خرید کتاب های کنکور

با تخفیف ویژه

و

ارسال رایگان

Medabook.com

مدابوک

یک جلسه تماس تلفنی رایگان

با مشاوران رتبه برتر

برای انتخاب بهترین منابع

دبیرستان و کنکور

۰۲۱ ۲۸۴۲۵۲۱۰

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

فهرست

فصل ۱
فیزیک و اندازه‌گیری ۷

فصل ۲
کار، انرژی و توان ۲۳

فصل ۳
ویژگی فیزیکی مواد ۴۲

فصل ٤
دما و گرما ۷۵

فصل ۵
ترمودینامیک ۱۰۶

فصل ٦
الکتریسیتهٔ ساکن ۱۳۰

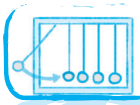
فصل ۷
جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم ۱۶۲

فصل ۸
مغناطیس ۱۹۷

فصل ۹
القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب ۲۱۸

فصل ۱۰
حرکت بر خط راست ۲۳۷

فصل ۱۱
دینامیک و حرکت دایره‌ای ۲۶۸


فصل ۱۲
نوسان و موج ۳۰۲

فصل ۱۳
برهم‌کنش‌های موج ۳۳۳

فصل ۱٤
آشنایی با فیزیک اتمی ۳۵۹

فصل ۱۵
آشنایی با فیزیک هسته‌ای ۳۷۸

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۳۹۲
پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۶۴۴

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

(فصل ۱)

فیزیک و اندازه‌گیری

(درس ۱)

مبانی فیزیک

ارزش هر انسانی به اندازهٔ چیزی است که دوستش دارد. «علامه جعفری»

روش علم

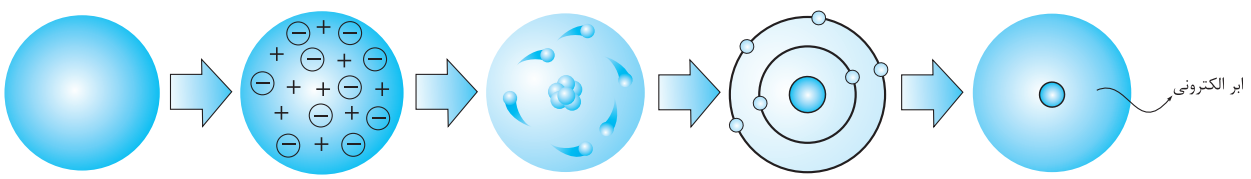
نظریه‌پردازان فیزیک برای خلق یک نظریه یا قانون کارهای زیر را انجام می‌دهند:

(الف) پدیده‌های طبیعی را مشاهده می‌کنند (منظور از مشاهده، بررسی دقیق یک پدیده و عوامل تأثیرگذار بر آن پدیده است). (ب) پدیده‌های طبیعی، بی‌حساب و کتاب و بی‌ارتباط به هم نیستند. آن‌ها در این مرحله سعی می‌کنند نظم موجود در پدیده‌ها و ارتباط بین آن‌ها را مشخص کنند. (پ) نتیجهٔ تحقیق خود را به شکل قانون، مدل یا نظریهٔ فیزیکی بیان می‌کنند. (ت) قانون‌ها، مدل‌ها یا نظریه‌های ارائه‌شده زمانی معتبرند که درستی آن‌ها توسط مشاهدات و آزمایش‌های جدید تأیید شوند، در غیر این‌صورت، باید آن‌ها را کنار بگذاریم.

اصلاح نظریه‌های فیزیکی

با رشد تکنولوژی و افزایش دقت وسایل اندازه‌گیری، مشاهده و آزمایش‌های دقیق‌تری را می‌توان انجام داد که این آزمایش‌های جدید ممکن است باعث ابطال یا تصحیح یک مدل یا نظریهٔ فیزیکی شوند. بنابراین نظریه‌های فیزیکی آزمون‌پذیرند و می‌توانند اصلاح شوند؛ این ویژگی اصلاً چیز بدی نیست! خیلی هم خوب است و به قول کتاب درسی «نقطهٔ قوت دانش فیزیک است».

نمونه نظریهٔ اتمی یکی از معروف‌ترین نظریه‌هایی است که بارها تغییر کرده، طوری که هر نظریه نسبت به نظریهٔ قبلی کامل‌تر شده و شناخت ما را نسبت به دنیای اتم‌ها بیشتر کرده است. شکل زیر مراحل دگردیسی این نظریه را نشان می‌دهد:



دالتون: مدل توپ بیلیارد — تامسون: مدل کیک کشمشی — رادرفورد: مدل هسته‌ای — بور: مدل سیاره‌ای — شرودینگر: مدل ابر الکترونی

قانون

قانون‌ها معمولاً به شکل گزاره‌هایی کلی و در عین حال واضح و مختصر بیان می‌شوند و نشان می‌دهند پدیده‌ها چگونه اتفاق می‌افتند. قوانین فیزیک معمولاً روابط ریاضی بین کمیت‌های فیزیکی را بیان و دامنهٔ وسیعی از پدیده‌های طبیعی را توصیف می‌کنند.

نمونه قانون دوم نیوتون $(F = ma)$ ارتباط ریاضی سه کمیت نیرو، جرم و شتاب را بیان می‌کند و در تمام شاخه‌های فیزیک کاربرد دارد.

اصل

معمولاً برای توصیف پدیده‌هایی که عمومیت کم‌تری دارند و دامنهٔ محدودتری از پدیده‌های طبیعی را شامل می‌شوند به جای قانون از اصطلاح «**اصل**» استفاده می‌کنیم.

نمونه طبق اصل پاسکال اگر به بخشی از شارهٔ ساکن و محصور، فشار وارد کنیم، فشار در همهٔ نقاط شاره به یک اندازه تغییر می‌کند. محدودیتی که برای ویژگی‌های شاره قائل شده‌ایم، باعث شده از اصطلاح اصل استفاده کنیم.

مدل‌سازی در فیزیک

اکثر پدیده‌های فیزیکی آن‌قدر پیچیده هستند که بررسی همه جانبهٔ آن‌ها خیلی سخت و گاهی نشدنی است. به طور مثال تحلیل حرکت یک برگ اصلاً کار ساده‌ای نیست. برگ با حرکت‌های انتقالی، پیچشی و چرخشی به سمت پایین سقوط می‌کند؛ تازه مقاومت هوا و وزش باد هم روی حرکت برگ اثر می‌گذارد و همهٔ این عوامل باعث می‌شوند نتوانیم تحلیل دقیقی از حرکت برگ ارائه دهیم. به همین خاطر باید یک سری عواملی را که در حرکت برگ چندان اثرگذار نیستند، نادیده بگیریم. به این کار، یعنی ساده‌کردن یک پدیدهٔ فیزیکی تا حدی که امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود، می‌گوییم «**مدل‌سازی**».

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

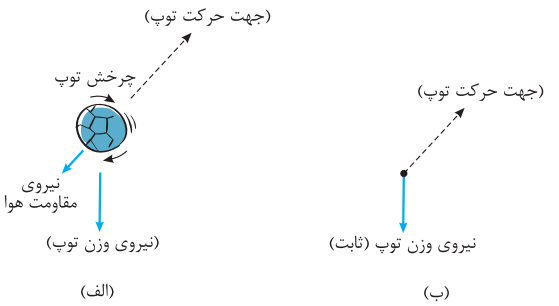
telegram.me/medabook_com www.medabook.com

نمونه وقتی توپی را مطابق شکل (الف) پرتاب می‌کنیم، عوامل جزئی زیادی حرکت توپ را پیچیده می‌کنند که در مدل‌سازی حرکت توپ از آن‌ها چشم می‌پوشیم:

۱) توپ را به صورت یک ذره در نظر می‌گیریم؛ با این ساده‌سازی، از چرخش توپ به دور خود و اندازه و شکل آن صرف‌نظر می‌کنیم (شکل ب).

۲) مقاومت هوا و باد به توپ نیرو وارد می‌کنند، وجود آن‌ها را نادیده می‌گیریم و فرض می‌کنیم توپ در خلأ حرکت می‌کند (شکل ب).

۳) وقتی توپ بالا می‌رود، وزن آن به طور جزئی کاهش می‌یابد، فرض می‌کنیم وزن توپ در ارتفاع‌های مختلف یکسان است (شکل ب).



پرسش آیا در مدل‌سازی حرکت توپ می‌توانیم از وزن توپ صرف‌نظر کنیم؟

پاسخ اصلاً اگر نیروی جاذبهٔ زمین نباشد، توپ از مدار زمین خارج و حرکت توپ کاملاً متفاوت با حرکت واقعی آن می‌شود.

در مدل‌سازی باید اثرهای **جزئی** را حذف کنیم، نه عوامل مهم و تعیین‌کننده در آن پدیده را.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- کدام‌یک از عبارت‌های زیر درست است؟ *(برگرفته از متن کتاب درسی ■)*

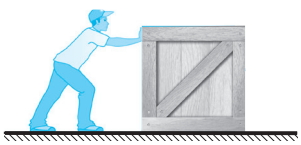
۱) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره ثابت و معتبر هستند.

۲) یک اصل در دامنهٔ وسیعی از پدیده‌ها معتبر است، اما یک قانون فیزیکی برای توصیف دامنهٔ محدودتری از پدیده‌های فیزیکی استفاده می‌شود.

۳) آزمایش و مشاهده بیشترین نقش را در پیشبرد و تکامل علم فیزیک ایفا کرده است.

۴) ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطهٔ قوت دانش فیزیک است.

۲- در شکل مقابل، شخصی در حال هل‌دادن یک جسم بزرگ است. برای مدل‌سازی این پدیده، کدام فرض مناسب است؟ *(متن کتاب درسی ■)*



۱) نیروی وزن وارد بر شخص و جسم را نادیده می‌گیریم.

۲) جسم را به صورت یک ذره در نظر می‌گیریم.

۳) از نیروی اصطکاک وارد بر شخص و جسم صرف‌نظر می‌کنیم.

۴) فرض می‌کنیم جسم همواره ساکن باقی می‌ماند.

۳- خودرویی که در حال حرکت است، ترمز کرده و پس از طی مسافتی متوقف می‌شود. برای مدل‌سازی این پدیده کدام‌یک از ساده‌سازی‌های زیر نامناسب است؟

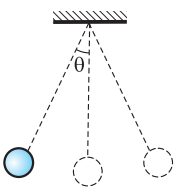
۱) با صرف‌نظر از اندازه و شکل خودرو آن را به صورت یک ذره در نظر می‌گیریم.

۲) از چرخش چرخ‌ها صرف‌نظر کرده و خودرو را همانند یک جسم صُلب در نظر می‌گیریم.

۳) فرض می‌کنیم خودرو در خلأ حرکت می‌کند و از مقاومت هوا چشم‌پوشی می‌کنیم.

۴) از اصطکاک بین خودرو و زمین صرف‌نظر می‌کنیم.

۴- شکل زیر، گلولهٔ کوچکی را نشان می‌دهد که به وسیلهٔ نخی از سقف آویزان شده است. گلوله را اندکی از وضع تعادل خود جابه‌جا کرده و رها می‌کنیم تا حرکت رفت و برگشتی انجام دهد. برای مدل‌سازی این پدیده کدام ساده‌سازی مناسب نیست؟



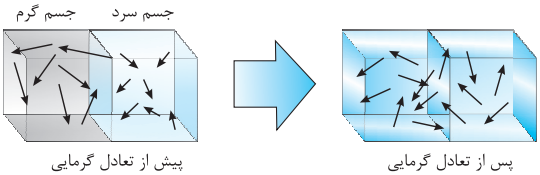
۱) از نیروی وزن نخ در مقابل نیروی وزن گلوله صرف‌نظر می‌کنیم.

۲) از مقاومت هوا و اصطکاک چشم‌پوشی می‌کنیم.

۳) فرض می‌کنیم زاویهٔ انحراف گلوله از وضع تعادل (θ) خیلی کوچک باشد.

۴) مسیر حرکت گلوله را به صورت قسمتی از یک دایره در نظر می‌گیریم.

۵- شکل زیر، تعادل گرمایی بین دو جسم با دمای متفاوت را نشان می‌دهد. برای مدل‌سازی این پدیده، چندتا از ساده‌سازی‌های زیر مناسب است؟



الف) دو جسم را به صورت دو ذره در نظر می‌گیریم که در حال مبادلهٔ گرما هستند.

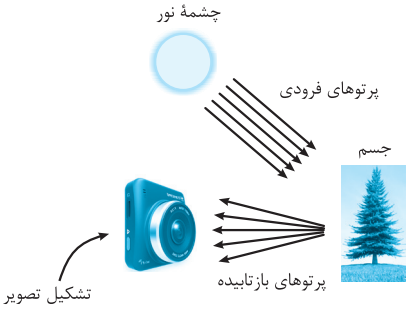
ب) فرض می‌کنیم دو جسم هیچ گرمایی با محیط مبادله نمی‌کنند.

پ) گرمای ویژهٔ دو جسم را یکسان در نظر می‌گیریم.

ت) فرض می‌کنیم در هر لحظه، دمای قسمت‌های مختلف هر یک از جسم‌ها یکسان است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶- شکل مقابل، چگونگی تشکیل تصویر را در یک دوربین عکاسی نشان می‌دهد. دربارهٔ مدل‌سازی این پدیده، کدام فرض نادرست است؟ *(پرسش کتاب درسی ■)*



۱) از مدل پرتوی نور برای مدل‌سازی انتشار نور استفاده می‌کنیم.

۲) باریکهٔ نور را به صورت پرتوهای موازی نور مدل‌سازی می‌کنیم.

۳) فرض می‌کنیم پرتوهایی که از یک چشمهٔ نور خیلی دور می‌آیند، با هم موازی‌اند.

۴) فرض می‌کنیم پرتوهایی که از یک جسم حقیقی بازتاب می‌شوند، همگرا هستند و یک تصویر تشکیل می‌دهند.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

(درس ۲)

کمیت‌های فیزیکی و دستگاه بین‌المللی یکاها

طبقه‌بندی کمیت‌ها

در فیزیک به هر چیزی که قابل اندازه‌گیری باشد، «**کمیت**» می‌گوییم؛ مثل دما، سرعت و ... .

کمیت‌ها را از یک لحاظ کلی می‌توان به دو دستهٔ «**نرده‌ای**» و «**برداری**» تقسیم کرد:

کمیت نرده‌ای

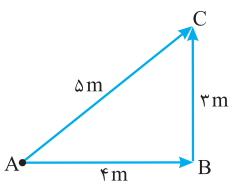
کمیت‌هایی که صرفاً با یک عدد و یکای مناسب شناسایی می‌شوند، «**کمیت نرده‌ای**» می‌گوییم. این کمیت‌ها از قواعد جمع جبری *(همانی که در دورهٔ دبستان فوانده‌اید!)* پیروی می‌کنند.

نمونه جرم، یک کمیت نرده‌ای است که با یک عدد و یکای مناسب (مثل ۶۵ kg) بیان می‌شود. ضمن این‌که جرم از قواعد جمع معمولی پیروی می‌کند (مثلاً همیشه $۳\ kg + ۴\ kg = ۷\ kg$ است.)

کمیت برداری

این کمیت‌ها یک چیز اضافه‌تر از کمیت‌های نرده‌ای دارند: **جهت**، بنابراین از قواعد جمع برداری پیروی می‌کنند.

نمونه اگر از شخصی آدرس محلی را بپرسید و او جواب بدهد ۲ km، آن محل را نمی‌توانید پیدا کنید! جهت رسیدن به آن مکان نیز باید مشخص شود؛ پس جابه‌جایی و مکان، کمیت‌هایی برداری هستند. فرض کنید شخصی مطابق شکل روبه‌رو، ابتدا فاصلهٔ $AB = ۴\ m$ و سپس $BC = ۳\ m$ را طی می‌کند. شخص در این حرکت ۵ m جابه‌جا می‌شود: $AC = ۵\ m$



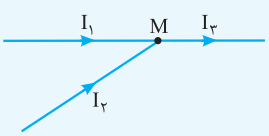
همان‌طور که می‌بینید جابه‌جایی را نمی‌توانیم با استفاده از جمع معمولی حساب کنیم.

کمیت‌های برداری را به کمک پیکانی بالای نماد آن کمیت نشان می‌دهیم؛ مثل $\vec{F}$ که نماد نیرو و $\vec{v}$ که نماد سرعت است. حذف پیکان از روی نماد یک کمیت برداری به معنی بیان اندازهٔ آن کمیت است. مثلاً اگر نیروی وارد بر جسمی ۲ N است، این موضوع باید به شکل $F = ۲\ N$ مطرح شود ($\vec{F} = ۲\ N$ اشتباه است).

تست **در کدام‌یک از گزینه‌های زیر، همهٔ کمیت‌ها برداری هستند؟**

۱) گرما، انرژی جنبشی، فشار ۲) جریان الکتریکی، جرم، نیرو ۳) تندی، جابه‌جایی، مسافت ۴) وزن، شتاب، سرعت

پاسخ **گزینهٔ ۴** به سه‌تا نکته توجه کنید. یکی این‌که وقتی کمیتی از جنس نرده‌ای یا برداری است، تمام اعضای خانوادهٔ آن کمیت از همان جنس‌اند. مثلاً همهٔ انرژی‌ها نرده‌ای‌اند؛ انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل، انرژی گرمایی و خلاصه همهٔ انرژی‌ها. با این حساب «وزن» هم که از جنس نیرو است، برداری است. نکتهٔ دوم در مورد «جریان الکتریکی» است. با این‌که برای جریان جهت قائل می‌شویم، اما این کمیت برداری نیست! چون تابع قاعدهٔ جمع برداری نیست. به طور مثال در شکل روبه‌رو، جریان‌های $I_۱$ و $I_۲$ به گره M وارد و $I_۳$ از آن خارج می‌شود. سیم‌های حامل جریان‌های $I_۱$ و $I_۲$ هر زاویه‌ای با هم بسازند، تساوی $I_۱ + I_۲ = I_۳$ برقرار است؛ یک کمیت برداری چنین خاصیتی ندارد.



و اما نکتهٔ سوم: **از تقسیم یک کمیت برداری به یک کمیت نرده‌ای، یک کمیت برداری ایجاد می‌شود.** مثلاً شتاب، حاصل تقسیم کمیت برداری نیرو بر کمیت نرده‌ای جرم است: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$

جابه‌جایی برداری است؛ مسافت نرده‌ای. سرعت برداری است؛ تندی نرده‌ای.

یکا (واحد)

به مقدار مشخصی از یک کمیت «یکا (یا واحد)» آن کمیت می‌گویند. اندازه‌گیری یک کمیت به معنی مقایسهٔ آن کمیت با یکای آن است (به طور مثال وقتی می‌گوییم «طول جسمی ۳ m است»، یعنی طول جسم ۳ برابر یکای اندازه‌گیری طول است).

ویژگی‌های یکای استاندارد اندازه‌گیری:
۱) تغییرناپذیر باشد.
۲) قابل بازتولید در مکان‌های مختلف باشد.

نمونه یکای «**یارد**» به صورت فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیدهٔ هنری اول (پادشاه انگلستان) تعریف شد و هنوز هم در بعضی کشورها برای اندازه‌گیری طول به کار می‌رود. بدترین یکای ممکن! نه ویژگی اول را دارد، نه ویژگی دوم را! *(هنری اول حدود ۹۰۰ ساله مرده!)*

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

کمیت‌های اصلی و فرعی

مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها، طبقه‌بندی جدیدی از کمیت‌ها ارائه داد و آن‌ها را به دو دستهٔ اصلی و فرعی تقسیم کرد.

کمیت‌های اصلی

کمیت‌هایی هستند که یکای آن‌ها به طور مستقل تعریف می‌شود. به مجموعهٔ یکاهای این کمیت‌ها «**یکاهای اصلی**» می‌گویند. تعداد این کمیت‌ها ۷تا است که همراه با یکای آن‌ها در دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) در جدول زیر فهرست شده‌اند.

کمیت	نام یکا (در SI)	نماد یکا (در SI)
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کلوین	K
مقدار ماده	مول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کَندلا (شمع)	cd

کمیت‌های فرعی

کمیت‌هایی هستند که یکاهای آن‌ها حاصل‌ضرب یا تقسیم دو یا چند یکای اصلی است. به یکاهای این کمیت‌ها «**یکاهای فرعی**» می‌گویند. به طور مثال، سرعت یک کمیت فرعی است که یکای آن حاصل تقسیم دو یکای اصلی (m/s) است.

بعضی یکاهای فرعی را با نام به‌خصوصی بیان می‌کنیم؛ مثل نیوتون، ژول و ...؛ بعضی هم اسم ندارند (مثل m/s).

برای تشخیص رابطهٔ یکای فرعی با یکاهای اصلی باید رابطهٔ ریاضی که کمیت‌های مربوط به یکاها را به هم ربط می‌دهد پیدا کنیم و سپس جای کمیت‌های به کار رفته در رابطه را به یکای آن‌ها بدهیم.

نمونه می‌خواهیم رابطهٔ یکای نیرو در SI (یعنی نیوتون) را با یکاهای اصلی مشخص کنیم. با توجه به قانون دوم نیوتون می‌نویسیم:

$$F = ma \rightarrow (\text{یکای } F) = (\text{یکای } m).(\text{یکای } a) \rightarrow N = kg \times m/s^2$$

تست یکاهای ژول و پاسکال کدام رابطه را با یکدیگر دارند؟

۱) $Pa = J.m$ ۲) $Pa = J/m^3$ ۳) $Pa = J.m^3$ ۴) $Pa = J/m$

پاسخ گزینهٔ ۲ با توجه به رابطهٔ فشار و نیرو:

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow P\ \text{یکای} = \frac{F\ \text{یکای}}{A\ \text{یکای}} \rightarrow Pa = \frac{N}{m^2} \rightarrow N = Pa.m^2 \quad (I)$$

و با توجه به رابطهٔ کار و جابه‌جایی:

$$W = Fd \rightarrow W\ \text{یکای} = (\text{یکای } F).(\text{یکای } d) \rightarrow J = N.m \quad (II)$$

از مقایسهٔ (I) و (II) نتیجه می‌گیریم:

$$J = (Pa.m^2) \times m \rightarrow Pa = J/m^3$$

سازگاری یکاها

دو طرف یک رابطهٔ فیزیکی قطعاً از جنس یک کمیت فیزیکی‌اند (مثلاً نمی‌شود یک طرف رابطه از جنس نیرو باشد و طرف دیگر از جنس انرژی)، بنابراین یکای دو طرف یک تساوی فیزیکی برابر است.

تست شتاب (a)، فاصله (x) و زمان (t) یک متحرک با رابطهٔ $a = 2xt^P$ به یکدیگر مربوط هستند (۲ عددی بدون یکا است). P چه عددی باشد تا معادلهٔ این متحرک درست باشد؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $-\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) -2

پاسخ گزینهٔ ۴ با توجه به سازگاری یکاهای دو طرف رابطه، می‌نویسیم:

$$(\text{یکای } a) = (\text{یکای } x)(\text{یکای } t)^P$$

$$m/s^2 = m \times s^P \rightarrow s^{-2} = s^P \rightarrow P = -2$$

بررسی سه یکای اصلی (متر ـ کیلوگرم ـ ثانیه)

طول

مطالب زیر سیر تکامل یکای طول (متر) را در گذر زمان نشان می‌دهد:

الف) یک ده‌میلیونیم $(\frac{1}{10^7})$ فاصلهٔ استوا تا قطب شمال. **ب)** فاصلهٔ میان دو خراش ظریف در نزدیکی دو انتهای میله‌ای از جنس پلاتین ـ ایریدیم در دمای صفر درجهٔ سلسیوس. **پ)** مسافتی که نور در مدت $\frac{1}{299792458}$ s در خلأ طی می‌کند.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

یکای متر برای مقاصد نجومی یکای کوچکی است و در این زمینه از یکاهای بزرگ‌تری مثل «**یکای نجومی**» و «**سال نوری**» استفاده می‌شود.

یکای نجومی (AU)

برابر میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید است. با توجه به این‌که نور با تندی تقریبی $۳\times۱۰^{۸}\ m/s$ فاصلهٔ خورشید تا زمین را در مدت تقریبی ۸ دقیقه و ۲۰ ثانیه طی می‌کند، یکای نجومی برابر است با:

$$x=vt \rightarrow ۱\,AU\simeq ۳\times۱۰^{۸}\times(۸\times۶۰+۲۰)=۳\times۱۰^{۸}\times۵۰۰ \rightarrow \boxed{۱\,AU\simeq ۱/۵\times۱۰^{۱۱}\,m}$$

سال نوری (ly)

مسافتی است که نور در مدت یک سال در خلأ طی می‌کند. برای محاسبهٔ این فاصله به روش زیر عمل می‌کنیم:

$$۱\,year=۳۶۵\,day=۳۶۵\times۲۴\,h=۳۶۵\times۲۴\times۳۶۰۰\,s=۳۱۵۳۶۰۰۰\,s$$

$$x=vt \rightarrow ۱\,ly\simeq ۳\times۱۰^{۸}\times۳۱۵۳۶۰۰۰=۹۴۶۰۸\times۱۰^{۱۱}\,m \rightarrow \boxed{۱\,ly\simeq ۹/۵\times۱۰^{۱۵}\,m}$$

تست تقریباً ۸ دقیقه طول می‌کشد تا نور از سطح خورشید به زمین برسد. با این فرض، یک سال نوری چند برابر یکای نجومی است؟

۱) ۲۱۹۰۰ ۲) ۳۲۸۵۰ ۳) ۶۵۷۰۰ ۴) ۱۳۱۴۰۰

پاسخ گزینهٔ ۳

$$\frac{۱\,ly}{۱\,AU}=\frac{v\times t_{\text{سال }۱}}{v\times t_{\text{دقیقه }۸}}=\frac{۳۶۵\times۲۴\times۶۰\,(min)}{۸\,(min)}=۶۵۷۰۰$$

جرم

یکای جرم در SI کیلوگرم است. یک کیلوگرم جرم استوانه‌ای از جنس آلیاژ پلاتین-ایریدیم است که در موزهٔ سِور فرانسه نگه‌داری می‌شود و نمونه‌های مشابهی از آن برای هر کشور ارسال شده است.

زمان

در هر رویدادی که به طور منظم و در بازه‌های زمانی یکسان اتفاق می‌افتد، می‌توان برای تعریف یکای زمان استفاده کرد. طبق یک تعریف قدیمی «یک ثانیه $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ میانگین روز خورشیدی است». چون زمان یک شبانه‌روز ثابت نیست، این تعریف منسوخ شده و در حال حاضر ثانیه براساس ساعت‌های اتمی تعریف می‌شود.

تبدیل یکاها

ضریب تبدیل

اگر یکای y با یکای x رابطهٔ $y=ax$ را داشته باشند، به نسبت $(\frac{y}{ax})$ یا $(\frac{ax}{y})$ «ضریب تبدیل» یکاهای y و x می‌گوییم. در واقع ضریب تبدیل، نسبتی از یکاها است که برابر ۱ است.

نمونه هر ساعت ۳۶۰۰ ثانیه است؛ پس $(\frac{۱\,h}{۳۶۰۰\,s})$ یا $(\frac{۳۶۰۰\,s}{۱\,h})$ ضریب تبدیل این دو یکا به یکدیگر هستند.

با فرض $y=ax$، برای تبدیل عددی برحسب یکای y به یکای x کافی است عدد موردنظر را در ضریب تبدیل $(\frac{ax}{y})$ ضرب کنیم. به این روش در تبدیل یکاها به یکدیگر می‌گوییم «**تبدیل زنجیره‌ای**».

نمونه فرض کنیم با استفاده از ضریب تبدیل مناسب می‌خواهیم ببینیم ۲۴ h چند ثانیه است. با توجه به این‌که هر ساعت ۳۶۰۰ s است، می‌نویسیم:

$$۲۴\,h=(۲۴\,h)(۱)=(۲۴\,h)(\frac{۳۶۰۰\,s}{۱\,h})=۲۴\times۳۶۰۰\,s=۸۶۴۰۰\,s$$

توجه کنید که اگر در نمونهٔ بالا از ضریب تبدیل $(\frac{۱\,h}{۳۶۰۰\,s})$ استفاده می‌کردیم، یکاهای h با هم ساده نمی‌شدند. **همیشه باید از ضریب تبدیلی استفاده کنید که صورت آن برحسب یکایی باشد که می‌خواهیم به دست آوریم و مخرج آن شامل یکایی باشد که می‌خواهیم آن را حذف کنیم.**

تست طول زمینی ۱۰۰ یارد است. طول این زمین تقریباً چند سانتی‌متر است؟ (۱ یارد برابر ۳ فوت و هر فوت برابر ۱۲ اینچ و هر اینچ تقریباً ۲/۵ سانتی‌متر است.)

۱) ۹۰۰ ۲) ۱۴۴۰ ۳) ۳۰۰۰ ۴) ۹۰۰۰

پاسخ گزینهٔ ۴ رابطهٔ مستقیم یکاهای یارد و سانتی‌متر مطرح نشده است. باید سه‌تا ضریب تبدیل به کار ببریم. یکی از آن‌ها یارد (yd) را به فوت (ft)، دیگری فوت را به اینچ (in) و آخری اینچ را به سانتی‌متر (cm) تبدیل کند:

$$۱=۱۰۰\,yd=(۱۰۰\,yd)(۱)(۱)(۱)$$

$$۱=(۱۰۰\,yd)(\frac{۳\,ft}{۱\,yd})(\frac{۱۲\,in}{۱\,ft})(\frac{۲/۵\,cm}{۱\,in})=۱۰۰\times۳\times۱۲\times۲/۵\,cm=۹۰۰۰\,cm$$

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

تست سه اتومبیل A، B و C به ترتیب با تندی‌های ۳۰ متر بر ثانیه، ۷۲ کیلومتر بر ساعت و ۳ مایل بر دقیقه حرکت می‌کنند. کدام مقایسه بین تندی سه اتومبیل درست است؟ (هر مایل ۱۶۰۹ m است.)

۱) $v_A > v_B > v_C$ ۲) $v_C > v_B > v_A$ ۳) $v_A > v_C > v_B$ ۴) $v_C > v_A > v_B$

پاسخ گزینهٔ ۴ تندی اتومبیل‌های B و C را برحسب متر بر ثانیه به دست می‌آوریم تا بتوانیم به راحتی آن‌ها را مقایسه کنیم:

$$v_B = ۷۲\,km/h = (۷۲\,\frac{km}{h})(۱)(۱) = (۷۲\,\frac{km}{h})(\frac{۱\,h}{۳۶۰۰\,s})(\frac{۱۰۰۰\,m}{۱\,km}) = \frac{۷۲}{۳/۶}\,m/s = ۲۰\,m/s$$

$$v_C = ۳\,\frac{mi}{min} = (۳\,\frac{mi}{min})(۱)(۱) = (۳\,\frac{mi}{min})(\frac{۱\,min}{۶۰\,s})(\frac{۱۶۰۹\,m}{۱\,mi}) = \frac{۱۶۰۹}{۲۰}\,m/s \simeq ۸۰\,m/s \Rightarrow v_C > v_A > v_B$$

پیشوندهای یکاها

یکی از خوبی‌های دستگاه SI این است که می‌توانید با اضافه‌کردن پیشوندهایی به یکاهای اصلی، آن یکاها را به اندازهٔ کافی کوچک یا بزرگ کنید. این پیشوندها در جدول روبه‌رو فهرست شده‌اند. (پیشوندهایی که کاربرد بیشتری دارند با رنگ مشخص شده‌اند.)

پیشوندهای افزاینده			پیشوندهای کاهنده		
ضریب	نماد	نام پیشوند	ضریب	نماد	نام پیشوند
$۱۰^{۱}$	da	دِکا	$۱۰^{-۱}$	d	دِسی
$۱۰^{۲}$	h	هِکتو	$۱۰^{-۲}$	c	سانتی
$۱۰^{۳}$	k	کیلو	$۱۰^{-۳}$	m	میلی
$۱۰^{۶}$	M	مگا	$۱۰^{-۶}$	μ	میکرو
$۱۰^{۹}$	G	گیگا (جیگا)	$۱۰^{-۹}$	n	نانو
$۱۰^{۱۲}$	T	ترا	$۱۰^{-۱۲}$	p	پیکو
$۱۰^{۱۵}$	P	پِتا	$۱۰^{-۱۵}$	f	فِمتو

نمونه اضافه‌کردن پیشوند میکرو در کنار یکای اصلی، آن یکا را یک میلیون بار کوچک‌تر و اضافه‌کردن پیشوند مگا در کنار یکای اصلی، آن یکا را یک میلیون بار بزرگ‌تر می‌کند:

$$۱\,\mu m = ۱۰^{-۶}\,m \quad , \quad ۱\,Mm = ۱۰^{۶}\,m$$

$۱\,\mu m$ را یک «**میکرون**» می‌نامند.

تست جرم یک گیرهٔ کاغذ $۱۰^{-۴}\,kg$ است. جرم این گیره چند میلی‌گرم است؟

۱) $۱۰^{۲}$ ۲) $۱۰^{-۱}$ ۳) $۱۰^{-۳}$ ۴) $۱۰^{-۷}$

پاسخ گزینهٔ ۱ **راه اول** با استفاده از تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$۱۰^{-۴}\,kg = (۱۰^{-۴}\,kg)(۱)(۱) = (۱۰^{-۴}\,kg)(\frac{۱۰^{۳}\,g}{۱\,kg})(\frac{۱\,mg}{۱۰^{-۳}\,g}) = ۱۰^{-۴} \times ۱۰^{۶}\,mg = ۱۰^{۲}\,mg$$

راه دوم در واقع می‌خواهیم بدانیم $\frac{۱۰^{-۴}\,kg}{۱\,mg}$ چه مقدار است. می‌نویسیم:

$$\frac{۱۰^{-۴}\,kg}{۱\,mg} = \frac{۱۰^{-۴} \times ۱۰^{۳}\,g}{۱ \times ۱۰^{-۳}\,g} = ۱۰^{۲}$$

هنگام تبدیل یکاهای توان‌دار به یکدیگر، مضرب معادل پیشوند را هم باید به توان برسانید.

نمونه به روش تبدیل یکاهای $m^۲$ به $cm^۲$ و $m^۳$ به $cm^۳$ توجه کنید:

$$۱\,m = ۱۰^{۲}\,cm$$

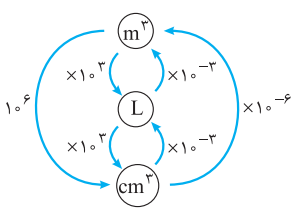
$$(۱\,m)^۳ = (۱۰^{۲}\,cm)^۳ \rightarrow ۱\,m^۳ = ۱۰^{۶}\,cm^۳$$

$$(۱\,m)^۲ = (۱۰^{۲}\,cm)^۲ \rightarrow ۱\,m^۲ = ۱۰^{۴}\,cm^۲$$

یک هکتومتر مربع را یک «**هکتار**» می‌نامیم. طبق محاسبات زیر **هر هکتار ۱۰ هزار متر مربع است**:

$$۱\,hm = ۱۰^{۲}\,m \rightarrow (۱\,hm)^۲ = (۱۰^{۲}\,m)^۲ \rightarrow ۱\,hm^۲ = ۱۰^{۴}\,m^۲ \rightarrow \text{۱ هکتار} = ۱۰۰۰۰\,m^۲$$

هر لیتر (L) معادل $۱۰۰۰\,cm^۳$ است؛ بنابراین برای تبدیل یکاهای $m^۳$، L و $cm^۳$ به یکدیگر می‌توانید از شکل روبه‌رو استفاده کنید.



تغییرات یک کمیت در واحد زمان را **آهنگ تغییر** آن کمیت می‌نامند.

نمونه وقتی می‌گوییم آهنگ رشد گیاهی $۱۰\,\mu m/s$ است، یعنی این گیاه در هر ثانیه ۱۰ μm رشد می‌کند.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

تست از یک شلنگ آب با آهنگ ۵۰ لیتر بر دقیقه خارج می‌شود. چند ساعت طول می‌کشد تا توسط این شلنگ، استخری به ابعاد $۲\,m \times ۶\,m \times ۵\,m$ از آب پر شود؟

۱) ۲ ۲) ۱۲ ۳) ۲۰ ۴) ۷۲

پاسخ گزینهٔ ۳ حجم استخر برابر است با:

$$V = ۵ \times ۶ \times ۲ = ۶۰\ m^۳$$

آهنگ خروج آب از شلنگ را برحسب متر مکعب بر دقیقه حساب می‌کنیم:

$$۵۰\ \frac{L}{min} = ۵۰ \times \frac{۱۰^{-۳}\ m^۳}{min} = ۵ \times ۱۰^{-۲}\ m^۳ / min$$

پس هر دقیقه $۰/۰۵\ m^۳$ آب به آب استخر اضافه می‌شود و زمان پرشدن استخر (t) را می‌توان به صورت زیر حساب کرد:

$$V = \text{آهنگ خروج آب} \times \text{زمان} \rightarrow (۶۰\ m^۳) = (۵ \times ۱۰^{-۲}\ \frac{m^۳}{min}) \times t \rightarrow t = ۱۲۰۰\ min = ۲۰ \times ۶۰\ min = ۲۰\ h$$

نمادگذاری علمی

نمادگذاری علمی روش مناسبی برای نوشتن اعداد بسیار بزرگ یا بسیار کوچک است. در این روش هر عدد را به شکل حاصل‌ضرب عددی از ۱ تا ۱۰ در توان صحیحی از ۱۰ می‌نویسند. بنابراین، عدد x با استفاده از نمادگذاری علمی به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$x = a \times ۱۰^n \quad (۱ \le a < ۱۰, n \in \mathbb{Z})$$

نمونه سرعت نور در خلأ $۲۹۹۷۹۲۴۵۸\ m/s$ است. این عدد به کمک نمادگذاری علمی به شکل $۲/۹۹۷۹۲۴۵۸ \times ۱۰^۸\ m/s$ نوشته می‌شود. (توان ۸ برابر تعداد رقم‌هایی است که بعد از ممیز قرار داده‌ایم.) قطر میانگین یک گلبول قرمز $۰/۰۰۰۰۰۷۱\ m$ است. این عدد با استفاده از نمادگذاری علمی به شکل $۷/۱ \times ۱۰^{-۶}\ m$ نوشته می‌شود (عدد ۶ بیانگر تعداد رقم‌هایی است که ممیز به سمت راست رفته است).

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۷- کدام عبارت دربارهٔ یک کمیت فیزیکی نادرست است؟

۱) به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، کمیت فیزیکی می‌گوییم.

۲) یکای هر کمیت، مقدار معینی از همان کمیت است.

۳) همهٔ کمیت‌های فیزیکی دارای یکا هستند.

۴) کمیت‌هایی که یکای آن‌ها به طور مستقل تعریف شده است را کمیت‌های اصلی می‌نامیم.

۸- آیا لازم است برای هر یک از کمیت‌های فیزیکی یکای مستقلی تعریف شود؟ چرا؟

۱) بله، چون تعداد کمیت‌های فیزیکی محدود است.

۲) بله چون هر کمیتی یکای مخصوص به خود را دارد.

۳) خیر، چون در عمل با تمام کمیت‌های فیزیکی سروکار نداریم.

۴) خیر، چون رابطه‌ها و تعریف‌های فیزیکی کمیت‌ها را به هم مربوط می‌کند.

۹- در دستگاه SI ..... از کمیت‌های اصلی و ..... از کمیت‌های فرعی می‌باشند. *(سراسری ریاضی ■ ۸۶)*

۱) حجم و جرم ـ زمان و انرژی ۲) جرم و زمان ـ طول و نیرو

۳) طول و جرم ـ مساحت و نیرو ۴) نیرو و دما ـ سرعت و شدت جریان

۱۰- کدام‌یک از گزینه‌های زیر از یکاهای اصلی در SI نمی‌باشد؟

۱) آمپر ۲) مول ۳) گرم ۴) کندلا

۱۱- از میان کمیت‌های زیر، دوتا جزو کمیت‌های اصلی هستند. یکای این دو کمیت در SI مطابق کدام گزینه است؟

نیرو، فشار، مقدار ماده، انرژی، شدت روشنایی و توان

۱) نیوتون، ژول ۲) پاسکال، وات ۳) کیلوگرم، کندلا ۴) مول، شمع

۱۲- می‌دانیم نیوتون (N) یکای نیرو، پاسکال (Pa) یکای فشار، ژول (J) یکای انرژی و وات (W) یکای توان در SI هستند. کدام کمیت برحسب یکاهای اصلی به درستی بیان نشده است؟

۱) $N = \frac{kg.m}{s^۲}$ ۲) $Pa = \frac{kg}{m.s^۲}$ ۳) $J = \frac{kg.m}{s^۳}$ ۴) $W = \frac{kg.m^۲}{s^۳}$

۱۳- چندتا از کمیت‌های زیر نرده‌ای هستند؟

مسافت، جابه‌جایی، سرعت، تندی، جرم و وزن

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

۱۴- کدام گروه از کمیت‌های زیر همگی برداری هستند؟ (آزمون پیش‌دانشگاهی ریاضی ■ ۷۷)

۱) توان، اندازهٔ حرکت، سرعت
۲) سرعت، نیرو، شتاب
۳) شتاب، انرژی، نیرو
۴) مکان، اندازهٔ حرکت، کار

۱۵- کدام‌یک از عبارت‌های زیر دربارهٔ کمیت‌های برداری کامل‌تر است؟

۱) هر کمیتی که قابل اندازه‌گیری باشد، برداری است.
۲) کمیتی است که تنها بزرگی دارد.
۳) کمیتی است که علاوه بر بزرگی، جهت هم دارد.
۴) کمیتی است که از قاعدهٔ جمع برداری پیروی می‌کند.

۱۶- می‌توان برای زمان جهت قائل شد (از گذشته به حال مثبت)، هم‌چنین جریان الکتریکی در یک سیم دارای جهت است. با این وصف کمیت‌های زمان و جریان الکتریکی به ترتیب از چه نوع‌اند؟ (تمرین فیزیک دانشگاهی ▲)

۱) برداری، برداری
۲) عددی، برداری
۳) برداری، عددی
۴) عددی، عددی

۱۷- مکان یک ذره (x) نسبت به زمان (t) با تابع $x = At - t^3$ بیان شده است. A چه کمیتی است؟

۱) مکان ۲) سرعت ۳) شتاب ۴) زمان

۱۸- شعاع اتم هیدروژن برابر ۰/۵۳ آنگستروم است. شعاع این اتم با نمادگذاری علمی چند متر است؟

۱) $0/53\times10^{-9}$
۲) $0/53\times10^{-10}$
۳) $5/3\times10^{-10}$
۴) $5/3\times10^{-11}$

۱۹- با توجه به پیشوندهای یکاها، کدام عبارت نادرست است؟

۱) هر دقیقه معادل 6×10^{10} نانوثانیه است.
۲) هر متر مربع معادل 10^4 سانتی‌متر مربع است.
۳) هر لیتر معادل یک دسی‌متر مکعب است.
۴) هر کیلومتر مربع معادل 10^3 هکتار است.

۲۰- در کدام گزینه، تبدیل یکاها نادرست است؟

۱) $1\,m/s = 3/6\,km/h$
۲) $1\,g/cm^3 = 1000\,kg/m^3$
۳) $1\,cm^3/s = 0/6\,L/min$
۴) $1\,g/L = 1\,kg/m^3$

۲۱- حداکثر سرعت مجاز در یک جادهٔ کوهستانی، ۴۵ مایل بر ساعت است. اگر هر مایل برابر ۱۶۰۰ متر باشد، این سرعت چند متر بر ثانیه است؟ (تمرین فیزیک پایه ■)

۱) ۷/۸ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۸/۱

۲۲- از شلنگی آب با آهنگ $75\,cm^3/s$ خارج می‌شود. آهنگ خروج آب از این شلنگ چند لیتر بر دقیقه است؟ (تمرین کتاب درسی ▲)

۱) ۳ ۲) ۴/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۲۵

۲۳- هواپیمایی در فاصلهٔ ۳۰۰۰۰ پا (فوت) از سطح آزاد دریاها در حال پرواز است. ارتفاع پرواز این هواپیما چند کیلومتر است؟ $(1\,in \simeq 2/5\,cm\,,1\,ft = 12\,in)$ (تمرین کتاب درسی ■)

۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۹ ۴) ۳۰

۲۴- ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول هستند. هر ذرع ۱۰۴ سانتی‌متر و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع است. یک فرسنگ مربع تقریباً چند هکتار است؟ (تمرین کتاب درسی ▲)

۱) ۶/۲۴ ۲) ۳۹ ۳) ۳۹۰۰ ۴) ۶۲۴۰

۲۵- جرم الماس کوه نور ۱۸۲ قیراط است. اگر هر قیراط ۲۰۰ میلی‌گرم و هر مثقال معادل ۴/۶۸ گرم باشد، جرم این الماس تقریباً چند مثقال است؟ (تمرین کتاب درسی ▲)

۱) ۷/۷۸ ۲) ۸/۳۱ ۳) ۳۶/۴ ۴) ۳۸/۹

۲۶- خروار، از جمله یکاهای قدیمی ایران برای اندازه‌گیری جرم است. هر خروار تقریباً معادل چند کیلوگرم است؟ (فعالیت کتاب درسی ■)

(۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز، ۱ من تبریز = ۶۴۰ مثقال و ۱ مثقال = ۴/۶۸ گرم)

۱) ۳ ۲) ۱۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۳۰۰

۲۷- گیاهی در مدت ۵ روز، ۲۱/۶ سانتی‌متر رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه چند میکرومتر بر ثانیه است؟ (تمرین کتاب درسی ▲)

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

۲۸- سال نوری (ly) واحد اندازه‌گیری چه کمیتی است و اگر ۵۰۰ ثانیه طول بکشد تا نور از خورشید به زمین برسد، یک یکای نجومی (AU) معادل چند متر است؟ $(c = 3\times10^8\,m/s)$ (تمرین کتاب درسی ▲)

۱) طول، 6×10^5 ۲) طول، $1/5\times10^{11}$ ۳) زمان، 6×10^5 ۴) زمان، $1/5\times10^{11}$

۲۹- اتومبیلی برای پیمودن ۱۰۰ مایل، $\frac{8}{3}$ گالن بنزین مصرف می‌کند. این اتومبیل با مصرف هر لیتر سوخت چند کیلومتر را طی می‌کند؟ (هر گالن برابر با ۳/۷۵ لیتر و هر مایل معادل ۱/۶ کیلومتر است.) (تمرین فیزیک دانشگاهی ▲)

۱) ۵ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۶

۳۰- کالایی برای رسیدن به مقصد باید ۵۰ مایل را با قطاری با تندی $40\,km/h$ و ۴۵ مایل را با یک کشتی با تندی ۱۵ گرهٔ دریایی طی کند. کل زمانی که برای حمل کالا صرف می‌شود، چند ساعت است؟ (هر مایل در خشکی تقریباً ۱۶۰۰ متر و در دریا تقریباً ۱۸۰۰ متر است و هر گرهٔ دریایی تقریباً معادل $0/5\,m/s$ است). (برگرفته از تمرین کتاب درسی ▲)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

درس ۳

اندازه‌گیری

هیچ اندازه‌گیری‌ای نمی‌تواند بی‌نقص باشد و به دلیل محدودیت در ساخت ابزارهای اندازه‌گیری و خطاهای انسانی، همهٔ اندازه‌گیری‌ها با **خطا** و عدم قطعیت همراه هستند؛ اما با اتخاذ تدابیری می‌توان این خطاها را تا حد امکان کاهش داد.

عوامل مؤثر در افزایش دقت اندازه‌گیری
۱) استفاده از وسیله‌ای با دقت اندازه‌گیری بالاتر
۲) کاهش خطاهای انسانی (مهارت شخصی آزمایشگر)
۳) افزایش تعداد دفعات اندازه‌گیری

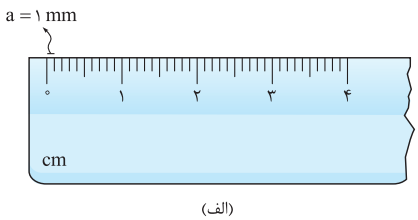
دقت اندازه‌گیری

دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری

به کم‌ترین مقداری که با یک وسیلهٔ اندازه‌گیری می‌توان اندازه گرفت «دقت اندازه‌گیری» آن وسیله می‌گویند و در این کتاب آن را با a نشان می‌دهیم.

نمونه کوچک‌ترین طولی که توسط خط‌کش شکل (الف) می‌توان اندازه گرفت ۱ mm است. پس دقت اندازه‌گیری این خط‌کش ۱ mm است:

$$a = ۱\ mm$$



(الف)

(ب)

در واقع، دقت اندازه‌گیری وسایل مدرج، برابر کمینهٔ درجه‌بندی آن وسیله است. فرض کنید دماسنج رقمی (دیجیتال) شکل (ب) در محیطی با دمای $۰\ ^\circ C$ قرار دارد. به تدریج محیط را گرم می‌کنیم. همراه با افزایش دمای محیط، عددی که دماسنج نشان می‌دهد بالا و بالاتر می‌رود. اولین عددی که نشان می‌دهد چه‌قدر است؟ $۰/۱\ ^\circ C$، عدد بعدی: $۰/۲\ ^\circ C$، $۰/۳\ ^\circ C$، $۰/۴\ ^\circ C$ و ... ؛ پس فاصلهٔ بین عددهای متوالی که با دماسنج نشان می‌دهد $۰/۱\ ^\circ C$ است و دقت اندازه‌گیری با این دماسنج همین مقدار است.

$$a = ۰/۱\ ^\circ C$$

در واقع، **دقت اندازه‌گیری در وسایل رقمی، برابر یک واحد از آخرین رقمی است که وسیله نشان می‌دهد.**

خطای اندازه‌گیری

اگر شخصی اصول اندازه‌گیری با وسایل مدرج را بلد باشد، حداکثر اشتباهی که در اندازه‌گیری با آن وسیله ممکن است مرتکب شود برابر نصف کمینهٔ درجه‌بندی آن وسیله است. اصطلاحاً می‌گوییم **خطای اندازه‌گیری با وسایل مدرج (e) برابر مثبت یا منفی نصف دقت اندازه‌گیری با آن وسیله است:**

$$e = \pm\frac{a}{۲}$$

به همین ترتیب می‌توانیم استدلال کنیم **خطای اندازه‌گیری در وسایل رقمی برابر مثبت یا منفی دقت آن وسیله است:**

$$e = \pm a$$

نمونه در نمونهٔ قبلی، دقت اندازه‌گیری با خط‌کش برابر است با:

$$e = \pm\frac{a}{۲} = \pm\frac{۱}{۲}\ mm$$

و خطای اندازه‌گیری با دماسنج:

$$e = \pm a = \pm ۰/۱\ ^\circ C$$

رقم‌های بامعنا

به رقم‌های حاصل از اندازه‌گیری، «رقم‌های بامعنا» می‌گویند.

نمونه فرض کنید نتیجهٔ اندازه‌گیری طول میله‌ای با یک خط‌کش $۳/۴\ m$ و با خط‌کش دیگری $۳/۴۰\ m$ باشد. تعداد رقم‌های بامعنا در اندازه‌گیری اول ۲ و در اندازه‌گیری دوم ۳ است (یعنی ۰ را هم به حساب می‌آوریم). واضح است که هر چه تعداد ارقام بامعنا در یک اندازه‌گیری بیشتر باشد، دقت آن اندازه‌گیری بالاتر است.

در هنگام تبدیل یکاها به یکدیگر نباید تعداد ارقام بامعنا تغییر کند.

نمونه فرض کنید طول جسمی $۴۲\ mm$ گزارش شده است. طول این جسم $۰/۰۴۲\ m$ است. هر دوی این اعداد $(۰/۰۴۲\ m\ ,۴۲\ mm)$ دو رقم بامعنا دارند، به این معنی که در عدد $۰/۰۴۲\ m$ صفرهای سمت چپ عدد ۴ جزو ارقام بامعنا حساب نمی‌شوند.

صفرهایی که سمت چپ اولین عدد غیرصفر هستند، بامعنا نیستند (قبول دارید این صفرها، با صفری که از اندازه‌گیری به دست می‌آید، فرق می‌کنند؟!)

نمونه فرض کنید طول جسمی $۴۲\ m$ گزارش شده است. طول این جسم چند میلی‌متر است؟ اگر جوابتان $۴۲۰۰۰\ mm$ است، سخت در اشتباهید! $۴۲\ m$ دو رقم بامعنا دارد و $۴۲۰۰۰\ mm$ پنج رقم بامعنا! در ضمن، دقت این دو عدد با هم خیلی فرق دارند! درستش این است که بنویسیم: $۴۲\ m = ۴۲\times۱۰^۳\ mm$

و در شمارش ارقام بامعنا (در عدد $۴۲\times۱۰^۳\ mm$) فقط به عدد ۴۲ توجه کنیم.

اگر عدد ثبت‌شده در یک اندازه‌گیری به شکل $\underbrace{ab\cdots}_{\text{n عدد}}\times۱۰^x$ مطرح شود $(x\in\mathbb{Z})$، این عدد دارای n رقم بامعنا است و عدد صحیح x تأثیری در تعداد ارقام بامعنا ندارد.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

رقم حدسی

به آخرین رقم سمت راست حاصل از یک اندازه‌گیری که آن را حدس می‌زنیم، «رقم حدسی» یا «رقم غیرقطعی» می‌گوییم. این رقم‌ها هم جزو ارقام بامعنا به حساب می‌آیند.

در وسایل اندازه‌گیری رقمی هم آخرین رقم سمت راست، مشکوک و غیرقطعی است (یعنی امکان دارد اشتباه باشد).

گزارش نتیجهٔ اندازه‌گیری

نتیجهٔ حاصل از یک اندازه‌گیری به صورت «خطای وسیله ± عدد حاصل از اندازه‌گیری» نوشته می‌شود.

عدد حاصل از اندازه‌گیری در ابزارهای مدرج شامل عدد حدسی شخص آزمایشگر نیز می‌باشد.

تعداد رقم‌های اعشاری خطا باید با تعداد رقم‌های اعشاری عدد حاصل از اندازه‌گیری برابر باشد.

نمونه از نظر فیزیکی نتیجهٔ یک اندازه‌گیری را اجازه نداریم به شکل مقابل بنویسیم: $۴/۲\pm۰/۲۵$

چون ۴/۲ یک رقم اعشار دارد و ۰/۲۵ دوتا، باید عدد ۰/۲۵ را گرد کنیم و عدد ۰/۳ را جای آن قرار دهیم: $۴/۲\pm۰/۳$

تست صفحهٔ نمایشگر یک ترازوی دیجیتال مطابق شکل روبه‌رو است. کدام‌یک از اعداد زیر، گزارش درست‌تری از این اندازه‌گیری است؟

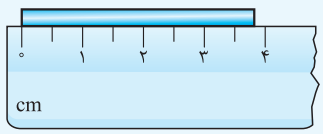
۱) $۵/۴۲۰\ kg$
۲) $(۵/۴۲\pm۰/۰۱)\ kg$
۳) $(۵۴۲۰\pm۱)\ g$
۴) $(۵۴۲۰\pm۰/۵)\ g$

پاسخ گزینهٔ ۳ ترازو $۵۴۲۰\ g$ را نشان می‌دهد. نزدیک‌ترین اعداد به این عدد که ممکن است ترازو نشان دهد، اعداد $۵۴۱۹\ g$ و $۵۴۲۱\ g$ است؛ پس فاصلهٔ بین مقادیر متوالی که ترازو نشان می‌دهد $۱\ g$ است:

$e = a = ۱\ g \Rightarrow$ گزارش نمایشگر ترازو $= ۵۴۲۰\pm۱\ g$

(توجه بفرمایید که عدد صفر در خوانده ترازو جزو ارقام بامعنا است و حق نداریم آن را نادیده بگیریم و گزارشی مانند (۲) را ارائه دهیم.)

تست در شکل روبه‌رو، طول چوبی را توسط یک خط‌کش اندازه گرفته‌ایم. نتیجهٔ این اندازه‌گیری (برحسب سانتی‌متر) به کدام صورت باید بیان شود؟



۱) $۳/۸۴\pm۰/۲۵$
۲) $۳/۸۴\pm۰/۰۲$
۳) $۳/۸\pm۰/۲۵$
۴) $۳/۸\pm۰/۳$

پاسخ گزینهٔ ۴ شاید شخصی طول چوب را نزدیک به ۳/۷ و شخص دیگری نزدیک به ۳/۸ بیان کند. هر دوی این اعداد محترم‌اند! رقم ۳ قطعی و رقم‌های ۷ و ۸ غیرقطعی‌اند. ما مجاز نیستیم از دو رقم غیرقطعی برای گزارش نتیجهٔ یک اندازه‌گیری استفاده کنیم. پس (۱) و (۲) قابل قبول نیستند. از طرفی فاصلهٔ درجه‌های متوالی خط‌کش و در نتیجه دقت اندازه‌گیری توسط آن $۰/۵\ cm$ است:

$a = ۰/۵\ cm$

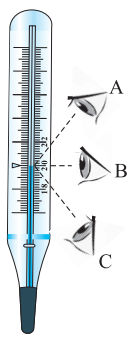
خطای اندازه‌گیری توسط این خط‌کش برابر است با:

$e = \pm\frac{a}{۲} = \pm۰/۲۵\ cm$

عدد گزارش‌شده (۳/۸) یک رقم اعشار دارد؛ خطای اندازه‌گیری هم باید یک رقم اعشار داشته باشد. پس e را گرد می‌کنیم $(e = \pm۰/۳\ cm)$ و طول چوب را $(۳/۸\pm۰/۳)\ cm$ بیان می‌کنیم.

مهارت شخص آزمایشگر

مهارت شخص آزمایشگر در به کارگیری ابزار اندازه‌گیری روی دقت اندازه‌گیری تأثیرگذار است. یکی از این مهارت‌ها نحوهٔ خواندن نتیجهٔ اندازه‌گیری با ابزارهای اندازه‌گیری مدرج است که با یک نمونه توضیح داده می‌شود.



نمونه در شکل روبه‌رو سه شخص A، B و C از سه منظر مختلف، دمای نشان داده شده توسط یک دماسنج را می‌خوانند. شخص B که در یک تراز افقی با سطح مایع دماسنج قرار دارد، عدد دماسنج را $۲۰\ ^\circ C$ و اشخاص A و C که به طور مایل به سطح مایع نگاه می‌کنند، عدد دماسنج را به ترتیب $۲۲\ ^\circ C$ و $۱۸\ ^\circ C$ تشخیص می‌دهند. واضح است که شخص B در موضعی قرار گرفته که گزارش دقیق‌تری از دما را بیان می‌کند.

تعداد دفعات اندازه‌گیری

برای اطمینان از نتیجهٔ یک اندازه‌گیری آن اندازه‌گیری را معمولاً چند بار تکرار می‌کنند. نتایجی را که اختلاف زیادی با بقیه دارند، حذف و میانگین بقیهٔ اعداد را به عنوان نتیجهٔ نهایی گزارش می‌دهند.

تست طول میله‌ای را ۵ بار اندازه گرفته‌ایم و مقادیر ۲۴، ۳۱، ۲۲، ۱۷ و ۲۳ (همگی بر حسب سانتی‌متر) به دست آمده است. کدام عدد زیر را (برحسب سانتی‌متر) باید به عنوان نتیجهٔ اندازه‌گیری طول این میله بیان کنیم؟

۱) ۲۱/۵
۲) ۲۳
۳) ۲۳/۴
۴) ۲۵

پاسخ گزینهٔ ۲ اعداد ۳۱ و ۱۷ فاصلهٔ زیادی با سه عدد دیگر دارند و آن‌ها را به حساب نمی‌آوریم. میانگین سه عدد باقی‌مانده برابر است با:

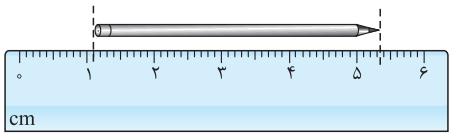
$\frac{۲۴+۲۲+۲۳}{۳} = ۲۳\ cm$

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

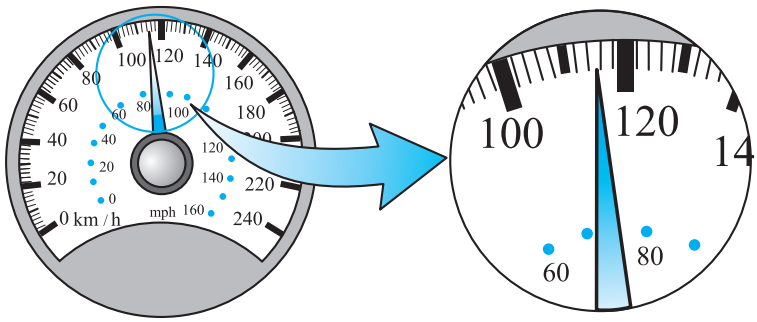
پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۳۱- دانش‌آموزی برای اندازه‌گیری طول مدادی مطابق شکل روبه‌رو عمل کرده است. کدام گزینه گزارش درست‌تری از این اندازه‌گیری است؟



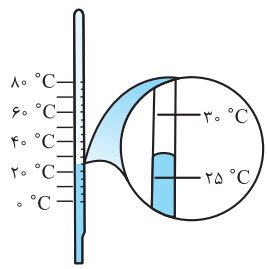
۱) $۵/۳۲\ cm \pm ۰/۰۵\ cm$
۲) $۵/۳۲\ cm \pm ۰/۱\ cm$
۳) $۴/۲۲\ cm \pm ۰/۰۵\ cm$
۴) $۴/۲۲\ cm \pm ۰/۱\ cm$

۳۲- شکل روبه‌رو، صفحهٔ تندی‌سنج یک خودرو را نشان می‌دهد. کدام گزینه تندی این اتومبیل را درست‌تر نشان می‌دهد؟ (تمرین کتاب درسی ■)



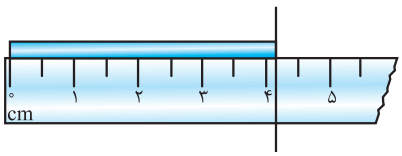
۱) $۱۱۵\ km \pm ۲\ km$
۲) $۱۱۵\ km \pm ۱\ km$
۳) $۱۱۰\ km \pm ۵\ km$
۴) $۱۱۰\ km \pm ۱۰\ km$

۳۳- کدام گزینه نتیجهٔ اندازه‌گیری توسط دماسنج شکل مقابل را درست‌تر نشان می‌دهد؟ (تمرین کتاب درسی ■)



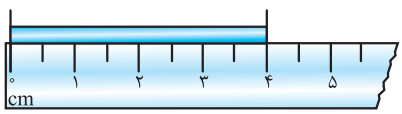
۱) $۲۷\ ^\circ C \pm ۳\ ^\circ C$
۲) $۲۷\ ^\circ C \pm ۲/۵\ ^\circ C$
۳) $۲۵\ ^\circ C \pm ۵\ ^\circ C$
۴) $۲۵\ ^\circ C \pm ۲/۵\ ^\circ C$

۳۴- در شکل روبه‌رو، نتیجهٔ اندازه‌گیری طول جسم مطابق کدام گزینه است؟



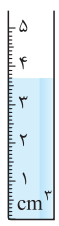
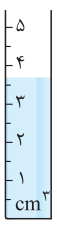
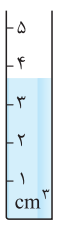
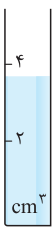
۱) $۴/۲\ cm \pm ۰/۲۵\ cm$
۲) $۴/۲\ cm \pm ۰/۳\ cm$
۳) $۴\ cm \pm ۰/۲۵\ cm$
۴) $۴\ cm \pm ۰/۳\ cm$

۳۵- در شکل زیر، به وسیلهٔ یک خط‌کش، طول جسمی را اندازه گرفته‌ایم. خطای اندازه‌گیری با این خط‌کش و تعداد ارقام بامعنای حاصل از این اندازه‌گیری مطابق کدام گزینه است؟ (تمرین کتاب درسی ▲)



۱) $۱۰\ cm \pm ۰/۲۵\ cm$
۲) $۲۰\ cm \pm ۰/۲۵\ cm$
۳) $۱۰\ cm \pm ۰/۳\ cm$
۴) $۲۰\ cm \pm ۰/۳\ cm$

۳۶- مقداری مایع در یک استوانهٔ مدرج وجود دارد. اگر نتیجهٔ اندازه‌گیری حجم مایع با این استوانهٔ مدرج به صورت $۳/۷\ cm^3 \pm ۰/۳\ cm^3$ باشد، شکل استوانهٔ مدرج مطابق کدام گزینه است؟

۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

۳۷- با یک خط‌کش میلی‌متری طولی را اندازه گرفته‌ایم. کدام گزینه می‌تواند نتیجهٔ این اندازه‌گیری برحسب سانتی‌متر باشد؟ (سراسری ریاضی ▲ ۷۷)

۱) $۷/۳ \pm ۰/۱$
۲) $۷/۳ \pm ۰/۰۵$
۳) $۷/۲۹ \pm ۰/۱$
۴) $۷/۲۹ \pm ۰/۰۵$

۳۸- ضخامت جسمی به صورت $۲/۴۰\ mm \pm ۰/۰۵\ mm$ اندازه‌گیری شده است. وسیلهٔ این اندازه‌گیری کدام است؟ (دقت اندازه‌گیری متر نواری، خط‌کش، کولیس و ریزسنج به ترتیب یک سانتی‌متر، یک میلی‌متر، ۰/۱ میلی‌متر و ۰/۰۱ میلی‌متر فرض شود.) (سراسری ریاضی ▲ ۹۴)

۱) ریزسنج
۲) کولیس
۳) خط‌کش
۴) متر نواری

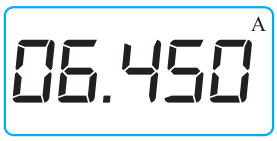
۳۹- با یک ریزسنج مدرج، طولی را اندازه گرفته‌ایم. نتیجهٔ این اندازه‌گیری به صورت $۰/۰۰۵۰۲۰\ m \pm ۰/۰۰۰۰۰۵\ m$ گزارش شده است. کمینهٔ تقسیم‌بندی این ریزسنج و تعداد ارقام بامعنای نتیجهٔ این اندازه‌گیری مطابق کدام گزینه است؟

۱) $۰/۰۱\ mm$، ۴
۲) $۰/۰۱\ mm$، ۳
۳) $۰/۰۰۵\ mm$، ۴
۴) $۰/۰۰۵\ mm$، ۳

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

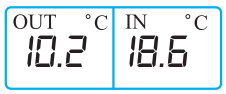
telegram.me/medabook_com www.medabook.com

۴۰- شکل زیر، یک آمپرسنج رقمی (دیجیتال) را نشان می‌دهد. دقت اندازه‌گیری و تعداد ارقام بامعنای این اندازه‌گیری مطابق کدام گزینه است؟



۱) ۳،۱ mA
۲) ۴،۱ mA
۳) ۳،۰/۵ mA
۴) ۴،۰/۵ mA

۴۱- شکل زیر یک دماسنج دیجیتال را نشان می‌دهد که دمای داخل و خارج گلخانه‌ای را می‌خواند. کدام عبارت دربارهٔ این اندازه‌گیری نادرست است؟ (تمرین کتاب درسی ▲)



۱) خطای اندازه‌گیری برابر $\pm 0/1\ ^\circ C$ است.
۲) دقت اندازه‌گیری برابر $0/2\ ^\circ C$ است.
۳) حداقل اختلاف دمای داخل و خارج گلخانه برابر $8/2\ ^\circ C$ است.
۴) حداکثر اختلاف دمای داخل و خارج گلخانه برابر $8/6\ ^\circ C$ است.

۴۲- به وسیلهٔ یک ترازوی آشپزخانه، جرم توپ فوتبالی را ده بار اندازه گرفته‌ایم. نتایج این اندازه‌گیری در جدول زیر آورده شده است. کدام گزینه (برحسب گرم) را باید به عنوان نتیجهٔ اندازه‌گیری جرم این توپ بیان کنیم؟

۴۲۵ g	۴۱۸ g	۴۲۳ g	۴۶۴ g	۴۱۶ g
۴۲۰ g	۴۷۶ g	۴۱۴ g	۴۲۰ g	۴۲۴ g

۱) ۴۱۸
۲) ۴۲۰
۳) ۴۲۵
۴) ۴۳۰

۴۳- با یک خط‌کش سانتی‌متری، دو ضلع عمود بر هم یک ورق فلزی مربع‌شکل را اندازه‌گیری کرده‌ایم. اگر نتیجهٔ هر دو اندازه‌گیری $10/0\ cm$ باشد، حداکثر مساحت ممکن برای این ورق فلزی چند سانتی‌متر مربع بیشتر از حداقل مساحت ممکن آن است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

(درس ۴)

تخمین مرتبهٔ بزرگی در فیزیک

تخمین

منظور از تخمین، بیان اندازهٔ یک کمیت به طور تقریبی است.

موارد استفاده از تخمین
۱) اطلاعات لازم برای تعیین مقدار دقیق کمیت را نداشته باشیم.
۲) نخواهیم زمان زیادی را برای محاسبات خود صرف کنیم.
۳) دنبال دقت بالایی از اندازهٔ کمیت موردنظر نباشیم.

تخمین مرتبهٔ بزرگی

نوعی از تخمین است که در آن جواب نهایی به شکل توانی از ۱۰ بیان می‌شود. برای انجام این نوع تخمین، عدد موردنظر را با استفاده از نمادگذاری علمی به شکل $a\times10^n$ می‌نویسیم $(1\le a<10, n\in\mathbb{Z})$ و سپس a را مطابق روش زیر گِرد می‌کنیم:

اگر $1\le a<5$ باشد: $a\sim(10^0=1)$
اگر $5\le a<10$ باشد: $a\sim(10^1=10)$

نمونه به نحوهٔ تخمین مرتبهٔ بزرگی دو عدد در زیر توجه بفرمایید:

$$x=6340\ m \rightarrow x=6/340\times10^3\ m \xrightarrow{(6/340>5)} x\sim10^1\times10^3\ m \rightarrow x\sim10^4\ m$$

$$x=0/00491\ m \rightarrow x=4/91\times10^{-3} \xrightarrow{(4/91<5)} x\sim1\times10^{-3}\ m \rightarrow x=10^{-3}\ m$$

تست جرم کرهٔ زمین $5/98\times10^{24}\ kg$ و جرم الکترون $9/11\times10^{-31}\ kg$ است. مرتبهٔ بزرگی جرم زمین چند برابر مرتبهٔ بزرگی جرم الکترون است؟

۱) 10^{53} ۲) 10^{54} ۳) 10^{55} ۴) 10^{56}

پاسخ گزینهٔ ۳

$$\begin{cases} M_E=5/98\times10^{24}\sim10\times10^{24}=10^{25}\ kg \\ m_e=9/11\times10^{-31}\sim10\times10^{-31}=10^{-30}\ kg \end{cases} \rightarrow \frac{M_E}{m_e}=\frac{10^{25}}{10^{-30}}=10^{55}$$

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

تست جرم آب اقیانوس‌های کرهٔ زمین چند کیلوگرم تخمین زده می‌شود؟ (شعاع کرهٔ زمین را $6400\ km$ و عمق متوسط اقیانوس‌ها را $4\ km$ در نظر بگیرید.)

۱) 10^{18} ۲) 10^{21} ۳) 10^{24} ۴) 10^{27}

پاسخ گزینهٔ ۲ گاهی برای تخمین لازم می‌شود از اطلاعات عمومی خود اندکی استفاده کنیم! مثلاً برای حل این تست باید بدانیم که حدود ۷۰٪ مساحت سطح زمین را اقیانوس‌ها فرا گرفته‌اند. بنابراین:

$$A_{\text{اقیانوس}} \simeq 0/7\, A_{\text{زمین}}$$

$$A_{\text{اقیانوس}} \simeq 0/7\,(4\pi R^2) \simeq 0/7 \times (12/5) \times (6/4\times10^6)^2$$

بهتر است تا رسیدن به بخش محاسباتی نهایی از تقریب‌هایی با فاصلهٔ زیاد از اعداد اصلی (مانند تخمین مرتبهٔ بزرگی) پرهیز کنیم.

$(0/7\times12/5)$ را می‌توانیم با عدد ۱۰ و $(6/4)^2$ را با عدد ۴۰ تقریب بزنیم. در این‌صورت:

$$A_{\text{اقیانوس}} \simeq 10\times40\times10^{12} = 4\times10^{14}\ m^2$$

حجم آب اقیانوس را از حاصل‌ضرب مساحت در عمق آن حساب می‌کنیم:

$$V = Ah = (4\times10^{14})\times(4\times10^3) = 1/6\times10^{18}\ m^3$$

چگالی آب $1000\ kg/m^3$ است؛ یعنی هر متر مکعب آب $1000\ kg$ جرم دارد. پس:

$$m = \rho V = 1000\times1/6\times10^{18} = 1/6\times10^{21}\ kg \sim 1\times10^{21} \rightarrow m \sim 10^{21} kg$$

اگر در محاسبات خود اندکی اشتباه کنید (!) ممکن است به پاسخ‌های $10^{20}\ kg$ یا $10^{22}\ kg$ برسید که با توجه به اختلاف قابل توجه گزینه‌ها باید نزدیک‌ترین گزینه به این اعداد یعنی ۲ را انتخاب کنید. این نوع طراحی گزینه‌ها باعث می‌شود اشتباهات جزئی با جریمه همراه نباشند!

تست در یک روز بارانی، ظرف استوانه‌شکلی به شعاع قاعدهٔ $20\ cm$ و ارتفاع $50\ cm$ را در هوای آزاد قرار می‌دهیم. تعداد قطره‌های بارانی که این ظرف را از آب پر می‌کند، به کدام‌یک از اعداد زیر نزدیک‌تر است؟

۱) 10^2 ۲) 10^4 ۳) 10^6 ۴) 10^8

پاسخ گزینهٔ ۳ ابتدا حجم استوانه را حساب می‌کنیم:

$$V = Ah = (\pi R^2)h \simeq 3\times(20\times10^{-2})^2\times0/5 = 6\times10^{-2}\ m^3$$

هر قطرهٔ باران را به شکل کره‌ای به قطر $4\ mm$ در نظر می‌گیریم. در این صورت حجم تقریبی هر قطره برابر است با:

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3 \simeq \frac{4}{3}\times3\times(2\times10^{-3})^3 = 32\times10^{-9} = 3/2\times10^{-8} \simeq 3\times10^{-8}\ m^3$$

برای تشخیص تعداد قطره‌هایی که در سطل جای می‌گیرند، کافی است حجم سطل را به حجم هر قطره تقسیم کنیم:

$$n = \frac{V}{V_1} = \frac{6\times10^{-2}}{3\times10^{-8}} = 2\times10^6 \sim 10^6$$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۴۴- مرتبهٔ فشاری که یک شخص بالغ بر یک سطح افقی وارد می‌کند، چند پاسکال است؟ (کتاب درسی قدیمی)

۱) 10^2 ۲) 10^4 ۳) 10^6 ۴) 10^8

۴۵- مرتبهٔ حجم خونی که قلب یک انسان در طول عمرش پمپ می‌کند، چند لیتر است؟ (قلب در هر ضربان به طور میانگین $70\ cm^3$ خون به سرخرگ آئورت پمپ می‌کند.) (مثال کتاب درسی)

۱) 10^5 ۲) 10^8 ۳) 10^{11} ۴) 10^{14}

۴۶- مرتبهٔ بزرگی تعداد نفس‌هایی که یک شخص در طول عمرش می‌کشد، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (تمرین کتاب درسی)

۱) 10^9 ۲) 10^{12} ۳) 10^{15} ۴) 10^{18}

۴۷- اگر کل کشور ایران را به صورت مسطح در نظر بگیریم، مرتبهٔ تعداد اسکناس‌های ۱۰ هزار تومانی لازم برای فرش‌کردن کل ایران به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ (تمرین فیزیک دانشگاهی ▲)

۱) 10^{14} ۲) 10^{17} ۳) 10^{20} ۴) 10^{23}

۴۸- شهر رشت با مساحتی حدود $180\ km^2$ در زمینی مسطح و هموار در شمال ایران واقع است. در یک روز طوفانی حدود $10\ mm$ باران در این شهر باریده است. مرتبهٔ تعداد قطره‌های بارانی که در این روز روی شهر رشت باریده است، مطابق کدام گزینه است؟ (مثال کتاب درسی)

۱) 10^{10} ۲) 10^{14} ۳) 10^{18} ۴) 10^{22}

۴۹- اطراف کرهٔ زمین لایه‌ای از هوا وجود دارد. به این لایه که از گازهای مختلفی تشکیل شده است، جو زمین گفته می‌شود. اگر شعاع زمین $6400\ km$ و فشار جو در تمام نقاط سطح زمین $10^5\ Pa$ باشد، مرتبهٔ بزرگی جرم جو زمین چند کیلوگرم است؟ (مثال کتاب درسی)

۱) 10^{16} ۲) 10^{19} ۳) 10^{22} ۴) 10^{25}

۵۰- مرتبهٔ بزرگی حجم بنزینی که کل خودروهای ایران در یک سال مصرف می‌کنند، چند لیتر است؟

۱) 10^7 ۲) 10^{10} ۳) 10^{13} ۴) 10^{16}

۵۱- تخمین بزنید در هر شبانه‌روز چند لیتر بنزین، به صورت بخار وارد هوای شهر تهران می‌شود؟ (جرم مولی بنزین حدود ۸۰ گرم بر مول است و چگالی بنزین ۶۸۰ گرم بر لیتر است.) (تمرین کتاب درسی)

۱) 10^3 ۲) 10^5 ۳) 10^7 ۴) 10^9

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

۵۲- قطر متوسط سلول‌های بدن انسان در حدود $10\ \mu m$ است. مرتبهٔ تعداد سلول‌های بدن یک انسان بالغ به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) 10^{13} ۲) 10^{17} ۳) 10^{21} ۴) 10^{25} (مثال کتاب گیامباتیستا ■)

۵۳- تخمین بزنید در یک سکهٔ ۵۰۰تومانی چند اتم وجود دارد؟ (جرم اتمی نیکل ۵۸/۷۱ گرم بر مول است.)

۱) 10^{11} ۲) 10^{15} ۳) 10^{19} ۴) 10^{23} (مثال فیزیک اوهانیان ■)

۵۴- تخمین بزنید در اتاقی به ابعاد $3\ m \times 8\ m \times 3\ m$ چند مولکول هوا وجود دارد؟ ($6\times10^{23}\ \frac{\text{مولکول}}{\text{مول}}$ = عدد آووگادرو)

۱) 10^{18} ۲) 10^{21} ۳) 10^{24} ۴) 10^{27} (تمرین کتاب درسی ■)

۵۵- یکای مورد استفاده برای جرم در فیزیک هسته‌ای، یکای جرم اتمی (u) است که تقریباً برابر با جرم یک پروتون است. مرتبهٔ بزرگی یکای جرم اتمی برحسب کیلوگرم به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ ($6\times10^{23}\ \frac{\text{اتم}}{\text{مول}}$ = عدد آووگادرو)

۱) 10^{-15} ۲) 10^{-19} ۳) 10^{-23} ۴) 10^{-27}

۵۶- چگالی یک فلز فرضی $8\ g/cm^3$ و جرم اتمی آن $60\ g/mol$ است. مرتبهٔ فاصلهٔ متوسط بین اتم‌های مجاور این فلز برحسب متر، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

۱) 10^{-7} ۲) 10^{-10} ۳) 10^{-13} ۴) 10^{-16}

درس ۵ چگالی

جرم موجود در واحد حجم یک ماده را چگالی می‌نامند و با ρ نشان می‌دهند.

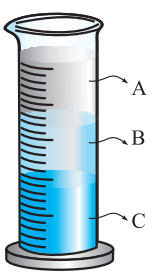
$$\rho = \frac{m}{V}$$

یکای چگالی در SI «کیلوگرم بر متر مکعب (kg/m^3)» است. از یکای «گرم بر سانتی‌متر مکعب (g/cm^3)» نیز برای بیان چگالی استفاده می‌شود. هر گرم بر سانتی‌متر مکعب، ۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب است.

(چگالی آب $1\ g/cm^3$ است؛ حفظ کنید!)

$$1\frac{kg}{m^3} = 1\times\frac{10^3\ g}{10^6\ cm^3} = 10^{-3}\frac{g}{cm^3} \rightarrow \boxed{1\ g/cm^3 = 10^3\ kg/m^3}$$

اگر چند مایع مخلوط‌نشدنی را در یک ظرف بریزیم، مایعی که چگالی آن از بقیه بیشتر است در کف و مایعی که چگالی آن از بقیه کم‌تر است در سطح قرار می‌گیرد. بنابراین، در شکل روبه‌رو داریم: $\rho_C > \rho_B > \rho_A$



تست سه مایع مخلوط‌نشدنی A، B و C با چگالی‌های $\rho_A = 4\ g/cm^3$، $\rho_B = 600\ kg/m^3$ و $\rho_C = 1200\ g/L$ را در یک لولهٔ آزمایش می‌ریزیم و پس از تعادل، مایع ..... پایین‌تر و مایع ..... بالاتر از بقیهٔ مایع‌ها قرار می‌گیرند.

۱) A و B ۲) C و A ۳) C و A ۴) C و B

پاسخ گزینهٔ ۱

$$1\ g/cm^3 = 10^3\ kg/m^3 \Rightarrow \rho_A = 4000\ kg/m^3$$

$$\rho_C = 1200\frac{g}{L} = 1200\times\frac{10^{-3}\ kg}{10^{-3}\ m^3} = 1200\ kg/m^3 \Rightarrow \rho_A > \rho_C > \rho_B$$

با توجه به چگالی مایع‌ها، A در صدر و B در قعر قرار می‌گیرند!

برای محاسبهٔ حجم حفرهٔ داخل یک جسم توخالی می‌توانیم با در اختیار داشتن جرم و چگالی جسم، حجم واقعی جسم را حساب و آن را از حجم ظاهری جسم کم کنیم.

تست درون یک قطعه طلا به حجم ظاهری $12\ cm^3$ و جرم $199/5\ g$ حفره‌ای وجود دارد. اگر چگالی طلا $19000\ kg/m^3$ باشد، حجم حفرهٔ خالی چند سانتی‌متر مکعب است؟ (سراسری ریاضی ■ ۸۷)

۱) ۰/۷۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۳/۴

پاسخ گزینهٔ ۲

چگالی طلا برابر است با: $\rho = 19000\ kg/m^3 = 19\ g/cm^3$

حالا حجم واقعی طلا را حساب می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{199/5\ (g)}{19\ (\frac{g}{cm^3})} = 10/5\ cm^3$$

حجم حفره (V') از تفاضل حجم واقعی طلا از حجم ظاهری آن به دست می‌آید:

$$V' = 12 - 10/5 = 1/5\ cm^3$$

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

اگر چند ماده با جرم‌های m_1، m_2 و ... و حجم‌های V_1، V_2 و ... را با یکدیگر مخلوط کنیم، چگالی مخلوط را می‌توان از رابطهٔ زیر حساب کرد:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2 + \cdots}{V_{\text{مخلوط}}}$$

اگر حجم مواد در اثر اختلاط تغییر نکند، می‌توان گفت:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_1 + m_2 + \cdots}{V_1 + V_2 + \cdots}$$

تست جواهر فروشی در ساختن یک قطعه جواهر به جای طلای خالص، مقداری نقره نیز به کار برده است. اگر حجم قطعهٔ ساخته‌شده ۵ سانتی‌متر مکعب و چگالی آن $13/6\ g/cm^3$ باشد، جرم نقرهٔ به کار رفته چند گرم است؟ (چگالی نقره و طلا به ترتیب $10\ g/cm^3$ و $19\ g/cm^3$ فرض شود.)

۱) ۸ ۲) ۳۰ ۳) ۳۴ ۴) ۳۸ (سراسری ریاضی ■ ۹۵ خارج)

پاسخ گزینهٔ ۲ ویژگی‌های طلا و نقره را به ترتیب با زیرنویس‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهیم و می‌نویسیم:

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V} \Rightarrow 13/6 = \frac{19V_1 + 10V_2}{5} \Rightarrow 19V_1 + 10V_2 = 68$$

فرض تست: $V_1 + V_2 = 5 \Rightarrow V_1 = 5 - V_2 \Rightarrow 19(5 - V_2) + 10V_2 = 68 \Rightarrow 95 - 9V_2 = 68$

$$\Rightarrow V_2 = 27 \Rightarrow V_2 = 3\ cm^3$$

$$m_2 = \rho_2 V_2 = 10 \times 3 = 30\ g$$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

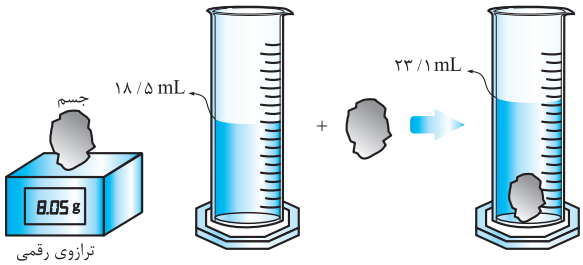
۵۷- کرهٔ توپری به شعاع ۱۰ سانتی‌متر، ۸ کیلوگرم جرم دارد. چگالی مادهٔ سازندهٔ این کره چند واحد SI است؟ $(\pi = 3)$ (سراسری تجربی ■ ۷۵)

۱) ۲ ۲) $\frac{10}{3}$ ۳) ۲۰۰۰ ۴) $\frac{10000}{3}$

۵۸- می‌خواهیم از فلزی به چگالی $6\ g/cm^3$، کرهٔ توپری به شعاع ۵ cm بسازیم. جرم این کره چند کیلوگرم می‌شود؟ (سراسری ریاضی ■ ۹۶)

۱) ۱/۵۷ ۲) ۲/۳۶ ۳) ۳/۱۴ ۴) ۴/۷۱

۵۹- برای تعیین چگالی یک جسم جامد، ابتدا جرم و حجم آن را مطابق شکل مقابل پیدا کرده‌ایم. چگالی این جسم چند واحد SI است؟ (تمرین کتاب درسی ▲)

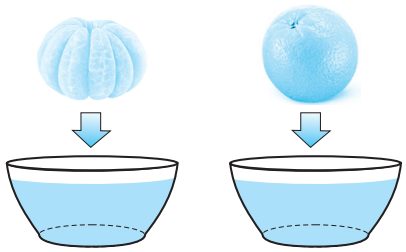


۱) ۱/۷۵
۲) $1/75 \times 10^3$
۳) ۱/۶۰
۴) $1/60 \times 10^3$

۶۰- یک قطعه فلز به جرم ۹۰ g را درون استوانهٔ مدرجی می‌اندازیم. با این عمل فلز کاملاً در آب فرو می‌رود و سطح آب درون استوانه به اندازهٔ ۱/۵ cm بالا می‌آید. اگر سطح مقطع استوانه $12\ cm^2$ باشد، چگالی فلز چند واحد SI است؟ (سراسری ریاضی ▲ ۸۲)

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۵۰۰۰ ۴) ۶۰۰۰

۶۱- مطابق شکل یک پرتقال با پوست و یک پرتقال بدون پوست را به درون ظرف محتوی آب می‌اندازیم. کدام‌یک به درون آب فرو می‌روند؟ چرا؟ (فعالیت کتاب درسی ■)



۱) پرتقال بدون پوست، زیرا جرم بیشتری دارد.
۲) پرتقال بدون پوست، زیرا چگالی بیشتری دارد.
۳) پرتقال با پوست، زیرا جرم بیشتری دارد.
۴) پرتقال با پوست، زیرا چگالی بیشتری دارد.

۶۲- کرهٔ توپری به شعاع R از مادهٔ A داریم که جرمش ۲ برابر استوانه‌ای به شعاع داخلی $\frac{R}{2}$ و شعاع خارجی R از مادهٔ B است. اگر ارتفاع استوانه برابر $\frac{2}{3}R$ باشد، چگالی مادهٔ A چند برابر چگالی مادهٔ B است؟

۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{4}{3}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{3}{2}$

۶۳- چگالی مایع A، $\frac{4}{5}$ برابر چگالی مایع B است. اگر حجم ۸ کیلوگرم از مایع A برابر ۱۰ لیتر باشد، حجم ۵ کیلوگرم از مایع B چند لیتر است؟ (سراسری تجربی ■ ۸۴)

۱) ۳/۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶/۴

۶۴- جرم یک ظرف فلزی توخالی ۳۰۰ گرم است. اگر این ظرف را پر از مایعی به چگالی $1/2\ g/cm^3$ نماییم، جرم مجموعه ۵۴۰ گرم و در صورتی که پر از نوعی روغن نماییم، جرم مجموعه ۴۶۰ گرم می‌شود. چگالی این روغن چند گرم بر لیتر است؟ (سراسری ریاضی ■ ۹۵)

۱) ۹۵۰ ۲) ۹۰۰ ۳) ۸۵۰ ۴) ۸۰۰

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

۶۵- چگالی متوسط زمین $5/5\ g/cm^3$ و شعاع آن حدود $6400\ km$ است. جرم زمین تقریباً چند کیلوگرم است؟ (تمرین فیزیک دانشگاهی ▲)

۱) 6×10^{21} ۲) 6×10^{24} ۳) 6×10^{27} ۴) 6×10^{30}

۶۶- ستاره‌های کوتولهٔ سفید بسیار چگال هستند و چگالی آن‌ها در SI حدود ۱۰۰ میلیون است. تخمین بزنید اگر شما یک قوطی کبریت از مادهٔ تشکیل‌دهندهٔ این ستاره‌ها در اختیار داشتید، جرم آن چند کیلوگرم می‌شد؟ (تمرین کتاب درسی ■)

۱) ۲۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰۰

۶۷- در یک روز بارانی، ۴۰ میلی‌متر باران روی سطحی به مساحت ۲۵۰۰ کیلومتر مربع باریده است. اگر چگالی آب باران $1000\ kg/m^3$ باشد، جرم این مقدار باران چند کیلوگرم است؟ (سراسری تجربی ■ ۸۷ خارج)

۱) 10^8 ۲) 10^9 ۳) 10^{10} ۴) 10^{11}

۶۸- جرم یک گلولهٔ آهنی ۳۹۰۰ گرم و چگالی آن $7800\ kg/m^3$ است. اگر گلولهٔ آهنی را به آرامی در ظرف پر از الکل فرو ببریم و چگالی الکل ۸۰۰ گرم بر لیتر باشد، چند گرم الکل از ظرف خارج می‌شود؟ (سراسری تجربی ■ ۹۰ خارج)

۱) ۴۰۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۴۰۰۰ ۴) ۵۰۰۰

۶۹- یک گلولهٔ فلزی که ۸۰۰ گرم جرم دارد را به آرامی داخل ظرفی پر از روغن مایع می‌اندازیم و ۱۶۰ گرم روغن از ظرف بیرون می‌ریزد. اگر چگالی روغن $0/8\ g/cm^3$ باشد، چگالی فلز چند واحد SI است؟

۱) ۴ ۲) ۴۰۰۰ ۳) ۵ ۴) ۵۰۰۰

۷۰- یک مکعب چوبی به ضلع ۴ cm را به آرامی داخل ظرفی پر از آبی می‌اندازیم. اگر ۴۰ سانتی‌متر مکعب آب از ظرف بیرون بریزد، چگالی چوب چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ $(\rho_{آب}=1\ g/cm^3)$

۱) ۴۰۰ ۲) ۶۲۵ ۳) ۶۴۰ ۴) ۱۶۰۰

۷۱- با ۳ لیتر مایع A به چگالی $3\ g/cm^3$ و ۳ لیتر مایع B به چگالی $1\ g/cm^3$ محلولی می‌سازیم. اگر تغییر حجم ناچیز باشد، چگالی محلول چند واحد SI است؟

۱) ۲ ۲) ۱/۵ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۱۵۰۰

۷۲- با ۳ کیلوگرم مایع A به چگالی $3\ g/cm^3$ و ۳ کیلوگرم مایع B به چگالی $1\ g/cm^3$ محلولی می‌سازیم. اگر تغییر حجم ناچیز باشد، چگالی محلول چند واحد SI است؟

۱) ۲ ۲) ۱/۵ ۳) ۲۰۰۰ ۴) ۱۵۰۰

۷۳- مخلوطی از دو نوع مایع با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 درست شده است. اگر $\frac{1}{3}$ حجم آن از مایعی با چگالی ρ_1 بوده و $\frac{2}{3}$ باقی‌مانده از مایعی با چگالی ρ_2 باشد، چگالی مخلوط برابر با کدام است؟ (سراسری ریاضی ■ ۹۱)

۱) $\frac{\rho_1+2\rho_2}{3}$ ۲) $\frac{\rho_2+2\rho_1}{3}$ ۳) $\frac{3\rho_1\rho_2}{\rho_2+2\rho_1}$ ۴) $\frac{3\rho_1\rho_2}{\rho_1+2\rho_2}$

۷۴- چگالی مخلوط دو مایع A و B با حجم‌های اولیهٔ V_A و V_B، برابر ۰/۷۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. اگر چگالی مایع A برابر $600\ g/L$ و چگالی مایع B برابر $800\ g/L$ باشد، V_A چند برابر V_B است؟ (سراسری ریاضی ■ ۹۲ خارج)

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) $\frac{1}{3}$ ۴) $\frac{1}{4}$

۷۵- طول هر ضلع یک مکعب فلزی ۱۰ cm و جرم آن ۶ kg است. اگر چگالی فلز $8\ g/cm^3$ باشد، مکعب: (سراسری ریاضی ■ ۸۸)

۱) توپر و حجم آن $750\ cm^3$ است.
۲) توپر و حجم آن $1000\ cm^3$ است.
۳) حفره‌ای خالی دارد و حجم حفره $750\ cm^3$ است.
۴) حفره‌ای خالی دارد و حجم حفره $250\ cm^3$ است.

۷۶- مکعبی به ضلع ۱۰ cm داریم که جرم آن ۱۸۰۰ g است. اگر چگالی مادهٔ سازندهٔ این مکعب $2000\ kg/m^3$ باشد، در حفرهٔ داخل این مکعب چند گرم آب جای می‌گیرد؟ $(\rho_{آب}=1\ g/cm^3)$

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۴۰۰

۷۷- شعاع یک کرهٔ فلزی ۵ سانتی‌متر و جرم آن ۱۰۸۰ گرم و چگالی آن $2/7\ g/cm^3$ است. درون این کره یک حفره وجود دارد. حجم این حفره چند درصد حجم کره را تشکیل می‌دهد؟ $(\pi=3)$ (سراسری ریاضی ■ ۹۴ خارج)

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

۷۸- یک قطعه طلا که ۱۹۹/۵ گرم جرم دارد را درون ظرفی پر از روغن مایع می‌اندازیم و ۱۲ گرم روغن از ظرف بیرون می‌ریزد. اگر چگالی روغن و طلا به ترتیب $0/8\ g/cm^3$ و $19\ g/cm^3$ باشد، حجم حفرهٔ خالی درون قطعهٔ طلا چند سانتی‌متر مکعب است؟ (سراسری ریاضی ■ ۸۷)

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۴/۵

۷۹- قطعه فلزی آلیاژی از طلا و مس است. این قطعه فلز $30\ cm^3$ حجم و ۴۷۰ g جرم دارد. اگر چگالی طلا و مس به ترتیب $19\ g/cm^3$ و $9\ g/cm^3$ باشد، این قطعه فلز چند گرم طلا دارد؟

۱) ۱۹۰ ۲) ۲۳۵ ۳) ۲۸۵ ۴) ۳۸۰

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱- گزینهٔ ۴ مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و همواره این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش‌های جدید منجر به بازنگری مدل یا نظریه‌ای شود. در حقیقت همین ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطهٔ قوت دانش فیزیک است. در ۲ جای قانون و اصل برعکس بیان شده است. از طرف دیگر، هر چند آزمایش و مشاهده در فیزیک، اهمیت زیادی دارد، اما آن‌چه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا کرده و می‌کند، تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌هایی است که با آن‌ها مواجه می‌شوند.

۲- گزینهٔ ۲ برای مدل‌سازی در مکانیک، معمولاً با چشم‌پوشی از اندازه و شکل جسم، آن را به صورت یک جسم نقطه‌ای یا ذره در نظر می‌گیریم. اگر نیروی اصطکاک را نادیده بگیریم، شخص نمی‌تواند جعبه را هل بدهد. صرف‌نظر کردن از نیروی وزن هم موجب نادیده‌گرفتن نیروی اصطکاک می‌شود. هم‌چنین برای به دست آوردن شتاب و سرعت جسم نمی‌توان فرض کرد که همواره ساکن باقی می‌ماند.

۳- گزینهٔ ۴ برای مدل‌سازی ترمزکردن خودرو، ابتدا از چرخش چرخ‌ها صرف‌نظر کرده و خودرو را مانند جسمی صُلب (جسمی که اجزایش نسبت به هم حرکت ندارند) در نظر می‌گیریم که روی زمین می‌لغزند. برای ساده‌سازی همین جسم صُلب را به صورت یک ذره در نظر می‌گیریم و از مقاومت هوا که سبب پیچیده‌شدن مسئله می‌شود، صرف‌نظر می‌کنیم. همان‌طور که گفتیم در مدل‌سازی نمی‌توان اثرهای مهم و تعیین‌کننده را نادیده گرفت. اگر اصطکاک بین خودرو و زمین را نادیده بگیریم، مدل ما پیش‌بینی می‌کند که خودرو اصلاً متوقف نمی‌شود که نشان می‌دهد ۴ نادرست است.

۴- گزینهٔ ۴ برای مدل‌سازی نوسانات آونگ ساده، آن را به صورت یک ذره در نظر می‌گیریم که به وسیلهٔ نخ سبکی به یک نقطه آویخته شده است؛ به عبارت دیگر از نیروی وزن نخ در مقابل نیروی وزن گلوله صرف‌نظر می‌کنیم. هم‌چنین نیروی مقاومت هوا و اصطکاک که سبب پیچیده‌شدن مسئله می‌شوند را نادیده می‌گیریم. به منظور ساده‌سازی تحلیل حرکت گلولهٔ آونگ، زاویهٔ انحراف گلوله از وضع تعادل (θ) را به اندازهٔ کافی کوچک در نظر می‌گیریم که در این‌صورت مسیر حرکت گلوله تقریباً یک پاره‌خط افقی است. اگر مسیر حرکت گلوله را قسمتی از یک دایره در نظر بگیریم، مسئله پیچیده و دشوار می‌شود که نشان می‌دهد این فرض برای ساده‌سازی این پدیده مناسب نیست.

۵- گزینهٔ ۲ برای مدل‌سازی تعادل گرمایی بین دو جسم، فرض می‌کنیم دو جسم هیچ گرمایی با محیط مبادله نمی‌کنند؛ به عبارت دیگر تمام گرمایی که جسم گرم از دست می‌دهد، جذب جسم سرد می‌شود. به هنگام مبادلهٔ گرما، ابتدا دمای نقاطی از جسم سرد که در تماس با جسم داغ قرار دارند، افزایش می‌یابند، سپس با گذشت زمان و انتقال گرما، دمای سایر نقاط آن بالا می‌رود، اما برای ساده‌سازی می‌توان دمای قسمت‌های مختلف جسم‌ها را یکسان در نظر گرفت و برای هر جسم در هر لحظه یک دما فرض کرد. لزومی ندارد گرمای ویژهٔ دو جسم یکسان باشد یا هر یک از آن‌ها را به صورت یک ذره در نظر گرفت.

۶- گزینهٔ ۴ همان‌طور که در علوم هشتم خواندیم، برای بررسی انتشار نور، از مدل پرتوی نور استفاده می‌کنیم. در این مدل هر باریکهٔ نور به صورت پرتوهای موازی نور در نظر گرفته می‌شود، هم‌چنین پرتوهایی که از یک چشمهٔ نور خیلی دور مانند خورشید می‌آیند، با هم موازی هستند. این پرتوها پس از بازتاب از یک جسم حقیقی (مانند درخت) **واگرا** می‌شوند و پس از شکست در عدسی دوربین عکاسی، به صورت پرتوهای همگرا درآمده و یک تصویر حقیقی تشکیل می‌دهند.

۷- گزینهٔ ۳ کمیت‌هایی مانند مزیت مکانیکی و ضریب اصطکاک وجود دارند که از نسبت دو کمیت هم‌جنس به دست می‌آیند. این کمیت‌ها بدون یکا (بی‌بُعد) هستند. ۱، ۲ و ۴ تعریف‌های درستی از کمیت فیزیکی، یکای یک کمیت و کمیت‌های اصلی هستند.

تمرین **الف) یکای هر کمیت باید دارای چه ویژگی‌هایی باشد؟** تغییر نکند و دارای قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشد. **ب) اگر یکای طول را به صورت فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده‌شده بگیریم، چه مزیت و چه عیبی دارد؟** مزیت: قابلیت بازتولید دارد. عیب: تغییرپذیری بین اشخاص مختلف.

۸- گزینهٔ ۴ در عمل نیاز نیست برای همهٔ کمیت‌های فیزیکی، یکای مستقلی تعریف شود و به کمک رابطه‌ها و تعریف‌های فیزیکی و کمیت‌های اصلی، برای کمیت‌های فرعی یکاهایی را در نظر می‌گیریم.

۹- گزینهٔ ۳ در ۱ حجم کمیتی فرعی و زمان کمیتی اصلی است. در ۲ طول کمیتی اصلی است. در ۳ همه چیز مرتب است، اما در ۴ نیرو کمیتی فرعی و شدت جریان کمیتی اصلی است.

۱۰- گزینهٔ ۳ آمپر یکای جریان الکتریکی، مُول یکای مقدار ماده و کَندلا (شمع) یکای شدت روشنایی می‌باشند که همگی از یکاهای اصلی در SI هستند. اما باید توجه کرد که یکای جرم در SI، کیلوگرم است نه گرم.

۱۱- گزینهٔ ۴ از میان کمیت‌های داده‌شده، دو کمیت مقدار ماده و شدت روشنایی جزو کمیت‌های اصلی هستند که یکای آن‌ها در SI به ترتیب مُول و کَندِلا (شمع) می‌باشند.

۱۲- گزینهٔ ۳ برای به دست آوردن یکای هر کمیت، از یک رابطهٔ فیزیکی استفاده می‌کنیم:

$$F=ma \rightarrow N=kg\times\frac{m}{s^2} \rightarrow N=\frac{kg.m}{s^2}\ ,\ P=\frac{F}{A} \rightarrow Pa=\frac{N}{m^2} \rightarrow Pa=\frac{\frac{kg.m}{s^2}}{m^2} \rightarrow Pa=\frac{kg}{m.s^2}$$

$$W=Fd \rightarrow J=N.m \rightarrow J=\frac{kg.m}{s^2}\times m \rightarrow J=\frac{kg.m^2}{s^2}\ ,\ P=\frac{W}{t} \rightarrow W=\frac{J}{s} \rightarrow W=\frac{\frac{kg.m^2}{s^2}}{s} \rightarrow W=\frac{kg.m^2}{s^3}$$

۱۳- گزینهٔ ۲ مسافت پیموده‌شده کمیتی نرده‌ای است؛ پس تندی، یعنی نسبت مسافت به زمان هم کمیتی نرده‌ای است. هم‌چنین جابه‌جایی کمیتی برداری است، پس سرعت یعنی نسبت جابه‌جایی به زمان هم کمیتی برداری است. از طرف دیگر جرم کمیتی نرده‌ای است، در حالی‌که نیروی گرانشی زمین بر یک جرم، یعنی نیروی وزن، کمیتی برداری است.

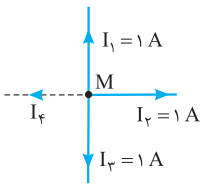
۱۴- گزینهٔ ۲ بسیاری از کمیت‌های حرکت‌شناسی مانند مکان، جابه‌جایی، سرعت، اندازهٔ حرکت، شتاب و نیرو ماهیت برداری دارند. هم‌چنین کار، انرژی و توان کمیت‌های نرده‌ای هستند.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

۱۵- گزینهٔ ۴ اگر کمیتی قابل اندازه‌گیری نباشد، کمیت فیزیکی به حساب نمی‌آید و بحث بر سر عددی یا برداری بودن آن کمیت، بیهوده است. کمیت‌های برداری علاوه بر بزرگی، جهت هم دارند، اما هر کمیتی که بزرگی و جهت داشته باشد، الزاماً برداری **نیست**. مثلاً جریان الکتریکی گذرا از یک سیم راست، علاوه بر بزرگی جهت هم دارد، اما همان‌طور که خواهیم گفت، کمیتی عددی است. شرط لازم و کافی برای آن‌که کمیتی برداری باشد، آن است که از قاعدهٔ جمع برداری پیروی کند.

۱۶- گزینهٔ ۴ اگر کمیتی دارای جهت باشد، الزاماً کمیتی برداری به حساب نمی‌آید. اگر کمیتی بخواهد برداری باشد، الزاماً باید از قاعدهٔ جمع برداری پیروی کند. در مورد زمان باید گفت که ممکن نیست مجموع دو زمان با تفاضل آن دو زمان یکسان باشد در حالی که اگر دو بردار بر هم عمود باشند، بزرگی برایند و تفاضل بردارها یکسان است. این به آن معنا است که زمان از قاعدهٔ جمع برداری پیروی نمی‌کند و بنابراین زمان کمیتی عددی است. در مورد جریان الکتریکی، گرهٔ M در شکل مقابل را در نظر بگیرید.



اگر جریان کمیتی برداری باشد، جریان‌های I_1 و I_3 یکدیگر را خنثی کرده و جریان I_4 باید برابر با جریان I_2 (یعنی $1\ A$) باشد؛ در حالی که بنا بر قانون جریان‌ها (گره)، جریان I_4 مجموع کل جریان‌های خروجی یعنی برابر $3\ A$ (به طرف راست) است، بنابراین جریان الکتریکی کمیتی عددی است، زیرا از قاعدهٔ جمع برداری تبعیت نمی‌کند.

۱۷- گزینهٔ ۲ با توجه به سازگاری یکاها، یکای جمله‌های مختلف یک رابطهٔ فیزیکی یکسان است، بنابراین یکای جملهٔ At با یکای جملهٔ x یعنی طول یکسان است. چون t معرف زمان است. می‌توان نتیجه گرفت که یکای کمیت A طول بر زمان بوده است و می‌دانیم طول بر زمان معرف کمیت سرعت می‌باشد.

۱۸- گزینهٔ ۴ آنگستروم واحد طول در مقیاس اتمی است و داریم: $1\ \text{Å} = 10^{-10}\ \text{m}$، حالا به کمک روش زنجیره‌ای داریم:

$$\text{شعاع اتم هیدروژن} = 0/53\ \text{Å} = 0/53(\text{Å})\left(\frac{10^{-10}\ \text{m}}{1\ \text{Å}}\right) = 0/53\times10^{-10}\ \text{m} = 5/3\times10^{-11}\ \text{m}$$

توجه کنید که در نمادگذاری علمی، قسمت اول باید عددی بین ۱ و ۱۰ باشد که در ۲ این‌گونه نیست.

تمرین یک میکرون چند آنگستروم است؟ $1\ \mu\text{m} = 10^{4}\ \text{Å}$

۱۹- گزینهٔ ۴ هر دقیقه ۶۰ ثانیه و هر ثانیه 10^{9} نانوثانیه است؛ پس هر دقیقه معادل 6×10^{10} نانوثانیه است. یک متر مربع، مربعی به ابعاد یک متر در یک متر است و از آن‌جا که هر متر ۱۰۰ سانتی‌متر است، یک متر مربع معادل $100\times100 = 10^{4}$ سانتی‌متر مربع می‌شود. لیتر واحد اندازه‌گیری حجم و برابر با 10^{-3} متر مکعب است. از طرف دیگر دسی (d) پیشوندی معادل 10^{-1} است؛ پس یک دسی‌متر مکعب معادل $(10^{-1})^3 = 10^{-3}$ متر مکعب است که نشان می‌دهد یک لیتر معادل یک دسی‌متر مکعب است. اما هکتار (هکتومتر مربع) واحد اندازه‌گیری مساحت معادل 10^{4} متر مربع است. یک کیلومتر مربع $(10^{3})^2 = 10^{6}$ متر مربع است که نشان می‌دهد هر کیلومتر مربع معادل ۱۰۰ هکتار است.

۲۰- گزینهٔ ۳ در هر مورد، برای تبدیل یکاها، از روش زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

$$1\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)\left(\frac{1\ \text{km}}{1000\ \text{m}}\right)\left(\frac{3600\ \text{s}}{1\ \text{h}}\right) = 3/6\ \text{km/h}\ ,\ 1\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1\left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)\left(\frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}}\right)\left(\frac{10^{6}\ \text{cm}^3}{1\ \text{m}^3}\right) = 1000\ \text{kg/m}^3$$

$$1\ \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 1\left(\frac{\text{cm}^3}{\text{s}}\right)\left(\frac{1\ \text{L}}{1000\ \text{cm}^3}\right)\left(\frac{60\ \text{s}}{1\ \text{min}}\right) = 0/06\ \text{L/min}\ ,\ 1\ \frac{\text{g}}{\text{L}} = 1\left(\frac{\text{g}}{\text{L}}\right)\left(\frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}}\right)\left(\frac{1000\ \text{L}}{1\ \text{m}^3}\right) = 1\ \text{kg/m}^3$$

۲۱- گزینهٔ ۳
$$45\ \frac{\text{mi}}{\text{h}} = 45\left(\frac{\text{mi}}{\text{h}}\right)\left(\frac{1600\ \text{m}}{1\ \text{mi}}\right)\left(\frac{1\ \text{h}}{3600\ \text{s}}\right) = 20\ \text{m/s}$$

۲۲- گزینهٔ ۲ با توجه به تساوی‌های $1\ \text{L} = 1000\ \text{cm}^3$ و $1\ \text{min} = 60\ \text{s}$، از روش زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

$$75\ \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 75\left(\frac{\text{cm}^3}{\text{s}}\right)\left(\frac{1\ \text{L}}{1000\ \text{cm}^3}\right)\left(\frac{60\ \text{s}}{1\ \text{min}}\right) = \frac{75\times60}{1000}\left(\frac{\text{L}}{\text{min}}\right) = 4/5\ \text{L/min}$$

۲۳- گزینهٔ ۳
$$30000\ \text{ft} = 30000(\text{ft})\left(\frac{12\ \text{in}}{1\ \text{ft}}\right)\left(\frac{2/5\ \text{cm}}{1\ \text{in}}\right)\left(\frac{1\ \text{km}}{10^{5}\ \text{cm}}\right) = 9\ \text{km}$$

۲۴- گزینهٔ ۳ هر فرسنگ معادل $6240 = 6000\times1/04$ متر است، پس یک فرسنگ مربع معادل $A = a^2 = (6240)^2 \simeq 39\times10^{6}$ متر مربع می‌شود.

از طرف دیگر هر هکتار (هکتومتر مربع) معادل 10^{4} متر مربع است؛ پس هر فرسنگ مربع تقریباً معادل $\frac{39\times10^{6}}{10^{4}} = 3900$ هکتار می‌شود.

۲۵- گزینهٔ ۱
$$\text{مثقال } 7/78 \simeq \text{مثقال}\ 1\left(\frac{\text{گرم}\ 4/68}{\text{مثقال}\ 1}\right)\left(\frac{\text{گرم}\ 1}{\text{میلی‌گرم}\ 1000}\right)\left(\frac{\text{میلی‌گرم}\ 200}{\text{قیراط}\ 1}\right)(\text{قیراط}) = 182\ \text{قیراط}$$

تمرین با توجه به این‌که هر مثقال معادل ۲۴ نخود است، نشان دهید هر قیراط تقریباً برابر با یک نخود است.

۲۶- گزینهٔ ۴ به کمک تساوی‌های داده‌شده، ضریب تبدیل‌های مناسب را نوشته و از روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

$$\text{کیلوگرم } 300 \simeq \text{کیلوگرم}\ 1\left(\frac{\text{گرم}\ 1000}{\text{کیلوگرم}\ 1}\right)\left(\frac{\text{مثقال}\ 1}{\text{گرم}\ 4/68}\right)\left(\frac{\text{من}\ 1}{\text{مثقال}\ 640}\right)\left(\frac{\text{خروار}\ 1}{\text{من}\ 100}\right) = 1\ \text{خروار}$$

۲۷- گزینهٔ ۱
$$\frac{21/6}{5}\left(\frac{\text{cm}}{\text{day}}\right) = \frac{21/6}{5}\ \frac{\text{cm}}{\text{day}}\left(\frac{10^{4}\ \mu\text{m}}{1\ \text{cm}}\right)\left(\frac{1\ \text{day}}{86400\ \text{s}}\right) = 0/5\ \mu\text{m/s}$$

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

۲۸- گزینهٔ ۲ همان‌طور که گفتیم یکای نجومی (AU) و سال نوری (ly)، هر دو واحد اندازه‌گیری طول هستند که توسط اخترشناسان به کار می‌روند. یکای نجومی میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید است، پس با توجه به سرعت نور و زمان داده‌شده داریم:

$$x = vt \xrightarrow[v=c]{x=AU} 1\,AU = 3\times10^{8}\times500 \rightarrow AU \simeq 1/5\times10^{11}\,m$$

تمرین **الف) یک دقیقهٔ نوری چند متر است؟** $1\,m = 1/8\times10^{10}\,m$ **ب) یک سال نوری چند برابر یکای نجومی است؟** $1\,ly \simeq 63000\,AU$ **پ) سرعت انتشار نور چند AU / s است؟** $c = 0/002\,AU/s$

۲۹- گزینهٔ ۴ به کمک روش زنجیره‌ای، مقدار مصرف سوخت اتومبیل را از گالن بر مایل به لیتر بر کیلومتر تبدیل می‌کنیم:

$$\frac{\frac{8}{3}}{100}\frac{gal}{mi} = \frac{8}{300}\left(\frac{gal}{mi}\right)\left(\frac{3/75\,L}{1\,gal}\right)\left(\frac{1\,mi}{1/6\,km}\right) = \frac{1}{16}\,L/km$$

این اتومبیل برای پیمودن هر کیلومتر $\frac{1}{16}$ لیتر سوخت مصرف می‌کند، پس با مصرف ۱ لیتر سوخت، می‌تواند ۱۶ کیلومتر را طی کند.

۳۰- گزینهٔ ۴ مایل در خشکی با مایل در دریا اندازهٔ متفاوتی دارد، پس مسافت پیموده‌شده در دریا و خشکی را جداگانه حساب می‌کنیم:

$$\text{دریا: } 45\,mi = 45(mi)\left(\frac{1800\,m}{1\,mi}\right) = 81000\,m \qquad \text{خشکی: } 50\,mi = 50(mi)\left(\frac{1600\,m}{1\,mi}\right)\left(\frac{1\,km}{1000\,m}\right) = 80\,km$$

حالا به کمک رابطهٔ حرکت یکنواخت، زمان کل حمل کالا در خشکی و دریا را حساب می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l}\text{خشکی: } \Delta x_1 = v_1 t_1 \rightarrow 80\,km = 40\frac{km}{h}\times t_1 \rightarrow t_1 = 2\,h \\ \text{دریا: } \Delta x_2 = v_2 t_2 \rightarrow 81000\,m = (15\times0/5\frac{m}{s})\times t_2 \rightarrow t_2 = 10800\,s = 3\,h\end{array}\right\} \rightarrow t = t_1 + t_2 = 5\,h$$

تمرین **نشان دهید هر گرهٔ دریایی تقریباً معادل یک مایل دریایی بر ساعت است.**

۳۱- گزینهٔ ۳ انتهای چپ خط‌کش دقیقاً روی $1/10\,cm$ قرار دارد و انتهای راست آن بین $5/3\,cm$ و $5/4\,cm$ قرار گرفته، پس می‌توان مکان انتهای راست خط‌کش را $5/32\,cm$ حدس زد. از طرف دیگر کمینهٔ درجه‌بندی این خط‌کش برابر $1\,mm$ است، بنابراین دقت آن نیز برابر $a = 1\,mm$ است و خطای اندازه‌گیری برابر $e = \pm\frac{a}{2} = \pm0/5\,mm = \pm0/05\,cm$ می‌باشد. از آن‌جا که موقعیت جسم نسبت به ابزار اندازه‌گیری تغییر نکرده است، کافی است فقط یک بار این خطا را گزارش کنیم. حالا می‌توان طول مداد را چنین اعلام کرد: طول مداد $= (5/32 - 1/10)cm \pm 0/05\,cm = 4/22\,cm \pm 0/05\,cm$

۳۲- گزینهٔ ۲ عددی که تندی‌سنج نشان می‌دهد، بین $114\,km$ و $116\,km$ است که می‌توان آن را $115\,km$ حدس زد. کمینهٔ درجه‌بندی سرعت‌سنج $a = 2\,km$ است، بنابراین خطای اندازه‌گیری تندی‌سنج برابر $e = \pm\frac{a}{2} = \pm1\,km$ است و نتیجهٔ اندازه‌گیری را می‌توان به صورت $115\,km \pm 1\,km$ گزارش کرد.

۳۳- گزینهٔ ۱ عددی که دماسنج نشان می‌دهد، بین $25\,^{\circ}C$ و $30\,^{\circ}C$ است که آن را $27\,^{\circ}C$ حدس می‌زنیم. کمینهٔ درجه‌بندی دماسنج برابر $5\,^{\circ}C$ است، در نتیجه دقت اندازه‌گیری هم برابر $5\,^{\circ}C$ است و خطای اندازه‌گیری برابر $e = \pm\frac{a}{2} = \pm2/5\,^{\circ}C$ می‌شود. برای این‌که تعداد ارقام اعشاری خطای اندازه‌گیری بیشتر از تعداد ارقام اعشاری عدد حاصل از اندازه‌گیری نشود، آن را به صورت $e = \pm3\,^{\circ}C$ گرد کرده و دمای دماسنج را به صورت $\theta = 27\,^{\circ}C \pm 3\,^{\circ}C$ گزارش می‌کنیم.

۳۴- گزینهٔ ۲ طول جسم بین $4\,cm$ و $4/5\,cm$ است، پس می‌توان آن را به صورت $4/2\,cm$ حدس زد. کمینهٔ درجه‌بندی خط‌کش برابر $0/5\,cm$ است، پس دقت اندازه‌گیری آن هم برابر $a = 0/5\,cm$ است و خطای اندازه‌گیری توسط این خط‌کش به صورت $e = \pm\frac{a}{2} = \pm0/25\,cm$ بیان می‌شود. برای این‌که تعداد ارقام اعشاری خطا بیشتر از تعداد ارقام اعشاری حاصل از اندازه‌گیری نباشد، آن را به صورت $e = \pm0/3\,cm$ گرد کرده و نتیجهٔ اندازه‌گیری را چنین اعلام می‌کنیم: طول جسم $= 4/2\,cm \pm 0/3\,cm$

۳۵- گزینهٔ ۴ کمینهٔ درجه‌بندی خط‌کش برابر $a = 0/5\,cm$ است، پس خطای اندازه‌گیری برابر $e = \pm\frac{a}{2} = \pm0/25\,cm$ می‌شود که باید به صورت $e = \pm0/3\,cm$ گِرد شود تا تعداد ارقام بامعنای خطا و نتیجهٔ اندازه‌گیری یکسان شود. در نهایت نتیجهٔ اندازه‌گیری به صورت $4/0\,cm \pm 0/3\,cm$ بیان می‌شود که دارای دو رقم با معنای ۰ و ۴ است که ۰ رقم حدسی و غیرقطعی است.

۳۶- گزینهٔ ۲ خطای اندازه‌گیری برابر $e = \pm\frac{a}{2} = \pm0/3\,cm^3$ است، بنابراین دقت اندازه‌گیری برابر $a = 0/6\,cm^3$ است و کمینهٔ درجه‌بندی استوانه باید برابر $0/6\,cm^3$ باشد که در هیچ‌کدام از گزینه‌ها این‌گونه نیست. از این‌جا معلوم می‌شود که خطای اندازه‌گیری گِرد شده است و در حقیقت برابر $e = \pm\frac{a}{2} = \pm0/25\,cm^3$ بوده است، پس داریم $a = 0/5\,cm^3$ و کمینهٔ درجه‌بندی استوانه باید برابر $0/5\,cm^3$ باشد که نشان می‌دهد (۲) درست است.

تمرین **نتیجهٔ اندازه‌گیری را برای سایر گزینه‌ها بنویسید.** (۱) $3\,cm^3 \pm 1\,cm^3$ (۳) $3/68\,cm^3 \pm 0/05\,cm^3$ (۴) $3/7\,cm^3 \pm 0/5\,cm^3$

۳۷- گزینهٔ ۴ کمینهٔ درجه‌بندی خط‌کش میلی‌متری برابر $1\,mm$ و در نتیجه دقت اندازه‌گیری آن نیز برابر $a = 1\,mm$ است. بنابراین خطای اندازه‌گیری با خط‌کش میلی‌متری برابر $e = \pm\frac{a}{2} = \pm0/5\,mm$ است. از طرف دیگر به کمک خط‌کش میلی‌متری عدد $72\,mm$ را می‌خوانیم و رقم $0/9\,mm$ را حدس می‌زنیم، یعنی در مجموع عددی که گزارش می‌کنیم به صورت $72/9\,mm \pm 0/5\,mm$ یا $7/29\,cm \pm 0/05\,cm$ است.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

۳۸- گزینهٔ ۲ خطای اندازه‌گیری برابر $e = \pm ۰/۰۵\ mm$ است و می‌دانیم خطای اندازه‌گیری با وسایل مدرج، برابر مثبت و منفی نصف دقت اندازه‌گیری است، پس می‌توان نوشت:

$$e = \pm ۰/۰۵\ mm = \pm \frac{a}{۲} \rightarrow \frac{a}{۲} = ۰/۰۵\ mm \rightarrow a = ۰/۱\ mm$$

یعنی دقت اندازه‌گیری (a) وسیلهٔ اندازه‌گیری برابر $۰/۱\ mm$ است و بنابراین ضخامت جسم را با کولیس اندازه‌گیری کرده‌ایم.

۳۹- گزینهٔ ۱ خطای اندازه‌گیری برابر $e = \pm \frac{a}{۲} = \pm ۰/۰۰۰۰۵\ m = \pm ۰/۰۰۵\ mm$ داده شده است، پس دقت اندازه‌گیری این ریزسنج برابر $a = ۰/۰۱\ mm$ می‌باشد و از این‌جا می‌توان دریافت کمینهٔ تقسیم‌بندی این ریزسنج برابر $۰/۰۱\ mm$ است. می‌دانیم صفرهای سمت چپ قبل از اولین رقم غیرصفر، جزو رقم‌های بامعنا به حساب نمی‌آیند، پس نتیجهٔ این اندازه‌گیری دارای ۴ رقم بامعنای ۵، ۰، ۲ و ۰ (سمت راست) است.

۴۰- گزینهٔ ۲ می‌دانیم دقت اندازه‌گیری با وسایل رقمی (دیجیتال) برابر با یک واحد از آخرین رقمی است که آن وسیله می‌خواند، بنابراین دقت اندازه‌گیری آمپرسنج داده‌شده، برابر $a = ۰/۰۰۱\ A = ۱\ mA$ است. از طرف دیگر، صفرهای سمت چپ اولین رقم غیرصفر بامعنا نیستند، اما صفرهای سمت راست بامعنا هستند، پس نتیجهٔ این اندازه‌گیری دارای ۴ رقم بامعنا (۶، ۴، ۵ و صفر سمت راست) است.

تمرین **در این اندازه‌گیری: الف) رقم غیرقطعی (مشکوک) کدام است؟** صفر سمت راست **ب) خطای اندازه‌گیری چه‌قدر است؟** $e = \pm ۱\ mA$ **پ) نتیجهٔ این اندازه‌گیری را چگونه گزارش می‌کنید؟** $۶۴۵۰\ mA \pm ۱\ mA$

۴۱- گزینهٔ ۲ دقت اندازه‌گیری با وسایل رقمی (دیجیتال) برابر با یک واحد از آخرین رقمی است که آن وسیله می‌خواند، پس دقت اندازه‌گیری دماسنج رقمی داده‌شده برابر $a = ۰/۱\ ^\circ C$ است، پس (۲) نادرست و جواب سؤال است. خطای اندازه‌گیری وسایل رقمی مثبت و منفی دقت اندازه‌گیری است، یعنی داریم: $e = \pm a = \pm ۰/۱\ ^\circ C$، از این‌جا نتیجه می‌گیریم که دمای داخل گلخانه به صورت $(۱۸/۶ \pm ۰/۱)\ ^\circ C$ است، یعنی دمای داخل گلخانه بین $۱۸/۷\ ^\circ C$ و $۱۸/۵\ ^\circ C$ است. به طریق مشابه دمای خارج گلخانه به صورت $(۱۰/۲ \pm ۰/۱)\ ^\circ C$ یعنی بین $۱۰/۳\ ^\circ C$ و $۱۰/۱\ ^\circ C$ است. از این‌جا نتیجه می‌شود حداقل اختلاف دمای گلخانه با بیرون برابر $\Delta\theta_{min} = ۱۸/۵ - ۱۰/۳ = ۸/۲\ ^\circ C$ و حداکثر اختلاف دما برابر $\Delta\theta_{max} = ۱۸/۷ - ۱۰/۱ = ۸/۶\ ^\circ C$ است.

۴۲- گزینهٔ ۲ دو عدد $۴۶۴\ g$ و $۴۷۶\ g$ اختلاف زیادی با اندازه‌گیری‌های دیگر دارند، پس آن‌ها را به حساب نمی‌آوریم و میانگین هشت اندازه‌گیری دیگر را به عنوان نتیجهٔ اندازه‌گیری در نظر می‌گیریم. محاسبه نشان می‌دهد که میانگین این هشت اندازه‌گیری برابر $۴۲۰\ g$ است و (۲) درست است. برای ساده‌ترشدن محاسبات، فرض می‌کنیم (۳) درست باشد و جرم توپ $۴۲۵\ g$ باشد. اختلاف سایر گزینه‌ها از $۴۲۵\ g$ را حساب کرده و اصلاحات لازم را انجام می‌دهیم:

$$\frac{\text{۴۲۵ گرم − جرم در هر آزمایش}}{\text{تعداد آزمایش‌ها}} = \frac{۰-۷-۲-۹-۵-۱۱-۵-۱}{۸} = -۵$$

این محاسبه نشان می‌دهد میانگین این هشت اندازه‌گیری، ۵ گرم از $۴۲۵\ g$ کم‌تر است و (۲) درست است.

تمرین **دقت یک اندازه‌گیری به چه عواملی بستگی دارد؟** دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری، مهارت شخص آزمایشگر و تعداد دفعات اندازه‌گیری

۴۳- گزینهٔ ۳ کمینهٔ درجه‌بندی خط‌کش سانتی‌متری، برابر $۱\ cm$ و در نتیجه دقت آن نیز برابر $a = ۱\ cm$ است، بنابراین خطای اندازه‌گیری توسط این خط‌کش برابر $e = \pm \frac{a}{۲} = \pm ۰/۵\ cm$ است. از این‌جا نتیجه می‌شود که طول هر ضلع این مربع $۱۰/۰\ cm \pm ۰/۵\ cm$ است و با کمک‌گرفتن از اتحادهای جبری داریم:

$$S_{max} - S_{min} = (۱۰ + ۰/۵)^۲ - (۱۰ - ۰/۵)^۲ \xrightarrow{(a+b)^۲-(a-b)^۲=۴ab} S_{max} - S_{min} = ۴ \times ۱۰ \times ۰/۵ = ۲۰\ cm^۲$$

۴۴- گزینهٔ ۲ کف پای یک انسان بالغ را به صورت مستطیلی به ابعاد $۲۵\ cm \times ۱۰\ cm$ در نظر می‌گیریم، پس مساحتی که فشار بر آن وارد می‌شود برابر $A = ۲ \times ۲۵ \times ۱۰ = ۵۰۰\ cm^۲ = ۰/۰۵\ m^۲$ می‌شود. حالا اگر جرم یک انسان بالغ را برابر $m = ۶۰\ kg$ فرض کنیم، با توجه به رابطهٔ فشار داریم:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{۶۰ \times ۱۰}{۰/۰۵} = ۱۲۰۰۰\ Pa \sim ۱۰^۴\ Pa$$

۴۵- گزینهٔ ۲ طول عمر میانگین انسان‌ها حدود ۷۵ سال است، پس مرتبهٔ طول عمر انسان برحسب دقیقه برابر است با:

$$\text{طول عمر برحسب دقیقه} = ۷۵ \times ۳۶۵ \times ۲۴ \times ۶۰ \sim ۱۰۰ \times ۱۰۰ \times ۱۰ \times ۱۰۰ = ۱۰^۷\ \text{دقیقه}$$

می‌دانیم قلب یک انسان در هر دقیقه به طور متوسط ۷۵ ضربان انجام می‌دهد و در هر ضربان $۷۰\ cm^۳$ خون را پمپ می‌کند، پس کل حجم خونی که قلب در طول عمرمان پمپ می‌کند، برابر است با:

$$\text{حجم خون پمپ‌شده} = \text{طول عمر برحسب دقیقه} \times \text{تعداد ضربان در هر دقیقه} \times \text{حجم خون در هر ضربان} \sim ۱۰^۷ \times ۷۵ \times ۷۰ \times ۱۰^{-۳} \sim ۱۰^۷ \times ۱۰^۲ \times ۱۰^۲ \times ۱۰^{-۳} = ۱۰^۸\ L$$

۴۶- گزینهٔ ۱ هر شخص به طور متوسط در هر ۴ ثانیه یک بار نفس می‌کشد، به عبارت دیگر هر شخص به طور متوسط در یک دقیقه ۱۵ بار نفس می‌کشد و اگر عمر هر شخص را ۷۵ سال در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\text{تعداد نفس‌ها} = \text{زمان برحسب دقیقه} \times \text{تعداد نفس‌ها در هر دقیقه} = (۷۵ \times ۳۶۵ \times ۲۴ \times ۶۰) \times ۱۵ \simeq ۵/۹ \times ۱۰^۸ \sim ۱۰^۹\ \text{نفس}$$

تمرین **یک شخص در طول عمرش: الف) چند ثانیه را سپری می‌کند؟** $۲ \times ۱۰^۹\ s$ **ب) چند بار پلک می‌زند؟** ۲×۱۰^۸ **پ) چه حجمی هوا تنفس می‌کند؟** $\simeq ۲ \times ۱۰^۸\ L$

۴۷- گزینهٔ ۱ مساحت ایران $۱۶۴۸۱۹۵\ km^۲$ است و یک اسکناس ۱۰ هزار تومانی مستطیلی به ابعاد $۸\ cm \times ۱۷\ cm$ است، پس می‌توان نوشت:

$$\text{تعداد اسکناس‌ها} = \frac{\text{مساحت ایران}}{\text{مساحت یک اسکناس}} = \frac{۱۶۴۸۱۹۵\ km^۲}{۸\ cm \times ۱۷\ cm} \sim \frac{۱/۶ \times ۱۰^۶ \times ۱۰^۶\ m^۲}{۰/۱ \times ۰/۲\ m^۲} = ۸ \times ۱۰^{۱۳} \sim ۱۰^{۱۴}\ \text{اسکناس}$$

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

۴۸- گزینهٔ ۲ مساحت شهر (A) برابر است با:

$$A = ۱۸۰\ km^۲ = ۱۸۰\times۱۰^۶\ m^۲ = ۱/۸\times۱۰^۸\ m^۲ \sim ۱۰^۸\ m^۲$$

ارتفاع باران برابر $d = ۱۰\ mm = ۱۰^{-۲}\ m$ است، پس حجم باران باریده‌شده برابر است با:

$$V_۱ = Ad \sim ۱۰^۸\times۱۰^{-۲} = ۱۰^۶\ m^۳$$

هر قطرهٔ باران را به صورت کره‌ای به قطر ۴ mm در نظر می‌گیریم، پس حجم هر قطرهٔ باران برابر است با:

$$V_۲ = \frac{۴}{۳}\pi r^۳ = \frac{۴}{۳}\pi(۲\times۱۰^{-۳})^۳ \xrightarrow{\pi\simeq ۳} V_۲ \simeq ۴\times۲^۳\times۱۰^{-۹} = ۳۲\times۱۰^{-۹} \rightarrow V_۲ \sim ۱۰^{-۸}\ m^۳$$

بنابراین مرتبهٔ بزرگی تعداد قطره‌های باران برابر است با:

$$N = \frac{V_۱}{V_۲} \sim \frac{۱۰^۶}{۱۰^{-۸}} = ۱۰^{۱۴}$$

۴۹- گزینهٔ ۲ ابتدا مرتبهٔ بزرگی مساحت سطح زمین را تخمین می‌زنیم:

$$A = ۴\pi R^۲ \simeq ۴\pi\times(۶۴۰۰\times۱۰^۳)^۲ \sim ۱۰\times(۶\times۱۰^۶)^۲ \sim ۱۰\times۶^۲\times۱۰^{۱۲} \sim ۱۰\times۱۰\times۱۰^{۱۲} = ۱۰^{۱۴}\ m^۲$$

حالا برای به دست آوردن جرم جو زمین، از رابطهٔ $P = \frac{F}{A}$ استفاده می‌کنیم که در این رابطه به جای F، وزن جرم زمین (mg) و به جای A، مساحت سطح زمین را قرار می‌دهیم:

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow F = PA \Rightarrow mg = PA \rightarrow m\times۱۰ = ۱۰^۵\times۱۰^{۱۴} \rightarrow m \sim ۱۰^{۱۸}\ kg$$

می‌دانیم در حل مسئله‌ها به روش تخمین بزرگی، برخی اوقات ممکن است مرتبهٔ بزرگی پاسخ، با پاسخ واقعی مسئله یک یا دو مرتبهٔ بزرگی متفاوت باشد، پس ۲ که کم‌ترین اختلاف را با جواب ما دارد، انتخاب می‌کنیم.

۵۰- گزینهٔ ۲ جمعیت ایران حدود ۸۰ میلیون نفر است و اگر فرض کنیم هر خانوادهٔ ۴نفره دارای یک خودرو است، تعداد کل خودروهای کشور در حدود ۲۰ میلیون می‌شود. از طرف دیگر هر خودرو در هر روز به طور متوسط ۵۰ km را طی می‌کند. اگر مصرف میانگین خودرو را ۱۰ لیتر به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر فرض کنیم، هر خودرو در هر روز حدود ۵ لیتر بنزین مصرف می‌کند و داریم:

حجم بنزین مصرفی = تعداد خودروها × مصرف هر خودرو در هر روز × تعداد روزها $\sim ۲۰\times۱۰^۶\times۵\times۳۶۵ \sim ۳۶۵\times۱۰^۸ \sim ۱۰^{۱۰}$ لیتر

۵۱- گزینهٔ ۲ جمعیت شهر تهران حدود ۱۰ میلیون نفر است. سرانهٔ خودرو در تهران بیشتر از متوسط کل ایران است و اگر فرض کنیم در تهران به ازای هر ۲/۵ نفر، یک خودرو وجود دارد، تعداد کل خودروهای تهران در حدود ۴ میلیون دستگاه می‌شود. وقتی بنزین خودرویی به تدریج مصرف می‌شود، بالای بنزین درون باک، بخار بنزین تشکیل می‌شود. وقتی خودرو برای سوخت‌گیری دوباره به جایگاه پمپ بنزین می‌رود، با ورود بنزین به باک، بخار بنزین از آن خارج و به هوای بیرون رانده می‌شود. حجم متوسط باک خودروها در حدود ۵۰ لیتر است و حجم یک مول گاز کامل در روزهای عادی حدود ۲۵ لیتر است، پس در بالای هر باک نزدیک به ۲ مول بنزین وجود دارد که معادل ۱۶۰ گرم بنزین یا تقریباً ۰/۲ لیتر بنزین است. حالا اگر فرض کنیم از ۴ میلیون خودروی موجود در تهران، در هر روز ۱ میلیون خودرو سوخت‌گیری کنند، حجم بنزین بخارشده برابر $۱۰^۶\times۰/۲ = ۲\times۱۰^۵\ L$ می‌شود و ۲ درست است.

تمرین **مرتبهٔ مصرف روزانهٔ بنزین خودروهای شهر تهران را تخمین بزنید.** $\sim ۱۰^۷\ L$

۵۲- گزینهٔ ۱ جرم یک انسان بالغ را ۶۰ kg در نظر بگیرید. بیش از ۷۰ درصد بافت‌های بدن از آب تشکیل شده است و چگالی بدن انسان بسیار نزدیک به چگالی آب $(۱۰۰۰\ kg/m^۳)$ است. پس حجم بدن یک انسان برابر است با:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V_۱ = \frac{m}{\rho} = \frac{۶۰}{۱۰۰۰} = ۰/۰۶\ m^۳$$

اگر سلول‌های بدن انسان را کروی در نظر بگیریم، حجم هر سلول برابر است با:

$$V_۲ = \frac{۴}{۳}\pi R^۳ = \frac{۴}{۳}\pi\times(۱۰\times۱۰^{-۶})^۳ \simeq ۴\times۱۰^{-۱۵}\ m^۳$$

بنابراین مرتبهٔ تعداد سلول‌های انسان برابر است با:

$$N = \frac{V_۱}{V_۲} \sim \frac{۰/۰۶}{۴\times۱۰^{-۱۵}} = ۱/۵\times۱۰^{۱۳} \sim ۱۰^{۱۳}\ (\text{سلول})$$

۵۳- گزینهٔ ۴ جرم هر سکهٔ ۵۰۰تومانی حدود ۱۰ گرم است و اگر فرض کنیم از نیکل خالص ساخته شده است، هر سکه شامل $\frac{۱۰}{۵۸/۷۱} \simeq ۰/۲$ مول نیکل است. می‌دانیم هر مول از یک ماده، شامل عدد آووگادرو $(N_A = ۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳})$ اتم یا مولکول از آن است، بنابراین تعداد اتم‌های موجود در سکه برابر است با:

تعداد اتم‌های موجود در سکه $= ۰/۲\times۶/۰۲۲\times۱۰^{۲۳} \simeq (۰/۲\times۶)\times۱۰^{۲۳} \sim ۱\times۱۰^{۲۳} \sim ۱۰^{۲۳}$ (اتم)

۵۴- گزینهٔ ۴ می‌دانیم در شرایط معمول، هر مول از یک گاز کامل حجمی در حدود $V_۱ = ۲۵\ L = ۰/۰۲۵\ m^۳$ دارد، پس تعداد مول‌های گاز موجود در اتاق برابر است با:

$$V_۲ = ۳\times۸\times۳ = ۷۲\ m^۳ \rightarrow n = \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۷۲}{۰/۰۲۵} = ۲۸۸۵$$

هر مول از یک گاز شامل عدد آووگادرو مولکول از آن گاز است، پس داریم:

$$n = \frac{N}{N_A} \rightarrow N = n\times N_A \rightarrow N = ۲۸۸۰\times۶\times۱۰^{۲۳} = ۲/۸۸\times۶\times۱۰^۳\times۱۰^{۲۳} \sim ۱۰\times۱۰^{۲۶} = ۱۰^{۲۷}\ \text{مولکول}$$

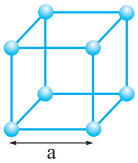
تمرین **با توجه به این‌که جرم مولکولی متوسط هوا ۲۹ g/mol است، جرم هوای موجود در این اتاق را تخمین بزنید.** $m \sim ۱۰۰\ kg$

۵۵- گزینهٔ ۴ می‌دانیم اتم هیدروژن دارای یک الکترون و یک پروتون است. جرم الکترون خیلی کم‌تر از جرم پروتون است، پس می‌توان جرم اتم هیدروژن را با جرم پروتون (و در نتیجه یکای جرم اتمی) برابر در نظر گرفت. جرم یک مول (عدد آووگادرو) اتم هیدروژن برابر ۱ g است؛ پس جرم یک اتم هیدروژن برابر است با:

$$N_A m_H = ۱g = ۱۰^{-۳}\ kg \rightarrow m_H = \frac{۱۰^{-۳}}{۶\times۱۰^{۲۳}} = \frac{۱}{۶}\times۱۰^{-۲۶}\ kg \sim (۰/۱)\times۱۰^{-۲۶} = ۱۰^{-۲۷}\ kg \rightarrow u \simeq m_H \sim ۱۰^{-۲۷}\ kg$$

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com



۵۶- گزینهٔ ۲ ما ساختار اتمی این فلز را نمی دانیم، بنابراین ساده‌ترین ساختار ممکن را در نظر می‌گیریم. فرض کنید مانند شکل مقابل، اتم‌های فلز دارای یک ساختار مکعبی باشند. فاصلهٔ متوسط بین اتم‌های مجاور در حقیقت طول ضلع این مربع است. حجم این ساختار برابر $V_1 = a^3$ است. هر یک از اتم‌هایی که در گوشهٔ مکعب قرار دارند، به ۸ مکعب که در کنار هم چیده شده باشند، تعلق دارند؛ بنابراین تعداد اتم‌های موجود در هر شبکه برابر $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ اتم است.

اکنون مکعبی به ضلع ۱ متر در نظر بگیرید. جرم این مکعب برابر $m = \rho V = 8 \times 10^6\ g$ است. با توجه به تعریف عدد آووگادرو، تعداد مول‌های این مکعب برابر $n = \frac{8 \times 10^6}{60} = \frac{4}{3} \times 10^5$ مول می‌شود و بنابراین تعداد اتم‌های موجود در این مکعب برابر است با:

$$n = \frac{N}{N_A} \rightarrow N = n \times N_A \rightarrow N = \frac{4}{3} \times 10^5 \times 6 \times 10^{23} = 8 \times 10^{28} \text{ اتم}$$

حجم مکعب برابر $V_2 = 1^3 = 1\ m^3$ است و چون هر ساختار مکعبی حاوی یک اتم است، می‌توان نوشت:

$$V_2 = NV_1 \rightarrow 1 = 8 \times 10^{28} \times a^3 \rightarrow a^3 = \frac{1}{8} \times 10^{-28} \sim 10^{-29} \rightarrow a \sim 10^{-10}\ m$$

تمرین **از حل این سؤال چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟** چگالی یک ماده، معیاری از فاصلهٔ متوسط بین مولکول‌های آن ماده است.

۵۷- گزینهٔ ۳ با استفاده از روابط هندسی، حجم کره را به دست می‌آوریم، سپس از رابطهٔ چگالی استفاده می‌کنیم:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \xrightarrow{\pi=3} V = \frac{4}{3} \times 3 \times 10^3 = 4000\ cm^3 \ , \ \rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{8000}{4000} \Rightarrow \rho = 2\ g/cm^3 \rightarrow \rho = 2000\ kg/m^3$$

۵۸- گزینهٔ ۳

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi \times 5^3 = \frac{500}{3}\pi\ cm^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 6 \times \frac{500}{3}\pi = 1000\pi(g) = \pi(kg) \simeq 3/14\ kg$$

۵۹- گزینهٔ ۲ حجم جسم، اختلاف حجم مایع در دو حالت است، پس داریم:

$$V = 23/1 - 18/5 = 4/6\ mL = 4/6\ cm^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{8/05}{4/6} = 1/75\ \frac{g}{cm^3} \xrightarrow{1\ g/cm^3 = 1000\ kg/m^3} \rho = 1/75 \times 10^3\ kg/m^3$$

تمرین **آیا درست بود که چگالی جسم را $1750\ kg/m^3$ گزارش می‌کردیم؟** خیر، زیرا در این حالت تعداد ارقام بامعنای چگالی بیشتر از تعداد ارقام بامعنای جرم و حجم جسم می‌شد.

۶۰- گزینهٔ ۳ حجم آب درون استوانهٔ مدرج به اندازهٔ حجم قطعهٔ فلز افزایش می‌یابد، بنابراین می‌توان نوشت:

$$V = Ah \rightarrow V = 12 \times 1/5 = 18\ cm^3 \ , \ \rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{90}{18} \rightarrow \rho = 5\ g/cm^3 \xrightarrow{1\ g/cm^3 = 1000\ kg/m^3} \rho = 5000\ kg/m^3$$

۶۱- گزینهٔ ۲ شرط فرورفتن جسم در آب، بیشتربودن چگالی جسم از چگالی آب است. پرتقال با پوست جرم بیشتری از پرتقال بدون پوست دارد، اما چگالی پرتقال بدون پوست بیشتر از چگالی آب و چگالی پرتقال با پوست کم‌تر از چگالی آب است، بنابراین پرتقال بدون پوست به درون آب فرو می‌رود، اما پرتقال با پوست در سطح آب شناور باقی می‌ماند.

تمرین **چرا آب مایع مناسبی برای خاموش‌کردن بنزین شعله‌ور نیست؟** چون چگالی بنزین کم‌تر از چگالی آب است و بر سطح آب شناور مانده و هم‌چنان شعله‌ور باقی می‌ماند.

۶۲- گزینهٔ ۱ ابتدا با استفاده از رابطه‌های هندسی، نسبت حجم دو ماده را پیدا می‌کنیم، سپس از رابطهٔ چگالی استفاده می‌کنیم:

$$V_A = \frac{4}{3}\pi R^3 \ , \ V_B = h \times (\pi R^2 - \pi(\frac{R}{2})^2) \xrightarrow{h=\frac{2}{3}R} V_B = \frac{1}{2}\pi R^3$$

$$\frac{V_B}{V_A} = \frac{\frac{1}{2}\pi R^3}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3}{8} \ , \ \rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = (\frac{m_A}{m_B}) \times (\frac{V_B}{V_A}) \rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = 2 \times \frac{3}{8} = \frac{3}{4}$$

۶۳- گزینهٔ ۳ از فرم مقایسه‌ای رابطهٔ چگالی استفاده می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = (\frac{m_A}{m_B}) \times (\frac{V_B}{V_A}) \rightarrow \frac{4}{5} = (\frac{8}{10}) \times (\frac{V_B}{5}) \rightarrow V_B = 5\ L$$

۶۴- گزینهٔ ۴ در هر دو حالت حجم مایع و روغن برابر با حجم ظرف و مساوی است. از طرف دیگر در حالت اول جرم مایع برابر $m_1 = 540 - 300 = 240\ g$ و در حالت دوم جرم روغن برابر $m_2 = 460 - 300 = 160\ g$ است، پس با استفاده از رابطهٔ چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} \xrightarrow{V_2 = V_1} \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{m_1}{\rho_1} \rightarrow \frac{160}{\rho_2} = \frac{240}{1/2} \rightarrow \rho_2 = 0/8\ g/cm^3 = 800\ kg/m^3$$

۶۵- گزینهٔ ۲ زمین کروی‌شکل است، پس حجمش برابر است با:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi(6400 \times 10^3)^3 \sim 10^{21}\ m^3$$

حالا با استفاده از رابطهٔ چگالی می‌توان نوشت:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 5500 \times 10^{21} \rightarrow m \sim 6 \times 10^{24}\ kg$$

۶۶- گزینهٔ ۳ قوطی کبریت را به صورت مکعب‌مستطیلی به ابعاد $5\ cm \times 4\ cm \times 1\ cm$ در نظر می‌گیریم. با توجه به رابطهٔ چگالی داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = 10^3 \times (0/05 \times 0/04 \times 0/01) = 10^3 \times 5 \times 4 \times 10^{-6} = 2000\ kg$$

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

۶۷- گزینهٔ ۴ حجم آب باریده برابر است با:

$$V = Ah = (۲۵۰۰\,km^۲)(۴۰\,mm) = (۲۵۰۰\times۱۰^۶\,m^۲)(۴۰\times۱۰^{-۳}\,m) = ۱۰^۸\,m^۳$$

اکنون از رابطهٔ چگالی استفاده می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V \rightarrow m = (۱۰۰۰\,kg/m^۳)(۱۰^۸\,m^۳) \rightarrow m = ۱۰^{۱۱}\,kg$$

۶۸- گزینهٔ ۱ چون ظرف پر از الکل است، حجم الکلی که از ظرف بیرون می‌ریزد، با حجم گلوله برابر است. توجه می‌کنیم که گرم بر لیتر و کیلوگرم بر متر مکعب واحدهای یکسانی هستند. حالا از فرم مقایسه‌ای رابطهٔ چگالی داریم: (آهن: ۲ و الکل: ۱)

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho_۲}{\rho_۱} = (\frac{m_۲}{m_۱})\times(\frac{V_۱}{V_۲}) \xrightarrow{V_۲ = V_۱} \frac{۷۸۰۰}{۸۰۰} = (\frac{۳۹۰۰}{m_۱})\times۱ \Rightarrow m_۱ = ۴۰۰\,g$$

تمرین حجم الکلی که از ظرف بیرون ریخته است، چند سانتی‌متر مکعب است؟ $V_۲ = V_۱ = ۵۰۰\,cm^۳$

۶۹- گزینهٔ ۲ دقیقاً مانند سؤال قبل، حجم گلوله با حجم روغنی که از ظرف بیرون می‌ریزد، برابر است و داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{\rho_{فلز}}{\rho_{روغن}} = (\frac{m_{فلز}}{m_{روغن}})\times(\frac{V_{روغن}}{V_{فلز}}) \rightarrow \frac{\rho_{فلز}}{۰/۸} = (\frac{۸۰۰}{۱۶۰})\times۱ \rightarrow \rho_{فلز} = ۴\,g/cm^۳ = ۴۰۰۰\,kg/m^۳$$

۷۰- گزینهٔ ۲ چون حجم مکعب چوبی $(V = a^۳ = ۴^۳ = ۶۴\,cm^۳)$ بیش از حجم آبی است که از ظرف بیرون ریخته است، چگالی چوب کم‌تر از چگالی آب است و مکعب بر سطح آب شناور می‌ماند. در این حالت جرم آب بیرون‌ریخته از ظرف با جرم مکعب چوبی برابر است:

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \frac{\rho_{چوب}}{\rho_{آب}} = (\frac{m_{چوب}}{m_{آب}})\times(\frac{V_{آب}}{V_{چوب}}) \rightarrow \frac{\rho_{چوب}}{۱} = ۱\times\frac{۴۰}{۶۴} \rightarrow \rho_{چوب} = ۰/۶۲۵\,g/cm^۳ = ۶۲۵\,kg/m^۳$$

۷۱- گزینهٔ ۳ برای محاسبهٔ چگالی محلول، مجموع جرم اجزای محلول را بر مجموع حجم آن‌ها تقسیم می‌کنیم:

$$\rho_{محلول} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \rightarrow \rho_{محلول} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B} \rightarrow \rho_{محلول} = \frac{۳\times۳ + ۱\times۳}{۳+۳} = ۲\,g/cm^۳ \rightarrow \rho_{محلول} = ۲۰۰۰\,kg/m^۳$$

تمرین نشان دهید اگر حجم اجزای تشکیل دهندهٔ یک مخلوط مساوی باشد، چگالی مخلوط میانگین چگالی اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن است.

۷۲- گزینهٔ ۴ این بار جرم اجزا داده شده است، پس از رابطهٔ چگالی مخلوط می‌توان نوشت:

$$\rho_{محلول} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \rightarrow \rho_{محلول} = \frac{m_A + m_B}{\frac{m_A}{\rho_A} + \frac{m_B}{\rho_B}} \rightarrow \rho_{محلول} = \frac{۳۰۰۰ + ۳۰۰۰}{\frac{۳۰۰۰}{۳} + \frac{۳۰۰۰}{۱}} = \frac{۶۰۰۰}{۴۰۰۰} = ۱/۵\,g/cm^۳ = ۱۵۰۰\,kg/m^۳$$

۷۳- گزینهٔ ۱ اگر حجم کل مخلوط را V در نظر بگیریم، داریم: $V_۱ = \frac{۱}{۳}V$ و $V_۲ = \frac{۲}{۳}V$، پس از رابطهٔ چگالی مخلوط داریم:

$$\rho_{مخلوط} = \frac{m_۱ + m_۲}{V_۱ + V_۲} \xrightarrow{m=\rho V} \rho_{مخلوط} = \frac{\rho_۱ V_۱ + \rho_۲ V_۲}{V_۱ + V_۲} \xrightarrow[V_۲ = \frac{۲}{۳}V]{V_۱ = \frac{۱}{۳}V} \rho_{مخلوط} = \frac{\frac{۱}{۳}\rho_۱ V + \frac{۲}{۳}\rho_۲ V}{\frac{۱}{۳}V + \frac{۲}{۳}V} = \frac{\rho_۱ + ۲\rho_۲}{۳}$$

تمرین اگر $\frac{۱}{۳}$ جرم مخلوط از مایع $\rho_۱$ و $\frac{۲}{۳}$ جرم باقی‌مانده از مایع $\rho_۲$ باشد، چگالی مخلوط چه‌قدر است؟ $\rho_{مخلوط} = \frac{۳\rho_۱\rho_۲}{\rho_۲ + ۲\rho_۱}$

۷۴- گزینهٔ ۳ چگالی مخلوط برابر ۰/۷۵ گرم بر سانتی‌متر یا ۷۵۰ گرم بر لیتر است. پس برای محاسبهٔ چگالی مخلوط داریم:

$$\rho_{مخلوط} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \xrightarrow{m=\rho V} \rho_{مخلوط} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B} \rightarrow ۷۵۰ = \frac{۶۰۰V_A + ۸۰۰V_B}{V_A + V_B}$$

$$\rightarrow ۷۵۰(V_A + V_B) = ۶۰۰V_A + ۸۰۰V_B \rightarrow ۱۵V_A + ۱۵V_B = ۱۲V_A + ۱۶V_B \rightarrow ۳V_A = V_B \rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{۱}{۳}$$

۷۵- گزینهٔ ۴ حجم ظاهری را به کمک هندسه و حجم واقعی را از رابطهٔ چگالی به دست می‌آوریم:

$$V_{ظاهری} = a^۳ = ۱۰^۳ = ۱۰۰۰\,cm^۳$$

$$V_{واقعی} = \frac{m}{\rho} = \frac{۶۰۰۰}{۸} = ۷۵۰\,cm^۳$$

بنابراین این مکعب دارای حفره‌ای به حجم $V_{حفره} = V_{ظاهری} - V_{واقعی} = ۲۵۰\,cm^۳$ است.

۷۶- گزینهٔ ۲ حجم ظاهری جسم را با استفاده از رابطه‌های هندسی به دست می‌آوریم:

$$V_{ظاهری} = a^۳ = ۱۰^۳ = ۱۰۰۰\,cm^۳$$

حجم واقعی جسم با استفاده از رابطهٔ چگالی برابر است با:

$$V_{واقعی} = \frac{m}{\rho} = \frac{۱۸۰۰}{۲} = ۹۰۰\,cm^۳$$

بنابراین حجم حفره برابر $V_{حفره} = V_{ظاهری} - V_{واقعی} = ۱۰۰۰ - ۹۰۰ = ۱۰۰\,cm^۳$ است و درونش ۱۰۰ گرم آب جای می‌گیرد.

۷۷- گزینهٔ ۳

$$V_{ظاهری} = \frac{۴}{۳}\pi r^۳ \xrightarrow[r=۵\,cm]{\pi=۳} V_{ظاهری} = ۴\times۵^۳ \rightarrow V_{ظاهری} = ۵۰۰\,cm^۳$$

$$V_{واقعی} = \frac{m}{\rho} \rightarrow V_{واقعی} = \frac{۱۰۸۰}{۲/۷} = ۴۰۰\,cm^۳ \;,\; V_{حفره} = V_{ظاهری} - V_{واقعی} = ۱۰۰\,cm^۳$$

$$\frac{V_{حفره}}{V_{ظاهری}} = \frac{۱۰۰}{۵۰۰} = \frac{۲۰}{۱۰۰}$$

بنابراین حفره ۲۰ درصد از حجم کره را تشکیل می‌دهد.

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210

telegram.me/medabook_com www.medabook.com

۷۸- گزینهٔ ۴ ابتدا با استفاده از رابطهٔ چگالی حجم واقعی را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{واقعی}} = \frac{m}{\rho} = \frac{۱۹۹/۵}{۱۹} = ۱۰/۵\ cm^۳$$

اکنون با جرم روغن بیرون‌ریخته، حجم ظاهری قطعهٔ طلا را حساب می‌کنیم:

$$V_{\text{ظاهری}} = \frac{m'}{\rho'} = \frac{۱۲}{۰/۸} = ۱۵\ cm^۳$$

حجم حفره، تفریقِ حجم ظاهری از حجم واقعی است:

$$V_{\text{حفره}} = V_{\text{ظاهری}} - V_{\text{واقعی}} = ۱۵ - ۱۰/۵ = ۴/۵\ cm^۳$$

۷۹- گزینهٔ ۴ حجم قطعه ۳۰ سانتی‌متر مکعب است، پس داریم: (طلا: ۱ و مس: ۲)

$$V_۱ + V_۲ = ۳۰ \rightarrow V_۲ = ۳۰ - V_۱$$

هم‌چنین جرم قطعه ۴۷۰ گرم است، پس با توجه به رابطهٔ چگالی می‌توان نوشت:

$$۴۷۰ = m_۱ + m_۲ \xrightarrow{m=\rho V} ۴۷۰ = ۱۹V_۱ + ۹V_۲ \xrightarrow{V_۲ = ۳۰ - V_۱} ۴۷۰ = ۱۹V_۱ + ۹(۳۰ - V_۱)$$

$$\rightarrow ۲۰۰ = ۱۰V_۱ \rightarrow V_۱ = ۲۰\ cm^۳ \rightarrow m_۱ = \rho_۱ V_۱ \rightarrow m_۱ = ۱۹ \times ۲۰ = ۳۸۰\ g$$

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

مشاوره و راهنمای انتخاب بهترین منابع کنکور : 021-28425210