پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۱

۱-۱ و ۱-۲ فیزیک: دانش بنیادی و مدل سازی در فیزیک

۱) در چه صورت یک مدل یا نظریهٔ فیزیکی بازنگری می‌شود؟

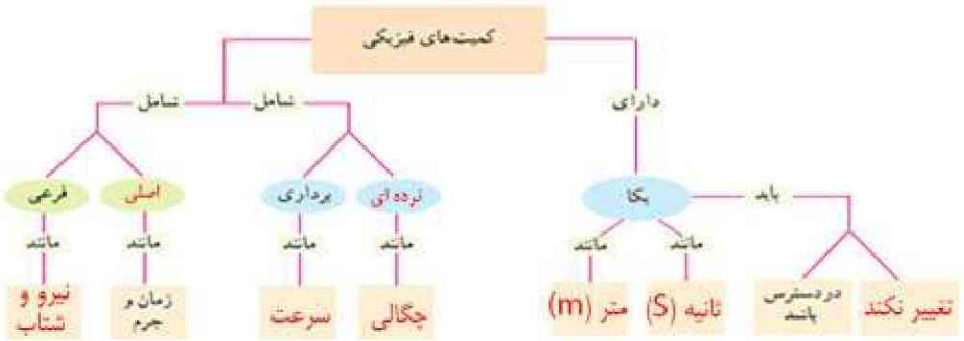
نتایج آزمایش های جدید ممکن است منجر به بازنگری مدل یا نظریه ای شود یا حتی ممکن است نظریه ای جدید جایگزین آن شود.

۲) فرآیند مدل‌سازی در فیزیک را با ذکر یک مثال توضیح دهید.

برای مثال در بررسی حرکت اجسام در قرقره‌ها از جرم نخ و قرقره و نیروی اصطکاک بین نخ و قرقره صرف نظر کرده و فقط نیروی وزن اجسام را در حرکت در نظر می‌گیریم.

۱-۳ و ۱-۴ اندازه گیری و کمیت‌های فیزیکی و اندازه گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

۳) نقشهٔ مفهومی زیر را کامل کنید.



۴) سعی کنید با نگاه کردن، طول برخی از اجسامی را که در محیط اطرافتان هستند، بر حسب سانتی‌متر یا متر برآورد کنید. سپس طول آنها را با خط‌کش یا متر اندازه بگیرید. برآوردهای شما تا چه حد درست بوده‌اند؟

تخمین امری تجربی است و با افزایش مهارت تخمین می‌توان برآوردهای بهتری انجام داد.

	طول میز معلم	طول یک خودکار	طول کلاس
اندازه برآورد شده	۱۲۰ cm	۱۶ cm	۶ m
اندازه واقعی	۱۳۵ cm	۱۳ cm	۶ / ۳ m

۵) جرم یک سوزن ته‌گرد را چگونه می‌توان با یک ترازوی آشپزخانه اندازه‌گیری کرد؟

برای مثال تعداد ۵۰ سوزن را بر روی ترازوی آشپزخانه قرار داده و جرم آنها را اندازه‌گیری می‌کنیم. اگر جرم قرائت شده با ترازو را به ۵۰ تقسیم کنیم، جرم هر سوزن به دست می‌آید.

۶) گالیله در برخی از کارهایش از ضربان نبض خود به عنوان زمان‌سنج استفاده کرد. شما نیز چند پدیده‌ی تکرار شونده در طبیعت را نام ببرید که می‌توان به عنوان ابزار اندازه‌گیری زمان به کار روند.

گردش زمین به دور خود، گردش زمین به دور خورشید، گردش ماه به دور زمین، جزر و مد دریاها

۷) الف) هر میکرو قرن، تقریباً چند دقیقه است؟

$$۱۰^{-۶}\,ccn \times (\frac{۱۰۰\,ycar}{۱\,ccn})(\frac{۳۶۵\,day}{۱\,ycar})(\frac{۲۴h}{۱\,day})(\frac{۶۰\,\min}{۱h}) = ۱۰^{-۶} \times ۱۰۰ \times ۳۶۵ \times ۲۴ \times ۶۰\,\min = ۵۲۵۶۰۰۰۰ \times ۱۰^{-۶}\,\min = ۵۲ / ۵۶\,\min$$

ب) یک میلیارد ثانیه‌ی دیگر، تقریباً چند سال پیرتر می‌شوید؟

$$۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰s = ۱۰^۹ s = (۱۰^۹ s)(\frac{۱\min}{۶۰s})(\frac{۱h}{۶۰\min})(\frac{۱day}{۲۴h})(\frac{۱ycar}{۳۶۵\,day}) = \frac{۱۰^۹}{۶۰\times۶۰\times۲۴\times۳۶۵} \simeq ۳۱\,ycar$$

۸) هکتار از جمله یکاهای متداول مساحت است. هر هکتار برابر ۱۰ هزار متر مربع است.

الف) اگر زمین را کره‌ای یکنواخت به شعاع ۶۴۰۰ کیلومتر در نظر بگیریم (شکل روبه‌رو)، مساحت آن چند هکتار است؟

$$\pi \simeq ۳ \quad , \quad r = ۶۴۰۰km = ۶۴۰۰\times۱۰^۳ m = ۶۴\times۱۰^۵ m$$

$$S = ۴\pi r^۲ = ۴\times۳\times(۶۴\times۱۰^۵)^۲ = ۴\times۳\times۶۴^۲\times۱۰^{۱۰} = ۴۹۱۵۲\times۱۰^{۱۰} m^۲$$

$$۴۹۱۵۲\times۱۰^{۱۰} m^۲ = (۴۹۱۵۲\times۱۰^{۱۰} m^۲)(\frac{۱\ hcctarc}{۱۰^۴\ m^۲}) = ۴۹۱۵۲\times۱۰^۶ \text{ هکتار}$$

ب) تحقیق کنید مساحت کل سرزمین ایران، شامل خشکی و دریا، چند هکتار است؟ این مساحت چند درصد از مساحت کره‌ی زمین است؟

$$۱۶۴۸۱۹۵km^۲ = ۱۶۴۸۱۹۵\times۱۰^۶ m^۲ = (۱۶۴۸۱۹۵\times۱۰^۶ m^۲)(\frac{۱\ hcctarc}{۱۰^۴ m^۲}) = ۱۶۴۸۱۹۵\times۱۰^۲ \text{ هکتار} \quad \text{مساحت سرزمین ایران}$$

$$\frac{\text{مساحت ایران}}{\text{مساحت کره زمین}} = \frac{۱۶۴۸۱۹۵\times۱۰^۶}{۴۹۱۵۲\times۱۰^{۱۰}} = \frac{x}{۱۰۰} \rightarrow x = \frac{۱۶۴۸۱۹۵\times۱۰^۶\times۱۰۰}{۴۹۱۵۲\times۱۰^{۱۰}} \simeq ۳۳\times۱۰^{-۲} = ۰/۳۳ \text{ درصد}$$

۹) یکی از بزرگ‌ترین الماس‌های شناخته شده در ایران، دریای نور به جرم ۱۸۲ قیراط است. این الماس به رنگ کمیاب صورتی شفاف بوده و در خزانه‌ی جواهرات ملی نگه‌داری می‌شود. کوه نور نیز یکی دیگر از الماس‌های مشهور جهان است که جرمی حدود ۱۰۸ قیراط دارد و هم اکنون در برج لندن نگه‌داری می‌شود. با توجه به اینکه هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است، جرم دریای نور و کوه نور بر حسب گرم چقدر است؟

$$\text{کوه نور: ۱۸۲ قیراط} = ۱۸۲\times(\frac{۲۰۰mg}{۱})(\frac{۱g}{۱۰^۳ mg}) = ۳۶/۴\,g$$

$$\text{دریای نور: ۱۰۸ قیراط} = ۱۰۸(\frac{۲۰۰mg}{۱})(\frac{۱g}{۱۰^۳ mg}) = ۲۱/۶g$$

۱۰) سریع‌ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به هِسپِرویوکا است که در مدت ۱۴ روز، ۳/۷ متر رشد می‌کند. (شکل روبه‌رو). آهنگ رشد این گیاه بر حسب میکرومتر بر ثانیه چقدر است؟

$$\text{مقدار رشد: } ۳/۷\,m = (۳/۷m)(\frac{۱۰^۶\,\mu m}{۱m}) = ۳/۷\times۱۰^۶\,\mu m$$

$$\text{۱ روز} = ۸۶۴۰۰s \qquad \text{زمان (۱۴ روز)} \ ۸۶۴۰۰\times۱۴ = ۱۲۰۹۶۰۰s$$

$$\text{آهنگ رشد} = \frac{\text{مقدار رشد}}{\text{زمان}} = \frac{۳/۷\times۱۰^۶}{۱۲۰۹۶۰۰} = ۳/۰۶\,\mu m/s$$

۱۱) دستگاه بریتانایی یکاها، دستگاهی است که در برخی از کشورها مانند آمریکا و انگلستان همچنان استفاده می‌شود. یکای اصلی طول در این دستگاه پا (فُوت) و یکای کوچک‌تر آن اینچ است به طوری که $۱ft = ۱۲in$ است. ارتفاع هواپیمایی را که در فاصله‌ی ۳۰۰۰۰ پا از سطح آزاد دریاها در حال پرواز است بر حسب متر به دست آورید. هر اینچ ۲/۵۴۰ سانتی‌متر است.

$$۳۰۰۰۰ft = (۳۰۰۰۰ft)(\frac{۱۲in}{۱ft})(\frac{۲/۵۴۰cm}{۱in})(\frac{۱m}{۱۰۰cm}) = ۹۱۴۴m$$

۱۲) قدیمی‌ترین سنگ‌نوشته‌ی حقوق بشر که تاکنون یافت شده است به حدود ۲۵۵۰ سال پیش باز می‌گردد که به فرمان کورش، پادشاه ایران در دوره‌ی هخامنشیان نوشته شده است. مرتبه‌ی بزرگی سن این سنگ‌نوشته بر حسب ثانیه چقدر است؟

$$۲۵۵۰ \times ۳۶۵ \times ۲۴ \times ۳۶۰۰s = ۲/۵۵۰ \times ۱۰^{۳} \times ۳/۶۵ \times ۱۰^{۲} \times ۲/۴ \times ۱۰^{۱} \times ۳/۶ \times ۱۰^{۳}$$
$$= ۸۰/۴ \times ۱۰^{۹} = ۸/۰۴ \times ۱۰^{۱۰}s \simeq ۱۰^{۱} \times ۱۰^{۱۰}s = ۱۰^{۱۱}s$$

۱۳) تندی شناورها در دریا بر حسب یکایی به نام گره بیان می‌شود. هر گره دریایی برابر ۰/۵۱۴۴ متر بر ثانیه است. تاریخچه‌ی گره دریایی به حدود ۴۰۰ سال پیش باز می‌گردد، زمانی که ملوانان تندی متوسط کشتی خود را با استفاده از وسیله‌ای به نام تندی‌سنج‌شناور اندازه می‌گرفتند. این وسیله، شامل طنابی بود که در فواصل مساوی، گره‌ای روی آن زده شده بود. در حین کشیده شدن طناب به دریا، تعداد گره‌های رد شده از دست ملوان در یک زمان معیّن شمرده می‌شود و تندی متوسط کشتی را به دست می‌آوردند. پس از آن، ملوان‌ها از واژه‌ی «گره» برای تندی متوسط کشتی استفاده می‌کنند.

الف) اگر یک کشتی حمل کالا با تندی ۱۴ گره از بندر شهید رجایی به طرف جزیره‌ی لاوان حرکت کند، تندی آن را بر حسب کیلومتر بر ساعت به دست آورید.

تندی کشتی بر حسب m/s :
$$۱۴ \text{ گره} = (۱۴)(\frac{۰/۵۱۴۴m/s}{۱}) = ۷/۲۰۱۶\frac{m}{s}$$

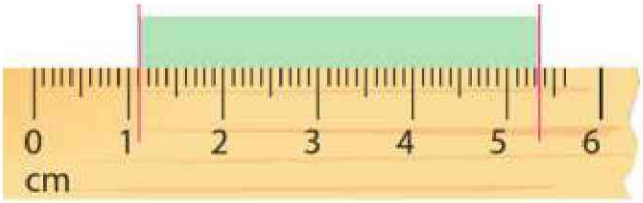
تندی کشتی بر حسب km/h :
$$۷/۲۰۱۶\frac{m}{s} = (۷/۲۰۱۶\frac{m}{s})(\frac{۳۶۰۰s}{۱h})(\frac{۱km}{۱۰۰۰m}) = ۲۵/۹۶\frac{km}{h}$$

ب) مایل، یکی دیگر از یکاهای متداول طول در دستگاه بریتانیایی است. یک مایل دریایی برابر ۱۸۵۲ متر است. تندی کشتی قسمت (الف) را بر حسب مایل بر ساعت به دست آورید.

$$۷/۲۰۱۶\frac{m}{s} = (۷/۲۰۱۶\frac{m}{s})(\frac{۱milc}{۱۸۵۲m})(\frac{۳۶۰۰s}{۱h}) \simeq ۱۴\frac{milc}{h}$$

۱-۵ اندازه‌گیری: خطا و دقت

۱۴) دانش‌آموزی برای اندازه‌گیری طول میله‌ای به کمک یک خط‌کش میلی‌متری، مطابق شکل زیر عمل کرده است. طول میله را بر حسب میلی‌متر، سانتی‌متر و متر گزارش کنید. در گزارش خود رقم حدسی (غیر قطعی) و خطای خط‌کش را مشخص کنید.



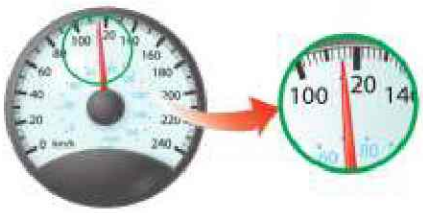
طول میله: $۴۲/۳\,mm$, $۴/۲۳\,cm$, $۰/۰۴۲۳m$

رقم غیر قطعی ۳ و خطای خط‌کش $\pm ۰/۵mm$ است.

۱۵) شکل زیر، صفحه‌ی تندی‌سنج یک خودرو را نشان می‌دهد. تندی خوردو چند کیلومتر بر ساعت است؟ رقم غیرقطعی و خطای تندی‌سنج را در گزارش مشخص کنید.

تندی خودرو $۱۱۵ \pm ۱ km/h$ است.

رقم غیر قطعی ۵ و خطای تندی سنج $\pm ۱ km/h$ است.



۱۶) شکل (الف) و (ب) به ترتیب یک ریز سنج و یک کولیس رقمی را نشان می‌دهد. رقم غیرقطعی و خطای هر یک از این وسیله‌ها را مشخص کنید.

الف) رقم غیر قطعی ۳ و خطای وسیله $\pm ۰/۰۰۱mm$ است.

ب) رقم غیرقطعی ۷ و خطای وسیله $\pm ۰/۰۱mm$ است.

۱-۶ تخمین مرتبه‌ی بزرگی در فیزیک

۱۷) الف) مرتبه‌ی بزرگی تعداد نفس‌هایی را که یک شخص در طول عمرش می‌کشد، تخمین بزنید.

متوسط تنفس هر شخص ۱۵ بار در دقیقه است، بنابراین مرتبه بزرگی تعداد تنفس شخص در هرثانیه برابر است با:

تخمین مرتبه بزرگی تعداد تنفس در هر ثانیه $x = \frac{۱۵}{۶۰} = ۰/۲۵ = ۲/۵ \times ۱۰^{-۱} \sim ۱۰^{۰} \times ۱۰^{-۱} \sim ۱۰^{-۱}$

تخمین مرتبه بزرگی عمر انسان (۷۲ سال) $۷/۲ \times ۱۰^{۱} \sim ۱۰^{۱} \times ۱۰^{۱} \sim ۱۰^{۲} year$

تخمین مرتبه بزرگی یک سا بر حسب ثانیه $۳ \times ۱۰^{۷} s \sim ۱۰^{۰} \times ۱۰^{۷} \sim ۱۰^{۷} s$

پس تعداد تنفس یک شخص در طول عمرش را به صورت زیر می‌توان تخمین زد:

تنفس $N \sim (۱۰^{۲} year)(\frac{۱۰^{۷} s}{۱ year})(\frac{۱۰^{-۱}}{۱ s}) \sim ۱۰^{۲} \times ۱۰^{۷} \times ۱۰^{-۱} \sim ۱۰^{۸}$

ب) مرتبه‌ی بزرگی تعداد پلک‌هایی را که چشم یک شخص در طول عمرش می‌زند، تخمین بزنید.

میانگین تعداد پلک زدن هر شخص ۳۰ بار در دقیقه است بنابراین مرتبه بزرگی تعداد پلک شخص در هر ثانیه برابر است با:

تخمین مرتبه بزرگی تعداد پلک زدن در هر ثانیه $x = \frac{۳۰}{۶۰} = ۰/۵ = ۵ \times ۱۰^{-۱} \sim ۱۰^{۱} \times ۱۰^{-۱} \sim ۱۰^{۰}$

پس تعداد پلک زدن یک شخص در طول عمرش را می‌توان به صورت زیر تخمین زد:

$$N \sim (۱۰^{۲}\,ycar)(\frac{۱۰^{۷}\,s}{۱\,ycar})(\frac{۱۰^{۰}}{۱\,s}) \sim ۱۰^{۲} \times ۱۰^{۷} \times ۱۰^{۰} \sim ۱۰^{۹}$$ پلک

۱۸) مرتبه‌ی بزرگی جرم آب اقیانوس‌ها را تخمین بزنید.

در مسئله (۸) مساحت کره زمین را محاسبه کردیم که برابر $۴۹۱۵۲ \times ۱۰^{۱۰} m^{۲}$ شد. حدود ۷۱ درصد کره زمین را اقیانوس ها در برگرفته‌اند و عمق متوسط اقیانوس ها ۳۶۸۲ متر است. بنابراین حجم کل آب اقیانوس‌ها را می‌توان به صورت زیر تخمین زد:

تخمین مرتبه بزرگی مساحت زمین $۴۹۱۵۲ \times ۱۰^{۱۰} m^{۲} = ۴ / ۹۱۵۲ \times ۱۰^{۴} \times ۱۰^{۱۰} m^{۲} \simeq ۱۰^{۰} \times ۱۰^{۴} \times ۱۰^{۱۰} m^{۲} = ۱۰^{۱۴} m^{۲}$

تخمین مرتبه بزرگی درصد آب ها $۰ / ۷۱ = ۷ / ۱ \times ۱۰^{-۱} \simeq ۱۰^{۱} \times ۱۰^{-۱} = ۱۰^{۰}$

تخمین مرتبه بزرگی عمق متوسط اب اقیانوس‌ها $۳۶۸۲ m = ۳ / ۶۸۲ \times ۱۰^{۳} m \simeq ۱۰^{۰} \times ۱۰^{۳} m = ۱۰^{۳} m$

تخمین مرتبه بزرگی حجم آب اقیانوس‌ها $V = ۱۰^{۱۴} m^{۲} \times ۱۰^{۰} \times ۱۰^{۳} m = ۱۰^{۱۷} m^{۳}$

با در نظر گرفتن $\rho = ۱۰۵۰ \frac{kg}{m^{۳}}$ آب دریا، داریم:

مرتبه‌ی بزرگی چگالی آب $\rho = ۱۰۵۰ \frac{kg}{m^{۳}} = ۱ / ۰۵۰ \times ۱۰^{۳} \frac{kg}{m^{۳}} \sim ۱۰^{۰} \times ۱۰^{۳} \sim ۱۰^{۳} \frac{kg}{m^{۳}}$

مرتبه بزرگی جرم آب اقیانوس‌ها $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = ۱۰^{۳} \times ۱۰^{۱۷} = ۱۰^{۲۰} kg$

۷-۱ چگالی

۱۹) الف) قطعه‌ای فلزی به شما داده شده است و ادعا می‌شود که از طلای خالص ساخته شده است. چگونه می‌توانید درستی این ادعا را بررسی کنید؟

جرم قطعه و حجم آن را اندازه‌گیری می‌کنیم و با استفاده از رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ و با داشتن جرم و حجم، چگالی جسم را اندازه‌گیری می‌کنیم. چگالی جسم را با چگالی طلای خالص ($\rho = ۱۹۳۲۰ \frac{kg}{m^{۳}}$) مقایسه می‌کنیم. اگر هر دو یکسان بودند، جسم از طلای خالص است.

ب) بزرگ‌ترین شمش طلا با حجم $۱ / ۵۷۳ \times ۱۰^{۴} cm^{۳}$ و جرم $۲۵۰ / ۰ kg$ توسط یک شرکت ژاپنی ساخته شده است. (شکل روبه‌رو). چگالی این شمش طلارا به دست آورید.

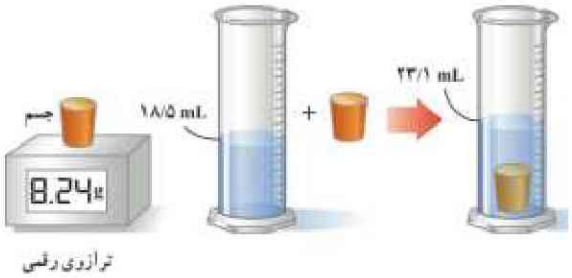
$$m = ۲۵۰ / ۰ kg \quad , \quad V = ۱ / ۵۷۳ \times ۱۰^{۴} cm^{۳} = ۱ / ۵۷۳ \times ۱۰^{-۲} m^{۳}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{۲۵۰ / ۰ kg}{۱ / ۵۷۳ \times ۱۰^{-۲} m^{۲}} = ۱۵۸۹۳ \frac{kg}{m^{۳}}$$

پ) نتیجه‌ی بدست آمده در قسمت (ب) را با چگالی طلا در جدول ۱-۸ مقایسه کنید و دلیل تفاوت این دو عدد را بیان کنید.

اطلاعات جدول ۱-۸، چگالی طلای خالص در دمای صفر درجه و فشار یک اتمسفر نشان می‌دهد. عیار طلا و افزایش دما و فشار، روی حجم و چگالی اثر دارد.

۲۰) برای تعیین چگالی یک جسم جامد، ابتدا جرم و حجم آن را مطابق شکل زیر پیدا کرده‌ایم. با توجه به داده‌های روی شکل، چگالی جسم را بر حسب g / L و $g / cm^{۳}$ حساب کنید.



ترازوی رقمی

برای محاسبه چگالی جسم بر حسب g/L باید جرم جسم بر حسب گرم و حجم جسم بر حسب لیتر باشد، بنابراین:

$$m = ۸/۲۴g$$

$$V = (۲۳/۱ - ۱۸/۵)mL = (۴/۶mL)(\frac{۱۰^{-۳}L}{۱mL}) = ۴/۶ \times ۱۰^{-۳}L$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۸/۲۴g}{۴/۶ \times ۱۰^{-۳}L} = ۱/۷۹ \times ۱۰^{۳}\, g/L$$

$$\rho = ۱/۷۹ \times ۱۰^{۳}\, \frac{g}{L}(\frac{۱L}{۱۰۰۰cm^{۳}}) = ۱/۷۹\frac{g}{cm^{۳}}$$

۲۱) الف) ستاره‌های کوتوله‌ی سفید بسیار چگال هستند و چگالی آنها در SI حدود ۱۰۰ میلیون است. اگر شما یک قوطی کبریت از ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی این ستاره‌ها در اختیار داشتید، جرم آن چند کیلوگرم می‌شد؟ ابعاد و حجم قوطی کبریت را خودتان تخمین بزنید.

ابعاد قوطی کبریت را ۵، ۳/۴ و ۱/۲ سانتی‌متر فرض می‌کنیم:

$$V = ۱/۲ \times ۳/۰ \times ۵ = ۱۸cm^{۳} = ۱۸ \times ۱۰^{-۶}m^{۳} \quad , \quad \rho = ۱۰۰ \times ۱۰^{۶}\, \frac{kg}{m^{۳}} \quad , \quad m = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V = ۱۰۰ \times ۱۰^{۶} \times ۱۸ \times ۱۰^{-۶} = ۱۸۰۰kg$$

ب) اگر جمعیت کره‌ی زمین ۷ میلیارد نفر، جرم میانگین هر نفر ۶۰ کیلوگرم و ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی انسان‌ها از جنس ستاره‌های کوتوله‌ی سفید فرض شود (فرضی ناممکن!)، ابعاد این اتاق چقدر باشد تا همه‌ی انسان‌ها در آن جای گیرند؟

جرم ۷ میلیارد نفر: $V = ?$, $m = ۷ \times ۱۰^{۹} \times ۶۰ = ۴۲۰ \times ۱۰^{۹} = ۴۲ \times ۱۰^{۱۰}kg$, $\rho = ۱۰۰ \times ۱۰^{۶}\, \frac{kg}{m^{۳}}$

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{۴۲ \times ۱۰^{۱۰}}{۱۰۰ \times ۱۰^{۶}} = \frac{۴۲ \times ۱۰^{۱۰}}{۱۰^{۸}} = ۴۲۰۰m^{۳}$$

حجم اتاق ← ابعاد اتاق : $۶۰ \times ۷ \times ۱۰$