

1. Egy 25 méter magas ház tetejéről leejtünk egy követ. Amikor a kő elhalad a 20 méter magasan lévő megfigyelő előtt, ő is leejt egy követ. Mekkora időkülönbséggel érnek földet a kövek? (A közegellenállási erő elhanyagolható, $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

(2007. május id.)

Megoldás:

Adatok: $H = 25 \text{ m}$, $h = 20 \text{ m}$.

A H magasságban elejtett test esési idejének (T_{13}) és a részeitőknének (T_{12} , T_{23}) a meghatározása:

$$H = \frac{1}{2} g T_{13}^2$$

$$T_{13} = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 25 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 2,236 \text{ s}$$

$$H - h = \frac{1}{2} g T_{12}^2$$

$$T_{12} = \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (25 \text{ m} - 20 \text{ m})}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 1 \text{ s.}$$

$$T_{23} = T_{13} - T_{12} = 1,236 \text{ s}$$

(A T_{23} idő más úton is meghatározható:

- T_{12} számolása – 1 pont
- $v_{12} = g T_{12}$ – 2 pont
- $h = v_{12} T_{23} + \frac{1}{2} g T_{23}^2$ -ből T_{23} meghatározása – 3 pont)

A h magasságban elejtett test esési idejének (t_{23}) a meghatározása:

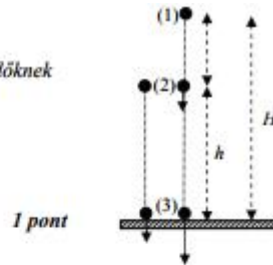
$$h = \frac{1}{2} g t_{23}^2$$

$$t_{23} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 2 \text{ s}$$

Az időkülönbség (Δt) meghatározása:

$$\Delta t = t_{23} - T_{23} = 0,764 \text{ s}$$

Összesen



1 pont

1 pont

1 pont

2 pont

1 pont

1 pont

2 pont

10 pont

2. Egy mai, számítógépekben használatos merevlemez egy (vagy több) nagy sebességgel forgó merev lemezből és a lemez felületéhez közel mozgó olvasófejből áll. Az adatokat a lemezen piciny mágneses szemcsék tartalmazzák, az olvasófej a piciny mágnesek irányát értelmezi egy bit információnak, egy 1-esnek vagy egy 0-nak. A meghajtó mechanikája az olvasófejet sugárirányban mozgatja, az adott sugárhoz tartozó biteket pedig az olvasófej sorban olvassa, ahogy azok a lemez forgása során elhaladnak előtte. Egy bizonyos típusú merevlemezben két, egy-egy bitnek megfelelő piciny mágnesszemcse távolsága kb. 30 nm.

a) Legfeljebb mekkora sebességgel lehet képes az olvasófej kiolvasni az adatokat egy olyan lemez legkülső részéről, amelyen a lemez átmérője 3,5" (inch), forgási sebessége 7200 RPM (fordulat percenként)? (1 inch = 2,54 cm, az adatolvasás sebességét manapság Gbit/s-ban szokás megadni.)

b) Legfeljebb mekkora olvasási sebesség érhető el olyan adatoknál, amelyek a lemez forgás tengelyétől 3 cm-re helyezkednek el?

c) Körülbelül hány Gbyte információ tárolására lehet alkalmas a lemez, ha az adatok a lemezen a tengelytől 1 cm–4,5 cm között helyezkednek el, és egy byte nyolc bitből áll?

(2012. május id.)

Megoldás:

Adatok: $f_1 = 7200$ RPM, $d = 30$ nm/bit, $D_1 = 3,5"$, $R_2 = 3$ cm, $R_3 = 1,0 - 4,45$ cm

- a) *Annak felismerése, hogy a lemez egy adott sugaránál a kerületi sebesség és két szemcse távolsága határozza meg az adatolvasás sebességének lehetséges legnagyobb értékét:* **2 pont**

Mivel a lemezen lévő mágnesszemcsék a lemez forgása miatt sorban haladnak el az olvasófej előtt, az adatolvasás lehető legnagyobb sebességét a lemez egy adott sugárhoz tartozó kerületi sebességének, illetve a d szemcsetávolságnak hányadosa adja

meg: $\eta = \frac{v_k}{d}$ (Amennyiben a vizsgázó ezt a felismerést nem írja le, de később ennek a képletnek megfelelően számol, a két pont jár.)

A lemez legkülső részéhez tartozó sugár illetve kerületi sebesség kiszámítása:

1 + 2 pont

Mivel $D_1 = 3,5" = 8,9$ cm ezért $R_1 = 4,45$ cm (1 pont).

$$v_k = R \cdot \omega = R \cdot f \cdot 2\pi = 4,45 \text{ cm} \cdot 7200 \text{ RPM} \cdot 2\pi = 4,45 \text{ cm} \cdot 120 \frac{1}{s} \cdot 2\pi = 33,6 \frac{\text{m}}{s} \quad (2 \text{ pont})$$

Az adatolvasás maximális sebességének kiszámítása:

1 pont

$$\text{Az adatolvasás sebessége: } \eta_1 = \frac{v_k}{d} = 1,12 \frac{\text{Gbit}}{s}$$

- b) *Az adatolvasás sebességének kiszámítása a második esetben:*

2 pont

(bontható)

Mivel az adatolvasás sebessége a kerületi sebességgel arányos, az pedig a sugárral, a keresett mennyiség kiszámítható az előző adatolvasási sebességből a sugarak arányában, vagy pedig az új kerületi sebesség segítségével:

$$\eta_2 = \eta_1 \cdot \frac{R_2}{R_1} = 0,75 \frac{\text{Gbit}}{s} \text{ vagy pedig}$$

$$v_k = R_2 \cdot \omega = 3 \text{ cm} \cdot 120 \frac{1}{s} \cdot 2\pi = 22,4 \frac{\text{m}}{s} \text{ és } \eta_2 = \frac{v_k}{d} = 0,75 \frac{\text{Gbit}}{s}$$

- c) *A tárolható adatmennyiség meghatározása:*

3 pont

(bontható)

Mivel az egy bitet tároló szemcsék hozzávetőleges távolsága 30 nm, egy bit „helyigénye”

$$A_{\text{bit}} = d^2 = 900 \text{ nm}^2 = 9 \cdot 10^{-16} \text{ m}^2 \quad (1 \text{ pont})$$

A lemez hatásos területe (az 1,0 cm és a 4,45 cm sugarak között):

$$A_{\text{lemez}} = (4,45)^2 \text{ cm}^2 \cdot \pi - 1,0^2 \text{ cm}^2 \cdot \pi = 59 \text{ cm}^2 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad (1 \text{ pont})$$

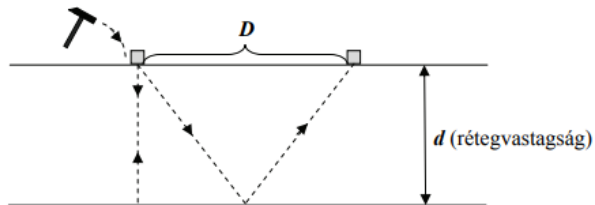
Amiből a lemezen elhelyezkedő byte-ok száma:

$$C_{\text{lemez}} = \frac{A_{\text{lemez}}}{8 \cdot A_{\text{bit}}} = 838 \text{ Gbyte} \quad (1 \text{ pont})$$

Amennyiben a vizsgázó tisztában van azzal, hogy a számítástechnikában 1 Gbyte valójában nem egyszerűen 10^9 byte, hanem $(1024)^3$ byte, a kapacitásra 780 Gbyte jön ki, így ezt az értéket is el kell fogadni.

Összesen: 11 pont

3. Mesterséges földrengéshullámok segítségével vizsgálják egy, a felszínnel párhuzamos, üledékes réteg elhelyezkedését a geofizikusok. A hullámokat kalapácsütéssel keltik, és a réteg aljáról visszaverődő hullámok beérkezését két úgynevezett geofonnal mérik. Az egyik geofon közvetlenül a kalapácsütés helye mellett található, a másik $D = 200$ méterre tőle. Az egyik geofon 0,11 másodperccel a kalapácsütés után észlelte a jelet, a másik 0,16 másodperccel az ütést követően.



- a) Milyen vastag a felszíni réteg (d)?
b) A mellékelt táblázatban adtuk meg, többféle kőzettípusra a rengéshullámok terjedési sebességének lehetséges tartományát. A táblázat alapján állapítsa meg a kőzetréteg anyagát!

agyag	$\sim 1,5 \text{ km/s} - 3,5 \text{ km/s}$
homokkő	$\sim 2,5 \text{ km/s} - 5 \text{ km/s}$
kőszó	$\sim 4,5 \text{ km/s}$
mészakő	$\sim 3,5 \text{ km/s} - 7,5 \text{ km/s}$
gipsz	$\sim 5 \text{ km/s} - 7,5 \text{ km/s}$

(2013. október)

Megoldás:

Adatok: $t_1 = 0,11 \text{ s}$, $t_2 = 0,16 \text{ s}$, $D = 200 \text{ m}$

- a) A felszíni réteg vastagságának kiszámítása:

Az első geofonig megtett út felírása:

$$v \cdot t_1 = 2 \cdot d$$

1 pont

A második geofonig megtett út felírása:

$$v \cdot t_2 = 2 \cdot \sqrt{d^2 + (100 \text{ m})^2}$$

2 pont

A rétegvastagság (d) kiszámítása:

5 pont
bontható

Például:

$$\frac{t_1}{t_2} = 0,688 = \frac{d}{\sqrt{d^2 + (100 \text{ m})^2}} \quad (2 \text{ pont})$$

$$d = 100 \text{ m} \cdot \frac{0,688}{\sqrt{1 - 0,688^2}} \quad (2 \text{ pont})$$

$$d = 95 \text{ m} \quad (1 \text{ pont})$$

(Helyes számítás esetén d explicit alakban történő felírása nélkül is megadandó az 5 pont.)

- b) A rengéshullám terjedési sebességének kiszámítása és a kőzettípus megnevezése:

A sebességre vonatkozó összefüggés felírása és a sebesség kiszámítása:

1 + 1 pont

$$v = \frac{2 \cdot d}{t_1} \approx 1700 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

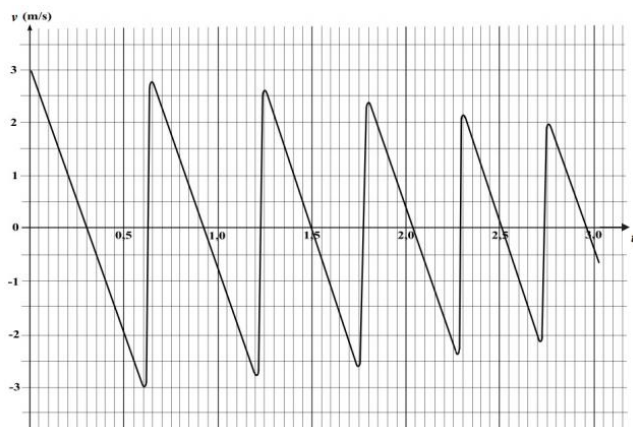
A felszíni réteg megnevezése:

1 pont

A felszíni réteg agyag lehet.

Összesen: 11 pont

4. Az alábbi grafikon egy 2 dkg tömegű kicsi, pattogó labda tömegközéppontjának függőleges sebességkomponensét mutatja az idő függvényében. A grafikon alapján válaszoljon az alábbi kérdésekre!



- a) Melyik pillanatban éri el a labda a legnagyobb magasságot? Milyen magasan van ekkor a labda?
- b) Mekkora a labda átlagos gyorsulása akkor, amikor először érintkezik a talajjal, és mekkora átlagos erőt fejt ki a talaj a labdára ezen ütközés ideje alatt?
- c) Ha feltételezzük, hogy a pattogás során az ütközési szám állandó, azaz a labda minden visszapattanásakor a sebességének azonos hányadát veszíti el, hány pattanás után csökken az emelkedési magassága az első emelkedési magasság fele alá? ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

(2014. május id.)

Megoldás:

Adatok: $m = 2 \text{ kg}$, $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

a) A labda által elért legnagyobb magasság és az ehhez tartozó időpont kiszámítása:

3 pont
(bontható)

A legnagyobb magasságot, akkor éri el a labda, amikor először nulla a sebessége: $t = 0,3 \text{ s}$ időpillanatban (1 + 1 pont),

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = 0,45 \text{ m} \quad (1 \text{ pont}).$$

b) A labda átlagos gyorsulásának megadása az első ütközés során:

3 pont
(bontható)

A grafikonról leolvasható, hogy az ütközés alatt $\Delta v_y = 5,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (1 pont), illetve

$\Delta t = 0,05 \text{ s}$ (1 pont), amiből $a = 115 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (1 pont).

A talaj által a labdára kifejtett átlagos erő megadása az első ütközés során:

2 pont
(bontható)

A labdára ható eredő erő, ami a labdát gyorsítja az ütközés során:

$$m \cdot a = F_{\text{talaj}} - m \cdot g \quad (1 \text{ pont}), \text{ amiből}$$

$$F_{\text{talaj}} = 2,3 \text{ N} + 0,2 \text{ N} = 2,5 \text{ N} \quad (1 \text{ pont}).$$

Amennyiben a vizsgázó a labda súlyával nem számol és a talaj által a labdára kifejtett erőt tisztán a labda gyorsulásából származtatja, erre a részre legfeljebb 1 pont jár.

c) Az ütközések számának meghatározása:

6 pont
(bontható)

Az „ütközési szám” meghatározása: (1 pont)

$$\frac{v_{\text{visszapattanás}} \tan \alpha}{v_{\text{érkezés}}} = \frac{2,75 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0,917$$

Az ütközés előtti és utáni emelkedési magasságok arányának meghatározása (1+1 pont)

$$h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}, \quad \text{ezért} \quad \frac{h_{\text{utolsó utáni}}}{h_{\text{utolsó előtti}}} = \frac{v_{\text{visszapattanás}}^2 \tan \alpha}{v_{\text{érkezés}}^2} = 0,917^2 = 0,84$$

Vagyis a visszapattanás magassága mindig az előző magasság 0,84-szerese lesz.

A pattanások számának meghatározása (3 pont, bontható)

n. pattanás után a magasság

$$h_n = 0,84^n \cdot h_{\max}$$

$$0,5 \cdot h_{\max} = 0,84^n \cdot h_{\max},$$

$$\text{ahonnan} \quad n = \frac{\lg 0,5}{\lg 0,84} = 3,97$$

Vagyis a negyedik pattanás után csökken az emelkedési magasság az eredeti érték fele alá.

(A helyes eredmény más eljárással is megkapható, pl. a grafikonról leolvasható információkból közvetlenül kikövetkeztethető.)

Összesen: 14 pont

5. Egy rugós játékpuska által kilőtt lövedék sebességét szeretnénk megmérni. Először a puskát 1 méteres magasságban, vízszintesen tartva többször lőttünk vele, és megmértük, hogy a lövedék vízszintesen milyen távol esett le a puska csövének végétől. Azután a puskát egy másik, az előzőnél nagyobb magasságba emeltük, és megismételtük a kísérletet. A két mérési sorozat eredményét az alábbi táblázat tartalmazza – sajnos a két méréshez tartozó adatok a nagy sietségben véletlenül összekeveredtek.

mérés:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
d (cm)	232	222	321	323	229	317	338

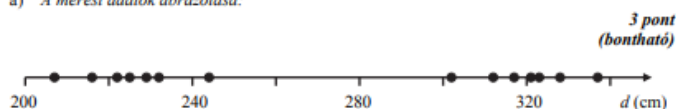
mérés:	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
d (cm)	302	216	225	244	312	328	207

- a) Jelölje be a mért távolságokat egy számegyenesen!
- b) Határozza meg, hogy melyik adatok tartoznak az egyik, illetve a másik magasságból végzett méréssorozathoz! Határozza meg a mérés alapján, hogy átlagosan milyen messzire hordott a puska az első, illetve a második méréssorozat során!
- c) Az első méréssorozathoz tartozó átlagos vízszintes távolságok ismeretében határozza meg, hogy átlagosan mekkora sebességgel hagyja el a lövedék a játékpuskát!
- d) Milyen magasról lőttünk a puskával a második mérési sorozatban? (A jelenség során a közegellenállás hatását tekintjük elhanyagolhatónak! $g = 9,8 \text{ m/s}^2$)
- (2015. május)

Megoldás:

Adatok: $h_1 = 1 \text{ m}$, $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

- a) A mérési adatok ábrázolása:



11–14 mérési adat helyes ábrázolása 2 pontot, 7–10 mérési adaté 1 pontot ér. További 1 pontot ér, ha az ábrázolt pontok jól kivehetően két elkülönülő csoportot alkotnak.

- b) A két méréssorozat szétválasztása és a puska átlagos hordtávolságának kiszámítása a két esetben:

4 pont
(bontható)

Az első méréssorozat pontjai a táblázatban az 1., 2., 5., 9., 10., 11. és a 14. A második méréssorozat pontjai a táblázatban a 3., 4., 6., 7., 8., 12. és a 13. (1–1 pont)

Vagy: Az első méréssorozat pontjai a 2-es számjeggyel kezdődőek (1 pont), a másodiké a 3-as számjeggyel kezdődőek (1 pont).

A puska átlagos hordtávolsága az első sorozatban 225 cm (1 pont), a másodikban 320 cm (1 pont).

- c) A lövedék átlagos kezdősebességének meghatározása:

3 pont
(bontható)

Az első mérési sorozat átlagos hordtávolságának felhasználásával:

$$v_0 = s \cdot \sqrt{\frac{g}{2 \cdot h_1}} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{képlet} + \text{számítás}, 2 + 1 \text{ pont}).$$

- d) A második méréssorozat magasságának felírása és kiszámítása:

1 + 1 pont

$$h_2 = \frac{g}{2} \cdot \frac{s^2}{v_0^2} = 2 \text{ m} \quad (\text{képlet} + \text{számítás}, 1 + 1 \text{ pont}).$$

Összesen: 12 pont

6. Egy tudományos-fantasztikus csillagközi űrhajóban rendszeresen elromlott a mesterséges gravitáció. Amikor a hiba elhárítása után az űrhajóban szokásos nagyságú, $g = 10 \text{ m/s}^2$ -es, homogénnek tekinthető gravitációs teret „bekapcsolták”, a hirtelen lezuhanó tárgyak gyakran összetörték, sérüléseket okoztak. Ezért a mérnökök egy olyan rendszert találtak ki, amelyik két fokozatban indul el: először a átmeneti ideig csak g' csökkentett effektív gravitációs tér kapcsol be ($g' < g$). Ez lehetővé teszi, hogy az addig lebegő összes tárgy finoman leérjen a talajra, majd a elteltével a mesterséges gravitáció teljes erejével hatni kezd. Az új műszaki előírások szerint az a maximális sebesség, amivel a tárgyak talajt érhetnek a bekapcsolás folyamán: $v_{\max} = 2 \text{ m/s}$.
- a) Az űrhajó összes helyisége közül a "legmagasabbnak" kiterjedése a gravitációs tér irányában $h = 5 \text{ m}$. Mekkora legyen g' és a átmeneti ideje, hogy a berendezés megfeleljen az új előírásnak? (Tegyük fel, hogy a tárgyak a helyiségek padlójával tökéletesen rugalmatlanul ütköznek.)
- b) Tegyük fel, hogy az egyik helyiségben egy tökéletesen rugalmas gumilabda lebeg a sima, kemény padlótól olyan távolságban, hogy a átmeneti ideje után pontosan az eredeti helyzetébe pattan vissza. (Feltételezzük, hogy g' és a átmeneti ideje értéke az előző feladatrészen meghatározott értékkel egyenlő.) Mekkora sebességgel ütközik ez a labda a talajnak, amikor azt legközelebb eléri, azaz a második pattanáskor?
- (2016. május id.)

Megoldás:

Adatok: $g = 10 \text{ m/s}^2$, $h = 5 \text{ m}$, $v_{\max} = 2 \text{ m/s}$.

- a) A feladat értelmezése, a mesterséges gravitáció átmeneti nagyságának és a bekapcsolási időnek a meghatározása:

7 pont
(bontható)

A mesterséges gravitáció nagyságát és a bekapcsolási idejét két feltétel határozza meg. Egyrészt a mesterséges gravitáció a bekapcsolás ideje alatt nem gyorsíthatja a testeket $v_{\max}$ sebességnél nagyobbra, tehát: $g' \cdot t_{be} = v_{\max}$ (2 pont). Másrészt a lehető 'legmagasabban' lebegő tárgyaknak is el kell érniük a segítségével a talajt, azaz: $\frac{g'}{2} \cdot t_{be}^2 = h$ (2 pont). (Ezt a két felismerést nem szükséges szóban leírni, a helyes képletek esetén a teljes pont jár. Képlet hiányában a szóbeli megfogalmazás 1–1 pontot ér.)

Az első képletből kifejezve a bekapcsolási időt és a másodikba írva:

$$\frac{v_{\max}^2}{2g'} = h \Rightarrow g' = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ (képlet + számítás: 1 + 1 pont).}$$

$$\text{Ennek segítségével } t_{be} = \frac{v_{\max}}{g'} = \frac{2}{0,4} = 5 \text{ s (1 pont).}$$

- b) A gumilabda becsapódási sebességének kiszámítása:

5 pont
(bontható)

Ha a gumilabda a bekapcsolási periódus végére a kiinduló helyzetébe ért vissza, akkor

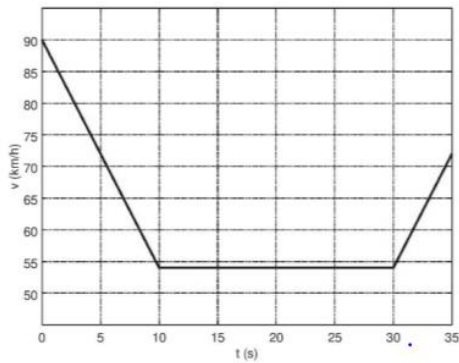
$t_{be}/2$ idő alatt érte el a talajt (1 pont), azaz $h' = \frac{g'}{2} \cdot \left(\frac{t_{be}}{2}\right)^2 = 1,25 \text{ m}$ (1 pont) magasról indult.

Mivel a következő leeséskor már g gyorsulással esett,

$$h' = \frac{g}{2} \cdot t_2^2 = \frac{v_2^2}{2g} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2g \cdot h'} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (képlet + rendezés + számítás: 1 + 1 + 1 pont).}$$

Összesen: 12 pont

7. A mellékelt grafikon egy autó sebességének időbeli alakulását mutatja. A kezdetben 90 km/h-val, egyenesen mozgó autó egy kanyarhoz közeledve lelassít, a kanyarban 54 km/h sebességgel halad, majd azt elhagyva egyenes úton 72 km/h sebességre gyorsít fel. (A kanyar egy 80 méter sugarú körívnek felel meg.)
- Határozza meg az autó gyorsulását az egyes szakaszokon!
 - Határozza meg a fékező és a gyorsító szakasz hosszát!
 - Határozza meg a kanyar hosszát!



(2018. október)

Megoldás: (11 pont)

Adatok: $v_1 = 90$ km/h, $v_2 = 54$ km/h, $v_3 = 72$ km/h, $r = 80$ m

- a) Az autó gyorsulásának meghatározása az egyes szakaszokon:

6 pont
(bontható)

I. A grafikonról a sebesség megváltozását és az ehhez szükséges időt leolvassva:

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-10 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = -1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (\text{képlet + számítás, 1 + 1 pont}).$$

II. A körmozgás centripetális gyorsulása: $a_2 = \frac{v^2}{r} = 2,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont).

$$\text{III. } a_3 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (\text{képlet + számítás, 1 + 1 pont}).$$

- b) A fékező és a gyorsító szakasz hosszának meghatározása:

4 pont
(bontható)

$$\text{I. } s_1 = v_1 \cdot t + a_1 \cdot t^2 / 2 = 200 \text{ m} \quad (\text{képlet + számítás, 1 + 1 pont}).$$

$$\text{III. } s_3 = v_3 \cdot t + a_3 \cdot t^2 / 2 = 87,5 \text{ m} \quad (\text{képlet + számítás, 1 + 1 pont}).$$

- c) A kanyar hosszának meghatározása:

1 pont

$$s_2 = v_2 \cdot t_2 = 300 \text{ m}$$

Összesen: 11 pont

8. Vihar vonult el a közelünkben. A villámlást és a mennydörgést figyelve feljegyeztük a villámlások észlelésének időpontját és azt, hogy a mennydörgés mennyivel követte a villámlásokat. Az adatokat az alábbi táblázat tartalmazza. Feltételezzük, hogy a villámlások és dörgések forrása a vihar centrumában van, amelynek kiterjedése kicsiny a vihar tőlünk vett távolságához képest. (Az első villámlás időpontját tekintjük $t = 0$ szekundumnak.)

mérés száma	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
a villámlás észlelése	0 s	61 s	140 s	178 s	217 s	265 s	329 s	405 s
villámlás és dörgés között eltelt idő	18 s	13 s	7 s	6 s	7 s	10 s	15 s	22 s

a) Készítsen felülnézeti vázlatot a vihar centrumának mozgásáról a megfigyelő pozícióját is feltüntetve és hozzávetőlegesen jelölve a vihar helyzetét a villámlások időpontjában!

b) Ha feltételezzük, hogy a vihar centruma egyenletesen haladt, akkor milyen messze esett tőlünk, amikor hozzánk legközelebb volt? c) Mekkora volt a vihar centrumának haladási sebessége? A vihar centrumának mozgását tekintsük egyenes vonalú egyenletes mozgásnak! A hangsebesség 330 m/s . (2021. május)

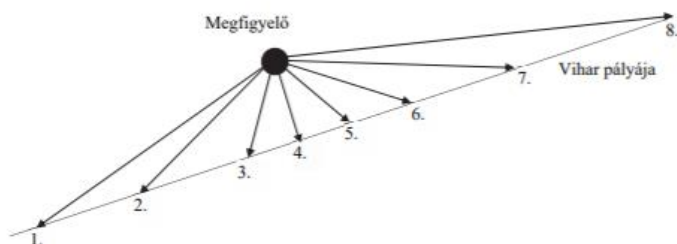
Megoldás: (12 pont)

Adatok: $c = 330 \text{ m/s}$

a) Vázlatos ábra készítése a vihar centrumának mozgásáról:

4 pont
(bontható)

Az ábrának tükröznie kell a következőket:
A vihar centrumának pályája egyenes: 1 pont
Megfigyelő pozíciója nincs az egyenesen: 1 pont
Nyolc villámlást észleltünk: 1 pont
Ebből a negyedik esett a legközelebb a megfigyelőhöz: 1 pont



b) A vihar legkisebb távolságának meghatározása:

4 pont
(bontható)

Mivel a 3-as és 5-ös esetben a vihar centruma azonos távolságra volt a megfigyelőtől és a 4-es mérést nagyjából azonos idővel előzte meg a 3-as mérés és követte az 5-ös mérés, ezért éppen a 4-es mérés időpontjában volt a vihar centruma legközelebb (2 pont). Ez a távolság pedig: $d_4 = c \cdot t = 6 \text{ s} \cdot 330 \text{ m/s} \approx 2000 \text{ m}$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont). (Természetesen a fény terjedési idejét elhanyagolhatjuk.)

c) A centrum sebességének meghatározása:

4 pont
(bontható)

Egyenletes mozgást feltételezve és a d_4 távolság ismeretében bármelyik két pont segítségével meghatározható a centrum sebessége, pl. az 1. és a 4. mérés adataiból: A vihar távolsága az 1. méréskor: $d_1 = 18 \text{ s} \cdot 330 \text{ m/s} \approx 6000 \text{ m}$ (1 pont).

A vihar által megtett távolság a két mérés között: $s^2 = d_1^2 - d_4^2$ (1 pont), amiből

$$v = \frac{5656 \text{ m}}{178 \text{ s}} \approx 32 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (\text{adatok behelyettesítése + számolás, 1 + 1 pont}).$$

Összesen: 12 pont

