

Solucions Física en context 7

Sitio: [Cursos IOC - Batxillerat](#)

Imprimido por: Invitado

Curso: Física (autoformació IOC)

Día: viernes, 11 de febrero de 2022, 18:24

Libro: Solucions Física en context 7

Descripción

Solucions Física en context



Tabla de contenidos

Q20

Q21

Q22

Q23

Q34

Q35

Q36



Q20

El salt de bungee més elevat el va fer Curtis Rivers des d'un globus a 15200 ft el 5 de maig del 2002 amb 35ft de corda que es van allargar fins a 100 ft. El saltador duia un paracaigudes per seguretat. Calculeu la constant de rigidesa de la corda emprada suposant que complís la llei de Hooke. La massa del saltador és 86 kg. (Dada: 1ft = 1 peu = 30,48 cm)

En aquest problema la força no es manté constant. En el primer tram el saltador cau en caiguda lliure durant els primers 35 peus d'alçada. A partir d'aquest moment la corda elàstica comença a actuar fins aturar-lo. El millor mètode per a resoldre'l és per energies. L'energia al principi del salt és igual a l'energia del saltador en el punt més baix:

$$E_{m_o} = E_m$$

$$E_{pg_o} = E_{pe}$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta l^2$$

Abans de substituir posem les longituds en metres:

$$35 \text{ ft} \cdot \frac{30,48 \text{ cm}}{1 \text{ ft}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 10,668 \text{ m}$$

$$100 \text{ ft} \cdot \frac{30,48 \text{ cm}}{1 \text{ ft}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 30,48 \text{ m}$$

Calculem quan s'ha allargat la corda:

$$\Delta l = 30,48 - 10,668 = 19,812 \text{ m}$$

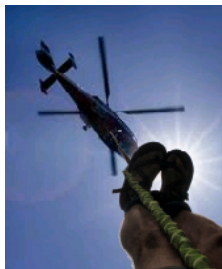
Ara substituïm tenint en compte que el saltador va recórrer 100 peus (30,48m) en el seu salt:

$$86 \cdot 9,8 \cdot 30,48 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot 19,812^2$$

$$k = 130,9 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

Q21

La següent figura mostra un saltador saltant des d'un helicòpter que està a 500 m d'altura. La corda que porta lligada als peus té una longitud de 250 m de longitud i, en el salt, s'allargà fins als 450 m.



Calculeu:

(a) L'energia potencial gravitatòria perduda en la caiguda (preneu com a massa del saltador 75 kg).

Per a calcular l'energia potencial gravitatòria perduda en el salt farem la diferència entre l'energia potencial gravitatòria inicial i final:

$$\Delta E_{pg} = E_{pg} - E_{pg_o}$$

$$\Delta E_{pg} = m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot h_o$$

inicialment el saltador està a 500 m d'altura. L'enunciat diu que al final la corda s'allarga 450 m, és a dir, que el saltador estarà a 50 m del terra en la seva posició més baixa:

$$\Delta E_{pg} = 75 \cdot 9,8 \cdot 50 - 75 \cdot 9,8 \cdot 500$$

$$\Delta E_{pg} = -330750 \text{ J}$$

$$\Delta E_p = -3,31 \cdot 10^5 \text{ J (resultat expressat en notació científica i 3 xifres significatives)}$$

El signe negatiu ens indica que hi ha pèrdua d'energia potencial gravitatòria.

(b) La constant d'elasticitat de la corda assumint que obeeix la llei de Hooke.

Si fem el balanç energètic entre la posició inicial i final tenim:

$$\Delta E_m = 0$$

$$E_m - E_{m_o} = 0$$

Inicialment només hi ha energia potencial gravitatòria, però al final el saltador té energia potencial gravitatòria i elàstica:

$$E_{pg} + E_{pe} = E_{pg_o}$$

$$m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta l^2 = m \cdot g \cdot h_o$$

A l'enunciat diu que la corda s'ha estirat des de 250 m fins a 450 m, és a dir s'ha estirat 200 m:

$$75 \cdot 9,8 \cdot 50 + \frac{1}{2} \cdot k \cdot 200^2 = 75 \cdot 9,8 \cdot 500$$

$$36750 + 20000 \cdot k = 367500$$

$$k = 16,5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

(c) La longitud de la corda quan, després de tots els rebots, el saltador queda penjat en repòs.

En aquest cas no podem fer el balanç energètic. El saltador al cap d'una estona acabarà aturat en la seva posició d'equilibri a causa de la força de fricció. Si no hi hagués força de fricció el saltador no s'aturaria mai.

Així el problema és el mateix que si amb 250 m de corda despengéssim al saltador per veure quina seria la longitud de la corda.

$$F = k \cdot \Delta l$$

$$m \cdot g = k \cdot (l - l_0)$$

La corda s'estirarà des dels 250 m fins a una longitud desconeguda:

$$75 \cdot 9,8 = 16,5 \cdot (l - 250)$$

$$l - 250 = 44,55$$

$$l = 295 \text{ m}$$



Q22

A l'illa sud de Nova Zelanda hi ha unes muntanyes conegudes amb el nom dels Alps del Sud. En ells es pot trobar la tercera plataforma més alta del món de salt de bungee: la plataforma Nevis que es troba a 134 m del terra. En un dels salts, un saltador de 77 kg es lliga a les cames una corda de 80 m de longitud. Quin ha de ser el valor de la constant elàstica de la corda per què, després de tots els rebots, quedi a 1 m del terra?



(<http://www.bungee.co.nz/the-nevis/the-nevis-bungee>.)

Les dades inicials són:

$$m = 77 \text{ kg}$$

$$h_{\text{pont}} = 134 \text{ m}$$

$$l_{\text{corda}} = 80 \text{ m}$$

Si volem que al final el saltador estigui a 1 m del terra, tenim que l'allargament de la corda és:

$$\Delta l = 133 - 80 = 53 \text{ m}$$

En el moment final, quan el saltador està en repòs, les úniques forces que ho actuen són el seu pes i la força elàstica de la corda. Així tenim:

$$P = k \cdot \Delta l$$

$$m \cdot g = k \cdot \Delta l$$

$$77 \cdot 9,8 = k \cdot 53$$

$$k = 14,2 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

Q23

El pont Royal George sobre el riu Arkansas té una altura aproximada de 310 m. Un saltador de 60 kg té una corda elàstica de longitud 50 m lligada als peus que se suposa que es comporta com una molla de constant de força $5,40 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. El saltador es llança, frega l'aigua i després de moltes pujades i baixades s'atura a una altura h sobre l'aigua.

(a) Expliqueu les transformacions d'energia que es produeixen durant el salt.

Inicialment el saltador només té energia potencial gravitatòria, ja que està sobre un pont a una certa alçada i no té velocitat ni encara la corda elàstica li fa cap força.

Quan es deixa caure l'energia potencial gravitatòria va disminuint i es va convertint en energia cinètica. Quan la corda comença a estirar-se apareix l'energia potencial elàstica, que va augmentant, l'energia cinètica disminueix i la potencial gravitatòria també disminueix.

Quan el saltador frega l'aigua només té energia potencial elàstica.

Ara el saltador torna a pujar, on disminueix l'energia potencial elàstica, augmenta la gravitatòria i l'energia cinètica va augmentant i per després disminuint fins que arriba de nou aturat a una alçada màxima.

Com durant tot el recorregut n'hi ha força de fricció, l'energia total del saltador va disminuint durant tot el seu moviment. Això fa que finalment el saltador quedi aturat en la seva posició d'equilibri amb una certa energia potencial elàstica (la corda està estirada), amb potencial gravitatòria (està a una certa alçada), però sense energia cinètica (la seva velocitat és zero).

(b) Calculeu la velocitat abans de que la corda comenci a estirar-se.

Per energies tenim:

$$E_{m_o} = E_m$$

Inicialment només té energia potencial gravitatòria, i al final només té cinètica i potencial (la corda encara no actua):

$$E_{pg_o} = E_{pg} + E_c$$

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

$$60 \cdot 9,8 \cdot 310 = 60 \cdot 9,8 \cdot (310 - 50) + \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot v^2$$

$$182280 = 152880 + 30 \cdot v^2$$

$$v = 31,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

(c) Trobeu l'altura h .

Per a calcular l'altura h a la que queda aturat després de tot el moviment ho resoldrem per forces. Es com si deixéssim caure a poc a poc el saltador amb la mateix longitud inicial de la corda i veiéssim on a quina alçada es queda:

$$F = k \cdot \Delta l$$

$$m \cdot g = k \cdot (l - l_o)$$

La corda s'estirarà des dels 50 m fins a una longitud desconeguda:

$$60 \cdot 9,8 = 5,4 \cdot (l - 50)$$

$$l - 50 = 108,89$$

$$l = 158,89 \text{ m}$$

I per tant l'altura del saltador serà:

$$h = 310 - 158,89$$

$$h = 151 \text{ m}$$

(d) En quin punt assoleix el saltador la velocitat màxima? Trobeu aquesta velocitat.

El punt de màxima velocitat serà quan l'acceleració sigui zero. Això succeeix quan la suma de totes les forces és zero. Aquest és el punt de l'aparat (c), on l'altura del saltador és de 151 m i la corda s'ha estirat 108,89 m.

Per energies tenim:

$$E_{m_o} = E_m$$

Inicialment només té energia potencial gravitatòria, i al final tenim cinètica, gravitatòria i elàstica:

$$E_{pg_o} = E_{pg} + E_{pe} + E_c$$

$$m \cdot g \cdot h_o = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta l^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$60 \cdot 9,8 \cdot 310 = 60 \cdot 9,8 \cdot 151 + \frac{1}{2} \cdot 5,4 \cdot 108,89^2 + \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot v^2$$

$$v = 45,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Q34

Quan un avió aterra sobre la pista d'aterratge, pot ser aturat per un cable lligat al seu darrera. Un avió de 20 t de massa aterra a $50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i el cable que l'atura té una constant de força $k=3,3\cdot 10^4 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. Determineu:

(a) L'energia cinètica de l'avió.

L'energia cinètica és:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 20000 \cdot 50^2$$

$$E_c = 2,5 \cdot 10^7 \text{ J}$$

(b) L'allargament que experimentarà el cable suposant que compleix la llei de Hooke.

L'energia es conserva, llavors l'energia inicial deguda a la velocitat serà igual a l'energia final que serà potència elàstica:

$$E_{m_o} = E_m$$

$$E_c = E_{pe}$$

$$2,5 \cdot 10^7 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta x^2$$

$$2,5 \cdot 10^7 = \frac{1}{2} \cdot 3,3 \cdot 10^4 \cdot \Delta x^2$$

$$\Delta x^2 = \frac{2 \cdot 2,5 \cdot 10^7}{3,3 \cdot 10^4} = 1515$$

$$\Delta x = 38,9 \text{ m}$$

Q35

Una corda d'escalada fa 40 metres de llarg i quan se li aplica una força de 400 N s'allarga 0,8 m. Un escalador de 60 kg està acabant de fer el llarg de la corda i està assegurat per un mosquetó que està 5 metres per sota seu. En aquest moment cau.

(a) Quan s'allargarà la corda després que el saltador hagi fet tots els rebots i hagi quedat aturat?

Primer de tot calculem la constant elàstica de la molla amb les dades del problema:

$$F_{\text{elàstica}} = \text{Força aplicada}$$

$$k \cdot \Delta l = \text{Força aplicada}$$

$$k \cdot 0,8 = 400$$

$$k = 500 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Quan el saltador estigui aturat la força de la corda serà igual al pes del saltador:

$$F_{\text{corda}} = P$$

$$k \cdot \Delta l = m \cdot g$$

$$500 \cdot \Delta l = 60 \cdot 9,8$$

$$\Delta l = 1,18 \text{ m}$$

(b) Podeu calcular la velocitat màxima de l'escalador en la caiguda?

L'escalador està a 40 m del terra i comença a caure. Al cap de 5 m passa pel costat del mosquetó i al cap de 5 m més la corda comença a frenar-lo. Aquest punt no és el de màxima velocitat, ja que el pes encara és una mica més gran que la força elàstica i de la corda i per tant l'escalador encara està incrementant la seva velocitat.

El punt de màxima velocitat l'assolirà quan la força elàstica sigui igual al pes. Aquest punt és el que s'ha calculat en l'apartat anterior (veure dibuix):

(FALTA DIBUIX)

Així si igualem les energies en el punt més alt i en el punt de màxima velocitat tenim:

$$E_{m_o} = E_m$$

$$m \cdot g \cdot h_{\text{total}} = m \cdot g \cdot h_{\text{equilibri}} + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta x^2$$

Si recordem que $\Delta x = 1,18 \text{ m}$ és l'allargament de la corda i les altures estan mesurades des de terra:

$$60 \cdot 9,8 \cdot 40 = 60 \cdot 9,8 \cdot 28,82 + \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot v^2 + \frac{1}{2} \cdot 500 \cdot 1,18^2$$

$$23520 = 16946,16 + 30 \cdot v^2 + 348,1$$

$$30 \cdot v^2 = 6225,74$$

$$v = 14,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(c) Quin serà doncs el punt més baix on arribarà l'escalador abans d'aturar-se?

L'escalador fa una caiguda lliure de 10 m (el doble de la seva distància al mosquetó). L'energia que assoleix a causa d'aquesta caiguda és:

$$E = m \cdot g \cdot h = 60 \cdot 9,8 \cdot 10 = 5880 \text{ J}$$

una vegada està situat en aquesta posició (a 5 m per sota del mosquetó) la corda comença a frenar-lo. Si agafem com a origen d'energia potèncial el punt més baix del seu recorregut tenim:

$$E_{m_0} = E_m$$

$$5880 + m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot k \cdot h^2$$

$$5880 + 60 \cdot 9,8 \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 500 \cdot h^2$$

$$250 \cdot h^2 - 588 \cdot h - 5880 = 0$$

$$h = \frac{-(-588) \pm \sqrt{(-588)^2 - 4 \cdot 250 \cdot (-5880)}}{2 \cdot 250}$$

$$h = \frac{588 \pm 2495}{500} \rightarrow \begin{cases} h_1 = 6,17 \text{ m} \\ h_2 = -3,81 \text{ m} \end{cases}$$

Si descartem la solució negativa tenim que la distància a la que arriba mesurat des del mosquetó és:

$$y = 5 + 6,17$$

$$y = 11,2 \text{ m}$$

Q36

Una màquina d'entrenar dispara pilotes de tennis de 56,8 g. La màquina té una molla de constant $558 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ que al descomprimir-se llança una pilota verticalment cada dos segons fins a una altura de 50,0 m del terra. No tingueu en compte el fregament amb l'aire.

(a) Quin treball fa la màquina en llençar la pilota?

El treball que fa la màquina és l'energia potencial elàstica que fa que la pilota surti impulsada a una certa velocitat:

$$W = E_{pe}$$

Aquesta energia potencial es converteix en energia cinètica just al sortir de la màquina i finalment el potencial gravitatòria al assolir l'altura màxima. Així:

$$E_{pe} = E_{pg} = m \cdot g \cdot h = 0,0568 \cdot 9,8 \cdot 50 = 27,8 \text{ J}$$

Per tant el treball que fa la màquina és:

$$W = 27,8 \text{ J}$$

(b) Quina és la potència de la màquina?

La potència és el treball per unitat de temps. Sabem que llança una pilota cada 2 s:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{27,8}{2}$$

$$P = 13,9 \text{ W}$$

(c) Quina és la compressió de la molla abans de llançar la pilota?

Per energies tenim:

$$E_{m_o} = E_m$$

$$E_{pe} = E_{pg}$$

$$\frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta x^2 = 27,8$$

$$\frac{1}{2} \cdot 558 \cdot \Delta x^2 = 27,8$$

$$\Delta x^2 = \frac{2 \cdot 27,8}{558} = 0,0996$$

$$\Delta x = 0,316 \text{ m}$$

(d) Si la pilota perdés 7 J degut a la fricció, quina hauria de ser aleshores la compressió de la molla?

En aquest cas l'energia inicial és igual a l'energia final més l'energia perduda:

$$E_{m_o} = E_m + E_{perduda}$$

$$\frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta x^2 = 27,8 + 7$$

$$\frac{1}{2} \cdot 558 \cdot \Delta x^2 = 34,8$$

$$\Delta x^2 = \frac{2 \cdot 34,8}{558} = 0,125$$

$$\Delta x = 0,353 \text{ m}$$

La compressió de la molla és una mica més gran que en l'apartat (c) ja que la pilota necessita més energia arribar a la mateix altura.

