فیزیک ۱

ریاضی فیزیک

فرید شهریاری

مقدمه‌ی نویسنده

آزمون و خطای بی‌پایان !

نخستین تجربه‌های من از تدریس فیزیک ، به اواخر دهه‌ی ۶۰ تعلق دارند ! برای شروع کار ، باید کتاب‌هایی را درس می‌دادم که دو سه سال پیش از آن ، به عنوان یک دانش‌آموز ، با آن‌ها سر و کار 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 هیچ‌وقت 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 در آورد . در حالی که آن‌ها را ، یکی یکی به ما می‌داد ، گفت : « این‌ها ، کتاب‌های *نظامِ* 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 ورق زدنِ کتاب‌ها شدیم . خوب به یاد دارم که همه‌ی دبیرانی که آن روز در دفتر حضور داشتند ، به اتفاق ، نظرشان این بود که باید به فکر یک شغلِ دومِ آبرومند باشیم ! ..... چرا ؟ ! ..... چون کتاب‌هایی که می‌دیدیم ، نسبت به نظام آموزشی قبلی ، آن‌قدر ساده بودند که آن روز ، همه فکر می‌کردیم کسی به خاطر چنین مطالبِ ساده‌ای ، به دنبال کلاس اضافه و آموزشگاه نخواهد بود ! (به عنوان نمونه ، در نظام پیشین ، بچه‌های رشته‌ی 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 جدیدِ 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 نامِ « *مکانیک* » نداشتند ، کتاب فیزیک‌شان ، دست کمی از بچه‌های ریاضی نداشت !)

به هر حال ، نظام آموزشی تغییر کرد و اوایل ، هرج و مرج بود و تغییرات پی در پیِ کتاب‌های درسی ! روش آشنای « *آزمون و خطا* » ! پس از آن‌که بچه‌های این نظام جدید ، به آزمون سراسری رسیدند ، از آن‌جایی که قرار بود چند سالی ، هنوزداوطلبان نظام قبلی هم در کنکور حضور داشته باشند ، سوال‌های کنکور سراسری نیز به سه قسمت ، تقسیم شدند :

« *پرسش‌های ویژه‌ی نظام قدیم* » ، « *پرسش‌های ویژه‌ی نظام جدید* » و « *پرسش‌های مشترک دو نظام* »

(از آن‌جایی 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 پیش‌بینیِ تعطیلیِ کلاس‌های اضافه و آموزشگاه‌ها ، بسی اشتباه بوده است ! کلاس‌ها ، روز به روز ، پر رونق‌تر از گذشته می‌شد ! تجربه‌ی غریبی بود ! با کاستن از حجم کتاب‌ها و کم کردنِ عمق مطالب درسی ، گویا بچه‌ها هم ، سال به سال ، کم‌سوادتر می‌شدند و در یادگیریِ همین مطالب اندک (در مقایسه با نظام پیشین) دچار مشکل بودند ! شاید در پاسخ به این دانش‌آموزانِ مشکل‌دار (!) ، باز هم از حجم کتاب‌های فیزیک کاسته شد ؛ به عنوان یک نمونه‌ی بارز ، کتاب درسیِ ۹ فصلیِ « *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 حلِ تست‌های این دو فصل ، فقط به نوابغ اختصاص دارد ، تصمیم به کنار گذاشتنِ آن‌ها از برنامه‌ی مطالعاتی‌شان گرفتند ! رفته رفته ، باز هم غُرغُرها از حجم زیاد درس‌ها شدت می‌گرفت ! ....

در حدود یک دهه از برقراریِ 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 ! سال به سال ، اندکی از حجم همین کتاب‌های باقی‌مانده ، به صورتی کاملاً غیر منطقی (مثل ناقص کردنِ بحث نوسان با حذف فاز اولیه و .....) ، حذف شد تا این‌که 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 نفسِ خود ، چیز بدی نیست ؛ به شرطی‌که به صورتی کاملاً آگاهانه و علمی صورت گیرد . من اطمینان دارم که نتیجه‌ی این « *آزمون و خطا* » ها ، هرگز جایی ثبت نشده است ؛ و گرنه شاهد تکرار خطاها نبودیم ! به عنوان نمونه ، تا دهه‌ی ۶۰ ، در کتاب‌های درسی به جای دو واژه‌ی انگلیسیِ $speed$ و $velocity$ از « *تندی* » و « *سرعت* » استفاده شده بود . سعی فراوانی هم در جا انداختن 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 دهه‌ی ۶۰ شد ، اکنون مرتفع شده‌اند ؟

به عنوان یک نمونه‌ی 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 دانستنِ این موضوع نداشتند و اکنون دارند ؟ ! (متاسفانه ، از این‌گونه مثال‌ها فراوان داریم !)

اگر در جستجوگرِ گوگل ، عبارتِ انگلیسیِ « $IQ\ map$ » (به معنی « *نقشه‌ی آی‌کیو* ») 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 هوشیِ زیر مقدار متوسط جهان طبقه‌بندی شده بود ! این یک توهین آشکار به مردمی بود که خود را باهوش‌ترین انسان‌های موجود در سیاره‌ی زمین می‌دانستند (و هنوز هم می‌دانند) ! بسیاری از مردم ، این نقشه‌ها را توطئه‌ی دیگری از جانب گوگل دانستند و اعتقاد داشتند که اصولاً ، آزمون هوشی در ایران برگزار نشده که بر اساس 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 بازهم نیازی به برگزاری آزمون هوش می‌بینند ؟ ! نمی‌دانم آیا این‌ها اصلاً به « *آی کیو* » ارتباطی دارند یا نه ؟ ! .... آیا این « *آزمون و خطا* » های تکراریِ کتاب‌های درسی هم به « *آی کیو* » ربط دارند ؟ ! فکر کنم برای پاسخ به این سوالات ، نیاز به مطالعه‌ی بیش‌تری دارم ! حتماً در اولین فرصت ، تحقیقِ مفصلی در این زمینه خواهم کرد ! اگر پیش از این تحقیق ، نظر شخصی من را بخواهید ، می‌گویم که پایین بودنِ ضریب هوشی ، ممکن است موضوع خیلی مهمی نباشد ؛ اما این‌که کسی با وجودِ ضریب هوشیِ پایین ، توهم باهوش بودن داشته باشد ، بسیار خطرناک است و شاید این ، یک طرح هوشمندانه‌ی دشمنان ما بوده است که به ما تلقین کنند که مردم باهوشی هستیم !

از واشنگتن تا رشت !

من یک مجموعه‌ی ارزشمند از کتاب‌های فیزیک به زبان انگلیسی دارم که آن‌ها را با زحمت و خونِ دل ، (در دورانی که فایل‌های « *پی دی اِف* » کتاب‌ها ، به این راحتی در اینترنت یافت نمی‌شد) ، از این گوشه و آن گوشه‌ی دنیا خریده‌ام ! هر وقت می‌خواهم یک کتاب جدید بنویسم ، ابتدا آن‌ها را یکی یکی و با دقت ، ورق می‌زنم و سعی می‌کنم از آن‌ها ، مساله‌های جدیدی را متناسب با کتاب درسی ، به سرقت برم ! (البته روز به روز ، عذاب وجدانم از این اقتباس‌های بی‌اجازه ، بیش‌تر می‌شود !) وقتی طبق معمول ، پیش از نوشتنِ این کتاب ، به سراغ منابع ارزشمندم رفتم ، علاوه بر عذاب وجدان ، دچار شگفتی نیز شدم ! احساس می‌کردم ، کتابِ

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 مطالبِ کتاب درسی از منابع بیگانه ، از قدیم سابقه داشته و شاید هم اجتناب ناپذیر باشد ؛ اما این اقتباس ، در کتاب‌های جدید ، بسیار پر رنگ‌تر است . جای تاسف 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 این‌که کجا ، از کدام نماد استفاده شده است ، بستگی دارد که مطلب از کدام کتاب خارجی اقتباس شده باشد !

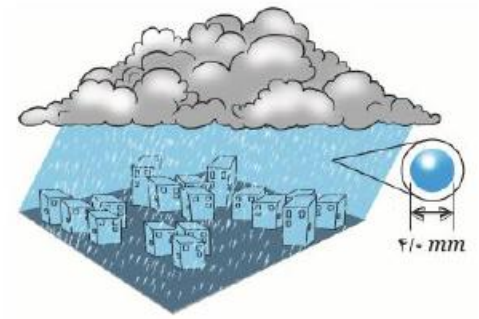
یکی از کتاب‌های فیزیک محبوب من ، کتابی است که نویسنده‌اش « *جیمز واکر* » نام دارد . یک روز که مشغول ورق زدنِ آن به قصد پیدا کردنِ مساله‌های هماهنگ با کتاب درسی جدید بودم ، ناگهان به مساله‌ی زیر رسیدم :

« در یک روز طوفانی ، ۰/۵ اینچ باران در واشنگتن دی‌سی ، در سطحی به مساحتِ ۷۰ مایل مربع باریده است . تعداد قطره‌های باران را در این بارندگی تخمین بزنید . »

جالب بود ! این مساله در کتاب درسی نیز وجود داشت ! حتی شکل آن‌هم عیناً اقتباس شده بود ! فقط از « *واشنگتن* » در صورت مساله خبری نبود و اسم شهر ، به « *رشت* » تبدیل شده بود ! ..... وقتی این موضوع را دیدم ، حسِ طنز پردازی‌ام شکوفا شد و متن زیر را نوشتم :

طرز تهیه‌ی کتاب درسی :

مواد مورد نیاز : چند کتاب درسی خارجی ، اینترنت پر سرعت و سرگذشت دانشمندانِ 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 قُطر قطره‌های باران در واشنگتن و رشت ، احتمالاً برابرند !) نوشته‌های روی شکل‌ها نیز باید فارسی شوند .

قسمت‌های ترجمه شده 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 ! نکته‌ی بسیار مهم ، قرار دادنِ متن زیر در ابتدای آن است :

کلیه‌ی حقوق مادی و معنوی این کتاب ، متعلق به سازمان پژوهش و برنامه ریزی 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 ، عکس برداری ، نقاشی ، تهیه‌ی فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع ، بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند .

گر چه بعضی معتقدند در ایران ، قانون *کُپی‌رایت* به شکل غربی‌اش وجود ندارد ، نوشته‌ی بالا ، برای خودش یک قانون *کُپی‌رایت* تمام عیار است ! (از همه جالب‌تر ، ممنوعیت « ترجمه » است !)

همه‌ی این داستان‌ها ، برای این بود که بگویم : من ، بیش‌تر مساله‌هایی 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 ، نوشته‌ی بالا ،

شامل حال این کتاب نمی‌شود ! هم‌چنین برای کم کردن از بار عذاب وجدان ، سعی کرده‌ام که حداقل ، رسم شکل‌های مساله‌ها را به یک طراح و کاریکاتوریست ایرانی واگذار کنم ! خداوند همه‌ی 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 « *موسسه‌ی علمی آینده‌سازان* » چاپ شد و بسیاری از اساتید فیزیک ، اعتقاد دارند که هیچ‌یک از کارهای جدیدِ این حقیر ، به پای آن نمی‌رسد !

در آن دوران ، روزی یکی از دانش‌آموزانم ، ذوق‌زده پیش من آمد و با خوشحالی گفت : « آقا ، ماهنامه‌ی *راه دانشگاه* ، کتاب شما را معرفی و توصیه کرده است ! » برای من خیلی جالب و مایه‌ی افتخار بود که در ماهنامه‌ای مثل « *راه دانشگاه* » که توسط سازمان سنجش چاپ می‌شد ، در مقاله‌ای در مورد یادگیری فیزیک برای کنکور ، کتابی که منِ *تازه‌کار* 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 آن‌که 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 آزمایشیِ 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 غنی‌شدنِ مجموعه پرسش‌های کتاب‌هایم شد و ناگفته نماند که برای علاقمندان و خوانندگانِ کتاب‌هایم ، تبلیغیِ غیر مستقیم برای « *آزمون‌های آزمایشی سازمان سنجش* » نیز به شمار می‌رفت ! متاسفانه 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 ، کارِ سختی است که کسی « *ایده‌ی* » پرسش‌های این آزمون‌ها را بگیرد و با تغییراتی در آن‌ها ، بدون ذکر منبع ، آن‌ها را « *مال خود* » سازد ؟ ! (*مدیوتین آگه یه وقت فکر کنین ، من همچین کاری کردما !*)

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 ، انزجار خود را از این اقدام ، اعلام می‌کنم و همان‌طور که در شکل روبه‌رو 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 ، روز به روز 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 مایه‌ی افتخار است . با تشکر !

برای چه می‌نویسم ؟ !

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

می‌گویند روزی یک نویسنده‌ی جوان و تازه‌کار ، با *برنارد شاو* روبه‌رو شد و خیلی مودبانه از او پرسید :

« استاد ! ... سوالی از شما دارم ! ... شما برای چه می‌نویسید ؟ ! »

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

نویسنده‌ی جوان که از این پاسخ ، جاخورده بود ، سری تکان داد و گفت : « واقعاً متاسفم ! »

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

نویسنده‌ی جوان ، فوراً گفت : « برای فرهنگ ! »

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

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

همین‌جا می‌خواهم یک افشاگری هم در مورد خودم بکنم ! ..... در مورد رویای 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 رویای 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 سرمایه‌شونو با اختلاس کسب کرده‌ان معذورم !)***

سپاس‌گزاری

برای یک دهه ، من ، انتشاراتی داشتم و مدیر مسوولش بودم . نام این انتشارات ، هم‌نام خودم (یعنی *فرید شهریاری*) بود . (اغلب داوطلبان کنکورهای دهه‌ی هشتاد ، این انتشارات را با کتاب‌های « *سفید* » و « *مشکی* » اش به خاطر می‌آورند !) به دلیل بی‌مهری برخی پخش‌کنندگان و فروشندگان محترم کتاب و دشواری‌های کارهای اجرایی که زمان من را برای تالیف ، تنگ می‌کرد ، تصمیم به خاتمه‌ی فعالیتم به عنوان یک ناشر آموزشی گرفتم و چاپ و توزیع کتاب‌های خودم را به انتشارات مبتکران سپردم . از همان روزهای نخستین همکاری با این انتشارات ، جناب آقای دهقانی و همه‌ی اعضای خانواده‌ی مبتکران ، چنان رفتاری با بنده داشتند که هرگز متوجه نشدم که انتشارات خودم را جمع کرده‌ام و دیگر مدیر مسوول نیستم ! همین‌جا صمیمانه و فارغ از تعارف‌های رایج از تک تک این عزیزان که عرصه را برای ادامه‌ی فعالیتم هموار کردند ، سپاسگزاری می‌کنم .

برای نخستین بار ، کاریکاتورهای این کتاب (و همین‌طور طرح روی جلد) ، از جایی کُپی نشده‌اند ***(به قول فارجیا ، اُریجینال هستن !)*** و زیبایی آن‌ها را مدیون زحماتِ کاریکاتوریست خوب کشورمان ، آقای سجاد فرکوش هستیم . زحمت ترسیم سایر شکل‌های این کتاب را هم ایشان متقبل شده‌اند که سبب یکنواختی شکل‌های کتاب گردیده است و از این پس ، کتاب‌های ما ، زیباتر از گذشته ، در اختیار خوانندگان قرار می‌گیرد . از آقای فرکوش سپاسگزارم و امیدوارم در کارهای بعدی هم از هنرشان بهره ببریم .

طبق معمول ، زحمت ویرایش این کتاب را همانند همه‌ی کتاب‌های قبلی‌ام ، آقای سعید نصیری (از رشت) کشیده‌اند . ایشان که از اساتید برجسته‌ی فیزیک هستند ، با وجود مشغله‌ی کاری فراوان ، همیشه بی‌هیچ منتی ، کتاب‌های من را با دقتی (حتی بیش‌تر از خودم !) می‌خوانند و علاوه بر ویرایش آن ، من را از نظرهای ارزشمندشان ، آگاه می‌سازند . از ایشان نیز ، سپاسگزارم . هم‌چنین از سرکار خانم مهناز حقیقی که در ویرایش دو فصل نخست کتاب همکاری داشتند ، متشکرم .

معمول است که در پایان مقدمه ، از همه‌ی خوانندگان و صاحب‌نظران خواسته می‌شود که نظرها و پیشنهادهای خود و همچنین ، خطاهای کتاب را از طریق ناشر ، به مولف انتقال دهند ؛ من هم چنین درخواستی از همه‌ی عزیزان دارم .

برای نگارش این کتاب ، زمان‌های زیادی را که متعلق به همسر و پسرم ، آراد و دخترم ، آوین بود ، از آن‌ها دریغ کردم و آن‌ها هم بدون خرده‌گیری ، نبود من را تحمل کردند ؛ بنابراین نمی‌توانم این کتاب را به کسی به جز آن‌ها تقدیم کنم .

فرید شهریاری

شهریور ۹۶

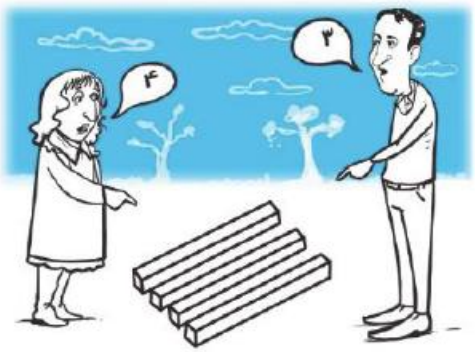
فهرست

فصل ۱ : فیزیک و اندازه‌گیری

آموزش مفهومی ۱۲
بانک پرسش‌های چهارگزینه‌ای (تست) ۳۷
پاسخ‌های آبَرتَشریحی ۵۴
نمونه سوال‌های امتحانی ۸۲

فصل ۲ : کار ، توان و انرژی

آموزش مفهومی ۹۴
بانک پرسش‌های چهارگزینه‌ای (تست) ۱۲۸
پاسخ‌های آبَرتَشریحی ۱۵۷
نمونه سوال‌های امتحانی ۲۰۵



فصل ۳ : ویژگی‌های فیزیکی مواد

آموزش مفهومی ۲۱۴
بانک پرسش‌های چهارگزینه‌ای (تست) ۲۵۳
پاسخ‌های آبَرتَشریحی ۲۸۴
نمونه سوال‌های امتحانی ۳۱۸

فصل ۴ : دما و گرما

آموزش مفهومی ۳۳۲
بانک پرسش‌های چهارگزینه‌ای (تست) ۳۸۵
پاسخ‌های آبَرتَشریحی ۴۲۱
نمونه سوال‌های امتحانی ۴۶۵

فصل ۵ : ترمودینامیک

آموزش مفهومی ۴۷۸
بانک پرسش‌های چهارگزینه‌ای (تست) ۴۹۷
پاسخ‌های آبَرتَشریحی ۵۱۷
نمونه سوال‌های امتحانی ۵۳۷

فصل ۱

فیزیک و اندازه‌گیری

تنها کسی که با من درست رفتار می‌کند ، خیاطم است که هر بار من را می‌بیند ، اندازه‌های جدیدم را می‌گیرد ؛ بقیه ، به همان اندازه‌های قبلی چسبیده‌اند و توقع دارند که من ، به همان اندازه‌ها بخورم!

جورج برنارد شاو (نویسنده‌ی ایرلندی ، برنده‌ی جایزه‌ی نوبل ادبی در ۱۹۲۵ میلادی)

سلام ! به کلاس دهم خوش آمدید ! سال دهم ، اولین سالیه که نام « فیزیک » ، به عنوان یه درس مستقل ، در بین درس‌های مختلفتون ، خودنمایی می‌کنه ! اگه دوست دارین درس فیزیک ، برای همیشه (یعنی از امسال تا وقتی که قراره برای ورود به دانشگاه ، کنکور بدین) ، یکی از نقاط قوت شما باشه ، باید اونو « مفهومی » یاد بگیرین . در این کتاب ، قسمت‌هایی که اسمشون « ایستگاه درس و نکته » است ، دقیقاً برای همین منظور ارائه شدن : « یادگیری مفهومی فیزیک » .

لطفاً همین الان شروع کنین به خوندن اولین ایستگاه درس و نکته . خواهش من اینه که درست طبق چیزایی که بهتون می‌گم ، عمل کنین و جلو برین ؛ در پایان هر ایستگاه ، خودم بهتون می‌گم چی کار کنین !

فعلاً ، این شما و این اولین ایستگاه درس و نکته !

(۱ – ۱) این است « فیزیک » !!

فکر نمی‌کنم هیچ‌یک از شما ، بتوانید واژه‌ی زیر را بخوانید !

φυσική

حتماً شما هم شنیده‌اید که بیش‌تر واژه‌های علمی ، از زبان یونانی گرفته شده‌اند ؛ واژه‌ای که نوشتم ، همان « فیزیک » ، با الفبای یونانی است و البته یونانی‌ها ، آن را « فیزیکی » می‌خوانند ! در زبانِ یونانی ، ***فیزیک ، به معنای شناخت طبیعت است .***

برای این‌که دقیقاً بفهمید فیزیکدانان چه کار می‌کنند ، از یک مثال بسیار ساده و قدیمی استفاده می‌کنم : افتادن (یا سقوط) اجسام به طرف زمین .

بشر از زمان‌های قدیم ، این پدیده را مشاهده کرده بود . ***فیزیکدانان ، ابتدا پدیده‌های گوناگون طبیعت را مشاهده می‌کنند*** (در مثالِ ما ، سقوط اجسام به طرف زمین) ؛ ***سپس ، می‌کوشند الگوها و نظم‌های خاصی میان این پدیده‌ها بیابند*** . در این مورد ، الگو و نظم خاصی که وجود دارد ، این است که :

« همه‌ی اجسام ، وقتی رها می‌شوند ، به طرف زمین می‌افتند . »

بریم صفحه‌ی بعد !

نخستین گام در بررسی یک پدیده ، مدل‌سازی نام دارد . *طی فرایند مدل‌سازی ، یک پدیده‌ی فیزیکی را آن‌قدر ساده و آرمانی می‌کنیم که بتوانیم آن را بررسی و تحلیل کنیم* . به عنوان نمونه ، اگر جسمی که سقوط می‌کند ، یک توپ باشد ، واقعیت‌هایی که در مورد این پدیده وجود دارند ، این‌ها هستند :

۱ توپ ، اغلب یک کره‌ی کامل نیست . ۲ ضمن افتادن ، مقاومت هوا و وزش باد بر آن اثر می‌گذارد .

۳ هر چه توپ به زمین نزدیک‌تر می‌شود ، جاذبه‌ی زمین بر آن افزایش می‌یابد (البته به اندازه‌ای بسیار بسیار اندک) . بررسی حرکت توپ با در نظرِ گرفتنِ این سه واقعیت ، بسیار پیچیده است ؛ اما ، می‌توان برای ساده کردنِ بررسیِ سقوط توپ ، از اندازه و شکل توپ چشم‌پوشی کرد و همان‌گونه که در ذهنِ بچه‌ی شکل روبه‌رو می‌بینید (۱) ، آن را به صورت یک **جسم نقطه‌ای** یا **ذره** درنظر گرفت . در این‌صورت ، مقاومت هوا و وزش باد ، تاثیر چندانی بر آن ندارند ؛ هم‌چنین ، از تغییرِ وزن توپ با نزدیک شدن به زمین هم می‌توان صرف‌نظر کرد و وزن توپ را ثابت فرض کرد .

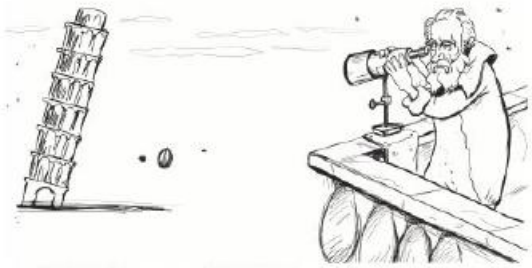
بخشین ! .... نمی‌شه کلاً از وزن توپ صرف‌نظر کرد ؟!

البته که خیر ! اگر از وزن توپ صرف‌نظر کنیم ، اصلاً توپ روی زمین نمی‌افتد ! توپِ بدونِ وزن را هر جا رها کنیم ، همان‌جا می‌ماند و اگر هم آن را به هر طرف پرتاب کنیم ، بر روی یک خط راست در همان جهتی که پرتاب شده است ، به حرکت‌اش ادامه می‌دهد . یادتان باشد که *هنگام مدل‌سازی ، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم* ؛ نه اثرهای مهم و تعیین کننده را !

اکنون بیایید ببینیم بشر در طول زمان ، چه‌گونه با نظریه‌های مختلف ، سقوط اجسام را توصیف کرده و توضیح داده است :

یونانیان باستان :

فیلسوف‌های یونانی ، فکر می‌کردند که اجسام به این دلیل به طرف زمین سقوط می‌کنند که می‌خواهند به جایگاه طبیعی خود برگردند . (آن‌ها اعتقاد داشتند که جایگاه طبیعی همه چیز ، زمین است !) بنابر نظریه‌ی آن‌ها ، هر چه جرم جسمی بیش‌تر باشد ، شتاب سقوط آن هم بیش‌تر است .



گالیله :

شاید شنیده باشید که گالیله با رها کردنِ اجسامی با جرم‌های مختلف از بالای برج کج پیزا ، به این نظریه رسید که شتاب سقوط اجسام (درست بر خلاف نظر یونانیان باستان) ، به جرم آن‌ها بستگی ندارد . توجه کنید که *نظریه‌های فیزیکی در طول زمان ، همواره معتبر نیستند و اگر نتایج آزمایش‌های جدید با آن‌ها سازگار نباشند ، دستخوش تغییر می‌شوند* .

نیوتون :

نیوتون ، نظر گالیله را تایید کرد . او هم‌چنین متوجه شد که دلیل سقوط اجسام به طرف زمین ، نیروی جاذبه‌ای است که بین زمین و آن جسم وجود دارد و ما به آن *نیروی گرانش* می‌گوییم .

او هم‌چنین فهمید که : « نیروی گرانش ، بین هر دو جسمی که جرم دارند ، وجود دارد . » این ، یک گزاره‌ی کلی است که برای تمام اجسام اطراف ما که دارای جرم‌اند ، بیان شده است . *به گزاره‌های کلی و در عین حال مختصر ، که در دامنه‌ی وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت ، معتبرند ، قانون فیزیکی گفته می‌شود . (اگر یک گزاره در دامنه‌ای محدود درست باشد ، به آن اصل می‌گویند .)*

بریم صفحه‌ی بعد !

ببخشین ! منظورتون چیه که می‌گین نیروی گرانش ، بین هر دو جسمی وجود داره ؟! .... یعنی بین همه‌ی اجسام جاذبه وجود داره ؟! .... مثلاً بین من و پغل دستیم ؟! ....

بله ! همین‌طور است ! ... نیوتن متوجه شد که بین هر دو جسمی در طبیعت ، نیروی جاذبه وجود دارد ؛ البته برای اجسام معمولی ، این نیرو بسیار بسیار بسیار (۱) ناچیز است و به همین دلیل ، شما آن را احساس نمی‌کنید ! جاذبه‌ای که کره‌ی زمین به اجسام وارد می‌کند ، به دلیل جرم زیادِ زمین ، ناچیز نیست و احساس می‌شود . در فیزیک سال‌های بعد ، در مورد این نیرو ، بیش‌تر خواهیم خواند !

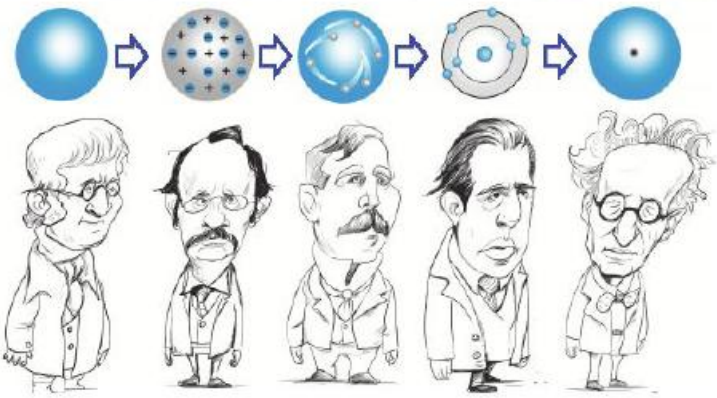
میشه یه مثالم از « اصل » بزنین ؟!

البته ! مثال ساده‌ای از الکتریسیته‌ی سال‌های قبل می‌زنم ! همگی می‌دانید که :

« دو جسم که بارهای الکتریکی هم‌نام دارند ، یک‌دیگر را دفع ، و دو جسم که بارهای غیرهم‌نام دارند ، یک‌دیگر را جذب می‌کنند . »

این گزاره را *اصل* اول الکتریسیته‌ی ساکن می‌نامند . توجه کنید که این گزاره ، فقط به اجسامی **محدود** می‌شود که بار الکتریکی دارند .

به عنوان نمونه‌ای دیگر از تغییر و تحولِ مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی با گذشت زمان ، می‌توان به دید فیزیکدانان در مورد اتم اشاره کرد :



شرودینگر بور رادرفورد تامسون دالتون

دالتون ، اتم را مانند یک توپ بیلیارد می‌دانست و پس از او *تامسون* با آزمایش‌هایی اعلام کرد که اتم مانند یک کیک کشمشی است . (*اون می‌گفت بار مثبت مثه خمیر کیک در فضای اتم پخش شده و الکترونا ، مثه کشمشای این کیک هستن* .) پس از آن ، *رادرفورد* با آزمایش‌هایی پیشرفته‌تر ، متوجه شد که بار مثبت در فضای کوچکی به نام هسته متمرکز است و الکترون‌ها در فاصله‌ی دوری از آن هستند . *بور* این نظریه را کامل‌تر کرد و گفت الکترون‌ها ، مانند سیاره‌ها به دور هسته می‌چرخند . بالاخره ، *شرودینگر* ، مدل پیشرفته‌ای به نام ابر الکترونی را مطرح کرد .

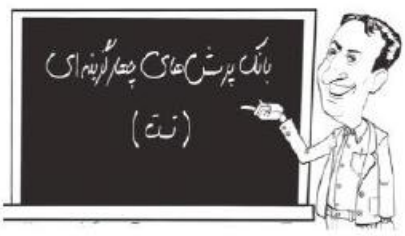
(شکل‌های روبه‌رو را از چپ به راست نگاه کنید !)

ببخشین ! این که اصن قشنگ نیست ! هر زمان ممکنه یه چیزی بگیم ! یه زمان ، اتم مثه یه توپ بیلیارده ، یه زمان ، مثه کیکه و یه زمان دیگه ، یه چیز دیگه‌س !

این آزردگیِ خاطر شما ، به خاطر تفکرِ *کمال‌گرایانه‌ای* است که معمولاً در ذهن بیش‌ترِ ما وجود دارد ! اتفاقاً به قول کتاب درسی :

« ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی ، نقطه‌ی قوت دانش فیزیک است و نقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان داشته است . »

باید (و لطفاً !) طرز فکرتونو عوض کنین ! .....



می‌دونم که چه اشتیاقی برای « تست زدن » دارین ! هر چی باشه ، همه‌تون از همین الان ، توو فکرِ آزمونی هستین که قراره سرنوشت و آینده‌تونو تعیین کنه ! اگر چه هنوز چیز زیادی نخوندیم ، ولی برای این‌که پاسخی به این اشتیاقِ « تست‌زنی » داده باشم ، می‌خوام با همین چیزایی که خوندین ، فقط به تعداد انگشتان یه دست براتون تست تعیین کنم ! لطفاً کتابو ورق بزنین تا جایی که تصویر مقابل رو ببینین . تستای این فصل ، همشون ، همون‌جا هستن ! تستای ۱ تا ۵ رو بزنین و بعد از تصحیحشون ، برگردین همین‌جا و از صفحه‌ی بعد ، خوندنِ ایستگاه‌ها رو ادامه بدین .

(۱ – ۲) اندازه‌گیری

شکی نیست که اساس هر دانش تجربی (مثل همین فیزیکِ خودمون) ، اندازه‌گیری است . اصلاً ، به هر چیزی که قابل اندازه‌گیری باشد ، *کمیت فیزیکی* گفته می‌شود . برای اندازه‌گیری یک کمیت ، ابتدا مقداری از همان کمیت را به عنوان *یکا* (یا واحد) انتخاب می‌کنیم ؛ سپس ، باید ببینیم که کمیت مورد نظر ، چند برابر یکای انتخاب شده است .

یکایی که برای اندازه‌گیری یک کمیت انتخاب می‌کنیم ، باید *تغییرناپذیر* و *قابل بازتولید* باشد . به عنوان یک نمونه‌ی بریتانیایی ، یکی از یکاهای اندازه‌گیری طول ، *اینچ* ($inch$) نام دارد . بنا بر یک تعریف قدیمی ، *اینچ* طولی به اندازه‌ی سه دانه‌ی جو بود که به دنبال هم قرار می‌گرفتند . حتماً می‌پذیرید که این تعریف ، ویژگی تغییرناپذیری را ندارد ؛ اما قابلیت بازتولید را دارا است !

برای اندازه‌گیریِ هر کمیت فیزیکی ، باید ابتدا ، یکایی برای آن داشته باشیم .....

کمیتا که خیلی زیادن .....!

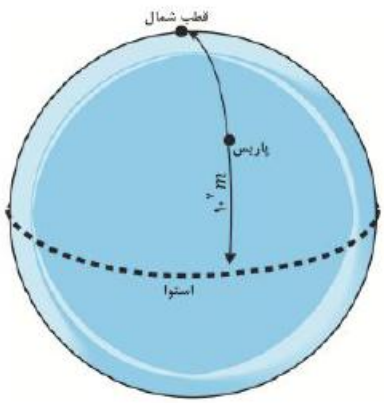
خوشبختانه کمیت‌های فیزیکی ، با یک‌دیگر ارتباط دارند و اگر برای بعضی از آن‌ها ، یکایی داشته باشیم ، برای برخی دیگر ، نیاز به یکای مستقل نداریم ! مثلاً اگر یکای طول را تعریف کنیم (مثلاً متر) ، برای مساحت ، می‌توانیم از مجذور (یا مربع) آن (مثلاً متر مربع) و برای حجم ، از مکعب آن (مثلاً متر مکعب) استفاده کنیم و نیازی نیست برای سطح و حجم ، به دنبال یکاهای جدیدی باشیم . با توجه به همین موضوع ، کمیت‌های فیزیکی را به دو دسته تقسیم می‌کنند :

کمیت‌های اصلی : کمیت‌هایی که یکای آن‌ها مستقلاً تعریف می‌شود و به یکای آن‌ها ، *یکای اصلی* می‌گوییم .
کمیت‌های فرعی : کمیت‌هایی که یکای آن‌ها از روی یکاهای اصلی (با ضرب و تقسیم) ساخته می‌شود ؛ مثلِ « متر × متر = متر مربع » .

به مجموعه‌ای از کمیت‌های اصلی ، که بتوان همه‌ی کمیت‌های دیگر را از روی آن‌ها ساخت *دستگاه اندازه‌گیری* می‌گوییم .

اون‌وقت این کمیتای اصلی چند تا هستن ؟!

پرسشِ خوبی است ! واقعیت این است که انسان‌ها در مناطق مختلف ، از یکاهای اندازه‌گیری گوناگون استفاده می‌کردند ؛ تا این‌که در اواسط قرن نوزدهم میلادی ، نیاز به یک دستگاه اندازه‌گیری مشترک ، کاملاً آشکار شد . دستگاهی که امروزه بیش‌تر مهندسان و دانشمندانِ علوم به کار می‌برند ، *دستگاه بین‌المللی یکاها* (SI) نام دارد . یکاهای اصلی این دستگاه ، ابتدا از یک دستگاه قدیمی‌تر به نام *دستگاه متریک* ، گرفته شده بود . در دستگاه SI ، یکای هفت کمیت به عنوان یکای اصلی انتخاب شده است :



۱ طول : یکای طول ، متر (با نماد m) است . یک متر ، ابتدا برابر یک ده میلیونیم فاصله‌ی قطب شمال تا استوا تعریف شده بود . یک متر را با دو خط نازک ، روی میله‌ای از جنسِ پلاتین ایریدیوم در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس مشخص کرده و نگه‌داری می‌کنند . البته بعدها تعریف دقیق‌تری از آن بر اساس سرعت نور نیز مطرح گردید .

۲ جرم : یکای جرم ، *کیلوگرم* (با نماد kg) است . جرم یک کیلوگرم را به صورت استوانه‌ای از جنس پلاتین ایریدیوم که درون دو حباب شیشه‌ای قرار گرفته است ، در موزه‌ی سور فرانسه نگه‌داری می‌کنند .

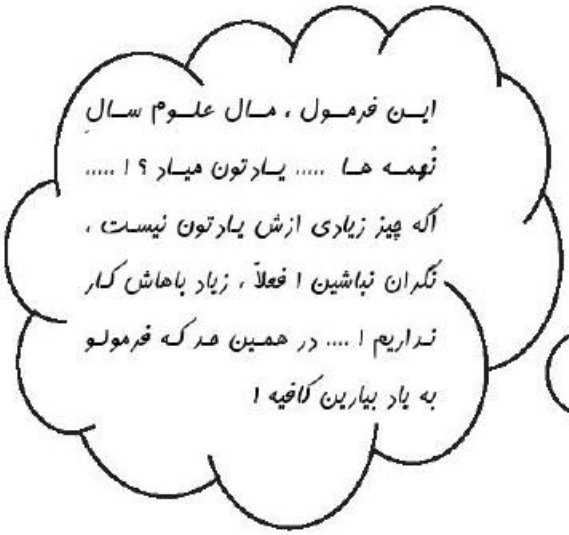
۳ زمان : یکای زمان ، *ثانیه* (با نماد s) است . یک ثانیه ابتدا به صورت $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ میانگین روز خورشیدی تعریف شده بود . (به بازه‌ی زمانیِ بین دو بار مشاهده‌ی متوالی خورشید ، در بالاترین نقطه‌ی آسمان ، روز خورشیدی گفته می‌شود .)

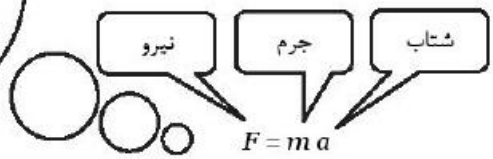
چون با بقیه‌ی کمیت‌های اصلی ، فعلاً کاری نداریم ، به ذکر نام و نماد یکای آن‌ها اکتفا می‌کنیم :

بریم صفحه‌ی بعد !

۴ دما ، با یکای **کلوین** (با نماد K)
۵ مقدار ماده ، با یکای **مول** (با نماد mol)
۶ شدت جریان الکتریکی ، با یکای **آمپر** (با نماد A)
۷ شدت روشنایی ، با یکای **کندلا** یا شمع (با نماد cd)

گفتیم که یکاهای فرعی را از روی یکاهای اصلی می‌سازند ؛ به عنوان نمونه ، یکای نیرو در SI را می‌توان به صورت زیر تعیین کرد :





$kg\frac{m}{s^2}$ = یکای شتاب × یکای جرم = یکای نیرو

وقتی یکایی فرعی (مثل همین یکای نیرو) ، پُر کاربرد باشد ، نامی به آن اختصاص می‌دهند ؛ مثلاً ، $kg\frac{m}{s^2}$ را نیوتن نامیده و با نماد N نشان می‌دهند . (معمولاً وقتی نام یکا از نام دانشمندی اقتباس می‌شود ، آن را با حرف انگلیسیِ بزرگ نشان می‌دهند .)

نکته‌ای که باید از همین‌جا توجه‌تان را به آن جلب کنم ، این است که وقتی می‌خواهیم مقدارهای عددی کمیت‌ها را در رابطه‌ای بگذاریم ، باید به **سازگاری یکاها** توجه داشته باشیم . به عنوان مثال ، اگر در همین رابطه‌ی $F = m\,a$ ، جرم را با یکای گرم و شتاب را با یکای متر بر مجذور ثانیه بگذاریم ، دیگر نیرو با یکای نیوتن به دست نخواهد آمد ! (توجه دارید که یکای جرم در SI ، **کیلو**گرم است ؛ نه گرم !) برای این که اندازه‌ی کمیتی را با یکای SI به دست آوریم ، باید همه‌ی کمیت‌ها را با یکای SI در رابطه قرار دهیم .

پیش از این‌که این ایستگاه را به پایان ببریم ، باید توجه‌تان را به یک دسته‌بندیِ دیگر کمیت‌های فیزیکی نیز جلب کنم :

بعضی از کمیت‌های فیزیکی فقط دارای اندازه‌اند ؛ در حالی که برخی دیگر ، علاوه بر اندازه ، جهت نیز دارند . به عنوان نمونه ، جرم شما ، فقط با یک عدد به علاوه‌ی یکای آن مشخص می‌شود (مثلاً kg ۶۵) ؛ در حالی که برای مشخص کردنِ جابه‌جایی یک متحرک ، علاوه بر عدد و یکا ، باید جهت آن را هم مشخص کنیم (مثلاً جابه‌جایی m ۲۰۰ به طرف شمال) .

> *به کمیت‌هایی که فقط با یک عدد و یکا مشخص می‌شوند ، کمیت نرده‌ای (یا اسکالر) و به کمیت‌هایی که برای مشخص کردن‌شان ، علاوه بر عدد و یکا ، باید جهت‌شان نیز ذکر شود ، کمیت برداری می‌گوییم .*

برای مشخص کردنِ یک کمیت برداری ، بالای نماد آن یک پیکان می‌گذاریم ؛ مثل این : $\vec{a}$ ؛ و اگر این علامت پیکان را نگذاریم ، فقط اندازه‌ی کمیت (یعنی یک عدد به همراه یکای آن) ، مورد توجه‌مان است .

مثال ۱ : کدام کمیت زیر ، برداری نیست ؟

۱) نیرو
۲) سرعت متوسط
۳) شتاب
۴) تندی متوسط

برای درک بهتر چیزایی که توو « ایستگاه‌های درس و نکته » می‌فونیم ، از این به بعد ، مثال‌هایی براتون ارائه می‌شه . بعد از فوندن هر مثال و قبل از این‌که برین سراغ پاسخی که ما بهش می‌دیم ، لطفاً یه کم خودتون هم باهاش درگیر بشین و سعی کنین یه پاسخی بهش بدین ! ..... با تشکر !

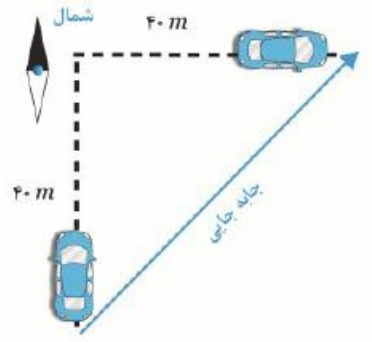
پاسخ : در مورد نیرو و شتاب که نباید شکّی داشته باشید ! این دو کمیت دارای اندازه و جهت‌اند . در مورد تفاوت سرعت متوسط و تندی متوسط بد نیست رابطه‌های آن‌ها را یادآوری کنم :

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{مدت زمان}}$$

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{جابه جایی}}{\text{مدت زمان}}$$

ببخشین ! این‌طور که به نظر میاد ، ما باید همه‌ی چیزایی رو که سالای قبل تو علوم خوندیم ، یادمون باشه ! !

خوشبختانه خیر ! همان‌طور که در ابرِ بالای صفحه‌ی قبل هم نوشته بودم ، تنها کافی است در همین حدّی که من یادآوری می‌کنم ، از سال‌های قبل بدانید ! هر چه نیاز داشته باشید ، در سطح مورد نیاز ، در همین کتاب یادآوری می‌شود .

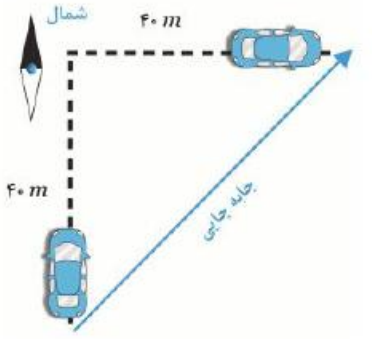


همان‌گونه که رابطه‌های بالا نشان می‌دهند ، تفاوت تندی متوسط و سرعت متوسط ، در *مسافت* و *جابه‌جایی* است .

در شکل روبه‌رو ، اتومبیلی را می‌بینید که ابتدا ۴۰ متر به طرف شمال و سپس ، ۴۰ متر به طرف شرق حرکت کرده است . به طول کل مسیر اتومبیل (یعنی ۸۰ = ۴۰ + ۴۰ متر) ، مسافت پیموده شده می‌گویند ؛ در حالی که جابه‌جایی ، برداری است که مکان اول و آخر را به هم وصل می‌کند . مسافت پیموده شده ، کمیتی نرده‌ای و جابه‌جایی ، کمیتی برداری است ؛ به همین دلیل ، تندی متوسط هم نرده‌ای و سرعت متوسط ، برداری است .

(گزینه‌ی ۴)

مثال ۲ : اگر جابه‌جایی را با نماد $\vec{d}$ نشان دهیم ، کدام گزینه در مورد شکلِ روبه‌رو درست است ؟ (هر گزینه را از چپ به راست بخوانید .)



۱) به طرف شمال شرقی ، $\vec{d} = ۸۰\ m$

۲) به طرف شمال شرقی ، $d = ۸۰\ m$

۳) به طرف شمال شرقی ، $d = ۴۰\sqrt{۲}\ m$

۴) به طرف شمال شرقی ، $\vec{d} = ۴۰\sqrt{۲}\ m$

پاسخ : توجه دارید که وقتی بالای نماد کمیت ، پیکان می‌گذاریم ، باید اندازه ، یکا و جهت کمیت را ذکر کنیم ؛ به این ترتیب ، یکی از گزینه‌های (۱) یا (۴) می‌تواند پاسخ درست باشد . برای تعیین اندازه‌ی جابه‌جایی ، کافی است رابطه‌ی *فیثاغورث* را به یاد داشته باشید :

$$d^۲ = ۴۰^۲ + ۴۰^۲ = ۲\times ۴۰^۲ \Rightarrow d = \sqrt{۲\times ۴۰^۲} = ۴۰\sqrt{۲}\ m$$

به تفاوتِ دو نوشته‌ی زیر توجه کنید :

$$d = ۴۰\sqrt{۲}\ m$$

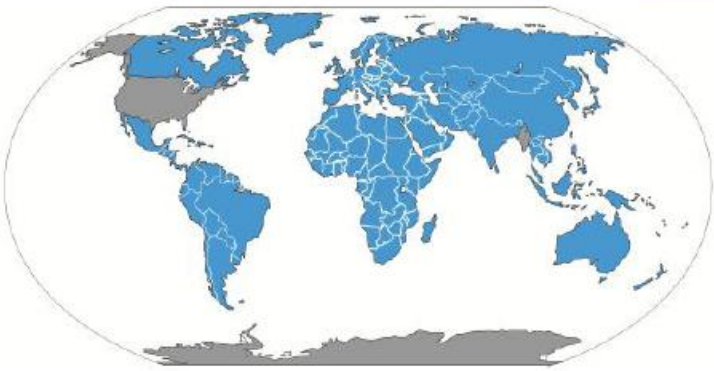
$$\vec{d} = \underbrace{۴۰\sqrt{۲}\ m}_{\text{یکا + عدد}}\ \overbrace{\text{به طرف شمال شرقی}}^{\text{جهت}}$$

(گزینه‌ی ۴)

بریم صفحه‌ی بعد !

خسته نباشین ! ..... فعلاً لازم نیست تستی بزنین ! بعد از دو ایستگاهِ دیگه ، بهتون می‌گم باید کدوم تستا رو جواب بدین .... مطلبی که در زیر می‌بینین ، یه ایستگاه درس و نکته نیست ! توو این کتاب ، بعضی جاها برای این‌که خستگی‌تون در بره ، براتون مطالبی جالب و بعضی وقتا ، خنده‌دار ، در لابه‌لای موضوعات درسی و پاسخ تستا آوردم که هی نگین « فیزیک چه درس خشکیه » ! امیدوارم ازشون لذت ببرین !

کشورهای متریک !



در نقشه‌ی روبه‌رو ، کشورایی که رسماً از یکاهای SI استفاده می‌کنن ، رنگی شدن !

به جز قطب جنوب ، تنها سه کشور رو می‌بینین که هنوز رسماً به استفاده از یکاهای متریک نپرداختن ! می‌دونین این سه کشور ، کدوم کشورا هستن ؟ ! ..... دو تا شونو من می‌گم ؛ سومی رو شما حدس بزنین !

.... یکیشون کشورِ « میانماره » ، .....

یکی دیگه‌شون ، اسمش « لیبریا » است ، ..... و ..... سومی ..... ؟ !

..... اگه گفتین ؟ ! ..... فکر نمی‌کنم بتونین حدس بزنین ! .....سومی ..... چی گفتین ؟ ! ....

سومی ، امریکاس ! ..... بله ! امریکا ! .... چرا باور نمی‌کنین ؟ ! از هر گونه توضیح اضافه معذورم ! .... هر سوالی دارین ، خودتون برین دنبال پاسخش !

حالا بریم سراغ ادامه‌ی ایستگاه‌های درس و نکته ! ..... رفته رفته ، ایستگاه‌ها دارن مهم‌تر می‌شن !

(۱ – ۳) پیشوندهای SI و نمادگذاری علمی

در دستگاه SI برای بیان اندازه‌هایی بسیار کوچک‌تر و یا بسیار بزرگ‌تر از یکای انتخاب شده برای یک کمیت ، استفاده از ۲۰ پیشوند ، توصیه شده است .

وجودِ نمادِ هر پیشوند ، قبل از نماد یکای اندازه‌گیری ، بیان‌گر این واقعیت است که باید اندازه‌ی یکا را در ضریب مربوط به آن پیشوند ، ضرب کرد . این پیشوندها ، از بزرگ به کوچک ، به صورتی هستند که در صفحه‌ی بعد ، می‌بینید :

(سعی کنین رنگیاشونو هر چی زودتر حفظ کنین !)

بریم صفحه‌ی بعد !

پیشوند :	نماد :	ضریب :	ضریب به صورت توانِ ده :
یوتا	Y	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	$۱۰^{۲۴}$
زِتا	Z	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	$۱۰^{۲۱}$
اِگزا	E	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	$۱۰^{۱۸}$
پِتا	P	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	$۱۰^{۱۵}$
تِرا	T	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	$۱۰^{۱۲}$
گیگا (جیگا)	G	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰	$۱۰^{۹}$
مِگا	M	۱ ۰۰۰ ۰۰۰	$۱۰^{۶}$
کیلو	k	۱ ۰۰۰	$۱۰^{۳}$
هِکتو	h	۱۰۰	$۱۰^{۲}$
دِکا	da	۱۰	$۱۰^{۱}$
دسی	d	۰/۱	$۱۰^{-۱}$
سانتی	c	۰/۰۱	$۱۰^{-۲}$
میلی	m	۰/۰۰۱	$۱۰^{-۳}$
میکرو	μ	۰/ ۰۰۰ ۰۰۱	$۱۰^{-۶}$
نانو	n	۰/ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱	$۱۰^{-۹}$
پیکو	p	۰/ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱	$۱۰^{-۱۲}$
فِمتو	f	۰/ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱	$۱۰^{-۱۵}$
آتو	a	۰/ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱	$۱۰^{-۱۸}$
زِپتو	z	۰/ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱	$۱۰^{-۲۱}$
یوکتو	y	۰/ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱	$۱۰^{-۲۴}$

می‌بینید که وقتی ضریب‌های خیلی بزرگ یا کوچک را به صورت توانِ ده می‌نویسیم ، نوشتن‌شان چه‌قدر ساده می‌شود ! به همین دلیل است که معمولاً در نوشتن اندازه‌ی کمیت‌ها از روشی به نام ***نمادگذاری علمی*** استفاده می‌شود :

> ***در نمادگذاری علمی ، هر عددی را به صورت کلیِ $x \times ۱۰^{n}$ می‌نویسیم ؛ البته باید x بزرگ‌تر از (و یا مساوی با) یک و کوچک‌تر از ۱۰ باشد و n ، عددی صحیح باشد .***

به عنوان نمونه ، اگر بخواهیم عدد ۱۲۲/۳۴ را به صورت نماد علمی بنویسیم ، باید ابتدا آن را به صورت ۱/۲۲۳۴ درآوریم . می‌بینید که ممیز ، ۲ رقم به سمت چپ رفته است ؛ به همین دلیل باید توان ۱۰ هم برابر ۲ باشد : $۱/۲۲۳۴ \times ۱۰^{۲}$

به یک نمونه‌ی دیگر توجه کنید ! اگر بخواهیم عدد ۰/۰۲۴ را با استفاده از نمادگذاری علمی بنویسیم ، ابتدا باید ممیز را ۲ رقم به سمت راست ببریم (۲/۴) وسپس ، آن را در ۱۰ به توان ۲ ضرب کنیم : $۲/۴ \times ۱۰^{-۲}$

به این ترتیب ، باید یادتان بماند که :

> ***ممیز را هر چند رقم که به سمت چپ ببرید ، همان اندازه باید برای ۱۰ ، توان مثبت بگذارید و برعکس ؛ هر چند رقم که ممیز را به سمت راست ببرید ، به همان اندازه برای ۱۰ ، توان منفی خواهید گذاشت .***

بریم صفحه‌ی بعد !

این ایستگاه را با دو مثال ، به پایان می‌بریم :

مثال ۱ : کدام گزینه جرم یک زنبور عسل را به صورت نمادگذاری علمی ، درست بیان می‌کند ؟

۱) $0/15\times10^{-3}\ kg$ ۲) $1/5\times10^{-3/1}\ kg$ ۳) $15\times10^{-5}\ kg$ ۴) $1/5\times10^{-2}\ kg$

می‌بینم که دارین پایینو نگاه می‌کنین ! قرار ما این نبود!! ..... یادتون که نرفته ؟! ..... اول باید خودتون یه پاسخی پیدا کنین و بعدش برین سراغ پاسخ ما ! .... این دفعه رو می‌ذارم پای چوونی‌تون ! ..... لطفاً تکرار نشه ! (اگه نمی‌تونین چشمانونو کنترل کنین ، بد نیست با یه تیکه کاغذ ، مل تستو بپوشونین !

پاسخ : حتماً توجه داشته‌اید که علاوه بر این‌که ضریب ، باید عددی بین ۱ و ۱۰ (و البته نه برابر ۱۰) باشد ، باید توان ده هم *عددی صحیح* باشد . تنها گزینه‌ای که این ویژگی‌ها را دارد ، گزینه‌ی (۴) است ! (*حتماً یادتونه که به مجموعه عددای* $\{0,\pm1,\pm2,\pm3,...\}$ ، *عددهای صحیح می‌گفتین !*) (گزینه‌ی ۴)

مثال ۲ : سال نوری ، یکای کدام کمیت زیر است ؟

۱) طول ۲) زمان ۳) تندی نور ۴) فاصله‌ی زمین تا خورشید

پاسخ : *به مسافتی که نور در مدت یک سال ، در خلاء می‌پیماید ، سال نوری گفته می‌شود* . توجه کنید که مسافت ، در حقیقت کمیتی از جنس طول است . سال نوری را با نماد ly نشان می‌دهند (برگرفته از عبارت انگلیسی $light\ year$) و در نجوم ، فاصله‌ها را با این یکا می‌سنجند . *در این مورد ، یه موضوع تکان‌دهنده و هیجان انگیز هم داریم که بعد از این ایستگاه ، براتون می‌گم !* (گزینه‌ی ۱)

گزینه‌ی زهردار !

امیدوارم به محض دیدنِ واژه‌ی « *سال* » ، گزینه‌ی (۲) را نزده باشید ! *سال نوری ، یکای زمان نیست ؛ یکای فاصله (طول) است* . این موضوع ، درست مانند آن است که بگویید فاصله‌ی تهران تا چالوس ، ۳ ساعت است . در این مورد ، منظورتان این است که فاصله‌ی تهران تا چالوس به اندازه‌ای است که یک خودرو ، با تندی مجاز در هر قسمت از راه ، آن را در ۳ ساعت می‌پیماید .

تونل زمان

می‌دونین نزدیک‌ترین ستاره به زمین (البته بعد از خورشید) ، کدوم ستاره‌س ؟ !

مریخ ؟! ..... نه ..... مشتری ؟! .....

به سوالم توجه نکردین ! ..... پرسیدم کدوم « ستاره » (.... نه سیاره !)

آهان ، فهمیدم ! .... پخشین ! ..... راستش نمی‌دونیم !!

اشکالی نداره ! فودم بهتون می‌گم ! به این ستاره می‌گن : « آلفا قنطورس » (به زبان انگلیسی می‌شه : Alpha Centauri) . فاصله‌ی این ستاره از زمین ، در حدود ۴ سال نوریه . می‌دونین یعنی چی ؟ !.....یعنی فاصله‌ی این ستاره از زمین به اندازه‌ایه که نوری که از این ستاره به راه میوفته ، ۴ سال طول می‌کشه تا به زمین برسه ! ..... جالب نیست ؟ ! ..... پس اگه امشب این ستاره رو نگاه کنین ، در حقیقت دارین وضعیت ۴ سال قبل اونو می‌بینین ! در حقیقت ، شب که به آسمون نگاه می‌کنید ، آن‌چه می‌بینید ، وضعیت ستاره‌ها در حال حاضر نیست ! .... وضعیتِ اونا در گذشته‌های دوره ! ! به عنوان یه مثال دیگه ، ستاره‌ی « قطبی » که یکی از ستاره‌های معروف آسمونه ، در فاصله‌ی ۴۲۵ سال نوری از ما قرار داره ! .... شما بگین یعنی چی ؟ !

ایستگاه بعدی رو هم که بخونین ، می‌تونین به بانک تست برین ! این ایستگاهو فیلی با دقت بخونین که تا آخر عمرتون بهش نیاز خواهید داشت !

(۱ – ۴) تبدیل یکاها

این ایستگاه را با یک مثال بسیار ساده آغاز می‌کنیم : فرض کنید جرم جسمی برابر ۲۰۰ گرم است و می‌خواهیم این جرم را با یکای SI (یعنی کیلوگرم) بیان کنیم . دیدیم که کیلو ، برابر ۱۰۰۰ است ؛ بنابراین می‌توان نوشت :

$$۱\ kg = ۱۰۰۰\ g$$

حتماً قبول دارید که این تساوی را می‌توان به دو صورت زیر هم نوشت :

$$\frac{۱۰۰۰\ g}{۱\ kg} = ۱ \qquad \frac{۱\ kg}{۱۰۰۰\ g} = ۱$$

داستان از این قرار است که برای تبدیل یکاها ، از این موضوع استفاده می‌کنیم که ضرب کردنِ عدد ۱ در اندازه‌ی یک کمیت ، تاثیری در آن ندارد ؛ یعنی $۲۰۰\ g$ را می‌توان به صورت (۱) × ($۲۰۰\ g$) نوشت و به جای عدد ۱ هم یکی از دو کسر بالا را قرار داد . حدس بزنید ، کدام کسر را ؟! ..... بله ! کسری را که رنگی نوشته‌ام ! (دلیل‌اش را تا چند ثانیه‌ی دیگر می‌فهمید ! فعلاً سطر پایین را از چپ به راست ، با دقت دنبال کنید !)

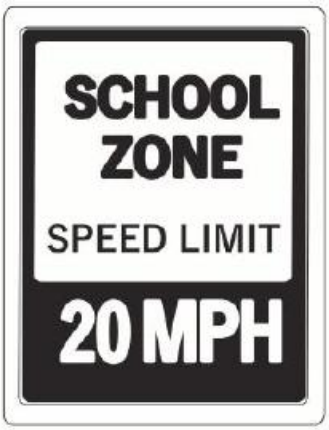
$$۲۰۰\ g = (۲۰۰\ g) \times (۱) = (۲۰۰\ \not{g}) \times \left(\frac{۱\ kg}{۱۰۰۰\ \not{g}}\right) = \frac{۲۰۰}{۱۰۰۰}\ kg = ۰/۲\ kg$$

حتماً متوجه شدید که دلیل انتخاب کسر رنگی ، این بود که گرم در مخرجش باشد تا با گرم در مقدار داده شده ($۲۰۰\ g$) ساده شود . کسرِ رنگی را « *ضریب تبدیل* » می‌نامند .

این همه زحمت به خاطر تبدیل گرم به کیلوگرم ؟! ..... به ما گفته بودن خیلی راحت با ضرب یا تقسیم بر ۱۰۰۰ می‌شه این تبدیل واحدو انجام داد ! .... برای تشخیص ضرب یا تقسیمش هم نگاه می‌کردیم به این که داریم واحدو بزرگ می‌کنیم یا کوچیک ! .... به همین راحتی !

در چنین موارد ساده‌ای حق با شما است ؛ اما ، ما داریم خودمان را برای تبدیل یکاهای پیچیده‌تر آماده می‌کنیم ! در بسیاری از تبدیلِ یکاها ، اصلاً نمی‌دانیم که یکا را کوچک می‌کنیم یا بزرگ ! (*مثلاً ، آیا شما می‌دونین مایل بر ساعت بزرگ‌تره یا متر بر ثانیه ؟!*)

می‌خواهیم راهکاری داشته باشیم که همیشه تبدیل یکاها را با اطمینان و پرقدرت انجام دهیم ! البته با چند بار انجام این روش ، به آن مسلط خواهید شد و نوشته‌های‌تان خلاصه‌تر می‌گردد ! باید بتوانید بیش‌ترِ کار را در ذهن خود انجام دهید .



بیایید به یک نمونه‌ی دیگر بپردازیم ! در آمریکا ، کانادا و بریتانیا (و البته برخی دیگر از کشورها) تندی خودروها با یکای مایل بر ساعت (با نماد MPH یا $\frac{mi}{h}$) سنجیده می‌شود . تابلوی روبه‌رو ، تندی بیشینه در نزدیکی مدرسه را ۲۰ مایل بر ساعت اعلام می‌کند . هر مایل در خشکی در حدود ۱۶۰۹ متر است ؛ اما چون اجازه‌ی استفاده از ماشین حساب ندارید (!) ، می‌خواهیم هر مایل را ۱۶۱۱ متر درنظر بگیرید و این تندی را با یکای SI (یعنی متر بر ثانیه) بیان کنید . در این‌جا ، در حقیقت باید دو تبدیل یکا انجام دهیم ؛ لطفاً ابتدا دو سطر زیر را از چپ به راست دنبال کنید :

$$\underbrace{۱\ mi}_{\text{مایل}} = ۱۶۱۱\ m \Rightarrow \frac{۱\ mi}{۱۶۱۱\ m} = ۱ \quad , \quad \frac{۱۶۱۱\ m}{۱\ mi} = ۱$$

$$\underbrace{۱\ h}_{\text{ساعت}} = ۳۶۰۰\ s \Rightarrow \frac{۱\ h}{۳۶۰۰\ s} = ۱ \quad , \quad \frac{۳۶۰۰\ s}{۱\ h} = ۱$$

بریم صفحه‌ی بعد !

چون دو تبدیل یکا داریم ، دو بار عدد ۱ را در اندازه‌ی کمیت ضرب می‌کنیم . ادامه‌ی کار را با دقت از چپ به راست دنبال کنید و ببینید که به جای ۱ ، چه‌گونه کسرهای مناسب را برای ساده شدنِ یکاها گذاشته‌ایم :

(به زودی تو انتخابِ ضریبِ تبدیلِ مناسب ، حرفه‌ای می‌شین ! باید یه کاری کنین که یکاهایی که نمی‌خوایمشون ، ساده بشن !)

$$۲۰\frac{mi}{h}=(۲۰\frac{mi}{h})\times(۱)\times(۱)=(۲۰\frac{\cancel{mi}}{\cancel{h}})\times(\frac{۱۶۱۱m}{۱\cancel{mi}})\times(\frac{۱\cancel{h}}{۳۶۰۰s})=\frac{۲۰\times۱۶۱۱}{۳۶۰۰}\frac{m}{s}$$

به این روش برای تبدیل یکا ، روش *تبدیل زنجیره‌ای* گفته می‌شود . خواهشی که از همگی دارم ، این است که از همین الان ، مهارت‌های محاسباتی خود را بالا ببرید و ماشین حساب را از خودتان (و همین‌طور خودتان را از ماشین حساب) دور نگه‌دارید ! در این کتاب (بر خلاف کتابِ درسی !) ، اندازه‌ها را به گونه‌ای داده‌ایم که بدون نیاز به ماشین حساب ، بتوانید آن‌ها را محاسبه کنید . در آزمون‌های مدرسه و از آن مهم‌تر ، در کنکور ، نیز چنین کاری می‌کنند . باید به ساده کردنِ کسرها عادت کنید . در این‌جا پس از ساده‌کردن یک صفر از صورت و مخرج کسرِ $\frac{۲۰\times۱۶۱۱}{۳۶۰۰}$ ، می‌توانید ۱۶۱۱ و ۳۶۰ را به ۹ نیز ساده کنید :

$$۲۰\frac{mi}{h}=\frac{\cancel{۲۰}\times\cancel{۱۶۱۱}^{۱۷۹}}{\cancel{۳۶۰۰}_{۲۰}}\frac{m}{s}=۸/۹۵\frac{m}{s}$$

کار خود را با یک مثال مهم ادامه می‌دهیم :

مثال : واتیکان با مساحت $۰/۴۴\ km^۲$ ، کوچک‌ترین کشور کره‌ی زمین است . مساحت این کشور ، چند هکتار است ؟ (هر هکتار ، معادل $۱۰^۴$ متر مربع است .)

۱) ۴۴۰ ۲) ۴/۴ ۳) ۴۴ ۴) ۰/۰۴۴

پاسخ : این مثال را تنها به این دلیل آوردم که یک نکته‌ی مهم را تذکر دهم ! منظور از $km^۲$ ، در حقیقت $(km)^۲$ است ! یعنی توان ۲ ، هم مربوط به متر و هم مربوط به کیلو است ! معمولاً برای سادگی پرانتز را نمی‌گذارند ؛ اما باید توجه کنید که :

هر وقت یکایی به توانی می‌رسد ، اگر پیشوندی دارد ، باید این پیشوند هم ، به همین توان برسد .

با این توضیح ، چون کیلو برابر $۱۰^۳$ است ، مربع آن ، برابر $۱۰^۶$ خواهد شد . در این مثال هم با دو تبدیل یکا مواجه‌ایم :

$$۱km^۲=۱۰^۶m^۲\Rightarrow\frac{۱km^۲}{۱۰^۶m^۲}=۱\quad,\quad\frac{۱۰^۶m^۲}{۱km^۲}=۱$$

$$۱ha=۱۰^۴\ m^۲\Rightarrow\frac{۱ha}{۱۰^۴\ m^۲}=۱\quad,\quad\frac{۱۰^۴\ m^۲}{۱ha}=۱$$

(ha نماد هکتار است .)

$$۰/۴۴\ km^۲=(۰/۴۴\ km^۲)\times(۱)\times(۱)=(۰/۴۴\ \cancel{km^۲})\times(\frac{۱۰^۶\ \cancel{m^۲}}{۱\ \cancel{km^۲}})\times(\frac{۱ha}{۱۰^۶\ \cancel{m^۲}})=۴۴\ ha$$

می‌بینید که باز هم برای تبدیل یکا ، از *تبدیل زنجیره‌ای* استفاده کردیم . (گزینه‌ی ۳)

ببخشین ! پس چرا تو ایستگاه قبل ، هکتار تو لیست پیشوندا نبود ؟ !

برای این‌که هکتار یک پیشوند نیست ؛ خودش یکایی برای اندازه‌گیری مساحت (و در حقیقت ، برابر یک هکتومتر مربع) است ! توجه کنید که پیشوند ، به چیزی گفته می‌شود که به تنهایی معنی ندارد و باید پیش از نماد مربوط به یکا آورده شود ؛ مثلاً ، اگه فقط بگین : « یک میکرو » ، *حرفتون بی معنیه و فوراً ازتون سوال می‌شه که یک میکرو چی ؟ !*

بریم صفحه‌ی بعد !

حالا که صحبت از « میکرو » شد ، باید این را هم بگویم که گاهی ممکن است نماد μ را به تنهایی و بدون آن‌که در جلویش ، نماد مربوط به یکایی نوشته شده باشد ، ببینید ! نکته‌ای که باید بدانید ، این است که *اگر جایی نماد μ را به تنهایی دیدید ، باید آن را « میکرون » بخوانید که کوتاه شده‌ی میکرومتر (یعنی μm) و معادل 10^{-6} متر است .*

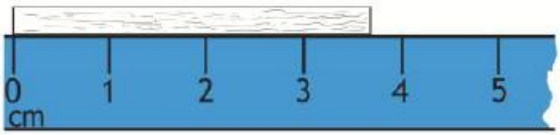
آکه دچار احساس آشنای « خستگی » شدین ، می‌تونین همین الان ، یه استراحتی به خودتون بدین ! .... وقتی خستگی‌تون در رفت ، باید برای دومین بار به سراغ « بانک » برین ! ... نترسین ! .... قرار نیست وجهی پرداخت کنین ! منظورم « بانک تست » بود که در ابتدای ، تصویر روبه‌رو دیده می‌شد ! باید تست‌های ۶ تا ۳۰ رو بزنین و پس از تصحیح پاسخاتون و یه استراحت دوباره ، به این‌جا برگردین و فوتِ ایستگاه بعدی رو شروع کنین . .... موفق باشین !

(۱ – ۵) رقم‌های بامعنا

فرض کنید همانند شکل روبه‌رو (پایین) ، می‌خواهیم طول یک جسم را با خط‌کشی که می‌بینید ، اندازه بگیریم . به نظر شما ، باید طول جسم را چه‌قدر اعلام کنیم ؟

یه چیزی نزدیک به ۴ سانتی‌متر ؛

می‌تونی یه ذره دقیق‌تر بگی ؟ ! .... از « عدس » هم می‌تونی استفاده کنی !



فکر کنم یه چیزی مثه ۳٫۷ سانتی‌متره ؛ ..... یا شایدم ۳٫۸ ؛

خوبه ! ... بگذارید همین‌جا ، سه اصطلاح را برای‌تان معرفی کنم ! نخست این‌که ، یادتان باشد :

به همه‌ی رقم‌هایی که نتیجه‌ی یک اندازه‌گیری را بیان می‌کنند ، رقم‌های بامعنا می‌گوییم .

هر دو عددی که گفتید (۳٫۷ cm و ۳٫۸ cm) ، دارای ۲ رقم بامعنا هستند .

دومین اصطلاحی که باید بشناسید ، این است که :

به رقم آخر (سمت راست) عددی که نتیجه‌ی یک اندازه‌گیری را بیان می‌کند ، رقم حدسی (یا غیرقطعی) می‌گوییم .

فکر کنم دلیلِ این نام‌گذاری را با گوشت و پوست‌تان لمس کرده‌اید ! در شکل بالا ، چون خط‌کشی که نشان داده شده ، درجه‌ای کوچک‌تر از سانتی‌متر ندارد ، در مورد این‌که طول جسم چه اندازه بیش‌تر از ۳ cm است ، اطمینان ندارید و مقدارهای ۰٫۷ cm یا ۰٫۸ cm را صرفاً حدس زدید .

و بالاخره ، سومین اصطلاح !

بریم صفحه‌ی بعد !