بسمه تعالی

فهرست کلی مطالب

جزوه کمک آموزشی گام اول
ویژه داوطلبان آزمون سراسری ۹۱

عنوان | صفحه

* **فیزیک ۱** (**فصل ۵ : شکست نور**)

خلاصه درس ۴

تست‌های طبقه‌بندی شده ۱۷

پاسخ‌های تشریحی ۲۱

* **فیزیک ۲** (**فصل‌های ۴ تا آخر ۶**)

خلاصه درس ۲۸

تست‌های طبقه‌بندی شده ۵۵

پاسخ‌های تشریحی ۶۴

* **شیمی ۲** (**بخش‌های ۴ و ۵**)

خلاصه درس ۸۰

تست‌های طبقه‌بندی شده ۹۴

پاسخ‌های تشریحی ۱۰۰

گزینه دو

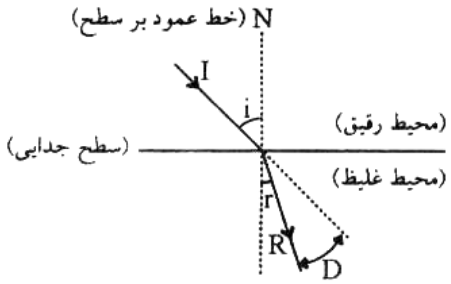
مؤسسه آموزشی فرهنگی

فیزیک ۱

فصل ۵: شکست نور

۱- مفاهیم مقدماتی

۱-۱) شکست نور،پی‌آمد تغییر محیط نور



نوری که به طور مایل ازیک محیط شفاف وارد محیط شفاف دیگری می‌شود،در لحظه‌ی گذار از مرز مشترک (سطح جدایی) دو محیط تغییر مسیر می‌دهد که به این انحراف ناگهانی مسیر نور،«شکست نور»گفته می‌شود.

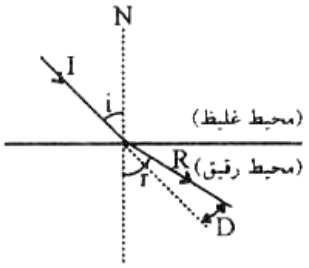
نوری که به طور عمود بر سطح جدایی دو محیط شفاف می‌تابد، دست خوش انحراف و شکست نمی‌گردد، شکل زیر مسیر پرتوی را نشان می‌دهد که از یک محیط رقیق (مانند هوا) به یک محیط غلیظ (مانند شیشه) وارد می‌شود. اصطلاحات غالبی که در مبحث شکست نور کاربرد دارند، در این شکل نمایش داده شده‌اند. پرتو I را «پرتو تابش» و پرتوR را «پرتو شکست» می‌نامیم و خط عمود بر سطح در نقطه ی تابش یا انحراف پرتو را با N نمایش می‌دهیم.این سه اصطلاح پایه گذار درک سه اصطلاح دیگر هستند:

۱- زاویه‌ی تابش: زاویه‌ای را که میان I و N درست می‌شود، «زاویه تابش» می نامند وآن را با نماد «i» نمایش می‌دهند.

۲- زاویه‌ی شکست: زاویه‌ای را که میان Rو N درست می شود، «زاویه شکست» می‌نامند وآن رابا نماد «r» نمایش می‌دهند.

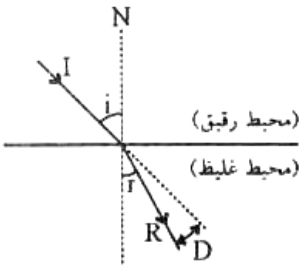
۳- زاویه ی انحراف: زاویه ی بین امتداد پرتو I و پرتو R را «زاویه ی انحراف» می نامند و برای معرفی آن از نماد D استفاده می‌کنند. $\hat{D} = |\hat{i} - \hat{r}|$

نکته:چنان چه نور از محیط [رقیق / غلیظ] به محیطی [غلیظ / رقیق] وارد شود، [به / از] خط عمود [نزدیک / دور] می شود.



تابش نور از محیط غلیظ به رقیق

$\hat{i} < \hat{r} \Rightarrow \hat{D} = \hat{r} - \hat{i}$



تابش نور از محیط رقیق به غلیظ

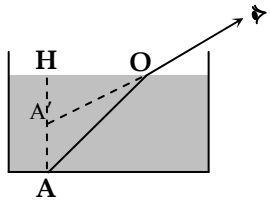
$\hat{i} > \hat{r} \Rightarrow \hat{D} = \hat{i} - \hat{r}$

نکته: با افزایش زاویه‌ی تابش، زاویه‌ی شکست نیز افزایش می یابد (با شرط ورود نور به محیط دوم).این حکم را می‌توان به این قرار نشان داد:

اگر $\hat{i} \uparrow \Rightarrow \hat{r} \uparrow$

اگر $\hat{i} \downarrow \Rightarrow \hat{r} \downarrow$

۱-۲) عمق ظاهری- عمق واقعی



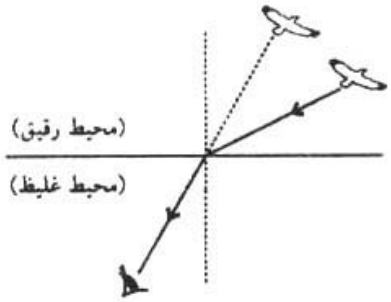
عمق واقعی = AH

عمق ظاهری = A'H

ناظری که از محیط شفاف (مانند هوا) به اشیای درون محیط شفاف دیگری (مانند آب) نگاه می کند،آن اشیا را در محلی متفاوت از جایگاه واقعی آن‌ها رؤیت می کند. دلیل این پدیده در شکل زیر توجیه شده است. در این شکل نحوه‌ی تصویر سازی سیستم بینایی یک ناظر از کف یک ظرف پر از آب نمایش داده شده است. پرتوی که از نقطه‌ی A- واقع بر کف ظرف- به سمت چشم شخص گسیل می‌شود، در سطح آب شکست یافته،از خط عمود بر سطح دور می‌شود و برای ناظر این تصویر پیش می‌آید که نقطه‌ی A در A' - که در امتداد پرتو شکست است- قرار دارد. در واقع، A' تصویر مجازی A است که به نظر بیننده می‌رسد. این سرنوشتی است که برای تمام نقاط واقع بر کف ظرف رقم می خورد و توهم «عمق کم تر ظرف، نسبت به عمق واقعی آن» را برای ناظر پدید می آورد.

با توجه به شکل بالا به فاصله ی جسم از سطح جدایی دو محیط «عمق واقعی» و به فاصله ی تصویر مجاز ی آن از سطح جدایی دو محیط «عمق ظاهری» می گویند.

نکته: چنان چه ناظری از یک محیط شفاف غلیظ (مانند آب) به جسمی واقع در یک محیط شفاف رقیق (مانند هوا) نگاه کند، آن جسم را در ارتفاع بیشتری از محل واقعی آن می‌بیند، مانند شکل مقابل که پرنده برای ناظر زیر آب، در ارتفاع بالاتری دیده می‌شود.



$$\text{عمق ظاهری} = \frac{\text{عمق واقعی}}{\text{ضریب شکست محیط شفاف}}$$

۱ - ۳) ضریب شکست

هر چه محیط انتشار نور غلیظ تر،سرعت نور در آن محیط کمتر.این واقعیت، دو نتیجه عمده در پی دارد:

نتیجه (۱): سرعت نور در گازها بیشتر از مایع ها و در اغلب مایع‌ها بیشتر از جامدهای شفاف است.

نتیجه (۲): سرعت نور در خلاء بیشینه است که آن را با «c» نمایش می‌دهند (بنا براین سرعت $c = ۳ \times ۱۰^{۸}\ m/s$ سرعت همیشگی نور نیست.

علت شکست نور در هنگام تغییر محیط انتشار، اختلاف سرعت نور در دو محیط است. طبق تعریف، نسبت سرعت نور در خلا به سرعت نور در یک محیط شفاف «ضریب شکست» آن محیط شفاف نام دارد و با نماد «n» معرفی می‌شود.

$$n = \frac{C}{V}$$

برای مثال: ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ و سرعت نور در آن برابر است با:

$$n = \frac{c}{V} \Rightarrow \frac{۴}{۳} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{V} \Rightarrow V = ۲/۲۵ \times ۱۰^{۸} m/s$$

رابطه را می‌توان به شکل $V = \frac{c}{n}$ نیز نمایش داد و از آن نتیجه گرفت:

نتیجه:سرعت نوردر یک محیط شفاف با ضریب شکست آن محیط نسبت عکس دارد بدین معنی که هر چه ضریب شکست یک ماده‌ی شفاف بزرگ تر سرعت نور در آن ماده کم تر؛ به طوری که برای دو محیط شفاف مختلف می‌توان ادعا کرد:

$$\begin{cases} \text{اگر } n_۲ > n_۱ \Rightarrow V_۱ < V_۲ \\ \text{اگر } n_۲ < n_۱ \Rightarrow V_۱ > V_۲ \end{cases}$$

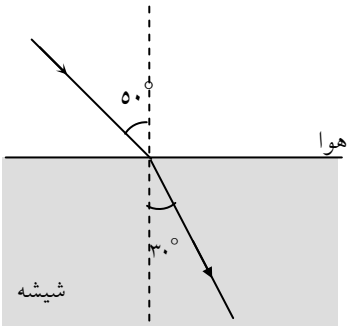
۱ - ۴) قوانین شکست نور:

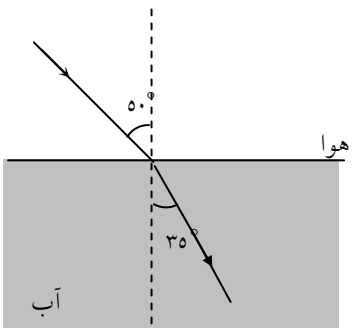
۱- پرتو تابش، خط عمود پرتو شکست هر سه در یک صفحه‌اند.

۲- نسبت سینوس زاویه تابش به سینوس زاویه شکست همواره مقداری است ثابت که برابر است با نسبت ضریب شکست محیط دوم به ضریب شکست محیط اول. $\frac{Sini}{Sinr} = \frac{n_۲}{n_۱}$

نکته: برای یک پرتو معین که درهنگام تغییر محیط انتشار خم می شود، هر چه اختلاف ضریب شکست دو محیط بیشتر باشد،انحراف پرتو ازمسیر اولیه‌اش بیشتر خواهد بود.

شکل‌های زیر پرتوی را نشان می‌دهند که از هوا (با زاویه ی تابش ۵۰°) یک بار وارد آب (با ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$) و بار دیگر وارد شیشه (با ضریب شکست ۱/۵) می شود.





$$\text{آب } n < \text{شیشه } n \Rightarrow \begin{cases} \text{آب } V > \text{شیشه } V \\ \text{آب } D < \text{شیشه } D \end{cases}$$

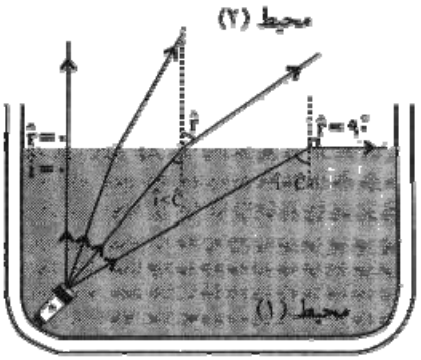
مثال ۱: ضریب شکست شیشه $\frac{۳}{۲}$ و ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ است.نسبت سرعت نور در آب به سرعت نور در شیشه کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۸}{۹}$ ۴) $\frac{۹}{۸}$

پاسخ:

$$\begin{cases} n_۱ = \frac{c}{V_۱} \\ n_۲ = \frac{c}{V_۲} \end{cases} \Rightarrow \frac{n_۲}{n_۱} = \frac{\frac{c}{V_۲}}{\frac{c}{V_۱}} \Rightarrow \frac{V_۱}{V_۲} = \frac{n_۲}{n_۱} = \frac{\frac{۳}{۲}}{\frac{۴}{۳}} \Rightarrow \boxed{\frac{V_۱}{V_۲} = \frac{۹}{۸}}$$

۱-۵) زاویه‌ی حد:



پرتو نوری را مجسم کنید که با زاویه تابش $\hat{i}$ از یک محیط غلیظ به یک محیط رقیق می‌تابد و با زاویه‌ی $\hat{r}$ از محیط خارج می‌شود. درچنین وضعیتی یقین داریم که $\hat{r}$ بزرگ تر از $\hat{i}$ است. با افزایش تدریجی زاویه‌ی $\hat{i}$، زاویه‌ی $\hat{r}$ نیز افزایش می‌یابد تا این که بالاخره لحظه‌ای فرا می‌رسد که زاویه‌ی شکست به ۹۰° برسد و پرتو شکست برسطح جدایی دو محیط مماس شود. در این حالت زاویه‌ی تابش به مقداری می‌رسد که به «زاویه ی حد» مشهور است و آن را با $\hat{C}$ نمایش می دهند به عبارتی دیگر:

اگر $\hat{i} = \hat{C} \Rightarrow \hat{r} = ۹۰^\circ$

$$\sin C = \frac{n_۲}{n_۱}$$

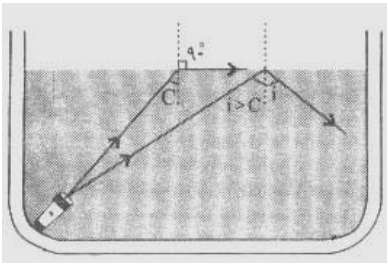
هر چه ضریب شکست نسبی محیط غلیظ به محیط رقیق $\left(\frac{n_۱}{n_۲}\right)$ بزرگ تر باشد، زاویه‌ی حد کوچک‌تر خواهد بود، بدین معنی که نور تحت زاویه‌ی تابش کوچک‌تری به طور مماس از مرز مشترک دو محیط خارج می شود.

تا جایی پیش رفتیم که نور تحت زاویه ی $\hat{i} = \hat{c}$ به سطحی جدایی دو محیط می‌تابد و تحت زاویه‌ی قائم شکست می یابد. اگر زاویه ی تابش از این حد تجاوز کند ($\hat{i} > \hat{c}$)، دیگر هیچ شکستی رخ نمی‌دهد و پرتو نور از سطح جدایی دو محیط، به محیط غلیظ باز تاب می یابد. این پدیده را که در آن، سطح جدایی دو محیط همانند یک آینه‌ی تخت رفتار می کند، «باز تاب کلی» می‌نامیم.

نتیجه: برای باز تاب کلی نور دو شرط لازم است:

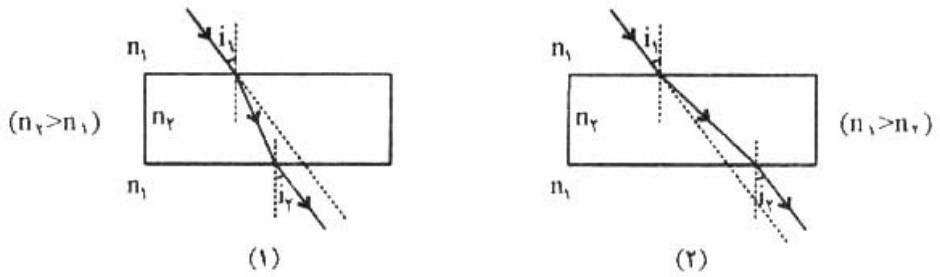
۱- پرتو تابش در محیط غلیظ تر واقع شده باشد $(n_۱ > n_۲)$.

۲- زاویه‌ی تابش بزرگ‌تر از زاویه‌ی حد باشد $(\hat{i} > \hat{C})$.

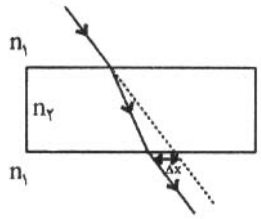


۲- تیغه متوازی السطوح

تیغه‌ی شفاف نشان داده شده در شکل‌های زیر، به اصطلاح یک «تیغه‌ی متوازی السطوح» نام دارد. تیغه‌ی متوازی السطوح به فضای بین دو سطح تخت موازی گفته می‌شود که ماده‌ای با ضریب شکست متفاوت از محیط، آن را اشغال کرده باشد. در صورتی که یک پرتو از تیغه‌ی متوازی‌السطوح عبور کند، مسیر خودرا در محیط اولیه به موازات پرتو ورودی دنبال خواهد کرد. دلیل این امر به خوبی در شکل‌های زیر نمایان شده است.



فرض کنید پرتوی به طور مایل بر یک سطح تیغه‌ی متوازی السطوحی تابیده و از سطح دیگر آن بیرون آمده باشد. چنان چه تیغه در محیطی رقیق‌تر از ماده سازنده اش قرار گرفته باشد (شکل ۱)، پرتو نور پس از ورود به تیغه، به خط عمود نزدیک و پس از خروج از آن از خط عمود دور می‌شود. از آن جا که هر دو سطح تیغه به محیطی به ضریب شکست n_1 راه دارد، پرتو نور در هنگام خروج از تیغه به راستایی موازی پرتو اولیه باز می گردد.



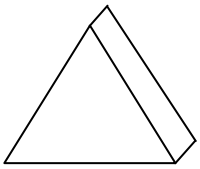
$n_2 > n_1$

حتی در شکل (۲) که تیغه درمحیط غلیظ‌تر واقع شده است، نقش تیغه تغییر نمی‌کند. پرتو در هنگام ورود به تیغه از خط عمود دور و در هنگام خروج به خط عمود نزدیک می شود، به طوری که شکست دومی شکست اولی را بی اثر می کند و پرتو خروجی در راستایی به موازات پرتو ورودی به راه خود ادامه می دهد.

نتیجه: تیغه‌ی متوازی السطوح راستای اولیه پرتو نور را تغییر نمی‌دهد و فقط امتداد انتشار آن را جابه‌جا می‌کند.

« Δx: جابه‌جایی پرتو نور در هنگام خروج از تیغه»

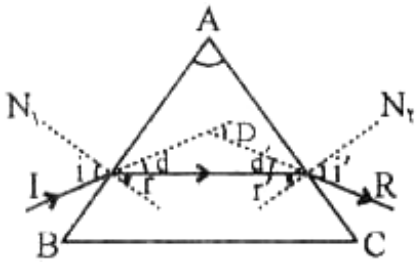
۳- منشور



به محیط شفافی که به دو سطح تخت غیر موازی محدود شود، «منشور» می گویند. ما انحراف نور در منشور را تحت شرایطی بررسی می کنیم که ضریب شکست محیط پیرامون منشور کوچک تر از ضریب شکست خود منشور است.

۳ - ۱) مسیر نور در منشور

مطابق شکل روبه‌رو پرتو نوری را مجسم کنید که تحت زاویه ی تابش $\hat{i}$ به یک وجه منشور (وجه **AB**) می تابد.



تردید نمی کنیم که نور وارد منشور می شود (چرا که نور از محیط رقیق به محیط غلیظ وارد شده و امکان برگشت ندارد)، به گونه‌ای که نسبت به خط عمود زاویه‌ی کوچک‌تری درست کند. امتداد حرکت پرتو تا رسیدن به وجه دیگر منشور(وجه **AC**) حفظ می‌شود. از این به بعد توجه خود را معطوف به پرتوی می‌کنیم که تحت زاویه‌ی تابش $\hat{r}'$ به وجه **AC** منشور تابیده است و قصد خروج از آن را دارد؛

- اگر $\hat{r}' < \hat{C}$: نور از وجه **AC** خارج می‌شود، آن هم به گونه ای که از خط عمود فاصله‌ی بیشتری بگیرد (پرتو **R**).

- اگر $\hat{r}' > \hat{C}$: نور از وجه **AC** بازتاب یافته و به سمت قاعده‌ی منشور (**BC**) حرکت خود را در پیش می گیرد.

به زاویه‌ای که بین امتداد پرتو تابش (**I**) و پرتو خارج شده از منشور (**R**) ساخته می‌شود، زاویه‌ی انحراف می‌گویند و آن را با $\hat{D}$ نمایش می‌دهند. روشن است که $\hat{D}$ برابر مجموع زوایای $\hat{d}$ و $\hat{d}'$ (که به ترتیب معرف زاویه ی انحراف نور از وجه اول و دوم منشور هستند) است.

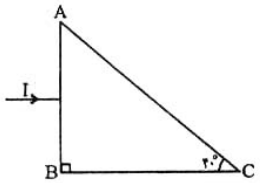
$$\hat{d} = \hat{i} - \hat{r}$$
$$\hat{d}' = \hat{i}' - \hat{r}'$$
$$\hat{D} = \hat{d} + \hat{d}'$$

به زاویه‌ی $\hat{A}$ «زاویه‌ی راس منشور» می گویند. به آسانی ثابت می‌شود که این زاویه از مجموع گیری زاویه های $\hat{r}$ (زاویه‌ی شکست در منشور) و $\hat{r}'$ (زاویه‌ی تابش در منشور) به دست می‌آید. $\hat{A} = \hat{r} + \hat{r}'$

برای پیدا کردن رابطه‌ی $\hat{D}$ و $\hat{A}$ می‌توان به روش زیر عمل کرد:

$$\begin{cases} \hat{d} = \hat{i} - \hat{r} \\ \hat{d}' = \hat{i}' - \hat{r}' \end{cases} \Rightarrow \hat{d} + \hat{d}' = (\hat{i} + \hat{i}') - (\hat{r} + \hat{r}') \Rightarrow \hat{D} = \hat{i} + \hat{i}' - A$$

مثال ۲: زاویه‌ی حد منشور شکل روبه‌رو 42° است. یک پرتو نور به طور عمود بر وجه **AB** می‌تابد. این پرتو در نهایت، ...

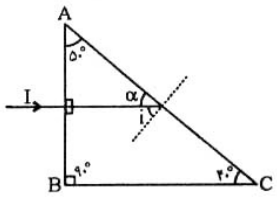


۱) بر روی خود بازتاب می یابد.

۲) با زاویه‌ی شکست کوچک‌تر از 90° از وجه **AC** خارج می شود.

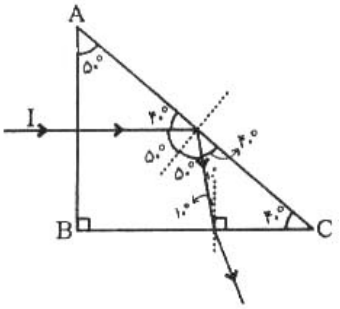
۳) به طور مماس از وجه **AC** خارج می شود.

۴) از وجه **BC** خارج می شود.



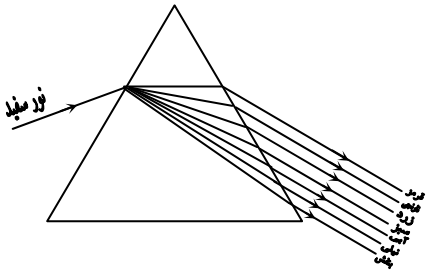
پاسخ: گزینه (۴) شکل روبه رو مسیر ورود نور به منشور را نشان می‌دهد. در ابتدا که نور به طور عمود بر وجه **AB** می‌تابد، بدون انحراف به راه خود ادامه می‌دهد تا این که به وجه **AC** برخورد می‌کند. محاسبه‌ی $\hat{i}$ (زاویه ی تابشی وجه **AC**) و مقایسه‌ی آن با زاویه‌ی حد منشورهمه چیز را معلوم می کند.

زاویه‌ی راس، متمم زاویه‌ی α است ($\hat{\alpha}+۵۰^\circ=۹۰^\circ$)، زاویه‌ی $\hat{i}$ نیز همین طور ($\hat{i}+\hat{\alpha}=۹۰^\circ$). بنابراین زاویه‌ی $\hat{i}$ و $\hat{A}$ برابرند ($\hat{i}=\hat{A}=۵۰^\circ$). چون زاویه‌ی تابش از زاویه‌ی حد منشور بزرگ‌تر است ($\hat{i}>۴۲^\circ$)، نور از وجه **AC** خارج نمی‌شود و با همان زاویه‌ی $\hat{i}=۵۰^\circ$ به سمت قاعده‌ی منشور (**BC**) فرستاده می‌شود. از روی شکل به آسانی معلوم می شود که نور با زاویه‌ی تابش ۱۰° به قاعده‌ی منشور می‌رسد و با توجه به این که در چنین وضعیتی زاویه‌ی تابش کوچک‌تر از زاویه‌ی حد است، پرتو به خارج از منشور راه پیدا می‌کند (با زاویه‌ی شکست بزرگ تر از ۱۰°). حالا باید گزینه‌ی (۴)را مورد قبول دانست.



۳-۲) پاشندگی نور

نور سفید یک نور مرکب و آمیزه‌ای از هفت رنگ مختلف است: قرمز ـ نارنجی- زرد ـ سبز ـ آبی- نیلی- بنفش. ضریب شکست محیط‌های مادی شفاف برای رنگ‌های مختلف یکسان نیست، بدین معنی که نورهای مختلف در هنگام شکست به یک میزان منحرف نمی شوند. بنابراین نور سفید در هنگام گذار از سطح جدایی هر دو محیط شفاف به رنگ‌های مختلف سازنده‌ی آن تجزیه می شود. جداسازی نورهای رنگی تشکیل دهنده ی یک نور مرکب را «پاشندگی نور» می گویند. معروف‌ترین وسیله‌ای که برای پاشندگی نور مرکب به کار می رود، منشور است.نورمرکب یک بار در هنگام ورود به منشور و بار دیگر در هنگام خروج از آن شکسته می شود و بدین ترتیب رنگ های سازنده‌ی آن به خوبی از یکدیگر تفکیک می شوند. شکل بالا، نحوه ی پاشندگی نور سفید توسط منشور را نشان می‌دهد.



نتیجه: ضریب شکست منشور برای نور بنفش، حداکثر و برای نور قرمز، حداقل است. بنابراین نور بنفش بیشترین انحراف و نور قرمز کم‌ترین انحراف را از امتداد اولیه ی نور سفید خواهند داشت.

توجه: به مجموعه‌ی نورهای تک رنگ حاصل از پاشندگی یک نور مرکب، طیف آن نورگفته می‌شود.

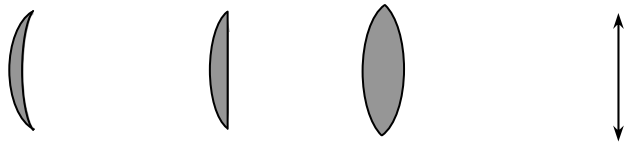
۴- عدسی‌ها

۴-۱) ساختمان عدسی‌ها

عدسی محیط شفافی است که به دو سطح کروی یا یک سطح کروی و یک سطح تخت محدود می‌شود. از عدسی‌ها برای واگرایی یا همگرایی پرتوهای نوری- از طریق فرایند شکست نور- استفاده می‌شود. عدسی‌ها بردو نو ع اند:

۱) عدسی همگرا ۲) عدسی واگرا

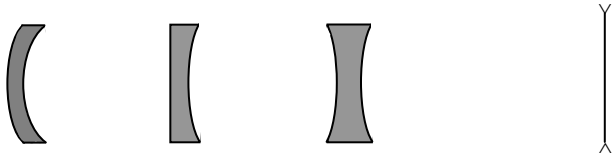
۱) عدسی همگرا: به عدسی‌هایی که هم گرایی پرتو های رسیده به خودرا- پس از شکست- افزایش می دهند، عدسی همگرا یا کوژ می‌گویند. ساختمان این عدسی ها به گونه ای است که لبه‌ی آن‌ها نازک تر از وسطشان است. شکل‌های زیر انواع این عدسی‌ها را به تصویر آورده است:



«علامت قرار دادی عدسی هم گرا» «دو کوژ» «کوژ تخت» «هلالی هم گرا»

انواع مختلف عدسی‌های همگرا

۲) عدسی واگرا: عدسی هایی را که واگرایی پرتو های رسیده به خودرا- پس از شکست- افزایش می دهند، عدسی واگرا یا کاو می‌نامند. لبه‌ی این عدسی ها پهن‌تر از وسطشان است. شکل های زیر ساختمان این عدسی ها را نشان می دهد.

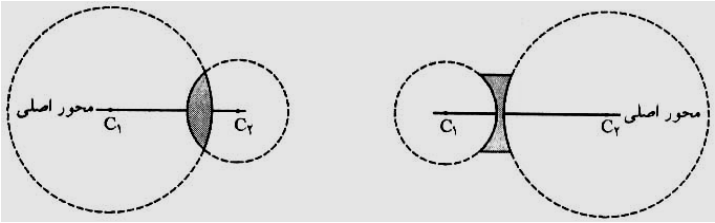


«علامت قرار دادی عدسی هم واگرا» «دو کاو» «کاو - تخت» «هلالی واگرا»

انواع مختلف عدسی های واگرا

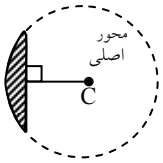
اصطلاحاتی که در مورد عدسی‌ها به کار می‌روند، عبارتند از:

مرکز انحنا: دو سطح عدسی قسمت‌هایی از یک دایره‌ی کامل می‌باشند. به مراکز این دوایر «مراکز انحنا»ی عدسی می‌گویند. آن‌ها را با « C_1 » و « C_2 » نشان می‌دهند.



محور اصلی: خطی که دو مرکز انحنای عدسی را به هم متصل می‌کند، «محور اصلی» نام دارد.

توجه: در عدسی‌هایی که یک سطح آن‌ها تخت و سطح دیگر آن‌ها خمیده است، محور اصلی را به صورت «خطی که از مرکز سطح خمیده، بر سطح تخت عمود می‌شود»، تعریف می‌کنیم.



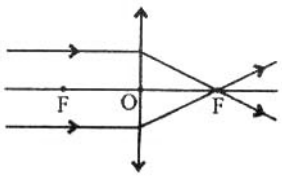
مرکز نوری: نقطه‌ی میانی عدسی را که روی محور اصلی آن قرار دارد، «مرکز نوری» می‌نامیم و با نماد «O» نشان می‌دهیم.

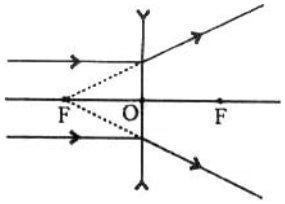
کانون عدسی: هرگاه یک دسته پرتو به موازات محور اصلی عدسی به آن بتابد، پس از شکست توسط عدسی، یا خود (در عدسی هم‌گرا) یا امتدادشان (در عدسی واگرا) در نقطه‌ای به نام «کانون» گرد هم می‌آیند. کانون عدسی‌ها را نیز- همانند آینه‌های کروی- با F نمایش می‌دهند.

کانون عدسی هم‌گرا، حقیقی و کانون عدسی واگرا، مجازی است.

توجه: هر عدسی دارای دو کانون است که در دو سمت عدسی و به یک فاصله از مرکز نوری آن واقع‌اند. کانونی را که در طرف پرتوهای فرستاده شده از جسم به عدسی قرار دارد، با F و کانونی را که در طرف پرتوهای شکست یافته توسط عدسی قرار دارد، با F' نمایش می‌دهیم.

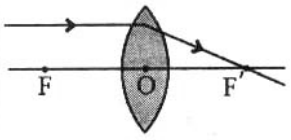
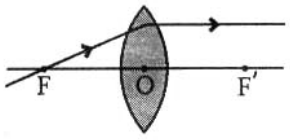
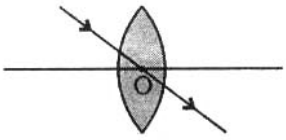
فاصله‌ی کانونی: فاصله‌ی کانون تا مرکز نوری عدسی را «فاصله‌ی کانونی» عدسی می‌گویند و آن را با f نشان می‌دهند.



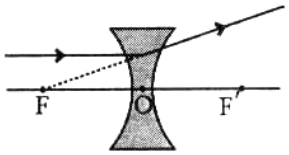
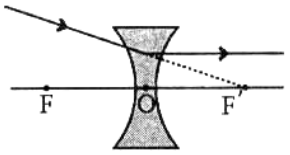
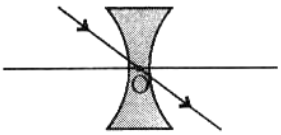


۴- ۲) پرتوهای ویژه در عدسی‌ها

تصویری را که یک عدسی از جسم روبه روی آن می‌دهد، نیز- همانند آینه‌ها- می‌توان به آسانی و با شناسایی پرتوهای ویژه رسم کرد. این پرتوها در جدول‌های (۱) و (۲) جمع شده‌اند.

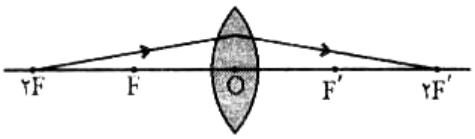
پرتوهای ویژه در عدسی هم‌گرا		
حالت (۱)	حالت (۲)	حالت (۳)
 پرتو موازی با محور اصلی، پس از شکست، از کانون می‌گذرد.	 پرتوی که از کانون می‌گذرد، پس از شکست، به موازات محور اصلی، عدسی را ترک می‌کند.	 پرتوی که از مرکز نوری می‌گذرد، شکسته نمی‌شود.

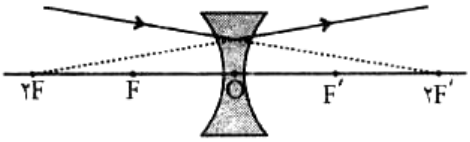
جدول (۱)

پرتوهای ویژه در عدسی واگرا		
حالت (۱)	حالت (۲)	حالت (۳)
		
پرتو موازی با محور اصلی، پس از شکست، در جهتی از عدسی خارج می‌شود که امتدادش از کانون می‌گذرد.	پرتوی که امتدادش از کانون می‌گذرد، پس از شکست، به موازات محور اصلی از عدسی خارج می‌شود.	پرتوی که از مرکز نوری می‌گذرد، شکسته نمی‌شود.

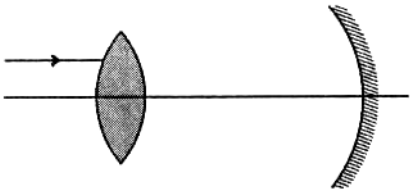
جدول (۲)

تبصره: پرتو دیگری که می‌تواند نظر ما را به خود جلب کند، پرتوی است که خود (در عدسی هم‌گرا) یا امتدادش (در عدسی واگرا) بر نقطه‌ی $2F$ (نقطه‌ای به فاصله‌ی $2f$ از مرکز نوری که بر روی محور اصلی عدسی واقع است) فرود آید. این پرتو به گونه‌ای توسط عدسی شکسته می‌شود که شکلی متقارن از پرتو (با محوریت عدسی) در دو سمت عدسی حاصل آید.





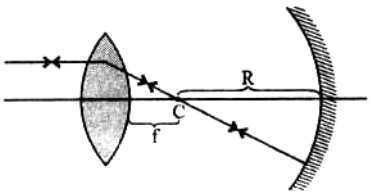
مثال ۳: در شکل رو به رو، فاصله‌ی کانونی عدسی f و شعاع آینه $2f$ است. فاصله‌ی آینه و عدسی چقدر باشد تا پرتوی که موازی محور اصلی به عدسی می‌تابد، پس از انعکاس از آینه روی خودش باز گردد؟



۱) f **۲) $2f$**

۳) $3f$ **۴) $4f$**

پاسخ: گزینه‌ی (۳) پرتوی که موازی محور اصلی به عدسی هم‌گرا می‌تابد، به سمت کانون عدسی هدایت می‌شود و پرتوی که از مرکز آینه عبور کند، بر روی خودش بازتاب می‌یابد. بنابراین، شرط این که پرتو داده شده مسیری مطابق با خواسته‌ی تست را بپیماید، این است که کانون عدسی بر مرکز آینه منطبق باشد. در این صورت فاصله‌ی عدسی تا آینه (x) برابر خواهد بود با (f فاصله‌ی کانونی عدسی و R شعاع آینه است):



$$x = f + R$$

که با توجه به اطلاعات تست $(R = 2f)$ پاسخ نهایی برابر است با: $x = f + 2f \Rightarrow x = 3f$

۴-۳) روش رسم تصویر در عدسی‌ها

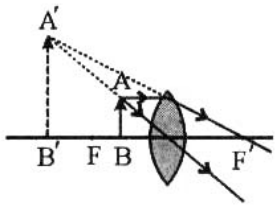
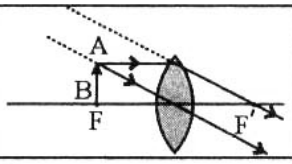
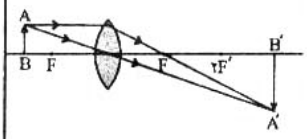
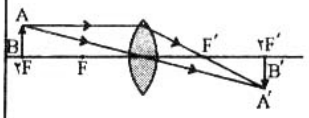
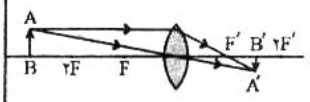
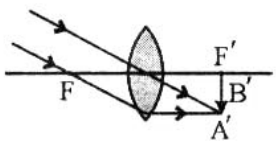
رسم تصویر در عدسی‌ها از همان اصولی پیروی می‌کند که در رسم تصویر یک جسم در آینه‌های کروی شاهد آن بودید. اگر پرتوها همگرا باشند، با قطع یکدیگر تصویری حقیقی از جسم تشکیل می‌دهند و اگر پرتوها واگرا باشند، باید منتظر تشکیل تصویری مجازی از جسم (در همان طرف جسم) باشیم.

۴ - ۴) مشخصات تصویر در عدسی‌ها

۴ - ۴ - ۱) مشخصات تصویر در عدسی‌های همگرا:

ویژگی‌های تصویری که عدسی همگرا از جسم مقابل خود می‌دهد، به موقعیت مکانی جسم وابسته و مطابق یکی از ۶ حالت آورده شده در جدول (۳) است.

مشخصات تصویر در عدسی های همگرا

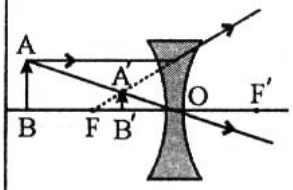
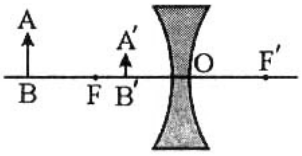
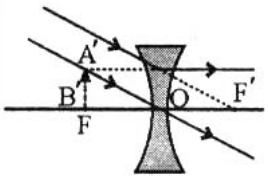
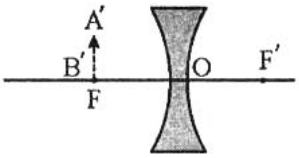
حالت	موقعیت جسم (AB)	شکل با رسم پرتو	ویژگی‌های تصویر (A′B′)
۱	در فاصله‌ی کانونی ($p < f$)		۱ ـ مجازی ۲ ـ مستقیم ۳ ـ بزرگ‌تر ۴ ـ در طرف جسم و دورتر از عدسی
۲	روی F ($p = f$)		در بی‌نهایت
۳	بین F و ۲F ($f < p < 2f$)		۱ ـ حقیقی ۲ ـ وارونه ۳ ـ بزرگ‌تر ۴ ـ در طرف مقابل جسم و دورتر از ۲F′
۴	روی ۲F ($p = 2f$)		۱ ـ حقیقی ۲ ـ وارونه ۳ ـ هم‌اندازه ۴ ـ در طرف مقابل جسم و روی ۲F′
۵	دورتر از ۲F ($p > 2f$)		۱ ـ حقیقی ۲ ـ وارونه ۳ ـ کوچک‌تر ۴ ـ در طرف مقابل جسم و بین F′ و ۲F′
۶	در بی‌نهایت ($p \to \infty$)		۱ ـ حقیقی ۲ ـ وارونه ۳ ـ کوچک‌تر ۴ ـ در طرف مقابل جسم و روی F′

جدول ۳

۴- ۴ -۲) مشخصات تصویر در عدسی‌های واگرا:

عدسی واگرا- مشابه آینه‌ی محدب- همیشه از جسم مقابل خود تصویری مجازی در فاصله‌ی کانونی عدسی می‌دهد که نسبت به جسم مستقیم و کوچک‌تر است.

مشخصات تصویر در عدسی‌های واگرا

حالت	موقعیت جسم (AB)	شکل	ویژگی‌های تصویر (A′B′)	شکل بدون پرتو
۱	هر جایی به غیر از بی‌نهایت ($p \neq \infty$)		۱ ـ مجازی ۲ ـ مستقیم ۳ ـ کوچک‌تر ۴ ـ در طرف جسم و نزدیک‌تر به عدسی (بین O و F)	
۲	بی‌نهایت ($p \to \infty$)		۱ ـ مجازی ۲ ـ مستقیم ۳ ـ کوچک‌تر ۴ ـ در طرف جسم و نزدیک‌تر به عدسی (روی F)	

جدول (۴)

۴ - ۵) تفاوت تصویر در عدسی‌ها و آینه‌ها:

۱- آینه‌ها براساس پدیده‌ی بازتابش نور تصویر سازی می‌کنند و عدسی‌ها براساس پدیده‌ی شکست نور.

۲- بر خلاف آن چه در آینه‌ها روی می‌دهد، در عدسی‌ها، تصویر مجازی در همان طرف جسم و تصویر حقیقی در طرف مقابل آن تشکیل می‌شود. بنابراین، تصویر مجازی حاصل از یک جسم در عدسی را باید از سمت دیگر عدسی مشاهده کرد؛ در حالی که تصویر مجازی در آینه از همان سمت جسم قابل دید است.

۳- اگر جسم در راستای محور اصلی عدسی حرکت کند، تصویرش هم جهت با جسم جابه جا می‌شود؛ درست برخلاف آینه‌ها!

۴- ۶) روابط حاکم بر عدسی ها

۴ - ۶ - ۱) فرمول بزرگ نمایی خطی: روابط آورده شده برای محاسبه ی بزرگ نمایی در آینه ها به همان شکل در عدسی ها تکرار می شوند.

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{q}{p}$$

۴- ۶- ۲) معادله‌ی کلاسیک عدسی‌ها: برای عدسی‌ها نیز از همان روابط استفاده می‌شودکه p (فاصله‌ی شیء تا آینه)، q (فاصله ی تصویر تا آینه) و f (فاصله ی کانونی آینه) را در آینه‌ها به هم مربوط می کرد.

پس فرمول اصلی عدسی ها نیز همان $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ است.

در استفاده از این فرمول باید علامت q و f را جداگانه لحاظ کنید. این دو کمیت نسبت به آن که تصویر حقیقی باشد یا مجازی و نسبت به آن که عدسی هم‌گرا باشد یا واگرا، علامت مثبت یا منفی به خود می گیرند.

$$\frac{1}{p} \pm \frac{1}{q} = \pm \frac{1}{f}$$

نوع عدسی	نوع تصویر	وضعیت تصویر	بزرگ نمایی	مقایسه‌ی p و f	رابطه‌ی مورد استفاده
هم‌گرا	حقیقی	وارون	در همه‌ی حالات	$p > f$	$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$
هم‌گرا	مجازی	مستقیم	$m > 1$	$p < f$	$\frac{1}{p}-\frac{1}{q}=\frac{1}{f}$
واگرا	مجازی	مستقیم	$m < 1$	در همه‌ی حالات	$\frac{1}{p}-\frac{1}{q}=-\frac{1}{f}$

جدول (۷)

۴- ۶- ۳) روش نقاط مزدوج:رابطه‌های زیر در حل بسیاری از تستهایی که در آن ها بزرگ نمایی عدسی مطرح شده است،کاربرد دارد:

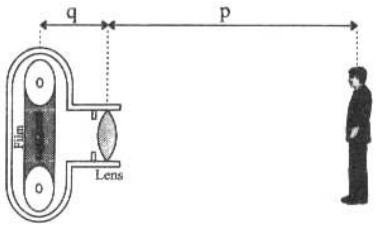
$$\boxed{p=\frac{|m\pm 1|}{m}f} \qquad \boxed{q=|m\pm 1|f}$$

در رابطه های بالا:

۱- برای تصاویر حقیقی (عدسی هم‌گرا) به صورت: $p=\frac{m+1}{m}f$ و $q=(m+1)f$

۲- برای تصاویر مجازی و بزرگ تر از جسم (عدسی هم‌گرا)به صورت: $p=\frac{m-1}{m}f$ و $q=(m-1)f$

۳- برای تصاویرمجازی و کوچک‌تر از جسم (عدسی واگرا) به صورت: $p=\frac{1-m}{m}f$ و $q=(1-m)f$



مثال ۴: عدسی یک دوربین عکاسی در شرایطی که **۵ cm** از فیلم عکاسی فاصله دارد، واضح ترین تصویر ممکن را از اجسام بسیار دور می گیرد. عدسی این دور بین را چند سانتی متر از فیلم دور کنیم تا از جسمی که به فاصله ۳۰ سانتی متری آن قرار دارد، تصویر واضحی بر روی فیلم تشکیل دهد؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱

۳) ۲ ۴) ۲

پاسخ: آگاهی دارید که تصویر اجسام بسیار دور بر روی کانون عدسی هم گرا می‌افتد ($p\to\infty\Rightarrow q=f$) پس آن ۵ سانتی متری که تست به شما داده است،همان فاصله‌ی کانونی عدسی است ($q_1=f=5cm$) حالا باید فاصله ی تصویر از عدسی را درشرایطی که جسم به فاصله‌ی ۳۰ سانتی متری عدسی قرار دارد، محاسبه کنیم. به کمک رابطه‌ی کلاسیک، داریم:

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f}\Rightarrow\frac{1}{30}+\frac{1}{q_2}=\frac{1}{5}\Rightarrow\frac{1}{q_2}=\frac{1}{5}-\frac{1}{30}=\frac{1}{6}\Rightarrow q_2=6cm$$

پس عدسی از ۵ سانتی متری فیلم به ۶ سانتی متری آن تغییر مکان داده است، یعنی **۱cm** از فیلم فاصله بیشتری گرفته است.

$$\Delta q=q_2-q_1=6-5\Rightarrow\boxed{\Delta q=1cm}$$

مثال ۵: یک عدسی از جسمی که در فاصله ی **۱۲cm** از آن قراردارد، تصویری مجازی می دهد که طولش $\frac{1}{2}$ طول جسم است نوع عدسی چیست و فاصله‌ی کانونی آن چند سانتی متر است؟

۱) واگرا، ۱۲ ۲) واگرا، ۶۰ ۳) هم‌گرا، ۶۰ ۴) هم‌گرا، ۱۲

پاسخ: گزینه‌ی (۱) تشکیل تصویری مجازی و کوچک‌تر از یک جسم حقیقی، فقط از عدسی واگرا ساخته است.

۱) استفاده از معادله‌ی اصلی عدسی‌ها:

$$m=\frac{q}{p}\Rightarrow\frac{1}{2}=\frac{q}{12}\Rightarrow q=6cm$$

$$\frac{1}{p}-\frac{1}{q}=-\frac{1}{f}\Rightarrow\frac{1}{12}-\frac{1}{6}=-\frac{1}{f}\Rightarrow-\frac{1}{12}=-\frac{1}{f}\Rightarrow\boxed{f=12cm}$$

۲- استفاده از رابطه‌ی نقاط مزدوج مربوط به عدسی واگرا:

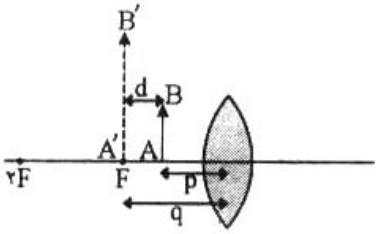
$$f=\frac{mp}{1-m}=\frac{\frac{1}{2}\times 12}{1-\frac{1}{2}}\rightarrow\quad\boxed{f=12cm}$$

مثال۶: در یک عدسی همگرا فاصله‌ی جسم از تصویر مجازی‌اش 5cm و طول تصویر دو برابر طول جسم است. فاصله‌ی کانونی عدسی چند سانتی‌متر است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

پاسخ:

از روی شکل فوق واضح است که $d = q - p$، لذا داریم:



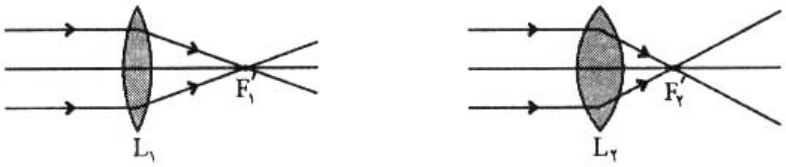
$$\begin{cases} m = \frac{q}{p} = ۲ \Rightarrow q = ۲p \\ ۲p - p = ۵cm \Rightarrow p = ۵cm \end{cases} \qquad ۲p - p = ۵cm \Rightarrow p = ۵cm\ ,\ q = ۱۰cm$$

$$f = ۱۰cm\ \frac{۱}{p} - \frac{۱}{q} = \frac{۱}{f} \Rightarrow \frac{۱}{۵} - \frac{۱}{۱۰} = \frac{۱}{f} \Rightarrow \frac{۱}{f} = \frac{۱}{۱۰} \Rightarrow$$

۴- ۷) توان عدسی

توقع ما از عدسی همگرا این است که پرتوهای نور را پس از شکست به هم نزدیک (همگرا) کند، در حالی که از عدسی واگرا انتظار داریم که پرتوهای نور را پس از شکست از هم دور (واگرا)کند. هر اندازه که یک عدسی انتظار ما را بهتر برآورده کند، می‌گوییم که آن عدسی از توانایی بالاتری برخوردار است.

شکل‌های زیر، نمایشی کیفی از نحوه‌ی انحراف پرتوهای موازی توسط دو عدسی همگرای $L_۱$ و $L_۲$ با فاصله‌های کانونی متفاوت است. همان طور که می‌بینید عدسی $L_۲$ – که در مقایسه با $L_۱$ فاصله‌ی کانونی کوچکتری دارد- در همگرا کردن پرتوها موفق‌تر عمل می‌کند و به عبارتی مناسب‌تر است. توانایی عدسی $L_۲$ در همگرایی پرتوها بیش از عدسی $L_۱$ است.



نتیجه: هر چه فاصله‌ی کانونی یک عدسی کوچک‌تر باشد، توانایی آن در انحراف پرتوهای نور بیشتر است.

عکس فاصله‌ی کانونی یک عدسی را توان آن عدسی می‌خوانیم و آن را با حرف «D» نمایش می‌دهیم.

$$\boxed{D = \pm \frac{۱}{f}}$$

در به کار گیری رابطه ی فوق، سه نکته رادر نظر داشته باشید:

۱- f فاصله ی کانونی عدسی برحسب متر (m) است.

۲- D توان عدسی است که با یکای دیوپتر (d) سنجیده می شود.

۳- علامت مثبت برای عدسی هم گرا و علامت منفی برای عدسی واگرا لحاظ می شود.

مثال۷: شیئی در فاصله‌ی ۶۰ سانتی‌متری یک عدسی به توان $۵\,d$ – قرار دارد.بزرگ نمایی عدسی در این حالت چه مقدار است؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ: گزینه‌ی (۱) راه حل کلاسیک: علامت منفی توان، نشان می‌دهد که با یک عدسی واگرا سر و کار داریم. بنابراین رابطه‌ای که برای محاسبه q به کار ببریم عبارت است از:

$$\frac{۱}{p(m)} - \frac{۱}{q(m)} = D(d) \Rightarrow \frac{۱}{۰/۶} - \frac{۱}{q} = -۵ \Rightarrow \frac{۱}{q} = ۵ + \frac{۱۰}{۶} = \frac{۴۰}{۶} \Rightarrow q = \frac{۶}{۴۰} m = ۱۵cm$$

$$\Rightarrow m = \frac{q}{p} = \frac{۱۵}{۶۰} \Rightarrow \boxed{m = \frac{۱}{۴}}$$

راه حل مزدوج: پس از این که مقدار f را محاسبه کردیم، رابطه‌ی مزدوج مربوط به عدسی واگرا کار گشای کارمان است.

$$D = -\frac{۱}{f} \rightarrow |f| = \frac{-۱}{D} = \frac{-۱}{-۵} = ۰/۲m = ۲۰cm$$

$$p = \frac{۱-m}{m} f \Rightarrow ۶۰m = ۲۰ - ۲۰m \Rightarrow ۸۰m = ۲۰ \Rightarrow \qquad \boxed{m = \frac{۱}{۴}}$$

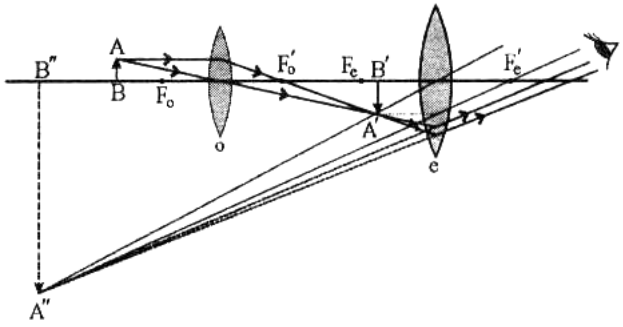
۵- وسایل نوری بزرگ نما

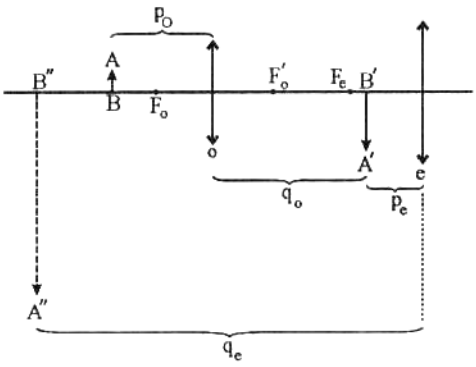
معروف‌ترین ابزارهای نوری که برای ایجاد تصویری بزرگ از یک جسم به کار می‌روند، عبارتند از: ذره بین که به عدسی همگرا اطلاق می‌شود که تصویری مجازی و بزرگ‌تر از جسم تشکیل می‌دهد، که برای دیدن اجسام بسیار ریز (میکروسکوپی) استفاده دارد و تلسکوپ (دوربین نجومی) که برای دیدن اجسام بسیار دوردست (مانند ستارگان) ساخته شده است.

۵-۱) میکروسکوپ

خلاصه‌ی ساختمان میکروسکوپ، دو عدسی همگرای هم محور با فاصله‌های کانونی کوچک است. شکل ترتیب قرار گیری این دو عدسی را نشان می‌دهد. عدسی نزدیک‌تر به جسم را «عدسی شیئی» و عدسی نزدیک‌تر به چشم را «عدسی چشمی» می‌نامیم (عدسی شیئی را با نماد o و عدسی چشمی را با نماد e نشان می‌دهیم). عدسی چشمی از جسم کوچکی که در محدوده‌ی F_o تا $2F_o$ قرار دارد، تصویری حقیقی، وارونه وبزرگ‌تر به وجود می‌آورد. فاصله‌ی بین دو عدسی چنان تنظیم می‌شود که این تصویر در فاصله‌ی کانونی عدسی چشمی نقش ببندد. این تصویر ($A'B'$) برای عدسی چشمی به منزله یک جسم است که به فاصله‌ی کانونی آن وارد شده است. در این موقعیت، عدسی چشمی مانند یک ذره بین عمل می‌کند و در نهایت، تصویری مجازی، مستقیم (نسبت به $A'B'$) و بزرگ‌تر در خارج از فاصله‌ی کانونی عدسی چشمی حاصل می‌شود ($A''B''$). پس هر دو عدسی در بزرگ سازی تصویر جسم، هم یاری می کنند و پایان این هم کاری ایجاد تصویری است که به مراتب بزرگ‌تر از جسم است.

($A''B'' > A'B' \Rightarrow A''B'' >> AB$ و $A'B' > AB$)





نکته: فاصله‌ی کانونی عدسی شیئی میکروسکوپ کوچک‌تر از فاصله کانونی عدسی چشمی آن است، بدین معنی که توان عدسی شیئی بیشتر از توان عدسی چشمی است و اگر پرتوهای رسم شده در شکل بالا را نادیده بگیریم، شکلی همانند شکل زیر حاصل می‌آید. با توجه به نمادهای معرفی شده در شکل، روابط زیر برقرار است:

۱) فرمول عدسی شیئی: $\frac{1}{p_o}+\frac{1}{q_o}=\frac{1}{f_o}$

۲) فرمول عدسی چشمی: $\frac{1}{p_e}-\frac{1}{q_e}=\frac{1}{f_e}$

۳) فرمول بزرگ نمایی عدسی شیئی: $m_o=\frac{q_o}{p_o}=\frac{A'B'}{AB}$

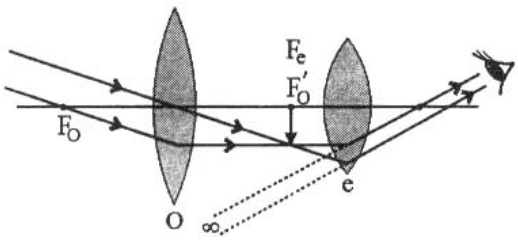
۴) فرمول بزرگ نمایی عدسی چشمی: $m_e=\frac{q_e}{p_e}=\frac{A''B''}{A'B'}$

۵) فرمول بزرگ نمایی کلی میکروسکوپ: $m=\frac{A''B''}{AB}=m_e\times m_o$

توجه: طول لوله‌ی میکروسکوپ (L) برا بر فاصله‌ی بین دو عدسی آن در نظر گرفته می‌شود و از رابطه‌ی زیر تعیین می‌شود: $L=q_o+p_e$

۵ - ۲) دوربین نجومی (تلسکوپ)

دوربین نجومی ساختاری مشابه میکروسکوپ دارد: دو عدسی هم گرای هم محور شیئی و چشمی که به فاصله معینی از یکدیگر قرار دارند. نحوه‌ی عملکرد تلسکوپ را با توجه به شکل زیر می‌توان بررسی کرد. معمولا فاصله‌ی بین دو عدسی به گونه‌ای تنظیم می‌شود که کانون آنها بر یکدیگر منطبق شود. در اینصورت عدسی شیئی تصویر اجسام بسیار دور را بر روی کانون مشترک دو عدسی تشکیل می‌دهد (حالت ۶ تصویر سازی در عدسی هم گرا).



این تصویر، برای عدسی چشمی یک شیء حقیقی محسوب می شود در نتیجه تصویر آن در بی‌نهایت تشکیل می‌شود. بنابراین دوربین نجومی از اجسام بسیار دور تصویری مجازی و وارونه می‌دهد که به نظر می‌رسد از بی‌نهایت می‌آید.

فاصله‌ی کانونی عدسی چشمی بسیار کوچک (در حد سانتی متر)و فاصله‌ی کانونی عدسی شیئی بسیار بزرگ (در حد متر) در نظر گرفته می‌شود. هر چه فاصله‌ی کانونی عدسی شیئی بزرگتر و فاصله‌ی کانونی عدسی چشمی کوچک‌تر انتخاب شود دوربین در بزرگ نمایی تصویر تواناتر می‌شود.در مورد تلسکوپ کمیتی به نام «بزرگ نمایی خطی» تعریف نمی شود. دلیل عدم تعریف بزرگ نمایی برای تلسکوپ این است که تصویری از شیء بسیار دور به وجود می آورد که با زاویه‌ی دید بزرگ تری مشاهده می شوند (شیب پرتوهایی که تصویر نهایی را می سازند بزرگ تر از شیب پرتوهایی است که بر عدسی شیئی فرود می آیند.) به این نوع بزرگ نمایی، «بزرگ نمایی زاویه ای» گفته می شود.

در حالتی که کانون عدسیهای شیئی و چشمی دوربین نجومی بر هم منطبق‌اند طول لوله‌ی دوربین برابر مجموع فاصله‌های کانونی عدسی‌های شیئی و چشمی خواهد بود. $L = f_o + f_e$

۶- عدسی مرکب:

اگر عدسی شامل چند عدسی همگرا و واگرا باشد، عدسی را مرکب گویند که برای به دست آوردن فاصله کانونی آن، ابتدا توان عدسی را محاسبه می‌کنیم که برابر است با مجموع توان عدسی‌های تشکیل دهنده به شرط آنکه توان عدسی‌های همگرا «+» و توان عدسی‌های واگرا «-» باشد سپس توان عدسی را وارونه می‌کنیم تا فاصله کانونی آن به دست آید.

مثال ۸: یک عدسی همگرا باتوان ۵ دیوپتر رابه عدسی واگرایی به فاصله کانونی $۱۰Cm$ چسبانده و جسمی به طول تصویر ۳۰ سانتی متـر را در فاصله ۲۰ سانتی متری مجموعه قرار می دهیم. طول تصویر تشکیل شده چند سانتی متر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

پاسخ:

$$D_۱ = +۵d$$

$$D_۲ = \frac{۱}{-۰/۱} = -۱۰d$$

$$D = D_۱ + D_۲ = ۵ - ۱۰ = -۵d \Rightarrow \frac{۱}{f} = -۵ = -۲۰cm$$

عدسی حاصل از ترکیب دو عدسی واگرا ست.

$$\frac{۱}{p} + \frac{۱}{q} = \frac{۱}{f} \Rightarrow \frac{۱}{۲۰} + \frac{۱}{q} = -\frac{۱}{۲۰} \Rightarrow \frac{۱}{q} = -\frac{۱}{۱۰} \Rightarrow q = -۱۰cm$$

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \left|\frac{q}{p}\right| = \left|\frac{-۱۰}{۲۰}\right| = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \frac{A'B'}{۳۰} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow A'B' = ۱۵cm$$

تست‌های طبقه‌بندی شده

فصل ۵: شکست نور

۱- اگر ضریب شکست شیشه نسبت به آب $\frac{۹}{۸}$ و ضریب شکست الماس نسبت به شیشه $\frac{۸}{۵}$ باشد نسبت سرعت نور در آب به سرعت نور در الماس کدام است؟

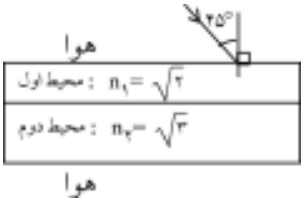
۱) $\frac{۴۵}{۶۲}$ ۲) $\frac{۵}{۹}$ ۳) $\frac{۶۴}{۴۵}$ ۴) $\frac{۹}{۵}$

۲- دو چشمه تک رنگ سبز و زرد در انتهای استخر آبی قرار دارند. کدام یک از چشمه ها از دید ناظری که به طور عمود از بیرون به استخر نگاه می کند بالاتر دیده می شود؟

۱) سبز ۲) زرد

۳) هر دو در یک ارتفاع دیده می شوند. ۴) به ضریب شکست هوائی که ناظر در آنجاست بستگی دارد.

۳- در شکل مقابل، پرتو نور با چه زاویه‌ای از محیط دوم خارج می شود؟



۱) ۴۵°

۲) ۳۰°

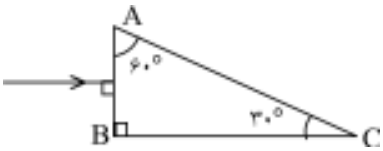
۳) ۶۰°

۴) نمی توان تعیین کرد.

۴- ضریب شکست منشور برای کدام یک از رنگ های زیر بیشتر است؟

۱) قرمز ۲) زرد ۳) آبی ۴) برای هر سه یکسان است.

۵- در شکل مقابل پرتو نور از کدام سطح و با چه زاویه‌ای خارج می شود؟ ($n=\sqrt{۲}$ ضریب شکست منشور)



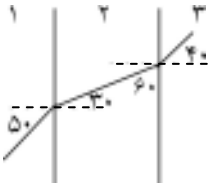
۱) BC و ۶۰°

۲) AC و ۹۰°

۳) BC و ۴۵°

۴) AC و ۴۵°

۶- در شکل روبرو چه رابطه ای بین سرعت نور در محیطهای مختلف ۱، ۲ و ۳ برقرار است؟



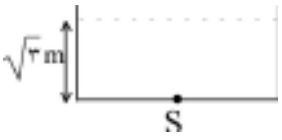
۱) $V_۱ > V_۲ > V_۳$

۲) $V_۱ > V_۳ > V_۲$

۳) $V_۲ > V_۳ > V_۱$

۴) $V_۲ > V_۱ > V_۳$

۷- یک منبع نقطه ای نور S در کف استخر پر از مایعی با ضریب شکست $\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}$ قرار دارد، اگر شخصی بطور قائم بتواند از بالا به سطح مایع نگاه کند، قطر لکه ی روشنی که روی سطح مایع می بینید چند متر است؟



۱) ۳ ۲) ۶

۳) $۲\sqrt{۳}$ ۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۸- بازتابش کلی زمانی اتفاق می افتد که نور در محیط.....

۱) رقیق با زاویه‌ای بزرگتر از زاویه حد به سطح مشترک دو محیط بتابد.

۲) رقیق با زاویه‌ای کوچکتر از زاویه حد به سطح مشترک دو محیط بتابد.

۳) غلیظ با زاویه‌ای کوچکتر از زاویه حد به سطح جدا کننده بتابد.

۴) غلیظ با زاویه‌ای بزرگتر از زاویه حد به سطح جدا کننده بتابد.

۹- اگر زمانی که نور مسافت ۱۲۰ سانتیمتر را در آب به ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ طی می کند برابر باشد با زمانی که مسافت d را در هوا طی می کند، d چند سانتیمتر است؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۱۶۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۹۰

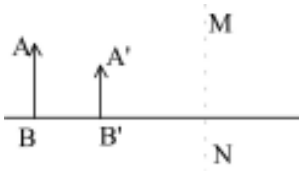
۱۰- پرتو نوری با زاویه تابش ۴۵ درجه از محیط (۱) به محیط (۲) می تابد و با زاویه شکست ۳۰ درجه وارد محیط (۲) می شود. اگر سرعت نور در این دو محیط به ترتیب $V_۱$ و $V_۲$ باشد، نسبت $\frac{V_۲}{V_۱}$ کدام است؟

۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۳}$ ۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۱۱- دوعدسی نازک یکی همگرا به فاصله کانونی ۱۰ سانتی متر و دیگری واگرا به فاصله کانونی ۲۰ سانتی متر را به هم می چسبانیم، اگر جسمی به فاصله ۳۰ سانتی متر از دستگاه دو عدسی قرار گیرد، تصویر آن در چند سانتی متری دستگاه دو عدسی تشکیل خواهد شد؟

۱) ۱۲ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

۱۲- در شکل زیر، $A'B'$ تصویر شی **AB** است که به علت وجود وسیله ای نوری و واقع در محل **MN** تشکیل شده است. این وسیله کدام است؟



۱) آینه مقعر (کاو)

۲) آینه محدب (کوژ)

۳) عدسی همگرا

۴) عدسی واگرا

۱۳- کدام گزاره درباره عدسی ها درست است؟

۱) توان هر عدسی مقدار انرژی دریافتی در واحد زمان است.

۲) کار دوربین نجومی بزرگ کردن طول تصویراست.

۳) علت تشکیل تصویر مجازی نهایی در میکروسکوپ واگرا بودن عدسی شیء است.

۴) علت دیدن اجسام واقع در فواصل مختلف قابلیت تغییر فاصله کانونی عدسی چشم است.

۱۴- عدسی همگرایی تصویر لامپی را بر روی یک پرده دو برابر اندازه آن نشان می دهد. اگر عدسی را **۱۲cm** به پرده نزدیک کنیم، تصویری نصف اندازه اصلی لامپ تشکیل می شود. فاصله کانونی عدسی چند سانتی متر است؟

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۲۴

۱۵- هرگاه جسمی از کانون تا فاصله خیلی دور نسبت به یک عدسی واگرا تغییر مکان یابد، تصویرش در چه ناحیه ای جابه جا می شود؟

۱) نصف فاصله کانونی تا بی نهایت ۲) از بی نهایت تا کانون

۳) از کانون تا نصف فاصله کانونی ۴) از نصف فاصله کانونی تا کانون

۱۶- جسمی مقابل یک عدسی واگرا به فاصله کانونی **f** واقع است. اگر تصویر مجازی جسم به فاصله $\frac{f}{۲}$ از عدسی تشکیل شود، جسم در چه فاصله ای از عدسی قرار دارد؟

۱) **f** ۲) **۲f** ۳) $\frac{f}{۲}$ ۴) $\frac{f}{۳}$

۱۷- روی محوراصلی یک عدسی همگرا شیئی کوچک به فاصله ی ۱/۵ برابر فاصله ی کانونی عدسی قرار دارد. بزرگنمایی عدسی کدام است؟

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۸- یک عدسی از یک جسمی که در فاصله **۱۲cm** از آن قرار دارد تصویری مجازی می دهد که طولش $\frac{۱}{۲}$ طول جسم است. نوع عدسی چیست و فاصله کانونی آن چند سانتیمتر است؟

۱) واگرا، ۱۲ ۲) واگرا، ۶۰ ۳) همگرا،۶۰ ۴) همگرا، ۱۲

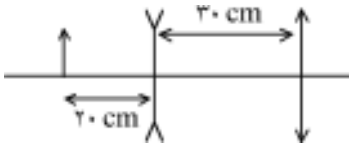
۱۹- یک عدسی همگرا به توان ۵ دیوپتری را رو به خورشید می‌گیریم. پشت عدسی و روی یک دیوار یک لکه نورانی تشکیل می‌شود. برای آنکه کوچک ترین و پرنورترین لکه روی دیوار به وجود آید فاصله عدسی تا دیوار باید چند سانتیمتر باشد؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۵ ۳) ۵ ۴) ۲۰

۲۰- از به هم چسباندن یک عدسی همگرا به فاصله کانونی ۵۰ سانتیمتر و یک عدسی واگرا، عدسی مرکبی حاصل شده است، توان عدسی مرکب ۳- دیوپتر است، فاصله کانونی عدسی واگرا چند سانتیمتر است؟

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۲۱- در شکل مقابل تصویر نهایی..... است و در فاصله ی..... سانتی متری از عدسی همگرا تشکیل می شود. (f= همگرا، f=واگرا=۲۰cm)



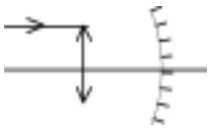
۱) حقیقی، ۲۰

۲) مجازی، ۱۰

۳) حقیقی، ۴۰

۴) حقیقی، ۱۰۰

۲۲- در شکل مقابل فاصله کانونی عدسی f و شعاع آینه 2f است فاصله آینه و عدسی چقدر باید باشد تا پرتوی که موازی محور اصلی به عدسی می تابد پس از انعکاس از آینه روی خودش باز گردد؟



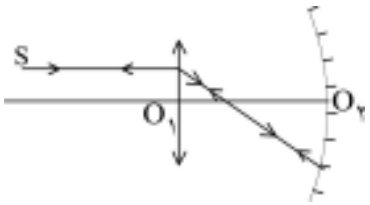
۱) f

۲) 2f

۳) 3f

۴) 4f

۲۳- با توجه به شکل، پرتو تابش (موازی محوراصلی) و بازتابش در دستگاه، بر هم منطبق است. اگر فاصله کانونی عدسی و آینه را به ترتیب با f_1 و f_2 نشان دهیم، فاصله عدسی و آینه (O_1O_2) کدام است؟



۱) $2f_2 + f_1$

۲) $2f_2 - f_1$

۳) $f_2 - f_1$

۴) $f_2 + f_1$

۲۴- عدسی همگرا از یک شیء تصویر حقیقی و بزرگتر داده است، اگر فاصله کانونی عدسی f و فاصله شیء از عدسی p باشد، کدام رابطه زیر صحیح است؟

۱) f>p ۲) p>2f ۳) 2f>p>f ۴) 3f>p>1/5f

۲۵- یک عدسی همگرا از جسمی که در فاصله ی ۲۴ سانتی متری آن است، تصویری حقیقی به اندازه ی جسم تشکیل می دهد،اگر جسم را در فاصله ی ۸ سانتی متری عدسی قرار دهیم، چگونه تصویری از آن تشکیل می شود؟

۱) حقیقی و بزرگتر از جسم ۲) مجازی و کوچکتر از جسم

۳) حقیقی و کوچکتر از جسم ۴) مجازی و بزرگتر از جسم

۲۶- جسمی به فاصله d از یک پرده قرار دارد، یک عدسی همگرا به فاصله کانونی f را بین پرده و جسم جابجا می کنیم، دوبار تصویر جسم به طور واضح روی پرده تشکیل می شود. در اینصورت کدام رابطه صحیح است؟

۱) d=4f ۲) 4f>d>2f ۳) d=2f ۴) d>4f

۲۷- یک عدسی به فاصله کانونی F از یک جسم تصویری مجازی می دهد که طول آن نصف طول جسم است. اگر فاصله جسم تا عدسی p باشد کدام گزینه صحیح است؟

۱) p<F ۲) F<p<2F ۳) p=F ۴) p>2F

۲۸- اگردریک میکروسکوپ بزرگنمایی عدسی شیئی ۱۵ و بزرگنمایی عدسی چشمی برابر ۸ باشد، بزرگنمایی کلی میکروسکوپ چقدراست؟

۱) ۱۲۰ ۲) ۳۲ ۳) ۲۳ ۴) ۶۰

۲۹- در میکروسکوپ شیء نسبت به عدسی شیئی در کجا قرار می گیرد؟ و تصویر نهایی که دیده می شود چگونه است؟

۱) خارج از فاصله کانونی- مجازی ۲) خارج از فاصله کانونی- حقیقی

۳) داخل فاصله کانونی- حقیقی ۴) داخل فاصله کانونی- مجازی

۳۰- در چه صورت پدیده سراب مشاهده می‌شود؟

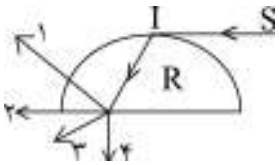
۱) نور از محیط رقیق به محیط غلیظ وارد شود و زاویه تابش بیش از زاویه حد باشد.

۲) نور از محیط غلیظ به محیط رقیق وارد شود و زاویه تابش برابر زاویه حد باشد.

۳) نور از محیط غلیظ به محیط رقیق وارد شود و زاویه تابش بیش از زاویه حد باشد.

۴) هوا گرم باشد و نور از محیط رقیق به محیط غلیظ بتابد.

۳۱- پرتو SI مماس بر نیمکره‌ی شیشه‌ای به شعاع R تابیده است. کدام یک از چهار پرتو نشان داده شده در شکل، پرتو خروجی نور از این نیمکره را درست نشان می‌دهد؟



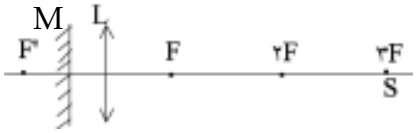
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۳۲- پرتو نوری از هوا وارد تیغه‌ای شفاف به ضریب شکست ۲ می‌شود. اگر زاویه‌ی تابش این پرتو را از صفر تا ۹۰ درجه تغییر دهیم، بیشترین زاویه‌ای که این پرتو در موقع شکست، از راستای تابش منحرف می‌شود، چند درجه است؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۵ ۳) ۶۰ ۴) ۹۰

۳۳- نقطه نورانی روی محور اصلی عدسی و به فاصله **۳f** از آن قرار دارد. آینه تخت **M** عمود بر محور عدسی و به فاصله $\frac{f}{۲}$ از آن واقع است

تصویر حقیقی **S** در این دستگاه کجا تشکیل می‌شود؟

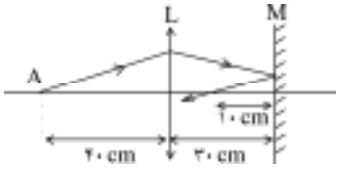


۱) بین **S** و بینهایت
۲) بین **F** و **۲F**
۳) بین **۲F** و **S**
۴) بین عدسی و **F**

۳۴- یک عدسی همگرا از یک شمع روشن که در فاصله نسبتا دوری از آن قرار دارد تصویری در فاصله **a** از عدسی تشکیل داده است. اگر تیغه متوازی السطوح ضخیمی را بین شمع و عدسی قراردهیم فاصله تصویر از عدسی:

۱) بیشتر از **a** می‌شود ۲) ثابت می ماند
۳) کمتر از **a** می‌شود ۴) به ضخامت تیغه بستگی دارد

۳۵- در شکل زیر آینه تخت **M** عمود بر محور اصلی عدسی **L** قرار دارد و مسیر نوری که از **A** بر این دستگاه می تابد رسم شده است. فاصله کانونی عدسی چند سانتیمتر است؟



۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

پاسخ‌های تشریحی

۱- گزینه ۴ پاسخ است.

ضریب شکست شیشه را n_1 و ضریب شکست آب را n_2 و ضریب شکست الماس را n_3 فرض می کنیم بنابراین داریم:

$$\left.\begin{array}{l}\frac{n_1}{n_2}=\frac{9}{8}\\ \frac{n_3}{n_1}=\frac{8}{5}\end{array}\right\}\Rightarrow \frac{n_3}{n_2}=\frac{9}{5}$$

از طرفی می‌دانیم که سرعت نور در هر محیط با ضریب شکست آن محیط نسبت عکس دارد یعنی: $\frac{n_3}{n_2}=\frac{V_2}{V_3}\Rightarrow \frac{V_2}{V_3}=\frac{9}{5}$

۲- گزینه ۱ پاسخ است.

چون پرتو نور سبز از زرد بیشتر منحرف می شود پس تصویر چشمه سبز رنگ بالاتر رویت می شود.

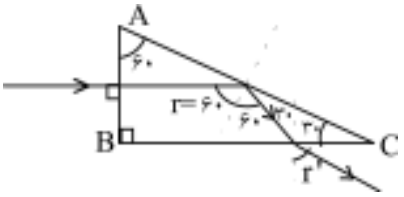
۳- گزینه ۱ پاسخ است.

اگرمحیط خروجو ورود درتیغه‌هایمتوازی السطوح یکسان باشند، زاویه های ورودی و خروجی برابرند. پس زاویه ی خروج، همان 45°است.

۴- گزینه‌ی ۳ پاسخ است.

ضریب شکست یک محیط شفاف برای طول موجهای مختلف، متفاوت است بطوری که برای طول موجهای کوتاهتر، بیشتر است. چون طول موج نور آبی از بقیه کمتر است، ضریب شکست منشور برای آن بیشتر است. به همین دلیل در تجزیه ی نور (پاشندگی نور) توسط منشور (در شکل کتاب) نور آبی نسبت به قرمز و زرد انحراف بیشتری دارد.

۵- گزینه‌ی ۳ پاسخ است.



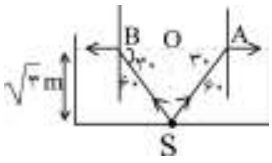
$$\text{Sin C}=\frac{1}{n}=\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow c=45^\circ \xrightarrow{r>C}$$ بازتابش کلی رخ می دهد

$$n_1 \text{Sin i}=n_2 \text{Sin r}\Rightarrow \sqrt{2}\times\frac{1}{2}=1\times \text{Sin r}'\Rightarrow r'=45^\circ$$

۶- گزینه ۲ پاسخ است.

هر قدر پرتو نور از خط عمود دورتر باشد یعنی آن محیط رقیقتر است و همچنین هر قدر محیط رقیقتر باشد سرعت نور در آن بیشتر است.

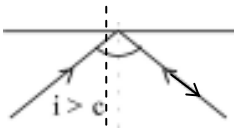
۷- گزینه ۲ پاسخ است.



$$\text{Sin C}=\frac{1}{n}=\frac{1}{\frac{2\sqrt{3}}{3}}=\frac{3}{2\sqrt{3}}\Rightarrow \text{Sin C}=\frac{\sqrt{3}}{2}\Rightarrow C=60$$ زاویه حد

$$\text{Cotg } 30=\frac{OA}{OS}\Rightarrow\sqrt{3}=\frac{OA}{\sqrt{3}}\Rightarrow OA=3\text{m}\Rightarrow AB=6\text{m}$$

۸- گزینه ۴ پاسخ است.



بازتابش کلی وقتی اتفاق می افتد که نور در محیط غلیظ با زاویه‌ای بزرگتر از زاویه حد به سطح جدایی دو محیط می تابد و لذا نمی تواند از محیط غلیظ خارج شود و در این محیط بازتابش کلی می کند.

۹- گزینه ۲ پاسخ است.

با توجه به رابطه $n=\frac{C}{V}$ (C سرعت نور در هوا، Vسرعت نور در آب و n ضریب شکست آب است):

$\frac{4}{3}=\frac{C}{V}\Rightarrow$ سرعت نور در آب: $V=\frac{3}{4}C$

$$\left.\begin{array}{l}\text{زمان طی مسافت ۱۲۰ سانتی متر در آب}=\frac{\Delta x}{V}=\frac{120}{\frac{3}{4}C}\\ \text{زمان طی مسافت ۱۲۰ سانتی متر در هوا}=t=\frac{d}{C}\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{120}{\frac{3}{4}C}=\frac{d}{C}\Rightarrow d=160\text{cm}$$

۱۰- گزینه ۴ پاسخ است.

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}=\frac{\sin r}{\sin i}=\frac{\sin ۳۰^\circ}{\sin ۴۵^\circ}=\frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

۱۱- گزینه ۴ پاسخ است.

فاصله کانونی عدسی مرکب از رابطه $\frac{۱}{f}=\frac{۱}{f_۱}+\frac{۱}{f_۲}$ بدست می آید. همچنین در رابطه فوق, برای عدسی همگرا فاصله کانونی مثبت و برای عدسی واگرا فاصله کانونی منفی در نظر گرفته می شود.

$$\frac{۱}{f}=\frac{۱}{۱۰}-\frac{۱}{۲۰}=\frac{۱}{۲۰}\Rightarrow f=۲۰cm\Rightarrow\frac{۱}{p}+\frac{۱}{q}=\frac{۱}{f}\Rightarrow\frac{۱}{۳۰}+\frac{۱}{q}=\frac{۱}{۲۰}\Rightarrow\frac{۱}{q}=\frac{۱}{۶۰}\Rightarrow q=۶۰cm$$

۱۲- گزینه ۴ پاسخ است.

عدسی واگرا از یک شئ حقیقی،تصویر مجازی،کوچکتر ودر سمت شئ ایجاد می کند. لذا این وسیله،عدسی واگرا است.

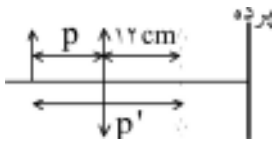
۱۳- گزینه ۴ پاسخ است.

عدسی چشم در نتیجه عمل تطابق (تغییر ضخامت عدسی و در نتیجه فاصله کانونی چشم)می تواند اشیاء دور یـا نزدیـک را واضـح ببینـد. گزینه‌های دیگر صحیح نیستند زیرا توان عدسی عبارتست از توانایی عدسی در همگرا یا واگرا کردن پرتوها ودوعدسی چشـمی وشـیئی در میکروسکوپ، همگرا هستندوکار دوربین نجومی بزرگ کردن زاویه‌ای است که جسم تحت آن دیده می شود.

۱۴- گزینه ۳ پاسخ است.

حالت اول: $\frac{A'B'}{AB}=\frac{q}{p}=۲\Rightarrow q=۲p\Rightarrow\frac{۱}{p}+\frac{۱}{q}=\frac{۱}{f}\Rightarrow\frac{۱}{p}+\frac{۱}{۲p}=\frac{۳}{۲p}=\frac{۱}{f}(I)$

حالت دوم: $\frac{A''B''}{AB}=\frac{q'}{p'}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow q'=\frac{۱}{۲}p'\Rightarrow\frac{۱}{p'}+\frac{۱}{q'}=\frac{۱}{f}\Rightarrow\frac{۱}{p'}+\frac{۲}{p'}=\frac{۳}{p'}=\frac{۱}{f}(II)$



از روابط (I) و (II) $p'=p+۱۲$ $\Rightarrow\frac{۳}{۲P}=\frac{۳}{P+۱۲}\Rightarrow P+۱۲=۲P\Rightarrow P=۱۲cm$

با توجه به رابطه (I)، $f=۸cm$ است.

*** در روابط فوق چون تصویر روی پرده تشکیل شده است،پس حقیقی بوده وعلامت q در هر دو حالت مثبت است.**

۱۵- گزینه ۴ پاسخ است.

برای عدسی واگرا اگر جسم به اندازه فاصله کانونی در جلوی عدسی قرار گیرد،مکان تصویر بصورت زیر بدست می آید.

$$\frac{۱}{p}+\frac{۱}{q}=\frac{۱}{f}+\frac{۱}{q}=\frac{۱}{-f}\Rightarrow\frac{۱}{q}=\frac{۲}{-f}\Rightarrow q=-\frac{f}{۲}$$

یعنی تصویر در نصف فاصله کانونی قرار دارد. وقتی جسم به بی نهایت می رود تصویر روی F قرار می گیرد بنابراین مکان تصـویر از $\frac{f}{۲}$ تـا f تغییر مکان می دهد.

۱۶- گزینه ۱ پاسخ است.

$$\frac{۱}{p}+\frac{۱}{-\frac{f}{۲}}=\frac{۱}{-f}\Rightarrow\frac{۱}{p}=\frac{۱}{f}\Rightarrow p=f$$

۱۷- گزینه ۳ پاسخ است.

$$\left.\begin{array}{l}p=۱/۵f\\ \frac{۱}{p}+\frac{۱}{q}=\frac{۱}{f}\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{۱}{q}=\frac{۱}{f}-\frac{۱}{۱/۵f}=\frac{۳-۲}{۳f}\Rightarrow q=۳f\Rightarrow m=\left|\frac{q}{p}\right|=\frac{۳f}{۱/۵f}=۲$$

۱۸- گزینه ۱ پاسخ است.

$$m = \left|\frac{q}{p}\right| = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \frac{|q|}{۱۲} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow |q| = ۶cm \Rightarrow q = -۶cm$$

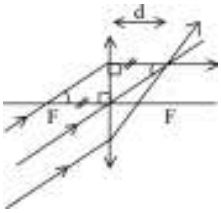
$$\frac{۱}{f} = \frac{۱}{p} + \frac{۱}{q} = \frac{۱}{۱۲} + \frac{۱}{-۶} = \frac{۱-۲}{۱۲} \Rightarrow f = -۱۲cm$$

(تصویر مجازی و q منفی است)

(f منفی و عدسی واگرا است)

توجه کنید در عدسی همگرا وقتی که جسم در فاصله کانونی قرار داشته باشد،تصویر تشکیل شده از جسم،مجازی و بزرگتر است. در عدسی واگرا تصویر تشکیل شده از جسم همواره مجازی و کوچکتر از جسم است.

۱۹- گزینه ۴ پاسخ است.



پرتوهای نور خورشید،در سطح زمین تقریباً باهم موازیند و می دانیم اگر یک دسته پرتو موازی به یک عدسی همگرا بتابد،دسته پرتو خروجی روی کانون همگرا می شود. فاصله‌ی هرکانون از عدسی به اندازه فاصله کانونی عدسی می باشد.

$$d = f = \frac{۱}{۵} = ۰/۲m = ۲۰cm$$

۲۰- گزینه ۱ پاسخ است.

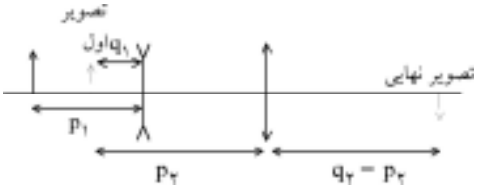
$$f_۱ = ۵۰cm = ۰/۵m$$

$$F_۱ = \frac{۱}{f_۱} = \frac{۱}{۰/۵} = ۲D$$

$$F = F_۱ + F_۲ \Rightarrow -۳ = ۲ + F_۲ \Rightarrow F_۲ = -۵D$$

$$f_۲ = \frac{۱}{F_۲} = \frac{۱}{-۵} = -۰/۲m = -۲۰cm$$

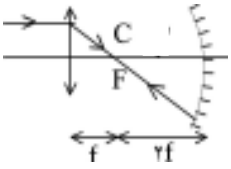
۲۱- گزینه ۳ پاسخ است.



تصویر اول برای عدسی همگرا نقش جسمی حقیقی را بازی می کند.

$$p_۲ = ۴۰cm, f_۲ = ۲۰cm \Rightarrow q_۲ = ۴۰cm$$

۲۲- گزینه ۳ پاسخ است.



شعاعی که به آینه می تابد اگر بخواهد روی خودش بازتابش پیدا کند باید از مرکز آینه (C) بگذرد. پرتوی که به طور موازی به عدسی می‌تابد از کانون عدسی می گذرد. لذا باید کانون عدسی بر مرکز آینه منطبق باشد. پس فاصله عدسی و آینه برابر $f+۲f=۳f$ می‌باشد.

۲۳- گزینه ۱ پاسخ است.

پرتو تابش به عدسی،موازی محور اصلی است. پس بعد از عبور از عدسی،از کانون عدسی عبور می کند واز طرف دیگر چون بعد از برخورد به آینه مقعر بر روی خودش بازتاب نموده لذا این نقطه باید نقش مرکز آینه را داشته باشد. بنابراین فاصله عدسی وآینه برابر با $۲f_۲ + f_۱$ می‌باشد.

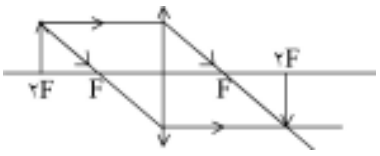
۲۴-گزینه ۳ پاسخ است.

برای آنکه تصویر یک شئ در عدسی همگرا حقیقی وبزرگتر از شئ باشد،باید شئ بین f و ۲f قرار بگیرد،یعنی:

$$f < p < ۲f$$

دراین حالت،تصویر حقیقی به صورت وارونه وخارج از ۲f تشکیل می شود.

۲۵- گزینه ۴ پاسخ است.



می دانیم در عدسی همگرا،اگر فاصله جسم از عدسی دو برابر فاصله کانونی عدسی باشد، صویری حقیقی و هم اندازه جسم تشکیل می شود. بنابراین:

$$۲f = ۲٤cm \Rightarrow f = ۱۲cm$$

در نتیجه جسمی که در فاصله ۸سانتی متری عدسی قرار دارد،در فاصله کانونی عدسی قرار گرفته است: $(۸cm < f = ۱۲cm)$

(p= ۸) ومی دانیم وقتی جسم در فاصله کانونی عدسی همگرا قرار بگیرد، تصویر مجازی وبزرگتر از جسم خواهد بود.

۲۶- گزینه ۴ پاسخ است.

$$\Delta = d\sqrt{1-\frac{4f}{d}} \Rightarrow 1-\frac{4f}{d}>0 \Rightarrow \frac{4f}{d}<1 \Rightarrow 4f<d$$

۲۷- گزینه ۳ پاسخ است.

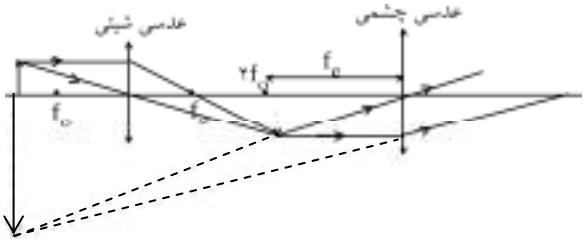
$$\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{p}-\frac{2}{p}=\frac{1}{f} \Rightarrow p=-f \Rightarrow p=|f|$$

*** بافرض حقیقی بودن جسم،عدسی مورد نظر باید واگرا باشد زیرا $f<0$ شده است.**

۲۸- گزینه ۱ پاسخ است.

بزرگنمایی = ۱۵×۸ =۱۲۰

۲۹- گزینه ۱ پاسخ است.

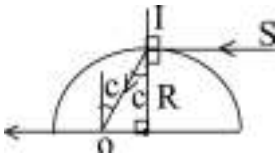


شیء در خارج از فاصلهٔکانونی و نزدیک به کانون قرار می‌گیرد و تصویر نهایی مجازی است.

۳۰- گزینه ۳ پاسخ است.

پدیده سراب در اثر بازتابش کلی به وجود می آید. بازتابش کلی در صورتی پدید می آید که نور از محیط غلیظ به محیط رقیق بتابد و زاویه تابش از زاویه حد بیشتر باشد.

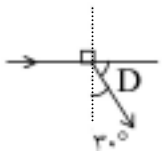
۳۱- گزینه ۲ پاسخ است.



پرتو تابیده شده نسبت به خط عمود بر سطح کره زاویه‌ی ۹۰ درجه دارد. بنابراین زاویه‌ی شکست در این حالت در واقع همان زاویه‌ی حد کره‌ی شیشه‌ای می باشد.C زاویه حد $\Rightarrow i=90$ بنابراین اگر خط عمود بر پرتو تابیده شده قطر نیمکره را رسم کنیم خواهیم دید که زاویه‌ی تابش در این حالت برابر زاویه‌ی حدC می‌شود. بنابراین پرتو با زاویه‌ی ۹۰ درجه نسبت به خط عمود بر قطر نیمکره شکسته می‌شود.

تذکر: هرگاه پرتو نوری بخواهد از محیط غلیظ وارد محیط رقیق شود به طوری که زاویه‌ی شکست ۹۰درجه شود به آن زاویه تابش در این حالت زاویه‌ی حد می گویند.

۳۲- گزینه ۳ پاسخ است.

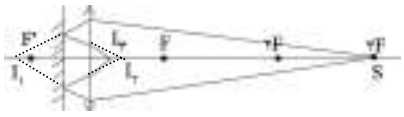


در حالتی زاویه انحراف بیشترین است که زاویه تابش 90° باشد: $\hat{D}=\hat{i}-\hat{r}$

$$\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{1}{\sin r}=\frac{2}{1} \Rightarrow \sin r=\frac{1}{2} \Rightarrow r=30^\circ$$

$$D=i-r=90^\circ-30^\circ=60^\circ$$

۳۳- گزینه ۴ پاسخ است.



نقطه نورانی S یک جسم حقیقی برای عدسی است. این جسم در فاصله 3f از عدسی قرار دارد.

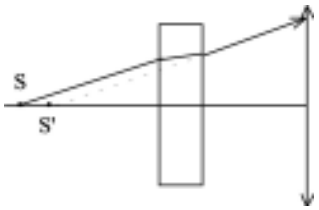
$$p=3f, \frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{q}=\frac{1}{f}-\frac{1}{3f}=\frac{2}{3f} \Rightarrow q=1/5f$$

در نتیجه اگر آینه نمی بود تصویر حقیقی I_1 از جسم S در فاصله 1/5f از عدسی ایجاد می شد. پرتوهای نور خارج شده از جسم S پس از عبور از عدسی وقبل از تشکیل دادن تصویر I_1 به آینه برخورد کرده وباز تابیده می شوند. از آنجا که I_1 در فاصله 1/5f -۰/5f=f از آینه قرار دارد پرتوهای باز تابیده ازآینه نیز باید در فاصله f از آینه،تصویر حقیقی I_2 را تشکیل دهند. این تصویر به علت وجود عدسی تشکیل نمی‌شود و I_2 برای عدسی یک جسم مجازی در فاصله 0/5f =۰/5f- fاز عدسی است.

$$+\frac{1}{q}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{q}=\frac{1}{f}+\frac{2}{f}=\frac{3}{f} \Rightarrow q=\frac{f}{3} \quad P=-0/5f \;,\; \frac{1}{p}+\frac{1}{q}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{-0/5f}$$

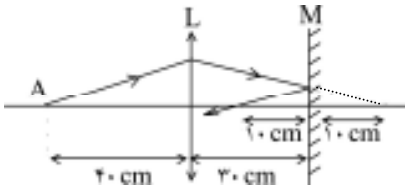
بنابراین تصویر حقیقی I_3 در فاصله $\frac{f}{3}$ از عدسی تشکیل می‌شود.

۳۴- گزینه ۱ پاسخ است.



اگر مطابق شکل در نظر بگیریم تیغه شیشه‌ای مثل این عمل می کند که کمی منبع نور (یاجسم) را جلوتر بیاوریم بنابراین باکم شدن p در اینصورت q زیاد خواهد شد. در صورت مسئله ذکر شده است که جسم در فاصله نسبتاً دور قرار دارد بطوریکه p>f باشد ودر نتیجه تصویر آن حقیقی باشد.

۳۵- گزینه ۲ پاسخ است.



اگر امتداد پرتوهای رسیده به آینه را ادامه دهیم،در ۱۰ سانتی متری پشت آینه یکدیگر را قطع می کنند. بنابراین تصویر نقطه A در فاصله ۴۰ سانتی متری از عدسی تشکیل شده است.

$$\frac{۱}{P}+\frac{۱}{q}=\frac{۱}{f}\Rightarrow\frac{۱}{٤٠}+\frac{۱}{٤٠}=\frac{۱}{f}\Rightarrow f=۲۰cm$$

گزینه دو

مؤسسه آموزشی فرهنگی

فیزیک ۲

فصل ۴: کار و انرژی

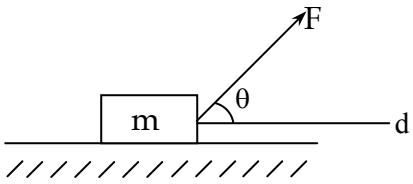
۱- کار به صورت حاصل ضرب نیرو در جابجایی تعریف می‌شود. پس اگر نیروی **F** به جسمی وارد شود و آنرا به اندازه‌ی **d**، جابجا کند، کار نیروی ثابت **F** با رابطه‌ی مقابل داده می‌شود:

$$W_F = F.d$$

۲- یکای کار $N\cdot m$ است که ژول نامیده می‌شود. این یکا را با نماد **J** نمایش می‌دهیم.

۳- کار یک کمیت نرده‌ای است و اگر مثلاً کار را با چند جابجایی متوالی انجام دهیم، کار کل را می‌توان از جمع جبری کار انجام شده در تک‌تک جابه جایی‌ها بدست آورد.

۴- هنگامی که نیروی وارد به جسم مطابق شکل با بردار جابجایی زاویه‌ی θ می‌سازد، کار نیروی ثابت **F** بصورت زیر تعریف می‌شود:



$$W = Fd\cos\theta$$

اگر $\theta = ۰$ باشد رابطه‌ی $W = Fd$ بدست می‌آید.

۵- کار برآیند نیروها را می‌توان با جمع کردن کار هر یک از نیروها نیز بدست آورد.

۶- در مورد شخصی که سطل آبی را با سرعت ثابت حمل می‌کند، نیروی افقی وارد به سطل صفر است، لذا شخص برای حمل سطل، با سرعت ثابت، کاری انجام نمی‌دهد (مفهوم فیزیکی کار، مفهومی جدای از کاربرد روزمره‌ی این عبارت است.)

۷- انرژی جنبشی جسمی به جرم **m** و سرعت **V** با رابطه‌ی $K = \frac{۱}{۲}mV^۲$، داده می‌شود.

۸- قضیه‌ی کار و انرژی رابطه‌ی بین کار و تغییر انرژی جنبشی را بیان می‌کند.

$$(I)\ W = Fd \qquad (II),(III) \Rightarrow F = m\frac{V_۲^۲ - V_۱^۲}{۲d}\ (IV)$$

$$(II)\ F = ma \qquad (I),(IV) \Rightarrow W = \frac{۱}{۲}mV_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mV_۱^۲ = K_۲ - K_۱$$

☑ قضیه کار و انرژی:

$$(III)\ V_۲^۲ - V_۱^۲ = ۲ad \qquad W = K_۲ - K_۱$$

۹- کار نیروی برآیند وارد بر روی یک جسم در یک جابجایی برابر است با تغییر انرژی جنبشی جسم در آن جابجایی.

۱۰- سرعت برخورد جسمی (با زمین) را بدست آورید که از ارتفاع **h** رها می‌شود:

$$\text{انرژی اولیه} = mgh = \frac{۱}{۲}mV_۲^۲ - \frac{۱}{۲}m\cancel{V_۱^۲}^{\,۰} \Rightarrow V_۲ = \sqrt{۲gh}$$

در مثال فوق اگر سرعت جسم در ارتفاع $\frac{۳}{۴}h$ را خواسته بود، بجای **h** در رابطه‌ی فوق $\frac{۱}{۴}h$ قرار داده و در نتیجه $V_۲ = \sqrt{\frac{gh}{۲}}$.

۱۱- انرژی پتانسیل گرانشی، انرژی‌ای است که جسم به علت ارتفاعش از سطح زمین دارد.

☑ انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم در یک نقطه نسبت به زمین برابر است با کاری که انجام می‌دهیم تا جسم را با سرعت ثابت از سطح زمین تا نقطه یاد شده منتقل کنیم. بنابراین انرژی پتانسیل گرانشی از رابطه‌ی $U = mgh$ بدست می‌آید (در ارتفاع **h**)

☑ انرژی پتانسیل فنر در یک وضعیت کشیده (یا فشرده‌ی) خاص، نسبت به حالت آزاد فنر، برابر است با کاری که انجام می‌دهیم تا آنرا از حالت آزاد با سرعت ثابت به وضعیت یاد شده برسانیم.

☑ کاری که برای نزدیک کردن دوبار و دور کردن آن‌ها انجام می‌دهیم، بصورت انرژی پتانسیل الکتریکی در دو بار ذخیره می‌شود.

۱۲- انرژی مکانیکی جسم به صورت مجموع انرژی‌های جنبشی و پتانسیل آن مشخص می‌شود ($E = U + K$). در سقوط آزاد، انرژی مکانیکی جسم پایسته است و دائماً از انرژی پتانسیل کاسته و به انرژی جنبشی آن افزوده می‌شود.

در صورتیکه نیروی اصطکاک جنبشی (یا نیروی اتلاف کننده دیگری چون مقاومت هوا) به جسم وارد شود، انرژی مکانیکی پایسته نخواهد بود.

۱۳- توان متوسط $(\overline{P})$ بصورت کار انجام شده در واحد زمان تعریف می‌شود:

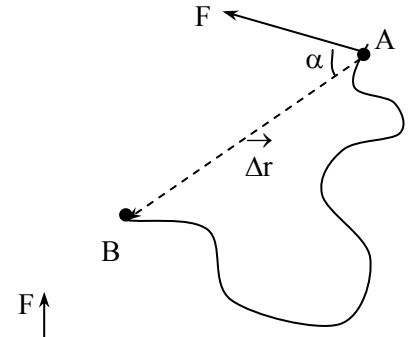
$$\overline{P} = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

واحد توان در **SI** ژول بر ثانیه J/s است که وات (**W**) نامیده می‌شود. بدیهی است که با کم شدن مدت زمان انجام کاری معین و یا انجام کار بیشتر در زمان معین، توان مقدار بیشتری خواهد داشت.

☑ (انرژی تلف شده- انرژی ورودی = کار مفید)

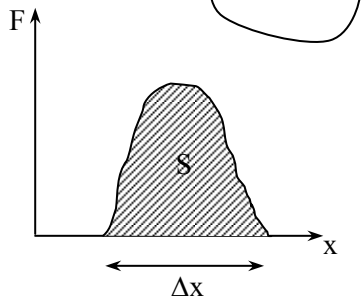
$$\text{توان} = \frac{\text{کار مفید}}{\text{زمان انجام کار}}$$

۱۴- کار یک نیروی ثابت بین دو نقطه به چگونگی مسیر بین دو نقطه بستگی ندارد و برابر است با حاصلضرب اندازه نیرو در تصویر بردار فاصله‌ی بین دو نقطه در راستای نیرو.



$$W_F = F\Delta r\cos\alpha$$

۱۵- مساحت محصور بین نمودار « نیرو ـ مکان» با محور مکان‌ها نشان‌دهنده اندازه‌ی کار انجام‌شده در آن فاصله می‌باشد.



$$S = F.\Delta x = W$$

۱۶- با توجه به اینکه نیروی اصطکاک معمولاً مخالف حرکت می‌باشد، لذا کار این نیرو در این شرایط منفی می‌باشد. در یک سیستم مقدار انرژی‌ای که صرف غلبه بر اصطکاک می‌شود به طور کامل تبدیل به گرما می‌گردد به‌طوری که مقدار گرمای تولید شده در یک سیستم برابر است با قدر مطلق کار نیروی اصطکاک.

$$Q = \left|W_{F_f}\right|$$

۱۷- نیروهای غیرپایستار: نیروهایی می‌باشند که کار انجام شده برای غلبه بر آنها تلف شده و تبدیل به صورت دیگری از انرژی مثل گرما می‌شود و کار چنین نیروهایی بستگی به چگونگی مسیر بین دو نقطه دارد. از جمله نیروهای ناپایستار می‌توان نیروی اصطکاک را نام برد.
نیروهای پایستار: نیروهایی که کار انجام شده برای غلبه بر آنها در سیستم تلف نمی‌شود و به صورت نوعی از انرژی مکانیکی یعنی انرژی پتانسیل در سیستم ذخیره می‌شود. کار نیروهای پایستار بین دو نقطه به چگونگی مسیر بین دو نقطه بستگی ندارد و فقط بستگی به شرایط نقاط ابتدایی و انتهایی دارد. از جمله نیروهای پایستار می‌توان نیروی وزن، نیروی فنر و نیروی الکتریکی را نام برد.

۱۸- انرژی جنبشی $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(\frac{P}{m})^2 \Rightarrow E_k = \frac{P^2}{2m}$ اندازه حرکت $P = mv \Rightarrow v = \frac{P}{m}$

۱۹- انرژی پتانسیل: انرژی‌ای است نهفته در یک سیستم که با غلبه بر یک نیروی پایستار ذخیره می‌شود. تغییرات انرژی پتانسیل یک سیستم برابر است با منهای کار نیروی پایستار: $W_F = -\Delta E_P$ پایستار

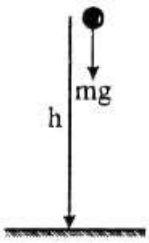
۲۰- قانون بقای (پایستگی) انرژی مکانیکی: هر گاه در یک سیستم کار نیروی ناپایستار صفر باشد، انرژی مکانیکی یک جسم یعنی مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل مقداری است ثابت و میزان افزایش هر یک از آنها برابر میزان کاهش دیگری است.

$$E_{M_1} = E_{M_2} \Rightarrow E_{k_1} + E_{P_1} = E_{k_2} + E_{P_2} = \ldots\ldots\ldots$$

۲۱- اگر در سیستمی کار نیروهای غیرپایستار مخالف صفر باشد، انرژی مکانیکی بقاء ندارد بلکه در این سیستم تغییرات انرژی مکانیکی برابر است با کار نیروهای غیر پایستار.

$$(E_{k_2} + E_{P_2}) - (E_{k_1} + E_{P_1}) = W_F \text{ ناپایستار}$$

مثال: جسمی در شرایط خلأ از ارتفاع ۵۰ متری سطح زمین رها می‌شود. در لحظه ی رسیدن به زمین سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟
پاسخ: در صورت صرف نظر کردن از مقاومت هوا، تنها نیروی وارد بر جسم، وزن آن خواهد بود.
وقتی که جسم به اندازه ی **h** سقوط کند، وزن آن چه قدر کار انجام می‌دهد؟



$$W_{mg} = FdCos\alpha = mghCos0^\circ = mgh$$

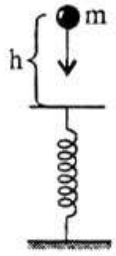
طبق قضیه ی کار- انرژی:

$$W = \Delta K \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$$

از طرفی جسم در ابتدا ساکن بوده است، لذا:

$$\Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mV^2 - 0 \qquad \Rightarrow V^2 = 2gh \Rightarrow V = \sqrt{2gh} = \sqrt{2\times 10\times 50} = 10\sqrt{10}\,m/s$$

مثال: گلوله ای به جرم **m** از ارتفاع **h** بالای فنری به ثابت **k** رها می‌شود و پس از برخورد به فنر آن را به اندازه ی **x** فشرده می‌کند. **k** برابر است با: (از مقاومت هوا صرف نظر شود.)



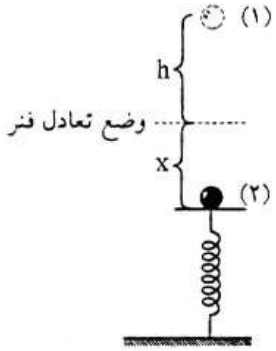
۱) $\frac{2mg(h+x)}{x^2}$ ۲) $\frac{2mg(h-x)}{x^2}$

۳) $\frac{mg(h+x)}{2x^2}$ ۴) $\frac{mg(h-x)}{2x^2}$

پاسخ: گزینه‌ی (۱): چون هیچ نیروی ناپایستاری در این مسأله نداریم. انرژی مکانیکی پایسته است. لذا:

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

با انتخاب وضع تعادل فنر به عنوان مبدأ پتانسیل گرانشی داریم:



$$U_1 = mgh$$

$$U_2 = -mgx + \frac{1}{2}kx^2$$

(توجه کنید که وضع تعادل فنر را سطح پتانسیل صفر در نظر گرفته ایم و در این صورت در نقطه ی (۲) انرژی پتانسیل هم از انرژی پتانسیل کشسانی و هم از انرژی پتانسیل گرانشی تشکیل شده است.)

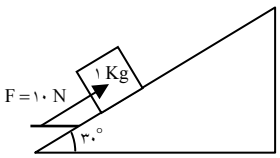
با توجه به این که در هر دو نقطه گلوله ساکن است: $K_1 = K_2 = 0$

لذا:

$$0 + mgh = 0 + (-mgx + \frac{1}{2}kx^2) \Rightarrow mg(h+x) = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow k = \frac{2mg(h+x)}{x^2}$$

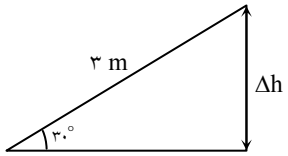
در واقع می‌توان گفت با سقوط جسم و کاهش ارتفاع آن به اندازه ی $h+x$ به اندازه ی $mg(h+x)$ از انرژی پتانسیل گرانشی کاسته می‌شود و این انرژی به صورت پتانسیل کشسانی ذخیره می‌شود.

مثال: مطابق شکل رو به رو جسمی به جرم **۱ kg** را بر روی سطح شیب داری با نیروی **۱۰ N** به اندازه **۳** متر به سمت بالای سطح شیب دار جابجا می‌کنیم.



اگر اصطکاک قابل صرف نظر کردن باشد، تغییر انرژی پتانسیل، تغییر انرژی جنبشی و تغییر انرژی مکانیکی چند ژول خواهد بود؟ $(g = 10\,N/kg)$

پاسخ: وقتی جسم را سه متر جا به جا کنیم، ارتفاعش چه قدر زیاد می‌شود؟



$$\Delta h = 1/5\,m$$

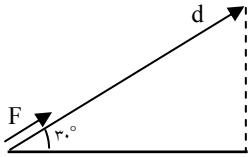
پس:

$$\Delta U = mgh = 1\times 10\times 1/5 = 15J$$

این از انرژی پتانسیل. حالا برویم سراغ تغییر انرژی مکانیکی:

$$\Delta E = \Delta W'$$

نیروهایی که بر جسم وارد می‌شوند، یکی وزن است که پایستار است، دیگری نیروی عمودی سطح است که اصلا کاری انجام نمی‌دهد و دست آخر هم نیرویی است که ما وارد کرده ایم که نیرویی ناپایستار است.



$$\Delta E = W_F = Fd = 10\times 3 = 30J$$

مشاهده می‌کنید که انرژی مکانیکی افزایش یافته است.

$$\Rightarrow 30 = \Delta K + 15 \Rightarrow \Delta K = 15J \quad \Delta E = \Delta K + \Delta U$$

مثال: یک موتور الکتریکی باری به جرم ۲۰ کیلوگرم را در مدت ۵ ثانیه، ۱۲ متر بالا می‌برد. توان مفید آن چند وات است؟ اگر بازده این موتور ٪۷۵ باشد، انرژی مصرفی این موتور و توان مصرفی آن چه قدر است؟ ($g = ۱۰ N/kg$)

پاسخ: کاری که موتور انجام می‌دهد، برابر است با:

$$W_{\text{مفید}} = mg\Delta h = ۲۰ \times ۱۰ \times ۱۲ = ۲۴۰۰ J$$

و توان آن برابر است با:

$$\overline{P}_{\text{مفید}} = \frac{W}{t} = \frac{۲۴۰۰}{۵} = ۴۸۰ W$$

حال انرژی ورودی (انرژی مصرفی):

$$\text{بازده} = \frac{W_{\text{مفید}}}{E} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۷۵ = \frac{۲۴۰۰}{E} \times ۱۰۰ \Rightarrow E = ۳۲۰۰ J$$

و نهایتاً توان مصرفی:

$$\overline{P}_{\text{مصرفی}} = \frac{E}{t} = \frac{۳۲۰۰}{۵} = ۶۴۰ W$$

فصل ۵: ویژگی‌های ماده

۱- حالات مواد

دانشمندان، مواد را به سه دسته اصلی تقسیم می‌کنند که سه حالت جامد، مایع و گاز می‌باشند.

۱- ۱) جامدها

اولین مشخصه ی این نوع مواد، داشتن شکل مشخص است که آن‌ها را از گروه مایع‌ها و گازها متمایز می‌سازد. نیروهای ربایشی بین مولکولی در این حالت چنان زیاد است که به آن‌ها اجازه نمی‌دهد از جای خود جابجا شوند.

جامدها را معمولا از لحاظ ساختار مولکولی به دو دسته تقسیم بندی می‌کنند:

۱- ۱-۱) جامدهای بلورین: منظور جامدهایی هستند که مولکول‌های آن‌ها به طور منظم کنار هم جای گرفته اند. این مواد دارای ساختار مولکولی با الگوی مشخص هستند. فلزات و بعضی مواد دیگر هم چون نمک طعام و سنگ‌ها از این نوع هستند.

۱- ۱- ۲) جامدهای بی شکل: درست عکس حالت فوق را دارند و ساختار مولکولی آن‌ها نظام مشخصی ندارد. شیشه بهترین نمونه ی این جامدها است. هرگاه مایع‌ها را به طوری به آرامی سرد نماییم که مولکول‌ها فرصت لازم را جهت بازآرایی خود پیدا کنند، معمولا جامدهایی از نوع اول داریم و هرگاه با سریع سرد کردن مایع‌ها این فرصت را از مولکول‌های آن صلب نماییم، معمولا جامدهایی از نوع دوم خواهیم داشت.

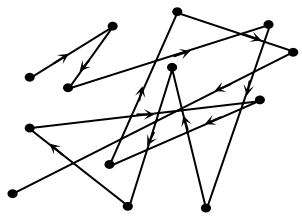
۱-۲) مایع‌ها

مهم ترین عاملی که در مایع‌ها نسبت به جامدها تغییر می‌یابد، میزان نیروهای بین مولکولی است. مایع‌ها در مقایسه با جامدها شکل مشخص خود را از دست می‌دهند، ولی هم چنان تراکم ناپذیرند.

۱- ۳) گازها

اگر به روند کمتر شدن نیروهای بین مولکولی و زیادشدن فاصله ی بین مولکول‌ها ادامه دهیم، به گازها خواهیم رسید. با زیاد شدن جنبش بین مولکول‌ها و افزایش دامنه ی نوسان آن‌ها، کم کم فاصله بین آن‌ها به حدی می‌رسد که دیگر نیروهای وارد از طرف دیگر مولکول‌ها را حس نمی‌کنند و آزادانه به اطراف حرکت می‌کنند. به دلیل بی تاثیر بودن نیروهای بین مولکولی، گازها کاملاً تراکم پذیرند و تمام فضای ظرف محبوس در آن را پر می‌کنند.

۱- ۳- ۱) خاصیت پخش: هرگاه یک دسته مولکول‌های ناشناس وارد فاصله‌ی میان مولکول‌های مایع‌ها یا گازها شوند، در اثر برخوردهای نامنظم بین مولکولی به زودی در تمام شاره پخش می‌شوند. این پدیده را خاصیت پخش می‌نامند. این خاصیت ناشی از حرکت کاتوره‌ای (نامنظم) مولکول‌های شاره می‌باشد. به این حرکت، حرکت براونی می‌گویند.



حرکت کاتوره‌ای در شاره ها

۲- نیروهای بین مولکولی

نیروهای بین مولکولی ناشی از رانش یا کشش الکتریکی هستند که بین مولکول‌های مواد به وجود می‌آید.

۲- ۱) نیروهای چسبندگی

به نیروهای ربایشی بین مولکول‌های هم جنس یک مایع، نیروهای چسبندگی می‌گویند. این نیروها کوتاه بُرد هستند و اگر فاصله ی بین مولکولی از حد خاصی بیشتر شود، دیگر وجود نخواهند داشت. این نیروها باعث نمی‌شوند تا مولکول‌ها در هم فرو روند و همواره در حال تعادل، فاصله‌ی معینی میان مولکول‌ها حفظ می‌شود.

۲- ۲) خاصیت کشش سطحی

مولکول‌هایی را در نظر بگیرید که در سطح یک مایع قرار دارند. نیروهای چسبندگی مولکول‌های سطح مایع، مانع کنار رفتن خود به خود مولکول‌ها شده و به اصطلاح از شکاف برداشتن سطح مایع جلوگیری می‌کنند. به این پدیده که نوعی خاصیت کشسانی میان مولکول‌های سطح مایع ایجاد می‌کند، کشش سطحی می‌گویند. همین خاصیت است که باعث می‌شود آب دزدک در آب فرو نرود و به راحتی بتواند بر روی سطح آن قدم بزند. مثال سوزن فولادی بر روی سطح آب نیز از همین نوع است.

نکته: هرگاه اندکی ناخالصی به آب بیفزایید، می‌توانید زنجیره ی به هم پیوسته ی مولکول‌های سطح آب را شکافته و کشش سطحی آب را کاهش دهید.

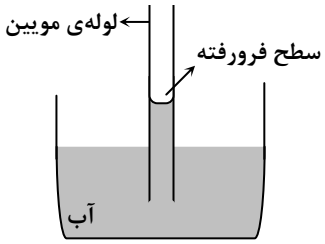
۲- ۳) نیروهای چسبندگی سطحی

همان طور که مولکول‌های یک ماده یکدیگر را می‌ربایند، مولکول‌های مواد مختلف نیز یکدیگر را می‌ربایند. به نیروی ربایشی که بین مولکول‌های مواد متفاوت وجود دارد، نیروهای چسبندگی سطحی می‌گویند. البته تعریف بالا بدین معنی نیست که همه‌ی مواد به یکدیگر می‌چسبند. بعضی مواد این خاصیت را بسیار اندک بروز می‌دهند.

۲- ۴) خاصیت مویینگی

هرگاه شما لوله ی بسیار نازکی با قطر داخلی در حدود $۰/۱\ mm$ یا کم تر را داخل ظرف حاوی مایعی قرار دهید، مشاهده خواهید کرد که مایع در لوله، بالاتر یا پایین تر از سطح مایع داخل ظرف قرار می‌گیرد. به این پدیده مویینگی می‌گویند و به این گونه لوله‌ها نیز که قطر داخلی کوچکی دارند، لوله‌های مویین گفته می‌شود. این خاصیت را در مورد دو مایع آب و جیوه بررسی می‌نماییم.

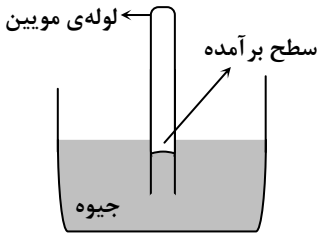
۲- ۴-۱) آب در لوله‌های مویین: آب به عنوان ماده ای شناخته می‌شود که خاصیت چسبندگی سطحی بالایی دارد. هر گاه مقداری آب را بر روی شیشه بریزید، به علت آن که نیروی چسبندگی سطحی میان مولکول‌های آب و شیشه بزرگ تر از نیروی چسبندگی میان مولکول‌های خود آب است، آب بر روی شیشه پخش می‌شود. وقتی لوله ی مویینی را در داخل ظرف آبی قرار دهیم، مولکول‌های آب به خاطر خاصیت چسبندگی سطحی بالا، به مولکول‌های شیشه چسبیده و خود را در لوله بالا می‌کشند. عمل بالا رفتن آب در لوله تا زمانی ادامه می‌یابد که وزن حجم آب بالا رفته در لوله با نیروی چسبندگی سطحی آب و شیشه به تعادل برسد.



آب در لوله مویین

هرگاه در مایعی نیروی چسبندگی سطحی بزرگ تر از نیروی چسبندگی باشد، مایع در لوله مویین بالا رفته و سطح آن فرو رفته دیده می‌شود.

۲- ۴- ۲) جیوه در لوله مویین: جیوه حالتی کاملاً عکس دارد. به خاطر خاصیت چسبندگی سطحی پایین جیوه، معمولا مواد توسط جیوه تر نمی‌شوند. هرگاه لوله ی مویینی در داخل ظرف جیوه ای قرار گیرد،...



جیوه در لوله‌ی مویین

اولا: سطح جیوه پایین تر از سطح مایع داخل ظرف قرار می‌گیرد. این بدان دلیل است که نیروی چسبندگی سطحی میان مولکول‌های جیوه و شیشه کوچک تر از نیروی چسبندگی میان مولکول‌های جیوه است.

ثانیا: سطح جیوه در داخل لوله‌های مویین، برآمده می‌ایستد و کناره‌های جیوه که در تماس با شیشه هستند، پایین‌تر قرار می‌گیرند (حالت محدب). هرگاه در مایعی نیروی چسبندگی سطحی کوچک تر از نیروی چسبندگی باشد، مایع در لوله ی مویین پایین رفته و سطح آن برآمده دیده می‌شود.

نکته: میزان بالا آمدن (یا پایین رفتن) مایع در لوله ی مویین به جنس لوله و مایع و هم چنین به قطر داخلی لوله بستگی دارد. هر چه قطر لوله کوچک تر باشد، وزن مایع جابجاشده در لوله کم تر شده و میزان بالا رفتن (یا پایین آمدن) افزایش می‌یابد.

۳- چگالی

هرگاه جرم ماده ی معینی را بر حجم آن تقسیم نماییم، چگالی آن ماده را به دست آورده‌ایم. چگالی کمیتی است نرده‌ای که از رابطه روبه رو محاسبه می‌گردد: ($\mathbf{m}$ جرم بر حسب $\mathbf{kg}$، $\mathbf{V}$ حجم بر حسب m^3)

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

چگالی را جرم واحد حجم یا جرم حجمی نیز می‌نامند و آن را با ρ نمایش می‌دهند. واحد کمیت چگالی در SI عبارت است از: kg/m^3.

چگالی جامدها و مایع‌ها به طور کلی تابعی از فشار محیط نمی‌باشد و تغییرات آن نیز در اثر تغییرات دمای محیط مقدار ناچیزی است. بالابودن اندازه‌ی چگالی یک ماده، فشرده بودن مولکول‌های آن ماده را نشان می‌دهد. واحد دیگر کمیت چگالی g/cm^3 است که می‌توانید در تست‌ها برای تبدیل آن از رابطه ی زیر بهره بگیرید:

$$۱\,kg/m^3 = \frac{۱}{۱۰۰۰}\,g/cm^3 \qquad \text{یا} \qquad ۱\,g/cm^3 = ۱۰۰۰\,kg/m^3$$

نکته: منظور از شرایط استاندارد دمای $0^\circ C$ و فشار $1 atm$ است.

مثال ۱: اگر در یک لیوان که از مایعی به چگالی $0/8 g/cm^3$ لبریز است، به آرامی یک قطعه آهن به جرم $78g$ و چگالی $7/8 g/cm^3$ بیاندازیم، چند گرم مایع بیرون می‌ریزد؟

۱) ۷۸ ۲) ۱۰ ۳) ۷/۸ ۴) ۸

پاسخ: حجم مایع بیرون ریخته با حجم قطعه آهن برابر است.

$$V_{\text{مایع}} = V_{\text{آهن}} \Rightarrow \frac{m_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{مایع}}} = \frac{m_{\text{آهن}}}{\rho_{\text{آهن}}}$$

$$\Rightarrow \frac{m_{\text{مایع}}}{0/8} = \frac{78}{7/8} \Rightarrow m_{\text{مایع}} = \frac{78 \times 0/8}{7/8} = 8 \Rightarrow \boxed{m_{\text{مایع}} = 8g}$$

مثال ۲: دو استوانه ی هم ارتفاع و هم جرم دارای چگالی ρ و ρ' می‌باشند. اگر شعاع قاعده ی آن‌ها به ترتیب R و $3R$ باشد، کدام رابطه زیر صحیح است؟

۱) $\rho = \rho'$ ۲) $\rho = 4\rho'$ ۳) $\rho = 3\rho'$ ۴) $\rho = 9\rho'$

پاسخ: (h و h' ارتفاع‌های دو استوانه و A و A' مساحت قاعده‌های آن دو می‌باشد)

$$\frac{\rho'}{\rho} = \frac{\frac{m'}{V'}}{\frac{m}{V}} \overset{m=m'}{\Rightarrow} \frac{\rho'}{\rho} = \frac{V}{V'} = \frac{Ah}{A'h'} \xrightarrow{h=h'} \frac{\rho'}{\rho} = \frac{A}{A'} \Rightarrow \frac{\rho'}{\rho} = \frac{\pi R^2}{\pi R'^2} \Rightarrow \frac{\rho'}{\rho} = \frac{R^2}{(3R)^2} = \frac{1}{9} \Rightarrow \boxed{\rho = 9\rho'}$$

مثال ۳: مکعبی به ضلع $5cm$ از فلزی به چگالی $2 g/cm^3$ ساخته شده است که حفره ای خالی درون آن قرار دارد. اگر جرم مکعب $100g$ باشد، حجم حفره چند سانتی متر مکعب است؟

۱) ۱۲۵ ۲) ۲۰ ۳) ۱۰۵ ۴) ۱۴۵

پاسخ: گزینه (۳) می‌دانیم جرم مکعب $100g$ است. محاسبه می‌کنیم این مقدار فلز چند سانتی متر مکعب فضا اشغال می‌کند:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{100}{2} \Rightarrow V = 50 cm^3$$

حجم مکعب را نیز محاسبه می‌کنیم: $V_{\text{مکعب}} = a^3 = 5^3 = 125 cm^3$

مکعب $125 cm^3$ حجم دارد، در حالی که جرم به کار رفته در آن بیشتر از $50 cm^3$ نمی‌تواند حجم اشغال کرده باشد. نتیجه واضح است تفاوت حجم موجود، به صورت حفره ای در داخل مکعب قرار گرفته است:

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{مکعب}} - V_{\text{فلز}} = 125 - 50 = 75 \Rightarrow \boxed{V_{\text{مکعب}} = 75 cm^3}$$

نکته: هرگاه دو یا چند ماده طوری با یکدیگر مخلوط شوند که واکنش شیمیایی با یکدیگر نداشته باشند، چگالی مخلوط حاصل، از تقسیم جرم مجموع آن‌ها به حجم مجموعشان به دست می‌آید.

مثال ۴: فلزی به چگالی ρ و حجم V را با فلز دیگری به چگالی 4ρ و حجم $\frac{V}{4}$ مخلوط می‌کنیم. چگالی مخلوط حاصل برابر کدام یک از گزینه‌های زیر خواهد بود؟

۱) 4ρ ۲) $\frac{5}{8}\rho$ ۳) $\frac{\rho}{4}$ ۴) $\frac{8}{5}\rho$

پاسخ: نسبت مجموع جرم این دو فلز به مجموع حجم آن دو، چگالی مخلوط حاصل خواهد بود:

$$\rho_T = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$\rho_T = \frac{\rho V + 4\rho \times \frac{V}{4}}{V + \frac{V}{4}} = \frac{\rho V + \rho V}{\frac{5V}{4}} = \frac{8\rho V}{5V} = \frac{8}{5}\rho \Rightarrow \boxed{\rho_T = \frac{8}{5}\rho}$$

۴- فشار

فشار را به صورت اندازه‌ی نیرویی که به صورت عمود بر واحد سطح وارد می‌شود تعریف می‌کنند و آن را با P نمایش می‌دهند. برای محاسبه فشار از رابطه روبرو بهره خواهیم برد: $\boxed{P=\frac{F}{A}}$

در SI، نیرو(F) را بر حسب N، مساحت (A) را بر حسب m^2 **و فشار را بر حسب** N/m^2 **بیان می‌کنند.** N/m^2 **را پاسکال (Pa) هم می‌نامند.**

$$۱\,N/m^2 = ۱\,Pa$$

۴- ۱) فشار ناشی از جامدها

وقتی بحث از فشار در جامدها می‌شود، عموما منظور این است که فشار ناشی از وزن جامدها بر سطح تکیه گاه را بیابیم. یعنی کافی است وزن ماده ی جامد را بر مساحت سطح تماس آن تقسیم نماییم تا به فشار ناشی از جامد دست یابیم.

مثال ۵: یک مکعب مستطیل به جرم ۴ کیلوگرم و با ابعاد ۵ و ۴ و ۱۰سانتی متر را از مقطع کوچکتر روی سطح میز قرار داده‌ایم. فشار وارد بر میز چند پاسکال است؟

پاسخ:

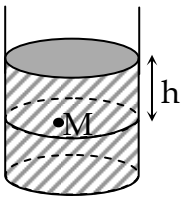
$$A = ۵\times۴\times۱۰^{-۴} = ۰/۰۰۲\,m^2$$

$$F = mg = ۴\times۱۰ = ۴۰N$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{۴۰}{۰/۰۰۲} = ۲\times۱۰^۴\,Pa$$

۴- ۲) فشار در مایع‌ها و فشار ناشی از مایع‌ها

۴- ۲- ۱) فشار در داخل مایع‌ها: فرض کنید بخواهیم در شکل روبه رو فشار در نقطه M را بیابیم. ظرف استوانه ای شکل حاوی مایعی است با چگالی ثابت ρ **و نقطه ی M در عمق h از مایع قرار دارد. یگانه فرمول فشاری که آموختیم، همان** $P=\frac{F}{A}$ **است که در این حالت F، وزن مایع بالای سر نقطه M است.**



وزن مایع بالای سر نقطه M را به صورت روبه رو محاسبه می‌کنیم:

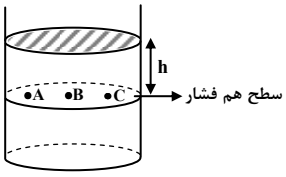
$$mg = \rho Vg = \rho Ahg$$

در رابطه فوق A مساحت مقطع ظرف و V حجم مایع بالای سر نقطه M است.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh \Rightarrow \boxed{P=\rho gh}$$

نکته: فشار در عمق h از یک مایع به شکل ظرف بستگی ندارد و تنها فاصله از سطح آزاد مایع برای محاسبه‌ی آن تعیین کننده است.

نکته: تمام نقاطی از یک مایع که در عمق یکسانی قرار دارند، دارای فشار یکسانی می‌باشند.



$$P_A = P_B = P_C$$

و هر چه عمق بیشتر گردد، فشار نیز بیشتر می‌شود.

سطح هم فشار به مجموعه نقاطی از یک مایع گفته می‌شود که در عمق معینی از سطح آزاد مایع قرار دارند و همگی دارای فشار یکسانی می‌باشند.

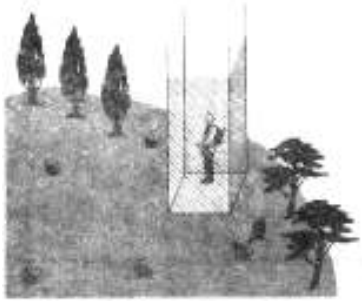
مثال ۶: در داخل یک تانکر حمل سوخت تا ارتفاع ۱۰ متری نفت می‌ریزیم. فشار در کف تانکر چند کیلو پاسکال است؟ $(\rho = ۹۰۰kg/m^3 \quad g = ۱۰N/kg)$

۱) ۹۰ ۲) ۴۵۰۰۰ ۳) ۹۰۰۰۰ ۴) ۴۵

$$P = \rho gh = ۹۰۰\times۱۰\times۱۰ = ۹۰۰۰۰pa \Rightarrow \boxed{P = ۹۰kpa}$$

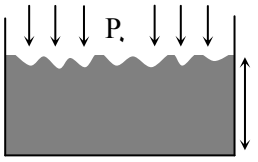
نکته: وقتی فشار در عمق خاصی از یک مایع را محاسبه نماییم، این تصور را نداشته باشید که این فشار تنها نیروی رو به پایین را بوجود می‌آورد. زیرا این فشار در آن نقطه از مایع بر تمامی جهات اثر می‌کند. چه رو به پایین و، چه رو به بالا و چه به اطراف فشار یکسانی را می‌توان در نظر گرفت.

* فشار هوا



هوا یا همان جو زمین کل فضای اطراف ما را فرا گرفته است و به خاطر وزنی که دارد، به تمام اشیای داخل خود فشار وارد می‌سازد. فشار هوا را با $P_{\circ}$ نشان می‌دهند و مقدار آن در سطح آب‌های آزاد تقریبا در حدود $10^5\,Pa$ است. این فشار در حقیقت ناشی وزن ستون هوایی است که به $1m^2$ از سطح زمین وارد می‌شود. بدیهی است اگر ارتفاع مکان مورد نظر روی سطح زمین تغییر کند، به خاطر تغییر اندازه وزن ستون هوای بالای سر آن نقطه، فشار هوا نیز تغییر خواهد کرد.

مثال ۷: مایعی به چگالی $14000\,kg/m^3$ در ظرفی مطابق شکل روبه رو قرار دارد. هرگاه فشار هوا $10^5\,pa$ باشد، فشار کل در کف ظرف چند پاسکال است؟ $(g=10N/kg)$



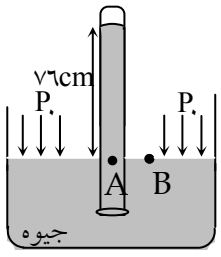
۱) 10^5 ۲) 5×10^5

۳) 6×10^5 ۴) 8×10^5

پاسخ: فشار کل عبارت است از فشار هوا به علاوه ی فشار ناشی از مایع در نقطه مورد نظر. توجه داشته باشید که فشار هوا عینا به تمام نقاط منتقل می‌شود. یعنی در هر نقطه از مایع که بخواهیم فشار کل را محاسبه کنیم، می‌بایست فشار هوا را با فشار ناشی از مایع در آن نقطه جمع نماییم.

$$P_{کل}=\rho gh+P_{\circ}=14000\times10\times5+10^5=700000+10^5$$
$$\Rightarrow P_{کل}=7\times10^5+10^5=8\times10^5\Rightarrow \boxed{P_{کل}=8\times10^5\,Pa}$$

* اندازه گیری فشار هوا



وقتی لوله ای را مانند شکل مقابل در داخل جیوه قرار دهید، جیوه در داخل لوله بالا خواهد رفت. تنها علت بالا رفتن جیوه در لوله فشار هوایی است که به سطح آزاد آن وارد می‌شود. کافی است این آزمایش را در خلاء انجام دهید تا از بالا رفتن جیوه در لوله هیچ خبری نباشد. هر گاه این آزمایش درکنارسطح دریا انجام گیرد، جیوه در لوله ۷۶ سانتی متر بالا خواهد رفت. حال با توجه به شکل می‌توانیم فشار هوا را محاسبه نماییم:

در شکل فوق فشار نقاط **A** و **B** یکسان است؛ (هر دو در یک سطح از مایع قرار دارند.) فشار در نقطه‌ی **B** تنها ناشی از فشار هواست و فشار در نقطه **A** تنها ناشی از ستون جیوه ی بالای سر آن است:

$$(\rho_{Hg}=13600\,kg/m^3)$$

$$\left.\begin{matrix}P_A=P_B\\P_B=P_{\circ}\end{matrix}\right\}\Rightarrow P_A=P_{\circ}$$

$$P_{\circ}=P_A=\rho gh=13600\times9/8\times0/76\approx1/01\times10^5\,Pa$$

این فشار یک اتمسفر (**atm** نامیده می‌شود. و مقدار آن برابر فشار ناشی از ستون جیوه ای به ارتفاع **۷۶ cm** است. خودبه خود در این بحث سانتی متر جیوه نیز به عنوان واحد دیگری از کمیت فشار معرفی می‌گردد.

$$1atm=76\,cmHg\simeq1/01\times10^5\,Pa$$

به طور کلی هرگاه بخواهیم بدانیم ارتفاع معینی از یک مایع معادل چه ارتفاعی از یک مایع دیگر است، از رابطه ی روبه رو بهره می‌بریم:

$$\boxed{\rho_1h_1=\rho_2h_2}$$

مثال ۸: هر گاه فشار هوا 10^5 پاسکال باشد، فشار کل در عمق ۴۰ متری آب دریا چند اتمسفر خواهد بود؟ **(g =۱۰ N/kg)**

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینه (۲). قرار است $P_{کل}$ را به دست آوریم.

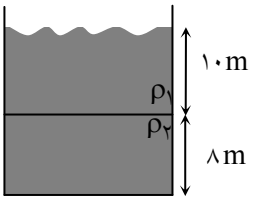
$$P_{کل}=P_{\circ}+\rho gh=10^5+1000\times10\times40=10^5+4\times10^5=5\times10^5$$
$$P_{کل}=5\times10^5\,Pa$$

می‌توانیم با تقریب هر 10^5 پاسکال را معادل **۱ atm** در نظر بگیریم: $\Rightarrow P_{کل}=5\times10^5\,Pa=5\,atm$

نکته: فشاری که به ازای هر ۱۰ متر پایین رفتن در آب حاصل می‌گردد، برابر $10^5\,pa$ یا همان **۱ atm** است.

$$1atm=10^5\,Pa=76cmHg=760mmHg$$

مثال ۹: در شکل مقابل فشار ناشی از دو مایع مخلوط نشدنی درکف ظرف چند سانتی متر جیوه است؟



$(\rho_1 = 3/4\,g/cm^3,\ \rho_2 = 5/1\,g/cm^3,\ g = 10N/kg)$

پاسخ:

راه حل اول: هرگاه بخواهید فشار در کف ظرف را بیابید، باید تمام ستون بالای سر آن نقطه را در نظر بگیرید. در این مثال هر نقطه در کف ظرف، دو نوع مایع بالای سر خود می‌بینند. پس می‌بایست فشار هر کدام را محاسبه و با هم جمع نماییم، یعنی در حالت کلی داریم:

$$P = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + \dots$$

و در این تست:

$$(\rho_1 = 3400\,kg/m^3,\ \rho_2 = 5100\,kg/m^3) \Rightarrow P_{کف} = 3400\times10\times10 + 5100\times10\times8 = 340000 + 408000 = 748000\,Pa$$

می‌دانیم:

$$1\,cmHg = 1360\,Pa \Rightarrow P = 748000\,Pa = \frac{748000}{1360} = 550 \Rightarrow \boxed{P_{کف} = 550\,cmHg}$$

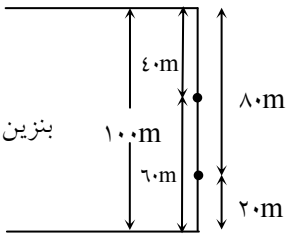
۴- ۲- ۲) فشار ناشی از مایع‌ها: مایع‌ها در داخل هر ظرفی که قرار داشته باشند، بر دیواره‌های آن ظرف و بر کف آن فشار وارد می‌سازند. این فشار ناشی از نیرویی است که به‌طور عمود بر دیواره و کف ظرف اثر می‌کند.

مثال ۱۰: درتانکر بنزین سربسته ای تا ارتفاع ۱۰۰ متر بنزین ریخته ایم. اگر دو سوراخ مشابه به مساحت $10cm^2$ در ارتفاع‌های ۲۰ و ۶۰ متری ایجاد کنیم، نسبت نیروی بنزین خروجی از سوراخ اول به نیروی بنزین خروجی از سوراخ دوم کدام است؟ ($g = 10N/kg$)

۱) $\frac{3}{2}$ **۲) ۲**

۳) ۱ ۴) بدون داشتن چگالی بنزین حل مساله امکان پذیر نیست.

پاسخ: فرمول مربوط به محاسبه نیرو در دو سوراخ را به دست می‌آوریم: (A_1 و A_2 مساحت دو سوراخ ایجاد شده می‌باشند.)

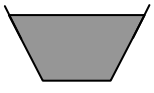


$$P_1 = \rho g h_1 \Rightarrow F_1 = \rho g h_1 A_1$$
$$P_2 = \rho g h_2 \Rightarrow F_2 = \rho g h_2 A_2$$
$$\Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\rho g h_1 A_1}{\rho g h_2 A_2} \xrightarrow{A_1 = A_2} \frac{F_1}{F_2} = \frac{h_1}{h_2} = \frac{80}{40} = 2 \Rightarrow \boxed{\frac{F_1}{F_2} = 2}$$

حتماً توجه کرده اید که h_1 و h_2 فاصله ی دو نقطه از سطح بالای بنزین هستند نه ارتفاع این دو نقطه از کف تانکر.

نکته: نیروی وارد بر سطوح (کف یا جداره‌ها) ظرف از طرف محتویات آن بستگی به شکل ظرف نداشته و تنها به ارتفاع مایع در ظرف و مساحت سطح مورد نظر بستگی دارد.

مثال ۱۱: هرگاه در هر یک از ظرف‌های زیر مایع یکسانی را تا ارتفاع یکسانی ریخته باشیم، گذاشتن کدام یک از ظرف‌های زیر بر روی ترازو، عدد بزرگ تری را نشان می‌دهد؟ (مساحت کف تمام ظرف‌ها یکسان است)

۱) 

۲)

۳)

۴) عدد ترازو برای هر سه ظرف یکسان است.

پاسخ: گزینه (۱) در حل این تست با مشکل تفکیک دو نیرو مواجه هستیم. نیروی اول ناشی از فشاری است که مایع بر کف ظرف خود وارد می‌کند و نیروی دوم وزن این مایع‌ها می‌باشد. ترازو نیروی وزن را نشان می‌دهد و طبیعی است که ظرف موجود در گزینه‌ی (۱) به خاطر داشتن میزان مایع بیشتر وزن بیشتری نیز دارد و جواب این تست می‌باشد.

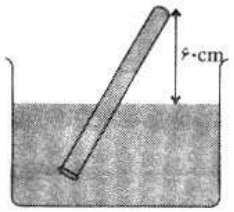
توجه: طبق نکته بالا نیروی وارد بر کف ظرف از طرف هر سه مایع، مقدار یکسانی است. بدان خاطر که ρ و h و A در هر سه ظرف مقدار یکسانی دارند.

***در ظرف‌هایی مانند گزینه ی (۱) همواره نیروی وزن بزرگ تر از نیروی وارد بر کف ظرف است.**

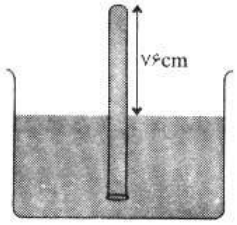
***درظرف‌هایی مانند گزینه ی (۲) نیروی وزن با نیروی وارد بر کف ظرف مساوی است.**

***در ظرف‌هایی مانند ظرف گزینه ی (۳) نیروی وزن کوچک‌تر از نیروی وارد بر کف ظرف است.**

مثال ۱۲: در شکل مقابل، هرگاه مساحت مقطع لوله $۱۰cm^۲$ باشد، نیروی وارد بر ته لوله چند نیوتن است؟ ($P_۰ = ۷۶cmHg$ و $g = ۱۰N/kg$)

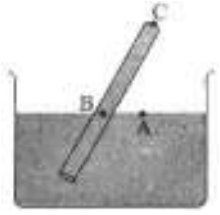


پاسخ: می‌دانید که در چنین حالتی به خاطر وجود فشار هوا، جیوه تمایل دارد تا ارتفاع ۷۶ سانتی متری لوله بالابرود. در مثال مطرح شده ته لوله در ارتفاع ۶۰ سانتی متری نگه داشته شده است. در این حالت جیوه ی داخل لوله نیرویی رو به بالا به ته لوله، وارد می‌سازد. زاویه لوله نسبت به سطح جیوه برای ما اهمیتی ندارد. تنها ارتفاع ته لوله از سطح جیوه مهم است. هر چند به سرعت می‌توان نتیجه گرفت که فشار در نقطه‌ی C اختلاف فشار ستون جیوه و فشار هواست؛ یعنی:



$$P_C = ۷۶cmHg - ۶۰cmHg = ۱۶cmHg$$

برای یافتن مقدارنیرو بر حسب نیوتن می‌بایست فشار نقطه C را بر حسب Pa به دست آوریم. داریم:

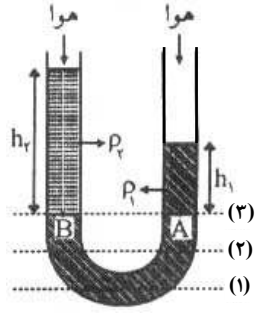


$$P_C = ۱۶cmHg = ۱۶ \times ۱۳۶۰ = ۲۱۷۶۰ \Rightarrow P_C = ۲۱۷۶۰Pa$$

$$F = P_C A = ۲۱۷۶۰ \times ۱۰ \times ۱۰^{-۴} \simeq ۲۱/۷ \Rightarrow \boxed{F \simeq ۲۱/۷N}$$

۴- ۲- ۳) تعادل مایع‌های مخلوط نشدنی در لوله U شکل:

می‌خواهیم در شکل مقابل رابطه‌ای میان $\rho_۱$ و $\rho_۲$ پیدا کنیم.



در قدم اول می‌بایست یک سطح هم فشار مناسب بیابیم. سه سطح هم فشار را در شکل معلوم کرده‌ایم.هر یک این سطوح شامل نقاطی از یک مایع هستند که در یک ارتفاع قرار دارند. معمولاً سطح هم فشاری بیشتر مورد نظر است که از محل تلاقی دو مایع عبور کرده باشد. پس سطح هم فشار خود را همان سطح (۳) در نظر می‌گیریم. نقاط A و B روی این سطح دارای فشار یکسانی هستند: $P_A = P_B$

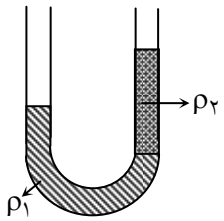
- نقطه‌ی A فشار خود را ناشی از مایع بالای سر خود و هوا می‌بیند. همین طور است برای نقطه‌ی B که فشار خود را ناشی از مایع بالای سر خود و هوا می‌بیند، یعنی داریم:

$$P_A = \rho_۱ g h_۱ + P_۰ \quad \text{و} \quad P_B = \rho_۲ g h_۲ + P_۰$$

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_۱ g h_۱ + P_۰ = \rho_۲ g h_۲ + P_۰$$

$$\Rightarrow \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲ \Rightarrow \boxed{\frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{h_۱}{h_۲}}$$

مثال ۱۳: در یک لوله‌ی U شکل، دو مایع مخلوط نشدنی به چگالی‌های $\rho_۱$ و $\rho_۲$ مطابق شکل وجود دارد. کدام گزینه درست است؟



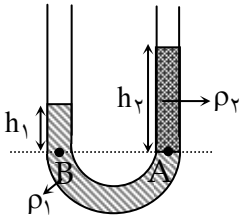
۱) $\rho_۱ > \rho_۲$

۲) $\rho_۲ \geq \rho_۱$

۳) $\rho_۱ \geq \rho_۲$

۴) $\rho_۲ > \rho_۱$

پاسخ: گزینه‌ی (۱). سطح هم فشار خود را در نظر گرفتیم. روابط را می‌نویسیم:



$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_۱ h_۱ = \rho_۲ h_۲$$

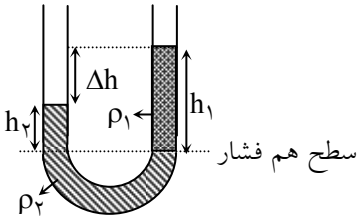
از روی شکل واضح است که $h_۲ > h_۱$ است، در نتیجه بدیهی است که $\boxed{\rho_۲ < \rho_۱}$

برداشت: در لوله‌های U شکل، در مورد دو مایع مخلوط ناشدنی در حال تعادل، مایعی که بالاتر قرار می‌گیرد، چگالی کم‌تری دارد.

مثال ۱۴: دو مایع با چگالی‌های $\rho_1 = 3400 kg/m^3$ $\rho_2 = 10200 kg/m^3$ در لوله‌ی U شکلی در حال تعادلند. هرگاه اختلاف ارتفاع دو مایع در دو شاخه‌ی لوله ۶ سانتی‌متر باشد، ارتفاع مایع اول در لوله چند سانتی‌متر است؟

۱) ۲ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۳

پاسخ: گزینه‌ی (۳) مایع با چگالی بیشتر، پایین‌تر قرار می‌گیرد.

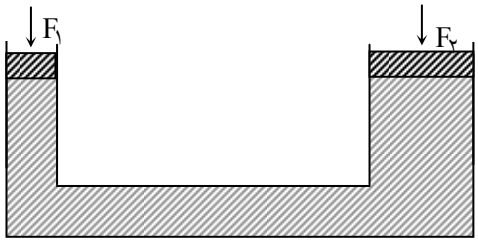


$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$
$$\Delta h = h_1 - h_2 = 6cm \Rightarrow h_2 = h_1 - 6$$
$$(\rho_1 = 3/4 g/cm^3 \ , \ \rho_2 = 10/2 g/cm^3)$$
$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 (h_1 - 6) \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_1 - 6\rho_2$$
$$\Rightarrow \rho_2 h_1 - \rho_1 h_1 = 6\rho_2 \Rightarrow h_1(\rho_2 - \rho_1) = 6\rho_2$$
$$\Rightarrow h_1 = \frac{6\rho_2}{\rho_2 - \rho_1} \Rightarrow h_1 = \frac{6 \times 10/2}{10/2 - 3/4} = 9 \ cm$$

۴- ۲- ۴) اصل پاسکال- بالابرهای هیدرولیکی:

اصل پاسکال: «در حالت تعادل، هر تغییری در فشار هر نقطه از یک سیال به طور یکنواخت به تمام نقاط آن سیال منتقل می‌شود.» این اصل بیشتر خود را در مایع‌ها نشان می‌دهد. انتقال فشار ناشی از تراکم پذیری اندک مایع‌هاست.

هر گاه فشار نقطه‌ای از یک مایع (سیال) در حال تعادل به اندازه‌ی ΔP افزایش یا کاهش یابد، فشار بقیه‌ی نقاط مایع (سیال) نیز به همان میزان افزایش یا کاهش پیدا خواهد کرد.



بالابر هیدرولیکی: بالابر هیدرولیکی نمودی از به کارگیری اصل پاسکال در صنعت است. امروزه بالابرهای هیدرولیکی بسیار فراوان مورد استفاده قرار می‌گیرند. اصول فیزیکی کار این بالابرها همان انتقال فشار بدون تغییر، در مایع‌ها است.

به پیستون کوچک‌تر نیروی F_1 را وارد می‌سازیم. در نتیجه فشار ایجاد شده توسط این پیستون به میزان $\frac{F_1}{A_1}$، به تمام نقاط مایع از جمله به زیر پیستون بزرگ‌تر منتقل می‌شود. برای رسیدن به تعادل، نیرویی مانند F_2 باید به پیستون بزرگ‌تر اثر کند تا فشار حاصل از آن با فشار پیستون کوچک‌تر برابر گردد، یعنی: $\boxed{\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}}$

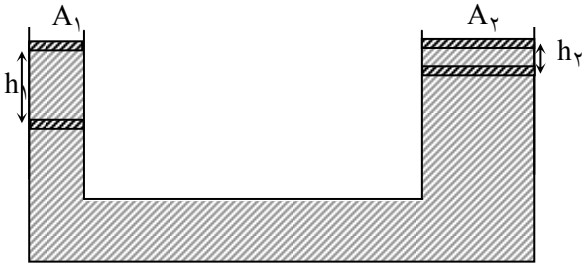
مثال ۱۵: در یک منگنه آبی قطر مقطع پیستون بزرگ ۱۰ برابر قطر مقطع پیستون کوچک است. اگر پیستون کوچک به مایع فشار وارد کند و ۴۰ سانتی‌متر درون استوانه جابه‌جا شود، پیستون بزرگ چند سانتی‌متر جا به جا خواهد شد؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۴ ۳) ۲/۵ ۴) ۴

پاسخ: طبق رابطه کلی داریم:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

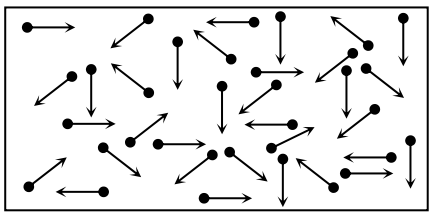
از طرفی حجم آب جابه‌جا شده در دو طرف منگنه آبی یکسان است.



$$V_1 = V_2$$
$$A_1 h_1 = A_2 h_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{h_2}{h_1}$$
$$A = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = (\frac{d_1}{d_2})^2$$
$$\Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = (\frac{d_2}{d_1})^2 = \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow (10)^2 = \frac{40}{h_2} \Rightarrow h_2 = 0/4 cm$$

ملاحظه می‌شود که پیستون بزرگ بسیار کمتر از پیستون کوچک جا به جا می‌شود.

۴- ۳) فشار در گازها



گازها نیز با وجود چگالی اندک خود، مانند مایع‌ها بر محفظه‌هایی که در آن قرار دارند و نیز بر اجسامی که داخل شان قرار می‌گیرند، فشار وارد می‌سازند. همان‌طور که هوا بر ما که داخل هوا قرار داریم، فشار وارد می‌سازد. هرگاه مقداری گاز در داخل فضای بسته‌ای قرار گرفته باشد، مولکول‌های گاز به مقدار فراوان با جداره‌های محفظه برخورد می‌کنند و همین برخوردها باعث اعمال نیرویی به جداره‌ها می‌شود. در حقیقت فشار گازها از برخورد مولکول‌های گاز با جداره‌ها یا اجسامی که درون گاز قرار دارند، به وجود می‌آید.

چگالی گازها بسیار اندک است. ناچیز بودن چگالی گازها دو نتیجه دارد:

اول این که نمی‌توان از فرمول ρgh برای محاسبه‌ی فشار گازها استفاده کرد. مقدار محاسبه شده از این روش برای فشار بسیار ناچیز بوده و قابل چشم‌پوشی است. در حقیقت وزن گازها ایجاد فشار نمی‌کند.

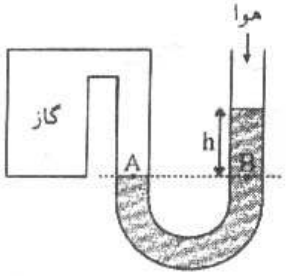
دوم این که تفاوت فشاری میان نقاط مختلف گاز وجود ندارد. در یک محفظه به خاطر ناچیز بودن ρ، زیاد یا کم شدن h تأثیری در مقدار فشار ندارد. به همین خاطر با تقریب خوب می‌توان تمام نقاط یک گاز را هم فشار در نظر گرفت. از این پس هر گاه صحبت از فشار گازی در یک محفظه نماییم، منظور مقدار متوسط فشاری است که در تمام نقاط آن به طور یکسان وجود دارد.

مثال ۱۶: یک گروه کوهنوردی تصمیم دارند تا قله‌ای ۱۵۰۰ متری را فتح نمایند. هرگاه فشار هوا در سطح زمین $76cmHg$ باشد، کوهنوردان چه تغییری را در فشار هوا برحسب پاسکال در نوک قله تجربه خواهند کرد؟ $(\rho_{هوا}=1/36\frac{kg}{m^3})$

۱) ۱۷۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰۴۰۰ ۴) ۲۰۴

پاسخ: $\Delta P=\rho g\Delta h=1/36\times10\times1500=20400Pa$

۴- ۳- ۱) فشار سنج- فشار پیمانه‌ای: برای محاسبه‌ی فشار گازها از فشار سنج استفاده می‌کنند. مطابق شکل مقابل بدیهی است که وقتی مایعی را درون لوله‌ی U شکلی ریخته باشیم، ارتفاع آن در دو شاخه یکسان خواهد بود. حال اگر یک شاخه از این لوله را به محفظه‌ی گازی متصل کنیم، اختلاف ارتفاعی میان سطوح مایع در دو شاخه پدید می‌آید که همین اختلاف ارتفاع، ناشی از فشار گاز می‌باشد. سطح هم فشار، روی شکل مشخص شده است و نقاط A و B هم فشارند. $P_A=P_B$



فشار نقطه‌ی A تنها ناشی از فشار گاز درون محفظه می‌باشد که آن را با P_g نمایش می‌دهیم. فشار در نقطه‌ی B نیز، ناشی از فشار ستون مایع بالای سر آن و فشار هوا می‌باشد:

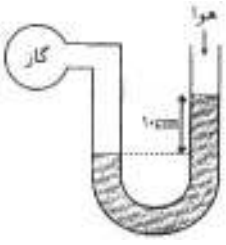
$$\left.\begin{matrix}P_A=P_g\\P_B=\rho gh+P_\circ\end{matrix}\right\}\Rightarrow P_g=P_\circ+\rho gh$$

(h همان تفاوت ارتفاع سطوح مایع در دو شاخه است.)

برای این که کار محاسبه‌ی فشار گازها آسان‌تر صورت گیرد، عبارت جدیدی تعریف می‌شود به نام فشار پیمانه‌ای که به صورت زیر تعریف می‌شود: «فشار پیمانه‌ای تفاضل فشار هوا و فشار گاز درون محفظه است.»؛ یعنی:

فشار پیمانه‌ای $=P_g-P_\circ=\rho gh$

مثال ۱۷: هرگاه در شکل مقابل چگالی مایع درون فشار سنج $1/7g/cm^3$ باشد، فشار گاز درون محفظه چند پاسکال است؟ $(g=10N/kg)$ و فشار هوا ۷۶ سانتی‌متر جیوه می‌باشد و $\rho_{Hg}=13600kg/m^3$.



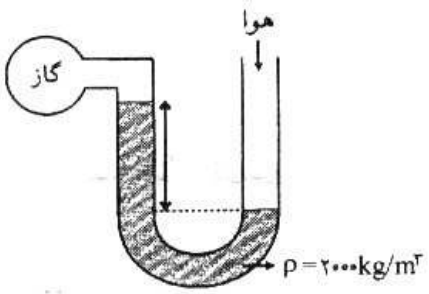
پاسخ:

$\rho=1/7g/cm^3=1700kg/m^3\ ,\ h=10cm=0/1m$

$P_g=P_\circ+\rho gh=0/76\times13600\times10+1700\times10\times0/1$

$P_g=105060Pa$

مثال ۱۸: با توجه به فشار سنج شکل مقابل، فشار گاز درون محفظه چند پاسکال می‌باشد؟ $(g = ۱۰N/kg \text{ و } P_{.} = ۱۰^{۵}Pa)$



۱) ۶×۱۰^{۴}

۲) $۱۰^{۵}$

۳) ۸×۱۰^{۴}

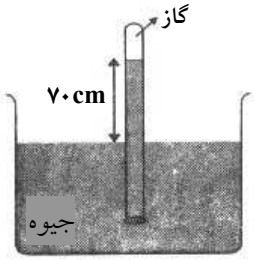
۴) ۱۲×۱۰^{۴}

نکته: هر گاه در فشار سنجی، ارتفاع مایع ستون چسبیده به محفظه‌ی گاز بالاتر از ارتفاع مایع ستون دیگر باشد، بدین معنی است که فشار گاز کم‌تر از فشار هواست و در این حالت داریم:

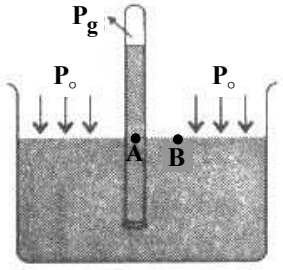
$$P_g = P_{\circ} - \rho gh$$

$$P_g = P_{\circ} - \rho gh = ۱۰^{۵} - ۲۰۰۰\times۱۰\times۲ = ۱۰\times۱۰^{۴} - ۴\times۱۰^{۴} \Rightarrow \boxed{P_g = ۶\times۱۰^{۴}Pa}$$

مثال ۱۹: در شکل مقابل، فشار گاز موجود در انتهای لوله چند سانتی‌متر جیوه است؟ $(P_{.} = ۷۵cmHg)$



پاسخ:



$$P_A = P_B$$

$$P_g + \rho gh = P_B = P_{\circ} \Rightarrow P_g = P_{\circ} - \rho gh$$

$$\Rightarrow P_g = ۷۵cmHg - ۷۰cmHg = ۵cmHg \Rightarrow \boxed{P_g = ۵cmHg}$$

فصل ۶: گرما و قانون گازها

۱- گرما

«دما کمیتی است نسبی و مقایسه‌ای برای تعیین میزان گرمی یا سردی یک جسم نسبت به گرمی یک جسم قرار دادی»

۱- ۱) دماسنجی: برای اندازه‌گیری دما، روش‌ها و ابزارهای متنوعی وجود دارد.به راه و روش اندازه‌گیری و تعین دما، دماسنجی می‌گوییم. اساس اندازه‌گیری دما مربوط به تغییر کمیت‌های دماسنجی است. کمیت‌های دماسنجی، کمیت‌هایی هستند که با تغییر آن‌ها می‌توان دمای یک جسم را اندازه‌گیری کرد. برخی از کمیت‌های دماسنجی عبارتند از: طول،حجم مایعات، رنگ، فشار گاز در حجم ثابت، مقاومت ویژه‌ی فلزات.

۱- ۲) دماسنج:به اسبابی که اندازه‌گیری دما توسط آن‌ها انجام می‌شود، دماسنج می‌گویند. اساس کار هر دماسنج بر پایه‌ی اندازه‌گیری تغییرات یکی از کمیت‌های دماسنجی است که متناسب با تغییر دما در آن دماسنج ظاهر می‌شود.

وقتی دماسنج را در مجاورت یک جسم قرار می‌دهیم، پس از مدتی دماسنج و آن جسم به تعادل گرمایی می‌رسند و دماسنج دمای تعادل را نشان می‌دهد. (اصل صفرم ترمودینامیک)

۱- ۲- ۱) مدرج کردن دماسنج‌ها: قبل از مدرج کردن دماسنج دو چیز را باید قرار داد کنیم: یکم: یک یا دو ثابت که به آن‌ها نقطه‌های ثابت دماسنجی می‌گویند. دوم: مقیاس (واحد)دما. ما در این جا فقط دو مقیاس درجه‌ی سلسیوس و کلوین را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

الف- مقیاس درجه‌ی سلسیوس $(^{\circ}C)$: در درجه‌بندی سلسیوس دمای ذوب یخ را در فشار یک اتمسفر، $(۱۰^{۵}Pa)$ صفر درجه‌ی سلسیوس (نقطه‌ی ثابت پایینی) و دمای بخار آب (خالص) در حال جوش در فشار یک اتمسفر را $۱۰۰^{\circ}C$ (نقطه‌ی ثابت بالایی) در نظر می‌گیریم. بین $۰^{\circ}C$ تا $۱۰۰^{\circ}C$ به صد قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم، هر قسمت بیانگر $۱^{\circ}C$ است.

نکته: شرایط ویژه‌ی مدرج کردن یک دماسنج معمولی بر اساس درجه‌بندی سلسیوس به شرح زیر است:
۱- یخ و آب باید خالص باشند (اگر یخ خالص نباشد، دمای ذوبش کاهش می‌یابد و اگر آب، ناخالص باشد دمای جوشش افزایش می‌یابد).

۲- فشار محیط باید $10^5\,Pa$ یا $1atm$ باشد (زیرا نقاط ذوب و جوش آب با تغییر فشار تغییر می‌یابند).

۳- برای تعیین دمای صفر درجه‌ی سلسیوس، مخزن دماسنج را در مخلوط یخ در حال ذوب قرار می‌دهیم و برای تعیین دمای صد درجه‌ی سلسیوس، مخزن دماسنج را در مجاورت بخار آب در حال جوش قرار می‌دهیم.

ب- مقیاس دمای مطلق (کلوین):در دستگاه بین‌المللی واحدها **(SI)** به جای سلسیوس، یکای دیگری به نام کلوین را به‌کار می‌برند و آن را با نماد **K** نمایش می‌دهند. دما برحسب کلوین را معمولاً با نماد **T** نشان می‌دهند. در درجه‌بندی کلوین مبدأ دماسنجی صفر مطلق است.

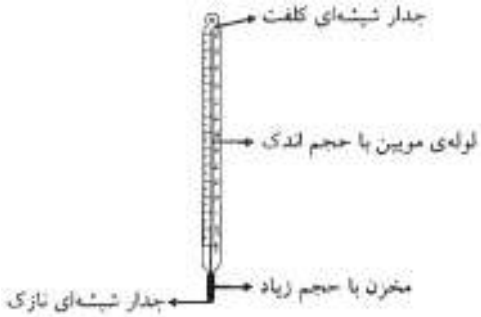
صفر کلوین (صفر مطلق) تقریباً برابر $-273^\circ C$ است و هر کلوین معادل یک درجه‌ی سلسیوس است؛ بدین ترتیب رابطه‌ی بین درجه‌بندی سلسیوس و کلوین به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\boxed{T(K)=\theta(^\circ C)+273}$$

تغییرات دما برحسب درجه‌ی سلسیوس معادل تغییرات دما برحسب کلوین است. این نکته را می‌توان به‌صورت تحلیلی نیز اثبات کرد، به شرح زیر:

$$\Delta T=T_2-T_1=(\theta_2+273)-(\theta_1+273)\Rightarrow \boxed{\Delta T(K)=\Delta\theta(^\circ C)}$$

۱- ۲- ۲) انواع دماسنج‌ها: می‌توان بر اساس هر یک از تغییراتی که در اثر تغییر دما بر روی کمیت‌های دماسنجی انجام می‌شود، دماسنج‌های متفاوتی ساخت. برخی از این دماسنج‌ها را به‌صورت زیر معرفی می‌کنیم:



الف- دماسنج معمولی (انبساطی):معمول‌ترین نوع دماسنج است که بر اساس انبساط و انقباض ماده در اثر تغییر دما (تغییرات حجم مایع درون مخزن در اثر تغییر دما) ساخته می‌شود. دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی از این نوع هستند.

ساختمان این دماسنج در شکل مقابل به تصویر کشیده شده است. برای اندازه‌گیری دمای یک جسم مخزن دماسنج را در تماس کامل با جسم قرار می‌دهیم و مدتی (حدود دو الی سه دقیقه) صبر می‌کنیم تا ارتفاع مایع در لوله‌ی دماسنج ثابت بماند. عددی که در مقابل سطح مایع در لوله ثبت می‌شود را می‌خوانیم. این عدد دمای آن جسم را نشان می‌دهد.

نکته: محدوده‌ی عمل کرد دماسنج‌های معمولی را نقطه‌ی انجماد و جوش مایع به‌کار رفته در دماسنج تعیین می‌کند. این محدوده‌ها برای دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی مطابق جدول زیر است:

مایع	نقطه‌ی جوش $(^\circ C)$	نقطه‌ی ذوب $(^\circ C)$
جیوه	۳۵۷	-39
الکل	۷۸	-115

پ- دماسنج (تب‌سنج) پزشکی: این دماسنج از نوع دماسنج‌های جیوه‌ای است که بین ۳۵ تا ۴۲ درجه‌ی سلسیوس مدرج شده است. بالای مخزن جیوه‌ی آن خمیدگی باریکی وجود دارد تا جیوه‌ی درون آن پس از جدا شدن دماسنج از بدن به‌سرعت به مخزن بازنگردد.

۲- تعبیر مولکولی دما و انرژی دورنی

با توجه به مدل ذره‌ای ماده، مولکول‌های تشکیل دهنده‌ی ماده دائماً در حال حرکت و جنبش هستند. این ذرات به علت موقعیت مکانی نسبت به وضع تعادلشان، دارای انرژی پتانسیل و به سبب حرکت‌شان دارای انرژی جنبشی‌اند. بنابه تعریف «مجموع انرژی‌های پتانسیل و جنبشی تمام مولکول‌های یک جسم را انرژی دورنی گویند.»و باید توجه داشت که در تغییر فاز، با وجود آن‌که انرژی درونی جسم تغییر می‌کند، دمای جسم و انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های آن تغییر نمی‌کنند و ثابت می‌مانند که در ادامه در این زمینه بیشتر بحث خواهیم کرد. اکنون ما می‌دانیم «بین دمای جسم و انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های جسم، رابطه‌ای وجود دارد.»

«دمای مطلق هر جسم، متناسب با انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های تشکیل دهنده‌ی آن جسم است».

۳- گرما

«گرما مقدار انرژی‌ای است که به‌دلیل اختلاف دما، بین یک جسم و جسم دیگری که با آن در تماس است، مبادله می‌شود.»

گرما نوعی انرژی است. بنابراین یکای آن در **SI**، ژول **(J)** است و همان‌طور که می‌دانید این کمیت را با نماد **Q** نشان می‌دهند.

نکته:در شرایط معمولی گرما از جسم گرم‌تر (با دمای بالاتر) به جسم سردتر (با دمای پایین‌تر) منتقل می‌شود.

انتقال خودبه‌خودی گرما به جرم‌های دو جسم بستگی ندارد. به‌عبارت دیگر انتقال خودبه‌خودی گرما به اختلاف انرژی جنبشی متوسط ذرات تشکیل دهنده‌ی دو جسم یا چند جسمی که با هم در تماس‌اند، وابسته است.

۴- تأثیر گرما بر اجسام

گرما به دو گونه بر روی اجسام تأثیرگذار است. جابه‌جایی آن میان مواد می‌تواند باعث «تغییر دما» یا «تغییر فاز (حالت)» جسم گیرنده‌ی گرما (یا جسم دهنده‌ی گرما) شود.

۴- ۱) تأثیر گرما بر دمای اجسام:

مقدار گرمای لازم برای تغییر دمایی معین در یک جسم با عوامل زیر رابطه‌ی مستقیم دارد:

الف- جرم جسم (m): هر چه جرم جسمی بیشتر باشد، برای تغییر دمای آن، گرمای بیشتری مورد نیاز است.

ب- گرمای ویژه: برای ایجاد یک تغییر معین در دمای جسم‌های هم جرم و غیر هم جنس به مقدارهای متفاوتی گرما نیاز است؛ لذا برای هر ماده‌ای کمیتی به نام گرمای ویژه (c) به‌صورت زیر تعریف می‌شود که به جنس جسم بستگی دارد:

«گرمای ویژه‌ی هر جسم مقدار گرمایی است که اگر به یک کیلوگرم از جسم داده شود، دمای آن را یک درجه‌ی سلسیوس (یا یک کلوین) بالا می‌برد.»

$$\boxed{Q = mc\Delta\theta = mc\Delta T}$$

با توجه به رابطه‌ی فوق یکای گرمای ویژه (c) در SI،ژول برکیلوگرم کلوین $(\frac{J}{kgK})$ **است. یک** $\frac{J}{kgK}$ **معادل یک** $\frac{J}{kg^\circ C}$ **هم هست.**

مثال ۱: یک قطعه‌ی ۲۰۰ گرمی از فولاد را که دمای آن $150^\circ C$ **است، در یک ظرف آب سرد می‌اندازیم و دمای آن به** $50^\circ C$ **می‌رسد. گرمای مبادله شده چند ژول است؟** $(c_{\text{فولاد}} = 420 J/kg^\circ C)$

پاسخ:

$$Q = mc(\theta_2 - \theta_1) = 0/2 \times 420(50-150) = 84 \times (-100) = -8400J$$

برداشت: علامت $\Delta\theta$ **تعیین کننده‌ی علامت Q است. ملاحظه بفرمایید:**

جسم گرما گرفته است. $\Leftrightarrow Q>0 \Leftrightarrow \Delta\theta>0 \Leftrightarrow$ **دمای جسم بالا رفته است.**

جسم گرم از دست داده است. $\Leftrightarrow Q<0 \Leftrightarrow \Delta\theta<0 \Leftrightarrow$ **دمای جسم پایین آمده است.**

مثال ۲: یک گرمکن الکتریکی با توان $150W$ **را در تماس با** $2kg$ **آلومینیم قرار می‌دهیم. اگر این گرمکن ۴ دقیقه روشن باشد و دمای اولیه‌ی آلومینیم** $10^\circ C$ **باشد، دمای نهایی آن چند کلوین است؟** $(c_{Al} = 900 J/kgK)$ **و فرض کنید تمام گرمایی که گرمکن تولید می‌کند، به آلومینیم منتقل می‌شود.)**

۱) ۲۹۳ ۲) ۳۰۳ ۳) ۳۴۸ ۴) ۲۸۳

پاسخ:

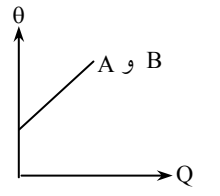
$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt = 150 \times 240J$$

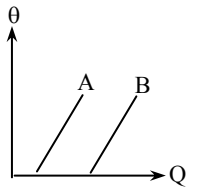
$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{mc} = \frac{\cancel{50} \times 240}{2 \times \cancel{90}} = \frac{240}{12} = 20^\circ C$$

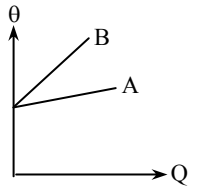
$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow 20 = \theta_2 - 10 \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ C$$

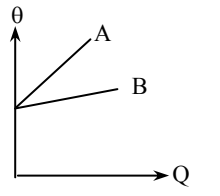
$$T_2 = \theta_2 + 273 \Rightarrow T_2 = 30 + 273 \Rightarrow \boxed{T_2 = 303K}$$

مثال ۳: به دو گلوله‌ی فلزی A و B که جرم و دمای آن‌ها یکسان است، جداگانه و به کندی در هر ثانیه به مقدار مساوی گرما می‌دهیم. اگر $c_A > c_B$ **باشد، کدام یک ازنمودارهای زیر تغییرات دمای آن‌ها را برحسب گرمایی که به آن‌ها داده می‌شود، درست نشان می‌دهد؟**

۱)


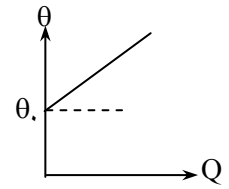
۲)


۳)


۴)


پاسخ: مطابق رابطه‌ی $Q = mc\Delta\theta$ **نتیجه می‌گیریم،** $\Delta\theta = \frac{1}{mc}\Delta Q$**. یعنی نمودار** θ **برحسب Q خطی است راست که شیب آن برابر** $\frac{1}{mc}$ **است. به‌صورت زیر:**

$$\text{شیب نمودار} = \frac{1}{mc}$$



با توجه به این‌که $c_A > c_B$ **است؛ لذا شیب نمودار A کمتر از نمودار B خواهد بود، پس گزینه‌ی (۳) پاسخ درست این تست خواهد بود.**

۴- ۱- ۱) تعادل گرمایی- دمای تعادل

گفتیم علت شارش گرما بین دو جسم که با هم در تماسند، فقط و فقط این است که دمای دو جسم برابر نیست و تبادل خودبه‌خودی گرما باعث می‌شود تا دمای دو جسم به یکدیگر نزدیک شود. این تبادل گرما تا وقتی که دمای دو جسم برابر شود ادامه دارد. در چنین وضعیتی می‌گوییم دو جسم به «تعادل گرمایی» رسیده‌اند و در این حالت دمای مشترک را «دمای تعادل»گویند.

در پدیده‌ی تعادل گرمایی مقدار گرمایی که جسم گرم‌تر از دست می‌دهد (Q) تا به تعادل گرمایی برسد همان مقدار گرمایی است که جسم سردتر (Q') دریافت می‌کند، یعنی داریم:

اندازه‌ی گرمای گرفته شده توسط جسم با دمای پایین‌تر (Q') = اندازه‌ی گرمای داده شده توسط جسم با دمای بالاتر (Q)

$$|Q| = Q'$$

با توجه به این‌که دمای جسم گرم‌ترکاهش یافته است، بدون شک باید $Q<0$ باشد ولی دمای جسم سردتر افزایش یافته است، بنابراین $Q'>0$ است؛ بدین ترتیب می‌توان گفت: «جمع جبری گرمای مبادله شده بین دو جسمی که به تعادل گرمایی رسیده‌اند، برابر صفر است.» یعنی داریم:

$$Q + Q' = 0$$

نکته: تعادل گرمایی فقط به دو جسم محدود نمی‌شود. اگر دو یا چند جسم با هم تبادل گرمایی داشته باشند و هیچ گرمایی تلف نشود، پس از تعادل گرمایی خواهیم داشت:

$$\sum_{i=1}^{n} Q_i = Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_n = 0$$

مثال ۴: قطعه فلزی به جرم $400g$ و دمای $90^\circ C$ را داخل $500g$ آب $2^\circ C$ قرار می‌دهیم. اگر تبادل گرما فقط بین آب و فلز صورت گیرد، دمای تعادل آن‌ها چند درجه‌ی سلسیوس است؟ ($c_{فلز} = 500 J/kg^\circ C$ و $c_{آب} = 4200 J/kg^\circ C$)

پاسخ:

$$\text{فلز}\begin{cases} m_1 = 400g = 0/4kg \\ \theta_1 = 90^\circ C \\ c_1 = 500 J/kg^\circ C \end{cases} \qquad \text{آب}\begin{cases} m_2 = 500g = 0/5kg \\ \theta_2 = 2^\circ C \\ c_2 = 4200 J/kg^\circ C \end{cases}$$

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1c_1(\theta_e - \theta_1) + m_2c_2(\theta_e - \theta_2) = 0 \Rightarrow 0/4 \times 500(\theta_e - 90) + 0/5 \times 4200(\theta_e - 2) = 0$$

$$200\theta_e - 18000 + 2100\theta_e - 4200 = 0 \Rightarrow \theta_e = \frac{22200}{2300} \Rightarrow \theta_e = \frac{222}{23} \simeq 9/6^\circ C$$

به‌طور کلی هرگاه دو یا چند جسم با دماهای متفاوت در مجاورت هم قرار گرفته و به تعادل گرمایی برسند (و تغییر فیزیکی یا گذار فاز نداشته باشند)، دمای تعادل (θ_e) را می‌توان به کمک رابطه‌ی زیر محاسبه کرد:

$$\theta_e = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2 + m_3c_3\theta_3 + \ldots}{m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3 + \ldots} = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_ic_i\theta_i}{\sum_{i=1}^{n} m_ic_i}$$

حالت خاص (۱): اگر تبادل گرمایی بین دو یا چند جسم با دماهای اولیه‌ی متفاوت ولی از یک جنس انجام شود، در این صورت رابطه‌ی بالا به‌صورت زیر در خواهد آمد:

$$\theta_e = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i\theta_i}{\sum_{i=1}^{n} m_i}$$

حالت خاص (۲): اگر تبادل گرما بین دو یا چند جسم که جرم‌شان یکسان است و فقط دماهای اولیه‌شان متفاوت است، انجام شود، رابطه‌ی بالا به‌صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$\theta_e = \frac{\sum_{i=1}^{n} \theta_i}{n}$$

یعنی در واقع در این حالت یک عملیات میانگین‌گیری بین θ_iها (دماهای اولیه) باید انجام داد.

۴- ۱- ۲) ظرفیت گرمایی

ظرفیت گرمایی مقدار معینی از یک ماده، برابر است با گرمای لازم، برای آن‌که دمای آن ماده را یک درجه‌ی سلسیوس افزایش دهد، بدون آن‌که تغییر شیمیایی یا تغییر حالت فیزیکی در آن ماده ایجاد شود. می‌توان رابطه‌ی بین ظرفیت گرمایی و گرمای ویژه را به‌صورت زیر بیان کرد:

$$\boxed{A = mc}$$

در رابطه‌ی بالا، c گرمای ویژه، m جرم جسم و A ظرفیت گرمایی آن است که یکای آن در SI، J/K است. می‌دانید $\frac{J}{K}$ معادل $\frac{J}{^\circ C}$ است.

نکته: هرگاه به دو جسم با ظرفیت گرمایی متفاوت، گرمای یکسانی داده شود، جسمی که ظرفیت گرمایی بیشتری دارد، تغییر دمای آن کم‌تر خواهد بود.

$$\left.\begin{matrix} A_1 > A_2 \\ Q_1 = Q_2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta\theta_1 < \Delta\theta_2$$

مثال ۵: ۲/۵ کیلوگرم از مایعی به گرمای ویژه‌ی $400\,J/kg^\circ C$ درون گرماسنجی قرار دارد و دمای مجموعه‌ی آن‌ها $40^\circ C$ است. در چنین شرایطی $0/5\,kg$ از فلزی به گرمای ویژه‌ی $1000\,J/kg^\circ C$ و دمای $200^\circ C$ درون گرماسنج قرار می‌دهیم. اگر دمای مجموعه پس از تعادل $80^\circ C$ شود، ظرفیت گرمایی گرماسنج در SI کدام است؟

۱) $500\,J/kg^\circ C$ **۲)** $500\,J/^\circ C$ **۳)** $2000\,J/kg^\circ C$ **۴)** $2000\,J/^\circ C$

پاسخ: در این تست با سه جسم مواجه هستیم که به تعادل گرمایی می‌رسند.

$$\text{مایع}\begin{cases} m_1 = 2/5\,kg \\ \theta_1 = 40^\circ C \\ c_1 = 400\,J/kg^\circ C \end{cases} \quad \text{گرماسنج}\begin{cases} m_2 = ? \\ \theta_2 = 40^\circ C \\ c_2 = ? \end{cases} \quad \text{فلز}\begin{cases} m_3 = 0/5\,kg \\ \theta_3 = 200^\circ C \\ c_3 = 1000\,J/kg^\circ C \end{cases}$$

$$\theta_e = 80^\circ C$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow m_1c_1(\theta_e - \theta_1) + m_2c_2(\theta_e - \theta_2) + m_3c_3(\theta_e - \theta_3) = 0$$

$$2/5 \times 400(80-40) + m_2c_2(80-40) + 0/5 \times 1000(80-200) = 0$$

$$40000 + 40m_2c_2 - 60000 = 0 \Rightarrow 40m_2c_2 = 20000 \Rightarrow m_2c_2 = 500\,J/^\circ C$$

$$\boxed{A_2 = m_2c_2 = 500\,J/^\circ C}$$

۴- ۲) تغییر فاز

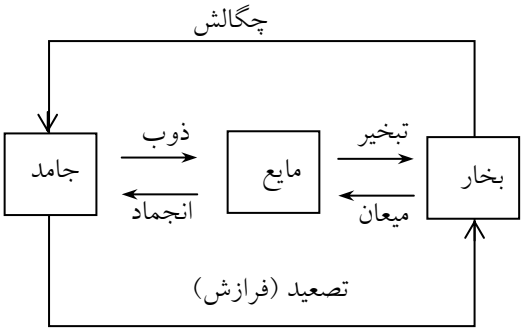
وقتی به جسمی گرما می‌دهیم، اگر دمایش ثابت بماند حتماً اتفاق دیگری در شرف وقوع است. این اتفاق چیزی نیست جز گذار فاز یا تغییر حالت ماده.

نکته: در فشار ثابت، گذار فاز در یک دمای معین رخ می‌دهد. به این دمای ثابت، دمای گذار می‌گویند. بنابراین می‌توانیم بگوییم در فشار ثابت اگر به جسمی گرما دهیم و

الف) $\Delta T = 0$ **باشد، جسم در حال تغییر حالت است.**

ب) $\Delta T \neq 0$ **باشد، حالت جسم تغییر نمی‌کند.**

نکته: تغییر حالت (گذار فاز) در هر مورد با نام مشخص، شناخته می‌شوند.



۴- ۲- ۱) ذوب

ذوب یک فرایند گذار فاز است که سبب تبدیل ماده از فاز جامد به فاز مایع می‌شود. امکان ندارد که جسم جامد در فشار ثابت بدون دریافت گرما، ذوب شده و به مایع تبدیل شود، بدین ترتیب ذوب، یک فرایند گرماگیر است.

عمل ذوب در فشار ثابت، در دمای معینی (که در تمام مدت انجام این فرایند ثابت می‌ماند) به نام «نقطه‌ی ذوب» یا «دمای ذوب» انجام می‌گیرد.

اینک دو تعریف مهم پیش‌رو داریم:

گرمای نهان ویژه‌ی ذوب (L_F): به مقدار گرمایی که به $1kg$ از جسم جامد می‌دهیم تا در دمای ثابت (نقطه‌ی ذوب) به‌طور کامل به مایع تبدیل شود، گرمای نهان ویژه‌ی ذوب می‌گویند. یکای گرمای نهان ویژه‌ی ذوب در SI ژول بر کیلوگرم $(\frac{J}{kg})$ است.

گرمای نهان ذوب (Q_F): به مقدار گرمایی که به تمام جرم جسم جامد می‌دهیم تا در دمای ثابت (نقطه‌ی ذوب) به‌طور کامل به مایع تبدیل شود، گرمای نهان ذوب گویند.

با مقایسه‌ی این دو تعریف می‌توانیم رابطه‌ی زیر را کشف کنیم:

$$\boxed{Q_F = mL_F}$$

نقطه‌ی ذوب و گرمای نهان ویژه‌ی ذوب از ویژگی‌های منحصر به فرد می‌باشند؛ یعنی هر ماده نقطه‌ی ذوب و گرمای نهان ویژه‌ی ذوب خاص خود را دارد.

نکته: دمای ذوب به دو عامل «جنس جسم» و «فشار وارد بر آن» بستگی دارد. افزایش فشار وارد بر جسم باعث بالا رفتن نقطه‌ی ذوب اکثر اجسام می‌شود.

توجه: ناخالصی باعث پایین رفتن نقطه‌ی ذوب می‌شود. یخ خالص در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس ذوب می‌شود؛ در حالی که یخی که از آب نمک به‌وجود آمده است، در دمای $-۱۸^\circ C$ ذوب می‌شود.

نکته: فرایند ذوب اغلب باعث افزایش حجم می‌شود. افزایش فشار بر یخ، نقره، چدن و بیسموت باعث پایین آمدن نقطه‌ی ذوب آن‌ها می‌شود. یخ، نقره، چدن و بیسموت وقتی ذوب می‌شوند، حجمشان کاهش می‌یابد.

دیدید که فرایند انجماد وارون ذوب است؛ یعنی اگر از مایعی در نقطه‌ی انجماد (که همان نقطه‌ی ذوب است) گرما بگیریم، به جامد تبدیل می‌شود. گرمای نهان ویژه‌ی انجماد منفی گرمای نهان ویژه‌ی ذوب است. رابطه‌ی زیر نشان می‌دهد که فرایند انجماد یک فرایند گرمازاست:

$$Q_{\text{انجماد}} = -mL_F$$

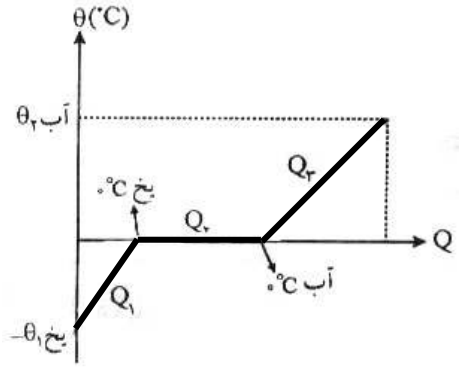
مثال ۶: جسمی پس از ذوب ازدیاد حجم پیدا می‌کند. افزایش فشار وارد بر جسم باعث می‌شود که نقطه‌ی ذوب آن.....

۱) بالا برود **۲) پایین بیاید.**

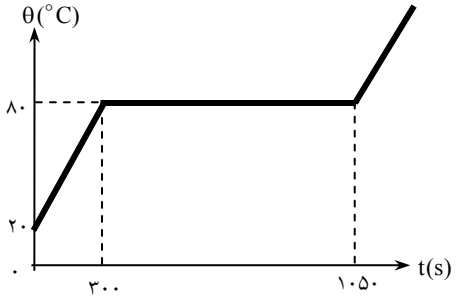
۳) تافشار معینی بالا رود و سپس پایین بیاید. **۴) ثابت باقی بماند.**

پاسخ: با توجه به مطالب گفته شده در بالا گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

نکته: نمودار تغییرات دمای یخ $-\theta_1{}^\circ C$ تا وقتی که به آب $\theta_2{}^\circ C$ تبدیل می‌شود، برحسب گرمای داده شده به آن مطابق شکل زیر است.



مثال ۷: به یک جسم جامد ۲ کیلوگرمی توسط یک گرمکن ۲۰۰ واتی گرما می‌دهیم. نمودار تغییرات دمای این جسم با زمان مطابق شکل روبه‌رو است. با استفاده از این نمودار گرمای ویژه‌ی جامدو گرمای نهان ویژه‌ی ذوب آن را محاسبه کنید.



پاسخ: از نمودار فوق واضح است که جسم تا لحظه‌ی $۳۰۰s$ جامد است و با در نظر گرفتن تعریف توان گرمایی داریم:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{mc\Delta\theta}{t} \Rightarrow ۲۰۰ = \frac{۲\times c(۸۰-۲۰)}{۳۰۰} \Rightarrow \boxed{c = ۵۰۰ J/kg^\circ C}$$

از روی نمودار می‌توان گفت در لحظه‌ی $۳۰۰s$ جسم جامد به نقطه‌ی ذوب می‌رسد و از این لحظه به بعد با گرفتن گرما دمایش در $۸۰^\circ C$ ثابت می‌ماند. در بازه‌ی زمانی $۳۰۰s$ تا $۱۰۵۰s$ تغییر حالت داده و به مایع $۸۰^\circ C$ تبدیل می‌شود. نهایت داریم:

$$P = \frac{Q_t}{\Delta_t} \Rightarrow P = \frac{mL_F}{\Delta t} \Rightarrow ۲۰۰ = \frac{۲\times L_F}{۷۵۰} \Rightarrow \boxed{L_F = ۷/۵\times ۱۰^۴ J/kg}$$

نکته: اگر قطعه یخی بادمای $۰^\circ C$ و به جرم m' را داخل مقداری آب به جرم m و دمای θ بیاندازیم، برای تعیین دمای تعادل به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$Q = Q_{\text{آب}} = mc(\theta - ۰) = mc\theta$$

آب Q مقدار گرمایی است که آب از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل شود.

$$Q' = Q_{\text{یخ}} = m'L_F$$

یخ Q مقدار گرمایی است که یخ لازم دارد تا تماماً ذوب شود.

حالا مسئله را روی سه وضعیت بررسی می‌کنیم:

۱- $Q_{\text{یخ}} < Q_{\text{آب}}$ باشد: در این شرایط تمام یخ، ذوب شده و دمای تعادل (θ_e) بیش از صفر درجه‌ی سلسیوس است و رابطه‌ی زیر همواره بر قرار است:

$$mc_{\text{آب}}(\theta_e - \theta) + m'L_F + m'c_{\text{آب}}(\theta_e - ۰) = ۰$$

۲- $Q_{\text{یخ}} = Q_{\text{آب}}$ باشد:در این صورت تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل نیز صفر درجه‌ی سلسیوس است.

۳- $Q_{\text{یخ}} > Q_{\text{آب}}$ باشد: در این شرایط مقداری از یخ ذوب شده و مقداری باقی می‌ماند و در نهایت دمای تعادل مخلوط آب و یخ، صفر درجه‌ی سلسیوس خواهد بود. در این صورت داریم:

$$mc_{\text{آب}}\,\theta = m''L_F$$

در رابطه‌ی بالا m'' جرم یخ ذوب شده است. در این وضعیت داریم:

(جرم یخ ذوب- جرم یخ اولیه) $= m' - m''$ جرم یخ باقی مانده

(جرم یخ ذوب شده + جرم آب اولیه) $= m' + m''$ جرم آب در ظرف پس از تعادل

مثال ۸: ۵۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس را با ۲۰۰g آب $۲۰^\circ C$ در ظرفی عایق قرار می‌دهیم. پس از رسیدن به تعادل گرمایی..... (از تبادل گرما با محیط صرف‌نظر کنید؛ $c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ J/kg^\circ C$ و $L_F = ۳/۴\times۱۰^۵ J/kg$)

۱) دمای تعادل بالاتر از صفر درجه‌ی سلسیوس است.
۲) دمای تعادل پایین‌تر از صفر درجه‌ی سلسیوس است.
۳) دمای تعادل برابر صفر درجه‌ی سلسیوس است.
۴) درباره‌ی دمای تعادل نمی‌توان اظهار نظر قطعی نمود.

پاسخ:

$$mc_{\text{آب}}(\theta_e - \theta) + m'L_F + m'c_{\text{آب}}(\theta_e - ۰) = ۰$$

$$\theta_e = \frac{mc_{\text{آب}}\,\theta - m'L_F}{(m+m')c_{\text{آب}}} = \frac{(۰/۲\times۴۲۰۰\times۲۰) - (۰/۰۵\times۳/۴\times۱۰^۵)}{(۰/۲+۰/۰۵)\times۴۲۰۰} = \frac{۱۶۸۰۰ - ۱۷۰۰۰}{۱۰۵۰} < ۰$$

ملاحظه می‌فرمایید که $\theta_e < ۰$ است؛ یعنی دمای تعادل صفر درجه‌ی سلسیوس است و فقط قسمتی از یخ ذوب شده است. همین‌جا می‌توانیم گزینه‌ی درست تست را تشخیص دهیم یعنی گزینه‌ی (۳). ولی بد نیست جرم یخ ذوب شده را حساب کنیم:

$$m'' = \frac{mc\theta}{L_F} = \frac{۱۶۸۰۰}{۳/۴\times۱۰^۵} \simeq ۰/۰۴kg$$

$m'' = ۴۰g$ جرم یخ ذوب شده

مثال ۹: گرماسنجی محتوی مقداری آب $۱۲^\circ C$ است. ۲۰۰ گرم یخ صفر درجه‌ی سلسیوس وارد آن می‌کنیم؛ دمای تعادل $۴^\circ C$ می‌شود. اگر گرمای نهان ویژه‌ی ذوب یخ $۳۳۶ kJ/kg$ و گرمای ویژه‌ی آب $۴/۲ kJ/kg^\circ C$ باشد ظرفیت گرمایی گرماسنج و آب درون آن چند ژول بر درجه‌ی سلسیوس است؟

۱) ۸۸۲۰ ۲) ۶۷۲۰ ۳) ۷۰۵۶ ۴) ۸۸۰۰

پاسخ: دمای آب و گرماسنج در ابتدا $۱۲^\circ C$ است و پس از تعادل هر دوی آن‌ها به $۴^\circ C$ می‌رسد. اگر ظرفیت گرمایی آب و گرماسنج را با A نشان دهیم، مقدار گرمایی که از دست می‌دهند برابر $A\Delta\theta$ خواهد بود در این‌جا داریم:

$$A = m_{\text{آب}}c_{\text{آب}} + m_{\text{گرماسنج}}c_{\text{گرماسنج}}$$ (ظرفیت گرمایی آب و گرماسنج)

در این مرحله فرایندهای انجام گرفته را تعیین می‌کنیم:

$$۰^\circ C \text{ یخ} \xrightarrow{Q_۱} ۰^\circ C \text{ آب} \xrightarrow{Q_۲} ۴^\circ C \text{ آب}$$

$$۱۲^\circ C \text{ آب و گرماسنج} \xrightarrow{Q_۳} ۴^\circ C \text{ آب و گرماسنج}$$

حالا با توجه به قانون تعادل گرمایی می‌توانیم بنویسیم:

$$\sum Q = ۰ \Rightarrow Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ = ۰ \Rightarrow m_{\text{یخ}}L_F + m_{\text{یخ}}c_{\text{آب}}\Delta\theta = A\Delta\theta'$$

$$\Rightarrow ۰/۲\times۳۳۶ + ۰/۲\times۴/۲\times۴ = A\times(۱۲-۴) \Rightarrow A = ۸/۸۲ kJ/^\circ C \Rightarrow \boxed{A = ۸۸۲۰ J/^\circ C}$$

۴-۲-۲) جوشیدن و تبخیر ناشی از آن

تبخیر ناشی از جوشیدن یک فرایند گرماگیر است که طی آن یک مایع در دمای معین (نقطه‌ی جوش) با گرفتن گرما به بخار همان مایع تبدیل می‌شود. نقطه‌ی جوش هر مایع به جنس آن و فشار وارد بر آن بستگی دارد.

گرمای نهان ویژه‌ی تبخیر (L_V): به مقدار گرمایی که به $1kg$ از جسم مایع می‌دهیم تا در دمای ثابت (نقطه‌ی جوش) به‌طور کامل به بخار تبدیل شود، گرمای نهان ویژه‌ی تبخیر می‌گویند. یکای گرمای نهان ویژه‌ی تبخیر در SI، ژول بر کیلوگرم $(\frac{J}{kg})$ است.

گرمای نهان تبخیر (Q_V): به مقدار گرمایی که به تمام جرم جسم مایع می‌دهیم تا در دمای ثابت (نقطه‌ی جوش)به‌طور کامل به بخار تبدیل شود، گرمای نهان تبخیر می‌گویند.

همان‌طور که رابطه‌ی Q_F را تشخیص دادیم می‌توانیم رابطه‌ی Q_V را هم بنویسیم:

$$\boxed{Q_V = mL_V}$$

هر ماده نقطه‌ی جوش و گرمای نهان ویژه‌ی جوش خاص خود را دارد.

در مورد فرایند جوش و تبخیر تجربه نشان می‌دهد:

۱- در تمام مدت جوش، دمای مایع ثابت می‌ماند. گرمایی که مایع دریافت می‌کند، باعث افزایش انرژی پتانسیل مولکول‌ها می‌شود و انرژی جنبشی و در نتیجه دمای مایع ثابت می‌ماند.

۲- به‌طور کلی افزایش فشار وارد بر سطح یک مایع (بدون استثناء)دمای جوش آن را افزایش می‌دهد؛ زیرا هرچه‌قدر فشار وارد بر سطح مایع بیشتر باشد، فرار کردن مولکول‌ها از سطح مایع سخت‌تر می‌شود و مولکول‌ها نیاز دارند که انرژی جنبشی بیشتری داشته باشند تا به‌واسطه‌ی آن بتوانند از سطح فرار کنند و این نیاز به داشتن دمای جوش بالاتر است مانند سریعتر پخته‌شدن غذا در زودپز که ناشی از افزایش فشار در دیگ است.

برای مثال آب در ارتفاعات راحت‌تر به جوش می‌آید؛ زیرا در ارتفاعات فشار هوا کم‌تر است و این امر نقطه‌ی جوش را کاهش می‌دهد.

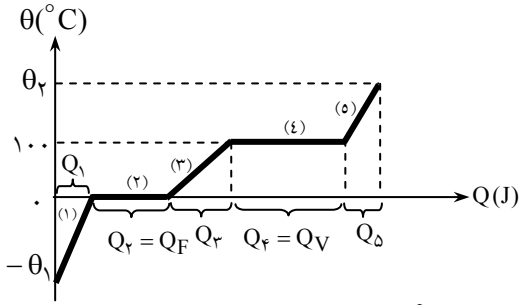
۳- ناخالصی در مایع، باعث بالارفتن نقطه‌ی جوش می‌شود.

۴- فرایند جوشیدن وتبخیر باعث افزایش حجم ماده می‌شود. یعنی حجم بخار ایجاد شده، از حجم آن، به صورت مایع، بیشتر است.

۵- فرایند میعان که وارون فرآیند تبخیر است فرآیندی گرمازاست و گرمای نهان ویژه ی میعان، منفی گرمای نهان ویژه ی تبخیر است:

$$\boxed{Q = -mL_V}$$

نمودار «دما- گرما» برای تبدیل جرم معینی از یخ $-\theta_1{}^\circ C$ به بخار آب $\theta_2{}^\circ C$ به صورت مقابل است:



مثال ۱۰: چند گرم بخار آب $100^\circ C$ را با $590g$ آب $10^\circ C$ مجاور کنیم تا دمای تعادل به $50^\circ C$ برسد؟ (گرمای نهان ویژه ی تبخیر آب $2268J/g$ و ظرفیت گرمایی ویژه ی آب $4/2J/g^\circ C$ است.)

۱) ۳۵ ۲) ۴۰ ۳) ۴۵ ۴) ۵۰

پاسخ: ابتدا فرایندها را مشخص می‌کنیم:

$$\text{بخار آب } 100^\circ C \xrightarrow[Q_1]{\text{میعان}} \text{آب } 100^\circ C \xrightarrow[Q_2]{\text{کاهش دما}} \text{آب } 50^\circ C$$

$$\text{آب } 10^\circ C \xrightarrow[Q_3]{\text{افزایش دما}} \text{آب } 50^\circ C$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow -m_1 L_V + m_1 c_{\text{آب}} \Delta\theta_1 + m_2 c_{\text{آب}} \Delta\theta_2 = 0$$

$$-m_1 \times 2268 + m_1 \times 4/2 \times (50-100) + 590 \times 4/2 \times (50-10) = 0$$

$$m_1 = \frac{590 \times 4/2 \times 40}{2268 + 210} \Rightarrow \boxed{m_1 = 40g}$$

مثال ۱۱: $4g$ بخار آب $100^\circ C$ حداکثر چند گرم یخ صفر درجه ی سلسیوس را ذوب می‌کند؟

$(L_V = 2268kJ/kg\ ,\ L_f = 336kJ/kg, c_{آب} = 4200J/kg)$

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۱۴ ۴) ۱۶

پاسخ:

گام اول: مقدار گرمایی را که $4g$ بخار آب $100^\circ C$ از دست می‌دهد تا به آب صفر درجه‌ی سلسیوس تبدیل شود را محاسبه می‌کنیم:

$$Q_T = |-mL_V| + |mc\Delta\theta| = \frac{4}{1000}\times 2268000 + \frac{4}{1000}\times 4200\times 100 = 10752J$$

گام دوم: براساس قانون تعادل گرمایی مقدار گرمایی که بخار آب $100^\circ C$ از دست می‌دهد تا به آب $0^\circ C$ تبدیل شود برابر مقدار گرمایی است که یخ $0^\circ C$ می‌گیرد تا به آب $0^\circ C$ تبدیل شود (ذوب شود)، یعنی داریم:

$$Q_T = mL_F \Rightarrow m = \frac{Q_T}{L_F} = \frac{10752}{336000} = 0/032 \Rightarrow \boxed{m = 32g}$$

۴-۲-۳) تبخیر سطحی

احتمالاً همه ی شما تجربه کرده اید که اگر مقداری الکل یا عطر را روی دستتان بریزید پس از چند لحظه، ناپدید می‌شود.

در این آزمایش مولکول‌های مایع به صورت بخار یا گاز در فضا پراکنده می‌شوند. گریز مولکولهای مایع (به دلیل انرژی جنبشی ای که دارند) را تبخیر سطحی گویند.

آهنگ تبخیر سطحی به عوامل زیر بستگی دارد:

الف) جنس مایع: مایعی مانند الکل خیلی سریع تر از آب دچار تبخیر سطحی می‌شود و بعضی مایعات مانند «اِتر» اصولاً به مایعات «فرّار» معروفند.

ب) دما: افزایش دما سبب افزایش انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها می‌شود و همین عمل خروج ذرات را از سطح مایع آسان تر می‌کند.

پ) سطح مایع: هر اندازه سطح تماس مایع با هوای آزاد بیشتر باشد، خروج مولکول‌ها از مایع سریع تر و راحت‌تر امکان پذیر می‌شود.

ت) وجود بخار از جنس مایع: اگر در فضای اطراف یک ظرف مایع، بخاری از همان جنس مایع وجود داشته باشد، عمل تبخیر به کندی صورت می‌گیرد.

ج) وزش باد: وزش باد، مولکول‌هایی که قبلاً خارج شده اند را کنار می‌زند تا راه برای خروج مولکول‌های بعدی باز شود. هر اندازه سرعت باد بیشتر باشد، عمل تبخیر از سطح مایع سریع تر صورت می‌گیرد.

نکته: فراموش نکنید تبخیر سطحی در هر دمایی اتفاق می‌افتد.

دو تفاوت عمده‌ی تبخیر سطحی و جوشیدن چنین است:

الف) عمل جوشیدن همراه با تشکیل حباب است در حالی که در تبخیر سطحی چنین پدیده ای دیده نمی‌شود.

ب) عمل جوشیدن فقط در دمای معینی به نام دمای جوش اتفاق می‌افتد ولی تبخیر سطحی در هر دمایی صورت می‌پذیرد.

۵- اثر تغییر دما بر ابعاد اجسام

اغلب اجسام (جامد، مایع و گاز) در اثر گرفتن گرما و افزایش دما منبسط می‌شوند. با افزایش دمای یک جسم انرژی جنبشی مولکولهای آن افزایش یافته و سبب افزایش دامنه ی نوسان اتم‌ها و مولکولهای آن می‌شود و همین امر سبب می‌شود تا مولکول‌ها جای بیشتری را اشغال کنند. این پدیده را انبساط گویند. عکس این عمل نیز صادق است؛ یعنی به هنگام گرفتن گرما از جسم، دامنه ی نوسان اتم‌ها و مولکول‌های آن کاهش یافته و ابعاد جسم کوچک می‌شود. این پدیده را انقباض می‌گوییم.

پدیده ی انبساط در جامدات به صورت طولی، سطحی و حجمی نمایان می‌گردد. ولی در سیالات انبساط فقط به صورت حجمی خواهد بود.

۵-۱) انبساط جامدات

۵-۱-۱) انبساط طولی: انبساط طولی یا تغییر طولی (ΔL) یک میله از جنس معین به دو عامل بستگی دارد،

الف- طول اولیه‌ی میله (L_1)؛ب- مقدار تغییر دما (ΔT) یا $(\Delta\theta)$

یعنی در مقایسه ی افزایش طول دو میله ی هم جنس، هر کدام که طول اولیه و افزایش دمای بیشتری داشته باشد، افزایش طول آن بیشتر خواهد بود.حالا اگر دو میله ی فلزی هم طول و هم دما، اما از جنس‌های مختلف انتخاب کنیم و دمای هر دو میله را به یک اندازه افزایش دهیم، مشاهده می‌شود که مقدار انبساط آن‌ها یکسان نیست. توجیه این اختلاف به کمک یک کمیت فیزیک انجام می گیرد که نام آن ضریب انبساط طولی یا ضریب انبساط خطی، است و آن را به صورت زیر تعریف می کنیم:

اگر به جسمی به طول $1m$ گرما دهیم تا دمایش $1K(1^\circ C)$ افزایش یابد، طول آن به اندازه ی α تغییر می کند. α همان ضریب انبساط طولی است.

با توجه به آن چه گفتیم رابطه ی انبساط طولی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\boxed{\Delta L = L_1\alpha\Delta T}$$

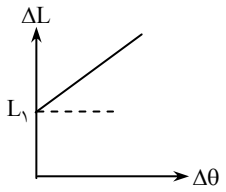
یکای ضریب انبساط طولی (α) در **SI**، K^{-1} (یک بر درجه ی کلوین) می‌باشد.

$$\Delta L = L_2 - L_1 = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow \boxed{L_2 = L_1(1+\alpha\Delta T)}$$

می‌توانیم این رابطه‌ها را بر حسب درجه‌ی سلسیوس نیز بنویسیم؛ که در این صورت یکای ضریب انبساط طولی $^\circ C^{-1}$ تعیین می‌گردد.

$$L_2 = L_1(1+\alpha\Delta\theta)$$

نکته: نمودار طول- دمای یک میله به صورت خط راستی است که شیب آن برابر $L_1\alpha$ تعیین می‌شود. به‌عنوان نمونه به نمودار مقابل توجه کنید:



$\boxed{\text{شیب نمودار} = L_1\alpha}$

مثال ۱۲: دمای یک میله‌ی فلزی را چند درجه‌ی سلسیوس افزایش دهیم تا طول آن ۰/۱ درصد افزایش یابد؟ (ضریب انبساط خطی میله $۲\times۱۰^{-۶}/^\circ C$ فرض شود)

۱) ۲۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۲۵۰۰ ۴) ۲۵۰۰۰

پاسخ:

گام اول: از این که گفته شده طول میله ۰/۱ درصد افزایش یافته است، در می‌یابیم مقدار ΔL برابر ۰/۱ درصد طول اولیه (L_1) بوده است.

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta\theta \Rightarrow \frac{۰/۱}{۱۰۰}L_1 = ۲\times۱۰^{-۶}\times L_1 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{۱۰۰۰}{۲} \Rightarrow \boxed{\Delta\theta = ۵۰۰^\circ C}$$

مثال ۱۳: ضریب انبساط خطی فلزی $۵\times۱۰^{-۵}/K$ است. ورقه ای مستطیل شکل به ابعاد $۲۰cm\times۳۰cm$ از این فلز در اختیار داریم. هنگامی که دمای این ورقه را $۱۰۰k$ افزایش می دهیم، محیط مستطیل چند میلی متر افزایش می‌یابد؟

۱) ۰/۶ ۲) ۶ ۳) ۰/۸ ۴) ۸

پاسخ: محیط هر جسمی از جنس طول است یعنی یکای آن متر، سانتی متر و... خواهد بود. بدین ترتیب اگر محیط اولیه ی جسم در دمای θ_1، P_1 باشد و دمای آن را به θ_2 برسانیم در این صورت:

$$\Delta P = \alpha P_1 \Delta\theta \quad \text{و} \quad P_2 = P_1(1+\alpha\Delta\theta)$$

$$\Delta P = ۵\times۱۰^{-۵}\times۱۰۰\times۱۰۰ = ۰/۵cm = ۵mm$$

۵-۱-۲) انبساط سطحی: چنانچه طول و عرض جسمی در مقایسه با ضخامتش بزرگ باشد، انبساط سطحی آن‌ها مدنظر قرار می گیرد و اگر دمای آن‌ها افزایش یابد، بزرگی سطح آن‌ها افزایش می یابد.

«ضریب انبساط سطحی برابر است با افزایش مساحت واحد سطح یک جسم جامد به ازای افزایش دمای یک کلوین.»

ثابت می شود، ضریب انبساط سطحی یک جسم تقریباً دو برابر ضریب انبساط طولی آن است. ضریب انبساط سطحی به جنس جسم بستگی دارد و یکای آن در **SI**، همان $۱/k$ یا $۱/^\circ C$ است.

هرگاه با دادن گرما دمای جسمی (مسطح) به مساحت واحد را $۱K(۱^\circ C)$ افزایش دهیم، مساحت آن به میزان ۲α تغییر می‌کند.

با این وصف رابطه‌ی انبساط سطحی اجسام به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$\boxed{\Delta A = A_1(۲\alpha)\Delta T}$$

و مقدار مساحت (A_2) آن پس از افزایش دما برابر است با:

$$\boxed{A_2 = A_1(1+۲\alpha\Delta T)}$$

واضح است که نمودار تغییرات مساحت بر حسب تغییرات دما، خط راستی است که شیب آن برابر $۲\alpha A_1$ است.

مثال ۱۴: اگر دمای قرص فلزی را $۵۰۰^\circ C$ افزایش دهیم، به مساحت آن به اندازه‌ی ۲ درصد مساحت اولیه افزوده می‌شود. ضریب انبساط خطی قرص چند واحد **SI** است؟

۱) $۱/۵\times۱۰^{-۵}$ ۲) ۲×۱۰^{-۵} ۳) ۴×۱۰^{-۵} ۴) ۵×۱۰^{-۵}

پاسخ: با مرور تست فوق در می‌یابیم $\Delta A = \frac{۲}{۱۰۰}A_1$ است، لذا داریم:

$$\Delta A = ۲\alpha A_1 \Delta\theta \Rightarrow \frac{۲}{۱۰۰}A_1 = ۲\times\alpha\times A_1\times۵۰۰ \Rightarrow \alpha = \frac{۱}{۵\times۱۰^{۴}} = ۰/۲\times۱۰^{-۴} \Rightarrow \boxed{\alpha = ۲\times۱۰^{-۵}/^\circ C}$$

۵- ۱- ۳) انبساط حجمی:

«ضریب انبساط حجمی برابر است با افزایش حجم واحد حجم یک جسم جامد به اندازه‌ی افزایش دمای یک درجه کلوین»

$$\boxed{\Delta V = V_1 \beta \Delta T}$$

$$\boxed{V_2 = V_1(1+\beta\Delta T)}$$

ضریب انبساط حجمی تقریباً ۳ برابر ضریب انبساط طولی و ۱/۵ برابر ضریب انبساط سطحی است: $\beta \simeq 3\alpha$

مثال ۱۵: طول هر یال مکعبی در دمای $20^\circ C$**،** $10cm$ **است دما را به چند درجه‌ی سلسیوس برسانیم تا حجم مکعب به اندازه‌ی** $4cm^3$ **افزایش یابد؟** $(\alpha = \frac{1}{3}\times 10^{-3}/^\circ C)$

۱) ۴ ۲) ۲۴ ۳) ۳۲ ۴) ۱۲

پاسخ:

$$V_1 = (10)^3 = 1000\ cm^3$$

$$4 = 1000\times 3\times \frac{1}{3}\times 10^{-3}\times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 4^\circ C$$

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow \theta_2 = 20 + 4 \Rightarrow \boxed{\theta_2 = 24^\circ C}$$

۵- ۲) انبساط مایعات

مایعات در اثر گرما منبسط شده و انبساط آن‌ها بیشتر از جامدات است. به بیان دیگر ضریب انبساط حجمی مایعات از ضریب انبساط حجمی جامدات بیشتر است. با توجه به این که شکل مایعات تابع شکل ظرف است لذا ظرف و مایع هر دو با هم منبسط می‌شوند. انبساط ظرف باعث پایین آمدن سطح مایع در ظرف می‌گردد، حال آن که انبساط مایع باعث بالا رفتن سطح مایع در ظرف می‌شود. چیزی که ما در هنگام انبساط مایع در ظرف مشاهده می‌کنیم، تفاوت انبساط خود مایع و انبساط ظرف است که به آن انبساط ظاهری می‌گوییم.

۵- ۲- ۱) انبساط واقعی و ظاهری مایعات: در این جا نیز مانند جامدات لازم است ضریب انبساط واقعی (مطلق) برای مایع تعریف شود؛ این کمیت فیزیکی را به صورت زیر معرفی می‌کنیم:

«ضریب انبساط واقعی یک مایع برابر است با افزایش حجم یکای حجم آن مایع به‌ازای یک کلوین افزایش دما، آن را با β **نشان می‌دهیم و یکای آن در SI یک بر کلوین** $(1/K)$ **است.**

اگر مایعی به حجم V_1 **با افزایش دمای** ΔT**، افزایش حجمی برابر** ΔV **پیدا کرده باشد، داریم:**

$$\boxed{\Delta V = \beta V_1 \Delta T}$$

مثال ۱۶: ظرفی به حجم $500cm^3$ **را از مایعی پر می‌کنیم و دمای آن را** $400^\circ C$ **افزایش می‌دهیم. چند سانتی‌متر مکعب مایع از ظرف سرریز می‌شود؟**

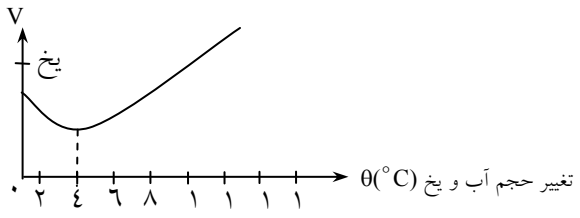
$(\beta_{\text{جیوه}} = 1/8\times 10^{-4}/^\circ C \text{ و } \alpha_{\text{ظرف}} = 10^{-5}/^\circ C)$

پاسخ: مقدار مایعی که از ظرف سر ریز می‌شود، در واقع همان انبساط ظاهری مایع است و برای محاسبه‌ی آن ابتدا ضریب انبساط ظاهری مایع را محاسبه می‌کنیم:

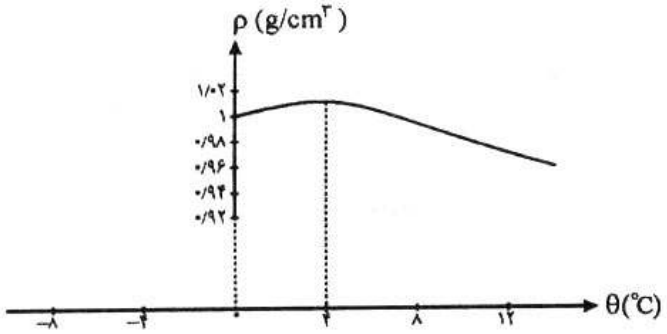
$$\beta' = \beta - 3\alpha = 1/8\times 10^{-4} - 3\times 10^{-5} = 1/5\times 10^{-4}/^\circ C$$

$$\Delta V' = V_1\beta'\Delta\theta = 500\times 1/5\times 10^{-4}\times 400 \Rightarrow \boxed{\Delta V' = 30cm^3}$$

۵- ۲- ۲) انبساط آب، غیر عادی است: حجم اجسام در اثر ذوب افزایش می‌یابد. به استثنای بعضی مواد از جمله یخ که اگر آن را ذوب کنیم از حجمش کاسته می‌شود و جالب این جاست که پس از ذوب کامل یخ و تبدیل آن به آب $0^\circ C$ **با ادامه‌ی روند گرمادهی و افزایش دما، باز هم کاهش حجم رخ می‌دهد و این ماجرای به ظاهر عجیب تا وقتی که آب به دمای** $4^\circ C$ **برسد ادامه می‌یابد. از** $4^\circ C$ **به بعد تغییر حجم آب عادی خواهد شد و همراه افزایش دما حجمش نیز زیاد خواهد شد. نمودار تغییرات حجم یخ پس از ذوب و تغییرات حجم آب در اثر تغییر دما را در شکل می‌بینید.**



می‌توان تغییرات چگالی آب بر حسب دما را به صورت مقابل نشان داد. این نمودار نشان می‌دهد چگالی آب از $۰^\circ C$ تا $۴^\circ C$ افزایش و از $۴^\circ C$ به بالا کاهش می‌یابد.



۶- انتقال گرما

انتقال گرما به سه طریق ممکن است: رسانش گرمایی، همرفت (جا به جایی) و تابش گرمایی اکنون درباره‌ی هر یک از روش‌های انتقال گرما مختصری صحبت می‌کنیم.

۶- ۱) رسانش: انتقال انرژی جنبشی مولکولی از ذره‌ای به ذره‌ای دیگر را رسانش گرمایی می‌گویند. این روش از انتقال گرما، بیشتر در جامدات صورت می‌گیرد. در این روش مولکول‌های ماده که در مجاورت چشمه‌ی گرما هستند، گرما جذب نموده و به مولکول‌های مجاور خود انتقال می‌دهند. در رسانش گرمایی مولکول‌های جسم جا به جا نمی‌شوند و فقط هر مولکول به واسطه‌ی افزایش انرژی جنبشی مولکول مجاورش، انرژی جنبشی‌اش افزایش یافته و هم چنین سبب می‌شود انرژی جنبشی مولکول‌های بعدی نیز افزایش یابد. هر جسمی که گرما را سریع منتقل کند، رسانای گرمایی خوبی است مانند فلزات و هر جسمی که گرما را آهسته منتقل کند، نارسانای گرمایی (عایق) نامیده می‌شود. شیشه چوب و شاره‌ها (سیالات) رسانای گرمایی خوبی نیستند. به عبارت دیگر مایعات و گازها عایق گرمایی‌اند.

۶- ۱- ۱) آهنگ شارش گرما در یک ماده: مقدار گرمایی که در یکای زمان از یک مقطع فرضی ماده می‌گذرد را آهنگ شارش گرما می‌گویند.

آهنگ شارش گرما در یک میله که یک سر آن در تماس با منبع گرمایی با دمای پایین و سر دیگر آن در تماس با منبع گرمایی با دمای بالا است، به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- طول میله (**L**): آهنگ شارش گرما با طول میله رابطه‌ی وارون دارد.

۲- اختلاف دمای دو سر میله $(\Delta\theta \ , \ \Delta T)$: هر چه اختلاف دمای دو منبع (دو سر میله) بیشتر باشد، گرما در میله با آهنگ بیشتری شارش می‌کند.

۳- سطح مقطع میله (**A**): آهنگ شارش گرما با سطح مقطع میله رابطه‌ی مستقیم دارد.

۶- ۱- ۲) رابطه‌ی آهنگ رسانش گرما:

اگر در مدت **t** ثانیه، **Q** ژول گرما از یک سر میله به سر دیگر آن انتقال یابد، **H** (یعنی آهنگ رسانش گرما) از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد: (در این رابطه‌ها **H** بر حسب وات، **A** بر حسب مترمربع، $\Delta\theta$ بر حسب درجه‌ی سلسیوس یا کلوین و **L** بر حسب متر است.)

$$Q = k\frac{At\Delta\theta}{L} \Rightarrow \boxed{H = \frac{Q}{t}} \Rightarrow \boxed{H = \frac{KA\Delta\theta}{L}}$$

در رابطه‌ی فوق تناسب **k** را ضریب رسانندگی گرمایی می‌نامند و یکای آن در **SI**، $W/m\cdot k$ یا $J/s\cdot m\cdot k$ است.

مثال ۱۷: یک وجه قطعه فلزی به ابعاد ۲، ۳ و ۶ سانتی‌متر در مجاورت منبع گرمایی قرار دارد؛ به طوری که شارش گرما در آن بیشینه است. اگر اختلاف دمای دو وجه متقابل این قطعه فلز $۴۰^\circ C$ باشد، آهنگ رسانش گرمایی فلز چند ژول بر ثانیه است؟ $(K_{\text{فلز}} = ۲۰۰ J/s\cdot m\cdot K)$

۱) ۶۰ ۲) ۷۲۰ ۳) ۵۴۰ ۴) ۶۰۰

پاسخ: وقتی یک کسر بیشینه‌ی مقدار خود را دارد که صورت آن بیشینه و مخرج آن کمینه باشد، یعنی باید A_{max} و L_{min} باشد.

$$H_{max} = ۲۰۰\times\frac{۳\times۶\times۱۰^{-۴}\times۴۰}{۲\times۱۰^{-۲}} \Rightarrow \boxed{H_{max} = ۷۲۰ J/s}$$

مثال ۱۸: میله‌ای را بین دو منبع سرد و گرم قرار داده‌ایم. هر گاه طی مراحلی با حجم ثابت طول میله را دو برابر کرده دوباره آن را بین همان دو منبع قرار دهیم، آهنگ رسانش گرمایی میله چند برابر می‌شود؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ: حجم میله ثابت می‌ماند ولی طول و سطح مقطع آن تغییر می‌کند، داریم:

$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow A_۱L_۱ = A_۲L_۲ \Rightarrow \frac{L_۲}{L_۱} = \frac{A_۱}{A_۲} = ۲$$

$$\frac{H_۲}{H_۱} = \frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{L_۱}{L_۲} = \frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۲} \Rightarrow \boxed{H_۲ = ۰/۲۵H_۱}$$

۶- ۲) همرفت (جا به جایی): جا به جا شدن مولکول‌های گرم شاره از سطح پایین به سطح بالایی و انتقال مولکول‌های سرد شاره‌ها از سطح بالایی به سطح پایین را همرفت گویند. در پدیده‌ی همرفت، چگالی سطح پایینی شاره به دلیل مجاورت با چشمه‌ی گرم کاهش می‌یابد و اختلاف چگالی سطوح پایین و بالایی شاره، علت پدیده ی همرفت است. پدیده‌ی همرفت بر خلاف پدیده‌ی رسانش در مایعات یا گازها مشاهده می‌شود و در جامدات این پدیده مشاهده نمی‌شود. در پدیده‌ی همرفت برخلاف پدیده‌ی رسانش، انتقال گرما با انتقال و جا به جایی مولکول‌ها همراه است.

۶- ۳) تابش: انتقال گرما توسط پرتوهای گرمایی (امواج الکترومغناطیسی) را تابش گرمایی می‌گویند. در تابش گرمایی مولکول‌ها دخالتی در انتقال گرما ندارند. به عبارت دیگر تابش گرمایی مانند سایر امواج الکترومغناطیسی مستقل از ماده است و در خلاء نیز می‌تواند انتقال یابد.

- سرعت پرتوهای گرمایی در خلاء $۳\times۱۰^{۸}\,m/s$ است. بنابراین این روش سریع‌ترین روش انتقال گرما است.

- امواج تابش گرمایی از نوع امواج عرضی هستند و در ناحیه فروسرخ قرار دارند. گرمای خورشید فقط از طریق تابش به زمین می‌رسد.

اجسام تیره تابش گرمایی را بهتر از اجسام روشن جذب می‌کنند به همین علت معمولاً لباس‌های زمستانی تیره رنگ‌اند.

اجسام روشن تابش گرمایی را بهتر از اجسام تیره بازتابش می‌کنند به همین علت معمولاً لباس‌های تابستانی به رنگ روشن می‌باشند و هم چنین علت سطح داخلی بخاری‌های برقی استیل چنین است.

اجسام تیره در صورت گرم شدن بهتر از اجسام روشن گرما تابش می‌کنند به همین علت است که سطح خارجی بخاری‌ها تیره رنگ‌اند.

۷- قانون عمومی گازهای کامل

گاز کامل از لحاظ ماکروسکوپی گازی است که برای آن مقدار $\frac{PV}{T}$، یک مقدار ثابت باشد و از لحاظ میکروسکوپی گاز کامل گازی است که در آن برهم کنش بین ذرات گاز قابل صرف‌نظر باشد؛ یعنی مولکول‌ها تا حد امکان کوچک باشند (جرم مولکول کم) و فاصله‌ی بین آن‌ها نیز زیاد باشد.

در گازها سه ماهیت فیزیکی قابل اندازه‌گیری وجود دارد که کاملاً به هم وابسته‌اند. این سه کمیت، حجم (**V**)، دمای مطلق (**T**) و فشار (**P**) می‌باشند.در گازهای کامل ارتباط این سه کمیت با هم در قالب قانون عمومی گازها بیان می‌شود. این قانون می‌گوید مقدار $\frac{PV}{T}$ در یک گاز کامل همواره ثابت است. می‌توانیم این قانون را به صورت زیر بیان کنیم:

$$\boxed{\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}}$$

نکته: دما در این رابطه باید برحسب کلوین بیان شود. اما درباره‌ی واحدهای فشار و حجم فقط کافی است که این واحدها در دو طرف تساوی یکسان باشند. مثلاً یکای فشار $P_۱$ و $P_۲$ هر دو بر حسب atm یا هر دو بر حسب **Pa** بیان شود.

«گازهای واقعی معمولاً به طور کامل از این قانون پیروی نمی‌کنند. آزمایش‌ها نشان می‌دهند که رفتار یک گاز واقعی، هر چه فشار آن کم‌تر باشد بیشتر به رفتار گاز کامل نزدیک است. گازهای واقعی در دماهای کم‌تر از دمای نقطه‌ی میعان دیگر به حالت گاز نیستند و مایع می‌شوند.»

مثال ۱۹: اگر فشار گاز کاملی را ۲۵ درصد افزایش داده و هم زمان دمای مطلق آن را ۲۰ درصد کاهش دهیم، حجم گاز چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۳۶ درصد کاهش ۲) ۴۰ درصد افزایش ۳) ۶۰ درصد افزایش ۴) ۶۴ درصد کاهش

پاسخ:

$$P_۲=P_۱+\Delta P=P_۱+۰/۲۵P_۱=۱/۲۵P_۱$$

$$T_۲=T_۱+\Delta T=T_۱+(۰/۲)T_۱=۰/۸T_۱$$

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{۱/۲۵P_۱\times V_۲}{۰/۸T_۱}\Rightarrow V_۲=۰/۶۴V_۱$$

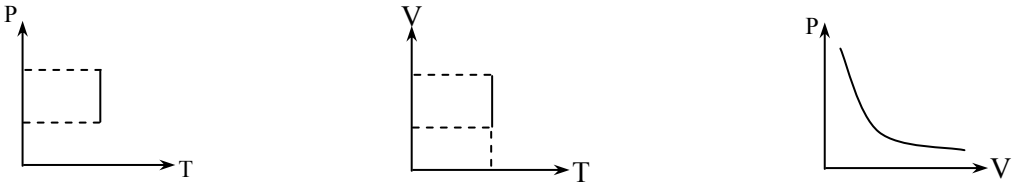
$$\frac{\Delta V}{V_۱}\times۱۰۰=\frac{۰/۶۴V_۱-V_۱}{V_۱}\times۱۰۰=-۰/۳۶\times۱۰۰=-۳۶\%$$

۷- ۱) حالت‌های خاص در قانون عمومی گازهای کامل

۷- ۱- ۱) فرایند هم دما (قانون بویل- ماریوت): در این فرایند چون دمای گاز ثابت است، فشار و حجم با هم رابطه‌ی عکس دارند. به صورت زیر:

$$T_۱=T_۲\Rightarrow P_۲V_۲=P_۱V_۱\Rightarrow\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{V_۱}{V_۲}$$

می‌توان نمودارهای $P-T$, $V-T$, $P-V$ را در فرایندهای هم دما به صورت زیر رسم کرد.



مثال ۲۰: حباب هوایی که در یک عملیات غواصی در عمق ۷۰ متری ایجاد شده است، به طرف سطح آب حرکت می‌کند. اگر دما را ثابت فرض کنیم، شعاع این حباب در سطح آب چند برابر می‌شود؟ $(g=۱۰N/kg$ **، فشار هوا در سطح آب** $۱۰^۵Pa$ **و** $\rho_{آب}=۱۰۰۰kg/m^۳)$

۱) $\sqrt{۲}$ ۲) ۲ ۳) $۲\sqrt{۲}$ ۴) ۴

پاسخ: در عمق h از یک مایع فشار کل برابر $P_۰+\rho gh$ **و در سطح آب برابر فشار هوای آزاد** $(P_۰)$ **است.**

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow(P_۰+\rho gh)V_۱=P_۰V_۲\Rightarrow(۱۰^۵+۱۰۰۰\times۱۰\times۷۰)V_۱=۱۰^۵\times V_۲\Rightarrow V_۲=۸V_۱$$

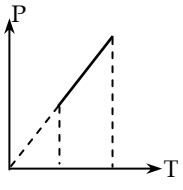
اگر حباب هوا را مانند یک کره در نظر بگیریم؛ داریم:

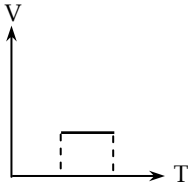
$$\frac{۴}{۳}\pi r_۲^۳=۸(\frac{۴}{۳}\pi r_۱^۳)\Rightarrow r_۲^۳=۸r_۱^۳\Rightarrow r_۲=۲r_۱$$

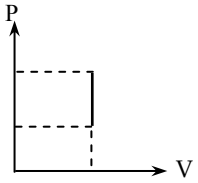
۷- ۱- ۲) فرایند هم حجم: در این فرایند از آن‌جا که حجم گاز ثابت است، فشار و دمای مطلق گاز با هم متناسبند، لذا داریم:

$$V_۱=V_۲\Rightarrow\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{T_۲}{T_۱}$$

در این فرایند می‌توان نمودارهای $P-T$, $V-T$, $P-V$ **را به صورت زیر رسم کرد:**



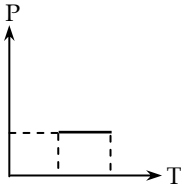


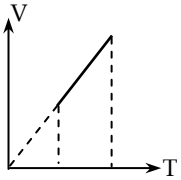


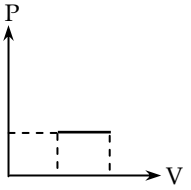
۷- ۱- ۳) فرایند هم فشار (قانون شارل- گیلوساک): در این فرایند از آن جا که فشار گاز ثابت است، حجم و دمای مطلق گاز با هم متناسبند؛ لذا داریم:

$$P_۱=P_۲\Rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{T_۲}{T_۱}$$

در این فرایند می‌توان نمودارهای $P-T$, $V-T$, $P-V$ **را به صورت زیر رسم کرد:**







مثال ۲۱: دمای مقدار معینی گاز کامل $۲۷^\circ C$ **است. دمای آن را در فشار ثابت چند درجه‌ی سلسیوس زیاد کنیم تا افـزایش حجـم آن** $\frac{۱}{۳}$ **حجـم اولیه‌اش باشد؟**

۱) ۲۲۷ ۲) ۹۰۰ ۳) ۱۲۷ ۴) ۱۰۰

پاسخ:

$$V_۲=V_۱+\Delta V=V_۱+\frac{۱}{۳}V_۲=\frac{۴}{۳}V_۱$$

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{T_۲}{T_۱}\Rightarrow\frac{\frac{۴}{۳}V_۱}{V_۱}=\frac{T_۲}{۳۰۰}\Rightarrow T_۲=۴۰۰K\qquad\Delta T=T_۲-T_۱=۴۰۰-۳۰۰=۱۰۰K\Rightarrow\boxed{\Delta\theta=۱۰۰^\circ C}$$

۷- ۲) چگالی گاز کامل: به طور کلی چگالی یک گاز کامل با فشار آن نسبت مستقیم و با دمای مطلق آن نسبت عکس دارد. این مطلب را به صورت زیر به اثبات می‌رسانیم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{\frac{m_۲}{V_۲}}{\frac{m_۱}{V_۱}}\xrightarrow[m_۱=m_۲]{\text{جرم ثابت است}}\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{V_۱}{V_۲}\Longrightarrow\boxed{\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}\times\frac{T_۱}{T_۲}}$$

مثال ۲۲: اگر فشار گاز کاملی را ۲۰ درصد افزایش و دمای مطلق آن را ۱۰ درصد کاهش دهیم، چگالی آن چند درصد تغییر می‌کند؟

۱) ۲۵، کاهش ۲) ۲۵، افزایش ۳) ۳۳، کاهش ۴) ۳۳، افزایش

پاسخ:

$$T_۲=T_۱-۰/۱T_۱=۰/۹T_۱\qquad P_۲=P_۱+۰/۲P_۱=۱/۲P_۱$$

$$\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}\times\frac{T_۱}{T_۲}=۱/۲\times\frac{۱}{۰/۹}=\frac{۴}{۳}\Rightarrow\frac{\rho_۲-\rho_۱}{\rho_۱}=\frac{۴-۳}{۳}=\frac{۱}{۳}\Rightarrow\frac{\Delta\rho}{\rho_۱}\times۱۰۰=۳۳\%$$

یعنی چگالی گاز ۳۳ درصد افزایش است.

مثال ۲۳: حجم یک کپسول اکسیژن ۴۰ لیتر و فشار آن ۱۶ اتمسفر می‌باشد. شیر کپسول را باز می‌کنیم تا فشار به ۱۲ اتمسفر برسد. (دما ثابت فرض شده است.) حجم اکسیژن خارج شده در فشار یک اتمسفر و همان دما چند لیتر است؟

پاسخ:

$$\frac{PV}{T}=k\Rightarrow\frac{PV}{T}=\frac{P_1V_1}{T_1}+\frac{P_2V_2}{T_2}$$

کل مخزن

اکسیژن باقی مانده در مخزن — اکسیژن خارج شده از مخزن

$$T=\text{ثابت}\Rightarrow PV=P_1V_1+P_2V_2$$

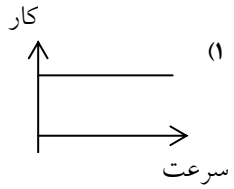
$$\Rightarrow ۱۶\times ۴۰=۱۲\times ۴۰+۱\times V_2\Rightarrow V_2=۱۶۰\text{Lit}$$

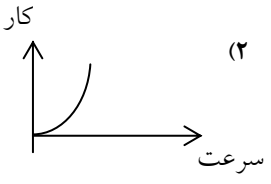
دقت شود در این مسله پس از خروج ۱۶۰ لیتر اکسیژن از ظرف، اکسیژن باقی مانده تمام حجم مخزن را اشغال می‌کند $(V_1=۴۰\text{Lit})$

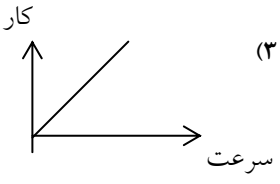
تست‌های طبقه‌بندی شده

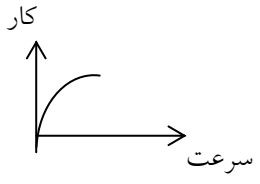
فصل ۴: کار و انرژی

۱- جسمی از حال سکون تحت تاثیر نیرویی که اندازه و جهت آن ثابت است به حرکت درمی‌آید. اگر نیرو در تمام طول مسیر بر جسم اثر کند و نیروی مقاومی در مقابل آن وجود نداشته باشد، کدام نمودار تغییرات کار نیرو را بر حسب سرعت جسم درست نشان می دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۲- توپی به جرم ۲۰۰ گرم را با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می کنیم. سرعت توپ موقع رسیدن به نقطه پرتاب ۹ متر بر ثانیه است. چند ژول گرما به محیط و توپ داده شده است؟

۱) ۱/۹ ۲) ۱۹ ۳) ۳۸ ۴) ۱۹۰۰

۳- جسمی به جرم m را از پایین سطح شیب داری با سرعت اولیه $V_{\circ}$ به طرف بالای سطح شیبدار پرتاب می کنیم. سرعت در برگشت به نقطه پرتاب نصف سرعت اولیه $V_{\circ}$ است. چه کسری از انرژی جنبشی اولیه به علت اصطکاک تلف شده است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۳۷۵ ۴) ۰/۷۵

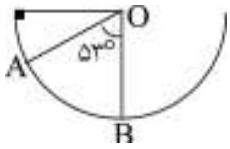
۴- راننده اتومبیلی به جرم ۲ تن با ترمز اتومبیل موفق می شود سرعت آن را در طی مسافت $20\ m$ از $25\ m/s$ به $15\ m/s$ برساند. کار نیروهای وارد بر اتومبیل در این مدت چند ژول است؟

۱) -6×10^{6} ۲) -4×10^{5} ۳) 6×10^{6} ۴) 4×10^{5}

۵- جسمی به جرم $500\ gr$، روی یک سطح افقی به وسیله نیروی افقی F، به اندازه ۱۰ متر تغییر مکان می یابد. اگر ضریب اصطکاک ۰/۲۵ باشد، کار انجام شده برای غلبه بر اصطکاک چند ژول است؟ $\left(g=10\ m/s^{2}\right)$

۱) ۱/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲۵

۶- جسم m به جرم $100\ g$ درون نیمکره صیقلی به قطر ۶۰ سانتیمتر به پایین می لغزد. کار نیروی وزن جسم از A تا B چند ژول است؟ $\left(g=10\ m/s^{2}, Sin37^{\circ}=0/6\right)$



۱) ۰/۱۲
۲) ۰/۱۸
۳) ۱/۲
۴) ۱/۸

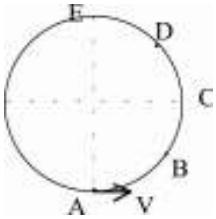
۷- کار بر آیند نیروهای وارد بر جسم در یک جابجایی معین برابر است با ..... جسم.

۱) افزایش انرژی پتانسیل ۲) تغییرات انرژی مکانیکی ۳) تغییر انرژی جنبشی ۴) کاهش انرژی پتانسیل

۸- جسمی با سرعت $10\ m/s$ در جهت مثبت محور x ها حرکت می کند و انرژی جنبشی آن $100\ j$ است. پس از مدتی سرعت این جسم تغییر کرده و در جهت منفی محور x ها به $20\ m/s$ می رسد. کار برآیند نیروهای وارد بر جسم در این مدت چند ژول است؟

۱) -۵۰۰ ۲) -۳۰۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۵۰۰

۹- درون حلقه شیارداری به شعاع r که در سطح قائم نگاهداشته شده است گلوله کوچکی می تواند بدون اصطکاک حرکت کند. اگر به این گلوله در نقطه A سرعتی برابر $v=\sqrt{2gr}$ داده شود (مطابق شکل) تا چه نقطه ای می‌تواند درون شیار حلقه بالا رود؟



۱) تا نقطه B (وسط AC)
۲) تا نقطه C
۳) تا نقطه D (وسط CE)
۴) تا نقطه E

۱۰- جسمی بدون سرعت اولیه از ارتفاع ۴ متری سقوط می کند , اگر ۲۰ ٪ انرژی جسم برای جبران مقاومت هوا تلف شود سرعت جسم در لحظه رسیدن به زمین چند متر بر ثانیه است؟ $\left(g = ۱۰\ m/s^۲\right)$

۱) ٤ ۲) $٤\sqrt{۲}$ ۳) ۸ ۴) ۹

۱۱- جسمی به جرم ۲ کیلوگرم را با سرعت ۵ متر بر ثانیه در راستای قائم بطرف بالا پرتاب می کنیم.وقتی جسم به نقطه پرتاب برمی گردد سرعتش به ۴ متر بر ثانیه رسیده است. اندازه کار نیروی مقاومت هوا چند نیوتن متر است؟ $\left(g = ۱۰ m/s^۲\right)$

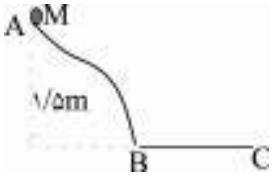
۱) ۱۸ ۲) ۹ ۳) ۳۲ ۴) ۶۴

۱۲- جسمی به جرم m روی سطح افقی بدون اصطکاک با سرعت ثابت $V_\circ$ می لغزد و به فنری که ضریب ثابت آن k است برخورد می‌کند. بیشترین فشردگی فنر پس از این برخورد چقدر است؟

۱) $V_\circ \frac{m}{k}$ ۲) $V_\circ \sqrt{\frac{m}{k}}$

۳) $V_\circ \frac{\sqrt{m}}{k}$ ۴) $\sqrt{mgk}$

۱۳- جسم $M = ۲ Kg$ از نقطه A بدون سرعت اولیه به پایین لغزیده و پس از طی مسیر افقی $BC = ٤ m$ درنقطه C متوقف شده است. اصطکاک قسمت AB مسیر ناچیز است. نیروی اصطکاک در طول BC چند نیوتن است؟ $\left(g = ۱۰ m/s^۲\right)$



۱) ۰/۷۵

۲) ۰/۸

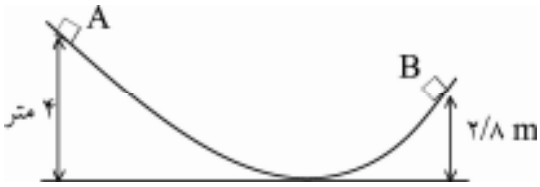
۳) ۷/۵

۴) ۸

۱۴- جسمی به جرم $۲ kg$ را با سرعت $۱۰ m/s$ در راستای قائم رو به بالا پرتاب می کنیم. انرژی مکانیکی جسم در نصف ارتفاع اوج چند ژول است؟ (مبدا پتانسیل گرانشی محل پرتاب فرض شده است)

۱) $٤۵\sqrt{۲}$ ۲) ۵۰ ۳) $۵۰\sqrt{۲}$ ۴) ۱۰۰

۱۵- جسمی به وزن ۴ نیوتن از نقطه A بدون سرعت اولیه به پایین می‌لغزد ودر نقطه B سرعت آن به صفر می رسد. کار نیروی اصطکاک در مسیر **AB** چند ژول است؟



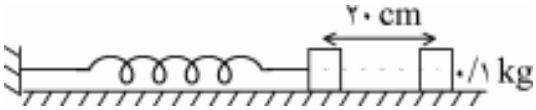
۱) -۲/۸

۲) -۴/۸

۳) ۱/۲

۴) ۴

۱۶- در شکل زیر فنری با جرم ناچیزو ضریب ثابت $۹۰ N/m$ به وسیله $M = ۰/۱kg$ به اندازه ۲۰ سانتی متر فشرده شده است. اگر وزنه رها شود در لحظه ای که فنر طول طبیعی خود را پیدا می کند سرعت آن به چند m/s می رسد؟(نیروی اصطکاک سطح در مقابل وزنه ناچیز فرض شود.)



۱) ۵

۲) ۹

۳) ۱۰

۴) ۶

۱۷- دو جسم به جرمهای $۲m, m$ از بالای دو سطح شیبدار بدون اصطکاک که با افق زاویه‌های ۳۰° و ٤۵° می سازند از ارتفاع یکسان نسبت به سطح افق رها می شوند. در لحظه رسیدن به سطح افق انرژی جنبشی جسم سبک تر چند برابر انرژی جنبشی جسم دیگراست؟

۱) ٤ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{٤}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۱۸- جسمی تحت تاثیر نیروی ثابت F از حال سکون به حرکت در می‌آید و پس از مدت t به سرعت V می رسد. توان متوسطی که در این مدت جسم دریافت می کند برابر است با:

۱) $\frac{۱}{۲}F.V$ ۲) $F.V$ ۳) $\frac{۱}{۲}\frac{F.V}{t}$ ۴) $\frac{F.V}{t}$

۱۹- پمپ یک ماشین آتش نشانی در هر دقیقه ۷۵ کیلو گرم آب را با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه از دهانه لوله ای به خارج می‌فرستد. توان مفید پمپ بر حسب کیلووات برابر است با:

۱) ۰/۲۵ ۲) ۱/۵۰ ۳) ۲/۵۰ ۴) ۳/۰۰

۲۰- اگر برآیند نیروهای وارد بر یک ماشین دوبرابر و سرعت ماشین نیز دوبرابر شود توان آن:

۱) ثابت می ماند ۲) ۴برابر می شود ۳) ۲برابر می شود ۴) نصف می شود

۲۱- موتوری با توان ۱۰ کیلو وات نیروی ۲۵۰۰ نیوتن به یک جسم وارد می کند و آن را با سرعت ثابت حرکت می‌دهد. در این حالت سرعت جسم چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۲/۵ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۲- در یک ماشین با کارایی (بازده) ۸۰ درصد نسبت توان تلف شده به توان مفید چقدر است؟

۱) $\frac{۱}{٤}$ ۲) $\frac{٤}{۵}$ ۳) $\frac{۵}{٤}$ ۴) ٤

۲۳- اتومبیلی به جرم $۹۰۰\ kg$ در یک جاده افقی روی خط راست از حال سکون شروع به حرکت می کند و پس از $۱۰s$ سرعت آن به $۷۲\ km/h$ می رسد. توان متوسط اتومبیل چند کیلو وات است؟ (نیروی مقاوم در مقابل حرکت اتومبیل را نادیده بگیرید.)

۱) ۹ ۲) ۱۸ ۳) ۳۰ ۴) ۳۶

۲۴- توان مصرفی یک تلمبه برقی ۲ کیلو وات و راندمان آن ۸۰ ٪ است. این تلمبه در چند ثانیه ۸۰۰ کیلوگرم آب را تا ارتفاع ۲ متر بالا می برد؟ $\left(g = ۱۰ m/s^۲\right)$

۱) ۱۰ ۲) ۱۶ ۳) ۲۰ ۴) ۳۲

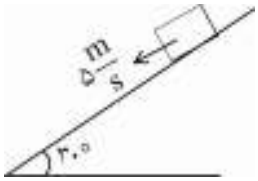
۲۵- جسمی به وزن ۲۰۰۰ نیوتن روی سطح افقی که ضریب اصطکاک آن با جسم ۰/۴ می باشد با سرعت ثابت ۱۰ سانتیمتر بر ثانیه حرکت می کند، توانی که صرف حرکت جسم می شود چند وات است؟

۱) ۸۰۰۰ ۲) ۸۰ ۳) ۵۰ ۴) ۵۰۰

۲۶- تیر آهنی به طول ۲ متر و به جرم ۱۶ کیلوگرم بطور افقی روی زمین افتاده است. برای آنکه تیرآهن را به وضع قائم درآوریم چه کاری برحسب ژول تقریباً باید انجام دهیم؟ (یک سر تیرآهن بر روی زمین ثابت بماند)

۱) ۱۶ ۲) ۳۲ ۳) ۱۶۰ ۴) ۳۲۰

۲۷- جسمی به جرم $۲\ kg$ را از بالای سطح شیبداری مطابق شکل , با سرعت $۵\ m/s$ پرتاب می کنیم. هنگامی که جسم m ۱۲ روی سطح جابجا می‌شود ,سرعتش به $۸\ m/s$ می‌رسد. کار نیروی اصطکاک در این جابه جایی چند ژول است؟ $\left(g = ۱۰\ m/s^۲\right)$



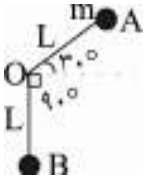
۱) -۸۱

۲) -۳۹

۳) ۳۹

۴) ۸۱

۲۸- وزنه m بوسیله میله سبکی بدون اصطکاک می‌تواند حول نقطه O بچرخد، هرگاه وزنه m از وضع A رها شود سرعت آن هنگام عبور از وضع B چقدراست؟



۱) $\sqrt{۲gl}$ ۲) $\sqrt{۳gl}$

۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}gl$ ۴) $\frac{\sqrt{۳gl}}{۲}$

۲۹- دو جسم به جرمهای $۲m, m$ با سرعت اولیه $V_۰$ روی سطح افقی به حرکت درآمده و بر اثر نیروی اصطکاک با سطح به ترتیب پس از طی مسافت X, x می‌ایستند. اگر نیروی اصطکاک جسم سنگین دو برابر نیروی اصطکاک جسم سبک باشد , کدام گزینه درست است؟

۱) $X < x < ۲X$ ۲) $X = x$ ۳) $x = ۲X$ ۴) $x = \frac{۱}{۲}X$

۳۰- اگر شخصی به جرم ۶۰ کیلوگرم با توان ۱۲۰ وات از یک نردبان بالا رود , در مدت ۲۰ ثانیه به ارتفاع چند متری از سطح افقی شروع حرکت می‌رسد؟ $\left(g = ۱۰\ N/kg\right)$

۱) ۱۰ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۱

فصل ۵: ویژگی‌های ماده

۱- حرکت براونی گواه آن است که:
۱) ملکول‌های هوا را می توان به یکدیگر نزدیک کرد. ۲) ملکول‌های هوا به صورت کاتوره ای حرکت می‌کنند.
۳) ملکول‌های هوا به یکدیگر نیرو وارد می کنند. ۴) فشار هوا متناسب با دمای آن است.

۲- وقتی یک قطره آب روی شیشه تمیز می ریزیم، آب روی سطح شیشه پخش شده و شیشه را تر می کند. علت، کدام است؟
۱) تمایل مایعات به این است که سطح تماس بزرگتری داشته باشند.
۲) جاذبه زمین ملکول‌های آب را کشیده و پخش می کند.
۳) نیروی جاذبه میان ملکول‌های آب، بزرگتر از نیروی چسبندگی بین ملکول‌های آب و شیشه است.
۴) نیروی چسبندگی بین ملکلول‌های آب با شیشه، بزرگتر از نیروی جاذبه بین ملکلول‌های آب است.

۳- مقداری جیوه‌روی سطح افقی شیشه ای میریزیم ملاحظه می شود با آنکه جیوه مایع است ولی روی شیشه پخش نمی شودعلت چیست؟
۱) بین ملکول‌های جیوه و شیشه نیروی دافعه ایجاد می شود.
۲) نیروی پیوستگی بین ملکول‌های جیوه بیشتر از نیروی پیوستگی بین ملکول‌های شیشه است.
۳) نیروی جاذبه بین ملکول‌های جیوه و شیشه کوچکتر از نیروی جاذبه بین ملکول‌های آب و شیشه است.
۴) نیروی جاذبه بین ملکول‌های جیوه بزرگتر از نیروی چسبندگی بین ملکول‌های جیوه و شیشه است.

۴- عامل نگهدارنده سوزن فولادی کوچک روی آب نیروی ..... و ماهیت آن نیروی ..... است.
۱) کشش سطحی- گرانشی ۲) اصطکاک- الکتریکی ۳) کشش سطحی- الکتریکی ۴) اصطکاک- گرانشی

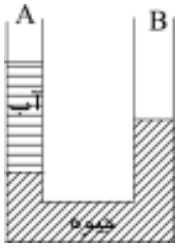
۵- آب در یک لوله ی مویین، تا اندازه ای بالامی آید که نیروی چسبندگی سطحی بین آب و دیواره ی لوله با ..... برابر شود.
۱) اختلاف وزن لوله و آب بالا آمده ۲) فشار جو
۳) وزن آب بالا آمده ۴) وزن لوله

۶- جرم یک کره کوچک به شعاع $R = ۲\times۱۰^{-۲}\,Cm$ و با چگالی $۱/۵gr/Cm^۳$ برحسب کیلوگرم چقدر است؟ $(\pi = ۳)$
۱) ۴۸×۱۰^{-۹} ۲) ۷۲×۱۰^{-۷} ۳) ۲۴×۱۰^{-۸} ۴) ۴۸×۱۰^{-۳}

۷- ۳۰۰ سانتی متر مکعب از مایعی به چگالی $۱۳۰۰Kg/m^۳$را با چند سانتی‌متر مکعب از مایعی به چگالی $۱۵۰۰Kg/m^۳$ مخلوط کنیم تا چگالی مخلوط $۱۴۰۰Kg/m^۳$ شود؟ (در اختلاط تغییر حجم ناچیز است.)
۱) ۲۰۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۳۵۰

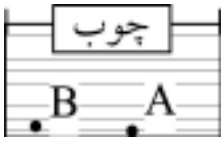
۸- فشار یک مایع در نقطه ای به عمق معین از سطح آزاد مایعی که درون ظرف است:
۱) همیشه رو به پایین اعمال می شود ۲) در تمام جهات یکی است
۳) بستگی به مقدار مایع زیر آن دارد ۴) برابر تمام وزن مایع بالای آن است

۹- در شکل مقابل ارتفاع آب در شاخه **A** برابر ۲۷/۲ سانتیمتر است. در شاخه **B** الکل به جرم حجمی $۰/۸gr/cm^۳$ می‌ریزیم تا جیوه در دو شاخه هم سطح شود. اگر جرم حجمی جیوه و آب به ترتیب $۱۳/۶gr/cm^۳$ و $۱gr/cm^۳$ باشد ارتفاع الکل چند سانتیمتر است؟



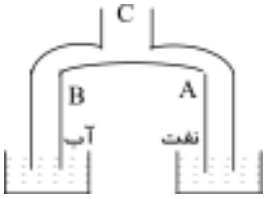
۱) ۱۷
۲) ۲۸
۳) ۳۴
۴) ۴۲

۱۰- مطابق شکل قطعه چوبی روی آب شناور است. فشار در نقاط **A** و **B** را به ترتیب P_A و P_B می نامیم. کدام گزینه درست است؟ (نقاط **A** و **B** هم ارتفاعند)



۱) $P_A > P_B$
۲) $P_B > P_A$
۳) $P_B = P_A$
۴) بسته به جرم حجمی چوب ممکن است هرکدام درست باشد

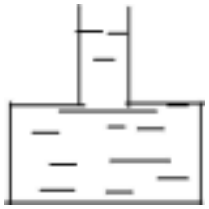
۱۱- در شکل زیر قطر مقطع لوله در قسمت **A** نصف قسمت **B** است. اگر هوای لوله‌ها از قسمت **C** مکیده شود، نسبت ارتفاع آب در لوله **B** به ارتفاع نفت در لوله **A** چقدر است؟ (جرم حجمی نفت ۰/۸ گرم بر سانتیمتر مکعب است)



۱) $\frac{۱۰}{۸}$ ۲) ۰/۸

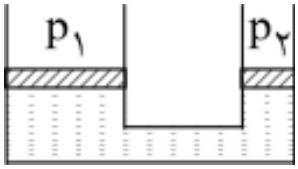
۳) $\frac{۵}{۸}$ ۴) ۰/۴

۱۲- در شکل مقابل سطح قاعده ظرف $۲۰cm^۲$ و سطح مقطع قسمت باریک آن $۰/۵cm^۲$ است اگر یک سانتی متر مکعب آب بر آب موجود اضافه شود بر نیروی وارده از طرف آب بر کف ظرف چند نیوتن اضافه می شود؟



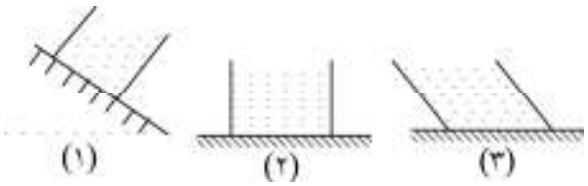
۱) ۰/۴
۲) ۰/۲
۳) ۰/۰۲
۴) ۰/۰۱

۱۳- در شکل زیر، جرم و اصطکاک پیستونها ناچیز فرض می شود و چگالی مایع درون ظرف $۸۰۰Kg/m^۳$ است، هرگاه بر روی $P_۱$ که اندازه سطح آن $۲۰۰cm^۲$ است، وزنه ۴۸۰ گرمی قرار دهیم، پیستون $P_۲$ چند سانتی متر بالاتر از پیستون $P_۱$ قرار می گیرد؟



۱) ۶
۲) ۳
۳) ۰/۶
۴) ۰/۳

۱۴- در سه ظرف نشان داده شده آب ریخته شده است، در کدامیک از ظرفها نیروی وارد از طرف آب بر دیوار ظرف عمود است؟



۱) در ظرف ۱
۲) در ظرف ۲
۳) در ظرف ۳
۴) در هر سه ظرف

۱۵- در یک ظرف به شکل استوانه مقداری آب $۲۰^{\circ}C$ قرار دارد. اگر دمای آب به $۵۰^{\circ}C$ افزایش یابد و ضریب انبساط ظرف ناچیز باشد فشار وارد بر کف ظرف و ارتفاع آب به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می کند؟

۱) زیاد می شود- زیاد می شود ۲) کم می شود- زیاد می شود ۳) ثابت می ماند- ثابت می ماند ۴) ثابت می ماند- زیاد می شود

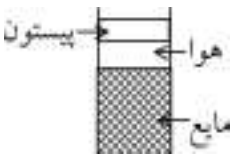
۱۶- عمق یک مایع در مخزنی ۵ متر و فشار هوا برابر ۷۵ سانتی متر جیوه است. فشار کلی که بر کف مخزن وارد می شود چند سانتی متر جیوه است؟ (چگالی مایع و جیوه به ترتیب ۳/۴ و ۱۳/۶ گرم بر سانتیمتر مکعب است)

۱) ۱۲۵ ۲) ۱۷۵ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۲۵

۱۷- در شکل مقابل اگر فشار گاز ۹۵/۲ کیلو پاسکال و اختلاف ارتفاع بین سطوح جیوه برابر با ۵ سانتی متر باشد، فشار هوا چند سانتی متر جیوه است؟ ($g = ۱۰ N/kg$ و چگالی جیوه $۱۳۶۰۰kg/m^۳$ است)

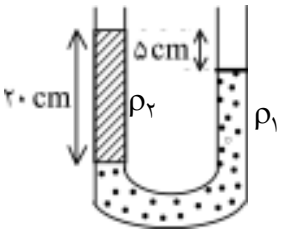
۱) ۷۶
۲) ۷۵
۳) ۷۰
۴) ۶۵

۱۸- در شکل مقابل فشار در سطح مایع $P_۱$ و در کف ظرف برابر $P_۲$ است. با پایین آوردن پیستون فشار در سطح مایع را دو برابر می کنیم، فشار در کف ظرف در این حالت $P'_۲$ می شود، کدام رابطه ی زیر صحیح است؟



۱) $P'_۲ = ۲P_۲$
۲) $P'_۲ = P_۲$
۳) $۲P_۲ < P'_۲ < ۳P_۲$
۴) $P_۲ < P'_۲ < ۲P_۲$

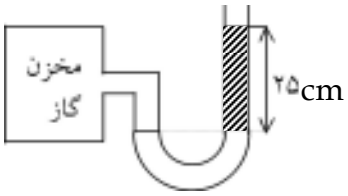
۱۹- در داخل لوله U شکلی، مطابق شکل دو مایع به چگالی ρ_1 و ρ_2 ریخته ایم، نسبت $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ کدام است؟



۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $\frac{3}{4}$

۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{4}$

۲۰- در شکل مقابل اختلاف فشار گاز درون مخزن با محیط بیرون $5\times10^3\ Pa$ است. چگالی مایع چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟



۱) ۲/۵

۲) ۳

۳) ۱/۲

۴) ۲

۲۱- فشار وارد بر کف دریاچه ای ۱۲۵ سانتی متر جیوه است، اگر فشار هوا در سطح آب ۷۵ سانتیمتر جیوه باشد، عمق آب دریاچه چقدر است؟ (چگالی آب $1gr/cm^3$ و چگالی جیوه $13/6gr/cm^3$ است)

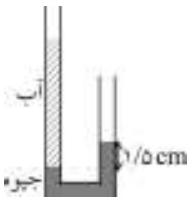
۱) ۶۸۰ ۲) ۱۷ ۳) ۶/۸ ۴) ۱/۷

۲۲- اگر فشار در عمق ۲ متری دریاچه ای P_1 باشد، در عمق ۴ متری آن چقدر است؟

۱) برابر $2P_1$ ۲) بسته به محل دریاچه ممکن است کمتر یا بیشتر از $2P_1$ باشد.

۳) بیشتر از $2P_1$ ۴) کمتر از $2P_1$

۲۳- در شکل زیر ارتفاع آب چند سانتیمتر است؟ (مایعات در حال تعادل و جرم حجمی آب و جیوه به ترتیب برابر ۱ و ۱۳/۶ گرم بر سانتیمتر مکعب است)



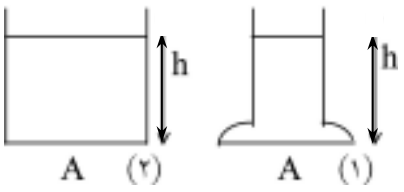
۱) ۱۵/۱

۲) ۱۸/۹

۳) ۲۰/۴

۴) ۲۱/۹

۲۴- در دو ظرف به شکلهای (۱) و (۲) با سطح قاعده مساوی تا ارتفاع مساوی از یک مایع موجود است. اگر فشار و نیروی وارد بر کف ظرف (۱) را به P_1 و F_1 و برکف ظرف (۲) را به P_2 و F_2 نشان دهیم کدام صحیح است؟



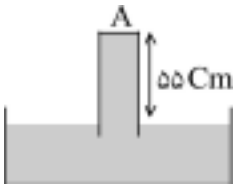
۱) $F_1 > F_2$ و $P_1 > P_2$

۲) $F_1 < F_2$ و $P_1 < P_2$

۳) $F_1 = F_2$ و $P_1 = P_2$

۴) $F_1 > F_2$ و $P_1 < P_2$

۲۵- در شکل مقابل نیرویی که ازطرف جیوه بر سطح بالایی لوله (A) وارد می شود برابر چند نیوتن است؟ (فشار هوای محیط ۷۵ سانتیمتر جیوه و سطح مقطع لوله $A = 5cm^2$ و چگالی جیوه $13/6gr/cm^3$ و g=۱۰N/kg می باشد)



۱) ۶۸

۲) ۷۴/۸

۳) ۳۴

۴) ۱۳/۶

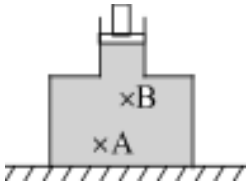
۲۶- در دیواره یک کشتی، سوراخی به مساحت ۵ سانتیمتر مربع در عمق ۴ متری ایجاد شده است. اگر جرم حجمی آب دریا $1030kg/m^3$ باشد، حداقل نیرو برای جلوگیری از ورود آب به کشتی برحسب نیوتن به کدام گزینه نزدیک تر است؟

۱) ۲۱ ۲) ۵۱/۵ ۳) ۲۰۶ ۴) ۲۰۶۰

۲۷- در شکل دهانه لوله قائمی تا عمق ۱۴ سانتی متر درون مایعی به چگالی $0/9 g/cm^3$ فرو شده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله ۸ سانتی متر باشد فشار هوای داخل لوله چند سانتی متر جیوه است؟ (فشار هوا **۷۶ cmHg** و چگالی جیوه $13/5 gr/cm^3$ است)

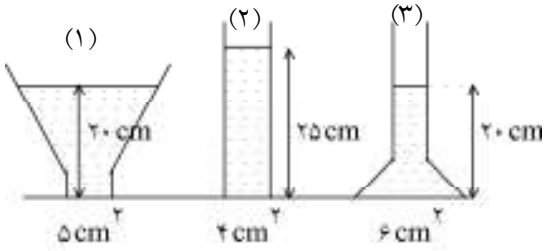
۱) ۷۵/۵
۲) ۷۵/۶
۳) ۷۶/۴
۴) ۷۶/۵

۲۸- اگر در شکل مقابل پیستون را پایین بیاوریم و فشار نقاط نشان داده شده، P_A و P_B، افزایش فشار در اثر پیستون ΔP_A و ΔP_B باشد، کدام رابطه صحیح است؟



۱) $\Delta P_A = \Delta P_B, P_B < P_A$
۲) $\Delta P_A = \Delta P_B, P_A = P_B$
۳) $\Delta P_A > \Delta P_B, P_A > P_B$
۴) $\Delta P_A > \Delta P_B, P_A = P_B$

۲۹- در ظرفهای شکل مقابل آب وجود دارد. اگر نیروی وارد بر کف ظرفهای (۱) و (۲) و (۳) به ترتیب F_1 و F_2 و F_3 باشد کدام رابطه صحیح است؟



۱) $F_1 = F_2 > F_3$
۲) $F_3 > F_1 > F_2$
۳) $F_1 > F_2 > F_3$
۴) $F_1 = F_3 < F_2$

۳۰- درون لوله **U** شکل شیشه ای، جیوه قرار دارد و محل سطح آزاد جیوه را روی یکی از شاخه‌ها علامت گذاری می‌کنیم، اگر به آرامی در شاخه دیگر آنقدر آب بریزیم تا ستون آب **۲۷/۲cm** شود سطح جیوه در شاخه مقابل، از محل علامت گذاری چند سانتی متر بالا می‌رود؟ (چگالی جیوه، ۱۳/۶ برابر چگالی آب است)

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

فصل ۶: گرما و قانون گازها

۱- در وان حمامی ۱۰۰ لیتر آب داغ ۶۰ درجه سانتیگراد وارد کرده ایم، چند لیتر آب سرد ۱۴ درجه سانتیگراد باید به آن اضافه کنیم تا دمای آب درون وان ۳۷ درجه سانتیگراد شود؟ (از تبادل حرارتی وان صرفنظر می شود)

۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۴۰

۲- یک سماور برقی دمای ۵ لیتر آب $10\ ^\circ C$ را در مدت ۴۰ دقیقه به $90\ ^\circ C$ می رساند، اگر ظرفیت گرمایی ویژه آب $4200\ J/(kg^\circ C)$ و توان مصرفی سماور ۸۰۰ وات باشد، راندمان آن چند درصد است؟

۱) ۸۷/۵ ۲) ۹۰ ۳) ۹۲/۵ ۴) ۹۵

۳- یک قطعه آهن به دمای $88\ ^\circ C$ و ظرفیت گرمایی $100\ cal/^\circ C$ را در یک کیلوگرم آب صفر درجه سلسیوس وارد می کنیم. اگر اتلاف گرما ناچیز باشد، دمای تعادل چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

۱) ۰/۸۸ ۲) ۸ ۳) ۸/۸ ۴) ۲۶

۴- به دو جسم **A** و **B** که نسبت جرم آنها $\frac{M_A}{M_B} = \frac{4}{3}$ و نسبت ظرفیت گرمایی ویژه آنها $\frac{C_A}{C_B} = \frac{3}{5}$ است به یک اندازه گرما می دهیم اگر افزایش دمای جسم **A** برابر $40\ ^\circ C$ باشد. افزایش دمای جسم **B** چند درجه سلسیوس خواهد بود؟

۱) ۱۸ ۲) ۳۲ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۵- قطعه فلزی به دمای $96\ ^\circ C$ رادر ۲۲۰ گرم آب $16\ ^\circ C$ وارد می کنیم. دمای تعادل $21\ ^\circ C$ می شود، جرم قطعه فلز چند گرم است؟ (ظرفیت گرمایی ویژه ی آب و فلز به ترتیب **۴۲۰۰J/Kg.K** و **۸۸۰J/Kg.K** و تبادل گرمایی ظرف ناچیز فرض شود.)

۱) ۳۵ ۲) ۱۲۰ ۳) ۱۴۰ ۴) ۷۰

۶- به دوجسم A و B به ترتیب 2Q و Q کالری گرما می دهیم، دمای آنها به یک اندازه افزایش می یابد. اگر جرم جسم A نصف جرم جسم B باشد ظرفیت گرمایی ویژه A چند برابر ظرفیت گرمایی ویژه جسم B است؟

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) $\frac{۱}{٤}$

۷- یک گرماسنج با ظرفیت گرمایی $۱۵۰ J/^\circ C$ محتوی ۰/۵ کیلوگرم آب $۸^\circ C$ است. یک قطعه فلز به دمای $۱۱۰^\circ C$ را در آن وارد میکنیم دمای تعادل $۱۰^\circ C$ میشود، ظرفیت گرمایی قطعه فلزچند $J/^\circ C$ است؟(گرمای ویژه آب $٤۲۰۰ J/kg^\circ C$ فرض شده است.)

۱) ۵۴ ۲) ۱۰۰ ۳) ۳۹ ۴) ۴۵

۸- اگر ۸ دقیقه طول بکشد تا مقدار معینی آب در فشار یک جو از $۲۰^\circ C$ به نقطه جوش برسد چند دقیقه دیگر لازم است تا تماماً به بخار تبدیل شود؟ (گرمای تبخیر آب ۵۴۰ کالری برگرم و از اتلاف گرما صرفنظر می شود)

۱) ۲۷ ۲) ۴۰ ۳) ۵۴ ۴) ۱۰۸

۹- ظرف عایقی محتوی ۶۸۰ گرم آب صفر درجه است. براثر تبخیر سطحی مقداری از آب بخار و بقیه تبدیل به یخ صفر درجه می شود اگر گرمای تبخیر آب ۶۰۰ کالری بر گرم و گرمای ذوب یخ ۸۰ کالری بر گرم باشد جرم یخ تولید شده برحسب گرم برابر است با:

۱) ۷۵ ۲) ۸۰ ۳) ۳۴۰ ۴) ۶۰۰

۱۰- ۶/۴ کیلوگرم یخ $-۱۰^\circ C$ را در یک استخر پراز آب صفر درجه می اندازیم پس از برقراری تعادل وزن یخ چند کیلوگرم می شود؟ (ظرفیت گرمایی ویژه یخ J/kg.K ۲۱۰۰ و گرمای نهان ذوب یخ KJ/Kg ۳۳۶ است)

۱) ۶ ۲) ۶/۴۴ ۳) ۶/۸ ۴) ۱۰۴/۴

۱۱- وقتی‌قطعه‌فلزی‌به‌جرم۲/۵kgوبادمای $۶۸^\circ C$ راروی‌قطعه‌بزرگ‌یخ‌صفردرجه‌قراردهیم،۱۹۰گرم یخ ذوب می شود. اگر گرمای نهان ویژه ذوب یخ $۳/٤\times۱۰^۵$ J/kg باشد، ظرفیت گرمایی ویژه فلز برحسب $J/kg^\circ C$ کدام است؟)اتلاف گرما ناچیز است.)

۱) ۱۹۰ ۲) ۳۸۰ ۳) ۴۸۰ ۴) ۷۶۰

۱۲- تبخیر سطحی مایع در هوا، انرژی درونی مایع را چه تغییری می دهد؟

۱) کاهش می دهد ۲) افزایش می دهد

۳) تغییر نمی دهد ۴) بسته به فشار هوا هرسه مورد ممکن است

۱۳- ۹۰ گرم یخ صفردرجه سلسیوس را در مقداری آب $٤۰^\circ C$ وارد می کنیم. پس از ایجاد تعادل ۱۰ گرم یخ باقی می ماند. اگر گرمای نهان ذوب یخ ۸۰cal/gr و تبادل گرمایی ظرف ناچیز باشد جرم آب اولیه چند گرم بوده است؟

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۲۰۰

۱۴- از یک ورقه فلزی مربع شکل دایره ای به شعاع R بریده ایم. اگر دمای ورقه را به اندازه $\Delta\theta$ افزایش دهیم تغییر شعاع قسمت بریده شده برابر است با:(λ ضریب انبساط طولی ورقه)

۱) $\frac{R}{\lambda\Delta\theta}$ ۲) $۲R\lambda\Delta\theta$ ۳) $\frac{R}{۲}\lambda\Delta\theta$ ۴) $R\lambda\Delta\theta$

۱۵- دمای یک قرص فلزی را چند درجه سلیسوس افزایش دهیم تابه سطح آن به اندازه ۰/۰۲ سطح اولیه آن افزوده شود؟ ($۲\times۱۰^{-۵}C^\circ$ ضریب انبساط خطی فلز)

۱) ۵۰۰ ۲) ۷۵۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰

۱۶- مساحت‌یک صفحه فلزی‌دردمای$\theta_۲$چندبرابرمساحت آن در دمای$\theta_۱$ است؟ (ضریب انبساط طولی فلز را λ فرض می‌کنیم.)

۱) $\frac{\frac{۱}{۲}+\lambda\theta_۲}{\frac{۱}{۲}+\lambda\theta_۱}$ ۲) $\frac{۱+\lambda\theta_۲}{۱+\lambda\theta_۱}$ ۳) $\frac{\lambda\theta_۲}{۱+\lambda\theta_۱}$ ۴) $۱+\frac{\lambda\theta_۲}{\theta_۱}$

۱۷- ضریب انبساط حجمی مایعی $۱/۶\times۱۰^{-۳}$ بر کلوین است. حجم دو لیتر از این مایع دراثر $۵^\circ C$ افزایش دما، چند سانتیمتر مکعب افزایش می‌یابد؟

۱) ۸ ۲) ۱۶ ۳) ۳۲ ۴) ۶۴

۱۸- طول یک میله‌ی آهنی در دمای $۳۵^\circ C$ یک متر است. اگر دمای میله به $۶۵^\circ C$ برسد، طول جدید آن ۱/۰۰۰۳۷۵ متر میشود. ضریب انبساط طولی آهن بر حسب $K^{-۱}$ کدام است؟

۱) $۱/۲\times۱۰^{-۵}$ ۲) $۱/۲۵\times۱۰^{-۴}$ ۳) $۱/۲۵\times۱۰^{-۵}$ ۴) $۱/۵\times۱۰^{-۵}$

۱۹- طول یک پل بر اثر $25^\circ C$ افزایش دما، $2/5cm$ اضافه شده است. اگر ضریب انبساط طولی پل $1/25\times10^{-5}k^{-1}$ باشد ، طول پل چند متر است؟

۱) ۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۲۰

۲۰- جریان همرفتی در کدام مواد ایجاد می شود؟

۱) جامدات ۲) فقط گازها ۳) فقط مایعات ۴) مایعات و گازها

۲۱- درون استوانه ای، مقداری گاز به وسیله پیستون متحرک وبدون اصطکاک محبوس بوده و پیستون در حال تعادل است. اگر گاز را گرم کنیم:

۱) حجم گاز ثابت می ماند و فشارش زیاد می شود. ۲) حجم گاز زیاد و فشارش کم می شود.

۳) حجم گاز زیاد می شود و فشارش ثابت می ماند. ۴) حجم و فشار گاز هر دو زیاد می شود.

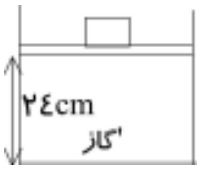
۲۲- حجم گازی در دمای ۲۷/۳ درجه سلسیوس برابر V_1 است اگر در فشار ثابت دمای این گاز را به ۲۷۳ درجه سلسیوس برسانیم حجم آن V_2 می شود. کدام یک از روابط زیر صحیح است؟

۱) $V_2 = 9V_1$ ۲) $10V_1 > V_2 > 9V_1$ ۳) $V_2 = 10V_1$ ۴) $2V_1 > V_2 > V_1$

۲۳- در یک استوانه ۴۰ لیتر گاز با فشار ۵ جو وجود دارد. شیر آن را باز می کنیم تا فشار داخل آن به ۳ جو برسد. اگر دما ثابت بماند، گاز خارج شده در همان دما و فشار یک جو چند لیتر حجم دارد؟

۱) $\frac{200}{3}$ ۲) ۸۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۲۰۰

۲۴- مطابق شکل، درپیستون گاز تادمای $27^\circ c$ محبوس است. اگر دمای گاز را به $127^\circ c$ برسانیم پیستون چند سانتیمتر جابجا می شود؟



۱) ۰/۸

۲) ۸

۳) ۸۰

۴) ۱۰۸

۲۵- دمای گاز کاملی را از $27^\circ c$ به $227^\circ c$ می رسانیم. اگر فشار این گاز ۲ برابر شده باشد، چگالی آن چند برابر شده است؟

۱) $\frac{5}{6}$ ۲) $\frac{6}{5}$ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۶- حباب هوایی که در یک عملیات غواصی در عمق ۷۰ متری ایجاد می شود، به طرف سطح آب حرکت می کند. اگر دما را ثابت فرض کنیم شعاع این حباب در سطح آب چند برابر می شود؟ ($g=10N/kg$ ، فشار هوا در سطح آب $10^5 N/m^2$ و $10^3 kg/m^3$ = چگالی آب)

۱) $\sqrt{2}$ ۲) ۲ ۳) $2\sqrt{2}$ ۴) ۴

۲۷- مقداری گاز کامل را که دمای آن $27^\circ C$ و فشارش یک اتمسفر است، آنقدر متراکم می کنیم تا حجم آن به $\frac{1}{6}$ حجم اولیه خود برسد. اگر در این حالت، فشار گاز متراکم ۶/۵ اتمسفر باشد، دمای آن چند درجه سلسیوس است؟

۱) ۱۰۴ ۲) ۷۷ ۳) ۵۲ ۴) ۲۷

۲۸- هر زمان با افزایش حجم مقدار معینی گاز کامل، فشار آن کم شود دمای گاز چگونه تغییر می کند؟

۱) الزاماً افزایش می یابد. ۲) الزاماً کاهش می یابد.

۳) ثابت می ماند. ۴) بسته به شرایط، هر کدام از موارد دیگر می تواند درست باشد.

۲۹- مقداری گاز مطابق شکل، زیر یک پیستون محبوس و فشار و حجم آن به ترتیب P_1 , V_1 است. پیستون را خیلی سریع پایین می بریم تا حجم گاز $\frac{V_1}{3}$ شود. اگر فشار گاز بلافاصله پس از پایین بردن پیستون P_2 باشد کدام رابطه صحیح است؟

۱) $P_2 = 1/5P_1$ ۲) $P_2 > 3P_1$

۳) $3P_1 > P_2 > 1/5P_1$ ۴) $P_2 \le 3P_1$

۳۰- حجم گاز کاملی در دمای $12^\circ C$ و فشار ۷۵ سانتیمتر جیوه برابر V_1 است. دمای گاز را $95^\circ C$ افزایش می دهیم. فشار گاز برابر ۸۰ سانتیمتر جیوه و حجم آن برابر V_2 می شود نسبت $\frac{V_2}{V_1}$ کدام است؟

۱) $\frac{5}{8}$ ۲) $\frac{8}{5}$ ۳) $\frac{4}{5}$ ۴) $\frac{5}{4}$

پاسخ‌های تشریحی

فصل ۴: کار و انرژی

۱- گزینه ۲ پاسخ است.

طبق قضیه کار و انرژی کار برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر تغییرات انرژی جنبشی آن است:

$$W = \Delta K = \frac{۱}{۲}m\left(V^۲ - V_۰^۲\right)$$

چون جسم از حال سکون به حرکت در آمده است $V_۰ = ۰$ پس:

$$W = \frac{۱}{۲}mV^۲$$

بنابراین کار برحسب سرعت یک تابع درجه دوم است و نمودار کار- سرعت یک سهمی است و چون سرعت جسم مدام افزایش می یابد, لـذا تابع در صفر کمترین مقدار را دارد و تنها نمودار شماره ۲ دارای این خصوصیات است.

۲- گزینه ۱ پاسخ است.

کار برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر تغییرات انرژی جنبشی جسم است (قضیه کار و انرژی).نیروهای وارد بر جسم , وزن جسـم و مقاومـت هوا هستند. کار نیروی وزن هنگام بالا رفتن mgh − است (زیرا جهت نیروی وزن و جابجایی مخالف هم هستند). کار همین نیرو در برگشت mgh است. پس در این رفت و برگشت , کار نیروی وزن صفر است. لذا کار نیروی مقاومت هوا که به صورت حرارتی ظاهر مـی گـردد برابـر تغییرات انرژی جنبشی جسم است:

$$\Delta K = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}m\left(V_۲^۲ - V_۱^۲\right) = \frac{۱}{۲}\times ۰/۲\left(۹^۲ - ۱۰^۲\right) = -۱/۹J$$

بنابراین ۱/۹ ژول گرما به محیط داده شده است.

۳- گزینه ۴ پاسخ است.

انرژی جنبشی اولیه جسم برابر است با:

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}m(V_۰)^۲$$

انرژی جنبشی هنگام برگشت به نقطه پرتاب برابر است با:

$$K_۲ = \frac{۱}{٤}K_۱ \text{ بنابراین داریم: } K_۲ = \frac{۱}{۲}m\left(\frac{V_۰}{۲}\right)^۲ = \frac{۱}{۸}m(V_۰)^۲$$

پس می توان نوشت:

$$\text{انرژی تلف شده} = K_۱ - K_۲ = K_۱ - \frac{۱}{٤}K_۱ = \frac{۳}{٤}K_۱ = ۰/۷۵K_۱$$

بنابراین ۰/۷۵ انرژی جنبشی اولیه تلف شده است.

۴- گزینه ۲ پاسخ است.

کار نیروهای وارد بر جسم برابر است با تغییر انرژی جنبشی جسم.

$$W_F = \Delta K = K_۲ - K_۱$$

$$W_F = \frac{۱}{۲}m\left(V_۲^۲ - V_۱^۲\right) = \frac{۱}{۲}\times ۲۰۰۰ \times \left(۱۵\times ۱۵ - ۲۵\times ۲۵\right) \Rightarrow W_F = -٤\times ۱۰^{۵}\,J$$

۵- گزینه ۳ پاسخ است.

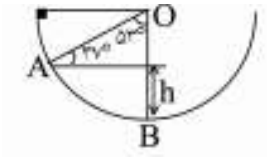
$$\left.\begin{array}{l} m = ۵۰۰\ gr \Rightarrow mg = ۵\,N \\ f_k = \mu mg \end{array}\right\} \Rightarrow f_k = ۱/۲۵$$

$$W_{f_k} = f_k d\cos ۱۸۰ = ۱/۲۵\times ۱۰\times (-۱) = -۱۲/۵\,J$$

کار لازم برای غلبه بر اصطکاک , قرینه کاری است که نیروی اصطکاک انجام می دهد. بنابراین:

$$W = -W_{f_k} = ۱۲/۵\,J$$

۶- گزینه ۱ پاسخ است.



نیروی وزن، یک نیروی پایستار است و کار انجام شده ناشی از آن به مسیر حرکت بستگی ندارد.
از آنجایی‌که کار برابر است با حاصلضرب جابجایی در راستای نیرو در اندازه نیرو داریم:

$$\left.\begin{matrix} W = mgh \\ h = OB - OACos۵۳^\circ \end{matrix}\right\} \Rightarrow W = mg(OB - OACos۵۳^\circ) \Rightarrow W = ۰/۱ \times ۱۰ \left(۰/۳ - ۰/۳ \times ۰/۶\right)$$

$$\Rightarrow W = ۰/۱۲J$$

۷- گزینه ۳ پاسخ است.

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی , کار برآیند نیروهای وارد بر یک جسم در یک مدت زمان جابجایی معین , برابر تغییرات انرژی جنبشی جسم است.

۸- گزینه ۳ پاسخ است.

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mV_۱^۲ \Rightarrow ۱۰۰ = \frac{۱}{۲} \times m \times ۱۰^{۲} \Rightarrow m = ۲kg$$

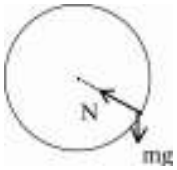
طبق قضیه کار- انرژی , کل کار انجام شده روی جسم (کاری که برآیند نیروهای وارد بر جسم روی جسم انجام می دهد) , با تغییر انرژی جنبشی جسم برابر است, بنابراین داریم: $W = \Delta K = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}mV_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mV_۱^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times (-۲۰)^۲ - ۱۰۰ = ۳۰۰ \ J$

توجه کنید که انرژی جنبشی جسم همواره مثبت است $\left(K = \frac{۱}{۲}mV^۲\right)$

۹- گزینه ۲ پاسخ است.

در طول حرکت نیروهای وارد بر جسم عبارتند از: وزن جسم و نیروی عکس العمل حلقه. نیروی عکس العمل حلقه چون بر مسیر حرکت عمود است، کاری روی جسم انجام نمی دهد. پس تنها نیرویی که روی جسم کار انجام می دهد نیروی وزن جسم است و در نتیجه انرژی مکانیکی جسم ثابت می ماند.

فرض کنیم گلوله حداکثر تا نقطه ای بالا رود که ارتفاع آن از سطحی که نقطه A قرار دارد برابر **h** باشد.
می دانیم در آن نقطه سرعت جسم صفر است.



$$\left.\begin{matrix} k_A = \frac{۱}{۲}mV^۲ \\ U_A = ۰J \end{matrix}\right\} \Rightarrow E_A = k_A + U_A = \frac{۱}{۲}mV^۲ \Rightarrow E_A = \frac{۱}{۲}m \times ۲gr = mgr$$

در نقطه انتهای حرکت $\left.\begin{matrix} k = ۰J \\ U = mgh \end{matrix}\right\} \Rightarrow E = k + U = mgh$

و از دو عبارت فوق خواهیم داشت:

$$E_A = E \Rightarrow mgr = mgh \Rightarrow h = r$$

نقطه انتهای حرکت در ارتفاع r از نقطه A قرار دارد، یعنی نقطه C.

۱۰- گزینه ۳ پاسخ است.

انرژی جنبشی جسم در لحظه برخورد به زمین همراه با ۲۰ ٪ انرژی اولیه جسم که صرف غلبه بر نیروی مقاومت هوا شده است برابر انرژی اولیه جسم (در لحظه اول سقوط) می باشد.

$$\frac{۱}{۲}mV^۲ + \frac{۲۰}{۱۰۰}mgh = mgh \Rightarrow \frac{۱}{۲}mV^۲ = \frac{۸۰}{۱۰۰}mgh \Rightarrow \frac{۱}{۲}V^۲ = \frac{۸}{۱۰} \times ۱۰ \times ٤ \Rightarrow V^۲ = ٦٤ \Rightarrow V = ۸m/s$$

۱۱- گزینه ۲ پاسخ است.

نیروهای وارد بر جسم نیروهای پایستار وزن و نیروی غیر پایستار مقاومت هوا می باشند. کار نیروی غیر پایستار مقاومت هوا برابر تغییرات انرژی مکانیکی جسم است. انرژی پتانسیل جسم در آغاز حرکت و پایان حرکت صفر است. بنابراین کار نیروی مقاومت هوا برابر تغییرات انرژی جنبشی جسم است.

$$W = \Delta K = K_۲ - K_۱$$

$$W = \frac{۱}{۲}mV_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mV_۱^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲\left(٤^۲ - ۵^۲\right) = -۹J$$

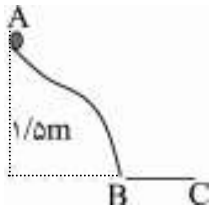
لذا اتلاف انرژی یا کار مقاومت هوا صرفنظر از علامت آن ۹ ژول است.

۱۲- گزینه ۲ پاسخ است.

وقتی فنر بیشترین فشردگی را دارد که جسم متوقف شود و تمام انرژی جنبشی آن در این حالت به انرژی پتانسیل فنر تبدیل می شود زیرا کار نیروی غیر پایستار، صفر است. بنابراین طبق قانون بقای انرژی مکانیکی داریم:

$$\frac{۱}{۲}mV_{۰}^{۲}=\frac{۱}{۲}kx^{۲}\Rightarrow x^{۲}=\frac{m}{k}V_{۰}^{۲}\Rightarrow x=V_{۰}\sqrt{\frac{m}{k}}$$

۱۳- گزینه ۳ پاسخ است.



طبق قانون پایستگی انرژی مکانیکی برای دو نقطه A و B، $E_A=E_B$ است.

از طرفی چون در مسیر BC نیروی ناپایستار اصطکاک بر جسم وارد می شود بنابراین کار این نیرو، همان تغییرات انرژی مکانیکی جسم در جابه جایی از نقطه B به C است. چون در C متوقف شده، پس انرژی جنبشی آن صفر است و با انتخاب مبداء پتانسیل در سطح افقی BC انرژی پتانسیل هم صفر است پس:

$$\left.\begin{matrix}W_{f_k}=E_C-E_B\\E_C=۰\end{matrix}\right\}\Rightarrow W_{f_k}=-E_B=-E_A\,(I)\qquad E_A=mgh+\frac{۱}{۲}mv^{۲}=mgh+۰=۲\times۱۰\times۱/۵=۳۰\ J$$

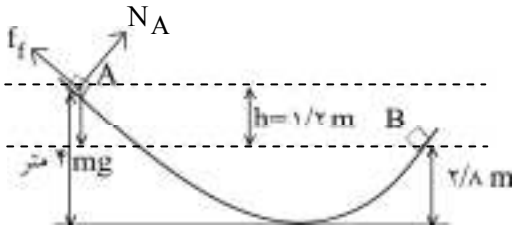
از رابطه (I) داریم: $-f_k.x=-E_A\Rightarrow f_k=\frac{۳۰}{٤}=۷/۵\ N$

۱۴- گزینه ۴ پاسخ است.

پس از پرتاب شدن جسم، تنها نیرویی که بر جسم اثر می کند، نیروی پایستار وزن جسم است و انرژی مکانیکی جسم پایسته خواهد بود. بنابراین انرژی مکانیکی جسم در تمام لحظات با انرژی مکانیکی جسم در لحظه پرتاب برابر است. انرژی مکانیکی در لحظه ی پرتاب به صورت زیر قابل محاسبه است.

$$E=K+U=\frac{۱}{۲}mV_{۰}^{۲}+۰=\frac{۱}{۲}\times۲\times۱۰^{۲}=۱۰۰\ J$$

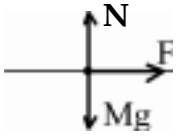
۱۵- گزینه ۲ پاسخ است.



با توجه به اینکه اصطکاک یک نیروی غیر پایستار می باشد، بنابراین انرژی مکانیکی کاهش یافته است و کار نیروی اصطکاک برابر این میزان کاهش در انرژی مکانیکی است: اگر زمین را به عنوان سطح پتانسیل صفر در نظر بگیریم: $W_f=E_B-E_A$

$$W_f=mgh_B+۰-mgh_A-۰=٤(h_B-h_A)$$
$$W_f=٤(۲/۸-٤)=-٤/۸J$$

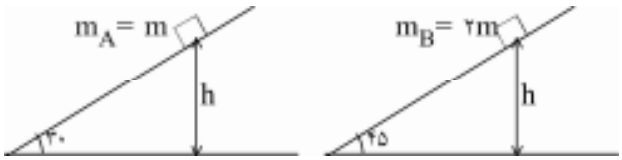
۱۶- گزینه ۴ پاسخ است.



نمودار نیروهای وارد بر جسم در شکل مقابل رسم شده است. با توجه به این نمودار تنها نیرویی که روی جسم کار انجام میدهد، نیروی پایستار کشسانی فنر است. بنابراین انرژی مکانیکی جسم در طی حرکت ثابت می ماند.

$$E_۱=E_۲\Rightarrow K_۱+U_۱=K_۲+U_۲\Rightarrow ۰+\frac{۱}{۲}k\Delta l^{۲}=\frac{۱}{۲}mV^{۲}+۰\Rightarrow V=\Delta l\sqrt{\frac{k}{m}}=۰/۲\sqrt{\frac{۹۰}{۰/۱}}=٦m/s$$

۱۷- گزینه ۴ پاسخ است.



نیروی اصطکاک وارد بر دو جسم برابر صفر است، پس انرژی مکانیکی در هر دو حالت پایسته است، بنابراین:

$$\left.\begin{matrix}\text{جسم A}:E_۱=E_۲\Rightarrow mgh+۰=mg\times۰+\frac{۱}{۲}mV_A^{۲}\Rightarrow mgh=K_A\\\text{جسم B}:E_۱=E_۲\Rightarrow ۲mgh+۰=۲mg\times۰+\frac{۱}{۲}(۲m)V_B^{۲}\Rightarrow ۲mgh=K_B\end{matrix}\right\}\Rightarrow K_A=\frac{۱}{۲}K_B$$

۱۸- گزینه ۱ پاسخ است.

نیروی وارد بر جسم ثابت است، لذا طبق رابطه $F = ma$ حرکت جسم با شتاب ثابت خواهد بود:

مقدار جابجایی جسم در مدت t $x = \frac{(v + v_\circ)}{۲}t = \frac{v}{۲}t$

مقدار کار انجام شده بر روی جسم در مدت t $W = F.x = F.\left(\frac{v}{۲}t\right)$

توان متوسطی که در این مدت جسم دریافت می کند $P = \frac{W}{t} = \frac{۱}{۲}F.V$

۱۹- گزینه ۱ پاسخ است.

پمپ، آب ساکن را به سرعت $۲۰\ m/s$ می رساند. انرژی جنبشی آب هنگام خروج از لوله نتیجه کار پمپ است.

W : کار مفید پمپ در هر دقیقه

$$W = \frac{۱}{۲}mV^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۷۵ \times (۲۰)^۲ = ۱۵۰۰۰\ \ J$$

توان پمپ $P = \frac{W}{t} = \frac{۱۵۰۰۰\ J}{۶۰s} = ۲۵۰\ Watt \Rightarrow P = ۰/۲۵$ **کیلووات**

۲۰- گزینه ۲ پاسخ است.

توان برابر کار انجام شده در واحد زمان است: $P = \frac{W}{t}$ **بنابراین:**

$$P = F.\frac{\Delta X}{t}$$

$$P = \frac{F.V.t}{t} = F.V$$

$$\frac{P_۲}{P_۱} = \frac{F_۲ V_۲}{F_۱ V_۱} = \frac{(۲F_۱)(۲V_۱)}{F_۱ V_۱} = ۴ \Rightarrow P_۲ = ۴P_۱$$

۲۱- گزینه ۳ پاسخ است.

با توجه به اینکه توان، کار انجام شده در واحد زمان است، می توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{F.\Delta x}{\Delta t} = F.\frac{\Delta x}{\Delta t} \\ \frac{\Delta x}{\Delta t} = V \end{array}\right\} P = F.V \Rightarrow ۱۰ \times ۱۰۰۰ = ۲۵۰۰\ \ V \Rightarrow V = ۴\ m/s$$

۲۲- گزینه ۱ پاسخ است.

بازده یک ماشین یعنی توان مفید آن تقسیم بر توان کل ماشین. یعنی:

$$\text{بازده} = \frac{\text{توان مفید}}{\text{توان کل}} = \frac{\text{توان مفید}}{\text{توان تلف شده + توان مفید}}$$

$$\Rightarrow \frac{۸۰}{۱۰۰} = \frac{\text{توان مفید}}{\text{توان تلف شده + توان مفید}} \Rightarrow \frac{\text{توان تلف شده + توان مفید}}{\text{توان مفید}} = \frac{۱۰}{۸} = \frac{۵}{۴}$$

$$\Rightarrow ۱ + \frac{\text{توان تلف شده}}{\text{توان مفید}} = \frac{۵}{۴} \Rightarrow \frac{\text{توان تلف شده}}{\text{توان مفید}} = \frac{۵}{۴} - ۱ = \frac{۱}{۴}$$

۲۳- گزینه ۲ پاسخ است.

$$V_۲ = ۷۲\frac{Km}{h} = ۷۲ \times \frac{۱۰۰۰\ m}{۳۶۰۰\ s} = ۲۰\frac{m}{s} \Rightarrow W = \Delta K = \frac{۱}{۲}mV_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mV_۱^۲$$

$$\frac{۱}{۲} \times ۹۰۰ \times ۲۰^{\ ۲} - ۰ = ۱۸۰ \times ۱۰^{\ ۳}\ J = ۱۸۰\ \ KJ \Rightarrow \overline{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{۱۸۰}{۱۰} = ۱۸\ KW \ \ W =$$

۲۴- گزینه ۱ پاسخ است.

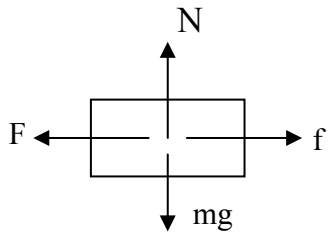
توان مصرفی تلمبه $۲kW$ و راندمان آن ۸۰ ٪ است، پس توان مفید تلمبه برابر با $۲ \times \frac{۸۰}{۱۰۰} = ۱/۶kW$ است. بنابراین تلمبه در هر ثانیه به اندازه **KJ** ۱/۶ کار مفید انجام می دهد که برابر است با مقدار کاری که صرف بالا کشیدن آب می کند.

توان مفید: $P = ۱/۶kW = ۱۶۰۰\ W$

کار لازم برای بالا کشیدن ۸۰۰ کیلو گرم آب به ارتفاع ۲ متر:

$$W = mgh = ۸۰۰ \times ۱۰ \times ۲ = ۱۶۰۰۰\ J$$
$$W = Pt \Rightarrow ۱۶۰۰ \times t = ۱۶۰۰۰ \Rightarrow t = ۱۰\ s$$

۲۵- گزینه ۲ پاسخ است.

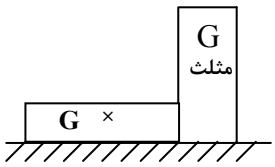


$$f = ۰/۴ \times ۲۰۰۰ = ۸۰۰\ N$$

با توجه به اینکه جسم با سرعت ثابت کشیده می شود بنابراین برآیند نیروها در راستای حرکت برابر صفر می باشد، یعنی $F = ۸۰۰\ N$ می‌باشد. در مدت یک ثانیه جسم ۱۰ سانتیمتر حرکت می کند بنابراین:

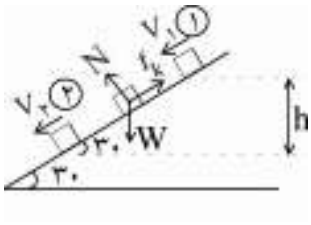
$$P = \frac{W}{t} = \frac{F.x}{t} = \frac{۸۰۰ \times ۰/۱}{۱} = ۸۰W$$

۲۶- گزینه ۳ پاسخ است.



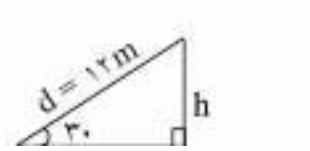
با توجه به اینکه عرض تیرآهن خیلی کوچک است می‌توان گفت در طی این عمل گرانیگاه تیرآهن به اندازه نصف طول آن (یعنی یک متر) بالاتر آمده است پس انرژی پتانسیل گرانشی تیرآهن به اندازه $\Delta U = mg\frac{l}{۲} = ۱۶ \times ۱۰ \times ۱ = ۱۶۰J$ افزایش یافته است. با توجه به این مطلب که ابتدا و انتهای تیرآهن در این عمل ساکن است پس انرژی جنبشی تیرآهن تغییر نکرده است $(\Delta K = ۰J)$ در نتیجه تغییر انرژی مکانیکی تیرآهن برابر تغییر انرژی پتانسیل آن است: $\Delta E = \Delta U = ۱۶۰\ J$ برای آنکه انرژی مکانیکی جسم به اندازه $۱۶۰\ J$ ژول تغییر کند، باید $۱۶۰\ J$ کار انجام بدهیم $(W = \Delta E = E_۲ - E_۱)$

۲۷- گزینه ۱ پاسخ است.



در طول حرکت سه نیرو بر جسم وارد می‌شود. نیروی پایستار وزن (W) و نیروهای غیر پایستار اصطکاک (f_k) و عمودی سطح (N) که چون بر مسیر حرکت عمود است، کاری روی جسم انجام نمی دهد و تنها نیروی غیر پایستاری که روی جسم کار انجام می‌دهد نیروی اصطکاک (f_k) می‌باشد. در وضعیت (۱) داریم:

$$\begin{cases} k_۱ = \frac{۱}{۲}mV_۱^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۵^۲ = ۲۵\ J \\ U_۱ = mgh = ۲ \times ۱۰ \times ۶ = ۱۲۰\ J \end{cases} \Rightarrow E_۱ = k_۱ + U_۱ = ۱۴۵\ J$$



توجه کنید داریم:

$$h = dSin۳۰ = ۱۲ \times \frac{۱}{۲} = ۶m$$

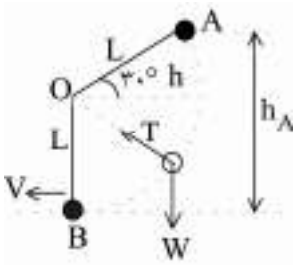
در وضعیت (۲) داریم:

$$\begin{cases} k_۲ = \frac{۱}{۲}mV_۲^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۸^۲ = ۶۴\ J \\ U_۲ = ۰J \end{cases} \Rightarrow E_۲ = k_۲ + U_۲ = ۶۴\ J$$

$$W'' = W_{f_k} = E_۲ - E_۱ = ۶۴ - ۱۴۵ = -۸۱J$$

توجه کنید مبنای انرژی پتانسیل گرانشی را در وضعیت (۲) جسم در نظر گرفته ایم.

۲۸- گزینه ۲ پاسخ است.



در هر نقطه دلخواه از مسیر حرکت که قسمتی از یک دایره به شعاع L و مرکز O است، علاوه بر نیروی وزن (W) نیروی کشش T نیز بر وزنه m اعمال می‌شود، ولی چون نیروی کشش T که از طرف میله سبک به وزنه m اعمال می‌شود، همواره بر مسیر حرکت عمود است، کاری روی وزنه انجام نمی دهد. پس تنها نیرویی که روی وزنه کار انجام می‌دهد، نیروی پایستار وزن (W) است و در نتیجه انرژی مکانیکی وزنه پایسته می‌ماند.

$$E_A = E_B \Rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B \Rightarrow \frac{۱}{۲}mV_A^۲ + mgh_A = \frac{۱}{۲}mV_B^۲ + mgh_B \quad (I)$$

از آنجا که وزنه از نقطه A رها می‌شود، پس داریم: $(V_A = ۰ m/s)$ و نیز برای h_A داریم:

$$h_A = L + h = L + LSin۳۰^\circ = L + \frac{L}{۲} = \frac{۳}{۲}L$$

و همچنین در نقطه B داریم:

$$V_B = V, h_B = ۰m$$

پس خواهیم داشت:

$$(I): ۰ + mg \times \frac{۳}{۲}L = \frac{۱}{۲}mV^۲ + ۰ \Rightarrow V^۲ = ۳gL \Rightarrow V = \sqrt{۳gL}$$

۲۹- گزینه ۲ پاسخ است.

کار نیروی غیر پایستار برابر است با تغییرات انرژی مکانیکی جسم یعنی: $W = \Delta E$

تنها نیروی غیر پایستار که روی جسم کار انجام می‌دهد، اصطکاک است و چون انرژی پتانسیل جسم تغییر نمی کند، پس داریم:

$$W_f = \Delta K$$

$$\left.\begin{array}{l} -f.x = \frac{۱}{۲}mv^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ \\ -f'.X = \frac{۱}{۲}m'v^۲ - \frac{۱}{۲}m'v_۰^۲ \\ v = ۰ \\ f' = ۲f \\ m' = ۲m \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{cases} f.x = \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ \\ ۲f\,X = \frac{۱}{۲}(۲m)v_۰^۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = \frac{mv_۰^۲}{۲f} \\ X = \frac{mv_۰^۲}{۲f} \end{cases} \Rightarrow x = X$$

۳۰- گزینه ۲ پاسخ است.

توان وی ۱۲۰وات است پس در مدت ۲۰ ثانیه:

$$W = P.t = ۱۲۰ \times ۲۰ = ۲۴۰۰ \ J$$

کار انجام می‌دهد که این کار صرف غلبه بر نیروی وزن وی و یا به عبارت دیگر به وجود آمدن انرژی پتانسیل تا ارتفاع h می‌شود. پس:

$$۲۴۰۰ = mgh \Rightarrow ۲۴۰۰ = ۶۰ \times ۱۰ \times h \Rightarrow h = ۴m$$

فصل ۵: ویژگی‌های ماده

۱- گزینه ۲ پاسخ است.

به حرکت نامنظم و درهم و برهم ذره‌های معلق در هوا (مانند ذره‌های دود)، حرکت بروانی می گوییم. حرکت بروانی گواه بر این است که ملکول‌های هوا به صورت نامنظم، درهم و برهم و غیرقابل پیش بینی (کاتوره ای) حرکت می کنند.

۲- گزینه ۴ پاسخ است.

پخش شدن آب بر روی سطح به سبب آن است که نیروی چسبندگی بین شیشه و آب بیشتر از نیروی پیوستگی بین ملکول‌های آب است

۳- گزینه ۴ پاسخ است.

علت اینکه جیوه روی شیشه پخش نمی شود این است که نیروی پیوستگی بین ملکول‌های جیوه بیشتر از نیروی چسبندگی بین ملکول‌های شیشه و جیوه است.

۴- گزینه ۳ پاسخ است.

نیروی کشش سطحی مانع از ایجاد شکاف می شود و نیز ماهیت آن به جاذبه مولکولها که از نوع الکتریکی مربوط است.

۵- گزینه ۳ پاسخ است.

۶- گزینه ۱ پاسخ است.

طبق تعریف جرم حجمی خواهیم داشت:

$$\left.\begin{aligned}\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V\\ V=\frac{۴}{۳}\pi R^{۳}=\frac{۴}{۳}\times ۳\times(۲\times ۱۰^{-۲})^{۳}\end{aligned}\right\}\Rightarrow m=\frac{۴}{۳}\times ۳\times(۲\times ۱۰^{-۲})^{۳}\times ۱/۵\frac{gr}{cm^{۳}}\Rightarrow m=۴۸\times ۱۰^{-۶}\times ۱۰^{-۳}Kg$$

$$\Rightarrow m=۴۸\times ۱۰^{-۹Kg}$$

$$\text{چگالی مخلوط}=\frac{\text{جرم کل } m}{\text{حجم کل } V}\Rightarrow \rho_t=\frac{\rho_۱V_۱+\rho_۲V_۲}{V_۱+V_۲}$$

۷- گزینه ۳ پاسخ است.

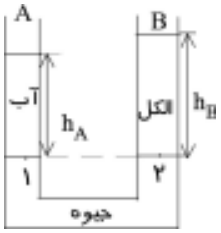
در رابطه فوق چون در تمام جملات صورت و مخرج، حجم وجود دارد اگر همه آنها را بر حسب $cm^{۳}$ قرار داده و چگالی را بر حسب $kg/m^{۳}$ قرار دهیم هیچ اشکالی ندارد.

$$۱۴۰۰=\frac{۳۰۰\times ۱۳۰۰+V\times ۱۵۰۰}{۳۰۰+V}\Rightarrow ۱۴(۳۰۰+V)=۳۰۰\times ۱۳+۱۵V\Rightarrow V=۳۰۰cm^{۳}$$

۸- گزینه ۲ پاسخ است.

فشار به یک نقطه از درون مایع در تمام جهات یکسان وارد می شود.

۹- گزینه ۳ پاسخ است.



نقاط ۱ و ۲ واقع در سطح جیوه در دو لوله هم فشار هستند چرا که این نقاط در یک مایع و در یک سطح افقی واقع هستند.

$$P_۱=P_۰+\rho_A gh_A \text{ و } P_۲=P_۰+\rho_B gh_B$$

و $P_۱=P_۲$ که $P_۰$ فشار هوای آزاد است.

$$\Rightarrow \rho_A h_A=\rho_B h_B\Rightarrow ۱\times ۲۷/۲=۰/۸h_B\Rightarrow h_B=۳۴cm$$

۱۰- گزینه ۳ پاسخ است.

فشار در هر نقطه داخل مایع به ارتفاع آن از سطح آزاد مایع بستگی دارد، بنابراین برای دو نقطه A و B می توان نوشت:

$$\left.\begin{aligned}P_A=P_۰+\rho gh\\ P_B=P_۰+\rho gh\\ h_A=h_B\end{aligned}\right\}\Rightarrow P_A=P_B$$

۱۱- گزینه ۲ پاسخ است.

چون هوای درون لوله‌ها مکیده می شود لذا دو مایع به اندازه ای در لوله بالا می روند که فشار ناشی از ارتفاع مایع‌ها در لوله‌ها با فشار سطح آزاد آنها که یکسان است برابر شود. لذا داریم:

$$\rho_A h_A g=\rho_B h_B g\Rightarrow \frac{h_B}{h_A}=\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{۰/۸}{۱}=۰/۸$$

۱۲- گزینه ۱ پاسخ است.

اگر سطح مقطع قسمت باریک A' و سطح مقطع قسمت بزرگتر A باشد ارتفاع آب اضافه شده در لوله برابر است با:

$$h=\frac{V'}{A'}=\frac{۱}{۰/۵}=۲cm$$

این مقدار افزایش ارتفاع دارای افزایش فشاری است که برابر است با:

$$P=\rho gh=۱۰۰۰\times ۱۰\times ۰/۰۲=۲۰۰N/m^{۲}$$

$$F=PA=۲۰۰\times ۲۰\times ۱۰^{-۴}=۰/۴N$$

۱۳- گزینه ۲ پاسخ است.

نیرویی که وزنه به مایع وارد می کند برابر با وزن آن یعنی $F = mg = ۰/۴۸ \times ۱۰ = ۴/۸N$ می باشد. این نیرو باعث افزایش فشاری به اندازه $P = \frac{F}{A} = \frac{۴/۸}{۲۰۰ \times ۱۰^{-۴}} = ۲۴۰pa$ می شود. این فشار توسط مایع به تمام نقاط آن منتقل می شود، از جمله به پیستون $P_۲$. لذا باید پیستون $P_۲$ به اندازه ای بالا رود که ارتفاع مایع فشاری ایجاد کند که این افزایش فشار را جبران نماید. بنابراین:

$$P = \rho gh \Rightarrow ۲۴۰ = ۸۰۰ \times ۱۰h \Rightarrow h = ۰/۰۳m = ۳cm$$

۱۴- گزینه ۴ پاسخ است.

چون نیروی اصطکاک بین ظرف و مایع ناچیز است. لذا نیروی وارد از طرف مایع بر دیواره ظرف نمی تواند مولفه‌های مماس بر دیواره ظرف داشته باشد (چون اگر چنین نیرویی موجود باشد برآیند نیروهای وارد بر ظرف و برآیند گشتاور نیروها صفر نمی شود) لذا نیروی وارد بر دیواره ظرفها از مایع در هر سه مورد بر دیواره ظرف عمود است.

توجه کنید که در حالت کلی، بر سطح یک مایع ساکن نمی توان نیرویی اعمال کرد که مولفه موازی سطح داشته باشد. چرا که مایع ساکن نیز به سطوحی که با آنها تماس دارد، فقط نیروی عمود بر سطح اعمال می کند.

۱۵- گزینه ۴ پاسخ است.

فشار وارد بر کف ظرف از رابطه $P = \frac{F}{A}$ بدست می آید که **F** همان نیروی وزن **(mg)** مایع است که مقدار ثابتی دارد و **A** هم به دلیل اینکه ضریب انبساط ظرف ناچیز است ثابت می ماند بنابراین فشار وارد بر ته ظرف مقداری ثابت است. از جهتی به دلیل افزایش دما مایع منبسط می شود و چون افزایش سطح مقطع ظرف ناچیز می باشد، پس ارتفاع ستون مایع افزایش می یابد.

اگر چه رابطه $P = \rho gh$ بیان می کند که فشار متناسب با ارتفاع ستون مایع است، اما باید توجه داشت که با افزایش دمای مایع جرم حجمی آن (ρ) نیز کاهش می یابد به طوریکه حاصل ضرب ρh مقداری ثابت است.

۱۶- گزینه ۳ پاسخ است.

اگر $P_۰$ فشار هوا بر حسب پاسکال و $P_۱$ فشار ارتفاع **۵m** از مایع باشد و $P_۲$ فشار وارد بر کف ظرف داریم:

$$P_۲ = P_۰ + P_۱$$

و فشار برحسب سانتی متر جیوه، ارتفاع از ستون جیوه است بنابراین:

$$\rho gh_۲ = \rho_۰ gh_۰ + \rho gh_۱$$
$$۱۳/۶ \times g \times h_۲ = ۱۳/۶ \times g \times ۷۵ + ۳/۴ \times g \times ۵۰۰ \Rightarrow h_۲ = ۲۰۰cmHg$$

۱۷- گزینه ۲ پاسخ است.

اگر $P_۰$ فشار وارد بر نقطه **A**، $P_۱$ فشار وارد بر نقطه **B** و $P_۲$ فشار وارد بر نقطه **C** باشد و با استفاده از اصل هم فشاری در نقطه‌های هم تراز مایع داریم:

$$P_۰ = P_۱ = \rho gh + P_۲$$
$$P_۰ = ۱۳۶۰۰ \times ۰/۰۵ \times ۱۰ + ۹۵۲۰۰ = ۱۰۲۰۰۰pa$$

و فشار هوا بر حسب سانتی متر جیوه، ارتفاع ستون جیوه است بنابراین:

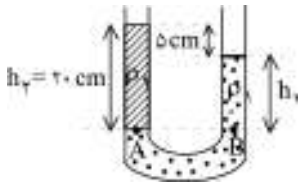
$$P_۰ = \rho gh_۰ \Rightarrow ۱۰۲۰۰۰ = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰h_۰ \Rightarrow h_۰ = ۰/۷۵mHg \Rightarrow h_۰ = ۷۵cmHg$$

۱۸- گزینه ۴ پاسخ است.

فشار در عمق **h** از مایعی به چگالی ρ که فشار در سطح آن $P_۰$ است، از رابطه $P = P_۰ + \rho gh$ بدست می آید بنابراین داریم:

$$\left.\begin{array}{l} P_۲ = P_۱ + \rho gh \Rightarrow ۲P_۲ = ۲P_۱ + ۲\rho gh \\ P'_۲ = ۲P_۱ + \rho gh \end{array}\right\} \Rightarrow P_۲ < P'_۲ < ۲P_۲$$

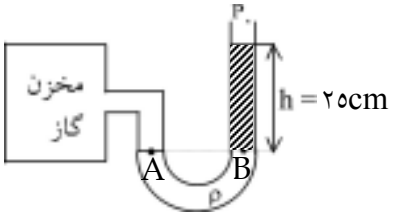
۱۹- گزینه ۲ پاسخ است.



نقاط **A** و **B** هم تراز و در یک مایع ساکن و مرتبط می باشند. بنابراین هم فشارند.

$$P_A = P_B \Rightarrow p_۰ + \rho_۲ gh_۲ = p_۰ + \rho_۱ gh_۲$$
$$\Rightarrow \rho_۲ h_۲ = \rho_۱ h_۱ \Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{h_۱}{h_۲} = \frac{۲۰ - ۵}{۲۰} \Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = \frac{۳}{۴}$$

۲۰- گزینه ۴ پاسخ است.



نقاط **A** و **B** هم تراز و داخل یک مایع ساکن و مرتبط هستند. بنابراین نقاط **A** و **B** هم فشارند.

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_. + \rho gh \Rightarrow$$

$$P - P_. = \rho gh \Rightarrow ۵\times۱۰^{۳} = \rho \times ۱۰ \times \frac{۱}{۴} \Rightarrow \rho = ۲۰۰۰\ kg/m^{۳} = ۲g/cm^{۳}$$

۲۱- گزینه ۳ پاسخ است.

$$P = P_. + \rho gh \Rightarrow ۱۲۵cmHg = ۷۵cmHg + \rho_{\text{آب}}gh \Rightarrow \rho_{\text{آب}}gh = ۵۰cmHg$$

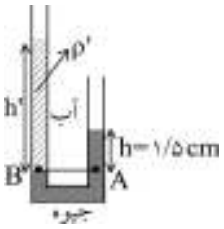
فشار ناشی از آب دریاچه **۵۰ cmHg** به دست آمده است، حال باید به دست آوریم که فشار چه ارتفاعی از آب برابر **۵۰cmHg** (فشار ناشی از ستون جیوه ای به ارتفاع نیم متر) می باشد.

$$\rho_{\text{آب}}gh_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}}gh_{\text{جیوه}} \Rightarrow \frac{h_{\text{آب}}}{h_{\text{جیوه}}} = \frac{\rho_{\text{جیوه}}}{\rho_{\text{آب}}} \Rightarrow \frac{h}{۰/۵} = \frac{۱۳/۶}{۱} \Rightarrow h_{\text{آب}} = ۶/۸\ m$$

۲۲- گزینه ۴ پاسخ است.

$$\left.\begin{aligned} P_۱ &= P_. + ۲\rho g \\ P_۲ &= P_. + ۴\rho g \end{aligned}\right\} \Rightarrow ۲P_۱ > P_۲ > P_۱$$

۲۳- گزینه ۳ پاسخ است.



اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه برابر **۱/۵ cm** است و فشار وارد بر نقطه **A** با فشار وارد بر نقطـه **B** باید برابر باشد، پس:

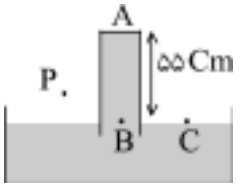
$$\left.\begin{aligned} P_A &= \rho gh \\ P_B &= \rho' gh' \end{aligned}\right\} \xrightarrow{P_A = P_B} \rho gh = \rho' gh' \Rightarrow$$

$$۱۳/۶ \times ۱/۵ = ۱ \times h' \Rightarrow h' = ۲۰/۴cm$$

۲۴- گزینه ۳ پاسخ است.

با توجه به رابطه فشار در مایعات، می توان گفت که فشار در هر ارتفاعی از یک مایع مشخص تنها به ارتفاع نقطه مورد نظر از سطح آزاد مایع بستگی دارد، در اینجا چون ارتفاع با هم برابر و نوع مایع‌ها یکسان است. پس فشار در کف هر دو ظرف یکی است $(P_۱ = P_۲)$ از طرف دیگر، می دانیم نیروی وارد بر کف هریک از ظرفها از رابطه **F=PA** بدست می آید. چون مساحت کف دو ظرف نیز با هم برابر است، پس نیروها هم با هم برابرند $(F_۱ = F_۲)$.

۲۵- گزینه ۴ پاسخ است.



فشار در تمامی نقاط از یک مایع هم ارتفاع یکسان است. پس دو نقطه **B** و **C** هم فشارند.

$$P_B = P_C \Rightarrow P_. = \rho gh + P_A \Rightarrow P_A = P_. - \rho gh \Rightarrow$$

$$P_A = ۷۵ - ۵۵ = ۲۰cmHg = (۱۳/۶\times۱۰^{۳}) \times ۱۰ \times (۲۰\times۱۰^{-۲})$$

بنابراین نیروی وارد شده بر ته لوله از طرف جیوه برابر است با:

$$F_A = P_A \times A = (۱۳۶) \times ۲۰۰ \times (۵\times۱۰^{-۴}) = ۱۳/۶N$$

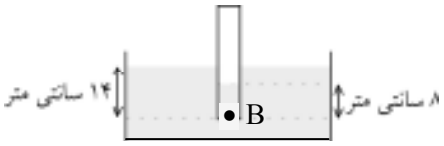
۲۶- گزینه ۱ پاسخ است.

مقدار نیرویی که لازم است تا جلوی ورود آب به کشتی را بگیرد برابر است با نیرویی که آب با آن نیرو می‌خواهد وارد کشتی شود. فشار در عمق **h** از آب که سوراخ در آن قرار دارد برابر $P = \rho gh$ است و این فشار باعـث مـی‌شـود تـا آب بـا نیـروی $F = P.A$ وارد کشتی شود (**A** سطح مقطع سوراخ است)

$$F = P.A = \rho ghA = ۱۰۳۰ \times ۴ \times ۱۰ \times ۵ \times ۱۰^{-۴} = ۲۰/۶N$$

بنابراین تقریبا ۲۱ نیوتن نیرو لازم است تا جلوی ورود آب به کشتی گرفته شود.

۲۷- گزینه ۳ پاسخ است.



می دانیم اگر فشار **P** بر مساحت **A** وارد شود، نیروی وارده **F=PA** خواهد بود. چون نقطه **B** در حال تعادل است، نیروهای وارده بر آن از طرف بالا با نیروهای وارده از طـرف پـایین برابر است.

از طرف پایین نیروی حاصل از فشار هوا و ستون مایع ۱۴ سانتی متری و از طرف بالا، نیروی حاصل از هوای داخل لوله و ستون مایع ۸ سـانتی متری وارد می‌شود. چون این نیروها همگی بر سطح مقطع لوله وارد می‌شوند می‌توان رابطه تساوی را برای فشارها نوشت:

$$P_۱ + P_۲ = P_۳ + P_. \Rightarrow P_۱ + \rho g \times ۸ = \rho g \times ۱۴ + P_. \Rightarrow P_۱ = P_. + ۶\rho g$$

واحد $6\rho g$، $gr/cm^2.s^2$ می‌باشد و چون هر ۷۶ سانتی متر ستون جیوه، **۷۶cmHg** فشار دارد بنابراین مقدار ρg ۶ برحسب **cmHg** به صورت زیر می‌باشد.

$$P = 6\rho g\frac{gr}{cm^2.s^2} = \frac{6\rho g}{\rho_{Hg}.g}cmHg = \frac{6\rho}{\rho_{Hg}} = \frac{6\times 0/9}{13/5} \approx 0/4cmHg$$

بنابراین: $P_1 = P_0 + 0/4cmHg = 76 + 0/4 \Rightarrow P_1 = 76/4cmHg$

۲۸- گزینه ۱ پاسخ است.

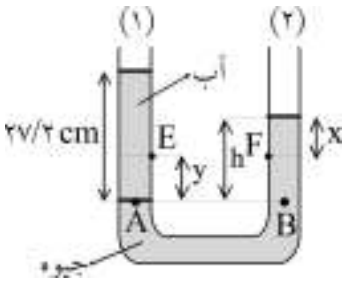
تغییر فشار در یک نقطه به تمام نقاط مایع منتقل می‌شود.

۲۹- گزینه ۲ پاسخ است.

هریک از نیروها را بدست می‌آوریم. چون می‌خواهیم نیروها را مقایسه کنیم لذا الزامی بر **SI** بودن واحدها نداریم. با فرض P_0 به عنوان فشار هوا، داریم:

$$\left.\begin{aligned} F_3 &= P_3A_3 = (P_0 + 20\rho g)\times 6 = 120\rho g + 6P_0 \\ F_2 &= P_2A_2 = (P_0 + 25\rho g)\times 4 = 100\rho g + 4P_0 \\ F_1 &= P_1A_1 = (P_0 + 20\rho g)\times 5 = 100\rho g + 5P \end{aligned}\right\} \Rightarrow F_3 > F_1 > F_2$$

۳۰- گزینه ۲ پاسخ است.



فرض کنید در ابتدا سطح جیوه در دولوله در نقاط **E** و **F** بوده است. با ریختن آب، سطح جیوه در شاخه ی (۱) به مقدار **y** پایین می‌رود و در نتیجه سطح آن در شاخه ی (۲) به اندازه **x** بالا می‌رود. حال با توجه به هم فشار بودن نقاط **A** و **B** داریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_{آب}gh_{آب} + P_0 = \rho_{جیوه}gh_{جیوه} + P_0 \Rightarrow$$

$$\rho_{آب}h_{آب} = \rho_{جیوه}h_{جیوه} \Rightarrow 27/2\times 1 = 13/6\times h \Rightarrow h = 2cm$$

$$h = x + y \Rightarrow x + y = 2cm$$

با فرض هم مقطع بودن دو شاخه ی لوله میتوان نتیجه گرفت: $x = y = 1cm$

فصل ۶: گرما و قانون گازها

۱- گزینه ۲ پاسخ است.

گرمایی که آب $60^\circ C$ از دست می دهد تا به دمای $37^\circ C$ برسد با گرمایی که آب $14^\circ C$ دریافت می کند تا به دمای $37^\circ C$ برسد برابر است. بنابراین:

$$\left.\begin{aligned} Q_1 = Q_2 &\Rightarrow m_1c_1\Delta\theta_1 = m_2c_2\Delta\theta_2 \\ c_1 = c_2 \text{و} m_1 &= \rho v_1 \text{و} m_2 = \rho v_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow$$

$$\rho v_1(60-37) = \rho v_2(37-14) \Rightarrow V_2 = \frac{60-37}{37-14}V_1 \Rightarrow V_2 = 100 \text{ لیتر}$$

۲- گزینه ۱ پاسخ است.

توان مصرفی سماور ۸۰۰ وات است. بنابراین کل کار انجام شده در مدت **t =۴۰min=۲۴۰۰s** برابر است با: $W = P = 800\times 2400J$ کل

کار مفید انجام گرفته برابر است با گرمایی که صرف گرم شدن آب می شود و برابر است با: $W = Q = m.c.\Delta\theta = \rho V.c.\Delta\theta$ مفید

و با توجه به اینکه چگالی آب هزار کیلوگرم بر متر مکعب است داریم:

$W = 0/005\times 1000\times 4200\times 80J$ مفید

$$\text{راندمان} = \frac{\text{کار مفید}}{\text{کل کار}}\times 100 = \frac{(5\times 4200\times 80)}{(800\times 2400)}\times 100 = 87/5\%$$

۳- گزینه ۲ پاسخ است.

در این تبادل گرمایی اتلاف گرما ناچیز بوده است، بنابراین گرمایی که آهن از دست می دهد برابر با گرمایی است که آب می گیرد، چون در نهایت به تعادل رسیده‌ایم:

$$Q_1 = 88^\circ C_{آهن} \rightarrow \theta^\circ C_{آهن}$$

$$Q_2 = \text{آب صفر درجه سلسیوس} \rightarrow \theta^\circ C$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_1c_1\Delta T_1 = m_2c_2\Delta T_2$$

چون $\Delta\theta = \Delta T$ است داریم: $m_1c_1\Delta\theta_1 = m_2c_2\Delta\theta_2$

از طرفی ظرفیت گرمایی برابر حاصلضرب جرم در ظرفیت گرمایی ویژه است: $C = m.c$

$$C_1\Delta\theta_1 = m_2c_2\Delta\theta_2 \Rightarrow 100\times(88-\theta) = 1000\times1\times(\theta-0) \Rightarrow \theta = 8^{\circ}C$$

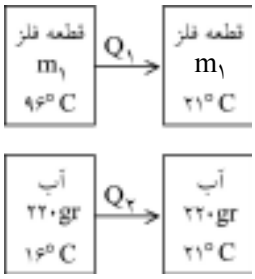
۴- گزینه ۲ پاسخ است.

$$Q_A = M_AC_A\Delta T_A = M_AC_A\Delta\theta_A \text{ و } Q_B = M_BC_B\Delta T_B = M_BC_B\Delta\theta_B$$

$$Q_A = Q_B \Rightarrow M_AC_A\Delta\theta_A = M_BC_B\Delta\theta_B \Rightarrow \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{M_A}{M_B}\times\frac{C_A}{C_B} = \frac{4}{3}\times\frac{3}{5} = \frac{4}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta\theta_B}{40} = \frac{4}{5} \Rightarrow \Delta\theta_B = 32^{\circ}C$$

۵- گزینه ۴ پاسخ است.



$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1c_1\Delta\theta_1 + m_2c_2\Delta\theta_2 = 0 \Rightarrow$$

$$m_1\times880(21-96) + 220\times10^{-3}\times4200\times(21-16) = 0 \Rightarrow$$

$$m_1\times880\times(-75) + 220\times10^{-3}\times4200\times5 = 0 \Rightarrow$$

$$m_1 = 70\times10^{-3}Kg = 70gr$$

۶- گزینه ۱ پاسخ است.

می دانیم اگر به جسمی به جرم **m** و ظرفیت گرمایی ویژه **c** گرمای **Q** داده شود و دمای آن $\Delta\theta$ درجه افـزایش یابـد، رابطـه $Q = mc\Delta\theta$ برقرار است و یا $c = \frac{Q}{m\Delta\theta}$.

$$\left.\begin{aligned} c_A &= \frac{Q_A}{m_A\Delta\theta_A} \\ c_B &= \frac{Q_B}{m_B\Delta\theta_B} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{\frac{Q_A}{m_A\Delta\theta_A}}{\frac{Q_B}{m_B\Delta\theta_B}} = \frac{Q_A}{Q_B}\times\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A}\times\frac{m_B}{m_A} \Rightarrow \frac{c_A}{c_B} = \frac{2Q}{Q}\times\frac{\Delta\theta}{\Delta\theta}\times\frac{m}{\frac{1}{2}m} = 4$$

۷- گزینه ۴ پاسخ است. مقدار گرمایی که گرماسنج و آب محتوی آن دریافت می کنند، معادل گرمایی است که فلز از دست می دهد.

گرماسنج**Q** + آب **Q** = فلز **Q** $\Rightarrow m_1c_1\Delta\theta_1 + m_2c_2\Delta\theta_2 = m_3c_3\Delta\theta_3 \Rightarrow$

$$150\times(10-8) + 0/5\times4200\times(10-8) = C_3(110-10) \Rightarrow 300+4200 = 100c_3 \Rightarrow c_3 = 45J/^{\circ}C$$

۸- گزینه ۳ پاسخ است.

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = 100-20 \Rightarrow \Delta\theta = 80^{\circ}c \Rightarrow \Delta T = 80K$$

گرمای لازم برای جوش آمدن آب:

$$Q_1 = mc\Delta T = m\times1\times80 \Rightarrow Q_1 = 80m$$

گرمای لازم برای تبخیر همان مقدار آب:

$$Q_2 = mL_V \Rightarrow Q_2 = 540m$$

چون گرمای دریافت شده متناسب با زمان دریافت گرما است، در نتیجه:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{t_1}{t_2} \Rightarrow \frac{80m}{540m} = \frac{8}{t} \Rightarrow t = 54 \text{ دقیقه}$$

۹- گزینه ۴ پاسخ است.

m_1 گرم آب صفر درجه تبدیل به بخار آب می شود و چون ظرف عایق است بنابراین گرمای لازم برای این تبدیل را باید از خود آب بگیرید. مقدار گرمایی که از آب گرفته می شود بقیه آب را به یخ تبدیل می کند. بنابراین:

m_1 گرم آب صفر $\xrightarrow[Q_1]{}$ m_1 گرم بخار آب

m_2 گرم آب صفر $\xrightarrow[Q_2]{}$ m_2 یخ صفر و $Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_1L_V = m_2L_f, m_1 + m_2 = 680$

$$m_1\times600 = (680-m_1)\times80 \Rightarrow m_1 = 80gr \Rightarrow m_2 = 680-80 = 600gr$$

۱۰- گزینه ۳ پاسخ است.

در تعادل گرمایی همیشه جسم سردتر گرما می گیرد تا به دمای تعادل برسد و جسم گرمتر، گرما از دست می دهد از آنجاییکه مقداری یخ باقیمانده است، دمای تعادل همان صفر درجه است، بنابراین گرمایی که آب صفر درجه از دست می دهد باعث می شود که مقداری از آب به یخ صفر درجه تبدیل شود و کل مجموعه همدما شود. اگر Q_1 مقدار گرمایی باشد که یخ $-10^{\circ}C$ را به یخ صفر درجه تبدیل می کند و Q_2 مقدار گرمایی باشد که آب صفر درجه می گیرد، بعد از برقراری تعادل گرمایی، داریم:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_2 L_f = m_1 C_1 \Delta\theta \Rightarrow m_2 \times 336000 = 6/4 \times 2100 \times 10 \Rightarrow m_2 = 0/4kg$$

یعنی ۰/۴ کیلوگرم از آب به یخ تبدیل می شود و نهایتا $6/8kg$ = ۰/۴ + ۶/۴ یخ باقی می ماند.

۱۱- گزینه ۲ پاسخ است.

چون قطعه یخی بزرگ است تمام یخ ذوب نشده، دمای تعادل صفر درجه سلسیوس خواهد بود. با توجه به اینکه تبادل حرارتی با محیط ناچیز است، طبق قانون بقای انرژی مقدار گرمایی که قطعه فلز از دست می دهد تا به دمای تعادل برسد برابر با مقدار گرمایی‌است که یخ می گیرد تا در دمای صفردرجه ذوب شود، اگر Q_1 گرمایی که فلز از دست می دهد و Q_2 گرمایی که یخ می گیرد، باشد:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow m_1 C \Delta\theta = m_2 L_f \Rightarrow 2/5 \times c \times (68 - 0) = 0/19 \times 3/4 \times 10^5 \Rightarrow c = 380 J/kg^{\circ}C$$

۱۲- گزینه ۱ پاسخ است.

۱۳- گزینه ۳ پاسخ است.

از ۹۰ گرم یخ صفر درجه ۱۰ گرم از یخ باقی مانده است، پس دمای تعادل صفر درجه سلسیوس است و گرمای گرفته شده توسط ۸۰ گرم یخ ذوب شده باعث رسیدن دمای آب ۴۰ درجه به صفر درجه شده است، بنابراین:

گرمای داده شده توسط **m** گرم آب ۴۰ درجه = گرمای گرفته شده توسط ۸۰ گرم یخ صفر درجه

$$mc\Delta\theta = m'L_f \Rightarrow m \times 1 \times (40 - 0) = 80 \times 80 \Rightarrow 40m = 6400 \Rightarrow m = 160gr$$

۱۴- گزینه ۴ پاسخ است.

در انبساط آزاد اجسام، هر قسمت از جسم بصورت مجزا منبسط می شود و قسمتهای دیگر جسم، تاثیری بر انبساط آن ندارند. لذا قسمت باقیمانده از ورقه فلزی مربع شکل، دقیقاً همانگونه منبسط می شود که اگر ورقه فلزی مربع شکل، سالم بود، منبسط می شد. بنابراین اگر در ورقه فلزی مربع شکل سالم، قسمتی که باید بریده شود را در نظر بگیریم، انبساط این قسمت، دقیقاً مشابه انبساط سوراخ دایره ای شکلی است که در ورقه مربع شکل ایجاد شده است.

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T \Rightarrow \Delta R = \lambda R \Delta\theta \Rightarrow \Delta R = R\lambda\Delta\theta$$

۱۵- گزینه ۱ پاسخ است. اگر سطح اولیه را A_1 و سطح ثانویه را A_2 و ضریب انبساط خطی فلز را λ و تغییر دما را $\Delta\theta$ فرض کنیم داریم:

$$\left.\begin{aligned} A_2 &= A_1(1 + 2\lambda\Delta\theta) \\ A_2 &= A_1 + 0/02A_1 = 1/02A_1 \end{aligned}\right\} \Rightarrow 1/02A_1 = A_1(1 + 2\lambda\Delta\theta) \Rightarrow 1/02 = 1 + 2\lambda\Delta\theta$$

$$\Rightarrow 0/02 = 2\lambda\Delta\theta \Rightarrow 0/02 = 2 \times 2 \times 10^{-5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 500^{\circ}C$$

۱۶- گزینه ۱ پاسخ است.

اگر ضریب انبساط طولی فلز λ باشد، ضریب انبساط سطحی آن تقریباً 2λ خواهد بود. حال اگر مساحت این سطح را درصفر درجه S_0 بگیریم، مساحت آن در θ_1 و θ_2 بصورت زیر است:

$$\left.\begin{aligned} S_1 &= S_0(1 + 2\lambda\theta_1) \\ S_2 &= S_0(1 + 2\lambda\theta_2) \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{S_2}{S_1} = \frac{1 + 2\lambda\theta_2}{1 + 2\lambda\theta_1} = \frac{\frac{1}{2} + \lambda\theta_2}{\frac{1}{2} + \lambda\theta_1}$$

۱۷- گزینه ۲ پاسخ است.

$$\beta = 1/6 \times 10^{-3}\frac{1}{k}, V_1 = 2lit = 2 \times 10^3 cm^3, \Delta\theta = 5^{\circ}C \Rightarrow \Delta T = 5k$$

$$\Delta V = \beta V_1 \Delta T = 1/6 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3 \times 5 = 16cm^3$$

۱۸- گزینه ۳ پاسخ است.

$$\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta \Rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L_1\theta} \Rightarrow \alpha = \frac{0/0037\text{۵}}{1 \times 30} \Rightarrow \alpha = 0/0000125 = 1/25 \times 10^{-5}/^{\circ}C \text{ یا } 1/25 \times 10^{-5}/^{\circ}K$$

۱۹- گزینه ۲ پاسخ است.

می‌دانیم تغییرات دما بر حسب درجه‌ی سلسیوس و کلوین یکسان است. پس:

$$\Delta\theta = 25^{\circ}C \Rightarrow \Delta T = 25K$$

$$\Delta L = L_1\alpha\Delta T \Rightarrow 2/5 \times 10^{-2} = L_1 \times 1/25 \times 10^{-5} \times 25 \Rightarrow L_1 = 80m$$

۲۰- گزینه ۴ پاسخ است.

جریان همرفتی در سیالات، صورت می‌گیرد.

۲۱- گزینه ۴ پاسخ است.

P_0: فشار هوا **P**: فشار گاز درون استوانه **S**: سطح مقطع استوانه

$F_1 = P_0 S$: نیروی وارد بر پیستون از طرف هوا $F_2 = PS$: نیروی وارد بر پیستون از طرف گاز **W**: وزن پیستون

می دانیم نسبت $\frac{PV}{T}$ **برای گاز درون استوانه ثابت است، لذا با افزایش دمای گاز (T)، باید حاصلضرب فشار گاز (P) در حجم آن (V) نیز افزایش یابد.افزایش حجم گاز مستلزم آن است که پیستون بالا برود. برای بالا رفتن پیستون باید نیروی** F_2 **در نتیجه فشار گاز افزایش یابد.**

۲۲- گزینه ۴ پاسخ است.

$$\theta_1 = ۲۷/۳^\circ C \Rightarrow T_1 = \theta_1 + ۲۷۳ = ۳۰۰/۳K \quad , \quad \theta_2 = ۲۷۳^\circ C \Rightarrow T_2 = \theta_2 + ۲۷۳ = ۵۴۶K$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T} \ , \ P_1\frac{V_1}{T_1} = P_2\frac{V_2}{T_2} \ , \ P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \quad \frac{V_1}{۳۰۰/۳} = \frac{V_2}{۵۶۴}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{۵۴۶}{۳۰۰/۳} \Rightarrow ۱ < \frac{V_2}{V_1} < ۲ \Rightarrow V_1 < V_2 < ۲V_1$$

۲۳- گزینه ۲ پاسخ است.

این گاز در فشار ۵ جو دارای ۴۰ لیتر حجم است. اگر فشار ۳ اتمسفر باشد حجم این گاز برابر است با:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow ۵ \times ۴۰ = ۳V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{۲۰۰}{۳} \text{ لیتر}$$

بنابراین‌حالاکه مقداری از گاز خارج شده و فشار به ۳ جو رسیده است، حجم گاز بیرون رفته برابر $\frac{۲۰۰}{۳} - ۴۰ = \frac{۸۰}{۳} \text{lit}$ **خواهد بود. این گـاز دارای‌فشار ۳ جو است. اگر فشار ۱ جو شود حجم این گاز برابر خواهد بود با:** $P_1'V_1' = P_2'V_2' \Rightarrow \frac{۸۰}{۳} \times ۳ = ۱ \times V_2' \Rightarrow V_2' = ۸۰\text{lit}$

۲۴- گزینه ۲ پاسخ است.

وقتی پیستون در حال تعادل باشد نیروی وارده بر دو طرف آن با هم برابر است بنابراین فشار داخل با مجموع فشار هوای بیرون و فشار حاصل از وزن جسم با هم برابرند و چون مجموع فشار هوای خارج با فشار حاصل از وزن قطعه مقدار ثابتی است بنابراین فشار داخل ثابت خواهد ماند پس:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{۲۴ \times A}{۲۷ + ۲۷۳} = \frac{h \times A}{۱۲۷ + ۲۷۳} \Rightarrow h = ۳۲\text{cm} \Rightarrow \Delta h = ۳۲ - ۲۴ = ۸\text{cm}$$

که در آن A سطح مقطع پیستون و h ارتفاع حالت جدید است.

۲۵- گزینه ۲ پاسخ است.

با توجه به رابطه عمومی گازهای کامل $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ **که در آن** P_1 **و** V_1 **فشار و حجم گاز در دمای** T_1 **و** P_2 **و** V_2 **فشار و حجم گـاز در دمای** T_2 **است، داریم:** $P_2 = ۲P_1 \Rightarrow \frac{۲P_1V_1}{۲۷ + ۲۷۳} = \frac{۲P_1V_2}{۲۲۷ + ۲۷۳} \Rightarrow V_1 = \frac{۶}{۵}V_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{۶}{۵}$

جرم گاز با تغییر دما ثابت مانده است و با توجه به تعریف چگالی $\left(\rho = \frac{m}{V}\right)$ **خواهیم داشت:** $\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\frac{m}{V_2}}{\frac{m}{V_1}} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{۶}{۵} \Rightarrow \rho_2 = \frac{۶}{۵}\rho_1$

۲۶- گزینه ۲ پاسخ است.

در سطح آب داریم:

$$V_1 = \frac{۴}{۳}\pi r_1^۳ \qquad p_1 = p_0 = ۱۰^۵ \text{pa}$$

در عمق ۷۰ متری داریم: $V_2 = \frac{۴}{۳}\pi r_2^۳ \qquad p_2 = p_0 + \rho gh = ۱۰^۵ + ۱۰^۳ \times ۱۰ \times ۷۰ = ۸ \times ۱۰^۵ \text{pa}$

با توجه به ثابت بودن دما داریم: $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow ۱۰^۵ \times \frac{۴}{۳}\pi r_1^۳ = ۸ \times ۱۰^۵ \times \frac{۴}{۳}\pi r_2^۳ \Rightarrow r_1^۳ = ۸r_2^۳ \Rightarrow r_1 = ۲r_2$

۲۷- گزینه ۳ پاسخ است.

$$\theta_1 = ۲۷\ ^\circ C \Rightarrow T_1 = \theta_1 + ۲۷۳ = ۳۰۰\ K$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{۱ \times V_1}{۳۰۰} = \frac{۶/۵ \times \frac{۱}{۶} V_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = ۳۲۵\ K \Rightarrow \theta_2 = T_2 - ۲۷۳ = ۵۲\ ^\circ C$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = (\theta_2 + ۲۷۳) - (\theta_1 + ۲۷۳) = \theta_2 - \theta_1 = \Delta\theta$$

۲۸- گزینه ۴ پاسخ است.

۲۹- گزینه ۲ پاسخ است.

اگرعمل تراکم سریع رخ نمی‌داد و سیستم توانایی مبادله حرارتی با محیط را داشت، در طی تراکم دما ثابت می ماند، در نتیجه:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_1V_1 = \frac{V_1}{۳} \times P_1 \Rightarrow P_2 = ۳P_1$$

اما در حالتی که عمل تراکم سریع انجام می گیرد، مهلتی برای تبادل گرمایی سیستم و محیط وجود نخواهد داشت. لذا تغییر فشار در این حالت نسبت به حالت قبل بیشتر خواهد بود. یعنی:

$$P_2 > ۳P_1$$

۳۰- گزینه ۴ پاسخ است.

گزینه دو

مؤسسه آموزشی فرهنگی

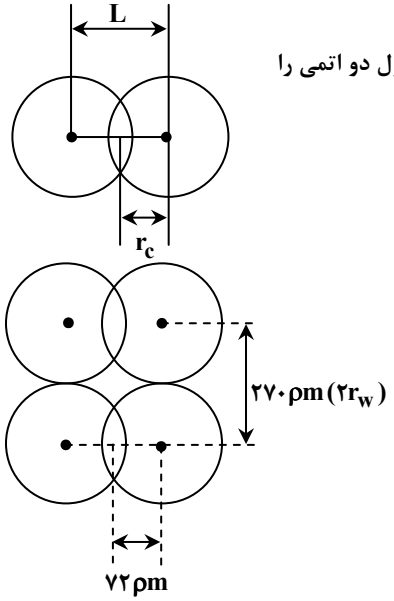
شیمی ۲

بخش چهارم (ترکیب‌های کووالانسی)

ترکیب‌های کووالانسی

(پیوند کووالانسی)

* پیوند کووالانسی: پیوند میان دو اتم که از به اشتراک گذاشتن الکترون‌ها به‌وجود می‌آید و ممکن است از نیروی میان یک جفت کاتیون و آنیون بیش‌تر باشد.
* ترکیب مولکولی: (ماده مولکولی) ترکیبی است که از مولکول‌های جدا از هم تشکیل شده است و یا کوچکترین جزء آن مولکول است.
* در هنگام تشکیل پیوند کووالانسی، اثر نیروهای جاذبه‌ای بیش‌تر از مجموع نیروهای دافعه‌ای میان دو هسته و بین دو الکترون است و پس از تشکیل پیوند نیروهای دافعه و جاذبه برابر شده و اتم‌ها در فاصله‌ای تعادلی نسبت به هم قرار می‌گیرند.
* پیوندهای کووالانسی انعطاف‌پذیرند و اتم‌ها در امتداد محور پیوند نوسان دارند، اما به گونه‌ای که همواره هسته‌های آنها در یک فاصله‌ی تعادلی از یکدیگر قرار می‌گیرند. یعنی پیوند کووالانسی را می‌توان مانند یک فنر در نظر گرفت.
* طول پیوند، فاصله تعادلی میان هسته‌های دو اتم درگیر در پیوند می‌باشد.
* طول پیوند، نشان دهنده‌ی جایگاه اتم‌ها در پایین ترین سطح انرژی یا پایدارترین حالت است. طول پیوند با انرژی پیوند (انرژی لازم برای شکستن پیوند کووالانسی و تولید اتم‌های جدا از هم) نسبت عکس دارد. طول پیوند $I-I$ بیشتر از $Cl-Cl$ و انرژی آن کمتر است.



انرژیِ پیوند را با واحد $kJ\cdot mol^{-1}$ می‌سنجند.

* شعاع کووالانسی: نصف طول پیوند کووالانسی یگانه (ساده) میان دو اتم از یک عنصر در مولکول دو اتمی را شعاع کووالانسی (r_c) یا شعاع اتمی گویند.

* نصف فاصله هسته دو اتم نافلز را از دو مولکول مجاور یکدیگر در بلور آن ماده شعاع واندروالسی (r_w) می نامند که درباره $F_۲$ مشاهده می‌کنید.
* معمولاً شعاع واندروالسی بزرگ‌تر از شعاع اتمی یا کووالانسی است.

$$r_w = \frac{۲۷۰}{۲} = ۱۳۵pm$$

$$r_c = ۷۲pm$$

* در بلور یک فلز، نصف فاصله بین هسته دو اتم را شعاع اتمی آن گویند.
* به‌علت اینکه مرزهای توده ابر مانند اتم‌ها، نامشخص و نیز متغیر است اندازه‌گیری شعاع و ابعاد اتم‌ها دشوار است و چون با شیوه‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شود اندکی نیز متغیر است.

طول و انرژی برخی پیوندهای کووالانسی

پیوند	طول پیوند (pm)	انرژی پیوند
$H-H$	۷۵	۴۳۶
$H-C$	۱۰۹	۴۱۲
$H-Cl$	۱۲۷	۴۳۲
$H-Br$	۱۴۲	۳۶۶
$C-O$	۱۴۳	۳۶۰
$C-C$	۱۵۴	۳۴۸
$H-I$	۱۶۱	۲۹۸
$C-Cl$	۱۷۷	۳۳۸
$C-Br$	۱۹۴	۲۷۶
$Cl-Cl$	۱۹۹	۲۴۳
$Br-Br$	۲۲۹	۱۹۳
$I-I$	۲۶۶	۱۵۱

(انواع پیوند کووالانسی)

* پیوند کووالانسی ناقطبی: هنگامی است که توزیع الکترونهای پیوندی روی کل پیوند یکنواخت بوده و هیچ‌جا تراکم یا کمبود الکترون مشاهده نشود که این پیوند را کووالانسی ناقطبی می‌نامیم. مانند پیوند بین دو اتم کلر با یکدیگر (Cl-Cl) یا $H-H$ و $O=O$ و.....
* همواره پیوند کووالانسی بین دو اتم یکسان (جور هسته) ناقطبی خواهد بود. (دو اتم با الکترونگاتیوی یکسان)
* با اتصال دو اتم با الکترونگاتیوی متفاوت یک پیوند کووالانسی قطبی بوجود می آید به‌طوری که قطب منفی این پیوند را اتم الکترونگاتیوتر تشکیل می‌دهد. در پیوند کووالانسی قطبی الکترون‌های پیوندی به وسیله یکی از اتم‌های متصل به هم بیش‌تر جذب می‌شود.
* هرچه اختلاف الکترونگاتیوی بین دو اتم کمتر باشد پیوند بیش‌تر خصلت کووالانسی دارد و هرچه این اختلاف بیش‌تر شود پیوند بیش‌تر خصلت قطبی و یونی خواهد داشت.
* میزان قطبی بودن یک پیوند کووالانسی قطبی را تفاوت الکترونگاتیوی اتم‌های درگیر در آن پیوند تعیین می‌کنند:

$Cl_2 \Rightarrow$ پیوند کووالانسی ناقطبی $\Rightarrow$ تفاوت الکترونگاتیوی $< ۰/٤$

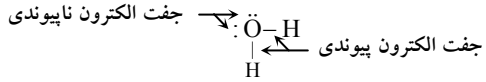
$HCl \Rightarrow$ پیوند کووالانسی قطبی $\Rightarrow$ $۰/۴ <$ تفاوت الکترونگاتیوی $< ۱/۷$

$NaCl \Rightarrow$ پیوند یونی $\Rightarrow$ تفاوت الکترونگاتیوی $> ۱/۷$

بطور کلی اگر تفاوت الکترونگاتیوی دو اتم در یک پیوند بزرگ‌تر از ۱/۷ باشد اغلب پیوند یونی می‌شود. اختلاف الکترونگاتیوی سزیم و فلوئور ۳/۳ است و پیوند بین آنها یونی است.

(بررسی ساختار لوویس)

* جفت الکترون پیوندی: جفت الکترون به اشتراک گذاشته شده در پیوند کووالانسی را جفت الکترون پیوندی می‌نامند.
* جفت الکترون ناپیوندی (غیر مشترک): جفت الکترونی که در تشکیل پیوند کووالانسی شرکت نکرده و فقط به یکی از اتم‌ها تعلق دارد.
* ساختار لوویس (مدل الکترون- نقطه): در این ساختار، هسته و الکترون‌های لایه درونی به وسیله نماد شیمیای عنصر و پیوند کووالانسی به وسیله‌ی جفت نقطه یا خط کوتاه و جفت الکترون ناپیوندی به وسیله‌ی جفت نقطه‌هایی کنار نماد شیمیایی عنصر، نشان داده می‌شوند.



* برای رسم ساختار لوویس باید به مفاهیم و نکات زیر توجه داشت:

۱- شمارش تعداد کل الکترون‌های لایه ظرفیت اتمها

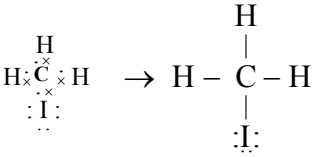
۲- نوشتن نماد شیمیای اتم‌ها به گونه‌ای که چگونگی اتصال به هم را نشان دهد و توزیع الکترونهای ظرفیت با رعایت قاعده هشتایی (جز در مورد هیدروژن که حداکثر دو الکترون دارد) CH_3I

۳- مقایسه تعداد الکترون‌های به کار رفته در ساختار با تعداد الکترون‌های موجود در مرحله ۱

کربن گروه ۴ و هیدروژن گروه اول و ید در گروه هفتم است. جمع الکترون لایه آخر $= ٤ + (۱ \times ۳) + ۷ = ۱٤$

۴- نشان دادن هر جفت نقطه (نمایان گر یک پیوند) با یک خط کوتاه.

۵- بررسی دوباره قاعده‌ی هشتایی در مورد تمام اتم‌ها، به استثنای هیدروژن.



* در رسم ساختار لوویس برای مولکول‌های چند اتمی باید توجه داشت که:

۱) اتم‌های هیدروژن وهالوژن تنها با یک اتم دیگر پیوند می دهند و معمولاً پیرامون اتم مرکزی قرار می‌گیرند.

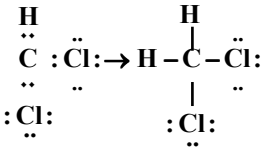
۲) معمولا اتمی که الکترونگاتیوی آن از همه کمتر است، اتم مرکزی درنظر گرفته می‌شود.

۳) وقتی در مولکولی، از یک عنصر بیش از یک اتم وجود داشته باشد، این اتم‌ها غالباً در اطراف اتم مرکزی قرار می‌گیرند.

* پیوند یگانه یا ساده $(H-H)$، دو گانه $(O=O)$ و سه گانه $(N \equiv N)$ به ترتیب از به اشتراک گذاشتن یک جفت، دو جفت و سه جفت الکترون بین دو اتم حاصل می‌شوند.

مثال۱: CH_2Cl_2 (دی‌کلرومتان)

الف: جمع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها (کربن در گروه ۱۴ $(IV\ A)$ و کلر در گروه ۱۷ $(VII\ A)$ قرار دارد)



$C + ۲H + ۲Cl = ۴ + ۲(۱) + ۲(۷) = ۲۰$

در این مرحله تعداد الکترون‌هایی را که روی شکل با کمک نقطه نشان داده‌اید با جمع فوق مقایسه کنید که باید یکسان باشد.

مثال ۲: SO_4^{2-} (یون سولفات)

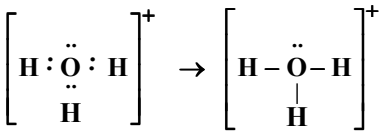
در ذراتی که به‌صورت یون باشند به‌ازای هر بار مثبت، یک الکترون از مجموع الکترون‌ها کم می‌کنیم و به‌ازای ذراتی که بار منفی داشته باشند به‌ازای هر بار منفی، یک الکترون به مجموع الکترون‌ها اضافه می‌کنیم.

الف) جمع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌های گوگرد و اکسیژن، هر دو در گروه ۱۶ $(VI\,A)$ قرار دارند.

مثال ۳: H_3O^+ (یون هیدرونیم)

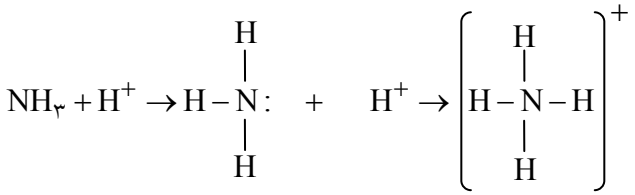
الف: جمع الکترون‌های لایه ظرفیت اتم‌ها

$$3H + 1O - 1 = 3(1) + 8 - 1 = 10$$



(پیوند داتیو)

- پیوند داتیو نوع خاصی از پیوند کووالانسی است که بین ذراتی همچون NH_3 و H^+ از طریق در اختیار گذاشتن جفت الکترونهای ناپیوندی اتم نیتروژن روی H^+ صورت می‌گیرد. این پیوند را داتیو یا کووالانسی کوئوردینانسی می‌نامند که پس از تشکیل از سایر پیوندهای کووالانسی قابل تشخیص نیست. این پیوند می‌تواند بین بسیاری از ذراتی که اوربیتال خالی دارند و نیز جفت الکترون ناپیوندی دارند برقرار شود. NH_3 دارای جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم N می‌باشد و H^+ یا BF_3 و... نیز دارای اوربیتال خالی هستند. این پیوند به پیوند (کووالانسی کوئوردینانسی نیز مرسوم است).



یون آمونیم

آمونیم کلرید یک ماده یونی است که از یونهای NH_4^+, Cl^- تشکیل شده است. این ماده را می‌توان دارای پیوند یونی، کووالانسی و داتیو دانست.

(نام گذاری ترکیب‌های مولکولی)

۱) با استفاده از پیش وند، ریشه‌ی نام عنصر و پس وند (معمولاً نخست نام عنصری گفته می‌شود که الکترونگاتیوی کمتری دارد.)

۲) با استفاده از عدد اکسایش (بار الکتریکی ظاهری نسبت داده شده به هر اتم با فرض انتقال کامل بار روی اتم‌ها)

۱- عدد اکسایش هر عنصر در حالت آزاد (خارج از ترکیب) برابر صفر است.

۲- عدد اکسایش هیدروژن در ترکیب‌های آن برابر (+۱) است به‌جز در هیدریدهای فلزی که در آنها (-۱) است، چون هیدروژن نسبت به فلزات الکترونگاتیوتر است. مانند: NaH.

۳- عدد اکسایش اکسیژن در اغلب ترکیب‌ها مانند اکسیدها برابر (۲-) است به‌جز در پراکسیدها (با بنیان O_2^{2-}) که (-۱) است و همچنین در سوپراکسیدها (با بنیان O_2^-) که $(-\frac{1}{2})$ است و همچنین در ترکیب O با F مثل OF_2 و O_2F_2 که به ترتیب (+۲) و (+۱) است. چون فلوئور تنها عنصر الکترونگاتیوتر از O است.

۴- عدد اکسایش فلوئور در تمام ترکیب‌ها (-۱) است چون الکترونگاتیوترین عنصر است.

۵- عدد اکسایش فلزات در ترکیب همیشه مثبت بوده که معمولاً از نظر عددی با ظرفیت آنها شباهت دارد.

۶- در یک مولکول جمع جبری اعداد اکسایش کلیه اتم‌های آن برابر صفر است و این خود روشی برای به دست آوردن عدد اکسایش عنصر موردنظر است مانند:

$$\left.\begin{array}{l} Na_2Cr_2O_7 \\ \text{عدد اکسایش } Na = +1 \\ \text{عدد اکسایش } O = -2 \\ \text{عدد اکسایش } Cr = ? \end{array}\right\} \Rightarrow 2\times(+1) + 2\times(Cr) + 7\times(-2) = 0 \Rightarrow 2\times(Cr) - 12 = 0 \Rightarrow (Cr) = +6$$

۷- عدد اکسایش یونهای تک اتمی با بار الکتریکی آنها برابر است مانند Na^+ که عدد اکسایش (+۱) دارد.

۸- در یک یون چند اتمی نیز باریون با جمع جبری اعداد اکسایش اتمهای آن برابر است که این مورد هم خود روشی برای بدست آوردن عدد اکسایش اتم‌های موجود در یون است.

$$\left.\begin{array}{l} MnO_4^{2-} = -2 \\ O = -2 \\ Mn = ? \end{array}\right\} \Rightarrow 1\times(Mn)+4\times(-2)=-2 \Rightarrow Mn=+6$$

۹- ترکیب‌هایی مانند NH_4NO_3 که دارای یونهای چند اتمی هستند و در هر کدام از آنها عنصری یکسان تکرار شده (N) باید عدد اکسایش آنها را جداگانه حساب کرد، چون به یکدیگر ارتباطی ندارند.

$$NH_4NO_3 \begin{cases} NH_4^+ \Rightarrow 1\times(N)+4\times(+1)=+1 \Rightarrow N=-3 \\ NO_3^- \Rightarrow 1\times(N)+3\times(-2)=-1 \Rightarrow N=+5 \end{cases}$$

۱۰- بالاترین عدد اکسایش نافلزات = + (شماره گروه اصلی (قدیم))
پایین ترین عدد اکسایش نافلزات =- (ظرفیت نافلز)

کلر: بالاترین عدد اکسایش = ۷ + ؛ کمترین عدد اکسایش = ۱-

۱۱- بالاترین عدد اکسایش فلزات = + (ظرفیت فلز)
پایین ترین عدد اکسایش فلزات = صفر

آهن: بالاترین عدد اکسایش آهن = ۳+ ؛ پایین ترین عدد اکسایش آهن = صفر

روشی که برای اعداد اکسایش حداکثر و حداقل در شماره ۱۰ و ۱۱ مطرح شده است در بیشتر عنصرهای فلزی و نافلزی صدق می‌کند هرچند در مواردی مانند F و O درست نیست.

۱۲- اتم‌ها تمایل دارند عددهای اکسایشی داشته باشند که با نوع و میزان بار آنها در ترکیب‌های یونی شباهت داشته باشد و معمولا برای رسیدن به آرایش هشتایی، به گرفتن یا از دست دادن همین تعداد الکترون نیاز دارند

$$NH_3\begin{cases} N \rightarrow -3 \\ H \rightarrow +1 \end{cases} \qquad H_2O\begin{cases} O \rightarrow -2 \\ H \rightarrow +1 \end{cases}$$

۱۳- جمع جبری عددهای اکسایش در یک ترکیب خنثی برابر صفر و در یک یون چند اتمی برابر بار یون می‌باشد.

(فرمول تجربی و فرمول مولکولی)

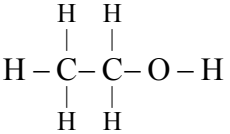
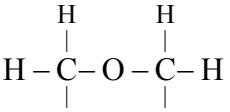
* فرمول تجربی: ساده ترین فرمول که شامل نماد شیمیایی عنصرها همراه با زیروندهایی است که کوچک ترین نسبت صحیح اتم‌ها را مشخص می‌کند.
* فرمول مولکولی: نوع و تعداد واقعی اتم‌ها را در مولکولهای سازنده‌ی یک ترکیب مولکولی به دست می‌دهد.
* فرمول تجربی و مولکولی می‌توانند یکسان یا متفاوت باشند: فرمول مولکولی = (فرمول تجربی) x ← یک عدد کامل

$$x = \frac{\text{جرم فرمول مولکولی}}{\text{جرم فرمول تجربی}}$$

* فرمول ساختاری: افزون بر نوع، تعداد عنصرها وتعداد اتم‌های هر عنصر، شیوه‌ی اتصال اتم‌ها را به یکدیگر در مولکول نشان می‌دهد. ممکن است مواد مختلفی فرمول تجربی یکسان داشته باشند مانند فرمالدهید، استیک اسید و گلوکوز که فرمول تجربی آنها CH_2O و فرمول مولکولی آنها به ترتیب **HCHO**، CH_3COOH و $C_6H_{12}O_6$ است.

(ایزومری)

* ایزومر (هم پار): ترکیب‌هایی که فرمول مولکولی یکسان و فرمول ساختاری متفاوت دارند، مانند: اتانول (C_2H_6O) و دی متیل اتر (C_2H_6O) خواص فیزیکی ایزومرها با یکدیگر متفاوت است، مانند: نقطه ذوب، نقطه جوش و چگالی

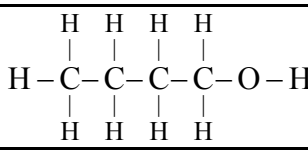
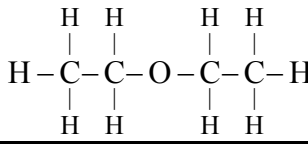
	فرمول مولکولی	فرمول ساختاری
اتانول	C_2H_6O	
دی متیل اتر	C_2H_6O	

فرمول ساختاری افزون بر نوع، تعداد عنصرها و تعداد اتم‌های هر عنصر، شیوه اتصال اتم‌ها به یک دیگر را در مولکول نشان می‌دهد (شکل هندسی مولکول عامل بسیار مهمی درتعیین خواص شیمیایی آن است.)

جدول مقایسه‌ی فرمول تجربی و فرمول مولکولی

ترکیب	فرمول تجربی	فرمول مولکولی	جرم مولی $g \cdot mol^{-1}$	طرز نمایش
فرمالدهید	CH_2O	CH_2O (یک برابر فرمول تجربی)	۳۰/۰۳	
استیک اسید	CH_2O	$C_2H_4O_2$ (دو برابر فرمول تجربی)	۶۰/۰۶	
گلوکوز	CH_2O	$C_6H_{12}O_6$ (شش برابر فرمول تجربی)	۱۸۰/۱۸	

جدول مقایسه‌ی ۱- بوتانل و دی اتیل اتر

ترکیب	فرمول تجربی	فرمول مولکولی	فرمول ساختاری	نقطه‌ی ذوب ($^\circ C$)	نقطه‌ی جوش ($^\circ C$)	چگالی ($g \cdot cm^{-3}$)
۱- بوتانل	$C_4H_{10}O$	$C_4H_{10}O$		-۹۰	۱۱۷	۰/۸۱۰
دی اتیل اتر	$C_4H_{10}O$	$C_4H_{10}O$		-۱۱۶/۳	۳۴/۶	۰/۷۱۳

(قلمروهای الکترونی)

* نظریه نیروی دافعه‌ی جفت الکترونهای لایه‌ی ظرفیت **(VSEPR)**: مدلی است برای پیش بینی شکل مولکول براین اساس که جفت‌های الکترونی پیرامون اتم مرکزی، تا آن جا که امکان داشته باشد، دور از یکدیگر جهت گیری می کنند. به گونه‌ای که پایدارترین آرایش هندسی برای مولکول ایجاد می‌شود.

قلمرو الکترونی: ناحیه ای در اطراف اتم مرکزی که الکترون‌ها (صرف نظر از تعداد) در آن جا حضور دارند. (پیوندهای یگانه، دوگانه یا سه گانه یک قلمرو به‌شمار می‌آیند).

(شکل هندسی مولکول‌ها)

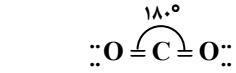
* برای تعیین شکل هندسی مولکول از روی ساختارهای لوویس:

۱) ساختار لوویس مولکول را رسم کنید.

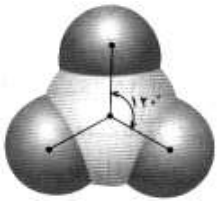
۲) تعداد قلمروهای الکترونی در اطراف اتم را معین کنید.

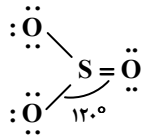
۳) آرایش هندسی مناسب را براساس تعداد قلمروهای الکترونی، به‌صورت زیر نتیجه بگیرید:

دو قلمرو الکترونی: ساختار خطی با زاویه پیوندی ۱۸۰° ←

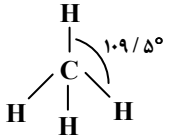


سه قلمرو الکترونی: ساختار سه ضلعی مسطح با زاویه‌ی پیوندی ۱۲۰° ←





چهار قلمرو الکترونی: ساختار چهار وجهی با زاویه‌ی پیوندی ۱۰۹/۵° ←

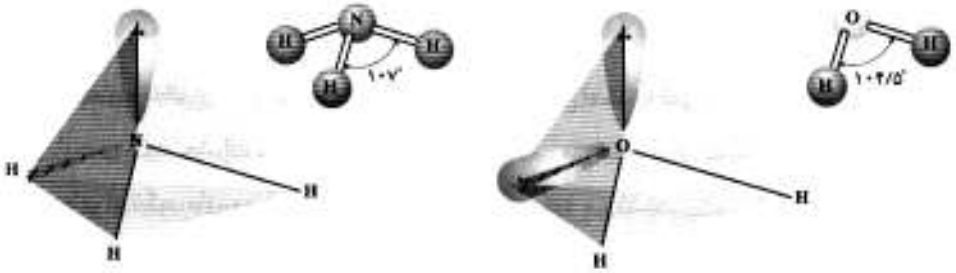


۴) در صورت وجود جفت الکترون‌های ناپیوندی زوایای پیوند را طوری تنظیم کنید تا برای قلمروهای الکترونی مربوط به جفت‌های ناپیوندی فضای بزرگ‌تر باز شود.

مقایسه زاویه بین جفت الکترون‌ها: پیوندی- پیوندی < ناپیوندی- پیوندی < ناپیوندی- ناپیوندی

در مولکول آب ۴ قلمرو الکترونی بوده، مولکول آن خمیده و دارای زاویه ۱۰۴/۵° است. ۲ قلمرو در مولکول آب ناپیوندی است.

در مولکول آمونیاک نیز ۴ قلمرو الکترونی بوده، مولکول آن هرم مثلثی و دارای زاویه ۱۰۷° است. یک قلمرو در مولکول آمونیاک جفت الکترون ناپیوندی است.



مولکول‌های قطبی و ناقطبی:

۱) مولکول ناقطبی: مولکولی که ابر الکترونی آن متقارن باشد و یا مرکز اثر بارهای مثبت و منفی در آن بر هم منطبق باشد.

۲) مولکول قطبی: مولکولی که ابر الکترونی آن نامتقارن بوده و یا مرکز اثر بارهای مثبت و منفی در آن بر هم منطبق نباشد. دراین حالت مولکول دارای دو سر بوده که یکی سر مثبت و طرف دیگر سر منفی مولکول می‌باشد.

SO_2 (مولکول قطبی)

CO_2 (مولکول ناقطبی)

برای تشخیص قطبی یا غیر قطبی بودن مولکول‌ها آن‌ها را به‌صورت‌های زیر تقسیم می‌کنیم:

۱- ماده‌ی تک اتمی: در ماده‌های تک اتمی که در واقع گازهای نجیب می باشند، ابر الکترونی متقارن و ناقطبی بوده که شامل گازهای نجیب می‌باشد: Xe, Kr, Ar, Ne, He

۲- مولکول‌های دو اتمی:

الف) مولکول‌های دو اتمی جور هسته (A_2): در این مولکول‌ها که از دو اتم یکسان تشکیل شده است و الکترونگاتیوی آن‌ها یکسان است، پیوند میان دو اتم کووالانسی ناقطبی بوده و ابرالکترونی پیوند و مولکول یکسان و متقارن است، پس مولکول نیز متقارن و ناقطبی است. مانند: Cl_2، H_2، O_2،.....

ب) مولکول‌های دو اتمی ناجور هسته (AB): در این مولکول‌ها اگر اختلاف الکترونگاتیوی بین دو اتم بیش از ۰/۴ باشد پیوند میان اتم‌ها کووالانسی قطبی بوده و ابر الکترونی پیوند که ابرالکترونی مولکول نیز می باشد نامتقارن بوده، بنابراین مولکول نامتقارن و قطبی است. مانند: NO, HCl, HF،.....

۳- مولکول‌های چند اتمی:

مولکول‌های چند اتمی بسته به میزان قطبی بودن پیوندها و جهت گیری اتم‌ها در فضا (آرایش هندسی مولکول) می‌توانند قطبی یا ناقطبی باشند.

الف) مولکول‌های چند اتمی که اتمهای یکسان دارند: در این مولکول‌ها پیوند میان اتم‌ها از نوع کووالانسی ناقطبی بوده و نیز مولکول‌ها متقارن و ناقطبی هستند. نظیر: S_8 و P_4.

نکته: اوزون با فرمول مولکولی O_3 اتم‌های یکسان داشته ولی برخلاف موارد فوق پیوندهای آن ناقطبی بوده، ولی ماده قطبی است.

ب) مولکول‌های چند اتمی که اتم‌های یکسان ندارند: در مولکول‌های چند اتمی شکل فضایی یا شکل هندسی مولکول در قطبی بودن و یا ناقطبی بودن آن موثر است. برای تشخیص قطبی یا ناقطبی بودن این دسته از مولکول‌ها به اتم مرکزی توجه می‌کنیم.

اگر اتم مرکزی دارای جفت الکترون ناپیوندی باشد، مولکول قطبی می‌شود و در واقع در این مولکول‌ها مرکز اثر بارهای مثبت و منفی در مولکول بر یکدیگر منطبق نبوده و مولکول نامتقارن و قطبی می‌شود و چنان چه اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی باشد، مرکز اثر بارهای مثبت و منفی در مولکول بر یکدیگر منطبق شده و مولکول متقارن و ناقطبی می‌شود، البته به شرطی که اتم‌های متصل به اتم مرکزی همگی از یک نوع باشند. چنان چه اتم‌های نام برده از یک نوع نباشند باز هم مولکول نامتقارن گشته و قطبی می‌گردد، پس می توان گفت اگر در مولکول سه نوع اتم وجود داشته باشد، مولکول قطبی می‌گردد.

تذکر: روش فوق در بیش‌تر مولکول‌هایی که با آن زیاد سر وکار دارید صادق است، هرچند در مواردی نیز این روش صدق نمی‌کند، مثلا در XeF_4 اتم مرکزی Xe دارای جفت الکترونهای ناپیوندی بوده ولی ناقطبی است. چون شکل هندسی مولکول متقارن است.

$$XeF_4 \Rightarrow F - \underset{F}{\overset{F}{Xe}} - F$$

در مثالهای روبرو اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی بوده و مولکول ناقطبی است.

BeF_2 , BF_3 , SO_3 , IF_7 , CCl_4 , CF_4 , SiH_4 , $SiCl_4$, SF_6 , PCl_5

در موارد روبرو اتم مرکزی دارای جفت الکترون ناپیوندی بوده و قطبی هستند.

$H_2O - NH_3 - SO_2 - PH_3 - OCl_2 - NF_3 - PCl_3$

در این مثالها اتم مرکزی فاقد جفت الکترون ناپیوندی است ولی چون اتمهای متصل به آن مشابه نیستند مولکولها قطبی هستند.

$CH_2Cl_2 - CHCl_3 - CH_3Cl - HCN$

(نیروهای میان مولکولها)

* به‌جز نیروهای جاذبه‌ای میان یون‌های ناهم نام، بقیه برهم کنش‌های جاذبه‌ای میان مولکول- مولکول یا یون- مولکول را نیروهای وان‌دروالس می‌گویند.
* به نیروهای جاذبه‌ای میان مولکول‌های قطبی، نیروهای دو قطبی- دو قطبی می‌گویند. مانند نیروی میان مولکولها در HCl.
* وجود دو قطب مثبت و منفی در مولکول‌های قطبی بر نیروهای جاذبه‌ای موجود میان مولکول‌ها، نیروی جاذبه‌ای قوی را اضافه می‌کند، در حالیکه مولکولهای ناقطبی فاقد این نیروها هستند. مقدار این نیروها با افزایش جرم مولکولی افزایش می‌یابد.
* این نیروها روی حالت فیزیکی و یا کیفیت تغییر حالت فیزیکی مواد نقش دارد.

کربن مونوکسید (CO) و نیتروژن (N_2) گازهایی با جرم مشابه هستند ولی CO ماده‌ای قطبی و N_2 ناقطبی است، از این رو CO به‌علت نیروهای میان مولکولی قویتر، آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود. به‌همین ترتیب O_2 و F_2 هر دو ناقطبی و دارای نیروی لاندون بین مولکولهای خود هستند، ولی به‌علت بیشتر بودن جرم مولکولی در O_2 نیروهای جاذبه‌ای قویتری بین مولکولهای آن پدید می‌آید، از این رو آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

پیوند هیدروژنی:

اگر هیدروژن که کوچک ترین اتم شناخته شده است به اتم‌های فلوئور، اکسیژن یا نیتروژن که کوچک ترین و الکترونگاتیوترین اتم‌ها هستند متصل شود پیوندی بسیار قطبی ایجاد می‌شود که بار جزئی دو اتم درگیر پیوند به ویژه اتم هیدروژن در آن بسیار چشم گیر است. از این رو بین مولکولهای حاصل نیروی جاذبه دو قطبی- دو قطبی بسیار قوی تشکیل می‌شود که به‌علت استحکام زیاد به آن پیوند هیدروژنی گویند و نوعی نیروی جاذبه دوقطبی- دو قطبی است.

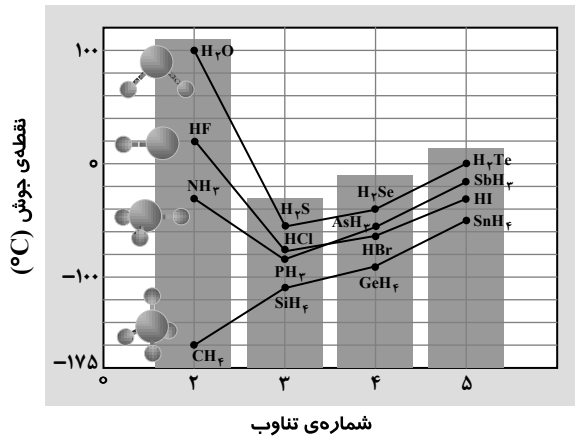
* δ نمادی برای نمایش مقدار بار الکتریکی جزئی است، باری کمتراز واحد بار الکتریکی.
* واژه پیوند هیدروژنی گمراه کننده است زیرا این نیروی جاذبه مانند دیگر نیروهای بین مولکولی بسیار ضعیف تر از پیوندهای کووالانسی بین اتم‌هاست.
* پیوند هیدروژنی نقطه جوش را به‌طور غیر منتظره نسبت به موارد مشابه خود بالا می‌برد. H_2S ترکیبی مشابه آب، قطبی و دارای پیوند کووالانسی است، ولی H_2S فاقد پیوند هیدروژنی است. (O و S در یک گروه جدول تناوبی هستند) تأثیر پیوند هیدروژنی را روی نقطه جوش آب نسبت به هیدروژن سولفید مشاهده می‌کنید.

ویژگی‌های آب و هیدروژن سولفید

جسم	نقطه‌ی ذوب (°C)	نقطه‌ی جوش (°C)
H_2O	۰/۰	۱۰۰/۰
H_2S	-۸۵/۵	-۶۰/۳

* مقایسه قدرت پیوند هیدروژنی در HF، H_2O و NH_3: پیوند هیدروژنی در HF نسبت به H_2O قوی تر است زیرا اختلاف الکترونگاتیوی F با H نسبت به O با H بیش‌تر بوده و قطبیت پیوند بیش‌تر شده و پیوند هیدروژنی ناشی از H و F در بین مولکولهای HF قوی تر می‌شود.
مشابه همین دلیل برای NH_3 و H_2O نیز صادق است. $NH_3<H_2O$ پس قدرت پیوند هیدروژنی در این سه ماده به این صورت زیر است :
$HF > H_2O > NH_3$
* مقایسه نقطه جوش HF, H_2O، NH_3: تصور می‌شود که برطبق مطلب فوق نقطه جوش HF از دو ماده‌ی دیگر بالاتر باشد در صورتی‌که اینگونه نیست و قدرت پیوند هیدروژنی به تنهایی تعیین کننده‌ی نقطه جوش نیست بلکه تعداد پیوند هیدروژنی که هرمولکول با مولکول‌های اطراف خود برقرار می‌کند نیز تعیین کننده است. چون هر مولکول H_2O با مولکول‌های اطراف حداکثر ۴ پیوند هیدروژنی برقرار می‌کند و در شبکه بلوری یخ تعداد پیوند هیدروژنی هر مولکول آب برابر۴ می‌باشد، که بیش از HF و NH_3 است، از این رو نقطه جوش آب بیش‌تر است.
علت بالاتر بودن نقطه جوش در HF و H_2O نسبت به ترکیب‌های مشابه و هم گروه خود، وجود پیوندهای هیدروژنی در آن‌هاست. از این رو در ترکیب‌های هیدروژن دار گروه‌های ۶ و ۷ ،بیش‌ترین نقطه جوش مربوط به ترکیبات هیدروژن دارِ اولین عنصر گروه و کمترین نقطه جوش مربوط به دومین ترکیب گروه است چون کمترین جرم را دارند مثلا در بین ترکیب‌های هیدروژن دار گروه هفتم HF بیش‌ترین و HCl کمترین نقطه جوش را دارد. طول پیوند هیدروژنی نسبت به پیوند کووالانس بزرگ‌تر بوده ولی انرژی آن کم‌تر است.

جدول نقطه جوش عناصر هم گروه



بخش ۵ (کربن و ترکیب‌های آلی)

کربن و ترکیب‌های آلی

مفاهیم و نکات:

پلیمر: مولکول‌هایی که اگرچه بسیار بزرگ هستند ولی خواص مولکول‌های کوچک شبیه به خود را دارند. پلاستیک‌ها نوعی پلیمرند.برخی از پلیمرهای ساخته شده زیست تخریب پذیر بوده، می‌توانند جایگزین مناسبی برای مواد پلاستیکی باشند و آلودگی محیط زیست را برطرف کنند.

کربن و سیلیسیم دو عنصر گروه ۱۴ یا **A(IV)** جدول تناوبی را می‌توان عنصرهای اصلی سازنده‌ی بسیاری از مواد موجود در طبیعت دانست.

سیلیسیم (Si):

سیلیسیم به علت تمایل شدیدی که به ترکیب با اکسیژن دارد به آن متصل شده و زنجیرها و حلقه‌هایی دارای پل‌های **Si-O-Si** ایجاد می‌کند و از این طریق «سیلیس» و «سیلیکات» را که مواد سازنده‌ی سنگ‌ها و خاک هستند به وجود می‌آورند.

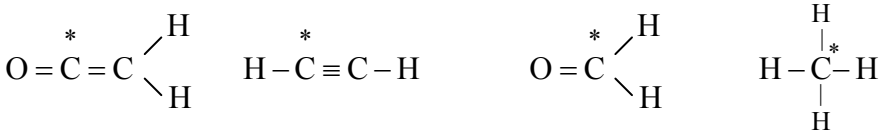
کربن (C):

کربن تمایل عجیبی به تشکیل پیوندهای کووالانسی محکم با خودش دارد و به این ترتیب قادر است زنجیرها و حلقه‌های کوچک و بزرگ بسیاری از اتم‌های خود ایجاد کند. کربن عنصری است که هم نایلون و مواد پلاستیکی دیگر و هم پلیمرهای زیست تخریب پذیر از ترکیب‌های شیمیایی آن هستند. سیلیسیم جهان غیر زنده و کربن جهان زنده را به وجود می‌آورد.

کربن پیوندهای محکمی با نافلزهای دیگری چون هیدروژن، نیتروژن، اکسیژن، گوگرد وهالوژن‌ها تشکیل می دهد.

بار مؤثر هسته‌ی اتم کربن به اندازه‌ای هست که به چهار الکترون ظرفیتی خود اجازه‌ی خروج ندهد و از تشکیل یون C^{4+} ممانعت به عمل آورد، در ضمن، این بار مؤثر آنقدر هم نیست که بتواند چهار الکترون جذب کند و با تشکیل یون C^{4-} از آن‌ها نگه داری کند. در نتیجه اتم کربن تمایل دارد که از طریق تشکیل چهار پیوند کووالانسی و در واقع از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون‌های خود با اتم‌های دیگر به آرایش هشتایی دست یابد و یا حداکثر با چهار اتم کربن دیگر پیوند یابد.

کربن چهار پیوند کووالانسی خود را به صورت چهار پیوند یگانه (ساده)، دو پیوند یگانه و یک پیوند دو گانه، یک پیوند سه گانه و یک پیوند یگانه یا دو پیوند دوگانه تشکیل می‌دهد.



کتن — اتین (استیلن) — فرم آلدهید — متان

زیست مولکول‌ها که اساس هستی را پایه گذاری کرده‌اند، همگی ترکیب‌هایی کربن دار هستند.

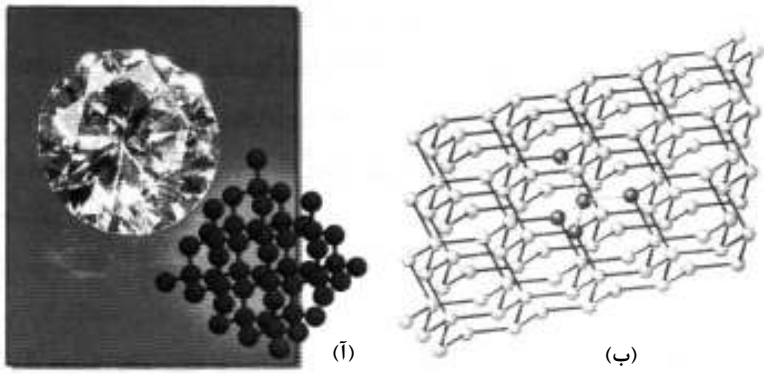
(جامدهای کووالانسی)

جامد کووالانسی: جامدی که در آن همه‌ی اتم‌ها به وسیله‌ی پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده اند و به این ترتیب شبکه‌ی دو یا سه بعدی ایجاد کرده‌اند.

آلوتروپ (دگر شکل): به شکل‌های گوناگونی گفته می شود که از یک عنصر در طبیعت یافت می‌شود. الماس، گرافیت و فولرن دگر شکل‌های کربن هستند.

الماس

* الماس از شمار زیادی اتم‌های کربن به وجود آمده است.
* در الماس هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به چهار اتم کربن دیگر اتصال یافته است. اتم کربن در این حالت ساختاری چهار وجهی دارد و هر چهار اتم کربن متصل به آن در چهار گوشه‌ی چهار وجهی قرار دارند.
* الماس شبکه‌ی غول آسایی است متشکل از میلیاردها اتم کربن که با پیوندهای کووالانسی به هم متصل شده اند.هر بلور الماس را می توان یک مولکول غول آسا دانست که از میلیاردها اتم تشکیل شده است.
* موادی مانند الماس جامدهایی بسیار سخت هستند وباتوجه به ساختاری که دارند، به جامدهای کووالانسی موسوم هستند.
* افزون بر زیبایی، بلورهای بسیار سخت الماس آن را برای کاربردهای صنعتی بسیاری، سودمند کرده است.دمای ذوب و جوش الماس بسیار زیاد است.



(آ) (ب)

آ. بلورهای زیبای الماس آن‌ها را برای تهیه زینت آلات مناسب کرده است.

ب. بخشی از ساختار غول آسای الماس. هر بلور الماس را می‌توان یک مولکول غول آسا دانست که از اتصال میلیاردها اتم کربن ساخته شده است.

گرافیت

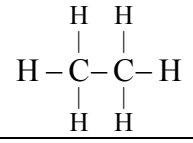
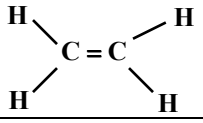
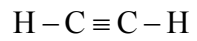
* دگر شکل دیگری از کربن است که ساختار لایه ای دارد.
* در هر لایه هر اتم کربن با چهار پیوند و با آرایش سه ضلعی مسطح به سه اتم کربن دیگر متصل شده است و نمونه‌ای از جامدهای کووالانسی است.
* از اتصال شش اتم کربن به یکدیگر، شش گوشه‌هایی ایجاد شده اند که از اتصال آنها به هم صفحه ای مشبک به وجود می‌آید.
* پیوندهای موجود در هر صفحه بسیار قوی هستند و از این رو می توان هر صفحه را یک مولکول غول آسای ورقه ای درنظر گرفت. این مولکول‌های صفحه ای غول آسا به وسیله‌ی نیروی بین مولکولی ضعیفی روی هم قرار دارند، از این رو به آسانی روی یکدیگر سُر می‌خورند. این ویژگی ساختاری، باعث مناسب بودن گرافیت در تولید مغز مداد، شده است.
* هر اتم کربن در گرافیت دارای ۳ قلمرو الکترونی است و در نتیجه دارای یک الکترونِ اضافی در لایه‌ی ظرفیت خود است. این الکترون که آزاد است به گرافیت خاصیت رسانایی الکتریسته میدهد.
* یکی از دگر شکل‌های کربن فولرن است که C_{60} شناخته شده ترین آنهاست، این مولکول کروی شبیه توپ فوتبال است که به باکی بال شهرت دارد.

(ترکیب‌های آلی و هیدروکربن‌ها)

ترکیب‌های آلی: موادی که کربن عنصر اصلی و مشترک در همه‌ی آنهاست. در ساختار مولکول‌های سازنده‌ی این مواد افزون بر کربن به طور عمده هیدروژن وجود دارد. به علاوه اتم عنصرهای دیگری چون **P,S,N,O** وهالوژن‌ها نیز در آن‌ها یافت می شود.

* ترکیب‌های آلی از دسته مواد مولکولی به شمار میروند که پیوند بین اتمهای آنها در هر مولکول از نوع کووالانسی است.

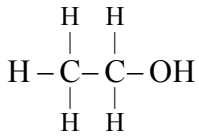
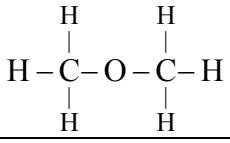
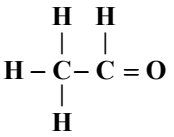
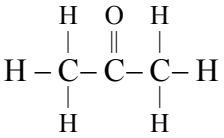
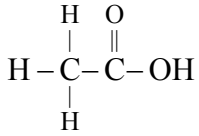
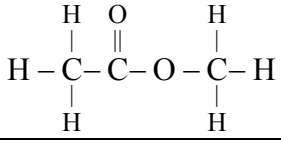
دسته بندی هیدروکربن‌ها:

نام دسته	نام خانواده	فرمول ساختاری	نام	ملاحظات
هیدروکربن سیر شده	آلکان		اتان	همه‌ی اتم‌های کربن با پیوند یگانه به هم متصل شده‌اند
هیدروکربن سیر نشده	آلکن		اِتِن (اتیلن)	دست کم یک پیوند دوگانه‌ی کربن- کربن در ساختار خود دارند.
	آلکین		اِتین (استیلن)	دست کم یک پیوند سه گانه کربن- کربن در ساختار خود دارند

به آلکان‌ها، پارافین (بی میل) نیز می‌گویند، زیرا تمایلی به انجام واکنش‌های شیمیایی ندارند.

وجود پیوندهای چندگانه‌ی کربن- کربن در هیدروکربن‌های سیر نشده آن‌ها را واکنش پذیرتر از آلکان‌ها کرده است. به عبارت دیگر می توان این گروه از اتم‌ها را که به شکلی متفاوت با آلکان‌ها به یکدیگر متصل شده‌اند، عامل ایجاد خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی در آلکن‌ها و آلکین‌ها دانست. به این گروه از اتم‌ها گروه عاملی می‌گویند که این گروه عاملی را در آلکن و آلکین در جدول فوق مشاهده می‌کنید.

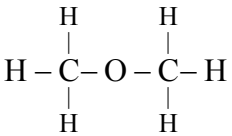
گروه عاملی: آرایش مشخصی از اتم‌هاست که به مولکول آلی دارای آن، خواص فیزیکی و شیمیائی ویژه و منحصر به فردی می بخشد. در واقع این گروه‌های عاملی هستند که خواص ترکیب‌های آلی دارای آنها را تعیین می کنند. از این رو ترکیب‌های آلی بر مبنای گروه‌های عاملی موجود در آنها دسته بندی می شوند.

نام گروه عاملی	فرمول ساختاری	نام خانواده	مثال	فرمول ساختاری
هیدروکسیل	-OH	الکل	اتانول	
اِتِر	-O-	اتِر	دی متیل اتر	
آلدهید		آلدهید	استالدهید	
کربونیل		کتون	استون	
کربوکسیل		کربوکسیلیک اسید	استیک اسید	
استر		استر	متیل استات	

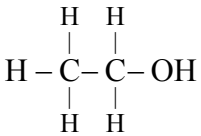
(ایزومرهای ساختاری)

به ترکیب‌هایی گفته می‌شود که فرمول مولکولی یکسانی دارند ولی فرمول ساختاری یکسانی ندارند و در نتیجه خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها با هم تفاوت می کند.

اتانول و دی متیل اتر ایزومرهای ساختاری یکدیگرند، اما نقطه‌ی جوش اتانول به دلیل وجود پیوند هیدروژنی در آن از نقطه‌ی جوش دی متیل اتر بالاتر است.



دی متیل اتر



اتانول

(نام گذاری آلکان‌ها)

* **نام همه‌ی آلکان‌ها به پسوند «آن» ختم می‌شود.**
* **در چهار ماده اولیه این سری از هیدروکربنها از نامهای عمومی و متداول استفاده می‌شود و تنها برای مولکول‌هایی با پنج اتم کربن یا بیشتر پیشوند موجود در نام، تعداد اتم‌های کربن زنجیر را مشخص می‌کند.مثلاً آلکانی را که دارای پنج اتم کربن باشد را پنتان میخوانیم.**
* **ساده ترین آلکان «متان» است. (CH_4)**

تعداد کربن	نام	فرمول مولکولی	تعداد کربن	نام	فرمول مولکولی
۱	متان	CH_4	۶	هگزان	C_6H_{14}
۲	اتان	C_2H_6	۷	هپتان	C_7H_{16}
۳	پروپان	C_3H_8	۸	اوکتان	C_8H_{18}
۴	بوتان	C_4H_{10}	۹	نونان	C_9H_{20}
۵	پنتان	C_5H_{12}	۱۰	دکان	$C_{10}H_{22}$

نام گذاری آلکان‌های شاخه دار

۱- ابتدا زنجیری که بیشترین تعداد اتم کربن را دارد، به عنوان زنجیر اصلی انتخاب می کنیم. نام هیدروکربن از روی تعداد اتم‌های کربن این زنجیر تعیین می شود. (توجه: این زنجیر همواره به صورت یک خط راست در مولکول نشان داده نمی‌شود)

۲- با شماره گذاری اتم‌های کربن زنجیر اصلی، این زنجیر را مشخص می‌کنیم. (شماره گذاری از جهتی درست است که به شاخه فرعی نزدیکتر و یا شاخه‌های بیشتری در آن جهت قرار داشته باشد، به کمک این شماره‌ها می توان محلی را مشخص کرد که شاخه روی زنجیر ایجاد شده است.)

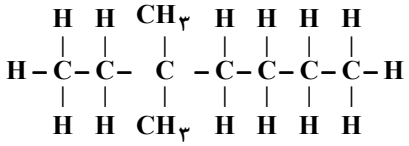
گروه آلکیل: این گروه با کم کردن یک اتم هیدروژن از آلکان به دست می‌آید. برای نام گذاری آنها کافی است از نام الکان پسوند «آن» را برداشته و به جای آن پسوند «ایل» قرار دهیم.به این ترتیب از متان یک گروه متیل CH_3و نیز از اتان گروه اتیل C_2H_5 تشکیل می‌شود و به صورت CH_3-CH_2نیز نمایش داده می‌شود. همه‌ی شاخه‌های متصل به زنجیر اصلی از گروه‌های آلکیل هستند.

۳- نام گذاری: شاخه‌های فرعی به ترتیب حروف الفبا ذکر می‌شوند. به این ترتیب که ابتدا شماره‌ی کربن یا کربن‌هایی که روی آن‌ها از یک نوع آلکیل وجود دارد نوشته می شود (برای هر گروه آلکیل یک شماره) سپس با قراردادن پیشوندهای دی، تری، تترا و... تعداد آنها را نیز مشخص می‌کنیم.

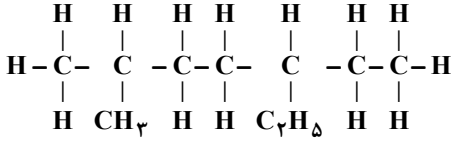
سپس باتوجه به تعداد کربن زنجیر اصلی نام زنجیر اصلی را هم ذکر می‌کنیم.

مثال:

۳، ۳- دی متیل هپتان:



۵- اتیل - ۲ - متیل هپتان:



(نام گذاری آلکن‌ها و آلکین‌ها)

* برای نام گذاری آلکن‌ها کافی است پسوند - آن (ane-) در نام آلکان‌ها را برداشته و به جای آن پسوند - اِن (ene-) را قرار دهید.

ساده ترین آلکن «اِتن» نام دارد.

* برای نام گذاری آلکین‌ها کافی است پسوند - آن (ane-) در نام آلکان‌ها را برداشته و به جای آن پسوند - ین (yne-) را قرار دهید.

ساده ترین آلکین «اتین» نام دارد.

* اگرچند ایزومر ساختاری برای آلکن یا آلکین وجود داشته باشد برای نام گذاری به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

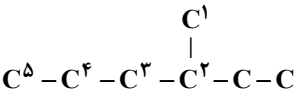
۱- بلندترین زنجیر از کربن را به عنوان زنجیر اصلی به گونه ای انتخاب می کنیم که پیوند دوگانه یا سه گانه در آن باشد.

۲- اتم‌های کربن زنجیر اصلی را از جهتی که نزدیک تر به پیوند دوگانه یا سه گانه است شماره گذاری می‌کنیم. مگر اینکه پیوند در وسط زنجیر قرار گرفته باشد که در آن صورت به شاخه‌ها توجه می‌کنیم و از طرفی که به شاخه فرعی نزدیک تر است شماره گذاری می‌کنیم.

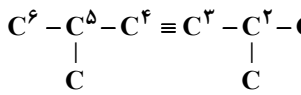
۳- پیوندهای زنجیر را شماره گذاری می کنیم. به این ترتیب که بین هر دو کربن که با هم پیوند دارند شماره‌ی کربنی که شماره‌ی آن کوچکتر است، برای پیوند در نظر گرفته می‌شود.

۴- برای نام‌گذاری، ابتدا به روش قبلی آدرس شاخه‌ها ذکر می‌شود بعد از آن شماره‌ی پیوند و پس از آن نام زنجیر اصلی بر اساس تعداد کربن موجود در آن به صورت آلکن یا آلکین می‌آید.

۲- اتیل- ۱- پنتن:



۲، ۵- دی متیل ۳- هگزین:



(نام گذاری برخی ترکیب‌های آلی)

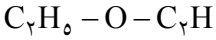
برای نام گذاری مواد آلی ابتدا زنجیر اصلی را تعیین کرده سپس شماره گذاری کربن‌ها از طرفی شروع می‌شود که نزدیک تر به گروه عاملی باشد. آنگاه برای نام گذاری طبق دستور زیر عمل می‌کنیم:

۱- الکل‌ها: ابتدا شماره‌ی کربن دارای گروه عاملی (-OH) را نوشته سپس نام آلکان هم کربن را با توجه به تعداد کربنهای زنجیر اصلی و پسوند «اُل» می‌آوریم.

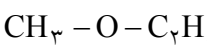
۲- بوتانول

۲- اترها: در اترها دو گروه آلکیل به گروه عاملی متصل است برای نام گذاری آنها باید نام این دو گروه به ترتیب حرف اول آنها در حروف الفبای انگلیسی ذکر شود سپس واژه «اتر» را به دنبال آن می‌آوریم.

اگر دو گروه متصل به- O- از یک نوع باشند از پیشوند «دی» قبل از نام گروه آلکیل استفاده می کنیم.

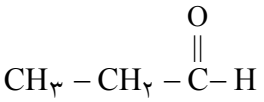


دی اتیل اتر



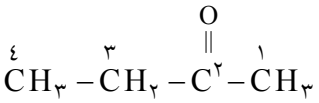
اتیل متیل اتر

۳- آلدهیدها: گروه عاملی همواره در ابتدای زنجیر است بنابراین نیازی به شماره‌ی‌کربن برای آن نیست. فقط باتوجه به تعداد اتم‌های کربن (کربن موجود در گروه آلدهیدی هم به حساب می‌آید) نام آلکان هم کربن و مناسب را انتخاب کرده و به آن پیوند «- ال» که ویژه آلدهیدهاست را اضافه می‌کنیم.



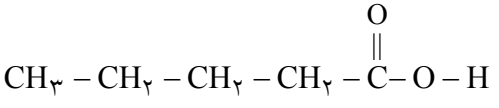
پروپانال

۴- کتون‌ها: ابتدا شماره‌ی کربن دارای گروه عاملی را نوشته آنگاه نام آلکان مناسب با تعداد کربن زنجیر اصلی و پس از آن پسوند - «ون» (-one) ویژه کتون‌ها را اضافه می کنیم.



۲- بوتانون

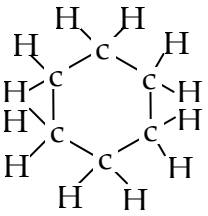
۵- کربوکسیلیک اسید: گروه عاملی اسیدهای آلی در ابتدای زنجیر قرار می‌گیرد پس مانند آلدهیدها نام آلکان مناسب با تعداد کربن زنجیر اصلی و بعد از آن پسوند «- وییک اسید» را ذکر میکنیم.

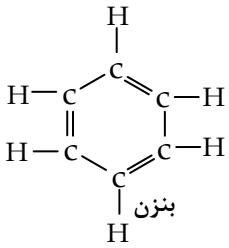


پنتانوئیک اسید

(هیدروکربن‌های حلقوی)

در این ترکیب‌ها، کربن‌ها به گونه‌ای به یکدیگر متصل شده‌اند که ساختاری حلقوی به وجود آورده اند.
سیکلوهگزان هیدروکربنی سیر شده است که حلقه ای ساخته شده از شش اتم کربن دارد.
بنزن هیدروکربنی سیر نشده با فرمول C_6H_6 است که ساختاری حلقوی دارد. بنزن سر گروه خانواده‌ی مهمی از هیدروکربن‌ها است که ترکیب‌های آروماتیک گفته می شوند. بنزن مایعی بیرنگ و فرار است که با شعله‌ی زرد رنگ همراه با دود می سوزد. این هیدروکربن در نفت خام و قطران زغال سنگ یافت می شود و سرطان زا است.





* نفتالن نیز از جمله‌ی این ترکیب‌های آروماتیک است ($C_{10}H_8$) که مدت‌ها به عنوان ضد بید برای نگه داری فرش و لباس کاربرد داشته است.
* آروماتیک به معنای معطر و خوش بو است.

تست‌های طبقه‌بندی شده

آزمون شماره ۱. بخش چهارم (ترکیب‌های کووالانسی)

۱- به کدام دلیل زوایای پیوندی در آمونیاک و متان متفاوت است؟

۱) الکترونگاتیوتر بودن نیتروژن نسبت به کربن
۲) بزرگتر بودن طول پیوند N-H نسبت به C-H
۳) قطبی بودن پیوند C-H نسبت به N-H
۴) وجود زوج الکترون ناپیوندی در آمونیاک

۲- کدامیک از مواد زیر جامد مولکولی محسوب می‌شود؟

۱) CO_2 ۲) SiO_2 ۳) SiC ۴) $BeCl_2$

۳- جفت الکترونهای پیوندی در مقایسه با الکترونهای ناپیوندی به لحاظ میزان تحرک و فضای اشغالی به ترتیب چگونه‌اند؟

۱) بیش‌تر- بیش‌تر ۲) بیش‌تر- کمتر ۳) کمتر- بیش‌تر ۴) کمتر- کمتر

۴- در کدام مورد زیر، هر سه مولکول می‌توانند در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت داشته باشند؟

۱) HI ،CH_4 ،H_2O
۲) H_2O ،HF ،NH_3
۳) CH_3OH ،LiH ،H_2S
۴) PH_3 ،SiH_4 ،CH_3NH_2

۵- در کدام یون یا مولکول زیر، منگنز بالاترین عدد اکسایش را دارد؟

۱) Mn_2O_3 ۲) MnO_2 ۳) MnO_4^{2-} ۴) MnO_4^-

۶- دلیل اصلی بسیار بالاتر بودن دمای جوش آب و بسیار پایین بودن دمای جوش هیدروژن سولفید امکان ..... در آب و عدم چنین امکانی در هیدروژن سولفید است.

۱) برقراری پیوند هیدروژنی بین مولکولی قوی
۲) برقراری نیروهای واندروالسی قوی
۳) تشکیل پیوندهای کووالانسی قطبی بین اتم‌ها در مولکول
۴) تشکیل پیوندهای قوی کووالانسی بین اتم‌ها در مولکول

۷- کدام مولکول زیر ناقطبی و مسطح است؟

۱) NH_3 ۲) SO_2 ۳) CCl_4 ۴) SO_3

۸- مولکولی که از ترکیب هیدروژن با عنصر X حاصل می‌شود، درصورتی می‌تواند در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت کند که...

۱) اتم X دارای الکترونگاتیوی زیاد و حجم کوچک باشد.
۲) اتم X دارای الکترونگاتیوی زیاد و حجم بزرگ باشد.
۳) مولکول حاصل قطبی بوده و محلول آن در آب خاصیت اسیدی داشته باشد.
۴) مولکول حاصل قطبی بوده و محلول آن در آب به خوبی به یونها تفکیک می‌شود.

۹- به‌علت این‌که نیروی لاندون ..... است، موادی که بر اثر پیدایش قطبیت لحظه‌ای مایع یا جامد می‌شوند، بیش‌تر ..... بوده یا دارای دماهای ذوب و جوش ..... می‌باشند.

۱) ضعیف- ناپایدار- بسیار پایین
۲) قوی- پایدار- بالا
۳) نسبتاً قوی- غیر فرار- نسبتاً بالا
۴) نسبتاً ضعیف- فرار- پایین

۱۰- معمولاً، انرژی پیوند هیدروژنی X... H، از انرژی پیوند کووالانسی H-X، بسیار... و طول پیوند هیدروژنی X... H، از طول پیوند کووالانسی H-X بسیار... است.

۱) بیش‌تر- کمتر ۲) بیش‌تر- بیش‌تر ۳) کمتر- بیش‌تر ۴) کمتر- کمتر

۱۱- عدد اکسایش کروم در یون پتاسیم دی کرومات، با عدد اکسایش کروم در کدام ترکیب آن تفاوت دارد؟

۱) $KCrO_3Cl$ ۲) K_2CrO_4 ۳) CrO_3 ۴) Cr_2O_3

۱۲- کدام مطلب زیر در مورد مواد قطبی درست تر است؟

۱) در مولکول آنها مراکز بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق نیست. ۲) در مولکول آنها پیوند بین اتمها از نوع کووالانسی قطبی است.
۳) دمای جوش آنها از دمای جوش مواد ناقطبی، همواره بالاتر است. ۴) نیروی جاذبه‌ی بین مولکولی آنها از نوع هیدروژنی است.

۱۳- آرایش الکترونی عنصری به تراز انرژی np^2 ختم می‌شود، ترکیب هیدروژن‌دار آن چیست؟

۱) XH_2 ۲) H_2X ۳) HX ۴) XH_4

۱۴- نام کدامیک درست نیست؟

۱) N_2O، نیتروژن اکسید ۲) H_2O_2، هیدروژن پر اکسید ۳) SnO_2، قلع دی اکسید ۴) Li_3N، لیتیم نیترید

۱۵- پیوند هیدروژنی قوی و دمای جوش زیاد به ترتیب به کدام دسته تعلق دارد؟

۱) C_2H_5OH ،H_2O ۲) HF ،H_2O ۳) CH_3COOH , NH_3 ۴) H_2O , HF

۱۶- کدام مولکول قطبی و زاویه‌ی پیوندی آن بزرگتر است؟

۱) $BeCl_2$ ۲) CCl_4 ۳) NH_3 ۴) H_2O

۱۷- شکل هندسی کدام مولکول زیر خطی است؟

۱) BeF_2 ۲) OF_2 ۳) NF_3 ۴) BF_3

۱۸- در کدام گزینه، مولکول‌ها به ترتیب (از راست به چپ) قطبی و ناقطبی است؟

۱) SCl_2 و BF_3 ۲) CO_2 و NF_3 ۳) OF_2 و H_2O ۴) $AlCl_3$ و CF_4

۱۹- ساختار الکترون نقطه‌ای HClO و $HClO_3$ در چند جفت الکترون ناپیوندی لایه آخر اتمهایشان اختلاف دارند؟

۱) ۶ ۲) اختلاف ندارند ۳) ۲ ۴) ۴

۲۰- قطبیت پیوند در کدام مورد بیش‌تر است و کدام پیوند خصلت کووالانسی بیش‌تری دارد؟ (به ترتیب)

۱) F-F, O-F ۲) F-F, Be-F ۳) Be-F, Be-F ۴) O-F, B-F

۲۱- آرایش الکترون نقطه‌ای کدام گونه شیمیایی نادرست است؟

۱) $:\ddot{H}:\underset{\ddot{H}:}{\ddot{N}}:\ddot{H}:$ ۲) $H:\underset{H}{\overset{H}{\ddot{C}}}:H$ ۳) $:\ddot{O}:S:\ddot{O}:$ ۴) $:\ddot{O}:S::\ddot{O}:$ (:Ö:)

۲۲- کدام مولکول ناقطبی و ساختار مسطح مثلثی دارد؟

۱) CCl_4 ۲) SO_2 ۳) BeF_2 ۴) BF_3

۲۳- در ساختار کربن مونوکسید چند جفت الکترون پیوندی و چند جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد؟

۱) ۲-۲ ۲) ۳-۲ ۳) ۲-۳ ۴) ۲-۱

۲۴- در کدام گزینه همه موارد از نوع جامد مولکولی هستند؟

۱) $Si-SiO_2-CO_2$ ۲) H_2SO_4 - CH_4 – SiC ۳) $HCl-P_4-S_8$ ۴) $SiC-Ne-Cl_2$

۲۵- در کدام نوع پیوند، جفت الکترون‌های پیوندی بین دو اتم را یکی از آن‌ها واگذار می‌کند؟

۱) یونی ۲) کووالانسی داتیو ۳) کووالانسی معمولی ۴) فلزی

۲۶- مولکول $Cl-\underset{F}{\overset{F}{C}}-Cl$ از لحاظ قطبیت چگونه است و قطبیت کدام پیوند در آن بیش‌تر است؟

۱) قطبی، C-F ۲) ناقطبی، C-F ۳) قطبی، C-Cl ۴) ناقطبی، C-Cl

۲۷- عدد اتمی عنصر A برابر ۱۳ و عدد اتمی عنصر B برابر ۱۷ است، فرمول ماده‌ی حاصل از ترکیب این دو عنصر کدام است؟

۱) AB_2 ۲) AB_3 ۳) A_2B ۴) A_2B_3

۲۸- در کدام ماده، نیروی جاذبه بین مولکولی، تنها از تأثیر متقابل دو قطبی‌های لحظه‌ای ناشی می‌شود؟

۱) آمونیاک ۲) کربن تترا کلرید ۳) سیلیس ۴) سدیم کلرید

۲۹- کدام نامگذاری درست نیست؟

۱) $CrBr_3$: کروم (III) برمید ۲) N_2O: دی نیتروژن مونوکسید

۳) SnO_2: قلع (II) اکسید ۴) PbO_2: سرب دی اکسید

۳۰- ساختار کدام مولکول خطی و مولکول قطبی است؟

۱) CO_2 ۲) CS_2 ۳) HOCl ۴) HCN

آزمون شماره ۲. بخش چهارم (ترکیب‌های کووالانسی)

۱- کدام مطلب درمورد نیروی لاندون نادرست است؟

۱) در مواد قطبی نیز وجود دارد.

۲) ویژه مواد ناقطبی است.

۳) مقدار آن در مقایسه با نیروی جاذبه میان یونهای ناهمنام ناچیز است.

۴) از تأثیر متقابل هسته یک اتم بر الکترونهای اتم مجاور ناشی می‌شود.

۲- کدام مطلب درباره‌ی پیوند H-Cl درست است؟

۱) اتم Cl در آن دارای کسری از بار الکتریکی مثبت است.

۲) بار الکتریکی (δ) روی اتم Cl از بار الکتریکی روی اتم H بیش‌تر است.

۳) جهت قطبیت آن از سمت اتم Cl به اتم H است.

۴) قطبیت آن از قطبیت پیوند Cl-F بیش‌تر است.

۳- تعداد الکترونهای N_2 با تعداد الکترونهای کدام ذره برابر است؟

۱) O_2 ۲) CN^- ۳) HS^- ۴) NO

۴- عدد اکسایش اتم مرکزی. در کدام یون زیر کوچکتر است؟

۱) $S_2O_7^{2-}$ ۲) $S_2O_3^{2-}$ ۳) $AlCl_4^-$ ۴) MnO_4^-

۵- کدام نام نادرست است؟

۱) سرب (IV) اکسید: PbO_2 ۲) دی گوگرد دی کلرید: S_2Cl_2 ۳) نیتروژن اکسید: N_2O_4 ۴) کبالت (II) کلرید: $CoCl_2$

۶- کوچکترین عدد اکسایش نیتروژن، در کدام ترکیب مشاهده می‌شود؟

۱) NO ۲) N_2O ۳) $NaNO_2$ ۴) NH_4NO_2

۷- در کدام مولکول تعداد جفت الکترون‌های لایه آخر اتمها بیش‌تر است؟

۱) CO_2 ۲) NH_3 ۳) BeF_2 ۴) CCl_4

۸- کدام ماده منحصراً دارای پیوند کووالانسی بوده و قطبی است؟

۱) NaOH ۲) CO_2 ۳) Na_2SO_4 ۴) CH_3Cl

۹- در کدام گزینه، هر سه عنصر، بیش از یک نوع عدد اکسایش دارند؟

۱) $_8O$، $_{26}Fe$، $_{13}Al$ ۲) $_{16}S$، $_{17}Cl$، $_{15}P$ ۳) $_{12}Mg$، $_{17}Cl$، $_9F$ ۴) $_{11}Na$، $_7N$، $_{16}S$

۱۰- مولکول‌های SCl_2 و OF_2، از کدام نظر با هم تفاوت دارند؟

۱) شکل هندسی

۲) قطبی بودن

۳) میزان بار الکتریکی جزئی $(\delta\pm)$ روی اتم‌ها

۴) تعداد جفت الکترون‌های ناپیوندی در لایه ظرفیت

۱۱- کدام یک از حالات زیر ممکن نیست؟

۱) پیوند ناقطبی ولی مولکول قطبی باشد.

۲) پیوند قطبی و مولکول قطبی باشد.

۳) پیوند قطبی و مولکول ناقطبی باشد.

۴) پیوند ناقطبی و مولکول نیز ناقطبی باشد.

۱۲- کدام مقایسه درمورد زاویه بین پیوندها در مولکولها درست است؟

۱) $H_2O > NH_3 > CH_4$ ۲) $CH_4 > H_2O > NH_3$

۳) $BeCl_2 > BCl_3 > CCl_4$ ۴) $NH_3 > H_2O > BCl_3$

۱۳- فرمول هیدروژن‌دار عنصر $_{52}A$ کدام است؟

۱) AH_4 ۲) AH_2 ۳) HA ۴) H_2A

۱۴- عدد اکسایش کروم، در کدام ترکیب با عدد اکسایش آن در سه ترکیب دیگر تفاوت دارد؟

۱) CrO_2Cl_2 ۲) Cr_2O_3 ۳) $Cr_2(SO_4)_3$ ۴) $Na_2Cr_2O_4$

۱۵- عدد اکسیداسیون (اکسایش) اتم مرکزی در کدام دو ترکیب برابر است؟

۱) H_2CO_3 و H_3PO_3 ۲) H_2S و SCl_2 ۳) OF_2 و Cl_2O ۴) $SOCl_2$ و CCl_4

۱۶- کدام مطلب در ارتباط با پیوند هیدروژنی، نادرست است؟

۱) ماهیت پیوند هیدروژنی تا حد زیادی از نوع جاذبه الکترواستاتیکی است.

۲) انحلال پذیری زیاد کلرید هیدروژن در آب را می‌توان براساس پیوند هیدروژنی توجیه کرد.

۳) انرژی پیوند هیدروژنی حدود ۱۰ برابر انرژی مربوط به نیروهای جاذبه وان‌درووالسی است.

۴) بین مولکول‌ها در هیدروژن فلوئورید، آب و آمونیاک در حالت مایع، پیوند هیدروژنی وجود دارد.

۱۷- درمورد مولکول آمونیاک، کدام مطلب درست است؟

۱) اتم مرکزی در آن فاقد جفت الکترون ناپیوندی است.

۲) شکل هرمی دارد و زاویه بین پیوندها در آن برابر 107° است.

۳) شکل چهار وجهی دارد و زاویه بین پیوندها در آن برابر $109^\circ 28'$ است.

۴) پیوندهای آن قطبی اما در مجموع ناقطبی است.

۱۸- کدام مولکول یا یون، شکل مسطح دارد؟

۱) CCl_4 ۲) NH_4^+ ۳) NO_3^- ۴) PH_3

۱۹- کدام مولکول، فاقد ساختار مسطح مثلثی است؟

۱) $AlCl_3$ ۲) BF_3 ۳) NH_3 ۴) SO_3

۲۰- ساختار لوئیس و آرایش الکترون- نقطه‌ای کدام گونه‌ی زیر مانند مولکول آب است؟

۱) NO_2^- ۲) OF_2 ۳) CO_2 ۴) NH_2^-

۲۱- کدام مولکول، شکل فضایی (نامسطح) دارد و اتم مرکزی در آن فاقد الکترون‌های ناپیوندی است؟

۱) NH_3 ۲) BF_3 ۳) H_2O ۴) CH_4

۲۲- عدد اکسایش اتم نیتروژن در یون‌های N^{3-} و N_3^- به ترتیب (از راست به چپ) کدام است؟

۱) $-\frac{1}{3}$ و ۳- ۲) ۳- و ۳- ۳) ۳- و ۱- ۴) $+\frac{1}{3}$ و ۱-

۲۳- تعداد الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی در کدام مولکول، نابرابر است؟

۱) CO_2 ۲) H_2O ۳) N_2O ۴) NO_2

۲۴- شکل مولکول کدام ماده، با شکل مولکولهای سه ماده دیگر، تفاوت دارد؟

۱) C_2H_2 ۲) OF_2 ۳) CO_2 ۴) N_2O

۲۵- پیوند اتمها با یکدیگر و تشکیل مولکول نشان می‌دهد که مولکول حاصل :

۱) دارای پیوند کووالانسی است. ۲) در سطح انرژی بالاتری نسبت به اتمهای اولیه قرار دارد.

۳) در سطح انرژی پایین‌تری نسبت به اتمهای اولیه قرار دارد. ۴) قطبی است.

۲۶- در کدام مورد، اتم مرکزی به آرایش الکترونی گاز بی‌اثر نرسیده است؟

۱) $AlCl_3$ ۲) BF_4^- ۳) NF_3 ۴) OF_2

۲۷- کدام ویژگی در همه‌ی مولکول‌های ناقطبی مشترک است؟

۱) مسطح بودن ساختار مولکول ۲) ناقطبی بودن پیوند بین اتم‌ها

۳) یکسان بودن اتم‌های تشکیل دهنده مولکول‌ها ۴) منطبق بودن مرکز بارهای منفی بر مرکز بارهای مثبت

۲۸- تعداد عناصر تشکیل دهنده کدام دو ماده نابرابرند؟

۱) سدیم سولفات، هیدروکسید آمونیوم ۲) سدیم کلرات، برمید آمونیوم

۳) سدیم نیترات، نیتریت آمونیوم ۴) سدیم فسفات، کلریت آمونیوم

۲۹- کدام یک از مولکول‌های زیر قطبی است؟

۱) CCl_4 ۲) SO_2 ۳) CS_2 ۴) BCl_3

۳۰- عدد اکسایش اتم گوگرد در مولکول‌های S_2Cl_2 ، H_2S و $H_2S_2O_7$ به ترتیب کدام است؟

۱) ۲-، ۲+، ۷+ ۲) ۱-، ۲+، ۶+ ۳) ۱+، ۲-، ۶+ ۴) ۲+، ۲-، ۷+

آزمون بخش پنجم (کربن و ترکیب‌های آلی)

۱- کدام گزینه دگر شکل کربن نیست؟

۱) گرافیت ۲) الماس ۳) فولرن ۴) دوده

۲- نام $CH(C_2H_5)_2-C(CH_3)_2-C_2H_5$ براساس قواعد نام گذاری آیوپاک کدام است؟

۱) ۴- اتیل- ۳، ۳- دی متیل هگزان ۲) ۳، ۳- دی متیل- ۴- اتیل هگزان

۳) ۳، ۴- دی اتیل- ۴- متیل پنتان ۴) ۴- متیل- ۳، ۴- دی اتیل پنتان

۳- نام $C(CH_3)_3-CH(C_2H_5)-CH_3$ کدام است؟

۱) ۲، ۲- دی متیل- ۳- اتیل بوتان
۲) ۳، ۴، ۴- تری متیل پنتان
۳) ۳- اتیل- ۲، ۲- دی متیل بوتان
۴) ۲، ۲، ۳- تری متیل پنتان

۴- نام شیمیایی ترکیب زیر به روش آیوپاک چیست؟ $BrCH_2-CH_2-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$

۱) ۴- متیل- ۱- برومو- پنتان
۲) ۱- برومو- ۴- متیل پنتان
۳) ۲- متیل- ۵- برومو پنتان
۴) ۵- برومو- ۲- متیل پنتان

۵ - در کدام گزینه نام گروه عاملی درست معرفی نشده است؟

۱) $CH_3-CH_2-O-CH_3$؛ اتر
۲) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$؛ استر
۳) $-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$؛ کربونیل
۴) $CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-H$؛ کربوکسیل

۶- فرمول ۳- متیل- ۲- پنتن کدام است؟

۱) $CH_3-CH=C(CH_3)-CH_2-CH_3$
۲) $CH_3-C(CH_3)=CH-CH_2-CH_3$
۳) $CH_3-CH=C(CH_3)-CH_3$
۴) $CH_3-C(CH_3)=C(CH_3)-CH_3$

۷- براساس قواعد نام گذاری آیوپاک کدام هیدروکربن با نام پیشنهاد شده وجود ندارد؟

۱) ۲، ۳- دی اتیل- ۲- هگزان
۲) ۳- متیل- ۱- بوتن
۳) ۴- متیل- ۲- پنتن
۴) ۴- اتیل- ۲- هپتین.

۸- گرمای سوختن کدام یک از هیدروکربن‌های زیر بیشتر است؟

۱) متان
۲) اتان
۳) پروپان
۴) بوتان

۹- نسبت جرم مولکولی دومین آلکان به دومین آلکین چند است؟ (H = ۱ و C = ۱۲)

۱) $\frac{۵}{۷}$
۲) $\frac{۱۵}{۱۳}$
۳) $\frac{۳}{۴}$
۴) $\frac{۱۵}{۱۴}$

۱۰- کدام نام برای $CH_3-CH_2-\underset{\underset{C_2H_5}{|}}{\overset{\overset{Cl}{|}}{C}}-CH_3$ به روش آیوپاک درست است؟

۱) ۲- کلرو- ۲- اتیل بوتان
۲) ۲- اتیل - ۲- کلرو بوتان
۳) ۳- متیل- ۳- کلرو پنتان
۴) ۳- کلرو- ۳- متیل پنتان.

۱۱- در کدام آلکان نسبت تعداد اتم کربن به اتم هیدروژن بیشتر است؟

۱) متان
۲) اتان
۳) متیل پروپان
۴) ۲- متیل بوتان

۱۲- فرمول مولکولی ۳- برومو- ۳- اتیل- ۲، ۴- دی متیل هگزان کدام است؟

۱) $C_6H_{13}Br$
۲) $C_{10}H_{19}Br_3$
۳) $C_8H_{15}Br_3$
۴) $C_{10}H_{21}Br$

۱۳- متیل بوتان ایزومر کدام ماده است؟

۱) ۱- متیل بوتان
۲) دی متیل پروپان
۳) هگزان
۴) متیل پروپان

۱۴- نام $CH_3-CH(CH_3)-CH=CH-CH_3$ به روش آیوپاک چیست؟

۱) ۱، ۱- دی متیل- ۱- بوتن
۲) ۱، ۳- دی متیل- ۱- بوتن
۳) ۲- متیل- ۳- پنتن
۴) ۴- متیل- ۲- پنتن

۱۵- نسبت ایزومرهای هگزان به ایزومرهای بوتان چیست؟

۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) $\frac{۵}{۳}$
۳) $\frac{۵}{۲}$
۴) $\frac{۳}{۵}$

۱۶- کدام یک از نام گذاری‌های زیر به روش آیوپاک درست است؟

۱) ۲- اتیل پروپان
۲) ۴، ۴- دی متیل- ۳- اتیل هگزان
۳) ۳- کلرو ۲، ۲- دی متیل بوتان
۴) ۲- متیل- ۳- کلرو پنتان

۱۷- نام $(CH_3)_3C-CH_2-C_2H_5$ به روش آیوپاک چیست؟

۱) ۲، ۲، ۳- تری متیل بوتان
۲) ۲، ۲، ۳، ۴- تری متیل بوتان
۳) ۲، ۲- دی متیل هگزان
۴) ۲، ۲- دی متیل پنتان.

۱۸- تری متیل هگزان دارای چند اتم هیدروژن است؟

۱) ۳
۲) ۹
۳) ۱۴
۴) ۲۰

۱۹- ۴- اتیل- ۳، ۴- دی متیل هپتان دارای چند اتم کربن است؟

۱) ۱۱ ۲) ۱۲ ۳) ۱۰ ۴) ۹

۲۰- اگر به جای گروه متیل در ۲- متیل هگزان گروه اتیل قرار گیرد هیدروکربنی به دست می آید که زنجیر اصلی آن .... کربن دارد.

۱) ۷ ۲) ۶ ۳) ۵ ۴) ۸

۲۱- بدون درنظر گرفتن شماره‌ها چند ترکیب با نام دی متیل پنتان وجود دارد؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۲۲- کدام هیدروکربن در دمای معمولی مایع است؟

۱) اتان ۲) متان ۳) بوتان ۴) پنتان

۲۳- بوتن دارای چند ایزومر ساختاری می‌باشد؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۴- برای C_6H_{12} چند ایزومر ساختاری می‌توان درنظر گرفت که زنجیر اصلی آن ۵ کربن داشته باشد؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

۲۵- نام $CH_3-C\equiv C-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-H$ به روش آیوپاک کدام است؟

۱) ۱، ۱- دی متیل- ۴- بوتین ۲) ۴- متیل- ۳- پنتین ۳) ۴- متیل- ۲- پنتین ۴) ۲- متیل ۲- پنتین

۲۶- C_4H_8 دارای چند ایزومر حلقوی است؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۷- هر مول نفتالن چند مول پیوند دوگانه دارد؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

۲۸- کدام فرمول زیر با $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ می‌تواند ایزومر باشد؟

۱) $CH_3-CH(CH_2)_2-C(CH_3)_3$ ۲) $CH(CH_3)_3$

۳) $CH(CH_3)_2CH(CH_3)$ ۴) $C(CH_3)_4$

۲۹- ۲، ۲، ۳- تری متیل پنتان با کدام هیدروکربن زیر ایزومر است؟ (المپیاد شیمی ۸۰- ۷۹ مرحله دوم)

۱) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_2-CH_3$

۲) $\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}H_2-CH-CH_3$

۳) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_2-CH_3$

۴) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH_3}-CH_3$

۳۰- کدام یک از ترکیب‌های زیر یک اتر، یک استر و یک آلدهید است؟ (به ترتیب از راست به چپ)

(۱) $CH_3-O-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$ (۲) $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_3$

(۳) $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-CH_3$ (۴) $CH_3-O-CH_2-CH_3$

(۵) $H-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_3$ (۶) $CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$

۱) (۳)، (۴)، (۱) ۲) (۴)، (۵)، (۲) ۳) (۴)، (۳)، (۲) ۴) (۵)، (۶)، (۴)

پاسخ‌های تشریحی

پاسخ آزمون شماره ۱. بخش چهارم (ترکیب‌های کووالانسی)

۱- گزینه‌ی ۴ پاسخ است.

NH_3 و CH_4 هر کدام دارای ۴ قلمرو الکترونی هستند ولی در NH_3 بدلیل وجود زوج الکترون ناپیوندی زوایای پیوندی با متان متفاوت است. زوایای پیوند در NH_3 حدود ۱۰۷ درجه و در CH_4 حدود ۱۰۹/۵ درجه است.

۲- گزینه‌ی ۱ پاسخ است.

CO_2 در حالت جامد، جامد مولکولی است و چون غیرقطبی است. نیروهای ضعیف لاندون دارد.سه ماده دیگر در حالت جامد همگی ماده کووالانسی به‌شمار میروند.

۳- گزینه‌ی ۴ پاسخ است.

نیروی جاذبه‌ای که بر الکترونهای پیوندی اثر می‌گذارد از هسته دو اتم ناشی می‌شود. بنابراین جفت الکترونهای پیوندی آزادی و تحرک کمتری نسبت به جفت الکترونهای ناپیوندی دارند. دافعه‌ی بین الکترونهای پیوندی کمتر از دافعه‌ی بین الکترونهای ناپیوندی است، بنابراین فضای کمتری نسبت به الکترونهای ناپیوندی اشغال می‌کنند.

۴- گزینه‌ی ۲ پاسخ است.

مولکولهایی می‌توانند در پیوند هیدروژنی شرکت کنند که دارای عنصری با حجم کم و الکترونگاتیوی بالا باشند، تا این عنصر از یک مولکول با هیدروژن از مولکول دیگر پیوند هیدروژنی برقرار کند. عناصر N, O, F چنین خصوصیتی را دارند. بنابراین H_2O، HF، NH_3 می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. به عبارت دیگر در بین مولکولهایی که در آن‌ها هیدروژن با یکی از عناصر O, F یا N پیوند کووالانسی داده باشد، پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

۵- گزینه‌ی ۴ پاسخ است.

برای محاسبه‌ی عدد اکسایش یک اتم در یک مولکول یا یون از این قاعده استفاده می‌کنیم که در یک مولکول مجموع اعداد اکسایش اتمهای تشکیل دهنده صفر است و در یک یون، مجموع اعداد اکسایش اتمهای تشکیل دهنده، برابر با بار یون است. عدد اکسایش اکسیژن نیز در اغلب ترکیبات ۲- است. پس می‌توان نوشت:

عدد اکسایش $Mn = x$

$\underline{Mn}O_4^{2-} : 4(-2) + x = -2 \Rightarrow x = +6$

$\underline{Mn}_2O_3 : 3(-2) + 2x = 0 \Rightarrow x = +3$

$\underline{Mn}O_2 : 2(-2) + x = 0 \Rightarrow x = +4$

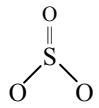
$\underline{Mn}O_4^{-} : 4(-2) + x = -1 \Rightarrow x = +7$

۶- گزینه‌ی ۱ پاسخ است.

۷- گزینه‌ی ۲ پاسخ است.

مولکول NH_3 به شکل هرم، CCl_4 چهار وجهی، SO_2 خمیده یا زاویه‌دار و SO_3 مسطح مثلثی است.

در SO_3 زوایای پیوندی 120° بوده، مرکز اثر بارها بر یکدیگر منطبق شده و ناقطبی می‌باشد.



۸- گزینه‌ی ۱ پاسخ است.

مولکول حاصل از ترکیب H با یکی از عناصر O, F یا N می‌تواند در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت کند و این سه عنصر به‌دلیل داشتن الکترونگاتیوی زیاد و حجم کوچک شرایط و قدرت لازم را برای تشکیل پیوند هیدروژنی (که درواقع یک نوع نیروی جاذبه الکترواستاتیک نسبتاً قوی بین مولکولهای $H^{+\delta} - X^{-\delta}$ می‌باشد) دارند.

۹- گزینه ۴ پاسخ است.

به‌علت ضعیف بودن نیروی لاندون مایعات و جامدات ایجاد شده بر اثر دو قطبی لحظه‌ای فرار بوده و دمای جوش پایینی دارند. برم در دمای محیط به راحتی بخار می‌شود و یُد نیز در دمای محیط تصعید شده و به گاز تبدیل می‌شود که هر دو از این دسته هستند.

۱۰- گزینه ۳ پاسخ است.

انرژی پیوند با طول پیوند رابطه عکس دارد و به‌طور کلی اگر انرژی مربوط به نیروهای جاذبه واندروالسی را برابر ۱ در نظر بگیریم، انرژی پیوند هیدروژنی حدود ۱۰ و انرژی پیوند کوالانسی حدود ۱۰۰ خواهد شد. پس طول پیوند کوالانسی کمتر از هیدروژنی است.

۱۱- گزینه ۴ پاسخ است.

عدد اکسایش کروم در همه موارد برابر (۶+) است بجز در گزینه‌ی (۴) که برابر (۳+) می‌باشد.

$K_2Cr_2O_7 : 2(+1)+2x+7(-2)=0 \Rightarrow x=+6$, $Cr_2O_3 : 2x+3(-2)=0 \Rightarrow x=+3$

$KCrO_3Cl : +1+x+(-2)\times 3-1=0 \Rightarrow x=+6$, $K_2CrO_4 : +1\times 2+x+(-2)\times 4=0 \Rightarrow x=+6$

۱۲- گزینه ۱ پاسخ است.

در بین مطالب گزینه‌ها، مطلب گزینه‌ی ۱ درمورد مواد قطبی، حالت کلی‌تر و درست‌تری دارد. یعنی شرط و لازم کافی می‌باشد. اما مطالب گزینه‌های دیگر اگرچه درمورد بعضی از مواد قطبی صادق می‌باشد اما حالت کلی ندارد.

۱۳- گزینه ۴ پاسخ است.

آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت عنصری که به تراز np^2 ختم می‌شود، ns^2np^2 می‌باشد. پس این عنصر متعلق به گروه چهارم است و چهار ظرفیتی می‌باشد. در نتیجه ترکیب هیدروژن‌دار آن XH_4 می‌باشد. (مانند CH_4).

۱۴- گزینه ۱ پاسخ است.

نام درست N_2O دی نیتروژن مونواکسید می‌باشد.

۱۵- گزینه ۴ پاسخ است.

قویترین پیوند هیدروژنی بین مولکولهای HF وجود دارد و دمای جوش H_2O نیز به‌علت دارا بودن تعداد بیش‌تر پیوند هیدروژنی بالاتر می‌باشد. هرچند دمای جوش CH_3COOH بالاتر از H_2O است اما گزینه‌ی ۴ هر دو مورد خواسته شده در سؤال را تأمین می‌کند.

۱۶- گزینه ۳ پاسخ است.

$BeCl_2$ و CCl_4 با اینکه پیوندهای قطبی دارند ولی باتوجه به اینکه در آنها مرکز اثر بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق هستند مولکول ناقطبی است، ولی NH_3 و H_2O به دلیل داشتن جفت الکترون‌های ناپیوندی قطبی هستند. چون NH_3 یک جفت الکترون ناپیوندی دارد انحراف زاویه از حالت چهار وجهی (زاویه پیوندی ۱۰۹°۲۸´) در NH_3 کمتر بوده و زوایا در آن تقریباً ۱۰۷° است. در حالیکه در H_2O زاویه به حدود ۱۰۴/۵° می رسد.

۱۷- گزینه‌ی ۱ پاسخ است.

خطی — خمیده — هرمی — مثلثی مسطح

۱۸- گزینه ۱ پاسخ است.

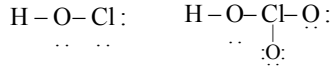
برای تشخیص قطبی و ناقطبی بودن یک مولکول معمولا می‌توان از روش زیر استفاده کرد:

اتم مرکزی مولکول
- **اگر جفت الکترون آزاد داشته باشد ← قطبی است.**
- **اگر جفت الکترون آزاد نداشته باشد**
  - **ذرات جانبی یکسان ← ناقطبی**
  - **ذرات جانبی غیریکسان ← قطبی**

در گزینه ۲، CO_2 ناقطبی و NF_3 قطبی است. در گزینه‌ی ۳، H_2O و OF_2 قطبی است. و در گزینه‌ی ۴، $Al Cl_3$ و CF_4 ناقطبی است. بنابراین گزینه ۱ پاسخ است.

۱۹- گزینه ۴ پاسخ است.

چون هر اتم اکسیژن که به‌صورت داتیو در ترکیب قرار گیرد، دو جفت الکترون ناپیوندی به آن ترکیب می‌افزاید، پس چهار جفت اختلاف وجود دارد.



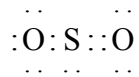
۲۰- گزینه ۲ پاسخ است.

اختلاف الکترونگاتیوی F و Be بیش از سایر موارد بوده، پیوند قطبی‌تر است. ولی پیوند بین دو اتم F که یکسان هستند، بیش‌ترین خصلت کووالانسی را دارد. ترتیب الکترونگاتیوی این عنصرها به‌صورت زیر است.

$$F > O > N > C > B > Be > Li$$

۲۱- گزینه ۳ پاسخ است.

ساختار SO_2 در گزینه ۳ به این صورت است.



۲۲- گزینه ۴ پاسخ است.

CCl_4 و BeF_2 و BF_3 ناقطبی هستند ولی BF_3 ساختار مسطح مثلثی دارد.

۲۳- گزینه ۲ پاسخ است.

کربن مونوکسید دارای سه پیوند (سه جفت الکترون پیوندی) و دو جفت الکترون ناپیوندی است. $:C \equiv O:$

۲۴- گزینه ۳ پاسخ است.

CO_2، CH_4، H_2SO_4، HCl، S_8، P_4، Cl_2، Ne مواد مولکولی هستند ولی SiO_2 و SiC جامد کووالانسی هستند.

۲۵- گزینه ۲ پاسخ است.

شرط تشکیل پیوند داتیو آن است که یک اتم در لایه‌ی ظرفیت خود اوربیتال خالی و اتم دیگر جفت الکترون ناپیوندی داشته باشد.

۲۶- گزینه ۱ پاسخ است.

به‌علت وجود پیوندهای مختلف و شکل چهار وجهی مولکول، مرکز اثر بارها در مولکول بر یکدیگر منطبق نبوده و مولکول قطبی است و چون اختلاف الکترونگاتیوی بین کربن با فلوئور بیش‌تر است پیوند C-F قطبی‌تر خواهد بود.

۲۷- گزینه ۲ پاسخ است.

باتوجه به آرایش الکترونی اتمها، ظرفیت آنها مشخص می‌شود و با استفاده از ظرفیت آنها فرمول ماده حاصل از ترکیب آنها بدست می‌آید، بنابراین:

$$\left.\begin{array}{l} {}_{13}A: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^1 \text{ ۳ ظرفیتی} \\ {}_{17}B: 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^5 \text{ ۱ ظرفیتی} \end{array}\right\} \Rightarrow AB_3$$

۲۸- گزینه ۲ پاسخ است.

بین مولکول‌های آمونیاک پیوند هیدروژنی تأثیری بیش‌تری دارد. سیلیس SiO_2 جامد کووالانسی و NaCl جامد یونی می‌باشد. ولی کربن تتراکلرید ماده ای ناقطبی و دارای نیروی لاندون بین مولکول‌های خود است.

۲۹- گزینه ۳ پاسخ است.

نام صحیح SnO_2 قلع (IV) اکسید یا قلع دی اکسید می‌باشد.

۳۰- گزینه ۴ پاسخ است.

چون HCN ساختاری نامتقارن دارد، مولکول ناقطبی است.

$CS_2 \Rightarrow S=C=S$ ناقطبی- خطی

$CO_2 \Rightarrow O=C=O$ ناقطبی- خطی

$HCN \Rightarrow H-C\equiv N$ قطبی- خطی

$HOCl \Rightarrow H-\ddot{O}-Cl$ قطبی- خمیده

پاسخ آزمون شماره ۲، بخش چهارم (ترکیب‌های کووالانسی)

۱- گزینه ۲ پاسخ است.

از مطالب بیان شده در گزینه‌ها، مطلب گزینه ۲ درباره نیروی لاندون نادرست است، زیرا امکان پیدایش قطبیت لحظه‌ای (نیروی لاندون) در مواد قطبی و ناقطبی و یون‌ها وجود دارد.

۲- گزینه ۴ پاسخ است.

چون اختلاف الکترو نگاتیوی در پیوند H-Cl بیش‌تر از Cl-F است بنابراین قطبیت آن از Cl-F بیش‌تر است.

۳- گزینه ۲ پاسخ است.

عدد اتمی N برابر ۷ می‌باشد از این رو در مولکول N_2، ۱۴ الکترون وجود دارد. در یون CN^- نیز ۱۴ الکترون وجود دارد زیرا عدد اتمی C برابر ۶ و عدد اتمی N برابر۷ می‌باشد و چون یون CN^- بار الکتریکی (۱-) دارد یعنی یک الکترون گرفته است از این رو در مجموع CN^- نیز ۱۴ (۱۴=۱+۷+۶) الکترون دارد.

۴- گزینه ۲ پاسخ است.

بنابه اینکه در یونهای چند اتمی مجموع اعداد اکسایش اتمهای تشکیل دهنده‌ی یون برابر با بار الکتریکی یون می‌باشد می‌توان نوشت (x= عدد اکسایش اتم مرکزی):

$S_2O_7^{2-}: 2x+7(-2)=-2 \Rightarrow x=+6$

$S_2O_3^{2-}: 2x+3(-2)=-2 \Rightarrow x=+2$

$AlCl_4^-: x+4(-1)=-1 \Rightarrow x=+3$

$MnO_4^-: x+4(-2)=-1 \Rightarrow x=+7$

پس عدد اکسایش اتم مرکزی (S) در $S_2O_3^{2-}$ از بقیه یونهای داده شده کمتر می‌باشد.

۵- گزینه ۳ پاسخ است.

نام صحیح N_2O_4 دی نیتروژن تترا اکسید می‌باشد که از قواعد نامگذاری آیوپاک در ترکیب دوتایی نافلز با نافلز پیروی می‌کند.

۶- گزینه ۴ پاسخ است.

عدد اکسایش نیتروژن در مولکولها و یونهای **NO**، N_2O، NO_2^- و NH_4^+ به ترتیب برابر ۲+، ۱+، ۳+، ۳- است. پس کوچکترین عدد اکسایش در ترکیب NH_4NO_2 مشاهده می‌شود.

۷- گزینه ۴ پاسخ است.

$CO_2 \Rightarrow \ddot{O}=C=\ddot{O} \Rightarrow ٤$ $\qquad$ $BeF_2 \Rightarrow :\ddot{F}-Be-\ddot{F}: \Rightarrow ٦$

$NH_3 \Rightarrow H-\underset{H}{\overset{\ddot{}}{N}}-H$ $\qquad$ $CCl_4 \Rightarrow :\ddot{Cl}-\underset{:\ddot{Cl}:}{\overset{:\ddot{Cl}:}{C}}-\ddot{Cl}: \Rightarrow ١٢$

۸- گزینه ۴ پاسخ است.

کووالانسی $CO_2 \Rightarrow$ یونی و کووالانسی $NaOH \Rightarrow$ ؛ CH_3Cl قطبی و CO_2 ناقطبی است.

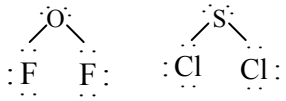
کووالانسی $CH_3Cl \Rightarrow$ یونی، کووالانسی- داتیو $Na_2SO_4 \Rightarrow$

۹- گزینه ۲ پاسخ است.

نافلزات گروههای پنجم اصلی تاهالوژن‌ها دارای اعداد اکسایش بسیار متنوع هستند. $Al\ ,\ Na\ ,\ Mg$ فقط یک نوع عدد اکسایش دارند.

۱۰- گزینه ۳ پاسخ است.

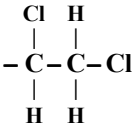
نوع هیبرید اوربیتالهای اتم مرکزی در مولکولهای SCl_2 و OF_2 برابر sp^3 است. پس باتوجه به این نکته، ساختار (لوویس) مولکولهای SCl_2 و OF_2 چنین است:



پس شکل هندسی این دو مولکول شبیه یکدیگر می‌باشند و تعداد جفت الکترونهای ناپیوندی در لایه‌ی ظرفیت هر دو مولکول برابر با ۸ جفت می‌باشد. پیوندهای **O-F** و **S-Cl** قطبی هستند و چون در این مولکولها مرکز اثر بارها منطبق نیستند پس مولکولهای OF_2 و SCl_2 قطبی می‌باشند. اما چون میزان قطبیت پیوند **S-Cl** با پیوند **O-F** متفاوت است بنابراین میزان بار الکتریکی جزئی روی اتمها نیز با یکدیگر متفاوت است.

۱۱- گزینه ۱ پاسخ است.

البته این بیان فقط در مولکول‌های دو اتمی صادق است مانند H_2 یا O_2 ولی اگر مولکول مورد نظر اتم‌های بیش‌تری داشته باشد می‌تواند پیوند ناقطبی داشته باشد ولی در مجموع مولکول قطبی باشد مانند



که در آن پیوند **C- C** ناقطبی است ولی مولکول قطبی است. در **HF** پیوند قطبی و مولکول نیز قطبی است در CH_4

پیوندها قطبی و مولکول ناقطبی است و در Cl_2 پیوند ناقطبی و مولکول نیز ناقطبی است.

۱۲- گزینه ۳ پاسخ است.

BeF_2 , BCl_3 , CCl_4 به ترتیب دارای دو، سه و چهار قلمرو الکترونی هستند که همگی پیوندی بوده و اتم‌هایی به آن متصل هستند پس زاویه پیوندی در آنها به ترتیب ۱۸۰، ۱۲۰، ۱۰۹/۵ درجه است ولی در NH_3 که دارای ۴ قلمرو الکترونی است اتم **N** دارای یک جفت الکترون ناپیوندی است و زاویه 107° می‌باشد.

۱۳- گزینه‌ی ۴ پاسخ است.

عنصر $_{52}A$ گروه ششم است و ظرفیت آن ۲ می‌باشد.

$$_{52}A:[_{36}Kr]4d^{10}5s^25p^4$$

و کمترین عدد اکسایش آن ۲- است پس با هیدروژن ترکیبی بصورت H_2A می‌دهد.

۱۴- گزینه ۱ پاسخ است.

$$CrO_2Cl_2 = 0 \Rightarrow Cr + 2\times(-2) + 2\times(-1) = 0 \Rightarrow Cr = +6$$

در گزینه‌های ۲ و ۳ و ۴ عدد اکسایش کروم ۳+ می‌باشد.

۱۵- گزینه ۴ پاسخ است.

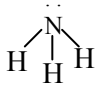
عدد اکسایش C در H_2CO_3 برابر ۴+، P در H_3PO_3 برابر ۳+، S در H_2S برابر ۲-، S در SCl_2 برابر ۲+، O در OF_2 برابر ۲+، O در Cl_2O برابر ۲-، S در $SOCl_2$ برابر ۴+ و C در CCl_4 برابر ۴+ است.

۱۶- گزینه ۲ پاسخ است.

بین مولکول‌های HCl و آب پیوند هیدروژنی وجود ندارد. HCl پیوند یونی و هیدروژنی تشکیل نمی دهد.

۱۷- گزینه ۲ پاسخ است.

تنها مطلب گزینه‌ی ۲ درمورد آمونیاک درست است. به‌علت وجود جفت الکترون ناپیوندی زوایا از 109° کمتر می‌شود.



۱۸- گزینه ۳ پاسخ است.

CCl_4 و NH_4^+ شکل چهار وجهی، PH_3 شکل هرمی و تنها NO_3^- شکل مسطح (مثلثی) دارد.

۱۹- گزینه ۳ پاسخ است.

مولکول NH_3 ساختار مسطح (مثلثی) ندارد شکل هرمی دارد.

۲۰- گزینه ۴ پاسخ است.

ساختار لوویس و آرایش الکترون- نقطه‌ای یون NH_2^- مانند ساختار لوویس و آرایش الکترونی نقطه‌ای مولکول H_2O است.

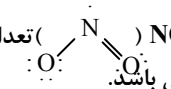
۲۱- گزینه ۴ پاسخ است.

CH_4 شکل چهار وجهی منتظم دارد و اتم مرکزی الکترون ناپیوندی ندارد.

۲۲- گزینه ۱ پاسخ است.

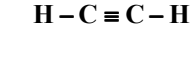
عدد اکسایش نیتروژن در یون N^{3-} برابر ۳- و در یون N_3^{-1} برابر $-\frac{1}{3}$ است.

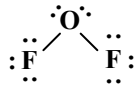
۲۳- گزینه ۴ پاسخ است.

از مولکول‌های پیشنهاد شده در گزینه‌ها، تنها در مولکول NO_2 ()تعداد الکترون‌های پیوندی با تعداد الکترون‌های ناپیوندی برابر نیست، زیرا دارای ۱۱ الکترون ناپیوندی و ۶ الکترون پیوندی می باشد.

۲۴- گزینه ۲ پاسخ است.

شکل OF_2 خمیده بوده ولی مابقی گزینه‌ها شکل خطی دارند.



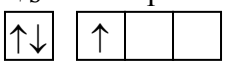


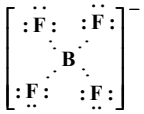
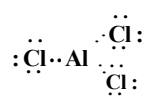
۲۵- گزینه ۳ پاسخ است.

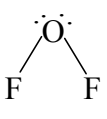
پیوند بین اتمها از هر نوع پیوندی که باشد با تولید انرژی همراه است و یک فرآیند گرماده است و در فرآیند گرماده سطح انرژی مواد حاصل پایین‌تر از سطح انرژی مواد اولیه است.

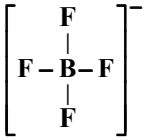
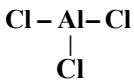
هر پیوندی بین اتمها قطبی نیست، و ممکن است مولکول حاصل متقارن باشد که مولکول ناقطبی می‌شود.

۲۶- گزینه ۱ پاسخ است.

بسیاری از عناصر گروه سوم مانند $_{13}Al : [_{10}Ne]$  با تشکیل سه پیوند کووالانسی (پس از برانگیختگی) در مولکول‌ها به آرایش الکترونی گاز نجیب نمی رسند (زیرا یکی از اوربیتالهای زیر لایه p در لایه ظرفیت آنها خالی می‌ماند). بنا به نمایش الکترون- نقطه‌ای گونه‌های داده شده مشاهده می‌شود که در لایه ظرفیت اتم مرکزی گونه‌های دیگر هشت الکترون حضور دارد، از این رو آنها به آرایش الکترونی گاز نجیب رسیده‌اند. البته Al در ترکیب با O , F در AlF_3 و Al_2O_3 با پیوند یونی شرکت کرده است و آرایش گاز نجیب را دارد.



۲۷- گزینه ۴ پاسخ است.

در مولکولی که مرکز اثر بارها بر یکدیگر منطبق شود، قطب‌های مثبت و منفی به‌وجود نمی‌آید.

۲۸- گزینه ۴ پاسخ است.

فرمول‌های شیمیایی مواد و نیز تعداد عناصر تشکیل دهنده‌ی هر ماده چنین می‌باشند:

(۱) سدیم سولفات: Na_2SO_4 (۳ عنصر)
آمونیوم هیدروکسید NH_4OH (۳ عنصر)

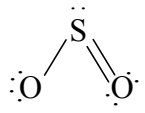
(۲) سدیم کلرات: $NaClO_3$ (۳ عنصر)
آمونیوم برمید NH_4Br (۳ عنصر)

(۳) سدیم نیترات: $NaNO_3$ (۳ عنصر)
آمونیوم نیتریت NH_4NO_2 (۳ عنصر)

(۴) سدیم فسفات: Na_3PO_4 (۳ عنصر)
آمونیوم کلریت NH_4ClO_2 (۴ عنصر)

بنابراین تعداد عناصر موجود در سدیم فسفات و آمونیوم کلریت با یکدیگر نابرابرند.

۲۹- گزینه ۲ پاسخ است.

به‌علت وجود جفت الکترون ناپیوندی،  **نامتقارن است.**

۳۰- گزینه ۳ پاسخ است.

عدد اکسایش اتم یک عنصر در یک ترکیب، بار الکتریکی مثبت یا منفی است که می‌توان برای اتم‌های آن عنصر در ترکیب به‌طور قراردادی در نظر گرفت. عدد اکسایش اکسیژن در اغلب ترکیبات (به غیر از پراکسیدها و سوپر اکسیدها) ۲- و عدد اکسایش هیدروژن در اغلب ترکیبات (به غیر از هیدریدهای فلزی) ۱+ می‌باشد. پس باتوجه به این مفاهیم و نکات، عدد اکسایش گوگرد را در این ترکیبات به دست می‌آوریم.

$S_2Cl_2 : 2x + 2(-1) = 0 \Rightarrow x = +1$

$H_2S : 2(+1) + x = 0 \Rightarrow x = -2$

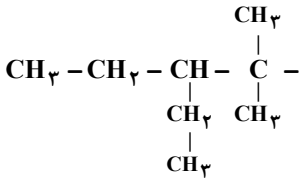
$H_2S_2O_7 : 2(+1) + 2x + 7(-2) = 0 \Rightarrow x = +6$

پاسخ آزمون بخش پنجم (کربن و ترکیب‌های آلی)

۱- گزینه ۴ پاسخ است.

دوده از دگر شکل‌های کربن نیست چون دگر شکل یا آلوتروپ به شکل‌های گوناگونی گفته می شود که یک عنصر در طبیعت یافت می‌شود، ولی دوده در طبیعت نیست.

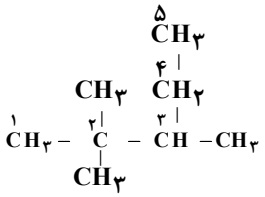
۲- گزینه ۱ پاسخ است.



۴- اتیل- ۳ و ۳- دی متیل هگزان

۳- گزینه ۴ پاسخ است.

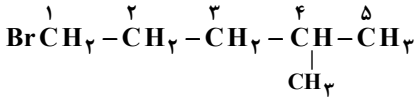
زنجیر اصلی با شماره گذاری کربن‌های آن مشخص شده است.



۲، ۲، ۳- تری متیل پنتان

۴- گزینه ۲ پاسخ است.

شماره گذاری زنجیر اصلی از طرف گروه عاملی (Br-) شروع می‌شود.



۵- گزینه ۳ پاسخ است.

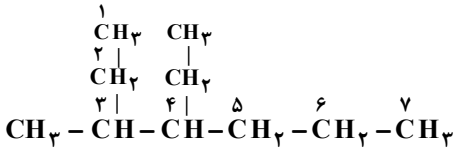
گروه عاملی گزینه سه گروه آلدهیدی است ($-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$) ساختار مولکول این گزینه نشان دهنده‌ی فرمالدهید یا متانال است.

۶- گزینه ۱ پاسخ است.

شماره گذاری زنجیر باید از سمت نزدیک تر به پیوند دوگانه شروع شود.

۷- گزینه ۱ پاسخ است.

ساختار روبرو که به نظر برای گزینه ۱ رسم می‌شود نام دیگری دارد ۴- اتیل- ۳- متیل هپتان



۴- اتیل- ۳- متیل هپتان

۸- گزینه ۴ پاسخ است.

گرمای سوختن یک مول از متان، اتان، پروپان، و بوتان به ترتیب و با افزایش تعداد اتم‌های کربن و هیدروژن افزایش می‌یابد. به همین ترتیب هر مول از این هیدروکربنها تعداد مول CO_2 و بخار آب بیشتری تولید می‌کنند.

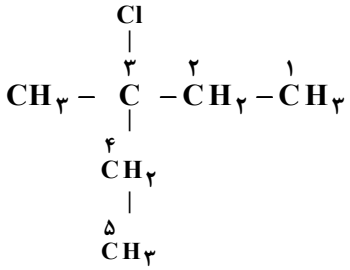
۹- گزینه ۳ پاسخ است.

فرمول عمومی آلکانها C_nH_{2n+2} است که از $n=1$ شروع می‌شود و فرمول عمومی آلکین‌ها C_nH_{2n-2} است که از $n=2$ شروع می‌شوند.

۳۰ = جرم مولکولی $\rightarrow C_2H_6 \rightarrow n=2 \rightarrow$ دومین الکان	نسبت	$\frac{۳۰}{۴۰}=\frac{۳}{۴}$
۴۰ = جرم مولکولی $\rightarrow \rightarrow C_3H_4 \rightarrow n=3 \rightarrow$ دومین آلکین	$\rightarrow$	

۱۰- گزینه ۴ پاسخ است.

شماره گذاری زنجیر از سر نزدیک تر به شاخه فرعی یا گروههای جانشین شروع شده است.



۳- کلرو- ۳- متیل پنتان

ابتدا شماره‌ی کربنی که اتم‌هالوژن یا گروه آلکیل روی آن است را ذکر می‌کنیم، سپس نام آن یعنی «کلرو» و بعد از آن نام شاخه‌ها و زنجیر را می‌آوریم.

۱۱- گزینه ۴ پاسخ است.

متان $(CH_4) \leftarrow \frac{۱}{۴}$ اتان $(C_2H_6) \leftarrow \frac{۱}{۳}$ متیل پروپان $(C_4H_{10}) \leftarrow \frac{۲}{۵}$ ۲- متیل بوتان $(C_5H_{12}) \leftarrow \frac{۵}{۱۲}$

۱۲- گزینه ۴ پاسخ است.

این مولکول مشتق آلکان است پس فرمول آن با استفاده از فرمول کلی آلکان‌ها C_nH_{2n+2} بدست می‌آید. در این ترکیب تعداد اتم‌های کربن $n=۱۰$ است و به جای یک هیدروژن آن یک اتم برم قرار گرفته است ← فرمول: $C_{۱۰}H_{۲۱}Br$

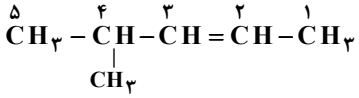
۱۳- گزینه ۲ پاسخ است.

هیدروکربن موردنظر باید از نوع آلکان باشد و در ساختار آن ۵ اتم کربن قرار داشته باشد که دی متیل پروپان اینگونه است.

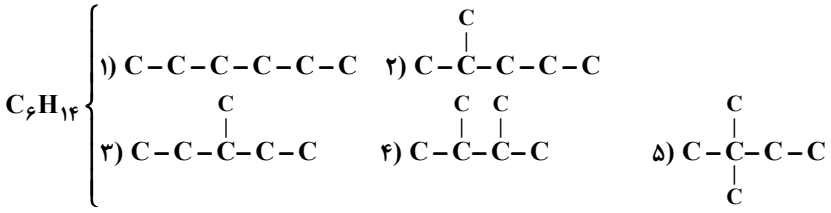
توجه:نام مولکول گزینه ۱ اشتباه است. یعنی مولکولی با این نام نداریم! اگر شما پیدا می‌کنید در شماره گذاری زنجیر خود اشتباه کرده‌اید.

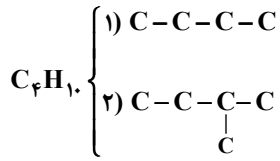
۱۴- گزینه ۴ پاسخ است.

شماره گذاری زنجیر از سر نزدیک تر به پیوند دوگانه شروع می‌شود.



۱۵- گزینه ۳ پاسخ است.

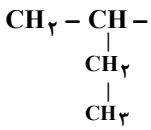




۱۶- گزینه ۳ پاسخ است.

علت نادرستی گزینه‌ها:

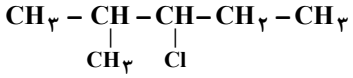
گزینه ۱ : «۲- اتیل..»اشتباه است چرا که باعث می شود زنجیر اصلی به جای ۳ کربن ۴ کربن داشته باشد. به عبارت دیگر ماده‌ای همچون ۲- اتیل آلکان وجود ندارد.



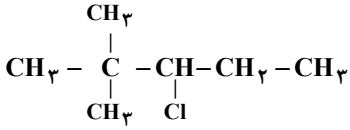
نام درست: ۲- متیل بوتان

گزینه ۲: نام شاخه‌ها باید به ترتیب حرف اول آنها در الفبای انگلیسی باشد یعنی اتیل بر متیل در نامگذاری تقدم دارد.

گزینه ۴: در نامگذاری کلر بر متیل تقدم دارد.

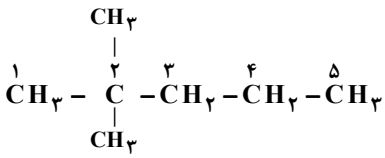


در گزینه ۳ نام صحیح به این صورت است.



۳- کلرو – ۲ ، ۲ – دی متیل بوتان

۱۷- گزینه ۴ پاسخ است.



۲ ، ۲ – دی متیل پنتان

۱۸- گزینه ۴ پاسخ است.

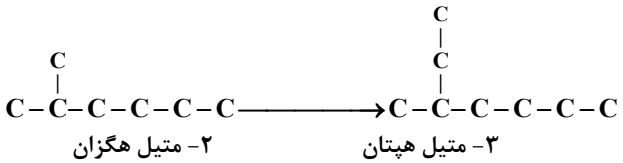
سه گروه متیل و نیز زنجیر اصلی هگزان جمعاً دارای ۹ اتم کربن هستند پس فرمول مولکولی این ماده C_9H_{20} می‌باشد.

۱۹- گزینه ۱ پاسخ است.

کافی است کربن‌های گروه‌های آلکیل را با کربن‌های زنجیر اصلی جمع کنیم.

اتیل ، ۲ کربن + دی متیل ، ۲ کربن + هپتان ، ۷ کربن = ۱۱ کربن

۲۰- گزینه ۱ پاسخ است.



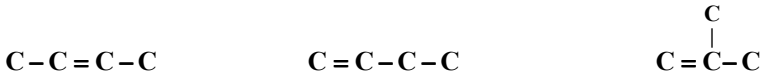
۲- متیل هگزان ۳- متیل هپتان

۲۱- گزینه ۲ پاسخ است.

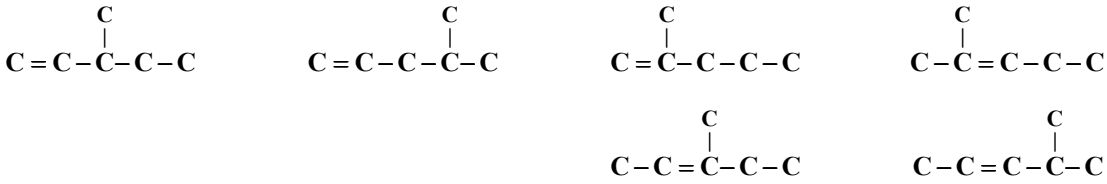
۲۲- گزینه ۴ پاسخ است.

آلکان‌های دارای ۱ تا ۴ کربن در دمای معمولی گاز هستند و آلکان‌های دارای ۵ کربن و بیشتر در دمای معمولی مایع‌اند.

۲۳- گزینه ۲ پاسخ است.

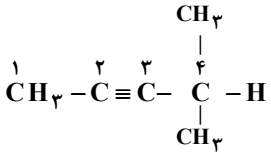


۲۴- گزینه ۳ پاسخ است.



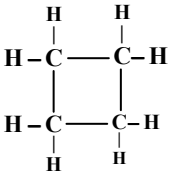
۲۵- گزینه ۳ پاسخ است.

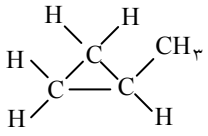
شماره گذاری زنجیر از سمتی که به پیوند سه گانه نزدیک تر است. شروع می شود و اگر پیوند در وسط زنجیر بود شماره‌گذاری را از طرف نزدیک به شاخه‌ها شروع می‌کنیم.



۴- متیل ۲- پنتین

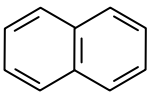
۲۶- گزینه ۳ پاسخ است.





۲۷- گزینه ۲ پاسخ است.

با توجه به ساختار نفتالن هر مول نفتالن ۵ مول پیوند دوگانه دارد.



۲۸- گزینه ۴ پاسخ است.

باید فرمول از نوع آلکان بوده و مانند مولکول و صورت سؤال دارای ۵ کربن باشد. ولی باید توجه کرد همان ماده نباشد و به عنوان ایزومر انتخاب شود.

۲۹- گزینه ۲ پاسخ است.

باید هیدروکربن از نوع آلکان بوده و دارای ۸ اتم کربن باشد. ولی باید توجه کرد همان ماده نباشد و به عنوان ایزومر انتخاب شود گزینه ۱ و ۳ هر دو همان ۲ ، ۲ ، ۳- تری متیل پنتان است ولی گزینه ۲ ساختار جدیدی دارد و ۲ ، ۲ ، ۴- تری متیل پنتان است.

۳۰- گزینه ۳ پاسخ است.

معرفی خانواده‌ی شماره‌های ۱ تا ۶

۱): استر ۲): آلدهید ۳): استر ۴): اتر

۵): کربوکسیلیک اسید ۶): کتون

نکات مهم جزوه

نکات مهم جزوه

نکات مهم جزوه

نکات مهم جزوه