

Solucionari del llibre de l'alumne

12. L'energia

Què és l'energia? (pàg. 260 i 261)

Activitats

1. Un cos en moviment presenta energia cinètica. Aquesta energia és deguda a la massa del mòbil i a la seva velocitat.

2. a) Dades: $m = 250 \text{ g} = 0,25 \text{ kg}$
 $v = 15 \text{ km/h} = 4,16 \text{ m/s}$

A partir de la fórmula de l'energia cinètica:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,25 \text{ kg} \cdot (4,16 \text{ m/s})^2 = 2,16 \text{ J} = 2,16 \cdot 10^{-3} \text{ kJ}$$

— Per a expressar el resultat en cal, efectuem la conversió:

$$2,16 \cancel{\text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ cal}}{4,18 \cancel{\text{ J}}} = 0,52 \text{ cal} = 0,52 \cdot 10^{-3} \text{ kcal}$$

b) Dades: $m = 250 \text{ g} = 0,25 \text{ kg}$
 $v = 70 \text{ km/h} = 19,44 \text{ m/s}$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,25 \text{ kg} \cdot (19,44 \text{ m/s})^2 = 47,27 \text{ J} = 47,24 \cdot 10^{-3} \text{ kJ}$$

$$47,27 \cancel{\text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ cal}}{4,18 \cancel{\text{ J}}} = 11,30 \text{ cal} = 11,30 \cdot 10^{-3} \text{ kcal}$$

3. Dades: $m = 1,5 \text{ t} = 1500 \text{ kg}$
 $E_c = 120 \text{ kJ} = 120 \cdot 10^3 \text{ J}$

A partir de l'expressió de l'energia cinètica, calculem la velocitat de l'autobús:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 120000}{1500}} = 12,65 \text{ m/s}$$

4. Dades: $m = 150 \text{ g} = 0,15 \text{ kg}$; $v = 50 \text{ m/s}$

a) Utilitzem l'expressió de l'energia cinètica:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,15 \text{ kg} \cdot (50 \text{ m/s})^2 = 187,5 \text{ J}$$

b) En primer lloc, calculem la velocitat de la pedra al cap de 5 segons:

$$v = v_0 - g \cdot t = 50 \text{ m/s} - 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ s} = 1 \text{ m/s}$$

A continuació, emprem la fórmula de l'energia cinètica:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,15 \text{ kg} \cdot (1 \text{ m/s})^2 = 0,075 \text{ J}$$

c) La velocitat amb la qual la pedra xoca contra el terra serà la mateixa amb la qual l'hem llançat, però en sentit contrari; és a dir, $v = -50 \text{ m/s}$. A partir d'aquesta dada, i tenint en compte que l'energia cinètica és proporcional a la velocitat al quadrat, aquesta serà idèntica a l'energia cinètica que tenia la pedra en ser llançada; és a dir, 187,5 J.

5. a) Dades: $m = 3500 \text{ g} = 3,5 \text{ kg}$; $h = 3 \text{ m}$

Per a calcular l'energia potencial, utilitzem la fórmula:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 3,5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 3 \text{ m} = 103 \text{ J} = 0,103 \text{ kJ}$$

Per a expressar el resultat en cal, fem la conversió:

$$103 \cancel{\text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ cal}}{4,18 \cancel{\text{ J}}} = 24,64 \text{ cal} = 0,025 \text{ kcal}$$

b) Dades: $m = 3500 \text{ g} = 3,5 \text{ kg}$; $h = 10 \text{ m}$

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 3,5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 343,35 \text{ J} = 0,34 \text{ kJ}$$

$$343,35 \cancel{\text{ J}} \cdot \frac{1 \text{ cal}}{4,18 \cancel{\text{ J}}} = 82,14 \text{ cal} = 0,08 \text{ kcal}$$

6. Determinem l'altura total a la qual està el test:

$$h = 3,5 \text{ m} + 6 \cdot 2,5 = 18,5 \text{ m}$$

Aleshores, en calculem l'energia potencial:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 0,5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 18,5 \text{ m} = 90,74 \text{ J} = 0,090 \text{ kJ}$$

Solucionari del llibre de l'alumne

2. L'energia mecànica

(pàg. 262 i 263)

Experimenta: conservació de l'energia mecànica

L'alumnat, en parelles, segueix aquests passos:

- Pesat el bolígraf. Massa aproximada:

$$m = 10 \text{ g} = 0,01 \text{ kg}$$

- Mesurar el temps que tarda a caure des d'una altura d'1 m. Temps aproximat:

$$t = 0,45 \text{ s}$$

- Calcular la velocitat amb la qual arriba al terra. Per a això, han de tenir en compte que es tracta d'un MRUA, en caiguda lliure, sense velocitat inicial:

$$v = v_0 - g \cdot t = -9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,45 \text{ s} = -4,43 \text{ m/s}$$

- Determinar l'energia cinètica final:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,01 \text{ kg} \cdot (-4,43 \text{ m/s})^2 = 0,098 \text{ J}$$

L'energia cinètica inicial és igual a 0 J.

- Determinar l'energia potencial inicial:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 0,01 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 1 \text{ m} = 9,8 \text{ J} = 0,0098 \text{ kJ}$$

L'energia potencial final és igual a 0 J.

- Conclusió: L'energia mecànica es conserva.

Activitats

7. En aquest enllaç, l'alumnat aprendrà a fer un experiment sobre la conservació de l'energia.

- Informe de l'experiència.

L'objectiu de l'experiment és estudiar la conservació de l'energia.

Per a això es necessita una llauna de conserva, dues tapes, un obrellaunes, unes tisores, gomes elàstiques, cinta adhesiva, dos suports de longitud més petita que el diàmetre de la llauna, a més d'un pes (per exemple, unes piles d'1,5 V).

El procediment consisteix a obrir amb l'obrellaunes els dos extrems de la llauna i foradar les tapes pel centre amb les tisores. Després cal fer un nus enmig de la goma elàstica i, amb la cinta adhesiva, subjectar els pesos a una banda de la goma. S'uneixen les gomes elàstiques a les tapes mitjançant els suports i es tanca la llauna.

Quan empenyem la llauna, la cinta elàstica s'enrotlla sobre si mateixa, i emmagatzema energia

elàstica. Quan la llauna para, l'energia elàstica emmagatzemada de la goma fa que aquesta es desenrotlli i la llauna es mogui en sentit contrari.

8. Dades: $h = 50 \text{ m}$; $m_{\text{vagoneta}} = 100 \text{ kg}$

$$m_{\text{persones}} = 2 \cdot 70 \text{ kg} = 140 \text{ kg}$$

$$\text{diàmetre} = 10 \text{ m}$$

- a) L'energia mecànica en el punt més elevat de l'atracció serà energia potencial íntegrament:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 240 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 50 \text{ m} = 1,18 \cdot 10^5 \text{ J}$$

- b) Com que no hi ha fricció, per conservació de l'energia:

$$E_p = E_c = 1,18 \cdot 10^5 \text{ J}$$

- c) L'energia mecànica en el punt C es conserva:

$$E_m = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Aillem la velocitat prenent l'altura del punt C:

$$v = \sqrt{\frac{2(E_p - m \cdot g \cdot h)}{m}} = \sqrt{\frac{2(1,18 \cdot 10^5 \text{ J} - 240 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m})}{240 \text{ kg}}} = 28,06 \text{ m/s}$$

3. Formes d'intercanvi d'energia (pàg. 264 i 265)

Àgora

- Els alumnes han d'accedir a l'enllaç que es proposa en el llibre de l'alumne per conèixer de quina manera es pot emprar l'energia que la Terra emmagatzema a l'interior.

- El professor/a pot proposar que aquesta segona part de l'activitat es realitzi en grups. La informació rellevant que els alumnes haurien d'extreure és la següent: l'energia geotèrmica prové de l'interior del planeta; és una font d'energia renovable. La calor es produeix de manera contínua en el nucli terrestre pel decaïment de partícules radioactives de les roques que el formen. La calor pot ser recuperada en forma de vapor i utilitzada, per exemple, per a generar electricitat. Algunes aplicacions de l'energia geotèrmica utilitzen les temperatures de la terra a prop de la superfície, mentre que unes altres requereixen perforacions de diversos quilòmetres de profunditat.

Solucionari del llibre de l'alumne

- A causa de les dificultats tècniques dels mètodes de perforació i bombament, aquesta energia no ha estat explotada d'una manera eficaç. Els residus que produeix són mínims si ho comparem amb el carbó o el petroli. Com que no crema combustible per a generar electricitat, els seus nivells d'emissió de CO_2 a l'atmosfera poden arribar a ser nuls. Per contra, les emissions de derivats del sofre poden ser perilloses, i fins i tot mortals, si no són detectades.

Activitats

9. Dades: $m = 25 \text{ kg}$; $h = 6 \text{ m}$

- a) En aquest cas, calculem el treball efectuat per la força gravitatòria:

$$W = \Delta E_p = E_{p_f} - E_{p_0} = 0 - 25 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 6 \text{ m} = -1,47 \cdot 10^3 \text{ J}$$

- b) Si no hi ha força de fregament, aïllem la velocitat del teorema de les forces vives:

$$W = \Delta E_c = E_{c_f} - E_{c_0}$$
$$v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,47 \cdot 10^3 \text{ J}}{25 \text{ kg}}} = 10,84 \text{ m/s}$$

- c) Per a calcular la nova velocitat, en cas que hi hagi fregament, hem de saber quant val la força de fricció, considerant un angle de 45° :

$$F_{fr} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha = 0,3 \cdot 25 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot \cos 45 = 52,03 \text{ N}$$

$$W_{F_{fr}} = F_r \cdot d \cdot \cos 180 = -52,03 \text{ N} \cdot 6 \text{ m} = -312,15 \text{ J}$$

L'energia no es conserva. La que es perd s'ha transformat en energia calorífica.

4. Potència (pàg. 266 i 267)

@: potència i cilindrada d'un motor

L'alumnat s'ha de connectar a la pàgina web que es proposa en l'enllaç per a esbrinar la diferència entre *potència* i *cilindrada*.

Resposta suggerida.

- Potència: revolucions màximes que aconsegueix el motor.
- Cilindrada: capacitat teòrica d'un motor en cada cicle, sumant tots els cilindres.

Àgora

Els alumnes han d'accedir a l'enllaç que es proposa en el llibre de l'alumne per a conèixer la dieta que seguïen els atletes de l'antiga Grècia.

La informació rellevant que els alumnes han d'extreure és aquesta:

- Els atletes necessiten una aportació més gran de proteïnes i hidrats de carboni.
- Perquè sigui una dieta saludable, no s'ha d'oblidar l'aportació de llegums, fruites i verdures.

Activitats

10. Resposta suggerida.

- El cavall de vapor és l'equivalent en el sistema mètric decimal al *horsepower* anglès.

La conversió aproximada és: $1 \text{ CV} = 745,7 \text{ W}$.

11. Per dur a terme aquesta activitat, l'alumnat pot consultar les pàgines web següents:

@ <http://links.edebe.com/ngggf2>
<http://links.edebe.com/3xgua>

12. Dades: $P_1 = 500 \text{ W}$; $P_2 = 16,7 \text{ kW}$
 $t = 45 \text{ min} = 2700 \text{ s}$

Sabem que la potència desenvolupada per un motor és:

$$P = \frac{W}{t}$$

$$W = P \cdot t = 16,7 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot 2700 \text{ s} = 4,50 \cdot 10^7 \text{ J}$$

Aïllem el temps per a la nova potència:

$$t = \frac{W}{P} = \frac{4,50 \cdot 10^7 \text{ J}}{500 \text{ W}} = 9,02 \cdot 10^3 \text{ s} = 25 \text{ h}$$

13. Dades: Grua A: $m = 800 \text{ kg}$; $h = 5 \text{ m}$; $t = 30 \text{ s}$
Grua B: $m = 500 \text{ kg}$; $h = 10 \text{ m}$
 $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$

- a) $F_A = m \cdot g = 800 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 8 \cdot 10^3 \text{ N}$
 $F_B = m \cdot g = 500 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 5 \cdot 10^3 \text{ N}$

La grua A ha d'exercir més força.

- b) $W_A = \Delta E_{p_A} = E_{p_{f_A}} - E_{p_0} = 800 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} = 4 \cdot 10^4 \text{ J}$

$$W_B = \Delta E_{p_B} = E_{p_{f_B}} - E_{p_0} = 500 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 5 \cdot 10^4 \text{ J}$$

La grua B efectua més treball.

Solucionari del llibre de l'alumne

$$c) P_A = \frac{W_A}{t} = \frac{4 \cdot 10^4 \text{ J}}{30 \text{ s}} = 1,33 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$P_B = \frac{W_B}{t} = \frac{5 \cdot 10^4 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 0,83 \cdot 10^3 \text{ W}$$

La grua A té més potència.

14. L'alumnat accedeix a la pàgina web per experimentar sobre energia, treball i potència; relaciona els conceptes i observa que per a desenvolupar una potència hem de realitzar un treball durant un temps determinat.

15. Dades: $m = 56 \text{ kg}$; $t = 7 \text{ s}$

a) Per calcular el treball que ha dut a terme en pujar per l'escala:

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot d = 56 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 15 \cdot 0,2 \text{ m} = 1,65 \cdot 10^3 \text{ J}$$

b) L'energia que ha necessitat és la mateixa que el treball que ha desenvolupat:

$$W = \Delta E_p = E_{p_{fr}} - E_{p_0}$$

Com que l'energia potencial inicial és igual a 0:

$$E_{p_{fr}} = 1,65 \cdot 10^3 \text{ J}$$

18. a)

Embarcament	Tres trens, 32 places.
Començament	Pujada de 76 m propulsada per un motor. Primera baixada de 78 m.
Túnel	S'entra a 134 km/h.
Camelback	70 m d'altura. Sensació de gravetat 0.
Doble hèlix	Dues corbes de pujada i baixada amb un gir de 540°.
Speed hill	Arran de terra.
Camelback	Amb baixada que va a parar a l'estany.
2 camelback	Sobre l'àrea de la Xina.
Bloke brake	Recorregut horitzontal.
Última pujada	Recorregut de 20 m i petit <i>airline</i> .

b) Resposta suggerida.

Els alumnes han d'elaborar un esquema en el qual es vegin els noms dels moments més rellevants de l'atracció, els moments de transició entre ells, etc.

c) Resposta lliure de l'alumnat.

c) La potència muscular que ha necessitat per a pujar l'escala és:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{1,65 \cdot 10^3 \text{ J}}{7 \text{ s}} = 235,2 \text{ W}$$

16. Activitat interactiva. L'alumnat posarà en pràctica els conceptes de força, treball i potència mitjançant les simulacions i les activitats proposades.

Visió 360° (pàg. 268 i 269)

Les muntanyes russes

Activitats

17.

Altura	76 m
Caiguda més llarga	78 m. Aquesta caiguda fa que la resta del viatge continuï per inèrcia.
Velocitat	134 km/h = 37,22 m/s
Recorregut total	1 650 m
Gir més gran	540°

Solucionari del llibre de l'alumne

19.

Trams	Transformacions energètiques
Començament Pujada 1	Energia cinètica màxima. Transformació de l'energia cinètica en potencial, fins a arribar a l'altura màxima, en què tota l'energia és potencial.
Baixada 1	Transformació de l'energia potencial en energia cinètica.
Camelback	Ràpides variacions d'energia potencial en cinètica, i a l'inrevés.
Doble hèlix	Ràpides variacions d'energia potencial en cinètica, i a l'inrevés.
Speed hill	Ràpides variacions d'energia potencial en cinètica, i a l'inrevés.
Camelback	Ràpides variacions d'energia potencial en cinètica, i a l'inrevés.
2 camelback	Ràpides variacions d'energia potencial en cinètica, i a l'inrevés.
Bloke brake	Energia cinètica màxima.
Última pujada	Transformació de l'energia cinètica en potencial fins a una altura de 20 m. En la baixada, canvi d'aquesta energia a cinètica.

20. a) El treball que s'ha d'efectuar per a aconseguir l'altura màxima és la variació de l'energia mecànica des de l'inici del recorregut, quan tota l'energia és cinètica, fins a aconseguir el màxim d'altura, en què tota l'energia és potencial.

$$W = \Delta Em = Em_{fr} - Em_0 = (E_{cfr} + E_{pF}) - (E_{c0} + E_{p0})$$

Si considerem una massa per a la vagoneta de 1 000 kg:

$$W = \Delta Ep = m \cdot g \cdot \Delta h = 1\,000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 78 \text{ m} = 7,64 \cdot 10^5 \text{ J}$$

- b) L'energia potencial que hi ha al principi del moviment és suficient perquè l'atracció continuï funcionant sense necessitat d'incrementar-la.
c) Al principi de l'atracció l'energia és potencial:

$$Em = Ep = m \cdot g \cdot h = 1\,000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 78 \text{ m} = 7,64 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Al final de la primera baixada existeix energia cinètica:

$$134 \text{ km/h} = 37,22 \text{ m/s}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1\,000 \text{ kg} \cdot (37,22 \text{ m/s})^2 = 6,93 \cdot 10^5 \text{ J}$$

L'energia és inferior. La resta de l'energia s'ha perdut per fricció, i s'ha transformat en energia calorífica.

- d) La velocitat amb la qual s'arriba al segon camelback és de 134 km/h, que és la velocitat de sortida del túnel. La sensació de gravetat zero significa que no es nota l'acció de la gravetat sobre les persones que viatgen en la vagoneta; és com si «suressin».
e) Per a determinar aquesta velocitat, primerament calculem l'energia potencial al cim de 70 m:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 1\,000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 70 \text{ m} = 6,86 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Com que no hi ha fricció, tota aquesta energia es transforma en cinètica al final de la baixada:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (6,86 \cdot 10^5 \text{ J})}{1\,000}} = 37,04 \text{ m/s} = 133,34 \text{ km/h}$$

- f) Aillem la velocitat de la conservació de l'energia mecànica, si l'hèlix està a una altura de 50 m:

$$Em = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2(E_p - m \cdot g \cdot h)}{m}} = \sqrt{\frac{2(7,64 \cdot 10^5 \text{ J} - 1\,000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 50 \text{ m})}{1\,000 \text{ kg}}} = 23,41 \text{ m/s}$$

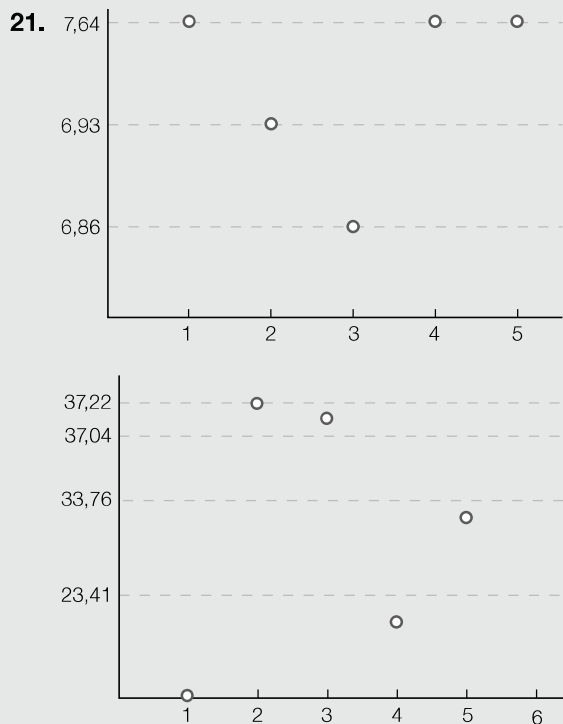
- g) Com en l'apartat anterior:

$$v = \sqrt{\frac{2(E_p - m \cdot g \cdot h)}{m}} = \sqrt{\frac{2(7,64 \cdot 10^5 \text{ J} - 1\,000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ m})}{1\,000 \text{ kg}}} = 33,70 \text{ m/s}$$

Solucionari del llibre de l'alumne

- El treball que han d'efectuar els frens de l'atracció per a poder-la parar és:

$$W = \Delta Em = 7,64 \cdot 10^5 \text{ J}$$



Conclusions. L'energia mecànica es conserva i es transforma en cinètica i potencial en cada part de la muntanya russa.

La velocitat varia en funció de l'energia cinètica. Es pot veure en els diferents trams; com en l'1, en què tota l'energia és potencial i, per tant, no hi ha velocitat. En el tram 2 observem un màxim en l'energia cinètica que correspon al màxim de la velocitat en la nostra gràfica. En els altres trams en què hi ha tant energia cinètica com potencial, veiem que la velocitat varia i és inferior que en el tram 2.

Cre@ctivitat: l'evolució de les muntanyes russes. Disseny

- En aquesta activitat, l'alumnat ha de fer una recerca sobre diferents aspectes de les muntanyes russes: història, evolució, transformacions energètiques que es produeixen en aquest tipus d'atraccions, etc. Per a això, pot consultar les pàgines web que apareixen esmentades en les activitats 17 i 18 del llibre de l'alumne.

Després de seleccionar i organitzar la informació, els alumnes han d'elaborar una exposició (amb el progra-

ma PowerPoint o amb Prezi) i presentar-la a classe als altres companys.

- Resposta suggerida.

Per a dissenyar una muntanya russa, cal entendre els principis i les lleis de la física en els quals es basa, ha de complir les normes de seguretat perquè el viatge sigui segur per als passatgers i cal conèixer els materials disponibles i els que són més adequats per al disseny.

- Resposta suggerida.

La falta de dones en disciplines relacionades amb les ciències i les enginyeries és un problema que podem esmenar per mitjà de l'educació. Diferents institucions de països europeus estan duent a terme projectes per animar les noies a estudiar aquestes matèries. Els alumnes poden consultar la pàgina web següent:



<http://links.edebe.com/hzfiyy>

- Resposta suggerida.

Amb les habilitats adquirides en els apartats anteriors, els alumnes han de dissenyar el plànol d'una muntanya russa.

Aquests dissenys han de reflectir:

- Capacitat de planificació.
- Coneixements establerts sobre la conservació de l'energia mecànica, treball de les forces conservatives i no conservatives.

Ciència al teu abast (pàg. 270 i 271)

En pràctica: treball i transformacions energètiques

De manera experimental, en aquesta activitat l'alumnat ha d'investigar per grups com depèn la variació de l'energia mecànica de la distància recorreguda pel mòbil i del treball de les forces de fricció.

- En primer lloc, preparen el muntatge que s'indica en la figura 21 i duen a terme els experiments que es proposen seguint els diferents procediments de cada apartat.
- Posteriorment, completen la taula per a cada tipus de superfície i d'altures indicades.

Solucionari del llibre de l'alumne

Anàlisi de dades

— L'altura, les energies i el treball, amb els diversos tipus de superfície, varien de la manera següent:

Menys fregament	Més altura	Més increment d'energia potencial	Més increment d'energia mecànica	Menys treball de la força de fricció	Més distància recorreguda	Menys força de fricció
Més fregament	Menys altura	Menys increment d'energia potencial	Menys increment d'energia mecànica	Més treball de la força de fricció	Menys distància recorreguda	Més força de fricció

- L'energia mecànica no es conserva, se'n perd una part a causa del fregament i es transforma en energia calorífica.
- Les gràfiques obtingudes seguiran una correlació lineal.

Extracció de conclusions i comunicació de resultats

Els alumnes han de redactar un informe en què expliquin als altres companys les conclusions obtingudes.

Continua investigant

- Si canviem la inclinació dels carrils hem de tornar a calcular la taula, a causa de la dependència de les variables amb el cosinus de l'angle.

Pes de la bala	ΔE_p	ΔE_m	$W_{F_{fr}}$	d recorreguda	F_{fr}
Més gran	–	–	+	–	+
Més petit	+	+	–	+	–

- Resposta lliure.

Síntesi (pàg. 272)

Recorda el que has après

22. Energia mecànica	Joules	$E_m = E_c + E_p$
Energia cinètica	Joules	$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
Energia potencial	Joules	$E_p = m \cdot g \cdot h$
Treball	Joules	$W = \Delta E_m = F \cdot d \cdot \cos \alpha$
Calor	Joules	$Q = \Delta E \cdot t = P \cdot t$
Potència	Watt = Joules/segon	$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E}{t}$

- 23.** Resposta lliure.

L'alumnat ha de plantejar un problema sobre el moviment d'un objecte que varia la seva velocitat i la seva altura, considerant i sense considerar les forces de fricció.

- 24.** El treball és l'energia necessària per a desplaçar un cos una certa distància.

La calor és la transferència d'energia que s'esdevé entre dos cossos a temperatura diferent.

Solucionari del llibre de l'alumne

La calor és l'energia que es dissipa quan s'efectua un treball resistent.

Per a obtenir el treball realitzat per un cos podem calcular la variació de les seves energies potencial i cinètica o bé multiplicar la força que se li exerceix i multiplicar-la per la distància.

- 25.** La potència és l'energia transferida per unitat de temps, ja sigui en forma de treball o de calor, com en una força resistent. La potència deguda a l'activitat física és proporcionada pels nostres músculs. En una màquina, aquesta potència se subministra gràcies a un motor.

Activitats finals

(pàg. 273 a 275)

1. Què és l'energia?

- 26.** Situació 1: Quan arribem a un ascensor o unes escales a l'entrada d'un bloc de pisos, tota l'energia que tenim en aquest moment és cinètica. En començar a pujar pisos, aquesta energia es transforma en energia potencial, deguda a l'altura que anem adquirint.

Situació 2: Durant l'esbarjo, podem saltar a corda. Quan la corda ha de passar per sota dels peus ens impulsem amb una velocitat que ens proporciona una energia cinètica que perdem a poc a poc, a favor de la potencial que augmentem en guanyar altura. Quan baixem en el salt, disminuïm l'energia potencial i guanyem energia cinètica.

Situació 3: Al parc, quan pugem a un gronxador, ens separem de la vertical, amb la qual cosa guanyem energia potencial. Quan ens deixem anar, anem incrementant la nostra energia cinètica en detriment de la potencial, fins que arribem al punt més baix de la trajectòria, en què l'energia cinètica és màxima. En començar a recórrer la segona meitat de la trajectòria, perdem energia cinètica i en guanyem de potencial.

- 27.** Perquè hi hagi energia potencial, s'ha de produir una variació de l'altura. Si el vehicle abans no ha experimentat cap pujada ni baixada, no podem afirmar que hagi adquirit energia potencial.

- 28.** Perquè l'objecte tingui energia potencial, s'ha d'haver produït una variació de la seva altura.

Si l'objecte està parat no pot tenir energia potencial, ja que aquesta depèn essencialment de la velocitat.

- 29.** Dades: $h = 20$ m; $m = 2$ t = 2 000 kg

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 2\,000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ m} = 3,92 \cdot 10^5 \text{ J} = 9,38 \cdot 10^4 \text{ cal}$$

- 30.** Si les velocitats de tots dos mòbils són iguals i les seves masses segueixen la proporció:

$$m_{\text{cotxe}} = 40 m_{\text{moto}}$$

L'energia cinètica seguirà la proporció:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Així, l'energia potencial del cotxe és quaranta vegades superior a la de la moto.

- 31.** Dades: $m = 10\,000$ kg; $v = 85$ km/h = 23,61 m/s

Calculem l'energia cinètica per a aquesta velocitat:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 10\,000 \text{ kg} \cdot (23,61 \text{ m/s})^2 = 2,79 \cdot 10^6 \text{ J}$$

I la nova velocitat, si l'energia ha de ser el doble:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (2,79 \cdot 10^6 \text{ J})}{10\,000}} = 33,40 \text{ m/s}$$

La velocitat és pràcticament 1,5 vegades superior.

- 32.** Dades: $h = 5$ m; $m = 750$ g = 0,75 kg

- a) L'energia potencial necessària per a aixecar la massa és:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 0,75 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m} = 36,75 \text{ J}$$

- b) Perquè es dobli el valor anterior de l'energia potencial, l'altura ha de ser:

$$h = \frac{E_p}{m \cdot g} = \frac{2 \cdot 36,75 \text{ J}}{0,75 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 10 \text{ m}$$

- 33.** Dades: $m = 1,4$ t = 1 400 kg

$$v = 150 \text{ km/h} = 41,66 \text{ m/s}$$

Calculem l'energia cinètica del cotxe:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1\,400 \text{ kg} \cdot (41,66 \text{ m/s})^2 = 1,21 \cdot 10^6 \text{ J}$$

I l'altura perquè l'energia potencial sigui la mateixa que la cinètica calculada:

$$h = \frac{E_p}{m \cdot g} = \frac{1,21 \cdot 10^6 \text{ J}}{1\,400 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 88,55 \text{ m}$$

Solucionari del llibre de l'alumne

- 34.** Dades: $h = 5\,000\text{ m}$; $m = 3\text{ t} = 3\,000\text{ kg}$
 $v = 300\text{ km/h} = 83,33\text{ m/s}$

En aquest cas, la seva energia cinètica és:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 3\,000\text{ kg} \cdot (83,33\text{ m/s})^2 = 10,42 \cdot 10^6\text{ J}$$

I l'energia potencial:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 3\,000\text{ kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2 \cdot 5\,000\text{ m} = 1,47 \cdot 10^8\text{ J}$$

- 35.** Dades: $m = 70\text{ kg}$; $h = 1\,500\text{ m}$

La quantitat d'energia que es transforma ho farà en energia potencial:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 70\text{ kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2 \cdot 1\,500\text{ m} = 1,03 \cdot 10^6\text{ J}$$

— Per a calcular la massa, utilitzem un factor de conversió:

$$1,03 \cdot 10^6\text{ J} \cdot \frac{0,1\text{ kg}}{300 \cdot 10^3\text{ J}} = 0,34\text{ kg}$$

- 36.** Resposta suggerida.

Problema 1

Volem que un objecte d'1 kg adquireixi una energia potencial de 5 000 J. Calcula l'altura a la qual ha d'arribar després de ser llançat cap amunt per aconseguir aquesta energia.

Dades: $m = 1\text{ kg}$; $E_p = 5\,000\text{ J}$

Partim de l'expressió per a l'energia potencial:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

I aïllem l'altura:

$$h = \frac{E_p}{m \cdot g} = \frac{5\,000\text{ J}}{1\text{ kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2} = 510,2\text{ m}$$

Problema 2

Un cotxe de Fórmula 1 circula a una velocitat de 150 km/h. L'energia cinètica associada a aquesta velocitat és de 600 000 J. Calcula la massa del cotxe i el pilot.

Dades: $v = 150\text{ km/h} = 41,66\text{ m/s}$; $E_c = 600\,000\text{ J}$

Per a determinar la massa, en primer lloc hem de passar la velocitat a unitats de l'SI.

A partir de l'expressió de l'energia cinètica, aïllem la massa:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \rightarrow m = \frac{E_c}{\frac{v^2}{2}}$$

I substituïm els valors que ens proporciona el problema:

$$m = \frac{600\,000\text{ J}}{\frac{(41,66\text{ m/s})^2}{2}} = 691,42\text{ kg}$$

2. L'energia mecànica

- 37.** Resposta suggerida.

L'energia és la capacitat d'efectuar treball que té un cos o un sistema.

Abans de la revolució industrial, l'energia era un concepte abstracte, unit a sistemes físics. Després de la revolució industrial, es va associar a la idea de treball realitzat per una màquina, com un motor.

Els avenços tecnològics en energia han aportat grans beneficis a la societat. L'energia arriba pràcticament a tots els racons del planeta. Gràcies a això, s'han millorat les condicions i la qualitat de vida de les persones.

En contrapartida, al llarg de la història, alguns estats han fet un ús inadequat d'aquestes energies; per exemple, la utilització dels avenços en energia nuclear per a construir les bombes que van ser llançades sobre Hiroshima i Nagasaki al final de la Segona Guerra Mundial.

- 38.** a) Quan un alpinista escala una muntanya, la seva energia cinètica disminueix a mesura que augmenta la potencial.
b) Quan l'atleta efectua el salt, l'energia cinètica es transforma en potencial, fins a aconseguir el màxim en el punt més alt de la trajectòria. Després d'aquest punt, l'energia potencial comença a disminuir i es transforma en cinètica, que aconsegueix el seu màxim quan l'atleta toca el terra.
- 39.** Si la vagoneta descendeix, està perdent energia potencial a causa de la disminució de l'altura. Aquesta energia es transforma en energia cinètica, que augmenta a mesura que disminueix l'altura i s'incrementa la velocitat.
- 40.** A partir del teorema de la conservació de l'energia, sabem que l'energia potencial que té el nen a la part més alta del tobogan es transformarà en energia cinètica quan arribi a la part més baixa.

Igualem totes dues expressions:

$$E_c = E_p$$
$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,8\text{ m/s}^2 \cdot 6,5\text{ m}} = 11,29\text{ m/s}$$

Solucionari del llibre de l'alumne

41. Dades: $m = 750 \text{ g} = 0,75 \text{ kg}$; $v = 20 \text{ m/s}$

a) Amb la massa i la velocitat, podem calcular l'energia cinètica inicial:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,75 \text{ kg} \cdot (20 \text{ m/s})^2 = 150 \text{ J}$$

b) Aillem l'altura de l'energia potencial:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$h = \frac{E_p}{m \cdot g} = \frac{150 \text{ J}}{0,75 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} = 20,40 \text{ m}$$

42. Per trobar la velocitat amb la qual arriba al punt B, considerem que es conserva l'energia mecànica:

$$E_{pA} = E_{cB}$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ m}} = 9,9 \text{ m/s}$$

L'altura en el punt C serà la mateixa que en el punt A.

43. Per a calcular la velocitat amb la qual arriba al terra, utilitzem la conservació de l'energia mecànica i aillem la velocitat:

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 15 \text{ m}} = 17,15 \text{ m/s}$$

44. Dades: $m = 2,5 \text{ kg}$; $h = 25 \text{ m}$

a) $E_p = m \cdot g \cdot h = 2,5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 25 \text{ m} = 612,5 \text{ J}$

$$E_c = 0 \text{ J}$$

b) En primer lloc, determinem la velocitat final del dron, a partir de l'equació per a l'MRUA:

$$v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot \Delta y \rightarrow$$

$$\rightarrow v = \sqrt{0 - 2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot (-25 \text{ m})} = 22,14 \text{ m/s}$$

Una vegada coneixem la velocitat amb la qual arriba al terra, podem calcular les energies finals:

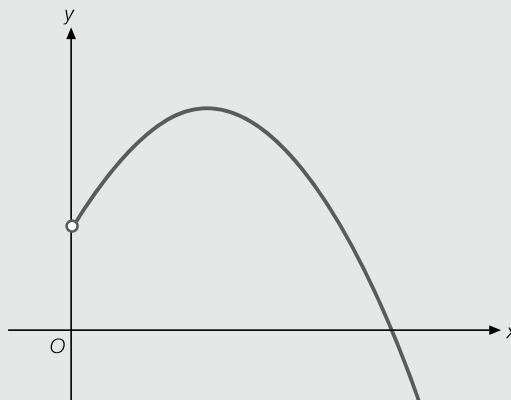
$$E_p = 0$$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \text{ kg} \cdot (22,14 \text{ m/s})^2 = 612,5 \text{ J}$$

c) Quan el dron s'avaría a 25 m, tota l'energia potencial que tenia en aquest moment s'ha anat transformant en energia cinètica durant la caiguda. L'energia cinètica serà màxima quan el dron toqui el terra. La seva energia mecànica s'ha conservat, ja que no es té en compte el fregament. Si hi ha-

gués fregament amb l'aire, una part de l'energia potencial inicial es dissiparia en la caiguda, amb la qual cosa la velocitat d'impacte amb el terra seria més petita que la que ha resultat en els apartats anteriors.

45. a) Esquema del problema:



b) Dades: $h = 20 \text{ m}$; $v = 75 \text{ m/s}$; $\alpha = 35^\circ$

L'energia mecànica de la fletxa dependrà de la massa d'aquesta, m :

$$E_m = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$m \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ m} + \frac{1}{2} m (75 \text{ m/s})^2 = 3 \cdot 10^3 \text{ mJ}$$

c) La fletxa surt disparada amb una energia mecànica a causa tant de la contribució de l'energia potencial com de la cinètica. Fins a aconseguir el màxim de la paràbola (altura màxima), la fletxa anirà guanyant energia potencial. En baixar, aquesta energia s'anirà transformant en energia cinètica, que assolirà un valor màxim abans d'arribar al terra.

d) $v = \sqrt{\frac{2 E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 (3 \cdot 10^3 \text{ mJ})}{m}} = 77,46 \text{ m/s}$

3. Formes d'intercanvi d'energia

46. a) Si el bomber augmenta la seva altura en 10 m, com que l'energia potencial depèn d'aquest increment, la seva energia potencial serà deu vegades més gran que a l'inici del rescat.

$$\Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h$$

b) L'increment de treball és el mateix que el d'energia potencial.

$$\Delta W = \Delta E_p$$

Solucionari del llibre de l'alumne

47. Dades: $F = 600 \text{ N}$; $d = 20 \text{ m}$

Per a calcular el treball que efectuem quan empenyem la taula, utilitzem la fórmula del treball tenint en compte que la taula es mou paral·lela al terra, per la qual cosa l'angle que formen és de 0° .

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = 600 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} = 1200 \text{ J}$$

48. Dades: $m = 1500 \text{ kg}$; $v = 50 \text{ km/h} = 13,88 \text{ m/s}$

Per a calcular el treball que efectuen els frens, considerem que el cotxe acaba frenant, per la qual cosa la seva velocitat final serà igual a 0.

$$\begin{aligned} W &= \Delta E_c = E_{c_{fr}} - E_{c_0} = \\ &= 0 - \frac{1}{2} \cdot 1500 \text{ kg} \cdot \left(13,88 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = -1,44 \cdot 10^5 \text{ J} \end{aligned}$$

50. Dada: $m = 100 \text{ kg}$

a) Si la vagoneta no es mou: $W = 0$

b) $F = 200 \text{ N}$, en direcció perpendicular al moviment: $W = F \cdot d \cdot \cos 90 = 0$

c) $F = 300 \text{ N}$; $d = 50 \text{ m}$

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = 300 \text{ N} \cdot 50 \text{ m} \cdot \cos 0 = 15000 \text{ J} = 15 \text{ kJ}$$

d) $W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = 300 \text{ N} \cdot 50 \text{ m} \cdot \cos 60 = 7500 \text{ J} = 7,5 \text{ kJ}$

— Si apliquem un angle (per exemple, amb una politja) per a moure la vagoneta, el treball que hem de fer és inferior.

51. Dades: $m = 10 \text{ t} = 10000 \text{ kg}$; $v_{\text{aut1}} = 75 \text{ km/h} = 20,83 \text{ m/s}$; $v_{\text{camió}} = 95 \text{ km/h} = 26,38 \text{ m/s}$

Determinem el treball que ha d'efectuar l'autocar per tal d'avançar el camió, tenint en compte, com diu l'enunciat, que l'autocar arribarà als $100 \text{ km/h} = 27,78 \text{ m/s}$:

$$W = \Delta E_c = E_{c_{fr}} - E_{c_0} = \frac{1}{2} \cdot 10000 \text{ kg} \cdot \left(27,78 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - \frac{1}{2} \cdot 10000 \text{ kg} \cdot \left(20,83 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1,69 \cdot 10^6 \text{ J}$$

52. Dades: $d = 500 \text{ m}$; $v = 300 \text{ km/h} = 88,33 \text{ m/s}$

Calculem la força de fricció: $F_{fr} = \mu \cdot m \cdot g$

El treball realitzat per la força de fricció o calor dependrà de la massa del tren:

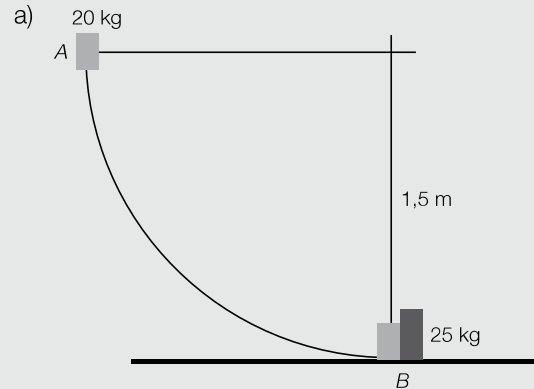
$$W_{fr} = \Delta E_c = E_{c_{fr}} - E_{c_0} = 0 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(88,33 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = -3,47 \text{ m J}$$

53. Dades: $m = 1,2 \text{ t} = 1200 \text{ kg}$; $v_1 = 80 \text{ km/h} = 22,22 \text{ m/s}$; $v_2 = 25 \text{ km/h} = 6,94 \text{ m/s}$

a) El treball realitzat per les forces de fricció és:

$$W = \Delta E_c = E_{c_{fr}} - E_{c_0} = \frac{1}{2} \cdot 1200 \text{ kg} \cdot \left(22,22 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - \frac{1}{2} \cdot 1200 \text{ kg} \cdot \left(6,94 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 2,67 \cdot 10^5 \text{ J}$$

49. Dades: $l = 1 \text{ m}$; $m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$



b) El treball que efectuem el calculem amb l'increment d'energia potencial:

$$W = \Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h = 0,5 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m} = 4,9 \text{ J}$$

Solucionari del llibre de l'alumne

- b) Com que hem calculat el valor del treball, podem aïllar la força:

$$W = F_{\text{frenada}} \cdot d$$
$$F_{\text{frenada}} = \frac{W}{d} = \frac{2,67 \cdot 10^5 \text{ J}}{50 \text{ m}} = 5,35 \cdot 10^3 \text{ N}$$

54. Dades: $d = 20 \text{ m}$; $m = 15 \text{ kg}$; $F = 500 \text{ N}$

Per a l'angle de 30° , el treball del trineu és:

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = 500 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} \cdot \cos 30 =$$
$$= 8,66 \cdot 10^3 \text{ J}$$

— Per a l'angle de 45° :

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = 500 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} \cdot \cos 45 =$$
$$= 7,07 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Si l'angle és de 45° , el treball que efectua el trineu és inferior.

55. Dades: $m = 2 \text{ t} = 2000 \text{ kg}$; $F = 1500 \text{ N}$

$$\alpha = 105^\circ; d = 100 \text{ m}$$

L'angle que formarà cadascuna de les forces amb el desplaçament és $\alpha/2$, és a dir, $52,5^\circ$.

El treball que efectua cadascuna de les forces és idèntic; per tant:

$$W = 2 \cdot F \cdot d \cdot \cos \frac{\alpha}{2} =$$
$$= 2 \cdot 1500 \text{ N} \cdot 100 \text{ m} \cdot \cos 52,5 = 1,82 \cdot 10^5 \text{ J}$$

4. Potència

56. $140 \text{ CV} \cdot \frac{735 \text{ W}}{1 \text{ CV}} \cdot \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}} = 102,9 \text{ kW}$

57. Dades: $m = 500 \text{ kg}$; $h = 6 \text{ m}$; $t = 3 \text{ s}$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E_p}{t} = \frac{50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 6 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 9800 \text{ W}$$

58. Dades: $m = 800 \text{ kg}$; $h = 50 \text{ m}$

- a) El treball efectuat serà a causa de la variació d'energia potencial:

$$W = \Delta E_p = 800 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 50 \text{ m} =$$
$$= 3,92 \cdot 10^5 \text{ J}$$

- b) Calculem la potència del motor amb l'expressió:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{3,92 \cdot 10^5 \text{ J}}{30 \text{ s}} = 1,3 \cdot 10^4 \text{ W}$$

59. Resposta suggerida:

- a) Motor d'explosió.
b) Resposta suggerida.

A partir del problema plantejat, els alumnes han d'oferir possibles solucions per a resoldre'l. Després, entre tots, han de consensuar quina de totes aquestes possibles solucions els sembla la més adequada. Una vegada decidida, han de valorar les conseqüències de posar-la en pràctica, els pros i els contres. Si després d'aquesta anàlisi els resultats no semblen els més adequats, hauran de tornar enrere i realitzar el mateix treball sobre una altra de les solucions proposades inicialment.

- c) Presentació i debat de l'alumnat.

60. Dades: $t = 8 \text{ s}$; $m = 750 \text{ kg}$

$$v = 100 \text{ km/h} = 27,77 \text{ m/s}$$

- a) Amb la variació de velocitats de l'enunciat, podem calcular la variació de l'energia cinètica:

$$\Delta E_c = E_{c_{fr}} - E_{c_0} =$$
$$= 0,5 \cdot 750 \text{ kg} \cdot (27,77 \text{ m/s})^2 - 0 = 2,89 \cdot 10^5 \text{ J}$$

- b) El treball realitzat pel motor del cotxe serà igual a la variació de l'energia potencial:

$$W = \Delta E_c = 2,89 \cdot 10^5 \text{ J}$$

61. En aquesta activitat, l'alumnat pot descobrir un procediment per a calcular la potència que han de desenvolupar els seus músculs per a fer una volta corrent al pati.

— Per a això han de conèixer la distància, la velocitat final, el treball i el temps utilitzat a efectuar aquesta volta. Han d'emprar les expressions conegudes per al càlcul del treball i la potència.

— L'informe ha de contenir tots els càlculs necessaris per a saber:

- Velocitat.
- Treball desenvolupat.

— Debat a classe.

62. Dades: $P = 75 \text{ kW}$; $v = 10 \text{ m/s}$

$$m = 1,5 \text{ t} = 1500 \text{ kg}$$

- a) Si la velocitat de la grua és constant no hi ha acceleració.

Solucionari del llibre de l'alumne

b) La velocitat al cap de 10 s és de 10 m/s, ja que es tracta d'un MRU.

$$c) E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 1500 \text{ kg} \cdot (10 \text{ m/s})^2 = 75000 \text{ J}$$

63. Dades: $m = 150 \text{ kg}$; $h = 2 \text{ m}$; $t = 1,5 \text{ s}$

a) Calculem el treball que efectuen els músculs amb la variació de l'energia potencial:

$$W = \Delta E_p = m \cdot g \cdot h = 150 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ m} = 2940 \text{ J}$$

b) L'energia potencial dels pesos aixecats coincideix amb el treball que han fet els músculs per a aixecar-los.

$$c) P = \frac{W}{t} = \frac{2940 \text{ J}}{1,5 \text{ s}} = 1960 \text{ W}$$

64. Dades: $F = 600 \text{ N}$; $\alpha = 30^\circ$

a) En primer lloc, determinem el treball que el vent exerceix sobre les veles per a desplaçar el vaixell 1 km:

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = 600 \text{ N} \cdot 1000 \text{ m} \cdot \cos 30 = 5,20 \cdot 10^5 \text{ J}$$

b) Una vegada calculat el treball, trobem la potència quan $t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{5,20 \cdot 10^5 \text{ J}}{600 \text{ s}} = 866 \text{ W}$$

65. Dades: $V = 3 \text{ m}^3$; $d = 1000 \text{ kg/m}^3$

a) Per a calcular el treball, en primer lloc hem de conèixer la massa d'aigua que puja la bomba:

$$d = \frac{m}{V}$$

$$m = d \cdot V = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3 \text{ m}^3 = 3000 \text{ kg}$$

$$E_p = m \cdot g \cdot d = 3000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ m} = 5,88 \cdot 10^5 \text{ J}$$

b) Amb el cabal, calculem el temps necessari per a desenvolupar el treball anterior:

$$\frac{500 \cancel{\text{L}}}{\cancel{\text{min}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{min}}}{60 \text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \cancel{\text{L}}} = 8,33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\frac{3 \text{ m}^3}{8,33 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}} = 360 \text{ s}$$

Així, la potència de la bomba és:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{5,88 \cdot 10^5 \text{ J}}{360 \text{ s}} = 1,63 \cdot 10^3 \text{ W}$$

66. A la pàgina web proposada, l'alumnat pot efectuar un test per a practicar els coneixements que té sobre l'energia.

67. — Cal utilitzar la tècnica cooperativa *El joc de les paraules* per a resoldre aquesta activitat, que consisteix a definir amb les pròpies paraules de l'alumne els conceptes d'energia, treball, energia mecànica, principi de conservació de l'energia i potència.

En grups base, cada membre ha de construir una frase amb una d'aquestes paraules, o expressar el missatge que conté, i mostrar-la a la resta dels companys del grup. Entre tots la corregeixen, l'amplien, la matisen, etc. fins a fer-la seva (de tot el grup). Les paraules clau poden ser les mateixes per a tots els grups o diferents. La posada en comú representa una síntesi del tema treballat.

Posa a prova les teves competències (pàg. 276 i 277)

68. a) La màxima capacitat de càrrega és la massa que pot aixecar la grua. La capacitat de càrrega per al màxim abast és la massa que suporta la grua en l'altura més elevada a la qual pot funcionar. Aquestes masses són diferents perquè el treball realitzat per la força de la gravetat és més gran en el punt màxim. La massa que pot suportar la grua en aquest punt ha de ser inferior.

b) Dades: $m = 900 \text{ kg}$; $h = 50 \text{ m}$

Calculem el treball. La força que s'exerceix és la gravitatòria i és paral·lela al desplaçament:

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot h =$$

$$= 900 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 50 \text{ m} = 4,41 \cdot 10^5 \text{ J}$$

c) Dades: $t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$

A partir de la fórmula per a la potència:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{4,41 \cdot 10^5 \text{ J}}{120 \text{ s}} = 3675 \text{ W}$$

Solucionari del llibre de l'alumne

d) Dades: $l = 10 \text{ m}$; $F = 100 \text{ N}$

Calculem el treball per al nou desplaçament lateral:

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = 100 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = 1000 \text{ J}$$

e) Per a calcular el valor del treball total, sumem les dues contribucions dels apartats b) i d).

$$W_{\text{total}} = 4,41 \cdot 10^5 \text{ J} + 1000 \text{ J} = 4,42 \cdot 10^5 \text{ J}$$

f) Quan la grua inicia el desplaçament vertical, el treball que exerceix la força constant de la gravetat augmenta fins a aconseguir un valor màxim en l'altura a la qual pot arribar la màquina. Durant el desplaçament horitzontal, el treball és exercit per la força constant de 100 N que trasllada la massa. Aquest treball també creix durant el desplaçament lateral de 10 m .

69. Dades: $m = 900 \text{ kg}$; $h = 10 \text{ m}$

a) El treball necessari per a pujar el bloc:

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot h =$$

$$= 900 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 88200 \text{ J}$$

El càlcul per a elevar el bloc fins a 50 m es pot efectuar de dues maneres alternatives:

Utilitzant novament la fórmula del treball:

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot h =$$

$$= 900 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 50 \text{ m} = 4,41 \cdot 10^5 \text{ J}$$

O multiplicant el resultat obtingut per al treball a 10 m , ja que el podem dividir en 5 trams fins a arribar als 50 m .

$$88200 \text{ J} \cdot 5 = 4,41 \cdot 10^5 \text{ J}$$

b) Si cada obrer és capaç de realitzar un treball de 5000 J :

$$\text{Treball total} = \text{nombre d'obrers} \cdot \text{treball mitjà de cada obrer}$$

$$4,41 \cdot 10^5 \text{ J} = N \cdot 5000 \text{ J}$$

$$N = 88 \text{ obrers}$$

c) Per a un angle $\alpha = 30^\circ$

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot h =$$

$$= 900 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 50 \text{ m} \cdot \cos 30 = 3,82 \cdot 10^5 \text{ J}$$

I el nombre d'obrers que es necessiten en aquest cas és:

$$3,82 \cdot 10^5 \text{ J} = N \cdot 5000 \text{ J}$$

$$N = 76 \text{ obrers}$$

Per a un angle $\alpha = 60^\circ$:

$$W = F \cdot d \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot h =$$

$$= 900 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 50 \text{ m} \cdot \cos 60 =$$

$$= 2,21 \cdot 10^5 \text{ J}$$

I el nombre d'obrers necessaris en aquest cas és:

$$2,21 \cdot 10^5 \text{ J} = N \cdot 5000 \text{ J}$$

$$N = 44 \text{ obrers}$$

d) Si la potència que poden desenvolupar els obrers és quatre vegades la de la grua, necessitaran una quarta part del temps que emprà la grua per a efectuar el mateix treball.

No és un supòsit gaire real. Seria possible si augmentéssim el nombre d'obrers treballant i a més ho fessin en un període de temps curt.

70. a) Resposta suggerida.

El treball necessari per a elevar els blocs és constant en cada tram de 10 m .

Per a desenvolupar el mateix treball que la grua serien necessaris entre 44 i 88 obrers.

Les màquines elementals, com les politges, fan que siguin necessaris menys obrers per a efectuar el mateix treball.

b) Resposta suggerida.

Els obrers poden contestar que la despesa física és innecessària si poden disposar de l'ajuda de la maquinària pesant.

c) Resposta suggerida.

Ho podem fer, però és molt més eficient utilitzar les màquines. Econòmicament no és rendible, ja que per a fer el treball de la grua necessitem una gran quantitat d'obrers treballant durant més temps.