

Unidades e análise dimensional

Alguns dos problemas estão baseados no primeiro capítulo do livro

Understanding Physics de Laws, Redish e Cooney

Ricardo Mendes Ribeiro

5 de Fevereiro de 2015

1. O tempo standard de uma aula é de 50 min. O físico Enrico Fermi notou que esse valor é próximo de um microséculo.

(a) Quanto é um microséculo em minutos?

(b) Usando a expressão:

$$\text{percentagem da diferença} = \left(\frac{\text{valor real} - \text{aproximação}}{\text{valor real}} \right) \times 100$$

determine a percentagem da diferença da aproximação de Fermi.

R: ¹

2. Uma unidade astronómica (AU) é a distância média da Terra ao Sol, aproximadamente 1.50×10^8 km.

A velocidade da luz é de 3×10^8 m/s.

Exprima a velocidade da luz em termos de unidades astronómicas por minuto.

R: ²

3. Os standards de tempo são neste momento baseados em relógios atómicos.

Um promissor standard para o segundo são os *pulsars*, que são estrelas de neutrões que rodam (estrelas altamente compactas consistindo apenas de neutrões).

Algumas rodam a um ritmo extremamente estável, enviando um feixe de ondas de rádio que passa brevemente pela Terra uma vez em cada rotação, como um farol.

O Pulsar PSR 1937 + 21 é um exemplo: roda uma vez em cada 1.55780644887275 ± 3 ms, em que o ± 3 representa a incerteza na última casa decimal (*não* representa ± 3 ms).

(a) Quantas vezes o PSR 1937 + 21 roda em 7.00 dias?

(b) Quanto tempo demora a rodar 1.0×10^6 vezes?

R: ³

4. A Terra é aproximadamente uma esfera de 6.37×10^6 m de raio.

Qual é:

(a) a sua circunferência em km?

(b) a área da sua superfície em quilómetros quadrados?

(c) o seu volume em quilómetros cúbicos?

R: ⁴

5. A Antártida é aproximadamente semicircular, com um raio de 2000 km. A espessura média do gelo é de 3000 m.

Quantos centímetros cúbicos de gelo contém a Antártida? (Ignore a curvatura da Terra)

R: ⁵

6. A Terra tem uma massa de 5.98×10^{24} kg.

A massa média dos átomos que compõem a Terra é de 40 u (u é a unidade de massa atômica).

Quantos átomos há na Terra?

R: ⁶

7. Estime quanto lixo doméstico é produzido em cada ano em Portugal, em litros. Para isso estime:

- quanto lixo tu produzes numa semana (considera o número de vezes que vais levar o lixo);
- volume de um saco de lixo;
- quantas casas existem em Portugal (habitadas)

R: ⁷

8. Os grãos das praias de areia fina do Algarve são aproximadamente esféricos com um raio médio de $50 \mu\text{m}$, e são feitos de óxido de silício.

Um cubo sólido de óxido de silício com 1.00 m^3 de volume tem uma massa de 2600 kg.

Qual a massa dos grãos de areia cuja área total (a soma das áreas dos grãos individuais) seja igual à área de um cubo de 1 m de lado?

R: ⁸

9. Uma pessoa de dieta perde 2.3 kg por semana.

Exprima a massa perdida em termos de miligramas por segundo, como se a pessoa sentisse as perdas segundo a segundo.

R: ⁹

10. Um centímetro cúbico de uma nuvem cumulus típica contém 50 a 500 gotas de água, que têm um raio típico de $10 \mu\text{m}$.

- (a) Quantos metros cúbicos de água contém uma nuvem cilíndrica de 3.0 km de altura e 1.0 km de raio (assuma 50 gotas/ cm^3)?
- (b) Quantas garrafas de um litro encheria?
- (c) A água tem uma massa por unidade de volume (ou densidade) de 1000 kg/m^3 . Quanta massa tem a nuvem?

R: ¹⁰

11. Discuta a questão: 150 metros é muito ou pouco?

Antes de o fazer, faça as seguintes estimativas:

- (a) Está no topo de um edifício de 150 m de altura.
Dá-se um incêndio e é necessário descer pelas escadas, porque o elevador deixa de funcionar.
Estime quanto tempo demorava a descer até ao rés-do-chão.

- (b) Está a passear num magnífico trilho no Gerês, numa bela manhã, com um grupo de amigos.
Está numa zona plana do trilho. Quanto tempo demora a percorrer 150 m?
- (c) Está a conduzir um automóvel numa autoestrada, a 120 km/h.
Encontra um sinal que indica o fim da faixa de rodagem a 150 m. Quanto tempo tem para mudar para a outra faixa?
12. Na América mede-se a eficiência de um carro dizendo quantas milhas consegue fazer com um galão de gasolina (miles/gallon).
Na Europa, a mesma informação é dada em termos de quantos litros de gasolina gasta para fazer 100 km (litros/100 km).
Escreva uma equação que permita fazer uma conversão fácil de um sistema para o outro.
R: ¹¹
13. Uma escultora fez um modelo de uma estátua, e para isso precisou de 2 kg de bronze.
Chegou à conclusão que, para dar duas camadas de verniz, bastava uma pequena lata de verniz.
A estátua final é suposta ser cinco vezes maior que o modelo em cada uma das dimensões.
Quanto bronze é que vai necessitar?
Quanto verniz deveria comprar?
R: ¹²
14. Sabemos por análise dimensional que se um objecto mantém a sua forma mas varia o tamanho, a sua área varia com o quadrado do seu tamanho e o volume varia com o cubo do seu tamanho.
Suponha que tem um filho doente que tem de tomar um remédio.
Já tomou esse remédio antes e sabe que qual a dose adequada para si.
Você tem 1.80 m de altura e pesa 80 kg, e o seu filho tem 0.90 m e pesa 20 kg.
Estime a dose adequada para o filho.
R: ¹³
15. Por análise dimensional, determine as unidades da constante de gravitação universal ($F = GmM/r^2$).
R: ¹⁴
16. Se a energia potencial gravítica depende da massa, da aceleração da gravidade e da altura a que está o objecto, determine por análise dimensional a sua equação.
R: ¹⁵

Soluções

Notes

¹52.6 min; 5%

²0.12 AU/min

³ 3.88×10^8 ; 1558 s

⁴40000 km; 5.1×10^8 km²; 1.08×10^{12} km³

⁵ 1.88×10^{22} cm³

⁶ 9×10^{49}

⁷ $\approx 2 \times 10^{10}$

⁸0.26 kg

⁹3.8 mg/s

¹⁰1968 m³; 1.968×10^6 ; 1.968×10^6 kg

¹¹ $y = 235.21506/x$

¹²250 kg; 25 latas

¹³Entre 0.125 e 0.25

¹⁴ $[G] = L^3 T^{-2} M^{-1}$

¹⁵ $E \propto mgh$