

کارنامه خرد

OMZ



با مغزت تصمیم بگیر!



فیزیک — به سبک میرسعید

OMZ!!

اندازه گیری و ویژگی های ماده

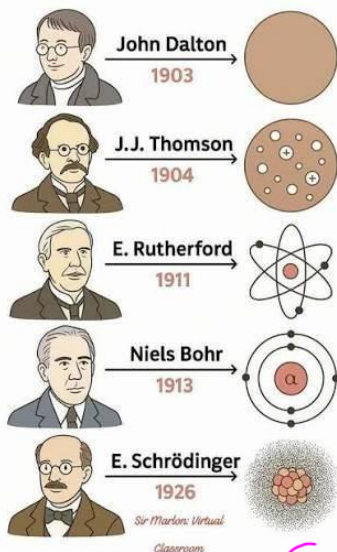
فیزیک و اندازه گیری

فیزیک به معنای شناخت طبیعت است و پایه و اساس تمام مهندسی ها و فناوری ها است و فیزیک دانان پس از مشاهده پدیده های طبیعی به دنبال الگوها و نظم های خاص بین پدیده ها می باشند.

خب همه ما میدانیم که مدل ها و نظریه های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و ممکن است دستخوش تغییر شوند.

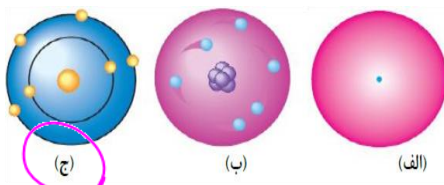
امکان دارد که نتایج آزمایش های جدید منجر به بازنگری مدل یا نظریه ای شود و حتی ممکن است نظریه ای جدید جایگزین قبلی ها شود.

یکی از نقاط قوت دانش فیزیک ویژگی آزمون پذیری و اصلاح نظریه های فیزیکی است که باعث پویا شدن و به روز بودن این علم شده است و به همین علت همواره نقش مهمی در فرآیند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان پیرامون داشته است و در شکل زیر مثالی برای تغییر و تکمیل نظریه مدل اتمی را مشاهده می کنیم که در این نظریه ابتدا دالتون و سپس تامسون و بعد رادفورد و بعد بور و در نهایت شرودینگر با نگاه دقیق و نبوغ بالای خود در تکمیل نظریه مدل اتمی تلاش کرده اند.



سیاره ای

تست: دومین مدل اتمی بعد از مدل اتمی کیک کشمشي تامسون مربوط به مدل **بور** بوده که در شکل نشان داده شده است.



۲- مدل هسته ای رادفورد - ج

۱- ابر الکترونی شرودینگر - الف

۴- مدل هسته ای رادفورد - ب

۳- مدل سیاره ای بور - ج

مدل سازی در فیزیک فرایندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی به گونه‌ای ساده و ایده‌آل تجسم می‌شود که امکان بررسی و تحلیل آن فراهم می‌شود و هنگام مدل سازی در فیزیک یک پدیده فیزیکی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین کننده را!!!

برای بهترین درک از فرایند مدل سازی در فیزیک می‌توانیم حرکت یک توپ پرتاب شده را مورد بررسی قرار دهیم. اینکه در نگاه اول، بررسی و تحلیل مدل سازی در فیزیک حرکت توپ به نظر ساده می‌آید. اما واقعیت این است که بر خلاف این ادعاست.

مدل سازی حرکت توپ در هوا

فرض کنید یک توپ بسکتبال را به طرف بسکت می‌کنیم حالا اگر گفتید چگونه می‌توانیم مدل سازی کنیم؟ ما در مدل سازی، توپ را کره کامل در نظر می‌گیریم. (اما در واقعیت چنین نیست یعنی سطح توپ دارای شیار و ناهمواری های زیادی است).

همینطور فرض می‌کنیم توپ یک نقطه است. یعنی ابعاد توپ بسیار ناچیز است. این فرض در بسیاری از مسائل فیزیک در نظر گرفته می‌شود. (اما واقعا توپ نقطه نیست و حجیم است)

همینطور از چرخش توپ به دور خودش صرف نظر می‌کنیم (ولی حقیقتا توپ به دور خود می‌چرخد).

همینطور مقاومت هوا و اثر باد را در نظر نمی‌گیریم (این مدل سازی زمانی امکان دارد که توپ در خلا حرکت می‌کند. مثلا بازیکن در کره ماه شوت کرده است. زیرا کره ماه اتمسفر ندارد).

همینطور فرض می‌کنیم نیروی جاذبه در ارتفاع های مختلف ثابت است (اما طبق فرمول جاذبه نیوتن میدانیم این است که هر چه از سطح زمین فاصله بگیریم نیروی جاذبه کاهش می‌یابد).



تست ۸: در پرتاب توپ بسکتبال به طرف حلقه، ضمن حرکت توپ به طرف حلقه از نیروی وزن

توپ نمی‌توان صرف‌نظر کرد، زیرا در این صورت.....

(۱) در تمام طول حرکت توپ در راستای قائم به طرف بالا حرکت می‌کند.

(۲) توپ در اثر نیروی مقاومت هوا به عقب حرکت می‌کند.

(۳) تندی توپ ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

(۴) توپ با سرعت ثابت در یک خط مستقیم حرکت می‌کند.

گزینه ۱

تست ۹: از بالای یک درخت بلند، برگی جدا شده و پس از مدتی به زمین می‌خورد. در مدل‌سازی حرکت این برگ

درخت، چندتا از موارد زیر تعیین‌کننده و مهم است؟

الف- تغییر وزن برگ در هنگام سقوط ☒ ب- وزن برگ ☒ ج- وزش باد در هنگام حرکت برگ ☒

د- شکل هندسی برگ ☒ ه- نیروی مقاومت هوا ☒

(۱) یک مورد (۲) دو مورد (۳) سه مورد (۴) چهار مورد ☒

گزینه ۴

تست ۱۰: کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

(۱) نقطه‌ی قوت دانش فیزیک، ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های آن است.

(۲) فیزیک، پایه و اساس تمام مهندسی‌ها و فناوری‌ها است.

(۳) بررسی و تحلیل پدیده‌هایی مانند افتادن برگ درخت و آذرخش در فیزیک نیاز به مدل‌سازی دارد.

(۴) در مدل‌سازی پدیده‌های فیزیکی، برخی اثرهای مهم و تعیین‌کننده را نادیده می‌گیریم. ☒

گزینه ۴

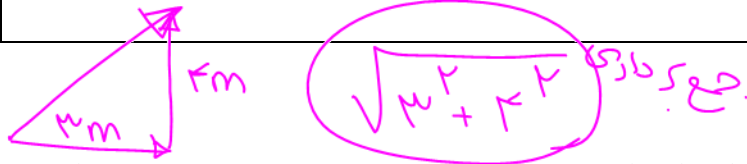
کمیت ها و تقسیم بندی کمیت ها

در فیزیک به هر چیز قابل اندازه گیری ، کمیت گفته می شود مانند جرم ، طول ، زمان و ...

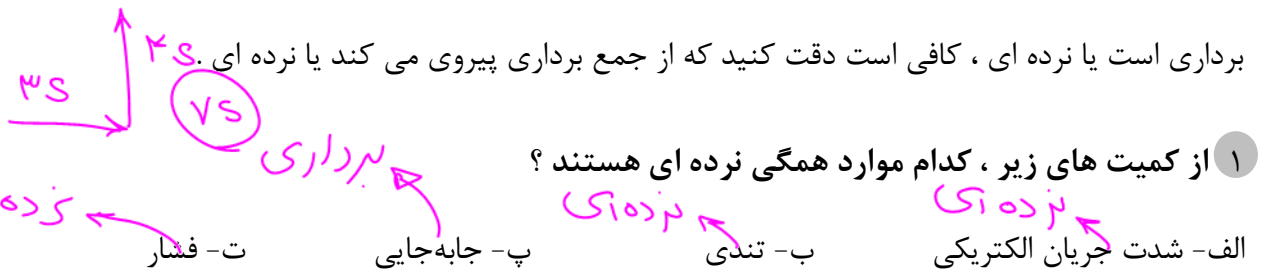
کمیت های فیزیکی در دو طبقه بندی اصلی تقسیم بندی میشوند و این کمیت ها یا نرده ای-برداري هستند یا اصلی-فرعی که در ادامه به توضیح هر کدام میپردازیم.

الف: نرده ای و برداری

نوع کمیت	ویژگی ها	مانند
نرده ای	برای بیان آن ها تنها از یک عدد و یکای مناسب استفاده می شود	مسافت - جرم - زمان - تندی
برداري	برای بیان آن ها ، علاوه بر عدد و یکا ، باید جهت هم مشخص باشد	جابه جایی - نیرو



نکته: کمیت های برداری از قواعد جمع برداری پیروی می کند ولی کمیت نرده ای خیر ، پس اگر شک کردید که کمیتی



۱ از کمیت های زیر ، کدام موارد همگی نرده ای هستند ؟

الف - شدت جریان الکتریکی

ب - تندی

پ - جابه جایی

ت - فشار

۱ الف - ب - پ

۲ الف - ب - ت

۳ ب - پ - ت

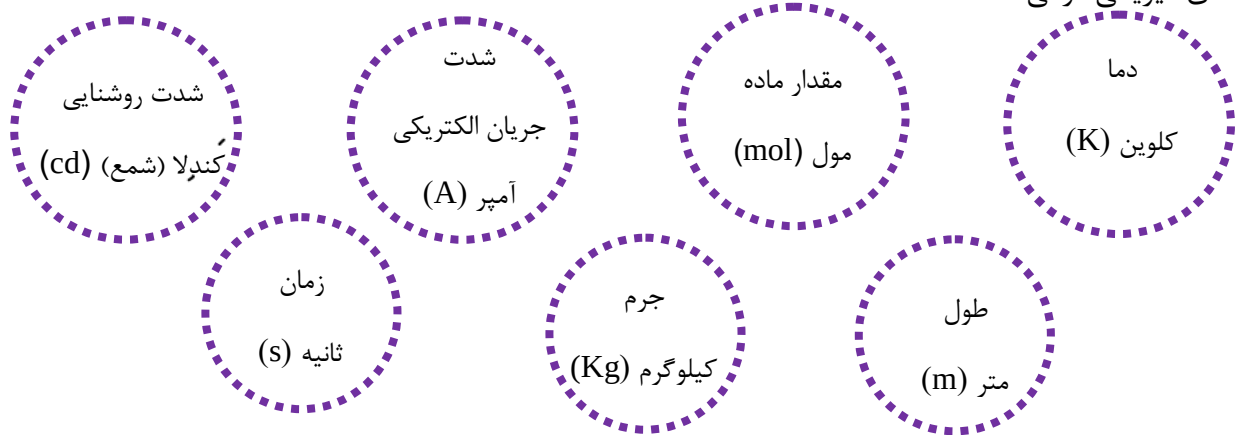
۴ الف - پ - ت

(مردان ها هم کمیت برداری هستند)

انتخاب یکای مستقل برای تمام کمیت های موجود در اطرافمان کار بسیار سختی است به همین دلیل تعدادی از کمیت ها را به طور مستقل انتخاب کرده سپس بقیه را با استفاده از روابط برحسب این کمیت ها بیان می کنند .

بصورت قراردادی هفت کمیت به عنوان کمیت اصلی در SI انتخاب شده اند و به جز کمیت های اصلی جدول زیر ، بقیه

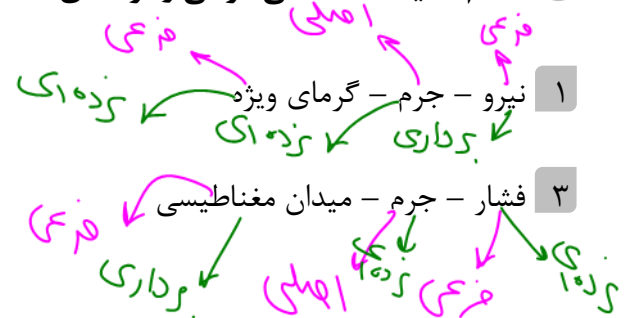
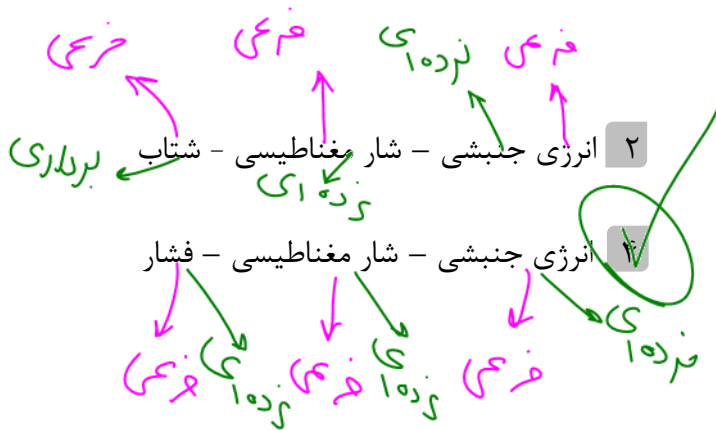
کمیت های فیزیکی فرعی هستند .



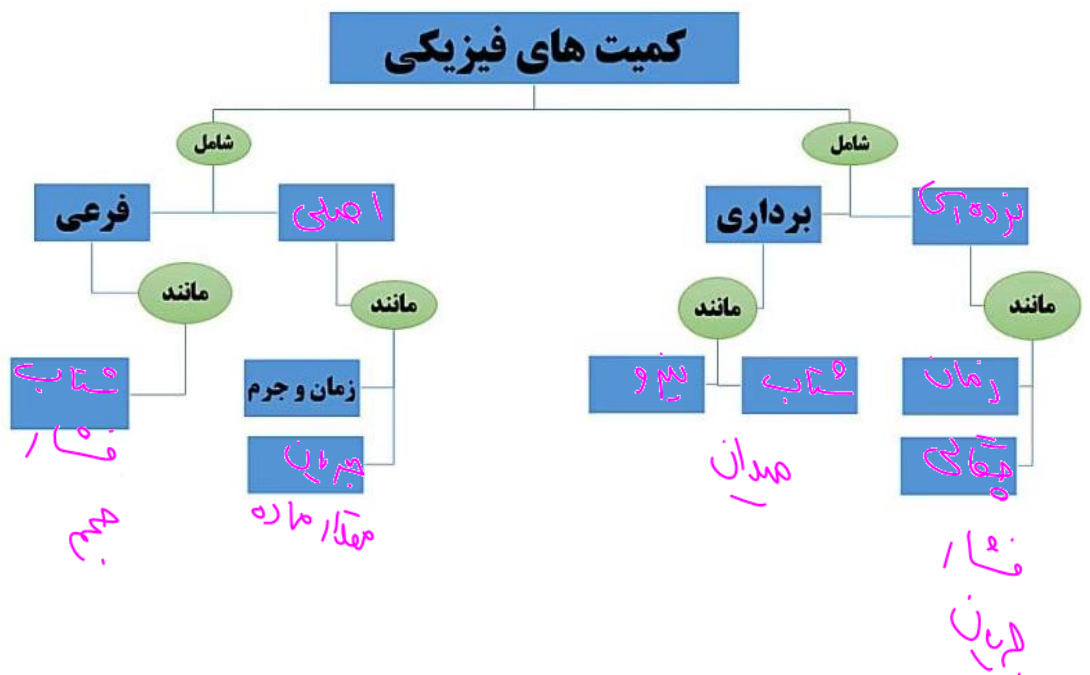
دقت کنید که یکاهای اندازه گیری نباید تغییر کنند و باید قابلیت باز تولید در مکان های مختلف را داشته باشند .

" هر کمیتی که به کمیت اصلی وابسته باشد کمیت فرعی است مانند مساحت و حجم "

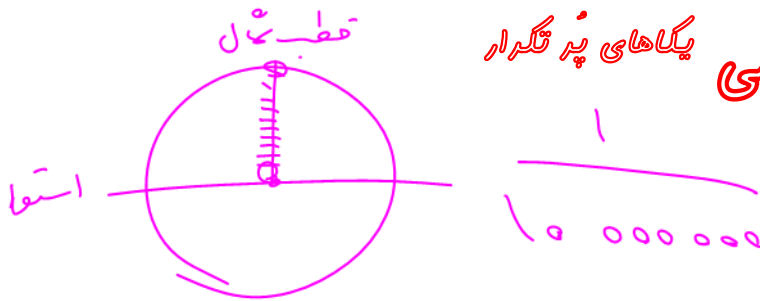
۲ کدام کمیت ها همگی فرعی و نرده ای هستند ؟



نقشه مفهومی زیر را کامل کنید؟



بررسی یکاهای پرتکرار



یکای طول:

تعریف خیلی قدیمی: یک ده میلیون فاصله استوا تا قطب شمال

تعریف سابق: فاصله میان دو خط حک شده روی میله ای از جنس آلیاژ پلاتین- ایریدیوم در دمای صفر درجه سانتی گراد

تعریف تخصصی و امروزی: مسافتی است که نور در مدت $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلاء طی می کند.

ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی طول هستند و یکای نجومی (AU) و سال نوری (ly) از یکاهای اندازه گیری طول هستند.

یکای جرم:

یکای جرم در SI کیلوگرم نامیده می شود و به صورت جرم استوانه ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم تعریف شده است. خوار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای جرم هستند.

$$24 \times 10^9 = 194 \text{ s}$$

یکای زمان:

تعریف سابق: یک ثانیه برابر $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی (شبانہ روز) است.

تعریف جدید: یک ثانیه بر اساس ارتعاش های اتم سزیم و نور گسیل شده از آن تعریف می شود.

تست: کدام گزینه غلط است؟

۱) در ایام خیلی قدیم یک ده میلیون فاصله استوا تا قطب شمال را معادل یک متر در نظر می گرفتند

۲) یکای جرم در SI کیلوگرم نامیده می شود و به صورت جرم استوانه ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین- ایریدیوم تعریف شده است.

۳) میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی و میدان گرانشی کمیتهایی برداری هستند

۴) جابه جایی و سرعت و شتاب کمیتهایی نردهای هستند

بردار

تبدیل یکاها: در این بخش جدول پیشوندهای یکاها و تبدیل یکاها با روش زنجیره ای و روش ساده معادله ای را بررسی می کنیم

پیشوند های یکاها

ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
10^{24}	یوتا	Y	10^{-24}	یوکتو	y
10^{21}	زتا	Z	10^{-21}	زپتو	z
10^{18}	اِگزا	E	10^{-18}	آتو	a
10^{15}	پتا	P	10^{-15}	فمتو	f
10^{12}	ترا	T	10^{-12}	پیکو	p
10^9	گیگا	G	10^{-9}	نانو	n
10^6	مگا	M	10^{-6}	میکرو	μ
10^3	کیلو	K	10^{-3}	میلی	m
10^2	هکتو	h	10^{-2}	سانتی	c
10^1	دکا	da	10^{-1}	دسی	d

روش زنجیره ای: در این روش اندازه هر کمیت را در یک ضریب تبدیل ضرب می کنند ضریب تبدیل نسبتی از یکاها می

باشد که برابر عدد ۱ است در هنگام تبدیل یکاها ، ضریب را طوری بنویسید که یکاها باهم ساده شوند . مثلاً

$$2/5 \text{ Km} = ? \text{ nm} \quad 2/5 \text{ Km} \times (1) = 2/5 \text{ Km} \times \frac{1000 \text{ m}}{\text{Km}} = 2/5 \times 10^3 \text{ m} \times \frac{10^9 \text{ nm}}{\text{m}} = 2/5 \times 10^{12} \text{ nm}$$

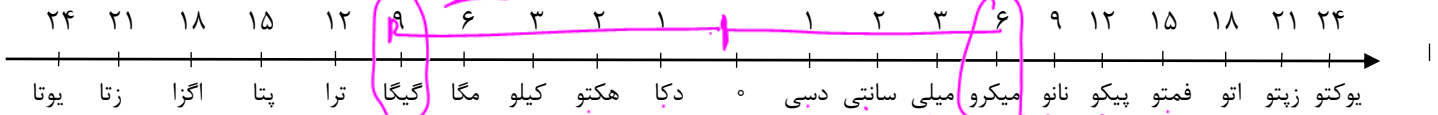
اگر یکاها توان دار باشند در روش زنجیره ای به توان دقت کنید مثلاً

$$1 \text{ m}^3 = ? \text{ cm}^3 \quad 1 \text{ m}^3 \times (1)^3 = 1 \text{ m}^3 \times \left(\frac{100 \text{ cm}}{\text{m}} \right)^3 = 10^6 \text{ cm}^3$$

روش معادله ای : یکی دیگر از روش های تبدیل یکاها به یکدیگر استفاده از روشی مانند حل معادله است مجهول برابر است

« با معلوم تقسیم بر ضریب مجهول » مثلاً

$$100 \mu\text{s} = ? \text{ ms} \rightarrow ? = \frac{100 \mu\text{s}}{\text{ms}} = \frac{100 \times 10^{-6}}{10^{-3}} = 10^{-1}$$



بزرگ

کوچک

۳ هر $\frac{m}{\mu s^3}$ برابر چند $\frac{m}{Gs^3}$ است ؟

$$\frac{m}{\mu s^3} = \boxed{x} \frac{m}{Gs^3}$$

۱۰۴۵

۱۰۳۶

۱۰۲۲

۱۰۱۸

$$\frac{1}{(10^{-15})^3} = \frac{1}{10^{-45}} = 10^{45}$$

۱ cal = ۴/۲ J

۱ lit = ۱۰^{-۳} m^۳

$\frac{m}{s} = \frac{Km}{h} = ۳/۶$

نکته :

$$\frac{Km}{h} \div ۳,۶ = \frac{m}{s}$$

نماد علمی : برای نمادگذاری علمی باید عدد مورد نظر به صورت عددی بین یک تا ده ضرب در توان صحیحی از عدد ۱۰

بیان شود .

۸۴۰۲۰۰ m $\xrightarrow{\text{نماد علمی}}$ ۸,۴۰۲۰۰ x ۱۰^۵

۴ کدام یک از تبدیل یکاها درست و کدامیک غلط است ؟

الف) $۶/۱ s^2 = ۶/۱ \times ۱۰^{-۶} ms^2$

ب) $۴/۷ m^3 = ۴/۷ \times ۱۰^{+۹} mm^3$

پ) $۲/۴ mm^2 = ۲/۴ \times ۱۰^{-۳} m^2$

ت) $۸/۱ \mu s^2 = ۸/۱ \times ۱۰^{-۳} ns^2$

ث) $۱۰^۳ \frac{Kg}{m^3} = ۱ \frac{gr}{cm^3}$

ج) $۴۲۰۰ \frac{j}{Kg} = ۱ \frac{cal}{gr}$

چ) $۴ \frac{nm^2}{s} = ۴ \times ۱۰^{-۷} \frac{cm^2}{s}$

خ) $۵ m^3 = ۵ \times ۱۰^۹ mm^3$

نیرو $\leftarrow \frac{kgm}{s^2}$ فشار $\leftarrow \frac{kgm}{s^2}$

کمیت های مختلف با یکاهای مختلف می توانند در یکدیگر ضرب شوند ولی در جمع و تفریق حتماً باید یکای کمیت ها یکسان باشد.

سرعت $\leftarrow \frac{m}{s}$ انرژی $\leftarrow \frac{kgm^2}{s^2}$

متاب $\leftarrow \frac{m}{s^2}$ توان $\leftarrow \frac{kgm^2}{s^3}$

۵ در رابطه $A=BC^2$ اگر A بر حسب ژول و B بر حسب Kg باشد واحد C کدام است ؟

$A=BC^2$
 $[C]^2 = \frac{m^2}{s^2}$
 $[C] = \frac{m}{s}$
 ۱ m
 ۲ $\frac{kgm^2}{s^2}$
 ۳ $\frac{m^2}{s^2}$
 ۴ $\frac{kg}{s}$

۶ در رابطه فیزیکی $A = \frac{B^2}{C} + CDE$ اگر کمیت A، ژول و کمیت C، کیلوگرم باشند، یکای $\frac{B^2}{DE}$ در SI کدام است ؟

$\frac{kgm^2}{s^2}$
 $[B^2] = \frac{kg^2m^2}{s^2}$
 $\frac{kg^2m^2}{s^2} = kg^2$
 ۱ $\frac{kgm}{s}$
 ۲ $\frac{m^2}{s^2}$
 ۳ $\frac{kg^2m^2}{s^2}$
 ۴ kg^2

۷ فاصله دو شهر از هم ۳۱۲ Km است اگر هر ذرع ۱۰۴ cm و هر فرسنگ معادل ۶۰۰۰ ذرع باشد فاصله دو

شهر چند فرسنگ است ؟

$312 km = x$ فرسنگ
 $104 cm = 104 \times 10^{-3} m$
 $6000 \text{ ذرع} = 9000 \text{ فرسنگ}$
 $x = \frac{312 \times 10^3 m}{9000 \times 104 \times 10^{-3} m} = \frac{312 \times 10^3}{9000 \times 104 \times 10^{-3}}$
 ۱ ۵۰۰
 ۲ ۵۰
 ۳ ۵۰۰۰
 ۴ ۵۰۰۰۰

۸ یکای فرعی فشار کدام است ؟

$\frac{N}{m.s}$ ۴
 $\frac{kgm}{s^2}$ ۳
 $\frac{kg}{ms^2}$ ۲
 pa ۱
 باقی
 یکای فرعی فشار بر حسب یکاهای

۹ یکای فرعی کدام کمیت $\frac{\text{Kg}}{\text{A.s}^2}$ است؟ $\varphi = BA$ $\leftarrow E$ $E = \frac{F}{q}$ $E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

۱ میدان مغناطیسی ۲ شار مغناطیسی ۳ میدان الکتریکی ۴ نیروی محرکه القایی

$$\frac{\text{kg m}}{\text{s}^r} = [B] \text{ A} \times \cancel{\text{m}} \rightarrow [B] = \frac{\text{kg}}{\text{A} \cdot \text{s}^r}$$

$$F = BIL$$

۱۰) تندی $\frac{216 \text{ Km}}{\text{h}}$ معادل چند مایل بر دقیقه است؟ (یک مایل را 1600 متر فرض کنید)

۳/۶ ۴

۳

2/5 2

1

$$119 \frac{\text{km}}{\text{h}} = x \frac{\text{mile}}{\text{min}} \rightarrow x = \frac{119 \cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}_{90 \cancel{\text{min}}}} \times \frac{\cancel{\text{min}}}{\cancel{\text{mile}}_{1600 \cancel{\text{m}}}} = \frac{119 \times 10}{90 \times 1600}$$

۱۱) از یک لوله با آهنگ $\frac{375 \text{ cm}}{\text{s}}$ آب خارج می شود چند دقیقه زمان برای پُر شدن مخزنی به حجم ۳۱۵ لیتر

توسط این لوله آب لازم است ؟

$$\frac{\cancel{4} \times \cancel{9}}{9 \times \cancel{11}} = \frac{\cancel{4} \times \cancel{10} \times \cancel{11}}{\cancel{9} \times \cancel{11}} = 10$$

Y 2

6 1

14 4

9 3

دقت اندازه گیری

کمترین مقداری که یک وسیله می تواند اندازه بگیرد **دقت اندازه گیری** نام دارد.

برای محاسبه دقت اندازه گیری توجه کنید که وسایل اندازه گیری را به دو گروه تقسیم میشوند.

گروه اول ابزار هایی هستند که روی آنها درجه بندی وجود دارد و به این ابزار ها، ابزار های مدرج می گویند. مانند خط کش مدرسه ای شما!! و در این ابزارها دقت اندازه گیری برابر کمترین درجه بندی آنها است.

اما دسته دوم ابزار هایی هستند که نمایشگر دیجیتالی (رقمی) دارند و ما برای تعیین دقت اندازه گیری این دسته از ابزارها باید مرتبه آخرین رقم سمت راست را پیدا کنیم.

دقت کنید که هر چه درجه بندی یک وسیله کوچکتر و ریزتر باشد دقت آن وسیله بیشتر است.

* وسایل درجه بندی ← دقت
* وسایل دیجیتالی ← دقت

که می خوانند

220.2

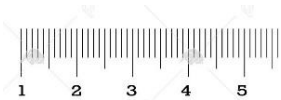
مقیاس آن وسیله

ابزار اول

تمرین: دقت اندازه گیری هریک از وسایل زیر چه قدر است؟



20.083
دقت وسیله
0.001



1 mm
0.1 cm

رقم های با معنا: رقم هایی هستند که پس از اندازه گیری ثبت می کنیم

رقم آخر گزارش یک اندازه گیری را که غیر قطعی و مشکوک است رقم غیر قطعی می گویند. مثلاً

رقم غیر قطعی ← ۱۸.۲ mm

۳ رقم با معنا

رقم غیر قطعی ← ۰.۰۱۸

رقم غیر قطعی ← ۴۲.۰۸

۴ رقم با معنا

رقم غیر قطعی ← ۶۲.۵

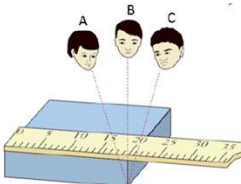
۳ رقم با معنا

الف) دقت وسیله اندازه گیری:

یکی از عوامل مهم در دقت اندازه گیری ، دقت و حساسیت وسیله اندازه گیری است . برای مثال ، دقت خط کشی که تا میلی متر مدرج شده ، بیشتر از دقت خط کشی است که تا سانتی متر مدرج شده است

ب) مهارت شخص آزمایشگر:

در شکل زیر نتیجه اندازه گیری از منظر A و C خطا را افزایش می دهد در حالی که گزارش شخص B دقت بیشتری دارد.



ج) تعداد دفعات اندازه گیری:

برای کاهش خطا در اندازه گیری هر کمیت ، معمولاً اندازه گیری آن را چند بار تکرار می کنیم و از آن ها میانگین می گیریم ، البته اعدادی که فاصله زیادی با دیگر نتایج دارند را قبل از معدل گیری حذف میکنیم.

تست ۸: یک شیمیست، جرم نانو ذرات روی یک نمونه را اعداد $۶/۳$ ، $۶/۶$ ، $۶/۹$ ، $۶/۱$ ، $۷/۱$ و ۷ گرم اندازه گیری کرده

است، او چه عددی را باید به عنوان جرم نمونه باید ثبت کند؟

$$x = \frac{۶,۳ + ۶,۶ + ۶,۹ + ۷,۱ + ۷}{۵}$$

$۶ - ۴$

$۶/۶ - ۳$

$۶/۵ - ۲$

$۶/۸ - ۱۷$

گزینه ۱

$$x = ۹,۸$$

تست ۹: چند گزاره از گزاره های زیر در مورد دقت اندازه گیری صحیح است؟

(۴) چهار مورد

(۳) سه مورد

(۲) دومورد

(۱) یک مورد

الف) دقت وسیله اندازه گیری از عوامل مهم در دقت اندازه گیری است.

ب) خط کشی که به صورت دسی متر مدرج شده، از خط کشی که به صورت میلی متر مدرج شده دقیق تر است.

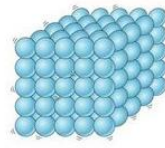
ج) مهارت شخص در تعیین دقت اندازه گیری مهم است.

د) تعداد دفعات اندازه گیری تاثیری در دقت اندازه گیری ندارد.

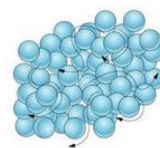
چگالی: نسبت جرم به حجم یک ماده را چگالی تعریف می کنند

$$\rho = \frac{m}{V}$$

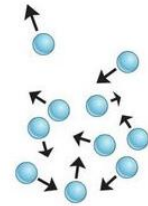
چگالی (kg/m³) mass جرم → kg
density volume → m³



solid



liquid



gas

نکته: چگالی یک ماده در فشار و دمای معین، ثابت است و با تغییر جرم یا حجم آن تغییر نمی کند.

$$1g = 10^{-3} kg$$

$$1cm = 10^{-2} m$$

$$1cm^2 = 10^{-4} m^2$$

$$1cm^3 = 10^{-6} m^3$$

$$\frac{1g}{Lit} = \frac{Kg}{m^3}$$

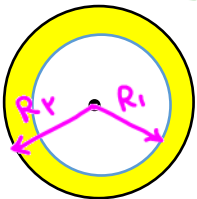
$$\begin{cases} 1lit = 10^{-3} m^3 \\ 1lit = 10^{-3} cm^3 \end{cases}$$

حجم اجسام مختلف یادآوری از دبستان!:

$$\frac{g}{cm^3} \xrightarrow{\times 1000} \frac{Kg}{m^3}$$

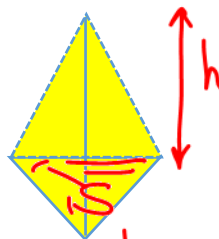
واحد بزرگتر

$$\frac{9}{cm^3} \rightarrow \frac{9}{m^3}$$

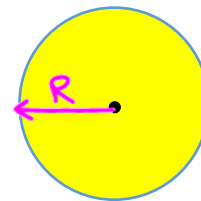


$$V = \frac{\pi}{2} \pi R_2^2 - \frac{\pi}{2} \pi R_1^2$$

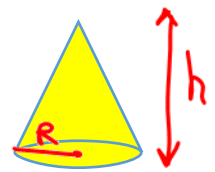
حجم حلقه



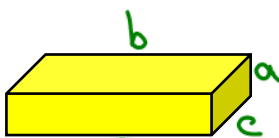
$$V = \frac{1}{3} S \times h$$



$$V = \frac{\pi}{2} \pi R^2$$

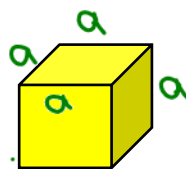


$$V = \frac{1}{3} \pi R^2 h$$



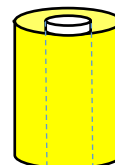
$$V = abc$$

حجم مستطیل



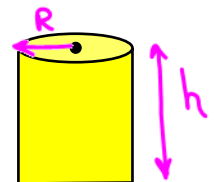
$$V = a^3$$

حجم مکعب

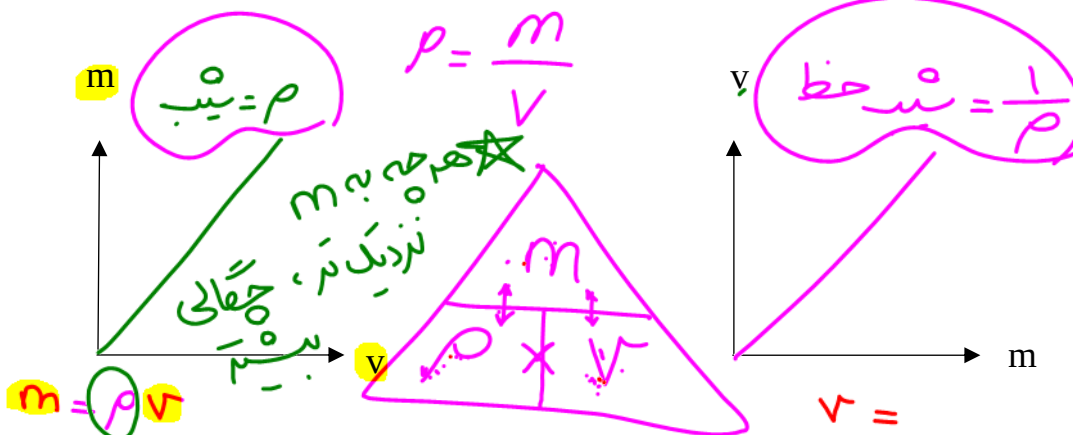


$$V = \pi R_2^2 h - \pi R_1^2 h$$

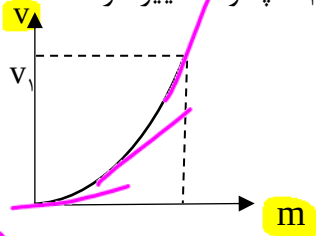
حجم خالی



$$V = \pi R^2 h$$



۱۲ با تغییر جرم و حجم گازی، نمودار مقابل حاصل شده است چگالی گاز تا رسیدن به حجم V_1 چگونه تغییر کرده است؟



- ۲ در حال افزایش

- ۱ در حال کاهش

- ٤ ثابت

- ۳ به V_1 بستگی دارد

V-m حر، نمودار

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\rho_0} \left(1 - \frac{\alpha}{\rho_0} \right)$$

شیرین ریاضی

20/05/2022

۱۳ چگالی مایع A، $\frac{4}{5}$ چگالی مایع B است اگر حجم ۸ Kg از A برابر ۱۰ لیتر باشد حجم ۵ Kg از B برابر چقدر است؟

10

است ؟

$$\rho_A = \frac{K}{Q} \rho_B$$

حرمہا لل نبی

نقطه کافی است و اهرها

701.025

0/5

0/4 1

5 ۴

☐ ☐

$$V_B = ? \text{ L}$$

$$m_A = 1 \text{ kg}$$

$$V_A = 10 \text{ L}$$

$$m_B = 2 \text{ kg}$$

$$\frac{m_A}{V_A} = \frac{\rho}{2} \times \frac{m_B}{V_B}$$

$$\frac{A}{\cancel{\omega}} = \frac{\cancel{\omega} \times \cancel{\omega}}{\cancel{\omega} \times v_B} \rightarrow \frac{1}{\omega} = \frac{1}{v_B}$$

$v_B = \omega L$

$$\frac{1}{\omega} = \frac{1}{v_B}$$

$$v_B = \omega L$$

اگر دو چند ماده را باهم مخلوط کنیم، چگالی مخلوط (با فرض عدم تغییر حجم در اثر اختلاط) از سه تا فرمول زیر محاسبه میشود:



$$m = \rho v$$

$$v = \frac{m}{\rho}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{مخلوط}}}{V_{\text{مخلوط}}} = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \dots}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2} + \dots}$$

جرمی

حالا اگه گفتی کی از کدومش باید بریم؟

اگر در اثر اختلاط تغییر حجم داشتیم چکار کنیم؟

$$\rho = \frac{m_1 + m_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots \pm \Delta V}$$

۱۴ چگالی جسم A برابر ρ و چگالی جسم B دو برابر A است اگر جرم های یکسان از این دو جسم را با هم مخلوط کنیم

$$\rho_A = \rho$$

$$\rho_B = 2\rho$$

$$m_A = m_B$$

$$\frac{5}{4}$$

۴

$$\frac{4}{5}$$

۳

$$\frac{3}{4}$$

۲

$$\frac{4}{3}$$

۱

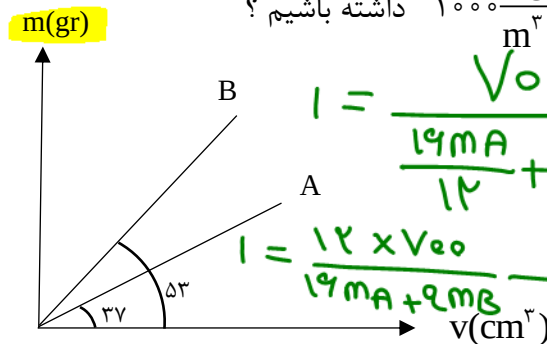
چگالی مخلوط چند ρ خواهد شد؟

OMZ: اگر حجم ۲ جسم برابر باشد چگالی میانگین چگالی دو جسم بدست می آید

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \dots}{n} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \dots}{4}$$

۱۵ نمودار جرم بر حسب حجم دو مایع مخلوط نشدنی مطابق شکل است به ترتیب از راست به چپ چند گرم از مایع A را

با چند گرم B مخلوط کنیم تا در نهایت ۷۰۰ gr از مخلوط آنها با چگالی $\frac{1000}{3} \text{ Kg/m}^3$ داشته باشیم؟



$$1 = \frac{V_{000}}{\frac{14m_A}{12} + \frac{2m_B}{12}} = \frac{V_{000}}{\frac{14m_A + 2m_B}{12}}$$

$$1 = \frac{12 \times 700}{14m_A + 2m_B} \Rightarrow 14m_A + 2m_B = 8400$$

$$\left(\tan 37^\circ = \frac{3}{4}, \tan 53^\circ = \frac{4}{3} \right)$$

$$300 - 400$$

$$400 - 300$$

$$350 - 250$$

$$200 - 500$$

$$-9m_A + m_B = 700$$

$$14m_A + 2m_B = 8400$$

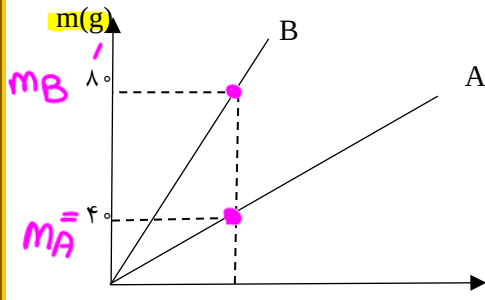
$$-9m_A - 2m_B = -1400$$

$$19m_A + 2m_B = 1100$$

$$vm_A = 1100 \rightarrow m_A = 100g, m_B = 100g$$

سوالات تکمیلی فصل اول

۱۶ نمودار جرم بر حسب حجم برای فلز A و B مطابق شکل روبرو است اگر $\rho_A = 4 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^3}$ باشد حجم یک مکعب از فلز B با جرم ۴۰۰ gr چند میلی متر است؟



$$\rho_A = \frac{m_A}{V}$$

$$4 = \frac{40}{V} \rightarrow V = 10$$

$$\rho_B = \frac{m_B}{V} = \frac{80}{10} = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$400 \text{ cm}^3 = x \text{ mm}^3 \rightarrow x = 400 \times 10^3 = 400,000$$

۱۷ ۲۰۰ cm³ از مایعی به چگالی $4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ را با ۱۰۰ cm³ از مایع دیگری با چگالی $5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ مخلوط می کنیم اگر در اثر

مخلوط کردن دو مایع ۴۰ cm³ از حجم کل کاهش یابد چگالی مخلوط دو مایع چند $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ می شود؟

چگالی حجمی

$$\rho = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2 - \Delta V} = \frac{4 \times 200 + 5 \times 100}{200 + 100 - 40} = \frac{1100}{260} = 4.23$$

$$\rho = \frac{10}{V} = 5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 1000 = 5000$$

۱۸ نصف حجم ظرفی با ماده A و نصف دیگر آن با ماده B پر شده و چگالی مخلوط $4000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ می شود اگر $\frac{1}{4}$ حجم

ظرف از ماده A و باقیمانده با B پر شود چگالی مخلوط $5000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ می شود. ρ_A و ρ_B چند $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ است؟

$$\rho_{\text{مخلوط}} = 4000 = \frac{\rho_A + \rho_B}{2}$$

$$5000 = \frac{\rho_A \times \frac{1}{2} + \rho_B \times \frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} \Rightarrow \frac{\rho_A + \rho_B}{2} = 5000$$

۱۹ برای تهیه یک لیتر محلول آب نمک با چگالی $1.2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ باید چند گرم نمک به آب اضافه کرد؟

$$V_{\text{ن}} + V_{\text{آ}} = 1 \text{ L} \rightarrow 1000 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{ن}} = \rho_{\text{ن}} V_{\text{ن}} = 2.2 \times 250 = 550$$

$$\rho_{\text{ن}} = \frac{1.2}{1} = \frac{\rho_{\text{ن}} V_{\text{ن}} + \rho_{\text{آ}} V_{\text{آ}}}{V_{\text{ن}} + V_{\text{آ}}}$$

$$1.2 = \frac{2.2 V_{\text{ن}} + 1 V_{\text{آ}}}{V_{\text{ن}} + V_{\text{آ}}}$$

$$1200 = 2.2 V_{\text{ن}} + 1 V_{\text{آ}} \rightarrow V_{\text{ن}} + 1.2 V_{\text{ن}} = 1200$$

$m_{\text{ن}} = ?$

رفتم

$$1.2 V_{\text{ن}} = 1200 \rightarrow V_{\text{ن}} = 1000$$

$$V_{\text{ن}} = \frac{m_{\text{ن}}}{\rho_{\text{ن}}} = \frac{550}{2.2} = 250$$

۲۰ درون یک لیتر آب چند cm^3 الکل بریزیم تا چگالی مخلوط ، 10% درصد بیشتر از چگالی الکل شود ؟ $\rho_{\text{ب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

$$\left(\rho \quad \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$1,000 \text{ cm}^3 \times 1000 \text{ mm} = 1,000 \times 10^3 \times 10^3 = 1,000 \times 10^6$$

۱ ۸۰۰ ۲ ۱۲۰۰ ۳ ۱۵۰۰ ۴ ۲۰۰۰

۲۱ با وسیله های رقمی A و B به ترتیب مقادیر $4/005 \times 10^4 \mu\text{m}$ و $51/12 \times 10^{11} \text{ pm}$ را اندازه گیری کرده و نمایش داده اند مقدار $2/003 \times 10^5 \text{ mm}$ با کدام وسیله اندازه گیری شده است ؟

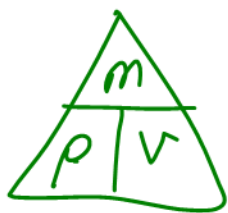
A ☒ B ☐ هر دو ☐ هیچکدام ☐

$$\textcircled{A} \quad 4,005 \times 10^4 \mu\text{m} = 4,005 \times 10^4 \times 10^{-6} = 4,005 \times 10^{-2} = 0,04005 \text{ m} \rightarrow 0,1 \text{ m}$$

۲۲ ناخن شخصی در هشت روز $1/2$ میلی متر رشد می کند . آهنگ رشد ناخن چند پیکومتر بر ساعت است ؟

$$\textcircled{B} \quad 51,120 \times 10^{11} \text{ pm} = 51,120 \times 10^{11} \times 10^{-12} = 51,120 \times 10^{-1} = 5,112 \text{ m} \rightarrow 0,0001 \text{ m}$$

۲۳ چگالی هوا $1/2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ است . در اتاقی به ابعاد $5 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ چند کیلوگرم هوا وجود دارد ؟



$$m = \rho \times V = 1/2 \times 5 \times 10 \times 3 = 1/2 \times 150 = 75 \text{ Kg}$$

۲۴ مکعبی که طول هر ضلع آن 10 cm و جرم آن 400 g است را داخل مایعی به چگالی $380 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ می اندازیم . این

مکعب در چه وضعیتی نسبت به مایع ، پس از تعادل قرار می گیرد ؟

$$\rho_{\text{مکعب}} = \rho_{\text{مایع}} = \left(\frac{1}{10} \right)^3 = \frac{1}{1000} \text{ m}^3 \rightarrow \frac{400}{1000} = \frac{4}{10} \text{ Kg}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{400}{1000} = \frac{4}{10} \text{ Kg}$$

۱۷

۲۵ قایق A با تندی ثابت ۹۰ گره دریایی و قایق B با تندی ثابت ۶۰ مایل بر ساعت به طور همزمان و در مسیر مستقیم ، از یک نقطه و هم جهت شروع به حرکت می کنند . پس از گذشت ۲۰ دقیقه از شروع حرکت ، فاصله افقی این دو قایق چند کیلومتر است ؟ (۶۰ گره دریایی $\frac{Km}{h}$ ۱۰۸ و هر مایل ۱۸۰۰ متر است)

۱۸ ۴

۳۶ ۳

۹۰ ۲

۵۴ ۱

$$\Delta v = m \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_{\text{ب}} \times} \right) : \text{OMZ}$$

۲۶ یک قطعه یخ روی آب شناور است اگر تمام یخ ذوب شود 1 cm^3 از حجم اش کاسته می شود جرم یخ چند گرم بوده

$$\Delta V = m \left(\frac{1}{\rho_{\text{یخ}}} - \frac{1}{\rho_{\text{آب}}} \right)$$

حجمی از

$$1 = m \left(\frac{1}{\frac{1}{2}} - \frac{1}{1} \right)$$

است ؟ $(\rho_{\text{ب}} = 1 \frac{g}{\text{cm}^3}, \rho = \frac{9}{10} \frac{g}{\text{cm}^3})$

$$9$$

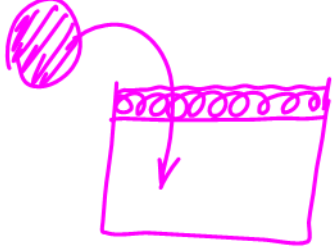
۸ ۱

$$m = \rho_{\text{یخ}} V_{\text{یخ}} = \frac{9}{10} \times 10 = 9 \text{ g}$$

۱۰ ۳

$$1 = \frac{9}{10} - \frac{1}{2}$$

نکته مهم :



$$\Delta V = V_{\text{جم}} \text{ مایع}$$

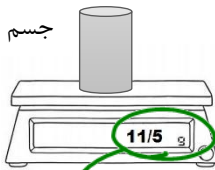
۲۷ با توجه به شکل مقابل چگالی جسم چند $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ بوده است ؟

۲۰۵۰ ۲

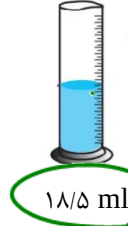
۲۵۰۰ ۱

۲۱۰۵ ۴

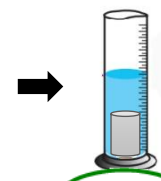
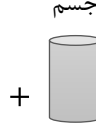
۲۱۵ ۳



ترازوی رقمی



۱۸/۵ ml



۲۳/۱ ml

$$m = 11.5 \text{ g}$$

$$m = \frac{11.5}{1000} \text{ Kg}$$

$$V_{\text{جم}} = 23.1 - 18.5 = 4.6 \text{ mL} \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{11.5}{1000} = 4.6 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{11.5}{4.6 \times 10^{-6}} = 2500 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

۲۸ در داخل مکعبی که از آلیاژی به چگالی $۸ \frac{g}{cm^3}$ ساخته شده حفره ای وجود دارد در صورتی که حجم مکعب

$۲۰۰ cm^3$ و جرم آن $۱۴۸۰ gr$ باشد حجم حفره چند cm^3 است ؟

$$\rho = \frac{m}{V - V'} \rightarrow A = \frac{1480}{200 - V'} \rightarrow \frac{1480}{200 - V'} = 8 \rightarrow 1480 = 8(200 - V') \rightarrow 1480 = 1600 - 8V' \rightarrow 8V' = 1600 - 1480 \rightarrow 8V' = 120 \rightarrow V' = 15$$

Handwritten notes: $\rho = \frac{m}{V - V'}$ (with V labeled "ظاهری" and V' labeled "حفره"), $A = \frac{1480}{200 - V'}$, $\frac{1480}{200 - V'} = 8$, $200 - V' = 185$, $V' = 15$, OmZ .

اگر درون جسمی حفره ای ایجاد شده باشد حجم حفره از رابطه زیر بدست می آید

$$\rho = \frac{m}{V - V'}$$

چگالی جسم (points to ρ)
جرم جسم بعد از ایجاد حفره (points to m)
حجم حفره (points to $V - V'$)
حجم ظاهری جسم (points to V)

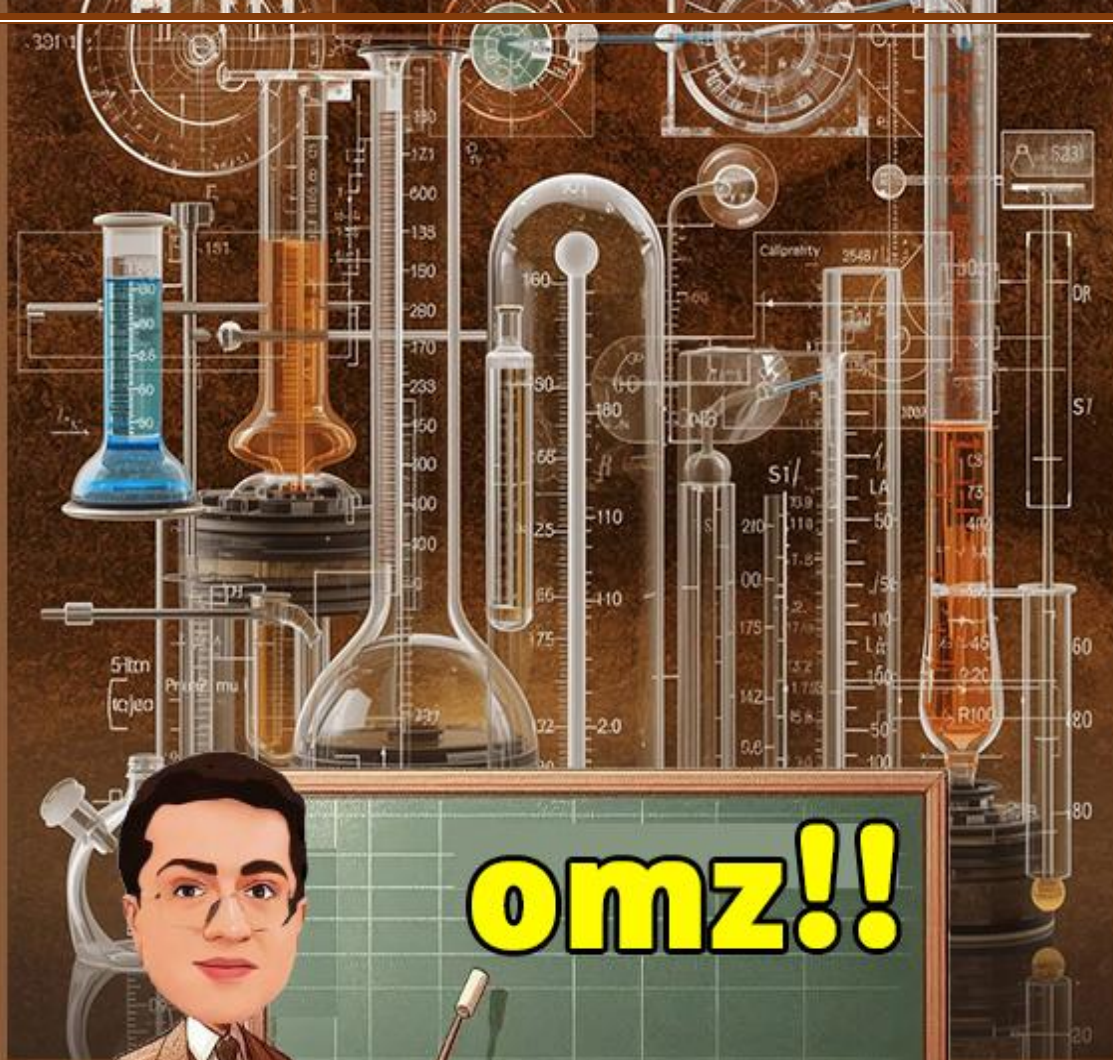


اگر جسمی را درون یک مایع رها کنیم سه حالت رخ می دهد

I اگر چگالی جسم جامد بیشتر از چگالی مایع باشد جسم ته نشین می شود .

II اگر چگالی ها برابر باشند جسم معلق می ماند .

III اگر چگالی جسم جامد کمتر از مایع باشد جسم شناور می ماند .



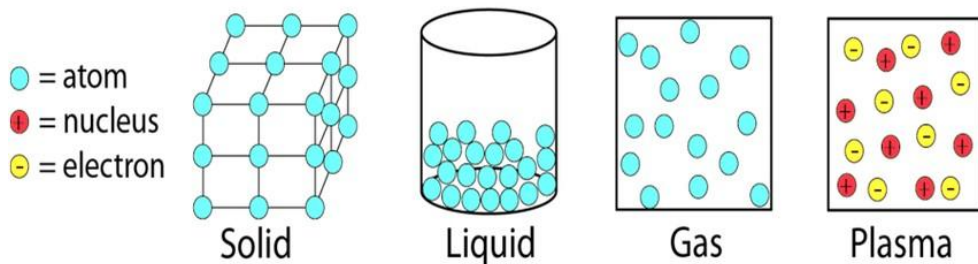
فشار و ویژگی های مواد

فیزیک به سبک میرسعید

فشار و ویژگی های مواد

بچه ها دقت کنید که به صورت کلی، برای ماده ۴ حالت جامد، مایع، گاز و پلاسما تعریف شده است. هر یک از این حالت ها ویژگی های خاصی دارند که در ادامه من براتون بررسی میکنم.

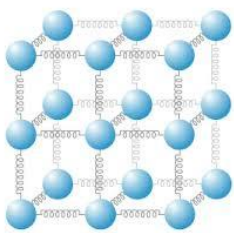
ماده را در ۴ حالت می توان یافت : جامد - مایع - گاز - پلاسما



حالت ماده به چگونگی حرکت اتم ها یا مولکول های آن و اندازه نیروی بین آنها بستگی دارد . اندازه اتم ها در حدود چند انگستروم (10^{-10} m) است و اندازه مولکول ها به این بستگی دارد که چند اتم تشکیل شده است .

نیروی بین اتم ها و مولکول های ماده عمدتاً از نوع الکتریکی است (الکتریکی مغناطیسی)

نکات جامدات



۱ حجم و شکل معینی دارند

۲ ذرات آن در اطراف مکان های معینی به نام حالت تعادل ، نوسان کوچک دارند

۳ جسم جامد را گرم کنیم منبسط می شود (فاصله متوسط ذرات زیاد می شود)

۴ اگر ذرات نسبت به حالت تعادل به هم نزدیک شوند برهم نیروی دافعه و اگر دور شوند ، نیروی جاذبه وارد می کنند تا به

حالت تعادل برگشته پس جسم جامد شکل خود را حفظ می کند.

۵ نیروی بین ذرات و مولکول ها کوتاه برد است.

۶ نیروی بین ذرات جامد در همه جهت ها اثر می کند و نسبتاً قوی است از این رو جامد ها به آسانی بریده یا فشرده نمی

شوند و تراکم ناپذیرند.

۷ فاصله ذرات سازنده جامد ها تقریباً یک انگستروم است.

جامدات بلورین : ۱ اتم ها در طرح های منظمی در یک الگوی سه بعدی تکرار شونده قرار دارند

۲ فلز ها ، نمک ها ، الماس و یخ و بیشتر مواد معدنی جزو جامدهای بلورین هستند

۳ نقطه ذوب معینی دارند و معمولاً از سرد شدن تدریجی و آهسته مایع تشکیل می شوند هنگام

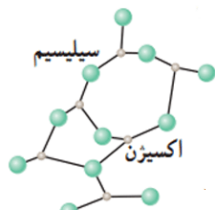
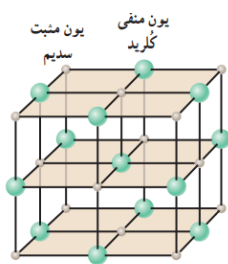
سرد شدن آرام مایع ، ذرات سازنده آن فرصت کافی برای منظم و مرتب شدن دارند

(جامد بی شکل (آمورف)) ۱ مولکول ها و ذرات سازنده آن در طرح های نامنظم کنار هم قرار دارند

۲ این جامدها نقطه ذوب ثابت ندارند و همزمان با افزایش دما شل و خمیری شکل می شوند

سپس روان می شوند (قیر ، شیشه و برخی پلاستیک ها) و معمولاً از سرد شدن سریع مایعات ایجاد می شوند که فرصت منظم و مرتب شدن ندارند .

تست آموزشی: کدام گزینه درست است؟



(۱) مواد فقط در سه حالت جامد، مایع و گاز موجود باشند.

(۲) ذرات جسم جامد به سبب نیروهای گرانشی که به یکدیگر وارد می کنند در کنار یکدیگر می مانند.

(۳) ذرات جسم جامد حول وضعیت تعادل خود ارتعاش می کنند.

(۴) اگر مایعی به سرعت سرد شود جامد بلورین تشکیل می شود.

گزینه ۳

تست آموزشی: کدام گزینه نادرست است؟

(۱) ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی ای که به یکدیگر وارد می کنند، در کنار یکدیگر نوسان های بسیار کوچکی دارند.

(۲) قیر و شیشه از جامدات آمورف هستند و فلز ها ، نمک ها ، الماس و یخ و بیشتر مواد معدنی جز جامدهای بلورین هستند.

(۳) حالت یک ماده به اندازه ی مولکول های آن بستگی دارد.

(۴) فاصله ی بین ذرات سازنده ی مایع و جامد تقریباً یکسان است.

گزینه ۳



شکل ۲-۵ طرحی از حرکت نامنظم و کاتوره ای یک مولکول آب

۱ در مایعات مولکول ها آرایش منظم ندارند.

۲ در مایعات مولکول ها در حال نوسان اند اما نوسان آنها حول نقطه ثابتی نیست و در کل مایع با حرکت نامنظم جابه جا می شوند .

۳ اگر مایع متراکم شود مولکول های آن برهم نیروی بسیار قوی دافعه وارد می کنند از این رو مایعات تراکم ناپذیرند و حجم ثابتی دارند .

۴ در مایعات نیروی بین مولکول های مایع ضعیف تر از جامدات است و مولکول ها در قید هم نیستند از این رو مولکول ها به آسانی روی هم می لغزند و جاری می شوند و مایع شکل ظرف خود را می گیرد و شکل مایع ثابت نیست .

۵ فاصله مولکول های مایع تقریباً حدود یک انگستروم است.

۶ پخش شدن ذرات یک ماده مثل نمک ، قند در مایعی مانند آب را **پدیده پخش مایعات** گویند چون مولکول های مایع بصورت نامنظم در جهت های گوناگون حرکت می کنند ضمن حرکت به ذرات آن ماده برخورد می کنند و آن ها را در مایع پخش می کنند پدیده پخش بیانگر حرکت اتفاقی و نامنظم مولکول های مایع است.



تست آموزشی: اگر ظرف پر از آب را کج کنیم، آب به راحتی بیرون می ریزد. از این رویداد نتیجه می گیریم که مولکول های مایع

۱) به راحتی در اطراف خود حرکت نوسانی می کنند

۲) در شبکه ای منظم هر اتم مایع، جای ثابتی دارد

۳) در شبکه ای نامنظم با اتم های مجاور، جای ثابتی دارند

۴) فاصله بین مولکولی شان خیلی زیاد است

گزینه ۳

۱ فاصله میانگین مولکول های گاز بسیار بیشتر از اندازه مولکول های آن است و گازها تراکم پذیرند و آزادند با تندی نسبتاً

زیاد (حدود $500 \frac{m}{s}$) حرکت می کنند .



شکل ۲-۷ حرکت نامنظم ذرات گاز درون یک بادکنک

۲ مولکول های گاز در هنگام برخورد به یکدیگر یا برخورد به جداره ظرف نیرو وارد می کنند .

۳ گازها حجم و شکل ثابتی ندارند و همواره همه حجم ظرف را پر می کنند .

۱ حرکت نامنظم و کاتوره ای ذره های موادی مانند دوده یا گچ معلق در هوا را گویند .

۲ حرکت نامنظم این ذره ها به دلیل برخورد مولکول های هوا با این ذره هاست .

۳ مولکول های هوا قابل مشاهده نیستند اما نتیجه حرکت براونی ذره های دوده یا گچ

حرکت براونی

این است که مولکول های هوا به صورت نامنظم حرکت می کنند .

دقت شود که در گازها نیز پدیده پخش وجود دارد و حتی سرعت آن از مایعات بیشتر است

نکات پلاسما

۱ پلاسما را حالت چهارم ماده نیز می گویند .

۲ اگر دمای ماده جامد را به تدریج افزایش دهیم ، جنبش مولکول های ماده بیشتر و بیشتر می شود تا از حالت جامد به

مایع و سپس به گاز برسد در حالت گاز با افزایش دما ، مولکول ها با از دست دادن الکترون تبدیل به یون می شوند این حالت را پلاسما می نامند .

۳ پلاسما اغلب در دماهای بالا بوجود می آید و معمولاً از یون ها و الکترونها تشکیل می شود .

۴ ماده درون ستارگان و بیشتر فضای بین ستاره ای ، آذرخش ، شفق قطبی ، آتش و ماده داخل لوله لامپ مهتابی روشن

در حالت پلاسما است . پدیده پخش در گازها و مایعات رخ می دهد اما در گازها سریع تر است زیرا تندی مولکول های

گازها بسیار بیشتر از مایعات است و چگالی گازها کمتر از مایعات است . پدیده پخش باعث می شود امکان حیات در کره

زمین فراهم باشد .

تست آموزشی: مولکول‌های مایع نظم و تقارن.... را ندارند و از طرفی فاصله ذرات سازنده مایع و تقریباً

یکسان است

(۱) جامدها - جامد

(۲) جامدهای بلورین - جامد

(۳) جامدهای بلورین - جامد بلورین

(۴) جامدها - جامد بلورین

گزینه ۲

تست آموزشی: چه تعداد از عبارت‌های زیر درست بیان شده‌اند؟

الف) وقتی مایع را به آهستگی سرد کنیم، اغلب جامد بلورین تشکیل می‌شود.

ب) الماس و شیشه از دسته جامدهای بی‌شکل (آمورف) هستند.

پ) مایع آن‌قدر جاری می‌شود تا به شکل ظرف خود درآید و در اثر فشار مستقیم متراکم نمی‌شود.

ت) ماده‌ی درون ستارگان و شفق‌های قطبی از پلاسما تشکیل شده است.

(۱) یک مورد (۲) دومورد (۳) سه مورد (۴) چهار مورد

گزینه ۳

تست آموزشی: کدام یک از جملات زیر نادرست است؟

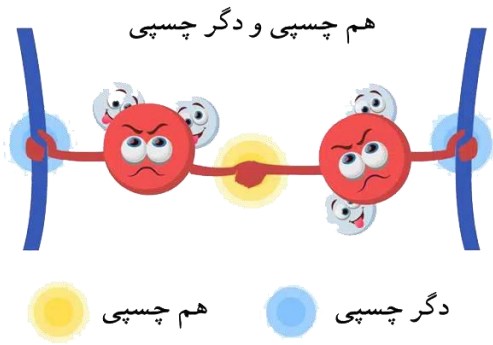
(۱) فاصله‌ی میانگین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازه‌ی آن‌ها خیلی بیش‌تر است.

(۲) وقتی مایعی به سرعت سرد شود، معمولاً جامد بلورین به وجود می‌آید.

(۳) فاصله‌ی ذرات سازنده‌ی مایع و جامد تقریباً یکسان و در حدود یک آنگستروم است.

(۴) ماده‌ی درون ستارگان، بیش‌تر فضای بین ستاره‌ای و آذرخش از پلاسما تشکیل شده‌اند.

گزینه ۲



نیروی بین مولکولی را به دو دسته تقسیم می‌شود

همچسبی و دگر چسبی

نیروی هم چسبی: نیروی بین مولکول های هم سان را نیروی هم چسبی می نامند مانند نیروی بین مولکول های آب ،

در حالت طبیعی این نیرو جاذبه است ، ولی اگر سعی کنیم مایع را متراکم کنیم نیروی بین مولکولی به صورت دافعه و بسیار قوی ظاهر می شود . اگر فاصله بین مولکول ها چند برابر اندازه مولکول ها شود نیروی هم چسبی عملاً صفر می شود. از این رو نیروی بین مولکولی کوتاه برد است . و در گازها به دلیل فاصله نسبی زیاد مولکول ها ، به غیر از لحظه برخورد به هم ، عملاً نیروی بین مولکولی صفر است . و نیروی هم چسبی در جامدات بسیار قوی تر از مایعات است .

پدیده ای ناشی از هم چسبی مولکول های سطح مایع پدید می آید سطح مایع را مانند یک پوسته تحت کشش در می آورد که مانع فرو رفتن برخی اجسام در مایع می شود وجود برخی ناخالصی ها مانند آب صابون ، کشش سطحی آب را ضعیف می کند .

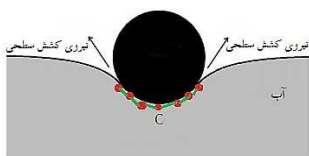
نیروی دگر چسبی: اگر دو ماده مختلف در تماس با یکدیگر قرار گیرند نیروی جاذبه مولکولی که بین آنها ظاهر می شود

را نیروی دگرچسبی می نامند . نیروی دگر چسبی نیروی جاذبه بین مولکولهای ناهم سان است و کوتاه برد می باشد.

از پدیده های مربوط به نیروهای بین مولکولی ، **کشش سطحی و ترشوندگی** است در ادامه به توضیح آنها می پردازیم

کشش سطحی: نیروی هم چسبی بین مولکول های سطح آزاد مایع سبب می شود که سطح آزاد مایع همانند یک پوسته

کشسان عمل نماید. ضمناً افزایش دما نیروی بین مولکولی و در نتیجه کشش سطحی را تضعیف می کند



نشستن حشره روی سطح آب نیز به علت همین نیروی کشش سطحی است.

همچنین به دلیل کشش سطحی قطرات آب در حال سقوط همواره تمایل دارند کمترین سطح ممکن رو داشته باشه از نظر

هندسی کره کمترین مقدار سطح به حجم رو دارد به همین دلیل قطره هنگام سقوط به شکل کره است.



اگر نیروی دگر چسبی بین جسم جامد و مایع بیشتر از نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع باشد، مایع جذب سطح می شود و می گوئیم آن را تر کرده است. مثلاً اگر آب را روی شیشه تمیز بریزیم، سطح شیشه را تر می کند. یعنی در آن پخش می شود. زیرا نیروی دگر چسبی بین مولکول های شیشه و آب بیشتر از نیروی هم چسبی بین مولکول های آب است. اگر نیروی هم چسبی بین مولکول های مایع، بیشتر از نیروی دگر چسبی بین مولکول های جامد و مایع باشد، مایع به سمت سطح کشیده نمی شود. در واقع نیروی هم چسبی بین مولکول های آب، همدیگر را محکم کنار هم نگه می دارند. بنابراین به صورت قطره قطره در می آید، در این حالت می گوئیم آب، سطح را تر نکرده است.

☆ مایع سطح جامد را خیس می کند و مایع روی آن پخش می شود
 F دگر چسبی F هم چسبی
 ☆ مایع سطح جامد را خیس نمی کند و مثل قطره روی آن می ماند
 F دگر چسبی F هم چسبی

گرما چه اثری بر ترشوندگی دارد؟

اثر دما بر ترشوندگی فرض کنید مایعی را روی سطح افقی جسمی ریخته ایم. هرچه مایع، بیشتر پخش شود، ترشوندگی بیشتر است، اما اگر پخش نشود یعنی به صورت قطره در بیاید، ترشوندگی کمتر است. اگر مایع را گرم کنیم میزان ترشوندگی چه تغییری می کند؟

وقتی دمای مایع را بالا می بریم، نیروی هم چسبی کاهش می یابد، بنابراین مایع نمی تواند خود را به صورت قطره در بیاورد. پس روی سطح، بیشتر پخش می شود، یعنی ترشوندگی افزایش می یابد

تمرین: با یک قطره چکان مقداری مایع را روی یک سطح افقی می ریزیم، اگر دمای مایع را زیاد کنیم چه

تغییری در میزان ترشوندگی و شکل و اندازه قطره ها مشاهده می کنیم؟

دما باعث می شود میزان ترشوندگی زیاد شود. توانایی قطره قطره شدن مایع کم می شود. بنابراین اندازه قطره ها، کوچک می شود و قطره هایی که روی سطح هستند گسترده تر می شوند.



تست آموزشی: چرا قطره‌هایی که آزادانه سقوط می‌کنند، تقریباً کروی‌اند؟

(۱) به دلیل وجود نیروی کشش سطحی در مایعات

(۲) به دلیل نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع

(۳) به دلیل نیروی دگرچسبی مولکول‌های مایع با مولکول‌های هوای اطراف

(۴) به دلیل خاصیت تراکم‌ناپذیری در مایعات

گزینه ۱

تست آموزشی: یک کاغذ بر روی آب شناور است. اگر مقداری صابون مایع به آب بیفزاییم در آب فرو می‌رود به علت آن است که

(۱) نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و صابون افزایش می‌یابد.

(۲) با افزودن صابون مایع، کشش سطحی آب کم می‌شود و کاغذ غرق می‌شود.

(۳) نیروهای هم‌چسبی مولکول‌های آب افزایش می‌یابد.

(۴) صابون مایع در کاغذ نفوذ کرده و آن را سنگین می‌کند.

گزینه ۲

تست آموزشی: برای چسباندن دو قطعه شیشه به یکدیگر، بهتر است محل اتصال را گرم کنیم تا نرم شوند. این روش به کدام یک از مفاهیم زیر ارتباط دارد؟

(۲) افزایش ارتعاشات اتم‌ها با افزایش دما

(۱) افزایش نیروی دگرچسبی با افزایش دما

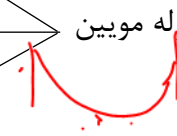
(۴) کوتاه‌برد بودن نیروهای بین‌مولکولی

(۳) افزایش نیروی هم‌چسبی با افزایش دما

گزینه ۴

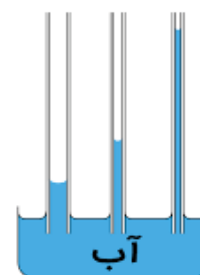
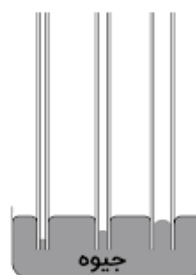
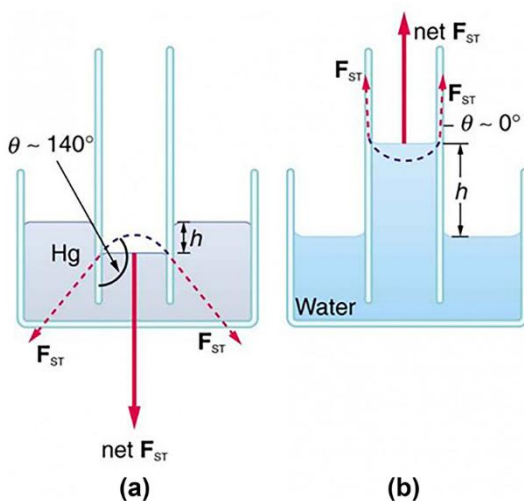
لوله مویین به لوله هایی با قطر داخلی حدود 1mm می گویند و بالا رفتن مایع در لوله مویین را اثر موینگی می نامند. آوندهای گیاهان ، پرزهای حوله ، نمونه هایی از لوله مویین هستند .

- ۱ هر قدر قطر داخلی لوله کمتر باشد آب تا ارتفاع بیشتری در آن بالا می رود .
- ۲ سطح آب درون لوله های مویین فرو رفته و بالاتر از سطح آب درون ظرف است .
- ۳ دلیل بالا رفتن آب ، بیشترین بودن نیروی دگر چسبی از نیروی هم چسبی است .



- ۱ هر قدر لوله مویین نازک تر باشد جیوه در لوله پایین تر می رود .
- ۲ سطح جیوه در لوله مویین به صورت برآمده و پایین تر از سطح جیوه درون ظرف است .
- ۳ پائین رفتن جیوه در لوله مویین به دلیل بیشتر بودن نیروی هم چسبی از نیروی دگر چسبی است

سطح آب داخل لوله مویین مقعر (فرو رفته) و سطح جیوه در لوله محدب (برآمده) است .



تست آموزشی: سطح داخلی یک لوله شیشه‌ای موئین را با روغن چرب کرده و سپس داخل ظرف پر از آب فرو

برده‌ایم. اگر همین عمل را با لوله شیشه‌ای موئین با قطر کوچکتر تکرار کنیم، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

در لوله موئین با قطر کوچکتر، روغن چرب را کمتر می‌زنیم و سطح آب به شکل مقعر درمی‌آید.

(۱) آب در لوله موئین پایین‌تر خواهد رفت و سطح آب به شکل مقعر درمی‌آید.

(۲) آب در لوله موئین بالاتر خواهد رفت و سطح آب به شکل محدب درمی‌آید.

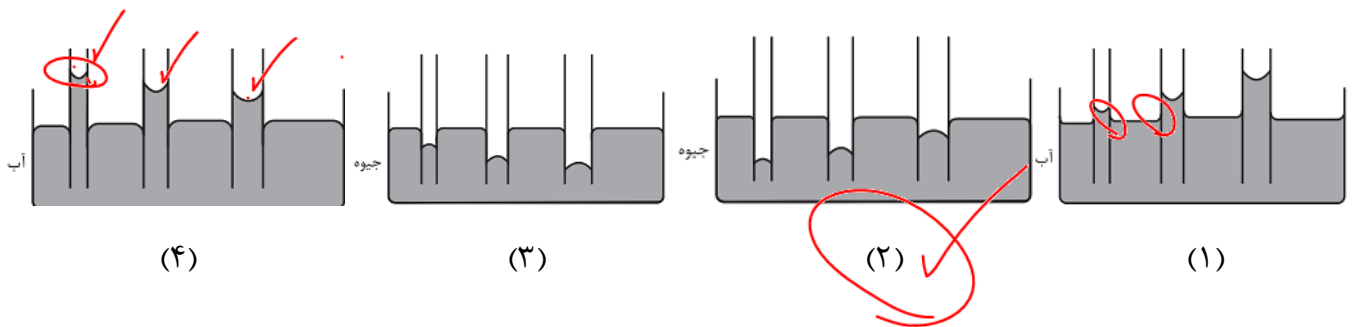
(۳) آب در لوله موئین پایین‌تر خواهد رفت و سطح آب به شکل محدب درمی‌آید.

(۴) آب در لوله موئین بالاتر خواهد رفت و سطح آب به شکل مقعر درمی‌آید.

گزینه ۳

تست آموزشی: کدام یک از شکل‌های زیر، خاصیت موئینگی در لوله‌های شیشه‌ای تمیز زیر را درست نشان داده

است؟



گزینه ۲

۲۹ لوله موئینی را در ظرف محتوی آب قرار می‌دهیم آب تا ارتفاع 40 cm در لوله بالا می‌رود اگر سطح مقطع داخلی

این لوله 4 mm^2 باشد برآیند نیروهای بین مولکول‌های آب و شیشه چند نیوتن است؟ ($\rho_{\text{پ}} = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$)

۱ 0.8×10^{-3} ۲ 1.6×10^{-3} ۳ 10^{-3} ۴ $3/2 \times 10^{-3}$

$mg = F$ (بافتی است وزن مایع درون لوله را که به بالا می‌کشد)

$$mg = \rho \times V \times g = \rho \times A \times h \times g$$

$$= 1000 \times \frac{4}{10} \times \frac{1}{10} \times 10 = 16 \times 10^{-3}$$

$$= 1.6 \times 10^{-2} \text{ N}$$

۱۱

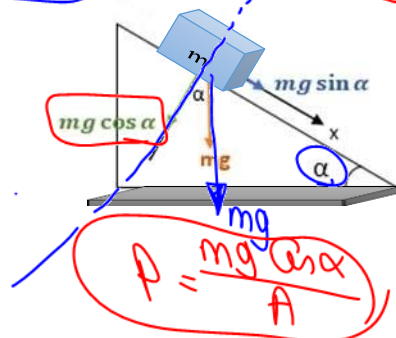
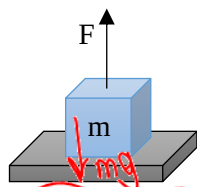
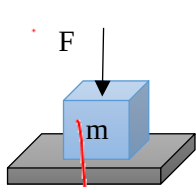
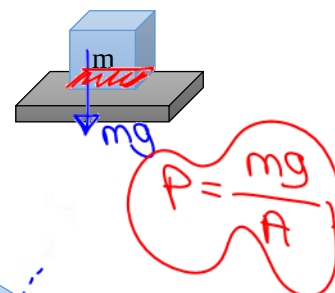
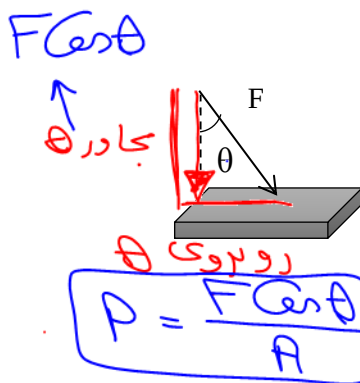
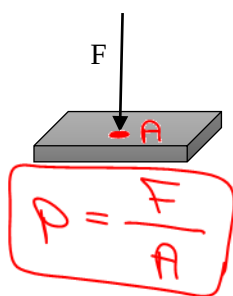
فشار: فشار برابر بزرگی نیروی عمودی وارد بر واحد سطح است و کمیتی نرده ای است و واحد آن $\frac{N}{m^2}$ یا Pa است.

نیروی عمود بر سطح

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

فشار

(Pa)
 $(\frac{N}{m^2})$



۳۰ مکعب مستطیل همگنی به ابعاد $2\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ و چگالی $8000 \frac{Kg}{m^3}$ از طرف یک وجه روی سطح افقی قرار

دارد فشار بیشینه مکعب مستطیل به سطحی که روی آن قرار دارد چند Pa است؟

4×10^3 ☒

$1/6 \times 10^3$ ☐

4×10^2 ☐

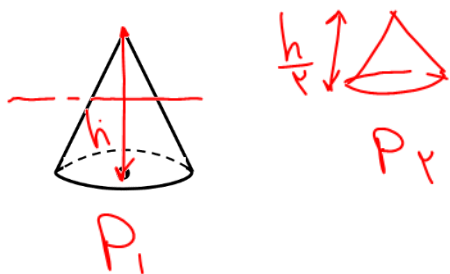
$1/6 \times 10^2$ ☐

$$P_{max} = \rho g h_{max} = 1000 \times 10 \times \frac{4}{100} = 4 \times 10^4 Pa$$

$$P_{max} = \frac{mg}{A_{min}} = \frac{4 \times 10^3 \times 10}{2 \times 5 \times 10^{-4}} = 4 \times 10^4 Pa$$

۳۱ در شکل روبه رو ، مخروط توپر همگن روی سطح افقی قرار دارد و فشار حاصل P_1 است اگر این مخروط را از وسط ارتفاع

به موازات قاعده برش دهیم و مخروط ناقص را کنار بگذاریم و مخروط کوچک را روی قاعده اش روی سطح افقی بگذاریم



فشار P_2 می شود $\frac{P_2}{P_1}$ چقدر است؟

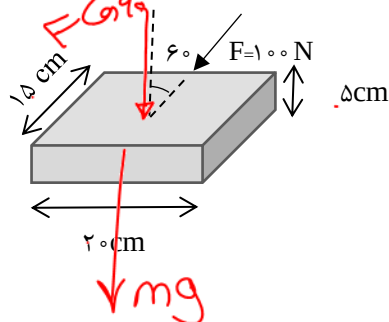
$$P = \frac{1}{3} \rho g h$$

$\frac{1}{2}$ ☐

$\frac{1}{4}$ ☐

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{1}{3} \rho g \frac{h}{2}}{\frac{1}{3} \rho g h} = \frac{1}{2}$$

۳۲ مطابق شکل مقابل نیروی F به جسمی وارد می شود اگر چگالی جسم $700 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ باشد فشار وارد بر سطح تقریباً چند



$$m = \rho \times V = 700 \times 20 \times 15 \times 10^{-6} =$$

$$m = 700 \times 15 \times 10^{-6} = 7 \times 15 \times 10^{-4} = 20.25$$

۲۰۲۵

۲

۴

pa است ؟

۱۷۱۵

۱

۲۰۱۵

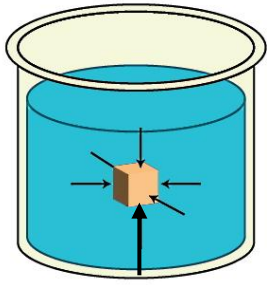
۳

$$P = \frac{mg + F \cos 60}{A} = \frac{7 \times 15 \times 10^{-4} \times 10 + 100 \times \frac{1}{2}}{20 \times 15 \times 10^{-4}} =$$

$$P = \frac{10.15 + 50}{20 \times 15 \times 10^{-4}} = \frac{60.15}{20 \times 15 \times 10^{-4}} = \frac{60.15}{0.3} = 2015$$

فشار در مایع های ساکن

منشاء فشار در مایعات وزن آنهاست یعنی یک مایع در حالت بی وزنی در هیچ نقطه ای از خود فشاری ایجاد نمی کند اگر جسمی در داخل مایع ساکن باشد از همه نقاط تماس با مایع به آن نیرو وارد می شود و این نیروها الزاماً بر سطح جسم عمود است .

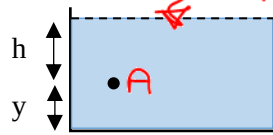


فرض کنید مایعی به چگالی ρ درون ظرفی به شکل دلخواه ساکن باشد و سطح مایع با هوای محیط در تماس باشد فشار

$P = \rho gh$
فشار ناشی از مایع

کل در عمق h از سطح آزاد مایع برابر است با :

$P = \rho gh + P_0$
فشار در عمق h



$\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$

۳۳ در عمق چند متری آب ، فشار ۴ اتمسفر است ؟ ($P_0 = 1 atm$ ، $\rho = 1 \frac{g}{cm^3}$)

۴۰ ۴

۴ ۳

۳۰ ۲

۳ ۱

$P = \rho gh + P_0 \rightarrow 4 \times 10^5 = 1000 \times 10 \times h + 1 \times 10^5 \rightarrow 4 \times 10^5 - 1 \times 10^5 = 10^4 h$
 $3 \times 10^5 = 10^4 h \rightarrow h = 3 \times 10^1 = 30m$

$1 atm = 1.0^5 Pa$

نکته : در کنار آب های آزاد ، فشار هوا یک اتمسفر نامگذاری شده است که تقریباً $1.0^5 Pa$ است .

نکته OMZ : می توان نشان داد که تقریباً هر 10 متر آب فشاری معادل یک اتمسفر دارد .

$4 - 1 = 3 atm$
 $3 atm \rightarrow 3 \times 10^5 Pa$

تست ۳۳ باروش OMZ :



$P = \rho g \frac{1}{2} h + P_0 = 1000 \times 10 \times \frac{1}{2} \times 10 + 1.0^5 = \frac{1}{2} \times 10^5 + 1.0^5 = 1.5 \times 10^5 Pa = 1.5 atm$

۳۴ در یک دریاچه ، فشار در عمق h دو اتمسفر است فشار در ارتفاع $\frac{1}{2} h$ چند اتمسفر است ؟

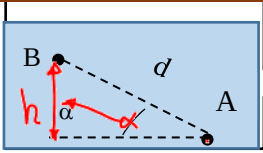
$\frac{1}{2}$ ۴

$\frac{3}{4}$ ۳

$\frac{5}{4}$ ۲

$\frac{1}{4}$ ۱

$P = \rho gh + P_0 \rightarrow 2 \times 10^5 = 1000 \times 10 \times h + 1.0^5 \rightarrow 2 \times 10^5 - 1.0^5 = 1000 \times 10 \times h$
 $1 \times 10^5 = 10^4 h \rightarrow h = 10m$

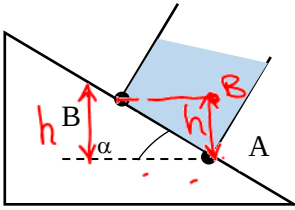


$$\Delta P = \rho g h$$

اختلاف فشار بین ۲ نقطه غیر هم عمق در یک مایع ساکن :

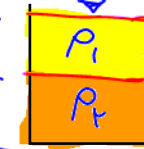
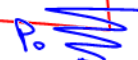
$$h = d \times \sin \alpha$$

$$\Delta P = \rho g h = \rho g d \sin \alpha$$

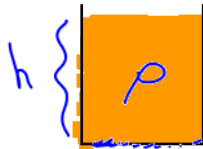


$$\Delta P = \rho g h = \rho g d \times \sin \alpha$$

$$P_2 > P_1$$

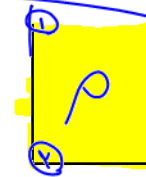


فشار کف ظرف :



$$P = P_2 g h_2 + P_1 g h_1 + P_0$$

نیروی وارد بر کف ظرف :



حداره A

نیروی وارد بر حداره ظرف :

۹۱۰۰۰

یا اتصال به cmHg :

$$P = \rho g h$$

$$91000 = 13900 \times 10 \times h$$

$$h = ?$$

cmHg به Pa تبدیل

$$20 \text{ cmHg} = x \text{ Pa}$$

$$P = \rho g h = 13900 \times 10 \times \frac{20}{100} = 27800 \text{ Pa}$$

cmHg نکته :

اگر مایع جیوه بود

فشار را به معادل ارتفاع جیوه cm حساب می شود

۳۵ فشار در نقطه A ، 544 Kpa و در نقطه B ، 200 torr است این فشارها را به سانتی متر جیوه تبدیل کنید .

$$P = \rho g h$$

$$544 \times 1000 = 13900 \times 10 \times \frac{h}{100} \Rightarrow h = \frac{544000}{1390} = 391 \text{ cmHg}$$

$$(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \rho = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$

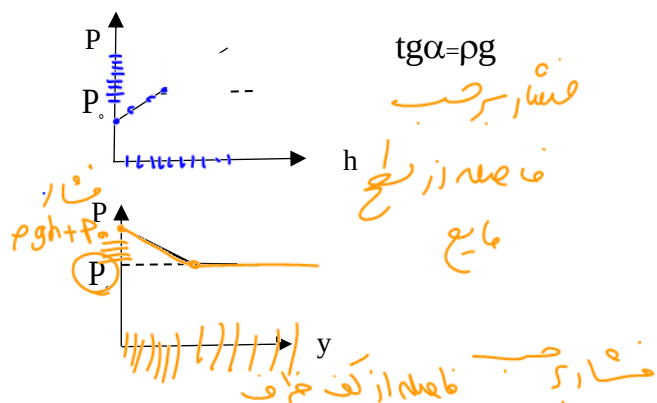
۳۶ در یک ظرف استوانه ای مقداری مایع با چگالی $\rho_1 = 1/7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و جرم 3 m و مقداری مایع با چگالی $\rho_2 = 6/8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

و جرم 4 m ریخته شده و جمع ارتفاع دو مایع 40 cm است . فشار ناشی از دو مایع در کف ظرف چند سانتی متر جیوه

$$\text{است ؟ } (g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \rho = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$$

نمودارهای فشار بر حسب عمق یا سطح

نمودار فشار کل نسبت به فاصله از سطح مایع :

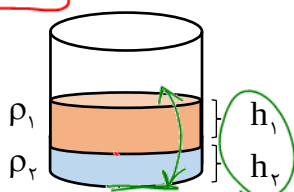
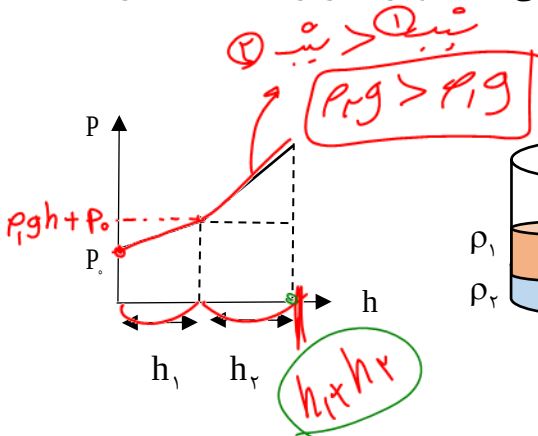


نمودار فشار کل نسبت به فاصله از کف ظرف :

$$P = \rho gh + P_0$$

نکته: فشار در سطح مایع P_0 است هرچه در مایع پائین تر می رویم فشار افزایش می یابد نمودار فشار بر حسب فاصله از

سطح آزاد مایع به صورت روبروست و شیب نمودار برابر μg است.

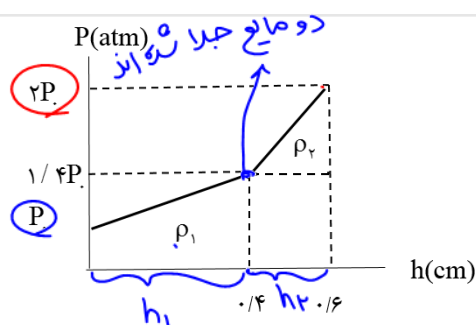


چگالی مایع پائین تر بیشتر است پس شیب نمودار آن نیز

بیشتر است. $(\rho_2 > \rho_1)$

[illegible]

۳۷ نمودار فشار بر حسب عمق مایع مطابق شکل مقابل است نسبت $\frac{p_1}{p_2} = \mu$ کدام است ؟



٢

Y

5

5

5

)

1

$$P_1 - P_0 = \rho_1 g h_1$$

$$P_0 - P_1 = \rho_f g h_f$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{...} \end{array} \right\} \rho_0 = \rho_1 \times 10^{\rho_1 / \rho_0}$$

$$C_1/P_0 = P_1 \times 1.0 \times 1/5$$

$$\frac{\frac{P_0}{P_1} \times \frac{X_0}{X_1} \times \frac{Y_0}{Y_1}}{\frac{P_0}{P_1} \times \frac{X_0}{X_1} \times \frac{Y_0}{Y_1}} = \frac{P_1 \times X_1 \times Y_1}{P_1 \times X_1 \times Y_1}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{p_1 \times x}{x} = \frac{p_1}{x} \rightarrow p_1 = x p_1$$

نکته: اگر مایعی با شتاب a در راستای قائم حرکت کند فشار ناشی از مایع در عمق h از رابطه زیر بدست می آید.

کند شونده، متوقف می شه

شتاب رو به بالا

کند شونده، از حال سکون

شتاب رو به پایین

در مایع داخل

اختلاف فشار بین دو نقطه

$$\Delta P = \rho (g \pm (\mp a)) h$$

۱. $P = \rho (g + a) h$

۲. $P = \rho (g - a) h$

۳۷ درون ظرفی آب با چگالی 10^3 Kg/m^3 قرار دارد ظرف را با شتاب ثابت $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و حرکت کند شونده به سمت پایین

حرکت می دهیم فشار ناشی از آب در عمق 20 cm چند pa است؟

$$\Delta P = \rho (g \pm (\mp a)) h$$

۱	8×10^3	۲	$1/2 \times 10^3$
۳	$1/6 \times 10^3$	۴	$2/4 \times 10^3$

$$\Delta P = 1000 (10 - (-2)) \times \frac{20}{100} = 1000 \times 12 \times \frac{2}{100} = 24000 \text{ Pa}$$

OMZ در مورد سانتی متر جیوه:



۲۷۲ cmHg

۱۳۹ cmHg

۹۱۸

۲۱۴

۱۱۷

۲۷۲ cmHg

۱۳۹ cmHg

۹۱۸ cmHg

۲۱۴ cmHg

۱۱۷ cmHg

مایع ما

آب سرد

۲۷۲ cmHg

۱۳۹ cmHg

۹۱۸ cmHg

۲۱۴ cmHg

۱۱۷ cmHg

۲۷۲ cmHg

۱۳۹ cmHg

۹۱۸ cmHg

۲۱۴ cmHg

۱۱۷ cmHg

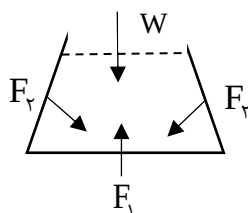
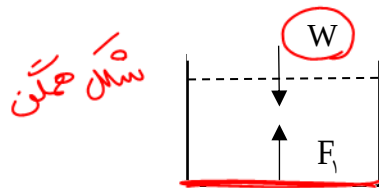
نکته: برای محاسبه نیروی وارد بر کف هر ظرف، از طرف مایع می توان از رابطه $F = PA = \rho ghA$ استفاده کرد این رابطه

نشان می دهد که این نیرو ناشی از آن حجم از مایعی است که به شکل استوانه ای می باشد که قاعده آن همان قاعده ظرف

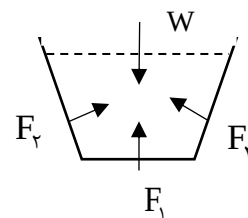
$$F = P \times A = \rho gh \times A$$

کف ظرف

است.



$$F_1 > W$$

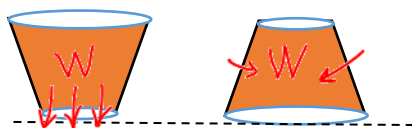


$$F_1 < W$$

وزن مایع $F_1 = W$ نیروی وارد بر کف ظرف

F_1 نیروی مایع به کف ظرف خودش است هرگاه نیرویی که ظرف مایع به سطح افقی وارد می کرد را خواستند و از جرم ظرف صرف نظر کردند این نیرو هم برابر F_1 است ولی اگر جرم ظرف را داشتیم این نیرو هم اندازه مجموع وزن ظرف و وزن مایع است و به شکل ظرف بستگی ندارد.

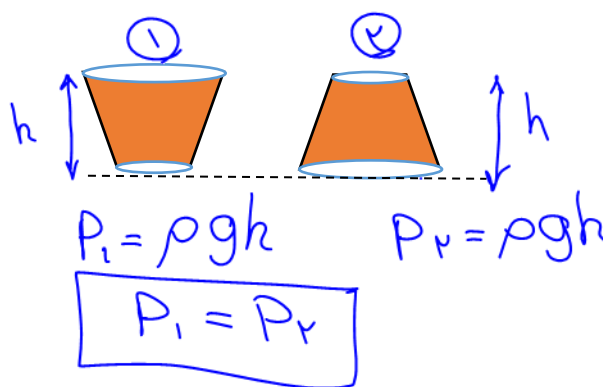
مثال مهم: با توجه به دوشکل زیر، اگر حجم و عمق آب و مساحت قاعده ها مشابه باشد در دو ظرف برابر باشد



$$F_1 < W$$

$$F_1 > W$$

الف: نیروی مایع به ته ظرفها را با نیروی وزن مایع ها مقایسه کنید؟



ب: فشار و نیروی مایع ها به کف ظرفشان را باهم مقایسه کنید؟

$F_1 = \cancel{P} \times A_1$

$F_2 = \cancel{P} \times A_2$

$F_2 > F_1$

ج: فشار و نیروی ظرف ها به زمین را باهم مقایسه کنید؟



$P_1 = P_2$ هر دو آب $\rightarrow M_1 = M_2$

$V_1 = V_2$ هم ها

$F_1 = F_2$ نیروی وارد بر زمین یا سطح افقی

آزمون

۳۸ اگر در عمق ۵ cm مایعی ، فشار ۱۰۰ Kpa و در عمق ۲۰ cm آن فشار ۱۰۶ Kpa باشد فشار هوا چند Kpa است

$$p = \rho gh + p_0$$

$$100000 = \rho \times 10 \times \frac{g}{100} + p_0$$

$$104000 = \rho \times 20 \times \frac{g}{100} + p_0$$

$$4000 = 10\rho$$

$$\rho = \frac{4000}{10} = 400 \frac{kg}{m^3}$$

$$104000 = 20 \times 400 \times \frac{g}{100} + p_0$$

$$104000 = 8000 + p_0$$

$$p_0 = 96000$$

۹۷ ۲ ۹۹ ۴ ۹۸ ۳

۳۹ در مکانی که فشار هوا ۱/۰۲۶ × ۱۰^۵ pa است اگر از عمق ۱۰ cm مایعی ، به عمق ۵۳ cm برویم فشار ۱/۵ برابر می

شود چگالی مایع چند $\frac{g}{cm^3}$ است ؟

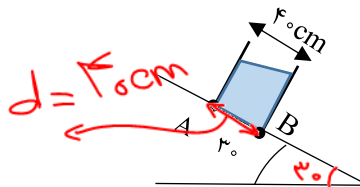
$$P_r = 1/5 P_0$$

$$\rho \times 10 \times \frac{g}{100} + p_0 = 1/5 (\rho \times 10 \times \frac{g}{100} + p_0)$$

$$1.29...$$

۲/۶ ۲ ۲/۵ ۱ ۱۳/۸ ۴ ۱۳/۵ ۳

۴۰ در شکل مقابل ظرف بر روی سطح شیبدار قرار گرفته و آب در تعادل است اختلاف فشار A و B چند Kpa است ؟



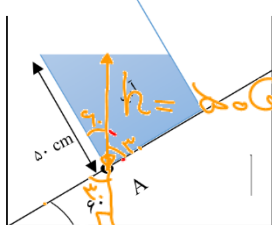
$$\rho = 1.3 \frac{g}{cm^3}$$

۲ ۲ ۲۰۰۰ ۱

$$\Delta p = \rho g d \sin \alpha = 1000 \times 10 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 2500$$

۴۰۰۰ ۳

۴۱ مطابق شکل آسانسوری با شتاب رو به بالای $4 \frac{m}{s^2}$ و کند شونده حرکت می کند داخل آسانسور ظرف آبی را قرار



داده ایم فشار ناشی از مایع در نقطه A چند pa است ؟ $(\rho_B = 1.3 \frac{g}{cm^3})$

$$P = 1000 \times 10 - 1.3 \times 250 = 2500$$

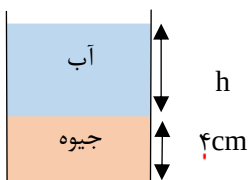
۴۲ (ریاضی ۱۴۰۱) در ارتفاع حدود ۳۰۰۰ m از سطح دریا ، فشار هوا ۶۸ Kpa است . این فشار ، چند cmHg است ؟

$$\rho = 13.6 \frac{g}{cm^3}$$

۴۵ ۴ ۵۰ ۳ ۵۵ ۲ ۶۰ ۱

۴۳ اگر فشار کل وارد بر کف ظرف ۸۵ cmHg باشد ارتفاع آب چند متر است ؟ $(\rho = 1.3 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{g}{cm^3})$

$$P_0 = 76 \text{ cmHg}$$

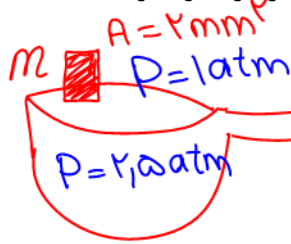


۰/۶۸ ۲ ۶۸ ۱

۰/۱۳۶ ۴ ۱۳/۶ ۳

۴۴ مساحت روزنه خروج بخار آب روی درب یک زودپز ، 2 mm^2 است . جرم وزنه ای که روی این روزنه باید گذاشت چند

گرم باشد تا فشار داخل آن $2/5$ اتمسفر نگه داشته شود ؟ (فشار بیرون دیگ زودپز را یک اتمسفر در نظر بگیرید)

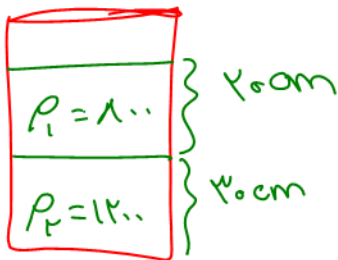


پاسخ به روزنه = بالا به روزنه

$$1 \times 10^5 + \frac{F}{A} = 2.5 \times 10^5 \rightarrow \frac{m \times 10}{2 \times 10^{-6}} = 2.5 \times 10^5 - 1 \times 10^5$$

۴۵ در ظرف استوانه ای شکلی به شعاع مقطع 2 cm ، دو مایع با چگالی های $\rho_1 = 800 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ و $\rho_2 = 1200 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ می ریزیم .

اگر عمق مایع ته ظرف 30 cm و مایع بالای آن 20 cm باشد .



الف - فشار کل در کف ظرف چند پاسکال است ؟ $(P_0 = 10^5 \text{ pa} , g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

ب - اندازه نیروی کل وارد بر کف ظرف چند نیوتن است ؟

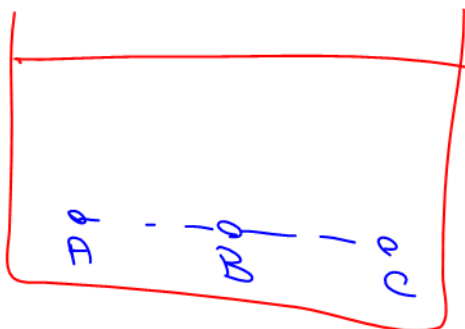
$$P_{\text{کف}} = \rho_2 g h_2 + \rho_1 g h_1 + P_0$$

$$P_{\text{کف}} = 1200 \times 10 \times \frac{30}{100} + 800 \times 10 \times \frac{20}{100} + 100000 =$$

$$P_{\text{کف}} = 36000 + 16000 + 100000 = 152000 + 100000 = 252000 \text{ Pa}$$

$$F = P \times A = 252000 \times \pi \times (2 \times 10^{-2})^2 =$$

$$F = 252000 \times \pi \times 4 \times 10^{-4} = 1000 \text{ N}$$



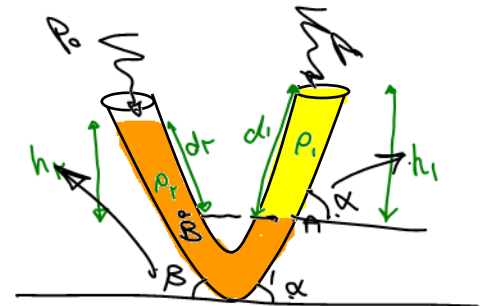
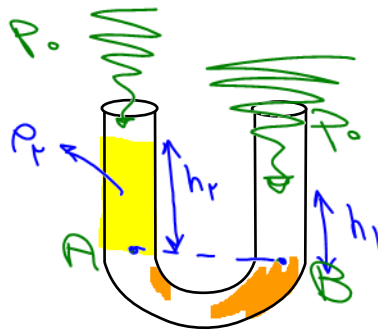
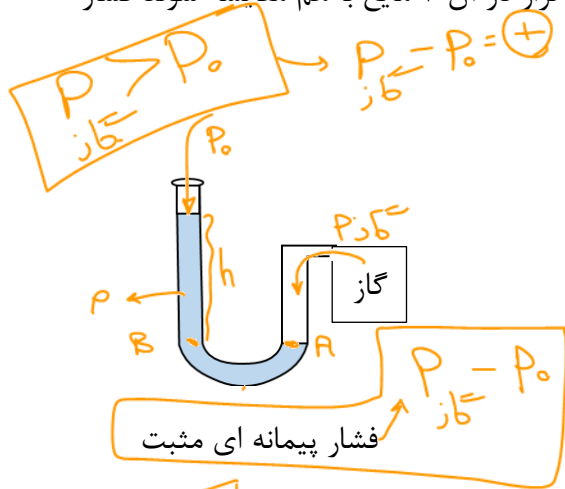
$$P_A = P_B = P_C$$

نتیجه :

لوله های U شکل

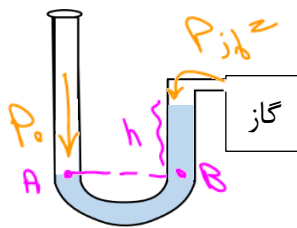
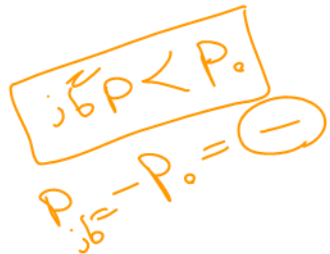
در لوله های U شکل ابتدا پایین ترین مرز مشترک رو پیدا کنید (نقطه همترازی که جنس مایعات مثل هم هست!) سپس فشارهایشان را مساوی هم بذارید و ساده کنید.

ضمناً وقتی ۲ مایع مخلوط نشدنی مطابق شکل در تعادل باشند و دو نقطه هم تراز در آن ۲ مایع با هم مقایسه شوند فشار در نقطه ای بیشتر است که در مایع با چگالی کمتر قرار دارد

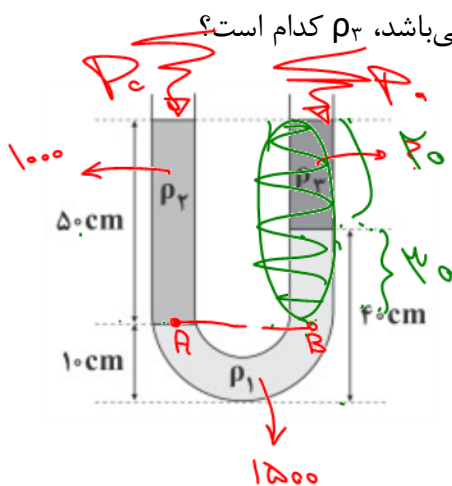
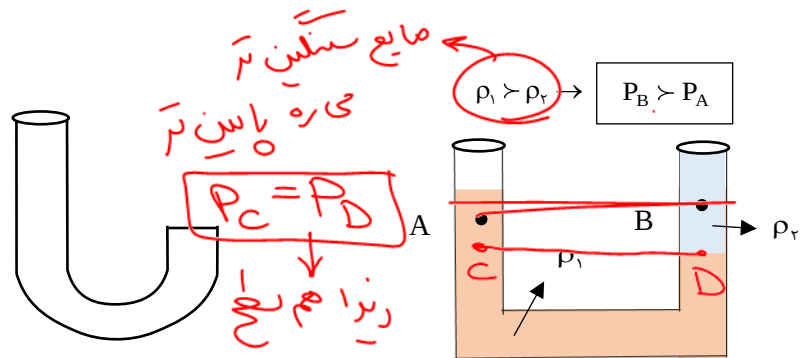


$$P_A = P_B$$

$$\rho_1 g h_1 + P_0 = \rho_2 g h_2 + P_0$$



فشار پیمانه ای منفی



مثال آموزشی: در شکل زیر، مایع ها در حال تعادل هستند و $\rho_1 = 1500$ و $\rho_2 = 1000$ می باشد، ρ_3 کدام است؟

(چگالی ها بر حسب SI هستند)

$$P_A = P_B$$

$$\rho_2 g h_2 + P_0 = \rho_1 g h_1 + \rho_3 g h_3 + P_0$$

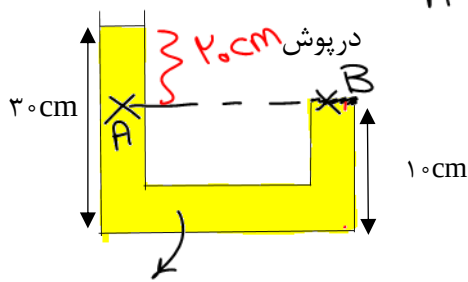
$$1000 \times 20 = 1500 \times 10 + P_c + 20$$

$$20000 - 17000 = P_c$$

$$3000 = P_c$$

$$P_c = 2000 \frac{kg}{m^3}$$

۴۷ در شکل زیر اگر چگالی مایع درون لوله و مساحت درپوش به ترتیب $\frac{gr}{cm^3}$ و 500 cm^2 باشد اندازه نیرویی که از



$$\rho = 0.18 \frac{g}{cm^3} \times 1000 = 180 \frac{kg}{m^3}$$

طرف مایع به درپوش وارد می شود چند نیوتن است ؟

۱ ۸۰ ۲ ۰/۰۸

۳ 8×10^4 ۴ ۰/۸

پاسخ

$$F = P \times A$$

$$F = 1800 \times 0.05 \times 10^{-2}$$

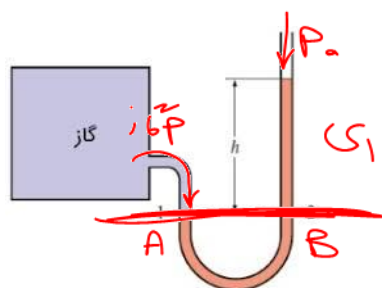
$$F = 1800 \times 0.05 = 90 N$$

$$P_A = P_B$$

$$\rho gh + P = P$$

$$1800 \times 0.1 \times \frac{1}{100} = P_{\text{درپوش}} \rightarrow P_{\text{درپوش}} = 1800 Pa$$

برای اندازه‌گیری فشار در **شاره‌ها** از ابزارهای مختلفی استفاده می‌شود که یکی از آن‌ها مانومتر است. در شکل زیر، یک نمونه مانومتر با لوله باز نشان داده شده است. این وسیله از یک لوله U شکل تشکیل شده است که در آن مایعی با چگالی ρ قرار می‌گیرد و معمولاً یک انتهای لوله در معرض فشار هوا است و انتهای دیگر، به سیستمی که قرار است فشار آن اندازه گرفته شود، متصل می‌شود.



$$P_{ib} < P_o$$

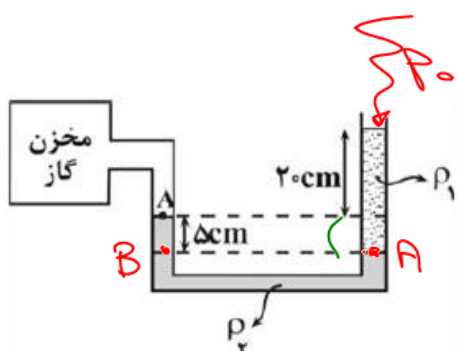
$$\text{فشار پیمانه‌ای} = P_{ib} - P_o = \ominus$$

استراتژی حل:

در مانومترها دقیقاً شبیه لوله‌های U شکل ابتدا پایین‌ترین مرز مشترک رو پیدا میکنیم سپس فشارهایشان را مساوی هم میگذاریم!!

تست: مطابق شکل، داخل لوله U شکلی که به یک مخزن گاز متصل است، دو مایع به چگالی‌های هستند $\rho_1 = 1000$ و

$\rho_2 = 1200$ واحد SI می‌باشد. فشار پیمانه‌ای در نقطه A، چند پاسکال است؟



$$P_A = P_B$$

$$\rho_1 g h_1 + P_o = \rho_2 g h + P_{ib}$$

$$1000 \times 10 \times \frac{20}{100} + P_o = 1200 \times 10 \times \frac{2}{100} + P_{ib}$$

$$20000 + P_o = 2400 + P_{ib}$$

$$P_{ib} - P_o = 20000 - 2400 = 17600 \text{ Pa}$$

$$1400 (1)$$

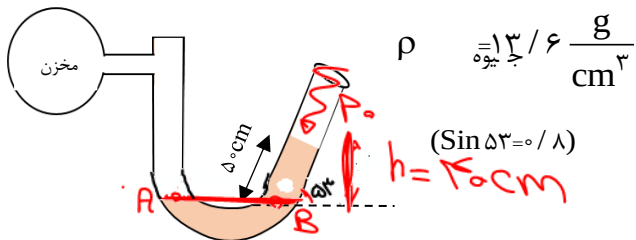
$$2500 (3)$$

$$1900 (2)$$

$$3100 (4)$$

$$P_{ib} = -P_o$$

۴۸ در لوله ی U شکل مقابل مایعی به چگالی $\frac{3}{4} \frac{gr}{cm^3}$ ریخته شده است فشار پیمانه ای مخزن چند cmHg است ؟



۷/۵	۲	۱۰	۱
۳۰	۳	۴۰	۲

$$P_A = P_B$$

$$40 \text{ cm}$$

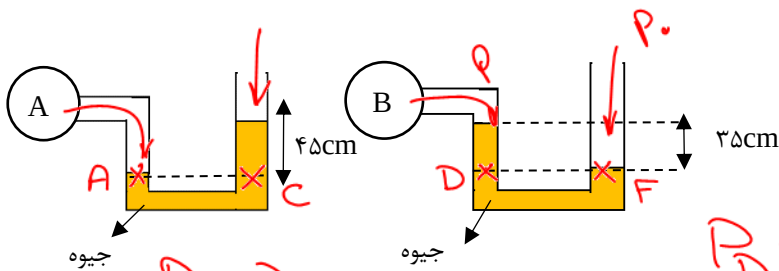
$$h = d \sin \omega = 40 \text{ cm}$$

$$h = 40 \times \frac{1}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} 3/4 &\rightarrow h/4 \\ 9/18 &\rightarrow h/4 \\ 12/12 &\rightarrow h \end{aligned}$$

$$P = 3/4$$

۴۹ اگر فشار هوا در محل آزمایش ۷۵ cmHg باشد فشار گاز درون مخزن A چند برابر B است ؟



$$P_A = P_C$$

$$P_A = 45 \text{ cmHg} + 75 \text{ cmHg} = 120 \text{ cmHg}$$

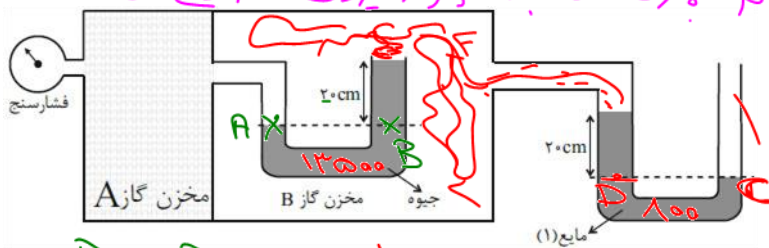
$$P_B = 40 \text{ cmHg}$$

تمرین مهم : در شکل زیر یک فشارسنج بوردون به مخزن A متصل شده است. با توجه به اطلاعات داده شده در مسئله،

فشارسنج چه عددی را بر حسب کیلوپاسکال نشان می دهد؟ (چگالی مایع ۸۰۰ و چگالی جیوه ۱۳۵۰۰ واحد SI است و

استرایی حل : اگر کجول بیرون بود از داخل شروع کن
آر کجول تو بود از بیرون شروع کن

فشار هوا صدهزار پاسکال است (پاسخ: ۲۵/۴)



$$P_A = P_B$$

$$P = 135000 \times \frac{1}{100} + 91400$$

$$P = 125400 \text{ Pa}$$

$$P_C = P_D$$

$$100000 = 100 \times \frac{1}{100} + P_F$$

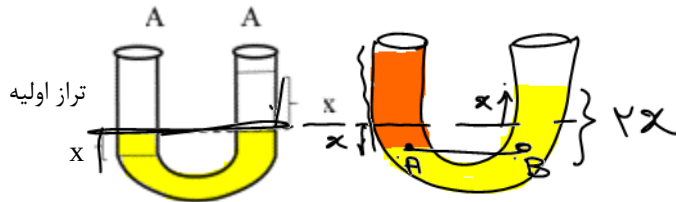
$$100000 = 1000 + P_F$$

$$P_F = 91400 \text{ Pa}$$

همواره فشار
پیمانه ای را نشان
می دهد
فشار پیمانه ای = فشار

$$P_{\text{گاز}} - P_0 = 125400 - 100000 = 25400 \text{ Pa}$$

نکات ریختن مایع اضافی در لوله :



الف اگر سطح مقطع ها یکسان باشد

$$P_A = P_B$$

$$\rho g h = \rho g 2x$$

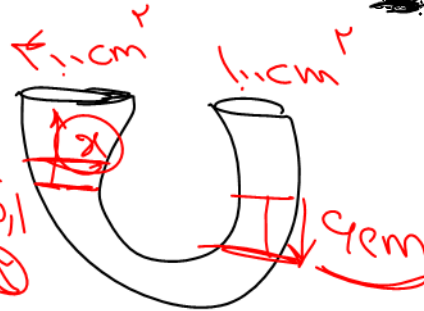
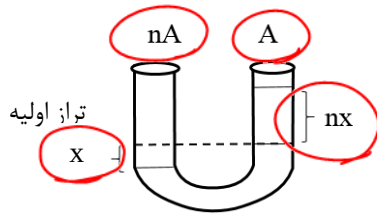
مایع جدید



جابه جایی مایع از حالت اول

ب: اگر سطح مقطع ها یکسان باشد

نیاستند

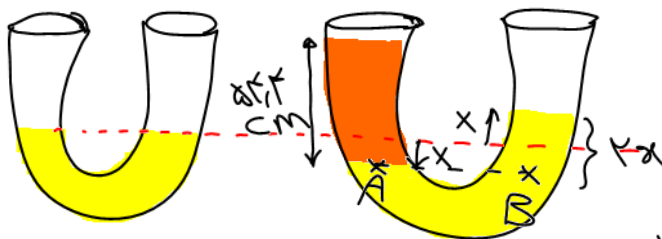


$$x = 100 \times 9$$

$$x = \frac{900}{100} = 9$$

۵۰ درون لوله U شکل یکنواختی مقداری جیوه با چگالی $\frac{13}{6} \frac{gr}{cm^3}$ ریخته شده است اگر در یکی از شاخه ها به ارتفاع

۵۴/۴ cm آب ریخته شود سطح جیوه در شاخه دیگر نسبت به حالت قبل چند cm بالا می رود ؟ $(= \rho \frac{g}{cm^3})$



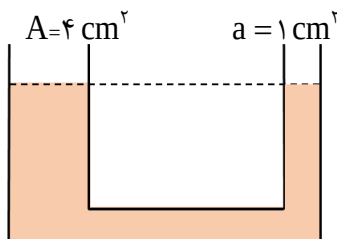
$$P_A = P_B$$

$$x = \frac{54.4}{20 \times 13.6} = 0.2 m$$

۵۱ مطابق شکل زیر ، مساحت مقطع شاخه ی سمت لوله U شکل برابر با $1 cm^2$ و مساحت دیگری $4 cm^2$ است و درون

آن تا ارتفاع معینی آب قرار دارد اگر $100 cm^2$ آب به شاخه ی سمت راست اضافه کنیم بعد از برقراری تعادل ، سطح مایع

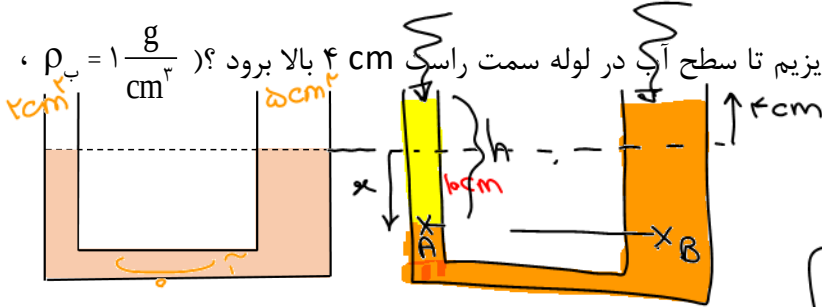
در این شاخه چند cm نسبت به حالت اولیه بالا می آید ؟



۵	۲	۱۰	۱
۲۰	۴	۱۰۰	۳

۵۲ در یک لوله U شکل که مساحت قاعده لوله سمت راست و چپ آن به ترتیب 5cm^2 و 2cm^2 است مطابق شکل زیر

آب وجود دارد در لوله سمت چپ چند gr روغن بریزیم تا سطح آب در لوله سمت راست ۴ cm بالا برود؟ $(\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3})$



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

$$P_A = P_B$$

$$\begin{matrix} 28 & 2 \\ 35 & 4 \end{matrix}$$

$$17/5 \quad 1$$

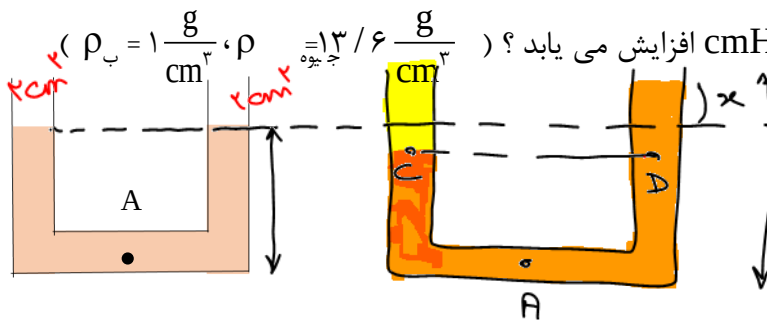
$$70 \quad 3$$

$$2 \times 2 = 5 \times 4$$

$$x = \frac{2}{2}$$

$$1 \times 10 \times h + \rho_{\text{آب}} = 1 \times 4 \times 1 + \rho_{\text{آب}}$$

۵۳ در شکل زیر سطح مقطع لوله در هر طرف برابر 2cm^2 است در لوله جیوه می ریزیم اگر در یکی از شاخه ها روی



$$2/5 \quad 2$$

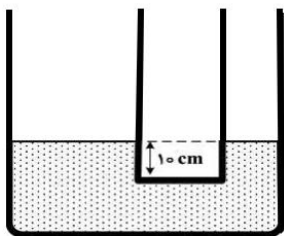
$$4/5 \quad 4$$

$$1/25 \quad 1$$

$$3/75 \quad 3$$

$$P_C = P_D \rightarrow \frac{mg}{A} + \rho_{\text{آب}} = \rho_{\text{آب}} g x + \rho_{\text{آب}} \rightarrow \frac{98 \times 10 \times 1}{2 \times 10^{-4}} = 13900 \times 10^{-4} \times 2$$

تمرین در منزل: در دو لوله استوانه ای آب وجود دارد و قطر قاعده یکی ۳ برابر دیگری است اگر از لوله سمت چپ تا



ارتفاع ۵ cm نفت اضافه کنیم آب در لوله باریک چند cm نسبت به حالت اول بالا می رود؟

$$(\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \rho_{\text{نفت}} = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3})$$

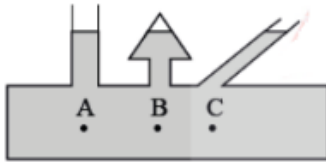
$$5 \quad 4$$

$$4 \quad 3$$

$$3/6 \quad 2$$

$$1/2 \quad 1$$

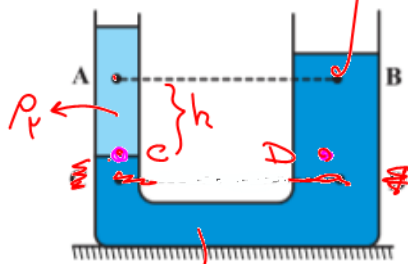
نکته: در مایع ساکن فشار در نقاط هم عمق (که جنس مایع یکسان باشد) برابر است.



$$P_A = P_B = P_C$$

نکته: در مایع ساکن فشار در نقاط هم عمق (که جنس مایع متفاوت باشد) هرکسی که چگالش کمتر باشد فشارش بیشتر است

تمرین: در شکل زیر، در درون لوله، دو مایع مخلوط‌نشدنی در حالت تعادل قرار دارند. اگر فشار در نقاط نشان داده در درون مایع‌ها را با هم مقایسه کنیم، کدام رابطه درست است؟



$$P_1 > P_2$$

$$P_C = P_D$$

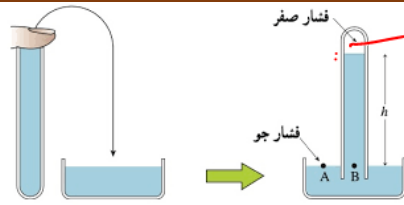
$$P_C = P_D$$

$$\rho_1 g h + P_A = \rho_2 g h + P_B$$

$$\rho_1 + \rho_2 = \rho_1 + \rho_2$$

زیرا نقطه A در مایع چگال‌تر است و B در مایع با چگالی کمتر

جوسنج (بارومتر):



فشارسنج هوا یا بارومتر وسیله ای ساده است که برای اندازه گیری فشار جو به کار می رود
این فشارسنج توسط توریچلی فیزیکدان ایتالیایی اختراع شده است.

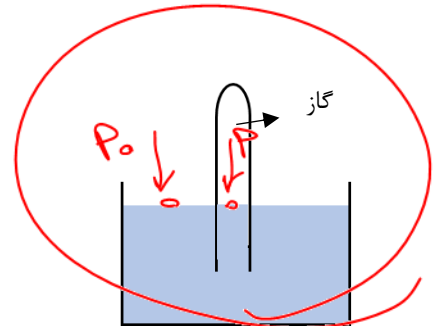
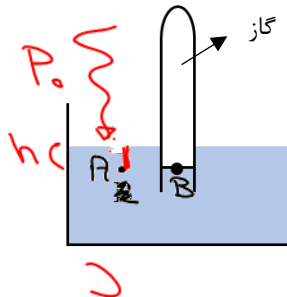
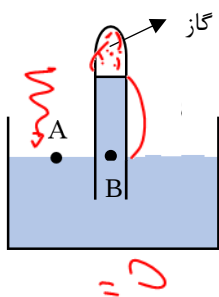
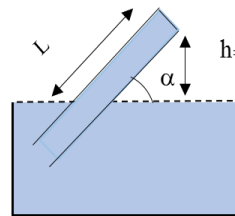
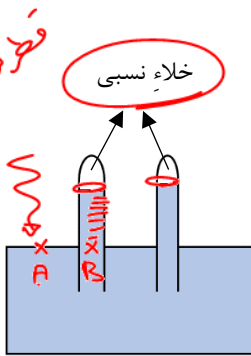
این فشارسنج شامل یک لوله شیشه ای بلند است که یک سر آن بسته است و از جیوه پر شده و در آن یک ظرف
محتوی جیوه به طور وارون قرار گرفته است.

نحوه کار این فشارسنج مبتنی بر فشار برابر در نقاط هم تراز یک ماده است. بخش بالایی لوله تنها شامل مقداری بخار
جیوه
است که فشار آن بسیار ناچیز بوده و عملاً صفر است.

اگر مطابق شکل یک لوله آزمایش بلند را پر از جیوه کرده و سپس دهانه آن را با انگشت بگیرید و برگردانید سطح جیوه در
لول پائین آمده ثابت می شود در این حالت می گوئیم فشار هوا h سانتی متر جیوه است. (توریچلی)

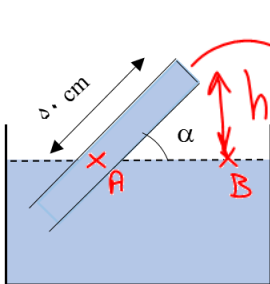
آزمایش توریچلی

اگر لوله را کج کنید باید ارتفاع قائم جیوه از سطح جیوه در ظرف را اندازه گیری کنید



۵۴ در شکل مقابل حداکثر نیروی قابل تحمل ته لوله ۳۰۶ میلی نیوتن و مساحت آن 5 mm^2 می باشد حداقل مقدار

ممکن برای α چند درجه باشد تا لوله نشکند؟ ($P_0 = 75 \text{ cmHg}$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)



$$F = 306 \times 10^{-3} \rightarrow P = \frac{306 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-6}} = 61200 \text{ Pa}$$

$$h = d \sin \alpha$$

$$P_{\text{لوله}} = 91200 \text{ Pa}$$

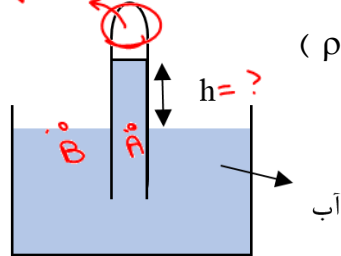
$$P_A = P_B \rightarrow$$

$$\rho g d \sin \alpha + P_{\text{لوله}} = P_0$$

$$\sin \alpha = 0$$

۵۵ در شکل زیر ، اگر فشار گاز محبوس در بالای لوله آزمایش ۷۲/۵ cmHg باشد اختلاف ارتفاع آب در لوله و ظرف چند

۷۲.۵ cmHg



$$\left(\rho_{\text{ب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \rho_{\text{گ}} = 13/6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$

سانتیمتر است ؟ $(P_0 = 79 \text{ cmHg})$

۳۴

۲

۶۸

۱

۸۵

۴

۷۱.۶ ۳

$$P_A = P_B \rightarrow \rho g h + P_{\text{گ}} = P_0$$

$$1000 \times 10 \times h = P_0 - P_{\text{گ}} = 79 - 72.5 = 6.5 \text{ cmHg}$$

$$1000 \times 10 \times h = 6.5 \times 1360 \rightarrow h = 8.5 \text{ cm}$$

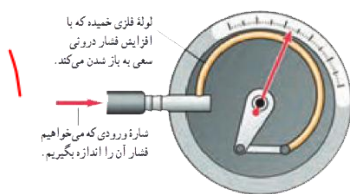
تا کنون در این جزوه با دومدل فشارسنج، به نامهای بارومتر و مانومتر آشنا شدید و در ادامه یک فشارسنج دیگر به نام بوردون را به شما معرفی خواهیم کرد.

ضمناً یادتان باشد که فشار سنج های پزشکی و صنعتی (بوردون و غیره...)، فشار پیمانه ای را نشان می دهند.

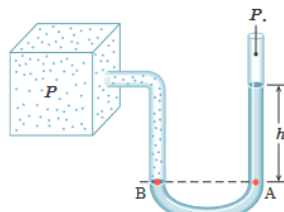
فشارسنج بوردون:

فشار پیمانه ای لاستیک ماشین ها توسط فشارسنجی به نام بوردون اندازه گیری میشود.

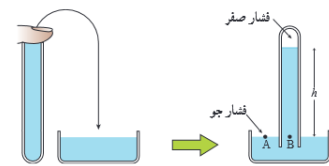
فشارسنج بوردون یه ابزار برای اندازه گیری فشار گازها یا مایعاتی است که خیلی دقیق و مقاومند. این دستگاه اولین بار توسط یه مهندس فرانسوی به اسم «یوجین بوردون» طراحی شد و فشارسنج بوردون یه لوله فلزی خمیده دایره که با کم و زیاد شدن فشار شاره، خمیدگی این لوله هم تغییر می کنه. این تغییر خمیدگی، در واقع دایره همون فشار شاره رو به ما نشون می دهد و درواقع لوله بوردون از فلزات انعطاف پذیر ساخته شده که هم محکم باشن و هم بتونن به راحتی تغییر شکل بدهند.



فشارسنج بوردون



مانومتر (فشارسنج شاره ها)



بارومتر (فشارسنج هوا)

تست آموزشی: کدام یک از فشارسنج های زیر برای اندازه گیری بادتایر (لاستیک) وسیله های نقلیه استفاده می شود و چه

فشاری را محاسبه می کند؟

(۴) بوردون-فشار مطلق

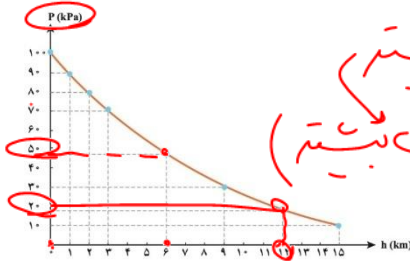
(۳) بوردون-فشار پیمانه ای

(۲) بارومتر-فشار مطلق

(۱) مانومتر-پیمانه ای

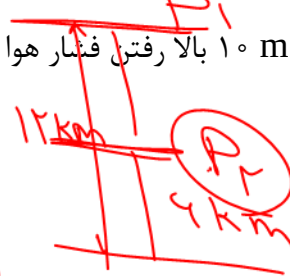
رابطه فشار هوا و ارتفاع

در اختلاف ارتفاع های کم، اختلاف فشار ۲ نقطه از گازی مانند هوا از رابطه $\Delta P = \rho g \Delta h$ قابل محاسبه است ولی اگر اختلاف ارتفاع h قابل توجه باشد نمی توان از رابطه بالایی استفاده کرد زیرا چگالی هوا ثابت نیست و نیروی جاذبه زمین سبب می شود که لایه های زیرین هوا نسبت به لایه های بالایی تراکم بیشتری داشته باشند و چگالی در ارتفاع های بالا به شدت کاهش یابد.



(به زمین نزدیک شویم) تراکم هوا بیشتر
چگالی بیشتر

فشار هوا تقریباً معادل فشار ستون ۱۰۰ متری آب است تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری از سطح زمین به ازای هر ۱۰ m بالا رفتن فشار هوا ۱ mmHg کم می شود.



$$(1 \text{ mmHg} = 1 \text{ torr})$$

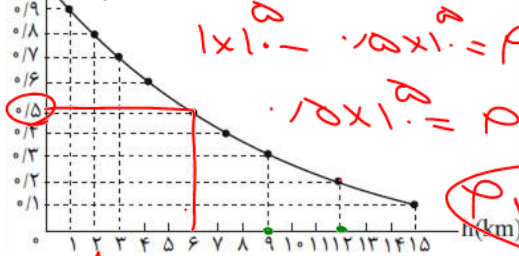
تور

تست: نمودار زیر، فشار هوا را نسبت به ارتفاع از سطح زمین نشان می دهد. اگر از سطح زمین به بالا حرکت کنیم،

چگالی متوسط هوا در ۳ کیلومتر چهارم از سطح زمین، چند درصد کم تر از چگالی متوسط هوا در ۶ کیلومتر اول از سطح زمین است؟

$$h_1 = 0 \rightarrow P_1 = 1 \text{ atm}$$

$$h_2 = 6 \text{ km} \rightarrow P_2 = 0.5 \text{ atm}$$



$$1 \times 1.0 - 0.5 \times 1.0 = \rho \times 1.0 \times 9000$$

$$0.5 \times 1.0 = \rho \times 9000$$

$$\rho = \frac{0.5}{9} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$h_1 = 6 \text{ km} \rightarrow P_1 = 0.5 \text{ atm}$$

$$h_2 = 12 \text{ km} \rightarrow P_2 = 0.25 \text{ atm}$$

$$0.5 \times 1.0 - 0.25 \times 1.0 = \rho \times 1.0 \times 9000$$

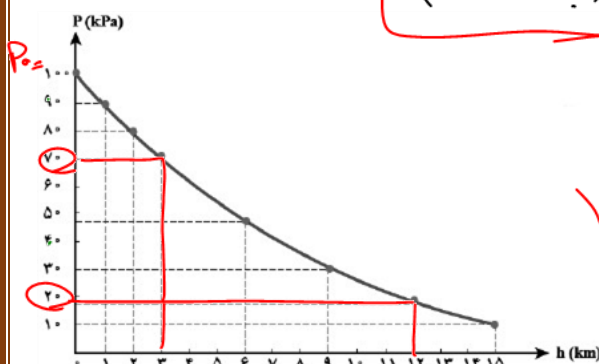
$$0.25 \times 1.0 = \rho \times 9000$$

$$\rho = \frac{1}{36} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\left(\frac{1}{36} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{1}{36} - 1 \right) \times 100 = \frac{1}{36} \times 100 = 2.78\%$$

تمرین: نمودار تغییرات فشار هوا بر حسب ارتفاع از سطح دریا به شکل مقابل است در فاصله بین سه کیلومتری تا ۱۵ کیلومتری از سطح دریا، چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟ (برای ۱ m²)

(برای ۱ m²)



$$P_{\text{بالا}} - P_{\text{پایین}} = \rho g h$$

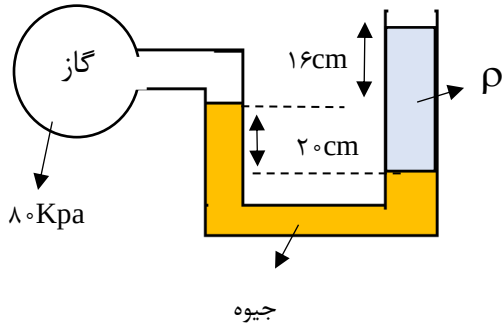
$$70 \times 10^3 - 20 \times 10^3 = \rho \times 10 \times 9000$$

$$\rho = \frac{50}{9} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

۵۰۰۰ kg

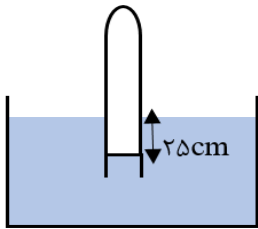
$$m = \rho \times V = \rho \times A \times h = \frac{50}{9} \times 1 \times 9000$$

۶۰ اگر فشار هوای بیرون لوله 10^5 Pa باشد ρ چند $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ است ؟ ($\rho = \frac{1}{6} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)



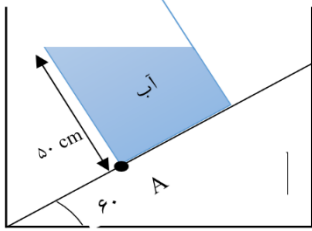
- | | | | |
|---|------|---|------|
| ۱ | ۱۰۰۰ | ۲ | ۱۵۰۰ |
| ۳ | ۲۰۰۰ | ۴ | ۲۵۰۰ |

۶۱ در شکل زیر اگر چگالی مایع $2 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ باشد فشار گاز محبوس درون لوله چند Kpa است ؟ ($P_0 = 10^5 \text{ Pa}$)



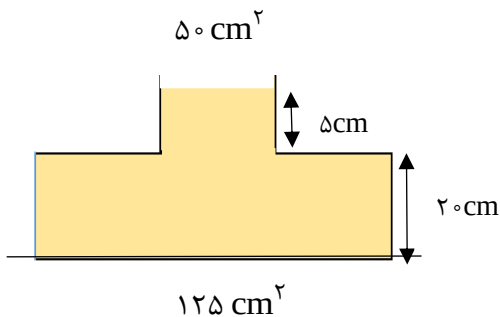
- | | | | |
|---|-----|---|-----|
| ۱ | ۸۵ | ۲ | ۹۵ |
| ۳ | ۱۰۵ | ۴ | ۱۲۵ |

۶۲ مطابق شکل آسانسوری با شتاب روبه بالای کند شونده $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ حرکت می کند داخل آسانسور ظرف آبی را قرار داده ایم



فشار در نقطه A چند Pa است ؟ ($\rho_{\text{ب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)

۶۳ در شکل مقابل اگر با باز کردن شیر 5 Kg آب از ظرف خارج شود فشار وارد بر کف ظرف چند Pa تغییر می کند ؟

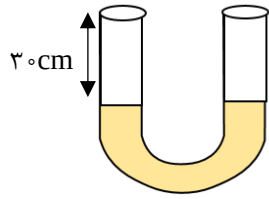


($\rho_{\text{ب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$)

- | | | | |
|---|-----|---|-----|
| ۱ | ۵۰۰ | ۲ | ۶۰۰ |
| ۳ | ۷۰۰ | ۴ | ۸۰۰ |

۵۶ مطابق شکل در یک لوله U شکل که قطر مقطع آن همه جا ثابت است مایعی به چگالی $\frac{gr}{cm^3}$ که با آب مخلوط

نمی شود در حالت تعادل قرار دارد از شاخه سمت چپ آن قدر آب می ریزیم تا این شاخه کاملاً پر شود چند cm از شاخه



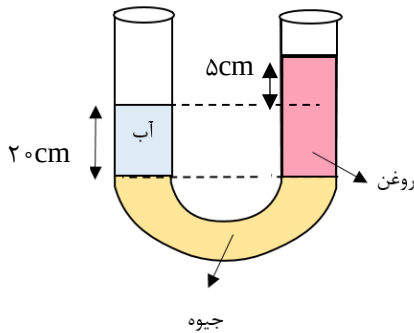
سمت راست خالی می ماند ؟

۱ ۲۲/۵ ۲ ۲۴

۳ ۲۶/۲۵ ۴ ۲۸

۵۷ در شکل زیر دو سطح جیوه در یک تراز قرار دارند و سیستم در حال تعادل است چند cm به ارتفاع ستون آب اضافه

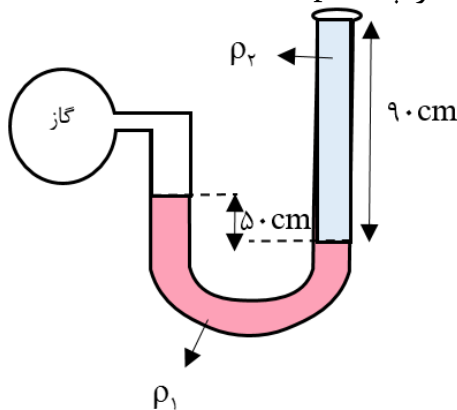
کنیم تا سطح آزاد آب و روغن در یک تراز قرار گیرند ؟ $\rho_{\text{روغن}} = ۱۳/۵ \frac{g}{cm^3}$ ، $\rho_{\text{آب}} = ۱ \frac{g}{cm^3}$



۱ ۴/۵ ۲ ۵

۳ ۵/۴ ۴ ۶/۸

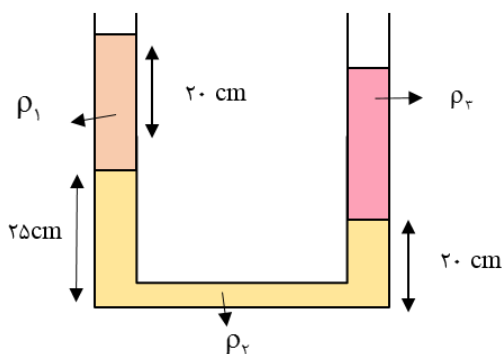
۵۸ شکل در تعادل است ، اگر $\rho_1 = ۱/۲ \frac{gr}{cm^3}$ و $\rho_2 = ۱ \frac{gr}{cm^3}$ باشد فشار پیمانه ای گاز چند pa است ؟



۱ ۳۰۰۰ ۲ ۳۶۰۰

۳ ۵۰۰۰ ۴ ۵۸۰۰

۵۹ شکل در تعادل است اگر $\rho_1 = ۰/۸ \frac{gr}{cm^3}$ و $\rho_2 = ۲/۴ \frac{gr}{cm^3}$ باشد مایع سوم چند gr

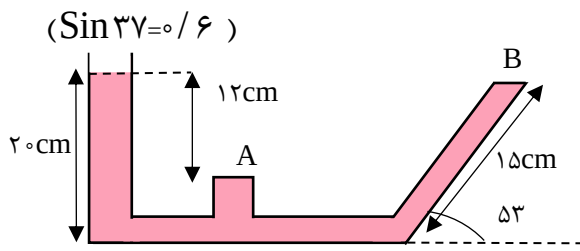


است ؟

۱ ۵۶ ۲ ۴۸

۳ ۴۲ ۴ ۳۵

۶۴ در شکل روبرو چگالی مایع $\frac{gr}{cm^3}$ ۱/۵ است فشار وارد بر درپوش B چند pa با فشار وارد بر درپوش A اختلاف دارد؟



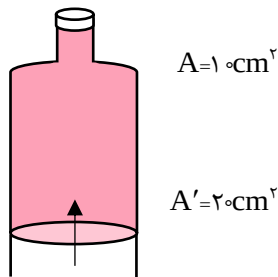
۱ ۴۵۰ pa بیشتر

۲ ۶۰۰ pa بیشتر

۳ ۴۵۰ pa کمتر

۴ ۶۰۰ pa کمتر

۶۵ در شکل مقابل با نیروی F مایع درون ظرف در تعادل است نیروی F چقدر زیاد شود تا پیستون ۴ cm جابه‌جا شود؟



($\rho = \frac{g}{cm^3}$)

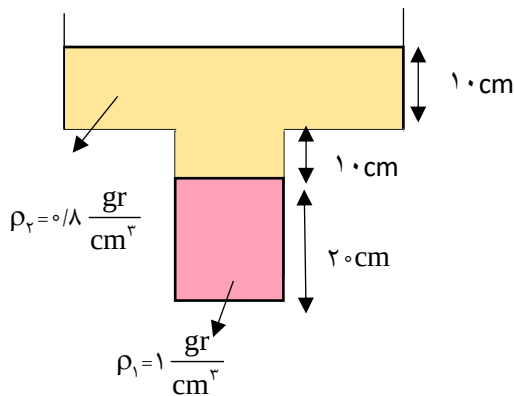
۱ ۰

۲ ۹/۶

۳ ۰/۹۶

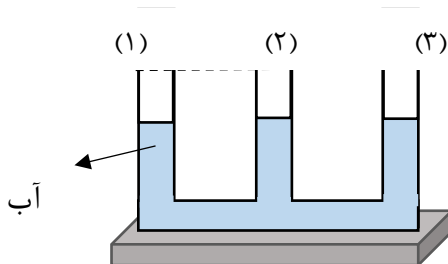
۴ ۰/۴۸

۶۶ در شکل مقابل ، فشار ناشی از ۲ مایع در کف ظرف چند pa است ؟



۶۷ مطابق شکل ، آب در تعادل است چند میلی لیتر روغن با چگالی $\frac{gr}{cm^3}$ ۰/۸ در شاخه (۱) بریزیم تا سطح آب هر یک

از شاخه های (۲) و (۳) به میزان ۴ cm بالا رود ؟ (مساحت مقطع هر سه شاخه $20 cm^2$ و چگالی آب $\frac{gr}{cm^3}$ ۱ است)



۱ ۱۰

۲ ۱۵

۳ ۲۰۰

۴ ۳۰۰

ارشمیدس دانشمند یونانی می گوید به جسم های درون یک شاره (مایع و گاز) همواره نیروی بالاسو وارد می شود و اندازه این نیرو برابر وزن شاره جابه جا شده توسط جسم است .

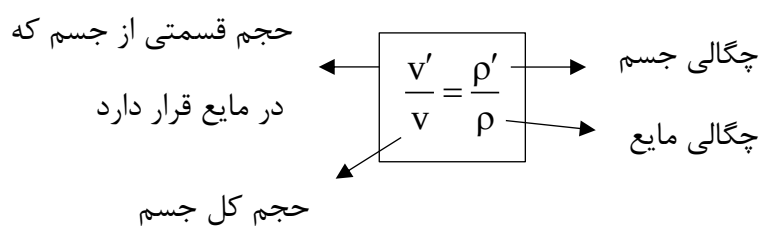
بالا آمدن جسم در شاره و خروج قسمتی از آن $F_b > W$

اگر نیروی شناوری را با F_b نشان دهیم غوطه ور شدن جسم در شاره $F_b = W$

ته نشینی $F_b < W$

هنگامی که چگالی یک جسم از چگالی مایعی که جسم در آن قرار دارد کمتر باشد جسم به سطح مایع آمده و روی سطح شناور می شود در این صورت هرچه چگالی جسم کمتر باشد حجم بیشتری از جسم از مایع خارج می شود پس اگر جسم

شناور باشد :



$$F_b = mg = \rho v g$$

شاره

اثبات می شود که اندازه نیروی شناوری برابر با وزن شاره جابه جا شده است .

تست: در شکل زیر نیروی شناوری و نیروی وزن وارد بر چهار جسم نشان داده شده است با توجه به نیروی

خالص وارد بر هر جسم وضعیت آن را به کمک یکی از واژه های شناوری غوطه وری فرو رفتن و بالا رفتن

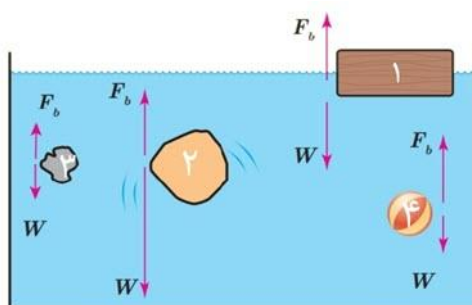
مشخص کنید؟

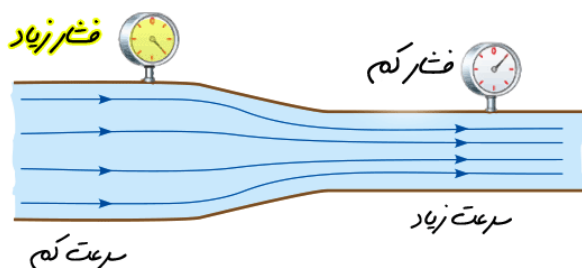
(۱) بالا رفتن - غوطه وری - فرورفتن - شناوری

(۲) شناوری - غوطه وری - فرو رفتن - بالا رفتن

(۳) شناوری - بالا رفتن - غوطه وری - فرو رفتن

(۴) شناوری - فرو رفتن - غوطه وری - بالا رفتن





هنگام حرکت یک مایع یا گاز در یک لوله هر جا تندی بیشتر باشد

فشار کمتر است و برعکس اگر فشار بیشتر باشد، تندی کمتر است.

به صورت خلاصه اصل برنولی به صورت زیر بیان می شود در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می یابد.

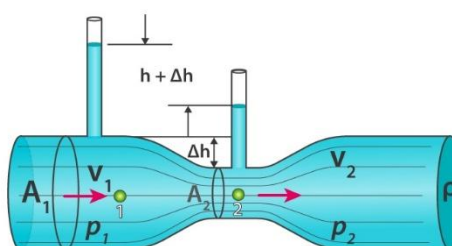
آزمایش ها نشان داده اند که هرچه سطح مقطع یک لوله بیشتر باشد فشار بیشتری هم خواهیم داشت یعنی حجم بیشتری از

شاره فشار بیشتری می کند در کل بین سطح مقطع عبوری و تندی یک شاره می توان به رابطه زیر رسید که به معادله

پیوستگی شهرت دارد:

$$\frac{AL}{t} = Av \rightarrow \frac{m}{s}$$

$\frac{m^3}{s}$ ← شارش شاره m^3 ← جگ



معادله پیوستگی می گوید اگر جریان غیر آشوب از لوله ای با سطح مقطع های مختلف عبور کند آهنگ جریان عبوری از دو

$A_1 v_1 = A_2 v_2$

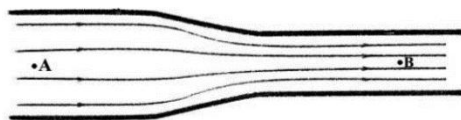
مقطع باید یکسان باشد.

تذکر: دقت کنید در شاره ها دو نوع فشار داریم. فشار استاتیکی که در اثر نیروهای ضربه ای می باشد که مولکولها و اتم

های شاره به بدنه و دیواره ظرف وارد می کنند و فشار دینامیکی که حاصل حرکت مولکولهای شاره است. در معادله برنولی

ما فشار استاتیکی را در نظر می گیریم که با سرعت رابطه عکس و با فشار رابطه مستقیم دارد (آزمایش شلنگ)

۶۸ در شکل زیر ، آب به صورت پیوسته در لوله جاری است اگر قطر مقطع بزرگ دو برابر قطر مقطع کوچک تندی حرکت



آب در نقطه A چند برابر B است ؟

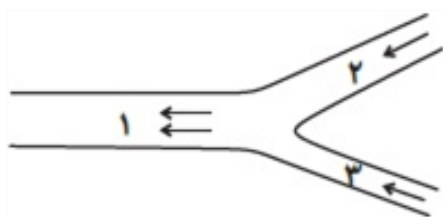
۱ $\frac{1}{4}$

۲ $\frac{1}{2}$

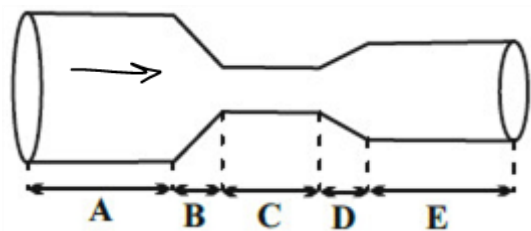
۳ ۲

۴ ۴

تمرین آموزشی: مطابق شکل، با استفاده از پمپ‌هایی جریان لایه‌ای آب در لوله‌ها به نحوی برقرار شده است که آب از طریق لوله‌های ۲ و ۳ وارد شده و با تندی ۵/۰ متر بر ثانیه از طریق لوله‌ی ۱ خارج می‌شود. سطح مقطع همه‌ی لوله‌ها دایره‌ای بوده و شعاع لوله‌ای ۱، دو برابر شعاع لوله‌ی ۲ و سه برابر شعاع لوله‌ی ۳ است. اگر تندی آب در لوله‌ی ۲، نصف تندی آب در لوله‌ی ۳ باشد، تندی آب در لوله‌ی ۲ برحسب متر بر ثانیه کدام است؟ (پاسخ هجده هفدهم)



تست آموزشی: در لوله افقی مقابل به‌ترتیب در کدام قسمت، تندی آب در حال کاهش و در کدام قسمت تندی آب کمینه است؟ (جریان آب را به صورت لایه‌ای و پایا در نظر بگیرید)



E , B

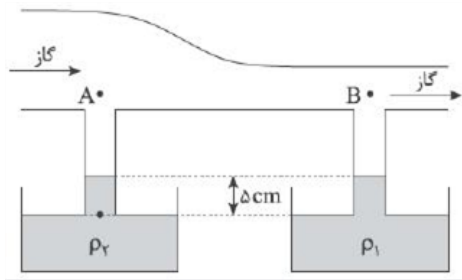
C , B

A , D

C , D

پاسخ AD

تست: در شکل زیر گاز در لوله افقی جریان دارد و مایع‌ها با اختلاف چگالی ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب در ظرف‌ها در حال تعادل هستند. اختلاف فشار در نقاط A و B، پاسکال و چگالی ρ_2 از ρ_1 است.



۱۵۰- کمتر

۱۵۰- بیشتر

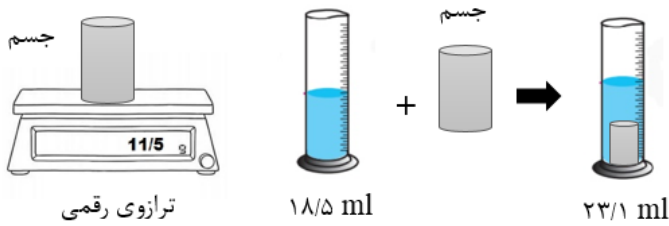
۱۵- کمتر

۱۵- بیشتر

گزینه ۱

آزمون کل فصل

۷۰ در یک آزمایش جرم و حجم یک جسم جامد را مطابق شکل زیر پیدا می کنیم چگالی جسم چند بوده است ؟



- | | | | |
|------|---|------|---|
| ۲۰۵۰ | ۲ | ۲۵۰۰ | ۱ |
| ۲/۰۵ | ۴ | ۲/۵ | ۳ |

۷۱ یک مکعب به ابعاد ۵ cm از فلزی به چگالی $۸ \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ ساخته شده است داخل آن حفره ای وجود دارد اگر حفره را با

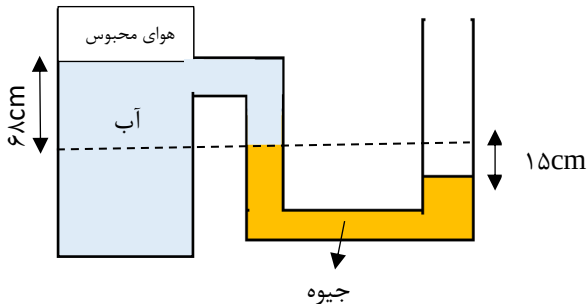
مایعی به چگالی $۲ \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ پر کنیم جرم کل مکعب ۹۵۸ gr می شود جرم مایع داخل حفره چند gr است ؟

- | | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|---|---|
| ۱۶ | ۴ | ۱۴ | ۳ | ۸ | ۲ | ۷ | ۱ |
|----|---|----|---|---|---|---|---|

۷۲ اگر فشار در عمق ۳۰ m دریا ۲۰ برابر اختلاف فشار عمق ۳۰ متری و h' باشد ($h' < ۳۰$) مقدار h' چند متر است ؟

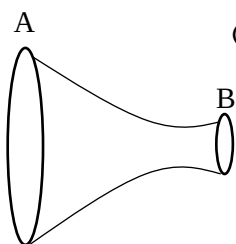
- | | | | |
|----|---|----|---|
| ۱۸ | ۲ | ۲۸ | ۱ |
| ۵ | ۴ | ۱۰ | ۳ |

۷۳ در شکل زیر آب و جیوه در تعادل اند فشار پیمانه ای هوای محبوس داخل محفظه چند Kpa است ؟



$$\left(\rho_{\text{ب}} = ۱ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}, \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳/۶ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$

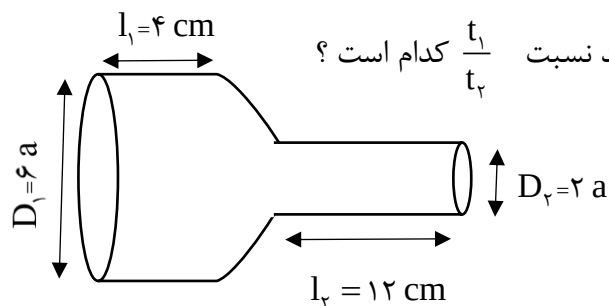
۷۴ مطابق شکل زیر در هر دقیقه ۳۰ لیتر آب از مقطع A با تندی ثابت عبور می کند اگر شعاع مقطع A و B به ترتیب



برابر ۱۰ cm و ۲ cm باشد اختلاف تندی عبور آب از این دو مقطع چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است ؟ ($\pi \approx ۳$)

- | | | | |
|-----|---|---|---|
| ۰/۴ | ۲ | ۲ | ۱ |
| ۰/۵ | ۴ | ۱ | ۳ |

۷۵ در لوله شکل مقابل مایعی که تمام فضای لوله را پر کرده به صورت آرام پیوسته در حال شارش است اگر مقدار معینی



از مایع فاصله های l_1 و l_2 را به ترتیب در مدت t_1 و t_2 طی کنند نسبت $\frac{t_1}{t_2}$ کدام است ؟

۱ $\frac{1}{3}$ ۲ ۳

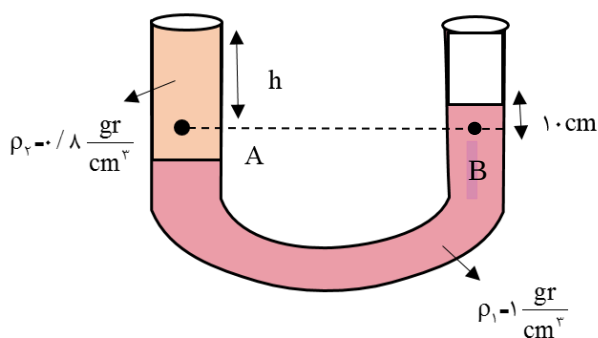
۳ $\frac{3}{4}$ ۴ $\frac{4}{3}$

۷۶ جداره داخلی یک لوله موئین را توسط روغن چرب و جداره بیرون آن را خشک می کنیم ، لوله را به طور قائم درون

ظرف پر از آبی که جداره داخلی آن چرب است قرار می دهیم کدام شکل صحیح است ؟



۷۷ در لوله U شکل زیر ، دو مایع در تعادل هستند و اختلاف فشار A و B ، 2 Kpa باشد ، h چند cm است ؟



۱ ۵

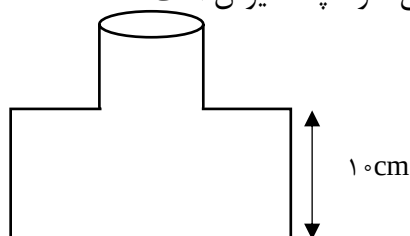
۲ ۱۰

۳ ۱۵

۴ ۲۰

۷۸ در شکل زیر سطح مقطع قسمت استوانه ای پایین ظرف 200 cm^2 و بالا 100 cm^2 است اگر ۳ لیتر از مایعی به

چگالی $4 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ را در ظرف بریزید . اندازه نیروی ناشی از مایع که به کف ظرف وارد می شود چند نیوتن است ؟



۱ ۱۲۰

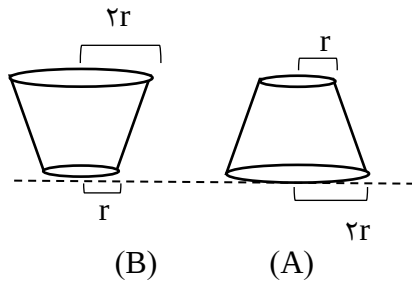
۲ ۱۴۰

۳ ۱۶۰

۴ ۱۸۰

نکته :

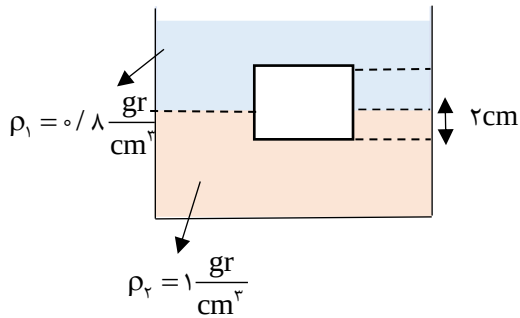
۷۹ در شکل مقابل حجم و عمق آب در دو ظرف برابر است نیروی وارد بر کف ظرف A چند برابر B است ؟



فشار وارد بر کف ظرف A چند برابر B است ؟

نیروی که ظرف ها به سطح افق از طرف A وارد می کنند چند برابر B است ؟

۸۰ مطابق شکل ، مکعبی به ضلع ۱۰ cm بین ۲ مایع در تعادل است جرم مکعب چند gr است ؟



۱ ۸۰۰

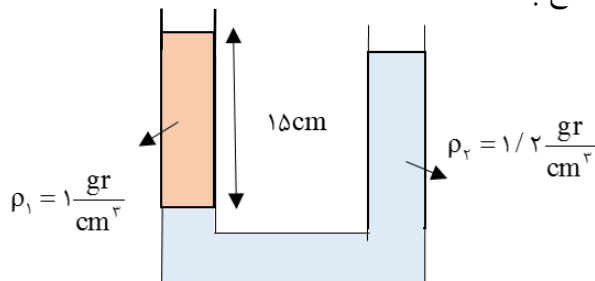
۲ ۸۴۰

۳ ۸۸۰

۴ ۹۲۰

۸۱ در شکل زیر ، سطح مقطع لوله ۱ cm^۲ است در سمت راست لوله ، چند cm^۳ مایع مخلوط نشدنی به چگالی

$\rho_2 = 0.8 \frac{gr}{cm^3}$ بریزیم تا سطح آزاد مایع ها در دو طرف لوله در یک سطح باشد ؟



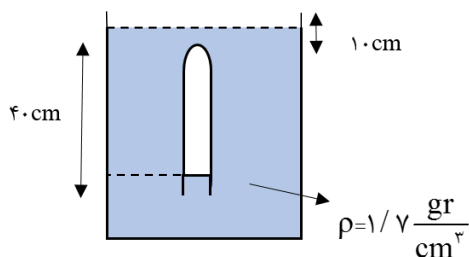
۱ ۳/۵

۲ ۷/۲

۳ ۹

۴ ۱۲

۸۲ در شکل زیر فشار پیمانه ای گاز محبوس در لوله چند cmHg است ؟



($\rho = 13/6 \frac{g}{cm^3}$)

۱ ۵

۲ ۱۲

۳ ۷۱

۴ ۸۱



کار و انرژی

فیزیک به سبک میرسعید

انرژی قابلیت انجام کار است و اگر جسمی انرژی دارد، می تواند روی جسم دیگری کار انجام دهد (مثلاً آن را جابه جا کند، گرم کند، یا تغییر شکل دهد و) و می دانیم که یکای انرژی در SI ژول است و انرژی یک کمیت اسکالر (عددی) است.

در واقع انرژی یک خاصیت ذاتی هر سامانه (سیستم) است که می تواند تغییر شکل دهد، انتقال یابد، یا موجب انجام کار شود

انرژی نه به وجود می آید و نه نابود می شود، بلکه فقط از شکلی به شکل دیگر یا از جایی به جای دیگر تبدیل یا منتقل

می شود که به آن قانون پایستگی انرژی میگوییم

شکل های مهم انرژی:

۱. انرژی جنبشی: انرژی ناشی از حرکت (مانند توپ در حال پرواز).

۲. انرژی پتانسیل: انرژی ذخیره شده بر اثر موقعیت یا شرایط (مانند فنر فشرده یا جسم در ارتفاع)

بچه ها دقت کنید که ما در این فصل انرژی جنبشی حرکتی و پتانسیل گرانشی را زیر ذره بین قرار خواهیم داد

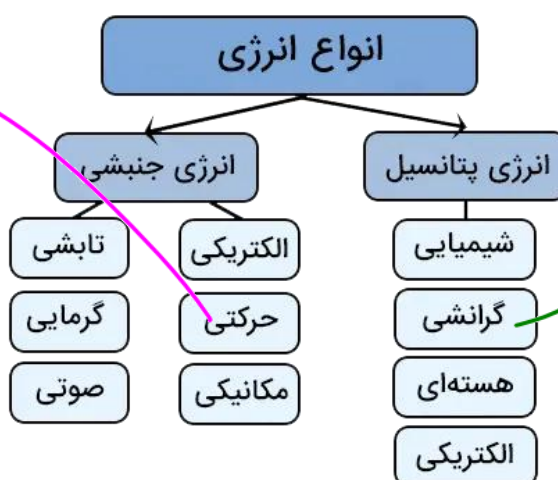
$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

↓
انرژی جنبشی
↓
ژول

جرم
↓
kg
(کلوگرم)

۳. در شکل زیر برخی از صور انرژی های معروف را مشاهده میکنید

متر بر ثانیه → $\frac{m}{s}$ → ثانیه



ارتفاع (m)
↓
متابه گرانشی
 $U = mgh$
↓
انرژی پتانسیل
↓
گرانشی
↓
ژول
↓
kg

انرژی جنبشی:

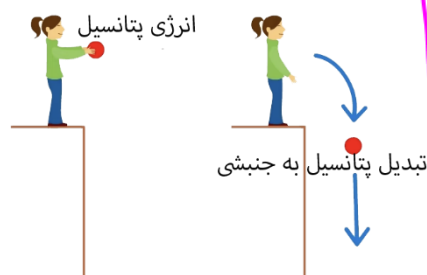
انرژی جنبشی انرژی ای است که جسم به علت **تندی** خود داراست. این انرژی برابر است با کاری که باید روی جسم انجام شود تا آن را از حالت سکون به سرعت فعلی اش برساند، یا کاری که جسم می تواند هنگام متوقف شدن انجام دهد.

انرژی جنبشی با جرم و با مجذور تندی رابطه مستقیم دارد و از فرمول زیر محاسبه میشود.

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

تندی $(\frac{m}{s})$
جرم (kg)
تبدیل تندی

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



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

تمرین ۱: اگر سرعت A، ۳ برابر سرعت B و تندی A، ۲ برابر تندی B باشد، انرژی جنبشی A چند برابر انرژی جنبشی B است؟

$$v_A = 3v_B$$

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = 1 \times 3^2 = 9$$

$$kg = \frac{g}{1000}$$

$$\frac{km}{h} \times \frac{10}{3600} = \frac{m}{s}$$

تمرین ۲: جسمی به جرم ۱۰۰ گرم با تندی $72 \frac{km}{h}$ در حرکت است

$$m = 100g = \frac{100}{1000} kg = \frac{1}{10} kg$$

الف: انرژی جنبشی چند ژول است؟

$$v = 72 \frac{km}{h} \times \frac{10}{3600} = 20 \frac{m}{s}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 20^2 = 20 J$$

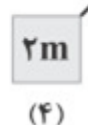
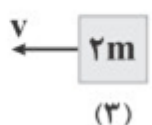
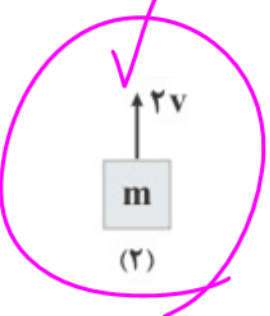
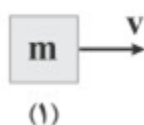
ب: اگر تندی جسم ۲۰ درصد افزایش یابد ولی جرم جسم ۲۰ درصد کاهش یابد انرژی جنبشی آن جسم چند ژول می شود؟

$$v_2 = \frac{120}{100} v_1 = \frac{120}{100} \times 20 = 24 \frac{m}{s}$$

$$K = \frac{1}{2} \times \frac{1}{100} \times 24^2 = 0.288 J$$

تمرین ۳: انرژی جنبشی کدام یک از اجسام زیر، از بقیه بیشتر است؟

$$K_3 = \frac{1}{2} \times 2m \times v^2 = 2 \left(\frac{1}{2}mv^2 \right)$$



$$K_1 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$K_2 = \frac{1}{2} \times m \times (2v)^2 = 2 \left(\frac{1}{2}mv^2 \right)$$

$$K_4 = \frac{1}{2} \times 2m \times v^2 = 2 \left(\frac{1}{2}mv^2 \right)$$

تست: جرم اتومبیلی m و تندی آن v است. اگر تندی اتومبیل ۶ متر بر ثانیه اضافه شود، انرژی جنبشی آن ۶۹ درصد

افزایش می یابد، v چند کیلومتر بر ساعت بوده است؟

$m \rightarrow v$

$v_r = v + 6$

$K_r = \frac{149}{100} K_1$

$\frac{K_r}{K_1} = \frac{m_r}{m_1} \times \left(\frac{v_r}{v_1}\right)^2 \rightarrow \frac{149}{100} = \frac{1}{1} \times \left(\frac{v+6}{v}\right)^2$

$\frac{149}{100} = \left(\frac{v+6}{v}\right)^2 \rightarrow \frac{149}{100} = \frac{v^2 + 12v + 36}{v^2}$

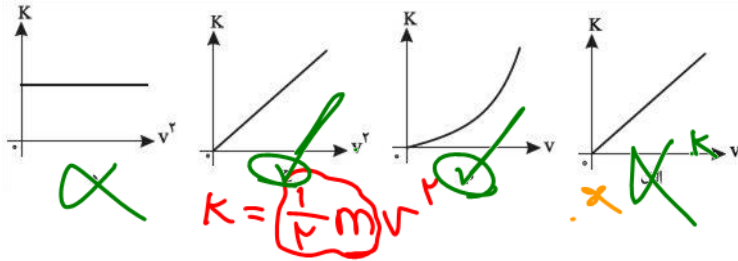
$149v^2 = 100v^2 + 1200v + 3600$

$49v^2 - 1200v - 3600 = 0$

$v = 12 \text{ m/s}$

$v = 12 \times \frac{18}{5} = 43.2 \text{ km/h}$

تست: از بین موارد زیر، کدام موارد انرژی جنبشی یک جسم را درست نشان می دهند؟



$K = \frac{1}{2} m v^2$

$K = 0 v$

(۱) الف و ج

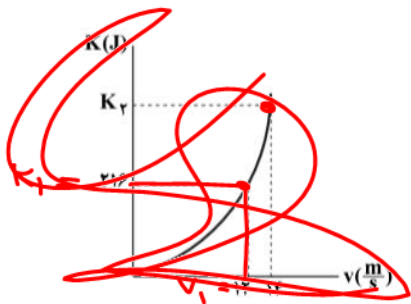
(۲) الف و د

(۳) ب و ج

(۴) ب و د

تست: نمودار انرژی جنبشی جسمی بر حسب تندی آن در شکل روبه رو رسم شده است. انرژی جنبشی ثانویه (K_2) چند

ژول است؟



$K_1 = 216$ $v_1 = 12 \text{ m/s}$

$K = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2$

$\frac{K_2}{216} = \left(\frac{3}{2}\right)^2$

$K_2 = 294 \text{ J}$

تست: در شکل مقابل، نمودار انرژی جنبشی جسمی به جرم ۵۰۰ گرم بر حسب تندی آن نشان داده شده است، مقدار

سرعت اولیه چندمتر بر ثانیه است؟

$m = \frac{500}{1000} = \frac{1}{2} \text{ kg}$

$v_1 = ?$

۵/۹ (۴)

۸/۵ (۳)

۷/۵ (۲)

۵/۵ (۱)

$K_2 = \frac{1}{2} m (v_1 + 4)^2$

$K_1 + 15 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} (v_1 + 4)^2$

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} v_1^2 + 15 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} (v_1 + 4)^2$

$\frac{1}{4} v_1^2 + 15 = \frac{1}{4} (v_1^2 + 8v_1 + 16)$

$\frac{1}{4} v_1^2 + 15 = \frac{1}{4} v_1^2 + 2v_1 + 4$

$11 = 2v_1$

$v_1 = 5.5 \text{ m/s}$

$v_1 = 1.5 \text{ m/s}$

$v_1 = 5.5 \text{ m/s}$

v_1

$v_2 = v_1 + 4$

K_1

$K_2 = K_1 + 15$

مفهوم کار در فیزیک

نیرو (N) ✓

هرگاه به یک جسم نیروی ثابت F وارد شود و جسم جابه‌جایی داشته باشد کار نیروی F بصورت :

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



$$0 \leq \theta < 90 \rightarrow W > 0$$

اگر نیرو هم جهت جابه‌جایی باشد $W = F \cdot d$

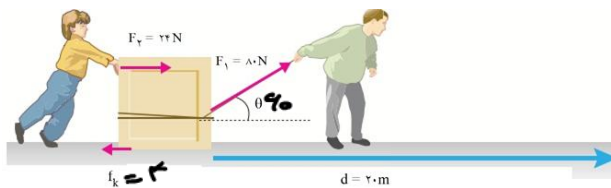
$$90 < \theta \leq 180 \rightarrow W < 0$$

اگر نیرو در خلاف جهت جابه‌جایی باشد $W = -F \cdot d$

$$\theta = 90 \rightarrow W = 0$$

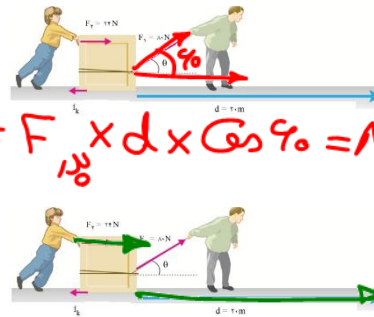
اگر نیرو عمود بر جابه‌جایی باشد $W = 0$

تمرین مهم: مطابق شکل، پدر و پسر در حال کشیدن یک جعبه سنگین به سمت راست هستند و زاویه نیروی پدر با افق 60° درجه است و نیروی اصطکاک 4 نیوتن است، اگر مجموعه 20 متر به سمت راست روی سطح افقی جلو رود محاسبه کنید:



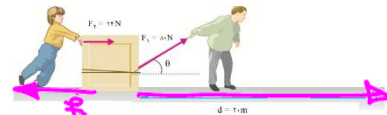
الف: کار نیروی پدر

$$W_{\text{پدر}} = F_F \times d \times \cos 60 = 22 \times 20 \times \frac{1}{2} = 220 \text{ ج}$$



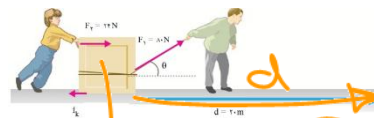
ب) کار نیروی پسر

$$W_{\text{پسر}} = F_S \times d \times \cos 30 = 10 \times 20 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 173.2 \text{ ج}$$



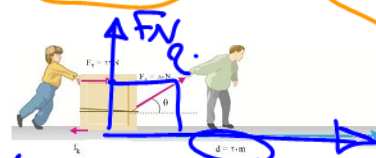
ج) کار نیروی اصطکاک

$$W_{\text{اصطکاک}} = f_k \times d \times \cos 180 = 4 \times 20 \times -1 = -80 \text{ ج}$$



د) کار نیروی وزن

$$W_{\text{وزن}} = F_N \times d \times \cos 90 = 0 \text{ ج}$$



و) کار نیروی عمود بر سطح

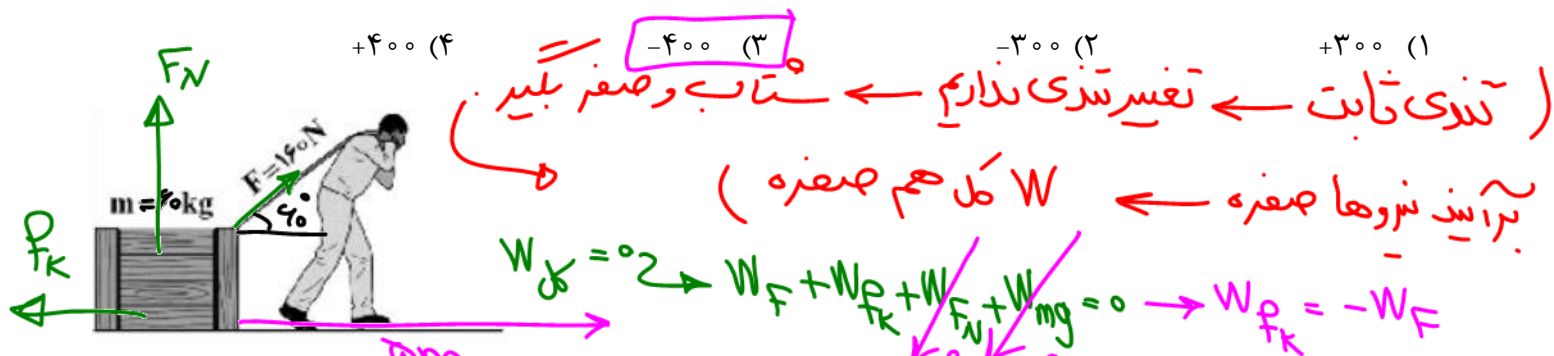
$$W_{F_N} = F_N \times d \times \cos 90 = 0 \text{ ج}$$

ی) کار کل

$$W_{\text{کل}} = W_{\text{پدر}} + W_{\text{پسر}} + W_{f_k} + W_{F_N} + W_{mg} = 220 + 173.2 + (-80) + 0 + 0 = 313.2 \text{ ج}$$

$$W_k = 0$$

تست: در شکل مقابل، راستای طناب با سطح افقی زاویه 60° درجه می سازد و شخص با تندی ثابت، صندوق را در مسیر مستقیم ۵ متر جلو می برد. کار نیروی اصطکاک که به صندوق وارد می شود، چند ژول است؟



۲ به جسمی به جرم 500 gr ، نیروی $F=8 \text{ N}$ وارد شده و جسم $4m$ جابه جا می شود کدام مقدار نمی تواند کار این نیرو باشد؟

۱ ☒ ۲ ☒ ۳ ☒ ۴ ☒ ۵ ☒ ۶ ☒ ۷ ☒ ۸ ☒ ۹ ☒ ۱۰ ☒ ۱۱ ☒ ۱۲ ☒ ۱۳ ☒ ۱۴ ☒ ۱۵ ☒ ۱۶ ☒ ۱۷ ☒ ۱۸ ☒ ۱۹ ☒ ۲۰ ☒ ۲۱ ☒ ۲۲ ☒ ۲۳ ☒ ۲۴ ☒ ۲۵ ☒ ۲۶ ☒ ۲۷ ☒ ۲۸ ☒ ۲۹ ☒ ۳۰ ☒ ۳۱ ☒ ۳۲ ☒ ۳۳ ☒ ۳۴ ☒ ۳۵ ☒ ۳۶ ☒ ۳۷ ☒ ۳۸ ☒ ۳۹ ☒ ۴۰ ☒ ۴۱ ☒ ۴۲ ☒ ۴۳ ☒ ۴۴ ☒ ۴۵ ☒ ۴۶ ☒ ۴۷ ☒ ۴۸ ☒ ۴۹ ☒ ۵۰ ☒ ۵۱ ☒ ۵۲ ☒ ۵۳ ☒ ۵۴ ☒ ۵۵ ☒ ۵۶ ☒ ۵۷ ☒ ۵۸ ☒ ۵۹ ☒ ۶۰ ☒ ۶۱ ☒ ۶۲ ☒ ۶۳ ☒ ۶۴ ☒ ۶۵ ☒ ۶۶ ☒ ۶۷ ☒ ۶۸ ☒ ۶۹ ☒ ۷۰ ☒ ۷۱ ☒ ۷۲ ☒ ۷۳ ☒ ۷۴ ☒ ۷۵ ☒ ۷۶ ☒ ۷۷ ☒ ۷۸ ☒ ۷۹ ☒ ۸۰ ☒ ۸۱ ☒ ۸۲ ☒ ۸۳ ☒ ۸۴ ☒ ۸۵ ☒ ۸۶ ☒ ۸۷ ☒ ۸۸ ☒ ۸۹ ☒ ۹۰ ☒ ۹۱ ☒ ۹۲ ☒ ۹۳ ☒ ۹۴ ☒ ۹۵ ☒ ۹۶ ☒ ۹۷ ☒ ۹۸ ☒ ۹۹ ☒ ۱۰۰ ☒ ۱۰۱ ☒ ۱۰۲ ☒ ۱۰۳ ☒ ۱۰۴ ☒ ۱۰۵ ☒ ۱۰۶ ☒ ۱۰۷ ☒ ۱۰۸ ☒ ۱۰۹ ☒ ۱۱۰ ☒ ۱۱۱ ☒ ۱۱۲ ☒ ۱۱۳ ☒ ۱۱۴ ☒ ۱۱۵ ☒ ۱۱۶ ☒ ۱۱۷ ☒ ۱۱۸ ☒ ۱۱۹ ☒ ۱۲۰ ☒ ۱۲۱ ☒ ۱۲۲ ☒ ۱۲۳ ☒ ۱۲۴ ☒ ۱۲۵ ☒ ۱۲۶ ☒ ۱۲۷ ☒ ۱۲۸ ☒ ۱۲۹ ☒ ۱۳۰ ☒ ۱۳۱ ☒ ۱۳۲ ☒ ۱۳۳ ☒ ۱۳۴ ☒ ۱۳۵ ☒ ۱۳۶ ☒ ۱۳۷ ☒ ۱۳۸ ☒ ۱۳۹ ☒ ۱۴۰ ☒ ۱۴۱ ☒ ۱۴۲ ☒ ۱۴۳ ☒ ۱۴۴ ☒ ۱۴۵ ☒ ۱۴۶ ☒ ۱۴۷ ☒ ۱۴۸ ☒ ۱۴۹ ☒ ۱۵۰ ☒ ۱۵۱ ☒ ۱۵۲ ☒ ۱۵۳ ☒ ۱۵۴ ☒ ۱۵۵ ☒ ۱۵۶ ☒ ۱۵۷ ☒ ۱۵۸ ☒ ۱۵۹ ☒ ۱۶۰ ☒ ۱۶۱ ☒ ۱۶۲ ☒ ۱۶۳ ☒ ۱۶۴ ☒ ۱۶۵ ☒ ۱۶۶ ☒ ۱۶۷ ☒ ۱۶۸ ☒ ۱۶۹ ☒ ۱۷۰ ☒ ۱۷۱ ☒ ۱۷۲ ☒ ۱۷۳ ☒ ۱۷۴ ☒ ۱۷۵ ☒ ۱۷۶ ☒ ۱۷۷ ☒ ۱۷۸ ☒ ۱۷۹ ☒ ۱۸۰ ☒ ۱۸۱ ☒ ۱۸۲ ☒ ۱۸۳ ☒ ۱۸۴ ☒ ۱۸۵ ☒ ۱۸۶ ☒ ۱۸۷ ☒ ۱۸۸ ☒ ۱۸۹ ☒ ۱۹۰ ☒ ۱۹۱ ☒ ۱۹۲ ☒ ۱۹۳ ☒ ۱۹۴ ☒ ۱۹۵ ☒ ۱۹۶ ☒ ۱۹۷ ☒ ۱۹۸ ☒ ۱۹۹ ☒ ۲۰۰ ☒ ۲۰۱ ☒ ۲۰۲ ☒ ۲۰۳ ☒ ۲۰۴ ☒ ۲۰۵ ☒ ۲۰۶ ☒ ۲۰۷ ☒ ۲۰۸ ☒ ۲۰۹ ☒ ۲۱۰ ☒ ۲۱۱ ☒ ۲۱۲ ☒ ۲۱۳ ☒ ۲۱۴ ☒ ۲۱۵ ☒ ۲۱۶ ☒ ۲۱۷ ☒ ۲۱۸ ☒ ۲۱۹ ☒ ۲۲۰ ☒ ۲۲۱ ☒ ۲۲۲ ☒ ۲۲۳ ☒ ۲۲۴ ☒ ۲۲۵ ☒ ۲۲۶ ☒ ۲۲۷ ☒ ۲۲۸ ☒ ۲۲۹ ☒ ۲۳۰ ☒ ۲۳۱ ☒ ۲۳۲ ☒ ۲۳۳ ☒ ۲۳۴ ☒ ۲۳۵ ☒ ۲۳۶ ☒ ۲۳۷ ☒ ۲۳۸ ☒ ۲۳۹ ☒ ۲۴۰ ☒ ۲۴۱ ☒ ۲۴۲ ☒ ۲۴۳ ☒ ۲۴۴ ☒ ۲۴۵ ☒ ۲۴۶ ☒ ۲۴۷ ☒ ۲۴۸ ☒ ۲۴۹ ☒ ۲۵۰ ☒ ۲۵۱ ☒ ۲۵۲ ☒ ۲۵۳ ☒ ۲۵۴ ☒ ۲۵۵ ☒ ۲۵۶ ☒ ۲۵۷ ☒ ۲۵۸ ☒ ۲۵۹ ☒ ۲۶۰ ☒ ۲۶۱ ☒ ۲۶۲ ☒ ۲۶۳ ☒ ۲۶۴ ☒ ۲۶۵ ☒ ۲۶۶ ☒ ۲۶۷ ☒ ۲۶۸ ☒ ۲۶۹ ☒ ۲۷۰ ☒ ۲۷۱ ☒ ۲۷۲ ☒ ۲۷۳ ☒ ۲۷۴ ☒ ۲۷۵ ☒ ۲۷۶ ☒ ۲۷۷ ☒ ۲۷۸ ☒ ۲۷۹ ☒ ۲۸۰ ☒ ۲۸۱ ☒ ۲۸۲ ☒ ۲۸۳ ☒ ۲۸۴ ☒ ۲۸۵ ☒ ۲۸۶ ☒ ۲۸۷ ☒ ۲۸۸ ☒ ۲۸۹ ☒ ۲۹۰ ☒ ۲۹۱ ☒ ۲۹۲ ☒ ۲۹۳ ☒ ۲۹۴ ☒ ۲۹۵ ☒ ۲۹۶ ☒ ۲۹۷ ☒ ۲۹۸ ☒ ۲۹۹ ☒ ۳۰۰ ☒ ۳۰۱ ☒ ۳۰۲ ☒ ۳۰۳ ☒ ۳۰۴ ☒ ۳۰۵ ☒ ۳۰۶ ☒ ۳۰۷ ☒ ۳۰۸ ☒ ۳۰۹ ☒ ۳۱۰ ☒ ۳۱۱ ☒ ۳۱۲ ☒ ۳۱۳ ☒ ۳۱۴ ☒ ۳۱۵ ☒ ۳۱۶ ☒ ۳۱۷ ☒ ۳۱۸ ☒ ۳۱۹ ☒ ۳۲۰ ☒ ۳۲۱ ☒ ۳۲۲ ☒ ۳۲۳ ☒ ۳۲۴ ☒ ۳۲۵ ☒ ۳۲۶ ☒ ۳۲۷ ☒ ۳۲۸ ☒ ۳۲۹ ☒ ۳۳۰ ☒ ۳۳۱ ☒ ۳۳۲ ☒ ۳۳۳ ☒ ۳۳۴ ☒ ۳۳۵ ☒ ۳۳۶ ☒ ۳۳۷ ☒ ۳۳۸ ☒ ۳۳۹ ☒ ۳۴۰ ☒ ۳۴۱ ☒ ۳۴۲ ☒ ۳۴۳ ☒ ۳۴۴ ☒ ۳۴۵ ☒ ۳۴۶ ☒ ۳۴۷ ☒ ۳۴۸ ☒ ۳۴۹ ☒ ۳۵۰ ☒ ۳۵۱ ☒ ۳۵۲ ☒ ۳۵۳ ☒ ۳۵۴ ☒ ۳۵۵ ☒ ۳۵۶ ☒ ۳۵۷ ☒ ۳۵۸ ☒ ۳۵۹ ☒ ۳۶۰ ☒ ۳۶۱ ☒ ۳۶۲ ☒ ۳۶۳ ☒ ۳۶۴ ☒ ۳۶۵ ☒ ۳۶۶ ☒ ۳۶۷ ☒ ۳۶۸ ☒ ۳۶۹ ☒ ۳۷۰ ☒ ۳۷۱ ☒ ۳۷۲ ☒ ۳۷۳ ☒ ۳۷۴ ☒ ۳۷۵ ☒ ۳۷۶ ☒ ۳۷۷ ☒ ۳۷۸ ☒ ۳۷۹ ☒ ۳۸۰ ☒ ۳۸۱ ☒ ۳۸۲ ☒ ۳۸۳ ☒ ۳۸۴ ☒ ۳۸۵ ☒ ۳۸۶ ☒ ۳۸۷ ☒ ۳۸۸ ☒ ۳۸۹ ☒ ۳۹۰ ☒ ۳۹۱ ☒ ۳۹۲ ☒ ۳۹۳ ☒ ۳۹۴ ☒ ۳۹۵ ☒ ۳۹۶ ☒ ۳۹۷ ☒ ۳۹۸ ☒ ۳۹۹ ☒ ۴۰۰ ☒ ۴۰۱ ☒ ۴۰۲ ☒ ۴۰۳ ☒ ۴۰۴ ☒ ۴۰۵ ☒ ۴۰۶ ☒ ۴۰۷ ☒ ۴۰۸ ☒ ۴۰۹ ☒ ۴۱۰ ☒ ۴۱۱ ☒ ۴۱۲ ☒ ۴۱۳ ☒ ۴۱۴ ☒ ۴۱۵ ☒ ۴۱۶ ☒ ۴۱۷ ☒ ۴۱۸ ☒ ۴۱۹ ☒ ۴۲۰ ☒ ۴۲۱ ☒ ۴۲۲ ☒ ۴۲۳ ☒ ۴۲۴ ☒ ۴۲۵ ☒ ۴۲۶ ☒ ۴۲۷ ☒ ۴۲۸ ☒ ۴۲۹ ☒ ۴۳۰ ☒ ۴۳۱ ☒ ۴۳۲ ☒ ۴۳۳ ☒ ۴۳۴ ☒ ۴۳۵ ☒ ۴۳۶ ☒ ۴۳۷ ☒ ۴۳۸ ☒ ۴۳۹ ☒ ۴۴۰ ☒ ۴۴۱ ☒ ۴۴۲ ☒ ۴۴۳ ☒ ۴۴۴ ☒ ۴۴۵ ☒ ۴۴۶ ☒ ۴۴۷ ☒ ۴۴۸ ☒ ۴۴۹ ☒ ۴۵۰ ☒ ۴۵۱ ☒ ۴۵۲ ☒ ۴۵۳ ☒ ۴۵۴ ☒ ۴۵۵ ☒ ۴۵۶ ☒ ۴۵۷ ☒ ۴۵۸ ☒ ۴۵۹ ☒ ۴۶۰ ☒ ۴۶۱ ☒ ۴۶۲ ☒ ۴۶۳ ☒ ۴۶۴ ☒ ۴۶۵ ☒ ۴۶۶ ☒ ۴۶۷ ☒ ۴۶۸ ☒ ۴۶۹ ☒ ۴۷۰ ☒ ۴۷۱ ☒ ۴۷۲ ☒ ۴۷۳ ☒ ۴۷۴ ☒ ۴۷۵ ☒ ۴۷۶ ☒ ۴۷۷ ☒ ۴۷۸ ☒ ۴۷۹ ☒ ۴۸۰ ☒ ۴۸۱ ☒ ۴۸۲ ☒ ۴۸۳ ☒ ۴۸۴ ☒ ۴۸۵ ☒ ۴۸۶ ☒ ۴۸۷ ☒ ۴۸۸ ☒ ۴۸۹ ☒ ۴۹۰ ☒ ۴۹۱ ☒ ۴۹۲ ☒ ۴۹۳ ☒ ۴۹۴ ☒ ۴۹۵ ☒ ۴۹۶ ☒ ۴۹۷ ☒ ۴۹۸ ☒ ۴۹۹ ☒ ۵۰۰ ☒ ۵۰۱ ☒ ۵۰۲ ☒ ۵۰۳ ☒ ۵۰۴ ☒ ۵۰۵ ☒ ۵۰۶ ☒ ۵۰۷ ☒ ۵۰۸ ☒ ۵۰۹ ☒ ۵۱۰ ☒ ۵۱۱ ☒ ۵۱۲ ☒ ۵۱۳ ☒ ۵۱۴ ☒ ۵۱۵ ☒ ۵۱۶ ☒ ۵۱۷ ☒ ۵۱۸ ☒ ۵۱۹ ☒ ۵۲۰ ☒ ۵۲۱ ☒ ۵۲۲ ☒ ۵۲۳ ☒ ۵۲۴ ☒ ۵۲۵ ☒ ۵۲۶ ☒ ۵۲۷ ☒ ۵۲۸ ☒ ۵۲۹ ☒ ۵۳۰ ☒ ۵۳۱ ☒ ۵۳۲ ☒ ۵۳۳ ☒ ۵۳۴ ☒ ۵۳۵ ☒ ۵۳۶ ☒ ۵۳۷ ☒ ۵۳۸ ☒ ۵۳۹ ☒ ۵۴۰ ☒ ۵۴۱ ☒ ۵۴۲ ☒ ۵۴۳ ☒ ۵۴۴ ☒ ۵۴۵ ☒ ۵۴۶ ☒ ۵۴۷ ☒ ۵۴۸ ☒ ۵۴۹ ☒ ۵۵۰ ☒ ۵۵۱ ☒ ۵۵۲ ☒ ۵۵۳ ☒ ۵۵۴ ☒ ۵۵۵ ☒ ۵۵۶ ☒ ۵۵۷ ☒ ۵۵۸ ☒ ۵۵۹ ☒ ۵۶۰ ☒ ۵۶۱ ☒ ۵۶۲ ☒ ۵۶۳ ☒ ۵۶۴ ☒ ۵۶۵ ☒ ۵۶۶ ☒ ۵۶۷ ☒ ۵۶۸ ☒ ۵۶۹ ☒ ۵۷۰ ☒ ۵۷۱ ☒ ۵۷۲ ☒ ۵۷۳ ☒ ۵۷۴ ☒ ۵۷۵ ☒ ۵۷۶ ☒ ۵۷۷ ☒ ۵۷۸ ☒ ۵۷۹ ☒ ۵۸۰ ☒ ۵۸۱ ☒ ۵۸۲ ☒ ۵۸۳ ☒ ۵۸۴ ☒ ۵۸۵ ☒ ۵۸۶ ☒ ۵۸۷ ☒ ۵۸۸ ☒ ۵۸۹ ☒ ۵۹۰ ☒ ۵۹۱ ☒ ۵۹۲ ☒ ۵۹۳ ☒ ۵۹۴ ☒ ۵۹۵ ☒ ۵۹۶ ☒ ۵۹۷ ☒ ۵۹۸ ☒ ۵۹۹ ☒ ۶۰۰ ☒ ۶۰۱ ☒ ۶۰۲ ☒ ۶۰۳ ☒ ۶۰۴ ☒ ۶۰۵ ☒ ۶۰۶ ☒ ۶۰۷ ☒ ۶۰۸ ☒ ۶۰۹ ☒ ۶۱۰ ☒ ۶۱۱ ☒ ۶۱۲ ☒ ۶۱۳ ☒ ۶۱۴ ☒ ۶۱۵ ☒ ۶۱۶ ☒ ۶۱۷ ☒ ۶۱۸ ☒ ۶۱۹ ☒ ۶۲۰ ☒ ۶۲۱ ☒ ۶۲۲ ☒ ۶۲۳ ☒ ۶۲۴ ☒ ۶۲۵ ☒ ۶۲۶ ☒ ۶۲۷ ☒ ۶۲۸ ☒ ۶۲۹ ☒ ۶۳۰ ☒ ۶۳۱ ☒ ۶۳۲ ☒ ۶۳۳ ☒ ۶۳۴ ☒ ۶۳۵ ☒ ۶۳۶ ☒ ۶۳۷ ☒ ۶۳۸ ☒ ۶۳۹ ☒ ۶۴۰ ☒ ۶۴۱ ☒ ۶۴۲ ☒ ۶۴۳ ☒ ۶۴۴ ☒ ۶۴۵ ☒ ۶۴۶ ☒ ۶۴۷ ☒ ۶۴۸ ☒ ۶۴۹ ☒ ۶۵۰ ☒ ۶۵۱ ☒ ۶۵۲ ☒ ۶۵۳ ☒ ۶۵۴ ☒ ۶۵۵ ☒ ۶۵۶ ☒ ۶۵۷ ☒ ۶۵۸ ☒ ۶۵۹ ☒ ۶۶۰ ☒ ۶۶۱ ☒ ۶۶۲ ☒ ۶۶۳ ☒ ۶۶۴ ☒ ۶۶۵ ☒ ۶۶۶ ☒ ۶۶۷ ☒ ۶۶۸ ☒ ۶۶۹ ☒ ۶۷۰ ☒ ۶۷۱ ☒ ۶۷۲ ☒ ۶۷۳ ☒ ۶۷۴ ☒ ۶۷۵ ☒ ۶۷۶ ☒ ۶۷۷ ☒ ۶۷۸ ☒ ۶۷۹ ☒ ۶۸۰ ☒ ۶۸۱ ☒ ۶۸۲ ☒ ۶۸۳ ☒ ۶۸۴ ☒ ۶۸۵ ☒ ۶۸۶ ☒ ۶۸۷ ☒ ۶۸۸ ☒ ۶۸۹ ☒ ۶۹۰ ☒ ۶۹۱ ☒ ۶۹۲ ☒ ۶۹۳ ☒ ۶۹۴ ☒ ۶۹۵ ☒ ۶۹۶ ☒ ۶۹۷ ☒ ۶۹۸ ☒ ۶۹۹ ☒ ۷۰۰ ☒ ۷۰۱ ☒ ۷۰۲ ☒ ۷۰۳ ☒ ۷۰۴ ☒ ۷۰۵ ☒ ۷۰۶ ☒ ۷۰۷ ☒ ۷۰۸ ☒ ۷۰۹ ☒ ۷۱۰ ☒ ۷۱۱ ☒ ۷۱۲ ☒ ۷۱۳ ☒ ۷۱۴ ☒ ۷۱۵ ☒ ۷۱۶ ☒ ۷۱۷ ☒ ۷۱۸ ☒ ۷۱۹ ☒ ۷۲۰ ☒ ۷۲۱ ☒ ۷۲۲ ☒ ۷۲۳ ☒ ۷۲۴ ☒ ۷۲۵ ☒ ۷۲۶ ☒ ۷۲۷ ☒ ۷۲۸ ☒ ۷۲۹ ☒ ۷۳۰ ☒ ۷۳۱ ☒ ۷۳۲ ☒ ۷۳۳ ☒ ۷۳۴ ☒ ۷۳۵ ☒ ۷۳۶ ☒ ۷۳۷ ☒ ۷۳۸ ☒ ۷۳۹ ☒ ۷۴۰ ☒ ۷۴۱ ☒ ۷۴۲ ☒ ۷۴۳ ☒ ۷۴۴ ☒ ۷۴۵ ☒ ۷۴۶ ☒ ۷۴۷ ☒ ۷۴۸ ☒ ۷۴۹ ☒ ۷۵۰ ☒ ۷۵۱ ☒ ۷۵۲ ☒ ۷۵۳ ☒ ۷۵۴ ☒ ۷۵۵ ☒ ۷۵۶ ☒ ۷۵۷ ☒ ۷۵۸ ☒ ۷۵۹ ☒ ۷۶۰ ☒ ۷۶۱ ☒ ۷۶۲ ☒ ۷۶۳ ☒ ۷۶۴ ☒ ۷۶۵ ☒ ۷۶۶ ☒ ۷۶۷ ☒ ۷۶۸ ☒ ۷۶۹ ☒ ۷۷۰ ☒ ۷۷۱ ☒ ۷۷۲ ☒ ۷۷۳ ☒ ۷۷۴ ☒ ۷۷۵ ☒ ۷۷۶ ☒ ۷۷۷ ☒ ۷۷۸ ☒ ۷۷۹ ☒ ۷۸۰ ☒ ۷۸۱ ☒ ۷۸۲ ☒ ۷۸۳ ☒ ۷۸۴ ☒ ۷۸۵ ☒ ۷۸۶ ☒ ۷۸۷ ☒ ۷۸۸ ☒ ۷۸۹ ☒ ۷۹۰ ☒ ۷۹۱ ☒ ۷۹۲ ☒ ۷۹۳ ☒ ۷۹۴ ☒ ۷۹۵ ☒ ۷۹۶ ☒ ۷۹۷ ☒ ۷۹۸ ☒ ۷۹۹ ☒ ۸۰۰ ☒ ۸۰۱ ☒ ۸۰۲ ☒ ۸۰۳ ☒ ۸۰۴ ☒ ۸۰۵ ☒

نکته: در محاسبه کار کل، اگر بیش از یک نیرو در راستای حرکت به یک جسم وارد شود میتوانیم ابتدا نیروی خالص را

محاسبه کنیم سپس در جابه جایی ضرب کنیم

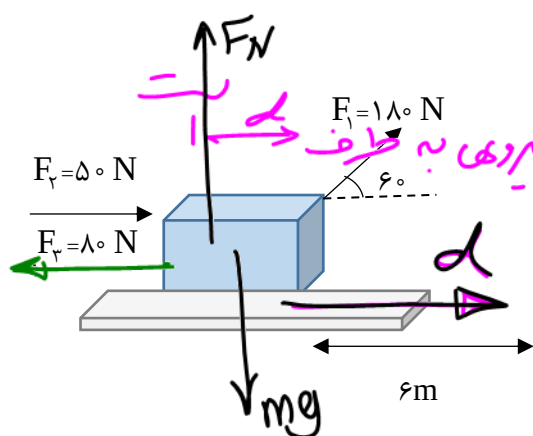
$$w_T = F \cdot d \rightarrow w_T = mad$$

توجه کنید که اگر تندی حرکت در حال افزایش باشد a مثبت و اگر تندی حرکت در حال کاهش باشد a منفی در رابطه قرار می گیرد .

نکته : اگر به جسمی چندین نیرو وارد شود ، کار کل را می توان به سه روش زیر محاسبه کرد .

$$W_{\text{کل}} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \quad w_{\text{کل}} = w_1 + w_2 + \dots \quad w_{\text{کل}} = mad$$

در مورد فرمول سوم جلوتر بررسی بیشتر انجام خواهیم داد



۸ در شکل ، جرم جسم 20 Kg است .

الف- کار هم نیروها را به دست آورید ؟

$$W_{F_1} = 180 \times 9 \times \cos 60 = 180 \times 9 \times \frac{1}{2} = 810 \text{ J}$$

$$W_{F_2} = 50 \times 9 \times \cos 180 = -450 \text{ J}$$

$$W_{F_3} = 10 \times 9 \times \cos 180 = -90 \text{ J}$$

زیرا زاویه 90° است
جابه جایی

$$W_{mg} = 0$$

$$W_{F_N} = 0$$

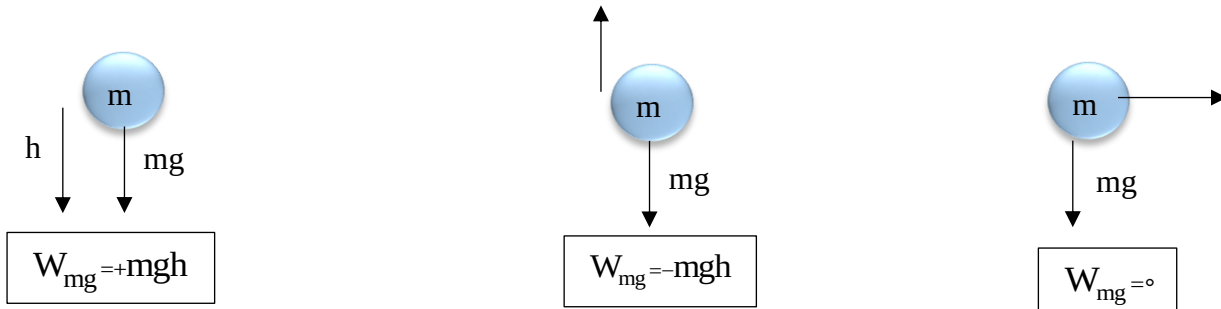
ب- کار کل چند ژول است ؟

$$W_{\text{کل}} = 810 + 200 - 410 = 810 - 210 = 600 \text{ J}$$

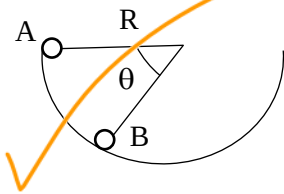
* کار نیروی وزن :

کار نیروی وزن را می توان مانند تمام نیروها از رابطه اصلی کار حساب کرد اما راه های تستی زیر را هم بلد باشید تا با سرعت بیشتری تستها را حل کنید!

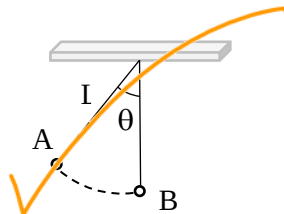
ضمناً کار نیروی وزن به اختلاف ارتفاع نقطه های اول و آخر حرکت بستگی داشته و به مسیر حرکت به این دو نقطه بستگی ندارد .



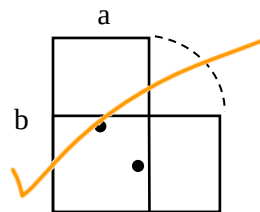
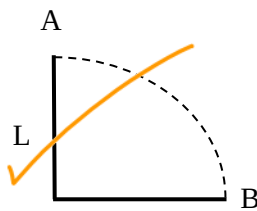
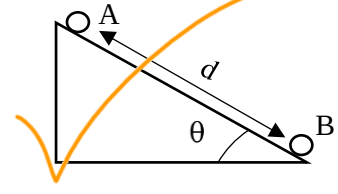
اگر جسم رو به پایین جابه جا شود



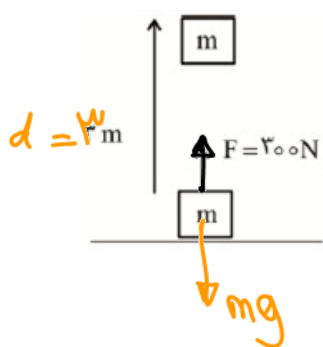
اگر جسم رو به بالا جابه جا شود



اگر جسم روی سطح افق جابه جا شود



تمرین: مطابق شکل زیر با وارد کردن نیروی عمودی F جرم 20 کیلوگرمی را 3 متر به طرف بالا منتقل می کنیم.



$$W_F = 300 \times 3 \times 100\% = 900 \text{ J}$$

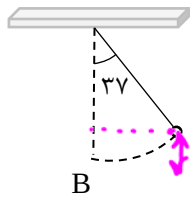
الف: کار نیروی F

ب: کار نیروی وزن

$$W_{mg} = -mgh = -20 \times 10 \times 3$$

$$W_{mg} = -900 \text{ J}$$

۶ گلوله ای به جرم ۲ Kg از آونگی به طول ۲ m مطابق شکل آویزان است. در جابه جایی گلوله از A تا B، کار نیروی وزن



چند ژول بیشتر از کار نیروی کشش طناب می باشد؟ $(\cos 37^\circ = 0.8, g = 10 \frac{m}{s^2})$

$$h = L(1 - \cos \theta) = 2(1 - 0.8) = 0.4$$

۴

۸

۱۶

۶

۲

۴

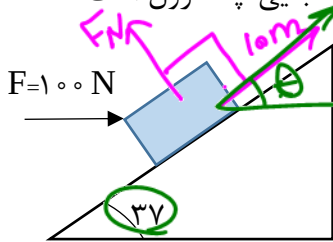
۱

$$W_T = 0$$

$$W_{mg} = +mgh = +2 \times 10 \times 0.4 = +8 \text{ J}$$

$$h = L(1 - \cos \theta) = 2(1 - 0.8) = 0.4$$

۱۱ مطابق شکل، نیروی ۱۰۰ N به موازات سطح افق به جسم ۶ Kg وارد شده و آن را ۱۰ m روی سطح شیبدار به سمت بالا جابه جا می کند. اگر از همه نیروهای اتلافی صرف نظر شود، کار نیروی برآیند در این جابه جایی چند ژول است؟



$$\sin 37^\circ = \frac{h}{10} \Rightarrow h = 6$$

$$W_F = F \cdot d \cdot \cos \theta = 100 \times 10 \times \cos 37^\circ = 800$$

$$W_{mg} = -mgh = -6 \times 10 \times 6 = -360$$

$$W_k = 800 - 360 = 440$$

$$W_F = F \cdot d \cdot \cos \theta = 100 \times 10 \times \cos 37^\circ = +800 \text{ J}$$

$$W_{mg} = -mgh = -6 \times 10 \times 6 = -360 \text{ J}$$

$$W_k = 800 - 360 = 440 \text{ J}$$

تمرین: شخصی به جرم ۶۰ Kg درون آسانسور ساکنی قرار دارد و آسانسور با شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ روبه بالا شروع به حرکت

می کند پس از ۲۰ متر جابه جایی

الف: کار نیروی عمود بر سطح

$$W_{F_N} = 120 \times 20 \times \cos 90^\circ = 0$$

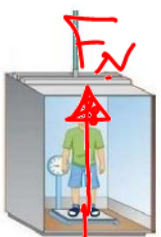
ب: کار نیروی وزن

$$W_{mg} = -mgh = -60 \times 10 \times 20 = -12000 \text{ J}$$

ج: کار کل

$$W_k = 0 - 12000 = -12000 \text{ J}$$

$$= 12000 \text{ J}$$



$$F_N - mg = ma$$

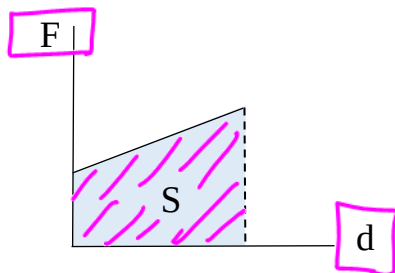
$$F_N - 60 \times 10 = 60 \times 2$$

$$F_N = 1200 \text{ N}$$

$$F_N = 1200 \text{ N}$$

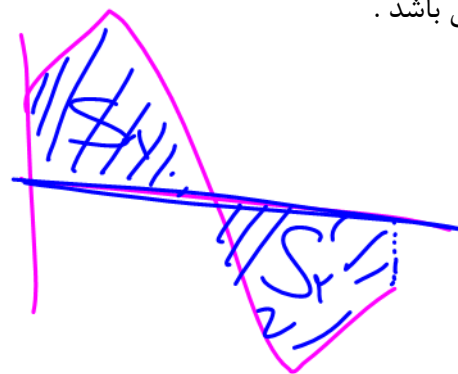
کار نیروی غیر ثابت : اگر نمودار نیروی F بر حسب جابه‌جایی را داشتیم ، یادتان باشد که مساحت زیر نمودار نشان دهنده

کار می باشد .



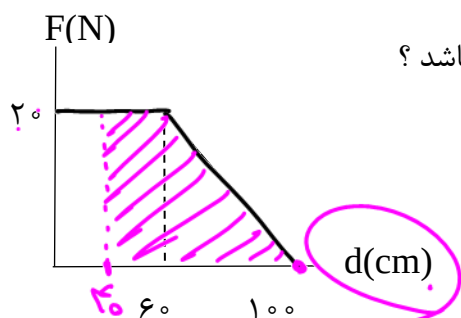
$$W = S$$

نمودار



۷ جسمی روی سطح افقی ساکن است . بر اثر نیروی F جسم شروع به حرکت می کند و نمودار نیرو بر حسب جابه‌جایی آن

مطابق شکل است . کار نیروی F در جابه‌جایی از 40 cm تا 100 cm چند ژول می باشد ؟



۸۰ ۴

۱۶۰ ۳

۸ ۲

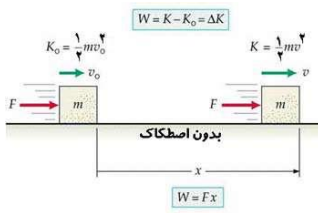
۱۶ ۱

$$S_{\text{وزن}} = \left(\frac{20}{100} + \frac{0}{100} \right) \times 100$$

$$S = \frac{10}{100} \times 100 = 10 \quad W = S = 10 \text{ J}$$

قضیه کار و انرژی :

قضیه کار و انرژی بیان می کند که کار کل انجام شده روی یک جسم برابر با تغییر انرژی جنبشی آن جسم است.



قضیه کار و انرژی به صورت زیر نوشته می شود:

$$W_{\text{کل}} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

در مسأله
بازرسی

حرف زد

دقت کنید که:

منظور از کار کل، مجموع کارهای انجام شده توسط تمام نیروهای وارد بر جسم است.

همچنین اگر نیرو در جهت جابجایی باشد، کار مثبت و انرژی جنبشی افزایش می یابد. اگر نیرو در خلاف جهت جابجایی باشد، کار منفی و انرژی جنبشی کاهش می یابد.

$$W_F + W_{F_k} + W_{F_D} + W_{F_N} + W_{mg} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

مثال بسیار مهم:

۱۸ جرم چتربازی ۶۰ کیلوگرم و جرم چترش ۲۰ کیلوگرم است و از بالونی ساکن، در ارتفاع ۸۰۰ متری بدون تندی اولیه به بیرون حرکت میکند و با تندی ۵ متر بر ثانیه به زمین میرسد کار نیروی مقاومت هوا را بدست آوردید؟

$$v_i = 0$$

$$v_f = 5 \frac{m}{s}$$

$$W_{mg} + W_{F_D} = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$$

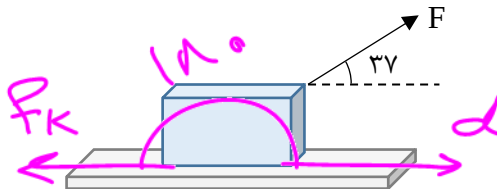


$$+ 10 \times 10 \times 800 + W_{F_D} = \frac{1}{2} \times 80 \times (25 - 0)$$

$$940000 + W_{F_D} = 1000 \rightarrow W_{F_D} = -940000 + 1000$$

$$W_{F_D} = -939000 \text{ J}$$

۱۹ مطابق شکل جعبه ای به جرم ۶ Kg با نیروی ثابت $F = 100 \text{ N}$ را روی زمین می کشیم. اگر $f_k = 20 \text{ N}$ باشد پس از



$$(\cos 37^\circ = 4/5)$$

چند متر جابه جایی تندی جسم از $\frac{m}{s}$ به $2 \frac{m}{s}$ می رسد؟

۰/۳ ۴

۰/۴ ۳

۰/۲

۰/۱

۱

$$W_F = F \times d \times \cos 37^\circ = 100 \times d \times \frac{4}{5} = 80d$$

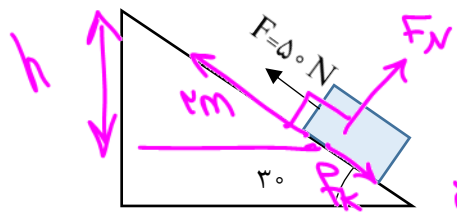
$$W_{f_k} = f_k \times d \times \cos 180^\circ = 20 \times d \times -1 = -20d$$

$$10d - 20d = \frac{1}{2} \times 6 \times (4 - 0)$$

$$90d = 12 \times 4$$

$$d = \frac{12 \times 4}{90} = 0.53 \text{ m}$$

۲۰ روی سطح شیبدار، نیروی F جعبه ای به جرم 4 Kg را از سرعت $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ در طول سطح، 2 m به طرف بالا می برد و



سرعت آن به $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ می رساند. کار نیروی اصطکاک چند ژول بوده است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

$$W_F + W_{f_k} + W_{mg} = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

$$W_{F_N} = 0$$

$$50 \times 2 \times 1 + W_{f_k} - 4 \times 10 \times 1 = \frac{1}{2} \times 4 \times (36 - 100)$$

$$100 + W_{f_k} - 40 = 2x - 94 \rightarrow$$

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{2} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{h}{2} \rightarrow h = 1 \text{ m}$$

۲۱ برای آنکه تندی توپی از صفر به 3.71 برسد باید کل کار انجام شده روی آن 1800 J شود. اگر تندی توپ از $4v_1$ به $5v_1$

$$\frac{1}{2} m (9v_1^2 - 0) = 1800$$

تغییر کند، کار انجام شده روی آن چند ژول می شود؟

$$m v_1^2 = 400$$

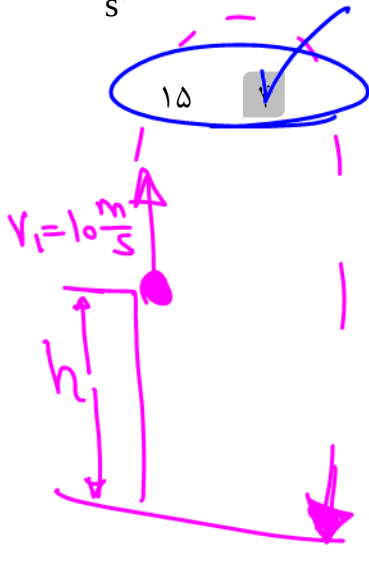
$$\frac{1}{2} m (25v_1^2 - 16v_1^2) = W_p$$

$$\frac{1}{2} m 9v_1^2 = W_p$$

$$\frac{9}{2} \times 400 = W_p \rightarrow W_p = 1800$$

۲۲ جسمی به جرم 200 g در ارتفاع h از سطح زمین با تندی $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به بالا پرتاب می شود و با تندی $18 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به سطح

زمین می رسد. اگر کار نیروی مقاومت هوا از لحظه پرتاب تا رسیدن به زمین $7/6 \text{ J}$ باشد، h چند متر بوده است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$



رئیا در نهایت رفته پایین

$$\frac{1}{2} \times \frac{200}{1000} \times (324 - 100) = W_{f_D} + W_{mg}$$

کار نیروی الکتریکی منفی است (-7.6)

$$\frac{1}{10} (224) = -7.6 + \frac{200}{1000} \times 10 \times h$$

$$22.4 + 7.6 = 2h$$

$$h = 15 \text{ m}$$

انرژی پتانسیل و تغییر انرژی پتانسیل :

طبق تعریف ، در یک جابه جایی قرینه کاری که زمین روی جسم انجام می دهد برابر تغییر انرژی پتانسیل گرانشی سامانه

$$W_{mg} = +mgh$$

$$W_{mg} = +mg(h_1 - h_2)$$

$\Delta U = -W_{mg}$



جسم - زمین است .

$$\Delta U = U_2 - U_1 \rightarrow$$

$$\Delta U = mg(h_2 - h_1)$$

تمرین: شخصی به جرم 70 Kg به اندازه 20 پله از زمین از طریق راه پله بالا می رود و ارتفاع هر پله 10 سانتیمتر است

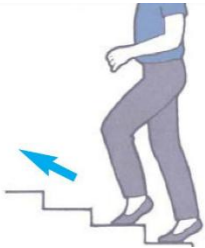
$$h = 20 \times 10 = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m}$$

الف- کاری که نیروی وزن

$$W_{mg} = -mgh = -70 \times 10 \times 2 = -1400 \text{ J}$$

ب- تغییر انرژی پتانسیل گرانشی

$$\Delta U = -W_{mg} = +1400 \text{ J}$$



ج- اگر فرد همان مسیر پله ها را اینبار به پایین برگردد کار وزن و تغییر انرژی پتانسیل گرانشی چه قدر میشود؟

$$\Delta U = -W_{mg} = -1400 \text{ J} \quad W_{mg} = +mgh = +1400 \text{ J}$$

نکته : اجسام کشسان مانند فنر می توانند بر اثر تغییر شکل در خود انرژی ذخیره کنند که به آن انرژی پتانسیل کشسانی

می گویند .

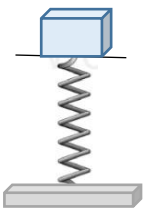
$$\Delta U = -W_{\text{کار فنر}}$$

کشسانی

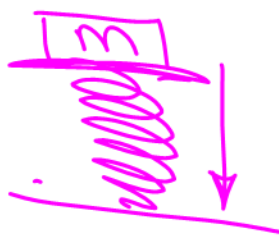
۲۴ مطابق شکل ، جسمی به جرم m روی سطح فنر فشرده ای به بالا پرتاب می شود . در مدت زمانی که فلز در حال باز

شدن می باشد . انرژی پتانسیل گرانشی گلوله چگونه تغییر می کند و علامت کار نیروی کشسانی فلز بر روی جسم چگونه

است ؟ (اتلاف انرژی ناچیز است)



- ۱ کاهش - منفی ۲ کاهش - مثبت ۳ افزایش - منفی ۴ افزایش - مثبت



$$U = mgh$$

زیاد

$$W = -\Delta U$$

کشسانی فنر

+

پایستگی انرژی :

به مجموع انرژی های پتانسیل و جنبشی یک جسم انرژی مکانیکی آن جسم می گویند .

$$E = U + K$$

اگر انرژی اتلافی یا نیروی اتلافی مثل اصطکاک یا مقاومت هوا نباشد انرژی مکانیکی جسم در تمام نقاط یکسان و پایسته است .

$$E_1 = E_2$$

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \rightarrow \text{حل}$$

تمرین آموزشی: جسمی را از بالای سرسره بدون اصطکاک رها می کنیم و جسم با تندی ۴ متر بر ثانیه به نقطه ۲ می رسد.

ارتفاع اولیه را پیدا کنید؟

$$E_1 = E_2$$

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

$$mgh_1 + 0 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \rightarrow$$

$$10 \times h_1 = 10 \times 2 + \frac{1}{2} \times 16 \rightarrow 10h_1 -$$

۲۵ گلوله ای به جرم ۲ Kg را از سطح زمین با تندی $10 \frac{m}{s}$ به بالا پرتاب می کنیم ، این گلوله حداکثر تا چه ارتفاعی بالا

می رود ؟

در بالاترین نقطه همواره $v = 0$

$$E_1 = E_2$$

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

$$0 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + 0$$

$$\frac{1}{2} \times 100 = 10 \times h_2$$

$$50 = 10$$

۲۶ مطابق شکل یک ترن از نقطه A بدون تندی اولیه به B می رود . تندی در B چند $\frac{m}{s}$ است ؟ (از اصطکاک صرف نظر

کنید)

$$4\sqrt{20}$$

$$4$$

$$4\sqrt{5}$$

$$3$$

$$4\sqrt{15}$$

$$1$$

$$4\sqrt{10}$$

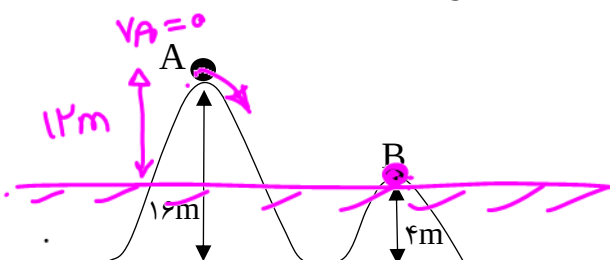
$$1$$

$$E_A = E_B$$

$$U_A + K_A = U_B + K_B$$

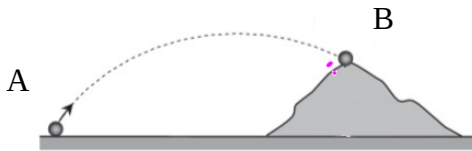
$$mgh_A + 0 = 0 + \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$10 \times 12 = \frac{1}{2}v_B^2 \rightarrow v_B^2 = 240 \rightarrow v_B = \sqrt{240} = 4\sqrt{15}$$



۲۷ مطابق شکل، گلوله ای با تندی $50 \frac{m}{s}$ پرتاب می شود و با تندی $20 \frac{m}{s}$ به صخره مقابل برخورد می کند. با صرف نظر

از نیروهای اتلافی، ارتفاع صخره چند متر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



$$E_A = E_B$$

$$U_A + K_A = U_B + K_B$$

$$0 + \frac{1}{2}mv_A^2 = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\frac{1}{2} \times 2000 = 10 \times h_B + \frac{1}{2} \times 400$$

$$1200 = 10h_B + 200 \rightarrow h_B = \frac{1000}{10} = 100 \text{ m}$$

انرژی درونی :

به مجموع انرژی ذرات تشکیل دهنده یک جسم ، انرژی درونی آن جسم گفته می شود . انرژی درونی یک جسم به تعداد ذرات جسم و به انرژی هر ذره بستگی دارد و با گرم تر شدن جسم معمولاً انرژی درونی بالا می رود .

هرگاه نیروی مقاوم مثل اصطکاک یا مقاومت هوا به جسم اثر کند ، انرژی مکانیکی جسم کم می شود و داریم :

$$E_2 < E_1$$

$$\Delta K + \Delta U = W_f$$

$$E_2 - E_1 = W_f$$

۲۸ توپی به جرم 5 Kg از بالای ساختمانی به ارتفاع 20 m به صورت افقی با تندی $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ پرتاب می شود . اگر تندی آن

در لحظه برخورد به زمین $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ باشد ، کار نیروی مقاومت هوا بر روی توپ چند ژول است ؟

$$W_{FD} = -19 \text{ J}$$

$$E_2 - E_1 = W_{FD}$$

$$K_2 + U_2 - (K_1 + U_1) = W_{FD}$$

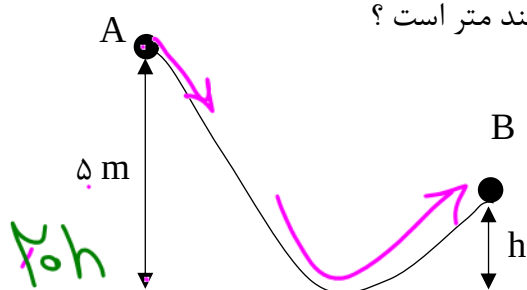
$$0 + \frac{1}{2} \times 5 \times 20^2 - \left(\frac{1}{2} \times 5 \times 8^2 + 5 \times 10 \times 20 \right) = W_{FD}$$

$$1000 - 100 - 1000 = W_{FD}$$

$$-100 = W_{FD}$$

۲۹ جسمی به جرم 2 Kg مطابق شکل از ارتفاع 5 m با تندی $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ از نقطه A عبور می کند . اگر این جسم با تندی

$4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ از نقطه B بگذرد و 120 J از انرژی آن در طول مسیر تلف شود . ارتفاع h چند متر است ؟



$$E_B - E_A = W$$

$$U_B + K_B - U_A - K_A = -120$$

$$mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2 - mgh_A - \frac{1}{2}mv_A^2 = -120$$

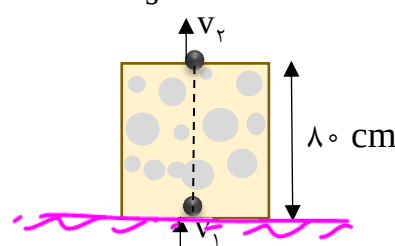
$$(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

۳۰ مطابق شکل ، یک گلوله کوچک با تندی $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ قائم به بالا پرتاب می شود و از طرف دیگر اسفنج خارج می شود . اگر

20% درصد انرژی جنبشی اولیه گلوله در اثر اصطکاک با اسفنج تلف شود ، تندی گلوله هنگام خروج از اسفنج چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است ؟

$$K_1 = \frac{1}{2} \times m \times 100 = 50 \text{ m}$$

$$\frac{20}{100} K_1 = \text{تلف} \rightarrow \text{تلف} = \frac{20}{100} \times 50 \text{ m} = 10 \text{ m}$$



$$E_2 - E_1 = W$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 - (0 + 50 \text{ m}) = -10 \text{ m}$$

$$\frac{1}{2} \times m \times v_2^2 + m \times 10 \times \frac{1}{10} - 50 \text{ m} = -10 \text{ m}$$

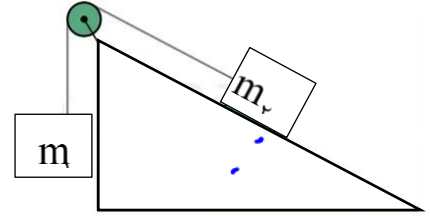
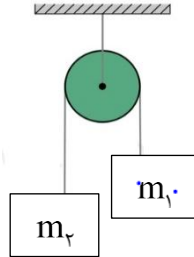
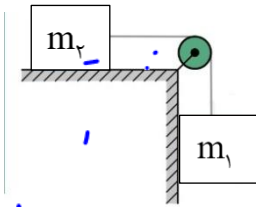
$$v_2 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

دستگاه‌های چند جسمی :

اگر چند جسم توسط نخ و قرقره به یکدیگر متصل باشند و نیروی اتلافی نداشته باشیم ، مجموع تغییر انرژی پتانسیل و

جنبشی جسم ها برابر صفر است و تندی جسم ها باهم برابر است . پس می توان نوشت : $\Delta U + \Delta K = 0$

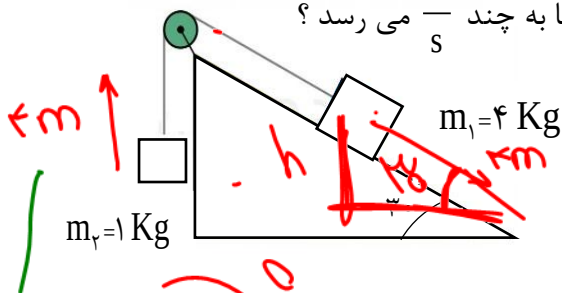
و اگر نیروی اتلافی داشته باشیم ، می توان نوشت : $\Delta U + \Delta K = W_f$



قضیه کار و انرژی

$$K_2 - K_1 = W$$

۳۱ در شکل مقابل پس از آنکه جسم m_1 ، ۴ متر پایین می آید تندی جسم ها به چند $\frac{m}{s}$ می رسد ؟



۱/۵ ۲
۲/۵ ۴

$\sin 30^\circ = \frac{h}{r} \rightarrow h = 2m$

$$K_2 - K_1 = W_{m_1 g} + W_{m_2 g}$$

$$\frac{1}{2} (0) + \frac{1}{2} v_2^2 = -1 \times 10 \times 4 + 4 \times 10 \times 2$$

$$\frac{1}{2} v_2^2 = -40 + 80 \rightarrow \frac{1}{2} v_2^2 = 40$$

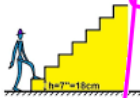
$$v_2^2 = \frac{40}{\frac{1}{2}} \times \frac{1}{2} \rightarrow v_2^2 = 16 \rightarrow v_2 = 4 \frac{m}{s}$$

توان و بازده :

Power

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

$$P = F \cdot v$$



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

توان متوسط

آهنگ انجام کار را با کمیتی نرده ای به نام توان بیان می کنند .

توان ورودی - توان مصرفی یا توان کل

واحد توان وات است ولی یکای قدیمی توان ، اسب بخار (hp) می باشد که $1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$
 عددی که روی دستگاه نوشته
 انرژی تبدیل کرد
 $P = \frac{\frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)}{t}$

نکته : کار انجام شده را می توانید به کمک فرمول $W = F \cos \theta d$ و یا $W = \Delta K$ محاسبه نمائید و برای بالا بردن اجسام با

تندی ثابت کار را از رابطه $W = mgh$ محاسبه کنید .

$$P = \frac{mgh + \frac{1}{2}mv^2}{t}$$

هم ارتفاع
هم سرعت
مقدار
خروجی

آدم در صورت سوال تغییر ارتفاع داد

۳۲ یک پمپ ، آب را از چاهی به عمق $3/2 \text{ m}$ بالا می کشد و در هر دقیقه 240 Kg آب را با تندی $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ از دهانه لوله

روی سطح زمین خارج می کند توان این پمپ چند Kw است؟

$$P = \frac{mgh + \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)}{t}$$

خروجی

۲/۵

۲

۳/۱

۱

۰/۲

۴

۲

۳

$$P = \frac{240 \times 10 \times \frac{3}{2} + \frac{1}{2} \times 240 \times (36 - 0)}{60}$$

$$240 + 72 = 312$$

$$200 \text{ W}$$

رابطه توان و تندی :

اگر نیروی خالص F به جسمی وارد شود و جسم با تندی ثابت v حرکت کند.....

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot d \cdot \cos \theta}{t}$$

ثابت

$$P = F \cdot v \cdot \cos \theta$$

مقدار

ثابت

$$P = F \cdot v_{av} \cdot \cos \theta$$

بازده :

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

بازده (راندمان) نسبت کار مفید یا انرژی خروجی به کل کار یا انرژی ورودی است که به صورت درصد بیان می شود.

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

مصرفی یا کل

و رابطه ریاضی آن بصورت زیر است:

$$\text{انرژی} = \text{خروجی} + \text{ورودی}$$

مقدار



مقدار یا P خروجی

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}$$

بازده = $\frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}$

۱۲۰۰ (۳)

$$R_a = 10\% \quad P = 4000 \text{ W}$$

تست آموزشی: توان مصرفی یک تلمبه ۴ کیلووات و بازده آن ۸۰ درصد است. این تلمبه در هر دقیقه چند کیلوگرم آب را با تندی ثابت، ۱۶ متر بالا می‌برد؟



$$R_a = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 \quad \frac{10}{100} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{4000}$$

$$P = \frac{mg\Delta h}{t} \rightarrow \frac{1200}{3600} = \frac{m \times 10 \times 16}{3600} \rightarrow m = 1200 \text{ kg}$$

۳۳ مسلسل در هر دقیقه ۱۲۰۰ گلوله هر یک به جرم ۵ gr را به طور اتوماتیک شلیک می کند سرعت گلوله ها هنگام خروج از دهانه اسلحه $\frac{600}{s}$ است اگر بازده مسلسل ۵۴ درصد باشد توان مسلسل تقریباً چند کیلو وات است ؟

۱۵۰ ۴ ۱۰۰ ۳ ۵۰ ۲ ۳۳ ۱

$$m = 1200 \times 9 = 9000 \text{ g} = 9 \text{ kg}$$

$$P = \frac{1}{2} \times 9 \times (341000 - 0) = 11000 \text{ W}$$

$$V_1 = 0, V_2 = 900$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{11000}{100} = \frac{11000}{100} \rightarrow P_k = \frac{100}{11}$$

$$P_k = 22 \text{ kW}$$

تست آموزشی: یک پمپ الکتریکی آب داخل چاهی به عمق ۲۰ m را با آهنگ $2 \frac{m^3}{s}$ به بالا آورده و با سرعت $10 \frac{m}{s}$ بیرون پرتاب می کند اگر بازده پمپ ۴۰ درصد باشد توان مصرفی آن چند kw است ؟

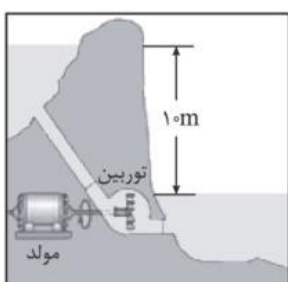
$$\left(\rho = 1 \frac{g}{cm^3} \right)$$

۲۵۰ ۲ ۲۰۰ ۱

۱۲۵۰ ۴ ۱۰۰۰ ۳

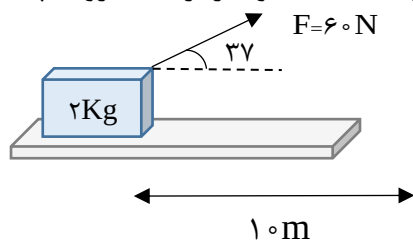
تست آموزشی: در شکل مقابل بازده توربین ۸۰ درصد و بازده مولد ۹۰ درصد است. اگر در هر ثانیه ۱۰۰۰ متر مکعب آب از ارتفاع ۱۰ متری روی توربین بریزد، توان الکتریکی خروجی مولد چند مگاوات خواهد شد؟ (هر متر مکعب آب ۱۰۰۰ کیلوگرم است)

۱۱۲۰ (۴) ۱۱۲ (۳) ۷۲۰۰ (۲) ۷۲ (۱)



آزمونک فصل ۳ (خود را پیازمایید)

۱) باتوجه به شکل، اگر $\mu_K = 0/2$ باشد و جابه‌جایی $m = 10$ شود کار نیروی F ، وزن، F_N ، f_k و کار برآیند نیروها چند



ژول است؟ ($\cos 37^\circ = 0/8$)

۲) به جسمی به جرم 400 gr نیروی $F = 8 \text{ N}$ وارد شده و جسم $m = 10$ جابه‌جا می‌شود کدام مقدار نمی‌تواند کار این نیرو باشد؟

- | | | | |
|---|------|---|------|
| ۱ | ۲ j | ۲ | ۱۲ j |
| ۳ | ۲۲ j | ۴ | ۴۲ j |

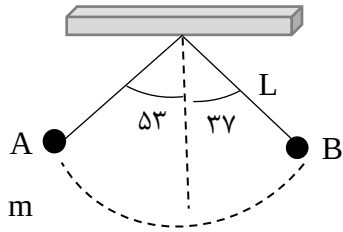
۳) جسمی به جرم 3 Kg روی سطح افقی به حال سکون قرار دارد نیروی ثابت $\vec{F} = 15\vec{i} + 20\vec{j}$ به جسم وارد می‌شود و جسم روی محور x ، $m = 10$ جابه‌جا می‌شود کار نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟

- | | | | |
|---|-----|---|-----|
| ۱ | ۲۵۰ | ۲ | ۲۰۰ |
| ۳ | ۱۵۰ | ۴ | ۹۰ |

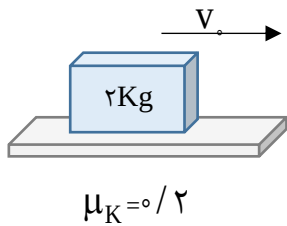
۴) بر جسم ساکنی تنها دو نیروی عمود بر هم $F_1 = 8 \text{ N}$ و $F_2 = 2 \text{ N}$ وارد می‌شود پس از $m = 20$ جابه‌جایی جسم کار نیروی F_1 به F_2 چقدر است؟

- | | | | |
|---|----|---|----|
| ۱ | ۱۶ | ۲ | ۳۲ |
| ۳ | ۸ | ۴ | ۱۲ |

۵ در شکل مقابل ، کار نیروی وزن از A تا B چند ژول است ؟



۶ در شکل مقابل بسته ای با تندی اولیه V بر روی سطح با $(\mu_K = 0/2)$ پرتاب کرده و بسته پس از ۳ ثانیه متوقف می شود



کار نیروی اصطکاک در ثانیه آخر چند ژول است ؟ (ویژه کنکوری ها)

۱ -۴ ۲ -۸

۳ -۱۲ ۴ -۱۶

۷ جسمی به جرم 2 Kg روی سطح شیب داری که با سطح افقی زاویه 30° می سازد با تندی ثابت لغزیده و 2 m جابه جا می شود کار نیروی اصطکاک کدام است ؟

۱ $-2\sqrt{3}$ ۲ -20

۳ -10 ۴ $-10\sqrt{3}$

۸ راننده کامیونی با حذف مقداری بار ، ۲۵ درصد جرم کل کامیون را کم کرده و همچنین ۲۰ درصد بر تندی حرکت آن

افزوده می شود با این عمل انرژی جنبشی آن چند درصد و چگونه تغییر می کند ؟

۱ ۵ ، کاهش ۲ ۵ ، افزایش

۳ ۸ ، کاهش ۴ ۸ ، افزایش

۹ برای آنکه سرعت وزنه ای با جرم معین از صفر به v برسد باید کار W_1 و برای آنکه سرعتش از v به $3v$ برسد کار W_2

انجام می دهیم $\frac{W_2}{W_1}$ کدام است ؟

۱ ۲ ۲ ۳

۳ ۸ ۴ ۹

۱۰ گلوله ای به جرم 40 gr با سرعت افقی که بزرگی آن $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است به دیواری برخورد می کند و پس از طی مسافت

20 cm داخل دیوار متوقف می شود . کار نیرویی که دیوار به گلوله وارد می کند چند ژول است ؟

۱ -18 ۲ -1800

۳ -6 ۴ -600

۱۱ اگر شهاب سنگی به جرم 10^{+4} 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)

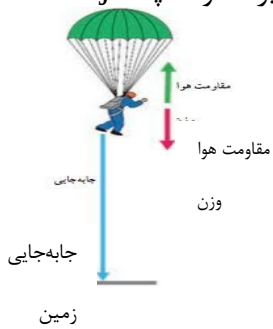
۱ ۱۶ ۲ ۳۲

۳ ۱۶۰ ۴ ۳۲۰

۱۲ چتر بازی به جرم 100 Kg از بالونی در ارتفاع 500 m از سطح زمین با سرعتی به بزرگی $1/5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به بیرون بالون می

پرد اگر او با سرعتی به بزرگی $4/5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به زمین برسد کار نیروی مقاومت هوا روی چتر باز در طول مسیر سقوط چند kJ است

؟



- | | | | |
|---|------|---|--------|
| ۱ | -۹۰۰ | ۲ | -۵۰۰/۹ |
| ۳ | -۵۰۰ | ۴ | -۴۹۹/۱ |

۱۳ اتومبیلی به جرم 800 Kg از حال سکون با سوزاندن 10 gr بنزین به چه سرعتی می رسد ؟ (انرژی بنزین $40 \frac{\text{kJ}}{\text{gr}}$

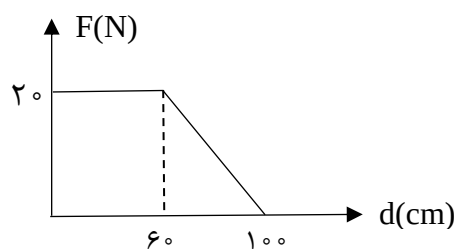
است و ۲۰ درصد انرژی حاصل از سوخت به جنبشی تبدیل می شود)

- | | | | |
|---|----|---|--------------|
| ۱ | ۱۰ | ۲ | $10\sqrt{2}$ |
| ۳ | ۲۰ | ۴ | $20\sqrt{2}$ |

۱۴ آسانسوری به جرم 400 Kg از حال سکون با شتاب $2/3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به سمت بالا حرکت می کند و جهت شتاب رو به پایین

است کار نیروی F_N و کار نیروی وزن و کار برآیند پس از 5 s چند ژول است ؟

۱۵) جسم ساکنی روی سطح افقی بر اثر نیروی F به حرکت درآمده است کار نیروی F در جابه‌جایی از 40 cm تا 100 cm



چند ژول می باشد ؟

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| ۸ | ۲ | ۱۶ | ۱ |
| ۸۰ | ۴ | ۱۶۰ | ۳ |

۱۶) مطابق شکل جسم 2 Kg روی فنر فشرده ای ساکن است جسم پس از رها شدن از فنر حداکثر 3 m بالا می رود کار



نیروی فنر چند ژول است ؟

- | | | | |
|----|---|-----|---|
| ۶۰ | ۲ | -۶۰ | ۱ |
| +۶ | ۴ | -۶ | ۳ |

۱۷) در شرایط خلاء و در راستای قائم از سطح زمین گلوله ای با تندی V_0 به سمت بالا پرتاب می شود در لحظه ای که

تندی گلوله به $\frac{V_0}{5}$ می رسد انرژی پتانسیل گلوله چه کسری از انرژی مکانیکی آن است ؟

- | | | | |
|----------------|---|-----------------|---|
| $\frac{4}{5}$ | ۲ | $\frac{24}{25}$ | ۱ |
| $\frac{1}{25}$ | ۴ | $\frac{1}{5}$ | ۳ |

۱۸ در شرایط خلاء جسمی را از ارتفاع h نسبت به سطح زمین رها می کنیم اگر در لحظه $t=1s$ جسم از ارتفاع $\frac{8}{9}h$ و در

لحظه $t=2s$ از ارتفاع $\frac{5}{9}h$ عبور کند تندی جسم در لحظه $t=2s$ چند برابر تندی آن در لحظه $t=1s$ است ؟

- | | |
|---|---|
| ۱ | ۱ |
| ۲ | ۲ |
| ۳ | ۳ |
| ۴ | ۴ |

۱۹ توپی با تندی $20 \frac{m}{s}$ به بالا پرتاب می شود و اتلاف انرژی و مقاومت هوا نداریم در چه ارتفاعی ، انرژی جنبشی توپ $\frac{1}{3}$

انرژی پتانسیل در آن ارتفاع خواهد بود ؟

- | | |
|---|----|
| ۱ | ۱۰ |
| ۲ | ۹ |
| ۳ | ۱۲ |
| ۴ | ۱۵ |

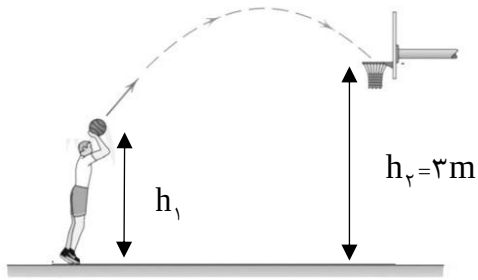
۲۰ در شکل موتور سواری با تندی $20 \frac{m}{s}$ از تپه اول جدا شده است . و تنها نیروی مؤثر ، نیروی وزن می باشد . تندی در

لحظه رسیدن به تپه دوم چند $\frac{m}{s}$ است ؟



- | | |
|---|----|
| ۱ | ۲۵ |
| ۲ | ۲۸ |
| ۳ | ۳۰ |
| ۴ | ۴۰ |

۲۱) تندی توپ ابتدا $\frac{6}{s}$ است و تندی توپ در لحظه ورود به سبد، $\frac{5}{s}$ است. h_1 چند متر است؟



۲/۴۶

۲

۲/۴۵

۱

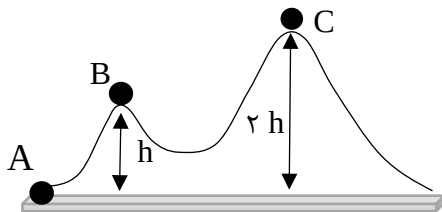
۲/۶۴

۴

۲/۵۵

۳

۲۲) در شکل زیر، جسم از A با تندی $\frac{20}{s}$ پرتاب می شود و حداکثر تا B بالا می رود، تندی اولیه این گلوله در A چند



باشد تا حداکثر تا C بالا رود؟ $\frac{m}{s}$

$40\sqrt{2}$

۲

۴۰

۱

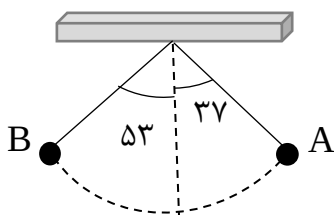
۸۰

۴

$20\sqrt{2}$

۳

۲۳) مطابق شکل آونگی به طول ۱ m و جرم جسم 15° گرم از آن آویزان است اگر $V_A = 10 \frac{m}{s}$ باشد V_B چند $\frac{m}{s}$ است؟

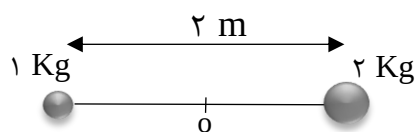


($\sin 37^\circ = 4/5$)

۲۴ در شکل زیر ، دو گلوله با جرم های ۱ Kg و ۲ Kg به دو سر میله ای با جرم ناچیز که می تواند حول نقطه O در وسط

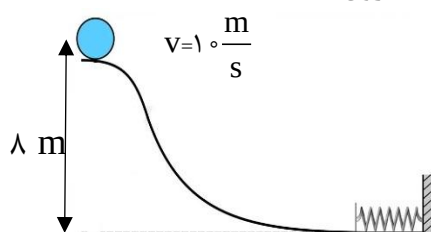
میله ، بدون اصطکاک در سطح قائم دوران کند وصل شده اند اگر میله از وضع افقی رها شود در لحظه ای که به وضع قائم

می رسد انرژی جنبشی گلوله ها چقدر است ؟



۲۵ جسمی به جرم ۲ Kg از A در ارتفاع ۸ m پرتاب می شود و به فنر برخورد می کند و آن را فشرده می کند کار نیروی

فنر از لحظه برخورد جسم به فنر تا لحظه ای که فنر به حداکثر فشردگی خود می رسد چند ژول است ؟



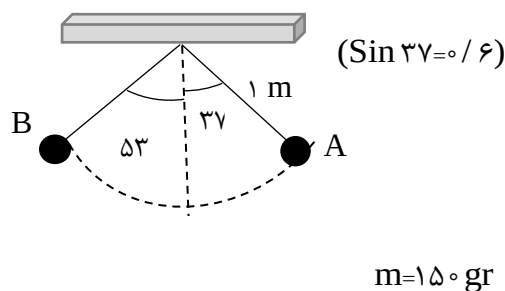
۲ ۶۰

۱ ۲۶۰

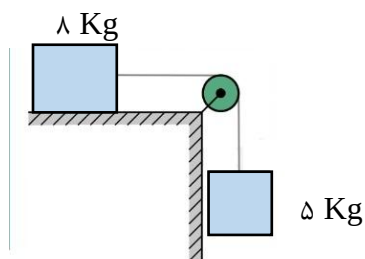
۴ -۲۶۰

۳ -۶۰

۲۶ مطابق شکل آونگ از حالت A رها می شود و حداکثر تا B بالا می رود از A تا B چند ژول انرژی هدر می رود ؟



۲۷ در شکل روبرو دستگاه از حال سکون به حرکت در می آید و هنگامی که جا به جایی وزنه ها 2 m است انرژی جنبشی

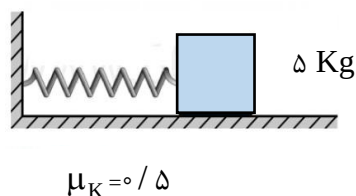


دستگاه 80 J است کار نیروی اصطکاک چند ژول است ؟

۱ ۱۰ ۲ ۲۰

۳ ۴۰ ۴ ۵۰

۲۸ در شکل مقابل $\mu_K = 0.5$ است فنر را 10 cm فشرده می کنیم تا $12/5\text{ J}$ انرژی در فنر ذخیره شود سپس جسم را رها



می کنیم سرعت جسم هنگامی که فنر به طول عادی خود می رسد $\frac{m}{s}$ است ؟

۲۹ پمپ آبی در هر دقیقه 3 m^3 آب رودخانه ای را به نقطه ای منتقل می کند که ارتفاع آن تا سطح آب رودخانه 24 m

است اگر توان ورودی پمپ 20 kW باشد بازده پمپ چند درصد است ؟ $(\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})$

۱ ۷۰ ۲ ۶۰

۳ ۴۰ ۴ ۳۰

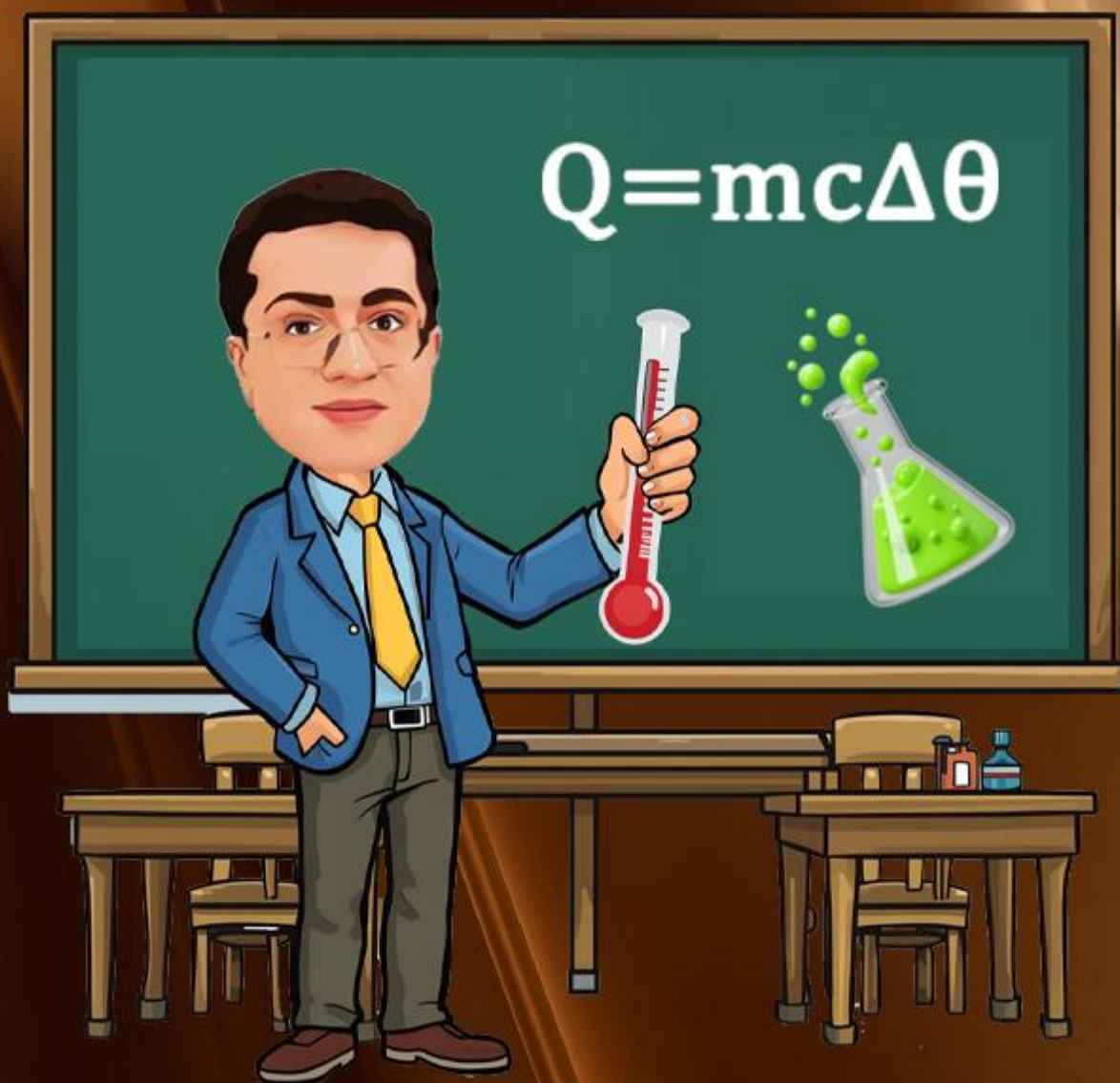
۳۰ یک ماشین بالابر ، برای بالا بردن وزنه ای به جرم 50 Kg تا ارتفاع معینی از سطح زمین 2000 J انرژی مصرف می کند اگر این وزنه از ارتفاع فوق بدون سرعت اولیه در شرایط خلاء رها شود با تندی $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به زمین می رسد بازده این ماشین چند درصد است ؟

- | | | | |
|----|---|----|---|
| ۶۰ | ۲ | ۵۵ | ۱ |
| ۸۰ | ۴ | ۷۵ | ۳ |

۳۱ یک پمپ الکتریکی با بازده 80% می تواند 4 m^3 آب را از عمق 3 m زیر سطح زمین با سرعت ثابت به یک مخزن در ارتفاع 9 m بالای زمین بفرستد اگر این عمل در 8 دقیقه انجام شود توان مصرفی پمپ چند وات است ؟

$$(\rho = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3})$$

- | | | | |
|-------|---|-------|---|
| ۱۵۰۰۰ | ۲ | ۶۰۰۰۰ | ۱ |
| ۱۰۰۰ | ۴ | ۱۲۵۰ | ۳ |



OMZ!!

گرمی

فیزیک بہ سبک میر سعید

دما و گرما

از دیدگاه ماکروسکوپیک ، دما کمیتی است که میزان سردی و گرمی جسم را مشخص می کند .

در دیدگاه میکروسکوپیک دما با میانگین انرژی جنبشی ذرات جسم متناسب است.

دماسنج چیست؟

دماسنج وسیله اندازه گیری دما است و رایج ترین دماسنج ها، دماسنج هایی هستند که بر مبنای انبساط مایعات کار می کنند. این دماسنج ها به دو دسته الکلی و جیوه ای تقسیم می شوند. هر گاه دما افزایش یابد، حجم مایع این دماسنج افزایش می یابد و از لوله دماسنج بالا می رود. به این ترتیب، عدد بزرگتری را نشان می دهد.

در متداول ترین نوع دماسنج ها ، مثل دماسنج الکلی و جیوه ای ، کمیت دماسنجی ارتفاع مایع درون لوله می باشد که در اثر گرم شدن یا سرد شدن تغییر می کند اما مدلهای دیگری از دماسنج هم وجود دارند مثلاً در دماسنج الکتریکی که از قطعه ای الکتریکی به نام ترمیستور استفاده می شود کمیت دماسنجی تغییر مقاومت الکتریکی است .

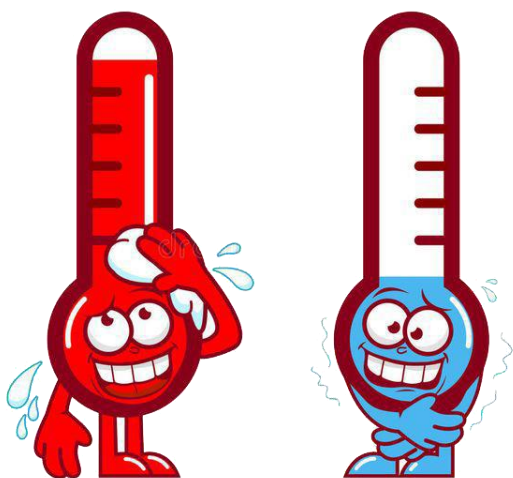
دماسنج های معیار:

دانشمندان برای کارهای علمی، سه دماسنج را به عنوان دماسنج معیار پذیرفته اند

۱- دماسنج گازی که مبتنی بر قانون گازهای کامل

۲- دماسنج مقاومت پلاتینی

۳- تفسنج (پیرومتر) که مبتنی بر تابش گرمایی هستند



نکته: در گذشته دماسنج **ترموکوپل** جزو دماسنج های معیار شمرده میشد اما به علت دقت کمتر نسبت به بقیه

دماسنجهای معیار از مجموعه دماسنجهای معیار کنار گذاشته شد

تست: کدام یک امروزه دماسنج معیار نیست و چرا؟

۱) دماسنج گازی - خطرات گازهای گلخانه ای

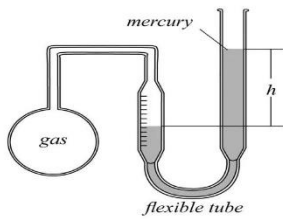
۲) تفسنج - تابش امواج مضر

۳) **ترموکوپل** - دقت پایین

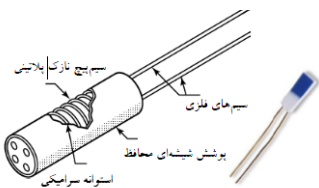
۴) دماسنج مقاومت پلاتینی-گران بودن فلز کار شده در آن

در ادامه به تعریف انواع دماسنج ها خواهیم پرداخت

دماسنج گازی: در این وسیله انبساط گاز در مخزن ، باعث می شود جیوه در لوله حرکت کند و به کمک درجه بندی که در کنار لوله قرار دارد می توان دما را تعیین کرد .کمیت دماسنجی، حجم گاز درون مخزن است.



دماسنج مقاومت پلاتینی: این وسیله وقتی که گرم می شود مقاومت بیشتری از خود نشان می دهد. با طراحی یک مدار، می توان دما را اندازه گیری کرد .کمیت دماسنجی، مقاومت وسیله است .



دماسنج پیرومتر (تف سنج): این وسیله به کمک نور و یا حرارت منتشر شده از اجسام، دما را اندازه گیری می کند .کمیت دماسنجی، برخی ویژگی های امواج منتشر شده از جسم است.



ترموکوپل: کمیت دما سنجی این دماسنج، ولتاژ است .مطابق این شکل، دو سیم رسانای غیر همجنس مانند مس و

کنستانتان از طرفی در دمای ذوب یخ نگه داشته شده و از طرف دیگر در مکانی به هم متصلاند که میخواهیم دمای آن را به دست آوریم این مجموعه با سیمهای مسی رابط به یک ولتسنج بسته میشود. با تغییر دمای محل مورد اندازه گیری، عددی که ولتسنج نشان میدهد، تغییر میکند. اگر آزمایش را چندین بار و برای دماهای متفاوت تکرار کنیم، میتوانیم ولتاژهای مربوط به هر دمایی را مشخص کنیم. گستره دماسنجی آن به جنس سیمهای آن بستگی دارد .

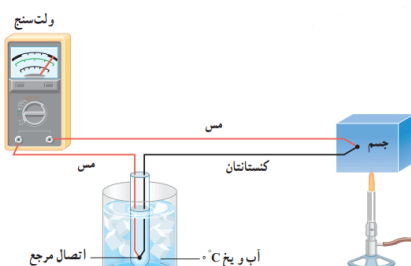
مزایای ترموکوپل را بنویسید؟

۱- به خاطر جرم کوچک محل اتصال، سرعت اندازه گیری بالایی دارد؛ چرا که خیلی سریع با تغییرات دمای محیط،

کند.تغییر میکنند

۲- گستر دماسنجی زیادی دارد و میتواند دماهای بالا را اندازه بگیرد

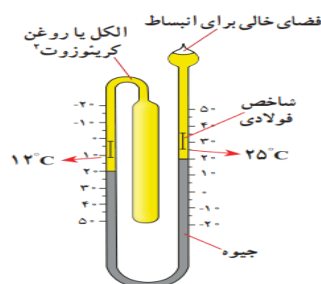
۳- در مدارهای الکترونیکی قابل استفاده است



شکل ۴-۷ طرحی از یک دماسنج ترموکوپل

دماسنج بیشینه - کمینه : نوعی از دماسنجهای مایعی که بیشینه و کمینهی دما را در یک مدت زمان معین نشان میدهد،

دماسنج بیشینه - کمینه نام دارد



تست: اساس کار دماسنج گازی مبتنی بر و اساس کار تف سنج، مبتنی بر است.

(۲) تابش گرمایی، قانون گازهای کامل

(۱) قانون گازهای کامل، تابش گرمایی

(۴) جرم گاز، تابش گرمایی

(۳) چگالی گاز، تابش گرمایی

تست: در مورد ترموکوپل کدام جمله صحیح نیست؟

(۱) گستره دماسنجی آن زیاد است و به جنس سیمهای آن بستگی دارد .

(۲) کمیت دماسنجی آن ولتاژ است .

(۳) به دلیل جرم کم محل اتصال، دیر به تعادل گرمایی می رسد .

(۴) از دو سیم غیر همجنس ساخته شده است که در نقطه‌ای به هم متصل هستند.

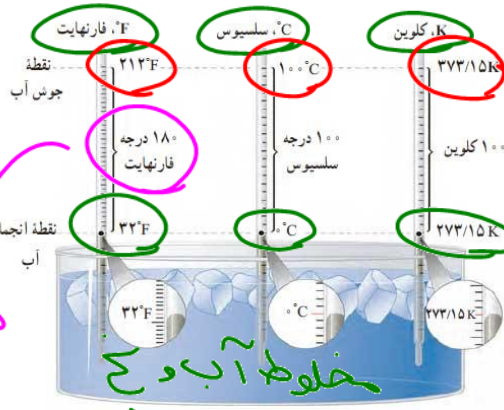
مقیاس های پر کاربرد دما

$T = 10 K \leftarrow T$ **سانتی گراد**

سه مقیاس پر کاربرد دما عبارتند از درجه سلسیوس - کلون - فارنهایت که به بررسی آنها خواهیم پرداخت

$F = 10^{\circ} F$

$\theta = 10^{\circ} C$



خلوط آب و
بخار آب

خلوط آب و بخار

نکته: مقیاس سلسیوس مبتنی بر دو نقطه ثابت است دمای پایینی دمای تعادل آب و یخ خالص در فشار 1 atm و دمای

بالایی، دمای جوش آب خالص در فشار 1 atm است. بین این ۲ نقطه را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم می کنند و هر

قسمت را یک سانتی گراد یا یک درجه سلسیوس می نامند. این دما را با θ نمایش داده و یکای آن را با نماد $^{\circ}C$ نشان

می دهند.

تفسیر دما سانی گراد دلتا

نکته: مقیاس کلون، یکای دما در SI است که با نماد K نمایش داده می شود.

رابطه بین سلسیوس و کلون بصورت مقابل است:

همواره در صفر کلون که ذرات هیچ جنب و جوشی ندارند حدود $^{\circ}C - 273$ است.

نکته: مقیاس فارنهایت در صنعت و هواشناسی و در برخی از کشورها استفاده دارد. نقطه پائین نقطه ذوب یخ و نشادر و

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

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

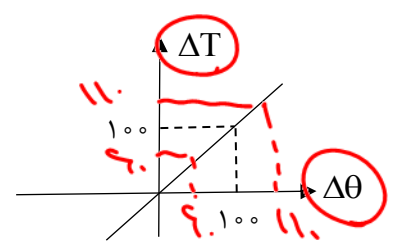
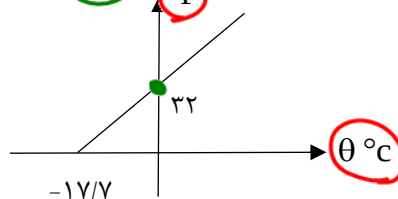
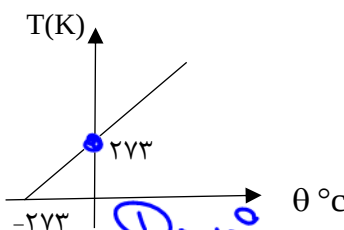
نقطه بالایی نقطه جوش آب خالص در فشار 1 atm است.

رابطه بین تغییر دما سلسیوس، فارنهایت و کلون بصورت مقابل است:

نکته: گستره دماسنجی برای دماسنج الکلی $^{\circ}C - 115$ تا $^{\circ}C 79$ ، جیوه ای $^{\circ}C 357$ تا $^{\circ}C - 39$ و ترموکوپل $^{\circ}C 1372$ تا $^{\circ}C$

$^{\circ}C - 270$ است.

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



$T = \theta + 273$

$\Delta T = \Delta\theta$

"دقت اندازه گیری درجه بندی فارنهایت، بیشتر از سانتی گراد و کلون است"

تمرین ۱ :

الف: دمای جسمی 25°C است . دمای این جسم بر حسب فارنهایت و کلوین چقدر است؟

$$T = \theta + 273 = 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

$$F = \frac{9}{5} \theta + 32 = \frac{9}{5} \times 25 + 32 = 77^{\circ}\text{F}$$

ب: دمای جسمی 25°C افزایش میابد . دمای این جسم بر حسب فارنهایت و کلوین چقدر زیاد میشود؟

$$\Delta\theta = 25^{\circ}\text{C} \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta T = \Delta\theta = 25 \text{ K} \\ \Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta = \frac{9}{5} \times 25 = 45^{\circ}\text{F} \end{array} \right.$$

برای هریک از اجسام زیر چه دماسنجی را پیشنهاد میدهید؟ الکلی یا جیوه ای یا هردو یا هیچکدام؟

جسم A با دمای $+95$ درجه سانتیگراد جیوه ای

جسم B با دمای -55 درجه سانتیگراد الکلی

جسم C با دمای $+8$ درجه سانتیگراد الکلی و جیوه ای

جسم D با دمای -120 درجه سانتیگراد هیچکدام

در مانج الکلی 79°C 115°C
 جیوه ای -29°C 357°C

۱) اگر دمای جسمی بر حسب درجه سانتی گراد 25 درصد افزایش یابد ، دمای اش 90°F بالا می رود . دمای اولیه جسم چند درجه فارنهایت است ؟

$\Delta F = 90^{\circ}\text{F}$ $F_1 = ?$

۴۲۰ ۴ ۳۹۲ ۳۶۰ ۲ ۳۰۲ ۱

$$\Delta\theta = \frac{25}{100} \theta_1$$

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta\theta \rightarrow \frac{90}{1} = \frac{9}{5} \Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = 50^{\circ}\text{C}$$

$$F_1 = \frac{9}{5} \theta_1 + 32 = \frac{9}{5} \times 100 + 32 = 212^{\circ}\text{F}$$

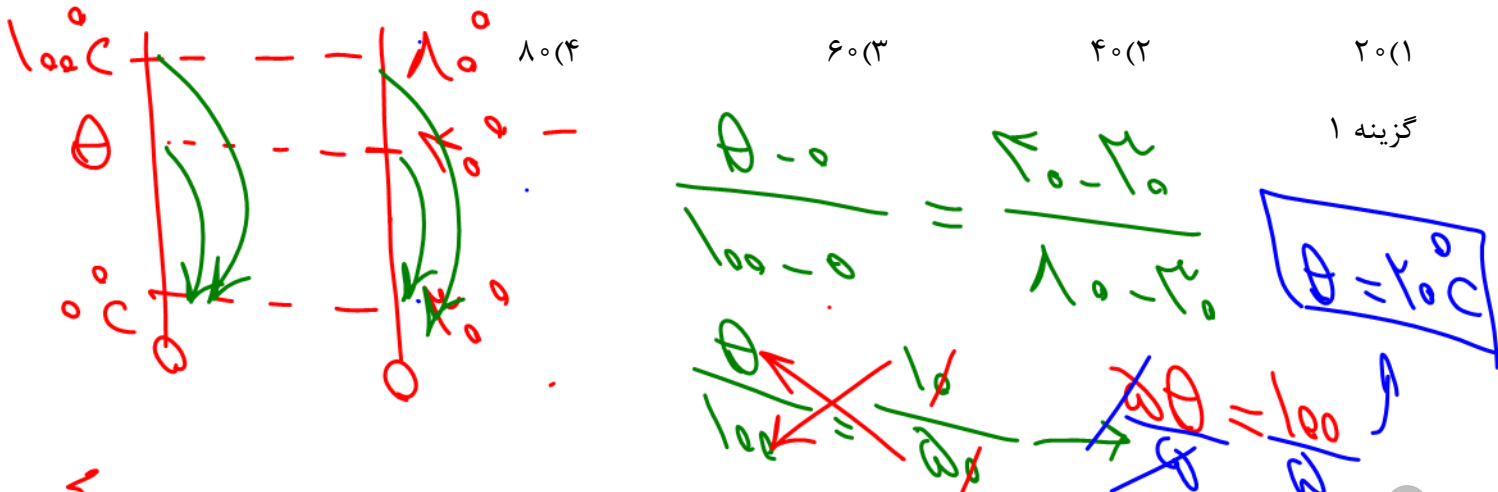
۳۹۲

رابطه دماسنج ها با دماسنج نامشخص :

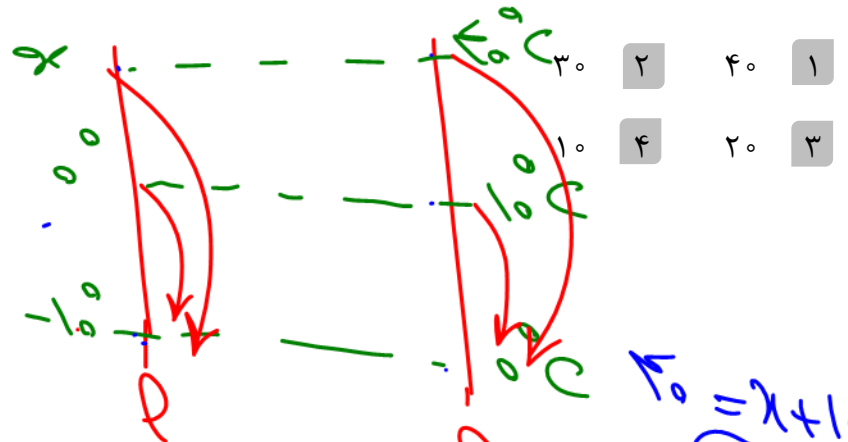
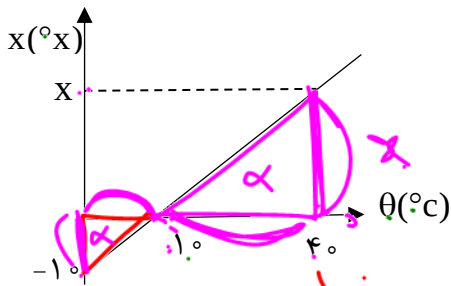
اگر دماسنجی دماهای θ_1 و θ_2 را به ترتیب x_1 و x_2 و دمای θ را x نشان دهد رابطه خطی زیر برقرار است .

$$\frac{\theta - \theta_1}{\theta_2 - \theta_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

تست آموزشی: یک دماسنج مخصوص، نقطه ذوب یخ را 30° درجه و نقطه جوش آب را 80° درجه نشان می دهد. این دماسنج دمای جسمی را 40° درجه نشان می دهد. دمای واقعی جسم چند درجه سانتی گراد است؟



۲. نمودار دمای یک دماسنج با مقیاس مجهول بر حسب دمای سلسیوس مطابق شکل است x چند درجه است ؟



نمودار خطی
نسبت

$\frac{10}{x} = \frac{10}{20}$
 $x = 20$

$\frac{10 - 0}{100 - 0} = \frac{40 - 0}{80 - 0}$
 $\frac{10}{x + 10} = \frac{10}{80}$
 $x = 20$

انبساط گرمایی :

در اثر افزایش دمای هر جسم ، فاصله ی بین ذرات جسم افزایش می یابد بنابراین ابعاد جسم افزایش می یابد . در رابطه زیر اگر جنس میله را با ضریبی به نام ضریب انبساط طولی یا خطی نمایش دهیم ، داریم .

فرمولهای انبساط طولی :
دمای اولیه θ_1
دمای ثانویه θ_2

واحد α $\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{K^\circ}$ یا $\frac{1}{^\circ C}$ است .

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

تغییر دما

تغییر دما

تغییر طول

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta\theta$$

$$L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta\theta)$$

ضریب انبساط طولی

درصد تغییر طول $= \alpha \Delta T \times 100$

واحد α $\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{K^\circ}$ یا $\frac{1}{^\circ C}$

α به غیر از جنس ، به دما هم بستگی دارد ولی وابستگی اش به دما قابل صرف نظر است .

فرمولهای انبساط سطحی :

تغییر دما

تغییر مساحت

$$\Delta A = A_1 2\alpha \Delta\theta$$

$$A_2 = A_1 (1 + 2\alpha \Delta\theta)$$

ضریب انبساط سطحی

درصد تغییر مساحت $= 2\alpha \Delta T \times 100$

تغییر دما

تغییر مساحت

فرمولهای انبساط حجمی :

تغییر دما

تغییر حجم

$$\Delta V = V_1 3\alpha \Delta\theta$$

$$V_2 = V_1 (1 + 3\alpha \Delta\theta)$$

ضریب انبساط حجمی

درصد تغییر حجم $= 3\alpha \Delta T \times 100$

تغییر دما

تغییر حجم

تذکر: به آلفا، ضریب انبساط طولی (خطی) میگوییم و به 2α ضریب انبساط سطحی میگوییم و به 3α ضریب انبساط حجمی میگوییم که $\beta = 3\alpha$ است .

۳ یک تیر آهن در اثر افزایش دمای $50^\circ C$ ، 0.06% درصد به طولش اضافه می شود . ضریب انبساط طولی این تیر آهن در SI کدام است ؟

$$8 \times 10^{-5}$$

$$4$$

$$6 \times 10^{-5}$$

$$3$$

$$1/6 \times 10^{-5}$$

$$2$$

$$1/2 \times 10^{-5}$$

$$5$$

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \times 100$$

$$0.06 = \alpha \times 50 \times 100$$

$$\alpha = \frac{0.06}{50 \times 100} = 1.2 \times 10^{-5}$$

$$1.2 \times 10^{-5}$$

$$\alpha = \frac{1}{L} \times \Delta L = \frac{1}{10} \times 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$$

۴ در درون یک مکعب فلزی به ضلع ۲۰ cm حفره خالی کروی به شعاع ۵ cm وجود دارد اگر در اثر افزایش دما ضلع مکعب به اندازه ۰/۰۰۴ میلی متر افزایش یابد شعاع حفره می یابد .



$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T \quad \Delta R = R_1 \alpha \Delta T$$

۱ ۰/۰۰۱ میلی متر افزایش

۲ ۰/۰۰۱ میلی متر کاهش

۳ ۰/۰۰۳ میلی متر افزایش

۴ ۰/۰۰۳ میلی متر کاهش

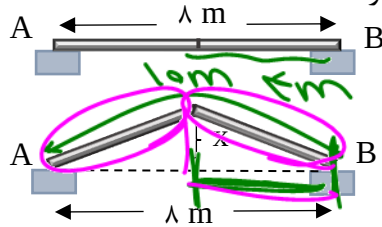
$$\frac{20 \times 10^{-3}}{200} = \frac{100 \times \alpha \Delta T}{200} \quad \Delta R = 100 \times \alpha \Delta T$$

$$\Delta R = 100 \times \frac{1}{10} \times 10^{-5}$$

$$\Delta \theta = 3^\circ - 5^\circ = 2^\circ C$$

۵ در اثر افزایش دما از ۵ °C به ۳۰ °C مطابق شکل میله ای که وسط آن شکافی داشته به سمت بالا شکسته می شود . اگر

طول اولیه میله ۸ m و ضریب انبساط طولی $\frac{1}{K}$ باشد فاصله ی X حدوداً چند متر است ؟



۴

۴

۳

۳

۲

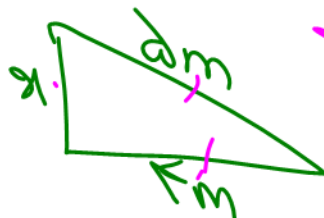
۲

۱

۱

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T = 8 \times \frac{1}{100} \times 20 = 1.6m$$

$$10 \div 2 = 5m$$



$$x^2 + 1.6^2 = 5^2$$

$$x^2 + 1.9 = 25$$

$$x^2 = 23.1 \rightarrow x = 4.8m$$

۶ ریل های ۱۰ m راه آهنی را در یک روز زمستانی به دمای ۱۰ °C - به دنبال هم کار می گذارند. اگر دما در تابستان تا ۴۰ °C بالا رود از ابتدا حداقل چند میلی متر باید فاصله بین ریل ها خالی بماند تا در اثر انبساط حرارتی به هم فشار نیاورند ؟

$$(\alpha_{Fe} = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K})$$

۶

۴

۵

۳

۴/۸

۲

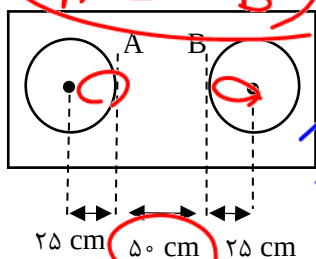
۲/۶۵

۱

$$\Delta L = ?$$

$$T_1 = 2000mm$$

۷ در وسط یک صفحه فلزی نازک به ضریب انبساط سطحی $3/6 \times 10^{-5} K^{-1}$ دو دایره به شعاع های ۲۵ cm در دمای ۰ °C



وجود دارد . اگر دما را به ۲۰۰ °C برسانیم فاصله AB چند میلی متر می شود ؟

$$\alpha = 11.9 \times 10^{-5}$$

$$\alpha = 11.8 \times 10^{-5}$$

۴۹۸/۲

۲

۴۹۶/۴

۱

۵۰۳/۶

۴

۵۰۱/۸

۳

$$\Delta L = L_1 \alpha \Delta T = 500 \times 11.8 \times 10^{-5} \times 200 = 118mm$$

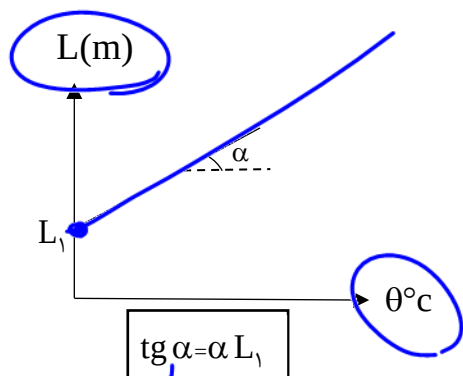
۵۰۰mm - ۱۱۸mm = ۳۸۲mm

$$\Delta L = 118 \text{ mm} \quad L_2 = L_1 + \Delta L = 500 + 118 = 618 \text{ mm}$$

نکته: مایعات فقط انبساط حجمی دارند و انبساط طولی و سطحی ندارند. عموماً انبساط مایعات بسیار بیشتر از انبساط

جامدات است (۱۰ برابر) ولی انبساط جامدات بسیار سریعتر از مایعات است.

* نمودار انبساط طولی:



$$L_2 = L_1 + \Delta L$$

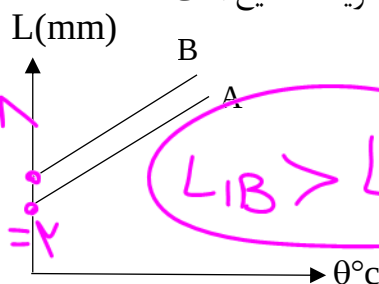
$$L_2 = L_1 + L_1 \alpha \Delta T$$

عوض از
مبدأ

سبب
خط

$$\tan \alpha = \frac{\Delta L}{L_1} = L_1 \alpha$$

۸ نمودار تغییرات طول بر حسب دما برای دو میله مطابق شکل با هم موازی است. کدام گزینه صحیح است؟



$$L_{1B} > L_{1A}$$

$$\alpha_A < \alpha_B$$

$$\alpha_A > \alpha_B$$

هر سه حالت ممکن است

$$\alpha_A = \alpha_B$$

با هم موازی است

سبب برابر

$$\alpha_A > \alpha_B$$

$$L_{1A} \alpha_A = L_{1B} \alpha_B$$

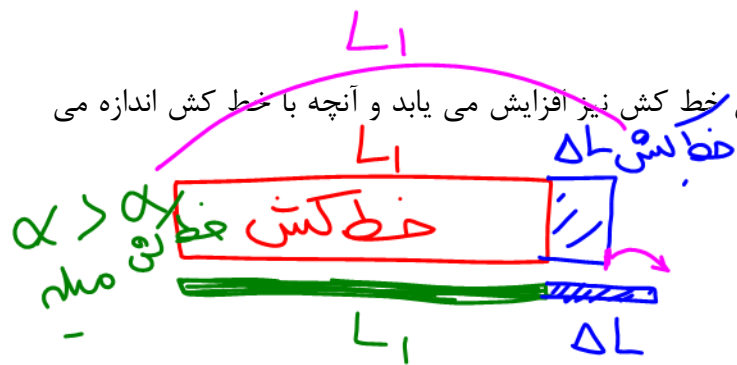
$$\alpha_A = \alpha_B$$

$$\alpha_A = \alpha_B$$



نکته OMZ: اگر خط کش را به همراه جسم گرم کنید طول خط کش نیز افزایش می یابد و آنچه با خط کش اندازه می

گیرید طول واقعی جسم نیست



$$L = L_1 + (\Delta L - \Delta L_1)$$

۹ توسط خط کشی از جنس آلومینیوم طول میله ای از جنس برنج 80°C اندازه گیری شده است. اگر دمای خط کش و میله را 100°C افزایش دهیم خط کش طول میله را چند cm نشان می دهد؟

$\alpha_{\text{میله}} > \alpha_{\text{خط کش}}$

$$\left(\alpha_{\text{میله}} - \alpha_{\text{خط کش}} \right) \left(\frac{1}{K} \right) \left(\frac{1}{K} \right)$$

۸۰/۱۶

۲

۸۰

۱

۷۵

۴

۷۹/۹۶

۳

$$L_{\text{میله}} = L_1 - |\Delta L - \Delta L_{\text{خط کش}}| = 80 - |0.12 - 0.14| = 79.96$$

$\alpha_{\text{AL}} > \alpha$

تغییر طول خط کش، بیشتر از

خط کش آلومینیومی طول جدید

برنج است

را کمتر نشان می دهد

$$\Delta L_{\text{میله}} = 100 \times 2 \times 10^{-5} \times 100 = 0.14$$

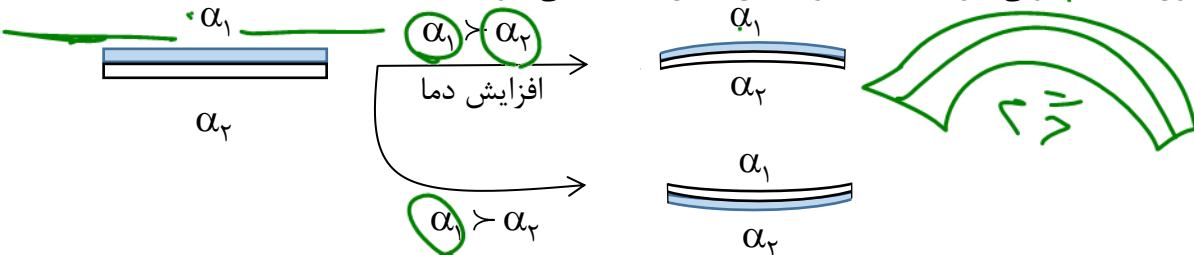
$$\Delta L_{\text{خط کش}} = 100 \times 2 \times 10^{-5} \times 100 = 0.12$$

آب گرم کنی ← طول A از B بیشتری است

نکته: $\alpha_A > \alpha_B$ ← آب سرد کنی ← طول A از B کمتری است

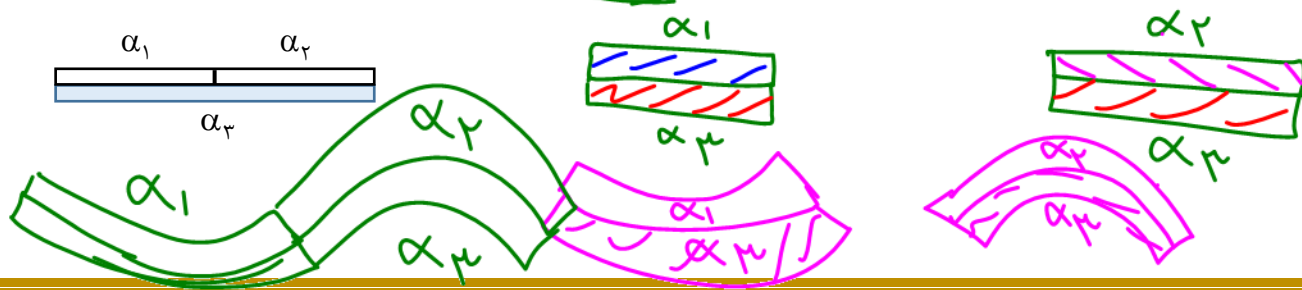
اگر دو نوار فلزی با جنس های مختلف را به صورت سرتاسری جوش دهیم در اثر سرد و گرم کردن بدلیل اختلاف ضرائب

انبساط طولی شان تغییر طول های متفاوتی خواهند داشت و مطابق شکل خمیده می شوند.



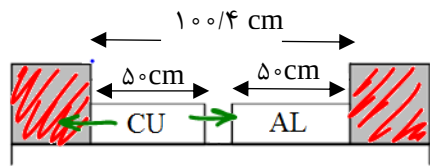
کاهش دما

۱۰ به نظر شما، در شکل مقابل اگر $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha_2$ باشد در اثر افزایش دما چه شکلی داریم؟



α_m

۱۱) دو میله مسی و آلومینیومی بین ۲ دیواره ثابت قرار دارند. دمای دو میله چند کلوین بالا برود تا دو میله به هم برسند ؟



$$\Delta L_{AL} + \Delta L_{CU} = 0 \quad (\alpha_{AL} = 2/3 \times 10^{-5} K^{-1}, \alpha_{CU} = 1/7 \times 10^{-5} K^{-1})$$

$$50 \times 2/3 \times 10^{-5} \times \Delta T + 50 \times 1/7 \times 10^{-5} \times \Delta T = 0$$

۴۷۰ ۱
۲۰۰ ۴
۲۵۰ ۳



$$\Delta T = 0$$

۱۲) طول ۲ میله مسی و آلومینیومی در دمای ۰°C هر یک برابر ۵ m است. دمای میله ها را تا چند درجه سلسیوس

افزایش دهیم تا اختلاف طولی آنها به ۳ mm برسد ؟ $(\alpha_{AL} = 1/2 \times 10^{-5} K^{-1}, \alpha_{CU} = 1/8 \times 10^{-5} K^{-1})$

$$\Delta L_{CU} - \Delta L_{AL} = 0.3 \text{ mm}$$

۱۰۰ ۲
۵۰ ۱

$$500 \times 1/8 \times 10^{-5} \times \Delta \theta - 500 \times 1/2 \times 10^{-5} \times \Delta \theta = 0.3$$

۱۵۰ ۳

$$500 \times 10^{-5} \times \Delta \theta (1/8 - 1/2) = 0.3 \rightarrow \Delta \theta = 100$$

$$\Delta T = 100$$

۱۳) یک قطعه سرب در دمای ۰°C قرار دارد اگر دمای این قطعه را ۲۰۰°C افزایش دهیم، حجم آن چند درصد افزایش

$$\Delta V/V = \alpha \Delta T \times 100$$

می یابد ؟ $(\alpha_{Pb} = 3 \times 10^{-5} K^{-1})$

$$\Delta V/V = 2 \alpha \Delta T \times 100$$

۱/۸ ۲
۰/۶ ۱

$$\Delta V/V = 3 \alpha \Delta T \times 100 = 3 \times 3 \times 10^{-5} \times 200 \times 100 = 1.8 \%$$

۱۴) حجم قطعه آلیاژی در دمای ۰°C ۱۰۰۰ cm³ است اگر دمای آن را ۱۲۰ کلوین افزایش دهیم، حجم آن ۸/۱ cm³

$$\Delta V/V = \alpha \Delta T$$

افزایش می یابد ضریب انبساط طولی در SI چقدر است ؟

$$\Delta V_1 = V_1 \alpha \Delta T$$

۲/۲۵ × ۱۰⁻۵ ۲
۱/۸۳ × ۱۰⁻۵ ۱

$$\alpha = \frac{\Delta V/V}{\Delta T} = \frac{9/100}{120} = 7.5 \times 10^{-5}$$

۷/۵ × ۱۰⁻۶ ۴
۶/۱ × ۱۰⁻۶ ۳

۱۵ طول میله A در دمای T_1 °C، یک میلی متر بیشتر از طول میله B در همین دما می باشد. اگر دمای میله ها را به T_2 °C $\Delta T = T_2 - T_1 = 200^\circ C$ برسانیم، طول میله B، ۲ میلی متر بیشتر از طول میله A خواهد شد. طول اولیه میله B چند میلی متر بوده است؟

$L_{IB} = ? \text{ mm}$

$$L_{IA} - L_{IB} = 10^{-3} \rightarrow L_{IA} = 10^{-3} + L_{IB}$$

$$L_{IB} - L_{IA} = 2 \times 10^{-3} \rightarrow L_{IA} = L_{IB} - 2 \times 10^{-3}$$

$(\alpha_B = 2 \times 10^{-5} K^{-1}, \alpha_A = 10^{-5} K^{-1})$

۱۵۰۳ ۴ ۱/۵۰۳ ۳ ۱۵۰۱ ۲ ۱/۵۰۱ ۱

$$\Delta L_A = L_{IB} - 2 \times 10^{-3} - 10^{-3} - L_{IB} \rightarrow \Delta L_A = \Delta L_B - 3 \times 10^{-3}$$

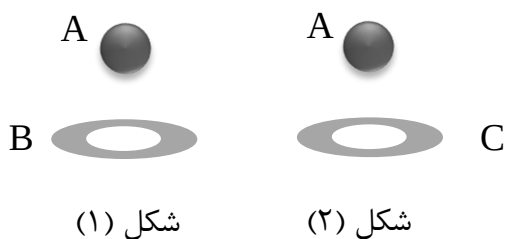
$$L_{IA} \times 2\% = L_{IB} \times 2\% \times 2\% - 2 \times 10^{-3}$$

$$10^{-3} - L$$

$$2L_{IB} = 2 + 0.002$$

$$L_{IB} = \frac{2.002}{2}$$

۱۶ مطابق شکل توپ فلزی از جنس A و حلقه های فلزی از جنس B و C در اختیار داریم، قطر توپ از قطر داخلی حلقه ها بزرگ تر است. اگر در شکل (۱) توپ و حلقه تا دمای یکسانی سرد شوند توپ از حلقه عبور می کند و در شکل (۲) اگر توپ و حلقه تا دمای یکسانی گرم شوند توپ از حلقه عبور می کند اگر دمای اولیه هر سه قطعه یکی باشد کدام گزینه صحیح است؟



$$\alpha_C > \alpha_A > \alpha_B$$

$\alpha_A > \alpha_B > \alpha_C$ ۱

$\alpha_C > \alpha_A > \alpha_B$ ۲

$\alpha_B > \alpha_C > \alpha_A$ ۳

$\alpha_B > \alpha_A > \alpha_C$ ۴

۱۷ از یک ورقه مسی، دو صفحه دایره ای شکل به مساحت S_1 و $S_2 = 2S_1$ بریده و جدا کرده ایم اگر به اولی Q_1 و دومی

$2Q_1$ گرما بدهیم، افزایش شعاع اولی ΔR_1 و دومی ΔR_2 شود. $\frac{\Delta R_2}{\Delta R_1}$ کدام است؟

$\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۲ $\sqrt{2}$ ۱

$\frac{1}{2}$ ۴ ۲ ۳

$$\Delta V = \Delta V_{\text{واقعی}} - \Delta V_{\text{خف}} = V_1 \beta \Delta T - V_1 \alpha \Delta T = V_1 (\beta - \alpha) \Delta T$$

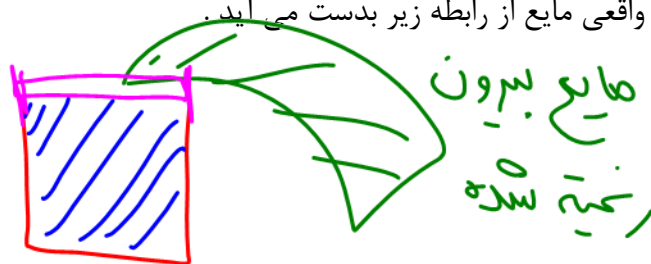
انبساط ظاهری:

اگر درون ظرف مدرجی مقداری مایع بریزیم و سپس ظرف را به آرامی گرم کنیم تا مایع نیز گرم شود آنچه به عنوان افزایش

حجم مایع روی درجه بندی ظرف مشاهده می کنید انبساط واقعی مایع نیست زیرا ظرف نیز منبسط شده است و انبساط

واقعی مایع از رابطه زیر بدست می آید.

$\Delta V_{\text{واقعی مایع}} = \Delta V_{\text{ظاهری مایع}} + \Delta V_{\text{ظرف}}$



۱۸) ظرفی به ضریب انبساط خطی $\frac{1}{K} \times 10^{-5}$ و به حجم 600 cm^3 پر از مایعی به ضریب انبساط حجمی $\frac{1}{K} \times 10^{-4}$ است.

اگر دمای مجموعه را به اندازه 5°C افزایش دهیم، حجم مایعی که بیرون ریخته چند cm^3 است؟

۱۲ ۴

۲۴ ۳

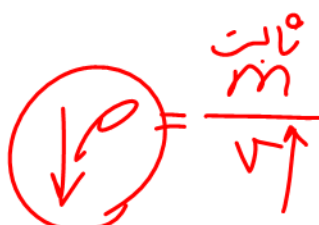
1/2 2

2/4 

$$V_1 (\beta - \gamma \alpha) \Delta T = \text{حجم مایع بدون رگشده}$$

$$= 900 \times (1 \times 10^6 - 1 \times 10^9) \times 0.1$$

$$= \cancel{900} \times \cancel{10^6} \times \cancel{10^9} (1 - \underbrace{10^3}_{112}) = 9 (0.1) = 912 \text{ cm}^2$$



$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{1 + \beta \Delta T}$$

اثر دما بر چگالی :

در اثر تغییر دما جرم ثابت می ماند ولی حجم تغییر می کند بنابراین چگالی تغییر می کند.

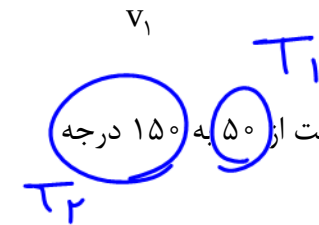
چگالی در دما

$$\frac{P_2}{P_1} = 1 - \beta \Delta T$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_1}{V_1(1 + \beta \Delta \theta)} \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{1 + \beta \Delta \theta}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{1 + \beta \Delta \theta}$$

با تقریب $\rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 1 - \beta \Delta \theta$



تمرین: ضریب انبساط حجمی یک مایع ۰/۰۰۲ واحد Si است، اگر دمای این مایع بدون تغییر حالت از ۵۰ به ۱۵۰ درجه سانتیگراد برسد، چگالی آن تقریباً چند درصد و چگونه تغییر میکند؟

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 150 - 50 = 100 \text{ درجه}$$

$$\text{تغییرات} = \left(\frac{P_2}{P_1} - 1 \right) \times 100 = (0.18 - 1) \times 100$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 1 - \beta \Delta T = 1 - 0.002 \times 100 = 0.18$$

۲۰٪ کاهش

۱۹ اگر دمای یک صفحه فلزی را ۲۰°C افزایش دهیم مساحت آن ۰/۰۶ درصد افزایش می یابد. اگر دمای همین صفحه را

۳۶°F زیاد کنیم، چگالی آن چند درصد تغییر می کند؟

- ۴ افزایش - ۹٪ ۳ کاهش - ۹٪ ۲ افزایش - ۰/۰۹٪ ☒ ۱ کاهش - ۰/۰۹٪

$$\Delta F = \frac{2}{5} \Delta T$$

$$\Delta T = 20^\circ C$$

$$\Delta T = 20^\circ C$$

$$= 2 \times \Delta T \times 100 = 0.04$$

$$= -3 \times \Delta T \times 100$$

$$= -\beta \Delta T \times 100$$

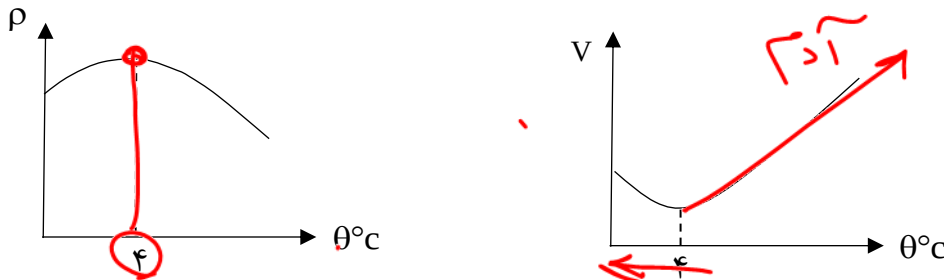
$$2 \times 20 \times 100 = 4 \times 10^3$$

$$4 \times 10^3 \times 10^{-4} = 0.4$$

۰/۰۹٪ کاهش

انبساط غیر عادی آب :

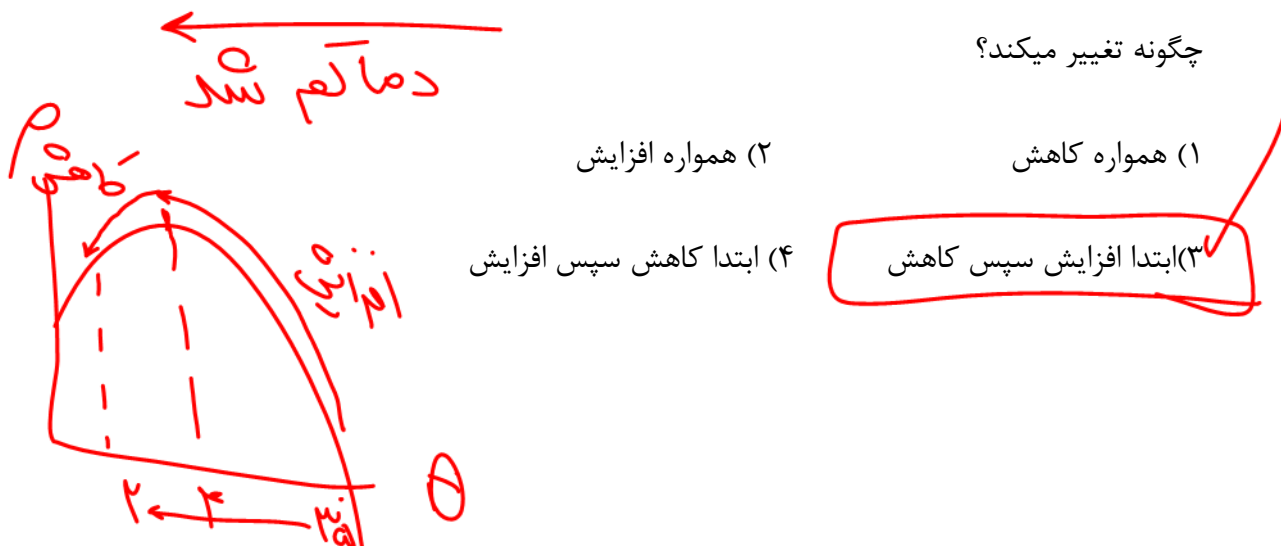
با کاهش دما ، حجم اغلب مایع ها کاهش می یابد و چگالی افزایش می یابد ولی در مورد آب موضوع متفاوت است با آب بین دمای 0°C تا 4°C درجه برعکس همه مایعات عمل می کند یعنی کمترین حجم و بیشترین چگالی آب در دمای 4°C است .



تغییرات چگالی آب نسبت به دما بسیار کم است ولی همین مقدار ناچیز باعث می شود تا در زمستان وقتی سطح دریاچه یخ زده شده است در لایه های پائینی آب وجود داشته باشد و موجودات زنده به حیات خود ادامه دهند .

علت رفتار غیر عادی آب این است که مولکول ها در یخ ، شبکه بلوری تشکیل می دهند " سطح دریاچه " یخ منفی 0°C و برخی از مولکول ها به یکدیگر نزدیک و برخی از هم فاصله دارند . هنگام ذوب شدن یخ ، 0°C آب 1°C آرایش بلوری کم کم از بین می رود و برخی فضاهای خالی از بین می رود و حجم کاهش می یابد و بدلیل این که در بازه زمانی 0° تا 4° هنوز بقایای ساختار مولکولی وجود دارد 2°C آب 3°C آب 4°C آب حجم به طور مداوم کاهش می یابد ولی پس از دمای 4°C دیگر ساختار مولکولی یخ باقی نمانده و حجم افزایش می یابد .

تست آموزشی: دمای مقداری آب در فشار یک اتمسفر را، از 35° درجه سانتیگراد به 2° درجه سانتیگراد میرسانیم، چگالی آن چگونه تغییر میکند؟



گرما: $\leftarrow$ انرژی $\leftarrow$ نسبت نرزه ای

نوعی از انرژی است که به دلیل اختلاف دما، از جسم گرم به جسم سرد منتقل می شود. آن را با Q نمایش می دهند و واحدش ژول است. انتقال گرما تا زمانی ادامه می یابد که دو جسم همدم شوند.

به مجموع انرژی های پتانسیل و جنبشی کل ذرات یک جسم، انرژی درونی آن جسم گفته می شود که به جرم و دما بستگی دارد. در دیدگاه میکروسکوپی جدید، دما با میانگین انرژی جنبشی ذره های جسم متناسب است که پس از تعادل گرمایی

جسم سرد و گرم، یکسان می شود. $Q = mc\Delta T$ $\leftarrow$ تغییر دما $\Delta\theta$ $\leftarrow$ گرما (ژول)

برای محاسبه گرما، سه حالت وجود دارد که عبارت است از محاسبه با استفاده از ظرفیت گرمایی C

$$Q = C\Delta T$$

ظرفیت گرمایی

$$Q = mc\Delta T$$

ظرفیت گرمایی ویژه

محاسبه با استفاده از گرمای ویژه مولی

تعداد مول $Q = n \times C \times \Delta T$ $\leftarrow$ گرما

مقدار گرمایی که جسم می گیرد تا دمای آن 1 K افزایش یابد را ظرفیت گرمایی گویند که با C نمایش داده و واحدش $\frac{\text{J}}{\text{K}}$

است و به جنس و جرم جسم بستگی دارد $C = (mc) \rightarrow$ ظرفیت گرمایی $\leftarrow$ دما $\leftarrow$ $\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$ مقدار گرمایی که باید به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا بدون تغییر حالت دمای آن یک کلوین افزایش یابد را ظرفیت

گرمایی ویژه گویند و با C نمایش می دهند و واحدش $\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$ یا $\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$ می باشد. گرمای ویژه یک جسم فقط به جنس ماده

تشکیل دهنده آن بستگی دارد و به جرم جسم بستگی ندارد. البته به دما نیز بستگی دارد که در بازه دمایی کم از آن چشم پوشی

می کنیم.

$Q = +$ $\leftarrow$ گرما بلبره $\Delta T = -$ $\leftarrow$ گرما بده $Q = -$ $\Delta T = +$

نکته:

در رابطه گرما ΔT تغییر دما است که $\Delta T = T_f - T_i$ می باشد و می توان گفت هرگاه $Q > 0$ باشد جسم گرما گیری کرده

است و اگر $Q < 0$ باشد جسم گرمادهی انجام شده است.

نکته:

$$1\text{ cal} = 4/2\text{ J}$$

واحد دیگر گرما، کالری است که

۲۰ جسمی به جرم ۲ Kg بدون تغییر حالت ۴۰ KJ گرما از دست می دهد. اگر دمای اولیه جسم ۵۰°C باشد، دمای

ثانویه اش چند درجه سانتی گراد است؟ $(C = 400 \frac{J}{Kg^{\circ}C})$ ← ظرفیت گرمایی ویژه

۱۰۰ ۴

-۵۰ ۳

۲۵ ۲

۰ ۱

$$Q = mc \Delta T$$

$$-50 = T_2 - 50$$

۲۱ درون یک کتری ۴۰۰ لیتر آب با دمای ۲۰°C ریخته ایم. چند ژول گرما به آب بدهیم تا به دمای ۱۰۰°C برسد؟

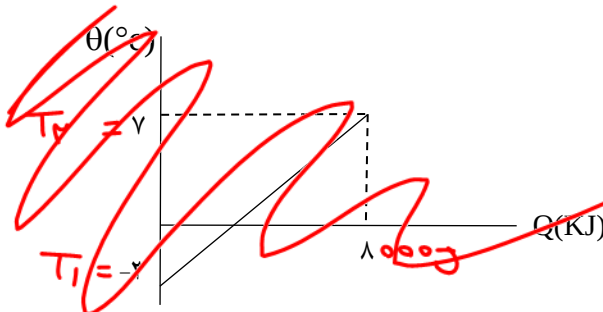
$$\Delta T = T_2 - T_1 = 100 - 20 = 80^{\circ}C$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow 1000 = \frac{m}{400 \times 10^{-3}}$$

$$+ 13440000 J$$

۲۲ نمودار تغییرات دما بر حسب گرما به جسمی به جرم ۲ Kg مطابق شکل است. چند کیلو ژول گرما لازم است تا دمای

این جسم ۳ کلون افزایش یابد؟



$$Q = mc \Delta T$$

$$10000 = 2 \times c \times 9$$

$$C = 555 \frac{J}{kgK}$$

۴/۸ ۲

۶ ۱

۲/۴ ۳

۳ ۳

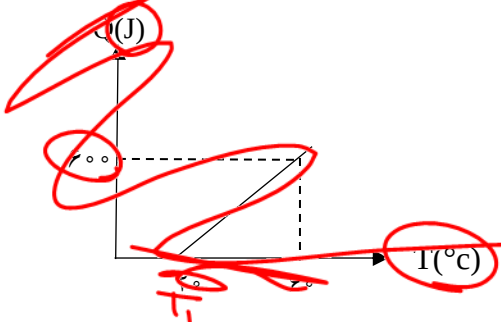
$$Q = ? m = 2kg$$

$$Q = 10000 J$$

۲۳ ۱۰۰ گرم از یک مایع ناشناخته را گرما می دهیم و نمودار گرمای داده شده به آن بر حسب دمای آن مطابق شکل است.

$$m = 0.1 kg$$

ظرفیت گرمای ویژه مایع چند $\frac{J}{Kg^{\circ}C}$ است؟



$$Q = mc \Delta T$$

$$\frac{9000}{1} = 0.1 \times c \times 70$$

$$T_1 = 20$$

$$T_2 = 90$$

$$Q = 9000$$

$$\Delta T = 90 - 20 = 70^{\circ}C$$

$$C = \frac{9000}{0.1 \times 70} = 1285 \frac{J}{kgK}$$

$$Q = \text{تلف / مفید}$$

۲۴ گلوله ای با سرعت $100 \frac{m}{s}$ به طور افقی به درختی برخورد کرده و با سرعت $20 \frac{m}{s}$ از آن خارج می شود. اگر ۸۰ درصد

انرژی تلف شده آن صرف گرم کردن گلوله شده باشد، دمای اولیه گلوله چند درجه سلسیوس افزایش می یابد؟

$$Q = \frac{J}{kg \cdot K}$$

$$v_1 = 100 \frac{m}{s}$$

$$v_2 = 20 \frac{m}{s}$$

$$19/2$$

$$28/8$$

$$1$$

$$K_1 = \frac{1}{2} \times m \times 10000 = 5000m$$

$$K_2 = \frac{1}{2} \times m \times 400 = 200m$$

$$\frac{100}{100} \times \frac{10000}{100} = m \Delta T$$

$$18/7$$

$$3$$

$$\Delta T = 19/2^\circ C$$

$$100 \times = 200$$

۲۵ یک گلوله سربی به جرم ۲۰۰ گرم که با سرعت $500 \frac{m}{s}$ حرکت می کند، با یک کره مسی به جرم ۲ Kg برخورد

$$m_2$$

$$v_1$$

$$500 \frac{m}{s}$$

$$m_1 = 2 kg$$

می کند و در آن متوقف می شود. اگر تمام انرژی جنبشی گلوله به گرما تبدیل شود و کره و گلوله به طور یکنواخت گرم

$$v_2 = 0$$

شوند، افزایش دمای آنها را به دست آورید. $(C = 400 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ ، $C = 385 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$)

$$K_1 = \frac{1}{2} \times 2 \times 500 \times 500 = 25000$$

$$25000 = m C \Delta T + m C \Delta T$$

$$K_2 = 0$$

$$25000 = \frac{1}{2} \times 2 \times 385 \times \Delta T + \frac{1}{2} \times 2 \times 400 \times \Delta T \rightarrow 175 \Delta T = 25000$$

$$\Delta T = 141/3^\circ C$$

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

نکته: به آهنگ تبادل گرمایی، توان گرمایی می گویند واحد آن $\frac{J}{s}$ یا W (وات) می باشد.

۲۶ یک گرمکن الکتریکی با توان ثابت W ۱۰۰۰ در مدت ۵ دقیقه دمای ۱ Kg آب را از $20^\circ C$ به $40^\circ C$ می رساند. بازده

بازده

این گرمکن چند درصد است؟ $(C = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$

$$P = 1000 W$$

$$t = 5 \times 60 = 300 s$$

$$m = 1 kg$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 40 - 20 = 20^\circ C$$

$$P = \frac{m C \Delta T}{t}$$

$$28$$

$$14$$

$$1$$

$$75$$

$$4$$

$$60$$

$$3$$

$$P = \frac{1 \times 4200 \times 20}{300} = \frac{420 \times 2}{3} W$$

$$\eta = \frac{420 \times 2}{1000} \times 100 = 84 \%$$

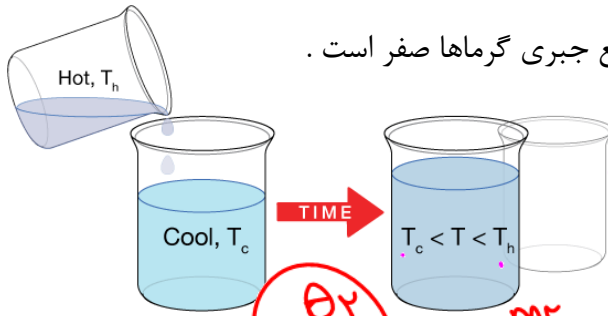
$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + \dots = 0$$

آلة دما تعادل را داد

$$\theta = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + \dots}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + \dots}$$

تعادل گرمایی
را خواست

اگر چند جسم با دماهای مختلف را در تماس با یکدیگر قرار دهید گرما بین آنها مبادله می شود تا به دمای یکسان برسند یا



$$\Sigma Q = 0 \rightarrow$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$$

$$m_1 c_1 (T - T_1) + m_2 c_2 (T - T_2) + \dots$$

۲۷ یک قطعه آلومینیوم به جرم m و دمای 94°C را درون $4/5$ کیلوگرم آب 50°C می اندازیم. اگر پس از برقراری تعادل

گرمایی دمای آب به 52°C برسد، m چند کیلوگرم است؟
 $(C_p = 4200 \frac{\text{J}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}, C_{AL} = 900 \frac{\text{J}}{\text{Kg}^\circ\text{C}})$

تعادل

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

$$m \times 900 (52 - 94) + 4.5 \times 4200 (52 - 50) = 0$$

۲۸ در ظرفی به ظرفیت گرمایی $200 \frac{\text{cal}}{^\circ\text{C}}$ و دمای 10°C ، 600 g آب 20°C ریخته و 2 Kg آهن 50°C به مجموعه اضافه

می کنیم. دمای نهایی مجموعه چند درجه سانتی گراد است؟
 $(C_p = 1 \frac{\text{cal}}{\text{gk}}, C_{Fe} = 0.1 \frac{\text{cal}}{\text{gk}})$

و نذاره س س بزنه

دمای را خواست

$$\theta = \frac{m_1 c_1 T_1 + m_2 c_2 T_2 + m_3 c_3 T_3}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3} = \frac{2000 + 12000 + 10000}{\dots}$$

۲۹ m_1 گرم آب 20°C را با m_2 گرم آب 60°C مخلوط می کنیم تا در نهایت 280 gr آب 50°C حاصل شود. m_1 و m_2

به ترتیب بر حسب گرم کدام است؟

۲۵۰، ۳۰

۳۰، ۲۵۰

۷۰، ۲۱۰

۲۱۰، ۷۰

$$m_1 c_1 (T - T_1) + m_2 c_2 (T - T_2) = 0$$

$$m_1 \times c_1 (50 - 20) + m_2 \times c_2 (50 - 60) = 0$$

$$30m_1 - 10m_2 = 0$$

$$3/m_1 = 1/m_2$$

$$m_2 = 3m_1$$

$$m_1 + m_2 = 210 \rightarrow m_1 + 3m_1 = 210 \rightarrow 4m_1 = 210 \rightarrow m_1 = 52.5 \text{ g}$$

$$m_2 = 157.5 \text{ g}$$

نکته :

اگر در حین تبادل گرما بین جسم ها ، مقداری گرما تلف شود ، می توانیم محیط اطرافمان را هم یک جسم در نظر گرفته

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q$$

و جمع Q ها را برابر صفر قرار دهیم.

۳۰ درون ۳Kg آب 25°C ، یک قطعه فلز به جرم 400 g و دمای 80°C می اندازیم. اگر دمای تعادل 30°C شود ، چند

ژول گرما تلف شده است ؟ ($C_1 = 500 \frac{\text{J}}{\text{Kg}^{\circ}\text{C}}$ ، $C_2 = 4200 \frac{\text{J}}{\text{Kg}^{\circ}\text{C}}$)

$$Q_1 + Q_2 + Q_{\text{تلف}} = 0$$

$$3 \times 4200 \times (30 - 25) + \frac{400}{1000} \times 500 \times (30 - 80) + Q_{\text{تلف}} = 0$$

$$3 \times 4200 \times 5 + 200 \times -50 + Q_{\text{تلف}} = 0$$

$$+91000$$

$$-10000 + Q_{\text{تلف}} = 0$$

$$Q_{\text{تلف}} = +10100 \text{ J}$$

۳۷۰۰

۱

۴۸۰۰

۲

۵۰۰۰

۳

۶۳۰۰

۴

گرما سنج :

$$C \Delta T$$

گرماسنج یا کالری متر ظرفی دردار است که به خوبی عایق بندی شده است . از گرماسنج در آزمایش های گرما استفاده می شود گرماسنج با اجسام در تماس با آن گرما مبادله می کند ، بنابراین باید ظرفیت گرمایی C گرما سنج را تعیین کنید .

$$Q_1 + Q_2 + Q_{\text{گرماسنج}} = 0$$

گرما سنج بمبی :

گرماسنجی است که از آن برای تعیین ارزش غذایی مواد با اندازه گیری انرژی آزاد شده آنها در حین سوختن ، استفاده

می شود . مقداری ماده غذایی با جرم مشخص را داخل ظرف کوچکی حاوی اکسیژن که اصطلاحاً به آن بمب گفته می شود قرار داده و با استفاده از جریان الکتریکی ماده غذایی را می سوزانند و با اندازه گیری تغییر دمای آب ، انرژی حاصل از احتراق که باعث گرم شدن آب و گرماسنج شده را محاسبه می کنند .



۳۱) درون گرماسنج بمبی مقدار ۴۰۰ gr آب 20°C وجود دارد . داخل بمب گرماسنج مقدار ۲ gr بادام زمینی وجود دارد ، پس

از سوزاندن بادام زمینی ، دمای آب به 22°C می رسد اگر ظرفیت گرمایی گرما سنج $2320 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ باشد ، انرژی موجود در هر گرم

$$C = 2320 \frac{\text{J}}{\text{K}} \quad \text{بادام زمینی چند KJ است ؟} \quad (= C \cdot 420 \frac{\text{J}}{\text{Kg}^{\circ}\text{C}})$$

۸ ۴

۶ ۳

۵ ۲

۴ ☒

$$m_{\text{آب}} = 0.4 \text{ Kg}$$

$$Q_{\text{آب}} = m C \Delta T = \frac{4}{10} \times 420 \times 2 = 336 \text{ J}$$

$$T_1 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 22^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{آب}} = C \Delta T = 2320 \times 2 = 4640 \text{ J}$$

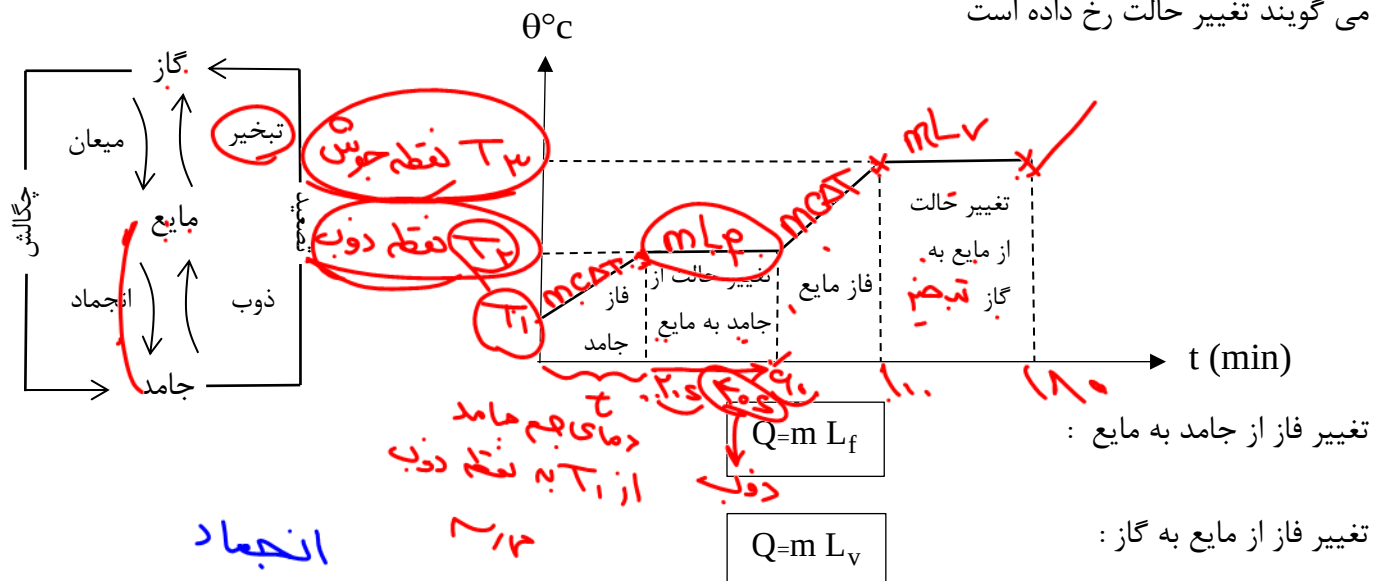
$$Q_{\text{بادام زمینی}} = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} = 4640 + 336 = 4976 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} 2\text{g} &\rightarrow 4976 \text{ J} \approx 5 \text{ KJ} \\ 1\text{g} &\rightarrow 2488 \text{ J} \approx 2.5 \text{ KJ} \end{aligned}$$

گرما و تغییر حالت :

اجسام در اطراف ما به سه حالت ، جامد - مایع - گاز وجود دارند اگر جسمی از حالتی به حالت دیگر تغییر کند اصطلاحاً

می گویند تغییر حالت رخ داده است



مثلاً تبدیل یخ 20°C - به بخار آب 100°C :

مثلاً تبدیل یخ -20°C به بخار آب 100°C :

$$-20^{\circ}\text{C} \xrightarrow{\text{MCOT}} 0^{\circ}\text{C} \xrightarrow{+mL_f} 0^{\circ}\text{C} \xrightarrow{\text{MCOT}} 100^{\circ}\text{C} \xrightarrow{+mL_v}$$

۳۲ اگر گرمای ویژه آب و یخ به ترتیب $4200 \frac{J}{Kg^{\circ}C}$ و $2100 \frac{J}{Kg^{\circ}C}$ و همچنین $L_F = 335000 \frac{J}{Kg}$ باشد، چند کیلو ژول گرما خوب و انجماد

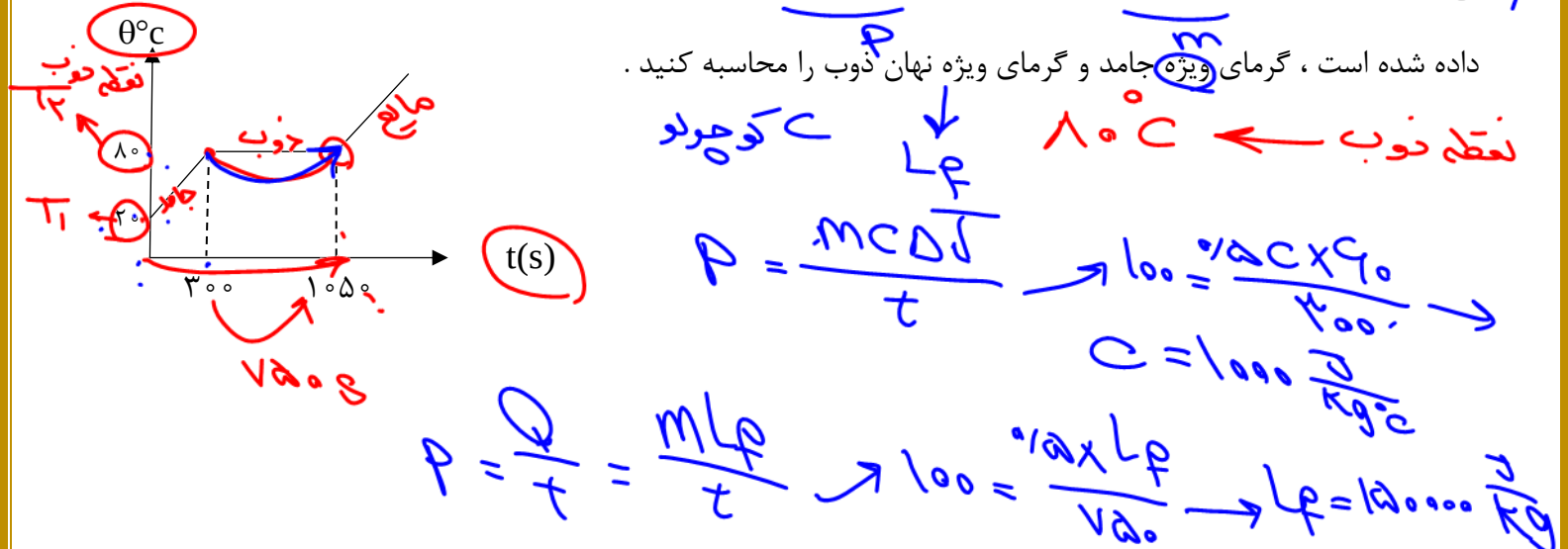
لازم است تا ۲۰۰ gr یخ -5°C را به آب 5°C تبدیل کرد؟

لازم است تا ۲۰۰ gr یخ -5°C را به آب 5°C تبدیل کرد؟

$Q = mc\Delta T + mL_f + mc\Delta T = \frac{2}{10} \times 2100 \times (0 - (-5)) + \frac{2}{10} \times 225000 + \frac{2}{10} \times 2100 \times (0 - 0)$
 $Q = 1111 \text{ KJ}$
 به یک جسم جامد ۵ Kg / ۵۰۰ واتنی گرما می دهیم . منحنی تغییرات دمای این جسم با زمان نشان

۳۳ به یک جسم جامد 5 Kg توسط یگ گرمکن 100 وات می دهیم . منحنی تغییرات دمای این جسم با زمان نشان

داده شده است، گرمای ویژه جامد و گرمای ویژه نهان ذوب را محاسبه کنید.



نکته : دمای ذوب به جنس جسم و فشار وارد بر آن بستگی دارد هر چه فشار بیشتر باشد نقطه ذوب بالاتر است . یخ استثناء می باشد و کاهش فشار باعث بالا رفتن نقطه ذوب می شود ، علت دیر آب شدن برف روی قله ها به همین دلیل است فشار هوا بالای کوه کم است بنابراین با توجه به استثناء بودن یخ دمای ذوب زیاد می شود بنابراین در دماهای بالا ذوب خواهد شد. وجود ناخالصی باعث تغییر نقطه ذوب می شود . افزایش فشار باعث بالا رفتن نقطه جوش می شود .

تبخیر سطحی :

تجربه هایی مثل خشک شدن لباس و یا زمین خیس در دماهای معمولی ، نشان می دهد که مایع در هر دمایی به بخار تبدیل می شود که به آن تبخیر سطحی گویند . آهنگ تبخیر سطحی به عواملی نظیر جنس مایع ، دما ، سطح مایع ، فشار وارد بر مایع وزش باد و رطوبت محیط بستگی دارد . آهنگ تبخیر سطحی با دما و سطح مایع رابطه مستقیم دارد و با فشار وارد بر مایع و رطوبت هوا رابطه عکس دارد . دلیل تبخیر سطحی این است که تندی مولکولهای سطحی مایع می تواند به حدی برسد که از مایع جدا شده و وارد هوا شود.

به فرآیند تبخیر تا پیش از رسیدن به نقطه جوش ، تبخیر سطحی و به فرآیند تبخیر در نقطه جوش ، اصطلاحاً جوشیدن می گویند.

تغییر حالت و دمای تعادل :

در قسمت های قبل تبادل گرما بین ۲ جسم بدون تغییر حالت را بررسی کردیم. اگر تغییر حالت رخ دهد دو حالت کلی وجود دارد.

۲ معلوم نبودن شرایط نهایی

۱ معلوم بودن شرایط نهایی

۱. معلوم بودن شرایط نهایی : در برخی از سؤالات ، شرایط نهایی معلوم می باشد که در این صورت با نوشتن مراحل تبادل

گرما کمیت مجهول محاسبه می شود ، فقط دقت کنید که **چند گرم باقی ماند ۲۹۱ یخ باقی ماند**

(الف) اگر در دستگاهی در نهایت مخلوط آب و یخ باقی بماند ، دمای تعادل 0°C ست .

(ب) اگر در دستگاهی در نهایت مخلوط آب و بخار آب باقی بماند ، دمای تعادل 100°C است .

(ت) اگر جسم داغی را روی قطعه یخ بزرگ 0°C قرار دهیم اولاً دمای تعادل 0°C می شود و ثانیاً مقداری از یخ ذوب شده و

به آب 0°C تبدیل می شود . پس اگر مقدار مایع یا جامد در مقایسه با دیگری بسیار زیاد باشد دمای نهایی همان دمای

جسمی است که مقدار آن زیاد است .

$$m_c T = |m_c T_1| + x L_f$$

$$m_c T = x L_f$$

یخ $T_1 = -T_1$ $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$

چند گرم باقی ماند $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$

جمیع داغ $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$

جمیع ذوب $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow$ $T = 0^{\circ}\text{C}$

$T_{\text{تعادل}} = 0^{\circ}\text{C}$

۳۴ ۲۰ gr یخ 0°C را در ۳۰ gr آب 40°C وارد می کنیم پس از ایجاد تعادل چند gr یخ باقی می ماند؟

$L_F = 80 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}$

$C_p = 1 \frac{\text{cal}}{\text{gr}^{\circ}\text{C}}$

$mCT = x L_F$

$30 \times 1 \times 40 = x \times 80$

$2x = 30 \rightarrow x = 15$
 ۱۵ گرم یخ

$mCT = |mC(T_i - T_f)| + x L_F \rightarrow 30 \times 1 \times 40 = 10 \times 1 \times 10 + x \times 80$
 $1200 - 100 = x \times 80$

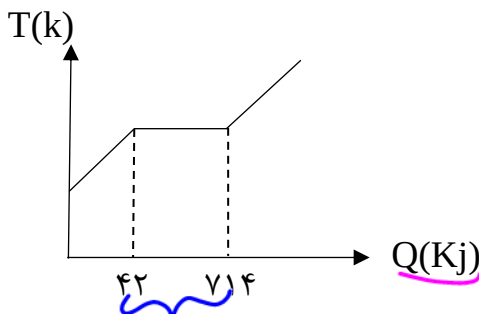
$C_p = 1 \frac{\text{cal}}{\text{gr}^{\circ}\text{C}}$ $C = 0.5 \frac{\text{cal}}{\text{gr}^{\circ}\text{C}}$ $L_F = 80 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}$ $L_V = 540 \frac{\text{cal}}{\text{gr}}$

$C_p = 4.2 \frac{\text{J}}{\text{Kg}^{\circ}\text{C}}$
 $L_f = 336 \frac{\text{J}}{\text{Kg}}$

۳۵ چند گرم یخ 0°C را درون ۶ Kg آب 40°C بریزیم تا در نهایت آب با دمای 10°C حاصل شود؟

$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$
 $9000 \times 1 \times (10 - 40) + 180m + m \times 1 \times (10 - 0) = 0$
 $-180000 + 90m = 0$

۳۶ نمودار تغییرات دمای یک جسم جامد به جرم ۲ Kg بر حسب گرمای داده شده به آن به صورت زیر است. اگر به جسم



جامد ۲۱۰ Kz گرما داده شود چند Kg از آن باقی می ماند؟

$2 - 0.5 = 1.5 \text{ Kg}$

$71.4 - 42 = 2 \times L_F$

$29.4 = 2 L_F$

$L_F = 14.7$

گرمای دوب

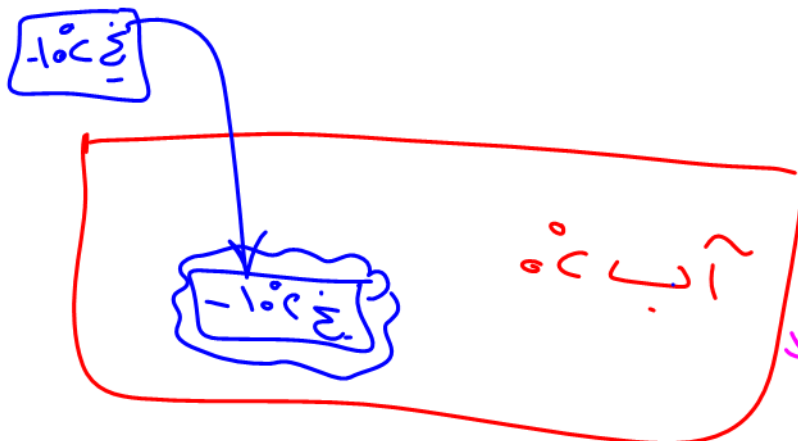
$210 - 42 = x L_F$

$168 = x \times 14.7$

$x = 11.4 \text{ Kg}$

نکته :

اگر قطعه یخی با دمای زیر صفر را درون مقدار زیادی آب 0°C بیاوریم دمای تعادل صفر درجه شده و به جرم یخ افزوده می شود.



$x L_F = |mCT|$
 مال یخ

آب درخ ← معیار آب ۰°

۲. محاسبه دمای تعادل در شرایط نهایی نامعلوم:

آب و خارا آب ← معیار آب ۰°

۱۷,۵۹ آب ۰° در کنار ۱۲,۵ گرم یخ ۰°

۳۷ اگر ۵۰ gr یخ ۰° را در ۵۰ gr آب ۶۰° وارد کنیم دمای تعادل چند درجه خواهد شد؟

مال یخ

$$Q_1 = mL_f = 50 \times 80 = 4000 \text{ cal}$$

$$Q_1 > Q_2$$

مقداری یخ باقی می ماند

و دمای تعادل ۰°

می آید

۳۸ اگر جرم آب در مسئله بالا ۲۰۰ gr باشد دمای تعادل چقدر می شود؟

۳۹ m گرم یخ ۰° را با ۵ m گرم آب ۲۰° ترکیب نمائیم در مورد وضعیت نهایی تعادل کدام گزینه صحیح است؟

۱ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۵° است.

۲ قسمتی از یخ ذوب شده دمای تعادل ۰° می شود.

۳ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۰° است.

۴ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲/۵° است.

۵ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

۶ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

۷ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

۸ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

۹ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

۱۰ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

۱۱ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

۱۲ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

۱۳ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

۱۴ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

۱۵ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

$$Q_2 = m c \Delta T = 50 \times 1 \times 60 = 3000 \text{ cal}$$

$$Q_2 = x L_f$$

$$3000 = x \times 80 \rightarrow x = 37.5 \text{ g}$$

جرم یخ ذوب شده

$$Q_1 = 50 \times 80 = 4000 \text{ cal}$$

$$Q_2 = 200 \times 1 \times 60 = 12000 \text{ cal}$$

$$Q_2 - Q_1 = (m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ}}) \times 1 \times T_e$$

$$1000 = 250 \times T_e \rightarrow T_e = 4^\circ \text{C}$$

$$Q_1 = m c \Delta T + m L_f = m \times \frac{1}{2} \times 10 + m \times 80 = 15m$$

$$Q_2 = 10m \times 1 \times 20 = 200m$$

روا آب بیشتر بود
کلیه یخ ذوب می شه
دمای آن بالای ۰° می رود

۹m آب ۲۵° باقی می ماند

$$Q_2 - Q_1 = (m + m) T_e$$

$$15m = 9m \times T_e$$

$$T_e = 2.5^\circ \text{C}$$

همه یخ ذوب می شه ولی دما بالای ۰°
نمی ره زیر ۰° زیرا رور آب - نموم

۱۶ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل ۲۵° است.

آتردمای یخ °C بنده $Q_2 = \alpha L_f \rightarrow Q_2 - Q_1 = \alpha L_f$

۴۰ m گرم یخ °C -۱۰ را با ۵ m گرم آب °C ۳ ترکیب نمائید در مورد وضعیت نهایی کدام گزینه صحیح است؟

$Q_1 = m \times \frac{1}{\rho} \times 10 + m \times 10 = 15m$

$Q_2 > Q_1$

۱ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل °C ۲۰ است.

۲ تمام یخ ذوب شده و دمای تعادل °C ۲۰ است.

$Q_2 = 5m \times 1 \times 3 = 15m$

روا آب کم است مقداری یخ ذوب

۳ $\frac{1}{8}$ یخ ذوب نشده باقی می ماند و دمای تعادل °C ۰ است.

می نشوی دمای تعادل °C ۰

۴ $\frac{7}{8}$ یخ ذوب نشده باقی می ماند و دمای تعادل °C ۰ است.

است چون مقداری یخ باقی می ماند $Q_1 > Q_2$

$Q_2 - Q_1 = \alpha L_f \rightarrow 15m - 5m = 10\alpha$

۴۱ gr ۸۰۰ یخ °C ۰ را با ۸۰۰ gr آب °C ۲۰ مخلوط می کنیم. بعد از تعادل گرمایی چند گرم آب و با چه دمایی خواهیم داشت؟

$Q_1 = 1000 \times 10 = 94000$

۲ ۱۲۰۰، صفر

۱۰۰۰، صفر ✓

$Q_2 = 1000 \times 1 \times 20 = 19000$

۳ ۴۰۱۶۰۰

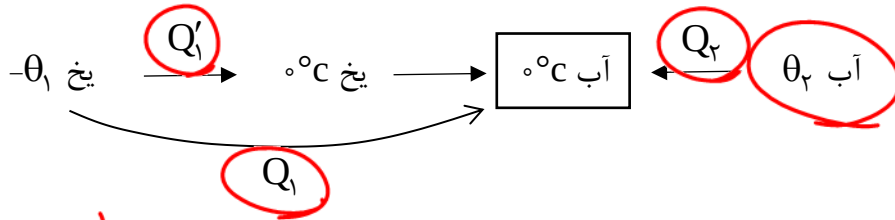
۳ ۲۰۱۶۰۰

مقداری یخ باقی می ماند و دمای تعادل °C ۰ است

$Q_2 = \alpha L_f$
 $\frac{14}{1000} = \alpha \times 1000 \rightarrow \alpha = 2000$
 یخ ذوب ۱۴

جمع بندی تعادل آب و یخ :

اگر m_1 گرم یخ θ_1 - را درون m_2 گرم آب θ_2 بریزیم مبنا را آب 0°C می گیریم .



$$Q_2 = x L_f$$

$$Q_2 - Q_1 = x L_f$$

$$x = \frac{Q_2 - Q_1}{L_f}$$

قسمتی از یخ ذوب می شود و دمای تعادل 0°C و $Q_1 > Q_2$

$Q_1 = Q_2$: تمام یخ ذوب می شود و دمای تعادل 0°C است .

$$Q_2 - Q_1 = (m_1 + m_2) c \theta_e$$

$Q_1 < Q_2$: تمام یخ ذوب می شود

۴۲ در داخل گرما سنجی ، 200 gr یخ 10°C - را درون 100 gr آب 20°C می اندازیم ، در نهایت چه خواهیم داشت ؟

۲ مخلوط آب 0°C و $197/5$ گرم یخ 0°C

۱ مخلوط آب 0°C و 210 gr گرم یخ 0°C

۴ 300 gr یخ 0°C

دمای تعادل 0°C است

۳ 300 gr آب 0°C

۴۳ $6/4 \text{ Kg}$ یخ 10°C - را در یک استخر بزرگ آب 0°C می اندازیم . پس از برقراری تعادل جرم یخ چند Kg است ؟

$$m c T = x L_f$$

۱۰۰

$$x = \frac{100}{4000} = 0.025$$

$$x = \frac{100}{4000} = 0.025$$

دمای آب

نکته OMZ : " m گرم یخ 0°C و m گرم آب 0°C "

$$\theta < 0^\circ \rightarrow \theta_e = 0^\circ \text{ و } x = \frac{\theta}{0^\circ} m$$

$$\theta = 0^\circ \rightarrow \theta_e = 0^\circ \text{ تمام یخ ذوب می شود و } Q_1 = Q_2$$

$$\theta > 0^\circ \rightarrow \theta_e = \frac{\theta - 0^\circ}{2} \text{ تمام یخ ذوب می شود و } Q_2 > Q_1$$



۴۴ در ظرفی ۱۰۰ gr آب ۱۰۰°C و ۱۰۰ gr یخ ۰°C می ریزیم. دمای نهایی سیستم چند درجه است؟

- | | | | |
|---|----|---|----|
| ۱ | ۰ | ۲ | ۳۰ |
| ۳ | ۲۰ | ۴ | ۱۰ |

"آب و بخار آب"

مینا را آب ۱۰۰°C می گیریم

بخار آب ۱۰۰°C و آب ۰°C:

جرمها برابر است می ریم دنبال دمای نهایی
 $\theta = 100 > 10$
 $\theta_e = \frac{100 - 10}{2} = 45^\circ C$

بخار
 $Q_1 = m L_v$
 بخار ۱۰۰°C به آب ۱۰۰°C
 آب ۱۰۰°C به ۰°C
 $Q_2 = mc(100 - \theta)$
 آب

$Q_1 > Q_2$ دمای تعادل ۱۰۰°C و مقداری بخار به آب تبدیل می شود.

$Q_1 = Q_2$ همه بخار به آب تبدیل شده دمای تعادل ۱۰۰°C می شود.

$Q_1 < Q_2$ کل بخار به آب تبدیل شده و دمای تعادل کمتر از ۱۰۰°C می شود

۴۵ ۱۰۰ gr بخار آب ۱۰۰°C را در ۱۰۰ gr آب ۱۰°C می ریزیم پس از تعادل چه داریم؟

بخار
 $Q_1 = m L_v = 100 \times 540 = 54000 \text{ cal}$

آب
 $Q_2 = mc \Delta T = 100 \times 1 \times 90 = 9000 \text{ cal}$

$Q_1 = 54000 \text{ cal}$

$Q_2 = 100 \times 1 \times 90 = 9000 \text{ cal}$

$Q_1 - Q_2 = (m + m)(\theta_e - 100)$

۴۶ در سوال ۴۷ اگر جرم آب ۱۰۰g باشد چطور؟

۴۷ ۵ gr بخار آب ۱۰۰°C حداکثر چند گرم یخ ۰°C را ذوب می کند؟

- | | | | |
|---|----|---|----|
| ۱ | ۲۰ | ۲ | ۴۰ |
| ۳ | ۶۰ | ۴ | ۸۰ |

بخار ۱۰۰°C
 آب ۱۰۰°C
 آب ۰°C
 $m L_f$

$5 \times 540 + 5 \times 1 \times 100 = x \times 80$

$2700 + 500 = 80x$

$3200 = 80x \rightarrow x = 40 \text{ g}$

۴۸ در داخل گرماسنجی، ۲۰ gr بخار آب ۱۰۰°C و ۵۰ gr یخ ۳۰°C می ریزیم پس از تعادل چه داریم؟

بخار ۲۰ gr → آب ۱۰۰°C

$$mL_v = 20 \times 540 = 10800 \text{ cal}$$

۱ مقدار آب و بخار در تعادل

$$50 \times \frac{1}{2} \times 30 = 750 \text{ cal}$$

۲ مقداری یخ و آب در تعادل

۳ آب ۲۰°C

۴ آب ۸۰°C

$$mL_f = 50 \times 80 = 4000 \text{ cal}$$

$$mC\Delta T = 50 \times 1 \times 100 = 5000 \text{ cal}$$

مقدار بخار آب باقی مانده ۹۷۵۰ cal

۴۹ در یک چاله کوچک ۳۴۰ gr آب ۰°C قرار دارد. اگر در اثر تبخیر سطحی قسمتی از آب، بخار شود و بقیه آن یخ ببندد

($L_v = 540^\circ \text{C}$) و ($L_f = 80^\circ \text{C}$)

جرم بخار تولید شده چند gr است؟

$$x \times L_v = (340 - x) \times L_f$$

۱۷۰

۲

۳۰۰

۱

$$x \times 540 = (340 - x) \times 80$$

۴۰

۳

۱۵

۳

$$15x = 910 - 2x \rightarrow 17x = 910 \rightarrow x = 53.5 \text{ g}$$

روش های انتقال گرما

*رسانش گرمایی :

اختلاف دما باعث شارش گرما از جسم با دمای بالاتر به جسم با دمای پایین تر می شود . در اثر گرما ارتعاش اتم ها افزایش می یابد و باعث می شود ارتعاش اتم های مجاور نیز افزایش یابد و با گسترش ارتعاش ها ، گرما منتقل می شود . در فلزات قسمت عمده گرما از طریق الکترونهاى آزاد منتقل می شود ولی نافلزات بدلیل عدم وجود الکترونهاى آزاد ، رساناهای خوب



گرما نیستند .

همرفت :

همرفت مخصوص گازها و مایع ها می باشد . در روش همرفت شاره با دمای بالاتر به دلیل چگالی کمتر بالا رفته و شاره با دمای کمتر جایگزین آن می شود در حقیقت به دلیل نیروی شناوری ارشمیدس هوای گرمتر بالا می رود .

همرفت طبیعی :

گرم شدن هوای اتاق به وسیله شومیز و بخاری ، جریان بادهای ساحلی ، گرم شدن آب داخل کتری و انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح ، مثال هایی از همرفت طبیعی هستند.

همرفت واداشته :

در این روش شاره به کمک پمپ طبیعی یا مصنوعی به حرکت واداشته می شود تا انتقال گرما انجام گیرد ، سیستم خنک کننده اتومبیل و گرم و سرد شدن بخش های مختلف بدن بر اثر گردش جریان خون نمونه هایی از همرفت واداشته است .

تابش :

در روش تابش ، گرما از طریق امواج الکترومغناطیسی منتقل می شود . آهنگ انتقال گرما به روش تابش به دما ، سطح مقطع ، رنگ و نوع سطح جسم بستگی دارد . هرچه دمای جسم بیشتر باشد آهنگ انتقال انرژی تابشی بیشتر است . هرچه سطح مقطع بیشتر باشد تابش جسم بیشتر است .

اجسام سیاه رنگ هم جذب گرمایی بالاتری دارند و هم تابش گرمایی بیشتری دارند .

تست: کدام مورد نادرست است؟

۱) در فرآیند انتقال گرما به روش همرفت، گرما توسط حرکت شاره (مایع یا گاز) از یک نقطه به نقطه دیگر منتقل میشود.

۲) ضریب انبساط حجمی یک ماده جامد تقریباً سه برابر ضریب انبساط طولی آن ماده است.

۳) در نقطه ذوب، با وجود جذب گرما توسط ماده، دمای آن ثابت میماند زیرا انرژی دریافتی صرف افزایش انرژی پتانسیل

مولکولها و تغییر فاز میشود.

۴) اگر دو جسم با دماهای متفاوت در تماس با یکدیگر قرار گیرند، گرما همواره از جسم دمای کمتر به جسم دمای بیشتر منتقل میشود.

گ ۴

تست: کدام مورد همرفت طبیعی است؟

۱) انتقال گرما توسط پنکه سقفی در اتاق

۲) گردش آب در شفاژ خانه

۳) تشکیل نسیم دریا و خشکی در مناطق ساحلی

۴) خنک شدن موتور موتورسیکلت توسط فن

گ ۳

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 نوافلزات، گرما فقط از طریق ارتعاش اتمها انتقال مییابد.

ج: اندام حفرهای مارهای زنگی، تنها بهعنوان 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.

۱ (۲

۲ (۱

۳ (۳

۴ (۴

الف و ج و د نادرست هستند فقط ب درست است

تست: جریان باد ساحلی در شب از به ساحل دریا است که نمونه‌ای از همرفت طبیعی می‌باشد.

(۱) دریا - ساحل - واداشته (۲) ساحل - دریا - واداشته

(۳) دریا - ساحل - طبیعی (۴) ساحل - دریا - طبیعی