

# مقدمه ناشر

بچه‌تر که بودم، فکر می‌کردم هر چه قدر یک کتاب سخت‌تر و پیچیده‌تر نوشته شده باشد، حتماً حرف خاص‌تری دارد که ما نمی‌فهمیم! یعنی یک نگاه کلیشه‌ای وجود داشت که اگر کتابی را درست و حسابی نفهمیدی، حتماً خیلی هوشمندانه و سطح بالا نوشته شده است! اما هر چه قدر بزرگ‌تر شدم، فهمیدم که اتفاقاً این جور کتاب‌ها، چندان هم هوشمندانه نیستند، چون اصلاً اگر هوشمندانه نوشته می‌شدند، آن قدر سخت نمی‌شدند! برای همین وقتی هم‌سن شما بودم، دنبال کتاب‌های ساده می‌رفتم و از سادگی‌اش لذت می‌بردم. مثلاً همین بیت از آقای سعدی را ببینید، در عین حال که ساده است، کلی معنا دارد:

هر که عیب دگران پیش تو آورد و شمرد بی‌گمان عیب تو پیش دگران خواهد برد!



آن روزها گذشت و گذشت تا این که یک روز، خودم شدم مسئول تولید یک سری کتاب به اسم آموزش شگفت‌انگیز! کتاب‌هایی که در عین ساده و جذاب بودن، باید همه چیز را کامل آموزش می‌دادند. خوب برای تولید این کتاب‌ها، نیاز به آدم‌هایی داشتم که فقط ساده و جذاب بنویسند، همین! اما مشکل دقیقاً همین‌جا بود که ساده‌نوشتن، کار ساده‌ای نبود اصلاً! از طرفی فیزیک هم از آن درس‌هایی بود که به خودی خود، مفاهیمش سخت و دشوار است. برای همین، پیدا کردن کسی که بتواند این مفاهیم سخت را ساده بنویسد، کار ساده‌ای نبود. زمان دبیرستان ما، یکی از اون کتاب‌هایی که بیان ساده و در عین حال جذابی داشت و من همیشه از خواندنش لذت می‌بردم، کتاب‌های فیزیک فرید شهرباری بود. برای همین یک روز با ایشان تماس گرفتم، ولی متأسفانه جواب ندادند. البته این را می‌دانستم که قبل‌ترها از طرف انتشارات صحبت‌هایی با آقای شهرباری شده بود و نشده بود که بشود! باز با این حال چند روز بعد، با کورسوی امید دوباره پیام روبه‌رو را فرستادم:

... و این چت‌ها و مکالمات ادامه پیدا کرد تا این که آقای شهرباری آمدند خیلی سبز! 😊 خوب تا قبل از این تماس، آقای شهرباری را فقط در حد نوشته‌هایشان در کتاب می‌شناختم و به خاطر همین، خیلی دوستش داشتم. اما وقتی آقای شهرباری را از نزدیک دیدم، فهمیدم که جذاب بودن کتاب‌هایشان، بی‌دلیل نیست و خودشان هم دوست‌داشتنی هستند. الان از چاپ این کتاب خیلی خوشحالم و واقعاً در پوست خودم نمی‌گنجم. کاش دوباره من هم هم‌سن شما می‌شدم و این کتاب را درست و حسابی می‌خواندم! سپاس فراوان از آقای شهرباری عزیز؛ اول به خاطر ادب و تواضعشون و بعد برای نوشتن این کتاب! یک تشکر ویژه از بچه‌های واحد تولید و گرافیک که عاشقانه کار کردند تا این کتاب خوشگل الان دست شما باشد. خانم سخاوت‌زاده، دست شما هم درد نکند به خاطر همه کارهای خوبتان!

# مقدمه مؤلف

## ● آزمون و خطای بی پایان!

نخستین تجربه‌های من از تدریس فیزیک، به اواخر دههٔ ۶۰ تعلق دارند! برای شروع کار، باید کتاب‌هایی را درس می‌دادم که دو سه سال پیش از آن، به عنوان یک دانش‌آموز، با آن‌ها سروکار داشتم! همین موضوع، کار تدریس را برای من راحت‌تر و دل‌چسب‌تر می‌کرد؛ از نقاط قوت و ضعف کتاب‌های درسی به خوبی آگاه بودم و این را هم می‌دانستم که دانش‌آموزان، قرار است چه جاهایی را راحت‌تر بیاموزند و در چه جاهایی مشکلات بیشتری داشته باشند.



هنوز چند سالی از تدریس این کتاب‌ها نگذشته بود که نظام آموزشی تغییر کرد و نظامی که ما در آن درس خوانده بودیم و دو سه سال پس از ما نیز دوام آورده بود، «نظام قدیم» لقب گرفت و نظامی که از راه رسیده بود، «نظام جدید» نامیده شد! در آن زمان، من در آموزشگاهی به نام «آینده‌سازان» تدریس می‌کردم و هیچ وقت فراموش نمی‌کنم روزی را که به همراه دبیران، در دفتر آموزشگاه، در انتظار شروع کلاس‌هایمان نشسته بودیم، که ناگهان یکی از دبیران، کیف خود را روی میز گذاشت و از داخل آن، چند کتاب درآورد. در حالی که آن‌ها را، یکی یکی به ما می‌داد، گفت: «این‌ها، کتاب‌های نظام جدید است که امسال به طور آزمایشی در چند مدرسه تدریس شده و از سال بعد، در مدارس کل کشور تدریس می‌گردند.» همه با اشتیاق، مشغول ورق‌زدن کتاب‌ها شدیم. خوب به یاد دارم که همهٔ دبیرانی که آن روز در دفتر حضور داشتند، به اتفاق، نظرشان این بود که باید به فکر یک شغل دوم آبرومند باشیم! ... چرا؟! ... چون کتاب‌هایی که می‌دیدیم، نسبت به نظام آموزشی قبلی، آن قدر ساده بودند که آن روز، همه فکر می‌کردیم کسی به خاطر چنین مطالب ساده‌ای، به دنبال کلاس اضافه و آموزشگاه نخواهد بود! (به عنوان نمونه، در نظام پیشین، بچه‌های رشتهٔ ریاضی، سال چهارم، باید دو کتاب غول‌پیکر به نام‌های «فیزیک» و «مکانیک» را می‌خواندند که هر کدام، ۹ فصل بودند؛ یعنی ۱۸ فصل فیزیک و مکانیک! در نظام جدید آن زمان، برای بچه‌ها، کتابی لاغراندام به نام «فیزیک ۴» گذاشته بودند که چهار پنج فصل بسیار سطحی از مکانیک را در بر می‌گرفت. بچه‌های تجربی هم دست کمی از این نداشتند و گرچه در نظام پیشین، کتاب جداگانه‌ای به نام «مکانیک» نداشتند، کتاب فیزیکشان، دست کمی از بچه‌های ریاضی نداشت!) به هر حال، نظام آموزشی تغییر کرد و اوایل، هرج‌ومرج بود و تغییرات پی‌درپی کتاب‌های درسی! روش‌های «آشنای» و «خطا!» پس از آن که بچه‌های این نظام جدید، به آزمون سراسری رسیدند، از آن جایی که قرار بود چند سالی، هنوز داوطلبان نظام قبلی هم در کنکور حضور داشته باشند، سؤال‌های کنکور سراسری نیز به سه قسمت، تقسیم شدند:

«پرسش‌های ویژهٔ نظام قدیم»، «پرسش‌های ویژهٔ نظام جدید» و «پرسش‌های مشترک دو نظام»

(از آن جایی که «تاریخ، تکرار می‌شود»، بعید نیست، اکنون که دوباره شاهد تغییر نظام آموزشی هستیم، چند سالی، همین پدیده را در آزمون سراسری داشته باشیم!)

زمان گذشت و ما متوجه شدیم که پیش‌بینی تعطیلی کلاس‌های اضافه و آموزشگاه‌ها، بسی اشتباه بوده است! کلاس‌ها، روزبه‌روز، پررونق‌تر از گذشته می‌شد! تجربهٔ غریبی بود! با کاستن از حجم کتاب‌ها و کم کردن عمق مطالب درسی، گویا بچه‌ها هم، سال‌به‌سال، کم‌سوادتر می‌شدند و در یادگیری همین مطالب اندک (در مقایسه با نظام پیشین) دچار مشکل بودند! شاید در پاسخ به این دانش‌آموزان مشکل‌دار (!)، باز هم از حجم کتاب‌های فیزیک کاسته شد؛ به عنوان یک نمونهٔ بارز، کتاب درسی ۹ فصلی «مکانیک»، که جای خود را به کتابی به نام «فیزیک ۴» داده بود، کلاً ناپدید شد و مکانیک، در سال آخر دبیرستان، به دو فصل در ابتدای کتاب درسی، تبدیل گشت. بعداً، همین دو فصل، بچه‌ها را چنان به ستوه آورد که بسیاری از داوطلبان کنکور، با این استدلال که حل تست‌های این دو فصل، فقط به نوابغ اختصاص دارد، تصمیم به کنار گذاشتن آن‌ها از برنامهٔ مطالعاتیشان گرفتند! رفته‌رفته، باز هم غُرغُرها از حجم زیاد درس‌ها شدت می‌گرفت! ...

در حدود یک دهه از برقراری نظام جدید گذشته بود و کتاب‌های درسی به یک ثبات نسبی رسیده بودند، که به دنبال اعتراضات به حجم زیاد کتاب‌ها، طرح «تعدیل کتاب‌های درسی» آغاز شد! سال‌به‌سال، اندکی از حجم همین کتاب‌های باقی‌مانده، به صورتی کاملاً غیرمنطقی (مثل ناقص کردن بحث نوسان با حذف فاز اولیه و...)، حذف شد تا این که احساس شد که این کتاب‌ها اصلاً به درد نمی‌خورند و باید ضمن تغییر نظام آموزشی، کتاب‌های فیزیک، کلاً تغییر کنند! ... «آزمون و خطا»ی جدیدی آغاز می‌شود!

«آزمون و خطا» در نفس خود، چیز بدی نیست؛ به شرطی که به صورتی کاملاً آگاهانه و علمی صورت گیرد. من اطمینان دارم که نتیجه این «آزمون و خطا»ها، هرگز جایی ثبت نشده است؛ و گرنه شاهد تکرار خطاها نبودیم! به عنوان نمونه، تا دهه ۶۰، در کتاب‌های درسی به جای دو واژه انگلیسی speed و velocity از «تندی» و «سرعت» استفاده شده بود. سعی فراوانی هم در جانداختن این دو واژه صورت گرفت؛ اما سرانجام از اواسط همان دهه، «تندی» به کلی از کتاب‌ها برداشته شد. آیا سندی وجود دارد که در آن توضیح داده شده باشد که چرا این اتفاق افتاد؟! چرا اکنون، دوباره این واژه، به کتاب‌های علوم و فیزیک وارد شده است؟! آیا آن دلایلی که منجر به حذف آن در دهه ۶۰ شد، اکنون مرتفع شده‌اند؟

به عنوان یک نمونه دیگر، می‌توان به بحث «شناوری و اصل ارشمیدس» اشاره کرد. بیش از دو دهه قبل، این موضوع از کتاب‌های درسی حذف شد. آیا کسانی که این حذف را انجام دادند، سندی از دلایل خود به جای گذاشتند؟! بیش از دو دهه، دانش‌آموزان دبیرستانی، نیاز به دانستن این موضوع نداشتند و اکنون دارند؟! (متأسفانه، از این گونه مثال‌ها فراوان داریم!)

اگر در جستجوگر گوگل، عبارت انگلیسی «IQ map» (به معنی «نقشه آی کیو») را جستجو کنید و بر روی تصاویر آن کلیک کنید، نقشه‌هایی از کشورهای جهان را می‌بینید که در آن‌ها، با رنگ‌های مختلف، ضریب هوشی (IQ) مردم نواحی مختلف، مشخص گردیده است. زمانی این نقشه‌ها، اعتراضات گسترده‌ای را در کشور سبب شدند؛ چرا که در بسیاری از این نقشه‌ها، ایران، در ناحیه‌ای با ضریب هوشی زیر مقدار متوسط جهان طبقه‌بندی شده بود! این یک توهین آشکار به مردمی بود که خود را باهوش‌ترین انسان‌های موجود در سیاره زمین می‌دانستند (و هنوز هم می‌دانند)! بسیاری از مردم، این نقشه‌ها را توطئه دیگری از جانب گوگل دانستند و اعتقاد داشتند که اصولاً، آزمون هوشی در ایران برگزار نشده که براساس آن، بتوان سنجشی از هوش سرشار مردمان این سرزمین داشت! راستش را بخواهید، من هم نمی‌دانم که آیا این نقشه‌ها مبنای علمی دارند یا نه! این را هم نمی‌دانم که اگر کسانی از خارج، برای برگزاری آزمون‌های «آی کیو» به ایران فرستاده شوند، آیا در همان بدو ورود، با نگاهی به فرودگاه بین‌المللی ما، خودروهای ساخت ما، سبک رانندگی ما، ساختمان‌های شهرهای ما، هوایی که تنفس می‌کنیم و بعداً، با دیدن سبک زندگی ما (از جمله روش مصرف آب و برق)، آیا باز هم نیازی به برگزاری آزمون هوش می‌بینند؟! نمی‌دانم آیا این‌ها اصلاً به «آی کیو» ارتباطی دارند یا نه؟! ... آیا این «آزمون و خطا»های تکراری کتاب‌های درسی هم به «آی کیو» ربط دارند؟! فکر کنم برای پاسخ به این سؤالات، نیاز به مطالعه بیشتری دارم! حتماً در اولین فرصت، تحقیق مفصلی در این زمینه خواهم کرد! اگر پیش از این تحقیق، نظر شخصی من را بخواهید، می‌گویم که پایین بودن ضریب هوشی، ممکن است موضوع خیلی مهمی نباشد؛ اما این که کسی با وجود ضریب هوشی پایین، توهم باهوش بودن داشته باشد، بسیار خطرناک است و شاید این، یک طرح هوشمندانه دشمنان ما بوده است که به ما تلقین کنند که مردم باهوشی هستیم!

### ● از واشنگتن تا رشت!

من یک مجموعه ارزشمند از کتاب‌های فیزیک به زبان انگلیسی دارم که آن‌ها را با زحمت و خون دل، (در دورانی که فایل‌های «پی دی اف» کتاب‌ها، به این راحتی در اینترنت یافت نمی‌شد)، از این گوشه و آن گوشه دنیا خریده‌ام! هر وقت می‌خواهم یک کتاب جدید بنویسم، ابتدا آن‌ها را یکی یکی و با دقت، ورق می‌زنم و سعی می‌کنم از آن‌ها، مسئله‌های جدیدی را متناسب با کتاب درسی، به سرقت برم! (البته روزبه‌روز، عذاب وجدانم از این اقتباس‌های بی‌اجازه، بیشتر می‌شود!) وقتی طبق معمول، پیش از نوشتن این کتاب، به سراغ منابع ارزشمندم رفتم، علاوه بر عذاب وجدان، دچار شگفتی نیز شدم! احساس می‌کردم، کتاب درسی جدید، منفجر شده و من دارم تکه‌های آن را در این کتاب‌ها می‌بینم! حتی اغلب شکل‌های کتاب درسی هم از همین منابع برداشته شده بودند! ... اقتباس بعضی مطالب کتاب درسی از منابع بیگانه، از قدیم سابقه داشته و شاید هم اجتناب‌ناپذیر باشد؛ اما این اقتباس، در کتاب‌های جدید، بسیار پررنگ‌تر است. جای تأسف است که در این اقتباس‌ها، یکپارچگی کتاب درسی در نظر گرفته نشده است. به عنوان نمونه‌ای بسیار پیش پا افتاده، از ابتدا تا انتهای کتاب، نیروی اصطکاک، گاهی با نماد  $f$ ، گاهی با نماد  $F_f$  و گاهی نیز با نماد  $f_k$  نشان داده شده و این که کجا، از کدام نماد استفاده شده است، بستگی دارد که مطلب از کدام کتاب خارجی اقتباس شده باشد!

یکی از کتاب‌های فیزیک محبوب من، کتابی است که نویسنده‌اش «جیمز واکر» نام دارد. یک روز که مشغول ورق‌زدن آن به قصد پیدا کردن مسئله‌های هماهنگ با کتاب درسی جدید بودم، ناگهان به مسئله زیر رسیدم:

«در یک روز طوفانی،  $5/0$  اینچ باران در واشنگتن دی‌سی، در سطحی به مساحت  $70$  مایل مربع باریده است. تعداد قطره‌های باران را در این بارندگی تخمین بزنید.»

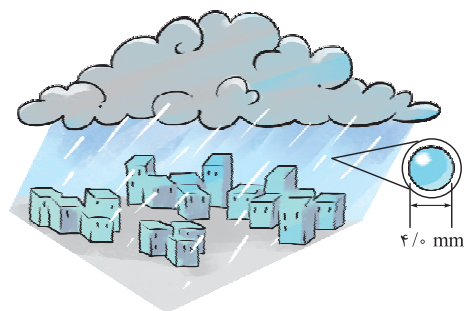
جالب بود! این مسئله در کتاب درسی نیز وجود داشت! حتی شکل آن هم عیناً اقتباس شده بود! فقط از «واشنگتن» در صورت مسئله خبری نبود و اسم شهر، به «رشت» تبدیل شده بود! ... وقتی این موضوع را دیدم، حس طنزپردازی ام شکوفا شد و متن زیر را نوشتم:

### ● طرز تهیه کتاب درسی:

**مواد مورد نیاز:** چند کتاب درسی خارجی، اینترنت پرسرعت و سرگذشت دانشمندان ایرانی و خارجی به مقدار کافی.

**روش تهیه:** ابتدا از هر کتاب خارجی، قسمتی را ترجمه می‌کنیم. ارجحیت با قسمت‌هایی است که با کتاب‌های درسی قدیمی در تضاد باشند. هنگام ترجمه، می‌توان از اسامی ملی استفاده کرد: مثلاً واشنگتن را به رشت تبدیل می‌کنیم؛ فقط باید حواسمان باشد که مساحت این دو شهر و میزان بارندگی‌شان با هم فرق دارد. (البته قطر قطره‌های باران در واشنگتن و رشت، احتمالاً برابرند!) نوشته‌های روی شکل‌ها نیز باید فارسی شوند.

قسمت‌های ترجمه‌شده را خوب با هم مخلوط می‌کنیم. و لابه‌لای آن‌ها، از سرگذشت مفاخر خارجی و داخلی، به مقدار دلخواه اضافه می‌کنیم. اکنون کتاب درسی آماده است! نکته بسیار مهم، قراردادن متن زیر در ابتدای آن است:



کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب، متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل و ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

گرچه بعضی معتقدند در ایران، قانون گپی‌رایت به شکل غربی‌اش وجود ندارد، نوشته بالا، برای خودش یک قانون گپی‌رایت تمام عیار است! (از همه جالب‌تر، ممنوعیت «ترجمه» است!)

همه این داستان‌ها، برای این بود که بگویم: من، بیشتر مسئله‌هایی را که در این کتاب وجود دارند و به نظر می‌رسد که از کتاب درسی اقتباس شده‌اند، از کتاب درسی اقتباس نکرده‌ام؛ آن‌ها را خودم از منابع اصلی برداشته‌ام و به همین خاطر، نوشته بالا، شامل حال این کتاب نمی‌شود! هم‌چنین برای کم کردن از بار عذاب وجدان، سعی کرده‌ام که حداقل، رسم شکل‌های مسئله‌ها را به یک طراح و کاریکاتوریست ایرانی واگذار کنم! خداوند همه ما «کاپی‌کاران» را مورد بخشایش قرار دهد.

### ● طلاق عاطفی من و شرکت تعاونی!

نخستین کتاب کمک درسی‌ای که من نوشتم، کتابی دو جلدی به نام «مفاهیم مکانیک» بود که در سال ۱۳۷۰ توسط «موسسه علمی آینده‌سازان» چاپ شد و بسیاری از اساتید فیزیک، اعتقاد دارند که هیچ‌یک از کارهای جدید این حقیر، به پای آن نمی‌رسد!

در آن دوران، روزی یکی از دانش‌آموزانم، ذوق زده پیش من آمد و با خوشحالی گفت: «آقا، ماهنامه راه دانشگاه، کتاب شما را معرفی و توصیه کرده است!» برای من خیلی جالب و مایه افتخار بود که در ماهنامه‌ای مثل «راه دانشگاه» که توسط سازمان سنجش چاپ می‌شد، در مقاله‌ای در مورد یادگیری فیزیک برای کنکور، کتابی که من تازه کار نوشته بودم، به داوطلبان توصیه شود.

از آن زمان، پیوندی عاطفی بین من و سازمان سنجش پدید آمد و احساس کردم که این سازمان، بدون آن که پیوندی با کسی داشته باشد و فارغ از تبلیغات تجاری، همواره با رعایت بی‌طرفی، داوطلبان را راهنمایی می‌کند و تا امروز هم، چنین اعتقادی دارم.

با برگزاری آزمون‌های آزمایشی سازمان سنجش توسط شرکت تعاونی این سازمان، تصمیم گرفتم گلچینی از پرسش‌های این آزمون‌ها را در کتاب‌هایم با ذکر کامل منبع، بیاورم. این کار سبب غنی شدن مجموعه پرسش‌های کتاب‌هایم شد و ناگفته نماند که برای علاقمندان و خوانندگان کتاب‌هایم، تبلیغی غیرمستقیم برای «آزمون‌های آزمایشی سازمان سنجش» نیز به شمار می‌رفت! متأسفانه سال گذشته، در اقدامی که باور و درک آن برای من بسیار مشکل بود، ناشران آموزشی از استفاده از پرسش‌های این آزمون‌ها، «حتی با ذکر منبع»، منع شدند! هنوز دقیقاً نمی‌دانم منظور از این اقدام واقعاً چه بوده است! آیا افراد با «آی کیو»ی بالا، به این‌جا هم نفوذ کرده‌اند؟! آیا این، کار سختی است که کسی «ایده» پرسش‌های این آزمون‌ها را بگیرد و با تغییراتی در آن‌ها، بدون ذکر منبع، آن‌ها را «مال خود» سازد؟! (مربوبین آله به وقت فکر کنین، من همپین کاری کرده‌ام!)

خوشبختانه، در این یکی دو سال اخیر، پرسش‌های فیزیک در آزمون‌های سنجش، اغلب تکراری و فاقد نکات مهم‌اند و اگر چنین تهدیدی هم صورت نمی‌گرفت، بعید می‌دانم در کتاب‌های جدید خودم از آن‌ها استفاده می‌کردم! به هر روی، همین‌جا، ان‌جا خود را از این اقدام، اعلام می‌کنم و همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، تست‌های آزمون‌های آزمایشی سنجش را از کتاب‌های خود، بیرون می‌ریزم. خوانندگان عزیز هم نگران نباشند که چیز زیادی را از دست نداده‌اند؛ در عوض، گلچینی از تست‌های آزمون‌های «کانون فرهنگی آموزش (قلم‌چی)» را با آغوش باز، به کتاب‌هایم وارد می‌کنم و امیدوارم با تلاش‌هایی که در این زمینه انجام خواهم داد، روزبه‌روز از نقایص این آزمون‌ها کاسته شود و به آزمون‌هایی ایده‌آل، نزدیک‌تر گردند. همین‌جا هم اعلام می‌کنم که همه به دلخواه خود، می‌توانند از هر چه در این کتاب می‌بینند، «با ذکر کامل منبع» استفاده کنند و این کار، برای من مایه افتخار است. با تشکر!

### ● برای چه می‌نویسم؟!

نمی‌دانم چرا هر وقت می‌خواهم برای کتاب‌هایم، مقدمه بنویسم، بی‌اختیار به یاد طنزی از «جورج برنارد شاو» (نویسندهٔ ایرلندی) می‌افتم!

می‌گویند روزی یک نویسندهٔ جوان و تازه‌کار، با برنارد شاو روبه‌رو شد و خیلی مؤدبانه از او پرسید:

«استادا ... سؤالی از شما دارم! ... شما برای چه می‌نویسید؟!»

برنارد شاو، بی‌معطلی پاسخ داد: «برای پول!»

نویسندهٔ جوان که از این پاسخ، جا خورده بود، سری تکان داد و گفت: «واقعاً متأسفم!»

برنارد شاو با خونسردی پرسید: «مگر شما برای چه می‌نویسید؟!»

نویسندهٔ جوان، فوراً گفت: «برای فرهنگ!»

برنارد شاو دوباره با خونسردی گفت: «طبیعی است! همهٔ ما به دنبال چیزی هستیم که نداریم!»

البته من، همیشه صادقانه اعتراف کرده‌ام که هیچ‌یک از این دو را، به اندازهٔ کافی ندارم و به این ترتیب، انگیزه‌ام برای نوشتن، هم از برنارد شاو و هم از آن نویسندهٔ جوان، بیشتر است.

همین‌جا می‌خواهم یک افشاگری هم در مورد خودم بکنم! ... در مورد رؤیای شخصی‌ام! ... آرزو دارم که روزی کتاب‌های درسی را من بنویسم. از این همه «کپی‌کاری» و دنباله‌روی به شدت خسته‌ام و فکر می‌کنم پس از بیشتر از دو دهه، می‌توانم «کتاب‌های درسی ایرانی» را چنان بنویسم که برگرفته از کار دیگران نباشد و حتی دیگران بخواهند از آن اقتباس کنند. برای این رؤیای شخصی، تنها یک مشکل کوچک دارم و آن، چندین میلیارد سرمایه است! (از این به نظر، شبیه برنارد شاو هستم! ... اسپانسر پذیرفته می‌شه؛ فقط از پذیرش اسپانسرهایی که سرمایه‌شون با افتلاس کسب کرده‌ان معذورم!)

### ● سیاس‌گذاری

برای یک دهه، من هم یک ناشر بودم و کتاب‌های خود را با جلد‌های سفید و مشکی، چاپ و منتشر می‌کردم. کتاب‌های «سفید» و «مشکی» فیزیک، نوستالژی بسیاری از کسانی است که در دههٔ هشتاد در کنکور شرکت کرده‌اند! به دلیل بی‌مهری توزیع‌کنندگان و فروشندگان محترم کتاب و دشواری‌های کارهای اجرایی که وقت من را برای تألیف، تنگ می‌کرد، تصمیم به خاتمهٔ فعالیتیم به عنوان ناشر آموزشی گرفتم. از آن پس، باید زحمت انتشار کتاب‌های خود را به ناشرین آموزشی دیگر می‌سپردم؛ ابتدا انتشارات مبتکران و اکنون، خیلی سبز. خوشحالم که همیشه مورد لطف ناشرین قرار گرفته‌ام و فارغ از تعارف‌های رایج، از همگی سیاس‌گزارم. از آن جایی که فرمت کتاب‌های من، دقیقاً با تعریف کتاب‌های شگفت‌انگیز خیلی سبز مطابقت داشت، تصمیم گرفتم فعالیتیم را با این انتشارات ادامه دهم. اکنون که مدتی از همکاری با انتشارات خیلی سبز می‌گذرد، وقتی به این انتشارات فکر می‌کنم، برای توصیف آن، یک واژه (که برای من، مهم‌ترین اصل در زندگی‌ام بوده است) در ذهنم نقش می‌بندد: «حرفه‌ای!» در این انتشارات، تمام بسترهای لازم برای ارائهٔ کتاب با بالاترین کیفیتی که می‌شود تصورش را داشت، فراهم است. همین‌جا باید از دکتر کمیل و ابوذر نصری برای ایجاد این بستر، سیاس‌گذاری و تقدیر کنم؛ هم‌چنین از استاد عزیز، ایمان سلیمان‌زاده و سرکار خانم سخاوت‌زاده و همهٔ پرسنل واحد تولید که بسیار هوشمندانه و با تمام قوا، فرایند آماده‌سازی کتاب‌ها را به عهده دارند، سیاس‌گزارم.

طبق معمول، زحمت ویرایش این کتاب را همانند همهٔ کارهای قبلی‌ام، استاد عزیز سعید نصیری (از رشت) برعهده گرفته‌اند. ایشان با وجود مشغلهٔ فراوان، همیشه بی‌هیچ منتهی کتاب‌های من را با دقتی بیشتر از خود من می‌خوانند و علاوه بر ویرایش، من را از نظرات خودشان بهره‌مند می‌سازند. از ایشان هم صمیمانه سپاس‌گزارم.

طراحی اولیهٔ کاریکاتورهای این کتاب، توسط کارتون‌بست خوش‌فکر کشور، آقای سجاد فرکوش صورت گرفت که از ایشان نیز سپاس‌گزارم. البته در چاپ جدید کتاب، زحمت تغییرات و طراحی‌های جدید در واحد تولید و طراحی خیلی سبز صورت گرفت که موجب زیبایی بیش از پیش کتاب شد.

موفق و شاد باشید  
فرید شهریاری

# فهرست

## فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری

- 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
- ۱۷۴ بانک تست
- ۱۹۴ پرسش‌های امتحانی
- ۲۰۱ پاسخ‌نامه ابر تشریحی
- ۲۲۶ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی
- ۱۱ درس اول: این است «فیزیک»!!
- ۱۳ درس دوم: اندازه‌گیری
- ۱۶ 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
- ۴۰ پرسش‌های امتحانی
- ۴۴ پاسخ‌نامه ابر تشریحی
- ۶۳ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی

## فصل ۴: دما و گرما

- ۲۳۰ درس اول: دما و دماسنجی
- ۲۳۳ درس دوم: دماسنج‌های معیار
- ۲۳۵ درس سوم: انبساط گرمایی جامدها و مایع‌ها
- ۲۴۴ 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 ابر تشریحی
- ۳۲۱ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی

## پاسخ‌نامه «تو»ها

- ۳۳۳ فصل اول
- ۳۳۳ فصل دوم
- ۳۳۴ فصل سوم
- ۳۳۶ فصل چهارم
- ۳۳۹ پاسخ‌نامه کلیدی

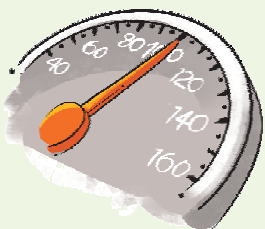
## فصل ۲: کار، توان و انرژی

- ۶۶ درس اول: نیروها و قانون‌های نیوتون
- ۶۸ درس دوم: ریاضیات، زبان فیزیک!
- ۶۹ درس سوم: مگو چیست «کار»!
- ۷۳ درس چهارم: کار نیروی گرانش (وزن)
- ۷۵ درس پنجم: توان
- ۷۶ درس ششم: قضیه طلایی
- ۷۹ درس هفتم: انرژی پتانسیل
- ۸۰ درس هشتم: انرژی مکانیکی
- ۸۸ بانک تست
- ۱۰۶ پرسش‌های امتحانی
- ۱۰۹ پاسخ‌نامه ابر تشریحی
- ۱۴۲ پاسخ‌نامه پرسش‌های امتحانی

## فصل ۳: ویژگی‌های فیزیکی مواد

- ۱۴۵ درس اول: فازهای آشنا و ناآشنا
- ۱۴۸ درس دوم: کوتوله

### 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  $100$  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...

به جز 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  $10$  بیان می‌شود و به همین دلیل، بسیار تقریبی است. در تخمین مرتبه بزرگی، ابتدا همهٔ عددها به روش نمادگذاری علمی نوشته می‌شوند؛ سپس، ضریب  $10$  گرد می‌شود؛ یعنی اگر کوچک‌تر از  $5$  بود، به جای آن  $1$  می‌گذاریم و اگر بیشتر از  $5$  یا مساوی  $5$  بود، به جای آن،  $10$  می‌گذاریم.

در داستان بالا، تندی اتومبیل ( $100$  کیلومتر بر ساعت)، خودش به صورت توان  $10$  است (یعنی  $10^2$  کیلومتر بر ساعت) و مسافت مانده تا اصفهان (یعنی  $205$  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  $5$  است، باید آن را برابر  $1$  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: « $10^2 \text{ km} \sim 2/05 \times 10^2 \text{ km}$ ، مرتبه بزرگی‌ای برابر  $10^2 \text{ km}$  دارد.»





بیشتر! ما همین پوری تفریحی، این عدد را با ماشین حساب توو هم ضرب کردیم! ... حاصل ضربتون برابر شد با:  $10^{10} \times 0.93248$

عجیب نیست؟! ... این که با تخمین مرتبه بزرگی، می‌شه  $10^9$ ؟!؟



اصلاً عجیب نیست! به همین خاطر گفته بودیم که مقدار تخمین زده‌شده، ممکن است از نظر توان ده، 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 می‌کند؟  
(آزمون کانون فرهنگی آموزش ۹۵)

- $10^4$  (۱)       $10^5$  (۲)       $10^3$  (۳)       $10^6$  (۴)
- (منتظر من نمونه! راه حل خودتون همین‌جا بنویسید!)

چه طور بود؟! ... فوشتون اومد؟! ... مطمئنم که تست «تو» رو درست حل کردین! ... به دلیل استقبال بی نظیرتون از این قسمت، به هفت دیگه (بار ۳) از آزمونای قلم‌پی (براتون می‌ذارم و بعدش، این درس رو تموم می‌کنیم! ... به نفس عمیق بکشین و شروع کنین!



## منو

**من** در ساحل شهر بوشهر به مساحت  $240 \text{ km}^2$ ، شن‌ها، زمین ساحل را تا ارتفاع  $20$  میلی‌متری پوشانیده‌اند. تخمین مرتبه بزرگی تعداد شن در این ساحل کدام است؟ (قطر دانه‌های کروی شن،  $4 \text{ mm}$  است.)  
(آزمون کانون فرهنگی آموزش ۹۵)

- $10^{12}$  (۱)       $10^{14}$  (۲)       $10^{10}$  (۳)       $10^{18}$  (۴)

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

$$V_{\text{کل}} = Ah = 240 \times 10^6 \times 20 \times 10^{-3} = 4.8 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$\text{km}^2 \rightarrow \text{m}^2$        $\text{mm} \rightarrow \text{m}$

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 روبه‌رو 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:

$$\frac{V_{\text{کل}}}{V_{\text{دانه}}} = \frac{4.8 \times 10^6}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{4.8 \times 10^6}{\frac{4}{3} \times 2 \times (2 \times 10^{-3})^3} = \frac{4.8 \times 10^6}{3/2 \times 10^{-8}} \sim \frac{10^6}{10^{-8}} = 10^{14}$$

گزینه ۲

**تو** تخمین مرتبه بزرگی تعداد اتم‌هایی را که می‌توان در مکعبی به حجم  $96$  میلی‌متر مکعب جای داد، کدام است؟ (حجم یک اتم  $10^{-31} \text{ m}^3$  است.)  
(آزمون کانون فرهنگی آموزش ۹۵)

- $10^{26}$  (۱)       $10^{23}$  (۲)       $10^{26}$  (۳)       $10^{29}$  (۴)

(مطمئنم قبول دارید که مال شما آسون‌تر از مال منه! ... منتظر پی هستین؟! ... همین‌جا حل کنین!)



فسته نباشید! می‌فوام به رازی رو باهاتون در میون بذارم! فقط باید جنبه داشته باشین و ازش سوء استفاده نکنین! ... راستش دلم نیومد هل تشریحی قسمت‌های « تو » رو توی کتاب نیارم! اونا رو به پای توو همین کتاب قایم کردم! آله به درستی راه‌ملتون شک دارین، فودتون بگردین و ببینین هل تشریحی شو نو کجا گذاشتم! بسیار فب! درس یوندراری رو پشت سر گذاشتین! آله دوست داشتین می‌تونین برین به استراحتی بکنین و بعداً به بانک تست برین و تست‌های ۵۶ تا ۷۸ رو بزنین. بعد از هل تست‌ها، باید به همین جا بگردین و درس بعدی رو بفونین.





## 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؟

(آزمون کانون فرهنگی آموزش ۹۵)

- (۱)  $10^{-9} \sim 0.0000000785$  (۲)  $10^{-7} \sim 0.000000785$  (۳)  $10^{-6} \sim 0.000000785$  (۴)  $10^{-5} \sim 0.000000785$

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

- (۱)  $10^2 \times 1/3$  (۲)  $10^3$  (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  $\pi$  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  $1 \text{ ft} = \frac{1}{12} \text{ cm}$  است.)

- ۱)  $10^5$
- ۲)  $10^8$
- ۳)  $10^4$
- ۴)  $10^3$

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

- ۱)  $10^{13}$
- ۲)  $2 \times 10^{13}$
- ۳)  $4 \times 10^8$
- ۴)  $10^8$

۶۲- عمر میانگین انسان  $2 \times 10^9$  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)  $10^{15}$

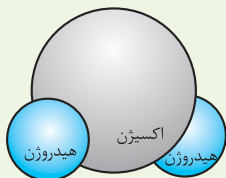
۶۵- اگر تعداد قطارهای ۷ واگنی فعال متروی تهران، ۱۳۰ عدد باشد و هر واگن، ظرفیت ۱۸۰ نفر را داشته باشد و هر قطار، در هر روز ۸ بار خطوط را طی کند، کدام گزینه تخمین مرتبه بزرگی حداکثر تعداد مسافرهای جابه‌جا شده در متروی تهران در طول سال است؟

- 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 «تریگو فرمی» رو شنیدین یا نه! این شخص، یه فیزیک‌دان آمریکایی - ایتالیایی در قرن بیستم بوده که نقش مهمی در شناخت بشر از شگافت هسته‌ای داشته. فرمی، به خاطر مهارت در «تخمین» فیلی 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؟ ( $\pi$  را برابر ۳ فرض کنید.)

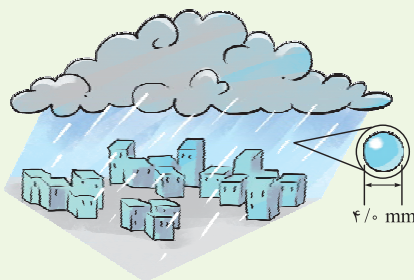
- ۱) ۸۰۰۰
- ۲) ۱۰۰۰
- ۳) ۴۰۰۰
- ۴) ۲۴۰۰۰

حالا می‌فواهیچ سه چهار تا از مثلا و تمرینای کتاب درسی رو که به شکل چهارگزینه‌ای در اومدن حل کنیم! نظرتون چیه؟!



۷۰- شعاع کره زمین  $m \times 10^6 \frac{6}{4}$  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؟ ( $\pi$  را برابر ۳ فرض کنید).

- (۱)  $10^{24}$  (۲)  $10^{19}$  (۳)  $10^{14}$  (۴)  $10^{29}$



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؟

- (۱)  $10^{14}$  (۲)  $2 \times 10^{14}$  (۳)  $10^9$  (۴)  $2 \times 10^{10}$

۷۲- فرض کنید بازه زمانی بین دو ضربان قلب برابر  $0.8$  ثانیه است و قلب در هر ضربان، به طور میانگین  $70$  سانتی‌متر مکعب خون به سرخرگ آئورت پمپ می‌کند. اگر هر سال را برابر  $3 \times 10^7$  ثانیه فرض کنیم، مرتبه بزرگی حجم خونی که قلب شما تاکنون، به سرخرگ آئورتان پمپ کرده (برحسب لیتر) کدام است؟

- (۱)  $10^2$  (۲)  $10^{12}$  (۳)  $10^4$  (۴)  $10^7$

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  $13$  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؟

- (۱)  $13$  (۲)  $26$  (۳)  $6/5$  (۴)  $39$

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).

- (۱)  $10^{12}$  (۲)  $3/2 \times 10^3$  (۳)  $10^{17}$  (۴)  $10^7$

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).

- (۱)  $10^{-20}$  (۲)  $10^{-10}$  (۳)  $10^{-15}$  (۴)  $10^{-5}$

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).

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

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  $m \times 10^{-10}$  فرض شود، مرتبه بزرگی مساحت لکه روغن بر سطح دریاچه را برحسب متر مربع، برابر کدام گزینه تخمین می‌زنید؟

- (۱)  $10^2$  (۲)  $10^7$  (۳)  $10^{12}$  (۴)  $10^{10}$

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 مماس 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؟

- (۱)  $4500$  (۲)  $6750$  (۳)  $7200$  (۴)  $6000$

### درست یا نادرست

گر چه برای همه شما «کنکور»، آزمون سرنوشت‌ساز 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 هم راحت کنیم! واقعیت اینه که فیلی از سوالایی که توو این قسمت می‌بینین، از امتحانای مدرسه‌های مفتلف کشور اقباس شدن و شمارو به فوبی با این امتحانا آشنا می‌کنن.

آسون‌ترین مدل پرسش‌های امتحانی، چیزیه که همین‌جا می‌بینین! به تعدادی «گزاره» براتون نوشتیم و شما باید با مدارتون، بلوی 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 هیه؟! ... می‌شه که کم توضیح بدین؟! ...



آگه که کم سبر کنین براتون توضیح می‌دم! ... فعلاً کاری به پریان «دوقلو» نداشته باشین! ... به مداد بردارین و جاهای خالی زیر رو پر کنین! توجه داشته باشین که جاهای خالی گذاشته شده لزوماً به اندازه چیزی که باید توش بنویسین، نیست! (منظورم اینه که مثلاً، ممکنه توو به پای خالی بزرگ، فقط لازم باشه که 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 یک‌گاهی که بیشتر مهندسان و دانشمندان علوم در سراسر جهان به کار می‌برند را به طور متداول، دستگاه ..... می‌نامند؛ ولی این دستگاه یک‌ها 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، نگه‌داری 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 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  $1 \text{ g/cm}^3$  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.

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



← قُل دوم:

بسیار فُت! ... حالا نوبت به افشای راز «دو قلوب» هاس! ... موضوع از این قراره که در «قُل» دو، براتون ۳۰ تا پرسش گذاشتم که جوابشون، دقیقاً عبارت‌هاییه که توو «قُل اول» دیدین! به این ترتیب، آگه مثلاً فواستین جواب پرسش ۲۱ توو قسمت زیر رو بدونین، باید برین و عبارت ۲۱ توو قُل اول رو نگاه کنین! ... فومیدین پی شرد؟! ... پس پرسشای این قسمت، پاسخ ندرن؛ در حقیقت، پاسشوونو قبلاً داریم!



۱۳- فیزیک‌دانان برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از چه چیزهایی استفاده می‌کنند؟ (بوتون که گفتم! ... آگه جواب درست این پرسش رو می‌فواین، برین عقب و عبارت شماره ۱۳ توو «قُل اول» رو به بار بفونین!)

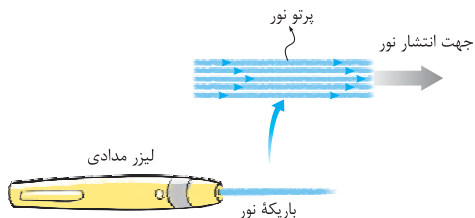
۱۴- تا چه زمانی یک مدل یا نظریه فیزیکی، معتبر است؟

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 نگهداری 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- دقت 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

یه مدل ریگه از سوالایی که تو امتحانای تشریحی رایبه، تستای «دوگزینه‌ای» است. تو این پرسش، شما باید از میان دو گزینه، یکی رو انتخاب کنید! ... اصلاً کار سفتی نیست! ... همین الان شروع کنین!



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،  $25 \text{ km/h}$  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:

$$\vec{F} = (2 \text{ N شمال شرقی})$$

$$F = (2 \text{ N شمال شرقی})$$

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 با معنا 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 کمیته تقسیم‌بندی مقیاس یک وسیله اندازه‌گیری مدرج، (دقت - خطای) اندازه‌گیری آن وسیله می‌گوییم.

۵۴- شدت جریان، کمیته (اصلی - فرعی) در SI است.

۵۵- دما، کمیته (اصلی - فرعی) در SI است.

۵۶- با خط‌کش معمولی میلی‌متری (می‌توان - نمی‌توان) طول جسمی را برابر  $mm \frac{1}{2}$  اعلام کرد.

### پرسش‌ها و مسئله‌ها

واقعیت اینه که آگه تستای این کتابو، چهارگزینه‌شونو حذف کنین، هر کدومشون تبدیل به یه مسئله فوب برای امتحانای تشریحی می‌شن؛ به همین دلیل، توصیه من اینه که نزدیک امتحانتون، یه بار، تستای مهم رو حل کنین. مطمئن باشید که پس از حل اون، از عهده هر نوع مسئله‌ای توو امتحان بر میاین! توو این قسمت، من فقط مهض نمونه، هندتا 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)  $7 \text{ دسی‌متر}$ ، چند نانومتر است؟

پ)  $0.72 \text{ / میکروتانیه}$ ، چند ثانیه است؟

۶۰- مساحت یک ورقه مسی،  $20 \text{ cm}^2$  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

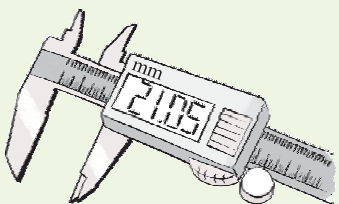
مخلوط، چند گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌شود؟

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

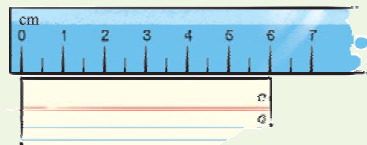
۶۳- قطر یک کره فلزی  $20 \text{ cm}$  و چگالی فلز  $8 \text{ g / cm}^3$  است. اگر جرم کره  $26 \text{ kg}$  باشد، چند لیتر فضای خالی درون کره وجود دارد؟ ( $\pi = 3$ )

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  $10^{-41} \text{ m}^3$  است. این حجم را بر حسب پیکومتر مکعب و با نمادگذاری علمی بنویسید.

یه وقت فکر کنین با هل 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! آه بهوشون توبه نکردین، به بار دیگه این درس رو ببینین!

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

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

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

$$1/3 \dots \times 10^3 \sim 10^3$$

کوچکتر از  $5$  است، می توان نوشت:

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

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

بیشترین! ما به مشکل اساسی پیدا کردیم! راستشو بگوین، ما اولش به فکر مون نرسید که شعاع زمین رو با تفمین مرتبه بزرگی ساده کنیم. البته (دروغ پراکنده) از ماشین حساب استفاده کردیم و به مقدار زیر رسیدیم:

$$A = 4\pi R^2 = 4 \times 3 \times (6/4 \times 10^3 \text{ km})^2 \times \frac{10^6 \text{ m}^2}{1 \text{ km}^2} \times \frac{1 \text{ ha}}{10000 \text{ m}^2} = \underbrace{4/9152}_{\text{کوچکتر از } 5} \times 10^{10} \text{ ha} \sim 10^{10} \text{ ha}$$





پرا بوا بمون با شما یکی نشه؟!



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 گزینه‌ای 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:

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

۶۱- گزینه ۴ اگر  $2 \times 10^9$  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.

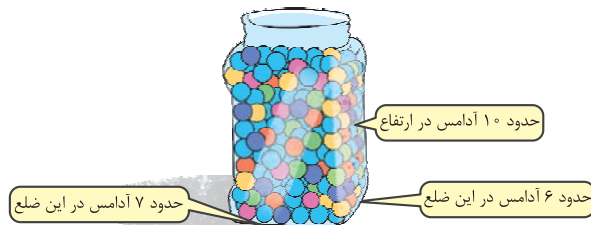
$$\frac{2 \times 10^9 \text{ s}}{5 \text{ s}} = 4 \times 10^8$$

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:

$$10^2 \sim 4/2 \times 10^2 = 360 = 7 \times 6 \times 10 = \text{تعداد آدامس‌ها کوچکتر از } 5$$

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).

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

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 بزرگه 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:

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

بفشین! از کجا فهمیدین باید این دو تا رو تو هم ضرب کنین؟! ... اینم بدیهه؟!



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  $4 \times 10^6$ ) خودرو را محاسبه کرد:

$$(4 \times 10^6) \times \frac{13 \times 10^4}{365} \text{ L / day} \sim 10^6 \times \frac{10^4}{10^2} = 10^8$$



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

$$N_{\text{مولکول}} = \frac{\overbrace{6 \times 10^{22}}^{10^{23}}}{\underbrace{18}_{1.8 \times 10^{-1}}} \times \overbrace{3 \times 10^3}^{3 \times 10^4} \text{ g} \sim 10^{27} \text{ g}$$

چه یالاب! ما به پای این که پر ۳ پشه رو به گرم تبدیل کنیم، ۱۸ گرم رو به کیلوگرم تبدیل کردیم و پوایمون 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:

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

چنان که می‌بینید، حاصل به میکروقرن نزدیک‌تر است. (البته آگه مناسبه رو دقیق و بدون تخمین انباش می‌داریم و آخر 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 پشه درست و مسایلی مناسبه کردیم؛ فقط به فرده عدد  $\pi$  رو تقریبی گذاشتیم!



این طورا هم که می‌گین، نیست! مثلاً توفه کنید که دو شهر لس آنجلس و نیویورک که درست روی استوا قرار ندارند! اصلاً این دو تا شهر، دقیقاً روی به مدار یغرافیایی هم نیستن! ما توو مناسبه مون 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  $1945$  میلادی، نخستین بمب اتمی در بیابانی واقع در  $97$  کیلومتری شمال غرب «آلامگوردو» (Alamogordo) در «نیو مکزیکو» منفجر شد.  $40$  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، «انریکو فرمی» دانشمند ایتالیایی - آمریکایی بود. قبل از انفجار، فرمی کاغذی را پاره پاره کرد و به محض آن که احساس کرد غرش صوتی حاصل از انفجار، به او می‌رسد، خُرده‌های کاغذ را بالای سرش برده و رها کرد. خُرده‌های 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 آزاد شده 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- **کوبینه ۲** 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 **نیوتون بر 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، **نیوتون بر 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  $\pi R^2$ !؟


خیر! فرمول  $\pi R^2$ ، 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  $\pi$  را برابر ۳ بگیریم،  $4\pi$  برابر ۱۲ (و یا  $1/2 \times 10^1 \sim 1 \times 10^1$ ) می‌شود که چون  $1/2$  از ۵ کوچک‌تر است، آن را برابر ۱ تخمین می‌زنیم:

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

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

اکنون محاسبه مرتبه بزرگی جرم جو زمین، ساده است:

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

بفشین! **متماً باید موقع جای‌گذاری عدداً تو به فرمول، یگاهاشونم بنویسیم!**



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



۷۱- **کوبینه ۲** 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 یگاها توجه کنید: (در نوشته‌های زیر، قسمت رنگی، مربوط به سطح و قسمت سیاه، مربوط به ضخامت است.)

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

حالا باید حجم هر قطره باران را محاسبه کنیم. فرمول حجم کره را هم که حتماً به یاد دارید! فقط **هواستون باشه 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! **هواستون بود که گزینه‌های (۲) و (۴)، اصلاً تخمین «مرتبه بزرگی» نبودن!**)





۷۶- گزینه ۱ روستای ۴۰۰۰۰ نفری از ۱۰۰۰۰ خانواده ۴ نفری تشکیل شده است که مصرف آب روزانه آن‌ها، برابر  $1200 \times 10000$  لیتر است. این حجم را برابر حاصل ضرب مساحت دریاچه (A) در ارتفاع آب مصرف‌شده (d) قرار می‌دهیم: (فقط توجه ویژه‌ای به یک‌ها داشته باشیم؛ من همه یک‌ها رو ابتدا به SI تبدیل کردم!)

$$V = Ad \Rightarrow \underbrace{10000}_{10^4} \times \underbrace{1200}_{12 \times 10^2} L = 50 \text{ km}^2 \times d \Rightarrow 12 \times 10^6 L \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 L} = 50 \text{ km}^2 \times \frac{1 \text{ m}^3}{1 \text{ km}^2} \times d$$

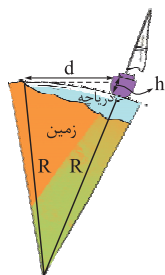
$$\Rightarrow d = 2/4 \times 10^{-4} \text{ m} = 2/4 \times 10^{-4} \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 2/4 \times 10^{-2} \text{ cm}$$

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

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

تبدیل لیتر  
به متر مکعب

۷۸- گزینه ۲ اینم یه روش یالده برای تفهیم شعاع کره زمین! ... آله کنار دریا زندگی می‌کنین، این پدیده رو دائماً می‌بینین! چه پدیده‌ای؟ ... این که کشتی‌ها وقتی تو افق از تون دور می‌شن، آنگار 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  $1/5 \text{ m} = 2 \times 10^3 \text{ m}$  است)، با استفاده از رابطه فیثاغورث (بازم هندسه!)، خواهیم داشت:

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

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 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

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 فقط باشیم! 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:

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

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

### 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- دقت اندازه گیری

۳۸- تخمین





۶۲- تنها باید به **سازگاری یکاها** توجه داشته باشیم:

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

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:

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

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

$$= 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 4 \text{ L}$$

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  $0.5 \text{ cm}$  و در نتیجه، خطای اندازه‌گیری با آن، برابر  $\pm 0.25 \text{ cm}$  است که البته، باید به صورت  $0.3 \text{ cm}$  گرد شود:

$$\pm 0.25 \text{ cm} = \pm 0.3 \text{ cm}$$

۶۶- شما چند کیلوگرم هستید؟! ... اگر جرمتان از ۵۰ کیلوگرم کمتر است

(که بعید می‌دویم!)، تخمین مرتبه بزرگی جرمتان، برابر  $10^1 \text{ kg}$  می‌شود و اگر بین ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم هستید (و همین‌طور خود ۵۰ کیلوگرم)، تخمین مرتبه بزرگی جرمتان برابر  $10^2 \text{ kg}$  می‌شود. اگر هم بیشتر از ۱۰۰ کیلوگرم هستید، باید حتماً درصد پایین‌آوردن جرمتان باشید! ... فیلی فطرنگاه! ولی تا ۵۰۰ کیلوگرم باز هم تخمین مرتبه بزرگی جرمتان ۱۰۰ کیلوگرم می‌شود.

۶۷- تبدیل یکا را انجام می‌دهیم:

$$2/24 \times 10^{-41} \text{ m}^3 = 2/24 \times 10^{-41} \text{ m}^3 \times \frac{1 \text{ pm}^3}{(10^{-12})^3 \text{ m}^3}$$

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

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

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

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  $0.002030 \text{ kg}$ ، دارای ۴ رقم بامعنا است. (این رقم‌ها را رنگی کرده‌ام!) باید آن را برحسب گرم بیان کنیم و دقت کنیم که تعداد رقم‌های بامعنا آن تغییر نکند:

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

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:

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