ویژه خرداد ۱۴۰۲

فیلم تحلیل سوالات امتحانات پایان ترم

برای دیدن **فیلم حل نمونه سوالات** بزن رو لینک زیر

تحلیل نمونه سوالات فیزیک دهم تجربی

مشاهده فیلم ها

نام و نام خانوادگی: زمان برگزاری:

نام آزمون: فیزیک پایه دهم رشته تجربی

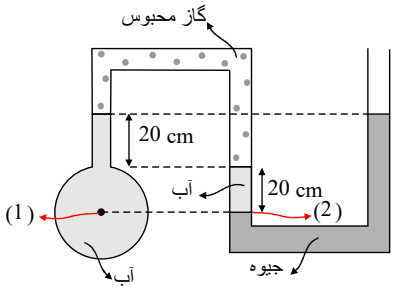
تاریخ آزمون:

شرکت توسعه انتشارات

پرش_م۱۱

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

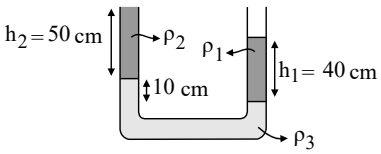
$(P_{\circ} \simeq ۱۰^{۵} Pa \ , \ \rho_{\text{آب}} = ۱ \frac{g}{cm^{۳}} \ , \ \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳٫۶ \frac{g}{cm^{۳}} \ , \ g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^{۲}})$



۲ توان گرمکنی الکتریکی برابر با $۲۰۰W$ است. اگر تمام انرژی این گرمکن توسط $۲L$ آب جذب شود چند دقیقه طول می‌کشد تا دمای آب به‌اندازهٔ $۵۰^{\circ}C$ افزایش یابد؟ اگر $\%۷۰$ انرژی گرمکن توسط $۲L$ آب جذب شود چند دقیقه طول می‌کشد تا همان افزایش دما را داشته باشیم؟

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

۳ درون لولهٔ U شکلی سه مایع با چگالی‌های متفاوت $\rho_۱$، $\rho_۲$ و $\rho_۳$ ریخته‌ایم و مطابق شکل در حال تعادل هستند. اگر $\rho_۱ = ۲ \frac{g}{cm^{۳}}$ و $\rho_۲ = ۱ \frac{g}{cm^{۳}}$ باشد چگالی مایع سوم چقدر است؟



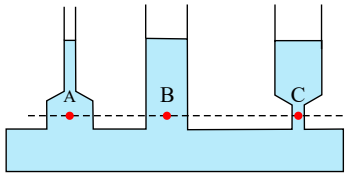
۴ در یک ظرف استوانه‌ای مدرج آب و روغن را با جرم‌های یکسان ریخته‌ایم. اگر مجموع ارتفاع برابر با $۱۸cm$ بشود، فشار وارد بر ته ظرف از طرف دو مایع چقدر است؟ $(\rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}} \ , \ \rho_{\text{روغن}} = ۸۰۰ \frac{kg}{m^{۳}})$

۵ در کف قایقی که به‌صورت ثابت روی آب دریا شناور است سوراخی به مساحت $۱۰cm^{۲}$ به‌وجود آمده است. اگر کف قایق $۲۰cm$ از سطح دریا پائین‌تر باشد:

الف) فشار آب در ناحیه‌ی سوراخ شده چقدر است؟

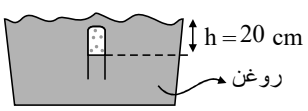
ب)حداقل چه نیرویی لازم است تا جلوی ورود آب دریا به درون قایق را بگیریم؟ $(\rho_{\text{آب دریا}} = ۱۰۳۰ \frac{kg}{m^{۳}} \ , \ g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^{۲}})$

۶ در علوم سال نهم دیدید که فشار در نقاط هم‌تراز یک مایع ساکن مانند نقاط A، B و C در شکل یکسان است و به شکل ظرف بستگی ندارد. سازگاری این موضوع را با رابطهٔ $P = P_{\circ} + \rho gh$ توضیح دهید.



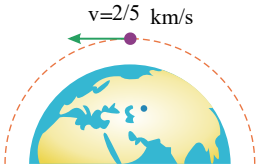
۷ در شکل زیر فشار هوای محیط برابر $۸۰kpa$ می‌باشد، فشار گاز حبس شده چند پاسکال است؟

$(\rho_{\text{روغن}} = ۸۰۰ \frac{kg}{m^{۳}} \ , \ g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^{۲}})$



۸ دو مایع A و B به ترتیب چگالی $۱۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}}$ و $۶۰۰ \frac{kg}{m^{۳}}$ را دارند. این دو مایع را با یک نسبت خاص با یکدیگر ترکیب می‌کنیم که چگالی مایع مخلوط برابر با $۸۵۰ \frac{kg}{m^{۳}}$ 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).

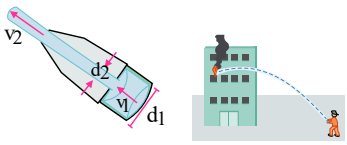
۹ ماهواره‌ای به جرم $۲۲۰kg$، با تندی ثابت $۲٫۵\frac{km}{s}$ دور زمین می‌چرخد. انرژی جنبشی ماهواره را برحسب ژول و مگاژول حساب کنید.



۱۰ مقدار گرمایی که یک لیتر آب را از دمای $۲۰^\circ C$ به دمای $۷۰^\circ C$ می‌رساند چقدر است؟ اگر همین میزان گرما را به $۱kg$ فلز آلومینیم در دمای اولیهٔ $۲۰^\circ C$ بدهیم دمای نهایی آن چقدر می‌شود؟ $(c_{\text{آب}} \simeq ۴۲۰۰\frac{J}{kg\cdot^\circ C}\ ,\ c_{\text{آلومینیم}} = ۹۰۰\frac{J}{kg\cdot^\circ C})$

۱۱ ۳٫۵ درصد وزن آب دریا را نمک تشکیل می‌دهد. چه وزنی از آب دریا (برحسب کیلوگرم) یک کیلوگرم نمک درخود دارد؟ اگر چگالی آب دریا $۱۰۳۰\frac{kg}{m^۳}$ چه حجمی از آب دریا (برحسب لیتر) یک کیلوگرم نمک در خود دارد؟

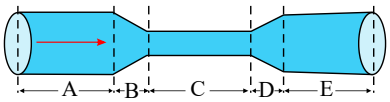
۱۲ شکل (الف) آتش‌نشانی را در حال خاموش کردن آتش از فاصلهٔ نسبتاً دوری نشان می‌دهد. نمایی بزرگ شده از شیر بسته شده به انتهای لولهٔ آتش‌نشانی در شکل (ب) نشان داده شده است. اگر آب با تندی $v_۱ = ۱٫۵۰m/s$ از لوله وارد شیر شود و قطر ورودی شیر $d_۱ = ۹٫۶۰cm$ و قطر قسمت خروجی آن $d_۲ = ۲٫۵۰cm$ باشد، تندی خروج 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 کدام‌یک 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.



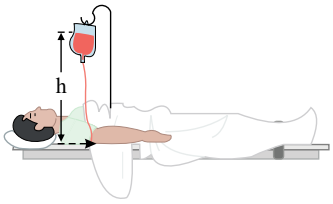
۱۴ درون یک ظرف مقداری آب بریزید. یک پوش‌برگ (فویل) آلومینیمی به ابعاد تقریبی $۲۰cm \times ۲۰cm$ اختیار کنید و آن را مچاله کنید. پیش‌بینی کنید با قرار دادن پوش‌برگ مچاله شده روی سطح آب، چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید.

پوش‌برگ دیگری با همان ابعاد اختیار کنید و به جای مچاله کردن، آن را چندین‌بار (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 مشاهدهٔ (آزمایش) خود را در گروهتان به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

پوش‌برگ آلومینیمی

پوش‌برگ آلومینیمی مچاله شده

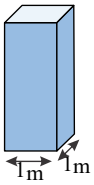
۱۵ شکل روبه‌رو یک کیسهٔ پلاستیکی حاوی محلولی را نشان می‌دهد که در حال تزریق به یک بیمار است. سوزن سرنگی را به قسمت خالی از مایع بالای این کیسه وارد می‌کنند طوری که فشار هوا در این بخش از کیسه همواره با فشار هوای بیرون برابر بماند. اگر فشار پیمانه‌ای در سیاهرگ ۱۳۳۰ پاسکال باشد، ارتفاع کمینهٔ h چقدر باشد تا محلول در سیاهرگ نفوذ کند؟ چگالی محلول را $۱۰۴۵\frac{kg}{m^۳}$ بگیرید.



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

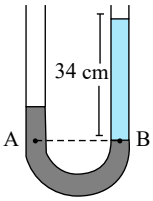
$$۱bar = ۱/۰۰۰ \times ۱۰^۵ N/m^۲ = ۱/۰۰۰ \times ۱۰^۵ Pa$$

یک ستون به سطح مقطع $۱m^۲$ در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جوّ زمین ادامه می‌یابد (شکل بالا). اگرفشار هوا را در سطح دریا $۱bar$ 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؟

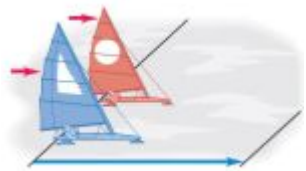


۱۷ در یک لولهٔ U شکل، مقداری جیوه قرار دارد. در شاخهٔ سمت راست لوله آن‌قدر آب می‌ریزیم تا ارتفاع آب به $۳۴cm$ برسد (شکل روبه‌رو). اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه چند سانتی‌متر است؟

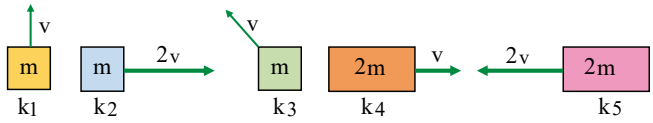
(مقیاس‌ها در این شکل واقعی نیست.)



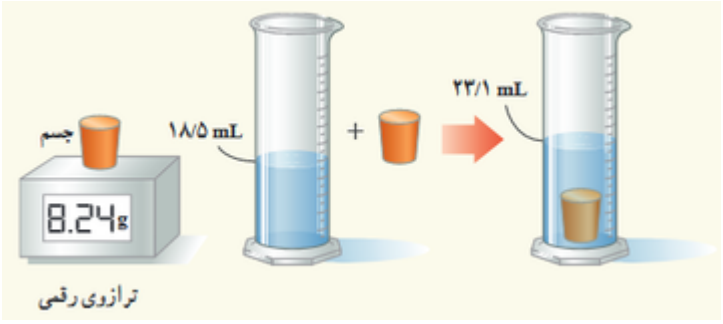
۱۸ دو قایق بادبانی مخصوص حرکت روی سطوح یخ‌زده، دارای جرم‌های m و $۲m$، روی دریاچهٔ افقی و بدون اصطکاکی قرار دارند و نیروی ثابت و یکسان $\vec{F}$ با وزیدن باد به هر دو وارد می‌شود (شکل روبه‌رو). هردو قایق از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند و از خط پایان به فاصلهٔ d می‌گذرند. انرژی جنبشی و تندی قایق‌ها را 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 به‌ترتیب از کم‌ترین تا بیش‌ترین بنویسید.



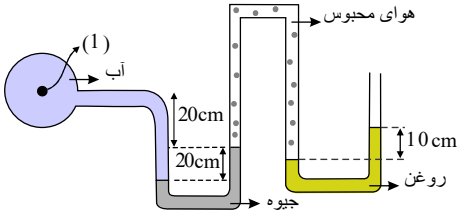
۲۰ برای تعیین چگالی یک جسم جامد، ابتدا جرم و حجم آن را مطابق شکل زیر پیدا کرده‌ایم. باتوجه به داده‌های روی شکل، چگالی جسم را برحسب $\frac{g}{L}$ و $\frac{g}{cm^۳}$ حساب کنید.



۲۱ گالیله در برخی از کارهایش از ضربان نبض خود به‌عنوان زمان‌سنج استفاده کرد. شما نیز چند پدیدهٔ تکرارشونده در طبیعت را نام ببرید که می‌توانند به‌عنوان ابزار اندازه‌گیری زمان به‌کار روند.

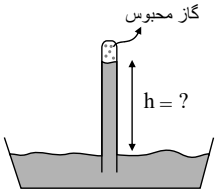
۲۲ از سقف دو بادکنک آویزان کرده‌ایم، فاصلهٔ این دو بادکنک نسبتاً کم است. اگر در ناحیه‌ی بین بادکنک‌ها فوت کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟

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



$(P_{\circ} \simeq ۱۰^{۵} Pa\ ,\ \rho_{\text{روغن}} = ۸۰۰ \frac{kg}{m^{۳}}\ ,\ \rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}}\ ,\ \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^{۳}}\ ,\ g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^{۲}})$

۲۴ در شکل زیر فشار گازی که در لوله محبوس شده است برابر با $۲۰ cmHg$ است. ارتفاع ستون جیوه را محاسبه کنید.

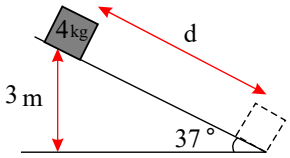


$(P_{\circ} = ۷۶ cmHg\ ,\ \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^{۳}}\ ,\ g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^{۲}})$

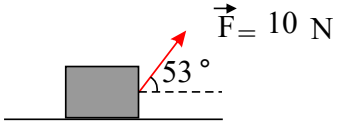
۲۵ مساحت روزنهٔ خروج بخار آب روی درب زودپزی $۴٫۰۰ mm^{۲}$ است. جرم وزنه‌ای که باید روی آن گذاشت چقدر باشد تا فشار داخل آن در $۲atm$ نگه داشته شود؟ فشار بیرون دیگ زودپز را $۱atm$ بگیرید. $(۱atm \simeq ۱۰^{۵} Pa\ ,\ g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^{۲}})$

۲۶ اگر به‌طور اتفاقی یک بشکه $۱۴۷L$ نفت در دریا بیافتد، شعاع لکه‌ی نفتی به‌وجود آمده روی دریا چقدر می‌شود؟ (ضخامت لکه‌ی نفتی را $۴۰\mu m$ در نظر بگیرید و $\pi \simeq ۳$)

۲۷ درشکل مقابل جسمی از بالای یک سطح شیب‌دار رها می‌کنیم تاپایین بیاید اگر نیروی اصطکاک برابربا $۴N$ نیوتون باشد تندی جسم وقتی به انتهای سطح شیب‌دار می‌رسد تقریباً چقدراست؟ $\left(g = ۱۰ \frac{m}{s^{۲}}\right)$



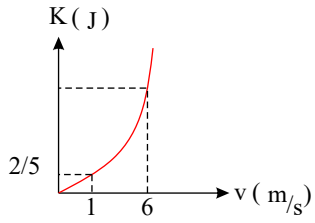
۲۸ مطابق شکل نیروی F جسمی را $۱۵m$ در امتداد سطح جابه‌جا می‌کند. کار نیروی F در این جابه‌جایی چقدر است؟$(\cos ۵۳^{\circ} = ۰٫۶)$



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

الف)جرم جسم چقدراست؟

ب)هنگامی که تندی جسم $۶m/s$ می‌شود انرژی جنبشی آن چند ژول است؟

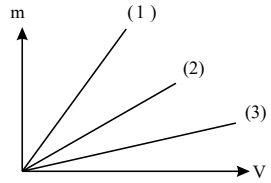


۳۰ یک ماشین کوچک به جرم $۱۲۰۰kg$ و یک کامیون کوچک به جرم $۳۶۰۰kg$ در نظر بگیرید. کامیون با تندی مجاز $۳۵m/s$ حرکت می‌کند. راننده ماشین طوری حرکت می‌کند که انرژی جنبشی ماشین با کامیون برابر شود. تندی ماشین چقدر است؟

۳۱ انرژی جنبشی دونده‌ای نصف انرژی جنبشی پسربچه‌ای است که جرمش نصف جرم دونده است. دونده تندی‌اش را به اندازهٔ $۱٫۰ m/s$ 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؟



۳۳ جدول زیر را کامل کنید.

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

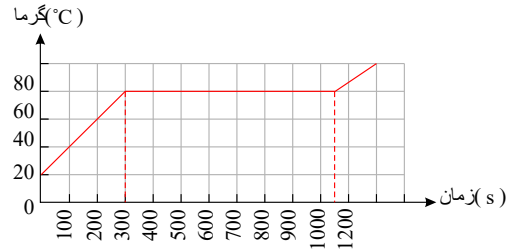
۳۴ سرعت یک چیتا حدود $۱۰۸\frac{km}{h}$ است. سرعت این موجود برحسب $\frac{m}{s}$ چقدر است؟

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

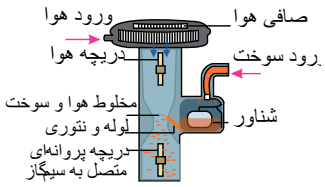
۳۶ اگر به جسم جامدی که ابعاد آن به اندازهٔ کافی کوچک است با توان ثابتی گرما بدهیم نمودار دما – زمان آن به‌صورت کیفی مانند شکل روبه‌رو می‌شود. این نمودار در اینجا برای جسم جامدی به جرم $۵۰٫۰g$ رسم شده که توسط یک گرمکُنِ با توان ثابت $۱۰٫۰W$ گرم شده است.

الف) چقدر طول می‌کشد تا این جامد به نقطهٔ ذوب خود برسد؟

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

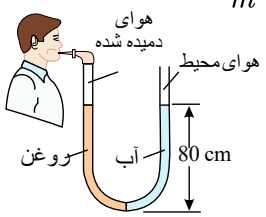


۳۷ شکل روبه‌رو کاربراتور یک موتور بنزینی قدیمی را نشان می‌دهد. حجم هوایی که وارد کاربراتور می‌شود توسط دریچهٔ پروانه‌ای که به سیم گاز خودرو وصل شده، قابل تنظیم است. با توجه به کاربرد اصل برنولی در ساختمان یک کاربراتور، توضیح دهید چرا با فشردن بیشتر پدال گاز، دور موتور خودرو افزایش می‌یابد و خودرو سریع‌تر حرکت کند.



۳۸ لولهٔ U شکلی را در نظر بگیرید که محتوی حجم مساوی از آب و روغن است (شکل روبه‌رو). با توجه به اطلاعات روی شکل، فشار پیمانه‌ای هوای درون ریهٔ شخصی که از شاخهٔ سمت چپ لوله درون آن دمیده، چقدر است؟ چگالی روغن را $۸۰۵kg/m^۳$ و چگالی آب را $۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ بگیرید.

$(g = ۱۰N/kg)$



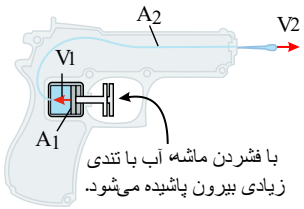
۳۹ توضیح دهید چرا:

الف) پدیدهٔ پخش در گازها، سریع‌تر از مایع‌ها انجام می‌شود. در توضیح خود به چند مثال نیز اشاره کنید.

ب) یک بادکنک پر از باد، حتی اگر دهانهٔ آن نیز کاملاً بسته شده باشد، باز هم رفته‌رفته کم باد می‌شود.

۴۰ شکل روبه‌رو یک تفنگ آب‌پاش را نشان می‌دهد که با فشردن ماشهٔ آن، آب با تندی زیادی بیرون می‌آید.

اگر $A_1 = ۱٫۰cm^۲$, $A_۲ = ۱٫۰mm^۲$ و $v_۱ = ۰٫۱۵cm/s$ باشد تندی خروج آب را به‌دست 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.

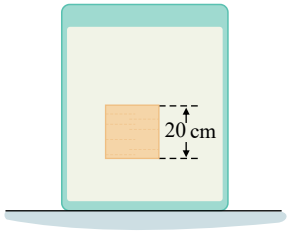
۲ – شکل (ب) ظرفی محتوی آب را نشان می‌دهد که روی یک ترازوی عقربه‌ای قرار دارد. شخصی انگشت خود را وارد آب می‌کند. توضیح دهید عقربهٔ ترازو چه تغییری می‌کند.

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 هلیم (که چگالی آن کمتر از چگالی هواست) پر شده است نمی‌تواند به‌طور نامحدود به بالا رفتن ادامه دهد.

۴۲ جسمی مکعبی به طول ضلع $۲۰cm$ دورن شاره‌ای غوطه‌ور و در حال تعادل است (شکل روبه‌رو). فشار در بالا و زیر جسم به‌ترتیب برابر ۱۰۵ و ۱۰۶٫۸ کیلو پاسکال است.

چگالی شاره چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ (راهنمایی: از رابطهٔ ۳ – ۲ استفاده کنید.)



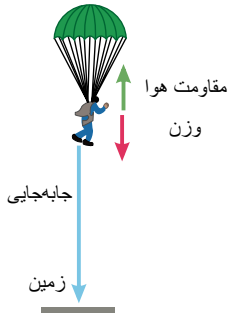
۴۳ اختلاف بین فشار هوای بالا و پایین برج آزادی، با ارتفاع ۴۵ متر، چقدر است؟ چگالی هوا را تقریباً $۱٫۰kg/m^۳$ بگیرید.

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 این‌که 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) باتوجه به نتیجه قسمت الف، درک خود از هشدار معروف «لامپ اضافی خاموش!» را بیان کنید.

۴۵ چتربازی به جرم کل $۷۵٫۰kg$، از بالونی که در ارتفاع $۸۰۰m$ از سطح زمین است، با تندی $۱٫۲۰\frac{m}{s}$ به بیرون بالون می‌پرد. اگر او با تندی $۴٫۸۰\frac{m}{s}$ به زمین برسد، کار نیروی مقاومت هوا روی چترباز را در طول مسیر سقوط محاسبه کنید. شتاب گرانش زمین را $۹٫۸۰\frac{m}{s^۲}$ بگیرید.



۴۶ درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی $۱۲۴\frac{J}{^\circ C}$، $۰٫۵kg$ آب با دمای $۵^\circ C$ وجود دارد و مجموعه آب و گرماسنج در تعادل گرمایی است. اگر مقدار $۲۰۰g$ یخ با دمای $-۱۰^\circ C$ به این مجموعه اضافه کنیم، چقدر از یخ باقی می‌ماند؟

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

۴۷ در گروهی از جانوران خون‌گرم 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 $۵۰kg$ به اندازه‌ی $۱^\circ C$ کاهش یابد؟ گرمای نهان تبخیر آب در دمای بدن $(۳۷^\circ C)$ برابر $۲٫۴۲ \times ۱۰^۶\frac{J}{kg}$ و گرمای ویژهٔ بدن در حدود $۳۴۸۰\frac{J}{kg.K}$ است.

ب) حجم آبی که شخص باید برای جبران آب تبخیرشده بنوشد، چقدر است؟ $(\rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳}, \rho_{جیوه} = ۱۳٫۶\frac{g}{cm^۳})$

۴۸ گرمکُنی در هر ثانیه $۲۰۰J$ گرما می‌دهد. الف) چقدر طول می‌کشد تا این گرمکُن $۰٫۱$ کیلوگرم آب $۱۰۰^\circ C$ را به بخار آب $۱۰۰^\circ C$ تبدیل کند؟

ب) این گرمکُن در همین مدت، چه مقدار یخ $۰^\circ C$ را می‌تواند به آب $۰^\circ C$ تبدیل کند؟

$(L_V = ۲۲۵۶\frac{kJ}{kg}\ ,\ L_F = ۳۳۳٫۷\frac{kJ}{kg})$

۴۹ چگالی آمونیاک در دمای $۱۵^\circ C$ برابر با $۰٫۷۳\frac{kg}{m^۳}$ است. چگالی آمونیاک در دمای $۴۵^\circ C$ چقدر است؟ $(\beta_{آمونیاک} = ۲۴٫۵ \times ۱۰^{-۳}\frac{۱}{K})$

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 رابطهٔ $\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta T)$ نیز به دست آورد.

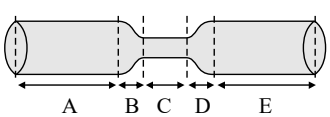
۵۱ دماپا یا ترموستات چگونه کار می‌کند؟

۵۲ یک مجسمهٔ برنجی به طول $۵۰cm$ در اختیار داریم اگر دمای این مجسمه را $۵۰^\circ C$ افزایش دهیم، طول آن چقدر افزایش پیدا می‌کند؟

$(\alpha_{برنج} = ۱۹ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K})$

۵۳ رابطهٔ میان دما در مقیاس سلسیوس و کلوین را بنویسید و در مورد حد بالا و حد پائین دما در مقیاس کلوین 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 و B ،C ،D ،E) نشان داده شده است.

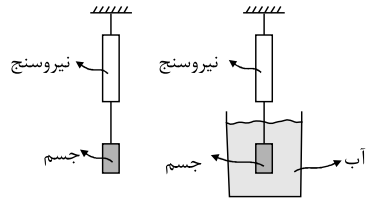


الف) در کدام قسمت‌های لوله، تندی آب، در حال افزایش، در حال کاهش، یا ثابت است؟

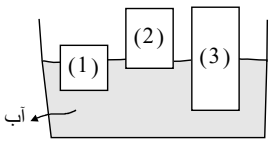
ب) تندی آب را در قسمت‌های A، C و E لوله با یکدیگر مقایسه کنید.

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.

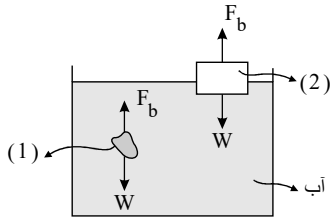
۵۶ جسمی به یک نیروسنج متصل است و نیروسنج عدد $۲۰۰N$ را نشان می‌دهد.اگر این جسم را مطابق شکل درون ظرف آبی فرو کنیم نیروسنج عدد $۱۸۰N$ را نشان خواهد داد. الف) اندازهٔ نیروی شناوری چقدر است؟ ب) حجم آب جابه‌جا شده چقدر است؟ $(\rho_{آب} = ۱\frac{g}{cm^۳}\ ,\ g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲})$ (قسمت (ب) فراتر از سطح کتاب و پاسخ به آن اختیاری است.)



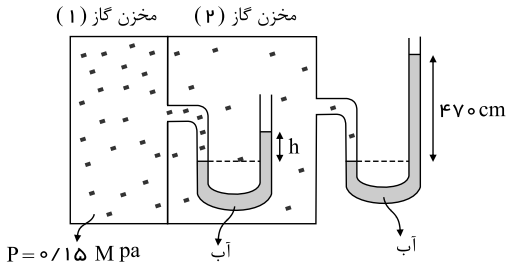
۵۷ مطابق شکل سه جسم (۱) و (۲) و (۳) درون ظرف آب شناورند. چگالی این سه جسم را با هم مقایسه کنید.



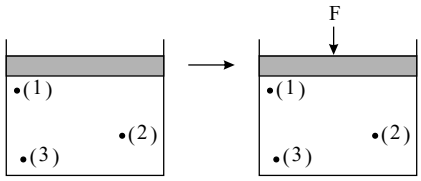
۵۸ باتوجه به شکل وضعیت اجسام چیست؟ (بگوئید غوطه‌ورند یا شناور)



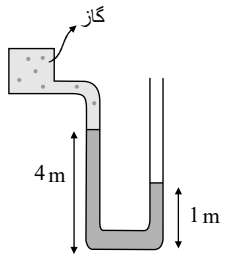
۵۹ در شکل روبرو h چند سانتی‌متر است؟
$(\rho_{آب} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}\ ,\ P_{\circ} \simeq ۱۰^۵Pa\ ,\ g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲})$



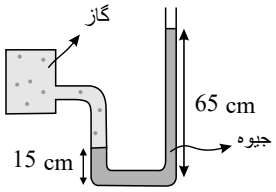
۶۰ باتوجه به شکل اگر پیستون که بر روی مایع قرار دارد، با نیروی F به طرف پایین رانده شود، تغییرات فشار در نقاط (۱) و (۲) و (۳) به چه صورت است؟ (شاره مایع تراکم‌ناپذیر و اصطکاک پیستون با جداره ناچیز است)



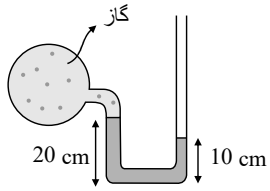
۶۱ باتوجه به شکل زیر فشار مخزن را محاسبه کنید. فشار پیمانه‌ای مخزن چقدر است؟ آیا این عدد منطقی است؟
$(\rho_{مایع} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}\ ,\ g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲}\ ,\ P_{\circ} \simeq ۱۰^۵Pa)$



۶۲ در شکل زیر فشار مخزن چقدر است؟ (برحسب پاسکال)
$(P_{\circ} = ۱۰^۵Pa\ ,\ g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲}\ ,\ \rho_{جیوه} = ۱۳/۶\frac{g}{cm^۳})$

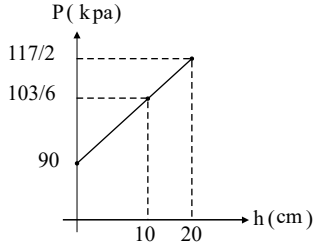


۶۳ فشار مطلق و پیمانه‌ای گاز را به‌دست بیاورید. (برحسب سانتی‌متر جیوه و مایع درون لوله جیوه است)
$(P_{\circ} = ۷۶cmHg\ ,\ g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲}\ ,\ \rho_{جیوه} = ۱۳/۶\frac{g}{cm^۳})$



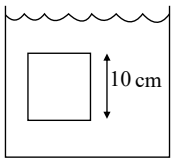
۶۴ درون ظرفی را تا ارتفاع مشخصی جیوه ریخته‌ایم. اگر فشار وارد بر کف ظرف برابر با $۱۳۶kPa$ باشد و فشار هوا برابر $۱atm$ باشد، ارتفاع جیوه درون ظرف چقدر است؟ $(\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳}\ ,\ g \simeq ۱۰\frac{N}{kg})$

۶۵ نمودار تغییرات فشار برحسب ارتفاع مایعی به‌صورت زیر است. چگالی مایع را به‌دست بیاورید. فشار هوا چقدر است؟ $(g \simeq ۱۰\frac{N}{kg})$

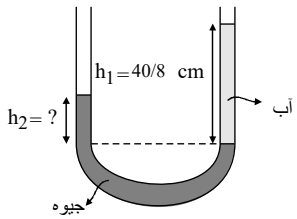


۶۶ در آزمایش توریچلی اگر لوله را کج کنیم به گونه‌ای که طول لولهٔ بیرون از تشت جیوه ثابت بماند، آیا ارتفاع ستون جیوه تغییر می‌کند؟ اگر فکر می‌کنید که تغییر نمی‌کند دلایل کافی برای شرح این پدیده بیاورید. اگر فکر می‌کنید که تغییر می‌کند آیا این به معنی این است که فشار هوا تغییر کرده؟

۶۷ جسمی مکعبی مطابق شکل درون شاره‌ای غوطه‌ور است و در حال تعادل می‌باشد. فشار در بالای جسم برابر با $۱۰۶٫۵kPa$ و در زیر جسم برابر با $۱۰۷٫۵kPa$ است. چگالی شاره چند کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد؟ $(g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲})$



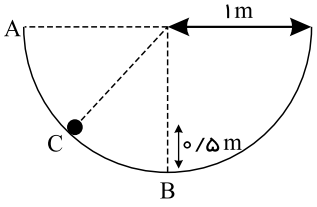
۶۸ در یک لولهٔ U شکل، مقداری جیوه قرار دارد. در شاخه‌ی سمت راست لوله آن قدر آب می‌ریزیم تا ارتفاع آن به $۴۰٫۸cm$ برسد. (مطابق شکل). اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخه چند سانتی‌متر است؟ $(\rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}\ ,\ \rho_{\text{جیوه}} = ۱۳٫۶\frac{g}{cm^۳})$



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

۷۰ اگر به اندازهٔ 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 $۲۰۰g$ را درون سطح نیم کره‌ای مطابق شکل رها می‌کنیم. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB برابر با $-۰٫۴J$ باشد مطلوب است ($g \simeq ۱۰m/s^۲\ \ \pi \simeq ۳$)



الف) در صورتی که کار نیروی اصطکاک در مسیر AC معادل $-۰٫۲J$ باشد، تندی جسم در نقطه C چقدر است؟

ب)تندی جسم در نقطهٔ B چقدراست؟

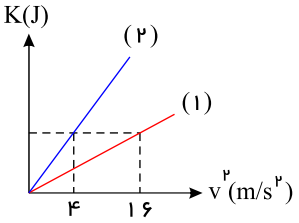
۷۲ اتومبیلی با تندی v حرکت می‌کند اگر راننده، تندی اتومبیل را دو برابر کند:

الف)انرژی جنبشی چند برابر حالت اول شده است؟

ب)چقدر انرژی جنبشی افزایش یافته است؟

۷۳ تندی جسم شمارهٔ یک سه برابر تندی جسم شمارهٔ دو است. اگر جرم جسم شمارهٔ یک $\frac{۱}{۳}$ جرم جسم شمارهٔ دو باشد، نسبت انرژی جنبشی جسم شمارهٔ ۱ به ۲ را به دست آورید.

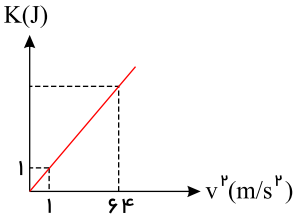
۷۴ نمودار تغییرات انرژی جنبشی برحسب مربع تندی برای دو جسم ۱ و ۲ مطابق شکل است.



الف)جرم کدام جسم بیشتر است؟

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

۷۵ نمودار تغییرات انرژی جنبشی برحسب مربع تندی مطابق شکل است.



الف)جرم جسم چقدراست؟

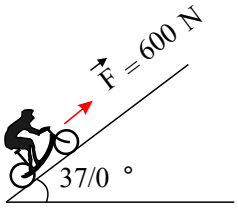
ب)وقتی که تندی برابر $8m/s$ می‌شود انرژی جنبشی آن چندژول است؟

۷۶ چند مگا ژول باید موتور یک اتومبیل به جرم ۱ تن انرژی تولید کند تا تندی 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 می‌کنیم و روی کوچک‌ترین سطح خود قرار می‌دهیم. کار نیروی دست ما در این فرآیند چقدر است؟

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

۷۸ یک دوچرخه سوار از یک سربالایی با شیب ثابت بالا می‌رود. زاویه‌ای که این شیب با افق می‌سازد $37/0^\circ$ می‌باشد. اگر دوچرخه $13kg$ و دوچرخه سوار $47kg$ جرم داشته باشند و نیرویی که دوچرخه سوار وارد می‌کند برابر با $600N$ باشد برای جابه‌جایی $300m$ محاسبه کنید:

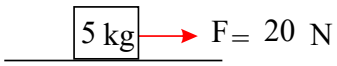


الف) چقدر دوچرخه سوار کار انجام می‌دهد؟ $\left(g = 10\frac{m}{s^2}, \cos 37^\circ = 0/8\right)$

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

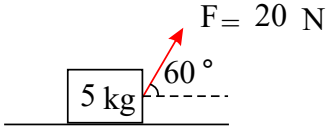
۷۹ ماشینی از حالت سکون به حرکت در می‌آید. وقتی که تندی آن از صفر تا v تغییر می‌کند کار کل روی ماشین W_{1t} و وقتی تندی آن از v به $2v$ می‌رسد کار روی آن W_{2t} می‌شود. نسبت $\frac{W_{2t}}{W_{1t}}$ چقدر است؟

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



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

ب) اگر این نیرو با زاویهٔ 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 می‌کنیم. اگر حجم این محلول از مجموع حجم‌های آب و الکل به دست آید، چگالی محلول آب و الکل را محاسبه کنید. $\left(\rho_{\text{آب}} = 1\frac{g}{cm^3}, \rho_{\text{الکل}} = 0/8\frac{g}{cm^3}\right)$

۸۲ کمیت‌های سرعت و فشار را می‌شناسید.

الف) کدامیک برداری و کدام‌یک نرده‌ای است؟

ب) جای خالی‌های زیر را با کمیت‌های سرعت و فشار و یکاهای آن‌ها پر کنید (به همراه یکای درست):

۱- نام کمیت: ..... ۲- نام کمیت: .....

..... ۲۵۰۰ به سمت شمال ۱۵

۸۳ چهاردانش آموز هر یک با کولیس طولی را اندازه می‌گیرند. نتیجه‌ی آزمایش آنها به صورت زیر است:

دانش آموز اول $۴۴٫۱۲mm$، دانش آموز دوم $۴۴٫۱۳mm$، دانش آموز سوم $۴۴٫۱۵mm$ و دانش آموز چهارم $۵۴٫۲۲mm$. 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 می‌شود نیروی عمودی وارده به جسم ته‌نشین، 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) می‌باشد.

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 اندازه‌ای بالا می‌آید 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 می‌ماند.

خ اگر چگالی ماده‌ای بیشتر از چگالی آب باشد نمی‌توان 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 می‌آید نیروی شناوری کمتر از نیروی وزن است.

ر نیروی شناوری باعث می‌شود نیروی عمودی وارده به جسم غوطه‌ور افزایش پیدا کند.

۸۵ در گروهی از جانوران خون‌گرم 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 $۵۰٫۰kg$ به اندازهٔ $۱٫۰۰^\circ C$ کاهش یابد؟ گرمای نهان تبخیر آب در دمای بدن $(۳۷^\circ C)$ برابر $۲٫۴۲ \times ۱۰^۶ J/kg$ و گرمای ویژهٔ بدن در حدود $۳۴۸۰J/kg \cdot K$ است. ب) حجم آبی که شخص باید برای جبران آب تبخیرشده 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 می‌رود؟ توضیح دهید.

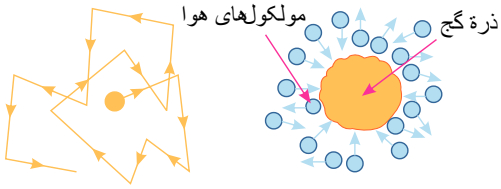
۸۷ دمای یک قطعه فلز $۰٫۶۰$ کیلوگرمی را توسط یک گرمکن ۵۰ واتی در مدت $۱۱۰s$ از $۱۸^\circ C$ به $۳۸^\circ C$ رسانده‌ایم. این آزمایش برای گرمای ویژهٔ فلز چه مقداری را به دست می‌دهد؟ حدس می‌زنید که این پاسخ از مقدار واقعی گرمای ویژهٔ فلز بیشتر باشد یا کمتر؟ توضیح دهید.

۸۸ یک ظرف آلومینیمی با حجم $۴۰۰cm^۳$ در دمای $۲۰٫۰^\circ C$ به‌طور کامل از گلیسیرین پر شده است. اگر دمای ظرف و گلیسیرین به $۳۰٫۰^\circ C$ برسد، چقدر گلیسیرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟

۸۹ تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر در کشورهای غرب ایران، پدیدهٔ خطرناک ریزگردها را به مناطق وسیعی از کشورمان گسترش داده است. چگالی ریزگردها در حالتی‌که ته‌نشین شده باشد تقریباً دو برابر چگالی آب است.

چرا بادهای نسبتاً ضعیف قادرند توده‌های بزرگی از ریزگردها را به حرکت درآورند درحالی‌که توفان‌های شدید دریایی تنها مقدار اندکی آب را به‌صورت قطره‌های ریز به طرف بالا می‌پاشند؟

۹۰ هنگام پاک کردن تختهٔ سیاه، ذرات گچ به‌طور نامنظم در هوای اطراف پراکنده شده و حرکت می‌کنند. این حرکت نامنظم ذرات گچ، مطابق شکل روبه‌رو مدل‌سازی شده است.



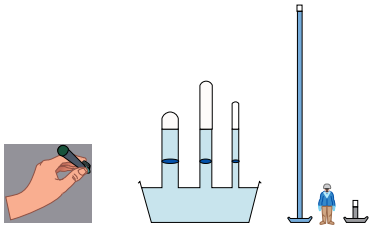
الف) چه عاملی باعث حرکت نامنظم ذره‌های گچ می‌شود؟

ب) مولکول‌های هوا بسیار کوچک‌تر و سبک‌تر از ذره‌های گچ هستند و توسط میکروسکوپ هم دیده نمی‌شوند. توضیح دهید چگونه این تجربهٔ ساده، شاهدی بر وجود مولکول‌های هواست.

۹۱ الف) توضیح دهید چرا توریچلّی 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 لوله‌های غیرمویین، اگر سطح مقطع و طول لوله‌ها متفاوت باشد، ارتفاع ستون جیوه تغییر نمی‌کند (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 ورقهٔ کاغذ پخش می‌شود. در بدنهٔ لاکی یا درپوش بالایی این نوع قلم‌های خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می‌کنند (شکل پ). دلیل این کار را توضیح دهید.

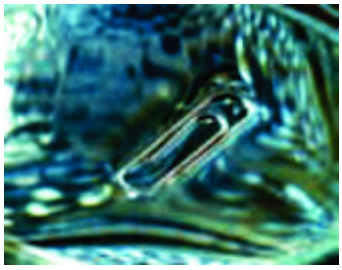

(پ) (ب) (الف)

۹۲ یک طرف یک تکه شیشهٔ کوچک (با ابعادی حدود $۱۰cm$ در $۱۰cm$) را کمی بالاتر از شعلهٔ یک شمع بگیرید تا سطح شیشه به‌طور کامل دوداندود شود. شیشه را از طرف تمیز آن روی سطح افقی قرار دهید و سپس روی سطح دوداندود شدهٔ آن چند قطره آب بریزید. آنچه را مشاهده می‌کنید در گروه خود به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

۹۳ الف) سعی کنید یک سوزن ته گرد یا گیرهٔ کاغذ را مطابق شکل روی سطح آب شناور کنید. برای این منظور می‌توانید 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 می‌شکند با نزدیک کردن قطعه‌های آن به هم نمی‌توان اجزای شیشه را دوباره به هم چسباند؛ ولی اگر قطعه‌های شیشه را آن‌قدر گرم کنیم که نرم شوند می‌توان آن‌ها را به هم چسباند. این پدیده‌ها را با توجه به کوتاه‌بُرد بودن نیروهای بین مولکولی توجیه کنید.

۹۵ یک سرنگ، مثلا ۱۰ سی سی، اختیار کنید. پیستون آن را بکشید تا هوا وارد سرنگ شود. انگشت خود را محکم روی دهانهٔ خروجی سرنگ قرار دهید و تا جایی که می‌توانید 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 نتیجه‌ای در مورد تراکم‌پذیری گازها و مایع‌ها می‌گیرید؟ توضیح دهید.

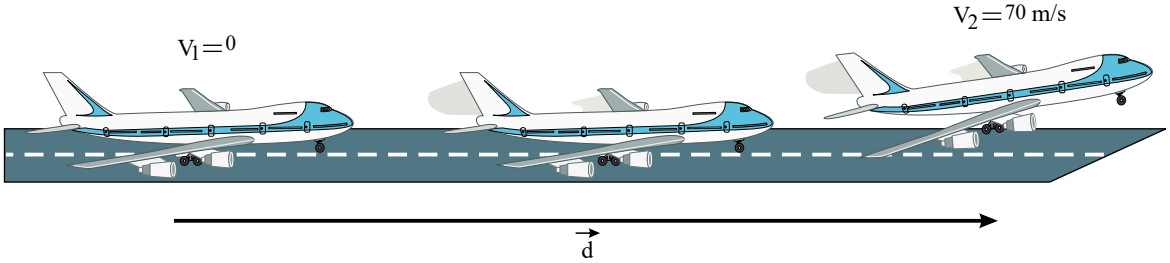
۹۶ شکل زیر هواپیمایی به جرم $۷٫۲ \times ۱۰^{۴} kg$ را نشان می‌دهد که از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از $۲۰۵۰m$ جابه‌جایی در امتداد باند هواپیما، به تندی برخاستن $v_۲ = ۷۰ \frac{m}{s}$ می‌رسد.

الف) کار کل نیروهای وارد بر هواپیما را در این جابه‌جایی حساب کنید.

یک دقیقه پس از برخاستن، هواپیما تا ارتفاع $۵۶۰m$ از سطح زمین اوج می‌گیرد و تندی ان به $۱۴۰ \frac{m}{s}$ می‌رسد. در این مدت،

ب) کار نیروی وزن چقدر است؟

پ) به‌جز 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؟ $\left(g = ۹٫۸۱ \frac{N}{kg}\right)$



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 تجربهٔ ساده ولی هیجان‌انگیز را در صورت امکان در کلاستان انجام دهید.)

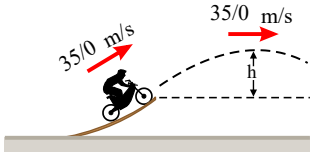
ب) اگر دانش‌آموز به جای رها کردن گلوله، آن را هُل دهد، هنگام برگشت آن، چه اتفاقی می‌افتد؟

۹۸ گلوله‌ای به جرم $۵۰g$ از دهانهٔ تفنگی با تندی $۱٫۵ \frac{km}{s}$ و ارتفاع $۱٫۶m$ از سطح زمین شلیک می‌شود. اگر گلوله با تندی $۰٫۴۵ \frac{km}{s}$ به زمین برخورد کند، $\left(g = ۹/۸ \frac{m}{s^۲}\right)$

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.

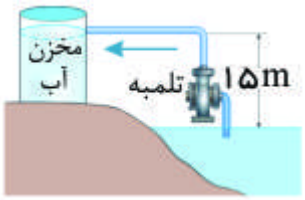
۹۹ موتورسواری از انتهای سکویی مطابق شکل روبه‌رو، پرشی را با تندی $۳۵٫۰ \frac{m}{s}$ انجام می‌دهد. اگر تندی موتورسوار در بالاترین نقطهٔ مسیرش به $۳۲٫۰ \frac{m}{s}$ برسد، ارتفاع h را پیدا کنید. اصطکاک و مقاومت هوا را در طول مسیر حرکت موتورسوار نادیده بگیرید.



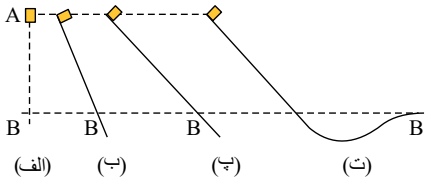
۱۰۰ اگر مطابق شکل روبه‌رو سطلی را در دست نگه دارید، آیا نیروی دست شما هنگامی‌که با تندی ثابت در مسیر افقی قدم می‌زنید روی سطل کاری انجام می‌دهد؟ اگر تندی حرکت شما در طول مسیر کم و زیاد شود چطور؟ پاسخ خود را در هر مورد توضیح دهید.

۱۰۱ آب ذخیره‌شده در پشت سد یک نیروگاه برق آبی، از مسیری مطابق شکل روی پره‌های توربینی 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 $۲۰۰MW$ برسد؟ جرم هر متر مکعب آب را $۱۰۰۰kg$ در نظر بگیرید.

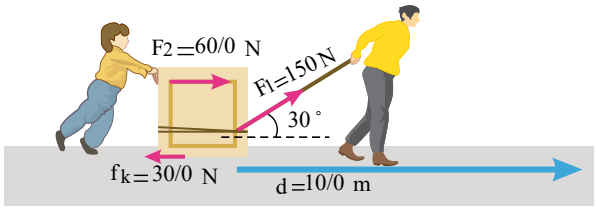
۱۰۲ تلمبه‌ای با توان ورودی $۱۵kW$ در هر ثانیه ۷۰ لیتر آب دریاچه‌ای به چگالی $۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$ را مطابق شکل روبه‌رو تا ارتفاع ۱۵ متری مخزنی می‌فرستد. بازده تلمبه چند درصد است؟



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 نقطهٔ B برای هر چهار وضعیت باهم مقایسه کنید.



۱۰۴ شکل زیر پدر و پسری را در حال جابه‌جا کردن یک جعبهٔ سنگین روی سطحی هموار نشان می‌دهد. نیروی $F_۱$ را پدر و نیروی $F_۲$ را پسر به جسم وارد می‌کنند و f_k نیز نیروی اصطکاک جنبشی است که با حرکت جسم مخالفت می‌کند و درخلاف جهت جابه‌جایی به جعبه وارد می‌شود. کار کل انجام شده روی جسم را محاسبه کنید.



۱۰۵ تندی شناورها در دریا برحسب یکایی به‌نام گره بیان می‌شود. هر گره برابر ۰٫۵۱۴۴ متر بر ثانیه است. تاریخچهٔ گره دریایی به حدود ۴۰۰ سال پیش باز می‌گردد، زمانی که ملوانان تندی متوسط کشتی خود را با استفاده از وسیله‌ای به‌نام 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 معیّن شمرده می‌شد و تندی متوسط کشتی را به‌دست می‌آوردند. پس از آن، ملوان‌ها از واژهٔ «گره» برای بیان تندی متوسط کشتی استفاده می‌کنند.

الف) اگر یک کشتی حمل کالا با تندی ۱۴ گره از بندر شهید رجایی به طرف جزیرهٔ لاوان حرکت کند، تندی آن را برحسب کیلومتر بر ساعت به‌دست 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 به‌دست 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 کرهٔ زمین است؟

۱۰۷ الف) هر میکروقرن، تقریباً چند دقیقه است؟

ب) یک میلیارد ثانیهٔ دیگر، تقریباً چند سال پیرتر می‌شوید؟ (هر سال را $۳٫۱۵ \times ۱۰^{۷} s$ فرض کنید.)

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

۱۰۹ فلز اُسمیم $(\rho = ۲۲٫۵ \times ۱۰^{۳} \frac{kg}{m^{۳}})$ یکی از چگال‌ترین مواد یافت شده روی زمین است. جرم قطعه‌ای از این ماده به حجم $۲۳٫۰ cm^{۳}$، چند کیلوگرم است؟

۱۱۰ همرفت واداشته چیست؟ با مثال توضیح دهید.

۱۱۱ در یک ظرف عایق، ۱۰ گرم بخار آب $۱۰۰^{\circ}C$، ۶۰ گرم آب $۱۰^{\circ}C$ و $۲۰۰ g$ یخ $-۱۴^{\circ}C$ وجود دارد. دمای تعادل و ترکیب نهایی در این ظرف را بیابید.

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

۱۱۲ برای ذوب کردن یک کیلوگرم یخ صفر درجهٔ سانتی‌گراد، حداقل چند گرم بخار آب $۱۰۰^{\circ}C$ لازم است؟

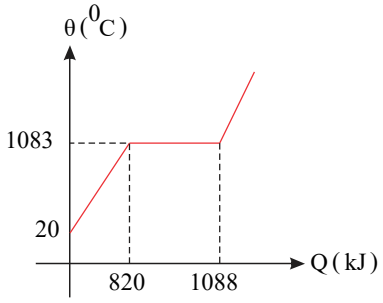
$$(L_F = ۳۳۳٫۷ \frac{kJ}{kg} \, , \, L_V = ۲۲۵۶ \frac{kJ}{kg} \, , \, c_{\text{آب}} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg.^{\circ}C})$$

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 $-۳۰^{\circ}C$ درون یک گرماسنج به ظرفیت گرمایی ناچیز به همراه مقداری آب در دمای $۰^{\circ}C$ قرار دارد. بعد از برقراری تعادل در دمای $۰^{\circ}C$ مقدار $۱۵۰ g$ یخ به جرم اولیهٔ یخ اضافه می‌شود. جرم اولیهٔ یخ چقدر است؟

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

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



۱۱۶ چند کیلوژول گرما از $۰/۵kg$ آب $۴۰^\circ C$ بگیریم تا به یخ، دمای $-۲۰^\circ C$ تبدیل شود؟

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

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

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

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

۱۱۹ درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی $۳۸۰\frac{J}{K}$ مقداری آب $۲۵^\circ C$ قرار دارد و مجموعه در حال تعادل است. اگر درون ظرف مقدار آب به دمای $۵۰^\circ C$ بریزیم، نهایتاً $۱/۱kg$ آب با دمای تعادل $۳۷/۶^\circ C$ خواهیم داشت. مقدار اولیه و مقدار ثانویهٔ آب را محاسبه کنید.

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

۱۲۰ درون گرماسنجی به ظرفیت گرمایی $۲۰۰\frac{J}{k}$ که در دمای $۲۰^\circ C$ در حال تعادل است، چقدر آب $۵۰^\circ C$ بریزیم تا دمای مجموعه $۴۵/۲^\circ C$ شود؟ $(c_{آب} = ۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})$

۱۲۱ برای پیدا کردن گرمای ویژهٔ یک آلیاژ، $۲۵۰g$ از آن را به دمای $۱۴۰^\circ C$ می‌رسانیم و درون گرماسنجی که با $۰/۵kg$ آب $۲۵^\circ C$ در تعادل است، می‌اندازیم. اگر دمای تعادل $۳۰^\circ C$ بشود گرمای ویژه و ظرفیت گرمایی آلیاژ را به دست بیاورید.

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

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.

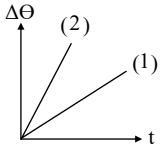
۱۲۳ $۰/۲۵$ کیلوگرم نقره را با یک کیلوگرم آلومینیم آلیاژ می‌کنیم. گرمای ویژه آلیاژ چقدر است؟

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

۱۲۴ یک گلولهٔ سربی به جرم $۲۵g$ که با سرعت $۶۰۰\frac{m}{s}$ حرکت می‌کند به یک کرهٔ 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.

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

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 ویژهٔ کدام فلز بزرگ‌تر است. (جرم اجسام (۱) و (۲) با هم برابر است)

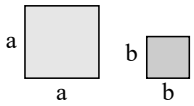


۱۲۶ برای گرم کردن $۲۰۰g$ آب جهت تهیهٔ چای از یک گرمکن الکتریکی غوطه‌ور در آب استفاده می‌کنیم. روی برچسب این گرمکن $۲۰۰W$ نوشته شده است. با نادیده گرفتن اتلاف گرما، زمان لازم برای رساندن دمای آب از $۳۰/۰^\circ C$ به $۱۰۰^\circ C$ را محاسبه کنید. $(c_{آب} = ۴۲۰۰ \frac{J}{kg \cdot ^\circ C})$

۱۲۷ چرا در سیستم خنک‌کنندهٔ اتومبیل از آب استفاده می‌شود؟

۱۲۸ می‌خواهیم یک محور فولادی به قطر $۱۰/۰۲cm$ را درون روزنهٔ یک چرخ‌دنده از جنس آلومینیم به قطر $۱۰cm$ جا بزنیم. محور و چرخ‌دنده را چند درجه گرم کنیم تا بتوانیم محور را درون روزنهٔ چرخ‌دنده جا بزنیم؟ $(\alpha_{فولاد} = ۱۲ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{K} \ , \ \alpha_{آلومینیم} = ۲۳ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{K})$

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 به‌صورت $\alpha_a = ۲\alpha_b$ 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 به ضلع b است؟

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

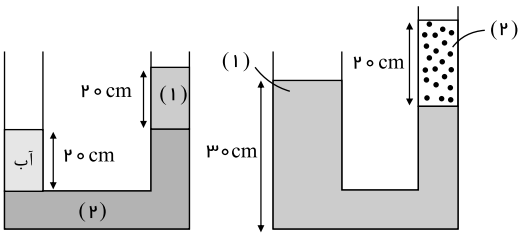
ب) اگر نوارها را گرم کنیم به کدام سمت خم می‌شوند؟

۱۳۱ در پمپ بنزینی مخزن اصلی بنزین در زیر زمین و در دمای $۱۵^\circ C$ قرار دارد. اگر شخصی در یک روز گرم تابستانی با دمای $۴۰^\circ C$ مخزن $۵۰Lit$ 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؟ $(\beta_{بنزین} = ۱/۰۰ \times ۰^{-۳} \frac{۱}{K})$

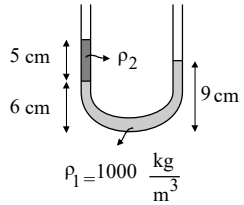
۱۳۲ طول یک میلهٔ آلومینیم در دمای اتاق $۵۸cm$ است. طول یک میلهٔ سربی را در همان دما چقدر اختیار کنیم تا در هر دمای دیگری (کمتر از دمای ذوب آنها) اختلاف طول دو میله همواره ثابت باشد؟ $(\alpha_{سرب} = ۲۹ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{K} \ , \ \alpha_{AL} = ۲۳ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{K})$

۱۳۳ برج میلاد یک سازهٔ بتنی با طول حدود ۴۰۰ متر را در نظر بگیرید. اگر در این برج از نوع خاصی از بتن با ضریب انبساط طول $\alpha = ۱۱ \times ۱۰^{-۶} \frac{۱}{K}$ استفاده شده باشد، این برج در روزهای گرم تابستان با دمای حدود $۴۰^\circ C$ چه افزایش طول نسبت به روزهای سرد زمستان با دمای $-۵^\circ C$ دارد؟

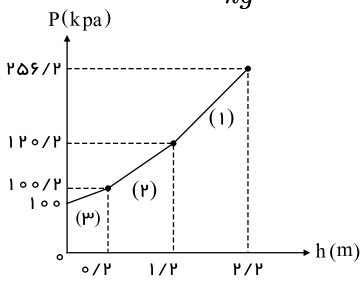
۱۳۴ باتوجه به شکل چگالی مایعات (۱) و (۲) را محاسبه کنید. $(\rho_{آب} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳})$



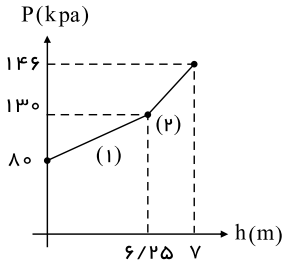
۱۳۵ درون لولهٔ U شکلی دو مایع به چگالی $\rho_۱$ و $\rho_۲$ ریخته‌ایم. اگر مایعات درون لوله مطابق شکل باشد و $\rho_۱ = ۱ \frac{g}{cm^۳}$ باشد، چگالی مایع دوم چقدر است؟



۱۳۶ شکل روبرو نشان‌دهنده‌ی فشار برحسب عمق در داخل ظرفی را نشان می‌دهد. چگالی مایعات را به‌دست بیاورید. $(g \simeq ۱۰ \frac{N}{kg})$



۱۳۷ شکل روبرو نمودار فشار برحسب عمق در داخل ظرفی شامل آب و روغن را نشان می‌دهد. چگالی مایعات را به‌دست بیاورید. این مایعات چه هستند؟ $(g \simeq ۱۰ \frac{N}{kg})$



۱۳۸ اختلاف فشار بین بالا و پائین برج ایفل چقدر است؟ $(\rho_{هوا} = ۱/۰ \frac{kg}{m^۳}\ ,\ g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲})$ و ارتفاع برج ایفل برابر $۳۲۴m$ 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 $(۱cm^۲)$ فرض کنیم، بزرگی نیروئی که به گوش این شناگر وارد می‌شود چند نیوتون است؟ (فشار هوای محیط را تقریباً $۱۰^۵ Pa$ بگیرید $g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲}$, $\rho_{آب} = ۱/۰ \frac{g}{cm^۳}$)

۱۴۰ اختلاف بین فشار هوای بالا و پائین برج میلاد، با ارتفاع $۴۳۵m$ چقدر است؟ چگالی هوا را تقریباً $۱/۰ \frac{kg}{m^۳}$ بگیرید. $(g \simeq ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱۴۱ پنجرهٔ کلاستان را در نظر بگیرید، در هر طرف شیشه این پنجره، هوا وجود دارد و می‌دانیم که فشار هوا تقریباً برابر با $۱۰^۵ Pa$ است. توجیه کنید که چرا شیشه این پنجره را نمی‌شکند.

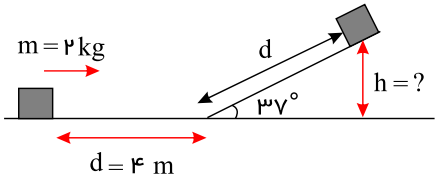
۱۴۲ اگر دو ورقه فلزی (کاملاً صیقلی) را روی یکدیگر بگذاریم این دو ورقه به یکدیگر می‌چسبند به‌طوری‌که جدا کردن آن کاری سخت است. این پدیده را توجیه کنید.

۱۴۳ جامدها تراکم‌پذیر هستند یا نیستند؟

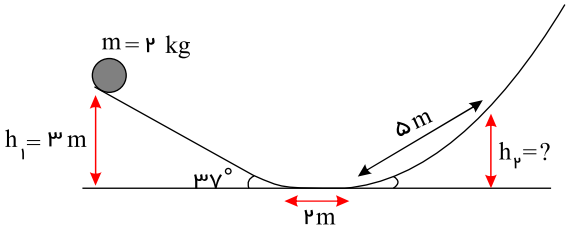
۱۴۴ جدول زیر را کامل کنید.

شماره	توصیف	حالت ماده
۱	فاصله‌ی بین مولکولی در حدود $۱\mathring{A}$ 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 اولیهٔ $۸m/s$ شروع به حرکت می‌کند بعد از پیمودن چهارمتر به یک سطح شیب‌دار می‌رسد و از آن شروع به بالارفتن می‌کند. اگر نیروی اصطکاک که روی سطح شیب‌دار برابر با $۴N$ وروی سطح صاف برابر با $۵N$ باشد، این جسم حداکثر تا چه ارتفاعی ازسطح شیب‌دار بالا می‌رود؟ $(\sin ۳۷ = \frac{۶}{۱۰})$



۱۴۶ درشکل مقابل توپی شروع حرکت می‌کند از سراشیبی پایین آمده و از سربالایی بالا می‌رود. اگر نیروی اصطکاک موجود در سطوح شیب‌دار برابر $۴N$ باشد، این جسم تا چه ارتفاعی از سربالایی بالا می‌رود؟ نیروی اصطکاک درسطح صاف برابر با $۵N$ می‌باشد.



۱۴۷ جسمی به جرم $۵kg$ از بالای یک بلندی به ارتفاع $۴۰m$ نسبت به زمین سقوط می‌کند. انرژی تلف شده دراین سقوط توسط نیروی مقاومت هوا ۲۸ درصد انرژی اولیه است. تندی نهایی جسم را درهنگام برخورد با زمین بیابید. ($g \simeq ۱۰ m/s^۲$)

۱۴۸ جسمی به جرم $۵kg$ را از ارتفاع $۱۰m$ رها می‌کنیم تا به زمین برسد. از لحظهٔ رها شدن تا لحظه‌ای که کار نیروی وزن برابر با $+۷۵J$ می‌شود، ارتفاع جسم از سطح زمین چقدر است؟

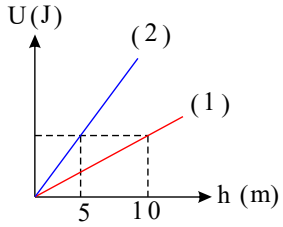
۱۴۹ شخصی درون آسانسوری قرار دارد و با سرعت ثابت $۵m/s$ به سمت بالا حرکت می‌کند. کار نیروی وزن را درمدت $۶s$ به دست آورید. تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی آن دراین حرکت چقدر است؟(جرم شخص $۷۰kg$ است)

۱۵۰ نمودار تغییرات انرژی پتانسیل برحسب ارتفاع بردو جسم (۱) و(۲) به صورت زیر داده شده است مطلوب است:

الف) جرم کدام جسم بیشتر است؟

ب) اگرجرم جسم (۱) برابر با $۵kg$ باشد جرم جسم (۲) چقدر است؟

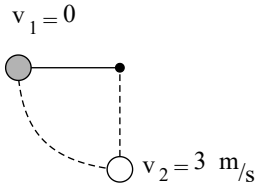
(سطح زمین مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی و شتاب گرانشی ثابت است.)



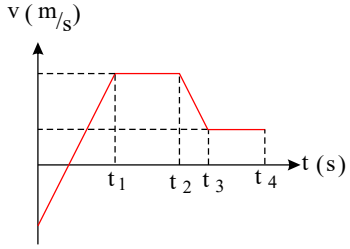
۱۵۱ مطابق شکل وزنه‌ای را به طنابی بسته ایم وآن را از ارتفاع خاصی رها می‌کنیم. اگر جرم وزنه برابر $۲۰kg$ باشد مطلوب است:

الف) کار کل انجام شده روی وزنه چقدراست؟

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



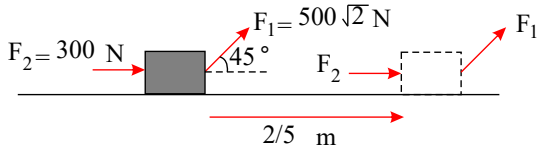
۱۵۲ با استفاده از نمودار سرعت - زمان زیر جدول را کامل کنید. در جاهای خالی جدول کافی است نوع حرکت (تندشونده، کندشونده و ثابت) را ذکر کرده و علامت کار کل را با $+/-$ یا صفر مشخص کنید.



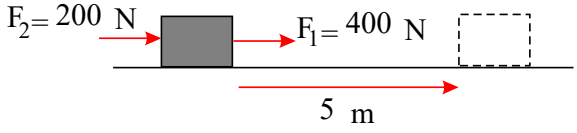
بازه‌ی زمانی	نوع حرکت	علامت کار کل
$t_۰ - t_۱$		
$t_۱ - t_۲$		
$t_۲ - t_۳$		
$t_۳ - t_۴$		

۱۵۳ ماشینی تندی خود را از $۳۶ \frac{km}{h}$ به $۷۲ \frac{km}{h}$ می‌رساند اگر جرم آن برابر با $۸۰۰kg$ باشد، کار کل انجام شده روی این ماشین چقدر است؟

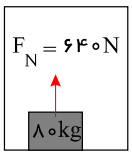
۱۵۴ دونفر جعبه‌ای را مطابق شکل هُل می‌دهند. اگر نیروی اصطکاک جنبشی برابر با $۶۰۰N$ باشد و جابجایی جعبه $۲/۵m$ باشد کار کل را حساب کنید.



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



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

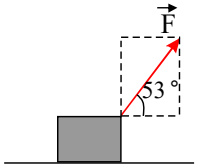


الف) کار نیروی وزن چقدر است؟

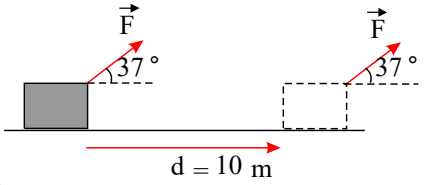
ب) کار نیروی عکس‌العمل سطح چقدر است؟

ج) کار کل انجام شده چقدر است؟

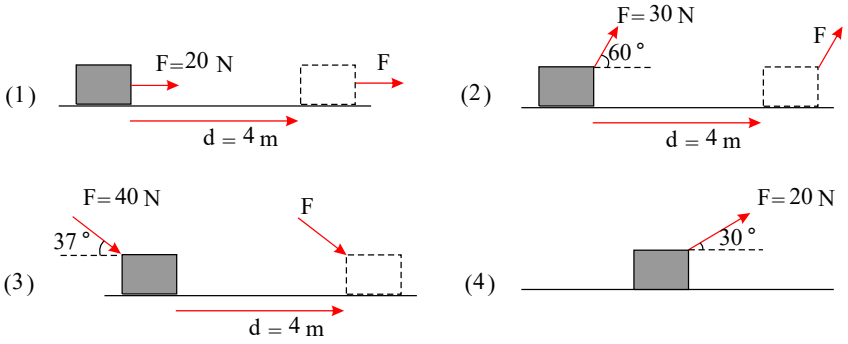
۱۵۷ مطابق شکل نیرویی به جسمی وارد می‌شود و آن را $15m$ جابجا می‌کند. اگر مؤلفهٔ نیرویی که کار انجام نمی‌دهد (کار آن در این جابه‌جایی صفر است) برابر با $80N$ باشد، کار نیروی F را محاسبه کنید. فرم برداری این نیرو و اندازهٔ آن را به دست بیاورید.



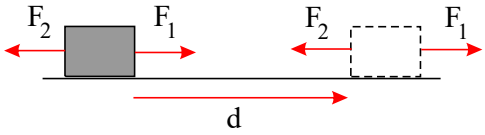
۱۵۸ روی سطحی بدون اصطکاک نیروی F به جسمی مطابق شکل وارد می‌شود. اگر درجابجایی $10m$ کاری به اندازهٔ $400J$ توسط نیروی F انجام شده باشد، شکل برداری و اندازهٔ نیروی F را بنویسید.



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



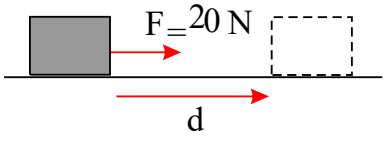
۱۶۰ جسمی تحت تاثیر نیروی F_1 ، F_2 و نیروی اصطکاک f_k می‌باشد. اگر جسم به اندازهٔ d متر جابجا شود مطلوب است محاسبه کار کل با دو روش زیر:



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 دراین جابجایی $700J$ کار توسط نیروی F انجام شده است.



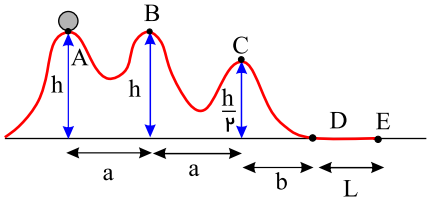
۱۶۲ ماشینی به جرم ۱ تن تندی خود را از $36\frac{km}{h}$ به $144\frac{km}{h}$ تغییر می دهد. مقدار افزایش انرژی جنبشی چقدر است؟

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

۱۶۴ انرژی جنبشی جسمی $۲۷J$ است. اگر تندی این جسم برابر با $۳m/s$ باشد، جرم آن چقدر است؟

۱۶۵ می خواهیم با استفاده از پمپ آبی با توان $۸۰۰W$ یک تانکر ۵۰۰ لیتری را که درارتفاع ۱۰ متری قراردارد پر کنیم. بازده پمپ ۲۰ درصد است. فرایند پر کردن چقدر طول می‌کشد؟ (چگالی آب $۱\frac{kg}{L}$ است)

۱۶۶ گلوله‌ای به جرم m روی سطح بدن بدون اصطکاکی از نقطهٔ A با سرعت $v_۰$ مطابق شکل عبور می‌کند. فرض کنید که این گلوله را می‌توان ذره‌ای در نظر گرفت که همیشه روی مسیر حرکت باقی می‌ماند.



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

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

۱۶۷ توپی به جرم M با سرعت v به توپ ساکنی به جرم m برخورد می‌کند. در اثر این برخورد یک چهارم انرژی جنبشی توپ را جرم M به هدر می‌رود و دو توپ به هم می‌چسبند و با سرعت v' حرکت می‌کنند. v' را بر حسب v, M, m پیدا کنید.

۱۶۸ یک موتور سوار به جرم $۱۳۰kg$ فاصلهٔ بین دو تپه را می‌پرد. اگر تپه‌ای که موتور سوار در ابتدا در آن قرار دارد $۵۰m$ بلندی داشته باشد و تپهٔ دوم $۲۰m$ ، انرژی پتانسیل گرانشی روی هر یک از تپه‌ها حساب کنید. قبل از پرش انرژی پتانسیل موتورسوار نسبت به تپهٔ دوم چقدر است؟ انرژی پتانسیل گرانشی موتور سوار نسبت به ارتفاع ۳۵ متری قبل و بعد از پرش چقدر است؟ کار نیروی وزن را در همهٔ حالات حساب کنید. $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱۶۹ یک دوچرخه سوار به جرم $۷۰kg$ از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و مدتی رکاب می‌زند. بعد از آن رکاب نمی‌زند و دوچرخه آرام آرام بعد از جابه‌جایی $۱۴۰m$ نسبت به نقطه شروع می‌ایستد. اگر نیروی رکاب زدن دوچرخه سوار $۵۰N$ باشد کار نیروی اصطکاک چقدر است؟

۱۷۰ بهداد سلیمی قهرمان وزنه‌برداری کشورمان وزنهٔ $۲۶۰/۰kg$ را تا ارتفاع $۲/۵m$ بالا می‌برد. کار نیروی وزن این وزنه را محاسبه کنید؟ آیا کاری که بهداد سلیمی انجام می‌دهد با این کار برابر است؟

۱۷۱ یک کره به جرم $۳۵kg$ به انتهای یک تکه طناب وصل شده است. متوجه شده‌ایم که با کشیدن این کره به فاصلهٔ $۱/۵m$ با تندی ثابت به سمت بالا $W = ۵۵۰J$ کار انجام داده‌ایم. کار نیروی کشش نخ را در این آزمایش محاسبه کنید. $(g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱۷۲ یک گلوله به جرم $۳۰۰g$ که با تندی $۵۰۰\frac{m}{s}$ حرکت می‌کند به یک تکه چوب ثابت برخورد کرده و $۱۲cm$ در آن فرو می‌رود و در نهایت متوقف می‌شود، با فرض ثابت بودن نیروی وارد بر گلوله در مسیر حرکت، اندازهٔ این نیرو را محاسبه کنید.

۱۷۳ یک توپ جنگی گلوله‌ای به جرم یک کیلوگرم را شلیک می‌کند. کار کل تغییرات انرژی جنبشی این گلوله وقتی که تندی آن از $۴\frac{m}{s}$ به $۸\frac{m}{s}$ تغییر می‌کند چقدر است؟

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

۱۷۵ یک اتومبیل از چه ارتفاعی سقوط کند تا انرژی جنبشی حاصل معادل حالتی باشد که اتومبیل با تندی $۱۰۸\frac{km}{h}$ حرکت می‌کند؟ (g را تقریباً ۱۰ بگیرید)

۱۷۶ شخصی با نیروی $۵۰N$ دیواری را هل می‌دهد. این شخص چقدر کار انجام داده است؟

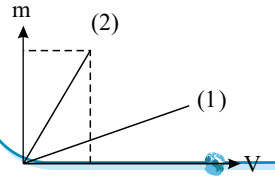
۱۷۷ ۹۰ گرم مس را با چند گرم روی مخلوط کنیم تا آلیاژی به چگالی $۷/۵\frac{g}{cm^۳}$ داشته باشیم؟ (چگالی مس $۹\frac{g}{cm^۳}$ و چگالی روی $۷\frac{g}{cm^۳}$)

۱۷۸ طول ضلع یک مکعب از جنس آلومینیوم ۲ برابر طول ضلع مکعب دیگر از جنس نقره است. اگر چگالی نقره تقریباً چهار برابر چگالی آلومینوم باشد، نسبت جرمی این دو مکعب را محاسبه کنید.

۱۷۹ اگر یک تخم مرغ را درون آب رها کنیم در آب فرو می‌رود ولی اگر در آب نمک حل کنیم تخم مرغ در ابتدا در آب غوطه‌ور شده و سپس به روی آب می‌آید و روی آن شناور می‌شود. 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 می‌ایستد. اتفاق جالب این است که اگر به اندازه‌ی کافی نمک در آب حل کنید سی دی روی آب شناور می‌شود. دو جمله‌ی 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 بزرگ‌تر است؟



۱۸۲ تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

قطر میانگین گلبول قرمز $= ۷٫۰ \times ۱۰^{-۶} m = ? \ mm = ? \ nm$

جرم زمین $= ۶ \times ۱۰^{۲۴} kg = ? \ ton$

جرم کوسه $= ۱ \times ۱۰^{۳} kg = ? \ g$

ذرات گرد و غبار $= ۱ \times ۱۰^{-۴} m = ? \ nm$

۱۸۳ تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید:

۱) $۲mm = ? \ m$

۲) $۱۵nm = ? \ pm$

۳) $۵\mu s = ? \ ms$

۴) $۹ms = ? \ ks$

۱۸۴ یک استوانه به شعاع $۲cm$ وطول $۷cm$ داریم. اگر چگالی این استوانه $۳٫۱ \frac{g}{cm^۳}$ باشد، جرم این استوانه چقدر است؟ $(\pi \sim ۳)$

۱۸۵ یک توپ جامد دارای جرم $۱۰۰g$ وشعاع $۲cm$ می‌باشد. چگالی این توپ چند $\frac{g}{cm^۳}$ و چند $\frac{kg}{m^۳}$ می‌باشد؟ $(\pi \sim ۳)$

۱۸۶ یک باکتری هموفیل حدود $۰٫۲fg$ وزن دارد. وزن این باکتری را برحسب گرم و کیلوگرم بنویسید.

۱۸۷ تندی و فشار کمیت‌های نرده‌ای هستند یا برداری؟

۱۸۸ با کلمات مناسب جمله‌ها را تکمیل کنید.

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 ۱۰۰۰ کیلوگرم از حالت سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از طی مسافت ۹۰ متر تندی آن به ۲۵ متر بر ثانیه می‌رسد.

الف. کار کل انجام شده روی اتومبیل را به‌دست آورید.

ب. اگر نیروی اصطکاک در برابر حرکت ۵۰۰ نیوتون باشد، کار نیروی موتور آن چقدر است؟

۱۹۰ توضیح دهید:

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

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

۱۹۱ یک ظرف از جنس شیشهٔ پیرکس به حجم داخلی $۱۰cm^۳$، در دمای $۰٫۰^\circ C$ پر از گلیسیرین است. اگر دمای ظرف به $۴٫۰^\circ C$ برسد، چقدر گلیسیرین از ظرف بیرون می‌ریزد؟ $(\beta_{\text{گلیسیرین}} = ۴٫۹ \times ۱۰^{-۴} K^{-۱}, \alpha_{\text{شیشه}} = ۳٫۲ \times ۱۰^{-۶} K^{-۱})$

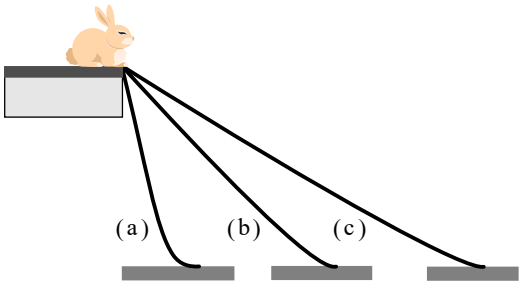
۱۹۲ نشان دهید ضریب انبساط سطحی جامدات تقریباً دو برابر ضریب انبساط طولی آنها است.

۱۹۳ یک ماشین برای بالا بردن یک جسم ۲٫۰ کیلوگرمی از سطح زمین به ارتفاعی معین، ۱۰۰ ژول انرژی مصرف کرده است. اگر جسم از این ارتفاع در شرایط خلأ سقوط کند و تندی آن هنگام رسیدن به زمین $۴\sqrt{۵}\frac{m}{s}$ باشد، بازده ماشین چقدر است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$

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

الف. بدون درنظر گرفتن اصطکاک.

ب. با درنظر گرفتن اصطکاک.



۱۹۵ توپ فوتبالی به جرم $0/40kg$ در آغاز با تندی $2/0\frac{m}{s}$ روی چمن در حال حرکت است. بازیکن با ضربه زدن به توپ نیروی ثابتی به بزرگی $40N$ در همان جهت حرکت توپ بر آن وارد می‌کند. پای بازیکن باید تا چند سانتی‌متر در تماس با توپ باشد تا تندی آن به $6/00\frac{m}{s}$ افزایش یابد؟ (از اصطکاک صرف‌نظر 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 $100cm^3$، جرم و حجم یک قطره آب‌لیمو را به‌دست آورد.

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

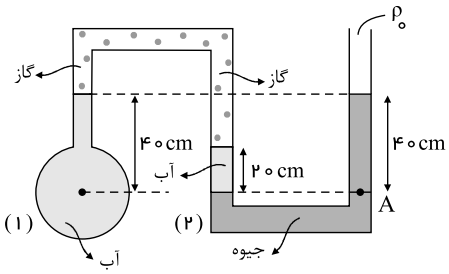
پاسخ‌نامه تشریحی

۱ با انتخاب نقاط هم‌تراز داریم:

$$P_{(۲)} = P_{\circ} + \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} = ۱۰^{۵} Pa + ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^{۳}} \times ۱۰ \frac{m}{s^{۲}} \times ۰/۴m$$

$$P_{(۲)} = ۱۵۴/۴kPa$$

$P_{\text{گاز}}$ برابر فشار گاز محبوس درون لوله است.



$$P_{(۲)} = \rho_{\text{آب}} g(۰/۲m) + P_{\text{گاز}} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = ۱۵۴/۴kPa - ۲kPa = ۱۵۲/۴kPa$$

$$P_{(۱)} = P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{آب}} g(۰/۴) = ۱۵۲/۴kPa + ۴kPa = ۱۵۶/۴kPa \rightarrow \text{فشار مطلق}$$

$$P_g = P_{(۱)} - P_{\circ} = ۱۵۶/۴kPa - ۱۰۰kPa = ۵۶/۴kPa \rightarrow \text{فشار پیمانه‌ای}$$

۲ چگالی آب برابر با یک است. یعنی هر لیتر آن یک کیلوگرم وزن دارد بنابراین $۲L$ آب $۲kg$ وزن دارد. رابطهٔ توان به‌صورت زیر است:

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

از طرفی رابطهٔ گرما و افزایش دما به‌صورت زیر است:

$$Q = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta \Rightarrow Pt = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta \Rightarrow t = \frac{m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta}{P} = \frac{۲kg(۴۲۰۰ \frac{J}{kg^{\circ}C})(۵۰^{\circ}C)}{۲۰۰}$$

$$\Rightarrow t = ۲۱۰۰s = ۳۵ \min \rightarrow \text{سی و پنج دقیقه}$$

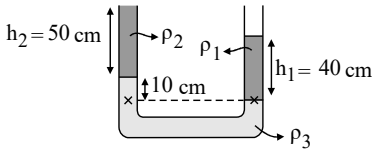
حال اگر ۷۰ درصد انرژی گرمکن توسط آب جذب شود روابط به‌صورت زیر می‌شود:

$$Q = \frac{۷۰}{۱۰۰} \times Pt = \frac{۷}{۱۰} Pt$$

$$\frac{۷}{۱۰} Pt = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta \Rightarrow t = \frac{m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta}{\frac{۷}{۱۰} P} = \frac{۲kg(۴۲۰۰ \frac{J}{kg^{\circ}C})(۵۰^{\circ}C)}{\frac{۷}{۱۰} \times ۲۰۰}$$

$$t = ۳۰۰۰s = ۵۰ \min \rightarrow \text{پنجاه دقیقه}$$

۳ فشار در نقاط هم‌تراز 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:



$$P_{\text{چپ}} = P_{\text{راست}} \Rightarrow \rho_۲ g h_۲ + \rho_۳ g h_۳ = \rho_۱ g h_۱$$

$$\Rightarrow (۱۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}})(۰/۵) + \rho_۳(۰/۱) = (۲۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}})(۰/۴)$$

$$\Rightarrow ۵۰۰ + \frac{\rho_۳}{۱۰} = ۸۰۰ \Rightarrow \rho_۳ = ۳۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}}$$

۴

$$m_{\text{روغن}} = m_{\text{آب}} \Rightarrow \rho_{\text{روغن}} V_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} V_{\text{آب}} \xrightarrow[V_{\text{روغن}} = A h_{\text{روغن}}]{V_{\text{آب}} = A h_{\text{آب}}} \rho_{\text{روغن}} A h_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} A h_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{روغن}} h_{\text{روغن}} = \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} \Rightarrow ۸۰۰ h_{\text{روغن}} = ۱۰۰۰ h_{\text{آب}} \Rightarrow ۴ h_{\text{روغن}} = ۵ h_{\text{آب}}$$

از طرفی می‌دانیم که $h_{\text{آب}} + h_{\text{روغن}} = ۱۸cm$ است. بنابراین داریم:

$$h_{\text{آب}} + \frac{۵}{۴} h_{\text{آب}} = ۱۸ \Rightarrow h_{\text{آب}} = ۸cm \,,\; h_{\text{روغن}} = ۱۰cm$$

حال که ارتفاع‌ها را داریم فشار بر کف ظرف را به‌دست می‌آوریم:

$$P_{\text{کف}} = \rho_{\text{روغن}} g h_{\text{روغن}} + \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = ۸۰۰Pa + ۸۰۰Pa = ۱۶۰۰Pa$$

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

$$P = \rho_{\text{آب دریا}} g h = ۱۰۳۰ \frac{kg}{m^{۳}} (۱۰ \frac{m}{s^{۲}})(۰/۲m) = ۲۰۶۰Pa$$

توجه کنید که روی آب دریا و آبی که از سوراخ وارد قایق می‌شود فشار $P_{\circ}$ وجود دارد بنابراین باید از فشار پیمانه‌ای استفاده کنیم.

ب)

$$P=\frac{F}{A}\Rightarrow F=PA=۲۰۶۰Pa\times ۱۰\times ۱۰^{-۴}m^{۲}=۲/۰۶N$$

۶ در سطح مایع، فشار ناشی از هوا، $P_{\circ}$ وجود دارد. در عمق یکسانی از سطح مایع (h یکسان)، فشار ناشی از مایع در هر نقطهٔ همتراز یکسان است.

$$P=P_{\circ}+\rho gh$$

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

$$P_{۱}=P_{۲}\Rightarrow P_{\circ}+\rho_{\text{روغن}}gh=P_{\text{گاز}}$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}}=۸۰\times ۱۰^{۳}+۸۰۰\frac{kg}{m^{۳}}\times ۱۰\times ۰/۲=۸۱/۶\times ۱۰^{۳}Pa=۸۱/۶kPa\rightarrow$$ فشار گاز درون روغن

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

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V\ \Rightarrow\ ۱kg=۸۵۰\times(V_A+V_B)$$

و همین‌طور یک کیلوگرم از مایع مخلوط به صورت:

$$۱۰۰۰\frac{kg}{m^{۳}}(V_A)+۶۰۰\frac{kg}{m^{۳}}(V_B)=۱\ kg$$

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

$$\begin{cases}۸۵۰\ (V_A+V_B)=۱\\ ۱۰۰۰V_A+۶۰۰V_B=۱\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}۸۵۰V_A+۸۵۰V_B=۱\\ ۱۰۰۰V_A+۶۰۰V_B=۱\end{cases}$$

$$\Rightarrow -\frac{۱۰۰۰}{۸۵۰}\times(۸۵۰V_A+۸۵۰V_B)=۱\Rightarrow\begin{cases}-۱۰۰۰V_A-۱۰۰۰V_B=-\frac{۱۰۰۰}{۸۵۰}\\ ۱۰۰۰V_A+۶۰۰V_B=۱\end{cases}$$

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

$$\cancel{۱۰۰۰V_A}-\cancel{۱۰۰۰V_A}-۱۰۰۰V_B+۶۰۰V_B=۱-\frac{۱۰۰۰}{۸۵۰}$$

$$\Rightarrow -۴۰۰V_B=-\frac{۱۵۰}{۸۵۰}\Rightarrow V_B=\frac{۱۵}{۸۵\times ۴۰۰}m^{۳}$$

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

$$m_B=\frac{۱۵}{۸۵\times ۴۰۰}m^{۳}\times ۶۰۰\frac{kg}{m^{۳}}\simeq ۰/۲۶۴kg\rightarrow\boxed{۲۶۴g}$$

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

$$V=۲/۵\frac{km}{s}\times\frac{۱۰^{۳}m}{۱km}=۲/۵\times ۱۰^{۳}\frac{m}{s}$$

$$K=\frac{۱}{۲}mv^{۲}=\frac{۱}{۲}\times ۲۲۰\times(۲/۵\times ۱۰^{۳})^{۲}=۶/۸\times ۱۰^{۸}J$$

$$K=۶/۸\times ۱۰^{۸}J\times\frac{۱MJ}{۱۰^{۶}J}=۶/۸\times ۱۰^{۲}MJ$$

۱۰

$$Q=m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}\Delta\theta=(۱kg)(۴۲۰۰\frac{J}{kg\cdot{}^{\circ}C})(۵۰^{\circ}C)=۲/۱\times ۱۰^{۵}J$$

$$۲/۱\times ۰^{۵}J=m_{\text{آلومینیم}}c_{\text{آلومینیم}}\Delta\theta=(۱kg)(۹۰۰\frac{J}{kg\cdot{}^{\circ}C})(\Delta\theta)$$

$$\Rightarrow\Delta\theta\simeq ۲۳۳\ ,\ \Delta\theta=\theta_{۲}-۲۰=۲۳۳\Rightarrow\theta_{۲}=۲۵۳^{\circ}C$$

مقدار گرمایی که یک کیلوگرم آب را از $۲۰^{\circ}C$ به $۷۰^{\circ}C$ می‌رساند، یک کیلوگرم آلومینیم را از ۲۰ درجهٔ سلسیوس به $۲۵۳^{\circ}C$ می‌رساند. این نشان‌دهندهٔ گرمای ویژهٔ بزرگ آب دارد.

۱۱

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:

$$۳/۵\%=\frac{۳/۵}{۱۰۰}=\frac{۳۵}{۱۰۰۰}$$

$$\frac{۳۵}{۱۰۰۰}m_{\text{آب دریا}}=m_{\text{نمک}}\ ,\ m_{\text{نمک}}=۱kg\qquad(m=\text{جرم})$$

$$\rightarrow m_{\text{آب دریا}}=\frac{۱۰۰۰}{۳۵}=۲۸/۵۷\ kg$$

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

$$\rho_{\text{آب دریا}} = \frac{m}{V} \Rightarrow ۱۰۳۰\frac{kg}{m^۳} = \frac{۲۸٫۵۷kg}{V} \Rightarrow V = \frac{۲۸٫۵۷\ \cancel{kg}}{۱۰۳۰\frac{\cancel{kg}}{m^۳}} = ۰٫۰۲۷۷۴m^۳$$

$$۱۰۰۰L = ۱m^۳ \rightarrow ۰٫۰۲۷۷۴m^۳ = ۰٫۰۲۷۷۴m^۳\frac{۱۰۰۰L}{۱m^۳} = ۲۷٫۷۴\ L$$

۱۲ با استفاده از معادلهٔ پیوستگی داریم:

$$A_۱v_۱ = A_۲v_۲$$

$$\pi(\frac{d_۱}{۲})^۲ v_۱ = \pi(\frac{d_۲}{۲})^۲ v_۲ \Rightarrow d_۱^۲v_۱ = d_۲^۲v_۲$$

با جایگذاری مقادیر داده شده داریم:

$$(۹٫۶۰cm)^۲(۱٫۵۰m/s) = (۲٫۵۰cm)^۲(v_۲) \Rightarrow v_۲ = ۲۲٫۱m/s$$

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.

ب) $v_C > v_A = v_E$

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 لایه‌ها 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)

$$\Delta P = \rho gh$$

$$۱۳۳۰Pa = (۱۰۴۵kg/m^۳)(۹٫۸۱N/kg)h \Rightarrow h \simeq ۱۳cm$$

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

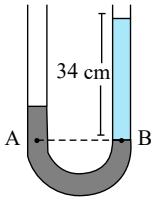
۱۶ با استفاده از رابطهٔ $P = \frac{F}{A}$، نیروی عمودی ناشی از این ستون فرضی هوا را، که در واقع برابر وزن این ستون هواست، به‌دست می‌آوریم:

$$F = (۱۰^۵Pa)(۱m^۲) = ۱۰^۵N$$

$$F = W = mg \Rightarrow ۱۰^۵N = (۹٫۸۱N/kg)m \Rightarrow m \simeq ۱۰^۴kg$$

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:

$$P_۰ + \rho_{Hg}gh_{Hg} = P_۰ + \rho_{H_۲O}gh_{H_۲O} \Rightarrow \rho_{Hg}h_{Hg} = \rho_{H_۲O}h_{H_۲O}$$

$$(۱۳۶۰۰kg/m^۳) \times h_{Hg} = (۱۰۰۰kg/m^۳) \times ۳۴cm \Rightarrow h_{Hg} = ۲٫۵cm$$

۱۸

$$\text{(۱) قایق} \begin{cases} m \\ F \\ v_۱ = ۰ \\ d \end{cases} \rightarrow \frac{W_t'}{W_t} = \frac{K_۲' - K_۱'}{K_۲ - K_۱} \xrightarrow[f_k=۰ \rightarrow W_t = W_F = Fd\cos\theta]{v_۱ = v_۱' = ۰} \frac{F'd'\cos\theta'}{Fd\cos\theta}$$

$$\text{(۲) قایق} \begin{cases} m' = ۲m \\ F' = F \\ v_۱' = ۰ \\ d' = d \end{cases} = \frac{K_۲'}{K_۲} \xrightarrow[F'=F]{\theta'=\theta=۰\ ,\ d'=d} \frac{K_۲'}{K_۲} = ۱ \rightarrow K_۲' = K_۲$$

پس انرژی جنبشی دو قایق در پایان مسیر یکسان است.

با توجه به رابطهٔ $K = \frac{۱}{۲}mv^۲$ داریم:

$$\frac{K'_۲}{K_۲}=\frac{m'}{m}\times(\frac{v'_۲}{v_۲})^۲\xrightarrow[K'_۲=K_۲]{m'=۲m}۱=۲\times(\frac{v'_۲}{v_۲})^۲\rightarrow\frac{v'_۲}{v_۲}=\frac{۱}{\sqrt{۲}}=\frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

$$v'_۲=\frac{\sqrt{۲}}{۲}v_۲$$

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

۱۹

$$\left.\begin{aligned}K_۱&=\frac{۱}{۲}mv^۲\\K_۲&=\frac{۱}{۲}m(۲v)^۲=۲mv^۲\\K_۳&=\frac{۱}{۲}mv^۲\\K_۴&=\frac{۱}{۲}(۲m)v^۲=mv^۲\\K_۵&=\frac{۱}{۲}(۲m)(۲v)^۲=۴mv^۲\end{aligned}\right\}K_۱=K_۳<K_۴<K_۲<K_۵$$

۲۰ باتوجه به داده‌های روش شکل داریم:

$$m=۸٫۲۴g\quad V=(۲۳٫۱-۱۸٫۵)mL=۴٫۶\times۱۰^{-۳}L$$

$$\rho=\frac{m}{V}=\frac{۸٫۲۴g}{۴٫۶\times۱۰^{-۳}L}=۱۷۹۱\frac{g}{L}$$

از آنجا که $۱L=۱۰^۳cm^۳$ است، داریم:

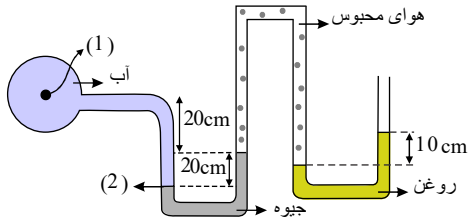
$$\rho=۱٫۷۹۱\frac{g}{cm^۳}$$

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 تکرارشوندهٔ 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 $P_{هوا}$ می‌نامیم. باتوجه به اختلاف ارتفاع روغن در لوله‌ها خواهیم داشت:



$$P_{هوا}=P_۰+\rho_{روغن}\times g\times h_{روغن}=۱۰۰kPa+۸۰۰\frac{kg}{m^۳}\times۱۰\frac{m}{s^۲}\times۰٫۱m$$

$$\Rightarrow P_{هوا}=۱۰۰٫۸kPa$$

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

$$P_{(۲)}=P_{هوا}+\rho_{جیوه}\times g\times h_{جیوه}=۱۰۰۸۰۰+۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳}\times۱۰\frac{m}{s^۲}\times۰٫۲m=۱۲۸\times۱۰^۳Pa$$

$$P_{(۲)}=P_{(۱)}+\rho_{آب}gh_{آب}\Rightarrow P_{(۱)}=۱۲۸۰۰۰-۱۰۰۰\times۱۰\times۰٫۴=۱۲۴kPa$$

$$P_g=P_{(۱)}-P_۰=۱۲۴۰۰۰Pa-۱۰۰۰۰۰Pa=۲۴kPa$$

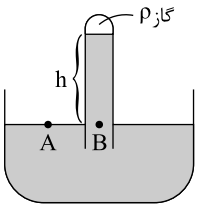
۲۴ فشار در دو نقطه‌ی مختلف روی سطح جیوه یکی در زیر ستون جیوه و دیگری خارج از آن باید برابر باشد بنابراین داریم. (برحسب سانتی‌متر جیوه):

$$P_A=P_B\xrightarrow[P_B=P_{گاز}+h_{جیوه}]{P_A=P_۰}$$

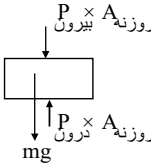
$$P_۰=P_{گاز}+h_{جیوه}$$

$$\Rightarrow h_{جیوه}=P_۰-P_{گاز}=۷۶cmHg-۲۰cmHg=۵۶cmHg$$

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:

$$۴mm^۲ = ۴mm^۲ \times \frac{۱m}{۱۰^۳mm} \times \frac{۱m}{۱۰^۳mm} = ۴ \times ۱۰^{-۶}m^۲$$

$$P_{\text{بیرون}} \times A_{\text{روزنه}} + m_{\text{وزنه}}g = P_{\text{درون}} \times A_{\text{روزنه}} \Rightarrow (۱atm)(۴ \times ۱۰^{-۶}m^۲) + (۱۰m/s^۲)m_{\text{وزنه}} = (۲atm)(۴ \times ۱۰^{-۶}m^۲)$$

$$m_{\text{وزنه}} = \frac{۸ \times ۱۰^{-۱} - ۴ \times ۱۰^{-۱}}{۱۰} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۱}}{۱۰} = ۴ \times ۱۰^{-۲}kg$$

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

۲۶

$$V_{\text{شکه}} = V_{\text{لکه}} = \pi r^۲ \cdot h$$

$$\Rightarrow ۱۴۷ \times ۱۰^{-۳}m^۳ = ۳ \times ۴۰ \times ۱۰^{-۶} \times r^۲ \Rightarrow r^۲ = ۱۲٫۲۵ \Rightarrow r = ۳٫۵m$$

۲۷

$$\sin ۳۷^\circ = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{۳}{\text{وتر}} \Rightarrow \text{وتر} = \frac{۳}{\sin ۳۷^\circ} = ۵m \quad , \quad d = ۵m$$

$$W_f = -f \times d = -(۴N) \times (۵m) = -۲۰N$$

$$W_f = E_۲ - E_۱ \Rightarrow -۲۰N = \frac{۱}{۲}(m)v^۲ - mgh$$

$$\Rightarrow -۲۰N = \frac{۱}{۲}(۴kg)v^۲ - (۴kg)(۱۰m/s^۲)(۳m)$$

$$\Rightarrow v^۲ = ۵۰ \Rightarrow v = \sqrt{۵۰} \simeq ۷m/s$$

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

۲۸ فقط مولفهٔ $F\cos\theta$ کار انجام می‌دهد بنابراین:

$$W = (F\cos\theta)(d) = (۱۰N\cos ۵۳^\circ)(۱۵m) = ۹۰J$$

۲۹ الف) هنگامی‌که تندی جسم $۱\frac{m}{s}$ است، انرژی جنبشی‌اش $۲٫۵\ J$ است. بنابراین داریم:

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ \Rightarrow ۲٫۵ = \frac{۱}{۲}(m)(۱)^۲ \Rightarrow m = ۵kg$$

ب)

$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ \Rightarrow K_۲ = \frac{۱}{۲}(۵kg)(۶m/s)^۲ \Rightarrow K_۲ = ۹۰J$$

۳۰ انرژی جنبشی کامیون $\rightarrow K_۲$ و انرژی جنبشی ماشین $\rightarrow K_۱$

$$K_۱ = K_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m_۲v_۲^۲$$

$$\Rightarrow v_۱^۲ = \frac{m_۲}{m_۱}v_۲^۲ \rightarrow v_۱ = v_۲\sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}} = ۳۵\frac{m}{s} \times \sqrt{\frac{۳۶۰۰kg}{۱۲۰۰kg}} = ۳۵\frac{m}{s} \times \sqrt{۳} \simeq ۶۰٫۶\frac{m}{s}$$

۳۱ جرم دونده را M و جرم پسر بچه را m فرض می‌کنیم و داریم $M = ۲m$ پس می‌توان نوشت که :

$$K_{\text{دونده}} = \frac{۱}{۲}K_{\text{بچه}}$$

$$\frac{۱}{۲}Mv_۱^{۲} = \frac{۱}{۲}[\frac{۱}{۲}mv_۲^{۲}]$$

سرعت دونده $v_۱$ و سرعت پسر بچه $v_۲$

$$\rightarrow \frac{۱}{۲}Mv_۱^{۲} = \frac{۱}{۲}[\frac{۱}{۲}(\frac{M}{۲})v_۲^{۲}]$$

$$v_۱^{۲} = \frac{v_۲^{۲}}{۴} \Rightarrow v_۱ = \frac{v_۲}{۲} \quad (I)$$

حال با استفاده از اطلاعات بعدی مسئله داریم:

$$\frac{۱}{۲}M(v_۱+۱)^{۲} = \frac{۱}{۲}mv_۲^{۲} \Rightarrow \frac{۱}{۲}M(v_۱+۱)^{۲} = \frac{۱}{۲}\frac{M}{۲}v_۲^{۲}$$

$$\Rightarrow (v_۱+۱)^{۲} = \frac{v_۲^{۲}}{۲} \Rightarrow v_۱+۱ = \frac{v_۲}{\sqrt{۲}} \quad (II)$$

با استفاده از (I) و (II) داریم:

با استفاده از (I) $\rightarrow$ $v_۲ = ۲v_۱$

$$v_۱+۱ = \frac{v_۲}{\sqrt{۲}} \Rightarrow v_۱+۱ = \frac{۲v_۱}{\sqrt{۲}} \Rightarrow v_۱+۱ = v_۱\sqrt{۲} \Rightarrow v_۱ = \frac{۱}{\sqrt{۲}-۱}$$

$$v_۲ = ۲v_۱ = \frac{۲}{\sqrt{۲}-۱}$$

۳۲ الف- شیب منحنی تغییرات جرم برحسب حجم مصرف چگالی است و با استفاده از این نکته می‌توان فهمید که $\rho_۱ > \rho_۲ > \rho_۳$. اگر اینها روی هم ریخته شوند به شرطی که مخلوط نشوند ته ظرف مایع چگال‌تر جای می‌گیرد. مایع با چگالی $\rho_۱$ روی آن مایع با چگالی $\rho_۲$ و در نهایت مایع با چگالی $\rho_۳$ که سبک‌ترین مایع می‌باشد.

ب- از آنجایی‌که 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)

$$\rho_{mix} = \frac{\rho_۱+\rho_۲+\rho_۳}{۳}$$

۳۳

۱- m ۲- متر ۳- kg ۴- جرم ۵- ثانیه

۶- زمان ۷- K ۸- دما ۹- mol ۱۰- مول

۱۱- A ۱۲- جریان الکتریکی ۱۳- کندلا (شمع) ۱۴- شدت روشنایی

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

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

$$۱۰۸\frac{km}{h} = (۱۰۸\frac{km}{h})(۱)(۱) = (۱۰۸\frac{km}{h})\frac{۱۰۰۰m}{۱km}\frac{۱h}{۳۶۰۰s} = ۳۰\frac{m}{s}$$

۳۵

$$K_A = ۸K_B\,,\ m_A = \frac{۱}{۲}m_B$$

$$K = \frac{۱}{۲}mv^{۲} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B}\times(\frac{v_A}{v_B})^{۲} \Rightarrow \frac{۸K_B}{K_B} = \frac{\frac{۱}{۲}m_B}{m_B}\times(\frac{v_A}{v_B})^{۲} \Rightarrow ۸ = \frac{۱}{۲}(\frac{v_A}{v_B})^{۲} \Rightarrow (\frac{v_A}{v_B})^{۲} = ۱۶ \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = ۴$$

۳۶ الف) $۳۰۰s$

ب)

$$P = \frac{mc\Delta\theta}{t} \rightarrow ۱۰ = \frac{\frac{۸}{۱۰۰}\times c\times ۶۰}{\frac{۳۰۰}{۸}} \rightarrow c = ۱۰۰۰\frac{J}{kgK}$$

پ)

$$P = \frac{mL_F}{t} \rightarrow ۱۰ = \frac{\frac{۸}{۱۰۰}\times L_F}{\frac{۱۸۵۰}{۱۷۰}} \rightarrow L_F = ۱٫۷\times ۱۰^{۵}\frac{J}{kg}$$

۳۷ وقتی پدال گاز بیشتر فشرده می‌شود، دریچهٔ 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. درنتیجه 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:

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

$$P + \rho_{oil}gh = P_{\circ} + \rho_{water}gh$$

که درآن P فشار هوای دمیده شده توسط شخص است. به این ترتیب فشار پیمانه‌ای هوای درون ریهٔ شخص برابر است با:

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

$$= (۱۰۰۰kg/m^{۳} - ۸۰۵kg/m^{۳})(۱۰N/kg)(۸۰ \times ۱۰^{-۲}m) \simeq ۱۵۶۰Pa$$

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

ب) به‌دلیل خاصیت تراوایی $(Permeability)$ سطح بادکنک، مولکول‌های هوای درون بادکنک دربسته، به‌تدریج و در مدتی نسبتاً طولانی از آن خارج می‌شوند.

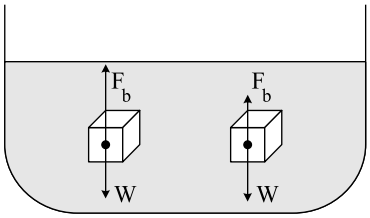
۴۰ با توجه به فرض‌های مسئله، از معادلهٔ پیوستگی به سادگی می‌توان تندی خروج آب از تفنگ را به‌دست آورد. از معادلهٔ ۳ – ۶ داریم:

$$A_{۱}v_{۱} = A_{۲}v_{۲}$$

$$(۱٫۰cm^{۲})(۰٫۱۵cm/s) = (۱٫۰ \times ۱۰^{-۲}cm^{۲})v_{۲}$$

به این ترتیب تندی خروج آب برابر $v_{۲} = ۰٫۱۵ \times ۱۰^{۲}cm/s = ۱۵cm/s$ است.

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

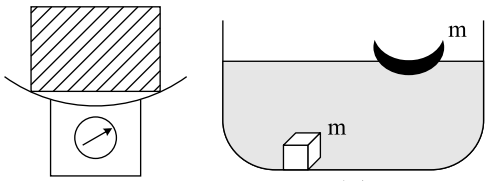


(الف)

در شکل الف (سمت چپ) نیروی شناوری بزرگ از نیروی وزن جسم است و جسم به طرف بالا حرکت می‌کند تا در سطح آب به‌طور 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 درنتیجه ترازو وارد می‌شود. لذا عقربه ترازو با وارد کردن انگشت، عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.



(ب) (پ)

۳ – با تغییر شکل یک قطعه، می‌توان حجم شارهٔ جابه‌جا شده توسط آن را تغییر داد. وقتی جسم به‌صورت مکعب است، حجم شارهٔ جابه‌جا شده توسط آن، نسبت به حالت دیگر که در شکل نشان داده شده کمتر است. درنتیجه قطعهٔ آهنی مکعبی شکل درون آب فرو می‌رود. درحالی‌که قطعهٔ تغییر شکل یافته (که مشابه U کشیده است) روی سطح آب شناور می‌ماند. اساس ساخت کشتی‌های فولادی، همین تجربهٔ 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 هلیم باشد، به‌صورت تندشونده بالا می‌رود ولی پس از آن‌که چگالی هوا کمتر از چگالی هلیم باشد، حرکت بالن کندشونده شده تا بایستد، پس به دلیل این‌که چگالی هوا متغیر است، با افزایش ارتفاع از سطح زمین و کاهش چگالی هوا، ارتفاع بالا رفتن 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 $۲۰cm$ است. به این ترتیب داریم:

$$(۱۰۶٫۸ - ۱۰۵٫۰) \times ۱۰^{۳}Pa = \rho(۹٫۸۱N/kg)(۰٫۲m) \Rightarrow \rho = ۹۱۷kg/m^{۳}$$

۴۳

$$P_{۲} = P_{۱} + \rho gh \Rightarrow P_{۲} - P_{۱} = \rho gh = (۱٫۰kg/m^{۳})(۹٫۸N/kg)(۴۵m) = ۴۴۱Pa \approx ۴٫۴ \times ۱۰^{۲}Pa$$

۴۴ الف) ابتدا بازده کل را با حاصل‌ضرب بازده‌های هر مرحله محاسبه می‌کنیم:

$$Ra = \frac{۵}{۱۰۰} \times \frac{۹۰}{۱۰۰} \times \frac{۳۵}{۱۰۰} = ۱٫۵۷۵ \times ۱۰^{-۲}$$

$$Ra \times E_{\text{ورودی}} = P_{\text{مفید}} \times \Delta t \rightarrow ۱٫۵۷۵ \times ۱۰^{-۲} \times E_{\text{ورودی}} = ۱۰۰ \times ۱۸۰ \times ۳۶۰۰$$

$$E_{\text{ورودی}} \simeq ۴۱۱ \times ۱۰^{۷}J \times \frac{۱MJ}{۱۰^{۶}J} = ۴۱۱۰MJ$$

$$\text{حجم گازوئیل موردنیاز} = \frac{۴۱۱۰MJ}{۳۵MJ} \simeq ۱۱۷lit$$

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

۴۵ ابتدا انرژی جنبشی چترباز را در دو وضعیت پریدن از بالون و همچنین رسیدن به سطح زمین به‌دست می‌آوریم. باتوجه به اطلاعات داده‌شده و همچنین رابطهٔ ۲ − ۱ داریم:

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}(۷۵٫۰kg)(۱٫۲۰\frac{m}{s})^۲ = ۵۴٫۰J$$

$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ = \frac{۱}{۲}(۷۵٫۰kg)(۴٫۸۰\frac{m}{s})^۲ = ۸۶۴J$$

همان‌طور که در شکل روبه‌رو دیده می‌شود، در طول حرکت چترباز، دو نیروی وزن و مقاومت هوا به او وارد می‌شود. نیروی وزن در جهت جابه‌جایی و نیروی مقاومت برخلاف جابه‌جایی است. بنابراین، کار کل برابر مجموع کار این دو نیرو است. به این ترتیب، از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = K_۲ - K_۱ \Rightarrow W_{\text{وزن}} + W_{\text{مقاومت هوا}} = ۸۶۴J - ۵۴٫۰J = ۸٫۱۰ \times ۱۰^۲J$$

با پیدا کردن کار نیروی وزن (mg) و جایگذاری آن در عبارت بالا، کار نیروی مقاومت هوا را به‌دست می‌آوریم. از رابطهٔ ۲ − ۲ داریم:

$$W_{\text{وزن}} = mgd = (۷۵٫۰kg)(۹٫۸۰\frac{m}{s^۲})(۸۰۰m) = ۵٫۸۸ \times ۱۰^۵J$$

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

$$۵٫۸۸ \times ۱۰^۵J + W_{\text{مقاومت هوا}} = ۸۱۰J \Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} \simeq -۵٫۸۷ \times ۱۰^۵J$$

توجه کنید برای این‌که چترباز به‌طور 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 می‌ماند، مجموعهٔ دمای تعادل صفر است. گرمایی که گرماسنج و آب نسبت به دمای تعادل (صفر درجهٔ سلسیوس) دارند برابر است با:

$$Q_۱ = Q_{\text{آب}} + Q_{\text{گرماسنج}} = Q_{\text{آب}} = m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}\Delta\theta = (۰٫۵kg)(۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})(۰ - ۵^\circ C) = -۱۰۵۰۰J$$

$$Q_{\text{گرماسنج}} = C_{\text{گرماسنج}}\Delta\theta = (۱۲۴\frac{J}{^\circ C})(۰ - ۵^\circ C) = -۶۲۰J\ ,\ Q_۱ = -۱۰۵۰۰J - ۶۲۰J = -۱۱۱۲۰J$$

گرمایی که یخ می‌گیرد تا به دمای تعادل صفر درجه برسد:

$$Q_{\text{یخ}} = m_{\text{یخ}}c_{\text{یخ}}\Delta\theta = (۰٫۲kg)(۲۲۲۰)(۰ - (-۱۰^\circ C)) = +۴۴۴۰J$$

میزان گرمایی که صرف آب کردن یخ می‌شود برابر با مجموع گرماهاست داریم:

$$Q = Q_{\text{یخ}} + Q_۱ = ۴۴۴۰J - ۱۱۱۲۰J = -۶۶۸۰J$$

$$Q = -mL_F \Rightarrow -۶۶۸۰ = -m(۳۳۴ \times ۱۰^۳\frac{J}{kg}) \Rightarrow m = ۲۰ \times ۱۰^{-۳}kg$$

۲۰ گرم از یخ ذوب می‌شود و $۱۸۰g$ از آن باقی می‌ماند.

۴۷ الف) ظرفیت گرمایی بدن شخص برابر است با:

$$C_{\text{شخص}} = m_{\text{شخص}}C_{\text{انسان}} = (۵۰kg)(۳۴۸۰\frac{J}{kg.K}) = ۱۷٫۴ \times ۰^۴\frac{J}{K}$$

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

$$Q = C\Delta\theta\ ,\ \Delta\theta = ۱^\circ C$$

$$Q = mL_V \Rightarrow ۱۷٫۴ \times ۱۰^۴J = m(۲٫۴۲ \times ۱۰^۶\frac{J}{kg})$$

$$m \simeq ۰٫۰۷۲kg = ۷۲g$$

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.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۷۲g}{V}$$

$$V = ۷۲cm^۳$$

۴۸ الف) توان این گرمکُن $۲۰۰W$ است. بنابراین مقدار گرمایی که به آب محیط در مدت t ثانیه وارد می‌شود برابر است با:

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

برای بخار کردن آب $۱۰۰^\circ C$ داریم:

$$Q_{\text{گرمکن}} = mL_V \Rightarrow P_{\text{گرمکن}}t = mL_V\ ,\ t = \frac{mL_V}{P_{\text{گرمکن}}}$$

$$t = \frac{(۰٫۱kg)(۲۲۵۶ \times ۱۰^۳\frac{J}{kg})}{۲۰۰w} = ۱۱۲۸\,s = ۱۸٫۸\,\text{min}$$

ب)

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

$$m = \frac{(۲۰۰w)(۱۱۲۸s)}{۳۳۳٫۷ \times ۱۰^۳\frac{J}{kg}} \simeq ۰٫۶۸kg$$

۴۹ رابطه‌ی چگالی مایعات با دما به‌صورت زیر است:

$$\rho_۲ = \rho_۱(۱ - \beta\Delta T) = ۰/۷۳\frac{kg}{m^۳}(۱ - ۲۴/۵ \times ۱۰^{-۳} \times (۴۵ - ۱۵)K)$$
$$= ۰/۷۳\frac{kg}{m^۳}(۱ - ۰/۷۳۵) \simeq ۰/۱۹\frac{kg}{m^۳}$$

۵۰ با توجه به رابطه‌ی چگالی داریم: $\rho_۱ = \frac{m}{V_۱}$

با افزایش دما چگالی به این صورت تغییر خواهد کرد:

$$\rho_۲ = \frac{m}{V_۱ + \Delta V} = \frac{m}{V(۱ + \beta\Delta T)} \xrightarrow{m=\rho_۱ V_۱}$$
$$\boxed{\rho_۲ = \frac{\rho_۱}{۱ + \beta\Delta T}} \Rightarrow \rho_۲ = \rho_۱(۱ + \beta\Delta T)^{-۱} \simeq \rho_۱(۱ - \beta\Delta T)$$

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 تیغهٔ 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 پیچهٔ گرمایی برسد و تولید گرما کند اما بعد از گرم شدن آب (به‌اندازهٔ کافی) و خود نوار دو فلزه، نوار خم شده و جریان قطع می‌گردد.

۵۲

$$\Delta L = \alpha_{\text{برنج}} L_۱ \Delta T = (۱۹ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K})(۰/۵m)(۵۰K) = ۴/۷۵ \times ۱۰^{-۴}m$$

۵۳ رابطهٔ میان دما در مقیاس سلسیوس و کلوین به‌صورت زیر است:

$$T = \theta + ۲۷۳/۱۵$$

وقتی که دما در مقیاس سلسیوس برابر $۰^\circ C$ و $۱۰۰^\circ C$ باشد دما در مقیاس کلوین به‌ترتیب $۲۷۳/۱۵K$ و $۳۷۳/۱۵K$ می‌شود. وقتی که دما در مقیاس کلوین برابر صفر باشد یعنی این که دما در مقیاس سلسیوس برابر با $-۲۷۳/۱۵^\circ C$ است و این دما حد پائین دماست و کمترین دمای ممکن در طبیعت است. در مورد حد بالای دما می‌توان گفت که حد بالائی وجود ندارد و دما می‌تواند خیلی زیاد شود مثلاً دمای قارچ انفجار هسته‌ای برابر با $۱۰^{۷^\circ}C$ می‌باشد.

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

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

در قسمت $C \leftarrow$ تندی آب ثابت است (سطح مقطع لوله ثابت است و تندی آب نیز ثابت است).

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

در قسمت $E \leftarrow$ 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 مضرب سطح مقطع در سرعت ثابت بماند. به عبارتی دیگر می‌توان گفت:

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

بنابراین $A_{\text{پایین}} < A_{\text{بالا}}$ است.

۵۶ اختلاف اعدادی که نیروسنج نشان می‌دهد برابر با نیروی شناوری است. بنابراین: $F_b = ۲۰۰N - ۱۸۰N = ۲۰N$

باتوجه به رابطه‌ی نیروی شناوری داریم:

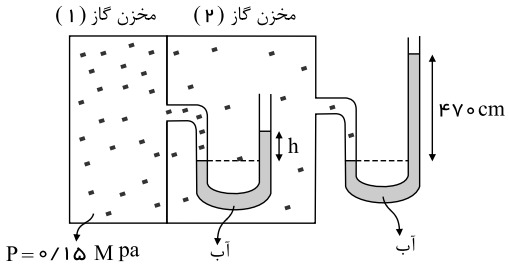
$$F_b = \rho_{\text{آب}}\, v\, g \Rightarrow ۲۰N = (۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳})(V)(۱۰\frac{m}{s^۲})$$
$$\Rightarrow V = \frac{۲۰}{۱۰^۴} = ۲ \times ۱۰^{-۳}m^۳$$

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:

$$\rho_{(۱)} > \rho_{(۳)} > \rho_{(۲)}$$

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:

$$P_۲ = P_۰ + \rho_{آب} g h_۱ = ۱۰^۵ Pa + (۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳})(۱۰\frac{m}{s^۲})(۴/۷m) = ۱۴۷۰۰۰Pa$$

فشار گاز در مخزن (۱) برابر است با:

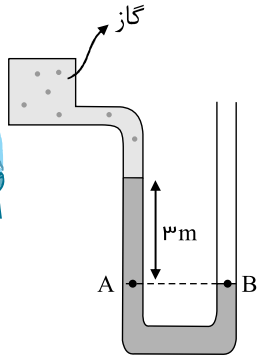
$$P_۱ = P_۲ + \rho_{آب} gh = ۱/۴۷ \times ۱۰^۵ Pa + (۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳})(۱۰\frac{m}{s^۲})(h) = ۰/۱۵ \times ۱۰^۶ Pa$$

$$\Rightarrow ۱۰^۴ h = (۱/۵ - ۱/۴۷) \times ۱۰^۵ \Rightarrow h = ۰/۰۳ \times ۱۰ = ۰/۳m \Rightarrow ۳۰cm$$

۶۰ 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.

$$\Delta P_{(۱)} = \Delta P_{(۲)} = \Delta P_{(۳)} \quad , \quad \Delta P = \frac{F}{A} \ , \ A \rightarrow \text{سطح مقطع دو پیستون}$$

۶۱ با انتخاب نقاط هم‌تراز داریم:



$$P_B = P_A$$

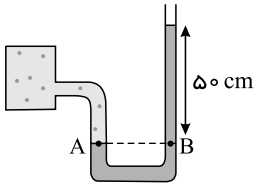
$$P_۰ = \rho_{مایع} g h_{مایع} + P_{گاز} \Rightarrow P_{گاز} = P_۰ - \rho_{مایع} g h_{مایع}$$

$$\Rightarrow P_{گاز} = ۱۰^۵ Pa - ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳} \times ۱۰\frac{m}{s^۲} \times ۳m = ۷۰kPa$$

$$P_g = P_{گاز} - P_۰ = ۷۰kPa - ۱۰۰kPa = -۳۰kPa$$

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).

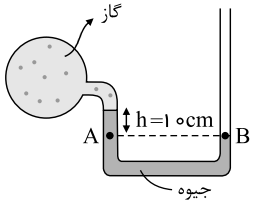
۶۲ سطح تراز اول روی سطح جیوه در لوله‌ی سمت چپ و سطح تراز دوم را به موازات آن در لوله‌ی سمت راست انتخاب می‌کنیم:



$$P_A = P_B$$

$$P_{گاز} = \rho_{جیوه} g h_{جیوه} + P_۰ \Rightarrow P_{گاز} = ۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳} \times ۱۰\frac{m}{s^۲} \times ۰/۵m + ۱۰^۵ Pa = ۱۶۸kPa$$

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



$$P_A = P_B$$

$P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} = P_{\circ} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_{\circ} - \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}}$

$P_{\text{گاز}} = ۷۶cmHg - ۱۰cmHg = ۶۶cmHg \rightarrow$ فشار مطلق

$P_g = P_{\text{گاز}} - P_{\circ} = ۶۶cmHg - ۷۶cmHg = -۱۰cmHg \rightarrow$ فشار پیمانه‌ای

در اینجا فشار پیمانه‌ای منفی است و این به معنی آن است که فشار مخزن از فشار هوا $۱۰cmHg$ کمتر است.

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

$P_{\text{کف}} = ۱۳۶ \times ۱۰^{۳} Pa = \rho_{\text{جیوه}} \times g \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱۳۶ \times ۱۰^{۳} = ۱۳۶۰۰ \times ۱۰ \times h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۱m$

$P_{\text{کف}} = P_{\circ} + h_{\text{جیوه}} \Rightarrow ۱m - ۰/۷۶m = h_{\text{جیوه}} \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = ۰/۲۴m$

۶۵ می‌دانیم که:

$P = P_{\circ} + \rho_{\text{مایع}} g h_{\text{مایع}}$

این یک معادله‌ی خط است که فشار را برحسب $h_{\text{مایع}}$ به‌دست می‌دهد. عرض از مبدأ این معادله برابر با $P_{\circ}$ می‌باشد و شیب خط برابر با $\rho_{\text{مایع}} g$ است، بنابراین: $P_{\circ} = ۹۰kP$

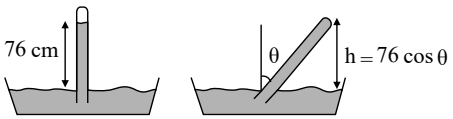
$$\text{شیب خط} = \frac{P_۲ - P_۱}{h_۲ - h_۱} = \frac{۱۱۷/۲ \times ۱۰^{۳} - ۱۰۳/۶ \times ۱۰^{۳}}{۰/۲ - ۰/۱} = \frac{۱۳/۶ \times ۱۰^{۳} pa}{۰/۱m} = ۱۳۶ \times ۱۰^{۳}$$

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

$$۱۳۶ \times ۱۰^{۳} = \rho_{\text{مایع}} \times ۱۰ \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = ۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^{۳}}$$

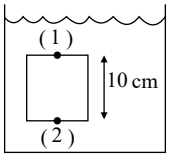
(شیب را می‌توان با استفاده از دو نقطه‌ی دیگر نیز به‌دست آورد)

۶۶ اگر لوله را کج کنیم ارتفاع ستون جیوه حتماً تغییر می‌کند زیرا ارتفاع عمودی ستون جیوه تغییر کرده است به شکل روبرو 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 $۶۰cm$ برسد $(h = ۷۶ \cos\theta = ۶۰cm)$. اگر فشار هوا در محیط برابر با $۷۶cm$ جیوه باشد اختلاف فشار $۷۶ - ۶۰ = ۱۶cm$ 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 $۱۶cm$ جیوه به بیرون می‌پاشد. بنابراین تغییر به معنی تغییر فشار هوای محیط نمی‌باشد.

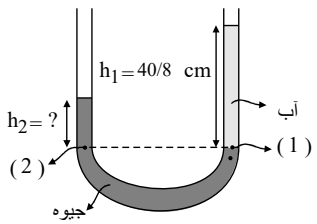
۶۷ با انتخاب نقاط (۱) و (۲) داریم:



$$P_{(۲)} = P_{(۱)} + \rho_{\text{شاره}} g h \Rightarrow \rho_{\text{شاره}} = \frac{P_{(۲)} - P_{(۱)}}{gh} = \frac{(۱۰۷/۵ - ۱۰۶/۵)kpa}{(۱۰ \frac{m}{s^{۲}})(۰/۱m)}$$

$\rho_{\text{شاره}} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}} \leftarrow$ چگالی آب

۶۸ با انتخاب نقاط (۱) و (۲) (انتخاب هوشمندانه که کمک به حل مسأله 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.



$$P_{(۱)} = P_{(۲)} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} + P_{\circ} = \rho_{\text{جیوه}} g h_{\text{جیوه}} + P_{\circ} \Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{جیوه}} h_{\text{جیوه}}$$

$$h_{\text{جیوه}} = \frac{\rho_{\text{آب}}}{\rho_{\text{جیوه}}} h_{\text{آب}} = \frac{۱۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}}}{۱۳۶۰۰ \frac{kg}{m^{۳}}} \times ۴۰/۸cm = ۳cm$$

اختلاف ارتفاع دو ستون جیوه برابر با $۳cm$ 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 علاوه‌بر 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:

$$E_C = mgh_C + \frac{۱}{۲} m v_C^{۲} = (۰/۲kg)(۱۰m/s^{۲})(۰/۵m) + \frac{۱}{۲}(۰/۲kg) v_C^{۲}$$

$$E_A = mgh_A = (۰/۲kg)(۱۰m/s^{۲})(۱m) = ۲J \ , W_f = -۰/۲J$$

$$W_f = E_C - E_A \Rightarrow -۰/۲J = ۱ + \frac{v_C^{۲}}{۱۰} - ۲J \Rightarrow v_C^{۲} = ۸ \Rightarrow v_C = \sqrt{۸}\, m/s$$

ب)

$$E_A = mgh_A = ۲J, E_B = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ = \frac{v_B^۲}{۱۰}, W'_f = -۰/۴J$$

$$\Rightarrow W_f = E_B - E_A \Rightarrow -۰/۴J = \frac{v_B^۲}{۱۰} - ۲N \Rightarrow v_B^۲ = ۱۶ \Rightarrow v_B = ۴m/s$$

۷۲ الف)

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ \ , \ K_۲ = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲) \ , \ v_۲ = ۲v_۱ \Rightarrow K_۲ = ۲mv_۱^۲$$

$$\Rightarrow \frac{K_۲}{K_۱} = \frac{۲mv_۱^۲}{\frac{۱}{۲}mv_۱^۲} = ۴ \rightarrow$$ چهار برابر حالت اول شده است

ب)

$$\Delta K = K_۲ - K_۱ = ۲mv_۱^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۳}{۲}mv_۱^۲$$

۷۳

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲ \ , \ K_۲ = \frac{۱}{۲}m_۲v_۲^۲ \ \ v_۱ = ۳v_۲ \ , m_۲ = ۳m_۱$$

$$\Rightarrow K_۱ = \frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲ \ , \ K_۲ = \frac{۱}{۲}(۳m_۱)(\frac{v_۱}{۳})^۲ = \frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲ \times \frac{۳}{۹} = \frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲ \times \frac{۱}{۳} \Rightarrow K_۲ = \frac{K_۱}{۳}$$

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

۷۴ الف) شیب خط در نمودار $K - v^۲$ برابر است با:

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow \frac{K}{v^۲} = \frac{m}{۲}$$

شیب خط برابر با $\frac{m}{۲}$ 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 $v_۱^۲ = ۱۶$ و $v_۲^۲ = ۴$، انرژی جنبشی دو جسم برابر است. بنابراین داریم:

$$K_۱ = K_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m_۲v_۲^۲ \Rightarrow m_۱v_۱^۲ = m_۲v_۲^۲$$

$$\Rightarrow m_۱(۱۶) = m_۲(۴) \Rightarrow \frac{m_۲}{m_۱} = ۴$$

۷۵ الف) هنگامی‌که مربع تندی جسم $۱(m/s)^۲$ است، انرژی جنبشی‌اش ۱ ژول است، بنابراین داریم:

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ \Rightarrow ۱J = \frac{۱}{۲}m(۱) \Rightarrow m = ۲kg$$

ب)

$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ \Rightarrow K_۲ = \frac{۱}{۲}(۲kg)(۶۴) = ۶۴J$$

۷۶

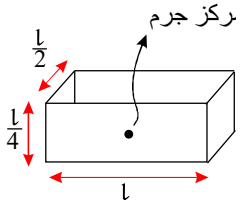
$$k_۱ = \frac{۱}{۲}mV_۱^۲ = \frac{۱}{۲}(۱۰۰۰kg)(۷۲\frac{km}{h} \times \frac{۱۰۰۰m}{۱km} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s})^۲ = ۰/۲ \times ۱۰^۶J$$

$$k_۲ = \frac{۱}{۲}mV_۲^۲ = \frac{۱}{۲}(۱۰۰۰kg)(۱۰۸\frac{km}{h} \times \frac{۱۰۰۰m}{۱km} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s})^۲ = ۰/۴۵ \times ۱۰^۶J$$

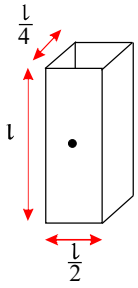
$$\Delta k = k_۲ - k_۱ = ۰/۴۵ \times ۱۰^۶J - ۰/۲ \times ۱۰^۶J = ۰/۴۳ \times ۱۰^۶J = ۰/۴۳MJ$$

۷۷

ابتدا آجر روی بزرگ‌ترین سطح قرار دارد.



ارتفاع مرکز جرم این آجر از زمین برابر با $\frac{l}{۸}$ است. (مرکز جرم وسط ارتفاع $\frac{l}{۴}$ واقع است.) حال این آجر را عمودی می‌کنیم به صورت شکل در این حالت ارتفاع مرکز جرم از سطح زمین $\frac{l}{۲}$ می‌باشد.



در این فرآیند سرعت ابتدا و انتهای آجر برابر صفر است بنابراین: $\Delta K = K_۲ - K_۱ = ۰$

$$W_t = W_{دست} + W_{وزن} = \Delta K = ۰ \Rightarrow W_{دست} = -W_{وزن}$$

$$W_{وزن} = -\Delta U = -(mgh_۲ - mgh_۱) = -mg(\frac{l}{۲} - \frac{l}{۸}) = -\frac{۳}{۸}mgl$$

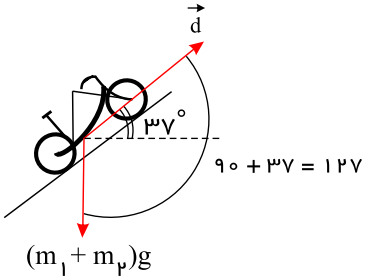
$$W_{دست} = +\frac{۳}{۸}mgl \rightarrow$$ کار نیروی دست در این فرآیند

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

$$W = F \times d = ۶۰۰N \times ۳۰۰m = ۱/۸ \times ۱۰^۵ J$$

ب) با توجه به شکل، زاویهٔ بین بردار جابه‌جایی و بردار وزن دوچرخه $۹۰^\circ + ۳۷^\circ = ۱۲۰^\circ$ است. بنابراین داریم:

$$W_{وزن} = (m_۱ + m_۲) \times g \times d \times \cos ۱۲۷^\circ = (۱۳ + ۴۷) \times ۱۰ \times ۳۰۰ \times (-۰/۸)$$
$$\Rightarrow W_{وزن} = -۱۴۴۰۰۰ J = -۱/۴۴ \times ۱۰^۵ J$$



۷۹

$$W = \Delta K = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ = \frac{۱}{۲}m(v_۱^۲ - v_۰^۲)$$

$$W_{۱t} = \frac{۱}{۲}m(v^۲ - ۰) \ , \ v_۰ = ۰ \rightarrow$$ و تندی ماشین از صفر آغاز شده $v_۱ = v$

$$W_{۱t} = \frac{۱}{۲}mv^۲$$

$$W_{۲t} = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m[(۲v)^۲ - v^۲] = \frac{۳}{۲}mv^۲$$

$$\frac{W_{۲t}}{W_{۱t}} = \frac{\frac{۳}{۲}mv^۲}{\frac{۱}{۲}mv^۲} = ۳$$

۸۰ الف)

$$W = Fd = (۲۰N)(۲m) = ۴۰J$$

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

$$\begin{cases} \theta = ۰ \\ \cos\theta = ۱ \\ W = (F\cos ۶۰^\circ)(d) = (۲۰ \times \frac{۱}{۲}N)(۲) = ۲۰J \end{cases}$$

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 رابطهٔ $V = \frac{m}{\rho}$ استفاده می‌کنیم. بنابراین داریم:

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

$$= \frac{۵۰g}{۱\frac{g}{cm^۳}} + \frac{۱۶۰}{۰/۸\frac{g}{cm^۳}} = ۵۰cm^۳ + ۲۰۰cm^۳ = ۲۵۰\ cm^۳$$

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

$$\rho_{محلول} = \frac{m_{محلول}}{V_{محلول}} = \frac{۵۰g + ۱۶۰g}{۲۵۰cm^۳} = \frac{۲۱۰}{۲۵۰}\frac{g}{cm^۳} = \frac{۲۱}{۲۵}\frac{g}{cm^۳}$$

۸۲ الف) سرعت ← برداری، فشار ← نرده‌ای

ب)

۱- نام کمیت: فشار ۲۵۰۰ pa

۲- نام کمیت: سرعت ۱۵ $\frac{m}{s}$

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 نحوه‌ی اندازه گیری آن آشنا نیست. برای گزارش نتیجه‌ی درست آزمایش دانش آموز آخر را کنار می‌گذاریم و بقیه را میانگین می‌گیریم:

$$\text{میانگین} = \frac{۴۴٫۱۲ + ۴۴٫۱۳ + ۴۴٫۱۵}{۳} = ۴۴٫۱۳۳$$

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

جواب نهایی $\rightarrow$ ۴۴٫۱۳ mm

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.

$$m_{\text{بدن}} c_{\text{بدن}} \Delta\theta + m_{\text{آب}} L_V = ۰ \rightarrow ۵ \times ۳۴۸ \times -۱ + m_{\text{آب}} \times ۲۴۲۰۰ = ۰$$

$$m_{ab} = ۰٫۰۷kg = ۷۰g$$

ب)

$$\left.\begin{matrix} m_{\text{آب}} = ۷۰g \\ \rho_{\text{آب}} = ۱ \frac{g}{cm^۳} \end{matrix}\right\} V = \frac{m}{\rho} = ۷۰cm^۳$$

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

۸۷

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

$$\frac{۲۵}{۵۰} = \frac{\frac{۶}{۱٫۰} \times c \times ۲٫۰}{۱۱۰} \rightarrow c = \frac{۲۷۵۰}{۶} \simeq ۴۵۸ \frac{J}{kgK}$$

مقدار واقعی گرمای ویژهٔ 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 رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = V_۱ \Delta\theta(\beta_{\text{مایع}} - ۳\alpha)$$

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = ۴ \times ۱۰^۲ \times ۱۰(۰٫۴۹ \times ۱۰^{-۳} - ۳ \times ۲۳ \times ۱۰^{-۶})$$

$$\Delta V_{\text{ظاهری}} = ۴ \times ۱۰^۳(۴۹۰ \times ۱۰^{-۶} - ۶۹ \times ۱۰^{-۶}) = ۱۶۸۴ \times ۱۰^{-۳} = ۱٫۶۸۴cm^۳$$

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

۹۰ الف) در دمای اتاق، مولکول‌های با تندی زیادی $(۵۰۰m/s)$ در حرکت‌اند (در هر $cm^۳$ هوا از مرتبهٔ $۱۰^{۱۹}$ 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 ۱۴ مرتبه از چگالی جیوه کمتر است، لذا اگر توریچلّی در نظر داشت از آب استفاده کند، مجبور بود لوله‌ای بلند به حدود ۱۰ متر فراهم کند! شکل الف

به این موضوع اشاره دارد.

پ) بالا رفتن جیوه درون لوله‌های غیرمویین، مربوط به فشار هواست و ستون جیوه در هر لوله به‌قدری بالا می‌رود که طول ستون جیوه فشاری معادل فشار هوا به‌وجود آورد.

پ) این سوراخ زیر برای ورود هوا به داخل بدنهٔ 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 لایهٔ 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 لایهٔ روغن یا لایهٔ 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 به‌عبارت‌دیگر 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 شیشهٔ شکسته را به یکدیگر نزدیک می‌کنیم، درواقع فاصلهٔ بین مولکول‌های قسمت شکسته شده مربوط به هر قطعه با قطعهٔ 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 فاصلهٔ بین قسمت‌های شکسته شده بسیار بیشتر از ابعاد یک مولکول است و چون نیروهای بین مولکولی در این ابعاد فاصله، عمل نمی‌کنند، لذا دو قطعهٔ شیشه به هم نمی‌چسبند. با گرم کردن دو قطعهٔ شیشه‌ای، نوسان مولکول‌های دو قطعهٔ 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، فاصلهٔ مولکول‌ها ده‌ها برابر فاصلهٔ 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

$v_۱ = ۰\ ,\ m = ۷٫۲ \times ۱۰^{۴} kg\ ,\ d = ۲٫۰۵ \times ۱۰^{۳} m$

$v_۲ = ۷۰ \frac{m}{s}$

الف)

$W_t = \Delta K$

$W_t = \frac{۱}{۲} m(v_۲^۲ - v_۱^۲) = \frac{۱}{۲} \times ۷٫۲۰ \times ۱۰^{۴} kg(۷۰^۲ - ۰^۲) = ۱٫۷۶ \times ۱۰^{۸} J$

$h = ۵۶۰ m\ ,\ v_۳ = ۱۴۰ \frac{m}{s}$

ب)

$W_{mg} = -\Delta U = -mg(h_۲ - h_۱)$

$= -۷٫۲ \times ۱۰^{۴} kg \times ۹٫۸۱ N/kg \times ۵۶۰ m = -۳٫۹۵ \times ۱۰^{۸} J$

پ) سه نیروی دیگر بر هواپیما اثر می‌کند. ۱- نیروی جلو بر هواپیما (پیشرانه $(thrust)$ 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 به‌دلیل 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 تندی‌ها را بر حسب $\frac{m}{s}$ محاسبه می کنیم. سپس با فرض اینکه سطح زمین مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی باشد، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$m = ۵۰ g$

$v_۱ = ۱٫۵ \frac{km}{s} = (۱٫۵ \frac{km}{s})(۱۰^{۳} \frac{m}{km}) = ۱٫۵ \times ۱۰^{۳} \frac{m}{s}$

$h = ۱٫۶ m$

$v_۲ = ۰٫۴۵ \frac{km}{s} = ۰٫۴۵ \times ۱۰^{۳} \frac{m}{s}$

الف)

$W_f = E_۲ - E_۱$

$W_f = (K_۲ + U_۲) - (U_۱ + K_۱)$

$= [\frac{۱}{۲} \times ۵۰ \times ۱۰^{-۳} kg \times (۰٫۴۵ \times ۱۰^{۳} \frac{m}{s})^۲] + ۰$

$-[\frac{۱}{۲} \times ۵۰ \times ۱۰^{-۳} kg \times (۱٫۵ \times ۱۰^{۳} \frac{m}{s})^۲ + ۵۰ \times ۱۰^{-۳} kg \times ۹٫۸ \frac{N}{kg} \times ۱٫۶ m]$

$\rightarrow W_f \simeq -۵۱۱۸۸ J$

ب) کار نیروی وزن برابر $۷۸۴ \times ۱۰^{-۳} J$ است که در مقابل کار نیروی اصطکاک قابل چشم‌پوشی است.

۹۹

$v_۱ = ۳۵٫۰\frac{m}{s}\ ,\ v_۲ = ۳۲٫۰\frac{m}{s}\ ,\ h = ?$

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

$$K_۱ + \cancel{U_۱}^{\circ} = K_۲ + U_۲$$

$$\rightarrow \frac{۱}{۲}\cancel{m}(۳۵٫۰\frac{m}{s})^۲ = \frac{۱}{۲}\cancel{m}(۳۲٫۰\frac{m}{s})^۲ + \cancel{m} \times ۹٫۸۱\frac{N}{kg} \times h \Rightarrow h = ۱۰٫۲m$$

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

در حالتی‌که 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:

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

$$\frac{۸۵}{۱۰۰} \times \frac{m \times ۹٫۸ \times ۹۰}{۱} = ۲۰۰ \times ۱۰^۶ \rightarrow ۷۴۹٫۷m = ۲۰۰ \times ۱۰^۶$$

$$m \simeq ۲٫۶ \times ۱۰^۵kg \xrightarrow{V=\frac{m}{\rho}} V = \frac{۲٫۶ \times ۱۰^۵}{۱۰^۳} = ۲۶۰m^۳$$

۱۰۲ انرژی الکتریکی ورودی به تلمبه برابر است با:

$$E_{\text{ورودی}} = (۱۵۰۰۰W)(۱٫۰s) = ۱۵۰۰۰J \approx ۱٫۵ \times ۱۰^۴J$$

جرم هر لیتر آب دریاچه $۱٫۰kg$ و کار مفید تلمبه برابر است با:

$$E_{\text{خروجی}} = mg(h_۲ - h_۱) = (۷۰kg)(۹٫۸\frac{N}{kg})(۱۵m - ۰) = ۱۰۲۹۰J \approx ۱٫۰ \times ۱۰^۴J$$

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

$$\text{بازده برحسب درصد} = \frac{۱۰۲۹۰J}{۱۵۰۰۰J} \times ۱۰۰ \approx ۶۸\%$$

لازم است توجه کنید که بخشی از توان ورودی تلمبه به‌دلیل اصطکاک آب درحال حرکت با جدارهٔ داخلی لوله تلف می‌شود.

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

$$E_A = E_B \rightarrow K_A + U_A = K_B + U_B \xrightarrow[\text{سطح } B \text{ را مبدأ پتانسیل درنظر می‌گیریم.}]{v_A = ۰ \rightarrow K_A = ۰} U_A = K_B$$

$$\rightarrow mgh_A = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ \xrightarrow{m \text{ در طول مسیر ثابت است.}} gh_A = \frac{۱}{۲}v_B^۲ \rightarrow v_B \propto \sqrt{h_A}$$

باتوجه به این‌که 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 محاسبهٔ کار نیروی $F_۱$، اطلاعات داده شده و $\cos\theta = \cos ۳۰^{\circ} = \frac{\sqrt{۳}}{۲}$ را در رابطهٔ ۲ − ۳ جایگذاری می‌کنیم. به این ترتیب داریم:

$$W_۱ = (F_۱ \cos\theta)d = (۱۵۰N \times \frac{\sqrt{۳}}{۲})(۱۰٫۰m) = ۱٫۳۰ \times ۱۰^۳J$$

چون پسر جعبه را در جهت جابه‌جایی هُل می‌دهد، $\theta = ۰$ و $\cos\theta = ۱$ است. بنابراین کار انجام شده توسط نیروی $F_۲$ برابر است با:

$$W_۲ = F_۲d = (۶۰٫۰N)(۱۰٫۰m) = ۶۰۰J$$

برای محاسبهٔ کار نیروی f_k، اطلاعات داده شده و $\cos\theta = \cos ۱۸۰^{\circ} = -۱$ را در رابطهٔ ۲ − ۳ جایگذاری می‌کنیم. پس:

$$W_۳ = (f_k \cos\theta)d = (۳۰٫۰N \times (-۱))(۱۰٫۰m) = -۳۰۰J$$

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:

$$W = W_۱ + W_۲ + W_۳ = ۱٫۳۰ \times ۱۰^۳J + ۶۰۰J + (-۳۰۰J) = ۱٫۶۰ \times ۱۰^۳J$$

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

اندازهٔ نیروی خالص در امتداد جابه‌جایی برابر است با:

$$F = F_۱ \cos ۳۰^{\circ} + F_۲ - f_k = ۱۵۰N \times \frac{\sqrt{۳}}{۲} + ۶۰٫۰N - ۳۰٫۰N = +۱۶۰N$$

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

$$W_t = Fd = (۱۶۰N)(۱۰٫۰m) = ۱٫۶۰ \times ۱۰^۳J$$

۱۰۵ هدف این مسئله، آشنا کردن دانش‌آموزان با برخی از یکاهای متداول در صنعت حمل و نقل دریایی است.

الف) باتوجه به داده‌های مسئله، داریم:

$$۱knot = ۰/۵۱۴۴\frac{m}{s}$$

$$۱۴knot = (۱۴knot)(\frac{۰/۵۱۴۴\frac{m}{s}}{۱knot}) \approx ۷/۲۰\frac{m}{s} = ۲۶\frac{km}{h}$$

ب)

$$۷/۲۰\frac{m}{s} = (۷/۲۰\frac{m}{s})(۱)(۱) = (۷/۲۰\frac{m}{s})(\frac{۱mi}{۱۸۵۲m})(\frac{۳۶۰۰s}{۱h}) \approx ۱۴\frac{mi}{h}$$

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

$$A = ۴\pi R^۲ = ۴ \times ۳/۱۴(۶/۴۰ \times ۱۰^۶ m)^۲ = ۵/۱۴ \times ۱۰^{۱۴} m^۲$$

$$A = (۵/۱۴ \times ۱۰^{۱۴} m^۲)(\frac{\text{هکتار } ۱}{۱۰^۴ m^۲}) = ۵/۱۴ \times ۱۰^{۱۰} \text{ هکتار}$$

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 محاسبهٔ مساحت یک بخش از دریا و برای سادگی، منطقهٔ مورد نظر را به‌صورت مستطیل در نظر می‌گیریم.

۱۰۷ الف) باتوجه به جدول ۱ − ۵، هر سال تقریباً $۳/۱۵ \times ۱۰^۷ s$ است. بنابراین یک قرن برابر $۳/۱۵ \times ۱۰^۹ s$ و یک میکروقرن برابر $۳/۱۵ \times ۱۰^۳ s$ خواهد شد که برابر $۵۲/۵ \min$ یا تقریباً $۵۰ \min$ می‌شود. (اشاره: امروزه در بیش‌تر نظام‌های آموزشی دنیا، هر جلسهٔ مفید کلاس درس را ۵۰ دقیقه که تقریباً برابر با یک میکروقرن است در نظر می‌گیرند.)

ب) به روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$۱۰^۹ s = (۱۰^۹ s)(۱) = (۱۰^۹ s)(\frac{\text{سال } ۱}{۳/۱۵ \times ۱۰^۷ s}) = ۳۱/۷ \text{ سال}$$

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 پدیدهٔ فیزیکی است. برای ساختن یک مدل آرمانی، باید روی مهم‌ترین ویژگی‌های دستگاه تمرکز کنیم و اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم.

۱۰۹

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = (۲۲/۵ \times ۱۰^۳ \frac{kg}{m^۳}) \times (۲۳/۰ \times ۱۰^{-۶} m^۳) = ۰/۵۱۸kg$$

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 خنک‌کنندهٔ اتومبیل، گرم و سرد شدن بدن توسط جریان خون در بدن جانوران خون‌گرم مثال‌هایی عینی از انتقال گرما به روش همرفت واداشته است.

۱۱۱ در اینجا نیاز به یک دمای حدسی برای سنجیدن گرماها داریم بهترین انتخاب $۰^\circ C$ می‌باشد یعنی فرض کنیم که همه به آب صفر درجه تبدیل شوند. بنابراین داریم:

$$Q_۱ = m_{\text{بخار}} L_V + m_{\text{میعان}} c_{\text{آب}} \Delta\theta + m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta \leftarrow \text{آزاد شده}$$

$m_{\text{میعان}} \leftarrow$ جرم بخار آبی است که تبدیل به آب صفر درجه شده است.

$$Q_۱ = (۱۰ \times ۱۰^{-۳} kg)(۲۲۵۶ \times ۱۰^۳ \frac{J}{kg}) + (۱۰ \times ۱۰^{-۳} kg)(۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})(۱۰۰^\circ C - ۰)$$

$$+(۶۰ \times ۱۰^{-۳} kg)(۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})(۱۰^\circ C - ۰) = ۲۹۲۸۰J$$

برای تعیین $Q_۲$ میزان گرمایی که لازم است تا یخ به آب با دمای حدسی صفر درجه برسد، داریم:

$$\overset{\text{لازم}}{\uparrow} Q_۲ = m_{\text{یخ}} L_F + m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta = (۰/۲kg)(۳۳۴ \times ۱۰^۳ \frac{J}{kg}) + (۰/۲kg)(۲۲۲۰\frac{J}{kg.^\circ C})(۰ - (-۱۴^\circ C))$$

$$Q_۲ = ۶۶۸۰۰J + ۶۲۱۶J = ۷۳۰۱۶J$$

مشاهده می‌شود که $Q_۲ > Q_۱$ است بنابراین دمای آب همان صفر درجه خواهد شد و فقط بخشی از یخ آب می‌شود داریم:

$$Q_۳ = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta = (۰/۲kg)(۲۲۲۰\frac{J}{kg.^\circ C})(۰ - (-۱۴^\circ C)) = ۶۲۱۶J \leftarrow \text{گرمای لازم برای گرم شدن یخ}$$

$$Q_۱ - Q_۳ = ۲۹۲۸۰J - ۶۲۱۶J = ۲۳۰۶۴J$$

پس مقدار گرمای $۲۳۰۶۴J$ صرف ذوب کردن بخشی از یخ می‌شود داریم:

$$Q = mL_F \Rightarrow ۲۳۰۶۴J = m_{\text{آب شده}}(۳۳۴\frac{J}{kg}) \Rightarrow m_{\text{آب‌شده}} \simeq ۶۹g$$

$$\text{ترکیب نهایی} \rightarrow \left\{ \begin{array}{ll} ۱۳۱g \rightarrow & \text{یخ} \\ ۱۳۹g \rightarrow & \text{آب} \end{array} \right\} \xrightarrow[\text{تعادل}]{\text{دمای}} ۰^\circ C$$

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

$$Q_۱ = m_{\text{یخ}} L_F = (۱kg)(۳۳۳/۷ \times ۰^۳ \frac{J}{kg}) = ۳۳۳/۷ \times ۱۰^۳ J$$

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:

$$Q_۲ = m_{\text{بخار}} L_V + m_{\text{بخار}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = m_{\text{بخار}}(۲۲۵۶ \times ۱۰^۳ \frac{J}{kg}) + m_{\text{بخار}}(۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})(۱۰۰^\circ C - ۰)$$

$Q_۲ = ۲۲۵۶ \times ۱۰^۳ m_{\text{بخار}} + ۴۲۰ \times ۱۰^۳ m_{\text{بخار}} = ۲۶۷۶ \times ۱۰^۳ m_{\text{بخار}}$

می‌دانیم که علامت $Q_۲$ منفی است چون گرما داده شده است داریم:

$Q_۱ = Q_۲$

$۳۳۳/۷ \times ۱۰^۳ = ۲۶۷۶ \times ۱۰^۳ m_{\text{بخار}} \Rightarrow m_{\text{بخار}} = \frac{۳۳۳/۷}{۲۶۷۶} \simeq ۰/۱۲۵kg$

حداقل میزان بخار آب لازم برای ذوب کردن $۱۲۵g$ 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.

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

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

$Q_۱ = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta = m_{\text{یخ}} (۲۲۲۰ \frac{J}{kg.^\circ C})(۰ - (-۳۰^\circ C)) = ۶۶/۶ \times ۱۰^۳ m_{\text{یخ}}$

آب به میزان $Q_۱$ گرما از دست داده و چون در دمای صفر درجه بوده شروع به تشکیل یخ جدید می‌کند. بنابراین داریم:

$Q_۲ = m' L_F = (۱۵۰ \times ۱۰^{-۳} kg)(۳۳۴ \times ۱۰^۳ \frac{J}{kg}) = ۵۰۱۰۰J$

$Q_۱ = Q_۲ \Rightarrow ۶۶/۶ \times ۱۰^۳ m_{\text{یخ}} = ۵۰۱۰۰$

$m_{\text{یخ}} = \frac{۵۰۱۰۰}{۶۶/۶ \times ۱۰^۳} \simeq ۰/۰۷۵kg$

جرم اولیهٔ یخ $۷۵g$ بوده و بعد از رسیدن به تعادل $۱۵۰g$ یخ جدید درست شده است.

۱۱۵ مقدار گرمایی که جسم دریافت می‌کند تا دمای آن از $۲۰^\circ C$ تا $۱۰۸۳^\circ C$ برسد برابر با $۸۲۰kJ$ است. بنابراین داریم:

$Q = mc\Delta\theta$

$۸۲۰ \times ۱۰^۳ = ۲ \times c(۱۰۸۳ - ۲۰) \Rightarrow c \simeq ۳۸۶ \frac{J}{kg.^\circ C}$, $C = mc = (۲kg)(۳۸۶ \frac{J}{kg^\circ C}) = ۷۷۲J/^\circ C$

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

$۱۰۸۸kJ - ۸۲۰kJ = ۲۶۸kJ$

$۲۶۸ \times ۱۰^۳ J = mL_F = (۲kg)(L_F) \Rightarrow L_F = ۱۳۴ \frac{kJ}{kg}$

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

$Q_۱ = m_{\text{آب}} c_{\text{آب}} \Delta\theta = (۰/۵kg)(۴۲۰۰ \frac{J}{kg.^\circ C})(۴۰^\circ C - ۰^\circ C) = ۸۴ \times ۱۰^۳ J$

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

$Q_۲ = m_{\text{آب}} L_F = (۰/۵kg)(۳۳۴ \times ۱۰^۳ \frac{J}{kg}) = ۱۶۷ \times ۱۰^۳ J$

در قسمت آخر میزان گرمایی که باید از یخ صفر درجه بگیریم تا یخ $-۲۰^\circ C$ داشته باشیم برابر است با:

$Q_۳ = m_{\text{یخ}} c_{\text{یخ}} \Delta\theta = (۰/۵kg)(۲۲۲۰ \frac{J}{kg.^\circ C})(۰ - (-۲۰^\circ C)) = ۲۲/۲ \times ۱۰^۳ J$

گرمای کل برابر است با: $Q_{\text{کل}} = Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ = ۲۷۳/۲ \times ۱۰^۳ J = ۲۷۳/۲kJ$

۱۱۷ در این نواحی هوا به شدت مرطوب است (اصطلاحاً شرجی 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.

۱۱۸

$Q_۱ + Q_۲ = ۰ \Rightarrow m_۱ c_{\text{آب}} (\theta - \theta_۱) + m_۲ c_{\text{آب}} (\theta - \theta_۲) = ۰$

$m_۱ c_{\text{آب}} (۵۰^\circ C - ۱۰۰^\circ C) + m_۲ c_{\text{آب}} (۵۰^\circ C - ۳۰^\circ C) = ۰ \rightarrow$ حذف $c_{\text{آب}}$

$m_۱ (۵۰) = m_۲ (۲۰) \Rightarrow ۵m_۱ = ۲m_۲$

می‌دانیم که $m_۱ + m_۲ = ۱۴kg$ است. بنابراین داریم:

$m_۱ + m_۲ = ۱۴$, $m_۱ = \frac{۲}{۵} m_۲ \Rightarrow \frac{۲}{۵} m_۲ + m_۲ = ۱۴$

$\frac{۷}{۵} m_۲ = ۱۴ \Rightarrow \begin{cases} m_۲ = ۱۰kg \\ m_۱ = ۴kg \end{cases}$

۱۱۹ $Q_۱$ و $Q_۲$ مربوط به گرمای آب وجود داشته و آب اضافه شده است. $Q_{\text{گرماسنج}} + Q_۱ + Q_۲ = ۰$

$C_{\text{گرماسنج}} (\theta - \theta_{۱\text{گرماسنج}}) + m_۱ c_{\text{آب}} (\theta - \theta_۱) + m_۲ c_{\text{آب}} (\theta - \theta_۲) = ۰$

$(۳۸۰ \frac{J}{k})(۳۷/۶^\circ C - ۲۵^\circ C) + m_۱ (۴۲۰۰ \frac{J}{kg.^\circ C})(۳۷/۶^\circ C - ۲۵^\circ C) + m_۲ (۴۲۰۰ \frac{J}{kg.^\circ C})(۳۷/۶^\circ C - ۵۰^\circ C) = ۰$

$۴۷۸۸ + ۵۲۹۲۰ m_۱ - ۵۲۰۸۰ m_۲ = ۰$

$$\xrightarrow[\text{تقسیم به ۴۲}]{\text{ساده سازی}} ۱۱۴ + ۱۲۶۰m_۱ - ۱۲۴۰m_۲ \xrightarrow[\text{تقسیم به ۲۰}]{\text{ساده سازی}} ۵۷ + ۶۳۰m_۱ - ۶۲۰m_۲ = ۰$$

با در نظر گرفتن دستگاه معادلهٔ مقابل داریم:

$$\begin{cases} ۶۳۰m_۱ - ۶۲۰m_۲ + ۵۷ = ۰ \\ m_۱ + m_۲ = ۱٫۱ \end{cases} \Rightarrow m_۱ = ۰٫۵kg \ , \ m_۲ = ۰٫۶kg$$

به دست می‌آید. معادلهٔ دوم را از صورت مسئله نوشته‌ایم.

۱۲۰

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

$$C_{\text{گرماسنج}}(\theta - \theta_{۱\,\text{گرماسنج}}) + m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}(\theta - \theta_{\text{آب}}) = ۰$$

$$m_{\text{آب}} = \frac{C_{\text{گرماسنج}}(\theta_{\text{گرماسنج}} - \theta)}{c_{\text{آب}}(\theta - \theta_{۱\,\text{آب}})} = \frac{(۲۰۰\frac{J}{k})(۲۰^\circ C - ۴۵٫۲^\circ C)}{(۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})(۴۵٫۲^\circ C - ۵۰^\circ C)}$$

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

۱۲۱

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

$$m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}(\theta - \theta_{۱\,\text{آب}}) + C_{\text{گرماسنج}}(\theta - \theta_{۱\,\text{گرماسنج}}) + m_{\text{آلیاژ}}c_{\text{آلیاژ}}(\theta - \theta_{۱\,\text{آلیاژ}}) = ۰$$

$$c_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}(\theta_{۱\,\text{آب}} - \theta) + C_{\text{گرماسنج}}(\theta_{۱\,\text{گرماسنج}} - \theta)}{m_{\text{آلیاژ}}(\theta - \theta_{\text{آلیاژ}})}$$

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

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

۱۲۲ ۱) درست ۲) نادرست ۳) درست ۴) نادرست

۵) درست ۶) نادرست ۷) درست

۱۲۳ ابتدا مقدار گرما برای افزایش یک درجه‌ای هر دو فلز را محاسبه می‌کنیم:

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

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

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

حال مجموع گرمایی که هر دو قطعه فلز را به‌اندازهٔ یک درجه افزایش دما می‌دهد، آلیاژ را هم یک درجه افزایش دما می‌دهد:

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

۱۲۴ انرژی جنبشی این گلوله تبدیل به گرما می‌شود و کل مجموعه را گرم می‌کند بنابراین داریم:

$$K = \frac{۱}{۲}m_{\text{گلوله}}v^۲_{\text{گلوله}} = \frac{۱}{۲}(\frac{۲۵}{۱۰۰۰}kg)(۶۰۰\frac{m}{s})^۲ = ۴۵۰۰J$$

$$K = Q_{\text{گلوله}} + Q_{\text{کره}} = m_{\text{گلوله}}c_{\text{گلوله}}\Delta\theta + m_{\text{کره}}c_{\text{کره}}\Delta\theta$$

در صورت سوال گفته شده که کل کره و گلوله به‌طور یکنواخت گرم می‌شود این یعنی تغییر دمای گلوله و کره با یکدیگر باید برابر باشد.

$$۴۵۰۰J = (\frac{۲۵}{۱۰۰۰}kg)(۱۳۰\frac{J}{kg \cdot ^\circ C})\Delta\theta + (۱kg)(۴۰۰\frac{J}{kg \cdot ^\circ C})\Delta\theta$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{۴۵۰۰J}{\frac{۲۵}{۱۰۰۰} \times ۱۳۰ + ۴۰۰} \simeq ۱۱٫۱۶^\circ C \rightarrow$$ افزایش دمای گلوله یا کره بعد از برخورد

۱۲۵ گرمکن‌ها در مدت زمان t ثانیه مقدار $Q = P \times t$ گرما تولید می‌کنند که P مقدار توان گرمکن‌هاست. اگر این رابطه را با رابطهٔ گرما مساوی قرار دهیم. داریم:

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ Q = Pt \end{cases} \Rightarrow Pt = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{P}{mc}t$$

رابطهٔ بالا ارتباط بین $\Delta\theta$ و t را نشان می‌دهد که به‌صورت یک خط است که شیب آن برابر است با $\frac{P}{mc}$ با توجه به اطلاعات مسئله می‌دانیم که توان گرمکن‌ها 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:

$$\left.\begin{array}{l}\text{شیب}(۱)=\dfrac{P}{mc_۱}\\ \text{شیب}(۲)=\dfrac{P}{mc_۲}\end{array}\right\}\xrightarrow[\text{به شکل}]{\text{با توجه}}\text{شیب}(۲)>\text{شیب}(۱)\Rightarrow\frac{P}{mc_۲}>\frac{P}{mc_۱}\Rightarrow c_۱>c_۲$$

گرمای ویژهٔ جسم (۱) بزرگ‌تر از جسم (۲) است.

۱۲۶ معنی $۲۰۰W$ این است ک در هر ثانیه $۲۰۰J$ انرژی به لیوان آب منتقل می‌شود. مقدار گرمایی که لازم است $۲۰۰g$ آب را از $۳۰^\circ C$ به $۱۰۰^\circ C$ برسانیم برابر است با:

$$Q=m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}\Delta\theta=(۰/۲kg)(۴۲۰۰\frac{J}{kg\cdot{}^\circ C})(۱۰۰^\circ C-۳۰^\circ C)=۵/۸۸\times۱۰^۴J$$

حال تمام این گرما باید توسط گرمکن تأمین شود. اما می‌دانیم که گرمکن در هر ثانیه $۲۰۰J$ انرژی می‌تواند تأمین کند داریم:

$$P=\frac{Q}{t}\Rightarrow t=\frac{Q}{P}=\frac{۵/۸۸\times۱۰^۴}{۲۰۰}=۲۹۴s$$

نزدیک به ۵ دقیقه طول می‌کشد تا آب درون لیوان به جوش آید.

۱۲۷ چون که گرمای ویژهٔ آب برابر با $۴۱۸۷\frac{J}{kg\cdot K^\circ}$ می‌باشد که عدد بزرگی است. یعنی یک کیلوگرم آب اگر $۴۱۸۷J$ انرژی دریافت کند دمای آن یک درجه بالا می‌رود. با توجه به این خاصیت آب می‌تواند مقدار زیادی گرما از اجزای داغ موتور دریافت کند و خیلی دیر به جوش آید.

۱۲۸ طول نهایی جسمی که گرم می‌شود برابر است با:

$$\Delta L=L_۲-L_۱=L_۱+L_۱\alpha\Delta T\Rightarrow L_۲=L_۱\alpha\Delta T=L_۱(۱+\alpha\Delta T)$$

بنابراین باید طول نهایی محور و روزنهٔ چرخ‌دنده با هم برابر شوند. داریم:

$$L_{\text{محور}}(۱+\alpha_{\text{فولاد}}\Delta T)=L_{\text{روزنه}}(۱+\alpha_{\text{آلومینیم}}\Delta T)\Rightarrow\Delta T(\alpha_{\text{آلومینیم}}L_{\text{روزنه}}-L_{\text{محور}}\alpha_{\text{فولاد}})=L_{\text{محور}}-L_{\text{روزنه}}$$

$$\Rightarrow\Delta T=\frac{L_{\text{محور}}-L_{\text{روزنه}}}{\alpha_{\text{آلومینیم}}-L_{\text{روزنه}}\alpha_{\text{فولاد}}}=\frac{(۱۰/۰۲-۱۰)\times۱۰^{-۲}m}{۲۳\times۱۰^{-۶}\times۰/۱m-۰/۱۰۰۲cm\times۱۲\times۱۰^{-۶}}$$

$$=\frac{۰/۰۲\times۱۰^{+۴}}{۱/۰۹۷۶}\simeq۱۸۲/۲^\circ C$$

۱۲۹ الف) مساحت مربع به ضلع a چهار برابر مساحت مربع به ضلع b است. بنابراین:

$$A_a=۴A_b\Rightarrow a^۲=۴b^۲\Rightarrow a=۲b$$

ضلع a دو برابر ضلع b است. افزایش طول به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{cases}\Delta a=a\times\alpha_a\times\Delta T=۲b\times۲\alpha_b\times\Delta T\\ \Delta b=b\times\alpha_b\times\Delta T=b\times\alpha_b\times\Delta T\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta a}{\Delta b}=۴$$

ب)

$$\text{برای قطر}\begin{cases}\Delta a=a\sqrt{۲}\times\alpha_a\times\Delta T=۲b\sqrt{۲}\times۲\alpha_b\times\Delta T\\ \Delta b=b\sqrt{۲}\times\alpha_b\times\Delta T=b\sqrt{۲}\times\alpha_b\times\Delta T\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta a}{\Delta b}=۴$$

افزایش ضلع مربع‌ها و قطر آنها به یک اندازه است.

ج)

$$\begin{cases}\Delta A_a=a^۲\times۲\alpha_a\times\Delta T=۴b^۲\times۴\alpha_b\times\Delta T\\ \Delta A_b=b^۲\times۲\alpha_b\times\Delta T=b^۲\times۲\alpha_b\times\Delta T\end{cases}$$

$$\Rightarrow\frac{\Delta A_a}{\Delta A_b}=۸\ \rightarrow$$ افزایش مساحت مربع به ضلع a هشت برابر افزایش مربع به ضلع b 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 تیغهٔ دیگر کمان خارجی است. با توجه به توضیحات داده‌شده فولاد نوار بالایی است و برنج نوار پایینی است.

ب) اگر نوارها را گرم کنیم تیغهٔ دو فلزی به سمت بالا خم می‌شود و این بار تیغهٔ برنج کمان خارجی و تیغهٔ فولاد کمان داخلی است.

۱۳۱

$$\Delta V=\beta_{\text{بنزین}}V_۱\Delta T=۱۰^{-۳}\frac{۱}{K}(۵۵Lit)(۴۰-۱۵)=۱/۳۷۵Lit$$

این مقدار از بنزین از باک بیرون می‌ریزد. توجه کنید که از افزایش حجم مخزن صرف‌نظر کرده‌ایم چون α فلزات از مرتبهٔ بزرگی $۱۰^{-۶}$ 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:

$$\Delta L_{\text{آلومینیوم}}=\Delta L_{\text{سرب}}\Rightarrow\alpha_{\text{آلومینیوم}}L_{\text{آلومینیوم}}\cancel{\Delta T}=\alpha_{\text{سرب}}L_{\text{سرب}}\cancel{\Delta T}$$

$$\Rightarrow L_{\text{سرب}}=\frac{\alpha_{\text{آلومینیوم}}}{\alpha_{\text{سرب}}}L_{\text{آلومینیوم}}=\frac{۲۳\times۱۰^{-۶}\frac{۱}{k}}{۲۹\times۱۰^{-۶}\frac{۱}{k}}\times\frac{۵۸}{۱۰۰}m$$

$$\Rightarrow L_{\text{سرب}} = \frac{۲۳}{۲۹} \times ۰/۵۸ = ۰/۴۶m$$

اگر طول میلهٔ سربی چهل و شش سانت انتخاب شود اختلاف طول آنها در هر دمایی برابر است.

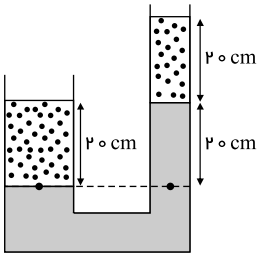
۱۳۳

$$\Delta T = ۴۰ - (-۵) = ۴۵K$$

$$\Delta L = \alpha L_۱ \Delta T = (۱۱ \times ۱۰^{-۶}\frac{۱}{K})(۴۰۰m)(۴۵K) = ۰/۱۹۸m$$

نزدیک به بیست سانتی‌متر افزایش طول وجود دارد.

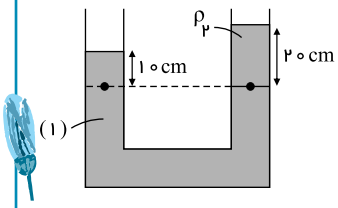
۱۳۴ با انتخاب سطح‌های هم‌تراز مناسب از هر شکل یک معادله به‌دست می‌آید و در آخر با حل دو معادله دو مجهول چگالی‌ها را به‌دست می‌آوریم:



(از شکل سمت چپ) $\rightarrow \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = \rho_۲ g h_۲ + \rho_۱ g h_۱$

$$\Rightarrow ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳} \times ۱۰\frac{m}{s^۲} \times ۰/۲m = \rho_۲(۱۰\frac{m}{s^۲})(۰/۲m) + \rho_۱(۱۰\frac{m}{s^۲})(۰/۲)$$

$\Rightarrow \rho_۱ + \rho_۲ = ۱۰۰۰ \rightarrow$ معادله‌ی اول



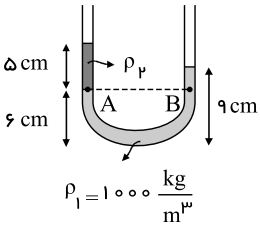
از شکل سمت راست $\rightarrow \rho_۱ g h'_۱ = \rho_۲ g h'_۲ \Rightarrow \rho_۱(۱۰\frac{m}{s^۲})(۰/۱) = \rho_۲(۱۰\frac{m}{s^۲})(۰/۲)$

$\rho_۱ = ۲\rho_۲ \rightarrow$ معادله‌ی دوم

دستگاه معادلات به صورت زیر است:

$$\begin{cases} \rho_۱ + \rho_۲ = ۱۰۰۰ \\ \rho_۱ = ۲\rho_۲ \end{cases} \Rightarrow \rho_۱ + \frac{۱}{۲}\rho_۱ = ۱۰۰۰ \Rightarrow \frac{۳}{۲}\rho_۱ = ۱۰۰۰ \Rightarrow \begin{cases} \rho_۱ = \frac{۲۰۰۰}{۳}\frac{kg}{m^۳} \\ \rho_۲ = \frac{۱۰۰۰}{۳}\frac{kg}{m^۳} \end{cases}$$

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:



$\rho_۱ = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$

$$P_A = P_B$$

$$\rho_۲ g(\frac{۵}{۱۰۰}) = \rho_۱ g(\frac{۳}{۱۰۰}) \Rightarrow \rho_۲(۵) = ۱۰۰۰ \times ۳ \Rightarrow \rho_۲ = ۶۰۰\frac{kg}{m^۳}$$

۱۳۶ 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 $\rho_{\text{مایع}} g$ است. بنابراین:

$$(۳)\text{ شیب خط} = \frac{(۱۰۰/۲ - ۱۰۰) \times ۱۰^۳}{۰/۲ - ۰} = \frac{۰/۲ \times ۱۰^۳}{۰/۲} = ۱۰^۳ \Rightarrow (۳)\text{ شیب خط} = \rho_۳ g \Rightarrow \rho_۳ = ۱۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$$

$$(۲)\text{ شیب خط} = \frac{(۱۲۰/۲ - ۱۰۰/۲) \times ۱۰^۳}{۱/۲ - ۰/۲} = \frac{۲۰۰۰۰}{۱} = ۲۰۰۰۰ \Rightarrow (۲)\text{ شیب خط} = \rho_۲ g \Rightarrow \rho_۲ = ۲۰۰۰\frac{kg}{m^۳}$$

$$Z_۳ = \frac{(۲۵۶/۲ - ۱۲۰/۲) \times ۱۰^۳}{۲/۲ - ۱/۲} = \frac{۱۳۶۰۰۰}{۱} = ۱۳۶۰۰۰ \Rightarrow (۳)\text{ شیب خط} = \rho_۳ g \Rightarrow \rho_۳ = ۱۳۶۰۰\frac{kg}{m^۳}$$

۱۳۷

شیب خطوط $\rho_{\text{مایع}} g$ را به‌دست می‌دهد:

$$\text{شیب خط (۱)} = \frac{(۱۳۰ - ۸۰) \times ۱۰^{۳}}{۶٫۲۵ - ۰} = \frac{۵۰}{۶٫۲۵} \times ۱۰^{۳} = ۸ \times ۱۰^{۳}$$

$$\text{شیب خط (۱)} = \rho_{۱} g \Rightarrow \rho_{۱} = ۸۰۰ \frac{kg}{m^{۳}} \rightarrow \text{روغن}$$

(ارتفاع نسبت به کف ظرف گرفته شده است.)

$$\text{شیب خط (۲)} = \frac{(۱۴۶ - ۱۳۰) \times ۱۰^{۳}}{۷٫۸۵ - ۶٫۲۵} = ۱۰ \times ۱۰^{۳}$$

$$\text{شیب خط (۲)} = \rho_{۲} g \Rightarrow \rho_{۲} = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}} \rightarrow \text{آب}$$

۱۳۸ چون در ارتفاع کمی از سطح زمین هستیم تقریباً می‌توان گفت که فشار هوا با ارتفاع خطی رفتار می‌کند و داریم:

$$P_{\text{سر}} = P_{\text{ته}} + \rho_{\text{هوا}} g h_{\text{ایفل}} \Rightarrow P_{\text{سر}} - P_{\text{ته}} = \rho_{\text{هوا}} g h_{\text{ایفل}}$$

$$= (۱٫۰ \frac{kg}{m^{۳}})(۱۰ \frac{m}{s^{۲}})(۳۲۴m) = ۳۲۴۰Pa$$

۱۳۹

$$P = P_{۰} + \rho_{\text{آب}} g h = ۱۰^{۵} pa + ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}} (۱۰ \frac{m}{s^{۲}})(۱۰m) = ۱۰^{۵} Pa + ۱۰^{۵} Pa = ۲ \times ۱۰^{۵} Pa \rightarrow \text{فشار کل}$$

$$P - P_{۰} = \rho_{\text{آب}} g h = (۱۰۰۰ \frac{kg}{m^{۳}})(۱۰ \frac{m}{s^{۲}})(۱۰m) = ۱۰^{۵} Pa \rightarrow \text{فشار ناشی از آب}$$

برای به‌دست آوردن نیروی وارد به پرده گوش لازم است بدانید که وقتی به زیر آب می‌رویم مقداری هوا درون بینی، گوش، حلق و ریه‌های ما قرار دارند که همگی در فشار $P_{۰}$ هستند، بنابراین برای محاسبه‌ی نیروی وارده به پرده گوش باید از فشار پیمانه‌ای استفاده کنیم:

$$۱cm^{۲} \Rightarrow cm^{۲} \frac{۱m^{۲}}{۱۰^{۴} cm^{۲}} = ۱۰^{-۴} m^{۲}$$

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = (P - P_{۰}) A_{\text{گوش}} = ۱۰^{۵} Pa (۱۰^{-۴} m^{۲}) = ۱۰N$$

۱۴۰

$$P_{۲} = P_{۱} + \rho_{\text{هوا}} g h \Rightarrow P_{۲} - P_{۱} = \rho_{\text{هوا}} g h = ۱٫۰ \frac{kg}{m^{۳}} (۱۰ \frac{m}{s^{۲}})(۴۳۵m) = ۴۳۵۰Pa$$

۱۴۱ چون هوا در دو طرف شیشه وجود دارد بنابراین از دو طرف به این شیشه نیرو وارد می‌شود که اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند. اگر در یک طرف شیشه خلاء باشد فقط از یک طرف نیرو به این شیشه وارد می‌شود و شیشه را می‌شکند.

۱۴۲ اگر دو ورقه‌ی فلزی را روی هم بگذاریم چون ورقه‌ها صیقلی هستند مولکول‌های ورقه بالا و ورقه پائین بسیار به یکدیگر نزدیک می‌شوند و نیروی بین مولکولی ورقه‌ی بالا و ورقه‌ی پائین به وجود می‌آید و این نیرو باعث می‌شود که این دو ورقه به سختی از یکدیگر جدا شوند. توجه کنید که دلیل به وجود آمدن نیروی جاذبه بین مولکولی فاصله‌ی بسیار کم دو ورقه است. نیروهای بین مولکولی نیروهای کوتاه‌برد هستند و برای بوجود آمدن باید مولکول‌ها بسیار به هم نزدیک شوند.

۱۴۳ جامدهایی وجود دارند که تراکم‌پذیرند مثلاً یک تکه چوب را در نظر بگیرید؛ اگر این تکه چوب مورد اعمال فشار قرار بگیرد مولکول‌های آن به یکدیگر نزدیک می‌شود و چگالی چوب زیاد می‌شود اما در نظر داشته باشید که این تراکم‌پذیر بودن تا زمانی ادامه دارد که مولکول‌های ماده خیلی به یکدیگر نزدیک نشده باشند. اگر مولکول‌های جامد خیلی به یکدیگر نزدیک شوند نیروی دافعه‌ی بین مولکولی به‌وجود می‌آید که جلوی تراکم بیشتر را می‌گیرد (مانند مایع‌ها) از این رو اصطلاحاً گوییم که جامدها تراکم‌پذیر 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

$f_{\text{صاف}}$ = نیروی اصطکاک روی سطح صاف $f_{\text{شیب}}$ = نیروی اصطکاک روی سطح شیب‌دار

$$d = \frac{h}{\sin ۳۷^{\circ}}$$

$$W_{f} = -f_{\text{صاف}} \times d - f_{\text{شیب}} \times \frac{h}{\sin ۳۷^{\circ}} = -۵N \times ۴m - ۴N \times h \times \frac{۱۰}{۶} = -۲۰J - \frac{۴۰}{۶} h$$

$$E_{۱} = \frac{۱}{۲} m v^{۲} = \frac{۱}{۲} (۲kg)(۸m/s)^{۲} = ۶۴J \quad , \quad E_{۲} = mgh = (۲kg)(۱۰m/s^{۲}) h = ۲۰h$$

$$W_{f} = E_{۲} - E_{۱} \Rightarrow -۲۰ - \frac{۴۰}{۶} h = ۲۰h - ۶۴J \Rightarrow h(۲۰ + \frac{۴۰}{۶}) = ۴۴$$

$$\Rightarrow h = \frac{۲۶۴}{۱۶۰} = ۱٫۶۵$$

۱۴۶ اندازهٔ کار نیروی اصطکاک در تمامی سطوح برابر است با حاصلضرب نیروی اصطکاک در مسافت پیموده شده:

$$d' = \frac{h}{\sin \alpha} \, , \; W_{f} = -f_{k} d$$

$$W_{f} = -(۴N)(\frac{۳m}{\sin ۳۷^{\circ}}) - (۵N)(۲m) - (۴N)(۵m) = -۳۰J$$

علامت منفی به دلیل این است که نیروی اصطکاک خلاف جهت جابجایی است.

$$\begin{cases} E_{۱} = mgh_{۱} \, , \; E_{۲} = mgh_{۲} \\ W_{f} = E_{۲} - E_{۱} \Rightarrow -۳۰J = (۲kg)(۱۰m/s^{۲})(h_{۲}) - (۲kg)(۱۰m/s^{۲})(۳m) \end{cases}$$

$$\Rightarrow h_{۲} = \frac{۳۰}{۲۰} = ۱٫۵m$$

۱۴۷ اگر سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض کنیم، داریم:

$$K_۱ = U_۲ = ۰,\ W_f = -۰/۲۸E_۱$$

$$W_f = E_۲ - E_۱ \quad W_f = -\frac{۲۸}{۱۰۰}(۵kg)(۱۰m/s^۲)(۴۰m) = -۵۶۰J$$

$$\Rightarrow E_۲ = \frac{۱}{۲}(۵kg)(v^۲)\ ,E_۱ = mgh = (۵kg)(۱۰m/s^۲)(۴۰m) = ۲۰۰۰J$$

$$\Rightarrow -۵۶۰J = \frac{۱}{۲}(۵kg)v^۲ - ۲۰۰۰ \Rightarrow v^۲ = ۵۷۶ \Rightarrow v = ۲۴m/s$$

۱۴۸

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U = -mg(h_۲ - h_۱) = -(۵kg)(۱۰m/s^۲)\,(h_۲ - ۱۰m)$$

$$\Rightarrow ۷۵J = -۵۰(h_۲ - ۱۰) \Rightarrow -۱/۵ = h_۲ - ۱۰ \Rightarrow h_۲ = ۸/۵m$$

۱۴۹

$W_{\text{وزن}} = -mgh,\ h = vt = (۵m/s)(۶s) = ۳۰m \rightarrow$ حرکت با سرعت ثابت

$$\Rightarrow W_{\text{وزن}} = -(۷۰kg \times ۱۰\frac{m}{s^۲}) \times (۳۰m) = -۲۱۰۰۰J$$

$$\Delta U = mg(h_۲ - h_۱)\ ,h_۱ = ۰\ ,\ h_۲ = ۳۰m$$

$$\Rightarrow \Delta U = (۷۰kg \times ۱۰\frac{m}{s^۲})(۳۰m) = +۲۱۰۰۰J$$

۱۵۰ الف) می‌دانیم که رابطهٔ انرژی پتانسیل برابراست با $U = mgh$ بنابراین شیب خط نمودار $(U - h)$ برابر است با mg، بنابراین شیب هرخطی که بیشتر باشد جرم آن نیز بیشتر است داریم:

شیب (۲) > شیب (۱) $\Rightarrow m_۲g > m_۱g \Rightarrow m_۲ > m_۱$

ب) با استفاده از رابطهٔ انرژی پتانسیل گرانشی برای دو ارتفاع $h_۱ = ۱۰m$ و $h_۲ = ۵m$ داریم:

$$\Rightarrow m_۱gh_۱ = m_۲gh_۲ \Rightarrow ۵kg(۵m) = m_۲(۱۰m) \Rightarrow m_۲ = \frac{۲۵}{۱۰} = ۲/۵kg$$

۱۵۱ الف)

$$W_t = \Delta K = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m\,(v_۲^۲ - v_۱^۲)$$

$$= \frac{۱}{۲}(۲۰kg)(۹ - ۰) = ۹۰J$$

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 ومقاومت 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
$t_۰ - t_۱$	تندشونده	+
$t_۱ - t_۲$	ثابت	صفر
$t_۲ - t_۳$	کندشونده	−
$t_۳ - t_۴$	ثابت	صفر

۱۵۳ ابتدا تندی را بر حسب $\frac{m}{s}$ بنویسیم و سپس کار کل را به صورت زیر حساب کنیم:

$$۳۶\frac{km}{h} = ۳۶\frac{km}{h} \times \frac{۱۰۰۰m}{۱km} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s} = ۱۰m/s$$

$$۷۲\frac{km}{h} = ۷۲\frac{km}{h} \times \frac{۱۰۰۰m}{۱km} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s} = ۲۰m/s$$

$$W_t = \Delta K = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲) = \frac{۱}{۲}(۸۰۰kg)(۲۰^۲ - ۱۰^۲) = ۱۲ \times ۱۰^۴J$$

۱۵۴

$$W_۱ = F_۱\cos(۴۵^\circ)d \Rightarrow W_۱ = (۵۰۰\sqrt{۲}N \times \frac{۱}{\sqrt{۲}})(۲/۵m) = ۱۲۵۰J$$

$$W_۲ = Fd\cos ۰^\circ = F_۲d \Rightarrow W_۲ = (۳۰۰N)(۲/۵m) = ۷۵۰J$$

$$W_{\text{اصطکاک}} = f_kd\cos ۱۸۰^\circ = -f_kd \Rightarrow W_{\text{اصطکاک}} = -۶۰۰N(۲/۵) = -۱۵۰۰J$$

$$W_{\text{کل}} = W_۱ + W_۲ + W_{\text{اصطکاک}} \Rightarrow W_{\text{کل}} = ۱۲۵۰J + ۷۵۰J - ۱۵۰۰J \Rightarrow W_{\text{کل}} = ۵۰۰J$$

۱۵۵ برای دو نیروی $F_۱$ و $F_۲$، زاویهٔ بین نیرو و جابه‌جایی صفر $(\theta = ۰ \Rightarrow \cos\theta = ۱)$ است. همچنین نیروی اصطکاک با بردار جابه‌جایی زاویهٔ ۱۸۰° می‌سازد. یعنی:

$W_۱ = F_۱ d \Rightarrow W_۱ = (۴۰۰N)(۵m) = ۲۰۰۰J$
$W_۲ = F_۲ d \Rightarrow W_۲ = (۲۰۰N)(۵m) = ۱۰۰۰J$
$W_{\text{اصطکاک}} = -f_k d \Rightarrow W_{\text{اصطکاک}} = -(۵۰۰N)(۵m) = ۲۵۰۰J$
$W_{\text{کل}} = W_۱ + W_۲ + W_{\text{اصطکاک}} = ۲۰۰۰J + ۱۰۰۰J - ۲۵۰۰J = +۵۰۰J$

۱۵۶ الف) چون آسانسور به سمت پایین حرکت می‌کند، کار نیروی وزن مثبت است. بنابراین:

$W = (mg)d \Rightarrow W = ۸۰۰N(۹m) = ۷۲۰۰J$

ب) نیروی عمودی سطح و جابه‌جایی در خلاف جهت یکدیگرند، بنابراین:

$W_{F_N} = F_N d \cos ۱۸۰^\circ = -F_N d \Rightarrow W_{F_N} = -۶۴۰N(۹m) = -۵۷۶۰J$

کار نیروی عکس العمل سطح (F_N) به این دلیل منفی است که جهت نیرو با جابجایی خلاف هم هستند.

ج)

$W_{\text{کل}} = W_{F_N} + W_{mg} = ۷۲۰۰J - ۵۷۶۰J = +۱۴۴۰J$

۱۵۷ مؤلفهٔ عمودی نیروی F کار انجام نمی‌دهد بنابراین:

$F_y = F \sin ۵۳^\circ \Rightarrow ۸۰N = F(\frac{۸}{۱۰}) \Rightarrow F = ۱۰۰N$

اندازهٔ نیروی F برابر با یکصد نیوتون است. برای محاسبه کار نیروی F، می‌دانیم که مؤلفهٔ افقی آن کار انجام می‌دهد بنابراین:

$W = (F \cos ۵۳^\circ)d = (۱۰۰N \times \frac{۶}{۱۰})(۱۵m) = ۹۰۰J$

فرم برداری نیروی $\vec{F}$ به صورت زیر است:

$F_x = F \cos ۵۳^\circ = (۱۰۰N) \times \frac{۶}{۱۰} \Rightarrow F_x = ۶۰\ N$
$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} \Rightarrow \vec{F} = ۶۰N\vec{i} + ۸۰N\vec{j}$

۱۵۸ در ابتدا با توجه به معلوم بودن کار نیروی F داریم:

$W = Fd \cos\theta \Rightarrow ۴۰۰J = F \cos\theta (۱۰m) \Rightarrow F \cos\theta = ۴۰\ N \xrightarrow{F_x = F\cos\theta} F_x = ۴۰\ N$

از طرفی می‌دانیم که:

$F_x = F \cos ۳۷^\circ \Rightarrow ۴۰\ N = F(\frac{۸}{۱۰}) \Rightarrow F = ۵۰N$

با استفاده از قضیهٔ فیثاغورس:

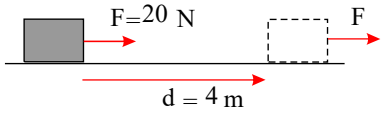
$F = \sqrt{F_x^۲ + F_y^۲} \Rightarrow ۵۰ = \sqrt{۴۰^۲ + F_y^۲} \Rightarrow F_y^۲ = ۹۰۰ \Rightarrow F_y = ۳۰N$

شکل برداری نیروی F برابر است با:

$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j} \Rightarrow \vec{F} = ۴۰N\vec{i} + ۳۰N\vec{j}$

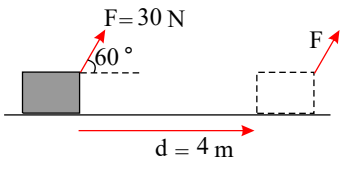
۱۵۹

(1)



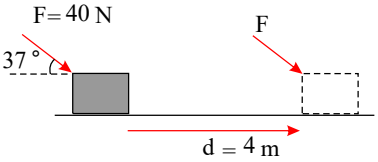
$W = Fd \cos ۰^\circ = Fd = (۲۰N)(۴m) = ۸۰J$

(2)



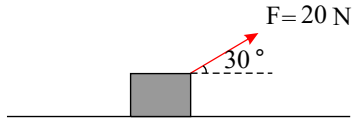
$W = (F \cos ۶۰^\circ)(۴m) = (۳۰N \times \frac{۱}{۲})(۴m) = ۶۰J$

(3)



$$W = (F\cos ۳۷^\circ)(d) = (۴۰N \times ۰/۸)(۴m) = ۱۲۸J$$

(4)



$$W = (F\cos ۳۰^\circ)(d) = (۲۰N \times \frac{\sqrt{۳}}{۲})(۴m) = ۴۰\sqrt{۳}J$$

۱۶۰ الف)

$$W_۱ = F_۱ d\cos ۰^\circ = F_۱ d\ ,\ W_۲ = F_۲ d\cos ۱۸۰^\circ = -F_۲ d, W_{\text{اصطکاک}} = f_k d\cos ۱۸۰^\circ = -f_k d$$
$$W_{\text{کل}} = F_۱ d - F_۲ d - f_k d = (F_۱ - F_۲ - f_k)d$$

ب)

$$F_{\text{برآیند}} = F_۱ - F_۲ - f_k$$
$$W_{\text{کل}} = F_{\text{برآیند}} d = (F_۱ - F_۲ - f_k)d$$

جواب‌های قسمت الف و ب یکی هستند و هیچ فرقی نمی‌کند از کدام روش استفاده کنید.

۱۶۱

$$\begin{cases} \theta = ۰ \\ \cos\theta = ۱ \\ W = Fd \Rightarrow ۷۰۰J = (۲۰N)d \Rightarrow d = ۳۵m \end{cases}$$

۱۶۲ می‌دانیم که تندی اتومبیل را باید بر حسب $\frac{m}{s}$ به‌دست بیاوریم:

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}(۱۰۰۰kg)(۳۶\frac{km}{h} \times \frac{۱۰۰۰m}{۱km} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s})^۲ = ۵/۰ \times ۱۰^۴J$$
$$K_۲ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ = \frac{۱}{۲}(۱۰۰۰kg)(۱۴۴\frac{km}{h} \times \frac{۱۰۰۰m}{۱km} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s})^۲ = ۸/۰ \times ۱۰^۵J$$
$$\Delta K = K_۲ - K_۱ = ۸/۰ \times ۱۰^۵J - ۵/۰ \times ۱۰^۴J = ۷/۵ \times ۱۰^۵J$$

۱۶۳

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow ۹۶J = \frac{۱}{۲}(m)(۱۶) \Rightarrow m = \frac{۹۶}{۸} = ۱۲kg$$

۱۶۴

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow ۲۷J = \frac{۱}{۲}(m)(۳m/s)^۲$$
$$\Rightarrow ۲۷ = \frac{۹}{۲}m \Rightarrow m = ۶kg$$

۱۶۵

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = ۱\frac{kg}{L}(۵۰۰L) = ۵۰۰kg$$
$$= mgh = (۵۰۰kg)(۱۰\frac{m}{s^۲})(۱۰m) = ۵ \times ۱۰^۴J \quad \text{انرژی ورودی}$$
$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۰/۲ = \frac{\text{انرژی خروجی}}{۵ \times ۱۰^۴J} \Rightarrow \text{انرژی خروجی} = ۱۰^۴J$$
$$P = \frac{W}{t} \rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{۱۰^۴J}{۸۰۰W} = ۱۲/۵s$$

۱۶۶ مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی را روی زمین اختیار می‌کنیم و با استفاده از پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$\frac{۱}{۲}mv_A^۲ + U_A = \frac{۱}{۲}mv_B^۲ + U_B = \frac{۱}{۲}mv_C^۲ + U_C$$

برای قسمت الف $U_A = U_B$ است بنابراین $v_A = v_B = v_۰$ می‌باشد، برای سرعت در نقطه‌ی C داریم:

$$\frac{۱}{۲}mv_B^۲ + U_B = \frac{۱}{۲}mv_C^۲ + U_C$$
$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ + mgh = \frac{۱}{۲}mv_C^۲ + \frac{۱}{۲}mgh \Rightarrow v_C = \sqrt{v_۰^۲ + gh}$$

ب) انرژی مکانیکی در نقطه‌ی D برابر است با:

$$\frac{۱}{۲}mv_C^۲ + \frac{۱}{۲}mgh = \frac{۱}{۲}mv_D^۲ + ۰ \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_D^۲ = \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ + mgh$$

با استفاده از قضیهٔ کار – انرژی جنبشی این انرژی باید توسط نیروی اصطکاک به گرما تبدیل شود، یعنی:

$$W_t = W_{\text{اصطکاک}} = K_۲ - K_۱,\ K_۲ = ۰\ ,\ K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۰^۲ + mgh$$

$$\Rightarrow -f_{\text{اصطکاک}} \times L = -\frac{۱}{۲}mv_۰^۲ - mgh \Rightarrow f_{\text{اصطکاک}} = \frac{۱}{L}(\frac{۱}{۲}mv_۰^۲ + mgh)$$

حال با استفاده از قانون دوم نیوتون داریم:

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m}\ ,\ a = \frac{۱}{L}(\frac{v_۰^۲}{۲} + gh)$$

۱۶۷ در اینجا همهٔ انرژی جنبشی توپ با جرم M به انرژی جنبشی مجموعه و انرژی هدر رفته تبدیل می‌شود. یعنی:

$$\left.\begin{aligned} E_۱ &= \frac{۱}{۲}Mv^۲ \\ E_۲ &= \frac{۱}{۲}(m+M)v'^۲ - \frac{۱}{۴}(\frac{۱}{۲}Mv^۲) \end{aligned}\right\} \text{بقای انرژی مکانیکی} \Leftrightarrow E_۱ = E_۲$$

داریم:

$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}Mv^۲ = \frac{۱}{۲}(m+M)v'^۲ - \frac{۱}{۸}Mv^۲$$

$$(\frac{۱}{۲} + \frac{۱}{۸})Mv^۲ = \frac{۱}{۲}(m+M)v'^۲ \Rightarrow v' = \sqrt{\frac{۵}{۴}\frac{Mv^۲}{m+M}}$$

۱۶۸ قبل از پرش موتورسوار روی تپهٔ $۵۰m$ است. پس (مبدأ پتانسیل را زمین فرض می‌کنیم.)

$$U_۱ = mgh_۱ = (۱۳۰kg)(۱۰\frac{m}{s^۲})(۵۰m) = ۶۵۰۰۰J$$

بعد از پرش موتورسوار روی تپهٔ $۲۰m$ است. بنابراین:

$$U_۲ = mgh_۲ = (۱۳۰kg)(۱۰\frac{m}{s^۲})(۲۰m) = ۲۶۰۰۰J$$

برای قسمت بعد باید مبدأ پتانسیل را روی تپهٔ دوم انتخاب کنیم. در این صورت موتورسوار $۳۰m$ ارتفاع دارد:

$$U_۳ = mg(h_۱ - h_۲) = (۱۳۰kg)(۱۰\frac{m}{s^۲})(۳۰m) = ۳۹۰۰۰J$$

انرژی پتانسیل نسبت به ارتفاع ۳۵ متری قبل از پرش برابر است با:

$$U_۴ = (۱۳۰kg)(۱۰\frac{m}{s^۲})(۵۰m - ۳۵m) = ۱۹۵۰۰J$$

و بعد از پرش:

$$U_۵ = (۱۳۰kg)(۱۰\frac{m}{s^۲})(۲۰ - ۳۵) = -۱۹۵۰۰J$$

در قسمت اول سوال مبدأ انرژی پتانسیل خود زمین انتخاب شد و در قسمت دوم سوال مبدأ روی تپهٔ دوم بود. در قسمت سوم مبدأ فاصلهٔ $۳۵m$ از سطح زمین را داشت.

برای قسمت آخر می‌دانیم که:

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U$$

پس کافی است که:

$$W_{\text{وزن}} = -(۲۶۰۰۰J - ۶۵۰۰۰J) = +۳۹۰۰۰J$$

کار نیروی وزن اگر مبدأ روی تپهٔ دوم باشد برابر است با:

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U = -(U_۲ - U_۱) = -(۰ - ۳۹۰۰۰) = +۳۹۰۰۰J$$

و برای قسمت آخر:

$$W_{\text{وزن}} = -\Delta U = -(U_۲ - U_۱) = -(-۱۹۵۰۰) - (+۱۹۵۰۰) = +۳۹۰۰۰J$$

۱۶۹

$$W_T = W_{\text{دوچرخه سوار}} + W_{\text{اصطکاک}} = \Delta K = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲)$$

$v_۲, v_۱$ تندی‌های اول و آخر حرکت دوچرخه سوار است که هر دو صفرند بنابراین:

$$W_T = W_{\text{دوچرخه سوار}} + W_{\text{اصطکاک}} = ۰ \Rightarrow W_{\text{اصطکاک}} = -W_{\text{دوچرخه سوار}}$$

و حال فقط کافی است کار نیروی دوچرخه سوار را محاسبه کنیم.

$$W_{\text{اصطکاک}} = -(۵۰N)(۱۴۰m) = -۷۰۰۰J$$

۱۷۰

$$W = mgd = (۲۶۰kg)(۹٫۸\frac{m}{s^۲})(۲٫۵m) = ۶۳۷۰J$$

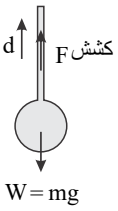
کاری که ورزشکار انجام می‌دهد حتماً از این کار بیشتر است زیرا خود ورزشکار نیز باید بلند شود و بر نیروهای ناشی از انقباض ماهیچه‌های موجود در بدن خود نیز غلبه کند.

۱۷۱

$V_{\text{ثابت}} \rightarrow a = ۰ \rightarrow F_t = ۰$

$F_{\text{کشش}} = W_{\text{کره}} = m_{\text{کره}} g$

$W = F_{\text{کشش}} d = m_{\text{کره}} \times g \times d = ۳۵kg \times ۱۰\frac{m}{s^۲} \times ۱٫۵ = ۵۲۵J$



۱۷۲

$W = K_۲ - K_۱ \xrightarrow{v_۲=۰} Fd\cos ۱۸۰ = -\frac{۱}{۲}mv^۲$

$\rightarrow F \times ۱۲ \times ۱۰^{-۲} \times -۱ = -\frac{۱}{۲} \times \frac{۳}{۱۰} \times ۲۵ \times ۱۰^۴ \rightarrow F = ۳٫۱ \times ۱۰^۴$

طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که گلوله به چوب وارد می‌کند هم‌اندازه با نیرویی است که چوب به گلوله وارد می‌کند.

۱۷۳

با استفاده از قضیهٔ کار و انرژی جنبشی داریم:

$W = \Delta K = K_۲ - K_۱$

$W = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲) = ۰٫۵(۶۴ - ۱۶) = ۲۴J$

۱۷۴ 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.

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 اندازهٔ h سقوط می‌کند برابر است با:

$W = Fd = mgh \quad (I)$

انرژی جنبشی ماشین برابر است با:

$v = ۱۰۸\frac{km}{h} = ۱۰۸\frac{km}{h}\frac{۱۰۰۰m}{۱km}\frac{۱h}{۳۶۰۰s} = ۳۰\frac{m}{s}$

$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۱}{۲}m(۳۰)^۲ = ۴۵۰\,m \quad (II)$

با مساوی قرار دادن این دو داریم: $g \simeq ۱۰\frac{m}{s^۲}$

$\cancel{m}\,gh = ۴۵۰\cancel{m} \Rightarrow h = ۴۵m$

۱۷۶ دیوار جابه‌جا نمی‌شود پس کاری انجام نمی‌شود. $W = Fd = ۵۰ \times (۰) = ۰$

۱۷۷ برای پیدا کردن جرم روی، باید جرم کل و حجم کل را تعیین کنیم.

در اینجا دقت کنید، برای تعیین حجم مس از رابطهٔ $V_{\text{مس}} = (\frac{m}{\rho})_{\text{مس}}$ استفاده می‌کنیم و برای تعیین جرم روی از رابطهٔ $m_{\text{روی}} = (\rho V)_{\text{روی}}$ استفاده می‌کنیم. بنابراین داریم:

$m_{\text{آلیاژ}} = ۹۰g + m_{\text{روی}}$

$V_{\text{آلیاژ}} = V_{\text{مس}} + V_{\text{روی}} = \frac{m_{\text{مس}}}{\rho_{\text{مس}}} + \frac{m_{\text{روی}}}{\rho_{\text{روی}}} = \frac{۹۰g}{۹\frac{g}{cm^۳}} + \frac{m_{\text{روی}}}{۷\frac{g}{cm^۳}} = ۱۰cm^۳ + \frac{m_{\text{روی}}}{۷}$

$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{آلیاژ}}}{V_{\text{آلیاژ}}} = \frac{۹۰g + m_{\text{روی}}}{۱۰ + \frac{m_{\text{روی}}}{۷}} \Rightarrow ۷۵ + \frac{۷٫۵}{۷}m_{\text{روی}} = ۹۰ + m_{\text{روی}}$

$\Rightarrow (\frac{۷٫۵}{۷} - ۱)m_{\text{روی}} = ۱۵ \Rightarrow m_{\text{روی}} = \frac{۱۵ \times ۷}{۰٫۵} = ۲۱۰g$

۱۷۸

$a_{Al} = ۲a_{Ag} \rightarrow$ (a طول ضلع مکعب است)

$\rho_{Ag} = ۴\rho_{Al}$

می‌دانیم که حجم مکعب از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$V_{Ag} = (a_{Ag})^۳ \quad , \quad V_{Al} = (a_{Al})^۳$

داریم:

$V_{Al} = (a_{Al})^۳ = (۲a_{Ag})^۳ = ۸a^۳{}_{Ag} = ۸V_{Ag}$

با استفاده از نسبت چگالی‌ها داریم:

$\frac{\rho_{Ag}}{\rho_{Al}} = \frac{\frac{m_{Ag}}{V_{Ag}}}{\frac{m_{Al}}{V_{Al}}} = \frac{m_{Ag}}{m_{Al}} \times \frac{V_{Al}}{V_{Ag}} = \frac{m_{Ag}}{m_{Al}} \times ۸ = ۴$

و در نهایت:

$\frac{m_{Ag}}{m_{Al}} = \frac{۱}{۲}$

۱۷۹ چگالی تخم‌مرغ 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 تخم‌مرغ 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

قطر میانگین گلبول قرمز $= ۷٫۰ \times ۱۰^{-۶} m = ۷٫۰ \times ۱۰^{-۳} mm = ۷٫۰ \times ۱۰^{۳} nm$

جرم زمین $= ۶ \times ۱۰^{۲۴} kg = ۶ \times ۱۰^{۲۱} ton$

جرم کوسه $= ۱ \times ۱۰^{۳} kg = ۱۰^{۳} \times ۱۰^{۳} g = ۱۰^{۶} g$

ذرات گرد و غبار $= ۱ \times ۱۰^{-۴} m = ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{+۹} nm = ۱۰^{۵} nm$

۱۸۳

۱) $۲٫۰ \cancel{mm} \times \frac{۱ m}{۱۰۰۰ \cancel{mm}} = ۲٫۰ \times ۱۰^{-۳} m$

۲) $۱۵ \cancel{nm} \times \frac{۱ \cancel{m}}{۱۰^{۹} \cancel{nm}} \times \frac{۱۰^{۱۲} Pm}{۱ \cancel{m}} = ۱٫۵ \times ۱۰^{۴} pm$

۳) $۵ \cancel{\mu s} \times \frac{۱ \cancel{s}}{۱۰^{۶} \cancel{\mu s}} \times \frac{۱۰^{۳} ms}{۱ \cancel{s}} = ۵٫۰ \times ۱۰^{-۳} ms$

۴) $۹ \cancel{ms} \times \frac{۱ \cancel{s}}{۱۰۰۰ \cancel{ms}} \times \frac{۱ ks}{۱۰۰۰ \cancel{s}} = ۹ \times ۱۰^{-۶} ks$

۱۸۴

در ابتدا حجم استوانه را محاسبه می‌کنیم. سپس با استفاده از رابطهٔ چگالی، جرم جسم را می‌یابیم.

$$V = \pi r^{۲} L = ۳(۲)^{۲} ۷ = ۸۴ \, cm^{۳}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۳٫۱ \frac{g}{cm^{۳}} = \frac{m}{۸۴ cm^{۳}} \Rightarrow m = ۳٫۱ \frac{g}{\cancel{cm^{۳}}} \times ۸۴ \cancel{cm^{۳}} = ۲۶۰٫۴ \, g$$

۱۸۵ در ابتدا حجم کره را محاسبه می‌کنیم. سپس چگالی کره را می‌یابیم. یعنی:

$$V = \frac{۴}{۳} \pi r^{۳} = \frac{۴}{۳} (۳) (۲)^{۳} = ۳۲ cm^{۳}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۱۰۰ g}{۳۲ cm^{۳}} = ۳٫۱۲۵ \frac{g}{cm^{۳}} \quad , \quad \rho = ۳۱۲۵ \frac{kg}{m^{۳}}$$

۱۸۶ می‌دانیم که هر فمتوگرم (fg) معادل $۱۰^{-۱۵}$ گرم است، یعنی:

$$۲٫۰ fg = ۲٫۰ \times ۱۰^{-۱۵} g$$

$$\left(۲٫۰ \times ۱۰^{-۱۵} \cancel{g}\right) \left(\frac{۱ kg}{۱۰۰۰ \cancel{g}}\right) = ۲٫۰ \times ۱۰^{-۱۸} kg$$

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 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 نکته‌داراست وسعی کنید آنها را به خاطر بسپارید.

۱۸۸

الف کمیت

ب نرده‌ای

پ فرعی

ت فرعی

ث برداری

ج اصلی

چ فرعی، فرعی و اصلی

۱۸۹ الف.

$$W_t = \Delta K = \frac{۱}{۲}m(v_۲^۲ - v_۱^۲) = \frac{۱}{۲} \times ۱۰۰۰(۶۲۵ - ۰) \approx ۳/۱ \times ۱۰^۵ J$$

ب.

$$W_t = W_F + W_f \Rightarrow ۳/۱ \times ۱۰^۵ = W_F + (f \cos ۱۸۰)d \Rightarrow ۳/۱ \times ۱۰^۵ = W_F - ۵۰۰ \times ۹۰ \Rightarrow W_F = ۲/۶۵ \times ۱۰^۵ J$$

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. تیغهٔ 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 تیغهٔ فلزی چاقو سردتر از دستهٔ چوبی آن است.

۱۹۱ انبساط مایعات معمولاً از انبساط جامدات بیشتر است. جمع گلیسیرین بیرون‌ریخته، معادل اختلاف حجم مایع و ظرف است. یعنی:

$$\Delta V_{\text{گلیسیرین}} - \Delta V_{\text{شیشه}} = \beta V_۱ \Delta T - ۳\alpha V_۱ \Delta T = V_۱ \Delta T(\beta - ۳\alpha) = ۱۰ \times (۴۰/۰ - ۰/۰)(۱/۸ \times ۱۰^{-۴} - ۹/۶ \times ۱۰^{-۶}) = ۴۰۰(۱۰^{-۴}(۱/۸ - ۹/۶ \times ۱۰^{-۲}))$$

$$= ۴۰۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۱/۷۰۴ = ۶/۸۱۶ \times ۱۰^{-۲} cm^۳$$

۱۹۲ مساحت متناسب با حاصل‌ضرب دو طول است.

$$A_۲ = L_۱(۱ + \alpha \Delta T) \times L_۲(۱ + \alpha \Delta T) \Rightarrow A_۲ = L_۱ L_۲ (۱ + ۲\alpha \Delta T + \alpha^۲ \Delta T^۲)$$

به دلیل کوچک بودن α می‌توانیم از $\alpha^۲$ چشم‌پوشی کنیم.

$$A_۱ = L_۱ L_۲ \Rightarrow A_۲ = A_۱(۱ + ۲\alpha \Delta T)$$

۱۹۳

انرژی جسم در لحظهٔ برخورد به زمین با انرژی جنبشی‌اش برابر است که این همان انرژی مفید است:

$$K = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲/۰ \times (۴\sqrt{۵})^۲ \Rightarrow K = ۸۰J$$

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی مفید}}{\text{انرژی مصرفی}} = \frac{۸۰}{۱۰۰} = ۰/۸ = ۸۰ \text{ درصد}$$

۱۹۴ الف. با چشم‌پوشی از اصطکاک تندی هر سه هنگام رسیدن به سطح زمین برابر است.

ب. با درنظر گرفتن اصطکاک، هرچه طول مسیر بیشتر باشد، اتلاف انرژی بیشتر شده و تندی کمتر می‌شود.

$$v_a > v_b > v_c$$

۱۹۵

$$W_{\text{کل}} = \Delta K \Rightarrow \pm F_{\text{کل}} d = \Delta K \Rightarrow F \cdot d = \frac{۱}{۲}m\left(v_۲^۲ - v_۱^۲\right)$$

$$۴۰ \times d = \frac{۱}{۲} \times ۰/۴ \times (۳۶ - ۴/۰) \Rightarrow ۴۰d = ۶/۴ \Rightarrow d = ۰/۱۶m = ۱۶cm$$

۱۹۶

$$W_t = K_۲ - K_۱ = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲$$

$$W = W_{۱t} = \frac{۱}{۲}mv^۲ - \frac{۱}{۲}m(۰)^۲ = \frac{۱}{۲}mv^۲$$

$$W_{۲t} = \frac{۱}{۲}m(۳v)^۲ - \frac{۱}{۲}m(۰)^۲ = ۹(\frac{۱}{۲}mv^۲) = ۹W$$

۱۹۷ برای تعیین چگالی آلیاژ، باید جرم کل و حجم کل را پیدا کنیم. چون در اینجا از حجم اجسام معلوماتی ذکرنشده، به جای حجم، از نسبت جرم به چگالی یعنی $V = \frac{m}{\rho}$ استفاده می‌کنیم. اگر جرم کل را $m_{\text{کل}}$ بنامیم، $m_{\text{طلا}} = ۰/۷۵m_{\text{کل}}$ و $m_{\text{مس}} = ۰/۷۵m_{\text{کل}}$ است. بنابراین داریم:

$$V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{کل}}}{\frac{m_۱}{\rho_۱} + \frac{m_۲}{\rho_۲}} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{کل}}}{\frac{۰/۷۵m_{\text{کل}}}{۱۹} + \frac{۰/۲۵m_{\text{کل}}}{۹}} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{کل}}}{\frac{۰/۷۵ \times ۹m_{\text{کل}} + ۱۹ \times ۰/۲۵m_{\text{کل}}}{۱۹ \times ۹}}$$

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_۱ + m_۲}{V_۱ + V_۲} \text{ و } V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{کل}}}{\frac{m_۱}{\rho_۱} + \frac{m_۲}{\rho_۲}} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{کل}}}{\frac{۰/۷۵m_{\text{کل}}}{۱۹} + \frac{۰/۲۵m_{\text{کل}}}{۹}} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{کل}}}{\frac{۰/۷۵ \times ۹m_{\text{کل}} + ۱۹ \times ۰/۲۵m_{\text{کل}}}{۱۹ \times ۹}}$$

$$= \frac{۱۹ \times ۹}{۶/۷۵ + ۴/۷۵}$$

$$\rho = \frac{۱۷۱}{۱۱/۵} \approx ۱۴/۹ \frac{g}{cm^۳}$$

۱۹۸ اگر حجم کل آلیاژ را V فرض کنیم، $V_A = ۰/۴V$ و $V_B = ۰/۶V$ است. حال در رابطهٔ مربوط به تعیین چگالی آلیاژ چون از جرم حرفی زده نشده، به جای جرم از حاصل‌ضرب چگالی در حجم استفاده می‌کنیم $(m = \rho V)$، بنابراین داریم:

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \text{ و } m = \rho V \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow \rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_{\text{کل}}} \Rightarrow ۱۰۰۰۰ = \frac{۵۰۰۰ \times ۰/۴ V_{\text{کل}} + \rho_2 \times ۰/۶ V_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} \Rightarrow ۱۰۰۰۰ = ۲۰۰۰$$

$$+ ۰/۶\rho_2 \Rightarrow ۰/۶\rho_2 = ۸۰۰۰ \Rightarrow \rho_2 \approx ۱۳۳۳ \frac{kg}{m^3}$$

۱۹۹ ابتدا به کمک ترازو و جرم شیشه آبلیموی خالی را اندازه‌گیری می‌کنیم. سپس با قطره‌چکان داخل آن آبلیمو می‌ریزیم و تعداد قطره‌ها را می‌شماریم. تا حجم آبلیمو در ظرف به $۱۰۰cm^3$ برسد. حال حجم ظرف را به تعداد قطره‌ها تقسیم می‌کنیم تا حجم یک قطره به‌دست آید. اگر شیشه پر شده از آبلمیو را روی ترازو بگذاریم و جرم کل را به‌دست آوریم و جرم ظرف را از آن کم کنیم، جرم آبلیمو به‌دست می‌آید. با تقسیم جرم آبلیمو به تعداد قطره‌ها، جرم هر قطره به‌دست می‌آید.

۲۰۰ وقتی می‌نویسیم F، فقط اندازهٔ بردار مدنظر است ولی وقتی می‌نویسیم $\vec{F}$ هم اندازه و هم جهت آن در نظر است.

ویژه خرداد ۱۴۰۲

فیلم تحلیل سوالات امتحانات پایان ترم

برای دیدن **فیلم حل نمونه سوالات** بزن رو لینک زیر

تحلیل نمونه سوالات فیزیک دهم تجربی

مشاهده فیلم ها