1. kategória

1.1.1. Adatok:

$s = 200\ \mathrm{m}$ $\quad t_1 = 1{:}53.48\ \mathrm{perc} = 113{,}48\ \mathrm{s}$

$t_2 = 1{:}53.68\ \mathrm{perc} = 113{,}68\ \mathrm{s}$ $\quad t_3 = 1{:}54.10\ \mathrm{perc} = 114{,}1\ \mathrm{s}$

a) **Cseh László átlagsebessége** $v_1 = \frac{s}{t_1} = \frac{200\ \mathrm{m}}{113{,}48\ \mathrm{s}} = \mathbf{1{,}762\,\frac{m}{s}}$

b) Chad le Clos átlagsebessége $v_2 = \frac{s}{t_2} = \frac{200\ \mathrm{m}}{113{,}68\ \mathrm{s}} = 1{,}75932\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

Ezzel az átlagsebességgel Cseh László ideje (t_1) alatt megtett távolság

$s_2 = v_2 \cdot t_1 = 1{,}75932\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 113{,}48\ \mathrm{s} = 199{,}648\ \mathrm{m}$

Így $200\ \mathrm{m} - 199{,}648\ \mathrm{m} = \mathbf{0{,}352\ m}$-re volt a céltól.

Jan Switkowski átlagsebessége $v_3 = \frac{s}{t_3} = \frac{200\ \mathrm{m}}{114{,}1\ \mathrm{s}} = 1{,}7528\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

Ezzel az átlagsebességgel Cseh László ideje (t_1) alatt megtett távolság

$s_3 = v_3 \cdot t_1 = 1{,}7528\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot 113{,}48\ \mathrm{s} = 198{,}913\ \mathrm{m}$

Így $200\ \mathrm{m} - 198{,}913\ \mathrm{m} = \mathbf{1{,}087\ m}$-re volt a céltól.

1.1.2. a) Két pötty távolsága egy olyan körív, melynek végpontjaihoz húzott sugár $r = 15\ \mathrm{cm}$, és az általuk közbezárt szög $\alpha = 30°$, a megfelelő körív számítandó: $K = 2\pi r = 94{,}25\ \mathrm{cm}$, $360°{:}30° = 12$, $s = 94{,}25\ \mathrm{cm}{:}12 = 7{,}85\ \mathrm{cm}$.

Hugó által megtett út hossza: $s = 7{,}85\ \mathrm{cm}$, sebessége $v = 1\,\frac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}}$

$t = \frac{s}{v} = 7{,}85\ \mathrm{s}$, vagyis **Hugó 7,85 s alatt ér Helgához**.

b) **Körpályán** mozgott Hugó.

1.1.3. a) A fényszennyezés az éjszakai égbolt mesterséges fényforrásokkal – pl. az utcák és épületek kivilágításával, a neon reklámtáblákkal – történő pazarló megvilágítása, melynek során a fény egy jelentős része hasznosítatlanul távozik a világűr felé. Az erős fények hatására a sötét égbolt és az égitestek közti kontraszt csökken, így a Tejútrendszer, a csillagok és a csillagködök (galaxisok) elhalványulnak, drasztikusan csökken a szabad szemmel is látható objektumok száma, csak nehezen megfigyelhetővé válnak

Az éjszakai égbolt csillagainak emberi szemmel való láthatósága a városokban és azok közelében közismerten annyira leromlik, hogy gyakorlatilag minden tudományos csillagászati megfigyelést lehetetlenné tesz. E jelenség a csillagászati fényszennyezés.

b) A szervezet az éjszakai sötétben tud megfelelően pihenni, ennek hiányában kedvezőtlenül alakulhat az éjszakai vérnyomás, a szervezet általános stressztűrő képessége, egyes hormonok termelődése. Az éjszakai fények gátolják a melatonin hormon termelődését, mely erős antioxidáns, és a melatonin szint csökkenése következtében magasabb a daganatos betegségek kialakulásának kockázata.

A túlzott éjszakai világítás közlekedésbiztonsági szempontból is kedvezőtlen, a káprázás ugyanis elbizonytalanítja a sofőrt, és növeli a balesetek valószínűségét.

c) A Komárom-Esztergom megyei Dág községben hozták meg, 1998-ban. A rendelet szabályozza az izzók használatát, korlátozza azok ég felé irányultságát a csillagászati észlelések és az élővilág zavartalansága érdekében.

1.1.4. Fényévnek azt a távolságot nevezzük, amelyet a fény egy év alatt megtesz.

Ez $s_{\mathrm{CsE}} = c \cdot t$, ahol $t = 1$ év $= 3{,}15 \cdot 10^7$ s, $c = 300000 \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}$ pedig a fény terjedési sebessége, így $s_{\mathrm{CsE}} = 9{,}45 \cdot 10^{12}\ \mathrm{km}$.

18 fényév $= 18 \cdot s_{\mathrm{CsE}} = 18 \cdot 9{,}45 \cdot 10^{12}\ \mathrm{km} = 170{,}1 \cdot 10^{12}\ \mathrm{km} = \mathbf{1{,}701 \cdot 10^{14}\ km}$.

1 fényév $= 63\,241$ CsE

18 fényév $= 18 \cdot 63\,241\ \mathrm{CsE} = \mathbf{1138338\ CsE}$.

1.1.5. <u>Adatok:</u>

$V_{\text{kocka+víz}} = 1{,}04\ \mathrm{dl} = 104\ \mathrm{cm}^3$ $\qquad V_{\text{víz}} = 40\ \mathrm{cm}^3$

A kocka térfogata $V_{\text{kocka}} = 0{,}064\ \mathrm{l} = 64\ \mathrm{cm}^3$, ezért a kocka éle $a = 4$ cm.

A kocka tömege $m = V_{\text{kocka}} \cdot \rho = 64\ \mathrm{cm}^3 \cdot 7{,}87 \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3} = \mathbf{503{,}68\ g}$

1.1.6. A sebessége 0,1 s-nál $1 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, 0,3 s-nál $3 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

$v(t)$ grafikont elkészítve a trapéz alatti terület: $\boldsymbol{s = 0{,}4\ \mathrm{m}}$.

1.1.7.

A fizikai mennyiség jele:	A fizikai mennyiség mértékegységének a jele:	A fizikai mennyiség neve:
E	J, kJ	e n e r g i a
f	**Hz=1/s**	f r e k v e n c i a
l	**m, cm, dm,…**	h o s s z ú s á g
I	**kgm/s**	I m p u l z u s
W	**Nm, J, kJ**	m u n k a
n	**mol**	a n y a g m e n n y i s é g
c	**j/kg*K**	f a j h ő
a	**m/s2**	g y o r s u l á s
M	**Nm**	f o r g a t ó n y o m a t é k
T	**K**	h ő m é r s é k l e t
η		h a t á s f o k
P	**W, kW**	t e l j e s í t m é n y

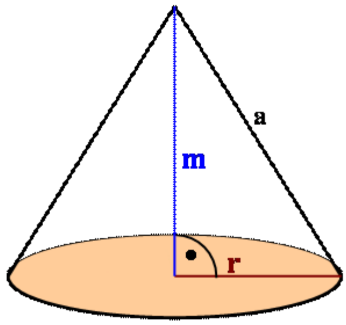
Írd le helyesen a megfejtést! N I H U N G A R Y K F T

1.1.8. Oktatásban használatos termékek például: LabVIEW Grafikus Programozási Nyelv; a myDAQ (inkább középiskolásoknak ajánlott, ez egy hordozható adatgyűjtő) és az ELVIS.

A MINDSTORMS robotok: az NXT és az újfejlesztésű EV3 nemcsak egy LEGO játékot rejtenek magukban, hanem egy játékos módját annak, hogy a diák is megtanuljon programozni.

2. kategória

2.1.1. Adatok:



$d = 2r = 12\text{ dm} = 1{,}2\text{ m}$ $\quad m = 80\text{ cm} = 0{,}8\text{ m}$

$v_1 = 6\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\quad t_2 = 0{,}5\text{ s}$

$v_3 = 8\frac{\text{m}}{\text{s}}$ $\quad t_3 = 3\text{ s}$

a)

I. $s_1 = K = 2r\pi = 1{,}2\text{ m} \cdot 3{,}14 = 3{,}768\text{ m}$

$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{3{,}768\text{ m}}{6\frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0{,}628\text{ s}$

II. $s_2 = a = 1\text{ m}$, mivel $a^2 = r^2 + m^2$, vagyis $v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{1\text{m}}{0{,}5\text{s}} = 2\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$

III. $s_3 = v_3 \cdot t_3 = 8\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 3\text{ s} = 24\text{ m}$

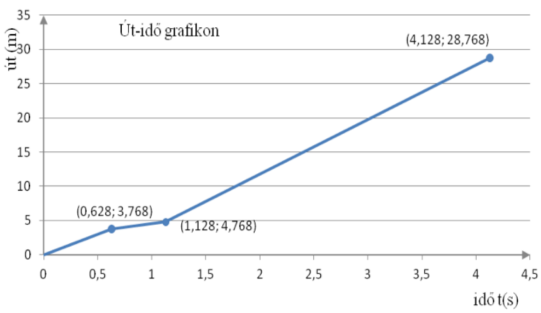
$t_{\text{összes}} = t_1 + t_2 + t_3 = 4{,}128\text{ s}$

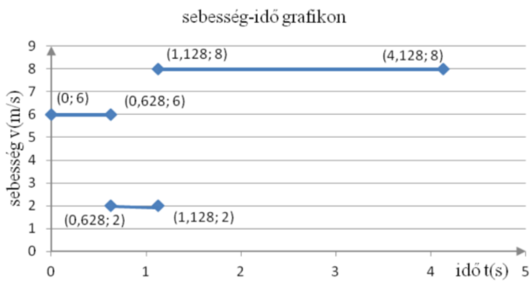
$s_{\text{összes}} = s_1 + s_2 + s_3 = 28{,}768\text{ m}$

$v_{\text{átlag}} = \frac{s_{\text{összes}}}{t_{\text{összes}}} = \mathbf{6{,}97\frac{m}{s}}$

b)

	I.	II.	III.
út(m)	3,768	1	24
idő(s)	0,628	0,5	3
sebesség(m/s)	6	2	8





2.1.2. $V_{\text{fa kúp}} = \frac{r^2\pi m}{3} = 0{,}30144\text{ m}^3$

$m_{\text{fa kúp}} = V_{\text{fa kúp}} \cdot \rho_{\text{fa}} = 0{,}30144\text{ m}^3 \cdot 600\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 180{,}86\text{ kg}$

$V_{Al} = 2 \cdot V_{\text{fa kúp}} = 0{,}60288\text{ m}^3$

$m_{Al} = V_{Al} \cdot \rho_{Al} = 0{,}60288\text{ m}^3 \cdot 2700\,\frac{kg}{m^3} = 1627{,}8\text{ kg}$

$\rho_{\text{henger}} = \frac{m_{\text{fa kúp}} + m_{Al}}{3 \cdot V_{\text{fa kúp}}} = 1999{,}9\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

A víz sűrűsége $1000\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} < 1999{,}9\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, ezért **elmerül a vízben**.

2.1.3. Adatok:

$t = 10\ \mathrm{min} = 600\ \mathrm{s}$ $m = 8\ \mathrm{mg} = 8 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{kg}$ $L_é = 33400\ \frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{kg}}$ $\eta = 25\%$

A felhasznált hő: $Q = m \cdot L_é \cdot \eta = 66{,}8\ \mathrm{J}$

A katica teljesítménye: $P = \frac{Q}{t} = \mathbf{0{,}11133\ W}$

2.1.4. Adatok:

$r = 1\ \mathrm{m}$ $F = 1\ \mathrm{N}$ elektron töltése: $\mathrm{e} = -1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{C}$

Mivel a két töltés között vonzóerő lép fel, a két töltés különböző előjelű.

Töltésük nagysága egyenlő (Q_1=Q_2=Q), így a Coulomb törvényt felhasználva $F = \mathrm{k} \cdot \frac{Q^2}{r^2}$, így $Q^2 = \frac{1}{\mathrm{k}}$, azaz $Q = 1{,}05 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{C}$.

Így $N = \frac{Q}{\mathrm{e}} = 6{,}588 \cdot 10^{13}$ db elektron töltésével egyezik meg a töltése a pontszerű testeknek. Az egyiken ennyi db elektron van, a másikon ennyi db elektron hiányzik, emiatt pozitív töltésű a test.

2.1.5. a) Mindkét voltmérő skáláján 50 skálarész van. Az 5 V-os méréshatárú esetén 1 beosztás (1 skálarész) 0,1 V. Ha 45 skálarészt tér ki a mutató, akkor a mért feszültség 4,5 V.
A másik műszeren is 4,5 V a mért feszültség, mert a fogyasztók párhuzamosan vannak kapcsolva, de itt a beosztás (1 skálarész) 0,5 V. Így a második műszeren a **9. beosztásra** mutat a mutató.

b) $R_1 = 20\ \Omega$ $R_2 = 10\ \Omega$ $U_1 = U_2 = U$

Ohm törvény értelmében: $I = \frac{U}{R}$

$I_1 = \frac{U_1}{R_1} = 0{,}225\ \mathrm{A}$

$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 0{,}45\ \mathrm{A}$

2.1.6. $d = 28\ \mathrm{col} = 0{,}7375\ \mathrm{m}$

Az áttétel megadja a hajtott és a hátsó keréknél lévő fogaskerekek fogszámainak (z) az arányát: $\frac{z_1}{z_2} = \frac{48}{19}$

Az egyenletes fogeloszlás miatt a fogaskerekek kerületével, illetve sugaraival számolhatunk: $\frac{z_1}{z_2} = \frac{2\pi r_1}{2\pi r_2} = \frac{r_1}{r_2}$

A két fogaskerék kerületi sebessége azonos, mivel a lánc nem csúszik meg. Így a fordulatszámok segítségével: $2\pi r_1 n_1 = 2\pi r_2 n_2$ $n_2 = n_1 \frac{r_1}{r_2}$

A hátsó kerék fordulatszáma megegyezik a forgástengelyen rögzített fogaskerék fordulatszámával, ezért a keresett sebesség: $v = \pi d n_2 = \pi d n_1 \frac{r_1}{r_2} = 5{,}853 n_1 \left(\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right)$

n_1 mérése: például megmérjük, hogy 1 perc alatt mennyit fordul a pedál.

Tegyük fel, hogy 72-szer fordult a pedál, akkor $v = 5{,}853 \cdot \left(\frac{72}{60}\right)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 7{,}02\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 25{,}28\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.

2.1.7.

A fizikai mennyiség jele:	A fizikai mennyiség mértékegységének a jele:	A fizikai mennyiség neve:
E	J, kJ	e n e r g i a
f	**Hz=1/s**	f r e k v e n c i a
l	**m, cm, dm,…**	h o s s z ú s á g
I	**kgm/s**	I m p u l z u s
W	**Nm, J, kJ**	m u n k a
n	**mol**	a n y a g m e n n y i s é g
c	**j/kg*K**	f a j h ő
a	**m/s2**	g y o r s u l á s
M	**Nm**	f o r g a t ó n y o m a t é k
T	**K**	h ő m é r s é k l e t
η		h a t á s f o k
P	**W, kW**	t e l j e s í t m é n y

Írd le helyesen a megfejtést! N I H U N G A R Y K F T

2.1.8. Oktatásban használatos termékek például: LabVIEW Grafikus Programozási Nyelv; a myDAQ (inkább középiskolásoknak ajánlott, ez egy hordozható adatgyűjtő) és az ELVIS.
A MINDSTORMS robotok: az NXT és az újfejlesztésű EV3 nemcsak egy LEGO játékot rejtenek magukban, hanem egy játékos módját annak, hogy a diák is megtanuljon programozni.

3. kategória

3.1.1. Bolt átlagsebessége: $v_B = \frac{s}{t_B} = \frac{100}{9{,}53} = 10{,}493\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

Lewis átlagsebessége: $v_L = \frac{s}{t_L} = \frac{100}{9{,}86} = 10{,}142\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

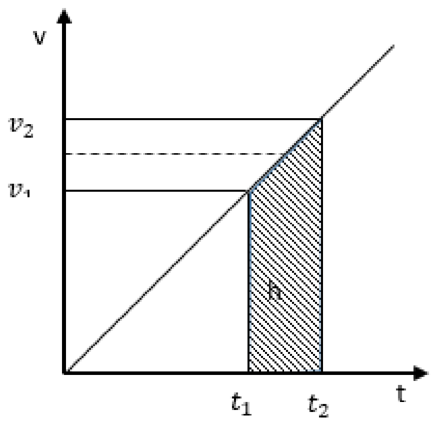
Bolt ideje alatt a Lewis által megtett út: $s_L = v_L \cdot t_B = 96{,}65\ \mathrm{m}$

Tehát Lewis hátránya: $\Delta s = s_B - s_L = 100 - 96{,}65 = \mathbf{3{,}35\ m}$

3.1.2. A relatív sebesség a két sebesség nagyságának összege, így a vonat hossza:

$l = (v_1 + v_2) \cdot t = \mathbf{220\ m}$

3.1.3. A megtett út a **v-t** grafikon alatti terület.



$\Delta v = v_2 - v_1 = g * \Delta t \rightarrow \Delta t = 2s = t_2 - t_1$

A h-val jelzett részt kiszámolhatjuk az átlagsebesség segítségével:

$$v_{átl} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{v_1 + v_1 + 20}{2} = v_1 + 10$$

$$h = v_{átl} \cdot \Delta t = (v_1 + 10) \cdot 2 \Rightarrow v_1 = 25\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

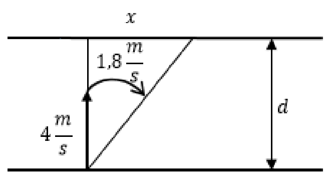
$$v_1 = g \cdot t_1 \rightarrow t_1 = 2{,}5\ \mathrm{s}$$

$$s_1 = \frac{v_1 \cdot t_1}{2} = 31{,}25\ \mathrm{m}$$

A szakasz kezdetén a mozgás adatai: $\boldsymbol{t_1 = 2{,}5\ s} \quad \boldsymbol{v_1 = 25\,\frac{m}{s}} \quad \boldsymbol{s_1 = 31{,}25\ m}$

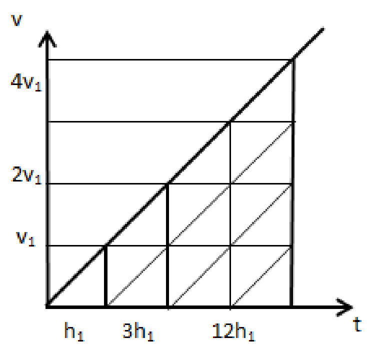
A szakasz végén az adatok: $\boldsymbol{t_2 = 4{,}5\ s} \quad \boldsymbol{v_2 = 4{,}5\,\frac{m}{s}} \quad \boldsymbol{s_2 = 101{,}25\ m}$

3.1.4. $t = \frac{d}{v} = \frac{200}{4} = 50\ \mathrm{s}$



$x = v_f \cdot t = 1{,}8 \cdot 50 = \mathbf{90\ m}$

3.1.5. A v-t grafikonról az út leolvasható.



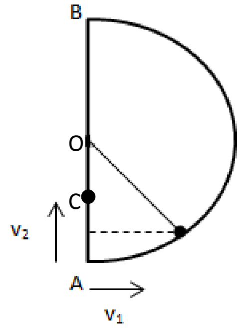
$h = 80\ \mathrm{m} = 16h_1$

$h_1 = \mathbf{5\ m}$

$h_2 = 3h_1 = \mathbf{15\ m}$

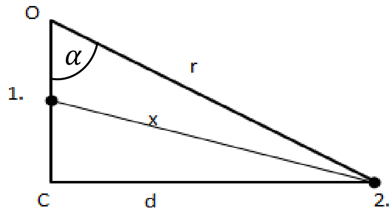
$h_3 = 12h_1 = \mathbf{60\ m}$

3.1.6. Az átmérő mentén haladó kerékpáros $t = \frac{2r}{v_2} = \frac{120\text{ m}}{28{,}8\frac{\text{km}}{\text{h}}} = \frac{120\text{ m}}{8\frac{\text{m}}{\text{s}}} = 15$ s alatt ér a végpontba



A körív mentén haladó kerékpáros sebessége $v_1 = \frac{r\pi}{t} = 12{,}56\,\frac{\text{m}}{\text{s}} = \mathbf{45{,}2}\,\frac{\textbf{km}}{\textbf{h}}$

$\Delta t = 5$ s múlva útjuk harmadát teszik meg vagyis $s_2 = 40$ m és α=60°.



$\overline{O1} = 20$ m; $\overline{OC}$ az $\alpha = 60^0$ miatt a sugár fele, vagyis $\overline{OC} = 30$ m $\Rightarrow \overline{1C} = 10$ m

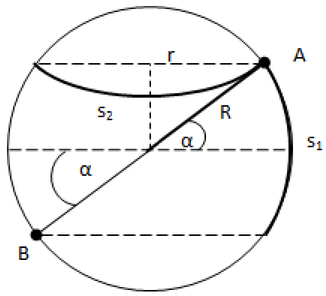
Az 1. és 2. kerékpáros egymástól való távolsága x.

A d szögfüggvény vagy Pitagorasz tétel segítségével számolható az OC2 háromszögből: $d = r \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 30 \cdot \sqrt{3}$ m

Az x Pitagorasz tétel szerint (C12 háromszög): $x = \sqrt{d^2 + \left(\overline{1C}\right)^2}$ => $x = \mathbf{52{,}9\ m}$

3.1.7. A debreceni pont (A): É 47,5539813° K 21,6220033°

A Föld ezzel átellenes pontja (B): **D 47,5539813° Ny 158,378°**



$\alpha = \frac{47{,}5539813°}{360°} \cdot 2 \cdot \pi = 0{,}83$ rad

$s_1 = R \cdot \alpha \cdot 2 = 6400\text{ km} \cdot 0{,}83\text{rad} \cdot 2 = 10618\text{ km}$

$s_2 = r\pi$ ahol $r = R\cos\alpha$, így

$s_2 = R\cos\alpha \cdot \pi = 13563$ km

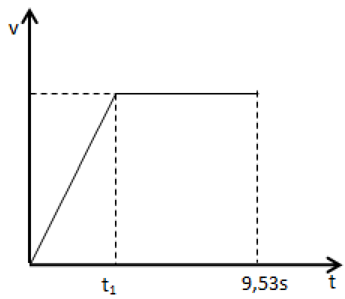
$s = s_1 + s_2 = \mathbf{24181\ km}$

Megjegyzés: az út kiszámítása csak a 4. kategóriának kell.

3.1.8. $s_1 = \frac{v \cdot t_1}{2}$

$s_2 = v(9{,}53 - t_1)$

$s = s_1 + s_2$



$$100 = \frac{11{,}75 \cdot t_1}{2} + 11{,}75 \cdot 9{,}53 - 11{,}75 \cdot t_1$$

$$200 = 11{,}75 \cdot t_1 + 23{,}5 \cdot 9{,}53 - 23{,}5 \cdot t_1$$

$$t_1 = \mathbf{2{,}038\ s}$$

4. kategória

4.1.1. Lásd a 3.1.1. feladat megoldását.

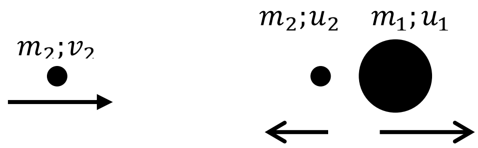
4.1.2. Lásd a 3.1.7. feladat megoldását.

4.1.3. a) Rugalmatlan ütközés: lendületmegmaradás

$$m_2 v_2 = (m_1 + m_2)u \Rightarrow u = \frac{m_2}{m_1+m_2} v_2 = \mathbf{2{,}73} \frac{\mathbf{cm}}{\mathbf{s}}$$

b) Rugalmas ütközés: lendületmegmaradás és mozgási energia megmaradása

Ismerve a tömegviszonyokat az m_2 tömegű test feltehetően visszapattan.



$$m_2 v_2 = m_1 u_1 - m_2 u_2 \Rightarrow 900 = 300u_1 - 30u_2 \Rightarrow u_2 = 10u_1 - 30$$

$$\frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 \Rightarrow 30^2 = 10u_1^2 + u_2^2$$

A két egyenletből: $900 = 10u_1^2 + 100u_1^2 - 600u_1 + 900 \Rightarrow 110u_1^2 = 600u_1$

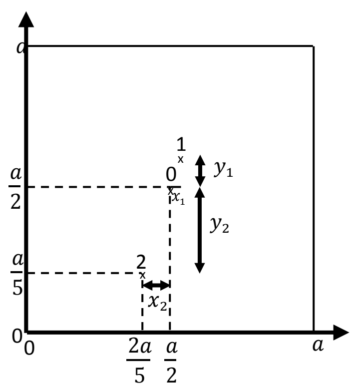
Ebből: $u_1 = \mathbf{5{,}45} \frac{\mathbf{cm}}{\mathbf{s}}$ és $u_2 = 10 \cdot 5{,}45 - 30 = \mathbf{24{,}54} \frac{\mathbf{cm}}{\mathbf{s}}$.

Mivel a feltételeztük, hogy $m_2$visszapattan és ezt figyelembe is vettük a lendület-megmaradás felírásakor, ezért u_2 pozitív értéke azt jelenti, hogy a feltételezés helyes volt.

Megjegyzés: Természetesen a feladat megoldható ezen feltételezés nélkül is, ekkor a lendület-megmaradásban mindenhol pozitív előjel szerepel és u_2 negatív értékűnek fog adódni.

4.1.4. A lemez tömegközéppontjának eredeti koordinátái: $x_0 = \frac{a}{2}$ és $y_0 = \frac{a}{2}$

A lemez tömege: $M \sim a^2$, a kivágott rész tömege $m \sim \left(\frac{a}{5}\right)^2 \pi = \frac{a^2\pi}{25}$



A megoldást az alapján kereshetjük, hogy a kivágás után a maradék tömegközéppont (1)-be megy át és ha visszatesszük a kivágott részt (2), akkor a tömegközéppont visszaáll az eredeti (0) pontba.

$m_2 x_2 = m_1 x_1$, ahol $m_2 = m$ és $m_1 = M - m$

$\frac{a^2\pi}{25} x_2 = \left(a^2 - \frac{a^2\pi}{25}\right) x_1$, ahol $x_2 = \frac{a}{2} - \frac{2a}{5} = \frac{a}{10}$

$$\frac{a^2\pi}{25} \frac{a}{10} = \frac{25a^2 - a^2\pi}{25} x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{a\pi}{10(25-\pi)} = 0{,}143 \text{ cm}$$

Az (1) pont x koordinátája így : $\boldsymbol{X} = \frac{a}{2} + x_1 = \mathbf{5,143\ cm}$

$m_2 y_2 = m_1 y_1$, ahol $y_2 = \frac{a}{2} - \frac{a}{5} = \frac{3a}{10}$

$\frac{a^2\pi}{25}\frac{3a}{10} = \left(a^2 - \frac{a^2\pi}{25}\right) y_1 \Rightarrow y_1 = \frac{3a\pi}{10(25-\pi)} = 0{,}431\ \text{cm}$

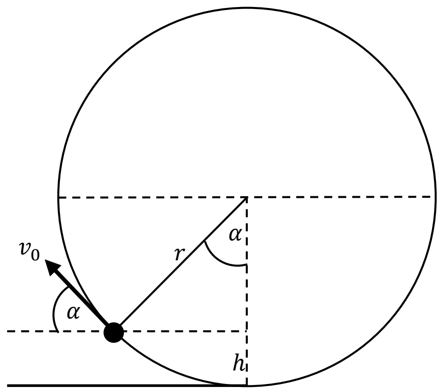
Az (1) pont y koordinátája tehát $\boldsymbol{Y} = \frac{a}{2} + y_1 = \mathbf{5,431\ cm}$

4.1.5. $t_1 = \sqrt{\frac{2h_0}{\text{g}} = 0{,}632\ \text{s}}$ ideig esik; $v_1 = \sqrt{2h_0\text{g}} = 6{,}325\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel érkezik, de $v_2 = kv_1 = 5{,}69\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel pattan vissza.

A megadott 1s-ból még 0,368 s marad, ez idő alatt

$h = v_2\Delta t - \frac{1}{2}\text{g}\Delta t^2 = \mathbf{1,42\ m}$ magasra jut és $v_3 = v_2 - \text{g}\Delta t = \mathbf{2,01\,\frac{m}{s}}$ **nagyságú, felfele mutató sebesség**gel rendelkezik.

4.1.6. A kavics mozgása a talajtól h magasságból induló v_0 kezdősebességű α szögű ferdehajítás.



A kavics elmozdulása a talajra érkezéskor: $y = h = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2}\text{g}t^2$

$h = r - r\frac{\sqrt{2}}{2} = 0{,}13\ \text{m}$

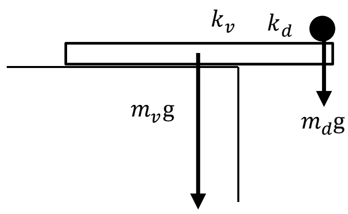
Ezekből az egyenletekből: $-0{,}13 = 25\frac{\sqrt{2}}{2}t - 5t^2$

$v_0 = 90\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 25\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$

$5t^2 - 12{,}5 \cdot \sqrt{2}t - 0{,}13 = 0 \Rightarrow t = 3{,}54\ \text{s}$

A kavics ennyi ideig esik le, ez idő alatt $s = v_0 t = \mathbf{88,57\ m}$ utat tesz meg a kerék.

4.1.7. a) Akkor billen le a vonalzó, ha a darázs által létrehozott forgatónyomaték az asztal élére (mint forgástengelyre) nagyobb, mint a vonalzó forgatónyomatéka.



$M_v = m_v\text{g} \cdot k_v = 15\text{g} \cdot 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2\text{cm}$ és

$M_d = m_d\text{g} \cdot k_d = 0{,}4\text{g} \cdot 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 18\text{cm}$

Mivel $M_d < M_v$, ezért a vonalzó **nem billen le**.

b) A cserebogár tömege 7,5-ször kisebb a vonalzó tömegénél, ezért a lebillenéshez tartozó erőkar $2 \cdot 7{,}5\ \text{cm} = 15\ \text{cm}$

A cserebogár által megtett út a lebillenésig $s = 20\ \text{cm} + 2\ \text{cm} + 15\ \text{cm} = 37\ \text{cm}$, az ehhez szükséges idő $t = \frac{s}{v} = \frac{37}{1{,}5} = \mathbf{24,67\ s}$

4.1.8. A búvárhajó x-ed része ($x < 1$) marad víz alatt. A hajó a rá ható erők hatására egyensúlyban van: $(m - \Delta m)\mathrm{g} = xV\rho_v\mathrm{g}$, ahol m és V az eredeti értékek.

$m - \Delta m = x\frac{m}{\rho_h}\rho_v$, de $\rho_h = \rho_v$, mert kezdetben lebeg

$x = \frac{m-\Delta m}{m}$ és $\Delta m = \Delta V\rho_h = 0{,}25\ \mathrm{m}^3 \cdot 1018\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} = 254{,}5\ \mathrm{kg}$

Így $x = 0{,}8982 = 89{,}82\%$ vagyis a búvárhajó **89,82%-a marad a víz alatt**.