L}} \times \frac{1\text{min}}{60\text{s}} = 5/5 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}\text{s}^{-1}$$

ب) سرعت واکنش را در هفت دقیقه نخست و هفت دقیقه دوم حساب کنید. کدام یک بیشتر است؟ چرا؟

سرعت واکنش برابر با سرعت مصرف مالتوز است زیرا ضریب استوکیومتری آن برابر یک است.

$$\bar{R}(\text{هفت دقیقه نخست}) = -\frac{(0/085-0/1)\text{mol}}{7\text{min L}} = 2/1 \times 10^{-3} \text{ molL}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

$$\bar{R}(\text{هفت دقیقه دوم}) = -\frac{(0/08-0/085)\text{mol}}{7\text{min L}} = 7/1 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1} \text{ min}^{-1}$$

سرعت در هفت دقیقه نخست بیشتر است زیرا با گذشت زمان از غلظت واکنش دهنده ها کاسته شده و سرعت نیز کاهش می یابد.

پ) هر یک از منحنی های a و b مربوط به کدام ماده شرکت کننده است؟ توضیح دهید.

a مربوط به مالتوز است زیرا با گذشت زمان در حال کاهش است و شیب نمودار منفی است.

b مربوط به گلوکز است زیرا با گذشت زمان در حال افزایش است و شیب نمودار مثبت است علاوه بر این شیب نمودار آن بیشتر است زیرا ضریب استوکیومتری بیشتر و شیب تندتری دارد.

غذا، پسماند و رد پای آن :

میزان نیاز و بهره مندی از منابعی مانند هوا، آب، غذا و ... برای همه یکسان نیست. زیرا سبک زندگی هر فرد با هم فرق می کند.

هر انسان در طول عمر خود، ردپاهایی متفاوتی در محیط زیست برجای می گذارد. رد پای کربن دی اکسید، آب، غذا و ...

رد پای غذا

دو چهره دارد :

۱. چهره **آشکار** آن نشان می دهد که سالانه حدود **۳۰٪** غذایی که در جهان فراهم می شود به مصرف **نمی رسد** و به **زباله** تبدیل می شود و یا **از بین می رود**.

۲. چهره **پنهان** که خود شامل **دو** قسمت است:

الف) تولید گازهای گلخانه ای به ویژه **کربن دی اکسید** است، آنچنان که سهم تولید این گاز در رد پای غذا به مراتب بیش از سوختن سوخت ها در خودروها، کارخانه ها و ... است.

ب) رد پای دیگر شامل **همه** منابعی است که در **تهیه غذا** از آغاز تا سر سفره سهم داشته اند. مدیریت منابع، نیروی انسانی برای تولید و تأمین مواد اولیه و انرژی، فراوری، ابزار و دستگاه های مورد نیاز، بسته بندی، حمل و نقل، آب و انرژی مصرفی، زمین های بایر و ... از جمله این منابع هستند.

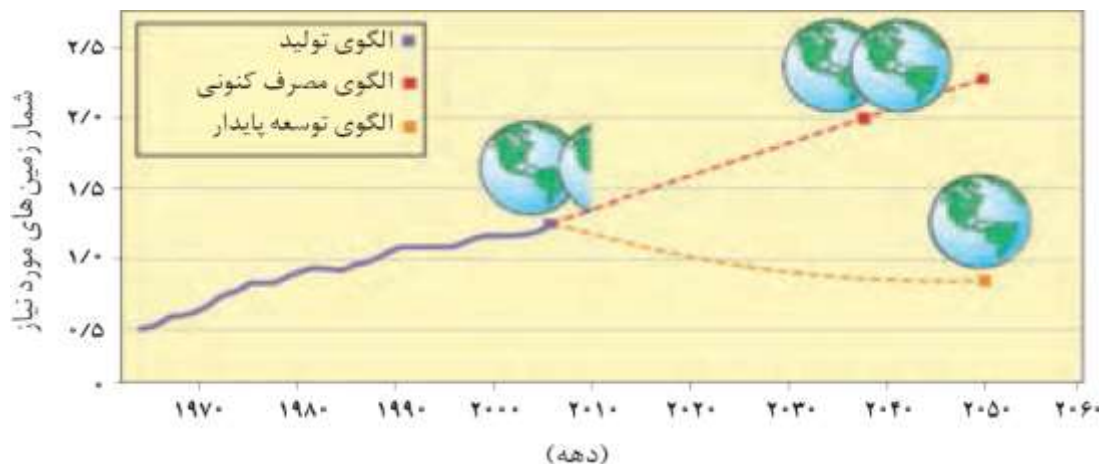
اثرات افزایش جمعیت جهان

با افزایش جمعیت جهان، **رشد اقتصادی**، **افزایش سطح رفاه** و ... رو به **افزایش** است. تقاضا برای غذا نیز پیوسته **افزایش** می یابد. تقاضایی که برای تأمین آن منابع **آب**، **انرژی**، **مواد اولیه** و **زمین** بیشتری را می طلبد. بدیهی است که با این روند رد پای غذا روی محیط زیست **سنگین تر** شده و **مساحت** کل مورد نیاز برای تأمین اقلام ضروری زندگی **بیشتر** خواهد شد.

پیش بینی مساحت زمین مورد نیاز برای تأمین غذا

با توجه به الگوی تولید و مصرف غذا انتظار می رود مدیران جامعه جهانی با طراحی و انتخاب راه حل های اجرایی مناسب و هماهنگ، بهره وری را در مراحل تولید و تأمین غذا افزایش دهند تا رد پای آن کاهش یابد. آشکار است که اجرای هریک از این برنامه ها در گرو همت و تلاش یکایک ساکنان زمین است.

پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۱۶ منابع مورد نیاز برای تأمین غذا بیش از منابع موجود در سطح زمین است. و در سال ۲۰۴۰ دو برابر آن خواهد شد.



خود را بیازمایید :

صفحه ۹۳ کتاب درسی

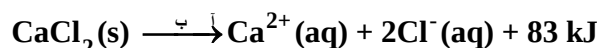
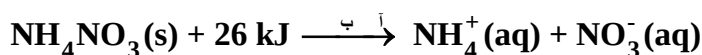
ستون سمت راست در جدول زیر چهار الگو برای کاهش رد پای غذا را نشان می‌دهد. در گفت‌وگو با یکدیگر مشخص کنید هر بیانی از اصل شیمی سبز در ستون سمت چپ با کدام الگو همخوانی بیشتری دارد.

بیانی از اصل شیمی سبز	الگوی کاهش رد پای غذا
کاهش تولید زباله و پسماند	خرید به اندازه نیاز
کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست	کاهش مصرف گوشت و لبنیات
کاهش مصرف انرژی	استفاده از غذاهای بومی و فصلی
طراحی مواد و فرآورده‌های شیمیایی سالم‌تر	کاهش مصرف غذاهای فرآوری شده

تمرین‌های دوره‌ای :

صفحه ۹۴ تا ۹۶ کتاب درسی

(۱) اغلب ورزشکاران برای درمان آسیب‌دیدگی‌های خود از بسته‌هایی استفاده می‌کنند که به سرعت گرما را انتقال می‌دهند. اساس کار این بسته‌ها، انحلال برخی ترکیب‌های یونی در آب است. با توجه به معادله‌های ترموشیمیایی زیر به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



(آ) کدام فرایند انحلال برای سرد کردن محل آسیب‌دیدگی مناسب است؟ چرا؟

واکنش اول چون گرماگیر است و با جذب گرما از محل آسیب دیده آن را سرد می‌کند.

(ب) از انحلال کامل ۲۲ g / ۲۲ کلسیم کلرید خشک در آب چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

$$? \text{ kJ} = 2/22 \text{ g CaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{111 \text{ g CaCl}_2} \times \frac{83 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CaCl}_2} = 1/66 \text{ kJ}$$

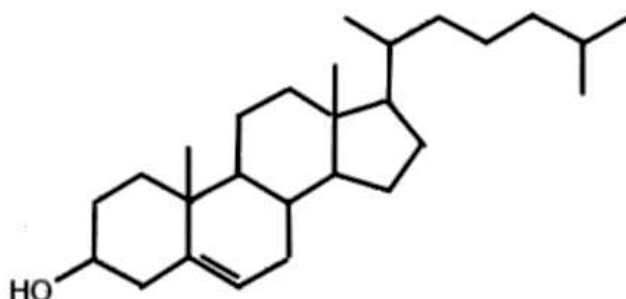
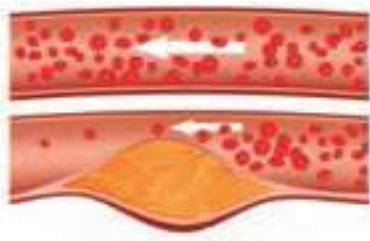
(۲) چربی ذخیره شده در کوهان شتر هنگام اکسایش افزون بر آب مورد نیاز، انرژی لازم برای فعالیت‌های جانور را نیز تأمین می‌کند. واکنش ترموشیمیایی آن به صورت زیر است :



حساب کنید از اکسایش هر کیلوگرم چربی، چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

$$? \text{ kJ} = 1 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6}{890 \text{ g C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6} \times \frac{75520 \text{ kJ}}{2 \text{ mol C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6} = 42426/97 \text{ kJ}$$

(۳) کلسترول، یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی آن در دیواره رگ‌ها رسوب می‌کند، فرایندی که منجر به گرفتگی رگ‌ها و سکت می‌شود. با توجه به ساختار آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.



الف) توضیح دهید چرا شیمی دان‌ها آن را یک الکل سیر نشده می‌دانند؟

چون در ساختار این مولکول، علاوه بر عامل الکلی (گروه هیدروکسیل -OH) یک پیوند دوگانه کربن-کربن نیز وجود دارد.

ب) با توجه به جدول شماره ۳ (کتاب درسی)، در شرایط یکسان کدام پیوندهای اشتراکی یگانه در ساختار کلسترول آسان‌تر شکسته می‌شود؟ چرا؟ **با توجه به مقادیر آنتالپی پیوند در جدول شماره ۳، پیوند کربن-کربن ساده (C-C) مقدار انرژی کمتری برای شکسته شدن نیاز دارد و آسان‌تر شکسته می‌شود.**

✓ فرمول مولکولی کلسترول $C_{27}H_{46}O$ با داشتن **چهار** حلقه و تعداد پیوندهای کووالانسی آن برابر 78 می‌باشد.

✓ کلسترول محلول در حلال‌های **آلی** است.

۴) از مصرف هر گرم آلومینیم در واکنش ترمیت، $15/24 \text{ kJ}$ گرما آزاد می‌شود. $2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2Fe(l)$

الف) این مقدار گرما، دمای صدگرم آب خالص را چند درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهد؟

$$Q = mc\Delta\theta \quad : \quad 15/24 \text{ kJ} \times \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ kJ}} = 100 \text{ g} \times 4/184 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \times \Delta\theta \quad \Rightarrow \quad \Delta\theta = 36/42^\circ\text{C}$$

ب) ΔH واکنش ترمیت را حساب کنید.

$$2 \text{ mol Al} \times \frac{27 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} \times \frac{15/24 \text{ kJ}}{1 \text{ g Al}} = 822/96 \text{ kJ} \quad \Rightarrow \quad \Delta H = -822/96 \text{ kJ}$$

۵) با توجه به واکنش ترموشیمیایی: $H_2(g) + I_2(s) + 53 \text{ kJ} \rightarrow 2HI(g)$ آنتالپی واکنش $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$ را حساب کنید

(راهنمایی: آنتالپی فرازش (تصعید) I_2 را $62/5 \text{ kJ mol}^{-1}$ در نظر بگیرید.)

مطابق قانون هس خواهیم داشت:



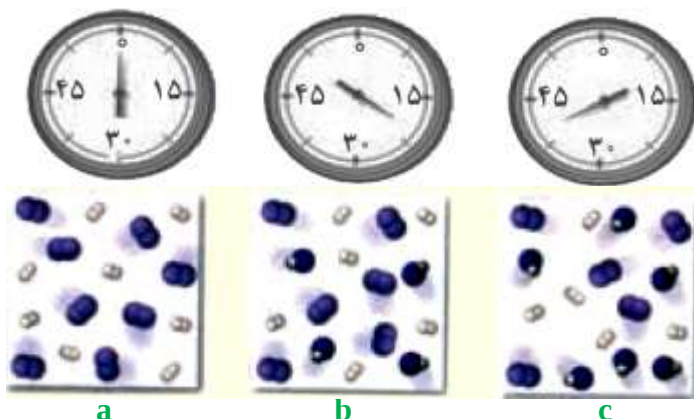
واکنش بدون تغییر

واکنش را در (-) ضرب می‌کنیم.



۶) شکل زیر واکنش میان گاز هیدروژن و بخار بنفش رنگ ید را در دمای معینی نشان می‌دهد. $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$

اگر هر ذره هم‌ارز با ۱/۰ مول از ماده و سامانه دو لیتری باشد، سرعت واکنش را پس از ۲۰ دقیقه (b) و پس از ۴۰ دقیقه (c) برحسب $\text{mol.L}^{-1}.\text{h}^{-1}$ حساب و با یکدیگر مقایسه کنید.



در ۲۰ دقیقه نخست واکنش، دو مولکول هیدروژن مصرف شده است. پس تغییر مول هیدروژن برابر است با:

$$\Delta n(H_2) = 0/2 \text{ mol} \quad \Delta [H_2] = \frac{0/2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/1 \text{ mol.L}^{-1}$$

در ۲۰ دقیقه اول:

چون ضریب H_2 در این واکنش برابر یک است پس سرعت متوسط مصرف هیدروژن با سرعت واکنش برابر است:

$$\Delta t = 20 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = \frac{1}{3} \text{ h}$$

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R}(H_2) = \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{0/1 \text{ mol.L}^{-1}}{\frac{1}{3} \text{ h}} = 0.3 \text{ mol.L}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

$$\Delta n(H_2) = 0/3 \text{ mol} \quad \Delta[H_2] = \frac{0/3 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0/15 \text{ mol.L}^{-1}$$

پس از ۴۰ دقیقه

$$\Delta t = 40 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = \frac{2}{3} \text{ h}$$

$$\bar{R}(\text{واکنش}) = \bar{R}(H_2) = \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{0/15 \text{ mol.L}^{-1}}{\frac{2}{3} \text{ h}} = 0.225 \text{ mol.L}^{-1} \text{ h}^{-1}$$

(۷) ΔH واکنش $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ را با استفاده از: الف) جدول ۲ و ۳ حساب کنید.

(مجموع آنتالپی‌های پیوند فراورده‌ها) - (مجموع آنتالپی‌های پیوند واکنش‌دهنده‌ها) = واکنش ΔH

$$\Delta H = (4 \text{ C-H} + 1 \text{ C}=\text{C} + 1 \text{ H-H}) - (6 \text{ C-H} + 1 \text{ C-C})$$

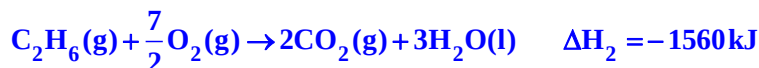
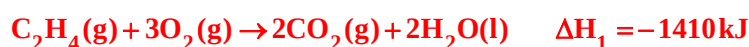
$$\Delta H = (4 \text{ mol} \times 415 \text{ kJ.mol}^{-1} + 1 \text{ mol} \times 614 \text{ kJ.mol}^{-1} + 1 \text{ mol} \times 436 \text{ kJ.mol}^{-1}) -$$

$$(6 \text{ mol} \times 415 \text{ kJ.mol}^{-1} + 1 \text{ mol} \times 348 \text{ kJ.mol}^{-1})$$

$$\Delta H = 3320 \text{ kJ} - 3274 \text{ kJ} \Rightarrow \Delta H = -128 \text{ kJ}$$

ب) آنتالپی سوختن اتان، اتان و هیدروژن که به ترتیب برابر با -1410 ، -1560 و -286 کیلوژول بر مول است، حساب کنید.

سوختن کامل این سه ماده به صورت زیر است:



برای رسیدن به واکنش تهیه اتان از اتان باید واکنش اول و سوم بدون تغییر و واکنش دوم برعکس شوند. بنابراین ΔH محاسبه شده از این روش برابر است با:

$$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 + \Delta H_3 = -1410 + 1560 + (-286) = -86 \text{ kJ}$$

محاسبات نشان می‌دهد که مقدار ΔH محاسبه شده به روش آنتالپی پیوند با مقدار اندازه‌گیری شده به روش تجربی (سوختن) تفاوت دارد و با خطای بیشتری همراه است. لذا آنتالپی واکنش بر حسب واکنش سوختن که خطای کمتری دارد، انتخاب می‌شود.

بادم	سیب	برگه زردآلو	۱۰۰g خوراکی ارزش غذایی ماده غذایی
۵۷۹	۵۲	۲۴۱	چربی (گرم)
۴۹/۹۰	۰/۱۷	۰/۵۱	کربوهیدرات (گرم)
۲۵/۹۰	۲۴/۲۰	۷۸/۷۰	پروتئین (گرم)
۲۱/۲۰	۰/۲۶	۳/۳۹	

الف) اگر بدن فردی نیاز فوری و ضروری به تأمین انرژی داشته باشد، کدام خوراکی را پیشنهاد می‌کنید؟ چرا؟

برگه زردآلو، چون مقدار کربوهیدرات موجود در آن بیشتر است و زودتر تولید انرژی می‌کند.

ب) مصرف کدام خوراکی را برای فعالیت‌های فیزیکی که در مدت طولانی‌تری انجام می‌شوند، مناسب می‌دانید؟ توضیح دهید.

بادم، چون میزان چربی موجود در آن بیشتر است و چربی‌ها در مدت زمان طولانی‌تری در سوخت‌وساز شرکت می‌کنند و کم‌انرژی خود را از دست می‌دهند.

پ) اگر یک فرد 70 کیلوگرمی، 25 گرم بادم خورده باشد، برای مصرف انرژی حاصل از آن چه مدت باید پیاده‌روی کند؟ آهنگ مصرف

$$25 \text{ g} \times \frac{579 \text{ kcal}}{100 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ h}}{190 \text{ kcal}} = 0/76 \text{ h} \text{ or } 45/6 \text{ min}$$

انرژی در پیاده‌روی را 190 kcal.h^{-1} در نظر بگیرید.

فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان ناپذیر

مباحث عمده فصل: الیاف و درشت مولکولها، پلیمری شدن (پسپارش)، الکلها و اسیدها، پلی استرها، واکنش استری شدن، آب کافت استرها، پلی آمیدها، پلیمرها، ماندگار یا تخریب پذیر، پلیمر سبز

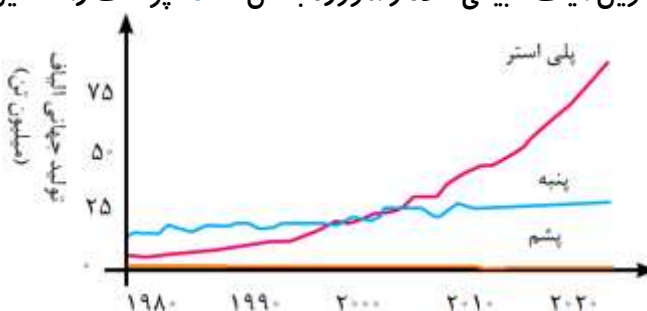
- ✓ جانوران گوناگون دارای پوششهایی مانند **پشم، پر، فلس** و ... برای حفظ **دما** و مراقبت از **اندامهای داخلی** خود هستند.
- ✓ انسان با بهره‌مندی از **هوش** و **تجربه‌های** برگرفته از طبیعت توانست نخستین پوشش خود را از **پشم، مو** و **پوست جانوران** تهیه کند.
- ✓ انسان با گذشت زمان علاوه بر پشم، مو و پوست جانوران از **بافت‌های گیاهی** نیز برای پوشش خود استفاده کرد.
- ✓ کم کم که جوامع بزرگ بشری تشکیل شد صنعتی به نام **پوشاک** بوجود آمد.
- ✓ امروزه پوشاک به **شرایط آب و هوایی، فرهنگ، آداب و رسوم، باورها** و ... در هر جامعه بستگی دارد.
- ✓ پوشاک علاوه بر **پوشش بدن** در **تمدن بشری** نقش داشته است به طوری که نوع پوشاک در هر **قوم**، نشان‌دهنده :
- ۱- **توانایی و مهارت دستی** ۲- **هنر** ۳- **تصویرگری** ۴- **دانش** ۵- **فناوری** ۶- **شرایط آب و هوایی** و ۷- **آداب و رسوم** آن قوم است.
- ✓ پوشاک، بدن را در برابر **عوامل محیطی** گوناگون مانند **سرما و گرما، نور خورشید، باران، تگرگ، گزند حشرات** و ... محافظت می‌کند.
- برای مثال کلاه لبه‌دار، سر و صورت را در برابر تابش نور خورشید و آفتاب سوختگی و نیز پوشیدن کفش، پاها را در برابر خاک، سنگ، اشیای سخت، سردی و داغی زمین محافظت می‌کند.
- ✓ به تازگی بشر با تکیه بر دانش و فناوری‌های نو توانسته است انواع تازه‌ای از پوشاک تولید کند که از بدن در برابر **مواد شیمیایی** مانند **اسیدها، سموم، بخارهای سمی و غلیظ، پرتوها، آلودگی‌های عفونی، آتش، کلوله** و ... محافظت می‌کند. مانند **انواع کلاه ایمنی، کفش پنجه فولادی، عینک ایمنی** و ... تولید شد. پوشش‌هایی که هر کدام **ایمنی فیزیکی** بدن را در شرایط **دشوار** و **خطرناک** افزایش می‌دهد.



- ✓ انسان در گذشته پوشاک خود را از مواد طبیعی مانند **پشم گوسفند و شتر، پوست، چرم، پنبه** و ... تهیه می‌کرد.
- ✓ با **رشد جمعیت** جهان، **مصرف پوشاک** به میزان چشم‌گیری **افزایش** پیدا کرد بطوری که روش‌های سنتی تولید پوشاک که مبتنی بر الیاف طبیعی بود جوابگو نبود به همین علت **صنعت نساجی** به شکل امروزی پدیدار شد. صنعتی که با بهره‌گیری از فناوری‌های نو به تولید پوشاک پرداخت.
- ✓ موفقیت صنعت نساجی در گرو تأمین **الیاف** است.
- ✓ الیاف‌ها از نظر منبع ساخت به دو دسته **طبیعی** و **مصنوعی** (ساختگی) تقسیم می‌شوند.
- ✓ از آنجا که منابع طبیعی **محدود** بود، شیمی‌دان‌ها، انواع گوناگونی از الیاف ساختگی را بر پایه **نفت (طلای سیاه)**، **شناسایی و تولید** کردند. الیافی که جایگزین الیاف طبیعی شده و امروزه بخش **عمده** پوشاک را تشکیل می‌دهد.



امیزان نسبی الیاف تولیدشده در جهان



✓ در حال حاضر بخش عمده الیاف مصرفی را الیاف **ساختگی** مانند **پلی استرها** تشکیل می دهند به طوری که در سال ۲۰۱۴ نزدیک به ۱۰۰ میلیون تن الیاف در جهان تولید و مصرف شده است.

✓ در سال ۲۰۱۴، الیاف مصنوعی **پلی استری** بیشتر از **نصف** کل الیاف تولید شده است.

✓ با توجه به نمودار، تولید **پشم** نزدیک به **صفر** است. تولید الیاف پنبه‌ای نیز از حدود ۱۵ میلیون تن در سال ۱۹۸۰ به حدود ۲۵ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ رسیده که رشد تقریباً **یکنواخت** و کمی دارد. اما الیاف **پلی استری** از حدود ۷ میلیون تن در سال ۱۹۸۰ به ۷۰ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ رسیده است.

✓ الیاف **ساختگی** (مانند پلی استر، نایلون و ...) الیافی هستند که در طبیعت یافت **نمی شوند** بلکه از واکنش بین مواد **شیمیایی** در شرکت‌های **پتروشیمی** تولید می شوند. از این الیاف علاوه بر تهیه **پارچه و پوشاک**، به طور گسترده‌ای در تهیه انواع **پوشش‌ها**، **ظروف نجسب**، **یکبار مصرف** و **پلاستیکی**، **فرش**، **پرده** و ... استفاده می شود.

خود را بیازمایید: صفحه ۹۹ کتاب درسی

در هریک از جاهای خالی یکی از واژه‌های «نخ، الیاف، دوزندگی، فراوری و بافندگی» را قرار دهید.



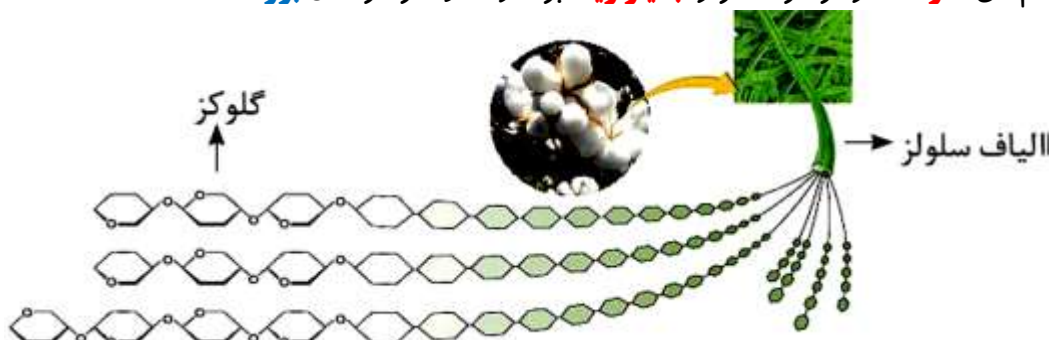
الیاف و درشت مولکول‌ها:

✓ **پنبه** یکی از الیاف **طبیعی** است که در تولید پوشاک سهم قابل توجهی دارد.

✓ آمارها نشان می دهد که حدود **نیمی** از لباس‌های تولیدی در جهان از **پنبه** تهیه می شود.

✓ از پنبه افزون بر تولید پوشاک در تولید **رویه مبل، پرده، تور ماهیگیری، گاز استریل** و ... استفاده می شود.

✓ پنبه از الیاف **سلولزی** تشکیل شده، **زنجیری** بسیار بلند که از **اتصال** شمار بسیار زیادی مولکول **گلوکز** به یکدیگر ساخته می شود. با این توصیف شمار اتم‌های **سازنده** هر مولکول سلولز، **بسیار زیاد** بوده و اندازه مولکول آن **بزرگ** است.



✓ در ساختار **سلولز**، بین دو حلقه یک اتم **O** قرار گرفته است و در داخل هر حلقه نیز یک اتم **O** وجود دارد.

✓ **ماده مولکولی**، ماده‌ای است که ذره‌های سازنده آن **مولکول‌ها** هستند.

✓ مولکول‌ها از نظر اندازه به **دو** دسته تقسیم می شوند، **ریز مولکول** و **درشت مولکول**

✓ ریز مولکول‌ها: برای مثال **کربن دی اکسید** (CO_2)، **برم** (Br_2)، **متان** (CH_4)، **آب** (H_2O)، **آمونیاک** (NH_3)، **گوگرد تری اکسید**

(SO_3)، **هیدروکربن‌ها** و ... نمونه‌هایی از این ترکیب‌ها هستند. این مولکول‌ها **کوچک‌اند** و شمار اتم‌های سازنده آن‌ها **کم**، در

نتیجه **جرم مولی** آن‌ها **کم** تا **متوسط** است.

- ✓ ترکیبات **سلولز**، **پنبه**، **نشاسته**، **انسولین**، **پروتئین** موجود در **ابریشم** و **پشم**، **نایلون**، **تفلون** و ترکیباتی که پیشوند **پلی** دارند جزو **درشت مولکولها** هستند بطوری که شمار اتمهای آنها به **دهها هزار** می‌رسد.
- ✓ هر چه مولکولها **درشت‌تر** شوند، نیروی بین مولکولی آنها **قوی‌تر** می‌شود، در نتیجه دمای جوش **بالا‌تر** می‌رود و جدا کردن مولکولها از یکدیگر به انرژی **بیشتری** نیاز دارد.
- ✓ برخی از درشت مولکولها مانند **پلی اتن**، **نایلون**، **تفلون** و ... که **ساختگی** هستند، از واکنش **پلیمری شدن** (**بسیارشدن**) تهیه می‌شوند.
- ✓ واژه **پلیمر** از واژه یونانی polys، به معنای « **بسیار** » و meros به معنای « **پاره** » گرفته شده است. به همین دلیل به پلیمر، **بسیار گفته می‌شود**.

با هم بیندیشیم :

با توجه به شکل‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید.



الف) جدول را کامل کنید.

جرم مولی برخی از مواد (g.mol^{-1})	شمار اتمها		جرم مولی		اندازه مولکول		نام ماده
	بسیار زیاد	کم یا متوسط	بسیار زیاد	کم یا متوسط	بسیار بزرگ	کوچک یا متوسط	
۱۸		✓		✓		✓	آب
۴۶/۰۷		✓		✓		✓	اتانول
۲۸/۰۵		✓		✓		✓	اتن
۴۴		✓		✓		✓	پروپان
۱۲۸		✓		✓		✓	نفتالن
۱۰۴-۱۰۵	✓		✓		✓		پلی اتن
	✓		✓		✓		نشاسته گندم
۵۸۳۱/۶۵	✓		✓		✓		انسولین
	✓		✓		✓		سلولز
۱۰۴-۱۰۶	✓		✓		✓		نایلون
	✓		✓		✓		روغن زیتون

✓ خوشه گندم دارای **نشاسته** است و **نشاسته** (همانند **سلولز**) از مولکول‌های **گلوکز** تشکیل شده است.

✓ دلیل **تفاوت** خواص این دو ماده در نحوه **اتصال** متفاوت واحدهای گلوکز در دو ساختار می‌باشد به نحوی که **سلولز ساختاری خطی** و **نشاسته ساختاری مارپیچ** دارد.

(ب) به دسته‌ای از ترکیب‌های موجود در جدول درشت مولکول می‌گویند. آن‌ها را در یک سطر تعریف کنید.

مولکول‌هایی که اندازه مولکول‌های آن‌ها بزرگ، تعداد اتم‌های سازنده آن‌ها بسیار زیاد و جرم مولی آن‌ها بسیار زیاد است.

✓ درشت مولکول‌ها را می‌توان به **دو** دسته تقسیم کرد. در برخی از درشت مولکول‌ها مانند **روغن زیتون** واحد تکرار شونده وجود ندارد یعنی **واحد مولکولی مشابهی** در ساختار درشت مولکول‌ها وجود **ندارد**. اما در برخی از درشت مولکول‌ها مانند **نشاسته** واحدهای تکرار شونده وجود دارد یعنی **یک** یا **چند واحد** مولکولی در ساختار آن‌ها به طور **مرتب** تکرار می‌شود که به آن‌ها **پلیمر** می‌گویند.

✓ **همه پلیمرها درشت مولکول** هستند ولی همه درشت مولکول‌ها، **پلیمر** نیستند. مانند **روغن زیتون**

(پ) درشت مولکول‌های بالا را با هم مقایسه کنید. چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی دارند؟

شباهت‌ها: از تعداد اتم‌های زیادی تشکیل شده‌اند، اتم‌های آن‌ها به وسیله پیوند کووالانسی به یکدیگر متصل هستند، جرم مولی بسیار زیادی دارند و مولکول‌های درشتی هستند.

تفاوت‌ها: ساختار متفاوت دارند در نتیجه رفتار آن‌ها یعنی خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند، برخی، طبیعی و برخی ساختگی هستند.

(ت) در کدام مولکول‌ها بخش‌هایی وجود دارد که در سراسر مولکول تکرار شده است؟

درشت مولکول‌های پلی اتن، نشاسته، سلولز، انسولین و نایلون

(ث) سلولز و نشاسته پلیمر (بسپار)اند، با توجه به ساختار آن‌ها پلیمر را تعریف کنید.

پلیمرها درشت مولکول‌هایی هستند که در ساختار آن‌ها، بخش‌هایی در سراسر مولکول تکرار می‌شود.

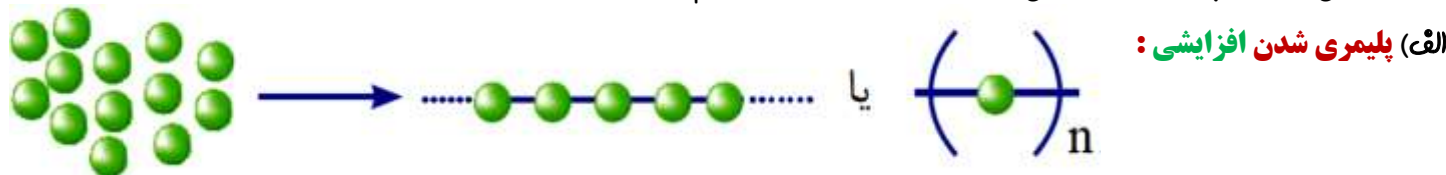
(ج) پیش‌بینی کنید نیروی بین مولکولی در کدام دسته از مولکول‌ها قوی‌تر است؟ چرا؟

درشت مولکول‌ها، چون نیروهای بین مولکولی در آن‌ها به دلیل زیاد بودن جرم مولکولی، قوی است.

پلیمری شدن (بسپارش):

✓ **پلیمری شدن** واکنشی است که در آن **مولکول‌های کوچک** در شرایط مناسب به یکدیگر متصل می‌شوند و مولکول‌هایی با **زنجیرهای بلند** و **جرم مولی زیاد** تولید می‌کنند.

برای بررسی آسان‌تر پلیمری شدن‌ها می‌توان آن‌ها را به **دو** دسته تقسیم کرد:



(ب) **پلیمری شدن تراکمی:**



(الف) **پلیمری شدن افزایشی:** در این نوع پلیمری شدن از اتصال تعداد زیادی **مونومر** (بسته به شرایط) یک محصول به نام **پلیمر** تشکیل می‌شود. برای مثال پلیمری شدن **اتن** را بررسی می‌کنیم:

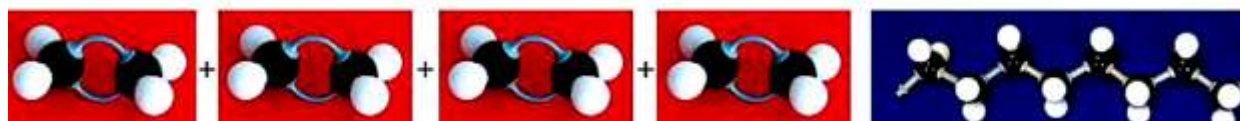
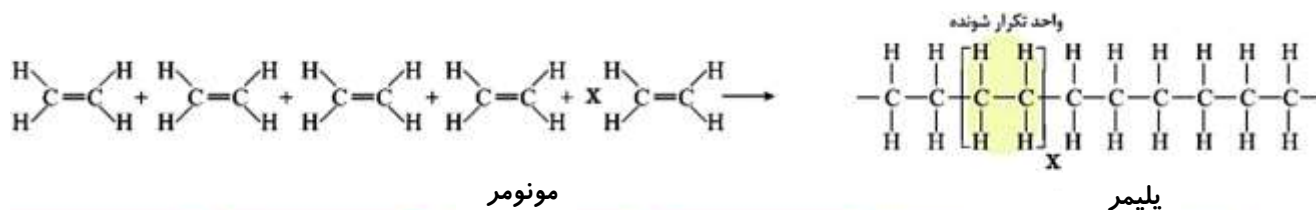
✓ هرگاه **گاز اتن** را در **فشار بالا** **گرم**ا دهیم، **جامد سفید رنگی** بدست می‌آید که جرم مولی **ده‌ها هزار گرم بر مول** است یعنی در ساختار هر مولکول آن **هزاران اتم کربن و هیدروژن** وجود دارد.

✓ معادلهٔ مقابل واکنش شیمیایی انجام شده را توصیف می‌کند. $n \text{CH}_2 = \text{CH}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{گرما و فشار}} (-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -)_n(\text{s})$

اتن **پلی اتن**

✓ **اتن** یک مولکول **سیر نشده** است در صورتی که در پلیمر شدن فراوردهٔ واکنش (**پلی اتن**)، هیدروکربنی **سیر شده** است زیرا هر اتم کربن در آن با **چهار** پیوند اشتراکی **یگانه** به چهار اتم دیگر متصل است.

✓ در اثر پلیمر شدن، یکی از پیوندهای **دوگانه** در اتن شکسته شده و مولکول‌های اتن از سوی اتم‌های **کربن** به این ساختار متصل می‌شوند؛ با ادامهٔ این روند **زنجیر کربنی** بلندی ایجاد می‌شود.



✓ مولکول‌های اتن، در **دما** و **فشار اتاق**، **گازی** هستند؛ در حالی که در اثر واکنش پلیمری شدن، به پلی اتن با حالت فیزیکی **جامد** تبدیل می‌شوند. در واقع این واکنش با یک **کاهش شدید حجم** همراه است؛ زیرا مولکول‌های اتن گازی به مولکول جامد پلی اتن تبدیل می‌شود.

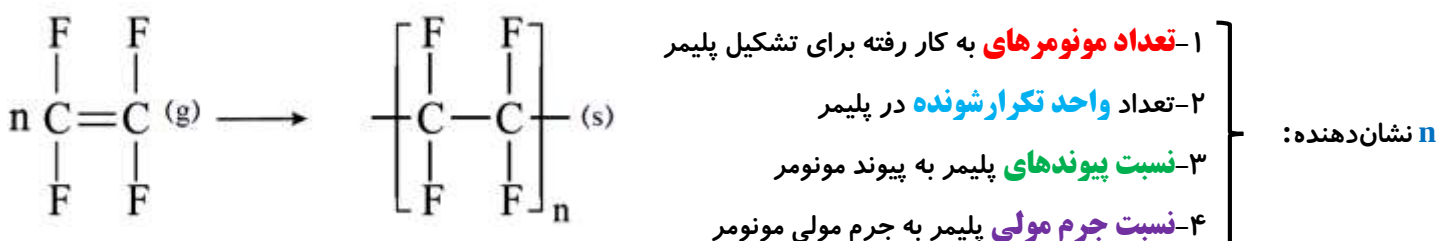
✓ به واکنش دهنده‌ها در واکنش پلیمری شدن، **مونومر (تک‌پار)** می‌گویند. در این واکنش‌ها شمار زیادی از **مونومرها** با یکدیگر واکنش می‌دهند و **پلیمر** را می‌سازند.

✓ با دقت در ساختار **پلی اتن** در می‌یابیم که از تکرار مجموعه‌ای از اتم‌های **کربن** و **هیدروژن** به نام **واحد تکرار شونده** به وجود آمده است. شیمی‌دان‌ها برای نمایش **پلیمرها**، **واحد تکرار شونده** را درون **کمانک** نوشته و زیروند **n** را برای آن می‌نویسند؛ زیرا تا کنون **هیچ قاعده‌ای** برای اتصال **شمار مونومرها** به یکدیگر ارائه **نشده** و **نمی‌توان** فرمول دقیقی برای آن‌ها نوشت.

✓ **واحد تکرار شونده** دارای یک پیوند **دوگانه** است و برای نوشتن معادله واکنش قبل از واحد تکرار شونده **n** قرار می‌دهیم ولی برای نوشتن فرمول **پلیمر** به جای پیوند **دوگانه** از **سه پیوند ساده** قبل، وسط و بعد از واحد تکرار شونده درون یک پرانتز استفاده می‌کنیم و **n** را به صورت زیروند جلوی آن می‌نویسیم.

جرم مولی پلیمرهای افزایشی را می‌توان به تقریب از رابطه روبرو بدست آورد: **جرم مولی مونومر $\times n$ = جرم مولی پلیمر افزایشی**

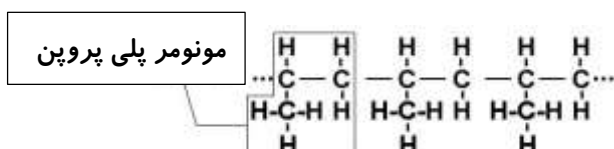
تعداد پیوند پلیمرهای افزایشی را می‌توان از رابطه روبرو بدست آورد: **تعداد پیوند مونومر $\times n$ = تعداد پیوند پلیمر افزایشی**



✓ در **همهٔ** واکنش‌های **پلیمری شدن**، تعداد بسیار زیادی پیوند **تشکیل** می‌شود از آنجا که تشکیل پیوند با **آزاد شدن** انرژی همراه است بنابراین واکنش پلیمری شدن **گرماده** است.

✓ مولکول **پروپن** هم به همین شیوه به **پلی پروپن** تبدیل می‌شود.

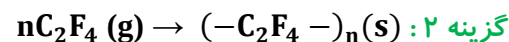
✓ بدیهی است براساس الگوی تشکیل پلی اتن و با **تغییر ساختار مونومر** می‌توان **پلیمری جدید** با خواص **متفاوت** تهیه کرد.



✓ **هر ترکیب آلی** که در ساختار خود پیوند دوگانه کربن-کربن ($C=C$) در **زنجیر کربنی** داشته باشد، می تواند در این نوع واکنش پلیمری شدن شرکت کند. بر همین اساس، ترکیب های **سیر نشده** و حاوی چنین پیوندی در زنجیر کربنی می توانند در صنایع **پتروشیمی** با **تأمین شرایط مناسب** واکنش داده و **پلیمرهای گوناگونی** تولید کنند.

مثال: اگر جرم مولی نمونه ای از پلیمر تفلون برابر با 10^6 g.mol^{-1} باشد، تعداد واحد تکرار شونده (n) در این پلیمر، کدام است؟

($F=19$ و $C=12 \text{ g.mol}^{-1}$) ۱-۱۰۰۰ ۲-۱۰۰۰۰ ۳-۱۲۰۰۰ ۴-۱۶۰۰۰



$10^6 = n \times [2(12) + 4(19)] \Rightarrow n = \frac{10^6}{100} = 10000$ **جرم مولی تفلون = $n \times C_2F_4$**

مثال: با مصرف ۸۰۰ لیتر گاز اتن در شرایط STP، چند کیلوگرم پلی اتن می توان تهیه کرد؟ ($C=12$, $H=1 \text{ g.mol}^{-1}$)

۱-۱ ۲-۱/۵ ۳-۲ ۴-۳

پاسخ: گزینه ۱- با توجه به واکنش تهیه پلی اتن خواهیم داشت:

$28n = \text{جرم مولی اتن} \times n = \text{جرم مولی پلی اتن}$

$800 \text{ L } C_2H_4 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_4}{22.4 \text{ L } C_2H_4} \times \frac{1 \text{ mol پلی اتن}}{n \text{ mol } C_2H_4} \times \frac{28 \text{ g پلی اتن}}{1 \text{ mol پلی اتن}} \times \frac{1 \text{ kg پلی اتن}}{1000 \text{ g پلی اتن}} = 1 \text{ kg پلی اتن}$

در واکنش پلیمری شدن اتن، تنها فراورده واکنش، پلی اتن است؛ بنابراین طبق قانون پایستگی جرم، جرم پلی اتن تولید شده با جرم اتن مصرف شده برابر است؛ پس کافی است جرم اتن مصرف شده را حساب کنیم:

$800 \text{ L } C_2H_4 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_4}{22.4 \text{ L } C_2H_4} \times \frac{28 \text{ g } C_2H_4}{1 \text{ mol } C_2H_4} \times \frac{1 \text{ kg } C_2H_4}{1000 \text{ g } C_2H_4} = 1 \text{ kg } C_2H_4$ **جرم اتن مصرف شده**

صفحه ۱۰۴ کتاب درسی

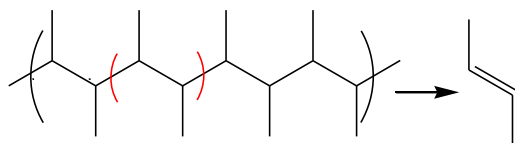
خود را بیازمایید:

در جدول زیر هر یک از جاهای خالی را پر کنید.

کاربرد پلیمر	ساختار پلیمر	نام پلیمر	ساختار مونومر	نام مونومر
پتو 	$\left(-CH_2 - \underset{\substack{ \\ CN}}{CH} - \right)_n$	پلی سیانو اتن	$CH_2 = \underset{\substack{ \\ CN}}{CH}$	سیانو اتن
سرنگ - تجهیزات آزمایشگاهی 	$\left(-CH_2 - \underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH} - \right)_n$	پلی پروپن	$CH_2 = \underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH}$	پروپن
ظروف یکبار مصرف 	$\left(-CH_2 - \underset{\substack{ \\ C_6H_5}}{CH} - \right)_n$	پلی استیرن	$-CH_2 = \underset{\substack{ \\ C_6H_5}}{CH} -$	استیرن یا وینیل بنزن

تترافلوئورواتن	$\text{CF}_2 = \text{CF}_2$	تفلون	$(-\text{CF}_2 - \text{CF}_2 -)_n$	 نخ دندان - ظروف نجسب - نوار تفلون - بدنه اتو
کلرواتن یا وینیل کلرید	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	پلی وینیل کلرید P. V. C	$\left(\begin{array}{c} -\text{CH}_2 - \text{CH}- \\ \\ \text{Cl} \end{array} \right)_n$	 کیسه خون، نوارهای درز گیر و مواد ساختمانی
اتن	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	پلی اتن	$(-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 -)_n$	کیسه - لوله - دبه - اسباب بازی - تانکر - درب ظروف بسته بندی

✓ برای تشخیص ساختار **مونومر** در یک مولکول پلیمری، کافی است، **دو کربن پشت سرهم** را از بقیه جدا نمود و بین آنها **پیوند دوگانه** قرار داد.



✓ در ساختار **پلی سیانو اتن** و **پلی استیرن** برخلاف بقیه پلیمرهای بالا، همه پیوندها **یگانه نیستند**. در ساختار پلی سیانو اتن در $(-\text{CN})$ یک پیوند **سه گانه** بین اتم های کربن و نیتروژن $(-\text{C} \equiv \text{N})$ وجود دارد. در ساختار پلی استیرن هم **سه** پیوند **دوگانه** در حلقه **بنزنی** وجود دارد.

✓ در **تفلون** برخلاف بقیه این پلیمرها، اتم **هیدروژن** وجود ندارد.

✓ از **پلی وینیل کلرید** (P. V. C) در **شیشه خودرو** نیز استفاده می شود؛ به این صورت که لایه نازکی از آن را بین دو صفحه شیشه ای قرار می دهند بطوری که **مانع از فرو ریختن** خرده های آن در اثر ضربه می شود.

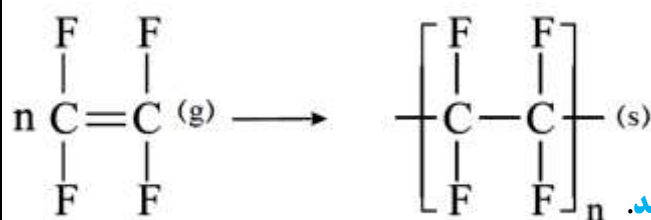
صفحه ۱۰۵ کتاب درسی

« بخت، یار ذهن های آماده است »

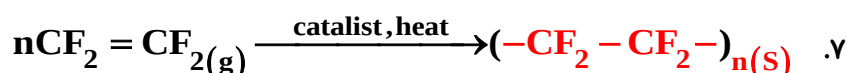
پیوند با زندگی :

تفلون و ویژگی های آن

۱. نام آن **پلی تترافلوئورواتن** (با نام تجاری **تفلون**) است.
۲. کشف این پلیمر بصورت **اتفاقی** توسط **پلانکت** انجام گرفت و او را به شهرت و ثروت رساند؛ زمانی که او بر روی **گازهای سرد کننده** یخچال کار می کرد، کپسولی حاوی گاز **تترافلوئورواتن** را که پر بود ولی **تخلیه** نمی شد را **برش** داد و با لایه نازکی از یک **جامد** در ته کپسول مواجه شد که همان **تفلون** بود.



۳. نقطه ذوب **بالایی** دارد.
۴. در برابر گرما **مقاوم** است.
۵. این پلیمر از نظر شیمیایی **بی اثر** است و با مواد شیمیایی واکنش **نمی دهد**.
۶. در حلال های آلی حل **نمی شود** و **نجسب** است.



✓ این ویژگی‌ها سبب شده است که تفلون علاوه بر **فخ دندان** در ساخت **نوار آب بندی**، **ظروف آشپزخانه** و **کفی اتو** کاربرد پیدا کند.



صفحه ۱۰۶ کتاب درسی

پیوند با صنعت :

✓ پلی اتن یکی از مهم‌ترین پلیمرهای **ساختگی** است که در ساخت وسایل گوناگونی مانند **کیسه خرید**، **لوله آب**، **بطری شیر**، **وسایل اسباب**



بازی، **درب بطری**، **مخزن آب**

و ... کاربرد دارد.



✓ در هنگام ساخت این وسایل دانه‌های **سفید** پلی اتن را **مذاب** کرده و در دستگاهی با **دمیدن هوا**، به ورقه **نازک** پلاستیکی تبدیل می‌کنند.

✓ همانطور که مشاهده می‌کنید کالاهای ساخته شده از پلی اتن ویژگی‌های **گوناگونی** دارند. برخی مانند کیسه موجود در مغازه‌ها **شفاف**

بوده و کمی **انعطاف پذیرند** در حالی که لوله‌های پلاستیکی، دبه‌های آب یا بطری شیر، **کدر**، **سخت‌تر** و **محکم‌تر** و با **چگالی** بالاتر هستند. اما چگونه است که از یک مونومر یکسان پلیمرهایی با خواص گوناگون تشکیل می‌شود؟

✓ یافته‌های **تجربی** نشان می‌دهد که اتن در **شرایط گوناگون**، با انجام واکنش پلیمری شدن فرآورده‌هایی با **ساختار متفاوت** پدید می‌آورد.

نوعی پلی اتن، **چگالی کمتری** داشته و **شفاف** است، از این رو به **پلی اتن سبک** معروف است در حالی که **پلی اتن سنگین**، **چگالی بیشتری** داشته و **کدر** است.

✓ پلی اتنی که در حال تشکیل **زنجیر اصلی**، **شاخه‌های جانبی** نیز تشکیل دهد، **پلی اتن سبک** بوده (چگالی **کمتری** دارد 0.92 گرم بر

سانتی‌متر مکعب) و **شفاف** است؛ در مقابل پلیمری که زنجیره جانبی **ندارد**، چگالی **بیشتری** داشته (0.97 گرم بر سانتی‌متر مکعب)،

کدر بوده و به دلیل نیروهای **واندروالسی قوی‌تر** استحکام **بالاتری** دارد.



پلی اتن بدون شاخه



پلی اتن شاخه‌دار

صفحه ۱۰۷ کتاب درسی

خود را بیازمایید :

داده‌های تجربی نشان می‌دهد که چگالی پلی‌اتن‌های نشان داده شده در شکل بالا برابر با 0.97 و 0.92 گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

الف) کدام چگالی به کدام پلی‌اتن تعلق دارد؟ چرا؟ 0.97 **پلی اتن سنگین است زیرا در پلی اتن بدون شاخه در واحد حجم مولکول‌های**

بیشتری قرار می‌گیرند و جرم بیش‌تر خواهد بود و 0.92 پلی اتن سبک است.

ب) کدام پلی اتن سبک و کدام سنگین است؟ $۰/۹۲$ سبک (شاخه دار) و $۰/۹۷$ سنگین (بدون شاخه) است.

پ) نیروی بین مولکولی در پلی اتن چیست؟ از نوع نیروهای واندروالس

ت) چرا استحکام پلی اتن سنگین از سبک بیشتر است؟

زیرا با افزایش تعداد شاخه مولکول ها به دلیل ازدحام فضایی نمی توانند به هم نزدیک شوند اما در پلی اتن که شاخه فرعی وجود ندارد سطح تماس مولکول ها بیشتر است و در نتیجه نیروی جاذبه بین مولکولی بیشتر شده و استحکام مولکولی هم بیشتر می شود.

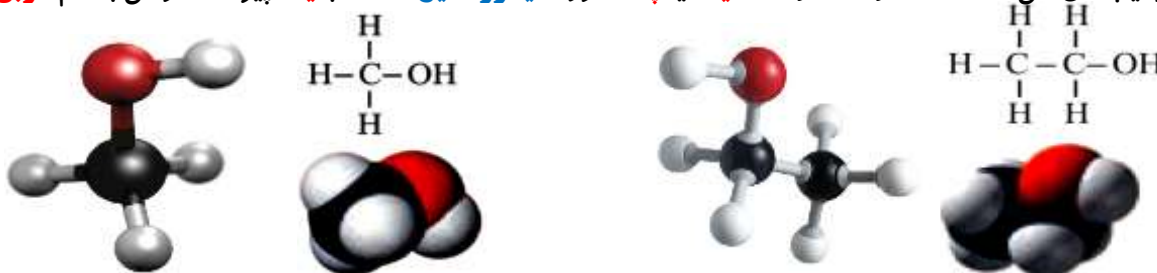
مقایسه پلی اتن سبک و سنگین:

ساختار	پلی اتن سبک، شاخه دار، ولی پلی اتن سنگین، بدون شاخه است.
چگالی	چگالی پلی اتن سبک، کمتر از پلی اتن سنگین است.
نیروی بین مولکولی	نیروی جاذبه هر دو، از نوع واندروالس است، اما در پلی اتن سنگین، قوی تر از پلی اتن سبک است.
سختی و استحکام	پلی اتن سنگین نسبت به پلی اتن سبک، سختی و استحکام بیشتری دارد.
نقطه ذوب	پلی اتن سنگین نقطه ذوب بالاتری دارد.
شفاف یا کدر بودن	پلی اتن سبک، شفاف، ولی پلی اتن سنگین، کدر است.
کاربرد	پلی اتن سبک در ساخت کیسه های پلاستیکی شفاف و پلی اتن سنگین در ساخت لوله های پلاستیکی، دبه های آب یا بطری کدر شیر و اسباب بازی کودکان کاربرد دارد.

گروه های عاملی (ادامه فصل دوم)

الکل ها:

✓ **الکل ها**، دسته ای از ترکیب های آلی هستند که در ساختار آن ها یک یا چند گروه هیدروکسیل (OH) با یک پیوند اشتراکی به اتم کربن متصل است.



✓ الکل های یک عاملی را می توان با فرمول ROH یا $C_nH_{2n+2}O$ نشان داد که در آن، R یک زنجیر هیدروکربنی است؛ متانول و اتانول دو عضو خانواده الکل های یک عاملی هستند.

برای نامگذاری الکل ها به دو روش عمل می کنیم:

(۱) نام گروه هیدروکربنی (R) + الکل = نام الکل (نام متداول)

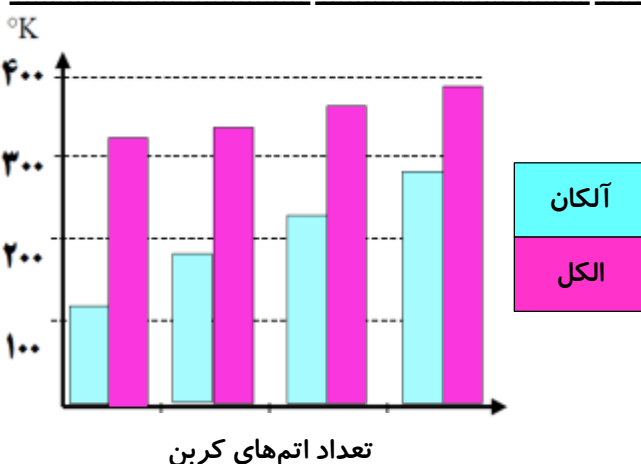
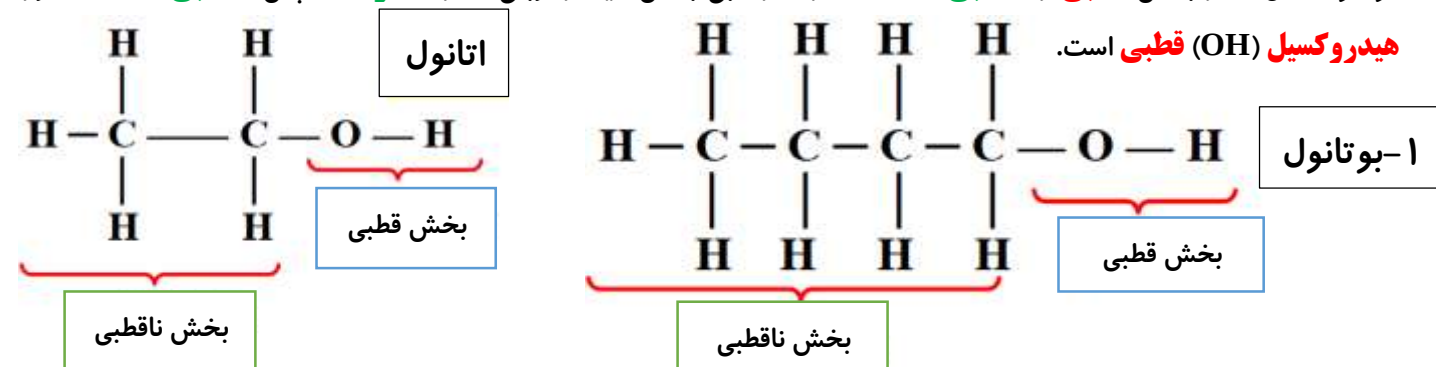
نام الکل	فرمول الکل	نام گروه هیدروکربنی	فرمول گروه هیدروکربنی	نام آلکان	فرمول آلکان
متیل الکل	$CH_3 - OH$	متیل	$CH_3 -$	متان	CH_4
اتیل الکل	$CH_3 - CH_2 - OH$	اتیل	$C_2H_5 -$	اتان	C_2H_6
پروپیل الکل	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$	پروپیل	$C_3H_7 -$	پروپان	C_3H_8
ایزوپروپیل الکل	$CH_3 - CH - OH$ CH_3	ایزوپروپیل	$CH_3 - CH -$ CH_3		

۲) نام آلکان هم کربن + ال = نام الکل (نام آیوپاک)

نام الکل	فرمول الکل	آلکان	فرمول آلکان
متانول	$\text{CH}_3 - \text{OH}$	متان	CH_4
اتانول	$\text{C}_2\text{H}_5 - \text{OH}$	اتان	C_2H_6
۱-پروپانول	$\text{C}_3\text{H}_7 - \text{OH}$	پروپان	C_3H_8
۲-پروپانول	$\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_3$		

ویژگی‌های الکل‌ها:

✓ مولکول الکل‌ها دو بخش **قطبی** و **ناقطبی** دارد. گشتاور دوقطبی بخش هیدروکربنی حدود **صفر** است پس **ناقطبی** است اما گروه



✓ الکل‌ها علاوه بر نیروی بین مولکولی **واندروالسی** به دلیل داشتن گروه

هیدروکسیل (OH) قادر به تشکیل **پیوند هیدروژنی** نیز هستند. به

همین دلیل نقطه جوش آنها از آلکان‌های هم کربن **بیشتر** است.

✓ نمودار زیر اختلاف نقطه جوش آلکان و الکل هم کربن را نشان می‌دهد.

✓ **الکل‌های کوچک** به هر نسبتی در آب حل می‌شوند، زیرا:

(۱) بخش **قطبی** بر بخش **ناقطبی** الکل غلبه دارد.

(۲) **پیوند هیدروژنی** بین **الکل و آب** از پیوند هیدروژنی الکل-الکل و پیوند هیدروژنی آب-آب **قوی‌تر** است.

داده‌های جدول زیر انحلال‌پذیری الکل‌ها را با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی نشان می‌دهد.

نام الکل	فرمول ساختاری الکل	انحلال‌پذیری $\left(\frac{\text{g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}\right)$
متانول	$\text{CH}_3 - \text{OH}$	به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
اتانول	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
۱-پروپانول	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
۱-بوتانول	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{OH}$	۸/۲۱
۱-پنتانول	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{OH}$	۲/۷
۱-هگزانول	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{OH}$	۰/۵۹
۱-اکتانول	$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{OH}$	۰/۰۴۶

- ✓ الکلهای تا پنج کربن در آب محلول هستند یعنی تا پنج کربن، بخش قطبی بر ناقطبی غلبه دارد. (پیوند هیدروژنی غالب است).
- ✓ ۱-هگزانول، ۱-هپتانول و ۱-اکتانول در آب کم محلول هستند.
- ✓ در صورتی که تعداد کربنها در الکل یک عاملی بیشتر از ۸ تا باشد الکل مورد نظر نامحلول خواهد بود.
- ✓ با افزایش شمار اتمهای کربن، بخش ناقطبی مولکول بزرگتر شده و میزان قطبیت مولکول کاهش مییابد. بنابراین الکلهای بزرگتر در جریها حل میشوند. از اینرو ویژگی جری دوستی الکلهای با افزایش شمار اتمهای کربن، افزایش مییابد. به بیان دیگر، هرچه شمار اتمهای کربن در الکلهای بیشتر شود، ویژگی آبگریزی آنها افزایش مییابد.
- ✓ الکلهای می توانند چند عاملی باشند یعنی بیش از یک گروه هیدروکسیل داشته باشند. اتیلن گلیکول (ضد یخ) و گلیسرین نمونه ای از الکلهای چند عاملی هستند.

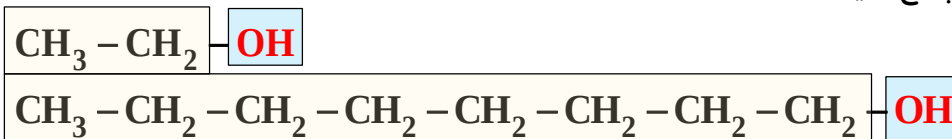


- ✓ الکلهای چند عاملی در تهیه پلی استرها نقش بسزایی دارند.
- ✓ الکلهای با اترها (با تعداد کربن، هیدروژن و اکسیژن برابر) ایزومر هستند با این تفاوت که در اترها اتم اکسیژن بین اتمهای کربن قرار دارد و قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی نیست.

مثلاً برای ترکیبی به فرمول $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ دو ساختار می توان رسم نمود. $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ و $\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH}$

با هم بیندیشیم : صفحه ۱۱۰ کتاب درسی

(۱) با توجه به دو ساختار داده شده به پرسشها پاسخ دهید:



(آ) پیش بینی کنید چه نوع نیروهای بین مولکولی در این دو الکل وجود دارد؟ نیروی جاذبه واندروالسی و پیوند هیدروژنی

(ب) مولکول این الکلهای دو بخش قطبی و ناقطبی دارند. با توجه به اینکه گشتاور دوقطبی هیدروکربنها حدود صفر است، این دو بخش را در هر مولکول بالا مشخص کنید.

(پ) پیش بینی کنید در شرایط یکسان انحلال پذیری کدام الکل در آب بیشتر است؟ انحلال پذیری اتانول در آب بیشتر است. هنگامی که بخش ناقطبی یک مولکول، بزرگتر از بخش قطبی آن باشد خواص ناقطبی مولکول بر خواص قطبی آن غلبه می کند. به همین جهت اکتانول در آب حل نمی شود اما اتانول با ایجاد پیوندهای هیدروژنی در آب حل می شود.

فرمول ساختاری الکل	انحلال پذیری $\left(\frac{\text{g}}{100 \text{ g H}_2\text{O}}\right)$
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$	به هر نسبتی در آب حل می شود.
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{OH}$	۰/۰۴۶

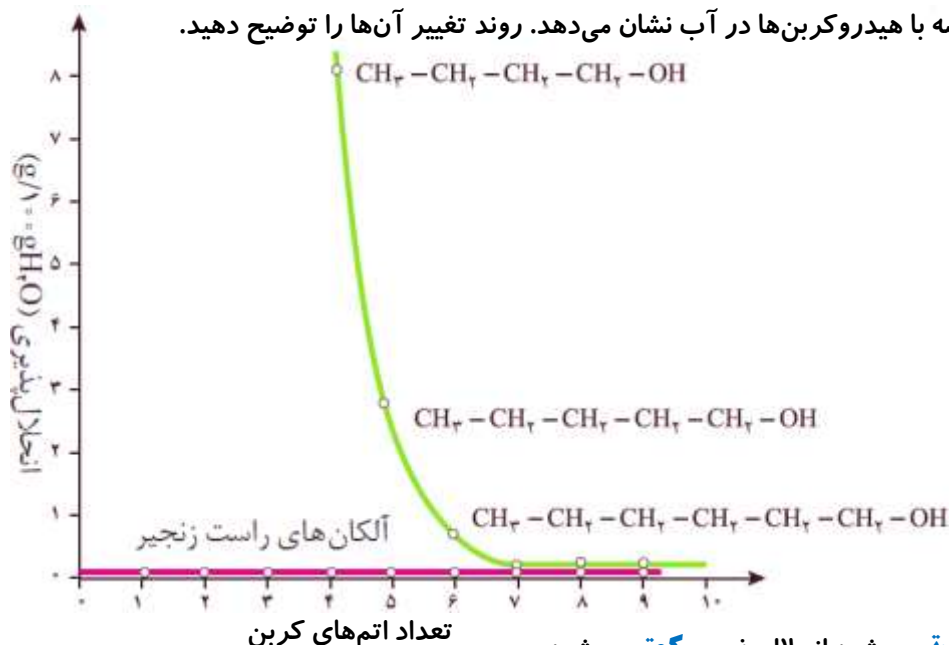
(ت) درستی پیش بینی خود را با توجه به داده های جدول زیر بررسی کنید. همانطور که در جدول مشاهده می شود، اتانول به هر نسبتی در آب حل می شود اما ۱- اکتانول انحلال پذیری کمی در آب دارد.

(ث) درباره درستی جمله زیر گفت و گو کنید.

«با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکلهای، نیروی واندروالسی بر هیدروژنی غلبه می کند و ویژگی های ناقطبی الکل افزایش می یابد.»

جمله درست است زیرا در الکلهای دو نوع نیروی بین مولکولی وجود دارد: پیوند هیدروژنی در یک سر مولکول به دلیل پیوند بین اتم اکسیژن و هیدروژن وجود دارد و نیروی واندروالسی که از سمت زنجیره کربنی وجود دارد. هرچه زنجیره کربنی بزرگتر باشد نیروی واندروالسی قوی تر شده و بر پیوند هیدروژنی غلبه می کند و ویژگی ناقطبی الکل زیاد می شود.

ج) نمودار زیر انحلال پذیری الکل‌ها را در مقایسه با هیدروکربن‌ها در آب نشان می‌دهد. روند تغییر آن‌ها را توضیح دهید.



✓ هرچه بخش **ناقطبی** یا هیدروکربنی **بزرگ‌تر** می‌شود انحلال‌پذیری **کمتر** می‌شود.

✓ الکل‌های تا **پنج** کربن در آب **محلول** هستند یعنی تا پنج کربن، بخش **قطبی** بر **ناقطبی** غلبه دارد. (پیوند هیدروژنی غالب است).

✓ ۱-هگزانول، ۱-هپتانول و ۱-اکتانول در آب **کم محلول** هستند.

✓ در صورتی که تعداد کربن‌ها در الکل **یک عاملی** بیشتر از **۸** تا باشد الکل مورد نظر **نامحلول** خواهد بود.

جمع‌بندی:

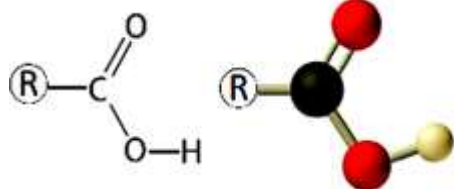
↑ **کربن الکل‌ها** = ↓ **انحلال‌پذیری در آب** (↑ **افزایش آب‌گریزی**) = ↑ **انحلال‌پذیری در چربی** (↑ **افزایش چربی دوستی**)

کربوکسیلیک اسیدها:

✓ دسته‌ای از ترکیب‌های **آلی** که در ساختار خود حداقل یک گروه عاملی **کربوکسیل** (COOH) دارند.

✓ ساختار عمومی **کربوکسیلیک اسیدهای** تک عاملی را در شکل مقابل مشاهده می‌کنید.

(گروه **R** که در شکل وجود دارد، می‌تواند **هیدروژن** یا یک **زنجیر هیدروکربنی** باشد).



✓ اسیدهای یک عاملی دارای فرمول RCOOH یا $\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ و فرمول عمومی $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ هستند.

✓ این ترکیبات مزه **ترش** دارند به طوری که مزه ترش میوه‌هایی مانند **ریواس، انگور، لیمو ترش، کیوی، گوجه سبز** و ... ناشی از وجود چنین مولکول‌هایی در آن‌هاست.

✓ **متانوئیک اسید** HCOOH (فورمیک اسید) که **اولین** و **ساده‌ترین** عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها و **اتانوئیک اسید** (استیک اسید) دومین عضو خانواده اسیدهای آلی است.

✓ **فورمیک اسید** که بر اثر گزش **مورچه سرخ** وارد بدن شده و باعث **سوزش** و **خارش** در محل گزیدگی می‌شود و **استیک اسید** که **آشنا‌ترین** عضو خانواده کربوکسیلیک اسیدها است در **سرکه** یافت می‌شود.

✓ مولکول‌های **کربوکسیلیک اسید** نیز مانند **الکل‌ها** دو بخش **قطبی** و **ناقطبی** دارند. گشتاور دوقطبی بخش هیدروکربنی حدود **صفر** است پس **ناقطبی** است اما گروه کربوکسیل (COOH) **قطبی** است.

✓ با **افزایش** طول زنجیر کربنی از انحلال‌پذیری کربوکسیلیک اسیدها در آب **کاسته** می‌شود، زیرا با افزایش تعداد اتم‌های کربن، زنجیر **هیدروکربنی** که بخش **ناقطبی** کربوکسیلیک اسید به حساب می‌آید **بزرگ‌تر** شده و بر بخش قطبی آن (COOH) غلبه می‌کند. بنابراین مولکول در مجموع خاصیت **ناقطبی** گرفته و انحلال‌پذیری آن در آب **کاهش** می‌یابد.

✓ پیوند هیدروژنی اسیدها از الکل‌های هم کربن **قوی‌تر** است، بنابراین نقطه جوش **کربوکسیلیک اسید** بیشتر از الکل‌های هم کربن است.

✓ **کربوکسیلیک اسیدهای تا ۵ کربن در آب محلول هستند، یعنی تا ۵ کربن، بخش قطبی بر ناقطبی غلبه دارد.**

✓ **اسیدهای چند عاملی در تولید پلی استر نقش مهمی ایفا می کنند.**

نامگذاری کربوکسیلیک اسیدها:

برای نامگذاری کربوکسیلیک اسیدها دو روش وجود دارد:

(۱) **نام متداول:** فورمیک اسید چون از تقطیر **مورچه** که در لاتین فورمیکا نامیده می شود گرفته شده و استیک اسید از **استوم** به معنای **سرکه** گرفته شده است و ...

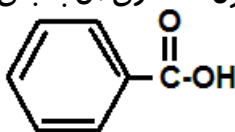
(۲) **نام آیوپاک:** نام آلکان هم کربن + وئیک اسید = نام اسید

نام متداول	نام آیوپاک	فرمول اسید	نام آلکان	فرمول آلکان
فرمیک اسید	متانوئیک اسید	HCOOH	متان	CH ₄
استیک اسید	اتانوئیک اسید	CH ₃ COOH	اتان	C ₂ H ₆

✓ اسیدها می توانند چند عاملی باشند مانند **اتان دی اوئیک اسید (اکزالیک اسید):** $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{OH}$

ترفتالیک اسید: $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{OH}$

✓ **بنزوئیک اسید** یک کربوکسیلیک اسید یک عاملی است که در فرمول ساختاری آن به جای گروه R، یک **حلقه بنزی** قرار گرفته بنابراین یک کربوکسیلیک اسید **آروماتیک** است.



✓ برخی از ترکیبات علاوه بر عامل اسیدی دارای عامل **الکلی** نیز هستند. مانند **لاکتیک اسید** $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{OH}$

تارتاریک اسید $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{OH}$

✓ فرمول مولکولی عمومی **استرها و کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی با زنجیر هیدروکربنی سیر شده** ($\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$) است. اگر تعداد **کربن** کربوکسیلیک اسید و استر (زنجیر هیدروکربنی سیر شده و یک عاملی) **یکسان** باشد، این دو ترکیب **ایزومر** هم خواهند بود. مثلاً ترکیبی به فرمول $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ دارای دو ساختار زیر است. CH_3COOH و HCOOCH_3 که یکی ساختار **اسید** و دیگری ساختار **استر** می باشد.

✓ **استرها** به دلیل نداشتن هیدروژن متصل به اکسیژن قادر به تشکیل پیوند هیدروژنی **نیستند**.

✓ گروه عاملی اسیدها، **کربوکسیلیک اسید** ولی برای استرها، **کربوکسیلات** است.

مثال ۱- در مورد دو ترکیب اتانول و اکتانول، کدام گزینه درست است؟

(۱) واکنش پذیری اکتانول از اتانول بیشتر است.

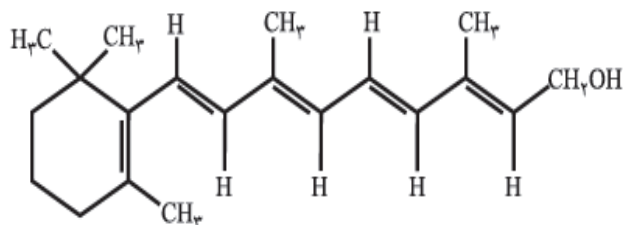
(۲) در هر دو ترکیب، ۲ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

(۳) نیروی بین مولکولی در اکتانول از نوع هیدروژنی و در اتانول از نوع وان دروالسی است.

(۴) در اکتانول، ۲۵ جفت الکترون پیوندی و در اتانول ۷ جفت الکترون پیوندی وجود دارد.

گزینه ۱: انحلال پذیری اتانول بیشتر است. گزینه ۳: عکس آن درست است. گزینه ۴: در اکتانول ۲۶ و در اتانول، ۸ جفت

مثال ۲- کدام مورد، درباره‌ی ترکیب زیر نادرست است؟



(۱) فرمول مولکولی آن، $C_{20}H_{30}O$ می‌باشد.

(۲) نامحلول در آب است.

(۳) دارای ۳۱ پیوند کووالانسی است.

(۴) عامل هیدروکسیل در آن وجود دارد.

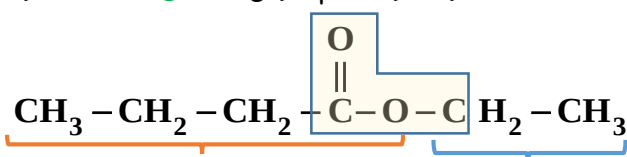
گزینه ۳، تعداد پیوند کووالانسی ۵۰ می‌باشد.

استرها:

✓ استرها از مشتقات **کربوکسیلیک اسیدها** هستند که از جایگزین کردن **هیدروژن** گروه کربوکسیل با یک گروه **آلکیل** تشکیل شده‌اند.

✓ **استرها** دسته‌ای از مواد **آلی** هستند که در ساختار خود گروه عاملی استری ($-COO-$) گروه عاملی **کربوکسیلات** دارند.

✓ **استرها** منشأ بوی خوش **شکوفه‌ها، گل‌ها، عطرها** و نیز بو و طعم **میوه‌ها** هستند. برای نمونه، بو و طعم خوش **آناناس** به دلیل وجود



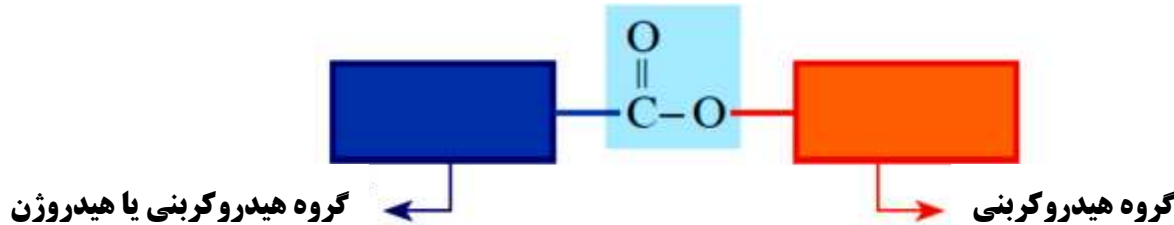
اتیل بوتانوات در آن است.

✓ ساختار کلی استرها به صورت $RCOOR'$ است که در آن R می‌تواند H یا گروه **آلکیل** باشد، اما R' حتماً باید گروه **کربن‌دار** باشد.

با دقت در ساختار مولکول استر در می‌یابیم که به گروه عاملی آن **دو بخش** یا دو زنجیر هیدروکربنی متصل است. در یک سوی آن

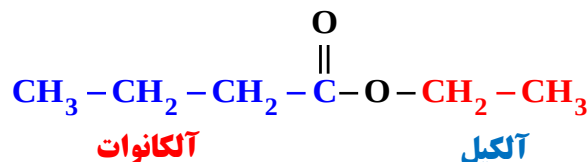
گروه هیدروکربنی به اتم اکسیژن و در سوی دیگر آن به اتم کربن این گروه متصل است.

✓ گروه عاملی استری از واکنش یک **الکل** با یک **کربوکسیلیک اسید** ایجاد می‌شود.



نامگذاری استرها:

✓ برای نامگذاری استرها، آن را به **دو بخش** تقسیم می‌کنیم برای طرف گروه کربونیل ($R-C=O$) شماره کربن را با پسوند «وات» جمع می‌بندیم (بر وزن **آلکانوات**) و طرف اکسیژن ($-OR$) را بر وزن آلکیل (نام گروه هیدروکربنی) می‌نویسیم:



✓ بخش **آلکیل** دو کربن دارد و **اتیل** نامیده می‌شود و بخش **آلکانوات** چهار کربن دارد پس می‌شود **بوتانوات** و در مجموع نام ترکیب

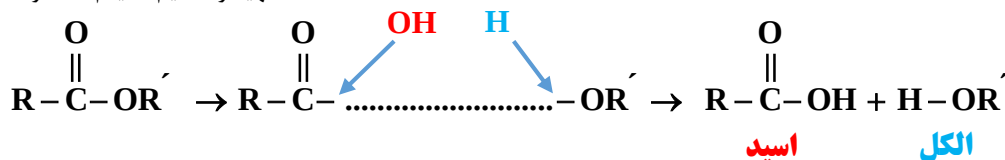
اتیل بوتانوات خواهد بود.

✓ از نام هر استر باید بتوان **الکل** و **اسید** سازنده آن را مشخص کرد. نام کلی استرها به این صورت است:

آلکیل آلکانوات نام الکل بر وزن: آلکانول نام اسید بر وزن: آلکانوئیک اسید

✓ برای به دست آوردن **اسید** و **الکل** سازنده یک استر کافی است بین گروه **کربونیل** و **اکسیژن**، فاصله ایجاد کنیم و گروه **هیدروکسیل**

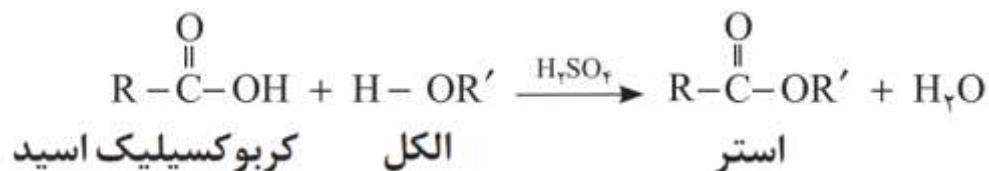
را به **کربونیل** و **هیدروژن** را به **اکسیژن** متصل نماییم.



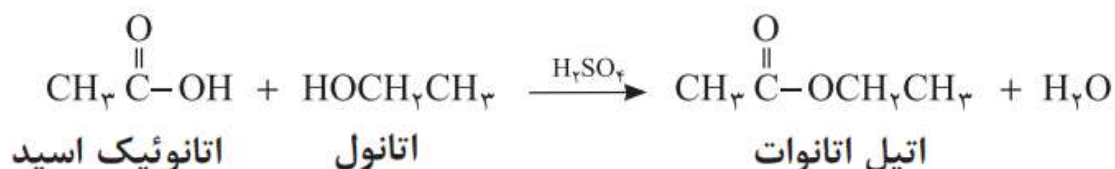
واکنش استری شدن و آبکافت استرها:

✓ یکی از ویژگی‌های مهم و کاربردی **کربوکسیلیک اسیدها** و **الکل‌ها**، واکنش میان آن‌هاست. این مواد در شرایط مناسب واکنش می‌دهند و با از دست دادن **آب**، به **استر** تبدیل می‌شوند.

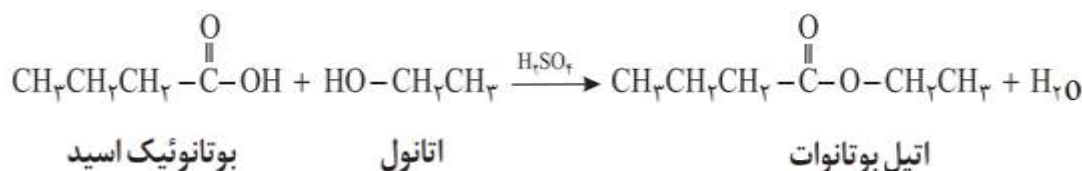
✓ در واکنش استری شدن **OH** از اسید و **H** از الکل، **آب** تولید می‌کند و فراورده دیگر نیز **استر** است.



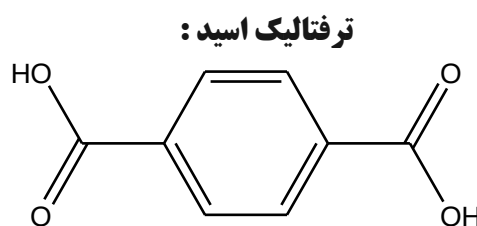
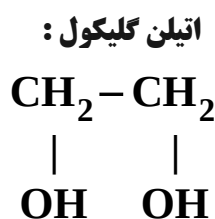
مثال ۱: از واکنش **اتانویک اسید** (استیک اسید) با **اتانول**، طبق معادله زیر **اتیل اتانوات** (اتیل استات) بدست می‌آید.



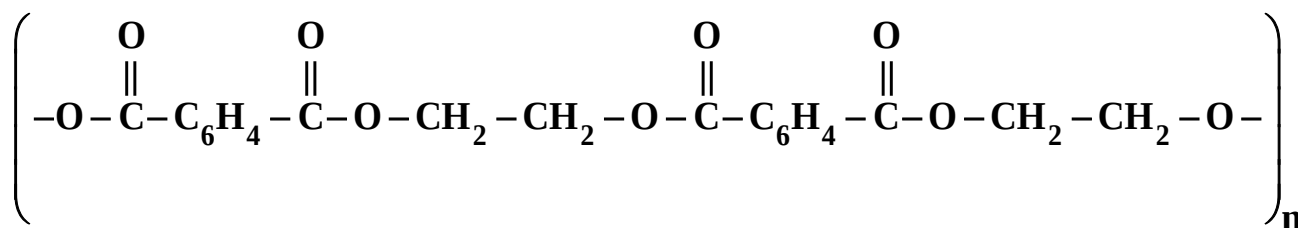
مثال ۲: می‌توان **اتیل بوتانوات** را در مقیاس صنعتی از واکنش **بوتانویک اسید** و **اتانول**، تولید و از آن برای تولید شوینده با بوی **آناناس** استفاده کرد.



مثال ۳: **ترفتالیک اسید** و **اتیلن گلیکول** برای تهیه **پلی اتیلن ترفتالات** برای تولید **بطری آب** استفاده می‌شود (PET).



ساختار **پلی اتیلن ترفتالات** (PET) به صورت زیر در می‌آید:

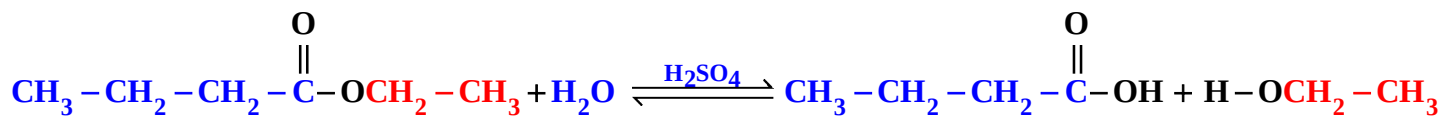
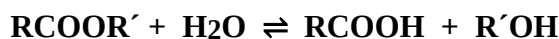


✓ می‌توان با استفاده از **کربوکسیلیک اسیدها** و **الکل‌های دوعاملی** گوناگون، پلی‌استرهایی با ساختار متفاوت و گوناگون، تهیه کرد.

✓ به ازای هر **n** مول اسید و **n** مول الکل، **2n** مول **آب** تولید می‌شود.

✓ **آبکافت استرها**: با توجه به اینکه واکنش **استری شدن** بصورت **برگشت پذیر** انجام می‌شود، **استرها** در شرایط مناسب (**حضور اسید** و

رطوبت و گرما با **آب** واکنش داده و به **کربوکسیلیک اسید** و **الکل** اولیه تبدیل می‌شوند این واکنش به **آبکافت استرها** معروف است.



استرهای معروف :

نام استر	فرمول شیمیایی	ساختار استر	الکل سازنده	اسید سازنده	عامل بو در
اتیل بوتانوات	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$		اتانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	بوتانویک اسید $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	آناناس
متیل بوتانوات	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOCH}_3$		متانول CH_3OH	بوتانویک اسید $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	سیب
پنتیل اتانوات	$\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$		پنتانول $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$	اتانویک اسید CH_3COOH	موز
اتیل هپتانوات	$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{COOC}_2\text{H}_5$		اتانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	هپتانویک اسید $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{COOH}$	انگور

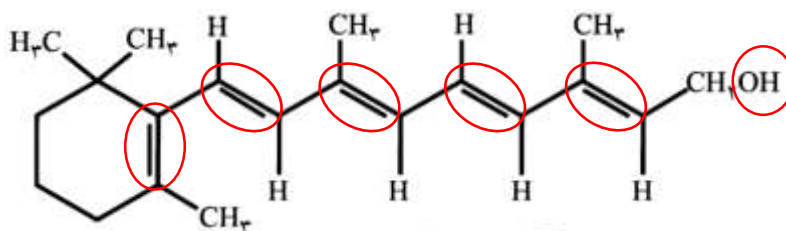
رمز استرهای معروف : **آ-س-م-ان** « **آناناس - سیب - موز - انگور** »

خود را بیازمایید : ویتامین‌ها صفحه ۱۱۱ و ۱۱۲ کتاب درسی

- ✓ قسمت‌های **هیدروکربنی** ترکیبات آلی بخش **ناقطبی** مولکول‌ها را می‌سازند و قسمت **چربی دوست** یا **آب‌گریز** می‌باشند.
- ✓ **گروه‌های عاملی** (در ویتامین‌های زیر، بخش‌های **اکسیژن دار**)، بخش **قطبی** مولکول هستند و قسمت **آب دوست** را تشکیل می‌دهند.
- ✓ اگر قسمت **قطبی** مولکول بر قسمت **ناقطبی** آن غلبه داشته باشد، ویتامین یا مولکول محلول در **آب** و اگر قسمت **ناقطبی** مولکول بر قسمت **قطبی** آن غلبه کند، ویتامین یا مولکول محلول در **چربی** است.
- ✓ رمز گذاری : ویتامین‌های دکه (**DAKE**) محلول در **چربی** هستند.

۱) کدام ویتامین‌های زیر در آب و کدام‌ها در چربی حل می‌شود؟ چرا؟

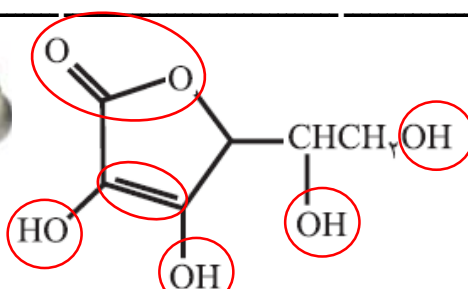
ویتامین آ (A) :



✓ فرمول مولکولی آن $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$ است.

✓ دارای یک گروه عاملی **هیدروکسیل** (**قطبی**) بوده اما قسمت عمده آن **هیدروکربنی** بوده و **ناقطبی** است، پس محلول در **چربی** است.

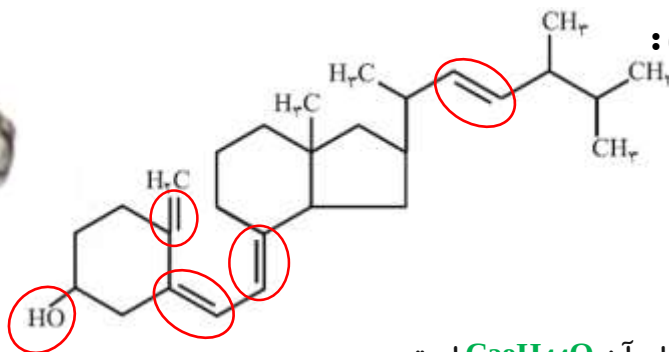
ویتامین ث (C) :



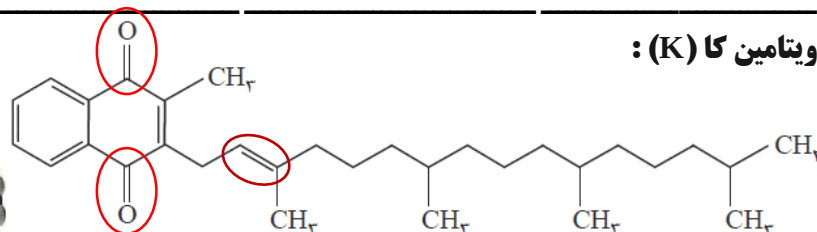
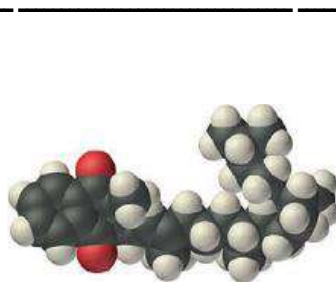
✓ فرمول مولکولی آن $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ است.

✓ این مولکول دارای ۴ گروه عاملی **هیدروکسیل** و یک گروه عاملی **استری** است (قسمت‌های **قطبی**)، در مقابل سایر قسمت‌های **هیدروکربنی** **ناقطبی** هستند و به دلیل غلبه قسمت‌های **قطبی** بر **ناقطبی**، این ویتامین محلول در **آب** است.

ویتامین دی (D) :

✓ فرمول مولکولی آن $C_{28}H_{44}O$ است.✓ دارای یک گروه عاملی **هیدروکسیل (قطبی)** بوده اما قسمت عمده آن **هیدروکربنی** بوده و **ناقطبی** است، پس محلول در **چربی** است.

ویتامین کا (K) :

✓ فرمول مولکولی آن $C_{31}H_{46}O_2$ است.✓ این مولکول دارای ۲ گروه عاملی **کربونیل (قطبی)** و سایر قسمت‌های آن **ناقطبی** است؛ پس محلول در **چربی** است.

(۲) مصرف بیش از اندازه کدام دسته از ویتامین‌ها برای بدن مشکل خاصی ایجاد نمی‌کند؟ چرا؟

ویتامین‌هایی مثل ویتامین ث که بخش قطبی بزرگی داشته باشند و در نتیجه در آب محلول باشند مشکلی ایجاد نمی‌کنند زیرا مقدار اضافی این ویتامین‌ها در بدن از طریق ادرار دفع می‌شود.

(۳) گروه‌های عاملی موجود در هر یک از ترکیب‌های بالا را مشخص کنید.

(۴) عبارت زیر را با خط زدن واژه نادرست در هر مورد کامل کنید.

در ترکیب‌های آلی مانند الکل‌ها و کربوکسیلیک‌اسیدها که دو بخش قطبی و ناقطبی دارند، با افزایش طول زنجیر کربنی بخش (**ناقطبی** / قطبی) بزرگ‌تر می‌شود، قطبیت مولکول (**کاهش** / افزایش) می‌یابد و انحلال‌پذیری آن در آب (بیشتر / کمتر) می‌شود.

✓ فرمول و ساختار برخی از ویتامین‌ها به همراه انحلال‌پذیری آن‌ها در جدول زیر خلاصه شده است.

نام ویتامین	منبع	حلال	فرمول مولکولی	گروه عاملی
ویتامین آ	هویج	چربی	$C_{20}H_{30}O$	الکی - آلکنی
ویتامین ث	پرتقال	آب	$C_6H_8O_6$	استری - الکی - آلکنی
ویتامین دی	چربی ماهی	چربی	$C_{28}H_{44}O$	آلکنی - الکی
ویتامین کا	انواع کلم	چربی	$C_{31}H_{46}O_2$	بنزنی - کربونیلی - آلکنی

خود را بیازمایید :

با رسم ساختار الکل و اسید سازنده برای هر استر، جدول زیر را کامل کنید.

نام میوه	ساختار الکل سازنده	ساختار اسید سازنده	ساختار استر
موز			
سیب	CH_3OH		
انگور			

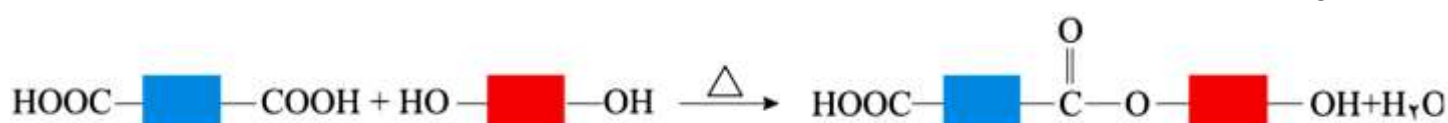
پلی استرها :

✓ نیاز به پوشاک بیشتر و با کاربردهای **گسترده تر**، شیمی دان ها را برای یافتن پلیمرهای جدید تشویق کرد. در طی این تلاش پلیمرهایی ساخته شد که علاوه بر **H** و **C** دارای **N** و **O** در ساختار خود بودند. **پلی آمیدها** و **پلی استرها** از جمله این پلیمرها هستند.

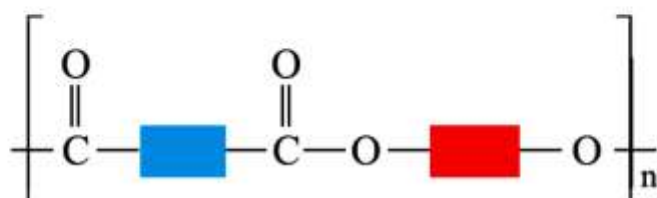
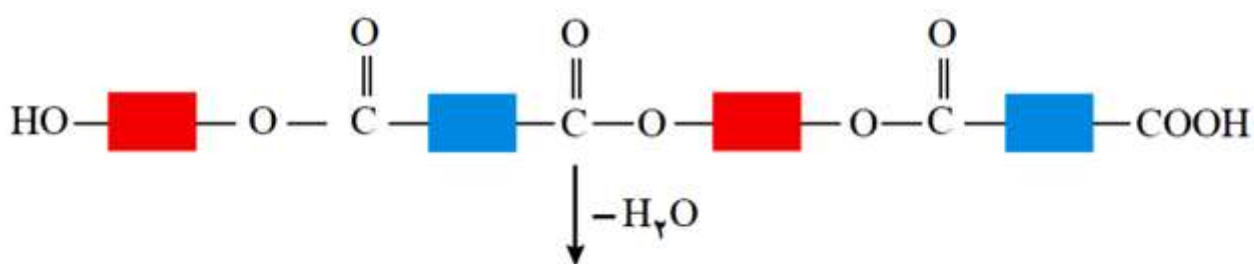
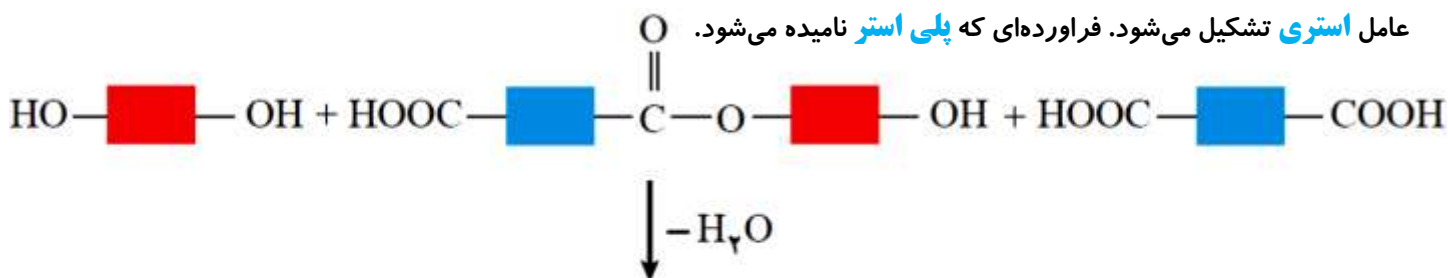
(ب) **پلیمری شدن تراکمی** : در این نوع پلیمری شدن، با اتصال **مونومرها** به هم علاوه بر پلیمر، مولکولهای **کوچکتری** نیز تشکیل می شود. (مشابه این پلیمر شدن در سنتز آب دهی درس زیست شناسی وجود دارد.)

✓ پلی استرها دسته ای از پلیمرها هستند که از اتم های **H**، **C** و **O** تشکیل شده اند. از این پلیمرها می توان **الیاف**، **نخ** و در نهایت **پارچه** تهیه نمود.

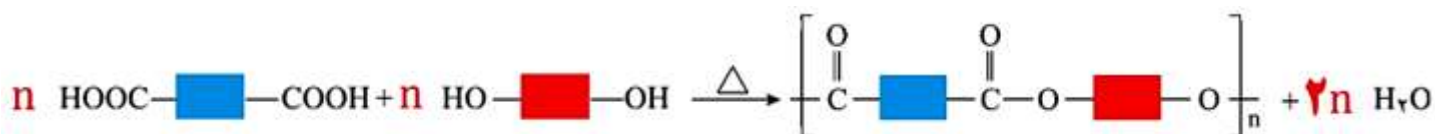
✓ با توجه به واکنش **استری شدن**، می توان نتیجه گرفت که از واکنش یک **کربوکسیلیک اسید دوعاملی** با یک **الکل دوعاملی** در شرایط مناسب، یک **پلی استر** تولید می شود. در مرحله **نخست** این واکنش، یکی از گروه های **هیدروکسیل** موجود در **الکل** با یکی از گروه های **کربوکسیل** موجود در **اسید** ترکیب شده و با از دست دادن **آب**، گروه عاملی **استری** را ایجاد می کند. باقیمانده دو مونومر نیز به هم متصل می شوند.



✓ در ساختار فراورده، همچنان یک گروه عاملی **هیدروکسیل** و یک گروه عاملی **کربوکسیل** وجود دارد. این ساختار نوید می دهد که واکنش استری شدن می تواند ادامه پیدا کند، آن چنان که از یک سو با عامل **اسیدی** و از سوی دیگر با عامل **الکی** در واکنش شرکت می کند. با ادامه این روند مولکول های بیشتر و بیشتری با یکدیگر واکنش می دهند و سرانجام مولکول هایی با **زنجیر بلند** و شمار زیادی عامل **استری** تشکیل می شود. فراورده ای که **پلی استر** نامیده می شود.



واکنش کلی تشکیل یک پلی استر در زیر آمده است :



✓ از واکنش **n** مولکول دی اسید و **n** مولکول دی الکل، **2n-1** مولکول **آب** و **2n-1** گروه عاملی **استری** تولید می شود.

✓ **رفتار و ویژگی‌های مواد به ساختار آنها بستگی دارد؛ بنابراین با کربوکسیلیک اسیدها و الکل‌های دو عاملی** گوناگون، پلی استرهایی با ساختار متفاوت تهیه کرد.

تشکیل پلیمرهای (پلی اتن-تفلون-پلی پروپن)

مونومر دارای پیوند دوگانه است. با شکستن پیوند دوگانه و بدون از دست دادن مولکول مونومرها به هم متصل می‌شوند.

پلیمر شدن افزایشی

انواع روش‌های پلیمری شدن

پلی استر (اسید آلی و الکل)

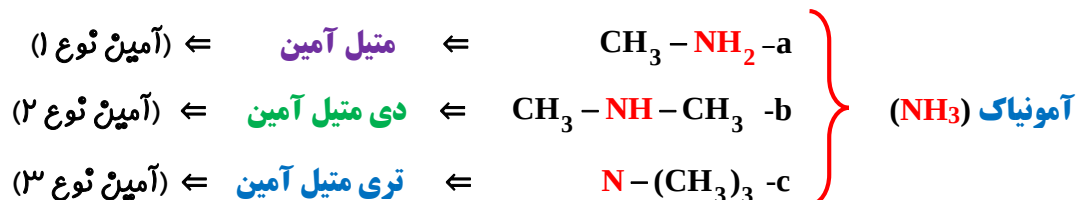
پلیمری شدن تراکمی

پلی آمیدها (اسید آلی + آمین‌ها) کولار-پروتئین‌ها

آمین‌ها و آمیدها:

✓ **آمین‌ها:** دسته‌ای از ترکیبات آلی هستند که در ساختار آن‌ها اتم‌های **C**، **N** و **H** وجود دارد. به عبارتی اگر در ساختار **آمونیاک (NH₃)** به جای اتم‌های **هیدروژن** گروه **آلکیل (R)** قرار دهیم **آمین** حاصل می‌شود.

✓ انواع آمین‌ها در صورتی که یک، دو یا سه هیدروژن مولکول آمونیاک با گروه آلکیل جانشین شود به صورت زیر است:



✓ برای نام‌گذاری آمین کافیست، نام گروه **هیدروکربنی** را به کلمه **آمین** اضافه نماییم. متیل آمین **CH₃NH₂**، اتیل آمین **C₂H₅NH₂**

✓ اگر تعداد گروه‌های هیدروکربنی مشابه، اطراف نیتروژن بیش از یک باشد از پیشوند تعداد به صورت **رومی** استفاده می‌شود.



✓ اگر گروه‌های هیدروکربنی متفاوت باشند، **ابتدا** نام گروه‌های هیدروکربنی بر حسب حروف الفبای **لاتین** و سپس کلمه **آمین** آورده



✓ **متیل آمین** ساده‌ترین آمین است.

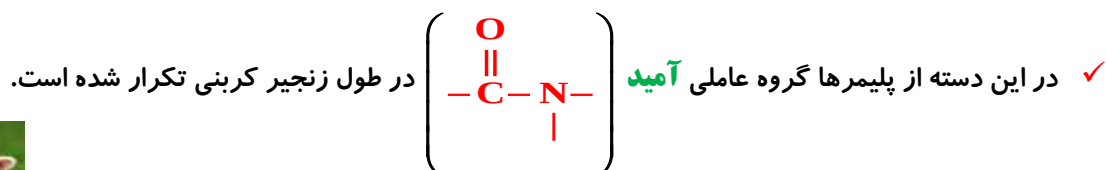
✓ وجود اتم **نیتروژن**، خواص **شیمیایی** و **فیزیکی** منحصر به فردی به **آمین‌ها** داده است.

✓ بوی **ماهی** به دلیل وجود **متیل آمین** و برخی آمین‌های **دیگر** است.

نحوه تشکیل پلیمرهای پلی آمیدی:

✓ پلیمرهای **طبیعی** زیادی شناسایی شده است که در ساختار آن‌ها اتم‌های **C**، **H**، **O** و **N** وجود دارد.

✓ **مو، ناخن، پوست بدن** ما همچنین **شاخ حیوانات** و **پشم گوسفند** نمونه‌ای از این پلیمرهای طبیعی هستند.

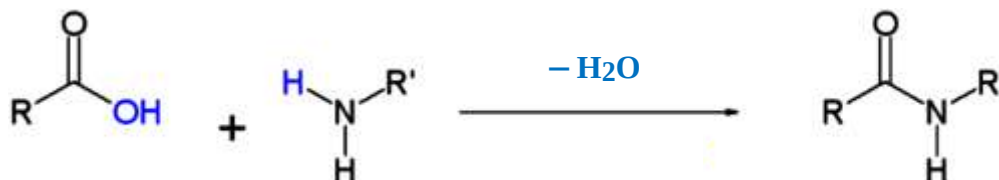


✓ به دو طرف گروه عاملی آمیدی می‌تواند گروه‌های **هیدروکربنی** و یا **هیدروژن** متصل باشد.

✓ عامل **آمیدی** از واکنش **اسید آلی** با **آمین** به دست می‌آید.



✓ در این واکنش، آمین بایستی حداقل یک **هیدروژن** داشته باشد که بتواند با **OH-اسید**، آب تشکیل دهد. (آمین نوع **سوم** نباشد).

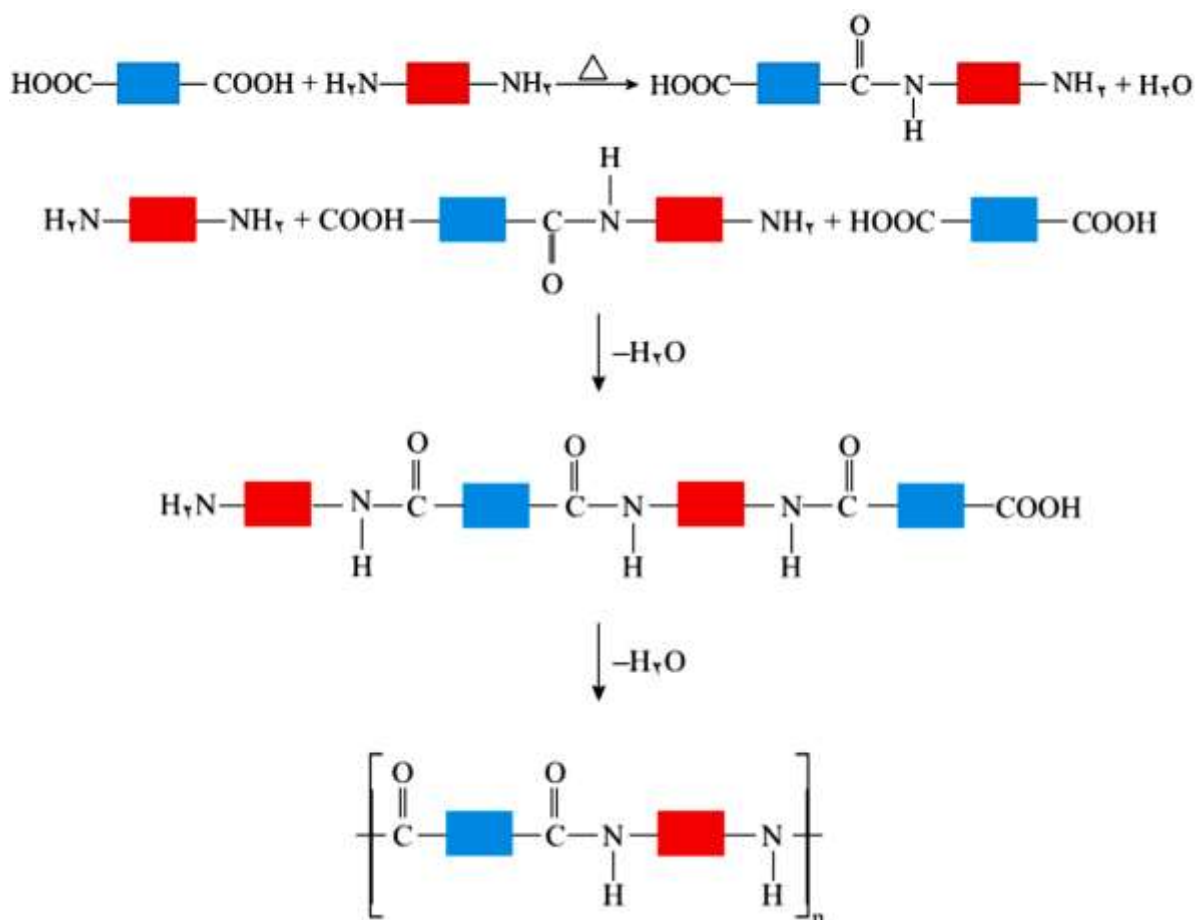


✓ واکنش تولید **پلی آمید** شبیه تولید **پلی استر** است، با این تفاوت که به جای الکل دو عاملی، **آمین دو عاملی** داریم. مانند واکنش تشکیل آمید در اینجا نیز گروه **آمینی اولیه** بایستی حداقل یک **H** متصل به **N** داشته باشد.

✓ از واکنش یک **کربوکسیلیک اسید دو عاملی** با یک آمین **دو عاملی در شرایط مناسب**، یک **پلی آمید** تولید می شود.

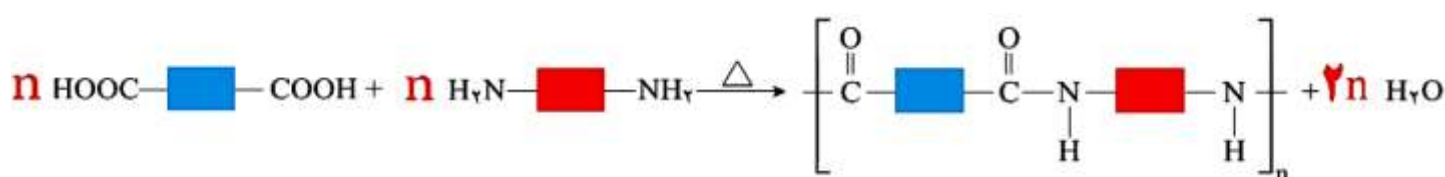
✓ در مرحله نخست این واکنش، یکی از گروه های **NH₂-** موجود در آمین با یکی از گروه های **کربوکسیل** موجود در اسید ترکیب شده و با از دست دادن **آب**، گروه عاملی **آمیدی** را ایجاد می کند.

✓ در ساختار فراورده همچنان **یک** گروه عاملی **NH₂-** و **یک** گروه عاملی **کربوکسیل** وجود دارد. این ساختار نوید می دهد که واکنش آمیدی شدن **ادامه** پیدا می کند، به این ترتیب که از یک سو با عامل **اسیدی** و از سوی دیگر با عامل **آمینی** در واکنش شرکت می کند.

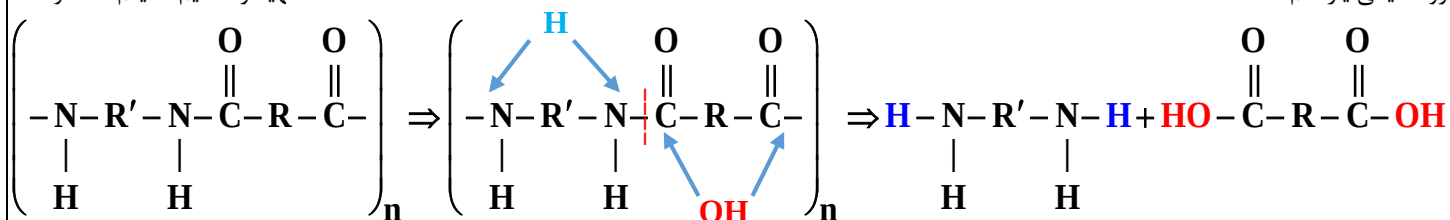


✓ با ادامه واکنش، گروه های آمیدی بیشتری تشکیل شده و سرانجام **پلی آمید** تولید می شود.

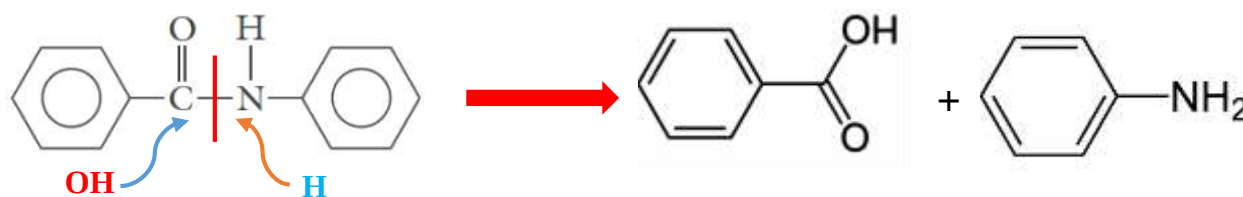
✓ از واکنش **n** مول **دی اسید** و **n** مول **دی آمین**، **1-n** مول **آب** تولید می شود.



✓ برای بدست آوردن **دی اسید** و **دی آمین** سازنده یک **پلی آمید** کافی است پیوند **C-N** موجود در واحد تکرارشونده را بشکنیم و به نیتروژن ها، اتم **H** و به کربن ها، گروه **OH** را اضافه کنیم :



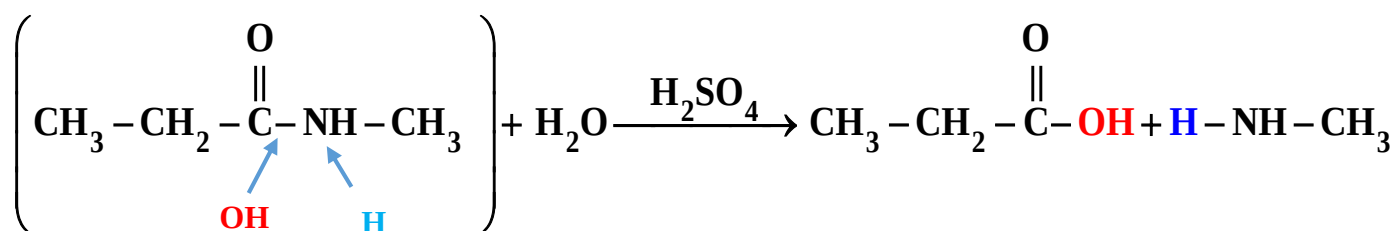
مثال : مونومرهای تشکیل دهنده آمید زیر را بنویسید.



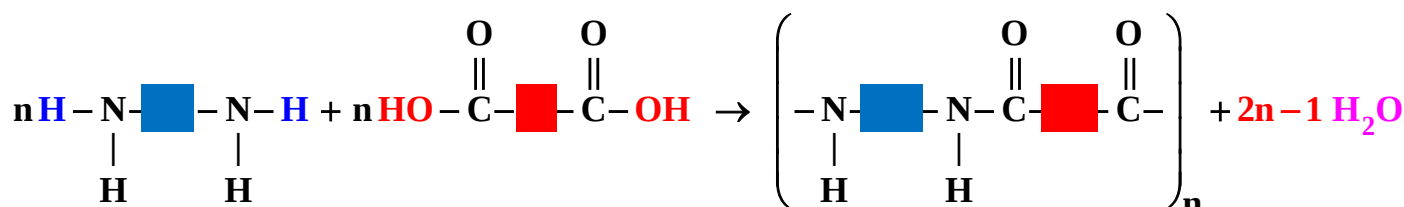
آبکافت آمیدها :

✓ هنگامی که یک ماده با آب واکنش داده و تجزیه می شود به این واکنش آبکافت گفته می شود.

✓ پلی آمیدها همانند پلی استرها با آب واکنش داده و به مونومرهای سازنده شان تجزیه می شوند.



✓ برای نوشتن فرمول پلی آمید حاصل از واکنش دی آمین و دی اسید کافی است H را از دی آمین ها و گروه OH را از دی اسیدها حذف کرده و بقیه مولکول را به هم وصل کنیم.



✓ نیروی بین مولکولی در پلی آمیدها از نوع پیوند هیدروژنی است، چون در ساختار پلی آمید اتم هیدروژنی وجود دارد که به اتم N متصل است. به همین علت پلی آمیدها از پلی استرها مستحکم تر هستند.

✓ پلی آمیدهای ساختگی را در صنایع پتروشیمی از واکنش دی آمین ها با دی اسیدها تولید می کنند.

✓ کولار یکی از معروف ترین پلی آمیدهاست.

✓ کولار از فولاد هم جرم خود پنج برابر مقاوم تر است.

✓ از کولار در تهیه تایر اتومبیل، قایق بادبانی، لباس های مخصوص مسابقه موتورسواری و چلیقه های ضد گلوله استفاده می شود.

✓ پوشاک ساخته شده از کولار سبک و بسیار محکم بوده و در برابر ضربه، خراش و بریدگی مقاوم است. از اینرو این پلیمر تاکنون جان میلیون ها انسان را در حوادث گوناگون نجات داده است.

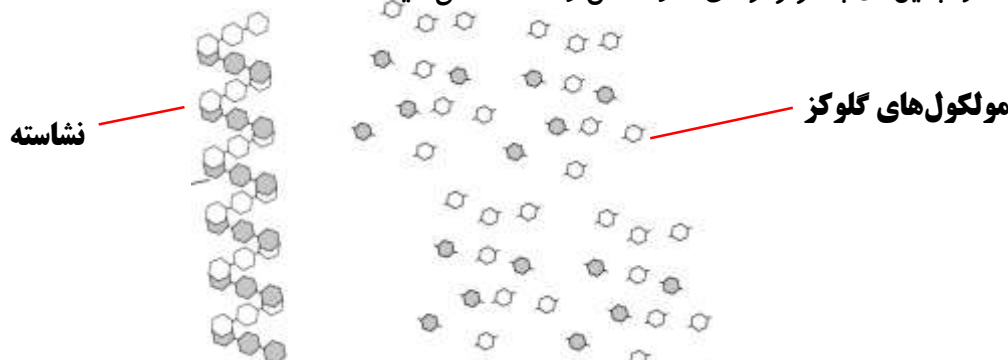


در جدول زیر خلاصه گروه‌های عاملی آورده شده است :

نام خانواده دارای گروه عاملی	فرمول گروه عاملی	نام گروه عاملی	فرمول مولکولی داری بخش هیدروکربنی سیر شده
الکل	-OH	هیدروکسیل	$C_nH_{2n+1}OH$ یا $C_nH_{2n+2}O$
اتر	-O-	اتری	$C_nH_{2n+2}O$
آلدهید	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-H \end{array}$ یا -CHO	آلدهیدی	$C_nH_{2n}O$
کتون	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \end{array}$ یا -CO-	کتونی	$C_nH_{2n}O$
اسید (کربوکسیلیک اسید)	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-OH \end{array}$ یا -COOH	کربوکسیل	$C_nH_{2n}O_2$
استر	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-O- \end{array}$ یا -COO-	کربوکسیلات	$C_nH_{2n}O_2$
آمین	-NH-	آمینی	$C_nH_{2n+3}N$
آمید	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-NH_2 \end{array}$	آمیدی	$C_nH_{2n+1}ON$

پلیمرها، ماندگار یا تخریب‌پذیر :

- ✓ نان و سیب زمینی غنی از **نشاسته** است.
- ✓ نشاسته، **پلی ساکاریدی** (پلیمری طبیعی) است که از اتصال مولکول‌های **گلوکز** به یکدیگر تشکیل شده است. حال اگر نان را برای مدت طولانی تری در دهان خود بجوید مزه‌ای **شیرین** احساس خواهید کرد.
- ✓ پلی ساکاریدها، قندهای پیچیده‌ای هستند که از اتصال مونوساکاریدها (مانند گلوکز) به هم ساخته شده‌اند. سلولز و نشاسته از مهم‌ترین پلی ساکاریدها هستند. به همین دلیل ظروف یک بار مصرف را بر پایه نشاسته تولید می‌کنند.
- ✓ شیمی‌دان‌ها بصورت **تجربی** دریافته‌اند که مولکول‌های **نشاسته** در محیط مناسب مانند محیط **مرطوب** با **کاتالیزگر** یا محیط **گرم** و **مرطوب** به **آرامی** به مونومرهای سازنده (**گلوکز**) تجزیه می‌شوند و مزه **شیرین** ایجاد می‌کنند.
- ✓ نشاسته هنگام **گوارش** (که از دهان آغاز می‌شود) به گلوکز تبدیل می‌گردد. در واقع گوارش نشاسته شامل واکنش شیمیایی تجزیه آن است که به کمک **آنزیم‌ها** تسریع می‌شود.
- ✓ در تصویر زیر واکنش تجزیه نشاسته و تبدیل آن به مونومرهای سازنده‌اش را مشاهده می‌کنید.



- ✓ هر نوع پوشاک تاریخ مصرفی دارد و پس از مدتی **تار** و **پود** آن‌ها سست و پوسیده می‌شوند زیرا مولکول‌های پلیمر سازنده آن‌ها با مولکول‌های موجود در محیط پیرامون واکنش می‌دهند و برخی از پیوندهای موجود در ساختار آن‌ها مانند پیوند **استری** یا **آمیدی** شکسته می‌شوند. با شکستن این پیوندها، **استحکام** الیاف پارچه **کم** شده و تار و پود آن به سادگی **گسسته** می‌شود.
- ✓ هرچه **آهنگ** شکستن پیوندهای **استری** و **آمیدی** سریع‌تر باشد فرایند **پوسیده شدن** پارچه **سریع‌تر** رخ می‌دهد.
- ✓ مواد **زیست‌تخریب‌پذیر** موادی هستند که در **طبیعت** توسط جانداران **ذره‌بینی** به مولکول‌های **ساده** و **کوچک** مانند **کربن‌دی‌اکسید**، **متان**، **آب** و ... تبدیل می‌شوند. پلیمرهای **طبیعی** زیست‌تخریب‌پذیرند.

خود را بیازمایید:

صفحه ۱۱۷ و ۱۱۸ کتاب درسی

- (۱) در کدام شرایط زیر لباس‌های نخی زودتر پوسیده می‌شوند؟ چرا؟ (الف) محیط سرد و خشک (ب) محیط گرم و مرطوب
- پلی‌آمیدها و پلی‌استرها در محیط گرم و مرطوب با آب واکنش می‌دهند و به مونومرهای سازنده تبدیل می‌شوند. با شکستن این پیوندها، استحکام الیاف پارچه کم شده و تار و پود آن‌ها به سادگی گسسته می‌شود.**

- (۲) چرا استفاده بی‌رویه از شوینده‌ها در شستن لباس‌ها سبب پوسیده شدن سریع‌تر آن‌ها می‌شود؟

اسیدها و بازهای موجود در شوینده‌ها مانند کاتالیزگر عمل نموده و باعث افزایش سرعت آبکافت می‌شوند.

- (۳) اگر لباس‌ها را برای مدت طولانی در محلول آب و شوینده قرار دهید، بوی بد و نافذی پیدا می‌کنند. توضیح دهید چه رخ می‌دهد؟

به دلیل ایجاد شدن اسید و الکل حاصل از آبکافت بوی بد ایجاد می‌شود.

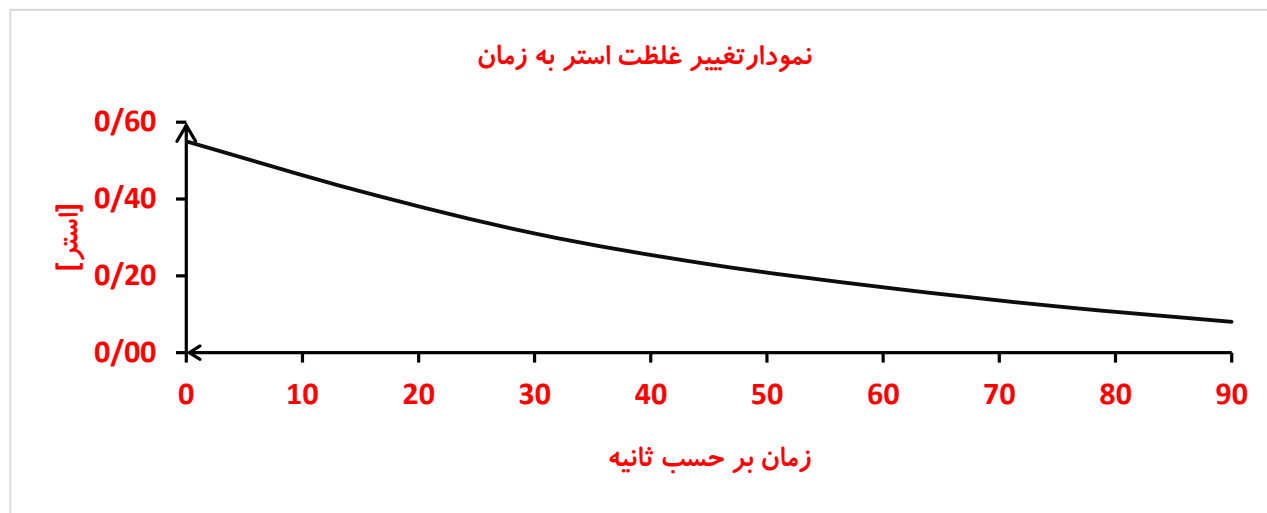
- (۴) برای شستن تمیزتر لباس‌ها از شوینده‌ها و سفیدکننده‌ها استفاده می‌کنند. اگر سفیدکننده‌ها را به طور مستقیم روی لباس بریزند، رنگ لباس در محل تماس به سرعت از بین می‌رود. اما اگر سفیدکننده را در آب بریزید سپس لباس را درون محلول فرو ببرید، تغییر محسوسی در رنگ لباس ایجاد نمی‌شود. چرا؟

هنگامی که سفیدکننده مستقیماً روی لباس ریخته می‌شود به دلیل غلظت بالا سرعت واکنش انجام شده بیشتر است.

- (۵) لباس‌های پلی‌استری در اثر عوامل محیطی در طول زمان پوسیده می‌شوند. این پوسیده شدن به معنی شکستن پیوندهای استری و سست شدن تار و پود لباس است. جدول زیر داده‌های مربوط به واکنش تجزیه یک نوع استر را در حضور اسید نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۳۱	۰/۴۲	۰/۵۵	[استر]
۹۰	۷۵	۶۰	۴۵	۳۰	۱۵	۰	زمان (s)

(الف) نمودار تغییر غلظت استر برحسب زمان را رسم کنید.



- (ب) سرعت متوسط تجزیه استر در بازه زمانی صفر تا ۳۰ ثانیه چند مول بر لیتر بر ثانیه است؟

$$\Delta n = 0/31 - 0/55 = -0/24 \text{ mol} \quad \Rightarrow \quad \bar{R} = -\frac{-0/24 \text{ mol}}{30 \text{ L.s}} = 0/008 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

پ) سرعت واکنش در کدام بازه زمانی بیشتر است؟ چرا؟ **صفر تا ۲۰ ثانیه** **۶۰ تا ۷۰ ثانیه**

صفر تا ۲۰ ثانیه، در این بازه شیب نمودار بیشتر است. در اغلب واکنش‌ها ابتدا که غلظت واکنش‌دهنده‌ها بیشتر است سرعت بیشتر است و با گذشت زمان از غلظت مواد واکنش‌دهنده کاسته شده و در نتیجه سرعت واکنش کم می‌شود.

✓ آهنگ تجزیه پلی‌استر و پلی‌آمید به **ساختار مونومرهای سازنده** بستگی دارد. بنابراین بسته به **جنس لباس**، زمان استفاده از لباس‌ها متفاوت است.

✓ تجزیه پلی‌استرها و پلی‌آمیدها **بسیار کند** است. به همین دلیل لباس‌های تهیه شده از این نوع پارچه‌ها برای مدت‌های **طولانی** قابل استفاده است زیرا **استحکام** خود را حفظ می‌کنند.

✓ پلیمرهای حاصل از **هیدروکربن‌های سیر نشده** مانند پلی‌اتن سنگین و سبک، پلی‌استیرن، پلی‌وینیل کلرید، پلی‌پروپن، تفلون و پلی‌اتیلن ترفتالات تمایلی به انجام واکنش **ندارند**، از اینرو پوشاک و پوشش‌های تهیه شده از این مواد در طبیعت تجزیه **نمی‌شوند** و برای سالیان طولانی **دست‌نخورده** باقی می‌مانند. در واقع پلیمرهای **ماندگارند**.

✓ پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های **سیر نشده** ساختاری **شبه** به **آلکان‌ها** دارند و **سیر شده** هستند.

مشکلات استفاده از پلیمرهای ماندگار :

(۱) این مواد به مدت **طولانی** در طبیعت **دست‌نخورده** باقی می‌مانند.

(۲) هر چند استفاده از این پلیمرها صرفه **اقتصادی** دارد، اما از نگاه **پیشرفت پایدار**، **تولید** و **استفاده** از این پلیمرها الگوی مصرف مطلوبی **نیست**. **ماندگاری دراز مدت** پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های **سیر نشده** در طبیعت سبب ایجاد مشکلات فراوانی مانند تبدیل محیط زیست به گورستان زباله، کثیف شدن چهره شهرها و محیط زیست، آسیب زدن به زندگی جانداران و ... می‌شود که هزینه‌های تحمیل شده به اقتصاد یک جامعه را خیلی بالا می‌برد.

راهکارهای جلوگیری از کثیف شدن چهره شهرها و محیط زیست توسط پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های سیر نشده :

۱. **بازیافت** پلیمرهای حاصل از هیدروکربن‌های **سیر نشده**

۲. **جایگزینی** پلیمرهای ساختگی با پایه نفتی با پلیمرهای **زیست تخریب پذیر**

✓ **بازیافت** این مواد یکی از راهکارهای **عملی** است که به **حفظ** و **بهره‌برداری بهینه** از منابع منجر خواهد شد.

✓ به منظور **آسان‌سازی** و افزایش **کارایی** بازیافت و افزایش **کیفیت** فرآورده‌های حاصل از بازیافت، برای هر پلیمر **نشانه‌ای** در نظر گرفته‌اند که بر روی کالاها **حک** می‌شود. این نشانه شامل عددی است که درون یک مثلث قرار دارد.

نام پلیمر	پلی اتیلن ترفتالات	پلی اتن سنگین	پلی وینیل کلرید	پلی اتن سبک	پلی پروپن	پلی استیرن
نشانه پلیمر						
	PET	HDPE	PVC, or V	LDPE	PP	PS

(a) **پلیمرهای طبیعی مثل نشاسته و سلولز**

(b) **پلیمرهای ساختگی مثل پلی‌استرها و پلی‌آمیدها**

(۱) **تخریب پذیر (زیست تخریب پذیر)**

(در طبیعت تجزیه می‌شوند.)

انواع پلیمرها :

(۲) **ماندگار (زیست تخریب ناپذیر)**

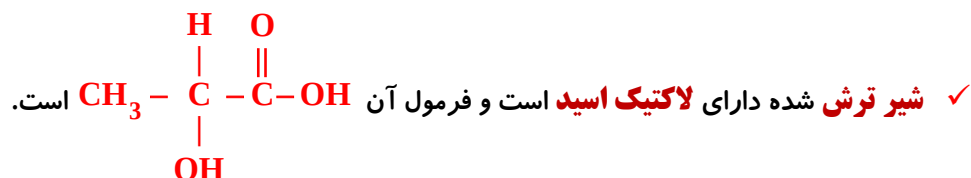
(در طبیعت تجزیه نمی‌شوند.)

پلیمرهای ساختگی مثل پلیمرهای افزایشی که ساختار آن‌ها

شبه آلکان‌هاست مانند **پلی‌اتن، پلی‌استیرن، پلی‌پروپن** و ...

پلیمر سبز :

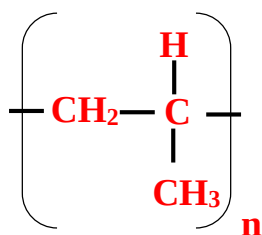
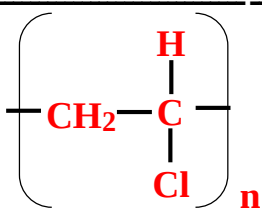
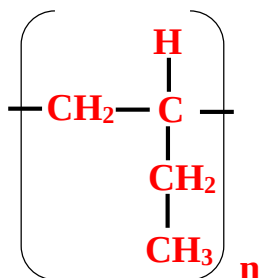
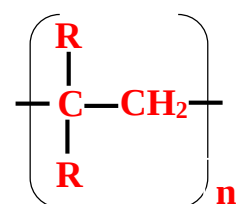
- ✓ پلیمرهایی که توسط جانداران **ذره‌بینی** تجزیه می‌شوند. هرگاه این پلیمرها و کالاهای ساخته شده از آنها در طبیعت رها شوند، پس از چند ماه به مولکول‌های ساده مانند **آب** و **کربن دی اکسید** تبدیل می‌شوند.
- ✓ چنین پلیمرهایی **دوستدار** محیط زیست بوده و به **پلیمرهای سبز** معروف هستند.
- ✓ این پلیمرها را از فراورده‌های کشاورزی مانند **سیب زمینی**، **ذرت** و **نیشکر** تهیه می‌کنند.
- ✓ **پلی لاکتیک اسید**، پلیمری است که از فراورده‌های کشاورزی مانند **سیب زمینی**، **ذرت** و **نیشکر** تهیه می‌شود. بطوری که نخست **نشاسته** موجود در این مواد را به **لاکتیک اسید** تبدیل کرده، سپس از واکنش **پلیمری** شدن آن در **شرایط مناسب** به **پلی لاکتیک اسید** تبدیل می‌کنند.
- ✓ از **پلی لاکتیک اسید** انواع ظرف‌های پلاستیکی یکبار مصرف مانند **وسایل آشپزخانه**، **سفره**، **سطل زباله**، **کیسه پلاستیکی** و ... تولید می‌شود.
- ✓ ظرف‌های پلاستیکی تولید شده از **پلی لاکتیک اسید** امکان تبدیل شدن به **کود** را دارند به همین دلیل ردپای **کوچک‌تری** در محیط زیست برجای می‌گذارند.

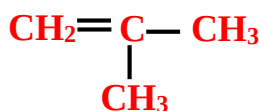


صفحه ۱۲۰ و ۱۲۱ کتاب درسی

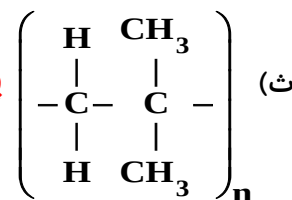
تمرین‌های دوره‌ای :

(۱) در هر یک از موارد زیر ساختار پلیمر یا مونومر خواسته شده را مشخص کنید.

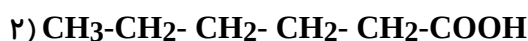
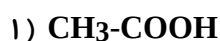
**پلیمر است و مونومر آن پروپن است.****پلیمر است و مونومر آن کلرو اتن است.**پ ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$)**مونومر است و پلیمر آن به صورت مقابل است.**ت ($\text{R}_2\text{C} = \text{CH}_2$)**مونومر است و پلیمر آن به صورت مقابل است.**



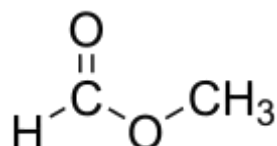
پلیمر است و مونومر آن متیل پروپن است.



۲) در شرایط یکسان انحلال پذیری کدام کربوکسیلیک اسید در آب بیشتر است؟ چرا؟



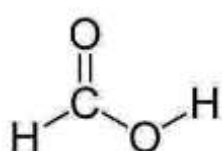
اتانویک اسید (ترکیب ۱). زیرا بخش ناقطبی یعنی زنجیره کربنی آن کوچک تر است در حالی که در هگزانویک اسید (ترکیب ۲) زنجیره کربنی بزرگ تر است و نیروهای واندروالسی بر پیوند هیدروژنی غلبه نموده و در آب که دارای پیوند هیدروژنی است حل نمی شود.



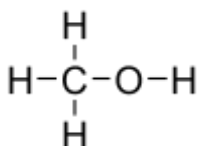
۳) برای استری با فرمول $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$:

الف) ساختار آن را رسم کنید.

متیل متانوات



متانویک اسید



متانول

ب) ساختار الکل و اسید سازنده آن را رسم کنید.

پ) نیروی بین مولکولی را مشخص کنید. نیروهای بین مولکولی واندروالسی از نوع دوقطبی - دوقطبی

$$M = (2 \times 12) + (4 \times 1) + (2 \times 16) = 60 \text{ g/mol}$$

ت) جرم مولی را حساب کنید.

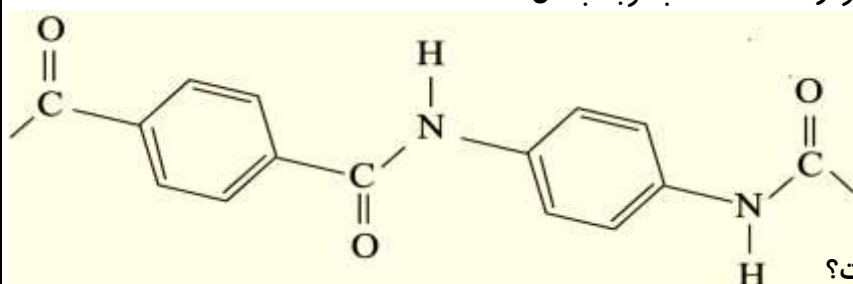
ث) نقطه جوش آن را با بیان دلیل با اتانویک اسید مقایسه کنید.

اتانویک اسید و متیل متانوات با هم ایزومر هستند پس جرم مولی برابری دارند اما در اتانویک اسید نیروهای جاذبه از نوع پیوندهای هیدروژنی است و در متیل متانوات از نوع واندروالسی. لذا انتظار می رود اتانویک اسید دمای جوش بالاتری داشته باشد.

دمای جوش اتانویک اسید : 118.1°C

دمای جوش متیل متانوات : 31.8°C

۴) بخشی از ساختار مولکول سازنده یک پلیمر در شکل زیر ارائه شده است با توجه به آن :



الف) این پلیمر به کدام دسته از پلیمرها تعلق دارد؟

جزو دسته پلی آمیدهاست.

ب) نیروی بین مولکولهای این پلیمر از چه نوعی است؟

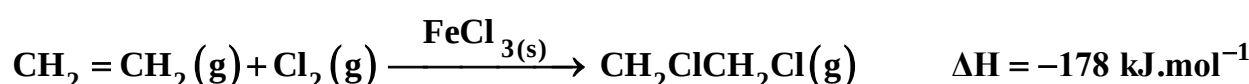
پیوند هیدروژنی

پ) واحدهای سازنده این پلیمر کدام گروه از مواد زیر است؟

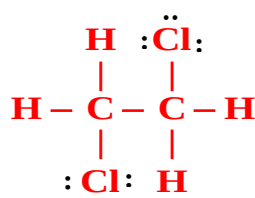
۱) دی آمین ها و دی اسیدها ۲) دی الکل ها و دی اسیدها ۳) آمین و اسید

واحد سازنده آن دی آمین ها و دی اسیدهاست.

۵) با توجه به معادله واکنش زیر به پرسش های خواسته شده پاسخ دهید :

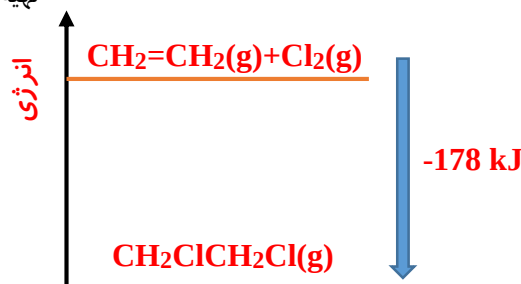


۲،۱- دی کلرواتان



الف) ساختار لوویس فراورده (۱ و ۲- دی کلرواتان) را رسم کنید.

ب) نمودار آنتالپی واکنش را رسم کنید.



پ) حساب کنید از واکنش ۴۲ گرم گاز اتن با گاز کلر، چند کیلو ژول گرما مبادله می‌شود؟

$$Q = 42 \text{ g C}_2\text{H}_4 \times \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4}{28 \text{ g C}_2\text{H}_4} \times \frac{178 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_4} = 267 \text{ kJ}$$

۶) واکنش پلیمری شدن اتن در شرایط گوناگونی به تولید پلی‌اتن‌هایی با جرم مولی میانگین متفاوت منجر می‌شود. تجربه نشان می‌دهد که جرم مولی میانگین به مقدار کاتالیزگرهای واکنش بستگی دارد. در جدول زیر نتایج یک پژوهش تجربی در این مورد داده شده است.

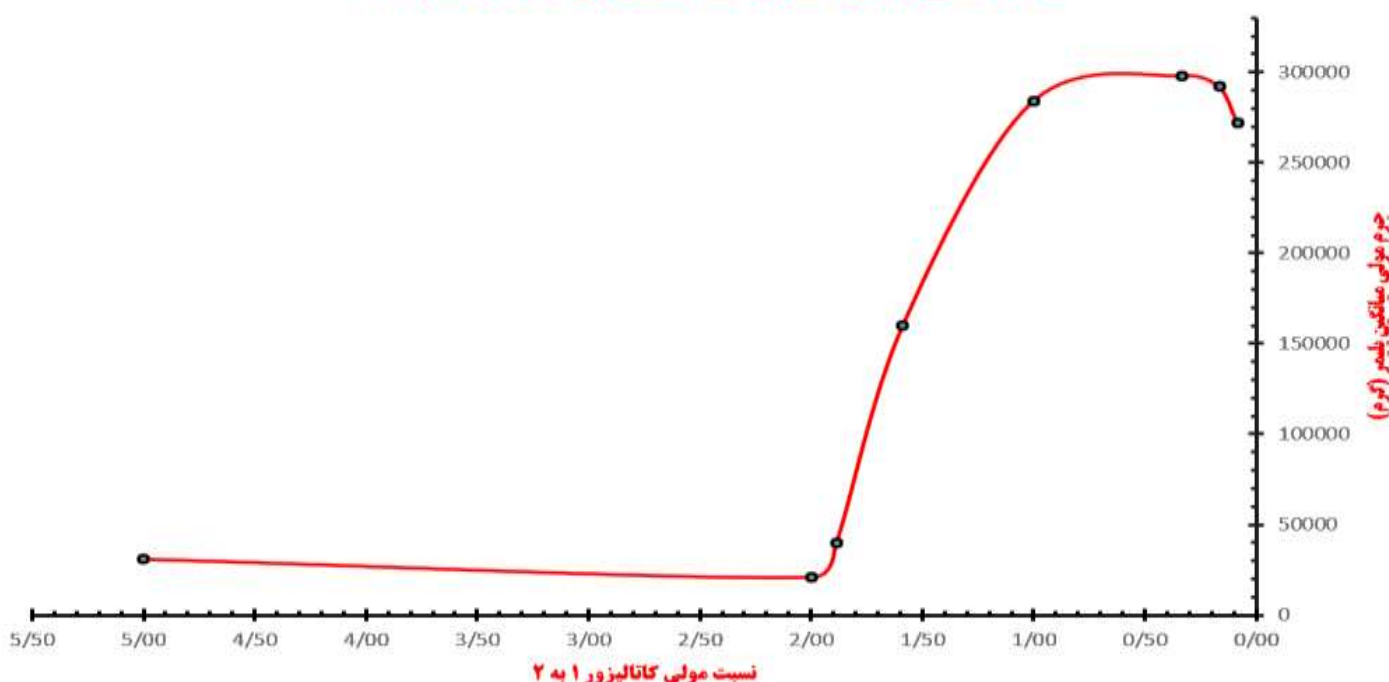
نسبت کاتالیزگر ۱ به ۲	جرم مولی میانگین پلیمر (گرم)	شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی آلومینیم (شماره ۲)	شمار مول‌های کاتالیزگر محتوی تیتانیم (شماره ۱)
۰/۰۸	۲۷۲۰۰۰	۱۲	۱
۰/۱۷	۲۹۲۰۰۰	۶	۱
۰/۳۳	۲۹۸۰۰۰	۳	۱
۱	۲۸۴۰۰۰	۱	۱
۱/۵۹	۱۶۰۰۰۰	۰/۶۳	۱
۱/۸۹	۴۰۰۰۰	۰/۵۳	۱
۲	۲۱۰۰۰	۰/۵۰	۱
۵	۳۱۰۰۰	۰/۲۰	۱

الف) در چه نسبت مولی از این دو کاتالیزگر پلی‌اتن با بیشترین جرم مولی تولید می‌شود؟

اگر نسبت مولی کاتالیزگر ۳ به ۱ برابر سه به یک باشد پلی‌اتن بیشترین جرم مولی را خواهد داشت.

ب) تغییر جرم مولی پلیمر را بر حسب نسبت مولی کاتالیزگر شماره ۱ به ۲ رسم کنید.

نمودار تغییر جرم مولی پلیمر بر حسب نسبت مولی کاتالیزگر شماره ۱ به ۲



پ) در نسبت مولی ۸ به ۱ از این کاتالیزگرها جرم مولی را پیش بینی کنید.

در محور ایکس نمودار $0/125 = \frac{1}{8}$ برابر با ۲۸۵ کیلوگرم است.

ت) تحلیل خود از داده‌های جدول و نمودار رسم شده را بیان کنید.

گاهی می‌توان از مخلوط کاتالیزگرها کارایی بهتری دریافت نمود و نوع و مقدار کاتالیزگرها اهمیت دارند و باید بهترین شرایط برای تهیه پلیمر را پیدا نمود.

1																		18																	
1 H 1.008																		2 He 4.03																	
3 Li 6.94		4 Be 9.01												13 B 10.80		14 C 12.01		15 N 14.01		16 O 16.00		17 F 19.00		10 Ne 20.18											
11 Na 22.99		12 Mg 24.31		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13 Al 26.98		14 Si 28.09		15 P 30.97		16 S 32.07		17 Cl 35.45		18 Ar 39.95	
19 K 39.10		20 Ca 40.08		21 Sc 44.96		22 Ti 47.87		23 V 50.94		24 Cr 52.00		25 Mn 54.94		26 Fe 55.85		27 Co 58.93		28 Ni 58.69		29 Cu 63.55		30 Zn 65.39		31 Ga 69.72		32 Ge 72.64		33 As 74.92		34 Se 78.96		35 Br 79.90		36 Kr 83.80	
37 Rb 85.47		38 Sr 87.62		39 Y 88.91		40 Zr 91.22		41 Nb 92.91		42 Mo 95.94		43 Tc —		44 Ru 101.1		45 Rh 102.90		46 Pd 106.40		47 Ag 107.90		48 Cd 112.40		49 In 114.80		50 Sn 118.70		51 Sb 121.76		52 Te 127.60		53 I 126.90		54 Xe 131.30	
55 Cs 132.91		56 Ba 137.3		71 Lu 175		72 Hf 178.5		73 Ta 180.90		74 W 183.80		75 Re 186.20		76 Os 190.2		77 Ir 192.20		78 Pt 195.1		79 Au 197.00		80 Hg 200.60		81 Tl 204.30		82 Pb 207.20		83 Bi 209.00		84 Po (209)		85 As (210)		86 Rn (222)	
87 Fr (223)		88 Ra (226)		103 Lr (262)		104 Rf (267)		105 Db (268)		106 Sg (271)		107 Bh (272)		108 Hs (277)		109 Mt (276)		110 Ds (281)		111 Rg (280)		112 Cn (277)		113 Nh (284)		114 Fl (289)		115 Mc (288)		116 Lv (293)		117 Ts (296)		118 Og (294)	

57 La 138.90	58 Ce 140.10	59 Pr 140.90	60 Nd 144.20	61 Pm (145)	62 Sm 150.40	63 Eu 152.00	64 Gd 157.30	65 Tb 158.90	66 Dy 162.50	67 Ho 164.90	68 Er 167.30	69 Tm 168.90	70 Yb 173.00
89 Ac (227)	90 Th 232.00	91 Pa 231.00	92 U 238.00	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)

1		Meysam_ Ahmadvand Chemistry										13		14	15	16	17								
H ⁺ هیدروژن												2													
H ⁻ هیدرید																									
Li ⁺ لیتیم																									
Na ⁺ سدیم		Mg ²⁺ منیزیم	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al ³⁺ آلومینیم	Sn ²⁺ قلع(II)	P ³⁻ فسفید	S ²⁻ سولفید	Cl ⁻ کلرید								
K ⁺ پتاسیم		Ca ²⁺ کلسیم	Sc ³⁺ اسکاندیم	Ti ²⁺ تیتانیوم(II)	V ²⁺ وانادیوم(II)	Cr ²⁺ کروم(II)	Mn ²⁺ منگنز(II)	Fe ²⁺ آهن(II)	Co ²⁺ کبالت(II)	Ni ²⁺ نیکل(II)	Cu ⁺ مس(I)	Zn ²⁺ روی	Ga ³⁺ گالیم	Sn ⁴⁺ قلع(IV)	As ³⁻ آرسنید	Se ²⁻ سلنید	Br ⁻ برمید								
Rb ⁺ روبییدیم		Sr ²⁺ استرانسیم		Ti ⁴⁺ تیتانیوم(IV)	V ³⁺ وانادیوم(III)	Cr ³⁺ کروم(III)	Mn ³⁺ منگنز(III)	Fe ³⁺ آهن(III)	Co ³⁺ کبالت(III)	Ni ³⁺ نیکل(III)	Cu ²⁺ مس(II)	Cd ²⁺ کادمیم		Pb ²⁺ سرب(II)			I ⁻ یدید								
Cs ⁺ سزیم		Ba ²⁺ باریم									Ag ⁺ نقره	Hg ²⁺ جیوه		Pb ⁴⁺ سرب(IV)											

یون‌های چند اتمی مهم که باید آن‌ها را حفظ باشیم.

فسفات	PO_4^{3-}	کلرات	ClO_3^-	نیتрат	NO_3^-	هیدروژن فسفات	HPO_4^{2-}
سیانید	CN^-	یون آمونیوم	NH_4^+	نیتريت	NO_2^-	دی هیدروژن فسفات	H_2PO_4^-
هیدروکسید	OH^-	کربنات	CO_3^{2-}	سیلیکات	SiO_4^{4-}	هیدروژن سولفات	HSO_4^-
سولفات	SO_4^{2-}	پراکسید	O_2^{2-}	پرمنگنات	MnO_4^-	هیدروژن کربنات	HCO_3^-
اکزالات	$\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	استات (اتانوات)	CH_3CO_2^-	فرمات (متانوات)	HCO_2^-	بنزوات	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-$

@Tastivision