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) آزمون‌های 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 مواجه خواهید شد. این آزمون‌ها شامل امتحان نهایی خرداد ۱۴۰۳ (ریاضی)، امتحان نهایی خرداد ۱۴۰۳ (تجربی) سازگارشده با رشتهٔ ریاضی و دو آزمون چالشی‌تر با عنوان «بیست پلاس» است.

۳) پاسخ‌نامهٔ تشریحی آزمون‌ها: در پاسخ تشریحی آزمون‌ها تمام آن‌چه را که شما باید در امتحان بنویسید تا نمرهٔ کامل کسب کنید، برایتان نوشته‌ایم. پاسخ‌ها مطابق با فرمت پاسخ‌برگ مورد تأیید آموزش و پرورش دارای ریزبارم‌بندی و آدرس مبحثی می‌باشند.

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	صفحهٔ آزمون	صفحهٔ پاسخ‌نامه
آزمون شمارهٔ ۱ (طبقه‌بندی‌شده)	اول	۳	۲۸
آزمون شمارهٔ ۲ (طبقه‌بندی‌شده)	اول	۵	۲۹
آزمون شمارهٔ ۳ (طبقه‌بندی‌نشده)	اول	۷	۳۱
آزمون شمارهٔ ۴ (طبقه‌بندی‌نشده)	اول	۹	۳۲
آزمون شمارهٔ ۵ خرداد ۱۴۰۲ صبح (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۱	۳۴
آزمون شمارهٔ ۶ خرداد ۱۴۰۲ عصر (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۳	۳۶
آزمون شمارهٔ ۷ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۵	۳۷
آزمون شمارهٔ ۸ (طبقه‌بندی‌شده)	دوم	۱۷	۳۹
آزمون شمارهٔ ۹ خرداد ۱۴۰۳ (ریاضی) (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۱۹	۴۱
آزمون شمارهٔ ۱۰ خرداد ۱۴۰۳ (تجربی) (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۱	۴۲
آزمون شمارهٔ ۱۱ بیست پلاس (چالشی‌تر) (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۴	۴۳
آزمون شمارهٔ ۱۲ بیست پلاس (چالشی‌تر) (طبقه‌بندی‌نشده)	دوم	۲۶	۴۵
درس‌نامهٔ توپ برای شب امتحان			۴۸

بارم‌بندی درس فیزیک (۱) ریاضی

فصل	نوبت اول		نوبت دوم نهایی	
	محتوای نظری	فعالیت و آزمایش	محتوای نظری	فعالیت و آزمایش
اول	۴	۱/۵	۲/۵	۰/۵
دوم	۶	۲	۳	۱
سوم	۶	۰/۵	۳/۵	۰/۵
چهارم	–	–	۴/۵	۱/۵
پنجم	–	–	۲/۵	۰/۵
جمع	۱۶	۴	۱۶	۴
	۲۰		۲۰	

خیلی سبز!	فیزیک ۱	رشته: ریاضی فیزیک	تـاریخ آزمـون: دی‌ماه
	نـوبـت اول	پایهٔ دهم	مـدت آزمـون: ۱۲۰ دقیقه

آزمون ۱

ردیف		نمره
	فصل اول	
۱	جاهای خالی را با عبارات مناسب کامل کنید. الف) کمینهٔ درجه‌بندی هر ابزار اندازه‌گیری مدرج ..... آن وسیله نامیده می‌شود. ب) یک میکرون با یک ..... برابر است. پ) شیب نمودار جرم برحسب حجم یک ماده ..... آن ماده را نشان می‌دهد. ت) طبق یک تعریف قدیمی، $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ میانگین روز خورشیدی را یک ..... می‌نامیم.	۱
۲	زمان آزمون شما ۱۲۰ دقیقه است. آزمون شما چند میکروثانیه طول خواهد کشید؟ پاسخ را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.	۱
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؟	۱
۴	اگر برای اندازه‌گیری زمان از ضربان نبض خود استفاده کنیم، چه مزیت و چه عیبی دارد؟ *ایدهٔ این سؤال از پرسش ۱-۲ کتاب گرفته شده است!*	۱
۵	مکعب‌مستطیلی از جنس نقره به ابعاد ۴،۳ و ۵ سانتی‌متر دارای جرم $۵/۷\times۱۰^{۲}$ گرم است. حجم حفره‌ای که درون مکعب قرار دارد را محاسبه کنید. $(\rho_{\text{نقره}} = ۱۰/۵\ g/cm^{۳})$	۱/۵
	فصل دوم	
۶	درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کنید. 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.	۰/۷۵
۷	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
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. *ایدهٔ طرح این سؤال رو می‌تونین تو پرسش ۲-۲ کتاب ببینین! پرسش‌های متن کتاب رو دست کم نگیرین.*	۱
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؟ *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!*	۱

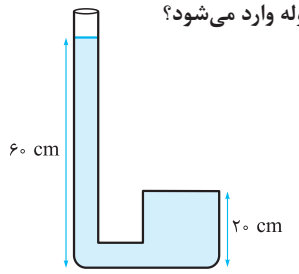
الف	ب
۱) شناوری	الف) وزن > نیروی شناوری
۲) غوطه‌وری	ب) وزن < نیروی شناوری
۳) فرورفتن	پ) وزن = نیروی شناوری
۴) بالاآمدن	—

۱۰	الف) اصل برنولی را بنویسید. 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؟ *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!*	۰/۵ ۰/۷۵

آزمون ۱	فیزیک ۱	رشته: ریاضی فیزیک	تـاریخ آزمـون: دی‌ماه	خیلی سبز!
	نـوبـت اول	پایهٔ دهم	مـدت آزمـون: ۱۲۰ دقیقه	

۱۱ در شکل مقابل، داخل ظرف آب است. اگر سطح مقطع لولهٔ سمت راست $5\ cm^2$ باشد، از طرف مایع چه نیرویی بر سقف لوله وارد می‌شود؟ ۱/۵

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



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

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

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 چرخ‌گوشت 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 چرخ‌گوشت بیشتر است؟ چرا؟ ۰/۷۵

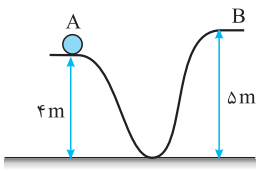
۱۵ الف) دو گلولهٔ ساکن با جرم‌های متفاوت را با دست هُل می‌دهیم. اگر انرژی منتقل‌شده به گلوله‌ها یکسان باشد، تندی کدام گلوله بیشتر خواهد شد؟ دلیل پاسخ خود را با استفاده از رابطهٔ انرژی جنبشی بیان کنید. ۰/۵

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

ایدهٔ قسمت (ب) این سؤال از تمرین‌های آخر 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!

۱۶ گلوله‌ای مطابق شکل از نقطهٔ A با سرعت $6\ m/s$ عبور می‌کند، سرعت آن هنگام عبور از نقطهٔ B چه‌قدر است؟ ۱/۲۵

$(g = 10\ m/s^2$ و از اصطکاک مسیر صرف‌نظر کنید.)



۱۷ یکی از آسانسورهای برج میلاد می‌تواند با تندی $7\ m/s$ بازدیدکنندگان را به طبقات بالایی برج برساند. اگر جرم مسافران و اتاقک آسانسور $2/2 \times 10^3\ kg$ فرض شود: $(g \simeq 10\ m/s^2)$ ۱/۵

الف) توان آسانسور چند کیلووات است؟

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

۱۸ یک قطعهٔ چوبی به جرم $2 \times 10^2\ g$ با تندی $8\ m/s$ روی سطحی افقی پرتاب می‌شود. اگر پس از طی مسافت $4/2\ m$ متوقف شود: ۱/۲۵

الف) کار نیروی اصطکاک را محاسبه کنید.

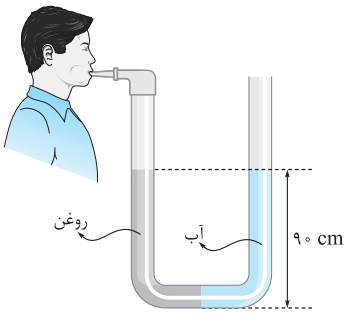
ب) بزرگی نیروی اصطکاک را به دست آورید.

۲۰	موفق باشید	جمع نمرات

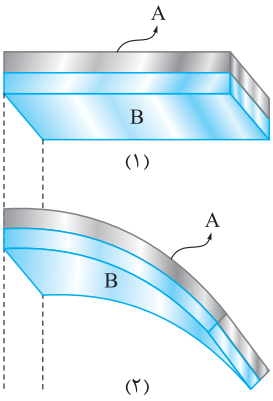
خیلی سبز!	فیزیک ۱	رشته: ریاضی فیزیک	تـاریخ آزمـون: خرداد ۱۴۰۳
	نـوبـت دوم	پایهٔ دهم	مـدت آزمـون: ۱۲۰ دقیقه

نهایی خرداد ۱۴۰۳

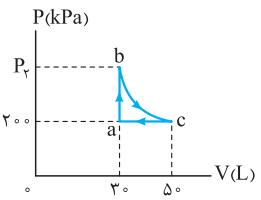
آزمون ۹

ردیف		نمره
۱	درستی و نادرستی جمله‌های زیر را با نوشتن واژه‌های «درست» و «نادرست» در پاسخ‌برگ مشخص کنید. الف) شتاب یک کمیت برداری است. ب) هر چه قطر لولهٔ مویین کم‌تر باشد، ارتفاع ستون آب در آن کم‌تر است. پ) انرژی پتانسیل به مکان اجسام یک سامانه نسبت به یکدیگر بستگی ندارد. ت) در انتقال گرما به روش رسانش، سهم الکترون‌های آزاد بیشتر از ارتعاشات اتمی است. ث) تمامی دستگاه‌های ترمودینامیکی در نزدیکی حالت تعادل مورد مطالعه قرار می‌گیرند.	۱/۲۵
۲	در هر یک از جمله‌های زیر، واژهٔ مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کرده و در پاسخ‌برگ بنویسید. الف) در مدل‌سازی حرکت توپ بسکتبال، می‌توانیم (مقاومت هوا ـ نیروی جاذبهٔ زمین) را نادیده بگیریم. ب) وقتی مایعی را به آهستگی سرد می‌کنیم، اغلب جامد (بلورین ـ بی‌شکل) تشکیل می‌شود. پ) افزایش دما باعث (کاهش ـ افزایش) چگالی اغلب اجسام می‌شود. ت) قانون (اول ـ دوم) ترمودینامیک بیانگر قانون پایستگی انرژی است.	۱
۳	هر یک از جمله‌های زیر را با عبارت مناسب کامل کنید. الف) مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید، یک ..... می‌نامند. ب) مادهٔ داخل لولهٔ تابان لامپ‌های مهتابی از ..... تشکیل شده است. پ) اگر تندی جسمی دو برابر شود، انرژی جنبشی آن ..... برابر می‌شود. ت) در دماسنج ترموکوپل، کمیت دماسنجی ..... است.	۱
۴	الف) شکل روبه‌رو یک ریزسنج را نشان می‌دهد. دقت این ریزسنج چند میلی‌متر است؟ ب) چهار دانش‌آموز طول یک مداد را در آزمایشگاه اندازه‌گیری کرده‌اند و مقادیر زیر را ثبت کرده‌اند. طول این مداد چند سانتی‌متر گزارش می‌شود؟ $۱۵/۳\ cm$ ، $۱۶/۱\ cm$ ، $۱۵/۴\ cm$ ، $۱۵/۲\ cm$ 	۰/۷۵
۵	گیاهی در مدت ۱۲ روز، ۳/۶ متر رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه را برحسب میلی‌متر بر ساعت (mm/h) بنویسید.	۰/۷۵
۶	چگالی فلزی $15\ g/cm^3$ می‌باشد. جرم قطعه‌ای از این فلز به حجم $40\ cm^3$ چند گرم است؟	۰/۵
۷	به سؤالات زیر پاسخ دهید. الف) چرا هنگام شستن ظروف، افزون بر استفاده از مایع ظرفشویی، ترجیح می‌دهیم از آب گرم نیز استفاده کنیم؟ ب) چرا توریچلی در آزمایش خود ترجیح داد به جای آب از جیوه استفاده کند؟ پ) چرا نیروی شناوری برای جسمی که در یک شاره قرار دارد، رو به بالاست؟	۱/۵
۸	در یک عملیات آتش‌نشانی آب با تندی $1/5\ m/s$ از لوله وارد شیر ورودی به شعاع $10\ cm$ می‌شود. اگر شعاع قسمت خروجی شیر $2/5\ cm$ باشد، تندی خروج آب را برحسب m/s به دست آورید.	۱
۹	شخصی مطابق شکل، درون لولهٔ U‌شکلی می‌دمد. درون لوله حجم مساوی از آب و روغن در حال تعادل وجود دارد. فشار پیمانه‌ای هوای درون ریهٔ این شخص چند پاسکال است؟ $(g=10\ m/s^2, \rho_{آب}=1000\ kg/m^3, \rho_{روغن}=800\ kg/m^3)$ 	۱
۱۰	برای آن‌که نیروی خالصی بتواند تندی جسمی را از صفر به v برساند، باید مقدار کار W را روی آن انجام دهد. اگر قرار باشد تندی این جسم از v به $3v$ افزایش یابد، کاری که روی جسم باید انجام شود، چند برابر W است؟	۱/۲۵
۱۱	توپی به جرم $0/5\ kg$ از بالای ساختمانی به ارتفاع $20\ m$ به صورت افقی با تندی $8\ m/s$ پرتاب می‌شود. اگر تندی آن در لحظهٔ برخورد به زمین $20\ m/s$ باشد، کار نیروی مقاومت هوا بر روی توپ چند ژول است؟ $(g=10\ m/s^2)$	۱/۲۵

۹ آزمون	فیزیک ۱	رشته: ریاضی فیزیک	تـاریخ آزمـون: خرداد ۱۴۰۳	خیلی سبز!
	نـوبـت دوم	پایهٔ دهم	مـدت آزمـون: ۱۲۰ دقیقه	

۱۲	هر یک از دو موتور جت یک هواپیمای مسافربری، پیشرانه‌ای برابر $۲/۴\times۱۰^{۵}\ N$ ایجاد می‌کند. اگر هواپیما در هر دقیقه $۱۵\ km$ در امتداد این نیرو حرکت کند، توان متوسط هر یک از موتورهای هواپیما چند وات است؟	۱
۱۳	به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه بدهید. الف) درون دو ظرف کاملاً مشابه که رنگ بخش بیرونی یکی از آن‌ها سفید و دیگری سیاه است، مقدارهای یکسان آب با دمای $۱۰۰\ ^{\circ}C$ می‌ریزیم. دمای آب در کدام ظرف زودتر به دمای محیط می‌رسد؟ چرا؟ ب) شکل (۱) دو تیغهٔ فلزی از جنس‌های متفاوت که سرتاسر به هم جوش داده شده‌اند را در دمای $۲۰\ ^{\circ}C$ و شکل (۲)، همان تیغه‌ها را در دمای صفر درجهٔ سلسیوس نشان می‌دهد. ضریب انبساط طولی کدام فلز بیشتر است؟ چرا؟ 	۱
۱۴	اگر به جسمی $۹۰۰۰\ J$ گرما داده شود، دمای آن $۱۸\ ^{\circ}C$ افزایش می‌یابد. به همان جسم چند ژول گرما داده شود تا دمای آن $۱۸\ ^{\circ}F$ افزایش یابد؟ (از اتلاف گرما چشم‌پوشی شود.)	۱
۱۵	ظرفیت گرمایی گرماسنجی $۴۲۰\ J/K$ است و درون آن $۰/۵\ kg$ آب با دمای $۲۰\ ^{\circ}C$ در تعادل است. $۰/۲\ kg$ آب با دمای $۴۰\ ^{\circ}C$ به آب درون گرماسنج اضافه می‌کنیم. با چشم‌پوشی از اتلاف گرما، دمای تعادل مجموعه چند درجهٔ سلسیوس می‌شود؟ (گرمای ویژهٔ آب $۴۲۰۰\ \frac{J}{kg.K}$ است.)	۱
۱۶	در آزمایشی برای تعیین گرمای نهان تبخیر آب، به $۰/۲\ kg$ آب با دمای $۱۰۰\ ^{\circ}C$ که درون بشری قرار دارد، با آهنگ ثابت $۱۲۵۰\ J/s$ گرما می‌دهیم و پس از ۴۰۰ ثانیه، کل آب تبخیر می‌شود. الف) گرمای نهان تبخیر آب چند J/kg است؟ ب) مقدار محاسبه‌شده برای گرمای نهان تبخیر آب در بخش (الف)، بیشتر از مقدار واقعی است یا کم‌تر؟	۱/۲۵
۱۷	درون محفظه‌ای استوانه‌ای با حجم ثابت، مقداری گاز در دمای $۲۷\ ^{\circ}C$ وجود دارد و فشارسنج متصل به استوانه عدد $۱\ atm$ را نشان می‌دهد. اگر دمای گاز درون مخزن را به $۱۷۷\ ^{\circ}C$ برسانیم، فشار درون مخزن به چند اتمسفر می‌رسد؟ (فشار هوای محیط را $۱\ atm$ فرض کنید.)	۱
۱۸	در جدول زیر، برای هر یک از جمله‌های ستون (۱)، عبارت مناسبی از ستون (۲) انتخاب کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید. (یک مورد در ستون دوم اضافی است)	۰/۷۵

ستون (۱)	ستون (۲)
الف) در این فرایند، بین دستگاه و محیط گرما مبادله نمی‌شود.	۱) هم‌حجم
ب) در این فرایند، کار دستگاه صفر است.	۲) هم‌فشار
پ) در این فرایند، انرژی درونی دستگاه ثابت است.	۳) هم‌دما
—	۴) بی‌دررو

۱۹	گاز داخل یک استوانه، چرخه‌ای مطابق شکل مقابل را می‌پیماید. فرایند bc یک فرایند بی‌دررو است و کار دستگاه در این فرایند $۶۰۰۰\ J$ است. کار انجام‌شده در این چرخه، چند ژول است؟ 	۱
۲۰	بازده یک ماشین درون‌سوز ۲۰ درصد است. این ماشین در هر چرخه $۲/۵\times۱۰^{۳}\ J$ کار انجام می‌دهد. گرمای حاصل از سوخت در هر چرخه چند ژول است؟	۰/۷۵
	موفق باشید — جمع نمرات	۲۰

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

آزمون شمارهٔ ۱ (نوبت اول)

۱- الف) دقت اندازه‌گیری (۰/۲۵) *(فصل ۱ ـ دقت وسایل اندازه‌گیری)*

ب) میکرومتر (۰/۲۵) *(فصل ۱ ـ دستگاه بین‌المللی یکاها)*

پ) چگالی (۰/۲۵) *(فصل ۱ ـ چگالی)*

ت) ثانیه (۰/۲۵) *(فصل ۱ ـ دستگاه بین‌المللی یکاها)*

۲- $\underbrace{۱۲۰\,\text{min}\times\frac{۶۰\,\text{s}}{۱\,\text{min}}=۷۲۰۰\,\text{s}\times\frac{۱\,\mu\text{s}}{۱۰^{-۶}\,\text{s}}}_{(۰/۲۵)}=۷۲۰۰\times۱۰^{۶}\,\mu\text{s}$ (۰/۲۵)

$=\underbrace{۷/۲\times۱۰^{۳}\times۱۰^{۶}\,\mu\text{s}}_{(۰/۲۵)}=۷/۲\times۱۰^{۹}\,\mu\text{s}$ (۰/۲۵)

(فصل ۱ ـ دستگاه بین‌المللی یکاها)

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

جرم تقریبی هر برگ کاغذ $=\underbrace{\frac{۲/۵\,\text{kg}}{۵۰۰}=\frac{۲۵۰۰\,\text{g}}{۵۰۰}}_{(۰/۲۵)}=۵\,\text{g}$ (۰/۲۵)

حالا جرم تقریبی جزوهٔ ۸۰ برگی را محاسبه می‌کنیم:

جرم تقریبی جزوهٔ ۸۰ برگی $=\underbrace{۸۰\times۵(\text{g})}_{(۰/۲۵)}=۴۰۰\,\text{g}$ (۰/۲۵)

(فصل ۱ ـ دقت وسایل اندازه‌گیری)

۴- مزیت آن، این است که همواره در دسترس است (۰/۵)؛ 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. (۰/۵) *(فصل ۱ ـ دستگاه بین‌المللی یکاها)*

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

$V=۳\,\text{cm}\times۴\,\text{cm}\times۵\,\text{cm}=۶۰\,\text{cm}^{۳}$ (۰/۲۵)

$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow ۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳}=\frac{m}{۶۰\,\text{cm}^{۳}}$ (۰/۲۵)

$\Rightarrow m=۶۰\,\text{cm}^{۳}\times۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳}=۶/۳\times۱۰^{۲}\,\text{g}$ (۰/۲۵)

تفاوت جرم مکعب در حالت توپر $(۶/۳\times۱۰^{۲}\,\text{g})$ و حالت توخالی $(۵/۷\times۱۰^{۲}\,\text{g})$ به خاطر مقدار نقره‌ای است که از درون حفره خارج شده است. بنابراین جرم نقرهٔ خارج‌شده برابر است با: $\Delta m=(۶/۳\times۱۰^{۲}\,\text{g})-(۵/۷\times۱۰^{۲}\,\text{g})=۰/۶\times۱۰^{۲}\,\text{g}$ (۰/۲۵)

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

$\rho=\frac{\Delta m}{V}\Rightarrow ۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳}=\frac{۰/۶\times۱۰^{۲}\,\text{g}}{V}\Rightarrow V=\frac{۰/۶\times۱۰^{۲}\,\text{g}}{۱۰/۵\,\text{g/cm}^{۳}}\simeq۶\,\text{cm}^{۳}$ (۰/۲۵)

(۰/۲۵)

(فصل ۱ ـ چگالی)

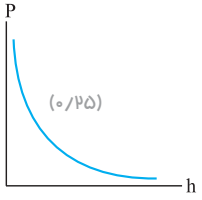
۶- الف) نادرست (۰/۲۵) ـ اگر مولکول‌ها بیش از اندازه به هم نزدیک شوند نیروی هم‌چسبی دافعه بوده و مانع نزدیک‌ترشدن آن‌ها به یکدیگر می‌شود.

(فصل ۲ ـ نیروهای بین مولکولی)

ب) درست (۰/۲۵) ـ افزایش دما موجب حرکت سریع‌تر مولکول‌ها و در نتیجه افزایش سرعت پدیدهٔ پخش می‌شود. *(فصل ۲ ـ حالت‌های ماده)*

پ) نادرست (۰/۲۵) ـ فشار وارد بر یک سطح، تنها به عمق سطح و چگالی مایع بستگی دارد و جهت‌گیری سطح در اندازهٔ فشار تأثیری ندارد. *(فصل ۲ ـ فشار در شاره‌ها)*

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. (۰/۵)



(۰/۲۵)

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. (۰/۵)

(فصل ۲ ـ فشار در شاره‌ها)

۸- محل شکستگی دو قطعه را آن‌قدر گرم می‌کنیم تا شیشه نرم شود، آن‌گاه می‌توانیم دو قطعه را به هم بچسبانیم (۰/۵). چون نیروهای بین مولکولی کوتاه‌بُرد هستند، با گرم‌کردن و نرم‌شدن دو قطعهٔ شیشه‌ای، مولکول‌ها به اندازهٔ کافی به هم نزدیک می‌شوند و نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌ها می‌تواند دو قطعه را در کنار هم نگه دارد. (۰/۵)

(فصل ۲ ـ نیروهای بین مولکولی)

۹- اگر: وزن = نیروی شناوری ⇐ شناوری و غوطه‌وری (۲،۱ ⟵ پ) (۰/۲۵)

اگر: وزن > نیروی شناوری ⇐ بالا آمدن (۴ ⟵ الف) (۰/۲۵)

اگر: وزن < نیروی شناوری ⇐ فرورفتن (۳ ⟵ ب) (۰/۲۵) *(فصل ۲ ـ شناوری)*

۱۰- الف) در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشار آن کاهش می‌یابد. (۰/۵)

ب) طبق معادلهٔ پیوستگی: $A_۱v_۱=A_۲v_۲\Rightarrow\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{A_۱}{A_۲}$ (۰/۲۵)

از طرفی چون مساحت مقطع با مجذور شعاع متناسب است، می‌توانیم بنویسیم:

$\frac{v_۲}{v_۱}=(\frac{R_۱}{R_۲})^{۲}$ (۰/۲۵)

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

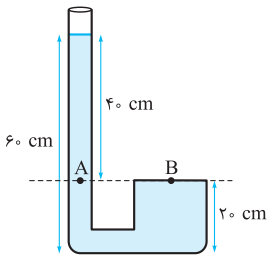
$\frac{(۳۲\,\text{m/s})}{(۲\,\text{m/s})}=(\frac{R_۱}{R_۲})^{۲}\Rightarrow(\frac{R_۱}{R_۲})^{۲}=۱۶\Rightarrow\frac{R_۱}{R_۲}=۴\Rightarrow R_۱=۴R_۲$

$\Rightarrow R_۲=\frac{۱}{۴}R_۱$ (۰/۲۵)

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

(فصل ۲ ـ شاره در حرکت)

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



(۰/۲۵)

$P_A=P_B\Rightarrow P_B=\rho gh+P_۰$ (۰/۵)

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

$\Rightarrow P_B=(۴\times۱۰^{۳}\,\text{Pa})+(۱۰^{۵}\,\text{Pa})$

$\Rightarrow P_B=(۰/۴\times۱۰^{۴}\,\text{Pa})+(۱۰\times۱۰^{۴}\,\text{Pa})$

$=۱۰/۴\times۱۰^{۴}\,\text{Pa}$ (۰/۵)

و اما برای محاسبه نیروی وارد بر سقف:

$P=\frac{F}{A}\Rightarrow F=PA=(۱۰/۴\times۱۰^{۴}\,\text{Pa})\times(۵\times۱۰^{-۴}\,\text{m}^{۲})=۵۲\,\text{N}$ (۰/۲۵)

(فصل ۲ ـ فشار در شاره‌ها)

۱۲- در آزمایش توریچلی فشار ستون مایع در لوله با فشار هوای محیط برابر است(۰/۲۵)، پس در این‌جا:

$\rho gh=P_۰$ (۰/۲۵) $\Rightarrow(۱۰^{۳}\,\text{kg/m}^{۳})\times(۱۰\,\text{m/s}^{۲})\times h=(۱۰^{۵}\,\text{Pa})$ (۰/۲۵)

$\Rightarrow h=\frac{۱۰^{۵}\,\text{Pa}}{(۱۰^{۳}\,\text{kg/m}^{۳})\times(۱۰\,\text{m/s}^{۲})}=۱۰\,\text{m}$ (۰/۲۵)

(فصل ۲ ـ فشار در شاره‌ها)

۱۳- الف) اسب بخار یکای توان است که معادل است با ۷۴۶ وات. (۰/۲۵) *(فصل ۳ ـ توان)*

ب) کار کمیتی نرده‌ای است. (۰/۲۵) *(فصل ۳ ـ کار انجام‌شده توسط نیروی ثابت)*

پ) طبق قانون اول نیوتون اگر نیروهای وارد بر یک جسم متوازن باشند، تندی جسم تغییر نمی‌کند، پس انرژی جنبشی جسم ثابت می‌ماند. (۰/۲۵) *(فصل ۳ ـ کار و انرژی جنبشی)*

ت) انرژی جنبشی یک جسم به جهت حرکت آن بستگی ندارد. (۰/۲۵) *(انرژی جنبشی)*

۱۴- به ازای انرژی ورودی یکسان چرخ‌گوشتی که بیشتر گرم شده است، انرژی غیرمفید (انرژی درونی) بیشتر (۰/۲۵) و در نتیجه کار مفید (۰/۲۵) کم‌تری داشته است. پس بازده آن کم‌تر است. (۰/۲۵) *(فصل ۳ ـ توان)*

۱۵- الف) با توجه به رابطهٔ $K=\frac{1}{2}mv^2$ اگر K برای دو جسم یکسان باشد، گلوله‌ای که جرم کم‌تر دارد تندی بیشتری خواهد داشت (۰/۲۵)؛ زیرا طبق محاسبهٔ زیر، جرم جسم با مجذور تندی نسبت عکس دارد. (۰/۲۵)

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

(فصل ۳ ـ انرژی جنبشی)

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). (۰/۲۵)

آن‌گاه از رابطهٔ $P=\frac{W}{t}=\frac{mgh}{t}$ (۰/۲۵) می‌توانیم توان بالارفتن از پله را محاسبه کنیم. (در رابطهٔ فوق m جرم خودمان است.) *(فصل ۳ ـ توان)*

۱۶- چون از اصطکاک مسیر صرف‌نظر شده است، انرژی مکانیکی پایسته می‌ماند (۰/۲۵)؛ بنابراین:

$$E_B=E_A \Rightarrow K_B+U_B=K_A+U_A \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2+mgh_B=\frac{1}{2}mv_A^2+mgh_B \quad (۰/۲۵)$$

با حذف m از طرفین رابطه و جایگزینی اعداد داریم:

$$\frac{1}{2}v_B^2+(10\,m/s^2)\times(5\,m)=\frac{1}{2}(6\,m/s)^2+(10\,m/s^2)(4\,m) \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_B^2+50=18+40 \Rightarrow \frac{1}{2}v_B^2=58-50=8$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}v_B^2=8 \Rightarrow v_B^2=16 \Rightarrow v_B=4\,m/s \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۳ ـ پایستگی انرژی مکانیکی)

۱۷- الف) تندی آسانسور $7\,m/s$ است، مثلاً در مدت $1\,s$ به اندازهٔ ۷ متر بالا می‌رود. اگر آسانسور با تندی ثابت بالا رود:

$$W_{\text{وزن}}+W_{\text{آسانسور}}=\underbrace{\Delta K}_{0} \Rightarrow W_{\text{آسانسور}}=-W_{\text{وزن}} \quad (۰/۲۵)$$

$$=-mg\times h\times\underbrace{\cos 180^\circ}_{-1}=+mgh$$

$$\Rightarrow W_{\text{آسانسور}}=(2200\,kg)\times(10\,m/s^2)\times(7\,m)=1/54\times10^5\,J \quad (۰/۲۵)$$

$$\underbrace{P=\frac{W_{\text{آسانسور}}}{t}=\frac{1/54\times10^5\,J}{1\,s}}_{(۰/۲۵)}=1/54\times10^5\,(W)=1/54\times10^2\,kW \quad (۰/۲۵)$$

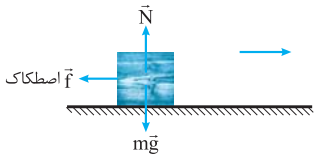
(فصل ۳ ـ کار و انرژی جنبشی، توان)

ب) $\text{بازده}=\frac{\text{کار مفید}(W)}{\text{انرژی ورودی}(E)}\times100 \Rightarrow 64=\frac{(1/54\times10^5\,J)}{E}\times100$ (۰/۲۵)

$$\Rightarrow E=\frac{(1/54\times10^5\,J\times100)}{64}\simeq240625\,J \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۳ ـ توان)

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



$$W_{\text{اصطکاک}}+W_{\text{وزن}}+W_N=\Delta K \quad (۰/۲۵)$$

از طرفی مطابق شکل، کار نیروی وزن و عمودی سطح صفر است، چون این دو نیرو بر مسیر جابه‌جایی عمود هستند (۰/۲۵). پس:

$$W_{\text{اصطکاک}}=\underbrace{K_2}_{0}-K_1=-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$=-\frac{1}{2}\times(2\times10^{-1}\,kg)\times(8\,m/s)^2=-6/4\,J \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۳ ـ کار و انرژی جنبشی)

ب) با استفاده از رابطهٔ کار داریم:

$$W_{\text{اصطکاک}}=f\,d\cos\alpha \quad (۰/۲۵) \Rightarrow (-6/4\,J)=f\times(4/2\,m)\times\underbrace{\cos180^\circ}_{-1}$$

$$\Rightarrow f=\frac{-6/4\,J}{-4/2\,m}\simeq1/5\,N \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۳ ـ کار انجام‌شده توسط نیروی ثابت)

آزمون شمارهٔ ۲ (نوبت اول)

۱- صرف‌نظر از اثرهای جزئی یک پدیده ⟵ مدل‌سازی (۰/۲۵)

باید قابلیت بازتولید داشته باشد ⟵ یکا (۰/۲۵)

از نقاط قوت دانش فیزیک ⟵ آزمون‌پذیری (۰/۲۵)

اساس تجربه و آزمایش ⟵ اندازه‌گیری (۰/۲۵)

هدف آن، بررسی پدیده‌های طبیعی است. ⟵ فیزیک (۰/۲۵)

(فصل ۱ ـ فیزیک دانش‌بنیادی و مدل‌سازی)

۲-

$$P=\frac{F}{A} \quad (۰/۲۵) \Rightarrow Pa\equiv\frac{\frac{kg.m}{s^2}}{m^2}\equiv\frac{kg.\cancel{m}}{\cancel{m}^2.s^2}\equiv\frac{kg}{m.s^2} \Rightarrow Pa\equiv\frac{kg}{m.s^2} \quad (۰/۲۵)$$

$$W=F\cdot d \quad (۰/۲۵) \Rightarrow J\equiv\frac{kg.m}{s^2}\times m=\frac{kg.m^2}{s^2} \Rightarrow J\equiv\frac{kg.m^2}{s^2} \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۱ ـ دستگاه بین‌المللی یکاها)

۳- الف) وقتی یک کمیت را چند بار اندازه می‌گیریم، برای آن‌که دقت اندازه‌گیری افزایش یابد، می‌توانیم میانگین اعداد اندازه‌گیری‌شده را به عنوان نتیجهٔ اندازه‌گیری در نظر بگیریم (۰/۲۵). اما در میان اعداد اندازه‌گیری‌شده، عدد $7/216\,mm$ (۰/۲۵) با سایر اعداد تفاوت زیادی دارد؛ به همین علت این عدد را از میانگین‌گیری حذف می‌کنیم و میانگین سه عدد دیگر را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{میانگین اعداد}=\frac{3/921\,mm+4/140\,mm+4/080\,mm}{3} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \text{میانگین اعداد}=4/047\,mm \quad (۰/۲۵)$$

پس عدد $4/047\,mm$ را به عنوان نتیجهٔ اندازه‌گیری در نظر می‌گیریم.

ب) ۱- دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری (۰/۲۵) ۲- دقت شخص اندازه‌گیر (۰/۲۵) ۳- تعداد دفعات اندازه‌گیری (۰/۲۵) *(فصل ۱ ـ دقت وسایل اندازه‌گیری)*

۴- ابتدا حجم هر ماده را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho=\frac{m}{V} \Rightarrow V=\frac{m}{\rho} \quad (۰/۲۵)$$

$$\Rightarrow \begin{cases} V_1=\frac{m_1}{\rho_1}=\frac{2\times10^3\,g}{8\,g/cm^3}=2/5\times10^2\,cm^3 & (۰/۲۵) \\ V_2=\frac{m_2}{\rho_2}=\frac{1\times10^3\,g}{5\,g/cm^3}=2\times10^2\,cm^3 & (۰/۲۵) \end{cases}$$

وقتی دو ماده را مخلوط می‌کنیم جرم و حجم مادهٔ حاصل، به ترتیب مجموع جرم و حجم دو مادهٔ قبلی است، پس:

$$\overbrace{\rho=\frac{m}{V}=\frac{m_1+m_2}{V_1+V_2}}^{(۰/۲۵)}=\frac{(2\times10^3\,g)+(1\times10^3\,g)}{(2/5\times10^2\,cm^3)+(2\times10^2\,cm^3)}$$

$$=\frac{3\times10^3\,g}{4/5\times10^2\,cm^3}\simeq6/7\,g/cm^3 \quad (۰/۲۵)$$

(فصل ۱ ـ چگالی)

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 (عددی) و برداری

الف) کمیت نرده‌ای: هر کمیتی را که با یک **عدد** و **یکای** مربوط به آن توصیف شود، **کمیت نرده‌ای** یا **عددی** 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

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

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

مثال۲ 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.

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

پاسخ با استفاده از روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

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

مثال۴ جرم یک مکعب آهنی به ابعاد ۱۰ سانتی‌متر چند kg است؟ $(\rho_{\text{آهن}} \simeq ۸\times۱۰^۳\,kg/m^۳)$

پاسخ

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

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

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: $V = ۱۰^{-۳}\,m^۳$

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

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

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

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 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.