

فصل اول

فیزیک اندازه گیری



حرفای دوستانه‌ی اول فصل

- توی این فصل تبدیل واحدها رو خوب یاد بگیر، روش زنجیره‌ای روش خوبیه ازش غافل نشو.
- اگه یه کم زرنگ باشی تخمین زدن رو می‌تونی یاد بگیری، توی زندگی به دردت می‌خوره.
- بحث چگالی رو جدی بگیر که پای ثابت همه‌ی امتحاناس و سابقه‌ی خوبی توی کنکور داره.

ن: نخود سیر: سیر

مدل سازی در فیزیک - اندازه گیری و کمیت های فیزیکی

- فیزیک، پایه و اساس تمام مهندسی ها و فناوری ها است.
 - فیزیک دانان در درجهی اول پدیده های طبیعت را مشاهده می کنند. سپس برای توضیح آن پدیده ها از قانون، مدل و نظریه ی فیزیکی استفاده می کنند و در آخر این قوانین، مدل ها و نظریه ها را مورد آزمایش قرار می دهند.
 - از آن جایی که تحلیل پدیده هایی مانند افتادن برگ درخت و ... در فیزیک بسیار پیچیده است، فیزیک دانان برای بررسی چنین پدیده هایی، تا حد امکان آن ها را ساده سازی و به حالت آرمانی نزدیک می کنند تا امکان تحلیل آن ها فراهم شود. به این کار مدل سازی در فیزیک می گویند.
 - در فیزیک به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گیری کرد، کمیت فیزیکی گفته می شود. مانند طول یک استخر، جرم یک سیب، تندی یک اتومبیل، زمان مطالعه ی درس فیزیک و ...
- کمیت های فیزیکی را می توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱. **کمیت های عددی، نرده ای یا اسکالر:** آن دسته از کمیت هایی که برای توصیف یک پدیده ی فیزیکی، یک عدد به همراه یکای اندازه گیری آن گزارش می شود. مانند اعلام زمان به صورت 60 s یکا - عدد.

۲. **کمیت های برداری:** کمیت هایی که علاوه بر عدد و یکای اندازه گیری، جهت آن نیز باید مشخص باشد. مانند سرعت یک متحرک: 60 m/s به طرف شمال.

- از کمیت های جابه جایی و جرم که در علوم سال نهم با آن ها آشنا شدید، کدام کمیت برداری و کدام کمیت عددی است؟
- جابه جایی کمیتی برداری است، چون علاوه بر عدد و یکای اندازه گیری دارای جهت است. به عنوان مثال گفته می شود که متحرک 20 km به طرف شرق جابه جا شده است.
- جرم کمیتی عددی است؛ زیرا فقط دارای عدد و یکای اندازه گیری است و دارای جهت نیست. به عنوان مثال گفته می شود جرم دانش آموزی 60 kg است و دیگر نیازی برای گزارش جهت وجود ندارد.



۱ درست یا نادرست بودن جمله های زیر را مشخص کنید.

الف) فیزیک دانان اغلب از قانون، مدل و نظریه ی فیزیکی برای توصیف پدیده هایی که

در جهان رخ می دهد، استفاده می کنند.

ب) نقطه ی قوت دانش فیزیک در آزمون پذیری و اصلاح پذیر بودن نظریه های آن است.

پ) مدل سازی در فیزیک، فرایندی است که طی آن تمام جزئیات یک پدیده برای بررسی آن مورد توجه قرار می گیرد.

۲ در کتاب ریاضی هشتم و در ابتدای فصل بردارها، تصویر زیر را که مربوط به پرتاب یک موشک است مشاهده کردید. اگر شما برای توصیف

حرکت این موشک بخواهید مدل سازی انجام دهید، از چه نیروهایی

صرف نظر می کنید؟ چرا؟ (طرح مدل سازی شده را رسم کنید).



۳ با انتخاب کلمه‌ی مناسب، جمله‌ها را به درستی تکمیل نمایید.

الف) هر عددی به همراه یکای آن، که برای توصیف یک پدیده‌ی فیزیکی به کار می‌رود، کمیت فیزیکی ————— (عددی - برداری) یا (اسکالر - جهت‌دار) نامیده می‌شوند.

ب) برای بیان برخی از کمیت‌های فیزیکی، افزون بر عدد و یکا لازم است جهت آن را نیز مشخص کنیم. این کمیت‌های فیزیکی را کمیت‌های ————— (عددی - برداری) می‌نامند.

پ) به مجموعه‌ی کوچکی از کمیت‌های فیزیکی که با توافق بین‌المللی برای آن‌ها یکای استاندارد تعیین شده است، کمیت‌های ————— (اصلی - فرعی) گفته می‌شود.

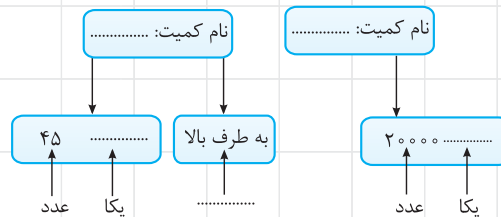
ت) تندی متوسط جزء کمیت‌های ————— (اصلی - فرعی) است.

۴ کمیت‌های اصلی و کمیت‌های فرعی فیزیکی چه تفاوتی با هم دارند؟

۵ در علوم نهم با دو کمیت فیزیکی فشار و نیرو آشنا شدید.

الف) کدام یک از آن‌ها کمیتی عددی و کدام یک کمیتی برداری است؟

ب) طرح‌واره‌های زیر را با توجه به پاسخ قسمت «الف» کامل نمایید.



اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

● برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری‌ای نیاز داریم که تغییر نکنند و دارای قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشند.

کمیت اصلی: به کمیت‌های فیزیکی شامل زمان، طول، جرم، دما، جریان الکتریکی، مقدار ماده و شدت روشنایی، کمیت‌های اصلی گفته می‌شود.

کمیت فرعی: به سایر کمیت‌های فیزیکی که برحسب کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند، کمیت‌های فرعی گفته می‌شود.

حجم، یک کمیت فرعی است. حجم یک مکعب چگونه به کمک کمیت‌های اصلی ساخته می‌شود؟

حجم مکعب از رابطه‌ی «یک ضلع به توان ۳» به دست می‌آید و برای گزارش یکای حجم از یکای کمیت طول (که یک کمیت اصلی است)

استفاده می‌شود: $m^3 \rightarrow \text{یکای حجم}^3 (\text{طول})^3 = \text{حجم}$

● گاهی اوقات ترکیبی از یکاهای اصلی که یکای یک کمیت فرعی را می‌سازند، به افتخار دانشمندی که در آن زمینه فعالیت کرده است نام‌گذاری شده و برای آن نمادی در نظر گرفته می‌شود؛ مثلاً به ترکیب یکاهای $\frac{kg}{s}$ ، نیوتون گفته می‌شود و با نماد N نمایش داده می‌شود.

۶ جدول زیر کمیت‌های اصلی فیزیکی را نشان می‌دهد. جاهای خالی را با کلمه‌ها و نمادهای مناسب، به درستی پر کنید.

نماد یکا	نام یکا در SI	کمیت
		طول
kg		
	ثانیه	
		مقدار ماده
	آمپر	
K		
	کندلا (شمع)	

۷ یکای هر کمیت چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد؟

اندازه‌گیری و دست‌گاه بین‌المللی یکاها (تبدیل یکا - نمادگذاری علمی و...)

هرگاه در اندازه‌گیری‌ها با اندازه‌های بسیار بزرگ‌تر یا بسیار کوچک‌تر از یکای اصلی آن کمیت مواجه شویم از پیشوندهای علمی مانند کیلو (k)، مگا (M)، میلی (m)، نانو (n) و ... استفاده می‌کنیم (جدول زیر).

مقادیر عددی کوچک‌تر از یکای اصلی	مقادیر عددی بزرگ‌تر از یکای اصلی
دسی (d) 10^{-1}	دکا (da) 10^1
سانتی (c) 10^{-2}	هکتو (h) 10^2
میلی (m) 10^{-3}	کیلو (k) 10^3
میکرو (μ) 10^{-6}	مگا (M) 10^6
نانو (n) 10^{-9}	گیگا (G) 10^9
پیکو (p) 10^{-12}	ترا (T) 10^{12}

نمادگذاری علمی: در نوشتن عدد به صورت نمادگذاری علمی، هر مقدار را به صورت حاصل ضرب عددی بزرگتر یا مساوی با ۱ و کوچکتر از 10^0 (عدد $1 \leq$) و یک ضریب با توان صحیحی از 10^0 می‌نویسیم.

مقادیر 0.0000094 m و 8360 m را با توجه به پیشوندهای یکاهای SI و نمادگذاری علمی بنویسید.

$$0.0000094 \text{ m} = 9.4 \times 10^{-6} \text{ m}$$

در گام اول به صورت نمادگذاری علمی می‌نویسیم:

$$0.0000094 \text{ m} = 9.4 \mu\text{m}$$

پس 10^{-6} را به صورت پیشوند میکرو (μ) می‌نویسیم:

$$8360 \text{ m} = 8.36 \times 10^3 \text{ m}$$

برای مقدار 8360 m نیز ابتدا عدد را به صورت نماد علمی می‌نویسیم:

$$8360 \text{ m} = 8.36 \text{ km}$$

سپس 10^3 را به صورت پیشوند کیلو (k) می‌نویسیم:

● برای تبدیل واحدهایی که در آن‌ها پیشوندهای علمی وجود دارد روش‌های مختلفی هست که ما روش زیر را به شما پیشنهاد می‌کنیم:

۱. ابتدا عدد را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.

$$\left(\frac{\text{پیشوند طرف معلوم}}{\text{پیشوند طرف مجهول}} \right)^n = \text{عامل تبدیل}$$

۲. سپس برای تبدیل واحد پیشوندها به این صورت عمل کنید:

$$n, \text{ توان یکای داده شده است؛ مثلاً } m^3 \leftarrow n = 3.$$

۳. سپس ضریب توان‌های 10^0 را در هم ضرب می‌کنیم (البته در صورت لزوم).

تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید:

۱. $438 \text{ mm} = \text{---} \text{ nm}$

۲. $0.54 \text{ km}^2 = \text{---} \text{ Gm}^2$

۳. $8/2 \text{ cm}^3 = \text{---} \text{ m}^3$

$$438 \text{ mm} = 4.38 \times 10^2 \text{ mm}$$

گام اول: عدد طرف معلوم را به صورت نمادگذاری علمی می‌نویسیم:

$$\left(\frac{\text{پیشوند طرف معلوم}}{\text{پیشوند طرف مجهول}} \right)^n = \left(\frac{10^{-2}}{10^{-9}} \right)^1 = 10^{+6}$$

گام دوم:

$$438 \text{ mm} = 4.38 \times 10^2 \times 10^6 \text{ nm} = 4.38 \times 10^8 \text{ nm}$$

گام اول: ابتدا عدد طرف معلوم را به صورت نمادگذاری علمی می‌نویسیم:

$$0.54 \text{ km}^2 = 5.4 \times 10^{-1} \text{ km}^2$$

$$\left(\frac{\text{پیشوند طرف معلوم}}{\text{پیشوند طرف مجهول}} \right)^n = \left(\frac{10^{-2}}{10^{+9}} \right)^2 = (10^{-6})^2 = 10^{-12}$$

گام دوم:

$$0.54 \text{ km}^2 = 5.4 \times 10^{-1} \times 10^{-12} \text{ Gm}^2 = 5.4 \times 10^{-13} \text{ Gm}^2$$

گام اول: عدد طرف معلوم به صورت نمادگذاری علمی هست. چون در سمت مجهول پیشوند نداریم، در مخرج کسر عدد ۱ را قرار می‌دهیم:

$$\left(\frac{\text{پیشوند طرف معلوم}}{\text{پیشوند طرف مجهول}} \right)^n = \left(\frac{10^{-2}}{1} \right)^3 = 10^{-6}$$

$$8/2 \text{ cm}^3 = 8/2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

در تبدیل واحدهای کسری، دو روش را پیشنهاد می‌کنیم:

۱. ابتدا تبدیل واحد صورت و مخرج را جداگانه انجام داده و سپس آن‌ها را بر هم تقسیم می‌کنیم.

۲. تبدیل یکای زنجیره‌ای:

۱. برای یکاهای صورت و مخرج به صورت جداگانه عامل تبدیل‌هایی را تعریف می‌کنیم.

۲. عامل تبدیل‌ها را به صورت زنجیره‌ای در طرف معلوم ضرب می‌کنیم.

۱۰۸ km/h چند کیلومتر بر ثانیه است؟ 

گام اول: برای تبدیل کیلومتر (km) به متر (m) و ساعت (h) به ثانیه (s)، جداگانه عامل تبدیل تعریف می‌کنیم.

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m} \Rightarrow \text{عامل تبدیل} = \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}}$$

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s} \Rightarrow \text{عامل تبدیل} = \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$

$$108 \text{ km/h} = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = \frac{108 \times 1000}{36} \text{ m/s} = 30 \text{ m/s}$$


۲۰ m/s چند کیلومتر بر ساعت است؟ 

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 20 \times \frac{1 \text{ km}}{1000} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

• سازگاری یکاها: در معادله‌ها باید یکاهای دو سمت معادله یکسان باشد؛ مثلاً اگر بخواهیم اندازه‌ی کمیتی را برحسب یکای آن در SI به دست آوریم باید اندازه‌ی بقیه‌ی کمیت‌ها نیز برحسب یکای SI آن‌ها در معادله جای‌گذاری شود.

سرعت اتومبیلی در مدت ۵ s از صفر به ۷۲ km/h می‌رسد. شتاب متوسط اتومبیل را برحسب یکای آن در SI بنویسید. 

$$\text{شتاب متوسط} = \frac{\text{تغییرات سرعت}}{\text{زمان}}$$

در گام اول باید تغییرات سرعت را برحسب یکای آن در SI یعنی $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ بنویسیم:

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \times \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$$

$$\text{شتاب متوسط} = \frac{\text{سرعت اولیه} - \text{سرعت ثانویه}}{\text{زمان صرف شده}} = \frac{20 \text{ (m/s)} - 0 \text{ (m/s)}}{5 \text{ (s)}} = 4 \text{ m/s}^2$$

یکای اندازه‌گیری شتاب در SI، $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ است که اگر اندازه‌ی تغییرات سرعت را برحسب km/h در معادله قرار می‌دادیم این عدد به دست نمی‌آمد.

ذرع = ۱۰۴ cm

ذرع = ۶۰۰۰ = یک فرسنگ





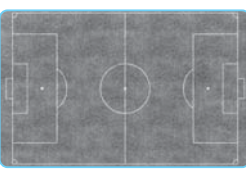
۸) ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول است. به طوری که:

الف) یک فرسنگ چند کیلومتر است؟

ب) ارتفاع برج میلاد ۴۳۵ متر است. ارتفاع این برج چند ذرع است؟

پ) طول مسیر جاده‌ای تهران - مشهد ۸۹۷ کیلومتر است. این مسیر چند فرسنگ است؟

۹) دستگاه بریتانیایی یکاها، دستگاهی است که در برخی از کشورها مانند آمریکا و انگلیس استفاده می‌شود. یکای اصلی طول در این دستگاه پا (فوت) و یکای کوچک‌تر آن اینچ است؛ به طوری که:
 $1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$, $1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$
 جدول زیر را تکمیل کنید.

نام	تصویر	اندازه برحسب cm	اندازه برحسب in	اندازه برحسب ft
ارتفاع تکوک شیر غران ^۱		۱۷ cm		
قطر سکه‌ی بهار آزادی		۲/۲ cm		
طول زمین فوتبال		$1 \times 10^4 \text{ cm}$		

۱۰) مایل یکی از یکاهای متداول طول در دستگاه بریتانیایی است. یک مایل معادل 1609 m است. اگر طول مسیر جاده‌ی تهران تا زنجان را تقریباً 300 km در نظر بگیریم، این مسافت چند مایل است؟

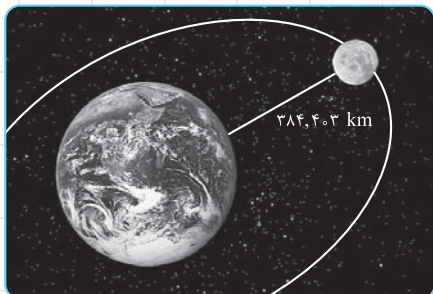
۱۱) مسافتی را که نور در مدت یک سال می‌پیماید، سال نوری می‌نامند. (برخلاف تصور عامه‌ی مردم، سال نوری یکای اندازه‌گیری طول است.) الف) یک سال نوری معادل چند کیلومتر است؟ (تندی نور در خلاء تقریباً $3 \times 10^8 \text{ km/s}$ است.)



ب) نزدیک‌ترین کهکشان به کهکشان راه شیری، آندرومدا نام دارد که در فاصله‌ی 2500000 سال نوری از ما قرار دارد. فاصله‌ی این کهکشان از ما چند کیلومتر است؟

۱۲) یکای نجومی AU، برابر میانگین فاصله‌ی زمین تا سطح خورشید است.

الف) تقریباً هشت دقیقه و نوزده ثانیه طول می‌کشد تا نور خورشید به زمین برسد. اگر تندی نور در خلاء $3 \times 10^8 \text{ km/s}$ فرض شود، یک AU چند کیلومتر است؟



ب) فاصله‌ی بین ماه تا زمین 384403 km است. این فاصله چند AU است؟

ب) فاصله‌ی بین ما تا کهکشان آندرومدا چند AU است؟

ت) قطر کره‌ی زمین تقریباً در حدود 12800 km است. این فاصله برابر با چند AU است؟

۱- تکوک شیر غران متعلق به دوره‌ی هخامنشی است و امروزه در موزه‌ی متروپولیتین نیویورک نگهداری می‌شود.

۱۳ جرم عالم (آن چه که قابل مشاهده است) در حدود 1×10^{52} kg است.

الف) جرم خورشید 2×10^{30} kg است. جرم عالم چند برابر جرم خورشید است؟

ب) متوسط جرم انسانها 70 kg است. جرم چه تعداد انسان معادل جرم عالم است؟

ب) جرم هر اتم هیدروژن 2×10^{-27} kg است. اگر همه‌ی عالم از هیدروژن ساخته می‌شد، عالم متشکل از چه تعداد اتم هیدروژن بود؟

۱۴ خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم هستند. این یکاها به صورت زیر با یکدیگر

مرتبطاند: ۱ خروار = 100 من تبریز

۱ من تبریز = 40 سیر = 640 مثقال

$4/86$ گرم = 1 مثقال = 24 نخود = 96 گندم

الف) یک خروار، معادل چند کیلوگرم است؟



ب) جرم بزرگ‌ترین کشتی تفریحی جهان (اوئیسس آودسیز) در حدود صد هزار تن (۱ تن = هزار کیلوگرم)

است. جرم این کشتی چند خروار است؟

ب) یک من تبریز چند کیلوگرم است؟

ت) جرم یکی از سریع‌ترین اتومبیل‌های جهان به نام Hennessey Venom GT در حدود 1244 kg است. جرم این اتومبیل چند من است؟

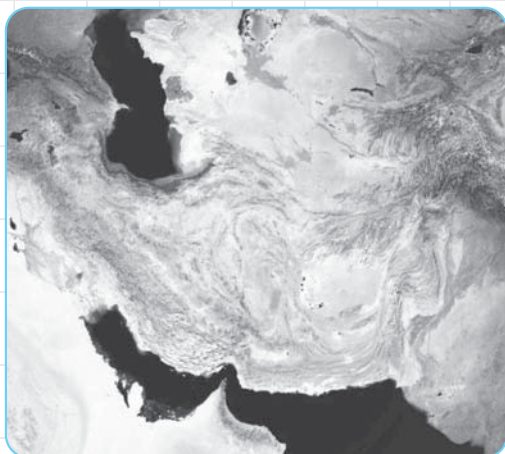


ت) جرم سکه‌ی دَرِیک که متعلق به دوران هخامنشی است، در حدود $8/37$ g است. جرم این سکه را برحسب مثقال، نخود و سیر به دست آورید.



۱۵ در ساخت تاج پهلوی که امروزه در موزهی جواهرات ملی ایران نگهداری می‌شود، ۳۳۸۰ قطعه الماس به جرم ۱۱۴۴ قیراط، ۵ قطعه زمرد جمعاً به جرم ۱۹۹ قیراط و ۲ قطعه یاقوت کبود جمعاً به جرم ۱۹ قیراط استفاده شده است. با توجه به این که هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است، جرم الماس‌ها، زمردها و یاقوت‌ها را برحسب گرم به دست آورید.

الماس‌ها	زمردها	یاقوت‌ها	
۱۱۴۴	۱۹۹	۱۹	جرم برحسب قیراط
			جرم برحسب گرم



۱۶ هکتار از جمله یکاهای متداول مساحت و هر هکتار برابر ۱۰ هزار مترمربع است. مساحت خلیج فارس ۲۳۷۴۷۳ km^2 و مساحت دریای خزر ۳۷۱۰۰۰ km^2 است. مساحت این دو را برحسب هکتار به دست آورید.

۱۷ تندی شناورهای دریایی برحسب یکایی به نام گرهی دریایی بیان می‌شود و هر گرهی دریایی معادل $۰/۵۱۴۴$ متر بر ثانیه است. سرعت سریع‌ترین قایق جنگی جهان که متعلق به سپاه پاسداران و ارتش ایران است، در حدود ۱۴۴ km/h است. این سرعت معادل چند گرهی دریایی است؟

ب اگر هر مایل دریایی ۱۸۵۲ متر باشد، سرعت این قایق را برحسب مایل بر ساعت به دست آورید.

۱۸ واحد اندازه‌گیری زمان در SI، ثانیه است. اما واحدهای دیگری نیز برای اندازه‌گیری زمان به کار می‌رود. به سؤال‌های زیر پاسخ دهید:

الف یک ساعت چند ثانیه است؟

ب یک مسابقه‌ی فوتبال چند ثانیه است؟ (بدون احتساب وقت‌های اضافه)

پ یک ماه چند دقیقه است؟

ت یک قرن چند روز است؟ (هر سال $۳۶۵/۲۵$ روز است.)

ث یک قرن در حدود چند ثانیه است؟

۱۹ جدول زیر مربوط به پیشوندهای علمی است. جاهای خالی را با کلمه‌ها، اعداد و یا نمادهای مناسب پر کنید.

نماد	ضریب تبدیل	پیشوند	نماد	ضریب تبدیل	پیشوند
	10^0				دسی
		هکتو	c		
k				10^{-3}	
M			μ		
	10^9				نانو
		ترا		10^{-12}	
	10^{15}				فمتو

۲۰ یک آنگستروم یعنی 10^{-10} m ، که یکی از واحدهای اندازه‌گیری طول در ابعاد اتمی است و با نماد \AA نمایش داده می‌شود. مقادیر خواسته شده را بر حسب آنگستروم بنویسید.



الف طول یک حشره $= 1 \times 10^{-3} \text{ m} = \text{---} \text{\AA}$

ب قطر هسته‌ی اتم $= 1 \times 10^{-14} \text{ m} = \text{---} \text{\AA}$



پ طول یک زمین فوتبال $= 1 \times 10^2 \text{ m} = \text{---} \text{\AA}$

ت متوسط قد انسان‌ها $= 1.7 \text{ m} = \text{---} \text{\AA}$

۲۱ یک نانومتر (nm) یعنی 10^{-9} m ؛ امروزه فناوری جدیدی به نام نانو تکنولوژی در دنیای علم در حال پیشرفت است. در این فناوری روی خواص مواد و بررسی پدیده‌های فیزیکی در ابعاد نانومتر تحقیق می‌شود. تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

الف $200 \text{ تومانى} = 0.263 \text{ dm} = \text{---} \text{ nm}$

ب قطر گلبول قرمز $= 7.5 \text{ }\mu\text{m} = \text{---} \text{ nm}$

پ قطر گرده‌های بزرگ گل $= 0.35 \text{ mm} = \text{---} \text{ nm}$

ت ضخامت پوست $= 0.15 \text{ cm} = \text{---} \text{ nm}$

ث قطر هسته‌ی اتم $= 10^{-14} \text{ m} = \text{---} \text{ nm}$