Fizika 1 Mechanika pót zh2 2013. május 21.

1. Van egy ℓ_0 = 32 cm hosszú, k = 5,6 N/m rugóállandójú rugónk. Ezt a rugót függőlegesen fellógatjuk és a végére akasztunk egy m tömegű testet, majd meghúzzuk lefelé, hogy a hossza 60 cm legyen, elengedjük, és megmérjük a rezgésidőt: T = 0,92 s.

a) Mekkora a rugó végére akasztott test tömege? (1 p.)

b) Mekkora a rezgés amplitúdója? (2 p.)

c) Számoljuk ki és rajzoljuk meg a testre ható erőket és az eredő erőt a rezgőmozgás legfelső pontjában! (3 p.)

MO.

a) $T = 2\pi\sqrt{m/k}$ $\rightarrow$ m ≈ **0,12 kg**

b) mg = kx_{es} $\rightarrow$ x_{es} = 3/14 ≈ 0,2143 m = 21,43 cm

A = x_0 – (ℓ_0 + x_{es}) = 0,6 – (0,32+0,2143) ≈ **0,0657 m = 6,57 cm**

c) a rugó megnyúlása a felső pontban x_{es} –A ≈ 0,2143–0,0657 = 0,1486 m = 14,86 cm

a rugóerő F_r = 5,6·0,1486 ≈ **0,832 N felfelé**; mg **= 1,2 N lefelé**; az eredő F_e ≈ **0,368 N lefelé**

2. Egy m = 1,6 kg tömegű test mozog a P_0(2; 0; –1) [m] pontból a P_1(0; 3; 0) [m] pontba az **r**(t) = –2t **i** + 3(1+t) **j** – t^2 **k** [m] görbe mentén.

Mekkora munkát végez rajta eközben az **E**(**r**) = (4xy–6z–3z^2) **i** + 2x^2 **j** – 6x(1+z) **k** [N/m] erőtér? (4,5 p.)

Konzervatív a fenti erőtér? (1,5 p.)

MO.

rot E = **0**, konzervatív az erőtér

1 $\rightarrow$ a potenciál: U(**r**)/m = 9xz + 3xz^2 – 2x^2y , U(**r₀**)/m = –6 J/kg , U(**r₁**)/m = 0 ,

W/m = U($\mathbf{r_0}$) – U($\mathbf{r_1}$) = –6 J/kg , W = 1,6·–6 = **–9,6 J**

2 $\rightarrow$ koordinátatengelyekkel párhuzamosan integrálva

pl.: $W_1/m = \int_{2,0,-1}^{0,0,-1}(4xy - 6z - 3z^2)dx = \int_2^0(-6z - 3z^2)dx = -6$ J/kg,

$W_2/m = \int_{0,0,-1}^{0,0,0} -(6x + 6xz)dz = \int_{-1}^{0} 0dz = 0$, $W_3/m = \int_{0,0,0}^{0,3,0} 2x^2dy = \int_0^3 0dy = 0$, $W_{össz}/m$ = –6 J/kg

3 $\rightarrow$ vonalintegrállal számolva: t_0 = –1; t_1 = 0; **dr** = (–2**i** +3**j** –2t**k**) dt

$W/m = \int_{-1}^{0}(48t + 36t^2 + 30t^4)dt$ = –6 J/kg

3. A rablók nem bírták kinyitni a páncélszekrényt, ezért magukkal viszik az egészet. Menekülés közben felmásztak vele a 2,3 m magas kerítés tetejére és onnan bedobják a kerítésen kívül várakozó kocsijukba. A páncélszekrényt 12 m/s kezdősebességgel vízszintesen dobják el. Amikor a páncélszekrény beleesik a kocsiba, sebességének függőleges komponensét elnyeli a kocsijukon levő gumimatrac, és a kocsi rajta a páncélszekrénnyel elkezd csúszni az aszfalton. A páncélszekrény tömege m = 200 kg, a kocsié M = 800 kg, a súrlódási együttható μ = 0,432, g = 10 m/s^2.

a) Milyen messze csúszik a kocsi a páncélszekrénnyel? (3 p.)

b) Mennyi a páncélszekrény + kocsi rendszer mechanikai energiája

- a páncélszekrény eldobásakor,
- a páncélszekrény kocsihoz érkezésekor,
- a páncélszekrény + kocsi elindulásakor,
- amikor a páncélszekrény + kocsi 0,5 m-t tett meg? (4 p.)

A kocsi vízszintes sík terepen van, az legyen a helyzeti energia zérus szintje.

MO.

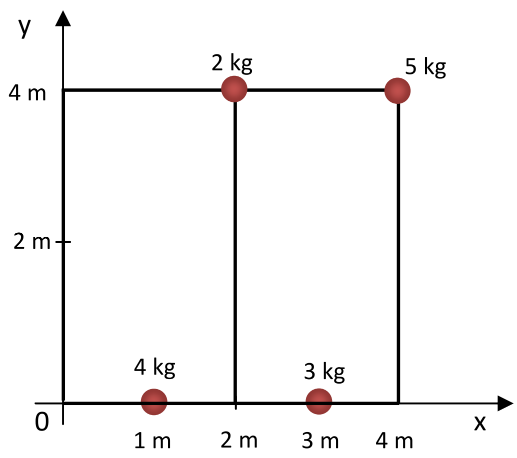
a) A kocsi és a páncélszekrény „rugalmatlanul ütköznek", impulzus-megmaradással számolható az ütközés utáni közös sebességük, de a páncélszekrénynek csak a vízszintes sebességkomponensét kell figyelembe venni, ami a hajítás során nem változott, tehát megegyezik a kezdősebességével, $v_0 = 12$ m/s

$m \cdot v_0 = (m+M) \cdot u \;\rightarrow\; u_0 = 2{,}4$ m/s

Munkatétellel számolható a megállásig megtett út: $0 - ½\,(m+M)\,u_0^2 = -\mu(m+M)gd \;\rightarrow\;$ d **= 2/3 ≈ 0,67 m**

b) eldobáskor $E_{mech,1} = ½\, m v_0^2 + mgh$ **= 19000 J**

- kocsira érkezéskor ugyanennyi, $E_{mech,2}$ **= 19000 J**
- a kocsi elindulásakor kevesebb lesz a rugalmatlan ütközésnél elnyelődött energia miatt:
  $E_{mech,3} = ½\,(m+M)\,u_0^2$ **= 2880 J**
- s=0,5 m megtétele után kevesebb lesz a súrlódás miatt: $E_{mech,4} = E_{mech,3} - \mu(m+M)g \cdot s$ **= 720 J**



4.

a) Határozzuk meg az ábra szerint elrendezett pontszerű testek tömegközéppontjának koordinátáit! (2 p.)

A 4 test egy elhanyagolható tömegű keretre van rögzítve, ami az y tengely körül súrlódásmentesen foroghat.

b) Számoljuk ki a kerettel összefogott testek y tengelyre vonatkozó tehetetlenségi nyomatékát! (2 p.)

Az y forgástengely vízszintes helyzetű. Kiindulásként a keretet (az x tengelyt) vízszintesen tartjuk, majd elengedjük (így a keret a testekkel a vízszintes y tengely körül forogni kezd).

c) Mekkora forgatónyomaték hat a keretre, amikor az a vízszintessel 30°-os szöget zár be? (2 p.)

***d)** Mekkora lesz a keret szögsebessége a függőleges helyzet elérésekor? (+2 p.)

MO.

a) $x_s = (4 \cdot 1+2 \cdot 2+3 \cdot 3+5 \cdot 4)/(4+2+3+5) \approx$ **2,64 m**, $y_s = (2 \cdot 4+5 \cdot 4) / (4+2+3+5)$ **= 2 m**

b) $\Theta = 4 \cdot 1^2 + 2 \cdot 2^2 + 3 \cdot 3^2 + 5 \cdot 4^2$ **= 119 kgm²**

c) $M = (4 \cdot 1+2 \cdot 2+3 \cdot 3+5 \cdot 4) \cdot g \cdot \cos 30° = 370 \cdot \cos 30° \approx$ **320,4 Nm**

d) energia-megmaradással, az egyes tömegpontok helyzeti energiájának változásából, az induló helyzet vízszintes síkjának magasságát tekintve a helyzeti energia zérus pontjának:

$0 = -(4 \cdot 1+2 \cdot 2+3 \cdot 3+5 \cdot 4) \cdot g + ½\,\Theta\omega^2 \;\rightarrow\; \omega \approx$ **2,49 s⁻¹**