Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny
2008 / 2009

MEGOLDÓKULCS

Általános megjegyzések: A megoldókulcs elkészítésével segítséget kívánunk nyújtani a javításhoz. Igyekeztünk minél több részpontszámot megjelölni, hogy a javítás minél inkább egységes lehessen. Természetesen az egyedi megoldások pontozását Önöktől várjuk.
A feladatok megoldásánál a g = 9,81 m/s^2 értéket használjuk. A megoldás g = 10 m/s^2 esetén is teljes értékűnek tekinthető.

1. feladat:

D = 50 cm = 0,5 m, V_0 = 1,2 l = 1,2·10^{-3} m^3, d = 1 cm = 10^{-2} m, g = 9,81 m/s^2, ρ = 1000 kg/m^3

A csőben a vízoszlop magassága $h = \dfrac{V}{\left(\dfrac{d}{2}\right)^2 \pi} = 15,3 \text{ m}$, **5 pont**

amelynek a nyomása $p_{víz} = \rho g h = 1,501 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. **5 pont**

A hordó fedelét alulról nyomja a víz $p_0 + p_{víz}$ nyomással, felülről a levegő p_0 nyomással, a két erő eredője szakítja fel a hordó fedelét

$F \approx p\left(\dfrac{D}{2}\right)^2 \pi = \underline{29,43 \text{ kN}}$. **5 pont**

Az 1,2 l víz súlya $m \cdot g = V_0 \cdot \rho \cdot g = 11,77 \text{ N}$, **1 pont**

és $\dfrac{mg}{F} = 0,0004$. A felszakító erő **<u>2500</u>**-szor nagyobb, mint a csőben lévő víz súlya. **4 pont**

Megjegyzés: A cső átmérője lényegesen kisebb, mint a hordóé, ezért elhanyagolható a keresztmetszete a hordóéhoz képest, $\left(\dfrac{D}{2}\right)^2 \pi = 0,19625 \text{ m}^2$ *és* $\left(\dfrac{D}{2}\right)^2 \pi - \left(\dfrac{d}{2}\right)^2 \pi = 0,19617 \text{ m}^2$.

2. feladat:

m = 40 kg , μ = 0,08 , s = 30 m , α = 30° , t = 6 s , h = 1 m, g = 9,81 m/s^2

A szánkót x úton gyorsítjuk F erővel v_1 sebességre. a lejtőt v_2 sebességgel éri el, t_2 idejű lassulás után. A lejtőn felfelé és lefelé is t_3 ideig mozog, majd a lejtő aljától további t_4 idő után megáll.

Írjuk fel a szánkó mozgásának egyes szakaszaira a munkatételt:

A gyorsítási szakaszra: $Fx - \mu mgx = \dfrac{1}{2} m v_1^2$ (1) **2 pont**

A vízszintes lassulás: $-\mu mg\left(s - x\right) = \dfrac{1}{2} m v_2^2 - \dfrac{1}{2} m v_1^2$ (2) **2 pont**

A lejtőn felfelé mozgás: $-mgh = 0 - \dfrac{1}{2} m v_2^2$ (3) **2 pont**

Lejtőn lefelé mozgás: $mgh = \dfrac{1}{2} m v_3^2$ (4) **2 pont**

Visszafelé csúszás: $-\mu mgs' = 0 - \dfrac{1}{2} m v_3^2$ (5) **2 pont**

Az (1)-(3) egyenleteket összeadva kapjuk: $Fx - \mu mgs - mgh = 0$, ahonnan $x = \dfrac{\mu mgs + mgh}{F} = mg\dfrac{\mu s + h}{F}$

A gyorsulási szakaszra felírva a dinamika alapegyenletét:

$F - \mu mg = ma_1$, ahonnan a test gyorsulása: $a_1 = \dfrac{F}{m} - \mu g$

A megtett út: $x = \frac{a_1}{2} t_1^2 = \left(\frac{F}{m} - \mu g\right)\frac{t_1^2}{2}$ **2 pont**

A megtett út két különböző kifejezését összevetve F-re másodfokú egyenletet kapunk:

$\left(\frac{F}{m} - \mu g\right)\frac{t_1^2}{2} = mg\frac{\mu s + h}{F}$, rendezve: $F^2 - \mu mgF - 2m^2 g\frac{\mu s + h}{t^2} = 0$

$F = \frac{\mu mg}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\mu mg}{2}\right)^2 + 2m^2 g\frac{\mu s + h}{t^2}} = 15,70\,\mathrm{N} \pm 56,67\,\mathrm{N} = \underline{72,4\,\mathrm{N}}$ **3 pont**

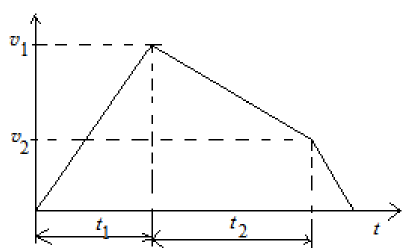
A (3) és (4) egyenleteket összevetve következik, hogy $v_3 = v_2 = \sqrt{2gh} = 4,43\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Az (5) egyenletből: $s' = \frac{v_3^2}{2\mu g} = \frac{h}{\mu} = 12,5\,\mathrm{m}$. **4 pont**

A test másodszor a lejtő aljától 12,5 m távolságban áll meg, az eredeti indulási helyétől 30 m-12,5m = <u>17,5 m</u> távolságban. **1 pont**

(Az erőre helyes válasz: **15 pont**, a távolságra **5 pont**.)

Másik megoldásban ugyanazokat a jelöléseket használom, mint fent:



a vízszintes szakasz a területekből is kiszámítható:

$s = \frac{v_1}{2}t_1 + \frac{v_1 + v_2}{2}t_2$,

az első gyorsítási szakaszra a mozgásegyenlet:

$F - F_s = ma_1$ és $v_1 = a_1 t_1$. A második szakaszon

$t_2 = \frac{v_2 - v_1}{a_2}$, *ahol* $a_2 = \frac{-F_s}{m} = -\mu g$. Ezen egyenletekből v_1-re a következő másodfokú egyenletet kapjuk:

$v_1^2 + \mu g t v_1 - \left(v_2^2 + 2\mu g s\right) = 0$, ahol $v_2 = \sqrt{2gh}$.

(A v_2 kiszámítható a mechanikai energia-megmaradás tételének felhasználásával, amelyet a lejtőn való mozgásra alkalmazunk, vagy a mozgásegyenletekből: A lejtőn a gyorsulás: $a_3 = -g\sin\alpha = -g/2$, a mozgás ideje

$t_3 = \frac{0 - v_2}{-g/2} = \frac{2v_2}{g}$, és $s_3 = \frac{v_2}{2}t_3 = \frac{v_2^2}{g} = 2h \Rightarrow v_2^2 = 2gh = 4,43\,\mathrm{m/s}$.)

A másodfokú egyenletből csak az egyik gyöknek van fizikai jelentése, ennek számértéke: $v_1 = 6,15\,\mathrm{m/s}$. Ebből számolható a többi mennyiség:

$a_1 = 1,024\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$, $s_1 = 18,44\,\mathrm{m}$, $F - F_s = ma_1 = 40,97\,\mathrm{N}$, $F_s = \mu gm = 31,92\,\mathrm{N}$, $\underline{F = 72,36\,\mathrm{N}}$. **15 pont**

A mechanikai energia-megmaradás tétele miatt, a lejtőről ugyanakkora sebességgel érkezik vissza a szánkó a vízszintes területre, ahol a_2 lesz a gyorsulása (azaz lassul), a megállásig eltelt idő: $t_4 = \frac{0 - v_2}{a_2} = \frac{\sqrt{2gh}}{\mu g} = 5,644\,s$

és a megtett út $s = \frac{v_2}{2}t_4 = 12,5\,\mathrm{m}$. A kezdőponttól <u>17,5 méterre</u> fog végül megállni. **5 pont**

3. feladat:

$N = 16$, $f = 50$ 1/s, $s = 2,45$ m

A részecskék akkor érnek el C-be, amikor mind a két tárcsán éppen rést találnak. **2 pont**

Az első tárcsán átjutó részecske, az átlépést követően $T = \frac{1}{Nf} = 1,25 \times 10^{-3}$ s időközönként talál rést a második tárcsán, vagyis akkor, ha a tárcsák s távolságát a részecske $t = kT$ idő alatt teszi meg, ahol k pozitív egész szám. **10 pont**

Ennek megfelelően a C-ben összegyűjtött atomok sebessége:

$v = \frac{s}{t} = \frac{s}{k}Nf = \frac{1}{k}1960\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, **2 pont**

ennek maximális értéke $v_{max} = \underline{1960\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}$. **3 pont**

További lehetséges értékek: <u>980 m/s , 653,3 m/s, 490 m/s…</u> **3 pont**

4. feladat:

$m_1 = 2$ kg, $v_1 = 1$ m/s, $v_2 = 4$ m/s , $u_2 = 0$, $t = 2$ s

A számolásnál a 2-es golyó sebességét vegyük pozitívnak:

Tökéletesen rugalmas ütközésre igaz a lendület – és a kinetikai energia megmaradásának törvénye:

$m_2v_2 - m_1v_1 = m_1u_1$ és $\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2$. **5+5 pont**

A lendület-megmaradás törvényéből kifejezzük u_1-t és behelyettesítjük az energia-megmaradás törvényébe:

$u_1 = \frac{m_2v_2 - m_1v_1}{m_1}$, és $\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1\left(\frac{m_2v_2 - m_1v_1}{m_1}\right)^2$.

Rendezve: $m_2v_2\left(\left(\frac{m_2}{m_1} - 1\right)v_2 - 2v_1\right) = 0.$ Ahonnan $\left(\frac{m_2}{m_1} - 1\right)v_2 - 2v_1 = 0$, azaz $m_2 = m_1\left(2\frac{v_1}{v_2} + 1\right) = \underline{3\text{ kg}}.$ **3 pont**

Visszahelyettesítés után: $u_1 = \underline{5\frac{\text{m}}{\text{s}}}.$ **2 pont**

Feltételezzük, hogy a két golyóra ható külső erők eredője 0, ezért a tömegközéppont sebessége mindvégig állandó: ütközés helyétől az 1-es golyó $D = u_1 \cdot 2s = 10$ m-t távolodik el, a 2-es pedig áll. Legyen ebben a pillanatban d a tömegközéppont helye m_2-től: $(D - d)m_1 = d \cdot m_2$, $d = \frac{m_1}{m_1 + m_2}D = \underline{4\text{ méter}}.$ **3 pont**

Ebből a $v_{TK} = \frac{4\,\text{m}}{2\,\text{s}} = 2\frac{\text{m}}{\text{s}}.$ Ütközés előtt 2 másodperccel is 4 méterre volt a tömegközéppont az ütközés helyétől, csak a másik irányban. **2 pont**

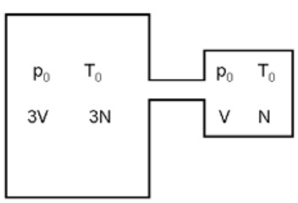
Más meggondolással: először kiszámítjuk a tömegközéppont sebességét: $v_{TKP} = \frac{m_2v_2 - m_1v_1}{m_1 + m_2} = 2\frac{\text{m}}{\text{s}}.$

Az ütközés helyétől 2 s elteltével, ill. azt megelőzően is $2s \cdot 2\frac{\text{m}}{\text{s}} = 4\,\text{m}$ távol lesz a tömegközéppont.

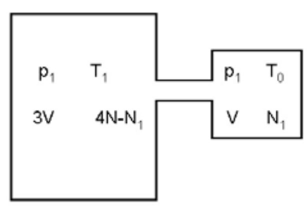
5. feladat:

$p_0 = 10^5$ Pa, $T_0 = 15°\text{C} = 288$ K, $T_1 = 100°\text{C} = 373$ K, az egyszerűség kedvéért az összes részecskeszámot $4N$ jelöli

kezdő állapot



végállapot



Az állapotegyenleteket felírva a második állapotra:

$p_1V = N_1kT_0$,

$p_1 3V = (4N - N_1)kT_2$. **10 pont**

A két egyenletet egymással elosztva:

$$3 = \frac{(4N - N_1)T_2}{N_1T_0} = \frac{T_2}{T_0}\left(4\frac{N}{N_1} - 1\right) \quad \Rightarrow \quad \frac{N}{N_1} = \frac{1}{4}\left(3\frac{T_0}{T_2} + 1\right) = 0{,}829.$$

$\frac{N_1}{N} = 1{,}206$, vagyis a kisebbik tartályban a részecskeszám <u>20,6 %-kal</u> nőtt. **5 pont**

Az új nyomás: $\frac{p_1}{p_0} = \frac{N_1}{N} \quad \Rightarrow \quad p_1 = \underline{1{,}206 \cdot 10^5\text{ Pa}}.$ **5 pont**

6. feladat:

r=25m , l=70m , ρ=890g/m^2 , m=1200kg , Δp=0,0015p_0 =150Pa, p_0=10^{5}Pa , T_1=-5°C=268K , T_2=20°C=293K
A telített vízgőz nyomása 20°C-on p_v=2334Pa (táblázatból kellett megkeresni)

A ponyva felülete: $A_p = 2\frac{r^2\pi}{2} + \frac{2lr\pi}{2} = 7461\ \text{m}^2$, **2 pont**

tömege a rögzítőkkel: $M = m + A_p\rho = 7840\ \text{kg}$. **2 pont**

A ponyva $A_a = 2rl = 3500\ \text{m}^2$ területet fed le. **1 pont**

A ponyvára hat a gravitációs erőn kívül a légnyomáskülönbségből származó erők eredője. A nyomáskülönbségből származó erők vízszintes komponensei kioltják egymást. A függőleges komponensek nagysága megegyezik a felület vízszintes vetületének megfelelő nagyságú felületre ható ugyanakkora nyomáskülönbségből származó erővel. Vagyis a sárorra kifejtett emelőerő ugyanakkora, mintha azonos alapterületű, de függőleges falú sátorral lenne leborítva a medence. Így a nyomáskülönbségből származó erők eredője: $F_l = \Delta p \cdot A_a$. **3 pont**

A ponyva egyensúlyának feltétele: $Mg + F = F_l$, ahol F a tartóhuzalok által kifejtett erő. **2 pont**

Amikor csak a ponyva feszesen tartásához szükséges $\Delta p_{\min}$ minimális túlnyomás van a ponyva alatt akkor a tartóhuzalok által kifejtett erő 0, ebből $\Delta p_{\min} = \frac{Mg}{A_a} = \underline{22\ \text{Pa}}$. **3 pont**

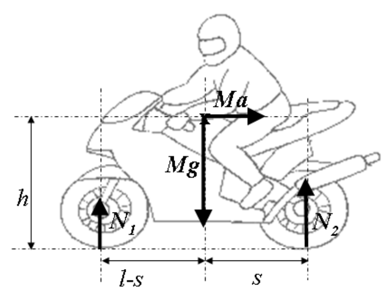
Ha Δp túlnyomást tartunk, akkor a tartóhuzalok által kifejtett erő: $F = \Delta p A_a - Mg = \underline{448\ \text{kN}}$. **1 pont**

Egy levegővétellel V térfogatú levegőt lélegzünk be. A belélegzett levegő anyagmennyisége: $n = \frac{pV}{RT}$ ahol p a parciális nyomása a levegőnek, T a hőmérséklete. Ennek az anyagmennyiségnek nagyjából 21%-a a belélegzett O_2 mennyisége (elég annyit feltételezni, hogy n-nel arányos). **3 pont**

A belélegzett O_2 molekulák számának aránya: $\frac{n_{bent}}{n_{k\text{int}}} = \frac{\frac{p_{bent}V}{RT_2}}{\frac{p_{k\text{int}}V}{RT_1}} = \frac{p_0 + \Delta p - p_v}{p_0} \cdot \frac{T_1}{T_2} = 0,895.$ **2 pont**

Tehát az uszodában, a sátor alatt <u>10,5%-kal</u> kevesebb oxigént lélegzünk be, mint a szabadban, az adott körülmények között. **1 pont**

7. feladat:



M = 150 kg, m = 30 kg, s = 0,5 m, h = 0,8 m, l = 1 m, g = 9,81 m/s^2.

A motoroshoz rögzített gyorsuló vonatkoztatási rendszerben a motorosra a tömegközéppontban támadó Ma tehetetlenségi erő is hat.
A hátsó kerék legalsó pontjára felírva a forgatónyomatékok egyensúlyát: $0 = Mgs - Mah - N_1 \cdot l$.
Az első kerék akkor nem emelkedik fel, ha $N_1 \geq 0$, ebből a feltételből

$a \leq \frac{s}{h}g = \underline{0,625g = 6,13\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$. **10 pont**

Ha az m tömegű csomagot is elhelyezzük a motoron, akkor az eredő tömegközéppont

$\Delta s = \frac{30\,\text{kg}}{30\,\text{kg} + 150\,\text{kg}} \cdot 0,5\,\text{m} = 8,33$ cm -rel kerül hátrább vagy előrébb. **4 pont**

Hátsó csomagtartó használatakor: $s' = s - \Delta s = 41,67\,\text{cm} \Rightarrow a \leq \frac{s'}{h}g = 0,52g = \underline{5,11\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$. $\Delta a_1 = \underline{-1,02\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$. **3 pont**

Első csomagtartó használatakor: $s' = s + \Delta s = 58,33\,\text{cm} \Rightarrow a \leq \frac{s'}{h}g = 0,73g = \underline{7,5\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$. $\Delta a_2 = \underline{1,02\frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$. **3 pont**

A feladat megoldható nem gyorsuló vonatkoztatási rendszerből nézve is, de ekkor csak a tömegközépponton átmenő tengelyre írható fel a kiinduló egyenlet, mely szerint a forgatónyomatékok előjeles összege nulla.
Akkor is adjuk meg a 3 pontokat, ha csak a gyorsulásokat számolja ki a diák.

8. feladat:

$d = 0{,}3$ m, $l = 1$ m, $B = 1{,}5$ T, $R = 0{,}02\ \Omega$, $v = 0{,}08$ m/s

A kialakuló áramirányt az alapján határozzuk meg, hogy a keret vízszintes (mozgásirányra merőleges) ágaiban a pozitív töltéshordozókra ható Lorentz erő irányát tekintjük. A függőleges ágakban a Lorentz erő nulla.

VAGY: $I = -\frac{1}{R}\frac{\Delta\Psi}{\Delta t}$, B kifelé mutat.

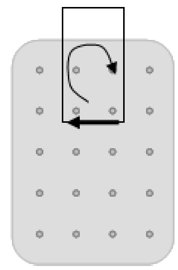
De azt is mondhatjuk Lenz-törvénye szerint, hogy az indukált áram iránya az őt létrehozó változást akadályozni igyekszik.

(a)

-A Lorentz erő hatására az óramutató járásával egyező irányú áram alakul ki. (áramirány: a pozitív töltéshordozók mozgási iránya)

-A fluxus nagysága nő, és a vektor a papír síkjából kifelé mutat, a negatív előjel és a jobbkéz-szabály miatt adódik a bejelölt áramirány.

-A kereten átmenő külső tértől származó fluxus nő, ezt csökkenti a keretben indukálódó áram által létrejövő tér: az indukált tér befele mutat, a jobbkéz-szabály mutatja az áram irányát.

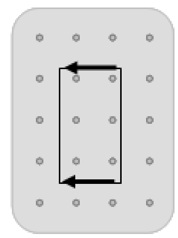


3 pont

(b)

-A két vízszintes szárban levő töltésekre ható erő ellentétes irányban hat, áram nem folyik.

-A fluxus nem változik.



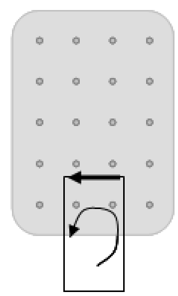
3 pont

(c)

-A fenti indoklás alapján az áram az óramutató járásával ellenkező irányba folyik.

-A fluxus nagysága csökken, és a vektor a papír síkjából kifelé mutat, a negatív előjel és a jobbkéz-szabály miatt adódik a bejelölt áramirány.

-A kereten átmenő külső tértől származó fluxus csökken, ezt növeli a keretben indukálódó áram által létrejövő tér: az indukált tér kifele mutat.



3 pont

A mezőből történő kiesés előtt a keret állandósult sebességgel mozog, vagyis a rá ható erők eredője zérus:

$$mg = IdB\,,$$ **3 pont**

ahol $I = \frac{U_i}{R} = \frac{\frac{\Delta\Psi}{\Delta t}}{R} = \frac{d\frac{\Delta l}{\Delta t}B}{R} = \frac{dvB}{R}$, **5 pont**

innen $m = \frac{d^2vB^2}{Rg} = \underline{0{,}0825\ \text{kg}}$. **3 pont**

9. feladat:

E_{1064} = 10 mJ , t = 35ps = $35\cdot10^{-12}$ s , D=2cm, R= 1 cm, $\alpha = 2\cdot10^{-11}$cm^2/W = $2\cdot10^{-15}$m^2/W ,
$I_r = 2\cdot10^9$ W/cm^2= $2\cdot10^{13}$W/m^2 , l=20cm=0,2 m

A fényfelvillanás teljesítménye: $P_{1064} = \dfrac{E_{1064}}{t} = \dfrac{10\,\text{mJ}}{35\,\text{ps}} = \dfrac{10\cdot10^{-3}}{35\cdot10^{-12}}\,\text{W} = 0{,}286\cdot10^9\,\text{W}$,

az intenzitása $I^*_{1064} = \dfrac{P_{1064}}{R^2\pi} = 9{,}11\cdot10^7\,\dfrac{\text{W}}{\text{cm}^2} = 9{,}11\cdot10^{11}\,\dfrac{\text{W}}{\text{m}^2}$.

A keletkező zöld fény alakja és a felvillanás ideje megegyezik az infravörös fényével. Ha a lézerből kilépő infravörös fény közvetlenül a kristályra esik, akkor a kilépő zöld fény felvillanásának intenzitása

$I^*_{532} = \alpha\cdot\left(I^*_{1064}\right)^2 = \underline{1{,}66\cdot10^9\,\dfrac{\text{W}}{\text{m}^2}}$, **3 pont**

energiája: $E^*_{532} = I^*_{532}\cdot R^2\pi = 1{,}82\cdot10^{-5}\,\text{J} = \underline{0{,}0182\,\text{mJ}}$. **3 pont**

Tegyük fel, hogy a kristályon a foltméret sugara r. A nyaláb keresztmetszete: $A = r^2\pi$.
A keletkező zöld fény alakja és a felvillanás ideje megegyezik az infravörös fényével, így az egy felvillanás energiája:

$$E_{(532)} = I_{(532)}\cdot t\cdot A = \alpha I_{(1064)}{}^2\cdot t\cdot A = \alpha\left(\frac{E_{(1064)}}{t\cdot A}\right)^2\cdot t\cdot A = \alpha\frac{E_{(1064)}{}^2}{t\cdot A}.$$

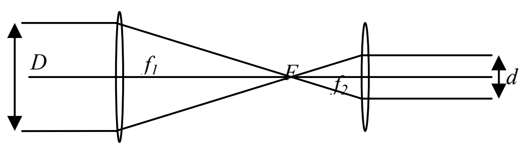
A képletből látszik, hogy minél kisebbre szűkítjük a nyalábot, annál több zöld fény keletkezik. Tehát az lesz az optimális nyalábátmérő, amikor a fényt a roncsolási küszöbre szűkítjük. Így az optimális fényfolt nagysága a kristályon $A = \dfrac{0{,}286\cdot10^9\,\text{W}}{2{,}5\cdot10^9\,\dfrac{\text{W}}{\text{cm}^2}} = 0{,}114\,\text{cm}^2 = 1{,}14\cdot10^{-5}\,\text{m}^2$. **5 pont**

A nyaláb átmérője a kristályon: $d = 2\cdot\sqrt{\dfrac{0{,}114cm^2}{3{,}14}} = 0{,}381\,\text{cm}$. **1 pont**

Az optimális körülmények között keletkezett zöld fény egy felvillanásának energiája: $E_{(532)} = \underline{0{,}5\,\text{mJ}}$. **1 pont**

A zöld fény keltésének hatásfoka: $\eta = \dfrac{E_{532}}{E_{164}} = 0{,}0501 \approx \underline{5\%}$. **1 pont**

A nyalábszűkítőt készíthetjük két gyűjtőlencséből, vagy egy gyűjtő és egy szóró lencséből.
Gyűjtő – gyűjtőlencse pár esetén az ábra mutatja a sugármenetet, a hasonló háromszögekre az oldalarányokat felírva kapjuk: $\dfrac{f_1}{f_2} = \dfrac{D}{d} = N = 5{,}25 \approx 5 \Rightarrow f_1 = N\cdot f_2$ **1 pont**



Az ábráért **2 pont**

A két lencse távolsága $f_1 + f_2 = l$ ahonnan $f_2 = \dfrac{l}{N+1} = \underline{3{,}2\text{ cm}}$ és $f_1 = N\cdot f_2 = \underline{16{,}8\text{ cm}}$. **2 pont**

Gyűjtő – szórólencse párnál hasonlóan járunk el:

$\dfrac{f_1}{-f_2} = \dfrac{D}{d} = N = 5{,}25 \approx 5 \Rightarrow f_1 = -N\cdot f_2$,

$f_1 + f_2 = l$, ahonnan $f_2 = \dfrac{l}{-N+1} = \underline{-4{,}7\text{ cm}}$ és $f_1 = N\cdot f_2 = \underline{24{,}7\text{ cm}}$.

Megjegyzések:
1. Általában gyűjtő – szórólencse párt szokás használni, mert egy gyűjtőlencse fókuszában a fény olyan intenzitású, hogy a levegőben is plazmát kelt.
2. Általában a roncsolási küszöbnél kicsit kisebb intenzitást szokás használni a frekvenciakétszerezésnél, hogy a lézer ingadozásai ne roncsolják a kristályt. Figyelembe véve, hogy milyen szabványos lencséket lehet vásárolni 25 cm és -5 cm fókusztávolságú lencsét érdemes használni.
A megoldás végének pontozása: bármelyik lencsekombinációra adott jó válasz esetén jár az 5 pont, ha a másik esetet is kiszámolja, arra kapjon további 1 pontot.