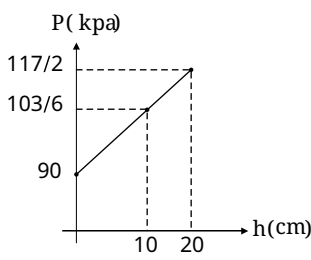
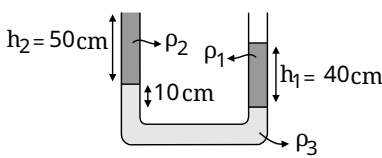
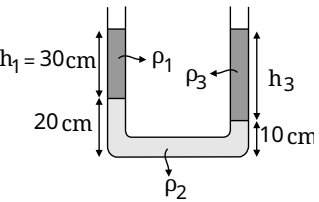
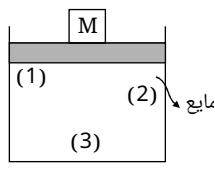
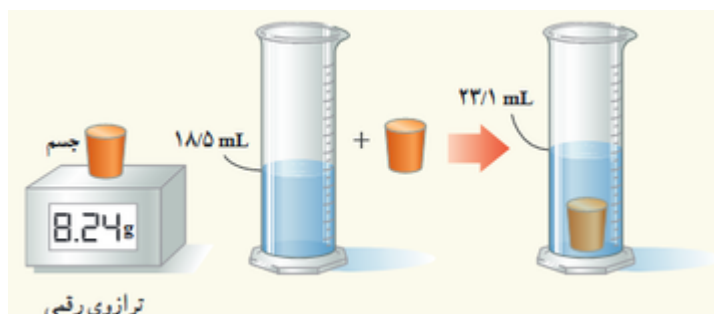
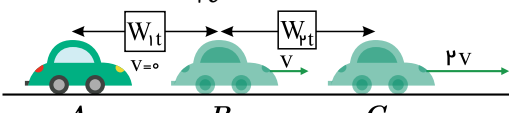
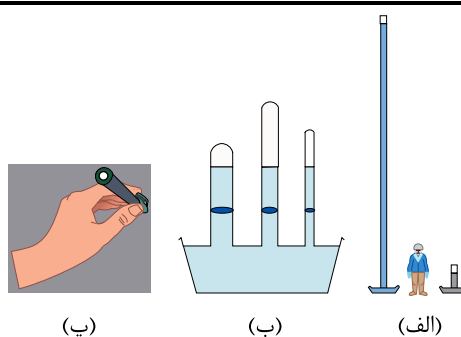
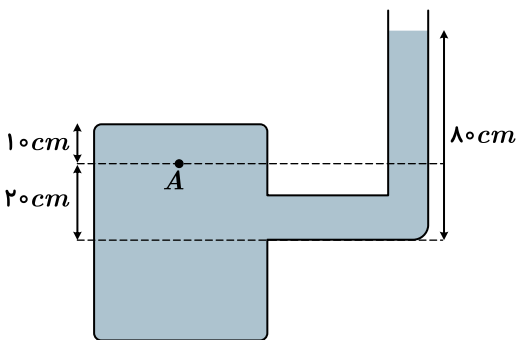
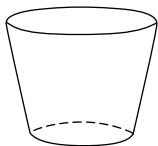
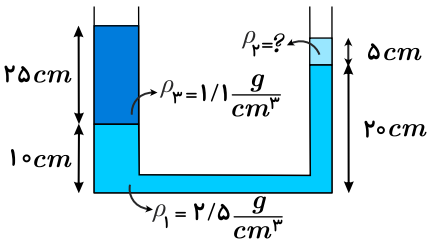
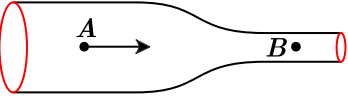
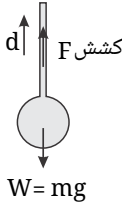
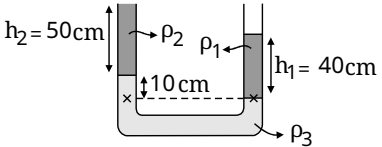
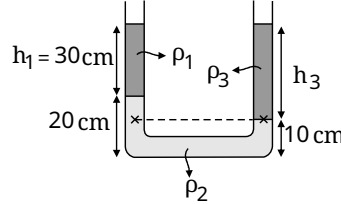


ردیف	نمره	
۱		یک کره به جرم 35 kg به انتهای یک تکه طناب وصل شده است. متوجه شده‌ایم که با کشیدن این کره به فاصله 1.5 m با تندی ثابت به سمت بالا $W = 550\text{ J}$ کار انجام داده‌ایم. کار نیروی کشش نخ را در این آزمایش محاسبه کنید. ($g \simeq 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)
۲		نمودار تغییرات فشار بر حسب ارتفاع مایعی به صورت زیر است. چگالی مایع را به دست بیاورید. فشار هوا چقدر است؟ ($g \simeq 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$) 
۳		درون لوله U شکلی سه مایع با چگالی‌های متفاوت ρ_1، ρ_2 و ρ_3 ریخته‌ایم و مطابق شکل در حال تعادل هستند. اگر $\rho_1 = 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $\rho_2 = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ باشد چگالی مایع سوم چقدر است؟ 
۴		درون لوله U شکلی سه مایع به چگالی‌های $\rho_1 = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $\rho_2 = 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و $\rho_3 = 1.25 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ مطابق شکل ریخته‌ایم. ارتفاع h_3 را محاسبه کنید. 
۵		اگر پس از تعادل پیستون، جرم M مطابق شکل روی پیستون که بر روی مایع تراکم‌ناپذیر قرار دارد، اضافه شود فشار نقاط (۱) و (۲) و (۳) را با هم مقایسه کنید. 
۶		هکتار، از جمله یکاهای متداول مساحت است. هر هکتار برابر 10^4 متر مربع است. الف) اگر زمین را کره‌ای یکنواخت به شعاع 6400 کیلومتر در نظر بگیریم، مساحت آن چند هکتار است؟ ب) تحقیق کنید مساحت کل سرزمین ایران، شامل خشکی و دریا، چند هکتار است؟ این مساحت چند درصد از مساحت کره زمین است؟

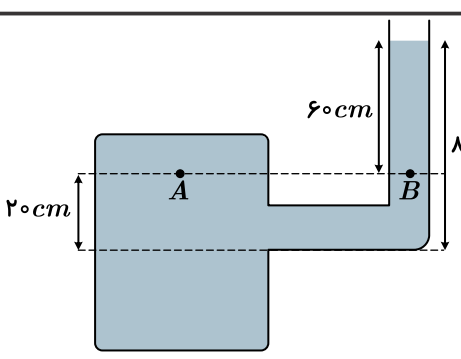
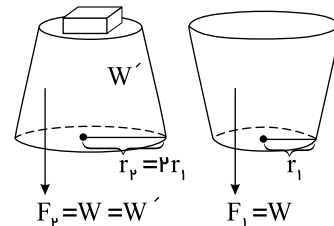
ردیف	نمره	
۷		برای تعیین چگالی یک جسم جامد، ابتدا جرم و حجم آن را مطابق شکل زیر پیدا کرده‌ایم. با توجه به داده‌های روی شکل، چگالی جسم را برحسب $\frac{g}{L}$ و $\frac{g}{cm^3}$ حساب کنید.  ترازوی رقی
۸		برای آنکه تتدی خودرویی از حال سکون در نقطه A به v در نقطه B برسد، باید کار کل W_{1t} روی آن انجام شود. همچنین برای آنکه تتدی خودرو از v در نقطه B به $2v$ در نقطه C برسد، باید کار کل W_{2t} روی آن انجام شود (شکل زیر). نسبت $\frac{W_{1t}}{W_{2t}}$ چقدر است؟ 
۹		الف) توضیح دهید چرا تورپچلی 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 ورقه کاغذ پخش می‌شود. در بدنه لاکه یا درپوش بالایی این نوع قلم‌های خودکار، سوراخ ریزی ایجاد می‌کنند (شکل پ). دلیل این کار را توضیح دهید.  (پ) (ب) (الف)
۱۰		وقتی یک ورق کاغذ را جلوی دهانتان می‌گیرید و در سطح بالای آن می‌دمید، کاغذ به طرف بالا حرکت می‌کند. علت این پدیده را توضیح دهید.
۱۱		یکی از بزرگ‌ترین الماس‌های موجود در ایران، دریای نور به جرم ۱۸۲ قیراط است. این الماس به رنگ کمیاب صورتی شفاف بوده و در خزانه جواهرات ملی نگهداری می‌شود. کوه نور نیز یکی دیگر از الماس‌های مشهور جهان است که جرمی حدود ۱۰۸ قیراط دارد و هم‌اکنون در برج لندن نگهداری می‌شود. با توجه به اینکه هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است، جرم الماس دریای نور و کوه نور برحسب گرم چقدر است؟

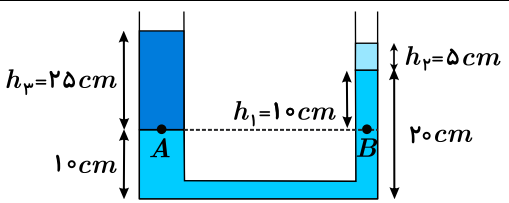
ردیف	نمره	
۱۲		یک زیردریایی در اعماق اقیانوسی حرکت می‌کند. این زیردریایی تعدادی پنجره کوچک دایره‌ای شکل به شعاع $۰٫۲m$ دارد. اگر فشار آب در محل هر یک از این پنجره‌ها برابر $۹ \times ۱۰^۵ Pa$ باشد، بزرگی نیروی عمودی که آب بر سطح خارجی یکی از این پنجره‌ها وارد می‌کند چقدر است؟ ($\pi \approx ۳$)
۱۳		روشی پیشنهاد کنید تا سطح آب داخل لوله موئین پایین‌تر از سطح آب داخل ظرف قرار گیرد.
۱۴		مطابق شکل، در یک ظرف که به یک لوله بلند متصل است، مقداری آب ریخته شده است. اگر فشار هوا $۷٫۰ \times ۱۰^۴ Pa$ باشد، فشار آب در نقطه A چند پاسکال است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$، $\rho_{\text{آب}} = ۱٫۰ \times ۱۰^۳ \frac{kg}{m^3}$) 
۱۵		هر گره دریایی حدود $۵ \frac{m}{s}$ است. یک قایق موتوری با تندی $۷۲ \frac{km}{h}$ در حال حرکت است. تندی حرکت قایق بر حسب گره دریایی چقدر است؟
۱۶		اگر معادله سرعت جسمی بر حسب زمان به صورت: $\alpha t + \frac{\alpha^2}{\beta}$ باشد، واحد β در SI چیست؟
۱۷		مخروط ناقصی به وزن W، مطابق شکل روی سطح افقی قرار دارد. شعاع قاعده بزرگ ۲ برابر شعاع قاعده کوچک است. مخروط را به طرف سطح بزرگ‌تر روی سطح افقی قرار می‌دهیم. اگر بخواهیم فشار وارد بر سطح افقی تغییر نکند، وزنه‌ای چند برابر وزن مخروط باید روی آن قرار دهیم؟ 
۱۸		چتربازی به جرم کل $۸۰ kg$ از ارتفاع ۱۰۰ متری سطح زمین از حال سکون به پایین کوه در راستای قائم سقوط می‌کند. اگر تندی او هنگام رسیدن به زمین $۵ \frac{m}{s}$ باشد، در کل مسیر حرکت چترباز، کار نیروی مقاومت هوا چند کیلوژول و اندازه نیروی متوسط مقاومت هوا چند نیوتون است؟ ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)
۱۹		در یک موشک آبی با پاشیده شدن آب به بیرون، موشک به بالا پرتاب می‌شود و با بالا رفتن آن جرم موشک کاهش می‌یابد. یک موشک آبی با جرم اولیه $۲ kg$ با سرعت $۱۰ \frac{m}{s}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند. در نقطه‌ای از مسیر هنگامی که جرم موشک نصف شده است، سرعت آن نیز به نصف رسیده است. در این جابه‌جایی با فرض ناچیز بودن نیروهای اتلافی، کار نیروی وزن چقدر است؟

ردیف	نمره	
۲۰	۰.۷۵	گیاهی در مدت ۱۲ روز، ۳٫۶ متر رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه را بر حسب میلی‌متر بر ساعت (mm/h) بنویسید.
۲۱	۰.۵	چرا نیروی شناوری برای جسمی که در یک شاره قرار دارد، رو به بالاست؟
۲۲	۰.۷۵	در لوله U شکل داده شده، چگالی مایع ρ_2 را در SI تعیین کنید. 
۲۳	۱.۲۵	درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را با کلمات «درست» و «نادرست» مشخص کنید. الف) با افزایش قطر لوله موئین، ارتفاع آب در آن کاهش می‌یابد. ب) برای مایعی که روی سطح به صورت گلوله گلوله قرار می‌گیرد، نیروی دگرچسبی بیشتر از هم‌چسبی است. ج) اصل برنولی برای شاره در حرکتی که تراکم‌پذیر باشد، برقرار است. د) اگر بارومتري را از کنار دریای آزاد تا مناطق پست تر ببریم، ارتفاع جیوه در آن افزایش می‌یابد. ه) با تغییر سطح مقطع لوله در آزمایش توریچلی، ارتفاع جیوه درون لوله تغییر می‌کند.
۲۴	۰.۷۵	سنسور روی بدن یک غواص، با رسیدن فشار به $3 atm$ هشدار می‌دهد. اگر این غواص در آب اقیانوسی با چگالی $1.25 \frac{kg}{L}$ مشغول غواصی باشد، در چه ارتفاعی از سطح آب، هشدار سنسور فعال می‌شود؟ ($P_0 = 1 atm$ و $g = 10 \frac{N}{kg}$)
۲۵	۱	در شکل مقابل، آب در لوله از چپ به راست جریان دارد: الف) فشار آب در نقطه A بیشتر است یا نقطه B؟ ب) اگر قطر لوله در نقطه A، ۴ برابر قطر لوله در نقطه B باشد و تندی آب در نقطه A برابر $2 \frac{m}{s}$ باشد، تندی آب در نقطه B را حساب کنید. 

ردیف	نمره	
۱		 $V_{\text{ثابت}} \rightarrow a = 0 \rightarrow F_t = 0$ $F_{\text{کشش}} = W_{\text{کره}} = m_{\text{کره}} g$ $W = F_{\text{کشش}} d = m_{\text{کره}} \times g \times d = 35 \text{ kg} \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 1.5 = 525 \text{ J}$
۲		می دانیم که: $P = P_0 + \rho_{\text{مایع}} g h_{\text{مایع}}$ این یک معادله‌ی خط است که فشار را بر حسب $h_{\text{مایع}}$ به دست می‌دهد. عرض از مبدأ این معادله برابر با P_0 می‌باشد و شیب خط برابر با $\rho_{\text{مایع}} g$ است، بنابراین: $P_0 = 90 \text{ kPa}$ $\text{شیب خط} = \frac{P_2 - P_1}{h_2 - h_1} = \frac{117.2 \times 10^3 - 103.6 \times 10^3}{0.2 - 0.1} = \frac{13.6 \times 10^3 \text{ Pa}}{0.1 \text{ m}} = 136 \times 10^3$ می‌دانیم که $\rho_{\text{مایع}} \times g = \text{شیب خط}$ است. بنابراین: $136 \times 10^3 = \rho_{\text{مایع}} \times 10 \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (شیب را می‌توان با استفاده از دو نقطه‌ی دیگر نیز به دست آورد)
۳		فشار در نقاط هم تراز در یک مایع ساکن، با یکدیگر برابر هستند بنابراین کافی است که نقاط را مطابق شکل انتخاب کنیم و فشارها را با یکدیگر برابر بگذاریم:  $P_{\text{چپ}} = P_{\text{راست}} \Rightarrow \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 = \rho_1 g h_1$ $\Rightarrow (1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(0.5) + \rho_3 (0.1) = (2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(0.4)$ $\Rightarrow 500 + \frac{\rho_3}{10} = 800 \Rightarrow \rho_3 = 3000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
۴		باید توجه کنید فشار در نقاط هم تراز در یک مایع ساکن، برابر است کافی است که فشار را در نقاط مشخص شده در مایع با چگالی ρ_3 را برابر بگذاریم بنابراین داریم: $\rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 = \rho_3 g h_3 \quad , \quad h_2 = 20 - 10 = 10 \text{ cm}$ $\Rightarrow 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} (0.3 \text{ m}) + 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} (0.1 \text{ m}) = 1250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} (h_3)$ $\Rightarrow h_3 = \frac{500}{1250} = 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$ 
۵		فشار قبل از اینکه جرم M را اضافه کنیم (فرض کردیم که در پیستون بدون جرم است) به این صورت بوده است: $h_1 < h_2 < h_3 \Rightarrow P = \rho_{\text{مایع}} g h + P_0 \Rightarrow P_1 < P_2 < P_3$ چون فشار مایعات فقط به ارتفاع آنها بستگی دارد بنابراین هرچه ارتفاع بیشتر فشار بیشتر. (ارتفاع، فاصله‌ی نقطه‌ی موردنظر تا سطح مایع است). حال اگر جرم M اضافه شود طبق اصل پاسکال تغییر فشار معادل $\frac{Mg}{A}$ (سطح مقطع دو پیستون است) به کل مایع اعمال می‌شود. به طور مثال فشار در نقطه‌ی (۱) به صورت زیر تغییر می‌کند: $P_1 = \rho_{\text{مایع}} g h_1 + P_0 + \frac{Mg}{A} \rightarrow (M \text{ بعد از گذاشتن جرم})$ فشارهای نقاط (۲) و (۳) نیز به همین صورت تغییر می‌کند و کماکان نامساوی $P_1 < P_2 < P_3$ برقرار است.
۶		(الف) با توجه به فرض‌های مسئله، ابتدا مساحت سطح زمین را پیدا می‌کنیم. $A = 4\pi R^2 = 4 \times 3.14 (6.4 \times 10^6 \text{ m})^2 = 5.1 \times 10^{14} \text{ m}^2$

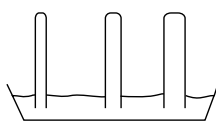
ردیف	نمره
	$A = (5,15 \times 10^{14} m^2) \left(\frac{1 \text{ هکتار}}{10^4 m^2} \right) = 5,15 \times 10^{10} \text{ هکتار}$ (ب) مساحت کشور ایران تقریباً برابر ۱٫۶۵ میلیون کیلومتر مربع است. با تبدیل این مساحت به هکتار داریم: $1,65 km^2 = 1,65 \times 10^6 m^2 \times \frac{1 \text{ هکتار}}{10^4 m^2} = 165 \text{ هکتار}$ $\frac{\text{مساحت ایران}}{\text{مساحت کره زمین}} \times 100 = \frac{165}{5,15 \times 10^{10}} \times 100 = 3,21 \times 10^{-7} \%$
۷	با توجه به داده‌های روی شکل داریم: $m = 1,24g$ $V = (23,1 - 18,5)mL = 4,6mL = 4,6 \times 10^{-3}L$ $\rho = \frac{m}{V} = \frac{1,24g}{4,6 \times 10^{-3}L} = 1791 \frac{g}{L}$ از آنجا که $1L = 10^3 cm^3$ است، داریم: $\rho = 1,791 \frac{g}{cm^3}$
۸	بازه (۱) $\begin{cases} v_1 = 0 \\ v_2 = v \end{cases} \rightarrow W_1 t = K_2 - K_1 \xrightarrow{K_1=0} W_1 t = \frac{1}{2} m v^2$ بازه (۲) $\begin{cases} v_1 = v \\ v_2 = 2v \end{cases} \rightarrow W_2 t = K_3 - K_1 = \frac{1}{2} m (v_3^2 - v_1^2)$ $\rightarrow W_2 t = \frac{1}{2} m ((2v)^2 - v^2) \rightarrow W_2 t = \frac{1}{2} m \times 3v^2$ $\frac{W_1 t}{W_2 t} = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{\frac{1}{2} m \times 3v^2} = \frac{1}{3}$
۹	الف) از آنجا که چگالی آب حدود ۱۴ مرتبه از چگالی جیوه کمتر است، لذا اگر تورپجالی در نظر داشت از آب استفاده کند، مجبور بود لوله‌ای بلند در حدود ۱۰ متر فراهم کند که غیرممکن بود! شکل (الف) به این موضوع اشاره دارد. پ) بالا رفتن جیوه درون لوله‌های غیرمویین، مربوط به فشار هواست و ستون جیوه در هر لوله به قدری بالا می‌رود که طول ستون جیوه، فشاری معادل فشار هوا به وجود آورد. ب) این سوراخ ریز برای ورود هوا به داخل بدنه لاکه 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.
۱۰	طبق اصل برنولی با دمیدن در سطح بالایی کاغذ، فشار در سطح بالایی کاهش می‌یابد. اختلاف فشار در سطح پایینی و بالایی نیرویی روبه‌بالا به کاغذ وارد می‌کند.
۱۱	$جرم الماس کوه نور = 108 \text{ قیراط} \times \frac{200mg}{1 \text{ قیراط}} \times \frac{1g}{1000mg} = 21,6g$ $جرم الماس دریای نور = 182 \text{ قیراط} \times \frac{200mg}{1 \text{ قیراط}} \times \frac{1g}{1000mg} = 36,4g$
۱۲	$A = \pi r^2 \quad A = 3 \times 0,04 = 0,12 m^2$ $F = PA \quad F = 9 \times 10^5 \times 0,12 = 1,08 \times 10^5 N$
۱۳	باید نیروی دگرچسبی بین آب و شیشه را کاهش دهیم. اگر بتوانیم سطح داخلی لوله مویین را چرب کنیم، سطح آب داخل لوله مویین مانند جیوه پایین‌تر از سطح آب داخل ظرف قرار می‌گیرد.

ردیف	نمره	
۱۴		مطابق شکل، از آن جایی که فشار دو نقطه A و B با هم برابر است، می توان نوشت: $P_A = P_B = \rho gh + P_0 \xrightarrow{h=60cm}$ $P_A = (1000 \times 10 \frac{kg}{m^3})(10 \frac{N}{kg})(0.6m) + 10^5 Pa$ $P_A = 0.6 \times 10^5 Pa + 10^5 Pa = 1.6 \times 10^5 Pa$ 
۱۵		ابتدا $\frac{km}{h}$ را به متر بر ثانیه تبدیل می کنیم و به جای روش زنجیره ای تبدیل واحد عادی انجام می دهیم: $72 \frac{km}{h} = \frac{72 \times 1000m}{3600s} = 20 \frac{m}{s}$ $20 \frac{m}{s} \xrightarrow{?} \frac{20 \frac{m}{s}}{0.5 \frac{m}{s}} = 40$
۱۶		با توجه به سازگاری یکاها در تساوی های فیزیکی، یکاها باید در طرفین تساوی همخوانی داشته باشند. $v = \frac{\alpha t}{\beta} + \frac{\alpha^2}{\beta}$ $\downarrow \frac{m}{s}$ $\downarrow \frac{m}{s}$ $\downarrow \frac{m}{s}$ $[\alpha t] = \frac{m}{s} \rightarrow [\alpha](s) = \frac{m}{s} \rightarrow [\alpha] = \frac{m}{s^2}$ $[\frac{\alpha^2}{\beta}] = \frac{m}{s} \rightarrow \frac{(\frac{m}{s^2})^2}{[\beta]} = \frac{m}{s} \rightarrow [\beta] = \frac{\frac{m^2}{s^4}}{\frac{m}{s}} = \frac{m}{s^3}$
۱۷		اگر وزن مخروط را w و وزن وزنه اضافه شده را w' بنامیم، داریم:  $\left. \begin{aligned} P_1 &= P_2 \\ \frac{F_1}{A_1} &= \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{F_1}{\pi r_1^2} = \frac{F_2}{\pi r_2^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{W}{r_1^2} = \frac{W+W'}{r_2^2}$ $\Rightarrow 4W = W + W' \Rightarrow W' = 3W$
۱۸		$W_t = K_f - \overset{0}{K_i} \Rightarrow W_{mg} + W_f = \frac{1}{2} \times 10 \times 5^2$ $\Rightarrow +mg \Delta h + W_f = 1000 \Rightarrow 1000 \times 100 + W_f = 1000 \Rightarrow W_f = -79000 J = -79 kJ$ $W_f = fd \cos 180^\circ \Rightarrow -79000 = f \times 100 \times (-1) \Rightarrow f = 790 N$
۱۹		نکته مهم: رابطه $W_F = F \cdot d \cos \theta$ که با استفاده از آن، کار نیروی وزن در جابه جایی به سمت بالا به صورت $W_g = -mgh$ به دست می آید، فقط وقتی کاربرد دارد که نیرو ثابت بماند. در مسائلی که نیرو تغییر کند، نمی توان از این رابطه استفاده کرد. در حرکت موشک آبی نیز جرم موشک تغییر می کند؛ بنابراین از روابط بالا نمی توان استفاده کرد و باید از قضیه کار و انرژی استفاده کنیم. $W_t = W_{mg}$ $\Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2} \times (1) \times 25 - \frac{1}{2} \times 2 \times (10)^2 = 12.5 - 100 = -87.5 J$

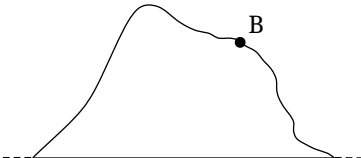
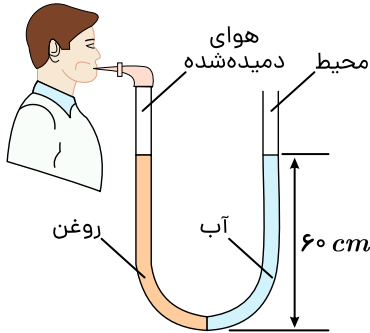
ردیف	نمره	
۲۰	۰.۷۵	$\frac{\text{میزان رشد}}{\text{زمان}} = \frac{3.6 \text{ m}}{12 \text{ day}} \times \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ day}}{24 \text{ h}}$ $\Rightarrow \text{آهنگ رشد} = 12.5 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$
۲۱	۰.۵	زیرا فشار وارد بر جسم، بیشتر از فشار وارد بر بالای جسم است و همین باعث ایجاد نیروی خالصی رو به بالا می‌شود.
۲۲	۰.۷۵	فشار در نقاط هم تراز A و B برابر است؛ بنابراین داریم:  $P_A = P_B \rightarrow \rho_r g h_r + P_0 = \rho_1 g h_1 + \rho_r g h_r + P_0$ $1.1 \times 25 = 2.5 \times 10 + \rho_r \times 5 \rightarrow 5\rho_r = 27.5 - 25 = 2.5$ $\rightarrow \rho_r = 0.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \rightarrow \rho_r = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (صفحه ۳۵ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: $\rho_r g h_r + P_0 = \rho_1 g h_1 + \rho_r g h_r + P_0$ (نمره ۰.۲۵) $1.1 \times 25 = 2.5 \times 10 + \rho_r \times 5$ (نمره ۰.۲۵) $\rightarrow \rho_r = 0.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \rightarrow \rho_r = 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (نمره ۰.۲۵)
۲۳	۱.۲۵	(الف) درست (ب) نادرست؛ هنگامی که مایع سطح را تر نمی‌کند، نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر از نیروی دگرچسبی است. (ج) نادرست؛ اصل برنولی برای شارۀ تراکم‌ناپذیری که گرانروی ندارد و به‌طور افقی و آرام (لایه‌ای) حرکت می‌کند، برقرار است. (د) درست (ه) نادرست؛ در آزمایش توریچلی، ارتفاع جیوه فقط با فشار هوا در محل آزمایش ارتباط دارد و با تغییر سطح مقطع لوله، تغییر نمی‌کند. (صفحه ۳۰، ۳۱، ۳۶، ۳۷، ۳۸ و ۴۳ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: (الف) درست (نمره ۰.۲۵) (ب) نادرست (نمره ۰.۲۵) (ج) نادرست (نمره ۰.۲۵) (د) درست (نمره ۰.۲۵) (ه) نادرست (نمره ۰.۲۵)
۲۴	۰.۷۵	فشار کل در عمق h از آب برابر است با: $P = \rho g h + P_0$ بنابراین داریم: $3 \times 10^5 = 1250 \times 10 \times h + 1 \times 10^5 \rightarrow h = 1.6 \text{ m}$ (صفحه ۳۴ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: $P = \rho g h + P_0$ (نمره ۰.۲۵) $3 \times 10^5 = 1250 \times 10 \times h + 1 \times 10^5$ (نمره ۰.۲۵) $\rightarrow h = 1.6 \text{ m}$ (نمره ۰.۲۵)
۲۵	۱	(الف) چون مساحت مقطع در قسمت B کمتر از A است، براساس اصل پیوستگی شارۀ، تندی در نقطه B بیشتر از نقطه A است. در نتیجه براساس اصل برنولی، فشار آب در نقطه A بیشتر از فشار آب در نقطه B است. (صفحه ۴۴ کتاب درسی) (ب) $A_A v_A = A_B v_B \rightarrow \frac{\pi D_A^2}{4} v_A = \frac{\pi D_B^2}{4} v_B$ $\frac{v_B}{v_A} = \left(\frac{D_A}{D_B}\right)^2 \rightarrow \frac{v_B}{2} = \left(\frac{4 D_B}{D_B}\right)^2 \rightarrow \frac{v_B}{2} = 16 \rightarrow v_B = 32 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (صفحه ۴۵ کتاب درسی)

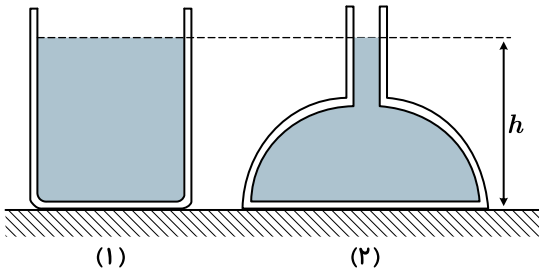
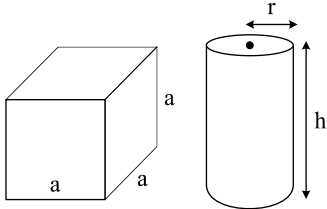
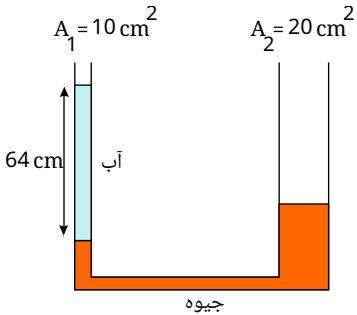
ردیف	نمره
راهنمای تصحیح: الف) نقطه A (۲۵، ۰ نمره) ب)	۱ $A_A v_A = A_B v_B \text{ (نمره ۲۵، ۰)} \rightarrow \frac{\pi D_A^2}{4} v_A = \frac{\pi D_B^2}{4} v_B \text{ (نمره ۲۵، ۰)}$ $(4 D_B)^2 \times 2 = D_B^2 \times v_B \Rightarrow v_B = 32 \frac{m}{s} \text{ (نمره ۲۵، ۰)}$

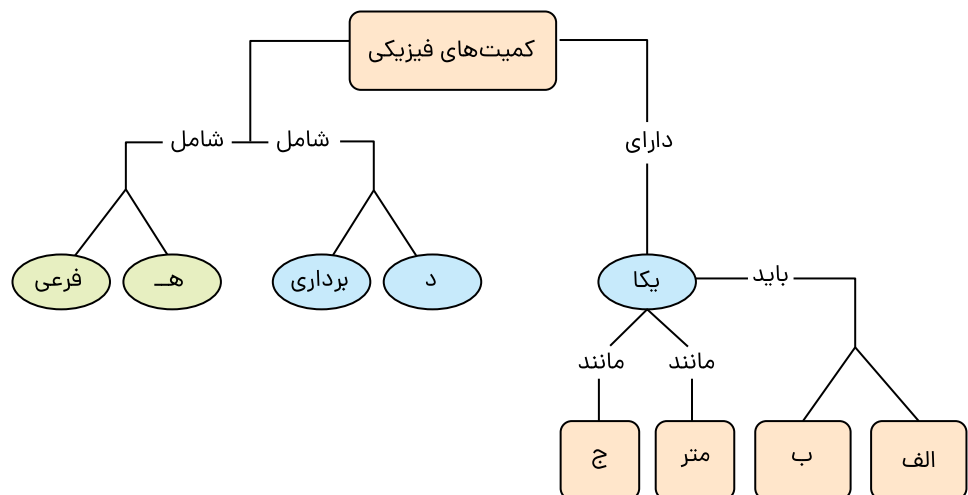
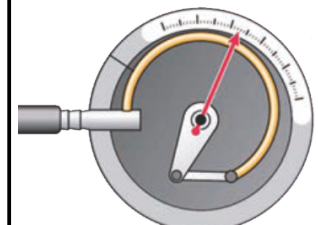
ردیف	نمره
۱	تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید: (الف) $297mm = ? \mu m$ طول کاغذ A۴ (ب) $210mm = ? \mu m$ عرض کاغذ A۴ (ج) $1 \times 10^{-15}kg = ? ng$ جرم یک باکتری (د) $5 \times 10^{-3}m = ? km$ طول مگس (ه) $1 \times 10^{-15}km = ? nm$ قطر پروتون
۲	تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید: ۱) $2mm = ? m$ ۲) $15nm = ? pm$ ۳) $5\mu s = ? ms$ ۴) $9ms = ? ks$
۳	اگر صد گرم آب یخ بزند چگالی آب $(1 \frac{g}{cm^3})$ به چگالی یخ $(0.9 \frac{g}{cm^3})$ تبدیل می‌شود. در این فرایند جرم یخ از آب قبل از یخ زدن بیشتر، مساوی یا کمتر است؟
۴	جای خالی را با عبارت‌های مناسب پر کنید.
	الف) اندازه اتم‌های ماده تقریباً از مرتبه‌ی بزرگی $(10 \text{Å} / 1 \text{Å})$ می‌باشد.
	ب) اندازهٔ مولکول‌های بزرگ (بسپارها یا پلیمرها) می‌تواند تا حدود $(10 \text{Å} - 1000 \text{Å})$ باشد.
	پ) ماده دارای (سه حالت - چهار حالت) مختلف می‌باشد.
	ت) ذره‌های موجود در مواد همواره (در حرکتند - ثابتند) و به یکدیگر (نیرو - ضربه) وارد می‌کنند.
	ث) حالت ماده به چگونگی (حرکت ذرات - جنس ذرات) و (اندازه نیروی - تعداد ذرات) بین آن‌ها بستگی دارد.
	ج) پلاسما یکی از حالت‌های ماده (است - نیست) که اغلب در دماهای (خیلی بالا - خیلی پائین) به وجود می‌آید.
	چ) ماده داخل لولهٔ تابان مهتابی از (پلاسما - گاز) تشکیل شده است.
	ح) جسم جامد حجم و شکل (متغیر - ثابت) دارد.
	خ) ذرات جامد به دلیل (نیروهای مکانیکی - نیروهای الکتریکی) که به یکدیگر وارد می‌کنند در کنار هم می‌مانند.
	ظ) فاصلهٔ بین ذرات تشکیل‌دهندهٔ مایع و جامد (تقریباً برابرند - نابرابرند) و برابر با می‌باشند.

ردیف	نمره
	د ذرات جامد در مکان‌های (نامعین - معین) نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها نوسانهای (بسیار بزرگی - بسیار کوچکی) دارند.
	ذ وقتی یک تکه آهن گرما می‌گیرد محدوده و دامنه‌ی نوسان‌های ذرات آهن (کمتر - بیشتر) می‌شود و تکه‌ی آهن (منبسط - منقبض) می‌شود.
	ر برای درک بهتر ساختار جسم جامد، فرض می‌کنند که بین ذرات (فتر - طناب) قرار دارد.
	ز نیروی کشسانی باعث می‌شود که ذرات به نقطه‌ی تعادل (باز گردند - باز نگردند)
	ژ جامدهائی که الگوی ساختاری تکرارشونده دارند را (جامد بلورین - جامد بی‌شکل) می‌نامیم.
	س وقتی که مایعی را به آهستگی سرد کنیم به یک (جامد بی‌شکل - جامد بلورین) تبدیل می‌شود.
	ش در فرآیند سردسازی آرام ذرات سازنده‌ی مایع فرصت (کافی دارند - کافی ندارند) تا در طرح‌های (منظم - نامنظم) خود را مرتب کنند.
	ص ذرات سازنده‌ی جامدهای (بلورین - آمورف) در طرح منظمی کنار هم قرار ندارند.
	ض وقتی مایع را (سریع - کند) سرد کنیم جامدی آمورف به‌وجود می‌آید.
	ط در فرآیند سردسازی سریع ذرات فرصت کافی (دارند - ندارند) تا در طرح منظم مرتب شوند.
	ظ فاصله‌ی بین ذرات تشکیل‌دهنده‌ی مایع و جامد (تقریباً برابرند - نابرابرند) و برابر با می‌باشند.
۵	در کف قایقی که به‌صورت ثابت روی آب دریا شناور است سوراخی به مساحت 10 cm^2 به‌وجود آمده است. اگر کف قایق 20 cm 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؟ $(g \simeq 10 \frac{m}{s^2}, \rho_{\text{آب}} = 10^3 \frac{kg}{m^3})$
۶	غواصی بدون کپسول اکسیژن به عمق ده متری آب رفته است. این غواص مبتدی یک شلنگ را که یک سر آن در دهان خودش است و سر دیگر آن خارج از آب است را به‌عنوان دستگاه تنفس در زیر آب انتخاب کرده است. آیا این دستگاه تنفس کار می‌کند؟
۷	آزمایش تورچلی را با سه لوله یک متری با سطح مقطع‌هایی به ترتیب A، $2A$ و $3A$ انجام می‌دهیم (شکل زیر). ارتفاع جیوه در این سه لوله به چه صورت است؟ 

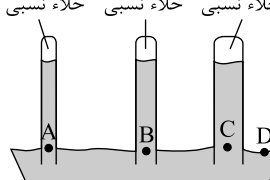
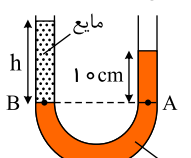
ردیف	نمره	
۸		درون لوله U شکل جیوه ریخته‌ایم و در حال تعادل است (یعنی در هر دو شاخه جیوه به یک ارتفاع وجود دارد) اگر در یکی از شاخه‌ها مایعی به چگالی $\frac{9}{cm^3}$ بریزیم و اختلاف سطح دو ستون جیوه برابر با 10 cm بشود، ارتفاع مایع ریخته شده چقدر است؟
۹		جای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.
		الف) نیروی شناوری نیروی بالاسویی است که اندازه‌ی آن نسبت مستقیم با (چگالی جسم / حجم جسم) دارد.
		ب) نیروی شناوری نیرویی است ثابت اگر جسم با حجم مشخص (در حال تعادل / در حرکت با شتاب) در آب قرار گرفته باشد.
		پ) وقتی جسمی روی سطح آب در تعادل باشد نیروی (شناوری / وزن) که بالا سو است، نیروی (شناوری / وزن) که پائین سو است را خنثی می‌کند.
		ت) اگر جسمی با حجم مشخصی را که در ابتدا در بیرون آب است را آرام آرام در آب فرو کنیم نیروی شناوری وارد شده به جسم (افزاینده / ثابت) است و هنگامی که جسم کاملاً در آب فرو رفت و به تعادل رسید، نیروی شناوری (افزاینده / ثابت) می‌باشد.
		ث) چگالی جسمی که در مایع فرو می‌رود و ته‌نشین می‌شود، (بیشتر / کمتر) از چگالی مایع است.
		ج) اگر جسمی به وزن $15N$ را درون یک مایع فرو ببریم تا به تعادل برسد مجموع نیروهای عمودی وارد بر جسم (کمتر از $15N$ / بیشتر از $15N$) می‌شود.
		چ) اگر یک بالنی را پر از هلیوم کنیم این بالن (به صورت نامحدود / به صورت محدود) به حرکت بالاسوی خود ادامه می‌دهد.
		ح) نیروی شناوری وارد شده به بالن به ارتفاع بالن از سطح زمین (بستگی دارد / بستگی ندارد)
۱۰		اگر یک کشتی آهنی اسباب‌بازی را ابتدا روی جیوه شناور کنیم سپس روی آب راجع به اندازه‌ی فرو رفتن کشتی در مایع چه می‌توان گفت؟ توضیح دهید.
۱۱		فلز آسمیم ($\rho = 22,5 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$) یکی از چگال‌ترین مواد یافت‌شده روی زمین است. جرم قطعه‌ای از این ماده به حجم $23,0\text{ cm}^3$ ، چند کیلوگرم است؟
۱۲		جرم و وزن تقریبی هوای درون کلاستان را پیدا کنید. ($\rho_{\text{هوای}} = 1,29 \frac{kg}{m^3}$, $g = 9,8 \frac{N}{kg}$)

ردیف	نمره	
۱۳		درون یک ظرف مقداری آب بریزید. یک پوش برگ (فویل) آلومینیمی به ابعاد تقریبی $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ اختیار کنید و آن را مچاله کنید. پیش‌بینی کنید با قرار دادن پوش برگ مچاله‌شده روی سطح آب، چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید. پوش برگ دیگری با همان ابعاد اختیار کنید و به جای مچاله کردن، آن را چندین بار (دست کم ۵ بار) روی هم تا کنید. اگر این پوش برگ چند لایه را، روی سطح آب قرار دهید، پیش‌بینی کنید چه اتفاقی می‌افتد؟ آزمایش را انجام دهید. پیش‌بینی‌ها و نتایج مشاهده (آزمایش) خود را توضیح دهید.  پوش برگ آلومینیمی  پوش برگ آلومینیمی مچاله شده
۱۴		اگر فشار جو در نقطه B برابر $10^4 \times 900\text{ Pa}$ و فشار جو در سطح زمین برابر $10^5 \times 1000\text{ Pa}$ باشد، ارتفاع نقطه B از سطح زمین چند متر است؟ (از تغییر چگالی هوا در ناحیه موردنظر چشم‌پوشی کنید).  $(\rho_{\text{هوا}} = 1.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$
۱۵		لوله U شکلی را مطابق شکل در نظر بگیرید که محتوی حجم مساوی از آب و روغن است. فشار پیمانه‌ای هوای درون ریه شخصی که از شاخه سمت چپ لوله درون آن دمیده، چقدر است؟  $(\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, \rho_{\text{روغن}} = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}, g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

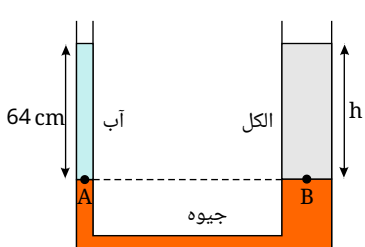
ردیف	نمره	
۱۶		در دو ظرف به شکل های (۱) و (۲) با سطح قاعده مساوی تا ارتفاع مساوی از یک مایع موجود است. اگر فشار و نیروی وارد بر کف ظرف (۱) را با P_1 و F_1 و فشار و نیروی وارد بر کف ظرف (۲) را با P_2 و F_2 نشان دهیم، عبارت های زیر را با علامت های $<$، $=$ و $>$ کامل کنید. الف) $P_1 \square P_2$ ب) $F_1 \square F_2$ 
۱۷		در چه صورتی مدل ها و نظریه های فیزیکی دچار تغییر می شوند؟
۱۸		جرم مکعبی به ضلع 5 cm، 400 g گرم است. چگالی فلزی که مکعب با آن ساخته شده است $\frac{4}{3}\frac{g}{cm^3}$ است. حجم حفره ای که درون مکعب است چند سانتی متر مکعب است؟
۱۹		مطابق شکل، یک استوانه و یک مکعب فلزی یکسان به جرم های برابر روی سطحی افقی قرار دارند. اگر فشاری که دو جسم به زمین وارد می کنند، یکسان باشد، نسبت ضلع مکعب به شعاع استوانه چقدر است؟ 
۲۰		در شاخه سمت راست شکل مقابل چند لیتر الکل بریزیم تا سطح جیوه در دو شاخه یکسان شود؟ مساحت مقطع لوله در شاخه سمت چپ 10 cm^2 و در شاخه سمت راست 20 cm^2 است. $(\rho_{\text{آب}} = 1\frac{g}{cm^3}$، $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6\frac{g}{cm^3}$، $\rho_{\text{الکل}} = 0.8\frac{g}{cm^3}$) 

ردیف	نمره	
۲۱	۱.۲۵	نقشه مفهومی زیر را کامل کنید. 
۲۲	۱	به سوالات زیر پاسخ کوتاه دهید. الف) چرا جهت نیروی شناوری همواره رو به بالا است؟ ب) وقتی شیر آبی را باز می‌کنیم، باریکه آب با نزدیک شدن به زمین چگونه تغییر می‌کند؟ ج) در آزمایش توربچلی، اگر به جای جیوه از مایعی با چگالی بیشتر استفاده کنیم، طول لوله مورد نیاز چه تغییری می‌کند؟
۲۳	۰.۷۵	الف) تصویر زیر چه وسیله‌ای را نشان می‌دهد؟ ب) دو مورد از کاربردهای این وسیله را بنویسید. 
۲۴	۱	درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را تعیین کنید. الف) حجم جزو کمیت‌های اصلی است. ب) هر هکتومتر معادل ۱۰۰ متر است. ج) دقت کولیس بیشتر از ریزسنج است. د) چگالی یک سوزن آهنی برابر با چگالی یک تیر آهن است.
۲۵	۱	تبدیل واحد زیر را با روش زنجیره‌ای انجام دهید. $۰,۰۰۸ \frac{Mg}{cm^3} = \dots \frac{g}{m^3}$

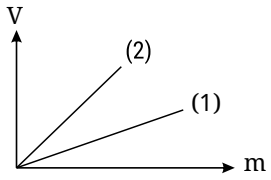
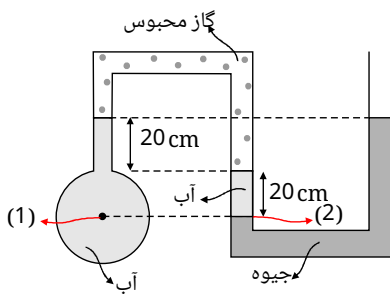
ردیف	نمره
۱	الف) $2,97 \times 10^5 \mu m$ ب) $2,1 \times 10^5 \mu m$ ج) (نانوگرم) $1,0 \times 10^{-3} ng$ د) $5,0 \times 10^{-6} km$ ه) $1,0 \times 10^{-3} nm$
۲	۱) $2,5mm \times \frac{1m}{1000mm} = 2,5 \times 10^{-3} m$ ۲) $15mm \times \frac{1m}{10^3mm} \times \frac{10^{12}Pm}{1m} = 1,5 \times 10^4 pm$ ۳) $5\mu s \times \frac{1s}{10^6\mu s} \times \frac{10^3ms}{1s} = 5,0 \times 10^{-3} ms$ ۴) $9ms \times \frac{1s}{1000ms} \times \frac{1ks}{1000s} = 9 \times 10^{-6} ks$
۳	در فرایند یخ زدن جرم آب تغییری نمی‌کند. (جرم آب با جرم یخ برابر است)، اما چون حجم یخ افزایش یافته است چگالی آن کمتر از آب می‌شود.
۴	
	الف) $1 \text{ \AA}$
	ب) $1000 \text{ \AA}$
	پ) چهار حالت
	ت) در حرکتند - نیرو
	ث) حرکت ذرات - اندازه‌ی نیرو
	ج) است - خیلی بالا
	چ) پلاسما
	ح) ثابت
	خ) نیروهای الکتریکی
	د) معین - بسیار کوچکی
	ذ) بیشتر - منبسط
	ر) فنر
	ز) بازگردند
	ژ) جامد بلورین
	س) جامد بلورین
	ظ) تقریباً برابرند - $1 \text{ \AA}$

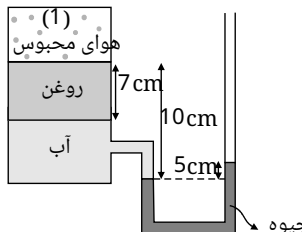
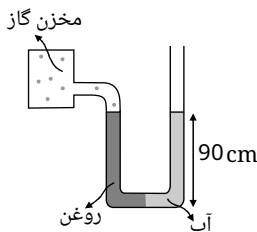
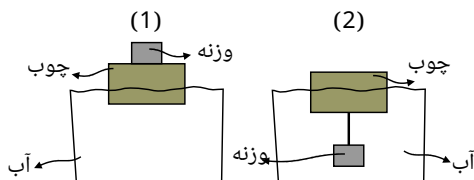
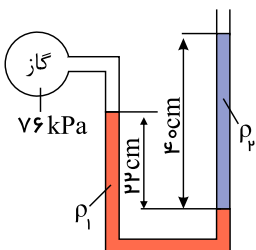
ردیف	نمره	
		ش) کافی دارند - منظم
		ص) آمورف
		ض) سریع
		ط) ندارند
		ظ) تقریباً برابرند - $1\dot{A}$
۵		الف) فشار پیمانه‌ای در کف قایق برابر است با: $P = \rho_{\text{آب دریا}} gh = 1030 \frac{kg}{m^3} (10 \frac{m}{s^2}) (0.2m) = 2060 Pa$ توجه کنید که روی آب دریا و آبی که از سوراخ وارد قایق می‌شود فشار P_0 وجود دارد بنابراین باید از فشار پیمانه‌ای استفاده کنیم. ب) $P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = 2060 Pa \times 10 \times 10^{-4} m^2 = 2.06 N$
۶		خیر، این دستگاه تنفس کار نمی‌کند. فشار روی بدن غواص برابر با فشار هوا به اضافه‌ی فشار ناشی از ستون آب بالای سر غواص است ($P = P_0 + \rho_{\text{آب}} gh$) بنابراین غواص باید برای پر کردن ریه‌های خود از هوا در عمق زیاد، باید نیروی زیادی صرف کند. اگر این عمل به مدت طولانی اتفاق بیافتد جان غواص در خطر است زیرا او نمی‌تواند به راحتی نفس بکشد.
۷		چون ارتفاع ستون جیوه فقط به فشار هوای محیط بستگی دارد (نه به سطح مقطع لوله) بنابراین ارتفاع جیوه در هر سه ستون برابر می‌شود. بنابراین شکل صورت سوال به این صورت می‌شود. خلأ نسبی خلأ نسبی خلأ نسبی  $P_A = P_B = P_C = P_D \xrightarrow{P_D = P_0} P_0 = \rho_{\text{جیوه}} gh$
۸		اختلاف ارتفاع جیوه در سطح هم‌تراز برابر با $10 cm$ جیوه است، حال می‌خواهیم بدانیم چه ارتفاعی از مایع فشاری معادل $10 cmHg$ تولید می‌کند. بنابراین:  $P_A = P_B$ $\rho_{\text{جیوه}} \times g \times h_{\text{جیوه}} = \rho_{\text{مایع}} \times g \times h_{\text{مایع}}$ $\Rightarrow 13600 \times \frac{10}{100} = 680 \times h \Rightarrow h_{\text{مایع}} = 2m$ چون چگالی مایع ریخته شده خیلی کمتر از جیوه است بنابراین ارتفاع زیادی از این مایع مورد نیاز است تا اختلاف فشار به میزان $10 cmHg$ تولید کند.
۹		
		ح) بستگی دارد

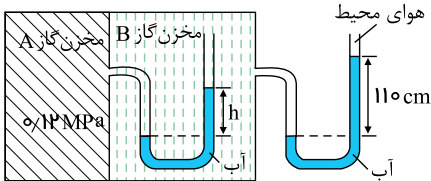
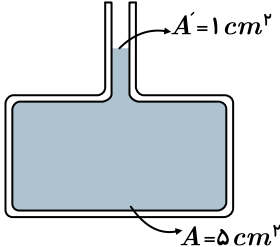
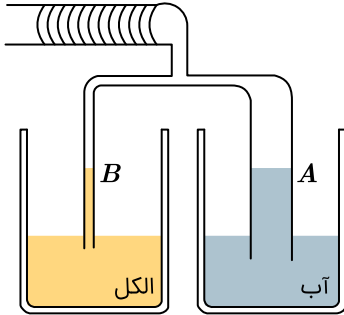
ردیف	نمره	
		الف) حجم جسم
		ب) در حال تعادل
		پ) شناوری - وزن
		ت) افزایش - ثابت
		ث) بیشتر
		ج) کمتر از ۱۵N (وقتی به تعادل می‌رسد، مجموع نیروهای وارد بر جسم صفر می‌شود).
		چ) به صورت محدود
		ح) بستگی دارد
۱۰		هر چه که چگالی مایع بیشتر باشد فرو رفتن اجسام در مایع سخت‌تر می‌شود زیرا باید یک مایع سنگین را کنار بزنند، بنابراین کشتی آهنی اسباب‌بازی در جیوه کمتر فرو می‌رود تا در آب.
۱۱		$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = (22,5 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}) \times (23,0 \times 10^{-6} m^3) = 0,518 kg$
۱۲		برای تعیین حجم کلاس، ابتدا باید ابعاد کلاس را تخمین بزنیم. اگر ابعاد یک کلاس فرضی $4m \times 9m \times 3m$ برآورد شود، در این صورت داریم: $V = 108 m^3$ $m = \rho V = (1,29 \frac{kg}{m^3})(108 m^3) = 139,3 kg \xrightarrow{\text{وزن هوای کلاس}} W = mg = 139,3 \times 9,8 = 1365,1 N$
۱۳		وقتی فویل آلومینیومی را مچاله می‌کنید، مقداری هوا لابه‌لای آن محبوس می‌شود. از آنجا که چگالی هوا، بیش از دو هزار مرتبه کمتر از چگالی آلومینیوم است، لذا فویل مچاله‌شده روی سطح آب به‌طور شناور می‌ماند. حتی اگر فویل مچاله‌شده را با چکش هم فشرده کنید باز روی آب می‌ماند. مگر آنکه به کمک نوعی پرس قوی بتوان بخش زیادی از هوای 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، هوای بین لایه‌ها وجود ندارد و فویل در آب فرو می‌رود.
۱۴		$P_o - P_B = \rho gh \Rightarrow h = \frac{P_o - P_B}{\rho g} = \frac{1,0 \times 10^5 - 9,0 \times 10^4}{1,3 \times 10} \Rightarrow h = \frac{10^4(1,0 \times 10^1 - 9,0)}{13} = \frac{10000}{13} \approx 769 m$
۱۵		$P + (\rho gh)_{oil} = (\rho gh)_{H_2O} + P_o \quad P - P_o = gh(\rho_{H_2O} - \rho_{oil})$ $P - P_o = 10 \times 9,8 \times (1000 - 800) \quad P - P_o = 1960 pa$
۱۶		الف) ارتفاع مایع در دو ظرف یکسان است؛ بنابراین فشار حاصل از مایع در دو ظرف برابر است. یعنی داریم: $P_1 = P_2$ ب) نیروی وارد بر کف ظرف، برابر فشار ضرب در مساحت کف ظرف است، پس داریم: $\left. \begin{matrix} P_1 = P_2 \\ A_1 = A_2 \end{matrix} \right\} \Rightarrow P_1 A_1 = P_2 A_2 \Rightarrow F_1 = F_2$
۱۷		ممکن است آزمایش جدیدی انجام شود و نتایج آن نشان دهد که مدل یا نظریه قبلی نیازمند تغییر، بازنگری و یا حتی جایگزینی است.

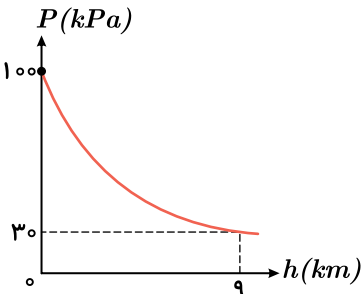
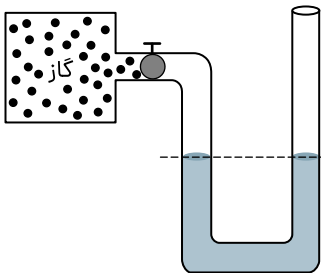
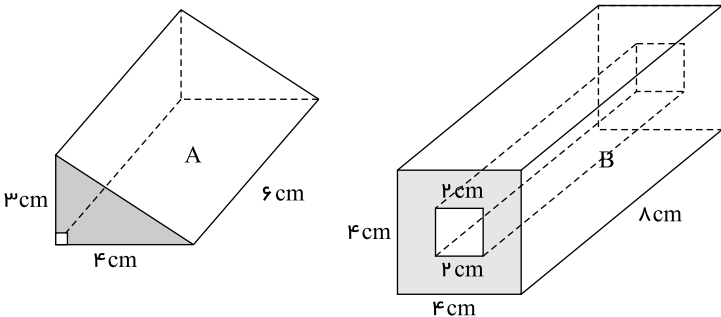
ردیف	نمره	
۱۸		برای تعیین حجم حفره، باید در ابتدا حجم فلزی که برای ساختن مکعب به کار رفته (حجم واقعی) را محاسبه کنیم. سپس این مقدار را از حجم ظاهری مکعب (آنچه به ظاهر دیده می‌شود) کم می‌کنیم تا حجم حفره به دست بیاید. بنابراین داریم: $\left. \begin{aligned} V_{\text{کل}} &= 5^3 = 125 \text{ cm}^3 \\ \rho_{\text{فلز}} &= \frac{m_{\text{فلز}}}{V_{\text{فلز}}} \Rightarrow 4 = \frac{400}{V_{\text{فلز}}} \Rightarrow V_{\text{فلز}} = 100 \text{ cm}^3 \end{aligned} \right\} V_{\text{حفره}} = 125 - 100 = 25 \text{ cm}^3$
۱۹		روش اول: در اینجا با توجه به اینکه جرم اجسام و نیز فشاری که به سطح افقی وارد می‌کنند، یکسان است، پس سطح تماس آنها با سطح افقی نیز یکسان است، زیرا: $P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} \xrightarrow{m_1=m_2, P_1=P_2} A_1 = A_2$ لذا داریم: $a^2 = \pi r^2 \rightarrow \frac{a^2}{r^2} = \pi \rightarrow \frac{a}{r} = \sqrt{\pi}$ روش دوم: می‌دانیم که برای اجسام منشوری، برای محاسبه فشار، علاوه بر فرمول $P = \frac{F}{A}$، می‌توانیم از رابطه $P = \rho gh$ نیز استفاده کنیم. ارتفاع مکعب برابر a و ارتفاع استوانه برابر h است: $P_{\text{مکعب}} = P_{\text{استوانه}}$ $(\rho gh)_{\text{مکعب}} = (\rho gh)_{\text{استوانه}} \Rightarrow \frac{\pi}{V_{\text{مکعب}}} h_{\text{مکعب}} = \frac{\pi}{V_{\text{استوانه}}} h_{\text{استوانه}} \Rightarrow \frac{1}{a^3} \times a = \frac{1}{\pi r^2 h} \times h \Rightarrow \frac{1}{a^2} = \frac{1}{\pi r^2} \Rightarrow \left(\frac{a}{r}\right)^2 = \pi \Rightarrow \frac{a}{r} = \sqrt{\pi}$
۲۰		اگر سطح جیوه در دو شاخه هم تراز شود: فشار ناشی از ستون آب با فشار ناشی از ستون الکل برابر می‌شود؛ بنابراین داریم:  $P_0 + (\rho gh)_{\text{آب}} = P_0 + (\rho gh)_{\text{الکل}} \rightarrow (\rho h)_{\text{آب}} = (\rho h)_{\text{الکل}}$ $1 \times 64 = 0.8 \times h \rightarrow h = 80 \text{ cm}$ حجم: $V = Ah \rightarrow V = 20 \times 80 = 1600 \text{ cm}^3$ $\xrightarrow{1L=10^3 \text{ cm}^3} V = 1.6L$
۲۱	۱.۲۵	الف) تغییر نکند ب) در دسترس باشد ج) کیلوگرم (یا هر یکای اندازه‌گیری دیگر) د) نرده‌ای هـ) اصلی (صفحه ۱۹ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: الف) تغییر نکند (۲۵، نمره) ب) در دسترس باشد (۲۵، نمره) ج) کیلوگرم (یا هر یکای اندازه‌گیری دیگر) (۲۵، نمره) د) نرده‌ای (۲۵، نمره) هـ) اصلی (۲۵، نمره)
۲۲	۱	الف) چون فشار وارد بر قسمت‌های پایین جسم بیشتر از بالای آن است، به جسم نیروی خالص بالاسویی به نام نیروی شناوری وارد می‌شود. ب) با نزدیک شدن آب به زمین، تندی آن افزایش و در نتیجه سطح مقطع آن کاهش می‌یابد؛ پس باریکه آب باریک‌تر می‌شود. ج) طبق رابطه $P_0 = \rho gh$، هر چه از مایعی با چگالی بیشتر استفاده کنیم، ارتفاع مایع و در نتیجه طول لوله مورد نیاز کمتر می‌شود. (صفحه ۳۸، ۴۱ و ۴۵ کتاب درسی)

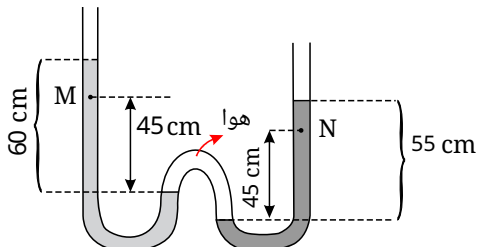
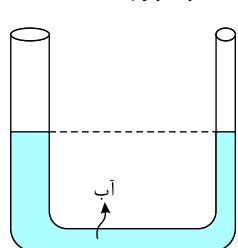
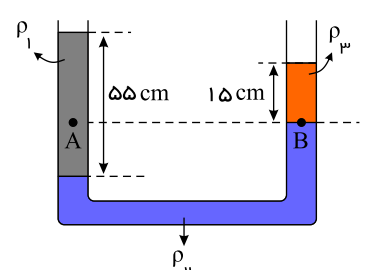
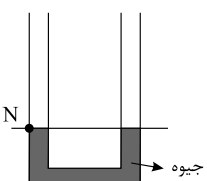
ردیف	نمره	
	۱	راهنمای تصحیح: الف) به دلیل اختلاف فشار بین قسمت‌های پایین و بالای جسم (یا زیرا فشار وارد بر زیر جسم بیشتر از بالای آن است). (۵/۰ نمره) ب) باریک‌تر می‌شود. (۲۵/۰ نمره) ج) کمتر می‌شود. (۲۵/۰ نمره)
۲۳	۰.۷۵	الف) فشارسنج ورودون ب) ۱ - اندازه‌گیری فشار در مخزن‌های گاز ۲ - اندازه‌گیری فشار باد لاستیک وسایل نقلیه (صفحه ۳۹ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: الف) فشارسنج ورودون (۲۵/۰ نمره) ب) ۱ - اندازه‌گیری فشار در مخزن‌های گاز (۲۵/۰ نمره) ۲ - اندازه‌گیری فشار باد لاستیک وسایل نقلیه (۲۵/۰ نمره)
۲۴	۱	الف) نادرست؛ حجم جزو کمیت‌های فرعی و نرده‌ای است. (صفحه ۷ کتاب درسی) ب) درست (صفحه ۱۲ کتاب درسی) ج) نادرست؛ دقت کولیس از ریزسنج کمتر است. (صفحه ۱۶ کتاب درسی) د) درست؛ چگالی به جرم و حجم بستگی ندارد، بلکه به جنس و دمای جسم بستگی دارد. بنابراین چگالی سوزن و تیر آهن یکسان است. (صفحه ۲۱ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: الف) نادرست ب) درست ج) نادرست د) درست (هر مورد ۲۵/۰ نمره)
۲۵	۱	(صفحه ۱۰ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: $8 \times 10^{-3} \frac{Mg}{cm^3} \times \frac{1 cm^3}{10^{-6} m^3} \times \frac{10^6 g}{1 Mg} = 8 \times 10^9 \frac{g}{m^3}$ $8 \times 10^{-3} \frac{Mg}{cm^3} \times \overbrace{\frac{1 cm^3}{10^{-6} m^3}}^{(۵/۰ نمره)} \times \overbrace{\frac{10^6 g}{1 Mg}}^{(۲۵/۰ نمره)} = 8 \times 10^9 \frac{g}{m^3} \text{ (۲۵/۰ نمره)}$

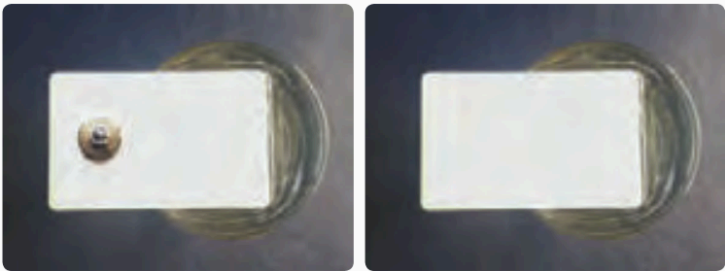
ردیف	نمره	
۱		با توجه به نمودار زیر بگویید چگالی کدام جسم (۱) یا (۲) بیشتر است؟ 
۲		اگر یک سی دی را در آب رها کنیم در آب فرو رفته و در انتهای ظرف می ایستد. اتفاق جالب این است که اگر به اندازه‌ی کافی نمک در آب حل کنید سی دی روی آب شناور می‌شود. دو جمله‌ی بالا را با اطلاعات فیزیکی خود شرح دهید و چرایی آن را توضیح دهید.
۳		۹۰ گرم مس را با چند گرم روی مخلوط کنیم تا آلیاژی به چگالی $7.5 \frac{g}{cm^3}$ داشته باشیم؟ (چگالی مس $9 \frac{g}{cm^3}$ و چگالی روی $7 \frac{g}{cm^3}$)
۴		اگر به‌طور اتفاقی یک بشکه ۱۴۷L نفت در دریا بیافتد، شعاع لکه‌ی نفتی به‌وجود آمده روی دریا چقدر می‌شود؟ (ضخامت لکه‌ی نفتی را $40 \mu m$ در نظر بگیرید و $\pi \simeq 3$)
۵		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؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1000 \frac{kg}{m^3}$, $\rho_{\text{روغن}} = 800 \frac{kg}{m^3}$)
۶		درپوشی سبک به مساحت $3cm^2$ جلوی فواره‌ی آبی را مسدود کرده است. اگر با نیروی $120N$ درپوش را نگه داشته باشیم، چه فشاری از طرف آب زیر درپوش به درپوش وارد می‌شود؟ این فشار معادل با چند سانتی‌متر جیوه است؟
۷		فشار و فشار پیمانه‌ای نقطه‌ی (۱) را پیدا کنید. ($P_0 \simeq 10^5 Pa$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{g}{cm^3}$, $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{g}{cm^3}$, $g \simeq 10 \frac{m}{s^2}$) 

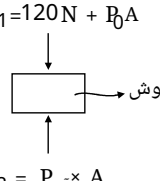
ردیف	نمره	
۸		فشار و فشار پیمانه‌ای را در نقطه‌ی (۱) بیابید. $P_0 = 100 \text{ kPa}$, $\rho_{\text{جیوه}} = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ 
۹		لوله‌ی U شکلی را در نظر بگیرید که حاوی حجم مساوی از آب و روغن می‌باشد (مطابق شکل) فشار و فشار پیمانه‌ای مخزن گاز را پیدا کنید. ($\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, $\rho_{\text{روغن}} = 0.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $P_0 \simeq 10^5 \text{ Pa}$, $g \simeq 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) 
۱۰		یک قطعه چوب را روی آب ظرفی قرار می‌دهیم. یک وزنه آهنی را یک بار روی چوب قرار می‌دهیم و یک بار دیگر از زیر چوب آویزان می‌کنیم. پیش‌بینی می‌کنید در کدام تجربه، چوب بیشتر در آب می‌رود؟ 
۱۱		درون لوله‌ی U شکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است جیوه ($\rho_1 = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) و مایعی با چگالی نامعلوم ρ_2 وجود دارد (شکل زیر). اگر فشار هوای بیرون لوله‌ی U شکل 101 kPa باشد، چگالی مایع را تعیین کنید. 

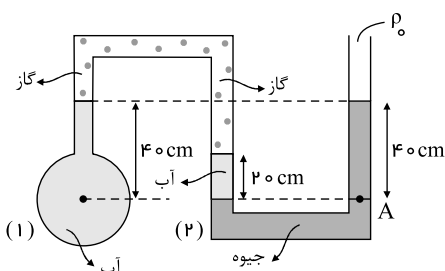
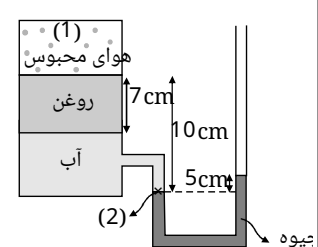
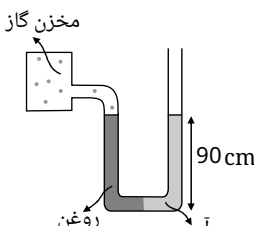
ردیف	نمره	
۱۲		در شکل روبه‌رو مقدار h چند سانتی‌متر است؟ فشار هوای محیط را 101 kPa و چگالی آب را $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ بگیرید. 
۱۳		فلزی با چگالی ۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب را درون یک استوانه مدرج حاوی آب می‌اندازیم، اگر حجم آب درون استوانه پس از انداختن فلز از ۱٫۲ لیتر به ۱٫۵ لیتر برسد، جرم فلز چند کیلوگرم است؟
۱۴		در ظرف شکل مقابل، سطح مقطع قسمت باریک 1 cm^2 و سطح مقطع قسمت پهن 5 cm^2 است. اگر $A' = 1 \text{ cm}^2$ در ظرف به داخل ظرف اضافه کنیم، نیروی وارد بر کف ظرف از طرف مایع چند نیوتون افزایش می‌یابد؟ ($\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) 
۱۵		در شکل روبه‌رو، قطر مقطع لوله در قسمت A، ۳ برابر مقطع لوله در قسمت B است. اگر هوای لوله‌ها با دستگاهی مطابق شکل زیر از بالای آنها کشیده شود، نسبت ارتفاع آب در لوله A به ارتفاع الکل در لوله B چقدر است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$، $\rho_{\text{الکل}} = 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) 

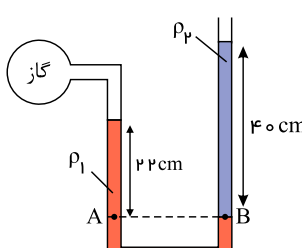
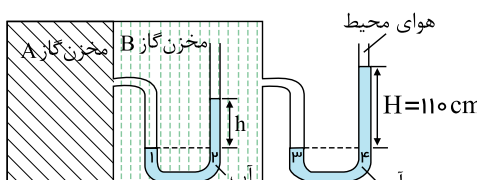
ردیف	نمونه
۱۶	نمودار فشار هوا بر حسب ارتفاع آزاد دریا، مطابق شکل است. چگالی متوسط هوا تا ارتفاع ۹ کیلومتری از سطح آزاد دریاها چند $\frac{kg}{m^3}$ است؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$ 
۱۷	مطابق شکل، مخزن گاز بزرگی به یک فشارسنج (مانومتر) متصل است. فشار پیمانه‌ای گاز درون مخزن $3 \times 10^2 Pa$ و درون مانومتر آب با چگالی $10^3 \frac{kg}{m^3}$ قرار دارد. اگر شیر را باز کنیم سطح آب در شاخه سمت راست، نسبت به محل قبلی خود، چند سانتی‌متر بالاتر می‌رود؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$ 
۱۸	چگالی جسم A، ۲ برابر چگالی جسم B است. نسبت جرم جسم B به جسم A چقدر است؟ 
۱۹	از ماده‌ای به چگالی $2.7 \frac{g}{cm^3}$، کره‌ای به قطر $20 cm$ با جرم 8.1 کیلوگرم ساخته‌ایم. اگر حفره داخل کره را با مایعی به چگالی ρ پر کنیم، جرم کل کره 8.9 کیلوگرم می‌شود. ρ چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $(\pi = 3)$

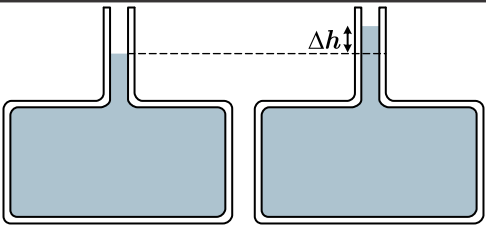
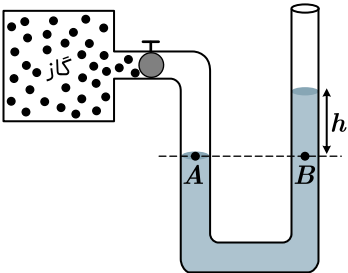
ردیف	نمره	
۲۰		مطابق شکل، در یک لوله خمیده، توسط مقداری هوا، دو مایع (که ممکن است همجنس باشند!) از هم جدا شده و در حالت تعادل قرار دارند. فشار در نقاط M و N را با هم مقایسه کنید. (فشار هوای محیط P_0 فرض شود). 
۲۱		در شکل داده شده، در لوله U شکل که مساحت قاعده لوله سمت راست و چپ به ترتیب 1 cm^2 و 2 cm^2 است، آب با چگالی 1 g/cm^3 وجود دارد. در لوله سمت راست چند گرم روغن با چگالی 0.8 g/cm^3 بریزیم تا سطح آب در لوله سمت چپ 4 cm بالا برود؟ 
۲۲		لوله U شکل زیر، محتوی سه مایع مخلوطنشده به چگالی‌های $\rho_1 = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$، $\rho_2 = 2.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و ρ_3 است. اگر اختلاف فشار بین نقاط A و B برابر 1500 Pa باشد، چگالی مایع ρ_3 چند $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$) 
۲۳		در یک لوله U شکل مقداری جیوه ریخته‌ایم و سطح آن را علامت زده‌ایم. اگر در یک شاخه 272 سانتی‌متر آب بریزیم، جیوه از محل علامت‌گذاری شده چند سانتی‌متر بالاتر می‌رود؟  $\rho = 1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ آب $\rho = 13.6 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ جیوه

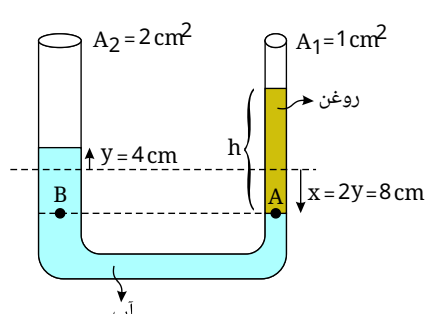
ردیف	نمره	
۲۴	۰.۷۵	لیوان پر از آب، یک کارت بانکی و سه وزنه ۵ گرمی و ۸ گرمی و ۱۰ گرمی در اختیار داریم. مطابق شکل، کارت را طوری روی لبه لیوان قرار می‌دهیم که با وجود وزنه ۸ گرمی، کارت در آستانه جدا شدن از آب قرار بگیرد. الف) چه عاملی مانع از جدا شدن کارت از سطح آب می‌شود؟ ب) اگر سطح کارت را دودآندود کنیم، توضیح دهید به جای وزنه ۸ گرمی از چه وزنه‌ای می‌توان استفاده کرد تا کارت سقوط نکند؟ 
۲۵	۱.۵	یک ستون هوای فرضی به سطح مقطع 1 cm^2 را در نظر بگیرید که از سطح دریای آزاد تا بالاترین بخش جو زمین ادامه دارد. اگر فشار هوا در سطح دریا 1 bar باشد، $(g = 10 \frac{m}{s^2})$ الف) چند کیلوگرم هوا در این ستون فرضی وجود دارد؟ ب) اگر فشار هوا در ارتفاع 6 km از سطح دریا برابر با 48 kPa باشد، چند درصد این جرم تا ارتفاع 6 کیلومتری این ستون فرضی هوا قرار دارد؟

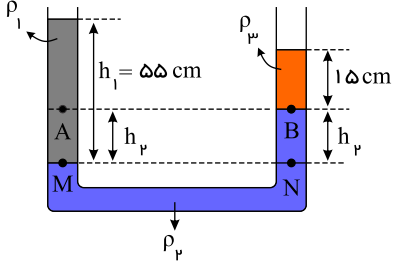
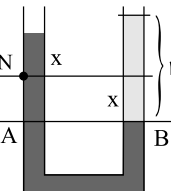
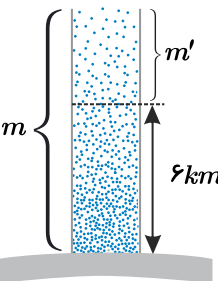
ردیف	نمره
۱	شیب خطهای نمودار عکس چگالی است. چون می دانیم چگالی برابر با $\rho = \frac{m}{V}$ است. بنابراین شیب خطهای مقابل عکس چگالی می باشد بنابراین چگالی جسم (۱) بیشتر از جسم (۲) است.
۲	چون چگالی سی دی از آب بیشتر است در آن فرو می رود. اگر چگالی آب را با حل نمک تغییر دهیم (زیاد کنیم) زمانی وجود دارد که چگالی آب شور از چگالی سی دی بیشتر می شود و سی دی روی آب شناور می شود.
۳	برای پیدا کردن جرم روی، باید جرم کل و حجم کل را تعیین کنیم. در اینجا دقت کنید، برای تعیین حجم مس از رابطه $V_{\text{مس}} = \left(\frac{m}{\rho}\right)$ استفاده می کنیم و برای تعیین جرم روی از رابطه $m_{\text{روی}} = (\rho V)$ استفاده می کنیم. بنابراین داریم: $m_{\text{آلیاژ}} = 90g + m_{\text{روی}}$ $V_{\text{آلیاژ}} = V_{\text{مس}} + V_{\text{روی}} = \frac{m_{\text{مس}}}{\rho_{\text{مس}}} + \frac{m_{\text{روی}}}{\rho_{\text{روی}}} = \frac{90g}{9 \frac{g}{cm^3}} + \frac{m_{\text{روی}}}{7 \frac{g}{cm^3}} = 10cm^3 + \frac{m_{\text{روی}}}{7}$ $\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{آلیاژ}}}{V_{\text{آلیاژ}}} = \frac{90g + m_{\text{روی}}}{10 + \frac{m_{\text{روی}}}{7}} = 75 + \frac{7}{10} m_{\text{روی}} = 90 + m_{\text{روی}}$ $\Rightarrow \left(\frac{7}{10} - 1\right)m_{\text{روی}} = 15 \Rightarrow m_{\text{روی}} = \frac{15 \times 7}{0.3} = 350g$
۴	$V_{\text{پشکه}} = V_{\text{لکه}} = \pi r^2 \cdot h$ $\Rightarrow 147 \times 10^{-3} m^3 = 3 \times 40 \times 10^{-6} \times r^2 \Rightarrow r^2 = 12.25 \Rightarrow r = 3.5m$
۵	از طرفی می دانیم که $h_{\text{آب}} + h_{\text{روغن}} = 18cm$ است. بنابراین داریم: $h_{\text{آب}} + \frac{5}{4} h_{\text{آب}} = 18 \Rightarrow h_{\text{آب}} = 18cm, h_{\text{روغن}} = 10cm$ حال که ارتفاع ها را داریم فشار بر کف ظرف را به دست می آوریم: $P_{\text{کف}} = \rho_{\text{روغن}} g h_{\text{روغن}} + \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = 800Pa + 1000Pa = 1800Pa$
۶	الف) چون درپوش سبک است می توان از نیروی وزن آن صرف نظر کرد بنابراین نیروهای وارد به درپوش به صورت شکل می باشد:  برای اینکه درپوش سر جای خود بماند باید نیروهای F_1 و F_2 با هم برابر باشند بنابراین: $F_1 = F_2 \Rightarrow 120 + P_0 A = P_{\text{آب}} A$ $\Rightarrow P_{\text{آب}} = \frac{120N}{A_{\text{درپوش}}} + P_0 = \frac{120N}{3 \times 10^{-4} m^2} + 10^5 Pa = 4 \times 10^5 Pa + 10^5 Pa$ $P_{\text{آب}} = 5 \times 10^5 Pa$ برای قست بعدی سوال کافی است این فشار را با فشار ناشی از ارتفاع h از ستون جیوه، برابر قرار دهیم. $5 \times 10^5 Pa = \rho_{\text{جیوه}} \times g \times h \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{5 \times 10^5 Pa}{13600 \times 10} \simeq 3.67m$ البته می توان گفت که $10^5 Pa$ برابر با $76cmHg$ است بنابراین $5 \times 10^5 Pa$ برابر با $5 \times 76cmHg$ است که برابر با $380cmHg$ است. این دو روش به جواب های متفاوتی رسیده ایم و دلیل آن این است که یک اتمسفر برابر با $1.01 \times 10^5 Pa$ است (نه $10^5 Pa$). برای جواب دادن دقیق تر از روش دوم ($380cmHg$) استفاده کنید.
۷	با انتخاب نقاط هم تراز داریم:

ردیف	نمره	
		$P_{(r)} = P_o + \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} = 10^5 Pa + 13600 \frac{kg}{m^3} \times 10 \frac{m}{s^2} \times 0.4 m$ $P_{(r)} = 154,4 kPa$ گاز $P_{\text{گاز}}$ برابر فشار گاز محبوس درون لوله است.  $P_{(r)} = \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} + P_{\text{گاز}} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 154,4 kPa - 2 kPa = 152,4 kPa$ $P_{(1)} = P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} = 152,4 kPa + 4 kPa = 156,4 kPa \rightarrow \text{فشار مطلق}$ $P_g = P_{(1)} - P_o = 156,4 kPa - 100 kPa = 56,4 kPa \rightarrow \text{فشار پیمانه‌ای}$
۸		فشار در نقاط هم‌تراز آب و جیوه برابر است با: $P_{(r)} = P_o + \rho_{\text{جیوه}} gh_{\text{جیوه}} = 100 kPa + 13,6 \times 10 \times 0.5 = 100 kPa + 6,8 kPa = 106,8 kPa$ $P_{(r)} = \rho_{\text{آب}} gh_{\text{آب}} + \rho_{\text{روغن}} \times g \times h_{\text{روغن}} + P_{(1)}$ $P_{(1)} = 106,8 kPa - 1000 \frac{kg}{m^3} \times 10 \times 0.3 m - 800 \frac{kg}{m^3} \times 10 \times 0.7 m$ $P_{(1)} = 106,8 kPa - 3 kPa - 5,6 kPa = 105,94 kPa \rightarrow \text{فشار مطلق}$ $P_g = P_{(1)} - P_o = 105,94 kPa - 100 kPa = 5,94 kPa = 5940 Pa$ 
۹		 در نقطه‌ی به هم رسیدن آب و روغن فشارها باید با هم برابر باشد. $P_{\text{آب}} = P_{\text{روغن}} \Rightarrow P_o + \rho_{\text{آب}} gh = P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{روغن}} gh$ $\Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_o + gh(\rho_{\text{آب}} - \rho_{\text{روغن}}) = 10^5 Pa + (10 \frac{m}{s^2})(0.9 m)(1000 \frac{kg}{m^3} - 800 \frac{kg}{m^3})$ $= 10^5 Pa + 1800 Pa = 101800 Pa$ $P_{\text{گاز}} = 101800 Pa \rightarrow \text{فشار مطلق گاز}$ $P_g = P_{\text{گاز}} - P_o = 101800 Pa - 100000 Pa = 1800 Pa$

ردیف	نمره	
۱۰		تفاوت این دو آزمایش در این است که در شکل (۱) نیروی وزن وزنه‌ی آهنی چوب را درون آب فرو می‌کند اما در شکل (۲) اختلاف نیروهای وزن وزنه و نیروی شناوری وزنه است که چوب را درون آب فرو می‌کند. مشخص است که نیروئی که وزنه را درون آب فرو می‌کند در شکل (۲) چوب کمتر است بنابراین در شکل (۲) کمتر درون آب فرو می‌رود و در شکل (۱) بیشتر.
۱۱		با در نظر گرفتن دو نقطه هم‌تراز A و B داریم: $P_A = P_B$ $P_g + \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 + P_0$  $۷۶ \times ۱۰^۳ Pa + (۱۳۶۰ \frac{kg}{m^3})(۱۰ \frac{N}{kg})(۰,۲۲m) = ۱۰۱ \times ۱۰^۳ Pa + \rho_2 (۱۰ \frac{N}{kg})(۰,۴m)$ $\Rightarrow \rho_2 = \frac{۴۹۲۰}{۴} = ۱۲۳۰ \frac{kg}{m^3}$
۱۲		با توجه به شکل و استفاده از نقاط هم‌تراز داریم:  $P_1 = P_2 \Rightarrow P_A = P_B + \rho g h$ $P_2 = P_3 \Rightarrow P_B = P_0 + \rho g h$ $۱,۲ \times ۱۰^۵ Pa = P_B + (۱۰۰۰ \frac{kg}{m^3})(۱۰ \frac{N}{kg})(h) \Rightarrow P_B = ۱,۲ \times ۱۰^۵ - ۱۰^۴ h$ $P_B = ۱,۰۱ \times ۱۰^۵ Pa + (۱۰۰۰ \frac{kg}{m^3})(۱۰ \frac{N}{kg})(۱,۱m) = ۱,۱۲ \times ۱۰^۵ Pa$ $۱,۲ \times ۱۰^۵ - ۱۰^۴ h = ۱,۱۲ \times ۱۰^۵$ $\Rightarrow ۰,۰۸ \times ۱۰^۵ Pa = ۱۰^۴ h \Rightarrow h = ۰,۸m = ۸۰cm$ با جای گذاری P_B در رابطه بالا داریم:
۱۳		$p = \frac{gr}{cm^3} \quad V = ۱,۵ - ۱,۲ = ۰,۳lit \times ۱۰۰۰ = ۳۰۰cm^3 \quad p = \frac{m}{v}$ $\lambda = \frac{m}{۳۰۰} \quad m = ۲۴۰۰gr \times ۱۰^{-۳} = ۲,۴kg$
۱۴		گام اول: ابتدا تغییر ارتفاع آب را در ظرف، مطابق شکل روبه‌رو محاسبه می‌کنیم:

ردیف	نمره	
		 $\Delta V = A' \Delta h \Rightarrow 10 \text{ cm}^3 = (1 \text{ cm}^2) \Delta h$ $\Rightarrow \Delta h = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$ گام دوم: افزایش نیروی وارد بر کف ظرف، برابر با افزایش حاصل از اضافه کردن مایع ضرب در مساحت کف ظرف است: $F = \underbrace{\rho g \Delta h}_{\text{مساحت کف ظرف افزایش فشار}} \underbrace{A}_{\text{مساحت کف ظرف}} \Rightarrow F = (1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})(0.1 \text{ m})(5 \times 10^{-4} \text{ m}^2) = 0.5 \text{ N}$
۱۵		این آزمایش دقیقاً مشابه آزمایش توریچلی است، چون گاز بالای لوله‌ها خارج می‌شود و به مانند آزمایش توریچلی، بالای لوله‌ها خلأ نسبی می‌شود. با ایجاد خلأ نسبی در بالای لوله، فشار هوا باعث می‌شود مایع در داخل لوله بالا برود. این بالا رفتن تا جایی که فشار حاصل از ستون مایع با فشار هوا برابر شود، ادامه دارد. برای حل این مسئله کفایت ارتفاع ستون دو مایع را در این حالت مقایسه کنیم: $\underbrace{P_0}_{\text{فشار هوا}} = \underbrace{\rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}}}_{\text{فشار ناشی از ستون آب}} = \underbrace{\rho_{\text{الکل}} g h_{\text{الکل}}}_{\text{فشار ناشی از ستون الکل}}$ $\Rightarrow \rho_{\text{آب}} h_{\text{آب}} = \rho_{\text{الکل}} h_{\text{الکل}} \Rightarrow \frac{h_{\text{آب}}}{h_{\text{الکل}}} = \frac{\rho_{\text{الکل}}}{\rho_{\text{آب}}} = \frac{0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 0.8$ بنابراین ارتفاع آب ۰٫۸ برابر ارتفاع الکل است. دقت کنید که مانند آزمایش توریچلی در این آزمایش نیز ارتفاع ستون مایع به قطر لوله بستگی ندارد.
۱۶		$\Delta P = \bar{\rho} g \Delta h \Rightarrow 70 \times 10^3 \text{ Pa} = \bar{\rho} (10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})(9 \times 10^3 \text{ m})$ $\Rightarrow \bar{\rho} = \frac{70 \times 10^3}{9 \times 10^4} \approx 0.78 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ توجه: دقت کنید که هرچه از سطح زمین بالاتر می‌رویم، چگالی هوا کمتر می‌شود، عددی که در این سوال به دست آمد، چگالی متوسط هوا در این محدوده است. به عبارت دیگر چگالی هوا در نزدیکی سطح زمین بزرگ‌تر از این عدد و در ارتفاع نزدیک به ۹ کیلومتر، کوچک‌تر از این عدد است.
۱۷		وقتی آب در شاخه سمت راست به اندازه x بالا برود، در شاخه سمت چپ سطح آب به همان اندازه x پایین می‌آید. به عبارت دیگر، اختلاف سطح آب در دو شاخه $h = 2x$ خواهد شد. با توجه به برابر بودن فشار در نقاط A و B، می‌توان نوشت:  $P_A = P_B \Rightarrow P_g = \rho g h + P_0 \xrightarrow{h=2x} P_g = \rho g (2x) + P_0$ $\Rightarrow 3 \times 10^3 \text{ Pa} = (1 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})(2x) + 10^5 \text{ Pa}$ $\Rightarrow x = 0.15 \text{ m} = 15 \text{ cm}$
۱۸		ابتدا حجم هر جسم را محاسبه می‌کنیم. سپس با توجه به رابطه بین چگالی‌ها، نسبت جرم‌ها را به دست می‌آوریم. $V_A = \frac{1}{2} \times 3 \times 4 \times 6 = 36 \text{ cm}^3$ $V_B = (4^3 - 2^3) \times 8 = 96 \text{ cm}^3$ $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow \frac{m_B}{m_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{V_B}{V_A}$ $\frac{m_B}{m_A} = \frac{\rho_B}{2 \rho_B} \times \frac{96}{36} = \frac{1 \times 96}{2 \times 36} = \frac{4}{3}$

ردیف	نمره	
۱۹		ابتدا حجم ماده‌ای که کره از آن ساخته شده است (V') را محاسبه می‌کنیم: $V' = \frac{m}{\rho} \xrightarrow[\rho = 2.7 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}]{m = 1kg} V' = \frac{1}{2.7 \times 10^3} \Rightarrow V' = 3 \times 10^{-4} m^3 = 3000 cm^3$ حال حجم ظاهری کره (V'') را محاسبه می‌کنیم: $V'' = \frac{4}{3} \pi R^3 \xrightarrow[\pi = 3]{R = 10 cm} V'' = \frac{4}{3} \times 3 \times (10)^3 \Rightarrow V'' = 4000 cm^3$ در ادامه برای تعیین حجم حفره داخل کره، کافی است که V' را از V'' کم کنیم: $V_{\text{حفره}} = V'' - V' = 4000 - 3000 \Rightarrow V_{\text{حفره}} = 1000 cm^3$ می‌دانیم که برای پیدا کردن ρ باید جرم مایع و حجم مایع را داشته باشیم. حجم مایع در اینجا با حجم حفره برابر است (چون ذکر شده که حفره از مایع پر شده است) و برای پیدا کردن جرم مایع کافی است که جرم کره توخالی را از جرم کل کره وقتی از مایع پر شده، کم کنیم. یعنی: $m_{\text{مایع}} = 1.9 - 1.1 \Rightarrow m_{\text{مایع}} = 0.8 kg = 800 g$ و در آخر داریم: $\rho_{\text{مایع}} = \frac{m_{\text{مایع}}}{V_{\text{مایع}}} = \frac{800}{1000} \Rightarrow \rho_{\text{مایع}} = 0.8 \frac{g}{cm^3}$
۲۰		برای حل این سوال، به این نکات توجه می‌کنیم: (۱) فشار در نقاط مختلف هوای محبوس شده با هم برابر است: بنابراین: $P_A = P_B$ (۲) از طرفی می‌دانیم که $\begin{cases} P_A = P_{A'} \\ P_B = P_{B'} \end{cases}$ در نتیجه: $P_{A'} = P_{B'}$ یعنی: $\begin{cases} P_0 + \rho' g H' = P_0 + \rho g H \\ H > H' \Rightarrow \rho < \rho' \end{cases}$ حال فشار در نقاط M و N را بر حسب فشار در نقاط A' و B' می‌نویسیم: $\begin{cases} P_{B'} = P_N + \rho' g h' \\ P_{A'} = P_M + \rho g h \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} P_N = P_{B'} - \rho' g h' \\ P_M = P_{A'} - \rho g h \end{cases} \xrightarrow[\rho < \rho', h = h']{P_{A'} = P_{B'}} P_M > P_N$
۲۱		قدم اول: چون مساحت قاعده سمت راست ($A_1 = 1 cm^2$) نصف مساحت سطح مقطع لوله سمت چپ است ($A_2 = 2 cm^2$) هنگامی که در لوله سمت راست روغن می‌ریزیم، میزان جابه‌جایی سطح آب در شاخه راست ۲ برابر جابه‌جایی سطح آب در شاخه سمت چپ خواهد بود زیرا: $V_1 = V_2 \rightarrow A_1 x = A_2 y \rightarrow 1 \times x = 2 \times y \rightarrow x = 2y$ قدم دوم: بیان شده که سطح آب در لوله سمت چپ قرار است ۴ cm بالا برود. بنابراین سطح آب در لوله سمت راست، ۸ سانتی‌متر نسبت به حالت قبلی خود پایین می‌رود، یعنی شکلی مطابق شکل روبه‌رو، حال با مساوی قرار دادن فشار نقاط A و B داریم:  $P_A = P_B \rightarrow P_0 + \rho_{\text{روغن}} g h = P_0 + \rho_{\text{آب}} g (y + x) \Rightarrow 0.8 h = 1 (12 cm) \rightarrow h = 15 cm$ قدم سوم: حجم روغن و سپس جرم آن را می‌یابیم: $V = A_1 h = 1 cm^2 \times 15 cm \Rightarrow V = 15 cm^3 \rightarrow m = \rho V = 0.8 g/cm^3 \times 15 cm^3 \Rightarrow m = 12 g$

ردیف	نمره	
۲۲		فشار در نقاط هم تراز از یک مایع ساکن، یکسان است پس فشار در نقاط M و N برابر است. به صورت زیر ابتدا فاصله h_r را می یابیم:  $P_M = P_N$ $\Rightarrow P_A + \rho_1 g h_1 = P_B + \rho_2 g h_r$ $\Rightarrow P_A - P_B = \rho_2 g h_r - \rho_1 g h_1$ $\Rightarrow P_A - P_B = g h_r (\rho_2 - \rho_1)$ $\Rightarrow 1500 = 10 h_r (2500 - 1000) \Rightarrow h_r = 10 \text{ cm}$ حال با مساوی قرار دادن فشار نقاط M و N، چگالی ρ_r را محاسبه می کنیم: $P_M = P_N$ $\Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_r + \rho_r g h_r \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_r + \rho_r h_r$ $\Rightarrow 1 \times 55 = \rho_r \times 15 + 2.5 \times 10 \Rightarrow 30 = 15 \rho_r \Rightarrow \rho_r = 2 \frac{g}{cm^3}$
۲۳		اگر در شاخه سمت راست، آب بریزیم و سطح جیوه در این شاخه به اندازه x پایین بیاید، سطح جیوه در شاخه روبه روی آن به اندازه x نسبت به N بالا می رود. حال برای دو نقطه هم تراز A و B داریم:  $P_A = P_B \Rightarrow P_A = P_B$ $27.2 \text{ cm} \rightarrow \rho_1 g (2x) + P_{atm} = \rho_2 g h + P_{atm}$ $\rightarrow 13.6 \times 2x = 1 \times 27.2 \Rightarrow x = 10 \text{ cm}$
۲۴	۰.۷۵	(الف) نیروی دگرچسبی بین مولکول های سطح آب و کارت، باعث می شود کارت روی آب بماند و نیفتد. (ب) وزنه ۵ گرمی؛ زیرا با دود آندود شدن کارت، نیروی دگرچسبی بین مولکول های آب و کارت کاهش می یابد.
۲۵	۱.۵	(الف) فشار هوا ناشی از وزن مولکول های هوایی است که در یک ستون فرضی، تا بالاترین سطح جو ادامه دارد: $P = \frac{mg}{A}$ در این رابطه، فشار برحسب پاسکال و سطح مقطع برحسب مترمربع قرار می گیرد: $1 \times 10^5 = \frac{m \times 10}{1 \times 10^{-4}} \rightarrow m = 1 \text{ kg}$ (ب) با توجه به شکل، داریم:  $48 \times 10^3 = \frac{m' \times 10}{1 \times 10^{-4}} \rightarrow m' = 0.48 \text{ kg}$ $\text{درصد جرم هوای موجود تا ارتفاع ۶ کیلومتری} = \frac{1 - 0.48}{1} \times 100 = 52\%$ (صفحه ۳۷ کتاب درسی) راهنمای تصحیح: (الف) $P = \frac{mg}{A}$ (نمره ۰.۲۵)

ردیف	نمره
	$1 \times 10^5 = \frac{m \times 10}{1 \times 10^{-4}} \quad (\text{نمره } ۰,۲۵) \rightarrow m = 1 \text{ kg} \quad (\text{نمره } ۰,۲۵)$ $۱.۵ \quad ۴۸ \times 10^3 = \frac{m' \times 10}{1 \times 10^{-4}} \quad (\text{نمره } ۰,۲۵) \rightarrow m' = ۰,۴۸ \text{ kg} \quad (\text{نمره } ۰,۲۵)$ $\text{درصد جرم هوای موجود تا ارتفاع } ۶ \text{ کیلومتری} = \frac{1 - ۰,۴۸}{1} \times 100 = ۵۲\% \quad (\text{نمره } ۰,۲۵)$