

TEST

Contesteu en el full de respostes si cadascuna de les afirmacions següents és VERTADERA o FALSA tot posant una creu al rectangle corresponent.

Totes les preguntes són independents entre elles.

Les preguntes contestades correctament compten +1, les contestades incorrectament -0.5 i les no contestades 0. (Puntuació màxima: 15 punts).

T1.- En un moviment circular uniforme,

- A) l'acceleració sempre és centrípeta
- B) la velocitat sempre és tangencial a la trajectòria
- C) els vectors velocitat i acceleració no són necessàriament perpendiculars

T2.- Quan un bloc de pes P està en repòs sobre una taula horitzontal també en repòs, la força que exerceix la taula sobre el bloc (anomenada normal) és igual al pes.

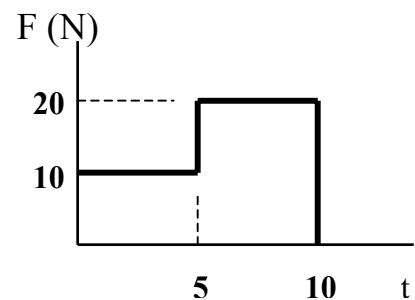
- A) Si la taula està inclinada la normal és més gran que el pes.
- B) Si el bloc es mou sobre la taula horitzontal amb una velocitat constant, la normal serà diferent del pes.
- C) Si el bloc està sobre la taula horitzontal i li apliquem una força no horitzontal, la normal és igual al pes.

T3.- Una pilota de tennis es deixa caure des d'una alçada H i sabem que en cada xoc contra el terra la pilota perd el 50 % de la seva energia cinètica (les pèrdues per la fricció del aire són negligibles)

- A) L'alçada màxima a que arriba la pilota després del segon rebot és $H/4$
- B) La quantitat de moviment de la pilota es la mateixa abans i després del primer xoc
- C) L'energia mecànica de la pilota immediatament després del tercer rebot és $mgH/8$

T4.- A un cos de massa 20 kg que inicialment està en repòs sobre una superfície horitzontal sense fricció se li aplica una força horitzontal de direcció constant i mòdul que canvia amb el temps com s'indica a la figura.

- A) El moviment del cos durant els tres primers segons és uniformement accelerat.
- B) Després de 7s la quantitat de moviment del cos ha augmentat en 90 kg m s^{-1} .
- C) La velocitat del cos al final del moviment és $v = 7,5 \text{ m s}^{-1}$.



T5.- Sigui el camp gravitatori creat pel sistema Terra-Lluna (considerades masses puntuals),

- A) La intensitat del camp gravitatori en tot punt d'una superfície equipotencial és constant en mòdul.
- B) El punt d'intensitat de camp gravitatori zero és un punt d'equilibri estable.
- C) El potencial és nul en el punt d'intensitat gravitatòria zero (es considera l'origen d'energia potencial en l'infinit).

RESPOSTES

T 1	A	V
	B	V
	C	F
T 2	A	F
	B	F
	C	F
T 3	A	V
	B	F
	C	V
T 4	A	V
	B	V
	C	V
T 5	A	F
	B	F
	C	F

OLIMPIADA DE FÍSICA

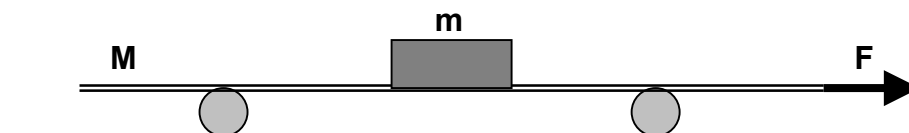
CATALUNYA 2003

PROBLEMES

(Puntuació màxima de cada problema: 6 punts)

P1.- Un bloc de massa m està situat sobre d'una plataforma de massa M . El coeficient de fregament estàtic entre la massa i la plataforma és μ_e i el cinètic μ_c . El fregament entre la plataforma i el terra és negligible. Si apliquem a la plataforma una força horitzontal de mòdul F , com es mostra a la figura, calculeu:

- el rang de valors de F perquè el bloc no llisqui damunt de la plataforma.
- L'acceleració del bloc quan $F=2F_{\max}$
(F_{\max} és el màxim valor de F perquè el bloc no llisqui).



SOLUCIÓ

a) No llisca \rightarrow f estàtic : $0 \leq f \leq \mu_e$

$$F_{\max} \rightarrow a_{\max} \rightarrow f_{\max} = \mu_e mg$$

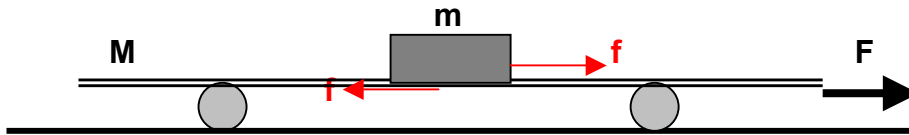
Equació del moviment pel cos: $\mu_e mg = m a_{\max}$

Equació del moviment per la plataforma: $F - \mu_e mg = M a_{\max}$

D'aquestes equacions obtenim: $F_{\max} = (M + m) \mu_e g$

$F_{\min} = 0$ (repòs o velocitat constant).

(si s'admet que F pot tenir sentit contrari al del dibuix, la solució és $F_{\min} = (M + m) \mu_e g$)

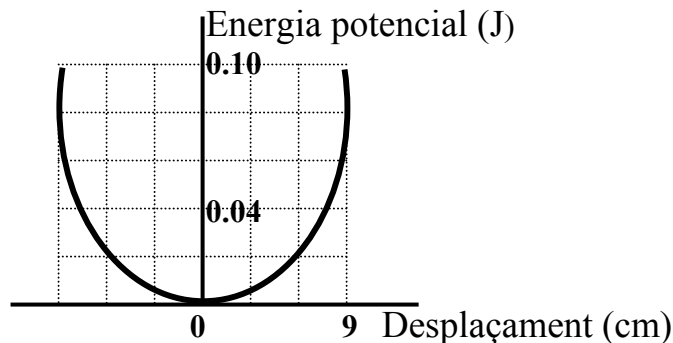


b) $F = 2 F_{\max} \Rightarrow$ llisca $\rightarrow f = \mu_c mg$

Equació del moviment pel cos: $\mu_c mg = m a' \rightarrow a' = \mu_c g$

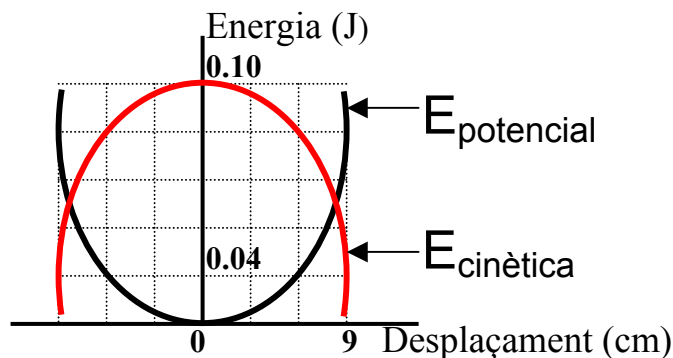
P2.- Un cos de 1.5 kg que es pot moure sobre una taula horitzontal sense fregament està lligat a una molla. El cos es desplaça 9 cm de la posició d'equilibri i es deixa anar i com a conseqüència realitza un moviment harmònic simple. L'energia potencial del sistema en funció del desplaçament del cos està representada a la figura.

- Dibuixeu la corba que representa l'energia cinètica en funció del desplaçament.
- Quant valen (aproximadament) la velocitat del cos i la força que actua sobre ell quan el desplaçament és de 0.06 m ?



SOLUCIÓ

a) El sistema és conservatiu, per tant $E_{\text{total}} = E_{\text{cinètica}} + E_{\text{potencial}} = \text{constant} = 0,10 \text{ J}$. La gràfica de la $E_{\text{cinètica}}$ ha de ser de tal manera que sumant-la amb $E_{\text{potencial}}$, en cada punt, sigui igual a 0,10 J



b) $E_T = E_c + E_p$

En el punt $x=0,09 \text{ m} \Rightarrow 0,10 = 0 + \frac{1}{2} k A^2 \Rightarrow k = 24,69 \text{ N/m}$

En el punt $x=0,06 \text{ m} \Rightarrow 0,10 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2 \Rightarrow v(0,06) = \mathbf{0,27 \text{ m/s}}$

$|F(0,06)| = kx = \mathbf{0,67 \text{ N}}$

Si aquest apartat es resol llegint el valors de la gràfica directament, hi ha alguna discrepància deguda a la imprecisió en el dibuix.

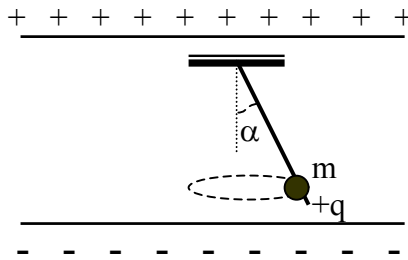
Així podem dir (llegint de la gràfica):

$$E_p(0,06) = 0,02 \text{ J} \Rightarrow E_p(0,06) = \frac{1}{2} k x^2 \Rightarrow k = 11,11 \text{ N/m} \Rightarrow F(0,06) = 0,67 \text{ N}$$

$$E_c = 0,08 \text{ J} \Rightarrow v = (2E_c/m)^{1/2} = 0,33 \text{ m/s}$$

P3.- Una petita esfera de massa m i càrrega elèctrica positiva q realitza un moviment circular en un pla horitzontal lligada a una corda de longitud l que forma un angle α amb la vertical. El conjunt està sotmès a l'acció del camp gravitatori g i del camp elèctric E creat a l'interior d'un condensador pla, tal com es veu a la figura. Trobeu,

- la tensió del fil
- l'energia cinètica de l'esfera



SOLUCIÓ

Com les forces gravitatòria i elèctrica tenen la mateixa direcció i sentit:

$$T \cos\alpha = E q + m g \rightarrow T = (E q + m g) / \cos\alpha$$

Com l'esfera descriu un moviment circular:

$$T \sin\alpha = m v^2 / l \sin\alpha \rightarrow E_c = m v^2 / 2 = T l \sin^2\alpha = (E q + m g) l \sin^2\alpha / 2 \cos\alpha$$

P4.- S'ha construït el prototip d'un petit cotxe elèctric amb les següents característiques:

- Massa del vehicle sense passatgers: 50 kg
- Màxima càrrega addicional: 100 kg
- Màxima velocitat recomanada: 6 ms⁻¹
- Abast (sense recarregar la bateria) a la velocitat màxima per terreny horitzontal i amb la màxima càrrega: 70 km
- Voltatge necessari pel funcionament del motor: 12 V

Amb aquest prototip s'han fet una sèrie de proves que han mostrat que quan el cotxe viatja amb la màxima velocitat la força total de resistència al moviment és de 16.4 N però quan ho fa a la meitat d'aquesta velocitat és de 11.6 N.

A) La força de tracció F_T necessària per viatjar a velocitat constant es pot expressar com

$$F_T = F_R + F_D,$$

on F_R és la resistència de rodadura i F_D és la força deguda a la fricció amb l'aire. Una estimació raonable de la resistència de rodadura és suposar que es manté constant e igual a 10 N per totes les velocitats que el cotxe pot assolir.

- Si la força deguda a la fricció amb l'aire ve donada per $F_D = k v^n$ (on v és la velocitat i k i n són constants), quins seran els valors de k i n ?
- Dibuixeu un gràfic que mostri la variació de la força de tracció amb la velocitat del vehicle.

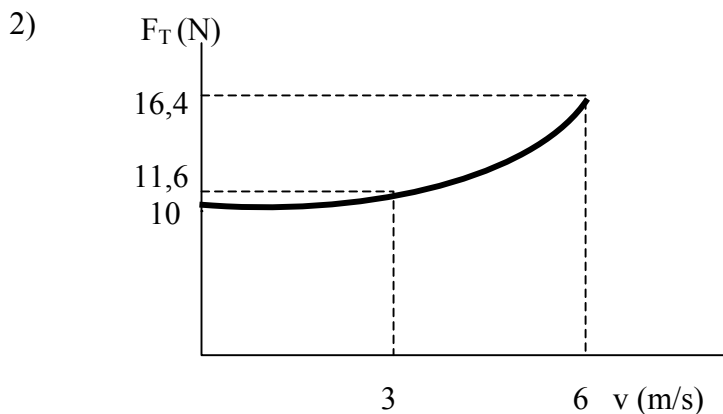
3) Si en la fase d'arrencada del cotxe el motor és capaç de donar una força de tracció de 60 N, ¿quan temps trigarà el cotxe amb la màxima càrrega en accelerar des del repòs fins a la velocitat màxima? (feu una estimació aproximada dels efectes de la fricció).

B) Es proposa fer funcionar el cotxe amb una bateria que pot emmagatzemar 1.8 MJ d'energia, essent l'eficiència per la conversió d'energia, incloent les pèrdues per transmissió, del 65 %.

- 4) Determineu si aquesta bateria és adient per l'abast desitjat (considereu negligible l'energia necessària per proporcionar l'acceleració d'arrencada).
- 5) Quin seria l'abast si el cotxe anés a la meitat de la velocitat màxima?
- 6) Quina potència ha de proporcionar el motor per mantenir la màxima velocitat? Podria funcionar el cotxe en aquestes condicions si la intensitat màxima que pot subministrar la bateria fos de 8 A?

SOLUCIÓ

1) $16,4 = 10 + k \cdot 6^n$; $11,6 = 10 + k \cdot 3^n$ → **$k = 0,18$ i $n = 2$**



3) Una estimació raonable de la força de fricció mitjana pot ser $F_T \approx 13$ N

$$a = (60 - 13) / 150 = 0,31 \text{ m s}^{-2}$$

$$t = 6 / 0,31 = \mathbf{19 \text{ s}}$$
 (la resposta pot variar lleugerament en funció de l'estimació de F_T)

4) Energia aprofitable : $1,8 \cdot 0,65 = 1,17$ MJ

$$\text{Energia necessària: } 16,4 \cdot 7 \cdot 10^4 = 1,148 \text{ MJ} > 1,17 \text{ MJ} \Rightarrow \mathbf{\text{és adient}}$$

5) $1,17 \cdot 10^6 = 11,6 \text{ d} \rightarrow \mathbf{d = 101 \text{ km}}$

6) Potència necessària: $16,4 \cdot 6 = \mathbf{98,4 \text{ w}}$

$$\text{Potència que pot donar la bateria: } 12 \cdot 8 = 96 \text{ w} < 98,4 \text{ w} \Rightarrow \mathbf{\text{no pot funcionar}}$$