



گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

آزمون دوپینگ ماز | پایه دوازدهم



دوپینگ ماز

فیزیک

دفترچه پاسخ

ویژه کنکوری‌های ۱۴۰۵

شنبه ۱۶ خردادماه ۱۴۰۵

دورس	مسئول دورس	طراحان	ویراستاران
فیزیک	سجاد صادقی‌زاده سعید احمدی	گروه مؤلفان	مروارید شاه‌حسینی حنا خلعتبری

فصل‌های
۱ تا ۴ یازدهم
(جبرانی)

فصل‌های
۱ تا ۵ دهم
(جبرانی)

مسیر حرفه‌ای جمع‌بندی تا کنکور ۱۴۰۵

برای شباهت حداکثری به کنکور، صفحه‌آرایی، فونت و حتی اندازه متن در تمامی آزمون‌های ماز، کاملاً یکسان با استاندارد دفترچه‌های کنکور در نظر گرفته می‌شود.

راهنمای پامفله آزمون ها

زمان پاسخگویی:

سریع (زیر ۱ دقیقه) | استاندارد (۱-۲ دقیقه) |
زمان بر (بیشتر از ۲ دقیقه).

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط - خط به خط - استاندارد) - صفحه ۳ تا ۶ - ۱۰۰۱

سطح سؤال:

آسان (اعتماد به نفس) | متوسط (محک جدی)
دشوار (چالش رشد).

هشتگ سؤال:

شماره درس + شماره پایه
دسته بندی راحت تر سؤالات

سبک سؤال:

خط به خط (متن کتاب) | ترکیبی (چند مبحث) |
محاسباتی (فرمول ودقت) | مفهومی (درک عمیق).

شماره صفحه:

منبع اصلی رو راحت پیدا کنید.

ویژگی های آزمون دوپینگ

پهروسی سریع



«بابت نگاه صرفه ای، دلیل درست بودن یا نبودن گزینه ها را در لحظه ببینید و درون اقلای وقت، پرونده هر سؤال را با یادگیری کامل ببینید!»

پاسخنامه کامل



«یک نقشه راه دقیق و نام نه نام که پیچیده ترین مسائل موضوع را بازمی کند تا هیچ ابهامی در مسیر موفقیت تان باقی نماند.»

نکات و دام های گنگوری



«در دام سؤالات نغیفتید! ما ترغدهای طراحان سوال و مفاهیم کلیدی رو بهتون یاد می دیم تا با آمادگی کامل، همه سؤالات رو جواب بدید.»

کپسول دوپینگ



آماده یک انفجار یادگیری باشید!

«با کپسول دوپینگ "کلید موفقیت در دستان شماست! با مرور سریع و کار بردی نکات، از پس هر سوالی برآید و در آزمون ها بدرخشید!»

۱- در کمیت‌های زیر به ترتیب چند کمیت اصلی و چند کمیت برداری وجود دارد؟

«دما، سرعت متوسط، مقدار ماده، فشار، جریان الکتریکی، شتاب»

۳، ۳ (۴)

۲، ۲ (۳)

۲، ۳ (۲)

۳، ۲ (۱)

(آسان - حفظی - سریع ۱ - صفحه ۷ - ۱۰۰)

پاسخ: گزینه ۲

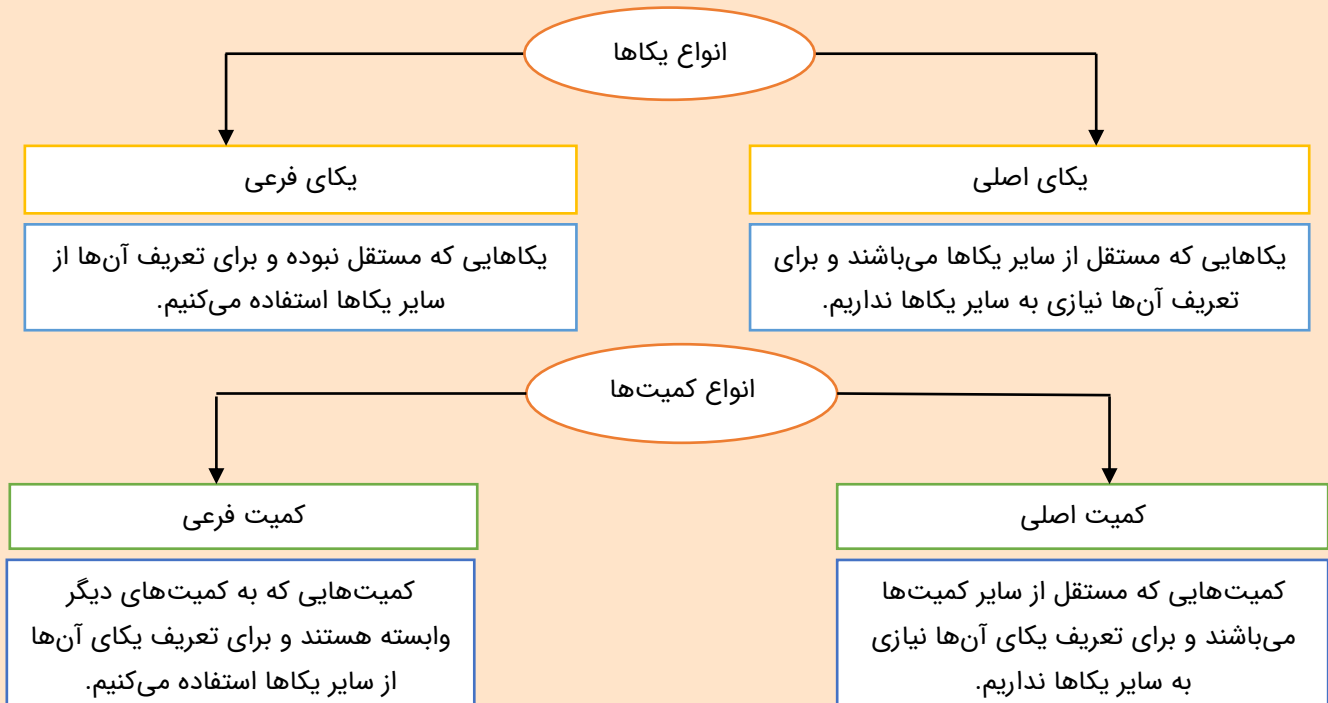
در بین کمیت‌های داده‌شده ۳ کمیت دما، مقدار ماده و جریان الکتریکی، کمیت اصلی و ۲ کمیت سرعت متوسط و شتاب، برداری هستند.

تذکر

دقت کنید که جریان الکتریکی و فشار، برداری نیستند.

کپسول دوپینگ | یکاها و کمیت‌ها

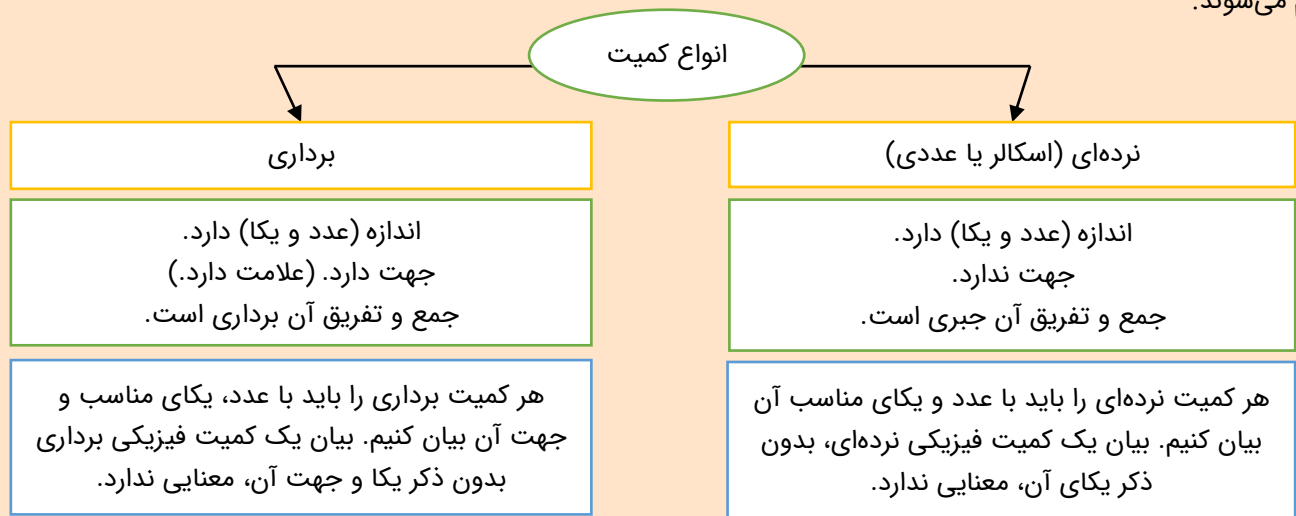
۱- کمیت‌های فیزیکی در سیستم SI به دو گروه اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند. هفت کمیت زیر کمیت‌های اصلی هستند و سایر کمیت‌ها، کمیت‌های فرعی می‌باشند.



جدول کمیت‌های اصلی که همگی نرده‌ای هم می‌باشند.

کمیت	نماد	یکای (SI)	نوع	نوع	یکای غیر SI
طول	L	متر (m)	نرده‌ای	اصلی	in, ft, AU
جرم	m	کیلوگرم (kg)	نرده‌ای	اصلی	گرم، مثقال، تن
زمان	t	ثانیه (s)	نرده‌ای	اصلی	min, h, day
شدت روشنایی	I	کندلا (شمع) (cd)	نرده‌ای	اصلی	
جریان الکتریکی	I	آمپر (A)	نرده‌ای	اصلی	
مقدار ماده	n	مول (mol)	نرده‌ای	اصلی	
دما	T	کلوین (K)	نرده‌ای	اصلی	درجه سلسیوس، درجه فارنهایت

۲- کمیت‌های فیزیکی علاوه بر اصلی و فرعی بودن، به گونه دیگری نیز تقسیم‌بندی می‌شوند. کمیت‌ها به دو دسته نرده‌ای (اسکالر) و برداری تقسیم می‌شوند.



مثال:

جهت	یکا	عدد
جنوب	m/s	۶

سرعت

مثال:

یکا	عدد
kg	۷

جرم



۲- یک گیاه در مدت ۵ روز ۲۱/۶cm رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه چند $\frac{\mu m}{min}$ است؟

- (۱) ۰/۳ (۲) ۰/۵ (۳) ۳۰ (۴) ۵۰

(آسان - محاسباتی - استاندارد ۱۰ - صفحه ۱۰۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

این گیاه در مدت ۵ روز ۲۱/۶cm رشد کرده است؛ پس آهنگ رشد گیاه $\frac{21/6 \text{ cm}}{5 \text{ day}}$ است. به روش زنجیره‌ای آن را به $\frac{\mu m}{min}$ تبدیل می‌کنیم:

$$\frac{21/6 \text{ cm}}{5 \text{ day}} = \frac{21/6 \text{ cm}}{5 \text{ day}} \times \left(\frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \right) \times \left(\frac{1 \mu m}{10^{-6} \text{ m}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ day}}{24 \text{ h}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \right) = 3 \cdot \frac{\mu m}{min}$$

کپسول دوپینگ | آهنگ تغییر

به تغییرات یک کمیت نسبت به زمان، آهنگ آن کمیت گویند. به عنوان مثال، به افزایش ارتفاع یک گیاه نسبت به زمان این افزایش، آهنگ رشد گیاه می‌گویند.

$$\text{آهنگ تغییرات X} = \frac{\text{تغییرات X}}{\text{مدت زمان}}$$

مثال ۱: آب با آهنگ $20 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$ از لوله خارج می‌شود؛ یعنی در هر دقیقه حجم آب خروجی از لوله ۲۰ سانتی‌متر مکعب می‌باشد.

مثال ۲: یک گیاه با آهنگ $5 \frac{\mu m}{h}$ رشد می‌کند؛ یعنی گیاه در هر یک ساعت ۵ میکرومتر رشد کرده است.

مثال ۳: آهنگ تغییر میدان مغناطیسی $10 \frac{T}{s}$ است؛ یعنی میدان مغناطیسی در هر ثانیه ۱۰ تسلا تغییر کرده است.



۳- در رابطه فیزیکی $A = \frac{1}{2}BC^2 + BDg$ ، کمیت‌های A ، D و g به ترتیب، انرژی مکانیکی جسم، ارتفاع جسم از سطح

زمین و شتاب جاذبه زمین هستند. یکای کمیت $\frac{BD^2g^2}{C^2}$ کدام است؟

(۱) نیوتون (۲) ژول (۳) متر بر ثانیه (۴) پاسکال

پاسخ: گزینه ۲

(سخت - محاسباتی - زمان‌بر - صفحه ۱۱ - ۱۰۰)

با توجه به داده‌های سؤال، یکای کمیت‌های A و B و C را مشخص می‌کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{کمیت } A, \text{ انرژی است.} \\ [A] = J = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \\ \text{کمیت } D, \text{ ارتفاع است.} \\ [D] = \text{m} \\ \text{کمیت } g, \text{ شتاب است.} \\ [g] = \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{array} \right.$$

در یک رابطه فیزیکی باید تمامی جملاتی که باهم جمع و تفریق می‌شوند یکای یکسانی داشته باشند، پس:

$$[A] = \left[\frac{1}{2}BC^2 \right] = [BDg]$$

$$\left\{ \begin{array}{l} ۱) [A] = [BDg] \Rightarrow [B] = \frac{[A]}{[D][g]} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{m} \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \Rightarrow [B] = \text{kg} \\ ۲) [A] = \left[\frac{1}{2}BC^2 \right] \Rightarrow [C]^2 = \frac{[A]}{[B]} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{kg}} \Rightarrow [C]^2 = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow [C] = \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left[\frac{BD^2g^2}{C^2} \right] = \frac{[B] \cdot [D]^2 \cdot [g]^2}{[C]^2} = \frac{\text{kg} \times \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \times \frac{\text{m}^2}{\text{s}^4}}{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = J$$

کپسول دوپینگ | سازگاری یکاها

۱- در هر رابطه دقت کنید که یکاهای قرارداده شده در دو طرف رابطه باهم سازگار باشند و بتوانند باهم خط بخورند.

مثلاً در رابطه چگالی، اگر چگالی را برحسب $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ بدهند، باید جرم را برحسب g و حجم را برحسب cm^3 قرار دهیم تا یکاها باهم سازگار

شوند؛ ولی اگر جرم را برحسب kg و حجم را برحسب m^3 قرار دهیم، چگالی برحسب $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ به دست می‌آید:

$$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \leftarrow \rho = \frac{\text{m} \rightarrow \text{g}}{\text{V} \rightarrow \text{cm}^3} \quad \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \leftarrow \rho = \frac{\text{m} \rightarrow \text{kg}}{\text{V} \rightarrow \text{m}^3}$$

بنابراین در فیزیک، هر رابطه‌ای بین کمیت‌ها برقرار باشد، همان رابطه بین یکاهای آن کمیت‌ها نیز برقرار است. اگر کمیت را با X نمایش دهیم، یکای کمیت را با $[X]$ نمایش می‌دهیم.

به طور مثال برای انرژی جنبشی:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$[K] = [m] \cdot [v]^2$$

$$[K] = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

۲- در ضرب و تقسیم، محدودیتی برای یکاها وجود ندارد ولی در جمع و تفریق فقط کمیت‌هایی را می‌توانیم جمع و تفریق کنیم که از یک جنس باشند.

مثلاً در رابطه $A = BC + D^2 - \frac{3E}{F}$ ، باید جنس A با جنس BC، با جنس D^2 و با جنس $\frac{3E}{F}$ یکسان باشد، ولی لزومی ندارد که جنس B و C با هم یکی باشند.

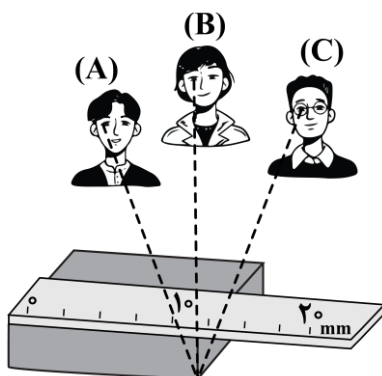


برای جمع، تفریق و یا مقایسه دو یا چند کمیت، حتماً باید یکا و حتی پیشوند یکای آن‌ها با یکدیگر مساوی باشد.

به طور مثال، نمی‌توان ۱/۵kg را با ۲۰cm جمع کرد، یا نمی‌توان بدون تبدیل یکا ۲atm را با ۲۰۰Pa جمع کرد.



۴- در شکل زیر، به ترتیب دقت اندازه‌گیری خط‌کش چند سانتی‌متر است و کدام شخص دقت بیش‌تری در اندازه‌گیری دارد؟



(۱) ۲/۵، شخص A

(۲) ۲/۵، شخص B

(۳) ۰/۲۵، شخص A

(۴) ۰/۲۵، شخص B

(آسان - مفهومی/محاسباتی - سریع ۵ - صفحه ۱۴ - ۱۰۰)

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به شکل، دقت اندازه‌گیری خط‌کش ۲/۵ میلی‌متر می‌باشد:

$$\text{دقت اندازه‌گیری} = \frac{b-a}{n} = \frac{10-0}{4} = 2.5 \text{ mm} = 0.25 \text{ cm}$$



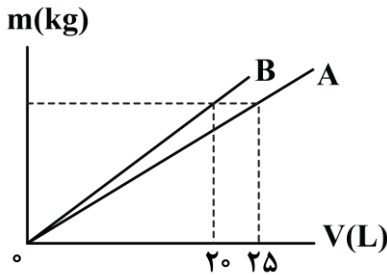
خط‌کش برحسب mm درجه‌بندی شده است ولی دقت اندازه‌گیری را برحسب cm می‌خواهد:

$$\text{mm} \xrightarrow{\times 10^{-1}} \text{cm}$$

گزارش شخصی که از منظر B نتیجه اندازه‌گیری را می‌خواند دقت بیش‌تری دارد؛ چون در راستای قائم به خط‌کش نگاه می‌کند.



۵- نمودار جرم بر حسب حجم دو مایع A و B مطابق شکل زیر است. اگر با حجم یکسانی از این دو مایع، مخلوطی بسازیم که چگالی آن $100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ بیش تر از چگالی مایع A باشد، چگالی مایع B چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟ (در اثر اختلاط کاهش حجم رخ نمی دهد.)



(۱) ۰/۸

(۲) ۱

(۳) ۱/۲

(۴) ۱/۵

(سخت - محاسباتی - استاندارد ۱۷ - صفحه ۱۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

گام اول

از روی نمودار، نسبت چگالی مایع A به چگالی مایع B را به دست می آوریم. طبق نمودار در جرم یکسان m، حجم مایع B برابر ۲۰ L و حجم مایع A برابر ۲۵ L است؛ پس:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{V_B}{V_A}$$

$$\frac{m_A = m_B}{V_A = 25L, V_B = 20L} \rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = 1 \times \frac{20}{25} \Rightarrow \rho_A = \frac{4}{5} \rho_B$$

گام دوم

چگالی مخلوط $100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ بیش تر از چگالی مایع A است:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \rho_A + 100 \xrightarrow{\rho_A = \frac{4}{5} \rho_B} \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{4}{5} \rho_B + 100$$

گام آخر

چون حجم یکسانی از دو مایع را مخلوط کرده ایم؛ چگالی مخلوط از رابطه $\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_A + \rho_B}{2}$ به دست می آید:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_A + \rho_B}{2} \xrightarrow{\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{4}{5} \rho_B + 100, \rho_A = \frac{4}{5} \rho_B} \rightarrow \frac{4}{5} \rho_B + 100 = \frac{\frac{4}{5} \rho_B + \rho_B}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{5} \rho_B + 200 = \frac{4}{5} \rho_B + \rho_B \Rightarrow \rho_B = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

نکته

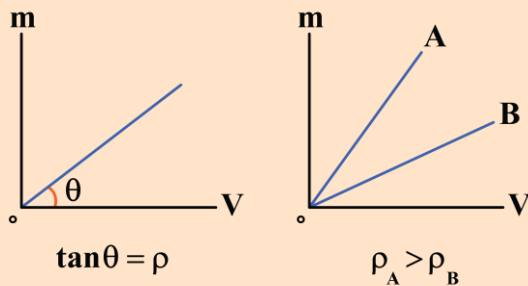
۱- نمودار جرم بر حسب حجم یک ماده در دمای ثابت به صورت خطی است و از روی یک نقطه از آن می توانیم چگالی ماده را حساب کنیم.

۲- اگر با حجم یکسانی از دو ماده، مخلوطی بدون تغییر حجم بسازیم، چگالی مخلوط برابر است با میانگین چگالی دو ماده:

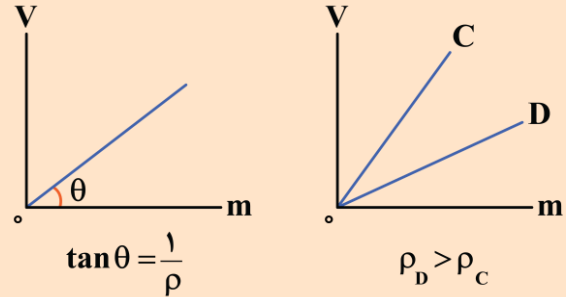
$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}$$

کپسول دوبینگ | نمودارهای مربوط به چگالی

نمودار جرم برحسب حجم



نمودار حجم برحسب جرم



✓ نموداری که به محور m نزدیکتر باشد، چگالی بیش‌تری دارد.



۶- شکل زیر، خروج قطره‌های روغن با دمای متفاوت را از دهانه دو قطره‌چکان نشان می‌دهد. کدام گزینه مقایسه بین دمای قطره‌های روغن (θ) و نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های روغن (F) را به‌درستی نشان می‌دهد؟



شکل «۲»

شکل «۱»

(۱) $F_1 > F_2, \theta_1 > \theta_2$

(۲) $F_1 > F_2, \theta_1 < \theta_2$

(۳) $F_1 < F_2, \theta_1 > \theta_2$

(۴) $F_1 < F_2, \theta_1 < \theta_2$

(آسان - مفهومی - سریع - صفحه ۳۰ - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۳ 

با افزایش دما هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع کمتر می‌شود و نیروی جاذبه گرانشی راحت‌تر بر نیروی هم‌چسبی غلبه می‌کند و قطره‌های کوچک‌تری از قطره‌چکان خارج می‌شود. پس در شکل (۱) دما بیش‌تر ولی نیروی هم‌چسبی کمتر است.

کپسول دوبینگ | نیروی بین‌مولکولی

دو ویژگی مهم نیروهای بین‌مولکولی:

الف) نیروهای بین‌مولکولی کوتاه‌برد هستند؛ یعنی وقتی فاصله بین مولکول‌ها به چند برابر ابعاد مولکول می‌رسد، بسیار کوچک و عملاً صفر می‌شوند. به همین دلیل است که این نیرو در گازها دیده نمی‌شود.

ب) وقتی فاصله بین مولکول‌ها از حد معینی (نسبت به ابعاد مولکول) کمتر شود، نیروی بین‌مولکولی دافعه است و همین موضوع سبب می‌شود که متراکم کردن مایع‌ها و جامدات بسیار دشوار باشد.

پس وقتی سعی می‌کنیم فاصله بین مولکول‌های مایع را کم کنیم، نیروی دافعه بزرگی بین آن‌ها ایجاد می‌شود که از تراکم‌پذیری مایعات جلوگیری می‌کند و وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم نیروی جاذبه بین آن‌ها ظاهر می‌شود.

* افزایش دما و افزودن ناخالصی (مانند ظرف‌شویی) به مایع، موجب کاهش نیروی بین‌مولکولی ازجمله کاهش نیروی هم‌چسبی و کاهش کشش سطحی مایع می‌شود (و قطرات مایع ریزتر خواهند شد).

کپسول دوپینگ | جدول انواع نیروهای بین مولکولی

نوع نیروی بین مولکولی	تعریف و مثال	پدیده
همچسبی	جاذبه بین مولکول های همسان مانند جاذبه بین مولکول های آب در قطره آب آویزان از شاخه درخت	کشش سطحی
دگرچسبی	جاذبه بین مولکول های ناهمسان مانند جاذبه بین مولکول های آب و سطح شیشه	ترشوندگی، مویینگی

کپسول دوپینگ | کشش سطحی

به دلیل نیروی جاذبه ای که مولکول های سطح مایع به یکدیگر وارد می کنند، سطح مایع شبیه یک پوسته تحت کشش رفتار می کند و کشش سطحی رخ می دهد. پس کشش سطحی ناشی از همچسبی مولکول های سطح مایع است. عامل تمامی مثال های زیر کشش سطحی است:

- ۱- سطح قطره ای که آزادانه سقوط می کند مانند یک پوسته کشیده شده تمایل به کمینه کردن مساحتش را دارد. به همین دلیل به شکل کره درمی آید.
- ۲- کشش سطحی باعث می شود آبی که توسط ماهی کمان گیر از دهان او به طرف حشره پرتاب می شود در هوا پخش شود و به برگ و حشره برخورد کند ← بزرگ بودن نیروی همچسبی مولکول های آب.
- ۳- نشستن حشره روی آب و قرار گرفتن گیره روی سطح آب
- ۴- علت تشکیل حباب های آب و صابون
- ۵- بادهای نسبتاً ضعیف قادرند توده های بزرگی از ریزگردها را به حرکت درآورند درحالی که توفان های شدید دریایی تنها مقدار اندکی آب را به صورت قطره های ریز به طرف بالا می پاشند ← بزرگ بودن نیروی همچسبی مولکول های آب در مقایسه با نیروی همچسبی اندک ذرات ریزگرد.

نکات طلایی

- ۱- اگر یک سوزن ته گرد روی سطح آب شناور باشد با به آرامی اضافه کردن یکی دو قطره مایع شوینده به آب درون ظرف، مشاهده می کنیم که سوزن در آب فرو می رود چون اضافه کردن مایع شوینده نیروی کشش سطحی را کاهش می دهد.
- ۲- افزایش دمای آب نیز سبب کاهش کشش سطحی آبی می شود.

کپسول دوپینگ | ترشوندگی

هرگاه مایع در تماس با جامدی قرار می گیرد دو حالت زیر رخ می دهد:

نوع حالت	علت	مثال	شکل
مایع، جامد را تر می کند	نیروی دگرچسبی (بین مولکول های جامد و مایع) < نیروی همچسبی (بین مولکول های مایع)	آب روی سطح شیشه ای تمیز پهن می شود	
مایع، جامد را تر نمی کند	نیروی دگرچسبی (بین مولکول های جامد و مایع) > نیروی همچسبی (بین مولکول های مایع)	جیوه روی سطح شیشه ای به شکل قطره باقی می ماند هرچه مقدار جیوه بیش تر باشد، قطره تخت تر می شود.	

* افزودن لایه دوده یا روغن به سطح شیشه سبب می شود که ارتباط بین مولکول های آب و شیشه قطع شود و به یکدیگر نیرویی وارد نکنند؛ یعنی با چرب شدن شیشه، نیروی دگرچسبی بین آب و شیشه کاهش می یابد و آب دیگر سطح را تر نمی کند و مثل جیوه به شکل قطره روی سطح باقی می ماند:

نیروی هم چسبی بین مولکول های آب < نیروی دگرچسبی بین مولکول های آب و روغن

(صرفاً جهت اطلاع: نیروی دگرچسبی بین دوده و آب کمتر از روغن و آب است و قطره های آب روی روغن حالت کره ای کمتری دارد).

** آیا جیوه همواره بر سطح جامد به شکل قطره کروی درمی آید؟ خیر. بستگی به این که نیروی چسبندگی مولکول های جیوه بیش تر است یا نیروی چسبندگی سطحی بین جیوه و سطح هر دو حالت ممکن است رخ دهد.

چند مثال از ترشوندگی:

۱- وقتی قلم مویی را از آب بیرون می کشیم موهای آن به هم می چسبند ← دلیل نیروی هم چسبی بین مولکول های آب بیش تر از نیروی دگرچسبی مولکول های آب و موهای قلم مو است، بنابراین وقتی قلم مو را از آب بیرون می کشیم نیروی هم چسبی بین مولکول های آب سبب می شود تا لایه ای از آب در اطراف موهای قلم تشکیل شود و موهای قلم به یکدیگر بچسبند.

۲- تشکیل قطره های ریزودرشت شبنم روی گلبرگ ها ← دلیل غلبه هم چسبی بین مولکول های آب بر دگرچسبی بین مولکول های آب و گلبرگ (نیروی جاذبه بین مولکول های آب).

۳- استفاده از مایع ظرف شویی و آب گرم برای شستن ظروف ← دلیل افزایش دما و افزودن ناخالصی سبب کاهش هم چسبی مولکول های چربی و روغن و کاهش دگرچسبی چربی ها با ظرف می شود.

۴- برای خاصیت آبگریزی (ضد آب کردن) در یک پارچه باید نیروی دگرچسبی بین آب و پارچه را کاهش داد.

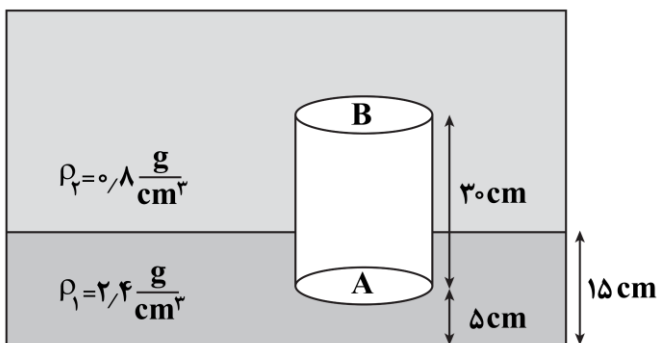
۵- برای افزایش خاصیت چسبندگی یک رنگ بر روی سطح دیوار باید نیروی دگرچسبی بین مولکول های رنگ و دیوار را افزایش داد.

۶- تر شدن دستی که از آب خارج می شود ← دلیل نیروی دگرچسبی بین آب و دست بیش تر از نیروی هم چسبی بین مولکول های آب است.



۷- یک استوانه با قطر مقطع ۱۰ cm مطابق شکل درون یک ظرف مایع قرار گرفته است. اختلاف نیرویی که بر دو وجه بالا و

پایین استوانه (A و B) وارد می شود چند نیوتون است؟ ($\pi = 3$, $P_0 = 100 \text{ kPa}$, $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



۳۰ (۱)

۳۰۰ (۲)

۴۰ (۳)

۴۰۰ (۴)

(متوسط - محاسباتی - استاندارد ۱ - صفحه ۳۴ - ۱۰۰۲)

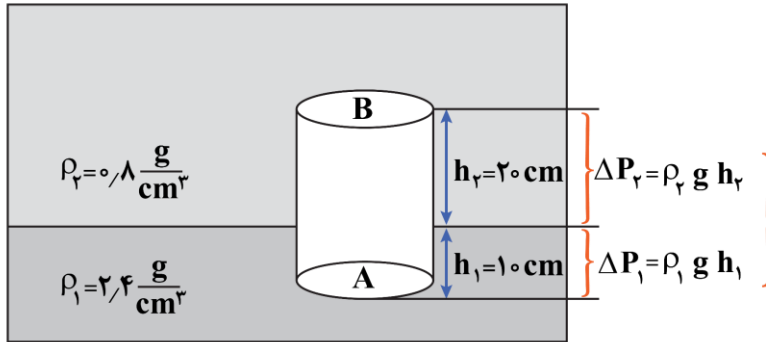
پاسخ: گزینه ۱

گام اول

سطح مقطع استوانه را به دست می آوریم:

$$A = \pi r^2 = 3 \times \left(\frac{10}{2}\right)^2 = 75 \text{ cm}^2 = 75 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

گام دوم



دلیل اختلاف نیروی وارد بر دو وجه A و B اختلاف فشار وارد بر این وجوه است، پس اختلاف فشار را در نقاط A و B با توجه به شکل به دست می آوریم:

$$\Delta P_{AB} = 2/4 \times 10^3 \times 10 \times 0/1 + 0/8 \times 10^3 \times 10 \times 0/2 = 4 \times 10^3 \text{ Pa}$$

گام آخر

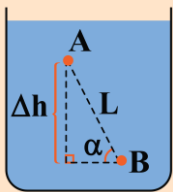
اختلاف نیروی وارد بر دو وجه A و B را محاسبه می کنیم:

$$\left. \begin{aligned} F_A &= P_A \times A \\ F_B &= P_B \times A \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_A - F_B = (P_A \times A) - (P_B \times A)$$

$$\Delta F_{AB} = A(P_A - P_B) \Rightarrow \Delta F_{AB} = A \times \Delta P_{AB}$$

$$\Rightarrow \Delta F_{AB} = 75 \times 10^{-4} \times 4 \times 10^3 = 30 \text{ N}$$

کیسول دوبینگ | اختلاف فشار مایع



درون مایعی به چگالی ρ ، دو نقطه A و B را در نظر بگیرید. اگر فاصله قائم این دو نقطه Δh باشد، اختلاف فشار کل و اختلاف فشار مایع بین دو نقطه با یکدیگر برابر بوده و از رابطه زیر به دست می آید:

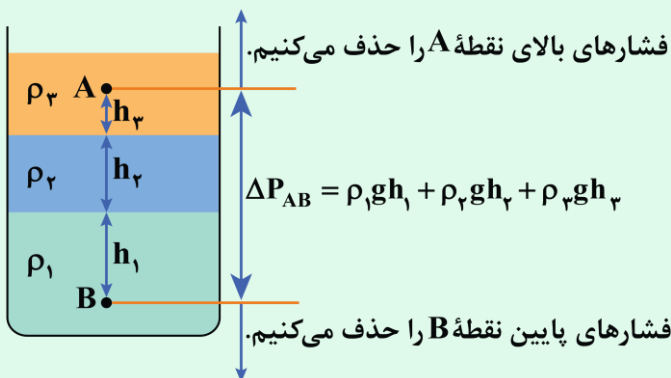
$$\Delta P_{\text{مایع}} = \Delta P_{\text{کل}} = \rho g \Delta h \rightarrow \Delta h_{AB} = L \sin \alpha$$

نکته ۱

اگر ظرف بالا، درون آسانسوری قرار گیرد و آسانسور با شتاب a حرکت کند، در رابطه گفته شده به جای g از g' استفاده می کنیم که $(g' = g \pm a)$ است. اگر آسانسور تندشونده به سمت بالا یا کندشونده به سمت پایین حرکت کند، از علامت $(+)$ و در غیر این دو حالت (یعنی کندشونده به سمت بالا یا تندشونده به سمت پایین) از علامت $(-)$ استفاده می کنیم.

نکته ۲

اگر بین دو نقطه A و B، بیش از یک مایع باشد، مانند شکل مقابل، دیگر نمی توان اختلاف فشار بین دو نقطه را از رابطه گفته شده به دست آورد. در این حالت باید فشار ناشی از مایعاتی که بین دو نقطه A و B قرار دارند با یکدیگر جمع شوند تا اختلاف فشار به دست آید، یعنی:



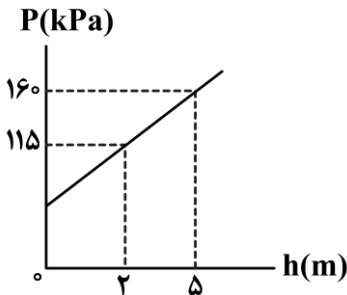
پس برای محاسبه اختلاف فشار دو نقطه، کاری به محتویات بالا و پایین آن دو نقطه نداریم و فقط فشارهای بین آن دو نقطه را محاسبه می کنیم.

اگر دو مایع ۱ و ۲ با یکدیگر مخلوط شوند، اختلاف فشار دو نقطه A و B (بین این دو نقطه) از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\Delta P_{AB} = \rho_{\text{مخلوط}} g \Delta h_{AB}$$



۸- نمودار فشار بر حسب عمق از سطح آزاد مایع درون یک ظرف مطابق شکل زیر است. در این مکان فشار هوا چند



کیلوپاسکال است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

- (۱) ۸۰
- (۲) ۸۵
- (۳) ۹۰
- (۴) ۱۰۰

(متوسط - محاسباتی - استاندارد) (صفحه ۳۴ - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به نمودار، فشار در عمق ۲ متری برابر ۱۱۵ kPa و در عمق ۵ متری برابر ۱۶۰ kPa است:

$$P = \rho gh + P_0$$

$$h=2m, P=115 \times 10^3 Pa \rightarrow 115 \times 10^3 = \rho \times 10 \times 2 + P_0 \quad (1)$$

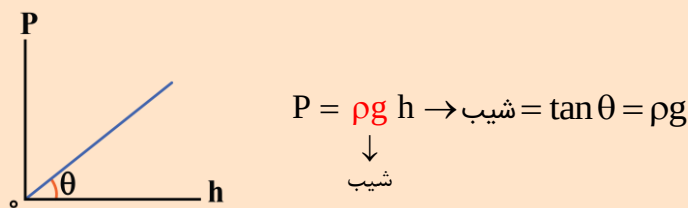
$$h=5m, P=160 \times 10^3 Pa \rightarrow 160 \times 10^3 = \rho \times 10 \times 5 + P_0 \quad (2)$$

حال با حل دستگاه دو معادله و دو مجهول زیر، مقادیر ρ و P_0 را به دست می آوریم:

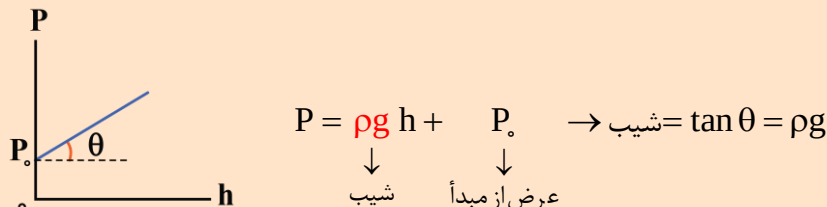
$$\begin{cases} (1) \ 115 \times 10^3 = 2 \cdot \rho + P_0 \\ (2) \ 160 \times 10^3 = 5 \cdot \rho + P_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \rho = 1/5 \times 10^3 \frac{kg}{m^3} \\ P_0 = 85 \times 10^3 Pa = 85 kPa \end{cases}$$

کیسول دوبینگ | نمودارهای فشار

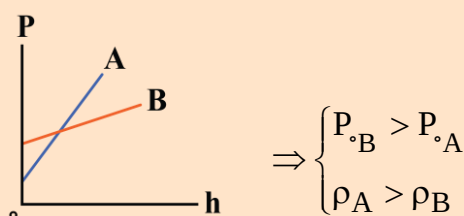
۱- نمودار فشار ناشی از مایع بر حسب ارتفاع از سطح آزاد مایع:



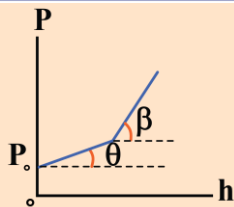
۲- نمودار فشار بر حسب ارتفاع از سطح آزاد مایع:



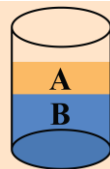
۳- مقایسه دو نمودار فشار بر حسب ارتفاع از سطح آزاد مایع:



۴- نمودار فشار برحسب ارتفاع از سطح آزاد مایع (برای دو مایع متفاوت):



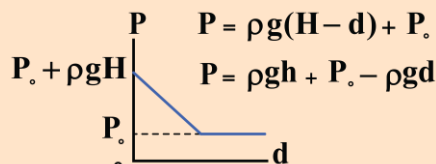
$$\tan \beta > \tan \theta$$



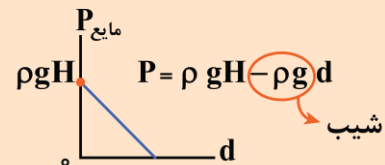
چون مایع B زیر قرار دارد پس چگالی آن بیش تر است، پس باید شیب نمودار در قسمت B از قسمت A بیش تر باشد.

۵- اگر نمودار فشار برحسب فاصله از کف ظرف (d) مدنظر باشد، چون فاصله یک نقطه از کف ظرف برابر با (فاصله از سطح مایع - ارتفاع مایع) است، پس نمودار مربوطه به صورت زیر می شود:

الف) نمودار فشار مایع برحسب فاصله از کف ظرف (d)



ب) نمودار فشار برحسب فاصله از کف ظرف (d)



۹- ۲۰۰ سانتی متر مکعب از مایعی به چگالی $\frac{1}{5} \frac{g}{cm^3}$ را با $2kg$ از مایعی به چگالی $\frac{2}{5} \frac{g}{cm^3}$ مخلوط می کنیم. با این مخلوط، ظرف استوانه ای شکلی به عمق ۲۰cm را پر می کنیم. فشار ناشی از این مخلوط در کف ظرف چند کیلوپاسکال است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$

۲۳۰ (۴)

۲/۳ (۳)

۴۶۰ (۲)

۴/۶ (۱)

(متوسط - ترکیبی - استاندارد) (صفحه ۳۴ - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

گام اول

ابتدا چگالی مخلوط حاصل را به دست می آوریم:

$$\begin{aligned} \text{مایع اول} \begin{cases} V_1 = 200 \text{ cm}^3 \\ \rho_1 = \frac{1}{5} \frac{g}{\text{cm}^3} \end{cases} &\Rightarrow m_1 = \rho_1 V_1 = \frac{1}{5} \times 200 = 40 \text{ g} \\ \text{مایع دوم} \begin{cases} m_2 = 2 \text{ kg} = 2000 \text{ g} \\ \rho_2 = \frac{2}{5} \frac{g}{\text{cm}^3} \end{cases} &\Rightarrow V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{2000}{2/5} = 5000 \text{ cm}^3 \\ \rho_t = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{40 + 2000}{200 + 5000} &\Rightarrow \rho_t = \frac{2040}{5200} \frac{g}{\text{cm}^3} = \frac{204}{520} \frac{g}{\text{cm}^3} = \frac{51}{130} \frac{g}{\text{cm}^3} \end{aligned}$$

گام آخر

فشار ناشی از ۲۰cm از این مخلوط را محاسبه می کنیم:

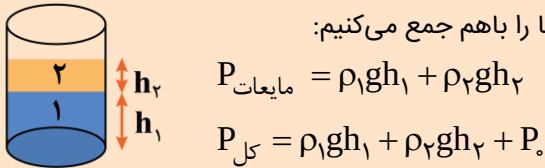
$$P = \rho g h = \frac{51}{130} \times 10 \times 20 = 78 \text{ Pa} = 0.78 \text{ kPa}$$

مشابه همین سؤال رو تو کنکور ۱۴۰۳ داده بودن.

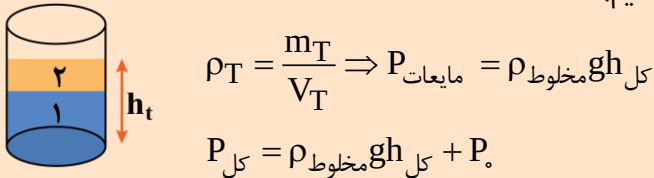
کیسول دوبیینگ | محاسبه فشار مخلوط در ظرف منشوری

وقتی درون یک ظرف منشوری چند مایع متفاوت می‌ریزیم فشار ناشی از مایعات در کف ظرف را می‌توان به دو روش به دست آورد:

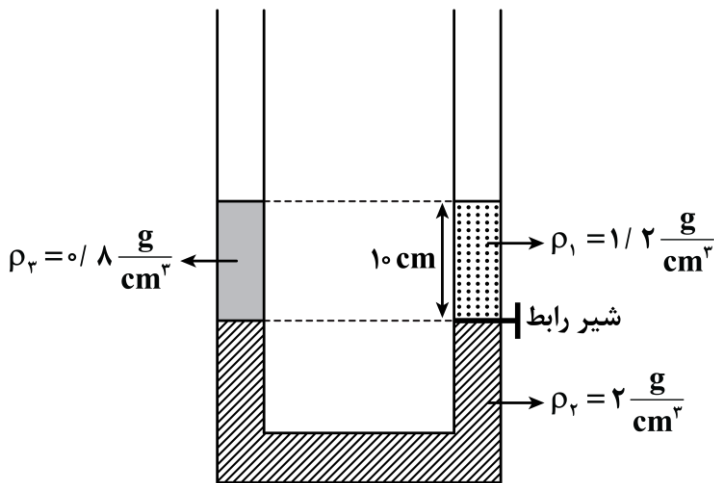
۱- به کمک رابطه $P = \rho gh$ ، جداگانه فشار هرکدام از مایعات را به دست آورده و آن‌ها را با هم جمع می‌کنیم:



۲- ابتدا چگالی مخلوط را به دست آورده و به صورت زیر، فشار را محاسبه می‌کنیم:



۱۰- در شکل زیر اگر شیر رابط را باز کنیم، پس از ایجاد تعادل، اختلاف سطح آزاد مایعات درون دو لوله چند سانتی‌متر خواهد شد؟



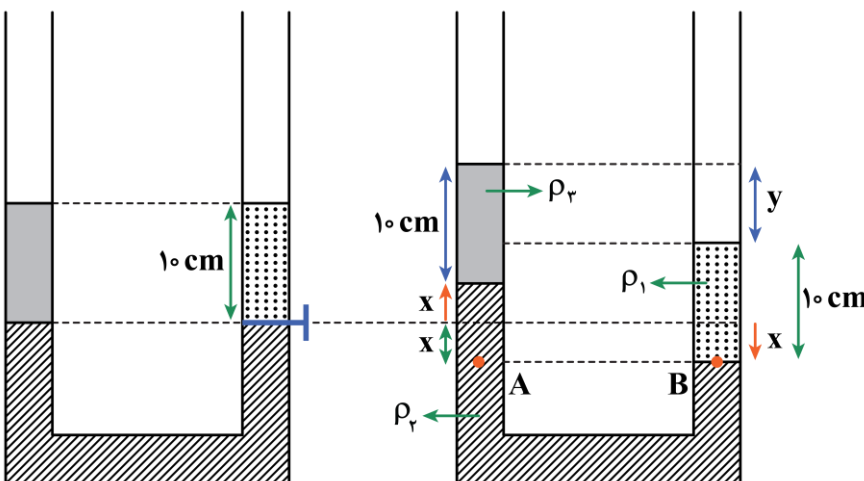
- ۰/۵ (۱)
- ۱ (۲)
- ۲ (۳)
- ۴ (۴)

(سخت - محاسباتی - استاندارد) - صفحه ۳۵ - ۱۰۰۲

پاسخ: گزینه ۳

گام اول

ارتفاع دو مایع ρ_1 و ρ_3 برابر است ولی چگالی ρ_1 بزرگ‌تر است به همین دلیل فشاری که مایع ρ_1 ایجاد می‌کند بیش‌تر از فشاری است که مایع ρ_3 تولید می‌کند، پس مایع ρ_1 به اندازه x پایین می‌آید و مایع ρ_2 به همان اندازه بالا می‌رود:



گام آخر

فشار دو نقطه هم‌تراز A و B را برابر قرار می‌دهیم:

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_r g \times 2x + \rho_r g h_r + P_0 = \rho_1 g h_1 + P_0$$

$$\Rightarrow 2 \times 2x + 0.8 \times 10 = 1.2 \times 10 \Rightarrow x = 1 \text{ cm}$$

با توجه به شکل، اختلاف سطح آزاد مایعات در دو لوله y است:

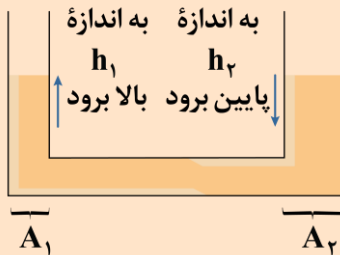
$$y = 2x \Rightarrow y = 2 \text{ cm}$$



حتماً نمونه این سؤال برای حالتی که ظرف مرتبط سه شاخه دارد یا پیستون روی سطح مایع قرار می‌گیرد را حل کنید. خلاصه آگه تو آزمون بعدی از این نمونه سؤالات دیدید تعجب نکنید. 😊

کپسول دوبینگ | اضافه کردن مایع در لوله لاشکل

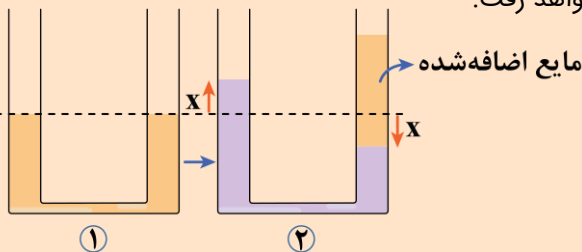
اگر در یکی از شاخه‌های یک لوله لاشکل مقداری از یک مایع اضافه کنیم، مایع زیرین در آن شاخه مقداری پایین‌تر رفته و در شاخه مقابل مقداری به بالا جابه‌جا خواهد شد. در این شرایط در حالت کلی، حجمی از مایع زیرین که در یک شاخه به پایین جابه‌جا می‌شود با حجمی از آن که در شاخه مقابل به بالا جابه‌جا می‌شود، برابر است.



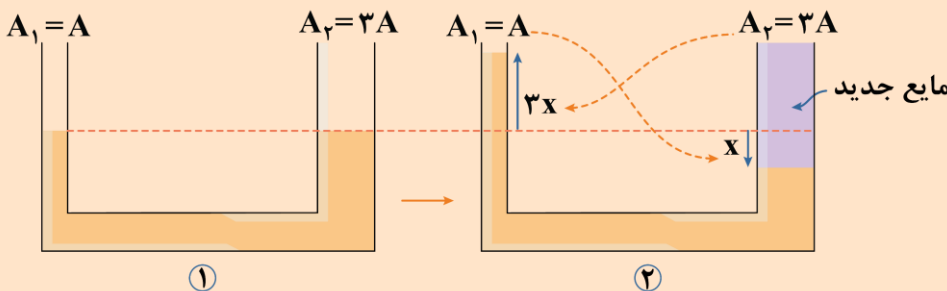
$$\Delta V_1 = \Delta V_2 \Rightarrow A_1 h_1 = A_2 h_2 \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{A_1}{A_2}$$

اکنون دو حالت می‌توان در نظر گرفت:

۱- اگر سطح مقطع دو شاخه برابر باشد، ارتفاع مایع جابه‌جاشده در دو شاخه نیز برابر خواهد شد؛ بنابراین در این شرایط اگر مایع زیرین در یک شاخه به عنوان مثال ۵cm به پایین حرکت کند، در شاخه مقابل ۵cm به بالا خواهد رفت.

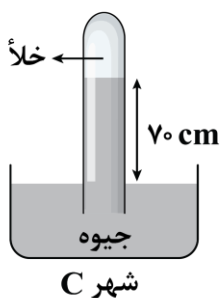


۲- اگر سطح مقطع دو شاخه برابر نباشد، ارتفاع مایع جابه‌جاشده در دو شاخه نیز برابر نخواهد بود. در این حالت با توجه به ثابت بودن حجم مایع جابه‌جاشده می‌توان نشان داد که ارتفاع مایع جابه‌جاشده به نسبت معکوس سطح مقطع‌ها خواهد بود. به مثال زیر دقت کنید:

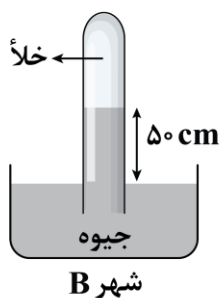


۱۱- مطابق شکل، سه بارومتر را در سه شهر مختلف قرار داده‌ایم. کدام گزینه در مورد این سه شهر نادرست است؟

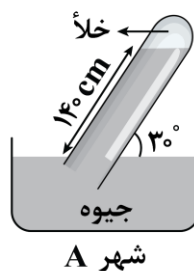
$$(g = 10 \frac{N}{kg}, \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{g}{cm^3})$$



شهر C



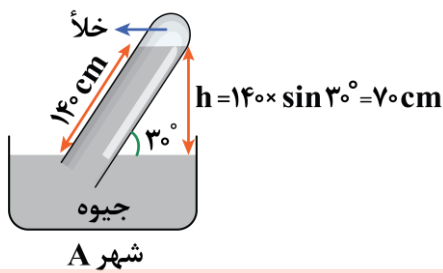
شهر B



شهر A

- (۱) ارتفاع شهر B از سطح دریای آزاد از شهر C بیش‌تر است.
- (۲) ارتفاع دو شهر A و C از سطح دریای آزاد باهم برابر است.
- (۳) فشار هوا در شهر A برابر ۷۰cmHg می‌باشد.

(۴) اختلاف فشار هوای دو شهر B و C برابر ۲۰kPa است.



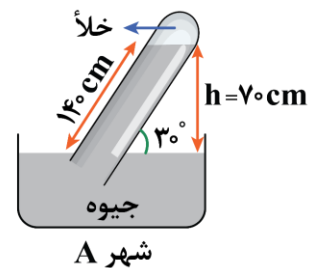
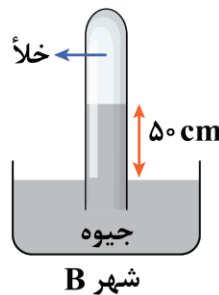
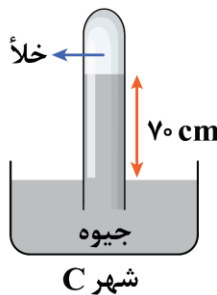
ارتفاع قائم جیوه را در لوله مربوط به فشارسنج A محاسبه می کنیم.

تذکر!

می دانیم که در مثلث قائم الزاویه ضلع مقابل به زاویه ۳۰ درجه، نصف وتر است؛ پس ارتفاع قائم جیوه در شکل A نصف ۱۴۰ cm می باشد:

$$h = \frac{1}{2} \times 140 = 70 \text{ cm}$$

فشار هوا در هریک از شهرها برابر ارتفاع قائم ستون جیوه درون لوله فشارسنجها می باشد:



فشار هوا در شهر C = ۷۰ cmHg

فشار هوا در شهر B = ۵۰ cmHg

فشار هوا در شهر A = ۷۰ cmHg

می دانیم که هرچقدر از سطح زمین به سمت بالا حرکت کنیم، فشار هوا کاهش می یابد. پس ارتفاع دو شهر A و C باهم برابر است و ارتفاع شهر B از همه بیش تر است.

اختلاف فشار هوای شهرهای B و C: $\Delta P = 70 - 50 = 20 \text{ cmHg}$

$$\Rightarrow \Delta P = 20 \times 1360 = 27200 \text{ Pa} = 27 / 2 \text{ kPa}$$

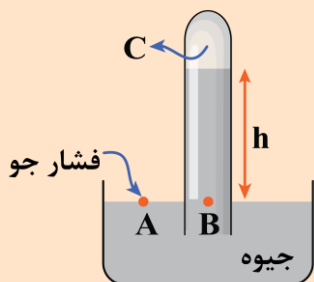
پس گزینه (۴) نادرست می باشد.

تذکر!

در صورت سؤال چگالی جیوه را $\frac{13}{6} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ داده است، پس برای تبدیل cmHg به Pa آن را در ۱۳۶۰ ضرب کرده ایم.

کپسول دوبینک | بارومتر (جوسنج)

به شکل مقابل، فشارسنج هوا (بارومتر) گفته می شود که برای اندازه گیری فشار جو به کار می رود.



۱- محاسبه فشار هوا برحسب پاسکال در بارومتر:

دو نقطه A و B هم تراز هستند؛ پس فشار آنها باهم برابر است:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 = \rho gh + P_C$$

معمولاً در ناحیه C، خلأ نسبی (شامل بخار جیوه با چگالی بسیار کم) وجود دارد؛ به همین دلیل $P_C \approx 0$ می باشد. ولی اگر بالای لوله خلأ نبود باید فشار آن را در رابطه به جای P_C قرار دهیم.

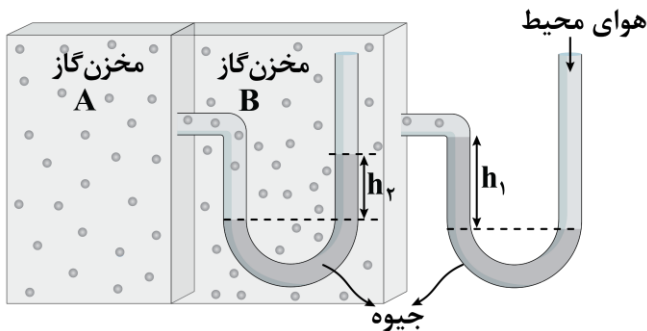
۲- محاسبه فشار هوا برحسب cmHg در بارومتر:

مجموع فشار گاز بالای لوله و ارتفاع ستون جیوه برابر فشار هوا است.

فشار گاز ناحیه C بر حسب cmHg + ارتفاع ستون جیوه بر حسب cm = فشار هوا بر حسب cmHg

• • •

۱۲- در شکل زیر اگر $h_1 - h_2 = 5 \text{ cm}$ باشد، فشار پیمانه‌ای مخزن گاز A چند پاسکال است؟



$$(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3})$$

$$(1) -6/8 \times 10^3$$

$$(2) +6/8 \times 10^3$$

$$(3) -6/8 \times 10^5$$

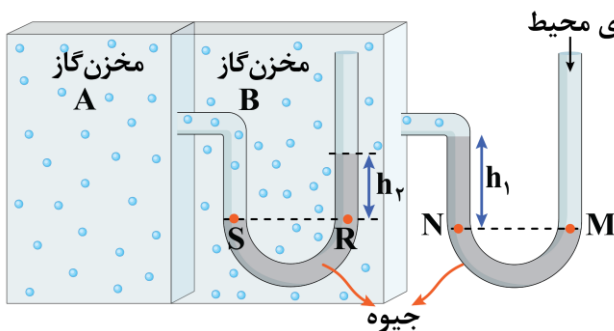
$$(4) +6/8 \times 10^5$$

(متوسط - محاسباتی - استاندارد ۱ - صفحه ۳۸ - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

روش اول

نقاط هم‌تراز را در لوله‌های U شکل مشخص می‌کنیم و فشار آن‌ها را برابر هم قرار می‌دهیم:



$$P_M = P_N \Rightarrow P_0 = \rho g h_1 + P_B \Rightarrow P_B = P_0 - \rho g h_1$$

$$P_S = P_R \Rightarrow P_A = \rho g h_2 + P_B \Rightarrow P_A = \rho g h_2 + (P_0 - \rho g h_1)$$

$$\Rightarrow P_A = \rho g h_2 + P_0 - \rho g h_1 \Rightarrow P_A - P_0 = \rho g (h_2 - h_1)$$

$$\xrightarrow{h_2 - h_1 = -0.05 \text{ m}} P_A - P_0 = 13.6 \times 10^3 \times 10 \times (-0.05)$$

$$\Rightarrow P_A - P_0 = -6800 \text{ Pa} = -6/8 \times 10^3 \text{ Pa}$$

روش دوم

چون مایع درون لوله‌ها جیوه است، ابتدا فشار را بر حسب cmHg به دست می‌آوریم و در نهایت به Pa تبدیل می‌کنیم:

$$P_M = P_N \Rightarrow 0 = h_1 + P_B \Rightarrow P_B = -h_1$$

چون فشار پیمانه‌ای را می‌خواهیم به جای فشار هوا صفر قرار دادیم:

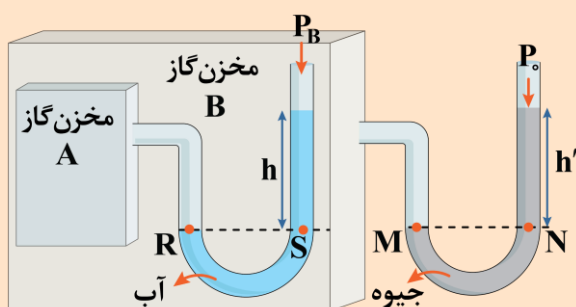
$$P_S = P_R \Rightarrow P_A = h_2 + P_B \xrightarrow{P_B = -h_1}$$

$$P_A = h_2 - h_1 \xrightarrow{h_2 - h_1 = 5 \text{ cm}} P_A = -5 \text{ cmHg}$$

$$\Rightarrow P_A = -5 \times 1360 = -6800 \text{ Pa} = -6/8 \times 10^3 \text{ Pa}$$

کپسول دوبینگ | مانومترهای تودرتو

برای حل سؤالات مربوط به مانومترهای تودرتو کافی است به طور جداگانه برای هر کدام از لوله‌های U شکل دو نقطه هم‌تراز پیدا کرده و فشار آن‌ها را برابر هم قرار دهیم. حال با حل دو معادله حاصل از نقاط هم‌تراز، مجهول مسئله را به دست می‌آوریم.



$$P_M = P_N \Rightarrow P_B = \rho_{\text{جیوه}} g h' + P_0 \quad (1)$$

$$P_R = P_S \Rightarrow P_A = \rho_{\text{آب}}gh + P_B \quad (2)$$

حال کافی است P_B را از معادله (۱) به دست آورده و در معادله (۲) قرار دهیم تا مجهول مسئله محاسبه شود.



۱۳- سه گلوله توپر A، B و C با جرم‌های $m_A = 3\text{kg}$ ، $m_B = 3/5\text{kg}$ و $m_C = 4\text{kg}$ را درون یک استخر پر از آب می‌اندازیم. اگر شعاع سه گلوله یکسان و برابر 10cm باشد، به ترتیب وضعیت گلوله A، B و C بعد از تعادل در آب چگونه خواهد بود؟ ($\pi = 3$ ، $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)

(۱) شناور، شناور، غوطه‌ور (۲) شناور، شناور، ته‌نشین (۳) غوطه‌ور، شناور، غوطه‌ور (۴) شناور، غوطه‌ور، ته‌نشین

(آسان - محاسباتی - استاندارد) (صفحه ۴۱ - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا حجم گلوله‌ها را به دست می‌آوریم:

$$V_A = V_B = V_C = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times 10^3 = 4000\text{cm}^3$$

حال چگالی گلوله‌ها را محاسبه می‌کنیم و وضعیت آن‌ها را مشخص می‌کنیم:

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} = \frac{3000}{4000} = 0.75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \Rightarrow \rho_A < \rho_{\text{آب}}$$

پس گلوله A روی آب شناور می‌ماند.

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{3500}{4000} = 0.875 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \Rightarrow \rho_B < \rho_{\text{آب}}$$

پس گلوله B روی آب شناور می‌ماند.

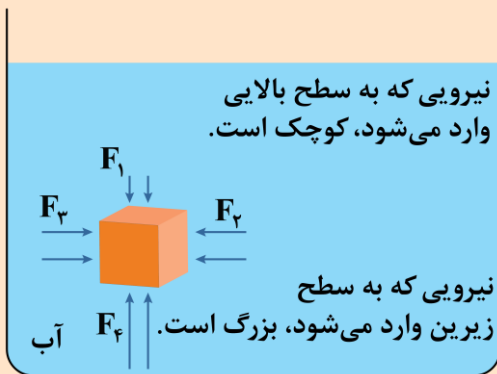
$$\rho_C = \frac{m_C}{V_C} = \frac{4000}{4000} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \Rightarrow \rho_C = \rho_{\text{آب}}$$

پس گلوله C در آب غوطه‌ور خواهد شد.

کپسول دوپینگ | شناوری

وقتی جسمی در شاره‌ای قرار می‌گیرد، نیروی وارد بر قسمت پایینی جسم، بزرگ‌تر از نیروی وارد بر قسمت بالایی است، اختلاف این دو نیرو برابر با نیرویی رو به بالاست که به جسم وارد می‌شود و به آن نیروی شناوری (F_B) می‌گویند.

به دلیل افزایش عمق و در نتیجه افزایش فشار، نیروهای ناشی از فشار وارد بر جسم در سطح پایینی بیش‌تر از سطح بالایی است؛ مطابق شکل داریم:



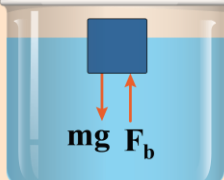
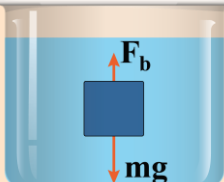
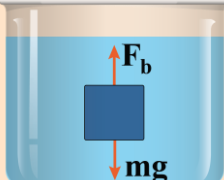
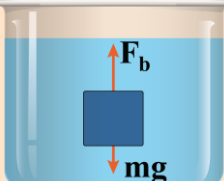
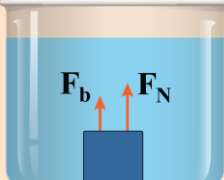
F_3 و F_4 یکدیگر را خنثی می‌کنند.

$$F_B = F_2 - F_1 \quad \text{نیروی شناوری}$$

در بحث شناوری جسم درون شاره (مایع یا گاز) دو موضوع مهم است:

۱- تشخیص نحوه قرار گرفتن جسم توسط مقایسه چگالی جسم و شاره.

۲- مقایسه نیروی شناوری و وزن مایع در هر حالت. این دو موضوع را در ۵ حالت می‌توانید در جدول زیر ببینید:

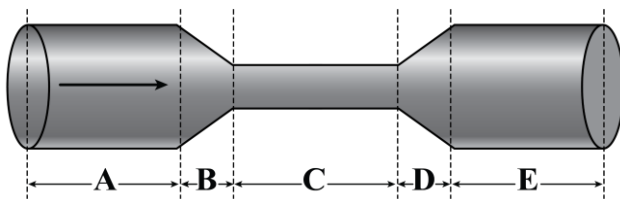
وضعیت جسم	توضیح نحوه قرارگیری جسم	مقایسه نیروی وزن و نیروی شناوری	مقایسه چگالی‌ها	شکل
شناوری	بخشی از جسم درون مایع و بخشی بیرون مایع است.	$F_b = mg$	$\rho_{\text{شاره}} < \rho_{\text{جسم}}$	
پایین رفتن	تمام جسم درون مایع است و جسم در حال پایین رفتن است.	$F_b < mg$	$\rho_{\text{شاره}} > \rho_{\text{جسم}}$	
غوطه‌وری	تمام جسم درون مایع است و جسم در میان مایع ساکن است.	$F_b = mg$	$\rho_{\text{شاره}} = \rho_{\text{جسم}}$	
بالا رفتن	تمام جسم درون مایع است و جسم در حال حرکت به سمت بالا است.	$F_b > mg$	$\rho_{\text{شاره}} < \rho_{\text{جسم}}$	
ته‌نشینی	جسم در تماس با کف ظرف است.	$F_b = mg - F_N \Rightarrow F_b < mg$	$\rho_{\text{شاره}} > \rho_{\text{جسم}}$	



اگر جسمی به طور کامل داخل مایعی قرار داشته باشد و نیروی شناوری با وزن جسم برابر باشد، جسم داخل مایع غوطه‌ور می‌ماند. اگر نیروی شناوری بیش‌تر از وزن جسم باشد، جسم رو به بالا حرکت می‌کند تا در سطح مایع شناور شود و اگر نیروی شناوری کم‌تر از وزن جسم باشد، جسم در مایع فرو رفته تا ته‌نشین شود.



۱۴- در لوله‌ای پر از آب مطابق شکل، آب به صورت لایه‌ای و یکنواخت در جریان است. اگر تندی حرکت آب در قسمت (A) ثابت باشد، آن‌گاه در قسمت تندی آب در حال کاهش بوده و در قسمت فشار آب کمتر از سایر قسمت‌های لوله است.



(۱) B - D

(۲) E - B

(۳) E - C

(۴) C - D

(آسان - مفهومی - سریع ۵ - صفحه ۴۴ - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

تمام قسمت‌های ظرف را با ترکیب اصل برنولی و معادله پیوستگی تحلیل می‌کنیم:

B: سطح مقطع در حال کاهش است ← تندی در حال افزایش و فشار در حال کاهش است.

C: سطح مقطع ثابت و کوچک‌تر است ← تندی ثابت و بیش‌تر از سایر قسمت‌ها بوده و فشار ثابت و کمتر از سایر قسمت‌ها است.

D: سطح مقطع در حال افزایش است ← تندی در حال کاهش و فشار در حال افزایش است.

E: سطح مقطع ثابت و بزرگ‌تر از قسمت قبلی است ← تندی ثابت و کمتر از قسمت قبلی بوده و فشار ثابت و بیش‌تر از قسمت قبلی است.

پس در قسمت D تندی در حال کاهش بوده و در قسمت C فشار کمتر از سایر قسمت‌های لوله است.



۱۵- شهاب‌سنگی به جرم 10^8 kg با تندی $1/6 \times 10^4 \text{ km/s}$ به زمین برخورد می‌کند. اگر انرژی آزادشده توسط هر تن TNT

تقریباً برابر $4 \times 10^9 \text{ J}$ باشد، انرژی جنبشی این شهاب‌سنگ هنگام برخورد با زمین معادل انرژی آزادشده توسط چند میلیون تن TNT می‌شود؟

(۴) ۵

(۳) ۹

(۲) ۸

(۱) ۶

(متوسط - محاسباتی - استاندارد ۵ - صفحه ۵۴ - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۲

گام اول

انرژی جنبشی شهاب‌سنگ را موقع برخورد به زمین حساب می‌کنیم:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad m = 10^8 \text{ kg}, \quad v = 1/6 \times 10^4 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 2 \times 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow K = \frac{1}{2} \times 10^8 \times (2 \times 10^4)^2 = 3/2 \times 10^{16} \text{ J}$$

گام آخر

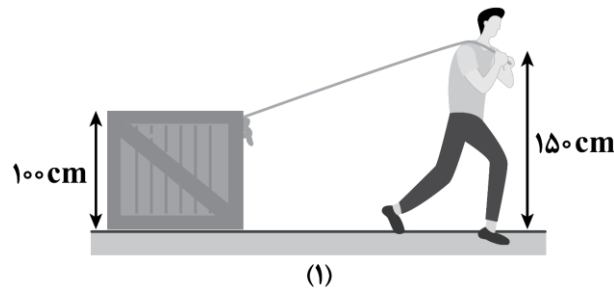
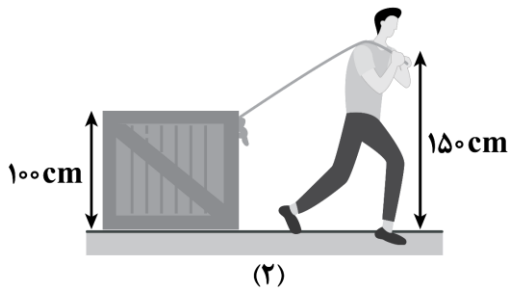
با یک نسبت ساده داریم:

$$\frac{K}{\text{انرژی هر تن TNT}} = \frac{3/2 \times 10^{16}}{4 \times 10^9} = 8 \times 10^6 \text{ ton}$$

پس انرژی جنبشی شهاب‌سنگ موقع برخورد با زمین، معادل با انرژی آزادشده توسط 8×10^6 تن یا ۸ میلیون تن TNT است.



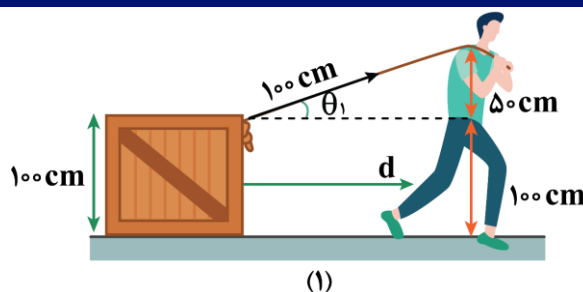
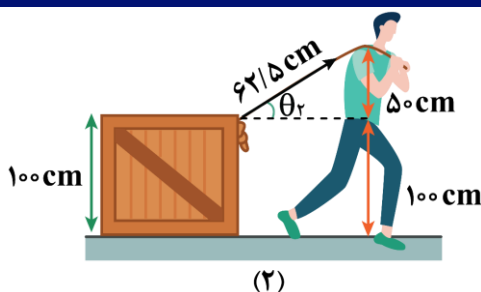
۱۶- شخصی جسمی را یک بار با طنابی بلند به طول ۱m مطابق شکل (۱) و یک بار هم با طنابی کوتاه‌تر به طول ۶۲/۵cm مطابق شکل (۲) بر روی سطحی هموار می‌کشد. اگر بزرگی نیروی شخص در هر دو حالت یکسان بوده و کار انجام‌شده توسط شخص در حالت (۲)، ۴۰ درصد کمتر از حالت (۱) باشد، جابه‌جایی جسم در حالت (۱) چند برابر جابه‌جایی جسم در حالت (۲) است؟



- (۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
(۲) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$
(۳) $\sqrt{3}$
(۴) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

(متوسط - محاسباتی - استاندارد) - صفحه ۵۹ - ۱۰۰۳

پاسخ: گزینه ۲



با توجه به شکل مقابل، برای سادگی در تحلیل، ابتدا $\sin \theta$ را به دست آورده و از روی آن، $\cos \theta$ را به دست می‌آوریم:

$$\sin \theta_1 = \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{50}{100} = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos \theta_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sin \theta_2 = \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{50}{62.5} = \frac{50}{125} = \frac{4}{5} \Rightarrow \cos \theta_2 = \frac{3}{5}$$

در ادامه به کمک رابطه $W = Fd \cos \theta$ داریم:

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{F_2}{F_1} \times \frac{d_2}{d_1} \times \frac{\cos \theta_2}{\cos \theta_1} \quad \frac{W_2 = (1 - 0.4)W_1 = \frac{3}{5}W_1}{F_2 = F_1} \rightarrow \frac{3}{5} = 1 \times \frac{d_2}{d_1} \times \frac{\frac{3}{5}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

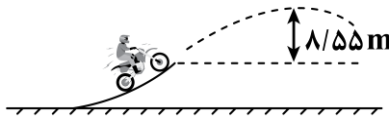
سوتی‌های پرتکرار

اگر به نسبت خواسته‌شده دقت نکنی و به اشتباه، نسبت $\frac{d_2}{d_1}$ رو حساب کنی به گزینه (۱) می‌رسی. پس صورت سؤال رو دقیق بخون.

راهنمای مسیرت

ایده طرح این تست مربوط به یکی از پرسش‌های کتاب درسی است که هم برای امتحان نهایی و هم برای کنکور سؤال بسیار مهمی محسوب می‌شه. حتماً به کمک پاسخ تشریحی، روند حل این سؤال رو کامل یاد بگیر. البته به کوچولو مثلثات هم باید استفاده کنی که به طور کامل برات توضیح دادیم.

۱۷- موتورسواری از انتهای سکویی مطابق شکل زیر پرشی را انجام می‌دهد. اگر انرژی جنبشی موتورسوار در بالاترین نقطه از مسیر حرکتش، ۱۹ درصد کم‌تر از انرژی جنبشی او در انتهای سکوی پرتاب باشد، آن‌گاه تندی موتورسوار در بالاترین نقطه از مسیر حرکتش چند متر بر ثانیه بوده است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$ و اصطکاک و مقاومت هوا در طول مسیر حرکت موتورسوار ناچیز است).



۱۵ (۲)

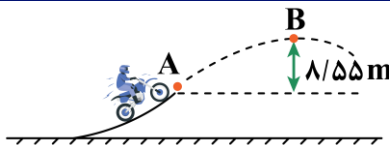
۲۷ (۴)

۳۷ (۱)

۱۷ (۳)

(سخت - محاسباتی - استاندارد) - صفحه ۶۹ - ۱۰۰۳

پاسخ: گزینه ۴



اگر انتهای سکوی پرش را با نقطه A و بالاترین نقطه از مسیر حرکت را با نقطه B نشان دهیم، به کمک گام‌های زیر داریم:

گام اول

با توجه به رابطه $K = \frac{1}{2}mv^2$ برای انرژی جنبشی و نیز با توجه به ثابت بودن جرم موتورسوار و موتورش داریم:

$$K_B = (1 - 0.19)K_A \Rightarrow \frac{K_B}{K_A} = 0.81 \Rightarrow \left(\frac{v_B}{v_A}\right)^2 = 0.81 \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = 0.9 \Rightarrow v_A = \frac{10}{9}v_B \quad (1)$$

گام آخر

چون نیروی اصطکاک و نیروی مقاومت هوا در مسیر حرکت موتورسوار ناچیز است، بنابراین انرژی مکانیکی پایسته بوده و داریم:

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

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = mgh_{AB} \Rightarrow v_A^2 - v_B^2 = 2gh_{AB} \xrightarrow{(1)} \frac{100}{81}v_B^2 - v_B^2 = 2gh_{AB}$$

$$\Rightarrow \frac{19}{81}v_B^2 = 2 \times 10 \times 1.55 \Rightarrow v_B^2 = \frac{81 \times 171}{19} = 81 \times 9 \Rightarrow v_B = 27 \frac{m}{s}$$

رازهای پشت سؤال

ما این‌جا پایستگی انرژی مکانیکی رو با مقایسه انرژی جنبشی اولیه و ثانویه ترکیب کردیم و یک تست بسیار قشنگ رو براتون طرح کردیم.

• • i/o • •

۱۸- جرم یک خودرو به همراه راننده‌اش ۸۰۰ kg است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می‌رود، کار کل انجام‌شده روی خودرو $1.5 \times 10^5 J$ است. اگر تندی خودرو در موقعیت A برابر $20 \frac{m}{s}$ باشد، تندی آن در موقعیت B چند کیلومتر بر ساعت است؟



۱۲/۲ (۱)

۲۷/۸ (۲)

۵ (۳)

۱۸ (۴)

به کمک قضیه کار - انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_t = \frac{1}{2} m (v_B^2 - v_A^2) \Rightarrow -1/5 \times 10^5 = \frac{1}{2} (800) (v_B^2 - 20^2)$$

$$\Rightarrow -375 = v_B^2 - 400 \Rightarrow v_B^2 = 25 \Rightarrow v_B = 5 \frac{m}{s} \Rightarrow v_B = 5 \times \frac{18}{5} = 18 \frac{km}{h}$$

سوتی‌های پرتکرار

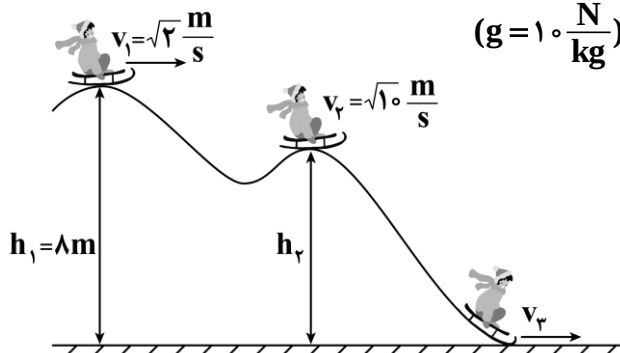
اگر حواست به تبدیل یکا نباشه و عجله کرده باشی در دام گزینه (۳) می‌افتی.

•• ib ••

۱۹- سورتمه‌سواری مطابق شکل از ارتفاع ۸ متری سطح زمین، روی مسیر بدون اصطکاکی با تندی $v_1 = \sqrt{2} \frac{m}{s}$ در جهت

نشان داده‌شده مماس بر سطح شروع به حرکت می‌کند. اگر اثر مقاومت هوا ناچیز باشد، ارتفاع h_2 و نیز تندی سورتمه

در سطح زمین به ترتیب از راست به چپ چند واحد SI هستند؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



(۱) ۹،۷/۶

(۲) $9\sqrt{2}$ ، ۷/۶

(۳) ۴،۵

(۴) $5,4\sqrt{5}$

کلم اول

چون نیروهای اصطکاک و مقاومت هوا را در حین حرکت سورتمه ناچیز فرض کردیم، بنابراین پایداری انرژی مکانیکی برقرار است و با فرض این که سطح زمین مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی است، داریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_1^2 + m g h_1 = \frac{1}{2} m v_2^2 + m g h_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} (\sqrt{2})^2 + (10)(8) = \frac{1}{2} (\sqrt{10})^2 + 10 \cdot h_2 \Rightarrow 1 + 80 = 5 + 10 \cdot h_2 \Rightarrow h_2 = 7/6 m$$

کلم آخر

مشابه قسمت قبل، انرژی مکانیکی وضعیت اول و سوم را مساوی قرار می‌دهیم و داریم:

$$E_1 = E_3 \Rightarrow K_1 + U_1 = K_3 + U_3 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_1^2 + m g h_1 = \frac{1}{2} m v_3^2 \Rightarrow \frac{1}{2} (\sqrt{2})^2 + (10)(8) = \frac{1}{2} v_3^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} v_3^2 = 81 \Rightarrow v_3 = 9\sqrt{2} \frac{m}{s}$$



در این تیپ مسائل که نیروهای مقاومت ناچیز هستند، داریم:

$$v_B^2 - v_A^2 = -2g(h_B - h_A)$$

بنابراین به کمک این نکته داریم:

$$v_2^2 - v_1^2 = -2g(h_2 - h_1) \Rightarrow 10 - 2 = -20(h_2 - 8) \Rightarrow h_2 = 7/6 \text{ m}$$

$$v_3^2 - v_1^2 = -2g(h_3 - h_1) \Rightarrow v_3^2 - 2 = -20(0 - 8) \Rightarrow v_3 = 9\sqrt{2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

بچه‌ها این ترند همون نتایج پارامتریک روش حل تشریحی هست. اگر داری فکر می‌کنی خودتم اثباتش کنی، الحق که خیلی عالی هستی.

راهنمای مسیрт

پایستگی انرژی مکانیکی در این تیپ سؤالات، هم برای نهایی و هم برای کنکور به شدت مهم هست. پس حتماً سعی کن با تمرین این تست، تسلط خوبی بهش پیدا کنی. راستی این سؤال بارها در کنکور و نهایی و آزمون‌ها موع مطرح شده‌ها!

کپسول دوبینگ | انرژی مکانیکی

مجموعه انرژی‌های پتانسیل و جنبشی هر جسم را انرژی مکانیکی آن می‌نامیم.

$$E = U + K$$

E: انرژی مکانیکی U: انرژی پتانسیل K: انرژی جنبشی

کپسول دوبینگ | اصل پایستگی انرژی مکانیکی

در مواردی که هنگام حرکت جسم فقط نیروی وزن کار انجام می‌دهد، انرژی مکانیکی جسم در نقاط مختلف مسیر یکسان است:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \Rightarrow U_1 - U_2 = K_2 - K_1 \Rightarrow \Delta U = -\Delta K$$

هرچقدر انرژی پتانسیل جسم کاهش یابد به همان میزان انرژی جنبشی جسم افزایش می‌یابد، طوری که در نهایت مجموع آن‌ها یعنی انرژی مکانیکی ثابت بماند.

$$E_1 = E_2 \quad \text{و} \quad \Delta U = -\Delta K$$



نکته

اصل پایستگی انرژی مکانیکی فقط و فقط برای شرایطی کاربرد دارد که:

۱- فقط نیروی وزن روی جسم کار انجام دهد.

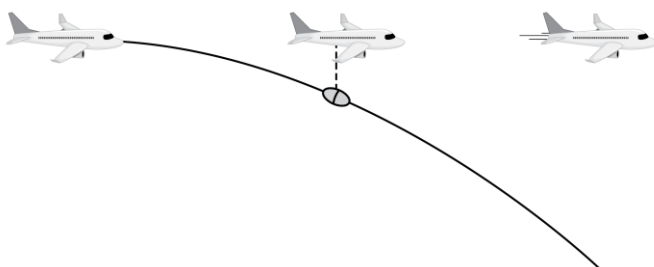
۲- بتوان اثر ناشی از نیروهای اتلافی مانند اصطکاک و مقاومت هوا را نادیده گرفت.



۲۰- در شکل زیر، هواپیمایی که در ارتفاع ۳۰۰m از سطح زمین و با تندی ثابت $50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ پرواز می‌کند، بسته‌ای به جرم ۲۰۰kg

را برای کمک به آسیب‌دیدگان زلزله رها می‌کند. اگر اندازه کار نیروی مقاومت هوا به ازای هر ۱۰m جابه‌جایی قائم بسته

برابر ۳۶۸۰J باشد، تندی بسته در لحظه برخورد با زمین چند متر بر ثانیه می‌شود؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



۸۶ (۱)

۹۶ (۲)

۶۵ (۳)

۵۵ (۴)

گام اول

ارتفاع بسته از سطح زمین (مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی) هنگام رها شدن 300 m است و به ازای هر 10 m جابه جایی قائم بسته، کار نیروی مقاومت هوا برابر -3680 J است؛ بنابراین داریم:

جابه جایی قائم بسته	کار نیروی مقاومت هوا	
10 m	-3680 J	
300 m	W_f	$\Rightarrow W_f = \frac{300 \cdot (-3680)}{10} = -110400\text{ J}$

پس، از لحظه رها شدن بسته تا رسیدن آن به سطح زمین، کار نیروی مقاومت هوا بر روی بسته برابر -110400 J است.

گام آخر

به خاطر حضور نیروی اتلافی (مقاومت هوا)، انرژی مکانیکی بسته پایسته نیست و داریم:

$$E_f - E_1 = W_f \Rightarrow K_f + U_f - K_1 - U_1 = W_f \Rightarrow \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 - mgh_1 = W_f$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 200 \times v_f^2 - \frac{1}{2} \times 200 \times (50)^2 - 200 \times 10 \times 300 = -110400$$

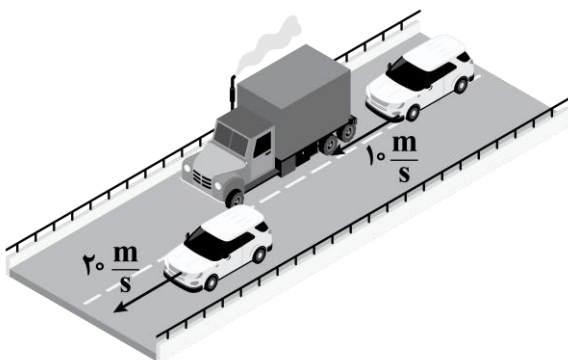
$$\Rightarrow v_f^2 = 2500 + 6000 - 1104 = 7396 \Rightarrow v_f = 86 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

راهنمای مسیر

این سؤال از کتاب درسی مربوط به پایستگی انرژی مکانیکی بود که با یک ایده قشنگ از کار نیروی مقاومت هوا تبدیل به یک سؤال جدید کردیم. امیدواریم دید خوبی از این سؤال نسبت به عدم پایستگی انرژی مکانیکی به دست بیاوریم.



۲۱- شکل زیر، خودرویی به جرم 850 kg را نشان می دهد که برای سبقت گرفتن از کامیونی، در یک مسیر مستقیم و در مدت 5 s تندی خود را از $v_1 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به $v_2 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ تغییر داده است. با صرف نظر از کار نیروهای اتلافی، توان متوسط خودرو برای انجام این کار باید چند اسب بخار باشد؟ ($1\text{ hp} = 750\text{ W}$)



- ۳۴۰ (۱)
- ۳۴ (۲)
- ۳/۴ (۳)
- ۶/۸ (۴)

گام اول

کار کل انجام شده توسط موتور خودرو، برابر تغییر انرژی جنبشی آن است؛ بنابراین داریم:

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_1^2) \Rightarrow W_t = \frac{1}{2} \times 850(20^2 - 10^2) = 127500\text{ J}$$

به کمک رابطه $P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$ ، توان متوسط خودرو را به دست می آوریم:

$$P_{av} = \frac{W_t}{\Delta t} = \frac{127500}{5} = 25500 \text{ W}$$

کافیه توان بر حسب وات رو به اسب بخار تبدیل کنیم و تمام:

$$1 \text{ hp} = 750 \text{ W} \Rightarrow P_{av} = 25500 \text{ W} \times \frac{1 \text{ hp}}{750 \text{ W}} = 34 \text{ hp}$$

کپسول دوبینگ | توان (P)

توان (P): آهنگ انجام کار را توان گویند.

$$P_{av} = \frac{W}{\Delta t}$$

توان، یک کمیت نردهای است که یکای آن در SI، وات (W) است که معادل با ژول بر ثانیه ($\frac{J}{s}$) می باشد.

توان موتور وسایل نقلیه را بر حسب اسب بخار (hp) بیان می کنند.

$$1 \text{ hp} \approx 746 \text{ W}$$

نکته ۱

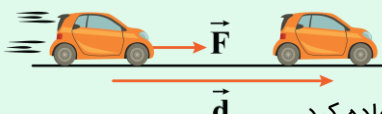
۱- توان در واقع بیانگر آهنگ انجام کار است؛ بنابراین هرچه توان بیشتر باشد، یعنی مقدار کار معینی در مدت زمان کمتری صورت می گیرد یا در مدت زمان معین، کار بیشتری انجام می شود.

۲- توان مصرفی یک وسیله برابر آهنگ مصرف انرژی توسط آن وسیله می باشد و داریم:

$$P_{\text{مصرفی}} = \frac{E_{\text{مصرفی}}}{\Delta t}$$

نکته ۲

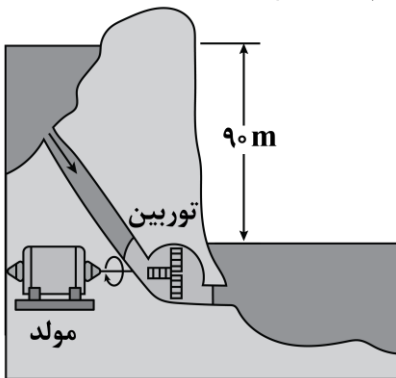
اگر بر جسمی نیروی ثابت $\vec{F}$ وارد شود و جسم با سرعت ثابت حرکت کند برای محاسبه توان نیروی $\vec{F}$ می توان از رابطه زیر استفاده کرد:



$$P_{av} = Fv \cos \theta$$

✓ برای محاسبه توان نیروی خودرویی که با تندی ثابت در حال حرکت است، می توان از این رابطه استفاده کرد.

۲۲- آب ذخیره شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی از ارتفاع ۹۰ متری، مطابق مسیر نشان داده شده در شکل روی پره های توربینی می ریزد و ۶۵ درصد کار نیروی گرانش صرف چرخاندن توربین می شود. اگر بازده مولد ۸۰ درصد بوده و در هر دقیقه $24 \times 10^9 \text{ cm}^3$ آب بر روی پره های توربین بریزد، توان الکتریکی خروجی مولد چند مگاوات است؟



$$(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$

$$226/8 \quad (1)$$

$$234 \quad (2)$$

$$187/2 \quad (3)$$

$$288 \quad (4)$$

(سخت - ترکیبی - زمان بر ۵ - صفحه ۷۶ - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۳

گام اول

بازده مجموعه توربین و مولد برابر با حاصل ضرب بازده توربین و مولد است؛ بنابراین داریم:

$$\begin{aligned} Ra_t &= \text{بازده کل} \\ Ra_1 &= \text{بازده توربین} \\ Ra_2 &= \text{بازده مولد} \\ Ra_t &= Ra_1 \times Ra_2 = 0/65 \times 0/80 = 0/52 \end{aligned}$$

گام دوم

توان ورودی به مجموعه برابر است با:

$$P_{in} = \frac{mgh}{t} \xrightarrow{m=\rho V} P_{in} = \frac{\rho Vgh}{t} = \frac{1000 \times 24 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10 \times 90}{60} = 36 \times 10^6 \text{ W}$$

گام آخر

به کمک بازده کل مجموعه و توان ورودی آن، توان خروجی مولد (P_{out}) را به دست می آوریم:

$$Ra_t = \frac{P_{out}}{P_{in}} \Rightarrow P_{out} = Ra_t \times P_{in} = 0/52 \times 36 \times 10^6 = 18/72 \times 10^6 \text{ W}$$

$$\Rightarrow P_{out} = 187/2 \text{ MW}$$

رفع ابهام

وقتی گفتیم ۶۵ درصد کار نیروی گرانش صرف چرخاندن توربین می شود، یعنی بازده توربین را باید ۶۵ درصد در نظر بگیریم.

رازهای پشت سؤال

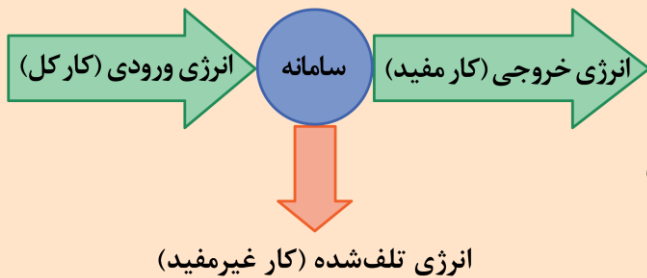
این سؤال در کتاب درسی فقط یک حالت بازده رو مطرح کرده که ما با تبدیل اون به دو حالت بازده (یکی توربین و دیگری مولد)، یک تست خلاقانه و جدید براتون طرح کردیم. راستی همین ایده رو هم باز از دل یکی از مثال های کتاب درسی آوردیم براتون.

راهنمای مسیرت

چه از دید امتحان نهایی و چه از دید کنکور با یک تست فوق العاده مهم روبه رو هستیم. پس حسابی این تست رو شیرفهم بشین.

$$Ra = \frac{\text{انرژی مفید (خروجی)}}{\text{انرژی کل (ورودی)}} \times 100 = \frac{\text{توان مفید (خروجی)}}{\text{توان کل (ورودی)}} \times 100$$

✓ بازده یکا ندارد و درصد آن همواره کوچکتر مساوی ۱۰۰ است.



ماشین آرمانی: $Ra = 100\%$

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{مفید}} + P_{\text{غیرمفید}}$$

انواع توان

۱- **توان کل (توان ورودی):** توانی که به دستگاه می‌دهیم تا برای ما کار انجام دهد.

✓ وقتی گفته می‌شود توان دستگاه مثلاً ۲۰۰ وات است، منظور توان کل دستگاه است.

✓ توان کل اصولاً روی دستگاه نوشته می‌شود.

۲- **توان غیرمفید (توان تلف شده در داخل دستگاه):** این توان داخل دستگاه به صورت گرما و ... تلف می‌شود و صرف هدف اصلی دستگاه نمی‌شود.

۳- **توان مفید (خروجی):** این توان از دستگاه خارج شده و صرف هدف اصلی دستگاه می‌شود. این توان را در عمل و به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$P_{\text{مفید}} = \frac{W_{\text{مفید}}}{\Delta t}$$

نحوه محاسبه توان مفید بالابر و پمپ:

کار مفیدی که بالابر و پمپ بر روی جسم انجام می‌دهند، صرف افزایش انرژی مکانیکی جسم می‌شود، بنابراین:

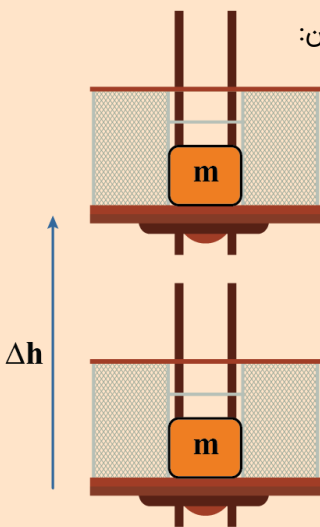
$$P_{\text{مفید}} = \frac{W_{\text{مفید}}}{\Delta t} = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta E = mg\Delta h + \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

✓ در اکثر سوالات، تندی جسم تغییر نمی‌کند (مثلاً جسم در ابتدا و انتها ساکن است)،

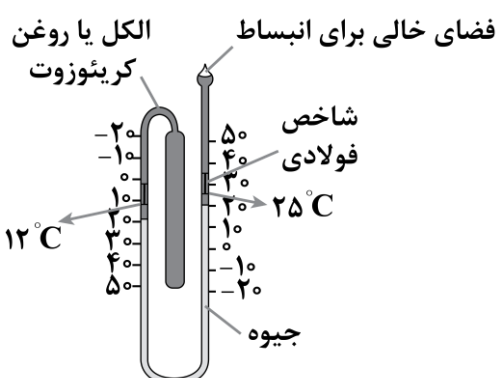
در این حالت تغییر انرژی جنبشی جسم،

صفر است و کار مفید برابر تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم است:

$$P_{\text{مفید}} = \frac{mg\Delta h}{\Delta t} \quad \text{توان مفید پمپ (بالابر)}$$



۲۳- دماسنج زیر، نام دارد که معمولاً در استفاده می‌شود.



(۱) دماسنج بیشینه - کمینه، باغداری

(۲) ترموکوپل، وسایل گرمایشی و سرمایشی

(۳) ترموکوپل، هواشناسی

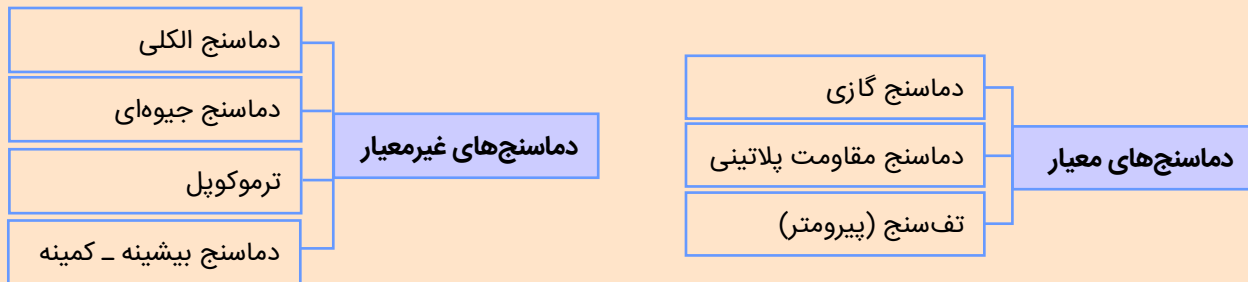
(۴) دماسنج بیشینه - کمینه، آزمایشگاه‌ها

دماسنج نشان داده شده، نوع ویژه‌ای از دماسنج‌های مایعی است که بیشینه و کمینه دما را در یک مدت زمان معین نشان می‌دهد و «دماسنج بیشینه - کمینه» نام دارد. از این دماسنج‌ها معمولاً در مراکز پرورش گل و گیاه، باغداری، هواشناسی و ... استفاده می‌شود.

راهنمای مسیرت

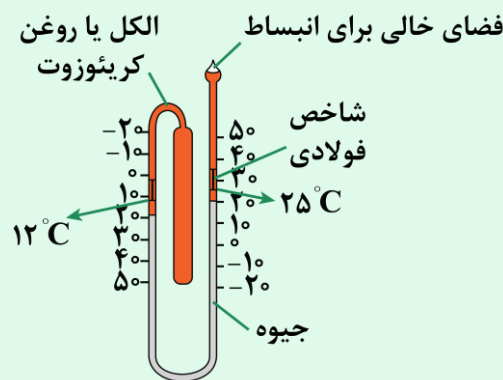
بچه‌ها مطالب حفظی داخل فعالیت‌های کتاب درسی رو دریابید. این سؤال از دل یکی از همین فعالیت‌ها اومده.

چند نمونه از دماسنج‌های معیار و غیرمعیار در قسمت زیر آورده شده است:



نکته ۱

دماسنج «بیشینه - کمینه» دماسنجی است که در یک مدت معین (مثلاً یک شبانه‌روز)، کمینه و بیشینه دما را ثبت می‌کند و به همین دلیل در جاهایی مثل گلخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.



نکته ۲

دماسنج‌ها به طور مستقیم دما را اندازه نمی‌گیرند، بلکه کمیت دیگری را که به دما وابسته است اندازه می‌گیرند تا با کمک آن، دما مشخص شود. به این کمیت، کمیت دماسنجی می‌گویند. در جدول زیر، چند نمونه از کمیت‌های دماسنجی برای دماسنج‌های مختلف آورده شده است:

نوع دماسنج	الکلی و جیوه‌ای	ترموکوپل	دماسنج گازی	مقاومت پلاتینی
کمیت دماسنجی	طول ستون مایع	ولتاژ الکتریکی	فشار گاز	مقاومت الکتریکی



۲۴- در یک روز گرم، هنگامی که دما 45°C است، یک کامیون حمل بنزین، ۳۵۰۰۰ لیتر بنزین بارگیری می‌کند. مقصد این کامیون شهری است که دمای هوای آن 20°C است. اگر ضریب انبساط حجمی بنزین برابر با $\frac{1}{K} \times 10^{-4}$ باشد و از تغییر حجم بدنه تانکر چشم‌پوشی کنیم، راننده چند لیتر بنزین در شهر مقصد تحویل خواهد داد؟

(۱) ۳۵۸۴۰ (۲) ۳۴۰۰ (۳) ۳۵۰۰۰ (۴) ۳۴۱۶۰

گام اول

ابتدا تغییر دما، یعنی $\Delta\theta$ را محاسبه می کنیم:

$$\Delta\theta = \theta_{\text{مقصد}} - \theta_{\text{مبدأ}} = 20 - 45 = -25^\circ\text{C}$$

گام آخر

به کمک رابطه $V_2 = V_1(1 + \beta\Delta\theta)$ داریم:

$$V_2 = V_1(1 + \beta\Delta\theta) \xrightarrow[\Delta\theta = -25^\circ\text{C}]{V_1 = 35000\text{L}, \beta = 9/6 \times 10^{-4} \frac{1}{\text{K}}} V_2 = 35000(1 - 9/6 \times 10^{-4} \times 25) = 35000(1 - 0.024)$$

$$\Rightarrow V_2 = 35000 - (35 \times 24) = 35000 - 840 = 34160\text{L}$$

کپسول دوبینگ | انبساط حجمی جامدات

اگر دمای جسمی به اندازه $\Delta\theta$ تغییر کند، تغییرات حجم جسم به کمک روابط زیر قابل محاسبه است:

$$V_2 = V_1(1 + \beta\Delta\theta) \quad \text{و} \quad \Delta V = V_1\beta\Delta\theta \quad \text{و} \quad \beta = 3\alpha$$

$$\text{چند برابر شدن حجم: } \frac{V_2}{V_1} = 1 + 3\alpha\Delta\theta$$

$$\text{مقدار تغییر حجم: } \Delta V = V_1(3\alpha)\Delta\theta$$

$$\text{درصد تغییر حجم: } \frac{\Delta V}{V_1} \times (100) = 3\alpha\Delta\theta \times (100)$$

دقت کنید که ضریب انبساط حجمی (β) بیش تر جامدات، با تقریب مناسبی سه برابر ضریب انبساط طولی (α) آن ها است. ($\beta = 3\alpha$)

کپسول دوبینگ | انبساط حجمی مایعات

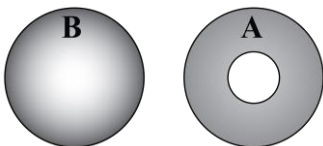
چون مایع ها شکل معینی ندارند، انبساط آن ها فقط به صورت حجمی قابل بررسی است. برای محاسبه تغییر حجم مایعات بر اثر افزایش دما، می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\Delta V_{\text{مایع}} = V_1\beta\Delta\theta$$

β : ضریب انبساط حجمی مایعات با یکای $\frac{1}{^\circ\text{C}}$ یا $\frac{1}{\text{K}}$



۲۵- مطابق شکل، دو کره فلزی هم اندازه و هم جنس با دمای یکسان در اختیار داریم. درون کره A یک حفره توخالی ایجاد کرده ایم. کدام گزینه در مورد این کره ها نادرست است؟



(۱) گرمای ویژه دو کره باهم برابر است.

(۲) ظرفیت گرمایی کره B بزرگ تر از ظرفیت گرمایی کره A است.

(۳) اگر دمای دو کره را به یک اندازه بالا ببریم، افزایش شعاع دو کره هم اندازه خواهد شد.

(۴) اگر به دو کره انرژی گرمایی یکسانی بدهیم، افزایش حجم ظاهری دو کره هم اندازه خواهد شد.

بررسی گزینه ها:



چون جنس دو کره یکسان است، گرمای ویژه دو کره باهم برابر است. (✓)

۲

طبق رابطه $C = mc$ چون جرم کره B بیش تر است، پس ظرفیت گرمایی آن بزرگ تر می باشد. (✓)

۳

دو کره هم جنس و هم اندازه هستند، به همین دلیل شعاع اولیه و ضریب انبساط طولی آنها باهم برابر است؛ پس طبق رابطه

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta \quad \text{چون دمای آنها را به یک اندازه بالا برده ایم، پس تغییر شعاع هر دو کره باهم برابر است. (✓)}$$

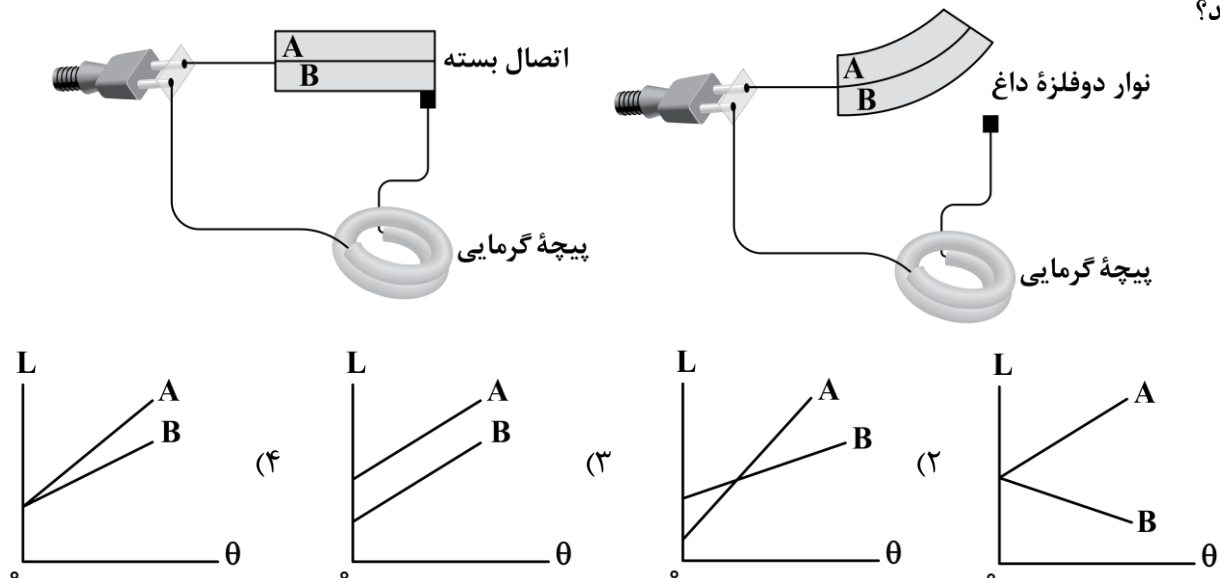
۴

به هر دو کره انرژی گرمایی یکسانی داده ایم، پس طبق رابطه $\Delta \theta = \frac{Q}{mc}$ کره B که جرم بزرگ تری دارد، تغییر دمای کمتری خواهد داشت و طبق رابطه $\Delta V = V_0 \beta \Delta \theta$ تغییر حجم ظاهری کره B کم تر خواهد بود:

$$\Delta V = V_0 \beta \Delta \theta \xrightarrow{\Delta \theta = \frac{Q}{mc}} \Delta V = \frac{V_0 \beta Q}{mc} \xrightarrow{m_B > m_A} \Delta V_B < \Delta V_A \quad (\times)$$

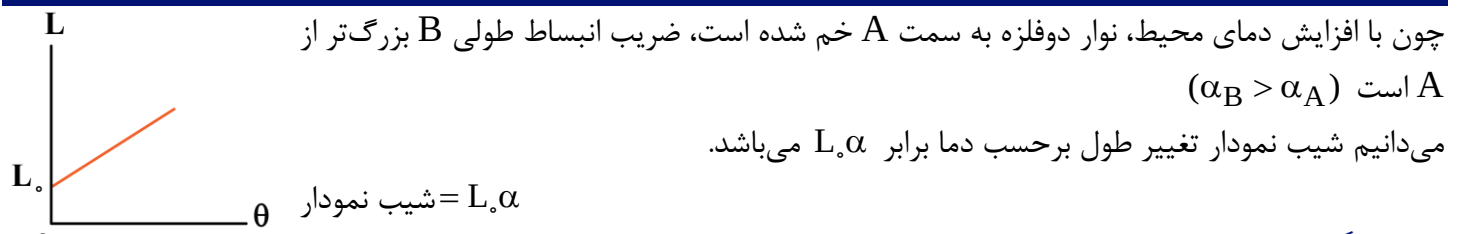
● ● ماز ● ●

۲۶- شکل زیر، ساختار دما پا را در یک کتری برقی نشان می دهد که با افزایش بیش از حد دما مدار را قطع می کند. دو میله از جنس های A و B در اختیار داریم. کدام نمودار می تواند تغییر طول بر حسب دما برای این دو میله را به درستی نشان دهد؟



(سخت - مفهومی - استاندارد) (صفحه ۹۰ - ۱۰۰۴)

پاسخ: گزینه ۳



بررسی گزینه ها:

۱

در این گزینه با افزایش دما طول B کاهش یافته است که نادرست می باشد. (✗)

۲ در این گزینه طول اولیه A کوچکتر است ولی شیب آن بزرگتر است، پس:

$$\begin{cases} L_A < L_B \\ L_A \alpha_A > L_B \alpha_B \xrightarrow{L_A < L_B} \alpha_A > \alpha_B \end{cases} \quad (*)$$

۳ در این گزینه طول اولیه A بزرگتر است و چون دو نمودار موازی هستند شیب آنها باهم برابر است.

$$\begin{cases} L_A > L_B \\ L_A \alpha_A = L_B \alpha_B \xrightarrow{L_A > L_B} \alpha_A < \alpha_B \end{cases} \quad (\checkmark)$$

۴ در این گزینه طول اولیه A و B برابر است و شیب A بزرگتر است، پس:

$$\begin{cases} L_A = L_B \\ L_A \alpha_A > L_B \alpha_B \xrightarrow{L_A = L_B} \alpha_A > \alpha_B \end{cases} \quad (*)$$

تذکره!

در گزینه (۳) موازی بودن خطوط A و B ذکر نشده است ولی با توجه به رد بقیه گزینه‌ها و نگاه دقیق به شکل می‌توان به گزینه (۳) رسید.

کپسول دوپینگ | نوار دوفلزه (بی‌متال)

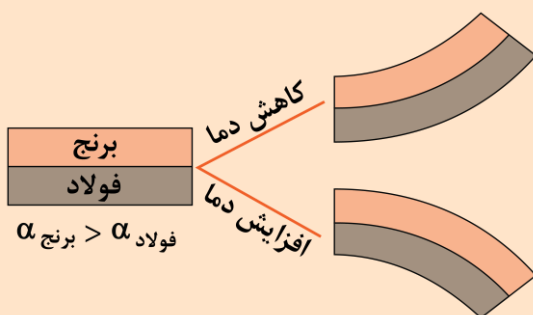
نوار دوفلزه (بی‌متال) از دو تیغه فلزی متفاوت مانند برنج و آهن ساخته شده است که سرتاسر به هم جوش داده یا پرچ شده‌اند. هرگاه این نوار، گرم یا سرد شود خم می‌شود. این خم‌شدگی طوری است که در هنگام گرم شدن، تیغه با ضریب انبساط بیشتر، کمان خارجی و تیغه دیگر کمان داخلی را تشکیل می‌دهد.

از این ویژگی خم شدن نوار دو فلز برای تغییر دما می‌توان برای دماسنجی و ساختن دماسنج استفاده کرد به این نوع دماسنج‌ها دماسنج نواری دوفلزه گفته می‌شود.

در هنگام کاهش دما نوار دوفلزه به سمت فلزی که ضریب انبساط طولی بیشتری دارد خم می‌شود.

در هنگام افزایش دما نوار دوفلزه به سمت فلزی که ضریب انبساط طولی کمتری دارد خم می‌شود.

با افزایش دما طول هر دو فلز افزایش می‌یابد ولی طول فلزی که ضریب انبساط طولی بزرگتری دارد، خیلی بیش‌تر افزایش می‌یابد پس در کمان خارجی که بزرگتر است قرار می‌گیرد.



افزایش دما:

در هنگام افزایش دما نوار دوفلزه به سمت فلزی که ضریب انبساط طولی کمتری دارد خم می‌شود.

فلز با ضریب انبساط طولی بزرگتر ← کمان خارجی

فلز با ضریب انبساط طولی کوچکتر ← کمان داخلی

کاهش دما:

در هنگام کاهش دما نوار دوفلزه به سمت فلزی که ضریب انبساط طولی بیشتری دارد خم می‌شود.

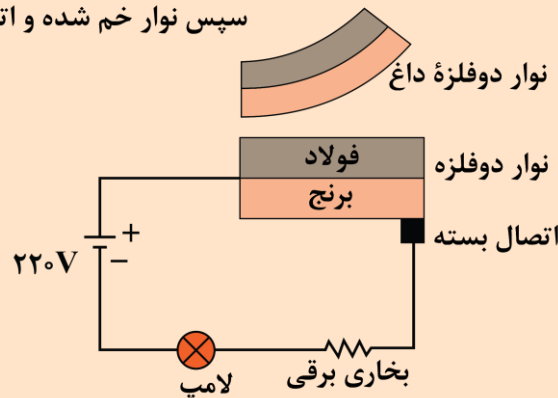
فلز با ضریب انبساط طولی بزرگتر ← کمان داخلی

فلز با ضریب انبساط طولی کوچکتر ← کمان خارجی

کپسول دوپینگ | دماپا (ترموستات)

از این ویژگی خم شدن نوار دوفلزه بر اثر تغییر دما برای ساخت نوعی دماپا (ترموستات) استفاده می‌شود. دماپاها در بسیاری از وسایل الکتریکی مانند یخچال، آب‌گرمکن، کتری برقی و ... کاربرد دارند. درواقع دماپا کلیدی الکتریکی است که در آن قطع و وصل جریان با استفاده از حسگرهای گرمایی انجام می‌شود. اغلب از نوارهای دوفلزه به عنوان حسگرهای گرمایی در دماپا استفاده می‌شود. عبور جریان الکتریکی از بخاری برقی باعث گرم شدن محیط و نوار دوفلزه می‌شود وقتی دمای نوار به اندازه معینی برسد، در اثر خم شدن نوار، جریان، قطع شده و بخاری خاموش می‌شود. با خاموش شدن بخاری دمای تیغه کاهش می‌یابد و نوار دوباره به شکل وضعیت قبلی خود بازمی‌گردد و به این ترتیب دوباره مدار وصل شده و بخاری برقی روشن می‌شود.

با برقرار شدن جریان الکتریکی نوار دوفلزه گرم می‌شود سپس نوار خم شده و اتصال را قطع می‌کند.



۲۷- در یک گلخانه برای جلوگیری از سرد شدن بیش از حد سالن در شب هنگام، یک تشت بزرگ آب به دمای 17°C را در سالن قرار داده‌اند. اگر ۱۰ درصد آب درون تشت یخ بزند و $12/6\text{MJ}$ گرما به محیط پیرامونش منتقل شود، جرم آب باقی‌مانده در تشت چند کیلوگرم است؟ ($c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^{\circ}\text{C}}$, $L_f = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$)

- (۱) ۹۰ (۲) ۱۰۸ (۳) ۱۲۰ (۴) ۱۳۵

(متوسط - محاسباتی - استاندارد) (صفحه ۱۰۵ - ۱۰۴)

پاسخ: گزینه ۲

جرم کل آب درون تشت را m در نظر می‌گیریم. داریم:

$$\begin{cases} \text{آب } 17^{\circ}\text{C} \xrightarrow{Q_1} \text{آب } 0^{\circ}\text{C} \\ (m) \quad (m) \\ \text{آب } 0^{\circ}\text{C} \xrightarrow{Q_2} \text{یخ } 0^{\circ}\text{C} \\ (0/1m) \quad (0/1m) \end{cases}$$

$$Q_1 + Q_2 = -12/6 \times 10^6 \Rightarrow mc_{\text{آب}}\Delta\theta - 0/1m \times L_f = -12/6 \times 10^6$$

$$\Rightarrow m \times 4200 \times (0 - 17) - 0/1m \times \underbrace{336 \times 10^3}_{8 \times 42} = - \underbrace{126 \times 10^5}_{3 \times 42}$$

$$\div (-4200) \rightarrow 17m + 8m = 3000 \Rightarrow m = \frac{3000}{25} = 120\text{kg}$$

$$\Rightarrow \text{جرم آب یخ‌زده} = 0/1 \times 120\text{kg} = 12\text{kg}$$

بنابراین، 108kg آب، درون تشت باقی مانده است ($120 - 12 = 108\text{kg}$ باقی‌مانده m).



۲۸- یک گرمکن الکتریکی به طور کامل در ۱۰۰ گرم آب درون یک گرماسنج قرار داده می شود. این گرمکن ابتدا در مدت یک دقیقه دمای آب و گرماسنج را از ۳۶°C به ۴۶°C و سپس، در مدت ۱۸ دقیقه، $\frac{1}{3}$ از جرم آب درون گرماسنج را به بخار تبدیل می کند. توان گرمکن چند وات است؟ ($L_V = 2268 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, $c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$)

۲۰۰ (۴)

۱۵۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

(سخت - محاسباتی - زمان بر ۵ - صفحه ۱۱۰ - ۱۰۴)

پاسخ: گزینه ۲

گام اول

در مدت یک دقیقه فرایندهای زیر طی شده است:

$$\begin{cases} \text{آب } 36^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_1} \text{آب } 46^\circ\text{C} \\ \text{گرماسنج } 36^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_2} \text{گرماسنج } 46^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$Q_1 + Q_2 = P(\Delta t)_1 \Rightarrow m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta \theta_{\text{آب}} + C_{\text{گرماسنج}} \Delta \theta_{\text{گرماسنج}} = P(\Delta t)_1$$

$$\Rightarrow 100 \times 10^{-3} \times 4200 \times (46 - 36) + C_{\text{گرماسنج}} \times (46 - 36) = P \times 60$$

$$\Rightarrow 4200 + 10 C_{\text{گرماسنج}} = 60P \Rightarrow C_{\text{گرماسنج}} = 6P - 420 \quad (\text{I})$$

گام دوم

در مدت ۱۸ دقیقه بعدی، سه فرایند طی شده است:

$$\begin{cases} \text{گرماسنج } 46^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_3} \text{گرماسنج } 100^\circ\text{C} \\ \text{آب } 46^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_4} \text{آب } 100^\circ\text{C} \\ \frac{1}{3} \text{ جرم آب } 100^\circ\text{C} \xrightarrow{Q_5} \text{بخار آب } 100^\circ\text{C} \end{cases}$$

$$Q_3 + Q_4 + Q_5 = P(\Delta t)_2 \Rightarrow C_{\text{گرماسنج}} \Delta \theta_{\text{گرماسنج}} + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta \theta_{\text{آب}} + \left(\frac{1}{3} m_{\text{آب}}\right) L_V = P(\Delta t)_2$$

$$\Rightarrow C_{\text{گرماسنج}} \times (100 - 46) + 100 \times 10^{-3} \times 4200 \times (100 - 46) + \frac{1}{3} \times 100 \times 10^{-3} \times \underbrace{2268 \times 10^3}_{54 \times 42} = P \times 18 \times 60$$

$$\Rightarrow 54 C_{\text{گرماسنج}} + 54 \times 420 + 54 \times 14 \times 100 = P \times 18 \times 60$$

$$\xrightarrow{\times \frac{1}{54}} C_{\text{گرماسنج}} + 420 + 1400 = 20P \quad (\text{II})$$

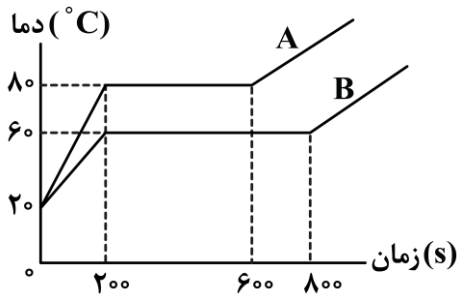
گام آخر

با جایگذاری $C_{\text{گرماسنج}}$ از رابطه (I) در رابطه (II) داریم:

$$6P - 420 + 420 + 1400 = 20P \Rightarrow P = 100 \text{ W}$$



۲۹- به دو جسم جامد A و B توسط یک گرمکن الکتریکی گرما می‌دهیم. نمودار دما - زمان دو جسم، مطابق شکل زیر است. اگر گرمای نهان ذوب جامد A، $\frac{3}{4}$ برابر گرمای نهان ذوب جامد B باشد، گرمای ویژه جامد B چند برابر گرمای ویژه جامد A است؟



$$\begin{aligned} \frac{3}{2} & \quad (2) \\ \frac{4}{9} & \quad (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{2}{3} & \quad (1) \\ \frac{9}{4} & \quad (3) \end{aligned}$$

(سخت - استدلالی - استاندارد) (صفحه ۱۰۵ - ۱۰۴)

پاسخ: گزینه ۱

گام اول

محاسبه نسبت جرم‌ها:

از قسمت افقی نمودارها که مربوط به فرایند تغییر حالت (ذوب) است استفاده می‌کنیم:

$$Q = mL_F \xrightarrow{P = \frac{Q}{\Delta t} \rightarrow P \cdot \Delta t = mL_F} \text{طبق نمودارها} \rightarrow \begin{cases} P \times (600 - 200) = m_A L_{FA} \\ P \times (800 - 200) = m_B L_{FB} \end{cases}$$

از تقسیم دو رابطه بر هم داریم:

$$\frac{400}{600} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{L_{FA}}{L_{FB}} \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = \frac{4}{9} \quad (*)$$

گام آخر

محاسبه نسبت گرمای ویژه:

قسمت اول دو نمودار مربوط به فرایند تغییر دمای جامدها است؛ بنابراین:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow P \cdot \Delta t = mc\Delta\theta \Rightarrow \begin{cases} P \times 200 = m_A c_A \times (80 - 20) \\ P \times 200 = m_B c_B \times (60 - 20) \end{cases}$$

از تقسیم دو رابطه بر هم داریم:

$$1 = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{60}{40} \xrightarrow{(*)} 1 = \frac{4}{9} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{c_B}{c_A} = \frac{2}{3}$$

کپسول دوبینگ | نمودار دما بر حسب گرما

فرض کنید یک جسم جامد داریم که به آرامی به آن گرما می‌دهیم. این جسم مراحل زیر را طی می‌کند:

۱- در ابتدا با گرفتن گرما، دمای جسم جامد بالا می‌رود تا به دمای ذوب برسد. در این مرحله، گرمای گرفته شده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Q_1 = mc_{\text{جامد}} \Delta\theta$$

۲- پس از رسیدن به دمای ذوب، جسم جامد با گرفتن گرما به تدریج ذوب می‌شود و دمای آن ثابت می‌ماند. فرایند ذوب شدن می‌تواند آن قدر ادامه پیدا کند تا کل جسم جامد ذوب شود. گرمای گرفته شده در این مرحله برابر است با:

$$Q_2 = mL_F$$

۳- پس از آن که جسم جامد به طور کامل ذوب شد، مایع به دست آمده گرما می‌گیرد و دمای آن به تدریج بالا می‌رود. گرمای گرفته شده در این مرحله برابر است با:

$$Q_3 = mc_{\text{مایع}} \Delta\theta$$

در این مرحله از تبخیر سطحی مایع صرف نظر کرده ایم.

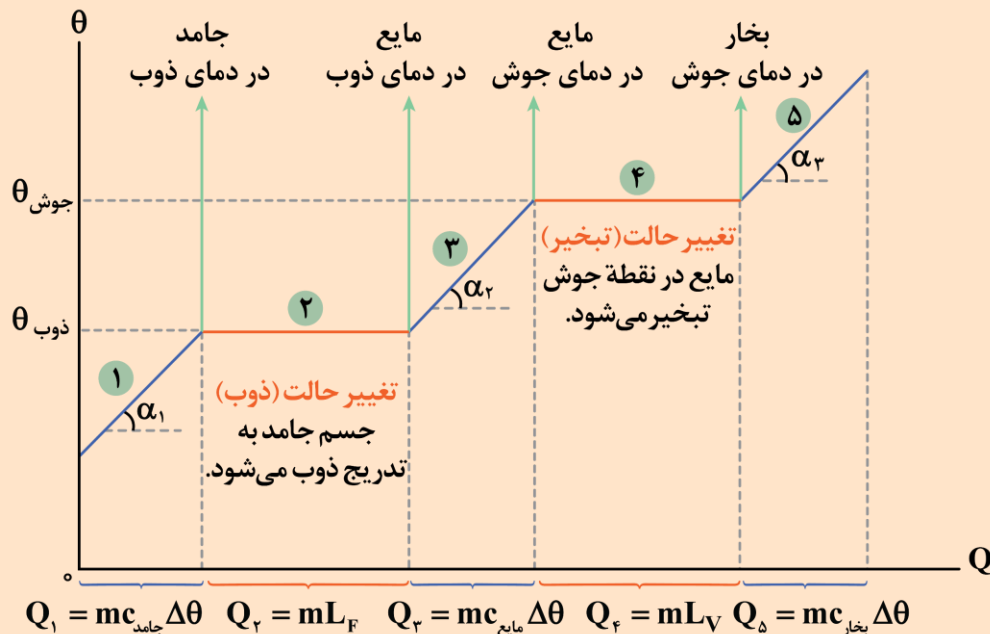
۴- پس از آن که دمای مایع تا دمای جوش بالا رفت، مایع با گرفتن گرمای بیش‌تر شروع به تبخیر شدن می‌کند. گرمای گرفته‌شده در این مرحله برابر است با:

$$Q_4 = mL_V$$

۵- در این مرحله ماده در فاز گازی (بخار) خود است و دمای آن به تدریج در حال بالا رفتن می‌باشد.

$$Q_5 = mc_{\text{بخار}} \Delta\theta$$

مراحل فوق را می‌توان در نمودار زیر، به‌طور خلاصه بیان کرد:



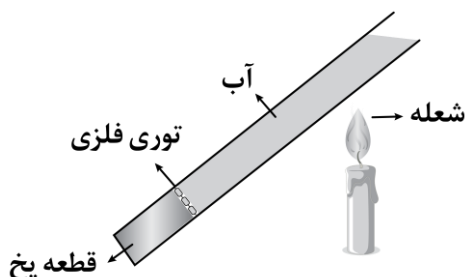
(۱) شیب نمودار در مرحله = $\tan \alpha_1 = \frac{1}{mc_{\text{جامد}}}$

(۲) شیب نمودار در مرحله = $\tan \alpha_2 = \frac{1}{mc_{\text{مایع}}}$

(۳) شیب نمودار در مرحله = $\tan \alpha_3 = \frac{1}{mc_{\text{بخار}}}$



۳۰- مطابق شکل، با یک توری فلزی، مانع از بالا رفتن یخ شده‌ایم. شعله فقط با قسمت‌های بالایی لوله شیشه‌ای برخورد می‌کند. چند مورد از موارد زیر در مورد نتیجه این آزمایش نادرست است؟



الف: جریان همرفتی فقط در آب بالای لوله رخ می‌دهد.

ب: آب پایین لوله از طریق رسانش گرمایی خود آب، گرم می‌شود که به دلیل رسانندگی گرمایی بسیار کم آب، مدت زیادی طول می‌کشد تا یخ آب

شود.

پ: فقط آب بالای لوله به جوش می‌آید.

۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

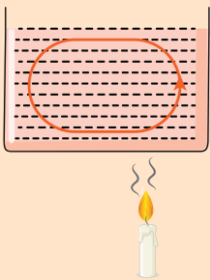
۰ (۱) صفر

به دلیل این که شعله فقط با قسمت بالایی لوله برخورد می کند، آب این قسمت گرم می شود و انبساط می یابد به همین دلیل چگالی آن کاهش می یابد و به دلیل چگالی کم، این آب نمی تواند به ته لوله برود و جریان همرفتی فقط در آب بالای لوله رخ می دهد؛ و جریان آب گرم به آب ته لوله که چگال تر است، سرایت نمی کند.

آب پایین لوله از طریق رسانش گرمایی خود آب، گرم می شود و چون رسانندگی گرمایی آب بسیار کم است بنابراین زمان زیادی طول می کشد تا آب ته لوله گرم شود و یخ را آب کند؛ بنابراین تمامی موارد صحیح است.

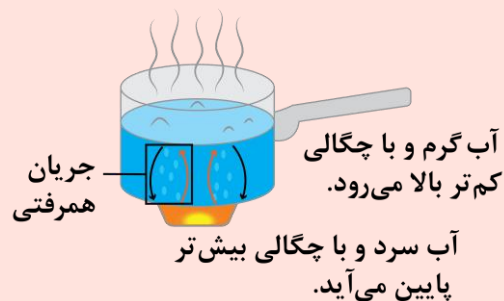
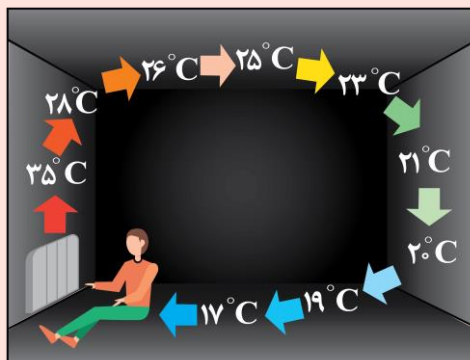
۲- همرفتی

در این روش انتقال گرما که ویژه مایعات و گازها است، شاره (مایع یا گاز) ضمن جابه جا شدن، انرژی گرمایی را منتقل می کند. در این روش، آن قسمت از شاره که گرم تر است، چگالی اش کمتر می باشد و به طرف بالا حرکت می کند و قسمت سردتر جای آن را می گیرد. شاره ای که به طرف بالا می رود گرما را با خود از نقطه ای به نقطه دیگر منتقل می کند و قسمت سرد شده پایین می آید و بدین ترتیب یک جریان همرفتی در شاره پدید آمده و همه جای آن گرم می شود.



تذکر

گرم شدن هوای اتاق به وسیله بخاری و زود گرم شدن آبی که روی چراغ گاز است بیش تر به روش همرفت می باشد.



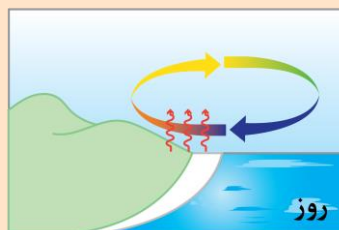
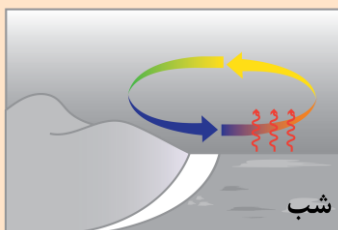
تذکر

انتقال گرما در شاره ها که معمولاً رساناهای گرمایی خوبی نیستند عمدتاً به روش همرفت انجام می گیرد؛ یعنی همراه با جابه جایی بخشی از خود ماده انجام می گیرد.

سؤال: هنگامی که در اتاق، بخاری روشن است چه عاملی باعث ایجاد جریان هوا روی کف اتاق می شود؟

سؤال: چرا هنگامی که در یخچال را باز می کنید، هوای سرد از پایین آن بیرون می آید؟

سؤال: چرا در روزهای تابستان در ساحل دریاها باد از دریا به سمت خشکی و در هنگام شب از خشکی به طرف دریا می وزد؟



روز: زمین ساحل، گرم تر از آب دریاست. پدیده همرفت موجب نسیمی از سوی دریا به سمت ساحل می شود.

شب: زمین ساحل، سردتر از آب دریاست. پدیده همرفت موجب نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می شود.

همرفت طبیعی: اگر جریان همرفتی، فقط به خاطر اختلاف چگالی رخ داده و به طور خودبه خود ادامه یابد همرفت طبیعی نامیده می شود. گرم شدن آب درون ظرفی که روی شعله آتش قرار دارد، گرم کردن هوای داخل اتاق در زمستان به وسیله بخاری و شوفاژ، جریان بادها در ساحل، انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن، همگی به روش همرفت طبیعی است.

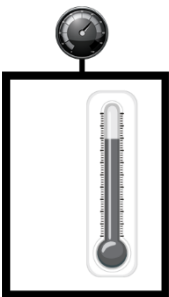
همرفت واداشته: در این نوع همرفت، شاره توسط تلمبه یا پمپ، به حرکت وادار شده و گرما را به نقاط مختلف منتقل می کند. سیستم گرم کننده مرکزی در ساختمان ها، سیستم خنک کننده موتور اتومبیل، گرم و سرد کردن بدن توسط جریان خون در جانوران خونگرم، مثال هایی از همرفت واداشته است.



هرچه ضریب انبساط حجمی شاره بزرگتر باشد، افزایش حجم بر اثر افزایش دمای یکسان بیش تر و چگالی، کمتر می شود؛ بنابراین جریان های همرفتی با سهولت بیش تری ظاهر می شوند.



۳۱- در شکل زیر، مقداری گاز آرمانی درون یک محفظه محبوس است و عددی که فشارسنج و دماسنج نشان می دهند به ترتیب 4 atm و 17°C می باشد. دمای گاز را چند درجه سلسیوس تغییر دهیم تا عددی که فشارسنج نشان می دهد $4/5 \text{ atm}$ شود؟ (فشار هوای محیط 1 atm است.)



۲۹ (۱)

۴۶ (۲)

۲۷ (۳)

۴۴ (۴)

(متوسط - محاسباتی - استاندارد ۱ - صفحه ۱۱۹ - ۱۰۰۴)

پاسخ: گزینه ۱

گام اول

با توجه به این که فشارسنج، فشار پیمانه ای گاز را نشان می دهد، فشار مطلق گاز را در دو حالت به دست می آوریم:

$$P_g = P - P_0 \Rightarrow P = P_g + P_0$$

$$\text{فشار گاز در حالت اول: } P_1 = 4 + 1 = 5 \text{ atm}$$

$$\text{فشار گاز در حالت دوم: } P_2 = 4/5 + 1 = 5/5 \text{ atm}$$

$$\text{دمای گاز در حالت اول: } T_1 = \theta_1 + 273 = 17 + 273 = 290^\circ\text{K}$$

گام آخر

با توجه به ثابت بودن حجم گاز، نسبت فشار گاز به دمای مطلق آن ثابت است، پس:

$$\frac{P}{T} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{5}{290} = \frac{5/5}{T_2} \Rightarrow T_2 = 319^\circ\text{K}$$

$$\text{تغییر دما: } \Delta T = T_2 - T_1 = 319 - 290 = 29^\circ\text{K} \Rightarrow \Delta \theta = \Delta T = 29^\circ\text{C}$$



۳۲- مطابق شکل، زیر یک پیستون به وزن 280 N و سطح قاعده 20 cm^2 گاز آرمانی با دمای 127°C قرار دارد. ابتدا یک وزنه 120 نیوتونی روی پیستون قرار می‌دهیم و در دمای ثابت، ارتفاع گاز 6 cm تغییر می‌کند. حال اگر دمای گاز را به 27°C برسانیم ارتفاع گاز چند سانتی‌متر خواهد شد؟ ($P_0 = 1.0^5\text{ Pa}$)



- (۱) ۳۰
(۲) ۲۴
(۳) ۱۸
(۴) ۱۲

(سخت - محاسباتی - زمان‌بر - صفحه ۱۲۲ - ۱۰۴)

پاسخ: گزینه ۳

گام اول

فشار گاز زیر پیستون، ناشی از فشار پیستون و هوای آزاد می‌باشد. در حالت اول و دوم فشار گاز را به دست می‌آوریم:

$$P_1 = \frac{mg}{A} + P_0 = \frac{280}{20 \times 10^{-4}} + 1.0^5 = 2/4 \times 1.0^5 \text{ Pa}$$

$$P_2 = \frac{mg}{A} + P_0 = \frac{400}{20 \times 10^{-4}} + 1.0^5 = 3 \times 1.0^5 \text{ Pa}$$

گام دوم

با توجه به این که تعداد مول‌های گاز و دما ثابت است، رابطه قانون گازها را در حالت اول و دوم برابر قرار می‌دهیم:

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} \xrightarrow{n_1=n_2, T_1=T_2} P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\xrightarrow{V_1=Ah_1, V_2=Ah_2} 2/4 \times 1.0^5 \times Ah_1 = 3 \times 1.0^5 \times Ah_2 \Rightarrow h_1 = \frac{5}{4} h_2$$

گام سوم

با توجه به این که ارتفاع پیستون 6 cm تغییر کرده است، ارتفاع گاز را در حالت دوم به دست می‌آوریم:

$$h_1 - h_2 = 6 \xrightarrow{h_1 = \frac{5}{4} h_2} \frac{5}{4} h_2 - h_2 = 6 \Rightarrow h_2 = 24\text{ cm}$$

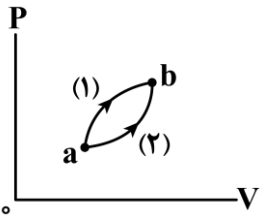
گام آخر

در حالت سوم (نسبت به حالت دوم) دمای گاز را تغییر داده است ولی با توجه به این که وزنه روی پیستون ثابت است، پس فشار ثابت مانده است:

$$\frac{P_2 V_2}{n_2 T_2} = \frac{P_3 V_3}{n_3 T_3} \xrightarrow{n_2=n_3, P_2=P_3} \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_3}{T_3} \xrightarrow{V_2=Ah_2, V_3=Ah_3}$$

$$\frac{24A}{400} = \frac{h_3 A}{300} \Rightarrow h_3 = 18\text{ cm}$$

۳۳- گازی آرمانی در دو فرایند جداگانه (۱) و (۲) از حالت a به حالت b می‌رود. اگر گرمایی که گاز در این فرایندها دریافت می‌کند را به ترتیب با Q_1 و Q_2 نشان دهیم، کدام گزینه درست است؟



(۱) $Q_1 > Q_2$

(۲) $Q_2 > Q_1$

(۳) $Q_1 = Q_2 = 0$

(۴) $Q_1 = Q_2 \neq 0$

(متوسط - مفهومی - استاندارد) - صفحه ۱۳۴ - ۱۰۰۵

پاسخ: گزینه ۱

در فرایندهای ترمودینامیکی، $|W|$ برابر سطح زیر نمودار $P-V$ است. علامت W نیز به صورت زیر است:

$W > 0 \Rightarrow$ فرایند تراکمی

$W < 0 \Rightarrow$ فرایند انبساطی

فرایندهای (۱) و (۲) هر دو انبساطی هستند و با توجه به سطح زیر نمودار دو فرایند داریم:

$(S_{P-V})_1 > (S_{P-V})_2 \Rightarrow |W_1| > |W_2|, W_1 < 0, W_2 < 0$

از طرفی در فرایندهای ترمودینامیکی که از حالت اولیه یکسان آغاز می‌شوند و به حالت نهایی یکسان می‌رسند، تغییر انرژی درونی گاز یکسان است؛ بنابراین:

$\Delta U_1 = \Delta U_2 \xrightarrow[\Delta U = Q + W]{\text{قانون اول ترمودینامیک}} Q_1 + W_1 = Q_2 + W_2 \Rightarrow Q_1 - Q_2 = W_2 - W_1$

با توجه به این که W_1 و W_2 هر دو منفی هستند و $|W_1| > |W_2|$ است؛ بنابراین $W_2 - W_1$ مثبت است.

$W_2 - W_1 > 0 \Rightarrow Q_1 - Q_2 > 0 \Rightarrow Q_1 > Q_2$

جرعه ذهنی

به عبارت ساده‌تر، چون گاز در فرایند (۱) کار بیش‌تری از دست داده، برای جبران آن باید گرمای بیش‌تری در فرایند (۱) دریافت کند، یعنی $Q_1 > Q_2$ است.

کپسول دوبینگ | بررسی نمودار P-V

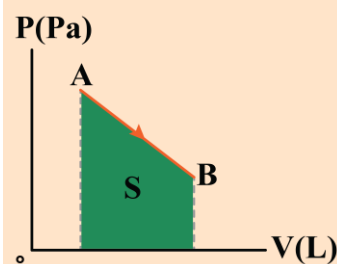
سطح زیر نمودار $P-V$ برابر اندازه کار انجام شده است.

مثلاً در فرایند مقابل چون یک فرایند انبساطی است، کار محیط و دستگاه به صورت زیر می‌باشند:

$W = -|S|$

$W' = +|S|$

$W < 0, W' > 0 \Rightarrow$ فرایند انبساطی است.



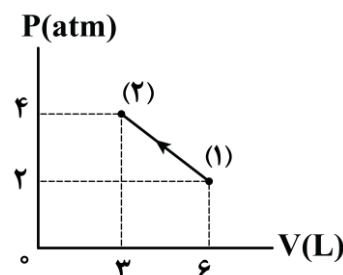
۳۴- نمودار $P-V$ یک گاز آرمانی مطابق شکل زیر است. در فرایند نشان داده شده، چه تعداد از موارد زیر درست است؟

(۱ atm $\approx 10^5$ Pa)

الف: تغییر انرژی درونی دستگاه ۱۸۰۰ J است.

ب: کار دستگاه بر روی محیط ۹۰۰ J است.

پ: دستگاه ۹۰۰ J گرما از محیط دریافت می‌کند.



(۲) ۱

(۴) ۳

(۱) صفر

(۳) ۲

بررسی موارد:



طبق قانون گازهای کامل (آرمانی) داریم:

$$\frac{PV}{T} = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2 \times 6}{T_1} = \frac{4 \times 3}{T_2} \Rightarrow T_1 = T_2$$

بنابراین با توجه به این که دمای ابتدا و انتهای فرایند یکسان است، $\Delta U = 0$ است؛ زیرا در مورد گازهای آرمانی، انرژی درونی فقط تابع دمای گاز است. (*)



برای تمامی فرایندهای ترمودینامیکی، $|W|$ برابر با سطح زیر نمودار $P-V$ است؛ بنابراین:

$$|W| = (4 + 2) \times 10^5 \times \frac{(6 - 3) \times 10^{-3}}{2} = 900 \text{ J} \xrightarrow{\text{فرایند تراکمی (} W > 0 \text{)}} W = 900 \text{ J}$$

W کار محیط بر روی دستگاه است و کار دستگاه بر روی محیط (W') برابر $-W$ است؛ بنابراین:

$$W' = -W = -900 \text{ J} \quad (*)$$



طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = W + Q \Rightarrow 0 = 900 + Q \Rightarrow Q = -900 \text{ J} \quad (*)$$



۳۵- یک ماشین گرمایی درون سوز در هر چرخه $2/5 \text{ kJ}$ کار مفید انجام می دهد. بازده این ماشین ۲۵ درصد است و در مدت یک ساعت $7/2 \text{ kg}$ سوخت مصرف می کند. این ماشین در هر ثانیه چند چرخه را می پیماید؟ (گرمای حاصل از سوخت

$$\frac{J}{g} (5 \times 10^4 \text{ است.})$$

۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

گام اول

محاسبه جرم سوخت مصرفی در هر چرخه:

طبق رابطه بازده ماشین های گرمایی داریم:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow 0.25 = \frac{2/5 \times 10^3 \text{ J}}{Q_H} \Rightarrow Q_H = 10^4 \text{ J}$$

هر گرم سوخت $5 \times 10^4 \text{ J}$ انرژی آزاد می کند؛ بنابراین:

$$\text{جرم سوخت مصرفی در یک چرخه} = \frac{10^4}{5 \times 10^4} = 0.2 \text{ g}$$

کلام دوم

محاسبه تعداد چرخه در یک ساعت:

در مدت یک ساعت $7/2 \text{ kg}$ سوخت مصرف می شود؛ بنابراین:

$$\text{تعداد چرخه در یک ساعت} = \frac{\text{جرم سوخت مصرفی در یک ساعت}}{\text{جرم سوخت مصرفی در هر چرخه}} = \frac{7/2 \times 10^3 \text{ g}}{0/2 \text{ g}} = 36 \times 10^3$$

کلام آخر

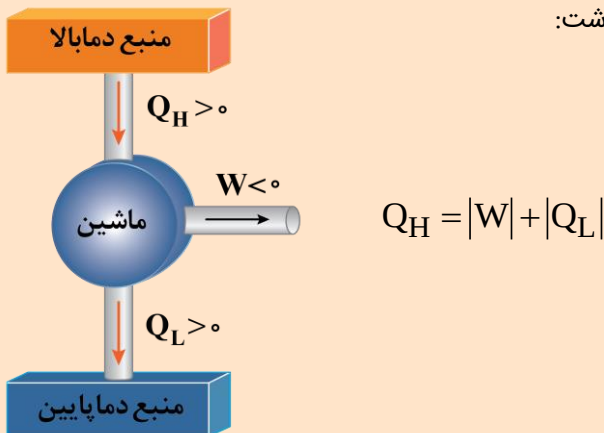
محاسبه تعداد چرخه در یک ثانیه:

هر ساعت ۳۶۰۰ ثانیه است؛ بنابراین:

$$\text{تعداد چرخه در یک ثانیه} = \frac{36 \times 10^3}{3600} = 10$$

کپسول دوپینگ | ماشین گرمایی

یک ماشین گرمایی، گرما را از منبع دمابالا گرفته، مقداری از آن را روی محیط کار انجام می دهد (W) و مابقی آن را به منبع دماپایین به صورت گرما می دهد (Q_L)، بنابراین طبق قانون اول ترمودینامیک می توان نوشت:



یک ماشین گرمایی خوب، ماشینی است که مقدار بیشتری از Q_H را به $|W|$ تبدیل کند. برای ماشین های گرمایی، مفهومی به نام بازده مطرح می شود که بیانگر این موضوع است که چقدر از گرمای گرفته شده از منبع دمابالا توسط ماشین گرمایی به کار تبدیل می شود. اگر بازده ماشین گرمایی را با η نمایش دهیم، داریم:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H}$$

رابطه بازده یک ماشین گرمایی را به این صورت نیز می توان نوشت:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \xrightarrow{|W|=Q_H-|Q_L|} \eta = \frac{Q_H-|Q_L|}{Q_H} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{|Q_L|}{Q_H}$$

نکته

اگر توان یک ماشین گرمایی P باشد، می توان نوشت:

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