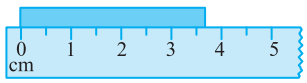
پرسش‌های چهار گزینه‌ای کنکور ۹۹*

فصل اوّل

۱- یک آمپرسنج رقمی، جریان الکتریکی مداری را به صورت $3/25A$ نشان می‌دهد. این اندازه را به کدام صورت باید گزارش کنیم؟ ریاضی - ۹۹

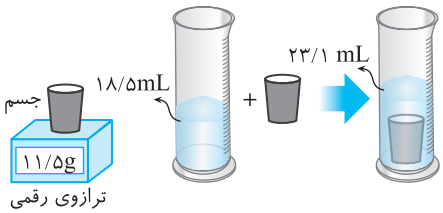
۱) $3/25 A \pm 0/01 A$ ۲) $3/250 A \pm 0/001 A$ ۳) $3/25 A \pm 0/03 A$ ۴) $3/250 A \pm 0/005 A$

۲- در شکل روبه‌رو، کدام گزارش برای نشان دادن طول جسم مناسب است؟ تجربی - ۹۹



۱) $3/7 cm \pm 0/3 cm$ ۲) $3/7 cm \pm 0/25 cm$
۳) $3/70 cm \pm 0/25 cm$ ۴) $3/70 cm \pm 0/30 cm$

۳- در یک آزمایش، جرم و حجم یک جسم جامد را مطابق شکل مقابل، پیدا می‌کنیم. با توجه به داده‌های روی شکل چگالی جسم در SI، چقدر است؟ خارج ریاضی - ۹۹



۱) ۲۵۰۰
۲) ۲۰۵۰
۳) ۲/۵
۴) ۲/۰۵

۴- مرتبهٔ بزرگی تعداد مولکول‌های موجود در یک میکروگرم گاز هیدورژن کدام است؟ (عدد آووگادرو $6/02 \times 10^{23}$ و جرم مولی گاز هیدروژن ۲ گرم بر مول است.) خارج ریاضی - ۹۹

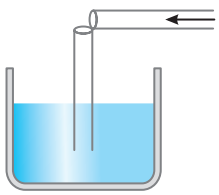
۱) 10^{16} ۲) 10^{17} ۳) 10^{18} ۴) 10^{19}

۵- شهری با مساحت $180 km^2$ در زمینی مسطح در شمال ایران واقع است. در یک روز، ۱۰ میلی‌متر باران در این شهر باریده است. اگر هر قطرهٔ باران، کره‌ای به قطر $4 mm$ فرض شود، تخمین مرتبهٔ بزرگی تعداد قطره‌های باران کدام است؟ خارج تجربی - ۹۹

۱) 10^{11} ۲) 10^{12} ۳) 10^{14} ۴) 10^{16}

فصل دوم

۶- یک نی پلاستیکی را مطابق شکل زیر از وسط می‌بریم و بدون اینکه دو قسمت آن کاملاً از هم جدا شوند، آن را ۹۰ درجه تا کرده و درون آب قرار می‌دهیم. حال اگر از قسمت افقی آن در جهت نشان داده شده بدمیم، فشار هوا داخل نی قائم، چگونه تغییر می‌کند و سطح آب داخل آن چگونه جابه‌جا می‌شود؟ ریاضی - ۹۹

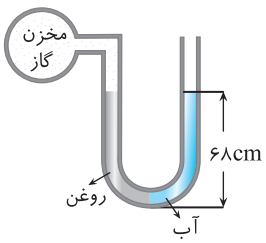


۱) افزایش می‌یابد، پایین می‌رود.
۲) کاهش می‌یابد، پایین می‌رود.
۳) افزایش می‌یابد، بالا می‌آید.
۴) کاهش می‌یابد، بالا می‌آید.

۷- در یک لولهٔ استوانه‌ای که مساحت قاعدهٔ آن $5 cm^2$ است، ۱۳۶ گرم جیوه و ۱۳۶ گرم آب می‌ریزیم. اگر چگالی جیوه و چگالی آب به ترتیب $13/6 g/cm^3$ و $1 g/cm^3$ باشد، فشار در ته لوله چند پاسکال است؟ $(P_0 = 76 cmHg , g = 10 m/s^2)$ ریاضی - ۹۹

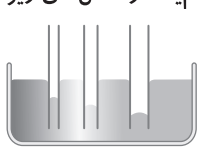
۱) ۵۴/۴ ۲) ۵۴۴۰۰ ۳) ۱۰۸/۸ ۴) ۱۰۸۸۰۰

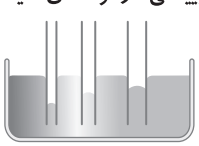
۸- مطابق شکل زیر، درون لولهٔ U شکلی که به یک مخزن گاز متصل است، حجم مساوی از آب و روغن قرار دارد. فشار پیمانه‌ای مخزن گاز چند میلی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{جیوه} = 13/6 g/cm^3$، $\rho_{آب} = 0/8 g/cm^3$ و $\rho_{روغن} = 0/8$ و $g = 10 \frac{m}{s^2}$) ریاضی - ۹۹

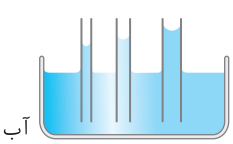


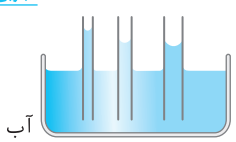
۱) ۱
۲) ۵
۳) ۱۰
۴) صفر

۹- کدام‌یک از شکل‌های زیر، خاصیت مویینگی در لوله‌های شیشه‌ای را درست نشان داده است؟ تجربی - ۹۹

۱) 

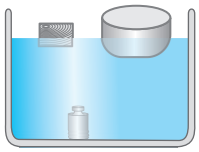
۲) 

۳) 

۴) 

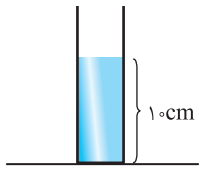
*- با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو به آدرس olgoobooks.ir می‌توانید پاسخ تشریحی سؤالات کنکور ۹۹ را دانلود کنید.

۱۰- در شکل مقابل، یک ظرف خالی و یک قطعه چوب روی آب شناورند و یک وزنهٔ فلزی در کف ظرف آب قرار دارد. اگر چوب را از سطح آب برداشته و داخل ظرف قرار دهیم، فشار در کف ظرف آب چگونه تغییر می‌کند و اگر وزنه را از جایی که قرار دارد، برداریم و درون ظرف قرار دهیم و ظرف همچنان شناور بماند، فشار در کف ظرف آب چگونه تغییر می‌کند؟ (به ترتیب از راست به چپ) تجربی - ۹۹



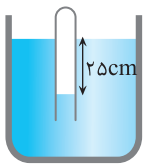
۱) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد.
۴) ثابت می‌ماند - کاهش می‌یابد.

۱۱- مطابق شکل زیر، در یک استوانهٔ بلند به سطح مقطع $۲۰cm^۲$ تا ارتفاع $۱۰cm$ از یک مایع به چگالی ۱۲۵۰ گرم بر لیتر قرار دارد و فشار در ته لوله $P_۱$ است. چند سانتی‌متر مکعب از مایع دیگری به چگالی ۸۰۰ گرم بر لیتر به مایع داخل لوله اضافه کنیم، تا فشار در ته لوله به $۱/۰۲P_۱$ برسد؟ ($P_۰=۷۵cmHg$ ، $\rho_{جیوه}=۱۳/۵g/cm^۳$ و $g=۱۰N/kg$) تجربی - ۹۹



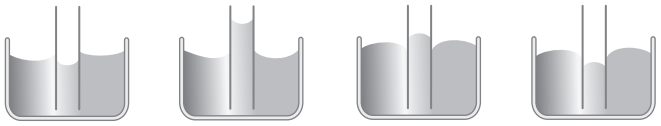
۱) ۵۱/۲۵ ۲) ۲۵۶/۲۵ ۳) ۵۱۲/۵ ۴) ۲۵۶۲/۵

۱۲- در شکل زیر، اگر چگالی مایع $۲g/cm^۳$ باشد، فشار گاز محبوس درون لوله چند کیلو پاسکال است؟ ($P_۰=۱۰^۵Pa$ و $g=۱۰m/s^۲$) خارج ریاضی - ۹۹



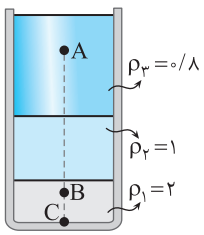
۱) ۸۵ ۲) ۹۵ ۳) ۱۰۵ ۴) ۱۲۵

۱۳- اگر یک لوله مویین را که دو طرف آن باز است به‌طور قائم در جیوه فرو ببریم، به صورت کدام‌یک از شکل‌های زیر در می‌آید؟ خارج تجربی - ۹۹



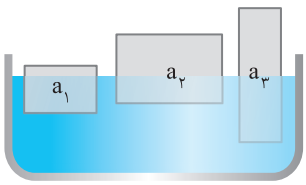
۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۱۴- در شکل زیر، سه مایع مخلوط نشدنی با چگالی‌های مشخص، قرار دارد و ارتفاع هر لایه از مایع‌ها ۲۰ cm است. اگر $AB=۴۰cm$ و $BC=۱۰cm$ باشد، اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B چند پاسکال است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$ خارج تجربی - ۹۹



۱) ۱۶۰۰ ۲) ۲۶۰۰ ۳) ۳۸۰۰ ۴) ۴۸۰۰

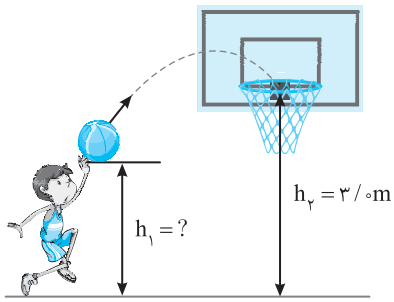
۱۵- سه جسم $a_۱$، $a_۲$ و $a_۳$ با چگالی‌های متفاوت بر سطح آب شناورند. کدام رابطه بین چگالی آن‌ها درست است؟ خارج تجربی - ۹۹



۱) $\rho_۱>\rho_۲>\rho_۳$ ۲) $\rho_۱>\rho_۳>\rho_۲$ ۳) $\rho_۳>\rho_۱>\rho_۲$ ۴) $\rho_۳>\rho_۲>\rho_۱$

فصل سوم

۱۶- در شکل مقابل، ورزشکار توپ را با تندی (سرعت) اولیهٔ $۶m/s$ پرتاب می‌کند و اندازهٔ سرعت توپ در لحظهٔ ورود به سبد $۵m/s$ است. فاصلهٔ نقطهٔ پرتاب توپ تا سطح زمین ($h_۱$) چند متر است؟ (مقاومت هوا ناچیز و $g=۱۰m/s^۲$ است.) ریاضی - ۹۹

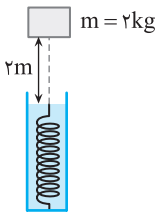


۱) ۲/۴۵
۲) ۲/۴۶
۳) ۲/۵۵
۴) ۲/۶۴

۱۷- پمپ آبی در هر دقیقه ۳ متر مکعب آب رودخانه‌ای را به نقطه‌ای منتقل می‌کند که ارتفاع آن تا سطح آب رودخانه ۲۴ متر است. اگر توان ورودی پمپ ۲۰ کیلووات باشد، بازده پمپ چند درصد است؟ ($\rho_{آب}=۱g/cm^۳$ و $g=۱۰m/s^۲$) ریاضی - ۹۹

۱) ۷۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۰ ۴) ۳۰

۱۸- مطابق شکل زیر، وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم را با سرعت اولیهٔ $۲m/s$ از ۲ متری بالای یک فنر قائم، به سمت فنر پرتاب می‌کنیم. اگر از جرم فنر و مقاومت هوا صرف نظر کنیم و بیشینه انرژی ذخیره شده در فنر $۴۶J$ باشد، بیشینه تراکم طول فنر چند سانتی‌متر است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$ تجربی - ۹۹

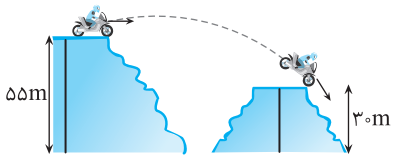


۱) ۱/۳ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۱۹- گلوله‌ای به جرم $۴۰g$ با سرعت افقی که بزرگی آن $۳۰۰m/s$ است، به دیواری برخورد می‌کند و پس از طی مسافت $۲۰cm$ داخل دیوار، متوقف می‌شود. کار نیرویی که دیوار به گلوله وارد می‌کند، چند ژول است؟ خارج ریاضی - ۹۹

۱) −۱۸ ۲) −۱۸۰۰ ۳) −۶ ۴) −۶۰۰

۲۰- در شکل زیر، موتورسوار با سرعتی به بزرگی $۲۰m/s$ از تپهٔ اول جدا می‌شود. اگر تنها نیروی مؤثر، نیروی وزن باشد، بزرگی سرعت آن در لحظهٔ رسیدن به تپهٔ دوم، چند متر بر ثانیه است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$ خارج ریاضی - ۹۹



۱) ۲۵ ۲) ۲۸ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۲۱- چتربازی به جرم کل $۱۰۰kg$ از بالونی در ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح زمین با سرعتی به بزرگی $۱/۵m/s$ به بیرون بالون می‌پرد. اگر او با سرعتی به بزرگی $۴/۵m/s$ به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چترباز در طول مسیر سقوط چند کیلوژول است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$ خارج تجربی - ۹۹

۱) −۹۰۰ ۲) −۵۰۰/۹ ۳) −۵۰۰ ۴) −۴۹۹/۱

۲۲- گلوله‌ای به جرم $۲۰۰g$ در شرایط خلأ از ارتفاع ۴۵ متری زمین رها می‌شود و پس از برخورد به زمین تا ارتفاع ۲۰ متری زمین برمی‌گردد. اگر زمان تماس گلوله با زمین $۲ms$ باشد، بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر گلوله در مدت برخورد به زمین چند نیوتون است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$ خارج تجربی - ۹۹

۱) ۲۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۲۵۰۰ ۴) ۵۰۰۰

فصل چهارم

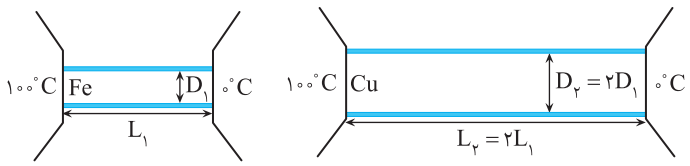
۲۳- به دو کرهٔ فلزی توپر A و B که جرم مساوی دارند و حجم کرهٔ B، ۴ برابر حجم کرهٔ A است، گرمای مساوی می‌دهیم. اگر گرمای ویژهٔ A نصف گرمای ویژه B و ضریب انبساط خطی A نصف ضریب انبساط خطی B باشد، تغییر حجم کرهٔ A چند برابر تغییر حجم کرهٔ B است؟ ریاضی - ۹۹

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

۲۴- چند گرم آب ۵۰ درجهٔ سلسیوس را روی ۴۵۰ گرم یخ صفر درجهٔ سلسیوس بریزیم تا پس از برقراری تعادل گرمایی، ۵۲۰ گرم آب صفر درجهٔ سلسیوس در ظرف ایجاد شود؟ (اتلاف گرما ناچیز است و $L_F=۳۳۶۰۰۰J/kg$ و $c_{آب}=۴۲۰۰J/kg.K$) ریاضی - ۹۹

۱) ۷۰ ۲) ۲۶۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۳۲۰

۲۵- در شکل زیر، رسانندگی گرمایی میله‌های استوانه‌ای آهنی و مسی به ترتیب $۸۰W/m.K$ و $۴۰۰W/m.K$ است. در یک بازهٔ زمانی معین، گرمایی که از میلهٔ مسی می‌گذرد، چند برابر گرمایی است که از میلهٔ آهنی می‌گذرد؟ (میله‌ها عایق‌بندی شده است.) تجربی - ۹۹



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۴ ۳) ۸ ۴) ۱۰

۲۶- به ۵۰۰g یخ $-۲۰^\circ C$ مقداری گرما با آهنگ $۱۰/۵kJ/min$ در مدت ۲۰ دقیقه می‌دهیم. دمای نهایی آب حاصل، چند درجهٔ سلسیوس است؟ ($L_F=۳۳۶۰۰۰J/kg$ و $c_{آب}=۲c_{یخ}=۴۲۰۰J/kg.^\circ C$) تجربی - ۹۹

۱) صفر ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۵

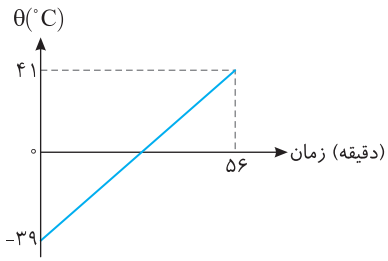
۲۷- طول و عرض شیشهٔ پنجرهٔ اتاقی $2/5m$ و $2m$ و ضخامت آن $5mm$ است. در یک روز زمستانی، دمای وجهی از شیشه که در تماس با هوای بیرون است، $-5^\circ C$ و دمای وجهی از شیشه که در تماس با هوای درون اتاق است، $+5^\circ C$ است، با استفاده از یک بخاری برقی، گرمای هدر رفته از پنجره را جایگزین می‌کنیم. توان گرمایی این بخاری چند کیلووات است؟ $(k_{\text{شیشه}} = 0/6 W/m.K)$ خارج ریاضی - ۹۹

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۱۰

۲۸- دمای یک کرهٔ فلزی را ۸۰ درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهیم، حجم آن ۰/۰۸ درصد افزایش می‌یابد. اگر دمای این کره را ۶۰ درجه سلسیوس افزایش دهیم، سطح کره چند درصد افزایش می‌یابد؟ خارج ریاضی - ۹۹

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۰۸ ۳) ۰/۰۶ ۴) ۰/۰۴

۲۹- به مایعی به جرم ۵۰۰ گرم در هر دقیقه ۱۰۰J گرما می‌دهیم. اگر نمودار تغییرات دما بر حسب زمان به صورت شکل مقابل باشد، گرمای ویژهٔ مایع در SI، کدام است؟ خارج ریاضی - ۹۹



۱) ۱۴۰
۲) ۱۶۰
۳) ۲۸۰
۴) ۳۲۰

۳۰- در شکل زیر، میلهٔ فلزی عایق‌بندی شده‌ای به طول $41cm$ و سطح مقطع $5cm^2$ بین دو چشمهٔ با دمای ثابت قرار دارد. اگر رسانندگی گرمایی میله در SI برابر ۸۲ باشد، گرمایی که در مدت ۲۸ دقیقه منتقل می‌شود، چند گرم یخ صفر درجهٔ سلسیوس را به آب صفر درجهٔ سلسیوس تبدیل می‌کند؟ $(L_F = 336 kJ/kg)$ خارج تجربی - ۹۹

۱) ۵۰
۲) ۱۰۰
۳) ۱۵۰
۴) ۲۰۰

۳۱- در ظرفی ۸۰۰ گرم آب صفر درجهٔ سلسیوس وجود دارد. یک قطعه فلز به جرم ۴۲۰ گرم و دمای ۸۴ درجهٔ سلسیوس را درون آب می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل، دمای مجموعه چند درجهٔ سلسیوس می‌شود؟ (اتلاف گرما ناچیز و $c_{\text{فلز}} = 400 J/kg.^\circ C$ و $c_{\text{آب}} = 4200 J/kg.^\circ C$ است.) خارج تجربی - ۹۹

۱) ۱۰ ۲) ۶ ۳) ۵ ۴) ۴

پاسخ‌نامهٔ کلیدی کنکور ۹۹

سؤال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
پاسخ	۱	۱	۱	۲	۳	۴	۴	۳	۲	۳	۳	۳	۱	۴	۲	۲	۲

سؤال	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱
پاسخ	۴	۲	۳	۴	۴	۴	۴	۴	۳	۳	۴	۱	۱	۴

پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای کنکور ۹۹

A ۱ ۱

A ۲ ۱ دقت اندازه‌گیری خط‌کش برابر کمینه درجه‌بندی آن است که برابر ۰/۵cm است و خطای آن $\frac{۰/۵}{۲}=۰/۲۵cm \sim ۰/۳cm$ است بنابراین گزینه (۱) درست است.

دقت کنید که در گزینهٔ (۳)، دو رقم حدسی وجود دارد که در گزارش اندازه‌گیری باید یک رقم حدسی بیان شود.

B ۳ ۱ با توجه به شکل جرم قطعه برابر ۱۱/۵ گرم است. با قرار دادن جسم درون ظرف، حجم آب به اندازهٔ حجم جسم جابه‌جا می‌شود.

$$\Delta V_{آب}=V_{جسم}\Rightarrow ۲۳/۱-۱۸/۵=V_{جسم}\Rightarrow V'_{جسم}=۴/۶mL$$

حال با توجه به رابطهٔ چگالی و داشتن جرم و حجم جسم داریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow \rho=\frac{۱۱/۵\times ۱۰^{-۳}}{۴/۶\times ۱۰^{-۶}}=۲۵۰۰kg/m^۳$$

B ۴ ۲ تعداد مول هر عنصری از دو رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$n=\frac{m}{M}\xrightarrow[M=۲g/mol]{m=۱\mu g=۱۰^{-۶}g} n=\frac{۱\times ۱۰^{-۶}g}{۲g/mol}=۰/۵\times ۱۰^{-۶}mol$$

$$n=\frac{\text{تعداد مولکول‌های گاز هیدروژن}}{\text{عدد آووگادرو}}\Rightarrow ۰/۵\times ۱۰^{-۶}=\frac{\text{تعداد مولکول‌های گاز هیدروژن}}{۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳}}$$

$$\text{تعداد مولکول‌های گاز هیدروژن}=(۰/۵\times ۱۰^{-۶})\times(۶/۰۲\times ۱۰^{۲۳})=۳/۰۱\times ۱۰^{۱۷}$$

مرتبهٔ بزرگی تعداد مولکول‌های سازندهٔ گاز هیدروژن $۱۰^{۱۷}$ است.

A ۳ ۵ ابتدا حجم کل باران را به‌دست می‌آوریم.

$$V=Ah\Rightarrow V=۱/۸\times ۱۰^۸ m^۲\times ۱۰\times ۱۰^{-۳}m=۱/۸\times ۱۰^۶ m^۳\sim ۱۰^۶ m^۳$$

حجم هر قطره باران برابر است با:

$$V=\frac{۴}{۳}\pi R^۳=\frac{۴}{۳}\pi\times(۲\times ۱۰^{-۳})^۳=۴\times ۸\times ۱۰^{-۹}\sim ۱\times ۱۰\times ۱۰^{-۹}=۱۰^{-۸}m^۳$$

$$V_{کل}=nV_{قطره}\Rightarrow ۱۰^۶=n\times ۱۰^{-۸}\Rightarrow n=۱۰^{۱۴}$$

البته بهتر بود که فاصلهٔ بین گزینه‌ها از هم بیشتر باشد، چون در تخمین مرتبه بزرگی، جواب به‌دست آمده می‌تواند یک یا دو مرتبه با پاسخ فاصله داشته باشد. (جمله آخر از متن کتاب درسی گفته شده است.)

A ۴ ۶ با دمیدن بر بالای نی قائم، تندی هوای بالای نی افزایش یافته و فشار هوای بالای آن کاهش می‌یابد و فشار هوای دورن نی کاهش می‌یابد و مایع درون نی بالا می‌آید.

B ۴ ۷ در ظرف استوانه‌ای دو مایع به جرم‌های $m=۱۳۶g$ ریخته شده پس فشار را از $P=\frac{W}{A}$ حساب می‌کنیم.

$$P=\frac{W}{A}=\frac{۲mg}{A}=\frac{۲\times ۱۳۶\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰}{۵\times ۱۰^{-۴}}=۵۴۴۰Pa$$

اکنون فشار هوا را به پاسکال تبدیل می‌کنیم.

$$P_۰=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow P_۰=۱۳/۶\times ۱۰^۳\times ۱۰\times ۰/۷۶=۱۰۳۳۶۰Pa$$

$$P_{کل}=۵۴۴۰+۱۰۳۳۶۰=۱۰۸۸۰۰Pa$$

B ۳ ۸ فشار پیمانه‌ای برابر اختلاف فشار ستون آب و روغن است.

$$P_g=\rho_W gh_W-\rho_۰gh_۰=۱۰۰۰\times ۱۰\times\frac{۶۸}{۱۰۰}-۸۰۰\times ۱۰\times\frac{۶۸}{۱۰۰}$$

$$P_g=۶۸۰\times ۱۰-۶۸۰\times ۸=۶۸۰\times ۲=۱۳۶۰\ Pa$$

این فشار را به cmHg تبدیل می‌کنیم.

$$P_g=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow P_{cmHg}=\frac{۱۳۶۰}{۱۳۶۰۰\times ۱۰}\times ۱۰۰=۱cmHg=۱۰mmHg$$

A ۹ ۲ هر چه لولهٔ مویین پهن‌تر باشد، سطح مایع درون لوله به سطح مایع درون ظرف نزدیک‌تر می‌شود و در سطح جیوه، تحدب وجود دارد از این رو گزینه (۲) درست است.

B ۱۰ ۳ بنا به اصل ارشمیدس نیروی شناوری برابر وزن مایع جابه‌جا شده است. وقتی چوب روی سطح آب شناور است، نیروی شناوری وارد بر چوب با نیروی وزن چوب برابر است. وقتی چوب را درون ظرف می‌گذاریم، همچنان چوب بر سطح آب شناور بوده و نیروی شناوری با نیروی وزن چوب برابر است و حجم آب جابه‌جا شده در دو حالت یکی است و ارتفاع مایع درون ظرف تغییر نمی‌کند و فشار ثابت می‌ماند. اما وقتی وزنه ته‌نشین شده است، نیروی شناوری وارد بر آن کمتر از حالتی است که وزنه درون ظرف روی سطح آب شناور است. یعنی با قرار دادن وزنه درون ظرف، نیروی شناوری و در نتیجه حجم آب جابه‌جا شده افزایش می‌یابد و ارتفاع آب درون ظرف بیشتر شده و فشار وارد بر کف افزایش می‌یابد.

B ۱۱ ۳ ابتدا فشار هوا را بر حسب پاسکال به‌دست می‌آوریم:

$$P_۰=۷۵cmHg\Rightarrow P_۰=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow P_۰=۱۳۵۰۰\times ۱۰\times\frac{۷۵}{۱۰۰}=۱۰۱۲۵۰Pa$$

در حالت اول فشار وارد بر کف ظرف برابر است با:

$$P_{کف}=P_۰+P_{مایع}\Rightarrow P_۱=۱۰۱۲۵۰+\rho gh$$

$$P_۱=۱۰۱۲۵۰+۱۲۵۰\times ۱۰\times\frac{۱۰}{۱۰۰}=۱۰۲۵۰۰Pa$$

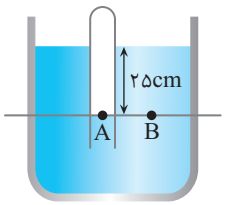
در حالت دوم فشار وارد بر کف ظرف به اندازهٔ $\Delta P=۱/۰۲P_۱-P_۱=۰/۰۲P_۱$ افزایش یافته که این افزایش فشار به دلیل اضافه شدن مایع به چگالی $۸۰۰kg/m^۳$ است:

$$\rho' gh'=۰/۰۲P_۱\Rightarrow ۸۰۰\times ۱۰\times h'=۲۰۵۰\Rightarrow h'=\frac{۲۰۵۰}{۸}\times ۱۰^{-۳}m=\frac{۲۰۵۰}{۸}\times ۱۰^{-۱}cm$$

حجم مایع برابر است با: $V=Ah\Rightarrow V=۲۰\times\frac{۲۰۵۰}{۸}\times ۱۰^{-۱}=\frac{۲۰۵۰}{۴}=۵۱۲/۵cm^۳$

B ۱۲ ۳ با توجه به خط تراز فشار در نقاط A و B با هم برابر است: $P_A=P_B$

فشار در نقطهٔ A برابر فشار گاز محبوس در لوله و فشار در نقطهٔ B برابر مجموع فشار هوا و فشار حاصل از ۲۵ سانتی‌متر از مایع است:



$$P_{گاز}=P_۰+\rho gh\xrightarrow{\rho=۲g/cm^۳=۲kg/m^۳} P_{گاز}=۱۰^۵+۲۰۰۰\times ۱۰\times\frac{۲۵}{۱۰۰}$$

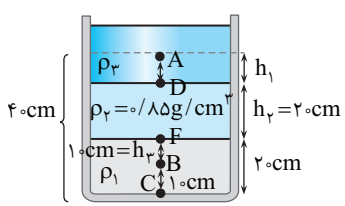
$$P_{گاز}=۱۰۵\times ۱۰^۳ Pa=۱۰۵kPa$$

A ۱۳ ۱ به دلیل بزرگ‌تر بودن نیروی هم‌چسبی جیوه از نیروی دگرچسبی بین جیوه و لوله، سطح جیوه درون لولهٔ مویین پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف است، از طرفی سطح جیوه دارای برآمدگی (تحدب) است و شکل A درست است.

A ۱۴ ۴ از A تا B $۴۰cm$ است که $۲۰cm$ آن مایع $\rho_۲$ و $۱۰cm$ آن مایع $\rho_۱$ و $۱۰cm$ دیگر آن مایع $\rho_۳$ و اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B برابر است با:

$$\Delta P_{AB}=\rho_۱gh_۱+\rho gh_۲+\rho_۳gh_۳$$

$$=۲۰۰۰\times ۱۰\times\frac{۱۰}{۱۰۰}+۱۰۰۰\times ۱۰\times\frac{۲۰}{۱۰۰}+۸۰۰\times ۱۰\times\frac{۱۰}{۱۰۰}=۲۰۰۰+۲۰۰۰+۸۰۰=۴۸۰۰Pa$$



۱۵ **۲** B **نکته مهم:** هر چه درصد حجمی که یک جسم در مایعی فرورفته بیشتر باشد، آن جسم چگالی بیشتری دارد. در شکل مسئله بیشتر از نصف حجم جسم a_1 در آب فرورفته است و برای جسم a_3 کمی بیشتر از نصف حجمش در آب فرورفته و حجم فرورفتهٔ جسم a_2 در آب از نصف هم کمتر است بنابراین به ترتیب درصد فرورفتگی a_1 بیشتر از a_3 و a_3 بیشتر از a_2 است در نتیجه $\rho_1>\rho_3>\rho_2$

۱۶ **۱** اتلاف انرژی نداشته و با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_1=E_2\Rightarrow mgh_1+\frac{1}{2}mv_1^2=mgh_2+\frac{1}{2}mv_2^2$$

$$10h_1+\frac{1}{2}\times 36=30+\frac{1}{2}\times 25\Rightarrow 20h_1+36=60+25\Rightarrow h_1=2/45m$$

۱۷ **۲** B پمپ آب در هر دقیقه ۳ مترمکعب آب را تا ارتفاع ۲۴m بالا می‌برد، در واقع کاری که پمپ انجام می‌دهد برابر است با:

$$W_{\text{پمپ}}=mgh\xrightarrow{m=\rho V}W_{\text{پمپ}}=(1000\times 3)\times(10)\times(24)$$

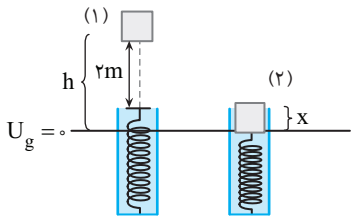
حال بازده پمپ را حساب می‌کنیم:

$$Ra=\frac{W_{\text{مفید}}}{W_{\text{کل}}}=\frac{mgh}{Pt}\Rightarrow Ra=\frac{3000\times 10\times 24}{20\times 10^3\times 60}\Rightarrow Ra=60\%$$

۱۸ **۴** B با توجه به نبود اتلاف انرژی با توجه اصل به پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{1}{2}mv^2+mgh=U_e\xrightarrow[U_e=46J]{h=2+x}$$

$$\frac{1}{2}\times 2\times 2^2+2\times 10(2+x)=46\Rightarrow 2+x=2/1\Rightarrow x=2/1-2=0/1\Rightarrow x=10cm$$

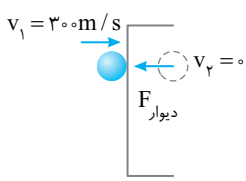


۱۹ **۲** B با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t=\Delta K\xrightarrow{\text{جابه‌جایی افقی}\ W_g=0}W_{F_{\text{دیوار}}}=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\xrightarrow[v_1=300m/s]{v_2=0}W_{F_{\text{دیوار}}}=\frac{1}{2}\times 40\times 10^{-3}(0^2-(300)^2)$$

$$\Rightarrow W_{F_{\text{دیوار}}}=20\times 10^{-3}(-90000)=-1800J$$

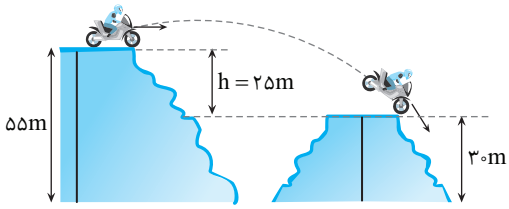


۲۰ **۳** B با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی:

$$W_t=\Delta K\xrightarrow[W_g=+mgh]{W_t=W_g}W_g=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$mgh=\frac{1}{2}m(v_2^2)-\frac{1}{2}m(20)^2\xrightarrow{h=25m}250=\frac{v_2^2}{2}-200$$

$$\frac{v_2^2}{2}=450\Rightarrow v_2^2=900\Rightarrow v_2=30m/s$$



۲۱ **۴** A نیروهای وارد بر چترباز، نیروی گرانش و نیروی مقاومت هواست. بنا بر قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت.

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

$$\Rightarrow(100\times 10\times 500)+W_{f_D}=\frac{1}{2}\times 100\times(4/5^2-1/5^2)$$

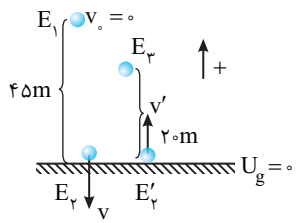
$$5000000+W_{f_D}=50(4/5+1/5)(4/5-1/5)$$

$$\Rightarrow 5000000+W_{f_D}=50\times 6\times 3\Rightarrow 5000000+W_{f_D}=900$$

$$\Rightarrow W_{f_D}=-499100J=-499/1kJ$$

۲۲ **۴** B ابتدا به کمک اصل پایستگی انرژی مکانیکی سرعت برخورد گلوله به زمین و همچنین سرعت برگشت آن از سطح زمین را حساب می‌کنیم. سطح زمین را مبدأ پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم.

$$E_2=E_1=\frac{1}{2}mv^2=mgh\Rightarrow v^2=2\times 10\times 45\Rightarrow v=-30m/s$$



علت منفی قرار دادن سرعت برخورد به زمین این است که ما جهت مثبت را رو به بالا اختیار کرده‌ایم. اما پس از برخورد گلوله به زمین گلوله ابتدا متوقف می‌شود و سپس با سرعت v' روبه بالا حرکت می‌کند و در این لحظه دارای انرژی جنبشی $\frac{1}{2}mv'^2$ است و تا 20m بالا می‌رود و سرعتش صفر می‌شود و انرژی جنبشی‌اش به انرژی پتانسیل تبدیل می‌شود.

$$\frac{1}{2}mv'^2=mgh'\Rightarrow v'^2=2gh'=2\times 10\times 20\Rightarrow v'=20m/s$$

v' را مثبت قرار می‌دهیم زیرا جهتش رو به بالا و در جهت مثبت اختیاری ما بود. اکنون شتاب در مدت برخورد و سپس نیروی خالص را حساب می‌کنیم.

$$a=\frac{v'-v}{t}=\frac{20-(-30)}{2\times 10^{-3}}=25\times 10^3 m/s^2$$

$$F_{net}=ma\Rightarrow F_{net}=0/2\times 25\times 10^3=5000N$$

میانبر: در شرایط خلأ می‌توانید از رابطهٔ $v=\sqrt{2gh}$ که در آن h مقدار جابه‌جایی در امتداد قائم است استفاده کنید.

۲۳ **۴** B گرمای داده شده به دو جسم یکسان است، بنابراین:

$$Q_A=Q_B\Rightarrow m_Ac_A\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B\xrightarrow[c_A=\frac{1}{2}c_B]{m_A=m_B}$$

$$m_B\frac{1}{2}c_B\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B\Rightarrow\Delta\theta_B=\frac{1}{2}\Delta\theta_A$$

نسبت تغییر حجم دو جسم خواسته شده است.

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{V_A(3\alpha_A)\Delta\theta_A}{V_B(3\alpha_B)\Delta\theta_B}\xrightarrow[\Delta\theta_A=2\Delta\theta_B]{V_B=4V_A}\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{1}{4}\times\frac{\alpha_A}{\alpha_B}\times 2$$

$$\xrightarrow{\alpha_A=\frac{1}{2}\alpha_B}\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{1}{4}\times\frac{1}{2}\times 2=\frac{1}{4}$$

B **۲۴** **۴** مجموع آب و یخ ذوب شده درحالت ثانویه برابر ۵۲۰g است در واقع $m_{\text{یخ ذوب شده}}+m_{\text{آب}}=۵۲۰g$ است. $m_{\text{آب}}=۵۲۰-m_{\text{جرم یخ ذوب شده}}$

تمام گرمای لازم برای آن‌که $۵۲۰-m$ گرم یخ ذوب شود از آب ۵۰° گرفته شده است، در واقع:

$$Q_F=Q_{\text{آب}}\Rightarrow(۵۲۰-m)\times۳۳۶۰۰۰=m\times۴۲۰۰\times۵۰$$

$$۵۲۰\times۸۰-۸۰m=۵۰m\Rightarrow۵۲۰\times۸۰=۱۳۰m\Rightarrow m=۳۲۰g$$

A **۲۵** **۴** آهنگ رسانش گرمایی از رابطهٔ $H=\frac{kA(\theta_H-\theta_L)}{L}$ به‌دست می‌آید. چون دمای دو منبع سرد و گرم در دو حالت داده شده یکسان است، پس نسبت آهنگ رسانش گرمایی دو میله برابر است با:

$$\frac{H_{Cu}}{H_{Al}}=\frac{\frac{k_{Cu}\times A_{Cu}(\Delta\theta)}{L_۲}}{\frac{k_{Al}A_{Al}(\Delta\theta)}{L_۱}}=\frac{\frac{۴۰۰\times\pi(\frac{۲D_۱}{۲})^۲}{۲L_۱}}{\frac{۸۰\times\pi\frac{D_۱^۲}{۴}}{L_۱}}=\frac{\frac{۵\times۱}{۲}}{\frac{۱}{۴}}=۱۰$$

B **۲۶** **۳** ابتدا گرمایی که به یخ داده شده، به‌دست می‌آوریم:

$$P=\frac{Q}{t}\Rightarrow Q=Pt\Rightarrow Q=۱۰/۵\frac{kJ}{min}\times۲۰min=۲۱۰kJ=۲۱۰\times۱۰^۳J$$

گرمای ویژهٔ یخ نصف گرمای ویژهٔ آب است: $c_{\text{یخ}}=\frac{c}{۲}$

گرمای نهان ذوب یخ، ۸۰ برابر گرمای ویژهٔ آب است: $\frac{L_F}{c}=\frac{۳۳۶۰۰۰}{۴۲۰۰}\Rightarrow L_F=۸۰c$

گرمای داده‌شده به یخ را نیز بر حسب c به‌دست می‌آوریم $\frac{Q}{۴۲۰۰}c=\frac{۲۱۰\times۱۰^۳}{۴۲۰۰}c=۵۰c$

حال سؤال را حل می‌کنیم:

۱- ابتدا دمای یخ از $-۲۰^\circ C$ به $۰^\circ C$ می‌رسد:

$$Q_۱=mc_{\text{یخ}}\Delta\theta\Rightarrow Q_۱=۰/۵\times\frac{c}{۲}\times۲۰=۵c$$

گرمای مابقی یعنی $۵۰c-۵c=۴۵c$ باعث ذوب یخ می‌شود.

$$Q_۲=mL_F\Rightarrow Q_۲=۰/۵\times۸۰c=۴۰c$$

گرمای باقی‌مانده یعنی $۴۵c-۴۰c=۵c$ باعث افزایش دمای آب می‌شود:

$$۵c=mc\times\Delta\theta\Rightarrow۵c=۰/۵c\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=۱۰^\circ C$$

B **۲۷** **۳** گرمایی که شیشه تلف می‌کند را به‌دست می‌آوریم:

$$H=KA\frac{(\theta_H-\theta_L)}{L}\xrightarrow[L=۵mm=۵\times۱۰^{-۳}m]{A=۲\times۲/۵=۵m^۲}$$

$$H=۰/۶\times۵\times\frac{(۵-(-۵))}{۵\times۱۰^{-۳}}=۶۰۰۰\Rightarrow H=\frac{Q}{t}\Rightarrow Q=۶۰۰۰tJ$$

این گرما باید توسط بخاری جایگزین شود و $Q_{\text{بخاری}}=Q=۶۰۰۰t$ است:

$$P_{\text{بخاری}}=\frac{Q_{\text{بخاری}}}{t}\Rightarrow P_{\text{بخاری}}=\frac{۶۰۰۰t}{t}=۶۰۰۰W=۶kW$$

B **۲۸** **۴** درصد تغییرات حجمی کره برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات حجم}=\frac{\Delta V}{V_۱}\times۱۰۰\xrightarrow[\Delta\theta=۸۰^\circ C]{\Delta V=V_۱(۳\alpha)\Delta\theta}$$

$$۰/۰۸=(۳\alpha)\times\Delta\theta\times۱۰۰\Rightarrow۰/۰۸=(۳\alpha)\times۸۰\times۱۰۰\Rightarrow\alpha=\frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۵}$$

درصد تغییرات سطحی کره برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات سطح}=\frac{\Delta A}{A_۱}\times۱۰۰\xrightarrow[\Delta\theta'=۶۰^\circ,\alpha=\frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۵}]{\Delta A=A_۱(۲\alpha)\Delta\theta'}$$

$$\text{درصد تغییرات سطح}=۲\alpha\Delta\theta'\times۱۰۰$$

$$\text{درصد تغییرات سطح}=(\frac{۲}{۳}\times۱۰^{-۵})\times۶۰\times۱۰۰=۰/۰۴٪$$

B **۲۹** **۱** با توجه به نمودار در مدت ۵۶ دقیقه دمای مایع از $-۳۹^\circ C$ به $۴۱^\circ C$ رسیده و در سؤال گفته شده هر دقیقه به مایع ۱۰۰J گرما داده شده است:

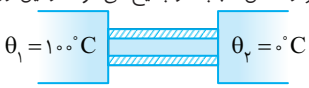
$$\frac{۱min\ |\ ۱۰۰J}{۵۶min\ |\ Q}\Rightarrow Q=۵۶\times۱۰۰J=۵۶۰۰J$$

با استفاده از رابطهٔ گرما، گرمای ویژه را به‌دست می‌آوریم:

$$Q=۵۶۰۰J\Rightarrow mc\Delta\theta=۵۶۰۰\xrightarrow[m=۵۰۰g=۰/۵kg]{\Delta\theta=۴۱-(-۳۹)=۸۰^\circ C}$$

$$۰/۵\times c\times۸۰=۵۶۰۰\Rightarrow C=۱۴۰J/kg^\circ C$$

A **۳۰** **۱** گرمای شارش شده در اثر رسانش سبب ذوب یخ می‌شود. از این رو می‌توان نوشت:



$$Q=mL_F$$

$$Q=\frac{KA\Delta\theta t}{L}\Rightarrow\frac{KA\Delta\theta t}{L}=mL_F$$

$$\frac{۸۲\times۵\times۱۰^{-۴}\times۱۰۰\times۲۸\times۶۰}{۴۱\times۱۰^{-۲}}=m\times۳۳۶۰۰۰\Rightarrow m=۵\times۱۰^{-۲}kg\Rightarrow m=۵۰g$$

A **۳۱** **۴** بنا بر قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$Q_۱+Q_۲=۰\Rightarrow۰/۸\times۴۲۰۰\times(\theta_e-۰)=۰/۴۲\times۴۰۰\times(۸۴-\theta_e)$$

$$\Rightarrow۸۰\theta_e=۴(۸۴-\theta_e)\Rightarrow۸۴\theta_e=۴\times۸۴\Rightarrow\theta_e=۴^\circ C$$

میانبر: استفاده از رابطهٔ $\theta_e=\frac{m_۱c_۱\theta_۱+m_۲c_۲\theta_۲}{m_۱c_۱+m_۲c_۲}$

پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای کنکور ۱۴۰۰

۱ این مبحث (خطای اندازه‌گیری) از کتاب درسی حذف شده است.

۲ این مبحث (رقم‌های بامعنا) از کتاب درسی حذف شده است.

۳ A ۲ یکای فرعی یعنی ارتباط یکای کمیت مورد نظر با یکاهای اصلی (کیلوگرم، ثانیه، متر، ...)، بنابراین باید به کمک تعریف فشار، رابطهٔ بین یکای فشار با یکاهای اصلی SI را به‌دست بیاورید.

بنا به تعریف فشار خواهیم داشت:

یادآوری

$$P=\frac{F}{A}\xrightarrow{F=ma}P=\frac{ma}{A}\quad(ma:\ kg\ m/s^2,\ A:\ m^2)$$

$$\Rightarrow \text{یکای فرعی فشار}=\frac{kgm/s^2}{m^2}=kg/m.s^2$$

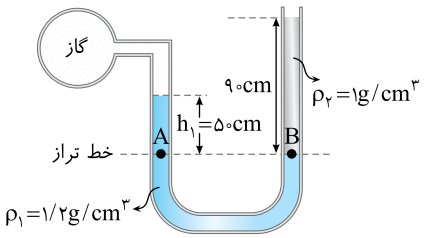
یادآوری پاسکال یکای SI کمیت فشار است و یکای فرعی آن $kg/m.s^2$ است.

۴ این مباحث (خطای اندازه‌گیری و ارقام بامعنا) از کتاب درسی حذف شده‌اند.

۵ B ۱ با توجه به خط تراز فشار نقاط A و B برابر است.

$$P_A=P_B$$

$$P_{\text{گاز}}+\rho_1 gh_1=P_0+\rho_2 gh_2$$



فشار پیمانه‌ای برابر اختلاف فشار مخزن گاز و فشار هواست، بنابراین:

$$P_g=P_{\text{گاز}}-P_0=\rho_2 gh_2-\rho_1 gh_1$$

$$\Rightarrow P_g=1000\times 10\times\frac{90}{100}-1200\times 10\times\frac{50}{100}\Rightarrow P_g=9000-6000=3000Pa$$

۶ B ۳ فشار کل در عمق h از یک مایع با چگالی ρ برابر است با:

$$P=P_0+\rho gh$$

با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

در عمق 5cm: $P_1=P_0+\rho gh_1\Rightarrow 10^5=P_0+\rho\times 10\times\frac{5}{100}=P_0+0/5\rho$

در عمق 20cm: $P_2=P_0+\rho gh_2\Rightarrow 1/06\times 10^5=P_0+\rho\times 10\times\frac{20}{100}=P_0+2\rho$

دو رابطه را از هم کم می‌کنیم:

$$0/06\times 10^5=2\rho-0/5\rho\Rightarrow 6\times 10^3=1/5\rho\Rightarrow\rho=4000kg/m^3$$

فشار هوا خواهد شد:

$$10^5=P_0+0/5\rho\Rightarrow 10^5=P_0+2\times 10^3$$

$$100\times 10^3=P_0+2\times 10^3\Rightarrow P_0=98\times 10^3\,Pa=98kPa$$

میانبر اختلاف فشار بین دو نقطه از یک مایع از رابطه $\Delta P=\rho g\Delta h$ به‌دست می‌آید که در آن Δh، اختلاف ارتفاع نقاط درون مایع است:

$$\Delta P=\rho g\Delta h\Rightarrow(106-100)10^3=\rho\times 10\times\frac{15}{100}\Rightarrow\rho=4000kg/m^3$$

۷ B ۳ **یادآوری** فشار در عمق h یک مایع از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$P=\rho gh+P_0$$

۱ فشار در عمق 10cm، برابر است با:

$$P=P_0+\rho gh_1\Rightarrow P_1=1/026\times 10^5+\rho\times 10\times\frac{10}{100}\Rightarrow P_1=1/026\times 10^5+\rho$$

۲ فشار در عمق 53cm برابر است:

$$\begin{cases}P_2=P_0+\rho gh_2\\ P_2=1/026\times 10^5+\rho\times 10\times\frac{53}{100}\end{cases}\Rightarrow P_2=1/026\times 10^5+5/3\rho$$

۳ با توجه به صورت سؤال $P_2=1/5P_1$ است:

$$\begin{cases}P_2=1/5P_1\Rightarrow 1/5P_1=1/026\times 10^5+5/3\rho\\ P_1=1/026\times 10^5+\rho\end{cases}$$

۴ رابطهٔ P_1 و P_2 را برهم تقسیم می‌کنیم تا مجهول P_1 از صورت و مخرج حذف شود و تنها مجهول چگالی باقی بماند:

$$\frac{P}{1/5P}=\frac{1/026\times 10^5+\rho}{1/026\times 10^5+5/3\rho}\Rightarrow\frac{2}{3}=\frac{1/026\times 10^5+\rho}{1/026\times 10^5+5/3\rho}$$

$$\Rightarrow 2(1/026\times 10^5)+10/6\rho=3(1/026\times 10^5)+3\rho\Rightarrow 7/6\rho=1/026\times 10^5$$

$$\rho=13500kg/m^3=13/5g/cm^3$$

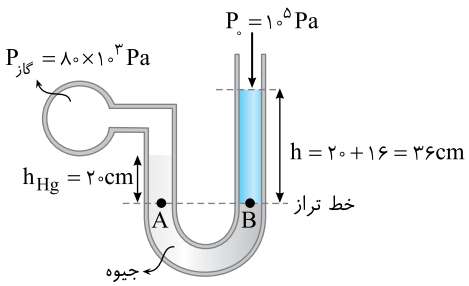
۸ B ۳ **خط فکری** برای حل سؤالاتی که با لولهٔ U سرو کار داریم ابتدا خط تراز را می‌کشیم. خط تراز آخرین جایی است که مایع در دو شاخه یکسان بوده و خطی موازی با سطحی است که لوله روی آن قرار گرفته است. ویژگی خط تراز این است که فشار روی خط تراز یکسان است. مطابق شکل خط تراز را می‌کشیم. فشار در نقاط A و B با هم برابر است: $P_A=P_B$

فشار در نقطه A برابر هر چیزی است که بالاتر از آن بوده و روی آن فشار می‌آورد پس

$$P_A=P_{\text{گاز}}+\rho_{Hg}gh_{Hg}.$$

فشار در نقطهٔ B برابر هر چیزی است که بالاتر از آن بوده و روی آن فشار می‌آورد پس

$$P_B=P_0+\rho gh.$$



$$P_A=P_B\Rightarrow P_{\text{گاز}}+\rho_{Hg}gh_{Hg}=P_0+\rho gh$$

$$80\times 10^3+13600\times 10\times\frac{20}{100}=10^5+\rho\times 10\times\frac{36}{100}$$

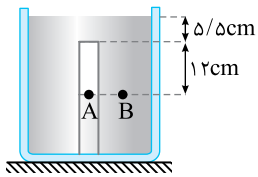
$$8\times 10^4+27200=10^5+3/6\rho\Rightarrow 8\times 10^4+2/72\times 10^4-10^5=3/6\rho$$

$$\Rightarrow 0/72\times 10^4=3/6\rho\Rightarrow\rho=2000kg/m^3$$

۹ A **۴** آهنگ شارش سیال از هر مقطع لوله مقدار یکسانی است. از این‌رو گزینهٔ (۴) درست است، یعنی نسبت آهنگ شارش سیال در مقطع A به آهنگ شارش در مقطع B برابر یک است.

۱۰ B **۱** ابتدا مشخص می‌کنیم که این مسئله ترکیبی از فصل گرما (قانون گازها) و فصل ویژگی‌های ماده است.

۱ با توجه به خط تراز فشار نقطهٔ A و B برابر است.



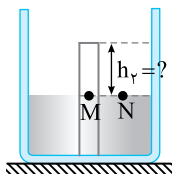
فشار در نقطهٔ A، فشار گاز محبوس (P_1) بوده و فشار در نقطهٔ B، مجموع فشار هوا و فشار ستون جیوهٔ بالای نقطهٔ B $(P_{Hg}=۵/۵+۱۲=۱۷/۵cmHg)$ است.

$$P_A=P_B\Rightarrow P_1=P_\circ+P_{Hg}=۷۵+۱۷/۵\Rightarrow P_1=۹۲/۵cmHg$$

۲ حجم گاز در حالت اول برابر است با:

$$V_1=Ah_1\xrightarrow{h_1=۱۲cm}V_1=۱۲A$$

۳ وقتی سطح جیوه در لوله و ظرف یکی می‌شود، فشار گاز درون محفظه با فشار هوای بیرون یکسان شده است.



$$P_M=P_N\Rightarrow P_2=P_\circ=۷۵cmHg$$

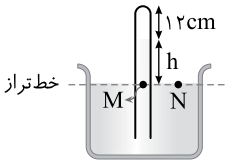
۴ حجم گاز در حالت جدید $V_2=Ah_2$ می‌شود.

۵ قانون گازها را می‌نویسیم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\xrightarrow{T_1=T_2}۹۲/۵\times۱۲A=۷۵\times Ah_2\Rightarrow h_2=۱۴/۸cm$$

۱۱ B **۲** در بالای لوله گاز محبوس است و با جابه‌جا کردن لوله چون حجم گاز محبوس در حال تغییر است پس فشار آن نیز تغییر می‌کند.

در حالت اول فشار گاز محبوس ۲cmHg داده شده است. خط تراز را رسم می‌کنیم، در نقاط M و N واقع بر خط تراز خواهیم داشت:

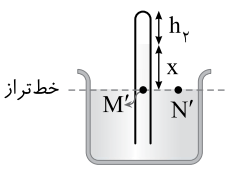


$$P_M=P_N\Rightarrow P_{\text{گاز}}+P_{\text{جیوه}}=P_\circ\Rightarrow ۲+h=۷۶\Rightarrow h=۷۴cm$$

حجم گاز محبوس در این حالت برابر است با:

$$V_1=Ah\xrightarrow{h=۱۲cm}V_1=۱۲A$$

در حالت دوم نیز فشار گاز محبوس ۳cmHg است، بنابراین فشار در نقاط N' و M' روی خط تراز را برابر قرار می‌دهیم:



$$P_{M'}=P_{N'}\Rightarrow P_{\text{گاز}}+P_{\text{جیوه}}=P_\circ$$
$$\Rightarrow ۳+x=۷۶\Rightarrow x=۷۳cm$$

حجم گاز محبوس در حالت دوم:

$$V_2=Ah_2$$

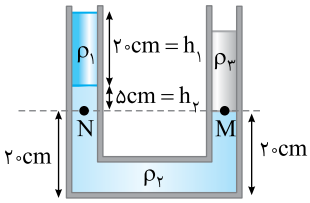
در طول فرایند دما ثابت است، با توجه به قانون گازها برای گاز محبوس شده در ته لوله در دو حالت داریم:

$$\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2}\xrightarrow[P_1=۲cmHg\,,\,P_2=۳cmHg]{T_1=T_2}$$
$$۲(۱۲A)=۳(Ah_2)\Rightarrow h_2=۸cm$$

بنابراین در حالت اول طول لوله‌ای که بیرون جیوه قرار دارد $۱۲+h=۱۲+۷۴=۸۶cm$ بوده و در حالت دوم طول لوله‌ای که بیرون جیوه قرار دارد $h_2+x=۷۳+۸=۸۱cm$ است بنابراین لوله را به اندازهٔ $۸۶-۸۱=۵cm$ بیشتر در جیوه فرو برده‌ایم.

۱۲ B **۱** **خط فکری** برای حل مسائل لوله‌های U شکل، اولین کار رسم خط تراز و برابر قرار دادن فشار نقاط روی خط تراز است.

ابتدا خط تراز را می‌کشیم، فشار روی خط تراز باهم برابر است:



$$P_N=P_M\Rightarrow P_\circ+P_{\text{۱ مایع}}+P_{\text{۲ مایع}}=P_{\text{۳ مایع}}+P_\circ$$
$$\xrightarrow{P=\rho gh}\rho_1gh_1+\rho_2gh_2=P_{\text{۳ مایع}}$$
$$\Rightarrow ۸۰۰\times۱۰\times\frac{۲۰}{۱۰۰}+۲۴۰۰\times۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰}=P_{\text{۳ مایع}}$$
$$P_{\text{۳ مایع}}=۱۶۰۰+۱۲۰۰=۲۸۰۰Pa$$

برای پیدا کردن جرم مایع ρ_3 ابتدا وزن این مایع را به کمک تعریف فشار حساب می‌کنیم.

$$P_3=\frac{W_3}{A}\xrightarrow{A=۲cm^2}۲۸۰۰=\frac{W_3}{۲\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow W_3=۰/۵۶N$$

جرم مایع خواهد شد

$$W_3=m_3g\Rightarrow ۰/۵۶=m_3\times۱۰\Rightarrow m_3=۰/۰۵۶kg=۵۶g$$

۱۳ A **۴** کار نیروی وزن وقتی جسم به اندازهٔ h بالا می‌رود، منفی بوده و برابر است با:

$$W_{mg}=-mgh\Rightarrow W_{mg}=-۶۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰\times۶۰۰\Rightarrow W_{mg}=-۳/۶\times۱۰^{۸}J$$

افزایش انرژی مکانیکی هواپیما برابر مجموع افزایش انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی آن است.

$$\Delta U=mg\Delta h\Rightarrow\Delta U=۳/۶\times۱۰^{۸}J$$ افزایش انرژی پتانسیل گرانشی

$$\Delta K=K_2-K_1=\frac{۱}{۲}m(v_2^2-v_1^2)\Rightarrow\Delta K=\frac{۱}{۲}\times۶۰\times۱۰^{-۳}\times(۱۶۰^2-۸۰^2)$$
$$\Rightarrow\Delta K=۳۰۰۰\times(۸۰)^2(۲^2-۱)\Rightarrow\Delta K=۵/۷۶\times۱۰^{۸}J$$

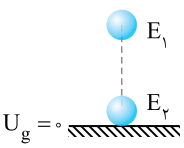
در این صورت:

$$\Delta E=\Delta U+\Delta K\Rightarrow\Delta E=۳/۶\times۱۰^{۸}+۵/۷۶\times۱۰^{۸}\Rightarrow\Delta E=۹/۳۶\times۱۰^{۸}J$$

میانبر البته در این تست می‌توانستید استدلال کنید که کار نیروی وزن منفی است و گزینه‌های (۱) و (۳) نادرست‌اند. از طرفی افزایش انرژی مکانیکی به‌ازای افزایش انرژی پتانسیل گرانشی و انرژی جنبشی بوده و از مقدار کار نیروی وزن بیشتر است. بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

۱۴ B **۴** **خط فکری** کار مفیدی که ماشین بالابر انجام داده به‌صورت انرژی پتانسیل گرانش در جسم ذخیره می‌شود و اگر وزنه در شرایط خلأ رها شود تمام این انرژی ذخیره شده بنا به اصل پایستگی انرژی مکانیکی به انرژی جنبشی وزنه تبدیل می‌شود. یعنی شما برای یافتن کار مفید ماشین بالابر کافی است، انرژی جنبشی جسم را هنگام برخورد به زمین به‌دست آورید سپس به کمک آن بازده ماشین را حساب کنید.

۱ انرژی ذخیره شده در جسم در ارتفاع h که توسط ماشین بالا برده شده است را با توجه به پایستگی انرژی مکانیکی حساب می‌کنیم:



$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2\xrightarrow{K_1=0\,,U_2=0}E_1=K_2$$

$$\Rightarrow E_1=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow E_1=\frac{1}{2}\times 50\times 64=1600\,J$$

۲ بنابراین ماشین $2000\,J$ انرژی مصرف کرده اما به جسم $1600\,J$ انرژی رسیده است:

$$\frac{\text{۱۶۰۰J انرژی مفید ذخیره شده در وزنه}}{\text{بالابر}}\ \ \frac{\text{۲۰۰۰J انرژی کل مصرفی ماشین}}{\text{بالابر}}$$

$$Ra=\frac{E_{\text{مفید}}}{E_{\text{کل}}}\times 100\Rightarrow Ra=\frac{1600}{2000}\times 100=80\,\%$$

۱۵ A ۳

ابتدا باید انرژی جنبشی جسم را از رابطهٔ آن حساب کنید سپس با یک تناسب ساده مسئله را حل کنید.

۱ انرژی جنبشی جسم برابر است با:

$$K=\frac{1}{2}mv^2\xrightarrow[m=2/1\times 10^{+4}\,kg]{v=8km/s=8000m/s}K=\frac{1}{2}\times 2/1\times 10^4\,(8\times 10^3)^2$$

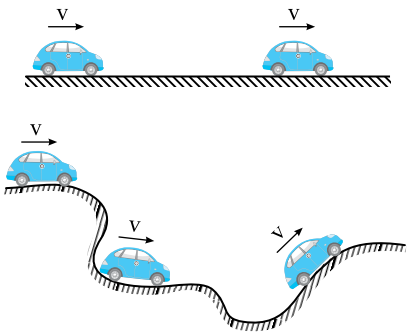
$$K=\frac{1}{2}\times 2/1\times 10^{-4}\times 64\times 10^6\Rightarrow K=32\times 2/1\times 10^{10}\,J$$

۲ با توجه به فرض مسئله انرژی حاصل از انفجار یک تن TNT برابر $4/2\times 10^9\,J$ است، بنابراین می‌توانیم تناسب زیر را بنویسیم:

$$\frac{4/2\times 10^9\,J}{32\times 2/1\times 10^{10}\,J}\ \ \frac{1\,ton}{m}\Rightarrow m=\frac{32\times 2/1\times 10^{10}}{4/2\times 10^9}=160\,ton$$

۱۶ B ۱

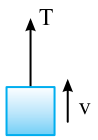
نکته تندی حرکت برابر بزرگی سرعت است، در شکل‌های زیر تندی حرکت جسم ثابت است.



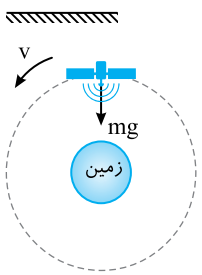
الف) با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی $W_t=\Delta K$ با ثابت ماندن تندی خواهیم داشت:

$$W_t=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2\Rightarrow W_t=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)\xrightarrow{v_1=v_2}W_t=0$$

گزارهٔ (الف) درست است.



ب) فرض کنید در شکل روبه‌رو با تندی ثابت جعبه‌ای را به سمت بالا بکشیم در این صورت با اینکه انرژی جنبشی ثابت می‌ماند، اما انرژی پتانسیل در حال افزایش است، بنابراین در این حرکت با تندی ثابت انرژی مکانیکی $(E=K+U)$ افزایش می‌یابد. بنابراین گزارهٔ (ب) نادرست است.



پ) در حرکت ماهواره به دور زمین تندی حرکت ماهواره ثابت است، اما به ماهواره همواره نیروی خالص mg به سمت مرکز زمین وارد می‌شود:

بنابراین گزارهٔ (پ) نادرست است.

۱۷ B ۴

خط فکری ابتدا تبدیل دما از فارنهایت به سلسیوس را انجام می‌دهیم. سپس مقدار گرمای لازم را برای تبدیل $20\,g$ یخ $0^\circ C$ به $20\,g$ آب $0^\circ C$ و پس از آن افزایش دمای آب تا دمای خواسته شده را به‌دست می‌آوریم.

۱ ابتدا دمای نهایی آب را از $50^\circ F$ به سلسیوس تبدیل می‌کنیم.

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

۲ گرمای لازم برای ذوب کامل $20\,g$ یخ $0^\circ C$ را حساب می‌کنیم.

$$Q=mL_F\Rightarrow Q_1=20\,g\times 336\,J/g\Rightarrow Q_1=6720\,J$$

۳ گرمایی که آب $0^\circ C$ می‌گیرد تا دمایش $10^\circ C$ شود خواهد شد:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q_2=20\,g\times(4/2\,J/g^\circ C)\times 10\Rightarrow Q_2=840\,J$$

۴ گرمای کلی که باید به آب بدهیم برابر است با:

$$Q=6720+840\Rightarrow Q=7560\,J$$

۱۸ B ۳

در ابتدا بگوییم که در کتاب درسی بیان شده «در مورد گاز آرمانی می‌توان نشان داد که انرژی درونی فقط تابع دمای گاز است» و چگونگی این تابع که درجه اول است یا تابع دیگری است بیان نشده است و این مسئله با اطلاعات کتاب درسی قابل حل نیست. اما به سراغ حل برویم.

فشار گاز در حالت اول و دوم خواهد شد:

$$P=P_0+P_g\Rightarrow P_1=10^5+0/5\times 10^5\Rightarrow P_1=1/5\times 10^5\,Pa$$

$$P_2=10^5+10^5\Rightarrow P_2=2\times 10^5\,Pa$$

با توجه به قانون گازها، نسبت دمای گاز را در دو حالت حساب می‌کنیم:

$$\frac{P_2V_2}{T_2}=\frac{P_1V_1}{T_1}\xrightarrow{V_2=2V_1}\frac{2\times 10^5\times(2V_1)}{T_2}=\frac{1/5\times 10^5\,V_1}{T_1}$$

$$\Rightarrow T_2=\frac{8}{3}T_1\xrightarrow{U\propto T}U_2=\frac{8}{3}U_1\Rightarrow U_2=\frac{8}{3}\times 600\Rightarrow U_2=1600\,J$$

جمع‌بندی: انرژی درونی با دما رابطهٔ مستقیم دارد:

$$\frac{U_1}{U_2}=\frac{T_1}{T_2}\ ,\ \frac{\Delta U}{U_1}=\frac{\Delta T}{T_1}\ ,\ \frac{\Delta U}{U_2}=\frac{\Delta T}{T_2}$$

۱۹ B ۲

روش اول: یخ صفر درجه ابتدا تغییر حالت داده و به آب $0^\circ C$ تبدیل می‌شود و سپس آب $0^\circ C$ به آب $20^\circ C$ تغییر دما می‌دهد:

یخ $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_1=mL_F}$ آب $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_2=mc\Delta\theta}$ آب $20^\circ C$

$$Q_{\text{کل}}=Q_1+Q_2\Rightarrow Q_{\text{کل}}=mL_F+mc\Delta\theta$$

$$\Rightarrow Q_{\text{کل}}=m\times 336000+m\times 4200\times 20$$

$$Q_{\text{کل}}=336000\,m+84000\,m=420000\,mJ$$

سؤال نسبت گرمای ذوب یخ (Q_1) به کل گرمای داده شده به آن $(Q_{\text{کل}})$ را برحسب درصد خواسته است:

$$\frac{Q_{\text{ذوب یخ}}}{Q_{\text{کل}}}\times 100=\frac{Q_1}{Q_{\text{کل}}}\times 100=\frac{336000\,m}{420000\,m}\times 100=80\,\%$$

روش دوم: بـرای حـل سـؤالات بهتـر اسـت نسـبت L_F و L_V آب را برحسـب $c_{آب}=۴۲۰۰J/kg.K$ به خاطر بسپارید:

$$L_F=۳۳۶۰۰۰=۸۰\times۴۲۰۰=۸۰c_{آب}$$
$$L_V=۲۲۶۸۰۰۰=۵۴۰\times۴۲۰۰=۵۴۰c_{آب}$$

گرمـای نهـان ذوب $L_F=۳۳۶\times۱۰^۳J/kg$، ۸۰ برابـر گرمـای ویـژهٔ آب $c=۴۲۰۰J/kg.K$ است بنابراین برای سادگی $L_F=۸۰c$ می‌گیریم:

صرف ذوب یخ — صرف افزایش دمای آب

$$Q_{کل}=Q_۱+Q_۲=mL_F+mc\Delta\theta$$
$$Q_{کل}=m(۸۰c)+mc\times۲۰=۱۰۰mc$$

یخ $۰^\circ C$ $\xrightarrow{Q_۱}$ آب $۰^\circ C$ $\xrightarrow{Q_۲}$ آب $۲۰^\circ C$

از $۱۰۰mc$ گرما، $۸۰mc$ صرف ذوب یخ شده است:

$$\frac{Q_۱}{Q_{کل}}\times۱۰۰=\frac{۸۰mc}{۱۰۰mc}\times۱۰۰=۸۰٪$$

---

۲۰ ۱ A

یادآوری درصد افزایش حجم جسم در اثر افزایش دما خواهد شد:

$$\frac{\Delta V}{V_۱}\times۱۰۰=\frac{V_۱۳\alpha\Delta\theta}{V_۱}\times۱۰۰=۳\alpha\Delta\theta\times۱۰۰$$

با توجه به یادآوری بالا مسئله به‌راحتی قابل حل است.

$$۳\alpha\Delta\theta\times۱۰۰=۳\times(۲\times۱۰^{-۵})\times(۲۵۰-۰)\times۱۰۰=۱۵۰۰\times۱۰^{-۵}\times۱۰۰$$

درصد تغییرات حجم $=۰/۱۵٪$

بنابراین حجم ۱۵٪ درصد افزایش می‌یابد.

---

۲۱ ۳ B

خط فکری طول اولیه دو میله برابر است. وقتی دمای هر دو میله را به یک اندازه بـالا ببریـم افزایش طول میله آلومینیمی از افزایش طول میلهٔ فولادی بیشـتر اسـت زیرا ضریب انبسـاط طولـی آلومینیم بزرگ‌تر اسـت. بعد از افزایش دما طـول میلهٔ آلومینیم $\Delta L_{Al}-\Delta L_M=۲/۳mm$ بیشتر از طول میلهٔ فولادی است بنابراین $\Delta L=L_۱\alpha\Delta\theta$ است. اکنون با جایگذاری می‌توانید مسئله را حل کنید.

تغییـر طـول آلومینیـم و تغییر طول فولاد را حسـاب می‌کنیم سـپس آن‌هـا را از هم کم می‌کنیم:

$$\Delta L_{Al}-\Delta L_M=۲/۳\times۱۰^{-۳}$$
$$\Rightarrow L_{Al}\alpha_{Al}\Delta\theta-L_M\alpha_M\Delta\theta=۲/۳\times۱۰^{-۳}$$
$$\xrightarrow[\alpha_{Al}=۲۳\times۱۰^{-۶}K^{-۱},\alpha_M=۱۱/۵\times۱۰^{-۶}K^{-۱}]{L_{Al}=L_M=۴m}$$
$$(۴\times۲۳\times۱۰^{-۶}-۴\times۱۱/۵\times۱۰^{-۶})\Delta\theta=۲/۳\times۱۰^{-۳}$$
$$\Rightarrow ۴۶\times۱۰^{-۶}\Delta\theta=۲/۳\times۱۰^{-۳}$$
$$\Rightarrow\Delta\theta=\frac{۲/۳\times۱۰^{-۳}}{۴۶\times۱۰^{-۶}}=\frac{۲/۳\times۱۰^{۳}}{۴۶}=۵۰^\circ C$$

پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای کنکور ۱۴۰۱

۱ ۱ A

۱ ابتدا با توجه به اینکه هر مایل ۱۸۰۰ متر است، کیلومتر را به مایل تبدیل می‌کنیم:

$$۲۱۶\frac{km}{h}\times\frac{۱۰۰۰m}{۱km}\times\frac{۱mi}{۱۸۰۰m}=۱۲۰\frac{mi}{h}$$

۲ در گام بعدی ساعت را به دقیقه تبدیل می‌کنیم. هر ساعت، ۶۰ دقیقه است:

$$۱۲۰\frac{mi}{h}\times\frac{۱h}{۶۰min}=۲\frac{mi}{min}$$

۲ ۲ A

ضریب انبساط طولی (α)، $۳\times۱۰^{-۵}\frac{۱}{^\circ C}$ داده شده پس ضریب انبساط حجمی یعنی ۳α برابر $۹\times۱۰^{-۵}\frac{۱}{^\circ C}$ می‌شود، همچنین تغییرات دما $۲۰۰^\circ C$ است. چون در سؤال گفته شده، دما $۲۰۰^\circ C$ افزایش یافته است.

یادآوری درصد تغییرات حجمی برابر $۳\alpha\Delta\theta\times۱۰۰$ است:

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

$$\Rightarrow\text{درصد تغییرات حجمی}=۹\times۱۰^{-۵}\times(۲۰۰)\times۱۰۰\Rightarrow\text{درصد تغییرات حجمی}=۱/۸٪$$

۱ ۳ B

خط فکری جسم در حال پایین آمدن بوده و انرژی پتانسیل گرانشی آن آزاد می‌شود اما تندی جسم ثابت مانده و این انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی تبدیل نمی‌شود پس در طول مسیر اصطکاک داریم.

الف) کار نیروی سطح برابر برایند کار عمودی سطح و کار نیروی اصطکاک است و چون مسیر دارای اصطکاک بوده پس کار نیروی اصطکاک داشته و گزارهٔ (الف) نادرست است.

ب) انرژی مکانیکی برابر مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل است، با توجه به اینکه تندی ثابت بوده و انرژی جنبشی ثابت می‌ماند اما با پایین آمدن جسم انرژی پتانسیل گرانشی کاهش یافته پس: $E=K+U\xrightarrow[\text{K ثابت ماند}]{\text{U کم شد}}\downarrow E$

گزارهٔ (ب) درست است.

پ) با توجه به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی کار کل برابر تغییر انرژی جنبشی است پس $W_t=\Delta K$ بوده و با ثابت بودن تندی انرژی جنبشی تغییر نمی‌کند و کار کل صفر است، در حالی که با پایین آمدن جسم روی سطح شیبدار کار نیروی وزن صفر نیست $(W_g=mg\Delta h)$ و گزارهٔ (پ) نادرست است.

ت) با توجه به توضیحات گزارهٔ (ب)، چون انرژی مکانیکی در حال کاهش بوده پس این گزاره نادرست است.

۳ ۴ A

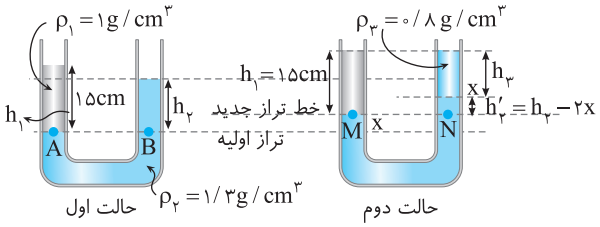
فشار برحسب سانتی‌متر جیوه برابر است با:

$$P=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow۶۸\times۱۰^۳=۱۳۶۰۰\times۱۰\times h_{Hg}\Rightarrow h_{Hg}=۰/۵m=۵۰cm$$

بنابراین فشار $۶۸kPa$ معادل ۵۰ سانتی‌متر جیوه است.

۳ ۵ C

خط فکری شکل دو حالت مسئله را کنار هم رسم می‌کنیم. در حالت اول خط تراز را می‌کشیم تا ارتفاع $h_۲$ را حساب کنیم. وقتی مایع $\rho_۳$ را به شاخهٔ سمت راست اضافه می‌کنیم. مایع $\rho_۲$ به اندازهٔ x در سمت راست پایین می‌رود و به همین اندازه مطابق شکل در سمت چپ بالا می‌رود. از این‌جا به بعد شما با مقایسهٔ دو شکل باید مقدار x و $h_۳$ را حساب کنید.



۱ خط تراز در حالت اول را رسم می‌کنیم. فشار نقاط A و B واقع بر خط تراز یکسان است.

$$P_A=P_B\Rightarrow\rho_۱gh_۱=\rho_۲gh_۲\Rightarrow۱\times۱۵=۱/۳h_۲\Rightarrow h_۲=\frac{۱۵۰}{۱۳}cm$$

۲ مایع $\rho_۳$ به شاخهٔ سمت راست اضافه شده تا سطح آزاد مایع در دو شاخه برابر شود. در این حالت مجدداً خط تراز را رسم می‌کنیم. فشار نقاط N و M برابر است. فشار در نقطهٔ M، فشار ستون ۱۵cm مایع $\rho_۱$ است و فشار در نقطهٔ N مجموع فشار ستون $h_۳$ مایع $\rho_۳$ و فشار ستون $h'_۲=\frac{۱۵۰}{۱۳}-۲x$ مایع $\rho_۲$ است از این‌رو می‌توان نوشت:

$$\rho_M=\rho_N\Rightarrow\rho_۱h_۱=\rho_۳h_۳+\rho_۲h'_۲\Rightarrow۱\times۱۵=۰/۸h_۳+۱/۳(\frac{۱۵۰}{۱۳}-۲x)$$

$$۱۵=۰/۸h_۳+۱۵-۲/۶x\Rightarrow۰/۸h_۳=۲/۶x\Rightarrow x=\frac{۴}{۱۳}h_۳$$

۳ اکنون باید به دقت به شکل حالت دوم و اعداد روی شاخهٔ راست و چپ دقت کنید. $h_۱$ با مجموع $h_۳$ و $h'_۲$ برابر است.

$$h_۱=h'_۲+h_۳\Rightarrow۱۵=(\frac{۱۵۰}{۱۳}-۲x)+h_۳\Rightarrow h_۳-۲x'=۱۵-\frac{۱۵۰}{۱۳}=\frac{۴۵}{۱۳}$$

۴ از رابطهٔ (I) در رابطهٔ بالا جایگذاری می‌کنیم

$$\frac{۴۵}{۱۳}=h_۳-\frac{۸}{۱۳}h_۳\Rightarrow\frac{۵}{۱۳}h_۳=\frac{۴۵}{۱۳}\Rightarrow h_۳=۹cm$$

حجم مایع اضافه شده خواهد شد: $V_۳=Ah_۳=۱\times۹=۹cm^۳$

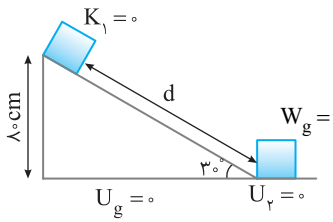
بالاخره تموم شد، عجب محاسبات عددی وحشتناکی! پس باید محاسبات عددی خودمون رو به‌شدت تقویت کنیم.

۱ ۶ B

یادآوری کار نیروی وزن برابر $W_g=\pm mgh$ است که اگر جسم بالا رود. $W_g<۰$ و اگر جسم پایین بیاید $W_g>۰$ است.

۱ کار نیروی وزن را حساب می‌کنیم، جسم از سطح شیب‌دار پایین آمده و W_g مثبت است.

$$W_g=mgh\rightarrow W_g=\frac{۵۰۰}{۱۰۰۰}\times۱۰\times\frac{۸۰}{۱۰۰}=۴J$$



۲ با توجه به پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$E_۲-E_۱=W_f\rightarrow U_۲+K_۲-(U_۱+K_۱)=W_f$$

جسم از ارتفاع ۸۰cm رها شده $(v_۱=۰)$ پس $U_۱$ برابر $mgh_۱$ بوده که $h_۱=۰/۸m$ است و $K_۱$ برابر ۰ است. هنگام رسیدن به زمین $U_۲$ صفر است. بنابراین:

$$k_۲-U_۱=W_f\Rightarrow\frac{۱}{۲}m(v_۲)^۲-mgh_۱=W_f\rightarrow\frac{۱}{۲}\times۰/۵\times۹-۰/۵\times۱۰\times۰/۸=$$

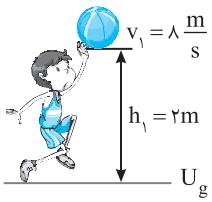
$$W_f\rightarrow۲/۲۵-۴=W_f\rightarrow W_f=-۱/۷۵J$$

میانبر چون در گزینه‌ها مقدار W_f که داده شده متفارت است، پس تنها کافی است W_f را حساب کنیم.

۷ ۴

۱ انرژی مکانیکی در لحظهٔ پرتاب را به‌دست می‌آوریم:

(سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر می‌گیریم.)

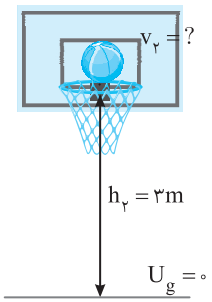


$$E_1 = K_1 + U_1 \Rightarrow E_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1$$

$$E_0 = K_0 + U_0 \rightarrow E_0 = \frac{1}{2}\times m\times 64 + m\times g\times 2$$

$$\rightarrow E_1 = 32m + 20m \Rightarrow E_1 = 52m$$

۲ انرژی مکانیکی در لحظهٔ رسیدن به سبد را به‌دست می‌آوریم:



$$E_2 = K_2 + U_2 \rightarrow E_2 = \frac{1}{2}m\times v_2^2 + mg\times 3 \rightarrow$$

$$E_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + 30m$$

۳ بنا به فرض مسئله کار نیروی مقاومت هوا خواهد شد:

$$W_f = -\frac{1}{8}K_0 \Rightarrow W_f = -\frac{1}{8}\left(\frac{1}{2}mv_1^2\right) \Rightarrow W_f = -\frac{1}{16}m(8)^2 \rightarrow W_f = -4m$$

۴ قانون پایستگی انرژی را نوشته و v_2 را حساب می‌کنیم.

$$E_2 - E_1 = W_f \Rightarrow K_2 + U_2 - E_1 = W_f$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 - E_1 = -4m \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 + 30m - 52m = -4m$$

$$\frac{1}{2}v_2^2 + 30 - 52 = -4 \Rightarrow \frac{1}{2}v_2^2 = 18 \Rightarrow v_2^2 = 36 \Rightarrow v_2 = 6m/s$$

۸ ۲ B

خط فکری طول اولیهٔ دو میله یکسان و افزایش دمای آن‌ها نیز برابر است. پس هر میله‌ای که ضریب انبساط طولی بیشتری دارد، افزایش طول بیشتری خواهد داشت. ضریب انبساط طولی مس بیشتر از آهن است و افزایش طول میلهٔ مس بیشتر از میلهٔ آهنی خواهد شد و برای اینکه اختلاف طول دو میله $0/3mm$ باشد باید افزایش طول میلهٔ مس ۰/۳ میلی‌متر بیشتر از افزایش طول میلهٔ آهنی باشد: افزایش طول هر دو میله را $(\Delta L = L_1\alpha\Delta\theta)$ حساب کنید و تفاضل آن‌ها را برابر $0/3mm$ قرار دهید.

۱ معادلهٔ افزایش طول میلهٔ مس را می‌نویسیم. برای آن که این افزایش برحسب میلی‌متر به‌دست آید طول اولیهٔ مس را برحسب میلی‌متر $(0/5\times 1000 = 500mm)$ قرار می‌دهیم:

$$\Delta\ell_{Cu} = \ell_{Cu}\alpha_{Cu}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\ell_{Cu} = 500\times 1/8\times 10^{-5}\times\Delta\theta \Rightarrow \Delta\ell_{Cu} = 9\times 10^{-3}\Delta\theta$$

۲ معادلهٔ افزایش طول میلهٔ آهن را می‌نویسیم:

$$\Delta\ell_{Fe} = \ell_{Fe}\alpha_{Fe}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\ell_{Fe} = 500\times 1/2\times 10^{-5}\times\Delta\theta \Rightarrow \Delta\ell_{Fe} = 6\times 10^{-3}\Delta\theta$$

۳ اختلاف $\Delta\ell_{Cu}$ و $\Delta\ell_{Fe}$ برابر $0/3mm$ است:

$$\Delta\ell_{Cu} - \Delta\ell_{Fe} = 0/3mm \Rightarrow 9\times 10^{-5}\Delta\theta - 6\times 10^{-3}\Delta\theta = 0/3$$

$$\Rightarrow 3\times 10^{-3}\Delta\theta = 0/3 \Rightarrow \Delta\theta = 100^\circ C$$

۹ ۴ B

خط فکری در این فرآیند یخ از آب $20^\circ C$ گرما می‌گیرد. ابتدا یخ $-10^\circ C$ به یخ $0^\circ C$ تبدیل می‌شود، سپس یخ $0^\circ C$ با دریافت گرما از آب، ذوب می‌شود و به آب $0^\circ C$ تبدیل شده و سرانجام دمای آن $5^\circ C$ می‌شود. در این مدت، آب $20^\circ C$ با از دست دادن گرما به آب $5^\circ C$ تبدیل می‌شود. گرمایی که یخ $-10^\circ C$ می‌گیرد تا به آب $5^\circ C$ تبدیل شود و هم‌چنین گرمایی که آب $20^\circ C$ از دست می‌دهد تا دمایش $5^\circ C$ شود را حساب کنید و برابر قرار دهید تا بتوانید جرم آب $20^\circ C$ را به‌دست بیاورید.

۱ گرمای لازم برای رسیدن یخ $-10^\circ C$ به آب $5^\circ C$ را حساب می‌کنیم:

$$\text{یخ } {}_{-10^\circ C}^{1kg} \xrightarrow[m'C_{\text{یخ}}\Delta\theta_1]{Q_1} \text{یخ } {}_{0^\circ C}^{1kg} \xrightarrow[m'L_F]{Q_2} \text{آب } {}_{5^\circ C}^{1kg}$$

$$Q_{\text{یخ}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = m'c_{\text{یخ}}\Delta\theta_1 + m'L_F + m'c_{\text{آب}}\Delta\theta$$

$$Q_{\text{یخ}} = 1\times 2100\times 10 + 1\times 336000 + 1\times 4200\times 5$$

۲ گرمایی که آب $20^\circ C$ از دست می‌دهد تا به آب $5^\circ C$ برسد را حساب می‌کنیم:

$$Q_{\text{آب}} = mc_{\text{آب}}\Delta\theta' = m\times 4200\times 15$$

۳ $Q_{\text{یخ}}$ و $Q_{\text{آب}}$ با هم برابر است:

$$Q_{\text{یخ}} = Q_{\text{آب}} \rightarrow 2100\times 10 + 336000 + 4200\times 5 = m\times 4200\times 15$$

$$\xrightarrow[\text{۲۱۰۰ تقسیم می‌کنیم}]{\text{دو طرف را بر}} 10 + 160 + 10 = 30m \rightarrow 180 = 30m \rightarrow m = 6kg$$

میانبر می‌توان $c_{\text{یخ}}$ که برابر ۲۱۰۰ است را به‌عنوان c گرفت در این‌صورت $c_{\text{آب}}$ که برابر ۴۲۰۰ است برابر $2c$ و L_F که برابر ۳۳۶۰۰۰ بوده برابر $16c$ می‌شود:

$$Q_1 = 10c, Q_2 = 160c, Q_3 = 10c$$

$$Q_{\text{آب}} = 30mc$$

$$Q_{\text{یخ}} = Q_{\text{آب}} = 180c = 30mc \Rightarrow m = 6kg$$

۱۰ ۴ A

به کمک تبدیلات زنجیره‌ای جرم ۱۸۲ قیراط را به کیلوگرم تبدیل می‌کنیم.

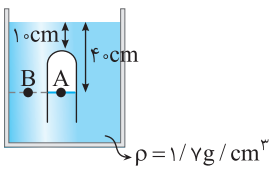
$$\text{۱۸۲ قیراط} \times \underbrace{\frac{200mg}{1\text{ قیراط}}}_{\text{ضریب تبدیل}} \times \underbrace{\frac{10^{-3}g}{1mg}}_{\text{ضریب تبدیل}} \times \underbrace{\frac{10^{-3}kg}{1g}}_{\text{ضریب تبدیل}} = 182\times 200\times 10^{-6}$$

قیراط به میلی‌گرم — میلی‌گرم به گرم — گرم به کیلوگرم

$$\Rightarrow \text{۱۸۲ قیراط} = 36400\times 10^{-6}kg = 3/64\times 10^{-2}kg$$

۱۱ ۱ B

۱ فشار در نقاط A و B واقع بر خط تراز با هم برابر است.



$$P_A = P_B$$

۲ فشار در نقطهٔ B برابر مجموع فشار هوا و فشار ستون ۴۰cm مایع است و فشار در نقطهٔ A برابر فشار گاز محبوس در لوله است.

$$P_B = P_A \Rightarrow P_0 + \rho gh = P_{\text{گاز}} \quad (1)$$

۳ فشار پیمانه‌ای (P_g) برابر تفاضل فشار مخزن (گاز) و فشار هوای محیط است.

بنابراین: $P_g = P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho gh \Rightarrow P_g = 1700\times 10\times\frac{4}{10} = 6800Pa$

فشار را برحسب cmHg به‌دست می‌آوریم.

$$\rho h = \rho_{Hg}h_{Hg} \Rightarrow 1/7\times 40 = 13/6h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = 5\,cm$$

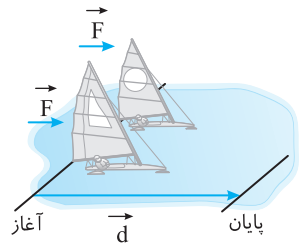
$$\Rightarrow P_g = 5cmHg$$

۱۲ ۱ B

روش اول: استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی:

۱ نیروی وارد بر هر دو قایق یکسان و جابه‌جایی آن‌ها نیز یکسان است. بنابراین کار نیروی باد بر هر دو قایق یکسان است.

$$W = Fd \Rightarrow W_1 = W_2$$



یادآوری کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.

۲ با توجه به قضیهٔ کار و انرژی خواهیم داشت:

$$W=\Delta K \xrightarrow{W_1=W_2} \Delta K_1=\Delta K_2 \Rightarrow K_1=K_2$$

$$\xrightarrow{K=\frac{1}{2}mv^2} \frac{1}{2}m_1v_1^2=\frac{1}{2}m_2v_2^2 \xrightarrow{m_1=4m_2}$$

$$\frac{1}{2}(4m_2)v_1^2=\frac{1}{2}m_2v_2^2 \Rightarrow v_2=2v_1$$

بنابراین تندی قایق سبک‌تر دو برابر قایق سنگین‌تر است.

روش دوم: استفاده از روابط حرکت‌شناسی و دینامیک

نیروی وارد بر قایق برابر است اما جرم قایق اول ۴ برابر قایق دوم است $(m_1=4m_2)$

و بنا به قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$$F=ma \xrightarrow{F_1=F_2} m_1a_1=m_2a_2 \Rightarrow 4m_2a_1=m_2a_2$$

$$\Rightarrow a_1=\frac{1}{4}a_2 \quad (1)$$

با توجه به رابطهٔ مستقل از زمان می‌توان نوشت:

$$v^2-v_0^2=2a\Delta x \xrightarrow{\Delta x_1=\Delta x_2=d} \begin{cases} v_1^2-0=2a_1d \\ v_2^2-0=2a_2d \end{cases}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2}=\frac{a_2}{a_1} \xrightarrow{(1)} \frac{v_2^2}{v_1^2}=\frac{a_2}{\frac{1}{4}a_2} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1}=2$$

---

۳ ۱۳ B

یادآوری به حاصل‌ضرب جرم جسم (m) در گرمای ویژهٔ جسم (c) ظرفیت گرمایی گویند.

در ابتدا ظرفیت گرمایی جسم برابر $m_1c=2100\,J/K$ بوده و با کم کردن جرم به اندازهٔ $(m_2=m_1-1)\,1kg$ ظرفیت گرمایی ۲۰٪ کاهش یافته بنابراین:

$$m_2c=\frac{80}{100}m_1c \Rightarrow m_1-1=\frac{4}{5}m_1 \Rightarrow \frac{1}{5}m_1=1 \Rightarrow m_1=5kg$$

گرمای ویژه خواهد شد:

$$m_1c=2100 \Rightarrow 5c=2100 \Rightarrow c=420J/kgK$$

---

۲ ۱۴ A

تغییر حجم جسم جامد از رابطهٔ $\Delta V=V_1\times 3\alpha\times\Delta\theta$ به دست می‌آید که α ضریب انبساط طولی است:

$$\Delta V=V_1\times 3\alpha\times\Delta\theta \xrightarrow[\Delta V=8/1\,cm^3]{V_1=1000\,cm^3} 8/1=1000\times 3\alpha\times 120$$

$$\alpha=\frac{8/1}{1000\times 3\times 120}=\frac{8/1}{36}\times 10^{-4} \Rightarrow \alpha=\frac{0/9}{4}\times 10^{-4}=0/225\times 10^{-4}$$

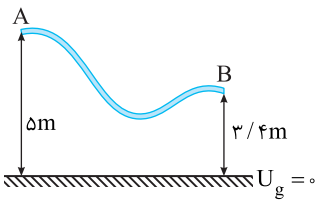
$$\Rightarrow \alpha=2/25\times 10^{-5}(K^{-1})$$

---

۳ ۱۵ B

۱ مسیر بدون اصطکاک است، پس از A تا B انرژی مکانیکی ثابت است. جسم از نقطهٔ A، رها شده و انرژی جنبشی در A صفر است:

(سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم.)



$$E_A=E_B$$

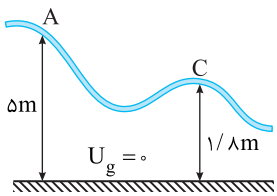
$$mgh_A=mgh_B+\frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\xrightarrow{\text{از دو طرف معادله } m \text{ را ساده می‌کنیم}}$$

$$50=34+\frac{v_B^2}{2} \Rightarrow v_B^2=32$$

$$\Rightarrow v_B=4\sqrt{2}\,m/s$$

۲ مسیر A تا C بدون اصطکاک است:



$$E_A=E_C$$

$$mgh_A=mgh_C+\frac{1}{2}mv_C^2$$

$$\xrightarrow{\text{از دو طرف معادله } m \text{ را ساده می‌کنیم}}$$

$$50=18+\frac{v_C^2}{2} \Rightarrow \frac{v_C^2}{2}=32$$

$$\Rightarrow v_C^2=64 \Rightarrow v_C=8m/s$$

۳ حال نسبت $\frac{v_C}{v_B}$ را حساب می‌کنیم:

$$\frac{v_C}{v_B}=\frac{8}{4\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{v_C}{v_B}=\frac{2}{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{v_C}{v_B}=\sqrt{2}$$

---

۳ ۱۶ B

۱ قرار است با ریختن الکل درون یک لیتر آب، چگالی مخلوط ۱۰ درصد از چگالی الکل بیشتر شود، بنابراین:

$$\rho_{\text{مخلوط}}=\rho_{\text{الکل}}+0/1\rho_{\text{الکل}} \Rightarrow \rho_{\text{مخلوط}}=1/1\rho_{\text{الکل}} \xrightarrow{\rho_{\text{الکل}}=0/8g/cm^3}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}}=0/88g/cm^3$$

۲ چگالی مخلوط برابر است با:

$$\rho_{\text{مخلوط}}=\frac{m_{\text{آب}}+m_{\text{الکل}}}{V_{\text{آب}}+V_{\text{الکل}}}$$

۳ جرم یک لیتر آب $(V=1000cc)$ برابر $m=1000g$ است. در رابطه چگالی مخلوط جای‌گذاری می‌کنیم:

$$0/88=\frac{1000+m_{\text{الکل}}}{1000+V_{\text{الکل}}} \xrightarrow{m_{\text{الکل}}=\rho_{\text{الکل}}V_{\text{الکل}}} 0/88=\frac{1000+0/8V_{\text{الکل}}}{1000+V_{\text{الکل}}}$$

$$880+0/88V_{\text{الکل}}=1000+0/8V_{\text{الکل}} \Rightarrow 0/08V_{\text{الکل}}=120$$

$$\Rightarrow V_{\text{الکل}}=\frac{120}{0/08}=1500cm^3$$

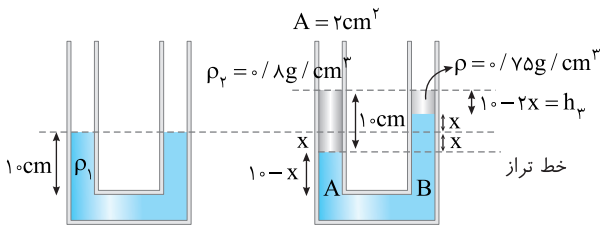
---

۴ ۱۷ C

۱ ارتفاع مایع ρ_2 را حساب می‌کنیم.

$$V_2=Ah_2 \xrightarrow{V=20cm^3} 20=2h_2 \Rightarrow h_2=10cm$$

۲ اکنون با دقت به شکل سمت راست نگاه کنید. وقتی مایع ρ_2 را اضافه می‌کنیم مایع ρ_1 از سمت چپ به اندازه x پایین می‌آید و از سمت راست به اندازهٔ x بالا می‌رود.



۳ اگر خط تراز را رسم کنید. فشار در نقاط A و B برابر است. فشار در نقطهٔ A ناشی از ارتفاع ۱۰cm مایع ρ_2 و فشار در نقطهٔ B ناشی از ارتفاع $2x$ آب و از ارتفاع $(10-2x)$ مایع ρ_3 است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_1(2x) + \rho_3(10-2x)$$

$$\Rightarrow 0/8\times 10 = 1\times 2x + 0/75(10-2x)$$

$$\Rightarrow 8 = 2x + 7/5 - 1/5x \Rightarrow 0/5 = 0/5x \Rightarrow x = 1\,cm$$

۴ ارتفاع ستون h_3 خواهد شد. $h_3 = 10-2x = 10-2\times 1 \Rightarrow h_3 = 8cm$

۵ حجم مایع ρ_3 خواهد شد: $V_3 = Ah_3 = 2\times 8 = 16cm^3$

---

۱۸ B ۱

خط فکری بازده یعنی نسبت کار مفید به کل کار داده شده به تلمبه. کار داده شده به تلمبه را به کمک توان ورودی آن حساب می‌کنیم $(W=Pt)$ و کار مفیدی که تلمبه انجام می‌دهد بالا بردن آب به ارتفاع ۱۵m است $(W_{مفید}=mgh)$ بنابراین مسئله قابل حل است.

۱ کار ورودی به تلمبه خواهد شد:

$$W = Pt \xrightarrow{P=5\times 10^3 W \text{ و } t=60s} W = 5\times 10^3 \times 60 \Rightarrow W = 3\times 10^5 J$$

۲ کار مفید تلمبه را حساب می‌کنیم. (جرم هر لیتر آب، یک کیلوگرم است)

$$W_{مفید} = mgh \xrightarrow[g=10N/kg]{m=1200kg,\ h=15m} W_{مفید} = 1200\times 10\times 15 = 18\times 10^4 J$$

۳ بازده تلمبه را به دست می‌آوریم.

$$Ra = \frac{W_{مفید}}{W_{ورودی}}\times 100 \Rightarrow Ra = \frac{18\times 10^4}{30\times 10^4}\times 100 \Rightarrow Ra = \%60$$

---

۱۹ B ۴

گرمایی که آلومینیوم از دست می‌دهد تا دمایش از $\theta_1 = 94^\circ C$ به $\theta_e = 52^\circ C$ برسد برابر گرمایی است که ۴/۵kg آب $\theta_2 = 50^\circ C$ دریافت می‌کند تا دمای آن نیز به دمای تعادل $\theta_e = 52^\circ C$ برسد از این رو خواهیم داشت.

$$Q_{Al} + Q_W = 0 \Rightarrow m_{Al}c_{Al}(\theta_e - \theta_{1Al}) + m_W c_W(\theta_e - \theta_{1W}) = 0$$

$$\xrightarrow{c_{Al}=900J/kg^\circ C,\ c_W=4200J/kg^\circ C}$$

$$m\times 900(52-94) + 4/5\times 4200(52-50) = 0 \Rightarrow 2m\times(42) = 42\times 2 \Rightarrow m = 1kg$$