

Magnituds físiques

Qüestions

1. **L'alegria és una magnitud física? I la força muscular del braç d'un atleta? I la intel·ligència? Raoneu les respostes.**

Les magnituds físiques són totes aquelles propietats d'un cos a les quals podem assignar un nombre, tot comparant-les amb les seves respectives unitats. Per tant, evidentment, l'alegria no pot ser una magnitud física, ja que no podem quantificar-la.

La força muscular sí que és una magnitud física, ja que es pot quantificar, per exemple mesurant-la amb un dinamòmetre.

La intel·ligència tampoc no és una magnitud física, ja que tot i que existeixen unes proves que permeten quantificar-la, aquesta quantificació només és una mera puntuació que sempre està subjecta a les condicions en què s'ha obtingut, i que poden variar.

2. **Escriviu cinc magnituds escalars i cinc magnituds vectorials, i digueu si són fonamentals o derivades.**

En el text es donen exemples de magnituds escalars i vectorials.

Magnituds escalars. Fonamentals: la massa, el temps i la temperatura. Derivades: la pressió, el volum, la densitat, l'energia, etc.

Magnituds vectorials: la velocitat, l'acceleració, la força, la quantitat de moviment, l'impuls mecànic, el camp elèctric, etc. Totes són derivades.

3. **Busqueu en una enciclopèdia com es defineixen de manera estricta les unitats de longitud, de massa i de temps del sistema internacional.**

Activitat oberta. Consulteu qualsevol enciclopèdia.

4. **Tot allò que és mesurable, té un patró?**

Si tenim en compte que mesurar una magnitud física és assignar-li un valor tot comparant-la amb la unitat o patró al qual s'ha donat arbitràriament el valor 1, és evident que la resposta a aquesta pregunta és afirmativa. Per tant, tot allò que és mesurable ha de tenir un patró, o unitat, amb el qual es compara allò que es vol mesurar.

5. **Donada l'operació $2,21 + 3,428$, quin resultat us sembla que és més correcte: 5,638 o bé 5,64? Raoneu la resposta.**

El primer valor ve donat fins a la xifra de les centèsimes, mentre que el segon valor ve donat fins a la xifra de les mil·lèsimes. Per tant, hem de donar el resultat de l'operació fins a la xifra de les centèsimes, una vegada arrodonit: 5,64.

6. **Busqueu en una enciclopèdia el significat de les paraules *sensibilitat*, *precisió* i *exactitud*.**

Activitat oberta. Consulteu qualsevol enciclopèdia.

7. **Quantes xifres significatives podem escriure amb una proveta de capacitat 50 mL i amb dues divisions entre cada mL? Per què?**

Si entre cada mil·lilitre tenim dues divisions, la sensibilitat o error instrumental de la proveta és 0,5 mL. Per tant, qualsevol mesura que es faci amb aquest aparell i que es doni en mL tindrà, en principi, tres xifres significatives: la xifra de les desenes, la xifra de les unitats i la xifra de les dècimes.

8. Quina és la sensibilitat d'una pipeta graduada en mL amb cinc divisions entre cada mL? Raoneu la resposta.

Si per cada mil·lilitre hi ha 5 divisions, està clar que la sensibilitat de la pipeta és de $1/5 = 0,2$ mL.

9. Hem determinat la massa d'un cos amb dues balances diferents i els resultats han estat 2,32 i 2,318. Quina és més precisa? Raoneu la resposta.

La primera mesura té xifres significatives fins a la centèsima. Per tant, l'error instrumental és de 0,01.

La segona mesura té xifres significatives fins a la mil·lèsima. Per tant, l'error instrumental és de 0,001.

Per tant, la segona mesura és més precisa, ja que l'error instrumental és més petit.

10. Té sentit escriure 3,000 g o és preferible posar, per simplificar, 3 g? Raoneu la resposta.

Si escrivim 3,000 g estem suposant que el nostre aparell de mesura aprecia fins a la xifra de les mil·lèsimes de gram, mentre que si escrivim 3 g estem suposant que l'aparell aprecia fins a la xifra de les unitats de gram.

Per tant, té sentit escriure 3,000 g sempre que l'aparell aprecii fins a la mil·lèsima de gram. Si l'aparell només aprecia fins a les unitats de gram, escriure el valor anterior no tindria sentit, i hauríem d'escriure 3 g.

11. Si un aparell mesura amb una precisió de mil·lèsimes de cm, quants decimals ha de portar si s'expressa en el SI?

La unitat de longitud en el SI és el m. Si la precisió de l'aparell és d'una mil·lèsima de cm, fent servir factors de conversió:

$$0,001 \text{ cm} \cdot (0,01 \text{ m}/1 \text{ cm}) = 10^{-5} \text{ m} = 0,00001 \text{ m}$$

Per tant, qualsevol mesura afectada amb aquest aparell i que s'expressi en unitats del SI, ha de tenir 5 decimals.

12. Si mesurem el diàmetre d'un filferro amb un peu de rei i obtenim diferents mesures semblants, quins tipus d'errors tindrà associada la mesura? Raoneu la resposta.

En primer lloc, tenim l'error instrumental de l'aparell, que en aquest cas, com que es tracta d'un peu de rei és de 0,01 cm. En segon lloc, tenim l'error de mesura que s'obté fent la mitjana aritmètica de totes les mesures obtingudes i comparant-la amb la mesura més petita i la mesura més gran.

L'error de mesura és l'error associat a aquesta mesura, ja que en principi ha de donar un valor més gran que l'error instrumental, i sempre ens hem de quedar amb l'error que sigui més gran.

13. Consultant bibliografia adient, apliqueu les fases del mètode científic a la teoria de la relativitat general.

Activitat oberta. Cal consultar bibliografia sobre la Teoria de la Relativitat General. Pauteu la resposta d'aquesta activitat d'acord amb allò que estableix el mètode científic: observació, hipòtesi, experimentació, i establiment de la llei física.

Problemes

1. Escriviu amb notació científica els nombres següents:

a) $2\,000\,000\,000 = 2 \cdot 10^9$

b) $765\,000 = 7,65 \cdot 10^5$

c) $0,000034 = 3,4 \cdot 10^{-5}$

d) $36\,000\,000\,000 = 3,6 \cdot 10^{10}$

e) $0,0000023 = 2,3 \cdot 10^{-6}$

f) $0,000\,000\,000\,152 = 1,52 \cdot 10^{-10}$

g) $1\,000\,000\,000 = 10^9$

h) $0,000\,000\,01 = 10^{-8}$

2. Calculeu les potències de 10:

a) $(10^4)^2 = 10^8$

b) $(10^4)^4 = 10^{16}$

c) $(10^3 \cdot 10^{22})^4 = (10^{3+22})^4 = (10^{25})^4 = 10^{100}$

d) $\frac{(10^2 + 10^6)}{10} = \frac{10^2}{10} + \frac{10^6}{10} = 10^{2-1} + 10^{6-1} = 10 + 10^5$

e) $\frac{10^{-3}}{10^8 \cdot 10^{-2}} = 10^{-3-8+2} = 10^{-9}$

f) $\frac{10}{10^8 \cdot 10^{-2}} = 10^{1-8+2} = 10^{-5}$

3. Efectueu les operacions següents amb ajut de la calculadora científica, mantenint el mateix nombre de xifres significatives i arrodonint el resultat:

a) $(5,2 \cdot 10^{15}) \cdot (8,7 \cdot 10^5) = 4,5 \cdot 10^{21}$

b) $\frac{(2,4 \cdot 10^5)}{(8,2 \cdot 10^{-5})} = 2,9 \cdot 10^9$

c) $(7,3 \cdot 10^8) \cdot (2,5 \cdot 10^{-6}) = 1,8 \cdot 10^3$

d) $4,38 + 5,3 = 9,7$

e) $6,23 - 3,4 = 2,8$

f) $\frac{(3,6 \cdot 10^7) \cdot (1,2 \cdot 10^{-4})}{6,3 \cdot 10^{-3}} = 6,9 \cdot 10^5$

g) $\frac{2,1 \cdot 10^8}{1,4 \cdot 10^{-6}} = 1,5 \cdot 10^{14}$

h) $7,8 - 4,97 = 2,8$

i) $(5,2 \cdot 10^{15}) \cdot (1,5 \cdot 10^{10}) = 7,8 \cdot 10^{25}$

j) $65,55 + 0,3 = 65,8$

4. Resoleu els exercicis d'unitats i potències següents:

a) $(10 \text{ m})^2 = 10^2 \text{ m}^2$

b) $(6 \text{ m})^{-3} = \frac{1}{6} \text{ m}^{-3} = 0,17 \text{ m}^{-3}$

c) $1 \text{ m/s/s} = 1 \text{ m/s}^2$

d) $\frac{(10^3 \text{ m})(10^2)}{10^4} = 10^{3+2-4} \text{ m} = 10 \text{ m}$

e) $\frac{6 \text{ m}^2 + 2 \text{ m}^2}{4} = \frac{6}{4} \text{ m}^2 + \frac{2}{4} \text{ m}^2 = (1,5 + 0,5) \text{ m}^2 = 2,0 \text{ m}^2$

f) $3 \text{ min} + 6 \text{ s} = 3 \cdot 60 \text{ s} + 6 \text{ s} = 186 \text{ s}$

5. Quin és el significat de les paraules següents?

a) Nanosegon (ns) = 10^{-9} s

b) Microgram (μg) = 10^{-6} g

c) Mil·límetre (mL) = 10^{-3} L

d) Gigavolt (GV) = 10^9 V

e) Kilòmetre (km) = 10^3 m

f) Picofaraday (pF) = 10^{-12} F

g) Megavolt (MV) = 10^6 V

h) Àngstrom (\AA) = 10^{-10} m

6. Efectueu els canvis d'unitats següents:

a) 200 g a kg

$$200 \cancel{\text{g}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \cancel{\text{g}}} = \frac{2 \cdot 10^2}{10^3} \text{ kg} = 20 \text{ kg}$$

b) 0,08 kg a g

$$0,08 \cancel{\text{kg}} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \cancel{\text{kg}}} = 8 \cdot 10^2 \cdot 10^3 \text{ g} = 800 \text{ g}$$

c) 0,25 m³ a cm³

$$0,25 \cancel{\text{m}^3} \cdot \frac{1 \text{ cm}^3}{10^{-6} \cancel{\text{m}^3}} = \frac{2,5 \cdot 10^{-1}}{10^{-6}} \text{ cm}^3 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ cm}^3$$

d) 70 000 m² a hm²

$$70\,000 \cancel{\text{m}^2} \cdot \frac{1 \text{ hm}^2}{10^4 \cancel{\text{m}^2}} = \frac{7 \cdot 10^4}{10^4} \text{ hm}^2 = 7 \text{ hm}^2$$

e) 100 000 mm a km

$$100\,000 \cancel{\text{mm}} \cdot \frac{10^{-3} \cancel{\text{m}}}{1 \cancel{\text{mm}}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{10^3 \cancel{\text{m}}} = \frac{10^5 \cdot 10^{-3}}{10^3} \text{ km} = 0,1 \text{ km}$$

f) 0,05 kg a mg

$$0,05 \cancel{\text{kg}} \cdot \frac{10^3 \cancel{\text{g}}}{1 \cancel{\text{kg}}} \cdot \frac{10^3 \text{ mg}}{1 \cancel{\text{g}}} = 5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^3 \cdot 10^3 \text{ mg} = 5 \cdot 10^4 \text{ mg}$$

g) 10⁹ cm² a hm²

$$10^9 \cancel{\text{cm}^2} \cdot \frac{1 \cancel{\text{m}^2}}{10^4 \cancel{\text{cm}^2}} \cdot \frac{1 \text{ hm}^2}{10^4 \cancel{\text{m}^2}} = \frac{10^9}{10^4 \cdot 10^4} \text{ hm} = 10 \text{ hm}$$

h) 8 · 10⁵ mg a Mg

$$8 \cdot 10^5 \cancel{\text{mg}} \cdot \frac{1 \text{ Mg}}{10^9 \cancel{\text{mg}}} = \frac{8 \cdot 10^5}{10^9} \text{ Mg} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Mg}$$

i) 28 mm³ a m³

$$28 \cancel{\text{mm}^3} \cdot \frac{10^{-9} \text{ m}^3}{1 \cancel{\text{mm}^3}} = 28 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3$$

j) 6 · 10 mL a L

$$6 \cdot 10^{-4} \cancel{\text{mL}} \cdot \frac{10^{-3} \text{ L}}{1 \cancel{\text{mL}}} = 6 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-3} \text{ L} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ L}$$

7. Expressiu en unitats del SI:

a) 1 L

$$1 \cancel{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \cancel{\text{L}}} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

b) 12 ns

$$12 \cancel{\text{ns}} \cdot \frac{10^{-9} \text{ s}}{1 \cancel{\text{ns}}} = 12 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 1,2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

c) 23 MN

$$23 \cancel{\text{MN}} \cdot \frac{10^6 \text{ N}}{10 \cancel{\text{MN}}} = 23 \cdot 10^6 \text{ N} = 2,3 \cdot 10^7 \text{ N}$$

d) 365 dies

$$365 \cancel{\text{dies}} \cdot \frac{24 \cancel{\text{h}}}{1 \cancel{\text{dia}}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \cancel{\text{h}}} = 3,1536 \cdot 10^7 \text{ s}$$

e) 15 picogram

$$15 \cancel{\text{pg}} \cdot \frac{10^{-12} \text{ g}}{1 \cancel{\text{pg}}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} = 15 \cdot 10^{-15} \text{ kg} = 1,5 \cdot 10^{-14} \text{ kg}$$

f) 3456 àngstrom

$$3456 \cancel{\text{Å}} \cdot \frac{10^{-10} \text{ m}}{1 \cancel{\text{Å}}} = 3,456 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

g) $4,2 \cdot 10^{10} \mu\text{m}^2$

$$4,2 \cdot 10^{10} \cancel{\mu\text{m}^2} \cdot \frac{10^{-12} \text{ m}^2}{1 \cancel{\mu\text{m}^2}} = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

h) 100 cm³

$$100 \cancel{\text{cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \cancel{\text{cm}^3}} = 10^{-4} \text{ m}^3$$

i) 300 pg

$$300 \cancel{\text{pg}} \cdot \frac{10^{-12} \text{ g}}{1 \cancel{\text{pg}}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} = 3 \cdot 10^{-13} \text{ kg}$$

j) $3 \cdot 10^6 \text{ dam}^3$

$$3 \cdot 10^6 \cancel{\text{dam}^3} \cdot \frac{10^3 \text{ m}^3}{1 \cancel{\text{dam}^3}} = 3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$$

8. Realitzeu els canvis d'unitats següents:

a) 36 km/h a m/s

$$36 \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \cancel{\text{km}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{h}}}{3,6 \cdot 10^3 \text{ s}} = 10 \text{ m/s}$$

b) 60 km/h a cm/min

$$60 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{10^5 \text{ cm}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 10^5 \text{ cm/min}$$

c) 2,7 g/cm³ a kg/m³

$$2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \cdot \frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = 2,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

d) 20 m/s a km/h

$$20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}} \cdot \frac{3,6 \cdot 10^3 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 72 \text{ km/h}$$

e) 7 000 kg/m³ a g/cm³

$$7000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3} = 7 \text{ g/cm}^3$$

f) 7 kg · m/s a g · cm/s

$$7 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 7 \cdot 10^5 \text{ g} \cdot \text{cm/s}$$

9. Passeu al sistema internacional:

a) 1 km/h

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 0,27 \text{ m/s}$$

b) 36 m/min²

$$36 \frac{\text{m}}{\text{min}^2} \cdot \frac{1 \text{ min}^2}{60^2 \text{ s}^2} = \frac{36}{3600} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,01 \text{ m/s}^2 = 10^{-2} \text{ m/s}^2$$

c) 6 · 10⁶ cm/min

$$6 \cdot 10^6 \frac{\text{cm}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{10^2 \text{ cm}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{6 \cdot 10^6}{10^2 \cdot 60} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10^3 \text{ m/s}$$

d) 8 · 10⁻² dam/s

$$8 \cdot 10^{-2} \frac{\text{dam}}{\text{s}} \cdot \frac{10 \text{ m}}{1 \text{ dam}} = 8 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 8 \cdot 10^{-1} \text{ m/s} = 0,8 \text{ m/s}$$

e) 10⁶ dm/dia

$$10^6 \frac{\text{dm}}{\text{dia}} \cdot \frac{10^{-1} \text{ m}}{1 \text{ dm}} \cdot \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = \frac{10^6 \cdot 10^{-1}}{24 \cdot 3600} \text{ m/s} = 1,16 \text{ m/s}$$

f) 10³ hm · h⁻²

$$10^3 \text{ hm} \cdot \text{h}^{-2} = 10^3 \frac{\text{hm}}{\text{h}^2} \cdot \frac{10^2 \text{ m}}{1 \text{ hm}} \cdot \frac{1 \text{ h}^2}{3600^2 \text{ s}^2} = \frac{10^5}{1,296 \cdot 10^7} \text{ m/s}^2 = 7,7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

g) 1,6 kg/m³

$$1,6 \text{ kg/m}^3$$

h) $0,02 \text{ dg} \cdot \text{cm}^{-3}$

$$0,02 \frac{\text{dg}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{10^{-1} \text{g}}{1 \text{dg}} \cdot \frac{10^{-3} \text{kg}}{1 \text{g}} \cdot \frac{1 \text{cm}^3}{10^{-6} \text{m}^3} = \frac{0,02 \cdot 10^{-4}}{10^{-6}} \text{kg/m}^3 = 2 \text{kg/m}^3$$

i) 100 mg/dm^3

$$100 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{10^{-6} \text{kg}}{1 \text{mg}} \cdot \frac{1 \text{dm}^3}{10^3 \text{m}^3} = \frac{100 \cdot 10^{-6}}{10^3} \text{kg/m}^3 = 0,1 \text{kg/m}^3$$

j) $10^5 \text{ dg} \cdot \text{cm/h}$

$$10^5 \text{dg} \frac{\text{cm}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{kg}}{10^4 \text{dg}} \cdot \frac{10^{-2} \text{m}}{1 \text{cm}} \cdot \frac{1 \text{h}}{3600 \text{s}} = 2,78 \cdot 10^{-5} \text{kg} \cdot \text{m/s}$$

- 10. Calculeu la densitat de l'aigua líquida en unitats del sistema internacional, sabent que 1 cm^3 d'aigua té una massa d'1 gram.**

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

- 11. Trobeu la massa de 62 hL de vi de densitat $0,97 \text{ g/cm}^3$. Expressen-la en dag.**

$$V = 62 \text{hL} \cdot \frac{10^2 \text{L}}{1 \text{hL}} \cdot \frac{1 \text{m}^3}{10^3 \text{L}} = 6,2 \text{m}^3$$

$$d = 0,97 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1 \text{kg}}{10^3 \text{g}} \cdot \frac{10^6 \text{cm}^3}{1 \text{m}^3} = 970 \text{kg/m}^3$$

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow m = dV = 970 \cdot 6,2 = 6,014 \cdot 10^3 \text{kg}$$

- 12. Calculeu en daL la capacitat d'un recipient cilíndric de 2 m de diàmetre i 3 m d'altura.**

$$V = \pi R^2 h = \pi \cdot \left(\frac{2}{2}\right)^2 \cdot 3 = 9,4248 \text{m}^3$$

$$V = 9,4248 \text{m}^3 \cdot \frac{10^3 \text{L}}{1 \text{m}^3} \cdot \frac{1 \text{daL}}{10 \text{L}} = 942,48 \text{daL}$$

- 13. Un dipòsit de gas butà (densitat $0,02 \text{ g/cm}^3$) té forma esfèrica de 20 m de radi. Determineu la massa de gas contingut en el dipòsit i expressen-la en tm.**

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot 20^3 = 3,351 \cdot 10^4 \text{m}^3$$

$$d = 0,02 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1 \text{kg}}{10^3 \text{g}} \cdot \frac{10^6 \text{cm}^3}{1 \text{m}^3} = 20 \text{kg/m}^3$$

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow m = dV = 20 \cdot 3,351 \cdot 10^4 = 6,7021 \cdot 10^5 \text{kg}$$

- 14. La capacitat d'una cisterna de transport de forma cilíndrica és de 1200 daL. Calculeu el seu volum en dam^3 .**

$$V = 1200 \text{daL} \cdot \frac{10 \text{L}}{1 \text{daL}} \cdot \frac{1 \text{m}^3}{10^3 \text{L}} \cdot \frac{1 \text{dam}^3}{10^3 \text{m}^3} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{dam}^3 = 0,012 \text{dam}^3$$

15. La Terra és a 150 000 000 km del Sol i l'estrella més propera és a una distància superior a 250 000 vegades la distància Terra-Sol.

a) Escriviu aquestes quantitats en notació científica.

$$d_{T-S} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}; 2,5 \cdot 10^5$$

b) Determineu la distància mínima en km de la Terra a l'estrella més propera.

$$d_{T-E} = 2,5 \cdot 10^5 \cdot d_{T-S} = 2,5 \cdot 10^5 \cdot 1,5 \cdot 10^8 = 3,75 \cdot 10^{13} \text{ km}$$

16. a) La velocitat de la llum és de 300 000 km/s. Expresseu aquesta quantitat en notació científica.

$$v = 300\,000 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^5 \text{ km/s}$$

b) Es defineix l'any llum com la distància que recorre la llum en un any. Calculeu quants metres són un any llum.

$$1 \text{ any} = 365 \text{ dies} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ dia}} \cdot \frac{3\,600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 3,1536 \cdot 10^7 \text{ s}$$

$$d = vt = 3 \cdot 10^5 \cdot 3,1536 \cdot 10^7 = 9,4608 \cdot 10^{12} \text{ km} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 9,4608 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

c) Recordant el resultat obtingut en l'apartat b) del problema anterior sobre la distància a l'estrella més propera, expresseu-la ara en anys llum.

$$d_{T-E} = 3,75 \cdot 10^{13} \text{ km} \cdot \frac{1 \text{ any llum}}{9,4608 \cdot 10^{12} \text{ km}} = 3,96 \text{ anys llum}$$

17. La massa d'un protó és $1,67 \cdot 10^{-24}$ g, mentre que el seu radi és $1,2 \cdot 10^{-13}$ cm.

$$m = 1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$r = 1,2 \cdot 10^{-13} \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{10^2 \text{ cm}} = 1,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

a) Suposant que el protó és esfèric i recordant que el volum d'una esfera és $\frac{4}{3} \pi r^3$, calculeu el volum i la densitat del protó.

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi (1,2 \cdot 10^{-15})^3 = 7,24 \cdot 10^{-45} \text{ m}^3$$

$$d = \frac{m}{V} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{7,24 \cdot 10^{-45} \text{ m}^3} = 2,31 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$$

b) Trobeu, aproximadament, la massa d'1 cm³ d'un material que estigui format per protons, i compareu-lo, fent la relació, amb la massa d'1 cm³ d'aigua i d'1 cm³ de plom (el qual té una massa d'11,34 g).

$$d = 2,31 \cdot 10^{17} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3} = 2,31 \cdot 10^{14} \text{ g/cm}^3$$

$$m = dV = 2,31 \cdot 10^4 \cdot 1 = 2,31 \cdot 10^{14} \text{ g}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ g}$$

$$m_{\text{Pb}} = 11,34 \text{ g}$$

18. Un vaixell que es troba a 500 m d'un far veu la seva llum i toca la sirena. Calculeu el temps que tardarà la llum a anar del far al vaixell i el temps invertit pel so a anar del vaixell al far. Utilitzeu les unitats més adients per expressar els resultats. Velocitat del so: 340 m/s. Velocitat de la llum: $3 \cdot 10^8$ m/s.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \begin{cases} \Delta t_{\text{llum}} = \frac{\Delta x}{v_{\text{llum}}} = \frac{500}{3 \cdot 10^8} = 1,67 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 1,67 \mu\text{s} \\ \Delta t_{\text{so}} = \frac{\Delta x}{v_{\text{so}}} = \frac{500}{340} = 1,47 \text{ s} \end{cases}$$

19. Escriviu l'equació dimensional de les magnituds següents:

a) Energia cinètica ($E_c = \frac{1}{2} m v^2$)

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow M \cdot \frac{L^2}{T^2} = M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$$

b) Quantitat de moviment ($p = m v$)

$$p = m v \rightarrow M \cdot \frac{L}{T} = M \cdot L \cdot T^{-1}$$

c) Potència ($P = W/t$)

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow \frac{M \cdot L^2 \cdot T^{-2}}{T} = M \cdot L^2 \cdot T^{-3}$$

d) Impuls lineal ($I = F t$)

$$I = F t \rightarrow M \cdot L \cdot T^{-2} \cdot T = M \cdot L \cdot T^{-1}$$

20. Quina magnitud representa l'expressió $\frac{p^2}{2m}$, on p és la quantitat de moviment i m la massa? Deduïu-la efectuant la seva equació de dimensions.

$$\frac{p^2}{2m} \rightarrow \frac{(MLT^{-1})^2}{M} = \frac{M^2 L^2 T^{-2}}{M} = ML^2 T^{-2}$$

L'expressió $\frac{p^2}{2m}$ representa l'energia (problema 19a).

21. Supposeu que mesurem 12 cm^3 d'un líquid amb instruments de sensibilitat 1 cm^3 i $0,1 \text{ cm}^3$, respectivament. Expressu el resultat de la mesura amb el nombre correcte de xifres significatives. Quin dels dos aparells és més precís? Raoneu la resposta.

Instrument sensibilitat 1 cm^3 : $V = 12 \text{ cm}^3$

Instrument sensibilitat $0,1 \text{ cm}^3$: $V = 12,0 \text{ cm}^3$

És més precís el segon instrument perquè té una sensibilitat més petita i permet apreciar volums més petits.

22. Digueu quina és la sensibilitat dels aparells amb què s'han fet les mesures següents: 120 cm^3 ; $1,2 \cdot 10^2 \text{ cm}^3$; $1,120 \text{ cm}^3$.

$$120 \text{ cm}^3 \rightarrow 1 \text{ cm}^3, \text{ o bé } 10 \text{ cm}^3$$

$$1,2 \cdot 10^2 \text{ cm}^3 \rightarrow 0,1 \cdot 10^2 \text{ cm}^3, \text{ o bé } 0,2 \cdot 10^2 \text{ cm}^3$$

$$1,120 \text{ cm}^3 \rightarrow 0,001 \text{ cm}^3$$

23. Expresses la quantitat 140 cm^3 en dm^3 , en m^3 i en mm^3 , mantenint el mateix nombre de xifres significatives.

$$140 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} = 0,140 \text{ dm}^3$$

$$140 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3} = 1,40 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$140 \text{ cm}^3 \cdot \frac{10^3 \text{ mm}^3}{1 \text{ cm}^3} = 1,40 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

24. Amb una sèrie d'aparells s'han efectuat mesures d'algunes magnituds físiques.

D'acord amb les figures següents (fig. 1.13), indiqueu de quina magnitud es tracta, quin aparell s'ha fet servir i escriviu els resultats de les mesures amb el seu error (absolut i relatiu) corresponent:

- a) Magnitud: longitud. Aparell: regla.

$$\text{Mesura: } l = (18,7 \pm 0,1) \text{ cm} = 18,7 \text{ cm} \pm 5,3\% \quad \left(e_r = \frac{0,1}{18,7} \cdot 100 = 5,3\% \right)$$

- b) Magnitud: massa. Aparell: balança.

$$\text{Mesura: } m = (3,72 \pm 0,02) \text{ g} = 3,72 \text{ g} \pm 0,5\% \quad \left(e_r = \frac{0,02}{3,72} \cdot 100 = 0,5\% \right)$$

- c) Magnitud: temperatura. Aparell: termòmetre.

$$\text{Mesura: } T = (22,0 \pm 0,5) \text{ }^\circ\text{C} = 22,0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2,3\% \quad \left(e_r = \frac{0,5}{22,0} \cdot 100 = 2,3\% \right)$$

- d) Magnitud: diferència de potencial. Aparell: voltímetre.

$$\text{Mesura: } V = (18,5 \pm 0,25) \text{ V} = 18,5 \text{ V} \pm 1,4\% \quad \left(e_r = \frac{0,25}{18,5} \cdot 100 = 1,4\% \right)$$

25. El nombre π utilitzat en matemàtiques val, aproximadament en mil·lèsimes, 3,141. Si en un problema agafem un valor de 3,14, quin és l'error absolut i quin és l'error relatiu?

$$e_a = |3,14 - 3,141| = 0,001$$

$$e_r = \frac{0,001}{3,14} \cdot 100 = 0,032\%$$

26. El valor de la gravetat en un punt de la Terra és de $9,81 \text{ m/s}^2$. Si fem servir el valor aproximat 10, quin error absolut i quin error relatiu fem?

$$e_a = |10 - 9,81| = 0,19 \text{ m/s}^2$$

$$e_r = \frac{0,19}{9,81} \cdot 100 = 1,94\%$$

27. Utilitzant una cinta mètrica que té deu divisions entre cada cm, uns quants estudiants han fet algunes mesures de diferents objectes, que han expressat de la manera següent:

17,453 cm ; 13,8 mm ; 4 cm ; 15 m ; 15,35 cm

Raoneu quines d'aquestes expressions són correctes, i escriviu correctament les que no ho siguin.

Com que té 10 divisions entre cada cm, la sensibilitat (error instrumental) val $1 \text{ mm} = 0,1 \text{ cm}$. Per tant:

- 17,453 cm → Incorrecta. Expressió correcta: 17,4 cm
- 13,8 mm → Incorrecta. Expressió correcta: 13 mm
- 4 cm → Incorrecta. Expressió correcta: 4,0 cm
- 15 m → Incorrecta. Expressió correcta: 15,000 m
- 15,35 cm → Incorrecta. Expressió correcta: 15,3 cm

28. Una alumna mesura un volum de 10 cm^3 d'aigua amb una pipeta graduada en cm^3 i amb deu divisions entre cada cm^3 . Raoneu com s'expressarà el resultat de la mesura.

Com que la pipeta té 10 divisions entre cada cm^3 , la sensibilitat és de $0,1 \text{ cm}^3$. Per tant, el resultat de la mesura és: $V = (10,0 \pm 0,1) \text{ cm}^3$.

29. Una balança té una càrrega màxima de 100 g i aprecia el mil·ligram. Calculeu l'error absolut i el relatiu de les pesades següents: 200 g; 10 g; 5 dg; 4 cg; 3 mg.

$e_a = 0,001 \text{ g}$, en tots el casos.

- $\frac{0,001}{20} \cdot 100 = 5 \cdot 10^{-3} \%$
- $\frac{0,001}{10} \cdot 100 = 0,01 \%$
- $\frac{0,001}{0,5} \cdot 100 = 0,2 \%$
- $\frac{0,001}{0,04} \cdot 100 = 2,5 \%$
- $\frac{0,01}{0,003} \cdot 100 = 33,3 \%$

30. Amb un peu de rei hem efectuat diverses mesures del diàmetre d'un conductor elèctric de coure, tot obtenint els resultats següents expressats en cm: 2,23; 2,25; 2,21; 2,23; 2,24; 2,26; 2,24; 2,22. Calculeu els errors absolut i relatiu, i doneu el resultat de la mesura tenint en compte aquests errors.

$$\bar{d} = \frac{2,21 + 2,22 + 2,23 + 2,23 + 2,24 + 2,24 + 2,25 + 2,26}{8} = 2,24 \text{ cm}$$

$$e_a = |2,24 - 2,21| = 0,03 \text{ cm}$$

$$e_r = \frac{0,03}{2,24} \cdot 100 = 1,3 \%$$

$$d = (2,24 \pm 0,03) \text{ cm} = 2,24 \text{ cm} \pm 1,3 \%$$

31. La massa d'un cos petit s'ha mesurat per sis persones diferents amb una balança de precisió. Els valors que han obtingut, expressats en g, són els següents: 1,34; 1,36; 1,33; 1,33; 1,35; 1,37. Com hem de donar el valor de la mesura, tant amb un error absolut com amb error relatiu?

$$\bar{m} = \frac{1,33 + 1,33 + 1,34 + 1,35 + 1,36 + 1,37}{6} = 1,35 \text{ g}$$

$$e_a = |1,35 - 1,37| = 0,02 \text{ g}$$

$$e_r = \frac{0,02}{1,35} \cdot 100 = 1,5 \%$$

$$m = (1,35 \pm 0,02) \text{ g} = 1,35 \text{ g} \pm 1,5 \%$$

32. Per tal de mesurar la velocitat angular d'una roda, deu alumnes han mesurat alhora, amb sengles cronòmetres, el temps que aquesta roda triga a donar 5 voltes i han obtingut els valors següents, expressats en s: 14,34; 14,25; 14,31; 14,29; 14,32; 14,31; 14,33; 14,29; 14,32; 14,30. Quin valor han d'assignar a la mesura?

$$\bar{t} = \frac{14,25 + 14,29 + 14,29 + 14,30 + 14,31 + 14,31 + 14,32 + 14,32 + 14,33 + 14,34}{10} =$$
$$= 14,31 \text{ s}$$

$$e_a = |14,31 - 14,25| = 0,06 \text{ s}$$

$$e_r = \frac{0,06}{14,31} \cdot 100 = 0,4 \%$$

$$d = (14,31 \pm 0,06) \text{ s} = 14,31 \text{ s} \pm 0,4 \%$$