VERMES MIKLÓS Fizikaverseny

III. forduló
2017. április 8.
IX. osztály

JAVÍTÓKULCS

I. feladat

1.) Egy adott *t* pillanatban az A pontból induló jármű legyen az AB egyenes A_1 pontjában, míg a másik a B-ben húzott merőleges B_1 pontjában.

Akkor $(A_1B_1)^2 = (A_1B)^2 + (BB_1)^2 = (d - v_1t)^2 + (v_2t)^2 = (v_1^2 + v_2^2)t^2 - 2dv_1t + d^2$ 1 p

Mivel t^2 együtthatója pozitív, a fenti kifejezésnek minimuma van

$t_m = -\frac{b}{2a} = \frac{v_1 d}{(v_1^2 + v_2^2)}$ értékre. 1 p

Így $d_m^2 = f(t_m)$, és $d_m = \frac{dv_2^2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}$ 1 p

2.)

a) $t = 0{,}5\ s$ pillanatban a sebesség összetevői $v_x = v_0 \cos\alpha_0$ és $v_y = v_0 \sin\alpha_0 - gt$ 1 p

A sebesség ekkor $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ 1 p

A $v^2 = v_0^2 - 2v_0 gt \sin\alpha_0 + g^2t^2$ kifejezésből $\sin\alpha_0 = \frac{v_0^2 - v^2 + g^2 t}{2v_0 gt} = 0{,}61$ 1 p

$h_M = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha_0}{2g} = 1{,}86\ m$ 1 p

$t_{em} = \frac{v_0 \sin\alpha_0}{g} = 0{,}61\ s$ 1 p

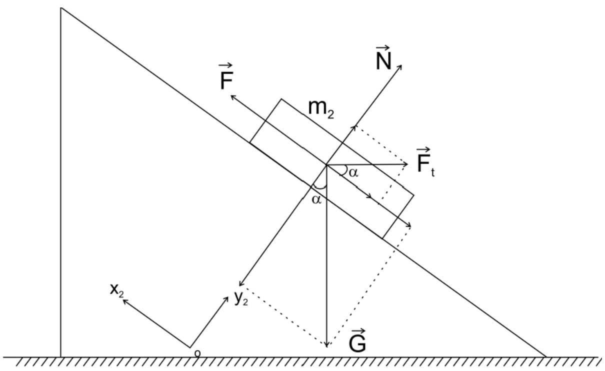
b) $x_M = \frac{2v_0^2 \sin\alpha_0 \cos\alpha_0}{g} = 9{,}66\ m$ 1 p

c) $r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{v_0^2 \cdot t^2 \cdot \cos(\alpha_0)^2 + \left(v_0 \cdot t \cdot \sin(\alpha_0) - \frac{g \cdot t^2}{2}\right)^2} = 4{,}35\ m$ 1 p

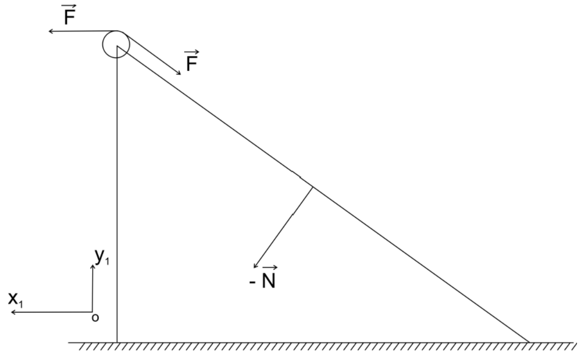
II. feladat

a) A lejtőhöz kötött vonatkoztatási rendszerben, melynek gyorsulása a_1 az m_2 tömegű test a_r gyorsulással mozog.

Erők ábrázolása (1. *ábra*) 1 p



1. *ábra*



2. *ábra*

A mozgásegyenlet

$m_2\vec{a}_r=\vec{F}+\vec{G}_2+\vec{N}+\vec{F}_t$, ahol $\vec{F}_t=m_2\vec{a}_1$ 1 p

Az Ox_2y_2 koordináta rendszerben fennáll, hogy

$m_2 a_r = F - m_2 g \sin\alpha - m_2 a_1 \cos\alpha$ (1) 1 p

$0 = N + m_2 a_1 \sin\alpha - m_2 g \cos\alpha$ (2) 1 p

A lejtőre ható erők ábrázolása (2. *ábra*) 0,5 p

Az Ox_1y_1 koordináta rendszerben a lejtő Ox_1 irányba mozog. A mozgásegyenlet

$m_1 a_1 = F - F\cos\alpha + N\sin\alpha$ (3) 1 p

N-t (2)-ből kifejezve, majd (3)-ba behelyettesítve, kapjuk:

$a_1=\dfrac{F(1-\cos\alpha)+m_2 g\cos\alpha\sin\alpha}{m_1+m_2\sin^2\alpha}=1,964\, m/s^2$ (4) 0,5 p

b) $\vec{a}_2=\vec{a}_1+\vec{a}_r$ 1 p

Az (1) összefüggésből

$a_r=\dfrac{F}{m_2}-(g\sin\alpha+a_1\cos\alpha)=0,358\, m/s^2$ (5) 0,5 p

$a_{2x}=a_1+a_r\cos\alpha=2,143\, m/s^2$ 0,5 p

$a_{2y}=a_r\sin\alpha=0,31\, m/s^2$ 0,5 p

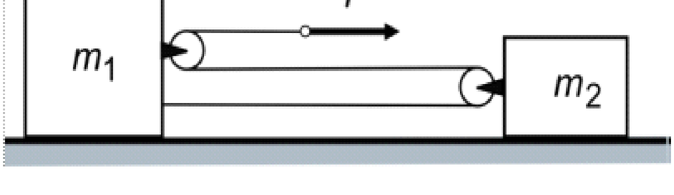
$a_2=\sqrt{a_{2x}^2+a_{2y}^2}=2,165\, m/s^2$ 0,5 p

c) A (4) és (5) összefüggésekből, $a_r = 0$-t véve, kapjuk:

$F_0=\dfrac{(m_1+m_2)\cdot m_2\cdot g\cdot\sin(\alpha)}{m_1+m_2\cdot(1+\cos(\alpha)-2\cdot\cos(\alpha)^2)}$ 1 p

III. feladat

1.)



a) Az ábra alapján látható, hogy az m_1 tömegű testre 3F, míg az m_2 tömegű testre 2F nagyságú erő hat, így 0,5 p

$a_1 = \frac{3F}{m_1} = 1{,}875\frac{m}{s}$ 0,5 p és $a_2 = \frac{2F}{m_2} = 2\,m/s^2$ 0,5 p

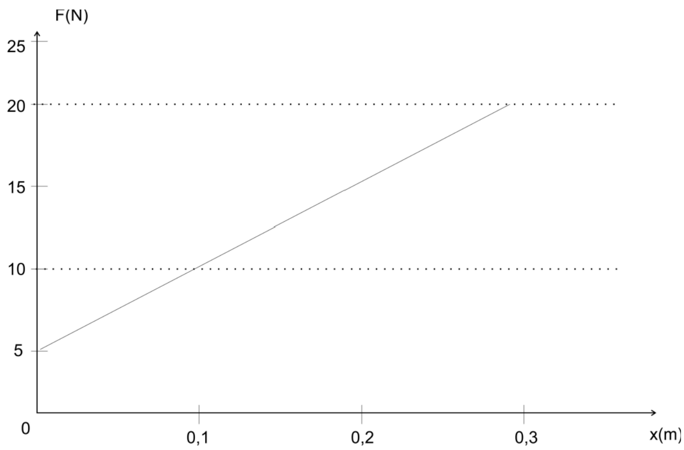
b) $s = s_1 + s_2$, $s_1 = \frac{3a_1t^2}{2}$, $s_2 = \frac{2a_2t^2}{2}$ 1 p

$\frac{at^2}{2} = \frac{3a_1t^2}{2} + \frac{2a_2t}{2} \Rightarrow a = 3a_1 + 2a_2 = 9{,}625\,m/s^2$ 0,5 p

2.)

a) Lassú, egyenletes mozgáskor a hasábok nem csúsznak meg, így:

$F = kx + 2\mu mg = 50x + 5$ 1 p



3. *ábra* 1 p

b) Az alsó hasáb elengedése pillanatában *x* értékétől függően a testek vagy nyugalomban maradnak, vagy gyorsulva megindulnak. A testek nem gyorsulnak, amíg:

$kx \leq 2\mu mg \Rightarrow x \leq \frac{2\mu mg}{k} = x_1 = 0{,}1\,m$ 1 p

Ha $x > x_1$, akkor a testek gyorsulni kezdenek az *F* erő megszűnésekor.

Két eset lehetséges:

A testek együtt gyorsulnak, ha a tapadási súrlódási erő nagyobb, mint a 2-es testre ható tehetetlenségi erő: $ma_2(x) \leq \mu mg$ 0,5 p

Ekkor $a_1(x) = a_2(x) = \frac{kx - 2\mu mg}{2m} = 50x - 5$ 0,5 p

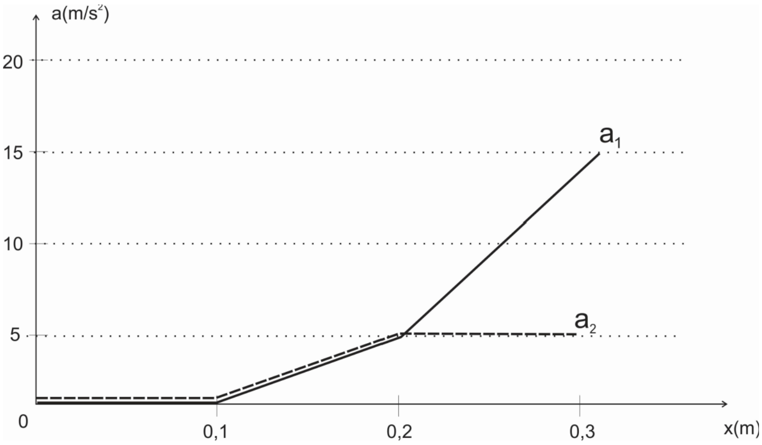
Ennek feltétele $a_2(x) = \frac{kx - 2\mu mg}{2} \leq \mu g \Rightarrow x \leq \frac{4\mu mg}{k} = x_2 = 0{,}2\,m$

Így, ha $0{,}1\,m \leq x \leq 0{,}2\,m$, a testek együtt mozognak $a_1(x) = a_2(x) = 50x - 5$ 0,5 p

Ha $0{,}2\,m \leq x \leq 0{,}3\,m$, a felső hasáb csúszni fog az alsóhoz képest. Ekkor a gyorsulások:

$a_1(x) = \frac{kx - 3\mu mg}{m} 100x - 15$ 1 p

és $a_2(x) = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 5\,m/s^2$ 0,5 p



4. *ábra* 1 p