Budó Ágoston Fizikai Feladatmegoldó Verseny
2010 / 2011
2011-01-25

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:

Adatok: s_1 = 12 km, s_2 = 155 km, s_3 = 52 km, s_4 = 137 km, v_1 = 50 km/h, v_2 = 90 km/h, v_3 = 130 km/h

A feladat szövege szerint mindenütt a megengedett sebességgel haladunk, azaz elhanyagoljuk a gyorsításhoz és lassításhoz szükséges időt. Ezzel az elhanyagolással élve mindegy, hogy pl. a lakott területeken megteendő út hány részből tevődik össze, a megtételéhez mindig ugyanannyi idő szükséges.

Autópálya:

$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{12\text{km}}{50\frac{\text{km}}{\text{h}}} = 0,24\ \text{h}$, **3 pont**

$t_2 = \frac{s_2}{v_3} = \frac{155\text{km}}{130\frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1,19\ \text{h}$. **3 pont**

Ha autópályán megyünk, akkor a menetidő: $t_1 + t_2$ = 1,43 h = $\underline{1\ \text{h}\ 26\ \text{min}}$ **3 pont**

Az 5-ös főút:

$t_3 = \frac{s_3}{v_1} = \frac{52\text{km}}{50\frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1,04\ \text{h}$, **3 pont**

$t_4 = \frac{s_4}{v_2} = \frac{137\text{km}}{90\frac{\text{km}}{\text{h}}} = 1,52\ \text{h}$. **3 pont**

Ha az 5-ös főúton megyünk, akkor a menetidő: $t_3 + t_4 = 2,56\ \text{h} = \underline{2\ \text{h}\ 34\,\text{min}}$. **3 pont**

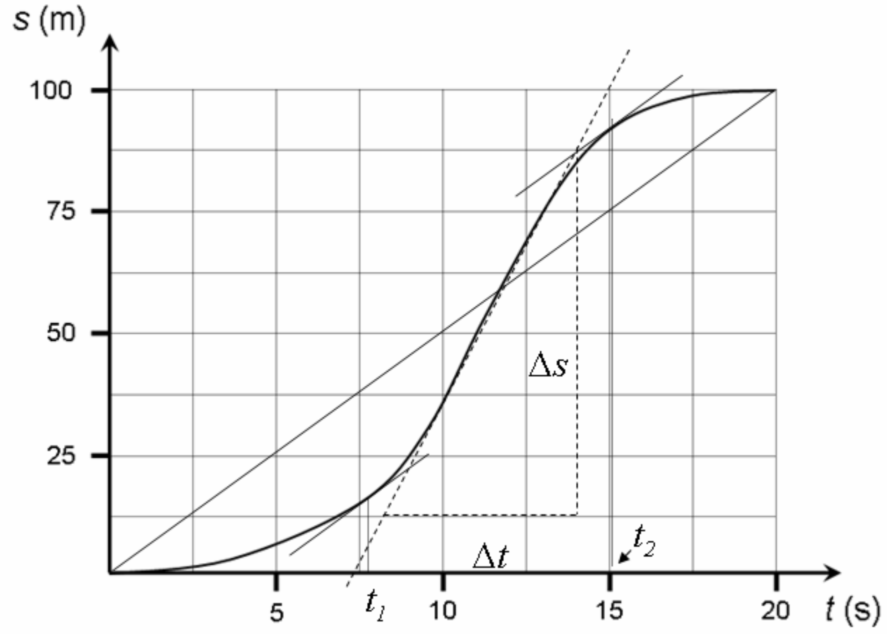
Az útvonaltervezőben figyelembe veszik a gyorsítási és lassítási szakaszokat és az utakon lévő forgalmat is, ezért néhány perccel hosszabb menetidőt számol.

Ha ***a diák legalább az egyik okot megnevezi, akkor adjunk neki további*** **2 pontot*!***

Megjegyzés: A forgalom nagyon bizonytalan tényező a menetidőben, különösen a lakott területeken belüli szakaszokon.

2. feladat:

Az autó átlagsebessége: $v_{átl} = \frac{100\text{m}}{20\text{s}} = 5\frac{\text{m}}{\text{s}} = 18\frac{\text{km}}{\text{h}}$. **4 pont**



A feladat megoldásához a diákok kaptak egy ábrát, ennek kiegészítését mutatja a megoldásbeli ábra. Ha a kezdő és végpontokat összekötő egyenest berajzoljuk, akkor ez egy állandó, a gépkocsi átlagsebességével mozgó egyenes vonalú egyenletes mozgást végző autó *s(t)* függvénye lenne. **2 pont**

Az egyenes meredeksége az átlagsebességet mutatja. Ha ezzel az egyenessel párhuzamos érintőt húzunk az eredeti grafikonhoz, megkapjuk azokat a pillanatokat, melyekben a sebesség egyenlő az átlagsebességgel. Ezek közelítőleg megadhatók. Így $t_1 = 7{,}8 \pm 0{,}5$ s, $t_2 = 15{,}1 \pm 0{,}5$ s adódik. A hibabecslés nem várható el a diáktól!!! **6 pont**

Ha a megoldás hibája nagyobb, mint 0,5 s, akkor vonjunk le a 6 pontból 2 pontot.

A grafikonhoz húzható legmeredekebb érintő az ábrán szaggatott vonallal van berajzolva. Ehhez tartozik a legnagyobb sebesség: $\Delta t = 5{,}8$ s, $\Delta s = 75$ m. A megválasztott, szaggatott vonallal rajzolt háromszögben az utat hiba nélkül lehet leolvasni, és az időtartam hibáját becsüljük ±0,5 s-mal. A leolvasott értékekből a sebesség legvalószínűbb értéke:

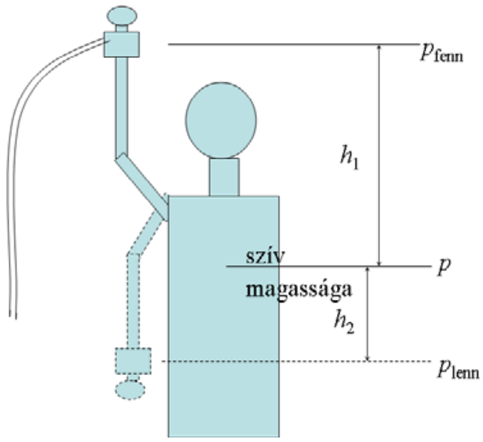
$v_{max} = \frac{75\text{m}}{5{,}8\text{s}} = 12{,}9\frac{\text{m}}{\text{s}} = 46{,}6\frac{\text{km}}{\text{h}}$. **8 pont**

Teljes pontszám akkor jár, ha $11{,}9\frac{\text{m}}{\text{s}} < v_{max} < 14{,}2\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ha a válasz $10\frac{\text{m}}{\text{s}} < v_{max} < 16\frac{\text{m}}{\text{s}}$ közé esik, akkor az elvileg jó megoldásra 4 pont adható. Ha ennél pontatlanabb a meghatározás, de az elv jó, arra 2 pont adható.

3. feladat:

Adatok: p= 120 Hgmm, $\rho_{vér}$= 1030 kg/m3, ρ_{Hg}= 13600 kg/m^3, p_0=1,013·10^{5}Pa=760 Hgmm

Az erekben a többletnyomást korábban higanyos vérnyomásmérővel mérték, amikor is a higanyoszlopnak azt a magasságát olvasták le, amely hidrosztatikai nyomása megegyezett az erekben lévő vér sztatikai nyomásával. Az SI mértékrendszer bevezetésekor, ennek a nyomásegységnek a használatát vérnyomásméréskor engedélyezték. Ha az ember a vérnyomásmérővel együtt felemeli a karját, azt feltételezzük, hogy a szív magasságában nem változik meg a nyomás.



Bár a folyadék áramlik is az erekben, feltételezzük, hogy a kar mozgatása az áramlást nem változtatja meg, a rugalmas érfalak vastagsága is azonos marad, akkor a sztatikus nyomás hasonlóan változik, mint amikor nyugvó folyadék van közlekedő edényben:

$p = p_{fenn} + \rho_{vér} g h_1$ *és* $p = p_{lenn} - \rho_{vér} g h_2$. **5 pont**

(A Bernoulli egyenlet felírása a két helyzetre pontosabb kiindulás lenne:

$p_{össz} = p + \frac{1}{2}\rho_{vér} v_{vér}^2$, $p_{össz} = p_{fenn} + \rho_{vér} g h + \frac{1}{2}\rho_{vér} v_{vér}^2$.)

Meg kell becsülni a két magasságértéket, ami függ a testmagasságtól, ill. a becslés ügyességétől. Az mindenképpen elvárható, hogy $h_1 > h_2$. A konkrét értékeket fogadjuk el, amelyet a tanuló becsült érték gyanánt felvett. **5 pont**

A mértékegységek átváltásának több útja is helyes, a következő táblázatban megtalálhatóak a számolás közben keletkező mennyiségek. Használjuk fel, hogy

$p = 120\text{ Hgmm} = \frac{120}{760} p_0 = 16{,}0 \cdot \text{kPa}$.

A nyomásváltozást kifejezhetjük a neki megfelelő higanyoszlop magasságával is

$\Delta p = \Delta h_{Hg}$, *ahol* $\rho_{vér} g h = \rho_{Hg} g \Delta h_{Hg}$ összefüggésből $\Delta h_{Hg} = \frac{\rho_{vér}}{\rho_{Hg}} h_i$(mm-ben)

JAVÍTOTT TÁBLÁZAT:

$h_i\,[\text{cm}]$	10	20	30	40	50
$\rho_{vér} g h\,[\text{kPa}]$	1,010	2,021	3,031	4,042	5,052
$p_{fenn}\,[\text{kPa}]$	14,99	13,98	12,97	11,96	10,95
$p_{lenn}\,[\text{kPa}]$	17,01	18,02	19,03	20,04	21,05
$\Delta p\,[\text{Hgmm}]$	7,57	15,14	22,7	30,3	37,9
$p_{fenn}\,[\text{Hgmm}]$	112,4	104,8	97,3	89,7	82,1
$p_{lenn}\,[\text{Hgmm}]$	127,6	135,1	142,7	150,3	157,9

Ha a számolásnál megadja a becsült magasságkülönbségekhez a készülékről Hgmm-ben leolvasható értékeket, akkor jár a következő pont. **10 pont**

Ha a nyomást Pa-ban adja meg, akkor 5 pontot adjunk.

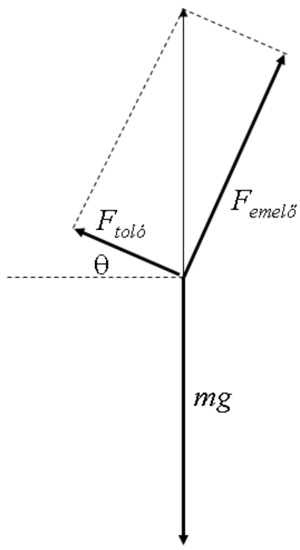
A táblázat csak a javítás megkönnyítése érdekében készült.

4. feladat:

Adatok: $F_{toló}$= 200 kN, $F_{emelő}$= 654 kN

A repülőgépre ható három erő eredője zérus, hiszen a repülő egyenes vonalú egyenletes mozgást végez. Ha az emelőerő és a tolóerő hatásvonalát meghosszabbítjuk, metszéspontjukban támad a nehézségi erő is. (Ellenkező esetben a gép a tömegközéppontja körül forogna is, a haladó mozgása mellett.) A rajzon feltüntetett $F_{toló}$ és $F_{emelő}$ erők hatásvonala merőleges egymásra. **4 pont**

A tolóerő és a szárnyakra ható emelőerő eredője egyenlő nagyságú lesz a nehézségi erővel:



$(mg)^2 = F_{toló}^2 + F_{emelő}^2$, **6 pont**

$m = \dfrac{\sqrt{F_{toló}^2 + F_{emelő}^2}}{g} = \dfrac{684\ \text{kN}}{9{,}81\ \text{m/s}^2} = \underline{69{,}7\ \text{t}} =$

$= 69{,}7 \cdot 10^3\,\text{kg}$. **5 pont**

$\text{tg}\theta = \dfrac{F_{toló}}{F_{emelő}}$, $\underline{\theta = 17^0}$. **5 pont**

Tekintsük θ-ra helyes megoldásnak azt is, ha a szöget egy méretarányos rajzról olvasta le a tanuló.
Ha van helyes ábrája, de a szöget nem tudja meghatározni, akkor az utolsó 5-ből adjunk 2 pontot.

5. feladat:

Adatok: T_1= 20˚C= 293 K, d = 10 cm, r = 0,05 m, p_1= 1 atm= $1{,}013 \cdot 10^5$Pa~10^5Pa, t = 4s,
P= 3,6 W, M = 40 g, $m_{gáz}$= 10 kg

A búra térfogata állandó: $V = \dfrac{4r^3\pi}{3} = 5{,}23 \cdot 10^{-4}\,\text{m}^3$. **2 pont**

Az argonnal közölt hő a belsőenergiát növeli meg, közben W=0. **2 pont**

Az I. főtétel alapján: $Q = \dfrac{3}{2}Nk\Delta T = \dfrac{3}{2}V\Delta p$, **3 pont**

Innen: $\underline{\Delta T = 53{,}1\,K}$, $T_2 = 73{,}1^0 C = 346{,}1\,K$, **4 pont**

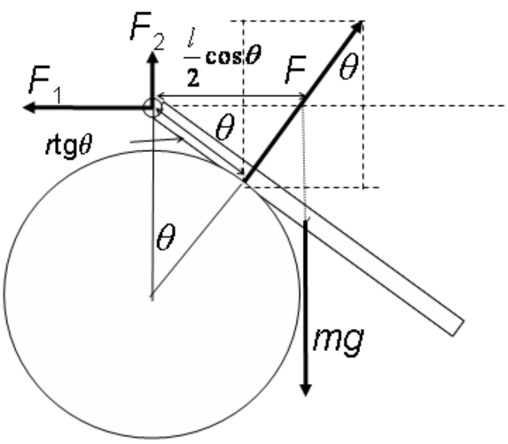
JAVÍTVA: $\Delta p = 18356\ \text{Pa}$, $p_2 = \underline{1{,}197 \cdot 10^5\ \text{Pa}} = 1{,}18\ \text{atm}$ **4 pont**

Egy izzó gömbjében lévő argon mennyisége:

$N = \dfrac{p_1 V}{kT_1} = 1{,}31 \cdot 10^{22}$, $n_1 = \dfrac{N}{N_A} = 0{,}022\ mol$, $m_1 = M \cdot n_1 = 0{,}87\ g$. **3 pont**

Az adott mennyiségű gáz $\dfrac{m_{gáz}}{m_1} \approx 11\ 500$ db izzó töltésére elég. **2 pont**

6. feladat



Rajzoljuk be a rúdra ható erőket, a csuklóban ébredő erőnek a vízszintes és a függőleges összetevőjét. A csukló nincs rögzítve, mégis egyensúlyban van. Ez azt jelenti, hogy a két rúd által összesen kifejtett erő eredője 0. Szimmetria miatt a vízszintesen ható erők ellentétes irányúak, így összegük biztosan 0, a függőleges irányban feltételezett két rúdtól származó erő azonos irányú lenne, ezért mindkettő csak 0 lehet. Ezért a rajzon látható F_2 erő is 0. **4 pont**

A csuklóra írjuk fel a forgatónyomatékra vonatkozó egyensúly feltételét, majd az erők eredőjére vonatkozó feltételt is:

$F \cdot r\text{tg}\theta - mg\dfrac{l}{2}\cos\theta = 0$ **2 pont**

$F\cos\theta + F_2 - mg = 0,\ ahol\ \ F_2 = 0,\ \ F = \dfrac{mg}{\cos\theta}$ **3 pont**

$F\sin\theta - F_1 = 0$ **2 pont**

Az első két egyenletből: $\dfrac{mg}{\cos\theta} r\mathrm{tg}\theta = mg\dfrac{l}{2}\cos\theta,\qquad \underline{\dfrac{r}{l} = \dfrac{\cos^2\theta}{2\mathrm{tg}\theta} = \dfrac{\cos^3\theta}{2\sin\theta}}.$ **3 pont**

Ha *r/l* nagyon nagy, akkor θ szög nagyon kicsi. Hiszen ha $\theta \approx 0^0$, akkor

$\cos\theta \approx 1\ \ és\ \ \sin\theta << 1,\ \ így\ \ \dfrac{\cos^3\theta}{2\sin\theta} >> 1.$ **2 pont**

Ha *r/l* nagyon kicsi, akkor θ szög közel van a 90˚-hoz, de nem nagyobb 90°-nál. Hiszen ha

$\theta \approx 90^0$, , akkor $\cos\theta \approx 0$ és $\sin\theta \approx 1$, így $\dfrac{\cos^3\theta}{2\sin\theta} << 1.$ **2 pont**

A csuklóban ébredő és a rúdra ható erő vízszintes:

$F_1 = F\sin\theta = \dfrac{mg}{\cos\theta}\sin\theta = \underline{mg\mathrm{tg}\theta}.$ **2 pont**

Előfordulhat, hogy valaki az utóbbi esetben arra gondol, hogy a henger egy asztalon fekszik, és egy bizonyos hossz után a rudak elérik az asztal felületét. Ekkor megváltozik az *r/l* és θ kapcsolata: ekkor az erő kifejezése is más lesz. Az $\dfrac{r}{l} = \dfrac{\sin\theta}{1+\dfrac{1}{\cos\theta}}$ geometriai feltétel érvényesül, ha *r/l*<0,29, ekkor θ<43°. A további következtetés attól függ, hogy van-e súrlódás az asztal és a rúd között. Súrlódás hiányában ekkor is *l* növekedésével θ egyre csökken és 0-hoz tart, de kisebb lesz a csuklóban ébredő erő. Erre az estre nem adunk javítási útmutatót. A feladat kitűzője szeretné az erre vonatkozó megoldásokat tanulmányozni. Ezért azt kérjük, ha a tanuló foglakozott ezzel a feladatban nem szereplő esettel, akkor a pontszám mellé tegyenek egy felkiáltójelet, figyelemfelhívó módon a feladatnál és az összesítésnél egyaránt!

7. feladat:

Adatok: T_1= –10°C, T_2= 0°C, d_1= 1 cm, d_2= 10 cm, α_1= 50 $\dfrac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K}}$, λ= 2,21 $\dfrac{\mathrm{W}}{\mathrm{m\cdot K}}$, α_2= 250 $\dfrac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K}}$,
L_o= 334 kJ/kg, $\rho_{jég}$=920 kg/m^3,

A víz fagyása közben hő szabadul fel:
$Q = \Delta m_{jég} L_o = \rho_{jég}\cdot\Delta V\cdot L_o = \rho_{jég}\cdot A\cdot\Delta d\cdot L_o$, ahol *A* a tartály felülete. **2 pont**

Ez a hő a víz-jég határáról kerül a szabadba, hővezetéssel:
$Q = k\left(T_2 - T_1\right)A\cdot\Delta t$, ahol Δt a hővezetéshez szükséges idő. **4 pont**

A víz-jég határánál a hőmérséklet akkor marad állandóan 0°C, ha
$\rho_{jég}\cdot A\cdot\Delta d\cdot L_o = k\left(T_2 - T_1\right)A\cdot\Delta t$. **4 pont**

Ebből a jég vastagságnövekedésének sebessége:
$\dfrac{\Delta d}{\Delta t} = k\dfrac{T_2 - T_1}{\rho_{jég}\cdot L_o} = k\dfrac{T_2 - T_1}{\rho_{jég}\cdot L_o} = 3,25\cdot10^{-8}\dfrac{\mathrm{K\cdot m^3}}{\mathrm{J}}\cdot k\left(d\right).$ **4 pont**

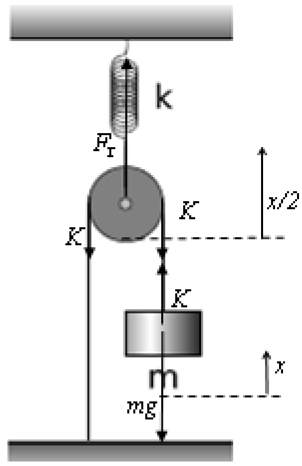
A hőátadási tényezőt $\dfrac{1}{k} = \dfrac{1}{\alpha_1} + \dfrac{d}{\lambda} + \dfrac{1}{\alpha_2}$ összefüggésből számolhatjuk:

k(1 cm)= 35,1 $\dfrac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K}}$, k(10 cm)= 14,4 $\dfrac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K}}$. **2 pont**

Végül a jég vastagodásának sebességei:

$$\frac{\Delta d\left(1\,\text{cm}\right)}{\Delta t}=\underline{4,1\,\frac{\text{mm}}{\text{h}}},\quad \text{és}\quad \frac{\Delta d\left(10\,\text{cm}\right)}{\Delta t}=\underline{1,68\,\frac{\text{mm}}{\text{h}}}.$$ **4 pont**

8. feladat:



Ha közvetlenül akasztjuk a testet a rugóra, akkor a rezgésideje:

$$T_0=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\,.$$ **4 pont**

Ha a csigán keresztül függesztjük fel a testet, akkor az ábrán láthatóak az erők.
A mozgásegyenlet az m tömegű testre: $K-mg=ma$

A csigára: $F_r-2\cdot K=0,\quad K=\frac{|F_r|}{2}$. **4 pont**

Legyen a rugó megnyúlása egyensúlyi helyzetben d, akkor $mg=k\frac{d}{2}$.

Ha az egyensúlyi helyzethez képest x-szel felfele mozdult el a test, $x/2$-vel a rugó vége, akkor a rugóban ébredő erő nagysága $|F_r|=k\left(d-\frac{x}{2}\right)$. **4 pont**

Ezeket felhasználva a test mozgásegyenlete:

$$\frac{k\left(d-\frac{x}{2}\right)}{2}-mg=ma,\quad \text{azaz}\quad k\frac{d}{2}-k\frac{x}{4}-mg=ma=F_{eredő}\,.$$ **2 pont**

Összevonás után $-k\frac{x}{4}=ma=F_{eredő}$ egyenletet kapjuk, azaz az eredő erő arányos a kitéréssel, és azzal ellentétes irányú, a test harmonikus mozgást végez. **2 pont**

Ebben az esetben a gyorsulása $a=-\omega^2x$, beírva a mozgásegyenletbe $-k\frac{x}{4}=-\omega^2xm$,

ahonnan $\omega^2=\frac{k}{4m}=\left(\frac{2\pi}{T_{cs}}\right)^2$. **2 pont**

Szintén helyes, ha a diák észreveszi, hogy a mozgásegyenlet olyan, mintha egy $k/4$ rugóállandójú rugóra lenne felfüggesztve a test és ezt helyettesíti vissza a szokásos képletbe.

A csigás esetben a rezgésidő $T_{cs}=2\pi\sqrt{\frac{4m}{k}}=2\cdot 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=\underline{2T_0}$. **2 pont**

9. feladat:

Adatok: $f=80\cdot 10^6\,\frac{1}{s}$, R = 50 Ω, U = 1 V, t_1 = 2 ns= $2\cdot 10^{-9}$ s, Q = 33 mAh

1. *megoldás*:

Az elemnek minden felvillanásra t_1 = 2 ns ideig $I=\frac{U}{R}=\frac{1\text{V}}{50\Omega}=20\text{ mA}$ áramot kell biztosítania.

3 pont

Egy felvillanás $Q_1=t_1\cdot I=2\text{ns}\cdot 20\text{mA}=4\cdot 10^{-11}C=0,04\text{ nC}$ töltéssel meríti az elemet.

5 pont

A telep kapacitása: $Q=33\text{ mAh}=33\cdot 10^{-3}\text{A}\cdot 3600\text{ s}=118,8\text{ C}$. **3 pont**

Tehát $N = \dfrac{Q}{\Delta Q} = 2,97 \cdot 10^{12}$ felvillanást tudunk mérni. **3 pont**

Egy elemmel $t = N \cdot T = \dfrac{N}{f} = \dfrac{2,97 \cdot 10^{12}}{80 \cdot 10^{6} \frac{1}{\mathrm{s}}} = \underline{37125\ \mathrm{s} = 10,3\ \mathrm{h}}$ keresztül tudunk mérni. **6 pont**

2. *megoldás*:

Az elemnek minden felvillanásra $t_1 = 2$ ns ideig $I = \dfrac{U}{R} = \dfrac{1\mathrm{V}}{50\Omega} = 20\ \mathrm{mA}$ áramot kell biztosítania. **3 pont**

A felvillanások $T = \dfrac{1}{80 \cdot 10^{6} \frac{1}{\mathrm{s}}} = 12,5\ \mathrm{ns}$ időközönként követik egymást. **5 pont**

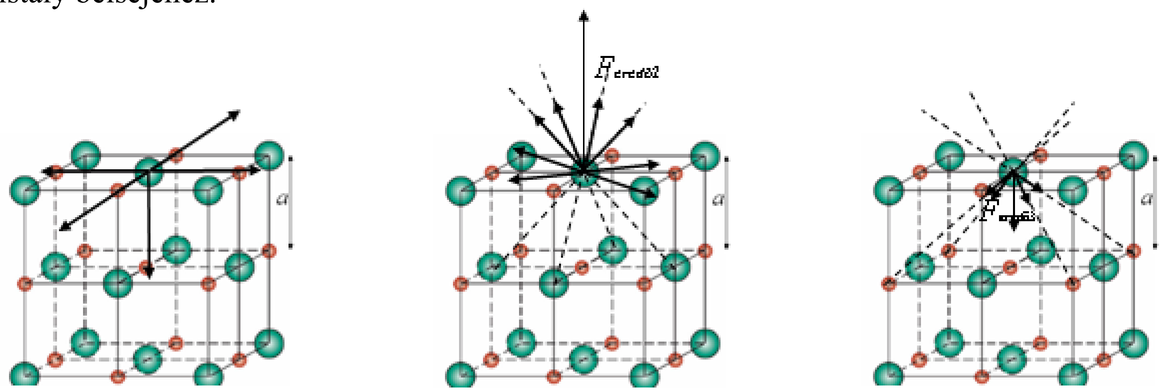
Az elem átlagos terhelése: $I' = I \cdot \dfrac{t_1}{T} = 20\mathrm{mA} \cdot \dfrac{2\mathrm{ns}}{12,5\mathrm{ns}} = 3,2\ \mathrm{mA}$. **7 pont**

Tehát egy elemmel $t = \dfrac{33\ \mathrm{mAh}}{3,2\ \mathrm{mA}} = 10,3\ \mathrm{h}$ -án keresztül tudunk mérni. **5 pont**

10. feladat

Adatok: $a = 280$ pm$= 280 \cdot 10^{-12}$ m, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, $k = 9 \cdot 10^{9}$ Nm^2/C^2,

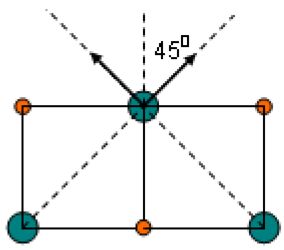
A feladat megoldásánál feltételezzük, hogy a kristály szerkezete a felületen nagyon hasonló a kristály belsejéhez.



Az ionok elhelyezkedésének tanulmányozása. **4 pont**

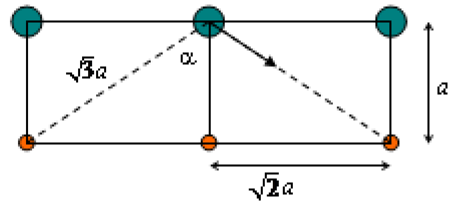
A szomszédos ionokat három csoportba gyűjtjük, a távolságuk szerint:

1. *csoport:* A legközelebbi szomszédok távolsága *a*, és 5 ilyen ion van. A Cl^- ion síkjában lévő 4 Na^+ ion által kifejtett vonzóerő eredője 0. Így ettől a csoporttól származó eredőerő megegyezik az alatta lévő ion vonzóerejével: $F_{eredő1} = k\dfrac{e^2}{a^2} = \underline{2,94 \cdot 10^{-9}\ \mathrm{N}}$. **2 pont**



2. *csoport:* Ide 8 klorid ion tartozik. A felső síkon elhelyezkedő 4-től származó erők összege 0. Az alatta lévő sorban szintén négy klorid ion taszítja a kiválasztottat, ez utóbbiak eredője a felső síkra merőleges lesz a szimmetria miatt, és ellentétes irányú, mint az első csoporttól származó erő:

$$F_{eredő2} = -4 \cdot k\frac{e^2}{\left(\sqrt{2}a\right)^2}\cos 45^0 = \sqrt{2} \cdot k\frac{e^2}{a^2} = -\sqrt{2}F_{eredő1}$$ **2 pont**



3. *csoport:* Távolságuk a kis kocka testátlójával, $\sqrt{3}a$ -val egyenlő, és ebben a csoportban 4 db Na^+ ion van, ezek eredője is merőleges lesz a felső síkra, és vonzóerő lesz:

$$F_{eredő3} = 4 \cdot k \frac{e^2}{\left(\sqrt{3}a\right)^2} \cos\alpha, \text{ ahol } \cos\alpha = \frac{a}{\sqrt{3}a} = \frac{\sqrt{3}}{3},$$

$$F_{eredő3} = \sqrt{3} \cdot \frac{4}{9} \cdot k \frac{e^2}{a^2} = \sqrt{3} \cdot \frac{4}{9} \cdot F_{eredő1}.$$ **2 pont**

A kristály felületén lévő klorid ionra ható, a kristály belseje fele mutató erő:

$$F = F_{eredő1} + F_{eredő2} + F_{eredő3} = \left(1 - \sqrt{2} + \sqrt{3}\frac{4}{9}\right) F_{eredő1} = 0{,}355 F_{eredő1} = \underline{1{,}045 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{N}}.$$ **2 pont**

A feladat korábbi részében már meghatároztuk az ionok számát és távolságát a kiválasztott klorid ionra nézve. A végtelen távolban lévő ponthoz képest a potenciál a kiválasztott ion helyén:

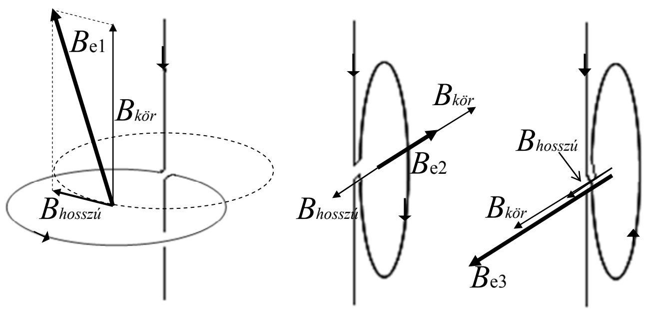
$$U = U_1 + U_2 + U_3 = 5 \cdot k \frac{|e|}{a} - 8k \frac{|e|}{\sqrt{2}a} + 4k \frac{|e|}{\sqrt{3}a} = 1{,}65 \cdot k \frac{|e|}{a} = 1{,}65 \cdot 5{,}14\ \mathrm{V} = 8{,}50\ \mathrm{V}$$ **6 pont**

Az ion potenciális energiája $E_{pot} = e \cdot U = -1{,}36 \cdot 10^{-18}$ J

A kiszakításához szükséges munka: $\underline{W = 1{,}36 \cdot 10^{-18}\,\mathrm{J}}$. **2 pont**

11. feladat

Adatok: $I = 50$ A, $R = 10$ cm



Végtelen hosszú vezetéktől R távolságra a mágneses indukció értéke $B_{hosszú} = \mu_0 I / 2R\pi = 10^{-4}$T. **2 pont**

A kör középpontjában a körvezetőtől származó térre: $B_{kör} = \mu_0 I / 2R = 3{,}14 \cdot 10^{-4}$T. **2 pont**

Az első elrendezésben a két vektor merőleges egymásra:

$$B_{e1} = \sqrt{B_{hosszú}^2 + B_{kör}^2} = \mu_0 \frac{I}{2R}\sqrt{\frac{1}{\pi} + 1} = \underline{3{,}3 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{T}}.$$ **4 pont**

a vezetéket a hurok középpontjával összekötő szakaszra merőleges síkban fekszik és a vízszintessel bezárt szögre: $tg\alpha = \frac{B_{kör}}{B_{hosszú}} = \pi, \quad \alpha = 72{,}3^0.$ **2 pont**

A második elrendezésben, a vezetékek nem keresztezik egymást, akkor párhuzamos és ellentétes irányú a két vektor: $B_{e2} = B_{kör} - B_{hosszú} = \underline{2{,}14 \cdot 10^{-4}\mathrm{T}}.$ Iránya vízszintes, a hurok síkjára merőleges. **5 pont**

Ha a vezetékek keresztezik egymást, akkor a két vektor iránya azonos

$B_{e2} = B_{kör} + B_{hosszú} = \underline{4{,}14 \cdot 10^{-4}\mathrm{T}}.$ Iránya vízszintes, a hurok síkjára merőleges. **5 pont**