

Física 1r Batxillerat. Mesura, unitats i error.

CURS 2025_26

1. Definicions

Les *lleis de la física* expressen relacions entre magnituds físiques.

Magnitud és qualsevol propietat dels cossos que es pot mesurar, com ara la longitud, el temps, la força, l'energia, la temperatura...

Mesurar és comparar una certa quantitat d'una magnitud amb una quantitat definida de la mateixa magnitud que prenem com patró o unitat de mesura. Per exemple, per mesurar la distància entre dos punts, la comparem amb una unitat patró de distància, com ara el metre.

Unitat és una quantitat definida i exacta d'una magnitud que serveix per fer mesures d'altres quantitats de la mateixa magnitud.

Variable és una magnitud que pot anar prenent diferents valors. Es parla de variables quan s'està fent una experimentació al laboratori.

2. Forma d'expressar una magnitud física

L'expressió de qualsevol magnitud física ha d'incloure tant un nombre com una unitat.

$$\boxed{\text{Magnitud (nom/símbol)} \quad (=) \quad \text{nombre UNITAT}}$$

Exemples: una distància de 5 quilòmetres; $m = 3 \text{ kg}$; triga un temps de 2 segons; $v = 120 \text{ km/h}$.

3. Classificació de les magnituds

Magnitud fonamental és aquella que no deriva de cap altra magnitud: massa, temps, temperatura, ... Totes les magnituds físiques poden expressar-se en funció d'un petit nombre de magnituds fonamentals. Longitud, temps i massa són unitats fonamentals. (Taula I)

Magnitud derivada és aquella que s'expressa relacionant dues o més magnituds fonamentals. Moltes de les magnituds que estudiarem, com ara velocitat, força, quantitat de moviment, treball, energia i potència, es poden expressar en funció de les magnituds fonamentals: longitud, temps i massa. (Taula II)

Magnitud escalar és aquella que queda completament definida amb un valor numèric i una unitat: massa, temps, energia.

Magnitud vectorial és aquella que a més de tenir un valor numèric i una unitat, per a quedar completament especificada cal una orientació -una direcció i un sentit- en l'espai: velocitat, força.

4. Sistema Internacional d'Unitats (SI)

Un *Sistema d'unitats* és un conjunt de magnituds fonamentals amb una unitat per a cada magnitud. El sistema que la comunitat científica utilitza universalment és el *Sistema Internacional* (SI). (Taules I i II)

D'altres sistemes, cada cop menys utilitzats són: el sistema cegesimal (CGS), basat en el centímetre, el gram i el segon, i el sistema tècnic anglès, que tria com a unitat fonamental una unitat de força: la lliura.

En general, es resoldran els problemes utilitzant unitats del SI. És important, abans d'efectuar qualsevol càlcul, fer els canvis d'unitats necessaris perquè totes les magnituds quedin expressades en unitats del SI.

Taula I. Magnituds i unitats fonamentals del Sistema Internacional.

| Magnitud | Símbol | Unitat | Símbol |
|---------------------------------|----------------|-------------|--------|
| Longitud | r, x, y | metre | m |
| Massa | m | quilogram | kg |
| Temps | t | segon | s |
| Angle | θ | radiant | rad |
| Temperatura absoluta | T | grau kelvin | K |
| Quantitat de substància | n | mol | mol |
| Intensitat del corrent elèctric | I | amper | A |
| Intensitat lluminosa | I _v | candela | cd |

Taula II. Magnituds i unitats derivades del SI.

| Magnitud | Símbol | Unitat | Símbol | Equivalència |
|---|---------------------------------------|---------|----------|---|
| Freqüència | f ν | hertz | Hz | s ⁻¹ |
| Força | F | newton | N | kg·m·s ⁻² |
| Pressió | P | pascal | Pa | N·m ⁻² |
| Energia Treball Calor | E W Q | joule | J | N·m |
| Potència | P | watt | W | J·s ⁻¹ |
| Càrrega elèctrica | Q | coulomb | C | A·s |
| Potencial elèctric Diferència de potencial Força Electromotriu | V ΔV \mathcal{E} R | volt | V | J·C ⁻¹ = W·A ⁻¹ |
| Resistència elèctrica | R | ohm | Ω | V·A ⁻¹ |
| Capacitat | C | farad | F | C·V ⁻¹ = A·s·V ⁻¹ |
| Camp magnètic | B | tesla | T | N·A ⁻¹ ·m ⁻¹ |
| Flux magnètic | Φ | weber | Wb | T·m ² = N·m·A ⁻¹ |
| Inductància | L | henry | H | J·A ⁻² = N·m·A ⁻² |

5. Múltiples i submúltiples. Sistema decimal

Una manera de solucionar el problema de l'escriptura de quantitats molt grosses o molt petites és utilitzar múltiples i submúltiples de les unitats bàsiques del SI. tots aquest múltiples i submúltiples són potències de 10, positives i negatives, respectivament. Per això aquest sistema s'anomena sistema decimal. el sistema decimal basat en el metre s'anomena sistema mètric.

A les taules III i IV es recullen els prefixos emprats per als múltiples i submúltiples més comuns de les unitats del SI. Els prefixos es poden aplicar a qualsevol unitat del SI: per exemple, 0,001 segon és 1 mil·lisegon (1 ms); 1000000 watt és 1 megawatt (1 MW).

Taula III. Prefixos de les potències de 10 per als múltiples.

| Prefix | Símbol | Potència | Exemple |
|--------|--------|-----------|-------------------|
| yotta | Y | 10^{24} | yottapascal (YPa) |
| zetta | Z | 10^{21} | zettaohm (ZΩ) |
| exa | E | 10^{18} | exasegon (Es) |
| peta | P | 10^{15} | petanewton (PN) |
| tera | T | 10^{12} | terametre (Tm) |
| giga | G | 10^9 | gigagram (Gg) |
| mega | M | 10^6 | megawatt (MW) |
| quilo | k | 10^3 | quilogram (kg) |
| hecto* | h | 10^2 | hectolitre (hL) |
| deca* | da | 10^1 | decametre (dam) |

* Els prefixos hecto (h) i deca (da) no són potències de 10^3 i s'utilitzen poc.

Vegem algun exemple d'utilització d'aquests múltiples: 1 Mm (que es llegeix "un megametre") representa un milió de metres, és a dir, 10^6 m. Expressat en megametre, el radi de la Terra és 6380000 m = 6,38 Mm.

Taula IV. Prefixos de les potències de 10 per als submúltiples.

| Prefix | Símbol | Potència | Exemple |
|--------|--------|------------|-------------------|
| deci* | d | 10^{-1} | decilitre (dL) |
| centi* | c | 10^{-2} | centímetre (cm) |
| mil·li | m | 10^{-3} | mil·ligram (mg) |
| micro | μ | 10^{-6} | microcoulomb (μC) |
| nano | n | 10^{-9} | nanosegon (ns) |
| pico | p | 10^{-12} | picofarad (pF) |
| femto | f | 10^{-15} | femtometre (fm) |
| atto | a | 10^{-18} | attogram (ag) |
| zepto | z | 10^{-21} | zeptoweber (zWb) |
| yocto | y | 10^{-24} | yoctohenry (yH) |

* Els prefixos deci (d) i centi (c) no són potències de 10^{-3} i s'utilitzen poc. Actualment només s'utilitza el prefix centi amb el metre.

La mesura 10^{-6} m pot anomenar-se bé "un micròmetre", bé "una micra" i es representa $1\ \mu\text{m}$.

Vegem algun exemple d'utilització d'aquests submúltiples, $1\ \mu\text{g}$ (que es llegeix "un microgram") representa una mil·lèsima de gram: és a dir, 10^{-6} g. Si volem expressar la massa d'una molècula utilitzant aquest submúltiple, escriurem $2,9 \cdot 10^{-17}\ \mu\text{g}$. Sense utilitzar el submúltiple escriuriem $2,9 \cdot 10^{-23}$ g.

6. D'altres unitats

És recomanable utilitzar sempre unitats del SI. Malgrat això, en els textos científics persisteixen moltes unitats que no són del SI, però que encara s'utilitzen per diferents raons. A la taula V es recullen algunes d'elles, però no totes.

Taula V. Unitats d'ús freqüent que no són del SI.

| Magnitud | Unitat | Símbol | Equivalència |
|------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|
| Longitud | angstrom | Å | $1\ \text{Å} = 10^{-10}\ \text{m}$ |
| Longitud | any-llum | c·a | $1\ \text{c·a} = 9,461 \cdot 10^{15}\ \text{m}$ |
| Angle | grau-minut-segon | °, ', '' | $360^\circ = 2\pi\ \text{rad}$ $1^\circ = 60': 1' = 60''$ |
| angle | revolució | rev | $1\ \text{rev} = 2\pi\ \text{rad} = 360^\circ$ |
| Temps | any | a | $1\ \text{a} = 365,24\ \text{d} = 3,156 \cdot 10^7\ \text{s}$ |
| Temps | dia | d | $1\ \text{d} = 86400\ \text{s}$ |
| Temps | hora | h | $1\ \text{h} = 3600\ \text{s}$ |
| Temps | minut | min | $1\ \text{min} = 60\ \text{s}$ |
| Volum | litre | L | $1\ \text{L} = 10^{-3}\ \text{m}^3$ |
| Velocitat | quilòmetre per hora | km/h | $1\ \text{km/h} = 0,2778\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ |
| Massa | tona | t | $1\ \text{t} = 10^3\ \text{kg} = 1\ \text{Mg}$ |
| Massa | unitat de massa unificada | u | $1\ \text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27}\ \text{kg}$ |
| Força | quilopond | kp | $1\ \text{kp} = 9,81\ \text{N}$ |
| Temperatura | grau Celsius | °C | $1^\circ\text{C} = 1\ \text{K}$ $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$ |
| Pressió | atmosfera | atm | $1\ \text{atm} = 101,325\ \text{kPa}$ |
| Pressió | mil·límetre de mercuri (torr) | mm Hg | $1\ \text{atm} = 760\ \text{mm Hg}$ $1\ \text{mm Hg} = 133,32\ \text{Pa}$ |
| Pressió | bar | bar | $1\ \text{atm} = 1,013\ \text{bar}$ |
| Treball, Energia | electró-volt | eV | $1\ \text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$ |
| Treball, Energia | caloria | cal | $1\ \text{cal} = 4,184\ \text{J}$ |
| Treball, Energia | quilowatt-hora | kW·h | $1\ \text{kW} \cdot \text{h} = 3,6 \cdot 10^6\ \text{J} = 3,6\ \text{MJ}$ |
| Potència | cavall de vapor | CV | $1\ \text{CV} = 735\ \text{W}$ |
| Potència | cavall de vapor americà | HP | $1\ \text{HP} = 746\ \text{W}$ |
| Camp magnètic | gauss | G | $1\ \text{G} = 10^{-4}\ \text{T}$ |
| Densitat | gram per centímetre cúbic | $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ | $1\ \text{g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1000\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ |

7. Normes per escriure les unitats i els seus símbols

1. Els noms de les unitats, fins i tot acompanyats per prefixos de múltiples o submúltiples, s'escriuen amb minúscules. Per exemple: segon, nanometre, quilogram, etc. El grau Celsius n'és l'excepció.
2. Els símbols que representen les unitats s'escriuen amb minúscula excepte quan procedeixen de noms propis. Així tenim s per al segon o m per al metre, però N per al newton o W per al watt. Es permet l'ús de la lletra majúscula L per al litre.
Quan un símbol amb dues lletres procedeix d'un nom propi, la lletra inicial és majúscula i la segona minúscula. Exemple: Pa, Hz.
3. Els símbols dels prefixos de múltiples i submúltiples s'escriuen amb minúscula, excepte en el cas dels múltiples mega i superiors.
4. Els símbols mai s'escriuen en plural, ni porten punt final.
5. Entre el valor numèric i la unitat cal deixar un espai excepte en el cas de mesures angulars.
6. Els productes d'unitats s'expressen mitjançant un punt volat entre elles. Exemple: N•m.
7. Si la magnitud és vectorial, situarem una fletxa sobre el seu símbol. El mateix farem amb els vectors unitaris. (Es permet, per simplificació tipogràfica, escriure el símbol de la magnitud en negreta).

8. Notació científica

L'ús de nombres molt grans o molt petits se simplifica molt en l'anomenada **notació exponencial** o **notació científica**. En aquesta notació els nombres s'escriuen com el producte d'un nombre entre 1 i 10 i una potència de 10.
Per exemple,

El nombre 12000000 (12 milions) s'escriu com $1,2 \cdot 10^7$.

La distància de la Terra al Sol, que és d'uns 150000000000 m, s'expressa com $1,5 \cdot 10^{11}$ m. El número 11 en 10^{11} s'anomena "exponent".

(El valor de l'exponent es correspon amb el nombre de llocs que s'hagi desplaçat la coma cap a l'esquerra)".

En notació científica 10^0 es pren igual a 1.

Per als nombres més petits que 1, l'exponent és negatiu. Per exemple,

$$0,000247 = 2,47 \cdot 10^{-4}$$

El diàmetre d'un virus, que és d'uns 0,00000001 m, s'escriu com $1 \cdot 10^{-8}$ m.

(El valor de l'exponent es correspon amb el nombre de llocs que s'hagi desplaçat la coma cap a la dreta).

Quan s'ha d'introduir un número en notació científica a la calculadora NO s'ha de posar el 10, sinó prémer la tecla EXP (o EE). Exemple: les tecles per escriure $2,47 \cdot 10^{-4}$ serien: [2] [.] [4] [7] [EXP] [4] [+/-].

A l'inrevés, quan a la pantalla de la calculadora aparegui 2.47^{-04} , s'ha d'escriure $2,47 \cdot 10^{-4}$.

En la multiplicació, se sumen els exponents; en la divisió, es resten. En elevar una potència a una altra potència, es multipliquen els exponents. S'ha d'anar en compte en sumar o restar nombres escrits en notació científica i que no tinguin el mateix exponent. Abans de fer l'operació, cal escriure un dels dos nombres de manera que la seva potència de 10 sigui igual a la de l'altre nombre.

Quan es vulgui canviar l'exponent d'un nombre expressat en notació científica s'ha de tenir en compte que si l'exponent augmenta (per exemple, sumant-li 3 unitats), el nombre ha de disminuir (dividint-lo per 1000); si l'exponent disminueix (per exemple, restant-li 5 unitats), el nombre ha d'augmentar (multiplicant-lo per 100000). $1,2 \cdot 10^2 = 1200 \cdot 10^{-1}$; $8 \cdot 10^{-2} = 0,00008 \cdot 10^3$.

9. Factors de conversió

La conversió d'una quantitat expressada en una unitat del SI a una altra unitat múltiple o submúltiple de l'anterior, o bé a una unitat que no és del SI, es realitza mitjançant **factores de conversió**. Un factor de conversió és la relació entre dues quantitats expressades en unitats diferents. Per exemple, la relació existent entre 1 km i la seva equivalència en metres es pot expressar mitjançant el factor de conversió:

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

Aquest factor ens permet convertir una quantitat expressada en metres en la seva equivalència expressada en quilòmetres. Per exemple, per saber quants quilòmetres són 3875 m, només cal fer el càlcul següent:

$$3875 \text{ m} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 3,875 \text{ km}$$

En cancel·lar les unitats iguals que es troben al numerador i al denominador, obtenim la unitat en què va el resultat. Aquesta operació ens serveix de comprovació que hem utilitzat el factor de conversió en l'ordre correcte.

Els factors de conversió es poden utilitzar consecutivament. Per exemple, suposem que volem expressar la densitat de l'aigua, que és $1,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Calen dos factors de conversió:

$$1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{10^6 \text{ cm}^3}{1 \text{ m}^3} = 1,0 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{1 \text{ m}^3}$$

10. Arrodonir resultats. Xifres significatives

Arrodonir un resultat consisteix en eliminar xifres decimals quan una operació no dóna resultat exacte. S'observa la xifra primera que es vol eliminar: si és un 0, 1, 2, 3, ó 4, la xifra anterior (última que volem escriure) es deixa sense canvi, si és un 5, 6, 7, 8, ó 9, la xifra anterior s'ha d'augmentar en una unitat.

Per exemple,

| | |
|---------|-------|
| 429,761 | 429,8 |
| 23,7652 | 23,8 |
| 12,7450 | 12,7 |
| 42,006 | 42,0 |
| 32,064 | 32,1 |
| 43,046 | 43,0 |
| 2,453 | 2,5 |

Si l'última xifra que es vol eliminar és un 5 i és l'única, sumarem 1 a la xifra anterior si aquesta és senar; si és parell, aleshores la deixarem igual.

Per exemple,

| | |
|-------|-----|
| 429,5 | 430 |
| 22,5 | 22 |

"Aquesta norma és important quan s'ha de fer una suma de moltes mesures amb molta precisió. Aquí la ignorarem i **sumarem sempre 1**."

Molts dels nombres que apareixen en ciència procedeixen d'alguna mesura i, per tant, només són coneguts dintre dels límits de la precisió experimental. Una indicació aproximada de la precisió d'una mesura queda indicada pel nombre de dígit utilitzats. Per exemple, si diem que una taula té 2,50 m de longitud, volem dir que la seva longitud es troba probablement entre 2,495 m i 2,505 m; és a dir, en coneixem la longitud amb un marge de $\pm 0,005 \text{ m} = \pm 5 \text{ mm}$. Els dígit fidedignes s'anomenen **xifres significatives**. El nombre 2,50 té tres xifres significatives.

"Els zero inicial o final d'una quantitat no és xifra significativa, però el zero després d'una coma decimal sí ho és".

De totes les xifres significatives, l'última de la dreta és "estimada" (dubtosa), totes les anteriors són exactes.

Un error habitual, particularment estès des que s'utilitzen calculadores de butxaca, és donar en les respostes molt més dígit que els que caldria. La norma diu que el nombre de xifres significatives en el resultat d'una multiplicació o d'una divisió no pot ser més gran que el nombre més petit de xifres significatives en els diversos factors. Per exemple,

La superfície d'un cercle de 8 m de radi val $2 \cdot 10^2 \text{ m}^2$, no 201,0619298.

11. Criteris de les xifres significatives en les operacions amb decimals El

criteri és diferent per a la SUMA/RESTA que per al PRODUCTE/DIVISIÓ:

- El criteri de SUMA/RESTA té a veure amb el nombre de **decimals**.
- El criteri de PRODUCTE/DIVISIÓ té a veure amb el nombre de **xifres significatives**.

SUMA/RESTA

"El resultat conté tant de llocs respecte a la coma decimal com la quantitat menys precisa de la suma/resta. Només hi haurà una columna amb xifres estimades" Per exemple,

$$\begin{array}{r} 45,76 \\ + 0,123 \\ \hline 45,883 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{(quantitat menys precisa: "2 decimals")} \\ \text{resultat} = 45,88 \text{ (2 decimals, referència: 45,76)} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35,17913 \\ - 35,178 \\ \hline 0,00113 \end{array} \quad \text{resultat} = 0,001 \text{ (3 decimals, referència: 35,178)}$$

En les sumes/restes en **notació científica** es manté el nombre de xifres significatives de la quantitat **més gran**, de manera que hi hagi una **única xifra estimada**.

Per exemple,

$$\begin{aligned} 2,54 \cdot 10^5 + 3,22 \cdot 10^7 &= 3,25 \cdot 10^7 \quad (3 \text{ x s, referència: } 3,22 \cdot 10^7) \\ 3,2 \cdot 10^5 + 5,88 \cdot 10^7 &= 5,91 \cdot 10^7 \quad (3 \text{ x s, referència: } 5,88 \cdot 10^7) \\ 5,41 \cdot 10^{15} - 4,3 \cdot 10^{14} &= 4,98 \cdot 10^{15} \quad (3 \text{ x s, referència: } 5,41 \cdot 10^{15}) \end{aligned}$$

PRODUCTE/DIVISIÓ

"El resultat d'un producte/divisió s'expressa amb igual nombre de xifres significatives que conté el factor amb el menor nombre de xifres significatives"

Si la part entera del resultat sobrepassa el nombre de xifres significatives correctes, passarem a la **notació científica**.

Per exemple,

$$\begin{array}{ll} 2,21 \cdot 0,3 = 0,663 & 0,7 \text{ (1 xifra significativa, ref.: 0,3)} \\ 2,02 \cdot 4,113 = 8,30826 & 8,31 \text{ (3 x s, ref.: 2,02)} \\ 72,4 \cdot 8,6 = 622,64 & 6,2 \cdot 10^2 \text{ (2 x s, ref.: 8,6; i passem a notació científica)} \end{array}$$

$$\frac{97,52}{2,54} = 38,3937 \dots \quad 38,4 \text{ (3 xifres significatives, ref.: 2,54)}$$

$$\frac{0,032}{0,004} = 8 \quad 8 \text{ (1 xifra significativa, ref.: 0,004)}$$

Constants físiques

| | | |
|---------------------------------|------------------------|--|
| Nombre d'Avogadro | N_A | $6,022 \cdot 10^{23}$ partícules per mol |
| Constant de Coulomb | $K = 1/4\pi\epsilon_0$ | $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ |
| Longitud d'ona de Compton | $\lambda_c = h/mc$ | $2,426 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ |
| Càrrega elemental | e | $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ |
| Constant dels gasos ideals | R | $8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ |
| Constant de gravitació | G | $6,672 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ |
| Massa de l'electró | m_e | $9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ |
| Massa del protó | m_p | $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ |
| Massa del neutró | m_n | $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ |
| Permitivitat de l'espai lliure | ϵ_0 | $8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ |
| Permeabilitat de l'espai lliure | μ_0 | $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$ |
| Constant de Planck | h | $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ |
| Velocitat de la llum | c | $2,998 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ |
| Unitat de massa unificada | u | $1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,49 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$ |

Dades terrestres

| | | |
|------------------------------|-------|---------------------------------------|
| Acceleració de la gravetat | g | $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ |
| Massa de la Terra | M_T | $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ |
| Radi mitjà de la Terra | R_T | $6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ |
| Velocitat del so (c.n.) | | $331 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ |
| Temperatura estàndard (c.n.) | | $273,15 \text{ K}$ |
| Pressió estàndard (c.n.) | | $101,325 \text{ kPa} = 1 \text{ atm}$ |
| Densitat de l'aigua (4°C) | | $1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ |

Dades astronòmiques

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Distància Terra-lluna | $3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$ |
| Distància mitjana Terra-Sol | $1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$ |

EXERCICIS

1. Escriviu les quantitats següents en notació científica:

| | | |
|---------|-------------|-----------|
| 27631 | 0,000000034 | 0,003902 |
| 2763100 | 1600 | 0,08002 |
| 15000 | 4329,76 | 0,0000376 |

2. Expressen les següents quantitats en notació ordinària:

| | | |
|-----------------------|--------------------|---------------------|
| $2,34 \cdot 10^{-3}$ | $4,5 \cdot 10^7$ | $0,0272 \cdot 10^8$ |
| $1,76 \cdot 10^6$ | $0,067 \cdot 10^4$ | $3,4560 \cdot 10^5$ |
| $5,799 \cdot 10^{-5}$ | $27,2 \cdot 10^5$ | $1,20 \cdot 10^3$ |

3. Indiqueu quantes xifres significatives contenen les següents quantitats:

| | | |
|--------|-----------------------|---------------------|
| 454 | 14,0 | 345600 |
| 2,2 | $9,3 \cdot 10^7$ | 3,14 |
| 2,205 | $1,118 \cdot 10^{-3}$ | 0,00380 |
| 0,3937 | 1030 | $3,4560 \cdot 10^5$ |
| 0,0353 | 125000 | 0,02547 |
| 1.0080 | 0.2547 | $4,00 \cdot 10^2$ |

4. Expressen les següents quantitats aproximant-les a 2 xifres decimals:

| | | | |
|---------|----------|----------|----------|
| 1,204 | 281,0091 | 139,9942 | 429,7612 |
| 0,11850 | 35,9962 | 239,9986 | 2,453 |
| 43,053 | 12,902 | 42,006 | 23,7652 |

5. Arrodoniu les següents quantitats a **tres** xifres significatives i escriviu-les en notació científica:

| | | |
|---------|---------|----------------------|
| 27632,0 | 46,6667 | $2,45558 \cdot 10^4$ |
| 0,3729 | 33,333 | 0,000034527 |

6. Efectueu les operacions següents amb les xifres significatives correctes:

| | |
|------------------------|--------------------------|
| $17,2 + 2,35 + 4,3333$ | $88,45 + 9,24 - 6,05043$ |
| $1886,45 - 186,12$ | $84,626 + 923,1$ |
| $4,38 + 5,3$ | $6,23 - 3,4$ |
| $7,8 - 4,97$ | $65,55 + 0,3$ |

7. Sense fer les operacions indiqueu quantes xifres significatives hi haurà en el resultat final de les següents operacions:

| |
|-------------------------|
| $14,8 + 2,30 + 6,3333$ |
| $78,5 + 6,23 - 8,05084$ |
| $144,45 - 144,11$ |

8. Efectueu les operacions següents:

$$703 \text{ h} + 7 \text{ h} + 0,66 \text{ h}$$

$$18,425 \text{ cm} + 7,21 \text{ cm} + 5,0 \text{ cm}$$

$$0,035 \text{ s} + 0,097 \text{ s} + 0,225 \text{ s}$$

$$4,0 \text{ N} + 0,632 \text{ N} + 0,148 \text{ N}$$

$$7,26 \text{ m} - 0,2 \text{ m}$$

$$562,4 \text{ m} - 16,8 \text{ m}$$

$$34 \text{ kg} - 0,2 \text{ kg}$$

$$28,3 \text{ km} + 6,0075 \text{ km} + 303,2 \text{ km}$$

9. Obteniu el resultat de les següents operacions utilitzant el nombre de xifres significatives correcte:

$$3,28 \cdot 10^5 + 4,25 \cdot 10^7$$

$$3,7 \cdot 10^6 + 2,91 \cdot 10^7$$

$$1,91 \cdot 10^{-3} - 1,7 \cdot 10^{-5}$$

$$2,78 \cdot 10^{-8} - 5,31 \cdot 10^{-9}$$

$$7,69 \cdot 10^{17} - 2,0299 \cdot 10^{11}$$

$$2,54 \cdot 10^5 + 3,22 \cdot 10^7$$

10. Obteniu el resultat de les següents expressions:

$$a) 3,2 \cdot 8,67$$

$$b) \frac{3,2 \cdot 8,67}{3,008}$$

$$c) \frac{(2,0 \cdot 10^5) \cdot (3,77 \cdot 10^{-4})}{14,8 \cdot 3,4}$$

$$d) 0,0002 \cdot 45,6$$

11. Quantes xifres significatives hi haurà en el resultat de les següents expressions?

$$a) 4,3 \cdot 2,54$$

$$c) \frac{3,8 \cdot 5,20}{2,834}$$

$$e) 0,0005 \cdot 22,4$$

$$b) (3,0 \cdot 10^3) \cdot (5,22 \cdot 10^{-5})$$

$$d) 21,6 \cdot 5,3$$

12. Obteniu el resultat de les següents operacions:

$$a) \frac{63,25}{4,17 \cdot 10^{-3}}$$

$$b) \frac{5,3 \cdot 10^3}{6,2 \cdot 10^2}$$

$$c) (4,2 \cdot 10^3) \cdot (5,1 \cdot 10^5)$$

$$d) (2,1 \cdot 10^{-4}) \cdot (9,6 \cdot 10^6)$$

$$e) \frac{(2,0)^5}{3,1415926}$$

$$f) \frac{0,456 \cdot 7,8}{9,0123}$$

$$g) (5,2 \cdot 10^{15}) \cdot (8,7 \cdot 10^5)$$

$$h) \frac{2,4 \cdot 10^5}{8,2 \cdot 10^{-5}}$$

$$i) \frac{(3,6 \cdot 10^7) \cdot (1,2 \cdot 10^{-4})}{6,3 \cdot 10^{-3}}$$

$$j) \frac{5,47 \cdot 10^7}{(26,67 \cdot 10^{-3})^2} - (3,63 \cdot 10^{11})$$

$$k) \frac{12 \pi}{4,56 \cdot 10^{-3}}$$

$$l) \frac{4\pi \cdot 1,1^3}{3}$$