

1. Egy test sebessége állandó nagyságú erő hatására 20 s alatt 54 km/h-ról 12 m/s-ra változott.

a) Mekkora a test gyorsulása m/s<sup>2</sup>-ben? 3 p.

$$v_0 = 54 \text{ km/h} = 15 \text{ m/s}; \quad v_1 = 12 \text{ m/s}; \quad \Delta t = 20 \text{ s}$$

$$\Delta v = v_1 - v_0 = 12 - 15 = -3 \text{ m/s}$$

$$a = \Delta v / \Delta t = -3 \text{ m/s} / 20 \text{ s} = -0,15 \text{ m/s}^2$$

b) Mekkora a test gyorsulása km/h<sup>2</sup>-ben? 2 p.

$$v_0 = 54 \text{ km/h}; \quad v_1 = 43,2 \text{ km/h}; \quad \Delta t = 20/3600 = 1/180 = 5,556 \cdot 10^{-3} \text{ h}$$

$$\Delta v = v_1 - v_0 = 43,2 - 54 = -10,8 \text{ km/h}$$

$$a = \Delta v / \Delta t = -10,8 \text{ km/h} / 5,556 \cdot 10^{-3} \text{ h} = -10,8 \cdot 180 = -1944 \text{ km/h}^2$$

c) Mekkora utat tett meg a test ez alatt a 20 s alatt? 4 p.

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 15 \text{ m/s} \cdot 20 \text{ s} + 0,5 \cdot (-0,15 \text{ m/s}^2) \cdot (20 \text{ s})^2 = 270 \text{ m}$$

vagy

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 54 \text{ km/h} \cdot 5,556 \cdot 10^{-3} \text{ h} + 0,5 \cdot (-1944 \text{ km/h}^2) \cdot (5,556 \cdot 10^{-3} \text{ h})^2 = 0,27 \text{ km}$$

2.a) Írja le az általános tömegvonzási erő törvényét!

(Milyen kölcsönhatásban lép fel; az erő nagysága és iránya.)

4 p.

b) Adja meg 5 értékes jegyre, mekkora általános tömegvonzási erő hat a Hold felszínén egy 134,25 kg-os szumó birkózó és a Hold között!

$\gamma = 6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ , a Hold tömege  $7,3477 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ , a Hold átmérője 3472,0 km. 3 p.

$$M_{\text{Hold}} = 7,3477 \cdot 10^{22} \text{ kg}; \quad m = 134,25 \text{ kg}; \quad R_{\text{Hold}} = 3472,0 \text{ km} / 2 = 1,736 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$F_g = \gamma \frac{M_{\text{Hold}} \cdot m}{R_{\text{Hold}}^2} = 6,6743 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{7,3477 \cdot 10^{22} \cdot 134,25}{(1,736 \cdot 10^6)^2} = 218,46 \text{ N}$$

c) Hányszorosa a Hold által a birkózóra kifejtett erő annak az erőnek, amit a birkózó fejt ki a Holdra?

2 p.

ugyanakkora a két erő (Newton III. axiómája szerint)

d) Mekkora a birkózó gyorsulása a Hold felé? Mekkora a Hold gyorsulása a birkózó felé? 4 p.

a birkózóra felírva:

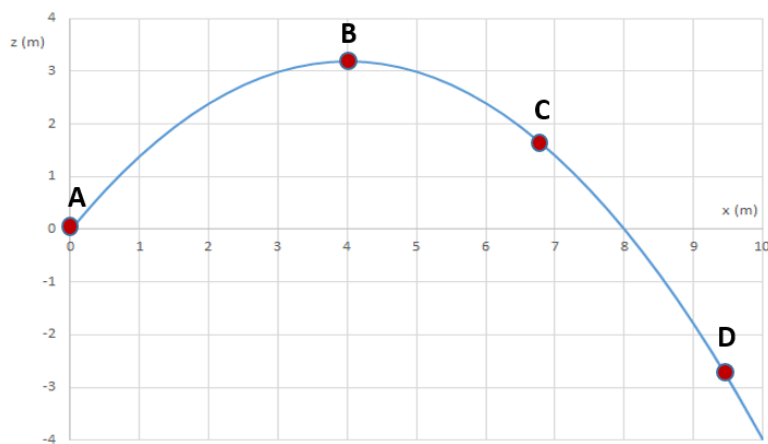
$$F_g = m a \rightarrow a = F_g / m = 218,46/134,25 = 1,6273 \text{ m/s}^2;$$

a Holdra felírva:

$$F_g = M_{\text{Hold}} a_{\text{Hold}} \rightarrow a_{\text{Hold}} = F_g / M_{\text{Hold}} = 218,46/7,3477 \cdot 10^{22} = 2,9732 \cdot 10^{-21} \text{ m/s}^2$$

e) Hogyan származtatható a nehézségi gyorsulás az általános tömegvonzási erőből? Hogyan változik a nehézségi gyorsulás értéke a felszín fölötti magasság függvényében? 6 p.

3. Az ábrán egy ferdén elhajított test pályája látható.



Hasonlítsa össze az ábrán megjelölt pontokban a következő mennyiségeket! Tegye ki a relációjeleket ( $<$ ,  $\leq$ ,  $=$ ,  $\geq$ ,  $>$ ) a téglalapokba! Ha ennyi információ alapján nem lehet eldönteni, akkor írja oda, milyen adatra lenne még szükség.

a) A sebesség nagysága: 3 p.

$$v_A \quad \boxed{>} \quad v_B \quad \boxed{<} \quad v_C \quad \boxed{<} \quad v_D$$

b) A sebesség vízszintes komponense: 2 p.

$$v_{xA} \quad \boxed{=} \quad v_{xB} \quad \boxed{=} \quad v_{xC} \quad \boxed{=} \quad v_{xD}$$

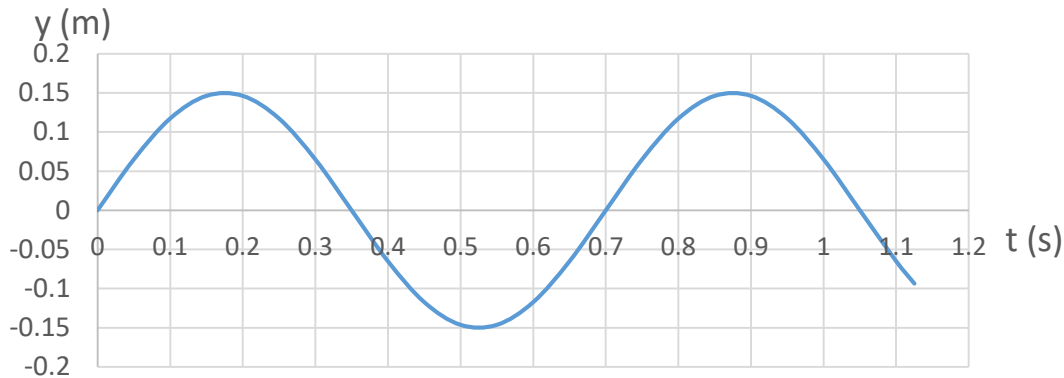
c) A sebesség függőleges komponense: 2 p.

$$v_{zA} \quad \boxed{>} \quad v_{zB} \quad \boxed{>} \quad v_{zC} \quad \boxed{>} \quad v_{zD}$$

d) A gyorsulás nagysága: 2 p.

$$a_A \quad \boxed{=} \quad a_B \quad \boxed{=} \quad a_C \quad \boxed{=} \quad a_D$$

4. Az ábrán egy függőlegesen fellógatott  $k$  rugóállandójú rugó végéhez rögzített 18 dkg tömegű test egyensúlyi helyzetéhez képest mért elmozdulását láthatjuk az idő függvényében. (Az  $y$  tengely arra mutat, amerre a rugó nyúlik, és az  $y=0$  abban a magasságban van, ahol a rugó végéhez rögzített test nyugalomban van.)  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



a) Mennyi a rugóállandó?

2 p.

az ábráról leolvasható, hogy  $T = 0,7 \text{ s}$ ;  $m = 0,18 \text{ kg}$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow k = (2\pi/T)^2 m = (2\pi/0,7)^2 \cdot 0,18 = 14,50 \text{ N/m}$$

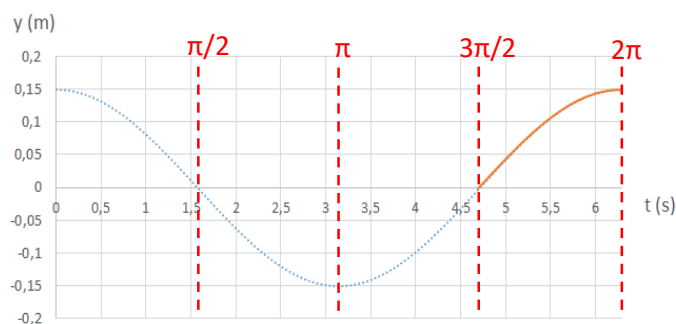
b) Számolja ki 4 értékes jegyre, hogy hol van a test  $t = 0,4 \text{ s}$ -ban!

5 p.

Az  $y(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$  függvényben

az ábráról leolvastva  $A = 0,15 \text{ m}$ , ill.  $\omega = 2\pi/T = 2\pi/0,7 \text{ s}^{-1}$ .

$\varphi_0$  értéke  $3\pi/2$ :



de egyszerűbben is felírható a függvény  $y(t) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$  alakban.

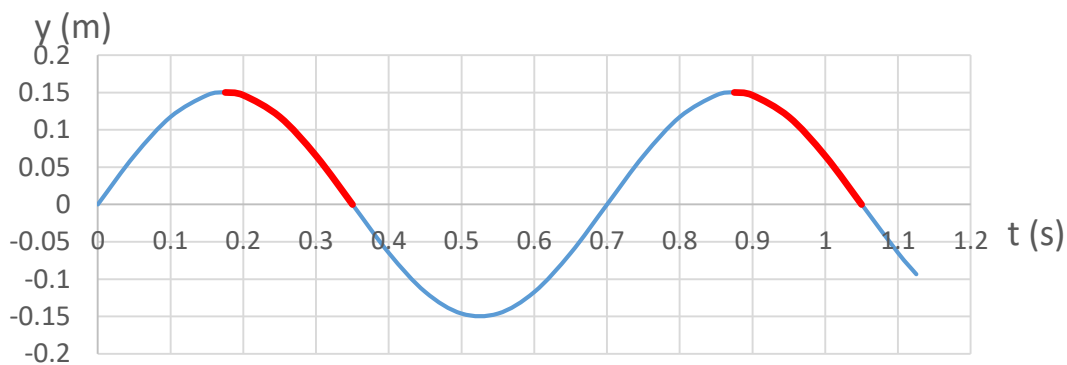
Behelyettesítve

$$y(0,4) = 0,15 \text{ m} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{0,7} \cdot 0,4\right) = -0,06508 \text{ m}$$

(ami az ábráról is leolvasható, persze kevésbé pontosan)

c) Jelölje be az ábrába azokat az intervallumokat, ahol  $y > 0$ ,  $v < 0$  és  $a < 0$ !

2 p.



d) Jelölje be az ábrába azokat az intervallumokat, ahol  $y < 0$ ,  $v > 0$  és  $a < 0$ !

2 p.

ilyen nincs, mivel a kitérés és a gyorsulás mindig ellentétes előjelűek

e) Mennyi a rugó egyensúlyi megnyúlása?

2 p.

$$x_{es} = mg / k = 0,18 \cdot 10 / 14,5 = 0,1241 \text{ m} = 12,41 \text{ cm}$$

f) A rezgőmozgás legalsó pontjában (amikor a legnagyobb a rugó megnyúlása) mekkora a rugó által a testre kifejtett erő?

3 p.

a rugó megnyúlása ekkor

$$x_{max} = x_{es} + A = 0,1241 + 0,15 = 0,2741 \text{ m},$$

a rugó által kifejtett erő nagysága

$$F_r = k x_{max} = 14,5 \cdot 0,2741 = 3,975 \text{ N}; \text{ az erő felfelé mutat}$$

g) A rezgőmozgás legalsó pontjában (amikor a legnagyobb a rugó megnyúlása) mekkora a testre ható erők eredője?

2 p.

$$F_r = 3,975 \text{ N felfelé}, \quad mg = 1,8 \text{ N lefelé}$$

$$\rightarrow \text{az eredő erő } F_e = 3,975 - 1,8 = 2,175 \text{ N felfelé}$$

5. Mi a rezonancia?

Rajzoljon egy rezonanciagörbét. Mi van a tengelyeken?

5 p.