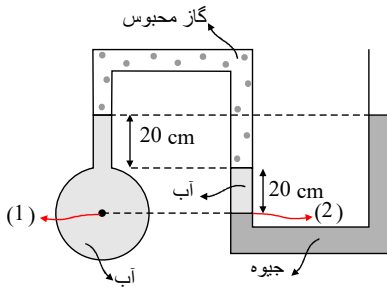


نام و نام خانوادگی:

زمان برگزاری:

نام آزمون: فیزیک پایه دهم رشته تجربی

تاریخ آزمون:



۱ فشار و فشار پیمانه‌ای نقطه‌ی (۱) را پیدا کنید.

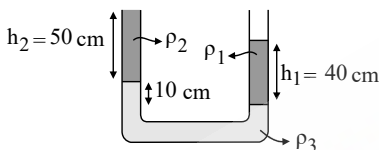
$$(P_0 \simeq 10^5 Pa, \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{جیوه}} = 13,6 \frac{g}{cm^3}, g \simeq 10 \frac{m}{s^2})$$

۲ توان گرمکنی الکتریکی برابر با $200W$ است. اگر تمام انرژی این گرمکن توسط $2L$ آب جذب شود چند دقیقه طول می‌کشد تا دمای آب به اندازه $5^\circ C$ افزایش یابد؟ اگر 70% انرژی گرمکن توسط $2L$ آب جذب شود چند دقیقه طول می‌کشد تا همان افزایش دما را داشته باشیم؟

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

۳ درون لوله U شکلی سه مایع با چگالی‌های متفاوت ρ_1, ρ_2, ρ_3 ریخته‌ایم و مطابق شکل در حال تعادل هستند. اگر $\rho_1 = 2 \frac{g}{cm^3}$ و

$\rho_2 = 1 \frac{g}{cm^3}$ باشد چگالی مایع سوم چقدر است؟



۴ در یک ظرف استوانه‌ای مدرج آب و روغن را با جرم‌های یکسان ریخته‌ایم. اگر مجموع ارتفاع برابر با $18cm$ بشود، فشار وارد بر ته ظرف از

طرف دو مایع چقدر است؟ ($\rho_{\text{روغن}} = 800 \frac{kg}{m^3}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3}$)

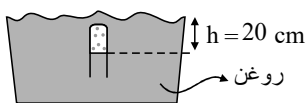
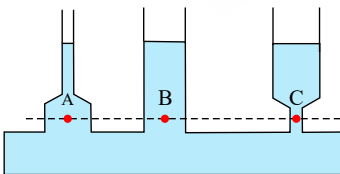
۵ در کف قایقی که به صورت ثابت روی آب دریا شناور است سوراخی به مساحت $10cm^2$ به وجود آمده است. اگر کف قایق $20cm$ از سطح دریا پائین تر باشد:

الف) فشار آب در ناحیه‌ی سوراخ شده چقدر است؟

ب) حداقل چه نیرویی لازم است تا جلوی ورود آب دریا به درون قایق را بگیریم؟ ($g \simeq 10 \frac{m}{s^2}, \rho_{\text{آب دریا}} = 1030 \frac{kg}{m^3}$)

۶ در علوم سال نهم دیدید که فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن مانند نقاط A, B, C در شکل یکسان است و به شکل ظرف بستگی ندارد.

سازگاری این موضوع را با رابطه $3 - 3$ توضیح دهید.



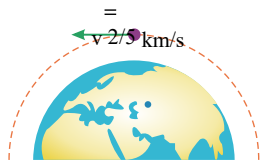
۷ در شکل زیر فشار هوای محیط برابر $80kpa$ می‌باشد، فشار گاز حبس شده چند پاسکال است؟

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

۸ دو مایع A و B به ترتیب چگالی $1000 \frac{kg}{m^3}$ و $600 \frac{kg}{m^3}$ را دارند. این دو مایع را با یک نسبت خاص با یکدیگر ترکیب می‌کنیم که چگالی مایع

مخلوط برابر با $850 \frac{kg}{m^3}$ بشود. چه مقدار از مایع B (برحسب گرم) درون یک کیلوگرم از مایع مخلوط وجود دارد؟ (فرض کنید که حجم دو مایع با هم جمع می‌شوند وقتی که مخلوط شوند).

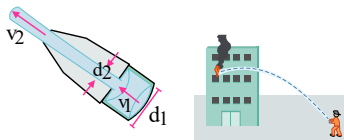
۹ ماهواره‌ای به جرم 220 kg ، با تندی ثابت $\frac{km}{s}$ دور زمین می‌چرخد. انرژی جنبشی ماهواره را بر حسب ژول و مگاژول حساب کنید.



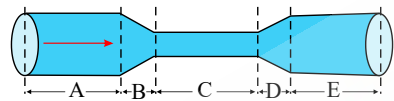
۱۰ مقدار گرمایی که یک لیتر آب را از دمای 20°C به دمای 70°C می‌رساند چقدر است؟ اگر همین میزان گرما را به 1 kg فلز آلومینیم در دمای اولیه 20°C بدهیم دمای نهایی آن چقدر می‌شود؟ $(c_{\text{آب}} \approx 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}, c_{\text{آلومینیم}} = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}})$

۱۱ 3.5% درصد وزن آب دریا را نمک تشکیل می‌دهد. چه وزنی از آب دریا (بر حسب کیلوگرم) یک کیلوگرم نمک در خود دارد؟ اگر چگالی آب دریا $1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ چه حجمی از آب دریا (بر حسب لیتر) یک کیلوگرم نمک در خود دارد؟

۱۲ شکل (الف) آتش‌نشانی را در حال خاموش کردن آتش از فاصله نسبتاً دوری نشان می‌دهد. نمایی بزرگ شده از شیر بسته شده به انتهای لوله آتش‌نشانی در شکل (ب) نشان داده شده است. اگر آب با تندی $v_1 = 1.5 \text{ m/s}$ از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر $d_1 = 9.6 \text{ cm}$ و قطر قسمت خروجی آن $d_2 = 2.5 \text{ cm}$ باشد، تندی خروج آب را از شیر پیدا کنید.



۱۳ در لوله‌ای پر از آب مطابق شکل زیر، آب از چپ به راست در جریان است. روی این لوله ۵ قسمت (A, B, C, D و E) نشان داده شده است. الف) در کدام یک از قسمت‌های لوله، تندی آب، در حال افزایش، در حال کاهش، یا ثابت است؟ ب) تندی آب را در قسمت‌های A, C و E لوله با یکدیگر مقایسه کنید.



۱۴ درون یک ظرف مقداری آب بریزید. یک پوش‌برگ (فویل) آلومینیمی به ابعاد تقریبی $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ اختیار کنید و آن را مچاله کنید. پیش‌بینی کنید با قرار دادن پوش‌برگ مچاله شده روی سطح آب، چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید. پوش‌برگ دیگری با همان ابعاد اختیار کنید و به جای مچاله کردن، آن را چندین بار (دست کم ۵ بار) روی هم تا کنید و آنقدر پرس کنید تا هوایی بین لایه‌ها نباشد. اگر این پوش‌برگ چند لایه را، روی سطح آب قرار دهید، پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید. پیش‌بینی‌ها و نتایج مشاهده (آزمایش) خود را در گروهتان به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

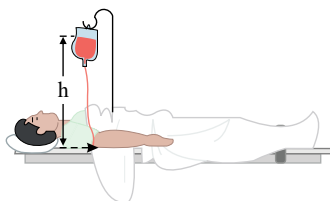


پوش‌برگ آلومینیمی



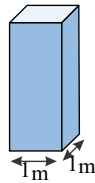
پوش‌برگ آلومینیمی مچاله شده

۱۵ شکل روبه‌رو یک کیسه پلاستیکی حاوی محلولی را نشان می‌دهد که در حال تزریق به یک بیمار است. سوزن سرنگی را به قسمت خالی از مایع بالای این کیسه وارد می‌کنند طوری که فشار هوا در این بخش از کیسه همواره با فشار هوای بیرون برابر بماند. اگر فشار پیمانه‌ای در سیاهرگ 1330 پاسکال باشد، ارتفاع کمینه h چقدر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ کند؟ چگالی محلول را $1045 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ بگیرید.



۱۶ در هواشناسی و روی نقشه‌های آب و هوا، معمولاً از یکای بار (bar) برای فشار هوا استفاده می‌کنند. به طوری که داریم:

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

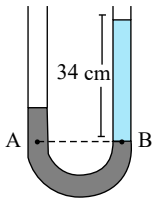


یک ستون به سطح مقطع 1 m^2 در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه می‌یابد (شکل بالا). اگر فشار هوا را در سطح دریا 1 bar در نظر بگیریم، چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟ با توجه به شکل ۳ - ۱۸ - ب، چند درصد این جرم تا ارتفاع ۹ کیلومتری این ستون فرضی قرار دارد؟

۱۷ در یک لوله U شکل، مقداری جیوه قرار دارد. در شاخه سمت راست لوله آن قدر آب می‌ریزیم تا ارتفاع آب به 34 cm برسد (شکل روبه‌رو).

اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه چند سانتی‌متر است؟

(مقیاس‌ها در این شکل واقعی نیست.)



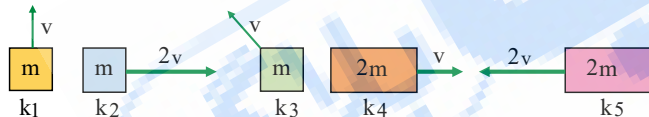
۱۸ دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخ‌زده، دارای جرم‌های m و $2m$ ، روی دریاچه افقی و بدون اصطکاکی قرار دارند و نیروی ثابت و

یکسان \vec{F} با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود (شکل روبه‌رو). هر دو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصله d می‌گذرند.

انرژی جنبشی و تندی قایق‌ها را درست پس از عبور از خط پایان، باهم مقایسه کنید.

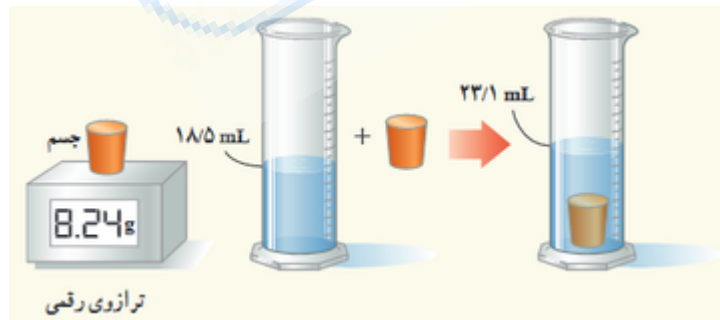


۱۹ انرژی جنبشی هریک از اجسام زیر را باهم مقایسه کنید و مقدار آن را به ترتیب از کم‌ترین تا بیش‌ترین بنویسید.



۲۰ برای تعیین چگالی یک جسم جامد، ابتدا جرم و حجم آن را مطابق شکل زیر پیدا کرده‌ایم. باتوجه به داده‌های روی شکل، چگالی جسم را

برحسب $\frac{g}{L}$ و $\frac{g}{\text{cm}^3}$ حساب کنید.

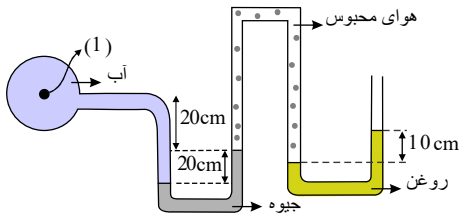


۲۱ گالیه در برخی از کارهایش از ضربان نبض خود به‌عنوان زمان‌سنج استفاده کرد. شما نیز چند پدیده تکرارشونده در طبیعت را نام ببرید که

می‌توانند به‌عنوان ابزار اندازه‌گیری زمان به‌کار روند.

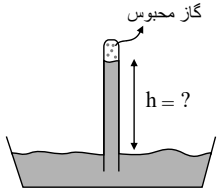
۲۲ از سقف دو بادکنک آویزان کرده‌ایم، فاصله این دو بادکنک نسبتاً کم است. اگر در ناحیه‌ی بین بادکنک‌ها فوت کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟

۲۳ فشار و فشار پیمانه‌ای در نقطه‌ی (۱) را بیابید.



$$(P_0 \simeq 10^5 Pa, \rho_{\text{روغن}} = 800 \frac{kg}{m^3}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3}, \rho_{\text{جیوه}} = 13600 \frac{kg}{m^3}, g \simeq 10 \frac{m}{s^2})$$

۲۴ در شکل زیر فشار گازی که در لوله محبوس شده است برابر با $20 cmHg$ است. ارتفاع ستون جیوه را محاسبه کنید.



$$(P_0 = 76 cmHg, \rho_{\text{جیوه}} = 13600 \frac{kg}{m^3}, g \simeq 10 \frac{m}{s^2})$$

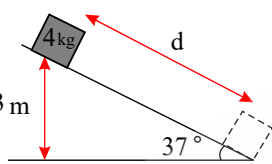
۲۵ مساحت روزنه خروج بخار آب روی درب زودپزی $4700 mm^2$ است. جرم وزنه‌ای که باید روی آن گذاشت چقدر باشد تا فشار داخل آن در

$$2 atm$$
 نگه داشته شود؟ فشار بیرون دیگ زودپز را $1 atm$ بگیرید. ($1 atm \simeq 10^5 Pa, g \simeq 10 \frac{m}{s^2}$)

۲۶ اگر به طور اتفاقی یک بشکه $147 L$ نفت در دریا بیافتد، شعاع لکه‌ی نفتی به وجود آمده روی دریا چقدر می‌شود؟ (ضخامت لکه‌ی نفتی را $40 \mu m$

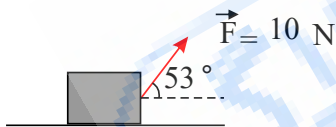
در نظر بگیرید و $\pi \simeq 3$)

۲۷ در شکل مقابل جسمی از بالای یک سطح شیب‌دار رها می‌کنیم تا پایین بیاید اگر نیروی اصطکاک برابر با $4 N$ نیوتون باشد تندی جسم وقتی به



انتهای سطح شیب‌دار می‌رسد تقریباً چقدر است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

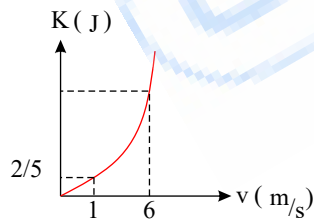
۲۸ مطابق شکل نیروی F جسمی را $15 m$ در امتداد سطح جابه‌جا می‌کند. کار نیروی F در این جابه‌جایی چقدر است؟ ($\cos 53^\circ = 0.6$)



۲۹ نمودار تغییرات انرژی جنبشی بر حسب تندی برای جسمی مطابق شکل است.

الف) جرم جسم چقدر است؟

ب) هنگامی که تندی جسم $6 m/s$ می‌شود انرژی جنبشی آن چند ژول است؟



۳۰ یک ماشین کوچک به جرم $1200 kg$ و یک کامیون کوچک به جرم $3600 kg$ در نظر بگیرید. کامیون با تندی مجاز $35 m/s$ حرکت می‌کند.

راننده ماشین طوری حرکت می‌کند که انرژی جنبشی ماشین با کامیون برابر شود. تندی ماشین چقدر است؟

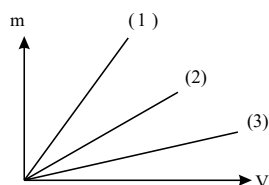
۳۱ انرژی جنبشی دونده‌ای نصف انرژی جنبشی پسر بچه‌ای است که جرمش نصف جرم دونده است. دونده تندی‌اش را به اندازه $1.0 m/s$ افزایش

می‌دهد و در نتیجه انرژی او با انرژی جنبشی پسر بچه مساوی می‌شود. تندی اولیه دونده و پسر بچه به ترتیب چقدر است؟

۳۲ سه مایع در اختیار داریم که نمودار تغییرات جرم بر حسب حجم آنها به صورت زیر است: الف) اگر این سه مایع

را روی هم بریزیم (به طوری که با هم مخلوط نشوند و دارای حجم برابر باشند) ترتیب قرار گرفتن روی یکدیگر مایعات

به چه صورت است؟



ب) اگر با یک همزن آنها را خیلی خوب با هم ترکیب کنیم، چگالی آنها به چه صورت می‌توان نوشت؟

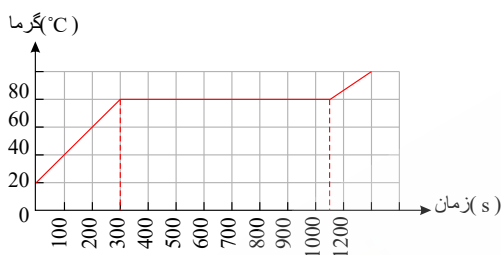
جدول زیر را کامل کنید. (۳۳)

نماد یکا	نام یکا	کمیت
(۱).....	(۲).....	طول
(۳).....	کیلوگرم	(۴).....
s	(۵).....	(۶).....
(۷).....	کلوین	(۸).....
(۹).....	(۱۰).....	مقدار ماده
(۱۱).....	آمپر	(۱۲).....
cd	(۱۳).....	(۱۴).....

(۳۴) سرعت یک چیتا حدود $108 \frac{km}{h}$ است. سرعت این موجود بر حسب $\frac{m}{s}$ چقدر است؟

(۳۵) انرژی جنبشی جسم A ، ۸ برابر انرژی جنبشی جسم B است و جرم جسم A نصف جرم جسم B است. تندی جسم A چند برابر تندی جسم B است؟

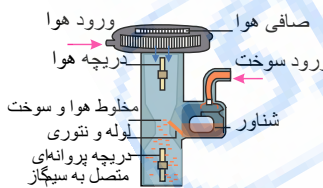
(۳۶) اگر به جسم جامدی که ابعاد آن به اندازه کافی کوچک است با توان ثابتی گرما بدهیم نمودار دما - زمان آن به صورت کیفی مانند شکل روبه رو می شود. این نمودار در اینجا برای جسم جامدی به جرم $500g$ رسم شده که توسط یک گرمکن با توان ثابت $1000W$ گرم شده است.



الف) چقدر طول می کشد تا این جامد به نقطه ذوب خود برسد؟

ب) گرمای ویژه جامد و پ) گرمای نهان ذوب آن را محاسبه کنید.

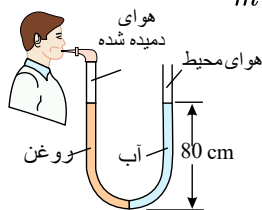
(۳۷) شکل روبه رو کاربراتور یک موتور بنزینی قدیمی را نشان می دهد. حجم هوایی که وارد کاربراتور می شود توسط دریچه پروانه ای که به سیم گاز خودرو وصل شده، قابل تنظیم است. با توجه به کاربرد اصل برنولی در ساختمان یک کاربراتور، توضیح دهید چرا با فشردن بیشتر پدال گاز، دور موتور خودرو افزایش می یابد و خودرو سریع تر حرکت کند.



(۳۸) لوله U شکلی را در نظر بگیرید که محتوی حجم مساوی از آب و روغن است (شکل روبه رو). با توجه به اطلاعات روی شکل، فشار پیمانه ای هوای

درون ریه شخصی که از شاخه سمت چپ لوله درون آن دمیده، چقدر است؟ چگالی روغن را $805 kg/m^3$ و چگالی آب را $1000 \frac{kg}{m^3}$ بگیرید.

$$(g = 10 N/kg)$$

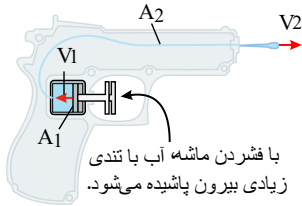


(۳۹) توضیح دهید چرا:

الف) پدیده پخش در گازها، سریع تر از مایع ها انجام می شود. در توضیح خود به چند مثال نیز اشاره کنید.

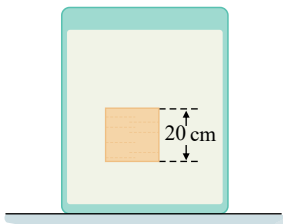
ب) یک بادکنک پر از باد، حتی اگر دهانه آن نیز کاملاً بسته شده باشد، باز هم رفته رفته کم باد می شود.

- ۴۰) شکل روبه‌رو یک تفنگ آب‌پاش را نشان می‌دهد که با فشردن ماشه آن، آب با تندی زیادی بیرون می‌آید. اگر $v_1 = 0.15 \text{ cm/s}$ و $A_p = 1.0 \text{ mm}^2$, $A_1 = 1.0 \text{ cm}^2$ باشد تندی خروج آب را به دست آورید.

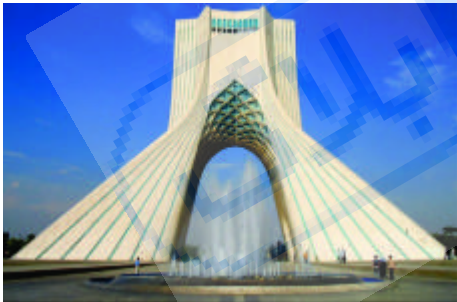


- ۴۱) ۱- در شکل (الف) نیروهای وارد بر دو جسم با حجم یکسان و چگالی متفاوت نشان داده شده است که در شاره‌ای قرار دارند. جهت حرکت دو جسم را روی شکل تعیین کنید. همچنین چگالی هر جسم را با چگالی آب مقایسه کنید.
 ۲- شکل (ب) ظرفی محتوی آب را نشان می‌دهد که روی یک ترازوی عقربه‌ای قرار دارد. شخصی انگشت خود را وارد آب می‌کند. توضیح دهید عقربه ترازو چه تغییری می‌کند.
 ۳- جرم قطعه‌های آهنی در شکل (پ) با یکدیگر برابر است. دریافت خود را از این شکل بیان کنید.
 ۴- توضیح دهید چرا یک کشتی هوایی با گاز هلیوم (که چگالی آن کمتر از چگالی هواست) پر شده است نمی‌تواند به‌طور نامحدود به بالا رفتن ادامه دهد.

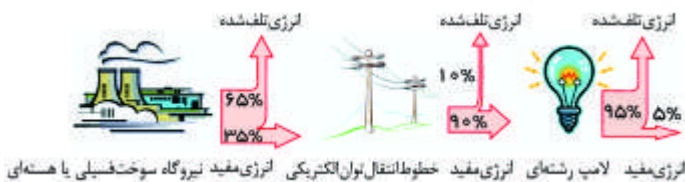
- ۴۲) جسمی مکعبی به طول ضلع 20 cm درون شاره‌ای غوطه‌ور و در حال تعادل است (شکل روبه‌رو). فشار در بالا و زیر جسم به ترتیب برابر 1.05 و 1.068 کیلو پاسکال است. چگالی شاره چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ (راهنمایی: از رابطه ۳ - ۲ استفاده کنید).



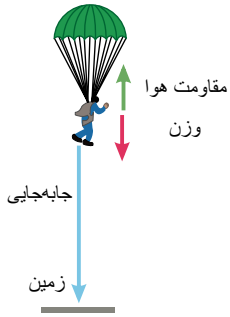
- ۴۳) اختلاف بین فشار هوای بالا و پایین برج آزادی، با ارتفاع ۴۵ متر، چقدر است؟ چگالی هوا را تقریباً 1.2 kg/m^3 بگیرید.



- ۴۴) شکل زیر طرح واره‌ای از درصد انرژی مفید و انرژی تلف‌شده در یک نیروگاه سوخت فسیلی یا هسته‌ای را از آغاز تا مصرف در یک لامپ رشته‌ای نشان می‌دهد.
 (الف) یک نیروگاه سوخت فسیلی را در نظر بگیرید که با مصرف گازوئیل، انرژی الکتریکی تولید می‌کند. با سوختن هر لیتر گازوئیل حدود ۳۵ مگاژول انرژی گرمایی تولید می‌شود. برای این که یک لامپ رشته‌ای ۱۰۰ واتی در طول یک ماه به مدت ۱۸۰ ساعت روشن بماند (به‌طور میانگین هر شبانه‌روز ۶ ساعت)، چقدر گازوئیل باید در نیروگاه مصرف شود؟
 (ب) با توجه به نتیجه قسمت الف، درک خود از هشدار معروف «لامپ اضافی خاموش!» را بیان کنید.



۴۵) چتربازی به جرم کل 750 kg ، از بالونی که در ارتفاع 800 m از سطح زمین است، با تندی $1.2 \frac{m}{s}$ به بیرون بالون می‌پرد. اگر او با تندی $4.8 \frac{m}{s}$ به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چتر باز را در طول مسیر سقوط محاسبه کنید. شتاب گرانش زمین را $9.8 \frac{m}{s^2}$ بگیرید.



۴۶) درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی $124 \frac{J}{^\circ C}$ ، 50 kg آب با دمای $5^\circ C$ وجود دارد و مجموعه آب و گرماسنج در تعادل گرمایی است. اگر مقدار 200 g یخ با دمای $1^\circ C$ به این مجموعه اضافه کنیم، چقدر از یخ باقی می‌ماند؟

$$(L_F = 334 \frac{kJ}{kg}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, c_{\text{یخ}} = 2220 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$$

۴۷) در گروهی از جانوران خون گرم و انسان، تبخیر عرق بدن، یکی از راه‌های مهم کنترل دمای بدن است.

الف) چه مقدار آب تبخیر شود تا دمای بدن شخصی به جرم 50 kg به اندازه‌ی $1^\circ C$ کاهش یابد؟ گرمای نهان تبخیر آب در دمای بدن ($37^\circ C$) برابر $2.42 \times 10^6 \frac{J}{kg}$ و گرمای ویژه بدن در حدود $3480 \frac{J}{kg \cdot K}$ است.

ب) حجم آبی که شخص باید برای جبران آب تبخیر شده بنوشد، چقدر است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{g}{cm^3}$)

۴۸) گرمکنی در هر ثانیه 200 J گرما می‌دهد. الف) چقدر طول می‌کشد تا این گرمکن 1 کیلوگرم آب $100^\circ C$ را به بخار آب $100^\circ C$ تبدیل کند؟

ب) این گرمکن در همین مدت، چه مقدار یخ $0^\circ C$ را می‌تواند به آب $0^\circ C$ تبدیل کند؟

$$(L_V = 2256 \frac{kJ}{kg}, L_F = 333.7 \frac{kJ}{kg})$$

۴۹) چگالی آمونیاک در دمای $15^\circ C$ برابر با $0.73 \frac{kg}{m^3}$ است. چگالی آمونیاک در دمای $45^\circ C$ چقدر است؟ ($\beta_{\text{آمونیاک}} = 24.5 \times 10^{-3} \frac{1}{K}$)

۵۰) با افزایش دما حجم جسم تغییر خواهد کرد اما جرم آن بدون تغییر می‌ماند. به همین دلیل انتظار داریم با افزایش دما چگالی اجسام کاهش یابد. این رابطه را به دست بیاورید. نشان دهید با تقریب مناسبی می‌توان چگالی جسم را از رابطه $\rho_2 = \rho_1 (1 - \beta \Delta T)$ نیز به دست آورد.

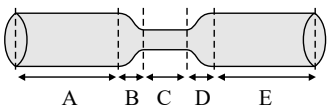
۵۱) دما یا ترموستات چگونه کار می‌کند؟

۵۲) یک مجسمه برنجی به طول 50 cm در اختیار داریم اگر دمای این مجسمه را $50^\circ C$ افزایش دهیم، طول آن چقدر افزایش پیدا می‌کند؟

$$(\alpha_{\text{برنج}} = 19 \times 10^{-6} \frac{1}{K})$$

۵۳) رابطه میان دما در مقیاس سلسیوس و کلون را بنویسید و در مورد حد بالا و حد پائین دما در مقیاس کلون بحث کنید.

۵۴) در لوله‌ای پر از آب مطابق شکل زیر، آب از چپ به راست در جریان است. روی این لوله ۵ قسمت (A, B, C, D, E) نشان داده شده است.

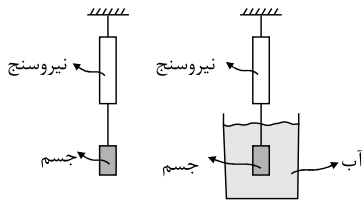


الف) در کدام قسمت‌های لوله، تندی آب، در حال افزایش، در حال کاهش، یا ثابت است؟

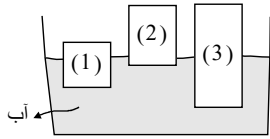
ب) تندی آب را در قسمت‌های A, C و E لوله با یکدیگر مقایسه کنید.

۵۵) وقتی که شیر آبی را کمی باز کنید، مشاهده می‌شود که باریکه‌ی آب با نزدیکتر شدن به زمین، باریکتر می‌شود. دلیل این پدیده را توضیح دهید.

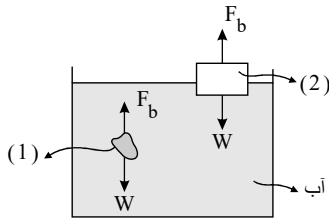
۵۶ جسمی به یک نیروسنج متصل است و نیروسنج عدد $200N$ را نشان می‌دهد. اگر این جسم را مطابق شکل درون ظرف آبی فرو کنیم نیروسنج



عدد $180N$ را نشان خواهد داد. الف) اندازه نیروی شناوری چقدر است؟ ب) حجم آب جابه‌جا شده چقدر است؟ $(\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}, g \simeq 10 \frac{m}{s^2})$ (قسمت ب) فراتر از سطح کتاب و پاسخ به آن اختیاری است.

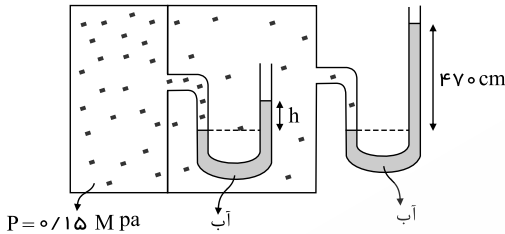


۵۷ مطابق شکل سه جسم (۱) و (۲) و (۳) درون ظرف آب شناورند. چگالی این سه جسم را با هم مقایسه کنید.



۵۸ باتوجه به شکل وضعیت اجسام چیست؟ (بگوئید غوطه‌ورند یا شناور)

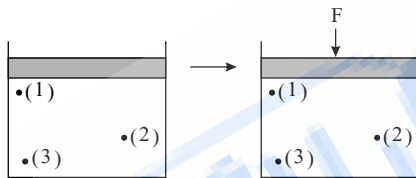
مخزن گاز (۱) مخزن گاز (۲)



۵۹ در شکل روبرو h چند سانتی‌متر است؟

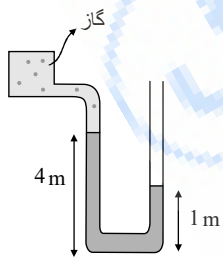
$$(\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3}, P_0 \simeq 10^5 Pa, g \simeq 10 \frac{m}{s^2})$$

۶۰ باتوجه به شکل اگر پیستون که بر روی مایع قرار دارد، با نیروی F به طرف پایین رانده شود،



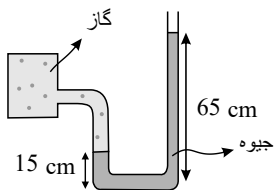
تغییرات فشار در نقاط (۱) و (۲) و (۳) به چه صورت است؟ (شماره مایع تراکم‌ناپذیر و اصطکاک پیستون با جداره ناچیز است)

۶۱ باتوجه به شکل زیر فشار مخزن را محاسبه کنید. فشار پیمانه‌ای مخزن چقدر است؟ آیا این عدد منطقی است؟



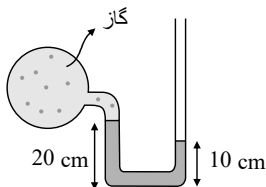
$$(\rho_{\text{مایع}} = 1000 \frac{kg}{m^3}, g \simeq 10 \frac{m}{s^2}, P_0 \simeq 10^5 Pa)$$

۶۲ در شکل زیر فشار مخزن چقدر است؟ (برحسب پاسکال)



$$(P_0 = 10^5 Pa, g \simeq 10 \frac{m}{s^2}, \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{g}{cm^3})$$

۶۳ فشار مطلق و پیمانه‌ای گاز را به دست بیاورید. (برحسب سانتی‌متر جیوه و مایع درون لوله جیوه است)

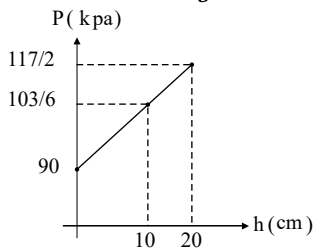


$$(P_0 = 76 cmHg, g \simeq 10 \frac{m}{s^2}, \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{g}{cm^3})$$

۶۴) درون ظرفی را تا ارتفاع مشخصی جیوه ریخته‌ایم. اگر فشار وارد بر کف ظرف برابر با $136kPa$ باشد و فشار هوا برابر $1atm$ باشد، ارتفاع

جیوه درون ظرف چقدر است؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \frac{kg}{m^3}, g \simeq 10 \frac{N}{kg})$

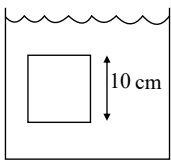
۶۵) نمودار تغییرات فشار بر حسب ارتفاع مایعی به صورت زیر است. چگالی مایع را به دست بیاورید. فشار هوا چقدر است؟ $(g \simeq 10 \frac{N}{kg})$



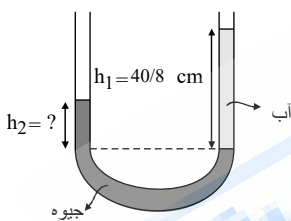
۶۶) در آزمایش توریچلی اگر لوله را کج کنیم به گونه‌ای که طول لوله بیرون از تشت جیوه ثابت بماند، آیا ارتفاع ستون جیوه تغییر می‌کند؟ اگر فکر می‌کنید که تغییر نمی‌کند دلایل کافی برای شرح این پدیده بیاورید. اگر فکر می‌کنید که تغییر می‌کند آیا این به معنی این است که فشار هوا تغییر کرده؟

۶۷) جسمی مکعبی مطابق شکل درون شاره‌ای غوطه‌ور است و در حال تعادل می‌باشد. فشار در بالای جسم برابر با $106,5kPa$ و در زیر جسم برابر

با $107,5kPa$ است. چگالی شاره چند کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد؟ $(g \simeq 10 \frac{m}{s^2})$



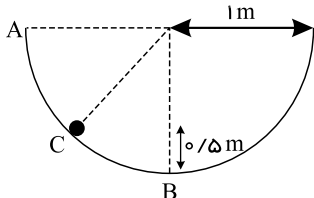
۶۸) در یک لوله U شکل، مقداری جیوه قرار دارد. در شاخه‌ی سمت راست لوله آن قدر آب می‌ریزیم تا ارتفاع آن به $40,8cm$ برسد. (مطابق شکل). اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه چند سانتی‌متر است؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = 13,6 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3})$



۶۹) وقتی که درون استخر شیرجه می‌زنیم احساس می‌کنیم که گوشمان می‌گیرد، دلیل این اتفاق را توضیح دهید.

۷۰) اگر به اندازه نصف لیوان آب جوش داشته باشیم و در آن مقدار زیادی شکر حل کنیم محلول آب جوش شیرین خواهیم داشت. اگر از قوری مقداری زیادی چای در آب بریزیم آب جوش رنگ چای پررنگ به خود می‌گیرد. اگر روی این محلول مقداری چای کم‌رنگ بریزیم (به اندازه‌ی نصف دیگر لیوان) در یک لیوان دو رنگ چای خواهیم داشت. که مدت زیادی به همین صورت می‌ماند. این پدیده را توصیف کنید.

۷۱) جسمی به جرم $200g$ را درون سطح نیم کره‌ای مطابق شکل رها می‌کنیم. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB برابر با $-0,4J$ باشد مطلوب



است $(g \simeq 10 m/s^2, \pi \simeq 3)$
 الف) در صورتی که کار نیروی اصطکاک در مسیر AC معادل $-0,2J$ باشد، تندی جسم در نقطه C چقدر است؟
 ب) تندی جسم در نقطه B چقدر است؟

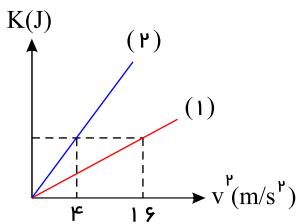
۷۲) اتومبیلی با تندی v حرکت می‌کند اگر راننده، تندی اتومبیل را دو برابر کند:

الف) انرژی جنبشی چند برابر حالت اول شده است؟

ب) چقدر انرژی جنبشی افزایش یافته است؟

۷۳) تندی جسم شماره یک سه برابر تندی جسم شماره دو است. اگر جرم جسم شماره یک $\frac{1}{3}$ جرم جسم شماره دو باشد، نسبت انرژی جنبشی

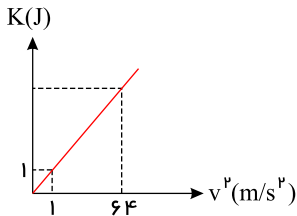
جسم شماره ۱ به ۲ را به دست آورید.



۷۴) نمودار تغییرات انرژی جنبشی بر حسب مربع تندى برای دو جسم ۱ و ۲ مطابق شکل است.

الف) جرم کدام جسم بیشتر است؟

ب) نسبت جرم جسم ۲ به جرم جسم ۱ چقدر است؟



۷۵) نمودار تغییرات انرژی جنبشی بر حسب مربع تندى مطابق شکل است.

الف) جرم جسم چقدر است؟

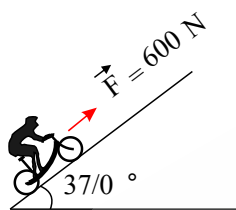
ب) وقتی که تندى برابر $8m/s$ می شود انرژی جنبشی آن چند ژول است؟

۷۶) چند مگا ژول باید موتور یک اتومبیل به جرم ۱ تن انرژی تولید کند تا تندى آن از $72 \frac{km}{h}$ به $108 \frac{km}{h}$ برسد؟

۷۷) یک آجر که از روی بزرگترین سطح خود روی زمین قرار دارد را عمودی می کنیم و روی کوچکترین سطح خود قرار می دهیم. کار نیروی دست ما در این فرآیند چقدر است؟

(جرم آجر را m و ابعاد آن به صورت $l \times \frac{l}{2} \times \frac{l}{4}$ می باشد)

۷۸) یک دوچرخه سوار از یک سربالایی با شیب ثابت بالا می رود. زاویه ای که این شیب با افق می سازد 37° می باشد. اگر دوچرخه $13kg$ و دوچرخه سوار $47kg$ جرم داشته باشند و نیرویی که دوچرخه سوار وارد می کند برابر با $600N$ باشد برای جابه جایی $300m$ محاسبه کنید:



الف) چقدر دوچرخه سوار کار انجام می دهد؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}, \cos 37^\circ = 0.8\right)$

ب) کار نیروی وزن مجموعه دوچرخه و دوچرخه سوار را محاسبه کنید.

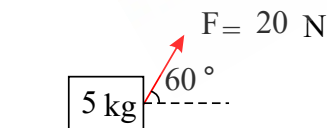
۷۹) ماشینی از حالت سکون به حرکت در می آید. وقتی که تندى آن از صفر تا v تغییر می کند کار کل روی ماشین W_{1t} و وقتی تندى آن از v به $2v$ می رسد کار روی آن W_{2t} می شود. نسبت $\frac{W_{2t}}{W_{1t}}$ چقدر است؟

۸۰) جسمی به جرم $5kg$ روی سطح افقی زمین قرار دارد و با نیروی افقی $20N$ ، دو متر در امتداد سطح جابه جا شده است.

الف) کار انجام شده روی جسم توسط نیروی F چقدر است؟



ب) اگر این نیرو با زاویه 60° به جسم اعمال شود کار انجام شده روی جسم را محاسبه کنید؟



$$\begin{cases} \theta = 0 \\ \cos \theta = 1 \end{cases}$$

۸۱) $50g$ آب را با $160g$ الکل مخلوط می کنیم. اگر حجم این مخلوط از مجموع حجم های آب و الکل به دست آید، چگالی محلول آب و الکل را محاسبه کنید. $\left(\rho_{\text{الکل}} = 0.8 \frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}\right)$

۸۲) کمیت های سرعت و فشار را می شناسید.

الف) کدامیک برداری و کدامیک نرده ای است؟

ب) جای خالی های زیر را با کمیت های سرعت و فشار و یکاهای آنها پر کنید (به همراه یکای درست):

۱- نام کمیت: ۲- نام کمیت:

..... ۲۵۰۰ به سمت شمال ۱۵

۸۳

چهار دانش آموز هر یک با کولیس طولی را اندازه می گیرند. نتیجه‌ی آزمایش آنها به صورت زیر است:

دانش آموز اول $44,12mm$ ، دانش آموز دوم $44,13mm$ ، دانش آموز سوم $44,15mm$ و دانش آموز چهارم $54,22mm$. اگر این دانش آموزان بخواهند یک نتیجه‌ی منطقی و درست را به معلمشان گزارش کنند، چه باید کنند؟

۸۴

درستی یا نادرستی عبارات زیر را مشخص کنید.

الف

نیروی شناوری باعث می شود نیروی عمودی وارده به جسم ته نشین، کاهش پیدا کند.

ب

نیروهای وارده از طرف مایع در زیر جسم (در عمق بیشتر) کوچکتر از نیروهای وارده به بالای جسم (در عمق کمتر) می باشد.

پ

نیروی شناوری به عمق فرو رفتن جسم در حال تعادل در مایع بستگی دارد.

ت

نیروی شناوری وقتی جسم کاملاً در مایع فرو رفته است ثابت است.

ث

اگر ظرف پر از آب داشته باشیم و جسمی به حجم مشخصی را کاملاً در آن فرو کنیم به اندازه‌ی حجم جسم آب به بیرون ظرف خواهد ریخت.

ج

اگر ظرفی از آب داشته باشیم و جسمی به حجم مشخص را در آن فرو کنیم سطح مایع به اندازه‌ی بالا می آید که حجم آب بالا آمده با نصف حجم جسم برابر شود.

چ

در گازها نیروی شناوری داریم.

ح

اگر چگالی ماده‌ای کمتر از چگالی آب باشد آن جسم حتماً روی آب شناور می ماند.

خ

اگر چگالی ماده‌ای بیشتر از چگالی آب باشد نمی توان آن را روی سطح آب شناور کرد.

د

هنگامی که جسمی روی آب شناور است نیروی شناوری، وزن جسم را خنثی کرده است.

ذ

هنگامی که یک تکه چوب زیر آب است و به سمت سطح آب می آید نیروی شناوری کمتر از نیروی وزن است.

ر

نیروی شناوری باعث می شود نیروی عمودی وارده به جسم غوطه‌ور افزایش پیدا کند.

۸۵

در گروهی از جانوران خون گرم و انسان، تبخیر عرق بدن، یکی از راه‌های مهم تنظیم دمای بدن است.

الف) چه مقدار آب تبخیر شود تا دمای بدن شخصی به جرم $50,0kg$ به اندازه $1,00^{\circ}C$ کاهش یابد؟ گرمای نهان تبخیر آب در دمای بدن ($37^{\circ}C$) برابر $2,42 \times 10^6 J/kg$ و گرمای ویژه بدن در حدود $3480 J/kg \cdot K$ است. ب) حجم آبی که شخص باید برای جبران آب تبخیر شده بنوشد، چقدر است؟

۸۶

یکی از روش‌های بالابردن دمای یک جسم، دادن گرما به آن است. اگر به جسمی گرما دهیم، آیا دمای آن حتماً بالا می رود؟ توضیح دهید.

۸۷

دمای یک قطعه فلز $60^{\circ}C$ کیلوگرمی را توسط یک گرمکن 50 واتی در مدت $110s$ از $18^{\circ}C$ به $38^{\circ}C$ رسانده‌ایم. این آزمایش برای گرمای ویژه فلز چه مقداری را به دست می دهد؟ حدس می زنید که این پاسخ از مقدار واقعی گرمای ویژه فلز بیشتر باشد یا کمتر؟ توضیح دهید.

۸۸

یک ظرف آلومینیومی با حجم $4000cm^3$ در دمای $20,0^{\circ}C$ به طور کامل از گلیسیرین پر شده است. اگر دمای ظرف و گلیسیرین به $30,0^{\circ}C$ برسد، چقدر گلیسیرین از ظرف بیرون می ریزد؟

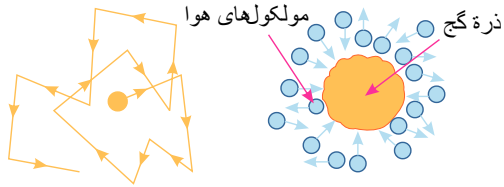
۸۹

تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر در کشورهای غرب ایران، پدیده خطرناک ریزگردها را به مناطق وسیعی از کشورمان گسترش داده است. ریزگردها در حالتی که ته نشین شده باشد تقریباً دو برابر چگالی آب است.

چرا بادهای نسبتاً ضعیف قادرند توده‌های بزرگی از ریزگردها را به حرکت درآورند درحالی که توفان‌های شدید دریایی تنها مقدار اندکی آب را به صورت قطره‌های ریز به طرف بالا می پاشند؟



۹۰ هنگام پاک کردن تخته سیاه، ذرات گچ به طور نامنظم در هوای اطراف پراکنده شده و حرکت می کنند. این حرکت نامنظم ذرات گچ، مطابق شکل روبه رو مدل سازی شده است.

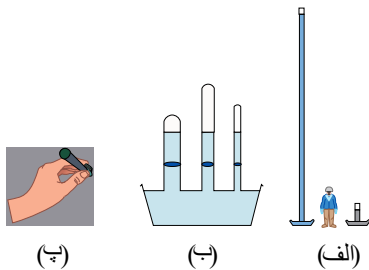


الف) چه عاملی باعث حرکت نامنظم ذره های گچ می شود؟

ب) مولکول های هوا بسیار کوچک تر و سبک تر از ذره های گچ هستند و توسط میکروسکوپ هم دیده نمی شوند. توضیح دهید چگونه این تجربه ساده، شاهدی بر وجود مولکول های هواست.

۹۱ الف) توضیح دهید چرا توربیچلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟ (ممکن است شکل الف بتواند در پاسخ به این پرسش به شما کمک کند.)

ب) برای لوله های غیر مویین، اگر سطح مقطع و طول لوله ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی کند (شکل ب). علت را توضیح دهید.
پ) در قلم خودکار، جوهر از طریق یک لوله وارد نوک قلم شده و در آنجا توسط یک گوی فلزی ضد زنگ غلتان، روی ورقه کاغذ پخش می شود. در بدنه لاکه یا درپوش بالایی این نوع قلم های خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می کنند (شکل پ). دلیل این کار را توضیح دهید.

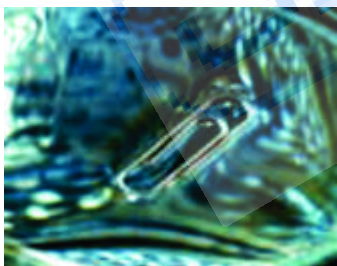


۹۲ یک طرف یک تکه شیشه کوچک (با ابعادی حدود 10 cm در 10 cm) را کمی بالاتر از شعله یک شمع بگیرید تا سطح شیشه به طور کامل دوداندود شود. شیشه را از طرف تمیز آن روی سطح افقی قرار دهید و سپس روی سطح دوداندود شده آن چند قطره آب بریزید. آنچه را مشاهده می کنید در گروه خود به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

۹۳ الف) سعی کنید یک سوزن ته گرد یا گیره کاغذ را مطابق شکل روی سطح آب شناور کنید. برای این منظور می توانید از یک تکه دستمال کاغذی استفاده کنید.

ب) پس از شناور شدن سوزن یا گیره، سطح آب را به دقت مشاهده کنید و مشاهدات خود را به کلاس گزارش دهید.

پ) اکنون یکی دو قطره مایع شوینده را به آرامی به آب درون ظرف بیفزایید. مشاهدات خود را به کلاس گزارش دهید.



۹۴ وقتی شیشه می شکنند با نزدیک کردن قطعه های آن به هم نمی توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند؛ ولی اگر قطعه های شیشه را آن قدر گرم کنیم که نرم شوند می توان آن ها را به هم چسباند. این پدیده ها را با توجه به کوتاه برد بودن نیروهای بین مولکولی توجیه کنید.

۹۵ یک سرنگ، مثلا 10 سی سی ، اختیار کنید. پیستون آن را بکشید تا هوا وارد سرنگ شود. انگشت خود را محکم روی دهانه خروجی سرنگ قرار دهید و تا جایی که می توانید پیستون را حرکت دهید تا هوای درون سرنگ متراکم شود.

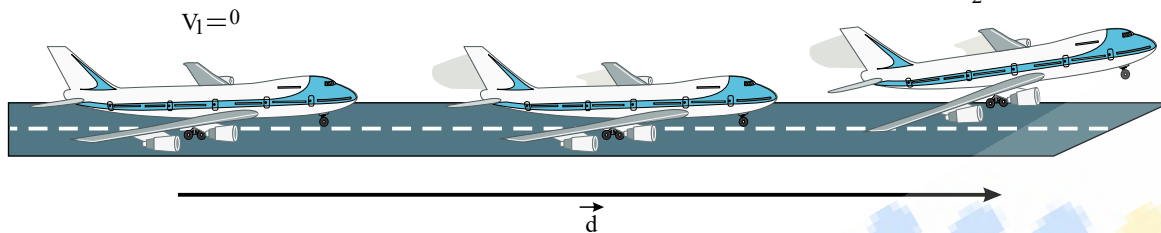
هوای درون سرنگ را خالی و آن را تا نیمه از آب پر کنید. با مسدود نمودن انتهای سرنگ سعی کنید تا جایی که ممکن است مایع درون آن را متراکم کنید. از این آزمایش ساده چه نتیجه ای در مورد تراکم پذیری گازها و مایع ها می گیرید؟ توضیح دهید.



۹۶ شکل زیر هواپیمایی به جرم $7,2 \times 10^4 \text{ kg}$ را نشان می‌دهد که از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از 2050 m جابه‌جایی در امتداد باند هواپیما، به تندی برخاستن $v_p = 70 \frac{m}{s}$ می‌رسد.

الف) کار کل نیروهای وارد بر هواپیما را در این جابه‌جایی حساب کنید.
 یک دقیقه پس از برخاستن، هواپیما تا ارتفاع 560 m از سطح زمین اوج می‌گیرد و تندی آن به $140 \frac{m}{s}$ می‌رسد. در این مدت،
 ب) کار نیروی وزن چقدر است؟

پ) به جز نیروی وزن، چه نیروهای دیگری بر هواپیما اثر می‌کند (با این نیروها در علوم سال ششم آشنا شدید)؟ کار کدام یک از این نیروها مثبت و کار کدام یک از آن‌ها منفی است؟ $(g = 9,81 \frac{N}{kg})$
 $v_2 = 70 \text{ m/s}$



۹۷ شکل روبه‌رو گلوله‌ای را نشان می‌دهد که از سقف کلاسی آویزان شده و دانش‌آموزی آن را از وضعیت تعادل خارج کرده و در برابر نوک بینی خود گرفته است.

الف) وقتی دانش‌آموز گلوله را رها می‌کند هنگام برگشت به او برخورد نمی‌کند. چرا؟ (این تجربه ساده ولی هیجان‌انگیز را در صورت امکان در کلاستان انجام دهید.)

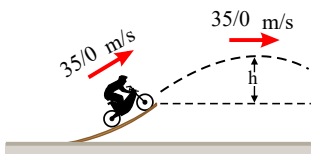
ب) اگر دانش‌آموز به جای رها کردن گلوله، آن را هل دهد، هنگام برگشت آن، چه اتفاقی می‌افتد؟



۹۸ گلوله‌ای به جرم 50 g از دهانه تفنگی با تندی $1,5 \frac{km}{s}$ و ارتفاع $1,6 \text{ m}$ از سطح زمین شلیک می‌شود. اگر گلوله با تندی $0,45 \frac{km}{s}$ به زمین برخورد کند، $(g = 9,8 \frac{m}{s^2})$

الف) در مدت حرکت گلوله کار نیروی مقاومت هوا چقدر است؟
 ب) مقدار به‌دست آمده در قسمت (الف) را با کار نیروی وزن مقایسه کنید.

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



۱۰۰ اگر مطابق شکل روبه‌رو سطلی را در دست نگه دارید، آیا نیروی دست شما هنگامی که با تندی ثابت در مسیر افقی قدم می‌زنید روی سطل کاری انجام می‌دهد؟ اگر تندی حرکت شما در طول مسیر کم و زیاد شود چطور؟ پاسخ خود را در هر مورد توضیح دهید.



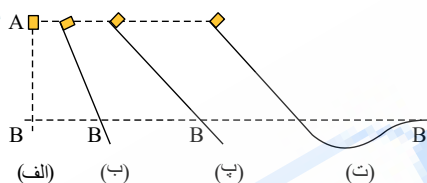
۱۰۱) آب ذخیره شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از مسیری مطابق شکل روی پره‌های توپینی می‌ریزد و آن را می‌چرخاند. با چرخش توربین، مولد می‌چرخد و انرژی الکتریکی تولید می‌شود (شکل روبه‌رو). اگر ۸۵ درصد کار نیروی گرانش به انرژی الکتریکی تبدیل شود، در هر ثانیه چند متر مکعب آب باید روی توربین بریزد تا توان الکتریکی خروجی مولد نیروگاه به 200 MW برسد؟ جرم هر متر مکعب آب را 1000 kg در نظر بگیرید.



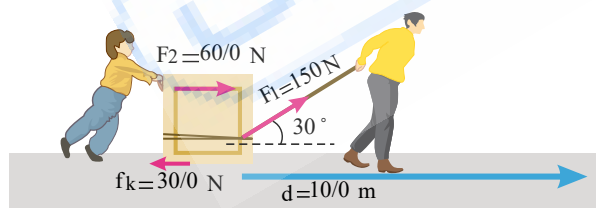
۱۰۲) تلمبه‌ای با توان ورودی 15 kW در هر ثانیه 70 لیتر آب دریاچه‌ای به چگالی $1000\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ را مطابق شکل روبه‌رو تا ارتفاع 15 متری مخزن می‌فرستد. بازده تلمبه چند درصد است؟



۱۰۳) شکل روبه‌رو، چهار وضعیت متفاوت را برای حرکت جسمی نشان می‌دهد. در وضعیت الف، جسم از حال سکون سقوط می‌کند و در سه وضعیت دیگر جسم از حال سکون روی مسیری بدون اصطکاک و رو به پایین حرکت می‌کند. تندی جسم را در نقطه B برای هر چهار وضعیت باهم مقایسه کنید.



۱۰۴) شکل زیر پدر و پسری را در حال جابه‌جا کردن یک جعبه سنگین روی سطحی هموار نشان می‌دهد. نیروی F_1 را پدر و نیروی F_2 را پسر به جسم وارد می‌کنند و f_k نیز نیروی اصطکاک جنبشی است که با حرکت جسم مخالفت می‌کند و در خلاف جهت جابه‌جایی به جعبه وارد می‌شود. کار کل انجام شده روی جسم را محاسبه کنید.



۱۰۵) تندی شناورها در دریا برحسب یکایی به نام گره بیان می‌شود. هر گره برابر $۵۱۴۴/۰$ متر بر ثانیه است. تاریخچه گره دریایی به حدود ۴۰۰ سال پیش باز می‌گردد، زمانی که ملوانان تندی متوسط کشتی خود را با استفاده از وسیله‌ای به نام تندی‌سنج شناور اندازه می‌گرفتند. این وسیله، شامل طنابی بود که در فواصل مساوی، گره‌ای روی آن زده شده بود. در حین کشیده شدن طناب به دریا، تعداد گره‌های رد شده از دست ملوان در یک زمان معین شمرده می‌شد و تندی متوسط کشتی را به دست می‌آوردند. پس از آن، ملوان‌ها از واژه «گره» برای بیان تندی متوسط کشتی استفاده می‌کنند.

الف) اگر یک کشتی حمل کالا با تندی ۱۴ گره از بندر شهید رجایی به طرف جزیره لاون حرکت کند، تندی آن را برحسب کیلومتر بر ساعت به دست آورید.

ب) مایل، یکی دیگر از یکاهای متداول طول در دستگاه بریتانیایی است. یک مایل دریایی برابر ۱۸۵۲ متر است. تندی کشتی قسمت (الف) را برحسب مایل بر ساعت به دست آورید.



۱۰۶) هکتار، از جمله یکاهای متداول مساحت است. هر هکتار برابر ۱۰ هزار متر مربع است. الف) اگر زمین را کره‌ای یکنواخت به شعاع ۶۴۰۰ کیلومتر در نظر بگیریم (شکل روبه‌رو)، مساحت آن چند هکتار است؟
 ب) تحقیق کنید مساحت کل سرزمین ایران، شامل خشکی و دریا، چند هکتار است؟ این مساحت چند درصد از مساحت کره زمین است؟

۱۰۷) الف) هر میکروقرن، تقریباً چند دقیقه است؟

ب) یک میلیارد ثانیه دیگر، تقریباً چند سال پیرتر می‌شوید؟ (هر سال را $۳,۱۵ \times 10^7$ s فرض کنید).

۱۰۸) فرآیند مدل‌سازی در فیزیک را با ذکر یک مثال توضیح دهید.

۱۰۹) فلز اُسمیم ($\rho = ۲۲,۵ \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$) یکی از چگال‌ترین مواد یافت شده روی زمین است. جرم قطعه‌ای از این ماده به حجم $۲۳,۰ cm^3$ ، چند کیلوگرم است؟

۱۱۰) همرفت واداشته چیست؟ با مثال توضیح دهید.

۱۱۱) در یک ظرف عایق، ۱۰ گرم بخار آب $100^\circ C$ ، ۶۰ گرم آب $10^\circ C$ و $200g$ یخ $14^\circ C$ وجود دارد. دمای تعادل و ترکیب نهایی در این ظرف را بیابید.

$$(L_F = ۳۳۴ \frac{kJ}{kg}, L_V = ۲۲۵۶ \frac{kJ}{kg}, c_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, c_{یخ} = ۲۲۲۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$$

۱۱۲) برای ذوب کردن یک کیلوگرم یخ صفر درجه سانتی‌گراد، حداقل چند گرم بخار آب $100^\circ C$ لازم است؟

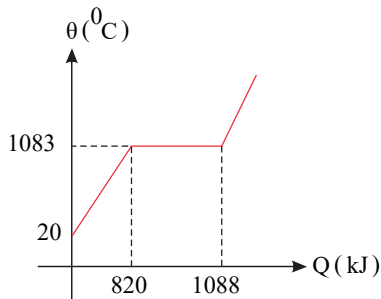
$$(L_F = ۳۳۳,۷ \frac{kJ}{kg}, L_V = ۲۲۵۶ \frac{kJ}{kg}, c_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$$

۱۱۳) برای خشک کردن یک تکه پارچه بهتر است آن را کاملاً پهن کنیم. چرا این عمل باعث سریع‌تر خشک شدن لباس می‌شود؟

۱۱۴) یک قطعه یخ به دمای $30^\circ C$ درون یک گرماسنج به ظرفیت گرمایی ناچیز به همراه مقداری آب در دمای $0^\circ C$ قرار دارد. بعد از برقراری تعادل در دمای $0^\circ C$ مقدار $150g$ یخ به جرم اولیه یخ اضافه می‌شود. جرم اولیه یخ چقدر است؟

$$(c_{یخ} = ۲۲۲۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, L_F = ۳۳۴ \frac{kJ}{kg})$$

۱۱۵) با توجه به نمودار مقابل گرمای نهان و ظرفیت گرمایی جسم ۲ kg را محاسبه کنید.



۱۱۶) چند کیلوژول گرما از ۰.۵ kg آب ۴۰°C بگیریم تا به یخ، دمای ۲۰°C تبدیل شود؟

$$(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, c_{\text{یخ}} = ۲۲۲۰ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, L_F \simeq ۳۳۴ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}})$$

۱۱۷) چرا در نواحی گرم و مرطوب احساس گرمای بیشتری می‌کنیم؟

۱۱۸) به $m_۱$ کیلوگرم آب ۱۰۰°C ، $m_۲$ کیلوگرم آب ۳۰°C می‌افزاییم. نهایتاً ۱۴ kg آب ۵۰°C حاصل می‌شود. $m_۲$ و $m_۱$ را محاسبه کنید.

$$(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}})$$

۱۱۹) درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی $۳۸۰ \frac{\text{J}}{\text{K}}$ مقداری آب ۲۵°C قرار دارد و مجموعه در حال تعادل است. اگر درون ظرف مقدار آب به

دمای ۵۰°C بریزیم، نهایتاً ۱.۱ kg آب با دمای تعادل ۳۷.۶°C خواهیم داشت. مقدار اولیه و مقدار ثانویه آب را محاسبه کنید.

$$(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}})$$

۱۲۰) درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی $۲۰۰ \frac{\text{J}}{\text{K}}$ که در دمای ۲۰°C در حال تعادل است، چقدر آب ۵۰°C بریزیم تا دمای مجموعه

$$۴۵.۲^\circ\text{C}$$
 شود؟ $(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}})$

۱۲۱) برای پیدا کردن گرمای ویژه یک آلیاژ، ۲۵۰ g از آن را به دمای ۱۴۰°C می‌رسانیم و درون گرماسنجی که با ۰.۵ kg آب ۲۵°C در تعادل

است، می‌اندازیم. اگر دمای تعادل ۳۰°C بشود گرمای ویژه و ظرفیت گرمایی آلیاژ را به دست بیاورید.

$$(c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, C_{\text{گرماسنج}} = ۱۰۰ \frac{\text{J}}{^\circ\text{C}})$$

۱۲۲) درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را مشخص کنید.

۱) بعد از تعادل گرمایی بین دو جسم حتماً دمای آنها با هم برابر است.

۲) علامت مثبت برای گرما به معنی آن است که جسم گرما از دست داده است.

۳) علامت منفی برای گرما به معنی آن است که جسم گرما از دست داده است.

۴) بقای انرژی در تعادل گرمایی وجود ندارد.

۵) آزمایش تعادل گرمایی را در گرماسنج یا کالری‌متر انجام می‌دهیم.

۶) جسم سرد وقتی که با محیط خود هم‌دما شد (دمای محیط بیشتر از جسم است) گرما از دست داده است.

۷) جسم گرم درون یخچال گرما از دست می‌دهد تا به تعادل گرمایی برسد.

۱۲۳) ۰.۲۵ کیلوگرم نقره را با یک کیلوگرم آلومینیم آلیاژ می‌کنیم. گرمای ویژه آلیاژ چقدر است؟

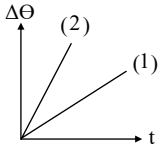
$$(c_{\text{نقره}} \simeq ۲۴۰ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, c_{\text{آلومینیم}} = ۹۰۰ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}})$$

۱۲۴) یک گلوله سربی به جرم ۲۵ g که با سرعت $۶۰۰ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ حرکت می‌کند به یک کره کوچک مسی به جرم یک کیلوگرم برخورد می‌کند و در آن

متوقف می‌شود. اگر تمام انرژی جنبشی گلوله به حرارت تبدیل شود و کره و گلوله به‌طور یکنواخت گرم شوند افزایش دمای آنها را پیدا کنید.

$$(c_{\text{مس}} \simeq ۴۰۰ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}, c_{\text{سرب}} \simeq ۱۳۰ \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}})$$

۱۲۵ به اجسام (۱) و (۲) توسط دو گرمکن مشابه گرما می‌دهیم. مشاهده می‌شود که دمای اجسام بالا می‌رود و نمودار زیر حاصل می‌شود. گرمای ویژه کدام فلز بزرگ‌تر است. (جرم اجسام (۱) و (۲) با هم برابر است)

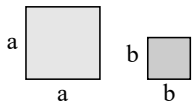


۱۲۶ برای گرم کردن ۲۰۰g آب جهت تهیه چای از یک گرمکن الکتریکی غوطه‌ور در آب استفاده می‌کنیم. روی برچسب این گرمکن ۲۰۰W نوشته شده است. با نادیده گرفتن اتلاف گرما، زمان لازم برای رساندن دمای آب از ۳۰°C به ۱۰۰°C را محاسبه کنید. $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$

۱۲۷ چرا در سیستم خنک‌کننده اتومبیل از آب استفاده می‌شود؟

۱۲۸ می‌خواهیم یک محور فولادی به قطر ۱۰٫۲cm را درون روزنه یک چرخ‌دنده از جنس آلومینیم به قطر ۱۰cm جا بزنیم. محور و چرخ‌دنده را چند درجه گرم کنیم تا بتوانیم محور را درون روزنه چرخ‌دنده جا بزنیم؟ $(\alpha_{\text{آلومینیم}} = 23 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, \alpha_{\text{فولاد}} = 12 \times 10^{-6} \frac{1}{K})$

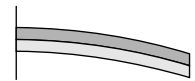
۱۲۹ دو مربع به طول اضلاع a و b در اختیار داریم. در ابتدا مساحت مربع به طول ضلع a چهار برابر مساحت مربع به طول ضلع b است. اگر ضریب انبساط مربع‌ها به صورت $\alpha_a = 2\alpha_b$ و تغییر دمای هر دو مربع به یک اندازه باشد: الف) افزایش ضلع مربع a چند برابر ضلع مربع b است. اگر ضریب انبساط مربع‌ها به صورت $\alpha_a = 2\alpha_b$ و تغییر دمای هر دو مربع به یک اندازه باشد: الف) افزایش ضلع مربع a چند برابر ضلع مربع b است؟



ب) افزایش قطر مربع a چند برابر افزایش قطر مربع b است؟

ج) افزایش مساحت مربع a چند برابر افزایش مساحت مربع b است؟

۱۳۰ در شکل روبه‌رو با کاهش دما، نوار دماسنج دو فلزه به طرف پایین خم می‌شود. اگر یکی از نوارها برنجی و نوار دیگر فولادی باشد: الف) نوار بالایی از چه جنسی است؟



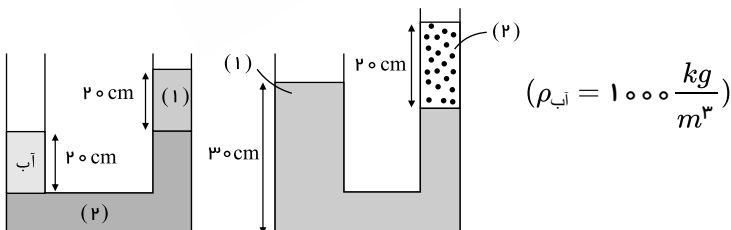
ب) اگر نوارها را گرم کنیم به کدام سمت خم می‌شوند؟

۱۳۱ در پمپ بنزینی مخزن اصلی بنزین در زیر زمین و در دمای ۱۵°C قرار دارد. اگر شخصی در یک روز گرم تابستانی با دمای ۴۰°C مخزن ۵ Lit اتومبیل خود را پر از بنزین کند. این شخص در باک بنزین را فراموش می‌کند ببندد و بعد از ساعتی به اتومبیل خود باز می‌گردد. چه حجمی از بنزین از در باز باک بیرون ریخته شده است؟ $(\beta_{\text{بنزین}} = 1100 \times 10^{-3} \frac{1}{K})$

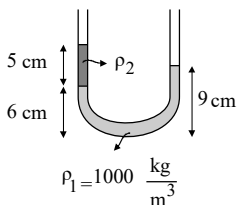
۱۳۲ طول یک میله آلومینیم در دمای اتاق ۵۸cm است. طول یک میله سربی را در همان دما چقدر اختیار کنیم تا در هر دمای دیگری (کمتر از دمای ذوب آنها) اختلاف طول دو میله همواره ثابت باشد؟ $(\alpha_{\text{AL}} = 23 \times 10^{-6} \frac{1}{K}, \alpha_{\text{سرب}} = 29 \times 10^{-6} \frac{1}{K})$

۱۳۳ برج میلاد یک سازه بتنی با طول حدود ۴۰۰ متر را در نظر بگیرید. اگر در این برج از نوع خاصی از بتن با ضریب انبساط طول $\alpha = 11 \times 10^{-6} \frac{1}{K}$ استفاده شده باشد، این برج در روزهای گرم تابستان با دمای حدود ۴۰°C چه افزایش طول نسبت به روزهای سرد زمستان با دمای ۵°C - دارد؟

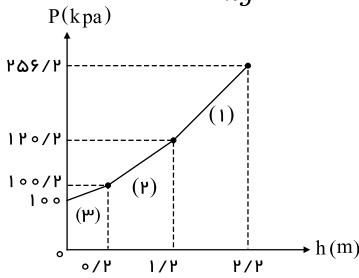
۱۳۴ باتوجه به شکل چگالی مایعات (۱) و (۲) را محاسبه کنید.



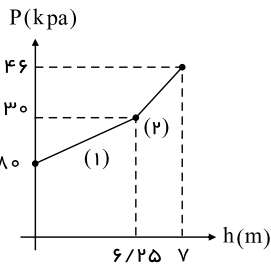
۱۳۵ درون لوله U شکلی دو مایع به چگالی ρ_1 و ρ_2 ریخته‌ایم. اگر مایعات درون لوله مطابق شکل باشد و $\rho_1 = 1 \frac{g}{cm^3}$ باشد، چگالی مایع دوم چقدر است؟



۱۳۶ شکل روبرو نشان‌دهنده‌ی فشار برحسب عمق در داخل ظرفی را نشان می‌دهد. چگالی مایعات را به دست بیاورید. ($g \approx 10 \frac{N}{kg}$)



۱۳۷ شکل روبرو نمودار فشار برحسب عمق در داخل ظرفی شامل آب و روغن را نشان می‌دهد. چگالی مایعات را به دست بیاورید. این مایعات چه هستند؟ ($g \approx 10 \frac{N}{kg}$)



۱۳۸ اختلاف فشار بین بالا و پائین برج ایفل چقدر است؟ ($\rho_{\text{هو}} = 1.2 \frac{kg}{m^3}$, $g \approx 10 \frac{m}{s^2}$ و ارتفاع برج ایفل برابر $324m$ می باشد.)

۱۳۹ شناگری در عمق ۱۰ متری از سطح آب دریاچه‌ای شنا می‌کند. فشار ناشی از آب و همچنین فشار کل در این عمق چقدر است؟ اگر مساحت

پرده‌ی گوش را یک سانتی‌متر مربع (1 cm^2) فرض کنیم، بزرگی نیروئی که به گوش این شناگر وارد می‌شود چند نیوتون است؟ (فشار هوای محیط را

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

۱۴۰ اختلاف بین فشار هوای بالا و پائین برج میلاد، با ارتفاع $435m$ چقدر است؟ چگالی هوا را تقریباً $1.2 \frac{kg}{m^3}$ بگیرید. ($g \approx 10 \frac{m}{s^2}$)

۱۴۱ پنجره کلاستان را در نظر بگیرید، در هر طرف شیشه این پنجره، هوا وجود دارد و می‌دانیم که فشار هوا تقریباً برابر با $10^5 Pa$ است. توجیه

کنید که چرا شیشه این پنجره را نمی‌شکند.

۱۴۲ اگر دو ورقه فلزی (کاملاً صیقلی) را روی یکدیگر بگذاریم این دو ورقه به یکدیگر می‌چسبند به طوری که جدا کردن آن کاری سخت است. این

پدیده را توجیه کنید.

۱۴۳ جامدها تراکم‌پذیر هستند یا نیستند؟

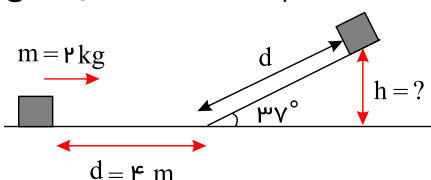
۱۴۴ جدول زیر را کامل کنید.

شماره	توصیف	حالت ماده
۱	فاصله‌ی بین مولکولی در حدود 1 \AA است	...
۲	فاصله‌ی بین مولکولی در مقایسه با ابعاد مولکول زیاد است	...
۳	ماده در این حالت تراکم‌ناپذیر است	...
۴	در این حالت طرح‌های منظم تکرار شونده وجود دارد	...
۵	در این حالت حرکت براونی مشاهده می‌شود	...
۶	در این حالت بین ذرات تشکیل‌دهنده فنر در نظر می‌گیرند	...
۷	در این حالت پدیده‌ی پخش مشاهده می‌شود	...
۸	در این حالت ماده نامنظم بی‌شکل و دارای حجم ثابت است	...

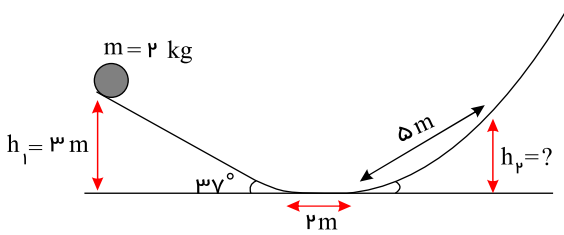
۱۴۵ جسمی مطابق شکل با تندی اولیه $8m/s$ شروع به حرکت می‌کند بعد از پیمودن چهارمتر به یک سطح شیب‌دار می‌رسد و از آن شروع به

بالا رفتن می‌کند. اگر نیروی اصطکاک که روی سطح شیب‌دار برابر با $4N$ و روی سطح صاف برابر با $5N$ باشد، این جسم حداکثر تا چه ارتفاعی از سطح

شیب‌دار بالا می‌رود؟ ($\sin 37^\circ = \frac{6}{10}$)



۱۴۶ در شکل مقابل تویی شروع حرکت می‌کند از سرایشی پایین آمده و از سربالایی بالا می‌رود. اگر نیروی اصطکاک موجود در سطوح شیب‌دار برابر $4N$ باشد، این جسم تا چه ارتفاعی از سربالایی بالا می‌رود؟ نیروی اصطکاک در سطح صاف برابر با $5N$ می‌باشد.

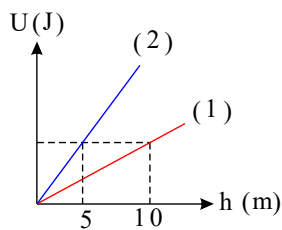


۱۴۷ جسمی به جرم $5kg$ از بالای یک بلندی به ارتفاع $40m$ نسبت به زمین سقوط می‌کند. انرژی تلف شده در این سقوط توسط نیروی مقاومت هوا ۲۸ درصد انرژی اولیه است. تندی نهایی جسم را در هنگام برخورد با زمین بیابید. ($g \approx 10m/s^2$)

۱۴۸ جسمی به جرم $5kg$ را از ارتفاع $10m$ رها می‌کنیم تا به زمین برسد. از لحظه رها شدن تا لحظه‌ای که کار نیروی وزن برابر با $75J$ می‌شود، ارتفاع جسم از سطح زمین چقدر است؟

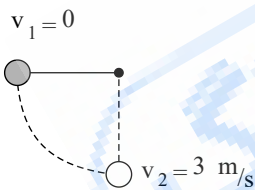
۱۴۹ شخصی درون آسانسوری قرار دارد و با سرعت ثابت $5m/s$ به سمت بالا حرکت می‌کند. کار نیروی وزن را در مدت $6s$ به دست آورید. تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی آن در این حرکت چقدر است؟ (جرم شخص $70kg$ است)

۱۵۰ نمودار تغییرات انرژی پتانسیل بر حسب ارتفاع بردو جسم (۱) و (۲) به صورت زیر داده شده است مطلوب است:
الف) جرم کدام جسم بیشتر است؟



ب) اگر جرم جسم (۱) برابر با $5kg$ باشد جرم جسم (۲) چقدر است؟
(سطح زمین مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی و شتاب گرانشی ثابت است.)

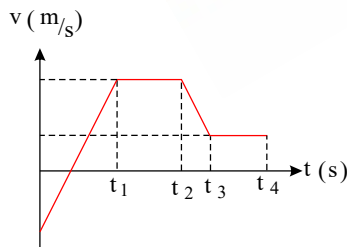
۱۵۱ مطابق شکل وزنه‌ای را به طنابی بسته ایم و آن را از ارتفاع خاصی رها می‌کنیم. اگر جرم وزنه برابر $2kg$ باشد مطلوب است:



الف) کار کل انجام شده روی وزنه چقدر است؟

ب) این کار توسط چه نیروهایی انجام می‌شود؟ فقط نام ببرید.

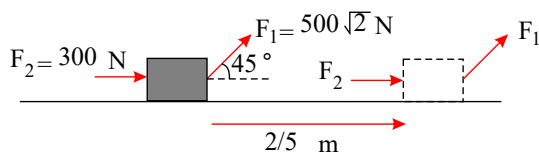
۱۵۲ با استفاده از نمودار سرعت - زمان زیر جدول را کامل کنید. در جاهای خالی جدول کافی است نوع حرکت (تندشونده، کندشونده و ثابت) را ذکر کرده و علامت کار کل را با $-/+$ یا صفر مشخص کنید.



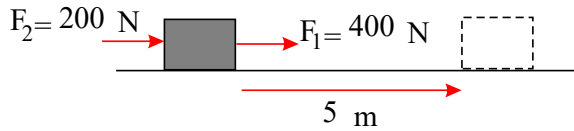
بازه‌ی زمانی	نوع حرکت	علامت کار کل
$t_0 - t_1$		
$t_1 - t_2$		
$t_2 - t_3$		
$t_3 - t_4$		

۱۵۳ ماشینی تندی خود را از $36 \frac{km}{h}$ به $72 \frac{km}{h}$ می‌رساند اگر جرم آن برابر با $800kg$ باشد، کار کل انجام شده روی این ماشین چقدر است؟

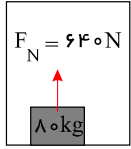
۱۵۴ دونفر جعبه‌ای را مطابق شکل هل می‌دهند. اگر نیروی اصطکاک جنبشی برابر با $600N$ باشد و جابجایی جعبه $2.5m$ باشد کار کل را حساب کنید.



۱۵۵ مطابق شکل دو نفر جعبه‌ای را هل می‌دهند. اگر این دو جعبه را به اندازه $5m$ جابجا کنند و اندازه نیروی اصطکاک برابر $500N$ باشد، کار کل را حساب کنید.

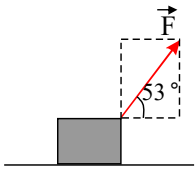


۱۵۶ جعبه‌ای درون آسانسوری که قرارداد و به سمت پایین حرکت می‌کند. اگر جابجایی این آسانسور به اندازه $9m$ باشد، با استفاده از اطلاعات شکل مطلوب است:

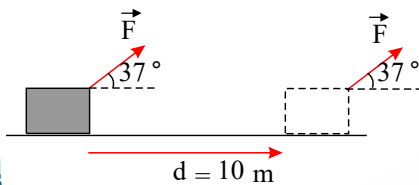


- الف) کار نیروی وزن چقدر است؟
ب) کار نیروی عکس‌العمل سطح چقدر است؟
ج) کار کل انجام شده چقدر است؟

۱۵۷ مطابق شکل نیرویی به جسمی وارد می‌شود و آن را $15m$ جابجا می‌کند. اگر مؤلفه نیرویی که کار انجام نمی‌دهد (کار آن در این جابجایی صفر است) برابر با $80N$ باشد، کار نیروی F را محاسبه کنید. فرم برداری این نیرو و اندازه آن را به دست بیاورید.

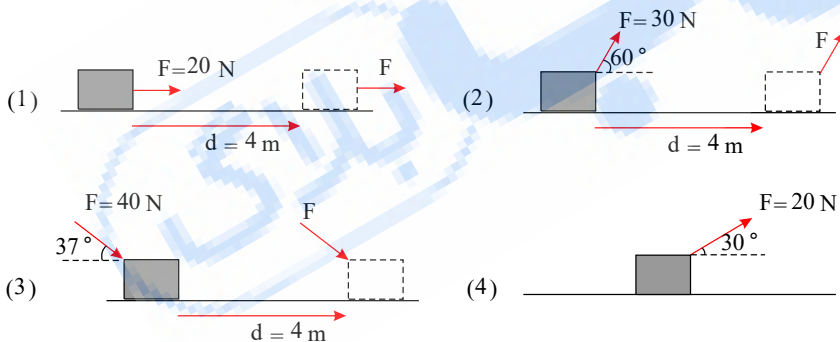


۱۵۸ روی سطحی بدون اصطکاک نیروی F به جسمی مطابق شکل وارد می‌شود. اگر در جابجایی $10m$ کاری به

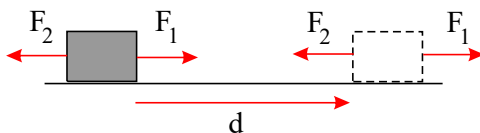


اندازه $400J$ توسط نیروی F انجام شده باشد، شکل برداری و اندازه نیروی F را بنویسید.

۱۵۹ با توجه به شکل‌های زیر کار نیروی F را محاسبه کنید. در تمامی شکل‌ها جابجایی را افقی و $4m$ در نظر بگیرید.



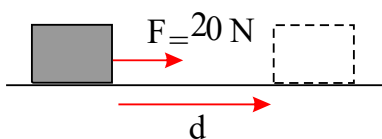
۱۶۰ جسمی تحت تاثیر نیروی F_1 ، F_2 و نیروی اصطکاک f_k می‌باشد. اگر جسم به اندازه d متر جابجا شود مطلوب است محاسبه کار کل با دو روش زیر:



الف) مجموع تک تک کارها را به دست آورید.

ب) برآیند نیروها را محاسبه کنید و سپس کار کل را بدست آورید.

۱۶۱ با استفاده از شکل زیر، جابجایی جسم مورد نظر را بیابید. فرض کنید که در این جابجایی $700J$ کار توسط نیروی F انجام شده است.



۱۶۲ ماشینی به جرم 1 تن تند می‌شود از $36 \frac{km}{h}$ به $144 \frac{km}{h}$ تغییر می‌دهد. مقدار افزایش انرژی جنبشی چقدر است؟

۱۶۳ انرژی جنبشی جسمی $96J$ است. اگر تند می‌شود این جسم برابر با $4m/s$ باشد، جرم آن چقدر است؟

۱۶۴ انرژی جنبشی جسمی $27J$ است. اگر تندی این جسم برابر با $3m/s$ باشد، جرم آن چقدر است؟

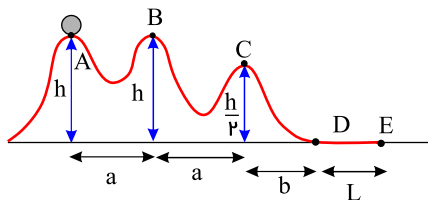
۱۶۵ می خواهیم با استفاده از پمپ آبی با توان $800W$ یک تانکر 500 لیتری را که در ارتفاع 10 متری قرار دارد پر کنیم. بازده پمپ 20 درصد است. فرایند پر کردن چقدر طول می کشد؟ (چگالی آب $1 \frac{kg}{L}$ است)

۱۶۶ گلوله ای به جرم m روی سطح بدن بدون اصطکاکی از نقطه A با سرعت v مطابق شکل عبور می کند. فرض کنید که این گلوله را می توان

ذره ای در نظر گرفت که همیشه روی مسیر حرکت باقی می ماند.

الف) سرعت گلوله در نقاط B, C چقدر است؟

ب) اگر گلوله در نقطه D در اثر نیروی ثابت و کندکننده قرار گیرد، و در نقطه E متوقف شود، اندازه شتاب در این قسمت را محاسبه کنید.



۱۶۷ توپی به جرم M با سرعت v به توپ ساکنی به جرم m برخورد می کند. در اثر این برخورد یک چهارم انرژی جنبشی توپ را جرم M به هدر

می رود و دو توپ به هم می چسبند و با سرعت v' حرکت می کنند. v' را بر حسب v, M, m پیدا کنید.

۱۶۸ یک موتور سوار به جرم $130kg$ فاصله بین دو تپه را می پرد. اگر تپه ای که موتور سوار در ابتدا در آن قرار دارد $50m$ بلندی داشته باشد و تپه

دوم $20m$ ، انرژی پتانسیل گرانشی روی هر یک از تپه ها حساب کنید. قبل از پرش انرژی پتانسیل موتور سوار نسبت به تپه دوم چقدر است؟ انرژی

پتانسیل گرانشی موتور سوار نسبت به ارتفاع 35 متری قبل و بعد از پرش چقدر است؟ کار نیروی وزن را در همه حالات حساب کنید. ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۱۶۹ یک دوچرخه سوار به جرم $70kg$ از حال سکون شروع به حرکت می کند و مدتی رکاب می زند. بعد از آن رکاب نمی زند و دوچرخه آرام آرام

بعد از جابه جایی $140m$ نسبت به نقطه شروع می ایستد. اگر نیروی رکاب زدن دوچرخه سوار $50N$ باشد کار نیروی اصطکاک چقدر است؟

۱۷۰ بهداد سلیمی قهرمان وزنه برداری کشورمان وزنه $260kg$ را تا ارتفاع $2.5m$ بالا می برد. کار نیروی وزن این وزنه را محاسبه کنید؟ آیا کاری

که بهداد سلیمی انجام می دهد با این کار برابر است؟

۱۷۱ یک کره به جرم $35kg$ به انتهای یک تکه طناب وصل شده است. متوجه شده ایم که با کشیدن این کره به فاصله $1.5m$ با تندی ثابت به سمت

بالا $W = 550J$ کار انجام داده ایم. کار نیروی کشش نخ را در این آزمایش محاسبه کنید. ($g \approx 10 \frac{m}{s^2}$)

۱۷۲ یک گلوله به جرم $30g$ که با تندی $500 \frac{m}{s}$ حرکت می کند به یک تکه چوب ثابت برخورد کرده و $12cm$ در آن فرو می رود و در نهایت

متوقف می شود، با فرض ثابت بودن نیروی وارد بر گلوله در مسیر حرکت، اندازه این نیرو را محاسبه کنید.

۱۷۳ یک توپ جنگی گلوله ای به جرم یک کیلوگرم را شلیک می کند. کار کل تغییرات انرژی جنبشی این گلوله وقتی که تندی آن از $4 \frac{m}{s}$ به

$8 \frac{m}{s}$ تغییر می کند چقدر است؟

۱۷۴ فرض کنید که جسمی روی زمین ایستاده است و حرکتی ندارد. در مورد کار نیروهای وارده به این جسم چه می توان گفت؟

۱۷۵ یک اتومبیل از چه ارتفاعی سقوط کند تا انرژی جنبشی حاصل معادل حالتی باشد که اتومبیل با تندی $108 \frac{km}{h}$ حرکت می کند؟ (g را تقریباً

10 بگیرد)

۱۷۶ شخصی با نیروی $50N$ دیواری را هل می دهد. این شخص چقدر کار انجام داده است؟

۱۷۷ 90 گرم مس را با چند گرم روی مخلوط کنیم تا آلیاژی به چگالی $7.5 \frac{g}{cm^3}$ داشته باشیم؟ (چگالی مس $9 \frac{g}{cm^3}$ و چگالی روی $7 \frac{g}{cm^3}$)

۱۷۸ طول ضلع یک مکعب از جنس آلومینیوم 2 برابر طول ضلع مکعب دیگر از جنس نقره است. اگر چگالی نقره تقریباً چهار برابر چگالی آلومینیوم

باشد، نسبت جرمی این دو مکعب را محاسبه کنید.

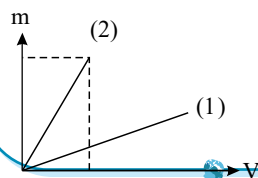
۱۷۹ اگر یک تخم مرغ را درون آب رها کنیم در آب فرو می رود ولی اگر در آب نمک حل کنیم تخم مرغ در ابتدا در آب غوطه ور شده و سپس به

روی آب می آید و روی آن شناور می شود. جملات بالا را با اطلاعات فیزیکی خود توجیه کنید.

۱۸۰ اگر یک سی دی را در آب رها کنیم در آب فرو رفته و در انتهای ظرف می ایستد. اتفاق جالب این است که اگر به اندازه ی کافی نمک در آب

حل کنید سی دی روی آب شناور می شود. دو جمله ی بالا را با اطلاعات فیزیکی خود شرح دهید و چرایی آن را توضیح دهید.

۱۸۱ نمودار تغییرات دو جسم (۱) و (۲) مطابق شکل داده شده است. چگالی کدام جسم از دیگری بزرگ تر است؟



تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید. ۱۸۲

$$\text{قطر میانگین گلبول قرمز} = 7,0 \times 10^{-6} m = ? mm = ? nm$$

$$\text{جرم زمین} = 6 \times 10^{24} kg = ? ton$$

$$\text{جرم کوسه} = 1 \times 10^3 kg = ? g$$

$$\text{ذرات گرد و غبار} = 1 \times 10^{-6} m = ? nm$$

تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید: ۱۸۳

$$۱) 2mm = ? m$$

$$۲) 15nm = ? pm$$

$$۳) 5\mu s = ? ms$$

$$۴) 9ms = ? ks$$

یک استوانه به شعاع $2cm$ و طول $7cm$ داریم. اگر چگالی این استوانه $\frac{g}{cm^3}$ $3,1$ باشد، جرم این استوانه چقدر است؟ (۳ ~ π) ۱۸۴

یک توپ جامد دارای جرم $100g$ و شعاع $2cm$ می‌باشد. چگالی این توپ چند $\frac{g}{cm^3}$ و چند $\frac{kg}{m^3}$ می‌باشد؟ (۳ ~ π) ۱۸۵

یک باکتری همولی حدود $2fg$ وزن دارد. وزن این باکتری را بر حسب گرم و کیلوگرم بنویسید. ۱۸۶

تندی و فشار کمیت‌های نرده‌ای هستند یا برداری؟ ۱۸۷

با کلمات مناسب جمله‌ها را تکمیل کنید. ۱۸۸

الف در فیزیک به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، مانند طول، جرم، تندی، نیرو و زمان، (کمیت / اندازه) فیزیکی گفته می‌شود.

ب کمیت فیزیکی که تنها با یک عدد و یکای مناسب توصیف می‌شود کمیت (نرده ای/ برداری) نام دارد.

پ سرعت کمیتی (فرعی/ اصلی) می‌باشد.

ت کمیتی که یکای آن با استفاده از یکای کمیت اصلی ساخته شود کمیت (اصلی/ فرعی) نامیده می‌شود.

ث کمیتی که علاوه بر عدد، یکای مناسب و جهت نیز دارد را (برداری/ نرده ای) می‌نامند.

ج در مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها هفت کمیت به عنوان کمیت (اصلی/ فرعی) انتخاب کردند.

چ توان، گرمای ویژه و طول به ترتیب کمیت‌های (فرعی/ اصلی)، (فرعی/ اصلی)، و (فرعی/ اصلی) هستند.

۱۸۹ اتومبیلی به جرم 1000 کیلوگرم از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از طی مسافت 90 متر تندی آن به 25 متر بر ثانیه می‌رسد.

الف. کار کل انجام شده روی اتومبیل را به دست آورید.

ب. اگر نیروی اصطکاک در برابر حرکت 500 نیوتون باشد، کار نیروی موتور آن چقدر است؟

توضیح دهید: ۱۹۰

الف. در کدام روش انتقال گرما به نیروی بین مولکولی قوی نیاز است؟

ب. چرا در زمستان دسته چوبی چاقو گرم‌تر از دسته فلزی آن به نظر می‌رسد؟

۱۹۱ یک ظرف از جنس شیشه پیرکس به حجم داخلی $10cm^3$ ، در دمای $70^\circ C$ پر از گلیسرین است. اگر دمای ظرف به $47^\circ C$ برسد، چقدر

$$\text{گلیسرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟} (\beta_{\text{گلیسرین}} = 4,9 \times 10^{-4} K^{-1}, \alpha_{\text{شیشه}} = 3,2 \times 10^{-6} K^{-1})$$

۱۹۲ نشان دهید ضریب انبساط سطحی جامدات تقریباً دو برابر ضریب انبساط طولی آنها است.

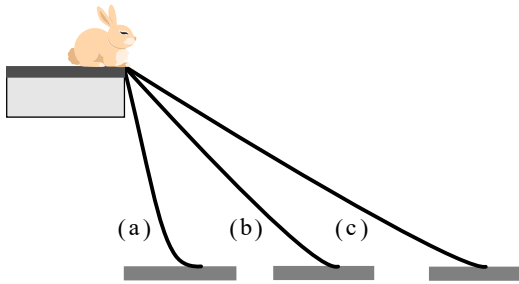
۱۹۳ یک ماشین برای بالا بردن یک جسم 270 کیلوگرمی از سطح زمین به ارتفاعی معین، 100 ژول انرژی مصرف کرده است. اگر جسم از این

$$\text{ارتفاع در شرایط خلأ سقوط کند و تندی آن هنگام رسیدن به زمین } 4\sqrt{5}\frac{m}{s} \text{ باشد، بازده ماشین چقدر است؟} (g = 10\frac{N}{kg})$$

۱۹۴ در شکل مقابل، تندی عروسک را وقتی از سه مسیر به سطح زمین می‌رسد، در دو حالت زیر باهم مقایسه کنید.

الف. بدون در نظر گرفتن اصطکاک.

ب. با در نظر گرفتن اصطکاک.



۱۹۵ توپ فوتبالی به جرم 0.4 kg در آغاز با تندی $270 \frac{m}{s}$ روی چمن در حال حرکت است. بازیکن با ضربه زدن به توپ نیروی ثابتی به بزرگی 40 N در همان جهت حرکت توپ بر آن وارد می‌کند. پای بازیکن باید تا چند سانتی‌متر در تماس با توپ باشد تا تندی آن به $670 \frac{m}{s}$ افزایش یابد؟ (از اصطکاک صرف نظر شود.)

۱۹۶ نیروی خالص بر یک جسم ساکن وارد می‌شود و تندی جسم را به v می‌رساند. در این حالت کار انجام شده روی جسم W است. اگر قرار باشد تندی جسم از صفر به $3v$ برسد، کار انجام شده روی جسم چند برابر W می‌شود؟ (در هر دو حالت نیروی خالص وارد بر جسم هم‌جهت با جابه‌جایی است.)

۱۹۷ آلیاژی ساخته‌ایم که ۷۵ درصد از جرم آن از طلا و ۲۵ درصد از جرم آن از مس است. اگر چگالی طلا $19 \frac{g}{cm^3}$ و چگالی مس $9 \frac{g}{cm^3}$ باشد، چگالی این آلیاژ چقدر است؟

۱۹۸ چگالی آلیاژی برابر است با $10000 \frac{kg}{m^3}$ ، این آلیاژ ترکیبی از دو فلز A و B است. چگالی فلز A ، $5000 \frac{kg}{m^3}$ است و این فلز ۴۰ درصد از کل حجم آلیاژ را شامل می‌شود. چگالی فلز B را حساب کنید.

۱۹۹ چگونه می‌توان به کمک یک ترازوی آشپزخانه و یک شیشه آب‌لیمو به حجم 100 cm^3 ، جرم و حجم یک قطره آب‌لیمو را به دست آورد.

۲۰۰ نماد نیرو را می‌توان به دو شکل F و \vec{F} نوشت. چه تفاوتی بین این دو حالت نوشتن وجود دارد؟

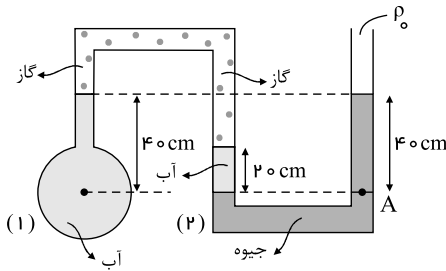
پاسخنامه تشریحی

۱ با انتخاب نقاط هم تراز داریم:

$$P_{(2)} = P_0 + \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} = 10^5 Pa + 13600 \frac{kg}{m^3} \times 10 \frac{m}{s^2} \times 0,4 m$$

$$P_{(2)} = 154,4 kPa$$

گاز برابر فشار گاز محبوس درون لوله است.



$$P_{(2)} = \rho_{\text{آب}} g(0,2 m) + P_{\text{گاز}} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 154,4 kPa - 2 kPa = 152,4 kPa$$

$$P_{(1)} = P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{آب}} g(0,4) = 152,4 kPa + 4 kPa = 156,4 kPa \rightarrow \text{فشار مطلق}$$

$$P_g = P_{(1)} - P_0 = 156,4 kPa - 100 kPa = 56,4 kPa \rightarrow \text{فشار پیمانه‌ای}$$

۲ چگالی آب برابر با یک است. یعنی هر لیتر آن یک کیلوگرم وزن دارد بنابراین ۲L آب ۲kg وزن دارد. رابطه توان به صورت زیر است:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt$$

از طرفی رابطه گرما و افزایش دما به صورت زیر است:

$$Q = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta \Rightarrow Pt = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta \Rightarrow t = \frac{m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta}{P} = \frac{2 kg (4200 \frac{J}{kg \cdot C}) (50 C)}{200}$$

$$\Rightarrow t = 2100 s = 35 \text{ min} \rightarrow \text{سی و پنج دقیقه}$$

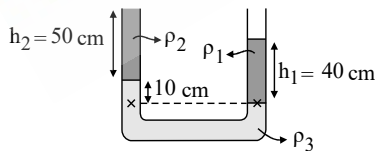
حال اگر ۷۰ درصد انرژی گرمکن توسط آب جذب شود روابط به صورت زیر می‌شود:

$$Q = \frac{V_0}{100} \times Pt = \frac{V}{10} Pt$$

$$\frac{V}{10} Pt = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta \Rightarrow t = \frac{m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta}{\frac{V}{10} P} = \frac{2 kg (4200 \frac{J}{kg \cdot C}) (50 C)}{\frac{V}{10} \times 200}$$

$$t = 3000 s = 50 \text{ min} \rightarrow \text{پنجاه دقیقه}$$

۳ فشار در نقاط هم تراز در یک مایع ساکن، با یکدیگر برابر هستند بنابراین کافی است که نقاط را مطابق شکل انتخاب کنیم و فشارها را با یکدیگر برابر بگذاریم:



$$P_{\text{چپ}} = P_{\text{راست}} \Rightarrow \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 = \rho_1 g h_1$$

$$\Rightarrow (1000 \frac{kg}{m^3}) (0,5) + \rho_3 (0,1) = (2000 \frac{kg}{m^3}) (0,4)$$

$$\Rightarrow 500 + \frac{\rho_3}{10} = 800 \Rightarrow \rho_3 = 3000 \frac{kg}{m^3}$$

۴

$$m_{\text{روغن}} = m_{\text{آب}} \Rightarrow \rho_{\text{روغن}} V_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} \xrightarrow{V_{\text{روغن}} = Ah_{\text{روغن}}} \rho_{\text{روغن}} Ah_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} Ah_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} \Rightarrow 800 h_{\text{روغن}} = 1000 h_{\text{آب}} \Rightarrow 4 h_{\text{روغن}} = 5 h_{\text{آب}}$$

$$h_{\text{آب}} + \frac{5}{4} h_{\text{آب}} = 18 \Rightarrow h_{\text{آب}} = 4 \text{ cm}, h_{\text{روغن}} = 10 \text{ cm}$$

$$P_{\text{کف}} = \rho_{\text{روغن}} gh_{\text{روغن}} + \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} = 800 Pa + 1000 Pa = 1800 Pa$$

از طرفی می‌دانیم که $h_{\text{آب}} + h_{\text{روغن}} = 18 \text{ cm}$ است. بنابراین داریم:

حال که ارتفاعها را داریم فشار بر کف ظرف را به دست می‌آوریم:

۵ الف) فشار پیمانه‌ای در کف قایق برابر است با:

$$P = \rho_{\text{آب دریا}} gh = 1030 \frac{kg}{m^3} (10 \frac{m}{s^2}) (0,2 m) = 2060 Pa$$

توجه کنید که روی آب دریا و آبی که از سوراخ وارد قایق می‌شود فشار P_0 وجود دارد بنابراین باید از فشار پیمانه‌ای استفاده کنیم.

(ب)

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = 2060 \text{ Pa} \times 10 \times 10^{-2} \text{ m}^2 = 206 \text{ N}$$

در سطح مایع، فشار ناشی از هوا، P_0 وجود دارد. در عمق یکسانی از سطح مایع (h یکسان)، فشار ناشی از مایع در هر نقطه هم‌تراز یکسان است.

$$P = P_0 + \rho gh$$

با انتخاب دو نقطه‌ی هم‌تراز یکی روی سطح مایع درون لوله و دیگری بیرون لوله و هم ارتفاع با سطح مایع داریم:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_0 + \rho_{\text{روغن}} gh = P_{\text{کس}}$$

$$\Rightarrow P_{\text{کس}} = 80 \times 10^3 + 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10 \times 0.2 = 81.6 \times 10^3 \text{ Pa} = 81.6 \text{ kPa} \rightarrow \text{فشار گاز درون روغن}$$

فرض کنید که V_A حجم مایع A درون مخلوط و V_B حجم مایع B درون مخلوط است. درون یک کیلوگرم مخلوط داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow 1 \text{ kg} = 850 \times (V_A + V_B)$$

و همین‌طور یک کیلوگرم از مایع مخلوط به صورت:

$$1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} (V_A) + 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} (V_B) = 1 \text{ kg}$$

با استفاده از این دو معادله دو مجهول را پیدا می‌کنیم:

$$\begin{cases} 850(V_A + V_B) = 1 \\ 1000V_A + 600V_B = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 850V_A + 850V_B = 1 \\ 1000V_A + 600V_B = 1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow -\frac{1000}{850} \times (850V_A + 850V_B) = 1 \Rightarrow \begin{cases} -1000V_A - 1000V_B = -\frac{1000}{850} \\ 1000V_A + 600V_B = 1 \end{cases}$$

حالا این دو معادله را با هم جمع می‌کنیم و V_B را پیدا می‌کنیم.

$$\cancel{1000V_A} - \cancel{1000V_A} - 1000V_B + 600V_B = 1 - \frac{1000}{850}$$

$$\Rightarrow -400V_B = -\frac{150}{850} \Rightarrow V_B = \frac{15}{85 \times 400} \text{ m}^3$$

این حجم مایع B است، اما سوال جرم مایع B را برحسب گرم درخواست کرده، بنابراین:

$$m_B = \frac{15}{85 \times 400} \text{ m}^3 \times 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \approx 0.264 \text{ kg} \rightarrow \boxed{264 \text{ g}}$$

برای تعیین انرژی جنبشی بر حسب ژول، باید تندی جسم بر حسب $\frac{m}{s}$ باشد. بنابراین داریم:

$$V = 2.5 \frac{\text{km}}{\text{s}} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 2.5 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 220 \times (2.5 \times 10^3)^2 = 6.8 \times 10^8 \text{ J}$$

$$K = 6.8 \times 10^8 \text{ J} \times \frac{1 \text{ MJ}}{10^6 \text{ J}} = 6.8 \times 10^2 \text{ MJ}$$

(10)

$$Q = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = (1 \text{ kg}) \left(4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (50^\circ\text{C}) = 2.1 \times 10^5 \text{ J}$$

$$2.1 \times 10^5 \text{ J} = m_{\text{آلومینیم}} c_{\text{آلومینیم}} \Delta\theta = (1 \text{ kg}) \left(900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (\Delta\theta)$$

$$\Rightarrow \Delta\theta \approx 233, \Delta\theta = \theta_f - 20 = 233 \Rightarrow \theta_f = 253^\circ\text{C}$$

مقدار گرمایی که یک کیلوگرم آب را از 20°C به 70°C می‌رساند، یک کیلوگرم آلومینیم را از 20°C درجه سلسیوس به 253°C می‌رساند. این نشان‌دهنده گرمای ویژه بزرگ آب دارد.

(11)

در ابتدا، باید پیدا کنیم که در چه جرمی از آب دریا، یک کیلوگرم نمک داریم. بنابراین اگر آب دریا را m فرض کنیم داریم:

$$3.5\% = \frac{3.5}{100} = \frac{35}{1000}$$

$$\frac{35}{1000} m_{\text{آب دریا}} = m_{\text{نمک}}, m_{\text{نمک}} = 1 \text{ kg} \quad (m = \text{جرم})$$

$$\rightarrow m_{\text{آب دریا}} = \frac{1000}{35} = 28.57 \text{ kg}$$

حال با معلوم بودن چگالی آب دریا، حجم آب را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho_{\text{آب دریا}} = \frac{m}{V} \Rightarrow 1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{28,57 \text{ kg}}{V} \Rightarrow V = \frac{28,57 \text{ kg}}{1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,02774 \text{ m}^3$$

$$1000 \text{ L} = 1 \text{ m}^3 \rightarrow 0,02774 \text{ m}^3 = 0,02774 \text{ m}^3 \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 27,74 \text{ L}$$

۱۲) با استفاده از معادله پیوستگی داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$\pi \left(\frac{d_1}{2}\right)^2 v_1 = \pi \left(\frac{d_2}{2}\right)^2 v_2 \Rightarrow d_1^2 v_1 = d_2^2 v_2$$

با جایگذاری مقادیر داده شده داریم:

$$(9,60 \text{ cm})^2 (1,50 \text{ m/s}) = (2,50 \text{ cm})^2 (v_2) \Rightarrow v_2 = 22,1 \text{ m/s}$$

۱۳) الف) در قسمت‌های A ، C و E تندی آب ثابت است و در قسمت B در حال افزایش و در قسمت D در حال کاهش است. دانش‌آموزان باید توجه کنند که تندی آب در قسمت C از قسمت‌های A و E بیشتر است.

$$v_C > v_A = v_E \text{ (ب)}$$

۱۴) وقتی فویل آلومینیمی را مچاله می‌کنید مقداری هوا لابه‌لای آن محبوس می‌شود. از آنجا که چگالی هوا، بیش از دو هزار مرتبه کمتر از چگالی آلومینیم است، لذا فویل مچاله شده روی سطح آب به‌طور شناور می‌ماند. حتی اگر فویل مچاله شده را با چکش هم فشرده کنید باز روی آب می‌ماند. مگر آنکه به کمک نوعی پرس قوی بتوان بخش زیادی از هوا محبوس در فویل را از لابه‌لای آن خارج کرد. در این صورت فویل به ته آب درون ظرف می‌رود. در حالت دوم که لابه‌ها روی هم تا شده‌اند، فویل در آب فرو می‌رود.

۱۵) نکته‌ای که در حل این تمرین باید به آن توجه شود این است که خونی که در سیاهرگ جریان دارد در حال برگشت از بافت‌هاست و فشار آن به شدت افت کرده است. لذا به همین دلیل محلول سرم را در سیاهرگ تزریق می‌کنند که فشار خون در آن نسبت به سرخرگ بسیار کمتر است (بین ۱۰ تا ۲۰ برابر کمتر است)

$$\Delta P = \rho gh$$

$$1330 \text{ Pa} = (1045 \text{ kg/m}^3)(9,81 \text{ N/kg})h \Rightarrow h \approx 13 \text{ cm}$$

این حداقل ارتفاعی است که سرم باید نصب شود، در عمل دست کم حدود ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متر بالاتر از بازوی بیمار، کیسه پلاستیکی را آویزان می‌کنند.

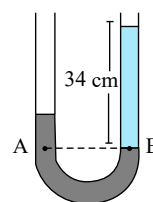
۱۶) با استفاده از رابطه $P = \frac{F}{A}$ ، نیروی عمودی ناشی از این ستون فرضی هوا را، که در واقع برابر وزن این ستون هواست، به دست می‌آوریم:

$$F = (10^5 \text{ Pa})(1 \text{ m}^2) = 10^5 \text{ N}$$

$$F = W = mg \Rightarrow 10^5 \text{ N} = (9,81 \text{ N/kg})m \Rightarrow m \approx 10^4 \text{ kg}$$

با توجه به نمودار، حدود هفتاد درصد این جرم، از سطح زمین تا ارتفاع ۹ کیلومتری توزیع شده است.

۱۷)



در شکل صورت سؤال، نقاط A و B که درون جیوه انتخاب شده‌اند، هم‌ترازند، بنابراین $P_A = P_B$ است. به این ترتیب می‌توان نوشت:

$$P_0 + \rho_{Hg} g h_{Hg} = P_0 + \rho_{H_2O} g h_{H_2O} \Rightarrow \rho_{Hg} h_{Hg} = \rho_{H_2O} h_{H_2O}$$

$$(13600 \text{ kg/m}^3) \times h_{Hg} = (1000 \text{ kg/m}^3) \times 34 \text{ cm} \Rightarrow h_{Hg} = 2,5 \text{ cm}$$

۱۸)

$$(1) \text{ قلیق } \begin{cases} m \\ F \\ v_1 = 0 \\ d \end{cases} \rightarrow \frac{W_t'}{W_t} = \frac{K_2' - K_1'}{K_2 - K_1} \xrightarrow{v_1 = v_1' = 0, f_k = 0 \rightarrow W_t = W_F = Fd \cos \theta} \frac{F' d' \cos \theta}{Fd \cos \theta}$$

$$(2) \text{ قلیق } \begin{cases} m' = 2m \\ F' = F \\ v_1' = 0 \\ d' = d \end{cases} = \frac{K_2'}{K_2} \xrightarrow{\theta' = \theta = 0, d' = d, F' = F} \frac{K_2'}{K_2} = 1 \rightarrow K_2' = K_2$$

پس انرژی جنبشی دو قایق در پایان مسیر یکسان است.

با توجه به رابطه $K = \frac{1}{2} m v^2$ داریم:

$$\frac{K'_v}{K_v} = \frac{m'}{m} \times \left(\frac{v'_v}{v_v}\right)^2 \xrightarrow{m'=2m, K'_v=K_v} 1 = 2 \times \left(\frac{v'_v}{v_v}\right)^2 \rightarrow \frac{v'_v}{v_v} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$v'_v = \frac{\sqrt{2}}{2} v_v$$

یعنی انرژی جنبشی قایق سنگین‌تر، کم‌تر از انرژی جنبشی قایق سبک‌تر است.

۱۹

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= \frac{1}{2} m v^2 \\ K_v &= \frac{1}{2} m (2v)^2 = 2 m v^2 \\ K_v &= \frac{1}{2} m v^2 \\ K_f &= \frac{1}{2} (2m) v^2 = m v^2 \\ K_\delta &= \frac{1}{2} (2m) (2v)^2 = 4 m v^2 \end{aligned} \right\} K_1 = K_v < K_f < K_v < K_\delta$$

۲۰ باتوجه به داده‌های روش شکل داریم:

$$m = 1,24g \quad V = (23,1 - 18,5)mL = 4,6 \times 10^{-3}L$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1,24g}{4,6 \times 10^{-3}L} = 1791 \frac{g}{L}$$

از آنجا که $1L = 10^3 cm^3$ است، داریم:

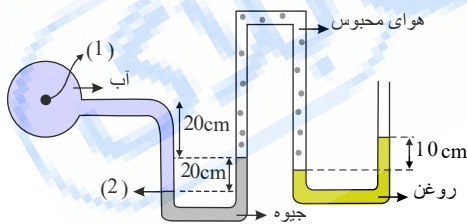
$$\rho = 1,791 \frac{g}{cm^3}$$

۲۱ دانش‌آموزان می‌توانند به حرکت رفت و برگشتی یک آونگ، خروج قطره‌های آب از یک شیر آب که سفت بسته نشده است، برای مقیاس‌های کوچک زمان اشاره کنند و برای مقیاس‌های بزرگ زمان نیز می‌توانند به شبانه‌روز، ماه، فصل و سال به‌عنوان پدیده‌های تکرارشونده طبیعی اشاره کنند.

۲۲ در ناحیه‌ی بین بادکنک‌ها تندی هوا زیاد می‌شود بنابراین فشار هوا در آن ناحیه کم می‌شود (طبق اصل برنولی) (کمتر از محیط پیرامون بادکنک‌ها) و بادکنک‌ها به هم نزدیک خواهند شد.

۲۳

فشار هوای محبوس را P_{hr} می‌نامیم. باتوجه به اختلاف ارتفاع روغن در لوله‌ها خواهیم داشت:



$$P_{hr} = P_0 + \rho_{\text{روغن}} \times g \times h_{\text{روغن}} = 100kPa + 800 \frac{kg}{m^3} \times 10 \frac{m}{s^2} \times 0,1m$$

$$\Rightarrow P_{hr} = 100,8kPa$$

حال نقطه‌ی شماره (۲) را به‌عنوان پایین‌ترین سطح مشترک آب و جیوه در نظر می‌گیریم:

$$P_{(2)} = P_{hr} + \rho_{\text{جیوه}} \times g \times h_{\text{جیوه}} = 100800 + 13600 \frac{kg}{m^3} \times 10 \frac{m}{s^2} \times 0,2m = 124 \times 10^3 Pa$$

$$P_{(2)} = P_{(1)} + \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} \Rightarrow P_{(1)} = 124000 - 1000 \times 10 \times 0,4 = 124kPa$$

$$P_g = P_{(1)} - P_0 = 124000 Pa - 100000 Pa = 24kPa$$

۲۴ فشار در دو نقطه‌ی مختلف روی سطح جیوه یکی در زیر ستون جیوه و دیگری خارج از آن باید برابر باشد بنابراین داریم. (برحسب سانتی‌متر جیوه):

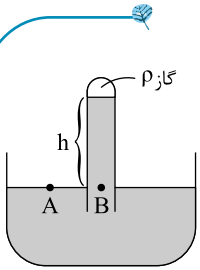
$$P_A = P_B \xrightarrow{P_A = P_0}$$

$$P_B = P_{\text{گاز}} + h_{\text{جیوه}}$$

$$P_0 = P_{\text{گاز}} + h_{\text{جیوه}}$$

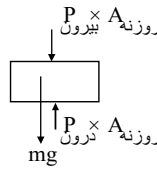
$$\Rightarrow h_{\text{جیوه}} = P_0 - P_{\text{گاز}} = 76cmHg - 20cmHg = 56cmHg$$

ستون جیوه ۵۶ سانتی‌متر جیوه است.



۲۵

نیروهائی که به وزنه وارد می‌شود مطابق شکل است:



این نیروها باید در تعادل باشند تا روزنه سر جای خودش بماند بنابراین داریم:

$$4mm^2 = 4mm^2 \times \frac{1m}{10^3mm} \times \frac{1m}{10^3mm} = 4 \times 10^{-6}m^2$$

$$P_{بیرون} \times A_{روزنه} + m_{وزنه}g = P_{درون} \times A_{روزنه} \Rightarrow (1atm)(4 \times 10^{-6}m^2) + (10m/s^2)m_{وزنه} = (2atm)(4 \times 10^{-6}m^2)$$

$$m_{وزنه} = \frac{1 \times 10^{-1} - 4 \times 10^{-1}}{10} = \frac{4 \times 10^{-1}}{10} = 4 \times 10^{-2}kg$$

وزنه باید حدود ۴۰g باشد تا سر جای خود بماند.

۲۶

$$V_{شکله} = V_{کله} = \pi r^2 \cdot h$$

$$\Rightarrow 147 \times 10^{-3}m^3 = 3 \times 40 \times 10^{-6} \times r^2 \Rightarrow r^2 = 12,25 \Rightarrow r = 3,5m$$

۲۷

$$\sin 37^\circ = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{3}{\text{وتر}} \Rightarrow \text{وتر} = \frac{3}{\sin 37^\circ} = 5m, \quad d = 5m$$

$$W_f = -f \times d = -(4N) \times (5m) = -20N$$

$$W_f = E_f - E_i \Rightarrow -20N = \frac{1}{2}(m)v_f^2 - mgh$$

$$\Rightarrow -20N = \frac{1}{2}(4kg)v_f^2 - (4kg)(10m/s^2)(3m)$$

$$\Rightarrow v_f^2 = 50 \Rightarrow v = \sqrt{50} \approx 7m/s$$

در حل سوال، زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر گرفته‌ایم.

۲۸

فقط مولفه $F \cos \theta$ کار انجام می‌دهد بنابراین:

$$W = (F \cos \theta)(d) = (10N \cos 53^\circ)(15m) = 90J$$

۲۹ الف) هنگامی که تندی جسم $1 \frac{m}{s}$ است، انرژی جنبشی‌اش J ۲٫۵ است. بنابراین داریم:

$$K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow 2,5 = \frac{1}{2}(m)(1)^2 \Rightarrow m = 5kg$$

ب)

$$K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow K_2 = \frac{1}{2}(5kg)(6m/s)^2 \Rightarrow K_2 = 90J$$

۳۰ انرژی جنبشی کامیون $\rightarrow K_2$ و انرژی جنبشی ماشین $\rightarrow K_1$

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

$$\Rightarrow v_1^2 = \frac{m_2}{m_1}v_2^2 \rightarrow v_1 = v_2 \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = 35 \frac{m}{s} \times \sqrt{\frac{3600kg}{1200kg}} = 35 \frac{m}{s} \times \sqrt{3} \approx 60,6 \frac{m}{s}$$

۳۱ جرم دونده را M و جرم پسر بچه را m فرض می‌کنیم و داریم $M = 2m$ پس می‌توان نوشت که:

$$K_{بچه} = \frac{1}{2}K_{دونده}$$

سرعت دهنده v_1 و سرعت پسر بچه v_2

$$\frac{1}{2} M v_1^2 = \frac{1}{2} [m v_2^2]$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} M v_1^2 = \frac{1}{2} \left[\frac{M}{2} v_2^2 \right]$$

$$v_1^2 = \frac{v_2^2}{2} \Rightarrow v_1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}} \quad (I)$$

حال با استفاده از اطلاعات بعدی مسئله داریم:

$$\frac{1}{2} M (v_1 + 1)^2 = \frac{1}{2} m v_2^2 \Rightarrow \frac{1}{2} M (v_1 + 1)^2 = \frac{1}{2} \frac{M}{2} v_2^2$$

$$\Rightarrow (v_1 + 1)^2 = \frac{v_2^2}{2} \Rightarrow v_1 + 1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}} \quad (II)$$

با استفاده از (I) و (II) داریم:

$$v_2 = 2v_1 \rightarrow \text{با استفاده از (I)}$$

$$v_1 + 1 = \frac{v_2}{\sqrt{2}} \Rightarrow v_1 + 1 = \frac{2v_1}{\sqrt{2}} \Rightarrow v_1 + 1 = v_1 \sqrt{2} \Rightarrow v_1 = \frac{1}{\sqrt{2} - 1}$$

$$v_2 = 2v_1 = \frac{2}{\sqrt{2} - 1}$$

الف- شیب منحنی تغییرات جرم برحسب حجم مصرف چگالی است و با استفاده از این نکته می‌توان فهمید که $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ اگر اینها روی هم ریخته شوند به شرطی که مخلوط نشوند ته ظرف مایع چگال‌تر جای می‌گیرد. مایع با چگالی ρ_1 روی آن مایع با چگالی ρ_2 و در نهایت مایع با چگالی ρ_3 که سبک‌ترین مایع می‌باشد.

ب- از آنجایی که سه مایع با حجم برابر در ترکیب وارد شده‌اند می‌توان چگالی مخلوط را با میانگین گرفتن از چگالی مایع‌ها بدست آورد. (البته به شرط عدم تغییر حجم در اثر اختلاط)

$$\rho_{mix} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3}$$

۳۳

نامیکا	نامیکا	کمیت	۵- ثانیه	۴- جرم	۳- kg	۲- متر	m-۱
(۱).....	(۲).....	طول	۱۰- مول	۹- mol	۸- دما	۷- K	۶- زمان
(۳).....	کیلوگرم	(۴).....	۱۴- شدت روشنایی	۱۳- کندلا (شمع)	۱۲- جریان الکتریکی		۱۱- A
s	(۵).....	(۶).....					
(۷).....	کلوین	(۸).....					
(۹).....	(۱۰).....	مقدار ماده					
(۱۱).....	آمپر	(۱۲).....					
cd	(۱۳).....	(۱۴).....					

۳۴ می‌دانیم که هر کیلومتر معادل ۱۰۰۰ متر و هر ساعت معادل ۳۶۰۰ ثانیه است.

$$108 \frac{km}{h} = (108 \frac{km}{h})(1)(1) = (108 \frac{km}{h}) \frac{1000m}{1km} \frac{1h}{3600s} = 30 \frac{m}{s}$$

۳۵

$$K_A = \lambda K_B, m_A = \frac{1}{2} m_B$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{\lambda K_B}{K_B} = \frac{\frac{1}{2} m_B}{m_B} \times \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 \Rightarrow \lambda = \frac{1}{2} \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 = 2\lambda \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{2\lambda}$$

۳۶ الف) ۳۰۰۰ s

$$P = \frac{mc\Delta\theta}{t} \rightarrow 10 = \frac{\frac{1}{100} \times c \times 5}{30} \rightarrow c = 1000 \frac{J}{kgK}$$

$$P = \frac{mL_F}{t} \rightarrow 10 = \frac{\frac{1}{100} \times L_F}{170} \rightarrow L_F = 1700 \frac{J}{kg}$$

۳۷) وقتی پدال گاز بیشتر فشرده می‌شود، دریچه پروانه‌ای متصل به سیم گاز بازتر می‌شود و میزان هوایی که از فیلتر هوا می‌گذرد افزایش می‌یابد. با افزایش میزان هوای ورودی، تندی هوا در محل لوله ونتوری افزایش می‌یابد و فشار هوا کاهش بیشتری می‌یابد. در نتیجه سوخت بیشتری به بیرون پاشیده می‌شود و با هوای ورودی مخلوط می‌شود و خودرو می‌تواند سریع‌تر حرکت کند.

۳۸) چون حجم مساوی از آب و روغن استفاده شده است، با توجه به شکل و در محل تماس دو مایع داریم:

$$V_{water} = V_{oil} \rightarrow Ah_{water} = Ah_{oil} \rightarrow h_{water} = h_{oil} = h$$

$$P + \rho_{oil}gh = P_0 + \rho_{water}gh$$

که در آن P فشار هوای دمیده شده توسط شخص است. به این ترتیب فشار پیمانه‌ای هوای درون ریه شخص برابر است با:

$$\Delta P = P_0 - P = (\rho_{water} - \rho_{oil})gh$$

$$= (1000 \text{ kg/m}^3 - 800 \text{ kg/m}^3)(10 \text{ N/kg})(10 \times 10^{-2} \text{ m}) \approx 1560 \text{ Pa}$$

۳۹) الف) به پاسخ پرسش ۳ - ۱ مراجعه کنید. همچنین می‌توان به پخش شدن بوی غذا در فضای خانه به عنوان مثال دیگری اشاره کرد.

ب) به دلیل خاصیت تراوایی (Permeability) سطح بادکنک، مولکول‌های هوای درون بادکنک در بسته، به تدریج و در مدتی نسبتاً طولانی از آن خارج می‌شوند.

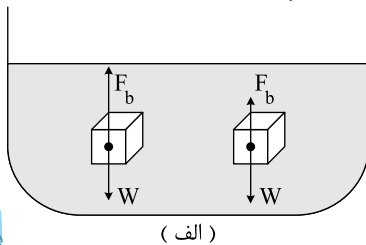
۴۰) با توجه به فرض‌های مسئله، از معادله پیوستگی به سادگی می‌توان تندی خروج آب از تفنگ را به دست آورد. از معادله ۳ - ۶ داریم:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$(1.70 \text{ cm}^2)(0.15 \text{ cm/s}) = (1.0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2)v_2$$

به این ترتیب تندی خروج آب برابر $v_2 = 0.15 \times 10^2 \text{ cm/s} = 15 \text{ cm/s}$ است.

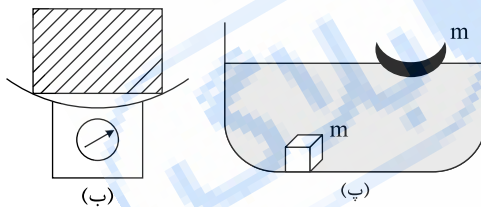
۴۱) ۱- در شکل الف (سمت راست) نیروی وزن بزرگ‌تر از نیروی شناوری است و جسم به طرف کف سقوط می‌کند. در این شرایط چگالی جسم بیشتر از چگالی شاره است.



در شکل الف (سمت چپ) نیروی شناوری بزرگ‌تر از نیروی وزن جسم است و جسم به طرف بالا حرکت می‌کند تا در سطح آب به طور شناور بماند. در این شرایط چگالی جسم کمتر از چگالی شاره است.

در حالت شناوری، نیروی وزن با نیروی شناوری در حال موازنه هستند.

۲- عکس‌العمل ناشی از نیروی شناوری که به انگشت دست وارد شده، به کف ظرف و در نتیجه ترازو وارد می‌شود. لذا عقربه ترازو با وارد کردن انگشت، عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.



۳- با تغییر شکل یک قطعه، می‌توان حجم شاره جابه‌جا شده توسط آن را تغییر داد. وقتی جسم به صورت مکعب است، حجم شاره جابه‌جا شده توسط آن، نسبت به حالت دیگر که در شکل نشان داده شده کمتر است. در نتیجه قطعه آهنی مکعبی شکل درون آب فرو می‌رود. در حالی که قطعه تغییر شکل یافته (که مشابه U کشیده است) روی سطح آب شناور می‌ماند. اساس ساخت کشتی‌های فولادی، همین تجربه ساده است که شکل آن در کتاب نشان داده شده است.

۴) با افزایش ارتفاع از سطح زمین، بالن تا جایی که چگالی هوا بیشتر از چگالی هلیوم باشد، به صورت تندشونده بالا می‌رود ولی پس از آن که چگالی هوا کمتر از چگالی هلیوم باشد، حرکت بالن کندشونده شده تا بایستد، پس به دلیل این که چگالی هوا متغیر است، با افزایش ارتفاع از سطح زمین و کاهش چگالی هوا، ارتفاع بالن محدود می‌شود.

۴۲) اختلاف فشار در بالا و پایین جسم برابر است با: $\Delta P = \rho g \Delta h$

که در آن Δh برابر طول ضلع مکعب، یعنی 20 cm است. به این ترتیب داریم:

$$(1068 - 1050) \times 10^3 \text{ Pa} = \rho(9.81 \text{ N/kg})(0.2 \text{ m}) \Rightarrow \rho = 917 \text{ kg/m}^3$$

$$P_2 = P_1 + \rho gh \Rightarrow P_2 - P_1 = \rho gh = (1.0 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ N/kg})(45 \text{ m}) = 441 \text{ Pa} \approx 4.4 \times 10^2 \text{ Pa}$$

۴۳) الف) ابتدا بازده کل را با حاصل ضرب بازده‌های هر مرحله محاسبه می‌کنیم:

$$Ra = \frac{5}{100} \times \frac{90}{100} \times \frac{35}{100} = 1.575 \times 10^{-2}$$

$$Ra \times E_{\text{ورودی}} = P_{\text{مفید}} \times \Delta t \rightarrow 1.575 \times 10^{-2} \times E_{\text{ورودی}} = 100 \times 180 \times 3600$$

$$E_{\text{ورودی}} \approx 411 \times 10^6 \text{ J} \times \frac{1 \text{ MJ}}{10^6 \text{ J}} = 411 \text{ MJ}$$

$$\text{حجم گازوئیل مورد نیاز} = \frac{4110 MJ}{35 MJ} \approx 117 \text{ lit}$$

ب) همان طور که مشخص است، برای روشن ماندن یک لامپ ۱۰۰ واتی به مدت ۱۸۰ ساعت، حجم بالایی سوخت باید سوزانده شود.

(۴۵) ابتدا انرژی جنبشی چتر باز را در دو وضعیت پریدن از بالون و همچنین رسیدن به سطح زمین به دست می آوریم. باتوجه به اطلاعات داده شده و همچنین رابطه ۲ - ۱ داریم:

$$K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} (750 \text{ kg}) (1.2 \frac{m}{s})^2 = 547.5 J$$

$$K_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} (750 \text{ kg}) (4.8 \frac{m}{s})^2 = 864 J$$

همان طور که در شکل روبه رو دیده می شود، در طول حرکت چتر باز، دو نیروی وزن و مقاومت هوا به او وارد می شود. نیروی وزن در جهت جابه جایی و نیروی مقاومت برخلاف جابه جایی است. بنابراین، کار کل برابر مجموع کار این دو نیرو است. به این ترتیب، از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = K_2 - K_1 \Rightarrow W_{\text{وزن}} + W_{\text{مقاومت هوا}} = 864 J - 547.5 J = 316.5 J$$

با پیدا کردن کار نیروی وزن (mg) و جایگذاری آن در عبارت بالا، کار نیروی مقاومت هوا را به دست می آوریم. از رابطه ۲ - ۲ داریم:

$$W_{\text{وزن}} = mgd = (750 \text{ kg}) (9.8 \frac{m}{s^2}) (800 \text{ m}) = 5.88 \times 10^5 J$$

به این ترتیب، کار نیروی مقاومت هوا برابر است با:

$$5.88 \times 10^5 J + W_{\text{مقاومت هوا}} = 316.5 J \Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} \approx -5.87 \times 10^5 J$$

توجه کنید برای این که چتر باز به طور ایمن و با تندی نسبتاً کمی به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا اثر کار نیروی وزن را تقریباً خنثی کرده است.

(۴۶) چون ذکر شده که چقدر از یخ باقی می ماند، مجموعه دمای تعادل صفر است. گرمایی که گرماسنج و آب نسبت به دمای تعادل (صفر درجه سلسیوس) دارند برابر است با:

$$Q_1 = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} = Q_{\text{آب}} = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = (0.5 \text{ kg}) (4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}) (0 - 5^\circ\text{C}) = -10500 J$$

$$Q_{\text{گرماسنج}} = C_{\text{گرماسنج}} \Delta\theta = (124 \frac{J}{^\circ\text{C}}) (0 - 5^\circ\text{C}) = -620 J, \quad Q_1 = -10500 J - 620 J = -11120 J$$

گرمایی که یخ می گیرد تا به دمای تعادل صفر درجه برسد:

$$Q_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta = (0.2 \text{ kg}) (2220) (0 - (-10^\circ\text{C})) = +4440 J$$

میزان گرمایی که صرف آب کردن یخ می شود برابر با مجموع گرماسنج است داریم:

$$Q = Q_{\text{یخ}} + Q_1 = 4440 J - 11120 J = -6680 J$$

$$Q = -m L_F \Rightarrow -6680 = -m (334 \times 10^3 \frac{J}{\text{kg}}) \Rightarrow m = 20 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

۲۰ گرم از یخ ذوب می شود و ۱۸۰g از آن باقی می ماند.

(۴۷) الف) ظرفیت گرمایی بدن شخص برابر است با:

$$C_{\text{شخص}} = m_{\text{شخص}} C_{\text{انسان}} = (50 \text{ kg}) (3480 \frac{J}{\text{kg} \cdot \text{K}}) = 174000 \frac{J}{\text{K}}$$

اگر این مقدار گرما از بدن شخص بگیریم دمای بدن او یک درجه کاهش می یابد. حال سوال این است که چقدر آب باید تبخیر شود تا دمای آن یک درجه پایین بیاید. داریم:

$$Q = C \Delta\theta, \quad \Delta\theta = 1^\circ\text{C}$$

$$Q = m L_V \Rightarrow 174000 \times 10^4 J = m (2420 \times 10^6 \frac{J}{\text{kg}})$$

$$m \approx 0.072 \text{ kg} = 72 \text{ g}$$

کافی است ۷۲g آب از بدن شخص بخار شود تا دمای او یک درجه پایین آید.

ب) چگالی آب یک است بنابراین این شخص باید ۷۲cm^۳ آب بنوشد.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{72 \text{ g}}{V}$$

$$V = 72 \text{ cm}^3$$

(۴۸) الف) توان این گرمکن ۲۰۰W است. بنابراین مقدار گرمایی که به آب محیط در مدت t ثانیه وارد می شود برابر است با:

$$Q_{\text{گرمکن}} = P_{\text{گرمکن}} t$$

برای بخار کردن آب ۱۰۰°C داریم:

$$Q_{\text{گرمکن}} = m L_V \Rightarrow P_{\text{گرمکن}} t = m L_V, \quad t = \frac{m L_V}{P_{\text{گرمکن}}}$$

$$t = \frac{(0.1 \text{ kg}) (2256 \times 10^3 \frac{J}{\text{kg}})}{200 \text{ W}} = 1128 \text{ s} = 18.8 \text{ min}$$

$$Q_{\text{گرمکن}} = m L_F \Rightarrow P_{\text{گرمکن}} t = m L_F \Rightarrow m = \frac{P_{\text{گرمکن}} t}{L_F}$$

$$m = \frac{(200 \text{ W}) (1128 \text{ s})}{333700 \frac{J}{\text{kg}}} \approx 0.68 \text{ kg}$$

(۴۹) رابطه ی چگالی مایعات با دما به صورت زیر است:

$$\rho_r = \rho_1(1 - \beta \Delta T) = 0,73 \frac{kg}{m^3} (1 - 24,5 \times 10^{-3} \times (45 - 15)K)$$

$$= 0,73 \frac{kg}{m^3} (1 - 0,735) \approx 0,19 \frac{kg}{m^3}$$

۵۰ با توجه به رابطه‌ی چگالی داریم: $\rho_1 = \frac{m}{V_1}$

با افزایش دما چگالی به این صورت تغییر خواهد کرد:

$$\rho_r = \frac{m}{V_1 + \Delta V} = \frac{m}{V(1 + \beta \Delta T)} \xrightarrow{m = \rho_1 V_1}$$

$$\rho_r = \frac{\rho_1}{1 + \beta \Delta T} \Rightarrow \rho_r = \rho_1(1 + \beta \Delta T)^{-1} \approx \rho_1(1 - \beta \Delta T)$$

چون β عدد کوچکی است می‌توان از تقریب بالا استفاده کرد.

۵۱ در دماسنج نواری دو فلزه دیدیم که یک نوار دو فلزه با افزایش و کاهش دما خم می‌شود و این خم‌شدگی طوری است که در هنگام گرم کردن تیغه با ضریب انبساط بیشتر کمان خارجی و تیغه‌ی دیگر کمان داخلی را تشکیل می‌دهد. از این ویژگی برای ساخت نوعی دماپا یا ترموستات استفاده می‌کنند. به عنوان مثال در کتری برقی دماپا طوری ساخته شده که در ابتدا جریان به پیچۀ گرمایی برسد و تولید گرما کند اما بعد از گرم شدن آب (به اندازه کافی) و خود نوار دو فلزه، نوار خم شده و جریان قطع می‌گردد.

۵۲

$$\Delta L = \alpha_{برنج} L_1 \Delta T = (19 \times 10^{-6} \frac{1}{K})(0,5m)(50K) = 4,75 \times 10^{-4} m$$

۵۳ رابطه میان دما در مقیاس سلسیوس و کلوین به صورت زیر است:

$$T = \theta + 273,15$$

وقتی که دما در مقیاس سلسیوس برابر $0^\circ C$ و $100^\circ C$ باشد دما در مقیاس کلوین به ترتیب $273,15K$ و $373,15K$ می‌شود. وقتی که دما در مقیاس کلوین برابر صفر باشد یعنی این که دما در مقیاس سلسیوس برابر $273,15^\circ C$ است و این دما حد پائین دماست و کمترین دمای ممکن در طبیعت است. در مورد حد بالای دما می‌توان گفت که حد بالایی وجود ندارد و دما می‌تواند خیلی زیاد شود مثلاً دمای قارچ انفجار هسته‌ای برابر با $10^7 C$ می‌باشد.

۵۴ در قسمت A ← تندی آب ثابت است (چون سطح مقطع لوله در این بازه تغییر نمی‌کند).

در قسمت B ← تندی آب در حال افزایش است (چون سطح مقطع کاهش می‌یابد).

در قسمت C ← تندی آب ثابت است (سطح مقطع لوله ثابت است و تندی آب نیز ثابت است).

در قسمت D ← تندی آب در حال کاهش است (چون سطح مقطع لوله در حال افزایش است).

در قسمت E ← تندی آب ثابت است (چون سطح مقطع لوله در این بازه ثابت است).

۵۵ باتوجه به معادله‌ی پیوستگی می‌دانیم که ضرب سطح مقطع در سرعت مقداری ثابت است. باتوجه به افزایش سرعت باریکه‌ی آب با نزدیک شدن به زمین سطح مقطع آن کاهش می‌یابد تا ضرب سطح مقطع در سرعت ثابت بماند. به عبارتی دیگر می‌توان گفت:

$$A_{بالا} v_{بالا} = A_{پایین} v_{پایین}, \quad v_{بالا} > v_{پایین}$$

بنابراین $A_{بالا} > A_{پایین}$ است.

۵۶ اختلاف اعدادی که نیروسنج نشان می‌دهد برابر با نیروی شناوری است. بنابراین: $F_b = 200N - 180N = 20N$

باتوجه به رابطه‌ی نیروی شناوری داریم:

$$F_b = \rho_{آب} v g \Rightarrow 20N = (1000 \frac{kg}{m^3})(V)(10 \frac{m}{s^2})$$

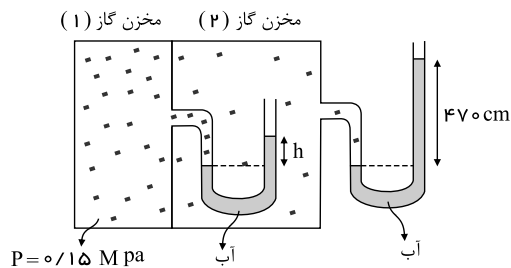
$$\Rightarrow V = \frac{20}{10^4} = 2 \times 10^{-3} m^3$$

۵۷ چون جسم (۱) نسبت به حجم خود مقدار زیادی آب را کنار زده تا در آب شناور بماند بیشترین چگالی را دارد. جسم (۲) نسبت به حجم خود مقدار کمی آب را کنار زده چون که مقدار کمی درون آب فرو رفته است بنابراین این جسم کمترین چگالی را دارد. جسم (۳) نصف ارتفاع کل جسم درون آب فرو رفته تا به تعادل برسد. بنابراین چگالی آن از جسم (۲) بیشتر و از چگالی جسم (۱) کمتر است. پس داریم:

$$\rho_{(1)} > \rho_{(3)} > \rho_{(2)}$$

۵۸ باتوجه به شکل می‌توان فهمید که نیروی شناوری و نیروی وزن در هر دو جسم (۱) و (۲) با هم برابر است یعنی $F_b = w$ ، بنابراین نیروی خالص عمودی به جسم وارد نمی‌شود و جسم سر جای خود می‌ماند. (یا جسم (۱) با تندی ثابت حرکت می‌کند). توجه کنید که جسم (۱) زیر آب می‌ماند که اصطلاحاً غوطه‌ور می‌گویند و جسم (۲) روی سطح آب می‌ماند که شناور می‌گویند.

۵۹



فشار گاز در مخزن (۲) برابر است با:

$$P_2 = P_0 + \rho_{\text{آب}}gh_1 = 10^5 \text{ Pa} + (1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})(4.7 \text{ m}) = 147000 \text{ Pa}$$

فشار گاز در مخزن (۱) برابر است با:

$$P_1 = P_2 + \rho_{\text{آب}}gh = 1.47 \times 10^5 \text{ Pa} + (1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})(h) = 0.15 \times 10^6 \text{ Pa}$$

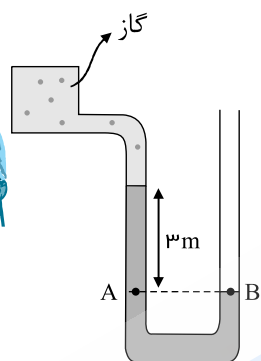
$$\Rightarrow 10^4 h = (1.5 - 1.47) \times 10^5 \Rightarrow h = 0.3 \times 10 = 0.3 \text{ m} \Rightarrow 3 \text{ cm}$$

طبق اصل پاسکال می‌دانیم که تغییرات فشار در هر گوشه‌ی مایع تراکم‌ناپذیر محدود، به کل مایع انتقال داده می‌شود. بنابراین تغییرات فشار در نقاط

(۱) و (۲) و (۳) با هم برابر هستند.

$$\Delta P_{(1)} = \Delta P_{(2)} = \Delta P_{(3)} \quad , \quad \Delta P = \frac{F}{A} \quad , \quad A \rightarrow \text{سطح مقطع دو پیستون}$$

با انتخاب نقاط هم‌تراز داریم:



$$P_B = P_A$$

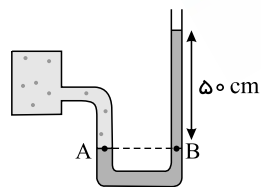
$$P_0 = \rho_{\text{مایع}}gh + P_{\text{گاز}} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_0 - \rho_{\text{مایع}}gh$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} = 10^5 \text{ Pa} - 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 3 \text{ m} = 70 \text{ kPa}$$

$$P_g = P_{\text{گاز}} - P_0 = 70 \text{ kPa} - 100 \text{ kPa} = -30 \text{ kPa}$$

فشار پیمانه‌ای منفی است و این اصلاً جای تعجب ندارد چون که فشار مخزن می‌تواند از فشار هوا کمتر باشد (باتوجه به شکل کمتر بودن فشار مخزن از فشار هوا واضح است).

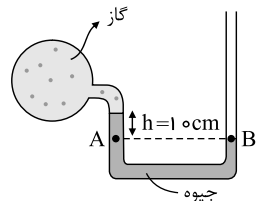
سطح تراز اول روی سطح جیوه در لوله‌ی سمت چپ و سطح تراز دوم را به موازات آن در لوله‌ی سمت راست انتخاب می‌کنیم:



$$P_A = P_B$$

$$P_{\text{گاز}} = \rho_{\text{جیوه}}gh + P_0 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0.5 \text{ m} + 10^5 \text{ Pa} = 168 \text{ kPa}$$

سطح هم‌تراز اول را روی سطح جیوه در لوله‌ی سمت راست اختیار کرده و سطح هم‌تراز دوم را به موازات سطح اول در لوله‌ی سمت چپ اختیار می‌کنیم. بنابراین:



$$P_A = P_B$$

$$P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{جیوه}}gh_{\text{جیوه}} = P_0 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_0 - \rho_{\text{جیوه}}gh_{\text{جیوه}}$$

$$P_{\text{گاز}} = 76 \text{ cmHg} - 10 \text{ cmHg} = 66 \text{ cmHg} \rightarrow \text{فشار مطلق}$$

$$P_g = P_{\text{گاز}} - P_0 = 66 \text{ cmHg} - 76 \text{ cmHg} = -10 \text{ cmHg} \rightarrow \text{فشار پیمانه‌ای}$$

در اینجا فشار پیمانه‌ای منفی است و این به معنی آن است که فشار مخزن از فشار هوا 10 cmHg کمتر است.

۶۴ اگر تمامی فشارها را برحسب سانتی‌متر جیوه بنویسیم حل این مسئله راحت‌تر است.

$$P_{\text{کف}} = 136 \times 10^3 \text{ Pa} = \rho_{\text{جیوه}} \times g \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 136 \times 10^3 = 13600 \times 10 \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 1 \text{ m}$$

$$P_{\text{کف}} = P_0 + h_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \text{ m} - 0.76 \text{ m} = h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 0.24 \text{ m}$$

۶۵ می‌دانیم که:

$$P = P_0 + \rho_{\text{مایع}}gh_{\text{مایع}}$$

این یک معادله‌ی خط است که فشار را برحسب $h_{\text{مایع}}$ به دست می‌دهد. عرض از مبدأ این معادله برابر با P_0 می‌باشد و شیب خط برابر با $\rho_{\text{مایع}}g$ است. بنابراین:

$$\text{شیب خط} = \frac{P_2 - P_1}{h_2 - h_1} = \frac{117.2 \times 10^3 - 103.6 \times 10^3}{0.2 - 0.1} = \frac{13.6 \times 10^3 \text{ Pa}}{0.1 \text{ m}} = 136 \times 10^3$$

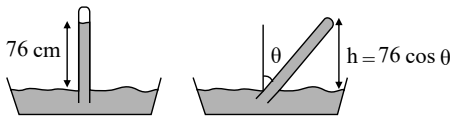
می‌دانیم که $\rho_{\text{مایع}} \times g = \text{شیب خط است}$. بنابراین:

$$136 \times 10^3 = \rho_{\text{مایع}} \times 10 \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

(شیب را می‌توان با استفاده از دو نقطه‌ی دیگر نیز به دست آورد)

۶۶

اگر لوله را کج کنیم ارتفاع ستون جیوه حتماً تغییر می‌کند زیرا ارتفاع عمودی ستون جیوه تغییر کرده است به شکل روبه‌رو توجه کنید:

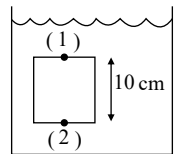


چون ارتفاع عمودی تغییر کرده بنابراین ارتفاع ستون جیوه نیز تغییر می‌کند. فرض کنید که لوله را کج می‌کنیم تا ارتفاع عمودی آن به 60 cm برسد ($h = 76 \cos \theta = 60 \text{ cm}$). اگر فشار هوا در محیط برابر با 76 cm جیوه باشد اختلاف فشار $16 - 60 = 16 \text{ cm}$ سانتی‌متر جیوه به کجا وارد می‌شود؟ طبیعتاً به انتهای بسته لوله وارد می‌شود یعنی اگر روزنه‌ی کوچکی در انتهای بسته لوله باز کنیم جیوه با فشار 16 cm جیوه به بیرون می‌پاشد. بنابراین تغییر به معنی تغییر فشار هوای محیط نمی‌باشد.

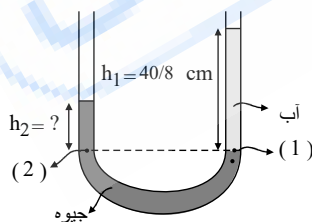
۶۷ با انتخاب نقاط (۱) و (۲) داریم:

$$P_{(2)} = P_{(1)} + \rho_{\text{شاره}}gh \Rightarrow \rho_{\text{شاره}} = \frac{P_{(2)} - P_{(1)}}{gh} = \frac{(107.5 - 106.5) \text{ kPa}}{(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})(0.1 \text{ m})}$$

$$\text{آب چگالی} \leftarrow \rho_{\text{شاره}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



۶۸ با انتخاب نقاط (۱) و (۲) (انتخاب هوشمندانه که کمک به حل مسئله بکند) می‌دانیم که فشار در این نقاط برابر است (چون هم‌سطح و در یک مایع هستند، البته مشخص است که ستون آب با چگالی کمتر، دارای ارتفاع بیشتری از ستون جیوه با چگالی بیشتر است.



$$P_{(1)} = P_{(2)} \Rightarrow \rho_{\text{آب}}gh_{\text{آب}} + P_0 = \rho_{\text{جیوه}}gh_{\text{جیوه}} + P_0 \Rightarrow \rho_{\text{آب}}h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}}h_{\text{جیوه}}$$

$$h_{\text{جیوه}} = \frac{\rho_{\text{آب}}}{\rho_{\text{جیوه}}}h_{\text{آب}} = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \times 40.8 \text{ cm} = 3 \text{ cm}$$

اختلاف ارتفاع دو ستون جیوه برابر با 3 cm است.

۶۹ وقتی که درون استخر شیرجه می‌زنیم ارتفاع آب بالای سرمان افزایش پیدا می‌کند و این به معنای افزایش فشار می‌باشد. گوش‌های انسان به تغییرات فشار حساس است و بعد از شیرجه زدن طول می‌کشد تا به حالت عادی خود بازگردند.

۷۰ توجه کنید که در قسمت زیر لیوان و قسمت بالای لیوان نیروهای بین مولکولی متفاوت هستند. در قسمت زیر ذرات آب علاوه بر ذرات چای باید بر تعداد زیادی مولکول‌های بزرگ شکر ضربه وارد کنند و چون در قسمت بالا شکر وجود ندارد این دو قسمت کاملاً با هم متفاوت هستند. بنابراین به دلیل وجود نیروهای بین مولکولی متفاوت (به‌طور میانگین) پخش شدن در بالای لیوان و پائین لیوان با هم متفاوت است و مدت زیادی طول می‌کشد که چای یکرنگ شود.

۷۱ اگر پایین‌ترین نقطه از مسیر را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض کنیم، داریم:

$$E_C = mgh_C + \frac{1}{2}mv_C^2 = (0.2 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)(0.5 \text{ m}) + \frac{1}{2}(0.2 \text{ kg})v_C^2$$

$$E_A = mgh_A = (0.2 \text{ kg})(10 \text{ m/s}^2)(1 \text{ m}) = 2 \text{ J}, W_f = -0.2 \text{ J}$$

$$W_f = E_C - E_A \Rightarrow -0.2 \text{ J} = 1 + \frac{v_C^2}{10} - 2 \text{ J} \Rightarrow v_C^2 = 8 \Rightarrow v_C = \sqrt{8} \text{ m/s}$$

(ب)

$$E_A = mgh_A = 2J, E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{v_B^2}{10}, W'_f = -0.4J$$

$$\Rightarrow W_f = E_B - E_A \Rightarrow -0.4J = \frac{v_B^2}{10} - 2N \Rightarrow v_B^2 = 16 \Rightarrow v_B = 4m/s$$

۷۲ الف

$$K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2, K_2 = \frac{1}{2}m(v_2^2), v_2 = 2v_1 \Rightarrow K_2 = 2mv_1^2$$

$$\Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{2mv_1^2}{\frac{1}{2}mv_1^2} = 4 \rightarrow \text{چهار برابر حالت اول شده است}$$

ب

$$\Delta K = K_2 - K_1 = 2mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{3}{2}mv_1^2$$

۷۳

$$K_1 = \frac{1}{2}m_1v_1^2, K_2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2, v_2 = 3v_1, m_2 = 3m_1$$

$$\Rightarrow K_2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}(3m_1)(3v_1)^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 \times \frac{27}{1} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 \times \frac{27}{1} \Rightarrow K_2 = \frac{27}{2}K_1$$

انرژی جنبشی جسم دوم یک سوم انرژی جنبشی جسم اول است.

۷۴ الف) شیب خط در نمودار $K - v^2$ برابر است با:

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

شیب خط برابر با $\frac{m}{2}$ است، بنابراین هر خطی که شیب بیشتری داشته باشد طبیعتاً جرم بیشتری دارد بنابراین جرم جسم ۲ بیشتر است جرم جسم ۱ می‌باشد.

ب) به ازای دو مقدار $v_1^2 = 16$ و $v_2^2 = 4$ ، انرژی جنبشی دو جسم برابر است. بنابراین داریم:

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

$$\Rightarrow m_1(16) = m_2(4) \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = 4$$

۷۵ الف) هنگامی که مربع تندی جسم $(m/s)^2$ ۱ است، انرژی جنبشی‌اش ۱ ژول است، بنابراین داریم:

$$K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow 1J = \frac{1}{2}m(1) \Rightarrow m = 2kg$$

ب

$$K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 \Rightarrow K_2 = \frac{1}{2}(2kg)(64) = 64J$$

۷۶

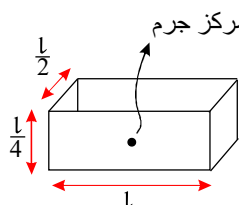
$$k_1 = \frac{1}{2}mV_1^2 = \frac{1}{2}(1000kg)\left(72 \frac{km}{h} \times \frac{1000m}{1km} \times \frac{1h}{3600s}\right)^2 = 0.2 \times 10^6 J$$

$$k_2 = \frac{1}{2}mV_2^2 = \frac{1}{2}(1000kg)\left(108 \frac{km}{h} \times \frac{1000m}{1km} \times \frac{1h}{3600s}\right)^2 = 0.45 \times 10^6 J$$

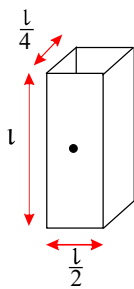
$$\Delta k = k_2 - k_1 = 0.45 \times 10^6 J - 0.2 \times 10^6 J = 0.25 \times 10^6 J = 0.25 MJ$$

۷۷

ابتدا آجر روی بزرگ‌ترین سطح قرار دارد.



ارتفاع مرکز جرم این آجر از زمین برابر با $\frac{l}{8}$ است. (مرکز جرم وسط ارتفاع $\frac{l}{4}$ واقع است.) حال این آجر را عمودی می‌کنیم به صورت شکل در این حالت ارتفاع مرکز جرم از سطح زمین $\frac{l}{4}$ می‌باشد.



در این فرآیند سرعت ابتدا و انتهای آجر برابر صفر است بنابراین: $\Delta K = K_f - K_i = 0$

$$W_f = W_{\text{دست}} + W_{\text{وزن}} = \Delta K = 0 \Rightarrow W_{\text{دست}} = -W_{\text{وزن}}$$

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U = -(mgh_f - mgh_i) = -mg\left(\frac{l}{2} - \frac{l}{8}\right) = -\frac{3}{8}mgl$$

$$W_{\text{دست}} = +\frac{3}{8}mgl \rightarrow \text{کار نیروی دست در این فرآیند}$$

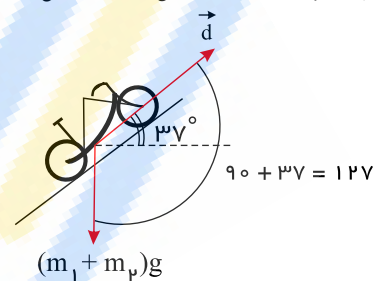
(۷۸) الف) چون نیروی F در جهت جابه‌جایی دوچرخه است، داریم:

$$W = F \times d = 600 \text{ N} \times 300 \text{ m} = 1,8 \times 10^5 \text{ J}$$

ب) با توجه به شکل، زاویه بین بردار جابه‌جایی و بردار وزن دوچرخه $12^\circ + 37^\circ = 90^\circ$ است. بنابراین داریم:

$$W_{\text{وزن}} = (m_1 + m_p) \times g \times d \times \cos 127^\circ = (13 + 47) \times 10 \times 300 \times (-0,8)$$

$$\Rightarrow W_{\text{وزن}} = -144000 \text{ J} = -1,44 \times 10^5 \text{ J}$$



(۷۹)

$$W = \Delta K = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_0^2)$$

$$W_{1t} = \frac{1}{2}m(v^2 - 0), v_0 = 0 \rightarrow \text{و تندی ماشین از صفر آغاز شده}$$

$$W_{1t} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$W_{rt} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}m[(fv)^2 - v^2] = \frac{3}{2}mv^2$$

$$\frac{W_{rt}}{W_{1t}} = \frac{\frac{3}{2}mv^2}{\frac{1}{2}mv^2} = 3$$

(۸۰) الف)

$$W = Fd = (20 \text{ N})(2 \text{ m}) = 40 \text{ J}$$

ب) مؤلفه نیرویی که در جهت جابه‌جایی است، کار انجام می‌دهد. بنابراین:

$$\begin{cases} \theta = 0 \\ \cos \theta = 1 \end{cases}$$

$$W = (F \cos 60^\circ)(d) = (20 \times \frac{1}{2} \text{ N})(2) = 20 \text{ J}$$

(۸۱) در ابتدا حجم کل محلول را محاسبه می‌کنیم. می‌دانیم که حجم محلول برابر با مجموع حجم آب و الکل است. از طرفی برای پیدا کردن حجم آب یا الکل از رابطه $V = \frac{m}{\rho}$ استفاده می‌کنیم. بنابراین داریم:

$$V_{\text{محلول}} = V_{\text{آب}} + V_{\text{الکل}} = \frac{m_{\text{آب}}}{\rho_{\text{آب}}} + \frac{m_{\text{الکل}}}{\rho_{\text{الکل}}}$$

$$= \frac{50 \text{ g}}{\frac{1 \text{ g}}{\text{cm}^3}} + \frac{160}{0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 50 \text{ cm}^3 + 200 \text{ cm}^3 = 250 \text{ cm}^3$$

حال با دانستن جرم و حجم محلول چگالی آن به راحتی محاسبه می‌شود.

$$\rho_{\text{محلول}} = \frac{m_{\text{محلول}}}{V_{\text{محلول}}} = \frac{50 \text{ g} + 160 \text{ g}}{250 \text{ cm}^3} = \frac{210 \text{ g}}{250 \text{ cm}^3} = \frac{21}{25} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

۸۲) الف) سرعت ← برداری، فشار ← نرده‌ای

ب)

۱- نام کمیت: فشار 2500 pa

۲- نام کمیت: سرعت $15 \frac{m}{s}$

۸۳) سه نتیجه اندازه گیری به هم نزدیک هستند اما نتیجه دانش آموز چهارم بسیار متفاوت است و این نشان می‌دهد این دانش آموز با کولیس و نحوه اندازه گیری آن آشنا نیست. برای گزارش نتیجه‌ی درست آزمایش دانش آموز آخر را کنار می‌گذاریم و بقیه را میانگین می‌گیریم:

$$\text{میانگین} = \frac{44,12 + 44,13 + 44,15}{3} = 44,133$$

حالا این عدد را باید با دقت کولیس گزارش کرد نه با اعداد موجود در صفحه ماشین حساب بنابراین:

جواب نهایی $44,13 \text{ mm}$ → جواب نهایی

۸۴)

الف) درست

ب) نادرست

پ) نادرست

ت) درست

ث) درست

ج) نادرست (حجم مایع بالا آمده با حجم جسم برابر است)

چ) درست

ح) درست

خ) نادرست (می‌توان جسم را به شکلی درآورد که روی سطح آب شناور بماند)

د) درست (نیروها یکدیگر را خنثی می‌کنند)

ذ) نادرست (نیروی شناوری بیشتر است چون جسم به سطح آب می‌آید)

ر) نادرست (نیروی عمودی وارد شده به جسم کاهش می‌یابد)

۸۵) الف) گرمایی که بدن به دلیل کاهش دما از دست می‌دهد، صرف تبخیر آب می‌شود.

$$m_{\text{بدن}} c_{\text{بدن}} \Delta\theta + m_{\text{آب}} L_V = 0 \rightarrow 5 \times 348 \times -1 + m_{\text{آب}} \times 2242000 = 0$$

$$m_{\text{آب}} = 0,07 \text{ kg} = 70 \text{ g}$$

ب)

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{آب}} &= 70 \text{ g} \\ \rho_{\text{آب}} &= 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \end{aligned} \right\} V = \frac{m}{\rho} = 70 \text{ cm}^3$$

۸۶) خیر، احتمالاً بالا می‌رود، زیرا ممکن است گرفتن گرما توسط جسم صرف تغییر حالت آن شود.

۸۷)

$$P = \frac{Q}{t} \rightarrow P = \frac{mc\Delta\theta}{t}$$

$$\frac{25}{60} = \frac{\frac{6}{1} \times c \times 2}{110} \rightarrow c = \frac{2750}{6} \approx 458 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

مقدار واقعی گرمای ویژه این فلز، کمتر از عدد به دست آمده است؛ زیرا در واقعیت گرمای تولیدشده توسط گرمکن علاوه بر فلز، دمای گرمکن و محیط پیرامون را نیز افزایش داده است.

۸۸) با توجه به این که در ابتدا ظرف از مایع لبریز بوده است، می‌توان گفت، حجم مایع سرریز شده همان تغییر حجم ظاهری مایع بوده و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = V_1 \Delta\theta (\beta_{\text{مایع}} - 3\alpha)$$

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = 4 \times 10^{-2} \times 10(0,49 \times 10^{-3} - 3 \times 23 \times 10^{-6})$$

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = 4 \times 10^{-3} (490 \times 10^{-6} - 69 \times 10^{-6}) = 1684 \times 10^{-3} = 1,684 \text{ cm}^3$$

۸۹) نیروی هم‌جسی مولکول‌های آب در مقایسه با نیروی هم‌جسی اندک ذرات ریزگرد بیشتر است.

۹۰) الف) در دمای اتاق، مولکول‌های با تندی زیادی (500 m/s) در حرکت‌اند (در هر cm^3 هوا از مرتبه 10^{19} عدد) و با برخورد به ذرات درشت گچ، سبب حرکت نامنظم و کاتوره‌ای آنها می‌شوند.

ب) اگر برخورد مولکول‌های هوا با ذرات ریز گچ وجود نمی‌داشت انتظار می‌رفت که پس از لحظه‌ای کوتاه به طرف زمین سقوط کنند. از آنجا که در عمل مشاهده می‌شود ذرات گچ برای مدت نسبتاً طولانی به‌طور نامنظم در هوا حرکت می‌کنند تا به سطح زمین برسند، نتیجه گرفته می‌شود که مولکول‌های هوا وجود دارند و اثر برخورد آنها سبب حرکت نامنظم ذرات گچ می‌شود.

۹۱) الف) از آنجا که چگالی آب حدود 14 مرتبه از چگالی جیوه کمتر است، لذا اگر توربیجلی در نظر داشت از آب استفاده کند، مجبور بود لوله‌ای بلند به حدود 10 متر فراهم کند! شکل الف

به این موضوع اشاره دارد.

(پ) بالا رفتن جیوه درون لوله‌های غیرمویین، مربوط به فشار هوست و ستون جیوه در هر لوله به قدری بالا می‌رود که طول ستون جیوه فشاری معادل فشار هوا به وجود آورد.
(پ) این سوراخ زیر برای ورود هوا به داخل بدنه لاک‌ی خودکار و وارد کردن فشار به سطح جوهر درون لوله، تعبیه شده است. کافی است یک خودکار را انتخاب کنید و این سوراخ را با چسب نواری مسدود کنید. خواهید دید که پس از کمی نوشتن، دیگر جوهر به گوی فلزی غلتان نمی‌رسد و خودکار نمی‌نویسد.

۹۲) اضافه شدن یک لایه دوده یا روغن به سطح شیشه، سبب می‌شود که ارتباط بین مولکول‌های آب با مولکول‌های شیشه قطع شود و به یکدیگر نیرویی وارد نکنند (توجه کنید ضخامت لایه روغن یا لایه دود، ده‌ها برابر ابعاد یک مولکول آب یا شیشه است). از آنجا که نیروهای بین مولکولی کوتاه‌برد هستند، همین امر سبب می‌شود رفتار مولکول‌های آب‌ها روی سطح دوده یا روغن نسبت به حالتی که روی سطح شیشه ریخته می‌شود تغییر کند.

۹۳) افزودن قطره‌های مایع شوینده (حتی یکی دو قطره) سبب کاهش نیروی بین مولکول‌های آب می‌شود و به عبارت دیگر نیرویی هم‌چسبی مولکول‌های آب و کشش سطحی آب را کاهش می‌دهد.

۹۴) نیروهای بین مولکولی در محدوده چندین مولکول مجاور عمل می‌کنند. وقتی قطعه‌های یک شیشه شکسته را به یکدیگر نزدیک می‌کنیم، در واقع فاصله بین مولکول‌های قسمت شکسته شده مربوط به هر قطعه با قطعه دیگر، بسیار بیشتر از ابعاد یک مولکول شیشه است. هر چند با چشمان خود (به جهت تفکیک اندک) تصور می‌کنیم که قطعه‌های شکسته شده به هم نزدیک‌اند ولی از نظر مولکولی فاصله بین قسمت‌های شکسته شده بسیار بیشتر از ابعاد یک مولکول است و چون نیروهای بین مولکولی در این ابعاد فاصله، عمل نمی‌کنند، لذا دو قطعه شیشه به هم نمی‌چسبند. با گرم کردن دو قطعه شیشه‌ای، نوسان مولکول‌های دو قطعه شیشه‌ای که مجاور هم قرار گرفته‌اند افزایش می‌یابد و همین سبب می‌شود تا فاصله بین مولکول‌های مجاور به چندین مولکول برسد و نیروهای بین مولکولی عمل کنند و قطعه‌ها به یکدیگر بچسبند.

۹۵) از آنجا که در حالت گازی، فاصله مولکول‌ها ده‌ها برابر فاصله مولکول‌ها در مایع‌هاست (در شرایط معمولی ۳۰ تا ۴۰ برابر است)، لذا می‌توان مولکول‌های گاز را به سادگی متراکم کرد و حجم هوای درون سرنگ را به مقدار قابل توجهی کاهش داد.

۹۶)

$$v_1 = 0, m = 7,2 \times 10^4 \text{ kg}, d = 2,05 \times 10^3 \text{ m}$$

$$v_2 = 70 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(الف)

$$W_t = \Delta K$$

$$W_t = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} \times 7,2 \times 10^4 \text{ kg} (70^2 - 0^2) = 1,76 \times 10^8 \text{ J}$$

$$h = 560 \text{ m}, v_2 = 140 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(ب)

$$W_{mg} = -\Delta U = -mg(h_2 - h_1)$$

$$= -7,2 \times 10^4 \text{ kg} \times 9,81 \text{ N/kg} \times 560 \text{ m} = -3,95 \times 10^8 \text{ J}$$

(پ) سه نیروی دیگر بر هواپیما اثر می‌کند. ۱- نیروی جلو بر هواپیما (پیشراننده *thrust*) ۲- نیروی بالابر (*lift*) ۳- نیروی مقاومت هوا (*drag*) که کاری نیروی مقاومت هوا منفی و سایر نیروها زمانی که هواپیما در حال جلو رفتن و اوج گرفتن است مثبت است.

۹۷) (الف) انرژی گلوله قبل از رها کردن برابر است با انرژی پتانسیل گرانشی آن (توجه شود که گلوله باید رها شود و هیچ‌گونه انرژی جنبشی نباید به گلوله داده شود) بنابراین در برگشت مقداری از انرژی آن به دلیل مقاومت هوا تلف خواهد شد و یقیناً که تا ارتفاعی کمی پایین‌تر از محل رها شدن خواهد آمد.

(ب) در این حالت احتمال برخورد با صورت دانش‌آموز وجود دارد.

۹۸) ابتدا تبدی‌ها را بر حسب $\frac{m}{s}$ محاسبه می‌کنیم. سپس با فرض اینکه سطح زمین مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی باشد، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$m = 50 \text{ g}$$

$$v_1 = 1,5 \frac{\text{km}}{\text{s}} = (1,5 \frac{\text{km}}{\text{s}}) (10^3 \frac{\text{m}}{\text{km}}) = 1,5 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$h = 1,6 \text{ m}$$

$$v_2 = 0,45 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 0,45 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(الف)

$$W_f = E_2 - E_1$$

$$W_f = (K_2 + U_2) - (U_1 + K_1)$$

$$= \left[\frac{1}{2} \times 50 \times 10^{-3} \text{ kg} \times (0,45 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 \right] + 0$$

$$- \left[\frac{1}{2} \times 50 \times 10^{-3} \text{ kg} \times (1,5 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 + 50 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \times 1,6 \text{ m} \right]$$

$$\rightarrow W_f \approx -51188 \text{ J}$$

(ب) کار نیروی وزن برابر $784 \times 10^{-3} \text{ J}$ است که در مقابل کار نیروی اصطکاک قابل چشم‌پوشی است.

$$v_1 = 35,0 \frac{m}{s}, v_2 = 32,0 \frac{m}{s}, h = ?$$

مکان جدا شدن از سکو را مبدأ پتانسیل در نظر می‌گیریم. بنابراین داریم:

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} m (35,0 \frac{m}{s})^2 = \frac{1}{2} m (32,0 \frac{m}{s})^2 + m \times 9,81 \frac{N}{kg} \times h \Rightarrow h = 10,2 m$$

۱۰۰ خیر. زیرا نیروی دست ما بر جابه‌جایی عمود است.

در حالتی که تندی تغییر کند چون زاویه نیروی دست ما با راستای جابه‌جایی عمود نمی‌ماند بنابراین کار انجام خواهد شد. توجه کنید که از منظر انرژی، وقتی روی جسمی کار انجام می‌شود یا انرژی جنبشی، یا انرژی پتانسیل و یا هر دوی آن‌ها می‌تواند تغییر کند.

۱۰۱ ابتدا جرم آبی که در هر ثانیه، روی پره‌های توربین می‌ریزد را محاسبه می‌کنیم:

$$Ra \times \frac{W_{mg}}{\Delta t} = P_{\text{توربین}} \rightarrow Ra \times \frac{mg|\Delta h|}{\Delta t} = P_{\text{توربین}}$$

$$\frac{85}{100} \times \frac{m \times 9,8 \times 90}{1} = 200 \times 10^6 \rightarrow 749,7 m = 200 \times 10^6$$

$$m \approx 2,6 \times 10^5 kg \xrightarrow{V = \frac{m}{\rho}} V = \frac{2,6 \times 10^5}{10^3} = 260 m^3$$

۱۰۲ انرژی الکتریکی ورودی به تلمبه برابر است با:

$$E_{\text{ورودی}} = (15000 W)(1,0 s) = 15000 J \approx 1,5 \times 10^4 J$$

جرم هر لیتر آب دریاچه $1,0 kg$ و کار مفید تلمبه برابر است با:

$$E_{\text{خروجی}} = mg(h_2 - h_1) = (70 kg)(9,8 \frac{N}{kg})(15 m - 0) = 10290 J \approx 1,0 \times 10^4 J$$

در محاسبه بالا، مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را سطح آب دریاچه گرفته‌ایم. درصد بازده تلمبه برابر است با:

$$\text{بازده بر حسب درصد} = \frac{10290 J}{15000 J} \times 100 \approx 68\%$$

لازم است توجه کنید که بخشی از توان ورودی تلمبه به دلیل اصطکاک آب در حال حرکت با جداری داخلی لوله تلف می‌شود.

۱۰۳ باتوجه به بدون اصطکاک بدون مسیره‌ها، برای هر ۴ مسیر داریم:

$$E_A = E_B \rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B \xrightarrow{v_A=0 \rightarrow K_A=0} U_A = K_B$$

$$\rightarrow mgh_A = \frac{1}{2} mv_B^2 \xrightarrow{m \text{ در طول مسیر ثابت است.}} gh_A = \frac{1}{2} v_B^2 \rightarrow v_B \propto \sqrt{h_A}$$

باتوجه به این که ارتفاع اولیه در هر ۴ مسیر یکسان است، تندی اجسام در نقاط B نیز یکسان است.

۱۰۴ روش اول: در این روش، کار انجام شده توسط هر نیرو را به‌طور جداگانه محاسبه می‌کنیم. برای محاسبه کار نیروی F_1 ، اطلاعات داده شده و $\cos \theta = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ را در رابطه $W_1 = (F_1 \cos \theta)d = (150 N \times \frac{\sqrt{3}}{2})(10,0 m) = 1,30 \times 10^3 J$ جایگذاری می‌کنیم. به این ترتیب داریم:

$$W_1 = (F_1 \cos \theta)d = (150 N \times \frac{\sqrt{3}}{2})(10,0 m) = 1,30 \times 10^3 J$$

چون پسر جعبه را در جهت جابه‌جایی هل می‌دهد، $\theta = 0$ و $\cos \theta = 1$ است. بنابراین کار انجام شده توسط نیروی F_2 برابر است با:

$$W_2 = F_2 d = (600 N)(10,0 m) = 6000 J$$

برای محاسبه کار نیروی f_k ، اطلاعات داده شده و $\cos \theta = \cos 180^\circ = -1$ را در رابطه $W_3 = (f_k \cos \theta)d = (300 N \times (-1))(10,0 m) = -3000 J$ جایگذاری می‌کنیم. پس:

$$W_3 = (f_k \cos \theta)d = (300 N \times (-1))(10,0 m) = -3000 J$$

همان‌طور که گفتیم کار کل (W_t) انجام شده با جمع جبری مقدار کار انجام شده توسط تک تک نیروها برابر است. توجه کنید که کار نیروی وزن و نیروی عمودی تکیه‌گاه صفر است. به این ترتیب داریم:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = 1,30 \times 10^3 J + 6000 J + (-3000 J) = 1,60 \times 10^3 J$$

روش دوم: در این روش، ابتدا نیروها و مؤلفه‌های نیروهای را شناسایی می‌کنیم که در امتداد جابه‌جایی بر جسم وارد می‌شوند (شکل زیر).

اندازه نیروی خالص در امتداد جابه‌جایی برابر است با:

$$F = F_1 \cos 30^\circ + F_2 - f_k = 150 N \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 600 N - 300 N = 160 N$$

علامت مثبت نشان می‌دهد نیروی خالص F در جهت جابه‌جایی است. به این ترتیب کار کل انجام شده برابر است با:

$$W_t = Fd = (160 N)(10,0 m) = 1,60 \times 10^3 J$$

۱۰۵ هدف این مسئله، آشنا کردن دانش آموزان با برخی از یكاهای متداول در صنعت حمل و نقل دریایی است.

الف) باتوجه به داده‌های مسئله، داریم:

$$1 \text{ knot} = 0,5144 \frac{m}{s}$$

$$14 \text{ knot} = (14 \text{ knot}) \left(\frac{0,5144 \frac{m}{s}}{1 \text{ knot}} \right) \approx 7,20 \frac{m}{s} = 26 \frac{km}{h}$$

$$7,20 \frac{m}{s} = (7,20 \frac{m}{s})(1)(1) = (7,20 \frac{m}{s}) \left(\frac{1 \text{ mi}}{1852 \text{ m}} \right) \left(\frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \right) \approx 14 \frac{\text{mi}}{\text{h}}$$

ب)

۱۰۶ الف) باتوجه به فرض‌های مسئله، ابتدا مساحت سطح زمین را پیدا می‌کنیم.

$$A = 4\pi R^2 = 4 \times 3,14 (6,40 \times 10^6 \text{ m})^2 = 5,14 \times 10^{14} \text{ m}^2$$

$$A = (5,14 \times 10^{14} \text{ m}^2) \left(\frac{1 \text{ هکتار}}{10^4 \text{ m}^2} \right) = 5,14 \times 10^{10} \text{ هکتار}$$

ب) مساحت کل کشوری که به دریا دسترسی دارد، شامل مساحت خشکی و مساحت بخشی از دریا (رودخانه‌های مرزی، جزایر و نوار ساحلی) است. برای محاسبه مساحت یک بخش از دریا برای سادگی، منطقه مورد نظر را به صورت مستطیل در نظر می‌گیریم.

۱۰۷ الف) باتوجه به جدول ۱ - ۵، هر سال تقریباً 10^7 s و $3,15 \times 10^8$ است. بنابراین یک قرن برابر 10^9 s و یک میکروقرن برابر 10^{-6} s خواهد شد که برابر $52,5 \text{ min}$ یا تقریباً 50 min می‌شود. (اشاره: امروزه در بیش‌تر نظام‌های آموزشی دنیا، هر جلسه مفید کلاس درس را 50 دقیقه که تقریباً برابر با یک میکروقرن است در نظر می‌گیرند.)

ب) به روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$10^9 \text{ s} = (10^9 \text{ s})(1) = (10^9 \text{ s}) \left(\frac{1 \text{ سال}}{3,15 \times 10^7 \text{ s}} \right) = 31,7 \text{ سال}$$

۱۰۸ در فیزیک، مدل صورت ساده شده‌ای از یک دستگاه فیزیکی است که تحلیل آن در شرایط واقعی و با جزئیات کامل، دارای پیچیدگی‌های فراوانی است. مدل آرمانی، ساده‌ترین شکل ممکن برای بررسی یک دستگاه یا پدیده فیزیکی است. برای ساختن یک مدل آرمانی، باید روی مهم‌ترین ویژگی‌های دستگاه تمرکز کنیم و اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم.

۱۰۹

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = (22,5 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (23,0 \times 10^{-6} \text{ m}^3) = 0,518 \text{ kg}$$

۱۱۰ همرفتی است که در آن شاره توسط یک تلمبه (مصنوعی یا طبیعی) به حرکت وا داشته می‌شود تا با حرکت آن انتقال گرما صورت پذیرد. سیستم خنک‌کننده اتومبیل، گرم و سرد شدن بدن توسط جریان خون در بدن جانوران خون گرم مثال‌هایی عینی از انتقال گرما به روش همرفت واداشته است.

۱۱۱ در اینجا نیاز به یک دمای حدسی برای سنجیدن گرماها داریم بهترین انتخاب 0°C می‌باشد یعنی فرض کنیم که همه به آب صفر درجه تبدیل شوند. بنابراین داریم:

$$Q_1 = m_{\text{بخار}} L_V + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta$$

میزان m ← جرم بخار آبی است که تبدیل به آب صفر درجه شده است.

$$Q_1 = (10 \times 10^{-3} \text{ kg}) (2256 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}) + (10 \times 10^{-3} \text{ kg}) (4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}) (100^\circ \text{C} - 0)$$

$$+ (60 \times 10^{-3} \text{ kg}) (4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}) (10^\circ \text{C} - 0) = 29280 \text{ J}$$

برای تعیین Q_2 میزان گرمایی که لازم است تا یخ به آب با دمای حدسی صفر درجه برسد، داریم:

$$Q_2 = m_{\text{یخ}} L_F + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = (0,2 \text{ kg}) (334 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}) + (0,2 \text{ kg}) (2220 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}) (0 - (-14^\circ \text{C}))$$

$$Q_2 = 66800 \text{ J} + 6216 \text{ J} = 73016 \text{ J}$$

مشاهده می‌شود که $Q_2 > Q_1$ است بنابراین دمای آب همان صفر درجه خواهد شد و فقط بخشی از یخ آب می‌شود داریم:

$$Q_2 = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = (0,2 \text{ kg}) (2220 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}) (0 - (-14^\circ \text{C})) = 6216 \text{ J}$$

$$Q_1 - Q_2 = 29280 \text{ J} - 6216 \text{ J} = 23064 \text{ J}$$

پس مقدار گرمای 23064 J صرف ذوب کردن بخشی از یخ می‌شود داریم:

$$Q = mL_F \Rightarrow 23064 \text{ J} = m_{\text{آب شده}} \left(\frac{334 \text{ J}}{\text{kg}} \right) \Rightarrow m_{\text{آب شده}} \approx 69 \text{ g}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 131 \text{ g} \rightarrow \text{یخ} \\ 139 \text{ g} \rightarrow \text{آب} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{تعادل}} 0^\circ \text{C}$$

۱۱۲ برای تبدیل یک کیلوگرم یخ صفر درجه سلسیوس به یک کیلوگرم آب صفر درجه گرمای زیر لازم است:

$$Q_1 = m_{\text{یخ}} L_F = (1 \text{ kg}) (333,7 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}) = 333,7 \times 10^3 \text{ J}$$

حال اگر m گرم بخار آب صد درجه وارد کنیم این بخار اول گرما می‌دهد تا به آب صد درجه تبدیل شود و سپس گرما می‌دهد تا به آب صفر درجه تبدیل شود بنابراین:

$$Q_2 = m_{\text{بخار}} L_V + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = m_{\text{بخار}} (2256 \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}) + m_{\text{بخار}} (4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}) (100^\circ \text{C} - 0)$$

می‌دانیم که علامت Q_p منفی است چون گرما داده شده است داریم:

$$Q_p = 2256 \times 10^3 m_{\text{بخار}} + 10^3 m \times 420 = 10^3 m \times 2676$$

$$Q_1 = Q_p$$

$$333,7 \times 10^3 = 2676 \times 10^3 m_{\text{بخار}} \Rightarrow m_{\text{بخار}} = \frac{333,7}{2676} \approx 0,125 \text{ kg}$$

حداقل میزان بخار آب لازم برای ذوب کردن $125g$ یخ می‌باشد. می‌توان بخار بیشتر از این نیز به یخ افزود (در این صورت دمای تعادل صفر نخواهد بود) اما حداقل مقدار نیست و در اینجا حداقل مقدار خواسته شده است.

113 افزایش مساحت باعث می‌شود که تبخیر سطحی بیشتر شود و بنابراین لباس زودتر خشک می‌شود.

114 مقدار گرمایی که یخ از آب گرفته تا به دمای صفر درجه برسد برابر است با:

$$Q_1 = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta = m_{\text{یخ}} \left(2220 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (0 - (-30^\circ\text{C})) = 66,6 \times 10^3 m_{\text{یخ}}$$

آب به میزان Q_1 گرما از دست داده و چون در دمای صفر درجه بوده شروع به تشکیل یخ جدید می‌کند. بنابراین داریم:

$$Q_p = m' L_F = (150 \times 10^{-3} \text{ kg}) \left(334 \times 10^3 \frac{J}{\text{kg}} \right) = 50100 \text{ J}$$

$$Q_1 = Q_p \Rightarrow 66,6 \times 10^3 m_{\text{یخ}} = 50100$$

$$m_{\text{یخ}} = \frac{50100}{66,6 \times 10^3} \approx 0,75 \text{ kg}$$

جرم اولیه یخ $75g$ بوده و بعد از رسیدن به تعادل $150g$ یخ جدید درست شده است.

115 مقدار گرمایی که جسم دریافت می‌کند تا دمای آن از 20°C تا 1083°C برسد برابر با 820 kJ است. بنابراین داریم:

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$820 \times 10^3 = 2 \times c(1083 - 20) \Rightarrow c \approx 386 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}, \quad C = mc = (2 \text{ kg}) \left(386 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) = 772 \text{ J}/^\circ\text{C}$$

گرمایی جسم می‌گیرد ولی دمای آن تغییر نمی‌کند مربوط به ذوب شدن (یا بخار شدن) جسم است. بنابراین:

$$1088 \text{ kJ} - 820 \text{ kJ} = 268 \text{ kJ}$$

$$268 \times 10^3 \text{ J} = mL_F = (2 \text{ kg})(L_F) \Rightarrow L_F = 134 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

116 گرمایی که باید از آب بگیریم تا به آب صفر درجه تبدیل شود برابر است با:

$$Q_1 = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = (0,5 \text{ kg}) \left(4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (4^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 84 \times 10^3 \text{ J}$$

گرمایی که باید از آب صفر درجه بگیریم تا یخ صفر درجه داشته باشیم برابر است با:

$$Q_p = m_{\text{آب}} L_F = (0,5 \text{ kg}) \left(334 \times 10^3 \frac{J}{\text{kg}} \right) = 167 \times 10^3 \text{ J}$$

در قسمت آخر میزان گرمایی که باید از یخ صفر درجه بگیریم تا یخ -20°C داشته باشیم برابر است با:

$$Q_p = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta = (0,5 \text{ kg}) \left(2220 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (0 - (-20^\circ\text{C})) = 22,2 \times 10^3 \text{ J}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_p + Q_p = 273,2 \times 10^3 \text{ J} = 273,2 \text{ kJ}$$

117 در این نواحی هوا به شدت مرطوب است (اصطلاحاً شرحی است) بخار آب روی بدن میعان می‌کند (تبدیل به آب می‌شود) و چون میعان فرایندی گرماده است به بدن ما گرما می‌دهد و باعث می‌شود که ما احساس گرمای بیشتری بکنیم.

118

$$Q_1 + Q_p = 0 \Rightarrow m_1 c_{\text{آب}} (\theta - \theta_1) + m_p c_{\text{آب}} (\theta - \theta_p) = 0$$

$$m_1 c_{\text{آب}} (50^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) + m_p c_{\text{آب}} (50^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C}) = 0 \rightarrow \text{حذف } c_{\text{آب}}$$

$$m_1 (50) = m_p (20) \Rightarrow 5m_1 = 2m_p$$

می‌دانیم که $m_1 + m_p = 14 \text{ kg}$ است. بنابراین داریم:

$$m_1 + m_p = 14, \quad m_1 = \frac{2}{5} m_p \Rightarrow \frac{2}{5} m_p + m_p = 14$$

$$\frac{7}{5} m_p = 14 \Rightarrow \begin{cases} m_p = 10 \text{ kg} \\ m_1 = 4 \text{ kg} \end{cases}$$

119 Q_1 و Q_p مربوط به گرمای آب وجود داشته و آب اضافه شده است. $Q_1 + Q_p + Q_{\text{گرماسنج}} = 0$

$$C_{\text{گرماسنج}} (\theta - \theta_{\text{گرماسنج}}) + m_1 c_{\text{آب}} (\theta - \theta_1) + m_p c_{\text{آب}} (\theta - \theta_p) = 0$$

$$\left(380 \frac{J}{\text{kg}} \right) (37,6^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) + m_1 \left(4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (37,6^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) + m_p \left(4200 \frac{J}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right) (37,6^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C}) = 0$$

$$4788 + 52920 m_1 - 52080 m_p = 0$$

ساده سازی

$$\xrightarrow{\text{تقسیم به } ۴۲} ۱۱۴ + ۱۲۶۰m_1 - ۱۲۴۰m_2 \xrightarrow{\text{ساده سازی}} ۵۷ + ۶۳۰m_1 - ۶۲۰m_2 = ۰$$

$$\begin{cases} ۶۳۰m_1 - ۶۲۰m_2 + ۵۷ = ۰ \\ m_1 + m_2 = ۱,۱ \end{cases} \Rightarrow m_1 = ۰,۵kg, m_2 = ۰,۶kg$$

با در نظر گرفتن دستگاه معادله مقابل داریم:

به دست می آید. معادله دوم را از صورت مسئله نوشته ایم.

۱۲۰

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرمسنج}} = ۰$$

$$C_{\text{آب}} m_{\text{آب}} (\theta - \theta_{\text{گرمسنج}}) + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta - \theta_{\text{آب}}) = ۰$$

$$m_{\text{آب}} = \frac{C_{\text{گرمسنج}} (\theta_{\text{گرمسنج}} - \theta)}{c_{\text{آب}} (\theta - \theta_{\text{آب}})} = \frac{(۲۰۰ \frac{J}{kg}) (۲۰^\circ C - ۴۵,۲^\circ C)}{(۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}) (۴۵,۲^\circ C - ۵۰^\circ C)}$$

$$m_{\text{آب}} = \frac{۵۰۴۰}{۲۰۱۶۰} = \frac{۱}{۴} kg = ۲۵۰g$$

۱۲۱

$$Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرمسنج}} + Q_{\text{آلیاژ}} = ۰$$

$$m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta - \theta_{\text{آب}}) + C_{\text{گرمسنج}} (\theta - \theta_{\text{گرمسنج}}) + m_{\text{آلیاژ}} c_{\text{آلیاژ}} (\theta - \theta_{\text{آلیاژ}}) = ۰$$

$$c_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} (\theta_{\text{آب}} - \theta) + C_{\text{گرمسنج}} (\theta_{\text{گرمسنج}} - \theta)}{m_{\text{آلیاژ}} (\theta - \theta_{\text{آلیاژ}})}$$

$$c_{\text{آلیاژ}} = \frac{(۰,۵kg)(۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})(۲۵^\circ C - ۳۰^\circ C) + (۱۰۰ \frac{J}{^\circ C})(۲۵^\circ C - ۳۰^\circ C)}{(۰,۲۵kg)(۳۰^\circ C - ۱۴۰^\circ C)}$$

$$c_{\text{آلیاژ}} = \frac{۱۱۰۰۰}{۲۷,۵} = ۴۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}, c = ۴۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} (۰,۲۵kg) = ۱۰۰ \frac{J}{^\circ C}$$

۱۲۲ (۱ درست ۲ نادرست ۳ درست ۴ نادرست)

۵ درست ۶ نادرست ۷ درست

۱۲۳ ابتدا مقدار گرما برای افزایش یک درجه ای هر دو فلز را محاسبه می کنیم:

$$\begin{cases} Q_{\text{نقره}} = m_{\text{نقره}} c_{\text{نقره}} \Delta\theta = m_{\text{نقره}} c_{\text{نقره}} \Delta\theta \\ Q_{\text{آلومینیم}} = m_{\text{آلومینیم}} c_{\text{آلومینیم}} \Delta\theta = m_{\text{آلومینیم}} c_{\text{آلومینیم}} \Delta\theta \end{cases}$$

$$Q_{\text{کل}} = Q_{\text{نقره}} + Q_{\text{آلومینیم}} = (m_{\text{نقره}} + m_{\text{آلومینیم}}) c_{\text{آلیاژ}} \Delta\theta$$

$$\Rightarrow m_{\text{نقره}} c_{\text{نقره}} + m_{\text{آلومینیم}} c_{\text{آلومینیم}} = (m_{\text{نقره}} + m_{\text{آلومینیم}}) c_{\text{آلیاژ}}$$

حال مجموع گرمایی که هر دو قطعه فلز را به اندازه یک درجه افزایش دما می دهد، آلیاژ را هم یک درجه افزایش دما می دهد:

$$c_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{نقره}} c_{\text{نقره}} + m_{\text{آلومینیم}} c_{\text{آلومینیم}}}{m_{\text{نقره}} + m_{\text{آلومینیم}}} = \frac{۰,۲۵ \times ۲۴۰ + ۱ \times ۹۰۰}{۱,۲۵} = ۷۶۸ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$$

۱۲۴ انرژی جنبشی این گلوله تبدیل به گرما می شود و کل مجموعه را گرم می کند بنابراین داریم:

$$K = \frac{1}{2} m_{\text{گلوله}} v_{\text{گلوله}}^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{۲۵}{۱۰۰۰} kg \right) \left(۶۰۰ \frac{m}{s} \right)^2 = ۴۵۰۰ J$$

$$K = Q_{\text{کره}} + Q_{\text{گلوله}} = m_{\text{کره}} c_{\text{کره}} \Delta\theta + m_{\text{گلوله}} c_{\text{گلوله}} \Delta\theta$$

در صورت سوال گفته شده که کل کره و گلوله به طور یکنواخت گرم می شود این یعنی تغییر دمای گلوله و کره با یکدیگر برابر باشد.

$$۴۵۰۰ J = \left(\frac{۲۵}{۱۰۰۰} kg \right) \left(۱۳۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right) \Delta\theta + (۱ kg) \left(۴۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \right) \Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{۴۵۰۰ J}{\frac{۲۵}{۱۰۰۰} \times ۱۳۰ + ۴۰۰} \simeq ۱۱,۱۶^\circ C \rightarrow \text{افزایش دمای گلوله یا کره بعد از برخورد}$$

۱۲۵ گرمکن ها در مدت زمان t ثانیه مقدار $Q = P \times t$ گرما تولید می کنند که P مقدار توان گرمکن هاست. اگر این رابطه را با رابطه گرما مساوی قرار دهیم. داریم:

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ Q = Pt \end{cases} \Rightarrow Pt = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{P}{mc} t$$

رابطه بالا ارتباط بین $\Delta\theta$ و t را نشان می دهد که به صورت یک خط است که شیب آن برابر است با $\frac{P}{mc}$ با توجه به اطلاعات مسئله می دانیم که توان گرمکن ها و جرم اجسام (۱) و (۲) با هم

برابراند، تنها بزرگی و کوچکی گرمای ویژه اجسام است که کوچکی و بزرگی شیب خطوط را تعیین می‌کند. داریم:

$$\left. \begin{aligned} (1) \text{ شیب} &= \frac{P}{mc_1} \\ (2) \text{ شیب} &= \frac{P}{mc_2} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{با توجه} \\ \text{به شکل} \end{array} \rightarrow \text{شیب (1)} > \text{شیب (2)} \Rightarrow \frac{P}{mc_2} > \frac{P}{mc_1} \Rightarrow c_1 > c_2$$

گرمای ویژه جسم (1) بزرگ‌تر از جسم (2) است.

۱۲۶) معنی $2000W$ این است که در هر ثانیه $2000J$ انرژی به لیوان آب منتقل می‌شود. مقدار گرمایی که لازم است $200g$ آب را از $30^\circ C$ به $100^\circ C$ برسانیم برابر است با:

$$Q = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = (0,2kg)(4200 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})(100^\circ C - 30^\circ C) = 5,88 \times 10^4 J$$

حال تمام این گرما باید توسط گرمکن تأمین شود. اما می‌دانیم که گرمکن در هر ثانیه $2000J$ انرژی می‌تواند تأمین کند داریم:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{5,88 \times 10^4}{2000} = 29,4s$$

نزدیک به ۵ دقیقه طول می‌کشد تا آب درون لیوان به جوش آید.

۱۲۷) چون که گرمای ویژه آب برابر با $\frac{J}{kg \cdot K}$ 4187 می‌باشد که عدد بزرگی است. یعنی یک کیلوگرم آب اگر $4187J$ انرژی دریافت کند دمای آن یک درجه بالا می‌رود. با توجه به این خاصیت آب می‌تواند مقدار زیادی گرما را از اجزای داغ موتور دریافت کند و خیلی دیر به جوش آید.

۱۲۸) طول نهایی جسمی که گرم می‌شود برابر است با:

$$\Delta L = L_2 - L_1 = L_1 + L_1 \alpha \Delta T \Rightarrow L_2 = L_1 \alpha \Delta T = L_1 (1 + \alpha \Delta T)$$

بنابراین باید طول نهایی محور و روزنه چرخ‌دنده با هم برابر شوند. داریم:

$$L_{\text{روزنه}} - L_{\text{محور}} = L_{\text{روزنه}} \alpha_{\text{الومینیوم}} \Delta T - L_{\text{محور}} \alpha_{\text{فولاد}} \Delta T \Rightarrow \Delta T (\alpha_{\text{الومینیوم}} L_{\text{روزنه}} - \alpha_{\text{فولاد}} L_{\text{محور}}) = L_{\text{محور}} - L_{\text{روزنه}}$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{L_{\text{محور}} - L_{\text{روزنه}}}{\alpha_{\text{الومینیوم}} L_{\text{روزنه}} - \alpha_{\text{فولاد}} L_{\text{محور}}} = \frac{(10,02 - 10) \times 10^{-2} m}{23 \times 10^{-6} \times 0,1m - 0,1002cm \times 12 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{0,02 \times 10^{-4}}{1,0976} \approx 182,2^\circ C$$

۱۲۹) الف) مساحت مربع به ضلع a چهار برابر مساحت مربع به ضلع b است. بنابراین:

$$A_a = 4A_b \Rightarrow a^2 = 4b^2 \Rightarrow a = 2b$$

ضلع a دو برابر ضلع b است. افزایش طول به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{cases} \Delta a = a \times \alpha_a \times \Delta T = 2b \times 2\alpha_b \times \Delta T \\ \Delta b = b \times \alpha_b \times \Delta T = b \times \alpha_b \times \Delta T \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta a}{\Delta b} = 4$$

(ب)

$$\text{برای قطر} \begin{cases} \Delta a = a\sqrt{2} \times \alpha_a \times \Delta T = 2b\sqrt{2} \times 2\alpha_b \times \Delta T \\ \Delta b = b\sqrt{2} \times \alpha_b \times \Delta T = b\sqrt{2} \times \alpha_b \times \Delta T \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta a}{\Delta b} = 4$$

افزایش ضلع مربع‌ها و قطر آنها به یک اندازه است.

(ج)

$$\begin{cases} \Delta A_a = a^2 \times 2\alpha_a \times \Delta T = 4b^2 \times 4\alpha_b \times \Delta T \\ \Delta A_b = b^2 \times 2\alpha_b \times \Delta T = b^2 \times 2\alpha_b \times \Delta T \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta A_a}{\Delta A_b} = 8 \rightarrow \text{افزایش مساحت مربع به ضلع } a \text{ هشت برابر افزایش مربع به ضلع } b \text{ است.}$$

۱۳۰) با استفاده از جدول کتاب متوجه می‌شویم که ضریب انبساط برنج بیشتر از ضریب انبساط فولاد است بنابراین برنج از فولاد بیشتر منبسط و بیشتر منقبض می‌شود.

الف) در هنگام سرد شدن برنج بیشتر از فولاد منقبض می‌شود بنابراین در هنگام سرد شدن تیغه با ضریب انبساط بیشتر کمان داخلی است و تیغه دیگر کمان خارجی است. با توجه به توضیحات داده شده فولاد نوار بالایی است و برنج نوار پایینی است.

ب) اگر نوارها را گرم کنیم تیغه دو فلزی به سمت بالا خم می‌شود و این بار تیغه برنج کمان خارجی و تیغه فولاد کمان داخلی است.

۱۳۱)

$$\Delta V = \beta_{\text{بنزین}} V_1 \Delta T = 10^{-3} \frac{1}{K} (55Lit)(40 - 15) = 1,375Lit$$

این مقدار از بنزین از باک بیرون می‌ریزد. توجه کنید که از افزایش حجم مخزن صرف‌نظر کرده‌ایم چون α فلزات از مرتبه بزرگی 10^{-6} هستند و نسبت به افزایش حجم بنزین ناچیز است.

۱۳۲) برای اینکه این اختلاف طول ثابت بماند، باید به‌ازای تغییر دمای یکسان، همواره تغییر طول آنها با هم برابر باشد. یعنی:

$$\Delta L_{\text{الومینیوم}} = \Delta L_{\text{سرب}} \Rightarrow \alpha_{\text{الومینیوم}} L_{\text{الومینیوم}} \Delta T = \alpha_{\text{سرب}} L_{\text{سرب}} \Delta T$$

$$\Rightarrow L_{\text{سرب}} = \frac{\alpha_{\text{الومینیوم}} L_{\text{الومینیوم}}}{\alpha_{\text{سرب}}} = \frac{23 \times 10^{-6} \frac{1}{K}}{29 \times 10^{-6} \frac{1}{K}} \times \frac{58}{100} m$$

$$\Rightarrow L_{\text{سرب}} = \frac{23}{29} \times 0,58 = 0,46m$$

اگر طول میله سربی چهل و شش سانت انتخاب شود اختلاف طول آنها در هر دمایی برابر است.

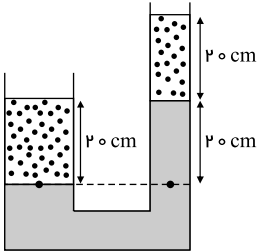
۱۳۳

$$\Delta T = 40 - (-5) = 45K$$

$$\Delta L = \alpha L_1 \Delta T = (11 \times 10^{-6} \frac{1}{K})(400m)(45K) = 0,198m$$

نزدیک به بیست سانتی متر افزایش طول وجود دارد.

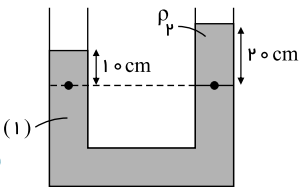
با انتخاب سطح‌های هم‌تراز مناسب از هر شکل یک معادله به دست می‌آید و در آخر با حل دو معادله دو مجهول چگالی‌ها را به دست می‌آوریم. ۱۳۴



$$\text{(از شکل سمت چپ)} \rightarrow \rho_2 g h_2 = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$$

$$\Rightarrow 1000 \frac{kg}{m^3} \times 10 \frac{m}{s^2} \times 0,2m = \rho_2 (10 \frac{m}{s^2})(0,2m) + \rho_1 (10 \frac{m}{s^2})(0,2)$$

$$\Rightarrow \rho_1 + \rho_2 = 1000 \rightarrow \text{معادله اول}$$



$$\text{از شکل سمت راست} \rightarrow \rho_1 g h_1' = \rho_2 g h_2' \Rightarrow \rho_1 (10 \frac{m}{s^2})(0,1) = \rho_2 (10 \frac{m}{s^2})(0,2)$$

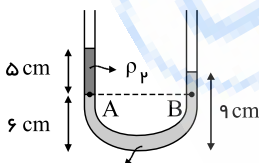
$$\rho_1 = 2\rho_2 \rightarrow \text{معادله دوم}$$

دستگاه معادلات به صورت زیر است:

$$\begin{cases} \rho_1 + \rho_2 = 1000 \\ \rho_1 = 2\rho_2 \end{cases} \Rightarrow \rho_1 + \frac{1}{2}\rho_1 = 1000 \Rightarrow \frac{3}{2}\rho_1 = 1000 \Rightarrow \begin{cases} \rho_1 = \frac{2000}{3} \frac{kg}{m^3} \\ \rho_2 = \frac{1000}{3} \frac{kg}{m^3} \end{cases}$$

۱۳۵

فشار در ارتفاع‌های برابر در یک مایع ساکن، برابر است (اصل پاسکال) بنابراین کافی است که دو نقطه‌ی مشخص شده در شکل فشارها را حساب کرده و برابر بگذاریم بنابراین:



$$\rho_1 = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$P_A = P_B$$

$$\rho_2 g (\frac{5}{100}) = \rho_1 g (\frac{3}{100}) \Rightarrow \rho_2 (5) = 1000 \times 3 \Rightarrow \rho_2 = 600 \frac{kg}{m^3}$$

این نمودار متشکل از سه خط با شیب‌های متفاوت می‌باشد. بنابراین سه مایع با چگالی‌های مختلف درون ظرف داریم. می‌دانیم که شیب خطوط برابر با ρg می‌باشد. بنابراین:

۱۳۶

$$\text{شیب خط (۳)} = \frac{(100,2 - 100) \times 10^3}{0,2 - 0} = \frac{0,2 \times 10^3}{0,2} = 10^3 \Rightarrow \text{شیب خط (۳)} = \rho_3 g \Rightarrow \rho_3 = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{شیب خط (۲)} = \frac{(120,2 - 100,2) \times 10^3}{1,2 - 0,2} = \frac{20000}{1} = 20000 \Rightarrow \text{شیب خط (۲)} = \rho_2 g \Rightarrow \rho_2 = 2000 \frac{kg}{m^3}$$

$$Z_3 = \frac{(256,2 - 120,2) \times 10^3}{2,2 - 1,2} = \frac{136000}{1} = 136000 \Rightarrow \text{شیب خط (۳)} = \rho_3 g \Rightarrow \rho_3 = 13600 \frac{kg}{m^3}$$

۱۳۷

شیب خطوط ρg را به دست می‌دهد:

$$(1) \text{ شیب خط } = \frac{(130 - 80) \times 10^3}{6,25 - 0} = \frac{50}{6,25} \times 10^3 = 8 \times 10^3$$

$$(1) \text{ روغن } = \rho_1 g \Rightarrow \rho_1 = 800 \frac{kg}{m^3} \rightarrow \text{شیب خط}$$

$$(2) \text{ شیب خط } = \frac{(146 - 130) \times 10^3}{7,85 - 6,25} = 10 \times 10^3$$

$$(2) \text{ آب } = \rho_2 g \Rightarrow \rho_2 = 1000 \frac{kg}{m^3} \rightarrow \text{شیب خط}$$

(ارتفاع نسبت به کف ظرف گرفته شده است.)

۱۳۸ چون در ارتفاع کمی از سطح زمین هستیم تقریباً می توان گفت که فشار هوا با ارتفاع خطی رفتار می کند و داریم:

$$P_{\text{سر}} = P_{\text{پ}} + \rho_{\text{هوا}} gh \Rightarrow P_{\text{سر}} - P_{\text{پ}} = \rho_{\text{هوا}} gh$$

$$= \left(1,2 \frac{kg}{m^3}\right) \left(10 \frac{m}{s^2}\right) (3,24m) = 3,888 Pa$$

۱۳۹

$$P = P_0 + \rho_{\text{آب}} gh = 10^5 Pa + 1000 \frac{kg}{m^3} \left(10 \frac{m}{s^2}\right) (1,0m) = 10^5 Pa + 10^4 Pa = 2 \times 10^5 Pa \rightarrow \text{فشار کل}$$

$$P - P_0 = \rho_{\text{آب}} gh = \left(1000 \frac{kg}{m^3}\right) \left(10 \frac{m}{s^2}\right) (1,0m) = 10^4 Pa \rightarrow \text{فشار ناشی از آب}$$

برای به دست آوردن نیروی وارد به پرده گوش لازم است بدانید که وقتی به زیر آب می رویم مقداری هوا درون بینی، گوش، حلق و ریه های ما قرار دارند که همگی در فشار P_0 هستند، بنابراین برای محاسبه نیروی وارد به پرده گوش باید از فشار پیمانه ای استفاده کنیم:

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

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = (P - P_0) A_{\text{گوش}} = 10^4 Pa (10^{-4} m^2) = 1,0 N$$

۱۴۰

$$P_2 = P_1 + \rho_{\text{هوا}} gh \Rightarrow P_2 - P_1 = \rho_{\text{هوا}} gh = 1,2 \frac{kg}{m^3} \left(10 \frac{m}{s^2}\right) (4,35m) = 5,22 Pa$$

۱۴۱ چون هوا در دو طرف شیشه وجود دارد بنابراین از دو طرف به این شیشه نیرو وارد می شود که اثر یکدیگر را خنثی می کنند. اگر در یک طرف شیشه خلاء باشد فقط از یک طرف نیرو به این شیشه وارد می شود و شیشه را می شکنند.

۱۴۲ اگر دو ورقه فلزی را روی هم بگذاریم چون ورقه ها صیقلی هستند مولکول های ورقه بالا و ورقه پائین بسیار به یکدیگر نزدیک می شوند و نیروی بین مولکولی ورقه ی بالا و ورقه ی پائین به وجود می آید و این نیرو باعث می شود که این دو ورقه به سختی از یکدیگر جدا شوند. توجه کنید که دلیل به وجود آمدن نیروی جاذبه بین مولکولی فاصله ی بسیار کم دو ورقه است. نیروهای بین مولکولی نیروهای کوتاه برد هستند و برای بوجود آمدن باید مولکول ها بسیار به هم نزدیک شوند.

۱۴۳ جامدهایی وجود دارند که تراکم پذیرند مثلاً یک تکه چوب را در نظر بگیرید؛ اگر این تکه چوب مورد اعمال فشار قرار بگیرد مولکول های آن به یکدیگر نزدیک می شود و چگالی چوب زیاد می شود اما در نظر داشته باشید که این تراکم پذیر بودن تا زمانی ادامه دارد که مولکول های ماده خیلی به یکدیگر نزدیک نشده باشند. اگر مولکول های جامد خیلی به یکدیگر نزدیک شوند نیروی دافعه ی بین مولکولی به وجود می آید که جلوی تراکم بیشتر را می گیرد (مانند مایع ها) از این رو اصطلاحاً گوئیم که جامدها تراکم پذیر نیستند.

۱۴۴ ۱- مایع و جامد ۲- گاز ۳- جامد و مایع ۴- جامد بلورین ۵- گاز ۶- جامد ۷- مایع و گاز ۸- جامد (آمورف) و مایع

۱۴۵

صف $f =$ نیروی اصطکاک روی سطح صاف شیب $f =$ نیروی اصطکاک روی سطح شیب دار

$$d = \frac{h}{\sin 37^\circ}$$

$$W_f = -f_{\text{صاف}} \times d - f_{\text{شیب}} \times \frac{h}{\sin 37^\circ} = -5N \times 4m - 4N \times h \times \frac{10}{6} = -20J - \frac{40}{6}h$$

$$E_1 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(2kg)(4m/s)^2 = 16J, \quad E_2 = mgh = (2kg)(10m/s^2)h = 20h$$

$$W_f = E_2 - E_1 \Rightarrow -20 - \frac{40}{6}h = 20h - 16J \Rightarrow h\left(20 + \frac{40}{6}\right) = 44$$

$$\Rightarrow h = \frac{44}{16} = 1,65$$

۱۴۶ اندازه کار نیروی اصطکاک در تمامی سطوح برابر است با حاصلضرب نیروی اصطکاک در مسافت پیموده شده:

$$d' = \frac{h}{\sin \alpha}, \quad W_f = -f_k d$$

$$W_f = -(4N) \left(\frac{3m}{\sin 37^\circ}\right) - (5N)(2m) - (4N)(5m) = -30J$$

علامت منفی به دلیل این است که نیروی اصطکاک خلاف جهت جابجایی است.

$$\begin{cases} E_1 = mgh_1, & E_2 = mgh_2 \\ W_f = E_2 - E_1 \Rightarrow -30J = (2kg)(10m/s^2)(h_2) - (2kg)(10m/s^2)(3m) \end{cases}$$

$$\Rightarrow h_2 = \frac{30}{20} = 1,5m$$

۱۴۷) اگر سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض کنیم، داریم:

$$K_1 = U_1 = 0, W_f = -0,28E_1$$

$$W_f = E_2 - E_1 \quad W_f = -\frac{28}{100}(\Delta kg)(10m/s^2)(40m) = -560J$$

$$\Rightarrow E_2 = \frac{1}{2}(\Delta kg)(v^2), E_1 = mgh = (\Delta kg)(10m/s^2)(40m) = 2000J$$

$$\Rightarrow -560J = \frac{1}{2}(\Delta kg)v^2 - 2000 \Rightarrow v^2 = 576 \Rightarrow v = 24m/s$$

۱۴۸

$$W_{وزن} = -\Delta U = -mg(h_2 - h_1) = -(\Delta kg)(10m/s^2)(h_2 - 10m)$$

$$\Rightarrow 75J = -50(h_2 - 10) \Rightarrow -1,5 = h_2 - 10 \Rightarrow h_2 = 8,5m$$

۱۴۹

$$W_{وزن} = -mgh, h = vt = (\Delta m/s)(6s) = 30m \rightarrow \text{حرکت با سرعت ثابت}$$

$$\Rightarrow W_{وزن} = -(70kg \times 10 \frac{m}{s^2}) \times (30m) = -21000J$$

$$\Delta U = mg(h_2 - h_1), h_1 = 0, h_2 = 30m$$

$$\Rightarrow \Delta U = (70kg \times 10 \frac{m}{s^2})(30m) = +21000J$$

۱۵۰) الف) می‌دانیم که رابطه انرژی پتانسیل برابر است با $U = mgh$ بنابراین شیب خط نمودار $(U - h)$ برابر است با mg . بنابراین شیب هر خطی که بیشتر باشد جرم آن نیز بیشتر است داریم:

$$(2) \text{ شیب} > (1) \text{ شیب} \Rightarrow m_2g > m_1g \Rightarrow m_2 > m_1$$

ب) با استفاده از رابطه انرژی پتانسیل گرانشی برای دو ارتفاع $h_1 = 10m$ و $h_2 = 5m$ داریم:

$$\Rightarrow m_1gh_1 = m_2gh_2 \Rightarrow \Delta kg(\Delta m) = m_2(10m) \Rightarrow m_2 = \frac{25}{10} = 2,5\Delta kg$$

۱۵۱) الف)

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

$$= \frac{1}{2}(20kg)(9 - 0) = 90J$$

ب) نیروهایی که به این جسم وارد می‌شوند برابر است با نیروی وزن، نیروی کشش طناب (T) و نیروی مقاومت هوا. توجه کنید نیروی کشش طناب همیشه به جابجایی عمود است (اگر جابجایی روی دایره باشد نیروی کشش طناب در راستای شعاعی است) بنابراین نیروی T کار انجام نمی‌دهد و کار قسمت (الف) فقط توسط نیروی وزن و مقاومت هوا انجام شده است.

۱۵۲) در قسمت اول چون سرعت رو به افزایش است بنابراین حرکت تندشونده است.

در قسمت دوم و چهارم سرعت تغییری نمی‌کند و ثابت است.

در قسمت سوم سرعت رو به کاهش است و حرکت کندشونده می‌شود.

بازه‌ی زمانی	نوع حرکت	علامت کار کل
$t_0 - t_1$	تندشونده	+
$t_1 - t_2$	ثابت	صفر
$t_2 - t_3$	کندشونده	-
$t_3 - t_4$	ثابت	صفر

۱۵۳) ابتدا تندی را بر حسب $\frac{m}{s}$ بنویسیم و سپس کار کل را به صورت زیر حساب کنیم:

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

$$72 \frac{km}{h} = 72 \frac{km}{h} \times \frac{1000m}{1km} \times \frac{1h}{3600s} = 20m/s$$

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}(800kg)(20^2 - 10^2) = 12 \times 10^4 J$$

۱۵۴

$$W_1 = F_1 \cos(45^\circ)d \Rightarrow W_1 = (500\sqrt{2}N \times \frac{1}{\sqrt{2}})(2,5m) = 1250J$$

$$W_2 = Fd \cos 0^\circ = F_2d \Rightarrow W_2 = (300N)(2,5m) = 750J$$

$$W_{اصطکاک} = f_k d \cos 180^\circ = -f_k d \Rightarrow W_{اصطکاک} = -600N(2,5) = -1500J$$

$$W_{کل} = W_1 + W_2 + W_{اصطکاک} \Rightarrow W_{کل} = 1250J + 750J - 1500J \Rightarrow W_{کل} = 500J$$

۱۵۵) برای دو نیروی F_1 و F_2 ، زاویه بین نیرو و جابه‌جایی صفر $(\theta = 0 \Rightarrow \cos \theta = 1)$ است. همچنین نیروی اصطکاک با بردار جابه‌جایی زاویه 180° می‌سازد. یعنی:

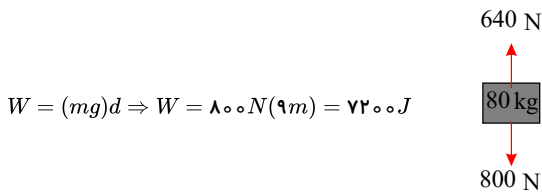
$$W_1 = F_1 d \Rightarrow W_1 = (400 \text{ N})(5 \text{ m}) = 2000 \text{ J}$$

$$W_f = F_f d \Rightarrow W_f = (200 \text{ N})(5 \text{ m}) = 1000 \text{ J}$$

$$W_{\text{اصطکاک}} = -f_k d \Rightarrow W_{\text{اصطکاک}} = -(500 \text{ N})(5 \text{ m}) = 2500 \text{ J}$$

$$W_{\text{کل}} = W_1 + W_f + W_{\text{اصطکاک}} = 2000 \text{ J} + 1000 \text{ J} - 2500 \text{ J} = +500 \text{ J}$$

۱۵۶ الف) چون آسانسور به سمت پایین حرکت می‌کند، کار نیروی وزن مثبت است. بنابراین:



$$W = (mg)d \Rightarrow W = 800 \text{ N}(9 \text{ m}) = 7200 \text{ J}$$

ب) نیروی عمودی سطح و جابه‌جایی در خلاف جهت یکدیگرند، بنابراین:

$$W_{F_N} = F_N d \cos 180^\circ = -F_N d \Rightarrow W_{F_N} = -640 \text{ N}(9 \text{ m}) = -5760 \text{ J}$$

کار نیروی عکس‌العمل سطح (F_N) به این دلیل منفی است که جهت نیرو با جابه‌جایی خلاف هم هستند. ج)

$$W_{\text{کل}} = W_{F_N} + W_{mg} = 7200 \text{ J} - 5760 \text{ J} = +1440 \text{ J}$$

۱۵۷ مؤلفه عمودی نیروی F کار انجام نمی‌دهد بنابراین:

$$F_y = F \sin 53^\circ \Rightarrow 80 \text{ N} = F \left(\frac{4}{5}\right) \Rightarrow F = 100 \text{ N}$$

اندازه نیروی F برابر با یکمصد نیوتون است. برای محاسبه کار نیروی F ، می‌دانیم که مؤلفه افقی آن کار انجام می‌دهد بنابراین:

$$W = (F \cos 53^\circ)d = (100 \text{ N} \times \frac{3}{5})(15 \text{ m}) = 900 \text{ J}$$

فرم برداری نیروی \vec{F} به صورت زیر است:

$$F_x = F \cos 53^\circ = (100 \text{ N}) \times \frac{3}{5} \Rightarrow F_x = 60 \text{ N}$$

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} \Rightarrow \vec{F} = 60 \text{ N} \vec{i} + 80 \text{ N} \vec{j}$$

۱۵۸ در ابتدا با توجه به معلوم بودن کار نیروی F داریم:

$$W = Fd \cos \theta \Rightarrow 400 \text{ J} = F \cos \theta (10 \text{ m}) \Rightarrow F \cos \theta = 40 \text{ N} \xrightarrow{F_x = F \cos \theta} F_x = 40 \text{ N}$$

از طرفی می‌دانیم که:

$$F_x = F \cos 37^\circ \Rightarrow 40 \text{ N} = F \left(\frac{4}{5}\right) \Rightarrow F = 50 \text{ N}$$

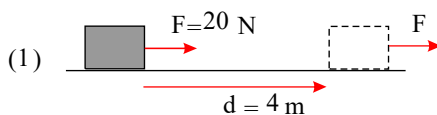
با استفاده از قضیه فیثاغورس:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \Rightarrow 50 = \sqrt{40^2 + F_y^2} \Rightarrow F_y^2 = 900 \Rightarrow F_y = 30 \text{ N}$$

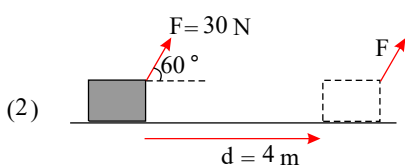
شکل برداری نیروی F برابر است با:

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} \Rightarrow \vec{F} = 40 \text{ N} \vec{i} + 30 \text{ N} \vec{j}$$

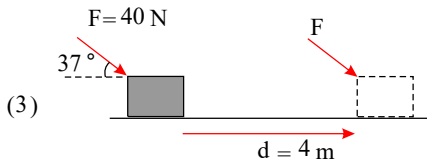
۱۵۹



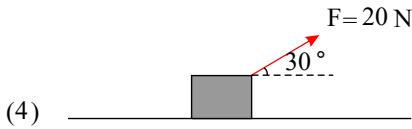
$$W = Fd \cos 0^\circ = Fd = (20 \text{ N})(4 \text{ m}) = 80 \text{ J}$$



$$W = (F \cos 60^\circ)(4 \text{ m}) = (30 \text{ N} \times \frac{1}{2})(4 \text{ m}) = 60 \text{ J}$$



$$W = (F \cos 37^\circ)(d) = (40 \text{ N} \times 0.8)(4 \text{ m}) = 128 \text{ J}$$



$$W = (F \cos 30^\circ)(d) = (20 \text{ N} \times \frac{\sqrt{3}}{2})(4 \text{ m}) = 40\sqrt{3} \text{ J}$$

الف ۱۶۰

$$W_1 = F_1 d \cos 0^\circ = F_1 d, \quad W_f = F_f d \cos 180^\circ = -F_f d, \quad W_{\text{اصطکک}} = f_k d \cos 180^\circ = -f_k d$$

$$W_{\text{جس}} = F_1 d - F_f d - f_k d = (F_1 - F_f - f_k) d$$

ب

$$F_{\text{برآیند}} = F_1 - F_f - f_k$$

$$W_{\text{جس}} = F_{\text{برآیند}} d = (F_1 - F_f - f_k) d$$

جواب‌های قسمت الف و ب یکی هستند و هیچ فرقی نمی‌کند از کدام روش استفاده کنید.

۱۶۱

$$\begin{cases} \theta = 0 \\ \cos \theta = 1 \\ W = Fd \Rightarrow 700 \text{ J} = (20 \text{ N})d \Rightarrow d = 35 \text{ m} \end{cases}$$

۱۶۲ می‌دانیم که تندی اتومبیل را باید بر حسب $\frac{m}{s}$ به دست بیاوریم:

$$K_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} (1000 \text{ kg}) \left(36 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right)^2 = 570 \times 10^3 \text{ J}$$

$$K_2 = \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} (1000 \text{ kg}) \left(144 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right)^2 = 170 \times 10^5 \text{ J}$$

$$\Delta K = K_2 - K_1 = 170 \times 10^5 \text{ J} - 570 \times 10^3 \text{ J} = 7.5 \times 10^5 \text{ J}$$

۱۶۳

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 96 \text{ J} = \frac{1}{2} (m) (16) \Rightarrow m = \frac{96}{8} = 12 \text{ kg}$$

۱۶۴

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 27 \text{ J} = \frac{1}{2} (m) (3 \text{ m/s})^2$$

$$\Rightarrow 27 = \frac{9}{2} m \Rightarrow m = 6 \text{ kg}$$

۱۶۵

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} (500 \text{ L}) = 500 \text{ kg}$$

$$= mgh = (500 \text{ kg}) (10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) (10 \text{ m}) = 5 \times 10^4 \text{ J} \text{ انرژی ورودی}$$

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times 100 \Rightarrow 0.2 = \frac{\text{انرژی خروجی}}{5 \times 10^4 \text{ J}} \Rightarrow \text{انرژی خروجی} = 10^4 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{10^4 \text{ J}}{800 \text{ W}} = 12.5 \text{ s}$$

۱۶۶ مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را روی زمین اختیار می‌کنیم و با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$\frac{1}{2} m v_A^2 + U_A = \frac{1}{2} m v_B^2 + U_B = \frac{1}{2} m v_C^2 + U_C$$

برای قسمت الف $U_A = U_B = U_C$ است بنابراین $v_A = v_B = v_C$ می‌باشد، برای سرعت در نقطه‌ی C داریم:

$$\frac{1}{2} m v_B^2 + U_B = \frac{1}{2} m v_C^2 + U_C$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v_0^2 + mgh = \frac{1}{2} m v_C^2 + \frac{1}{2} mgh \Rightarrow v_C = \sqrt{v_0^2 + gh}$$

ب) انرژی مکانیکی در نقطه‌ی D برابر است با:

$$\frac{1}{2} m v_C^2 + \frac{1}{2} mgh = \frac{1}{2} m v_D^2 + 0 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_D^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + mgh$$

با استفاده از قضیه کار - انرژی جنبشی این انرژی باید توسط نیروی اصطکاک به گرما تبدیل شود، یعنی:

$$W_t = W_{\text{اصطکاک}} = K_f - K_1, K_f = 0, K_1 = \frac{1}{2}mv_o^2 + mgh$$

$$\Rightarrow -f_{\text{اصطکاک}} \times L = -\frac{1}{2}mv_o^2 - mgh \Rightarrow f_{\text{اصطکاک}} = \frac{1}{L}(\frac{1}{2}mv_o^2 + mgh)$$

حال با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}, a = \frac{1}{L}(\frac{v_o^2}{2} + gh)$$

۱۶۷ در اینجا همه انرژی جنبشی توپ با جرم M به انرژی جنبشی مجموعه و انرژی هدر رفته تبدیل می‌شود. یعنی:

$$\left. \begin{aligned} E_1 &= \frac{1}{2}Mv^2 \\ E_f &= \frac{1}{2}(m+M)v'^2 - \frac{1}{2}(\frac{1}{2}Mv^2) \end{aligned} \right\} \Leftrightarrow E_1 = E_f \text{ بقای انرژی مکانیکی}$$

داریم:

$$E_1 = E_f \Rightarrow \frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}(m+M)v'^2 - \frac{1}{2}Mv^2$$

$$(\frac{1}{2} + \frac{1}{2})Mv^2 = \frac{1}{2}(m+M)v'^2 \Rightarrow v' = \sqrt{\frac{5}{4} \frac{Mv^2}{m+M}}$$

۱۶۸ قبل از پرش موتورسوار روی تپه $50m$ است. پس (مبدأ پتانسیل را زمین فرض می‌کنیم).

$$U_1 = mgh_1 = (130kg)(10 \frac{m}{s^2})(50m) = 65000J$$

بعد از پرش موتورسوار روی تپه $20m$ است. بنابراین:

$$U_f = mgh_f = (130kg)(10 \frac{m}{s^2})(20m) = 26000J$$

برای قسمت بعد باید مبدأ پتانسیل را روی تپه دوم انتخاب کنیم. در این صورت موتورسوار $30m$ ارتفاع دارد:

$$U_f = mg(h_1 - h_f) = (130kg)(10 \frac{m}{s^2})(30m) = 39000J$$

انرژی پتانسیل نسبت به ارتفاع 35 متری قبل از پرش برابر است با:

$$U_f = (130kg)(10 \frac{m}{s^2})(50m - 35m) = 19500J$$

و بعد از پرش:

$$U_5 = (130kg)(10 \frac{m}{s^2})(20 - 35) = -19500J$$

در قسمت اول سوال مبدأ انرژی پتانسیل خود زمین انتخاب شد و در قسمت دوم سوال مبدأ روی تپه دوم بود. در قسمت سوم مبدأ فاصله $35m$ از سطح زمین را داشت. برای قسمت آخر می‌دانیم که:

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U$$

پس کافی است که:

$$W_{\text{وزن}} = -(26000J - 65000J) = +39000J$$

کار نیروی وزن اگر مبدأ روی تپه دوم باشد برابر است با:

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U = -(U_f - U_1) = -(0 - 39000) = +39000J$$

و برای قسمت آخر:

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U = -(U_f - U_1) = -(-19500) - (+19500) = +39000J$$

۱۶۹

$$W_T = W_{\text{دوچرخه سوار}} + W_{\text{اصطکاک}} = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_1^2)$$

v_1, v_f تندی‌های اول و آخر حرکت دوچرخه سوار است که هر دو صفرند بنابراین:

$$W_T = W_{\text{دوچرخه سوار}} + W_{\text{اصطکاک}} = 0 \Rightarrow W_{\text{اصطکاک}} = -W_{\text{دوچرخه سوار}}$$

و حال فقط کافی است کار نیروی دوچرخه سوار را محاسبه کنیم.

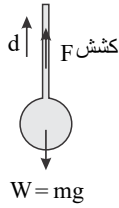
$$W_{\text{اصطکاک}} = -(50N)(140m) = -7000J$$

۱۷۰

$$W = mgd = (260kg)(9.8 \frac{m}{s^2})(275m) = 6370J$$

کاری که ورزشکار انجام می‌دهد حتماً از این کار بیشتر است زیرا خود ورزشکار نیز باید بلند شود و بر نیروهای ناشی از انقباض ماهیچه‌های موجود در بدن خود نیز غلبه کند.

۱۷۱



$$V_{\text{ثابت}} \rightarrow a = 0 \rightarrow F_t = 0$$

$$F_{\text{کشش}} = W_{\text{کر}} = m_{\text{کر}} g$$

$$W = F_{\text{کشش}} d = m_{\text{کر}} \times g \times d = 35 \text{ kg} \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 1.5 = 525 \text{ J}$$

۱۷۲

$$W = K_f - K_1 \xrightarrow{v_f=0} Fd \cos 180 = -\frac{1}{2} m v^2$$

$$\rightarrow F \times 12 \times 10^{-2} \times -1 = -\frac{1}{2} \times \frac{3}{10} \times 25 \times 10^4 \rightarrow F = 3.1 \times 10^4$$

طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که گلوله به چوب وارد می‌کند هم‌اندازه با نیرویی است که چوب به گلوله وارد می‌کند.

۱۷۳

$$W = \Delta K = K_f - K_1$$

با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_1^2) = 0.5(64 - 16) = 24 \text{ J}$$

چون جسم حرکتی ندارد پس می‌توان گفت که برآیند نیروهای وارده به آن صفر است و چون نیرویی به صورت برآیند وجود ندارد کار انجام نمی‌شود.

۱۷۴

حرکت نداشتن به معنای جابه‌جایی صفر است و این یعنی کار صفر است.

با هر دو توصیف می‌توان به یک نتیجه رسید.

۱۷۵ کار نیروی وزن وقتی که ماشین به اندازه h سقوط می‌کند برابر است با:

$$W = Fd = mgh \quad (I)$$

انرژی جنبشی ماشین برابر است با:

$$v = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m (30)^2 = 450 \text{ m} \quad (II)$$

با مساوی قرار دادن این دو داریم: $g \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$mgh = 450 \text{ m} \Rightarrow h = 45 \text{ m}$$

$$W = Fd = 50 \times (0) = 0$$

۱۷۶ دیوار جابه‌جا نمی‌شود پس کاری انجام نمی‌شود.

۱۷۷ برای پیدا کردن جرم روی، باید جرم کل و حجم کل را تعیین کنیم.

در اینجا دقت کنید، برای تعیین حجم مس از رابطه $V_{\text{مس}} = \left(\frac{m}{\rho}\right)$ استفاده می‌کنیم و برای تعیین جرم روی از رابطه $\rho V = m_{\text{روی}}$ استفاده می‌کنیم. بنابراین داریم:

$$m_{\text{آلیاژ}} = 90 \text{ g} + m_{\text{روی}}$$

$$V_{\text{آلیاژ}} = V_{\text{مس}} + V_{\text{روی}} = \frac{m_{\text{مس}}}{\rho_{\text{مس}}} + \frac{m_{\text{روی}}}{\rho_{\text{روی}}} = \frac{90 \text{ g}}{9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} + \frac{m_{\text{روی}}}{7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 10 \text{ cm}^3 + \frac{m_{\text{روی}}}{7}$$

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{آلیاژ}}}{V_{\text{آلیاژ}}} = \frac{90 \text{ g} + m_{\text{روی}}}{10 + \frac{m_{\text{روی}}}{7}} \Rightarrow 75 + \frac{7.5}{7} m_{\text{روی}} = 90 + m_{\text{روی}}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{7.5}{7} - 1\right) m_{\text{روی}} = 15 \Rightarrow m_{\text{روی}} = \frac{15 \times 7}{0.5} = 210 \text{ g}$$

۱۷۸

$$a_{Al} = 2a_{Ag} \rightarrow \quad (a \text{ طول ضلع مکعب است})$$

$$\rho_{Ag} = 4\rho_{Al}$$

می‌دانیم که حجم مکعب از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$V_{Ag} = (a_{Ag})^3, \quad V_{Al} = (a_{Al})^3$$

داریم:

$$V_{Al} = (a_{Al})^3 = (2a_{Ag})^3 = 8a_{Ag}^3 = 8V_{Ag}$$

با استفاده از نسبت چگالی‌ها داریم:

$$\frac{\rho_{Ag}}{\rho_{Al}} = \frac{\frac{m_{Ag}}{V_{Ag}}}{\frac{m_{Al}}{V_{Al}}} = \frac{m_{Ag}}{m_{Al}} \times \frac{V_{Al}}{V_{Ag}} = \frac{m_{Ag}}{m_{Al}} \times 8 = 4$$

$$\frac{m_{Ag}}{m_{Al}} = \frac{1}{2}$$

و در نهایت:

۱۷۹

چگالی تخم مرغ از آب بیشتر است و در آن فرو می‌رود. با حل کردن نمک در آب چگالی آب را زیاد می‌کنیم. اگر این کار را به اندازه کافی آرام انجام دهیم زمانی فرا می‌رسد که چگالی آب شور با چگالی تخم مرغ برابر می‌شود و تخم مرغ از کف ظرف جدا شده و در جایی پایین‌تر از سطح آب غوطه‌ور می‌شود؛ اگر مقدار بیشتری نمک در آب حل کنیم چگالی آب شور بیشتر از چگالی تخم مرغ می‌شود و تخم مرغ به سطح آب می‌آید.

۱۸۰

چون چگالی سی دی از آب بیشتر است در آن فرو می‌رود. اگر چگالی آب را با حل نمک تغییر دهیم (زیاد کنیم) زمانی وجود دارد که چگالی آب شور از چگالی سی دی بیشتر می‌شود و سی دی روی آب شناور می‌شود.

۱۸۱

در این شکل شیب خط چگالی است. بنابراین شیب خط (۲) بیشتر از خط (۱) است. بنابراین چگالی (۲) بیشتر از چگالی (۱) است.

۱۸۲

$$۷,۰ \times 10^{-6} m = ۷,۰ \times 10^{-3} mm = ۷,۰ \times 10^3 nm$$

$$۶ \times 10^{24} kg = ۶ \times 10^{21} ton$$

$$۱ \times 10^3 kg = 10^3 \times 10^3 g = 10^6 g$$

$$۱ \times 10^{-4} m = 10^{-4} \times 10^{+9} nm = 10^5 nm$$

۱۸۳

$$۱) ۲,۰ mm \times \frac{1 m}{1000 mm} = ۲,۰ \times 10^{-3} m$$

$$۲) 15 mm \times \frac{1 m}{10^3 mm} \times \frac{10^{12} pm}{1 m} = 1,5 \times 10^4 pm$$

$$۳) 5 \mu s \times \frac{1 s}{10^6 \mu s} \times \frac{10^3 ms}{1 s} = 5,0 \times 10^{-3} ms$$

$$۴) 9 ms \times \frac{1 s}{1000 ms} \times \frac{1 ks}{1000 s} = 9 \times 10^{-6} ks$$

۱۸۴

در ابتدا حجم استوانه را محاسبه می‌کنیم. سپس با استفاده از رابطه چگالی، جرم جسم را می‌یابیم.

$$V = \pi r^2 L = 3(2)^2 7 = 84 cm^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 3,1 \frac{g}{cm^3} = \frac{m}{84 cm^3} \Rightarrow m = 3,1 \frac{g}{cm^3} \times 84 cm^3 = 260,4 g$$

۱۸۵

در ابتدا حجم کره را محاسبه می‌کنیم. سپس چگالی کره را می‌یابیم. یعنی:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} (\pi) (2)^3 = 32 cm^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{100 g}{32 cm^3} = 3,125 \frac{g}{cm^3}, \rho = 3125 \frac{kg}{m^3}$$

۱۸۶

می‌دانیم که هر فمتوگرم (fg) معادل 10^{-15} گرم است، یعنی:

$$۲,۰ fg = ۲,۰ \times 10^{-15} g$$

$$\left(۲,۰ \times 10^{-15} g \right) \left(\frac{1 kg}{1000 g} \right) = ۲,۰ \times 10^{-18} kg$$

۱۸۷

تندی ← نرده‌ای، رابطه‌ی تندی به صورت

$$\text{تندی} = \frac{\text{مسافت}}{\text{زمان}}$$

مسافت و زمان هر دو کمیت نرده‌ای هستند. بنابراین تندی نیز کمیت نرده‌ای است. تندی جهت ندارد و فقط اندازه دارد.

فشار ← نرده‌ای

اغلب شما فشار را با نیرو اشتباه می‌گیرید. اگر با یک مداد به دست خودتان نیرو وارد کنید نیرو و اندازه و جهت دارد اما فشار فقط اندازه دارد و جهت ندارد. اگر یک مولکول آب را در کف یک تنگ ماهی در نظر بگیرید از تمام جهات به این مولکول آب فشار وارد می‌شود (چپ، راست، بالا و پایین) نه در یک جهت خاص. تندی، فشار و جریان کمیت‌هایی هستند که نرده‌ای و برداری بودن آنها نکته‌دار است و سعی کنید آنها را به خاطر بسپارید.

۱۸۸

- الف) کمیت
- ب) نرده‌ای
- پ) فرعی
- ت) فرعی
- ث) برداری

ج اصلی

ج فرعی، فرعی و اصلی

الف. ۱۸۹

$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} \times 1000(625 - 0) \approx 3,1 \times 10^5 J$$

ب.

$$W_t = W_F + W_f \Rightarrow 3,1 \times 10^5 = W_F + (f \cos 180^\circ)d \Rightarrow 3,1 \times 10^5 = W_F - 500 \times 90 \Rightarrow W_F = 2,65 \times 10^5 J$$

۱۹۰ الف. روش رسانش گرمایی، در این روش نیروی بین مولکولی قوی باعث می‌شود مولکول‌ها فقط دارای حرکت ارتعاشی باشند، فقط گسترش این ارتعاش را داریم.
ب. تیغه فلزی چاقو رسانای گرمایی بهتری است. پس گرما را بهتر و سریع‌تر منتقل می‌کند. به همین علت گرمای بیشتری از بدن می‌گیرد و ما احساس می‌کنیم که تیغه فلزی چاقو سردتر از دسته چوبی آن است.

۱۹۱ انبساط مایعات معمولاً از انبساط جامدات بیشتر است. جمع گلیسرین بیرون ریخته، معادل اختلاف حجم مایع و ظرف است. یعنی:

$$\Delta V_{\text{گلیسرین}} - \Delta V_{\text{شیشه}} = \beta V_1 \Delta T - 3\alpha V_1 \Delta T = V_1 \Delta T (\beta - 3\alpha) = 10 \times (4000 - 0) (1,8 \times 10^{-4} - 9,6 \times 10^{-6}) = 400(10^{-4}(1,8 - 9,6 \times 10^{-2}))$$

$$= 400 \times 10^{-4} \times 1,704 = 6,816 \times 10^{-2} \text{ cm}^3$$

۱۹۲ مساحت متناسب با حاصل ضرب دو طول است.

$$A_p = L_1(1 + \alpha \Delta T) \times L_2(1 + \alpha \Delta T) \Rightarrow A_p = L_1 L_2 (1 + 2\alpha \Delta T + \alpha^2 \Delta T^2)$$

به دلیل کوچک بودن α می‌توانیم از α^2 چشم‌پوشی کنیم.

$$A_1 = L_1 L_2 \Rightarrow A_p = A_1 (1 + 2\alpha \Delta T)$$

۱۹۳

انرژی جسم در لحظه برخورد به زمین با انرژی جنبشی‌اش برابر است که این همان انرژی مفید است:

$$K = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2} \times 200 \times (4\sqrt{5})^2 \Rightarrow K = 80 J$$

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی مفید}}{\text{انرژی مصرفی}} = \frac{80}{100} = 0,8 = 80 \text{ درصد}$$

۱۹۴ الف. با چشم‌پوشی از اصطکاک تندی هر سه هنگام رسیدن به سطح زمین برابر است.

ب. با در نظر گرفتن اصطکاک، هرچه طول مسیر بیشتر باشد، اتلاف انرژی بیشتر شده و تندی کمتر می‌شود.

$$v_a > v_b > v_c$$

۱۹۵

$$W_{\text{کل}} = \Delta K \Rightarrow \pm F_{\text{کل}} d = \Delta K \Rightarrow F \cdot d = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$40 \times d = \frac{1}{2} \times 0,4 \times (36 - 40) \Rightarrow 40d = 6,4 \Rightarrow d = 0,16 m = 16 \text{ cm}$$

۱۹۶

$$W_t = K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$W = W_{1t} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}m(0)^2 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$W_{2t} = \frac{1}{2}m(3v)^2 - \frac{1}{2}m(0)^2 = 9\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = 9W$$

۱۹۷ برای تعیین چگالی آلیاژ، باید جرم کل و حجم کل را پیدا کنیم. چون در اینجا از حجم اجسام معلوماتی ذکر نشده، به جای حجم، از نسبت جرم به چگالی یعنی $V = \frac{m}{\rho}$ استفاده

می‌کنیم. اگر جرم کل را $m_{\text{کل}}$ بنامیم، $m_{\text{طلد}} = 0,75m_{\text{کل}}$ و $m_{\text{مس}} = 0,25m_{\text{کل}}$ است. بنابراین داریم:

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \text{ و } V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{کل}}}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{0,75m_{\text{کل}} + 0,25m_{\text{کل}}}{\frac{0,75 \times 9m_{\text{کل}}}{19} + \frac{0,25 \times 9m_{\text{کل}}}{9}} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{0,75 \times 9m_{\text{کل}} + 19 \times 0,25m_{\text{کل}}}{19 \times 9}$$

$$= \frac{19 \times 9}{6,75 + 4,75}$$

$$\rho = \frac{171}{11,5} \approx 14,9 \frac{g}{\text{cm}^3}$$

۱۹۸ اگر حجم کل آلیاژ را V فرض کنیم، $V_A = 0,4V$ و $V_B = 0,6V$ است. حال در رابطه مربوط به تعیین چگالی آلیاژ چون از جرم حرفی زده نشده، به جای جرم از حاصل ضرب

چگالی در حجم استفاده می‌کنیم ($m = \rho V$)، بنابراین داریم:

$$\rho_{\text{آلیژ}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \quad \text{و} \quad m = \rho V \Rightarrow \rho_{\text{آلیژ}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow \rho_{\text{آلیژ}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_{\text{کل}}} \Rightarrow 10000 = \frac{5000 \times 0.4V_{\text{کل}} + \rho_2 \times 0.6V_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} \Rightarrow 10000 = 2000 + 0.6\rho_2 \Rightarrow 0.6\rho_2 = 8000 \Rightarrow \rho_2 \approx 13333 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

۱۹۹ ابتدا به کمک ترازو و جرم شیشه آلیموی خالی را اندازه‌گیری می‌کنیم. سپس با قطره‌چکان داخل آن آلیمو می‌ریزیم و تعداد قطره‌ها را می‌شماریم. تا حجم آلیمو در ظرف به 100 cm^3 برسد. حال حجم ظرف را به تعداد قطره‌ها تقسیم می‌کنیم تا حجم یک قطره به دست آید. اگر شیشه پر شده از آلیمو را روی ترازو بگذاریم و جرم کل را به دست آوریم و جرم ظرف را از آن کم کنیم، جرم آلیمو به دست می‌آید. با تقسیم جرم آلیمو به تعداد قطره‌ها، جرم هر قطره به دست می‌آید.

۲۰۰ وقتی می‌نویسیم F ، فقط اندازه بردار مدنظر است ولی وقتی می‌نویسیم \vec{F} هم اندازه و هم جهت آن در نظر است.

فازبان