ساختار کتاب

کتاب شب امتحان **فیزیک (۱) تجربی دهم** از ۴ قسمت اصلی به صورت زیر تشکیل شده است:

۱) آزمون‌های نوبت اول: آزمون‌های شمارهٔ ۱ تا ۴ این کتاب مربوط به مباحث نوبت اول است که خودش به دو قسمت تقسیم می‌شود:

الف) آزمون‌های طبقه‌بندی‌شده: آزمون‌های شمارهٔ ۱ و ۲ را فصل به فصل طبقه‌بندی کرده‌ایم. بنابراین شما به راحتی می‌توانید پس از خواندن هر فصل از درس‌نامه تعدادی سؤال را بررسی کنید. حواستان باشد این آزمون‌ها، ۲۰نمره‌ای و مثل یک آزمون کامل هستند. در آزمون‌های طبقه‌بندی‌شده، هر جا که لازم بوده، در کنار سؤالات **توضیحات مشاوره‌ای** نیز آورده‌ایم.

ب) آزمون طبقه‌بندی‌نشده: آزمون‌های شمارهٔ ۳ و ۴ را طبقه‌بندی نکرده‌ایم تا دو آزمون نوبت اول، مشابه آزمونی باشد که معلمتان از شما خواهد گرفت.

۲) آزمون‌های نوبت دوم: آزمون‌های شمارهٔ ۵ تا ۱۲ از کل کتاب و مطابق امتحان پایان سال طرح شده‌اند. این قسمت هم، خودش به ۲ بخش تقسیم می‌شود:

الف) آزمون‌های طبقه‌بندی‌شده: آزمون‌های شمارهٔ ۵ تا ۸ را که برای نوبت دوم طرح شده‌اند، طبقه‌بندی کرده‌ایم. با این کار باز هم می‌توانید پس از خواندن هر فصل تعدادی سؤال مرتبط را پاسخ دهید. هر کدام از این آزمون‌ها، ۲۰ نمره دارند در واقع در این بخش، شما ۴ آزمون کامل را می‌بینید. در این آزمون‌ها هم، هر جا لازم بوده، **توضیحات مشاوره‌ای** را در کنار سؤالات آورده‌ایم.

ب) آزمون‌های طبقه‌بندی‌نشده: آزمون‌های شمارهٔ ۹ تا ۱۲ را طبقه‌بندی نکرده‌ایم؛ پس، در این بخش با ۴ آزمون نوبت دوم، مشابهِ آزمون پایان سال معلمتان مواجه خواهید شد.

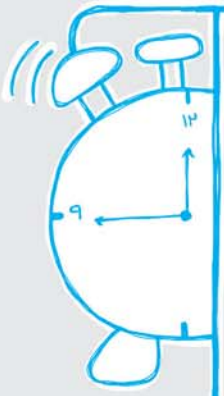
۳) پاسخ‌نامهٔ تشریحی آزمون‌ها: در پاسخ تشریحی آزمون‌ها تمام آن‌چه را که شما باید در امتحان بنویسید تا نمرهٔ کامل کسب کنید، برایتان نوشته‌ایم.

۴) درس‌نامهٔ کامل شب امتحانی: این قسمت برگ برندهٔ شما نسبت به کسانی است که این کتاب را نمی‌خوانند در این قسمت تمام آن‌چه را که شما برای گرفتن نمرهٔ عالی در امتحان فیزیک (۱) تجربی نیاز دارید، تنها در ۱۴ صفحه آورده‌ایم، بخوانید و لذتش را ببرید!

یک راهکار: موقع امتحان‌های نوبت اول، می‌توانید از سؤال‌های فصل‌های ۱ تا ۳ آزمون‌های ۵ تا ۸ هم استفاده کنید.

فهرست

	نوبت	صفحهٔ آزمون	صفحهٔ پاسخ‌نامه
آزمون شمارهٔ ۱ (طبقه‌بندی‌شده)	اول	۳	۲۷
آزمون شمارهٔ ۲ (طبقه‌بندی‌شده)	اول	۵	۲۸
آزمون شمارهٔ ۳ (طبقه‌بندی‌نشده)	اول	۷	۲۹
آزمون شمارهٔ ۴ (طبقه‌بندی‌نشده)	اول	۹	۳۰
آزمون شمارهٔ ۵ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۱	۳۱
آزمون شمارهٔ ۶ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۳	۳۲
آزمون شمارهٔ ۷ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۵	۳۳
آزمون شمارهٔ ۸ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۷	۳۵
آزمون شمارهٔ ۹ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۱۹	۳۶
آزمون شمارهٔ ۱۰ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۱	۳۷
آزمون شمارهٔ ۱۱ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۳	۳۸
آزمون شمارهٔ ۱۲ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۵	۴۰
درس‌نامهٔ توپ برای شب امتحان		۴۲	



بارم‌بندی درس فیزیک (۱) تجربی

فصل	نوبت اول		نوبت دوم	
	محتوای نظری	فعالیت و آزمایش	محتوای نظری	فعالیت و آزمایش
اول	۵/۵	۲	۱/۷۵	۰/۵
دوم	۸	۲	۲/۵	۱/۵
سوم (تا ابتدای بخش ۳-۳ صفحهٔ ۶۰)	۲/۵	–	۱/۲۵	–
سوم (از ابتدای بخش ۳-۳ تا پایان فصل)	–	–	۳/۵	۰/۵
چهارم	–	–	۷	۱/۵
جمع	۱۶	۴	۱۶	۴
	۲۰		۲۰	

فیزیک (۱)	رشته: علوم تجربی	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com

ردیف	آزمون شمارهٔ ۱	نوبت اول پایهٔ دهم دورهٔ متوسطهٔ دوم	نمره

فصل اول

۱ جاهای خالی را با عبارات مناسب پر کنید. — ۱/۵

الف) مدت‌زمان بین شروع و پایان یک رویداد را ..... می‌نامیم.

ب) ..... یکی از شاخه‌های فیزیک است که بررسی حرکت اجسام و نیروهای وارد بر آن‌ها می‌پردازد.

پ) کمینهٔ درجه‌بندی هر ابزار اندازه‌گیری مدرج ..... آن وسیله نامیده می‌شود.

ت) یک میکرون برابر است با یک ..... .

ث) شیب نمودار جرم برحسب حجم یک ماده ..... آن ماده را نشان می‌دهد.

ج) $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ میانگین روز خورشیدی را یک ..... می‌نامیم.

۲ سه راهکار برای افزایش دقت یک اندازه‌گیری بیان کنید. — ۰/۷۵

۳ زمان آزمون شما ۱۲۰ دقیقه است. آزمون شما چند میکروثانیه طول خواهد کشید؟ پاسخ را به صورت نماد علمی بنویسید. — ۰/۷۵

۴ جرم هر بستهٔ ۵۰۰تایی کاغذ A4 برابر با $۲/۵\ kg$ است. جرم یک جزوهٔ ۸۰ برگی از این کاغذ تقریباً چند گرم است؟ — ۰/۷۵

۵ اگر برای اندازه‌گیری زمان از ضربان نبض خود استفاده کنیم چه مزیت و چه عیبی دارد؟ — ۱

ایدهٔ این سؤال از پرسش ۱-۲ کتاب گرفته شده است.

۶ روشی برای اندازه‌گیری حجم یک قطعهٔ آهن که شکل هندسی منظمی ندارد پیشنهاد کنید. — ۱

۷ مکعب‌مستطیلی از جنس نقره به ابعاد ۳ و ۴ و ۵ سانتی‌متر دارای جرم ۵۷۰ g است. حجم حفره‌ای که درون مکعب است را محاسبه کنید. — ۱/۵

$\rho_{\text{نقره}} = ۱۰/۵\ g/cm^۳$

فصل دوم

۸ کلمهٔ مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید. — ۱

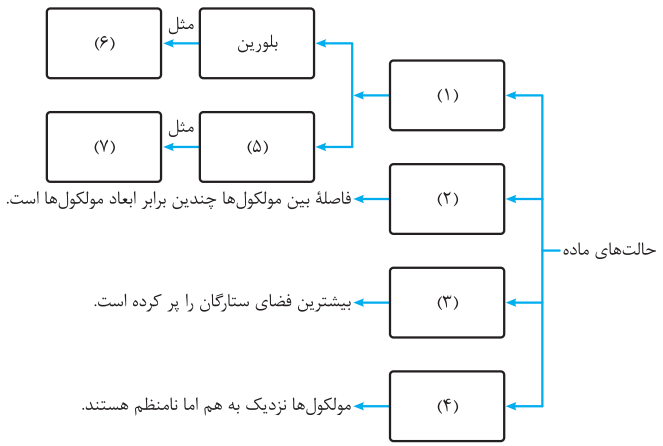
الف) نیروی شناوری باعث (سبک‌تر ـ سنگین‌تر) شدن یک جسم در شاره می‌شود.

ب) افزایش دما سرعت پدیدهٔ پخش را (بیشتر ـ کم‌تر) می‌کند.

پ) پلاسما اغلب در دماهای بسیار (بالا ـ پایین) به وجود می‌آید.

ت) در اثر موئینگی با افزایش قطر لوله، ارتفاع آب در لوله (کاهش ـ افزایش) می‌یابد.

۹ نمودار مفهومی زیر را کامل کنید. — ۱/۷۵



۱۰ الف) یک شباهت و یک تفاوت بین مایعات و جامدات بیان کنید. — ۰/۷۵

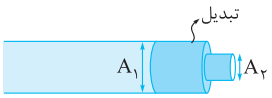
ب) چه شباهتی بین رفتار مولکول‌ها در مایعات و گازها وجود دارد؟

در ابتدای فصل ۲، حالت‌های مختلف ماده بررسی شده! درک شباهت‌ها و تفاوت‌های حالت‌های مختلف مواد، یکی از هدف‌های آموزشی این قسمت از کتاب هست و ارزش امتحانی داره!

۱۱ با استفاده از وسایل زیر آزمایشی طرح کنید که نیروی دگرچسبی را نشان دهد. — ۱

(کارت بانکی ـ لیوان پر از آب ـ یک یا دو سکه)

فیزیک (۱)	رشته: علوم تجربی	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com	
ردیف	آزمون شمارهٔ ۱	نوبت اول پایهٔ دهم دورهٔ متوسطهٔ دوم		نمره

۱۲	الف) چرا هر چه از سطح زمین بالاتر می‌رویم، فشار هوا کاهش می‌یابد؟ ب) نمودار کیفی فشار هوا برحسب ارتفاع را رسم کنید و توضیح دهید چرا این نمودار خطی نیست؟	۰/۵ ۰/۷۵
۱۳	در دیوار یک کشتی سوراخی به مساحت ۵ سانتی‌متر مربع در عمق $4\ m$ ایجاد شده است. اگر چگالی آب دریا $1030\ kg/m^3$ باشد، حداقل نیروی لازم برای جلوگیری از ورود آب چند نیوتن است؟ $(g = 9/8\ m/s^2)$	۱/۵
۱۴	درون یک لولهٔ Uشکل مقداری جیوه قرار دارد. شخصی در یک شاخه می‌دمد و در نتیجه سطح جیوه در آن شاخه ۲ سانتی‌متر از محل اولیه‌اش پایین‌تر می‌رود: الف) در این وضعیت اختلاف ارتفاع جیوه در دو طرف لولهٔ Uشکل چند سانتی‌متر خواهد بود؟ ب) فشار پیمانه‌ای هوای داخل دهان شخص را برحسب پاسکال محاسبه کنید. (سطح مقطع در دو شاخهٔ لوله یکسان است). $(\rho_{جیوه} = 13/6\times10^3\ kg/m^3,\ g \simeq 10\ m/s^2)$	۰/۵ ۱
۱۵	در یک شلنگ، آب با تندی $8\ m/s$ خارج می‌شود. چون می‌خواهیم آب با تندی $32\ m/s$ خارج شود، یک تبدیل به سر شلنگ وصل می‌کنیم. اگر شعاع خروجی شلنگ $2/4\ cm$ باشد، شعاع خروجی تبدیل چند سانتی‌متر است؟ 	۱/۵
	فصل سوم	
۱۶	درستی یا نادرستی عبارات زیر را تعیین کنید. الف) هرگاه بر جسمی نیرویی وارد شود، آن نیرو کار انجام می‌دهد. ب) کار کمیتی نرده‌ای است. پ) انرژی جنبشی به جهت حرکت یک جسم بستگی دارد. ت) کار نیروی خالص وارد بر یک جسم با مجموع کار هر یک از نیروها برابر است.	۱
۱۷	دو گلولهٔ ساکن با جرم‌های متفاوت را با دست هل می‌دهیم. اگر انرژی منتقل‌شده به گلوله‌ها یکسان باشد تندی کدام گلوله بیشتر خواهد بود؟ برای پاسخ خود با استفاده از رابطهٔ انرژی جنبشی استدلال کنید.	۰/۵
۱۸	یک چترباز به جرم کل ۱۱۰ کیلوگرم از ارتفاع ۳۸۰ متر سقوط می‌کند و به زمین می‌رسد: الف) کار نیروی وزن چترباز را محاسبه کنید. ب) اگر کار کل انجام‌شده $38\ kJ$ باشد، متوسط نیروی مقاومت هوا وارد بر چترباز را به دست آورید. $(g \simeq 10\ m/s^2)$	۰/۲۵ ۰/۷۵
	موفق باشید	جمع نمرات ۲۰

فیزیک (۱)	رشته: علوم تجربی	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com

ردیف	آزمون شمارهٔ ۹	نوبت دوم پایهٔ دهم دورهٔ متوسطهٔ دوم	نمره

۱ کلمه‌های مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید. — **۱/۵**

الف) دقت اندازه‌گیری یک خط‌کش میلی‌متری (۰/۱ ـ ۰/۵) سانتی‌متر است.

ب) بنابر اصل ارشمیدس، بر جسم شناور در یک شاره نیرویی رو به (بالا ـ پایین) وارد می‌شود.

پ) هنگامی که جسمی را با نیروی F که با افق زاویهٔ θ دارد روی سطح افقی می‌کشیم کار مؤلفهٔ $F\sin\theta$ (صفر ـ غیرصفر) است.

ت) گرمای ویژه به (جنس ـ جرم) جسم بستگی دارد.

ث) وقتی دمای آب از صفر تا ۴ درجهٔ سلسیوس افزایش می‌یابد، چگالی آب (کاهش ـ افزایش) می‌یابد.

ج) در رساناهای فلزی سهم (الکترون‌های آزاد ـ اتم‌ها) در رسانش بیشتر است.

۲ درستی یا نادرستی عبارات زیر را تعیین کنید. — **۱**

الف) درستی قوانین و نظریه‌های فیزیک به وسیلهٔ آزمایش بررسی می‌شود.

ب) در حالت پایا آهنگ جریان شاره از یک لوله با سطح مقطع‌های متفاوت همواره ثابت است.

پ) تبخیر در هر دمایی می‌تواند رخ دهد.

ت) همرفت به علت تغییر چگالی بخشی از یک شاره صورت می‌گیرد.

۳ الف) دو ویژگی یکاهای مناسب را بنویسید. — **۰/۵**

ب) جرم کرهٔ زمین $۶\times۱۰^{۲۴}\ kg$ است. فرض کنید در هر ثانیه بتوانیم هزار میلیارد کیلوگرم از جرم زمین را شمارش کنیم. محاسبه کنید تقریباً چند قرن زمان لازم است تا کل جرم زمین شمارش شود؟ — **۱**

۴ برای هر یک از پدیده‌های زیر یک دلیل کوتاه بنویسید. — **۱/۵**

الف) پخش‌شدن بوی عطر در اتاق

ب) ترشدن سطح اجسام توسط آب

پ) بالارفتن نوشابه از نی هنگام مکیدن

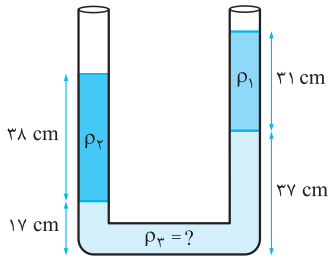
۵ در یک جوسنج جیوه‌ای طول ستون ارتفاع جیوه در لوله ۶۲۰ mm است: $(\rho_{جیوه}=۱/۳۵\times۱۰^{۴}\ kg/m^{۳},\ g\simeq ۹/۸۴\ m/s^{۲})$

الف) فشار هوا در این منطقه را برحسب پاسکال محاسبه کنید. — **۱**

ب) اگر از سطح زمین بالاتر برویم ارتفاع جیوه در لوله چگونه تغییر می‌کند؟ — **۰/۲۵**

۶ در شکل مقابل سه مایع مخلوط‌نشدنی در لولهٔ U شکل ریخته شده‌اند با توجه به اعداد روی شکل چگالی مایع سنگین‌تر را محاسبه کنید. — **۱/۲۵**

$(\rho_۱=۰/۸\ g/cm^{۳},\ \rho_۲=۱/۴\ g/cm^{۳})$



۷ الف) کار یک نیرو در چه حالت‌هایی صفر است؟ — **۰/۵**

ب) آیا کار یک نیرو می‌تواند منفی باشد؟ در چه صورت؟ — **۰/۵**

۸ اتومبیلی به جرم $۱/۲\times۱۰^{۳}\ kg$ با سرعت $۳۰\ m/s$ در حال حرکت است که ناگهان ترمز می‌کند. چرخ‌ها قفل می‌شود و اتومبیل بر سطح جاده می‌لغزد. اگر اتومبیل پس از طی مسافت ۲۵ m متوقف شود:

الف) کار نیروی اصطکاک را محاسبه کنید. — **۰/۷۵**

ب) بزرگی نیروی اصطکاک را (با فرض ثابت‌بودن) محاسبه کنید. — **۰/۵**

۹ جسمی را از ارتفاع $h_۱$ با تندی $v_۱$ پرتاب می‌کنیم. وقتی جسم به ارتفاع $h_۲$ می‌رسد تندی آن $v_۲$ است. ثابت کنید کار نیروی مقاومت هوا در این حرکت برابر تغییر انرژی مکانیکی جسم است. — **۱/۵**

۱۰ در شکل مقابل حداقل سرعت گلوله در نقطهٔ A چه‌قدر باشد تا گلوله به نقطهٔ B برسد؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنید و $g\simeq ۱۰\ m/s^{۲}$ فرض شود.) — **۱/۵**

فیزیک (۱)	رشته: علوم تجربی	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com	
ردیف	آزمون شمارهٔ ۹	نوبت دوم پایهٔ دهم دورهٔ متوسطهٔ دوم		نمره

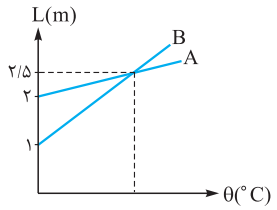
۱۱ الف) کمیت دماسنجی چیست؟ — ۰/۵

ب) سه دماسنج که به عنوان دماسنج‌های معیار پذیرفته شده‌اند را نام ببرید. — ۰/۷۵

پ) نقطهٔ جوش جیوه $357\ ^\circ C$ است. این دما را برحسب کلوین و فارنهایت به دست آورید. — ۰/۵

۱۲ شکل مقابل نمودار تغییرات طول دو میلهٔ A و B را برحسب درجهٔ سلسیوس نشان می‌دهد. — ۱/۵

نسبت ضریب انبساط طولی دو میله $\frac{\alpha_A}{\alpha_B}$ را محاسبه کنید.



۱۳ یک قطعهٔ فلز به جرم $200\ g$ و دمای $160\ ^\circ C$ را در یک گرماسنج با ظرفیت گرمایی $180\ J/K$ که محتوی $0/5\ kg$ آب $40\ ^\circ C$ است، می‌اندازیم. اگر دمای تعادل $42\ ^\circ C$ باشد: $(c_{آب} = 4200\ J/kg.^\circ C)$

الف) گرمای ویژهٔ فلز را محاسبه کنید. — ۱/۵

ب) مقدار واقعی گرمای ویژهٔ فلز از مقدار به دست آمده کم‌تر است یا بیشتر؟ چرا؟ — ۰/۵

۱۴ الف) آیا جامدهای بی‌شکل نقطهٔ ذوب معینی دارند؟ توضیح دهید. — ۰/۵

ب) ۱ کیلوگرم آب $50\ ^\circ C$ چند گرم یخ صفر درجهٔ سلسیوس را ذوب می‌کند؟ — ۱

$(L_F = 3/34\times10^5\ J/kg\ ,\ c_{آب} = 4/20\times10^3\ J/kg.^\circ C)$

موفق باشید — جمع نمرات — ۲۰

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

آزمون شمارهٔ ۱ (نوبت اول)

۱- الف) بازهٔ زمانی　　ب) مکانیک　　پ) دقت
ت) میکرومتر　　ث) چگالی　　ج) ثانیه

۲- ۱) استفاده از وسیلهٔ اندازه‌گیری دقیق‌تر، ۲) انجام اندازه‌گیری توسط شخص ماهر، ۳) افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری و میانگین‌گیری

۳- $۱۲۰\,\text{min}\times\frac{۶۰\,\text{s}}{۱\,\text{min}}=۷۲۰۰\,\text{s}\times\frac{۱\,\mu\text{s}}{۱۰^{-۶}\,\text{s}}=۷۲۰۰\times۱۰^{۶}\,\mu\text{s}=۷/۲\times۱۰^{۳}\times۱۰^{۶}\,\mu\text{s}=۷/۲\times۱۰^{۹}\,\mu\text{s}$

۴- ابتدا جرم هر برگ کاغذ A۴ را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم هر برگ کاغذ}=\frac{۲/۵\,\text{kg}}{۵۰۰}=\frac{۲۵۰۰\,\text{g}}{۵۰۰}=۵\,\text{g}$$

حالا جرم جزوهٔ ۸۰ برگی را محاسبه می‌کنیم: $\text{جرم جزوهٔ ۸۰ برگی}=۸۰\times۵\,\text{g}=۴۰۰\,\text{g}$

۵- مزیت آن این است که همواره در دسترس است. اما عیب آن این است که در شرایط مختلف از نظر سن انسان‌ها و یا حالتی که انسان در آن قرار دارد (مثل خواب یا ورزش یا ...) زمان نبض متفاوت است.

۶- درون یک استوانهٔ مدرج، مقدار معینی آب می‌ریزیم و حجم آب را یادداشت می‌کنیم. سپس قطعهٔ آهن را درون آب می‌اندازیم و حجم جدید آب و آهن را از روی درجات ظرف یادداشت می‌کنیم. با کم‌کردن حجم آب و آهن از حجم آب، مقدار حجم آهن به دست می‌آید.

۷- حجم مکعب را محاسبه می‌کنیم و سپس جرم مکعب با فرض توپربودن را به دست می‌آوریم:

$$V=۳\,\text{cm}\times۴\,\text{cm}\times۵\,\text{cm}=۶۰\,\text{cm}^{۳}$$

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow ۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳}=\frac{m}{۶۰\,\text{cm}^{۳}}\Rightarrow m=۶۰\,\text{cm}^{۳}\times۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳}=۶۳۰\,\text{g}$$

تفاوت جرم مکعب در حالت توپر (۶۳۰ g) و حالت توخالی (۵۷۰ g) به خاطر مقدار نقره‌ای است که از درون حفره خارج شده است، بنابراین جرم نقرهٔ خارج‌شده برابر است با:

$$\Delta m=(۶۳۰\,\text{g})-(۵۷۰\,\text{g})=۶۰\,\text{g}$$

پس حجم این مقدار نقره که برابر حجم حفره است برابر است با:

$$\rho=\frac{\Delta m}{\Delta V}\Rightarrow ۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳}=\frac{۶۰\,\text{g}}{\Delta V}\Rightarrow \Delta V=\frac{۶۰\,\text{g}}{۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳}}\simeq ۵/۷\,\text{cm}^{۳}$$

۸- الف) سبک‌تر؛ نیروی شناوری رو به بالاست؛ بنابراین تمام و یا بخشی از نیروی وزن را خنثی می‌کند و موجب سبک‌تر شدن جسم می‌شود.

ب) بیشتر ـ با افزایش دما، تندی حرکت مولکول‌ها افزایش یافته و پدیدهٔ پخش سریع‌تر صورت می‌گیرد.

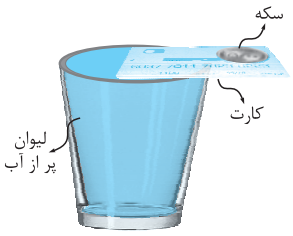
پ) بالا　　ت) کاهش

۹- (۱) جامد　　(۲) گاز　　(۳) پلاسما
(۴) مایع　　(۵) بی‌شکل (آمورف)　　(۶) فلزات یا نمک طعام یا ...
(۷) شیشه

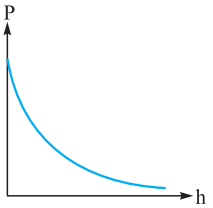
۱۰- الف) شباهت ⟵ فاصلهٔ بین مولکول‌ها در مایعات و جامدات تقریباً یکسان است.
تفاوت ⟵ در مایعات مولکول‌ها بر روی هم می‌لغزند و جابه‌جا می‌شوند اما در جامدات ذرات فقط حرکت‌های نوسانی کوچک دارند.

ب) در هر دو حالت ماده مولکول‌ها به طور تصادفی و نامنظم در حال حرکت هستند.

۱۱- کارت بانکی را به صورتی روی لیوان پر از آب می‌گذاریم که نصف سطح لیون پوشانده شود. حالا اگر در سر دیگر کارت یک یا دو سکه کوچک قرار دهیم مشاهده می‌کنیم که تعادل کارت حفظ می‌شود. علت این موضوع آن است که نیروی دگرچسبی بین کارت و آب داخل لیوان، نیروی وزن سکه (سکه‌ها) را خنثی می‌کند.



۱۲- الف) زیرا هر چه بالاتر می‌رویم وزن هوای بالای سر ما کاهش می‌یابد و در نتیجه فشار ناشی از وزن هوا کم می‌شود.
ب) علت خطی‌نبودن نمودار این است که هر چه ارتفاع بیشتر می‌شود چگالی هوا کاهش می‌یابد و در نتیجه طبق رابطهٔ $\Delta P=\rho g\Delta h$ به ازای تغییر ارتفاع معین افت فشار کم‌تری خواهیم داشت.

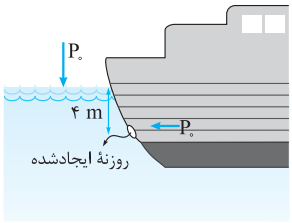


۱۳- ابتدا فشار ناشی از آب را در عمق ۴ متری به دست می‌آوریم:

$$P=\rho gh=(۱۰۳۰\,\text{kg/m}^{۳})\times(۹/۸\,\text{m/s}^{۲})\times(۴\,\text{m})\simeq ۴۰/۴\times۱۰^{۳}\,\text{Pa}$$

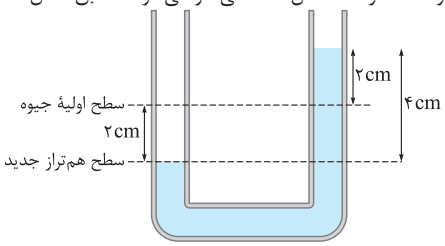
و اکنون نیروی لازم برای جلوگیری از ورود آب که باید با نیرویی که آب بر سوراخ وارد می‌کند برابر باشد را حساب می‌کنیم:

$$F=PA=(۴۰/۴\times۱۰^{۳}\,\text{Pa})\times(۵\times۱۰^{-۴}\,\text{m}^{۲})$$
$$=۲۰۲\times۱۰^{-۱}(\text{N})=۲۰/۲\,\text{N}$$



در این سؤال فشار هوای محیط را در نظر نگرفتیم زیرا این فشار از دو طرف بر سوراخ ایجادشده وارد می‌شود.

۱۴- الف) وقتی جیوه در یک شاخهٔ دو سانتی‌متر پایین می‌رود با توجه به یکسان‌بودن سطح مقطع لوله‌ها در دو شاخه، جیوه در شاخهٔ دیگر هم ۲ cm بالا می‌رود. در نتیجه اختلاف ارتفاع جیوه در دو شاخهٔ لولهٔ U‌شکل ۴ سانتی‌متر می‌شود. مطابق شکل:



ب) با توجه به برابربودن فشار در نقاط هم‌تراز در دو طرف لوله:

$$P_x=\rho gh+P_۰\Rightarrow \underbrace{P_x-P_۰}_{\text{فشار پیمانه‌ای}}=\rho gh$$

$$P_g=\rho gh=(۱۳/۶\times۱۰^{۳}\,\text{kg/m}^{۳})\times(۱۰\,\text{m/s}^{۲})\times(۴\times۱۰^{-۲}\,\text{m})\Rightarrow P_g=۵۴۴۰\,\text{Pa}$$

۱۵- طبق معادلهٔ پیوستگی:

$$A_۱v_۱=A_۲v_۲\Rightarrow\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{A_۲}{A_۱}\Rightarrow\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{\pi r_۲^{۲}}{\pi r_۱^{۲}}$$

$$\Rightarrow\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{r_۲^{۲}}{r_۱^{۲}}\Rightarrow\frac{۸\,\text{m/s}}{۳۲\,\text{m/s}}=\frac{r_۲^{۲}}{(۲/۴\,\text{cm})^{۲}}$$

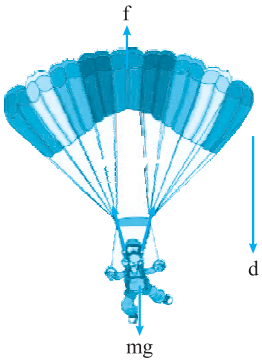
$$\Rightarrow r_۲^{۲}=\frac{(۲/۴\,\text{cm})^{۲}\times(۸\,\text{m/s})}{۳۲\,\text{m/s}}=۱/۴۴\Rightarrow r_۲=\sqrt{۱/۴۴}=۱/۲\,\text{cm}$$

۱۶- الف) نادرست؛ اگر نیرو باعث جابه‌جایی نشود، کار انجام نمی‌شود.
ب) درست
پ) نادرست ـ انرژی جنبشی فقط به اندازهٔ سرعت (تندی) جسم بستگی دارد و به جهت حرکت جسم وابسته نیست.
ت) درست

۱۷- الف) با توجه به رابطهٔ $K=\frac{۱}{۲}mv^{۲}$ اگر K برای دو جسم یکسان باشد گلوله‌ای که جرم کم‌تر دارد تندی بیشتری خواهد داشت زیرا طبق محاسبهٔ زیر جرم جسم با مجذور تندی نسبت عکس دارد.

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

۱۸- الف) برای محاسبهٔ کار نیروی وزن از رابطهٔ اصلی کار استفاده می‌کنیم: $W = Fd\cos\alpha$



$$\Rightarrow W_{mg} = mg \times d \times \underbrace{\cos 0^\circ}_{1}$$

$$= (110\,kg)(10\,m/s^2)(380\,m)$$

$$= 418000\,J$$

ب) کار کل با مجموع کار هر یک از نیروها برابر است:

$$W_t = W_{mg} + W_f \Rightarrow 38000\,J = 418000 + W_f$$

$$\Rightarrow W_f = 38000\,J - 418000\,J = -380000\,J$$

و حالا از رابطهٔ کار، نیروی مقاومت هوا را به دست می‌آوریم:

$$W = Fd\cos\alpha \Rightarrow -380000 = \bar{f} \times 380 \times \underbrace{\cos 180^\circ}_{-1} \Rightarrow \bar{f} = \frac{-380000}{-380} = 1000\,N$$

آزمون شمارهٔ ۹ (نوبت دوم)

۱- الف) کمینهٔ درجه‌بندی خط‌کش میلی‌متری در حد میلی‌متر است پس دقت اندازه‌گیری برابر است با ۱ میلی‌متر یا ۰٫۱ سانتی‌متر.

ب) بالا پ) صفر ت) جنس

ث) افزایش ـ به دلیل انبساط غیرعادی آب، از ۰ تا ۴ درجهٔ سلسیوس با افزایش دما حجم کاهش و چگالی افزایش می‌یابد.

ج) الکترون‌های آزاد

۲- الف) درست

ب) درست ـ آن‌چه به سطح مقطع لوله وابسته است سرعت حرکت شاره است که با سطح مقطع لوله نسبت عکس دارد. اما آهنگ جریان شاره به معنای مقدار حجم شارهٔ گذرنده در یک زمان معین در تمام قسمت‌های لوله یکسان است.

پ) درست ت) درست

۳- الف) یکای مناسب ۱) باید در شرایط فیزیکی مختلف تغییر نکند. ۲) قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد.

ب) قرار است که در هر ثانیه بتوانیم هزار میلیارد کیلوگرم یعنی $10^{12}\ kg$ از جرم زمین را بشماریم!!! پس تعداد ثانیه‌های مورد نیاز برابر است با:

$$\text{زمان مورد نیاز برحسب ثانیه} = \frac{6\times10^{24}\ kg}{10^{12}\ kg} = 6\times10^{12}\ s$$

حالا به روش تبدیل زنجیره‌ای محاسبه می‌کنیم که 6×10^{12} چند قرن است:

$$6\times10^{12}\ s\times\frac{1\ h}{3600\ s}\times\frac{1\ day}{24\ h}\times\frac{1\ year}{365\ day}\times\frac{\text{قرن}1}{100\ year}$$

$$\text{قرن} = 19000 = 1/9\times10^{-9}\times10^{12} = 1/9\times10^{3}$$

نتیجه عجیب نیست؟!!!

۴- الف) حرکت نامنظم مولکول‌های هوا و ضربه‌هایی که به مولکول‌های عطر می‌زنند.

ب) غلبهٔ نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های سطح جسم و آب بر نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب

پ) اختلاف فشار بین هوای محیط و داخل دهان نوشابه را به سمت دهان می‌راند.

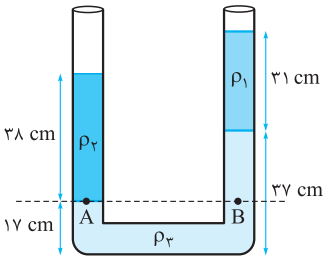
۵- الف) فشار هوا با فشار ارتفاع جیوه برابر است:

$$P = \rho gh = (1/35\times10^{4}\ kg/m^3)\times(9/84\ m/s^2)\times(620\ \cancel{mm}\times\frac{10^{-3}\ m}{\cancel{mm}})$$

$$\Rightarrow P \simeq 8/24\times10^{4}\ Pa$$

ب) هر چه از سطح زمین بالاتر برویم فشار هوا کاهش می‌یابد و چون ارتفاع جیوهٔ درون لوله بیانگر فشار هوای محیط است پس با کاهش فشار هوا ارتفاع جیوه در لوله نیز کاهش می‌یابد.

۶- با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز نشان داده شده در شکل: $P_A = P_B$



$$\rho_2 gh_2 + P_0 = \rho_1 gh_1 + \rho_3 gh_3 + P_0$$

فشار محیط (P_0) از دو طرف رابطه حذف می‌شود؛ از طرفی هم چون در هر سه جملهٔ باقی‌مانده مشترک است قابل حذف کردن است، بنابراین داریم:

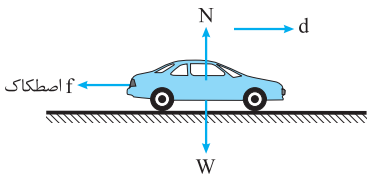
$$(1/4\ g/cm^3)\times(38\ cm) = (0/8\ g/cm^3)\times(31\ cm) + \rho_3\times(37\ cm - 17\ cm)$$

$$53/2 = 24/8 + 20\rho_3 \Rightarrow \rho_3 = \frac{53/2 - 24/8}{20} = 1/42\ g/cm^3$$

۷- الف) ۱) جسم جابه‌جا نشود. ۲) نیرو بر جابه‌جایی عمود باشد.

ب) بله ـ در صورتی که زاویهٔ بین آن نیرو و جابه‌جایی بیشتر از ۹۰° باشد.

۸- الف) از رابطهٔ کار ـ انرژی جنبشی داریم:



$$W_t = \Delta K$$

$$\Rightarrow W_{\text{اصطکاک}} + \underbrace{W_N}_{0} + \underbrace{W_W}_{0} = K_2 - K_1$$

کار نیروی وزن و نیروی عمود بر سطح صفر است (چون بر جابه‌جایی عمودند) و انرژی جنبشی پس از توقف نیز صفر است پس:

$$W_{\text{اصطکاک}} = -K_1 = -\frac{1}{2}mv^2$$

$$= -\frac{1}{2}\times(1/2\times10^{3}\ kg)\times(30\ m/s)^2 \Rightarrow W_{\text{اصطکاک}} = -5/4\times10^{5}\ J$$

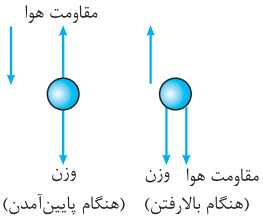
ب) از رابطهٔ اصلی کار داریم:

$$W_{\text{اصطکاک}} = fd\cos\alpha$$

$$\Rightarrow (-5/4\times10^{5}\ J) = f\times(25\ m)\times\underbrace{\cos180^\circ}_{-1}$$

$$\Rightarrow f = \frac{-5/4\times10^{5}\ J}{-25\ m} = 0/216\times10^{5}\ N = 2/16\times10^{4}\ N$$

۹- طبق قضیهٔ کار ـ انرژی:



(بر گلوله تنها دو نیروی وزن و مقاومت هوارد وارد می‌شود)

$$W_{\text{وزن}} + W_{\text{مقاومت هوا}} = \Delta K$$

$$-\Delta U + W_{\text{مقاومت هوا}} = \Delta K$$

از طرفی $W_{\text{وزن}} = -\Delta U$ پس:

$$\Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} = \Delta K + \Delta U = (K_2 - K_1) + (U_2 - U_1)$$

$$\Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} = K_2 + U_2 - K_1 - U_1$$

$$= \underbrace{(K_2 + U_2)}_{E_2} - \underbrace{(K_1 + U_1)}_{E_1} \Rightarrow W_{\text{مقاومت هوا}} = E_2 - E_1$$

۱۰- چون حداقل سرعت گلوله در نقطهٔ ▫ برای رسیدن گلوله به نقطهٔ ▫ خواسته شده است، پس فرض می‌کنیم انرژی گلوله در نقطهٔ ▫ به اندازه‌ای باشد که گلولهٔ ▫ فقط به نقطهٔ ▫ برسد و در آن‌جا سرعتش صفر شود. با این فرض گلوله در نقطهٔ ▫ فقط انرژی جنبشی خواهد داشت و در نقطهٔ ▫ فقط انرژی پتانسیل گرانشی. با چشم‌پوشی از اتلاف انرژی و پایسته‌بودن انرژی مکانیکی داریم:

$$E_B = E_A \Rightarrow \underbrace{K_B}_{0} + U_B = K_A + \underbrace{U_A}_{0} \Rightarrow \cancel{m}gh_B = \frac{1}{2}\cancel{m}v_A^2$$

$$\Rightarrow (10\frac{m}{s^2})\times(2/5\ m) = \frac{1}{2}v_A^2 \Rightarrow \frac{1}{2}v_A^2 = 25 \Rightarrow v_A^2 = 50 \Rightarrow v_A = \sqrt{50} \simeq 7/07\ m/s$$

۱۱- الف) هر مشخصهٔ قابل اندازه‌گیری که با گرمی و سردی جسم تغییر می‌کند کمیت دماسنجی نام دارد.

ب) ۱) دماسنج گازی ۲) دماسنج مقاومت پلاتینی ۳) تفسنج

پ)
$$T(K)=۲۷۳+\theta(^\circ C) \Rightarrow T=۲۷۳+۳۵۷\ ^\circ C=۶۳۰\ K$$
$$F=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲ \Rightarrow F=\frac{۹}{۵}\times ۳۵۷\ ^\circ C+۳۲\approx ۶۷۵\ ^\circ F$$

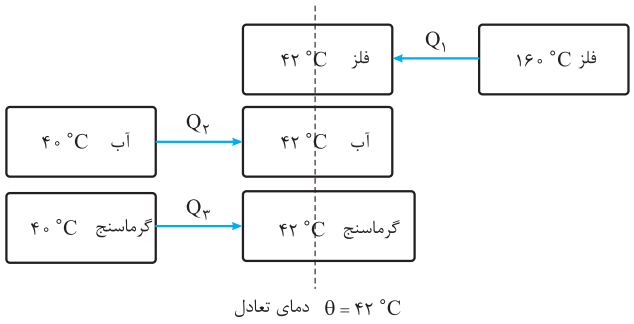
۱۲- از روی نمودار، کمیت‌های زیر قابل دستیابی هستند:

□ برای جسم $\begin{cases}\ell_۱=۲\ m\\ \Delta\ell=۲/۵-۲=۰/۵\ m\end{cases}$

□ برای جسم $\begin{cases}\ell_۱=۱\ m\\ \Delta\ell=۲/۵-۱=۱/۵\ m\end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta\ell_A}{\Delta\ell_B}=\frac{\ell_{۱A}}{\ell_{۱B}}\times\frac{\alpha_A}{\alpha_B}\times\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$

$$\Rightarrow \frac{۰/۵\ m}{۱/۵\ m}=\frac{۲\ m}{۱\ m}\times\frac{\alpha_A}{\alpha_B} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B}=\frac{۰/۵\times ۱}{۱/۵\times ۲} \Rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B}=\frac{۱}{۶}$$

۱۳- الف) در این تبادلات گرمایی قطعه فلز داغ گرما می‌دهد و گرماسنج و آب درون آن گرما دریافت می‌کنند. یعنی:



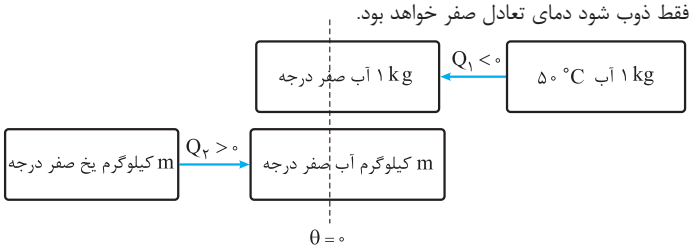
و طبق قانون پایستگی انرژی مجموع گرماهای مبادله‌شده باید صفر باشد، پس:

$$Q_۱+Q_۲+Q_۳=mc\Delta\theta+m'c'\Delta\theta'+C\Delta\theta'=۰$$
$$\Rightarrow (۲۰۰\,g\times\frac{۱\,kg}{۱۰^۳\,g})\times c\times(۴۲\ ^\circ C-۱۶۰\ ^\circ C)+(۰/۵\,kg)\times(۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})(۴۲\ ^\circ C-۴۰\ ^\circ C)$$
$$+(۱۸۰\ J/kg)\times(۴۲\ ^\circ C-۴۰\ ^\circ C)=۰ \Rightarrow -۲۳/۶\,c+(۴۲۰۰\ J)+(۳۶۰\ J)=۰$$
$$\Rightarrow -۲۳/۶c+(۴۵۶۰\ J)=۰ \Rightarrow c=\frac{۴۵۶۰}{۲۳/۶} \Rightarrow c\simeq ۱۹۳\ \frac{J}{kg.^\circ C}$$

ب) مقدار واقعی گرمای ویژهٔ فلز بزرگ‌تر از مقداری است که به دست آمد، زیرا محیط نیز از قطعه فلز گرما دریافت می‌کند و ما این گرما را در محاسبات خود وارد نکرده‌ایم.

۱۴- الف) خیر جامدهای بی‌شکل در یک بازهٔ دمایی به تدریج ابتدا حالت خمیری‌شکل پیدا کرده و سپس ذوب می‌شوند.

ب) آب گرما می‌دهد و یخ صفر درجه گرما دریافت می‌کند اما در نهایت چون می‌خواهیم یخ فقط ذوب شود دمای تعادل صفر خواهد بود.



$$Q_۱+Q_۲=۰ \Rightarrow mc\Delta\theta+m'L_f=۰$$
$$(۱\ kg)\times(۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})\times(۰\ ^\circ C-۵۰\ ^\circ C)+m'\times(۳/۳۴\times۱۰^۵\ J/kg)=۰$$
$$\Rightarrow -۲/۱۰\times۱۰^۵+۳/۳۴\times۱۰^۵ m'=۰ \quad m'=\frac{۲/۱۰\times۱۰^۵}{۳/۳۴\times۱۰^۵}\approx ۰/۶۲۹\ kg\simeq ۶۲۹\ g$$

درس‌نامهٔ توپ برای شب امتحان

فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری

آشنایی با فیزیک

فیزیک‌دان‌ها برای توضیح پدیده‌ها از **قانون‌ها**، **مدل‌ها** و **نظریه‌های فیزیکی** استفاده می‌کنند و قانون‌ها، مدل‌ها و نظریه‌ها نیز به طور مداوم توسط **آزمایش** بررسی می‌شوند. بنابراین ممکن است با گذشت زمان برخی از نظریه‌ها و مدل‌ها تغییر کنند. **آزمون‌پذیری** و **اصلاح مداوم نظریه‌های فیزیکی** نقطهٔ قوت علم فیزیک است. به عنوان مثال، نظریهٔ اتمی در مورد ساختار اتم در طول سال‌ها در اثر مشاهدات و آزمایش‌های جدید دچار تغییرات زیادی شد و مدل‌های مختلفی در مورد ساختمان اتم توسط دانشمندان مطرح شد.

مدل‌سازی: ساده‌سازی یک پدیدهٔ فیزیکی برای بررسی و تحلیل آن را مدل‌سازی می‌گوییم. مثل صرف‌نظر کردن از مقاومت هوا در حرکت توپ یا چشم‌پوشی از حرکت دورانی توپ.

اندازه‌گیری، کمیت، یکا

برای شناخت و بررسی پدیده‌های فیزیکی باید اندازه‌گیری انجام دهیم. در واقع اندازه‌گیری، اساس تجربه و آزمایش است و در فیزیک تا وقتی کمیت‌های مربوط به یک پدیده را اندازه نگیریم، اطلاعات قابل توجهی دربارهٔ آن پدیده نداریم.

هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، «**کمیت**» نامیده می‌شود و برای اندازه‌گیری یک کمیت نیاز به «**یکا**»های مناسب اندازه‌گیری داریم. **یکاهای مناسب** اندازه‌گیری باید دو ویژگی داشته باشند:

۱ در شرایط مختلف تغییر نکنند. ۲ در همه‌جا قابل بازتولید باشند.

کمیت‌های نرده‌ای (اسکالر) و برداری

الف) کمیت نرده‌ای (اسکالر): هر کمیتی که با یک **عدد** و **یکای** مربوط به آن توصیف شود **کمیت عددی** یا **اسکالر** می‌نامیم. مثلاً وقتی جرم جسمی را به صورت ۲kg بیان می‌کنیم، جرم آن جسم را به طور کامل بیان کرده‌ایم و یا وقتی زمان یک رویداد را ۳۵ □ می‌نویسیم، این بازهٔ زمانی به طور کامل مشخص شده است، پس کمیت‌هایی مثل جرم و زمان کمیت‌های نرده‌ای هستند.

ب) کمیت برداری: هر کمیتی که برای توصیف آن، علاوه بر **عدد** و **یکا** لازم است **جهت** آن را نیز مشخص کنیم، **کمیت برداری** نامیده می‌شود. مثلاً وقتی می‌گوییم متحرکی ۱۰ □ جابه‌جا شد، برای درک این جابه‌جایی نیازمند هستیم تا جهت جابه‌جایی را نیز بدانیم و یا وقتی می‌گوییم بر جسمی نیروی ۵۰ □ وارد شده، اگر جهت نیروی واردشده معلوم نگردد، پیش‌بینی حرکت جسم ممکن نیست؛ پس کمیت‌هایی مثل جابه‌جایی و نیرو کمیت‌های برداری هستند.

کمیت‌های اصلی و فرعی

الف) کمیت‌های اصلی: کمیت‌هایی که یکای آن‌ها به طور مستقل از سایر یکاها تعریف شده و مورد توافق بین‌المللی قرار گرفته است را **کمیت‌های اصلی** می‌نامیم. یکای این کمیت‌ها را نیز **یکای اصلی** می‌گوییم.

نکته ۷ کمیت اصلی عبارت‌اند از: **جرم، طول، زمان، دما، شدت جریان الکتریکی، مقدار ماده و شدت روشنایی.**

ب) کمیت‌های فرعی: کمیت‌هایی را که یکای آن‌ها برحسب یکاهای اصلی بیان می‌شود **کمیت‌های فرعی** می‌گوییم.

نکته **همه‌ی کمیت‌های فیزیکی به‌جز ۷ کمیتی که در نکتهٔ قبل بیان شد، کمیت فرعی هستند؛ مثل تندی یا انرژی.**

○ مجموعهٔ یکاهایی که بیشتر دانشمندان در سراسر جهان آن‌ها را به کار می‌برند، **دستگاه بین‌المللی یکاها (SI)** نامیده می‌شود.

برخی از یکاهای اصلی در دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) به صورت زیر تعریف شده‌اند:

متر: یکای استاندارد طول، متر (m) است. بنا بر قرارداد یک متر عبارت است از:

۱ یک ده میلیونیم فاصلهٔ استوا تا قطب شمال

۲ فاصلهٔ میان دو خط نازک بر روی میله‌ای از جنس پلاتین و ایریدیوم در دمای صفر درجهٔ سلسیوس

۳ مسافت طی‌شده توسط نور در مدت $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه در خلأ

کیلوگرم: یکای استاندارد جرم، کیلوگرم (kg) است. یک کیلوگرم جرم استوانه‌ای از جنس آلیاژ پلاتین و ایریدیوم است.

ثانیه: یکای استاندارد زمان، ثانیه (s) است. یک ثانیه $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ هر شبانه‌روز است.

پیشوندهای SI

○ برای بیان اعدادی که از یکای استاندارد تعیین‌شده بسیار بزرگ‌تر یا بسیار کوچک‌تر هستند، از پیشوندهایی استفاده می‌کنیم که با ضرب آن یکا در توان‌های صحیح ۱۰، آن یکاها را بزرگ‌تر یا کوچک‌تر می‌کنند.

○ برخی از این پیشوندها در جدول زیر آمده‌اند:

پیشوندهای بزرگ‌ساز			پیشوندهای کوچک‌ساز		
پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد	ضریب
هکتو	□	$۱۰^{۲}$	سانتی	□	$۱۰^{-۲}$
کیلو	□	$۱۰^{۳}$	میلی	□	$۱۰^{-۳}$
مگا	□	$۱۰^{۶}$	میکرو	μ	$۱۰^{-۶}$
گیگا	□	$۱۰^{۹}$	نانو	□	$۱۰^{-۹}$
ترا	□	$۱۰^{۱۲}$	پیکو	□	$۱۰^{-۱۲}$

نکته **اگر اندازهٔ یک کمیت برحسب یکای معینی داده شده باشد، برای آن‌که اندازهٔ آن کمیت را برحسب یکای دیگری به دست آوریم، باید اندازهٔ کمیت را در ضریب تبدیل آن دو یکا ضرب کنیم.**

ضریب تبدیل در واقع یک کسر است که صورت و مخرج آن با هم برابر است و در نتیجه مقدار آن برابر واحد است و مقدار کمیت را تغییر نمی‌دهد. مثلاً برای تبدیل یکای kg به □ از ضریب تبدیل $\frac{۱۰^{۳}\,g}{kg}$ استفاده می‌کنیم.

مثال ۱ **تبدیل واحدهای خواسته‌شده را انجام دهید:**

الف) $۷۲\ km/h = ?\ m/s$ ب) $۰/۰۰۷\ kg = ?\ mg$

ج) $۱۶۰۰\ cm^{۲} = ?\ km^{۲}$

پاسخ

الف) $۷۲\frac{km}{۱h}\times\frac{۱۰^{۳}m}{۱km}\times\frac{۱h}{۳۶۰۰s}=\frac{۷۲\times۱۰^{۳}}{۳۶۰۰}\frac{m}{s}=۲۰\frac{m}{s}$

ب) $۰/۰۰۷\,kg\times\frac{۱۰^{۳}g}{۱kg}\times\frac{۱mg}{۱۰^{-۳}g}=۰/۰۰۷\times\frac{۱۰^{۳}}{۱۰^{-۳}}mg$

$=۰/۰۰۷\times۱۰^{۳}\times۱۰^{۳}mg=۰/۰۰۷\times۱۰^{۶}\ mg$

ج) $۱۶۰۰\,cm^{۲}\times\frac{(۱۰^{-۲}m)^{۲}}{۱cm^{۲}}\times\frac{۱km^{۲}}{(۱۰^{۳}m)^{۲}}=۱۶۰۰\,cm^{۲}\times\frac{۱۰^{-۴}\,m^{۲}}{cm^{۲}}\times\frac{km^{۲}}{۱۰^{۶}\,m^{۲}}$

$=۱۶۰۰\times۱۰^{-۴}\times۱۰^{-۶}\,km^{۲}=۱۶۰۰\times۱۰^{-۱۰}\,km^{۲}$

نماد علمی

برای بیان مقادیر بسیار بزرگ یا بسیار کوچک، آن عدد را به صورت حاصل‌ضرب عددی بزرگ‌تر از (یا مساوی با) یک و کوچک‌تر از ۱۰ در توان‌های صحیحی از ده می‌نویسیم. این روش نمایش اعداد را نماد علمی می‌گوییم.

عدد صحیح مثبت یا منفی ← $a\times10^{b}$

$1\le a<10$

برای نوشتن اعداد به صورت نماد علمی از الگوی زیر استفاده می‌کنیم:

۱) اگر عدد از ده بزرگ‌تر بود، با حرکت ممیز به سمت چپ، عدد را آن‌قدر کوچک می‌کنیم تا عددی بین ۱ و ۱۰ حاصل شود. سپس به تعداد ارقامی که عدد را کوچک کرده‌ایم، توان مثبت برای عدد ده قرار می‌دهیم.

نمونه

$۶۱۰۴۷ \Rightarrow ۶۱۰۴۷\times10^{+۳}$

$۷۰۰ \Rightarrow ۷\times10^{+۲}$

۲) اگر عدد از ۱ کوچک‌تر بود، با حرکت ممیز به سمت راست آن‌قدر عدد را بزرگ می‌کنیم تا عددی بین یک و ده حاصل شود سپس به تعداد ارقامی که عدد را بزرگ کرده‌ایم، برای ده توان منفی قرار می‌دهیم.

نمونه

$۰۰۰۸۴۰ \Rightarrow ۰۰۰۸/۴۰ \Rightarrow ۸۴۰\times10^{-۴}$

$۰۱۲ \Rightarrow ۰۱/۲ \Rightarrow ۱۲\times10^{-۱}$

مثال۲ در مثال قبل جواب‌های نهایی را به صورت نماد علمی بنویسید.

پاسخ

الف) $۲۰\,m/s = ۲\times۱۰\,m/s$

ب) $۰/۰۰۷\times۱۰^{۶}\,mg = ۷\times۱۰^{-۳}\times۱۰^{۶}\,mg = ۷\times۱۰^{۳}\,mg$

پ) $۱۶۰۰\times۱۰^{-۱۰}\,km^{۲} = ۱/۶\times۱۰^{۳}\times۱۰^{-۱۰}\,km^{۲} = ۱/۶\times۱۰^{-۷}\,km^{۲}$

دقت اندازه‌گیری

در فیزیک همواره اندازه‌گیری با خطا همراه است. با راهکارهای زیر می‌توان دقت اندازه‌گیری را افزایش و خطای آن را کاهش داد:

۱) استفاده از وسیلهٔ اندازه‌گیری دقیق‌تر: هر وسیلهٔ اندازه‌گیری دقت یا حساسیت مشخصی دارد. در ابزارهای اندازه‌گیری درجه‌بندی‌شده کوچک‌ترین درجه‌بندی آن ابزار و در وسایل اندازه‌گیری رقمی (دیجیتال) یک واحد از آخرین رقمی را که اندازه‌گیری شده است، به عنوان دقت اندازه‌گیری وسیله در نظر می‌گیریم.

مثلاً در خط‌کشی که برحسب میلی‌متر مدرج شده است، دقت اندازه‌گیری یک میلی‌متر است و یا در یک دماسنج دیجیتال که تا یک دهم درجهٔ سلسیوس را اندازه می‌گیرد، دقت اندازه‌گیری ۰/۱ درجهٔ سلسیوس است؛ پس هر چه در اندازه‌گیری از ابزاری با دقت بیشتر بهره ببریم، نتیجهٔ اندازه‌گیری دقت بیشتر و خطای کم‌تری خواهد داشت.

۲) مهارت شخص اندازه‌گیر: اگر فردی که اندازه‌گیری را انجام می‌دهد مهارت بیشتری در رعایت اصول اندازه‌گیری (مثل زاویهٔ دید مناسب هنگام خواندن وسایل مدرج) داشته باشد، نتیجهٔ اندازه‌گیری به مقدار واقعی نزدیک‌تر خواهد بود.

۳) افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری: برای کاهش خطای اندازه‌گیری می‌توان یک اندازه‌گیری را چند بار انجام داد و در نهایت، میانگین اعداد به دست آمده را به عنوان نتیجهٔ اندازه‌گیری در نظر گرفت.

نکته در این روش، اعدادی را که نسبت به سایر اندازه‌گیری‌ها تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشته باشند از میانگین‌گیری حذف می‌کنیم.

چگالی

چگالی یکی از ویژگی‌های مهم هر ماده است که از تقسیم جرم بر حجم آن ماده به دست می‌آید:

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

در رابطهٔ فوق اگر جرم برحسب کیلوگرم و حجم برحسب مترمکعب باشد، چگالی برحسب کیلوگرم بر مترمکعب خواهد بود که یکای چگالی در SI است؛ اما اگر جرم برحسب گرم و حجم برحسب سانتی‌متر مکعب باشد، چگالی برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب خواهد بود.

نکته ضریب تبدیل $g/cm^{۳}$ به $kg/m^{۳}$ برابر با $۱۰^{۳}$ است. یعنی:

$$\rho(g/cm^{۳}) \xrightarrow{\times10^{۳}} \rho(kg/m^{۳})$$

نکته گرم بر لیتر و کیلوگرم بر لیتر نیز از یکاهای متداول چگالی هستند.

مثال۳ نشان دهید یکای g/L با یکای $kg/m^{۳}$ معادل هستند.

پاسخ با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$۱\left(\frac{kg}{m^{۳}}\right) = ۱\frac{kg}{m^{۳}}\times\frac{۱۰^{۳}\,g}{kg}\times\frac{m^{۳}}{۱۰^{۳}\,L} = ۱\times\frac{۱۰^{۳}}{۱۰^{۳}}\frac{g}{L} = ۱\frac{g}{L}$$

مثال۴ جرم یک مکعب آهنی به ابعاد ۱۰ سانتی‌متر چند kg است؟

$(\rho_{\text{آهن}} \simeq ۸\times۱۰^{۳}\ kg/m^{۳})$

پاسخ

$V = ۱۰\times۱۰\times۱۰ = ۱\times۱۰^{۳}\,cm^{۳} = ۱\times۱۰^{-۳}\,m^{۳}$

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۸\times۱۰^{۳}\,kg/m^{۳} = \frac{m}{۱\times۱۰^{-۳}\,m^{۳}} \Rightarrow m = ۸\,kg$

مثال۵ اگر مکعب آهنی مثال قبل را درون ظرفی که کاملاً از الکل پُر شده است بیندازیم، جرم الکلی که بیرون می‌ریزد، چند کیلوگرم است؟ $(\rho_{\text{الکل}} = ۰/۸\,g/cm^{۳})$

پاسخ حجم الکلی که بیرون می‌ریزد با حجم مکعب برابر است، پس:

$V = ۱\times۱۰^{-۳}\,m^{۳}$

$\rho_{\text{الکل}} = ۰/۸\,g/cm^{۳} = ۰/۸\times۱۰^{۳}\,kg/m^{۳}$

$\Rightarrow \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۰/۸\times۱۰^{۳}\,kg/m^{۳} = \frac{m}{۱\times۱۰^{-۳}\,m^{۳}}$

$\Rightarrow m = (۱\times۱۰^{-۳}\,m^{۳})\times(۰/۸\times۱۰^{۳}\,kg/m^{۳}) \Rightarrow m = ۰/۸\,kg$

نکته چگالی یک ماده به دمای آن ماده بستگی دارد. معمولاً با افزایش دما، حجم ماده افزایش و چگالی آن کاهش می‌یابد.

فصل۲: ویژگی‌های فیزیکی مواد

همهٔ مواد از اتم، یون یا مولکول با ابعاد حدود آنگستروم $(۱۰^{-۱۰}\,m)$ تشکیل شده‌اند. البته اندازهٔ برخی درشت‌مولکول‌ها مانند پلیمرها (بسپارها) به حدود ۱۰۰۰ آنگستروم می‌رسد.

فاصلهٔ بین این ذرات، چگونگی حرکت آن‌ها و اندازهٔ نیروی بین آن‌ها باعث می‌شود که مواد در چهار حالت یافت شوند.

۱) جامد: در مواد جامد، اتم‌ها توسط نیروهای عمدتاً الکتریکی در کنار یکدیگر قرار دارند و تنها می‌توانند سر جای خود حرکت نوسانی کوچکی انجام دهند.

جامدها خود بر دو نوع‌اند:

الف) **جامدهای بلورین:** از سردکردن آهسته و تدریجی مایعات به وجود می‌آیند و در آن‌ها اتم‌ها در طرح‌های منظم تکرارشونده قرار می‌گیرند. مانند فلزات، الماس و ... .

ب) **جامدهای بی‌شکل (آمورف):** از سردکردن سریع مایعات به وجود می‌آیند و اتم‌ها به طور نامنظم در کنار هم قرار دارند. مانند شیشه و ... .

۲) مایع: در مایعات مولکول‌ها به صورت نامنظم در کنار هم قرار دارند و می‌توانند بر روی هم بلغزند.

نکته شباهت مایعات و جامدات: فاصلهٔ بین مولکول‌ها در هر دو یکسان است.

تفاوت مایعات و جامدات: آزادی حرکت مولکول‌ها در مایعات بیشتر است.

۳) گاز: در گازها فاصلهٔ بین مولکول‌ها در مقایسه با ابعاد مولکول‌ها زیاد است و مولکول‌ها به صورت آزادانه، سریع و نامنظم جابه‌جا می‌شوند.

۴) پلاسما: در دماهای بسیار بالا حالت جدیدی از ماده به وجود می‌آید که به آن پلاسما گوییم. در بیشتر فضای بین ستارگان، آتش و درون لولهٔ لامپ‌های مهتابی پلاسما وجود دارد.

پدیدهٔ پخش: پخش‌شدن مولکول‌های شکر یا جوهر و ... در آب را که نشان‌دهندهٔ حرکت نامنظم مولکول‌های مایع است «پدیدهٔ پخش» می‌نامیم.

علت پدیدهٔ پخش حرکت کاتوره‌ای و نامنظم مولکول‌های مایع است.

نکته افزایش دما موجب افزایش سرعت پدیدهٔ پخش می‌شود.

نیروهای بین مولکولی

نیروهای بین مولکولی بر دو نوع‌اند:

۱) نیروی هم‌چسبی: نیروی بین مولکول‌های یکسان از یک ماده را نیروی هم‌چسبی می‌نامیم.

۲) نیروی دگرچسبی: نیروی بین مولکول‌های دو مادهٔ غیرهم‌جنس را نیروی دگرچسبی می‌نامیم.

نکته‌هایی در مورد نیروهای بین مولکولی

☑ اگر مولکول‌ها از حد معینی دورتر شوند، نیروهای بین مولکولی ربایشی (جاذبه) خواهند بود.

☑ اگر مولکول‌ها از حد معینی نزدیک‌تر شوند، نیروهای بین مولکولی رانشی (دافعه) خواهند بود.

☑ نیروهای بین مولکولی فاصلهٔ بین مولکول‌ها را تنظیم می‌کنند.

☑ نیروهای بین مولکولی کوتاه‌برد هستند. یعنی اگر فاصلهٔ بین مولکول‌ها بیش از چند برابر اندازهٔ مولکول‌ها شوند، این نیروها تقریباً صفر می‌شوند.

☑ افزایش دما موجب کاهش نیروی بین مولکولی می‌شود.

برخی از پدیده‌های مربوط به نیروهای بین مولکولی

۱) تراکم‌ناپذیری مایعات: وقتی مولکول‌ها بیش از حد به هم نزدیک می‌شوند، نیروی دافعه‌ای بین مولکول‌ها ایجاد می‌شود. این اتفاق موجب می‌شود که نتوان مایعات را متراکم کرد.

۲) کشش سطحی: اجسام سبک مانند حشرات، سوزن و ... می‌توانند بر سطح مایعات شناور شوند. این پدیده را **کشش سطحی** می‌نامند و علت آن نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های سطح مایع است که باعث می‌شود سطح مایع مانند یک پوستهٔ کشیده عمل کند. تشکیل حباب و کروی‌شدن قطرات آب نیز به همین علت است.

۳) ترشوندگی: وقتی مایعی روی سطحی می‌ریزد، اگر نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و سطح، بزرگ‌تر از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع باشد، مولکول‌های مایع به سطح می‌چسبند و سطح را تر می‌کنند.

اما اگر هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های مایع و سطح باشد، مولکول‌های مایع به هم می‌چسبند و سطح را تر نمی‌کنند.

به طور خلاصه:

مایع سطح را تر می‌کند ⇒ نیروی هم‌چسبی > نیروی دگرچسبی : اگر

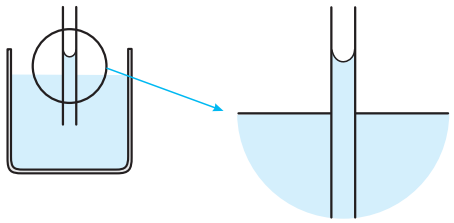
نمونه ترشدن سطح میز توسط آب

مایع سطح را تر نمی‌کند ⇒ نیروی هم‌چسبی < نیروی دگرچسبی : اگر

نمونه ترنشدن سطح میز توسط جیوه

۴) خاصیت موئینگی:

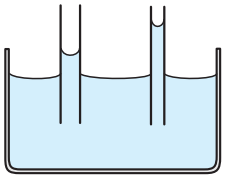
الف اگر لوله‌های بسیار باریک شیشه‌ای (لولهٔ موئین) را درون ظرف آبی قرار دهیم، سطح آب درون لوله‌های موئین، بالاتر از سطح آب در ظرف خواهد بود و سطح آزاد آب در لوله فرورفته (کاو) خواهد بود. (مطابق شکل زیر):



دلیل چون نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و شیشه از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب بیشتر است، آب سطح شیشه را تر کرده و به آن می‌چسبد و در لوله بالا می‌رود.

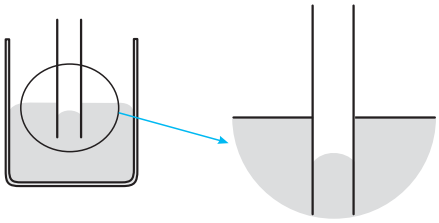
نکته **بالارفتن آب در لوله تا جایی ادامه می‌یابد که نیروهای بین مولکولی با وزن آب بالاآمده به تعادل برسند.**

نکته **با توجه به نکتهٔ قبل هر چه قطر لوله بیشتر باشد آب تا ارتفاع کم‌تری بالا می‌رود. در لوله‌های با قطر زیاد عملاً خاصیت موئینگی مشاهده نمی‌شود.**



نکته **بالارفتن آب در دستمال کاغذی و نفوذ نم از پی ساختمان به علت خاصیت موئینگی رخ می‌دهد.**

ب اگر در آزمایش موئینگی لولهٔ موئین را درون ظرف جیوه قرار دهیم، سطح جیوه در لوله پایین‌تر از سطح جیوه در ظرف خواهد بود و سطح آزاد جیوه برآمده (کوژ) می‌باشد (طبق شکل):



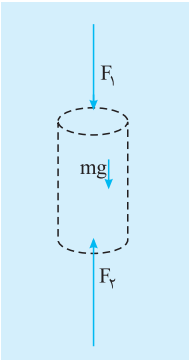
دلیل چون نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های جیوه از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های جیوه و شیشه بیشتر است، جیوه به جدارهٔ شیشه نمی‌چسبد و به سمت پایین کشیده می‌شود.

فشار در شاره‌ها (مایعات و گازها)

هر شارهٔ ساکن بر هر سطحی که با آن در تماس است، نیرویی عمودی وارد می‌کند. پس اگر سطحی با مساحت A در یک شاره قرار بگیرد، فشار وارد بر آن از رابطهٔ $P=\frac{F}{A}$ به دست می‌آید که در آن یکای فشار «**پاسکال**» است.

نکته **هر پاسکال برابر یک نیوتون بر مترمربع است.**

اثبات رابطهٔ محاسبهٔ فشار در شاره‌ها



در شکل مقابل بخشی از یک شارهٔ ساکن در نظر گرفته شده است. بر این قسمت از شاره سه نیرو وارد می‌شود:

۱) نیروی $F_1=P_1A$ به سمت پایین

۲) نیروی $F_2=P_2A$ به سمت بالا

۳) نیروی وزن این بخش از شاره به سمت پایین

چون این بخش از شاره در حال تعادل است، پس برایند نیروها باید صفر باشد یعنی:

نیروهای به سمت بالا = نیروهای به سمت پایین

$$\Rightarrow F_2=F_1+mg \Rightarrow P_2A=P_1A+mg$$

با قراردادن $m=\rho V$ و $V=Ah$ در رابطهٔ فوق خواهیم داشت: $P_2A=P_1A+(\rho Ah)g$

و با حذف A از طرفین رابطه داریم: $\boxed{P_2=P_1+\rho gh}$

نکته **اگر در رابطهٔ اثبات‌شده نقطهٔ ۱ را سطح مایع در نظر بگیریم، فشار محیط در سطح مایع است که آن را با P_0 نمایش می‌دهیم. پس فشار کل در هر نقطه از مایع از رابطهٔ $\boxed{P=\rho gh+P_0}$ به دست می‌آید که در آن: ρ چگالی شاره، h عمق نقطهٔ مورد نظر و P_0 فشار محیط در سطح مایع است.**

نکته **از رابطهٔ فوق درمی‌یابیم که فشار در هر نقطه از یک شاره علاوه بر فشار محیط تنها به چگالی شاره و عمق نقطهٔ موردنظر بستگی دارد و به عواملی همچون شکل یا سطح مقطع ظرفی که شاره در آن قرار دارد و یا مقدار شاره بستگی ندارد.**

اصل برابری فشار در نقاط هم‌تراز: در یک شارهٔ معین که به حال تعادل درآمده باشد، تمام نقاط هم‌تراز (نقاطی که روی یک سطح افقی قرار دارند) فشارهای یکسان دارند.

مثال **در یک ظرف مکعب‌شکل به ابعاد ۲ متر مایعی به چگالی $1/5\ g/cm^3$ ریخته‌ایم. $(g=9/8\ \frac{N}{kg})$**

الف **فشار حاصل از مایع را در کف ظرف محاسبه کنید.**

ب **نیرویی که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند را محاسبه کنید.**

پ **اگر همهٔ ابعاد ظرف را دو برابر کرده و آن را از همان مایع پر کنیم، فشار حاصل از مایع در کف ظرف چند برابر می‌شود؟ نیروی وارد بر کف ظرف چه‌طور؟**

ت **اگر فشار محیط $9/8\times10^4\ Pa$ باشد، فشار کل در کف ظرف را محاسبه کنید.**

پاسخ **الف** چون فقط فشار حاصل از مایع خواسته شده است، پس فشار محیط را با فشار مایع جمع نمی‌کنیم؛ یعنی:

$$P=\rho gh \Rightarrow P=(1/5\times10^3\ kg/m^3)\times(9/8\ N/kg)\times(2m)=2/9\times10^4\ Pa$$

ب نیروی وارد بر کف ظرف، برابر با حاصل‌ضرب فشار در مساحت کف ظرف است:

$$F=P\times A=(2/9\times10^4\ Pa)\times(2\times2\ m^2)=12\times10^4\ N$$