



Generalitat de Catalunya
**Institut d'Educació Secundària
Montmeló**
Seminari de Física i Química

Dossier de Física

1r Batxillerat

Curs 05/06
Jaume Borbon

Ciència Recreativa:

<http://www.wsu.edu/DrUniverse/Contents.html>

<http://www.electronicmonk.com>

<http://freeweb.pdq.net/headstrong/>

<http://www.explorescience.com>

<http://www.lucent.com/ideas2/heritage/transistor/>

<http://www.auschron.com/mrpants/>

<http://www.mip.berkeley.edu/physics/index.html>

<http://ccwf.cc.utexas.edu/~vbeatty/origami/>

Revistes:

Physics Today

<http://www.aip.org.pt>

Physics Education

<http://www.iop.org>

Science Scope

<http://www.nsta.org/pubs/scope>

Investigación y Ciencia

<http://www.sciam.com/>

The Physics Teacher

<http://www.aapt.org/>

Enseñanza de las ciencias

<http://www.blues.uab.es/rev-ens-ciencias>

El rincón de la Ciencia

<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/rincon.htm>

Mesures:

Practicant amb xifres significatives

<http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/applist/sigfig/sig.htm>

Conversió d'unitats

<http://www.onlineconvrsin.com/index.htm>

Física en general:

La baldufa de la UPC

<http://baldufa.upc.es>

Física amb ordinador

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>

40 applets de Walter Fendt (desembre 2001). Hi ha traducció al castellà

<http://home.a-city.de/walter.fendt/phe/phe.htm>

Col·lecció d'applets de Física, de la UB, en català

<http://www.ecm.ub.es/team/>

Universitat de València

<http://fiseo.uv.es/catala/applets.html>

Physic 2000, pàgina en castellà

<http://www.maoka.org/f2000/index.html>

Física re-Creativa: experiments virtuals de l'Argentina

<http://www.fisicarecreativa.com>

Laboratori virtual de física de NTNU, per Fu kWun Hwang de Taiwan.

<http://www.edu.aytolacoruna.es/aula/fisica/applets/Hwang/ntnujava/indexH.html>

Les 1200 demostracions més importants en física Physical Sciences Resource Center

<http://www.psrc-online.org>

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.

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

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 v	hertz	Hz	s^{-1}
Força	F	newton	N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
Pressió	P	pascal	Pa	$N \cdot m^{-2}$
Energia Treball Calor	E W Q	joule	J	$N \cdot m$
Potència	P	watt	W	$J \cdot s^{-1}$
Càrrega elèctrica	Q	coulomb	C	$A \cdot s$
Potencial elèctric Diferència de potencial Força electromotriu	V ΔV ε	volt	V	$J \cdot C^{-1} = W \cdot A^{-1}$
Resistència elèctrica	R	ohm	Ω	$V \cdot A^{-1}$
Capacitat	C	farad	F	$C \cdot V^{-1} = A \cdot s \cdot V^{-1}$
Camp magnètic	B	tesla	T	$N \cdot A^{-1} \cdot m^{-1}$
Flux magnètic	ϕ	weber	Wb	$T \cdot m^2 = N \cdot m \cdot A^{-1}$
Inductància	L	henry	H	$J \cdot A^{-2} = N \cdot m \cdot A^{-2}$

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 μm .

Vegem algun exemple d'utilització d'aquests submúltiples, 1 μg (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 $2,9 \cdot 10^{-17}$ μg . Sense utilitzar el submúltiple escriuríem $2,9 \cdot 10^{-23}$ 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	$1 \text{ km/h} = 0,2778 \text{ m·s}^{-1}$
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	$1 \text{ kW·h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$
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	g·cm^{-3}	$1 \text{ g·cm}^{-3} = 1000 \text{ kg·m}^{-3}$

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 **factors 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:

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

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,

$$\begin{aligned} 429,761 &\rightarrow 429,8 \\ 23,7652 &\rightarrow 23,8 \\ 12,7450 &\rightarrow 12,7 \\ 42,006 &\rightarrow 42,0 \\ 32,064 &\rightarrow 32,1 \\ 43,046 &\rightarrow 43,0 \\ 2,453 &\rightarrow 2,5 \end{aligned}$$

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,

$$\begin{aligned} 429,5 &\rightarrow 430 \\ 22,5 &\rightarrow 22 \end{aligned}$$

“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,

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

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

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,

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

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

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

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	$\lambda_c = h/2e$	$2,426 \cdot 10^{-12} \text{ m}$
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	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
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	$3,844 \cdot 10^8 \text{ m}$
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

R: ($2,7631 \cdot 10^4$; $2,7631 \cdot 10^6$; $1,5 \cdot 10^4$; $3,4 \cdot 10^{-8}$; $1,6 \cdot 10^3$; $4,32976 \cdot 10^3$; $3,902 \cdot 10^{-3}$; $8,002 \cdot 10^{-2}$; $3,76 \cdot 10^{-5}$)

2. Expressen les següents quantitats en notació ordinària:

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

R: (0,00234; 1760000; 0,00005799; 45000000; 670; 2720000; 2720000; 345600; 1200)

3. Indiqueu quantes xifres significatives contenen les següents quantitats:

454	14,0	345600
2,2	$9,3 \cdot 10^7$	3,14
2,205	$1,118 \cdot 10^{-3}$	0,003800
0,3937	1030	$3,4560 \cdot 10^5$
0,0353	125000	0,02547
1.0080	0,2547	$4,00 \cdot 10^2$

R: (3; 2; 4; 4; 3; 5; 3; 2; 4; 3; 3; 4; 4; 3; 4; 5; 4; 3)

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

1,204	281,0091	139,9942	429,761
0,11850	35,9962	239,9986	2,453
43,053	12,902	42,006	23,7652

R: (1,20; 0,12; 43,05; 281,01; 36,00; 12,90; 139,99; 240,00; 42,01; 429,76; 2,45; 23,77)

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

R: ($2,76 \cdot 10^4$; $3,73 \cdot 10^{-1}$; $4,67 \cdot 10^1$; $3,33 \cdot 10^1$; $2,46 \cdot 10^4$; $3,45 \cdot 10^{-5}$)

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

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

R: (23,9; 1700,33; 9,7; 2,8; 91,64; 1007,7; 2,8; 65,9)

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

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

R: (3; 3; 2)

8. Efectueu les operacions següents:

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

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

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

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

$$\text{R: } (711 \text{ h}; 30,6 \text{ cm}; 0,357 \text{ s}; 4,8 \text{ N}; 7,1 \text{ m}; 545,6 \text{ m}; 34 \text{ kg}; 337,5 \text{ km})$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{R: } (4,28 \cdot 10^7; 3,28 \cdot 10^7; 1,89 \cdot 10^{-3}; 2,25 \cdot 10^{-8}; 7,69 \cdot 10^{17}; 3,25 \cdot 10^7)$$

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

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

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

10. Obteniu el resultat de les següents expressions:

$$\text{a) } 3,2 \cdot 8,67$$

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

$$\text{R: } (28; 9,2; 1,5; 0,009)$$

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

$$\text{d) } 0,0002 \cdot 45,6$$

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

$$\text{a) } 4,3 \cdot 2,54$$

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

$$\text{e) } 0,0005 \cdot 22,4$$

$$\text{R: } (2; 2; 2; 2; 1)$$

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

$$\text{d) } 21,6 \cdot 5,3$$

12. Obteniu el resultat de les següents operacions:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{j) } \frac{5,47 \cdot 10^7}{(26,67 \cdot 10^{-8})^2} - (3,63 \cdot 10^{11})$$

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

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

$$\text{R: } (1,52 \cdot 10^4; 8,5; 2,1 \cdot 10^9; 2,02 \cdot 10^3; 10; 0,39; 4,5 \cdot 10^{21}; 2,9 \cdot 10^9; 6,9 \cdot 10^5; 7,69 \cdot 10^{20}; 8,27 \cdot 10^3; 5,6)$$



1. Errors

Els instruments de mesura no proporcionen uns resultats matemàticament exactes. Si en pesar un cos en una balança obteniu el valor 2,4 g, no vol dir que pesa exactament 2,400000... g, sinó que la seva massa és molt propera a 2,4 g.

Els mesurament estan afectats per factors que introdueixen errors en els resultats.

Sensibilitat d'un aparell de mesura és el mínim valor que pot apreciar l'aparell. La sensibilitat ens delimita el nombre de xifres que es poden escriure en una mesura determinada, ja que no tindrà sentit escriure aquelles xifres que indiquen valors més petits que la sensibilitat.

Per exemple,

Suposem que volem mesurar el volum d'una determinada quantitat de líquid i que disposem de dues provetes de capacitats de 25 i 50 cm³, respectivament.

La sensibilitat serà de 0,5 cm³ per a la proveta petita, i d'1 cm³ per a la proveta gran.

Error absolut d'una mesura és la diferència, en valor absolut, entre el valor aproximat obtingut en el mesurament i el valor vertader o exacte de la mesura.

$$\epsilon_a = |\Delta x| = |a - x|$$

Per exemple,

L'error comès si en pesar 12,2536 g d'una substància obtenim un valor de 12,21 g és:

$$\epsilon_a = |12,21 - 12,2536| = 0,0436 \text{ g}$$

Error relatiu d'una mesura és el quocient entre l'error absolut i el valor vertader o exacte de la mesura.

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon_a}{x}$$

Per exemple,

L'error relatiu si en pesar 12,2536 g d'una substància hem comès un error absolut de 0,0436 g és:

$$\epsilon_r = \frac{0,0436}{12,2536} = 0,00356 \quad (0,356\%)$$

Com que l'error relatiu expressa l'error comès per unitat mesurada, un error relatiu petit ens indica que la mesura és millor; és a dir, **més precisa**.

2. Expressió del resultat d'una única mesura directa (Sensibilitat)

Si únicament disposem d'una mesura donarem com a error absolut (imprecisió absoluta) el límit de **sensibilitat** de l'aparell, és a dir, el mínim valor que es pot apreciar.

Per exemple,

El resultat de la mesura d'una longitud ha estat de 1,63 m i la mesura l'hem realitzada amb un regle que està graduat en **cm**. L'error absolut $\Delta x = 1 \text{ cm}$ (0,01 m).

El resultat de la mesura: $x = (1,63 \pm 0,01) \text{ m}$

3. Expressió d'una magnitud a partir de varies mesures

Quan repetim diverses mesures d'una mateixa magnitud les mesures obtingudes depenen de la rapidesa dels nostres reflexos. Per a aquestes mesures, mesurem la magnitud les vegades que calgui, i agafem com a resultat la mitjana aritmètica de tots els valors obtinguts.

El **valor representatiu** l'obtindrem calculant el **valor mitjà** de les mesures i les desviacions (errors absoluts particulars) de cada mesura respecte de la mitjana. Agafarem com a error absolut de la mesura el valor màxim dels errors particulars. Per exemple,

Hem realitzat cinc mesures d'una mateixa longitud:

Valor x_i (m)	Desviació Δx_i (m)
1,63	0,00
1,59	0,04
1,65	0,02
1,62	0,01
1,64	0,01

Valor mitjà **1,63**

Error absolut **0,04**

Així l'expressió correcta de la mesura experimental és: $x = 1,63 \pm 0,04 \text{ m}$.

CONVENI PER A EXPRESSAR CORRECTAMENT L'ERROR ABSOLUT

Per conveni, l'error absolut **no pot tenir més d'una xifra significativa**. Només en durà dues quan:

- la primera xifra sigui un 1; o bé, un 2 seguit d'un xifra menor de 5.
- el valor representatiu de la mesura ha de tenir les xifres necessàries perquè la seva última significativa sigui del **mateix ordre decimal** que l'última de l'error absolut.



Exemple:

Incorrectes	Correctes
0,123	0,12
0,186	0,19
1,75	1,8
0,01423	0,014
2,6	3
0,92	0,9
2,41	2,4
4,81	5
0,25	0,3
0,24	0,24

Un altre exemple: Una mesura ve donada incorrectament per (6534 ± 175) m

- l'error absolut ha de tenir dues xifres significatives, perquè la primera és un 1; per tant, l'error absolut és 180 m.
- el valor de la mesura 6534 ha de ser tal que l'última xifra significativa sigui del mateix ordre decimal que l'última xifra significativa de l'error, en aquest cas és el 8; per tant, el valor de la mesura serà $6,53 \cdot 10^3$ m.

Així doncs, l'expressió correcta de la mesura és:

$$(6,53 \pm 0,18) \cdot 10^3 \text{ m, o bé } 6,53 \pm 0,18 \text{ km}$$

Altres exemples:

incorrectes	correctes
$3,418 \pm 0,1233$	$3,42 \pm 0,12$
$6,3 \pm 0,09$	$6,30 \pm 0,09$
46288 ± 1551	$(4,63 \pm 0,16) \cdot 10^4$ o bé 46300 ± 1600
$428,351 \pm 0,27$	$428,4 \pm 0,3$
$0,01683 \pm 0,0058$	$0,017 \pm 0,006$ o bé $(1,7 \pm 0,6) \cdot 10^{-2}$

4. Expressió del resultat d'una mesura indirecta

- Es calcula l'error relatiu de la mesura a partir dels errors relatius de les mesures prèvies.
- L'error relatiu de la mesura serà **la suma dels errors relatius** de les mesures prèvies.

Per exemple,

Volem expressar correctament la superfície d'un rectangle de costats:

$$a = 40,0 \pm 0,2 \text{ m}$$

$$b = 12,0 \pm 0,2 \text{ m}$$

El valor representatiu de la superfície serà: $S = a \cdot b$; per tant, $S = 40,0 \cdot 12,0 = 480 \text{ m}^2$.

L'error relatiu de S serà: $\varepsilon_{rS} = \varepsilon_{ra} + \varepsilon_{rb}$

Com que

$$\varepsilon_{ra} = \frac{0,2}{40,0} = 0,005 \qquad \varepsilon_{rb} = \frac{0,2}{12,0} = 0,0167$$

Aleshores

$$\varepsilon_{rS} = 0,005 + 0,0167 = 0,0217 \quad (2,17 \%)$$

L'error absolut de S serà doncs,

$$\varepsilon_{aS} = 480 \cdot 0,0217 = 10,416$$

D'acord amb el conveni de xifres significatives i decimals, $\varepsilon_{aS} = 10 \text{ m}^2$

Per tant, l'expressió correcta de la mesura serà: **$S = 480 \pm 10 \text{ m}^2$** .

Un altre exemple:

Per a determinar la densitat d'un material, se'n pesa un tros en una balança electrònica, que aprecia 0,0001 g, i en resulta 15,2500 g; i el seu volum es mesura per desplaçament de l'aigua en una proveta: s'obté 30,0 cm³. Determineu l'error absolut de totes dues mesures i calculeu la densitat del material així com la imprecisió (error) que li assignaríeu.

D'acord amb la definició de densitat $\rho = \frac{m}{V}$, el valor de la densitat serà:

$$\rho = \frac{15,2500}{30,0} = \mathbf{0,508 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}}$$

L'error relatiu de ρ és $\varepsilon_{rp} = \varepsilon_{rm} + \varepsilon_{rV}$; com que

$$\varepsilon_{am} \text{ (sensibilitat de la balança)} = \mathbf{0,0001 \text{ g}}$$

$$\varepsilon_{aV} \text{ (sensibilitat de la proveta)} = \mathbf{0,1 \text{ cm}^3}$$

L'error relatiu de la densitat serà:

$$\varepsilon_{r\rho} = \frac{0,0001}{15,2500} + \frac{0,1}{30,0} = 0,003 \rightarrow \varepsilon_{rp} = 0,3\%$$

Aleshores, l'error absolut serà: $0,508 \cdot 0,003 = 0,00152 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$

D'acord amb el conveni de xifres significatives i decimals, $\varepsilon_{ap} = 0,002 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$

Per tant, el valor correcte d'aquesta densitat serà de:

$$\mathbf{0,508 \pm 0,002 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}}.$$



EXERCICIS

13. Supposeu que mesurem 4 cm^3 d'un líquid amb dues provetes de sensibilitats de $0,1$ i 1 cm^3 , respectivament. Expresseu el resultat de la mesura amb el nombre de xifres significatives correcte. Quina de les dues provetes és més precisa?
R: ($4,0 \text{ cm}^3$) (4 cm^3) (la primera)
14. Esbrineu quina és la sensibilitat dels aparells amb què s'han fet les mesures de 120 cm^3 i $1,120 \text{ cm}^3$.
R: (1 cm^3) ($0,001 \text{ cm}^3$)
15. Mesureu 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 expressareu el resultat amb precisió.
R: ($10,0 \text{ cm}^3$)
16. Heu pesat una mateixa massa en tres balances diferents i heu obtingut els resultats següents: $1,520 \text{ g}$, $1,5200 \text{ g}$ i $1,52 \text{ g}$. Quina diferència hi ha entre aquests resultats?. Relacioneu aquests resultats amb la sensibilitat de les balances utilitzades.
17. Determineu l'error absolut i relatiu que s'ha comès en mesurar un filferro de 2 m de llargada si n'hem mesurat 198 cm .
R: (2 cm) (1%)
18. En la mesura d' 1 m heu comès un error d' 1 mm i en la de 300 km , 300 m . Quin error és més gran?
R: (el mateix)
19. Quin és el major i el menor error relatiu que podeu cometre amb una balança de càrrega màxima d' 1 kg si aprecia $0,01 \text{ g}$?
R: (100%) ($0,001 \%$)
20. Mesureu una longitud amb una cinta mètrica d' 1 mm de sensibilitat i obteniu un resultat de $115,2 \text{ cm}$. Calculeu l'error absolut i l'error relatiu comesos.
R: ($0,1 \text{ cm}$) ($0,087 \%$)
21. En pesar un objecte tres vegades, heu obtingut els resultats següents:

$20,08 \text{ g}$ $19,87 \text{ g}$ $20,05 \text{ g}$

Expresseu amb precisió el resultat de la mesura.

R: ($20,00 \pm 0,13 \text{ g}$)

22. El resultat d'unes mesures ha estat donat d'una forma incorrecta de la següent manera:

a) $0,000687 \pm 0,000037 \text{ kg}$

b) $136,28 \pm 3,4 \text{ m}$

Expresseu-los correctament. Expresseu el resultat de la primera mesura en grams

R: ($0,00069 \pm 0,00004 \text{ kg}$) ($136 \pm 3 \text{ m}$) ($0,69 \pm 0,04 \text{ g}$)

23. En la mesura d'un longitud heu determinat els següents valors:

1,32 cm	1,30 cm	1,32 cm	1,33 cm	1,32 cm
1,31 cm	1,32 cm	1,31 cm	1,31 cm	1,31 cm

Expresseu amb precisió el resultat de la mesura.

R: $(1,32 \pm 0,02 \text{ cm})$

24. Cinc cronometradors han mesurat el temps que ha trigat un nedador a recórrer 100 m. Els resultat, en segons, han estat els següents

58,6 58,4 58,4 58,5 58,5

Expresseu amb precisió el resultat del nedador en aquesta prova de natació.

R: $(58,5 \pm 0,1 \text{ s})$

25. Per mesurar la resistència elèctrica d'un element R d'un circuit elèctric, heu fet una mesura de la intensitat elèctrica que hi circula, aplicant-hi diferents tensions elèctriques. Els resultats obtinguts han estat els següents:

I (A)	0,0075	0,0150	0,0225	0,0300	0,0360	0,0475	0,052
V (V)	0,49	0,99	1,48	2,01	2,41	3,12	3,39
$R = \frac{V}{I} \text{ (}\Omega\text{)}$							

Expresseu amb precisió el resultat d'aquesta mesura.

R: $(66 \pm 1 \Omega)$

26. Amb un peu de rei heu determinat que el diàmetre d'una bola metàl·lica és 30,0 cm i amb una balança, que la seva massa és de 150,25 g. Determineu el valor precís de la seva densitat.

R: $(10,63 \pm 0,07 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-3})$

27. Amb l'expressió $F = \frac{2md}{t^2}$ podeu trobar la força que ha actuat sobre un cos en posar-

lo en moviment, on m és la massa el cos en kg,

d la distància que recorre, en m; i

t el temps invertit en aquest recorregut, en s.

Si la massa del cos l'heu determinada amb una balança de precisió i us ha donat 15,342 g de massa; el recorregut que ha fet el cos l'heu mesurat amb un flexòmetre i ha donat 15,25 cm; i el temps invertit l'heu determinat amb un cronòmetre i ha estat de 4,52 s. Determineu el valor precís de la força que hi ha actuat.

R: $(229,0 \pm 0,7 \mu\text{N})$



28. En determinar el valor de l'expressió $x = \frac{7a^2}{b}$ heu trobat per a i b els següents valors:

<u>Valors d'a</u>	<u>Valors de b</u>
2,2000	4,1000
2,1990	4,0990
2,2010	4,1001
2,1985	4,1002

Determineu amb precisió quin és el valor de x.

R: $(8,261 \pm 0,007)$

29. Per determinar experimentalment l'acceleració de la gravetat es fa servir un pèndol simple, a través de l'expressió $g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$, on l és la longitud del pèndol (en m) i T el període (en s). Amb un flexòmetre feu diverses mesures de la longitud de pèndol i amb un cronòmetre, diverses mesures del període. Els resultats que heu obtingut han estat els següents:

<u>l (m)</u>	<u>T (s)</u>
1,22	2,26
1,27	2,25
1,22	2,23
1,21	2,24
1,23	2,25
1,27	2,27

Determineu el valor precís de l'acceleració que haureu obtingut.

R: $(9,7 \pm 0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2})$

30. Heu efectuat les següents mesures del diàmetre i l'altura d'un cilindre metàl·lic:

<u>d (cm)</u>	<u>h (cm)</u>
3,98	5,01
4,02	4,98
4,00	4,99
3,96	5,02
4,04	5,00

Determineu amb precisió quin és el volum d'aquest cilindre, mitjançant l'expressió $V = \pi r^2 h$, on r és el radi de la base del cilindre i h l'altura.

R: $(62,8 \pm 0,9 \text{ cm}^3)$

CRITERIS DE SIGNES

Les equacions vectorials generals **per a moviments uniformement accelerats**:

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 + \mathbf{v}_0 t + \frac{1}{2} \mathbf{a} t^2$$

$$\mathbf{v} = \mathbf{v}_0 + \mathbf{a} t$$

$$\mathbf{v}^2 - \mathbf{v}_0^2 = 2\mathbf{a}(\mathbf{r} - \mathbf{r}_0)$$

poden aplicar-se a les diferents possibilitats de moviments uniformement variats fent servir els canvis que es mostren al quadre següent:

	Mov. curvilini	Mov. rectilini sobre l'eix X	Mov. vertical de caiguda lliure	Mov. circular (magnituds angulars)	Mov. circular (magnituds lineals)
Posició (angle) per a qualsevol temps	$\mathbf{r}$	x	y	θ	s
Posició (angle) per a $t = 0$	$\mathbf{r}_0$	x_0	y_0	θ_0	s_0
Velocitat per a qualsevol temps	$\mathbf{v}$	v_x	v_y	ω	v
Velocitat per a $t = 0$	$\mathbf{v}_0$	v_{0x}	v_{0y}	ω_0	v_0
Acceleració	$\mathbf{a}$	a_x	g	α	a_t

Quant als signes, heu de tenir en compte el següent:

◇ components de $r, x, y, \sin \theta, \cos \theta$ { POSITIUS per sobre i a la dreta de l'origen
NEGATIUS per sota i a l'esquerre de l'origen

◇ components de v, v_x, v_y { POSITIUS si el vector corresponent apunta cap a la dreta ($\rightarrow$) o cap amunt ($\uparrow$)
NEGATIUS si el vector corresponent apunta cap a l'esquerre ($\leftarrow$) o cap a baix ($\downarrow$)

◇ g, g sempre NEGATIVA

◇ a, a, a_t, α { POSITIVA { en moviments accelerats de velocitat positives
en moviments desaccelerats de velocitats negatives
NEGATIVA { en moviments accelerats de velocitat negatives
en moviments desaccelerats de velocitats positives

◇ s, θ, ω i els angles { POSITIUS quan el sentit de gir sigui antihorari
NEGATIUS quan el sentit de gir sigui horari



EXERCICIS

31. Un atleta corre 2 km en 5 min i triga 10 min a tornar a la sortida: a) Quina és la velocitat mitjana durant els primers 5 minuts?. b) Quina és la velocitat mitjana quan torna caminant?. c) Quina és la velocitat mitjana total?
R: ($6,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($-3,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
32. a) Quant triga la llum a arribar des del Sol fins a la Terra, separats una distància de $1,5\cdot 10^{11} \text{ m}$?; b) quant triga la llum a arribar de la Lluna a la Terra, a una distància de $3,84\cdot 10^8 \text{ m}$?; c) Un any-llum és una unitat de distància igual a la distància que recorre la llum en un any, trobeu la distància equivalent a un any-llum en quilòmetres.
R: (8,33 min) (1,28 s) ($9,46\cdot 10^{12} \text{ km}$)
33. Una partícula està a $x = +5 \text{ m}$, a $t = 0 \text{ s}$; $x = -7 \text{ m}$, a $t = 6 \text{ s}$ i $x = +2 \text{ m}$, a $t = 10 \text{ s}$. Trobeu la velocitat mitjana de la partícula en els intervals entre: a) $t = 0$ i $t = 6 \text{ s}$; b) $t = 6 \text{ s}$ i $t = 10 \text{ s}$; c) $t = 0$ i $t = 10 \text{ s}$.
R: ($-2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($2,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($-0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
34. Un cotxe viatja en línia recta amb una velocitat mitjana de $80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ durant 2,5 s i després amb una velocitat mitjana de $40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ durant 1,5 s. Calculeu: a) quin és el desplaçament total durant els 4 s; b) quina és la velocitat mitjana.
R: (260 m) ($65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
35. Un cotxe que està recorrent 100 m ha fet els primers 50 m a $40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Quina velocitat haurà de portar en els 50 m restants per a obtenir una velocitat mitjana de $50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$?
R: ($66,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
36. L'equació d'un mòbil és $x = 8t^2 - 6t + 4$. Determineu si el moviment és uniformement accelerat o no; i la velocitat del mòbil al cap d'1 s.
R: ($16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
37. Un cotxe de joguina es mou amb acceleració constant. quan el cronòmetre senyala 5 s, el cotxe es troba a 0,7 m. Quan el cronòmetre indica 9 s, es troba a 0,9 m i quan el cronòmetre senyala 15 s, es troba a 2,8 m. Calculeu: a) l'acceleració amb què es mou; b) el valor de x_0 ; c) el valor de v_0 .
R: ($0,053 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (1,64 m) ($-0,32 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
38. Un automòbil es desplaça a $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. En un instant donat, el conductor observa una roca al mig de la carretera a 200 m davant seu. Si triga a frenar 14 s, amb quina acceleració constant ha de frenar per aturar-se a 5 m davant la roca.
R: ($-1,98 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)
39. Una partícula surt d'O i en passar pel punt A té una velocitat de $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i en passar per un altre punt B distant 50 m d'A, la velocitat de la partícula és $25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Si el moviment és uniformement accelerat, calculeu l'acceleració, el temps que triga en anar d'A a B i la distància d'O a A.
R: ($5,25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (2,86 s) (9,52 m)

40. Escriuiu l'equació de moviment d'un mòbil que es desplaça amb una acceleració constant de $-2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, tot sabent que quan $t = 3 \text{ s}$, es troba a 20 m i la seva velocitat és de $12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Quina serà la seva posició i la seva velocitat quan $t = 10 \text{ s}$?

R: ($x = -25 + 18t - t^2$; $v = 18 - 2t$) (55 m ; $-2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

41. En estudiar el moviment d'un cos s'han obtingut les següents dades:

$x \text{ (m)}$	0	7,5	30	67,5	120
$t \text{ (s)}$	0	5	10	15	20

Justifiqueu de quin tipus de moviment es tracta i trobeu les equacions del moviment.

R: ($x = 0,3t^2$; $v = 0,6t$)

42. Un automòbil inicialment en repòs accelera amb $a = 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ durant 10 s . A continuació, segueix amb la velocitat copsada fins que als 30 s , des que va començar, frena tot aconseguint aturar-se en 5 s . Trobeu la distància total recorreguda.

R: (550 m)

43. Un automòbil està aturat en un semàfor tot esperant que es posi verd. A l'instant en què això succeeix, és avançat per un camió amb velocitat constant de $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Dos segons després arrenca l'automòbil amb acceleració constant de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, després de 15 s d'estar accelerant manté la velocitat adquirida. Calculeu: a) a quina distància del semàfor l'automòbil ateny el camió; b) quina velocitat té l'automòbil en aquest instant.

R: (356 m) ($30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

44. Un moviment rectilini té una equació: $x = 3 - 2t + t^2$. Calculeu: a) la posició inicial; b) la funció velocitat-temps; c) la velocitat a l'instant $t = 1 \text{ s}$; d) l'acceleració. justifiqueu de quin tipus de moviment es tracta i dibuixeu les gràfiques x/t i v/t .

R: (3 m) ($v = -2 + 2t \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

45. Un cotxe circula per una carretera. Durant la primera mitja hora manté una velocitat de $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, l'hora següent la manté a $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ i durant els últims 40 minuts es mou a $110 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Quina ha estat la velocitat mitjana del viatge?

R: ($98 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)

46. Un cotxe es mou a una velocitat constant de $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Comença a accelerar i en 5 s passa a tenir una velocitat de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculeu: a) l'acceleració; b) l'espai recorregut en aquests 5 s i dibuixeu les gràfiques x/t i v/t .

R: ($2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (75 m)

47. Un cotxe accelera constantment des del repòs a $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. a) quina velocitat té després de 10 s ?; b) quina distància ha recorregut en 10 s ?; quina és la seva velocitat mitjana a l'interval entre $t = 0$ i $t = 10 \text{ s}$?

R: ($80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (400 m) ($40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

48. Un objecte amb acceleració constant té una velocitat $v = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ quan està a $x = 6 \text{ m}$ i $v = 15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ quan està a $x = 10 \text{ m}$. Quina és la seva acceleració?

R: ($15,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)



49. Quant triga una partícula a recórrer 100 m si comença en repòs i és accelerada a $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$? Quina és la velocitat quan ha recorregut 100 m? Quina és la velocitat mitjana durant aquest temps?
R: (4,47 s) ($44,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($22,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
50. Un cotxe de carreres en frenar pot atènyer una acceleració negativa igual a g ; és a dir, el valor de a és $-g$. Calculeu: a) quant trigarà a frenar si la seva velocitat punta és de $246 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$? b) quina distància recorrerà fins a aturar-se?
R: (25 s) (3 km)
51. La llebre i la tortuga comencen una cursa de 10 km a l'instant $t = 0$. La llebre corre a $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i ràpidament s'allunya de la tortuga que avança a $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (10 vegades més ràpid que les tortugues reals, però a una velocitat més convenient per al nostre problema). Després de córrer 5 min, la llebre s'atura a fer una becaïna. Dorm 135 min, s'aixeca i torna a córrer a $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ però perd la cursa. Traceu les corbes x en funció de t per a la llebre i per a la tortuga sobre els mateixos eixos. a) En quin moment la tortuga avança la llebre? b) A quina distància de la tortuga es troba la llebre quan aquella travessa la línia d'arribada? c) Quant de temps podria dormir la llebre sense perdre la cursa?
R: (20 min) (2,4 km darrera la tortuga) (125 min)
52. Un cotxe de policia encalça un infractor que viatja a $125 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Inicialment, els policies estaven aturats i arranquen amb una acceleració constant de $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ fins a arribar als $190 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Calculeu: a) quan el cotxe de policia atrapa l'infractor, si engega just quan l'infractor passa; b) la distància que haurà recorregut cada cotxe i traceu la corba x en funció de t per a cada cotxe.
R: (34,7 s) (1,20 km)
53. Un estudiant que corre a $9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ està 40 m darrera d'en Joan quan aquest arranca amb la seva moto a $0,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. a) Quina distància necessita l'estudiant per atrapar en Joan? b) durant quant de temps l'estudiant va per endavant d'en Joan?
R: (60 m) (6,67 s)
54. Un planejador es mou tot seguint un corrent d'aire amb una acceleració constant a . Quan entra al corrent ($x = 0$) porta una velocitat v_0 . A l'instant $t = 8 \text{ s}$, està a $x = 100 \text{ cm}$ i es mou amb una velocitat $v = -15 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$. Amb aquestes dades trobeu la velocitat inicial v_0 i l'acceleració a .
R: ($0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($-0,07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)
55. Un tren metropolità parteix d'una estació amb acceleració constant i al cap de 10 s ateny una velocitat de $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Manté aquesta velocitat durant 2 minuts. En arribar a l'estació següent frena uniformement recorrent 200 m fins a parar. Calculeu: a) l'acceleració a la primera fase del moviment; b) l'espai que recorre mentre accelera; c) l'acceleració que té a l'última fase; d) el temps que ha estat en moviment; e) l'espai total recorregut; f) dibuixar les gràfiques v/t i x/t .
R: ($2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (100 m) ($-1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (150 s) (2,7 km)

56. Per un punt passa un cos amb una velocitat constant de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Dos segons després, parteix del mateix punt a la mateixa direcció i sentit un altre cos amb acceleració constant de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Calculeu: a) el temps que triga el segon cos a atènyer el primer; b) a quina distància l'ateny; c) la velocitat que té cadascun en aquest instant.
R: (21,8 s) (476 m) (20 i $43,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
57. El moviment d'una partícula ve donat per l'equació: $x = -t^2 + 10t + 5$. Calculeu: a) a quin instant passa per l'origen de coordenades; b) quina velocitat té en aquest moment; i dibuixa les gràfiques v/t i x/t .
R: (10,5 s) ($-11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
58. Un automòbil es desplaça per una carretera a $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. En un moment donat, el conductor observa una roca despresa enmig de la carretera a 200 m davant del seu vehicle. Si tarda 2 s a frenar amb quina acceleració constant ha de frenar per aturar-se a 5 m davant de la roca.
R: ($-2,78 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)
59. Un cotxe agafa l'autopista de València cap a Castelló amb una velocitat constant de $108 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a les 9 del matí. Un quart d'hora després, un altre cotxe que viatge a $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ entra a l'autopista per Castelló dirigint-se cap a València. Tot sabent que la longitud del tros d'autopista considerat és de 70 km, trobeu on s'encreuaran.
R: (a 17,2 km de Castelló)
60. Dos mòbils es mouen tot seguint una trajectòria rectilínia entre dos punts A i B situats a 110 m l'un de l'altre. El primer surt d'A sense velocitat inicial i va cap a B amb una acceleració constant de $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. El segon surt de B dos segons més tard i va cap a A amb una velocitat constant de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculeu el punt on es troben i dibuixeu les gràfiques x/t d'ambdós mòbils.
R: (50 m d'A)
61. Un mòbil es desplaça sobre una línia recta de manera que la seva distància al punt de partida ve donada per l'expressió: $x = 6t - t^2$, on x s'expressa en metres i t en segons. Calculeu en quin moment canvia de sentit el moviment i quina és la posició del mòbil en aquest moment.
R: (3 s) (9 m)
62. Un mòbil es mou sobre l'eix OX de tal manera que la seva posició ve donada per $x = 2,25 + 4t - t^2$ m. Calculeu: a) en quin instant està parat; b) quan passa pel punt d'origen; c) quina és la distància màxima de l'origen en el sentit positiu i dibuixeu les gràfiques x/t i v/t .
R: (2 s) (4,5 s) (6,25 m)
63. Un tren surt d'una estació amb una acceleració constant de $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Un passatger arriba a l'andana 6 s després que l'extrem final del tren abandonés el punt en què es troba el passatger. Quina serà la velocitat mínima a què el passatger ha de córrer per abastar el tren, tot suposant que ho fa a la velocitat constant?.
R: ($4,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)



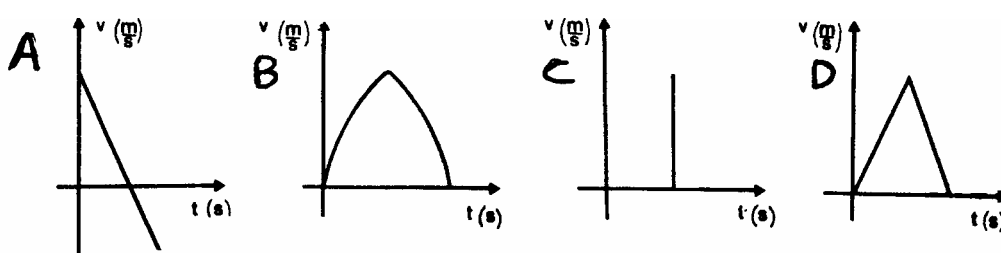
64. Un moviment està determinat per les equacions paramètriques següents: $x = 2 - t$; i $y = t^2 - 3$. Trobeu per a $t = 2$ s: a) el mòdul de la velocitat; b) el mòdul de l'acceleració; c) l'equació de la trajectòria.
R: $(4,12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$ $(2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2})$ ($y = x^2 - 4x + 1$)
65. El mòdul de la velocitat que porta un cos que es desplaça al llarg de l'eix d'abscisses ve donat per $v = 4t + 2$. Si a l'instant $t = 2$ s, la posició és 4 m, calculeu la posició a l'instant $t = 3$ s.
R: (16 m)
66. El maquinista d'un tren que es mou amb una velocitat constant de $108 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ veu un altre tren que marxa per la mateixa via i en el mateix sentit a $36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Quan els separa una distància de 399 m, comença a frenar amb una acceleració constant de $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Xoquen els trens?. Si xoquen, en quin moment?
R: (Sí) (als 38 s)
67. Un cos s'està movent al llarg d'una recta i l'abscissa de la seva posició ve donada per $x = 16t - 6t^2$ m, on t es mesura en segons. Calculeu:
a) la posició del cos per a $t = 1$ s;
b) els temps pels quals el cos passa per l'origen;
c) la velocitat mitjana per a l'interval de temps $2 \geq t \geq 0$ s;
d) el mòdul de la velocitat per a qualsevol instant;
e) el mòdul de la velocitat per a $t = 0$ s;
f) el temps i les posicions en què el cos està aturat;
g) l'expressió general de l'acceleració instantània;
h) el temps per als quals l'acceleració instantània és 0;
i) els intervals de temps en què el moviment és accelerat i retardat.
R: (10 m) (0 i 2,67 s) $(4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$ $(16 - 12t \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$ $(16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$ (1,33 s; 10,6 m) $(-12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2})$ (mai) (retardat fins 1,33 s i accelerat des de llavors)
68. Supposeu que un rifle dispara una bala amb una velocitat a la punta del canó de $300 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Si es negligeix la fricció de l'aire, a quina alçada pot arribar la bala?.
R: (4,59 km)
69. Un alumne que es troba a la seva habitació en una residència d'estudiants veu caure per davant la seva finestra un "globus ple d'aigua". S'apropa ràpidament a la finestra i mesura que el temps que triga un segon globus en recórrer els 1,2 m d'altura de la finestra és de 0,1 s. Si el globus es va deixar caure des del repòs, des quina altura respecte de la part inferior de la finestra es va deixar anar?.
R: (7,96 m)
70. Una pedra és llançada verticalment cap amunt des de la teulada d'un edifici amb una velocitat de $29,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Una altra pedra es deixa caure 4 s després de llançada la primera. Determineu si les dues pedres coincideixen a una mateixa altura en algun moment i, en cas afirmatiu, calcula el moment en què això succeeix.
R: (8 s)

71. Una pilota es deixa caure des d'una altura de 3 m, rebota a terra i puja tot seguit fins a 2 m. a) quina és la velocitat de la pilota tot just abans de tocar el terra?; b) quina és la velocitat tot just en separar-se del terra?; c) si està en contacte amb el terra 0,02 s, quin és el valor i el sentit de l'acceleració mitjana en aquest interval?
R: ($-7,65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($6,26 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($695 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ cap amunt)
72. Des d'una alçada de 80 m es deixa caure un cos alhora que es llança un altre des del terra cap amunt amb una velocitat de $50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculeu: a) el temps que triga en creuar-se; b) a quina alçada s'encreuen; c) quina velocitat té cadascun en aquest moment; d) on es troba el segon cos quan el primer arriba al terra.
R: (1,6 s) (67 m) ($34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $-16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (122 m)
73. Des d'un punt situat a 100 m d'altura es llança verticalment cap amunt un cos amb una velocitat de $50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Dos segons més tard es llança a la mateixa vertical un altre des de terra amb una velocitat de $150 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculeu: a) quant temps triga el segon en atènyer el primer; b) a quina alçada el copsarà; c) quina velocitat té cadascun en aquest instant; d) on es troba el segon quan el primer copsa l'altura màxima; e) on es troba el segon quan el primer arriba al terra.
R: (1,5 s) (215 m) ($16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $135 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (418 m) (1 km)
74. Es llança un cos verticalment cap amunt des d'una alçada de 50 m i s'observa que triga 15 s a arribar al terra. Calculeu: a) amb quina velocitat es va llançar; b) quina velocitat té 2 s abans d'arribar al terra; c) amb quina velocitat arriba al terra; d) quina alçada ateny.
R: ($70 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($-57 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($-77 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (300 m del terra)
75. Una pedra d'1 kg es deixa caure des d'un penya-segat de 10 m d'altura. Alhora es llança cap amunt des de la base del penya-segat una pilota amb una velocitat inicial de $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculeu: a) quin temps haurà transcorregut quan es trobin; b) en trobar-se, encara puja la pilota?; c) si la pedra tingués un pes de 2 kg, quina seria la resposta de l'apartat a)?; per què?
R: (0,67 s) ($8,43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (la mateixa: la massa no influeix)
76. Des dalt d'una torre es deixa caure una pedra sense velocitat inicial. Dos segons més tard es llança una altra pedra des del mateix lloc, però amb una velocitat inicial de $25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dirigida verticalment cap avall. Calculeu l'altura de la torre, tot sabent que ambdues pedres arriben alhora a terra i que podem negligir la resistència de l'aire. Quina serà la velocitat de cada pedra en arribar a terra?
R: (157 m) ($-55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $-61 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
77. Un canó antiaeri llança verticalment una granada amb velocitat inicial de $500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculeu: a) l'alçada màxima copsada per la granada; b) el temps que emprarà en copsar aquesta alçada màxima; c) en quins temps passarà pel nivell de 10 km d'alçada; d) la velocitat al cap de 40 i 80 s.
R: (12,7 km) (51 s) (27,3 i 74,6 s) ($108 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $-285 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)



78. Des d'una alçada de 100 m es deixa caure una pedra; 2 s després es llança una altra en la mateixa direcció i sentit de la primera. Amb quina velocitat s'ha de llançar la segona perquè atenyi la primera a 10 m del terra?. Quina velocitat té cada pedra en aquest instant?
R: $(-28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$ $(-42 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}; -50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$
79. Un cos llançat verticalment cap amunt des del terra fa dues passades consecutives per un punt situat a 100 m d'altura a un interval de 10 s (des que passa pujant fins que torna a passar baixant). Calculeu: a) amb quina velocitat es va llançar el cos; b) quina altura màxima ateny; c) quant temps ha estat en moviment; d) quina velocitat té en passar pel punt anterior.
R: $(66 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$ (222 m) (13,5 s) $(49 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$
80. Es llança un cos cap amunt amb una velocitat inicial de $45 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Quina alçada assolirà?. Quant temps trigarà a passar novament pel punt de partida?
R: (7,96 m) (2,55 s)
81. Un punt A es troba a la mateixa vertical que un altre punt B i a 60 m d'alçada sobre ell. Des d'A es deixa caure un cos sense velocitat inicial. Dos segons després es llança, des de B, un altre cos amb una velocitat inicial de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, verticalment cap amunt. Calculeu en quin punt xocaran ambdós cossos i dibuixeu les gràfiques x/t i v/t d'ambdós mòbils perquè es vegi el punt de contacte.
R: (a 15 m des de B)
82. Es llança verticalment cap amunt una pilota amb velocitat $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculeu: a) quina és la velocitat i situació de la pilota després de 2 s i 4 s; b) quina velocitat i acceleració té en el punt més alt de la seva trajectòria.
R: $(10,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ pujant, 40,4 m; $-9,24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ baixant, 41,5 m) $(0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}; -9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2})$
83. Una pilota passa per davant d'una finestra d'1,40 m d'altura durant 0,1 s. Calculeu: a) quina velocitat du la pilota en el punt més baix de la finestra; b) de quina altura prové, si considerem que la pilota parteix del repòs.
R: $(-14,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$ (10,7 m)
84. Una persona està muntada en un ascensor. En un moment donat li cau una moneda de la butxaca. Es vol saber el temps que triga la moneda a copejar el terra en els següents casos: a) quan puja amb velocitat constant; b) quan puja amb acceleració constant.
R: $\left(\sqrt{\frac{2\cdot h}{g}}\right)$ $\left(\sqrt{\frac{2\cdot h}{g+a}}\right)$
85. Una partícula amb velocitat zero, pot tenir acceleració diferent de zero?. Per què?.
86. Des d'una alçada h es llancen verticalment dues pilotes amb la mateixa velocitat: una cap amunt i l'altra cap avall. Arribaran al terra amb la mateixa velocitat?. Per què?.

87. Des d'una alçada de 100 m es deixen caure 5 pilotes amb un interval de temps d'1 s. La distància entre elles es manté constant?. En cas afirmatiu, quina és aquesta distància?. En cas negatiu, quina llei segueix la successió de les distàncies?.
88. Quina de les següents gràfiques reflexa correctament la relació entre la velocitat d'una pilota que ha estat llançada verticalment cap amunt i el temps t que ha estat movent-se?:



89. Es deixa caure un cos des d'una torre d'altura h . Deduïu a quina distància del terra la seva velocitat és igual a la meitat de l'adquirida en arribar a terra.
R: $(3/4 h)$
90. Una pedra és llançada verticalment cap amunt des de la teulada d'un edifici amb una velocitat de $29,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Una altra pedra es deixa caure 4 segons després de llançada la primera. Determineu si les dues coincideixen a una mateixa alçada en algun moment i, en cas afirmatiu, calculeu el moment en què això succeeix.
R: (8 s)
91. La cabina d'un ascensor de 3 m d'altura puja amb una acceleració de $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Quan l'ascensor es troba a una certa altura damunt el terra, es desprèn una bombeta del sostre. Calculeu el temps que triga la bombeta a xocar amb el terra de l'ascensor.
R: (0,745 s)
92. Es deixa caure una pedra des del capdamunt d'un edifici. El soroll de la pedra en xocar amb el terra s'escolta 6,5 s més tard. Si la velocitat del so és $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, calculeu l'altura de l'edifici.
R: (175 m)
93. Des d'un punt situat en un extrem del terrat d'una casa de 55 m d'altura, es llança verticalment cap amunt una pilota amb una velocitat de $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculeu:
- on es troba la pilota 2 s després de llançar-la.
 - quina velocitat du en aquest instant i quina després de 5 s d'haver-la llançada.
 - quant de temps triga en assolir l'altura màxima.
 - quina és aquesta altura màxima.
 - quina velocitat du quan es troba a 20 m per sobre del punt de llançament.
 - quant de temps triga a arribar al carrer i quina velocitat hi du.
 - quina velocitat du la pilota quan es troba a 10 m del carrer.
 - on es troba la pilota quan du una velocitat de $40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- R: (40 m del punt de llançament) (10, -19 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) (3,06 s) (101 m) ($\pm 22,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (7,59 s, -44,5 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) (-42,2 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) (19 m)



94. Un fusell dispara bales amb una velocitat inicial de $250 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Quan la inclinació del canó del fusell és de 60° respecte de l'horitzontal,
1. Calculeu: a) temps de vol; b) altura màxima; c) abast horitzontal; d) velocitat i acceleració en el punt més alt; e) velocitat i posició transcorreguts 10 segons;
 2. Determineu l'angle d'inclinació per al qual l'abast horitzontal és màxim i el valor d'aquest abast.
- R: (44s) (2,39 km) (5,5 km) ($125 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $-9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) ($172 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; (1,25, 1,67) km) (45° ; 6,37 km)
95. Un típic saltamartí adult té un abast màxim de 75 cm. suposant que l'angle de enlairament és 45° , calculeu la velocitat inicial i el temps de vol del saltamartí.
- R: ($2,71 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (0,39 s)
96. Es dispara un projectil en un terreny horitzontal amb una velocitat inicial v_0 i amb una inclinació θ . Sabent que el temps de vol és d'1 minut i que el seu abast és de 15 km. determineu:
- a) la velocitat inicial;
 - b) l'altura màxima assolida pel projectil;
 - c) la inclinació de sortida.
- R: ($386 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (4,40 km) ($49,6^\circ$)
97. Un bombarder que vola horitzontalment a la velocitat de $360 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ i a una altura sobre l'objectiu de 1000 m, llança una bomba. Calculeu:
- a) la distància, mesurada horitzontalment, a la qual s'ha de realitzar el llançament per abastar l'objectiu, suposat immòbil;
 - b) el temps transcorregut des que es llança la bomba fins que s'escolta l'explosió a l'avió (velocitat del so: $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$);
 - c) la mateixa pregunta que en a) si l'objectiu és un camió que marxa per una carretera horitzontal a $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ allunyant-se de l'avió;
 - d) la mateixa pregunta que a c) però amb el camió acostant-se a l'avió.
- R: (1,43 km) (17,2 s) (1,14 km) (1,71 km)
98. Una pilota rellisca per una teulada que forma un angle de 30° amb l'horitzontal i, en arribar al seu extrem, queda en llibertat amb una velocitat de $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. L'altura de l'edifici és 60 m i l'amplada del carrer al qual vessa la teulada és 30 m. Determineu si la pilota arribarà directament al terra del carrer o xocarà abans amb la paret oposada i calcula la velocitat en el moment del xoc.
- R: ($36,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
99. Dos avions estan situats en la mateixa vertical; l'altura damunt el terra d'un d'ells és 4 vegades més gran que la de l'altre. Pretenen bombardejar el mateix objectiu. Si la velocitat del que vola més alt és v , quina velocitat ha de portar el que vola més baix?.
- R: ($2v$)

100. El famós canó Berta (de la Primera Guerra Mundial) tenia un abast màxim de 100 km. Negligint la resistència de l'aire, calculeu: a) la velocitat del projectil en sortir per la boca del canó; b) l'altura màxima del projectil en un tir vertical.
R: ($991 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (50 km)
101. Un home va muntat damunt una plataforma que avança a $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i desitja que la pilota que llanci passi a través d'un cercol fix situat a 2 m sobre les seves mans i que ho faci movent-se horitzontalment. Si llança la pilota amb una velocitat de $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ respecte a la plataforma, calculeu: a) la component vertical de la velocitat inicial de la pilota; b) el temps que triga la pilota a arribar al cercol; c) la distància horitzontal per davant del cercol a què ha de llançar la pilota.
R: ($6,26 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (0,64 s) (7,55 m)
102. Es llança un projectil des d'un punt A amb una velocitat de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en una direcció que forma un angle θ l'horitzontal i passa pel punt B que està a una distància horitzontal de 30 m i a una altura de 8,75 m sobre A. Trobeu el temps que triga el projectil en anar des d'A fins a B.
R: (2,82 i 2,26 s)
103. Carles i Enric es llancen boles de neu. Es troben a 40 m un de l'altre sobre un terreny horitzontal. Carles llança dues boles amb la mateixa velocitat inicial de $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, però a diferents temps i angles d'elevació, de manera que les boles xoquen contra l'Enric simultàniament. a) Quins són els dos angles d'elevació que Carles ha d'utilitzar?; b) quant temps després de llançar la primera bola ha de llançar la segona?; c) quant temps després de llançar la segona es produeix l'impacte?.
R: ($12,9^\circ$ i $77,1^\circ$) (4,6 s) (1,37 s)
104. Un avió que cau en picat, formant un angle de $36,9^\circ$ per sota de l'horitzontal, deixa caure un sac de sorra des d'una altura de 800 m. S'observa que el sac arriba al terra 5 s després de deixar-lo anar. Calculeu: a) la velocitat que portava l'avió, b) la distància horitzontal recorreguda pel sac durant la caiguda, c) els components horitzontal i vertical de la velocitat del sac en el moment de xocar amb el terra.
R: ($226 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (904 m) (181 i $-185 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
105. Calculeu l'angle amb què s'ha de llançar un projectil per tal que la seva altura màxima coincideixi amb l'abast horitzontal.
R: (76°)
106. Un tren s'està movent a $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ quan una bombeta, que està penjada del sostre a 4,9 m damunt el terra, es desprèn. Calculeu: a) la distància recorreguda pel tren en el temps que triga a caure la bombeta; b) on cau la bombeta respecte al tren i respecte als rails; c) quina és la trajectòria relativa al tren i relativa als rails.
R: (1 s) (20 m)



107. Calculeu la velocitat angular, la velocitat lineal i l'acceleració centrípeta de la Lluna, sabent que realitza una revolució completa en 28 dies i que la distància mitjana de la Terra a la Lluna és $3,84 \cdot 10^5$ km.
R: ($2,6 \cdot 10^{-6} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$) ($997 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) ($2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)
108. Una bola lligada amb un cordill es mou en un cercle horitzontal de radi 2 m i fa una revolució cada 3 s. Determineu la velocitat angular, la velocitat lineal i l'acceleració centrípeta.
R: ($2,09 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$) ($4,18 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) ($8,74 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)
109. Les rodes d'un cotxe de carreres giren a 1800 rpm. Calculeu la velocitat de l'automòbil en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$, tot sabent que les rodes tenen 70 cm de diàmetre.
R: ($237,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$)
110. Trobeu la velocitat angular d'una centrifugadora l'acceleració de la qual és 6 vegades el valor de l'acceleració de la gravetat. El radi de gir és de 15 cm.
R: ($19,8 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$)
111. Una roda de bicicleta de 45 cm de radi gira 180 vegades cada minut. Calculeu: la freqüència, el període, la velocitat angular de la roda i la velocitat del ciclista.
R: (3 s^{-1}) ($0,33 \text{ s}$) ($18,8 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$) ($8,48 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)
112. Un tractor recorre 21 km 600 m en una hora. Les rodes grans tenen un radi d'1 m i les petites de 50 cm. Calculeu la velocitat angular, el període i la freqüència de cada roda.
R: ($6 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$; $12 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$) ($1,05 \text{ s}$; $0,52 \text{ s}$) ($0,95 \text{ s}^{-1}$; $1,92 \text{ s}^{-1}$)
113. Una bicicleta recorre 10 km en mitja hora amb velocitat constant. Si el diàmetre de cada roda és de 90 cm, calculeu:
a) el nombre de voltes que dona una roda en 10 segons;
b) l'angle descrit per un radi d'una roda en el mateix temps;
c) el període de la roda;
d) la velocitat angular d'un radi.
R: (20 voltes) (123 rad) ($0,51 \text{ s}$) ($12,3 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$)
114. Dues politges, de radis 10 i 20 cm respectivament, giren unides per una corretja transmissora. Compareu i calculeu després: els seus períodes, freqüències, velocitats angulars i velocitats lineals de punts de les seves perifèries, si la gran gira a 600 rpm.
R: ($0,1 \text{ s}$; $0,05 \text{ s}$) (10 s^{-1} ; 20 s^{-1}) ($62,8 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$; $125,6 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$) ($12,56 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)
115. A les dotze coincideixen les busques horària i minutera d'un rellotge. A quina hora tornaran a trobar-se?
R: (1h 5 min 28 s)
116. Dos mòbils descriuen una trajectòria circular de 3 m de radi i surten del mateix punt en sentits oposats, amb velocitats de $\pi/8$ i $\pi/4 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$. En quin punt es troben?
R: (a 6,27 m del més ràpid)

117. Un muntacàrregues posseeix una velocitat de règim, tant a la pujada com a la baixada, de $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, tot trigant 1 s a adquirir-la en arrancar o en aturar-se del tot a les parades. Si al muntacàrregues hi ha un cos de 800 kg de massa i la massa del muntacàrregues és de 1000 kg, calculeu: a) la força que exercirà el cos sobre el terra del muntacàrregues a l'instant d'arrancar per pujar; b) la mateixa força durant la pujada a la velocitat de règim; c) la mateixa força al moment d'aturar-se durant la pujada; d) la tensió del cable als tres casos anteriors. Considereu negligible la massa del cable.

R: (11048 N) (7848 N) (4648 N) (24858 N; 17658 N; 10458 N)

118. Un cos de 50 kg és en repòs sobre una superfície horitzontal. El coeficient de fricció dinàmic, μ_d , val 0,2 i l'estàtic, μ_e , 0,5. Calculeu: a) la força de fricció entre el cos i la superfície; b) quina força mínima cal per iniciar el moviment; c) quant val la força de fricció si la força horitzontal aplicada és de 400 N. En aquest cas, quant val l'acceleració?

R: (0 N) (245 N) (98,1 N; $6,04 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

119. Sobre una superfície horitzontal es llança un cos de 2 kg de massa amb una velocitat inicial de $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. El cos es para a causa de la fricció després de recórrer 20 m. Calculeu: a) l'acceleració; b) el coeficient de fricció; c) el temps que ha estat en moviment; d) quina força horitzontal cal aplicar al cos perquè als 20 m, en comptes d'aturar-se, tingui una velocitat de $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

R: ($-0,625 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (0,06) (8 s) (3,13 N)

120. Hom té un pla de 10 m de longitud amb una inclinació de 30° , calculeu: a) quina velocitat cal comunicar a un cos d'1 kg de massa a la part inferior del pla perquè arribi a la part superior amb una velocitat nul·la; b) quant temps ha trigat en pujar; c) un cop aturat, s'inicia el descens pel seu propi pes, quant temps trigarà en baixar?; d) amb quina velocitat arribarà al començament del pla.

Dada: coeficient de fricció dinàmic, μ_d , 0,2

R: ($11,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (1,74 s) (2,5 s) ($8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

121. Quina força mínima horitzontal cal aplicar a un cos de 2 kg de massa perquè pugui amb velocitat constant per una pla inclinat del 20 % de pendent, si el coeficient de fricció val 0,25?

R: (9,40 N)

122. Dos cossos de 0,5 kg pengen dels extrems d'una corda que passa per una politja. Quin pes cal afegir a un d'ells perquè l'altre recorri 1 m en 2 s amb moviment uniformement accelerat?. Quina tensió suporta la corda?.

R: (53,7 g) (5,15 N)

123. Un bloc de ferro de 7 kg de massa s'arrossega sobre una taula horitzontal per l'acció d'un cos de 2 kg de massa que penja d'una corda unida al bloc de ferro i que passa per una politja de massa i fricció negligibles. El coeficient de fricció entre el ferro i la taula és de 0,15. Trobeu l'acceleració del bloc i la tensió de la corda.

R: ($1,04 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (17,5 N)



124. Un cos està penjat d'un dinamòmetre subjectat al sostre d'un ascensor. Si l'ascensor té una acceleració cap amunt d' $1,19 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ i el dinamòmetre indica 220 N, calculeu: a) quin és el veritable pes del cos; b) en quina circumstància el dinamòmetre marcarà 170 N?; c) què indicarà el dinamòmetre si el cable de l'ascensor es trenqués?
R: (20 kg) ($-1,31 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (0 N)
125. Es deixa caure lliurement un cos de 10 g de massa i quan la seva velocitat és de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, se li oposa una força que atura la seva caiguda en 4 s. a) Quant ha de valer aquesta força?. b) Quin espai haurà recorregut fins al moment d'aplicar la força?. c) Quin espai total haurà recorregut fins al moment d'aturar-se?.
R: (0,15 N) (20,4 m) (60,4 m)
126. Sobre un pla inclinat 45° es col·loca un cos de 200 g. El coeficient de fricció és 0,4. Calculeu: a) l'acceleració amb què llisca; b) si el cos volgués pujar al llarg del pla amb la mateixa acceleració amb què baixa a l'anterior pregunta, quina força paral·lela al pla caldria?.
R: ($4,16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (2,77 N)
127. Un cos baixa lliscant per una muntanya. La superfície de lliscament forma 30° amb l'horitzontal. Des del cim, situat a 60 m d'altura es llança cap avall un cos amb una velocitat inicial de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i arriba al terra amb una velocitat de $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculeu el coeficient de fricció, μ_d .
R: (0,58)
128. Un ascensor de 1200 kg dins el qual viatja una persona de 80 kg en un moment donat, du una velocitat en el moviment de pujada de $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, la qual va disminuint a raó de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Durant aquest temps, trobeu: a) la tensió del cable de l'ascensor; b) el pes aparent de la persona que viatja dins seu; c) el temps emprat en aturar-se des que la seva velocitat era de $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
R: (9997 N) (625 N) (3 s)
129. Un cotxe es mou amb una velocitat de $108 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ i frena bruscament, per evitar un accident. El conductor, de 70 kg de massa, du posat el cinturó de seguretat. Si el cotxe s'atura en 5 segons, calculeu la força exercida pel cinturó sobre el conductor, suposada constant.
R: (420 N)
130. Una capsa que pesa 600 N és arrossegada, amb velocitat constant per un terra horitzontal, per una força de 250 N paral·lela al terra. Quin és el coeficient de fricció dinàmic entre la capsa i el terra?.
R: (0,42)
131. Una grua aixeca un pes de $2\cdot 10^4 \text{ N}$ amb un cable la resistència a trencar-se del qual és $3\cdot 10^4 \text{ N}$. Quina és la màxima acceleració amb què pot pujar el pes?.
R: ($5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)



132. Dos cossos les masses dels quals són 2 i 10 kg, estan situats un sobre l'altre. El coeficient de fricció entre ambdós és 0,2 i el coeficient de fricció de la massa de 10 kg amb la superfície és 0,1. Calculeu: a) l'acceleració que adquireix cada cos, si hom aplica una força lateral de 200 N sobre la massa de 10 kg; b) què succeiria si la força lateral només fos de 20 N?.

R: (mentre no caigui el de dalt, $18 \text{ i } -2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; quan hagi caigut el de dalt, $19 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) ($0,69 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, els dos cossos es mouen junts)

133. Hom vol determinar els coeficients de fricció estàtic i dinàmic entre una capsa i un tauló, tot aixecant el tauló poc a poc i observant quan comença a lliscar la capsa. En realitzar l'activitat, hom observa que la capsa comença a lliscar quan la inclinació del tauló respecte a l'horitzontal és de 28° . En aquestes condicions la capsa recorre 3 metres en 3 segons. Calculeu amb aquestes dades els coeficients de fricció estàtic, μ_e , i dinàmic, μ_d .

R: (0,53 i 0,45)

134. Un cos de 5 kg és sostingut per una corda i és arrossegat cap amunt amb una acceleració de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Calculeu: a) la tensió de la corda; b) si després d'iniciat el moviment, la tensió de la corda es redueix a 49 N, quina classe de moviment s'esdevindrà?; c) si s'afluixa la corda del tot s'observa que el cos segueix movent-se, tot recorrent 2 m abans d'aturar-se, quina velocitat tenia?.

R: (59 N) (MU) ($6,26 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

135. Un ascensor de 800 kg és aixecat mitjançant un cable. Calculeu l'acceleració que té l'ascensor en els següents casos: a) la tensió del cable és de 9000 N; b) la tensió del cable és de 7840 N; c) la tensió del cable és de 2000 N.

R: ($1,44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, pujant) ($0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) ($7,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, baixant)

136. Un automòbil de 1425 kg de massa parteix del repòs sobre una pista horitzontal. Tot suposant que la resistència a l'avenç és constant i val 150 N, calculeu: a) l'acceleració que cal comunicar al cotxe per assolir la velocitat de $120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en 800 m; b) a l'instant en què s'assoleix la velocitat de $120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ es desconnecta el motor de la transmissió, quina distància recorrerà el cotxe fins aturar-se?; c) quant temps trigarà a aturar-se?.

R: ($0,68 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (5445 m) (330 s)

137. Un cos de 30 kg és arrossegat cap amunt per un pla inclinat 30° mitjançant una força paral·lela al pla de 588 N. Si el coeficient de fricció és de 0,25, calculeu: a) l'acceleració del cos; b) la velocitat d'aquest després d'haver recorregut 4 m al llarg del pla; c) la força normal exercida pel pla de lliscament sobre el cos.

R: ($12,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) ($10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (255 N)

138. Tenim un pla inclinat 40° sobre l'horitzontal i de longitud 1 m. A la part més alta es deixa lliure un cos perquè baixi lliscant. Tot sabent que el coeficient de fricció és 0,5, indiqueu si lliscarà. Suposat el lliscament, calculeu: a) l'acceleració amb què baixa; b) el temps que inverteix a la baixada; c) la velocitat amb què arriba al final del pla.

R: ($2,55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (0,89 s) ($2,26 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

139. Per un pla inclinat 30° sobre l'horitzontal es llança cap amunt un cos de 5 kg amb una velocitat de $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, essent el coeficient de fricció entre el cos i el pla 0,2. a) Quina serà l'acceleració del seu moviment?. b) Quin espai recorre fins que s'atura?. c) Quin temps triga a aturar-se?. d) Un cop s'atura comença a baixar, amb quina velocitat passa pel punt de partida?.

R: ($-6,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (7,58 m) (1,51 s) ($6,97 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

140. Des dalt d'un pla inclinat 30° es deixa caure un cos d'1 kg que llisca pel pla amb una acceleració de $3,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Calculeu el coeficient de fricció i el temps que triga a recórrer 10 m de pla. R: (0,19; 2,46 s)

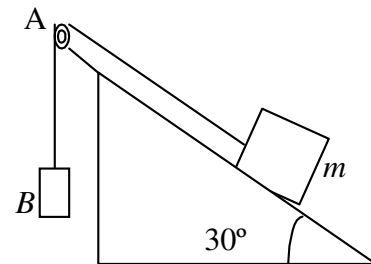
141. Per la línia de màxim pendent d'un pla inclinat 37° , es llança cap amunt un cos de 5 kg amb una velocitat inicial de $9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Hom observa que recorre una distància de 6 m i després llisca cap avall fins al punt de partida. Calculeu la força de fricció que actua sobre el cos i la velocitat d'aquest quan torna a la seva posició inicial.

R: (10,5 N) ($6,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

142. Un automòbil exerceix una força de tracció de 1200 N i arrossega un remolc amb una corda. L'automòbil té una massa de 800 kg i el remolc de 1000 kg. Si negligim les friccions, calculeu: a) l'acceleració del moviment; b) la tensió de la corda; c) la velocitat del conjunt quan, havent partit del repòs, hagi recorregut 20 m.

R: ($0,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (664 N) ($5,18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

143. A l'extrem superior d'un pla inclinat 30° sobre l'horitzontal hi ha una politja A, de massa i fricció negligibles, per la qual passa un fil; un dels ramals d'aquest fil cau verticalment i sosté un pes B de 220 g; l'altre extrem es manté paral·lel al pla inclinat i té lligada una massa m tal i com indica la figura. La fricció amb el pla és negligible. Si es deixa en llibertat el sistema, el cos B cau verticalment recorrent 1 m en dos segons. Calculeu el valor de m i la tensió del fil.



R: (0,38 kg) (2,05 N)

144. Un automotor de 10 tones de massa parteix del repòs per una via recta i horitzontal i triga un minut a adquirir una velocitat de $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. a) Calculeu l'acceleració. b) Si del sostre penja un pèndol, calculeu l'angle que forma el fil del pèndol amb la vertical durant el primer minut. c) Si l'automotor quan marxa a $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ frena fins aturar-se a 200 m, quant val la força de frenada?.

R: ($0,46 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) ($2,74^\circ$) ($-1,96\cdot 10^4 \text{ N}$)

145. Dels extrems de la corda d'una politja, de pes i fricció negligibles, pengen d'un costat un cos de 2 kg i de l'altre, un cos de 4 kg. Hom demana: a) l'acceleració amb què es mouran els cossos si es deixa el sistema en llibertat; b) la tensió de la corda; c) si inicialment els cossos estaven al mateix pla, quant de temps trigaran a desnivellar-se 6 m?.

R: ($3,27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (26 N) (1,92 s)

146. Sobre un pla inclinat 30° hom té una massa de 500 g que està unit per una corda que passa per una politja (sense massa ni fricció) amb un altre cos de 200 g situat en un pla de 60° . El coeficient de fricció en ambdós plans és 0,2. Calculeu l'acceleració del conjunt.

R: (el sistema està en equilibri)

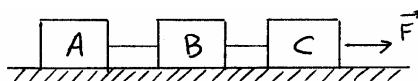
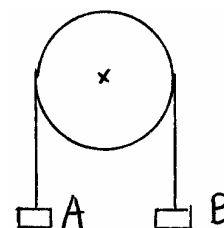
147. Calculeu el pes que ha de tenir el cos B , perquè el cos A de 20 kg

a) pugui amb una acceleració de $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$;

b) baixi amb la mateixa acceleració.

En ambdós casos no hi ha fricció (Màquina d'Atwood)

R: (47,5 kg) (8,41 kg)



148. Tres cossos A , B , C de masses 10, 15 i 20 kg, estan units en aquest ordre per sengles cordes i llisquen sense fricció sobre una superfície rígida horitzontal. Al cos C , de massa 20 kg, se li aplica una força de 50 N arrossegant els altres dos cossos. Calculeu l'acceleració del sistema i les tensions a cada cable.

R: ($1,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) (28 i 11 N)

149. Un cos de 2 kg de massa està en repòs sobre un pla inclinat 30° sense fricció, subjectat per una molla. La molla està allargada 3 cm. a) Determineu la constant recuperadora de la molla. b) Si la massa s'estira 5 cm cap avall des de la seva posició d'equilibri sobre el pla inclinat i es deixa en llibertat, quina serà la seva acceleració just en el moment de deixar anar la molla?.

R: ($327 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$) ($3,27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)

150. Quina és la tensió d'una corda que sosté un cos de 2 kg de massa penjat del sostre?.

R: (19,6 N)

151. Calculeu la massa d'un cos si en aplicar-hi la força de 5 N s'accelera $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i l'espai que recorre en 9 s, si la velocitat que duia era de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

R: (10 kg) (200 m)

152. Una grua sosté una càrrega de 1000 kg. trobeu la tensió del cable que la sosté, si la càrrega: a) és accelerada cap amunt a $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; b) és aixecada amb velocitat constant; c) és aixecada però la seva velocitat disminueix $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ cada segon.

R: (11810 N) (9810 N) (7810 N)

153. Un automòbil de carreres accelera uniformement des de 0 fins a $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en 8 s. La força externa que accelera l'automòbil és la força de fregament entre els pneumàtics i el terra. Si els pneumàtics no giren, determineu-ne el coeficient mínim de fregament entre els pneumàtics i el terra.

R: (0,28)



154. Un tenista rep una pilota de 55 g de massa, amb una velocitat de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. El tenista aplica a la pilota una força, contra el moviment, de 150 N durant 0,01 s. Calculeu la velocitat amb què torna la pilota.
R: $(-7,27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$
155. Una granada, inicialment en repòs, esclata en tres fragments iguals. Un surt cap a l'oest a $80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, l'altre cap al sud a $60 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Quina és la velocitat i direcció del tercer?
R: $(100 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}; 37^\circ)$
156. Un tac de billar aplica sobre una bola una força de 30 N durant 0,06 s. Quins són l'impuls i la velocitat de la bola si la seva massa és de 400g.
R: $(1,8 \text{ N}\cdot\text{s}; 4,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$
157. Un home de 70 kg i un nen de 35 kg estan junts sobre una superfície llisa de gel, la fricció de la qual és negligible. Si s'empenyen l'un a l'altre i l'home es mou amb una velocitat de $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ respecte al gel, quina distància els separa després de 5 s?
R: (4,5 m)
158. Una bala de 0,01 kg de massa es mou horitzontalment amb una velocitat de $400 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i s'incrusta en un bloc de 0,39 kg de massa que està inicialment en repòs sobre una superfície sense fricció. Calculeu quina és la velocitat final del sistema bala-bloc.
R: $(10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$
159. Un ou de 50 g de massa rodola sobre una taula d'1 m d'alçada i s'estavella contra el terra. a) Calculeu l'impuls fet per l'ou sobre el terra. b) Suposant que el temps de col·lisió és 9 ms, avalueu la força mitjana feta sobre l'ou pel terra.
R: $(0,22 \text{ N}\cdot\text{s})$ (24,4 N)
160. Un furgó obert de ferrocarril de 20 tones de massa corre sense fricció al llarg de la via amb una velocitat de $55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ quan comença a ploure. Quina serà la seva velocitat després de recollir 2 tones d'aigua?
R: $(50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$
161. Una noia de 50 kg de massa salta des de la proa d'una canoa de 250 kg que inicialment estava en repòs. Si la seva velocitat és $7,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ cap a la dreta, quina és la velocitat de la canoa després del seu salt?
R: $(-1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$, cap a l'esquerra
162. Sobre una superfície sense fricció reposen dues masses de 5 i 10 kg respectivament que estan connectades per una molla comprimida. Quan alliberem la molla, la massa més petita té una velocitat de $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ cap a l'esquerra. Quina és la velocitat de la massa més gran?
R: $(4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})$, cap a la dreta

163. Un model de furgó de tren de 250 g viatja amb una velocitat de $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i s'acobla a un altre de 400 g de massa que estava inicialment en repòs. Quina és la velocitat dels furgons després del seu acoblament?
R: ($0,19 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
164. Una massa de 150 g d'argila és llançada horitzontalment amb una velocitat de $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ contra un bloc d'1 kg que estava inicialment en repòs sobre una superfície sense fricció. Si l'argila s'adhereix al bloc, quina és la velocitat del sistema conjunt?
R: ($0,65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
165. Un defensa de rugby de 105 kg, inicialment en repòs, plaqueja un davanter de 85 kg que es mou a $7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Quina és la velocitat dels jugadors després de la col·lisió?
R: ($3,13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
166. Un objecte de 5 kg amb velocitat de $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ xoca frontalment amb un objecte de 10 kg que es mou vers ell amb una velocitat de $-3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Si l'objecte de 10 kg s'atura després de la col·lisió, quina és la velocitat final de l'objecte de 5 kg?
R: ($-2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
167. Una bola de 5 kg de massa colpeix un home de 85 kg en el pit i torna cap endarrera amb una velocitat de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Si la velocitat inicial de la bola era de $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i l'home estava inicialment en repòs, calculeu la velocitat de l'home després de la col·lisió.
R: ($0,59 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
168. Calculeu la velocitat de retrocés d'una escopeta de fira d'1,5 kg que dispara un projectil de 10 g a una velocitat de $225 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
R: ($-1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
169. Una força constant de 150 N actua durant 1 s sobre un cos de 6 kg inicialment en repòs. Calculeu l'impuls de la força i la velocitat final del cos.
R: ($150 \text{ N}\cdot\text{s}$; $25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
170. Una bola de billar de 225 g xoca a $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ amb una altra bola de 175 g que està en repòs. Calculeu la velocitat final de la primera bola després del xoc si la segona bola surt amb una velocitat de $9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en la direcció i el sentit inicials de la primera bola.
R: ($3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
171. Dos patinadors de 50 kg i 75 kg de massa es mouen en la mateixa direcció i en sentit contrari amb unes velocitats respectives de $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. De sobte, xoquen i a conseqüència de l'ensurt queden abraçats. Calculeu la velocitat final dels dos patinadors.
R: ($0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
172. Un patinador de 70 kg de massa que es mou amb una velocitat de $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ xoca amb un altre patinador de 50 kg de massa que està aturat. Si després del xoc queden abraçats, calculeu la velocitat final de tots dos patinadors.
R: ($5,83 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)



173. Un esquiador de 62 kg que es desplaça amb una velocitat de $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ n'atrapa un altre de 80 kg que es desplaça amb una velocitat de $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ en la mateixa direcció i el mateix sentit. Si després del xoc es mouen junts, calculeu la velocitat final de tots dos esquiadors.
R: ($9,93 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
174. Una pilota de 300 g arriba perpendicularment a la paret d'un frontó a una velocitat de $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i surt rebotada en la mateixa direcció a $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Si la força exercida per la paret sobre la pilota és de 150 N, calculeu el temps de contacte entre la pilota i la paret.
R: (0,05 s)
175. Un cotxe de 2000 kg que viatja cap a la dreta a $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ xoca contra un altre cotxe de la mateixa massa que viatja cap a la dreta a $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Si després de la col·lisió els cotxes queden enganxats, quina és la seva velocitat just després de la col·lisió?
R: ($20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
176. Un cotxe de 1500 kg que viatja cap al nord a $70 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ xoca en una cruïlla amb un altre cotxe de 2000 kg que viatja cap a l'oest a $55 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Després del xoc els dos cotxes queden enganxats. a) Quina és la quantitat de moviment total del sistema abans de la col·lisió?. b) Calculeu el valor, la direcció i el sentit de la velocitat del munt de ferralla que queda després de la col·lisió.
R: ($42241 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; 136° sentit nord-oest)
177. Un jugador xuta una pilota de futbol de 0,43 kg de massa i li dona una velocitat inicial de $25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. a) Quin és l'impuls donat pel jugador a la pilota?. b) Si el peu del jugador està 0,008 s en contacte amb la pilota, quina és la força mitjana feta per aquest sobre la pilota?.
R: ($10,75 \text{ N}\cdot\text{s}$) (1344 N)
178. Un astronauta es mou al costat de la seva nau espacial a una velocitat de $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ amb una motxilla propulsora que pot emetre gas a raó de $0,10 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ a una velocitat de $2000 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. La massa de l'astronauta, incloent-hi l'equip, és de 125 kg.. a) Quant val la quantitat de moviment de l'astronauta?. b) L'astronauta vol frenar i emet gas durant 5,0 s. Quina és la quantitat de moviment del gas emès?. c) Quina serà la velocitat de l'astronauta després d'emetre el gas?
R: ($500 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($1000 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($-4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
179. Un automòbil que va a $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ xoca amb un obstacle i s'atura. Quina força actua sobre el conductor, que té una massa de 60 kg: a) si s'ha oblidat de cordar-se el cinturó de seguretat i és llançat al parabrisa, que el para en 5 ms?. b) Si porta el cinturó de seguretat cordat i es para en 0,1 s?
R: (240 kN) (12 kN)

180. Una força cap amunt de 60 N mou una capsa de 4 kg, inicialment en repòs, una distància de 3 m. Trobeu: a) el treball fet per la força aplicada; b) el treball fet per la gravetat; i c) la velocitat final de la capsa.
R: (180 J) (-118 J) ($5,57 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
181. Un noi fa una força ascendent de 12 N sobre un trineu de 5 kg de massa en repòs sobre una superfície sense fregament i amb un angle de 30° ascendent. Trobeu el treball fet pel noi i la velocitat final del trineu quan s'ha mogut 3 m.
R: (31,2 J) ($3,53 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
182. Es vol traslladar 4 m per una superfície horitzontal un cos de 10 kg de massa, tot tirant d'una corda que forma un angle de 30° amb la superfície. Si s'aplica una força de 80 N i la superfície oposa una força de 24 N al desplaçament dels cossos, calculeu el treball que realitzen cadascuna de les forces que actuen sobre el cos i comproveu que el treball total és igual al treball que realitza la força resultant.
R: (277 J) (-96 J) (181 J)
183. Sobre un cos situat a l'origen de coordenades actua una força de 200 N formant un angle de 37° respecte l'horitzontal. Si el cos es desplaça per l'acció de la força en línia recta 43 m, calculeu el treball que efectua la força.
R: (6868 J)
184. Des de dalt d'un pla inclinat, de longitud 10 m i que forma un angle de 30° amb l'horitzontal, es deixa lliscar un cos de 6 kg de massa. Si el coeficient de fregament dinàmic entre el cos i la superfície del pla és 0,1, calculeu: a) el treball total realitzat durant el desplaçament; b) la velocitat amb què el cos arriba a la base del pla.
R: (243 J) ($9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
185. La força de frenada d'un cotxe és tal que li permet d'aturar-se en 50 m tot anant a una velocitat de $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Quina distància necessita per a parar si la seva velocitat és de $108 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$?
R: (112 m)
186. Calculeu la potència que ha de tenir un motor per a omplir d'aigua una piscina de 100 m^3 de capacitat en 5 hores, tot traient l'aigua d'un pou a 6 m per sota de l'altura de l'entrada a la piscina, si el rendiment és del 80%.
R: (409 W)
187. Un motor elèctric que consumeix 1,7 kW té una potència útil de 2 CV. Calculeu: a) el rendiment; b) l'energia que dissiparà al cap d'1 hora de funcionament; c) el cost diari, si el preu del $\text{kW}\cdot\text{h}$ és de 0,15 €.
R: (86,5%) (828 kJ) (6,12 €)
188. Un cotxe de 1000 kg viatja amb una velocitat constant de $100 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ tot pujant una carretera amb un pendent del 10%. La força total de fricció sobre el cotxe és de 700 N. Si negligim les pèrdues d'energia interna, quina potència mínima ha de produir el motor del cotxe?.
R: (46,6 kW)

189. Un cos cau tot lliscant des del cim d'una pista que és un quadrant d'una circumferència de 2 m de radi. Si no hi ha fricció, trobeu la velocitat quan el radi vector que indica la posició del cos forma un angle de 30° amb l'horitzontal i quan el cos arriba a la posició inferior de la pista.

R: ($4,43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($6,26 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

190. Es llança un cos de 2 kg amb una velocitat de $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ sobre un pla horitzontal. S'observa que el cos acaba aturant-se després de recórrer 4 m. Calculeu: a) el treball de la força de fricció; b) la quantitat de calor produïda; c) el coeficient de fricció entre el cos i el pla.

R: (-36 J) (36 J) (0,46)

191. Un cos de massa 2 kg arriba a la base d'un pla inclinat, que forma un angle de 30° amb l'horitzontal, amb una velocitat de $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, puja 1,4 m al llarg del pla i torna a baixar. Calculeu la velocitat que hi durà quan torni a passar per la base del pla.

R: ($3,39 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

192. Un cos de 200 g de massa està subjecte a una molla de constant recuperadora $K = 2000 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ i recolzat tot el conjunt en el pla horitzontal on es desconsideren les friccions. Si separem el conjunt 10 cm de la posició d'equilibri i deixem anar, calculeu: a) el treball realitzat per a dur el cos a la posició indicada; b) la velocitat del cos en passar per la posició d'equilibri; c) la velocitat del cos a 5 cm de la posició d'equilibri.

R: (-10 J) ($10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($8,66 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

193. Un alumne s'entreté llançant horitzontalment boles de plastilina de 20 g de massa contra un bloc de fusta d'1 kg de massa que penja del sostre mitjançant una corda. Després de cada impacte, la bola queda adherida al bloc i es posa a oscil·lar, tot pujant 1 cm per sobre de la posició d'equilibri. Calculeu la velocitat que duen les boles de plastilina en el moment de l'impacte.

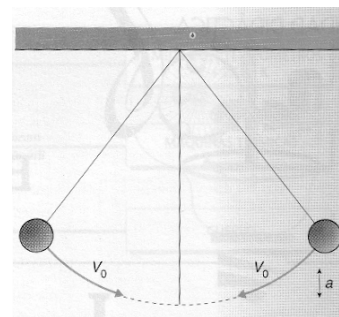
R: ($22,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

194. Un cos de massa 2 kg circula amb una velocitat de $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. En un instant xoca amb un altre cos de 4 kg de massa i que circula amb una velocitat de $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, en sentit contrari. Si el xoc entre els cossos és elàstic, calculeu la velocitat de cada cos després del xoc.

R: (3,33 i $4,66 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

195. Els dos pèndols de la figura (3 m de longitud) es llancen l'un sobre l'altre amb una velocitat v_0 . Col·lideixen en la vertical, reboten i després del xoc tenen prou energia per a copsar l'horitzontal ($a = 1\text{m}$). Se sap que les dues masses són iguals i que en la col·lisió es perd un 10 % de l'energia. Calculeu la v_0 .

R: ($6,77 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)



196. Quina altura copsarà sobre un pla inclinat 35° respecte a l'horitzontal un cos que parteix de la seva base a una velocitat de $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
R: (5,10 m)
197. Una bola de massa de 100 g es mou horitzontalment amb una velocitat v determinada i impacta sobre un bloc de massa 5 kg tot incrustant-se en ell. Com a conseqüència de l'impacte, el bloc s'aixeca del terra una altura de 40 cm. Quina és la velocitat inicial de la bola?.
R: ($143 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
198. Tot partint del repòs, un cos de 0,5 kg rellisca per un pla de 3 m de longitud que està inclinat 35° sobre l'horitzontal fins a topar amb un ressort de constant elàstica $400 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$, l'extrem del qual és fix al final del pla inclinat. Calculeu la seva màxima deformació.
R: (20,5 cm)
199. Una bola de 0,2 kg es llança cap amunt des d'un punt que està a 20 m per sobre de la superfície terrestre, tot formant un angle de 60° amb l'horitzontal i amb una velocitat de $20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Calculeu: a) la seva energia total; b) l'energia total quan és a 15 m sobre la superfície terrestre; c) la velocitat de la bola quan estigui a aquesta altura.
R: (79,2 J) (79,2 J) ($22,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
200. Dos patinadors de 70 i 75 kg de massa respectivament estan en una pista horitzontal. El patinador de 70 kg llança una bola de 5 kg, la bola creua tota la pista amb velocitat de $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i és recollida per l'altre patinador. Calculeu la velocitat final d'ambdós i digueu perquè l'energia cinètica inicial és diferent de la final.
R: ($0,36 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) ($0,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
201. Empenyem un bloc de 2 kg de massa contra una molla de constant de força de $500 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$, de manera que aquesta es comprimeix 20 cm. A continuació s'allibera el bloc i la molla el llança fent que llisqui primer sobre una superfície plana i després sobre un pla inclinat un angle de 45° , no havent-hi en cap moment cap fricció. Calculeu: a) la distància que recorrerà el bloc sobre el pla inclinat; b) la velocitat del bloc en el moment de deixar la molla.
R: (72 cm) ($3,16 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
202. Apliquem una força horitzontal de 25 N a una capsa de 4 kg, que es troba inicialment en repòs sobre una taula. El coeficient de fregament dinàmic entre la capsa i la taula és 0,35. Calculeu la velocitat de la capsa després d'empènyer-la una distància de 3 m.
R: ($4,12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)
203. Aguantem un bloc de 2 kg comprimint 10 cm una molla de constant $30 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. Deixem en llibertat el bloc i la molla s'allarga empenyent el bloc per una taula llisa. Quina velocitat té el bloc quan es desprèn de la molla?.
R: ($0,39 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)



204. Quina és la velocitat de deriva dels electrons en un filament de coure (densitat $8,93 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ i massa atòmica $63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) de $0,815 \text{ mm}$ de radi quan hi circula una intensitat de corrent d'1 A?

R: ($3,53\cdot 10^{-5} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)

205. Quan temps trigarà un electró a desplaçar-se 1 m si la seva velocitat de deriva és $0,0354 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$?

R: (7,85 h)

206. En un determinat accelerador de partícules, un corrent de $0,5 \text{ mA}$ és transportat per un feix de protons de 5 MeV que té un radi d'1,5 mm. a) Calculeu el nombre de protons per unitat de volum en el feix. b) Si el feix xoca amb el blanc, quants protons hi xoquen en un segon?

R: ($1,43\cdot 10^{13} \text{ protons}\cdot\text{m}^{-3}$) ($3,13\cdot 10^{15} \text{ protons}$)

207. Un filament de nicrom (resistivitat $10^{-4} \Omega\cdot\text{m}$) té $0,65 \text{ mm}$ de radi. Quina longitud de filament necessitem per a obtenir una resistència de 2Ω ?

R: (2,66 cm)

208. El tercer carril (portador de corrent) d'una línia de metro està fet d'acer ($\rho = 10^{-7} \Omega\cdot\text{m}$) i té una secció transversal de 55 cm^2 . Quina és la resistència de 10 km d'aquesta via?

R: ($0,182 \Omega$)

209. La resistència d'una persona entre les seves mans, si les té humides, és d'uns 1500Ω . Tenint en compte que una intensitat de 10 mA ja produeix enrampades i la paralització d'alguns músculs i que una de 100 mA causa la fibril·lació del cor i pot resultar fatal, a partir de quin valor de la diferència de potencial és perillós tocar un generador?

R: ()

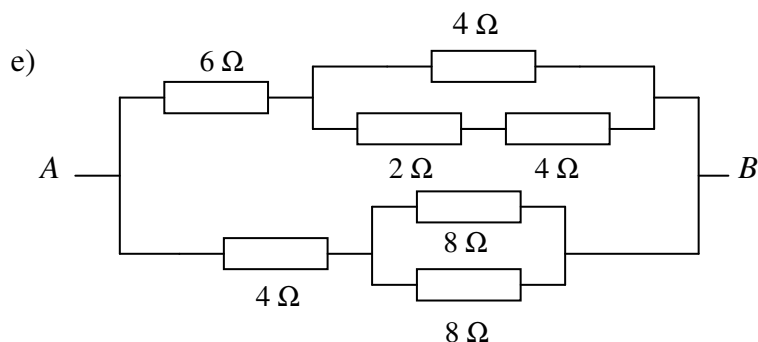
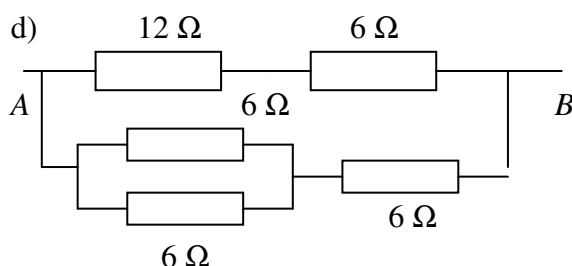
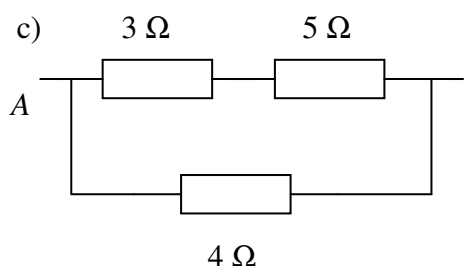
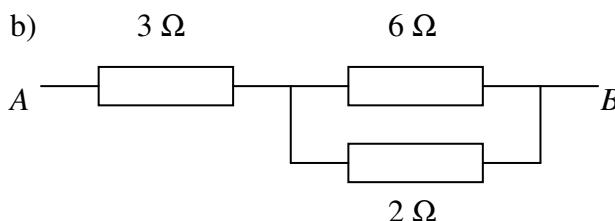
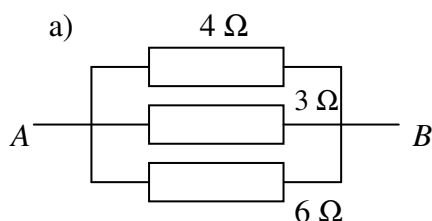
210. En una experiència sobre la mesura de la resistència d'un conductor s'obtenen els valors de la intensitat del corrent i de la diferència de potencial següents:

I (A)	0,5	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
ΔV (V)	10	15	20	22,4	24,5	26,4	28,3

Es demana: a) representar ΔV respecte I. b) De les dades obtingudes hom pot dir que la resistivitat del material no depèn de la diferència de potencial aplicada?. c) En quin interval de tensions (diferència de potencial) es pot considerar un comportament òhmic del conductor?. Calculeu la seva resistència en aquesta zona.

R: (20Ω)

211. Calculeu la resistència equivalent entre els punts *A* i *B* de les següents figures:



R: (1,33 Ω) (4,5 Ω) (2,67 Ω) (6 Ω) (4,10 Ω)

212. Tres resistències iguals estan connectades en sèrie. Quan s'aplica certa diferència de potencial a través de la combinació, la potència total dissipada és 10 kW. Quina potència es dissiparia si es connectessin les tres resistències en paral·lel a la mateixa diferència de potencial?.

R: (90 kW)

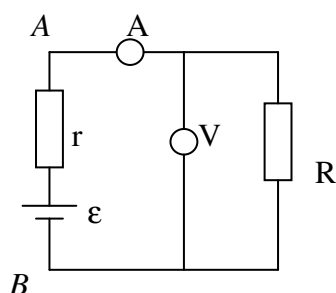
213. Una cafetera elèctrica rep corrent a 120 V i en 10 minuts augmenta la temperatura de 300 g d'aigua des de 20°C a 90°C. En el supòsit que el seu rendiment tèrmic sigui del 80%, calculeu: a) la potència de l'aparell; b) la seva resistència elèctrica; i c) la intensitat del corrent a dita resistència.

R: (183 W) (79 Ω) (1,52 A)

214. Es munten en paral·lel dues piles de 1,6 i 2 V de força electromotriu i les resistències internes de les quals són 0,8 i 1,2 Ω respectivament. Es tanca el circuit amb una resistència exterior de 3 Ω. Quina intensitat circula per dita resistència?. Si les dues piles es munten en sèrie, quina és la intensitat del corrent?.

R: (0,51 A) (0,72 A)

215. Per a trobar les característiques d'una bateria (ϵ i r) realitzem la següent experiència: muntem el circuit de la figura, AB són els borns de la bateria; V és un voltímetre, A un amperímetre i R una resistència el valor de la qual podem variar.



Modificant els valors de R realitzem les mesures següents:

I (A)	2	4	6	8
V (V)	10	8	6	4

a) Representeu la gràfica V/I . b) Calculeu la fem i la resistència interna r de la bateria. c) Si per alguna circumstància augmentés la resistència interna r , en quin sentit es modificaria la gràfica?.

R: (12 V; 1 Ω)

216. Una bombeta elèctrica de 60 W a 110 V es connecta per error a la xarxa de 220 V, llueix durant uns instants amb gran lluentor i acaba fonent-se. a) Quina és la potència efectiva manifestada per la bombeta en la seva connexió errònia. b) Quina resistència hauríem d'haver intercalat en sèrie amb la bombeta perquè a 220 V hagués funcionat correctament?.

R: (240 W) (202 Ω)

217. Un habitatge té instal·lats els següents aparells: un frigorífic de 500 W; un televisor de 100 W; una rentadora de 1200 W; un rentavaixelles de 1500 W; una planxa de 1000 W; un forn microones de 625 W; una aspiradora de 1700 W; una cadena musical de 200 W; 10 bombetes de 60 W i 5 de 100 W cadascuna i una batedora de 500 W.

a) Quina és la potència total instal·lada?.
b) Quin percentatge de la potència es pot connectar simultàniament, sense que saltin els ploms, si es tenen contractats 3000 W?.
c) Si el propietari de l'habitatge té encesa durant 5 hores diàries el 10% de la potència instal·lada, quant pujarà el rebut de la llum al cap de 2 mesos, suposant que el kW·h es paga a 0,15 €?.

R: (8425 W) (35,6 %) (37,91 €)

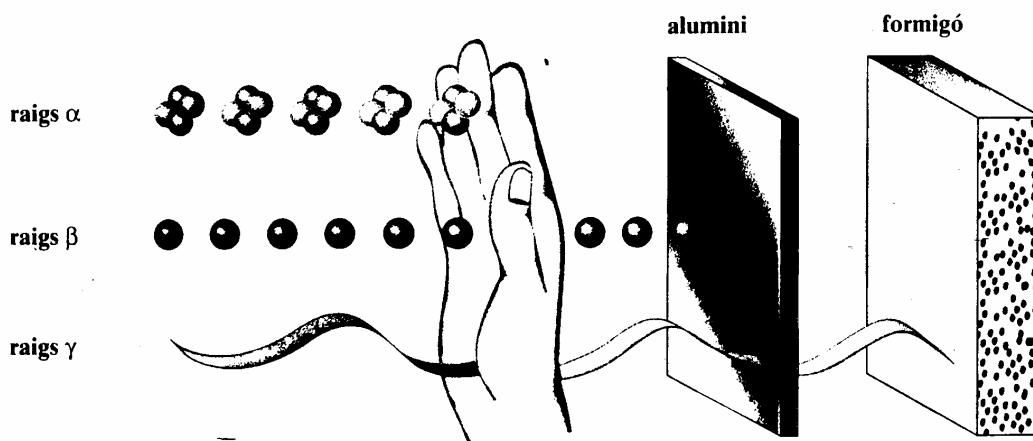
218. Dues bombetes de 100 W i 50 W es connecten en paral·lel a una tensió de 220 V. Calculeu la intensitat del corrent que passa per cada bombeta i quan val la resistència equivalent del circuit
R: (0,45 A) (0,23 A) (323 Ω)
219. Un circuit està format per una resistència de 40 Ω i una làmpada de 100 W, connectades en sèrie a una tensió de 200 V. Si el voltímetre mesura una ddp de 180 V entre els extrems de la làmpada, calculeu:
a) la ddp entre els extrems de la resistència
b) la intensitat del corrent que passa per la resistència
c) la resistència de la làmpada
d) la resistència equivalent del circuit
R: (20 V) (0,5 A) 360 Ω) (400 Ω)
220. L'estufa d'una casa consumeix una potència de 5000 W si es connecta a una tensió de 220V.
a) Quina intensitat circula per l'estufa?
b) Quina resistència té l'estufa?
c) Quina potència desenvoluparia si es connectés a 110 V?
R: (22,7 A) (9,68 Ω) (1250 W)
221. Una rentadora rep un corrent de 5,5 A quan funciona a 220 V. Calculeu la potència de la rentadora. Quina energia consumeix en $\frac{3}{4}$ d'hora de funcionament?
R: (1210 W) (0,9 kW·h)
222. Una estufa elèctrica irradia 28800 calories per minut.
a) Quina potència té?
b) Quin corrent rep si funciona a 220V?
R: (2008 W) (9,13 A)
223. Una bombeta du les indicacions següents: 220 V i 100 W. a) Calculeu la intensitat que la travessa si la connectem a 220 V. b) Si necessitem connectar-la a una tensió de 380 V, quina resistència hem d'associar-li per tal que la intensitat que la recorri sigui la mateixa que al cas anterior?. c) Calculeu la longitud del fil metàl·lic de 0,02 mm² de secció i $4,5 \cdot 10^{-8}$ $\Omega \cdot m$ de resistivitat que necessitem per a construir la resistència.
R: (0,45 A) (360 Ω) (160 m)
224. Connectem una resistència de 10 Ω a una pila i la tensió als seus extrems és de 8 V. Si en comptes d'aquesta resistència n'hi connectem una de 20 Ω , la tensió és de 9 V. Calculeu la força electromotriu i la resistència interna de la pila.
R: (10,2 V) (2,8 Ω)

RADIOACTIVITAT NATURAL I ARTIFICIAL

La **radioactivitat natural** és el fenomen de la transformació o transmutació nuclear de forma espontània. Els àtoms dels elements que pateixen aquesta transmutació o desintegració se'ls anomena **radioactius**.

El terme **radioactivitat artificial** es pot aplicar tant a la radioactivitat espontània de nucleïds obtinguts artificialment, com a la desintegració radioactiva de nucleïds normalment inactius, mitjançant el bombardeig amb d'altres partícules. Alguns d'aquests segons procediments, d'altra banda, són qui formen els nucleïds obtinguts artificialment.

Característiques dels raigs alfa, beta i gamma			
	alfa 	beta 	gamma 
què són?	nuclis d'heli	electrons	ones
Càrrega	positiva	negativa	Sense càrrega
abast a l'aire	pocs centímetres	alguns centímetres	sense límit
poder de penetració	poc penetrant	bastant penetrants	molt penetrants
són aturats per	un full de paper i la pell	una placa d'alumini de 5 mm de gruix	una paret de formigó de més d'un metre de gruix o una placa de plom d'uns quants centímetres de gruix
efecte ionitzant	molt alt	moderat	molt dèbil



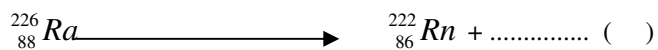
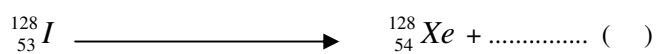
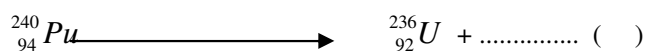
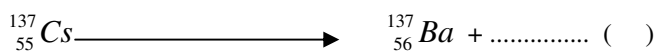
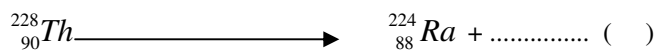
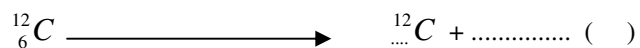
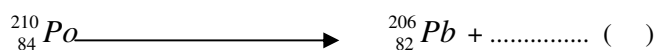
El poder de penetració dels raigs.

EXERCICIS

225. Ompliu els blancs de la taula:

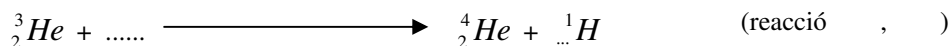
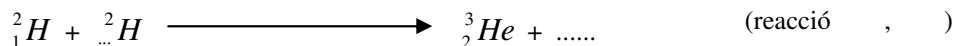
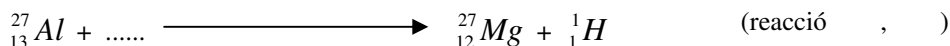
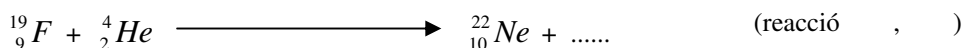
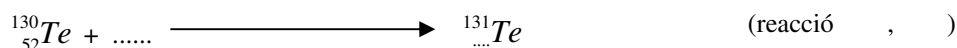
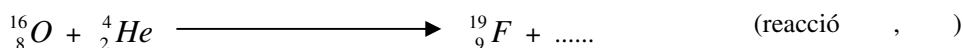
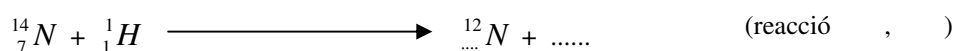
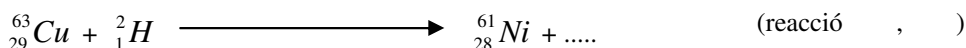
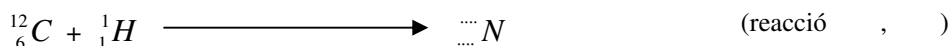
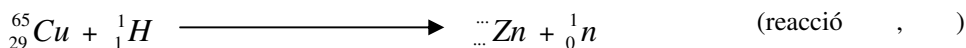
Àtom	Nº protons	Nº neutrons	Nº electrons
$^{27}_{13}\text{Al}$			
$^{32}_{16}\text{S}$			
$^{38}_{19}\text{K}$			
$^{127}_{53}\text{I}$			
$^{240}_{94}\text{Pu}$			
$^{23}_{11}\text{Na}$			
$^{137}_{56}\text{Ba}$			
$^{224}_{88}\text{Ra}$			
$^{30}_{14}\text{Si}$			
$^{137}_{55}\text{Cs}$			

226. Completeu les següents reaccions de descomposició i digueu quin tipus de radiació se n'obté:





227. Completeu les següents reaccions de transmutació atòmica i digueu de quin tipus de reacció es tracta:



228. Escriure les equacions nuclears corresponents a les següents observacions, totes elles acompanyades d'emissió de radiació gamma:

- El ${}_{89}^{227}\text{Ac}$ es desintegra esdevenint-se en ${}_{90}^{227}\text{Th}$.
- El ${}_{11}^{21}\text{Na}$ és un isòtop radioactiu artificial que emet positrons.
- En bombardejar amb neutrons àtoms d'un isòtop s'obtenen àtoms de ${}_{7}^{16}\text{N}$ i partícules α .
- El ${}_{78}^{197}\text{Pt}$ és un isòtop radioactiu artificial que es desintegra esdevenint-se en ${}_{79}^{197}\text{Au}$.
- En bombardejar sodi-23 amb deuterons s'emeten partícules β . (Un deuteró és un nucli de deuteri, format per un protó i un neutró).

229. Un àtom de ${}_{90}^{232}\text{Th}$ emet una partícula α ; el nou àtom format emet una partícula β . Indicar el nombre atòmic i el nombre màssic de cadascun dels àtoms obtinguts a partir del ${}_{90}^{232}\text{Th}$.

230. El potassi de la Natura està format per una barreja de tres isòtops de nombres màssics 39, 40 i 41. Indiqueu el nombre de protons i de neutrons que hi ha al nucli de cada isòtop i el nombre d'electrons de l'escorça.



231. Un isòtop radioactiu artificial té un temps de semidesintegració de 10 dies. Si hom té una mostra de 25 mg d'aquest isòtop, calculeu:
- quina quantitat es tenia fa un mes?
 - Quina quantitat es tindrà dintre d'un mes?

232. El $^{232}_{86}\text{Rn}$ té un període de semidesintegració de 3,9 dies. Si hom disposa inicialment d'una quantitat de 10 mg, quant queda d'aquest isòtop al cap de 7,8 dies?

233. Suposant que la pèrdua de massa en esclatar una bomba de fissió de plutoni és de l'ordre del 0,05%, calculeu:

- l'energia despresada en esclatar una bomba que conté 100 kg de plutoni fissionable.
- Quina massa de carbó, el poder calorífic del qual fos de $32 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, caldria cremar per tal d'obtenir la mateixa energia?

R: $(4,5\cdot 10^{15} \text{ J})$ $(1,4\cdot 10^{11} \text{ kg})$

234. Experimentalment s'ha observat que quan xoquen un electró i un positró s'anihilen mútuament; és a dir, llurs masses desapareixen del tot.

- Calculeu l'energia obtinguda en aquest procés d'anihilament.
- Calculeu quina és l'energia obtinguda si s'anihilen mútuament, per xoc, un protó i un antiprotó.

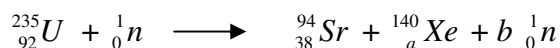
Dades: massa de l'electró: $9,109\cdot 10^{-31} \text{ kg}$; massa del positró: $9,109\cdot 10^{-31} \text{ kg}$; massa del l'antiprotó: $1,672\cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

R: $(1,64\cdot 10^{-13} \text{ J})$ $(3\cdot 10^{-10} \text{ J})$

235. D'1 kg d'urani-235 fissionat s'obté una energia de l'ordre dels $6,1\cdot 10^{13} \text{ J}$. Calculeu la quantitat de massa que desapareix durant la fissió d'1 kg d'urani-235.

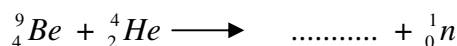
R: (0,067 %)

236. Un submarí nuclear funciona gràcies a l'energia alliberada en la fissió de l'urani-235:



Determineu els valors d' a i b .

237. Quan hom bombardeja beril·li-9 amb partícules α hom sap que es produeix un neutró i un altre àtom. Quin és aquest àtom?:



238. Calculeu el nombre total de partícules α (x) i de partícules β (y) emeses en la desintegració total de l'urani-238:

