A 2011/2012. tanévi FIZIKA Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny második fordulójának feladatai és megoldásai fizikából

I. kategória

A dolgozatok elkészítéséhez minden segédeszköz használható. Megoldandó az első két feladat és a 3/A és 3/B sorszámú feladatok közül egy szabadon választott. Ha valaki mind a 3/A és 3/B megoldást beadja, e kettő közül csak a több pontot elérő megoldást vesszük figyelembe.

Minden feladat teljes megoldása 20 pontot ér.

1. *Vízszintes légpárnás („léghoki”) asztalon azonos tömegű és méretű korongokkal játszunk, amelyek egymással és az asztalt lezáró fallal pillanatszerűen, tökéletesen rugalmasan ütköznek. Minden kölcsönhatás súrlódásmentes.*

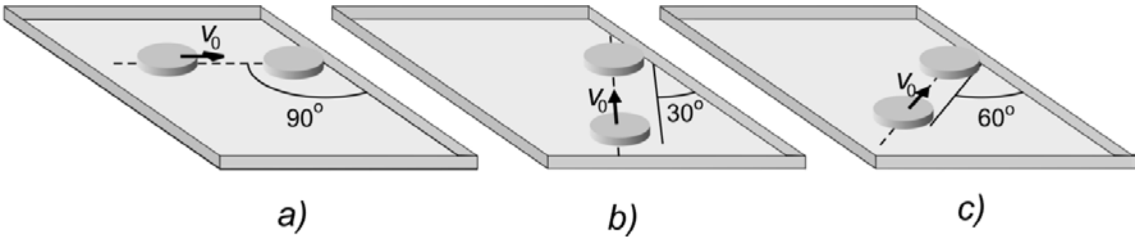
Az asztal szélén álló falhoz igen közel lévő nyugvó korongnak egy másik korongot lökünk. Az ütközés egyenes, tehát a meglökött korong sebességvektora a korongok középpontjain átmenő egyenesre illeszkedik. Az ütközés előtt az érkező korong $v_0 = 1$ m/s *sebességgel közeledett a másik felé, a fallal*

a) 90°*-os*

b) 30°*-os*

c) 60°*-os szöget bezáró sebességgel.*

A három ütközés végeredménye meglepően különböző. Mekkora lesz a korongok sebessége a folyamat végén az egyes esetekben?



Megoldás.

Adatok: A meglökött korong (a jele legyen 1-es), sebessége az ütközések előtt: $v_0 = 1$ m/s. Mindhárom esetre igaz a következő:

Az **első ütközés** egyenes és centrális, két azonos tömegű korong között. Az energia-, és lendület-megmaradás törvényeket használva könnyedén adódik, hogy a két test

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2)v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2} = v_2, \quad u_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2} = v_1$$

Az első ütközés után az 1-es jelű (kezdetben mozgó) korong sebessége $v_1 = 0$, a 2-es jelű (kezdetben nyugvó) korong sebessége $u_1 = v_0 = 1$ m/s.

Nézzük sorban az egyes eseteket!

a) A meglökött test sebességének iránya 90^o-os szöget zár be a fallal, azaz merőleges rá.
A 2-es jelű korong a fallal való tökéletesen rugalmas ütközés után v_0 sebességgel távolodik tőle. Az 1-es jelű, most álló koronggal történő egyenes ütközés során szintén sebesség-csere történik:
Az 1-es jelű korong v_0 sebességgel távolodik a faltól, a 2-es jelű áll.

b) A meglökött test sebességének iránya 30^o-os szöget zár be a fallal.

A **második ütközés** a 2-es korong és a fal között történik tökéletesen rugalmasan, ami azt jelenti, hogy a korong sebességének nagysága nem változik: $u_2 = u_1 = v_0 = 1$ m/s. A sebesség falra merőleges komponense az ellentettjére változik. A sebesség iránya továbbra is 30^o-os szöget zárt be a fallal.

Több ütközés nem lesz, hisz a 2-es korong sebessége 120^o-os szöget zár be a korongok középpontjaira illeszkedő egyenessel.

A folyamat végén az 1-es jelű korong áll, a 2-es jelű korong v_0 sebességgel mozog, a sebességének iránya 30^o-os szöget zár be a fallal.

c) A meglökött test sebességének iránya most 60^o-os szöget zár be a fallal.

A **második ütközés** a 2-es korong és a fal között történik tökéletesen rugalmasan, ami azt jelenti, hogy a korong sebességének nagysága nem változik: $u_2 = u_1 = v_0 = 1$ m/s. A sebesség falra merőleges komponense az ellentettjére változik. A sebesség iránya továbbra is 60^o-os szöget zárt be a fallal.

A **harmadik ütközés** során a 2-es korong ferdén ütközik az álló 1-es jelű koronggal.
Az ütközés előtt az 1-es jelű korong sebessége $v_1 = v_2 = 0$.
A 2-es jelű korong sebessége $u_2 = u_1 = v_0 = 1$ m/s. Az ütközés utáni sebességek: v_3 , u_3.
Az ütközésre igaz a lendület-megmaradás törvénye:

$$\vec{v}_2 + \vec{u}_2 = \vec{v}_3 + \vec{u}_3 ,$$

és mivel $v_2 = 0$:

$$\vec{u}_2 = \vec{v}_3 + \vec{u}_3$$

Ez azt jelenti, hogy a három vektor egy háromszöget alkot.
Írjuk fel az ütközésre a mechanikai energiák megmaradásának tételét, és egyszerűsítsünk:

$$\frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}mu_2^2 = \frac{1}{2}mv_3^2 + \frac{1}{2}mu_3^2$$

$$u_2^2 = v_3^2 + u_3^2$$

Az utóbbi egyenlet egy háromszög oldalaira van megfogalmazva. A Pitagorász-tétel megfordítása miatt ez a háromszög derékszögű, melynek u_2 az átfogója, és a v_3-mal 60^o-os szöget zár be. Ebből következik, hogy

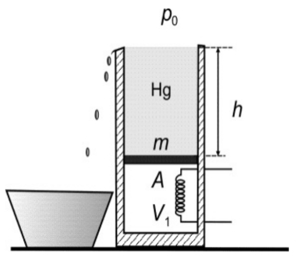
$$v_3 = \frac{1}{2}u_2 = \frac{1}{2}\frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad \text{illetve} \quad u_3 = \frac{\sqrt{3}}{2}u_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 0,866\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Az 1-es korong sebességének iránya 60^o-os szöget zárt be a fallal, a 2-es korongé 30^o-os szöget, és a két sebességvektor egymással 90° -os szöget zár be.

Összefoglalva:

	1-es test	2-es test
a)	v_0-al távolodik a faltól	áll.
b)	áll.	v_0-al távolodik a faltól, a sebesség iránya 30^o-os szöget zár be a fallal
c)	$v_3 = \frac{1}{2}\frac{\text{m}}{\text{s}}$ iránya 60° -os szöget zár be a fallal	$u_3 = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{\text{m}}{\text{s}}$ iránya 30^o-os szöget zár be a fallal

2. *Egy függőleges*, $A = 3\ \mathrm{dm}^2$ *keresztmetszetű, hőszigetelő hengerben* $m = 10\ \mathrm{kg}$ *tömegű dugattyú zár el* $T = 300\ \mathrm{K}$ *hőmérsékletű,* $V_1 = 6\ \mathrm{dm}^3$ *térfogatú levegőt. A dugattyú feletti*, $h = 3{,}8\ \mathrm{dm}$ *magas rész színültig higannyal van tele. A külső légnyomás* $p_0 = 1\ \mathrm{atm} \approx 10^5\ \mathrm{Pa}$, $g \approx 10\ \mathrm{m/s^2}$. *A levegőt lassan fűteni kezdjük a* $P = 50\ \mathrm{W}$ *teljesítményű fűtőszállal.*



a) Mekkora a gáz végső hőmérséklete akkor, amikor a dugattyú a henger tetejéig ér, és a teljes higanymennyiség a tálba kifolyik?

b) Mennyi idő telik el eddig?

I. Megoldás:

a) A bezárt levegő kezdeti nyomása a külső levegő nyomásának, a higanyoszlop nyomásának és a dugattyú súlyából származó nyomásnak az összege:

$$p_1 = p_0 + p_{\mathrm{Hg}} + \frac{mg}{A}\,.$$

Észrevehetjük, hogy a $h = 3{,}8\ \mathrm{dm}$ magas higanyoszlop nyomása éppen

$$p_{\mathrm{Hg}} = 0{,}5\ \mathrm{atm} \approx 5 \cdot 10^4\ \mathrm{Pa}$$

(hiszen 760 Hgmm = 1 atm). Így a kezdeti nyomás:

$$p_1 = p_0 + p_{\mathrm{Hg}} + \frac{mg}{A} \approx 1{,}5 \cdot 10^5\ \mathrm{Pa} + \frac{100\ \mathrm{N}}{0{,}03\ \mathrm{m}^2} \approx 153\,333\ \mathrm{Pa}.$$

A végső nyomás:

$$p_2 = p_0 + \frac{mg}{A} \approx 10^5\ \mathrm{Pa} + \frac{100\ \mathrm{N}}{0{,}03\ \mathrm{m}^2} \approx 103\,333\ \mathrm{Pa}.$$

A bezárt levegő kezdeti és végső térfogata $V_1 = 6\ \mathrm{dm}^3$, ill. $V_2 = 6\ \mathrm{dm}^3 + (3\ \mathrm{dm}^2 \cdot 3{,}8\ \mathrm{dm}) = 17{,}4\ \mathrm{dm}^3$.
A gáz kezdeti hőmérséklete: $T_1 = 300\ \mathrm{K}$.

A kezdeti és a végállapot között az egyesített gáztörvény teremt kapcsolatot: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$.

Tehát a bezárt levegő végső hőmérséklete:

$$T_2 = \frac{p_2V_2T_1}{p_1V_1} = \frac{103\,333\ \mathrm{Pa}\ \cdot\ 17{,}4\ \mathrm{dm}^3\ \cdot 300\ \mathrm{K}}{153\,333\ \mathrm{Pa}\ \cdot 6\ \mathrm{dm}^3} \approx \mathbf{586{,}3\ K}.$$

b) A teljes higanymennyiség kifolyásáig eltelt időt jelöljük t-vel. A fűtőszál által termelt hő:

$$Q = P \cdot t,$$

amelynek kiszámítását a termodinamika első főtétele alapján végezhetjük el:

$$Q = \Delta E - W,$$

ahol W a *gázon* végzett munka.

A belső energia változását többféleképpen meghatározhatjuk, például ilyen módon:

$$\Delta E = \frac{5}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) \approx \mathbf{2190\ J},$$

ahol kihasználtuk, hogy a levegő kétatomos gáz, tehát a szabadsági fokszáma 5.

A gáz*on* végzett munka kiszámításakor kihasználhatjuk, hogy a higany kifolyása miatt a gáz nyomáscsökkenése egyenesen arányos a térfogat növekedésével. Ezért számolhatunk az átlag-nyomással, vagyis a munkavégzés:

$$W = -p_{\text{átlag}}\Delta V = -\frac{153\,333\ \mathrm{Pa} + 103\,333\ \mathrm{Pa}}{2} \cdot (17{,}4\ \mathrm{dm}^3 - 6\ \mathrm{dm}^3) \approx -1463\ \mathrm{J}.$$

Tehát a hőközlés a belső energia növekedés és a *gáz által* végzett munka öszege ($W_{\text{gáz}} = -W_{\text{gázon}}$):

$$Q \approx 2190\ \mathrm{J} + 1463\ \mathrm{J} = \mathbf{3653\ J.}$$

Így a felfűtés ideje:

$$t = \frac{Q}{t} = 73{,}06\ \mathrm{s} \approx \mathbf{1{,}22\ perc}.$$

II. Megoldás. Azoknak, akik előnyben resztesítik a tisztán paraméteres megoldást egyrészt azért, mert abban jobban láthatók a kiinduló adatok és a végeredmény közötti kapcsolatok, másrészt mert gyakran kell tisztán paraméteres feladatokat megoldaniuk, akkor nem tehetnek mást, mint a „hosszadalmas" levezetést.

a) Ha valaki észreveszi, hogy a 38 cm magas higanyoszlop éppen a normál nyomás felével hat a dugattyúra, könnyebben célhoz ér. Ha nem, kiszámolja a higany tömegét a sűrűség és térfogat ismeretében, és meghatározza a súlyát, majd a nyomást. (Így kissé más nyomásértéket kap.)

A gáz kezdeti nyomása tehát

$$p_1 = \frac{mg}{A} + 1{,}5 p_0,$$

Míg a végső nyomásérték

$$p_2 = \frac{mg}{A} + p_0.$$

Az egyesített gáztörvényből kaphatjuk a végső hőmérsékletet:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \quad \rightarrow \quad T_2 = \frac{p_2V_2}{p_1V_1}T_1 = \frac{\left(p_0 + \dfrac{mg}{A}\right)(V_1 + Ah)}{\left(\dfrac{3}{2}p_0 + \dfrac{mg}{A}\right)V_1}T_1 = \frac{(p_0A + mg)}{(1{,}5 p_0 A + mg)}\left(1 + \frac{Ah}{V_1}\right)T_1 .$$

Numerikusan:

$$T_2 = \frac{10^5\,\mathrm{Pa}\cdot 0{,}03\ \mathrm{m}^2 + 100\ \mathrm{N}}{1{,}5\cdot 10^5\,\mathrm{Pa}\cdot 0{,}03\ \mathrm{m}^2 + 100\ \mathrm{N}}\left(1 + \frac{3\ \mathrm{dm}^2\cdot 3{,}8\ \mathrm{dm}}{6\ \mathrm{dm}^3}\right)300\ \mathrm{K} = \mathbf{586{,}3\ K.}$$

b) Az I. főtétel szerint:

$$Q = \Delta E + W_{\text{gáz}}.$$

A belső energia megváltozása:

$$\Delta E = \frac{f}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{f}{2}\left[\left(p_0 + \frac{mg}{A}\right)(V_1 + Ah) - \left(1{,}5p_0 + \frac{mg}{A}\right)V_1\right].$$

A gáz által végzett munka:

$$W_{\text{gáz}} = \left(\frac{mg}{A} + p_0\right)Ah + \frac{1}{2}\cdot\frac{p_0}{2}Ah = \left(\frac{mg}{A} + \frac{5}{4}p_0\right)Ah,$$

vagyis a állandó légköri nyomás és dugattyú emelésére fordított munkának és a higany tömegközéppontjának $h/2$ magasra való emelésre fordított munkának az összege.

A folyamat során felvett hő tehát:

$$Q = \Delta E + W_{\text{gáz}} = \frac{f}{2}\left[\left(p_0 + \frac{mg}{A}\right)(V_1 + Ah) - \left(1{,}5p_0 + \frac{mg}{A}\right)V_1\right] + \left(\frac{mg}{A} + \frac{5}{4}p_0\right)Ah,$$

$$Q = \frac{f}{2}\left[p_0V_1 + p_0Ah + \frac{mgV_1}{A} + mgh - 1{,}5p_0V_1 - \frac{mgV_1}{A}\right] + mgh + \frac{5}{4}p_0Ah$$

rendezés után:

$$Q = \frac{f}{2}\left[p_0Ah + mgh - 0{,}5p_0V_1\right] + mgh + \frac{5}{4}p_0Ah$$

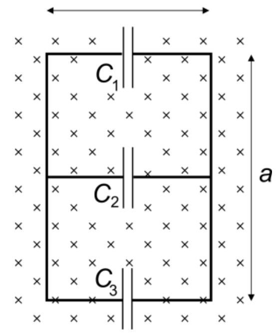
$$Q = \left(\frac{f}{2} + \frac{5}{4}\right)p_0Ah + \left(\frac{f}{2} + 1\right)mgh - \frac{f}{4}p_0V_1$$

Az eltelt idő tehát

$$t=\frac{Q}{P}=\frac{\left(\frac{f}{2}+\frac{5}{4}\right)p_0Ah+\left(\frac{f}{2}+1\right)mgh-\frac{f}{4}p_0V_1}{P}=$$

$$=\frac{\frac{15}{4}\cdot 10^5\,\mathrm{Pa}\cdot 0{,}03\ \mathrm{m}^2\cdot 0{,}38\ \mathrm{m}+\frac{7}{2}\cdot 100\ \mathrm{N}\cdot 0{,}38\ \mathrm{m}-\frac{5}{4}\cdot 10^5\,\mathrm{Pa}\cdot 6\cdot 10^{-3}\mathrm{m}^2}{50\ \mathrm{W}}=\frac{3658}{50}=\mathbf{73{,}16\ s}\ \approx\ \mathbf{1{,}22\ perc}.$$

3/A *Rézhuzalból* E-*betű alakot forrasztunk két példányban. A két* E-*betűt egymással szembe fordítva vízszintes síkba fektetjük, s belehelyezzük egy homogén mágneses mezőbe. A két* E-*betű határolta téglalap alakú terület oldalainak hossza* $a=12$ cm, *ill.* $b=8$ cm. *A mágneses indukció vektora merőleges a téglalap síkjára. Az* E-*betűk középső vonala éppen felezi a téglalap területét. Az egymással szemben álló huzalszakaszokra egy-egy nagy kapacitású kondenzátort kapcsolunk az ábra szerint. A kondenzátorok közül a középső kapacitása* C_2 = 0,5 F, *a két szélsőé* C_1 = 0,4 F *és* C_3 = 0,1 F. *A homogén mágneses mező indukciója B* = 0,18 T. *A mágneses mező* Δt = 0,1 s *alatt eltűnik. A mágneses mező csökkenését tekintsük egyenletesnek.*

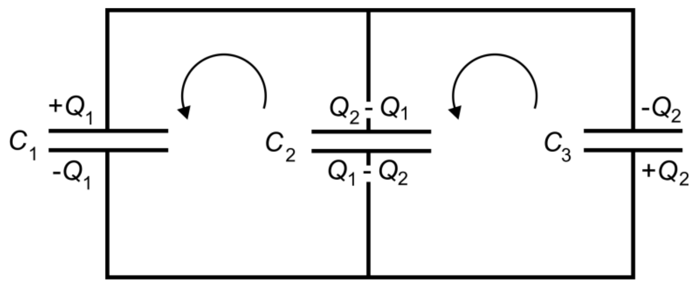


a) Mekkora elektromos töltés van az egyes kondenzátorokban a fluxusváltozás ideje alatt?

b) Mekkora az egyes kondenzátorok feszültsége a fluxusváltozás közben?

Megoldás. *a)* A vezetékkel körülölelt mágneses fluxus két egyenlő területű részre osztódik a középső vezeték által. Ezek Φ_1 és Φ_2, de mivel mind az indukció értéke, mind a terület megegyezik a két részben, mindegyiket jelölhetjük csak Φ-vel. $\Phi=B\cdot A$, ahol tehát A a téglalap területének fele. Az ábrán C_1 és C_2 jelű kondenzátorok közötti mágneses fluxust rézvezeték öleli körül. Ha ez a fluxus eltűnőben van, akkor a változás Δt ideje alatt olyan örvényes elektromos mező veszi körül, amelynek elektromotoros ereje $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, esetünkben állandó érték, hiszen a mágnese mező indukciója egyenletesen csökken az időben.

Ez az örvényes elektromos mező a rézvezetékben töltéselmozdulást hoz létre. A C_1 és C_2 jelű kondenzátorok körében legyen ennek az elmozdított töltésnek a nagysága Q_1, és hasonlóan legyen Q_2 a másik téglalap-fél, vagyis a C_2 és C_3 jelű kondenzátorok körében elmozdított töltés. (L. az ábrát!)



A két örvényes mezőre, illetve a kondenzátorok feszültségére vonatkozólag felírhatjuk a Kirchhoff-törvényeket:

$$\frac{Q_1}{C_1}-\frac{Q_2-Q_1}{C_2}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\frac{Q_2-Q_1}{C_2}+\frac{Q_2}{C_3}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Ennek az egyenletrendszernek a megoldásai:

$$Q_1=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\cdot\frac{C_1(C_2+2C_3)}{C_1+C_2+C_3}\,,\qquad Q_2=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\cdot\frac{C_3(2C_1+C_2)}{C_1+C_2+C_3}.$$

Ezek a két örvénykörben elmozdult töltések, azaz a Q_1 a C_1 kapacitású kondenzátor töltése, Q_2 pedig a C_3 kapacitású kondenzátor töltése.

A két kör közös eleme a C_2 kapacitású kondenzátor, amely mindkét körben mozgatott töltéseket megkapja, de ellenkező előjellel, hiszen a fluxusváltozás a két szomszédos körben azonos értelemben forgató elektromotoros erőt produkál.

Ennek töltése tehát $$Q_1 - Q_2 = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \cdot \frac{C_2(C_1 - C_3)}{C_1 + C_2 + C_3}.$$

A számadatokat behelyettesítve kapjuk: $\Phi = 8,64 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{Vs}$, $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 8,64\ \mathrm{mV}$.

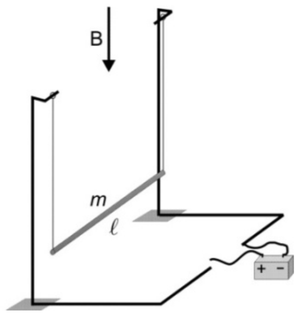
A két szélső kondenzátor töltése $Q_1 = \mathbf{2419,2\,\mu C}$, illetve $Q_2 = \mathbf{1123,2\,\mu C}$, a középső kondenzátor töltése pedig ezek különbsége, $\mathbf{1296\,\mu C}$, amely értéket a kapott $Q_1 - Q_2$ képlet is megad.

b) A kondenzátorok feszültsége a fluxusváltozás ideje alatt:

A C_1 kondenzátoré $U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \mathbf{6,048\,mV}$, a C_3 kondenzátoré $U_3 = \frac{Q_2}{C_3} = \mathbf{11,232\,mV}$,

a középső, C_2 kondenzátoré $U_2 = \frac{Q_1 - Q_2}{C_2} = \mathbf{2,592\,mV}$. A két külső kondenzátor feszültségének összege 17,28 mV, ami – természetesen – a teljes téglalapot betöltő fluxussal számolt $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ értéke. Meg kell jegyezni, hogy miután a fluxus eltűnt, kiegyenlítő áramok folynak, amelyek meghatározásához a vezetékek ellenállását ismernünk kellene.

3/B *Az ábrán látható vezető kengyelt egy fémállványra függesztettük fel, amelyen a kengyel igen könnyen elfordulhat. A kengyel vízszintes szakasza* l = 12 cm *hosszú, tömege* m = 100 g. *Függőleges szakaszainak tömege viszont elhanyagolható. A kengyel alakja négyzet, vagyis függőleges szakaszainak hossza megegyezik a vízszintes szakaszéval. A rendszer függőleges,* $B = 5 \cdot 10^{-2}$ T *indukciójú, homogén mágneses mezőben helyezkedik el. Az áramkör vezetékeit egy pillanatra összeérintettük. Eközben a vezeték keresztmetszetén* Q = 16 C *töltés haladt át.*



a) Mekkora sebességgel indult el a kengyel alsó szakasza?

b) *Hány fokkal tért ki a kengyel a kezdeti függőleges irányhoz képest?*

Megoldás. *a)* A pillanatszerű erőhatás alatt elhanyagolható az elmozdulás, pillanatszerűen veszi fel a kezdősebességet, a további mozgása során nem hat a Lorentz-erő.

Az impulzustétel szerint
$$F\Delta t = \Delta(mv).$$
Mivel a rúd tömege állandó, az erőlökés így is felírható:
$$F\Delta t = m\Delta v.$$
Innen
$$\Delta v = \frac{F\Delta t}{m},$$
ahol
$$F = BIl = B\frac{\Delta Q}{\Delta t}l.$$

Mivel nyugalomból indult a rudacska, a sebességváltozás egyenlő a megszerzett sebességgel. Ezért a sebesség

$$v = \Delta v = \frac{BIl\Delta t}{m} = \frac{B\Delta Q l \Delta t}{m\Delta t} = \frac{B\Delta Q\, l}{m}$$

független a töltés átáramlásának idejétől, változó erősségétől (és természetesen a fellépő mozgási indukciós feszültségtől).
Számértékileg:

$$v = \frac{5\cdot 10^{-2}\,\dfrac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{m}^2}\cdot 16\ \mathrm{C}\cdot 0{,}12\ \mathrm{m}}{10^{-1}\mathrm{kg}} = \mathbf{0{,}96\,\frac{m}{s}}.$$

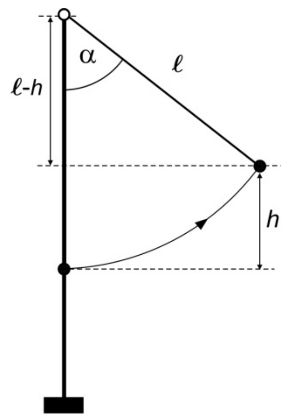
b) Ezzel a kezdősebességgel az energiatétel szerint a kengyel vízszintes szakasza

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \quad\to\quad h = \frac{v^2}{2g} = \frac{0{,}96^2\,\dfrac{\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}}{20\,\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}} = 0{,}046\ \mathrm{m} = \mathbf{4{,}6\,cm}$$

magasságra jut.

Mivel a kengyel négyzet alakú, így a függőleges szárainak hossza is 12 cm, vagyis a kitérés szögére:

$$\alpha = \arccos\frac{l-h}{l} = \arccos\frac{12-4{,}6}{12} = \mathbf{51{,}9°}\text{-ot kapunk.}$$



II. forduló pontozási javaslatai

I. kategória

1. feladat.

Az első ütközésnél a sebességcsere megállapítása az energia-, és lendület-megmaradás törvényekre való hivatkozással	**4 pont**
a) A második ütközésnél is sebességcsere történik	**2 pont**
A sebességek megadása	**2 pont**
b) A második ütközés helyes leírása.	**2 pont**
Annak indoklása, hogy nincs több ütközés	**2 pont**
c) A második ütközés helyes leírása.	**2 pont**
A harmadik (ferde) ütközésre a megmaradási törvények helyes használata	**3 pont**
A harmadik ütközés utáni sebességek nagyságának és irányának helyes megadása	**3 pont**
Összesen:	**20 pont**

2. feladat.

A végső hőmérséklet kiszámítása:	**8 pont**
Az első főtétel helyes felírása, használata:	**3 pont**
A belső energia megváltozásának kiszámítása:	**3 pont**
A munkavégzés kiszámítása:	**3 pont**
A hő meghatározása:	**1 pont**
Az idő meghatározása:	**2 pont**
Összesen:	**20 pont**.

3/A feladat.

a) A mágneses fluxus helyes meghatározása	**2 pont**
A két hurokban fellépő elektromotoros erő felírása.	**2 pont**
A Kirchhoff-törvények felírása (egyenletrendszer Q_1, Q_2 ismeretlenekkel) a két hurokra	**4 pont**
Az egyenletrendszer megoldása Q_1, Q_2-re.	**3 pont**
A kapott Q_1, Q_2 töltések elhelyezése, magyarázata, hogy melyik kondenzátoron van a különbségük.	**4 pont**
b) A kapacitás és töltés ismeretében az egyes kondenzátorokon lévő feszültségek számszerű megadása.	**5 pont**
Összesen:	**20 pont**.

3/B feladat.

A pillanatnyi érintkezés szerepének felismerése:	**4 pont**
Az impulzustétel helyes felírása:	**3 pont**
A Lorenzt-erő helyes felírása:	**3 pont**
A kezdősebesség kifejezése a kezdeti adatokkal:	**4 pont**
A kezdősebesség numerikus meghatározása:	**1 pont**
Az emelkedés magasságának meghatározása:	**3 pont**
A szögkitérés helyes meghatározása:	**2 pont**
Összesen:	**20 pont**.