

فهرست

فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری

- ۱۱ درس اول: این است «فیزیک»!
- ۱۳ درس دوم: اندازه‌گیری
- ۱۴ درس سوم: پیشوندهای SI و نمادگذاری علمی
- ۱۸ درس چهارم: تبدیل یکاها
- ۱۹ درس پنجم: رقم‌های بامعنا
- ۲۱ درس ششم: خطا
- ۲۲ درس هفتم: تخمین مرتبه بزرگی
- ۲۵ درس هشتم: چگالی
- ۲۸ درس نهم: متناسب بودن یا \propto
- ۳۰ بانک تست
- ۳۰ پرسش‌های امتحانی
- ۳۲ پاسخ‌نامه ابرتشریحی
- ۳۳ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی

فصل ۲: کار، توان و انرژی

- ۳۶ درس اول: نیروها و قانون‌های نیوتون
- ۳۸ درس دوم: ریاضیات، زبان فیزیک!
- ۳۹ درس سوم: مگو چیست «کار»!
- ۴۳ درس چهارم: کار نیروی گرانش (وزن)
- ۴۵ درس پنجم: توان
- ۴۶ درس ششم: قضیه پلائی
- ۴۹ درس هفتم: انرژی پتانسیل
- ۸۰ درس هشتم: انرژی مکانیکی
- ۸۸ بانک تست
- ۱۰۶ پرسش‌های امتحانی
- ۱۰۹ پاسخ‌نامه ابرتشریحی
- ۱۱۲ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی

فصل ۳: ویژگی‌های فیزیکی مواد

- ۱۲۵ درس اول: فازهای آشنا و ناآشنا
- ۱۲۸ درس دوم: کوتوله
- ۱۴۹ درس سوم: هم‌چسبی و دگرچسبی
- ۱۵۰ درس چهارم: فشار
- ۱۵۲ درس پنجم: فشار در شاره‌ها
- ۱۵۸ درس ششم: لوله‌های لاشکل
- ۱۶۲ درس هفتم: نیروهای مایع بر یک سطح افقی

- ۱۶۵ درس هشتم: فشارسنج‌ها
- ۱۶۸ درس نهم: اصل ارشمیدس
- ۱۷۱ درس دهم: شاره در حرکت
- ۱۷۳ بانک تست
- ۱۹۴ پرسش‌های امتحانی
- ۲۰۱ پاسخ‌نامه ابرتشریحی
- ۲۳۶ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی
- فصل ۴: دما و گرما
- ۲۳۶ درس اول: دما و دماسنجی
- ۲۳۳ درس دوم: دماسنج‌های معیار
- ۲۳۵ درس سوم: انبساط گرمایی جامدها و مایع‌ها
- ۲۳۴ درس چهارم: گازهای آرمانی
- ۲۵۲ درس پنجم: گرما
- ۲۵۸ درس ششم: گذار فاز
- ۲۶۶ درس هفتم: انتقال گرما
- ۲۷۰ بانک تست
- ۲۹۳ پرسش‌های امتحانی
- ۲۹۹ پاسخ‌نامه ابرتشریحی
- ۳۱۱ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی
- فصل ۵: ترمودینامیک
- ۳۱۲ درس اول: مفهوم‌های مقدماتی ترمودینامیک
- ۳۱۶ درس دوم: فرایندهای ترمودینامیکی خاص
- ۳۲۳ درس سوم: ماشین‌های گرمایی و یخچال‌ها
- ۳۲۸ بانک تست
- ۳۳۲ پرسش‌های امتحانی
- ۳۶۵ پاسخ‌نامه ابرتشریحی
- ۳۸۰ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی
- پاسخ‌نامه «تو»ها
- ۳۸۲ فصل اول
- ۳۸۲ فصل دوم
- ۳۸۳ فصل سوم
- ۳۸۵ فصل چهارم
- ۳۸۷ فصل پنجم
- ۳۸۹ پاسخ‌نامه کلیدی

درس هفتم: تخمین مرتبه بزرگی



خوشبختانه، جاده خلوت بود! راننده هم که گویی پایش روی پدال گاز، خشک شده بود و عقربه تندی سنج، از روی ۱۰۰ تکان نمی‌خورد! در این فکر بودم که آیا به موقع، به اصفهان می‌رسم یا نه! این دفعه باید چه بهانه‌ای بیاورم؟! ... ناگهان چشمم به تابلوی روبه‌رو افتاد! با یک حساب و کتاب سرانگشتی، تخمین زدم که ۲ ساعت دیگر، به اصفهان می‌رسیم...

به‌جز زندگی روزمره، گاهی در فیزیک نیز تخمین می‌زنیم! نوعی از تخمین که در فیزیک کاربرد زیادی دارد، **تخمین مرتبه بزرگی** است. نتیجه این تخمین، همیشه به صورت توانی از ۱۰ بیان می‌شود و به همین دلیل، بسیار تقریبی است. در تخمین مرتبه بزرگی، ابتدا همهٔ عددها به روش نمادگذاری علمی نوشته می‌شوند؛ سپس، ضریب ۱۰ گرد می‌شود؛ یعنی اگر کوچک‌تر از ۵ بود، به جای آن ۱ می‌گذاریم و اگر بیشتر از ۵ یا مساوی ۵ بود، به جای آن، ۱۰ می‌گذاریم.

در داستان بالا، تندی اتومبیل (۱۰۰ کیلومتر بر ساعت)، خودش به صورت توان ۱۰ است (یعنی 10^2 کیلومتر بر ساعت) و مسافت مانده تا اصفهان (یعنی ۲۰۵ کیلومتر) را می‌توان به صورت $2/05 \times 10^2$ کیلومتر نوشت. اگر ضریب $2/05$ را به صورت تخمین مرتبه بزرگی بنویسیم، چون کم‌تر از ۵ است، باید آن را برابر ۱ بگیریم و فاصله را به صورت 10^2 کیلومتر در نظر بگیریم:

$$2/05 \times 10^2 \text{ km} \sim 10^2 \text{ km}$$

نماد \sim را برای تخمین مرتبه بزرگی به کار می‌بریم و عبارت « $10^2 \text{ km} \sim 2/05 \times 10^2 \text{ km}$ » را به این صورت می‌خوانیم: « $2/05 \times 10^2 \text{ km}$ ، مرتبه بزرگی‌ای برابر 10^2 km دارد.»



$$1h = \text{مدت زمان} \Rightarrow 10^2 = \frac{10^2}{\text{مدت زمان}} \Rightarrow \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{مدت زمان}} = \text{تندی متوسط}$$

اکنون به تخمین مرتبه بزرگی مدت زمان می پردازیم:

این که خیلی با مقدار واقعی اختلاف داره!!



حق با شما است! واقعیت این است که حتی گاهی نتیجه این نوع تخمین، یک یا دو توان 10 با جواب واقعی اختلاف دارد! نکته ای که باید در نظر داشته باشید، این است که اصولاً تخمین را در مواردی به کار می بریم که دقت بالا در محاسبه ها اهمیت ندارد یا زمان کافی برای محاسبه های دقیق نداریم. به جز این، در مواردی که اطلاعات و داده های کافی برای حل و تحلیل دقیق یک مسئله در اختیارمان نیست، به تخمین روی می آوریم. البته در مثال هایی مثل نمونه ای که گفتیم (رسیدن به اصفهان)، مجبور نیستیم از تخمین مرتبه بزرگی استفاده کنیم! روشی هم که در ابتدای این درس به کار بردیم و زمان رسیدنمان به اصفهان را ۲ ساعت به دست آوردیم، تخمین بود؛ اما تخمین مرتبه بزرگی نبود.



تست معمولاً در استاندارد اروپایی، اگر ضخامت موی سر، بین 60 تا 80 میکرون باشد، آن را طبیعی در نظر می گیرند. اگر مساحت قسمت مودار سر یک نفر 770 سانتی متر مربع باشد، تعداد موهای سر او به روش تخمین مرتبه بزرگی، برابر کدام گزینه می شود؟ (π را برابر 3 در نظر بگیرید).

- (۱) 10^{19} (۲) 10^4 (۳) 10^9 (۴) 10^{14}

پاسخ گزینه ۳ ابتدا می خواهیم مساحت مقطع مو را که به شکل یک دایره است، محاسبه کنیم. (فرمول مساحت دایره رو که یاد تونه؟ بله... منظورم اینه، $A = \pi R^2$) ضخامت موی سر، یعنی قطر آن، که اگر تقسیم بر ۲ شود، شعاع مقطع مو به دست می آید. این شعاع برابر 30 تا 40 میکرومتر است که با نمادگذاری علمی، به صورت 3×10^{-5} (یا 4×10^{-5}) نوشته می شود و چون ۳ (یا ۴) کوچک تر از ۵ است، می توان آن را به صورت تخمین مرتبه بزرگی 1×10^{-4} نوشت. بد نیست چون مساحت سر را بر حسب سانتی متر مربع داده است، ما هم شعاع مو را به سانتی متر تبدیل کنیم. به یاد دارید که میکرون، برابر میکرومتر (یا 10^{-6} متر) و هر سانتی متر، برابر 10^{-2} متر بود:

$$10 \mu = 10 \times (1) \times (1) = 10 \mu \times \left(\frac{10^{-6} m}{1 \mu} \right) \times \left(\frac{1 cm}{10^{-2} m} \right) = 10^{-3} cm$$

$$1 \mu m = 10^{-6} m \Rightarrow \frac{10^{-6} m}{1 \mu m} = 1 \quad \quad \quad 1 cm = 10^{-2} m \Rightarrow \frac{1 cm}{10^{-2} m} = 1$$

$$A = \pi R^2 = 3 \times (10^{-3})^2 = 3 \times 10^{-6} cm^2$$

حالا سطح مقطع مو را حساب می کنیم:

این سطح را هم به صورت تخمین مرتبه بزرگی می توان 10^{-6} سانتی متر مربع نوشت. مساحت قسمت مودار سر را هم که 770 سانتی متر مربع است، به صورت 7.7×10^2 می نویسیم و چون $7/7$ از ۵ بیشتر است، آن را به صورت تخمین مرتبه بزرگی، 10×10^2 (و یا 10^3) می نویسیم.

بالآخره با تقسیم مساحت مودار سر بر مساحت مقطع هر تار مو، تعداد موها را پیدا می کنیم: $\frac{10^3}{10^{-6}} = 10^9$ = تعداد موها

منوئا

از این به بعد، توو بعضی از درس ها، قسمت هایی با عنوان منوئا فراهم دید! هرآن از این قراره که من دوتا مسئله یا تست یا سوژه ای مشابه رو انتقاد می کنم و اولی رو خودم حل می کنم و دومی رو شما باید حل کنید و راه منوئا همینم، توو باهای عالی ای که براتون گذاشتم بنویسین. (البته بهتون صادقانه قول می دم که همیشه، اولی رو که آسون تره، برای شما بنام که مطمئن باشم می توین حلش کنید!) برای شروع کار، تست هایی از آزمون های آزمایشی قلم پی رو انتقاد کردم. اول، قوب به نمونه ای که من حل می کنم دقت کنید و بعضش، خودتون دست به قلم بشین! موفق باشید!



من تعداد تنفس های انسان به طور متوسط، ۱۶ بار در دقیقه است. اگر به طور متوسط به ازای هر تنفس، 13000 ذره معلق وارد ریه انسان شود، مرتبه بزرگی تعداد ذرات معلقی که در یک سال وارد ریه انسان می شود، چه قدر است؟

(آزمون کانون فرهنگی آموزش ۹۵)

- (۱) 10^4 (۲) 10^{16} (۳) 10^{12} (۴) 10^{13}

پاسخ یک سال (year)، 365 روز است و هر روز، 24 ساعت و هر ساعت، 60 دقیقه است. (اینا رو که همه قبول دارین؟! به این ترتیب، یک سال برابر $365 \times 24 \times 60$ دقیقه است و تعداد ذرات معلقی که در این مدت وارد ریه می شود، برابر است با:

$$\frac{16 \text{ تنفس}}{\text{min}} \times 365 \times 24 \times 60 \frac{\text{min}}{\text{year}} \times 13000 \frac{\text{ذره}}{\text{تنفس}} = \frac{1}{6} \times 10^4 \times \frac{\text{تنفس}}{\text{min}} \times \frac{3}{65} \times 10^2 \times \frac{2}{4} \times 10^1 \times \frac{6}{10} \times 10^0 \frac{\text{min}}{\text{year}} \times \frac{1}{3} \times 10^4 \frac{\text{ذره}}{\text{تنفس}} \sim 10^{10} \frac{\text{ذره}}{\text{year}}$$

گزینه ۱

بیفتین! ما همین پوری تقریبی، این عددا رو با ماشین حساب توو هم ضرب کردیم! ... حاصل ضربتون برابر شد با $10^{11} \times 0.93238$ عجب نیست؟! ... این که با تخمین مرتبه بزرگی، می شه 10^{11} !



اصلاً عجیب نیست! به همین خاطر گفته بودیم که مقدار تخمین زده شده، ممکن است از نظر توان ۵، یک یا دو مرتبه با مقدار واقعی اختلاف داشته باشد!



تو اگر هر شخص به طور متوسط، روزانه ۳ لیتر هوا تنفس کند، به طور تخمینی، تا ۷۵ سال دیگر، چند لیتر هوا تنفس می کند؟

(آزمون کانون فرهنگی آموزش ۹۵)

$10^6 \quad (4)$

$10^3 \quad (3)$

$10^5 \quad (2)$

$10^4 \quad (1)$

(منتظر من نمونینا! راه حل فورتونو همین با بنویسین!)

به طور بود؟! ... فوشتون اومد؟! ... مطمئنم که تست «تو» رو درست حل کردین! ... به دلیل استقبال بی نظیرتون از این قسمت، به هفت دیگه (بازم) از آزمونای قلمچی (پنجاه و نهمین) می‌ذارم و بعدش، این درس رو تموم می‌کنیم! ... به نفس عمیق بکشین و شروع کنین!



منو ۲

س در ساحل شهر بوشهر به مساحت 240 km^2 ، شن‌ها، زمین ساحل را تا ارتفاع ۲۰ میلی‌متری پوشانیده‌اند. تخمین مرتبه بزرگی تعداد شن در این ساحل کدام است؟ (قطر دانه‌های کروی شن، ۴ mm است.)

(آزمون کانون فرهنگی آموزش ۹۵)

$10^{18} \quad (4)$

$10^{10} \quad (3)$

$10^{14} \quad (2)$

$10^{12} \quad (1)$

پاسخ حجم لایه شن را می‌توان با ضرب کردن مساحت ساحل در ارتفاع شن محاسبه کرد:

$$V_{\text{کل}} = Ah = 240 \times \underbrace{10^6}_{\text{km}^2 \rightarrow \text{m}^2} \times 20 \times \underbrace{10^{-3}}_{\text{mm} \rightarrow \text{m}} = 4/8 \times 10^6 \text{ m}^3$$

ما فکر می‌کردیم فقط مهم استوانه رو می‌شه این پوری حساب کرد!



یادتان باشد که اگر شکلی، دارای سطح مقطعی ثابت باشد، اهمیتی ندارد که این سطح مقطع چه شکلی است. حتی اگر شکل عجیب و غریبی به صورت رویه‌رو باشد، حجم آن، برابر «مساحت مقطع \times ارتفاع» است.



اگر حجم لایه شن را به حجم یک دانه شن تقسیم کنیم، تعداد دانه‌های شن به دست می‌آید:

$$\frac{V_{\text{کل}}}{V_{\text{دانه}}} = \frac{4/8 \times 10^6}{\frac{4}{3} \pi R^2} = \frac{4/8 \times 10^6}{\frac{4}{3} \times 3 \times (2 \times 10^{-3})^2} = \frac{4/8 \times 10^6}{3/2 \times 10^{-8}} \sim \frac{10^6}{10^{-8}} = 10^{14}$$

گزینه ۲

تو تخمین مرتبه بزرگی تعداد اتم‌هایی را که می‌توان در مکعبی به حجم ۹۶ میلی‌متر مکعب جای داد، کدام است؟ (حجم یک اتم

(آزمون کانون فرهنگی آموزش ۹۵)

$10^{21} \times 2/5 \text{ است.})$

$10^{29} \quad (4)$

$10^{26} \quad (3)$

$10^{23} \quad (2)$

$10^{20} \quad (1)$

(مطمئن قبول دارید که مال شما آسون‌تر از مال منه! ... منتظر بی هستین؟! ... همین با حل کنین!)



فسته نباشید! می‌فوام به رازی رو باحاتون در هیون بذارم! فقط باید چنبه داشته باشین و ازش سوء استفاده نکنین! ... راستش دلم نیومد هل تشریحی قسمت‌های د تو، رو توی کتاب نیارم! اوتا رو به جایی توو همین کتاب قایم کردم! آگه به درستی راه‌فلتون شک دارین، فودتون بگردین و ببینین هل تشریحی شونو کجا گذاشتم! بسیار فب! درس چونداری رو پشت سر گذاشتین! آگه دوست داشتین می‌تونین برین به استراحتی یکنین و بعداً به بانگ تست برین و تست‌های ۵۶ تا ۷۸ رو بزنین. بعد از هل تست‌ها، باید به همین‌جا برگردین و درس بعدی رو بخونین.





تخمین

۵۶- در کدام یک از موارد زیر از «تخمین» استفاده می‌کنیم؟

- (۱) دقت بالای محاسبه‌ها، اهمیت نداشته باشد.
 (۲) همه داده‌های مورد نیاز، در دسترس نباشد.
 (۳) زمان کافی برای محاسبه‌های دقیق نداشته باشیم.
 (۴) هر سه گزینه قبل

۵۷- کدام یک از اعداد زیر با توجه به قاعده تخمین مرتبه بزرگی، به درستی بیان شده است؟

- (۱) $10^{-9} \sim 0.000000785$ (۲) $10^{-7} \sim 0.000000785$ (۳) $10^{-6} \sim 0.000000785$ (۴) $10^{-5} \sim 0.000000785$

(آزمون کانون فرهنگی آموزش ۹۵)

۵۸- سال خورشیدی تولد شما، با استفاده از تخمین مرتبه بزرگی، به کدام صورت نوشته می‌شود؟

- (۱) $10^3 \times 1/3$ (۲) 10^2 (۳) 10^2 (۴) 10^4

۵۹- اگر زمین را کره‌ای به شعاع ۶۴۰۰ کیلومتر در نظر بگیریم، با تخمین مرتبه بزرگی، مساحت آن برحسب هکتار کدام است؟ (هر هکتار برابر ۱۰۰۰۰ متر مربع است و π را برابر ۳ فرض کنید.)

- (۱) 10^{11} (۲) 10^6 (۳) 10^{16} (۴) 10^{20}



۶۰- هواپیمایی در ارتفاع ۳۰۰۰۰ پا (ft) از سطح آزاد دریاها در حال پرواز است. اگر این ارتفاع را ابتدا به متر تبدیل کنیم و سپس، از تخمین مرتبه بزرگی استفاده کنیم، به کدام گزینه می‌رسیم؟ (ارتباط پا و سانتی‌متر، به صورت $\frac{1}{3} \text{ft} = 2/5 \text{ cm}$ است.)

- (۱) 10^5
- (۲) 10^8
- (۳) 10^4
- (۴) 10^2

۶۱- فرض کنید هر فرد، در هر ۵ ثانیه، یک بار پلک می‌زند. اگر عمر میانگین انسان را 2×10^9 ثانیه در نظر بگیریم، مرتبه بزرگی تعداد پلک‌هایی که یک شخص در طول عمرش می‌زند، کدام است؟

- (۱) 10^{13}
- (۲) 2×10^{13}
- (۳) 4×10^8
- (۴) 10^8

۶۲- عمر میانگین انسان 2×10^9 ثانیه است. اگر یک شخص، در هر دقیقه ۱۵ بار نفس بکشد، مرتبه بزرگی تعداد نفس‌هایی که در طول عمرش می‌کشد، کدام است؟

- (۱) 10^4
- (۲) 10^9
- (۳) 10^{14}
- (۴) 10^{20}

۶۳- در شکل روبه‌رو، مرتبه بزرگی تعداد آدامس‌های تویی کدام است؟

- (۱) 10^8
- (۲) 10^5
- (۳) 10^7
- (۴) 10^2



۶۴- مصرف روزانه آب هر ایرانی، ۱۷۰ لیتر است. اگر هر ایرانی، روزانه به اندازه ۲۰ لیتر آب، صرفه‌جویی کند، تخمین مرتبه بزرگی بزرگی چند لیتر آب در ماه ذخیره می‌شود؟ (جمعیت ایران را ۸۰ میلیون نفر فرض کنید.)

- (۱) 10^7
- (۲) 10^{10}
- (۳) 10^{13}
- (۴) 10^{15}

۶۵- اگر تعداد قطارهای ۷ واگنی فعال متروی تهران، ۱۳۰ عدد باشد و هر واگن، ظرفیت ۱۸۰ نفر را داشته باشد و هر قطار، در هر روز ۸ بار خطوط را طی کند، کدام گزینه تخمین مرتبه بزرگی حداکثر تعداد مسافره‌ای جابه‌جا شده در متروی تهران در طول سال است؟

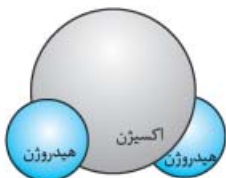
- (۱) 10^7
- (۲) 10^8
- (۳) 10^9
- (۴) 10^{10}

۶۶- با استفاده از اطلاعات زیر، مرتبه بزرگی متوسط مصرف روزانه بنزین توسط خودروهای سواری در شهر تهران، چند لیتر است؟

- تعداد خودروهای سواری شهر تهران، تقریباً ۴ میلیون دستگاه است.
- مسافت پیموده‌شده توسط هر خودرو، به طور متوسط ۱۰ هزار کیلومتر در هر سال است.
- متوسط مصرف بنزین هر خودروی سواری، ۱۳ لیتر در هر صد کیلومتر می‌باشد.

- (۱) 10^5
- (۲) 10^7
- (۳) 10^9
- (۴) 10^{11}

۶۷- می‌دانیم که هر مولکول آب (H_2O)، از یک اتم اکسیژن (O) و ۲ اتم هیدروژن (H) تشکیل شده است و هر ۱۸ گرم آب، تقریباً دارای $6/022 \times 10^{23}$ مولکول آب است. در کدام گزینه تخمین مرتبه بزرگی تعداد الکترون‌های موجود در بدن یک کودک ۱۰ ساله به جرم ۳۰ کیلوگرم، به درستی آورده شده است؟ (فرض کنید تمام جرم کودک از آب تشکیل شده و تعداد الکترون‌های اتم اکسیژن و اتم هیدروژن را به ترتیب، ۸ و ۱ در نظر بگیرید.)



- (۱) 10^{22}
- (۲) 10^{24}
- (۳) 10^{28}
- (۴) 10^{18}

نمی‌دونم تا حالا اسم «انریکو فرمی» رو شنیدین یا نه! این شخص، یه فیزیک‌دان آمریکایی - ایتالیایی در قرن بیستم بوده که نقش مهمی در شناخت بشر از شکافت هسته‌ای داشته. فرمی، به خاطر مهارت در «تخمین» خیلی معروفه و به همین دلیل، مسئله‌های تخمین رو، «مسائل فرمی» هم می‌نامند. بعد از حل دو تست زیر، در قسمت پاسخ‌های آبر تشریحی، براتون یه داستان جالب از این دانشمند می‌گم!



۶۸- فرمی در یکی از تخمین‌های جالب خود، زمان یک جلسه ۵۰ دقیقه‌ای کلاس را با یک قرن مقایسه کرده است! این مدت زمان، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

- (۱) میلی قرن
- (۲) میکرو قرن
- (۳) سانتی قرن
- (۴) نانو قرن



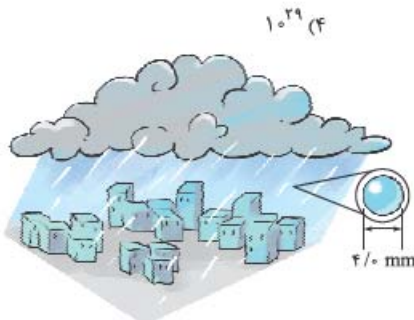
۶۹- نیویورک و لوس‌آنجلس، ۳ ساعت اختلاف زمانی دارند. اگر طول قسمتی از مدار زمین که بین این دو نقطه است، در حدود ۳۰۰۰ مایل باشد، شعاع زمین را چند مایل تخمین می‌زنید؟ (π را برابر ۳ فرض کنید.)

- (۱) ۸۰۰۰
- (۲) ۱۰۰۰
- (۳) ۴۰۰۰
- (۴) ۲۴۰۰۰

حالا می‌فواهم سه چهار تا از مثلا و تمرینای کتاب درسی رو که به شکل چهارگزینه‌ای در اومدن حل کنیم! نقرتون بیه!



۷۰- شعاع کره زمین $6/4 \times 10^6$ m و فشار جو در سطح زمین، در SI، برابر 10^5 است. اگر شتاب گرانش در سطح زمین در SI، برابر 10 فرض شود، مرتبه بزرگی جرم جو زمین در SI، کدام است؟ (π را برابر ۳ فرض کنید).



۷۱- فرض کنید یک روز، در یک بارندگی در شهر رشت، $10/0$ میلی‌متر باران بر سطحی به مساحت 180 کیلومتر مربع باریده است. اگر هر قطره باران را کره‌ای به قطر 4 میلی‌متر فرض کنیم، مرتبه بزرگی تعداد قطره‌های باران در این روز کدام است؟

۷۲- فرض کنید بازه زمانی بین دو ضربه قلب برابر $0/8$ ثانیه است و قلب در هر ضربه، به طور میانگین 70 سانتی‌متر مکعب خون به سرخرگ آئورت پمپ می‌کند. اگر هر سال را برابر 3×10^7 ثانیه فرض کنیم، مرتبه بزرگی حجم خونی که قلب شما تاکنون، به سرخرگ آئورت پمپ کرده (برحسب لیتر) کدام است؟

۷۳- وقتی بنزین داخل یک مخزن (مثل باک بنزین خودروها) مصرف می‌شود، جای بنزین مصرفی در مخزن، بخار بنزین تشکیل می‌شود و هنگام پر کردن دوباره مخزن، این بخار از آن خارج و وارد هوای محیط می‌شود. اگر در شهر تهران، روزانه 12 میلیون لیتر بنزین مصرف شود و این بنزین، از خارج شهر به جایگاه‌های توزیع سوخت آورده شود، روزانه چند میلیون لیتر بخار بنزین وارد هوای تهران می‌شود؟

۷۴- فاصله ماه از زمین به طور میانگین، 384000 km است. مرتبه بزرگی تعداد اسکناس 10 هزار تومانی را که باید روی یکدیگر بگذارید تا به کره ماه برسید، کدام است؟ (ضخامت یک بسته 100 تایی از این اسکناس را یکی از سه مقدار $1/2$ mm، 12 mm و یا 120 mm تخمین بزنید).

۷۵- در مورد لاستیک یک خودرو سواری، توصیه شده که پس از پیمودن مسافت 6000 کیلومتر، تعویض گردد. با تخمین مرتبه بزرگی، تعیین کنید با پیمودن هر کیلومتر، چند سانتی‌متر از ضخامت لاستیک آن خورده می‌شود؟ (ضخامت لاستیک نو را برابر یکی از سه مقدار 1 mm، 1 cm و یا 10 cm تخمین بزنید؛ هم‌چنین فرض کنید پس از 6000 کیلومتر، چیزی از لاستیک باقی نمی‌ماند).

۷۶- یک خانواده 4 نفری، به طور متوسط روزی 1200 لیتر آب مصرف می‌کنند. اگر آب یک روستای 40000 نفری را توسط دریاچه‌ای به مساحت 50 کیلومتر مربع تأمین کنیم، هر روز چند سانتی‌متر از عمق این دریاچه کم می‌شود؟ (فرض کنید آب دریاچه فقط توسط مردم روستا مصرف می‌شود و از تبخیر آب و عوامل مانند آن، صرف‌نظر کنید).

۷۷- یک لیتر روغن بر سطح آب دریاچه‌ای آن قدر پخش می‌شود تا لایه‌ای به ضخامت یک مولکول روغن بر سطح آب پدید آید. اگر قطر هر مولکول روغن 2×10^{-10} m فرض شود، مرتبه بزرگی مساحت لکه روغن بر سطح دریاچه را برحسب متر مربع، برابر کدام گزینه تخمین می‌زنید؟

۷۸- ارتفاع عرشه یک قایق از سطح آب دریاچه‌ای، 2 متر است. فرض کنید ما در ساحل این دریاچه، در فاصله $4/5$ کیلومتر از این قایق دراز کشیده‌ایم و ماس بر سطح آب، به قایق نگاه می‌کنیم. اگر ما بتوانیم $1/4$ از ارتفاع این قایق را ببینیم، شعاع کره زمین با این مشاهده، چند کیلومتر تخمین زده می‌شود؟

درست یا نادرست



گرچه برای همه شما دکتوره، آزمون سرنوشت ساز و مهمی است، اما چون قرار نیست به این زودی‌ها در اون شرکت کنین، فعلاً براتون اولویت نداره! ... پس بی اولویت داره؟! ... معلومه! ... امتحان‌های تشریحی مدرسه!

تو این قسمت از کتاب، می‌فوییم فیالتونو از این بابت عم راحت کنیم! واقعیت اینه که فیلی از سوالایی که تو این قسمت می‌بینین، از امتحانای مدرسه‌های مختلف کشور اقباس شن و شما رو به فوی با این امتحانا آشنا می‌کنن.

آسون‌ترین مدل پرسش‌های امتحانی، چیزیه که همین‌فا می‌بینین! به تعدادی «گزاره» براتون نوشتیم و شما باید با مدارتون، جلوی هر کدوم بنویسین «درست» یا «نادرست».

- ۱- ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطه ضعف دانش فیزیک است.
- ۲- دقت اندازه‌گیری در ابزارهای رقمی، برابر یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار می‌خواند.
- ۳- در عمل تخمین، دقت بالا در محاسبات، اهمیت زیادی دارد.
- ۴- هنگام مدل‌سازی، می‌توانیم اثرهای جزئی را نادیده بگیریم.
- ۵- در فیزیک، به هر چیز قابل اندازه‌گیری، کمیت فیزیکی گفته می‌شود.
- ۶- نیازی نیست که یک یکای اندازه‌گیری، قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را داشته باشد.
- ۷- میانگین فاصله زمین تا خورشید، سال نوری نام دارد.
- ۸- در نمادگذاری علمی، باید توان ده، عددی صحیح باشد.
- ۹- یکای جرم در SI، گرم نام دارد.
- ۱۰- رقم غیرقطعی، جزء رقم‌های با معنا محسوب نمی‌شود.
- ۱۱- وقتی نتیجه اندازه‌گیری طولی را به صورت $42 / 8 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ می‌نویسیم، به $\pm 0.5 \text{ mm}$ خطای وسیله اندازه‌گیری می‌گوییم.
- ۱۲- قطر یک سیم را می‌توان با یک خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری کرد.

تمرین‌های دوقلو

قل اول:



دوقلو دیگه بپه؟! ... می‌شه به کم توضیح بدین؟! ...



آگه به کم صبر کنین براتون توضیح می‌دم! ... فعلاً کاری به پریان «دوقلو» نداشته باشین! ... به مدار بردارین و جاهای خالی زیر رو پر کنین! توبه داشته باشین که جاهای خالی گذاشته‌شده لزوماً به اندازه چیزی که باید توش بنویسین، نیست! (منظورم اینه که مثلاً، ممکنه توه به پای خالی بزرگ، فقط لازم باشه به کلمه دو سه حرفی بنویسین!)

لطفاً هر یک از جاهای خالی را با عبارت‌های مناسب پر کنید:

- ۱۳- دانشمندان فیزیک، برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از و استفاده می‌کنند.
- ۱۴- اگر نتایج آزمایش‌های جدید با یک مدل یا نظریه فیزیکی سازگار نباشند، آن مدل یا نظریه، دیگر نیست.
- ۱۵- آن‌چه رابطه برخی کمیت‌های فیزیکی را توصیف می‌کند و در دامنه وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت معتبر است، فیزیکی نام دارد. برای توصیف دامنه‌ای محدودتر، از استفاده می‌شود.
- ۱۶- آن‌چه نقش مهمی در فرآیند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان داشته و نقطه قوت دانش فیزیک نیز به شمار می‌رود، ویژگی و است.
- ۱۷- فرآیندی که طی آن، یک پدیده فیزیکی آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود، نام دارد.
- ۱۸- برای بررسی حرکت یک توپ پرتاب‌شده، مدلی آرمانی ساخته‌ایم. در این مدل، می‌توان از و صرف‌نظر کرد؛ اما نمی‌توان از صرف‌نظر کرد.
- ۱۹- به عنوان یک مدل‌سازی در نورشناسی، می‌توان هر باریکه نور را مجموعه‌ای از با ضخامت ناچیز، در نظر گرفت که به خط راست، پیش می‌روند.
- ۲۰- اگر کمیتی تنها با یک عدد به همراه یکای آن مشخص شود، به آن کمیت فیزیکی، می‌گویند.
- ۲۱- طول قدم، به عنوان یکای اندازه‌گیری طول، به این دلیل یکای خوبی نیست که است.
- ۲۲- بنا بر تعریف اولیه، اگر فاصله قطب تا استوا به قسمت مساوی تقسیم شود، هر قسمت، «متر» نامیده می‌شود.



- ۲۳- دستگاه یک‌کاهایی که بیشتر مهندسان و دانشمندان علوم در سراسر جهان به کار می‌برند را به طور متداول، دستگاه می‌نامند؛ ولی این دستگاه یک‌کاه از سال ۱۳۳۸ هجری خورشیدی، به طور رسمی، دستگاه نامیده شد. در این دستگاه، تعداد کمیت اصلی وجود دارد.
- ۲۴- بنا بر تعریف قدیمی یکای زمان در SI، اگر بازه زمانی بین دو بار ظاهر شدن خورشید در بالاترین نقطه آسمان را به قسمت مساوی تقسیم کنیم، هر قسمت «ثانیه» نام دارد.
- ۲۵- برای سنجش زمان، باید از یک پدیده مانند ضربان نبض، نوسان گلوله یک آونگ یا چرخش زمین به دور خود (روز و شب) استفاده کرد.
- ۲۶- برای بیان کمیت‌های فیزیکی برداری، افزون بر عدد و یکا، لازم است آن‌ها را نیز مشخص کنیم.
- ۲۷- برای مجموعه کوچکی از کمیت‌های فیزیکی، یکای استاندارد مستقل تعیین شده است که عبارت‌اند از طول، جرم، زمان، دما، جریان الکتریکی، مقدار ماده و شدت روشنایی. به این کمیت‌ها، کمیت‌های گفته می‌شود. کمیت‌هایی که یکای آن‌ها با ضرب و تقسیم یکای این هفت کمیت ساخته می‌شود، کمیت‌های نام دارند.
- ۲۸- از کمیت‌های «طول»، «حجم»، «سرعت» و «زمان»، کمیت‌های و فرعی هستند.
- ۲۹- برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان، به یکاهای اندازه‌گیری‌ای نیاز داریم که نکنند و قابل در مکان‌های مختلف باشند.
- ۳۰- مسافتی که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید، نام دارد.
- ۳۱- اگر عددی را به صورت $a \times 10^k$ بنویسیم، در صورتی از نمادگذاری علمی استفاده کرده‌ایم که a ، و k ، باشد.
- ۳۲- یکای جرم در SI، است و به صورت استوانه‌ای فلزی از جنس، درون دو حباب شیشه‌ای، نگاه‌داری می‌شود.
- ۳۳- دقت اندازه‌گیری به و بستگی دارد.
- ۳۴- آخرین رقم سمت راست عددی که نتیجه یک اندازه‌گیری را بیان می‌کند، نام دارد.
- ۳۵- به کوچک‌ترین مقداری که یک وسیله اندازه‌گیری می‌تواند اندازه بگیرد، آن وسیله می‌گوییم.
- ۳۶- به مثبت و منفی نصف کمینه تقسیم‌بندی مقیاس یک وسیله اندازه‌گیری مدرج، وسیله می‌گوییم.
- ۳۷- به مثبت و منفی یک واحد از آخرین رقمی که یک وسیله رقمی (دیجیتال) می‌خواند، وسیله گفته می‌شود.
- ۳۸- در برخی از مسئله‌ها که دقت بالا در محاسبه‌ها، اهمیت چندانی ندارد، یا زمان کافی برای محاسبه‌های دقیق نداریم و داده‌های کافی هم در دسترس نیست، از استفاده می‌کنیم.
- ۳۹- در تخمین مرتبه بزرگی، همه اعداد به گرد می‌شوند.
- ۴۰- چگالی جامدها و مایع‌ها در یک دمای معین، به آن‌ها بستگی دارد.
- ۴۱- داخل یک استوانه مدرج، ۱۰۰ قطره آب می‌چکانیم. اگر سطح آب داخل استوانه، مقابل ۵ میلی‌لیتر قرار گیرد، جرم هر قطره آب، برابر گرم بوده است. (چگالی آب را 1 g/cm^3 در نظر بگیرید.)
- ۴۲- یک سیم لاکه را به دور یک مداد می‌پیچیم به گونه‌ای که حلقه‌های سیم در یک لایه، چسبیده به هم قرار گیرند. اگر $\frac{1}{4}$ طول ۱۶ سانتی‌متری مداد توسط سیم پوشیده شود و تعداد حلقه‌های سیم در این طول، ۴۰۰ حلقه باشد، ضخامت سیم میلی‌متر بوده است.

توم شد! ... فسته نباشین! لطفاً همین الان، جواب‌هاتون رو تصحیح کنین و اونایی رو که غلط نوشته بودین، یا اصلاً ننوشته بودین، چند بار برای فوتون کنگر کنین تا اون رو فوب یاد بگیرین... با سپاس فراوان!

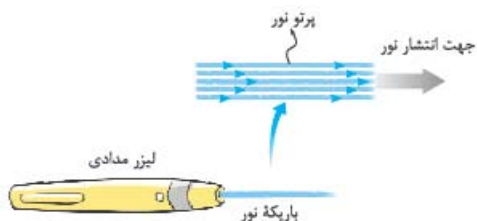


← قُل دوم:

بسیار فب! ... حالا نوبت به افشای راز «دوقلو» حاس! ... موضوع از این قراره که در «قل» دوم، براتون ۳۰ تا پرسش گذاشتم که جوابشون، دقیقاً عبارت‌هاییه که توو «قل اول» دیرین! به این ترتیب، آگه مثلاً فواستین جواب پرسش ۲۱ توو قسمت زیر رو بدوین، باید برین و عبارت ۲۱ توو قل اول رو نگاه کنین! ... فومیرین پی شد!؟ ... پس پرسشای این قسمت، پاسخ ندرن، در فقیقت، پاسفوشونو قبلاً داریم!



- ۱۲- فیزیک‌دانان برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از چه چیزهایی استفاده می‌کنند؟ (بهتون که گفتم! ... آگه جواب درست این پرسش رو می‌فواین، برین عقب و عبارت شماره ۱۳ توو «قل اول» رو به بار بفواین!)
- ۱۴- تا چه زمانی یک مدل یا نظریه فیزیکی، معتبر است؟
- ۱۵- چه تفاوتی بین «قانون» و «اصل» در فیزیک وجود دارد؟
- ۱۶- کدام ویژگی دانش فیزیک، نقش مهمی در فرآیند پیشرفت دانش و تکامل ما از جهان داشته و نقطه قوت به شمار می‌رود؟
- ۱۷- منظور از مدل‌سازی چیست؟
- ۱۸- برای بررسی حرکت یک توپ پرتاب‌شده، مدلی آرمانی ساخته‌ایم. در این مدل از چه چیزهایی چشم‌پوشی می‌شود؟ از چه چیزی نمی‌توان صرف‌نظر کرد؟



۱۹- یک نمونه از مدل‌سازی را در نورشناسی با توجه به شکل روبه‌رو، بیان کنید.

- ۲۰- منظور از کمیت فیزیکی نرده‌ای (اسکالر) چیست؟
- ۲۱- آیا انتخاب طول قدم به عنوان یکای طول، انتخاب خوبی است؟ چرا؟
- ۲۲- یکای طول در SI، ابتدا چگونه تعریف شده بود؟
- ۲۳- منظور از دستگاه بین‌المللی (SI) چیست؟
- ۲۴- یکای زمان در SI، ابتدا چگونه تعریف شده بود؟
- ۲۵- برای سنجش زمان از چه نوع پدیده‌هایی می‌توان استفاده کرد؟ مثال بزنید.
- ۲۶- به چه کمیتی برداری می‌گوییم؟
- ۲۷- به چه کمیتی، «اصلی» گفته می‌شود. کدام کمیت‌ها اصلی هستند؟ به چه کمیتی، «فرعی» می‌گوییم؟
- ۲۸- دو مثال از کمیت‌های فرعی بیاورید.
- ۲۹- دو ویژگی مهم یکاهای اندازه‌گیری چیست؟
- ۳۰- سال نوری چیست؟
- ۳۱- منظور از نمادگذاری علمی چیست؟
- ۳۲- یکای جرم در SI چیست و به چه صورت نگاه‌داری می‌شود؟
- ۳۳- سه عامل مؤثر در دقت اندازه‌گیری چیست؟
- ۳۴- منظور از رقم حدسی (یا غیرقطعی) چیست؟
- ۳۵- منظور از دقت اندازه‌گیری چیست؟
- ۳۶- منظور از خطای اندازه‌گیری یک وسیله اندازه‌گیری مدرج (غیردیجیتال) چیست؟
- ۳۷- خطای اندازه‌گیری یک وسیله رقمی (دیجیتال)، چگونه تعیین می‌شود؟
- ۳۸- معمولاً در چه صورت برای حل مسئله‌ها از «تخمین» (یا «برآورد») استفاده می‌کنیم؟
- ۳۹- منظور از تخمین مرتبه بزرگی چیست؟
- ۴۰- چگالی اجسام جامد و مایع در یک دمای معین، به چه چیزی بستگی دارد؟
- ۴۱- آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان جرم و حجم یک قطره آب را اندازه‌گیری کرد.
- ۴۲- آزمایشی طراحی کنید که به کمک یک خط‌کش میلی‌متری، بتوان قطر یک سیم مسی را اندازه‌گیری کرد.

پرسش‌های دوگزینه‌ای

به مدل دایره از سوالاتی که تو امتحانای تشریحی رایبه، تستای «دوگزینه‌ای» است. تو این پرسش‌ها، شما باید از میان دو گزینه، یکی رو انتخاب کنی! ... اصلاً کار سفتی نیست! ... همین الان شروع کنی!



در هر یک از موارد زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در برگه خود بنویسید:

- ۴۳- به عنوان نمونه‌هایی از «قانون» و «اصل» در فیزیک، می‌توان به (اصل - قانون) پاسکال و (اصل - قانون) های نیوتون اشاره کرد.
- ۴۴- (سرعت متوسط - تندی متوسط) یک دوچرخه‌سوار، 25 km/h به طرف شمال است.
- ۴۵- از تعریف اولیه یکای طول (متر)، می‌توان نتیجه گرفت که فاصله قطب تا استوا (یک ده میلیونیم - ده میلیون) متر است.
- ۴۶- از دو نوشته زیر، نوشته (الف - ب) درست است:
- (الف) (به طرف شمال شرقی 2 N) \vec{F}
- (ب) (به طرف شمال شرقی 2 N) F
- ۴۷- در دستگاه بین‌المللی یکاها، تعداد کمیت‌های اصلی (بسیار زیاد - هفت کمیت) است.
- ۴۸- فاصله میانگین زمین تا سطح خورشید، (سال نوری - یکای نجومی) نام دارد.
- ۴۹- در عددی که نتیجه یک اندازه‌گیری را بیان می‌کند، رقم آخر که غیرقطعی است، جزء رقم‌های بامعنا به شمار (می‌رود - نمی‌رود).
- ۵۰- آب، مایع مناسبی برای خاموش کردن بنزین شعله‌ور نیست؛ چون از بنزین است. (چگال‌تر - سنگین‌تر)



۵۱- یکای جرم در SI، (گرم - کیلوگرم) است.

۵۲- آخرین رقم سمت راست عددی که نتیجه یک اندازه‌گیری را بیان می‌کند، (دقت اندازه‌گیری - رقم حدسی) نام دارد.

۵۳- به مثبت و منفی نصف کمینه تقسیم‌بندی مقیاس یک وسیله اندازه‌گیری مدرج، (دقت - خطای) اندازه‌گیری آن وسیله می‌گوییم.

۵۴- شدت جریان، کمیتی (اصولی - فرعی) در SI است.

۵۵- دما، کمیتی (اصولی - فرعی) در SI است.

۵۶- با خط‌کش معمولی میلی‌متری (می‌توان - نمی‌توان) طول جسمی را برابر $80/2 \text{ mm}$ اعلام کرد.

پربش‌ها و مسئله‌ها

واقعیت اینه که آگه تستای این کتابو، چهارگزینه‌شونو حذف کنین، هر کدومشون تبدیل به یه مسئله فوب برای امتحاناتی تشریحی می‌شن، به همین دلیل، توصیه من اینه که نزدیک امتحانتون، یه بار، تستای مهم رو حل کنین. مطمئن باشید که پس از حل اونا، از عهدۀ هر نوع مسئله‌ای توو امتحان بر میاین! توو این قسمت، من فقط مفهوش نمونه، چندتا از سوالای امتحانی سالای گذشته رو براتون مطرح می‌کنم.



۵۷- تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید و حاصل را به روش نمادگذاری علمی بنویسید:

الف) $20 \text{ dm} = \dots\dots\dots \text{ Tm}$

ب) $1000 \text{ kg / L} = \dots\dots\dots \text{ g / cm}^3$

پ) $54 \text{ km / h} = \dots\dots\dots \text{ m / s}$

ت) $50 \text{ mg / L} = \dots\dots\dots \mu\text{g / mL}$

ث) $0/0004 \text{ hm}^2 = \dots\dots\dots \text{ dm}^2$

ج) $5 \text{ min} = \dots\dots\dots \mu\text{s}$

۵۸- نتیجه اندازه‌گیری جرم جسمی، به صورت $0/002030 \text{ kg}$ اعلام شده است. این اندازه را بر حسب گرم و با توجه به رقم‌های بامعناش، بنویسید.

۵۹- حاصل تبدیل واحدهای زیر را با استفاده از نمادگذاری علمی بنویسید:

الف) $0/28 \text{ مگاگرم}$ ، چند گرم است؟

ب) 7 دسی‌متر ، چند نانومتر است؟

پ) $0/72 \text{ میکروتانیه}$ ، چند ثانیه است؟

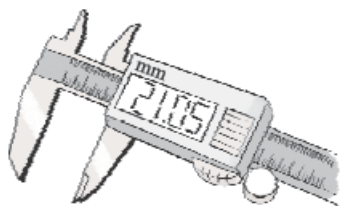
۶۰- مساحت یک ورقه مسی، 20 cm^2 و جرم آن، $21/6$ گرم می‌باشد. اگر چگالی مس، 9 گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد، ضخامت ورقه را حساب کنید.

۶۱- 2 متر مکعب از مایعی به چگالی 1000 کیلوگرم بر متر مکعب را با 2 متر مکعب از مایعی به چگالی 1500 کیلوگرم بر متر مکعب، مخلوط می‌کنیم. چگالی مخلوط، چند گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌شود؟

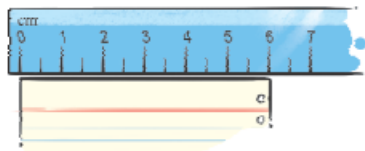
۶۲- جرم 2 لیتر الکل با چگالی 800 کیلوگرم بر متر مکعب، چند کیلوگرم است؟

۶۳- قطر یک کره فلزی 20 cm و چگالی فلز 8 g / cm^3 است. اگر جرم کره 26 kg باشد، چند لیتر فضای خالی درون کره وجود دارد؟ ($\pi = 3$)

۶۴- نتیجه اندازه‌گیری کولیس مقابل را بر حسب میلی‌متر، با توجه به تعداد رقم‌های بامعنا و خطای اندازه‌گیری، بنویسید.



۶۵- طول کاغذی را مطابق شکل مقابل، با خط‌کشی اندازه می‌گیریم. نتیجه این اندازه‌گیری را گزارش دهید.



۶۶- جرم خود را بر حسب کیلوگرم، با استفاده از تخمین مرتبه بزرگی بنویسید.

۶۷- حجم هسته یک اتم برابر 10^{-41} m^3 است. این حجم را ابتدا بر حسب پیکومتر مکعب و با نمادگذاری علمی بنویسید؛ سپس آن را با تخمین مرتبه بزرگی بیان کنید.

یه وقت فکر کنین با فل همین یازده تا سوال، امتحانتونو 20 می‌شینا! ... آگه 20 می‌فوااین، باید یه بار همه تستای «مهم» بانگ تست رو قبل امتحان حل کنین! ...

از من، گفتن بود! از شما...!؟





۵۶- گزینه ۴ در درس هفتم، موارد استفاده از تخمین را برایتان گفته بودم! آگه بهشون توجه نکردین، به بار دگه این درس رو بینین!

۵۷- گزینه ۳ ابتدا مقدار $0/000,000,785$ را به صورت $7/85 \times 10^{-7}$ می‌نویسیم. چون $7/85$ از 5 بزرگ‌تر است، آن را با 10^{-6} تخمین می‌زنیم:

$$7/85 \times 10^{-7} \sim 10 \times 10^{-7} \sim 10^{-6}$$

۵۸- گزینه ۲ شما متولد سال هزار و سیصد و چند هستید؟! البته فرمایش اصلاً مهم نیست! توجه کنید که سال تولد شما با نمادگذاری علمی، به صورت

$$10^3 \times 1/3 \dots \times 10^3 \text{ نوشته می‌شود که چون } 1/3 \dots \text{ کوچکتر از } 5 \text{ است، می‌توان نوشت: } 10^3 \sim 1/3 \dots \times 10^3$$

۵۹- گزینه ۱ اگر شعاع زمین را به صورت $6/4 \times 10^3 \text{ km}$ بنویسیم، چون $6/4$ از 5 بیشتر است، می‌توان با تخمین مرتبه بزرگی، آن را برابر $10 \times 10^3 \text{ km}$ و یا 10^4 km در نظر گرفت. اگر هکتار را با ha نشان دهیم، با استفاده از فرمول مساحت کره و تبدیل زنجیره‌ای یگاها، خواهیم نوشت:

$$A = 4\pi R^2 = 4 \times 3 \times (10^4 \text{ km})^2 \times \frac{10^6 \text{ m}^2}{1 \text{ km}^2} \times \frac{1 \text{ ha}}{10000 \text{ m}^2} = 1/2 \times 10^{11} \text{ ha} \sim 10^{11} \text{ ha}$$

یافتین! ما به مشکل اساسی پیدا کردیم، راستشو بگوین، ما اولش به فکرمون نرسید که شعاع زمین رو با تخمین مرتبه بزرگی ساده کنیم. البته (دروغ هر ۱۶۱) از ماشین‌حسابم استفاده کردیم و به مقدار زیر رسیدیم:

$$A = 4\pi R^2 = 4 \times 3 \times (6/4 \times 10^3 \text{ km})^2 \times \frac{10^6 \text{ m}^2}{1 \text{ km}^2} \times \frac{1 \text{ ha}}{10000 \text{ m}^2} = \frac{4}{9152} \times 10^{10} \text{ ha} \sim 10^{10} \text{ ha}$$

کوچکتر از ۵





پرا بوايمون با شما يکي تشه ۱۶



اصلاً جای نگرانی نیست! در درس هفتم هم در پاسخ به سؤالی مشابه، گفتیم که در تخمین مرتبه بزرگی، گاهی حتی تا دو مرتبه بزرگی، جوابمان با واقعیت اختلاف دارد. از آنجایی که بحث تخمین مرتبه بزرگی، یک بحث جدید در کتاب‌های فیزیک دبیرستانی است و در نظام‌های آموزشی پیشین، سابقه نداشته است، نمونه سؤال کنکوری هم از آن نداریم؛ اما قطعاً اگر طراحی بخواید از این بحث، تستی طرح کند، ناگزیر است گزینه‌ها را با فاصله زیاد از هم در نظر بگیرد. شما هم می‌توانید گزینه‌های را که یکی دو مرتبه بزرگی با جواب شما فاصله داشت، بزنید؛ البته در صورتی که از درستی راه‌حل‌تان مطمئن هستید! (فدا به فکر کنه!)

۶۰- گزینه ۳ کافی است به صورت مقابل عمل کنیم:

$$\frac{30000 \text{ ft}}{3 \times 10^2} = 3 \times 10^4 \text{ ft} \times \frac{2/5 \text{ cm}}{1 \text{ ft}} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} = 9 \times 10^2 \text{ m} \sim 10 \times 10^2 \text{ m} = 10^4 \text{ m}$$

۶۱- گزینه ۴ اگر 2×10^4 ثانیه را بر ۵ ثانیه تقسیم کنیم، تعداد پلک‌زدن‌ها معلوم می‌شود: چون ۴ کوچک‌تر از ۵ است، مرتبه بزرگی تعداد پلک‌زدن‌ها، برابر 10^8 می‌شود.

$$\text{تعداد پلک‌زدن‌ها} = \frac{2 \times 10^4 \text{ s}}{5 \text{ s}} = 4 \times 10^8$$

۶۲- گزینه ۲ ابتدا تعداد نفس‌ها در هر ثانیه را پیدا می‌کنیم:

$$15 \frac{\text{نفس}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 0.25 \text{ نفس / s}$$

اکنون باید عمر انسان را در تعداد نفس‌ها در هر ثانیه ضرب کنیم:

$$(2 \times 10^9 \text{ s}) \times 0.25 \frac{\text{نفس}}{\text{s}} = 5 \times 10^8 \sim 10 \times 10^8 = 10^9$$



۶۳- گزینه ۴ برای تخمین تعداد آدامس‌ها، کافی است تعداد آدامس‌های واقع در هر ضلع کف ظرف و ارتفاع آن را همانند شکل مقابل بشمارید و در هم ضرب کنید:

$$10^2 \sim 4/2 \times 10^2 = 360 = 7 \times 6 \times 10 = \text{تعداد آدامس‌ها}$$

کوچک‌تر از ۵

۶۴- گزینه ۲ به جز ۱۷۰ لیتر، که یک داده اضافی است و تأثیری در حل تست ندارد، باید بقیه عددها را در هم ضرب کنیم: (البته هر ماه را ۳۰ روز در نظر می‌گیریم).

$$20 \text{ L} \times \underbrace{80 \times 10^6}_{\text{جمعیت}} \times 30 = (2 \times 10^1) \times (8 \times 10^7) \times (3 \times 10^1) \text{ L} \sim (10^1) \times (10 \times 10^7) \times (10^1) = 10^{10} \text{ L}$$

۶۵- گزینه ۲ یک سال را ۳۶۵ روز در نظر می‌گیریم و همه عددهای داده‌شده را در هم ضرب می‌کنیم: (دلیل ضرب کردن عدداً اینقدر برهویه که هیچ توضیحی نمی‌شه در موردش داره!)

$$365 \times 8 \times 18 \times 130 \times 7 = (3/65 \times 10^2) \times (8 \times 10^1) \times (1/8 \times 10^2) \times (1/3 \times 10^2) \times (7 \times 10^1) \sim 10^2 \times 10^1 \times 10^2 \times 10^2 \times 10^1 = 10^8$$

۶۶- گزینه ۲ ابتدا مسافت پیموده‌شده در هر روز را تعیین می‌کنیم؛ یعنی «کیلومتر در هر سال (km / year)» را به «کیلومتر در هر روز (km / day)» تبدیل می‌کنیم:

$$10000 \frac{\text{km}}{\text{year}} = 10^4 \times \frac{\text{km}}{\text{year}} \times \frac{1 \text{ year}}{365 \text{ day}} = \frac{10^4}{365} \text{ km / day}$$

حالا مصرف روزانه هر خودرو را تعیین می‌کنیم:

$$\frac{10^4 \text{ km}}{365 \text{ day}} \times 13 \frac{\text{L}}{100 \text{ km}} = \frac{13 \times 10^2}{365} \text{ L / day}$$

بیشین! از کجا فهمیدین باید این دو تا رو هم ضرب کنین! ... اینم برهویه ۱۶



البته تا حد زیادی، این هم بدیهی به نظر می‌رسد؛ اما، یک راه خوب برای تشخیص این موضوع هم وجود دارد و آن، توجه به یکاها است! در حقیقت چیزی که به دنبالش بودیم، «لیتر» در هر «روز» بود؛ پس باید کاری می‌کردیم که «کیلومتر» حذف می‌شد. اکنون می‌توان مصرف روزانه ۴ میلیون (یعنی 4×10^6) خودرو را محاسبه کرد:



$$(4 \times 10^6) \times \frac{1/3 \times 10^2}{365} \text{ L / day} \sim 10^6 \times \frac{10^2}{10^2} = 10^6$$



۶۷- گزینه ۳ ابتدا تعداد مولکول‌های موجود در بچه را محاسبه می‌کنیم:

$$N_{\text{مولکول}} = \frac{\frac{6/0.22 \times 10^{23}}{18}}{1.8 \times 10^1} \times \frac{3 \times 10^2}{3} \times 10^2 \text{ g} \sim 10^{27} \text{ g}$$

چه قالب‌ها به پای این که گرم به گرم تبدیل کنیم، ۱۸ گرم رو به کیلوگرم تبدیل کردیم و جوابمون شد 10^{27} !!



به همین دلیل چند بار تذکر دادم که جواب‌های مختلف، ممکن است یکی دو توان 10 با هم اختلاف داشته باشند و نباید گزینه‌های چنین تست‌هایی، به هم نزدیک باشند. حالا توجه کنید که هر مولکول آب، دارای 10 الکترون است: 8 الکترون اکسیژن و 2 الکترون برای دو اتم هیدروژن. با این توضیح، تعداد الکترون‌های موجود در بدن بچه، برابر می‌شود با:



۶۸- گزینه ۲ برای حل این تست، با استفاده از تبدیل زنجیره‌ای یکاها، 50 دقیقه را به قرن تبدیل می‌کنیم و برای محاسبه، از تخمین مرتبه بزرگی استفاده می‌کنیم:

$$50 \text{ min} = 50 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ day}}{24 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ year}}{365 \text{ day}} \times \frac{\text{قرن}}{100 \text{ year}} = 10^{-5} \text{ قرن}$$

چنان‌که می‌بینید، حاصل به میکروقرن نزدیک‌تر است. (البته آنگاه مناسبه رو دقیق و بدون تخمین انتها می‌داریم و آفر سر، تخمین مرتبه بزرگی رو به کار می‌بریم، حاصل برابر 10^{-6} قرن می‌شد.)



۶۹- گزینه ۳ زمین در هر 24 ساعت، یک دور می‌چرخد؛ به این ترتیب، در 3 ساعت، به اندازه $\frac{3}{24}$ دور

(و یا $\frac{1}{8}$ دور) می‌چرخد و باید این $\frac{1}{8}$ دور، برابر 3000 مایل باشد:

$$\frac{1}{8} \times \text{محیط زمین} = 3000 \text{ mi} \Rightarrow \text{محیط زمین} = 24000 \text{ mi}$$

$$2\pi R = 24000 \text{ mi} \Rightarrow R = \frac{24000 \text{ mi}}{2 \times 3} = 4000 \text{ mi}$$

توجه کنید که در این تست، تخمین مرتبه بزرگی را از ما نخواستند؛ بنابراین، جواب تست، همین 4000 مایل است که به دست آوردیم!

این که تخمین نشد! ما همه پیشو درست و حسابی محاسبه کردیم، فقط به فرده عدد π رو تقریبی گذاشتیم!



این طورا هم که می‌گین، نیست! مثلاً توهه کنید که دو شهر لس‌آنجلس و نیویورک که درست روی استوا قرار ندارند! اصلاً این دو تا شهر، دقیقاً روی به مدار هم‌عرضی هم نیستن! ما توو محاسبه‌مون فرض کردیم این دو شهر روی به مدارن و تازه اون مدار رو محیط زمین در نظر گرفتیم.



خدای تخمین!

صبح زود روز دوشنبه، ساعت پنج و بیست و نه دقیقه سال ۱۹۴۵ میلادی، نخستین بمب اتمی در بیابانی واقع در ۹۷ کیلومتری شمال غرب «آلامگوردو» (Alamogordo) در «نیو مکزیکو» منفجر شد. ۴۰ ثانیه بعد، غرش صوتی حاصل از این انفجار، به اردوی دانشمندانی رسید که نظاره‌گر این انفجار بودند. یکی از این دانشمندان که سهم بزرگی در این آزمایش داشت، «تریکو فرمی» دانشمند ایتالیایی - آمریکایی بود. قبل از انفجار، فرمی کاغذی را پاره‌پاره کرد و به محض آن‌که احساس کرد غرش صوتی حاصل از انفجار، به او می‌رسد، خرده‌های کاغذ را بالای سرش برده و رها کرد. خرده‌های کاغذ، از ابر قارچ مانند حاصل از انفجار، دور شدند و تقریباً در فاصله $2/3$ متری پشت سر او بر زمین نشستند ...



پس از چند محاسبه کوتاه ذهنی، فرمی اعلام کرد که انرژی این بمب، معادل انرژی آزادشده از انفجار ده هزار تن «تی ان تی» (TNT) است! جالب این است که دستگاه‌های اندازه‌گیری پیشرفته‌ای (البته در حد آن زمان)، برای اندازه‌گیری سرعت و فشار غرش صوتی، در آن اردو نصب شده بودند و بعد از چندین هفته تجزیه و تحلیل اندازه‌گیری‌های آن‌ها، دانشمندان درست به همان نتیجه فرمی رسیدند! (هنوز هم دقیقاً نمی‌دانیم فرمی چگونه این محاسبه را در ذهن خود و تنها در عرض چند دقیقه انجام داد!)





۷۰- **گزینه ۴** پیش از حل این تست، به یادآوری رابطه‌هایی از علوم سال‌های گذشته نیاز داریم؛ البته در فصل‌های بعد، به صورتی دقیق‌تر به این رابطه‌ها خواهیم پرداخت و نیازی نیست که الان، به دنبال کتاب‌های علوم خود و مرور آن‌ها باشید. نخستین رابطه‌ای که باید به یادتان بیاورم، رابطه فشار است؛ اگر نیروی F در راستای عمود بر سطح، به سطحی به مساحت A وارد شود، فشار وارد بر سطح که با نماد P نشان داده می‌شود، از تقسیم بزرگی نیرو بر مساحت، به دست می‌آید: $P = \frac{F}{A}$. یکای فشار در SI، با استفاده از همین رابطه، به صورت $\frac{\text{نیوتون}}{\text{متر مربع}}$ نتیجه می‌شود که به آن **پاسکال** (با نماد Pa) می‌گویند. جو زمین، درست شبیه دستی که در شکل می‌بینید، سطح زمین را به پایین می‌فشارد و نیروی F در حقیقت وزن جو است. این را هم باید به یادتان بیاورم که وقتی جرم یک جسم برابر m است، وزن آن برابر mg خواهد بود. به g شتاب گرانش گفته می‌شود که مقدار آن را در سطح زمین، در SI، تقریباً برابر 10 در نظر می‌گیریم. یکای شتاب گرانش، $\frac{\text{نیوتون}}{\text{کیلوگرم}}$ است. با توضیحاتی که دادم، اگر جرم جو را m بنامیم، فشاری که به سطح زمین وارد می‌کند، برابر $P = \frac{mg}{A}$ است. به جای A هم باید مساحت کره زمین را بگذاریم.

 یعنی $4\pi R^2$!؟


خیر! فرمول $4\pi R^2$ ، مربوط به مساحت دایره است؛ نه کره! باید یادتان بماند که مساحت کره، برابر $4\pi R^2$ است:

$$P = \frac{mg}{A} = \frac{mg}{4\pi R^2} \Rightarrow m = \frac{4\pi R^2 P}{g}$$

چون مرتبه بزرگی جرم را می‌خواهیم، می‌توانیم هنگام محاسبه کسر بالا، از تخمین مرتبه بزرگی استفاده کنیم؛ مثلاً اگر π را برابر ۳ بگیریم، 4π برابر ۱۲ (و یا $1/2 \times 10 \sim 1 \times 10$) می‌شود که چون $1/2$ از ۵ کوچک‌تر است، آن را برابر ۱ تخمین می‌زنیم:

همین‌طور، شعاع زمین که برابر $m \times 10^6 / 4$ است، به دلیل آن‌که $6/4$ بیشتر از ۵ است، به این صورت تخمین زده می‌شود:

$$6/4 \times 10^6 m \sim 10 \times 10^6 m = 10^7 m$$

$$m = \frac{4\pi R^2 P}{g} = \frac{10 \times (10^7 m)^2 \times 10^5 \frac{N}{m^2}}{10 \frac{N}{kg}} = 10^{19} kg$$

اکنون محاسبه مرتبه بزرگی جرم جو زمین، ساده است:

بیشتر! هتماً باید مواقع جای‌گذاری عدداً تو به فرمول، یگام‌شونم بنویسیم!؟



نوشتن یگام در جلوی عددها، سبب می‌شود که همیشه به سازگاری یگام‌ها توجه داشته باشید و اگر یکایی با بقیه ناسازگار بود، فوراً متوجه اشکال جای‌گذاری‌تان می‌شوید! می‌بینید که یگام‌ها نیز مانند عددها، با هم ساده می‌شوند. البته پس از تمرین زیاد و کسب تسلط و مهارت، هنگام یک آزمون تستی، می‌توانید از نوشتن یگام چشم‌پوشی کنید.



۷۱- **گزینه ۱** ابتدا باید حجم باران باریده را محاسبه کنیم. برای این کار، کافی است مساحت را در ارتفاع باران ضرب کنیم.

گفته بودیم که هرگاه با شکلی مواجه بودید که سطح مقطع ثابتی (مثل A) و ضخامتی (مثل d) داشت، حجمش را می‌توانید از رابطه $V = Ad$ به دست بیاورید. شکل سطح مقطع، اصلاً مهم نیست و می‌تواند یک شکل دلخواه به صورت روبه‌رو باشد.

به جای‌گذاری زیر در این رابطه و تبدیل یگام‌ها توجه کنید: (در نوشته‌های زیر، قسمت رنگی، مربوط به سطح و قسمت سیاه، مربوط به ضخامت است).

$$V = Ad = (180 \text{ km}^2) \left(\frac{10^6 \text{ m}^2}{1 \text{ km}^2} \right) \times (10 \text{ mm}) \times \left(\frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} \right) = 1/8 \times 10^6 \text{ m}^3 \sim 10^6 \text{ m}^3$$

حالا باید حجم هر قطره باران را محاسبه کنیم. فرمول حجم کره را هم که حتماً به یاد دارید! فقط مواظب باش که قطر کره ۳ میلی‌متره و شعاعش می‌شه نصف این یعنی ۲ میلی‌متر،

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times \left(2 \text{ mm} \times \frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} \right)^3 = 3/2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \sim 10^{-8} \text{ m}^3$$

ضریب تبدیل میلی‌متر به متر

$$\text{تعداد قطره‌ها} = \frac{10^6 \text{ m}^3}{10^{-8} \text{ m}^3} = 10^{14}$$

اگر حجم باران باریده را بر حجم یک قطره تقسیم کنیم، تعداد قطره‌ها به دست می‌آید:

(راستی! مواظب بود که گزینه‌های (۲) و (۳)، اصلاً تخمین مرتبه بزرگی، نبورن!؟)



۷۲- گزینه ۴ شما الان بین ساتونه؟! ... سن رقیقتون مهم نیست! ... مهم اینه که سنتون می شه به عمر کوچک تر از ۵، ضرب در ۱۰، قبول دارین یا نه؟! ... به همین دلیل، مرتبه بزرگی سن شما برابر ۱۰^۸ سال است که اگر آن را در ۳ × ۱۰^۷ ثانیه ضرب کنید، سنتان برحسب ثانیه به دست می آید:

$$\text{مرتبه بزرگی سن شما برحسب ثانیه} = 10^8 \times 3 \times 10^7 \text{ s} = 3 \times 10^{15} \text{ s} \sim 10^8 \text{ s}$$

اگر این مقدار را بر ۸/۰ ثانیه تقسیم کنیم، مرتبه بزرگی تعداد ضربان‌های قلبتان به دست می آید:

$$\text{مرتبه بزرگی تعداد ضربان‌های قلب شما} = \frac{10^8 \text{ s}}{0.8 \text{ s}} = 1/25 \times 10^8 \sim 10^8$$

اگر تعداد ضربان‌ها را در ۷۰ سانتی‌متر مکعب خونی که در هر ضربان به سرخرگ آئورت پمپ می‌شود، ضرب کنیم، حجم کل خونی که تاکنون به سرخرگتان پمپ شده به دست می آید: (تبدیل واحد به لیتر هم فراموش نشه!)

$$\text{مرتبه بزرگی حجم خون (لیتر)} = 10^8 \times 70 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 7 \times 10^6 \text{ L} \sim 10 \times 10^6 \text{ L} = 10^7 \text{ L}$$

۷۳- گزینه ۱ این تست، بیشتر از یک تست فیزیک، یک تست «هوش» است! توجه کنید که وقتی خودروها، باک خالی بنزین خود را پر می‌کنند، حجمی برابر حجم بنزینی که باک آن‌ها را پر می‌کند، بخار بنزین از باک بیرون می‌آید و جای آن با بنزین پر می‌شود. با این توضیح، چون روزانه ۱۳ میلیون لیتر بنزین به باک خودروها وارد می‌شود، باید همین اندازه هم بخار بنزین از باک خارج شود.

پس باید گزینه (۱) رو می‌زدین!



خیر! پاسخ ما هنوز تمام نشده است! به نظر شما این بنزینی که خودروها در باک خود می‌ریزند، از کجا می‌آید؟! در حقیقت، جایگاه‌های عرضه بنزین، مخزن‌هایی دارند که بنزین از آن‌ها تأمین می‌شود. وقتی این مخزن‌ها خالی می‌شوند، بخار بنزین در آن‌ها وجود دارد؛ به همین دلیل، موقعی که تانکرهای حمل سوخت می‌آیند و مخزن‌های بنزین جایگاه‌ها را پر می‌کنند، همین حجم بخار بنزین از این مخزن‌ها بیرون می‌آید! با این توضیحات، حتماً متوجه شده‌اید که به ازای مصرف ۱۳ میلیون لیتر بنزین، ۲ برابر آن، یعنی ۲۶ میلیون لیتر بخار بنزین وارد هوا می‌شود.



آه این طور باشه، وقتی تانکرهای حمل بنزین هم پر می‌شن، به اندازه همشون بخار بنزین وارد هوا می‌شه! یعنی باید ۱۳ میلیونو ضرب در ۳ کنیم!



تا حدی حق با شما است! اما چون معمولاً این تانکرها خارج از شهر تهران پر می‌شوند، بخار بنزین آن‌ها وارد هوای تهران نمی‌شود!



فرا رو شکر! ...



۷۴- گزینه ۱ ضخامت یک بسته ۱۰۰ تایی اسکناس ۱۰ هزار تومانی را چه قدر تخمین زدید؟! اگر ۱/۲ mm یا ۱۲۰ mm را انتخاب کرده باشید، معلوم می‌شود که «اسکناس‌شناس» خوبی نیستید! ۱/۲ mm برای یک بسته ۱۰۰ تایی، آشکارا کم است و ۱۲۰ mm، خیلی زیاد! ۱۲ mm خوب است! با تقسیم فاصله ماه از زمین به ضخامت یک بسته اسکناس، تعداد بسته‌ها معلوم می‌شود؛ البته باید یگانه را نیز همسان کنیم:

$$\text{تعداد بسته‌های ۱۰۰ تایی} = \frac{384000 \text{ km}}{12 \text{ mm}} = \frac{384000 \text{ km} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}}}{12 \text{ mm} \times \frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}}} = 3/2 \times 10^{10} \sim 10^{10}$$

برای تعیین تعداد اسکناس‌ها، کافی است تعداد بسته‌ها را در ۱۰۰ ضرب کنیم:

۷۵- گزینه ۴ برای ضخامت لاستیک نو، ۱ mm فیلی‌کمه و ۲ cm هم فیلی‌زبانه! شک ندارم که شما هم ضخامت لاستیک نوری یک خودروی سواری را برابر ۱ cm تخمین زده‌اید! فرض کنیم پس از پیمودن ۶۰۰۰۰ km، کل این ضخامت، خورده می‌شود؛ به این ترتیب، با تقسیم کردن کل ضخامت لاستیک بر این مسافت، معلوم می‌شود که با پیمودن هر کیلومتر، چند سانتی‌متر از ضخامت لاستیک کاسته می‌شود:

$$\frac{1 \text{ cm}}{60000 \text{ km}} = \underbrace{1/66000 \times 10^{-5}}_{\text{کوچکتر از ۵}} \text{ cm/km} \sim 10^{-5} \text{ cm/km}$$

۷۶- گزینه ۱ روستای ۴۰۰۰۰ نفری از ۱۰۰۰۰ خانوادۀ ۴ نفری تشکیل شده است که مصرف آب روزانۀ آن‌ها، برابر ۱۰۰۰۰×۱۲۰۰ لیتر است. این حجم را برابر حاصل ضرب مساحت دریاچه (A) در ارتفاع آب مصرف‌شده (d) قرار می‌دهیم: (فقط توده ویژه‌ای به یک‌ها داشته باشیم، من همه یک‌ها رو ابتدا به SI تبدیل کردم!)

$$V = Ad \Rightarrow \frac{10000 \times 1200}{10^3} L = 50 \text{ km}^2 \times d \Rightarrow \frac{1}{2} \times 10^7 \text{ L} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 50 \text{ km}^2 \times \frac{10^6 \text{ m}^3}{1 \text{ km}^2} \times d$$

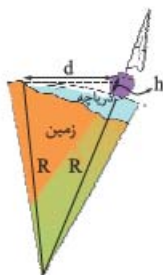
$$\Rightarrow d = \frac{2}{4} \times 10^{-2} \text{ m} = \frac{2}{4} \times 10^{-2} \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = \frac{2}{4} \times 10^{-2} \text{ cm}$$

۷۷- گزینه ۲ کافی است حجم یک لیتر را برابر با حاصل ضرب مساحت لکه روغن (A) در ضخامتش (d) قرار دهیم:

$$V = Ad \Rightarrow 1 \text{ L} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = A \times 2 \times 10^{-10} \text{ m} \Rightarrow A = 5 \times 10^6 \text{ m}^2 \sim 10 \times 10^6 \text{ m}^2 = 10^7 \text{ m}^2$$

تبدیل لیتر
به متر مکعب

۷۸- گزینه ۲ اینم به روش والد برای تفهیم شعاع کره زمین! ... آله کنار دریا زندگی می‌کنین، این بریده رو دائماً می‌بینین! چه بریده‌ای؟! ... این که کشتی‌ها وقتی تو افق از تون دور می‌شن، انگار کم پایین می‌رن و بعد از مدتی ناپدید می‌شن! این فودش اثباتیه برای کروی بودن زمین!



توجه کنید که $\frac{1}{4}$ از ارتفاع عرشه را می‌توان دید و $\frac{3}{4}$ از این ارتفاع، زیر افق پنهان شده است. با توجه به شکل روبه‌رو، اگر ارتفاع غیر قابل دیدن از عرشه را با h نشان دهیم (که برابر $\frac{3}{4} \times 2 \text{ m} = 1.5 \text{ m}$ است)، با استفاده از رابطه فیثاغورث (بازم هندسه!)، خواهیم داشت:

$$\underbrace{(R+h)^2}_{\text{وتر}} = R^2 + d^2 \Rightarrow R^2 + 2R + h^2 = R^2 + d^2 \Rightarrow 2Rh = d^2 - h^2 \Rightarrow R = \frac{d^2 - h^2}{2h}$$

توجه دارید که d برابر $4/5$ کیلومتر است؛ در حالی که h تنها برابر $1/5$ متر است. همین موضوع سبب می‌شود که در صورت کسر

(یعنی $d^2 - h^2$) از h^2 در برابر d^2 چشم‌پوشی کنیم:

$$R = \frac{d^2 - h^2}{2h} \approx \frac{d^2}{2h} = \frac{(4/5 \text{ km})^2}{2 \times 1/5 \text{ m} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}} = 6750 \text{ km}$$



پاسخ نامه پرسش های امتحانی

درست یا نادرست

- ۱- نادرست
- ۲- درست
- ۳- نادرست
- ۴- درست
- ۵- درست
- ۶- نادرست
- ۷- نادرست
- ۸- درست
- ۹- نادرست
- ۱۰- نادرست
- ۱۱- درست

۱۲- درست (به زودی بهتون می گم چه جوری!)

تمرین های دوقلو

- ۱۳- قانون ها، مدل، نظریه فیزیکی
- ۱۴- معتبر
- ۱۵- قانون، اصل
- ۱۶- آزمون پذیری، اصلاح نظریه های فیزیکی
- ۱۷- مدل سازی
- ۱۸- ابعاد توپ، وجود هوا، تغییر وزن با ارتفاع، نیروی جاذبه زمین
- ۱۹- پرتوها
- ۲۰- نرده ای (اسکالر)
- ۲۱- تغییر پذیر
- ۲۲- ۱۰ میلیون
- ۲۳- متریک، دستگاه بین المللی (SI)، هفت
- ۲۴- ۸۶۴۰۰
- ۲۵- تکرار شونده
- ۲۶- جهت
- ۲۷- اصلی، فرعی
- ۲۸- حجم، سرعت
- ۲۹- تغییر، باز تولید
- ۳۰- سال نوری (ly)

۳۱- عددی بزرگ تر یا مساوی یک و کوچک تر از ۱۰، عددی صحیح

۳۲- کیلوگرم، پلاتین - ایریدیم

۳۳- دقت وسیله، مهارت شخصی که اندازه می گیرد، تعداد دفعات تکرار اندازه گیری

۳۴- رقم حدسی (غیر قطعی)

۳۵- دقت اندازه گیری

۳۶- خطای اندازه گیری

۳۷- خطای اندازه گیری

۳۸- تخمین

۳۹- توانی از ۱۰

۴۰- جنس



برای دوتای آخر به یک حل مختصر نیاز داریم!

۴۱- اگر ۵ میلی لیتر را بر ۱۰۰ تقسیم کنیم، حجم یک قطره معلوم می شود:

$$\frac{5 \text{ mL}}{100} = 0.05 \text{ mL} = 0.05 \text{ mL} \times \frac{10^{-3} \text{ L}}{1 \text{ mL}} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} = 0.05 \text{ cm}^3$$

می بینیم که «میلی لیتر» و «سانتی متر مکعب» با هم مساوی اند و بهتره اینو مفقذ باشین! حالا می توان جرم هر قطره را محاسبه کرد:

$$m = \rho V = \left(1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right) \times (0.05 \text{ cm}^3) = 0.05 \text{ g}$$

۴۲- $\frac{1}{4}$ طول مداد، برابر می شود با: $\frac{1}{4} \times 16 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$

و چون در این طول، ۴۰۰ حلقه جای گرفته است، ضخامت سیم را می توان با تقسیم طول ۴ cm بر ۴۰۰ حلقه، به دست آورد. به تبدیل یکا هم نیاز داریم:

$$\frac{4 \text{ cm}}{400} = 0.01 \text{ cm} = 0.01 \text{ cm} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ mm}}{10^{-3} \text{ m}}$$

$$= 0.01 \times 10 \text{ mm} = 0.1 \text{ mm}$$

پرسش های دوگزینه ای

- ۴۳- اصل، قانون
- ۴۴- سرعت متوسط (تندی متوسط برداری نیست و جهت ندارد!)
- ۴۵- ده میلیون
- ۴۶- الف
- ۴۷- هفت کمیت
- ۴۸- یکای نجومی (AU)
- ۴۹- می رود
- ۵۰- چگال تر
- ۵۱- کیلوگرم
- ۵۲- رقم حدسی
- ۵۳- خطای
- ۵۴- اصلی
- ۵۵- اصلی
- ۵۶- می توان

پرسش ها و مسئله ها

۵۷- برای همه تبدیل یکاهای خواسته شده، باید از تبدیل زنجیره ای یکاها استفاده کنیم:

$$20 \text{ dm} = 20 \text{ dm} \times \frac{10^{-1} \text{ m}}{1 \text{ dm}} \times \frac{1 \text{ Tm}}{10^{12} \text{ m}} = 2 \times 10^{-12} \text{ Tm} \quad (\text{الف})$$

$$1000 \text{ kg/L} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} = 1 \times 10^3 \text{ g/cm}^3 \quad (\text{ب})$$

۶۲- تنها باید به سازگاری یکاها توجه داشته باشید:

$$m = \rho V = \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times (2 \text{ L}) \times \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) = 2 \text{ kg}$$

۶۳- ابتدا شعاع و حجم کره را تعیین می‌کنیم. چون در نهایت، حجم فضای خالی را برحسب لیتر از ما خواسته، حجم کره را هم برحسب لیتر به دست می‌آوریم:

$$R = \frac{D}{2} = 10 \text{ cm} = 10 \text{ cm} \times \frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} = 0.1 \text{ m}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \times \pi \times (0.1 \text{ m})^3 = 4.19 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$= 4.19 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 4.19 \text{ L}$$

از روی چگالی فلز، می‌توان حجم فلز سازنده کره را هم تعیین کرد. چگالی را هم برحسب کیلوگرم بر لیتر محاسبه می‌کنیم تا حجم برحسب لیتر به دست آید:

$$\rho = 8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 8 \text{ kg/L}$$

اکنون حجم فلز سازنده کره را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{26 \text{ kg}}{8 \frac{\text{kg}}{\text{L}}} = 3.25 \text{ L}$$

به این ترتیب، از کل حجم ۴ لیتری کره، ۳/۲۵ لیتر آن از فلز تشکیل شده و لابد، بقیه آن خالی است: $4 - 3.25 = 0.75 \text{ L}$

۶۴- خطای اندازه‌گیری این کولیس، چون دیجیتال است، برابر $\pm 0.1 \text{ mm}$ است و می‌توان نتیجه اندازه‌گیری را به صورت زیر اعلام کرد:

$$21.05 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$$

۶۵- احتمالاً طول کاغذ را برابر $6/4 \text{ cm}$ خوانده‌اید. البته ۴ رقم حدسی است و اگر چیز دیگری هم حدس زده‌اید به شما نمره داده می‌شود! به شرطی که بیشتر از $6/5$ و کمتر از 6 نباشد. دقت این خط‌کش، برابر 0.5 cm و در نتیجه، خطای اندازه‌گیری با آن، برابر $\pm 0.25 \text{ cm}$ است که البته، باید به صورت 0.3 cm گرد شود:

$$6/4 \text{ cm} \pm 0.3 \text{ cm}$$

۶۶- شما چند کیلوگرم هستید؟! ... اگر جرمتان از 50 کیلوگرم کمتر است

(که بعید می‌دونم!)، تخمین مرتبه بزرگی جرمتان، برابر 10^1 kg می‌شود و اگر بین 50 تا 100 کیلوگرم هستید (و همین‌طور خود 50 کیلوگرم)، تخمین مرتبه بزرگی جرمتان برابر 10^2 kg می‌شود. اگر هم بیشتر از 100 کیلوگرم هستید، باید حتماً درصد پایین‌آوردن جرمتان باشید! ... فیلی فطرناله! ولی تا 500 کیلوگرم باز هم تخمین مرتبه بزرگی جرمتان 100 کیلوگرم می‌شود.

۶۷- ابتدا تبدیل یکا را انجام می‌دهیم:

$$2/24 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 2/24 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \times \frac{1 \text{ pm}^3}{(10^{-12})^3 \text{ m}^3}$$

$$= 2/24 \times 10^{-5} \text{ pm}^3$$

چون $2/24$ از 5 کمتر است، مقدار بالا با تخمین مرتبه بزرگی، به صورت 10^{-5} pm^3 خواهد بود.

(پ)
$$54 \text{ km/h} = 54 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 15 \text{ m/s} = 1/5 \times 10 \text{ m/s}$$

(ت)
$$50 \frac{\text{mL}}{\text{L}} = 50 \frac{\text{mL}}{\text{L}} \times \frac{10^{-3} \text{ L}}{1 \text{ mL}} \times \frac{1 \mu\text{g}}{10^{-6} \text{ g}} \times \frac{10^{-3} \text{ L}}{1 \text{ mL}} = 50 \mu\text{g/mL} = 5 \times 10^1 \mu\text{g/mL}$$

(ث)
$$0.0004 \text{ h m}^2 = 0.0004 \text{ h m}^2 \times \frac{10^4 \text{ m}^2}{1 \text{ hm}^2} \times \frac{1 \text{ dm}^2}{10^{-2} \text{ m}^2} = 0.0004 \times 10^6 \text{ dm}^2 = 4 \times 10^2 \text{ dm}^2$$

(ج)
$$5 \text{ min} = 5 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times \frac{1 \mu\text{s}}{10^{-6} \text{ s}} = 300 \times 10^6 \mu\text{s} = 3 \times 10^8 \mu\text{s}$$

۵۸- مقدار 0.002030 kg ، دارای ۴ رقم بامعنا است. (این رقم‌ها را رنگی کرده‌ام!) باید آن را برحسب گرم بیان کنیم و دقت کنیم که تعداد رقم‌های بامعناى آن تغییر نکند:

$$0.002030 \text{ kg} = 0.002030 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = \frac{2.030}{\text{رقم‌های بامعنا}} \text{ g}$$

۵۹- برای هر مورد، از ضریب تبدیل و در صورت لزوم، روش تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم:

(الف)
$$0.28 \text{ Mg} = 0.28 \text{ Mg} \times \frac{10^6 \text{ g}}{1 \text{ Mg}} = 0.28 \times 10^6 \text{ g} = \frac{2.8 \times 10^5}{\text{نمادگذاری علمی}} \text{ g}$$

(ب)
$$7 \text{ dm} = 7 \text{ dm} \times \frac{10^{-1} \text{ m}}{1 \text{ dm}} \times \frac{1 \text{ nm}}{10^{-9} \text{ m}} = 7 \times 10^8 \text{ nm}$$

(پ)
$$0.72 \mu\text{s} = 0.72 \mu\text{s} \times \frac{10^{-6} \text{ s}}{1 \mu\text{s}} = 0.72 \times 10^{-6} \text{ s} = 7.2 \times 10^{-7} \text{ s}$$

۶۰- با استفاده از چگالی و جرم ورقه، می‌توان حجم آن را محاسبه کرد:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{21/6 \text{ g}}{9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 2/4 \text{ cm}^3$$

اکنون کافی است حجم ورقه را برابر حاصل ضرب مساحت آن در ضخامتش قرار دهیم:

$$V = Ad \Rightarrow 2/4 \text{ cm}^3 = (20 \text{ cm}^2) \times d \Rightarrow d = \frac{2/4 \text{ cm}^3}{20 \text{ cm}^2} = 0.12 \text{ cm}$$

۶۱- ابتدا چگالی مخلوط را در SI به دست می‌آوریم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B} = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 2 \text{ m}^3 + 1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 2 \text{ m}^3}{2 \text{ m}^3 + 2 \text{ m}^3} = 1250 \text{ kg/m}^3$$

حالا با روش تبدیل زنجیره‌ای یکاها، چگالی را برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب محاسبه می‌کنیم:

$$1250 \text{ kg/m}^3 = 1250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{10^{-6} \text{ m}^3}{1 \text{ cm}^3} = 1250 \text{ g/cm}^3$$