

# ایران توشه

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

 [IranTooshe.ir](http://IranTooshe.ir)

 [@irantooshe](https://t.me/irantooshe)

 [IranTooshe](https://www.instagram.com/IranTooshe)



# فیزیک

سال دهم فنی

<u>۷</u>	فیزیک و اندازه گیری	:	فصل اول
<u>۱۱</u>	مکانیک	:	فصل دوم
<u>۱۴</u>	حالت های ماده و فشار	:	فصل سوم
<u>۱</u>	دما و گرما	:	فصل چهارم
<u>۱۲</u>	جریان و مدارهای الکتریکی توشه ای برای موفقیت	:	فصل پنجم

تهیه و تنظیم : مسعود عبدالحمیدی

فصل اول



اندازه گیری



- ۱- معنی واژه فیزیک برگرفته شده از واژه یونانی Physis به معنای طبیعت است.
- ۲- علم فیزیک از ۳ شاخه تشکیل شده است.

الف) مکانیک کلاسیک: زمان، حرکت، سرعت، جرم  
 ب) الکترومغناطیس: بار الکتریکی، نور، مغناطیس  
 ج) ترمودینامیک: ذوب و انجماد، فشار

- ۳- مقایسه ای را که نتیجه آن به دست آوردن عدد و رقم باشد، اندازه گیری می گویند.
- ۴- یکای حرکت، مقدار معین و ثابتی از همان کمیت است.
- ۵- برای تبدیل یک کمیت فیزیکی نیاز به ۳ ابزار زیر داریم:

الف) یکا و استاندارد مناسب

ب) وسیله مناسب برای اندازه گیری

ج) روش صحیحی برای اندازه گیری آن کمیت توسط آن وسیله وجود داشته و تعریف شده باشد.

- ۶- حرکت فیزیکی از ۲ جزء تشکیل شده است. مثال: سرعت دو تندهای ۱/۵ متر بر ثانیه است.

الف) اندازه  $\frac{1}{5}$  متر بر ثانیه (بزرگی) سرعت است.

ب) یکای  $\frac{1}{5}$  متر بر ثانیه  $(\frac{m}{s})$

- ۷- کمیت های فیزیکی به دو دسته الف) یکاهای اصلی و ب) یکاهای فرعی تقسیم می شوند؟
- ۸- مجموعه ای از کمیت های مستقل فیزیکی که دیگر کمیت ها به کمک آنها بدست می آیند را کمیت اصلی می گویند. مانند: طول، جرم، زمان، دما و جریان.

- ۹- کمیت فرعی از ترکیب یک یا چند کمیت اصلی بدست می آید. مانند سرعت که تقسیم جابجایی (طول) بر زمان حاصل می شود.

- ۱۰- کمیتی که برای سنجش شدن، تنها به تعیین اندازه و یکای مناسب نیاز دارد و از روش‌های جمع و تفریق جبری (ریاضی) پیروی می‌کند، کمیت اسکالر، نرده‌ای یا عددی می‌گویند. مثل جرم
- ۱۱- کمیتی که علاوه بر تعیین اندازه و یکای مناسب، به تعیین جهت نیز نیاز دارد و از روش‌های جمع و ضرب برداری پیروی می‌کند را کمیت برداری می‌گویند. مثل نیرو
- ۱۲- جدول زیر جدول مربوط به کمیت اصلی و فرعی مربوط به کتاب سال دهم است.

ردیف	نام کمیت	نماد کمیت	یکای کمیت	نماد یکای کمیت	اصلی/فرعی	نرده‌ای
۱	طول	L	متر	m	اصلی	برداری
۲	جرم	m	کیلوگرم	kg	اصلی	نرده‌ای
۳	زمان	t	ثانیه	s	اصلی	نرده‌ای
۴	دما	T	سانتی‌گراد	C	اصلی	نرده‌ای
۵	شدت جریان	I	آمپر	A	اصلی	نرده‌ای
۶	سطح	A	متر مربع	m <sup>2</sup>	فرعی	نرده‌ای
۷	نیرو	F	نیوتن	N	فرعی	برداری
۸	سرعت	v	متر بر ثانیه	$\frac{m}{s}$	فرعی	برداری
۹	شتاب	a	متر بر مجذور ثانیه	$\frac{m}{s^2}$	فرعی	برداری
۱۰	وزن	W	نیوتن	N	فرعی	نرده‌ای
۱۱	شار	P	پاسکال	P <sub>a</sub>	فرعی	برداری
۱۲	چگالی	$\rho$	کیلوگرم بر متر مکعب	$\frac{kg}{m^3}$	فرعی	نرده‌ای
۱۳	حجم	v	متر مکعب	m <sup>3</sup>	فرعی	نرده‌ای



ردیف	نام کمیت	نماد کمیت	یکای کمیت	نماد یکای کمیت	اصلی فرعی	برده ای - نرده ای
۱۴	گرما	Q	ژول	J	فرعی	نرده ای
۱۵	بار الکتریکی	q	کولن	C	فرعی	نرده ای
۱۶	مقاومت الکتریکی	R	اهم	$\Omega$	فرعی	نرده ای
۱۷	پتانسیل الکتریکی	V	ولت	v	فرعی	نرده ای
۱۸	انرژی	W=U	ژول	J	فرعی	نرده ای
۱۹	توان الکتریکی	P	وات	W	فرعی	نرده ای
۲۰	آهنربا	H	ژول بر متر ثانیه کولن	$\frac{J}{m \cdot s \cdot k}$	فرعی	نرده ای

۱۳ - دستگاه های رایج برای بیان یکای اندازه گیری عبارتند از:

الف) متریک { SI (A) یا MKS (مهم)  
B) دستگاه CGS

ب) انگلیسی / آمریکایی : FPS

۱۴ - دو ویژگی مهم و اساسی دستگاه SI عبارتند از:

الف) بر پایه یکای کمیت های فیزیکی رایج توان نوشتن

ب) دارای مجموعه ای مستقل از پیشوندها هستند.

۱۵ - در علم اندازه گیری دقت به معنای نزدیک تر بودن مقادیر اندازه گیری به همدگر است و

دقت به معنای نزدیکی مقادیر اندازه گیری به مقدار واقعی است.

مثال ۱: حجم واقعی قطعه ای  $11,42 \text{ cm}^3$  است. این قطعه سه بار اندازه گیری شده و مقادیر زیر بدست آمده است:

$11,43 \text{ cm}^3$  و  $11,42 \text{ cm}^3$  و  $11,44 \text{ cm}^3$ . این اندازه برداری دقت یا دقت ۹.

جواب: مقادیر دارای دقت است ولی دارای دقت نیست.

پیشوند ضرب نماد

۱۶- نمودار پیشوندها در دستگاه SI:  $E = 10^{18}$  آنرا

$P = 10^{15}$  پتا

$T = 10^{12}$  ترا

$G = 10^9$  گیگا

$M = 10^6$  مگا

$K = 10^3$  کیلو

$H = 10^2$  هکتو

$Da = 10^1$  دeka

$d = 10^{-1}$  دسی

$c = 10^{-2}$  سانتی

$m = 10^{-3}$  میلی

$\mu = 10^{-6}$  میکرو

$n = 10^{-9}$  نانو

$p = 10^{-12}$  پیکو

$f = 10^{-15}$  فمتو

$a = 10^{-18}$  اتو

$10^0 = 1$  واحد

$\oplus X$   
 $10^0$

$\ominus X$   
 $10^0$

ایران نوشته  
توشه ای برای موفقیت

الف)  $150 \text{ cm} = ? \text{ m} \Rightarrow 150 \times 10^{-2} \text{ m}$

ب)  $250 \text{ Hm} = ? \text{ m} \Rightarrow 250 \times 10^2 \text{ m}$

مثال ۲:

ب)  $15 \text{ cm}^2 = ? \text{ m}^2 \Rightarrow 15 \times (10^{-2})^2 = 15 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

ت)  $141 \text{ cm}^3 = ? \text{ m}^3 \Rightarrow 141 \times (10^{-2})^3 = 141 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

ث)  $19 \text{ mg} = ? \text{ Kg} \Rightarrow 19 \times 10^{-3} \times 10^{-3} = 19 \times 10^{-6} \text{ Kg}$

ج)  $293 \text{ cm}^2 = ? \text{ mm}^2 \Rightarrow 293 \times 10^4 \times 10^{-4} = 293 \times 10^2 \text{ mm}^2$

ح)  $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = ? \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \Rightarrow 1 \times \frac{10^{-3}}{(10^{-2})^3} = 1 \times \frac{10^{-3}}{10^{-6}} = 1 \times 10^3 = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$

ز)  $72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = ? \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow 72 \times \frac{10^3}{3600} = \frac{72000}{3600} = 20 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$

۱۷- نکات مهم تبدیل واحدها:

الف) تبدیل واحد حجم:

Lit (لیتر)	$10^{-3} = 0.001 \text{ m}^3$ (متر مکعب)
Lit	$10^3 = 1000 \text{ cm}^3$ (داتی متر مکعب)
Lit	0.0353 $\text{ft}^3$ (فوت مکعب)
Gall (گالن)	0.00454 $\text{m}^3$ (متر مکعب)
Gall	3.78 Lit (لیتر)

(فوت) ft | 0.305 m (متر)

(اینچ) inch | 0.0254 m (متر)

mil (1) | 1609 m (متر)

mil (1) | 1,609 Km (کیلومتر)

Ib (پوند) | 0.454 Kg (کلوگرم)

Ib (پوند) | 454 g (گرم)

ب) تبدیل واحد طول:

ج) تبدیل واحد جرم

(ساعت) h = 3600 s

(دقیقه) min = 60 s

د) تبدیل واحد زمان:



۱۹) روش متوازی الاضلاع:

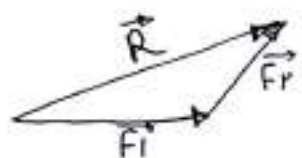
- ۱- ابتدا هم سنگ (برداری هم جهت و هم راستا و هم اندازه) دو بردار را از یک نقطه رسم می کنیم.
- ۲- از انتهای هر بردار خط چینی موازی با بردار دیگر رسم می کنیم تا این خط چینی ها یکدیگر را در یک نقطه قطع کنند.

۳- بردار برآیند برداری است که از ابتدای دو بردار شروع شده و به محل برخورد خط چینی ها ختم شود.



۲) روش چند ضلعی (مثلث):

- ۱- ابتدا بردار هم سنگ با بردار اول رسم می کنیم.
- ۲- از انتهای بردار اول برداری هم سنگ با بردار دیگر رسم می کنیم. و برای بردارهای سوم و چهارم... نیز تکرار می کنیم.
- ۳- بردار برآیند برداری است که از ابتدای بردار اول شروع شده و به انتهای بردار آخر ختم می کنیم.

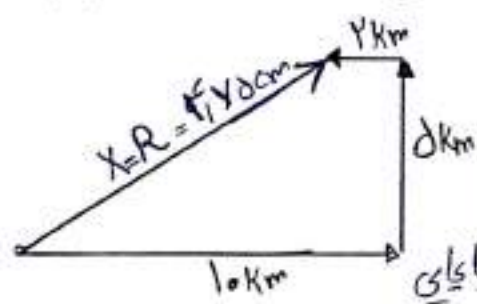


« روش مثلث »



« روش چند ضلعی »

سوال ۳: اگر برای خرید میبورا با سرعت ۱۵ کیلومتر بر ساعت شمال و ۲ کیلومتر به سمت غرب بروید و برای طی این مسیر نیم ساعت وقت داشته باشیم.



$2 \text{ km} = 1 \text{ cm}$  (مقیاس)

جا جای  $X = \frac{4.75 \text{ cm} \times 2 \text{ km}}{1 \text{ cm}} = 9.5 \text{ km}$

الف) مسافت طی شده چقدر است؟  
 $2 \text{ km} + 10 \text{ km} + 2 \text{ km} = 14 \text{ km}$

ب) جای جای چقدر است؟

ت) سرعت مما چقدر است؟

$$V = \frac{X}{t} = \frac{9.5 \text{ km}}{1.5 \text{ h}} = 19 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

## فصل دوم



ایران توننه

توشه ای برای موفقیت

« مکانیک »

۱- علم مکانیک به دو بخش دینامیک و استاتیک تقسیم می شود.

دینامیک به توصیف حرکت اجسام و میرانهای پردازد و مثل مکان - زمان - سرعت و شتاب دینامیک به نیروهای می پردازد که موجب تغییر حرکت یا تغییر شکل و اندازه اجسام می شودند. مثل نیرو، جرم و قوانین حاکم بر حرکت.

۲- ادکان اول ارسطو: اجسام سنگین همواره سریع تر از اجسام سبک حرکت می کنند.

ادعای دوم ارسطو: برای اینکه حرکت جسم ادامه پیدا کند، باید نیروی خارجی از جسم مداوم بر آن جسم اثر کند.

۳- نتیجه آزمایشات تجربی گالیله نشان داد که:

الف) در خلاء مقاومت هوا در جسم سبک و سنگین با هم سقوط خواهند کرد.

ب) برای حرکت مداوم یک جسم لزومی به وارد کردن رابی نیرو بر آن نیست.

۴- برداری که از مبدأ مختصات به مکان جسم رسم شده است (فاصله جسم تا مبدأ) را بردار مکان می گویند.

۵- برداری که نقطه شروع حرکت هر جسم را به نقطه انتهای حرکت آن وصل می کند، بردار جابجایی آن جسم می گویند.

فرض کنید حرکتی که در مکان  $X_1$  است، پس از مدتی به مکان  $X_2$  می رسد. می گوئیم این متحرک

در این مدت به اندازه  $X_2 - X_1$  جابجا شده است که آن را با  $\Delta X$  نشان می دهیم.

یعنی:  $\Delta X = X_2 - X_1 = X_f - X_i = X - X_0$

در رابطه بالا:  $X_1$  یا  $X_i$  یا  $X_0$  مکان جسم در نقطه شروع حرکت است

$X_2$  یا  $X_f$  یا  $X$  مکان جسم در انتهای حرکت

مثال ۱: جسمی از مکان  $X_1 = 2 \text{ cm}$  پس از مدتی به مکان  $X_2 = -1 \text{ cm}$  می رسد. جابجایی جسم

چقدر است؟

$$\Delta X = X_2 - X_1 = -1 - 2 = -3 \text{ cm}$$

جواب:

پس جابجایی می تواند منفی باشد. جابجایی علاوه بر مقدار، جهت هم دارد.



(۷)

۶- زمان جابجایی: اختلاف زمان شروع و پایان حرکت را اگر  $\Delta t = t_f - t_i = t - t_0 = t_f - t_i$

$t_i = t_0 = t_i$  زمان شروع حرکت  $\leftarrow$  [s]

$t_f = t = t_f$  زمان پایان حرکت  $\leftarrow$  [s]

$\Delta t$  زمان جابجایی  $\leftarrow$  [s]

۷- به طول میری که جسم متحرک طی می کند، مسافت طی شده می گوئیم. مسافت طی شده برخلاف جابجایی، فقط به مکان اول و آخر جسم بستگی ندارد و به شکل مسیر هم بستگی دارد.

مثلاً تویی را به طرف بالا پرتاب می کنیم تا دوباره به دست ما برسد، در این حرکت رفت و برگشت

تویب، جابجایی صفر است ولی مسافت طی شده دو برابر ارتفاع تویب است.

۸- سرعت متوسط حرکت: به حاصل تقسیم جابجایی به بازه زمانی که این جابجایی اتفاق افتاده است

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

(۳)

گفته می شود.

نکته: سرعت ثابت است، یعنی اندازه سرعت و جهت سرعت تغییر نمی کند.

۹- یکای سرعت متر بر ثانیه  $\frac{m}{s}$  یا کیلومتر بر ساعت  $\frac{km}{h}$  است.

مثال ۲: اتوبوسی در لحظه  $t_i = 5s$  در فاصله ۲۰ متری مبدأ و در لحظه  $t_f = 20s$  در فاصله ۹۲۰ متری

$t_i = 5s$

مبدأ می باشد. سرعت متوسط اتوبوس را به دست آورید.

$t_f = 20s$

$\bar{v} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{920 - 20}{20 - 5} = \frac{900}{15} = 60 \left[ \frac{m}{s} \right]$

$x_i = 20m$

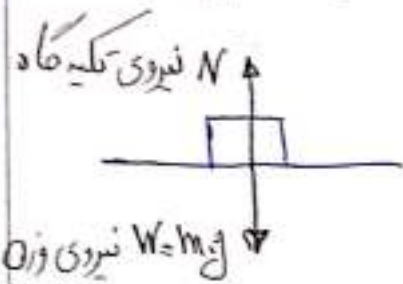
$x_f = 920m$

تمرین ۱: اتوبوسی مسافت معینی را با سرعت  $80 \frac{km}{h}$  در ۵ ساعت می پیماید. اگر همان

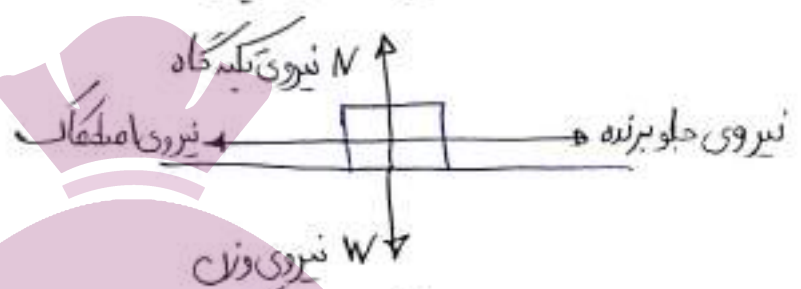
مسافت را بخواهد در ۴ ساعت پیماید. چقدر به سرعت خود باید بیفزاید؟ (جواب:  $20 \frac{km}{h}$ )

- ۱۰- نیرو کتی است برداری که با  $F$  نمایش داده می شود و یکای آن نیوتن (N) است.  
 ۱۱- تعادل استاتیکی: هرگاه جسم ساکن باشد آنرا در حال تعادل استاتیکی می گویند.  
 ۱۲- تعادل دینامیکی: هرگاه جسم با سرعت ثابت در حال حرکت باشد آنرا در حال تعادل دینامیکی می گویند.

تذکره: در تعادل استاتیکی و دینامیکی  $F_T = 0$  نیروی برآیند برابر صفر است.



تعادل استاتیکی



« تعادل دینامیکی »

- ۱۳- قانون اول نیوتن: هر جسمی حالت سکون خود را حفظ خواهد کرد و یا با حرکت با سرعت ثابت بر روی خط راست ادامه خواهد داد مگر آنکه تحت تأثیر نیروی خارج از جسم قرار گیرد.  
 ۱۴- با توجه به قانون اول نیوتن می توان گفت هر جسمی در مقابل تغییر سرعت از خود مقاومت نشان می دهد که به آن لختی هم می گویند.  
 تذکره: هر چه جرم جسم بیشتر باشد لختی آن نیز بیشتر است.

- ۱۵- در حرکت یکنواخت اندازه و جهت بردار سرعت لحظی در تمام لحظات یکسان است. در این نوع حرکت مقدار سرعت لحظی و سرعت متوسط برابرند.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0} \quad (3)$$

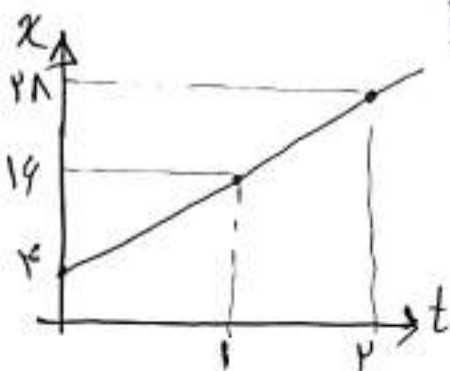
$$\text{سرعت} = \frac{\text{جابجایی}}{\text{بازه زمانی}} \quad \frac{m}{s} = \frac{m}{s} \quad \frac{km}{h}$$

۱۶- معادله مکان-زمان در حرکت یکنواخت:

که سرعت (v) و مکان اولیه (x<sub>0</sub>) عددی باشند ولی x و t متغیرند.  $x = vt + x_0 \quad (4)$



مثال ۳: معادله‌ی مکان - زمان حرکت یک جسم به صورت  $x = 12t + 4$  است:  
 مطلوب است: الف) نمودار مکان-زمان آن را رسم کنید.



ب) بعد از ۲۸ ثانیه جسم در چه فاصله‌ای از مبدأ قرار دارد؟  
 ج) بعد از چند ثانیه جسم در ۱۰۰ متری مبدأ قرار دارد؟

t	0	1	2
x	4	16	28

جواب:

$$t=0 \rightarrow x = (12 \times 0) + 4 = 4 \text{ m}$$

$$t=1 \rightarrow x = (12 \times 1) + 4 = 16 \text{ m}$$

$$t=2 \rightarrow x = (12 \times 2) + 4 = 28 \text{ m}$$

$$t=28 \text{ s} \rightarrow x = 12t + 4 \Rightarrow x = (12 \times 28) + 4 = 340 \text{ m} \quad \text{ب)}$$

$$t=? \Rightarrow x = 12t + 4 = \dots \quad \text{ج)}$$

$$x = 100 \text{ m} \quad 100 = 12t + 4 \Rightarrow 12t = 100 - 4 \Rightarrow t = \frac{96}{12} = 8 \text{ [s]}$$

مثال ۴: دو صفره سواری با سرعت ثابت  $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  و از ۱۵۰ متری مبدأ شروع به حرکت می‌کنند.

مطلوب است: الف) معادله‌ی مکان-زمان متحرک را بنویسید؟

ب) مکان دو صفره در پایان ۷۰ ثانیه؟

ج) جایجایی را پس شروع حرکت تا ثانیه‌ی ۴ بدست آورید؟

د) نمودار مکان-زمان متحرک را رسم کنید.

$$\begin{cases} v = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ x_0 = 150 \text{ m} \\ x = vt + x_0 \end{cases} \Rightarrow \boxed{x = 4t + 150}$$

جواب: الف)

$$t = 70 \text{ s} \quad x = (4 \times 70) + 150 = 420 + 150 = 570 \text{ m} \quad \text{ب)}$$

$$x = ?$$



$$\begin{cases} t=? \\ x=0 \end{cases} \quad x = 3t - 9 \quad (ع)$$

$$0 = (3 \times t) - 9 \Rightarrow 3t = 9 \Rightarrow t = \frac{9}{3} = 3 [s]$$

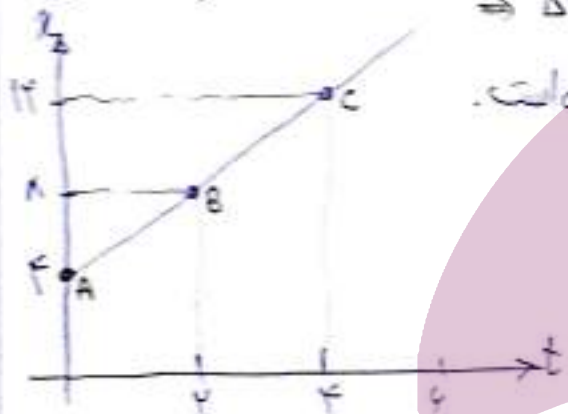
$$\begin{cases} t = 4s \\ x=? \end{cases} \quad x = 3t - 9 \quad (د)$$

$$x = (3 \times 4) - 9 = 12 - 9 = 3 [m]$$

$$\begin{cases} t = 0s \\ \text{شروع حرکت} \end{cases} \Rightarrow x_0 = (3 \times 0) - 9 = -9 [m] \quad (و)$$

$$\begin{cases} t = 4s \\ \text{حرکت در زمان چهارم} \end{cases} \Rightarrow x = (3 \times 4) - 9 = 12 - 9 = 3 [m]$$

$$\begin{cases} \Delta x=? \end{cases} \Rightarrow \Delta x = x - x_0 = 3 - (-9) = 12 [m]$$



مثال ۲: در شکل روبرو نمودار مکان-زمان متحرکی داده شده است.

مطلوبت: الف) مکان اولیه جسم؟

ب) معادله مکان-زمان متحرک؟

ج) جابجایی جسم از شروع حرکت تا ثانیه ۲؟

جواب:

الف) مکان اولیه جسم مکانی است که  $t=0$  است یعنی نقطه A برابر  $x_0 = 4m$

ب) معادله کلی مکان-زمان  $x = v \cdot t + x_0$

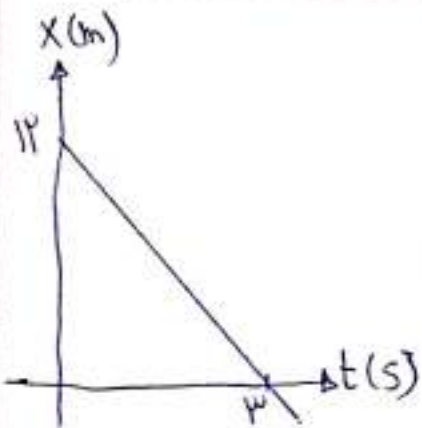
توجه: در مثال اول در صورت باید سرعت مثبت آورده شود

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{12 - 4}{4 - 0} = \frac{8}{4} = 2 [m/s] \Rightarrow x = 2t + 4$$

$$\begin{cases} t=0 \\ \text{در شروع حرکت} \end{cases} \Rightarrow x_0 = 2t + 4 = (2 \times 0) + 4 = 4 [m] \quad (ج)$$

$$\begin{cases} t = 2s \\ \text{بجایگزینی ۲ ثانیه} \end{cases} \Rightarrow x = 2t + 4 = (2 \times 2) + 4 = 8 [m]$$

$$\begin{cases} \Delta x=? \\ \text{جابجایی در مدت ۲ ثانیه} \end{cases} \Rightarrow \Delta x = x - x_0 = 8 - 4 = 4 [m]$$

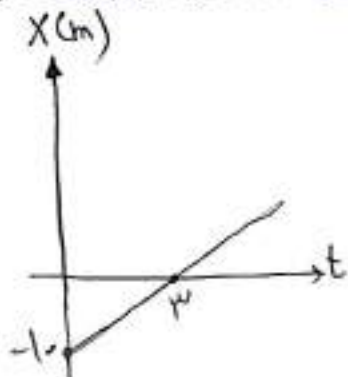


تمرین ۱: نمودار مکان-زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است:

- الف) نوع حرکت چیست؟  
 ب) سرعت متحرک چند است؟  
 ج) در لحظه  $t = 1$  (s) متحرک در چه مکانی است؟  
 د) در چه لحظه‌ای متحرک از مبدأ می‌گذرد؟

جواب: الف: یکسافت ب:  $4m$  ج:  $28m$  د:  $3s$

تمرین ۲: معادله حرکت جسمی که بر خط راست حرکت می‌کند، به صورت  $x = 5t - 10$  است.



- الف) در لحظه  $t = 4s$  فاصله متحرک از مبدأ چند متر است؟  
 ب) نمودار مکان-زمان متحرک را رسم کنید!

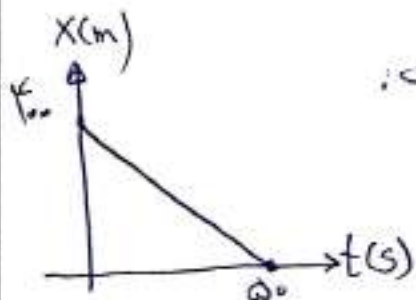
جواب: الف)  $10m$  ب)

تمرین ۳: معادله حرکت متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، به صورت  $x = 5t - 2$  است.

- الف) نمودار حرکت را رسم کنید؟  
 ب) بعد از  $20$  ثانیه متحرک در چه فاصله‌ای از مبدأ قرار دارد؟  
 ج) بعد از چند ثانیه در  $108m$  متری مبدأ قرار دارد؟

جواب: ب)  $98m$  ج)  $22s$

تمرین ۴: با توجه به نمودار مکان-زمان زیر که مربوط به یک اتوبوس است:



- الف) سرعت متوسط متحرک و معادله مکان-زمان حرکت  
 ب) مکان حرکت پس از  $25$  ثانیه بعد از حرکت

جواب: الف)  $-\frac{8m}{3}$  ب)  $190m$  ج) به سمت راست (منفی محور  $x$  ها)



حرکت غیر یکنواخت (شتاب دار)

۱۷- حرکتی که با افزایش یا کاهش سرعت همراه باشد، غیر یکنواخت است (یعنی سرعت تغییر می کند).

۱۸- هرگاه بر آئین نیروهای وارد بر جسم صفر نباشند، حرکت یکنواخت نیست.

۱۹- شتاب: باعث تغییر وضعیت حرکت جسم و بردار سرعت آن می شود.

کمیتی برداری است و یکای آن  $\frac{m}{s^2}$  می باشد. (۵)

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

$$a = \frac{F_T}{m}$$

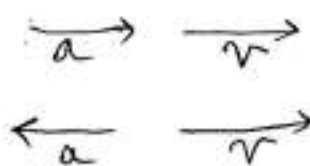
۲۰- (رابطه دینامیک) طبق قانون دوم نیوتن: اگر جسمی نیروی برآیندی وارد شود ( $F_T \neq 0$ ) جسم شتابی می گیرد که اندازه آن شتاب با اندازه نیروی برآیند رابطه مستقیم و با جرم جسم رابطه عکس دارد. (۶)

۲۱- انواع حرکت غیر یکنواخت:

الف) حرکت تند شونده: اگر جهت هر دو بردار  $a$  و  $v$  هم جهت باشد.

ب) حرکت کند شونده: هرگاه جهت هر دو بردار  $a$  و  $v$  مخالف هم باشد.

نکته: بردار شتاب  $a$  همراه هم جهت با بردار نیروی برآیند  $F$  وارد می شود.



۲۲- معادله سرعت - زمان: (۷)

$$v = at + v_0$$

ایران تونش

توشه ای برای موفقیت

(سرعت اولیه)

مقدار ثابت (مثال)

مثال ۷: اگر جسمی به جرم  $2 \frac{m}{s}$  شروع به حرکت کند در مدت ۴ ثانیه

سرعت آن به  $8 \frac{m}{s}$  برسد؟

الف) نوع حرکت چیست؟

ب) شتاب حرکت را محاسبه کنید؟

ج) معادله ی سرعت - زمان متحرک را بنویسید.

د) بر آئین نیروهای وارد بر جسم را محاسبه کنید؟



جواب: الف) حساب دار - چون سرعت در حال تغییر است.

$$m = 100 \text{ g} \times 10^{-3} = 0.1 \text{ kg}$$

$$v_0 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = 4 \text{ s}$$

$$v = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{8 - 2}{4 - 0} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2} = 1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$v = at + v_0$$

$$v = \frac{3}{2}t + 2$$

ج) فرم معادله کلی سرعت-زمان

معادله سرعت-زمان

د) برآیند نیروها با توجه به قانون اول نیوتن:

$$a = \frac{F}{m} \rightarrow \frac{3}{2} = \frac{F}{0.1} \Rightarrow F = \frac{3}{2} \times 0.1 = 0.15 \text{ N}$$

مثال ۸: اگر برآیند نیروهای وارد بر جرم  $2 \text{ kg}$ ،  $2 \text{ N}$  نیوتن باشد و جسم با سرعت  $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  شروع به حرکت کند.

الف) نوع حرکت، ب) شتاب حرکت، ج) معادله سرعت-زمان

جواب: الف) شتابدار چون در حرکت شتابدار برآیند نیرو منفی نیست.

ب)

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2}{2} = 1 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 1.0t + 4$$

مثال ۹: اتومبیلی با شتاب  $3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  در حال حرکت است و سرعت اولیه آن برابر  $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد در چه زمانی پس از شروع حرکت سرعت آن  $44 \text{ m/s}$  متر بر ثانیه می‌رسد؟

$$a = 3 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$v_0 = 20 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$v = 44 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$t = ?$$

$$v = at + v_0$$

$$44 = (3 \times t) + 20$$

$$44 - 20 = 3t \Rightarrow 24 = 3t \Rightarrow t = \frac{24}{3} = 8 \text{ [s]}$$

تمرین ۵: جسمی به جرم  $14\text{ kg}$  روی سطح افقی قرار دارد و با نیروی  $F$  شتاب  $\frac{3}{5}\text{ m/s}^2$  می‌گیرد. مقدار این نیرو را بدست آورید. (ج:  $48\text{ N}$ )

تمرین ۶: اگر سرعت اتومبیلی با شتاب ثابت  $7\text{ m/s}^2$  بر محذور ثانیه در لحظه  $t=0$  ثانیه پس از شروع حرکت برابر  $35\text{ m/s}$  باشد، سرعت اولیه آن چقدر است؟ (ج:  $5\text{ m/s}$ )

تمرین ۷: نیروی  $F$  بر جسمی به جرم  $50\text{ kg}$  اثر می‌کند و در مدت  $2\text{ s}$  ثانیه سرعت آن را از  $10\text{ m/s}$  به  $30\text{ m/s}$  می‌رساند. اندازه این نیرو چقدر است؟ (ج:  $500\text{ N}$ )

تمرین ۸: اتومبیلی با شتاب  $4\text{ m/s}^2$  بر محذور ثانیه در حال حرکت است. سرعت اولیه آن برابر  $10\text{ m/s}$  باشد، در چه زمانی پس از شروع حرکت سرعت آن به  $40\text{ m/s}$  می‌رسد؟

(ج:  $4\text{ s}$ )

\* ۲۳- قانون سوم نیوتن: هرگاه جسم اول به جسم دوم نیرو وارد کند، جسم دوم هم به همان اندازه ولی در جهت مخالف آن به جسم اول نیرو وارد می‌کند.

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

①

تذکره: اگر یکی از نیرو کشش باشد نیروی دوم را در کشش می‌نامند.

۲۴- ویژگی های نیروی های عمل و عکس العمل:

۱) هر دو در یک زمان وارد می‌شوند (۲) هر دو از یک جنس هستند

۳) هر دو هم اندازه و هم راستا ولی مخالف جهت هستند (۴) هر دو جسم وارد می‌شوند

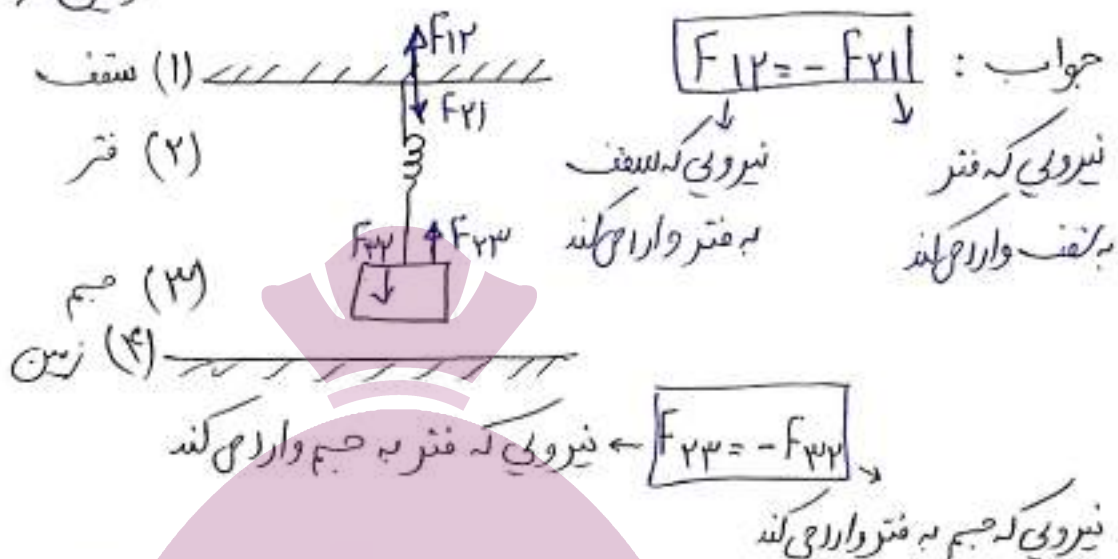
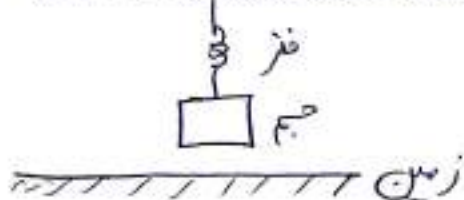
سؤال ۱۰: چرا وقتی یک شناگر با دست های خود به آب نیرویی به سمت عقب وارد می‌کند ولی خودش به سمت جلو می‌رود؟

جواب: طبق قانون سوم نیوتن به همان اندازه ای که شناگر به آب نیرویی به سمت عقب وارد می‌کند.

آب هم همان زمان به همان اندازه نیرویی در همان راستا ولی خلاف جهت آن به شناگر وارد می‌کند. یعنی به شناگر نیرویی به سمت جلو وارد می‌کند.



مثال ۱۱: در شکل زیر نیروهای کنش و واکنش را رسم کنید. سقف



جواب:  $F_{12} = -F_{21}$

نیروی که فنر به فنر وارد می کند  
نیروی که فنر به فنر وارد می کند

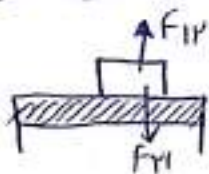
$F_{23} = -F_{32}$

نیروی که جسم به فنر وارد می کند

$F_{34} = -F_{43}$

نیروی که زمین به جسم وارد می کند

مثال ۱۲: هرگاه کتابی بر روی میزی قرار داشته باشد، نیروهای عمل و عکس العمل را رسم کنید. دو رسم کنید و نام ببرید.



ایران نوشته

$F_{12} = -F_{21}$

جواب:

نیروی که کتاب به میز وارد می کند

نیروی که میز به کتاب وارد می کند

مثال ۱۳: اگر سنگ نوار بر اسکت با باند در کنار دیوار ثابت ایستاده و نیروی معادل ۲ نیوتن به دیوار وارد کند و نیروی اسکت باک میزها اسکت برابر ۴ نیوتن باشد و جرم ما ۱۰ کیلوگرم باشد، با چه شتابی شروع به حرکت می کنید؟

$\vec{F}_m = \vec{F} - \vec{F}_f = m \cdot \vec{a}$

$F_m = 2 - 4 = 10 \times a \Rightarrow a = \frac{2-4}{10} = \frac{14}{10} = 2.7 \frac{m}{s^2}$

جواب:



معرفی چند نیرو

۲۵ - نیروی گرانشی: نیروی جاذبای را که به وسیلهی زمین بر اجسام وارد می شود نیروی گرانشی زمین می گویند.

۲۶ - نیروی وزن: اندازهی نیروی گرانشی زمین را نیروی وزن می گویند، با  $W$  نمایش می دهند. نکته: کره ی زمین اجسام را با شتاب ثابت  $g$  به سمت خود می کشد، که این شتاب را شتاب گرانشی می نامیم و با  $g$  نمایش می دهیم و مقدار آن  $9,8 \frac{m}{s^2}$  است.

در به جای  $a$ ،  $g$  قرار دهیم و به جای  $F$  نیروی وزن  $W = m \cdot g$   $\Rightarrow$   $W = m \cdot g$  (۱)

$W =$  وزن بکاف  $[N]$   $m =$  جرم بکاف  $[kg]$   $g =$  شتاب گرانش زمین  $[\frac{N}{kg}]$

مسئله ۱۴: اگر جرم یک شخص ۸۰ کیلوگرم باشد، وزن این شخص در کره زمین و کره ماه چقدر است؟  $g = 9,8 \frac{m}{s^2}$  در کره زمین و  $g = 1,44 \frac{m}{s^2}$  در کره ماه

جواب:

در کره ی زمین  $W = m \cdot g = 80 \times 9,8 = 784 N$

در کره ی ماه  $W = m \cdot g = 80 \times 1,44 = 115,2 N$

مسئله ۱۵: اگر شتاب گرانشی در کره ی ماه  $1,44 \frac{m}{s^2}$  باشد، شخصی به جرم  $m$  که بر روی این کره قرار دارد، دارای وزن  $132,8 N$  باشد، جرم شخص را حساب کنید.

جواب:

$W = m \cdot g$

$132,8 = m \times 1,44 \Rightarrow m = \frac{132,8}{1,44} = 92,22 Kg$

تمرین ۹: وزن کامیونی به جرم  $2000 N$  چند نیوتن است؟ (ج:  $200 N$ )

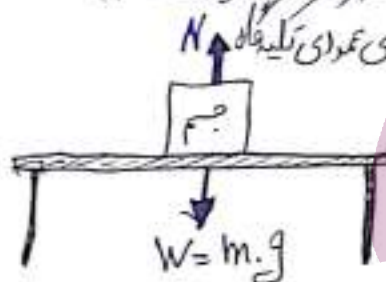
تمرین ۱۰: در صورتی که نیروی وزن جسمی  $2000 N$  باشد، جرم آن چقدر است؟ (ج:  $200 kg$ )

۲۷- نیروی عمودی تکیه گاه: مرگاه جسی بر روی یک تکیه گاه قرار داشته باشد و در حالت تعادل استاتیکی در این حالت از طریق تکیه گاه نیروی عمودی به جسم وارد می شود که به آن نیروی عمودی تکیه گاه می گویند.

۲۸- شرط وجود نیروی عمودی تکیه گاه: (۱) جسم روی یک تکیه گاهی قرار داشته باشد. (۲) جسم در راستای عمودی تکیه گاه به حالت تعادل استاتیکی باشد.  
تذکر: برای محاسبه مقدار نیروی عمودی تکیه گاه ابتدا باید همه نیروهای در راستای  $N$  را رسم کنیم.

سوال: در چه صورتی نیروی عمودی تکیه گاه با نیروی وزن برابر است؟

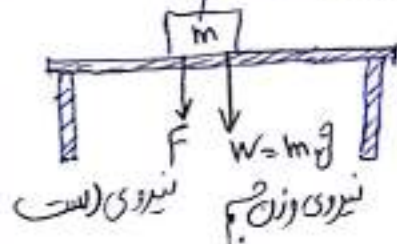
جواب: مرگاه مثلاً جسی بر روی یک میز قرار داشته باشد و میز مانند، مثال می ماند که در این حالت تعادل استاتیکی دارد پس برآیند نیروهای وارد بر آن صفر خواهد بود.  
در نتیجه می توان نوشت:



$$F_T = 0 \Rightarrow N - W = 0 \Rightarrow N = W$$

$$\Rightarrow \boxed{N = m.g}$$

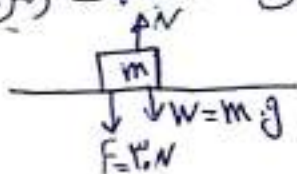
مثال ۱۴: در صورتی که جسی به جرم  $2\text{kg}$  روی یک میز قرار داشته باشد و با است خود نیز به آن نیروی عمودی  $3\text{N}$  وارد کنیم نیروی عمودی تکیه گاه چقدر می باشد؟



$$F_T = 0 \Rightarrow F + W - N = 0 \Rightarrow F + W = N$$

$$F + m.g = N \Rightarrow 3 + (2 \times 10) = N \Rightarrow \boxed{N = 23\text{N}}$$

مثال ۱۵: مرگاه جسی به جرم  $5\text{kg}$  بر روی زمین قرار داشته باشد و نیروی  $30\text{N}$  به سمت زمین نیز به آن وارد شود، نیروی عمودی تکیه گاه را رسم و محاسبه کنید.



$$F_T = 0 \Rightarrow F + W - N = 0 \Rightarrow F + W = N$$

$$30 + (5 \times 10) = N \Rightarrow \boxed{N = 80\text{N}}$$



۲۹- نیروی اصطکاک: نیرویی است که در مقابل حرکت اجسام مقاومت می‌کند.

تذکر: نیروی اصطکاک به ما امکان حرکت می‌دهد وگرنه هر جسم سگرم روی سطح لیزری خود در نمی‌توانست حرکت کند.

۳۰- نیروی اصطکاک ایستایی ( $f_s$ ): نیرویی که در مقابل حرکت مقاومت می‌کند و نمی‌گذارد جسم حرکت کند.

۳۱- نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه (در آستانه حرکت)  $f_{s,max}$ : حداکثر نیرویی که در مقابل حرکت جسم در آستانه حرکت مخالفت می‌کند.

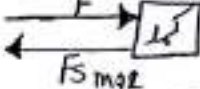
۳۲- نیروی اصطکاک جنبشی ( $f_k$ ): نیرویی است که در مقابل حرکت جسم مخالفت می‌کند. اما نمی‌تواند باعث توقف آن باشد. پس معمولاً هر جسم در حالت حرکت با نیروی اصطکاک جنبشی مواجه می‌باشد.

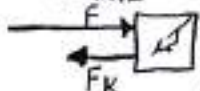
تذکر: از نیروی اصطکاک می‌توان برای ساختن آتش و یا هنگام برش زدن و بریده شدن جسم فلز استفاده کرد.

مثال ۱۶: در جای‌های تک‌گام مراحل زیر را درم بیان کنید در هر مرحله با کدام یک از نیروهای اصطکاک مواجه می‌شویم؟  
الف) بار خود اینک به گد نیرو وارد می‌شود (گد ساکن است).

ب) نیروی زیادی به گد وارد می‌کنیم به طوری که اگر کی بیشتر وارد کنیم شروع به حرکت می‌کند.  
ج) گد حرکت می‌کند.

جواب: الف:  دارای نیروی اصطکاک ایستایی است.

ب)  دارای نیروی اصطکاک ایستایی در آستانه حرکت (بیشینه) است.

ج)  دارای نیروی اصطکاک جنبشی است.

تذکر: همیشه نیروی اصطکاک آستانه حرکت از نیروی اصطکاک ایستایی بیشتر است.  $f_s < f_{s,max}$ .

نیروی عمودی تکیه‌گاه  $\downarrow$   $f_{s,max} = \mu_s \cdot N$  ⑩  
نیروی اصطکاک ایستایی  $\leftarrow$

نیروی عمودی تکیه‌گاه  $\downarrow$   $f_k = \mu_k \cdot N$  ⑪  
نیروی اصطکاک جنبشی  $\leftarrow$



تذکره:  $\mu_k$  و  $\mu_s$  به ویژگی سطح‌های بگلی دارند که روی هم مالش داده می‌شوند. همیشه  $\mu_k < \mu_s$ .  
 مثال ۱۷: هرگاه جسمی به جرم  $20\text{ kg}$  نیروی افقی وارد شود. جسم در آستانه حرکت قرار می‌گیرد. نیروی آستانه

حرکت را بدست آورید ( $\mu_s = 0.15$ ) در حالت تعادل استاتیکی است

جواب:  $\Rightarrow F_T = 0 \Rightarrow N - mg = 0 \Rightarrow N = m \cdot g = 20 \times 10 = \underline{200\text{ N}}$   
 $F_{s\text{max}} = \mu_s \cdot N \Rightarrow F_{s\text{max}} = 0.15 \times 200 = \underline{100\text{ N}}$

مثال ۱۸: هرگاه جسمی به جرم  $15\text{ kg}$  را با نیروی افقی  $50\text{ N}$  نیوتن روی زمین بکشیم با سرعت ثابت حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک جنبی را بدست آورید.

جواب:

$m = 15\text{ kg}$   
 $F = 50\text{ N}$   
 $\mu_k = ?$

برای بدست آوردن  $N \Rightarrow F_T = 0 \Rightarrow N - mg = 0 \Rightarrow N = m \cdot g = 15 \times 10 = \underline{150\text{ N}}$

چون سرعت ثابت است  $\Rightarrow f_k = F \Rightarrow f_k = 50\text{ N}$

$f_k = \mu_s \cdot N \Rightarrow 50 = \mu_s \times 150 \Rightarrow \mu_s = \frac{50}{150} = \underline{\frac{1}{3}}$

مثال ۱۹: هرگاه جسمی به جرم  $20\text{ kg}$  را با نیروی افقی  $40\text{ N}$  نیوتن روی زمین بکشیم جسم با سرعت ثابت شروع می‌کند. ضریب اصطکاک جنبی را بدست آورید.

جواب:  $\Rightarrow F_T = 0 \Rightarrow N - mg = 0 \Rightarrow N = m \cdot g = 20 \times 10 = \underline{200\text{ N}}$

چون سرعت ثابت است  $f_k = F \Rightarrow f_k = 40\text{ N}$

$f_k = \mu_k \cdot N \Rightarrow 40 = \mu_k \times 200 \Rightarrow \mu_k = \frac{40}{200} = \underline{\frac{1}{5} = 0.2}$

تمرین ۱۱: جسمی به جرم  $50\text{ kg}$  بر روی سطح پولیده از طرف به صورت افقی کشیده می‌شود. اگر ضریب اصطکاک ایستایی  $0.3$  و ضریب

- اصطکاک جنبی  $0.1$  باشد: الف) وزن جسم چند است؟ ب) چه نیروی لازم است تا جسم شروع به حرکت کند؟  $(150\text{ N})$   
 ج) چه نیروی لازم است تا جسم با سرعت ثابت حرکت کند؟  $(50\text{ N})$  د) در هنگام حرکت نیروی افقی وارد جسم چند را باید تا ثابت آن  $(200\text{ N})$

فصل سوم

حالت های

ماده

ایران توننه

توشه ای برای موفقیت

و فشار

۱- حالت های مختلف ماده : ۱- جامد ۲- مایع ۳- گاز ۴- پلاسما

۲- جامد : الف) در جامدات نامحدودی بین مولکولی داریم کم است در حدود آنکه در  $m$  است.

ب) بین مولکولهای جامدات نیروی قوی وجود دارد که این نیرو به صورت جاذبه است طوری که مولکولها حرکت نمی کنند فقط با تزلزل خودشان حرکت لرزشی دارند.

ج) نیروی بین مولکولی قوی در جامدات باعث می شود که جامدات شکل ثابتی داشته باشند. (جامدات تراکم ناپذیرند.)

۳- مایع : الف) فاصله بین مولکولها در مایع نیز مانند جامدات کم است.

ب) نیروی جاذبه بین مولکولی در مایعات زیاد است اما به اندازه ی نیروی بین مولکولی جامدات نیست.

ج) مولکولهای مایع روی هم می لغزند و حرکت می کنند.

د) مایعات حجم ثابتی ندارند اما شکل ثابتی ندارند.

و) مایعات تراکم ناپذیرند.

سوال ۱: چرا مایعات هنگام کج کردن ظرف می لغزند؟

جواب: چون خاصیت لغزشی دارند یعنی مولکولها روی هم می لغزند.

توضیحی برای موفقیت

۴- گازها : الف) فاصله ی بین مولکولها خیلی زیاد است.

ب) نیروی بین مولکولی در گازها وجود ندارند.

ج) مولکولها آزادانه حرکت می کنند.

د) گازها حجم و شکل ثابتی ندارند و در کل ظرف پخش می شوند. چون بین مولکولها نیروی

وجود ندارد و آزادانه حرکت می کنند.

و) گازها خاصیت تراکم پذیری دارند.



سوال ۲: مراجعات و مایعات تراکم ناپذیرند ولی گازها متراکم می شوند؟

جواب: فاصله ی بین مولکولها در جامدات و مایعات خیلی کم است، پس هنگامی که مولکولها را به هم فشرده تر کنیم، آنگاه هسته ی آنها که هم نام هستند کنار هم قرار می گیرند و به هم نیروی دافعه وارد می کنند. اما فاصله ی گازها زیاد است پس به راحتی می توانیم آنها را در کنار هم بیاوریم.

۵- پلاسمای حالت چهارم مواد پلاسما هستند. پلاسما گازهایی هستند که در دمای خیلی بالا گرم می شوند. در این حالت الکترونهایی که اتم را احاطه کرده اند از هسته جدا می شوند پس در این حالت مقادیر مساوی الکترون های بار منفی و یون های بار مثبت داریم که پلاسمای نامیده می شوند. مانند: نخلی آتش - گاز داخل یک لامپ نئون، خورشید و ...

سوال ۳: دلیل چسبیدن جوهر در آب چیست؟

جواب: مولکولهای آب نیروی خیلی قوی پس هم به هم چسبندگی دارند. پس تقریباً حرکت دارند هنگامی که یک قطره جوهر در آب ریخته می شود مولکول جوهر به مولکول آب برخورد می کند و میسرش عوض می شود و دوباره هنگام حرکت به مولکول دیگر برخورد می کند و به این ترتیب در کل فقط چسبندگی می شود.

سوال ۴: دلیل چسبیدن عطر در کل فضای اتاق چیست؟

جواب: مولکول عطر به مولکول هوا برخورد می کند و میسرش عوض می شود و دوباره به مولکول بعدی برخورد می کند و دوباره میسرش عوض می شود، پس در کل فقط چسبندگی می شود. البته دلیل این چسبندگی حرکت نامنظم مولکولهای هوا است. چون از هم فاصله دارند و به هم نیرو وارد نمی کنند و آزادانه حرکت می کنند.

- ۶- مواد در مقیاس نانو: مواد در حالت طبیعی یک سری ویژگی های فیزیکی دارند که نمی توانیم بشوند. این ویژگی ها تغییر می کنند. اما اگر ابعاد نانو کوچک بشوند ( $10^{-9} m$ ) آنگاه یکدند و ویژگی های فیزیکی مانند نقطه ذوب، رنگ، رسانایی الکتریکی، رسانایی و رسانایی و ...
- ۷- متالورژی نانو: انجام مهندسی مواد در ابعاد نانو و ساخت مواد با خواص متفاوت.
- ۸- چگالی: نسبت جرم هر جسم به حجم آن را چگالی می گویند.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

چگالی  $\frac{kg}{m^3}$

تذکره: در این رابطه می توان جرم را بر حسب  $\rho$  و حجم را بر حسب  $V$  حساب کرد.

تذکره ۲: در یک رابطه باید یکدنداری یکدند و نمود داشته باشد.

سوال ۵: وقتی می گوئیم چگالی آب  $\frac{1000}{1000} \frac{kg}{m^3}$  است یعنی چه؟

جواب: یعنی جرم هر متر مکعب آب  $1000 kg$  است.

سوال ۶: وقتی می گوئیم چگالی جیوه  $\frac{13600}{1000} \frac{kg}{m^3}$  است یعنی چه؟

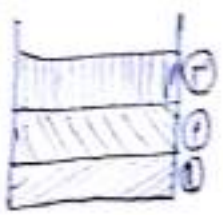
جواب: یعنی  $13600 kg$  متر مکعب جیوه  $1000 m^3$  دارد.

**توصیه های بسیار مهم و دقیق**

مثال ۱: چرا نمی توانیم آتش ناشی از بنزین را با آب خاموش کنیم؟

جواب: چون چگالی بنزین از آب کمتر است و بنزین روی آب قرار می گیرد.

مثال ۲: در یک ظرف  $300 ml$  مایع مخلوط شدنی مطابق شکل می بریزیم. مایع شکل



بیان کنید کدام بیشتر است! جواب:

هر چه جسم با این تریات. چگالی بیشتری دارد.  $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$



سؤال ۳: هرگاه جسم صلب جرمی ۴ kg و حجم آن  $200 \text{ cm}^3$  باشد چگالی آن چند  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و چند  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  است؟

جواب:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4000}{200} = 20 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4}{200 \times 10^{-6}} = \frac{4 \times 10^6}{200} = 20000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

سؤال ۴: هرگاه جسم صلب جرمی ۲۰۰ g و چگالی آن  $0.2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  باشد، حجم آن چند  $\text{cm}^3$  و چند  $\text{m}^3$  است؟

جواب:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{200}{0.2} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$V = 1000 \text{ cm}^3 \times (10^{-2})^3 = 1000 \times 10^{-6} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

سؤال ۵: هرگاه چگالی جسمی به حجم  $400 \text{ cm}^3$ ،  $2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  باشد حساب کنید وزن این جسم چند نیوتون است؟

جواب: وزن از رابطه  $W = m \cdot g$  بدست می آید که باید  $m$  بر حسب کیلوگرم باشد.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V = 2 \times 400 = 800 \text{ g}$$

$$m = 800 \text{ g} \times 10^{-3} = 0.8 \text{ kg}$$

$$W = m \cdot g = 0.8 \times 10 = 8 \text{ N}$$

۹- چگالی نسبی: نسبت چگالی یک جسم به چگالی جسم دیگر چگالی نسبی نامیده می شود. که نشان داده می شود:

$$d = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

چگالی نسبی ۲  
چگالی نسبی ۱

تذکر: باید چگالی ما هر دو دارای یک یکا باشند.

۱۰- معمولاً چگالی جامدات و مایعات را با آب  $(\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$  و چگالی گازها را با چگالی هوا  $(\rho = 1.29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$  مقایسه می کنند.



مثال ۶: هرگاه جسم A دارای جرم ۴.۰g و حجم ۲۰۰ cm<sup>۳</sup> باشد، جسم B دارای جرم ۲kg و حجم ۱۰۰ cm<sup>۳</sup> باشد. چگالی نسبی جسم B به A را حساب کنید.

جواب:

$$A \begin{cases} m = 4.0 \text{ g} \\ V = 200 \text{ cm}^3 \\ \rho_A = ? \end{cases} \Rightarrow \rho_A = \frac{m}{V} = \frac{4.0}{200} = \frac{1}{50} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$B \begin{cases} m = 2 \text{ kg} \times 1000 = 2000 \text{ g} \\ V = 100 \text{ cm}^3 \\ \rho_B = ? \end{cases} \Rightarrow \rho_B = \frac{m}{V} = \frac{2000}{100} = 20 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$d_{BA} = ? \quad d_{BA} = \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{20}{\frac{1}{50}} = 20 \times 50 = 1000$$

مثال ۷: هرگاه چگالی نسبی جسم A به B برابر ۲ باشد. حساب کنید اگر جسم A جرم ۱۰۰g و جسم B جرم ۲۰۰g باشد و حجم A، ۱۰ cm<sup>۳</sup> باشد. حجم B چقدر می باشد؟

جواب:  $d_{BA} = 2$

$$A \begin{cases} m = 100 \text{ g} \\ V = 10 \text{ cm}^3 \end{cases} \quad d_{BA} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \Rightarrow \frac{2}{1} = \frac{\rho_B}{10} \Rightarrow \rho_B = \frac{2 \times 10}{1} = 20 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$B \begin{cases} m = 200 \text{ g} \\ V = ? \end{cases} \quad \rho_A = \frac{m}{V} = \frac{100}{10} = 10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_B = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{20}{1} = \frac{200}{V} \Rightarrow V = \frac{1 \times 200}{20} = 10 \text{ cm}^3$$

تمرین ۱: میانگین چگالی لایه های مختلف زمین  $5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و شعاع زمین تقریباً  $6378 \text{ km}$  است. جرم زمین چند کیلوگرم است؟ (ج:  $5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ )

تمرین ۲: حجم داخلی مخزن برابری ۹۰ lit است و با مایعی که چگالی نسبی آن نسبت به آب ۱.۲ است پر شده است. جرم این مایع چند کیلوگرم است؟ (چ:  $43.2 \text{ kg}$ )

۱۱ - فشار: نیروی عمودی وارد بر واحد سطح را فشار گویند.

۱۲ - رابطه فشار اجماع جامد:

$$P = \frac{F}{A}$$

نیرو (N) → (۱۳) → مساحت (m<sup>2</sup>)

فشار (Pa)

تذکره: P: فشار است که واحد آن پاسکال است. (Pa) که گاهی است نره ای و فرعی است.

تذکره ۲: واحد دیگر فشار اتمسفر است.  $1 \text{ Atm} = 10^5 \text{ Pa}$ .

تذکره ۳: F: نیرویی که از طرف جسم جامد وارد می شود که برابر است با نیروی وزن پس  $F = W = m \cdot g$  است.

تذکره ۴: A: مساحت که باید حتماً بر حسب m<sup>2</sup> باشد.

مسئله ۸: فرگاه یک جسم مستطیلی به ابعاد ۲cm و ۴cm داشته باشیم که دارای جرم ۲kg باشد. چه فشاری بر سطح وارد می کند؟

جواب:  $A = a \times b = 0.02 \times 0.04 = 0.0008 = 8 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$$\begin{cases} a = 2 \text{ cm} \times 10^{-2} = 0.02 \text{ m} \\ b = 4 \text{ cm} \times 10^{-2} = 0.04 \text{ m} \\ A = ? \\ m = 2 \text{ kg} \end{cases}$$

ایران توننه

توسعه ای بر پایه موفقیت

$$F = W = m \cdot g = 2 \times 10 = 20 \text{ N}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{20}{8 \times 10^{-4}} = \frac{20 \times 10^4}{8} = 2.5 \times 10^4 \text{ Pa}$$

مسئله ۹: فرگاه جسی به جرم m دارای ابعادی مستطیلی به ابعاد ۲cm و ۳cm باشد. فشاری برابر ۱۰ Pa وارد کند. جرم آن را بیست آورید.

جواب:

$$A = a \times b = 2 \text{ cm} \times 3 = 6 \text{ cm}^2 = 6 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow \frac{10}{1} = \frac{F}{6 \times 10^{-4}} \Rightarrow F = 10 \times 6 \times 10^{-4} = 6 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$F = W = m \cdot g \Rightarrow 6 \times 10^{-3} = m \times 10 \Rightarrow m = \frac{6 \times 10^{-3}}{10} = 6 \times 10^{-4} \text{ kg} = 0.6 \text{ g}$$



سؤال ۱۰: یک زیر دریایی که در زیر آب قرار دارد دارای پنجره های مربعی شکل به ضلع  $5\text{ cm}$  می باشد. حساب کنید اگر فشار  $2\text{ atm}$  باشد چه نیرویی به پنجره های این زیر دریایی وارد می شود؟

$$A = a \times a = 5 \times 5 = 25 \times 10^{-4} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$P = 2 \text{ atm} \times 10^5 = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

جواب:  $P = \frac{F}{A}$

$$2 \times 10^5 = \frac{F}{2.5 \times 10^{-3}} \Rightarrow F = 2.5 \times 2 \times 10^5 = 5 \times 10^4 \text{ N}$$

۱۳- شماره: به مایعات و گازها شماره گفته می شود.

۱۴- محاسبه فشار شماره ها: فشار در شماره از رابطه

$$P = \rho \cdot g \cdot h \quad (14)$$

$P$ : فشار شماره بر حسب  $\text{Pa}$  است.

$g$ : شتاب گرانش زمین است که برابر  $9.8 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$  است. (که در مائل بطور تقریبی  $10$  می گیریم)

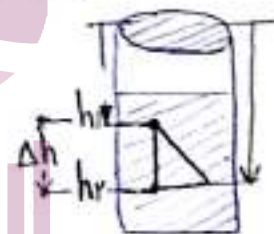
$h$ : ارتفاع از سطح آزاد مایع است که باید بر حسب متر باشد.

$\rho$ : چگالی مایع بر حسب  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

۱۵- اختلاف فشار در یک شماره: (اختلاف فشار بین دو نقطه از یک مایع):

$$P_2 - P_1 = \rho \cdot g \cdot (h_2 - h_1)$$

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h \quad (15)$$



سؤال ۱۱: فشار ناشی از آب در کف یک استخر آب عمق  $4\text{ m}$  چند رات؟

$$\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$h = 4\text{ m}$$

$$P = ?$$

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P = 1000 \times 10 \times 4 = 4 \times 10^4 \text{ Pa}$$

جواب:

سؤال ۱۲: تفاوت فشار درون مایعی به چگالی  $1.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  در دو نقطه به عمق

۴cm و ۱ متر چند پاسکال است؟

جواب:

$$\rho = 1 \frac{g}{cm^3} \times 10^3 = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$h_1 = 4 \cdot cm \times 10^{-2} = 0.04 m$$

$$h_2 = 1 m$$

$$\Delta P = ?$$

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

$$\Delta P = 1000 \times 10 \times (1 - 0.04) = 9600 Pa$$

مسئله ۱۳: درون ظرفی با ارتفاع ۱۴۵ سانتی متر مایعی به چگالی  $1.2 \frac{g}{cm^3}$  از مایع موجود است. فشاری که از طرف مایع برفظ وارد می شود. چند پاسکال است؟

جواب:

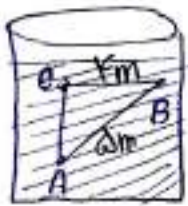
$$h = 145 \cdot cm \times 10^{-2} = 1.45 m$$

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$\rho = 1.2 \frac{g}{cm^3} \times 10^3 = 1200 \frac{kg}{m^3}$$

$$P = 1200 \times 10 \times 1.45 = 17400 Pa$$

$$P = ? Pa$$



مسئله ۱۴: در شکل روبرو اگر چگالی مایع  $10000 \frac{kg}{m^3}$  باشد.

اختلاف فشار بین دو نقطه A و B را بدست آورید:

جواب: همیشه باید ارتفاع را فاصله عمودی بین OA در نظر بگیریم.

پس طبق رابطه فیثاغورث داریم:  $OA^2 = AB^2 - OB^2 \Rightarrow OA^2 = 5^2 - 4^2 = 25 - 16 = 9$

$$h = OA = \sqrt{9} = 3 m$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho \cdot g \cdot h = 10000 \times 10 \times 3 = 300000 Pa$$

تمرین ۳: حساب کنید اختلاف فشار در ارتفاع ۱ متری و ۱ متری در مایع چه قدر است؟

$$(10000 Pa) : (جواب) \quad (\rho = 1000 \frac{kg}{m^3})$$

تمرین ۴: فرکانس چگالی یک مایع  $2 \frac{g}{cm^3}$  باشد. حساب کنید فشار در عمق ۴ متری

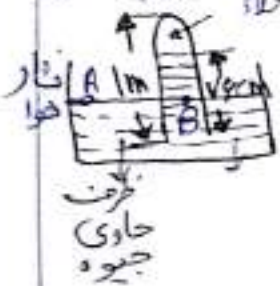
چه قدر از فشار از عمق ۲ متری بیشتر است؟ (جواب:  $40000 Pa$ )



فشار هوا

۱۴- آزمایش تورچولی: یکی از روش های محاسبی فشار هوا آزمایش تورچولی است.

لوله ای به طول ۱ متر را پر از جیوه کرده و به طور وارونه در ظرف جیوه فرو می کنیم، مشاهده می کنیم که ارتفاع جیوه برابر ۷۴ سانتی متر است. عاملی که باعث بوجود آمدن کاهش ارتفاع جیوه می شود، فشار هوا است.



بنابراین فشار هوا در کنار درمای آزاد آرام برابر  $74 \text{ cmHg}$  است.

$$P_A = P_B = P_0$$

فشار هوا      فشار جیوه

رابطه تبدیل سانتی متر جیوه به  $P_0$ : (۱۴)  $P_0 = \rho \cdot g \cdot h$  فشار هوا بر حسب پاسکال

ارتفاع ستون جیوه بر حسب متر  
 مثال ۱۵: اگر فشار هوا  $70 \text{ cmHg}$  باشد. چند پاسکال است؟  
 کتاب لرنی =  $9.8$       چگالی جیوه =  $13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

جواب:  $P = \rho \cdot g \cdot h \Rightarrow P = 13600 \times 10 \times \frac{70}{100} = 95200 \text{ Pa}$

مثال ۱۶: فشار مایعی که به کف ظرفی وارد می شود  $150 \text{ cmHg}$  می باشد. چاب کنید ارتفاع مایع چقدر است؟  $(\rho = 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$

جواب:  $P = \rho \cdot g \cdot h$  **توشکه ای برای موفقیت**  
 الف: ابتدا باید فشار مایع را بر حسب پاسکال محاسبه کنیم.

$$P = 13600 \times 10 \times \frac{150}{100} = 204000 \text{ Pa}$$

ب: پس باید با توجه به چگالی مایع، ارتفاع مایع را محاسبه کرد.

$$P = \rho \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{P}{\rho \cdot g} = \frac{204000}{2000 \times 10} = \frac{204}{2} = 102 \text{ m}$$

۱۷- تبدیل واحد پاسکال به سانتی متر جیوه:

$$P = f \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{P}{f \cdot g} \times 100$$

بر حسب Pa

ثابت برای ۱۰

۱۳۶۰۰  $\frac{kg}{m^3}$

فشار بر حسب cmHg

نکته: در رابطه بالا h بر حسب cm در واقع همان فشار است بر حسب cmHg.

سوال ۱۷: ۹۵۰۰ پاسکال چند سانتی متر جیوه است؟

جواب:  $h = \frac{P}{f \cdot g} \times 100 = \frac{9500 \times 100}{13600 \times 10} = 70 \text{ cmHg}$

سوال ۱۸: اگر جغالی آب یک متر  $f = 1000 \frac{kg}{m^3}$  باشد و فشار هوا بر سطح استخر ۴۵ cmHg باشد.

حساب کنید فشار کل وارد بر عمق ۲ متری استخر چند پاسکال است؟

جواب: چون گفته فشار کل را بدست آوریم باید فشار آب استخر را بدست آوریم و هم فشار هوا را به پاسکال تبدیل کنیم و با هم جمع کنیم.

$$P = f \cdot g \cdot h + P_0$$

فشار آب استخر هوا

ابتدا حساب فشار هوا بر حسب پاسکال:  $P_0 = f \cdot g \cdot h = 13600 \times 10 \times \frac{45}{100} = 88400$

حال حساب فشار کل:  $P = f \cdot g \cdot h + P_0 = (1000 \times 10 \times 2) + 88400 = 108400 \text{ Pa}$

تذکر: هر چه از سطح زمین بالاتری رویم فشار کمتری می شود. یعنی به ازای هر یک متر ارتفاع

تک میلی متر جیوه و به ازای هر ۱۰۰ متر، ۱ cmHg (مانند متر جیوه) فشار کاهش می یابد.



مثال ۱۹: اگر فشار هوا در کنار دریای آزادی  $74 \text{ cmHg}$  باشد. فشار در ارتفاع  $1000$  متری چقدر است.

جواب: این مسائل را در ۳ مرحله حل می کنیم.

مرحله اول: ابتدا بر  $1000$  تقسیم می کنیم. با توجه به تذکره صفحه قبل:

①  $\frac{1000}{100} = 10 \text{ cmHg}$

مرحله دوم: حال جواب مرحله ① را از مقدار فشار داده شده کم می کنیم

②  $P = P_0 - 10 \text{ cmHg} = 74 \text{ cmHg} - 10 \text{ cmHg}$

مرحله سوم: با کمک رابطه  $P = P_0 - \rho_{\text{Hg}} \times g \times h$  تبدیل می کنیم

③  $P_{\text{Pa}} = \rho_{\text{Hg}} \times g \times h = 13600 \times 10 \times \frac{64}{100} = 87040 \text{ Pa}$

مثال ۲۰: فشار هوا در شهر تبریز با ارتفاع  $2350$  متر بر حسب سانتی متر جیوه و

بر حسب پاسکال بدست آورید.

جواب:

①  $\frac{2350}{100} = 23,5 \text{ cmHg}$

فشار هوا در تبریز بر حسب سانتی متر جیوه

②  $P = P_0 - 23,5 = 74 - 23,5 = 50,5 \text{ cmHg}$

تبریز  $5 =$  فشار هوا در شهر تبریز با ارتفاع  $1500$  متر چقدر سانتی متر جیوه و چند

③  $P_{\text{Pa}} = \rho_{\text{Hg}} \times g \times h = 13600 \times 10 \times \frac{52,5}{100} = 71400 \text{ Pa}$

پاسکال است؟ (جواب:  $82144 \text{ Pa}$ )

تمرین ۶: فشار هوا در روستایی با ارتفاع  $1230$  متری چقدر سانتی متر جیوه و چند پاسکال

است؟ (جواب:  $43,7 \text{ cmHg}$  و  $84432 \text{ Pa}$ )

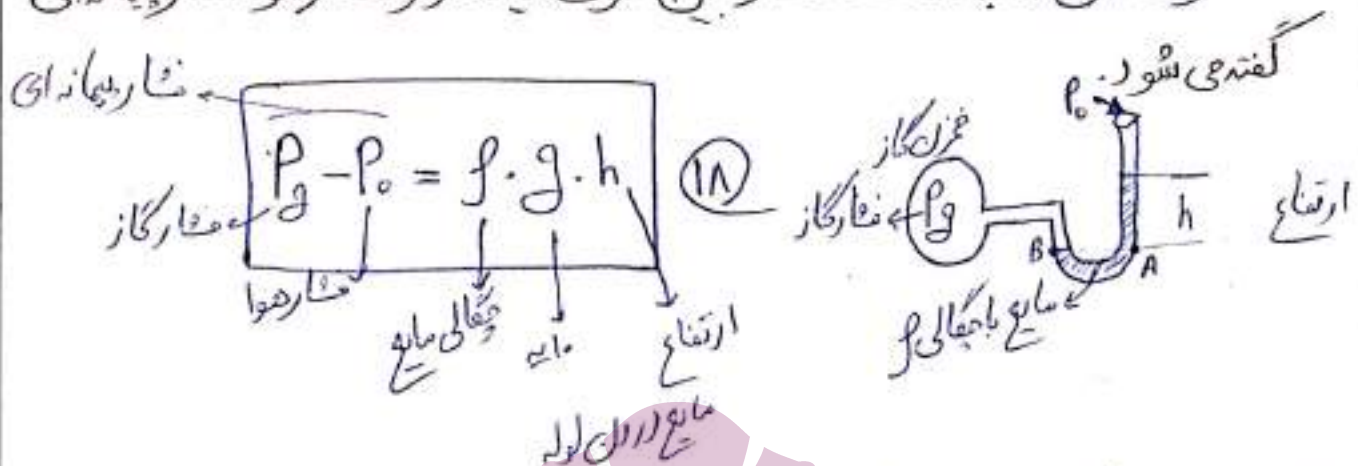
تمرین ۷: اگر فشار هوا در نقطه ای  $70 \text{ cmHg}$  باشد. چقدر سانتی متر جیوه بالاتر

چقدر فشار داریم؟ (جواب:  $49 \text{ cmHg}$  -  $93840$ )

تمرین ۸: اگر فشار هوا  $105$  پاسکال باشد، فشار در عمق  $2$  متری آب یک متر جیوه پاسکال است؟ (جواب:  $105 \text{ Pa}$ )

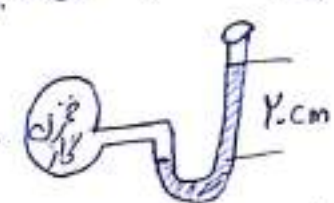
نکته: بنابراین فشار هوا در کنار دریای آزادی معادل  $P_0 = 1 \text{ atm} = 74 \text{ cmHg} = 10^5 \text{ Pa}$  است.

۱۸ - فشار پیمانه ای: به اختلاف فشار بین مخزن یک گاز و فشار هوا فشار پیمانه ای



$$P_g - P_0 = \rho \cdot g \cdot h \quad (18)$$

سؤال ۲۱: در شکل روبه روی فشار پیمانه ای را بدست آورید. (مائع درون ظرف جیوه است  $\rho_{Hg} = 13600 \frac{kg}{m^3}$ )



جواب:  $P_g - P_0 = \rho \cdot g \cdot h \rightarrow P_g - P_0 = 13600 \times 10 \times \frac{2}{100} = 27200 \text{ Pa}$

نکته: اگر مائع داخل لوله جیوه باشد، اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه یعنی  $h$  معرف فشار پیمانه ای بر حسب سانتی متر جیوه است.

سؤال ۲۲: در شکل سؤال ۲۱، مقدار فشار پیمانه ای را بر حسب سانتی متر جیوه بدست آورید؟

جواب: چون مائع درون لوله جیوه است.  $P_g - P_0 = h = 20 \text{ cmHg}$

سؤال ۲۳: مقداری گاز و آب مطابق شکل در یک لوله قرار دارند و اگر  $h$  برابر ۲ cm و فشار هوا  $10^5 \text{ Pa}$  باشد. فشار گاز چند باشد و چند سانتی متر جیوه است؟

جواب:

$$h = 2 \text{ cm}$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_g = ? \text{ Pa}$$

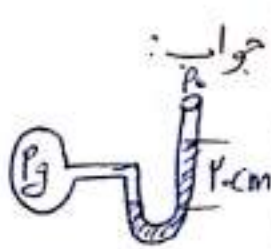
$$P_g = ? \text{ cmHg}$$

$$P_g - P_0 = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P_g = \rho \cdot g \cdot h + P_0$$

$$P_g = (1000 \times 10 \times \frac{2}{100}) + 10^5 = 102000 \text{ Pa}$$

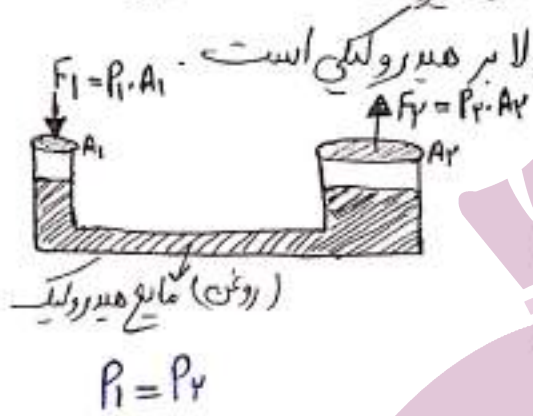
تبدیل با شکل:  $cmHg$ :  $h = \frac{P_g \times 10}{\rho_{Hg} \cdot g} = \frac{102000 \times 10}{13600 \times 10} = 75 \text{ cmHg}$



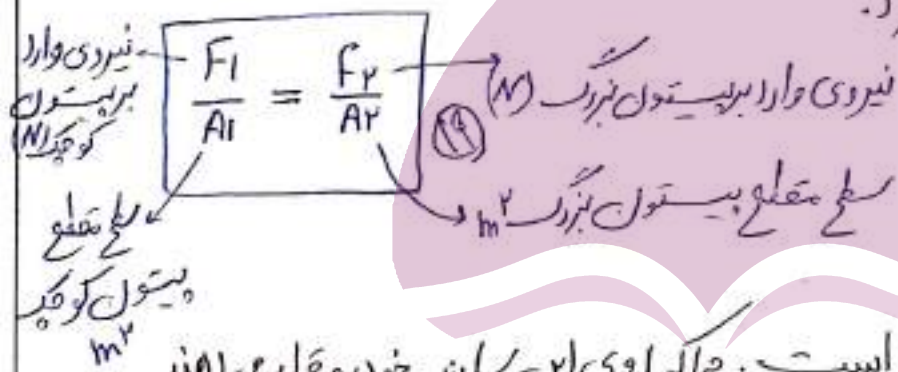


۱۹- اصل پاشکال: اگر در هر نقطه از مایع ساکن تغییر فشاری داشته باشیم، این تغییر فشار به تمام نقاط مایع و دیواره های اطراف منتقل می شود.

۲۰- کاربردهای اصل پاشکال: بالابر هیدرولیکی، ترنهای رودتی، مکنده آبی و... است.  
 ۲۱- بالابر هیدرولیکی: از اصل پاشکال استفاده و با نیروی می توان کار بزرگی را انجام داد.



که به آن بالابر هیدرولیکی می گویند. شکل زیر یک بالابر هیدرولیکی است. در این شکل فشار نقطه ۱ یا نقطه ۲ برابر است. اما چون مساحت ۲ بزرگتر است و از آنجایی که فشار با مساحت رابطه ی عکس دارد با نیروی کمتری می توان آنرا بلند کرد.



نکته: معمولاً نیروی  $F_2 = W = m \cdot g$  است. چرا که روی این سیلندر خودر و قرار می دهند

و  $F_2$  در واقع وزن خود روی است که با اعمال نیرو بر روی سیلندر کوچک بدست می آید.

سوال ۲۴: در شکل زیر (بالابر هیدرولیکی) نیروی  $F_1$  به پستون کوچک  $m_2$  به سمت بالا وارد می شود.

معادله ۲ نیروی وارد می شود. در صورتی که مساحت پستون بزرگ برابر

$4 \text{ m}^2$  باشد. الف: چه نیروی در پستون بزرگ تولید می شود؟

ب) و این نیرو می تواند یک خودرو به چه جهتی راجع کند

جواب: 
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{20}{0.2} = \frac{F_2}{0.4} \Rightarrow F_2 = \frac{20 \times 0.4}{0.2} = 40 \text{ N}$$

$$F_2 = W = m \cdot g \Rightarrow 40 = m \times 10 \Rightarrow m = \frac{40}{10} = 4 \text{ Kg}$$

$A_1 = 0.2 \text{ m}^2$   
 $F_1 = 20 \text{ N}$   
 $A_2 = 0.4 \text{ m}^2$   
 $F_2 = ?$   
 $m_2 = ?$

سوال ۷۵: در بالا بر شکل زیر آلبر بیستون کوچک به سطح  $2\text{cm}$  نیروی  $20\text{N}$  نیوتن وارد شود، در بیستون بزرگ به سطح  $10\text{cm}$  چند کیلوگرم از وزنه را می توانیم جای کرد؟

حواب:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{F_1}{r_1^2 \times \pi} = \frac{F_2}{r_2^2 \times \pi} \Rightarrow \frac{F_1}{r_1^2} = \frac{F_2}{r_2^2} \Rightarrow \frac{20}{2^2} = \frac{F_2}{10^2}$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{20 \times 10^2}{2^2} = 500 [\text{N}]$$

$$\Rightarrow F_2 = W = m \cdot g \Rightarrow 500 = m \times 10 \Rightarrow m = \frac{500}{10} = 50 [\text{kg}]$$

تمرین ۹: آلبر جرم اتوبسیل  $1000\text{kg}$  و سطح مقطع بیستون کوچک ر بزرگ به ترتیب  $400\text{cm}^2$  و  $3\text{m}^2$  باشد. نیروی لازم برای بالا بردن اتوبسیل چقدر است؟ (جواب:  $200\text{N}$ )

تمرین ۱۰: در یک بالا بر هیروکنی مساحت بیستون کوچک  $10\text{cm}^2$  و مساحت بیستون بزرگ  $30\text{cm}^2$  می باشد. برای بالا بردن اتوبسیلی به جرم  $5\text{kg}$  چه نیروی باید به بیستون کوچک وارد نمود؟ (جواب:  $1444/3\text{N}$ )

تمرین ۱۱: انجمن به عمق  $75\text{cm}$  و سطح مقطع  $50\text{cm}^2$  پر از آب است. الف) فشار وارد بر کف انجمن از طرف آب چند  $\text{Pa}$  و چند  $\text{cmHg}$  است. ب) نیروی که از طرف آب بر کف انجمن وارد می شود چقدر است؟  
 جواب: الف)  $500\text{Pa}$  و  $3.75\text{cmHg}$  ب)  $37.5\text{N}$



# فصل چهارم



- ۱- دما: برای مشخص کردن اینکه یک جسم چه مقدار گرم یا سرد است باید از کمیتی استفاده کنیم که اطلاع دقیق از میزان گرمی و سردی اجسام به ما بدهد که این کمیت دمای مایع است.
- ۲- تعریف دما: کمیتی است که میزان گرمی یا سردی اجسام را نشان می دهد.
- ۳- میانگین انرژی جنبشی ذرات ماده تعیین کننده دمای آن است. هر چه در انرژی جنبشی بیشتر باشد، دمای آن نیز بیشتر است.

- سوال ۱: وسیله اندازه گیری دما چیست؟ اندازه گیری دقیق دما توسط دماسنج صورت می گیرد.
- ۴- طریقته مزاج کردن دماسنج جیوه ای: ابتدا مخزن دماسنج را درون مخلوط آب و یخ قرار می دهیم تا مایع درون دماسنج نگاه می کنیم، می بینیم بر اثر سرما در لوله شیشه قرار دارد آنگاه را علامت می زنیم و نقطه ی صفری نامیم. سپس دماسنج را در آب در حال جوش قرار می دهیم، بر اثر گرما مایع درون آن منبسط می شود و بالای رود هر جا که امتداد را علامت می زنیم و نقطه ۱۰۰ درجه ی نامیم سپس این فاصله را به صد قسمت مساوی تقسیم می کنیم که هر قسمت ۱ درجه ی سلسیوس است.
  - ۵- برای مشخص کردن دمای یک جسم از سه مقیاس می توانیم استفاده کنیم:

۱- سلسیوس - کلوین - فارنهایت (۲)

$$T(K) = 273 + \theta$$

$F(°F) \quad T(K) \quad \theta(°C)$

توشه ای برای موفقیته (۲)

$$F = \frac{9}{5} \theta + 32$$

مثال ۱: حساب کنید دمای ذوب یخ و دمای جوش آب چند درجه ی کلوین و چند درجه ی فارنهایت است؟

$$\begin{cases} T(K) = 273 + \theta = 273 + 0 = 273^\circ C \\ F(°F) = \frac{9}{5} \theta + 32 = (\frac{9}{5} \times 0) + 32 = 32^\circ K \end{cases} \quad \theta = 0^\circ C \quad \text{جواب: دمای ذوب یخ}$$

$$\begin{cases} T(K) = 273 + \theta = 273 + 100 = 373^\circ K \\ F(°F) = \frac{9}{5} \theta + 32 = (\frac{9}{5} \times 100) + 32 = 212^\circ F \end{cases} \quad \theta = 100^\circ C \quad \text{دمای جوش آب}$$



مثال ۲: اگر در یک روز از فصل زمستان دمای داخل اتاق  $25^{\circ}\text{C}$  و دمای خارج اتاق  $5^{\circ}\text{C}$  باشد حساب کنید اختلاف دمای بین داخل و خارج اتاق چند درجه سلسیوس و چند درجه فارنهایت و چند درجه کلوین می باشد؟

جواب:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_2 = 25^{\circ}\text{C} \\ \text{دمای اتاق} \quad T_2 (\text{K}) = 273 + \theta = 273 + 25 = 298\text{K} \\ F_2 = \frac{9}{5} \theta + 32 = \left(\frac{9}{5} \times 25\right) + 32 = 77^{\circ}\text{F} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_1 = 5^{\circ}\text{C} \\ \text{دمای بیرون} \quad T_1 (\text{K}) = 273 + \theta = 273 + 5 = 278\text{K} \\ F_1 (\text{F}) = \frac{9}{5} \theta + 32 = \left(\frac{9}{5} \times 5\right) + 32 = 41^{\circ}\text{F} \end{array} \right.$$

$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 25 - 5 = 20^{\circ}\text{C}$  اختلاف دمای درجه سلسیوس

$\Delta T = T_2 - T_1 = 298 - 278 = 20^{\circ}\text{K}$  اختلاف دمای درجه کلوین

$\Delta F = F_2 - F_1 = 77 - 41 = 36^{\circ}\text{F}$  اختلاف دمای درجه فارنهایت

۴- صفر مطلق: هر چه انرژی جنبشی مولکولهای یک جسم کمتر باشد، دمای جسم نیز کمتری شود. به طوری که اگر انرژی جنبشی مولکولها به صفر برسد (دمای جسم نیز به صفر مطلق می رسد و

حرکت مولکولهای جسم متوقف می شود. برای موفقیت

بعبارت دیگر، پائین ترین دمای ممکن که در آن انرژی جنبشی مولکولها صفر می شود را صفر مطلق می گویند که برابر  $273^{\circ}\text{C}$  یا صفر کلوین است.

مثال ۳- دمای صبی برابر ۵۵ درجه فارنهایت است، دمای آن را بر حسب سلسیوس و کلوین محاسبه کنید؟

جواب:  $F = \frac{9}{5} \theta + 32 \Rightarrow 50 = \frac{9}{5} \theta + 32 \Rightarrow 18 = \frac{9}{5} \theta \Rightarrow \theta = \frac{18 \times 5}{9} = 10^{\circ}\text{C}$

$T = \theta + 273 = 10 + 273 = 283\text{K}$

۷- گرما: مقدار انرژی که به دلیل اختلاف دما از جسمی به جسم دیگر منتقل می‌شود یا به گرما نامیده می‌شود.  
تذکره: گرما همیشه از جسم با دمای بیشتر به جسم با دمای کمتر منتقل می‌شود.

سوال ۲: مقدار گرمایی که یک جسم منتقل می‌شود به چه عواملی بستگی دارد؟

۱- به جرم جسم: هر چه جرم جسم بیشتر باشد، به گرمای بیشتری احتیاج دارد تا دماش بالا برود (مثلاً).  
۲- به اختلاف دما ( $\Delta\theta$ ): هر چه سردتر باشد به گرمای بیشتری احتیاج دارد. مثلاً یک جسم سرد در آب برای اینکه به دمای محیط برسد به گرمای زیادی احتیاج دارد.

۳- به جنس جسم (C): میزان گرمایی که یک جسم می‌گیرد به جنس جسم نیز بستگی دارد که به آن ظرفیت گرمایی ویژه (C) می‌گویند.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad (۲۲)$$

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \quad (۲۳)$$

مقدار گرمایی که جسم می‌گیرد  
(J) ژول

جرم (kg) کیلوگرم

ظرفیت گرمایی ویژه  
( $\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ ) کیلوگرم درجه سانتیگراد

۸- ظرفیت گرمایی ویژه: مقدار گرمایی که یک کیلوگرم از جسم می‌گیرد تا دماش یک درجه سلسیوس افزایش یابد.

$$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} \quad (۲۴)$$

نکته: ظرفیت گرمایی ویژه یک کمیت فیزیکی است.

سوال ۳: چرا برای خنک کردن موتور اتومبیل در رابا موتور از آب استفاده می‌کنیم؟

جواب: چون ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آب بالاست، پس طبق فرمول  $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$

گرمای زیادی از محیط می‌گیرد تا گرم نشود. پس از موتور اتومبیل گرمای زیادی می‌گیرد و آنرا خنک می‌کند.



سوال ۴: چرا در رادیاتور موتور سوفاژ منازل از آب استفاده می کنند؟

جواب: از آنجا که ظرفیت گرمایی ویژه ی آب بالاست، پس آب داغ طول می کشد تا گرمای خود را از دست بدهد. چون برای خنک شدن باید گرمای زیادی از دست بدهد، پس محیط را بهتر گرم می کند.

سوال ۵: چرا کلبه های آب جوش از آب استفاده می کنند؟

جواب: از آنجایی که ظرفیت گرمایی ویژه ی آب بالاست، پس تا برای خنک شدن (انرژی گرمایی زیادی) را به جسم و محیط اطراف منتقل می کنند.

سوال ۶: چرا در شمال کشور که جاذبه آب هسته یخی در ماه های سرد پیدا می کنیم؟

جواب: از آنجا که ظرفیت گرمایی ویژه ی آب زیاد است. پس در تابستان برای اینکه آب گرم شود گرمای زیادی از محیط می گیرد و در زمستان برای اینکه دمای آب مقدار کمی کم شود گرمای زیادی به محیط می دهد.

سوال ۳: اگر بخواهیم دمای ۵۰ گرم مس را از ۲۰°C به ۴۰°C برسانیم چه مقدار گرما احتیاج داریم؟

جواب:  $(c = 380 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$

$$m = 50 \cdot 10^{-3} = 0.05 \text{ kg}$$

$$c = 380 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

$$\theta_1 = 20^\circ C \Rightarrow \Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 = 40 - 20 = 20^\circ C$$

$$\theta_2 = 40^\circ C \quad Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta = 0.05 \times 380 \times 20 = 3800 \text{ J}$$

سوال ۵: اگر برای گرم کردن ۵۰ گرم از یک جسم با دمای ۱۰ درجه ی سلسیوس و رساندن آن به دمای ۵۰°C به ۳۳۶۰۰ جرم احتیاج داشته باشیم. ظرفیت گرمایی ویژه ی جسم چند  $\frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$  می باشد؟

$$\begin{cases} m = 200 \text{ g} \times 10^{-3} = 0.2 \text{ kg} \\ \theta_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ \theta_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C} \\ c = ? \\ Q = 33600 \text{ J} \end{cases}$$

جواب:  $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 50 - 10 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$33600 = 0.2 \times c \times 40$$

$$c = \frac{33600}{0.8} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

سوال ۶: اگر بخواهیم دمای یک جسم به ظرفیت گرمایی ویژه  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$  ۴۲۰۰ را در  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  افزایش

دهیم به چه مقدار احتیاج داریم. گرم جسم را حساب کنید.

$$Q = 4200 \text{ J}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

جواب:

$$4200 = m \times 4200 \times 10$$

$$m = \frac{4200}{42000} = 1 \text{ kg}$$

$$\Delta\theta = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$m = ?$$

۹- انتقال گرما از جسم گرمتر به جسم سردتر به سه روش انجام می شود:

(۱) رسانش (۲) همرفت (۳) تابش

۱۰- رسانش: انتقال گرما از قسمت گرمتر یک جسم به قسمت سردتر همان جسم را رسانش می گویند.

سوال ۷: به چه موادی رسانش خوب گرمایی گویند؟

جواب: جامدهای که یک تابه آلترودن آزاد (رله ای) آفر خود دارند به دلیل نسبت بزرگ این

آلترودن فایه گرما را به خوبی هدایت می کنند به همین خاطر به آنها رسانای گرمایی گویند. مانند مس، نقره و...

سوال ۸: به چه موادی رسانش طرز انبساطی (فصلی) گرمایی گویند؟

جواب: موادی که آلترودنهای لایه ای آفری (خارجی) آنها پیوند محکمی با هم دارند و آزادانه حرکت



نمیکنند که بتوانند گرما را منتقل کنند. مانند جسم، جو، زمین، هوا، ...  
 تذکرات: وقت کنید که هوای رسانی ضعیف گرما است (عائق است) و یکی از دلایل  
 اینکه موادی مانند جسم و پیر و ... عائق گرما هستند این است که بین آنها هوا وجود دارد.  
 تذکرات: آب نیز رسانای ضعیف گرما است. (عائق گرما است).  
 سوال ۹: چرا درزبان دانه های گندم را در فصل بارش می کارند؟

جواب: زیرا برف رسانی ضعیف گرما است و وقتی هوا خیلی سرد است برفی که  
 روی دانه های گندم قرار دارد مانع این می شود که گرمای زمین به بیرون منتقل شود.  
 سوال ۱۰: چرا در زمستان و هوای خیلی سرد سطح آب دریاها یخ می زند اما سطحی ها  
 در داخل آب زنده اند؟

جواب: زیرا آبی که در سطح دریا یخ می زند، این یخ رسانی ضعیف گرما است و مانع  
 این می شود که آب زیرین گرمای خود را به راحتی از دست بدهد.

سوال ۱۱- آیا اجسام عایق به طور کامل از عبور گرما جلوگیری می کنند؟

جواب: خیر. عایق فقط آهنگ انتقال گرما را کند می کند. یعنی باعث می شود گرما خیلی دیر عبور کند.  
 ۱۱- آهنگ رسانش گرما به عوامل زیر بستگی دارد: (H)

الف) جنس جسم (رسانندگی گرمایی K) موفقیت

ب) سطح مقطع جسم (مسطحی از جسم که با محیط گرم در تماس است A)

ج) طول جسم یا فاصله جسم (مثلاً برای پنجره فاصله پنجره و برای تکیه تکیه که یک سر آن در محیط

گرم قرار دارد طول سیم یا تکیه که هر کدام با تکیه یا تکیه نشان می دهند)

د) اختلاف دمای گرم و سرد ( $\Delta T = T_H - T_L$ )

$$H = \frac{Q}{t} = \frac{K \cdot A \cdot \Delta T}{L} \quad (۴۴)$$

$$Q = \frac{A \cdot t \cdot K \cdot \Delta\theta}{L} \quad (25)$$

مثال ۷: حساب کنید در یک روز زمستانی که دمای بیرون  $2^{\circ}\text{C}$  و دمای اتاق  $20^{\circ}\text{C}$  است. آکسید رسانش گرمایی از دیواری که دارای ابعاد  $2$  در  $3$  متر است و ضخامت آن  $1$  سانتی متر است چند  $\frac{\text{J}}{\text{s}}$  است؟  $(K = 0.14 \frac{\text{J}}{\text{s.m.K}})$

جواب:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_L = 2^{\circ}\text{C} \\ \theta_H = 20^{\circ}\text{C} \end{array} \Rightarrow \Delta\theta = \Delta T = \theta_H - \theta_L = 20 - 2 = 18^{\circ}\text{C} \right.$$

$$L = 1.0 \text{ cm} \times 10^{-2} = 0.01 \text{ m} \quad H = \frac{K \cdot A \cdot \Delta\theta}{L}$$

$$A = 2 \times 3 = 6 \text{ m}^2$$

$$H = ? \quad H = \frac{0.14 \times 6 \times 18}{0.01} = 1512 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

مثال ۸: اگر اختلاف دمای بین محیط بیرون و داخل اتاق  $20^{\circ}\text{C}$  باشد، حساب کنید از یک پنجره شیشه‌ای با ابعاد  $2$  در  $1$  متر و ضخامت  $5 \text{ mm}$  در هر ثانیه چند ژول گرما تلف می‌شود؟  $(K = 0.5 \frac{\text{J}}{\text{s.m.K}})$

جواب:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta\theta = 20^{\circ}\text{C} \\ A = 1 \times 2 = 2 \text{ m}^2 \\ L = 5 \text{ mm} \times 10^{-3} \text{ m} \end{array} \right. \quad Q = \frac{A \cdot t \cdot K \cdot \Delta\theta}{L}$$

$$Q = ? \quad t = 1 \text{ s} \quad Q = \frac{2 \times 1 \times 0.5 \times 20}{5 \times 10^{-3}} = 4000 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$



سوال ۹: اگر در یک روز سرد زمستانی دمای هوای بیرون اتاق  $5^{\circ}\text{C}$  - و دمای درون اتاق  $20^{\circ}\text{C}$  باشد. حساب کنید، آهنگ رسانش گرما از یک پنجره به ابعاد  $1\text{m}$  در  $2\text{m}$  و به ضخامت  $5\text{mm}$  چقدر می باشد؟

همچنین حساب کنید در مدت  $30\text{min}$  (فقط) چند ژول گرما تلف می شود؟  $(k = 5 \frac{\text{J}}{\text{SmK}})$

جواب:

$$\theta_L = -5^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_H = 20^{\circ}\text{C} \Rightarrow \Delta\theta = \theta_H - \theta_L = 20 - (-5) = 25^{\circ}\text{C}$$

$$A = 2 \times 1 = 2\text{m}^2$$

$$L = 5\text{mm} \times 10^{-3}\text{m}$$

$$t = 30\text{min} \times 60 = 1800\text{s}$$

$$Q = ?$$

$$H = ?$$

$$H = \frac{K \cdot A \cdot \Delta\theta}{L} = \frac{5 \times 2 \times 25}{5 \times 10^{-3}} = 5 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$H = \frac{Q}{t}$$

$$5 \times 10^5 = \frac{Q}{1800} \Rightarrow Q = 5 \times 10^5 \times 1800 = 9 \times 10^8 \text{J}$$

۱۲- هرفت: انتقال گرما از طریق جابجایی خود ماده (مسئله گرم و سرد) میگویند

سوال ۱۲: انتقال گرما به روش هرفت را توجیه دهید.

جواب: هرگاه قسمتی از مایع و یا گاز گرم شود، جیسس زیادی شود زیرا منبسط می شود و طبق رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  چگالی اش کم می شود یعنی سبب تری شود و بالای آید و هوا مایع سردتر که سنگین تر است پایین می رود.

۱۳- تابش: انتقال گرما و انرژی که به وسیله امواج الکترومغناطیس صورت می گیرد تابش گرمایی نامیده می شود. در این نوع انتقال گرما هر چه جسم گرمتر باشد، تابش بیشتری انجام می دهد.

۱۴- انبساط گرمایی: هر چه جسمی را گرمتر کنیم، جیسس مولکولهای آن بیشتر می شود و در نتیجه جسم منبسط می شود.

سوال ۱۲- مثالهای برای کاربرد انبساط بیان کنند؟

جواب: الف) اگر در پوش فلزی سیسَه مریا را گرم کنیم زودتر و راحت تر بازمی شود.

ب) اگر در لیوان که در داخل هم گیر کرده باشد، داخل لیوان داخلی آب سرد بریزیم و روی لیوان بیرونی آب گرم بریزیم براحتی باز می شود.

۱۵- ترموسات: از خاصیت انبساط گرمایی برای ساختن ترموسات استفاده می کنند که ترموسات در وسایلی مانند خِجَال و مِوِا در برقی و اتو و ... به کار می رود.

هرگاه دما بالا رود (به اندازه ی تنظیم شده برسد) فلز ترموسات منبسط می شود در نتیجه خم می شود و این وسیله ی برقی خاموش می شود و هنگامی که دوباره سرد شد، طول آن به حد اولیه ی می رسد و دوباره دستگاه روشن می شود.

۱۶- انبساط طولی: اگر می فقط طول داشته باشد طول آن بر اثر افزایش دما منبسط می شود.

$$\Delta L = L_1 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta \quad (26)$$

تغییرات دما (C°)  
ضریب انبساط طولی  $\frac{1}{C}$   
طول اولیه (m)  
افزایش طول (m)

$$L_2 = L_1 + \Delta L \quad (27)$$

نکته: یغای  $\Delta L$  و  $L_1$  باید یکی باشد.  $L_2$ : طول بعد از انبساط

۱۷- انبساط سطحی: اگر جسم طول و عرض داشته باشد (مساحت)، مساحت آن بر اثر افزایش دما منبسط می شود.

$$\Delta A = A_1 \cdot 2\alpha \cdot \Delta \theta \quad (28)$$

مساحت اولیه  $m^2$   
افزایش مساحت (m²)

$$A_2 = A_1 + \Delta A \quad (29)$$

$A_2$  = سطح ثانویه بعد از انبساط



۱۸- انبساط حجمی: در نگاه جسمی عمیقاً راسته باشد حجم آن برابر افزایش و یا افزایش می یابد:

$$\Delta V = V_1 \cdot \beta \cdot \Delta \theta = V_1 \cdot 3\alpha \cdot \Delta \theta \quad (۱۷)$$

$$V_2 = V_1 + \Delta V \quad (۱۸)$$

$V_1 =$  حجم اولیه  $[m^3]$

$\beta =$  ضریب انبساط حجمی که برابر  $3\alpha$  است  $[\frac{1}{C}]$

$V_2 =$  حجم ثانویه بعد از انبساط  $[m^3]$

مثال ۱۰- یک سیلندر آهنی به طول  $50 \text{ cm}$  در دمای  $50^\circ C$  قرار دارد. اگر دمای آن را به  $50^\circ C$  برسانیم طول آن چه مقدار افزایش می یابد؟  $(\alpha = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{C})$

جواب:

$$\Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 = 50 - 0 = 50^\circ C$$

$$\Delta L = L_1 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta = 50 \times 12 \times 10^{-6} \times 50 = 27000 \times 10^{-6} = 0.27 \text{ cm}$$

مثال ۱۱- طول یک سیلندر مسی در دمای  $20^\circ C$  و  $2 \text{ m}$  می باشد. اگر در اثر گرمای آن به  $40^\circ C$  برسد طول آن به چند متری رسد؟  $(\alpha = 17 \times 10^{-6} \frac{1}{C})$  جواب:

$$\theta_1 = 20^\circ C$$

$$\theta_2 = 40^\circ C$$

$$L_1 = 2 \text{ m}$$

$$L_2 = ?$$

$$\Delta L = L_1 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta L = 2 \times 17 \times 10^{-6} \times (40 - 20) = 1292 \times 10^{-6} = 0.001292 \text{ m}$$

$$L_2 = L_1 + \Delta L \Rightarrow L_2 = 2 + 0.001292 = 2.001292 \text{ m}$$

مثال ۱۲- طول و عرض یک ورق آهنی  $40 \text{ cm}$  و  $20 \text{ cm}$  می باشد. اگر دمای اولیه آن  $5^\circ C$  باشد

حساب کنید در دمای  $55^\circ C$  مساحت آن چه قدر منبسط می شود؟  $(\alpha = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{C})$

$$A_1 = 20 \times 40 = 800 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A = A_1 \cdot 2\alpha \cdot \Delta \theta$$

$$\theta_1 = 5^\circ C \Rightarrow \Delta \theta = 55 - 5 = 50^\circ C$$

$$\Delta A = 800 \times 2 \times 12 \times 10^{-6} \times 50 = 960000 \times 10^{-6} = 0.96 \text{ cm}^2$$

مثال ۱۳: یک ظرف استوانه ای آلومینیومی به مساحت مقطع  $20 \text{ cm}^2$  و ارتفاع  $10 \text{ cm}$  در دمای  $5^\circ C$  قرار دارد.

اگر دمای آن  $20^\circ C$  افزایش یابد حجم آن چه مقدار افزایش می یابد؟  $(\alpha = 23 \times 10^{-6} \frac{1}{C})$

$$A_1 = 20 \text{ cm}^2$$

$$h = 10 \text{ cm} \Rightarrow V = A \times h = 200 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V = V_1 \cdot 3\alpha \cdot \Delta \theta$$

$$\Delta V = 200 \times 3 \times 23 \times 10^{-6} \times 20 = 276000 \times 10^{-6} = 0.276 \text{ cm}^3$$

فصل پنجم

جریان و  
مدارهای  
ایران توانده  
الکترونیکی



۱- اتم: اتم از دو قسمت تشکیل شده:

الف) الکترون که دارای بار منفی می باشد.

ب) هسته که از پروتون و نوترون تشکیل شده که نوترون بدون بار است و پروتون دارای بار مثبت می باشد.

تذکره: اتم در حالت خنثی تعداد الکترونها و پروتونها برابر دارد.

۲- الکترون آزاد: در حالت عادی چون بار پروتون مثبت است و بار الکترون منفی

است، پروتون به الکترون نیروی جاذبه وارد می کند. ولی مرفه فاصله الکترونها از پروتونها

بیشتر باشد. این نیروی جاذبه کمتری شود. به طوری که الکترونها می توانند با کمترین

انرژی از اتم ها کنده شوند و آزادانه درون ماده حرکت کنند و پیوسته از اتم به اتم مجاور خود

منتقل شوند. که به آن الکترون آزاد می گویند.

۳- شدت جریان الکتریکی: مقدار بار الکتریکی خالصی که از سطح مقطع رسانا در زمان معینی عبور می کند

$$I = \frac{q}{t} \quad (31) \quad \text{مقدار جابجا شده (C) در ثانیه}$$

زمان (s) ثانیه

جریان عبوری (A) آمپر

تذکره: برای اندازه گیری شدت جریان از وسیله ای به نام آمپر سنج استفاده می کنیم.

مسئله ۱: اگر از مداری در مدت ۵ دقیقه جریان ۲۰ mA بگذرد، چه مقدار بار خالص از

این مدار عبور می کند؟

$$t = 5 \text{ min} \times 60 = 300 \text{ s}$$

$$I = 20 \text{ mA} = 20 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$q = ?$$

$$I = \frac{q}{t}$$

$$20 \times 10^{-3} = \frac{q}{300} \Rightarrow q = 20 \times 10^{-3} \times 300 = 6000 \times 10^{-3} = 6 \text{ C}$$

جواب:

سؤال ۲: هرگاه در مدت ۲ دقیقه مقدار ۹ کولن بار از یک مقطع سیم بگذرد، شدت

جریانی که از این مقطع سیم عبور می کند چند آمپر است؟

$$t = 10 \text{ min} \times 60 = 600 \text{ s}$$

$$q = 9 \text{ C}$$

$$I = \frac{q}{t} = \frac{9}{600} = 0.015 \text{ A} = 15 \text{ mA}$$

جواب:

سؤال ۳: اگر از باتری یک وسیله جریان ۰.۲ mA عبور کند، حساب کنید در مدت ۲۰ دقیقه چه

مقدار بار خالص از مدار این وسیله عبور می کند؟

$$I = 0.2 \text{ mA} = 0.2 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$t = 20 \text{ min} \times 60 = 1200 \text{ s}$$

$$I = \frac{q}{t}$$

$$0.2 \times 10^{-3} = \frac{q}{1200} \Rightarrow q = 0.2 \times 10^{-3} \times 1200 = 24 \times 10^{-3} = 0.24 \text{ C}$$

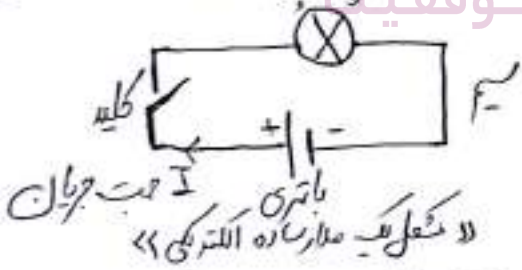
جواب:

تذکره: جریان الکتریکی از جاری شدن ... الکترون ... در یک مسیر ... به وجود می آید.  
سوال ۱: مدار الکتریکی را تعریف کنید؟

پایخ: مسیر بسته ای است که از یک مصرف کننده مثل لامپ و یک باطری تشکیل شده و الکترون ها می توانند در این مسیر حرکت کنند.

تذکره: عامل ایجاد جریان در یک مدار اختلاف پتانسیل بین دو قطب مدار است.

۴- جهت قراردادی جریان در مدار: از پتانسیل بیشتر (یا پایه مثبت باتری) به سمت پتانسیل کمتر (یا پایه منفی مدار) می باشد.



۵- فاز متر: فاز متر وسیله ای برای تشخیص وجود ولتاژ الکتریکی است. این وسیله برای تشخیص سیم فاز از سیم نول نیز به کار می رود.





مثال ۶: هرگاه از مداری که اختلاف پتانسیل دو سر آن  $200V$  باشد، در مدت  $1$  دقیقه  $9$  کولن بار عبور کند، حساب کنید مقاومت الکتریکی این مدار چقدر است؟

جواب:

$$V = 200V$$

$$t = 1 \text{ min} \times 60 = 60 \text{ s}$$

$$q = 9C$$

$$I = ?$$

$$R = ?$$

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow I = \frac{9}{60} = 0.15A$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{200}{0.15} = 1333.33\Omega = 1.333K\Omega$$

۱- عوامل موثر بر مقاومت رساناهای فلزی در دمای ثابت:

در دمای ثابت مقاومت یک رسانای نرنگی به (۱) جنس، (۲) طول آن (۳) مساحت مقطع آن دارد.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

طول رسانا (m)  $\rightarrow$  (۳)

مساحت مقطع رسانا (m<sup>2</sup>)  $\rightarrow$

مقاومت ویژه رسانا (Ω·m)  $\rightarrow$

مقاومت رسانا (Ω)  $\rightarrow$

مثال ۷: اگر مقاومت ویژه مسی به طول  $3m$  و قطر  $2mm$ ،  $1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$  باشد.

$$L = 3m$$

$$d = 2mm \Rightarrow r = 1mm = 10^{-3}m$$

الف) مقاومت الکتریکی مس چقدر است؟

ب) اگر اختلاف پتانسیل دو سر مدار  $200V$  باشد، چه جریانی از آن میگذرد؟

$$\pi = 3$$

ج) در مدت  $1$  ثانیه چند کولن بار از آن میگذرد؟

$$R = ?$$

$$A = \pi r^2 = 3 \times (10^{-3})^2 = 3 \times 10^{-6} = 3 \times 10^{-8} m^2$$

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} = \frac{1.7 \times 10^{-8} \times 3}{3 \times 10^{-8}} = 5.1 \Omega$$

$$I = ?$$

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 5.1 = \frac{200}{I} \Rightarrow I = \frac{200}{5.1} = 39.21A$$

$$2) t = 1s$$

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow 39.21 = \frac{q}{1} \Rightarrow q = 39.21 \times 10 = 392.1C$$



مسئله ۸: اگر در مدت ۱ دقیقه، ۹ کولن بار از سیمی به طول ۵۰ cm و قطر ۲ mm عبور کنند، حساب کنید. الف) شدت جریانی که از مدار می‌گذرد.

ب) اگر اختلاف پتانسیل دو سر مدار ۲۰ ولت باشد، مقاومت سیم چقدر است؟

جواب: مقاومت ویژه رسانا را بدست آورید.

$$t = 1 \text{ min} \times 60 = 60 \text{ s}$$

$$q = 9 \text{ C}$$

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow I = \frac{9}{60} = 0.15 \text{ A}$$

الف)

$$L = 50 \text{ cm} \times 10^{-2} = 0.5 \text{ m}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{0.15} = 133.33 \Omega$$

ب)

$$d = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

الف)  $I = ?$

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

ج)

ب)  $V = 20 \text{ V}$

$$133.33 = \rho \times \frac{50 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-6}} \Rightarrow \rho = \frac{133.33 \times 3 \times 10^{-6}}{50} = 7.9998 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$$

$R = ?$

ج)  $\rho = ?$

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (10^{-3})^2 = 3.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

مسئله ۹: اگر مقاومت ویژه سیمی به طول ۲ متر و قطر ۲ mm،  $1.42 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  باشد.

حساب کنید. الف) مقاومت الکتریکی سیم چقدر است؟

ب) اگر اختلاف پتانسیل دو سر مدار ۲۰ ولت باشد، چه جریانی از آن می‌گذرد؟

ج) اگر مدت ۵ ثانیه چند کولن بار از آن می‌گذرد؟

$$L = 2 \text{ m}$$

$$d = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m} \Rightarrow r = \frac{d}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ mm} \Rightarrow A = \pi r^2 = 3.14 \times (10^{-3})^2 = 3.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rho = 1.42 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = \frac{1.42 \times 10^{-8} \times 2}{3.14 \times 10^{-6}} = 9.07 \times 10^{-3} \Omega$$

الف)

$\pi = 3.14$

الف)  $R = ?$

$$R = \frac{V}{I} = \dots \cdot 9.07 \times 10^{-3} = \frac{20}{I} \Rightarrow I = \frac{20}{9.07 \times 10^{-3}} = 2205.18 \text{ A}$$

ب)

ب)  $V = 20 \text{ V}$

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow 1851.8 \times 10^{-2} = \frac{q}{5} \Rightarrow q = 9259 \times 10^{-2} \text{ C}$$

ج)

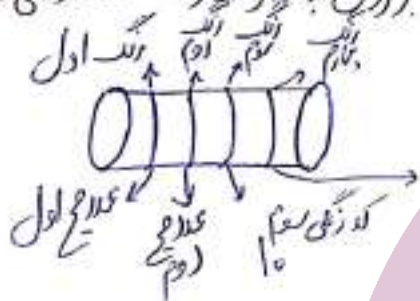
ج)  $t = 5 \text{ s}$   
 $q = ?$

۹- انواع مقاومست ها: برقی از وسایل برقی دارای مقاومست می باشند که در بسیاری از مدارها به خصوص در وسایل الکتریکی مقاومست ها برای کنترل جریان و ولتاژ استفاده می شوند. مقاومست ها به دو دسته تقسیم می شوند: الف) مقاومست های ثابت ب) مقاومست های متغیر

الف) مقاومست های ثابت: مقاومست هایی هستند مقدار آنها ثابت است که ترکیبی از کربن با یک نوع چسب هستند. هر چه کربن آنها بیشتر باشد مقاومست آنها کمتر است.

۱۰- مقدار مقاومست: مقدار مقاومست ها الف) با بر روی بدنه آن نوشته می شود.

ب) یا برای نوشتن مقدار مقاومست بر روی بدنه از علامت استفاده می شود.



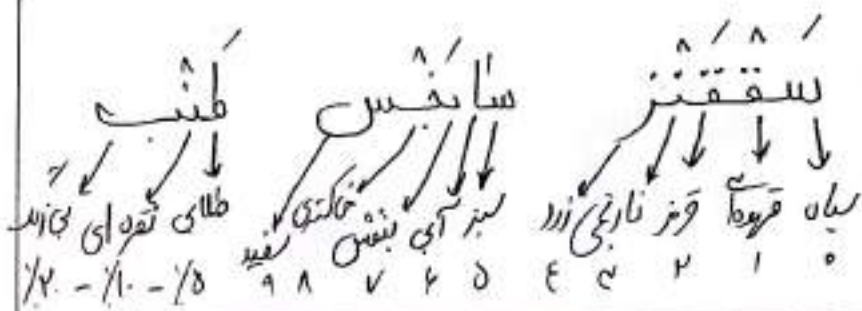
۱۱- کد رنگی در مقاومست ها:

رنگ	کد عددی	کد تکرانش
سياه	۰	-
قهوه ای	۱	۱
قرمز	۲	۲
نارنجی	۳	-
زرر	۴	-
سبز	۵	۵
آبی	۶	-
بنفش	۷	-
خاکستری	۸	-
سفید	۹	-

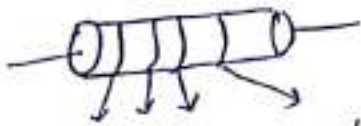
  

رنگ	ضریب	کد تکرانش
طلایی	۰.۱ تا ۰.۹	۵
نقره ای	۰.۱ تا ۰.۲	۱۰
بی رنگ	-	۲۰

نکته: یک کلمه برای ساده تر حقا کبران کد رنگی:



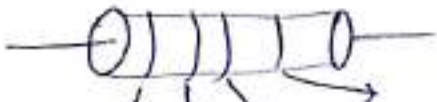




طلایی سبز زرد قرمز

$$24 \times 10^5 \pm 5\% \Rightarrow 2,4 M\Omega \pm 5\%$$

جواب :  
سؤال ۱۰



نقره‌ای زرد خالصی آبی

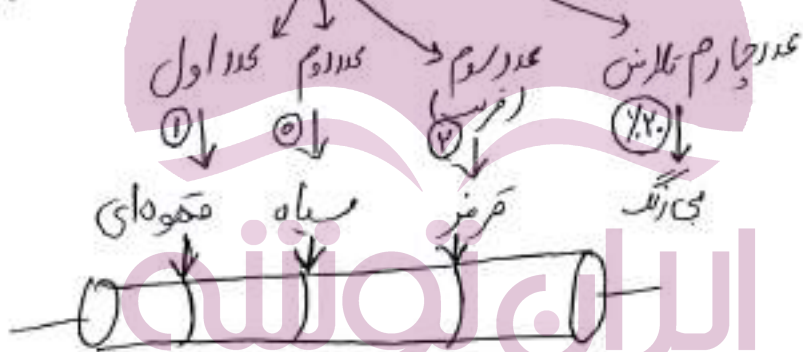
$$98 \times 10^4 \pm 10\% \Rightarrow 980 K\Omega \pm 10\%$$

جواب :

سؤال ۱۱: اگر مقاومت نشان داده شده برابر  $1 K\Omega$  باشد با تکرار ۲ درصد باشد. رنگ نوارها را مشخص کنید.

$$R = 1 K\Omega \pm 2\% = 1 \times 10^3 = 1000 \Omega \pm 2\%$$

جواب :



سؤال ۱۲: اگر مقاومت ثابت برابر  $4,7 \Omega$  باشد با تکرار ۲ درصد باشد. که رنگی را مشخص می‌کنید.

$$R = 47 \times 10^{-1} \pm 2\%$$

نقره‌ای طلایی بنفش زرد



طلایی سبز آبی سبز

نمونه ۱: کد رنگی مقاومت  $10^3 \pm 5\%$  را بدست آورید.  
نمونه ۲: مقدار مقاومت رو به رو را بدست آورید!

۱۲- مقاومت های متغیر: مقاومت هایی که مقدار آنها می توانند توسط عوامل مختلف تغییر کنند گفته می شود. و دارای ۲ نوع است. الف) مقاومت رئوتتا ب) مقاومت وابسته

۱۳- رئوتتا: رئوتتا از سیبی با مقاومت و برهی با ساختن شده است که این سیم روی استوانه ای نارسانا پیچیده شده است. و به وسیله دگه ی لقرنده ای که بالای آن است می توان تعیین کرد که چه مقدار از سیم در مسیر جریان قرار گیرد. و مقدار تعیین می شود پس جریان در مدار تنظیم می شود. کار رئوتتا تنظیم میزان جریان در مدار است.

۱۴- مقاومت وابسته: اگر مقدار مقاومت به وسیله عواملی از قبیل نور، حرارت، ولتاژ، ... تغییر کند، مقاومت را مقاومت وابسته می گویند.

۱۵- ترمیستور: نوعی مقاومت وابسته می باشد که بر حرارت بستگی دارد. که دارای دو نوع  $NTC$  و  $PTC$  وجود دارد. که  $NTC$  با افزایش دما مقاومتش کم و با کاهش دما مقاومتش زیاد می شود و  $PTC$  با افزایش دما مقاومتش افزایش و با کاهش دما مقاومتش کم می شود. عبارت دیگر مقاومت وابسته به حرارت را ترمیستور می گویند.

۱۶- مقاومت وابسته به نور: مقدار مقاومت این مقاومت ها با تغییرات نور تغییر می کند.

۱۷- کاربرد مقاومت وابسته به نور در ساختن فوتوسل ها یا سنسور نور در برخی دستگاه ها مثل کنترل نور

۱۸- مقاومت وابسته به ولتاژ: در این مقاومت ها، ولتاژ با مقدار اهم مقاومت ( $R$ ) نسبت ککس دارد. یعنی در صورت افزایش ولتاژ دو سر قطعه  $VDR$  مقاومت آن کاهش می یابد.

کاربرد: برای محافظت از مدار در برابر ولتاژهای بالای زودگذر ناخواسته. مثل نسبت های برق ولتومی تلفن



۱۹- انرژی الکتریکی مصرفی: گفتیم که هنگامی که در مدار جریان برقراری شود، الکترون‌ها به اتم‌های درون رسانا برخورد می‌کنند، این برخورد انرژی جنبشی اتم‌ها را افزایش می‌دهد و برای مقابله با آن افزایش می‌یابد. پس مقداری انرژی الکتریکی مصرف می‌شود که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$U = R \cdot I^2 \cdot t \quad (۳۴)$$

انرژی الکتریکی مصرفی (J) ← U  
 جریان (A) ← I  
 مقاومت (Ω) ← R

سوال ۱۳: مقاومت گرما ده یک وسیله برقی ۷۰Ω است. اگر آن را به برق وصل کنیم مدت جریان ۲۸ از آن می‌گذرد، انرژی الکتریکی مصرف شده در آن را در مدت ۵ دقیقه حساب کنید.

$R = 70 \Omega$   
 $I = 28$   
 $U = ?$   
 $t = 5 \text{ min} \times 60 = 300 \text{ s}$

$U = R \cdot I^2 \cdot t$   
 $U = 70 \times 28^2 \times 300 = 144000 \text{ J}$

جواب:

سوال ۱۴: مقاومت یک لامپ ۵۰ اهم است. وقتی آن را به برق وصل کنیم در مدت ۵ دقیقه در آن ۴۸۰ کیلوژول انرژی الکتریکی مصرف می‌شود. شدت جریان که چه آمپر است؟ حساب کنید در این مدت چند کولن بار عبور می‌کند؟

$R = 50 \Omega$   
 $t = 5 \text{ min} \times 60 = 300 \text{ s}$   
 $U = 480 \text{ kJ} = 480000 \text{ J}$   
 $I = ?$   
 $q = ?$

$U = R \cdot I^2 \cdot t$   
 $480000 = 50 \times I^2 \times 300 \Rightarrow I^2 = \frac{480000}{50 \times 300} = 144$   
 $I^2 = 144 \Rightarrow \boxed{I = 12 \text{ A}}$   
 $I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = I \cdot t \Rightarrow q = 12 \times 300 = 3600 \text{ C}$

جواب:

تمرین ۳ - اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک لامپ ۲۰۰ ولت باشد و مقاومت این لامپ ۱۰۰ Ω باشد حساب کنید در مدت ۵ دقیقه انرژی الکتریکی مصرفی آن چند ژول می‌باشد؟ همین حساب کنید در این مدت چند کولن بار عبور می‌کند؟ (جواب: ۲۰۰۰۰ یا ۶۰۰)

۲ - توان الکتریکی (اگرچه تبدیل انرژی الکتریکی به گرما) : توان به معنی سرعت تبدیل انرژی است. و هر چه قدر در دستگاه‌ها این سرعت بیشتر باشد، قدرت دستگاه بیشتر است. انرژی (ج)

توان از تقسیم انرژی تبدیل شده بر زمانی که تبدیل شده است می‌آید. (۴۵)  $P = \frac{W}{t} = \frac{U}{t}$  (۴۶) روابط ۳ گانه توان :

(۴۶)  $P = V \cdot I$  ; (۴۷)  $P = \frac{V^2}{R}$  ; (۴۸)  $P = R \cdot I^2$    
 $V =$  ولتاژ  $\rightarrow [V]$    
 $R =$  مقاومت  $\rightarrow [\Omega]$    
 $I =$  جریان  $\rightarrow [A]$

مسئله ۱۵ - توان مصرفی لامپ به ولتاژ ۲۰۰ ولت و جریان عبوری ۳ آمپر می‌شود چقدر است؟   
 جواب:  $P = V \cdot I = 200 \times 3 = 600 \text{ W}$

مسئله ۱۶ - از یک لامپ روشن که توان مصرفی آن ۵۰ وات است، جریان ۰.۲ آمپری گذرد. مقاومت الکتریکی لامپ چقدر است؟  $P = R \cdot I^2 \rightarrow 50 = R \times (0.2)^2 \rightarrow R = \frac{50}{0.04} = 1250 \Omega$

مسئله ۱۷ - بر روی لامپی اعداد ۲۲۰ ولت و ۱۰۰ وات نوشته شده است. حداکثر جریانی که از لامپ می‌گذرد چقدر است؟  $P = V \cdot I \rightarrow 100 = 220 \times I \rightarrow I = \frac{100}{220} = 0.45 \text{ A}$

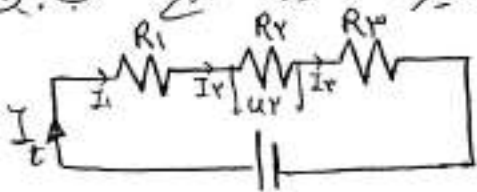
تمرین ۴: توان مصرفی یک وسیله برقی ۱۰ کیلووات است. اگر شدت جریان عبوری از آن ۱۰۰ آمپر باشد، اختلاف پتانسیل دو سر آن را حساب کنید؟ (ج: ۱۰۰۰)

تمرین ۵: اگر یک لامپ ۲۲۰، ۲۰۰ واتی به مدت ۹۰ دقیقه به اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت وصل باشد، چند kWh (کیلووات-ساعت) انرژی الکتریکی مصرف می‌شود؟ (ج: ۰.۳ kWh)



۲۲- انواع اتصال مقاومت ها: مقاومت ها به ۲ شکل به هم متصل می شوند. الف) سری (موازی)

۲۲- اتصال سری: به سبب شدن مقاومت ها یکی پس از دیگری، به طوری که هیچ اشغالی بین آنها وجود نداشته باشد گفته می شود.



۱)  $I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$

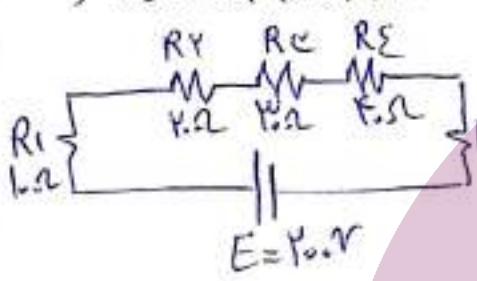
۲)  $V_E = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$

۳)  $R_t = R_1 + R_2 + R_3$

(۳۹)

(۴۰)

(۴۱)



سوال ۱۸: مقاومت معادل مدار سری شکل زیر را بدست آورید.

ب) ولتاژ دوسر مقاومت  $R_2$  را بدست آورید؟

ج) توان منبع را بدست آورید؟

جواب: الف)  $R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 1.0 + 2.0 + 3.0 + 4.0 + 1.0 = 20.0 \Omega$

ب)  $I_t = I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5 = \frac{V_E}{R_t} = \frac{20}{20} = 1A$

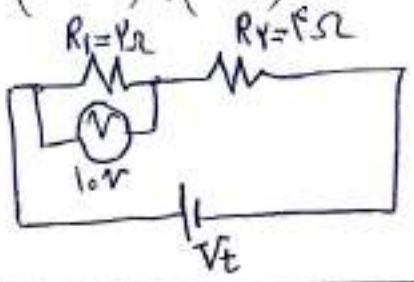
$V_2 = R_2 \cdot I_2 = 2.0 \times 1 = 2.0V$

ج)  $P_t = V_E \times I_t = 20.0 \times 1 = 20.0W$

د) انرژی مصرف شده در مدار ۲۰ وات را در ۲۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه بدست آورید.

$U = P_t \times t = 20.0 \times 12 \times 3600 = 1440000 J$

$t = (2 \times 3600) + (30 \times 60) = 1440 s$



۴: در مدار شکل معادل مطلوب:

الف) مقاومت معادل مدار (ج: ۶ اهم)

ب) ولتاژ دوسر منبع (ج: ۳ ولت)

ج) ولت جریان دوسر مدار (ج: ۵ آمپر)

۳۳- اتصال موازی: در این مدار، هر یک از مقاومت ها با یک سر مشترک به یک سر مشترک دیگر متصل می شود. در این اتصال، ولتاژ در هر یک از مقاومت ها یکسان است و این ولتاژ برابر با ولتاژ کل مدار می شود.

نکته: در این مدار، هر یک از مقاومت ها با یک سر مشترک به یک سر مشترک دیگر متصل می شود.

۱)  $V_E = E = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$  (۳۴)

۲)  $I_E = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$  (۳۵)

۳)  $\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$  (۳۶)



مثال ۱۹: در مدار شکل، ولتاژ و اختلاف پتانسیل در مدار را بیابید.

$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$\frac{1}{R_E} = \frac{1}{30} + \frac{1}{60} = \frac{2+1}{60}$

$\frac{1}{R_E} = \frac{3}{60} \Rightarrow R_E = \frac{60}{3} = 20 \Omega$

$V_E = R_E \times I_E = 20 \times 3 = 60V$

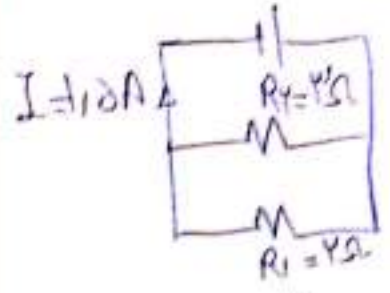
$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{60}{30} = 2A$

$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{60}{60} = 1A$



تمرین ۷: در مدار شکل، ولتاژ و اختلاف پتانسیل در مدار را بیابید.

جواب: (۵ آمپر و ۱۰۸۷)



تمرین ۸: در صورتی که ۳ مقاومت ۴۵ و ۳۰ و ۲۰ اهم موازی کنونی، در هر مقاومت معادل آنها چند اهم در مدار (جواب ۱۵)