ساختار کتاب

کتاب شب امتحان **فیزیک (۱) ریاضی 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 هم، 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.

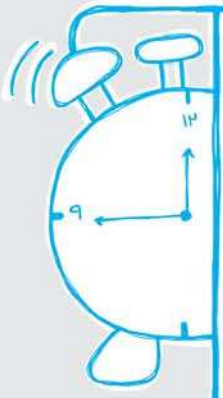
ب) آزمون‌های طبقه‌بندی‌نشده: آزمون‌های شمارهٔ ۹ تا ۱۲ را طبقه‌بندی نکرده‌ایم؛ پس، در این بخش با ۴ آزمون نوبت دوم، مشابهِ آزمون پایان سال معلمتان مواجه خواهید شد.

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) ریاضی نیاز دارید، تنها در ۲۱ صفحه آورده‌ایم، بخوانید و لذتش را ببرید!

فهرست

	نوبت	آزمون	شمارهٔ صفحه: پاسخ‌نامه
آزمون شمارهٔ ۱ (طبقه‌بندی‌شده)	اول	۳	۲۸
آزمون شمارهٔ ۲ (طبقه‌بندی‌شده)	اول	۵	۲۹
آزمون شمارهٔ ۳ (طبقه‌بندی‌نشده)	اول	۷	۳۰
آزمون شمارهٔ ۴ (طبقه‌بندی‌نشده)	اول	۹	۳۱
آزمون شمارهٔ ۵ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۱	۳۲
آزمون شمارهٔ ۶ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۳	۳۴
آزمون شمارهٔ ۷ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۵	۳۵
آزمون شمارهٔ ۸ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۷	۳۶
آزمون شمارهٔ ۹ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۰	۳۸
آزمون شمارهٔ ۱۰ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۲	۳۹
آزمون شمارهٔ ۱۱ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۴	۴۰
آزمون شمارهٔ ۱۲ (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۶	۴۲
درس‌نامهٔ توپ برای شب امتحان			۴۴



بارم‌بندی درس فیزیک (۱) ریاضی

فصل	نوبت اول		نوبت دوم	
	محتوای نظری	فعالیت و آزمایش	محتوای نظری	فعالیت و آزمایش
اول	۴	۱/۵	۱/۲۵	۰/۵
دوم	۶	۲	۲/۲۵	۱/۲۵
سوم	۶	۰/۵	۲/۵	–
چهارم	–	–	۵/۷۵	۱/۷۵
پنجم	–	–	۴/۲۵	۰/۵
جمع	۱۶	۴	۱۶	۴
	۲۰		۲۰	

فیزیک (۱)	رشته: ریاضی‌فیزیک	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 کامل کنید. — ۱/۵

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

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

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

ت) یک میکرون با یک ..... برابر است.

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

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

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

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

۴ 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!

۵ مکعب‌مستطیلی از جنس نقره به ابعاد ۴،۳ و ۵ سانتی‌متر دارای جرم $۵/۷ \times ۱۰^{۲}$ گرم است. حجم حفره‌ای که درون مکعب قرار دارد را محاسبه کنید. — ۱/۵

$(\rho_{\text{نقره}} = ۱۰/۵ \ g/cm^{۳})$

فصل دوم

۶ درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کنید. — ۰/۷۵

الف) نیروی هم‌چسبی همواره جاذبه است.

ب) افزایش دما سرعت پدیدهٔ پخش را بیشتر می‌کند.

پ) فشار در یک عمق معین از یک مایع، به جهت‌گیری سطحی که فشار به آن وارد می‌شود بستگی دارد.

۷ الف) چرا هر چه از سطح زمین بالاتر می‌رویم، فشار هوا کاهش می‌یابد؟ — ۰/۵

ب) نمودار کیفی فشار هوا برحسب ارتفاع را رسم کنید و توضیح دهید چرا این نمودار خطی نیست. — ۰/۷۵

۸ یک جام شیشه‌ای شکسته شده است. می‌خواهیم بدون استفاده از چسب این دو قطعه را به هم بچسبانیم. چه راه‌حلی پیشنهاد می‌کنید؟ برای راه‌حل خود دلیل بیاورید. — ۱

ایدهٔ طرح این سؤال رو می‌تونین تو پرسش ۲-۲ کتاب ببینین! پرسش‌های متن کتاب رو دست کم نگیرین.

۹ وقتی جسمی درون شاره‌ای قرار می‌گیرد چهار وضعیت ممکن است رخ دهد که در ستون «الف» درج شده است. شرط رخ‌دادن هر یک از وضعیت‌ها در ستون «ب» آمده است. برای رخ‌دادن هر یک از وضعیت‌های ممکن کدام شرط باید برقرار باشد؟ — ۱

اینم یه شاهد دیگه که مفهوم پرسش ۲-۶ کتاب در قالب یک سؤال «عبارات مرتبط» توی امتحان اومده! حالا باز پرسش‌های کتاب رو دست کم بگیرین!

الف	ب
۱) شناوری	الف) وزن > نیروی شناوری
۲) غوطه‌وری	ب) وزن < نیروی شناوری
۳) فرورفتن	پ) وزن = نیروی شناوری
۴) بالاآمدن	

۱۰ الف) اصل برنولی را بنویسید. — ۰/۵

ب) سرعت آب در یک شلنگ $۲ \ m/s$ است. برای آن‌که سرعت آب را به $۳۲ \ m/s$ برسانیم از یک تبدیل استفاده می‌کنیم. قطر خروجی تبدیل باید چند برابر قطر شلنگ باشد؟ — ۰/۷۵

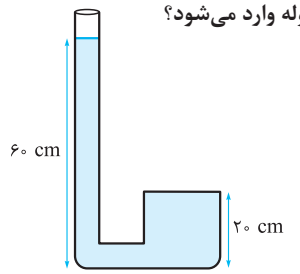
قسمت (الف)؛ عباراتی که تو کتاب داخل کادر سبزرنگ قرار گرفته‌اند، در واقع نتیجهٔ یک یا چند پاراگراف و یا شامل تعاریف و روابط مهم هستند. مثل همین اصل برنولی. پس خیلی بهشون توجه کنین!

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

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

۱۱ در شکل مقابل، داخل ظرف آب است. اگر سطح مقطع لولهٔ سمت راست $۵\ cm^۲$ باشد، از طرف مایع چه نیرویی بر سقف لوله وارد می‌شود؟ **۱/۵**

$(\rho_{آب} = ۱۰^۳\ kg/m^۳ ,\ P_۰ = ۱۰^۵\ Pa ,\ g \simeq ۱۰\ m/s^۲)$



۱۲ اگر بخواهیم در آزمایش توریچلی به جای جیوه از آب استفاده کنیم، حداقل طول لولهٔ مورد نیاز چند متر است؟ **۱**

$(P_۰ = ۱۰^۵\ Pa ,\ \rho_{آب} = ۱۰^۳\ kg/m^۳ ,\ g \simeq ۱۰\ m/s^۲)$

این هم برای چندمین بار در یک آزمون! پرسش ۲-۵ کتاب به صورت مسئله دراومده و در امتحان داده شده!

فصل سوم

۱۳ عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید. **۱**

الف) اسب بخار یکای (انرژی ـ توان) است.

ب) کار کمیتی (نرده‌ای ـ برداری) است.

پ) اگر نیروهای وارد بر یک جسم متوازن باشند، انرژی (جنبشی ـ مکانیکی) جسم ثابت می‌ماند.

ت) انرژی جنبشی یک جسم به جهت حرکت آن بستگی (دارد ـ ندارد).

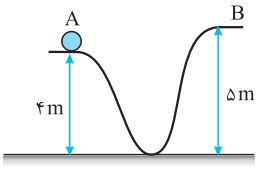
۱۴ دو چرخ گوشت برقی با توان ورودی مشابه به طور هم‌زمان شروع به کار می‌کنند. پس از مدتی متوجه می‌شویم یکی از آن‌ها بیشتر از دیگری گرم شده است. بازده کدام چرخ گوشت بیشتر است؟ چرا؟ **۰/۷۵**

۱۵ الف) دو گلولهٔ ساکن با جرم‌های متفاوت را با دست هُل می‌دهیم. اگر انرژی منتقل‌شده به گلوله‌ها یکسان باشد، تندی کدام گلوله بیشتر خواهد شد؟ دلیل پاسخ خود را با استفاده از رابطهٔ انرژی جنبشی بیان کنید. **۰/۵**

ایدهٔ قسمت (ب) این سؤال از سؤال ۲۱ آفر فصل ۳ گرفته شده! فقط اون سؤال مسئلهٔ عددی هست اما این سؤال مفهومی. باید یادمون باشه سؤالات پایان هر فصل پتانسیل اینو دارن که به شکل‌های مختلف توی امتحان مطرح بشن!

ب) چگونه می‌توانید توان خود را در بالارفتن از پله محاسبه کنید؟ **۰/۵**

۱۶ گلوله‌ای مطابق شکل از نقطهٔ A با سرعت $۶\ m/s$ عبور می‌کند، سرعت آن هنگام عبور از نقطهٔ B چه‌قدر است؟ (از اصطکاک مسیر صرف‌نظر کنید.) **۱/۵**



۱۷ یکی از آسانسورهای برج میلاد می‌تواند با تندی $۷\ m/s$ بازدیدکنندگان را به طبقات بالایی برج برساند. اگر جرم مسافران و اتاقک آسانسور $۲/۲ \times ۱۰^۳\ kg$ فرض شود: $(g \simeq ۱۰\ m/s^۲)$ **۰/۷۵**

الف) توان آسانسور چند کیلووات است؟ **۰/۵**

ب) اگر بازده این آسانسور ۶۴ درصد باشد، در هر ثانیه چند ژول انرژی الکتریکی مصرف می‌شود؟

۱۸ یک قطعهٔ چوبی به جرم $۲ \times ۱۰^۲\ g$ با تندی $۸\ m/s$ روی سطحی افقی پرتاب می‌شود. اگر پس از طی مسافت $۴/۲\ m$ متوقف شود: **۰/۷۵**

الف) کار نیروی اصطکاک را محاسبه کنید.

ب) بزرگی نیروی اصطکاک را به دست آورید. **۰/۵**

جمع نمرات	موفق باشید	۲۰

فیزیک (۱)	رشته: ریاضی‌فیزیک	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 (۱ ـ ۰/۵) میلی‌متر است.

ب) بر جسم شناور در یک شاره، از طرف شاره نیرویی رو به (بالا ـ پایین) وارد می‌شود.

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

ت) تغییر دما در مقیاس سلسیوس با تغییر دما در مقیاس (فارنهایت ـ کلوین) برابر است.

ث) در یک انبساط (بی‌دررو ـ هم‌فشار) دما کاهش می‌یابد.

ج) چرخهٔ رانکین، توصیف‌کنندهٔ فرایندهای انجام‌شده در (ماشین بخار ـ موتورهای بنزینی) است.

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

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

ب) توان یک وسیله، سرعت انجام کار توسط آن وسیله را می‌سنجد.

پ) تبخیر در هر دمایی می‌تواند رخ دهد.

ت) نسبت تراکم موتورهای دیزلی از موتورهای بنزینی کم‌تر است.

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

ب) جرم 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) تَرشدن سطح اجسام توسط آب

پ) بالارفتن نوشابه از نی هنگام مکیدن

۵ در یک جوسنج جیوه‌ای، طول ستون جیوه در لوله $۶/۲\times۱۰^{۲}\ mm$ است: $(\rho_{\text{جیوه}}=۱/۳۵\times۱۰^{۴}\ kg/m^{۳},\ g=۹/۸۴\ m/s^{۲})$

الف) فشار هوا در این منطقه را برحسب پاسکال محاسبه کنید. — **۰/۷۵**

ب) اگر قطر لوله را افزایش دهیم ارتفاع جیوه در لوله چه تغییری می‌کند؟ چرا؟ — **۰/۵**

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

ب) پایستگی انرژی مکانیکی یک اصل است یا قانون؟ چرا؟ — **۰/۵**

۷ اتومبیلی به جرم $۱/۲\times۱۰^{۳}\ kg$ با تندی $۳۰\ m/s$ 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 (با فرض ثابت‌بودن) را محاسبه کنید. — **۰/۵**

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

ب) نقطهٔ جوش جیوه $۳۵۷\ ^\circ C$ است. این دما را برحسب کلوین و فارنهایت به دست آورید. — **۰/۵**

۹ دمای یک میلهٔ فلزی را چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم تا طول آن ۱ درصد افزایش یابد؟ $(\alpha=۲۵\times۱۰^{-۶}\frac{۱}{K})$ — **۱**

۱۰ یک قطعه‌فلز به جرم $۲۰۰\ g$ و دمای $۱۶۰\ ^\circ C$ را در یک گرماسنج با ظرفیت گرمایی $۱۸۰\ J/K$ که محتوی $۰/۵$ کیلوگرم آب $۴۰\ ^\circ C$ است می‌اندازیم. اگر دمای تعادل $۴۲\ ^\circ C$ شود: $(c_{\text{آب}}=۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})$ — **۱/۲۵**

الف) گرمای ویژهٔ فلز را محاسبه کنید.

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

۱۱ ۱ کیلوگرم آب $۵۰\ ^\circ C$ چند گرم یخ صفر درجهٔ سلسیوس را ذوب می‌کند؟ $(L_F=۳/۳۴\times۱۰^{۵}\ J/kg,\ c_{\text{آب}}=۴۲۰۰\frac{J}{kg.^\circ C})$ — **۱**

۱۲ الف) اگر داخل سیب‌زمینی چند سیخ کوچک فلزی قرار دهیم و آن را درون آتش بیندازیم، زودتر پخته می‌شود. چرا؟ — **۰/۵**

ب) بر روی برخی از افشانه‌ها (اسپری‌ها) نوشته شده است که در معرض نور خورشید قرار داده نشود، علت این توصیه چیست؟ براساس این توصیه بهتر است رنگ بدنهٔ این اسپری‌ها تیره باشد یا روشن؟ چرا؟ — **۱**

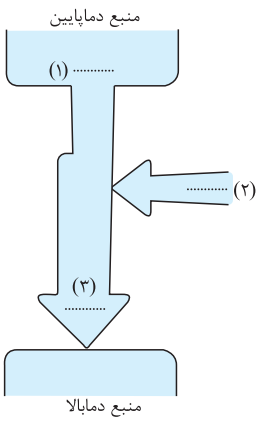
فیزیک (۱)	رشته: ریاضی‌فیزیک	مدت آزمون: ۱۲۰ دقیقه	kheilisabz.com	
ردیف	آزمون شمارهٔ ۹	نوبت دوم پایهٔ دهم دورهٔ متوسطهٔ دوم		نمره

۱۳ الف) معادلهٔ حالت را تعریف کنید. — ۰/۵

ب) نشان دهید در یک چرخه: $|W| = |Q|$ است. — ۰/۵

۱۴ الف) شکل روبه‌رو اساس کار یک ماشین گرمایی است یا یک یخچال؟ — ۰/۲۵

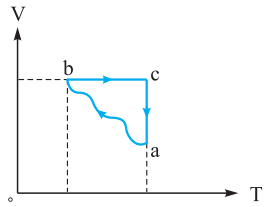
ب) جاهای خالی روی شکل را با عبارات (W, Q_H, Q_L) کامل کنید. — ۰/۷۵



۱۵ چرخهٔ شکل مقابل مربوط به مقداری گاز کامل است. اگر گرمای مبادله‌شده در فرایند bc، ۶۳۰۰ J باشد،

الف) کار مبادله‌شده در فرایند bc را محاسبه کنید. — ۰/۲۵

ب) تغییر انرژی درونی گاز در فرایند ab را محاسبه کنید. — ۰/۷۵



۱۶ توان مفید یک ماشین گرمایی ۱/۵ kW و بازده آن ۴۰ درصد است. این ماشین گرمایی:

الف) در هر دقیقه چه مقدار کار انجام می‌دهد؟ — ۰/۵

ب) در هر دقیقه چند ژول گرما از منبع گرم دریافت می‌کند؟ — ۰/۵

پ) در هر دقیقه چند ژول گرما به محیط سرد می‌دهد؟ — ۰/۵

	موفق باشید	جمع نمرات	۲۰

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

آزمون شمارهٔ ۱ (نوبت اول)

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

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

۳- ابتدا جرم هر برگ کاغذ A4 را به صورت تقریبی به دست می‌آوریم:

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

حالا جرم تقریبی جزوهٔ ۸۰ برگی را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{جرم تقریبی جزوهٔ ۸۰ برگی} = ۸۰ \times ۵(\text{g}) = ۴۰۰\,\text{g}$$

۴- 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 و یا ...) زمان ضربان نبض متفاوت است.

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

$$V = ۳\,\text{cm} \times ۴\,\text{cm} \times ۵\,\text{cm} = ۶۰\,\text{cm}^{۳}$$
$$\Rightarrow m = ۶۰\,\text{cm}^{۳} \times ۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳} = ۶/۳ \times ۱۰^{۲}\,\text{g}$$
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳} = \frac{m}{۶۰\,\text{cm}^{۳}}$$

تفاوت جرم مکعب در حالت توپر $(۶/۳ \times ۱۰^{۲}\,\text{g})$ و حالت توخالی $(۵/۷ \times ۱۰^{۲}\,\text{g})$ به خاطر مقدار نقره‌ای است که از درون حفره خارج شده است. بنابراین جرم نقرهٔ خارج‌شده برابر است با:

$$\Delta m = (۶/۳ \times ۱۰^{۲}\,\text{g}) - (۵/۷ \times ۱۰^{۲}\,\text{g}) = ۰/۶ \times ۱۰^{۲}\,\text{g}$$

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

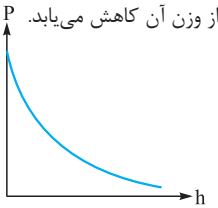
$$\rho = \frac{\Delta m}{V} \Rightarrow ۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳} = \frac{۰/۶ \times ۱۰^{۲}\,\text{g}}{V} \Rightarrow V = \frac{۰/۶ \times ۱۰^{۲}\,\text{g}}{۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳}} \simeq ۶\,\text{cm}^{۳}$$

۶- الف) نادرست ـ اگر مولکول‌ها بیش از اندازه به هم نزدیک شوند نیروی هم‌چسبی دافعه بوده و مانع نزدیک‌ترشدن آن‌ها به یکدیگر می‌شود.

ب) درست ـ افزایش دما موجب حرکت سریع‌تر مولکول‌ها و در نتیجه افزایش سرعت پدیدهٔ پخش می‌شود.

پ) نادرست ـ فشار وارد بر یک سطح، تنها به عمق سطح و چگالی مایع بستگی دارد و جهت‌گیری سطح در اندازهٔ فشار تأثیری ندارد.

۷- الف) زیرا هوا مانند اقیانوسی اطراف زمین را در بر گرفته است و هر چه از سطح زمین بالاتر برویم، ارتفاع هوای بالای سرِ ما و در نتیجه فشار حاصل از وزن آن کاهش می‌یابد.



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.

۸- محل شکستگی دو قطعه را آن‌قدر گرم می‌کنیم تا شیشه نرم شود، آن‌گاه می‌توانیم دو قطعه را به هم بچسبانیم. چون نیروهای بین مولکولی کوتاه‌بُرد هستند، با گرم‌کردن و نرم‌شدن دو قطعهٔ شیشه‌ای، مولکول‌ها به اندازهٔ کافی به هم نزدیک می‌شوند و نیروی چسبندگی بین مولکول‌ها می‌تواند دو قطعه را در کنار هم نگه دارد.

۹- اگر: وزن = نیروی شناوری ⇐ شناوری و غوطه‌وری (۲،۱ ⟵ پ)
اگر: وزن < نیروی شناوری ⇐ بالا آمدن (۴ ⟵ الف)
اگر: وزن > نیروی شناوری ⇐ فرورفتن (۳ ⟵ ب)

۱۰- الف) در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد.

ب) طبق معادلهٔ پیوستگی:

$$A_۱v_۱ = A_۲v_۲ \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{A_۱}{A_۲}$$

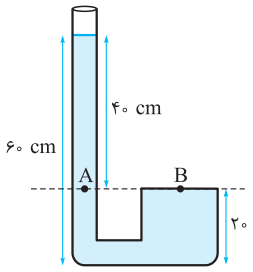
از طرفی چون مساحت مقطع با مجذور شعاع متناسب است، می‌توانیم بنویسیم: $\frac{v_۲}{v_۱} = (\frac{R_۱}{R_۲})^{۲}$

با عددگذاری به جای $v_۱$ و $v_۲$ داریم:

$$\frac{(۳۲\,\text{m/s})}{(۲\,\text{m/s})} = (\frac{R_۱}{R_۲})^{۲} \Rightarrow (\frac{R_۱}{R_۲})^{۲} = ۱۶ \Rightarrow \frac{R_۱}{R_۲} = ۴ \Rightarrow R_۱ = ۴R_۲$$
$$\Rightarrow R_۲ = \frac{۱}{۴}R_۱$$

یعنی شعاع (یا قطر) خروجی تبدیل باید $\frac{۱}{۴}$ شعاع (یا قطر) شلنگ باشد.

۱۱- مطابق شکل می‌توانیم دو نقطهٔ A و B را هم‌فشار در نظر بگیریم و فشار وارد بر سقف لوله را محاسبه کنیم:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_B = \rho gh + P_۰$$
$$\Rightarrow P_B = (۱۰^{۳}\,\text{kg/m}^{۳}) \times (۱۰\,\text{m/s}^{۲}) \times (۰/۴\,\text{m}) + (۱۰^{۵}\,\text{Pa})$$
$$\Rightarrow P_B = (۴ \times ۱۰^{۳}\,\text{Pa}) + (۱۰^{۵}\,\text{Pa})$$
$$\Rightarrow P_B = (۰/۴ \times ۱۰^{۴}\,\text{Pa}) + (۱۰ \times ۱۰^{۴}\,\text{Pa})$$
$$= ۱۰/۴ \times ۱۰^{۴}\,\text{Pa}$$

و اما برای محاسبه نیروی وارد بر سقف:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA = (۱۰/۴ \times ۱۰^{۴}\,\text{Pa}) \times (۵ \times ۱۰^{-۴}\,\text{m}^{۲}) = ۵۲\,\text{N}$$

۱۲- در آزمایش توریچلی فشار ستون مایع در لوله با فشار هوای محیط برابر است، پس در این‌جا:

$$\rho gh = P_۰ \Rightarrow (۱۰^{۳}\,\text{kg/m}^{۳}) \times (۱۰\,\text{m/s}^{۲}) \times h = (۱۰^{۵}\,\text{Pa})$$
$$\Rightarrow h = \frac{۱۰^{۵}\,\text{Pa}}{(۱۰^{۳}\,\text{kg/m}^{۳}) \times (۱۰\,\text{m/s}^{۲})} = ۱۰\,\text{m}$$

۱۳- الف) اسب بخار یکای توان است که معادل است با ۷۴۶ وات.

ب) کار کمیتی نرده‌ای است.

پ) طبق قانون اول نیوتون اگر نیروهای وارد بر یک جسم متوازن باشند، تندی جسم تغییر نمی‌کند، پس انرژی جنبشی جسم ثابت می‌ماند.

ت) انرژی جنبشی یک جسم به جهت حرکت آن بستگی ندارد.

۱۴- به ازای انرژی ورودی یکسان چرخ‌گوشتی که بیشتر گرم شده است، انرژی غیرمفید (انرژی درونی) بیشتر و در نتیجه کار مفید کم‌تری داشته است. پس بازده آن کم‌تر است.

۱۵- 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.

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

ب) زمان بالارفتن از تعداد مشخصی پله را اندازه می‌گیریم (t)، سپس تعداد پله‌ها را در ارتفاع هر پله ضرب می‌کنیم تا ارتفاع کل پله‌های طی‌شده مشخص شود (h). آن‌گاه از رابطهٔ $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$ می‌توانیم توان بالارفتن از پله را محاسبه کنیم. (در رابطهٔ فوق m جرم خودمان است.)

۱۶- چون از اصطکاک مسیر صرف‌نظر شده است، انرژی مکانیکی پایسته می‌ماند؛ بنابراین:

$$E_B = E_A \Rightarrow K_B + U_B = K_A + U_A$$
$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_B^{۲} + mgh_B = \frac{۱}{۲}mv_A^{۲} + mgh_B$$

با حذف m از طرفین رابطه و جایگزینی اعداد داریم:

$$\frac{۱}{۲}v_B^{۲} + (۱۰\,\text{m/s}^{۲}) \times (۵\,\text{m}) = \frac{۱}{۲}(۶\,\text{m/s})^{۲} + (۱۰\,\text{m/s}^{۲})(۴\,\text{m})$$
$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}v_B^{۲} + ۵۰ = ۱۸ + ۴۰$$
$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}v_B^{۲} = ۵۸ - ۵۰ = ۸ \Rightarrow \frac{۱}{۲}v_B^{۲} = ۸ \Rightarrow v_B^{۲} = ۱۶ \Rightarrow v_B = ۴\,\text{m/s}$$

۱۷- الف) تندی آسانسور $۷\ m/s$ است، مثلاً در مدت $۱\ s$ به اندازهٔ ۷ متر بالا می‌رود. اگر آسانسور با تندی ثابت بالا رود:

$$W_{وزن} + W_{آسانسور} = \underbrace{\Delta K}_{۰} \Rightarrow W_{آسانسور} = -W_{وزن} = -mg \times h \times \underbrace{\cos ۱۸۰^\circ}_{-۱} = +mgh$$

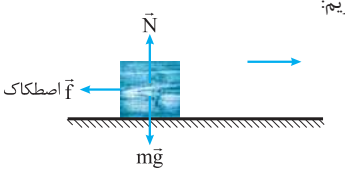
$$\Rightarrow W_{آسانسور} = (۲۲۰۰\ kg) \times (۱۰\ m/s^۲) \times (۷\ m) = ۱/۵۴ \times ۱۰^۵\ J$$

$$P = \frac{W_{آسانسور}}{t} = \frac{۱/۵۴ \times ۱۰^۵ J}{۱\ s} = ۱/۵۴ \times ۱۰^۵ (W) = ۱/۵۴ \times ۱۰^۲ (kW)$$

ب) $$\text{بازده} = \frac{\text{کار مفید}(W)}{\text{انرژی ورودی}(E)} \times ۱۰۰ \Rightarrow ۶۴ = \frac{(۱/۵۴ \times ۱۰^۵ J)}{E} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow E = \frac{(۱/۵۴ \times ۱۰^۵\ J \times ۱۰۰)}{۶۴} \simeq ۲/۴۱ \times ۱۰^۵ (J)$$

۱۸- الف) طبق رابطهٔ کار ـ انرژی جنبشی داریم:



$$W_{اصطکاک} + W_{وزن} + W_N = \Delta K$$

از طرفی مطابق شکل، کار نیروی وزن و عمودی سطح صفر است، چون این دو نیرو بر مسیر جابه‌جایی عمود هستند. پس:

$$W_{اصطکاک} = \cancel{K_۲} - K_۱ = -\frac{۱}{۲} m v_۱^۲ = -\frac{۱}{۲} \times (۲ \times ۱۰^{-۱} kg) \times (۸\ m/s)^۲ = -۶/۴\ J$$

ب) با استفاده از رابطهٔ کار داریم:

$$W_{اصطکاک} = f\, d \cos\alpha \Rightarrow (-۶/۴\ J) = f \times (۴/۲\ m) \times \underbrace{\cos ۱۸۰^\circ}_{-۱/۰۰}$$

$$\Rightarrow f = \frac{-۶/۴\ J}{-۴/۲\ m} \simeq ۱/۵\ N$$

آزمون شمارهٔ ۹ (نوبت دوم)

۱- الف) ۱ mm

ب) بالا

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

ت) کلوین

ث) در انبساط بی‌دررو دما کاهش می‌یابد، زیرا: $\begin{cases}\Delta U = W \\ W < 0\end{cases} \Rightarrow \Delta U < 0 \Rightarrow \Delta T < 0$

ج) ماشین بخار

۲- الف) درست ب) درست

پ) درست ت) نادرست

۳- الف) یکای مناسب ۱- باید در شرایط فیزیکی مختلف تغییر نکند. ۲- همواره در دسترس 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 $6\times10^{12}\ s$ چند قرن است:

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

$$= 1/9\times10^{-9}\times10^{12} = 1/9\times10^{3}\ \text{قرن} = 1900\ \text{قرن}$$

نتیجه عجیب نیست!!!

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

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

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

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

$$P = \rho gh = (1/35\times10^{4}\ kg/m^3)\times(9/84\ m/s^2)\times(6/2\times10^{2}\times10^{-3}\ m)$$

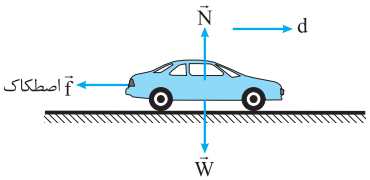
$$\Rightarrow P \simeq 8/24\times10^{4}\ Pa$$

ب) با افزایش قطر لوله، ارتفاع جیوه تغییری نمی‌کند، زیرا در هر حال طول ستون جیوه باید ۶۲۰ میلی‌متر باشد تا فشار ناشی از آن با فشار هوا در آن منطقه برابر شود.

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

ب) پایستگی انرژی مکانیکی فقط در شرایطی صادق است که از اثر برخی نیروها مانند اصطکاک سطوح و مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم، پس چون دامنهٔ محدودی از پدیده‌ها را توضیح می‌دهد، یک اصل است نه قانون.

۷- الف) از رابطهٔ کار ـ انرژی داریم:



$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{\text{اصطکاک}} + \cancel{W_N}^{\,0} + \cancel{W_W}^{\,0} = \cancel{K_2}^{\,0} - K_1$$

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

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

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

ب) از رابطهٔ اصلی کار داریم:

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

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

۸- الف) ۱- دماسنج گازی ۲- دماسنج مقاومت پلاتینی ۳- تف‌سنج

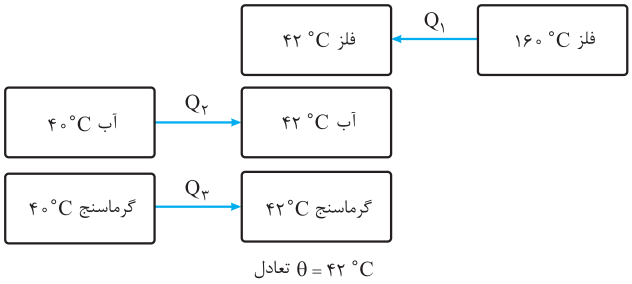
ب) $T(K) = 273 + \theta(^\circ C) \Rightarrow T = 273 + 357\ ^\circ C = 630\ K$

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow F = \frac{9}{5}\times357(^\circ C) + 32 \simeq 675\ ^\circ F$$

۹- $\Delta\ell = \ell_1\alpha\Delta T \Rightarrow 0/01\cancel{\ell_1} = \cancel{\ell_1}\times(2/5\times10^{-5}\ \frac{1}{^\circ C})\times\Delta\theta$

$$\Delta\theta = \frac{0/01}{2/5\times10^{-5}} \simeq 4\times10^{2}\ ^\circ C = 400\ ^\circ C$$

۱۰- الف) در این تبادلات گرمایی، قطعه‌فلز 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:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = mc\Delta\theta + m'c'\Delta\theta' + C\Delta\theta' = 0$$

$$\Rightarrow (2\times10^{2}\ \cancel{g}\times\frac{1\ kg}{10^{3}\ \cancel{g}})\times c\times(42\ ^\circ C - 160\ ^\circ C)$$

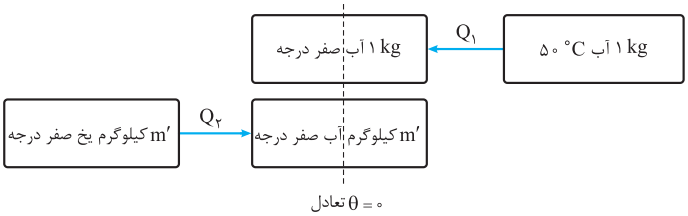
$$+(0/5\ kg)\times(4/2\times10^{3}\ \frac{J}{kg.^\circ C})\times(42\ ^\circ C - 40\ ^\circ C)$$

$$+(180\ J/k)\times(42\ ^\circ C - 40\ ^\circ C) \Rightarrow -236\times10^{-1}c + (4200\ J) + (360\ J) = 0$$

$$\Rightarrow -23/6\,c + (4200\ J) + (360\ J) = 0 \Rightarrow c = \frac{4560}{23/6} \Rightarrow c \simeq 193\ \frac{J}{kg.^\circ C}$$

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

۱۱- آب گرما می‌دهد و یخ صفر درجه گرما دریافت می‌کند، اما در نهایت چون می‌خواهیم یخ فقط ذوب شود، دمای تعادل صفر خواهد بود:



$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow mc\Delta\theta + m'L_F = 0$$

$$(1\,kg)\times(4200\ \frac{J}{kg.^\circ C})\times(0\ ^\circ C - 50\ ^\circ C) + m'\times(3/34\times10^{5}\ J/kg) = 0$$

$$\Rightarrow m' = \frac{2/1\times10^{5}}{3/34\times10^{5}} \simeq 0/629\ kg \simeq 629\ g$$

۱۲- الف) سیخ فلزی رسانای خوب گرماست، بنابراین گرما را به داخل سیب‌زمینی هدایت کرده و موجب بهتر و زودتر پخته‌شدن سیب‌زمینی می‌شود.

ب) زیرا در حجم ثابت، افزایش دمای گاز داخل اسپری موجب افزایش فشار آن می‌شود و ممکن است اسپری بترکد. چون رنگ روشن تابش گرمایی را کم‌تر جذب می‌کند، پس برای بدنه این اسپری‌ها مناسب‌تر است.

۱۳- الف) رابطهٔ بین متغیرهای ترمودینامیکی را معادلهٔ حالت می‌نامیم.

ب) در یک چرخه چون دستگاه پس از طی چند فرایند مجدداً به حالت اولیه بازمی‌گردد، پس تغییر دما و تغییر انرژی درونی در کل چرخه صفر است. طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow Q + W = ۰ \Rightarrow Q = -W \Rightarrow |Q| = |W|$$

۱۴- الف) یخچال، زیرا از منبع با دمای پایین گرما می‌گیرد و به منبع با دمای بالا گرما تحویل می‌دهد.

ب) $Q_L \longleftarrow$ (۱) $W \longleftarrow$ (۲) $Q_H \longleftarrow$ (۳)

۱۵- الف) فرایند bc هم‌حجم است؛ بنابراین:

$$W_{bc} = ۰$$

ب) در کل چرخه و در فرایند ca که هم‌دما است، تغییر انرژی درونی صفر است و در فرایند bc داریم: $\Delta U = Q$ ، پس:

$$\Delta U_{ab} + \Delta U_{bc} + \cancel{\Delta U}^{\,۰}_{ca} = ۰$$

$$\Delta U_{ab} + Q_{bc} + \cancel{W}^{\,۰}_{bc} = ۰$$

$$\Rightarrow \Delta U_{ab} = -Q_{bc} = -۶۳۰۰\,J$$

۱۶- الف)

$$P = \frac{|W|}{t} \Rightarrow (۱/۵\times۱۰^{۳}\,W) = \frac{|W|}{(۶۰)} \Rightarrow |W| = ۹\times۱۰^{۴}\,J$$

ب)

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow ۰/۴ = \frac{(۹\times۱۰^{۴}\,J)}{Q_H} \Rightarrow Q_H = \frac{(۹\times۱۰^{۴}\,J)}{۰/۴} = ۲۲/۵\times۱۰^{۴}\,J$$

پ)

$$|Q_L| = Q_H - |W| = (۲۲/۵\times۱۰^{۴}\,J) - (۹\times۱۰^{۴}\,J) = ۱۳/۵\times۱۰^{۴}\,J$$

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 عددی (اسکالر) و برداری

الف) کمیت اسکالر: هر کمیتی را 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 ۳۵s 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 m جابه‌جا شد، برای درک این جابه‌جایی نیازمند هستیم تا جهت جابه‌جایی را نیز بدانیم و یا وقتی می‌گوییم بر جسمی نیروی ۵۰N 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 را که یکای آن‌ها به طور مستقل از سایر یکاها تعریف شده و مورد توافق بین‌المللی قرار گرفته است، **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 **همهٔ 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 ستون بعد تعریف شده‌اند:

متر: یکای استاندارد طول، متر (m) است. تعریف متر در طول زمان به صورت زیر تغییر کرد:

۱) یک ده میلیونیم فاصلهٔ استوا تا قطب

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	h	$۱۰^{۲}$	سانتی	c	$۱۰^{-۲}$
کیلو	k	$۱۰^{۳}$	میلی	m	$۱۰^{-۳}$
مگا	M	$۱۰^{۶}$	میکرو	μ	$۱۰^{-۶}$
گیگا	G	$۱۰^{۹}$	نانو	n	$۱۰^{-۹}$
ترا	T	$۱۰^{۱۲}$	پیکو	p	$۱۰^{-۱۲}$

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 g از ضریب تبدیل $\frac{۱۰^{۳}\,g}{۱\,kg}$ استفاده می‌کنیم.

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

الف) $۷۲\ km/h = ?\ m/s$

ب) $۰/۰۰۷\ kg = ?\ mg$

پ) $۱۶۰۰\ cm^{۲} = ?\ km^{۲}$

پاسخ

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

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

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

پ) $۱۶۰۰\,cm^{۲}\times\frac{(۱۰^{-۲}\,m)^{۲}}{۱\,cm^{۲}}\times\frac{۱\,km^{۲}}{(۱۰^{۳}\,m)^{۲}}$

$=۱۶۰۰\,cm^{۲}\times\frac{۱۰^{-۴}\,m^{۲}}{۱\,cm^{۲}}\times\frac{۱\,km^{۲}}{۱۰^{۶}\,m^{۲}}=۱۶۰۰\times۱۰^{-۴}\times۱۰^{-۶}\,km^{۲}=۱۶۰۰\times۱۰^{-۱۰}\,km^{۲}$

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.

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

$a\times۱۰^{b}$ ← عدد صحیح مثبت یا منفی

$۱\le a<۱۰$

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: $۶۱۰۴/۷ \Rightarrow ۶/۱۰۴۷\times۱۰^{+۳}$

$۷۰۰ \Rightarrow ۷/۰۰\times۱۰^{+۲}$

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: $۰/۰۰۰۸۴۰ \Rightarrow ۰/۰۰۰۸ \,/\, ۴۰ \Rightarrow ۸/۴۰\times۱۰^{-۴}$

$۰/۱۲ \Rightarrow ۰/۱ \,/\, ۲ \Rightarrow ۱/۲\times۱۰^{-۱}$

مثال ۲: در مثال قبل جواب‌های نهایی را به صورت نماد علمی بنویسید.

پاسخ:

الف) $۲۰\,m/s = ۲/۰\times۱۰\,m/s$

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 اندازه‌گیریِ 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:

$$\rho(g/cm^۳) \underset{\times۱۰^{-۳}}{\overset{\times۱۰^{۳}}{\rightleftarrows}} \rho(kg/m^۳)$$

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

مثال ۳: نشان دهید یکای g/L با یکای $kg/m^۳$ معادل هستند.

پاسخ: با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

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

مثال ۴: جرم یک مکعب آهنی به ابعاد ۱۰ سانتی‌متر چند kg است؟

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

پاسخ:

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

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۸\times۱۰^۳\,kg/m^۳ = \frac{m}{۱۰^{-۳}\,m^۳} \Rightarrow m = ۸\,kg$$

مثال ۵: 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: $V = ۱۰^{-۳}\,m^۳$

$$\rho_{\text{الکل}} = ۰/۸\,g/cm^۳ = ۰/۸\times۱۰^۳\,kg/m^۳ \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} \Rightarrow ۰/۸\times۱۰^۳\,kg/m^۳ = \frac{m}{۱۰^{-۳}\,m^۳}$$

$$\Rightarrow m = (۱۰^{-۳}\,m^۳)\times(۰/۸\times۱۰^۳\,kg/m^۳) \Rightarrow m = ۰/۸\,kg$$

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

فصل ۲: 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 رباینی (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

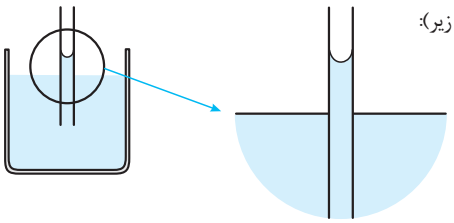
نمونه ترشدن سطح میز توسط آب

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

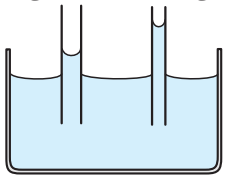
نمونه ترنشدن سطح میز توسط جیوه

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.

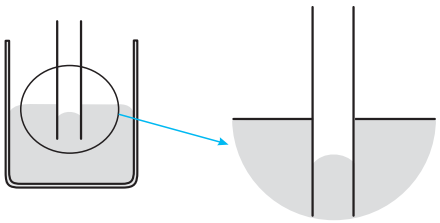


نکته **بالارفتن آب در لوله تا جایی ادامه می‌یابد که نیروهای بین مولکولی با وزن آب بالا آمده به تعادل برسند.**

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.

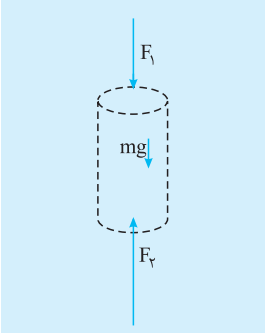
فشار در شاره‌ها (مایعات و گازها)

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 زیر 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، P_1 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 به دست آمده 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.

مثال۱ **در یک ظرف مکعب‌شکل به ابعاد ۲ متر مایعی به چگالی $1/5\ g/cm^3$ ریخته‌ایم. $(g\simeq 9/8\ \frac{N}{kg})$**

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

ب **نیرویی را که مایع بر کف ظرف وارد می‌کند 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 $9/9\times10^4\ Pa$ باشد، فشار کل در کف ظرف را محاسبه کنید.**

پاسخ **الف** چون فقط فشار حاصل از مایع خواسته شده است، 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 فشار ضرب در مساحت کف ظرف است:

$F=P\times A=(2/9\times10^4\ Pa)\times(2\times2m^2)\simeq12\times10^4\ N$

پ اگر همهٔ ابعاد ظرف ۲ برابر شود، فشار نیز ۲ برابر می‌شود. زیرا فشار فقط به عمق مایع درون ظرف بستگی دارد و چون ارتفاع ۲ برابر می‌شود، فشار نیز ۲ برابر می‌شود و ۴ برابر شدن مساحت کف ظرف تأثیری در فشار ندارد. اما نیروی وارد بر کف ظرف، چون حاصل‌ضرب فشار در مساحت کف ظرف است، با ۲ برابر شدن فشار و ۴ برابر شدن مساحت کف ظرف، ۸ برابر می‌شود.

ت فشار کل در کف ظرف برابر است با:

$P=\rho gh+P_0=(2/9\times10^4\ Pa)+(9/9\times10^4\ Pa)=12/8\times10^4\ Pa$

نکته **رابطهٔ $P=\rho gh+P_0$ برای کلیهٔ شاره‌های ساکن و در حال تعادل درست است. پس می‌توان آن را برای گازها نیز به کار برد.**

نکته **اگر اختلاف عمق (یا ارتفاع) دو نقطه از یک شاره Δh باشد، اختلاف فشار آن دو نقطه از رابطهٔ $\boxed{\Delta P=\rho g\Delta h}$ به دست می‌آید.**

مثال۲ **اگر چگالی هوا را ثابت و برابر $1\ kg/m^3$ در نظر بگیریم، ارتفاع ساختمانی را محاسبه کنید که اختلاف فشار هوا در بالا و پایین آن ۱۹۶ پاسکال باشد. $(g\simeq 9/8\ \frac{N}{kg})$**

پاسخ

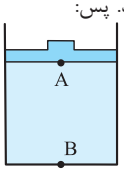
$\Delta P=\rho g\Delta h \Rightarrow 196\ Pa=(1\ kg/m^3)\times(9/8\ N/kg)\times\Delta h$

$\Rightarrow \Delta h=\frac{196}{9/8}=20\ m$

نکته **در مورد گازهای محبوس در یک محفظه به دلیل کم‌بودن چگالی گازها می‌توان از اختلاف فشار ناشی از تفاوت عمق صرف‌نظر کرد و فشار گاز در تمام نقاط ظرف را یکسان فرض کرد.**

مثال۳ **مقداری گاز با چگالی $0/8\ kg/m^3$ در ظرفی به ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر توسط پیستونی به وزن ۱۰۰ نیوتون و مساحت مقطع ۲۵ سانتی‌متر مربع محبوس شده است. اگر فشار هوا را 10^5 پاسکال فرض کنیم، فشار در زیر پیستون (نقطهٔ A) و انتهای ظرف (نقطهٔ B) را محاسبه کنید. $(g\simeq 10\ \frac{m}{s^2})$**

پاسخ فشار در نقطهٔ A از فشار پیستون و هوای محیط ایجاد می‌شود. پس:



$P_A=\frac{F}{A}+P_0=\frac{W}{A}+P_0=\frac{(100\ N)}{(25\times10^{-4}\ m^2)}+(10^5\ Pa)$

$\Rightarrow P_A=(4\times10^4\ Pa)+(10^5\ Pa)=1/4\times10^5\ Pa$