

Solucionari del llibre de l'alumne

la finestra, utilitzem la fórmula de la posició de l'MRUA:

$$\begin{aligned}y &= y_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \\&= y_0 + 5 \cdot 0,5 - \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot 0,5^2 = \\&= y_0 + 2,5 - 1,2 = y_0 + 1,3\end{aligned}$$

La pedra arriba a 1,3 m per sobre de la finestra.

- d) El valor del temps que s'ha trobat en l'apartat b, 0,5 s, és positiu, perquè no pot ser d'una altra manera. Els temps en negatiu, si el temps inicial és 0, no tenen sentit.

El valor de l'altura a la qual arriba la pedra en l'apartat c, 1,3 m per sobre de la finestra, és positiu. En aquest cas, un valor negatiu de l'altura sí que hauria tingut sentit, ja que representaria un punt per sota de l'altura a la qual es troba la finestra.

44. Dades: $w = 1,5$ voltes/s; $R = 22$ cm

- a) Passem la velocitat angular i la mesura del radi a unitats de l'SI:

$$\begin{aligned}\omega &= 1,5 \frac{\text{voltes}}{\text{s}} \cdot \frac{2\pi \cdot \text{rad}}{1 \text{ volta}} = 9,4 \text{ rad/s} \\R &= 22 \text{ cm} = 0,22 \text{ m}\end{aligned}$$

Emprem la fórmula que relaciona la velocitat lineal amb la velocitat angular:

$$v = w \cdot R = 9,4 \text{ rad/s} \cdot 0,22 \text{ m} = 2,1 \text{ m/s}$$

- b) Hi apliquem l'equació de l'MCU, considerant $\varphi_0 = 0$ i $\varphi = 1$ volta:

$$\begin{aligned}\varphi &= \varphi_0 + \omega \cdot t \rightarrow \\&\rightarrow 1 \text{ volta} = 0 + 1,5 \frac{\text{voltes}}{\text{s}} \cdot t \rightarrow \\&\rightarrow t = \frac{1}{1,5} \text{ s} = 0,6 \text{ s}\end{aligned}$$

- c) Sempre que hi hagi un canvi en la velocitat, ja sigui de mòdul o de direcció, hi haurà acceleració. En aquest cas, no hi ha canvi en el mòdul de la velocitat, però sí en la direcció. Per tant, hi ha acceleració centrípeta. Calculem-la:

$$a_n = \frac{v^2}{R} = \frac{(2,1 \text{ m/s})^2}{0,22 \text{ m}} = 20,0 \text{ m/s}^2$$

45. Resposta suggerida.

- Perquè d'aquesta manera prevenim que hi hagi accidents. Una distància de seguretat suficientment àmplia permet disposar de temps de frenada en cas que el cotxe del davant freni per accident o per qualsevol altre motiu.

10. Les forces

1. Naturalesa de les forces (pàg. 214 a 216)

Activitats

1. a) El cotxe es mou.
b) La nena rebotà al llit.

2. a) $789 \cancel{\text{kp}} \cdot \frac{9,8 \text{ N}}{1 \cancel{\text{kp}}} = 7732,2 \text{ N}$

b) $0,67 \cancel{\text{kp}} \cdot \frac{9,8 \text{ N}}{1 \cancel{\text{kp}}} = 6,57 \text{ N}$

3. a) El dinamòmetre és un instrument de mesura que s'utilitza per a pesar objectes o calcular forces.

- b) Es basa en la tercera llei de Newton (acció-reacció).

4. a) 

$$F_{\text{neta}} = 52,5 \text{ N} - 47,8 \text{ N} = 4,7 \text{ N}$$

- b) Fletxes perpendiculars.

$$F_{\text{neta}} = \sqrt{73^2 + 98^2} = 122,20 \text{ N}$$

5. Es tracta de dues forces en la mateixa direcció i de sentits contraris. Utilitzem la regla del paral·lelogram:

$$F_{\text{neta}} = 150 \text{ N} - 98 \text{ N} = 52 \text{ N}$$

Cal aplicar 52 N en el mateix sentit en què s'efectuï la força de 98 N.

Solucionari del llibre de l'alumne

2. Les lleis de Newton

(pàg. 217 a 219)

Activitats

6. Quan el metro accelera bruscament, els amics senten una força de reacció en sentit contrari al de l'acceleració.

Quan el metro frena, senten la força en sentit contrari al de la desacceleració.

7. Dades: $m = 60 \text{ g} = 0,06 \text{ kg}$; $F = 3,5 \text{ N}$

a) $F = m \cdot a$

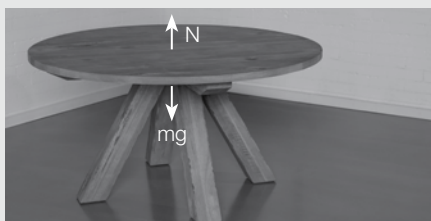
$$a = \frac{F}{m} = \frac{3,5 \text{ N}}{0,06 \text{ kg}} = 58,33 \text{ m/s}^2$$

- b) El dibuix ha de representar la tercera llei de Newton (acció i reacció).

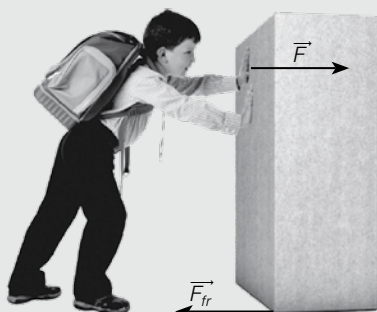
8. Quan el cotxe frena de cop, la desacceleració provoca una força que impulsa els viatgers cap endavant. Si tenim el cinturó posat, la força que ens impulsa cap endavant té una reacció en el cinturó, que retorna la força en sentit contrari, segons la tercera llei de Newton, i ens manté segurs en el seient.

9. La segona llei de Newton ens diu que la força sobre un cos és deguda a la seva acceleració. Si el cos es mou a una velocitat constant, no hi ha acceleració, així que no s'hi aplica cap força. El cos continua amb un moviment a velocitat constant.

10. a)



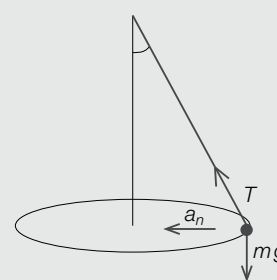
- b)



- c)



- d)



11. Dades: $F = 320 \text{ N}$; $N = 102 \text{ N}$; $r = 0,252$; $m = 4,8 \text{ kg}$

Hi apliquem la segona llei de Newton:

$$F - F_{fr} = m \cdot a$$

$$F_{fr} = N \cdot \mu = 102 \text{ N} \cdot 0,252 = 25,70 \text{ N}$$

$$a = \frac{320 \text{ N} - 25,70 \text{ N}}{4,8 \text{ kg}} = 61,31 \text{ m/s}^2$$

3. La llei de gravitació universal

(pàg. 220 a 223)

Àgora

Resposta suggerida.

Galileu ja havia experimentat sobre el fet que dos objectes de massa diferent queien amb la mateixa acceleració. L'experiment de l'*Apollo 15* va verificar el principi d'equivalència, provant que sense la resistència de l'aire els dos cossos queien amb la mateixa acceleració, independentment de la seva massa, la seva densitat o qualsevol altra característica.

Experimenta

El temps que tarden a arribar al terra és el mateix. Si un dels cossos oposa molta resistència a l'aire (com una plo-

Solucionari del llibre de l'alumne

ma) trigarà més temps a caure. L'acceleració de la gravetat és independent de la massa dels cossos.

Activitats

12. Dades: $F = 437 \text{ N}$; $R = 4500 \text{ km} = 4500000 \text{ m}$
 $m = 85 \text{ kg}$

Utilitzem la llei de gravitació universal:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2}$$
$$M = \frac{F \cdot R^2}{m \cdot G} =$$
$$= \frac{437 \text{ N} \cdot (4,5 \cdot 10^6 \text{ m})^2}{85 \text{ kg} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}} = 1,56 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

13. Dada: $R = 725 \text{ km} = 725000 \text{ m}$

Per a calcular la velocitat:

$$v = \sqrt{G \cdot \frac{M}{R}} =$$
$$= \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{7,25 \cdot 10^5 \text{ m}}} =$$
$$= 23,45 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

@: l'edat de l'univers

En aquesta activitat, l'alumnat pot ampliar els coneixements que té sobre l'edat de l'univers a partir d'una informació apareguda a la premsa relacionada amb les investigacions sobre un estel molt antic.

@: les lleis de Kepler i el Big Bang

A partir d'aquesta activitat, els alumnes poden ampliar els coneixements que tenen sobre alguns avenços importants en astronomia, com les tres lleis de Kepler i el Big Bang.

Activitats

14. Abans del descobriment de Hubble de la radiació emesa pels estels i de la comprovació de la radiació còsmica de fons, es creia que l'univers era immutable, és a dir, que sempre havia estat igual que ara, i que romandria sempre estàtic.

Amb el descobriment de la radiació de fons de microones, s'ha pogut demostrar la teoria del Big Bang. Segons aquesta teoria, l'univers està en expansió, no és estàtic.

15. Resposta suggerida.

- Isaac Newton (1700): descobreix que els planetes giren en òrbites el·líptiques respecte d'un estel. Construeix el primer telescopi reflector.
- Joseph von Fraunhofer (1802): descobreix l'espectroscòpia.
- Durant el segle XIX, es milloren les tècniques per a construir telescopis reflectors i es construeixen els telescopis de reflexió.
- Albert Einstein (1917): proposa un univers basat en la teoria de la relativitat.
- Alexander Friedman (1922): proposa la teoria d'una explosió primordial.
- Edwin Powell Hubble (1929): calcula la distància entre galàxies i les seves velocitats relatives.
- Karl Guthe Jansky (1931): descobreix les ones de ràdio de l'univers.
- George Gamow (1948): proposa la teoria del Big Bang completa.
- Durant el segle XX, es construeixen telescopis de fins a 8,2 m, com l'agrupació d'antenes del telescopi interferòmetre de Xile.

L'alumnat ha de confeccionar una cronologia amb l'eina web de l'enllaç.

Visió 360° (pàg. 224 i 225)

Els satèl·lits artificials

Activitats

16. a) Resposta suggerida.

Avantatges: aplicacions tècniques com radars GPS, radars per a la meteorologia o telescopis astronòmics.

Desavantatges: la gran quantitat d'escombraries espacials que es forma.

- b) Segons la llei de gravitació universal, es crea un equilibri de forces que fa que el satèl·lit tingui un període orbital igual al període de la Terra.
- c) Les escombraries espacials estan formades per restes de satèl·lits, satèl·lits fora de servei, restes d'explosions, parts de coets i partícules de pintura.
- d) Les escombraries espacials poden ser un problema de cara a noves missions. Hi pot haver una col·lisió entre un coet i una d'aquestes partícules, que, sotmeses a una gran velocitat, poden ser molt perilloses per als tripulants.

Solucionari del llibre de l'alumne

17. Resposta suggerida.

Nom del satèl·lit	Tipus	Aplicació	País i data de llançament
Landsat 8	LEO	Geogràfiques	NASA: EUA, 2013
MeteoSat	GEO	Meteorològiques	ESA: Europa, 2008
SPOT 5	LEO	Diversos usos terrestres	TECNES: França, Bèlgica i Suècia

18. a) Resposta suggerida.

Òrbita geoestacionària: òrbita en la qual el satèl·lit sempre està en la mateixa posició respecte de la Terra.

Òrbita geosíncrona: òrbita que descriu un satèl·lit al voltant de la Terra amb el mateix període de rotació que la Terra.

Satèl·lit geoestacionari: un satèl·lit recorre una òrbita geoestacionària quan sempre es troba en la mateixa posició respecte de la Terra.

b) Aproximadament, 953 satèl·lits artificials.

L'alumnat pot consultar el web de l'ESA:

 <http://links.edebe.com/2b7pd>

c) La nau *Sputnik 1* va ser el primer intent no fallit de posar en òrbita un satèl·lit artificial al voltant de la Terra. Construïda a l'antiga Unió Soviètica, va ser llançada el 4 d'octubre de 1957. Tenia una massa aproximada de 83 kg i era una esfera d'alumini de 58 cm de diàmetre que portava quatre antenes llargues i estretes de 2,4 a 2,9 m de longitud. Va orbitar la Terra a una distància d'entre 938 a 214 km.

d) Els «robots suïcides» podrien ser molt útils per a recollir les escombraries espacials.

e) *Clean Space One* és un satèl·lit dissenyat per uns enginyers suïssos. Aquest satèl·lit netejaria les escombraries espacials, que atraparà en una xarxa. Aquest satèl·lit té forma de cub i porta incorporada una càmera capaç de detectar les petites restes d'escombraries espacials.

Cre@ctivitat: creem un fullet informatiu sobre el programa Galileu

– L'alumnat ha d'accedir a la pàgina web proposada per a obtenir les característiques de la sonda *Galileu*.

Galileu és un satèl·lit de navegació engegat per l'ESA.

- Proporciona dades molt exactes sobre posicionament civil, amb un rang d'exactitud d'un metre.

- És operatiu per a GPS, GLONASS i sistemes de navegació russos.

- És un sistema de 24 satèl·lits posicionats a 23 222 km per sobre de la Terra.

- Començarà a ser operatiu a finals del 2016.

– Notícies recents sobre el programa *Galileu*:

- 17/12/2015: Enlairament del *Galileu 11* i *12*.

- 11/9/2015: Enlairament del *Galileu 9* i *10*.

- 2015: Retard del programa *Galileu*, que no estarà en marxa fins al 2020, per problemes tècnics i des-acords entre els països.

– Amb aquestes dades, l'alumnat ha de crear un fullet informatiu i donar-li forma mitjançant l'eina TIC Calameo.

Ciència al teu abast (pàg. 226 i 227)

En pràctica: factors dels quals depèn la força de fregament

Amb l'ajut del material indicat, l'alumnat ha de determinar els factors dels quals depèn la força de fregament.

A continuació cal completar la taula, determinant el coeficient de fregament en cadascun dels casos.

Anàlisi de dades

– El material amb un coeficient de fregament més gran és la fusta rugosa. El de coeficient de fregament més petit és el de metall polit.

– La força de fregament depèn de manera lineal de la massa del tac.

– Com més superfície de contacte més fregament.

La hipòtesi de partida de l'experiment es comprova: el fregament depèn de la massa i de la superfície de contacte.

Solucionari del llibre de l'alumne

L'alumnat elabora un informe de pràctiques en el qual explica la hipòtesi de partida, el desenvolupament de l'experiment i les conclusions extretes.

Síntesi (pàg. 228)

Recorda el que has après

19. La força és una magnitud física que representa la capacitat d'alterar l'estat de repòs o de moviment dels cossos o de produir-hi alguna deformació. En l'SI es mesura en newtons.

20. Primera llei de Newton (llei de la inèrcia): Tot cos roman en repòs o en MRU si no s'hi aplica cap força.

Segona llei de Newton: La força que s'imprimeix a un cos és proporcional a la seva massa i a la seva acceleració.

Tercera llei de Newton: En tota acció ocorre sempre una reacció igual i contrària, és a dir, les accions mútues de dos cossos sempre són iguals i dirigides en sentit oposat.

- 21.** — Pes.
— Força elàstica.
— Força normal.
— Força de fregament.
— Tensió.
— Força centrípeta.

22. Gràcies a la llei de gravitació universal, podem explicar fenòmens com les marees, els eclipsis i l'aparició periòdica dels estels. A més, el fet de comprendre aquesta llei ens ha ajudat a arribar a grans descobriments sobre l'univers com el Big Bang i el comportament de les galàxies.

Activitats finals (pàg. 229 a 231)

1. Naturalesa de les forces

23. Resposta suggerida.

- Força elàstica: comprimeix una molla.
- Pes: força que crea l'acceleració de la gravetat sobre un cos.
- Tensió: força d'un cable o fil que sosté una massa.

24. La força és una magnitud vectorial, caracteritzada per:

- Direcció.
- Sentit.
- Mòdul.

Pensem en el cas de dues persones que estiren una corda, com en el joc. La direcció de la força és la mateixa, però amb sentits contraris. El mòdul és la magnitud (escalar) de la força amb la qual pot estirar cadascuna de les persones.

- 25.** a) Alteració de l'estat de moviment. De repòs a moviment accelerat.
b) Deformació. Força elàstica.
c) Alteració de l'estat de moviment. De moviment a repòs.
d) Deformació. Força elàstica.

26. Utilitzant els factors de conversió:

a) $687 \text{ N} \cdot \frac{1 \text{ kp}}{9,8 \text{ N}} = 70,10 \text{ kp}$

b) $24,5 \text{ N} \cdot \frac{1 \text{ kp}}{9,8 \text{ N}} = 2,5 \text{ kp}$

c) $2,34 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \frac{1 \text{ kp}}{9,8 \text{ N}} = 2,39 \cdot 10^{-4} \text{ kp}$

27. A partir de la segona llei de Newton:

$$F = m \cdot a$$

$$F = 3,6 \text{ kg} \cdot 2,3 \text{ m/s}^2 = 8,28 \text{ N} = 0,84 \text{ kp}$$

28. a) Segons la llei del paral·lelogram, les forces tenen la mateixa direcció però sentit contrari:

$$F_{\text{neta}} = (8 \text{ N} + 4 \text{ N}) - 12 \text{ N} = 0$$

b) En aquest cas, dividim la força en eixos:

$$\text{Eix } x: F_{\text{neta}} = 8 \text{ N} - 4 \text{ N} = 4 \text{ N}$$

$$\text{Eix } y: F_{\text{neta}} = 7 \text{ N} - 2 \text{ N} = 5 \text{ N}$$

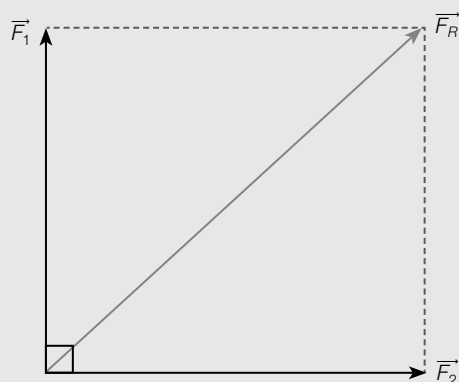
Pel que fa a la força total, calculem el mòdul:

$$F_{\text{neta}} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{16 + 25} = 6,40 \text{ N}$$

29. Perquè estiguin en equilibri, la resultant de la força ha de ser 0. Per tant, dels sistemes anteriors el que està en equilibri és el de l'apartat a).

Solucionari del llibre de l'alumne

30. a) Si $\alpha = 90^\circ \Rightarrow F_R^2 = F_1^2 + F_2^2$

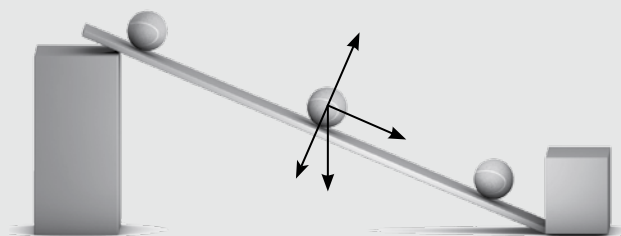


b) Calculem el mòdul per a determinar la força neta:

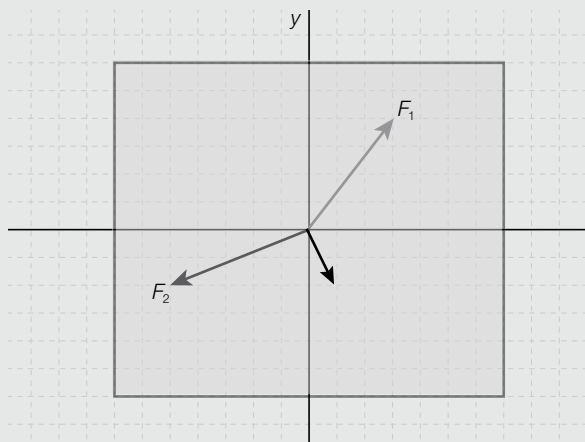
$$F_{\text{neta}} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{3844 + 676} = 67,23 \text{ N}$$

c) El moble està en moviment, ja que la força neta és diferent de zero.

31.



Sobre les 3 boles hi actuen les mateixes forces. La fletxa que en la imatge apunta cap amunt és la força normal. La fletxa que és paral·lela al plànol, és la component x del pes. La fletxa que actua en sentit contrari a la normal és la component y del pes. La fletxa perpendicular al terra és el pes.



32. a) $F_{1x} = 3 \text{ N}; F_{1y} = 4 \text{ N}$

b) $F_{2x} = 4 \text{ N}; F_{2y} = 2 \text{ N}$. Les components de la força 2 tenen un sentit negatiu.

c) Hem emprat la regla del paral·lelogram.

33. L'alumnat ha d'accedir a la pàgina web indicada per a efectuar les activitats «Suma de fuerzas». Com que les activitats tenen un test final, el professor/a les pot utilitzar com a eina d'avaluació.

2. Les lleis de Newton

34. a) Vertadera.

b) Falsa. Pot estar en MRU.

c) Vertadera.

d) Vertadera.

35. a) $F_R = N \cdot \mu$

b) $P = m \cdot g$

c) $F = -K \cdot x$

d) $F = m \cdot a_c$

36. a) Primera llei de Newton. La bola estava en repòs i li apliquem una força amb el braç que imprimeix una acceleració a la bola.

b) Tercera llei de Newton. Llancem la pilota contra el tauler amb una força, i la pilota rebota al tauler amb una força equivalent a la que havíem aplicat però en sentit contrari.

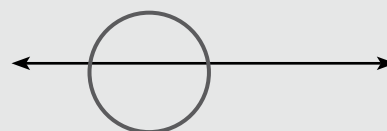
37. $F = m \cdot a$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{39,5 \text{ N}}{15 \text{ kg}} = 2,63 \text{ m/s}^2$$

— Hem utilitzat la segona llei de Newton.

38. Dades: $m = 12 \text{ kg}; F_1 = 340 \text{ N}; F_2 = 230 \text{ N}$

El diagrama del problema:



Per a calcular l'acceleració:

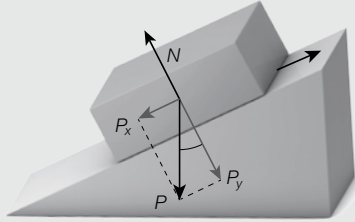
$$F = m \cdot a$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{(340 \text{ N} - 230 \text{ N})}{15 \text{ kg}} = 9,16 \text{ m/s}^2$$

Solucionari del llibre de l'alumne

39. Dades: $m = 36,7 \text{ kg}$; $N = 280 \text{ N}$; $F = 200 \text{ N}$
 Coef. freg. = $0,115$

a)



b) A partir del diagrama de forces:

$$F + P_x - F_{fr} = m \cdot a$$

$$F_{fr} = N \cdot \mu = 280 \text{ N} \cdot 0,115 = 32,2 \text{ N}$$

$$N = P_y$$

$$\frac{N}{m \cdot g} = \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{280 \text{ N}}{36,7 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 0,77$$

$$\alpha = 38,88$$

$$P_x = m \cdot g \cdot \sin 38,88 =$$

$$= 36,7 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \sin 38,88 = 225,73 \text{ N}$$

$$a = \frac{F + P_x - F_{fr}}{m} = \frac{(200 \text{ N} + 225,73 - 32,2 \text{ N})}{36,7 \text{ kg}} = 10,72 \text{ m/s}^2$$

40. Dades: $F = 79 \text{ N}$; $x = 12,5 \text{ cm} = 0,125 \text{ m}$

a) Per a calcular la constant k , utilitzem l'expressió de la llei de Hooke:

$$F = -K \cdot x$$

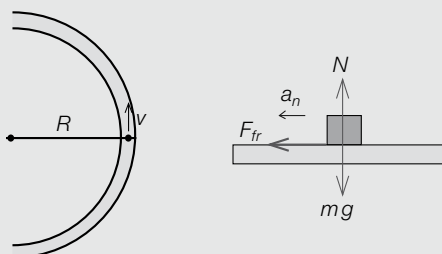
$$K = \frac{F}{x} = \frac{79 \text{ N}}{0,125 \text{ m}} = 632 \text{ N/m}$$

b) La molla experimenta força elàstica.

c) En l'activitat interactiva, l'alumnat pot practicar amb diferents masses i molles els resultats de la llei de Hooke.

41. Dades: $m = 1,5 \text{ kg}$; $R = 1,4 \text{ m}$; $v = 1,5 \text{ m/s}$

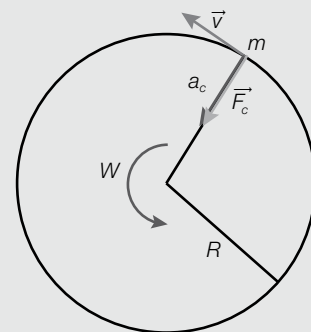
a) Diagrama de forces:



b) Calculem l'acceleració centrípeta:

$$a_c = \frac{v^2}{R} = \frac{(1,5 \text{ m/s})^2}{1,4 \text{ m}} = 1,60 \text{ m/s}^2$$

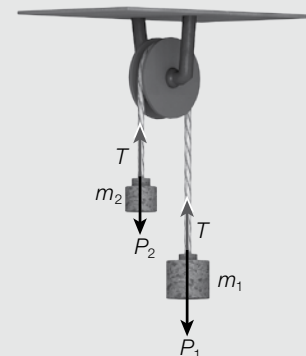
c) La força centrípeta.



$$F_c = m \cdot a_c = 1,5 \text{ kg} \cdot 1,60 \text{ m/s}^2 = 2,41 \text{ N}$$

42. Dades: $m = 0,35 \text{ kg}$; $M = 1,25 \text{ kg}$

a)



b) El sentit del moviment és cap avall de la massa més pesant (M).

c) Amb la segona llei de Newton, plantejem l'equació de les forces i resollem el sistema d'equacions.

$$T - P_M = M \cdot a$$

$$P_m - T = m \cdot a$$

$$T - 1,25 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 1,25 a$$

$$0,35 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 - T = 0,35 a$$

$$1,25 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 - 0,35 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 1,6 \cdot a$$

$$a = 5,51 \text{ m/s}^2$$

43. L'alumnat accedeix a la pàgina web proposada. Hi pot treballar els conceptes de les lleis de Newton amb diferents problemes interactius. Les activitats també estan disponibles en anglès.

Solucionari del llibre de l'alumne

44. Resposta suggerida.

Per a investigar sobre la vida d'Isaac Newton:

@ <http://links.edebe.com/v9if8>

Després de la investigació, els alumnes poden redactar un informe utilitzant les eines TIC.

45. L'alumnat pot accedir a la pàgina web per respondre a l'autoavaluació sobre les lleis de Newton. Com que es tracta d'un test amb respostes fixades, es pot fer servir per a avaluar.

49. Dades: $m_1 = 55 \text{ kg}$; $m_2 = 76 \text{ kg}$; $r = 150 \text{ cm} = 1,5 \text{ m}$

Per a calcular la força d'atracció gravitatòria:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{55 \text{ kg} \cdot 76 \text{ kg}}{(1,5 \text{ m})^2} = 1,24 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

50. Dades: $M_m = 3,285 \cdot 10^{23}$; $M_v = 4,867 \cdot 10^{24}$; $r = 5,005 \cdot 10^7 \text{ km} = 5,005 \cdot 10^{10} \text{ m}$

L'atracció gravitatòria entre tots dos planetes és:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{2,285 \cdot 10^{23} \text{ kg} \cdot 4,867 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{(5,005 \cdot 10^{10} \text{ m})^2} = 2,96 \cdot 10^{16} \text{ N}$$

Perquè els planetes estan en moviment en la seva òrbita. Aquest moviment lateral manté el planeta girant i evita que caigui sobre el més massiu.

— La comparació entre la força exercida per masses petites i grans:

$$\frac{2,96 \cdot 10^{16} \text{ N}}{1,24 \cdot 10^{-7} \text{ N}} = 2,39 \cdot 10^{23}$$

La força d'atracció gravitatòria entre els dos planetes és $2,39 \cdot 10^{23}$ vegades la que pateixen les persones de l'activitat anterior.

51. Dades: $M_m = 6,39 \cdot 10^{23} \text{ kg}$; $R = 3\,390 \text{ km} = 3\,390\,000 \text{ m}$

$$g = \frac{G \cdot M}{R^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 6,39 \cdot 10^{23} \text{ kg}}{(3\,390\,000 \text{ m})^2} = 3,71 \text{ m/s}^2$$

52. Dada: $h = 230 \text{ km} = 230\,000 \text{ m}$

Amb l'expressió del moviment orbital:

$$v = \sqrt{G \cdot \frac{M}{R}} = \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{6,39 \cdot 10^{23} \text{ kg}}{(3\,390\,000 \text{ m} + 230\,000 \text{ m})}} = 3,43 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

— La velocitat orbital no depèn de la massa del satèl·lit, com podem deduir de l'expressió anterior per al càlcul de la velocitat.

53. Resposta suggerida.

— Aristòtil: L'univers està constituït per la Terra, immòbil i situada al seu centre, el Sol i la Lluna i cinc «estels errants» (els planetes) que giraven al seu voltant, i un cel d'estels «fixos», a més d'altres cossos que hi apareixien ocasionalment (per exemple, els estels). D'acord amb els ideals de perfecció que havien de ser reflectits per l'univers, els moviments de tots aquests cossos eren perfectament circulars.

3. La llei de gravitació universal

46. a) i c).

47. Caiguda lliure dels cossos: Quan deixem caure un objecte, aquest se sent atret per la massa de la Terra.

Moviment orbital: Els objectes en òrbita giren al voltant dels que tenen una massa més gran; per exemple, la Lluna orbita al voltant de la Terra.

48. a) Heliocèntrica.

b) Geocèntrica.

c) Model actual de l'univers.

Solucionari del llibre de l'alumne

- Ptolomeu: Segueix el model d'Aristòtil, però l'adapta a idees contemporànies ja influïdes per la *Bíblia* segons les quals es descrivia el moviment del Sol, mentre que la Terra romanía immòbil. Continuava considerant l'home el centre de l'univers.
- Copèrnic: Segons el model que proposava, el Sol es trobava a prop del centre de l'univers. Les distàncies entre els estels eren molt més grans que la distància entre la Terra i el Sol.
- Galileu: Va abandonar definitivament la teoria geocèntrica de Ptolomeu, gràcies a l'ús del telescopi i als seus càlculs sobre el moviment de la Terra.
- Kepler: Va descobrir, gràcies a les dades que va prendre Brahe durant anys, que els planetes descriuen òrbites el·líptiques al voltant del Sol, i aquest està situat en un dels focus de l'el·lipse.
- Newton: Va calcular la força gravitatòria entre objectes que tenen massa, incloent-hi els planetes i els estels.
- Einstein: Actualment sabem que l'univers s'expandeix; les galàxies s'allunyen entre si a velocitats molt grans. Einstein va demostrar que les forces de gravetat dels planetes i dels estels alteren el temps i deformen l'espai. En l'univers no hi ha cap punt fix o immòbil, sinó que tot està en moviment i en expansió permanent.

Després de la recollida de dades, els alumnes han de confeccionar una línia del temps amb els punts fonamentals.

54. Reposada suggerida:

- Després d'haver utilitzat la tècnica *Estructura 1-2-4* per a investigar els problemes que genera la ingravitació, l'alumnat, de manera individual, pensa durant uns quants minuts la resposta. A continuació, posa en comú la seva resposta amb el company/a que tingui al costat i tots dos tracten de consensuar una única resposta. Després, la parella contrasta la seva resposta amb la parella que té al costat i tots quatre busquen arribar a un acord sobre la resposta més adequada. Finalment, es posa en comú amb tota la classe.

55. L'alumnat pot veure el vídeo que hi ha en la pàgina web.

Resposta suggerida.

Idees clau del debat:

- Quan un científic/a descobreix una teoria o una nova manera de concebre l'univers, no és estrany

que trobi una gran oposició. En l'època de Galileu, l'Església i els companys seus de la Universitat no veien amb bons ulls que abandonés les doctrines d'Aristòtil i Ptolomeu i proposés la teoria heliocèntrica.

- Galileu, Newton, Einstein i Hawking van sacrificar la seva vida a l'estudi i la comprensió de l'univers. Les seves teories són tan poderoses que, encara que trobin l'oposició dels seus companys i de la societat, no deixen de treballar-hi.

Posa a prova les teves competències (pàg. 232 i 233)

56. a) Força gravitatòria.

Força elàstica.

- b) En la primera fa que el nen baixi pel tobogan.

En la segona, que la gimnasta faci força per estirar la banda.

c)



Solucionari del llibre de l'alumne

- d) Dades: $m = 22 \text{ kg}$; $N = 175 \text{ N}$
 Coef. freg. = $0,114$

A partir de la segona llei de Newton, podem calcular l'acceleració:

$$P_x - F_R = m \cdot a$$

Hem de trobar el pes en la component x:

$$N = P_y$$

$$\frac{N}{m \cdot g} = \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{175 \text{ N}}{22 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 0,81$$

$$\alpha = 35,74^\circ$$

$$P_x = m \cdot g \cdot \sin 35,74 = \\ = 22 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \sin 35,74 = 125,93 \text{ N}$$

La força de fregament és:

$$F_R = N \cdot \mu = 175 \text{ N} \cdot 0,114 = 19,95 \text{ N}$$

L'acceleració és:

$$a = \frac{P_x - F_R}{m} = \frac{125,93 \text{ N} - 19,95 \text{ N}}{22 \text{ kg}} = 4,82 \text{ m/s}^2$$

- e) Dades: $k = 760 \text{ N/m}$; $x = 32 \text{ cm} = 0,32 \text{ m}$

$$F = -K \cdot x = 760 \text{ N/m} \cdot 0,32 \text{ m} = 243,2 \text{ N}$$

57. a) En desaccelerar el cotxe, es produeix una força en els passatgers de sentit contrari a la desacceleració. Tercera llei de Newton.
 b) Hi ha un canvi en la velocitat. Això produeix una acceleració i una força de frenada. Segona llei de Newton.
 c) La força amb la qual la pilota xoca contra el vidre és la mateixa, però de sentit contrari que la força amb la qual surt rebotada. Tercera llei de Newton.

Per a calcular la força, ens falta el valor de la massa total.

$$58. \text{ a) } F = G \cdot \frac{M \cdot m}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{1,024 \cdot 10^{26} \text{ kg} \cdot 8,686 \cdot 10^{25} \text{ kg}}{(1,630 \cdot 10^{12} \text{ m})^2} = 2,23 \cdot 10^{17} \text{ N}$$

$$\text{b) } g_{\text{Urà}} = \frac{G \cdot M}{R^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 8,686 \cdot 10^{25} \text{ kg}}{(51118000 \text{ m})^2} = 2,22 \text{ m/s}^2$$

$$g_{\text{Neptú}} = \frac{G \cdot M}{R^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 1,024 \cdot 10^{26} \text{ kg}}{(49572000 \text{ m})^2} = 2,78 \text{ m/s}^2$$

$$\text{c) } v_{\text{Urà}} = \sqrt{G \cdot \frac{M}{R}} = \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{8,686 \cdot 10^{25} \text{ kg}}{2,871 \cdot 10^{12} \text{ m}}} = 44,93 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{Neptuno}} = \sqrt{G \cdot \frac{M}{R}} = \sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{1,024 \cdot 10^{26} \text{ kg}}{4,498 \cdot 10^{12} \text{ m}}} = 38,97 \text{ m/s}$$

Les velocitats no coincideixen.

- d) Perquè els planetes estan en moviment en la seva òrbita. Aquest moviment lateral manté el planeta girant i evita que caigui sobre el més massiu.
 e) Un satèl·lit d'observació terrestre.
 f) Resposta suggerida.

Solucionari del llibre de l'alumne

11. Pressió en els fluids

1. La pressió (pàg. 236 i 237)

Experimenta: forces a l'interior dels líquids

Resposta suggerida.

La làmina que tapa un dels extrems del tub rep, d'una banda, la pressió de dins del recipient d'aigua i, de l'altra, la pressió de l'aire. La pressió dins de l'aigua és la suma de la pressió de la columna d'aire que està damunt de l'aigua més la de la columna d'aigua, per tant, és més gran que la pressió a l'altre costat de la làmina, que l'exerceix exclusivament la columna d'aire. Així doncs, la pressió dins del recipient és més gran i pressiona la làmina contra el tub; per això no es mou.

Activitats

1. Dades: $F = 15 \text{ N}$; $S_1 = 0,25 \text{ cm}^2$; $S_2 = 0,25 \text{ mm}^2$

— Utilitzem S_1 en la fórmula de la pressió:

$$p_1 = \frac{F}{S_1} = \frac{15 \text{ N}}{0,25 \text{ cm}^2} \cdot \frac{10\,000 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2} = 600\,000 \text{ Pa}$$

— Emprem les dades en la fórmula, ara amb S_2 :

$$p_2 = \frac{F}{S_2} = \frac{15 \text{ N}}{0,25 \text{ mm}^2} \cdot \frac{1\,000\,000 \text{ mm}^2}{1 \text{ m}^2} = 60\,000\,000 \text{ Pa}$$

2. Es refereix a l'atmosfera tècnica (at), que col·loquialment s'anomena *quilo de pressió*.

$$1 \text{ at} = \frac{1 \text{ kp}}{1 \text{ cm}^2} = \frac{9,8 \text{ N}}{10^{-4} \text{ m}^2} = 98\,000 \text{ Pa}$$

3. L'aigua sortirà inicialment en direcció horitzontal.

Com estableix el principi de Pascal, dins de l'aigua la pressió s'exerceix en totes direccions, també en l'horitzontal.

2. Pressió en els líquids (pàg. 238 a 241)

Activitats

4. Dades: $h = 2,5 \text{ m}$; $D = 8 \text{ cm}$

— Tinguem en compte que la densitat del líquid és $d = 1\,000 \text{ g/dm}^3$.

Passem la densitat a unitats del Sistema Internacional (SI), kg/m^3 , i la utilitzem en la fórmula de la pressió hidrostàtica:

$$1000 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{1000 \text{ dm}^3}{1 \text{ m}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P = h \cdot d \cdot g$$

$$p = 2,5 \text{ m} \cdot 1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 24\,500 \text{ Pa}$$

— Calculem la força tenint en compte que la superfície és circular:

$$D = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$$

$$p = \frac{F}{S} \rightarrow F = p \cdot S = p \cdot \pi \cdot r^2 =$$

$$= 24\,500 \text{ Pa} \cdot \pi \cdot \left(\frac{0,08 \text{ m}}{2}\right)^2 = 123,2 \text{ N}$$

5. Per a proveir d'aigua les llars de les ciutats s'aprofita el principi fonamental de la hidrostàtica. El dipòsit d'aigua que proveeix la població acostuma a estar en una zona elevada. A causa de la seva altura, l'aigua exerceix una certa pressió i arriba a les llars, que estan a una altura inferior, gràcies a aquesta pressió.

En les preses s'aconsegueix energia elèctrica a partir de l'energia potencial de l'aigua. Com més gran sigui l'altura del nivell de l'aigua a la presa, pel principi fonamental de la hidrostàtica, més gran serà la pressió que exercirà l'aigua, i, per tant, la força sobre les turbines. I d'aquesta manera es podrà aconseguir més energia elèctrica.

El sífo és un sistema en el qual s'aprofiten les diferents pressions de dos volums de líquids per a superar accidents geogràfics.

6. Dades: $d_1 = 8 \text{ cm}$; $d_2 = 35 \text{ cm}$; $F = 200 \text{ N}$

Passem les mesures a l'SI:

$$8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m} \quad 35 \text{ cm} = 0,35 \text{ m}$$

Per a calcular la massa en el primer cas, utilitzem la fórmula següent:

$$p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \rightarrow \frac{F_1}{\pi \cdot r_1^2} = \frac{F_2}{\pi \cdot r_2^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{200 \text{ N}}{\pi \cdot \left(\frac{0,08 \text{ m}}{2}\right)^2} = \frac{F_2}{\pi \cdot \left(\frac{0,35 \text{ m}}{2}\right)^2}$$