فصل اول

A ۱۴ ۳

بازی با سؤال کمیت‌های عنوان شده در کدام گزینه همگی اصلی هستند؟

۱) شدت روشنایی، طول، نیرو

۲) گرما، زمان، جرم

۳) جریان الکتریکی، دما، جرم

۴) اختلاف پتانسیل الکتریکی، مقدار ماده، زمان

پاسخ فیزیک‌دان‌ها هفت کمیت جرم، طول، زمان، جریان الکتریکی، دما، مقدار ماده و شدت روشنایی را به عنوان کمیت‌های اصلی اختیار کرده‌اند.

A ۳۱ ۲

بازی با سؤال فاصلهٔ اختروشی از منظومهٔ شمسی برابر $10^{15}\,Au$ است. این فاصله برحسب سال نوری تقریباً برابر کدام گزینه می‌باشد؟ (مسافتی که نور در یک ماه طی می‌کند تقریباً $8\times10^{13}\,m$ بوده و میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید برابر $1/5\times10^{11}\,m$ است.)

۱) $1/5\times10^{8}$ ۲) $1/5\times10^{11}$ ۳) 3×10^{14} ۴) 3×10^{17}

پاسخ یکای نجومی (AU) برابر میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید یعنی $1AU\approx1/5\times10^{11}\,m$ است. فاصلهٔ اختروش از منظومهٔ شمسی برابر $10^{15}\,AU$ است که آن را برحسب متر به‌دست می‌آوریم.

$$10^{15}\,AU\times\left(\frac{1/5\times10^{11}\,m}{1\,AU}\right)=1/5\times10^{26}\,m$$

سال نوری مسافتی است که نور در مدت یک سال طی می‌کند و هر سال ۱۲ ماه است. مسافتی که نور در یک ماه طی می‌کند $8\times10^{13}\,m$ است، بنابراین مسافت طی شده توسط نور در یک سال خواهد شد. $ly=12\times8\times10^{13}=96\times10^{13}\,m$ سال نوری

اکنون فاصلهٔ اختروش تا منظومهٔ شمسی را برحسب سال نوری با روش تبدیل زنجیره‌ای به‌دست می‌آوریم:

$$10^{15}\,AU=1/5\times10^{26}\,m\times\frac{1\,ly}{96\times10^{13}\,m}=\frac{15}{96}\times10^{12}\simeq1/5\times10^{11}\,ly$$

B ۳۴ ۲

بازی با سؤال ارتفاع یک گیاه در هر هفته به اندازهٔ $10/08\,cm$ رشد می‌کند. آهنگ متوسط رشد این گیاه چند $\mu m/s$ است؟ از کتاب درسی

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{1}{6}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{4}$

پاسخ آهنگ رشد گیاه $10/08\,\frac{cm}{\text{هفته}}$ است که باید هفته را به ثانیه (s) تبدیل کنیم:

$$10/08\,\frac{cm}{\text{هفته}}\times\frac{1\,\text{هفته}}{7\,\text{روز}}\times\frac{1\,\text{روز}}{24\,h}\times\frac{1\,h}{3600\,s}=\frac{1}{6}\times10^{-4}\,cm/s$$

حال cm را به μm تبدیل می‌کنیم:

$$\frac{1}{6}\times10^{-4}\,cm/s\times\frac{10^{-2}\,m}{1\,cm}\times\frac{10^{6}\,\mu m}{1\,m}=\frac{1}{6}\,\mu m/s$$

B ۴۲ ۲

بازی با سؤال با در نظر گرفتن یکای کمیت‌های جابه‌جایی، سرعت، شتاب و زمان، در چه تعداد از روابط زیر، یکای دو طرف تساوی با یکدیگر سازگاری دارد؟ (x نماد جابه‌جایی، v نماد سرعت، a نماد شتاب و t نماد زمان است.) قلمچی

الف) $x=vt$ ب) $v^3=2ax^2$ پ) $t=\sqrt{\frac{2x}{a}}$

ت) $v=at$ ث) $v=\frac{1}{2}at^3$

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ باید یکای دو طرف تساوی یکسان باشد، گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم: الف) $x=vt\Rightarrow[x]=[v][t]\Rightarrow m=m/s\times s\Rightarrow m=m$ یکاها در دو طرف رابطه سازگار است. / ب) $v^3=2ax^2\Rightarrow m^3/s^3=m/s^2\times m^2\Rightarrow\frac{1}{s}=1$

در رابطهٔ (ب) $\frac{1}{s}=1$ را به‌دست آوردیم که منطقی نیست و مفهوم آن این است که رابطهٔ (ب) نمی‌تواند یک رابطهٔ فیزیکی درست باشد.

پ) $t=\sqrt{\frac{2x}{a}}\Rightarrow s=\sqrt{\frac{m}{m/s^2}}\Rightarrow s=s$: یکاها در دو طرف رابطه سازگار است.

ت) $v=at\Rightarrow m/s=m/s^2\times s\Rightarrow m/s=m/s$: یکاها در دو طرف رابطه سازگار است. / ث) $v=\frac{1}{2}at^3\Rightarrow m/s=m/s^2\times s^3\Rightarrow1=s^2$

در رابطهٔ (ث) به نتیجهٔ $1=s^2$ رسیده‌ایم که نمی‌تواند درست باشد، بنابراین رابطه (ث)، یک رابطهٔ فیزیکی درست نیست.

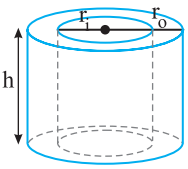
یادآوری می‌کنیم که اگر یکاها را در طرفین تساوی برابر قرار می‌دهیم، باید عددهای ثابت را مثل $\frac{1}{3}$ و ۲ در اینجا، بدون یکا به حساب آوریم.

A ۷۳ ۴

بازی با سؤال می‌خواهیم از فلزی به چگالی $6\,g/cm^3$، یک استوانهٔ توخالی با شعاع داخلی $5\,cm$ و شعاع خارجی $10\,cm$ و ارتفاع $20\,cm$ بسازیم، جرم این استوانه چند کیلوگرم می‌شود؟ $(\pi\simeq3)$

۱) ۷ ۲) ۴۸ ۳) ۲۴ ۴) ۳۶

پاسخ در رابطهٔ چگالی، V حجم ماده‌ای است که جسم از آن ساخته شده است.



به‌طور مثال: در یک لولهٔ فلزی استوانه به شعاع داخلی r_i و شعاع خارجی r_o منظور از حجم فلز مقدار زیر است:

$$V_{\text{فلز}}=\pi(r_o^2-r_i^2)h$$

حجم فلز به‌کار برده شده در این استوانه را حساب می‌کنیم.

$$V=\frac{4}{3}\pi(r_o^2-r_i^2)h=\frac{4}{3}\times3(10^2-5^2)\times20$$

$$\Rightarrow V=4\times75\times20\Rightarrow V=6000\,cm^3$$

جرم را حساب می‌کنیم.

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V\Rightarrow m=6\times6000=36000\,g\Rightarrow m=36\,kg$$

A ۷۶ ۲

بازی با سؤال درون یک ظرف دارای پیستون مقداری گاز محبوس است. اگر توسط پیستون حجم ظرف را نصف کنیم، چگالی گاز درون ظرف چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) ۴۲ ۴) تغییر نمی‌کند

پاسخ حجم گاز نصف شده اما جرم آن ثابت است بنابراین:

$$\begin{cases}\rho=\frac{m}{V}\\ \rho'=\frac{m}{V'}\end{cases}\Rightarrow\frac{\rho'}{\rho}=\frac{V}{V'}\xrightarrow{V'=\frac{V}{2}}\frac{\rho'}{\rho}=\frac{V}{\frac{V}{2}}\Rightarrow\rho'=2\rho$$

B ۹۱ ۱

بازی با سؤال درون مکعبی برنزی به جرم $۶/۴kg$ که طول هر ضلع آن $۱۰cm$ است، حفره‌ای وجود دارد، اگر چگالی برنز $۸g/cm^۳$ باشد، چند درصد از حجم این مکعب برنزی را حفره تشکیل داده است؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۰ ۳) ۵ ۴) ۱۵

پاسخ ۱ چگالی ρ برحسب $kg/m^۳$ برابر است با:

$$\rho=۸g/cm^۳=۸\frac{g}{cm^۳}\times\frac{۱۰^{-۳}kg}{۱g}\times\frac{۱۰^۶cm^۳}{۱m^۳}=۸\times۱۰^۳kg/m^۳$$

۲ ابتدا حجم فلز برنزی که در ساخت مکعب به کار رفته را حساب می‌کنیم.

$$\rho=\frac{m_{برنز}}{V_{برنز}}\Rightarrow ۸۰۰۰=\frac{۶/۴}{V_{برنز}}$$

$$\Rightarrow V_{برنز}=\frac{۶/۴}{۸۰۰۰}=\frac{۰/۸}{۱۰۰۰}=۸\times۱۰^{-۴}m^۳\times\frac{۱۰^۶cm^۳}{۱m^۳}=۸۰۰cm^۳$$

۳ حجم ظاهری کل مکعب برابر است با:

$$V_{کل}=a^۳=(۱۰cm)^۳=۱۰۰۰cm^۳$$

حجم حفره را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{حفره}=V_{ظاهری}-V_{برنز}\Rightarrow V_{حفره}=۱۰۰۰-۸۰۰=۲۰۰cm^۳$$

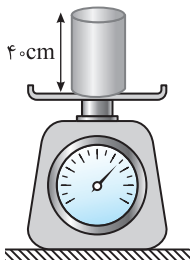
حجم حفره به حجم کل برابر است با:

$$\frac{V_{حفره}}{V_{کل}}=\frac{۲۰۰}{۱۰۰۰}=\frac{۱}{۵}$$

پس $\frac{۱}{۵}$ یا $\frac{۱}{۵}\times۱۰۰=۲۰٪$ حجم کل را حفره تشکیل داده است.

C ۹۲ ۲

بازی با سؤال مطابق شکل استوانه‌ای توخالی به ارتفاع $۴۰cm$ به شعاع داخلی $۵cm$ و شعاع خارجی R از یک فلز با چگالی $۳۵۰۰kg/m^۳$ ساخته شده است. اگر استوانه را از آب پر کنیم، جرم مجموع برابر $۷/۶۲$ کیلوگرم می‌شود. R چند سانتی‌متر است؟ $(\pi\approx۳,\rho_{آب}=۱kg/L)$



۱) ۲ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۳

پاسخ ابتدا جرم ظرف را با توجه به چگالی فلز و حجم ظرف به‌دست می‌آوریم.

$$V_{ظرف}=h(\pi R^۲_{خارجی}-\pi R^۲_{داخلی})=۴۰(۳\times(R^۲-۲۵))$$

$$=۱۲۰(R^۲-۲۵)=۱۲۰R^۲-۳۰۰۰cm^۳$$

$$\rho_{ظرف}=m_{ظرف}/V_{ظرف}=۳۵۰۰kg/m^۳=۳/۵g/cm^۳$$

$$m_{ظرف}=\rho V=۴۲۰R^۲-۱۰۵۰۰g \quad (۱)$$

آب درون فضای خالی ظرف به حجم $V=\pi r^۲_{داخلی}h=۳\times۲۵\times۴۰=۳\times۱۰^۳cm^۳$ قرار می‌گیرد:

$$\rho_{آب}=\frac{m_{آب}}{V_{آب}}\Rightarrow\rho=۱kg/L=۱g/cm^۳=\frac{m}{۳\times۱۰^۳}\Rightarrow m=۳\times۱۰^۳g=۳kg$$

پس از $۷/۶۲kg$، $۳kg$ جرم آب بوده و مابقی جرم ظرف است، بنابراین:

$$m_{ظرف}=۷/۶۲-۳=۴/۶۲kg=۴۶۲۰g \quad (۲)$$

با توجه به رابطه (۱) و (۲) داریم:

$$(۱),(۲)=۴۲۰R^۲-۱۰۵۰۰=۴۶۲۰\Rightarrow۴۲۰R^۲=۱۵۱۲۰$$

$$\Rightarrow R^۲=۳۶\Rightarrow R=۶cm$$

A ۹۳ ۴

بازی با سؤال چگالی جسم A، $\frac{۲}{۳}$ چگالی جسم B است. اگر جرم $۵۰cm^۳$ از جسم A برابر $۷۵۰g$ باشد، جرم $۶۰cm^۳$ از جسم B چند گرم است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۹۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۱۱۲۵ ۴) ۱۳۵۰

پاسخ بنا به فرض مسئله و داده‌های آن می‌توان نوشت:

$$\rho_A=\frac{۲}{۳}\rho_B\xrightarrow{\rho=m/V}\frac{m_A}{V_A}=\frac{۲}{۳}\frac{m_B}{V_B}$$

$$\xrightarrow[m_B=?,V_B=۶۰cm^۳]{m_A=۷۵۰g,V_A=۵۰cm^۳}\frac{۷۵۰}{۵۰}=\frac{۲}{۳}\frac{m_B}{۶۰}\Rightarrow m_B=۱۳۵۰g$$

A ۹۴ ۳

بازی با سؤال قطر یک گلولهٔ توپر آلومینیمی دو برابر قطر یک گلولهٔ توپر مسی است. اگر جرم گلولهٔ آلومینیمی $۲/۴$ برابر جرم گلولهٔ مسی باشد، چگالی آلومینیم چند برابر چگالی مس است؟ خارج ریاضی - ۸۷

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

پاسخ ابتدا نسبت حجم دو گلوله را حساب می‌کنیم

$$\frac{V_{Al}}{V_{Cu}}=\frac{\frac{۴}{۳}\pi(r_{Al})^۳}{\frac{۴}{۳}\pi(r_{Cu})^۳}\xrightarrow[r_{Al}=۲r_{Cu}]{r=\frac{D}{۲}}\frac{V_{Al}}{V_{Cu}}=۸$$

نسبت چگالی‌ها خواهد شد:

$$\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}=\frac{\frac{m_{Al}}{V_{Al}}}{\frac{m_{Cu}}{V_{Cu}}}\Rightarrow\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}=\frac{m_{Al}}{m_{Cu}}\times\frac{V_{Cu}}{V_{Al}}$$

$$\xrightarrow{m_{Al}=۲/۴m_{Cu}}\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}=۲/۴\times\frac{۱}{۸}\Rightarrow\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}=۰/۳$$

C ۱۰۴ ۴

بازی با سؤال ظرفی محتوی آب را که قطعه یخی بر سطح آن شناور است حرارت می‌دهیم تا همهٔ یخ ذوب شود به‌طوری که $۳cm^۳$ از حجم مخلوط آب و یخ کاسته می‌شود. اگر چگالی یخ $۰/۹g/cm^۳$ و چگالی آب $۱g/cm^۳$ باشد، حجم یخ اولیه چند سانتی‌متر مکعب بوده است؟

۱) ۲۷ ۲) ۱/۸ ۳) ۴/۵ ۴) ۳۰

پاسخ حجم آب تولید شده در اثر ذوب یخ $۳cm^۳$ از حجم یخ کمتر است. بنابراین:

$$V_W=V_i-۳$$

جرم آب حاصل از ذوب یخ و جرم یخ برابر است از این‌رو:

$$m_W=m_i\Rightarrow\rho_WV_W=\rho_iV_i\Rightarrow۱\times(V_i-۳)=۰/۹V_i\Rightarrow V_i=۳۰cm^۳$$

A ۱۲۲ ۱

بازی با سؤال ۲ کرهٔ توپُری به شعاع R از فلزی با چگالی $\rho_۰$ ساخته شده است. اگر درون آن حفره‌ای کروی به شعاع $\frac{R}{۲}$ و هم‌مرکز با کره ایجاد شود، چگالی آن چند برابر $\rho_۰$ می‌شود؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۷}{۸}$

پاسخ می‌دانیم چگالی یک جسم به جنس جسم و فاصلهٔ بین مولکول‌های آن بستگی دارد و در این مسأله هیچ کدام تغییر نکرده است، بنابراین چگالی ثابت است.

B ۱۲۲ **۳**

بازی با سؤال ۳ دو مکعب فلزی هم‌جنس A و B که به‌ترتیب طول ضلع آن‌ها a و $2a$ و جرم آن‌ها m و $2m$ است در اختیار داریم. اگر بدانیم یکی از مکعب‌ها توپر و دیگری توخالی است حجم حفره برابر کدام گزینه است؟

۱) $2a^3$ ۲) $4a^3$

۳) $6a^3$ ۴) $3a^3$

پاسخ طول ضلع مکعب B، دو برابر طول ضلع مکعب A است، بنابراین حجم مکعب B، هشت برابر حجم مکعب A است.

$$\begin{cases} V_A = a^3 \\ V_B = (2a)^3 = 8a^3 \end{cases} \Rightarrow V_B = 8V_A \xrightarrow{m=\rho V} m_B = 8m_A$$

از این‌رو باید جرم مکعب B، ۸ برابر جرم مکعب A باشد. اما در صورت مسأله جرم مکعب A، m و جرم مکعب B، $2m$ بیان شده است در نتیجه مکعب A توپر و مکعب B توخالی است. حجم فلز تشکیل دهندهٔ مکعب B برابر است با:

$$V = \frac{m_B}{\rho} \Rightarrow V_{\text{فلز}} = \frac{2m}{\rho} \quad (1)$$

حجم مکعب توپر B برابر است با:

$$V_B = \frac{8m}{\rho} \quad (2)$$

دو رابطه (۱) و (۲) را بر هر تقسیم می‌کنیم تا حجم فلز را بر حسب a^3 به‌دست بیاوریم:

$$(1),(2) \Rightarrow \frac{V_{\text{فلز}}}{8a^3} = \frac{2m}{8m} \Rightarrow V_{\text{فلز}} = 2a^3$$

حجم حفره B برابر حجم ظاهری مکعب B منهای حجم فلزی است که مکعب از آن ساخته شده است.

$$V_{\text{حفره}} = 8a^3 - 2a^3 \Rightarrow V_{\text{حفره}} = 6a^3$$

فصل دوم

A ۱۳۲ ۳

بازی با سؤال اگر فاصلهٔ بین دو مولکول مایع یک بار $10^{-12}m$ و بار دیگر $10^{-8}m$ باشد، نیروی بین دو مولکول به ترتیب از چه نوعی است؟

۱) ربایشی، رانشی

۲) رانشی، ربایشی

۳) رانشی، نیروی بین مولکولی صفر است.

۴) ربایشی، نیروی بین مولکولی صفر است.

پاسخ در حالت عادی، فاصلهٔ بین مولکول‌ها در مایع‌ها حدود $10^{-10}m$ است و بین مولکول‌ها نیروی ربایشی وجود دارد. هنگامی که فاصلهٔ بین مولکول‌ها کمتر از $10^{-10}m$ می‌شود، بین مولکول‌ها نیروی رانشی به وجود می‌آید و هنگامی که فاصلهٔ مولکول‌ها کمی زیاد شود بین آن‌ها نیروی ربایشی به وجود می‌آید. اگر این افزایش فاصله زیاد باشد، نیروی بین مولکولی ناچیز و عملاً صفر می‌شود. وقتی فاصلهٔ مولکول‌ها $10^{-8}m$ می‌شود، فاصله صد برابر شده است. پس نیروی بین مولکول‌ها صفر می‌شود.

A ۱۳۶ ۲

بازی با سؤال دو ظرف آب A و B در دو دمای T_A و T_B در اختیار داریم. اگر $T_B < T_A$ باشد، کدام گزینه درست است؟

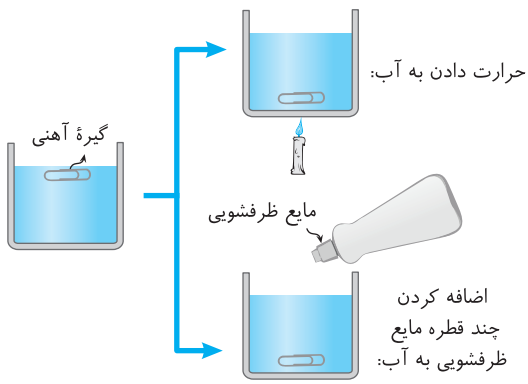
۱) قطره‌های آب ظرف A از قطره‌های آب ظرف B بزرگ‌تر است.

۲) اگر آب درون ظرف A روی سطح شیشه‌ای به صورت قطره باقی بماند، قطعاً آب درون ظرف B نیز روی سطح به صورت قطره باقی می‌ماند.

۳) اگر گیره‌ای فلزی در ظرف A روی سطح آن باقی نماند، قطعاً روی سطح ظرف B نیز باقی نمی‌ماند.

۴) هر سه گزینه درست است.

پاسخ **خط فکری** افزایش دمای مایع باعث کاهش نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع و کشش سطحی آن می‌شود. افزودن ناخالصی به آب باعث کاهش کشش سطحی آب می‌شود مثلاً در شکل زیر اگر یک گیرهٔ آهنی روی سطح آب قرار گرفته باشد، داریم:



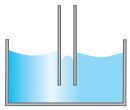
با توجه به خط فکری، با افزایش دما نیروی هم‌چسبی کاهش می‌یابد، بنابراین نیروی هم‌چسبی A کمتر از نیروی هم‌چسبی B است و قطره‌های آب A کوچک‌تر از قطره‌های آب B است زیرا کشش سطحی که حاصل از نیروی هم‌چسبی است در A کمتر از B بوده و قطره‌های آن نیز کوچک‌تر است و گزینهٔ (۱) نادرست است. / همچنین با توجه به اینکه کشش سطحی A کمتر از B است، اگر گیرهٔ فلزی در سطح آب A باقی نماند ممکن است در سطح آب B که کشش سطحی بیشتری دارد، باقی بماند پس گزینهٔ (۳) نیز نادرست است.

اگر آب A روی سطح شیشه‌ای به صورت قطره باقی بماند یعنی نیروی هم‌چسبی آن از نیروی دگرچسبی A و شیشه بیشتر است و با توجه به اینکه نیروی هم‌چسبی B از A بیشتر است پس مطمئناً آب B نیز روی سطح آن شیشه به صورت قطره باقی می‌ماند و گزینهٔ (۲) درست است.

A ۱۴۴ ۳

بازی با سؤال هر گاه سطح درونی لولهٔ شیشه‌ای را روغن‌اندود کرده و سپس لوله را وارد ظرف آب کنیم، سطح آب درون لوله ..... می‌ایستد، زیرا نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین آب و روغن ..... است.

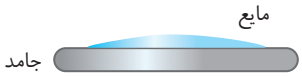
۱) کوژ - کمتر ۲) کاو - کمتر ۳) کوژ - بیشتر ۴) کاو - بیشتر



پاسخ نیروی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین آب و روغن بیشتر است و همین امر سبب می‌گردد که سطح آب درون لوله به شکل کوژ و پایین‌تر از سطح آب درون ظرف قرار گیرد.

B ۱۴۶ ۳

بازی با سؤال کدام‌یک از گزاره‌های زیر در مورد مایع ریخته شده بر سطح جامد درست است؟



۱) الزاماً سطح جامد چرب است.

۲) سطح این مایع درون لولهٔ مویین از جنس این جامد دارای تحدب (کوژ) خواهد بود.

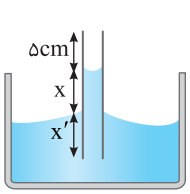
۳) مایع درون لولهٔ مویین از جنس این جامد بالاتر از سطح مایع قرار می‌گیرد.

۴) تمام موارد بالا

پاسخ با توجه به شکل، مایع به صورت لایه‌ای روی جامد قرار گرفته است بنابراین نیروی دگر چسبی بین این مایع و این جامد از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر است و سطح مایع درون لولهٔ مویین این جامد از سطح مایع درون ظرف بالاتر می‌رود و سطح آن دارای تقعر (کاو) است. گزینهٔ (۲) نادرست و گزینهٔ (۳) درست است. در مورد گزینهٔ (۱) باید گفت که لزومی ندارد که سطح جامد چرب باشد.

A ۱۴۸ ۳

بازی با سؤال با توجه به شکل روبه‌رو کدام گزینه درست است؟



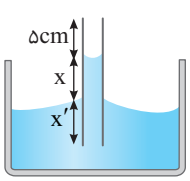
۱) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x نیز ۱cm افزایش می‌یابد.

۲) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x کمتر از ۱cm افزایش می‌یابد.

۳) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x تغییر نمی‌کند.

۴) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x بیشتر از ۱cm افزایش می‌یابد.

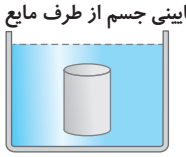
پاسخ **خط فکری** در لوله‌های مویین، میزان بالا آمدن مایع درون لوله به میزان فرورفتگی لولهٔ مویین درون ظرف بستگی ندارد.



به شکل نگاه کنید با توجه به خط فکری بیان شده اگر لوله را ۱cm بیشتر وارد مایع کنیم مقدار x تغییر نمی‌کند و گزینهٔ (۳) درست است.

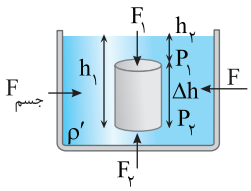
B ۲ ۱۹۰

بازی با سؤال مطابق شکل، جسمی درون مایعی قرار دارد. اختلاف نیروی وارد بر سطح بالایی جسم با نیروی وارد بر سطح پایینی جسم از طرف مایع به کدام عامل بستگی ندارد؟



۱) ابعاد جسم ۲) چگالی جسم
۳) چگالی مایع ۴) شتاب گرانش

پاسخ در شکل روبه‌رو F_1 نیروی وارد بر سطح بالایی و F_2 نیروی وارد بر سطح پایینی است. ρ چگالی جسم و ρ' چگالی مایع است. اختلاف نیروی وارد بر دو سطح خواهد شد:

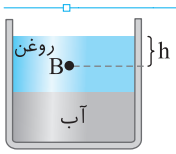


$$\Delta F = F_2 - F_1 = P_2A - P_1A = (\Delta P)A \xrightarrow{\Delta P = \rho' g \Delta h} \Delta F = \rho' g (\Delta h) A$$

به حاصل‌ضرب Δh در A دقت کنید، این حجم جسمی است که در مایع قرار گرفته است، بنابراین اختلاف نیرو $(\Delta F = \rho' g V)$ به چگالی مایع (ρ') و حجم جسم (V) و شتاب گرانش (g) بستگی دارد و به چگالی جسم بستگی ندارد.

C ۲ ۲۳۵

بازی با سؤال فشار در نقطهٔ B را قبل و بعد از مخلوط شدن دو مایع با هم مقایسه کنید؟



پاسخ در حالت اول فشار در نقطهٔ B برابر $\rho_{روغن} gh$ است و پس از هم زدن و مخلوط شدن فشار در نقطهٔ B برابر $\rho_{مخلوط} gh$ است و چون چگالی مخلوط از چگالی روغن بیشتر است پس فشار در نقطهٔ B افزایش می‌یابد.

C ۱ ۲۴۱

بازی با سؤال اختلاف فشار بین دو نقطه درون ظرف پر از آبی در حال سکون P می‌باشد. اگر ظرف آب با شتاب ثابت گرانش سقوط کند، اختلاف فشار بین این دو نقطه .....

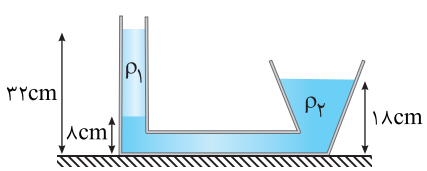
۱) برابر صفر می‌شود. ۲) بزرگ‌تر از صفر و کوچک‌تر از P می‌شود.
۳) برابر P می‌شود. ۴) بزرگ‌تر از P می‌شود.

پاسخ وقتی که ظرف با شتاب ثابت گرانش $(a=g)$ سقوط می‌کند، فشار در هر نقطه برابر خواهد شد با: $P = \rho h(g-a) \xrightarrow{a=g} P = \rho h(g-g) = 0$

بنابراین اختلاف فشار صفر می‌شود.

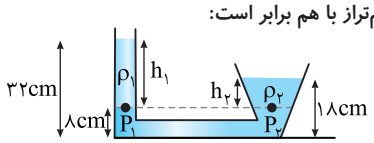
A ۳ ۲۴۲

بازی با سؤال با توجه به شکل زیر، ρ_1/ρ_2 کدام است؟



۱) $\frac{16}{9}$ ۲) $\frac{12}{5}$ ۳) $\frac{5}{12}$ ۴) $\frac{9}{16}$

پاسخ فشار در نقاط هم‌تراز با هم برابر است:



$$h_1 = 32 - 8 = 24cm$$
$$h_2 = 18 - 8 = 10cm$$
$$P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow \rho_1 \times 24 = \rho_2 \times 10 \Rightarrow \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{5}{12}$$

B ۳ ۲۷۷

بازی با سؤال چه ارتفاعی از آب (برحسب متر) فشاری برابر با ۱۵۰ میلی‌متر جیوه دارد؟ (چگالی آب و جیوه به ترتیب $1000 kg/m^3$ و $13600 kg/m^3$ است.)

۱) ۰/۱۵ ۲) ۱/۵۰ ۳) ۲/۰۴ ۴) ۸/۰۲

پاسخ **خط فکری** در واقع پرسش این است که فشار ستون چند متری آب با فشار ستون ۱۵۰ میلی‌متری جیوه برابر است. $(P_W = P_{Hg})$

با توجه به خط فکری فشار جیوه را با فشار آب برابر قرار می‌دهیم. ارتفاع جیوه $h_{Hg} = 150mm = 15cm$ است.

$$\rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_{آب} h_{آب} \Rightarrow 13/6 \times 15 = 1 \times h \Rightarrow h = 13/6 \times 15 = 204cm = 2/04m$$

A ۳ ۲۷۸

بازی با سؤال ارتفاع سقف یک سالن از کف آن برابر ۸ متر است. چنانچه چگالی هوا $1/25 g/L$ باشد، فشار هوا در سقف سالن چند پاسکال از فشار هوا در کف سالن کمتر است؟ $(g=10 N/kg)$ از کتاب درسی

۱) صفر ۲) ۱۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰

پاسخ چگالی هوا را برحسب kg/m^3 به‌دست می‌آوریم:

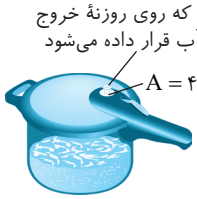
$$\rho = 1/25 \frac{g}{L} \times \frac{1L}{10^{-3} m^3} \times \frac{1kg}{10^3 g} = 1/25 kg/m^3$$

برای فشار هوا می‌توان از رابطهٔ ρgh استفاده کرد، یعنی اگر فشار در کف اتاق P باشد و به اندازهٔ h از کف اتاق بالا برویم. فشار هوا به اندازه ρgh کم می‌شود، بنابراین با فرض اینکه در این فاصله چگالی هوا و شتاب گرانش ثابت است می‌توان نوشت:

$$\Delta P = \rho g \Delta h \Rightarrow \Delta P = 1/25 \times 10 \times 8 = 100 Pa$$

B ۱ ۲۸۳

بازی با سؤال مساحت روزنهٔ خروج بخار آب روی در یک زودپز $4 mm^2$ است. جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت چند گرم باشد تا فشار داخل زودپز در $2 atm$ نگه داشته شود؟ $(P_0 = 1 atm)$



۱) ۴۰
۲) ۰/۰۴
۳) ۸۰
۴) ۰/۰۸

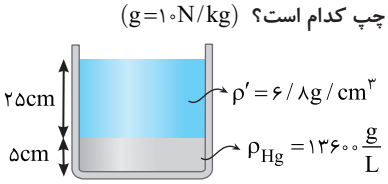
پاسخ باید مجموع فشار ناشی از وزنه و فشار هوا با فشار داخل دیگ زودپز برابر شود.

$$P_{دیگ} = P_0 + \frac{W}{A} \Rightarrow 2 \times 10^5 = 1 \times 10^5 + \frac{W}{4 \times 10^{-6}}$$

$$10^5 = \frac{W}{4 \times 10^{-6}} \Rightarrow W = 4 \times 10^{-1} = m \times 10 \Rightarrow m = 0/04 kg = 40 g$$

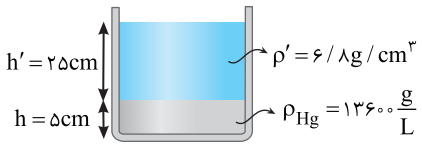
B ۳ ۲۸۵

بازی با سؤال در ظرفی مطابق شکل دو مایع روی هم قرار گرفته‌اند، فشار ناشی از مایع در کف ظرف P کیلوپاسکال و P' سانتی‌متر جیوه است. P و P' به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ $(g=10 N/kg)$



۱) ۱۷/۵ ،۱۶/۸
۲) ۱۲/۵ ،۱۶/۸
۳) ۱۷/۵ ،۲۳/۸
۴) ۱۲/۵ ،۲۳/۸

پاسخ ابتدا فشار حاصل از مایع‌ها را برحسب پاسکال به‌دست می‌آوریم:



$$P_{کف}=\rho' gh'+\rho gh \xrightarrow[\rho_{Hg}=13600kg/m^3]{\rho'=6/8g/cm^3=6800kg/m^3} P_{کف}=6800\times10\times\frac{25}{100}+13600\times10\times\frac{5}{100}$$

$$P_{کف}=17000+6800=23800Pa\Rightarrow P=23/8kPa$$

حال به‌دست می‌آوریم این فشار چند سانتی‌متر جیوه است:

$$P_{کف}=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow 23800=13600\times10\times h_{Hg}$$

$$\Rightarrow h_{Hg}=0/175m=17/5cm\Rightarrow P'=17/5cmHg$$

B ۲۹۶ ۲

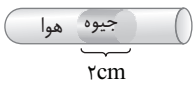
بازی با سؤال درون لولهٔ فشارسنجی که قطر مقطع آن یک سانتی‌متر است، تا ارتفاع ۶۵ سانتی‌متر جیوه وجود دارد. در فشارسنج دیگری که قطر مقطع لولهٔ آن $\frac{1}{2}$ سانتی‌متر است. ارتفاع ستون جیوه در همان مکان چند سانتی‌متر می‌شود؟

۱) ۳۲/۵ ۲) ۶۵ ۳) ۱۳۰ ۴) $65\sqrt{2}$

پاسخ فشارسنج هوای محیط را اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین ارتفاع h که معرف فشار هوای محیط است تغییر نمی‌کند.

B ۳۰۲ ۴

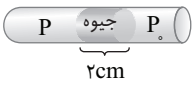
بازی با سؤال به وسیلهٔ ۲cm جیوه، مقداری هوا درون لولهٔ افقی محبوس شده است. هرگاه لوله را به صورت قائم در آوریم و جیوه نریزد فشار هوای محبوس شده چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ۲ سانتی‌متر جیوه افزایش می‌یابد.
۲) ۲ سانتی‌متر جیوه کاهش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) گزینه‌های (۱) و (۲)

پاسخ این سؤال کمی شبیه تست‌های هوش است.

بسته به اینکه لوله را چگونه به حالت قائم درآوریم دو جواب خواهیم داشت. در شکل (۱) داریم: $P=P_0$

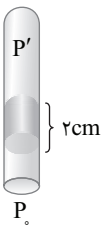


شکل (۱)

در شکل (۲) دهانهٔ لوله رو به پایین است:

$$P'+P_{جیوه}=P_0\Rightarrow P'=P_0-2$$

بنابراین فشار گاز محبوس ۲cmHg کاهش می‌یابد.

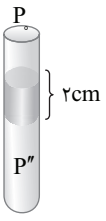


شکل (۲)

در شکل (۳) دهانهٔ لوله رو به بالا است:

$$P_0+P_{جیوه}=P''\Rightarrow P''=P_0+2$$

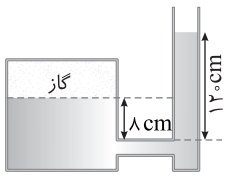
بنابراین فشار گاز محبوس ۲cmHg افزایش می‌یابد در نتیجه گزینهٔ (۴) درست است.



شکل (۳)

A ۳۰۵ ۴

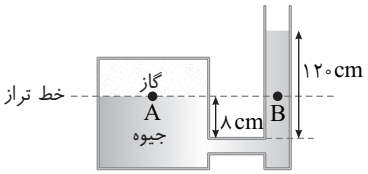
بازی با سؤال در شکل مقابل، مایع درون ظرف جیوه است. اگر فشار هوا ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار گاز درون محفظه چند سانتی‌متر جیوه است؟



۱) ۴۵ ۲) ۸۳ ۳) ۱۷۵ ۴) ۱۸۷

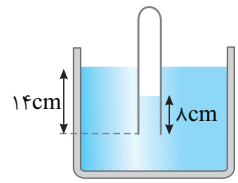
پاسخ خط تراز را رسم می‌کنیم، فشار در نقاط A و B روی خط تراز برابر است. در سمت چپ در نقطهٔ A فشار برابر فشار گاز و در سمت راست در نقطهٔ B، فشار برابر مجموع فشار هوا و فشار ستون ۱۲۰−۸=۱۱۲cm جیوه است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_A=P_B\Rightarrow P_{گاز}=P_0+P_{جیوه}\Rightarrow P_{گاز}=75+112=187cmHg$$



B ۳۰۷ ۳

بازی با سؤال مطابق شکل، دهانهٔ لولهٔ قائمی تا عمق ۱۴ سانتی‌متر درون مایعی به چگالی ۰/۹g/cm³ فرو برده شده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله ۸ سانتی‌متر باشد، فشار هوای داخل لوله چند سانتی متر جیوه است؟ (فشار هوا ۷۶cmHg و $\rho_{جیوه}=13/5g/cm^3$ است.)



۱) ۷۵/۵ ۲) ۷۵/۶ ۳) ۷۶/۴ ۴) ۷۶/۵

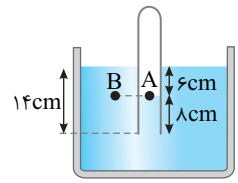
پاسخ با توجه به شکل، سطح مایع درون لوله از سطح مایع درون ظرف پایین‌تر است. از این‌رو، فشار هوای درون لوله از فشار هوای بیرون بیشتر است. نقاط A و B روی یک خط تراز قرار دارند، بنابراین: $P_A=P_B\Rightarrow P_A=P_0+P_{مایع}$

فشار مایع را برحسب cmHg به‌دست می‌آوریم:

$$(\rho gh)_{مایع}=\rho_{Hg}gh_{Hg}$$

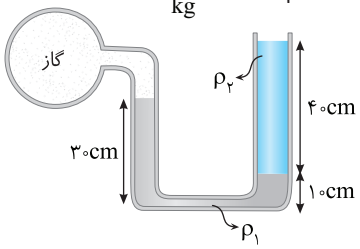
$$\Rightarrow h_{Hg}=\frac{(\rho h)_{مایع}}{\rho_{Hg}}\Rightarrow P_{مایع}=\frac{0/9\times6}{13/5}=0/4cmHg$$

بنابراین فشار در نقطهٔ A (فشار گاز) برابر است با: $P_A=76+0/4=76/4cmHg$



B ۳۰۹ ۱

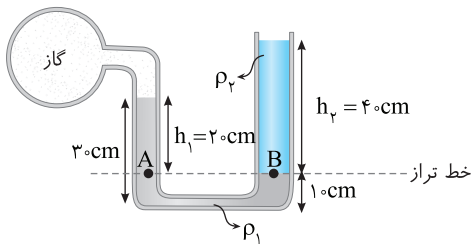
بازی با سؤال درون یک لولهٔ U شکل که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است جیوه به چگالی $\rho_1=13/6\times10^3\frac{kg}{m^3}$ و مایعی با چگالی ρ_2 قرار دارد. اگر فشار مخزن ۸۰kPa باشد، ρ_2 در SI کدام است؟ $(P_0=10^5Pa, g=10\frac{N}{kg})$



۱) ۱۸۰۰
۲) ۳۶۰۰
۳) ۱/۸
۴) ۳/۶

پاسخ ۱ خط تراز را رسم می‌کنیم.

۲ فشار نقاط A و B روی خط تراز را برابر قرار می‌دهیم. $P_A = P_B$



۳ فشار در نقطهٔ A برابر فشار گاز و فشار ستون ۲۰cm مایع ρ_1 و فشار در نقطهٔ B برابر فشار هوا و فشار ستون ۴۰cm مایع ρ_2 است.

$$P_{گاز} + \rho_1 g h_1 = P_\circ + \rho_2 g h_2$$

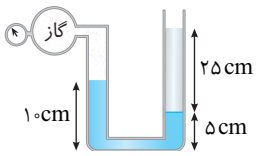
$$\Rightarrow ۸۰\times۱۰^۳ + ۱۳/۶\times۱۰^۳ \times ۱۰\times ۰/۲ = ۱۰^۵ + \rho_2 \times ۱۰\times ۰/۴$$

$$۱۰۷/۲\times۱۰^۳ = ۱۰^۵ + ۴\rho_2 \Rightarrow ۱/۰۷۲\times۱۰^۵ - ۱۰^۵ = ۴\rho_2$$

$$\Rightarrow ۰/۰۷۲\times۱۰^۵ = ۴\rho_2 \Rightarrow \rho_2 = ۱۸۰۰ kg/m^۳$$

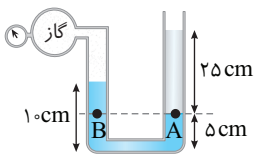
A ۳۱۳ ۱

بازی با سؤال درون لولهٔ U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است. دو مایع به چگالی $\rho_1 = ۱۲۰۰ kg/m^۳$ و $\rho_2 = ۹۰۰ g/L$ قرار دارد. فشارسنج بوردون متصل به مخزن فشار چند کیلوپاسکال را نشان می‌دهد؟ $(P_\circ = ۱۰^۵ Pa, g = ۱۰ N/kg)$



۱) ۱/۶۵
۲) ۱۰۱/۵۵۰
۳) ۱۰۴/۵۵۰
۴) ۴/۵۵۰

پاسخ می‌دانیم که در مقایسه دو مایع، مایعی که ته‌نشین می‌شود دارای چگالی بیشتری است پس در لولهٔ سمت راست، ρ_1 مایع با ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر است. فشارسنج بوردون فشار پیمانه‌ای مخزن را اندازه می‌گیرد:



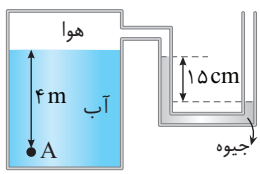
$$P_B = P_A \Rightarrow P_{مخزن} + \rho_1 g \frac{۵}{۱۰۰} = \rho_2 g \frac{۲۵}{۱۰۰}$$

$$P_{مخزن} + ۱۲۰۰\times۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰} = ۹۰۰\times۱۰\times\frac{۲۵}{۱۰۰}$$

$$P_{مخزن} = ۱۶۵۰ Pa = ۱/۶۵ kPa$$

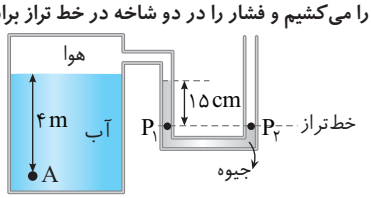
B ۳۱۶ ۲

بازی با سؤال فشار در نقطهٔ A چند کیلوپاسکال است؟ (چگالی آب $۱۰۰۰ kg/m^۳$، چگالی جیوه $۱۳۶۰۰ kg/m^۳$، فشار هوای بیرون $۱۰^۵ Pa$ و $g = ۱۰ N/kg$ است.) تجربی - ۹۴



۱) ۷۹/۶
۲) ۱۱۹/۶
۳) ۶۸/۴
۴) ۱۲۰/۴

پاسخ ابتدا فشار هوای درون مخزن را به‌دست می‌آوریم. قطعاً فشار هوای محیط از فشار هوای مخزن بیشتر است زیرا سطح جیوه در سمت مخزن بالاتر است. خط تراز را می‌کشیم و فشار را در دو شاخه در خط تراز برابر قرار می‌دهیم.



$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_{مخزن} + P_{جیوه} = P_\circ \Rightarrow P_{مخزن} = P_\circ - P_{جیوه}$$

$$P_{مخزن} = P_\circ - \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow P_{مخزن} = ۱۰^۵ - ۱۳۶۰۰\times۱۰\times\frac{۱۵}{۱۰۰} \Rightarrow$$

$$P = ۱۰۰۰۰۰ - ۲۰۴۰۰ = ۷۹۶۰۰ Pa$$

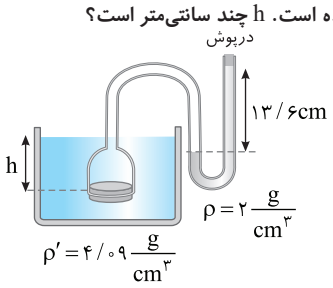
فشار در نقطهٔ A برابر مجموع فشار هوای مخزن و فشار آب است. در نتیجه:

$$P_A = P_{مخزن} + \rho_W g h_W = ۷۹۶۰۰ + ۱۰۰۰\times۱۰\times۴ = ۷۹۶۰۰ + ۴۰۰۰۰$$

$$\Rightarrow P_A = ۱۱۹۶۰۰ Pa = ۱۱۹/۶ kPa$$

B ۳۳۰ ۳

بازی با سؤال در شکل زیر نیروی وارد بر درپوش بالایی لوله ۶۰N و سطح مقطع لوله $۲۰cm^۲$ است و در طرف دیگر لولهٔ U شکل، پیستون سبکی مقداری هوا را در لوله محبوس کرده است. h چند سانتی‌متر است؟



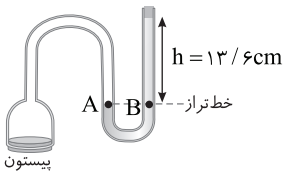
۱) ۰/۸
۲) ۰/۶
۳) ۸۰
۴) ۶۰

پاسخ ۱ ابتدا با توجه به لولهٔ U شکل و استفاده از خط تراز فشار هوای محبوس را به‌دست می‌آوریم:

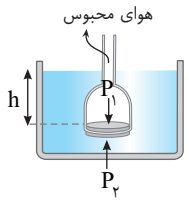
$$P_A = P_B$$

$$P_{هوای\ محبوس} = P_{درپوش} + P_{مایع} \Rightarrow P_{هوای\ محبوس} = \frac{F_{درپوش}}{A_{درپوش}} + \rho g h$$

$$P_{هوای\ محبوس} = ۲۰۰۰\times۱۰\times\frac{۱۳/۶}{۱۰۰} + \frac{۶۰}{۲۰\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow P_{هوای\ محبوس} = ۳۲۷۲۰ Pa$$

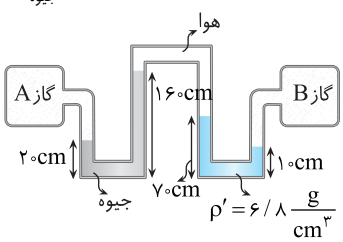


۲ فشار هوای محبوس وارد بر پیستون برابر ۳۲۷۲۰Pa است و از طرف مایع درون ظرف به پیستون فشاری به اندازهٔ $\rho' gh$ وارد می‌شود و چون پیستون در حال تعادل است، داریم: $P_1 = P_2 \Rightarrow ۳۲۷۲۰ = ۴۰۹۰\times۱۰\times h \Rightarrow h = ۰/۸m = ۸۰cm$



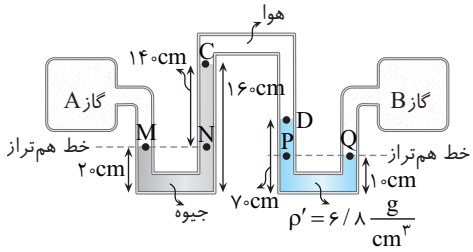
C ۳۳۳ ۱

بازی با سؤال در شکل زیر، فشار گاز مخزن B از فشار گاز مخزن A ..... سانتی‌متر جیوه ..... است. $(\rho_{جیوه} = ۱۳/۶ g/cm^۳, g = ۱۰ N/kg)$



۱) ۱۱۰، بیشتر
۲) ۱۱۰، کمتر
۳) ۵۵، بیشتر
۴) ۵۵، کمتر

پاسخ خط فکری فشار گاز در یک مخزن در همهٔ نقاط آن یکسان است، بنابراین فشار در نقاط C و D یکسان است. خط تراز را برای هر لوله U شکل می‌کشیم و فشار نقاط واقع بر خط‌های تراز را برابر قرار می‌دهیم.



۱ با توجه به شکل، فشار نقاط N و M برابر است.

$$P_M = P_N \Rightarrow P_{A\ گاز} = P_C + P_{جیوه} \Rightarrow P_{A\ گاز} = P_C + (۱۶۰ - ۲۰) = P_C + ۱۴۰$$

$$P_{A\ گاز} = P_C + ۱۴۰ \qquad (I)$$

۲ برای نقاط P و Q که روی یک خط تراز قرار دارند، خواهیم داشت.

$$P_P = P_Q \Rightarrow P_D + P_{مایع} = P_{B\ گاز} \qquad (II)$$

ارتفاع ستون مایع بالای خط تراز برابر $۶۰cm - ۱۰ = ۷۰cm$ است. فشار این ستون مایع را برحسب cmHg حساب می‌کنیم.

$$\rho_{مایع} g h_{مایع} = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow ۶/۸ \times ۶۰ = ۱۳/۶ \times h_{Hg} \Rightarrow$$

$$h_{Hg} = ۳۰cm \Rightarrow P_{مایع} = ۳۰cmHg$$

در رابطهٔ (II) خواهیم داشت:

$$P_D + ۳۰ = P_{B\ گاز} \Rightarrow P_{B\ گاز} = P_D + ۳۰ \xrightarrow{P_C = P_D} P_{B\ گاز} = P_C + ۳۰ \quad (III)$$

با مقایسهٔ رابطهٔ (I) و (III) مشخص است.

$$P_{A\ گاز} - P_{B\ گاز} = P_C + ۱۴۰ - P_C - ۳۰ = ۱۱۰cmHg$$

A ۳۴۷ ۳

بازی با سؤال اگر سنگ را از بیرون آب رها کنیم تا وارد آب شده و در آن فرو رود، نیروی شناوری وارد بر آن چه تغییری می‌کند؟

۱) همواره ثابت است.

۲) افزایش می‌یابد.

۳) ابتدا افزایش و سپس ثابت

۴) هر سه گزینه ممکن است.

پاسخ وقتی سنگ روی سطح آب شروع به پایین رفتن می‌کند هر چه بیشتر در آب فرو می‌رود، نیروی شناوری وارد بر آن افزایش می‌یابد تا لحظه‌ای که به طور کامل در آب فرو می‌رود از آن لحظه به بعد با پایان رفتن سنگ درون آب، نیروی شناوری ثابت می‌ماند.

B ۳۴۹

بازی با سؤال نیروی شناوری وارد بر قایق چگونه تغییر می‌کند؟

پاسخ جسم روی سطح آب شناور است و نیروی وزن با نیروی شناوری برابر است. با انداختن توپ بولینگ در آب، نیروی وزن قایق کمتر می‌شود و همچنان قایق بر سطح آب شناور است پس نیروی شناوری وارد بر قایق کمتر می‌شود.

B ۳۵۰ ۱

بازی با سؤال تکه چوبی در آب شناور می‌ماند، به‌طوری که نیمی از حجم آن زیر سطح آب قرار می‌گیرد. اگر همین تکه چوب در نفت شناور شود، چه کسری از حجم آن زیر سطح نفت قرار می‌گیرد؟

$$(\rho_O = ۰/۸ g/cm^۳, \rho_W = ۱ g/cm^۳)$$

۱) بیش از نصف ۲) نصف

۳) کمتر از نصف ۴) پاسخ به شکل تکه چوب بستگی دارد.

پاسخ خط فکری هرچه چگالی مایع کمتر باشد، فرورفتگی یک جسم شناور در آن مایع بیشتر می‌شود.

چگالی نفت کمتر از چگالی آب است، از این‌رو میزان فرورفتگی چوب در نفت بیشتر از آب است. با توجه به فرض مسئله نصف حجم چوب در آب فرو رفته است، بنابراین بیش از نصف حجم چوب در نفت فرو می‌رود.

B ۳۵۱ ۲

بازی با سؤال اگر نیروی شناوری وارد بر دو جسم برابر و حجم جسم A بیشتر از حجم B باشد، چگالی A و B را با هم مقایسه کنید؟

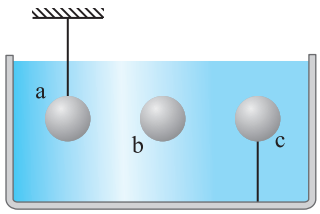
۱) $\rho_{مایع} < \rho_A = \rho_B$ ۲) $\rho_A < \rho_B < \rho_{مایع}$

۳) $\rho_B < \rho_A < \rho_{مایع}$ ۴) $\rho_{مایع} < \rho_A < \rho_B$

پاسخ با برابر بودن نیروی شناوری با توجه به حل سؤال اصلی، جرم دو جسم برابر است و چون حجم A بیشتر است $(\rho = \frac{m}{V})$، چگالی A کمتر از چگالی B است.

B ۳۵۲ ۲

بازی با سؤال در شکل زیر سه جسم a، b و c جرم برابر دارند و هر سه در یک مایع فرو رفته‌اند. جسم a از یک ریسمان کشیده شده آویزان است و جسم c نیز به یک ریسمان کشیده شده متصل است و هر سه جسم در تعادل‌اند. اگر نیروی شناوری وارد بر آن‌ها به‌ترتیب F_{b_a}، F_{b_b} و F_{b_c} باشد، کدام گزینه درست است؟



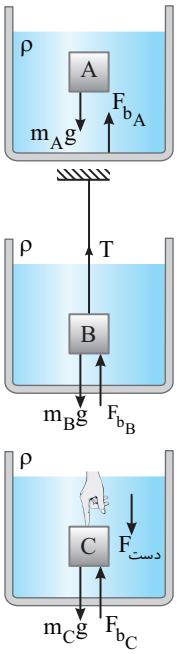
۱) $F_{b_a} = F_{b_b} = F_{b_c}$

۲) $F_{b_a} < F_{b_b} < F_{b_c}$

۳) $F_{b_a} > F_{b_b} = F_{b_c}$

۴) $F_{b_a} = F_{b_b} > F_{b_c}$

پاسخ خط فکری توجه کنید برای حالتی که جسم درون مایع قرار دارد سه حالت ممکن است.



۱ چگالی جسم با چگالی مایع برابر باشد $(\rho_A = \rho)$.

در این صورت نیروی وزن برابر نیروی شناوری است.

$$m_A g = F_{b_A}$$

۲ چگالی جسم از چگالی مایع بزرگ‌تر باشد $(\rho_B > \rho)$.

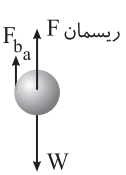
در این حالت برای آنکه جسم درون مایع سقوط نکند، باید نیرویی مانند نیروی ریسمان (T) به کمک نیروی شناوری بیاید.

$$F_{b_B} + T = m_B g$$

۳ چگالی جسم از چگالی مایع کمتر باشد $(\rho_C < \rho)$.

در این حالت نیروی شناوی از نیروی وزن بزرگ‌تر است و جسم را رو به بالا می‌راند و باید نیروی رو به پایینی (مثلاً با نیروی دست) جسم را درون مایع نگه داشت.

$$F_{دست} + m_C g = F_{b_C}$$

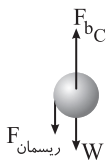


جسم a در تعادل است. بر جسم a نیروی وزن رو به پایین و نیروی شناوری و نیروی ریسمان رو به بالا وارد می‌شود، بنابراین نیروی شناوری وارد بر a از وزن a کمتر است.

$$F_{b_a} < W$$

جسم b در تعادل است و بر آن نیروی شناوری و نیروی وزن وارد می‌شود که این دو نیرو باید با هم برابر باشند تا جسم b درون مایع در تعادل باشد. $F_{b_b} = W$

بر جسم c نیروی وزن و نیروی ریسمان رو به پایین و F_{b_c} رو به بالا وارد می‌شود، بنابراین F_{b_c} باید با مجموع W و $F_{ریسمان}$ برابر شود تا جسم در تعادل بماند بنابراین $F_{b_c} > W$ خواهد بود.



دقت کنید جرم هر سه جسم برابر، یعنی وزن هر سه جسم برابر است، بنابراین خواهیم داشت:

$F_{b_a} < F_{b_b} < F_{b_c}$

B ۳۵۹ ۴

بازی با سوال ظرفی استوانه‌ای‌شکل، حاوی آب روی سطح افقی قرار دارد. اگر جسمی درون مایع غوطه‌ور شود، افزایش نیروی وارد بر کف ظرف برابر است با:

۱) صفر
۲) وزن جسم
۳) نیروی شناوری وارد بر جسم
۴) گزینهٔ (۲) و (۳) درست است.

پاسخ ۱ جسم غوطه‌ور بوده و نیروی شناوری و نیروی وزن وارد بر جسم با هم برابر است.

۲ مایع به جسم نیروی شناوری رو به بالا و جسم به مایع نیروی شناوری رو به پایین وارد می‌کند، پس به اندازهٔ نیروی شناوری بر نیروی وارد بر کف ظرف اضافه می‌شود. با توجه به دو مورد ذکر شده، گزینهٔ (۴) درست است.

A ۳۶۳ ۱

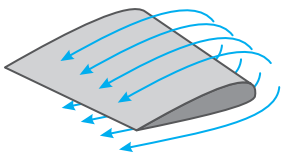
بازی با سوال با توجه به شکل زیر و متلاطم بودن جریان در مقطع (۱)، نوع جریان در مقطع (۲) چگونه می‌تواند باشد؟

۱) جریان در قسمت (۲) الزاماً متلاطم است.
۲) جریان در قسمت (۲) می‌تواند لایه‌ای باشد.
۳) جریان در قسمت (۲) می‌تواند متلاطم باشد.
۴) گزینه‌های (۲) و (۳) درست است.

پاسخ چون در قسمت (۲) سرعت شاره افزایش می‌یابد، پس جریان به سمت متلاطم‌تر شدن پیش می‌رود، پس ممکن نیست جریان در قسمت (۲) لایه‌ای شود و الزاماً جریان در قسمت (۲) متلاطم است.

B ۳۶۶ ۱

بازی با سوال شکل روبه‌رو بال هواپیما را نشان می‌دهد، اگر جریان تند هوا در زیر بال و جریان آرام هوا بالای بال باشد، کدام گزینه درست است؟



۱) نیروی خالص وارد بر بال توسط هوا به سمت پایین است.
۲) نیروی خالص وارد بر بال توسط هوا به سمت بالا است.
۳) نیروی خالص وارد بر بال توسط هوا افقی است.
۴) هر سه حالت ممکن است.

پاسخ جریان تند هوا در زیر بال است، پس فشار در زیر بال کمتر از فشار در بالای بال است، چون فشار بیشتر در بالای بال هواپیما است، بنابراین هواپیما به سمت پایین حرکت می‌کند.

A ۳۶۸ ۳

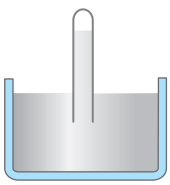
بازی با سوال وقتی شیر آب را کمی باز می‌کنیم، آب به آرامی جریان پیدا می‌کند و مشاهده می‌شود که باریکه آب با نزدیک شدن به زمین باریک‌تر می‌شود. دلیل این موضوع آن است که .....

۱) نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب، با نزدیک‌تر شدن به زمین کمتر می‌شود.
۲) نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب، با نزدیک‌تر شدن به زمین زیادتر می‌شود.
۳) تندی جریان آب، با نزدیک‌تر شدن به زمین زیادتر می‌شود.
۴) نیروی جاذبهٔ زمین در نزدیکی سطح زمین بیشتر است.

پاسخ با پایین آمدن باریکه آب، تندی آن افزایش می‌یابد، پس طبق اصل برنولی با افزایش تندی، سطح مقطع کاهش می‌یابد.

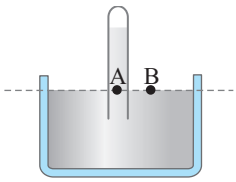
B ۳۷۰ ۱

بازی با سوال در شکل روبه‌رو یک لولهٔ آزمایش را درون ظرف حاوی مایع به‌صورت وارون قرار داده‌ایم و مایع درون لوله در حال تعادل است. اگر بالای ظرف و به موازات سطح مایع با یک دمندهٔ قوی به شدت بدمیم، ارتفاع مایع درون لوله چگونه تغییر می‌کند؟



۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) تغییری نمی‌کند.
۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

پاسخ فشار نقطهٔ A و B روی خط تراز با هم برابر است. فشار در نقطهٔ B برابر فشار هوا و فشار در نقطهٔ A برابر فشار گاز محبوس در انتهای لوله و فشار ستون مایع بالای این نقطه است.



با دمیدن و افزایش تندی جریان هوای بالای سطح مایع، فشار هوا کاهش می‌یابد. با کاهش فشار هوا فشار در نقطهٔ B کاهش یافته، بنابراین فشار در نقطهٔ A نیز باید کاهش یابد درنتیجه ارتفاع مایع درون لوله کاهش می‌یابد.

A ۳۷۵ ۱

بازی با سوال آهنگ شارش حجمی شاره در یک لوله برابر $۳۷/۵ L/s$ است. اگر قطر سطح مقطع لوله ۱۰cm باشد، تندی جریان شاره در لوله چند m/s است؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۶/۲۵ ۴) ۱۰

پاسخ آهنگ شارش حجمی شاره را برحسب $m^۳/s$ حساب می‌کنیم.

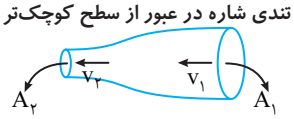
$$۳۷/۵ \frac{L}{s} = ۳۷/۵ \frac{L}{s} \times \frac{۱۰^{-۳} m^۳}{۱ L} = ۳/۷۵ \times ۱۰^{-۲} m^۳/s$$

آهنگ شارش حجمی شاره برابر است با:

$$Av = ۳/۷۵ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow \pi (\frac{۱۰}{۲})^۲ \times ۱۰^{-۴} \times v = ۳/۷۵ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow v = ۵ m/s$$

A ۳۷۶ ۳

بازی با سوال شاره‌ای با جریان لایه‌ای و پایا تمام فضای لولهٔ نشان داده شده در شکل را پر کرده است. شعاع سطح مقطع در قسمت بزرگ‌تر لوله $r_۱ = ۴cm$ و شعاع سطح مقطع کوچک‌تر $r_۲ = ۱/۵cm$ است. اگر تندی شاره در عبور از سطح بزرگ‌تر $۹cm/s$ باشد، تندی شاره در عبور از سطح کوچک‌تر چند سانتی‌متر بر ثانیه خواهد بود؟



۱) ۱۶ ۲) ۳۲
۳) ۶۴ ۴) ۴

پاسخ با توجه به معادله پیوستگی می‌توان نوشت:

$$A_۱ v_۱ = A_۲ v_۲ \Rightarrow \pi r_۱^۲ v_۱ = \pi r_۲^۲ v_۲ \Rightarrow$$

$$۱۶ \times ۹ = ۲/۲۵ \times v_۲ \Rightarrow v_۲ = ۱۶ \times ۴ = ۶۴ cm/s$$

A ۳۷۸ ۱

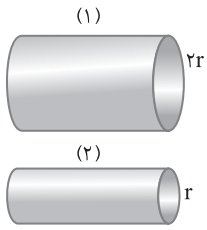
بازی با سؤال در شکل زیر به علت تشکیل رسوب در لوله، مساحت سطح قسمتی از لوله ۲۰ درصد کاهش یافته است. اگر درون لوله شاره‌ای پایا و لایه‌ای برقرار باشد، آهنگ شارش حجمی شاره در قسمت بدون رسوب چند برابر قسمت رسوب کرده است؟

۱) ۱ ۲) ۱/۲
۳) ۱/۴۴ ۴) ۰/۸

پاسخ هرگاه شارهٔ درون لوله هنگام حرکت تمام فضای لوله را پر کند و حرکت آن یکنواخت و لایه‌ای باشد، آهنگ شارش حجمی شاره در آن ثابت است، بنابراین در قسمت بدون رسوب و قسمت دارای رسوب، آهنگ شارش حجمی شاره برابر است.

B ۳۸۱ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو دو لوله با شعاع‌های مختلف داریم و تندی جریان آب در لولهٔ (۱) نصف تندی جریان آب در لولهٔ (۲) است. اگر مقدار آب خارج شده از لولهٔ (۱) در مدت زمان t_1 برابر مقدار آب خارج شده از لولهٔ (۲) در مدت t_2 باشد، $\frac{t_2}{t_1}$ برابر

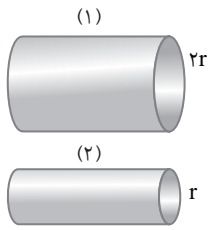


کدام گزینه است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ **خط فکری** آب در مدت t با تندی v به اندازهٔ $L=vt$ جابه‌جا می‌شود و حجم آب خروجی در مدت t برابر $V=AL$ است که در آن A مساحت سطح مقطع لوله است. بنابراین مقدار آب خارج شده از لوله‌ای به سطح مقطع A برابر $V=Avt$ خواهد شد.

در فرض مسئله، مقدار آب خارج شده از دو لوله یکسان است. با توجه به خط فکری بیان شده

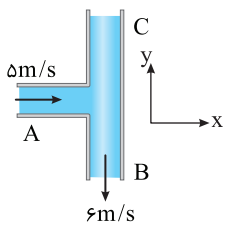


$$V_1=V_2\Rightarrow A_1v_1t_1=A_2v_2t_2\xrightarrow{v_1=\frac{1}{2}v_2}$$
$$\pi(2r)^2(\frac{1}{2}v_2)t_1=\pi(r^2)v_2t_2\Rightarrow\frac{t_2}{t_1}=2$$

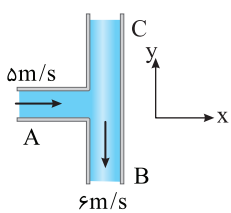
B ۳۸۲ ۱

بازی با سؤال در یک لولهٔ سه راهه افقی که سطح مقطع سه شاخهٔ آن یکسان است آب جریان دارد. سرعت در مقطع C در SI کدام است؟

۱) $-1\vec{j}$ ۲) $+1\vec{j}$
۳) $-2\vec{j}$ ۴) $+2\vec{j}$



پاسخ بنا به پایستگی جرم، آهنگ شارش حجمی آب باید ثابت بماند. از طرفی مساحت سطح مقطع سه لوله یکسان است $(A_A=A_B=A_C)$ و با توجه به شکل



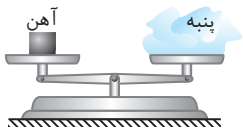
$$v_A<v_B\xrightarrow{A_A=A_B}v_AA_A<v_BA_B$$

یعنی آهنگ مایع ورودی به A از آهنگ مایع خروجی از B کمتر است و باید از قسمت C آب وارد شود و جریان آب C رو به پایین وخلاف جهت محور yها باشد. برای ثابت ماندن آهنگ شارش حجمی آب باید مجموع آب ورودی به قسمت A و آب ورودی به قسمت C با آب خروجی از قسمت B برابر باشد و بنا به معادلهٔ پیوستگی خواهیم داشت:

$$A_Av_A+A_Cv_C=A_Bv_B\Rightarrow5+v_C=6\Rightarrow v_C=1\,m/s$$

C ۳۸۷ ۳

بازی با سؤال مقداری پنبه و مقداری آهن در دو کفهٔ ترازو قرار دارند و ترازو در تعادل است. نیروی گرانش وارد بر .....

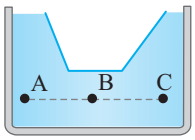


۱) پنبه و آهن برابر است.
۲) پنبه از آهن کمتر است.
۳) پنبه از آهن بیشتر است.
۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

پاسخ حجم پنبه از آهن بسیار بیشتر است و هوای بیشتری را جابه‌جا می‌کند، بنابراین نیروی شناوری که توسط هوا بر پنبه وارد می‌شود از نیروی شناوری که توسط هوا بر آهن وارد می‌شود، بزرگ‌تر است. پنبه و آهن در تعادل هستند، بنابراین نیروی وزن پنبه باید از نیروی وزن آهن بزرگ‌تر باشد و پنبه جرم بیشتری دارد.

A ۳۹۱ ۱

بازی با سؤال در شکل مقابل نقاط A و B و C در یک ارتفاع از ظرف قرار دارند. کدام گزینه درست است؟



۱) $P_A=P_B=P_C$
۲) $P_B<P_A<P_C$
۳) $P_B>P_A>P_C$
۴) $P_A=P_B<P_C$

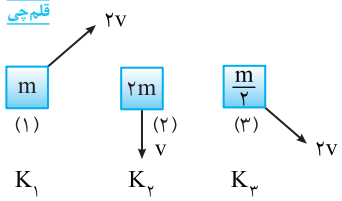
پاسخ برای مایع در حال سکون فشار نقاط در عمق یکسان با هم برابر است.

فصل سوم

A ۳۹۶ ۳

بازی با سؤال در کدام گزینه انرژی جنبشی اجسام زیر به‌درستی مقایسه شده است؟

قلم‌چی



۱) $K_۲<K_۳<K_۱$

۲) $K_۳<K_۲<K_۱$

۳) $K_۳=K_۲<K_۱$

۴) $K_۳=K_۲=K_۱$

پاسخ انرژی جنبشی هر جسم را به‌دست می‌آوریم و با هم مقایسه می‌کنیم.

(۱) جسم: $K_۱=\frac{۱}{۲}m(۲v)^۲\Rightarrow K_۱=۲mv^۲$

(۲) جسم: $K_۲=\frac{۱}{۲}(۲m)v^۲\Rightarrow K_۲=mv^۲ \quad \Rightarrow K_۳=K_۲<K_۱$

(۳) جسم: $K_۳=\frac{۱}{۲}(\frac{m}{۲})(۲v)^۲\Rightarrow K_۳=mv^۲$

A ۴۰۱ ۴

بازی با سؤال نسبت انرژی جنبشی جسمی به جرم $m_۱$ که با تندی $v_۱$ در حرکت است، به انرژی جنبشی جسم دیگری که جرم آن $۲m_۱$ و تندی‌اش $\frac{۱}{۲}v_۱$ است، چقدر است؟

کنکور دهه‌های گذشته

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

پاسخ باید انرژی جنبشی جسم اول را بر انرژی جنبشی جسم دوم تقسیم کنیم:

$$\frac{K_۱}{K_۲}=\frac{\frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲}{\frac{۱}{۲}m_۲v_۲^۲}\xrightarrow[v_۲=\frac{۱}{۲}v_۱]{m_۲=۲m_۱}\frac{K_۱}{K_۲}=\frac{m_۱v_۱^۲}{۲m_۱(\frac{۱}{۲}v_۱)^۲}=\frac{v_۱^۲}{۲\times\frac{۱}{۴}v_۱^۲}=۲$$

A ۴۰۵ ۲

بازی با سؤال جسمی با سرعت $v_۱$ در حرکت است. اگر به سرعت آن $۶m/s$ افزوده شود، انرژی جنبشی آن ۲۱٪ افزایش می‌یابد، $v_۱$ چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

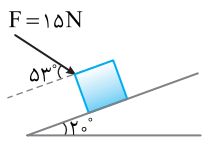
پاسخ با توجه به فرض مسأله می‌توان نوشت:

$$K_۲=K_۱+\frac{۲۱}{۱۰۰}K_۱\Rightarrow K_۲=۱/۲۱K_۱\Rightarrow\frac{۱}{۲}m(v_۱+۶)^۲=۱/۲۱(\frac{۱}{۲}mv_۱^۲)$$

$$\Rightarrow v_۱+۶=۱/۱v_۱\Rightarrow ۰/۱v_۱=۶\Rightarrow v_۱=۶۰m/s$$

B ۴۴۷ ۱

بازی با سؤال جسمی را از پایین سطح شیبداری مطابق شکل با نیروی $F=۱۵N$ بالا می‌بریم. در بازه‌ای که جسم ۲ متر جابه‌جا می‌شود، کار نیروی F چند ژول است؟



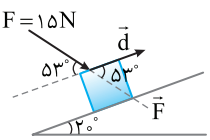
۱) ۱۸

۲) ۱/۸

۳) ۲۰

۴) ۲۴

پاسخ



$$W=Fd\cos ۵۳^\circ\Rightarrow W=۱۵\times۲\times ۰/۶=۱۸J$$

C ۴۶۳ ۲

بازی با سؤال در صفحهٔ xoy بر جسمی که بردار جابه‌جایی آن به صورت $\vec{d}=۵\vec{i}+۴\vec{j}$ است، نیروی $\vec{F}=\alpha\vec{i}+۵\vec{j}$ وارد شده است. اگر کار این نیرو در این جابه‌جایی، سه برابر کار آن در جابه‌جایی روی محور xها باشد، α کدام است؟ (تمامی واحدها در دستگاه اندازه‌گیری SI می‌باشند.)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ ابتدا کار نیروی $\vec{F}$ را در جابه‌جایی روی هر یک از محورهای x و y به صورت جدا محاسبه می‌کنیم. با توجه به عمود بودن مؤلفه‌های x و y داریم:

$$W_x=F_xx\Rightarrow W_x=۵\alpha J, W_y=F_yy\Rightarrow W_y=۵\times۴=۲۰J$$

کار یک کمیت برداری است، بنابراین کل کار نیروی $\vec{F}$ در جابه‌جایی $\vec{d}$ برابر است با:

$$W_t=W_x+W_y\Rightarrow W_t=(۵\alpha+۲۰)J$$

با توجه به صورت سؤال داریم:

$$W_t=۳W_x\Rightarrow ۵\alpha+۲۰=۳\times۵\alpha\Rightarrow\alpha=۲N$$

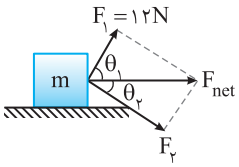
B ۴۶۷ ۳

بازی با سؤال بر جسم ساکنی که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد، دو نیروی افقی عمود بر هم $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ وارد می‌شود. اگر در یک جابه‌جایی معین کار نیروی $\vec{F}_۱$، ۹ برابر کار نیروی $\vec{F}_۲$ باشد، بزرگی نیروی $\vec{F}_۲$ چند نیوتون است؟

قلم‌چی

۱) ۳۶ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) ۴ ۴) ۶

پاسخ جسم ساکن در جهت نیروی خالص به حرکت درمی‌آید. نسبت $F_۲$ به $F_۱$ خواهد شد:



$$\tan\theta_۱=\frac{F_۲}{F_۱} \quad (۱)$$

کار نیروهای $F_۱$ و $F_۲$ خواهد شد:

$$W=Fd\cos\theta\Rightarrow\begin{cases}W_۱=F_۱d\cos\theta_۱\\W_۲=F_۲d\cos\theta_۲\end{cases}\Rightarrow\frac{W_۲}{W_۱}=\frac{F_۲}{F_۱}\times\frac{\cos\theta_۲}{\cos\theta_۱}$$

$$\xrightarrow{\theta_۱+\theta_۲=۹۰^\circ\Rightarrow\cos\theta_۲=\sin\theta_۱}\frac{W_۲}{W_۱}=\frac{F_۲}{F_۱}\times\frac{\sin\theta_۱}{\cos\theta_۱}=\frac{F_۲}{F_۱}\times\tan\theta_۱$$

$$\xrightarrow{(۱)}\frac{W_۲}{W_۱}=\frac{F_۲}{F_۱}\times\frac{F_۲}{F_۱}\Rightarrow\frac{W_۲}{W_۱}=(\frac{F_۲}{F_۱})^۲$$

$$\xrightarrow[F_۱=۱۲N]{\frac{W_۲}{W_۱}=\frac{۱}{۹}}\frac{۱}{۹}=(\frac{F_۲}{۱۲})^۲\Rightarrow\frac{۱}{۳}=\frac{F_۲}{۱۲}\Rightarrow F_۲=۴N$$

B ۴۷۹ ۴

بازی با سؤال جسمی با سرعت $۸m/s$ در جهت مثبت محور xها حرکت می‌کند و انرژی جنبشی آن ۶۴J است. پس از مدتی سرعت این جسم تغییر می‌کند و در جهت منفی محور xها به $۱۶m/s$ می‌رسد. کار کل وارد بر جسم در این مدت چند ژول است؟

۱) ۱۲۸ ۲) −۱۹۲ ۳) −۱۲۸ ۴) ۱۹۲

پاسخ کار کل بنا بر قضیه کار و انرژی جنبشی خواهد شد:

$$K_۱=\frac{۱}{۲}mv_۱^۲\Rightarrow ۶۴=\frac{۱}{۲}\times m\times۶۴\Rightarrow m=۲kg$$

$$W_t=K_۲-K_۱\Rightarrow W=\frac{۱}{۲}\times۲\times((۱۶)^۲-۶۴)\Rightarrow W=۲۵۶-۶۴\Rightarrow W=۱۹۲J$$

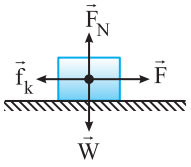
۴ ۴۸۰ B

بازی با سؤال جسمی به جرم ۲kg روی سطح افقی ساکن است و تحت تأثیر نیروی افقی ۲۰N شروع به حرکت می‌کند و تندی‌اش پس از طی مسافت ۵ متر به ۸m/s می‌رسد. نیروی اصطکاک جسم با سطح چند نیوتون است؟ $(g=10m/s^2)$

۱) ۹ ۲) صفر

۳) ۳/۶ ۴) ۷/۲

پاسخ بنا بر قضیهٔ کار و انرژی جنبشی، کار کل برابر با تغییر انرژی جنبشی است، بنابراین:



$$W_t=\Delta K \xrightarrow[W_{F_N}=W_{W}=0]{W_f=-f_k d,\ W_F=Fd} (F-f_k)d=\frac{1}{2}mv^2-0$$

$$\Rightarrow (20-f_k)\times 5=\frac{1}{2}\times 2\times 64 \Rightarrow f_K=7/2N$$

۲ ۴۸۶ B

بازی با سؤال مکعبی به جرم ۲kg روی سطح افقی با تندی اولیه v_0 پرتاب می‌شود. در لحظه‌ای که کار نیروی اصطکاک به ۲۴ ژول می‌رسد، تندی جسم ۴m/s کمتر از تندی اولیهٔ آن است. v_0 چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۳ ۴) ۲/۵

پاسخ خط فکری کار کل وارد بر جسم برابر مجموع جبری کار تک تک نیروهای وارد بر جسم است. در اینجا کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح که بر سطح افقی عمود هستند صفر است و کار کل همان کار نیروی اصطکاک است. بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی کار کل برابر تغییر انرژی جنبشی است. البته دقت کنید که کار کل برابر −۲۴J است.

$$W_F=W_t=\Delta K \Rightarrow -24=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\xrightarrow[v_2=v_0-4,\ v_1=v_0]{m=2kg} -24=\frac{1}{2}\times 2(v_0-4)^2-\frac{1}{2}\times 2v_0^2$$

$$-24=v_0^2-8v_0+16-v_0^2 \Rightarrow 8v_0=40 \Rightarrow v_0=5m/s$$

۳ ۴۸۹ B

بازی با سؤال در سؤال اصلی جابه‌جایی جسم از ابتدا تا انتهای حرکت چند متر است؟

۱) ۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۵

پاسخ یک راه‌حل همان راه‌حل مسئله قبل است و کافی است ۲۰m و ۵m را باهم جمع کنید و عدد ۲۵m را به‌دست بیاورید.

اما راه‌حل دیگر این است که در ابتدا و انتهای مسیر تندی صفر است بنابراین:

$$W_t=\Delta K \xrightarrow{\Delta K=0} W_t=0 \Rightarrow W_F+W_{f_k}=0$$

برای نیروی F جابه‌جایی 5m است اما در کل جابه‌جایی نیروی f_k بر جسم وارد می‌شود بنابراین: $Fd-f_k d_{کل} \Rightarrow 20\times 5-4d_{کل}=0 \Rightarrow d_{کل}=25m$

۲ ۴۹۲ B

بازی با سؤال جسمی به جرم ۱۶۰۰ گرم فقط تحت تأثیر سه نیروی $\vec{F}_1$، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ قرار گرفته و در ۲۰ متر جابه‌جایی، تندی آن از 36km/h به 72km/h می‌رسد. اگر کار نیروی $\vec{F}_1$ در این جابه‌جایی معادل ۶۰J باشد، کار برایند نیروهای $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ در همین جابه‌جایی چند ژول است؟ قلم‌چی

۱) ۳۰۰ ۲) ۱۸۰

۳) ۲۴۰ ۴) ۱۲۰

پاسخ تندی‌ها را برحسب m/s به‌دست می‌آوریم:

$$v_1=36\frac{km}{h}=\frac{36}{3/6}=10\frac{m}{s},\ v_2=72\frac{km}{h}=\frac{72}{3/6}=20\frac{m}{s}$$

تغییر انرژی جنبشی جسم را حساب می‌کنیم:

$$\Delta K=K_2-K_1 \Rightarrow \Delta K=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\Rightarrow \Delta K=\frac{1}{2}\times 1/6\times(20^2-10^2)=0/8\times 300=240J$$

بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_t=\Delta K \Rightarrow W_{F_1}+W_{F_{23}}=\Delta K \Rightarrow 60+W_{F_{23}}=240$$

$$\Rightarrow W_{F_{23}}=180J$$

۳ ۴۹۴ B

بازی با سؤال دو نیروی عمود برهم F_1 و $F_2=30N$ بر جسم ساکن ۵ کیلوگرمی وارد می‌شوند. تندی جسم پس از ۱۰ متر جابه‌جایی برابر $10\sqrt{2}m/s$ می‌شود. F_1 چند نیوتون است؟

۱) ۵۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۵

پاسخ جسم از حال سکون در جهت برایند نیروها شروع به حرکت می‌کند. پس جابه‌جایی و برایند نیروها هم‌راستا هستند.

$$W_F=\Delta K \Rightarrow F\times 10=\frac{1}{2}\times 5\times(200-0) \Rightarrow F=50N$$

F برایند دو نیروی عمود برهم F_1 و F_2 است، در نتیجه:

$$F=\sqrt{F_1^2+F_2^2} \Rightarrow F^2=F_1^2+F_2^2 \Rightarrow 2500=F_1^2+900 \Rightarrow F_1^2=1600$$

$$\Rightarrow F_1=40N$$

۲ ۴۹۸ B

بازی با سؤال چتربازی از ارتفاع ۸۰۰ متری از حال سکون رها می‌شود. جرم چترباز همراه چترش 80kg است. اگر چترباز با تندی 5m/s به زمین برسد کار نیروی مقاومت هوا در مسیر سقوط چند کیلوژول است؟ $(g=10N/kg)$

۱) −۶۲۹ ۲) −۶۳۹ ۳) -629×10^3 ۴) 639×10^3

پاسخ با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_{کل}=\Delta K \Rightarrow W_{mg}+W_{f_D}=\Delta K \Rightarrow mgh+W_{f_D}=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)$$

$$\xrightarrow[v_1=0]{v_2=5m/s} 80\times 10\times 800+W_{f_D}=40\times 25$$

$$64\times10^4+W_f=1000 \Rightarrow W_f=-639000=-639kJ$$

۲ ۵۱۳ A

بازی با سؤال ماهواره‌ای به جرم 500kg با تندی 3m/s در فاصلهٔ 7200km از مرکز زمین به گرد زمین می‌چرخد، در مدتی که ماهواره نیم دور به گرد زمین می‌چرخد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟

برگرفته از کتاب درسی

۱) صفر ۲) ۲۲۵۰

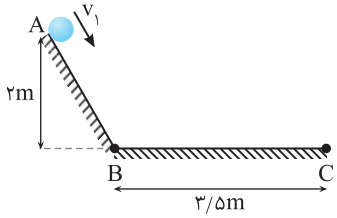
۳) ۴۵۰۰ ۴) 4500π

پاسخ تنها نیروی وارد بر ماهواره در طول مسیر حرکت، نیروی گرانشی است که بر مسیر حرکت عمود بوده و کار این نیرو صفر است. از این‌رو بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی، انرژی جنبشی تغییر نمی‌کند و برابر است با:

$$K=\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K=\frac{1}{2}\times 500\times 3^2 \Rightarrow K=2250J$$

A ۵۱۸ | ۱

بازی با سؤال مطابق شکل زیر، گلوله‌ای به جرم $1kg$ با تندی اولیهٔ v_1 از نقطهٔ A شروع به حرکت می‌کند و مماس بر مسیر بدون اصطکاک AB با تندی $7m/s$ به نقطه B می‌رسد و پس از طی مسافت $3/5$ متر در مسیر افقی، در نقطهٔ C می‌ایستد. کار کل انجام شده روی گلوله چند ژول است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$ قلم‌چی



۱) $-4/5$
۲) $4/5$
۳) 9
۴) -9

پاسخ در مسیر A تا B تنها نیروی وزن به گلوله وارد می‌شود:

$$W_{AB}=mgh\Rightarrow W_{AB}=1\times10\times2=20J$$

در مسیر B تا C تندی گلوله از $7m/s$ به صفر می‌رسد:

$$W_{BC}=\Delta K\Rightarrow W_{BC}=\frac{1}{2}m(v_C^2-v_B^2)\Rightarrow W_{BC}=\frac{1}{2}\times1\times(-49)=-\frac{49}{2}J$$

کار کل در مسیر ABC برابر است با:

$$W_t=W_{AB}+W_{BC}\Rightarrow W_t=20+(\frac{-49}{2})=-\frac{9}{2}J=-4/5J$$

A ۵۴۱ | ۱

بازی با سؤال سنگی به جرم $1kg$ از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین، با تندی $20m/s$ به طرف بالا پرتاب شده و با تندی $22m/s$ به زمین می‌رسد، تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی آن در طول این حرکت چند برابر کار نیروی وزن است؟ $(g=10m/s^2)$ قلم‌چی

۱) -1 ۲) 2 ۳) -2 ۴) 1

پاسخ همواره تغییر انرژی پتانسیل گرانشی منفی کار نیروی وزن است.

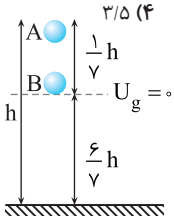
$$\frac{\Delta U_g}{W_W}=-1$$

B ۵۵۴ | ۱

بازی با سؤال جسمی به جرم $2kg$ در شرایط خلأ از ارتفاع h رها می‌شود. اگر انرژی جنبشی آن در لحظه‌ای که $\frac{1}{7}$ مسیر را طی کرده است برابر $30J$ باشد، ارتفاع h چند متر است؟ $(g=10N/kg)$

۱) $10/5$ ۲) 12 ۳) 14 ۴) $3/5$

پاسخ بنا به اصل پایستگی انرژی مکانیکی:



انرژی پتانسیل را در ارتفاعی که جسم $\frac{1}{7}h$ پایین آمده صفر در نظر می‌گیریم در این نقطه طبق فرض مسئله انرژی جنبشی $K_B=30J$ است. بنا به اصل پایستگی انرژی مکانیکی:

$$E_A=E_B\Rightarrow U_A+K_A=U_B+K_B$$

$$mg(\frac{1}{7}h)+0=0+K_B\Rightarrow2\times10\times(\frac{1}{7}h)=30\Rightarrow h=10/5m$$

B ۵۵۸ | ۱

بازی با سؤال جسمی را از سطح زمین با تندی $20m/s$ در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. در ارتفاع چند متری از سطح زمین انرژی جنبشی جسم یک پنجم انرژی جنبشی آن در لحظهٔ پرتاب خواهد شد؟ $(g=10N/kg$ و مقاومت هوا ناچیز است.)

۱) ۱۶ ۲) ۴ ۳) ۲۰ ۴) ۵

پاسخ اصل پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2$$

$$\xrightarrow[K_2=\frac{1}{5}K_1]{U_1=0}0+\frac{1}{2}mv_0^2=mgh+\frac{1}{5}\times\frac{1}{2}mv_0^2$$

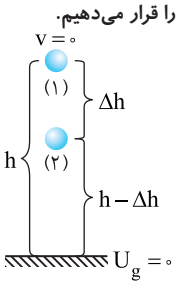
$$\frac{4}{5}\times\frac{1}{2}v_0^2=gh\Rightarrow\frac{2}{5}\times400=10\times h\Rightarrow h=16m$$

B ۵۶۰ | ۲

بازی با سؤال گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می‌شود و پس از طی Δh، انرژی جنبشی آن با $\frac{1}{5}$ انرژی پتانسیل گرانشی اولیه آن برابر می‌شود. $\frac{\Delta h}{h}$ کدام است؟ (مبدأ پتانسیل سطح زمین است و مقاومت هوا ناچیز است.) مشابه خارج ریاضی - ۹۷

۱) $\frac{2}{5}$ ۲) $\frac{1}{5}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{3}{4}$

پاسخ اصل پایستگی انرژی مکانیکی را می‌نویسیم و به جای انرژی جنبشی ثانویه، $\frac{1}{5}$ انرژی پتانسیل گرانشی اولیه $(K_2=\frac{1}{5}U_1)$ را قرار می‌دهیم.



$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2$$

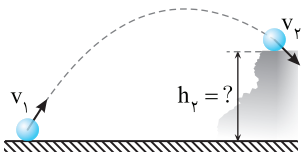
$$\xrightarrow[K_2=\frac{1}{5}U_1]{K_1=0}U_1+0=U_2+\frac{1}{5}U_1$$

$$\Rightarrow U_2=\frac{4}{5}U_1\xrightarrow[U_2=mg(h-\Delta h)]{U_1=mgh}$$

$$mg(h-\Delta h)=\frac{4}{5}mgh\Rightarrow\Delta h=\frac{1}{5}h$$

A ۵۶۵ | ۱

بازی با سؤال توپی مطابق شکل از سطح زمین با تندی $40m/s$ به طرف صخره‌ای پرتاب می‌شود و با تندی $20m/s$ با بالای صخره برخورد می‌کند. اگر از مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم، ارتفاع h_2 چند متر است؟ از کتاب درسی



۱) ۶۰
۲) ۴۰
۳) ۵۰
۴) ۳۰

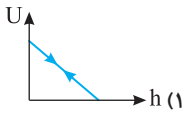
پاسخ اصل پایستگی انرژی مکانیکی را می‌نویسیم البته سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم.

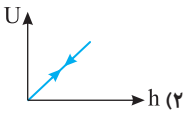
$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2\xrightarrow[K=\frac{1}{2}mv^2]{U_1=0}0+\frac{1}{2}mv_1^2=mgh+\frac{1}{2}mv_2^2$$

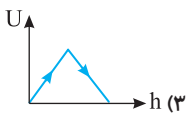
$$\Rightarrow\frac{1}{2}\times1600=10\times h+\frac{1}{2}\times400\Rightarrow h=60m$$

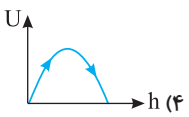
C ۵۶۹ | ۲

بازی با سؤال جسمی را با سرعت اولیهٔ v_0 در شرایط خلأ از سطح زمین و در راستای قائم، رو به بالا پرتاب می‌کنیم. نمودار انرژی پتانسیل بر حسب ارتفاع از زمین در زمان رفت و برگشت کدام است؟ (سطح زمین مبدأ پتانسیل است.)

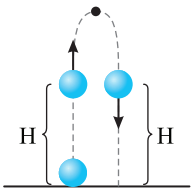
۱) 

۲) 

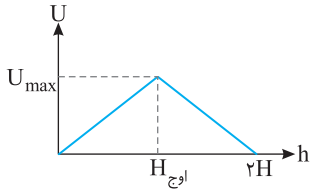
۳) 

۴) 

پاسخ با پرتاب تـوپ رو به بالا تندی توپ کاهش و انرژی جنبشی آن نیز کاهش می‌یابد، اما ارتفاع توپ از سطح زمین افزایش می‌یابد و انرژی پتانسـیل گرانشی (mgh) زیاد خواهد شد، پس گزینه (۱) نادرست است. دقت کنید که در مسیر رفت و برگشـت، در یک ارتفاع معین H مقدار انرژی پتانسیل گرانشی یکسان و برابر mgH است. بنابراین نمودارهای انرژی پتانسیل گرانشی توپ در مسیر رفت از سـطح زمین به ارتفاع H و در برگشـت از H به سـطح زمین $(h=۰)$ بر هم منطبق می‌شوند و گزینهٔ (۲) درست است.

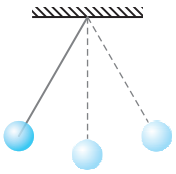


یک اشـتباه متـداول در مورد این تسـت، انتخاب گزینهٔ (۳) است. دقت کنیـد گلوله بالا می‌رود و به ارتفاع H می‌رسد و مجدداً همین مسـیر را برمی‌گردد اما به شـکل گزینهٔ (۳) (شـکل روبـه‌رو) دقت کنید در این شکل جسم به ارتفاع H و در ادامه به ارتفاع $۲H$ می‌رود که این متفاوت با مسیر حرکت توپی است که به بالا پرتاب می‌شود (به‌طور عمودی) و به پایین برمی‌گردد. چرا که در مسألهٔ ما جسم از $h=۰$ به $h=H$ می‌رود و همین مسیر را بازمی‌گردد.



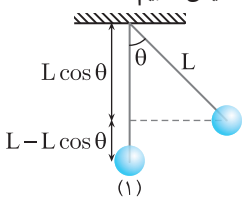
B ۳ ۵۷۹

بازی با سؤال آونگی به طول ۱/۶ متر در حال نوسـان است. وقتی گلولهٔ آونگ از پایین‌ترین نقطهٔ مسیر می‌گذرد، سرعتش $۴m/s$ اسـت. زاویهٔ راستای نخ با خط قائم وقتی گلوله به بالاترین نقطهٔ مسیر می‌رسد، چند درجه است؟ ($g=۱۰m/s^۲$ و مقاومت هوا ناچیز است.)



۱) ۴۵ ۲) ۳۰ ۳) ۶۰ ۴) ۹۰

پاسخ با توجه به قانون پایستگی انرژی مکانیکی داریم:



$$E_۱=E_۲\Rightarrow\frac{۱}{۲}mv_۱^۲=mg(L-L\cos\theta)$$

$$\frac{۱}{۲}\times۱۶=۱۰(۱/۶-۱/۶\cos\theta)$$

$$\Rightarrow۸=۱۶-۱۶\cos\theta\Rightarrow\cos\theta=\frac{۱}{۲}$$

بنابراین $\theta=۶۰^\circ$ است.

B ۲ ۵۹۵

بازی با سؤال اتومبیلی به جرم $۸۰۰kg$ و تندی $۱۰m/s$ ترمز کرده و متوقف می‌شود. چه مقدار انرژی برحسب ژول به گرما تبدیل می‌شود؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۴×۱۰^۳ ۲) ۴×۱۰^۴

۳) ۸×۱۰^۴ ۴) باید نیروی اصطکاک معلوم باشد.

پاسخ کافی است انرژی جنبشی اولیه خودرو را حساب کنیم:

$$Q_{گرما}=|\Delta K|\Rightarrow Q=\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow Q=\frac{۱}{۲}\times۸۰۰\times۱۰^۲$$

$$\Rightarrow Q=۴۰۰۰۰J\Rightarrow Q=۴\times۱۰^۴J$$

A ۲ ۵۹۸

بازی با سؤال توپی به جرم ۲ کیلوگرم را از سـطح زمیـن با تندی اولیه $۱۰m/s$ در راسـتای قائـم به طرف بـالا پرتاب می‌کنیم و توپ پـس از چند بار برخورد به زمین نهایتاً روی سـطح زمین متوقف می‌شـود. چند ژول گرما در این حرکت به توپ و محیط اطراف آن داده شده است؟ قلم‌چی

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰

۳) صفر ۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

پاسخ تمام انرژی جسـم به‌صورت انرژی جنبشـی اولیه اسـت که پس از پرتاب و برگشت به زمین پس از چند برخورد نهایتاً متوقف می‌شود و بنا به قانون پایسـتگی انـرژی، این انرژی جنبشـی به گرمـا تبدیل می‌شـود بنابراین خواهیم داشت:

$$Q=K=\frac{۱}{۲}mv_۱^۲=\frac{۱}{۲}\times۲\times۱۰^۲=۱۰۰J$$

B ۳ ۶۰۷

بازی با سؤال در حین سـقوط جسـمی در نزدیکی سـطح زمین نسبت تغییرات انرژی جنبشـی به قدرمطلق کار نیروی مقاومت هوا برابر ۳ است. نسبت تغییرات انرژی جنبشی به تغییرات انرژی پتانسیل کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۲}{۵}$

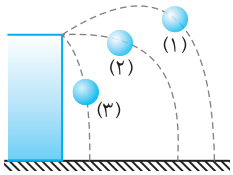
پاسخ در فرض مسئله $|\Delta K|=۳|W_f|$ است بنابراین می‌توان نوشت:

$$|\Delta U|=|\Delta K|+|W_f|\xrightarrow{|W_f|=\frac{۱}{۳}|\Delta K|}|\Delta U|=|\Delta K|+\frac{۱}{۳}|\Delta K|$$

$$\Rightarrow|\Delta K|=\frac{۳}{۴}|\Delta U|\Rightarrow\frac{|\Delta K|}{|\Delta U|}=\frac{۳}{۴}$$

A ۴ ۶۲۳

بازی با سؤال مطابق شکل سه گلوله یکسان را در سه حالت نشان داده شـده با تندی یکسان پرتاب می‌کنیم. کدام گزینه در مورد تندی گلوله‌ها هنگام رسیدن به زمین می‌تواند درست باشد؟



۱) تندی هر سه گلوله با هم برابر است.

۲) تندی گلولهٔ (۱) از همه بیشتر است.

۳) تندی گلولهٔ (۳) از همه بیشتر است.

۴) گزینه‌های (۱) و (۳) می‌توانند درست باشند.

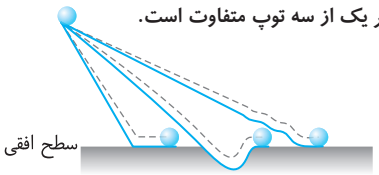
پاسخ یادآوری اگر جسمی را از سه وضعیت مختلف زیر پرتاب کنیم داریم:

۱ کار نیروی وزن در هر سه حالت یکسان است.

۲ تغییر انرژی پتانسیل گرانشی برای سه جسم یکسان است.

۳ اگر سـه توپ دارای سـرعت اولیه یکسـان و مسـیرهای بدون اصطکاک باشـند، تندی هر سه جسـم در رسیدن به سطح افقی برابر است. (حتی اگر جرم توپ‌ها متفاوت باشند زیرا $v=\sqrt{۲gh}$)

۴ اگر مسـیرها اصطکاک داشته باشند، کار نیروی اصطکاک به مسیر وابسته است و برای هر یک از سه توپ متفاوت است.



اگر مسـیر بدون اصطکاک باشـد، در هر سـه حالت انرژی پتانسـیل گرانشـی یکسـانی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود و تندی هر سه گلوله در هنگام رسیدن به زمین با هم برابر است و گزینه (۱) درست است.

اما اگر اصطکاک در طول مسیر وجود داشته باشد چون گلولهٔ (۱) مسیر طولانی‌تری طی می‌کند، اتلاف انرژی آن بیشتر بوده و تندی آن از دو گلوله دیگر کمتر است و گلولهٔ (۳) که مسیر کوتاه‌تری را طی می‌کند اتلاف انرژی آن کمتر است و تندی آن هنگام رسیدن به زمین بیشتر است، بنابراین گزینه (۳) نیز می‌تواند درست باشد.

B ۲ ۶۲۶

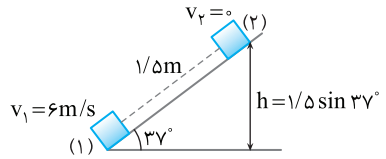
بازی با سؤال جسـمی به جرم ۳۰۰ گرم را از پایین سـطح شـیبداری با زاویـهٔ شـیب ۳۷° بـا تندی اولیـهٔ $۶m/s$ مماس بر سـطح، رو به بـالا پرتاب می‌کنیم. پس از ۱/۵ متر پیش‌روی جسـم متوقف شده و بازمی‌گردد. کار نیروی اصطکاک و کار نیروی وزن در تمام مسـیر رفت و برگشـت به‌ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ $(g=۱۰N/kg,\sin۳۷^\circ=۰/۶)$

۱) صفر، صفر ۲) $-۵/۴$ ، صفر ۳) صفر، $+۵/۴$ ۴) $+۵/۴$ ، $-۵/۴$

پاسخ کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و در مسیر رفت و برگشت، جسم به مکان اولیه برمی‌گردد، بنابراین کار نیروی وزن صفر است. اما برای دو نقطه (۱) و (۲) قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم و کار نیروی اصطکاک در مسیر رفت را حساب می‌کنیم.

$$E_۲-E_۱=W_f\Rightarrow mgh-\frac{۱}{۲}mv^۲=W_f$$

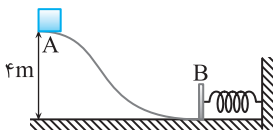
$$\xrightarrow[h=۰/۹m]{h=۱/۵\sin ۳۷^\circ} W_f=۰/۳\times۱۰\times۰/۹-\frac{۱}{۲}\times۰/۳\times۳۶\Rightarrow W_f=-۲/۷J$$



کار نیروی اصطکاک در رفت و برگشت برابر است با: $۲\times(-۲/۷)=-۵/۴J$

B ۶۳۱ | ۳

بازی با سوال مطابق شکلی جسمی به جرم ۲۰۰g از نقطهٔ A رها می‌شود. از زمان شروع حرکت جسم تا لحظه‌ای که جسم توسط فنر به‌طور لحظه‌ای متوقف می‌شود، ۱۰ درصد انرژی مکانیکی اولیه آن تلف می‌شود. بیشترین مقدار ذخیره شده در فنر چند ژول است؟



۱) ۱/۸ ۲) ۳/۶ ۳) ۷/۲ ۴) ۱۰/۸

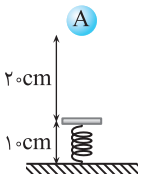
پاسخ بیشینه فشردگی فنر و بیشینه انرژی پتانسیل کشسانی فنر زمانی است که تندی جسم صفر می‌شود. از طرفی کار نیروی اصطکاک ۱۰٪ انرژی مکانیکی اولیه است و با توجه به قانون پایستگی انرژی داریم:

$$E_B-E_A=W_f\Rightarrow U_{\text{فنر}}-E_A=-\frac{۱۰}{۱۰۰}(E_A)$$

$$U_{\text{فنر}}=\frac{۹۰}{۱۰۰}E_A\Rightarrow U_{\text{فنر}}=\frac{۹}{۱۰}\times(۰/۲\times۱۰\times۴)=۷/۲J$$

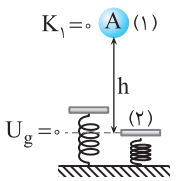
B ۶۳۳ | ۲

بازی با سوال جسمی از نقطهٔ A رها شده است، هنگامی که تندی متحرک ۱/۵m/s می‌شود، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کشسانی فنر با هم برابر خواهد شد. در این لحظه فاصلهٔ جسم از سطح زمین چند سانتی‌متر است؟ (از نیروی مقاومت‌ها صرف‌نظر کنید.)



۱) ۲۲/۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵

پاسخ اصل پایستگی انرژی مکانیکی را برای دو حالت (۱) و (۲) می‌نویسیم:



$$E_۱=E_۲\Rightarrow K_۱+U_۱=K_۲+U_۲$$

$$\xrightarrow{K_۱=۰} mgh=(\frac{۱}{۲}mv^۲)+U_{\text{فنر}}$$

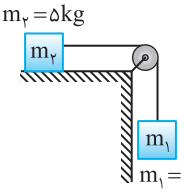
$$mgh=۲(\frac{۱}{۲}mv^۲)\Rightarrow۱۰\times h=۲/۲۵$$

$$h=۰/۲۲۵m=۲۲/۵cm$$

فاصله جسم از سطح زمین برابر است با: $۳۰-۲۲/۵=۷/۵cm$

B ۶۴۸ | ۳

بازی با سوال در شکل زیر دستگاه را از حال سکون رها می‌کنیم. پس از ۱۰cm جابه‌جایی سرعت وزنه‌ها ۴۰cm/s می‌شود. نیروی اصطکاک بین جسم ۵ کیلوگرمی و سطح افقی میز چند نیوتون است؟



$(g=۱۰N/kg$ ، جرم نخ و قرقره ناچیز$)$

۱) ۴/۹ ۲) ۵ ۳) ۹/۸ ۴) ۶/۵

پاسخ پس از ۱۰cm جابه‌جایی انرژی پتانسیل گرانشی آزاد شده خواهد شد:

$$\Delta U=mgh\Rightarrow\Delta U=۱/۵\times۱۰\times۰/۱\Rightarrow\Delta U=۱/۵J$$

انرژی جنبشی مجموعه دستگاه برابر می‌شود با:

$$\Delta K_t=\frac{۱}{۲}(m_۱+m_۲)v^۲\Rightarrow\Delta K_t=\frac{۱}{۲}\times(۶/۵)\times(۰/۱۶)\Rightarrow\Delta K_t=۰/۵۲J$$

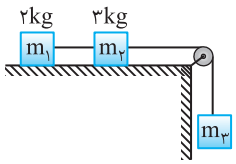
کار نیروی اصطکاک برابر تفاضل ΔU و ΔK است.

$$W_f=۰/۵۲-۱/۵\Rightarrow W_f=-۰/۹۸J$$

$$W_f=-f_k d\Rightarrow-۰/۹۸=-f_k\times۰/۱\Rightarrow f_k=۹/۸N$$

B ۶۴۹ | ۲

بازی با سوال در شکل زیر وزنه $m_۳$ از حال سکون رها می‌شود. اگر تا لحظه‌ای که وزنهٔ $m_۳$، ۹۰ سانتی‌متر پایین می‌آید، مجموع انرژی جنبشی دو وزنهٔ $m_۱$ و $m_۲$ روی سطح افقی به ۲۲/۵ ژول برسد، $m_۳$ چند کیلوگرم است؟ ($g=۱۰m/s^۲$ و کلیهٔ اصطکاک‌ها و جرم نخ و قرقره ناچیز است.)



۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

پاسخ ابتدا به کمک جمع انرژی جنبشی جسم $m_۱$ و $m_۲$، تندی هر سه جسم را حساب می‌کنیم:

$$K_۱+K_۲=۲۲/۵\Rightarrow\frac{۱}{۲}m_۲v^۲+\frac{۱}{۲}m_۱v^۲=\frac{۳}{۲}v^۲+v^۲=\frac{۵}{۲}v^۲=۲۲/۵$$

$$\Rightarrow v^۲=۹\Rightarrow v=۳m/s$$

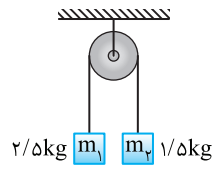
با پایین آمدن جسم $m_۳$ به اندازهٔ ۹۰cm، انرژی پتانسیل گرانشی به اندازهٔ $\Delta U_g=mgh=m_۳\times۱۰\times\frac{۹}{۱۰}=۹m_۳$ کاهش می‌یابد که این انرژی به انرژی جنبشی هر سه جسم تبدیل می‌شود:

$$۹m_۳=\frac{۱}{۲}m_۳v^۲+\frac{۱}{۲}m_۲v^۲+\frac{۱}{۲}m_۱v^۲=\frac{۱}{۲}m_۳v^۲+۲۲/۵$$

$$\Rightarrow۹m_۳=\frac{۹}{۲}m_۳+۲۲/۵\Rightarrow\frac{۹}{۲}m_۳=۲۲/۵\Rightarrow m_۳=۵kg$$

C ۶۵۰ | ۲

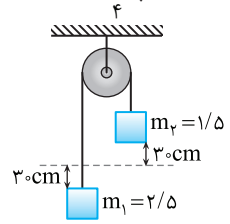
بازی با سوال در شکل روبه‌رو جرم نخ و قرقره و اصطکاک ناچیز است، دستگاه را از حال سکون رها می‌کنیم. در لحظه‌ای که هریک از وزنه‌ها ۳۰cm جابه‌جا شده است، انرژی جنبشی وزنهٔ ۱/۵ کیلوگرمی چند ژول است؟ $(g=۱۰N/kg)$



۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۹}{۸}$ ۳) $\frac{۱۵}{۸}$ ۴) $\frac{۵}{۴}$

پاسخ با رها شدن دستگاه از حال سکون، وزنه ۲/۵ کیلوگرمی پایین می‌آید و کاهش انرژی پتانسیل آن برابر است با:

$$\Delta U_۱=m_۱gh=۲/۵\times۱۰\times۰/۳=۷/۵J$$



وزنه ۱/۵ کیلوگرمی بالا رفته و افزایش انرژی پتانسیل آن خواهد شد:

$$\Delta U_۲=m_۲gh=۱/۵\times۱۰\times۰/۳=۴/۵J$$

تفاوت انرژی پتانسیل دو وزنه برابر انرژی جنبشی مجموعه است.

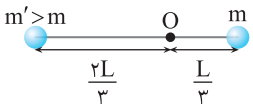
$$K_{\text{کل}}=۷/۵-۴/۵=۳J$$

چون تندی وزنه‌ها برابر است:

$$\frac{۱}{۲}(m_۱+m_۲)v^۲=۳\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۴\times v^۲=۳\Rightarrow v^۲=\frac{۳}{۲}\xrightarrow{K_۲=\frac{۱}{۲}mv^۲}K_۲=\frac{۱}{۲}\times\frac{۳}{۲}\times\frac{۳}{۲}=\frac{۹}{۸}J$$

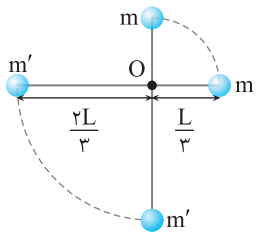
C ۶۵۲ ۲

بازی با سؤال در شکل زیر به دو سر میلهٔ سبکی دو گلولهٔ m و m' متصل است. میله می‌تواند حول نقطهٔ O بدون اصطکاک در صفحهٔ قائم بچرخد. اگر میله را از وضع افقی رها کنیم، لحظه‌ای که میله به وضع قائم در می‌آید مجموع انرژی جنبشی گلوله‌ها برابر mgL می‌شود. $\frac{m'}{m}$ کدام است؟



۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ وزنه m' به اندازه $\frac{۲L}{۳}$ پایین می‌آید و به اندازه $m'g(\frac{۲L}{۳})$ انرژی پتانسیل از دست می‌دهد. وزنه m به اندازه $\frac{L}{۳}$ بالا می‌رود و به اندازه $mg\frac{L}{۳}$ به انرژی پتانسیل آن افزوده می‌شود که تفاضل این دو مقدار به انرژی جنبشی مجموعه تبدیل می‌شود، بنابراین می‌توان نوشت: $m'g\frac{۲L}{۳}-mg\frac{L}{۳}=K$



با توجه به فرض مسئله $K=mgL$ خواهیم داشت:

$$m'g\frac{۲L}{۳}-mg\frac{L}{۳}=mgL\Rightarrow m'=۲m\Rightarrow\frac{m'}{m}=۲$$

B ۶۵۵ ۲

بازی با سؤال یک پمپ آتش‌نشانی در هر دقیقه ۳۰۰ لیتر آب را با تندی ۲۰m/s پرتاب می‌کند. توان خروجی این پمپ چند وات است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۰۰۰ ۳) ۱۰ ۴) ۱

پاسخ جرم ۳۰۰ لیتر آب، ۳۰۰ کیلوگرم است.

$$P=\frac{W}{t}\Rightarrow P=\frac{\frac{۱}{۲}mv^۲}{t}\Rightarrow P=\frac{\frac{۱}{۲}\times۳۰۰\times۴۰۰}{۶۰}\Rightarrow P=۱۰۰۰W$$

B ۶۶۱ ۲

بازی با سؤال تندی خودرویی به جرم ۱۲۰۰kg در مدت ۱۰s و طی مسافت افقی ۱۰۰m از ۵m/s به ۱۵m/s می‌رسد. نیروی اصطکاک وارد بر خودرو در طول مسیر ثابت و برابر ۳۰۰N است. توان متوسط موتور پیشران خودرو چند اسب بخار است؟ (۱hp=۷۵۰W)

۱) ۱۵۰۰۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۵ ۴) ۷۵۰

پاسخ ۱ کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح که بر مسیر حرکت عمودند صفر است. $W_{F_N}=W_{mg}=۰$

۲ کار نیروی اصطکاک در مسافت ۱۰۰متر را حساب می‌کنیم.

$$W_{f_k}=-f_kd\xrightarrow[d=۱۰۰m]{f_k=۳۰۰N}W_f=-۳۰۰\times۱۰۰=-۳۰۰۰۰J$$

۳ تغییر انرژی جنبشی خودرو را به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta K=K_۲-K_۱\Rightarrow\Delta K=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲-\frac{۱}{۲}mv_۱^۲\Rightarrow\Delta K=\frac{۱}{۲}\times۱۲۰۰(۱۵^۲-۵^۲)$$
$$\Rightarrow\Delta K=۶۰۰\times۲۰۰\Rightarrow\Delta K=۱۲۰۰۰۰J$$

۴ اکنون به کمک قضیه کار و انرژی جنبشی نیروی پیشران خودرو را حساب می‌کنیم.

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{F_N}+W_W+W_{f_k}+W_F=\Delta K$$
$$\Rightarrow۰+۰+(-۳۰۰۰۰)+W_F=۱۲۰۰۰۰\Rightarrow W_F=۱۵۰۰۰J$$

۵ توان متوسط موتور پیشران خودرو برابر است با:

$$P=\frac{W}{t}\xrightarrow{t=۱۰s}P=\frac{۱۵۰۰۰۰}{۱۰}\Rightarrow P=۱۵۰۰۰W$$
$$\Rightarrow P=۱۵۰۰۰W\times\frac{۱hp}{۷۵۰W}\Rightarrow P=۲۰hp$$

B ۶۶۵ ۲

بازی با سؤال جسمی به جرم ۱kg روی سطح شیبداری که با افق زاویه ۳۰° می‌سازد، قرار دارد. به آن نیروی ثابت F که موازی سطح شیبدار است، وارد می‌کنیم. این نیرو جسم را با تندی ثابت ۰/۵m/s به سمت بالا جابه‌جا می‌کند. اگر توان نیروی F، ۵ وات باشد، کار نیروی اصطکاک وارد بر جسم در مدت ۱۰s چند ژول است؟ (g=۱۰N/kg)

۱) −۴۵ ۲) −۲۵ ۳) −۵۰ ۴) −۱۵

پاسخ ۱ کار نیروی F را به کمک تعریف توان به‌دست می‌آوریم:

کار نیروی F: $W_F=P.t\Rightarrow W_F=۵\times۱۰=۵۰J$

۲ جابه‌جایی جسم در مدت ۱۰s را به‌دست می‌آوریم: $d=vt=۰/۵\times۱۰=۵m$

۳ ارتفاعی که جسم در این مدت بالا می‌رود را حساب می‌کنیم.

$$\sin۳۰^\circ=\frac{h}{d}\Rightarrow h=\frac{۵}{۲}=۲/۵m$$

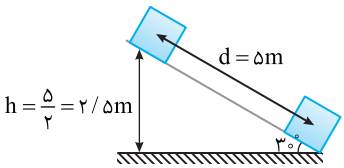
۴ کار نیروی وزن در بالا رفتن جسم به اندازه ۲/۵ متر منفی و برابر است با:

$$W_{mg}=-mgh\Rightarrow W_{mg}=-۱\times۱۰\times۲/۵\Rightarrow W_{mg}=-۲۵J$$

۵ کار نیروی عمودی سطح که بر مسیر حرکت عمود بوده صفر است.

۶ چون سرعت ثابت است، کار نیروی برایند (کار کل) صفر است.

$$W_t=۰\Rightarrow W_F+W_g+W_N+W_f=۰\Rightarrow۵۰+(-۲۵)+۰+W_f=۰$$
$$\Rightarrow W_f=-۲۵J$$ کار نیروی اصطکاک



A ۶۷۳ ۳

بازی با سؤال توان موتور آبی ۵۰۰ وات و بازده آن ۸۰ درصد است. به کمک این پمپ پس از چند ثانیه، می‌توان ۲۰۰۰ لیتر آب را تا ارتفاع ۱۰ متر بالا برد؟ ($\rho_{آب}=۱g/cm^۳, g=۱۰N/kg$)

۱) ۱۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

پاسخ جرم آب را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow۱=\frac{m}{۲۰۰۰\times۱۰^{+۳}}\Rightarrow m=۲۰۰۰\times۱۰^۳g=۲۰۰۰kg$$

کار مفیدی که پمپ انجام می‌دهد بالا بردن ۲۰۰۰ لیتر آب یعنی ۲۰۰۰kg آب به ارتفاع ۱۰ متر است. کار مفید: $W_O=mgh=۲۰۰۰\times۱۰\times۱۰=۲\times۱۰^۵J$

کار کل پمپ برابر است با: $P_{ورودی}=\frac{W_{ورودی}}{t}\Rightarrow W_{ورودی}=P_{ورودی}t$

به کمک بازده، زمان را حساب می‌کنیم.

$$Ra=\frac{W_O}{W_{ورودی}}\Rightarrow\frac{۸۰}{۱۰۰}=\frac{۲\times۱۰^۵}{۵۰۰\times t}\Rightarrow t=۵۰۰s$$

B ۶۷۶ ۴

بازی با سؤال پمپ آبی با توان ورودی ۱۰kW و بازده ۷۹/۵ درصد، در هر ثانیه ۲۵ لیتر آب به چگالی $۱g/cm^۳$ را از ته چاهی به عمق ۳۰ متر بالا می‌کشد و با تندی v به بیرون پمپاژ می‌کند، v چند متر بر ثانیه است؟ (g=۱۰N/kg)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

پاسخ با توجه به توان ورودی و بازده داده شده، توان خروجی را به‌دست می‌آوریم:

$$Ra=\frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}\times ۱۰۰=۷۹/۵\Rightarrow ۷۹/۵=\frac{P_{\text{خروجی}}}{۱۰}\times ۱۰۰\Rightarrow P_{\text{خروجی}}=۷/۹۵kJ$$

$$\xrightarrow{W_{\text{خروجی}}=P_{\text{خروجی}}t} W_{\text{خروجی}}=۷/۹۵\times ۱=۷/۹۵kJ$$

جرم هر لیتر آب برابر $۱kg$ است بنابراین $۲۵L$ آب یعنی $m=۲۵kg$.

با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی:

$$W_t=W_{\text{پمپ}}+W_{mg}=\Delta K\Rightarrow ۷۹۵۰-mgh=\frac{۱}{۲}mv^۲-۰$$

$$\Rightarrow ۷۹۵۰-۲۵\times ۱۰\times ۳۰=\frac{۱}{۲}\times ۲۵v^۲\Rightarrow v^۲=\frac{۹۰۰}{۲۵}\Rightarrow v=۶m/s$$

B ۶۷۷ ۱

بازی با سؤال انرژی شیمیایی ذخیره شده در هر لیتر بنزین $۲۰۰۰kJ$ است. اگر ۱۰ درصد از انرژی ذخیره شده در بنزین توسط موتور خودرویی به جرم یک تن به انرژی جنبشی خودرو تبدیل شود، برای آنکه تندی خودرو به $۷۲km/h$ برسد، چند لیتر بنزین مصرف خواهد شد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۱/۵

پاسخ ۱ ابتدا تندی خودرو را برحسب m/s به‌دست می‌آوریم.

$$v=۷۲\frac{km}{h}=۷۲\frac{km}{h}\times\frac{۱h}{۳۶۰۰s}\times\frac{۱۰۰۰m}{۱km}=۲۰m/s$$

۲ جرم خودرو ۱ تن یعنی $۱۰۰۰kg$ است. بنابراین انرژی جنبشی آن خواهد شد:

$$K=\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow K=\frac{۱}{۲}\times ۱۰۰۰\times(۲۰)^۲\Rightarrow K=۲\times ۱۰^۵J$$

۳ این مقدار انرژی، ۱۰٪ کل انرژی حاصل از سوختن بنزین است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$K=\frac{۱۰}{۱۰۰}U\Rightarrow ۲\times ۱۰^۵=\frac{۱}{۱۰}U\Rightarrow U=۲\times ۱۰^۶J=۲\times ۱۰^۳kJ=۲۰۰۰kJ$$

انرژی شیمیایی ذخیره شده در هر لیتر برابر $۲۰۰۰kJ$ است. در نتیجه با مصرف یک لیتر بنزین این خودرو می‌تواند به تندی $۷۲km/h$ برسد.

B ۶۸۳ ۳

بازی با سؤال توان مصرفی بالابر A، ۲۰ درصد از توان مصرفی بالابر B بیشتر است و بازدهٔ آن $\frac{۶}{۵}$ برابر بازدهٔ بالابر B است. اگر m کیلوگرم بار با تندی ثابت توسط بالابرهای A و B به‌ترتیب در مدت زمان t_A و t_B تا یک ارتفاع مشخص بالا رود. حاصل $\frac{t_A}{t_B}$ کدام است؟ قلم‌چی

۱) $\frac{۳۶}{۲۵}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) $\frac{۲۵}{۳۶}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

پاسخ ۱ هر دو بالابر، m کیلوگرم بار را تا یک ارتفاع معین بالا می‌برند پس کار مفید آن‌ها $(W_{\text{خروجی}})$ برابر است:

$$(W_{\text{خروجی}_A}=W_{\text{خروجی}_B})$$

۲ بازدهٔ بالابر A، $\frac{۶}{۵}$ برابر بازدهٔ بالابر B است از این‌رو:

$$Ra_A=\frac{۶}{۵}Ra_B\Rightarrow\frac{W_{\text{خروجی}_A}}{W_{\text{ورودی}_A}}=\frac{۶}{۵}\frac{W_{\text{خروجی}_B}}{W_{\text{ورودی}_B}}\Rightarrow W_{\text{ورودی}_B}=\frac{۶}{۵}W_{\text{ورودی}_A}\ (I)$$

۳ توان مصرفی بالابر A، ۲۰٪ از توان مصرفی بالابر B بیشتر است بنابراین:

$$P_{\text{ورودی}_A}=۱/۲P_{\text{ورودی}_B}\Rightarrow\frac{W_{\text{ورودی}_A}}{t_A}=۱/۲\frac{W_{\text{ورودی}_B}}{t_B}$$

$$\xrightarrow{(I)}\frac{W_{\text{ورودی}_A}}{t_A}=۱/۲\frac{\frac{۶}{۵}W_{\text{ورودی}_A}}{t_B}\Rightarrow\frac{t_A}{t_B}=\frac{۲۵}{۳۶}$$

B ۶۹۰ ۱ ۸

بازی با سؤال جسمی به جرم $۲kg$ از ارتفاع ۱۰ متری رها شده و روی خط راست با شتاب $۸m/s^۲$ به سمت پایین سقوط می‌کند. کار نیروی مقاومت هوا در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$ آزمون مدارس برتر

۱) -۴۰ ۲) ۴۰ ۳) -۱۶۰ ۴) ۱۶۰

پاسخ ابتدا کار نیروی خالص وارد بر جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$F_t=ma\Rightarrow F_t=۲\times ۸=۱۶N$$

کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر است با:

$$W_{F_t}=F_td=۱۶\times ۱۰=۱۶۰J$$

کار نیروی وزن هنگام پایین آمدن جسم برابر خواهد شد با:

$$W_g=mgd\cos ۰=۲\times ۱۰\times ۱۰\times ۱=۲۰۰J$$

کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر مجموع جبری کار تک‌تک نیروهاست (هر چند این جمله به‌طور مستقیم در کتاب درسی بیان نشده است، اما بهتر است شما آن را بدانید.)

$$W_{F_t}=W_g+W_f\Rightarrow ۱۶۰=۲۰۰+W_f\Rightarrow W_f=-۴۰J$$

B ۶۹۰ ۲ ۱۰

بازی با سؤال معادلهٔ تندی - مکان متحرکی به‌صورت $v=x^۲+۲x+۴$ است. کار کل در دو متر اول حرکت چند برابر کار کل در دو متر بعدی حرکت است؟

۱) ۵ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) ۳

پاسخ با استفاده از مکان جسم، تندی‌ها را محاسبه می‌کنیم و سپس با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی کار کل را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases}x=۰\Rightarrow v_۱=۴m/s\\ x=۲m\Rightarrow v_۲=۲^۲+۲\times ۲+۴=۱۲m/s\end{cases}$$

$$\Rightarrow W_{۱\,\text{کل}}=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲-\frac{۱}{۲}mv_۱^۲=\frac{۱}{۲}m(۱۴۴-۱۶)=\frac{۱}{۲}m\times ۱۲۸$$

$$\begin{cases}x=۲m\Rightarrow v_۲=۱۲m/s\\ x=۴m\Rightarrow v_۳=۴^۲+۲\times ۴+۴=۲۸m/s\end{cases}$$

$$\Rightarrow W_{۱\,\text{کل}}=\frac{۱}{۲}mv_۳^۲-\frac{۱}{۲}mv_۲^۲=\frac{۱}{۲}m(۴^۲\times ۷^۲-۴^۲\times ۳^۲)$$

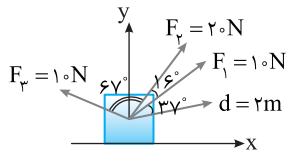
$$\frac{۱}{۲}m(۱۶(۴۹-۹))=\frac{۱}{۲}m\times ۱۶\times ۴۰$$

حال نسبت کار کل‌ها را حساب می‌کنیم:

$$\frac{W_{۱\,\text{کل}}}{W_{۲\,\text{کل}}}=\frac{\frac{۱}{۲}\times m\times ۱۲۸}{\frac{۱}{۲}\times m\times ۱۶\times ۴۰}=\frac{۱}{۵}$$

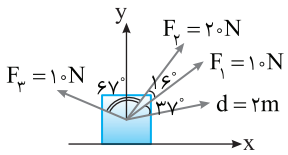
B ۶۹۰ ۴ ۱۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو جسمی تحت تأثیر سه نیروی $F_۱$، $F_۲$ و $F_۳$ جابه‌جایی ۲m را در جهت نشان داده شده طی می‌کند. کار کل چند ژول است؟ $(\sin ۳۷^\circ=\cos ۵۳^\circ=۰/۶,\cos ۳۷^\circ=\sin ۵۳^\circ=۰/۸)$ آزمون مدارس برتر



۱) -۱۰ ۲) ۲۴ ۳) ۱۶ ۴) ۳۰

پاسخ با توجه به اندازه‌های نیرو و جابه‌جایی و زاویه بین نیرو جابه‌جایی، کار نیروها را به‌دست می‌آوریم.



$$W_{F_۱}=F_۱d\cos\theta_۱=۱۰\times۲\times\cos۳۷^\circ=۱۶J$$

$$W_{F_۲}=F_۲d\cos\theta_۲=۲۰\times۲\times\cos۵۳^\circ=۲۴J$$

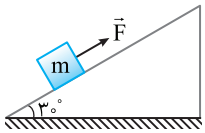
$$W_{F_۳}=F_۳d\cos\theta_۳=۱۰\times۲\times\cos(۶۷^\circ+۱۶^\circ+۳۷^\circ)=-۲۰\times\frac{۱}{۲}=-۱۰J$$

کار کل برابر است با مجموع کار تک‌تک نیروها پس:

$$W_t=W_{F_۱}+W_{F_۲}+W_{F_۳}=۱۶+۲۴-۱۰=۳۰J$$

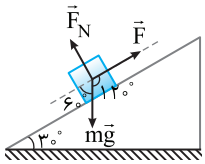
B ۶۹۰ ۲

۲۱ بازی با سؤال در شکل روبه‌رو، جسمی به جرم m با نیروی ثابت F و با تندی ثابت روی سطح بدون اصطکاکی به اندازه L بالا می‌رود. کار نیروی F در این جابه‌جایی کدام است؟



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

پاسخ سرعت ثابت است، بنابراین نیروی خالص، کار نیروی خالص و کار کل صفر است. بر جسم سه نیروی F، F_N و W وارد می‌شود.



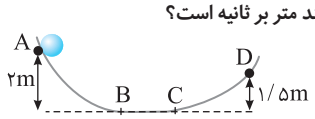
$$W_{F_t}=W_t=W_F+W_g+W_{F_N}$$

$$\Rightarrow ۰=W_F+mgL\cos۱۲۰^\circ+۰$$

$$\Rightarrow W_F=+\frac{mgL}{۲}$$

B ۶۹۰ ۱

۲۲ بازی با سؤال در شکل زیر گلوله از حال سکون از نقطه A شروع به حرکت می‌کند و از طرف دیگر حداکثر تا نقطه D بالا می‌رود. اگر فقط قسمت افقی مسیر اصطکاک داشته باشد، وقتی گلوله از نقطه D بر می‌گردد و به نقطه B می‌رسد، اندازه سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟



۱) $۲\sqrt{۵}$ ۲) $۲\sqrt{۱۰}$ ۳) $\sqrt{۱۰}$ ۴) $\sqrt{۵}$

پاسخ قضیه کار و انرژی جنبشی را در مسیر A تا D می‌نویسیم:

$$W_{F_T}=\Delta K\Rightarrow K_D-K_A=W_{mg}+W_{f_k}\Rightarrow ۰=-mg\Delta h+W_{f_k}$$

$$\Rightarrow ۰=-m\times۱۰\times(۱/۵-۲)+W_{f_k}\Rightarrow W_{f_k}=-۵mJ$$

کار اصطکاک در مسیر B تا C و مسیر C تا B یکسان و برابر -۵ میلی‌ژول است. قضیهٔ کار و انرژی جنبشی را از D تا B می‌نویسیم:

$$K_B-K_D=W_{mg}+W_{f_k}\Rightarrow\frac{۱}{۲}mv_B^۲-۰=-mg\Delta h+W_{f_k}$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۲}mv_B^۲=-m\times۱۰\times(۰-۱/۵)+(-۵m)\Rightarrow\frac{v_B^۲}{۲}=۱۵-۵$$

$$\Rightarrow v_B^۲=۲۰\Rightarrow v_B=۲\sqrt{۵}m/s$$

فصل چهارم

A ۶۹۴ ۳

بازی با سؤال اساس کار دماسنج ترموکوپل چیست؟

۱) تبدیل انرژی الکتریکی به گرمایی ۲) تبدیل انرژی شیمیایی به گرمایی

۳) تبدیل انرژی گرمایی به الکتریکی ۴) تبدیل انرژی گرمایی به شیمیایی

پاسخ اساس کار دماسنج ترموکوپل تبدیل انرژی گرمایی به انرژی الکتریکی و ایجاد جریان الکتریکی بوده که به کمک این جریان الکتریکی، دما اندازه‌گیری می‌شود.

A ۶۹۹ ۱

بازی با سؤال دمای جسمی x درجه فارنهایت افزایش می‌یابد. افزایش دمای این جسم بر حسب کلوین چند x است؟

۱) $\frac{۵}{۹}$ ۲) $\frac{۹}{۵}$

۳) $\frac{۲۷۳}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۲۷۳}$

پاسخ با توجه به نکته:

$$\Delta F=\frac{۹}{۵}\Delta\theta$$

از طرفی تغییرات دما بر حسب درجه سلسیوس و کلوین یکسان است، بنابراین:

$$\Delta F=\frac{۹}{۵}\Delta T\Rightarrow x=\frac{۹}{۵}\Delta T\Rightarrow\Delta T=\frac{۵}{۹}x$$

B ۷۰۲ ۱

بازی با سؤال مجموع عددی دمای جسمی بر حسب کلوین و درجه سلسیوس ۶۰۰ می‌باشد. دمای جسم چند درجه سلسیوس است؟

۱) ۱۶۳/۵ ۲) ۳۲۷ ۳) ۴۶۳/۵ ۴) ۶۰۰

پاسخ با توجه به رابطهٔ بین مقیاس سلسیوس و کلوین خواهیم داشت:

$$T=۲۷۳+\theta\quad (I)$$

از طرفی بنا به فرض مسئله مجموع عددی دماها بر حسب کلوین و سلسیوس ۶۰۰ می‌باشد.

$$T+\theta=۶۰۰\quad (II)$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$(I),(II)\Rightarrow ۲۷۳+\theta+\theta=۶۰۰\Rightarrow ۲\theta=۳۲۷\Rightarrow\theta=۱۶۳/۵^\circ C$$

A ۷۰۵ ۱

بازی با سؤال یک دماسنج که طریقهٔ مدرج کردن آن مشخص نیست، دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل را صفر و دمای بخار آب جوش در فشار ۱atm را ۲۵۰° نشان می‌دهد، این دماسنج ۴۱°F را چند درجه نشان می‌دهد؟

۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵

۳) ۳۷ ۴) ۱۵

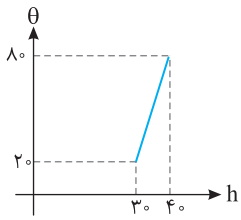
پاسخ دماسنج فارنهایت دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل را ۳۲°F و دمای بخار آب جوش در فشار ۱atm را ۲۱۲°F نشان می‌دهد، از این رو:

۲۱۲°F	۲۵۰°
۴۱°F	θ=?
۳۲°F	۰

$$\frac{۲۱۲-۳۲}{۴۱-۳۲}=\frac{۲۵۰-۰}{\theta-۰}\Rightarrow\frac{۱۸۰}{۹}=\frac{۲۵۰}{\theta}\Rightarrow\theta=۱۲/۵^\circ$$

B ۷۰۷ ۳

بازی با سؤال کمیت دماسنجی در یک دماسنج، ارتفاع ستون مایع است. اگر نمودار تغییرات ارتفاع بر حسب دما به‌صورت مقابل باشد، در کدام ارتفاع اندازهٔ دما با مقدار ارتفاع برابر است؟



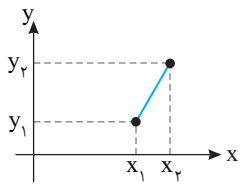
۱) ۲۸

۲) ۳۰

۳) ۳۲

۴) ۳۶

پاسخ یادآوری برای نوشتن معادلهٔ خطی که مختصات دو نقطهٔ آن معلوم است می‌توان نوشت:



$$\frac{y-y_۱}{y_۲-y_۱}=\frac{x-x_۱}{x_۲-x_۱}$$

و مختصات هر نقطه از خط در این معادله صدق می‌کند.

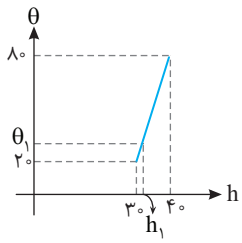
با توجه به نمودار، معادله خط $\theta-h$ را می‌نویسیم:

$$\frac{\theta-۲۰}{۸۰-۲۰}=\frac{h-۳۰}{۴۰-۳۰}\Rightarrow\frac{\theta-۲۰}{۶۰}=\frac{h-۳۰}{۱۰}\Rightarrow\frac{\theta-۲۰}{۶}=h-۳۰$$

مختصات $\theta_۱$ و $h_۱$ در این معادله صدق می‌کند که با توجه به فرض مسئله، عدد $\theta_۱$ و $h_۱$ با هم برابر است از این‌رو می‌توان نوشت:

$$\frac{\theta_۱-۲۰}{۶}=h_۱-۳۰\xrightarrow{\theta_۱=h_۱}\frac{h_۱-۲۰}{۶}=h_۱-۳۰\Rightarrow h_۱-۲۰=۶h_۱-۱۸۰$$

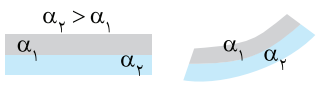
$$\Rightarrow ۵h_۱=۱۶۰\Rightarrow h_۱=۳۲$$



A ۷۰۹

بازی با سؤال اگر دمای نوار سؤال اصلی را افزایش دهیم، شکل قرارگیری آن چگونه خواهد شد؟

پاسخ با افزایش دما طول میله‌ها افزایش می‌یابد و چون $\alpha_۲>\alpha_۱$ است، بنابراین طول میلهٔ (۲) بیشتر افزایش می‌یابد و طول ثانویهٔ این میله بیشتر از میلهٔ (۱) خواهد شد و میلهٔ (۲) قوس خارجی نوار خواهد بود.

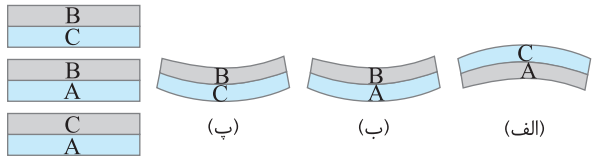


در دمای معمولی — شکل (۱)

دما افزایش یافته — شکل (۳)

B ۳ ۷۱۰

بازی با سؤال شکل‌های زیر، تیغه‌های فلزی A ، B و C را نشان می‌دهد که در دمای اولیهٔ یکسان T_0 دارای طول‌های اولیهٔ یکسانی هستند و دوبه‌دو به یکدیگر به‌طور سراسری جوش داده شده‌اند و سپس دمایشان تغییر داده شده است. اگر مقایسهٔ بین ضرایب انبساط طولی آن‌ها به‌صورت $\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$ باشد، در شکل‌های (الف)، (ب) و (پ) به‌ترتیب از راست به چپ نوع تغییر دمای تیغه‌ها نسبت به دمای T_0 چگونه بوده است؟

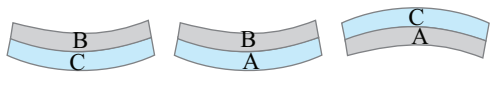


۱) افزایش - افزایش - افزایش
۲) کاهش - کاهش - افزایش
۳) کاهش - افزایش - کاهش
۴) افزایش - افزایش - کاهش

پاسخ **خط فکری** هرگاه به دو تیغهٔ فلزی با طول یکسان که به یکدیگر به‌طور سراسری جوش خورده باشند، گرما دهیم، فلزی که دارای ضریب انبساط بیشتری است، دارای انبساط بزرگ‌تری است و این امر سبب می‌گردد تیغه خمیده شده و کمان بیرونی آن فلز دارای α بزرگ‌تر باشد و هنگامی که دما را پایین می‌آوریم تیغه با ضریب انبساط طولی بیشتر، کمان داخلی تیغه خواهد بود.

در شکل (الف) $\alpha_A > \alpha_C$ است و با تغییر دمای یکسان تغییرات طولی A از تغییرات طولی C بیشتر است. با توجه به شکل، طول ثانویهٔ A کوچک‌تر از طول ثانویهٔ C است (تیغهٔ C سطح خارجی را دربرمی‌گیرد) پس باید دما کاهش یافته باشد تا کاهش طول تیغهٔ A بیشتر از کاهش طول تیغهٔ C باشد و طول ثانویهٔ A کوچک‌تر از طول ثانویهٔ C بشود. در شکل (پ) هم با همین استدلال به این نتیجه می‌رسیم که کاهش دما داشته‌ایم.

در شکل (ب) با توجه به اینکه $\alpha_A > \alpha_B$ و تغییرات طولی A بیشتر از تغییرات طولی B است، افزایش دما داشته‌ایم که در آن افزایش طول A بیشتر از افزایش طول B است و طول ثانویهٔ A بیشتر از طول ثانویه B شده است.



B ۲ ۷۱۳

بازی با سؤال طول میله‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس برابر ۸۰۰cm است. اگر طول آن در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به ۸۰۱cm برسد، ضریب انبساط طولی آن در SI کدام است؟ کنکور دهه‌های گذشته

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

پاسخ طول میله از ۸۰۰cm به ۸۰۱cm رسیده است، بنابراین طول میله ۱cm افزایش یافته است:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow ۱ = ۸۰۰ \times \alpha \times ۵۰ \Rightarrow \alpha = \frac{۱}{۴} \times ۱۰^{-۴} = ۲/۵ \times ۱۰^{-۵} K^{-۱}$$

A ۱ ۷۱۴

بازی با سؤال طول تیرآهنی ۱۲ متر است. اگر دمای آن از صفر درجه سلسیوس به ۵۰ درجه سلسیوس برسد، طول آن چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟ $(\alpha = ۱/۲ \times ۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱})$ خارج تجربی - ۹۲

۱) ۷/۲ ۲) ۷۲ ۳) $۷/۲\times۱۰^{-۱}$ ۴) $۷/۲\times۱۰^{-۲}$

پاسخ یک تست ساده و راحت که با جای‌گذاری در فرمول انبساط طولی حل می‌شود.

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \xrightarrow{L_1 = ۱۲m, \alpha = ۱/۲\times۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱}, \Delta\theta = ۵۰^\circ C}$$

$$\Delta L = ۱۲ \times ۱/۲ \times ۱۰^{-۵} \times ۵۰ \Rightarrow \Delta L = ۷۲۰ \times ۱۰^{-۵} m \Rightarrow$$

$$\Delta L = ۷۲۰ \times ۱۰^{-۲} mm \Rightarrow \Delta L = ۷/۲mm$$

A ۱ ۷۲۶

بازی با سؤال طول یک میلهٔ آهنی در دمای صفر درجهٔ سلسیوس ۴cm بیشتر از طول یک میلهٔ نقره‌ای در همان دما است. طول اولیهٔ میلهٔ نقره‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس چند سانتی‌متر باشد تا اختلاف طول آن‌ها در دمای ۶۰°C برابر ۴cm شود؟ (ضریب انبساط طولی آهن و نقره به‌ترتیب $۱/۲\times۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱}$ و $۱/۸\times۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱}$)

۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲ ۴) ۲۰

پاسخ طول میلهٔ آهنی در دمای ۰°C، ۴cm از طول میلهٔ نقره‌ای بیشتر است.

$$L_{۰Fe} - L_{۰Ag} = ۴cm \qquad (I)$$

با توجه به صورت مسئله اختلاف طول میله‌ها در دمای ۶۰°C همچنان ۴cm است یعنی باید افزایش طول دو میله یکسان باشد.

$$\Delta L_{Fe} = \Delta L_{Ag} \Rightarrow L_{۰Fe}\alpha_{Fe}\Delta\theta = L_{۰Ag}\alpha_{Ag}\Delta\theta \Rightarrow$$

$$\frac{L_{۰Fe}}{L_{۰Ag}} = \frac{\alpha_{Ag}}{\alpha_{Fe}} = \frac{۱/۸\times۱۰^{-۵}}{۱/۲\times۱۰^{-۵}} = \frac{۳}{۲} \Rightarrow L_{۰Fe} = \frac{۳}{۲} L_{۰Ag} \qquad (II)$$

از رابطهٔ (II) در رابطهٔ (I) جای‌گذاری می‌کنیم.

$$L_{۰Fe} - L_{۰Ag} = ۴ \Rightarrow \frac{۳}{۲} L_{۰Ag} - L_{۰Ag} = ۴ \Rightarrow \frac{۱}{۲} L_{۰Ag} = ۴ \Rightarrow L_{۰Ag} = ۸cm$$

B ۲ ۷۳۰

بازی با سؤال طول قطعات فولادی که در ساختن ریل‌های راه‌آهن به‌کار می‌رود ۱۰ متر و ضریب انبساط طولی آن‌ها $۱/۱\times۱۰^{-۵} K^{-۱}$ است. اگر دمای محیط بین $-۱۰^\circ C$ تا $۲۶^\circ C$ تغییر کند، فاصله بین قطعات ریل باید چند سانتی‌متر باشد تا ریل‌ها در اثر انبساط، خمیده نشوند؟ از کتاب درسی

۱) ۰/۱۹۸ ۲) ۰/۳۹۶ ۳) ۱/۹۸ ۴) ۳/۹۶

پاسخ فاصلهٔ بین ریل‌ها باید به اندازهٔ تغییر طول یک ریل باشد تا هنگام انبساط به هم فشاری وارد نکنند.

$$\Delta L = L_0 \alpha (\Delta\theta) \Rightarrow \Delta L = ۱۰ \times ۱/۱ \times ۱۰^{-۵} \times (۲۶ - (-۱۰)) \Rightarrow$$

$$\Delta L = ۳۹۶ \times ۱۰^{-۵} m = ۳۹۶ \times ۱۰^{-۳} cm = ۰/۳۹۶cm$$

A ۲ ۷۳۳

بازی با سؤال ضریب انبساط سطحی فلزی $۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱}$ است. اگر شعاع صفحه‌ای دایره‌ای‌شکل از آن فلز در دمای صفر درجهٔ سلسیوس ۱m باشد، افزایش قطر آن در دمای ۱۰۰°C چند میلی‌متر می‌شود؟ ریاضی - ۹۳

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) $\sqrt{۲}$ ۴) ۲

پاسخ شعاع دایره ۱m است، بنابراین قطر آن ۲m است. از طرفی ضریب انبساط سطحی دو برابر ضریب انبساط طولی است، از این‌رو:

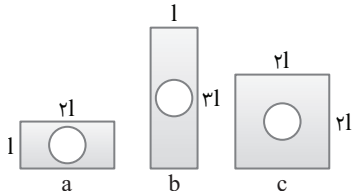
$$۲\alpha = ۱۰^{-۵} \Rightarrow \alpha = ۵\times۱۰^{-۶}\ ^\circ C^{-۱}$$

انبساط قطر صفحه، انبساط طولی است بنابراین می‌توان نوشت:

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \Delta L = (۲\times۱)\times۵\times۱۰^{-۶}\times۱۰۰ \Rightarrow \Delta L = ۱۰^{-۳} m = ۱mm$$

B ۴ ۷۳۶

بازی با سؤال شکل زیر سه صفحهٔ فلزی هم‌جنس را در یک دما، نشان می‌دهد. اگر حفره‌های موجود در هر سه صفحه هم‌اندازه باشند، با افزایش دمای یکسان سطح کدام صفحه و سطح کدام حفره بیشتر از بقیه افزایش خواهد یافت؟ از کتاب درسی



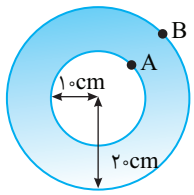
۱) a ، c
۲) c ، a
۳) a ، b
۴) c ، هر سه حفره یکسان

افزایش سطح می‌یابند.

پاسخ هر سه سطح هم‌جنس‌اند، پس ضریب انبساط سطحی آن‌ها باهم برابر است، پس هر سطحی که مساحت اولیهٔ بیشتری داشته باشد انبساط آن بیشتر خواهد بود، بنابراین سطح c بیشترین انبساط سطحی را خواهد داشت. سطح حفره‌ها یکسان و ضریب انبساط‌ها نیز به‌دلیل هم‌جنس بودن سطح‌ها یکسان است، بنابراین با افزایش دمای یکسان، افزایش سطح حفره‌ها یکسان خواهد بود.

B ۷۳۸ ۱

بازی با سؤال در شکل مقابل، دمای صفحهٔ فلزی را به اندازهٔ ۲۰ درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهیم. فاصلهٔ نقاط A و B چگونه تغییر می‌کند؟ (ضریب انبساط سطحی فلز $=۳\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$)



۱) ۰/۰۳ میلی‌متر افزایش
۲) ۰/۰۳ میلی‌متر کاهش
۳) ۰/۰۶ میلی‌متر افزایش
۴) ثابت می‌ماند.

پاسخ ضریب انبساط سطحی جسم جامد تقریباً دو برابر ضریب انبساط طولی آن است. از این رو:

$$۲\alpha=۳\times۱۰^{-۵}\Rightarrow\alpha=\frac{۳}{۲}\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$$

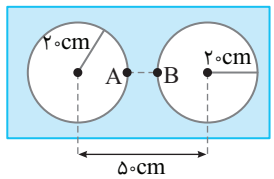
با توجه به رابطهٔ انبساط طولی جامدات می‌توان نوشت:

$$\Delta(AB)=(AB)\alpha\Delta\theta=\frac{(۲۰-۱۰)}{۱۰۰}\times(\frac{۳}{۲}\times۱۰^{-۵})\times۲۰=۳\times۱۰^{-۵}m=۰/۰۳mm$$

بنابراین فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B از هم ۰/۰۳mm افزایش می‌یابد.

B ۷۳۹ ۲

بازی با سؤال در شکل زیر صفحه از جنس فلزی به ضریب انبساط سطحی $۵\times۱۰^{-۶}K^{-۱}$ است. اگر دما به‌طور یکنواخت ۶۰°C افزایش یابد، فاصلهٔ بین A و B چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ۰/۰۱۵ درصد کاهش می‌یابد.
۲) ۰/۰۱۵ درصد افزایش می‌یابد.
۳) ۰/۰۳ درصد کاهش می‌یابد.
۴) ۰/۰۳ درصد افزایش می‌یابد.

پاسخ ضریب انبساط سطحی این فلز برابر $۲\alpha=۵\times۱۰^{-۶}K^{-۱}$ است بنابراین ضریب انبساط طولی آن خواهد شد:

$$\alpha=\frac{۵\times۱۰^{-۶}}{۲}\Rightarrow\alpha=۲/۵\times۱۰^{-۶}K^{-۱}$$

با افزایش دمای ورقه، فاصلهٔ بین A و B دارای انبساط طولی خواهد بود. با توجه به گزینه‌ها درصد تغییر فاصله خواسته شده است و درصد تغییر طول خواهد شد:

$$\frac{\Delta L_{AB}}{L_{AB}}\times۱۰۰=\frac{L_{AB}\alpha\Delta\theta}{L_{AB}}\times۱۰۰=\alpha\Delta\theta\times۱۰۰=۲/۵\times۱۰^{-۶}\times۶۰\times۱۰۰$$

درصد تغییرات AB $=۱/۵\times۱۰^{-۲}\%=۰/۰۱۵\%$

B ۷۴۲ ۲

بازی با سؤال مکعبی به ضریب انبساط طولی $۱۲\times۱۰^{-۶}K^{-۱}$ در دمای صفر درجهٔ سلسیوس قرار دارد. اگر دمای آن به ۱۰۰°C برسد، حجم مکعب چند درصد افزایش می‌یابد؟ خارج تجربی - ۹۴

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۳۶ ۳) ۱۲ ۴) ۳۶

پاسخ درصد تغییرات حجم برابر است با:

$$\frac{\Delta V}{V_۱}\times۱۰۰=\frac{V_۱۳\alpha\Delta\theta}{V_۱}\times۱۰۰\Rightarrow\text{درصد تغییرات حجم}=۳\alpha\times\Delta\theta\times۱۰۰$$

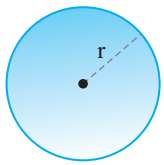
درصد افزایش حجم مکعب $=۳\times۱۲\times۱۰^{-۶}\times۱۰۰\times۱۰۰=۰/۳۶\%$

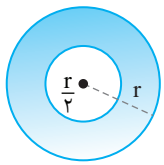
A ۷۴۵ ۲

بازی با سؤال دمای کرهٔ مسی توپر A به شعاع r و کرهٔ مسی توخالی B به شعاع داخلی $\frac{r}{۲}$ و خارجی r را به‌طور یکسان بالا می‌بریم. افزایش حجم مس به‌کار رفته در کرهٔ A چند برابر افزایش حجم مس به‌کار رفته در کرهٔ B است؟

۱) $\frac{۷}{۸}$ ۲) $\frac{۸}{۷}$ ۳) ۱ ۴) $\frac{۱}{۸}$

پاسخ هر دو کره هم‌جنس‌اند و تغییر دمای آن‌ها یکسان است، اما حجم مس به‌کار رفته در کره‌های A و B متفاوت است:

A: 

B: 

$$V_A=\frac{۴}{۳}\pi r^۳$$

$$V_B=\frac{۴}{۳}\pi r^۳-\frac{۴}{۳}\pi\frac{r^۳}{۸}\Rightarrow V_B=\frac{۴}{۳}\pi(r^۳-\frac{r^۳}{۸})\Rightarrow V_B=\frac{۴}{۳}\pi(\frac{۷}{۸}r^۳)$$

حال نسبت افزایش حجم مس به‌کار رفته در دو حالت را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{V_A۳\alpha\Delta\theta}{V_B۳\alpha\Delta\theta}\Rightarrow\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{V_A}{V_B}\Rightarrow\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{۸}{۷}$$

B ۷۵۰ ۱

بازی با سؤال اگر دمای یک لولهٔ مسی به تدریج افزایش یابد، کدام کمیت وابسته به آن کاهش می‌یابد؟

۱) چگالی ۲) قطر خارجی ۳) قطر داخلی ۴) چگالی و قطر داخلی

پاسخ هنگام انبساط جسم جامد تمام ابعاد آن منبسط شده و قطر داخلی، قطر خارجی و حجم آن افزایش می‌یابد. اما در مورد چگالی $(\rho=\frac{m}{V})$ چون جرم ثابت مانده است با افزایش حجم، چگالی کاهش می‌یابد.

B ۷۵۳ ۴

بازی با سؤال در اثر افزایش دما، چگالی میله‌ای n درصد کاهش می‌یابد، طول میله چند برابر می‌شود؟ آزمون مدارس برتر

۱) $\frac{n}{۱۰۰}$ ۲) $\frac{n}{۳۰۰}$ ۳) $۱+\frac{n}{۱۰۰}$ ۴) $۱+\frac{n}{۳۰۰}$

پاسخ **خط فکری** با افزایش دما، حجم میله افزایش می‌یابد و با توجه به ثابت بودن جرم میله چگالی $(\downarrow\rho=\frac{m}{V\uparrow})$ کاهش می‌یابد.

$$(\rho_۲=\frac{m}{V_۲},\rho_۱=\frac{m}{V_۱})\Rightarrow\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{V_۱}{V_۲}\xrightarrow{V_۲=V_۱(۱+\beta\Delta\theta)}\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+\beta\Delta\theta}$$

البته با تقریب مناسبی رابطهٔ چگالی با دما خواهد شد.

$$\rho_۲=\rho_۱(۱-\beta\Delta\theta)\Rightarrow\Delta\rho=-\rho_۱\beta\Delta\theta$$

با توجه به صورت مسئله چگالی n درصد کاهش یافته است بنابراین:

$$\Delta\rho=-\frac{n}{۱۰۰}\rho_۱\Rightarrow-\rho_۱\beta\Delta\theta=-\frac{n}{۱۰۰}\rho_۱\Rightarrow\frac{n}{۱۰۰}=+\beta\Delta\theta$$

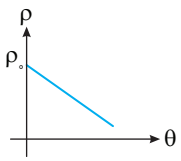
$$\xrightarrow{\beta=۳\alpha}\frac{n}{۱۰۰}=+۳\alpha\Delta\theta\Rightarrow\alpha\Delta\theta=+\frac{n}{۳۰۰}$$

طول میله در اثر افزایش دما برابراست با:

$$L_۲=L_۱(۱+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow\frac{L_۲}{L_۱}=(۱+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow\frac{L_۲}{L_۱}=(۱+\frac{n}{۳۰۰})$$

B ۷۵۵

بازی با سؤال اگر از رابطهٔ $\rho_۲=\rho_۱(۱-۳\alpha\Delta\theta)$ استفاده می‌کردیم نمودار چگالی بر حسب دما چگونه می‌شد؟



پاسخ رابطه خطی است و نمودار آن خط راستی با شیب منفی خواهد بود. که همانطور که در کتاب درسی گفته شده دو رابطهٔ مربوط به چگالی یعنی $\rho_۲=(۱-۳\alpha\Delta\theta)$ و $\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+۳\alpha\Delta\theta}$ تقریباً با هم برابرند و نمودار هر دو رابطه نیز تقریباً با هم یکسان‌اند.

A ۳ ۷۶۳

بازی با سؤال در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، حجم ظرفی شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. هنگامی که دمای مجموعه را به $۸۰^\circ C$ می‌رسانیم $۱۲cm^۳$ جیوه از ظرف خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $۱/۸\times۱۰^{-۴}K^{-۱}$ باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI کدام است؟

ریاضی - ۸۶

۱) $۱/۲\times۱۰^{-۴}$ ۲) $۱۰^{-۴}$

۳) $۱۰^{-۵}$ ۴) ۳×۱۰^{-۵}

پاسخ ظرف پر از مایع بوده و با افزایش دما، مایع از ظرف بیرون می‌ریزد. ابتدا افزایش حجم جیوه را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta V=V_۱\beta\Delta\theta=۱۰۰۰\times۱/۸\times۱۰^{-۴}\times۸۰=۱۴/۴cm^۳$$

حجمی از مایع که از ظرف بیرون می‌ریزد برابر تفاضل انبساط حجمی جیوه و انبساط حجمی ظرف است.

$$\text{حجم مایع سرریز}=\Delta V_{\text{مایع}}-\Delta V_{\text{ظرف}}\Rightarrow ۱۲=۱۴/۴-\Delta V_{\text{ظرف}}\Rightarrow$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}}=۲/۴cm^۳$$

اکنون ضریب انبساط طولی ظرف را حساب می‌کنیم:

$$\Delta V=V_۱(۳\alpha)\Delta\theta\Rightarrow ۲/۴=۱۰۰۰\times(۳\times\alpha)\times۸۰\Rightarrow\alpha=\frac{۲/۴}{۲۴۰۰۰۰}=۱۰^{-۵}K^{-۱}$$

A ۲ ۷۹۴

بازی با سؤال ..... آب از سایر مواد بیشتر است، بنابراین وقتی یک کیلوگرم آب به اندازهٔ یک درجه سلسیوس تغییر دما می‌دهد، در مقایسه با سایر مواد، گرمای ..... با محیط اطراف خود مبادله می‌کند که ..... به دلیل همین ویژگی آب است.

۱) ظرفیت گرمایی - بیشتری - یخ زدن سطح دریاچه‌ها در زمستان

۲) گرمای ویژه - بیشتری - استفاده از آب در رادیاتور ماشین

۳) ظرفیت گرمایی - کمتری - استفاده از آب در رادیاتور ماشین

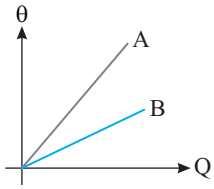
۴) گرمای ویژه - کمتری - یخ زدن سطح دریاچه‌ها در زمستان

پاسخ گرمای ویژه مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمایش $۱K$ یا $۱^\circ C$ بالا رود. گرمای ویژهٔ آب از سایر مواد بیشتر است. همین امر سبب می‌گردد که گرمای لازم برای تغییر دمای آب به اندازهٔ $۱^\circ C$ از بقیهٔ مواد با همان جرم بیشتر باشد. این ویژگی آب، سبب استفاده از آب در رادیاتور ماشین برای خنک کردن موتور یا در رادیاتورهای گرمایشی منازل برای گرم کردن منازل می‌شود:

$$Q=mc\Delta\theta\xrightarrow[\Delta\theta=۱^\circ C]{mc_{\text{آب}}>mc_{\text{بقیه مواد}}}Q_{\text{آب}}>Q_{\text{بقیه مواد}}$$

A ۲ ۸۰۲

بازی با سؤال کدام گزینهٔ زیر در مورد نمودار دما برحسب گرمای روبه‌رو، درست است؟



۱) ظرفیت گرمایی A بیشتر از ظرفیت گرمایی B است.

۲) ظرفیت گرمایی B بیشتر از ظرفیت گرمایی A است.

۳) گرمای ویژهٔ A بیشتر از گرمای ویژهٔ B است.

۴) گرمای ویژهٔ B بیشتر از گرمای ویژهٔ A است.

پاسخ راه‌حل اول: با توجه به شکل در یک گرمای یکسان که به دو جسم می‌دهیم $\theta_B<\theta_A$ می‌شود.

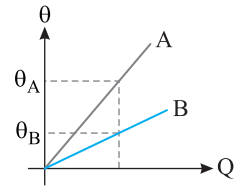
$$\begin{cases}Q=m_Ac_A(\theta_A-۰)\\Q=m_Bc_B(\theta_B-۰)\end{cases}\Rightarrow m_Ac_A\theta_A=m_Bc_B\theta_B\Rightarrow\frac{m_Ac_A}{m_Bc_B}=\frac{\theta_B}{\theta_A}$$

با توجه $\theta_B<\theta_A$ داریم:

$$\theta_B<\theta_A\Rightarrow\frac{\theta_B}{\theta_A}<۱\ ,\ \frac{m_Ac_A}{m_Bc_B}=\frac{\theta_B}{\theta_A}\xrightarrow{\frac{\theta_B}{\theta_A}<۱}\frac{m_Ac_A}{m_Bc_B}<۱$$

$$\Rightarrow m_Ac_A<m_Bc_B\Rightarrow C_A<C_B$$

راه‌حل دوم: شیب خط نمودار $\theta-Q$ برابر وارون ظرفیت گرمایی $\left(\frac{۱}{C}\right)$ می‌باشد و با توجه به شکل شیب خط A بیشتر از شیب خط B می‌باشد:



$$\frac{۱}{C_A}>\frac{۱}{C_B}\Rightarrow C_B>C_A$$

A ۲ ۸۰۵

بازی با سؤال به دو جسم A و B که نسبت جرم آن‌ها $\frac{M_A}{M_B}=\frac{۴}{۳}$ و نسبت گرمای ویژهٔ آن‌ها $\frac{c_A}{c_B}=\frac{۳}{۵}$ است، به یک اندازه گرما می‌دهیم. اگر افزایش دمای جسم A برابر ۴۰ درجهٔ سلسیوس باشد، افزایش دمای جسم B چند درجهٔ سلسیوس خواهد بود؟

۱) ۱۸ ۲) ۳۲ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

پاسخ گرمای داده شده به دو جسم با هم برابر است، بنابراین:

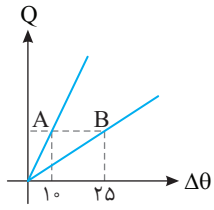
$$Q_A=Q_B\Rightarrow M_Ac_A\Delta\theta_A=M_Bc_B\Delta\theta_B\Rightarrow$$

$$\left(\frac{۴}{۳}M_B\right)\left(\frac{۳}{۵}c_B\right)\Delta\theta_A=M_Bc_B\Delta\theta_B\Rightarrow$$

$$\frac{۴}{۳}\times\frac{۳}{۵}\times۴۰=\Delta\theta_B\Rightarrow\Delta\theta_B=۳۲^\circ C$$

A ۲ ۸۱۱

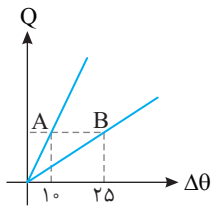
بازی با سؤال نمودار گرمای داده شده به دو جسم A و B با جرم‌های یکسان، بر حسب تغییر دما به صورت روبه‌رو است. نسبت $\frac{c_A}{c_B}$ کدام است؟



۱) $\frac{۲}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۲}$

۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۳}$

پاسخ به نمودار خوب نگاه کنید، به‌ازای گرمای یکسان دمای جسم A، $10^\circ C$ و دمای جسم B، $25^\circ C$ بالا رفته بنابراین:



$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \times 10 = m_B c_B \times 25 \xrightarrow{m_A = m_B} \frac{c_A}{c_B} = \frac{5}{2}$$

B ۸۱۹ **۳**

بازی با سؤال یک گرمکن با توان P و بازده ۸۴ درصد در مدت ۱۲۵s می‌تواند دمای ۶۰۰g آب $30^\circ C$ را به $80^\circ C$ برساند، P چند وات است؟ ($c_{آب} = 4200 J/kg.K$، از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.) آزمون مدارس برتر

۱) ۱۸۰۰ ۲) ۱۵۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۱۰۰۰

پاسخ بازده گرمکن ۸۴ درصد است، از این‌رو توان گرمایی که گرمکن به آب می‌دهد $\frac{84}{100}P$ است:

$$P_{گرمایی} = \frac{Q}{t} \Rightarrow \frac{84}{100}P = \frac{Q}{t} \Rightarrow \frac{84}{100}P = \frac{0/6 \times 4200 \times 50}{125} \Rightarrow P = 1200 W$$

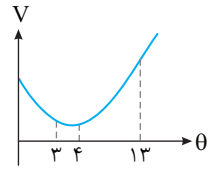
B ۸۲۸ **۳**

بازی با سؤال از ۵۰۰ گرم آب $13^\circ C$ مقدار 21kJ گرما می‌گیریم. حجم آب چگونه تغییر می‌کند؟ ($c_{آب} = 4200 J/kg^\circ C$)

۱) کاهش می‌یابد. ۲) افزایش می‌یابد.

۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. ۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

پاسخ ابتدا از رابطهٔ گرماسنجی دمای آب را پس از گرفتن گرما حساب می‌کنیم:



$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{\text{گرما گرفتیم } Q<0 \Leftarrow}$$

$$-21 \times 10^{+3} = 0/5 \times 4200 \times \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = -10^\circ C \Rightarrow \theta_2 - 13 = -10 \Rightarrow \theta_2 = 3^\circ C$$

با کاهش دما از $13^\circ C$ تا $4^\circ C$ حجم آب کاهش می‌یابد. اما آب از $4^\circ C$ تا $3^\circ C$ در حالت استثناء خود قرار دارد و با کاهش دما حجم آن افزایش می‌یابد.

B ۸۳۱ **۳**

بازی با سؤال از یک ورقهٔ آلومینیمی دو صفحهٔ دایره‌ای شکل به مساحت‌های $S_1 = S$ و $S_2 = nS$ بریده و جدا کرده‌ایم. حال اگر به صفحهٔ اول گرمای $Q_1 = Q$ و به صفحهٔ دوم گرمای $Q_2 = nQ$ را بدهیم و بر اثر این گرما، افزایش شعاع آن‌ها به ترتیب ΔR_1 و ΔR_2 باشد، $\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}$ چقدر است؟

مشابه سراسری تجربی - ۹۲

۱) ۱ ۲) n ۳) $\sqrt{n}$ ۴) $\frac{1}{n}$

پاسخ دو صفحه هم‌جنس بوده و گرمای ویژهٔ آن‌ها برابر است. سطح S_2، n برابر سطح S_1 است پس جرم صفحهٔ S_2، n برابر جرم صفحهٔ S_1 می‌باشد.

$$Q_2 = nQ_1 \Rightarrow m_2 c\Delta\theta_2 = nm_1 c\Delta\theta_1$$

$$\xrightarrow{m_2 = nm_1} nm_1\Delta\theta_2 = nm_1\Delta\theta_1 \Rightarrow \Delta\theta_2 = \Delta\theta_1$$

حال برای استفاده از رابطهٔ انبساط شعاع $\Delta R = \alpha R \Delta\theta$، نسبت شعاع‌های اولیه را به‌دست می‌آوریم:

$$S_2 = nS_1 \xrightarrow{S = \pi R^2} R_2^2 = nR_1^2 \Rightarrow R_2 = \sqrt{n}R_1$$

$$\Delta R_1 = \alpha R_1 \Delta\theta \xrightarrow[R_2 = \sqrt{n}R_1]{\alpha_1 = \alpha_2 ,\ \Delta\theta_1 = \Delta\theta_2} \frac{\Delta R_2}{\Delta R_1} = \frac{\alpha R_2 \Delta\theta_2}{\alpha R_1 \Delta\theta_1} = \frac{R_2}{R_1} = \sqrt{n}$$

B ۸۴۵ **۲**

بازی با سؤال ۲۰۰g آب $22/5^\circ C$ را با ۱۵۰g آب $40^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. پس از تعادل گرمایی، دمای آب به چند درجهٔ سلسیوس می‌رسد؟ تجربی - ۹۲

۱) ۲۷/۵ ۲) ۳۰ ۳) ۳۲ ۴) ۳۲/۵

پاسخ چنانچه در مسائل تعادل گرمایی، اجسام تغییر حالت ندهند، می‌توانیم از رابطهٔ تعادل گرمایی مستقیماً به رابطه‌ای برای دمای تعادل برسیم:

$$m_1c_1(\theta - \theta_1) + m_2c_2(\theta - \theta_2) + m_3c_3(\theta - \theta_3) + \cdots = 0$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{m_1c_1\theta_1 + m_2c_2\theta_2 + m_3c_3\theta_3 + \cdots}{m_1c_1 + m_2c_2 + m_3c_3 + \cdots}$$

به حل تست می‌پردازیم:

$$\theta = \frac{0/2 \times c \times 22/5 + 0/15 \times c \times 40}{0/2 \times c + 0/15 \times c} = \frac{c(4/5 + 6)}{c(0/35)} = \frac{10/5}{0/35} = \frac{105 \times 10^{-1}}{35 \times 10^{-2}} = 30^\circ C$$

A ۸۴۶ **۱**

بازی با سؤال m_1 کیلوگرم آب با دمای $10^\circ C$ را با m_2 کیلوگرم آب با دمای $50^\circ C$ مخلوط می‌کنیم و دمای تعادل بدون اتلاف گرما $30^\circ C$ می‌شود. m_2 چند برابر m_1 است؟ خارج ریاضی ۸۸

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{5}{3}$ ۴) $\frac{3}{5}$

پاسخ پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1c(30 - 10) + m_2c(30 - 50) = 0 \Rightarrow m_1 = m_2$$

مبانی چون دمای تعادل دو مقدار آب میانگین دماهای اولیه آن‌ها است، پس جرم آن‌ها باهم برابر است.

A ۸۴۷ **۳**

بازی با سؤال یک قطعه آهن به دمای $88^\circ C$ و ظرفیت گرمایی $420 J/K$ را در یک کیلوگرم آب صفر درجهٔ سلسیوس وارد می‌کنیم. اگر اتلاف گرما ناچیز باشد، دمای تعادل چند درجهٔ سلسیوس خواهد بود؟ ($c_{آب} = 4200 J/kg.K$) تجربی - ۸۹

۱) ۰/۸۸ ۲) ۸/۸ ۳) ۸ ۴) ۲۶

پاسخ با توجه به پایستگی انرژی مجموع گرمای مبادله شده بین آهن و آب برابر صفر است. از طرفی دقت کنید که در صورت مسئله ظرفیت گرمایی آهن $C = 420 J/K$ داده شده است نه گرمای ویژهٔ آهن بنابراین:

$$Q_{Fe} + Q_W = 0 \Rightarrow C_{Fe}(\theta_e - \theta_{1Fe}) + m_W c_W(\theta_e - \theta_{1W}) = 0$$

$$\xrightarrow{C_{Fe} = 420 J/K ,\ c_W = 4200 J/kg.K ,\ \theta_{1Fe} = 88^\circ C ,\ \theta_{1W} = 0}$$

$$420 \times (\theta_e - 88) + 1 \times 4200(\theta_e - 0) = 0 \Rightarrow \theta_e = 8^\circ C$$

B ۸۶۵ **۴**

بازی با سؤال یک گلولهٔ فلزی به دمای $100^\circ C$ را درون 2kg آب صفر درجهٔ سلسیوس می‌اندازیم. اگر $\frac{1}{6}$ گرمایی که گلوله از دست می‌دهد به محیط اطراف داده شود و دمای تعادل $20^\circ C$ گردد، ظرفیت گرمایی گلوله چند $J/^\circ C$ است؟ ($c_{آب} = 4200 J/kg^\circ C$) قلم‌چی

۱) ۲۵۲ ۲) ۱۲۶۰۰ ۳) ۱۲۶۰ ۴) ۲۵۲۰

پاسخ با توجه به صورت مسئله $\frac{۱}{۶}$ گرمایی که گلوله از دست می‌دهد سهم محیط است بنابراین $\frac{۵}{۶}$ گرمایی که گلوله از دست می‌دهد سبب گرم شدن آب می‌شود. بنابه قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$Q_{آب}+\frac{۵}{۶}Q_{گلوله}=۰\Rightarrow m_{آب}c_{آب}(\theta_e-\theta_{آب})+\frac{۵}{۶}C_{گلوله}(\theta_e-\theta_{گلوله})=۰$$

$$\Rightarrow ۲\times ۴۲۰۰(۲۰-۰)+\frac{۵}{۶}C_{گلوله}(۲۰-۱۰۰)=۰\Rightarrow ۲\times ۴۲۰۰\times ۲۰=\frac{۵}{۶}C_{گلوله}(۸۰)$$

$$\Rightarrow C_{گلوله}=۲۵۲۰\,J/^\circ C$$

C ۲ ۸۷۵

بازی با سؤال به دو مایع A و B با جرم‌های یکسان m و دمای اولیه $۰^\circ C$، گرمای یکسان (Q) داده شده است و دمای مایع A و B به ترتیب به اندازهٔ θ و ۲θ افزایش یافته است. اگر این دو مایع را باهم مخلوط کرده و به آن‌ها همان گرمای Q را داده بودیم، دمای نهایی مخلوط چند θ می‌شد؟

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

پاسخ گرمای داده شده به مایع‌های A و B برابر است، از این‌رو با برابر قرار دادن Q می‌توانیم رابطه‌ای بین گرمای ویژه A و B پیدا کنیم.

$$Q_A=Q_B\xrightarrow{Q=mc\Delta\theta}m_Ac_A\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B$$

$$\xrightarrow[\Delta\theta_A=\theta,\Delta\theta_B=۲\theta]{m_A=m_B=m}c_A\times\theta=c_B(۲\theta)\Rightarrow c_A=۲c_B$$

دو مایع را باهم مخلوط کرده‌ایم و به مخلوط همان گرمای Q را داده‌ایم و این گرما دمای هر دو مایع را بالا می‌برد بنابراین:

$$Q=Q'_A+Q'_B\Rightarrow Q=m_Ac_A\theta'+m_Bc_B\theta'$$

$$=m(۲c_B)\theta'+mc_B\theta'\Rightarrow Q=۳mc_B\theta'\quad (I)$$

اکنون این رابطه را با گرمای داده شده به مایع B مقایسه می‌کنیم:

$$Q=mc_B(۲\theta)\quad (II)$$

$$(I)\text{ و }(II)\Rightarrow ۳mc_B\theta'=mc_B(۲\theta)\Rightarrow\theta'=\frac{۲}{۳}\theta$$

B ۱ ۸۸۴

بازی با سؤال وقتی دست شما خیس است، در کدام حالت سریع‌تر خشک می‌شود؟

۱) فشار و رطوبت هوا کم باشد. ۲) رطوبت هوا زیاد و فشار هوا کم باشد.
۳) فشار و رطوبت هوا زیاد باشد. ۴) فشار هوا زیاد باشد و رطوبت هوا کم باشد.

پاسخ هر چه تبخیر سطحی آب روی دست سریع‌تر صورت گیرد، دست سریع‌تر خشک می‌شود. کاهش فشار هوا و کاهش رطوبت هوا، تبخیر سطحی را سریع‌تر می‌کند، بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

دقت کنید در مناطق کویری ایران که هوا خشک است، حتی در شب سرعت خشک شدن اجسام خیس بسیار سریع‌تر از مناطقی مانند شمال کشور است که رطوبت هوا در آنجا بالاست.

A ۳ ۸۹۷

بازی با سؤال می‌خواهیم با دادن گرما به یک قطعه یخ به جرم یک کیلوگرم و دمای -۱۰ درجهٔ سلسیوس، نیمی از آن را ذوب کنیم. میزان گرمای لازم برای این کار چند کیلوژول است؟ $(L_F=۳۳۶kJ/kg, c_{یخ}=۲/۱kJ/kg.K)$

۱) ۳۵۷ ۲) ۲۲۰ ۳) ۱۸۹ ۴) ۱۷۸

پاسخ ابتدا گرمای لازم برای تبدیل $۱kg$ یخ $-۱۰^\circ C$ به یخ $۰^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q_۱=۱\times ۲/۱\times ۱۰=۲۱kJ$$

می‌خواهیم نیمی از یخ یعنی $۰/۵kg$ آن ذوب شود. حال گرمای لازم برای ذوب ۰/۵ کیلوگرم یخ $۰^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم: $Q_۲=mL_F=۰/۵\times ۳۳۶=۱۶۸kJ$

بنابراین کل گرمای لازم برای اینکه $۰/۵kg$ یخ $-۱۰^\circ C$ ذوب شود، برابر است با:

$$Q=۱۶۸+۲۱=۱۸۹kJ$$

B ۲ ۹۰۰

بازی با سؤال مقداری آب $۴۰^\circ C$ را در محلی که نقطهٔ جوش آب $۱۰۰^\circ C$ است به بخار آب $۱۰۰^\circ C$ تبدیل می‌کنیم. در صورتی که گرمای نهان ویژهٔ تبخیر آب ۵۴۰ برابر گرمای ویژهٔ آب باشد، چند درصد گرمای داده شده صرف افزایش دمای آب شده است؟

۱) ۹ ۲) ۱۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ ابتدا گرمای لازم برای تبدیل آب $۴۰^\circ C$ به آب $۱۰۰^\circ C$ و سپس گرمای لازم برای تبدیل آب $۱۰۰^\circ C$ به بخار آب $۱۰۰^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_۱=mc\Delta\theta\Rightarrow Q_۱=m\times c\times ۶۰\Rightarrow Q_۱=۶۰mc$$

$$Q_۲=mL_V\Rightarrow Q_۲=m\times ۵۴۰c\Rightarrow Q_۲=۵۴۰mc$$

گرمای کل داده شده به آب برابر است با:

$$Q_T=Q_۱+Q_۲\Rightarrow Q_T=۶۰mc+۵۴۰mc=۶۰۰mc$$

اکنون گرمای داده شده به آب برای افزایش دمای آب را به گرمای کل تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{Q_۱}{Q_T}=\frac{۶۰mc}{۶۰۰mc}=\frac{۱۰}{۱۰۰}=۱۰٪$$

B ۳ ۹۰۴

بازی با سؤال یک اجاق برقی دمای مقدار معینی آب را در مدت ۸ دقیقه از ۲۰ درجهٔ سلسیوس به نقطهٔ جوش $۱۰۰^\circ C$ می‌رساند. چند دقیقهٔ دیگر طول می‌کشد تا با ثابت ماندن توان گرمایی اجاق، تمام آب تبخیر شود؟

$$(L_V=۲۲۶۸J/g, c=۴/۲J/g.K)$$

۱) ۲۸ ۲) ۳۶ ۳) ۵۴ ۴) ۱۰۸

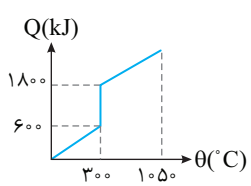
پاسخ توان گرمایی اجاق ثابت است:

$$P_۱=P_۲\Rightarrow\frac{Q_۱}{t_۱}=\frac{Q_۲}{t_۲}\Rightarrow\frac{mc\Delta\theta}{t_۱}=\frac{mL_V}{t_۲}$$

$$\Rightarrow\frac{۴/۲\times(۱۰۰-۲۰)}{۸}=\frac{۲۲۶۸}{t_۲}\Rightarrow t_۲=۵۴\,min$$

B ۲ ۹۰۹

بازی با سؤال نمودار مقابل نمودار گرما بر حسب دما برای مایعی به جرم $۴kg$ است. اگر به این مایع به اندازهٔ $۹۰۰kJ$ حرارت بدهیم با توجه به نمودار، چند کیلوگرم آن به صورت مایع باقی می‌ماند؟



۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۲/۵ ۴) ۰/۵

پاسخ **خط فکری** چون گفته شده به مایع گرما دادیم، پس تغییر حالت در دمای $۳۰۰^\circ C$ تبدیل مایع به بخار است و با توجه به نمودار، برای تبخیر $۴kg$ مایع در نقطهٔ جوش $۱۲۰۰kJ$ گرما لازم است و از $۹۰۰kJ$ گرمای داده شده به مایع، $۶۰۰kJ$ صرف افزایش دمای جسم و رسیدن به دمای نقطهٔ جوش شده است، پس تنها $۳۰۰kJ$ آن صرف تبخیر مایع می‌شود.

در ابتدا با توجه به نمودار، گرمای نهان ویژهٔ تبخیر مایع را به‌دست می‌آوریم:

$$۱۲۰۰\times ۱۰^۳=۴\times L_V\Rightarrow L_V=۳\times ۱۰^۵J/kg=۳\times ۱۰^۲kJ/kg$$

$$Q=mL_V\Rightarrow ۳۰۰=m\times ۳\times ۱۰^۲\Rightarrow m=۱kg\text{ تبخیر می‌شود}, m_{مایع}=۴-۱=۳kg$$

B ۹۲۹ ۲

بازی با سؤال مقداری بخار $100^\circ C$ را وارد ۵۰۰ گرم آب $10^\circ C$ می‌کنیم، دمای تعادل $40^\circ C$ می‌شود. اگر گرمای نهان ویژهٔ تبخیر آب $2268 J/g$ باشد، بخار آب چند گرم بوده است؟ $(c_{آب}=4/2 J/g.^\circ C)$

۱) ۱۲ ۲) ۲۵ ۳) ۱۲۰ ۴) ۲۵۰

پاسخ نمودار مسیر فرایند را رسم می‌کنیم.

$$\text{بخار } 100^\circ C\ m_1 \xrightarrow{Q_1} \text{آب } 100^\circ C\ m_1 \xrightarrow{Q_2}$$

$$\text{آب } 40^\circ C \xleftarrow{Q_3} \text{آب } 10^\circ C\ m_2$$

با فرض ناچیز بودن اتلاف انرژی گرمایی بنا به پایستگی انرژی خواهیم داشت:

$$Q_1+Q_2+Q_3=0$$

چون بخار گرما از دست می‌دهد، mL_V را با علامت منفی در رابطه قرار می‌دهیم:

$$-m_1L_V+m_1c(\Delta\theta)+m_2c(\Delta\theta')=0$$

$$\Rightarrow -2268m_1+m_1\times 4/2\times(-60)+500\times 4/2\times(30)=0$$

دو طرف را بر ۴/۲ تقسیم می‌کنیم:

$$-540m_1+(m_1\times 1\times(-60))+500\times 1\times 30=0$$

$$\Rightarrow -600m_1=-15000\Rightarrow m_1=\frac{-15000}{-600}=25g$$

B ۹۳۴ ۴

بازی با سؤال درون ۲kg آب $40^\circ C$ مقداری یخ $-24^\circ C$ می‌اندازیم. اگر در تبادل گرما بین آب و یخ، آب ۳۰۲/۴kJ گرما از دست بدهد، جرم یخ چند گرم بوده است؟ $(L_F=336 kJ/kg\ ,c_{آب}=4200 J/kgK\ ,c_{یخ}=2100 J/kgK)$

۱) ۸۰۰ ۲) ۷۰۰ ۳) ۸۵۰ ۴) ۷۵۰

پاسخ ابتدای دمای نهایی آب را هنگامی که ۳۰۲/۴kJ گرما از دست بدهد، حساب می‌کنیم:

$$Q=mc\Delta\theta \xrightarrow[\text{گرما داده}]{Q=-302/4kJ} -302/4\times 10^3=2\times 4200\times\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta=-36^\circ C$$

دمای آب $36^\circ C$ کاهش یافته و از $40^\circ C$ به $4^\circ C$ می‌رسد و دمای نهایی یخ نیز با گرفتن همین مقدار گرما باید به $4^\circ C$ برسد:

یخ $-24^\circ C$ ← یخ $0^\circ C$ ← آب $0^\circ C$ ← آب $4^\circ C$

$$m\times 2100\times 24+m\times 336000+m\times 4200\times 4=302/4\times 10^3$$

$$\xrightarrow[\text{تقسیم می‌کنیم}]{\text{دو طرف را بر } 4200} 12m+80m+4m=72$$

$$96m=72\Rightarrow m=\frac{72}{96}=\frac{3}{4}kg\Rightarrow m=750g$$

B ۹۳۶ ۲

بازی با سؤال یک قطعه یخ به جرم $0/5kg$ و دمای $-33/6^\circ C$ را در ظرف بزرگ محتوی آب $0^\circ C$ می‌اندازیم. پس از تعادل جرم یخ درون ظرف چند گرم می‌شود؟

$(L_F=336000 J/kg$ و $c_{یخ}=2100 J/kg.^\circ C\ ,c_{آب}=4200 J/kg.^\circ C)$

۱) ۵۰۰ ۲) ۶۰۵ ۳) ۷۰۵ ۴) ۵۷۵

پاسخ چون جرم آب صفر درجهٔ درون ظرف بسیار بیشتر از جرم یخ با دمای $-33/6^\circ C$ است. دمای تعادل صفر درجه خواهد بود.

$$\text{یخ } -33/6^\circ C \xrightarrow{Q_1} \text{یخ صفر درجه}$$

گرمایی که برای تبدیل یخ $-33/6^\circ C$ به یخ صفر درجه لازم است از آب صفر درجهٔ درون ظرف گرفته می‌شود. یعنی مقداری از آب درون ظرف (m') باید گرما از دست بدهد و در نتیجه به یخ صفر درجه تبدیل شود.

$$m' \text{ آب صفر درجه} \xrightarrow{Q_2} m' \text{ یخ صفر درجه}$$

$$Q_1+Q_2=0\Rightarrow mc_{یخ}\Delta\theta-m'L_F=0\Rightarrow 0/5\times 2100\times 33/6=m'\times 336000$$

$$m'=0/105kg=105g \text{ جرم یخ تولیدشده}$$

$$m''=500+105=605g \text{ جرم کل یخ درون ظرف}$$

B ۹۴۱ ۴

بازی با سؤال ظرفی حاوی ۱۰۰g یخ صفر درجه سلسیوس است. حداقل چند گرم آب $50^\circ C$ باید داخل آن بریزیم تا تمام یخ ذوب شود؟ $(L_F=334 kJ/kg\ ,c_{آب}=4200 J/kg.K$ و از مبادله گرمای آب و یخ با محیط صرف‌نظر کنید.)

۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۶۰

پاسخ **خط فکری** حداقل مقدار آب یعنی آنکه تمام گرمایی که آب می‌تواند از دست بدهد چه مقدار باشد تا یخ $0^\circ C$ به آب $0^\circ C$ تبدیل شود، اما دمای آن از صفر بالاتر نرود. در واقع به طور غیرمستقیم بیان شده است که دمای نهایی صفر درجه سلسیوس است.

با توجه به پایستگی انرژی مجموع گرمای مبادله شده بین یخ و آب صفر است، بنابراین:

$$Q_1+Q_2=0\Rightarrow mc(0-50)+m'L_F=0$$

$$m'L_F=mc\times 50\Rightarrow 0/1\times 334000=m\times 4200\times 50$$

$$\Rightarrow m=\frac{33400}{4200\times 50}=0/159kg\approx 160g$$

یخ $0^\circ C$ ← Q_1 ← آب $0^\circ C$ ← Q_2 ← آب $50^\circ C$

B ۹۴۵ ۴

بازی با سؤال یک قطعه مس به جرم $3kg$ با دمای ۱۱/۱ درجهٔ سلسیوس را داخل ظرف عایق‌بندی شده‌ای حاوی مخلوط به تعادل رسیدهٔ آب و یخ می‌اندازیم. هنگامی‌که تعادل مجدد برقرار شود، دمای مس صفر درجهٔ سلسیوس است. چند گرم یخ در این فرایند ذوب شده است؟ خارج تجربی - ۸۵

$(L_F=333 kJ/kg\ ,c_{مس}=400 J/kg.K)$

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

پاسخ آب و یخ در تعادل بوده‌اند، از این‌رو دمای آن‌ها $0^\circ C$ است. پس از برقراری مجدد تعادل دمای مس $0^\circ C$ است، در نتیجه گرمایی که مس از دست داده است، تنها صرف ذوب یخ $0^\circ C$ شده است. یعنی گرمایی که مس از دست می‌دهد تا دمایش $0^\circ C$ شود با گرمایی که یخ دریافت می‌کند تا ذوب شود برابر است بنابراین

$$|Q_{مس}|=Q_F\Rightarrow |m_{Cu}c\Delta\theta|=m_iL_F \xrightarrow{(c_{مس}=400 J/kg.K, L_F=333 kJ/kg)}$$

$$\Rightarrow 3\times 400\times 11/1=m_F\times 333000\Rightarrow m_F=0/04kg=40g$$

B ۹۴۸ ۲

بازی با سؤال توان گرمایی یک گرمکن الکتریکی ۸۴۰ وات است. آن را در مخلوط آب و یخ در حال تعادل قرار می‌دهیم. اگر جرم اولیهٔ یخ ۱۰۰g باشد، جرم یخ ذوب‌شده در مدت ۵s چند گرم است؟ $(L_F=336 kJ/kg)$

۱) ۲/۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰