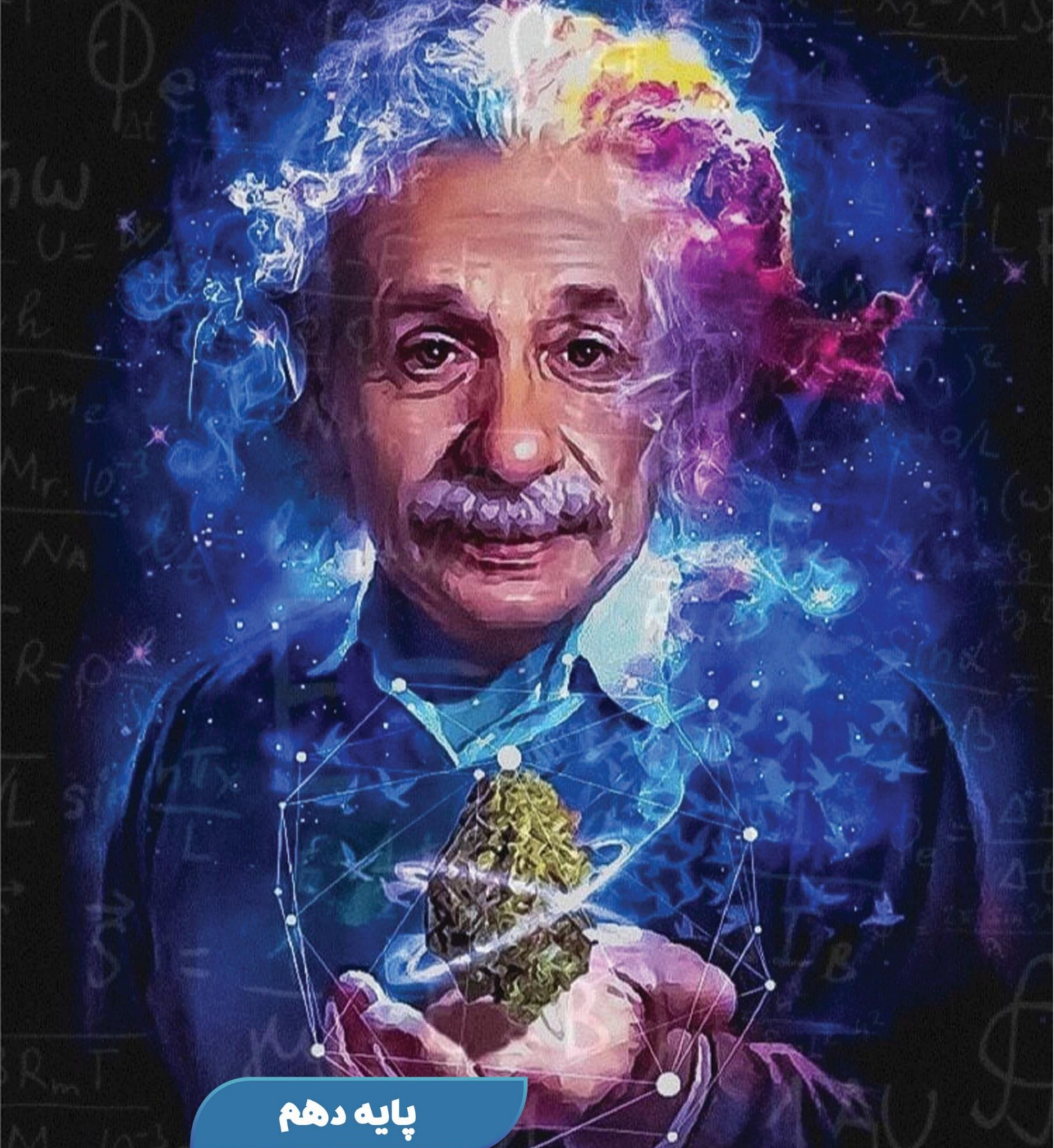




پایه دهم



فیزیک درمانی

به سبک شاهین بایسته

چگالی

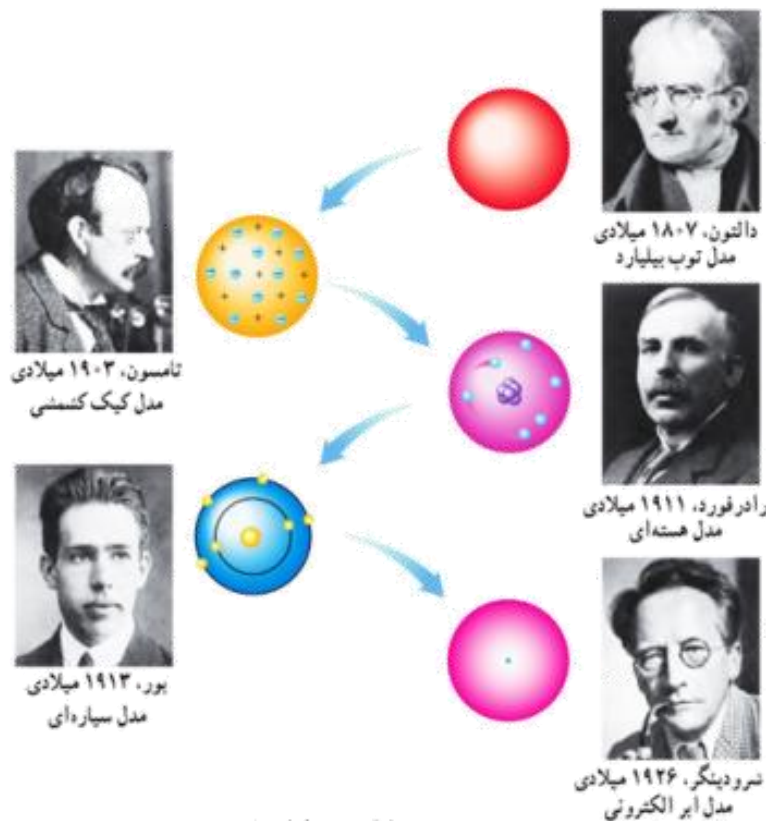
فصل ۱

DENSITY



فیزیک، دانش بنیادی

- علم فیزیک پایه و اساس تمام مهندسی ها و فناوری هاست.
- فیزیک دانان با بررسی پدیده های طبیعی و مشاهده ی آن ها سعی می کنند الگو و نظم های خاصی میان آن ها پیدا کنند.
- برای بیان و توضیح پدیده ها و الگوهای بین آن ها دانشمندان از قانون، مدل و نظریه استفاده می کنند که صحت آن ها باید با آزمایش مورد آزمون قرار گیرد زیرا فیزیک علمی تجربی است یعنی بر پایه ی روابط حاکم بر پدیده های طبیعی، مدل ها و نظریه ها در طول زمان همواره معتبر نیستند و بر اساس نتایج آزمایش های جدید قابلیت تغییر دادند و می توانند دستخوش تغییر شوند.
- اتفاقاً این ویژگی فیزیک یعنی آزمون پذیری و اصلاح پذیری نظریه ها نقطه قوت آن محسوب می شود و نقش مهمی در پیشرفت و تکامل دانش و شناخت ما از جهان داشته است.
- در طرح واره ی زیر می توان سیر تغییر و تکامل مدل اتمی در طول زمان را مشاهده نمود.



مدل سازی

ساده سازی پدیده های فیزیکی برای تحلیل راحت تر.

نکته

در مدل سازی فقط باید از اثرات جزئی صرف نظر کرد و نمی توان از اثرات کلی، مهم و تأثیرگذار در کلیت پدیده صرف نظر کرد.

برای مثال: مدل سازی حرکت توپ بسکتبال

فیزیک ۱ - اندازه گیری و چگالی



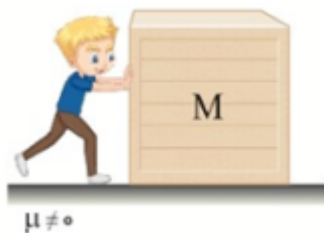
- (I) تصور توپ به صورت یک جسم نقطه‌ای یا ذره‌ای (چشم‌پوشی از اندازه و شکل)
- (II) حرکت توپ در خلأ (صرف‌نظر از مقاومت هوا و اثر وزش باد)
- (III) ثابت ماندن جاذبه و وزن (صرف‌نظر کردن از تغییر جاذبه با تغییر فاصله از مرکز زمین)

تذکره

دقت کنید اینجا نمی‌توان از خود نیروی وزن صرف‌نظر کرد!!!

تست

تست: با توجه به شکل زیر کدام گزینه، مدل‌سازی صحیح مکانیک این فرآیند است؟ (شخص در حال هل دادن یک جسم بزرگ (M) روی سطح صاف در حال لغزش است)



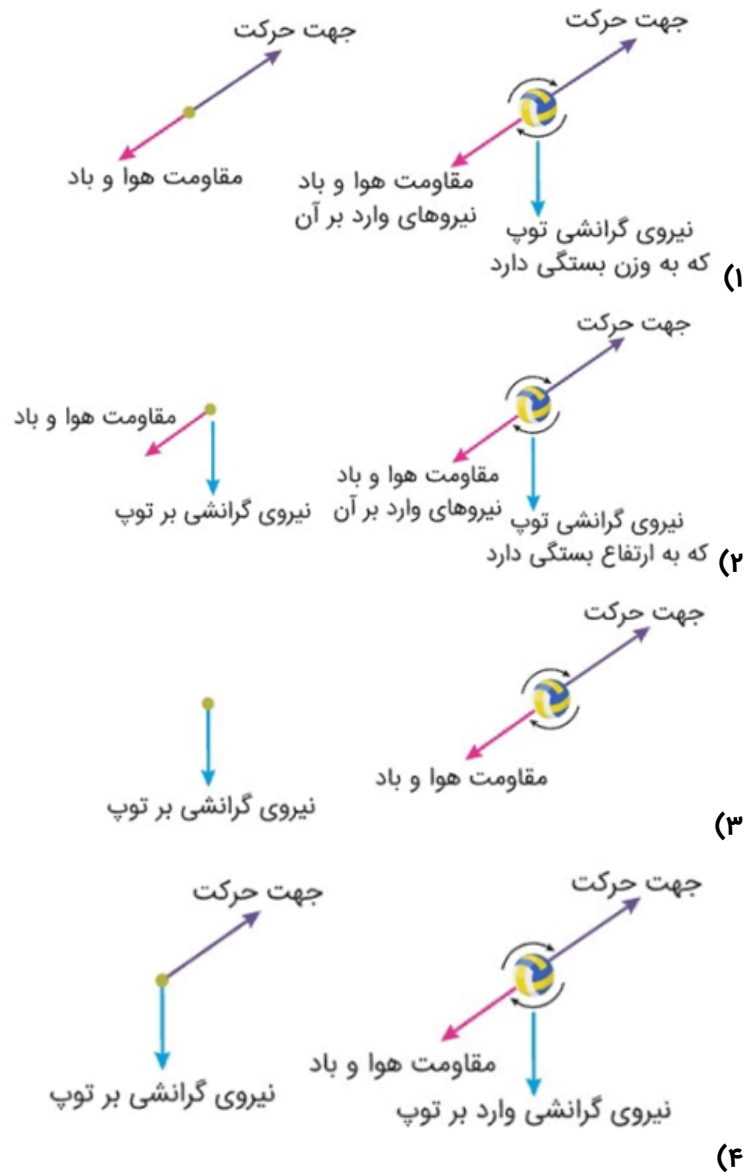
- (۱) نیروی دست (سبز) و نیروی اصطکاک (قرمز) در جهت مخالف.
- (۲) نیروی دست (سبز) و نیروی اصطکاک (قرمز) در جهت هم.
- (۳) نیروی دست (سبز) و نیروی اصطکاک (قرمز) در جهت مخالف.
- (۴) نیروی دست (سبز) و نیروی اصطکاک (قرمز) در جهت هم.

تست

در مدل‌سازی

- (۱) پیاده‌روی شخص در خیابان، می‌توان از اصطکاک کف پای شخص و سطح زمین صرف‌نظر کرد.
- (۲) پرتاب یک توپ بسکتبال به سمت بالا، می‌توانیم از نیروی جاذبه صرف‌نظر کنیم.
- (۳) پرواز یک پرنده، برای سهولت پرواز آن را در شرایط خلأ در نظر می‌گیریم.
- (۴) پرتوهای رسیده از خورشید به سطح زمین، پرتوهای فرودی را موازی یکدیگر در نظر می‌گیریم.

توپ بسکتبالی توسط بازیکن یکی از دو تیم به سمت حلقه پرتاب می شود. کدام گزینه به ترتیب تحلیل توپ بسکتبال در هوا (شکل راست) و مدل آرمانی آن (شکل چپ) را صحیح نشان می دهد؟



چه تعداد از موارد زیر صحیح است؟

- (الف) آزمایش و مشاهده در فیزیک بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا کرده است.
- (ب) دانشمندان فیزیک برای توصیف پدیده های مورد بررسی اغلب از قانون اندیشه ورزی و نظریه استفاده می کنند.
- (ج) مدل ها و نظریه های فیزیکی برخلاف فرضیه های فیزیکی در طول زمان معتبر هستند و دستخوش تغییر نمی شوند.
- (د) فیزیک، یکی از بنیادی ترین دانش ها و شالوده ی تمام مهندسی ها و فناوری ها است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

اندازه‌گیری و کمیت‌ها

گفتیم فیزیک علمی تجربی است و اساس تجربه و آزمایش، اندازه‌گیری است و برای بیان نتایج اندازه‌گیری باید از عدد و یکای (واحد) مناسب استفاده کنیم و در فیزیک هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت کمیت فیزیکی نام دارد.

دسته‌بندی (۲)		دسته‌بندی (۱)	
فرعی	اصلی	برداری	نرده‌ای

۱. **کمیت نرده‌ای (عددی یا اسکالر):** این کمیت فقط اندازه دارد. مانند جرم، انرژی، فشار، مسافت (طول)، تندی و ...
۲. **کمیت برداری:** این کمیت هم اندازه دارد و هم جهت و هم از جمع برداری پیروی می‌کند. مانند نیرو، میدان، جابه‌جایی، سرعت و شتاب و ...

تذکره

برای بیان مقدار در هر دو کمیت یک عدد و یک یکا (واحد) بیان می‌شود که برای اندازه‌گیری درست باید یکاها دو مشخصه داشته باشند: (۱) تغییر نکند (۲) قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشند.

کمیت‌های اصلی و یکای آن‌ها		
کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	M
جرم	کیلوگرم	Kg
زمان	ثانیه	S
دما	کلوین	K
مقدار ماده	مول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کندلا (شمع)	Cd

چند مثال از یکاهای فرعی که در فصل‌های این کتاب استفاده شده‌اند.		
کمیت	یکای SI	یکای فرعی
تندی و سرعت	m / s	m / s
شتاب	m / s ²	m / s ²
نیرو	نیوتون (N)	kg / ms ²
فشار	پاسکال (Pa)	kg / ms ²
انرژی	ژول (J)	kgm ² / s ²

تعریف متر:

- در اواخر قرن هجدهم هر یک متر به صورت 10^{-7} برابر فاصله‌ی قطب شمال تا استوا تعریف می‌شد.
- تا اواسط قرن بیستم فاصله‌ی دو خط نازک حک شده روی میله‌ای از جنس پلاتین و ایریدیوم در دمای صفر درجه که در موزه نگهداری می‌شد مرجع اندازه‌گیری متر بود.
- بر اساس آخرین توافق جهانی هر متر مسافتی است که نور در مدت $\frac{1}{c}$ ثانیه طی می‌کند که c سرعت نور است.

دو یکای مهم طول:

- یکای نجومی برابر میانگین فاصله‌ی زمین تا خورشید است ($1 \text{ AU} \approx 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$). فاصله زمین تا نزدیک‌ترین ستاره بعد از خورشید حدود $4.2 \times 10^{16} \text{ m}$ می‌باشد.
- به مسافتی که نور در مدت یک سال در خلأ با تندی $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ می‌پیماید یک سال نوری گفته می‌شود و آن را با نماد ly نمایش می‌دهند یعنی طولی حدود $9.5 \times 10^{15} \text{ m}$ برابر یک سال نوری است پس فاصله‌ی زمین از نزدیک‌ترین ستاره بعد از خورشید حدود $4.2 ly$ خواهد شد.

نکته



یک کیلوگرم جرم استوانه‌ای از جنس پلاتین و ایریدیوم است که در موزه نگهداری می‌شود.

یک ثانیه در ابتدا به صورت $\frac{1}{86400}$ روز خورشیدی تعریف می‌شد اما استاندارد کنونی زمان، بر اساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی تعریف شده است (این ساعت‌ها از چندین میلیون سال، احتمالاً تنها یک ثانیه جلوی عقب می‌افتند).



تبدیل یکاها

برای تبدیل کردن یکاها ابتدا باید چند پیشوند مهم را بشناسید.

ترا	گیگا	مگا	کیلو	هکتو	دکا	دسی	سانتی	میلی	میکرو	نانو	پیکو
T	G	M	k	h	da	D	c	m	μ	n	p
10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^2	10^1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}

۱ تبدیل به روش زنده و مرده

۲ تبدیل به روش نموداری



نمادگذاری علمی

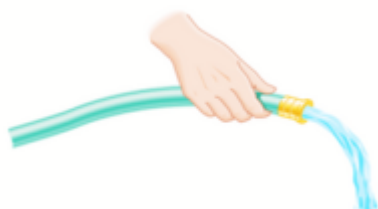
این نماد عددی دارد بین ۱ تا $(1 \leq a < 10)$ که در 10^n به توان یک عدد صحیح ضرب می شود و در نهایت برای گزارش با یکا بیان می شود. $a \times 10^n \leftarrow n \in \mathbb{Z}$

تبدیل واحد به روش کسر واحد (روش زنجیره‌ای)



* برای تبدیل یکاها به هم باید از ضریب تبدیل استفاده کنیم، برای مثال:

پرسش: در فیزیک، تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم. از شلنگ شکل زیر، آب با آهنگ $12 \text{ cm}^3 / \text{s}$ خارج می‌شود. این آهنگ را به روش تبدیل زنجیره‌ای، بر حسب یکای لیتر بر دقیقه L / min بنویسید. (هر لیتر معادل 1000 سانتی‌متر مکعب است). (تمرین ۱-۲ کتاب درسی)



پرسش: خروار، من تبریز، سیر، مثقال نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم است. این یکاها به صورت زیر به یکدیگر مرتبط‌اند: (فعالیت ۱-۳ کتاب درسی)

۱ خروار = 100 من تبریز

۱ من تبریز = 40 سیر = 640 مثقال

۱ مثقال = 24 نخود = 96 گندم

با توجه به اینکه هر مثقال حدود 5 گرم است، هر کدام از این یکاها را بر حسب گرم بدست آورد.

پرسش: آب با آهنگ 250 L/min از استخری به ابعاد $5\text{m} \times 10\text{m} \times 20\text{m}$ در حال تخلیه است. در صورتی که نصف حجم استخر آب باشد، چند ساعت طول می‌کشد تا کل آب استخر تخلیه شود؟

سازگاری یکاها

در یک رابطه یا فرمول دو چیز باید رعایت شود:

(۱) واحدها با هم در دو طرف معادله و در هر طرف سازگار باشند.

(۲) اعدادی که در نهایت با هم جمع یا تفریق می‌شوند، تعداد اعشار یکسان داشته باشند یعنی دقت اندازه‌گیری آن‌ها یکی باشد!

نکته



پرسش: اگر معادله‌ی مکان متحرکی از رابطه‌ی $x = At^2 + Bt + C$ در دستگاه SI به دست آید، یکای A، B و C را تعیین کنید.

تذکره

با توجه به رابطه‌ی شتاب گرانش $(g = G \frac{M}{r^2})$ ، یکای ثابت جهانی گرانش G بر حسب یکاهای اصلی کدام است؟ (M از جنس جرم و r از جنس طول است).

$$\frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}} \quad (۱) \quad \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2} \quad (۲)$$

$$\frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2} \quad (۳) \quad \frac{\text{m}^3}{\text{s}^2} \quad (۴)$$

تست

در رابطه‌ی $v = 2At^3 - \frac{1}{4}Bt^2 + Ct$ ، v سرعت است و یکای آن m/s می‌باشد. یکای B کدام است و c هم‌ارز کدام کمیت است؟

- (۱) m/s^4 ، سرعت (۲) m/s^4 ، شتاب (۳) m/s^3 ، سرعت (۴) m/s^3 ، شتاب

تست

کدام یک‌ها، همگی مربوط به کمیت‌های اصلی هستند؟ (سراسری ریاضی ۱۴۰۲)

- (۱) ژول، کولن و مول (۲) کیلوگرم، آمپر و مول
(۳) کیلوگرم، کولن و کندلا (شمع) (۴) ژول، آمپر و کندلا (شمع)

تست

به ترتیب از راست به چپ کدام الگوها بیانگر مدل کیک کشمش‌ی و مدل سیاره‌ای هستند؟

- (۱) دالتون - شرودینگر (۲) رادرفورد - بور (۳) تامسون - بور (۴) تامسون - رادرفورد

تست

چند گزاره، یکاهای سازگار هم نیستند؟

- الف - اگر جرم جسمی $500g$ و شتاب آب $2m/s^2$ باشد، نیروی حاصل معادل $1000N$ است.
ب - اگر اتومبیلی با سرعت v (بر حسب cm/s) به جرم m (بر حسب kg) در حال حرکت باشد، انرژی جنبشی آن معادل عددی بر حسب J (ژول) است.
پ - شتاب گرانش کره‌ی ماه $\frac{1}{6}$ گرانش کره‌ی زمین است. وزن فردی به جرم 80 کیلوگرم، روی کره‌ی ماه حدود 133 نیوتن است. ($g_e \approx 10m/s^2$)
ت - انرژی الکتریکی موتور برقی جهت کشیدن آب از چاه برابر $200J$ است. در مدت یک دقیقه، توان این موتور برق حدوداً برابر 2000 وات است.
ث - دوچرخه سواری مسیری به طول L (بر حسب کیلومتر) را در مدت زمان t (بر حسب ثانیه) طی می‌کند. تندی متوسط آن عددی با یکای m/s است.
- (۱) ۵ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۲

یکی از بزرگترین الماس‌های موجود در ایران، دریای نور به جرم ۱۸۲ قیراط است. جرم این الماس در SI چقدر است؟ (هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است) (ریاضی خارج ۱۴۰۱)

- (۱) $36/4$ (۲) $9/1$ (۳) $9/1 \times 10^{-2}$ (۴) $3/64 \times 10^{-2}$

اگر مطابق شکل زیر، یکای طول را به صورت فاصله‌ی نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده شده بگیریم، کدام گزینه به ترتیب از راست به چپ، مزیت و عیب این یکا را به درستی در پاسخ آورده است؟



- (۱) همیشه در دسترس است؛ به راحتی قابل استفاده است.
(۲) برای هر شخص، این معیار متفاوت است؛ با گذشت زمان تغییر می‌کند.
(۳) به راحتی قابل استفاده است؛ با گذشت زمان تغییر می‌کند.
(۴) همیشه در دسترس است؛ گفته نشده کدام انگشت مدنظر است.

تندی ۲۱۶ کیلومتر بر ساعت، معادل چند مایل بر دقیقه است؟ (یک مایل را ۱۸۰۰ متر فرض کنید) (ریاضی داخل ۱۴۰۱)

- (۱) ۲ (۲) $2/5$ (۳) ۳ (۴) $3/6$

دقت اندازه‌گیری



به طور کلی سه عامل در دقت اندازه‌گیری و نزدیک تر بودن گزارش به واقعیت مؤثر است:

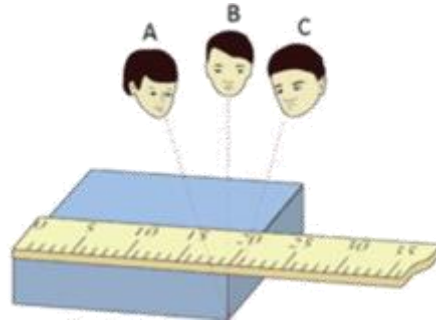
۱ مهارت شخص آزمایشگر (کاهش خطاهای احتمالی انسانی)

۲ افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری و آزمایش

۳ استفاده از وسیله‌ای با دقت اندازه‌گیری بالاتر

۱ مهارت شخص آزمایشگر (کاهش خطاهای احتمالی انسانی)

یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار روی دقت اندازه‌گیری، مهارت‌های شخص آزمایشگر است. یکی از این مهارت‌ها نحوه‌ی خواندن نتیجه‌ی مشاهده و آزمایش است برای مثال در شکل رسم شده خواندن نتیجه از نگاه A و C خطا را افزایش می‌دهد و گزارش B دارای دقت بیشتری است زیرا به طور عمود در حال نگاه کردن است و خطای دید را کاهش داده است.



۲ افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری و آزمایش

برای هر چه کمتر کردن خطا در اندازه‌گیری می‌توان تعداد دفعات آزمایش را بیشتر نمود و از نتایج منطقی (نه دور از ذهن) بدست آمده، میانگین بگیریم، به این صورت که ابتدا نتایج دور از ذهن که از بقیه‌ی نتایج فاصله‌ی زیادی دارند کنار گذاشته و از بقیه میانگین می‌گیریم.

تست

دانش‌آموزی طول یک جسم را چندین بار یک خط کش سانتی‌متری اندازه‌گیری کرده و نتایج به صورت زیر گزارش شده است. کدام گزینه برای طول این جسم قابل قبول‌تر است؟

۵/۴، ۵/۵، ۵/۳، ۷/۳، ۴/۲، ۵/۵، ۵/۳

۵/۳ (۴)

۵/۴ (۳)

۵/۵ (۲)

۵/۲ (۱)

۳ استفاده از وسیله‌ای با دقت اندازه‌گیری بالاتر

دقت و حساسیت وسیله‌ی اندازه‌گیری در دقت نتیجه‌ی گزارش شده بسیار تأثیرگذار است. دقت ابزارهای اندازه‌گیری مدرج، برابر کمینه‌ی درجه‌بندی آن ابزار است. برای مثال دقت خط‌کشی که کمینه‌ی درجه‌بندی آن تا میلی‌متر است برابر ۱ mm می‌باشد و در دستگاه‌های دیجیتال (رقمی) این دقت برابر ۱ واحد از آخرین رقمی است که دستگاه نشان می‌دهد.

دقت اندازه‌گیری ریزسنج شکل (الف) و کولیس شکل (ب) به ترتیب بر حسب سانتی‌متر کدام است؟



(الف)



(ب)

(۴) $10^{-3}, 10^{-3}$

(۳) $10^{-3}, 10^{-4}$

(۲) $10^{-2}, 10^{-2}$

(۱) $10^{-2}, 10^{-4}$

در شکل زیر، دقت اندازه‌گیری طول جسم بر حسب سانتی‌متر به صورت کدام مورد، درست است؟



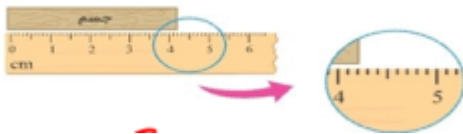
(۲) ۲/۷

(۱) ۰/۷

(۴) ۰/۷۵

(۳) ۰/۵

در شکل زیر دقت وسیله‌ی اندازه‌گیری بر حسب میلی‌متر، چقدر است؟ (تقریبی خارج ۱۴۰۰)



(۲) ۰/۵

(۱) ۰/۱

(۴) ۵

(۳) ۱

با ترازویی که دقت اندازه‌گیری آن ۰/۱ گرم است، جرم جسمی را اندازه گرفته‌ایم. کدام مقدار نمی‌تواند گزارش نتیجه‌ی این اندازه‌گیری (بر حسب گرم) باشد؟ (تقریبی خارج ۱۳۸۸)

(۴) ۳۲/۹

(۳) ۳۲/۵

(۲) ۳۲/۰۹

(۱) ۳۲/۰

کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند گزارش نتیجه‌ی اندازه‌گیری طول اجسام توسط خط‌کشی باشد که تا میلی‌متر مدرج شده است؟

(۴) $3 \times 10^{-9} \text{ Mm}$

(۳) $1300 (\mu\text{m})$

(۲) $23 \times 10^5 (\text{nm})$

(۱) $245 \times 10^7 (\text{p.m})$

فاصله‌ی بین دو نقطه، به شکل چهار گزینه‌ی زیر اعلام شده است. اندازه‌گیری در کدام یک از آن‌ها دقت بیشتری دارد؟ (وسایل اندازه‌گیری رقمی هستند)

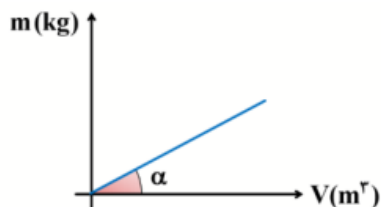
- (۱) ۹/۴۳km (۲) ۹/۴۳۰×۱۰^۶mm (۳) ۹۴۳۰۰۰cm (۴) ۹/۴۳۰×۱۰^۳m

چگالی

به جرم در واحد حجم اجسام چگالی (حجمی) گفته می‌شود و از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$\rho = \frac{m}{V} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) : \text{واحد در SI}$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\text{kg}}{\text{lit}} \xrightarrow{\times 1000} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \xrightarrow{\times 1000} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\text{kg}}{\text{lit}} = \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$



$$\Rightarrow \text{شیب خط } m = \tan \alpha = \rho$$

در یک آزمایش، جرم و حجم یک جسم جامد را مطابق شکل زیر، پیدا می‌کنیم. با توجه به داده‌های روی شکل، چگالی جسم در SI چقدر است؟



- (۱) ۲۵۰۰ (۲) ۲۰۵۰
(۳) ۲/۵ (۴) ۲/۰۵

چگالی مایع A، $\frac{4}{5}$ چگالی مایع B است. اگر حجم ۸ کیلوگرم از A برابر ۱۰ لیتر باشد، حجم ۵ کیلوگرم از مایع B برابر چند لیتر است؟ (سراسری تهرانی ۱۳۸۴)

۵ (۴)

۴ (۳)

۲/۶ (۲)

۲/۵ (۱)

یک قطعه فلز را که چگالی آن $2/7 \text{ g/cm}^3$ است کاملاً در ظرفی پر از الکل به چگالی $0/8 \text{ g/cm}^3$ وارد می‌کنیم و به اندازه‌ی ۱۶۰ گرم الکل از ظرف بیرون می‌ریزد، جرم قطعه فلز چند گرم است؟ (سراسری ریاضی ۱۳۹۳)

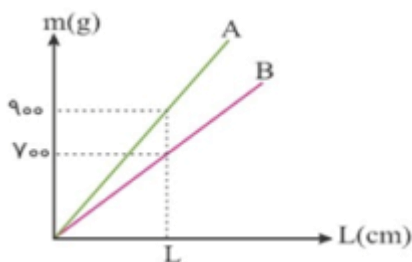
۲۰۰ (۴)

۴۳۲ (۳)

۴۵۰ (۲)

۵۴۰ (۱)

دو استوانه‌ی فلزی توپُر A و B را در اختیار داریم. قطر مقطع استوانه‌ی A سه برابر قطر مقطع استوانه‌ی B است. با توجه به نمودار زیر، اگر چگالی A برابر $0/2 \text{ g/cm}^3$ باشد، چگالی B چند kg/m^3 است؟ (L طول استوانه‌ها است)



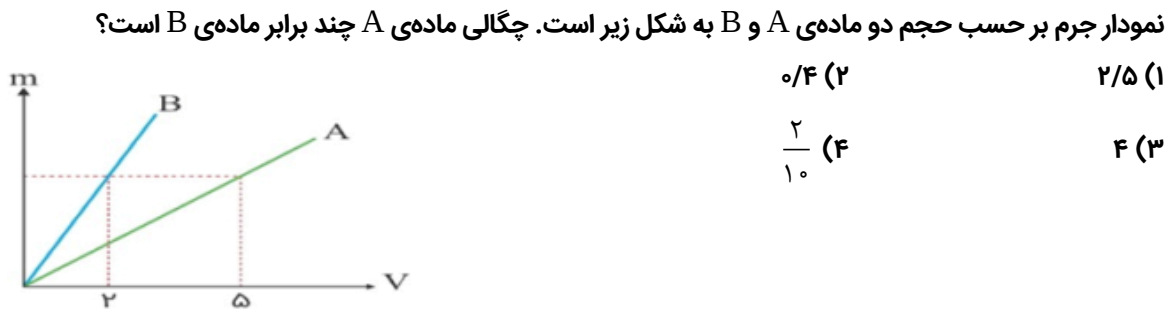
۱/۴ (۲)

۱۴۰۰ (۱)

۰/۷ (۴)

۷۰۰ (۳)

تیمت



تیمت

حجم مایعی در هنگام تغییر حالت ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. چگالی این ماده چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) ۲۰، کاهش (۲) ۲۰، افزایش (۳) ۲۵، کاهش (۴) ۲۵، افزایش

تیمت

در مخلوطی از آب و یخ، مقداری یخ ذوب می‌شود و حجم مخلوط 5 cm^3 کاهش می‌یابد. جرم یخ ذوب شده چند گرم است؟ (ریاضی خارج ۱۳۸۸) ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{یخ}} = 0.9 \text{ g/cm}^3$)

(۱) $\frac{4}{5}$ (۲) ۵ (۳) ۴۵ (۴) ۵۰

تیمت

دو استوانه‌ی همگن A و B دارای جرم و ارتفاع مساوی‌اند. استوانه‌ی A توپر و استوانه‌ی B توخالی است. اگر شعاع خارجی این دو استوانه با هم برابر و شعاع داخلی استوانه‌ی B نصف شعاع خارجی آن باشد، چگالی استوانه‌ی A چند برابر چگالی استوانه‌ی B است؟ (ریاضی ۱۳۸۹)

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



تست

شعاع یک کره‌ی فلزی ۵ سانتی‌متر و جرم آن ۱۰۸۰ گرم و چگالی آن $2/7 \text{ g/cm}^3$ است. درون این کره یک حفره وجود دارد. حجم این حفره چند درصد حجم کره را تشکیل می‌دهد؟ ($\pi = 3$) (ریاضی فارح ۱۳۹۴)

۲۵ (۴)

۲۰ (۳)

۱۵ (۲)

۱۰ (۱)

تست

درون لیوانی به جرم 20°g جسمی که از ماده‌ای با چگالی 5 g/cm^3 ساخته شده، می‌اندازیم و مجموع جرم لیوان و جسم 60°g می‌شود. سپس لیوان را کاملاً پر از آب می‌کنیم و مجموع جرم مجموعه به 80°g می‌رسد. حال اگر جسم را خارج کنیم و لیوان را پر از آب کنیم، مجموع جرم لیوان و آب 60°g خواهد شد. حجم حفره‌ی موجود در داخل جسم چند cm^3 است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

۱۶۰ (۴)

۱۲۰ (۳)

۸۰ (۲)

۴۰ (۱)

چگالی آلیاژ

آلیاژ از مخلوط کردن چند فلز به دست می‌آید، اگر در این مخلوط کردن تغییر حجمی صورت نگیرد، چگالی آلیاژ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \dots}$$

تست

با $2/7 \text{ kg}$ از ماده‌ی A به حجم 500 mL و 300 g از ماده‌ی B به حجم 2 lit آلیاژی ساخته‌ایم چگالی آلیاژ چند واحد SI است؟

تست

m_1 گرم از مایعی با چگالی 2 g/cm^3 را با m_2 گرم از مایعی با چگالی 3 g/cm^3 مخلوط کرده‌ایم. اگر در نهایت 500 g از مایعی با چگالی $2/5 \text{ g/cm}^3$ داشته باشیم، جرم هر یک از دو مایع و نسبت $\frac{m_1}{m_2}$ چقدر است؟

تست

مخلوطی از دو مایع به چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 درست شده است. اگر $\frac{2}{3}$ حجم آن از مایعی با چگالی ρ_1 و باقی‌مانده از مایعی با چگالی ρ_2 باشد، چگالی مخلوط برابر است با:

$$\begin{aligned} (1) & \frac{\rho_1 + 2\rho_2}{3} & (2) & \frac{2\rho_1 + \rho_2}{3} & (3) & \frac{3\rho_1\rho_2}{2\rho_1 + \rho_2} & (4) & \frac{3\rho_1\rho_2}{\rho_1 + 2\rho_2} \end{aligned}$$

یک جسم تزئینی به جرم 140g از طلا و نقره ساخته شده است. اگر این جسم را در ظرفی پر از آب داخل کنیم، 10cm^3 آب بیرون می‌ریزد. چند درصد حجم جسم از طلا ساخته شده است؟ (چگالی طلا و نقره به ترتیب برابر 20g/cm^3 و 10g/cm^3 است)

۸۰ (۴)

۶۰ (۳)

۴۰ (۲)

۲۰ (۱)

جواهر فروشی در ساختن یک قطعه جواهر به جای طلای خالص، مقداری نقره نیز به کار برده است. اگر حجم قطعه‌ی ساخته شده، ۵ سانتی‌متر مکعب و چگالی آن $13/6\text{g/cm}^3$ باشد، جرم نقره‌ی به کار رفته، چند گرم است؟ (چگالی نقره و طلا به ترتیب 10g/cm^3 و 19g/cm^3 فرض شود و تغییر حجم نداریم) (سراسری ریاضی شارج ۱۳۹۵)

۳۸ (۴)

۳۴ (۳)

۳۰ (۲)

۸ (۱)

نکته



حجم یکسانی از دو مایع مختلف را مخلوط کرده‌ایم. چنانچه $\rho_1 = 0.8 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_2 = 1 \text{ g/cm}^3$ باشد، 450 g از مخلوط این دو مایع چند لیتر حجم دارد؟

جرم‌های یکسان از دو مایع به چگالی‌های $\rho_1 = 3 \text{ g/cm}^3$ و $\rho_2 = 2 \text{ g/cm}^3$ را مخلوط کرده‌ایم. 100 cm^3 از مخلوط این دو مایع چند گرم جرم دارد؟

نکته



۹۰ گرم از مایعی با چگالی 7500 kg/m^3 را با 120 g گرم از مایعی با چگالی 4000 kg/m^3 مخلوط می‌کنیم. اگر چگالی مخلوط دو مایع برابر 6000 kg/m^3 شود، در این اختلاط

(۱) کاهش حجم صورت نگرفته است. (۲) 12 cm^3 از حجم مخلوط کم شده است.

(۳) 7 cm^3 از حجم مخلوط کم شده است. (۴) 6 cm^3 از حجم مخلوط کم شده است.

۸۰g آب خالص به چگالی 1 g/cm^3 را با ۶۰g مایع A به چگالی $1/5 \text{ g/cm}^3$ مخلوط کرده‌ایم. اگر حجم 10 cm^3 از مخلوط ۱۴g باشد، حجم مخلوط چند سانتی‌متر مکعب و چگونه نسبت به مجموع حجم‌های اولیه‌ی آب و مایع تغییر کرده است؟

- (۱) ۱۰، کاهش (۲) ۱۰، افزایش (۳) ۲۰، کاهش (۴) ۲۰، افزایش

فشار

فصل ۲

PRESSURE



فشار:

فشار عبارت است از نیرویی که به طور عمودی به واحد سطح وارد می‌شود و واحد آن معمولاً پاسکال (Pa) می‌باشد.

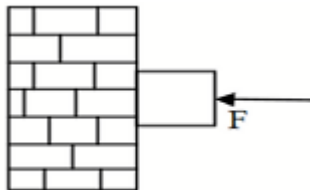
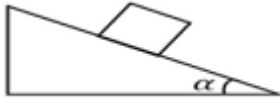
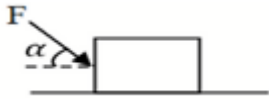


پیش‌نیاز فصل فشار

فشار جامدات:

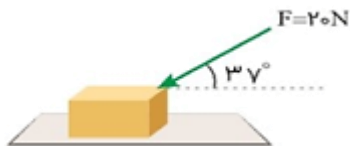
اگر بخواهیم فشار جامدات را بررسی کنیم؛ می‌توان با توجه به اشکال پنج‌گانه و همچنین با توجه به رابطه‌ی فشار، حالت‌های کلی زیر را می‌توان در نظر گرفت.





تست

به جسم مکعب شکلی به جرم ۱۰ kg که روی سطح افقی قرار دارد، نیروی ۱۰ kg مطابق شکل اثر می‌کند. اگر هر ضلع مکعب ۵ cm باشد، فشار بر سطح افقی چند پاسکال است؟ ($g = ۱۰\text{ N/kg}$)



$$\sin 37^\circ = 0.6$$

$$\cos 37^\circ = 0.8$$

۴۰۰۰۰ (۲)

۸۹۶۰۰ (۱)

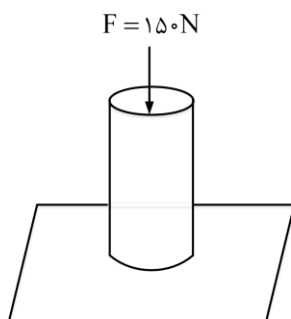
۴۴۸۰۰ (۴)

۴۸۰۰۰ (۳)

تست

استوانه‌ای توپر و همگن نشان داده شده، دارای سطح قاعده‌ای ۱۱۰۰ سانتی‌متر مربع و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر می‌باشد. اگر فشار وارد بر سطح از طرف استوانه ۳۰۰۰۰ پاسکال باشد، جرم استوانه چند کیلوگرم است؟ ($g = ۱۰\text{ m/s}^2$)

(مکمل مناسبانی ریاضی ۱۶)



۲/۵ (۲)

۱/۵ (۱)

۲۵ (۴)

۱۵ (۳)

مساحت روزنه‌ی خروج بخار آب، روی درب زودپزی $4/00 \text{ mm}^2$ است (شکل زیر). جرم وزنه‌ای که روی این وزنه باید گذاشت چقدر باشد تا فشار داخل آن در 2 atm نگه داشته شود؟ فشار بیرون دیگ زودپز را 1 atm بگیرید. (کتاب درسی)



یک زیردریایی تفریحی در اعماق اقیانوسی به آرامی حرکت می‌کند (شکل زیر). این زیردریایی تعدادی پنجره‌ی کوچک دایره‌ای شکل به شعاع $0/40 \text{ m}$ دارد. اگر فشار آب در محل هر یک از پنجره‌ها برابر $9/0 \times 10^5 \text{ Pa}$ باشد، بزرگی نیروی عمودی که آب بر سطح خارجی یکی از این پنجره‌ها وارد می‌کند چقدر است؟



نصف حجم استوانه‌ای از مایع با چگالی ρ_1 پر شده و نیمه‌ی بالایی آن از مایعی با چگالی ρ_2 پر شده است و فشار حاصل از دو مایع در کف استوانه برابر با P_1 است. اگر این دو مایع را به هم بزنیم و دو مایع در هم حل شوند، فشار حاصل از محلول در کف استوانه برابر با P_2 می‌شود. کدام رابطه درست است؟ (تهری فارغ ۹۷)

$$P_2 = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2(\rho_1 - \rho_2)} P_1 \quad (۴)$$

$$P_2 < P_1 \quad (۳)$$

$$P_2 > P_1 \quad (۲)$$

$$P_2 = P_1 \quad (۱)$$

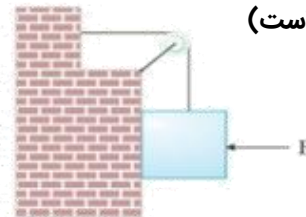
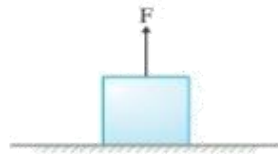
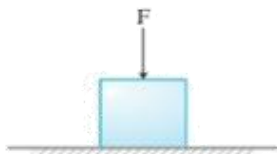
سطح مقطع یک نوع میخ 2 mm^2 است. مطابق شکل زیر، شخصی به جرم 80 kg روی سطحی پر از این نوع میخ دراز می‌کشد. برای آنکه میخ‌ها در بدن شخص فرو نروند، این سطح حداقل چه تعداد میخ باید داشته باشد؟ (حداکثر فشار

قابل تحمل روی پوست شخص را $2 \times 10^6 \text{ Pa}$ فرض کنید و $g = 10 \text{ N/kg}$)



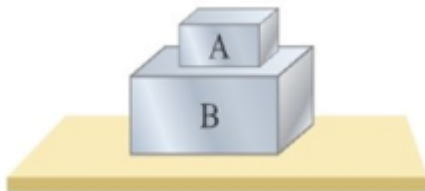
- (۱) ۱۰۰
(۲) ۲۰۰۰
(۳) ۳۰۰۰
(۴) ۴۰۰۰

در شکل زیر، جسم‌ها مشابه و در جای خود ثابت هستند و وزن هر یک 30 N است. اگر فشاری که از طرف هر یک از جسم‌ها بر سطح صاف وارد می‌شود به ترتیب از چپ به راست P_1 ، P_2 و P_3 باشد، کدامیک از گزینه‌های زیر درست است؟ (نیروی F برابر با 10 N است)

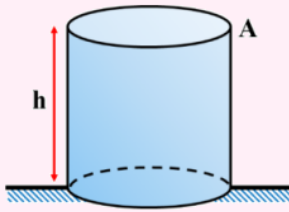


- (۱) $P_1 > P_2 > P_3$
(۲) $P_1 > P_3 > P_2$
(۳) $P_1 = P_2 > P_3$
(۴) $P_2 > P_1 > P_3$

در شکل زیر ابعاد مکعب آهنی B دو برابر ابعاد مکعب آهنی A است. فشاری که از طرف مکعب A به B وارد می‌شود، چند برابر فشاری است که از طرف مکعب‌ها به سطح افقی وارد می‌شود؟



- (۱) $\frac{2}{9}$
(۲) $\frac{4}{9}$
(۳) $\frac{1}{2}$
(۴) $\frac{1}{3}$



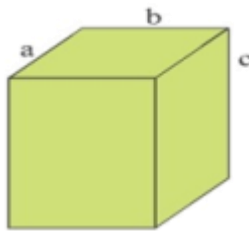
تست

مکعب فلزی توپر به ابعاد $5\text{cm} \times 4\text{cm} \times 2\text{cm}$ و چگالی 8 g/cm^3 از طرف یکی از وجه‌هایش روی سطح افقی قرار می‌گیرد. بیشترین فشاری که مکعب می‌تواند بر سطح وارد کند، چند پاسکال است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$) (سراسری ریاضی ۹۸)

- (۱) $1/6 \times 10^2$ (۲) 4×10^2 (۳) $1/6 \times 10^3$ (۴) 4×10^3

تست

در مکعب مستطیل شکل زیر، اگر ابعاد a ، b و c به نسبت ۱، ۲ و ۳ باشد و مکعب را روی وجوه مختلف روی سطح افقی قرار دهیم، بیشترین فشاری که به سطح وارد می‌کند، چند برابر کمترین فشار است؟ (ریاضی فارغ ۹۷)



- (۱) $1/5$ (۲) ۲
(۳) ۳ (۴) ۶

تست

مکعب مستطیلی به ابعاد $4 \times 5 \times 10$ سانتی‌متر روی سطح افقی قرار دارد. اگر تفاوت بیشترین و کمترین فشار تولیدی این جسم $3 \times 10^4\text{ Pa}$ باشد؛ جرم این جسم چقدر است؟

تست

مکعب فلزی توپری به ابعاد $5\text{cm} \times 4\text{cm} \times 2\text{cm}$ و چگالی 8g/cm^3 از طرف یکی از وجه‌هایش روی سطح افقی قرار می‌گیرد. بیشترین فشاری که مکعب می‌تواند بر سطح وارد کند، چند پاسکال است؟ ($g = 10\text{N/kg}$) (تجربی دافل ۱۳۹۳)

- (۱) $1/6 \times 10^2$ (۲) 4×10^2 (۳) $1/6 \times 10^3$ (۴) 4×10^3

تست

مکعبی به ضلع 60cm پُر از آب است. اگر تمامی آب این مکعب را درون استوانه‌ای که مساحت قاعده‌ی آن $0/36$ متر مربع است بریزیم، فشاری که این آب در کف استوانه ایجاد می‌کند، چند برابر فشاری است که در کف مکعب ایجاد می‌کند؟

(تجربی دافل ۹۶)

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

تست

ابعاد ظرف استوانه‌ای B، نصف ابعاد ظرف استوانه‌ای A است. ظرف A را پُر از آب می‌کنیم و هم‌جرم با آب، در استوانه‌ی B، جیوه می‌ریزیم. فشاری که آب بر کف ظرف A وارد می‌کند، چند برابر فشاری است که جیوه بر کف ظرف B وارد می‌کند؟

- (۱) $\frac{1}{13/6}$ (۲) $\frac{1}{4}$ (۳) $13/6$ (۴) ۴

فشار مایعات:



در مبحث فشار مایعات، این را باید بدانیم که این فشار، ناشی از نیرویی است که این نیرو ناشی از وزن مایع بالای سطح ما می‌باشد و رابطه‌ی کلی زیر برای آن برقرار است.

$$P = \rho gh$$

تذکره:

یکی از عوامل مهم در فشار مایعات، فشار هوا می باشد که به قرار زیر است:

= فشار هوا

نکته



در فشار مایعات ساکن سه نوع سؤال مطرح می شود.

(I)

(II)

(III)

پرسش: جسمی که مسافت آن 20cm^2 است را در عمق ۹ متری آب قرار می دهیم اگر آن را به عمق ۶ متری انتقال دهیم؛ مشخص کنید فشار در این حالت، چند برابر فشار در سطح آب است؟

تجربیه

فشار در عمق مایع دهانه بازی (عمق h) می باشد. فشار در عمق $2h$ از آن مایع کدام است؟

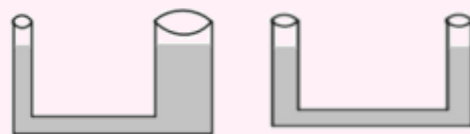
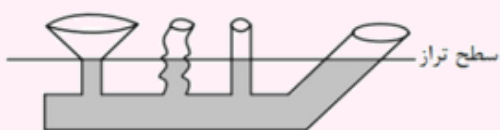
(۱) $P' = 2P$ (۲) $P < P' < 2P$ (۳) $P' > 2P$ (۴) $P' < 2P$

نکته



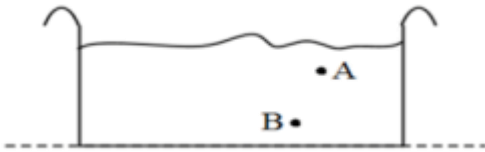
در فشار، اصلی وجود دارد به نام اصل هم تراز، یعنی در یک مایع، نقاطی که دارای ارتفاع یکسان هستند یا به

عبارتی هم تراز هستند دارای فشاری برابر می باشند.



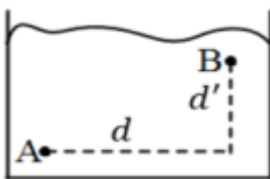
اختلاف فشار بین دو نقطه‌ی غیر هم‌ارتفاع

محاسبات نشان می‌دهد؛ اختلاف فشار بین دو نقطه در یک مایع به حالت تعادل، بستگی به اختلاف ارتفاع قائم بین این دو نقطه دارد و فاصله‌ی افقی مهم نیست.



$$\rightarrow \sum F_y = 0 \rightarrow F_B = F_A + mg \rightarrow P_B A = P_A A + \rho v g \rightarrow P_B = P_A + \rho g h \rightarrow P_B - P_A = \rho g h$$

تست

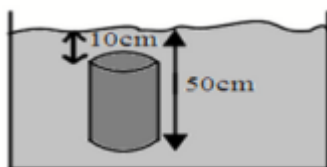


اختلاف فشار نقاط A و B چقدر است؟

- (۱) $\rho g(d + d')$ (۲) $\rho g d$
(۳) $\rho g d'$ (۴) $\rho g \sqrt{d + d'}$

تست

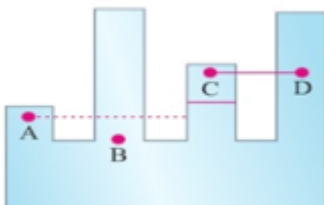
استوانه‌ای توپر که سطح قاعده‌ی آن 20 cm^2 است. مطابق شکل، درون آب به چگالی $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ قرار دارد. اختلاف نیروهایی که از طرف آب به قاعده‌ی پایین و بالای استوانه وارد می‌شود؛ چند نیوتن است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) (سراسری ریاضی ۸۸)



- (۱) ۲ (۲) ۸
(۳) ۱۰ (۴) ۸۰۰

تست

ظرف شکل زیر پر از مایع ساکن است. رابطه‌ی بین فشارهای نقاط A و B و C و D کدام است؟



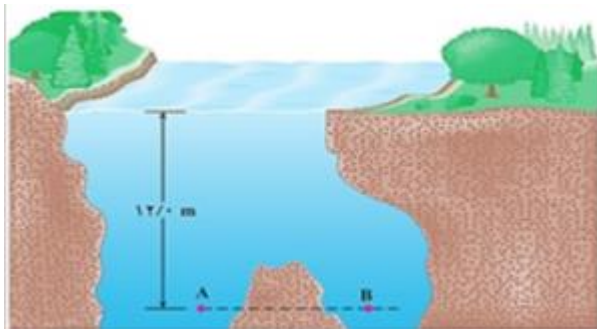
- (۱) $P_A > P_B > P_D = P_C$
(۲) $P_A > P_B > P_D > P_C$
(۳) $P_B > P_A > P_C > P_D$
(۴) $P_B > P_A > P_C = P_D$

مطابق شکل، جسمی مکعبی به طول ضلع 20 cm درون شاره‌ای غوطه‌ور و در حال تعادل است. فشار در بالا و زیر جسم، 101 kPa و 105 kPa است. چگالی مایع، چند گرم بر لیتر است؟ ($g = 10\text{ m/s}^2$) (تشریحی خارج ۱۴۰۲ - تمرین کتاب)



- (۱) ۲
(۲) ۳
(۳) ۲۰۰۰
(۴) ۳۰۰۰

نقاط A و B در عمق یکسانی از سطح آب یک دریاچه قرار گرفته‌اند. فشار در نقطه‌ی A چقدر است؟ در نقطه‌ی B چطور؟ چگالی آب دریاچه را 1000 kg/m^3 و فشار هوا در سطح دریاچه را $1 \times 10^5\text{ Pa}$ در نظر بگیرید. ($g = 10\text{ m/s}^2$)



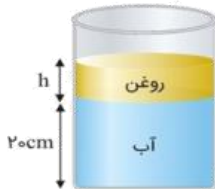
شناگری در عمق 5 m از سطح آب دریاچه‌ای شنا می‌کند. فشار ناشی از آب و همچنین فشار کل در این عمق چقدر است؟ اگر مساحت پرده‌ی گوش را یک سانتی‌متر مربع (1 cm^2) فرض کنیم، بزرگی نیرویی که به پرده‌ی گوش این شناگر وارد می‌شود چند نیوتن است؟ فشار هوای محیط را $1 \times 10^5\text{ Pa}$ در نظر بگیرید. ($g = 10\text{ m/s}^2$) (تمرین کتاب)

غواص‌ها می‌توانند با قرار دادن یک سر لوله‌ای در دهان خود، در حالی که سر دیگر آن از آب بیرون است، تا عمق بیشینه‌ای در آب فرو روند و نفس بکشند.



با گذشتن از این عمق، اختلاف فشار درون و بیرون ریه‌ی غواص افزایش می‌یابد و غواص را ناراحت می‌کند. چون هوای درون ریه از طریق لوله با هوای بیرون ارتباط دارد، فشار هوای درون ریه، همان فشار جو است. در حالی که فشار وارد بر قفسه سینه‌ی او، همان فشار در عمق آب است. در عمق $6/15\text{ m}$ از سطح آب، اختلاف فشار درون ریه‌ی غواص با فشار وارد بر قفسه‌ی سینه‌ی او چقدر است؟ (خوب است بدانید که غواص‌های مجهز به مخزن هوای فشرده می‌توانند تا عمق بیشتری در آب فرو روند، زیرا فشار هوای درون ریه‌ی آن‌ها با افزایش عمق، همپای فشار آب بر سطح بیرونی بدن، زیاد می‌شود) (کتاب درسی)

تعمین: در ظرف شکل زیر، آب با چگالی 1 g/cm^3 و روغن با چگالی 0.9 g/cm^3 ریخته شده است. فشار هوای محیط 10^5 Pa می‌باشد. اگر فشار کل در کف ظرف $1.029 \times 10^5\text{ Pa}$ باشد، ارتفاع روغن چند سانتی‌متر است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)



$$m = \rho \times A h = 1 \times 20 \times 0.1 = 2$$

سطح مقطع یک ظرف استوانه‌ای 20 cm^2 است و در آن تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر آب ریخته شده است. روی آب چند گرم روغن با چگالی 0.6 g/cm^3 بریزیم تا فشار حاصل از این دو مایع در کف استوانه برابر ۲۰۰۰ پاسکال شود؟

($g = 10\text{ m/s}^2$ و چگالی آب 1 g/cm^3) (ریاضی شارح ۱۳۹۵)

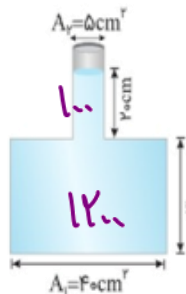
$$\cancel{P} = \frac{mg + \cancel{ng}}{\cancel{A}} \Rightarrow \cancel{P} = 2 + \textcircled{2} \rightarrow \rho A h$$

240 (4) 200 (3) 120 (2) 100 (1)

20×10^{-4} روغن ؟

مرکز

جرم مایع درون ظرف شکل زیر $3/9 \text{ kg}$ است. فشار ناشی از مایع در کف ظرف چند پاسکال است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



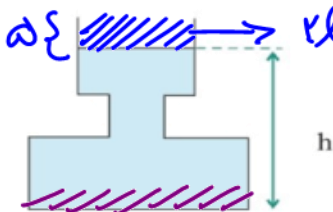
$V = 12 \dots$

$$h = 12 \text{ cm} \quad P = 1000 \times 10 \times \frac{1}{100} = 1000$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{3.9}{12 \text{ cm}^3} = 3$$

- (۱) $9/75 \times 10^3$
(۲) $1/5 \times 10^4$
(۳) $9/75 \times 10^4$
(۴) $1/5 \times 10^3$

در شکل زیر ظرف تا ارتفاع h از آب پر شده و سطح مقطع قسمت‌های مختلف استوانه‌ای شکل آن از بالا به پایین به ترتیب 0.04 m^2 ، 0.01 m^2 و 0.08 m^2 است. اگر ۲ لیتر آب بر آب ظرف اضافه کنیم، فشار در کف ظرف چند پاسکال افزایش می‌یابد؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$ و $\rho_{\text{آب}} = 1000 \text{ kg/m}^3$)



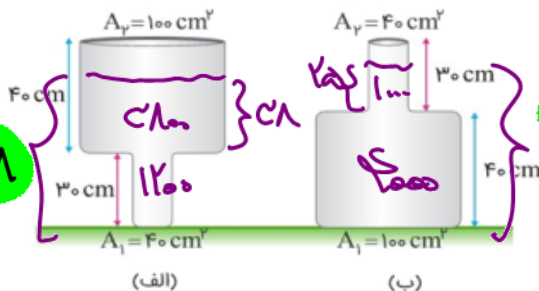
$$\Delta P = 1000 \times 10 \times 0.02 = 200$$

- (۱) ۲۰۰
(۲) ۳۰۰
(۳) ۴۰۰
(۴) ۵۰۰

$$1000 = \rho g h \Rightarrow h = 0.02$$

اگر ۲ لیتر آب بر آب ظرف اضافه کنیم
$$\Delta P = 1000 \times 10 \times 0.02 = 200$$

مطابق شکل زیر دو ظرف در اختیار داشته و درون هر کدام ۵ لیتر روغن می‌ریزیم. اگر فشار وارد بر کف ظرف از طرف روغن در شکل الف، P_1 و فشار وارد بر کف ظرف از طرف روغن در شکل ب، P_2 باشد، اختلاف فشار A و B چند پاسکال است؟ ($\rho_{\text{روغن}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$)



$$\Delta h = 0$$

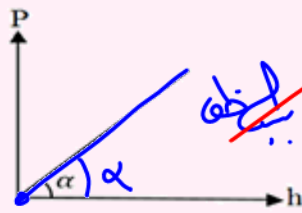
$$\Delta P = \rho g h$$

$$1 \times 1 \times 8 = 8$$

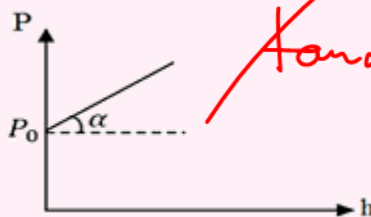
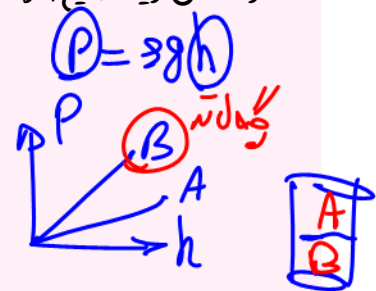
- (۱) ۰
(۲) ۱۶۰
(۳) ۲۴۰
(۴) ۳۲۰



فشار حاصل از یک مایع (گاز) در عمق h از آن به صورت زیر است.



$$\tan \alpha = \frac{P}{h} = \rho g$$



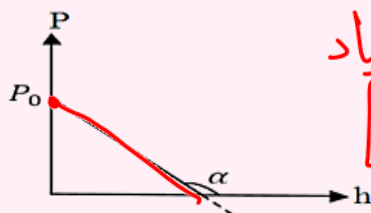
فشار کل در مایع در عمق h از آن به صورت زیر است:

$$\tan \alpha = \frac{P}{h} = \rho g$$

فشار مطلق

چون زمین مانند هر شاروی دیگری بر کلیه سطوح داخل خود، فشار وارد می‌کند که مقدار آن در سطح دریا

بیشترین بوده (P_0) و هر چه بالا برویم فشار جو کاسته می‌شود.



الیهاد
فشار ثابت

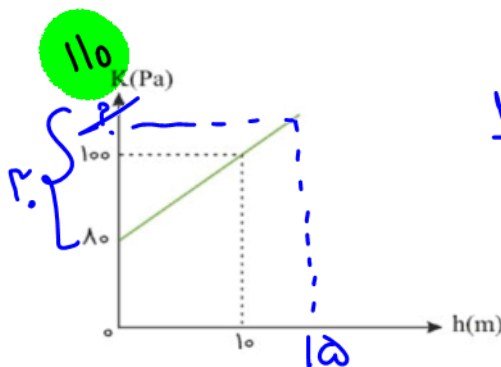
$$\tan \alpha = -\rho g$$

$$\tan \alpha = \frac{P}{h} = -\rho g$$



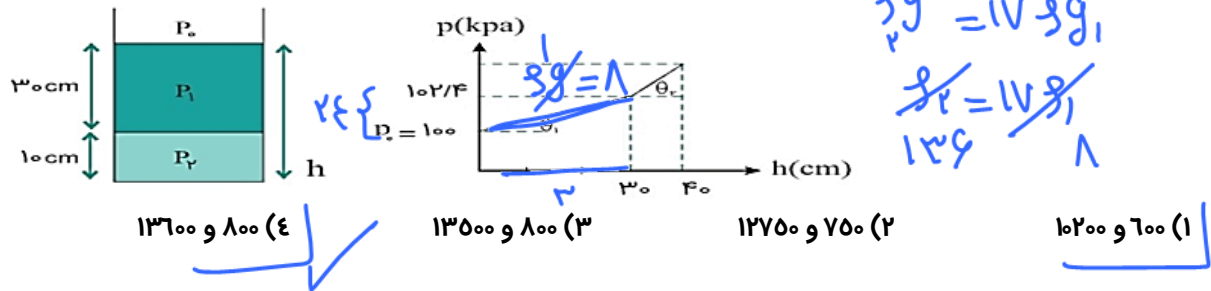
تمرین: نمودار فشار کل - عمق یک مایع رسم شده است. فشار کل در عمق ۱۵m از این مایع چند کیلو پاسکال

است؟



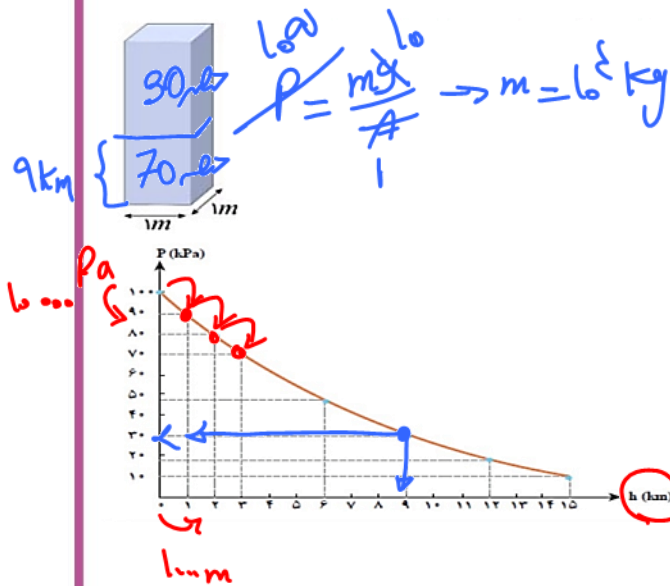
$$\frac{P_0}{h_0} = \frac{P}{h}$$

در ظرفی مطابق شکل زیر، دو مایع مخلوط نشدنی وجود دارد. اگر نمودار تغییرات فشار بر حسب عمق دو مایع مطابق شکل زیر باشد و $\tan \theta_2 = 17 \tan \theta_1$ باشد، ρ_1 و ρ_2 در SI کدام اند؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$) (سراسری ریاضی خارج ۹۶)

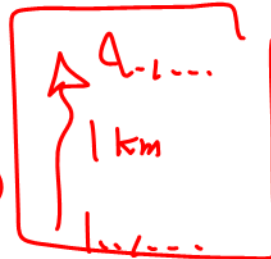


? تمرین کتاب درسی: در هواشناسی و روش نقشه‌های آب و هوا، معمولاً از یکای بار (bar) برای فشار هوا استفاده می‌کنند. به طوری که داریم:

$$1 \text{ bar} = 1/000 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1/000 \times 10^5 \text{ Pa}$$



یک ستون به سطح مقطع 1 m^2 در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه می‌یابد (شکل زیر). اگر فشار هوا را در سطح دریا ۱ bar در نظر بگیریم، چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟ با توجه به شکل نمودار زیر، چند درصد این جرم تا ارتفاع ۹ کیلومتری این ستون فرضی قرار دارد؟



? تمرین کتاب: اختلاف بین فشار هوای بالا و پایین برج آزادی، با ارتفاع ۴۵ متر، چقدر است؟ چگالی هوا را تقریباً



$$(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \text{ بگیرید. } (1/0 \text{ kg/m}^3)$$

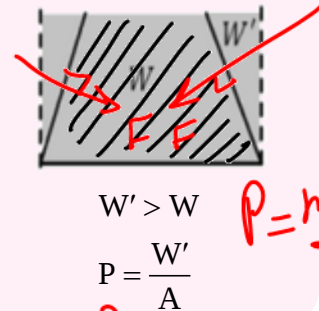
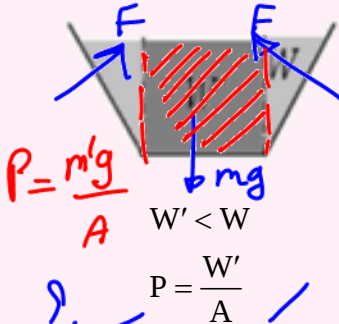
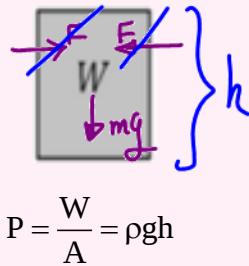
$$P = \rho g h = 1 \times 10 \times 45$$



فشار مایعات ساکن ناشی از وزن ستون قائم آن هاست و مقدار آن برای فشار مایع ρgh است.

$$P = \frac{mg}{A}$$

$$P = \rho gh$$

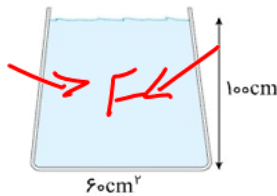


به اندازه‌ی وزن مایع در ارتفاع به نفس
منه رواردی شود

به اندازه‌ی لغته وزن به نفس

بتر از وزن به نفس

تمرین: اگر ۳ لیتر آب را درون ظرفی مطابق شکل زیر بریزیم، اندازه و جهت برآیند نیروهای وارد از طرف دیواره به مایع چگونه است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)



$$P = \frac{mg + F}{A}$$

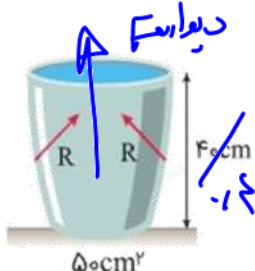
$$\rho gh = 1000 \times 10 \times 1$$

$$60 = \frac{mg}{A} + \frac{F}{A}$$

$$30 = \frac{mg}{A}$$

$$30 \text{ N}$$

تمرین: چنانچه با ۱ لیتر آب ظرف مطابق شکل زیر را لبریز کنیم، برآیند نیروهای عمود بر سطح وارد از طرف دیواره به مایع چند نیوتن است؟ ($\rho_w = 1 \text{ g/cm}^3$, $g = 10 \text{ m/s}^2$)



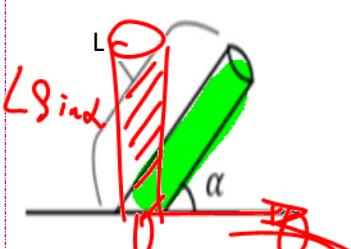
$$P = \frac{mg - F}{A}$$

$$\rho gh = 1000 \times 10 \times 0.1 = 1000$$

$$20 = \frac{mg}{A} - \frac{F}{A}$$

$$40 = \frac{mg}{A}$$

$$20 \text{ N}$$



$$P = \rho gh$$

$$P = \rho gh = \rho g(L \sin \alpha)$$

$$L \cos \alpha$$

در شکل رسم شده درون لیوان استوانه‌ای شکل آب با چگالی 1 g/cm^3 موجود است، اختلاف فشار بین دو نقطه‌ی A و B برابر چند Pa است؟ ($P_0 = 10^5 \text{ Pa}$)

۱) ۲۰۰۰
۲) ۴۰۰۰
۳) ۱۰۲۰۰۰
۴) ۱۰۴۰۰۰

هوا
A
B
۴ cm
۶۰°
۶۰°

$\Delta P = \rho g \Delta h$

نکته



نیروی پدکف

نیروی پدکف

$F = PA$

که ρgh و $\rho gh + P_0$

$F = mg$

$F = \rho gh A$

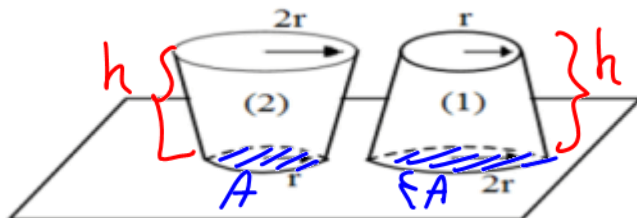
$F = mg \Rightarrow F_1 = F_2$

برای برابر

تست

در شکل مقابل، حجم و عمق آب در هر دو ظرف پر از آب با هم برابر است؛ اگر نیرویی که ظرف‌ها به سطح افقی وارد می‌کنند، به ترتیب F_1 و F_2 و فشار آب در کف ظرف‌ها P_1 و P_2 باشد، کدام رابطه درست است؟ (جرم ظرف‌ها با هم برابر است.)

(ریاضی دافیل ۹۲)



$P = \rho gh \Rightarrow P_1 = P_2$

(۱) $P_1 = \frac{1}{4} P_2$ و $F_1 = F_2$

(۲) $P_1 = P_2$ و $F_1 = 4F_2$

(۳) $P_1 = P_2$ و $F_1 = F_2$

(۴) $P_1 = 4P_2$ و $F_1 = \frac{1}{4} F_2$

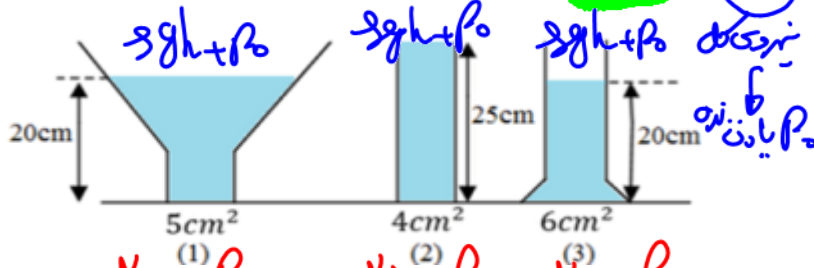
$P_1 = P_2$ $F = P A$ $\frac{F_1}{F_2} = \frac{4A}{A} \Rightarrow F_1 = 4F_2$

فرمول کلی: $F = PA$

نیروی وارد بر کف ظرف به تفکیک: $F_c > F_1 = F_2$

تفاوت: $F_c - F_1 = F_2$

در ظرف‌های شکل زیر آب وجود دارد. اگر نیروی وارد بر کف ظرف‌های (۱)، (۲) و (۳) به ترتیب F_1 ، F_2 و F_3 باشد؛ کدام رابطه درست است؟



رابطه درست است؟

(۱) $F_1 = F_2 > F_3$

(۲) $F_1 = F_2 < F_3$

(۳) $F_1 > F_2 > F_3$

(۴) $F_1 = F_2 < F_3$

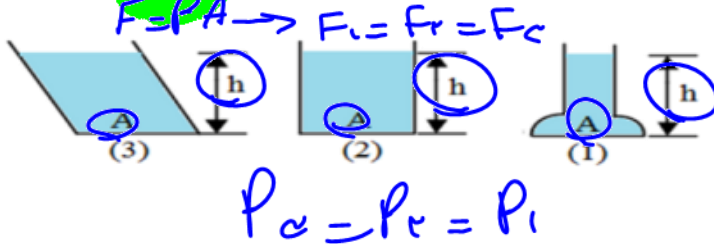
Handwritten calculation:

$$F = PA = (P_0 + \rho gh)A$$

For (1): $F_1 = (P_0 + \rho gh) \cdot 5$
 For (2): $F_2 = (P_0 + \rho gh) \cdot 4$
 For (3): $F_3 = (P_0 + \rho gh) \cdot 6$

Since h is the same, $F_3 > F_1 > F_2$

در سه ظرف مقابل با سطح قاعده‌ی مساوی، تا ارتفاع یکسان از یک مایع ریخته‌ایم. اگر وزن مایع موجود در هر یک از ظرف‌های (۱) و (۲)، سه برابر وزن مایع ظرف (۱) باشد، کدام مقایسه در رابطه با فشار و نیروی وارد بر کف ظرف‌ها صحیح است؟



(۱) $F_1 > F_2 > F_3$ و $P_1 < P_2 < P_3$

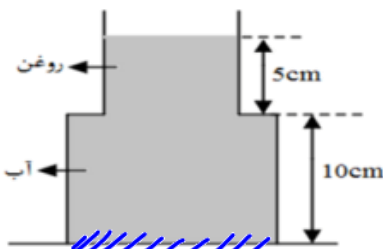
(۲) $F_1 < F_2 < F_3$ و $P_1 < P_2 < P_3$

(۳) $F_1 = F_2 = F_3$ و $P_1 = P_2 = P_3$

(۴) $F_2 > F_1 > F_3$ و $P_1 < P_2 < P_3$

Handwritten: $P_1 = P_2 = P_3$

در شکل مقابل، ظرف از دو قسمت استوانه‌ای تشکیل شده است که سطح مقطع استوانه‌ها 10 cm^2 و 50 cm^2 است. نیرویی که از طرف مایع‌ها بر کف ظرف وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ (چگالی روغن و آب به ترتیب 0.8 gr/cm^3 و 1 gr/cm^3 و $g = 10 \text{ m/s}^2$) (ریاضی فارغ ۹۴)



Handwritten calculation:

$$F = P \cdot A = \rho \cdot g \cdot h \cdot A$$

For the top section (oil): $F_1 = 0.8 \times 10 \times 50 = 400 \text{ N}$
 For the bottom section (water): $F_2 = 1 \times 10 \times 10 = 100 \text{ N}$

Total force: $F = 400 + 100 = 500 \text{ N}$

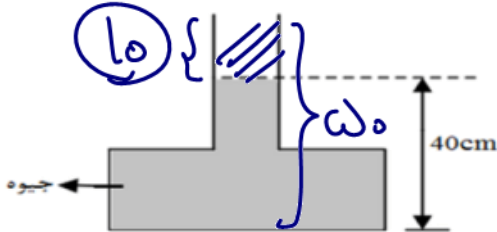
Handwritten: $F = mg = 500 \text{ N}$

Handwritten: $m_1 + m_2 \Rightarrow 1 \times 50 \times 10 + 0.8 \times 50 \times 10$

در شکل روبه‌رو، اگر بیشینه‌ی نیرویی که کف ظرف می‌تواند از طرف جیوه تحمل کند، ۱۳۵ نیوتن باشد، حداکثر چند سانتی-متر جیوه می‌توان به ارتفاع جیوه در لوله اضافه کرد تا ظرف، شکسته نشود؟

جواب

(20 cm^2 = سطح کف ظرف، $13500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ = چگالی جیوه و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ است.) (تهری دافیل ۹۱)



۱۰ (۲)

۵ (۱)

۹۰ (۴)

۲۰ (۳)

۱۳۵

$$F = P A$$

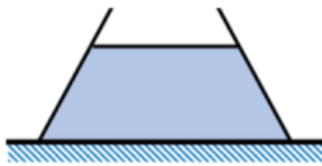
$$\rho g h_{\text{max}}$$

$$135 = 13500 \times 10 \times h \times 10 \times 10^{-4}$$

$$h = 0.1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

مربع

ظرفی مطابق شکل، محتوی مایعی به وزن W است. اگر نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند، F_1 و نیرویی که ته ظرف بر سطح افقی وارد می‌کند، F_2 و وزن ظرف ناچیز باشد، کدامیک از روابط زیر صحیح است؟



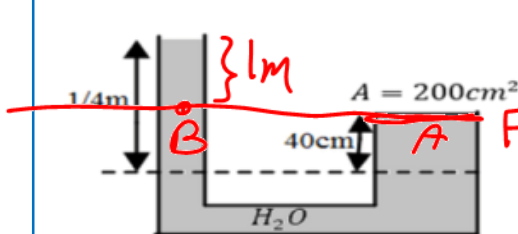
$$F_1 > W = F_2 \quad (2)$$

$$F_1 = W < F_2 \quad (1)$$

$$F_1 < W = F_2 \quad (4)$$

$$F_1 = W = F_2 \quad (3)$$

در ظرفی مطابق شکل، آب ریخته‌ایم. نیروی کل وارد بر سقف راست چیست؟



($\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$)

100×10^{-4}

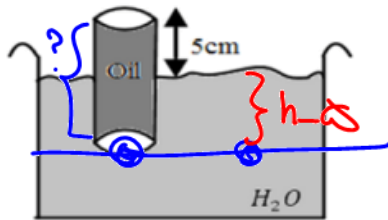
$$F = P A = 2200 \text{ N}$$

$$P_A = P_B = \rho g h + P_0 = 110000$$

$$1000 \times 10 \times 10 + 100000$$

تجربیات

لوله‌ی سبک دو سر بازی مطابق شکل، قائم به حال تعادل است. اگر لوله پر از روغن باشد، کل ارتفاع لوله چند سانتی‌متر



است؟ ($\rho_{\text{روغن}} = 0.9 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$, $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

$$\rho_{\text{آب}} g h = \rho_{\text{روغن}} g (5 + h)$$

$$1 \cdot h = 0.9 \cdot (5 + h) \Rightarrow h = 4.5 \text{ cm}$$

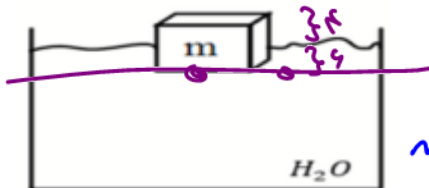
تجربیات

مکعبی چوبی به ضلع ۱۰ cm مطابق شکل، روی آب شناور است.

الف) چند درصد حجم چوب خارج آب است؟ $\rho_{\text{چوب}} = 0.6 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$

ب) وزنی چند gr روی چوب قرار دهیم تا چوب در آب غوطه‌ور شود؟

($\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$, $\rho_{\text{چوب}} = 0.6 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$, $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)



$$\rho_{\text{آب}} g V_{\text{غوطه‌ور}} = \rho_{\text{چوب}} g V_{\text{کل}} \Rightarrow 1 \cdot 0.4 \times 10 = 0.6 \times 10 \Rightarrow 40\%$$

الف) چه ای چوب به گوی ۰.۱۴ در آب غوطه‌ور شده
خارج است ۰.۰۶
مکعب ۱۰×۱۰×۱۰
چوب ۰.۶
آب ۱

$$A = 100 \text{ cm}^2$$



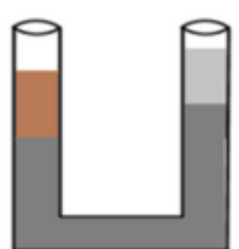
$$\rho_{\text{آب}} g h + \frac{m g}{A} = \rho_{\text{چوب}} g h$$

$$1 \cdot h + \frac{m}{100} = 0.6 \cdot h \Rightarrow 0.4 h = \frac{m}{100} \Rightarrow m = 40 \text{ g}$$

$$m = 0.04 \text{ kg} = 40 \text{ g}$$

لوله‌های U شکل و ویژگی‌های آن

در لوله‌های U شکل برای بدست آوردن و بررسی مجهول‌ها ابتدا بزرگ‌ترین مرز مشترک که به محور ب.م.م شهرت دارد، رسم می‌کنیم؛ سپس مجموعه‌ی فشار وارد بر محور ب.م.م در شاخه‌ی سمت راست را برابر شاخه‌ی سمت چپ قرار می‌دهیم. پس داریم:



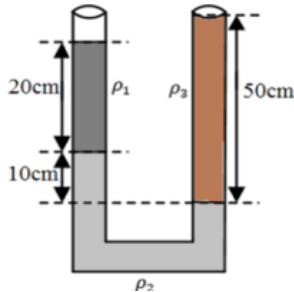
فرض کنید: اگر مداخله‌ی گوی روی مکعبی چوبی به ضلع ۱۰ cm قرار دهیم در آب غوطه‌ور می‌شود با بد داشتن وزنی چند درصد آن از آب خارج می‌شود؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1$)

$$\rho_{\text{آب}} g h + \frac{m g}{A} = \rho_{\text{چوب}} g h \Rightarrow 1 \cdot h + \frac{m}{100} = 0.6 \cdot h \Rightarrow m = 40 \text{ g}$$

$$0.4 \times 100 = 40 \text{ g}$$

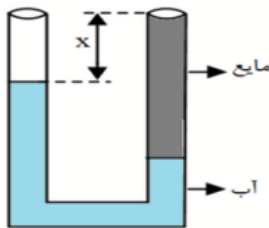
مکعب ۱۰×۱۰×۱۰
چوب ۰.۶
آب ۱
خارج ۰.۴

در شکل مقابل سه مایع مخلوط نشدنی در حال تعادل اند. اگر $\rho_1 = 1/25 \frac{gr}{cm^3}$ و $\rho_2 = 5 \frac{gr}{cm^3}$ باشد، ρ_3 چند گرم بر سانتی متر مکعب است؟



- | | |
|---------|---------|
| ۱ (۱) | ۲/۵ (۲) |
| ۰/۸ (۳) | ۱/۵ (۴) |

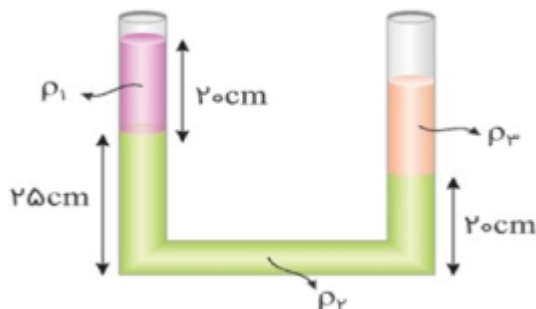
مایعی به چگالی $0/6 \frac{gr}{cm^3}$ که با آب مخلوط نمی شود، به شکل زیر به حال تعادل است. اگر اختلاف ارتفاع آب در دو



شاخه ۱۲cm باشد، x چند سانتی متر است؟ (چگالی آب $1 \frac{gr}{cm^3}$ می باشد)

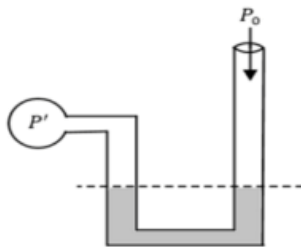
- | | |
|---------|-------|
| ۷/۲ (۱) | ۴ (۲) |
| ۶/۸ (۳) | ۸ (۴) |

در شکل زیر، سه مایع مخلوط نشدنی به چگالی های $\rho_1 = 0/8 g/cm^3$ و $\rho_2 = 2/4 g/cm^3$ و مایع سوم با چگالی ρ_3 به حالت تعادل قرار دارند. اگر سطح مقطع لوله $2cm^2$ باشد، جرم مایع سوم چند گرم است؟ (تقریبی خارج ۱۴۰۰)

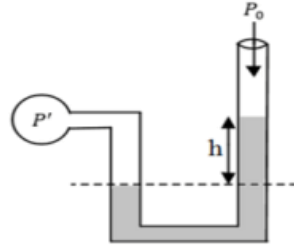


- | | |
|--------|--------|
| ۵۶ (۱) | ۴۸ (۲) |
| ۴۲ (۳) | ۳۵ (۴) |

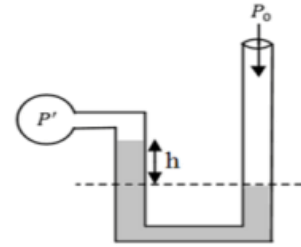
پمپ و لوله‌های U شکل



$$P' = P_0$$



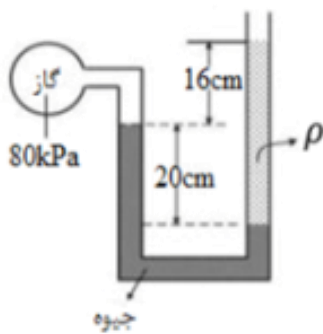
$$P' = P_0 + \rho gh$$



$$P' + \rho gh = P_0$$

تست

درون لوله‌ی U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است، جیوه به چگالی $\frac{13600 \text{ kg}}{\text{m}^3}$ و مایعی به چگالی ρ وجود دارد. اگر فشار هوای بیرون لوله 10^5 Pa باشد، ρ چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ (تقریبی ۱۴۰۰)



۱۵۰۰ (۲)

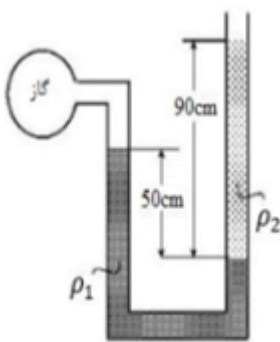
۱۰۰۰ (۱)

۲۵۰۰ (۴)

۲۰۰۰ (۳)

تست

در شکل زیر، دو مایع به حالت تعادل قرار دارند. اگر چگالی آن‌ها $\rho_1 = 1/2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $\rho_2 = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ باشد. فشار پیمانه‌ای



گاز چند پاسکال است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ (تقریبی ۱۴۰۰)

۳۶۰۰ (۲)

۳۰۰۰ (۱)

۵۸۰۰ (۴)

۵۰۰۰ (۳)



اگر در مکانی فشار هوا برابر 76 cmHg باشد، فشار در عمق 136 سانتی متری آب رودخانه چند سانتی متر جیوه است؟

$$\left(\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \rho_{\text{جیوه}} = 136000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \text{ (سراسری ریاضی ۹۳)}$$

۹۶ (۴)

۹۲ (۳)

۸۶ (۲)

۸۲ (۱)

در شکل مقابل، فشار گاز در شاخه A چند سانتی متر جیوه است؟

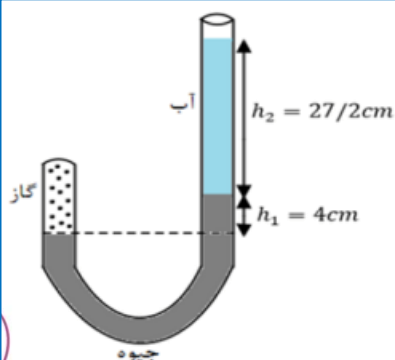
$$\left(P_0 = 76 \text{ cmHg}, \rho_{\text{جیوه}} = 13 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}, \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

۸۰ (۲)

۶۸ (۱)

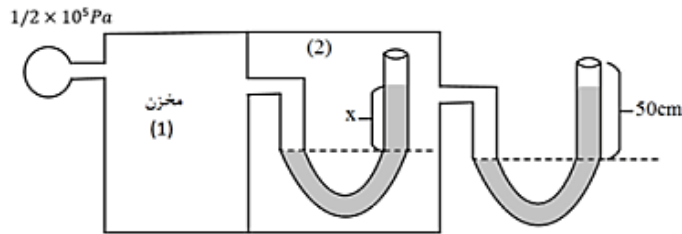
۷۶ (۴)

۶۶ (۳)



تجربیات

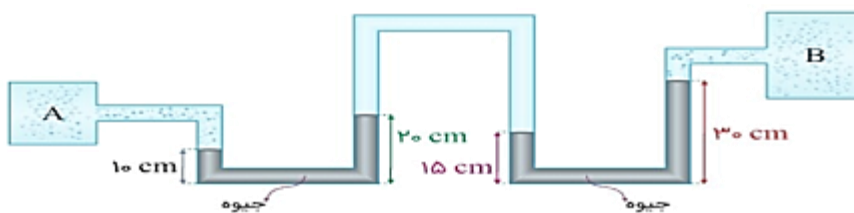
در شکل مقابل، مقدار x چند سانتی‌متر است؟ ($P_0 = 1.0^5 \text{ Pa}$, $\rho = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ آب و مایع درون لوله آب)



- (۱) ۱۵۰
(۲) ۲۵۰
(۳) ۱۰۰
(۴) ۶۰

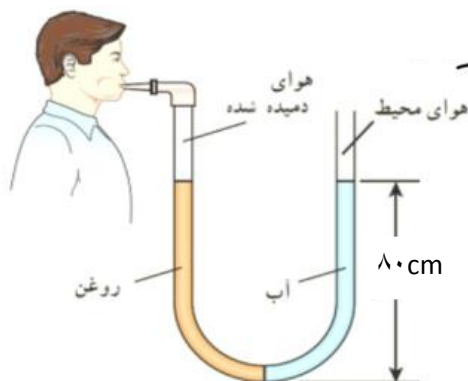
تجربیات

در شکل زیر، اگر فشار مخزن A، 45 cmHg باشد، فشار مخزن B چند سانتی‌متر جیوه است؟



- (۱) ۲۰
(۲) ۲۵
(۳) ۳۰
(۴) ۳۵

؟ تمرین کتاب: لوله‌ی U شکلی را در نظر بگیرید که محتوی حجم مساوی از آب و روغن است (شکل زیر). با توجه به اطلاعات روی شکل، فشار پیمانه‌ی هوای درون ریه‌ی شخصی که از شاخه‌ی سمت چپ لوله درون آن دمیده، چقدر است؟ چگالی روغن را 0.8 kg/m^3 بگیرید.



شکل زیر یک کیسه‌ی پلاستیکی حاوی محلولی با چگالی $1/12 \text{ gr/cm}^3$ را نشان می‌دهد که در حال تزریق به یک بیمار است. سوزن سرنگی را به قسمت خالی از مایع بالای این کیسه وارد می‌کنیم تا فشار هوا در این بخش از کیسه همواره برابر با فشار هوای بیرون بماند. اگر فشار پیمانه‌ای در سیاهرگ 1232 (Pa) باشد، کمترین ارتفاع h چند سانتی‌متر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ کند؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$) (تمرین کتاب)

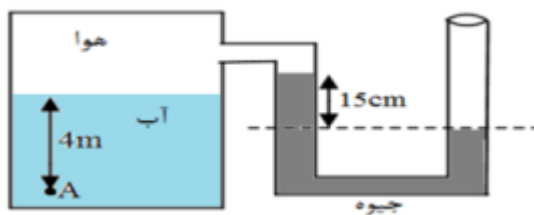


۱۰ (۱)

۱۳ (۳)

در شکل روبه‌رو، فشار در نقطه‌ی A چند کیلوپاسکال است؟ (سراسری تهرانی ۹۴)

(10^5 Pa = فشار هوای بیرون، $\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, $\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

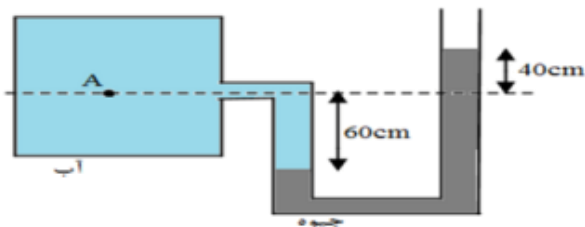


۷۹/۶ (۱)

۶۸/۴ (۳)

در شکل روبه‌رو اختلاف فشار نقطه A و فشار هوا چند کیلوپاسکال است؟ (سراسری ریاضی ۹۴)

($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$, $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$)

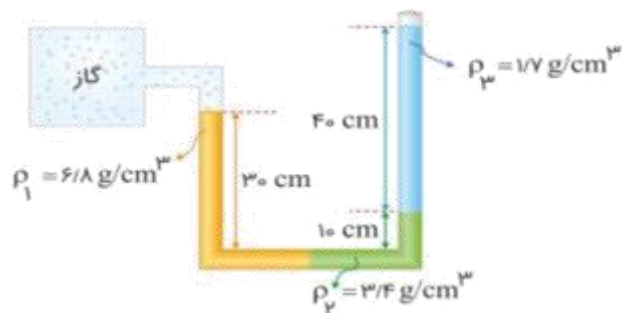


۱۳۶ (۲)

۱۳۰ (۳)

تست

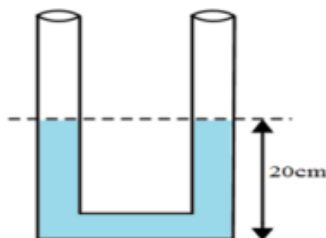
در شکل زیر، فشار پیمانه‌ای گاز چند تور (torr) است؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ g/cm}^3$ ، مقطع قسمت افقی لوله ناچیز است)



- (۱) +۷۵
(۲) +۷۵
(۳) +۱۵۰
(۴) -۱۵۰

تست

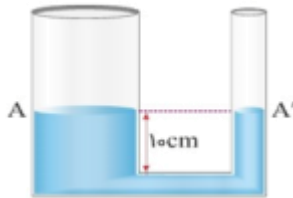
در شکل روبه‌رو ارتفاع آب در هر شاخه لوله برابر ۲۰ cm است. درون یکی از شاخه‌ها به آرامی روغن می‌ریزیم تا طول ستون روغن به ۲۵ cm برسد. در حالت تعادل، ارتفاع آب در شاخه‌ی مقابل چند سانتی‌متر خواهد شد؟ (چگالی آب و روغن به ترتیب $1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ و $6 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ و قطر شاخه‌ها برابر) (سراسری تهرانی خارج ۹۰)



- (۱) ۲۵
(۲) ۲۷/۵
(۳) ۳۵
(۴) ۳۷/۵

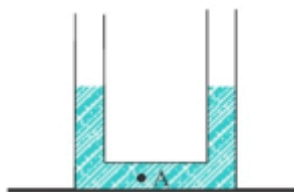
در دو لوله‌ی استوانه‌ای مربوط به هم تا سطح AA' آب وجود دارد و قطر قاعده‌ی یکی از استوانه‌ها ۳ برابر قطر قاعده‌ی استوانه‌ی دیگر است. اگر از لوله‌ی سمت چپ تا ارتفاع ۵ سانتی‌متر نفت اضافه کنیم، آب در لوله باریک چند سانتی‌متر

نسبت به حالت اول بالا می‌رود؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ و $g = 10 \text{ m/s}^2$ و $\rho_{\text{نفت}} = 0.8 \text{ g/cm}^3$) (سراسری تیربی ۹۸)



- (۱) ۱/۲
(۲) ۳/۶
(۳) ۴
(۴) ۵

در شکل روبه‌رو، سطح مقطع لوله در هر طرف برابر 2 cm^2 است و در لوله جیوه ریخته شده است. اگر در یکی از شاخه‌ها روی جیوه ۶۸ گرم آب بریزیم، فشار در نقطه‌ی A چند سانتی‌متر جیوه افزایش می‌یابد؟

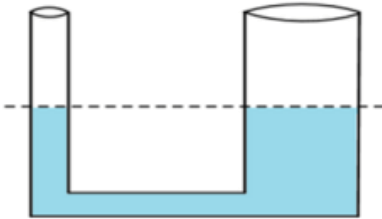


(چگالی جیوه و آب به ترتیب 13.6 g/cm^3 و 1 g/cm^3 است) (تیربی خارج ۹۳)

- (۱) ۱/۲۵
(۲) ۲/۵۰
(۳) ۳/۷۵
(۴) ۴/۵۰

تجربیه

در یک لوله‌ی U شکل که مساحت قاعده‌ی لوله‌ی راست و چپ آن به ترتیب 5cm^2 و 2cm^2 است. مطابق شکل روبه‌رو آب وجود دارد. در لوله‌ی سمت چپ، چند گرم روغن بریزیم تا سطح آب در لوله‌ی سمت راست 4cm بالا رود؟

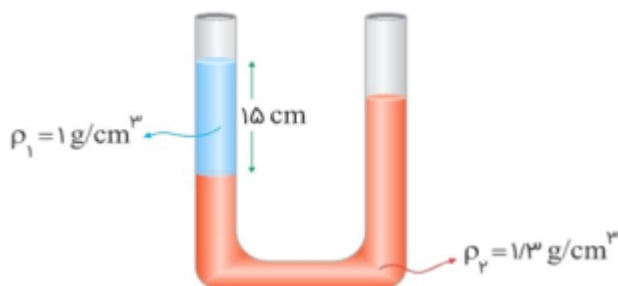


$$\left(\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}, \rho_{\text{روغن}} = 0.8 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \quad (\text{سراسری ریاضی ۹۶ فارغ})$$

- ۱) $17/5$ ۲) 28
۳) 35 ۴) 70

تجربیه

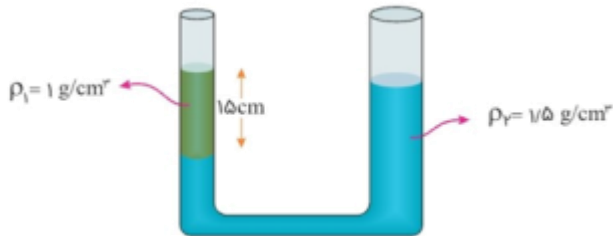
در شکل زیر، سطح مقطع لوله 1cm^2 است. در سمت راست لوله، چند سانتی‌متر مکعب مایع مخلوط نشدنی به چگالی $\rho_3 = 0.8\text{g/cm}^3$ بریزیم تا سطح آزاد مایع‌ها در دو طرف لوله در یک سطح باشد؟



(تجربی ۱۴۰۱)

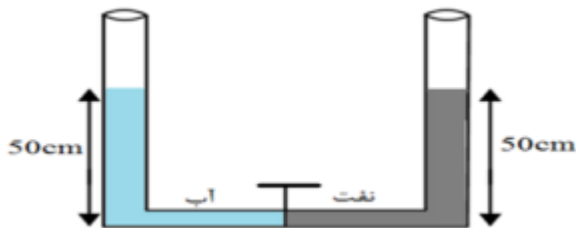
- ۱) $3/5$ ۲) $7/2$
۳) 9 ۴) 12

در شکل زیر، سطح مقطع لوله‌ی سمت راست دو برابر سطح مقطع لوله سمت چپ و برابر با 2 cm^2 است. چند گرم از مایعی به چگالی $\rho_2 = 1/125\text{ g/cm}^3$ را در لوله سمت راست بریزیم تا سطح آزاد مایع‌ها در هر دو شاخه در یک سطح باشند؟



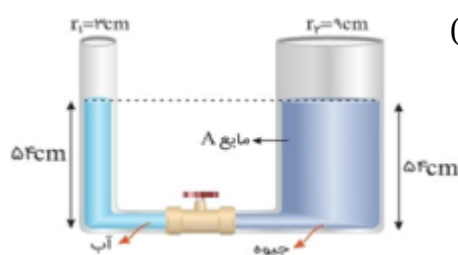
- (۱) ۲۰
(۲) ۴۰
(۳) ۴۵
(۴) ۶۰

در شکل روبه‌رو قطر قاعده‌ی دو استوانه برابر است. اگر شیر ارتباط بین دو طرف را باز کنیم، سطح آب چند cm پایین می‌آید؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $\rho_{\text{نفت}} = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) (سراسری ریاضی ۹۵)



- (۱) ۱۰
(۲) ۴
(۳) ۲/۵
(۴) ۵

دو ظرف استوانه‌ای که در یکی آب و دیگری جیوه قرار دارد، به وسیله‌ی لوله‌ی بسیار باریکی با حجم ناچیز به یکدیگر مربوط به و در حال تعادل هستند. اگر شیر رابط بین دو ظرف باز شود، پس از برقراری تعادل، سطح جیوه در لوله‌ی سمت راست

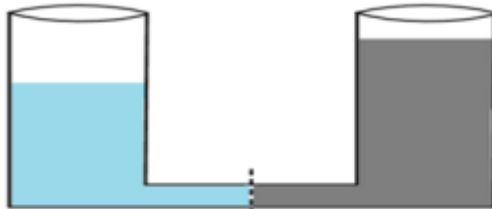


چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1\text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{جیوه}} = 13/5\text{ g/cm}^3$)

- (۱) ۴
(۲) ۲/۵
(۳) ۵
(۴) ۶

تست

دو ظرف استوانه‌ای با سطح مقطع یکسان توسط میله‌ای نازک مطابق شکل به هم متصل می‌شوند و دو مایع به حال تعادل‌اند. اگر روی آب تا ارتفاع ۲cm نفت اضافه کنیم، سطح آب در لوله‌ی سمت چپ چه اندازه جابه‌جا می‌شود؟

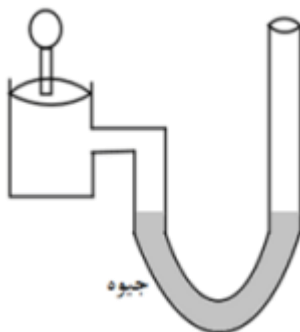


پیستون نازک بدون اصطکاک وسط لوله

$$(g = 10 \frac{m}{s^2}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3}, \rho_{\text{نفت}} = 800 \frac{kg}{m^3})$$

تست

در شکل روبه‌رو وزن و اصطکاک پیستون ناچیز است. وزنه‌ی چند kg را به آرامی روی پیستون قرار دهیم تا در حال تعادل، اختلاف ارتفاع بین دو سطح جیوه در لوله به ۷/۵ سانتی‌متر باشد؟ (سراسری خارج ریاضی ۸۹) (مساحت قاعده‌ی پیستون



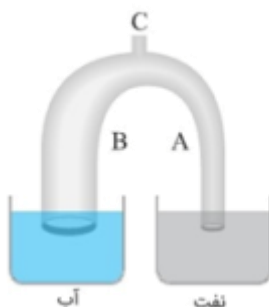
جیوه

$$50 \text{ cm}^2, \text{ چگالی جیوه} = \frac{13.6 \text{ gr}}{\text{cm}^3}$$

$$\begin{array}{ll} 3/2 (1) & 4/3 (2) \\ 5/1 (3) & 6/4 (4) \end{array}$$

تست

تست: در شکل زیر، قطر مقطع لوله در قسمت A ربع قسمت B است. اگر هوای لوله‌ها از قسمت C مکیده شود، نسبت ارتفاع آب در لوله‌ی B به ارتفاع نفت در لوله‌ی A چقدر است؟ (چگالی نفت ۰/۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب است)



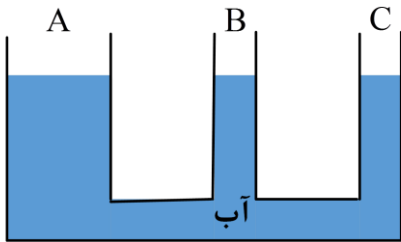
آب

نفت

$$10 (1) \quad 0/8 (2)$$

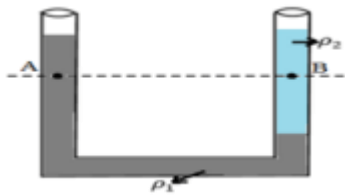
$$5 (3) \quad 0/4 (4)$$

در شکل زیر، مساحت مقطع شاخه‌ی A سه برابر مساحت مقطع دو شاخه‌ی دیگر و مساحت مقطع شاخه‌های B و C با یکدیگر برابر است. اگر در شاخه‌ی C به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر روغن بریزیم، پس از ایجاد تعادل، ارتفاع آب در شاخه‌های A و B به ترتیب از راست به چپ چند سانتی‌متر افزایش می‌یابد؟ (قلم‌پی ۹۷)



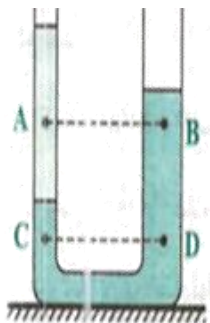
- (۱) ۱۶ و $\frac{18}{3}$ (۲) ۸ و $\frac{8}{3}$
(۳) ۱۶ و ۱۲ (۴) ۸ و ۸

در شکل مقابل، فشار در نقطه‌ی A برابر P_A و در نقطه‌ی B برابر P_B است. کدام گزینه، رابطه‌ی بین این دو فشار را درست بیان می‌کند؟



- (۱) $P_A = P_B$ (۲) $P_A > P_B$
(۳) $P_A < P_B$ (۴) بستگی به چگالی دو مایع دارد.

در شکل روبه‌رو، در درون لوله، دو مایع مخلوط نشدنی قرار دارند. اگر فشار در نقاط نشان داده در درون مایع‌ها را با هم مقایسه کنیم، کدام رابطه درست است؟ (تجربی دافل ۹۵)

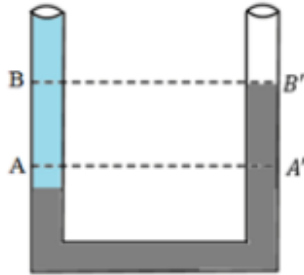


- (۱) $P_C < P_D, P_A = P_B$ (۲) $P_C < P_D, P_A < P_B$
(۳) $P_C = P_D, P_A = P_B$ (۴) $P_C = P_D, P_A > P_B$

تجربیه

مطابق شکل، دو مایع مخلوط نشدنی آب و نفت در یک لوله‌ی U شکل در حال تعادل‌اند. اگر اختلاف فشار بین دو نقطه‌ی A و A' را با ΔP_1 و اختلاف فشار بین دو نقطه‌ی B و B' را با ΔP_2 نمایش دهیم، کدام گزینه صحیح است؟

(سراسری ریاضی ۹۰ فارغ)



$$\Delta P_1 = \Delta P_2 \quad (2)$$

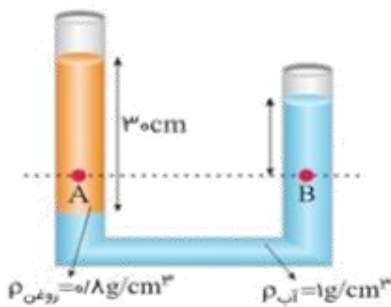
$$\Delta P_1 < \Delta P_2 \quad (1)$$

$$\Delta P_1 > \Delta P_2 \quad (4)$$

$$\Delta P_1 = \Delta P_2 = 0 \quad (3)$$

تجربیه

در شکل زیر، اگر اندازه‌ی اختلاف فشار بین دو نقطه‌ی A و B که در یک سطح تراز در مجموعه‌ی ساکنی قرار دارند، برابر با 250 Pa باشد، عمق نقطه‌ی B از سطح آزاد آب چند سانتی‌متر است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



$$11/5 \quad (2)$$

$$12 \quad (1)$$

$$16 \quad (4)$$

$$15 \quad (3)$$

آزمایش توریچلی

هرگاه یک لوله را از جیوه پر کرده و آن را به آرامی داخل ظرف جیوه برگردانیم؛ همه‌ی جیوه‌ی درون لوله به داخل ظرف خارج نمی‌شود و مقداری داخل لوله بالا می‌ماند.

۱ علت بالا ماندن جیوه درون لوله، فشار هوای وارد بر سطح جیوه درون ظرف است.

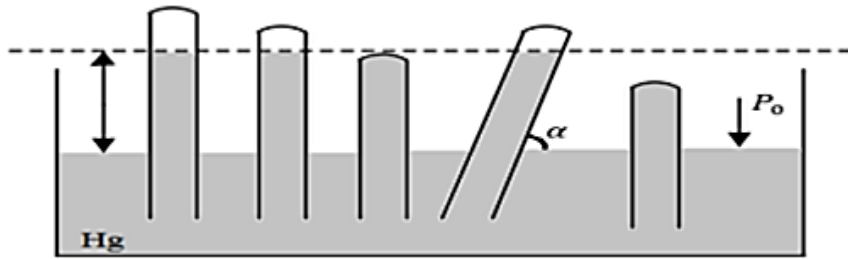
۲ ارتفاع جیوه درون لوله برابر فشار هوا بوده و به قطر و یا سطح مقطع لوله بستگی ندارد.

۳ اگر این آزمایش در سطح دریا انجام نشود، ارتفاع جیوه درون لوله برابر 76 cm خواهد بود.

۴ در انتهای لوله‌ی توریچلی خلأ (مقداری ناچیز جیوه) وجود دارد.

۵ اگر لوله را کج کنیم و یا پایین ببریم ارتفاع جیوه درون لوله تغییر نمی‌کند.

۱ اگر لوله را آنقدر کج کنیم و یا پایین ببریم که ارتفاع آن کمتر از 76 cm شود، جیوه به انتهای لوله رسیده و به ته لوله فشار وارد می‌کند؛ به طوری که فشار وارده بر ته لوله به صورت زیر است:

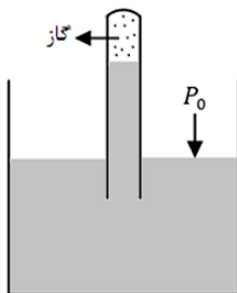


ارتفاع ستون - فشار هوا = فشار وارد بر ته

❖ اگر آزمایش تورپچلی را به جای جیوه با مایع دیگری به چگالی ρ انجام دهیم، ارتفاع مایع درون لوله به قرار زیر خواهد بود:

$$\rho h = \rho h$$

مایع دلخواه جیوه



❖ اگر به انتهای لوله‌ی تورپچلی گاز وارد کنیم، ارتفاع جیوه کاهش می‌یابد.

فشار گاز + ارتفاع ستون = فشار هوا

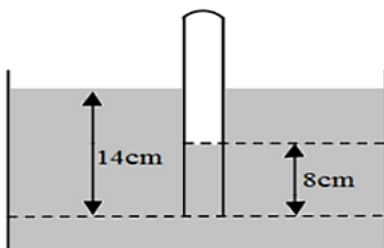
❓ پرسش: لوله‌ی تورپچلی را در سطح دریا آنقدر پایین می‌بریم تا فاصله‌ی ته لوله از جیوه‌ی درون ظرف ۵۶cm شود.

فشار وارد بر ته لوله چند پاسکال است؟ ($P_0 = 76 \text{ cmHg}$, $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)

تذکره

در شکل، دهانه‌ی لوله‌ی قائمی تا عمق ۱۴cm درون مایعی به چگالی $\frac{9}{5} \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ فرو برده شده است. اگر ارتفاع مایع در

داخل لوله ۸cm باشد، فشار هوای داخل لوله چند سانتی‌متر جیوه است؟



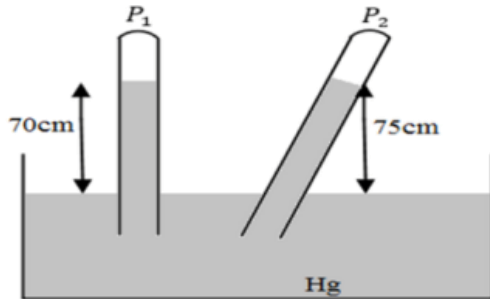
(فشار هوا = ۷۶cmHg و $\rho = \frac{9}{5} \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$)

۷۵/۵ (۱) ۷۵/۶ (۲)

۷۶/۴ (۳) ۷۶/۵ (۴)

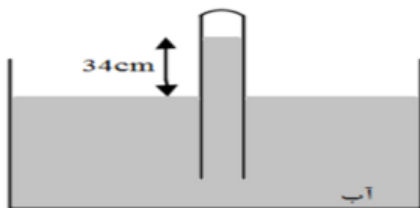
با توجه به طرحواره روبه‌رو که مربوط به اندازه‌گیری فشار هوای محیط می‌شود، کدام نتیجه‌ی زیر همواره درست است؟

(سراسری ریاضی، خرداد ۸۴)



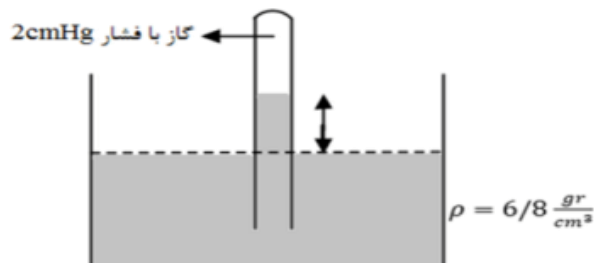
- ۱) فشار هوای محیط حداکثر ۷۵ cm جیوه است.
- ۲) فشار هوای محیط قطعاً ۷۵ cm جیوه است.
- ۳) فشار هوای محیط حداقل ۷۵ cm جیوه است.
- ۴) فشار هوای محیط قطعاً ۷۵ cm جیوه است.

در شکل روبه‌رو، فشار گاز جمع شده در انتهای لوله ۷۲ cmHg است. چگالی آب $1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ و چگالی جیوه $13.6 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ است. اگر اختلاف سطح آب در لوله و ظرف ۳۴ cm باشد، فشار هوا چند cm جیوه است؟ (سراسری تهرانی ۹۳)



- | | |
|----------|----------|
| ۷۴/۵ (۲) | ۷۶ (۱) |
| ۶۸ (۴) | ۶۹/۵ (۳) |

آزمایش شکل روبه‌رو در محیطی که فشار هوا ۷۲ cmHg بوده انجام شده است. ارتفاع مایع درون لوله (h) چند سانتی‌متر است؟

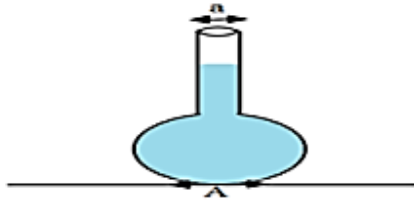


- | | |
|---------|---------|
| ۱۴۰ (۲) | ۱۲۰ (۱) |
| ۷۰ (۴) | ۱۰۰ (۳) |

اصل انتقال فشار در مایعات ساکن (اصل پاسکال)



این اصل بیان می کند اگر مایعی ساکن باشد، فشار آوریم این فشار عیناً منتقل می شود.

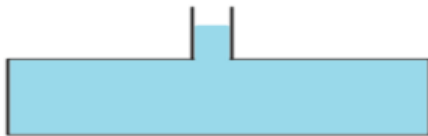


اساس این قانون تراکم ناپذیری مایعات است و کاربرد آن در منگنه های آبی، جک های روغنی، ترمز روغنی و کلیه وسایل هیدرولیکی است.

مزیت مکانیکی $m = \frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$

تست

در شکل زیر ۲cc آب بر آب موجود در ظرف اضافه می کنیم. چه نیروی اضافی بر کف ظرف وارد می شود؟ اگر سطح مقطع در کف ظرف ۲۰ برابر سطح مقطع لوله باشد.



(۱) بسیار ناچیز است. (۲) معادل یک وزنه 2 gr / ۰

(۳) 4 N (۴) معادل یک وزنه 4 N

پرسش: در یک ترمز هیدرولیکی سطح مقطع پیستون کوچک $\frac{1}{4}$ پیستون بزرگ است.

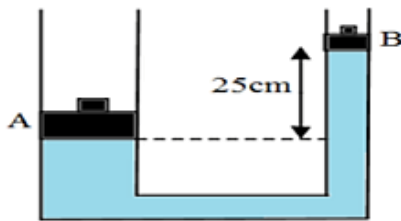
الف) مزیت مکانیکی را بیابید.

ب) اگر نیرویی برابر 100 N به پیستون کوچک وارد شود به پیستون بزرگ چند نیوتن وارد می شود؟

ج) اگر پیستون کوچک 4 cm جابه جا شود، پیستون بزرگ چند سانتی متر جابه جا خواهد شد؟

د) کار پیستون بزرگ و کوچک را مقایسه کنید.

در شکل زیر، پیستون A دارای جرم ۴ cm و سطح مقطع ۸۰cm^2 است. سطح مقطع پیستون B، ۲۵cm^2 و وزن آن ۱ kg است. چگالی مایع $\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ می باشد. اگر مایع در حال تعادل باشد، نیروی وارد بر پیستون B چند نیوتن است؟



$$(g = ۱۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}})$$

۲/۷۵ (۲)

۵/۵ (۱)

۳/۷۵ (۴)

۷/۵ (۳)

شناوری و اصل ارشمیدوس:

ارشمیدوس دانشمند یونانی دوران باستان، نخستین کسی بود که پی برد به جسم‌های درون یک شاره یا غوطه‌ور در آن همواره نیروی بالاسوی خاصی به نام شناوری (F_b) از طرف شاره وارد می‌شود.

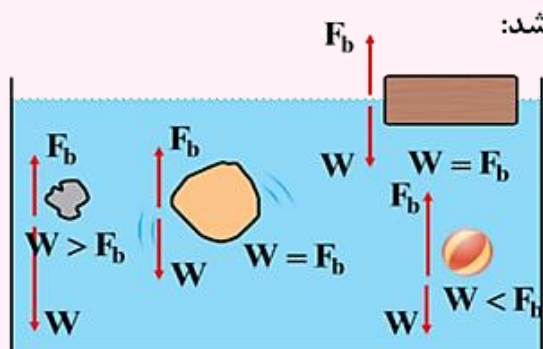
اصل ارشمیدوس:

وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره، نیروی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن شاره‌ای جابه‌جا شده توسط جسم برابر است.

نکته



به جسمی که داخل شاره (مایع یا گاز) قرار دارد، به دلیل اختلاف فشار وارد به بالاترین و پایین‌ترین سطح آن یک نیروی بالارو به آن وارد می‌شود که در مقایسه‌ی با نیروی وزن چهار حالت ایجاد خواهد شد:



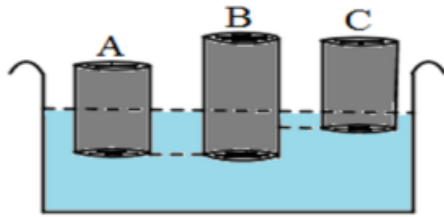
۱ فرو رفتن (ته‌نشین شدن)

۲ غوطه‌ور شدن

۳ شناور شدن روی سطح مایع (تعادل)

۴ بالارفتن (صعود کردن)

در شکل روبه‌رو سه استوانه با چگالی‌های متفاوت روی آب شناورند. اگر ρ_A ، ρ_B و ρ_C چگالی استوانه‌های A و B و C باشد، کدام گزینه درست است؟



$$\rho_A > \rho_B > \rho_C \quad (۲)$$

$$\rho_A < \rho_B < \rho_C \quad (۱)$$

$$\rho_B > \rho_C > \rho_A \quad (۴)$$

$$\rho_C > \rho_A > \rho_B \quad (۳)$$

از ابتدای فصل تاکنون، به بررسی برخی از ویژگی‌های شاره‌های ساکن پرداخته‌ایم. اکنون می‌خواهیم یک شاره‌ی در حال حرکت را بررسی کنیم.

ابتدا چند مشخصه‌ی کلی شارش، شاره‌ها را بیان می‌کنیم:

۱ شارش یا پایاست یا ناپایاست: اگر فشار، چگالی و سرعت شارش در هر نقطه از شاره در طی زمان، ثابت بماند، شارش را پایا می‌نامیم. (معمولاً در مواردی که سرعت شاره کم باشد می‌توان به چنین شرایطی رسید). جریان یک نهر آرام از این نوع است ولی در شارش ناپایا مثل جریان موج یا جریان متلاطم مثل آبشار، فشار - چگالی و سرعت شاره در هر نقطه در طول زمان تغییر می‌کند.

۲ شارش یا تراکم‌پذیر است یا تراکم‌ناپذیر: اگر چگالی شاره همواره ثابت، شارش تراکم‌ناپذیر است. (معمولاً شارش مایعات، تراکم‌ناپذیر است)

۳ شارش یا گرانه (ویسکوزیته) است یا ناگرانه: گرانروی (ویسکوزیته) در شارش شاره‌ها مشابه اصطکاک در حرکت جامدات است. شارش اگر چنان باشد که نیروی گرانروی باعث اتلاف انرژی نشود، ناگرانه است.

۴ شارش یا چرخشی است یا ناچرخشی: اگر عناصر شاره حول محور گذرنده از مرکز جرمشان بچرخند، شارش ناچرخشی است.

تذکره:

برای ساده سازی، شاره‌ای را در نظر می‌گیریم که شارش آن پایا - تراکم‌ناپذیر - ناگرانه - ناچرخشی باشد.

نکته



شاره‌ی در حال حرکت را به ۲ دسته تقسیم می‌کنیم:

(I) شاره با جریان یکنواخت و لایه‌ای

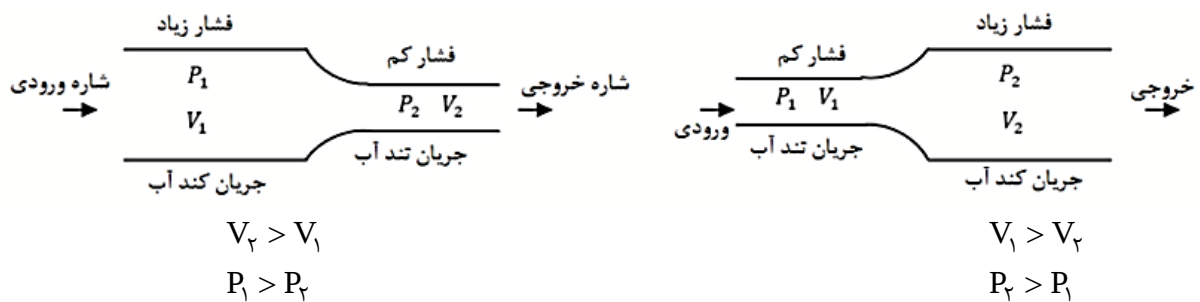
(II) شاره با جریان متلاطم و آشوبناک

اصل برنولی:

می‌توان به بررسی حرکت آب در یک لوله پرداخت که سطح مقطع دو سر آن با هم متفاوت است. در حالت پایا، که همه جای لوله پر از آب است، مقدار آبی که در یک مدت زمان معین از یک مقطع لوله می‌گذرد با مقداری که از مقطع دیگر لوله در همان مدت زمان می‌گذرد برابر است. با توجه به اینکه سطح مقطع دو سر لوله با هم متفاوت است، برای عبور یکسان حجم آب، تندی آن کم و زیاد می‌شود.

کتاب درسی ←

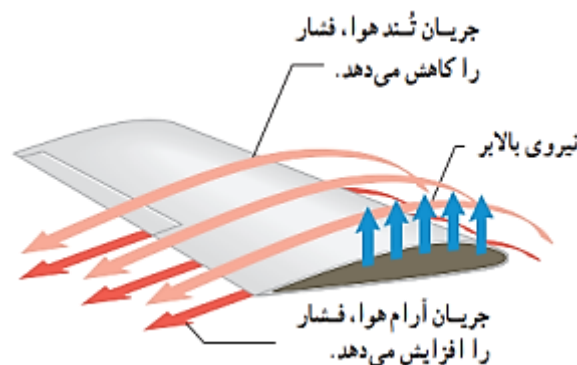
برای اینکه حجم آب عبوری از ناحیه (۲)، برابر با ناحیه (۱) باشد، باید تندی آب در ناحیه (۲) بیش‌تر از ناحیه (۱) باشد.



اصل برنولی: در مسیر حرکت شاره با افزایش تندی شاره، فشار داخل شاره کاهش می‌یابد.

کاربردهای اصل برنولی:

شکل زیر قسمتی از یک بال هواپیما را نشان می‌دهد. بال هواپیما در گونه‌ای طراحی می‌شود که تندی هوا در بالای بال، بیشتر از زیر آن است. پس فشار هوای بالای بال، کم‌تر از فشار هوای زیر آن است. به این ترتیب، نیروی بالابر خاصی به بال هواپیما وارد می‌شود.



فیزیک ۱ - فشار

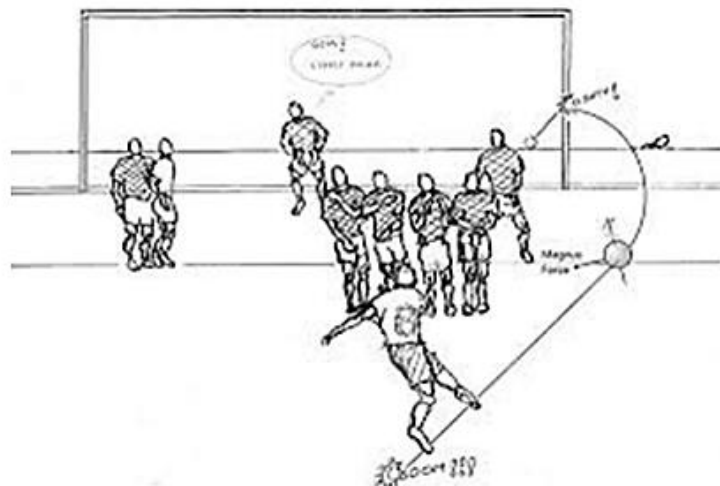
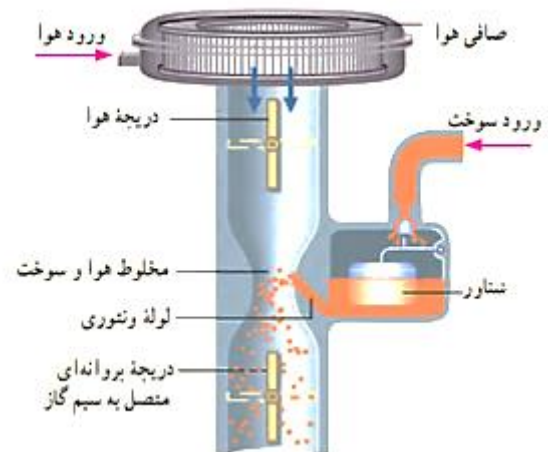
پوشش برزنتی صاف و تخت است.

کامیون در حال توقف



پوشش برزنتی پُف کرده است.

کامیون در حال حرکت



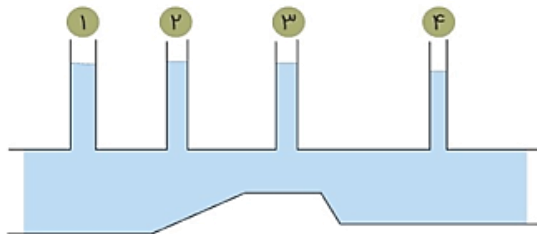
تذکره

در لوله‌ای پر از آب مطابق شکل زیر، آب از چپ به راست در جریان است. کدام عبارت نادرست است؟



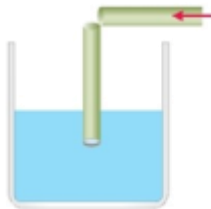
- ۱) در قسمت B تندی آب افزایش و فشار کاهش می‌یابد.
- ۲) در قسمت D تندی آب کاهش و فشار افزایش می‌یابد.
- ۳) آهنگ شارش آب در قسمت C بیشتر از سایر قسمت‌هاست.
- ۴) تندی آب در قسمت C بیشتر از سایر قسمت‌هاست.

در شکل زیر جریان آب در لوله‌ای افقی به سمت راست است. ارتفاع آب در کدام لوله بیشتر است؟



- ۱ (۱) ۲ (۲)
۳ (۳) ۴ (۴)

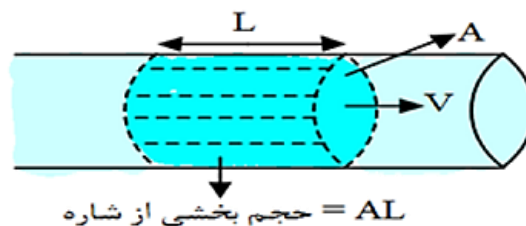
یک نی پلاستیکی را مطابق شکل زیر از وسط می‌بریم و بدون اینکه دو قسمت آن کاملاً از هم جدا شوند، آن را ۹۰ درجه تا کرده و درون آب قرار می‌دهیم. حال اگر از قسمت افقی آن در جهت نشان داده شده بدمیم، فشار هوا داخل نی قائم، چگونه تغییر می‌کند و سطح آب داخل آن چگونه جابه‌جا می‌شود؟ (ریاضی ۱۳۹۹)



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

آهنگ جریان (شارش) شاره

در شکل زیر، جریان یکنواخت شاره‌ای را می‌بینید که با تندی V درون لوله‌ای با سطح مقطع A در حرکت است.



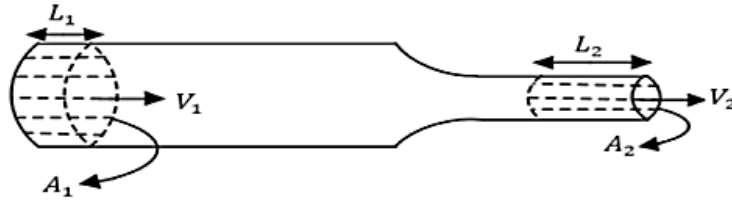
$$AL = \text{حجم بخشی از شاره}$$

اگر در مدت زمان t حجم معینی از شاره (AL) از مقطع A این لوله عبور کند، آهنگ جریان شاره از این مقطع فرضی از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید.

$$\text{آهنگ جریان شاره (R)} = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}} = \frac{AL}{t} = \underbrace{A}_{\text{سطح مقطع}} \underbrace{V}_{\text{سرعت}}$$

تعریف: حجم شاره‌ی عبوری از سطح مقطع A به مدت زمان عبور از آهنگ شارش گویند.

در شکل زیر، لوله‌ای با دو سطح مقطع متفاوت می‌بینید که شاره‌ای پایا از آن می‌گذرد. در حالت پایا و در مدت زمان یکسان، جرم یکسانی از شاره از هر سطح مقطع دلخواه لوله می‌گذرد.



$$\frac{m_1}{t} = \frac{m_2}{t} \rightarrow \frac{\rho A_1 L_1}{t} = \frac{\rho A_2 L_2}{t} \rightarrow \rho A_1 V_1 = \rho A_2 V_2$$

چون شاره، تراکم‌ناپذیر فرض شده است، چگالی‌ها یکسان است و با حذف چگالی به معادله پیوستگی می‌رسیم.

$$\boxed{A_1 V_1 = A_2 V_2} \leftarrow \text{یعنی در شاره با کاهش سطح مقطع، افزایش تندی داشت.}$$

نکته



همواره مقدار AV ثابت است و آن را با R نمایش می‌دهیم که به آن آهنگ جریان شاره گویند و واحد آن در SI ،

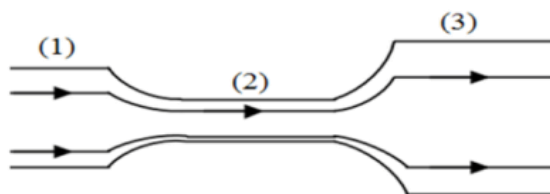
$$\frac{m^3}{s} \text{ است.}$$

کاهش فشار $\rightarrow$ افزایش تندی $\rightarrow$ کاهش سطح مقطع: در مسیر حرکت شاره

تمرین

در شکل روبه‌رو، شعاع سطح مقطع قسمت‌های مختلف لوله برابر است با $r_1 = 1 \text{ cm}$ و $r_2 = 0.5 \text{ cm}$ و $r_3 = 2 \text{ cm}$ است.

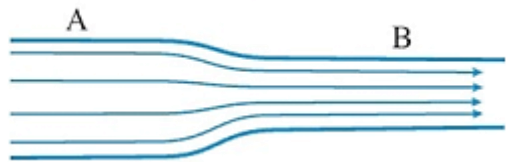
اگر تندی جریان شاره از قسمت (۱) برابر با 8 cm/s باشد، تندی جریان شاره از قسمت (۳) چند $\frac{m}{s}$ است؟



- | | | |
|-----|---|------|
| (۱) | ۲ | ۰/۰۴ |
| (۳) | ۴ | ۰/۰۲ |

تجربه

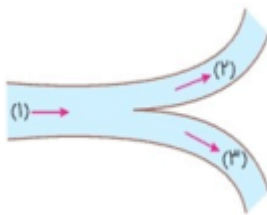
در شکل زیر، سیال تراکم‌ناپذیری که حجم لوله را پر کرده است، در راستای افقی جاری است و شعاع مقطع لوله در قسمت A دو برابر شعاع مقطع لوله در قسمت B است. آهنگ شارش سیال در مقطع A چند برابر آهنگ شارش در مقطع B است؟ (فارغ ریاضی ۱۴۰۰)



- (۱) $\frac{1}{2}$
(۲) $\frac{1}{4}$
(۳) ۲
(۴) ۱

تجربه

آب در لوله (۱) با سطح مقطع A_1 با تندی v_1 حرکت می‌کند. این لوله در نقطه‌ای انشعاب پیدا می‌کند و آب از دو لوله (۲) و (۳) که سطح مقطع‌های آن‌ها به ترتیب $\frac{3}{4}$ برابر و $\frac{1}{4}$ برابر سطح مقطع لوله اولیه است، عبور می‌کند. اگر نسبت تندی آب در لوله (۱) به تندی آب در لوله (۲) برابر با ۲ باشد، نسبت تندی آب در لوله (۲) به تندی آب در لوله (۳) کدام است؟ (لوله‌ها پر از آب هستند و جریان آب در هر سه لوله به صورت لایه‌ای است)



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

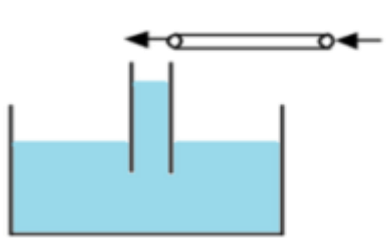
تجربه

فاصل مجتمع تصفیه آب از یک شهر ۵km است. آب تصفیه شده توسط لوله‌هایی به قطر ۱m به شهر انتقال داده می‌شود.

اگر آهنگ شارش آب درون لوله $15 \text{ m}^3/\text{s}$ باشد، پس از چند ثانیه آب به شهر می‌رسد؟ ($\pi = 3$)

- (۱) ۱۰
(۲) ۲۵
(۳) ۴۰
(۴) ۷۵

یک نی را به طور قائم درون ظرف پر از آبی قرار می‌دهیم. به طوری که کف نی با ته ظرف در تماس نباشد. سپس درون یک نی افقی مطابق شکل به گونه‌ای می‌دمیم که جریان هوای خروجی درست از بالای نی عمودی بگذرد. اگر فشار هوای محیط 10^5 Pa و فشار هوای گذرنده از بالای نی $9/85 \times 10^4 \text{ Pa}$ باشد، آب چند سانتی‌متر داخل نی بالا می‌آید؟ (فاصله‌ی سطح

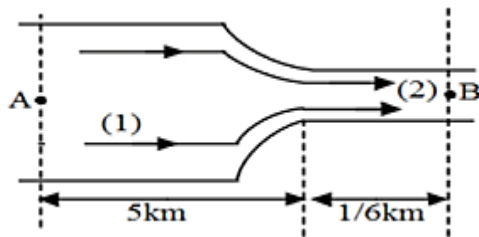


آزاد آب از بالای نی عمودی 20 cm و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و $\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است.)

- (۱) ۵
(۲) ۱۰
(۳) ۱۵
(۴) ۲۰

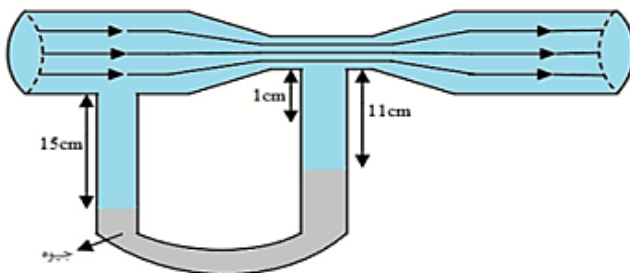
در شکل روبه‌رو طول لوله‌های (۱) و (۲) به ترتیب ۵ و $1/6$ کیلومتر و بین قطر مقطع لوله‌ها رابطه $d_1 = 4d_2$ برقرار است.

اگر آب از نقطه‌ی A با سرعت $2/5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ عبور کند. پس از چند دقیقه به نقطه‌ی B می‌رسد؟



- (۱) ۲۰
(۲) ۲۵
(۳) ۳۴
(۴) ۴۲

شکل زیر، جریان لایه‌ای شاره‌ای را در لوله‌ی افقی با سطح مقطع متفاوت نشان می‌دهد، که در دو قسمت آن، لوله‌ای U شکل محتوی جیوه قرار داده شده است. اختلاف فشار بین دو قسمت پهن و باریک در لوله‌ی افقی چند پاسکال است؟



$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و چگالی جیوه برابر $13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است.)

- (۱) ۶۸۰۰
(۲) ۱۳۶۰۰
(۳) ۶۸۰۰۰

(۴) چگالی مایع در لوله‌ی افقی باید مشخص باشد.

حالت‌های ماده



سال‌های قبل در درس علوم دیدید که به هر چیزی که فضا را اشغال کند (حجم داشته باشد) ماده می‌گوییم. مواد از ذره‌های ریزی به نام اتم یا مولکول ساخته شده‌اند. اندازه اتم‌ها حدود یک تا چند انگستروم ($1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$) است و اندازه‌ی مولکول‌ها به این بستگی دارد که از چند اتم ساخته شده باشند. اندازه‌ی برخی از درشت مولکول‌ها، مانند بسپارها (پلیمرها)، می‌تواند تا ۱۰۰۰ انگستروم نیز باشد. ذره‌های سازنده‌ی مواد همواره در حرکت‌اند و به یکدیگر نیرو وارد می‌کنند. حالت ماده به چگونگی حرکت این ذره‌ها و اندازه نیروی بین آن‌ها بستگی دارد.

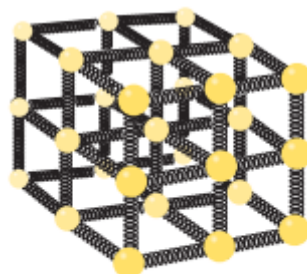
جامد، مایع و گاز سه حالت آشنای ماده هستند که در این فصل به بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها خواهیم پرداخت. حالت چهارم ماده، پلاسما نامیده می‌شود که اغلب در دماهای خیلی بالا به وجود می‌آید. ماده‌ی درون ستارگان و بیشتر فضای بین ستاره‌ای، آذرخش، شفق‌های قطبی، آتش و ماده داخل لوله تابان لامپ‌های مهتابی از پلاسما تشکیل شده است (شکل ۲-۱).



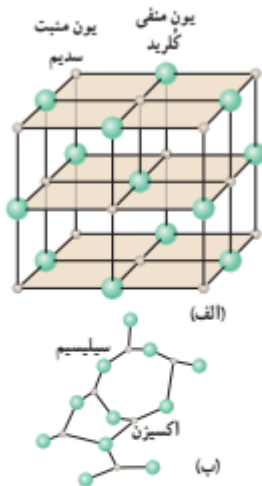
شکل ۲-۱ چهار حالت ماده در این تصویر وجود دارد. یخ (جامد)، آب (مایع)، هوا (گاز) و خورشید (پلاسما)

جامد: هزاران سال است که بشر از مواد جامد بهره می‌گیرد. اصطلاح‌های عصر حجر، عصر برنز، و عصر آهن اهمیت مواد جامد را در توسعه تمدن‌های پیشین نشان می‌دهد. تجربه روزمره نشان می‌دهد که جسم جامد، حجم و شکل معینی دارد. ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی که به یکدیگر وارد می‌کنند در کنار یکدیگر می‌مانند. این ذرات در مکان‌های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها، نوسان‌های بسیار کوچکی دارند.

برای درک بهتر ساختار جسم جامد، معمولاً مدلی مطابق شکل ۲-۲ ارائه می‌دهند و فرض می‌کنند که ذرات آن توسط فنرهایی به یکدیگر متصل‌اند. اگر این ذرات نسبت به وضعیت تعادل، به هم نزدیک‌تر یا از هم دورتر شوند، نیروی کشسانی بین فنرها آن‌ها را به وضع تعادل برمی‌گرداند و جسم جامد، شکل و اندازه اولیه‌اش را حفظ می‌کند.



شکل ۲-۲ مدلی از ساختار یک جامد که از میلیاردها میلیارد بخش، مانند این تشکیل شده است.



شکل ۳-۲ الف) ساختار بلورین NaCl،

که در آن یون‌های سدیم و یون‌های کلرید به صورت یک در میان در گره‌های یک مکعب قرار گرفته‌اند. (ب) ذرات سازنده یک جامد بی‌شکل، مانند شیشه که در طرحی نامنظم در کنار هم قرار گرفته‌اند.

اتم‌های برخی از جامدها در طرح‌های منظمی مانند شکل‌های ۲-۳ الف کنار هم قرار می‌گیرند. جامدهایی را که در یک الگوی سه‌بعدی تکرارشونده از این واحدهای منظم ساخته می‌شود جامد بلورین می‌نامیم. فلزها، نمک‌ها، الماس، یخ و بیشتر مواد معدنی جزء جامدهای بلورین‌اند. وقتی مایعی را به آهستگی سرد کنیم اغلب جامدهای بلورین تشکیل می‌شوند. در این فرایند سردسازی آرام، ذرات سازنده مایع فرصت کافی دارند تا در طرح‌های منظم خود را مرتب کنند. ذرات سازنده جامدهای بی‌شکل (آمورف) برخلاف جامدهای بلورین، در طرح‌های منظمی کنار هم قرار ندارند. وقتی مایعی به سرعت سرد شود معمولاً جامد بی‌شکل به وجود می‌آید. در این فرایند سردسازی سریع، ذرات فرصت کافی ندارند تا در طرحی منظم، مرتب شوند. بنابراین در طرح نامنظمی که در حالت مایع داشتند باقی می‌مانند. شیشه، مثالی از یک جامد بی‌شکل است (شکل ۲-۳ ب).

مایع: مولکول‌های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به صورت نامنظم و نزدیک به یکدیگر قرار گرفته‌اند. مایع به راحتی جاری می‌شود و به شکل ظرف خودش درمی‌آید. فاصله ذرات سازنده مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم است.



شکل ۳-۳ ذرات سازنده جوهر به تدریج در آب پخش می‌شوند.



شکل ۳-۴ طرحی از حرکت نامنظم و کاتوره‌ای یک مولکول آب

پدیده‌ی پخش در مایع‌ها: اگر مقداری نمک را در یک لیوان آب بریزید، پس از مدتی آب، شور می‌شود. اگر چند قطره جوهر را به آب درون لیوانی اضافه کنید، به تدریج رنگ آب تغییر می‌کند (شکل ۲-۴). تجربه‌های ساده‌ای مانند این، نشان می‌دهند که ذرات سازنده نمک و جوهر در آب درون لیوان پخش شده‌اند. دلیل پخش ذرات نمک و جوهر در آب، به حرکت مولکول‌های آب مربوط می‌شود. در واقع به دلیل حرکت‌های نامنظم و کاتوره‌ای (تصادفی) مولکول‌های آب (شکل ۲-۵) و برخورد آن‌ها با ذرات سازنده نمک و جوهر، این گونه مواد در آب پخش می‌شوند.

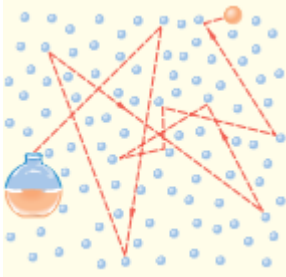
گاز: ماده‌ای است که شکل مشخصی ندارد. اتم‌ها و مولکول‌های آن آزادانه و با تندی بسیار زیاد به اطراف حرکت و با یکدیگر و با دیواره‌های ظرفی که در آن قرار دارند برخورد می‌کنند. فاصله میانگین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازه آن‌ها، خیلی بیشتر است. مثلاً اندازه‌ی مولکول‌های هوا بین ۱ تا ۳ آنگستروم است در حالی که فاصله

میانگین آن‌ها در شرایط معمولی در حدود $35 \text{ \AA}$ است (شکل ۲-۶).



شکل ۳-۵ حرکت نامنظم ذرات گاز درون یک بادکنک

پرسش: الف) وقتی در شیشه‌ی عطری را در گوشه‌ای از اتاق باز می‌کنید، پس از چند ثانیه ذرات عطر در همه جای اتاق پخش و بوی آن حس می‌شود. با توجه به شکل روبه‌رو این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟ چرا پدیده‌ی پخش در گازها سریع‌تر از مایع‌ها رخ می‌دهد؟



ب) هوای اطراف کره‌ی زمین، آمیزه‌ای از نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد)، کربن-دی‌اکسید، بخار آب و مقدار کمی گازهای بی‌اثر (کریپتون، نئون و هلیم) است. این مولکول‌ها به طور کاتوره‌ای و با تندی زیاد همواره در حرکت‌اند. برخورد مولکول‌های هوا به یکدیگر سبب پخش آن‌ها می‌شود. اهمیت این پدیده را برای حیات روی کره زمین توضیح دهید.

نیروهای بین مولکولی

وقتی سعی می‌کنیم فاصله‌ی بین مولکول‌های مایع را کم کنیم، نیروی دافعه‌ی بزرگی بین آن‌ها ظاهر می‌شود که از تراکم‌پذیری مایع جلوگیری می‌کند. به همین ترتیب، وقتی مولکول‌های مایع را کمی از هم دور کنیم، نیروی جاذبه بین آن‌ها ظاهر می‌شود. نیروهایی که ذره‌ها به هم وارد می‌کنند عمدتاً الکتریکی هستند. نیروهایی که راجع به آن‌ها صحبت شد، نیروهای بین مولکولی نام دارند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های نیروهای بین مولکولی «کوتاه‌برد» بودن آن‌ها است.

نکته

کوتاه‌برد بودن به این معناست که وقتی فاصله‌ی بین مولکول‌ها چند برابر فاصله‌ی بین مولکولی شود، نیروهای بین مولکولی کوچک و عملاً صفر خواهند شد.

انواع نیروهای بین مولکولی

هم‌چسبی، دگرچسبی

- ۱ نیروهای جاذبه‌ای که مولکول‌های یک نوع ماده را به سوی یکدیگر می‌کشد، نیروی هم‌چسبی نام دارد. این نیرو بین مولکول‌های همسان ایجاد می‌شود. نیروی هم‌چسبی کوتاه‌برد است.
- انسجام مولکول‌ها در مواد جامد و کنار هم نگه داشته شدن مولکول‌های مواد مایع، نتیجه‌ی وجود نیروی هم‌چسبی است. اگر فاصله‌ی بین مولکول‌های مایع را کم کنیم، این نیرو «رانشی» می‌شود.
- ۲ نیروی جاذبه‌ای که مولکول‌های دو نوع ماده‌ی مختلف را به سوی یکدیگر می‌کشد، نیروی دگرچسبی نامیده می‌شود. این نیرو بین مولکول‌های ناهمسان ایجاد می‌شود و دلیل قرارگیری دو ماده در کنار یکدیگر است.

۱- کشش سطحی: یک نیروی بسیار ضعیف که در سطح مایعات ایجاد می‌شود، به گونه‌ای که انگار روی سطح مایع سنگ فرس شده است و مانع فرو رفتن اجسام سبک در آن مایع می‌شود.

نکته



نکته: ماهیت نیروی کشش سطحی «الکتریکی» است و چون بین مولکول‌های یک نوع مایع شکل می‌گیرد، نتیجه‌ای است از وجود نیروی هم‌چسبی.



(۴)



(۳)



(۲)



(۱)

نکته: به ازای حجمی معین، کره نسبت به هر شکل هندسی دیگری، کوچک‌ترین مساحت سطح را دارد. به این ترتیب سطح قطره‌ای که آزادانه سقوط می‌کند مانند پوسته‌ای کشیده شده و تمایل به کمینه کردن مساحتش را دارد.

نکته: افزایش دمای آب و اضافه کردن شوینده به آب باعث کاهش کشش سطحی آب می‌شود. در اثر کاهش کشش سطحی، آب راحت‌تر شکافته می‌شود و قدرت نفوذ آن در منافذ لباس بیشتر می‌شود و اثر پاک‌کنندگی آب افزایش می‌یابد.

ترشوندگی: اگر نیروی دگرچسبی بین مایع و یک سطح جامد قوی‌تر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع باشد، سطح موردنظر از مایع موجود «تر» می‌شود. پس «ترشوندگی» خاصیتی است که در نتیجه‌ی وجود نیروی دگرچسبی ایجاد می‌شود. مثلاً اگر به خاطر داشته باشید، افتادن قطره‌ی آب روی سطح شیشه‌ای باعث خیس شدن سطح شیشه شد ولی جیوه خیر. چون نیروی دگرچسبی بین قطره‌ی آب و سطح شیشه بسیار قوی‌تر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های قطره‌ی آب است.

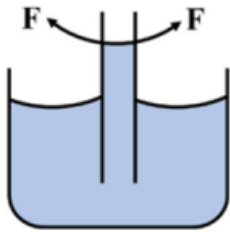
جمع‌بندی:

$F_{\text{جیوه و جیوه}} < F_{\text{جیوه و شیشه}}$	$\Rightarrow$	۱ قطره‌ی جیوه به صورت کروی بر روی سطح شیشه قرار می‌گیرد. ۲ جیوه شیشه را تر نمی‌کند.
$F_{\text{آب و شیشه}} < F_{\text{آب و چربی}}$	$\Rightarrow$	۱ قطره‌ی آب بر روی سطح شیشه پهن می‌شود. ۲ آب شیشه را تر می‌کند.
$F_{\text{آب و آب}} < F_{\text{آب و چربی}}$	$\Rightarrow$	۱ قطره‌ی آب بر روی سطح شیشه‌ی چرب به صورت کروی قرار می‌گیرد. ۲ قطره‌ی آب شیشه‌ی چرب را تر نمی‌کند.

خاصیت موئینگی:



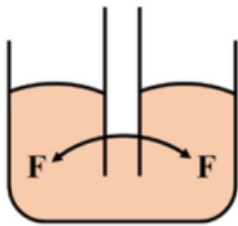
یکی از موارد نشان‌دهنده‌ی وجود نیروهای دگرچسبی است. هرگاه یک لوله با قطر بسیار نازک (لوله موئین) را درون آب کنیم:



(I) آب در لوله‌ی موئین بالا می‌رود.

(II) سطح آب در لوله‌ی موئین کاو (مقعر) است.

(III) آب درون یک لوله موئین تا جایی بالا می‌رود که نیروی دگرچسبی برابر وزن ستون آب بالا آمده در لوله موردنظر شود.

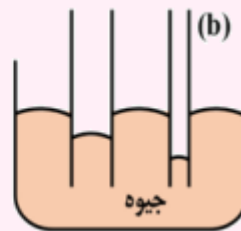
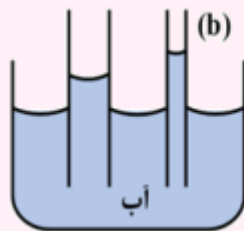


حال اگر لوله‌ی موئین را داخل جیوه کنیم:

(I) جیوه در لوله‌ی موئین پایین می‌رود.

(II) سطح جیوه در لوله‌ی موئین کوژ (محدب) است.

نکته



تجربیات

لوله‌ی شیشه‌ای باریکی را که دو انتهای آن باز است، به طور عمودی تا نیمه وارد مایع ظرفی می‌کنیم. اگر نیروی چسبندگی سطحی بیشتر از نیروی چسبندگی باشد، سطح مایع درون لوله از سطح مایع درون ظرف قرار می‌گیرد و سطح مایع در لوله به صورت درمی‌آید. (تجربی فارح ۹۴)

(۱) پایین‌تر - فرورفته (۲) پایین‌تر - برآمده (۳) بالاتر - فرورفته (۴) بالاتر - برآمده

تجربیات

با توجه به شکل زیر، قطره‌های خروجی از قطره‌چکان شکل (۲) دمای دارند؛ زیرا نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع در این حالت است.



(۱) بیشتر، بیشتر (۲) کمتر، کمتر
(۳) بیشتر، کمتر (۴) کمتر، بیشتر

پرسش: شیشه‌گران برای چسباندن تکه‌های شیشه به یکدیگر، آن‌ها را آن قدر گرم می‌کنند تا نرم شوند. این کار را با توجه به کوتاه‌برد بودن نیروی جاذبه‌ی بین مولکولی توضیح دهید.

تست

چند مورد از عبارات زیر صحیح است؟

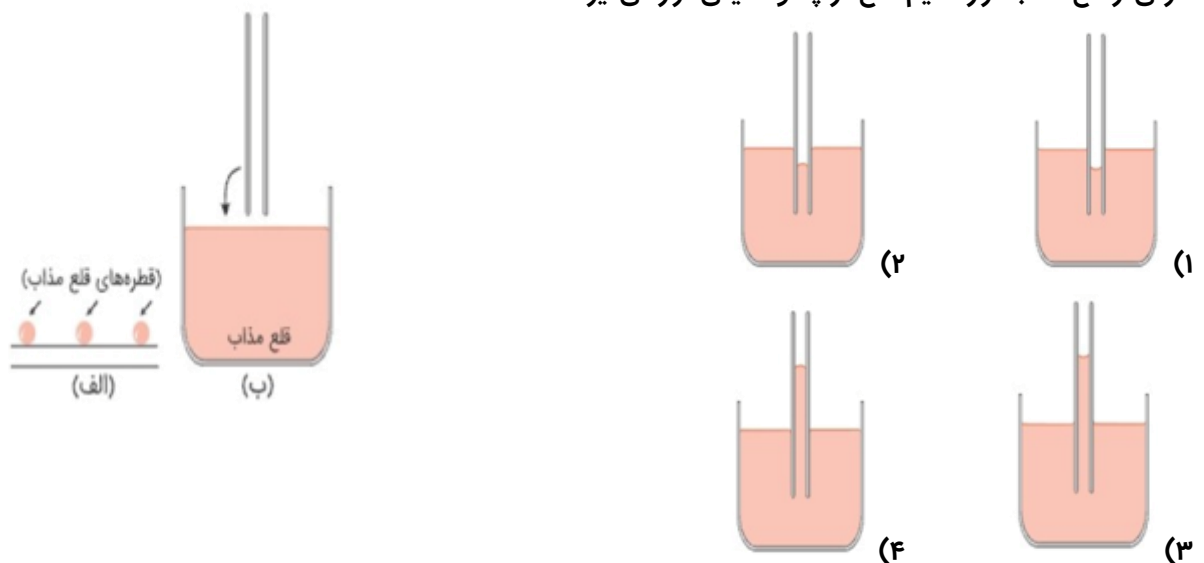
- (الف) فاصله‌ی ذرات سازنده‌ی جامد و مایع تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم است.
 (ب) در جامدهای بلورین مثل فلزها و نمک‌ها، مولکول‌ها یا اتم‌ها در یک الگوی سه‌بعدی تکرارشونده ساخته می‌شوند.
 (پ) کشش سطحی تمایل دارد مساحت مایع را به حداکثر برساند.
 (ت) نیروهای بین مولکولی با افزایش دما یا افزودن ناخالصی در مایع کاهش می‌یابند.
 (ث) موینگی به علت اختلاف بین نیروی هم‌چسبی و دگرچسبی بین مایع و جامد در تماس با آن به وجود می‌آید.
- (۱) ۵ مورد (۲) ۴ مورد (۳) ۳ مورد (۴) ۲ مورد

تست

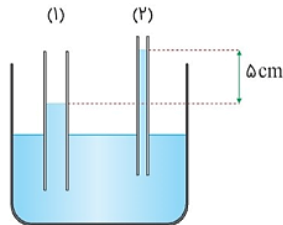
نیروی بین مولکولی و این نیرو در مولکول‌های آب نام دارد.
 (۱) کوتاه‌برد - دافعه (۲) کوتاه‌برد - هم‌چسبی (۳) ثابت - هم‌چسبی (۴) بلندبرد - هم‌چسبی

تست

در شکل (الف) چند قطره قلع مذاب را روی سطح شیشه‌ای یک لوله‌ی موین ریخته‌ایم. اگر لوله را مطابق شکل (ب) داخل ظرفی از قلع مذاب قرار دهیم، قلع در چه وضعیتی قرار می‌گیرد؟

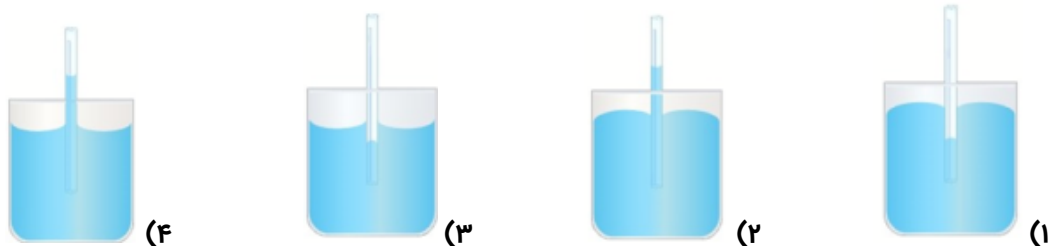


مطابق شکل، دو لوله‌ی موئین از یک جنس را وارد مایعی کرده‌ایم. اگر قطر لوله‌ی موئین (۱)، $\frac{1}{5}$ برابر قطر لوله‌ی موئین (۲) باشد، ارتفاع آب درون لوله‌ی (۱) نسبت به سطح مایع چند سانتی‌متر است؟



- (۱) ۵
(۲) ۶
(۳) ۸
(۴) ۱۰

یک ظرف شیشه‌ای را به طور کامل روغن‌اندود کرده و از آب پر می‌کنیم. سطح بیرونی یک لوله‌ی موئین را نیز روغن‌اندود کرده اما سطح داخلی آن را تمیز نگه می‌داریم؛ حال اگر لوله را درون ظرف شیشه‌ای حاوی آب فرو ببریم، کدام شکل در مورد قرار گیری آب در ظرف و لوله درست است؟



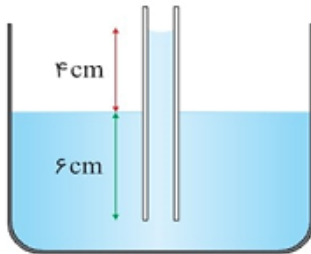
- بالا رفتن آب در یک لوله‌ی موئین تا وقتی ادامه می‌یابد که
(۱) نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و ظرف بیش‌تر از کشش سطحی شود.
(۲) نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و ظرف با وزن ستون آب در لوله برابر باشد.
(۳) نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب و نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و ظرف برابر شود.
(۴) نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب با وزن ستون آب در لوله برابر شود.

در ظرفی 100 cm^3 ب وجود دارد. اگر مطابق شکل زیر، لوله‌ی موئینی را داخل این ظرف وارد کنیم 0.2 درصد از حجم آب، داخل لوله‌ی موئین قرار می‌گیرد. نیروی خالص دگرچسبی بین آب و لوله چند میلی نیوتن است؟ ($\rho = 1 \text{ g/cm}^3$)

$$(g = 10 \text{ N/kg}, \rho)$$

$$0.8 \text{ (2)} \quad 0.5 \text{ (1)}$$

$$1/6 \text{ (4)} \quad 1 \text{ (3)}$$



نیروی بین مولکولی برای یک ماده، چگونه است؟ (فاصله‌ها در ابعاد اتمی و مولکولی است) (ریاضی فارغ ۱۳۹۰)

(۱) در همه‌ی فاصله‌ها ربایشی است.

(۲) در همه‌ی فاصله‌ها رانشی است.

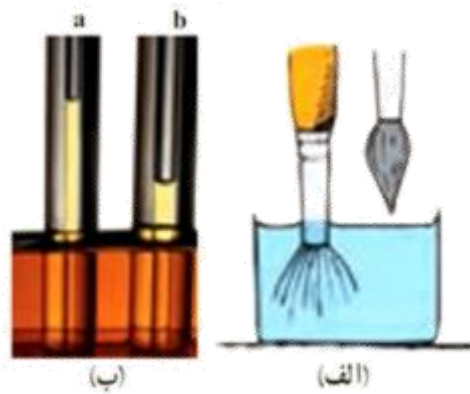
(۳) در فواصل فوق‌العاده کم ربایشی و در فاصله‌های کمی بیش‌تر از آن رانشی است.

(۴) در فواصل فوق‌العاده کم رانشی و در فاصله‌های کمی بیش‌تر از آن ربایشی است.

پرسش: نوعی ماهی به نام ماهی کمان‌گیر با جمع کردن آب در دهان خود و پرتاب آن به سوی حشرانی که در بیرون از آب، روی گیاهان نشسته‌اند، آن‌ها را شکار می‌کند و می‌خورد (شکل زیر). هدف‌گیری آن‌ها به اندازه‌ای دقیق است که معمولاً در این کار اشتباه نمی‌کنند. کدام ویژگی فیزیکی آب، این امکان را به ماهی کمان‌گیر برای شکار می‌دهد؟



پرسش: با توجه به شکل‌های زیر به سؤالات پاسخ دهید.



الف) توضیح دهید چرا وقتی قلم‌مویی را از آب بیرون می‌کشیم (شکل الف)، موه‌های آن به هم می‌چسبند. (اشاره: به پدیده‌ی کشش سطحی در مایع‌ها توجه کنید)

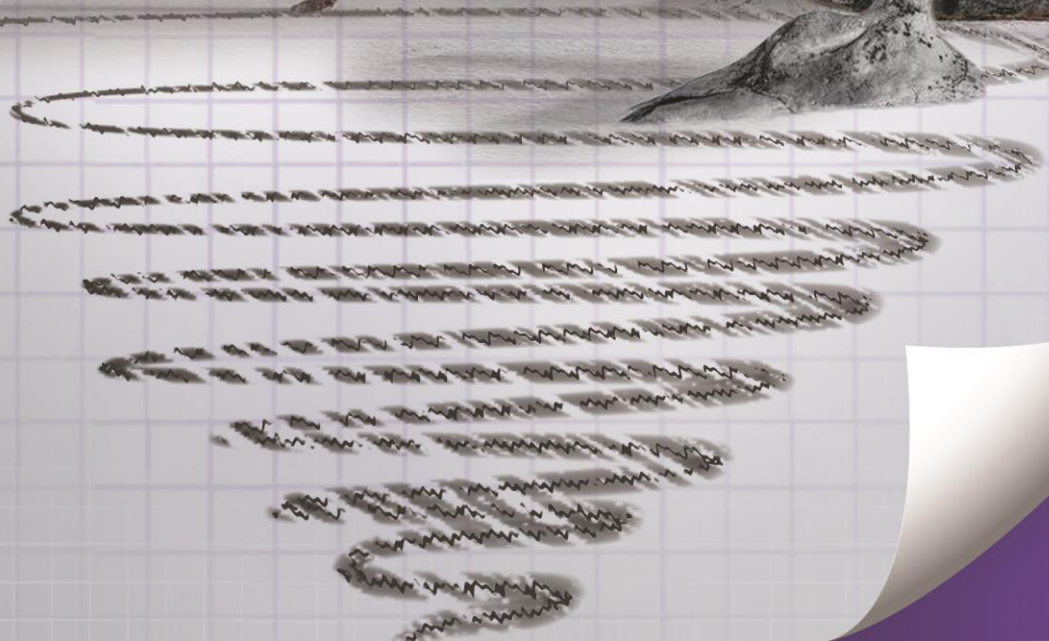
ب) شکل (ب) دو لوله‌ی مویین هم‌جنس را نشان می‌دهد که درون مایعی قرار دارند. چرا ارتفاع مایع درون لوله‌ی b از دو لوله‌ی دیگر کمتر است؟ با توجه به شکل، نیروی هم‌چسبی مایع را با نیروی دگرچسبی مایع و لوله‌های مویین مقایسه کنید.



فیزیک ۱ - فشار



کوانٹری فصل ۳





ماهورهای به جرم 20 kg با تندی ثابت $\frac{2}{5} \frac{\text{km}}{\text{s}}$ به دور زمین می‌چرخد. انرژی جنبشی این ماهواره چند

مگاژول است؟ (سراسری علوم تجربی دافل ۱۴۰۲)

(۴) $6/25 \times 10^{-6}$

(۳) $6/25 \times 10^6$

(۲) $6/25 \times 10^2$

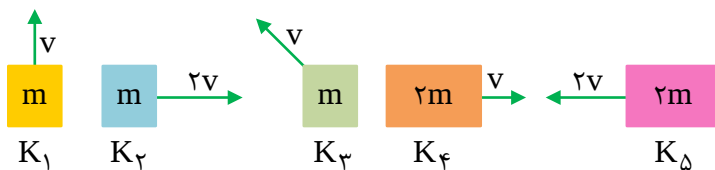
(۱) $6/25 \times 10^3$

انرژی جنبشی خودرویی به جرم $1/2 \text{ ton}$ که با تندی $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ حرکت می‌کند چند ژول است؟

- (۱) $4/8 \times 10^5$ (۲) $4/8 \times 10^2$ (۳) $2/4 \times 10^5$ (۴) $2/4 \times 10^2$

? تمرین کتاب: انرژی جنبشی هریک از اجسام زیر را با هم مقایسه کنید و مقدار آن را به ترتیب از کمترین تا

بیشترین بنویسید.



نسبت انرژی جنبشی جسمی به جرم m_1 که با تندی v_1 در حرکت است به انرژی جنبشی جسم دیگری که جرم آن $2m_1$

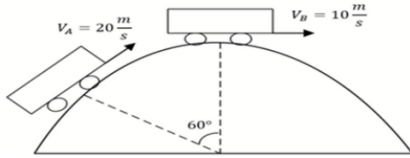
و تندی اش $\frac{1}{2}v_1$ است چقدر است؟

- (۱) $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) ۱ (۴) ۲

خودرویی به جرم 800 kg روی تپه‌ای به شکل نیم‌دایره با تندی $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ از نقطه‌ی A می‌گذرد و با تندی $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به نقطه‌ی

B می‌رسد. تغییرات انرژی جنبشی این خودرو در این جابجایی چند ژول است؟

- (۱) 12×10^4 (۲) 4×10^4 (۳) -12×10^4 (۴) -4×10^4



انرژی جنبشی اتومبیلی 10^4 ژول است اگر از تندی اتومبیل ۲۰ درصد کاسته شود انرژی جنبشی آن چند ژول خواهد شد؟

- (۱) 4×10^3 (۲) $6/4 \times 10^4$ (۳) $6/4 \times 10^3$ (۴) 8×10^3

اگر از جرم جسمی ۱۰ درصد کم کرده و بر تندی آن ۱۰ درصد اضافه کنیم انرژی جنبشی آن تقریباً درصد می‌یابد.

- (۱) ۱۰ - افزایش (۲) ۱۰ - کاهش (۳) ۹ - کاهش (۴) ۹ - افزایش

اگر سرعت متحرکی به جرم m به اندازه‌ی $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ افزایش پیدا کند. افزایش انرژی جنبشی آن $\frac{5}{4}$ انرژی جنبشی اولیه

می‌شود. سرعت اولیه‌ی متحرک چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ بوده است؟ (تقریبی ۹۵)

اگر شهاب‌سنگی به جرم $2 \times 10^4 \text{ kg}$ با تندی $8 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ به زمین برخورد کند، انرژی جنبشی آن در لحظه برخورد، معادل انرژی حاصل از انفجار چند تن TNT است؟ (انرژی حاصل از انفجار هر تن TNT برابر

$4 \times 10^9 \text{ J}$ است) (کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰)

۳۲۰ (۴)

۱۶۰ (۳)

۳۲ (۲)

۱۶ (۱)

نکته



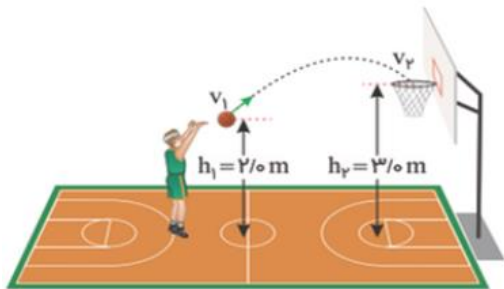
* اگر بخواهیم هرگونه مجهولی را درمبحث انرژی حساب کنیم بدین صورت عمل می‌کنیم که ابتدا رابطه‌ی بین انرژی باقیمانده در هر نقطه (E_B) و همچنین انرژی اولیه (E_A) را با توجه به تلفات انرژی بدست آورده و با در نظر گرفتن آنکه انرژی مکانیکی در هر نقطه برابر با انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی ابتدا رابطه‌ی کلی آن را به صورت زیر نوشته و سپس هرگونه مجهولی را بدست می‌آوریم بطوریکه خواهیم داشت:

$$E_B = E_A - W_f$$

گلوله‌ای را که جرم آن 2 kg است. از ارتفاع 5 m از زمین رها می‌کنیم مشخص کنید سرعت این گلوله وقتی در فاصله‌ی یک متری زمین است چند متر بر ثانیه است؟ اگر کار نیروی تلف شده در بین راه صفر باشد.

در شکل زیر ورزشکار توپ را با چه تندی به طرف سبد پرتاب کند تا توپ با تندی $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به دهانه سبد برسد؟ (مقاومت هوا

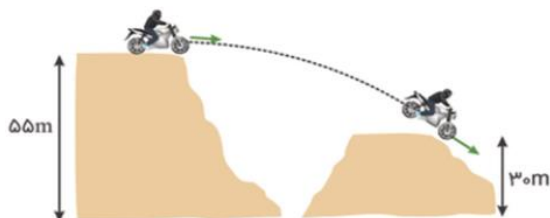
ناچیز است و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) (هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم فرورد ۱۴۰۲)



در شکل زیر، موتورسوار با سرعتی به بزرگی $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ از تپه اول جدا می‌شود. اگر تنها نیروی مؤثر، نیروی وزن

باشد، بزرگی سرعت آن در لحظه رسیدن به تپه دوم، چند متر بر ثانیه است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ (کنکور سراسری ریاضی

و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹)



۲۵ (۱)

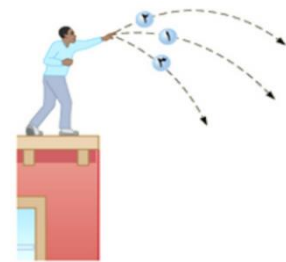
۲۸ (۲)

۳۰ (۳)

۴۰ (۴)

تجربیات

سه توپ مشابه، از بالای ساختمانی با تندی یکسانی پرتاب می‌شوند. (شکل زیر). توپ (۱) در امتداد افق، توپ (۲) با زاویه‌ای بالاتر از امتداد افق و توپ (۳) با زاویه‌ای پایین‌تر از امتداد افق پرتاب می‌شود. با نادیده گرفتن مقاومت هوا، انرژی جنبشی توپ‌ها را هنگام برخورد با سطح زمین، با یکدیگر مقایسه کنید.



تجربیات

موتورسواری از انتهای سکویی مطابق شکل زیر، پرشی را با تندی $\frac{35}{0} \frac{m}{s}$ انجام می‌دهد. اگر تندی موتورسوار در بالاترین نقطه مسیرش به $\frac{32}{0} \frac{m}{s}$ برسد، ارتفاع h را پیدا کنید. اصطکاک و مقاومت هوا را در طول مسیر حرکت موتورسوار نادیده بگیرید.

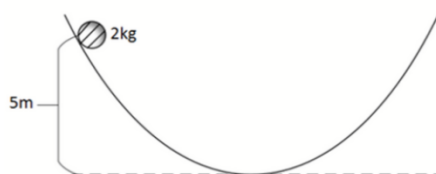


نکته



تجربیات

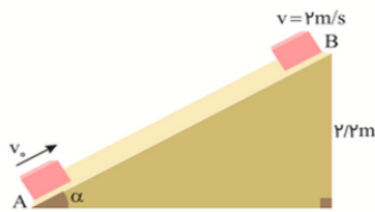
در شکل زیر اگر گلوله رها شود، ۲۰ درصد انرژی در بین راه تلف شود مشخص کنید گلوله در نیم کره‌ی رو به رو حداکثر تا چه ارتفاعی بالا می‌رود؟



- | | |
|-------|-------|
| ۴ (۲) | ۳ (۱) |
| ۱ (۴) | ۲ (۳) |

مطابق شکل زیر، جسم از نقطه A مماس با سطح پرتاب می‌شود و تا رسیدن به نقطه B، ۲۵ درصد انرژی جنبشی اولیه آن

توسط اصطکاک تلف می‌شود. 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

گلوله‌ای از سطح زمین در راستای قائم رو به بالا پرتاب می‌شود و تا رسیدن گلوله به ارتفاع ۴۲ متری از سطح زمین، انرژی جنبشی آن ۳۰ درصد کاهش می‌یابد. این گلوله حداکثر تا ارتفاع چند متری از سطح زمین بالا می‌رود؟ (مقاومت هوا

ناچیز است و $g = 10 \frac{m}{s^2}$) (کنکور سراسری ریاضی و فیزیک دافل ۱۴۰۲)

(۴) ۱۴۹

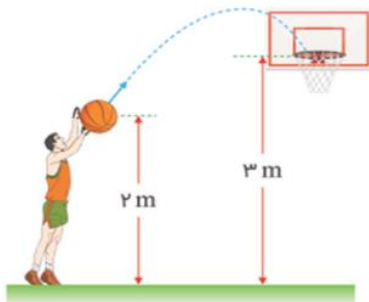
(۳) ۱۴۰

(۲) ۱۲۰

(۱) ۹۶

در شکل زیر، توپ با تندی اولیه $\frac{m}{s}$ پرتاب می‌شود. اگر کار نیروی مقاومت هوا تا رسیدن توپ به سبد، $-\frac{1}{8} K_0$ باشد،

تندی توپ در لحظه ورود به سبد، چند متر بر ثانیه است؟ (K_0 انرژی جنبشی اولیه و $g = 10 \frac{m}{s^2}$ است)



(۱) $2\sqrt{2}$

(۲) $4\sqrt{2}$

(۳) ۵

(۴) ۶

تجربه

جسمی به جرم ۲۰۰ گرم از ارتفاع ۱۵ متری سطح زمین با تندی $۱۰ \frac{m}{s}$ پرتاب می‌شود و با تندی $۱۸ \frac{m}{s}$ به

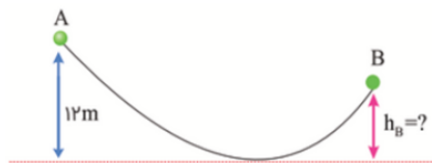
سطح زمین می‌رسد. کار نیروی مقاومت هوا چند ژول است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$) (سراسری علوم تجربی دافن ۱۴۰۲)

- (۱) $-۱۲/۸$ (۲) $-۶/۴$ (۳) $-۱۵/۲$ (۴) $-۷/۶$

تجربه

جسمی به جرم m از نقطه A مطابق شکل زیر با تندی $۴ \frac{m}{s}$ پرتاب شده و با تندی $۸ \frac{m}{s}$ به نقطه B می‌رسد. اگر اندازه کار

نیروی اصطکاک در مسیر AB برابر $\frac{۱}{۱۰}$ کار نیروی وزن جسم در همین مسیر باشد، ارتفاع نقطه B چند متر است؟



($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)

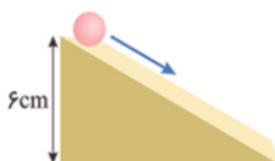
- (۱) $۶/۴$ (۲) $۹/۳$ (۳) ۱۰ (۴) $۱۱/۲$

تجربه

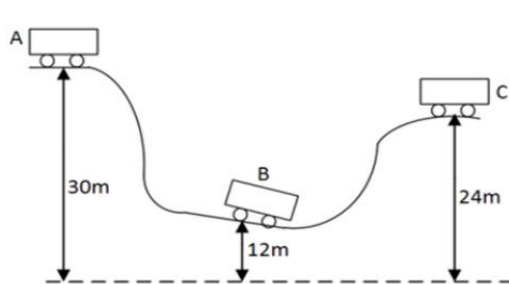
جسمی به جرم ۲kg مطابق شکل زیر با تندی اولیه ۵ متر بر ثانیه از بالای یک سطح شیب‌دار به پایین پرتاب می‌شود.

اگر تندی جسمی در هنگام رسیدن به زمین ۸ متر بر ثانیه باشد کار نیروی اصطکاک در این مسیر چند ژول بوده است؟

($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$) (همانک کشوری ریاضی و فیزیک دهم فراداد ۱۴۰۲)



در شکل روبه‌رو اصطکاک ناچیز است و ارابه بدون سرعت اولیه از حالت A رها می‌شود نسبت سرعت ارابه در حالت B به



سرعت ارابه در حالت C کدام است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$ (ریاضی ۹۱)

۳ (۲)

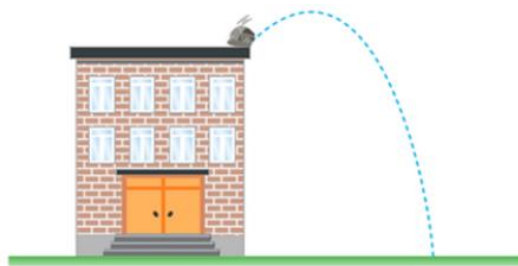
۲ (۱)

$\sqrt{3}$ (۴)

$\sqrt{2}$ (۳)

دانش آموزی سنگی به جرم $200g$ را مطابق شکل زیر از پشت بام ساختمانی به ارتفاع $30m$ ، با تندی $20 \frac{m}{s}$ پرتاب می‌کند.

اگر سنگ با تندی $30 \frac{m}{s}$ با سطح زمین برخورد کند، کار نیروی مقاومت هوای وارد بر سنگ در طی حرکت آن چند ژول



است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

-۲۰ (۲)

-۱۰ (۱)

(۴) بستگی به زاویه پرتاب سنگ دارد.

-۳۰ (۳)

شکل زیر گلوله‌ای را نشان می‌دهد که از سقف کلاسی آویزان شده و دانش آموزی آن را از وضعیت تعادل خارج کرده و در

برابر نوک بینی خود گرفته است. (کتاب درسی)

الف) وقتی دانش آموز گلوله را رها می‌کند هنگام برگشت به او برخورد نمی‌کند. چرا؟

ب) اگر دانش آموز هنگام رها کردن گلوله، آن را هل دهد، هنگام برگشت آن، چه اتفاقی می‌افتد؟



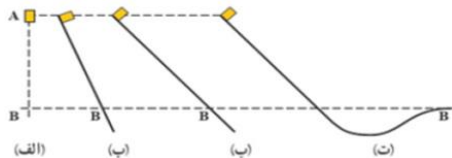
توپى به جرم 45 kg با تندی $v_1 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ از نقطه A می‌گذرد (شکل روبه‌رو). نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک در سطح تماس توپ با زمین، ۲۰ درصد انرژی جنبشی توپ را تا رسیدن به نقطه B تلف می‌کنند. تندی توپ را در این نقطه به دست آورید. (کتاب درسی)



شخصی توپ در حال حرکتی را با دست خود می‌گیرد (شکل زیر). پس از توقف توپ، انرژی جنبشی آن کجا رفته است؟ (کتاب درسی)



شکل زیر، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی نشان می‌دهد. در وضعیت الف، جسم از حالت سکون سقوط می‌کند و در سه وضعیت دیگر جسم از حالت سکون روی مسیری بدون اصطکاک و روبه پایین حرکت می‌کند. تندی جسم را در نقطه B برای هر چهار وضعیت با هم مقایسه کنید. (کتاب درسی)

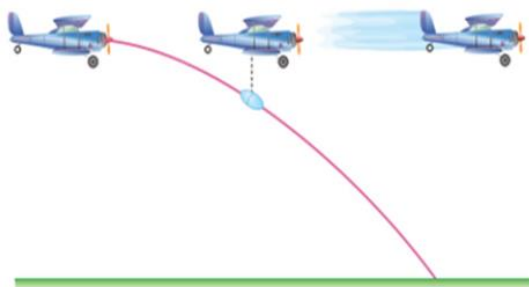


از بالونی که در ارتفاع ۵۰ متری سطح زمین و با تندی $5 \frac{m}{s}$ در پرواز است، بسته‌ای به جرم $20 kg$ رها می‌شود و با تندی $25 \frac{m}{s}$ به زمین برخورد می‌کند. کار انجام شده توسط نیروی مقاومت هوا روی بسته را از لحظه رها شدن تا هنگام رسیدن

به زمین حساب کنید. ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

مطابق شکل زیر هواپیمایی که در ارتفاع $80 m$ از سطح زمین قرار دارد با تندی $108 \frac{km}{h}$ پرواز می‌کند. از هواپیما بسته‌ای برای کمک به آسیب‌دیدگان زلزله رها می‌شود. تندی این بسته هنگام برخورد به زمین چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

و از تأثیر مقاومت هوا روی بسته چشم‌پوشی کنید)



۴۰ (۱)

۵۰ (۲)

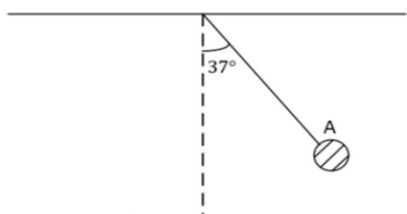
۶۰ (۳)

۷۰ (۴)

در شکل زیر از یک بالگرد که در ارتفاع $100 m$ با تندی $40 \frac{m}{s}$ در حال حرکت است، بسته‌ای به جرم $5 kg$ رها می‌شود. اگر کار نیروی مقاومت هوا بر بسته تا رسیدن به زمین $1000 J$ باشد، تندی بسته هنگام رسیدن به سطح زمین چند متر بر ثانیه است؟

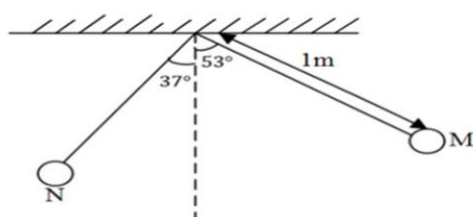


مطابق شکل روبه‌رو آونگی به طول $1/25\text{m}$ با سرعت V از وضعیت نشان داده شده (نقطه‌ی A) عبور می‌کند کمترین مقدار V چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ باشد تا ریسمان بتواند به وضعیت افقی برسد؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $\sin 37^\circ = 0/6$ و از مقاومت هوا صرف‌نظر شود) (سراسری تهرانی ۹۳)



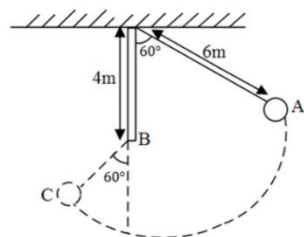
- (۱) ۲
(۲) $2\sqrt{5}$
(۳) $\sqrt{5}$
(۴) ۴

مطابق شکل، آونگی که جرم گلوله آن $0/5\text{kg}$ از نقطه M رها شده و در نقطه N متوقف می‌شود. کار نیروی وزن و مقاومت هوا در این جابجایی به ترتیب از راست به چپ، چند ژول است؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$, $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



- (۱) ۱ ، -۱
(۲) ۱ ، صفر
(۳) $0/5$ ، -۱
(۴) $0/5$ ، $-0/5$

مطابق شکل آونگی که جرم گلوله متصل به آن 2kg است با تندی $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ از نقطه A پرتاب می‌شود. اگر آونگ در مسیر خود به میله‌ای در امتداد قائم برخورد کند، تندی گلوله در نقطه C چند متر بر ثانیه می‌شود؟ (اتلاف انرژی در مسیر A تا C ،



- (۱) ۷
(۲) ۹
(۳) ۱۱
(۴) ۱۳



گلوله‌ای به جرم 20°gr از نقطه‌ی A رها می‌شود و پس از برخورد به فنری در سطح آن را متراکم می‌کند. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB برابر 2^- باشد و سطح افقی بدون اصطکاک فرض شود بیشینه‌ی انرژی پتانسیل کشسانی فنر

چند ژول خواهد بود؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ (تقریبی ۸۶)



تجربیه

گلوله‌ای به جرم 100 gr از نقطه‌ی A با سرعت اولیه‌ی $4\frac{\text{m}}{\text{s}}$ عبور کرده و پس از برخورد به فنر در نقطه‌ی B آن را متراکم می‌کند، اگر کار نیروی اصطکاک در طول مسیر حرکت $1/8$ - باشد بیشترین انرژی که در فنر ذخیره می‌شود چند ژول است؟



تجربیه

در شکل مقابل وزنه‌ای به جرم 100 gr از فاصله‌ی 90 cm بالای فنری که ثابت آن $k = 200\frac{\text{N}}{\text{m}}$ است رها می‌شود. در اثر این برخورد، فنر حداکثر چند سانتی‌متر فشرده می‌شود؟ ($g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و مقاومت هوا ناچیز) (سراسری ریاضی ۹۵)

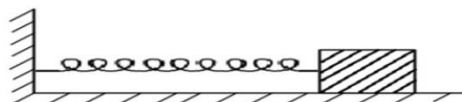


۱ (۱) ۲ (۲)

۵ (۳) ۱۰ (۴)

تجربیه

در شکل روبه‌رو سطح افقی بدون اصطکاک است و جرم فنر ناچیز است، وزنه را به فنر تکیه داده و فشار می‌دهیم تا انرژی پتانسیل سامانه وزنه - فنر به 2 J برسد. اگر در این حالت بدون سرعت اولیه وزنه را رها کنیم بیشترین سرعت وزنه تا لحظه‌ی جدا شدن از فنر چند متر بر ثانیه خواهد شد؟ (سراسری تیرپی ۹۴)



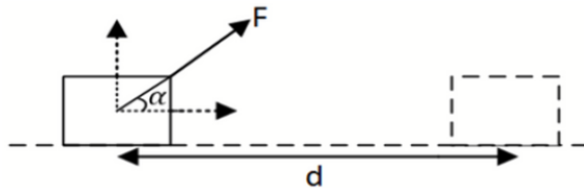
۱ (۱) $2\sqrt{2}$ ۲ (۲)

۴ (۳) $4\sqrt{2}$ ۴ (۴)

کار نیروی ثابت:

هرگاه به جسمی نیرو وارد شود بطوریکه جسم جابجا شود می‌گوییم کار انجام شده است. پس اگر نیرو سبب جابجایی نقطه‌ای اثر خودش شود کار انجام گرفته است.

در شکل مقابل بر روی سطح افقی جسمی به جرم m قرار دارد هر گاه به آن نیروی F که با سطح افق زاویه‌ی α می‌سازد باعث حرکت جسم و یا جابجایی آن بر روی سطح افق شود می‌گوییم کار انجام گرفته است. برای محاسبه‌ی مقدار کار انجام گرفته داریم



نکته



اگر به جسمی نیرو وارد شود ولی جسم جابه‌جا نشود کار انجام شده صفر است.

اگر به جسمی نیرو وارد شود ولی جابجایی انجام شده صفر باشد (کار انجام شده صفر است).

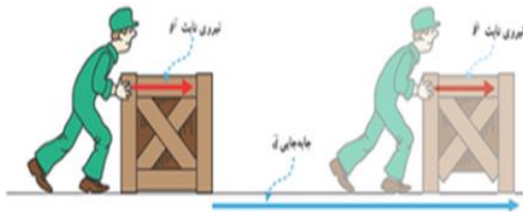
یکای کار (N.m) یا همان (J) است.

کار یک کمیت نرده‌ای است و فقط دارای اندازه و بزرگی است بنابراین اگر به جسمی چند نیرو وارد شود برای محاسبه‌ی کل کار انجام شده، کار تک تک نیروهای وارد بر جسم را محاسبه کرده و سپس آن‌ها را با هم جمع جبری می‌کنیم.

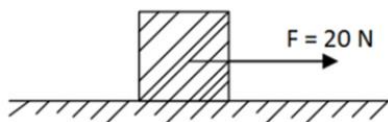
همواره مساحت زیر نمودار نیرو بر حسب جابجایی ($F-d$) بیانگر انجام شده می‌باشد.



شکل زیر کارگری را در حال هل دادن جعبه‌ای با نیروی ثابت 225 N نشان می‌دهد. اگر جعبه $14/\text{m}$ در امتداد نیرو جابه‌جا شود، کار انجام شده توسط این نیرو چقدر است؟ (تمرین کتاب)



در شکل زیر اگر اصطکاک جنبشی 6 N باشد و جسم بر روی سطح افقی 20 cm جابه‌جا شود



الف) کار هر یک از نیروهای وارد بر جسم

ب) کار کل وارد بر جسم



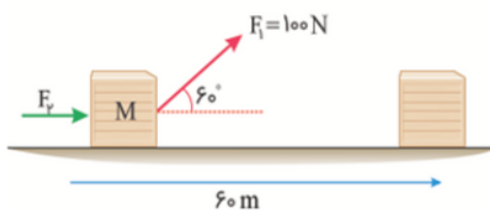
تجربیه

برای حمل یک ماشین خراب از یک ماشین یدک کش استفاده می‌کنیم. یدک کش ماشین را با زاویه 60° و نیروی 4000 N می‌کشد. اگر نیروی اصطکاک ماشین با زمین 1000 N باشد، کار کل انجام شده روی ماشین طی 100 m جابجایی چند ژول است؟ $(\cos(30^\circ) = 0.5)$



تجربیه

در شکل زیر کار انجام شده روی جسم 9 kJ است. نیروی F_2 ، چند نیوتن است؟ (از اصطکاک صرف نظر شود).



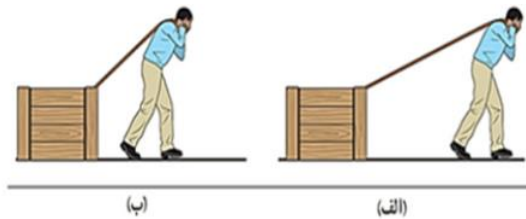
۲۵ (۱)

۵۰ (۲)

۷۵ (۳)

۱۰۰ (۴)

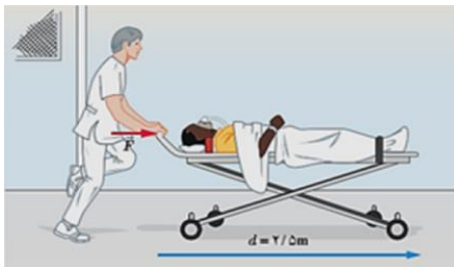
شخصی جسمی را یک دفعه با طنابی بلند (شکل الف) و بار دیگر با طنابی کوتاه‌تر (شکل ب) روی سطحی هموار می‌کشد. اگر جابه‌جایی و کاری که این شخص در هر دو بار روی جعبه انجام می‌دهد یکسان باشد، توضیح دهید در کدام حالت، شخص نیروی بزرگ‌تری وارد کرده است. اصطکاک را در هر دو حالت ناچیز فرض کنید. (کتاب درسی)



بیماری به جرم 72 kg روی تختی به جرم 18 kg دراز کشیده است. پرستاری این تخت را با نیروی ثابت و افقی $\vec{F}$ روی سطحی هموار و با اصطکاک ناچیز هل می‌دهد. مجموعه تخت و بیمار با شتاب $\frac{6}{5}\text{ m/s}^2$ حرکت می‌کند. (کتاب درسی)

الف) اندازه نیروی $\vec{F}$ چقدر است؟

ب) اگر تخت $2/5\text{ m}$ در جهت این نیرو جابه‌جا شود، کار انجام شده توسط نیروی $\vec{F}$ را حساب کنید.



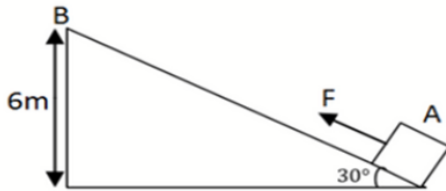
در شکل مقابل به جسم نیروی 400 N اثر کرده آن را روی سطح شیب‌دار بدون اصطکاک از نقطه‌ی A تا B جابجا می‌کند. اندازه‌ی کار نیروی F را بدست آورید.

(۴) $4800\sqrt{3}$

(۳) $2400\sqrt{3}$

(۲) 4800

(۱) 2400



در شکل روبه‌رو نیروی F با افق زاویه‌ی 16° می‌سازد، به جسم وارد می‌شود و جسم به اندازه‌ی 50 cm در امتداد سطح شیب‌دار به سمت بالا حرکت می‌کند. کار انجام شده توسط نیروی F در این جابجایی برابر چند ژول است؟

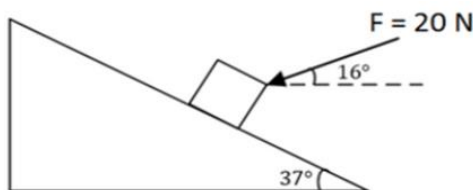
($\sin 37^\circ = 0.6$)

(۴) 16

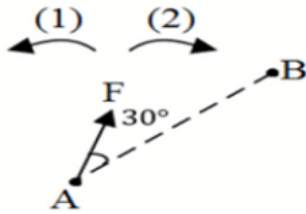
(۳) 12

(۲) 8

(۱) 6



در شکل زیر، کار نیروی $\vec{F}$ در هنگام جابجایی بر پاره خط AB برابر $5\sqrt{3}$ است. نیروی $\vec{F}$ چند درجه و در چه جهتی دوران کند تا کار آن در همان جابجایی 5 شود؟



(۲) 90° در جهت (۲)

(۱) 90° در جهت (۱)

(۴) 120° در جهت (۲)

(۳) 120° در جهت (۱)

نیروی $\vec{F} = (30\text{N})\vec{i} + (40\text{N})\vec{j}$ به جسمی به جرم 5kg وارد می‌شود و آن را روی سطح افقی به اندازه $\Delta\vec{x} = (6\text{m})\vec{i}$ جابجا می‌کند. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابجایی چند ژول است؟ (سراسری تجربی ۹۸)

۴۲۰ (۴)

۳۰۰ (۳)

۲۴۰ (۲)

۱۸۰ (۱)

نیروی $\vec{F} = 30\vec{i} + 40\vec{j}$ به جسمی به جرم 5kg وارد شده و آن را روی سطح افقی به اندازه $\Delta\vec{x} = 6\vec{i} + 6\vec{j}$ جابه جا می‌کند. کار نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟

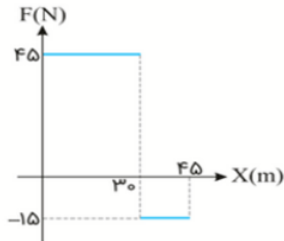
۴۲۰ (۴)

۳۰۰ (۳)

۲۴۰ (۲)

۱۸۰ (۱)

نمودار نیرو - مکان جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. کار نیروی F در ۴۵ متر جابه‌جایی جسم چند ژول است؟

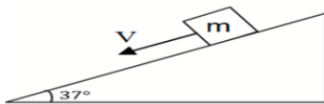


- (۱) ۱۱۲۵ (۲) ۱۳۵۰
(۳) ۱۵۷۵ (۴) ۲۰۲۵

در شکل روبه‌رو به جسمی به جرم ۲ kg نیروی مناسب F به موازات سطح شیب‌دار وارد می‌شود تا جسم با تندی ثابت رو به پایین سطح حرکت کند. اگر اندازه‌ی نیروی اصطکاک بین جسم و سطح برابر ۱۶۰ N باشد کار نیروی F در مدتی که

جسم ۲ m روی سطح پایین می‌آید چند ژول است؟ $(g = ۱۰ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$ (سراسری ریاضی ۹۳)

- (۱) -۱۶۰ (۲) -۸۰ (۳) $+۱۶۰$ (۴) $+۸۰$



کار نیروی اصطکاک:

نیروی است که از طرف سطح بر جسم وارد می‌شود و با حرکت جسم مخالفت می‌کند که مطابق زیر است:

$$f = \mu N$$

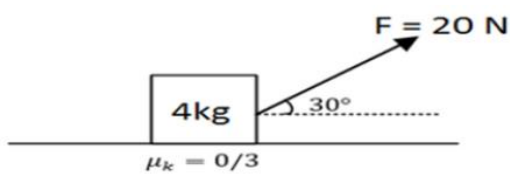
تجربه

در شکل مقابل کار نیروی اصطکاک چقدر است اگر جسم ۲m جابجا شود؟

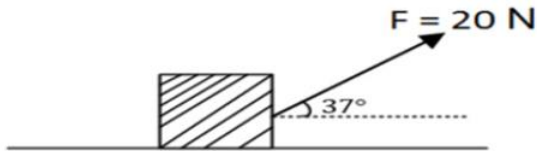


تجربه

در شکل مقابل کار نیروی اصطکاک را به ازای هر متر جابجایی محاسبه کنید.



مطابق شکل جسمی به جرم 5 kg با سرعت ثابت بر روی سطح افقی جابجا می‌شود کار نیروی اصطکاک در هر متر جابجایی چند ژول است؟



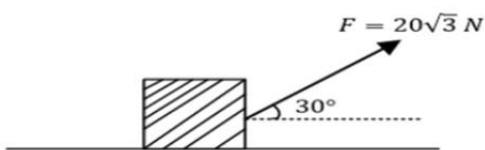
مطابق شکل نیروی F به جسمی به جرم 4 kg وارد شده است و آن را روی سطح افقی از حال سکون به حرکت در می‌آورد. اگر طی مسافت 20 m تندی جعبه به $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ برسد. نیروی اصطکاک وارد بر این جسم چند نیوتن است؟

۱۷ (۴)

۲۳ (۳)

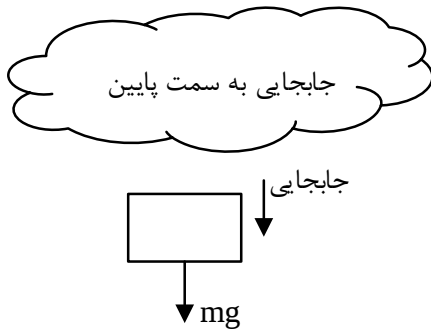
۳۰ (۲)

۲۰ (۱)

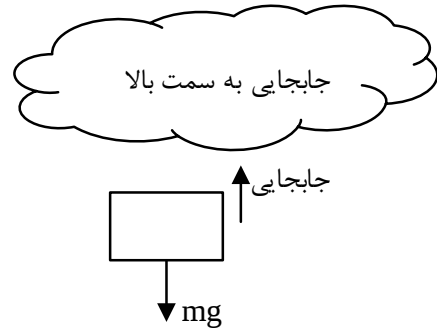


کار نیروی وزن:

از آن جایی که نیروی گرانش زمین بر اجسام همواره در راستای قائم و رو به پایین است می‌توان دریافت که نیروی وزن فقط در جابجایی قائم کار انجام می‌دهد.



$$w_{\text{وزن}} = mg \times h \times \cos(0^\circ) = +mgh$$

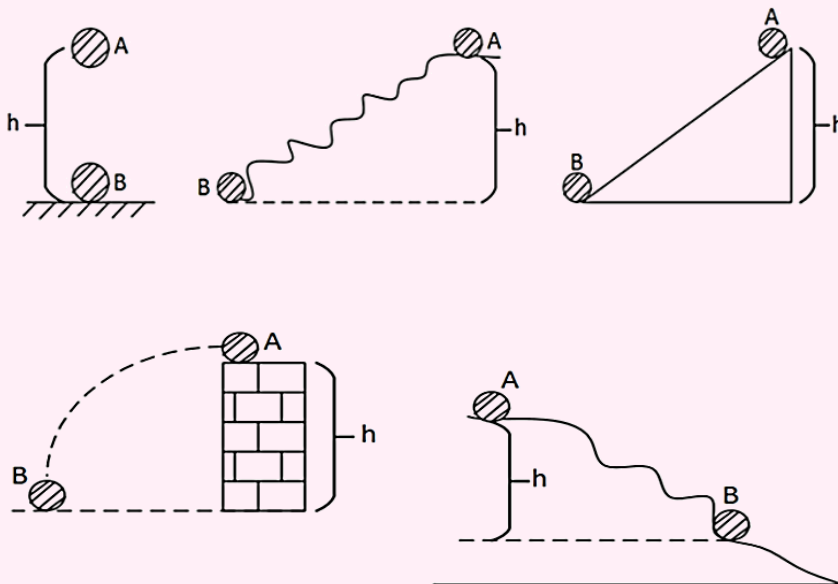


$$w_{\text{وزن}} = mg \times h \times \cos(180^\circ) = -mgh$$

نکته



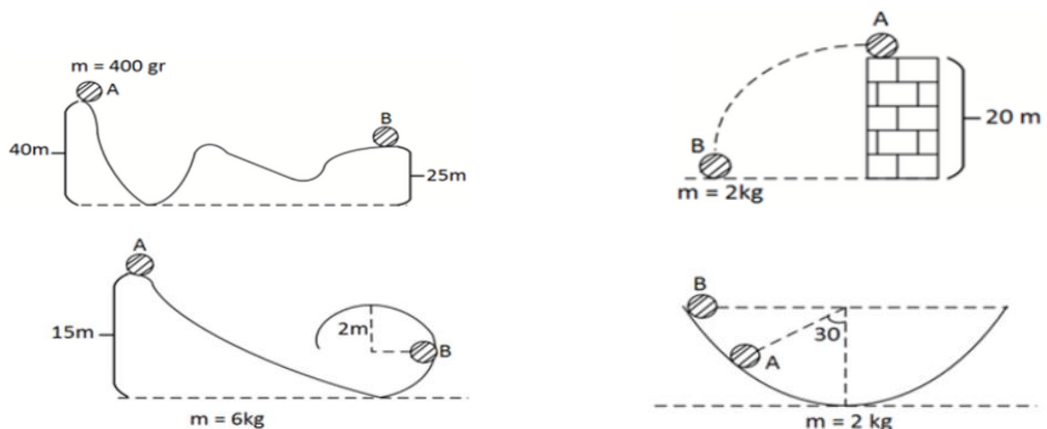
کار نیروی وزن فقط به جابجایی در راستای قائم بستگی دارد. یعنی به مسیر حرکت بستگی ندارد.





جسمی به جرم 6 kg را بر روی سطح شیب‌دار با زاویه‌ی 60° درجه به اندازه‌ی 10 cm روی سطح شیب‌دار جابجا می‌کنیم. کار نیروی وزن را محاسبه کنید.

در هر یک از شکل‌های زیر؛ کار نیروی وزن را محاسبه کنید.



برای جسمی به جرم m که رو به بالا حرکت می‌کند و از سطح زمین دور می‌شود نشان دهید کار نیروی وزن، همچنان از رابطه $W_{\text{وزن}} = -(U_2 - U_1) = -\Delta U$ به دست می‌آید. فرض کنید که جسم به اندازه‌ی کافی نزدیک به سطح زمین بماند به گونه‌ای که وزن آن وزن ثابت باشد. (کتاب درسی)

مطابق شکل زیر، سه توپ مشابه از بالای ساختمانی، از یک نقطه با سرعت یکسان پرتاب می‌شوند. اگر کار نیروی وزن

روی سه توپ از لحظه پرتاب تا رسیدن به زمین W_1 ، W_2 و W_3 باشد، کدام رابطه درست است؟ (ریاضی ۹۸)

$$W_1 = W_2 = W_3 \quad (1)$$

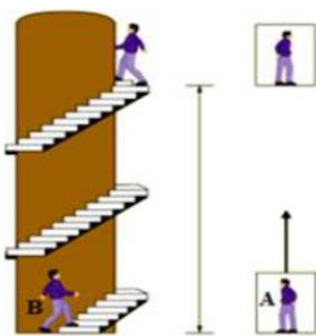
$$W_2 > W_1 > W_3 \quad (2)$$

$$W_3 < W_2 < W_1 \quad (3)$$

$$W_2 = W_3 > W_1 \quad (4)$$

دو شخص هم‌جرم A و B به طبقه سوم ساختمانی می‌روند. شخص A با آسانسور و شخص B به آرامی از پله‌های

ساختمان بالا می‌روند. گزاره‌های درست را با ذکر دلیل مشخص کنید. (کتاب درسی)



الف) در طبقه سوم، انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A از شخص B

کمتر است، زیرا آرام‌تر بالا رفته است.

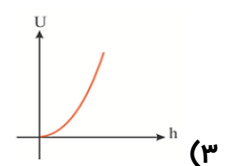
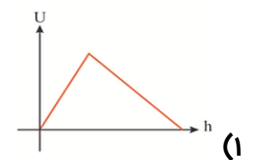
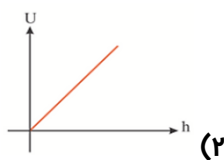
ب) انرژی پتانسیل گرانشی (نسبت به زمین) شخص A کمتر از شخص B است، زیرا

برای رسیدن به طبقه سوم ساختمان مسافت کمتری پیموده است.

پ) انرژی پتانسیل گرانشی هر دو شخص در طبقه سوم ساختمان یکسان است.

جسمی را از سطح زمین در راستای قائم و در شرایط خلأ روبه بالا پرتاب می‌کنیم. نمودار انرژی پتانسیل برحسب ارتفاع از

زمین این جسم کدام است؟



هواپیمایی به جرم ۶۰ تن با تندی $\frac{80}{s} m$ از باند فرودگاه بلند می‌شود و در مدت یک دقیقه تندی آن دو برابر می‌شود و به ارتفاع ۶۰۰ متری از سطح زمین می‌رسد. در این یک دقیقه، کار نیروی وزن روی هواپیما چند ژول است و انرژی مکانیکی هواپیما چند ژول افزایش می‌یابد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

(۲) $3/6 \times 10^8$ و $2/16 \times 10^8$

(۱) $3/6 \times 10^8$ و $9/36 \times 10^8$

(۴) $3/6 \times 10^8$ و $9/36 \times 10^8$

(۳) $3/6 \times 10^8$ و $2/16 \times 10^8$

قضیه کار و انرژی

کار برآیند نیروهای وارد بر یک جسم برابر است با تغییرات انرژی جنبشی جسم در آن جابجایی

$$W_{\text{کل}} = \Delta K = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

نکته



اگر سرعت جسم ثابت باشد و یا جسم ساکن باشد کار برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است.



جسم ساکنی به جرم m را مانند شکل زیر، با دستان از ارتفاع h_1 به ارتفاع h_2 می‌بریم و دوباره به حالت سکون می‌رسانیم. با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، کار نیروی دست را در این جابه‌جایی محاسبه کنید. (کتاب درسی)

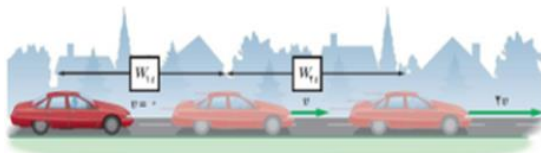
جسم ساکنی به جرم m را با دستان از ارتفاع h_1 تا ارتفاع h_2 بالا می‌بریم و دوباره به حالت سکون می‌رسانیم. با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، کار نیروی دست در این جابه‌جایی کدام است؟

(۱) صفر $mg(h_2 - h_1)$ (۲)

(۳) $-mg(h_2 - h_1)$ (۴) $\frac{1}{2}mg(h_2 - h_1)$

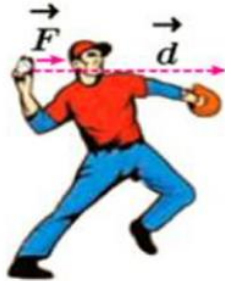
برای آنکه تندی خودرویی از حال سکون به v برسد باید کار کل W_{1t} روی آن انجام شود. همچنین برای آنکه تندی خودرو

از v به $2v$ برسد، باید کار کل W_{2t} روی آن انجام شود (شکل زیر). نسبت $\frac{W_{1t}}{W_{2t}}$ چقدر است؟ (کتاب درسی)



ورزشکاری سعی می‌کند توپ بیسبالی به جرم 150g را با بیشترین تندی ممکن پرتاب کند. به این منظور، ورزشکار نیرویی به بزرگی $F = 750\text{N}$ تا لحظه پرتاب توپ و در امتداد جابه‌جایی ($d = 1/5\text{m}$) بر آن وارد می‌کند (شکل زیر). تندی

توپ هنگام جدا شدن از دست ورزشکار چقدر است؟ (کتاب درسی)



توپ فوتبالی به جرم $450 \times 10^{-2}\text{g}$ از نقطه پناالتی با تندی $18/0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به طرف دروازه شوت می‌شود (شکل زیر). توپ با

تندی $15/0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به دستان دروازه‌بان برخورد می‌کند. کار کل انجام شده روی توپ را که سبب کاهش تندی آن شده است

محاسبه کنید. (کتاب درسی)



در شکل‌های (الف) و (ب) جرم ارابه‌ها یکسان است. برای اینکه تندی ارابه‌ها از صفر به مقدار معین v برسد، کار انجام

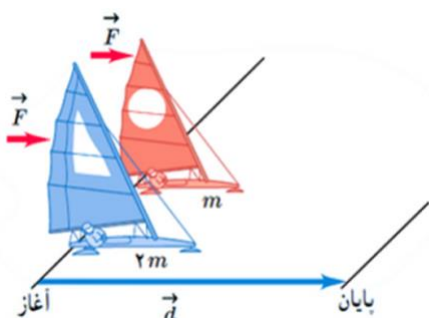
شده در هر دو حالت را با هم مقایسه کنید. (کتاب درسی)



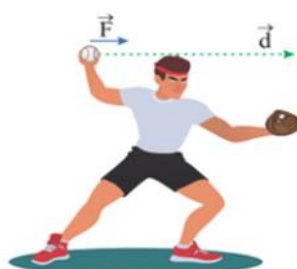
جرم یک خودروی الکتریکی به همراه راننده اش $8/40 \times 10^2 \text{ kg}$ است. وقتی این خودرو از موقعیت A به موقعیت B می‌رود، کار کل انجام شده روی خودرو $7/35 \times 10^4 \text{ J}$ است. اگر تندی خودرو در موقعیت A، $54/0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ باشد، تندی آن در موقعیت B چند متر بر ثانیه است؟ (کتاب درسی)



دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخ زده، دارای جرم‌های m و $2m$ روی دریاچه افقی و بدون اصطکاکی قرار دارند و نیروی ثابت و یکسان $\vec{F}$ با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود (شکل روبه‌رو). هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصله d می‌گذرند. انرژی جنبشی و تندی قایق‌ها را درست پس از عبور از خط پایان، باهم مقایسه کنید.



ورزشکاری توپ بیسبال به جرم 200 g را با بیشترین تندی ممکن پرتاب می‌کند. او نیروی $F = 60 \text{ N}$ را به صورت افقی تا لحظه پرتاب در امتداد جابه‌جایی $d = 1/5 \text{ m}$ بر توپ وارد می‌کند. تندی توپ در لحظه جدا شدن از دست ورزشکار چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟ (نیروی مقاومت هوا ناچیز است) (هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم فرادر ۱۴۰۲)



گلوله‌ای به جرم ۲۰ با سرعت افقی که بزرگی آن $200 \frac{m}{s}$ است، به دیواری برخورد می‌کند و پس از طی مسافت ۱۰ cm

داخل دیوار متوقف می‌شود. کار نیرویی که دیوار به گلوله وارد می‌کند چند ژول است؟

- (۱) -۴ (۲) -۴۰۰ (۳) -۲۰۰ (۴) -۲

کار انجام شده توسط ورزشکار را روی وزنه برای حالات زیر حساب کنید:

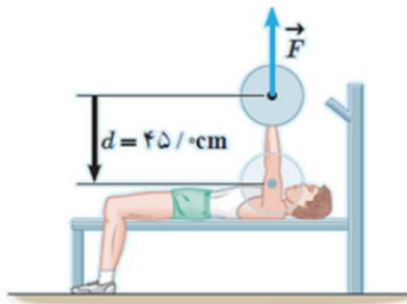
الف) ورزشکاری وزنه‌ای به جرم 70 kg را به طور یکنواخت، 50 cm بالای سر خود می‌برد کاری که این ورزشکار روی

وزنه انجام داده را محاسبه کنید. اندازه شتاب گرانش زمین را $g = 10 \frac{N}{kg}$ بگیرید.

ب) ورزشکار با وارد کردن همان نیروی $\vec{F}$ ، وزنه را به آرامی پایین می‌آورد.

پ) توضیح دهید که این دو حالت، چه تفاوتی بین مقادیر به دست آمده برای کار انجام شده توسط ورزشکار وجود دارد.

(کتاب درسی)



اگر مطابق شکل زیر سطلی را در دست نگه دارید، آیا نیروی دست شما هنگامی که با تندی ثابت در مسیر افقی قدم می‌زنید

روی سطل کاری انجام می‌دهد؟ اگر تندی حرکت شما در طول مسیر کم و زیاد شود چطور؟ پاسخ خود را در هر مورد توضیح

دهید. (کتاب درسی)



شخصی گلوله‌ای برفی به جرم 20 g را از روی زمین برمی‌دارد و تا ارتفاع 15 cm بالا می‌برد و سپس آن را با تندی $10\frac{\text{m}}{\text{s}}$ پرتاب می‌کند. کار انجام شده توسط شخص روی گلوله برف چقدر است؟ (کتاب درسی)

آیا کل کار انجام شده بر یک جسم در یک جابه‌جایی می‌تواند منفی باشد؟ توضیح دهید. (کتاب درسی)

شکل روبه‌رو شخصی را نشان می‌دهد که با وارد کردن نیروی ثابت 50 N جعبه‌ای به جرم 5 kg را از حال سکون در امتداد قائم جابه‌جا می‌کند. (کتاب درسی)

الف) کار انجام شده توسط شخص و کار انجام شده توسط نیروی وزن را روی جعبه در ارتفاع 2 m به طور جداگانه حساب کنید.



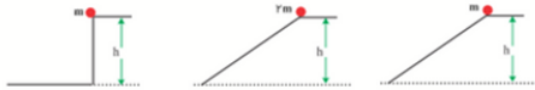
ب) کار کل انجام شده روی جعبه تا ارتفاع 2 m چقدر است؟

پ) با استفاده از قضیه کار - انرژی جنبشی تندی نهایی جعبه را در ارتفاع 2 m حساب کنید.

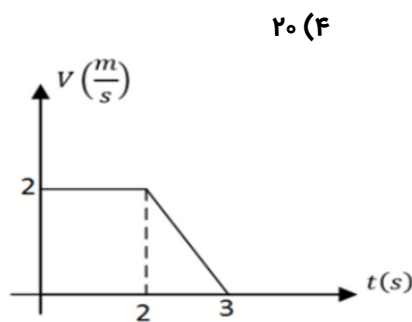
در سه شکل زیر اجسامی از حالت سکون و ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آنها وارد نمی‌شود در کدام حالت جسم (کتاب درسی)

الف) بیشترین تندی را هنگام رسیدن به سطح افقی دارد؟

ب) تا هنگام رسیدن به پایین مسیر، بیشترین مقدار کار نیروی وزن روی آن انجام شده است؟



نمودار تندی - زمان متحرکی به جرم 10 kg مطابق شکل است. اندازه‌ی کار برآیند نیروهای وارد بر جسم در ۳ ثانیه اول حرکت چند ژول است؟



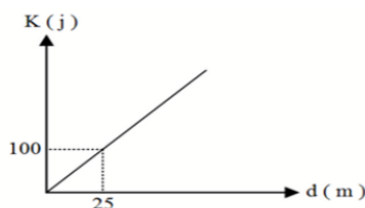
۲۰ (۴)

-۲۰ (۳)

۴۰ (۲)

-۴۰ (۱)

جسمی از حالت سکون از مبدأ مختصات و بر روی محور X شروع به حرکت می‌کند. نمودار تغییرات انرژی جنبشی آن برحسب مکان مطابق شکل است. برآیند نیروهای وارد بر جسم برحسب نیوتون برابر است با:



۲ (۲)

صفر (۱)

۱۲۵۰ (۴)

۴ (۳)

از یک بلندی به ارتفاع 30m ؛ گلوله‌ای به جرم 1kg از حال سکون در هوا رها می‌شود و با سرعت $20\frac{\text{m}}{\text{s}}$ به سطح زمین

برخورد می‌کند. کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟ ($g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

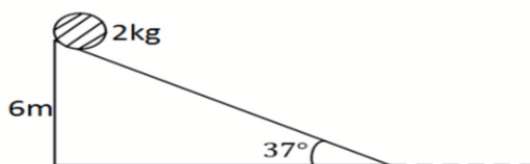
- (۱) 200 (۲) -200 (۳) -100 (۴) 100

شخصی در طبقه سوم ساختمان، سوار آسانسور می‌شود و به طبقه دهم می‌رود. جرم شخص 70kg است و یک کوله‌پشتی به جرم 5kg در دوش دارد. آسانسور بین طبقات پنجم تا هفتم مسافت 6m را در مدت 2s با سرعت ثابت طی می‌کند.

در این 2s کار نیرویی که آسانسور به شخص وارد می‌کند، چند ژول است؟ ($g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) (سراسری تهرانی ۹۶)

- (۱) صفر (۲) 3900 (۳) 4200 (۴) 4500

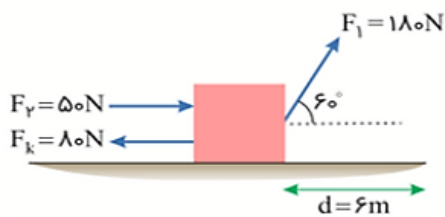
در شکل روبه‌رو جسم از بالاترین نقطه سطح شیب‌دار بدون سرعت اولیه رها می‌شود اگر نیروی اصطکاک جنبشی در طول مسیر 4N باشد سرعت جسم در لحظه‌ی رسیدن به پایین سطح چند متر بر ثانیه خواهد شد؟ (تهرانی فارج ۹۴)



($\sin 37^\circ = 0.6$, $g = 10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

- (۱) $4\sqrt{5}$ (۲) $4\sqrt{10}$ (۳) $2\sqrt{5}$ (۴) $2\sqrt{10}$

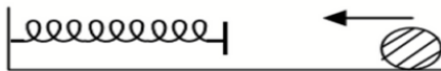
در شکل زیر جرم جسمی ۲۰ کیلوگرم است. ($\cos 60^\circ = 0.5$) هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم فروردین ۱۴۰۲



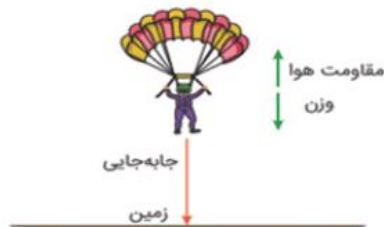
الف) کار کل را به دست آورید.

ب) اگر در ابتدا حرکت جسم ساکن بوده باشد، تندی آن را پس از این جابه‌جایی بدست آورید؟

جسمی به جرم ۵ kg مطابق شکل با سرعت $10 \frac{m}{s}$ به فنری برخورد کرده و آن را فشرده می‌کند اگر در این فرآیند ۶ ژول انرژی درون فنر ذخیره شده باشد. کار نیروی اصطکاک را محاسبه کنید.



چتربازی به جرم کل ۱۰۰ kg از بالونی در ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح زمین با سرعتی به بزرگی $10 \frac{m}{s}$ به بیرون بالون می‌پرد. اگر او با سرعتی به بزرگی $40 \frac{m}{s}$ به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چترباز در طول مسیر سقوط چند کیلوژول



است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$) *کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹*

- (۱) -۹۰۰
(۲) -۵۰۰/۹
(۳) -۵۰۰
(۴) -۴۹۹/۱

مطابق شکل زیر جسم ساکنی تحت تأثیر دو نیروی افقی $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ روی سطح افقی بدون اصطکاک به سمت راست شروع به حرکت می‌کند، پس از جابه‌جایی d ، تندی جسم به v می‌رسد، اگر نیروی $\vec{F}_2$ حذف شود، تندی جسم پس از جابه‌جایی



از v به $3v$ برسد، حاصل $\frac{F_1}{F_2}$ کدام است؟

(۲) $\frac{8}{7}$

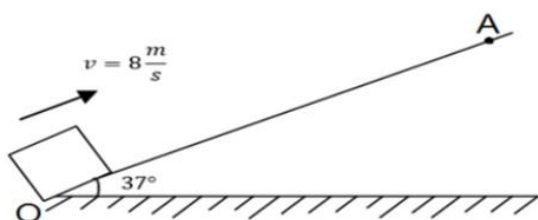
(۱) $\frac{4}{3}$

(۴) $\frac{52}{3}$

(۳) ۲

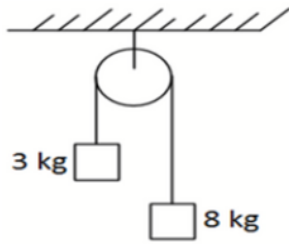
پایین سطح شیب‌داری جسمی را با سرعت $\frac{8}{s} m$ رو به بالا پرتاب می‌کنیم که در نقطه‌ی A متوقف شده و بر می‌گردد. اگر

سرعت جسم هنگام برگشت در نقطه‌ی پرتاب $\frac{6}{s} m$ باشد. طول OA چند متر است؟



($\sin 37^\circ = 0.6$, $g = 10 \frac{N}{kg}$)

در شکل مقابل دستگاه از حال سکون رها می شود اگر اندازه ی کار نیروی اصطکاک بعد از ۱m جابجایی ۲۰ باشد. در این

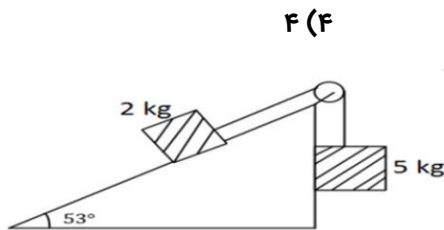


لحظه انرژی جنبشی مجموعه چند ژول است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

- (۱) ۲۰ (۲) ۳۰ (۳) ۴۰ (۴) ۵۰

در شکل مقابل دستگاه از حال سکون شروع به حرکت می کند پس از آنکه جسم m_1 به اندازه ی ۲۰m پایین آمد؛ انرژی

جنبشی کل دستگاه چند ژول خواهد بود؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$; کلیه ی اصطکاک ها ناچیز؛ $\sin 53^\circ = 0.8$)



- (۱) ۳/۲ (۲) ۶ (۳) ۶/۸ (۴) ۴

اگر تندی جسمی در یک مسیر ثابت بماند، کدام موارد الزاماً درست است؟

الف) کار نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

ب) انرژی مکانیکی جسم ثابت ماند.

پ) نیروی خالص وارد بر جسم صفر است.

- (۱) الف (۲) پ (۳) الف و ب (۴) ب و پ

توان: 

کار انجام شده در واحد زمان یا آهنگ مصرف انرژی را توان می‌نامند که آن را با P نمایش داده و یکای آن را در SI وات می‌نامند.

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

نکته



هرچه کار انجام شده در زمان کمتری باشد و یا در زمان معین کار بیشتری انجام شود توان بیشتر خواهد بود.

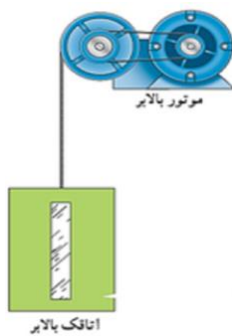
اگر بخواهیم توان را با توجه به ویژگی‌های انرژی بحث کنیم می‌توان گفت کار با تغییرات انرژی درونی یا انرژی مکانیکی برابر بوده و می‌توان در حالت کلی آن را در حالت‌های زیر مورد بحث و بررسی قرار داد. که با توجه به نوع توان می‌توان آن را بحث نمود.

شخصی به جرم 60 kg سوار بر آسانسور تا ارتفاع 20 m سطح زمین بالا می‌رود اگر مدت زمان جابجایی وی 2 min باشد؛
توان این آسانسور چند کیلووات است؟

اگر یک پمپ موتور هدایت کننده‌ی آب در یک ماشین آتشنشانی بتواند در مدت 5 min ، 50 lit آب را با سرعتی برابر
 $36\frac{\text{km}}{\text{h}}$ خارج کند مشخص کنید توان این موتور چقدر است؟

بالابری با تندی ثابت، باری به جرم 650 kg را در مدت 3 دقیقه تا ارتفاع 75 m بالا می‌برد. اگر جرم بالابر 320 kg باشد،
توان متوسط موتور آن چند وات و چند اسب بخار است؟ (کتاب درسی)

شخصی به جرم 72 kg ، در مدت زمان 90 s از تعداد 50 پله بالا می‌رود. توان متوسط مفید او چند وات است؟ ارتفاع هر پله را 30 cm فرض کنید. (کتاب درسی)



جرم اتاقک بالابری به همراه بار آن 500 kg است (شکل زیر). اگر این بالابر در مدت $10/0\text{ s}$ از طبقه همکف به طبقه دوم در ارتفاع $6/20\text{ m}$ برود، توان متوسط موتور این بالابر چند اسب بخار است؟ نیروهای اتلافی را نادیده بگیرید. (کتاب درسی)

یک پمپ آتش‌نشانی در هر دقیقه 100 kg آب را تا ارتفاع 4 متری بالا برده و با سرعت 10 متر بر ثانیه تخلیه می‌کند. توان مفید این پمپ چقدر است؟ $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$

نسبت توان خروجی به توان داده شده به دستگاه می‌باشد (توان ورودی) که می‌توان آن را از رابطه‌ی کلی زیر بدست آورد. با توجه به آنکه راندمان را برحسب درصد بحث می‌کنند عدد بدست آمده را در ۱۰۰ ضرب می‌کنیم.

$$\text{بازده} = \frac{\text{توان مفید یا توان خروجی}}{\text{توان کل یا توان ورودی}} \times 100$$

$$Ra = \frac{\text{کار خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100$$

$$\begin{cases} Ra = \frac{P_1}{P_2} \times 100 \\ P_2 > P_1 \end{cases}$$

نکته



راندمان نسبتی از توان است و چون نسبت است واحد ندارد.

تجربیت

یک بالابر با بازده ۴۰ درصد جسمی به جرم ۴۰۰ kg را در مدت ۲۰ s تا ارتفاع ۸۰ m سطح زمین بالا می‌برد تعیین کنید.

ب) توان ورودی

الف) توان خروجی

تست

یک پمپ آتش‌نشانی در هر دقیقه ۱۲۰ kg آب را با سرعت ۳۰ $\frac{m}{s}$ از دهانه‌ی لوله‌ای به خارج می‌فرستد مطلوب است؟

الف) توان مفید پمپ چند کیلو وات است؟

ب) اگر راندمان پمپ ۶۰ درصد باشد توان کل پمپ چند کیلو وات است؟

تجربیه

یک بالابر هیدرولیکی با مصرف 2 kJ انرژی بسته‌ای به جرم 40 kg را تا ارتفاع معینی از سطح زمین بالا می‌برد. در این لحظه بسته رها شده و سقوط می‌کند و با سرعت $2\sqrt{2}$ به زمین می‌خورد راندمان بالابر را بدست آورید.

تجربیه

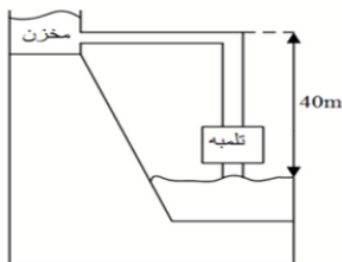
خودرویی به جرم 1500 kg روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حال حرکت است. اگر تندی خودرو در مدت 8 s از $36\frac{\text{km}}{\text{h}}$ به $108\frac{\text{km}}{\text{h}}$ برسد، توان متوسط موتور آن چند اسب بخار است؟ ($1\text{ hp} = 750\text{ W}$)

(۱) 100 (۲) 200 (۳) $7/5 \times 10^4$ (۴) $1/5 \times 10^5$

* هر اسب بخار معادل 746 وات است.

تجربیه

مطابق شکل تلمبه‌ای در هر دقیقه 100 لیتر آب دریاچه‌ای را 40 m بالا می‌آورد و آن را به یک مخزن منتقل می‌کند. اگر بازده تلمبه 25% باشد، در هر ثانیه چند کیلو ژول انرژی در این تلمبه هدر می‌رود؟



$$(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \text{ و } \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3})$$

(۱) 1 (۲) 2

(۳) $5/2$ (۴) 3

برای بالا بردن باری به جرم ۲۰۰۰ کیلوگرم از جرثقیلی با توان ورودی ۲۵۰۰ وات استفاده می‌کنیم. اگر در مدت یک دقیقه بار را تا ارتفاع ۳ متر با سرعت ثابت بالا ببریم، بازده جرثقیل چقدر است؟ (از اتلاف ناشی از اصطکاک صرف‌نظر کنید و

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \quad \text{هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم فروردین ۱۴۰۲}$$

بالابری برای بالا بردن وزنه ۲۰ کیلوگرمی تا ارتفاع معین ۱۰۰۰ ژول انرژی مصرف می‌کند. اگر وزنه را از ارتفاع فوق رها کنیم با تندی $v = 9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به زمین می‌رسد. بازده بالابر چند درصد است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ *هماهنگ*

کشوری ریاضی و فیزیک دهم فروردین ۱۴۰۲

اتومبیلی در یک جاده صاف، با تندی $50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ حرکت می‌کند. در این شرایط، توان موتور اتومبیل 20 kW است و به ازای هر کیلومتر، $2/0$ لیتر بنزین مصرف می‌شود. اگر انرژی شیمیایی بنزین $5 \times 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ و چگالی آن $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ باشد، بازده موتور اتومبیل چند درصد است؟

۹۰ (۴)

۳۶ (۳)

۱۸ (۲)

۹ (۱)

دوگما

فصل



- دما:** کمیتی است مقایسه‌ای، نشان‌دهنده درجه گرمی و سردی یک جسم ←
 دمای یک جسم با میانگین انرژی جنبشی ذرات تشکیل‌دهنده آن متناسب است ←

نکته



کمیت دماسنجی کمیتی است که با تغییر دما تغییر می‌کند و رابطه دماسنجی، رابطه بین کمیت دماسنجی و دما است.

تذکره

نکته



برای مدرج کردن دماسنج، نیاز به دو نقطه ثابت و در دسترس داریم که به دمای کمتر نقطه ثابت پایین و به دمای بیشتر نقطه ثابت بالایی می‌گویند.

۱) **مقیاس سانتی‌گراد (سلسیوس):** نقطه ثابت پایینی آن دمای مخلوط آب و یخ خالص در حال ذوب و نقطه ثابت بالایی آن دمای آب جوش خالص در حال جوشیدن در فشار یک اتمسفر می‌باشد که اولی را برابر صفر و دومی را برابر ۱۰۰ در نظر گرفته و فاصله میان آن‌ها را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم.

۲) **مقیاس فارنهایت:** نقطه ثابت پایینی آن دمای مخلوط آب و یخ و نمک و نقطه ثابت بالایی آن دمای بدن انسان سالم (۳۷°C) می‌باشد.

۳) **مقیاس کلوین:** مقایس علمی است؛ صفر کلوین یا صفر مطلق کمترین دمای ممکن در طبیعت معادل -273°C می‌باشد.

نکته



در فرمول‌ها دما برحسب درجه سلسیوس با نماد θ یا θ_C و یکای آن را با $^{\circ}\text{C}$ نشان می‌دهند. دما برحسب کلوین را با نماد T و یکای آن را با K نمایش می‌دهند.

$$T = \theta + 273 \rightarrow \text{صفر کلوین} = -273 / 15^{\circ}\text{C}$$

تذکره

تغییرات درجه‌بندی سانتی‌گراد و کلوین با هم برابر می‌باشند. ($\Delta T = \Delta \theta$)



■ رابطه بین درجه بندی سلسیوس و فارنهایت به صورت زیر است:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32$$

■ رابطه بین تغییر دما در مقیاس های سلسیوس، کلوین، فارنهایت به صورت زیر است:

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta = \frac{9}{5}\Delta T$$



؟ مثال ۱: الف) در چه دمایی برحسب سانتی گراد، سانتی گراد و کلوین برابر است؟
ب) در چه دمایی برحسب سانتی گراد، سانتی گراد و فارنهایت برابر است؟

تجربت

دمای جسم A برابر 30°C و دمای جسم B، 288K است. اختلاف دمای این دو جسم چند درجه فارنهایت است؟

۲۸ (۴)

۸۱ (۳)

۲۷ (۲)

۱۵ (۱)

تجربت

دمای جسمی برحسب درجه فارنهایت، ۵ برابر دمای آن برحسب درجه سلسیوس است. این دما چند کلوین است؟

(کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۴۰۲)

۳۶۳ (۴)

۲۸۳ (۳)

۲۷۳ (۲)

۲۶۳ (۱)

دمای شهری در دو روز مختلف در یک سال، 40°C و -10°C است. اختلاف دما در این دو روز، چند درجه فارنهایت است؟

(کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور، ۱۴۰۲)

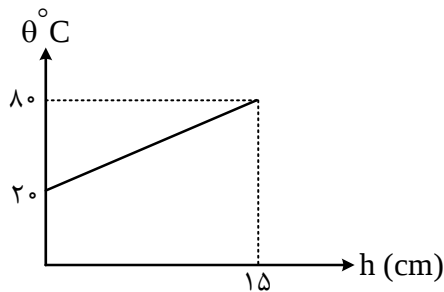
۹۰ (۴)

۵۴ (۳)

۵۰ (۲)

۳۰ (۱)

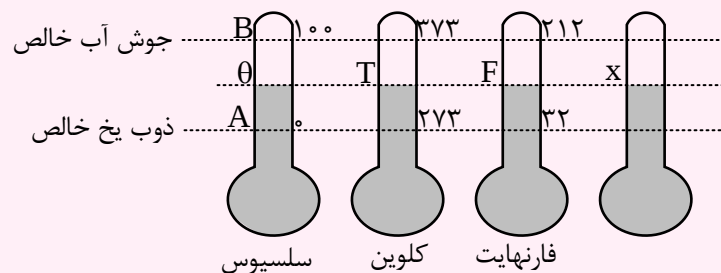
نمودار دما بر حسب ارتفاع مایع دماسنج مطابق شکل است.



الف) رابطه دما بر حسب ارتفاع را به دست آورید.

ب) اگر طول لوله دماسنج ۴۵ cm باشد، بیشترین دمایی که دماسنج می‌تواند اندازه بگیرد چند درجه سلسیوس است؟

نکته



در یک دماسنج که دلوخواه مدرج شده ذوب یخ را با 20°C و جوش آن را با 100°C نشان می‌دهد؛ این دماسنج، دمای 25°C را با چه عددی نشان می‌دهد؟

دماسنجی دمای 2°C را 21 و دمای 20°C را 50 نشان می‌دهد. این دماسنج، دمای جسمی را که 38°C است؛ چند نشان می‌دهد؟

۱۵/۵ (۴)

۹۶ (۳)

۹۸ (۲)

۳۸ (۱)

نکته



دانشمندان برای تحقیقات علمی ۳ دماسنج را به عنوان دماسنج معیار برای اندازه‌گیری دماهای مختلف پذیرفته‌اند که به قرار زیر می‌باشند.

(۱) دماسنج گازی:

(۲) دماسنج مقاومت پلاتینی:

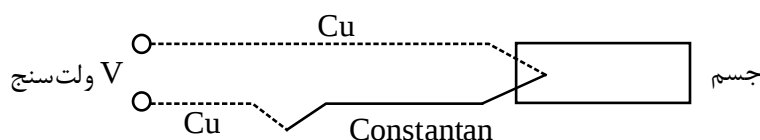
(۳) تفسنج یا پارومتر:

ترموکوپل و بررسی آن:

از قدیم جز دماسنج‌های معیار به شمار می‌رفتند ولی به دلیل دقت کم آن دیگر جز دماسنج‌های معیار نیست. در این دماسنج، کمیت دماسنجی ولتاژ (اختلاف پتانسیل) و یا شدت جریان است. در ساختمان دماسنج ترموکوپل از دو سیم رسانای غیرهم‌جنس استفاده می‌شود که در دو نقطه به یکدیگر متصل هستند:

(۱) در مخلوط آب و یخ (دمای صفر درجه) (۲) جسمی که دمای آن را می‌خواهیم بسنجیم

اختلاف دما بین این دو نقطه اتصال باعث به وجود آمدن یک اختلاف پتانسیل می‌شود که با تکرار این آزمایش برای دماهای مختلف ولتاژها به دست می‌آیند.



کدام دماسنج، دماسنج معیار نیست؟

- (۱) گازی (۲) مقاومت پلاتینی (۳) تف سنج (۴) ترموکوپل

در کدام گزینه اساس کار دماسنج به درستی بیان نشده است؟

- (۱) دماسنج گازی: قانون گازهای کامل (۲) تف سنج: تابش گرمایی
(۳) ترموکوپل: رسانش گرمایی (۴) بیشینه - کمینه: انبساط گرمایی

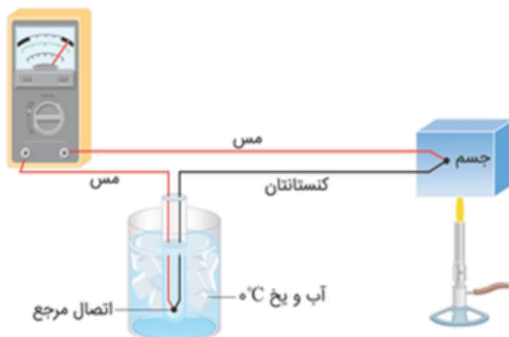
کدامیک از موارد زیر درباره ترموکوپل درست است؟

- (۱) جز دماسنج‌های معیار است.
(۲) گستره دماسنجی ترموکوپل به جنس سیم‌های آن بستگی دارد.
(۳) به دلیل جرم کوچک محل اتصال به کندی دما را اندازه‌گیری می‌کند.
(۴) برای اندازه‌گیری دما، دقیق‌تر از پیرومتر است.

(هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم فروردین ۱۴۰۲)

؟ مثال ۲: به سوالات زیر پاسخ دهید.

- الف) شکل زیر چه دماسنجی را نشان می‌دهد؟
ب) کمیت دماسنجی در آن چیست؟



(هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم شهریور ۱۴۰۲)

؟ مثال ۳: به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- الف) اساس کار دماسنج‌ها چیست؟
ب) جرم کوچک محل اتصال در ترموکوپل چه مزیتی ایجاد می‌کند؟



ترموکوپل به سبب داشتن جرم کوچک محل اتصال دارای مزیت‌هایی است:

- ۱- خیلی سریع با جسمی که دمای آن اندازه‌گیری می‌شود، به تعادل گرمایی می‌رسد. (تأثیر گرفته و هم‌دما می‌شوند)
- ۲- می‌تواند در مدارهای الکترونیکی به کار رود، که در بسیاری از وسایل صنعتی، گرمایشی و سرمایشی یافت می‌شود.
- ۳- در یکی از انواع ترموکوپل‌ها، گسترده دماسنجی از 270°C تا 1372°C است.

اثر حرارت روی ابعاد جسم جامد: 



■ انبساط به جرم بستگی ندارد (توپر و توخالی بودن) بلکه به مقدار اولیه V_1 و A_1 و ضریب انبساط و تغییر دما ($\Delta\theta$) بستگی دارد.

■ دو کره هم جنس یکی توپر و دیگری توخالی با قطر خارجی یکسان، اگر دمای دو کره را به یک اندازه بالا ببریم، افزایش سطح خارجی و حجم دو جسم، مشابه است. ولی کره توپر چون جرمش بیشتر است؛ گرمای بیشتری دریافت می‌کند.

تذکره

تست

ضریب انبساط حجمی فلزی $\frac{1}{k} \times 10^{-5}$ است. طول میله‌ای از آن فلز 2000 mm است. اگر دمای آن را 200 درجه سلسیوس افزایش دهیم؛ چند میلی‌متر بر طول آن اضافه می‌شود؟

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

تست

اگر دمای یک میله فلزی را از 15°C به 30°C برسانیم طول آن 9 mm افزایش می‌یابد؛ در صورتی که دمای میله از 15°C به 90°C برسد. طول آن چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟

۱۵ (۱) ۳۰ (۲) ۴۵ (۳) ۶۰ (۴)

؟ مثال ۴: طول خط لوله گاز بین دو استان حدود 300 کیلومتر است. دما در فاصله بین این دو شهر از 15°C در فصل سرد، به 25°C در فصل گرم می‌رسد. این خط لوله در اثر افزایش دما چقدر منبسط می‌شود؟ جنس لوله از فولاد با ضریب انبساط طولی $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ است.

(هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم شهریور ۱۴۰۲)

؟ مثال ۵: یک بزرگراه از بخش‌های بتونی به طول $25/0 \text{ m}$ ساخته شده است. این بخش‌ها در دمای $10/0^{\circ}\text{C}$ بتون‌ریزی و عمل آورده شده‌اند. برای جلوگیری از تاب برداشتن بتن در دمای $50/0^{\circ}\text{C}$ مهندسان باید چه فاصله‌ای را بین این قطعه‌ها در نظر بگیرند؟ ($\alpha_{\text{بتون}} = 14 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)

(تمرین کتاب)

تست

طول یک میله فولادی چند متر باید باشد تا اگر دمای آن را 50°C افزایش دهیم، 3 میلی‌متر بر طولش اضافه شود؟

(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۲)

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

۵ (۱) ۶ (۲) ۱۰ (۳) ۱۲ (۴)

طول یک پل معلق فولادی در سردترین موقع سال ۹۰۰ متر بوده و در آن سال بیشترین طول پل به ۹۰۰/۹ متر رسیده است. اختلاف بیشترین دما و کمترین دمای پل در آن سال، چند درجه است؟

(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک دافل ۱۴۰۲)

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

۱۰۰ (۴)

۹۰ (۳)

۸۰ (۲)

۷۰ (۱)

طول دو میله مسی و آهنی در دمای صفر درجه سلسیوس، هر یک برابر ۵/۰ متر است. دمای میله‌ها را تا چند درجه سلسیوس افزایش دهیم تا اختلاف طول آن‌ها به ۳/۰ میلی‌متر برسد؟ (ضریب انبساط طولی مس و آهن در SI به ترتیب

(کنکور سراسری علوم تجربی دافل ۱۴۰۱)

$$1/8 \times 10^{-5} \text{ و } 1/2 \times 10^{-5} \text{ است.})$$

۲۰۰ (۴)

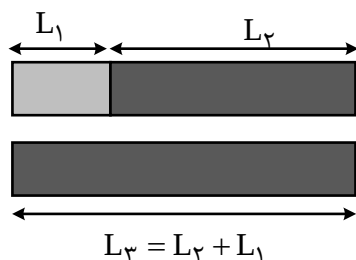
۱۵۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

در دمای صفر درجه سلسیوس، مجموع طول میله‌های به هم چسبیده L_1 و L_2 با طول میله L_3 برابر است و ضریب انبساط طولی میله‌ها نیز به ترتیب α_1 و α_2 و α_3 است. اگر در هر دمای بالاتر از صفر نیز این تساوی طول برقرار باشد، کدام رابطه درست است؟

(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۸۸)



$$\alpha_3 = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (1)$$

$$\alpha_3 = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \quad (2)$$

$$\alpha_3 = \frac{L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2}{L_3} \quad (3)$$

$$\alpha_3 = \frac{|L_1 \alpha_1 + L_2 \alpha_2|}{L_3} \quad (4)$$

در درون یک مکعب فلزی به ضلع 20 cm حفره خالی کروی به شعاع 5 cm وجود دارد. اگر در اثر افزایش دما ضلع مکعب به اندازه 0.004 میلی متر افزایش یابد، شعاع حفره می یابد.

(کنکور سراسری علوم تجربی دافن ۱۳۸۵)

- (۱) 0.001 میلی متر کاهش
(۲) 0.001 میلی متر افزایش
(۳) 0.003 میلی متر کاهش
(۴) 0.003 میلی متر افزایش

دو میله فلزی A و B در دمای 20°C به ترتیب دارای طول های 50 cm و 70 cm هستند. دمای دو میله را 30°C افزایش می دهیم، باز هم اختلاف طول آن ها 20 cm می شود. نسبت ضریب انبساط طولی میله A به ضریب انبساط طولی میله B کدام است؟

(ریاضی خارج ۹۳)

- (۱) $\frac{3}{7}$
(۲) $\frac{7}{3}$
(۳) $\frac{5}{7}$
(۴) $\frac{7}{5}$

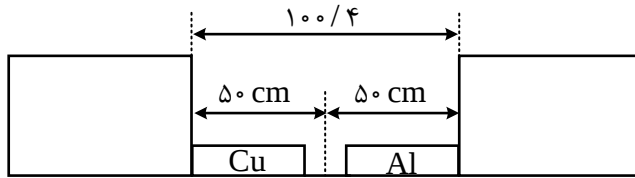
دو میله فلزی هم دما به ترتیب دارای طول های L_1 و L_2 و ضرایب انبساط طولی α_1 و α_2 هستند. اگر $\alpha_1 L_1 = \alpha_2 L_2$ و $L_1 < L_2$ باشد، دمای میله فلزی کوتاه تر را چه مقدار بیشتر از دمای میله فلزی بلندتر افزایش دهیم تا طول هر دو میله یکسان شود؟

- (۱) $\frac{L_2 - L_1}{\alpha_1 L_1}$
(۲) $\frac{L_2 - L_1}{\alpha_1 L_2}$
(۳) $\frac{L_1}{\alpha_1 L_2}$
(۴) $\frac{L_2}{\alpha_2 L_1}$

دو میله مسی و آلومینیومی بین دو دیواره ثابت قرار دارند. دمای دو میله را چند کلوین بالا ببریم تا دو میله به یکدیگر

(سراسری تهرانی ۹۸، خارج از کشور)

برسند؟ $(\alpha_{\text{مس}} = 1/7 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}, \alpha_{\text{Al}} = 2/3 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})$



۲۰۰ (۴)

۲۵۰ (۳)

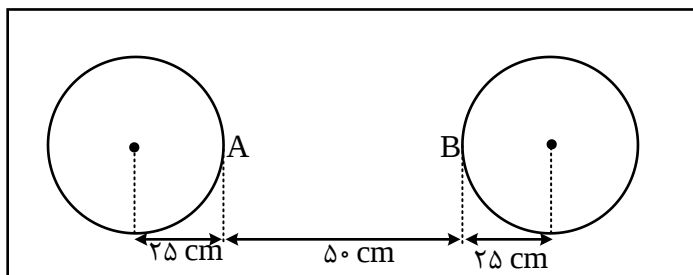
۳۴۷ (۲)

۴۷۰ (۱)

در وسط یک صفحه فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن $3/6 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ است، دو دایره به شعاع‌های ۲۵ سانتی‌متر را در دمای صفر درجه سلسیوس خارج نموده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به ۲۰۰ درجه سلسیوس

(تهرانی خارج ۹۵)

برسانیم، فاصله AB چند میلی‌متر می‌شود؟



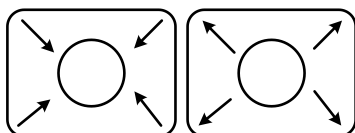
۴۹۶/۴ (۱)

۴۹۸/۲ (۲)

۵۰۱/۸ (۳)

۵۰۳/۶ (۴)

پرسش ۱: مطابق شکل زیر، یک صفحه مستطیلی دارای حفره را گرم می‌کنیم. کدام شکل وضعیت حفره را پس از گرم شدن درست نشان می‌دهد؟



(۲)

(۱)

تست

اگر دمای یک سطح فلزی را 360°F افزایش دهیم؛ مساحت آن ۲ درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط طولی این فلز در SI کدام است؟

- (۱) 2×10^{-5} (۲) $2/5 \times 10^{-5}$ (۳) 4×10^{-5} (۴) 5×10^{-5}

تست

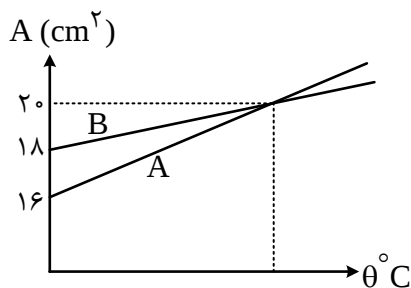
مکعبی به ضریب انبساط طولی $\frac{1}{K} \times 10^{-6}$ در دمای $^\circ\text{C}$ قرار دارد. اگر دمای آن به 100°C برسد؛ حجم مکعب چند درصد افزایش می‌یابد؟

(تقریبی خارج ۹۴)

- (۱) $0/12$ (۲) $0/36$ (۳) 12 (۴) 36

تست

نمودار تغییرات سطح بر حسب دما برای دو میله فلزی A و B به شکل روبه‌رو است. ضریب انبساط سطحی صفحه A چند برابر صفحه B است؟



- (۱) $\frac{9}{4}$ (۲) $\frac{4}{9}$ (۳) $\frac{16}{9}$ (۴) $\frac{9}{16}$

تست

حجم جسم A، دو برابر جسم B و چگالی آن ۲۰ درصد کمتر از چگالی جسم B است. اگر گرمای ویژه A، نصف گرمای ویژه B باشد و به هر دو یک اندازه گرما بدهیم، افزایش دمای جسم A، چند برابر افزایش دمای جسم B می‌شود؟

(تقریبی خارج ۹۶)

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

دو کره فلزی همجنس A و B، اولی توپیر و شعاع آن ۲۰ cm است. دومی توخالی و شعاع خارجی آن ۲۰ cm و شعاع حفره داخلی ۱۰ cm است. اگر به دو کره به یک اندازه گرما بدهیم و تغییر دمای آن‌ها به ترتیب $\Delta\theta_A$ و $\Delta\theta_B$ باشد،

نسبت $\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A}$ کدام است؟ (تقریبی فارغ ۹۵)

۲ (۴)

$\frac{5}{4}$ (۳)

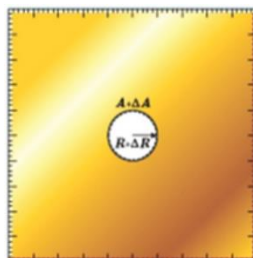
$\frac{8}{7}$ (۲)

۱ (۱)

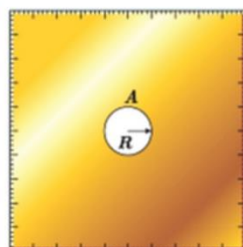
دمای قرص فلزی به شعاع ۲۰ cm و ضخامت ۵ mm را از ۲۰°C به ۷۰°C می‌رسانیم. حجم قرص چند سانتی‌متر مکعب افزایش می‌یابد؟ ($\pi = 3$, $\alpha_{\text{فلز}} = 1/5 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$)

(هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم فروردین ۱۴۰۲)

؟ مثال ۲: شکل‌های (الف) و (ب) نشان می‌دهند که وقتی روی یک ورقه فلزی حفره‌ای دایره‌ای داشته باشیم و ورقه را گرم کنیم، قطر (یا مساحت) حفره بزرگ می‌شود. فرض کنید جنس ورقه، برنجی است و حفره‌ای به قطر ۴ cm درون آن ایجاد شده است. وقتی دما ورقه، ۲۰°C افزایش یابد، افزایش مساحت حفره چقدر خواهد شد؟ ($\pi = 3$) (تمرین کتاب)



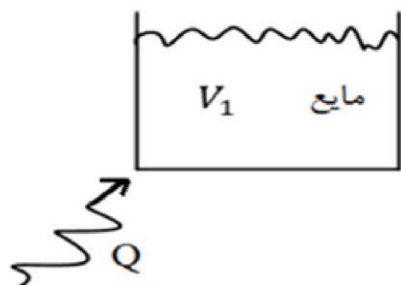
(ب)



(الف)

انبساط مایعات:

اگر ظرف محتوی مایعی را گرم کنیم جنبش مولکول‌ها زیاد شده و مایع در ظرف بالا می‌رود. باید در این جا دقت کرد چون حجم خود ظرف نیز زیاد می‌شود؛ تغییر حجمی که ما مشاهده می‌کنیم؛ تغییر حجم ظاهری است و تغییر حجم واقعی بیشتر است. پس می‌توان نوشت:



تغییر حجم مایع $\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta$

$$V_2 = V_1(1 + \beta \Delta \theta)$$

محاسبه تغییر حجم واقعی مایع:

تغییر حجم ظرف $\Delta V_{ظرف} + \Delta V_{ظاهری} = \Delta V_{واقعی}$

$$V_1 \beta \Delta \theta = V_1 \beta' \Delta \theta + V_1 (\alpha \Delta \theta) \Rightarrow \beta_{\text{واقعی مایع}} = \beta'_{\text{ظاهری}} + \alpha$$

تغییر حجم واقعی مایع $\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta$

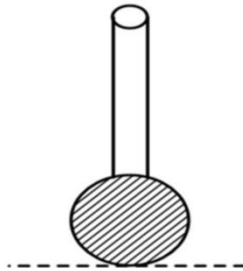
تغییر حجم ظاهری $\Delta V' = V_1 \beta' \Delta \theta$

مایع () واقعی

جمع‌بندی:

در ظرفی مطابق شکل که کاملاً پر است در دمای صفر درجه سانتی‌گراد؛ ۲ Lit مایع داریم اگر دمای مجموعه را به 5°C برسانیم مایع تا چه ارتفاعی در لوله بالا می‌رود (از تغییر سطح مقطع لوله چشم‌پوشی می‌کنیم)

$$A = 0.2\text{cm}^2$$



$$\left(\frac{1}{^{\circ}\text{C}} \times 10^{-5} = \text{ضریب انبساط حجمی}, \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \times 10^{-6} = \beta = \text{واقع‌ی مایع}\right)$$

؟ مثال ۷: گنجایش یا حجم یک ظرف شیشه‌ای در دمای 20°C برابر $200/00\text{cm}^3$ است. اگر آن را با گلیسیرین در

همان دما پر کنیم و سپس دمای ظرف و گلیسیرین را به 60°C برسانیم:

الف) آیا گلیسیرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟

ب) اگر پاسخ «الف» مثبت است حجم گلیسیرین سرریز شده چند cm^3 است؟

$$\left(\frac{1}{\text{K}} \times 10^{-6} = \alpha = \text{شیشه}, \frac{1}{\text{K}} \times 10^{-5} = \beta = \text{گلیسیرین}\right)$$

یک ظرف شیشه‌ای از جیوه پر شده است. وقتی دمای ظرف و جیوه داخل آن را 30°C افزایش می‌دهیم، 6 mm^3 جیوه از داخل ظرف بیرون می‌ریزد. اگر ظرف شیشه‌ای دیگری از همین جنس را که گنجایش آن دو برابر ظرف قبلی است، از جیوه پر کنیم و دمای آن را 40°C بالا ببریم، چند میلی‌متر مکعب جیوه از این ظرف بیرون می‌ریزد؟

۶ (۱) ۸ (۲) ۱۲ (۳) ۱۶ (۴)

در یک روز گرم یک باری مخزنی حامل سوخت با 30000 L بنزین بارگیری شده است. هوا در محل تحویل سوخت 20°C سردتر از محلی است که در آنجا سوخت بار زده شده است. راننده چند لیتر سوخت را در این محل تحویل می‌دهد؟ $\left(\frac{1}{K} = 1 \times 10^{-3} \text{ بنزین } \beta\right)$

(تمرین کتاب)

مقداری بنزین در مخزنی استوانه‌ای به ارتفاع $h = 10\text{ m}$ ریخته شده است. در دمای 10°C فاصله بین سطح بنزین تا بالای ظرف برابر $\Delta h = 1\text{ m}$ است. اگر از انبساط ظرف در نتیجه افزایش دما چشم‌پوشی شود، در چه دمایی بنزین از ظرف سرریز می‌شود؟ $\left(K^{-1} = 1 \times 10^{-3} \text{ بنزین } \beta\right)$

(تمرین کتاب)

به طور معمول افزایش دما سبب افزایش حجم می‌شود؛ ولی جرم ماده تغییری نمی‌کند. با توجه به رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ خواهیم داشت:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_1 = \frac{m}{V_1} \\ \rho_2 = \frac{m}{V_2} \end{array} \right. \rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} \xrightarrow{V_2 = V_1(1 + \gamma \alpha \Delta \theta)} \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_1(1 + \gamma \alpha \Delta \theta)} \rightarrow \rho_2 = \frac{\rho_1}{1 + \gamma \alpha \Delta \theta}$$

نکته



تست

اگر یک قطعه فلز با ضریب انبساط طولی $\alpha = 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ را از دمای -20°C به دمای 353 K برسانیم؛ چگالی آن تقریباً چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) ۳ درصد کاهش (۲) ۷ درصد کاهش (۳) ۳ درصد افزایش (۴) ۷ درصد افزایش

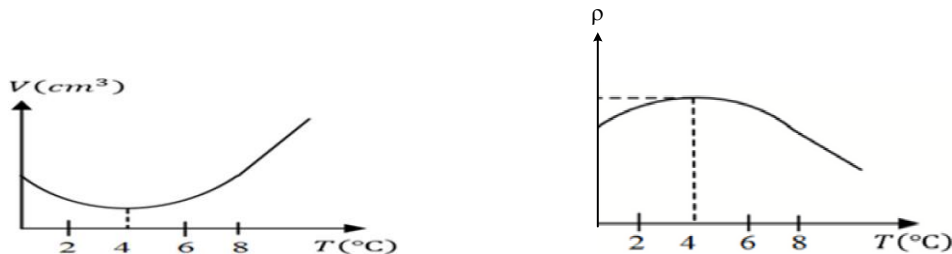
تست

در یک ظرف به شکل استوانه مقداری آب 20°C قرار دارد، اگر دمای آب به 50°C افزایش یابد و انبساط ظرف ناچیز باشد، فشار وارد بر کف ظرف و ارتفاع آب به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) زیاد می‌شود - زیاد می‌شود (۲) ثابت می‌شود - ثابت می‌ماند
(۳) کم می‌شود - زیاد می‌شود (۴) ثابت می‌ماند - زیاد می‌شود

انبساط غیرعادی آب:

حجم بیشتر مایع‌ها با کم شدن دما کاهش می‌یابد در نتیجه چگالی آن‌ها افزایش می‌یابد اما رفتار آب در محدوده دمایی $^{\circ}\text{C}$ تا 4°C متفاوت است. یعنی در این محدوده با افزایش دما حجم کاهش و چگالی افزایش می‌یابد. علت این است که در این محدوده دمایی هنوز بقایای ساختار مولکولی یخ در آب وجود دارد و فاصله بین این مولکول‌ها هنوز در حال کم شدن است.



تذکره

در یک لوله آزمایش تا ارتفاع معینی آب صفر درجه موجود است. اگر دمای آب به تدریج تا 10°C افزایش یابد و تغییر حجم لوله آزمایش ناچیز باشد. ارتفاع آب درون لوله چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) به تدریج کاهش می‌یابد
- (۲) به تدریج افزایش می‌یابد
- (۳) ابتدا افزایش سپس کاهش
- (۴) ابتدا کاهش سپس افزایش

تذکره

چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

- الف) افزایش دمای مجموعه نوار دو فلز، تیغه فلزی که روی قوس ایجاد شده قرار می‌گیرد، ضریب انبساط طولی بیشتری دارد.
- ب) در محدوده دماهای $^{\circ}\text{C}$ تا 4°C بقایای ساختار مولکولی یخ هنوز در آب وجود دارد و موجب رفتار غیرعادی آب می‌شود.
- ج) در انبساط طولی یک میله که از ساختار قاعده آن صرف نظر شده است، هر چه طول اولیه میله بزرگ‌تر باشد، به ازای یک تغییر دمای مشخص، افزایش طول بیشتری خواهد بود.
- د) ولت سنج قرار گرفته در یک دماسنج ترموکوپل از دو طرف با دو سیم رسانای غیرهم‌جنس (مثل مس و کنستانتان) مرتبط است.

- (۱) ۴
- (۲) ۲
- (۳) ۳
- (۴) ۱

تذکره

دمای یک میله فلزی از θ_1 به θ_2 می‌رسد. اگر طول آن $1/1$ درصد افزایش یابد، چگالی آن تقریباً

(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۰)

- (۱) $1/1$ درصد کاهش می‌یابد.
- (۲) $3/3$ درصد کاهش می‌یابد.
- (۳) $1/1$ درصد افزایش می‌یابد.
- (۴) $3/3$ درصد افزایش می‌یابد.

به انرژی که در تماس میان دو جسم از جسم با دمای بیشتر به جسم با دمای کمتر منتقل می‌شود؛ گرما می‌گویند ←
به عبارت دیگر انرژی گرمایی جسم همانا انرژی درونی جسم است ←

نکته



■ تنها عامل انتقال گرما دماسه است. یعنی همیشه گرما از دمای بیشتر به کمتر می‌رود. به عبارت دیگر تبادل گرما

تابع دماسه است

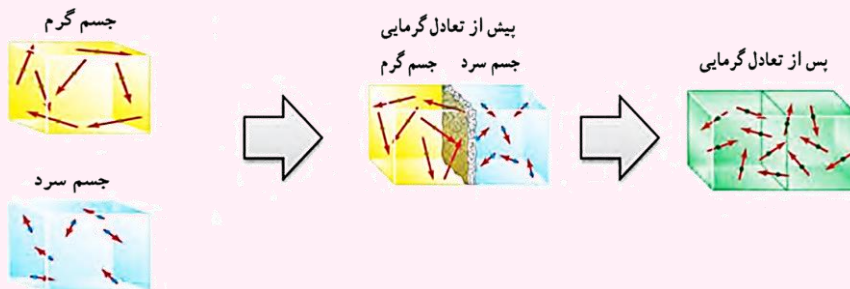
■ دیدیم که علت شارش خود به خودی گرما بین دو جسم که با هم در تماس گرمایی هستند؛ اختلاف دمای بین دو جسم است. به علت شارش گرما، دمای جسمی که گرما از دست می‌دهد؛ کاهش می‌یابد و دمای جسمی که گرما دریافت می‌کند؛ افزایش می‌یابد. پس به علت شارش گرما، دمای دو جسم به یکدیگر نزدیک می‌شود و این شارش گرما تا زمانی که دمای دو جسم یکسان شود ادامه می‌یابد. در چنین حالتی که دیگر اختلاف دما بین دو جسم وجود ندارد پس دیگر گرمایی مبادله نمی‌شود و به نوعی تعادل می‌رسیم که به آن تعادل گرمایی گوئیم.

تذکره:

نکته



اگر بخواهیم تبادل گرمایی را از دیدگاه میکروسکوپیک بحث کنیم؛ می‌توان گفت وقتی جسم گرم را در کنار جسم سرد قرار می‌دهیم؛ انرژی پتانسیل و جنبشی مربوط به حرکت کاتوره‌ای اتم‌ها و مولکول‌های جسم گرم، کاهش یافته و همین فاکتورها درون جسم سرد افزایش می‌یابد تا اینکه به تعادل گرمایی برسند.



ظرفیت گرمایی: مقدار گرمایی است که به یک جسم می‌دهیم تا بدون تغییر فاز، دمای آن یک درجه افزوده شود.

مثلاً وقتی می‌گوئیم ظرفیت گرمایی جسمی $\frac{J}{K}$ ۲۵۰۰ است یعنی برای آن که دمای آن یک درجه افزوده شود؛ باید J ۲۵۰۰ به آن گرما بدهیم.

ظرفیت گرمایی ویژه: مقدار گرمایی است که به یک کیلوگرم از جسم می‌دهیم تا بدون تغییر فاز، دمای آن یک درجه افزوده شود.

؟ مثال ۱۰: چند کیلوژول گرما لازم است تا دمای g ۲۰۰ از فلزی به گرمای ویژه $\frac{J}{kg \text{ } ^\circ C}$ ۵۰۰ را به $^\circ C$ ۴۰ درجه افزایش دهیم؟

نکته



؟ مثال ۱۱: g ۵۰ جیوه طی یک فرآیند $^\circ C$ ۳۶۰ ژول گرما از دست می‌دهد. اگر دمای اولیه جیوه $^\circ C$ ۵۲ باشد. دمای پایانی

آن چند درجه سانتی‌گراد است؟ $(c_{Hg} = ۱۵۰ \frac{J}{kg \text{ } ^\circ C})$



پرسش ۲: چند گوی فلزی از جنس‌های مختلف، مثلاً از آلومینیوم، فولاد، برنج، مس، سرب و را اختیار می‌کنیم که

همگی جرم یکسانی داشته باشند. گوی‌ها را توسط ریسمان‌هایی داخل ظرف آبی قرار می‌دهیم که آب آن در حال جوشیدن است و پس از مدتی گوی‌ها را بیرون آورده و آن‌ها را روی یک ورقه پارافین قرار می‌دهیم. به نظر شما کدام گوی، پارافین بیشتری را ذوب می‌کند و علت آن چیست؟

(تمرین کتاب)

نکته



اگر دو یا چند ماده در تماس با هم باشند و تغییر فاز صورت نگیرد؛ خواهیم داشت؛ جمع جبری گرماهای مبادله شده برابر صفر است.

$$\begin{array}{ccc} m_1 & m_2 & m_3 \\ \boxed{c_1} & \boxed{c_2} & \boxed{c_3} \rightarrow (\text{دمای تعادل } \theta) \\ \theta_1 & \theta_2 & \theta_3 \end{array}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \rightarrow m_1 c_1 \Delta\theta_1 + m_2 c_2 \Delta\theta_2 + m_3 c_3 \Delta\theta_3 = 0$$

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + m_3 c_3 (\theta - \theta_3) = 0$$

مثال ۱۲: ۲۰۰ g آب $22/5^\circ\text{C}$ را با ۱۵۰ g آب 40°C مخلوط می‌کنیم. پس از تعادل گرمایی دمای آب به چند درجه

$$\text{سلسیوس می‌رسد؟ } (c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^\circ\text{C}})$$

؟ مثال ۱۳: قطعه فلزی به جرم 210 g که دمای آن 70°C است را در ظرفی عایق که حاوی m گرم آب در دمای 10°C درجه است می‌اندازیم و دمای تعادل 20°C می‌شود. جرم آب چند گرم می‌باشد؟

$$(c_{\text{فلز}} = 380 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}})$$

تست

به یک کیلوگرم آب و یک کیلوگرم جیوه گرمای هم‌اندازه می‌دهیم. اگر افزایش دمای جیوه 30°C باشد؛ افزایش دمای آب،

$$\text{چند درجه سلسیوس است؟ } (c_{\text{جیوه}} = 140 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}})$$

۵ (۴)

۳ (۳)

۱۰ (۲)

۱ (۱)

تست

شخصی 300 g آب 70°C را در یک ظرف آلومینیومی به جرم 120 g که دمای آن 20°C است، می‌ریزد. دمای نهایی پس از آن که آب و ظرف به تعادل برسند، تقریباً چند کلوین است؟ (فرض کنید هیچ گرمایی با محیط مبادله نمی‌شود و

$$(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}, c_{\text{آلومینیوم}} = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}})$$

(کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۲)

۶۶ (۴)

۳۳۹ (۳)

۶۵ (۲)

۳۲۹ (۱)

در ظرفی عایق حاوی ۵۲۰ گرم آب 15°C ، یک قطعه مس به جرم ۱۰۰ g به دمای 50°C و یک قطعه فلز دیگر به دمای 60°C می‌اندازیم. پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای تعادل به 20°C می‌رسد. با چشم‌پوشی از تبادل گرما بین ظرف و

سایر اجسام، ظرفیت گرمایی فلز در SI چقدر است؟ $(c_{\text{مس}} = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}})$

(کنکور سراسری علوم تجربی دافل ۱۴۰۲)

۱۲۴۰۰۰ (۴)

۲۴۳۰۰۰ (۳)

۲۴۳ (۲)

۱۲۴ (۱)

۸۰ گرم آب با دمای 20°C را به همراه ۲۰ گرم آب با دمای 80°C درون ظرف فلزی ۳۰۰ گرمی با دمای 32°C می‌ریزیم.

دمای تعادل چند درجه سلسیوس است؟ $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, c_{\text{ظرف}} = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}})$

(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک دافل ۱۴۰۲)

۳۲ (۴)

۴۰ (۳)

۴۲ (۲)

۵۰ (۱)

از یک ورق مسی، دو صفحه دایره‌ای شکل به مساحت‌های S_1 و $S_2 = 2S_1$ بریده و جدا کرده‌ایم. حال اگر به اولی گرمای

Q_1 و به دومی گرمای $Q_2 = 2Q_1$ را بدهیم و بر اثر این گرم، افزایش شعاع آن‌ها به ترتیب ΔR_1 و ΔR_2 باشد، $\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}$

(کنکور سراسری علوم تجربی دافل ۱۳۹۲)

چقدر است؟

$\frac{1}{2}$ (۴)

۲ (۳)

$\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۲)

$\sqrt{2}$ (۱)

یک گلوله سربی به جرم ۲۰ گرم با سرعت $40 \frac{m}{s}$ به یک قطعه چوب برخورد می‌کند و درون آن متوقف می‌شود. اگر ۵۰ درصد انرژی جنبشی اولیه گلوله صرف گرم کردن خودش شود و گرمای ویژه سرب $125 \frac{J}{kg \cdot K}$ باشد، دمای گلوله چند کلوین افزایش می‌یابد؟

(کنکور سراسری علوم تجربی داخل ۱۳۹۱)

(۱) ۳۲۰ (۲) ۵۹۳ (۳) ۶۴۰ (۴) ۹۱۳

دو کره فلزی هم‌جنس در نظر بگیرید که شعاع‌های مساوی دارند ولی درون یکی از آن‌ها حفره‌ای خالی وجود دارد. اگر به دو کره انرژی گرمایی مساوی بدهیم، شعاع آن‌ها در مقایسه با هم چگونه تغییر می‌کند؟

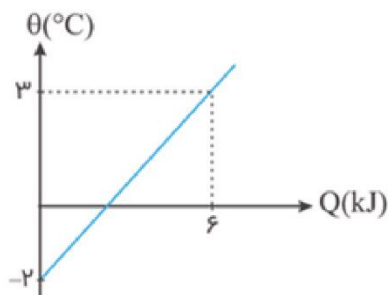
(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۳۸۴)

(۱) برای هر دو کره، افزایش شعاع برابر است.
 (۲) برای کره‌ای که حفره دارد، افزایش شعاع کمتر است.
 (۳) برای کره‌ای که حفره دارد، افزایش شعاع بیشتر است.
 (۴) بستگی به محل و شعاع حفره ممکن است افزایش شعاع کره حفره‌دار بیشتر یا کمتر از کره توپر باشد.

به دو جسم هم‌حجم A و B گرمای یکسان می‌دهیم. گرمای ویژه و چگالی جسم A به ترتیب ۲ و ۴ برابر گرمای ویژه و چگالی جسم B است. اگر ضریب انبساط طولی فلز A، ۳ برابر ضریب انبساط طولی فنر B باشد، تغییر حجم جسم A چند برابر تغییر حجم جسم B است؟

(۱) $\frac{9}{8}$ (۲) $\frac{3}{8}$ (۳) $\frac{3}{2}$ (۴) $\frac{4}{3}$

نمودار تغییرات دما بر حسب گرمای داده شده به جسمی به جرم m مطابق شکل زیر است. چند کیلوژول گرما لازم است تا

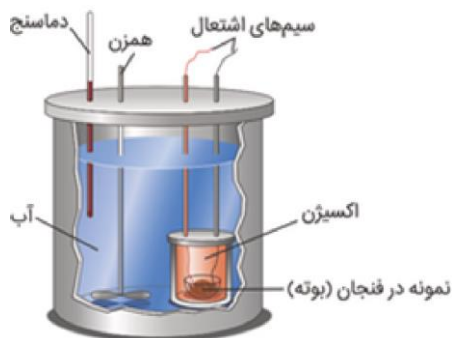


دمای این جسم 9°C افزایش یابد؟

- | | |
|-------|-------|
| ۳ (۲) | ۲ (۱) |
| ۶ (۴) | ۴ (۳) |

مطابق شکل زیر درون فنجان 20 g از یک ماده قرار گرفته است. ظرفیت گرمایی آب درون مخزن گرماسنج $2000 \frac{\text{J}}{^{\circ}\text{F}}$

است. با سوختن کامل ماده، عدد دماسنج 20°C تغییر می‌کند. انرژی آزاد شده ناشی از سوختن 1 g ماده چند کیلوژول است؟ (گرمای رسیده به ظرف ناچیز است)



- | | |
|---------|--------|
| ۳/۶ (۲) | ۷۲ (۱) |
| ۴ (۴) | ۴۰ (۳) |

از یک بلندی به ارتفاع 50 متر گلوله‌ای بدون سرعت اولیه رها شده و با سرعت $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به زمین می‌خورد. اگر 20% درصد از انرژی تلف شده توسط مقاومت هوا صرف افزایش دمای گلوله شود، دمای گلوله چند درجه سلسیوس افزایش می‌یابد؟

$$(\text{گلوله } c = 300 \frac{\text{J}}{\text{kg } ^{\circ}\text{C}})$$

- | | | | |
|-------|---------|---------|---------|
| ۱ (۴) | ۰/۸ (۳) | ۰/۴ (۲) | ۰/۲ (۱) |
|-------|---------|---------|---------|

جسمی به جرم ۲ kg و دمای 200°C را درون ۳ kg آب 20°C می‌اندازیم. اگر پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب به 40°C برسد، در حسن برقراری تعادل گرمایی، چند کیلوژول گرما از مجموعه جسم و آب، خارج شده است؟

$$(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}, c_{\text{فلز}} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}})$$

۷۲ (۴)

۶۸ (۳)

۵۶ (۲)

۴۲ (۱)

گرماسنج: منظور از گرماسنج یا کالیمتر یک ظرف فلزی و درپوش‌دار است که تا حد امکان عایق‌بندی گرمایی شده است و آزمایش‌های گرماسنجی در آن انجام می‌شود. در مسائل تعادل گرمایی معمولاً خود ظرف گرماسنج هم به عنوان یک جسم است که در تبادل گرمایی شرکت می‌کند

درون گرماسنجی ۱۰۰ g آب 15°C موجود است. یک قطعه فلز به جرم ۱۰۰ g و دمای 120°C را داخل گرماسنج می‌اندازیم. پس از مدتی دماسنج کوچک دمای آب را 20°C نشان می‌دهد. اگر ظرفیت گرمایی ویژه فلز $400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}$

باشد؛ ظرفیت گرمایی این گرماسنج در SI کدام است؟

۱۴۴۰ (۴)

۳۸۰ (۳)

۱۴۴ (۲)

۷۲ (۱)

۶۰۰ گرم آب 20°C درون گرماسنجی قرار دارد. درون آن ۴۰۰ گرم آب 80°C می‌ریزیم. اگر دمای تعادل به 36°C برسد و از مبادله گرما با خارج مجموعه صرف‌نظر شود، ظرفیت گرمایی گرماسنج در SI چقدر است؟ $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}})$

(لنگور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۲)

۴۲۰۰ (۴)

۳۶۰۰ (۳)

۲۱۰۰ (۲)

۱۸۰۰ (۱)

? مثال ۱۲: جرمی به جرم ۴۰ g و دمای 75°C را درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی $200 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ که حاوی ۵۰۰ گرم آب

با دمای 20°C است می‌اندازیم. اگر دمای تعادل به 25°C برسد، گرمای ویژه جسم چند $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}$ است؟

(هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم فراراد ۱۴۰۲)

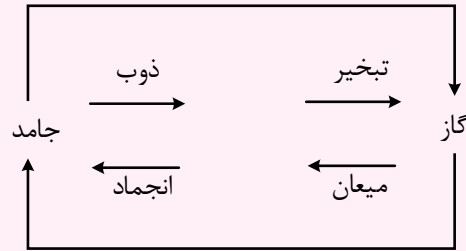
$$(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}})$$

? مثال ۱۳: یک گرمکن ۵۰ واتی به طور کامل در ۱۰۰ گرم آب درون یک گرماسنج قرار داده می‌شود. (تمرین کتاب)

الف) این گرمکن در مدت یک دقیقه دمای آب و گرماسنج را از 20°C به 25°C می‌رساند. ظرفیت گرمایی گرماسنج را حساب کنید.



تصعید - فرازش



چگالش - فروزش - تبرید

گرمای ویژه نهان ذوب:



مقدار گرمایی است که به یک کیلوگرم جسم در نقطه ذوب می‌دهیم تا همه آن به مایع تبدیل شود؛ با L_f نمایش داده و واحد

آن در SI، $\frac{J}{kg}$ است. $Q = mL_f$



■ اگر برای انجماد بخواهیم گرمای نهان ویژه تعریف کنیم؛ باید بگوییم مقدار گرمایی است که در نقطه انجماد از جسم می‌گیریم تا از مایع به جامد تبدیل شود. پس از انجماد و ذوب در یک نقطه صورت می‌گیرد ولی فرآیند فیزیکی آن‌ها متفاوت است.

■ اگر به جامدهای خالص و بلورین، گرما بدهیم، زمانی که دمای آن‌ها به مقدار ثابت و مشخص برسد، افزایش دما متوقف شده و دما ثابت می‌شود. در این حالت جسم، شروع به ذوب شدن می‌کند و در واقع گرمایی که به جسم می‌دهیم سبب ذوب شدن آن (تغییر فاز آن) می‌شود نه تغییر دما که به این دمای ثابت نقطه ذوب یا دمای گزارد جامد به مایع گوئیم.

■ نقطه ذوب، به جنس و فشار وارد بر آن بستگی دارد.

■ به جز مورد خاص، جامدهای بلورین، زمانی که ذوب می‌شوند؛ حجمشان افزایش می‌یابد. به دلیل آن که حجمی که بلور با آرایش منظم و مولکول‌ها در جامد اشغال می‌کند کمتر از حجمی است که مولکول‌ها در حالت مایع دارند.



■ جامدهای بی شکل مانند شیشه و جامدهای ناخالص مانند قیر، به دلیل آن که زمانی که آن‌ها را گرم می‌کنیم قبل از ذوب، خمیری شکل می‌شوند. نقطه ذوب کاملاً مشخصی ندارند و این مواد در یک بازه زمانی و دمای ذوب می‌شوند.

■ اگر فشار وارد بر جسمی را افزایش دهیم؛ نقطه ذوب آن افزایش می‌یابد اما یخ یکی از مواردی است که افزایش فشار باعث کاهش نقطه ذوب آن می‌شود. البته که این مقدار کاهش نامحسوس است و بسیار ناچیز.

■ اضافه کردن ناخالصی به جسم جامد نقطه ذوب را پایین می‌آورد. دلیل ریختن نمک در زمستان بر روی یخ‌ها همین است.

گرمای ویژه نهان تبخیر:



مقدار گرمایی است که به یک کیلوگرم مایع در نقطه جوش می‌دهیم؛ تا همه آن به گاز تبدیل شود. با L_v نمایش داده و واحد

آن در SI، $\frac{J}{kg}$ است.

$$Q = mL_v$$



اگر برای میعان بخواهم گرمای نهان ویژه تعریف کنیم؛ باید بگوئیم مقدار گرمایی است که در نقطه میعان می‌گیریم از بخار جسم تا بخار تبدیل به مایع شود. پس نقطه تبخیر و میعان در یک نقطه صورت می‌گیرد؛ ولی فرآیندهای فیزیکی آن‌ها متفاوت است.

تذکره





- تا قبل از رسیدن به نقطه جوش مایع، تبخیر به طور پیوسته‌ای از سطح مایع رخ می‌دهد که به آن تبخیر سطحی می‌گوئیم. در این پدیده، تندی برخی از مولکول‌های سطح مایع به حدی می‌رسد که می‌توانند از سطح مایع فرار کنند مانند خشک شدن لباس خیس روی بند رخت یا خشک شدن زمین خیس در هوای گرم.
- تجربه نشان می‌دهد که تبخیر سطحی به دما و مساحت سطح بستگی دارد، به طوریکه هر چه دما و سطح مقطع مایع افزایش یابد؛ تبخیر سطحی نیز افزایش می‌یابد.
- در جوشیدن، کل مایع در فرآیند جوشیدن شرکت می‌کند.
- به فرآیند تبخیر تا قبل از رسیدن به نقطه جوش، تبخیر سطحی و به فرآیند تبخیر در نقطه جوش اصطلاحاً جوشیدن می‌گویند.

🔔 **تذکره:** تبخیر سطحی و جوشیدن، هر دو فرآیند تبخیر هستند.



- نقطه جوش هر مایع به جنس و فشار وارد بر آن بستگی دارد.
- اگر فشار وارد بر مایعی را افزایش دهیم؛ نقطه جوش آن افزایش می‌یابد؛ مانند زودپز

❓ **پرسش ۳:** با وسایل زیر آزمایشی را شرح دهید تا نشان دهد وجود ناخالصی در آب چه تاثیری بر نقطه جوش آن دارد؟

(هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم شهریور ۱۴۰۲)

وسایل: ظرف دارای آب، نمک، شعله دماسنج

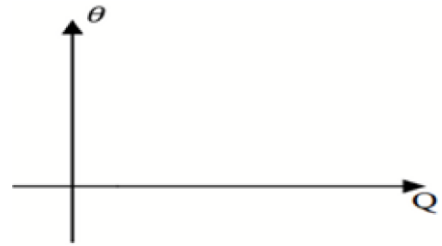
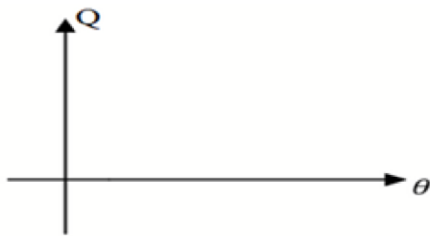
❓ **پرسش ۴:** چرا در جدول زیر گرمای نهان تبخیر آب با افزایش دمای آن کاهش می‌یابد؟

(کتاب درس علوم تجربی دهم فیزیک پرسش) (کتاب درسی ریاضی و فیزیک دهم فیزیک پرسش)

$L_v \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$	دما ($^{\circ}\text{C}$)
۲۴۹۰	۰
۲۴۵۴	۱۵
۲۳۷۴	۵۰
۲۲۵۶	۱۰۰
۲۱۱۵	۱۵۰
۱۹۴۰	۲۰۰

؟ مثال ۱۴: نمودار تغییرات دما بر حسب گرما را برای یخ با دمای $\theta_1 -$ تا تبدیل به گاز تا دمای θ_2 رسم کنید.

بخار $100 \rightarrow$ آب $100 \rightarrow$ آب صفر $\rightarrow$ یخ صفر $\rightarrow$ یخ $\theta_1 -$



تیمت

اگر گرمای ویژه آب و یخ به ترتیب $\frac{4200}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ و $\frac{2100}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ و همچنین $L_f = 335000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ باشد. چند kJ گرما

لازم است تا 200°C گرم یخ 5°C به آب 5°C تبدیل شود؟

(سراسری تهرانی ۹۵)

۱۱۱۱۰۰ (۴)

۱۱۳/۲ (۳)

۱۱۱/۱ (۲)

۱۱/۳۲ (۱)

چند کیلوژول گرما لازم است تا در فشار یک اتمسفر، 5 kg یخ 1°C را به آب 1°C تبدیل کرد؟

(کنکور سراسری علوم تجربی دافل ۱۴۰۲)

$$(L_f = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{یخ}} = \frac{1}{2} c_{\text{آب}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}})$$

۱۸۹ (۴)

۱۹۹/۵ (۳)

۵۴/۶ (۲)

۴۸/۳ (۱)

؟ مثال ۱۵: برای آن که 2 kg آب 1°C را به طور کامل به یخ 0°C تبدیل کنیم، چقدر گرما باید از آن بگیریم؟

(هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم شهریور ۱۴۰۲)

$$(c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, L_f = 333600 \frac{\text{J}}{\text{kg}})$$

درون ظرفی 400 g مخلوط آب و یخ در دمای صفر درجه سلسیوس در حالت تعادل قرار دارد. اگر فلزی به 200 g و دمای 105°C را داخل آب بیندازیم. بعد از برقراری تعادل، دمای آب به 5°C می‌رسد. جرم یخ چند گرم بوده است؟

(تجربی ۹۵)

$$(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, c_{\text{فلز}} = 840 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{C}}, L_f = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

۵۰ (۴)

۲۵ (۳)

۵ (۲)

۲/۵ (۱)

حداکثر چند گرم آب 40°C را با 50 g یخ با دمای -10°C مخلوط کنیم تا دمای تعادل آن‌ها برابر صفر درجه سلسیوس شود؟ (یخ $c_{\text{یخ}} = 160\text{ cal/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ ، آب $c_{\text{آب}} = 80\text{ cal/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$)

- (۱) $106/25$ (۲) $103/5$ (۳) 207 (۴) $212/5$

درون 2 kg آب 40°C مقداری یخ -5°C می‌اندازیم. اگر این آب 294 kJ گرما از دست بدهد تا سیستم به دمای تعادل برسد، جرم یخ چند گرم بوده است؟
($c_{\text{آب}} = 4200\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ ، $c_{\text{یخ}} = 2100\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ ، $L_f = 336\text{ J/kg}$)

(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۵)

- (۱) 400 (۲) 600 (۳) 800 (۴) 1200

مخلوطی از یک کیلوگرم یخ و یک کیلوگرم آب در تعادل گرمایی قرار دارند. یک گلوله فلزی 300 گرمی که دمای آن 80°C و گرمای ویژه آن $420\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ است، درون آن می‌اندازیم. تا رسیدن به تعادل گرمایی، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟

(کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶)

$$(c_{\text{آب}} = 4200\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}, L_f = 336\text{ kJ/kg})$$

- (۱) 20 (۲) 30 (۳) 50 (۴) 100

به مقداری یخ صفر درجه سلسیوس در فشار ۱ atm، گرما می‌دهیم و آن را به آب با دمای ۲۰ درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم. چند درصد گرمای داده شده، صرف ذوب کردن یخ شده است؟

$$(c = 4200 \frac{J}{kg \cdot K}, L_f = 336 \frac{kJ}{kg})$$

۷۵ (۴)

۸۵ (۳)

۸۰ (۲)

۹۰ (۱)

یک قطعه یخ با دمای ۲۰- درجه سلسیوس را درون ۲۵۰ g آب ۲۰°C می‌اندازیم. اگر بعد از برقراری تعادل گرمایی، ۵۰ گرم یخ ذوب نشده باقی‌مانده باشد، جرم قطعه یخ اولیه چند گرم بوده است؟

$$(c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{J}{g \cdot K} \text{ و } c_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{J}{g \cdot K} \text{ و } L_f = 336 \frac{J}{g} \text{ و تبادیل گرما فقط بین آب و یخ بوده است.})$$

(ریاضی دافل ۹۳)

۳۰۰ (۴)

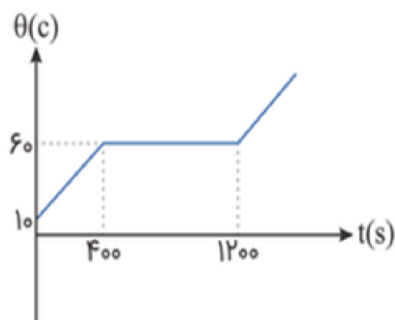
۲۵۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

؟ مثال ۱۲: به جسم جامد به جرم ۸۰ گرم توسط یک گرمکن الکتریکی با توان ۱۰ وات، گرما داده شده است. اگر نمودار تغییرات دمای جسم برحسب زمان مطابق شکل زیر باشد، با صرف‌نظر از اتلاف گرما تعیین کنید:

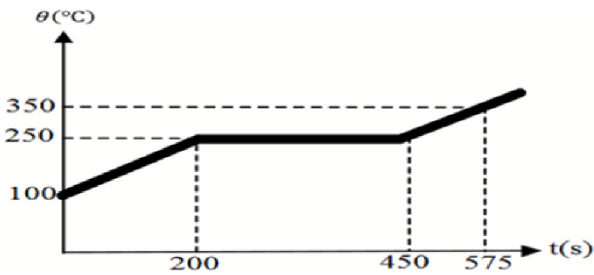
(هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم فرادر ۱۴۰۲)



الف) نقطه ذوب جسم جامد را بیان کنید.

ب) گرمای ویژه جسم جامد را به دست آورید.

با گرمکنی به توان ثابت 1600 W به جسمی گرما می‌دهیم. نمودار روبه‌رو تغییرات دمای این جسم را برحسب نشان می‌دهد. اگر گرمای نهان ذوب این جسم $250 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ باشد، گرمای ویژه این جسم در حالت مایع چند واحد SI است؟ (جسم



در دمای 100°C جامد است.)

- (۱) ۵۰۰
- (۲) ۷۵۰
- (۳) ۱۰۰۰
- (۴) ۱۲۵۰

۱	۴
۲	۴
۲	۴
۳	۵
۳	۵



۲۰۰ g آب ۲۲/۵ درجه سانتی‌گراد را با ۱۵۰ g آب ۴۰ °C مخلوط می‌کنیم. پس از برقراری تعادل گرمایی دمای آب به چند درجه سلسیوس می‌رسد؟
(سراسری تجربی ۹۲)

۳۲/۵ (۴)

۳۲ (۳)

۳۰ (۲)

۲۷/۵ (۱)

۸۰۰ g یخ صفر درجه سلسیوس را با ۸۰۰ g آب ۲۰ °C مخلوط می‌کنیم. اگر گرما فقط بین آب و یخ مبادله شود؛ پس از برقراری تعادل گرمایی چند گرم آب و با چه دمایی برحسب سلسیوس خواهیم داشت؟

$$(c_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}, L_f = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}})$$

(سراسری ریاضی ۹۷)

۴ - ۱۶۰۰ (۴)

۲ - ۱۶۰۰ (۳)

۱۲۰۰ - صفر (۲)

۱۰۰۰ - صفر (۱)

درون ظرفی ۲۰۰ g یخ ۱۰ °C - قرار دارد. حداقل چند گرم آب با دمای ۲۰ °C به آن اضافه کنیم تا تمام یخ ذوب شود؟
(تبادل گرما فقی بین آب و یخ انجام می‌شود و $c_{\text{یخ}} = 2/1 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} = \frac{1}{2} c_{\text{آب}}$ و $L_f = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}}$)

(سراسری ریاضی ۹۲)

مقدار ۳۰۰ g گلیسیرین با دمای 20°C در اختیار داریم. اگر دمای جوش گلیسیرین 290°C باشد و $340.5 \times 10^2 \text{ J}$

گرما به گلیسیرین بدهیم چند درصد آن تبخیر می‌شود؟ $(L_V = 974 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c = 2400 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}})$

۵۰ (۴)

۱۲ (۳)

۹۷ (۲)

۳۲ (۱)

یک گرمکن 50°C واتی، به طور کامل در 100 گرم آب درون یک گرماسنج قرار داده است و در مدت 60 s ، دمای آب و گرماسنج را از 20°C به 25°C سلسیوس به 25°C سلسیوس می‌رساند. چند ثانیه دیگر طول می‌کشد تا آب به جوش آمده و 20°C گرم از آن، به بخار تبدیل شود؟ $(L_V = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}})$ و همه گرما، از گرمکن به آب و گرماسنج داده می‌شود.)

۱۸۰۴ (۴)

۶۰۸ (۳)

۲۴۰۵ (۲)

۴۵۰۵ (۱)

روش‌های انتقال گرما

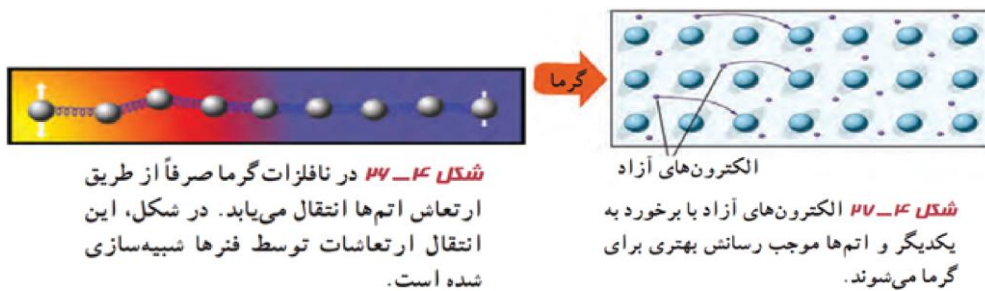
شارش گرما به سه روش متفاوت انجام می‌گیرد:

۱- رسانش گرمایی

۲- همرفت

۳- تابش گرمایی

«رسانش گرمایی»: بسیاری از ما این تجربه را داریم که انتهای قاشق فلزی درون ظرف غذای روی اجاق روشن را با دست گرفته و داغی آن را احساس کرده‌ایم. اما همچنین دیده‌ایم اجسامی دیگر مانند شیشه، چوب و ... نیز می‌توانند گرما را تا حدودی انتقال دهند. رسانش گرمایی در این اجسام، به دلیل ارتعاش اتم‌ها و گسترش این ارتعاش‌ها در طول آن‌هاست. به جهت نبود الکترون‌های آزاد، این اجسام رساناهای گرمایی خوبی نیستند. به همین دلیل از برخی از این مواد در دیوارها و سقف بناها استفاده می‌کنند تا حتی‌الامکان از خروج گرما در زمستان و ورود آن در تابستان جلوگیری کنند. اما در فلزات افزون بر ارتعاش‌های اتمی، الکترون‌های آزاد نیز در انتقال گرما نقش دارند. بنابراین، نسبت به سایر اجسام، رساناهای گرمایی بسیار بهتری هستند. در واقع چون الکترون‌ها بسیار کوچک‌اند و به سرعت حرکت می‌کنند با برخورد با سایر الکترون‌ها و اتم‌ها سبب رسانش گرما می‌شوند. بنابراین، در رساناهای فلزی سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرما بیشتر از اتم‌هاست.



همرفت

۱- مایعات و گازها معمولاً رساناهای خوبی برای گرما نیستند زیرا الکترون آزاد ندارند. انتقال گرما در شاره‌ها عمدتاً به روش همرفت صورت می‌گیرد.

نکته



موهای خرس قطبی توخالی هستند چون هوا عایقی بسیار خوب برای انرژی گرمایی است.

۲- در همرفت برخلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد و وقتی شاره در تماس با جسمی گرم‌تر از خود قرار می‌گیرد، به دلیل افزایش فاصله متوسط مولکول‌ها، چگالی آن کاهش می‌یابد. با کاهش چگالی، نیروی شناوری باعث صعود شاره گرم‌تر می‌شود و مقداری شاره سردتر جای شاره گرم را می‌گیرد و این فرآیند به همین ترتیب ادامه می‌یابد.

۳- نمونه‌هایی از همرفت طبیعی:

(آ) گرم شدن هوای داخل اتاق به وسیله بخاری

(ب) جریان بادهای ساحلی که در روز از دریا به ساحل و در شب از ساحل به دریا می‌وزند.

(پ) انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن

۴- همرفت‌های واداشته: در این نوع همرفت، شار به کمک یک تلمبه (مصنوعی یا طبیعی) به حرکت واداشته می‌شود تا با این حرکت انتقال گرما صورت گیرد.

آ) تغییر دمای بدن با استفاده از سیستم گردش خون (تلمبه طبیعی: قلب)

ب) سیستم خنک کننده موتور خودرو (تلمبه مصنوعی: پمپ آب)

تابش گرمایی

۱- خورشید لامپ روشن و داغ، جسم گداخته و... از خود پرتوهایی گسیل می‌کنند که دست ما با جذب کردن آن‌ها گرم می‌شود. این پرتوها از نوع الکترومغناطیس هستند.

۲- امواج الکترومغناطیس شامل رادیویی، فروسرخ، نور مرئی و... است.

۳- تمام اجسام در هر دمایی تابش الکترومغناطیسی را دارند که به آن تابش گرمایی می‌گویند و در محدوده فروسرخ تا فرابنفش است.

۴- تابش گرمایی در دماهای زیر حدود 50°C عمدتاً به صورت تابش فروسرخ (نامرئی) است.

۵- دمانگار ابزاری است که برای آشکارسازی تابش‌های فروسرخ استفاده می‌شود.

۶- تصویر حاصل از دمانگاری، دمانگاشت نام دارد.

۷- عوامل موثر بر تابش گرمایی:

دمای جسم، مساحت جسم، میزان صیقلی بودن جسم، رنگ سطح.

تذکره: هر جسمی انعکاس خوبی داشته باشد اصولاً جذب و تابش ضعیفی خواهد داشت.

نکته



سطوح صاف و درخشان با رنگ‌های روشن تابش گرمایی کمتری دارند و سطوح تیره و ناصاف و مات بالعکس.

۸- از جمله کاربردهای تابش‌های گرمایی در پدیده‌های زیستی می‌توان به شکار دیگر حیوانات توسط گونه‌ای از مارها و کلم اسکانک اشاره کرد.



اینها اندام‌ها حفره‌ای هستند که گرما را آشکار می‌کنند.



کلم اسکانک برق اطراف خود را آب کرده است.

؟ مثال ۱۷: در کنار ساحل در طول روز جهت وزش نسیم (از دریا به ساحل - از ساحل به دریا) است.

(هماهنگ کشوری ریاضی و فیزیک دهم فروردین ۱۴۰۲)

تست

چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

الف) در روز، زمین ساحل گرم‌تر از آب دریا است، به همین دلیل نسیمی از سمت ساحل به سمت دریا شروع به وزیدن می‌کند.

ب) در نوافلات، گرما فقط از طریق ارتعاش اتم‌ها انتقال می‌یابد.

ج) اندام حفره‌ای مارهای زنگی، تنها به عنوان گیرنده تابش فروسرخ عمل می‌کنند و توانایی گسیل پرتوهای فروسرخ را ندارند.

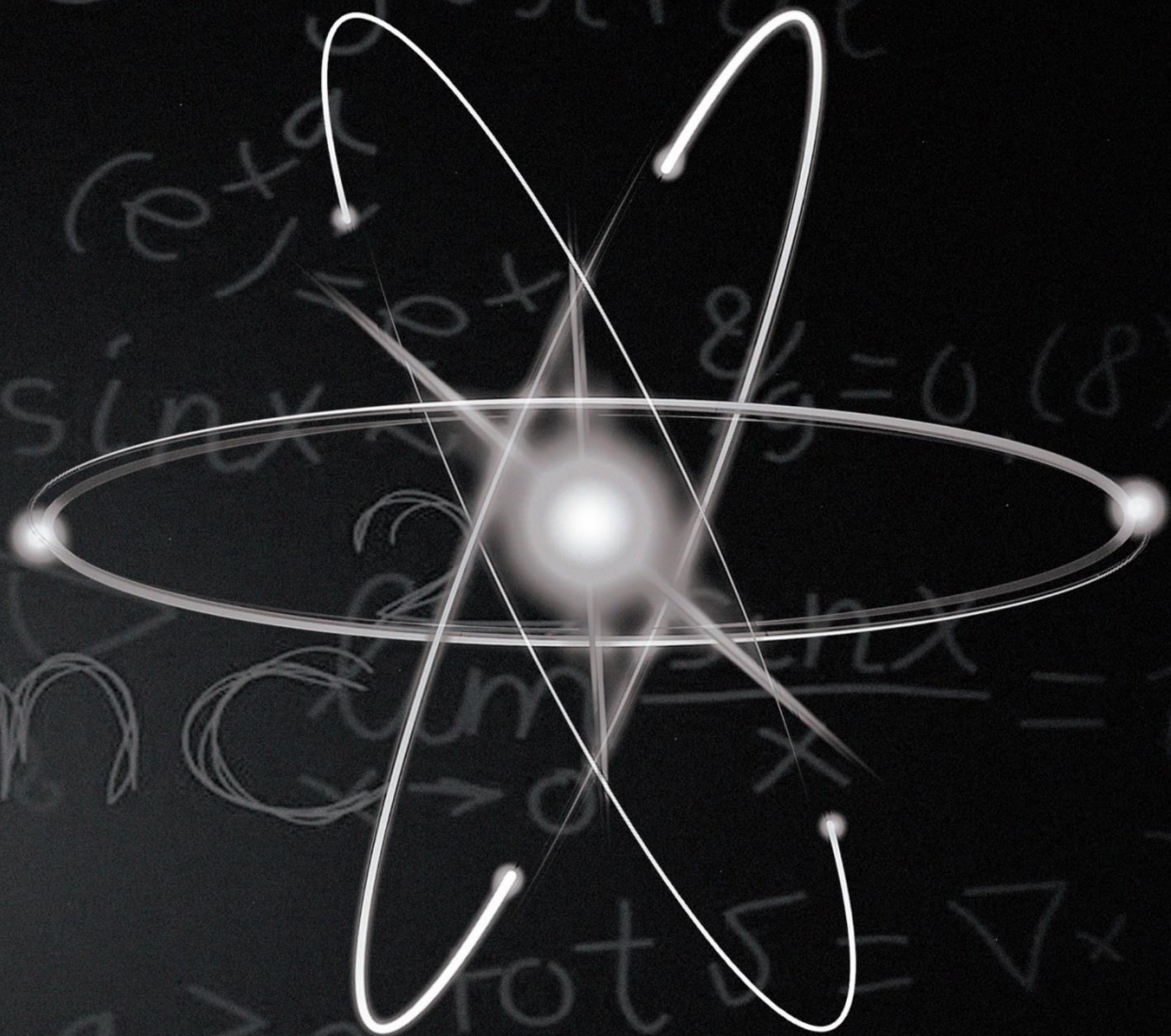
د) سطوح صاف و درخشان با رنگ‌های روشن، انرژی گرمایی کمتری را جذب می‌کنند، در نتیجه تابش گرمایی زیادی دارند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



نکته و تست
درسنامه مفهومی