

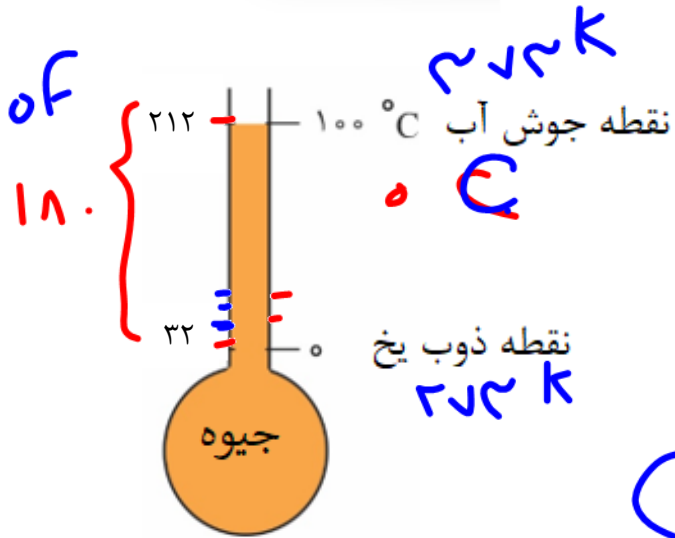
دما و گرما

تعریف دما

دما یک کمیت نسبی و مقایسه‌ای است که میزان سردی یا گرمی جسم را مشخص می‌نماید، به این ویژگی کمیت دماسنجی می‌گویند. تغییر کمیت دماسنجی اساس کار دماسنج است.

مقیاس‌های دما

یکی از مقیاس‌های متداول مقیاس سانتی‌گراد است. ابتدا دماسنج را در مخلوط آب و یخ در کنار دریا قرار می‌دهیم. جیوه در یک نقطه ثابت قرار می‌گیرد، سپس دماسنج را در داخل ظرف آبی که در حال جوشیدن است قرار می‌دهیم. نقطه ذوب یخ را صفر و نقطه جوش آب را ۱۰۰ در نظر می‌گیریم. بین صفر و ۱۰۰ را به ۱۰۰ قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم. دما دیگر دمای کلون است. درجه‌بندی کلون و سانتی‌گراد یکسان است.



$$T = \theta + 273$$

$$\frac{F - 32}{180} = \frac{C}{100}$$

$$(F - 32) \cdot 100 = 180 \cdot C$$

$$F = 32 + 1.8C$$

$$F = 1.8C + 32$$

$T =$ درجه‌ی کلون
 $\theta = C$ درجه سانتی‌گراد

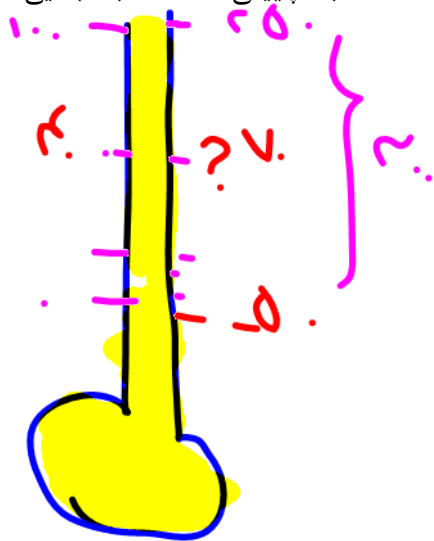
صفر کلون برابر $-273/5^{\circ}\text{C}$ است که این پایین‌ترین دمایی است که بشر تاکنون به آن رسیده است.

دماسنج رایج دیگر که در هواشناسی و صنعت مورد استفاده قرار می گیرد، دماسنج فارنهایت است. در این دماسنج نقطه ذوب یخ را ۳۲ نقطه جوش آب را ۲۱۲ در نظر می گیریم. بین ۳۲ تا ۲۱۲ را به ۱۸۰ قسمت مساوی تقسیم می نماییم. تبدیل دماسنج سانتی گراد و فارنهایت:

$$\frac{F-32}{180} = \frac{C}{100} \longrightarrow F = \frac{9}{5}C + 32 \Rightarrow \boxed{F = 1/8 C + 32}$$

به طور کلی برای هر دماسنجی می توان نوشت:

$$\frac{\text{نقطه ثابت پایینی} - x}{\text{نقطه ثابت بالایی} - \text{نقطه ثابت پایینی}} = \frac{C}{100}$$

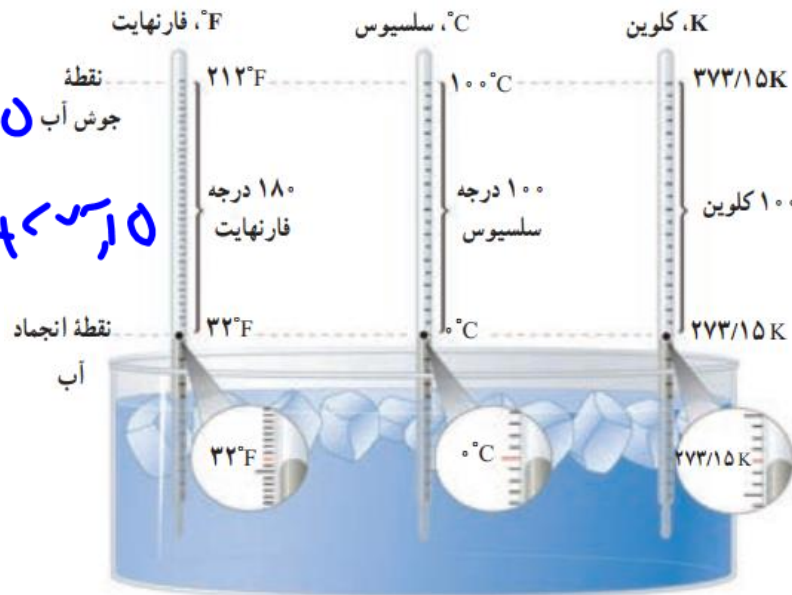


$$\begin{aligned} \frac{92 - (-50)}{250 - (-50)} &= \frac{C}{100} \\ \frac{142}{300} &= \frac{C}{100} \\ C &= 47.3 \end{aligned}$$

$$T : C + 273.15$$

$$T : - 273.15 + C$$

$$T : .$$



مقایسه‌ی یکاهای فارنهایت، سلسیوس و کلون

تغییرات دمای کلون و تغییرات دمای سانتی گراد برابر می‌باشند. $\Delta T = \Delta C$ **نکته**

۱. دمای جسمی 3°C است. دمای جسم را بر حسب درجه فارنهایت به دست آورید. مثال ؟

$$F = 1.8C + 32$$

$$F = 1.8 \times 3 + 32$$

$$F = 0.6 + 32 = 32.6^{\circ}\text{F}$$

۲. دمای جسمی 90°F است. دمای جسم را بر حسب درجه سانتی گراد به دست آورید. مثال؟

$$\begin{aligned} F &= 1.8C + 32 \\ 90 &= 1.8C + 32 \\ 58 &= 1.8C \\ C &= \frac{58}{1.8} = 32.2 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 90 \\ - 32 \\ \hline 58 \end{array}$$

۲. دمای جسمی 30°K است. دمای جسم بر حسب درجه فارنهایت را به دست آورید. مثال ?

$$T: C + 273 = 30 \Rightarrow C + 273 = 30 \Rightarrow C = 30 - 273$$

$$f: 1.8C + 32$$

$$f: 1.8 \times 30 + 32$$

$$f: 54 + 32 = 86$$

۴. تفاضل دمای دو جسم 80°C است. تفاضل دمای دو جسم چند درجه فارنهایت است؟ ? مثال ?

$$\begin{aligned}
 F_1 &= 1.8 C_1 + 32 \\
 F_2 &= 1.8 C_2 + 32 \\
 F_2 - F_1 &= 1.8 (C_2 - C_1) \\
 \Delta F &= 1.8 \Delta C \\
 \Delta F &= 1.8 \times 80 = 144^{\circ}\text{F}
 \end{aligned}$$

۵. مثال؟ مجموع دمای دو جسم 30°C است. مجموع دمای دو جسم چند درجه فارنهایت است؟

نکته) گرم‌ترین نقطه روی زمین در کویر لوت 70°C و سردترین نقطه در قطب جنوب -89°C است.

$$F = 1.8C + 32$$

$$F_2 + F_1 = 1.8(C_2 + C_1) + 64$$

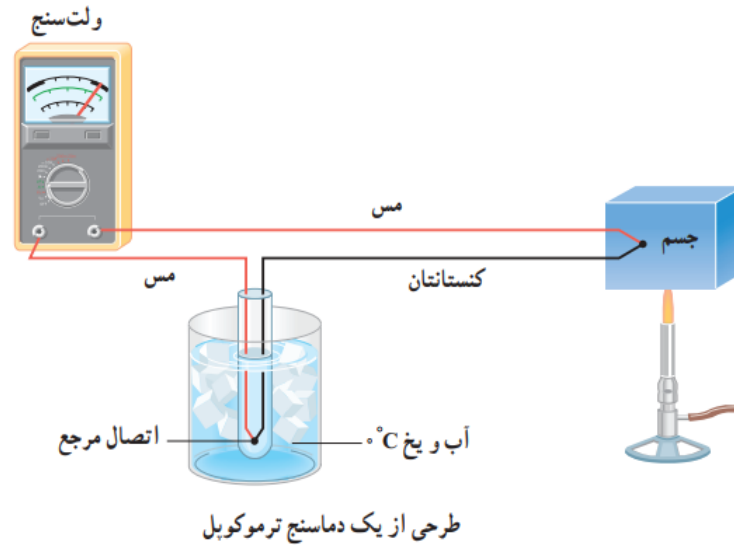
$$F_2 + F_1 = 1.8 \times 20 + 64 = 36 + 64 = 100$$

انواع دماسنج

سه دماسنج به عنوان دماسنج‌های معیار هستند و عبارتند از: دماسنج گازی – دماسنج مقاومت پلاتینی و تفسنج (پیرومتر)

دماسنج ترموکوپل:

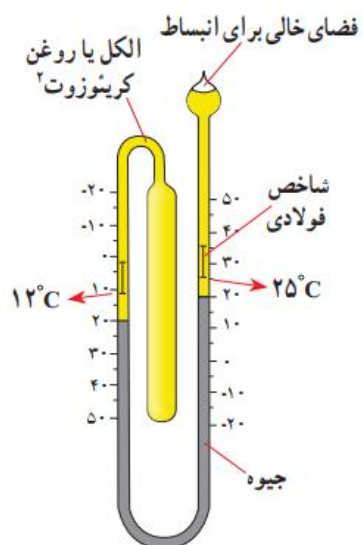
که به دلیل دقت کم آن کنار گذاشته شد.



گستره دمایی آن از -27°C تا 1372°C است.

مزیت ترموکوپل این است که به دلیل جرم کوچک محل اتصال خیلی سریع به حالت تعادل گرمایی می‌رسد.

دماسنج ماکزیمم و مینیمم



تعریف ظرفیت گرمایی ویژه C

مقدار گرمایی که به واحد جرم جسم داده می‌شود تا دمای جسم یک درجه سانتی‌گراد افزایش یابد.

تعریف ظرفیت گرمایی mC

مقدار گرمایی که به کل جسم داده می‌شود تا دمای جسم 1°C افزایش یابد.

$$Q = -nR(\Delta G)$$

$$U_{\text{rel}} = mc^2 \left(\frac{G_c - G_i}{K} \right)$$

$\phi = m \cdot c (\sigma_2 - \sigma_1)$

درد

k_y

J

کلوین

$k_y \cdot x$

J

$k_y \cdot x$

فرمول مقدار گرما



$$Q = mC(\theta_2 - \theta_1)$$

گرما یا انرژی

جرم

ظرفیت گرمایی ویژه

تغییرات دما بر حسب سانتی گراد

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

تغییرات دما

$$Q = mC(\theta_2 - \theta_1)$$

kg

J
kg.k

کلوین

$$Q = mC(\theta_2 - \theta_1)$$

cal
g.k

کالری

گرم

درجه سانتی گراد

cal
g.k

$$C = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g.k}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.k}}$$

آب

C.G.S

۶. به ۲۰۰ گرم آب 1°C چه مقدار گرما بدهیم تا دمای آب به 6°C برسد؟ مثال ؟

$$Q = mc(t_2 - t_1)$$

$$Q = 200 \times 1 (6 - 1)$$

$$Q = 1000 \text{ cal}$$
~~$$Q = 1000 \text{ cal}$$~~

$$Q = mc(t_2 - t_1)$$

$$Q = 200 \times 4.2 (6 - 1)$$

$$Q = 4200 \text{ J}$$

$$M.K.S$$
~~$$Q = 4200 \text{ J}$$~~
~~$$Q = 4200 \text{ J}$$~~

۷. به یک قطعه آهن ۶۰۰ ژول گرما می‌دهیم. دمای آن 5°C افزایش می‌یابد. به یک قطعه آهن دیگر

۱۴۰۰ ژول گرما می‌دهیم، دمای آن هم 5°C افزایش می‌یابد. مجموع جرم دو قطعه آهن را به دست آورید.

آهن $C = 0.2 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{K}}$

$$1400 - 600 = 800 \quad \frac{5}{1 \text{ g} \cdot \text{K}}$$

$$Q = mc\Delta T \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_1 = m_1 c \Delta T \\ Q_2 = m_2 c \Delta T \end{array} \right.$$

$$Q_1 + Q_2 = (m_1 + m_2) c \Delta T$$

$$Q = mc\Delta T$$

$$1400 + 600 = (m_1 + m_2) 0.2 \times 5$$

$$\frac{2000}{1} = \frac{(m_1 + m_2) 1}{1}$$

$$2000 = m_1 + m_2$$

۸. دمای اولیه جسمی صفر درجه سانتی گراد است. به این جسم به طور مرتب گرما می دهیم. نمودار دما

مثال ؟

بر حسب گدما را رسم کنید.

$$Q = mc(\theta_2 - \theta_1)$$

$$Q = mc(\theta - 0)$$

$$\theta = \frac{Q}{mc}$$

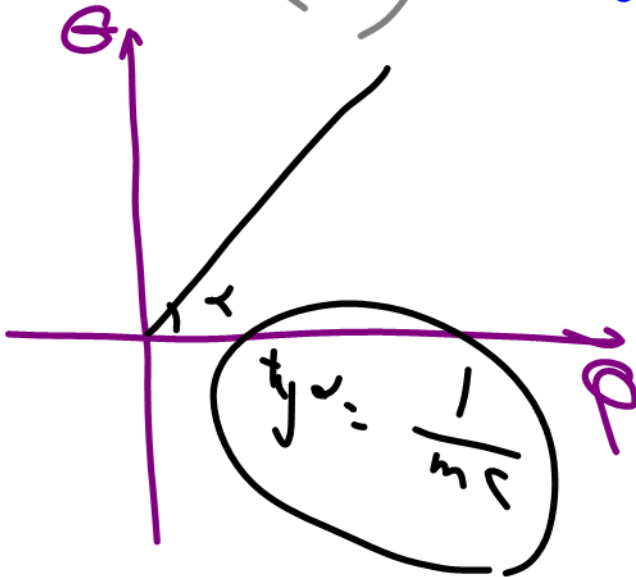
$$J = \frac{1}{5/2}$$

دما
تایم

$$y = \frac{1}{mc}$$

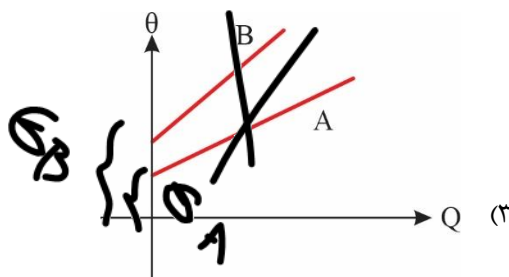
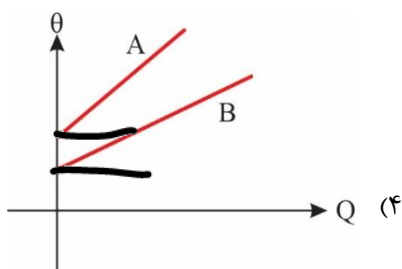
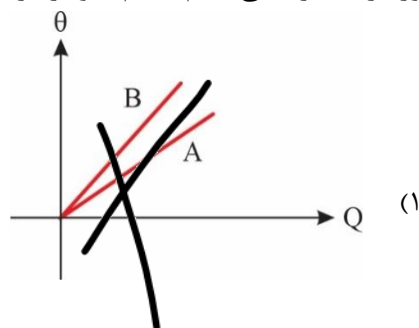
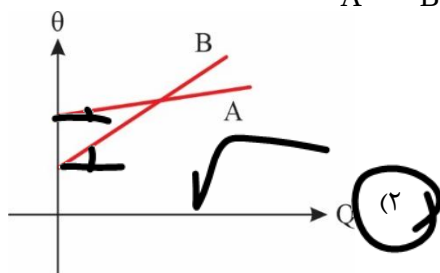
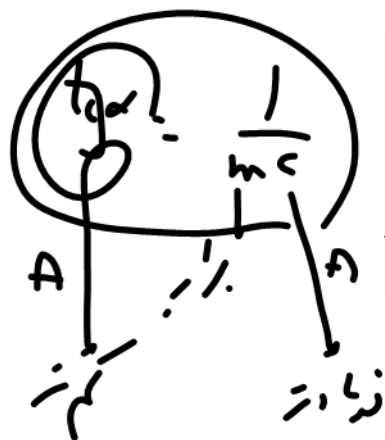
تایم

$$y = \frac{1}{mc}$$



۹. مثال؟ به دو جسم A و B که دارای جرم یکسان و دمای اولیه θ_A و θ_B ($\theta_A > \theta_B$)، هستند. به این دو جسم

به طور مرتب گرما می دهیم. کدام نمودار درست است؟ $C_A > C_B$



دمای تعادل



اگر چند مایع سرد و گرم را با یکدیگر مخلوط نماییم، بعد از مدتی مخلوط به حالت تعادل می‌رسد. در این حالت بعضی از اجسام گرما می‌گیرند و بعضی گرما از دست می‌دهند. مجموع جبری گرمای مبادله شده صفر است.

$$\sum Q = 0 \rightarrow Q_1 + Q_2 + \dots = 0$$

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) + m_2 c_2 (\theta - \theta_2) + \dots = 0$$

$$m_1 c_1 \theta - m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta - m_2 c_2 \theta_2 = 0$$

$$\theta (m_1 c_1 + m_2 c_2) = m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 \rightarrow \theta = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2} \rightarrow \theta = \frac{\sum mc\theta}{\sum mc}$$

$$\theta = \frac{\sum mc\theta}{\sum mc}$$

$$\theta = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + \dots}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + \dots}$$

$$m_1 c_1 (\theta - \theta_1) = m_2 c_2 (\theta_2 - \theta)$$

۱۰. مثال؟ ۱۰۰ گرم آب 3°C را با ۳۰۰ گرم آب 6°C مخلوط می‌نماییم. درجه حرارت تعادل، کدام است؟

۵۲/۵ $^{\circ}\text{C}$ (۴)

۴۲/۵ $^{\circ}\text{C}$ (۳)

۳۷/۵ $^{\circ}\text{C}$ (۲)

۳۵ $^{\circ}\text{C}$ (۱)

$$\begin{array}{r} 100 \times 3 = 300 \\ 300 \times 6 = 1800 \\ \hline 2100 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} Q = \frac{m_1 c_1 + m_2 c_2}{m_1 + m_2} \\ Q = \frac{100 \times 1 \times 3 + 300 \times 1 \times 6}{100 + 300} \\ Q = \frac{100 \times 1 + 300 \times 1}{400} \\ Q = \frac{400}{400} = 1,0 \end{array}$$

مثال ۱۱. ۲۰۰ گرم آب ۳۰°C را با ۳۰۰ گرم آب ۶۰°C مخلوط می‌نماییم. دمای تعادل را به دست آورید. ؟

$$Q = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 + m_2}$$

$$Q = \frac{200 \times 1 \times 20 + 300 \times 1 \times 60}{200 + 300}$$

$$Q = \frac{200 \times 1 + 300 \times 1}{0} = 400$$

$$\begin{aligned} 200 \times 20 &= 4000 \\ 300 \times 60 &= 18000 \\ \hline 20000 &= 40000 \end{aligned}$$

مثال ۱۲. ۳۰۰ گرم آب 40°C را با ۳۰۰ گرم آب 6°C مخلوط می‌نماییم. دمای تعادل را به دست آورید.

$$\theta = \frac{m c \theta_1 + m c \theta_2}{m c + m c}$$

$$\theta = \frac{m \cancel{c} (\theta_1 + \theta_2)}{m \cancel{c} + m \cancel{c}}$$

$$\theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$$

$$\theta = \frac{40 + 6}{2} = 23^{\circ}\text{C}$$

از جمله فراموشی‌ها: m باید یکسان باشد

$$\theta = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \dots}{n}$$

۱۳. ۸۰۰ گرم آب 39°C را با ۱۰۰۰ گرم الکل 46°C با ۱۶۰۰ گرم روغن 53°C مخلوط می‌نماییم. درجه حرارت تعادل را به دست آورید.

($C = 0.8 \frac{\text{cal}}{\text{g.k}}$ الکل و $C = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g.k}}$ آب و $C = 0.5 \frac{\text{cal}}{\text{g.k}}$ روغن)

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$Q_1 = 800 + 46 + 53$$

$$\begin{aligned} 1000 \times 0.8 \times (46 - T) &= 800 \times 1 \times (T - 39) \\ 1000 \times 0.8 \times (46 - T) &= 800 \times 1 \times (T - 39) \\ 1000 \times 0.8 \times 46 - 1000 \times 0.8 \times T &= 800 \times T - 800 \times 39 \\ 36800 - 800T &= 800T - 31200 \\ 36800 + 31200 &= 800T + 800T \\ 68000 &= 1600T \\ T &= 42.5^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

۱۴. مثال؟ شخصی ۳kg آب ۷°C را در یک لیوان آلومینیومی ۰/۱۲kg که دمای آن ۳۰°C است می‌ریزد. دمای نهایی تعادل را به دست آورید.

($C = 900 \frac{J}{kg \cdot K}$ آلومینیوم)

$$m_1 c_1 (T_1 - T_f) = m_2 c_2 (T_f - T_2)$$

$$0.12 \times 900 (70 - T_f) = 3 \times 4200 (T_f - 30)$$

$$108 (70 - T_f) = 12600 (T_f - 30)$$

$$7560 - 7560 T_f = 12600 T_f - 378000$$

$$385560 = 13356 T_f$$

$$T_f = \frac{385560}{13356} = 28.86 \approx 29 \text{ } ^\circ\text{C}$$

۱۵. مثال؟ در ظرف حاوی ۵۰۰ گرم آب 2°C یک قطعه مس ۱۰۰ گرمی به دمای 50°C و یک قطعه فلز دیگر به جرم ۱۵۰ گرم و دمای 60°C گرمای ویژه نامعلوم می‌اندازیم. دمای تعادل ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌شود ظرفیت گرمایی فلز نامعلوم را به دست آورید.

($C = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ آب و $C = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ مس)

$$\begin{aligned}
 & 0.15 \times c (50 - 60) + 0.1 \times 4200 (50 - 2) + 0.1 \times 400 (50 - 2) = 0 \\
 & 15c - 1050 = 1050 - 1050 - 1050 \\
 & 15c = 1050 + 1050 + 1050 \\
 & 15c = 3150 \\
 & c = 210
 \end{aligned}$$

مثال ۱۶ برای اندازه‌گیری گرمای ویژه با جنس نامعلوم ۶۰۰ گرم از آن را تا دمای 100°C گرم می‌نماییم. در یک گرماسنج با ظرفیت گرمایی $180 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ که حاوی ۵۰۰ گرم آب با دمای اولیه 20°C می‌اندازیم. دمای تعادل 25°C می‌شود. گرمای ویژه فلز را به دست آورید.

$$m c = \cancel{4} \times \frac{\text{J}}{\cancel{\text{kg}} \cdot \text{K}} = \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

$$14 \times c (70) = (m c + 180) (0)$$

$$980c = (110 + 10 \times 180) 0$$

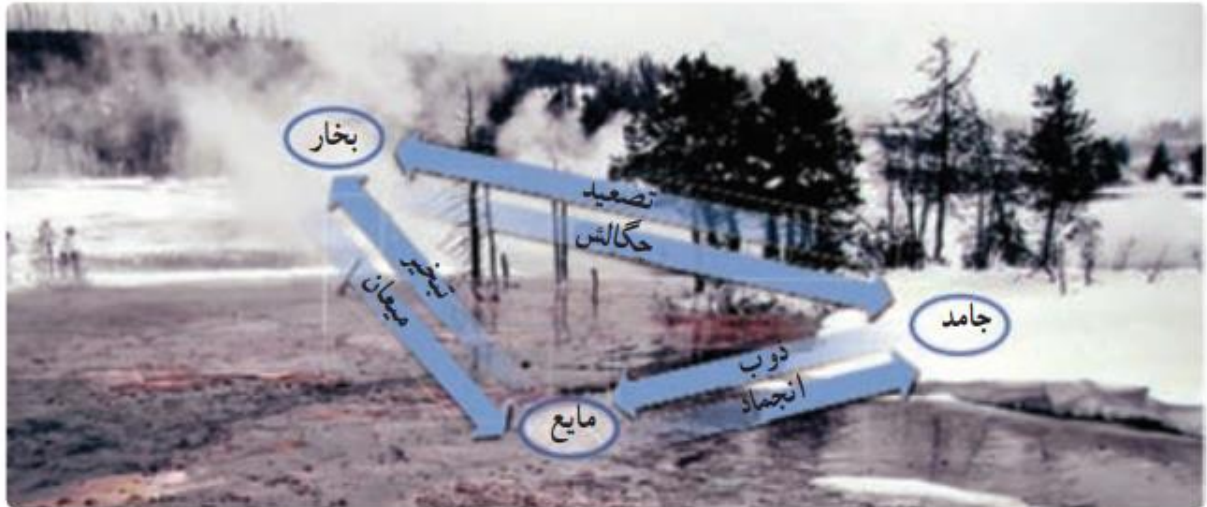
$$980c = 2210$$

$$c = \frac{2210}{980} = 2.25$$

تغییر حالت ماده



گذار از یک حالت ماده به حالت دیگر ماده را تغییر حالت می‌نامند.
تبدیل جامد به مایع (یخ به آب) ذوب نامیده می‌شود و تبدیل مایع به جامد را انجماد می‌گویند.

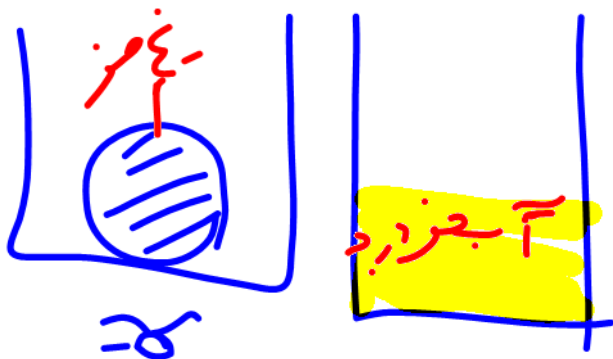


تعریف ذوب



تغییر حالت جامد به مایع را ذوب می‌نامند. در تمام مدت ذوب دمای جسم ثابت می‌ماند. این دما را نقطه ذوب می‌نامند.

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



اثر فشار در نقطه ذوب



یخ در فشار ۱ atm در دمای صفر درجه سانتی‌گراد ذوب می‌شود. با افزایش فشار نقطه ذوب یخ پایین می‌آید.

نکته حجم جامدهای بلورین هنگام ذوب افزایش می‌یابد. ولی یخ، چدن، نقره، بیسموت هنگام ذوب کاهش حجم دارند.

نکته جامدهای بی‌شکل در گستره‌ای از دما ذوب می‌شوند و نقطه ذوب مشخصی ندارند.

نکته افزایش فشار باعث افزایش نقطه ذوب می‌شود. ولی بعضی از مواد مانند یخ افزایش فشار باعث کاهش نقطه ذوب می‌شود.

تعریف گرمای ویژه نهان ذوب



مقدار گرمایی که به واحد جرم جسم داده می‌شود تا بدون تغییر دما ذوب شود.

$$Q = mL_f \rightarrow L_f = \frac{Q}{m}$$



$$Q = m L_f$$

$$\frac{J}{kg}$$

L_f گرمای ویژه نهان ذوب بر حسب

$$L_f = \frac{Q}{m}$$

$$\frac{J}{kg} = 226 \frac{J}{kg} = 226 \frac{J}{kg} = 226 \frac{J}{kg}$$

Q گرما بر حسب ژول

m جرم جسم بر حسب kg

تعریف گرمای نهان ذوب



مقدار گرمایی که به یک جسم جامد داده می‌شود تا بدون تغییر دما ذوب شود.

$$Q = m L_F$$

$$L_f = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}} = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 336000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$



تعریف تبخیر



تبدیل مایع به بخار را تبخیر می‌نامند. در تمام مدت تبخیر دما ثابت است.

تعریف گرمای نهان تبخیر



مقدار گرمایی که به مایع داده می‌شود تا بدون تغییر دما از حالت مایع به حالت بخار درآید.

$$Q = mL_v$$

$$Q = m L_v$$

$$L_v = \frac{Q}{m}$$

تعریف گرمای ویژه نهان تبخیر



مقدار گرمایی که به واحد جرم مایع داده می‌شود تا بدون تغییر دما از حالت مایع به حالت بخار درآید.

$$L_v = \frac{Q}{m} = \frac{J}{kg}$$

فرمول تبدیل یخ $-2^\circ C$ به بخار آب $100^\circ C$

بخار $100^\circ C \xrightarrow{Q_4}$ آب $100^\circ C \xrightarrow{Q_3}$ آب صفر $\xrightarrow{Q_2}$ یخ صفر $\xrightarrow{Q_1}$ یخ -20°

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q = mc'(\circ + 20) + mL_f + mc(100 - \circ) + mL_v$$

$$\begin{array}{cc} 1. & 1 \\ \text{ع} & \text{آ} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 21. \\ \hline 26. \\ \text{ع} \end{array}$$

مثال ۱۷. ۲۰۰ گرم یخ 1°C را به بخار آب 100°C تبدیل می‌نماییم. گرمای لازم را به دست آورید.

$$(L_F = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \text{ و } L_V = 540 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \text{ و } C = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}})$$

بخار آب — آ — ۱۰۰ — آب — ۱ — یخ — ۰ — یخ — ۱۰۰ —

$$Q : mc'(100 + 1) + mL_F + mc(100 - 1) + mL_V$$

$$Q : 200 \times 1 \times 100 + 200 \times 1 + 200 \times 1(100) + 200 \times 540$$

$$Q : 10000 + 200 + 20000 + 108000$$

$$Q = 140200 \text{ کالری}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \\ 200 \\ 20000 \\ 108000 \\ \hline 140200 \end{array}$$

۱۸. **مثال** ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه سانتی گراد را با ۲۰۰ گرم آب 4°C مخلوط می‌نماییم. درجه حرارت تعادل را به دست آورید.

$$L_F = \lambda \cdot \frac{\text{cal}}{\text{g}}$$

$$m L_f + m c (\sigma - \cdot) = M c (\epsilon - \sigma)$$

$$1 \cdot \times 1 + 1 \cdot \times 1 (\sigma) = 2 \cdot \times 1 (\epsilon - \sigma)$$

$$1 \cdot + 1 \cdot \sigma = 1 \cdot - 2 \cdot \sigma$$

$$2 \cdot \sigma = 1 \cdot - 2 \cdot \sigma$$

$$4 \cdot \sigma = 1 \cdot$$

$$\sigma = \frac{1}{4}$$

۱۹. ۲۰۰ گرم یخ صفر درجه سانتی گراد را با ۸۰۰ گرم آب 20°C مخلوط می نماییم. درجه حرارت تعادل را به دست آورید.

مثال ؟

$$\begin{aligned}
 & \text{حرارت آب} = 800 \times 20 = 16000 \\
 & m_L C + m_C (50 - 0) = m_C (20 - 50) \\
 & 200 \times 1 + 200 \times 1 (50 - 0) = 100 \times 1 (20 - 50) \\
 & 200 + 10000 = 100 \times (-30) \\
 & 10200 = -3000 \\
 & Q_{\text{در}} = Q_{\text{بر}}
 \end{aligned}$$

مثال؟ ۲۰. ۳m گرم آب 6°C را با m گرم یخ صفر درجه سانتی‌گراد مخلوط می‌نماییم. درجه حرارت تعادل را به دست آورید.

$$m L_f + m_c (6 - 0) = 3m_c (4 - 6)$$

$$80 + 1(6) = 2 \times 184 - 36$$

$$86 = 100$$

$$0 = 20^{\circ}\text{C}$$

$$2 \times 184 = 368$$

$$1 \times 80 = 80$$

$$368 - 80 = 288$$

$$288 \div 6 = 48$$

۲۱. ۱۰۰ گرم یخ صفر درجه را با ۲۰۰ گرم آب 1°C مخلوط می‌نماییم. درجه حرارت تعادل را به دست آورید. مثال ?

~~$$m L_f + m_c (5 - 0) = m_c (10 - 5)$$~~

~~$$100 \times 80 + 100 \times 1(5) = 200 \times 1(10 - 5)$$~~

~~$$80000 + 500 = 1000$$~~

~~$$80500 = 1000$$~~

۱۰۰ گرم یخ صفر درجه را با ۲۰۰ گرم آب 1°C مخلوط می‌نماییم. درجه حرارت تعادل را به دست آورید.

نام غریب و عجیب
دست نداشت

۲۲. مثال؟ گرم ۲۰۰ یخ صفر درجه سانتی‌گراد را با ۸۰۰ گرم آب 6°C مخلوط می‌نماییم. درجه حرارت تعادل را به دست آورید.

$$\begin{aligned} 200 \times 100 - 1600 &= 800 \times 1 \times 6 \\ 200 \times 100 - 1600 &= 4800 \\ 200 \times 100 &= 4800 + 1600 \\ 200 \times 100 &= 6400 \\ 200 &= 6400 / 100 \\ 200 &= 64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_L + m_C (5 - 0) &= M_C (4 - 5) \\ 200 \times 100 + 200 \times 1(5) &= 100 \times 1(4 - 5) \\ 14000 + 200 \times 5 &= 100 \times 1(-1) \\ 14000 + 1000 &= 100 \times (-1) \\ 15000 &= 100 \times (-1) \\ 15000 &= -100 \\ 150 &= -1 \end{aligned}$$

۲۳. مثال؟ ۲۰۰ گرم یخ 1°C - را در یک استخر آب صفر درجه سانتی گراد می اندازیم. جرم یخ را بعد از تعادل به دست آورید.

$$(C = 0.5 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{K}} \text{ یخ})$$

$$m_c(0 + 1) = m L_f$$

$$200 \times 0.5(1) = m \times 1$$

$$m = 100$$

$$\frac{100}{1} = 100$$

جرم آب که یخ بریزد
۲۰۰ + ۱۰۰ = ۳۰۰
جرم کل یخ



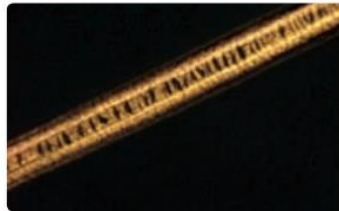
یخ صفر - ۱۰۰
آب

روش‌های انتقال گرما

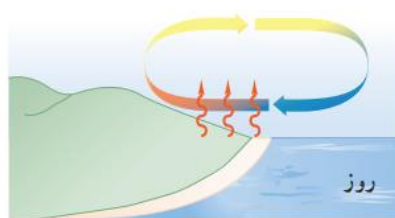
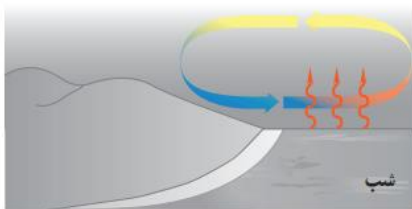
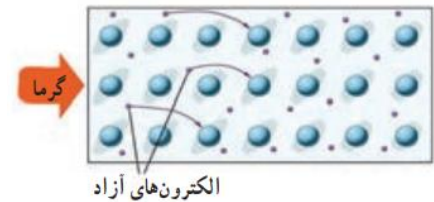
۱- رسانش

۲- همرفت

۳- تابش



تصویری بسیار بزرگ شده از موی یک خرس قطبی



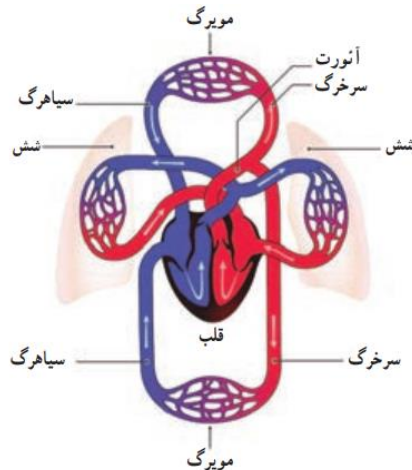
روز: زمین ساحل گرم‌تر از آب دریاست. پدیده همرفت موجب نسیمی از سوی دریا به سمت ساحل می‌شود. شب: زمین ساحل سردتر از آب دریاست. پدیده همرفت موجب نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود.

گرم شدن آب درون قابلمه به روش همرفت

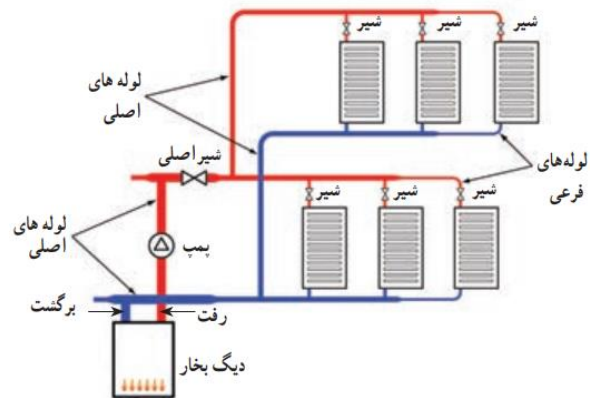
همرفت واداشته



شاره به کمک یک تلمبه به حرکت واداشته می‌شود، تا با این حرکت انتقال گرما صورت پذیرد. سیستم گرم‌کننده مرکزی در ساختمان‌ها، سیستم خنک‌کننده موتور و نیز گرم و سرد شدن بدن انسان بر اثر گردش جریان خون.



طرحی از دستگاه گردش خون که در آن قلب همچون تلمبه‌ای باعث همرفت واداشته خون می‌شود.



طرحی از سیستم گرم‌کننده مرکزی در ساختمان‌ها

تست ۱: قطعه یخی به جرم 2 kg و دمای اولیه -2°C را آنقدر گرم می‌کنیم تا تبدیل به آب 10°C شود. چند کیلوژول

گرما لازم است؟ ($C = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ آب و $C = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ یخ و $L_F = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}}$) (تجربی تیر ۱۴۰۳)

(۴) ۸۴۶

(۳) ۹۲۴

(۲) ۱۵۱۲

(۱) ۱۵۹۶

$$Q = m c' (0 + 2) + m L_F + m c (10 - 0)$$

$$Q = 2 \times 2100 (2) + 2 \times 336 + 2 \times 4200 (10)$$

$$Q = 8400 + 1344 + 16800$$

$$Q = 26544 \text{ J}$$

$$\begin{array}{r} 26544 \\ 16800 \\ 1344 \\ \hline 26544 \end{array}$$

تست ۲: ۸۰ گرم آب با دمای 20°C را به همراه 20 گرم آب با دمای 80°C درون ظرف فلزی 300 گرمی با دمای 33°C

می‌ریزیم. دمای تعادل چند درجهٔ سلسیوس است؟ $C = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ آب و $C = 400 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ ظرف (ریاضی تیر ۱۴۰۲)

۳۲ (۴)

۴۰ (۳)

۴۲ (۲)

۵۰ (۱)

$$Q: \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2 + m_3 c_3 \theta_3}{m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_3}$$

$$Q: \frac{1. \times 4 \times 33 + 2. \times 42 \times 20 + 0. \times 1/4 \times 80}{1. \times 4 + 2. \times 42 + 0. \times 1/4}$$

$$Q: \frac{4 \times 33 + 84 \times 20 + 0 \times 1/4}{4 + 84 + 0} = \frac{1728}{88} = 19.6$$

تست ۳: چند کیلوژول گرما لازم است تا در فشار یک اتمسفر، ۵ kg یخ ۱°C را به آب ۱°C تبدیل کرد.

(تجربی نوبت اول ۱۴۰۲)

$$(L_F = ۳۳۶ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \text{ و } C_{\text{یخ}} = \frac{1}{2} C_{\text{آب}} = ۲۱۰۰ \frac{\text{J}}{\text{kg.K}})$$

۱۸۹ (۴)

۱۹۹/۵ (۳)

۵۴/۶ (۲)

۴۸/۲ (۱)

آب - ۱ - آب - ۲ - یخ - ۳ - یخ - ۴ -

$$Q = m_1 c_1 (\theta_1 - \theta_2) + m_2 L_F + m_3 c_3 (\theta_3 - \theta_2)$$

$$Q = ۰.۱۵ \times ۴.۱۸ (۱۰) + ۰.۱۵ \times ۳۳۶ + ۰.۱۵ \times ۲.۱ (۱۰)$$

$$Q = ۱.۵ + ۱۶.۸ + ۳.۱$$

$$Q = ۱۹.۵ \text{ kJ}$$

تست ۴: یک قطعه آلومینیوم به جرم m و دمای 94°C را درون $4/5\text{kg}$ آب 5°C می‌اندازیم. اگر پس از برقراری تعادل گرمایی، دمای آب به 52°C برسد، m چند کیلوگرم است؟ (تجربی خارج ۱۴۰۱)

$$\left(c_{\text{Al}} = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \right)$$

(۴)

۱/۵ (۳)

۲ (۲)

۲/۵ (۱)

$$m c (94 - 52) = M c (52 - 5)$$

$$m \times 900 \left(\frac{42}{1} \right) = 4,5 \times 4200 \left(\frac{47}{1} \right)$$

$$m = 11,9$$

تست ۵: در یک محفظه ۱۰۰ گرم یخ با دمای صفر درجه سلسیوس قرار دارد. در فشار یک اتمسفر حداقل چند گرم بخار آب 10°C وارد محفظه کنیم تا تمام یخ ذوب شود؟ (در این آزمایش 6540 J گرما جذب محفظه شده است و $L_f = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}}$)

و $L_v = 2256 \frac{\text{J}}{\text{g}}$ و $C = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}}$ (آب) (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۳)

۲۵ (۴)

۲۰ (۳)

۱۵ (۲)

۱۰ (۱)

تست ۶: ۲۰ گرم یخ در دمای صفر درجه سلسیوس (نقطه ذوب) قرار دارد. چند ژول گرما لازم است تا آن را ذوب کرده و

دمای آب حاصل را به ۵۰ درجه فارنهایت برساند؟ ($C_{\text{آب}} = 4/2 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$ و $L_f = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}}$) (ریاضی ۱۴۰۰)

۷۵۶۰ (۴)

۸۱۹۰ (۳)

۹۰۵۰ (۲)

۱۰۹۲۰ (۱)

تست ۷: از کدام دماسنج، بدون تماس دماسنج با جسمی که می‌خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، استفاده می‌شود؟

(تجربی تیر ۱۴۰۴)

- (۱) ترموکوپل (۲) تفسنج (۳) دماسنج جیوه‌ای (۴) دماسنج مقاومت پلاتینی

تست ۸: 4 kg آب را درون یک کتری برقی با توان الکتریکی 2 kW می‌ریزیم و آن را روشن می‌کنیم. از شروع جوشیدن تا تبخیر همه آب درون کتری، این فرایند چند دقیقه طول می‌کشد؟ (فرض کنید تمام انرژی الکتریکی تبدیل شده به انرژی گرمایی، به آب می‌رسد. $L_v = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$) (تجربی تیر ۱۴۰۴)

۷۵۶۰ (۴)

۸۱۹۰ (۳)

۹۰۵۰ (۲)

۱۰۹۲۰ (۱)

تست ۹: نسبت انرژی فوتونی با طول موج 400 nm به انرژی فوتونی با طول موج 600 nm کدام است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۴)

(۴) ۲/۲۵

(۳) ۱/۵۰

(۲) ۰/۶۷

(۱) ۰/۴۴

حالت‌های ماده



۱- جامد

۲- مایع

۳- گاز

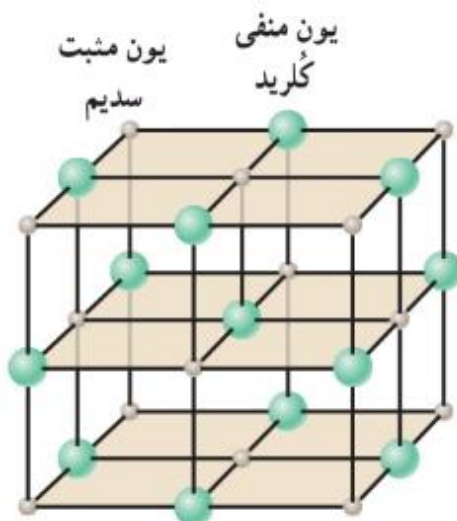
جسم جامد:

حجم و شکل معینی دارد. ذرات جسم جامد به سبب نیروهای الکتریکی در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند.

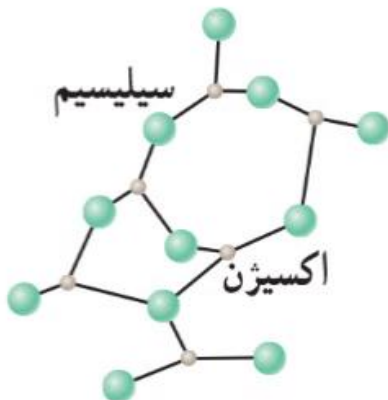
جامد بر دو نوع است:

جامد بلورین: از سرد کردن آهسته مایعات به دست می‌آید. در طرح‌های منظم در کنار یکدیگر قرار دارند. مانند فلزات،

الماس، یخ



جامدهای بی‌شکل (آمورف): از سرد کردن سریع اجسام به دست می‌آید و در طرح‌های منظم در کنار یکدیگر قرار نمی‌گیرند. در طرح نامنظم که حالت مایع داشتند در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند.



مایع:

مولکول‌های مایع نظم و تقارن جامدهای بلورین را ندارند و به صورت نامنظم در کنار یکدیگر قرار دارند. مایع به شکل ظرف در می‌آید. فاصله ذرات سازنده مایع و جامد حدود یک انگستروم است.

پدیده پخش در مایع:

اگر مقداری نمک در آب بریزیم بعد از مدتی آب شور می‌شود. دلیل پخش ذرات نمک و جوهر در آب به حرکت مولکول‌های آب مربوط می‌شود، یعنی حرکت نامنظم و کاتوره‌ای مولکول‌های آب و برخورد آن‌ها با ذرات سازنده نمک است.

گاز:

گازها شکل مشخصی ندارند. اتم‌های آن‌ها آزادانه به اطراف حرکت می‌نمایند. اندازه مولکول‌های هوا بین ۱ تا ۳ انگستروم و فاصله مولکول‌های آن حدود $35\text{\AA}$ است.

پلاسما:

وقتی گازی تا دمای خیلی زیاد گرم می‌شود یک یا چند الکترون از هر اتم آزاد می‌شود، ماده حاصل مجموعه‌ای از الکترون‌های آزاد، یون‌ها و اتم‌های خنثی می‌باشند. حالت چهارم ماده پلاسما است. خورشید – ستارگان – آذرخش – شفق‌های قطبی و شعله‌های آتش از جنس پلاسما هستند. پلاسما روی زمین در حالت طبیعی به‌ندرت یافت می‌شود.

ویژگی‌های فیزیکی مواد در مقیاس نانو



نقطه ذوب طلا 1064°C است ولی در مقیاس نانو 427°C است. ویژگی فیزیکی مواد از قبیل نقطه ذوب – رسانایی الکتریکی – استحکام رنگ در مقیاس نانو تغییر می‌نماید.

اگر یک قطعه جسم را آنقدر کوچک نماییم تا در مقیاس نانو قرار گیرد. بسیاری از خواص فیزیکی آن تغییر می‌کند. اگر یکی از ابعاد جسم در مقیاس نانو باشد (مثلاً ضخامت) می‌گوییم جسم در حالت نانو می‌باشد.

نیروهای هم‌چسبی



نیروهای بین مولکول‌های یکسان را نیروی هم‌چسبی می‌نامند. مانند نیروهای بین مولکول‌های آب

نیروهای دگرچسبی



نیروهای بین دو مولکول متفاوت مانند شیشه و آب را نیروی دگرچسبی می‌نامند.

نکته اگر قدری آب روی شیشه ریخته شود، آب روی شیشه پخش می‌شود؛ زیرا نیروی بین آب و شیشه یعنی دگرچسبی از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب بیشتر است.

نکته اگر قدری جیوه روی شیشه ریخته شود، جیوه به صورت گلوله در می‌آید؛ زیرا نیروی هم‌چسبی از نیروی دگرچسبی بیشتر است. نیروهای بین مولکولی کوتاه برد هستند.

نیروهای کشش سطحی

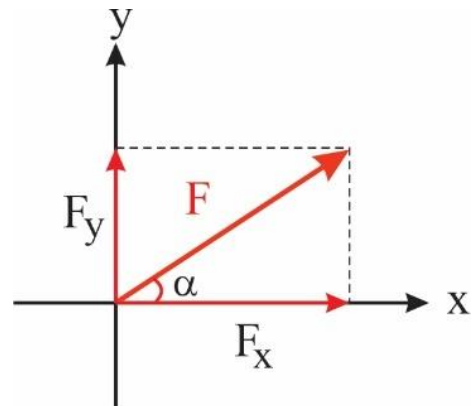
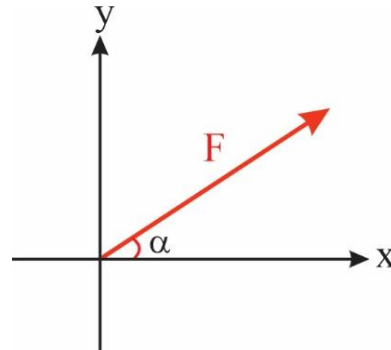
اگر یک تیغ ژیلت را روی سطح آب قرار دهیم، تیغ روی آب شناور می‌ماند؛ زیرا نیروی کشش سطحی بین ملکول‌های آب از وزن تیغ بیشتر است.

تجزیه یک نیرو به دو مؤلفه عمود بر هم

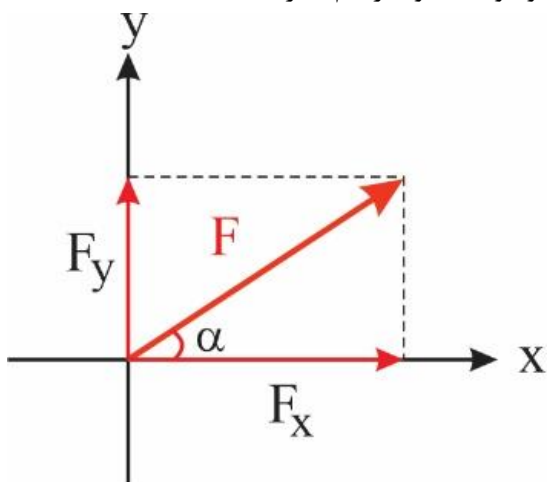
$$\cos \alpha = \frac{F_x}{F} \rightarrow F_x = F \cos \alpha$$

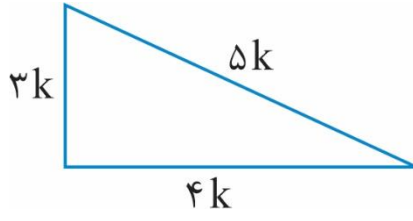
$$\sin \alpha = \frac{F_y}{F} \rightarrow F_y = F \sin \alpha$$

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y$$



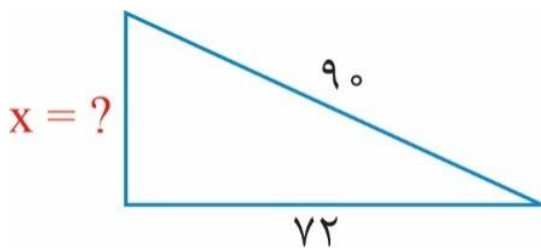
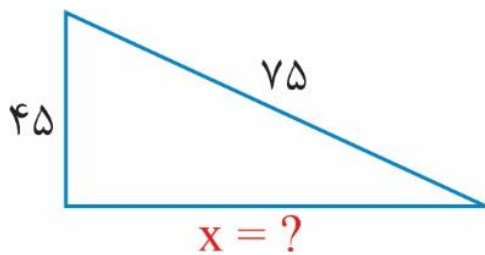
۲۴. نیروی $F = 500\text{ N}$ که با افق زاویه 6° می‌سازد به دو مؤلفه عمود بر هم تجزیه نمایید.



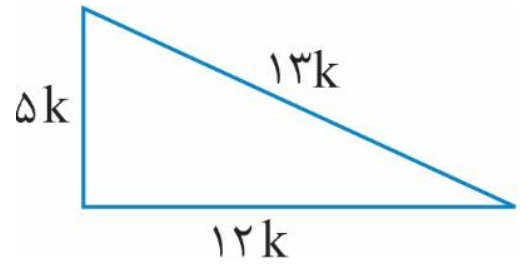


۳k, ۴k	۵k
۳, ۴	۵
۶, ۸	۱۰
۹, ۱۲	۱۵
۱۲, ۱۶	۲۰

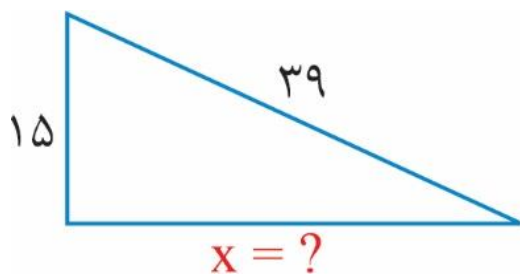
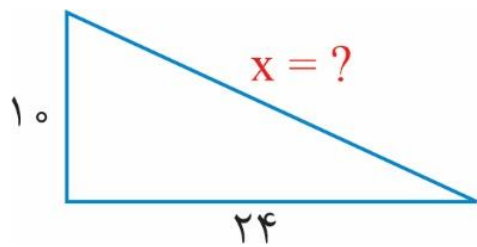
۲۵. در شکل‌های زیر مقدار x را به دست آورید. ? مثال ?



اعداد دیگر فیثاغورث

 $5k, 12k, 13k$ 

۲۶. در شکل‌های زیر مقدار x را به دست آورید.   مثال 



۲۷. نیروی $\vec{F} = ۳۶\vec{j} + ۲۷\vec{i}$ در SI به جسمی وارد می‌شود، اندازه نیروی F را برحسب نیوتن برابر است با:  مثال  ۲۷

۲۸. نیروی $\vec{F} = 10/8 \vec{i} + 14/4 \vec{j}$ در SI به جسمی وارد می‌شود، اندازه نیروی F را به دست آورید.   مثال 

تعریف فشار



مقدار نیرویی که به واحد سطح به طور عمود وارد می شود.

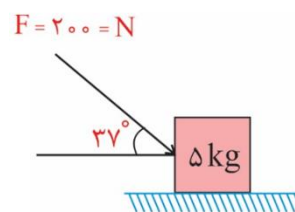
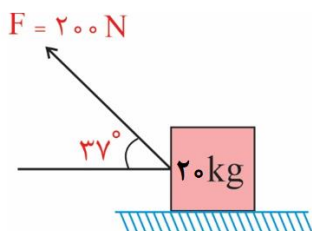
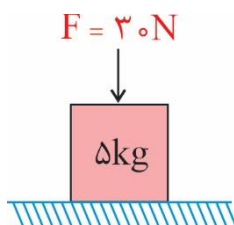
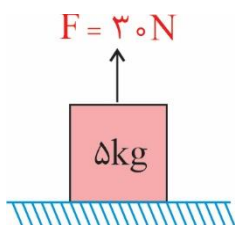
$$P = \frac{F}{A}$$

F = نیروی عمود بر سطح بر حسب نیوتن ($F_{\perp}$)

A = سطح تماس بر حسب مترمربع

P = فشار بر حسب پاسکال ($\frac{N}{m^2}$)

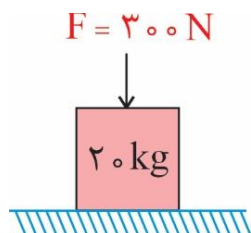
۲۹. مثال؟ در شکل‌های زیر نیروی عمود بر سطح را به دست آورید.



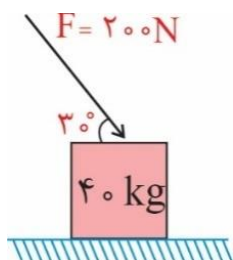
۳۰. مکعبی به جرم 1 kg و به ضلع 10 cm سانتی‌متر روی سطح زمین قرار دارد. فشار وارد بر سطح زمین را به دست آورید.   مثال 

۳۱. مخروطی به جرم 20 kg و شعاع قاعده 10 سانتی‌متر روی سطح زمین قرار دارد. فشار وارد بر سطح زمین را به دست آورید. ($\pi = 3$)

۲۲. مکعبی به جرم 20 kg به ضلع 20 سانتی متر مطابق شکل روی سطح زمین قرار دارد. فشاری که بر زمین وارد می شود را به دست آورید.



۳۳. مکعبی به جرم 40 kg و ضلع 40 سانتی متر مطابق شکل بر روی زمین قرار دارد. فشاری که بر زمین وارد می نماید را به دست آورید.



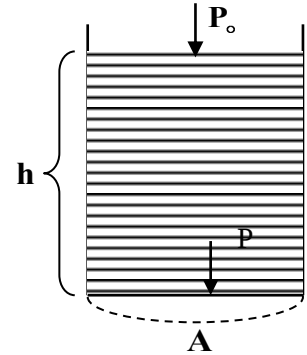
۲۴. مستطیلی به ابعاد ۱۰ و ۲۰ و ۴۰ سانتی‌متر و جرم 20 kg از طرف بزرگ‌ترین سطح بر روی زمین قرار دارد. فشاری که بر زمین وارد می‌نماید را به دست آورید.   مثال  ۲۴.

۳۵. به مکعبی به جرم 2.0 kg و ضلع 2.0 cm که بر روی زمین قرار دارد نیروی $\vec{F} = 45\vec{i} - 60\vec{j}$ در SI وارد می‌شود. فشار وارد بر سطح زمین را به دست آورید.

محاسبه فرمول فشار مایعات

اگر در داخل ظرفی به سطح مقطع A تا ارتفاع h مایع بریزیم. فشاری که مایع بر کف ظرف وارد می‌نماید برابر است با:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Vg}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} \rightarrow \boxed{P = \rho gh}$$



فشار ستون مایع

فشار کل وارد بر کف ظرف برابر است با:

P_0 فشار هوای وارد بر سطح مایع

P فشار کلی وارد بر کف ظرف

$$P = \rho gh$$

$$P = \rho gh + P_0$$

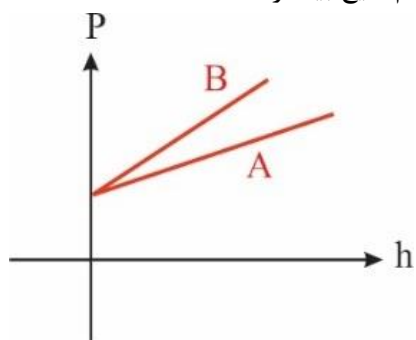
۳۶. عمق دریاچه‌ای ۲۰m است. اگر $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$ باشد، فشار کلی وارد بر کف دریاچه را به دست آورید.

مثال ?

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

۳۷. نمودار فشار برحسب عمق مایع را رسم نمایید.   مثال 

۳۸. نمودار فشار بر حسب عمق دو مایع به صورت زیر است. چگالی کدام مایع بیشتر است.   مثال 

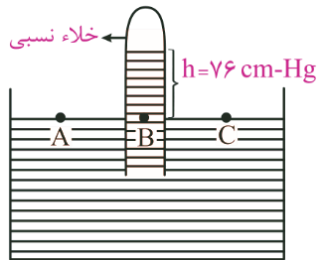


محاسبه فشار هوا در کنار دریا



لوله‌ای به طول تقریباً یک متر را پر از جیوه می‌نماییم. سپس بر روی یک تشتک جیوه واژگون می‌نماییم. جیوه در داخل لوله مقداری پایین می‌آید، سپس در یک نقطه ثابت قرار می‌گیرد، اگر آزمایش در کنار دریا انجام گیرد، ارتفاع ستون جیوه ۷۶ سانتی‌متر خواهد بود.

$$\rho = 13.6 \text{ g/cm}^3 \times 1000 = 13600 \text{ kg/m}^3 \quad \text{جیوه}$$



بنابراین فشار ستون جیوه برابر است

$$P = \rho gh$$

با:

$$P = 13600 \times 9.8 \times \frac{76}{100} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

نکته اگر آزمایش را به جای جیوه با آب انجام دهیم ارتفاع ستون آب برابر است با:

$$P = \rho gh \rightarrow 101325 \text{ Pa} = 1000 \times 10 \times h \rightarrow h = 10.13 \text{ متر آب}$$

فشار هوا در کنار دریا و در دمای صفر درجه سانتی گراد برابر است با:

$$760 \text{ mm-Hg} = 101325 \text{ Pa} = 10.13 \text{ متر آب} = 1 \text{ atm}$$

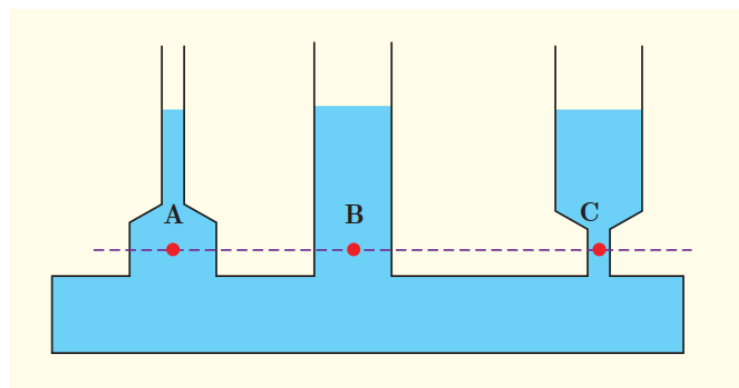
به طور تقریب می توان نوشت:

$$760 \text{ mm-Hg} = 760 \text{ mm-Hg} = 101325 \text{ Pa} = 10.13 \text{ متر آب} = 1 \text{ bar} = 1 \text{ atm}$$

نکته مهم: تمام نقاطی از یک مایع که در یک سطح افق می‌باشند دارای فشار یکسان می‌باشند. در شکل بالا فشار در

$$P_A = P_B = P_C = 1/0.13 \times 10^5 P_a$$

نقاط A و B و C برابر می‌باشند.



۳۹. عمق دریاچه‌ای ۲۰ متر است. فشار در کف دریاچه برحسب سانتی‌متر جیوه را به دست آورید.   مثال 

$$P_o = \gamma_o^{\Delta} P_a$$

۴۰. چگالی یک مایع $\frac{3}{4} \frac{g}{cm^3}$ است. فشار ۴۰ سانتی‌متر از این مایع معادل چند سانتی‌متر جیوه است؟  مثال 

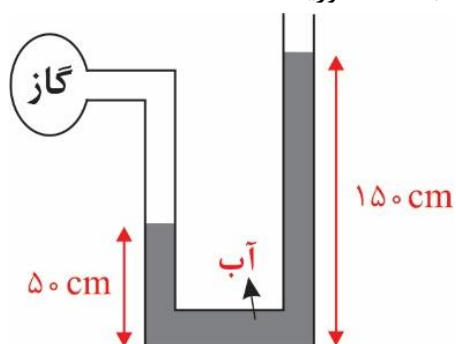
$$\rho = 13.6 \frac{g}{cm^3} \text{ جیوه}$$

۴۱. مکعب مستطیل به ابعاد ۵ و ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر و چگالی $\frac{2}{3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ بر روی سطح زمین قرار دارد. بیشترین

فشار وارد بر سطح زمین را به دست آورید.

مثال ؟ ۴۲. در شکل زیر فشار گاز داخل مخزن را بر حسب سانتی متر جیوه به دست آورید.

$$P_o = 10^5 P_a$$



مثال ۴۳. در لوله‌ای U شکل جیوه ریخته‌ایم. از یک طرف لوله ۲۰ سانتی‌متر جیوه می‌ریزیم، در طرف دیگر جیوه چند سانتی‌متر بالا می‌رود.

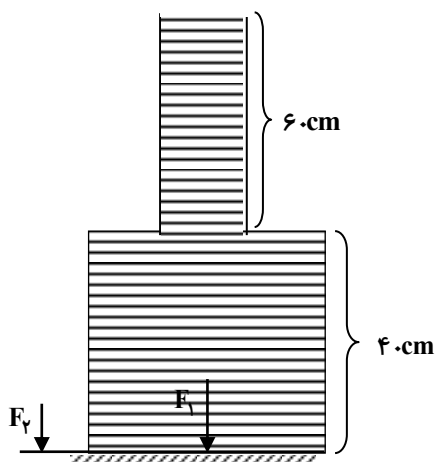
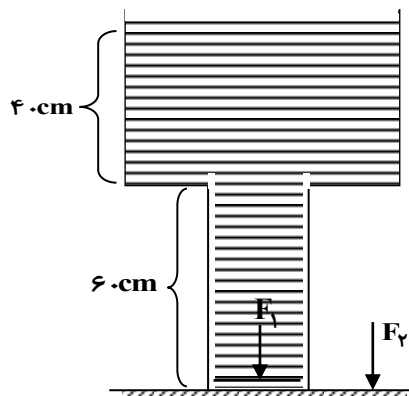
۴۴. در لوله U شکلی جیوه به چگالی به $\frac{g}{cm^3}$ ریخته‌ایم. از یک طرف $27/2$ سانتی‌متر آب می‌ریزیم در طرف دیگر جیوه چند سانتی‌متر بالا می‌رود؟

$$\rho = 1 \frac{g}{cm^3} \text{ آب}$$

نکته) فرمول $P = \rho gh$ هم برای مایعات و هم برای جامدات مکعب و مکعب مستطیل و استوانه شکل به کار می‌رود.

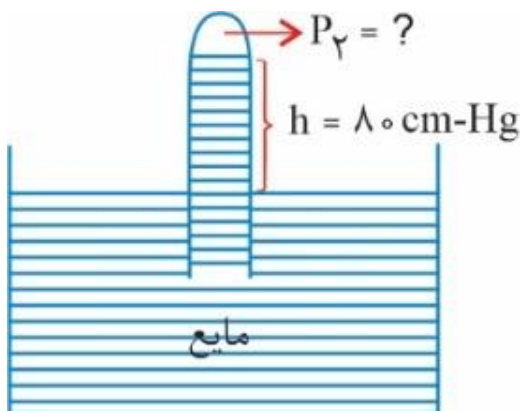
۴۵. در شکل‌های زیر سطح مقطع دو استوانه ۱۰ و ۴۰ سانتی‌متر مربع و چگالی مایع $\frac{8}{3} \frac{g}{cm^3}$ است. نیروی

وارد کف ظرف و نیروی وارد بر تکیه‌گاه را به دست آورید.

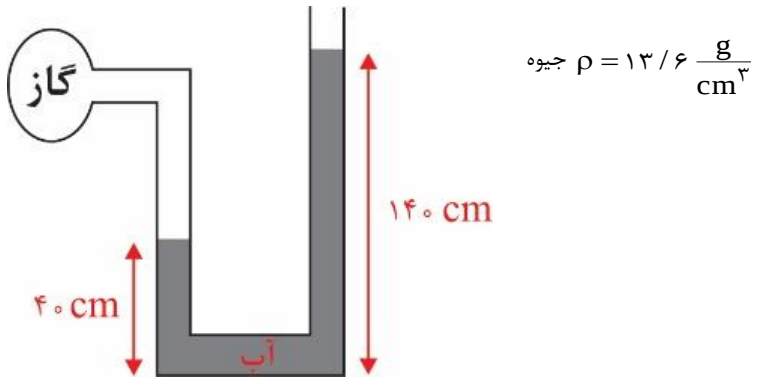


۴۶. مثال؟ در شکل زیر چگالی مایع $\frac{8}{3} \frac{g}{cm^3}$ است. فشار هوای بالای مایع را بر حسب سانتی‌متر جیوه به دست

آورید. فشار هوای محیط است. ۷۵cm-Hg



۴۷. مثال؟ در شکل زیر فشار گاز داخل مخزن را برحسب سانتی‌متر جیوه به دست آورید. فشار هوای محیط 10^5 Pa است.



تعریف فشار پیمانه‌ای



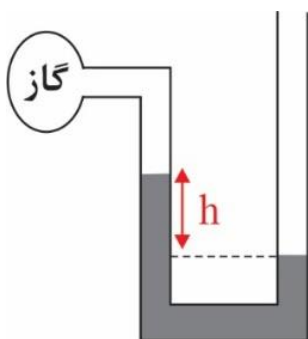
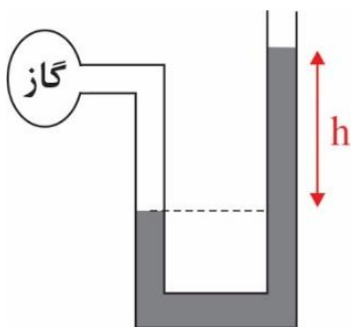
اختلاف فشار داخل و بیرون یک ظرف حاوی گاز را فشار پیمانه‌ای می‌نامند.

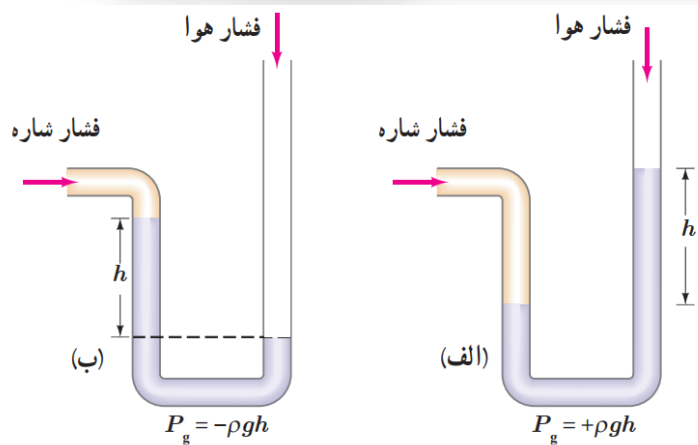
فشار هوای بیرون فشار هوای داخل فشار پیمانه‌ای

$$\uparrow P_g = \uparrow P - \uparrow P_o = \rho gh$$

۴۸. فشار هوای داخل لاستیک اتومبیلی 17 atm است. اگر فشار عددی محیط 1 atm باشد، فشار پیمانه‌ای را به دست آورید.  **مثال** 

مثال ؟ ۴۹. در شکل‌های زیر فشار پیمانه‌ای را به دست آورید.

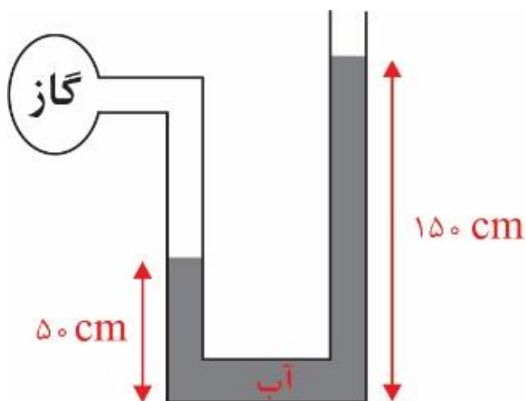




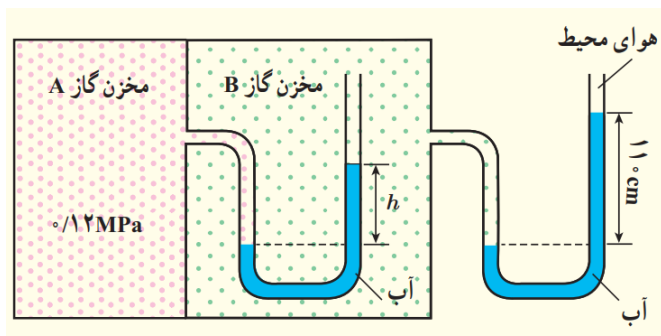
۵۰. در شکل زیر فشار پیمانه‌ای گاز داخل مخزن را به دست آورید. $P_g = 1.5 P_a$

مثال ؟

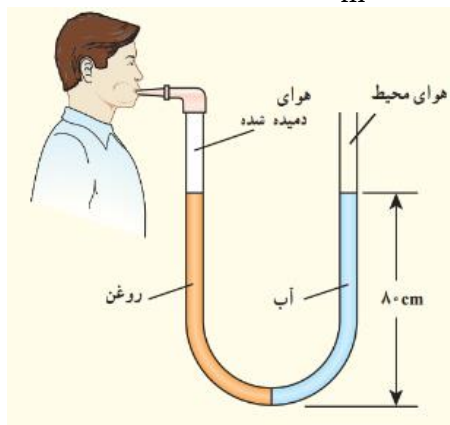
$$\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ آب}$$



۵۱. در شکل زیر مقدار h چند سانتی متر است. فشار هوای محیط را 101 kPa و چگالی آب $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ 1000 است. مثال ? ?

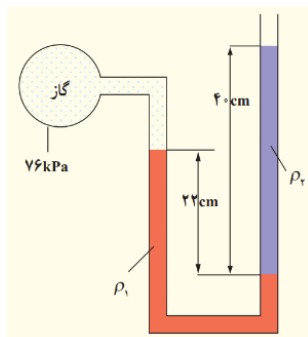


۵۲. لوله U شکلی را در نظر بگیرید که محتوی حجم مساوی از آب و روغن است. فشار پیمانه‌ای هوای درون ریه شخصی که از شاخه سمت چپ لوله درون آن دیده است، چقدر است. چگالی روغن $\frac{805}{3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است.



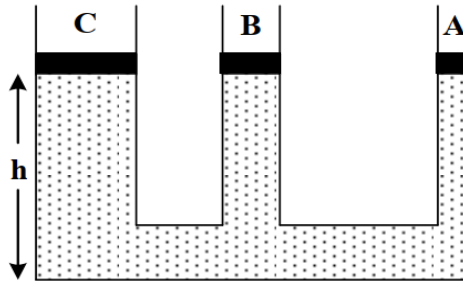
۵۳. ? مثال ? در شکل زیر $\rho_p = ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^3}$ است. اگر فشار هوای محیط $۱۰۱ KPa$ باشد، چگالی ρ_p را به دست

آورید.



تست ۱۰: در شکل زیر، سه پیستون A، B و C بدون اصطکاک هستند و روی آب در حالت تعادل و در ارتفاع یکسان h قرار دارند. روی پیستون‌ها وزنه‌هایی با جرم یکسان قرار می‌دهیم، اگر دوباره پیستون‌ها به حالت تعادل برسند و ارتفاع ستونهای مایع به ترتیب h_A ، h_B و h_C باشد، کدام رابطه درست است؟

(تجربی نوبت اول ۱۴۰۳)



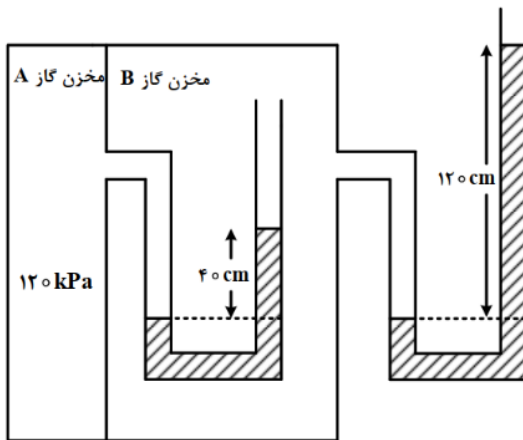
$$h_C > h_B > h_A \quad (۱)$$

$$h_C < h_B < h_A \quad (۲)$$

$$h_C = h_B = h_A \quad (۳)$$

$$h_C + h_B + h_A = ۳h \quad (۴)$$

تست ۱۱: در شکل زیر، در هر دو لوله مایع یکسانی وجود دارد. چگالی مایع چند گرم بر لیتر است؟ (فشار هوای محیط را 100 kPa و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ در نظر بگیرید.) (تجربی تیر ۱۴۰۲)



(۱) ۱/۲۵

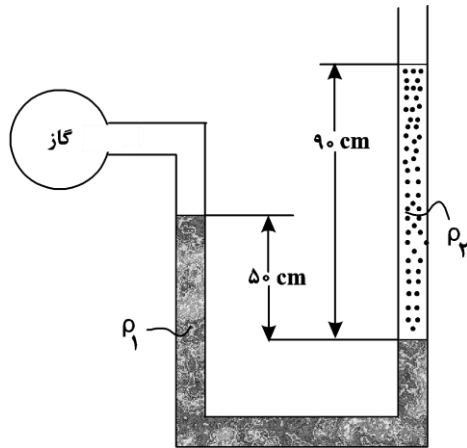
(۲) ۱۲۵۰

(۳) ۲/۵۰

(۴) ۲۵۰۰

تست ۱۲: در شکل زیر، دو مایع به حالت تعادل قرار دارند. اگر چگالی آن‌ها $\rho_1 = 1/2 \frac{g}{cm^3}$ و $\rho_2 = 1 \frac{g}{cm^3}$ باشد. فشار

پیمانه‌ای گاز چند پاسکال است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$) (ریاضی ۱۴۰۰)



(۱) ۳۰۰۰

(۲) ۳۶۰۰

(۳) ۵۰۰۰

(۴) ۵۸۰۰

تست ۱۳: اگر در عمق ۵ سانتی‌متری مایعی فشار ۱۰۰ کیلوپاسکال در عمق ۲۰ سانتی‌متر آن فشار ۱۰۶ کیلوپاسکال باشد، فشار هوا در محیط چند کیلوپاسکال است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$) (ریاضی ۱۴۰۰)

۹۹ (۴)

۹۸ (۳)

۹۷ (۲)

۹۶ (۱)

تست ۱۴: در مکانی که فشار هوا $1.026 \times 10^5 \text{ Pa}$ است، اگر از عمق 10 سانتی‌متری مایعی، به عمق 53 سانتی‌متری برویم، فشار $1/5$ برابر می‌شود. چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$) (تجربی ۱۴۰۰)

۱۳/۸ (۴)

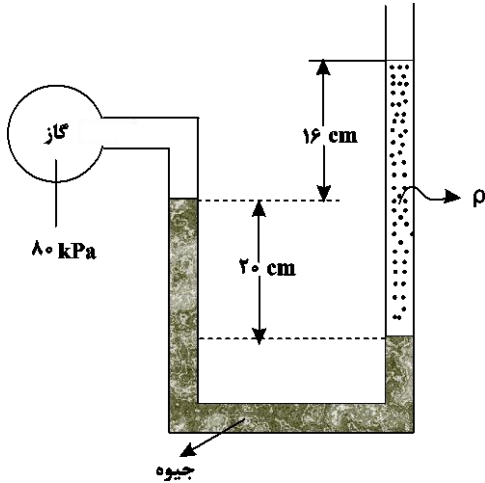
۱۳/۵ (۳)

۲/۶ (۲)

۲/۵ (۱)

تست ۱۵: درون لوله u شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است، جیوه به چگالی $\frac{13600 \text{ kg}}{\text{m}^3}$ و مایعی به چگالی ρ وجود دارد. اگر فشار هوای بیرون لوله 10^5 Pa باشد، ρ چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

(تجربی ۱۴۰۰)



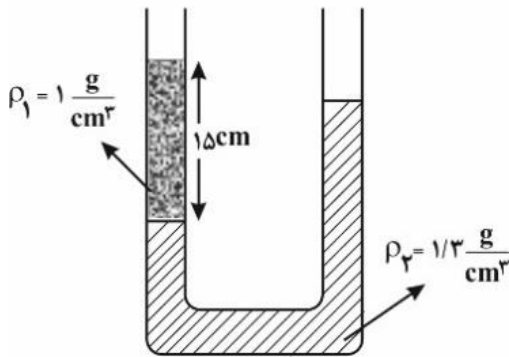
۱۰۰۰ (۱)

۱۵۰۰ (۲)

۲۰۰۰ (۳)

۲۵۰۰ (۴)

تست ۱۶: در شکل زیر، سطح مقطع لوله 1 cm^2 است. در سمت راست لوله، چند سانتی‌متر مکعب مایع مخلوط‌نشدنی به چگالی $\rho_3 = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ بریزیم تا سطح آزاد مایع‌ها در دو طرف لوله در یک سطح باشد؟



(تجربی ۱۴۰۱)

۳/۵ (۱)

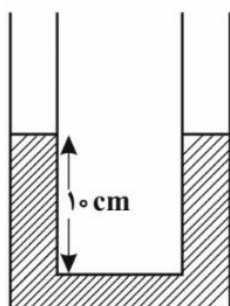
۷/۲ (۲)

۹ (۳)

۱۲ (۴)

تست ۱۷: در شکل زیر، سطح مقطع لوله 2cm^2 است و در آن آب با چگالی $\rho_1 = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ قرار دارد. روی آب، در یک طرف 20cm^3 مایع مخلوطنشده با چگالی $\rho_2 = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ می‌ریزیم. در لوله مقابل چند سانتی‌متر مکعب مایع مخلوطنشده دیگری با چگالی $\rho_3 = 0.75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ بریزیم، تا سطح آزاد مایع‌ها در دو شاخه لوله در یک سطح باشد؟

(تجربی خارج ۱۴۰۱)



(۱) ۸

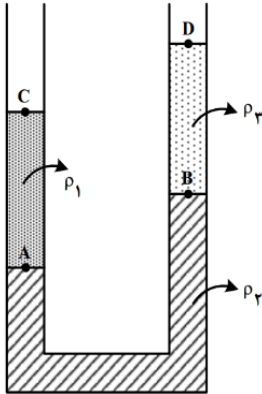
(۲) ۱۲

(۳) ۱۲/۸

(۴) ۱۶

تست ۱۸: مطابق شکل، سه مایع مخلوط نشدنی در لوله ریخته شده‌اند. کدام رابطه بین فشار در نقاط مشخص

شده درست است؟ (ریاضی تیر ۱۴۰۲)



$$P_A > P_B > P_C = P_D \quad (۱)$$

$$P_A = P_B > P_C > P_D \quad (۲)$$

$$P_A - P_C = P_B - P_D \quad (۳)$$

$$P_A + P_C = P_B + P_D \quad (۴)$$

تست ۱۹: در شکل زیر، فشار پیمانه‌ای گاز -25 kPa است. چگالی مایع، چند $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ است؟ $\rho = 13/6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ جیوه و

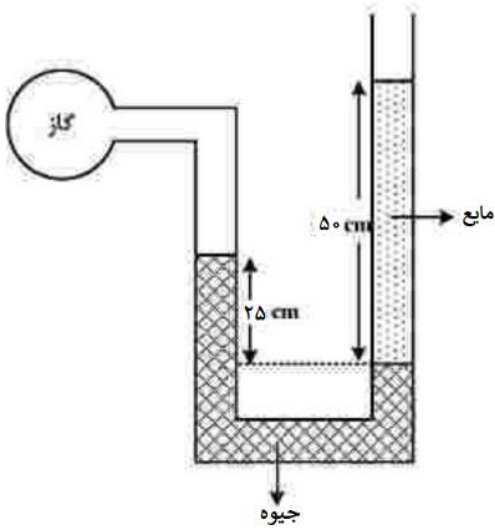
$(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$ (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۲)

(۱) ۳۶۰۰

(۲) ۲۵۰۰

(۳) ۱۸۰۰

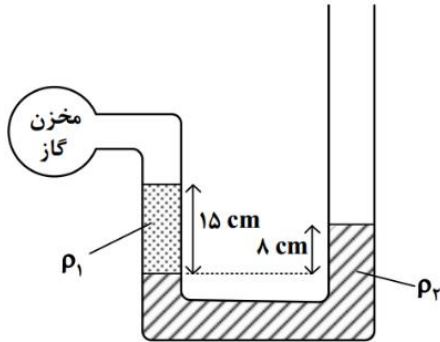
(۴) ۹۰۰



تست ۲۰: مطابق شکل، درون لوله U شکلی که به یک مخزن گاز وصل شده است، دو مایع با چگالی‌های

$$\rho_1 = 1/2 \frac{g}{cm^3} \text{ و } \rho_2 = 1/57 \frac{g}{cm^3} \text{ وجود دارد. فشار پیمانه‌ای گاز چند میلی‌متر جیوه است؟ } (\rho = 13/6 \frac{g}{cm^3} \text{ جیوه})$$

(تجربی تیر ۱۴۰۴)



(۱) ۴-

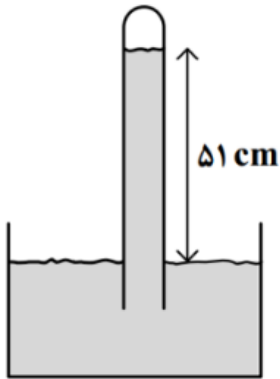
(۲) ۲/۵-

(۳) ۲۵-

(۴) ۴۰-

تست ۲۱: در شکل زیر، چگالی مایع درون ظرف و لوله $\frac{2}{8} \frac{g}{cm^3}$ است. اگر فشار هوا در محیط $75/5$ سانتی متر جیوه باشد،

فشار هوای جمع شده در انتهای لوله چند پاسکال است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$ و $\rho = 13/6 \frac{g}{cm^3}$ جیوه) (ریاضی تیر ۱۴۰۴)



۱۴۲۸۰ (۱)

۵۵۶۰۰ (۲)

۶۹۳۶۰ (۳)

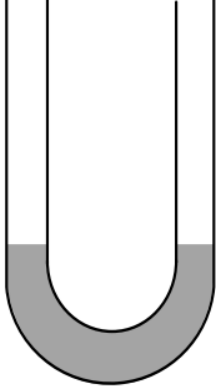
۸۸۴۰۰ (۴)

تست ۲۲: کدام مورد نادرست است؟ (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۴)

- (۱) بارومتر، وسیله‌ای ساده برای اندازه‌گیری فشار جو است.
- (۲) فشار در یک عمق معین از مایع به جهت‌گیری سطحی که فشار به آن وارد می‌شود، بستگی دارد.
- (۳) یکی از وسیله‌های ساده برای اندازه‌گیری فشار یک شارژ محصور، فشارسنج L شکل است که مانومتر نامیده می‌شود.
- (۴) در آزمایش توریچلی، برای لوله‌های غیرمویین، اگر سطح مقطع و طول لوله‌ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی‌کند.

تست ۲۳: در شکل زیر، درون لولهٔ L شکل مقداری جیوه قرار دارد. در یکی از شاخه‌ها روی جیوه به ارتفاع ۱۷cm

مایعی به چگالی $۲ \frac{g}{cm^3}$ می‌ریزیم. در شاخهٔ مقابل، سطح جیوه نسبت به موقعیت اولیه، چند سانتی‌متر بالا می‌آید؟



($\rho_{Hg} = ۱۳.۶ \frac{g}{cm^3}$) (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۴)

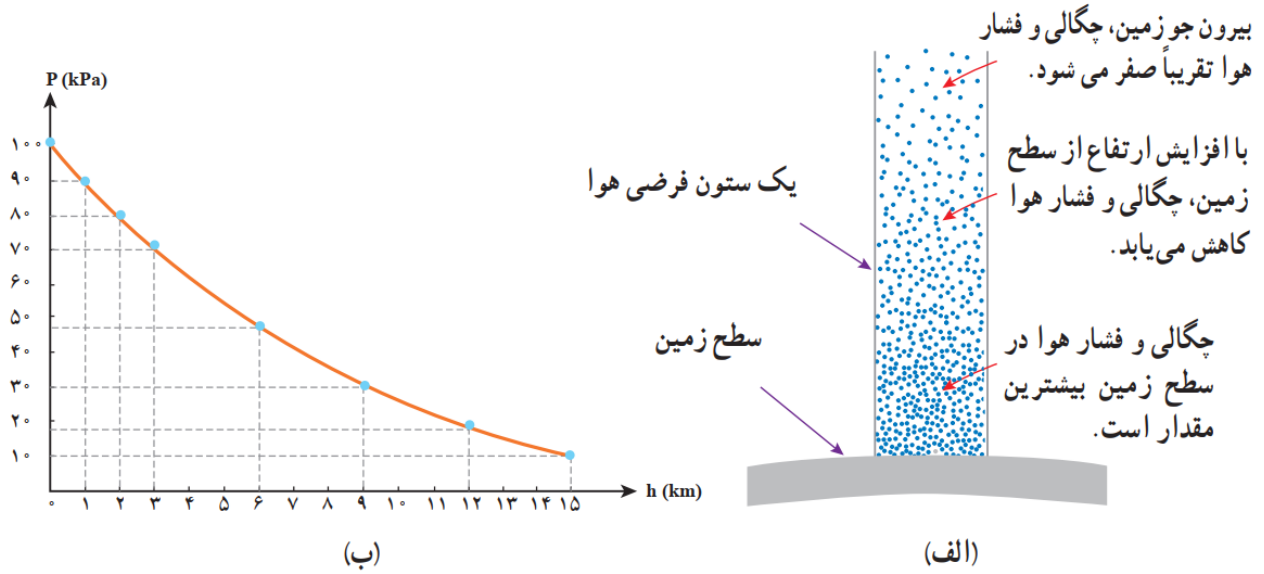
۱/۲۵ (۱)

۲/۵ (۲)

۳/۷۵ (۳)

۵ (۴)

نکته با افزایش ارتفاع از سطح زمین چگالی هوا و فشار هوا کاهش می‌یابد.



شناوری

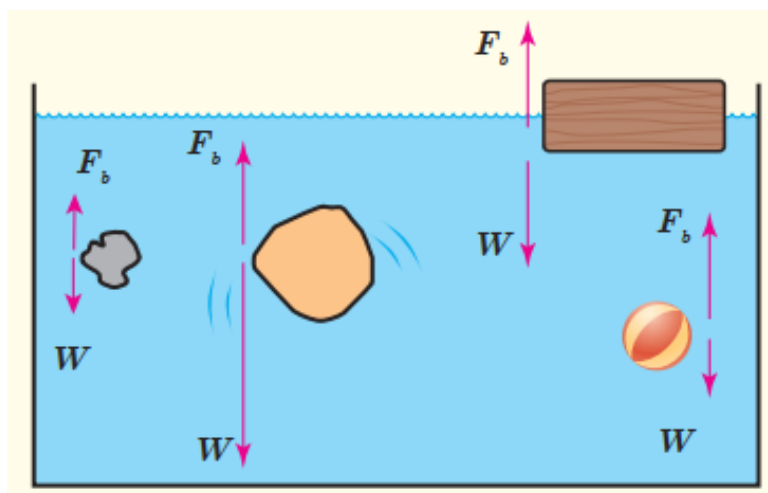
اگر یک توپ را با دست در داخل آب فرو ببریم، بعد از برداشتن دست؛ توپ به طرف بالا جهش پیدا می‌کند. نیرویی که توپ را به طرف بالا می‌آورد نیروی شناوری می‌نامند.

اگر جسمی در مایعی فرو رود، مقداری از وزن جسم کاسته می‌شود. جسم و سیال نسبت به هم سه حالت دارند:

الف- ته‌نشین

ب- غوطه‌ور

ج- شناور



اصل ارشمیدس

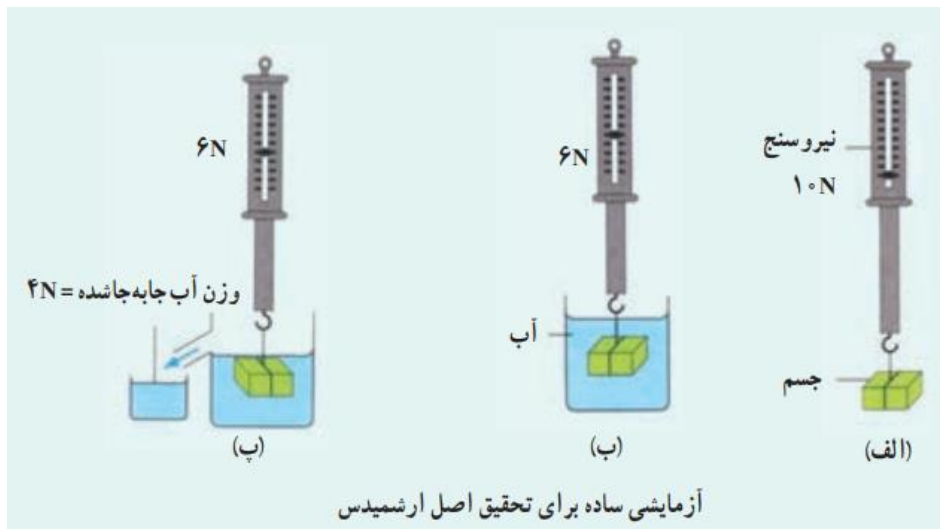
وقتی تمام یا قسمتی از یک جسم در شاره‌ای فرو رود، شاره نیرویی بالاسو بر آن وارد می‌کند که با وزن شاره جابه‌جا می‌شود توسط جسم برابر است.

$$F = mg \rightarrow F = \rho V g$$

V حجم جسم

F وزن کم شده

ρ چگالی مایع



۵۴. گلوله‌ای به حجم 1000 cm^3 و چگالی $4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ را در داخل آب می‌اندازیم. چه مقدار از وزن گلوله

کاسته می‌شود.

۵۵. گلوله‌ای به شعاع ۱۰ سانتی‌متر و جرم ۸kg را در داخل یک ظرف پر از الکل به چگالی $\frac{8}{3} \frac{g}{cm^3}$ می‌اندازیم. چند گرم الکل بیرون می‌ریزد. ($\pi = 3$)



۵۶. گلوله‌ای به جرم ۵۰۰ گرم و چگالی $\frac{2}{3} \frac{g}{cm^3}$ را در داخل یک ظرف پر از آب می‌لندازیم. چند گرم از وزن

گلوله کاسته می‌شود.

۵۷. گلوله‌ای به حجم 400 cm^3 در داخل مایعی به چگالی $4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ غوطه‌ور است. وزن گلوله را به دست آورید.



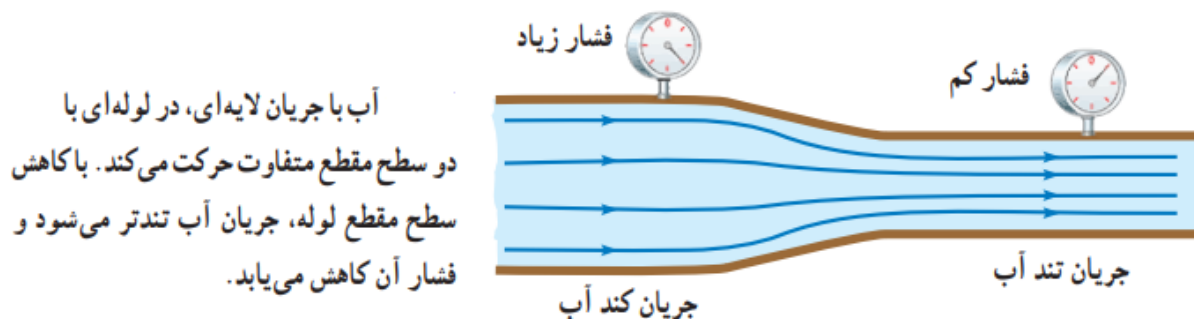
۵۸. قطعه چوبی به جرم 3 kg و چگالی $0.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ بر سطح آب شناور است. چه حجمی از چوب درون آب

قرار می گیرد؟

۵۹. استوانه‌ای به ارتفاع 40 cm و چگالی $\frac{8}{3}\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ بر سطح آب شناور است. چه ارتفاعی از استوانه بیرون از آب قرار دارد؟   مثال  ۵۹.

اصل برنولی

اگر یک شاره (مایع یا گاز) در داخل یک لوله با دو سطح مقطع متفاوت حرکت نماید با افزایش سطح مقطع تندی شاره کاهش می‌یابد و در مسیر حرکت شاره با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد.



آهنگ شارش حجمی شارش

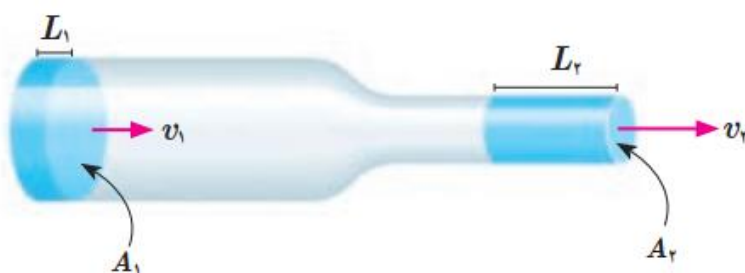


برای شارح متراکم‌ناپذیر آهنگ شارش حجمی برابر است با:

$$\text{آهنگ شارش حجمی} = \frac{\text{حجم شارح}}{\text{زمان}} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{A \Delta L}{\Delta t} = A \frac{\Delta L}{\Delta t} = AV$$

با تغییر سطح مقطع آهنگ شارش سیال ثابت است.

$$AV \text{ مقدار ثابت} \rightarrow A_1 V_1 = A_2 V_2$$

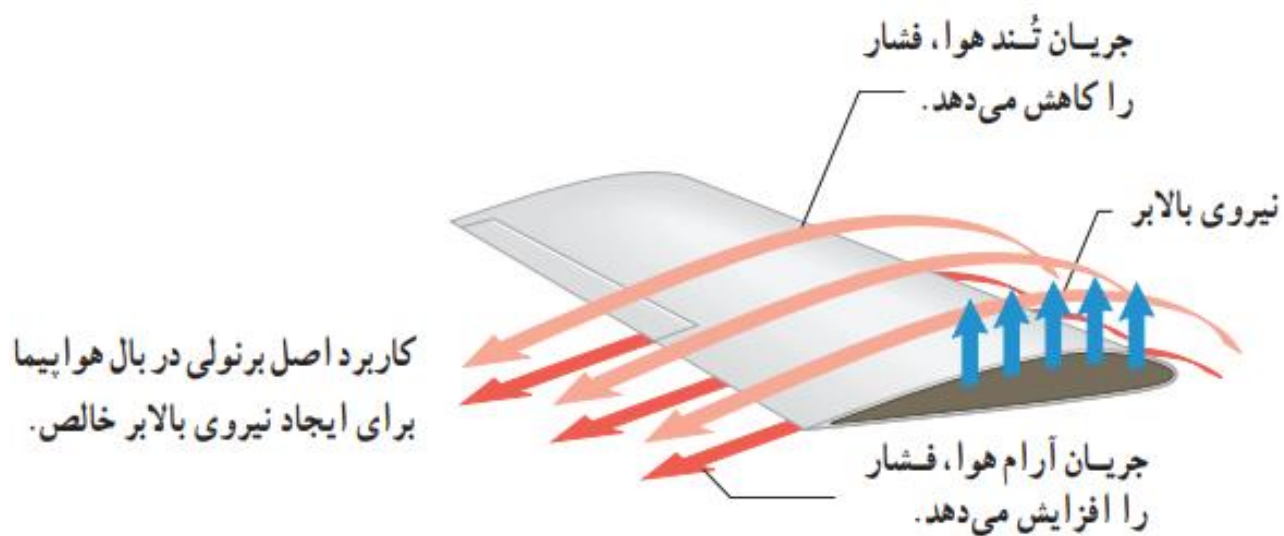


در یک شارح تراکم‌ناپذیر، مقدار شارح‌ای که در بازه زمانی Δt از سطح مقطع A_1 می‌گذرد درست برابر مقدار شارح‌ای است که در همین بازه زمانی از سطح مقطع A_2 می‌گذرد.

کاربردهای اصل برنولی



بال هواپیما طوری طراحی می‌شود که تندی هوا در بالای بال بیشتر از تندی هوا در پایین است. در نتیجه در بالای بال فشار کم و در پایین فشار هوا بیشتر است و این اختلاف فشار باعث بالارفتن هواپیما می‌شود.



پوشش برزنتی صاف و تخت است.

کامیون در حال توقف



پوشش برزنتی پُف کرده است.

کامیون در حال حرکت



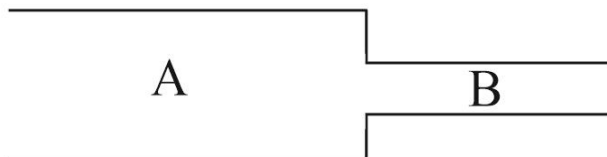
۶۰. تندی آب در لوله‌ای به قطر ۴cm برابر 10 m/s است. اگر آب وارد لوله‌ای به قطر ۲cm شود، تندی آب در این قسمت چقدر خواهد بود؟  مثال  ۶۰

۱۳۰

کلان‌دینو

مهندس علیرضا عربشاهی

۶۱. ? مثال ? آهنگ شارش در قسمت A برابر ۱۰ لیتر بر دقیقه است. اگر در قسمت B قطر نصف شود، آهنگ شارش چه مقدار خواهد بود؟



تست ۲۴: بر اثر رسوبات، قطر قسمتی از یک رگ نسبت به سایر قسمت‌ها ۴۰ درصد کاهش یافته است. اگر خون از این قسمت وارد قسمت گشاد همان رگ شود. تندی آن چگونه تغییر می‌کند؟ (ریاضی تیر ۱۴۰۴)

$$\left(c_{Al} = 900 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} , c_{\bar{A}B} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right)$$

(۲) ۱۶ درصد افزایش می‌یابد.

(۴) ۴۰ درصد افزایش می‌یابد.

(۱) ۶۴ درصد کاهش می‌یابد.

(۳) ۳۶ درصد کاهش می‌یابد.

تست ۲۵: مطابق جدول زیر، به سه ماده با جرم‌های معلوم، گرمای معین داده‌ایم و افزایش دمای هر کدام مشخص است. در مقایسه‌ی گرمای ویژه‌ی آنها کدام رابطه درست است؟ (ریاضی تیر ۱۴۰۴)

ماده	جرم (kg)	گرمای داده‌شده (J)	افزایش دما °C
A	۲	۱۸۰۰	۲
B	۱	۱۲۰۰	۲
C	۱٫۵	۳۰۰۰	۴

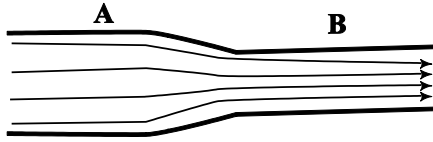
(۱) $C_C < C_B < C_A$

(۲) $C_B < C_A < C_C$

(۳) $C_A < C_C < C_B$

(۴) $C_A < C_B < C_C$

تست ۲۶: در شکل زیر، سیال تراکم ناپذیری که حجم لوله را پُر کرده است، در راستای افقی جاری است و شعاع مقطع لوله در قسمت A دو برابر شعاع مقطع لوله در قسمت B است. آهنگ شارش سیال در مقطع A چند برابر آهنگ شارش در مقطع B است؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۰)



$$\frac{1}{2} \quad (1)$$

$$\frac{1}{4} \quad (2)$$

$$2 \quad (3)$$

$$1 \quad (4)$$

نکته معمولاً افزایش فشار وارد بر جسم جامد باعث بالا رفتن نقطه ذوب جسم جامد می‌گردد. اما برخی مواد مانند یخ با افزایش فشار نقطه ذوب کاهش می‌یابد.

۶۲. اسپری کردن گیاهان با آب در زمستان سرد به چه منظوری است؟   مثال  ؟

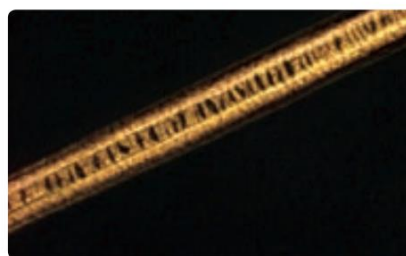
۶۳. کوزه‌های سفالی چگونه آب داخل خود را خنک نگه می‌دارند؟  مثال 



۶۴. بادگیرها چگونه محیط را خنک می‌نمایند؟   مثال 



۶۵. موهای بدن خرس قطبی چگونه است؟  مثال  ؟



تصویری بسیار بزرگ شده از موی یک خرس قطبی

۶۶. وارونگی هوا چیست؟   مثال 



(الف)



(ب)

۶۷. شکارِ تابشِ فروسرخ و کلمِ اسکانک؟   مثال ؟

۱۴۰

کلان‌بینو

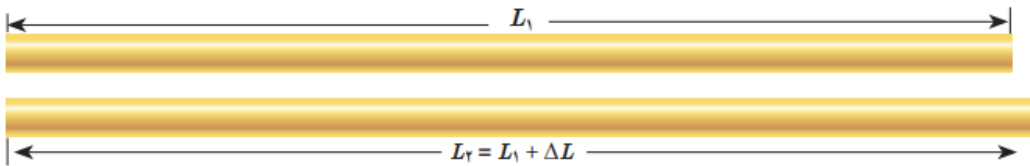
مهندس علیرضا عربشاهی

۶۸. تفسنگ را شرح دهید.   مثال 

تعریف ضریب انبساط طولی



افزایش واحد طول به ازای یک درجه سانتی‌گراد و با α نمایش می‌دهند.



انبساط گرمایی

میله‌ای به طول اولیه L_1

m	k	افزایش طول	
۱	۱	α	$\rightarrow \Delta L = L_1 \alpha \Delta T$
L_1	ΔT	ΔL	

ΔL تغییر طول

α ضریب انبساط طولی

$\Delta T = T_2 - T_1$ تغییرات دما

$$L_2 - L_1 = L_1 \alpha \Delta \theta \rightarrow \boxed{L_2 = L_1 (1 + \alpha \Delta \theta)}$$

۶۹. طول یک پل معلق در پایین‌ترین دمای منطقه ۱۱۵۸m است. این پل از نوعی فولاد $\alpha = 13 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ **مثال** **؟**

ساخته شده است. اگر کمترین دمای ممکن $-5^{\circ}C$ و بالاترین دمای ممکن $+5^{\circ}C$ باشد، بیشترین تغییر طول پل را به دست آورید.

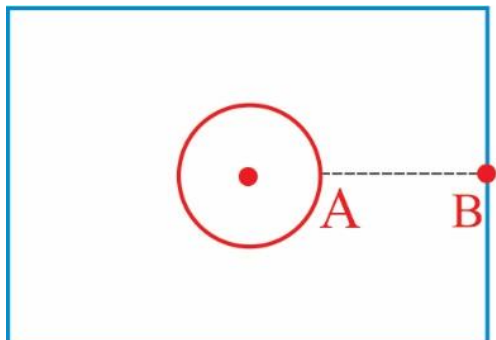
تعریف ضریب انبساط سطحی



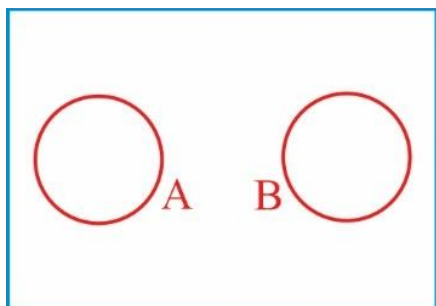
افزایش واحد سطح به ازای یک درجه سانتی‌گراد و برابر α است.

$$\Delta A = A_1 \alpha \Delta \theta \quad \text{یا} \quad A_2 = A_1 (1 + \alpha \Delta \theta)$$

۷۰. در وسط یک صفحه فلزی برنجی مستطیل شکل یک حفره قرا دارد. اگر صفحه را به‌طور یکنواخت حرارت دهیم، قطر حفره چه تغییری می‌کند.



۷۱. در شکل زیر، اگر صفحه فلزی را به‌طور یکنواخت حرارت دهیم، قطر هر یک از سوراخ‌ها با فاصله AB به‌ترتیب چه تغییری می‌نمایند؟



۷۲. دو میله به طول‌های L_A و L_B و جنس یکسان دمای هر دو را از صفر به 100°C می‌رسانیم. اگر $L_A = 3L_B$ و $\alpha_B = 6\alpha_A$ باشد، $\frac{\Delta L_A}{\Delta L_B}$ برابر چند می‌شود؟ مثال ؟

تعریف ضریب انبساط حجمی



افزایش واحد حجم به‌ازای یک درجه سانتی‌گراد را ضریب انبساط حجمی می‌نامند و برابر α است.

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

۷۳. یک کره توپر و یک کره توخالی از مس که شعاعشان دمای اولیه یکسان دارند، تا درجه حرارت معینی گرم می‌نماییم. تغییر حجم دو کره چه رابطه‌ای با یکدیگر دارند.  **مثال** 

۷۴. یک کره توپر و یک کره توخالی از مس که شعاعشان برابر است، به هر دو به یک اندازه گرما می‌دهیم. تغییر حجم دو کره چه رابطه‌ای با یکدیگر دارند.   مثال 

مثال؟ ۷۵. حجم باک بنزین اتومبیلی ۵۵L است. مخزن به دمای 12°C پر می‌کنیم. اگر دمای هوا به 52°C برسد، چه مقدار بنزین از باک بیرون می‌ریزد.

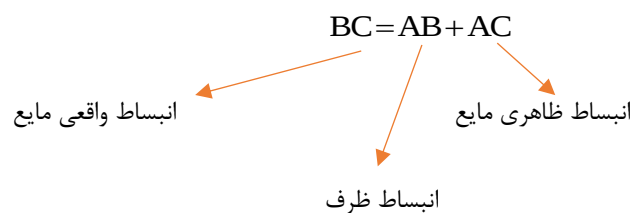
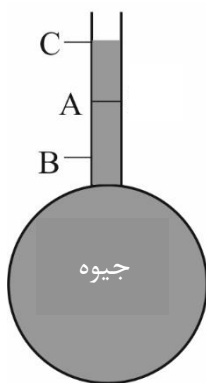
$$B = 1 \times 10^{-2} \frac{1}{k} \text{ بنزین}$$

نکته) ضریب انبساط حجمی مایعات از ضریب انبساط حجمی جامدات بسیار کمتر است.

انبساط مایعات



بالنی را تا نقطه A از جیوه پر می‌نماییم. اگر بالن را حرارت دهیم ابتداء سطح جیوه در داخل بالن تا نقطه B پایین می‌آید، سپس سطح مایع تا نقطه C بالا می‌رود. علت پایین آمدن مایع انبساط خود ظرف است. سپس چون انبساط مایع از جامد بیشتر است، سطح مایع تا نقطه C بالا می‌رود.



تغییر حجم ظرف + تغییر حجم ظاهری مایع = تغییر حجم واقعی برای ضریب انبساط واقعی

برای ضریب انبساط:

$$\beta = \beta' + \alpha \rightarrow \beta' = \beta - \alpha$$

β' ضریب انبساط ظاهری مایع

β ضریب انبساط واقعی

۷۶. بالنی به حجم ۲۰۰cm^3 را از جیوه صفردرجه سانتی گراد پر نموده ایم. اگر دمای بالن به ۲۰۰°C برسد. چه مقدار جیوه از بالن بیرون بریزد؟  مثال  ۷۶.

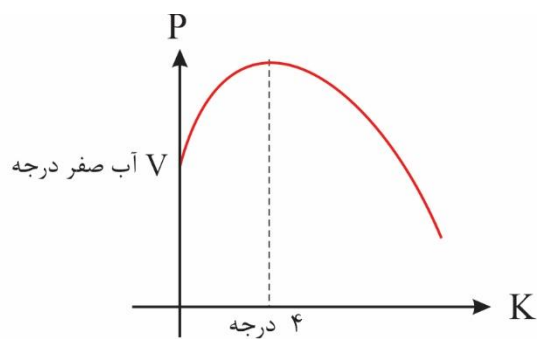
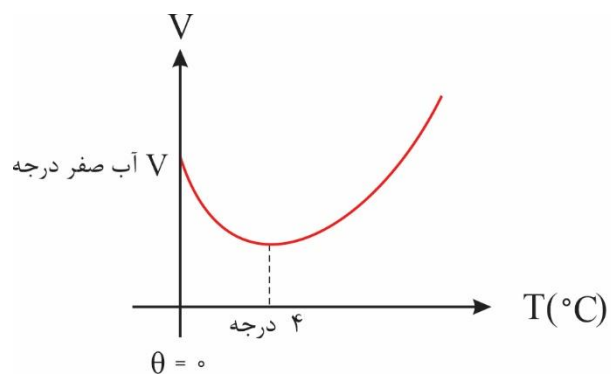
$$\beta = 17/4 \times 10^{-5} \text{ واقعی}$$

$$\alpha = 8 \times 10^{-6} \text{ طولی ظرف}$$

انبساط آب



اگر آب صفر درجه را گرم نماییم تا ۴ درجه سانتی‌گراد در اثر بالارفتن دما تا ۴ درجه کاهش می‌یابد و بعد افزایش می‌یابد. در ۴ درجه سانتی‌گراد حجم آب حداقل و چگالی حداکثر است.



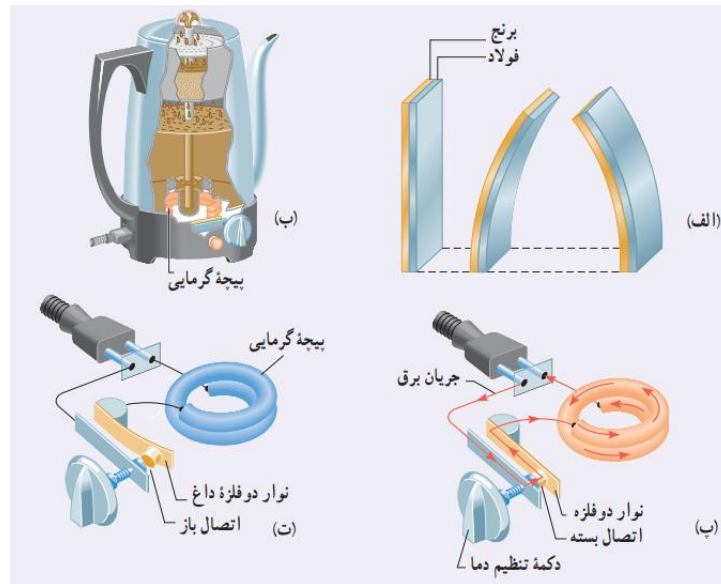
۷۷. ۳۶ گرم یخ صفر درجه سانتی‌گراد را حرارت می‌دهیم تا بدون تغییر دما ذوب شود. تغییر حجم یخ را به دست آورید.  **مثال** 

$$\rho_{\text{یخ}} = 0.9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

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

دماپا (ترموستات)

اگر دو قطعه فلز با ضریب انبساط متفاوت را سرتاسر به یکدیگر جوش بدهیم، در هنگام گرم کردن فلزی که ضریب انبساط بیشتری دارد، قوس خارجی و فلزی که ضریب انبساط کمتری دارد، قوس داخلی را تشکیل می‌دهند و هنگام سرد کردن برعکس اتفاق می‌افتد. مثلاً عبور جریان الکتریکی از کتری برقی باعث گرم شدن نوار دو فلز می‌گردد و به علت خم شدن جریان قطع می‌گردد و کتری برقی خاموش می‌شود.



مثال ؟ ۷۸. در شکل زیر با کاهش دما نوار دو فلز به طرف پایین خم می‌شوند. اگر یکی از نوارها برنجی و دیگری فولاد باشد، نوار بالایی از چه جنس است و اگر نوارها گرم شوند، چگونه خواهند شد؟



$$\alpha = 1/2 \times 10^{-5} \text{ فولاد}$$

$$\alpha = 1/5 \times 10^{-5} \text{ برنج}$$

نکته فلز گالیم (Ga) در دمای پایین ذوب می‌شود. دمای ذوب این فلز $29/8^\circ\text{C}$ است.

وارونگی هوا

در شرایط عادی هوای اطراف زمین گرم و هوای بالاتر سرد و بالای هوای سردتر وجود دارد. در این شرایط همرفت طبیعی حاکم است. در شب‌های آرام و بدون ابر زمستان شروع می‌شود و در آن همرفت طبیعی متوقف می‌شود. در چنین شب‌هایی هوای مجاور زمین سرد و هوای بالاتر گرم است. در این شرایط پدیده همرفت انجام نمی‌شود.



(الف)



(ب)

الگوی تغییرات دما در لایه‌های هوای اطراف زمین در : الف) شرایط عادی و ب) شرایطی که وارونگی هوا رخ می‌دهد.

فیزیک و اندازه‌گیری

ساختمان اتم:

- ۱- مدل توپ بیلیارد (دالتون)
- ۲- مدل کیک کشمشی (تامسون)
- ۳- مدل هسته‌ای (رادرفورد)
- ۴- مدل سیاره‌های (بور)
- ۵- مدل ابر الکترونی (شرودینگر)

مدل‌سازی

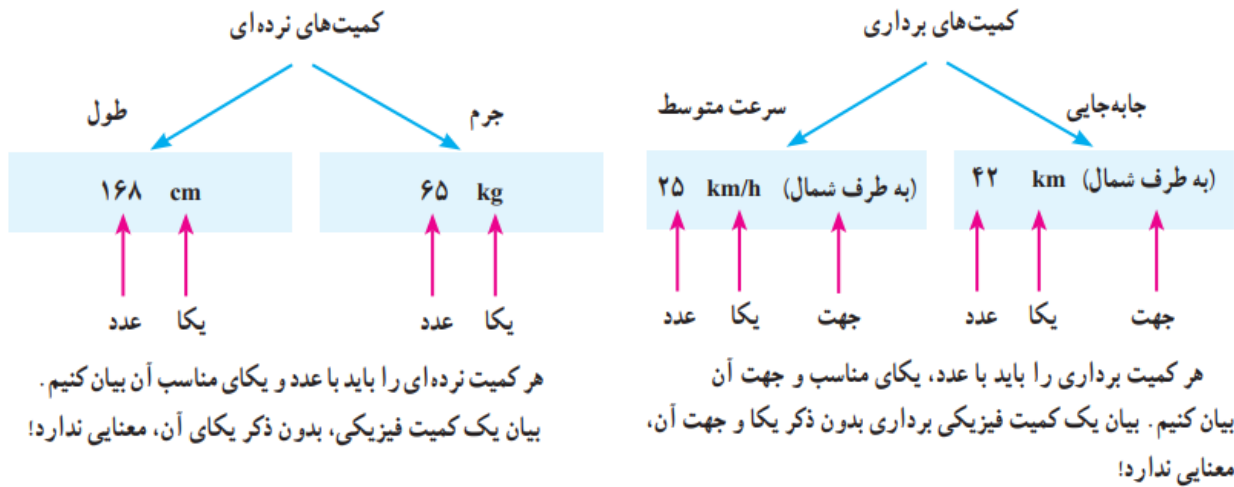
در مدل‌سازی از نیروهایی که اثر جزئی دارند صرف‌نظر می‌نماییم.



استفاده از یک مدل آرمانی برای ساده‌سازی تحلیل حرکت یک توپ بسکتبال در هوا

انواع کمیت‌ها عبارتند از:

- ۱- کمیت نرده‌ای فقط با یک عدد مشخص می‌شود. مثلاً طول قد شخصی ۱۸۰ سانتی‌متر است که ۱۸۰ عدد و سانتی‌متر یکای اندازه‌گیری است.
- ۲- کمیت برداری که دارای اندازه و جهت است. مثلاً اتومبیلی با تندی ۷۲ km/h به طرف شمال حرکت می‌نماید.



کمیت‌های اصلی و یکاهای اصلی



هفت کمیت به عنوان کمیت اصلی دستگاه بین‌المللی یکاها انتخاب شده‌اند که یکاهای اصلی را تشکیل می‌دهند. سایر یکاها که برحسب کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند، یکاهای فرعی هستند.

جدول ۱-۱ کمیت‌های اصلی و یکای آنها		
کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کلوین	K
مقدار ماده	مول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کندلا (شمع)	cd

جدول ۲-۱ چند مثال از یکاهای فرعی که در فصل‌های این کتاب استفاده شده‌اند		
کمیت	یکای SI	یکای فرعی
تندی و سرعت	m/s	m/s
شتاب	m/s ^۲	m/s ^۲
نیرو	نیوتون (N)	kg m/s ^۲
فشار	پاسکال (Pa)	kg/ms ^۲
انرژی	ژول (J)	kg m ^۲ /s ^۲

طول 

واحد طول متر است و آن $\frac{1}{1000000}$ فاصله استوا تا قطب شمال است.

جرم 

واحد جرم kg است و آن جرم استوانه‌ای از جنس آلیاژ پلاتین – ایریدیوم تعریف شده است و در موزه سور نگهداری می‌شود.

زمان 

واحد زمان ثانیه است و آن $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی است.

تبدیل یکاها



$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$$

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$$

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$$

$$1 \text{ mm} = 1000 \mu$$

$$1 \mu = 1000 \text{ nm}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$1 \text{ A}^\circ = 10^{-1} \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 1 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 100 \text{ cm}$$

$$15 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.15 \text{ متر}$$

$$36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ k}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ متر}$$

آهنگ کمیت



تغییر هر کمیت نسبت به زمان را آهنگ آن کمیت می‌نامند.

$$۱۲۵ \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = ۱۲۵ \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{۱ \text{ L}}{۱۰۰۰ \text{ cm}^3} \times \frac{۶۰ \text{ s}}{۱ \text{ min}} = ۷/۵ \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

خروار، من تبریز، سیر، منقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم است.^۱ این یکاها به صورت زیر به یکدیگر مرتبط‌اند:

۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز

۱ من تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ منقال

۱ منقال = ۲۴ نخود = ۹۶ گندم

با توجه به اینکه هر منقال اندکی بیش از ۴/۶ گرم است، هر کدام از این یکاها را برحسب گرم و کیلوگرم بیان کنید.

پیشوند یکاها



جدول ۱-۶ پیشوندهای یکاها					
ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
10^{24}	یوتا	Y	10^{-24}	یوکتو	y
10^{21}	زِتا	Z	10^{-21}	زِپتو	z
10^{18}	اِگِرا	E	10^{-18}	اَتو	a
10^{15}	پِتا	P	10^{-15}	فِمتو	f
10^{12}	تِرا	T	10^{-12}	پیکو	p
10^9	گیگا (جیگا)	G	10^{-9}	نانو	n
10^6	مِگا	M	10^{-6}	میکرو	μ
10^3	کیلو	k	10^{-3}	میلی	m
10^2	هکتو	h	10^{-2}	سانتی	c
10^1	دِکا	da	10^{-1}	دِسی	d

پیشوندهایی که کاربرد بیشتری دارند و بهتر است آنها را به خاطر بسپارید با رنگ قرمز نشان داده شده‌اند.



$$۱۰۰۰ = ۱۰^۳$$

$$۰/۰۰۰۱ = ۱۰^{-۴}$$

$$۲۵۰۰۰ = ۲/۵ \times ۱۰^۴$$

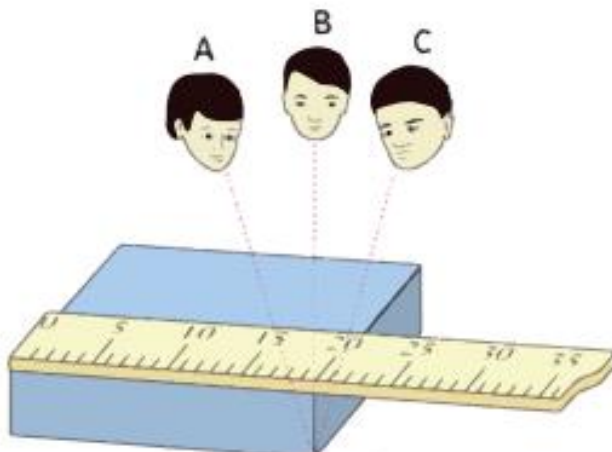
$$۰/۰۰۰۰۳۵۶ \rightarrow ۳/۵۶ \times ۱۰^{-۵}$$

۷۹. بار الکتریکی جسمی $16 \times 10^{-15} \mu\text{C}$ است، آن را بر حسب کولن بنویسید.   مثال 

۸۰. جرم یک زنبور عسل $15 \text{ kg} / 100000$ است. آن را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.   مثال 

عوامل مؤثر در اندازه‌گیری و دقت اندازه‌گیری

- ۱- دقت اندازه‌گیری
- ۲- مهارت شخص اندازه‌گیر
- ۳- تعداد دفعات اندازه‌گیری



خطای مشاهده، ناشی از اختلاف منظر، در خواندن و گزارش نتیجه اندازه‌گیری تأثیر مهمی دارد.

دقت ابزارهای اندازه‌گیری مدرج، برابر کمینه درجه‌بندی آن ابزار است. برای مثال، دقت خط‌کشی که کمینه درجه‌بندی آن مطابق شکل زیر تا میلی‌متر است برابر ۱ mm است.

کمینه درجه‌بندی این خط‌کش، ۱ mm است.



دقت این خط‌کش ۱ mm است.

دقت اندازه‌گیری در ابزارهای رقمی (دیجیتال)، برابر یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار می‌خواند. برای مثال، آخرین رقمی که دماسنج شکل زیر نشان می‌دهد $^{\circ}\text{C}/2$ و دقت آن $^{\circ}\text{C}/1$ است.



مثال ؟ ۸۱. دقت اندازه‌گیری را در شکل زیر تعیین کنید.



مثال؟ ۸۲ در شکل‌های زیر دقت اندازه‌گیری را تعیین کنید.





جرم واحد حجم را چگالی می‌نامند.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \begin{array}{l} \nearrow \text{جرم کل} \\ \searrow \text{حجم کل} \end{array}$$

یکای چگالی $\frac{g}{cm^3}$ یا $\frac{kg}{m^3}$

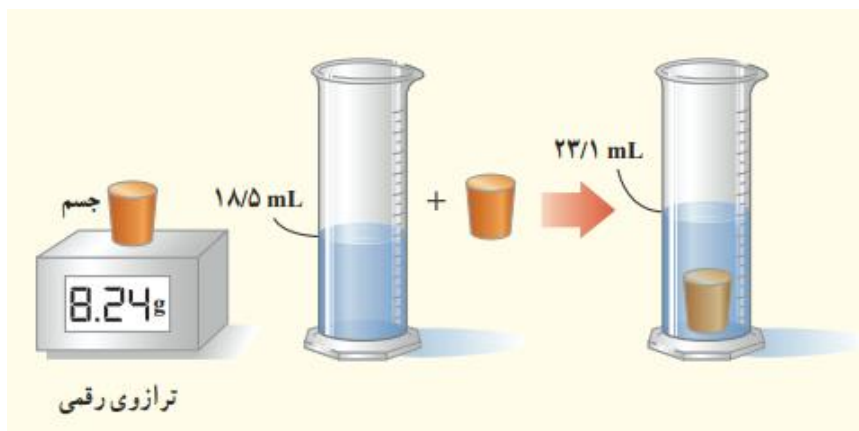
$$1 \frac{g}{cm^3} = 1 \frac{g}{cm^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

۸۳. گلوله‌ای به شعاع ۱۰ سانتی‌متر را در داخل یک ظرف پر از الکل به چگالی $\frac{8}{3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ می‌اندازیم. چند

گرم الکل از ظرف بیرون می‌ریزد. ($\pi = 3$)

مثال ۸۴. برای تعیین چگالی یک جسم جامد ابتدا جرم و حجم آن را مطابق شکل زیر پیدا کرده‌ایم. چگالی جسم

برحسب $\frac{g}{L}$ و $\frac{g}{cm^3}$ به دست آورید.



۸۵. 300 cm^3 از مایع A با چگالی $2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ را با 500 cm^3 از مایع B با چگالی $3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ مخلوط

می‌نماییم. چگالی مخلوط را به دست آورید.

۸۶. جرم یک قطعه آلیاژ نقره و طلا برابر ۱۴۰ گرم حجم کل برابر ۱۰ cm^3 است. جرم طلا و نقره را به دست آورید.

($\rho = ۱۰ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ نقره و $\rho = ۲۰ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ طلا)

تست ۲۷: حجم خون یک فرد بالغ تقریباً ۵L است. جرم خون چند کیلوگرم است؟ (چگالی خون را $1/05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ فرض

کنید.) (تجربی خارج ۱۴۰۳)

۱۳/۸ (۴)

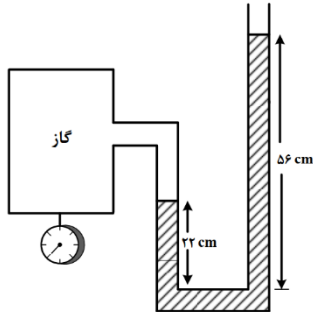
۱۳/۵ (۳)

۲/۶ (۲)

۲/۵ (۱)

تست ۲۸: در شکل زیر، اگر فشار گاز درون مخزن $۱۰۸/۸$ کیلوپاسکال و فشار هوا ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، چگالی مایع

درون لوله چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $g = ۱۰ \frac{N}{kg}$ و چگالی جیوه $\frac{g}{cm^3} = ۱۳/۶$ است. (تجربی خارج ۱۴۰۳)



(۱) ۵/۸

(۲) ۱

(۳) ۱/۸

(۴) ۲

تست ۲۹: یک ظرف آلومینیمی با حجم ۵۰۰cm^3 در دمای ۲۰°C به طور کامل از گلیسیرین پر شده است. اگر دمای ظرف و گلیسیرین به ۴۰°C برسد، چند سانتی متر مکعب گلیسیرین از ظرف بیرون می ریزد؟ (ضریب انبساط طولی آلومینیم $۲۳ \times ۱۰^{-۶} \text{K}^{-۱}$ و ضریب انبساط حجمی گلیسیرین $۵ \times ۱۰^{-۴} \text{K}^{-۱}$ است). (تجربی خارج ۱۴۰۳)

(۱) ۴/۷۷ (۲) ۴/۳ (۳) ۳ (۴) ۲

تست ۳۰: 2 kg آب را درون یک کتری برقی با توان الکتریکی 3 kW می‌ریزیم و آن را روشن می‌کنیم. از شروع جوشیدن تا تبخیر همه آب درون کتری، چند دقیقه طول می‌کشد؟ (فرض کنید تمام انرژی الکتریکی تبدیل شده به انرژی گرمایی، به آب می‌رسد و $L_v = 2256 \frac{\text{J}}{\text{g}}$) (تجربی خارج ۱۴۰۳)

(۴) ۵

(۳) ۵۰

(۲) ۲/۵

(۱) ۲۵

تست ۳۱: یکان فرعی توان، کدام است؟ (تجربی تیر ۱۴۰۳)

$$\frac{\text{kgm}}{\text{s}} \quad (۴)$$

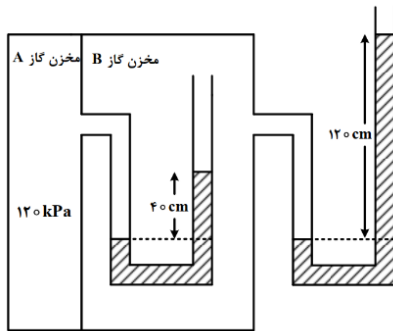
$$\frac{\text{kgm}}{\text{s}^3} \quad (۳)$$

$$\frac{\text{kgm}^2}{\text{s}} \quad (۲)$$

$$\frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^3} \quad (۱)$$

تست ۳۲: در شکل زیر، در هر دو لوله مایع یکسانی وجود دارد. چگالی مایع چند گرم بر لیتر است؟ (فشار هوای محیط را

100 kPa و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ در نظر بگیرید.) (تجربی تیر ۱۴۰۳)



(۱) $1/25$

(۲) 1250

(۳) $2/50$

(۴) 2500

تست ۳۳: یک بزرگراه از قطعه‌های بتنی به طول ۲۰ متر ساخته شده است. این بخش‌ها در دمای 10°C ، بتون‌ریزی شده‌اند. برای جلوگیری از تاب برداشتن بتون در دمای 40°C ، مهندسان باید چه فاصله‌ای برحسب میلی‌متر را بین این قطعه‌ها در نظر بگیرند؟ ($\alpha = 1/4 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$) (تجربی تیر ۱۴۰۳)

۸/۴ (۴)

۳/۲ (۳)

۵/۶ (۲)

۶/۲ (۱)

تست ۳۴: قطعه یخی به جرم 2 kg و دمای اولیه -20°C را آنقدر گرم می‌کنیم تا تبدیل به آب 100°C شود، چند کیلوژول

گرما لازم است؟ $(C_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ و $C_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ و $L_F = 336 \frac{\text{J}}{\text{g}}$) (تجربی تیر ۱۴۰۳)

۸۴۶ (۴)

۹۲۴ (۳)

۱۵۱۲ (۲)

۱۵۹۶ (۱)

تست ۳۵: یکای SI میدان مغناطیسی با کدام گزینه معادل کدام است؟ (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۴)

$$\frac{\text{kg}}{\text{C.S}} \quad (۴)$$

$$\frac{\text{N}}{\text{C.S}} \quad (۳)$$

$$\frac{\text{kg}}{\text{A.S}} \quad (۲)$$

$$\frac{\text{N}}{\text{A.S}} \quad (۱)$$

تست ۳۶: شعاع قاعده یک مخروط توپُر برابر ۱۰cm و ارتفاع آن ۲۰cm است. اگر جرم این مخروط $۵/۴\text{kg}$ باشد، چگالی مخروط در SI چقدر است؟ ($\pi=۳$) (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۳)

(۴) $۸/۱$ (۳) $۲/۷$ (۲) ۸۱۰۰ (۱) ۲۷۰۰

تست ۳۷: به دو کره توپر آلومینیمی A و B به ترتیب 5kJ و 2kJ گرما می‌دهیم. اگر افزایش دمای کره A، دو برابر افزایش دمای کره B باشد، شعاع کره B چند برابر شعاع کره A است؟ (تجربی اردیبهشت ۱۴۰۴)

۲ (۴)

۴ (۳)

 $\sqrt{2}$ (۲) $2\sqrt{2}$ (۱)

تست ۳۸: از کدام دماسنج، بدون تماس دماسنج با جسمی که می‌خواهیم دمای آن را اندازه بگیریم، استفاده می‌شود؟
(تجربی تیر ۱۴۰۴)

- (۱) ترموکوپل (۲) تفسنج (۳) دماسنج جیوه‌ای (۴) دماسنج مقاومت پلاتینی

تست ۳۹: مطابق شکل، درون لوله U شکلی که به یک مخزن گاز وصل شده است، دو مایع با چگالی‌های $\rho_1 = 1/2 \frac{g}{cm^3}$ و

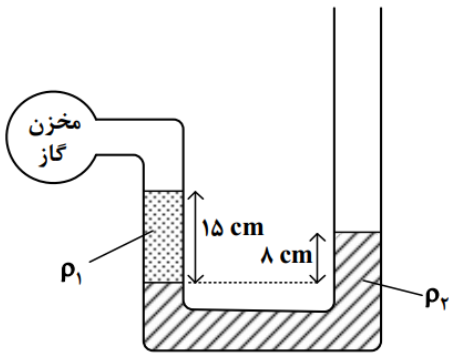
$\rho_2 = 1/57 \frac{g}{cm^3}$ وجود دارد. فشار پیمانه‌الی خزن گاز چند میلی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \frac{g}{cm^3}$) (تجربی تیر ۱۴۰۴)

(۱) -۴

(۲) -۲/۵

(۳) -۲۵

(۴) -۴۰



تست ۴۰: ۴ kg آب را درون یک کتری برقی با توان الکتریکی ۲ kW می‌ریزیم و آن را روشن می‌کنیم. از شروع جوشیدن تا تبخیر همهٔ آب درون کتری، چند دقیقه طول می‌کشد؟ (فرض کنید تمام انرژی الکتریکی تبدیل شده به انرژی گرمایی، به آب می‌رسد و $L_v = 2256 \frac{J}{g}$) (تجربی تیر ۱۴۰۴)

(۴) ۳/۷۶

(۳) ۷/۵۲

(۲) ۳۷/۶

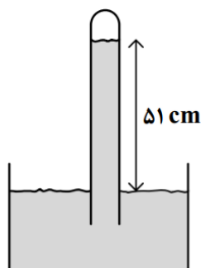
(۱) ۷۵/۲

تست ۴۱: بر اثر رسوبات، قطر قسمتی از یک رگ نسبت به سایر قسمت‌ها ۴۰ درصد کاهش یافته است. اگر خون از این قسمت وارد قسمت گشاد همان رگ شود، تندی آن چگونه تغییر می‌کند؟ (ریاضی تیر ۱۴۰۴)

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| (۱) ۶۴ درصد کاهش می‌یابد. | (۲) ۱۶ درصد افزایش می‌یابد. |
| (۳) ۳۶ درصد کاهش می‌یابد. | (۴) ۴۰ درصد افزایش می‌یابد. |

تست ۴۲: در شکل زیر، چگالی مایع درون ظرف و لوله $\frac{2}{8} \frac{g}{cm^3}$ است. اگر فشار هوا در محیط $75/5$ سانتی‌متر جیوه

باشد، فشار هوای جمع شده در انتهای لوله چند پاسکال است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$ و $\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \frac{g}{cm^3}$) (ریاضی تیر ۱۴۰۴)



(۱) ۱۴۲۸۰

(۲) ۵۵۶۰۰

(۳) ۶۹۳۶۰

(۴) ۸۸۴۰۰

تست ۴۳: درون یک ظرف استوانه‌ای، $\frac{2}{5}$ لیتر مایع به چگالی $\frac{1}{2} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ قرار دارد. اگر سطح مقطع استوانه 50 cm^2 باشد،

فشار پیمانه‌ای در کف ظرف چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = \frac{13}{6} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۴)

۲/۸ (۴)

۸/۲ (۳)

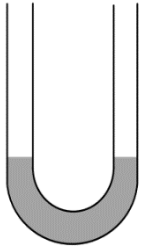
۴/۴ (۲)

۷/۶ (۱)

تست ۴۴: در شکل زیر، درون لوله U شکل مقداری جیوه قرار دارد. در یکی از شاخه‌ها روی جیوه به ارتفاع ۱۷cm مایعی

به چگالی $\frac{2}{3} \frac{g}{cm^3}$ می‌ریزیم. در شاخهٔ مقابل، سطح جیوه نسبت به موقعیت اولیه، چند سانتی‌متر بالا می‌آید؟ $(\frac{g}{cm^3} = 13/6)$

جیوه (ρ) (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۴)



۱/۲۵ (۱)

۲/۵ (۲)

۳/۷۵ (۳)

۵ (۴)

تست ۴۵: کدام مورد همرفت طبیعی است؟ (ریاضی اردیبهشت ۱۴۰۴)

- (۱) سیستم خنک‌کننده موتور اتومبیل
- (۲) انتقال گرما از مرکز خورشید به سطح آن
- (۳) سیستم گرم‌کننده مرکزی در ساختمان‌ها
- (۴) گرم و سرد شدن بخش‌های مختلف بدن بر اثر گردش خون در بدن جانوران خونگرم