



پنجشنبه

۱۴۰۳/۰۳/۱۰



گروه آموزشی ماز

## دوره جمع بندی دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

دفترچه پاسخ فیزیک

(فصل ۱، ۲ و ۳ دهم)

ویراستاران	طراحان	مسئول درس	درس
مروارید شاه حسینی محمدجواد سورچی	میثم دشتیان - کامران ابراهیمی سجاد صادقی زاده - سعید نصیری عباس غریبی	سجاد صادقی زاده	فیزیک

حق چاپ و تکثیر سوالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سوالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

### اهمیت مباحث این آزمون در کنکور...

توی این آزمون می‌خواهیم روی مباحث سه فصل اول فیزیک دهم کار کنیم. سوالاتی خیلی خوبی از همه مباحث مهم این سه فصل براتون آماده کردیم که با حل و بررسی اونا، هم مطالب براتون کامل مرور بشه و هم تسلطتون رو روی این مباحث محک بزنین! قبل از بررسی سوالات، خوبه که یکم در مورد این سه فصل صحبت کنیم.

#### فصل ۱ فیزیک دهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

مهم‌ترین مباحث این فصل، مباحث مربوط به «یک‌ها»، «اندازه‌گیری» و «چگالی» هستن. چگالی، مهم‌ترین بخش این فصله که قابلیت ترکیب با بقیه فصل‌ها رو هم داره.

توی کنکور اردیبهشت، برای رشته تجربی، از یک‌ها و برای رشته ریاضی از چگالی سؤال اومد. ما همچنان منتظریم از «مدل‌سازی» توی کنکور سؤال بیاد که تا حالا نیومده:

۲- چرا این فصل مهمه؟

بیش‌ترین اهمیت این فصل در اینه که مطالب اون، پایه مطالب بقیه فصل‌ها هستن و برای یادگیری بقیه فصل‌ها باید این فصل رو خوب یاد بگیریم، به‌خصوص بحث یک‌ها و تبدیل اونا که هیچ‌جا دست از سرتون برنمی‌داره! چگالی هم که همه‌جا سر و کلش پیدا می‌شه!

۳- توی کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

توی جدول زیر، تعداد سوالاتی که از این فصل توی کنکور اومده رو براتون آوردیم.

سال	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)	۱۴۰۳ (نوبت اول)
تجربی	۱	۱	۱	۰	۱	۱
ریاضی	۱	۱	۱	۱	۰	۱

توی کنکور تیرماه هم منتظر یک تست از این فصل هستیم.

#### فصل ۲ فیزیک دهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

مهم‌ترین مباحث این فصل، مباحث مربوط به «محاسبه فشار»، «دستگاه‌های فشاری» شامل بارومتر، مانومتر و لوله لاشکل، «نیروی شناوری» و «پیوستگی و اصل برنولی» است. مباحث حفظی اول فصل هم می‌توانند دارای اهمیت باشند. توی کنکور اردیبهشت، تأکید زیادی روی لوله لاشکل وجود داشت و احتمالاً مباحث دیگه

این فصل رو واسه تیرماه نگه داشتن!

۲- چرا این فصل مهمه؟

طی سال‌های گذشته، این فصل معمولاً ۲ تست مستقیم در کنکور داشته و توی کنکور امسال هم احتمالاً همین اتفاق خواهد افتاد، به همین خاطر باید این فصل رو جدی بگیرید. از طرفی مباحث این فصل نسبت به فصل‌های دیگه چندان دشوار نیست و با یکم تلاش از پس تست‌هاش برمیاین.

۳- توی کنکورهای اخیر، چند سؤال از این فصل اومده؟

جدول زیر رو نگاه کنین!

سال	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)	۱۴۰۳ (نوبت اول)
تجربی	۳	۲	۱	۲	۱	۱
ریاضی	۳	۲	۲	۲	۳ (یک سؤال، ترکیب با فصل گرما)	۲

#### فصل ۳ فیزیک دهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

می‌تونیم مباحث اصلی این فصل رو به ۵ دسته تقسیم کنیم:



توی کنکور اردیبهشت، همهٔ مباحث این فصل مورد توجه قرار گرفته بود به جز بخش آخر فصل، یعنی «توان و بازده» و احتمالش کم نیست که از این بخش توی کنکور تیرماه سؤال بیاد.

۲- چرا این فصل مهمه؟

بچه‌ها، سؤالای این فصل معمولاً ساده هستن و اگه یکم کار کنین به راحتی حلشون کنین. طبق تجربهٔ سه سال اخیر معمولاً دو تا سؤال هم توی کنکور ارزش میاد، چی از این بهتر!

۳- توی کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

توی جدول زیر، تعداد سؤالاتی که از این فصل توی کنکور اومده رو براتون آوردیم.

سال / رشته	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)	۱۴۰۳ (نوبت اول)
تجربی	۱	۱	۲	۲	۲	۲
ریاضی	۲	۱	۲	۲	۲	۲

احتمالاً قراره توی کنکور تیرماه هم با ۲ تست از این فصل روبه‌رو بشیم که با توجه به این که مباحث این فصل چندان دشوار نیست، می‌تونین روی حل این تست‌ها حساب کنین.

۱- در شکل زیر، شخصی به کندی در حال هل دادن یک کمد روی سطح افقی است. چند مورد از عبارات‌های زیر در مورد مدل‌سازی این حرکت درست است؟



الف: چون نیروی وزن بر راستای حرکت کمد عمود است پس در شتاب آن تأثیری ندارد، در نتیجه می‌توان از وزن کمد صرف‌نظر کرد.

ب: در نوشتن قانون دوم نیوتن برای کمد، نیروی اصطکاک بین پاهای شخص و زمین وارد نمی‌شود، پس می‌توان از نیروی اصطکاک پاهای شخص صرف‌نظر کرد.

پ: از مقاومت هوا می‌توان صرف‌نظر کرد.

ت: اگر کمد با تندی ثابت حرکت کند، چون نیروی شخص و نیروی اصطکاک وارد بر کمد، هم‌اندازه می‌شوند، می‌توان از هر دو صرف‌نظر کرد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(متوسط - مفهومی - ۱۰۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

### مدل‌سازی

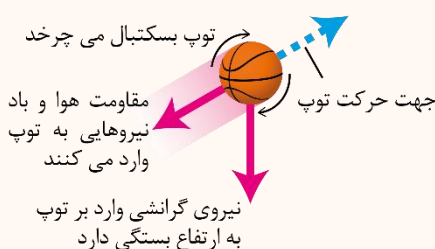
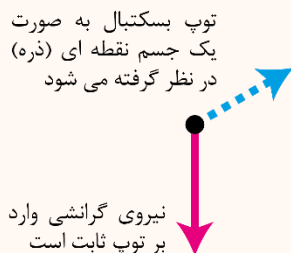
- برای آن‌که بتوانیم پدیده‌های فیزیکی را تحلیل کنیم، نیاز است تا آن‌ها را به گونه‌ای ساده‌سازی کنیم تا امکان تحلیل و بررسی آن‌ها فراهم شود. به این فرایند ساده‌سازی پدیده‌ها، مدل‌سازی می‌گوییم.
- در فرایند مدل‌سازی، عوامل مهم و تأثیرگذار باید حتماً در نظر گرفته شوند ولی می‌توانیم عوامل جزئی را نادیده بگیریم. به مثال زیر دقت کنید.

### مثال:

در مدل‌سازی آرمانی حرکت توپ بسکتبال در هوا، چه مواردی باید حتماً در نظر گرفته شوند و از چه مواردی می‌توان صرف‌نظر کرد؟

### پاسخ:

عامل مهم و اساسی در بررسی حرکت توپ بسکتبال، نیروی گرانشی است که زمین به توپ وارد می‌کند و این عامل باید حتماً در نظر گرفته شود، زیرا اگر آن را در نظر نگیریم نتیجه خواهیم گرفت که توپی که به هوا پرتاب می‌شود، هیچ‌گاه به زمین بر نمی‌گردد. در مقابل، عواملی مثل نیروی مقاومت هوا، تغییر نیروی گرانشی با تغییر ارتفاع، اندازه و شکل توپ و چرخش آن عوامل جزئی هستند و می‌توانیم آن‌ها را نادیده بگیریم؛ به عبارت دیگر می‌توانیم توپ را مانند یک جسم ذره‌ای (نقطه‌ای) در نظر بگیریم. شکل زیر این مدل‌سازی را نشان می‌دهد.



۳- بعضی از مدل‌سازی‌ها که ممکن است در سؤالات با آن‌ها مواجه شوید را در جدول زیر آورده‌ایم.

چگونگی مدل‌سازی	پدیده فیزیکی
نیروی گرانشی زمین بر توپ عامل مهم است و باید حتماً لحاظ شود. عواملی مثل مقاومت هوا، تغییر نیروی گرانشی با تغییر ارتفاع، شکل و ابعاد توپ و چرخش آن عوامل فرعی هستند و می‌توان از آن‌ها صرف‌نظر کرد و توپ را به صورت یک جسم نقطه‌ای در نظر گرفت.	<p>حرکت توپ بسکتبال در هوا</p>  <p>توپ بسکتبال می‌چرخد جهت حرکت توپ مقاومت هوا و باد نیروهایی به توپ وارد می‌کنند نیروی گرانشی وارد بر توپ به ارتفاع بستگی دارد</p>
نیروی دست شخص و نیروی اصطکاک با سطح افقی عوامل مهم و تأثیرگذار هستند و باید حتماً لحاظ شوند. ابعاد جسم و نیروی مقاومت هوا، عوامل جزئی هستند و می‌توانیم آن‌ها را نادیده بگیریم و جسم را به صورت نقطه‌ای فرض کنیم.	<p>هل دادن یا کشیدن یک جسم روی سطح افقی</p> 
نیروی گرانش زمین عامل مهم و تأثیرگذار است و حتماً باید در نظر گرفته شود. از طرفی با توجه به ابعاد بزرگ چتر، نیروی مقاومت هوا قابل‌توجه است و باید آن را هم در نظر بگیریم و نمی‌توانیم از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنیم.	<p>سقوط چترباز از ارتفاع</p> 
با توجه به ابعاد کوچک منبع نور لیزر، می‌توانیم در مدل‌سازی، آن را یک منبع نور نقطه‌ای در نظر بگیریم. پرتوهای نور منتشرشده به مقدار کمی واگرا هستند ولی در مدل‌سازی برای سادگی تحلیل می‌توان آن‌ها را موازی فرض کرد.	<p>انتشار نور لیزر مدادی</p>  <p>جهت انتشار نور پرتو نور لیزر مدادی باریکه نور</p>

پایخ شیری

چون در سؤال ذکر شده (کمد به‌کندی در حال حرکت است)، پس مقاومت هوا در مقابل حرکت آن بسیار ناچیز بوده و می‌توان از آن صرف‌نظر کرد، تنها عبارت درست نیز، عبارت (پ) است.

بررسی سایر موارد:

علت نادرستی سایر عبارات‌ها:

عبارت (الف) اگر کمد دارای وزن نباشد، لزومی ندارد روی سطح افقی بماند، زیرا در آستانه جدا شدن از سطح زمین خواهد بود و به راحتی هل داده می‌شود نه به‌کندی، پس نمی‌توان از وزن کمد صرف‌نظر کرد.

عبارت (ب) اگر بین پاهای شخص و سطح افقی، اصطکاکی نباشد، شخص قادر به هل دادن کمد نخواهد بود، پس از این نیرو نیز نمی‌توان صرف‌نظر کرد.

عبارت (ت) این‌که دو نیروی هم‌اندازه یکدیگر را خنثی کنند، مجوز حذف آن‌ها نیست، نبود هر یک از نیروهای گفته‌شده علت متحرک بودن و علت مقاومت در برابر حرکت را زیر سؤال می‌برد، پس این دو نیرو نیز قابل صرف‌نظر کردن، نیستند.

۲- چند مورد از تبدیل یکاهای زیر درست هستند؟

الف:  $72 \frac{\text{ng}}{\mu\text{m} \cdot \text{min}^2} = 2 \times 10^{-8} \text{ Pa}$       ب:  $30 \frac{\text{m}^2}{\text{k} \cdot \text{s}^2} = 3 \times 10^{14} \frac{\text{km}^2}{\mu\text{k} \cdot \text{Ts}^2}$       پ:  $20 \frac{\text{cg} \cdot \text{cm}^2}{\text{ds}^2} = 2 \mu\text{J}$

(۱) صفر      (۲) ۱      (۳) ۲      (۴) ۳

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

تبدیل یکاهای پیشونددار

در تبدیل یکاهای پیشونددار (مانند تبدیل  $\mu\text{m}$  به  $\text{cm}$ )، به روش زنجیره‌ای به نکات زیر دقت شود:

- ۱- اگر یکای مورد نظر، توان داشت، ضریب‌های تبدیل مربوط به آن یکا نیز باید به همان توان برسند.
- ۲- در برخی تبدیل یکاها، چند بار لازم است تا تبدیل یکا انجام شود، در این صورت برای هر تبدیل یکا باید ضریب تبدیل جداگانه‌ای نوشت، به عنوان مثال برای تبدیل  $\text{km}$  به  $\text{cm}$ ، ابتدا باید  $\text{km}$  به  $\text{m}$  و سپس  $\text{m}$  به  $\text{cm}$  تبدیل شود که هر کدام از این تبدیل‌ها نیاز به ضریب تبدیل جداگانه‌ای دارد.
- ۳- برخی از پیشوندهای پرکاربرد نیز به قرار زیر هستند:

(h) هکتو = $10^2$	(c) سانتی = $10^{-2}$	(da) دکا = $10^{+1}$	(d) دسی = $10^{-1}$
(m) میلی = $10^{-3}$	(k) کیلو = $10^3$	( $\mu$ ) میکرو = $10^{-6}$	(M) مگا = $10^6$
(n) نانو = $10^{-9}$	(G) گیگا = $10^9$	(p) پیکو = $10^{-12}$	(T) ترا = $10^{12}$

۴- برخی از پیشوندها نام خاصی دارند، مثلاً میکرون یعنی میکرومتر ( $10^{-6} \text{ m}$ ) و یا هکتار یعنی هکتومتر مربع ( $10^4 \text{ m}^2$ ).

پاسخ تشریحی:

بررسی موارد:

الف:

$$72 \frac{\text{ng}}{\mu\text{m} \cdot \text{min}^2} = 72 \times 10^{-12} \frac{\text{kg}}{10^{-6} \text{m} \times 60^2 \text{s}^2} = \frac{72 \times 10^{-12}}{10^{-6} \times 36 \times 10^2} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = 2 \times 10^{-8} \text{ Pa} (\checkmark)$$

ب:

$$30 \frac{\text{m}^2}{\text{k} \cdot \text{s}^2} = 30 \times \frac{(10^{-3})^2 \text{km}^2}{10^6 \mu\text{k} \cdot (10^{-12})^2 \text{Ts}^2} = 30 \times \frac{10^{-6}}{10^6 \times 10^{-24}} \frac{\text{km}^2}{\mu\text{k} \cdot \text{Ts}^2} = 3 \times 10^{13} \frac{\text{km}^2}{\mu\text{k} \cdot \text{Ts}^2} (*)$$

پ:

$$20 \frac{\text{cg} \cdot \text{cm}^2}{\text{ds}^2} = 20 \times \frac{(10^{-2} \times 10^{-3}) \text{kg} \times (10^{-2})^2 \text{m}^2}{(10^{-1})^2 \text{s}^2} = 20 \times \frac{10^{-9} \text{kg} \cdot \text{m}^2}{10^{-2} \text{s}^2} = 2 \times 10^{-6} \text{ J} = 2 \mu\text{J} (\checkmark)$$

گروه آموزشی ماز

۳- شعاع یک کره فلزی که درون خود حفره‌ای دارد،  $20 \text{ cm}$  و چگالی ماده سازنده آن  $\frac{2}{5} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  است. اگر حجم حفره درون کره  $\frac{2}{5}$  برابر حجم ماده سازنده آن باشد و درون حفره کره را با مایعی به چگالی  $\frac{8}{3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  به طور کامل پر کنیم، جرم مجموعه کره و مایع درون آن چند کیلوگرم می‌شود؟

( $\pi = 3$ )

۵/۹۶ (۴)

۱۴/۶ (۳)

۵۰/۹۶ (۲)

۵۹/۶ (۱)

(سخت - محاسباتی - ۱۰۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

چگالی

چگالی یک ماده معادل با نسبت جرم به حجم آن ماده است:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- بین یکاهای پر کاربرد چگالی، رابطه زیر را مدنظر داشته باشید:

$$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times 1000 \rightarrow \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- چگالی یک ماده با تغییر جرم یا حجم آن عوض نمی‌شود. در واقع چگالی یک ماده به جنس و دمای آن بستگی دارد.

- اگر جسمی دارای حفره توخالی باشد، به جرمی که توسط روابط هندسی به دست می‌آید، حجم ظاهری و به جرمی که توسط رابطه چگالی به دست می‌آید، حجم واقعی گفته می‌شود. حجم ظاهری در واقع حجم حفره درون آن و حجم واقعی صرفاً حجم مربوط به ماده سازنده جسم است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{حجم واقعی} - \text{حجم ظاهری} = \text{حجم حفره درون جسم}$$

به کمک رابطه چگالی      به کمک هندسه



توجه:

چنانچه عدد حجم ظاهری و حجم واقعی با هم برابر باشد، می‌توان نتیجه گرفت که جسم فاقد حفره توخالی بوده و کاملاً توپر است.



مثال:

کره‌ای به شعاع ۵cm در اختیار داریم. اگر جرم آن ۱۰۸۰g و چگالی آن  $\frac{2}{7} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  باشد، حجم حفره درون کره چند درصد از حجم کره است؟ ( $\pi = 3$ )

پاسخ:

$$V_{\text{ظاهری}} = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times (5)^3 = 500 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{واقعی}} = \frac{m}{\rho} = \frac{1080}{2/7} = 400 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{واقعی}} = 100 \text{ cm}^3$$

$$\text{سؤال خواسته} = \frac{V_{\text{حفره}}}{V_{\text{ظاهری}}} \times 100 = \frac{100}{500} \times 100 = 20\%$$



پاسخ تشریحی:

به کمک رابطه هندسی مربوط به حجم کره، مقدار حجم ظاهری کره را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{ظاهری}} = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times (5)^3 = 500 \text{ cm}^3$$

از طرفی می‌توان نوشت:

$$V_{\text{ظاهری}} = V_{\text{واقعی}} + V_{\text{حفره}} \rightarrow 500 = V_{\text{واقعی}} + \frac{3}{5} V_{\text{واقعی}}$$

$$\rightarrow \frac{8}{5} V_{\text{واقعی}} = 500 \Rightarrow V_{\text{واقعی}} = 312.5 \text{ cm}^3$$

بنابراین حجم حفره برابر است با:

$$V_{\text{حفره}} = \frac{3}{5} V_{\text{واقعی}} = 187.5 \text{ cm}^3$$

اگر حفره را از مایع پر کنیم، جرم مجموعه برابر می‌شود با:

$$\left\{ \begin{aligned} V_{\text{مایع}} = V_{\text{حفره}} = 187.5 \text{ cm}^3 &\Rightarrow m_{\text{مایع}} = \rho_{\text{مایع}} V_{\text{مایع}} = 0.8 \times 187.5 = 150 \text{ g} = 0.15 \text{ kg} \\ m_{\text{کره}} = \rho_{\text{کره}} \times V_{\text{واقعی}} = 2/5 \times 312.5 &= 125 \text{ g} = 0.125 \text{ kg} \end{aligned} \right.$$

$$\Rightarrow m_{\text{کل}} = m_{\text{کره}} + m_{\text{مایع}} = 125 + 150 = 275 \text{ g} = 0.275 \text{ kg}$$

### گروه آموزشی ماز

۴- آلیاژی از دو فلز A و B ساخته شده است که در آن چگالی فلز A سه برابر چگالی فلز B می‌باشد. اگر ۶۰ درصد جرم آلیاژ از فلز A باشد در این صورت چگالی آلیاژ چند برابر چگالی فلز B است؟ (در حین ساخت آلیاژ تغییر جرمی صورت نمی‌گیرد.)

$$\frac{4}{5} \text{ (۴)}$$

$$\frac{5}{4} \text{ (۳)}$$

$$\frac{4}{3} \text{ (۲)}$$

$$\frac{5}{3} \text{ (۱)}$$

(آسان - محاسباتی - ۱۰۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

چگالی مخلوط

اگر دو جسم با مشخصات  $m_1$  و  $V_1$  و  $\rho_1$  و  $m_2$  و  $V_2$  و  $\rho_2$  را با یکدیگر مخلوط کنیم به طوری که در اثر اختلاط دو جسم با یکدیگر کاهش حجم رخ ندهد، چگالی مخلوط از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\rho = \frac{m_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}}$$

مثال

مخلولی به حجم  $V$  و چگالی  $\frac{5}{3} \frac{g}{cm^3}$  را با مخلولی به حجم  $2V$  و چگالی  $\rho$  مخلوط می‌کنیم، اگر تغییر حجم روی نداده باشد و چگالی مخلوط  $\frac{7}{3} \frac{g}{cm^3}$  شود، چگالی  $\rho$  چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

۵ (۱)      ۸ (۲)      ۱۳ (۳)      ۱۴ (۴)

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} \rightarrow \frac{7}{3} = \frac{5V + \rho \times 2V}{3V} \rightarrow 21 = 5 + 2\rho \rightarrow \rho = 8 \frac{g}{cm^3}$$

پاسخ: گزینه ۲



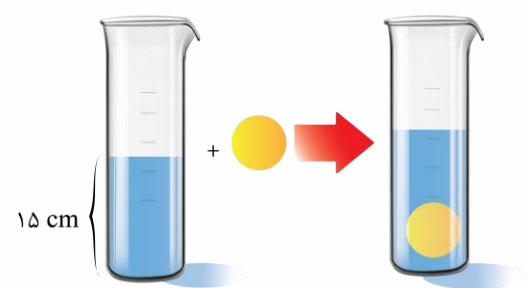
$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}} = \frac{m}{\frac{0.6m}{3\rho_B} + \frac{0.4m}{\rho_B}}$$

$$\rightarrow \rho_{\text{مخلوط}} = \frac{1}{\frac{0.2}{\rho_B} + \frac{0.4}{\rho_B}} = \frac{\rho_B}{0.6}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{5}{3} \rho_B$$

گروه آموزشی ماز

۵- مطابق شکل زیر، درون ظرفی استوانه‌ای شکل که مساحت قاعده آن  $4 \text{ cm}^2$  و ارتفاع آن  $50 \text{ cm}$  است، به ارتفاع  $15 \text{ cm}$  از یک مایع ریخته‌ایم. اگر یک گلوله کروی شکل توپر به شعاع  $2 \text{ cm}$  درون ظرف بیندازیم، پس از قرارگیری گلوله در کف ظرف، فاصله سطح آزاد مایع از لبه ظرف چند سانتی‌متر خواهد شد؟ ( $\pi \approx 3$ )



- ۳ (۱)
- ۲۷ (۲)
- ۲۳ (۳)
- ۱۸ (۴)

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۱)

پاسخ: گزینه ۲

نکته:

هرگاه جسم جامدی را درون ظرفی شامل مایع بیندازیم و جسم به طور کامل در مایع فرو رود، حجم مایع بالاآمده یا بیرون ریخته شده از ظرف (در صورتی که در ابتدا ظرف پر از مایع باشد) با حجم جسم، مساوی است.



حجم مایع بالاآمده در ظرف به اندازه حجم گلوله کروی است. پس در ابتدا حجم گلوله را به دست می‌آوریم:

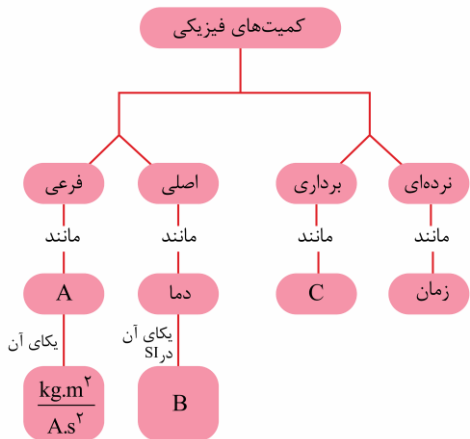
$$V_{\text{گلوله}} = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times (2 \text{ cm})^3 = 32 \text{ cm}^3$$

بنابراین با انداختن گلوله در ظرف، حجم مایع بالآمده نیز معادل حجم گلوله، یعنی  $۳۲ \text{ cm}^3$  خواهد شد. اکنون می‌توان ارتفاع مایع بالآمده را به دست آورد:  
 $V_{\text{مایع بالآمده}} = A \Delta h \rightarrow ۳۲ = ۴ \Delta h \rightarrow \Delta h = ۸ \text{ cm}$   
 پس اگر مایع ۸ cm بالا بیاید، ارتفاع جدید آن معادل  $۱۵ + ۸ = ۲۳ \text{ cm}$  خواهد شد. در این صورت فاصله سطح آزاد مایع از لبه طرف معادل است با:  
 $۵۰ - ۲۳ = ۲۷ \text{ cm}$

گروه آموزشی ماز

۶- در نمودار مقابل، موارد A، B و C به ترتیب از راست به چپ کدام می‌توانند باشند؟

- (۱) شار مغناطیسی، کلوین، سرعت
- (۲) شار مغناطیسی، فارنهایت، شتاب
- (۳) میدان مغناطیسی، کلوین، سرعت
- (۴) میدان مغناطیسی، فارنهایت، شتاب



(متوسط - مفهومی / خطبه خط کتاب درسی - ۱۰۰۱)

پاسخ: گزینه ۱



یکای فرعی میدان مغناطیسی برابر است با:

$$F = I l B \sin \theta \rightarrow N \equiv A \times m \times T \rightarrow T \equiv \frac{N}{A \cdot m}$$

از طرفی می‌دانیم  $N \equiv \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$  است، پس داریم:

$$T \equiv \frac{\text{kg}}{\text{A} \cdot \text{s}^2}$$

یکای فرعی شار مغناطیسی برابر است با:

$$\phi = BA \rightarrow Wb = T \cdot m^2$$

$$\frac{T = \frac{\text{kg}}{\text{A} \cdot \text{s}^2}}{\rightarrow Wb = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^2}}$$

بنابراین کمیت A همان شار مغناطیسی است. از طرفی با توجه به این‌که یکای دما در SI برابر کلوین است، گزینه (۱) صحیح است.

گروه آموزشی ماز

۷- شکل‌های زیر، قطرات یک مایع یکسان از قطره‌چکان در دو دمای متفاوت را نشان می‌دهد. با توجه به شکل‌ها، کدام یک از عبارات‌های زیر درست است؟  
 الف: در شکل (۱) دمای مایع بیش‌تر است.  
 ب: نیروی هم‌چسبی در شکل (۲) بیش‌تر است.  
 پ: اگر مایع در شکل (۱) سطح جامد را تر نکند، مایع در شکل (۲) نیز الزاماً سطح جامد را تر نخواهد کرد.



- (۲) الف و پ
- (۴) هیچ‌کدام

- (۱) الف و ب
- (۳) فقط پ

(آسان - مفهومی / خطبه خط کتاب درسی - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

نیروهای بین مولکولی

نیروی بین مولکول‌های همسان از یک مایع را نیروی هم‌چسبی و نیروی بین مولکول‌های مایع و سطح جامدی که با آن در تماس است را نیروی دگرچسبی می‌نامیم. زمانی که مایعی را روی سطح یک جامد بریزیم:

- الف: اگر نیروی هم‌چسبی بزرگ‌تر از دگرچسبی باشد: مایع، سطح جامد را تر (یا خیس) نمی‌کند. (مانند جیوه و سطح شیشه).
- ب: اگر نیروی دگرچسبی بزرگ‌تر از هم‌چسبی باشد: مایع، سطح جامد را تر (یا خیس) می‌کند (مانند آب و سطح شیشه).

نکته:

- افزایش دما سبب کاهش نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع شده و قطرات مایع، ریزتر خواهد شد.
- اگر سطح جامد را دوداندود و یا آن را با روغن چرب کنیم، سبب کاهش نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و سطح جامد شده و باعث می‌شود که قطرات آب نیز مانند جیوه سطح جامد را تر نکنند.

مثال:

مایعی را مانند شکل مقابل روی سطح شیشه ریخته‌ایم. نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع و نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و سطح شیشه را با یکدیگر مقایسه کنید.



پاسخ:

با توجه به شکل مشاهده می‌شود که مایع به شکل قطره‌ای باقی مانده و سطح شیشه را تر نکرده است پس می‌توان نتیجه گرفت که نیروی هم‌چسبی بزرگ‌تر از نیروی دگرچسبی بوده و این مایع می‌تواند جیوه باشد!

پاسخ تشریحی:

با توجه به نکات بیان شده در درس‌نامه و با توجه به شکل‌ها می‌توان دید که قطرات مایع در شکل (۲) ریزتر و بنابراین نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع در شکل (۲) کم‌تر از شکل (۱) بوده و بنابراین دمای مایع در شکل (۲) بیش‌تر از دمای آن در شکل (۱) است؛ بنابراین موارد (الف) و (ب) نادرست هستند.

از طرفی برای بررسی مورد پ، می‌توان گفت اگر مایع در شکل (۱) سطح جامد را تر نکند، پس نیروی دگرچسبی کم‌تر از نیروی هم‌چسبی بوده است یعنی:

$$F_{\text{هم‌چسبی}} < F_{\text{دگرچسبی}}$$

از طرفی گفتیم که در شکل (۲) نیروی هم‌چسبی مقدار کم‌تری نسبت به شکل (۱) دارد پس:

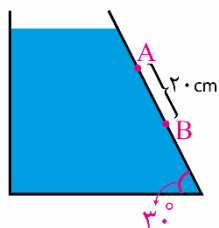
$$F_{\text{هم‌چسبی}} < F_{\text{دگرچسبی}}$$

از کنار هم قرار دادن این دو عبارت نمی‌توانیم نتیجه بگیریم، نیروی هم‌چسبی مایع در حالت دوم بیش‌تر، کم‌تر یا مساوی نیروی دگرچسبی است. پس مورد «پ» نادرست است.



گروه آموزشی ماز

۸- درون ظرف زیر، مایعی به چگالی  $\frac{1}{2} \frac{g}{cm^3}$  وجود دارد. اختلاف فشار مایع بین دو نقطه A و B چند پاسکال است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )



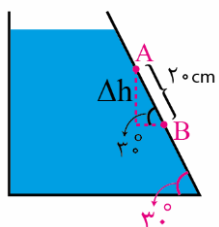
- ۱۲۰۰
- ۱۰۰۰
- ۱۴۰۰
- ۲۴۰۰

(آسان - محاسباتی - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

پاسخ تشریحی:

گام اول:



اختلاف فشار مایع از رابطه  $(\Delta P = \rho g \Delta h)$  به دست می‌آید که در آن  $\Delta h$ ، فاصله دو نقطه در راستای قائم است، پس ابتدا  $\Delta h$  را باید به دست آوریم:

$$\sin 30^\circ = \frac{\Delta h}{20} \rightarrow \Delta h = 20 \times \frac{1}{2} = 10 \text{ cm}$$

گام آخر:

حال می‌توان اختلاف فشار مایع در دو نقطه را به دست آورد:

$$\Delta P = \rho g \Delta h = 1200 \times 10 \times 0.1 = 1200 \text{ Pa}$$

تذکر:

اگر به جای  $\Delta h$  (فاصله قائم دو نقطه)، فاصله  $20 \text{ cm}$  در رابطه  $\Delta P$  قرار گیرد، به اشتباه به پاسخ ۲۴۰۰ پاسکال خواهید رسید.

گروه آموزشی ماز

۹- درون یک ظرف استوانه‌ای شکل به شعاع قاعده ۲cm، ۱۴۴۰ سانتی متر مکعب، جیوه ریخته‌ایم. اگر فشار هوا در محل  $1.0336 \times 10^5 \text{ Pa}$  باشد، ارتفاع

جیوه را به چند سانتی متر برسانیم تا فشار در ته ظرف ۲۵ درصد کاهش یابد؟ ( $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ,  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ ,  $\pi = 3$ )

۷۱ (۴)

۳۰ (۳)

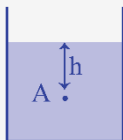
۴۹ (۲)

۹۰ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

فشار مایعات



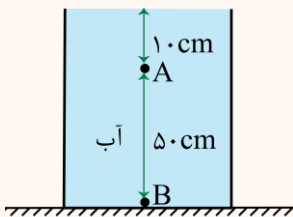
اگر درون یک مایع، نقطه‌ای مانند A در عمق h از مایع قرار داشته باشد، فشار مایع در این نقطه، از رابطه  $P_{\text{مایع}} = \rho gh$  به دست می‌آید. چنانچه فشار هوا را P بنامیم، فشار کل (به اختصار فشار) در نقطه A نیز از رابطه  $P = P_0 + \rho gh$  به دست می‌آید.

نکته:

۱- رابطه  $P_{\text{مایع}} = \rho gh$  برای هر ظرفی با هر شکلی قابل استفاده است. در این رابطه h معادل با فاصله عمودی نقطه مورد نظر از سطح آزاد مایع می‌باشد که به شکل ظرف بستگی ندارد.

۲- چنانچه مایع مورد نظر در ظرفی ریخته شده باشد که سطح مقطع آن در طول ارتفاعش، ثابت باشد (در ظرف‌هایی به شکل مکعب، مکعب مستطیل و استوانه این امکان وجود دارد)، علاوه بر رابطه  $P = \rho gh$ ، فشار مایع را می‌توان از رابطه  $P = \frac{mg}{A}$  نیز به دست آورد. به گونه‌ای که m بیانگر جرم مایع بالای آن نقطه و A مساحت مقطع ظرف است.

مثال: ?



در شکل مقابل، فشار در نقطه B چند برابر فشار در نقطه A می‌باشد؟ ( $P_0 = 9/9 \times 10^4 \text{ Pa}$ ,  $\rho_{\text{ب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ,  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )

۶/۵ (۲)

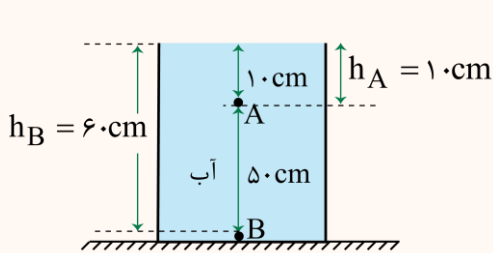
۵/۴ (۱)

۲۱/۲۰ (۴)

۲۰/۱۹ (۳)

پاسخ: گزینه ۴

فشار در هر نقطه از رابطه  $P = P_0 + \rho gh$  به دست می‌آید:



$$\begin{cases} P_A = P_0 + \rho gh_A \\ P_B = P_0 + \rho gh_B \end{cases} \quad \left\{ \begin{array}{l} h_A = 10 \text{ cm} \\ h_B = 60 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\rightarrow \frac{P_B}{P_A} = \frac{(9/9 \times 10^4) + (10^3 \times 10 \times 6 \times 10^{-1})}{(9/9 \times 10^4) + (10^3 \times 10 \times 10^{-1})} = \frac{99+6}{99+10} = \frac{105}{100} = \frac{21}{20}$$

پاسخ تشریحی:

فشار در ته ظرف ناشی از دو عامل است. یکی فشار هوا و دیگری فشار جیوه.

گام اول:

ارتفاع اولیه جیوه در درون ظرف را به دست می‌آوریم:

مساحت کف ظرف:  $A = \pi r^2 = 3 \times (2 \text{ cm})^2 = 12 \text{ cm}^2$

$V_{\text{جیوه}} = Ah_{\text{جیوه}} \rightarrow 1440 = 12 h_{\text{جیوه}} \rightarrow h_{\text{جیوه}} = 120 \text{ cm}$

گام دوم:

از طرف دیگر بیابید محاسبه کنیم فشار هوا، معادل با فشار چه ستونی از جیوه است:

$P_0 = \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} \rightarrow 1.0336 \times 10^5 = 13/6 \times 10^3 \times 10 \times h \rightarrow h = 76 \times 10^{-2} \text{ m} = 76 \text{ cm}$

گام سوم:

پس می‌توان این‌گونه به سؤال نگاه کرد که انگار فشار هوایی وجود ندارد اما ارتفاعی معادل  $120 + 76 = 196 \text{ cm}$  جیوه درون ظرف وجود دارد و فشار در ته ظرف، ناشی از فشار این ارتفاع جیوه است.

گام چهارم:

جهت آن که فشار در ته ظرف ۲۵٪ کاهش یابد ارتفاعی معادل ۲۵٪ از ارتفاع کنونی جیوه را از ظرف خارج کنیم. پس ارتفاع ستون جیوه خارج شده از ظرف به این صورت محاسبه می‌شود:

$$h' = \frac{25}{100} h_{\text{کل جیوه}} = \frac{1}{4} \times 196 = 49 \text{ cm}$$

گام آخر:

توجه داشته باشید که در واقعیت مقدار  $P$  ثابت و غیرقابل تغییر است، پس این کاهش ارتفاع فقط از ارتفاع جیوه اصلی موجود در ظرف می‌تواند اتفاق بیفتد. در نتیجه ارتفاع جدید جیوه در ظرف، معادل خواهد بود با:

$$h = 120 - 49 = 71 \text{ cm}$$

گروه آموزشی ماز

۱۰- در یک استوانهٔ روباز، مایعی به چگالی  $\frac{8}{10} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  وجود دارد و فشار در نقطهٔ  $A$  درون این مایع  $10^4 \text{ Pa}$  است. اگر این ظرف در ارتفاع ۲۴۰۰

متری از سطح دریای آزاد باشد، فاصلهٔ قائم نقطهٔ  $A$  از سطح آزاد مایع چند متر است؟ ( $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$  و  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$  و چگالی متوسط هوا از سطح

دریای آزاد تا محل ظرف  $\frac{1}{25} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  فرض شود).

۱/۲۵ (۴)

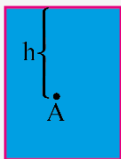
۲ (۳)

۳/۵ (۲)

۴ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینهٔ ۳



فشار کل و فشار هوا

فشار کل: در شکل مقابل، نقطه‌ای مثل  $A$  را درون مایع در نظر بگیرید. فشار کل در این نقطه برابر است با:

$$P_{\text{کل}} = P_{\text{مایع}} + P_{\text{هوا}} \rightarrow P_{\text{کل}} = \rho gh + P_0$$

در رابطه بالا،  $\rho$  چگالی مایع،  $h$  فاصله عمودی از سطح آزاد مایع (عمق) و  $P_0$  فشار هوا در محل مایع است.

فشار هوا: اگر فشار هوا در سطح دریای آزاد،  $P_0$  باشد، با افزایش ارتفاع، فشار هوا کاهش می‌یابد، در نتیجه فشار هوا در ارتفاع  $h$  از سطح زمین، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P_A = P_0 - \bar{\rho}_{\text{هوا}} gh$$

نکته:

در رابطه بالا، منظور از  $\bar{\rho}_{\text{هوا}}$ ، چگالی متوسط هوا تا ارتفاع مورد نظر است.

نکته:

اختلاف فشار هوا بین دو نقطه (در ارتفاعات کم) از رابطه زیر به دست می‌آید:

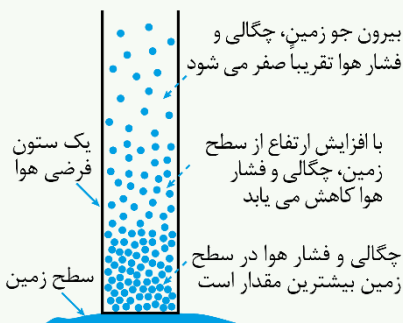
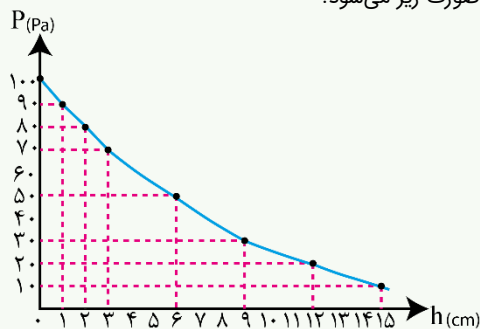
$$\Delta P = \bar{\rho} g \Delta h$$

$\bar{\rho}$ : چگالی هوا

$\Delta h$ : اختلاف ارتفاع دو نقطه

نکته:

با افزایش ارتفاع از سطح زمین، چون شتاب گرانش (g) کاهش می‌یابد، فاصله ذرات هوا از یکدیگر افزایش می‌یابد و این باعث کاهش چگالی هوا می‌شود، در نتیجه فشار هوا رفته رفته کاهش می‌یابد، در این صورت نمودار فشار هوا برحسب فاصله از سطح دریای آزاد به صورت زیر می‌شود:



پاسخ تشریحی:

گام اول:

ابتدا باید فشار هوا در محل ظرف را به دست آوریم:

$$P_{\text{هو}} = P - \bar{\rho}_{\text{هو}}gh = 10^5 - 1/25 \times 10 \times 2400 = 7 \times 10^4 \text{ Pa}$$

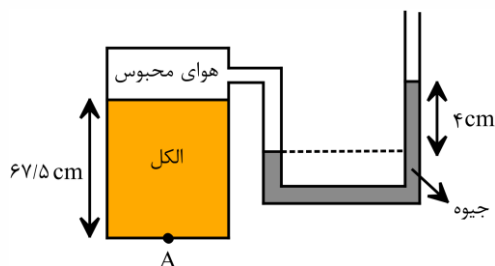
گام آخر:

حال می‌توان فشار کل در نقطه A را به دست آورد:

$$P_{\text{کل}} = (\rho gh)_{\text{مایع}} + P_{\text{هو}} \rightarrow 8/6 \times 10^4 = 800 \times 10 \cdot h + 7 \times 10^4 \rightarrow 1/6 \times 10^4 = 8 \times 10^3 h \rightarrow h = 2 \text{ m}$$

گروه آموزشی ماز

۱۱- در شکل زیر، فشار هوا  $10^5 \text{ pa}$  می‌باشد. فشار در نقطه A چند پاسکال است؟ (چگالی الکل و جیوه به ترتیب  $0/8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و  $13/5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  است.)



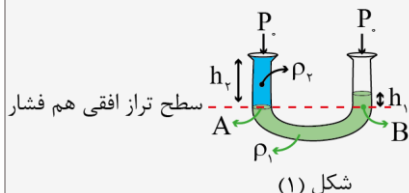
- (۱)  $105400$
- (۲)  $98540$
- (۳)  $100000$
- (۴)  $110800$

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

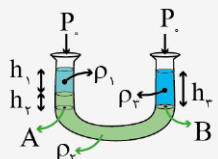
لوله‌های U شکل

برای حل مسائل لوله‌های U شکل در سطح هر دو شاخه آن قدر به سمت پایین حرکت می‌کنید تا به نقطه‌ای برسید که در هر دو شاخه یک مایع قرار داشته باشد. از مساوی قرار دادن فشار این دو نقطه، خواسته مسئله به دست می‌آید.



$$P_A = P_B$$

$$\rightarrow \rho_2 gh_2 + P = \rho_1 gh_1 + P \rightarrow \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1$$

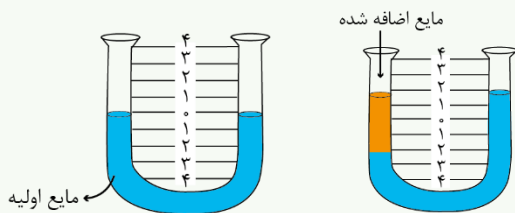


$$P_A = P_B$$

$$P + \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2 = P + \rho_3 gh_3 \rightarrow \rho_1 h_1 + \rho_2 h_2 = \rho_3 h_3$$

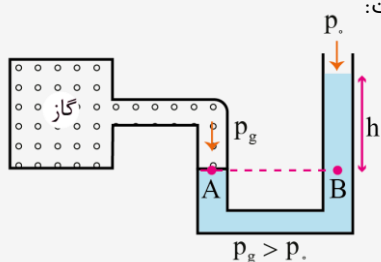
نکته

هنگامی که در یک لوله U شکل سطح مقطع دو طرف یکسان است و به یکی از شاخه‌ها مایع دیگری اضافه کنیم سطح مایع در هر دو شاخه به یک اندازه جابه‌جا می‌شود. به عنوان مثال در شکل مقابل با اضافه کردن مایع به شاخه سمت چپ، اختلاف ارتفاع مایع اولیه در دو شاخه برابر ۴ cm است. در حالی که سطح مایع در هر شاخه ۲ cm جابه‌جا شده است.



فشارسنج (مانومتر)

اگر یک طرف یک لوله U شکل را به یک مخزن گاز متصل کنیم، به دلیل اختلاف فشار هوای محیط و مخزن گاز، سطح مایع در دو شاخه یکسان نخواهد بود. از اصل هم‌فشاری در یک سطح تراز افقی درون مایع می‌توان برای اندازه‌گیری فشار مخزن گاز استفاده کرد. منظور از فشار پیمانه‌ای (سنجه‌ای) مخزن، اختلاف فشار مخزن با فشار هوا است. با توجه به این که فشار مخزن گاز نسبت به فشار هوا چه وضعیتی دارد دو حالت امکان‌پذیر است:



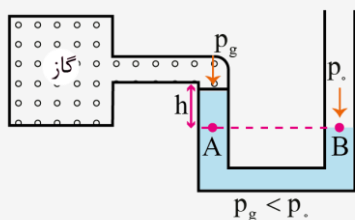
$$P_A = P_B$$

$$P_g = P + \rho gh$$

$$P = +\rho gh \text{ پیمانه‌ای مخزن}$$

$$P_g > P$$

الف: فشار مخزن گاز بیشتر از فشار هوا باشد:



$$P_A = P_B$$

$$P_g + \rho gh = P \rightarrow P_g = P - \rho gh$$

$$P = -\rho gh \text{ پیمانه‌ای مخزن}$$

ب: فشار مخزن گاز کمتر از فشار هوا باشد:

نکته

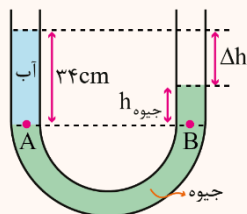
هنگام اندازه‌گیری فشارخون یا فشار هوای درون تایر، فشار پیمانه‌ای نشان داده می‌شود. به عنوان مثال اگر فشارسنج، فشار هوا درون یک تایر را  $2/4 P$  نشان دهد، فشار کل آن  $3/4 P$  است.

$$P_{\text{پیمانه‌ای}} = P_g - P \rightarrow 2/4 P = P_g - P \rightarrow P_g = 3/4 P$$

پاسخ سئوایی

در شکل زیر اختلاف ارتفاع آب و جیوه چند سانتی‌متر است؟

برای یافتن مقدار h در شکل سؤال باید ستونی از جیوه را که فشاری برابر با ۳۴ cm آب ایجاد می‌کند را پیدا کرده و مقدار آن را از ۳۴ cm کم کرد.



$$P_A = P_B \rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}} \rightarrow 34 \text{ cm} \times 1 = 13/6 \times h_{\text{جیوه}} \rightarrow h_{\text{جیوه}} = 2/5 \text{ cm}$$

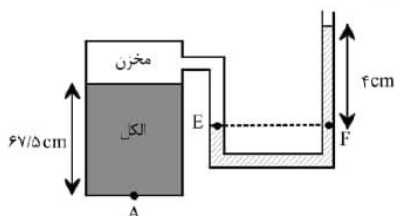
$$\text{اختلاف ارتفاع آب و جیوه} = 34 - 2/5 = 31/5 \text{ cm}$$

پاسخ سئوایی

بنا به برابری فشارها در نقاط هم‌تراز یک مایع، می‌توانیم فشار گاز محبوس در مخزن را محاسبه کنیم:

$$P_E = P_F \Rightarrow P_{\text{gas}} = P + (\rho gh)_{\text{Hg}} \Rightarrow$$

$$P_{\text{gas}} = 10^5 + 13500 \times 10 \times \frac{4}{100} = 105400 \text{ pa}$$



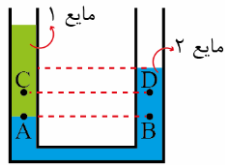
اکنون باید فشار ناشی از الکل را به فشار گاز مخزن بیفزاییم:

$$P_A = P_{\text{gas}} + (\rho gh)_{\text{الکل}} \Rightarrow$$

$$P_A = 1.054 \times 10^5 + 800 \times 10 \times \frac{67}{5} = 1.054 \times 10^5 + 5400 = 1.108 \times 10^5 \text{ pa}$$

گروه آموزشی ماز

۱۲- در لوله U شکل زیر، مایع‌ها در حال تعادل هستند. فشار در نقطه A ..... فشار در نقطه B است و فشار در نقطه C ..... فشار در نقطه D است.



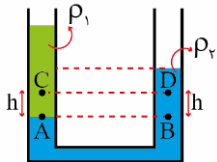
- (۱) برابر با - کم تر از  
(۲) کم تر از - بیش تر از  
(۳) کم تر از - کم تر از  
(۴) برابر با - بیش تر از

(آسان - مفهومی - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۴



نقاط A و B در یک مایع قرار دارند و فشار آن‌ها برابر است.



$$P_A = P_B$$

برای محاسبه فشار در نقاط C و D می‌توان نوشت:

$$P_C = P_A - \rho_1 gh \quad (1)$$

$$P_D = P_B - \rho_2 gh \quad (2)$$

با کم کردن دو رابطه فوق از هم می‌توان نوشت:

$$P_C - P_D = P_A - P_B - \rho_1 gh + \rho_2 gh$$

$$\xrightarrow{P_A = P_B} P_C - P_D = (\rho_2 - \rho_1) gh > 0$$

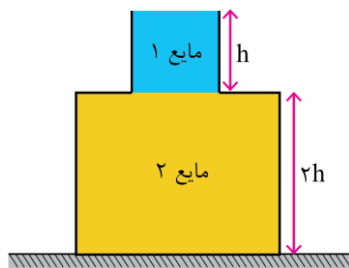
بزرگ‌تر از صفر

دقت کنید چون مایع (۲) در زیر قرار گرفته است، چگالی آن از مایع (۱) بیش تر است.

گروه آموزشی ماز

۱۳- شکل ظرف زیر از دو قسمت استوانه‌ای تشکیل شده است که سطح مقطع استوانه‌ها  $15 \text{ cm}^2$  و  $5 \text{ cm}^2$  است. اگر نیرویی که از طرف مایع‌ها به کف

ظرف وارد می‌شود  $9 \text{ N}$  باشد، اختلاف جرم دو مایع چند گرم است؟ ( $\rho_2 = 2/5 \rho_1$  و  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )



- ۲۵۰ (۱)  
۲۵ (۲)  
۷۰ (۳)  
۷۰۰ (۴)

(سخت - محاسباتی - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

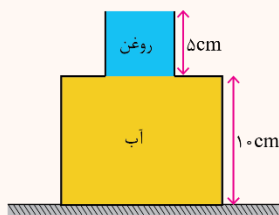
نیرو

زمانی که یک یا چند مایع درون یک ظرف ریخته شده باشند براساس رابطه  $F = P \times A$  می‌توان نیروی وارده از طرف مایع‌ها بر کف ظرف را به شکل زیر به دست آورد:

$$F_{\text{کف}} = P_{\text{مایع‌ها}} \times A_{\text{کف}}$$

که فشار هر مایع را می‌توان از رابطه  $P = \rho gh$  و در صورت ثابت بودن سطح مقطع مایع از رابطه  $P = \frac{mg}{A}$  به دست آورد.

تست کنکور تجربی ۹۴ - خارج



شکل زیر از دو ظرف استوانه‌ای تشکیل شده است که سطح مقطع طرف‌ها  $10 \text{ cm}^2$  و  $50 \text{ cm}^2$  است. نیرویی که از طرف مایع‌ها بر کف ظرف وارد می‌شود چند نیوتن است؟ (چگالی روغن و آب به ترتیب  $0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و  $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  است و  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )

(۱) ۵/۴ (۲) ۶/۶ (۳) ۶ (۴) ۷

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا فشار مایع‌ها را به دست می‌آوریم:

$$P_{\text{مایع‌ها}} = (\rho g h)_{\text{آب}} + (\rho g h)_{\text{روغن}} = (10^3 \times 10 \times 10^{-1}) + (0.8 \times 10^3 \times 10 \times 5 \times 10^{-2}) = 1400 \text{ Pa}$$

اکنون نیروی مایع‌ها را به این شکل محاسبه می‌کنیم:

$$F = P_{\text{مایع‌ها}} \times A_{\text{کف}} = 14 \times 10^2 \times 50 \times 10^{-4} = 7 \text{ N}$$

پاسخ تشریحی:

مقدار نیروی مایع‌ها در کف ظرف داده شده است که می‌توان نوشت:

$$F_{\text{مایع‌ها}} = P_{\text{مایع‌ها}} \times A_{\text{کف}}$$

$$\rightarrow 9 = P_{\text{مایع‌ها}} \times 15 \times 10^{-4} \rightarrow P_{\text{مایع‌ها}} = 6000 \text{ Pa}$$

پس اگر فشار دو مایع  $\rho_1$  و  $\rho_2$  در کف ظرف را به ترتیب  $P_1$  و  $P_2$  بنامیم، داریم:

$$P_1 + P_2 = 6000 \quad (1)$$

از طرف دیگر فشار هر یک از مایع‌ها به کمک رابطه  $P = \rho g h$  می‌توان نوشت:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{h_2}{h_1} \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{2/5 \rho_1}{\rho_1} \times \frac{2h}{h} = 2 \rightarrow P_2 = 2P_1 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} P_1 + 2P_1 = 6000 \rightarrow \begin{cases} P_1 = 1000 \text{ Pa} \\ P_2 = 2000 \text{ Pa} \end{cases}$$

حالا از آنجا که سطح مقطع هر یک از مایع‌ها در طول ارتفاع آن‌ها ثابت است برای یافتن جرم هر مایع از رابطه  $P = \frac{mg}{A}$  استفاده می‌کنیم:

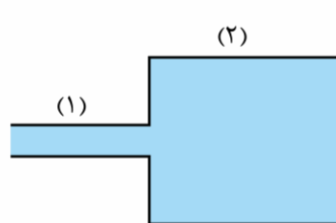
$$P_1 = \frac{m_1 g}{A_1} \rightarrow 1000 = \frac{m_1 \times 10}{50 \times 10^{-4}} \rightarrow m_1 = 0.5 \text{ kg} = 500 \text{ g}$$

$$P_2 = \frac{m_2 g}{A_2} \rightarrow 2000 = \frac{m_2 \times 10}{150 \times 10^{-4}} \rightarrow m_2 = 0.75 \text{ kg} = 750 \text{ g}$$

بنابراین اختلاف جرم دو مایع ۷۰۰ گرم است.

گروه آموزشی ماز

۱۴- آب در لوله زیر، یک جریان پایا و لایه‌ای دارد و قطر مقطع قسمت‌های (۱) و (۲) به ترتیب ۱ cm و ۳ cm است. اگر اختلاف تندی جریان آب در دو



لوله معادل  $1/6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد، در هر نیم دقیقه چند لیتر آب از قسمت (۲) لوله خارج می‌شود؟ ( $\pi = 3$ )

- (۱) ۰/۴۰۵
- (۲) ۴/۰۵
- (۳) ۰/۳۶۴
- (۴) ۳/۶۴

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

معادله پیوستگی

اگر فرض کنیم مایعی در یک لوله در حال حرکت باشد، آهنگ شارش حجمی این مایع به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\text{حجم مایع} = A \times v = \frac{\text{آهنگ شارش حجمی}}{\text{زمان}}$$

که  $A$  و  $v$  به ترتیب سطح مقطع و تندی شارش است.

چنانچه شاره تراکمناپذیر، جریان لایه‌ای داشته و فاقد اصطکاک با دیواره لوله باشد، آهنگ شارش حجمی در تمام قسمت‌های مختلف لوله یکسان و ثابت بوده و طبق معادله‌ای به نام معادله پیوستگی می‌توان چنین نوشت:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

مثال:

در شکل مقابل، آب به‌طور پیوسته جاری است. اگر قطر قسمت (۱)، سه برابر قطر قسمت (۲) و تندی آب

در قسمت (۲) معادل  $\frac{13}{5} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  باشد، تندی آب در قسمت (۱) چند  $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$  خواهد بود؟

پاسخ:

طبق معادله پیوستگی داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$A = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4} \rightarrow \frac{\pi d_1^2}{4} \times v_1 = \frac{\pi d_2^2}{4} \times v_2$$

$$\frac{d_1 = 3d_2}{v_2 = 13/5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}} \rightarrow (3d_2)^2 \times v_1 = d_2^2 \times 13/5$$

$$\rightarrow 9v_1 = 13/5 \rightarrow v_1 = 1/5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

پاسخ سبزی:

طبق معادله پیوستگی می‌توان نوشت:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow \frac{\pi d_1^2}{4} \times v_1 = \frac{\pi d_2^2}{4} \times v_2$$

$$\frac{d_1 = 3 \text{ cm}}{d_2 = 1 \text{ cm}} \rightarrow (3)^2 \times v_1 = (1)^2 \times v_2 \rightarrow v_1 = 9v_2$$

$$\begin{cases} v_1 = 9v_2 \\ v_1 - v_2 = 1/6 \end{cases} \rightarrow 9v_2 - v_2 = 1/6 \rightarrow \begin{cases} v_2 = 1/24 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ v_1 = 9v_2 = 1/8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{cases}$$

اکنون برای قسمت (۲) می‌توان نوشت:

$$\text{حجم} = \frac{\text{حجم}}{\text{زمان}} = A_2 \times v_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} \times v_2$$

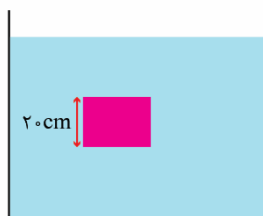
$$\rightarrow \frac{\text{حجم}}{30} = \frac{\pi}{4} \times (3 \times 10^{-2})^2 \times 2 \times 10^{-1}$$

$$\rightarrow \text{حجم} = \frac{\pi}{4} \times 9 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-1} \times 3 \times 10^1 = 40/5 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 4/0.5 \text{ L}$$

گروه آموزشی ماز

۱۵- مطابق شکل، مکعب مستطیلی توپر در مایعی با چگالی  $3 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$  غوطه‌ور و در حال تعادل است. اگر حجم مکعب مستطیل برابر  $800 \text{ cm}^3$  باشد، اختلاف

اندازه نیروهایی که مایع به سطح بالایی و سطح پایینی این مکعب مستطیل وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )



۲۴۰ (۱)

۲۴ (۲)

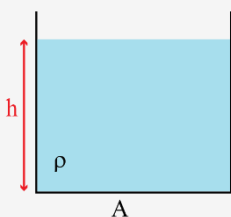
۶۰ (۳)

۶ (۴)

نیروی شناوری

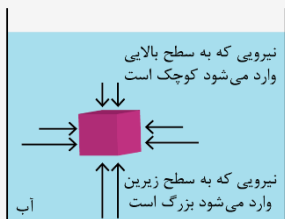


۱- برای محاسبه نیرویی که یک مایع به سطوح مختلف وارد می‌کند، به صورت زیر عمل می‌کنیم:



$$\begin{cases} P = \rho gh \\ F = PA \end{cases} \rightarrow F = \rho ghA$$

۲- هنگامی که یک جسم درون مایعی قرار می‌گیرد، فشار مایع باعث می‌شود تا به سطوح جسم نیرو وارد شود. مطابق شکل، به قسمت‌هایی از جسم که در عمق بیشتر قرار دارند، فشار و نیروی بیشتری وارد می‌شود و در نتیجه به جسم نیروی خالصی به سمت بالا وارد می‌شود که به آن نیروی شناوری می‌گویند.



۳- برای محاسبه اختلاف نیروهای وارد بر سطوح بالایی و پایینی مکعب، ابتدا اختلاف فشار بالا و پایین مکعب را می‌یابیم و سپس آن را در مساحت مقطع آن ضرب می‌کنیم.

مکعب:  $\Delta P = \rho gh$  اختلاف فشار

نیرو:  $\Delta F = \Delta P \times A = \rho g h_{\text{مکعب}} A$   
حجم مکعب

پایخ شریعی

این سؤال را در گام‌های زیر حل می‌کنیم.

گام اول:

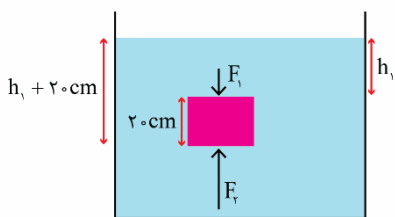
ابتدا سطح مقطع مکعب مستطیل را محاسبه می‌کنیم.

حجم:  $V = Ah \rightarrow 800 = A \times 20 \rightarrow A = 40 \text{ cm}^2$

نکته: چون جسم درون مایع غوطه‌ور است پس چگالی جسم با چگالی مایع برابر است.

گام آخر:

نیرویی که مایع به سطح بالا و پایین مکعب وارد می‌کند برابر است با:

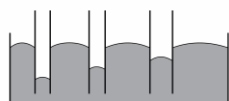


$$\begin{cases} P_1 = \rho gh_1 \\ P_2 = \rho g(h_1 + 20) \end{cases} \rightarrow \Delta P = \rho g \times 20 \rightarrow \Delta P = 3000 \times 10 \times 20 = 6000 \text{ Pa}$$

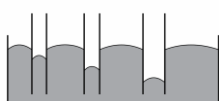
اختلاف نیروی بالا و پایین:  $\Delta F = \Delta P \times A \rightarrow \Delta F = 6000 \times \underbrace{40 \times 10^{-4}}_{\text{مساحت بر حسب m}^2} = 24 \text{ N}$

گروه آموزشی سازه

۱۶- شکل ..... قرارگیری جیوه در لوله موئین شیشه‌ای را به درستی نشان می‌دهد. علت این موضوع این است که نیروی هم‌چسبی بین ذرات جیوه ..... از نیروی دگرچسبی آن با شیشه است.



(ب)



(الف)

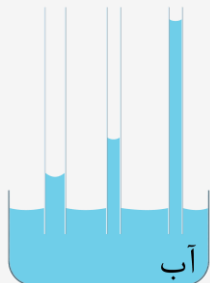
- (۱) (الف)، بیشتر
- (۲) (الف)، کمتر
- (۳) (ب)، بیشتر
- (۴) (ب)، کمتر

پاسخ: گزینه ۳

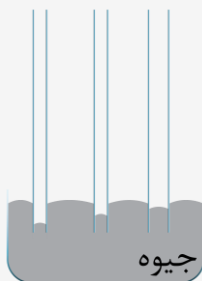
(آسان - مفهومی / خطبه خط کتاب درسی - ۱۰۰۲)

مویبگی

هنگامی که یک لوله مویب شیشه‌ای را در یک ظرف مایع فرو می‌بریم، به دلیل تفاوت نیروی هم‌چسبی بین ذرات مایع و نیروی دگرچسبی آن با لوله، سطح مایع درون لوله بالا یا پایین می‌رود که به آن خاصیت مویبگی می‌گویند. در این باره به نکات زیر توجه کنید.  
۱- اگر نیروی هم‌چسبی ذرات مایع کمتر از نیروی دگرچسبی آن‌ها با لوله باشد، مایع در لوله بالا می‌رود و سطح آن به صورت **فرورفته (مقعر)** خواهد بود. قرارگیری آب در لوله مویب شیشه‌ای تمیز به این صورت است:



۲- اگر نیروی هم‌چسبی ذرات مایع بیشتر از نیروی دگرچسبی آن‌ها با لوله باشد، مایع در لوله پایین می‌رود و سطح آن به صورت **برآمده (محدب)** خواهد بود. قرارگیری جیوه در لوله مویب تمیز و آب در لوله مویب چرب‌شده به این صورت است:



دقت کنید هرچه لوله مویب، باریک‌تر باشد، تغییر ارتفاع مایع در آن بیش‌تر خواهد بود.

پاسخ تشریحی:

با توجه به نکات ارائه‌شده، گزینه (۳) صحیح است.

گروه آموزشی ماز

۱۷- مساحت روزنه خروج بخار آب، روی درب زودپز شکل زیر  $50 \text{ mm}^2$  است. طول ضلع مکعبی آهنی و توپر که روی این روزنه باید گذاشت چند

سانتی‌متر باشد تا فشار پیمانه‌ای داخل آن در  $2 \text{ bar}$  ثابت نگه داشته شود؟ ( $\rho_{\text{آهن}} = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ,  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )



- ۵ (۱)
- ۰/۵ (۲)
- ۱ (۳)
- ۰/۱ (۴)

پاسخ: گزینه ۱

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۲)

پاسخ تشریحی:

گام اول:

فشاری که وزنه ایجاد می‌کند باید برابر  $2 \text{ bar}$  یا همان  $2 \times 10^5 \text{ Pa}$  باشد؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$P = \frac{mg}{A} \rightarrow 2 \times 10^5 = \frac{m \times 10}{50 \times 10^{-6}} \rightarrow m = 1 \text{ kg}$$

گام آخر:

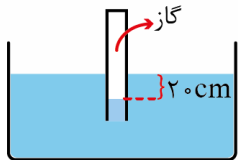
حجم و طول ضلع مکعب برابر است با:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ cm}^3$$

$$V = a^3 \rightarrow 125 = a^3 \rightarrow a = 5 \text{ cm}$$

گروه آموزشی ماز

۱۸- در شکل زیر، اگر فشار پیمانه‌ای گاز درون لوله،  $2 \text{ kPa}$  باشد، چگالی مایع چند  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  است؟ ( $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )



۱ (۱)

۲ (۲)

۴ (۳)

۳ (۴)

(آسان - مفهومی / محاسباتی - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

فشار پیمانه‌ای

به اختلاف فشار یک نقطه از گاز (یا مایع) با فشار هوا، فشار پیمانه‌ای گفته می‌شود و با نماد  $P_g$  نمایش می‌دهند:

$$P_g = P_{\text{کل}} - P.$$

نکته:

فشار پیمانه‌ای می‌تواند مثبت، منفی یا صفر باشد که این موضوع بستگی به مقایسه  $P_{\text{کل}}$  و  $P$  دارد، یعنی:

۱- اگر  $P_g > 0 \leftarrow P_{\text{کل}} - P > 0 \leftarrow P_{\text{کل}} > P$

۲- اگر  $P_g = 0 \leftarrow P_{\text{کل}} - P = 0 \leftarrow P_{\text{کل}} = P$

۳- اگر  $P_g < 0 \leftarrow P_{\text{کل}} - P < 0 \leftarrow P_{\text{کل}} < P$

نکته: عددی که فشارسنج‌ها نشان می‌دهند، فشار پیمانه‌ای است، یعنی فشارسنج‌ها اختلاف فشار کل با فشار هوا را نشان می‌دهند.

مثال:

در چه عمقی از آب دریا فشار پیمانه‌ای برابر با  $9/5 \times 10^5 \text{ Pa}$  است؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ,  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )

پاسخ:

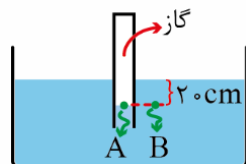
فشار کل در عمق  $h$  از یک مایع برابر است با:

$$P_{\text{کل}} = \rho gh + P. \rightarrow P_{\text{کل}} - P = \rho gh \rightarrow P_{\text{پیمانه‌ای}} = \rho gh$$

پس فشار پیمانه‌ای در عمق  $h$  همان  $(\rho gh)$  است، حال کافی است در این عبارت عددگذاری کنیم:

$$9/5 \times 10^5 = 1000 \times 10 \times h \rightarrow h = 95 \text{ m}$$

پاسخ تشریحی:



در شکل مقابل فشار نقاط A و B برابر است، پس می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \rightarrow P_{\text{گاز}} = \rho gh + P. \rightarrow P_{\text{گاز}} - P = \rho gh$$

گام آخر:

$P - P_{\text{گاز}}$  فشار پیمانه‌ای است، پس:

$$2000 = \rho \times 10 \times 0.2 \rightarrow \rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

گروه آموزشی ماز

۱۹- اگر جرم جسمی ۳۶ درصد کاهش یابد، تندی آن باید چند درصد افزایش یابد تا انرژی جنبشی آن ثابت بماند؟

۲۵ (۴)

۲۰ (۳)

۴۰ (۲)

۶۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۴ (آسان - محاسباتی - ۱۰۰۳)

انرژی جنبشی

انرژی ای است که جسم به دلیل حرکت خود دارا می باشد، نماد آن K بوده و یکای آن در SI، ژول است. کمیتی نردهای می باشد و همواره مثبت است. انرژی جنبشی جسم به جرم (m) و تندی جسم (v) بستگی دارد و به جهت حرکت جسم وابسته نیست.

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

نکته:

۱- فرمول مقایسه ای انرژی جنبشی دو جسم با یکدیگر:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$$

۲- حاصل ضرب جرم جسم در سرعت جسم را تکانه جسم می گویند و با نماد  $\vec{p}$  نشان می دهیم:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

۳- رابطه انرژی جنبشی و تکانه:

$$K = \frac{p^2}{2m} \quad \text{یا} \quad K = \frac{1}{2}pv$$

مثال:

راننده کامیونی با حذف مقداری بار، ۲۵ درصد جرم کامیون را کم کرده و همچنین ۲۰ درصد بر تندی حرکت آن افزوده است. با این عمل، انرژی جنبشی کامیون ..... درصد ..... می یابد. (تجربی خارج ۸۴)

۴ - ۸ - افزایش

۳ - ۸ - کاهش

۲ - ۵ - افزایش

۱ - ۵ - کاهش

پاسخ: گزینه ۴

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{m_2}{m_1} \times \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{75}{100} \times \left(\frac{120}{100}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{3}{4} \times \frac{144}{100} = \frac{108}{100} \rightarrow K_2 = \frac{108}{100} K_1$$

بنابراین انرژی جنبشی کامیون ۸ درصد افزایش می یابد.

پایخ سرچشمه

طبق رابطه  $K = \frac{1}{2}mv^2$  داریم:

$$K_2 = K_1 \rightarrow \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2$$

$$\rightarrow m_2v_2^2 = m_1v_1^2 \rightarrow \frac{64}{100}m_1v_2^2 = m_1v_1^2$$

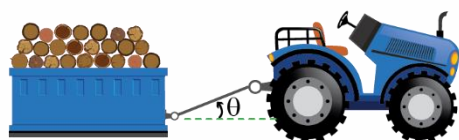
$$\rightarrow v_2^2 = \frac{100}{64}v_1^2 \rightarrow v_2 = \frac{10}{8}v_1 = \frac{5}{4}v_1$$

$$\rightarrow v_2 = \frac{125}{100}v_1$$

پس تندی حرکت جسم باید ۲۵ درصد افزایش یابد.

گروه آموزشی ماز

۲۰- در شکل زیر، تراکتور با نیروی ثابت  $0.1MN$ ، تحت زاویه  $\theta = 37^\circ$ ، سورتمه و بار روی آن به جرم کل  $0.5$  تن را می کشد و نیروی اصطکاک وارد بر سورتمه برابر  $2/5kN$  است. در مدتی که تراکتور سورتمه را  $12m$  روی سطح افقی می کشد، کار نیروی تراکتور و کار نیروی اصطکاک روی سورتمه و بار روی آن به ترتیب از راست به چپ چند کیلوژول است؟ ( $\cos 37^\circ = 0.8$ )



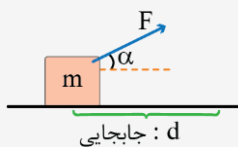
۱) ۳۰، ۱۲۰

۲) ۳۰، ۱۲۰

۳) ۳۰، ۹۶

۴) ۳۰، ۹۶

محاسبه کار



۱- هنگامی که مطابق شکل مقابل، نیروی  $F$  به یک جسم وارد شود و آن را به اندازه  $d$  جابه‌جا کند، کار نیروی  $F$  برابر است با:

$$W = F \cdot d \cos \alpha$$

در رابطه فوق،  $F$  نیروی وارد بر جسم،  $d$  جابه‌جایی آن و  $\alpha$  زاویه بین نیرو و جابه‌جایی است.

۲- مطابق رابطه  $W = F \cdot d \cos \alpha$ ، هر ژول معادل (متر  $\times$  نیوتون) است.

۳- با توجه به زاویه  $\alpha$ ، کار انجام‌شده می‌تواند مثبت، منفی یا صفر باشد.

$$0 \leq \alpha < 90^\circ \rightarrow \cos \alpha > 0 \rightarrow W > 0$$

$$\alpha = 90^\circ \rightarrow \cos \alpha = 0 \rightarrow W = 0$$

$$90^\circ < \alpha \leq 180^\circ \rightarrow \cos \alpha < 0 \rightarrow W < 0$$

۴- اگر بردار نیروی وارد بر جسم به صورت  $\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j}$  باشد، در صورتی که جسم در راستای محور  $x$  جابه‌جا شود، نیروی  $F_y$  بر جابه‌جایی عمود است و کار آن صفر خواهد بود و در نتیجه فقط نیروی  $F_x$  در محاسبه نیرو اهمیت خواهد داشت.

$$\begin{cases} \vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} \\ \text{جابه‌جایی در جهت محور } x: d \end{cases} \rightarrow W = F_x d$$

به همین ترتیب اگر جسم در راستای محور  $y$  جابه‌جا شود،  $F_x$  کاری انجام نمی‌دهد و فقط  $F_y$  اهمیت خواهد داشت.

$$\begin{cases} \vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} \\ \text{جابه‌جایی در جهت محور } y: d \end{cases} \rightarrow W = F_y d$$

مثال

نیروی  $\vec{F} = 2\vec{i} + 3\vec{j}$  برحسب واحدهای SI به جسمی به جرم  $2 \text{ kg}$  وارد می‌شود. به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) اگر جسم  $10$  متر در جهت محور  $x$  جابه‌جا شود، کار نیروی  $F$  چند ژول است؟

$$W = F_x d = 2 \times 10 = 20 \text{ J}$$

ب) اگر جسم  $10$  متر در جهت محور  $y$  جابه‌جا شود، کار نیروی  $F$  چند ژول است؟

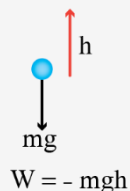
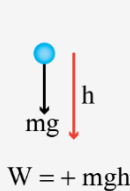
$$W = F_y d = 3 \times 10 = 30 \text{ J}$$

ج) اگر جسم  $10$  متر در جهت نیروی  $F$  جابه‌جا شود، کار نیروی  $F$  چند ژول است؟ در این حالت زاویه نیرو و جابه‌جایی صفر است و باید اندازه نیرو را به دست آوریم.

$$F = \sqrt{2^2 + 3^2} = \sqrt{13} \text{ N} \rightarrow W = Fd = \sqrt{13} \times 10 = 10\sqrt{13} \text{ J}$$

۵- در این قسمت به اختصار کار نیروهای مثل وزن، اصطکاک و مقاومت هوا را بررسی می‌کنیم.

الف: نیروی وزن: برای محاسبه کار نیروی وزن، کافی است که فقط جابه‌جایی جسم در راستای قائم را در نظر بگیریم. اگر جسم به اندازه  $h$  پایین بیاید، کار نیروی وزن برابر  $W_{mg} = mgh$  است و اگر به اندازه  $h$  بالا برود، کار نیروی وزن برابر  $W_{mg} = -mgh$  خواهد بود.



مثال



کار نیروی وزن در جابه‌جایی جسم از  $A$  تا  $B$  چند ژول است؟ ( $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )

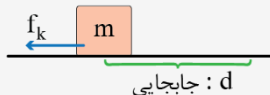
جسم به اندازه  $4$  متر پایین آمده است، بنابراین داریم:

$$W = +mgh = +2 \times 10 \times 4 = 80 \text{ J}$$

تذکر: کار نیروی وزن به مسیر جابه‌جایی جسم وابسته نیست و فقط به این‌که جسم چقدر بالا یا پایین رفته است، ربط دارد.

ب: کار نیروی اصطکاک جنبشی:

با توجه به این‌که نیروی اصطکاک جنبشی در خلاف جهت حرکت جسم است،  $\cos \alpha = -1$  خواهد بود و در نتیجه کار آن منفی می‌باشد.



$$W_{f_k} = f_k d \underbrace{\cos 180^\circ}_{-1} \rightarrow W_{f_k} = -f_k d$$

در صورتی‌که نیاز به محاسبه نیروی اصطکاک باشد، می‌توانیم از رابطه  $f_k = \mu_k F_N$  که در کتاب دوازدهم آمده است استفاده کنیم.

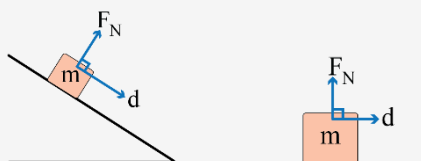
ج: نیروی مقاومت هوا:

نیروی مقاومت هوا هم مانند اصطکاک در خلاف جهت حرکت جسم است، بنابراین کار آن منفی خواهد بود. اگر این نیرو را با  $f_D$  نشان دهیم، داریم:

$$W_{f_D} = -f_D d$$

د: کار نیروی عمودی سطح:

در بیش‌تر مسائل که جسم روی یک سطح صاف یا شیب‌دار حرکت می‌کند، نیروی عمودی سطح بر جابه‌جایی جسم عمود است و در نتیجه کار این نیرو برابر صفر خواهد بود.



در برخی از مسائل مثل حرکت آسانسور، کار نیروی عمودی سطح صفر نیست. هنگامی‌که آسانسور به سمت بالا حرکت کند، نیروی عمودی سطح هم‌جهت با جابه‌جایی است و کار آن مثبت می‌باشد و اگر آسانسور پایین برود، کار نیروی عمودی سطح منفی خواهد بود.

$$W_N = \pm F_N d$$

- ← آسانسور پایین برود.

+ ← آسانسور بالا برود.



کار نیروی تراکتور برابر است با:

$$W = Fd \cos \theta = 0.01 \times 10^6 \times 12 \times \underbrace{\cos 37^\circ}_{0.8} = 9.6 \times 10^4 \text{ J} = 96 \text{ kJ}$$

کار نیروی اصطکاک برابر است با:

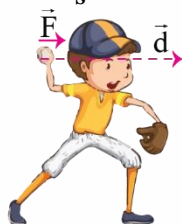
$$W_{f_k} = -f_k d = -2/5 \times 10^3 \times 12 = -3 \times 10^4 \text{ J} = -30 \text{ kJ}$$

### گروه آموزشی ماز

۲۱- ورزشکاری سعی می‌کند توپ بیسبالی به جرم ۲۰۰ گرم را از حال سکون به صورت افقی پرتاب کند. برای این کار، مانند شکل زیر، نیروی ثابت  $F$  را

در راستای جابه‌جایی به توپ وارد می‌کند. اگر جابه‌جایی دست ورزشکار برابر  $50 \text{ cm}$  و تندی توپ هنگام جدا شدن از دست او برابر  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد،

بزرگی نیروی  $F$  برابر چند نیوتون است؟ (نیروهای اتلافی ناچیز هستند.)



- ۱۰ (۱)
- ۲۰ (۲)
- ۳۰ (۳)
- ۴۰ (۴)

(آسان - محاسباتی - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۲

### قضیه کار و انرژی جنبشی

۱- مطابق قضیه کار و انرژی جنبشی، کار کل انجام‌شده روی یک جسم برابر تغییرات انرژی جنبشی آن است.

$$W_{\text{کل}} = \Delta K = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

۲- مطابق رابطه فوق، اگر کار کل انجام‌شده روی یک جسم صفر باشد، تندی حرکت و انرژی جنبشی آن ثابت می‌مانند. اگر کار کل مثبت باشد، تندی و انرژی جنبشی افزایش می‌یابند و اگر کار کل منفی باشد، تندی و انرژی جنبشی کاهش می‌یابند.

۳- دقت کنید کار کل انجام‌شده روی جسم به‌طور مستقیم اطلاعاتی در مورد انرژی پتانسیل و انرژی مکانیکی جسم به ما نمی‌دهد.

طبق قضیه کار و انرژی جنبشی، کاری که نیروی  $F$  روی توپ انجام می‌دهد باعث تغییر انرژی جنبشی آن می‌شود، بنابراین می‌توان نوشت:

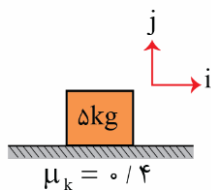
$$W = K_f - K_i \rightarrow Fd \cos \alpha = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$\rightarrow F \times 0.5 \times \cos 0 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (1.0^2 - 0)$$

$$\rightarrow 0.5 F = 10 \rightarrow F = 20 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۲۲- جعبه‌ای مانند شکل زیر به حال سکون روی سطح افقی قرار دارد. ناگهان نیروی ثابت  $\vec{F} = (50 \text{ N}) \vec{i}$  به جسم اثر کرده و جسم تحت اثر این نیرو شروع به حرکت می‌کند. کار این نیرو در سه ثانیه اول حرکت، چند ژول است؟  $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

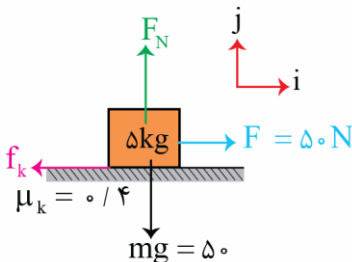


- (۱) ۱۳۵۰
- (۲) ۸۱۰
- (۳) ۲۲۵۰
- (۴) ۷۲۰

(متوسط - محاسباتی / ترکیبی - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۱

در ابتدا باید شتاب حرکت جسم و سپس میزان جابه‌جایی در سه ثانیه اول حرکت را به دست آوریم.



$$F_{\text{net}(y)} = 0 \rightarrow F_N = mg = 50 \text{ N}$$

$$f_k = \mu_k F_N = 0.4 \times 50 = 20 \text{ N}$$

$$F_{\text{net}(x)} = ma \rightarrow F - f_k = ma \rightarrow 50 - 20 = 5a \rightarrow a = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

اکنون برای محاسبه جابه‌جایی جسم در سه ثانیه آغازین حرکت به این صورت عمل می‌کنیم:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + v_i t \xrightarrow[v_i=0, t=3]{a=6} \Delta x [0,3] = (\frac{1}{2} \times 6 \times (3)^2) + (0 \times 3) = 27 \text{ m}$$

در نهایت کار نیروی  $F$  را به این شکل به دست می‌آوریم:

$$W = Fd \cos \theta \xrightarrow{\theta=0 \rightarrow \cos \theta=1} W = 50 \times 27 \times 1 = 1350 \text{ J}$$

گروه آموزشی ماز

۲۳- در شرایط خلأ، گلوله‌ای به جرم  $1/6 \text{ kg}$  را از ارتفاع  $h$  رها می‌کنیم. تندی این گلوله بعد از طی مسافت  $6 \text{ m}$  به  $v$  می‌رسد و با تندی  $v/3$  به زمین برخورد می‌کند.  $h$  چند متر است؟  $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

(۴)  $\frac{5}{24}$

(۳)  $\frac{24}{5}$

(۲)  $\frac{3}{32}$

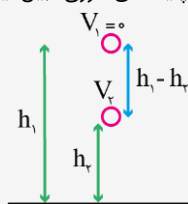
(۱)  $\frac{32}{3}$

(آسان - محاسباتی - ۱۰۰۴)

پاسخ: گزینه ۱

پایستگی انرژی مکانیکی

فرض کنید جسمی به جرم  $m$  را در شرایط خلأ از ارتفاع  $h_1$  رها کنیم و مانند شکل مقابل جسم با تندی  $v_2$  از ارتفاع  $h_2$  عبور کند، با توجه به پایستگی انرژی، بین این دو نقطه می‌توان نوشت:



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

$$\xrightarrow[\text{حذف ما}]{v_1=0} g h_1 = \frac{1}{2} v_2^2 + g h_2 \rightarrow v_2^2 = 2g(h_1 - h_2) \rightarrow v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

در رابطه بالا،  $h_1 - h_2$  فاصله از نقطه رها شدن (قله حرکت) است. پس می‌توان گفت:

نکته:

اگر جسمی به جرم  $m$  از ارتفاعی رها شود، تندی جسم در فاصله  $h$  از محل رها شدن برابر است با:

$$v = \sqrt{2gh}$$

مثال:

گلوله به جرم  $2\text{ kg}$ ، از ارتفاعی رها می‌شود. اگر از مقاومت هوا صرف نظر شود، تندی گلوله در فاصله  $4$  متری از نقطه رها شدن چند متر بر ثانیه است؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

- (۱)  $2\sqrt{5}$       (۲)  $4\sqrt{5}$       (۳)  $3\sqrt{2}$       (۴)  $2\sqrt{3}$

پاسخ: گزینه ۲

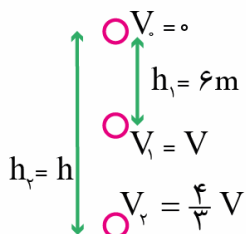
کافی است در رابطه بالا عددگذاری کنیم:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 4} = \sqrt{80} = 4\sqrt{5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

تذکره:

همان‌طور که در اثبات رابطه بالا دیدید، در حالتی که انرژی پایسته است، جرم جسم در تندی جسمی که از ارتفاعی رها شده است، تأثیری ندارد.

پاسخ تشریحی:



با توجه به درسنامه بالا، چون گلوله در شرایط خلأ از ارتفاع  $h$  رها شده است، سرعت آن در هر نقطه از رابطه  $v = \sqrt{2gh}$  به دست می‌آید، دقت کنید که  $h$  در این رابطه، فاصله از نقطه رها شدن است، پس با توجه به شکل زیر، در نقطه (۱)،  $h_1 = 6\text{ m}$  و در برخورد به زمین،  $h_2 = h$  است، پس:

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \rightarrow \frac{4}{3} = \sqrt{\frac{h}{6}} \rightarrow h = \frac{32}{3} \text{ m}$$

گروه آموزشی ماز

۲۴ - مطابق شکل، جسمی به جرم  $6\text{ kg}$  را از سطح زمین با تندی  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  مماس بر سطح شیب‌دار به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. جسم روی سطح بالا می‌رود

و سپس با تندی  $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  به نقطه پرتاب بازمی‌گردد. با فرض ثابت بودن نیروی اصطکاک در تمام طول مسیر، انرژی جنبشی جسم در نیمه راه رو به بالا

چند ژول است؟

- (۱) ۱۲۳  
(۲) ۱۲۷  
(۳) ۱۵۰  
(۴) ۹۶



پاسخ: گزینه ۳ (سخت - محاسباتی - ۱۰۰۳)

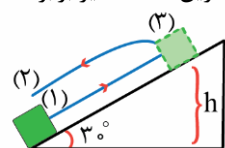
پاسخ تشریحی:

کار نیروی اصطکاک در کل مسیر رفت و برگشت برابر است با:

$$\begin{cases} E_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^2 = 300 \text{ J} \\ E_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 8^2 = 192 \text{ J} \end{cases} \rightarrow W_{fk} = E_2 - E_1 = -108 \text{ J}$$

چون نیروی اصطکاک ثابت است، کار نیروی اصطکاک در مسیر رفت برابر  $\frac{-108}{2} = -54 \text{ J}$  است و در نتیجه انرژی مکانیکی جسم در بالاترین نقطه مسیر برابر است

با:



$$E_3 = E_1 - 54 = 300 - 54 = 246 \text{ J}$$

بنابراین ارتفاع بالاترین نقطه مسیر برابر است با:

صفر

$$E_3 = K_3 + U_3 \rightarrow 246 = 6 \times 10 \cdot h \rightarrow h = 4/1 \text{ m}$$

بنابراین در نیمه راه رو به بالا، جسم در ارتفاع  $2/0.5$  متری قرار دارد و نیروی اصطکاک هم  $27J$  از انرژی را تلف کرده است.

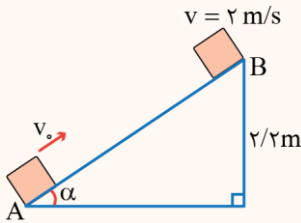
$$E_{\text{نیمه راه}} = U_{\text{نیمه راه}} + K_{\text{نیمه راه}} \rightarrow 300 - 27 = mg \times 2/0.5 + K_{\text{نیمه راه}}$$

$$\rightarrow 273 = (6 \times 10 \times 2/0.5) + K_{\text{نیمه راه}} \rightarrow K_{\text{نیمه راه}} = 150 J$$

**کنکور تجربی خارج ۱۴۰۲:**

مطابق شکل، جسم از نقطه A مماس با سطح پرتاب می شود و تا رسیدن به نقطه B، ۲۵ درصد انرژی جنبشی اولیه آن توسط اصطکاک تلف می شود. تندی اولیه جسم

چند متر بر ثانیه است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



- ۱)  $2\sqrt{2}$
- ۲)  $4\sqrt{2}$
- ۳) ۸
- ۴) ۴

**پاسخ:**

با توجه به قضیه کار-انرژی جنبشی می توان نوشت:

$$W_t = \Delta K \rightarrow \frac{W_t = W_{mg} + W_{fk}}{\Delta K = K_2 - K_1} \rightarrow W_{mg} + W_{fk} = K_2 - K_1$$

$$\frac{W_{mg} = -mgh = -22m}{W_{fk} = -0.25K_1} \rightarrow -22m - 0.25K_1 = K_2 - K_1$$

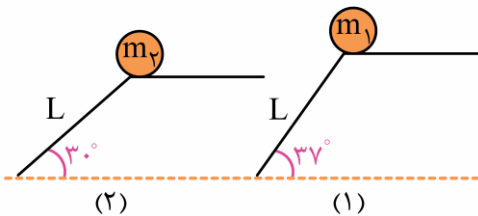
$$\rightarrow -22m = K_2 - 0.75K_1 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - 0.75v_1^2)$$

$$\xrightarrow{v_2 = \frac{2m}{s}} -22 = \frac{1}{2}((2)^2 - 0.75v_1^2)$$

$$\rightarrow -48 = -0.75v_1^2 \Rightarrow v_1^2 = 64 \rightarrow v_1 = 8 \frac{m}{s}$$

**گروه آموزشی ماز**

۲۵- در شکل زیر، طول دو سرسره با یکدیگر برابر و سطح آن ها فاقد اصطکاک است. اگر دو گلوله به جرم های  $m_1$  و  $m_2 = 4m_1$  را مطابق شکل، روی دو سطح رها کنیم، تندی گلوله (۱) در لحظه رسیدن به پایین سرسره چند برابر تندی گلوله (۲) در لحظه رسیدن به پایین سرسره است؟  $(\sin 37^\circ = 0.6)$



- ۱) ۱
- ۲)  $\sqrt{\frac{3}{10}}$
- ۳)  $\sqrt{\frac{6}{5}}$
- ۴)  $\sqrt{\frac{24}{5}}$

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۳)

**طبق پایستگی انرژی مکانیکی**

$$E_2 = E_1$$

$$E_2 - E_1 = W_f$$

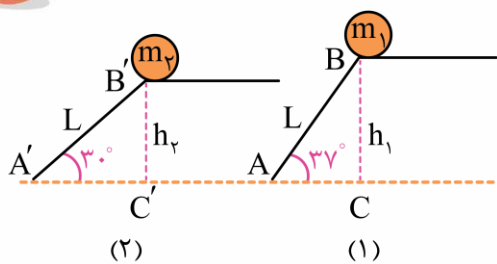
- ۱- اگر در یک مسیر، نیروی تلف کننده انرژی وجود نداشته باشد:
  - ۲- اگر در یک مسیر، نیروی تلف کننده انرژی وجود داشته باشد:
- انرژی مکانیکی در هر نقطه از رابطه  $E = K + U$  به دست می آید.

**نکته:**

اگر در یک مسیر نیروهای تلف کننده انرژی وجود نداشته باشد، در بازه ای بین دو نقطه، چنانچه تندی در یکی از دو انتهای بازه صفر باشد، تندی در انتهای دیگر این بازه از رابطه زیر به دست می آید:

$$v = \sqrt{2gh}$$

در این رابطه، h ارتفاع عمودی بین دو انتهای بازه است.



اولاً در هریک از دو شکل، نیروهای تلف کننده وجود ندارد و تندی در نقطه بالایی هر بازه صفر است، تندی در پائین مسیر را می توان از رابطه  $v = \sqrt{2gh}$  به دست آورد. براساس این رابطه، تندی دو گلوله در لحظه رسیدن به زمین به جرم آن ها بستگی ندارد. همچنین باید مقادیر  $h_1$  و  $h_2$  را بر حسب  $L$  به دست آوریم:

$$\begin{cases} \text{ABC در مثلث} \rightarrow \sin 37^\circ = \frac{h_1}{L} \rightarrow h_1 = L \sin 37^\circ = \frac{3}{5}L \\ \text{A'B'C' در مثلث} \rightarrow \sin 30^\circ = \frac{h_2}{L} \rightarrow h_2 = L \sin 30^\circ = \frac{1}{2}L \end{cases}$$

اکنون نسبت تندی ها را به این صورت به دست می آوریم:

$$v = \sqrt{2gh} \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} = \sqrt{\frac{\frac{3}{5}L}{\frac{1}{2}L}} \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{6}{5}}$$

گروه آموزشی ماز

- ۲۶ - چتر بازی به جرم کل  $60 \text{ kg}$  از بالونی ساکن که در ارتفاع  $100 \text{ m}$  از سطح زمین است، با تندی  $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  به بیرون بالون می پرد. اگر چتر باز با تندی  $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  به زمین برسد و در طول سقوط، اندازه نیروی مقاومت هوا ثابت باشد، این مقدار ثابت تقریباً چند نیوتون است؟ ( $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ )
- (۱) ۶۳۱      (۲) ۵۹۷      (۳) ۱۹۳      (۴) ۸۷۵

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۲

پایستگی انرژی در حضور نیروهای اتلافی

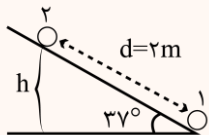
هرگاه هنگام جابه جایی جسم بین دو نقطه، نیروهای اتلافی مانند اصطکاک یا مقاومت هوا به جسم وارد شوند، بخشی از انرژی مکانیکی جسم به گرما تبدیل می شود و خواهیم داشت:

$$E_2 < E_1 \rightarrow \begin{cases} \text{گرمای تولید شده} \rightarrow E_1 - E_2 = Q \\ \Delta E = E_2 - E_1 < 0 \end{cases} \quad \Delta E = E_2 - E_1 = W_{f_k} = -f_k d$$

مثال

جسمی به جرم  $1 \text{ kg}$  با تندی اولیه  $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  از پایین سطح شیب داری که با افق زاویه  $37^\circ$  می سازد، تماس بر سطح به طرف بالا پرتاب می شود. هنگامی که جسم روی سطح

شیب دار  $2 \text{ m}$  را رو به بالا طی می کند، تندی اش به  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  می رسد. انرژی مکانیکی جسم در این جابه جایی چند ژول کاهش می یابد؟ ( $\cos 37^\circ = 0.8$ ,  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )



- (۱) ۴  
(۲) ۶  
(۳) ۸  
(۴) ۱۶

پاسخ: گزینه ۱

$$\sin 37^\circ = \frac{h}{d} \rightarrow 0.6 = \frac{h}{2} \rightarrow h = 1.2 \text{ m}$$

$$E_1 = U_1 + K_1 = K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 \rightarrow E_1 = \frac{1}{2} \times 1 \times (6)^2 = 18 \text{ J}$$

$$E_2 = U_2 + K_2 = mgh + \frac{1}{2} m v_2^2 = 1 \times 10 \times 1.2 + \frac{1}{2} \times 1 \times (2)^2 \rightarrow E_2 = 14 \text{ J}$$

مشاهده می شود که انرژی مکانیکی  $4 \text{ J}$  کاهش می یابد.

$$E_2 - E_1 = W_{f_D} = -f_D d$$

$$\rightarrow K_2 - (U_1 + K_1) = -f_D d$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} m v_2^2 - (mgh + \frac{1}{2} m v_1^2) = -f_D h$$

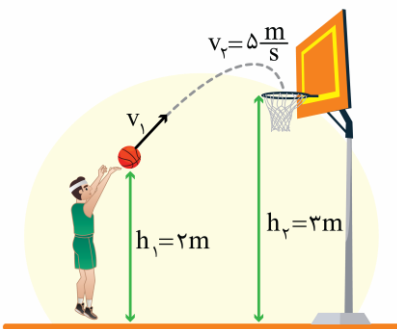
$$\rightarrow \frac{1}{2} \times 60 \times (3)^2 - (60 \times 10 \times 10 + \frac{1}{2} \times 60 \times 1^2) = -100 f_D$$

$$\rightarrow 270 - (6000 + 30) = -100 f_D$$

$$\rightarrow 5970 = 100 f_D \rightarrow f_D = 597 / 100 \text{ N} = 5.97 \text{ N}$$

گروه آموزشی ماز

۲۷- مطابق شکل زیر، ورزشکاری توپ را با تندی اولیه  $v_1$  به سمت سبد پرتاب می‌کند. در طول مسیر،  $\frac{1}{8}$  انرژی جنبشی اولیه توپ صرف افزایش انرژی درونی محیط و  $\frac{1}{4}$  آن صرف افزایش انرژی درونی توپ می‌شود. اگر توپ با تندی  $5 \frac{m}{s}$  به سبد برسد،  $v_1$  چند متر بر ثانیه است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )



- ۶ (۱)
- $6\sqrt{2}$  (۲)
- ۸ (۳)
- $8\sqrt{2}$  (۴)

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۲

$$E_2 - E_1 = W_f \rightarrow (U_2 + K_2) - (U_1 + K_1) = \underbrace{\left(-\frac{1}{4} K_1\right)}_{\text{توپ}} + \underbrace{\left(-\frac{1}{8} K_1\right)}_{\text{محیط}}$$

$$\rightarrow (mgh_2 + \frac{1}{2} m v_2^2) - (mgh_1 + \frac{1}{2} m v_1^2) = -\frac{3}{8} \times \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$\rightarrow (10 \times 3 + \frac{1}{2} \times 5^2) - (10 \times 2 + \frac{1}{2} v_1^2) = -\frac{3}{16} v_1^2$$

$$\rightarrow 22.5 = \frac{5}{16} v_1^2 \rightarrow v_1^2 = 72 \rightarrow v_1 = \sqrt{72} = 6\sqrt{2} \frac{m}{s}$$

گروه آموزشی ماز

۲۸- شخصی در شرایط خلأ، جسمی به جرم ۲۰۰ گرم را از سطح زمین برمی‌دارد و تا ارتفاع ۳ متری بالا می‌برد و سپس جسم را با تندی ۷ پرتاب می‌کند. اگر در این حرکت، شخص ۱۶ J+ کار روی جسم انجام داده باشد، تندی ۷ چند متر بر ثانیه است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )

۱۰ (۴)

۲/۵ (۳)

۲۰ (۲)

۵ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۴

پاسخ تشریحی

روی جسم دو نیرو کار انجام می‌دهند، یکی نیروی وزن است و یکی نیرویی که شخص به جسم وارد می‌کند. چون جسم به سمت بالا حرکت کرده است، کار نیروی وزن منفی است، پس طبق قضیه کار-انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$W_T = \Delta K \rightarrow W_{\text{شخص}} + W_{\text{وزن}} = K_2 - K_1 \rightarrow W_{\text{شخص}} - mg\Delta h = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\rightarrow 16 - 0.2 \times 10 \times 3 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (v^2 - 0) \rightarrow v^2 = 100 \rightarrow v = 10 \frac{m}{s}$$

گروه آموزشی ماز

۲۹- دو پمپ A و B از دو چاه آب می‌کشند. پمپ A با تندی ثابت، ۲۰ kg آب را در مدت نیم ساعت به اندازه ۲۰ متر و پمپ B با تندی ثابت، ۴۰ kg آب را در مدت یک ساعت به اندازه ۸ متر بالا می‌برد. توان خروجی پمپ A چند برابر توان خروجی پمپ B است؟

۰/۴ (۴)

۰/۲ (۳)

۵ (۲)

۲/۵ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۱

توان

توان خروجی هر دستگاه از تقسیم کار آن بر واحد زمان به دست می‌آید؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{W_{\text{دستگاه}}}{\Delta t}$$

برای یافتن کار دستگاه طبق حالات زیر می‌توان عمل کرد:

۱- اگر دستگاه فقط ارتفاع جسمی را تغییر می‌دهد (تندی ثابت)  $\leftarrow W_{\text{دستگاه}} = mgh$

۲- اگر دستگاه فقط تندی جسمی را تغییر می‌دهد (ارتفاع ثابت)  $\leftarrow W_{\text{دستگاه}} = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

۳- اگر دستگاه هم ارتفاع و هم تندی جسمی را تغییر می‌دهد  $\leftarrow W_{\text{دستگاه}} = mgh + \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$

پاسخ تشریحی

برای توان خروجی هر پمپ، با توجه به این که پمپ‌ها فقط ارتفاع آب را تغییر می‌دهند می‌توان نوشت:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{W_{\text{پمپ}}}{\Delta t} = \frac{mgh}{\Delta t} \rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{h_A}{h_B} \times \frac{\Delta t_B}{\Delta t_A}$$

$$\rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{20}{40} \times \frac{20}{8} \times \frac{1}{0.5} \rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 2/5$$

گروه آموزشی ماز

۳۰- جرم اتاقک آسانسوری ۶۶۰ kg است و باری به جرم ۵۴۰ kg درون آن قرار دارد. اگر آسانسور با تندی ثابت ۸/۱۰ m/s به اندازه ۶۰ متر بالا برود، توان متوسط موتور آسانسور چند کیلووات است؟  $(g = 10 \frac{N}{kg})$

۶/۶ (۴)

۸/۴ (۳)

۸ (۲)

۹/۶ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۱

نکته:

اگر یک آسانسور با تندی ثابت v حرکت کند، توان متوسط آن برابر است با:

$$P = Fv$$

در این رابطه، F نیروی موتور آسانسور است.

پاسخ تشریحی

چون آسانسور با تندی ثابت بالا می‌رود، نیروی موتور آن دقیقاً هم‌اندازه مجموع وزن اتاقک و بار درون آن است.

$$F = (m_{\text{اتاقک}} + m_{\text{بار}})g = (660 + 540) \times 10 = 12000 \text{ N}$$

بنابراین توان موتور آسانسور برابر است با:

$$P = Fv \rightarrow P = 12000 \times 0.8 = 9600 \text{ W} = 9.6 \text{ kW}$$

گروه آموزشی ماز

۳۱- رشد گیاهی در مدت ۴۰ روز،  $9/6 \text{ cm}$  است. آهنگ رشد این گیاه چند نانومتر بر دقیقه است؟

(۴)  $\frac{10000}{7}$

(۳)  $\frac{5000}{7}$

(۲)  $\frac{5000}{3}$

(۱)  $\frac{10000}{3}$

پاسخ: گزینه ۲ (آسان - محاسباتی - ۱۰۰۱)

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.

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



آهنگ رشد گیاه برابر با  $9/6 \text{ cm}$  است. پس می‌توان نوشت:

$$\frac{9/6 \text{ cm}}{40 \text{ day}} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ nm}}{10^{-9} \text{ m}} \times \frac{1 \text{ day}}{24 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = \frac{10^{-4} \text{ nm}}{6 \times 10^{-9} \text{ min}} = \frac{10000 \text{ nm}}{6 \text{ min}} = \frac{5000 \text{ nm}}{3 \text{ min}}$$

گروه آموزشی ماز

۳۲- سرعت پدیده پخش در گازها ..... از مایعات است، چون تندی حرکت مولکول‌های گاز ..... از تندی حرکت مولکول‌های مایع است.

(۴) بیشتر - کمتر

(۳) کمتر - بیشتر

(۲) بیشتر - بیشتر

(۱) کمتر - کمتر

پاسخ: گزینه ۲ (آسان - مفهومی - ۱۰۰۲)

ویژگی حالت‌های ماده

نام حالت	اندازه نیروی بین مولکولی	نوع حرکت ذرات سازنده	فاصله ذرات از یکدیگر	تراکم‌پذیری
جامد (s)	قوی	در جای خود حرکت نوسانی انجام می‌دهند	$\approx 1 \text{ \AA}$	تراکم‌ناپذیر
مایع (l)	قوی ولی کمتر از جامدات	بر روی یکدیگر می‌لغزند	$\approx 1 \text{ \AA}$	تراکم‌ناپذیر
گاز (g)	ضعیف	آزادانه و کاتوره‌ای به هر طرف حرکت می‌کنند	$\approx 35 \text{ \AA}$	تراکم‌پذیر

نکته

این‌که یک جسم جامد باشد یا مایع یا گاز، به چگونگی حرکت اتم‌ها و اندازه نیروی بین ذرات سازنده آن ربط دارد.

نکته

طبق جدول بالا، مقایسه نیروی بین مولکولی و فاصله ذرات در حالت‌های مختلف به صورت زیر است:

$$F_{\text{گاز}} > F_{\text{مایع}} > F_{\text{جامد}}: \text{مقایسه نیروی بین مولکولی}$$

$$d_{\text{گاز}} < d_{\text{مایع}} \approx d_{\text{جامد}}: \text{مقایسه فاصله ذرات}$$

پدیده پخش

به حرکت کاتوره‌ای (نامنظم) مولکول‌های آب و برخورد آن با مولکول‌های مواد دیگر مانند جوهر، پخش گویند. وقتی مولکول‌های ماده‌ای وارد شاره‌ای (مایع یا گاز) می‌شوند، به دلیل حرکت نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های شاره، برخوردهایی نامنظم بین مولکول‌های ماده و شاره رخ می‌دهد که باعث پخش شدن آن ماده در شاره می‌شود به این پدیده «پخش» گویند. مثال‌هایی از پدیده پخش: پخش شدن جوهر در آب، گچ در هوا، بوی عطر در هوا و ...

نکته

سرعت پدیده پخش در گازها بیشتر از مایعات است.

سرعت پدیدهٔ پخش در گازها بیش تر از مایعات است، چون تندی حرکت مولکول‌های گاز بیش تر از تندی حرکت مولکول‌های مایع است.

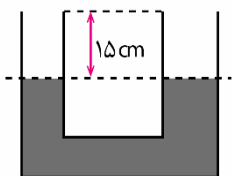
گروه آموزشی ماز

۳۳- در شکل زیر، مساحت مقطع لولهٔ سمت راست و چپ به ترتیب  $3 \text{ cm}^2$  و  $1/5 \text{ cm}^2$  بوده و مایعی به چگالی  $\frac{4}{3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  در لوله در حال تعادل است. از

سمت راست مایعی به چگالی  $\frac{2}{3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  به لوله اضافه می‌کنیم تا این لوله کاملاً پر شود. پس از رسیدن به تعادل اختلاف سطح آزاد دو مایع در دو

طرف چند سانتی‌متر می‌شود؟

- ۱۸ (۱)
- ۱۵ (۲)
- ۹ (۳)
- ۱۲ (۴)



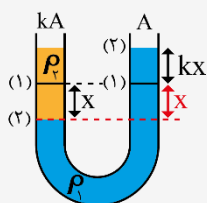
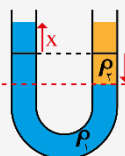
(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۲)

پاسخ: گزینهٔ ۳

اضافه کردن مایع به لوله‌های لاشکل

اگر به مایع درون لولهٔ لاشکل، از یک سمت مایعی اضافه شود، در آن سمت، مایع اولیه مقداری پایین رفته و در سمت دیگر مقداری بالا می‌آید تا مایع‌ها به تعادل برسند. در این اتفاق دو حالت کلی وجود دارد:

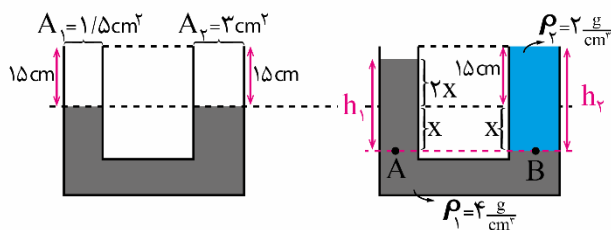
الف: اگر مساحت مقطع لوله‌ها با یکدیگر برابر باشد ← مایع اولیه در یک سمت به اندازه  $x$  پایین رفته و در سمت مقابل به اندازه  $x$  بالا می‌آید.



ب) اگر مانند شکل مقابل، مساحت مقطع یکی از لوله‌ها  $k$  برابر دیگری باشد، آن‌گاه جابه‌جایی مایع در لولهٔ باریک‌تر باید  $k$  برابر جابه‌جایی مایع در لولهٔ قطورتر باشد؛ یعنی اگر مایع اولیه، در لولهٔ قطورتر به اندازه  $x$  پایین بیاید، در لولهٔ باریک‌تر به اندازه  $kx$  بالا می‌رود (و برعکس).

گام اول:

چون مساحت مقطع سمت راست، ۲ برابر سمت چپ است، پس اگر مایع اول در لولهٔ راست به اندازه  $x$  پایین برود، در لولهٔ سمت چپ، این مایع به اندازه  $2x$  بالا خواهد رفت، در نتیجه شکل قرارگیری مایع‌ها بعد از تعادل به صورت زیر خواهد شد:



در شکل سمت راست می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \rightarrow \rho_1 g h_1 + P = \rho_2 g h_2 + P \rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \rightarrow 4(3x) = 2(15 + x) \rightarrow x = 3 \text{ cm}$$

گام آخر:

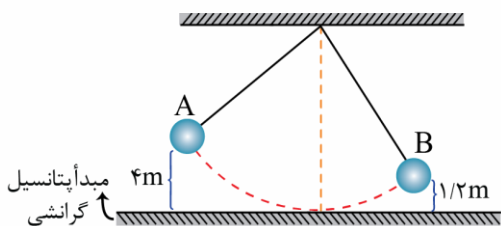
حال می‌توان ارتفاع دو مایع و اختلاف ارتفاع سطح دو مایع را حساب کرد:

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= 3x = 3 \times 3 = 9 \text{ cm} \\ h_2 &= 15 + x = 18 \text{ cm} \end{aligned} \right\} \rightarrow h_2 - h_1 = 9 \text{ cm}$$

گروه آموزشی ماز

۳۴- گلوله‌ای مطابق شکل توسط نخ از سقف آویزان شده و از نقطه A رها می‌شود. اگر تندی گلوله در نقطه B،  $6 \frac{m}{s}$  باشد، چند درصد از انرژی مکانیکی

اولیه گلوله در مسیر A تا B تلف شده است؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )



- ۲۰ (۱)
- ۲۵ (۲)
- ۸۰ (۳)
- ۷۵ (۴)

(متوسط - محاسباتی - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۲

پاسخ تشریحی

ابتدا انرژی مکانیکی در هر یک از دو نقطه را به دست می‌آوریم:

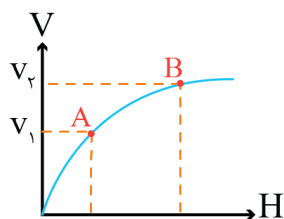
$$\begin{cases} E_A = mgh_A = m \times 10 \times 4 = 40m \\ E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh_B = (\frac{1}{2} \times m \times (6)^2) + (m \times 10 \times \frac{1}{2}) = 30m \end{cases}$$

$$\text{درصد انرژی تلف شده} = \frac{|E_B - E_A|}{E_A} \times 100 = \frac{10m}{40m} \times 100 = 25\%$$

گروه آموزشی ماز

۳۵- در شرایط خلأ، گلوله‌ای از ارتفاع h نسبت به سطح زمین رها می‌شود و نمودار تندی آن بر حسب ارتفاع عمودی نسبت به محل پرتاب (H) مطابق شکل زیر است. اگر نقطه A از سطح زمین به اندازه  $\frac{3}{4}h$  فاصله داشته باشد و تندی گلوله در نقطه B، ۵۰ درصد بیش تر از تندی آن در نقطه A باشد،

اختلاف ارتفاع عمودی بین دو نقطه A و B کدام است؟



- $\frac{9}{16}h$  (۲)
- $\frac{1}{16}h$  (۴)

- $\frac{11}{16}h$  (۱)
- $\frac{5}{16}h$  (۳)

(متوسط - نموداری - ۱۰۰۳)

پاسخ: گزینه ۳

پاسخ تشریحی

طبق نکات گفته شده در تست‌های قبل، از آنجاکه در این حرکت، نیروهای تلف‌کننده انرژی وجود ندارد و همچنین تندی در ابتدای مسیر صفر است، زمانی که گلوله نسبت به نقطه رها شدن به اندازه H فاصله دارد، تندی گلوله از رابطه  $v = \sqrt{2gH}$  می‌توان نوشت:

$$v_B = v_A + \frac{50}{100}v_A = \frac{3}{2}v_A$$

$$\frac{v_B}{v_A} = \sqrt{\frac{H_B}{H_A}} \rightarrow \frac{3}{2} = \sqrt{\frac{H_B}{H_A}} \rightarrow \frac{H_B}{H_A} = \frac{9}{4} \xrightarrow{H_A = \frac{1}{4}h} H_B = \frac{9}{4} \times \frac{1}{4}h = \frac{9}{16}h$$

$$\rightarrow H_B - H_A = \frac{9}{16}h - \frac{1}{4}h = \frac{5}{16}h$$

گروه آموزشی ماز

مدل سازی در فیزیک

**نکته ۱-** با چشم‌پوشی از اندازه و شکل جسم‌های کوچک، آن را به صورت یک نقطه فرض می‌کنیم.

**نکته ۲-** اثرهای جزئی را نادیده می‌گیریم نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را.

فیزیک و اندازه‌گیری

**نرده‌ای:** دارای یکا و عدد

**برداری:** دارای یکا، عدد و جهت

جرم (تنها یکای دارای پیشوند)

طول

زمان

دما

مقدار ماده

جریان الکتریکی

شدت روشنایی

یکاهای اصلی

یکاهای فرعی

کمیت‌ها و یکاها

اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی و یکاها

**یکای نجومی (AU):** میانگین مسافت زمین تا خورشید است؛ که تقریباً ۱۵۰ میلیون کیلومتر است.  
**سال نوری:** مسافتی است که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید و آن را با ly نشان می‌دهند.

روش تبدیل زنجیره‌ای یا روش مجهول‌یابی که در درس‌نامه‌های طول سال توضیح دادیم استفاده کنید.

تبدیل یکاها

سمت چپ و راست معادله دارای یکای یکسانی هستند.  
**نکته مهم:** در جمع و تفریق کمیت‌ها، باید توجه داشته باشیم که جنس کمیت‌ها و یکای آن‌ها یکسان باشد.

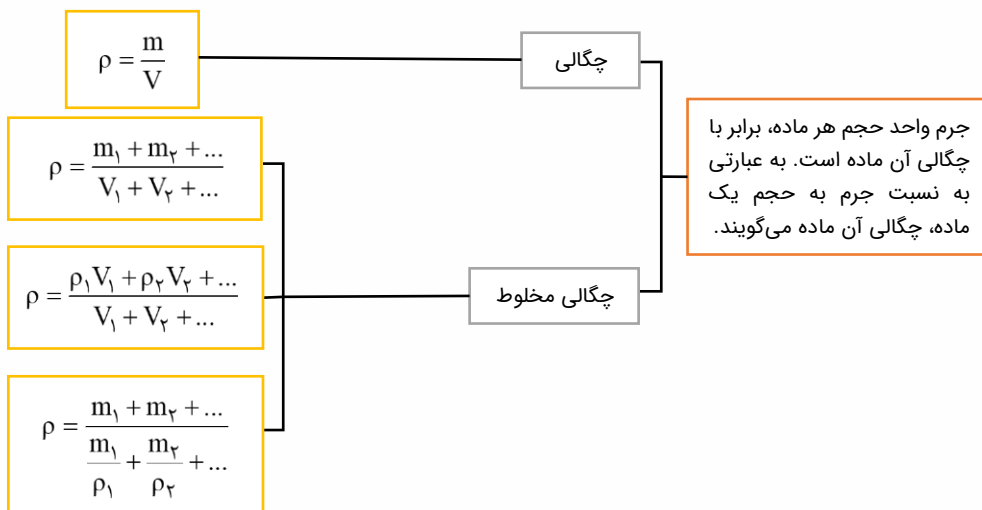
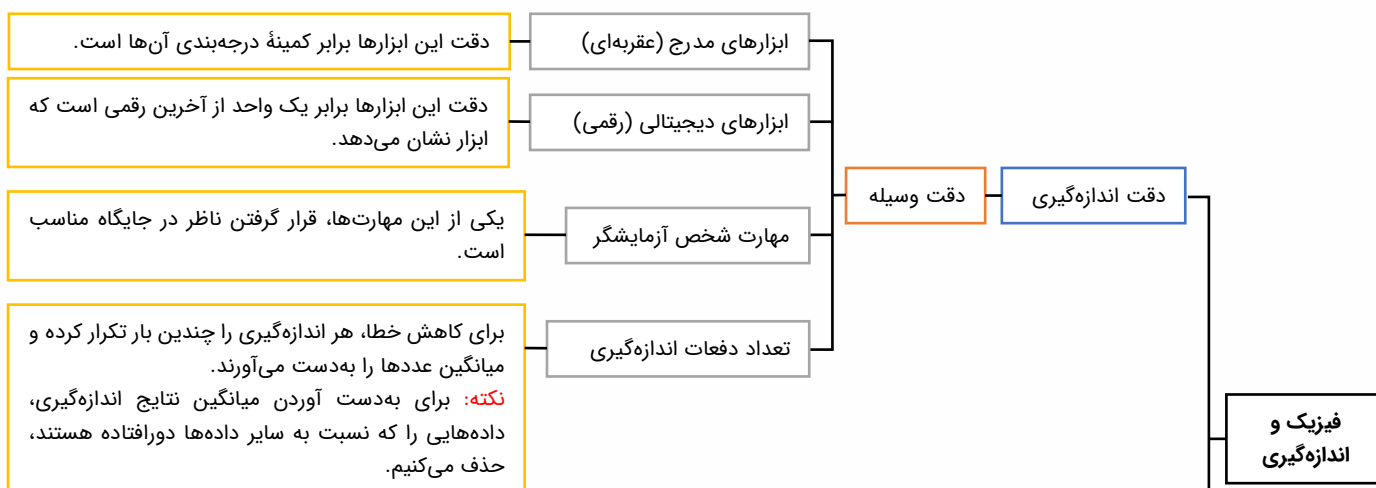
سازگاری یکاها

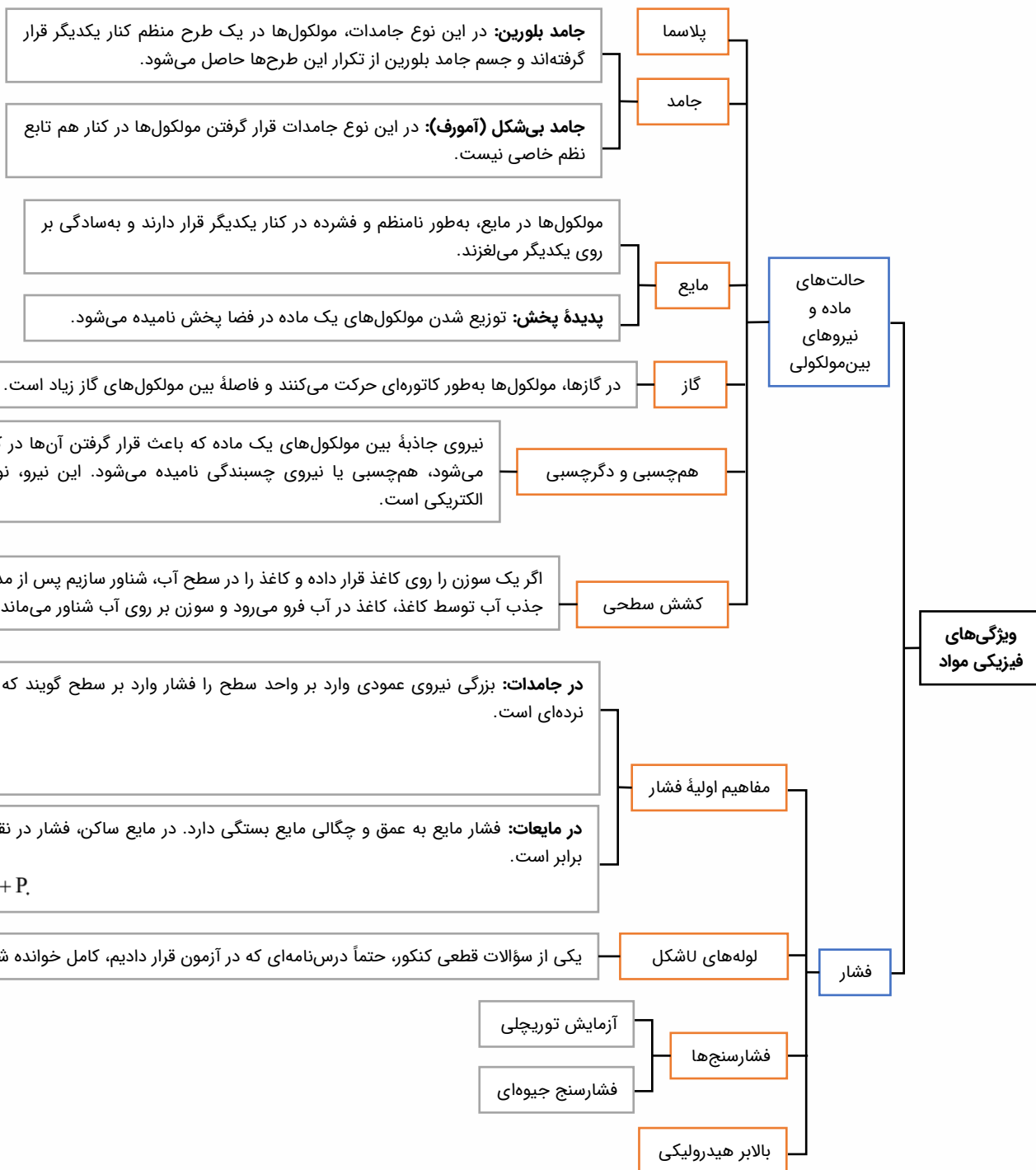
تمام پیشوندها را از جدول کتاب درسی حفظ باشید، حضور آن‌ها در کتک‌ور قطعی است.

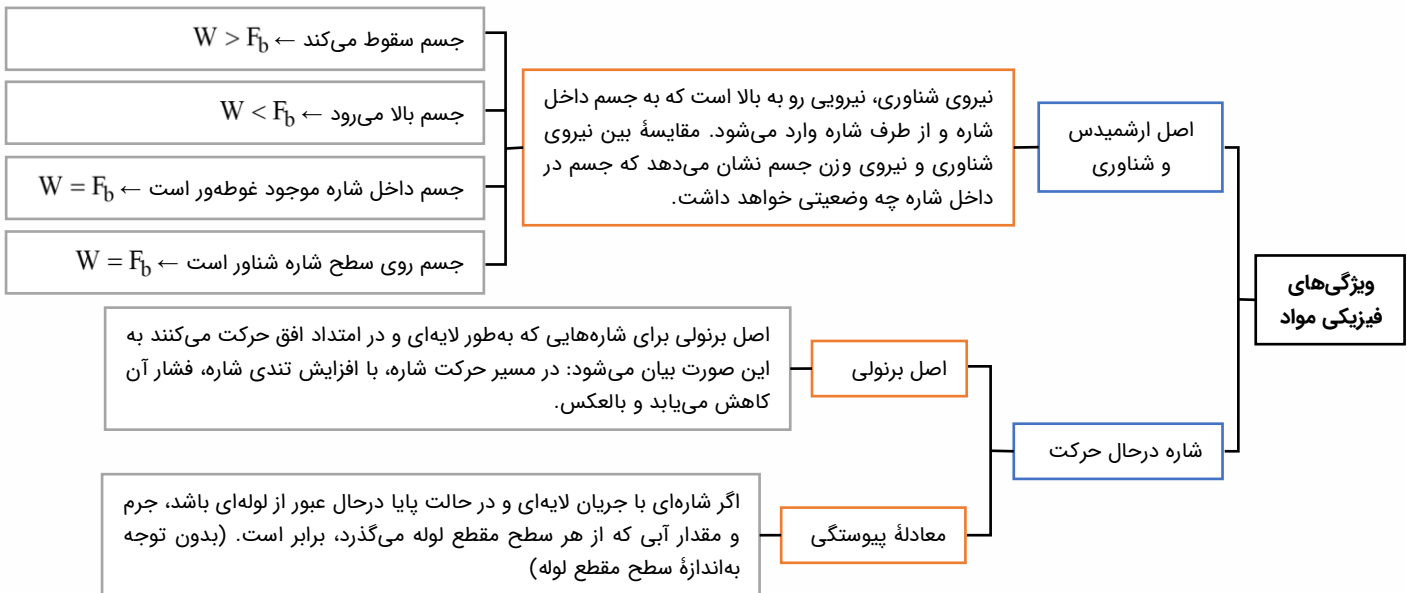
پیشوندها

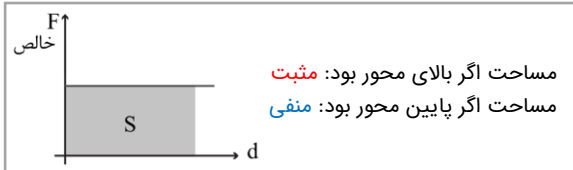
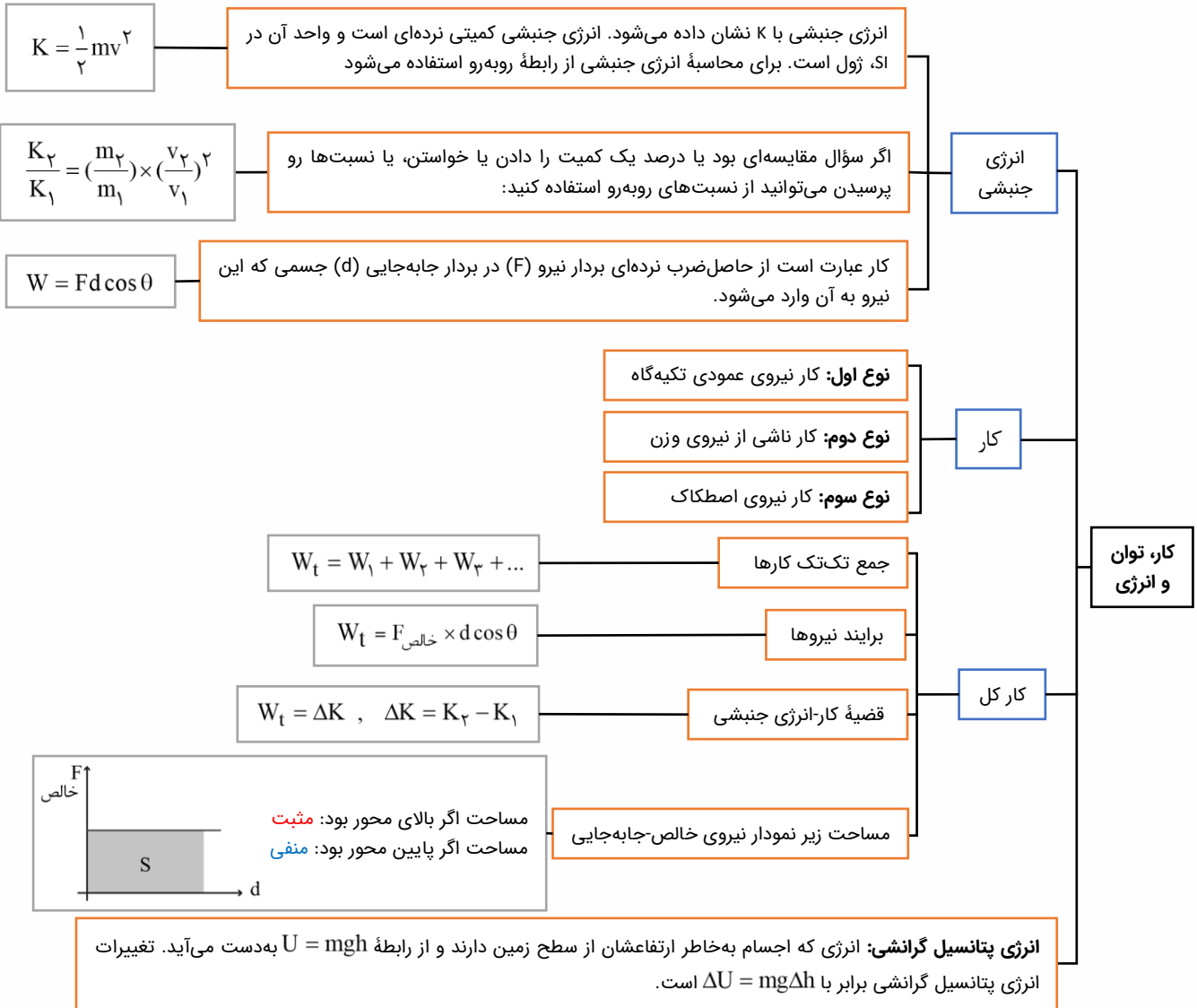
در نمادگذاری علمی هر عدد را به شکل  $a \times 10^n$  می‌نویسند که  $a$  عددی از ۱ تا ۱۰ و  $n$  عددی صحیح ( $n \in \mathbb{Z}$ ) است.

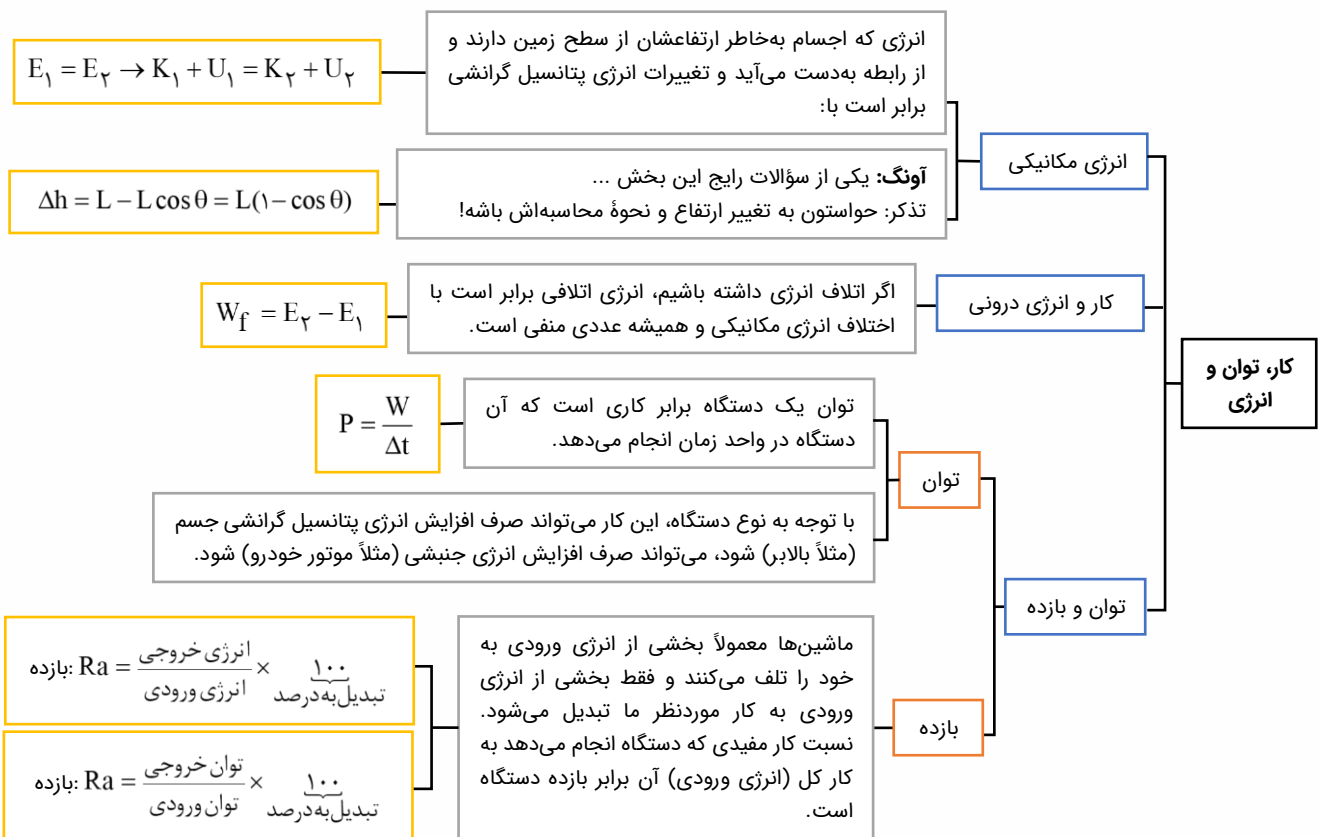
نمادگذاری علمی











# ۴ دلیل که در آزمون‌ها کم تست می‌زنید!

بسیاری از دانش‌آموزان بعد از آزمون با این سوال روبه‌رو می‌شوند. در ادامه علل و راه‌حل‌های این موضوع را بررسی می‌کنیم.

## ۲ اعتماد به نفس پایین!

ممکن است شما حین آزمون دادن به آموخته‌های خود اعتماد نداشته باشید و سوالات را نصفه و نیمه رها کنید.

در نظر داشته باشید آزمون دادن برای یادگیری شماسست، در نتیجه از آن بهترین استفاده را ببرید. برای تقویت این مورد کافی است سطح تسلط خودتان را بالا ببرید. این عمل با تست و آزمون دادن بسیار میسر می‌شود.

## ۱ مطالبی که مطالعه کرده اید اندک است!

زمانی که شما تمام مباحث را به خوبی مطالعه نکرده باشید به خوبی نمی‌توانید از پس سوالات آن مبحث بر بیایید.

علل: عدم برنامه‌ریزی درست، ساعت مطالعه پایین. می‌توانید به وبلاگ ماز سر بزنید و مقاله (به برنامه آزمون‌هایم نمی‌رسم! چکارکنم؟) را مطالعه کنید.

## ۳ تسلط کم!

حتما برای شما هم پیش آمده که سوالی را تا نیمه حل می‌کنید ولی نمی‌توانید آن را تمام کنید و به جواب نهایی برسید.

علل: آموزش ناقص، حل تعداد کمی تست، راه‌حل‌های تست‌ها و نکات مهم را به خوبی یاد نگرفته اید. برای رفع این مورد علل آن را پیدا کنید و رفعش کنید.

## ۴ شبیه‌سازی نکردن!

قبل آزمون بهتر است، شبیه‌سازی آزمون انجام بدهید.

به کمک آزمون‌های سال‌های قبل ماز که در اپلیکیشن دیجی‌ماز قرار دارد، قبل از آزمون از خودتان آزمون بگیرید. به کمک این آزمون مشکلات مطالعاتی خودتان را پیدا و نکات مهم را یاد بگیرید.

## ۶ مواجه نشدن با ایده جدید!

بعضی سوالات در آزمون ایده جدیدی دارند. شما نمی‌توانید ایده تمام سوالات را بدانید. اما می‌توانید قبل از آزمون با حل سوالات مختلف ذهن خودتان را آموزش بدهید چطور در مواجهه با سوال جدید از آن اطلاعات استفاده کنید.

## ۵ تمرکز زیاد روی آموزش و مطالعه و تست‌زنی کم!

بسیاری از دانش‌آموزان بیشتر وقت خود را صرف مطالعه و ویدیو دیدن و.. می‌کنند. در صورتی شما باید حداکثر نصف زمان را برای مطالعه و نصف دیگر را به تست‌زنی اختصاص بدهید.

# ۳ تا اصل مهم برای داشتن مطالعه با کیفیت!

ساعت مطالعه یا کیفیت مطالعه؟! حقیقتاً کیفیت و ساعت مطالعه مکمل یکدیگر هستند اما کیفیت مهم تر است.

چه دلایلی باعث می شود کیفیت مطالعه ما پایین باشد؟

✓ مطالعه در شرایط خستگی ✓ عدم آگاهی از روش صحیح مطالعه دروس مختلف

✓ ناامیدی ✓ نداشتن برنامه درسی مناسب و اصولی یکنواخت

✓ تغذیه و خواب نامناسب ✓ استرس روزهای باقی مانده

و هزاران دلیل دیگر...

بعد از تشخیص علل کاهش کیفیت باید به سراغ راهکار برای حل این موضوع برویم. ۳ بخش اصلی وجود دارد که در ادامه آن ها را معرفی می کنیم.

## بخش اول: آماده سازی شرایط اولیه

در اولین مرحله لازم است نور، دما و مرتب بودن اتاقان را تنظیم کنید. تمام مواردی که زمان مطالعه ممکن است به آن نیاز داشته باشید را در کنار خودتان قرار دهید، مانند: خودکار، کاغذ، کتاب تست، آب آشامیدنی و...

## بخش دوم: آمادگی پیش از مطالعه

لازم است شما قبل از شروع به مطالعه بدانید که قرار است امروز چند صفحه مطالعه کنید. از چه کتابی و چه مبحثی و چه میزان تست بزنید. زمانی که شما برنامه درسی داشته باشید تکلیف روزانه خودتان را می دانید و یک برنامه هدفمند برای رسیدن به هدفتان دارید. نداشتن برنامه خود باعث بهم ریختن ذهن شما و نداشتن نظم می شود.

## بخش سوم: شروع مطالعه

این قسمت ۳ گام دارد که باید به ترتیب آن را اجرا کنید و سپس به سراغ مطالعه بروید.

## گام اول: آماده سازی ذهن

قبل از اینکه مطالعه را آغاز کنید ذهن خود را از تفکرات اضافی خالی کنید. یک کاغذ در کنار خود قرار دهید و آنچه را که ذهنتان را درگیر کرده است تمام و کمال بنویسید. بعد از تمام شدن کاغذ را در گوشه ای خارج از دامنه دید خودتان قرار دهید.

## گام دوم: مطالعه فعال

مباحث را به قسمت های کوچک تری تبدیل کنید و برای هر قسمت مدت زمانی را مشخص کنید. سر زمان مطالعه را تمام کنید و درگیر وسواس مطالعاتی نشوید.

شروع به مطالعه کنید و مطالب را روزنامه وار مطالعه نکنید، سعی کنید مطالعه فعالی داشته باشید و نکات مهم را علامت بزنید. ارتباطی بین مباحث جدید و مباحث قبلی مطالعه شده را پیدا کنید. مطالب را دسته بندی کرده، نمودار رسم کنید. اگر در مطالعه قسمتی مشکل دارید از دوستان، معلم و کلاس های کمک آموزشی ماز بهره ببرید. در نظر داشته باشید یاد دادن مباحث به دیگران باعث تثبیت آن در ذهنتان خواهد شد.

درس خواندن به تنهایی کافی نیست، باید دست به قلم شوید نمونه سوال و تست های زیادی را حل کنید. برای شروع بهتر است به سراغ تمرین های ساده تر بروید بعد که مفهوم اصلی را درک کردید به سراغ سوالات تست های سخت تر بروید. از هر تست به سادگی نگذرید. نکات مهم را استخراج و نقاط ضعف خودتان را پیدا کرده و رفع کنید. بعد از چند روز مطالعه در آزمون شرکت کنید.

## قدم سوم: تنوع در مطالعه

در برنامه ریزی درسیتان دروس متنوعی قرار دهید، حتی تنوع در نوع مطالعه هم داشته باشید. مثلاً: مطالعه درس زیست و تست زنی درس شیمی.

در محیط مطالعه و حالت مطالعه خودتان نیز تنوع ایجاد کنید. سعی کنید به صورت یکنواخت در شرایطی قرار نگیرید. به مدت زمان مطالعه و استراحتتان پایبند باشید.

با تکرار و رعایت این نکات می توانید پیشرفت را در نتیجه آزمون های خودتان ببینید.

