

Fizika 1 Mechanika számolási gyakorlat zh3 2025. máj. 15. megoldások

A feladatokban $g = 10 \text{ m/s}^2$ értékkel számoljon!

1. Amikor Tom C (75 kg) Magyarországra jött forgatni, meglátta az egyik asszisztens kis Polskiját (580 kg), nagyon megtetszett neki, kölcsönkérte pár napra. Másnap az edzése után hanyagul bedobta a súlyzóját (20 kg) a kocsit nyitva hagyott csomagtartójába (rugalmatlan ütközés). Sajnos a kézifék nem volt behúzva, ezért a kocsit elindult $0,1 \text{ m/s}$ -os sebességgel. (A terep sík volt, a kocsit állandó sebességgel haladt.) Mire észrevette, a kocsit már távol volt tőle és vészesen közeledett egy szakadékhoz, ezért utánarohant és (a talajhoz képest) $8,2 \text{ m/s}$ sebességgel ráugrott, belemászott, és megmentette a kocsit.

a) Mekkora sebességgel dobta rá Tom C a súlyzóját a kocsira? (2 p.)

b) Mennyi lett a kocsit (és rajta a súlyzó) sebessége, amikor Tom C rávetette magát? (2 p.)

c) Mennyi volt

a kocsit,

a súlyzó,

Tom C impulzusváltozása, amikor Tom C a kocsira ugrott,

és mennyi volt a kocsit + súlyzó + Tom C rendszer össz-impulzusváltozása? (3 p.)

Megoldás: impulzus-megmaradással

a) $20 v_0 + 580 \cdot 0 = (20+580) \cdot 0,1 \rightarrow v_0 = 3 \text{ m/s}$ (2 p.)

b) $(20+580) \cdot 0,1 + 75 \cdot 8,2 = (20+580+75) \cdot u \rightarrow u = 1 \text{ m/s}$ (2 p.)

c) kocsit: $580 \cdot (1-0,1) = +522 \text{ kgm/s}$ (1 p.)

súlyzó: $20 \cdot (1-0,1) = +18 \text{ kgm/s}$ (0,5 p.)

Tom C: $75 \cdot (1-8,2) = -540 \text{ kgm/s}$ (1 p.)

rendszer: $522+18-540 = 0$ (0,5 p.)

2. Az egyik jelenet szerint Tom C (75 kg) 12 m magasságból kezd zuhanni, de a forgatáskor a biztonság kedvéért egy kötelet kötöttek rá, aminek a másik vége egy 20 m magasságban levő (súrlódásmentes) csigára volt feltekerve. A csiga tömege 45 kg, a sugara 60 cm, a kötel tömege elhanyagolható, a kötel nem csúszik meg a csigán.

A föld fölött milyen magasságban érte el Tom C a 12 m/s -os sebességet? (5 p.)

Megoldás: energia-megmaradással:

$$E_{\text{mech}} = mgz + \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} \Theta \omega^2 = \text{konst.}$$

A csiga tehetetlenségi nyomatéka $\Theta = \frac{1}{2} MR^2 = 8,1 \text{ kgm}^2$. (1 p.)

A csiga szögsebessége a test sebességével kifejezve: $\omega = v/R$; $v = 12 \text{ m/s}$ -nál $\omega = 20 \text{ s}^{-1}$. (0,5 p.)

A csiga forgási kinetikus energiája a test sebességével kifejezve: $\frac{1}{2} \Theta \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} MR^2 \cdot \left(\frac{v}{R}\right)^2 = \frac{1}{4} M v^2$.

A $z=0$ szintet a kiindulás magasságán felvéve

$$0 + 0 + 0 = mg \Delta z + \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{4} M v^2 \quad (1+1 \text{ p.})$$

$$\rightarrow \Delta z = -\left(1 + \frac{M}{2m}\right) \frac{v^2}{2g}, \text{ behelyettesítve } \Delta z = -9,36 \text{ m.} \quad (1 \text{ p.})$$

12 m magasról indulva $12-9,36 = 2,64 \text{ m}$ magasan lesz a föld fölött. (0,5 p.)

3. Szombaton Tom C mérleghintázní vitte a 16 kg-os kisfiát. A mérleghinta rúdja 14 kg tömegű, homogén, 5 m hosszú, az alátámasztási pontja a rúd felénél van a föld fölött 88 cm magasságban (ez a mérleghinta forgástengelye).

A hinta egyik végére ültette a kisfiát, a másik végére pedig rátette a súlyzóját (20 kg).

A kisfia összekuporodott, ebben az állapotában őt egy 20 cm sugarú homogén gömbnek modellezzhetjük, a súlyzót pedig tömegpontnak tekinthetjük. A kisfiúnak a tömegközéppontja van a rúd végén.

a) Milyen távol van az alátámasztási ponttól a rúd + kisfiú + súlyzó rendszer tömegközéppontja? (2 p.)

b) Mennyi a rendszer tehetetlenségi nyomatéka az alátámasztási pontra? (3,5 p.)

c) A rúd vízszintes helyzetében mekkora forgatónyomaték hat a rendszerre? (1,5 p.)

d) Vízszintes helyzetből elengedve mekkora a rendszer szöggyorsulása? (1 p.)

e) Tom C levette a súlyzóját a hintáról, ekkora a mérleghinta rúdja a kisfia oldalán a földre ért. Egyszer csak kiesett Tom C kezéből a súlyzó, és visszaesett a rúd végére (ahol előtte is volt), úgy, hogy a rúdhoz érkezés pillanatában a súlyzó sebessége 4 m/s volt, pontosan függőleges irányú. A súlyzó hozzátapadt a rúd végéhez.

Mekkora szögsebességgel kezdett el forogni a hinta (a rúd + kisfiú + súlyzó rendszer)? (5 p.)

Megoldás:

a) 0,2 m-re a súlyzó irányában. (2 p.)

b) Rúd: $\Theta_{\text{rúd}} = \frac{1}{12} m_{\text{rúd}} L^2 = 29,167 \text{ kg m}^2$; (1 p.)

kisfiú: $\Theta_{\text{kisfiú}} = \frac{2}{5} m_{\text{kisfiú}} R^2 + m_{\text{kisfiú}} (L/2)^2 = 0,256 + 100 = 100,256 \text{ kg m}^2$; (1 p.)

súlyzó: $\Theta_{\text{súlyzó}} = m_{\text{súlyzó}} (L/2)^2 = 125 \text{ kg m}^2$; (0,5 p.)

rendszer: $\Theta_{\text{össz}} = 254,4 \text{ kg m}^2$. (1 p.)

c) $M = m_{\text{súlyzó}} g (L/2) - m_{\text{kisfiú}} g (L/2) = 100 \text{ Nm}$, a súlyzó lefelé. (1,5 p.)

d) $\beta = M / \Theta_{\text{össz}} = 0,3931 \text{ s}^{-2}$. (1 p.)

e) Impulzusmomentum-megmaradással: (0,5 p.)

Előtte: $L = m_{\text{súlyzó}} v k$, (1 p.)

ahol $k = (L/2) \cos \alpha$

Az ábráról látszik, hogy $\sin \alpha = 0,88 / (5/2) = 0,352 \rightarrow \alpha = 20,61^\circ \rightarrow \cos \alpha = 0,936$, (1 p.)

tehát $L = 187,2 \text{ kg m}^2/\text{s}$. (0,5 p.)

Utána: $L = \Theta \omega$, ahol $\Theta = \Theta_{\text{össz}} = 254,4 \text{ kg m}^2$; (1 p.)

$\rightarrow \omega = L / \Theta_{\text{össz}} = 0,7358 \text{ s}^{-1}$. (1 p.)

