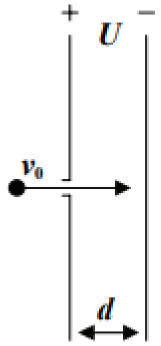
1. **Egy síkkondenzátor lemezeinek távolsága d = 1 cm, a lemezek közti feszültség U = 1 V. A pozitív töltésű lemezbe fúrt lyukon át egy elektront lövünk be a kondenzátorlemezek közti térbe, azokra merőleges kezdősebességgel.**



a) Mekkora az elektron kezdősebessége a pozitív töltésű lemeznél, ha éppen eléri a negatív töltésű kondenzátorlemezt?
b) Mennyi ideig tart az út az egyik lemeztől a másikig? (A gravitációt tekintsük elhanyagolhatónak!
Az elektron töltésének nagysága 1,6 $\cdot 10^{-19}$ C, tömege 9,1 $\cdot 10^{-31}$ kg.)
(2009. október)

Megoldás:

Adatok: $d = 1$ cm, $U = 1$ V, $e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C, $m = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg

1. megoldás

a) *A mozgás értelmezése:* ***1+1 pont***

0 végsebességű, a homogén elektromos tér hatására lassuló mozgás

a munkatétel felírása: **3 pont**

$W_{tér} = |\Delta E_{kin}|$

az elektromos munka és a mozgási energia felírása: ***1+1 pont***

$W_{tér} = e\cdot U$, $\quad |\Delta E_{kin}| = \frac{1}{2}mv_0^2$

v_0 meghatározása: ***2 pont (bontható)***

$v_0 = 5{,}9\cdot10^5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

b) *az idő meghatározása:* ***2 pont (bontható)***

$\bar{v} = \frac{v_0}{2}$, $\quad d = \bar{v}\cdot t$, tehát $t = 3{,}4\cdot10^{-8}$ s

2. megoldás

dinamikai értelmezés: ***1+1 pont***

0 végsebességű, az elektromos erő hatására egyenletesen változó mozgás

a dinamika alapegyenletének felírása: ***2 pont***

$F = m\cdot a$

az erő kifejezése ismert mennyiségekkel: ***2 pont (bontható)***

$F = E\cdot e$, $E = \frac{U}{d}$

a gyorsulás meghatározása: ***1 pont***

$a = 1{,}8\cdot10^{13}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$

az idő meghatározása: ***2 pont (bontható)***

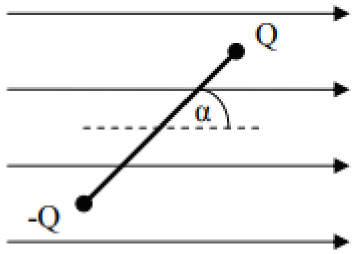
$d = \frac{a}{2}\cdot t^2$, $t = 3{,}4\cdot10^{-8}$ s

v_0 meghatározása: ***2 pont (bontható)***

$v_0 = a\cdot t$, $v_0 = 5{,}9\cdot10^5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

Összesen: 11 pont

2. **Egy 10 cm hosszúságú szigetelő rúd két végére egy-egy pontszerű, Q illetve -Q töltést helyezünk. A rudat homogén E elektrosztatikus térbe helyezzük az ábra szerint és elengedjük.**
a) Mekkora az így elkészített rúdra ható eredő erő? Merre mozdul el a rúd tömegközéppontja?
b) Mekkora a rúdra ható (a rúd középpontjára vonatkozó) forgatónyomaték? Mi történik a rúddal, amikor elengedjük?
c) Hogyan helyezzük a térbe a rudat, hogy stabil nyugalmi helyzetben maradjon, miután elengedtük? A rúdra ható egyéb erők, pl. a gravitációs erő, elhanyagolhatóak. $Q = 10^{-5}$ C, E =10 kV/m, $\alpha = 45^{o}$



(2011. május)
Megoldás:

Adatok: $Q = 10^{-5}$ C, E =10 kV/m, $\alpha = 45°$, l = 10 cm

a) A rúdra ható erők és az eredő erő meghatározása, a tömegközéppont elmozdulásának leírása:

1 + 1 + 1 pont

A rúd két végére ható erők: $F_1 = F_2 = Q \cdot E$ nagyságúak (1 pont)
párhuzamosak és ellentétes irányúak, ezért eredőjük 0. (1 pont)
(Amennyiben a vizsgázó azt írja, hogy erőpár esetén az eredő erő nem értelmezhető, akkor is jár az 1 pont.)
Mivel a rúd kezdetben nyugalomban volt, nyugalomban is marad a tömegközéppontja. (1 pont)

b) A rúdra ható forgatónyomaték meghatározása:

4 pont
(bontható)

Erőpár forgatónyomatéka $M = F \cdot d$, ahol d a hatásvonalak távolsága. (1 pont)
$M = E \cdot Q \cdot d$. (1 pont)
A rúd megadott iránya miatt $d = \frac{0{,}1}{\sqrt{2}} = 0{,}071\,\text{m}$. (1 pont)
Behelyettesítés után: $M = 7{,}1 \cdot 10^{-3}\,\text{Nm}$. (1 pont)

A rúd mozgásának leírása:

1 pont

Elengedés után a rúd (az óramutató járásával megegyező irányba) <u>elfordul</u>.

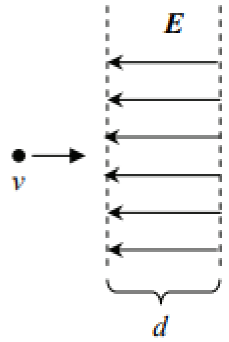
c) A rúd stabil nyugalmi helyzetének megnevezése:

2 pont

A rúd az $\alpha = 0°$ helyzetben lesz stabil egyensúlyban.
(A helyes ábra is elfogadható. Az $\alpha = 180°$ -os egyensúlyi helyzet nem stabil, ezért ez nem fogadható el.)

Összesen: 10 pont

3. **Egy d = 0,05 m szélességű térrészben E = 2·10⁴ V/m térerősségű homogén elektromos tér van. A térbe az erővonalakkal párhuzamosan, irányukkal ellentétesen v = 10⁶ m/s sebességű protont lövünk be.**



a) Mekkora sebességgel lép ki a proton a térből?
b) Milyen széles tér fékezné le teljesen a protont?
c) Hogyan módosulnak az eredményeink, ha proton helyet alfarészecskét használunk? (Az α-részecske tömegét tekintsük négy proton tömegével azonosnak, a részecskékre ható gravitációs erőtől tekintsünk el!)

A proton tömege: $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg, a proton töltése: $q_p = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.

(2012. május)

Megoldás:

Adatok: $d = 0{,}05$ m, $E = 2 \cdot 10^4$ V/m, $v = 10^6$ m/s, $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg, $q_p = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.

a) *A proton kilépő sebességének megadása:*

5 pont
(bontható)

A proton E_{kin}' mozgási energiáját, miután a téren áthaladt, a munkatétel adja meg:

$E_{kin}' = \frac{1}{2} m_p \cdot v'^2 = \frac{1}{2} m_p \cdot v^2 - E \cdot q_p \cdot d$ (2 pont), amiből

$\frac{1}{2} m_p \cdot v'^2 = 8{,}35 \cdot 10^{-16}\ \text{J} - 1{,}6 \cdot 10^{-16}\ \text{J} = 6{,}75 \cdot 10^{-16}\ \text{J}$ (1 pont).

A proton sebessége pedig

$v' = \sqrt{\frac{2E_{kin}'}{m_p}}$ (1 pont), amiből $v' = 9 \cdot 10^5\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (1 pont).

b) *A proton teljes lefékezéséhez szükséges térszélesség megadása:*

3 pont
(bontható)

A proton akkor fékeződne le teljesen, ha a tér rajta végzett munkája pontosan akkora volna, mint a mozgási energiája:

$\frac{1}{2} m_p \cdot v^2 = E \cdot q_p \cdot d'$ (2 pont), amiből $d' = 0{,}26$ m (1 pont).

c) *Az alfa-részecske kilépő sebességének megadása:*

4 pont
(bontható)

Mivel az alfa-részecske tömege közelítőleg négyszerese a protonénak, töltése pedig kétszerese annak, a munkatétel most:

$2m_p \cdot v_\alpha'^2 = 2m_p \cdot v^2 - E \cdot 2q_p \cdot d$ (2 pont), amiből $2m_p \cdot v_\alpha'^2 = 30{,}2 \cdot 10^{-16}$ J (1 pont)

és így $v_\alpha' = 9{,}5 \cdot 10^5\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (1 pont).

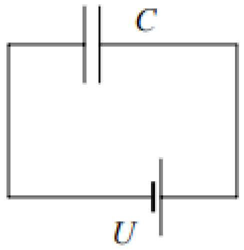
Az alfa-részecske teljes lefékezéséhez szükséges térszélesség megadása:

2 pont
(bontható)

$2m_p \cdot v^2 = E \cdot 2q_p \cdot d'$ (1 pont), amiből $d' = 0{,}52$ m (1 pont).

Összesen: 14 pont

4. **Egy C = 100 nF kapacitású síkkondenzátort egy U = 30 V-os telepre kötünk, és hagyjuk feltöltődni. Ezután a kondenzátor lemezeit széthúzzuk, az eredeti távolságuk háromszorosára. Később a kísérletet megismételjük úgy, hogy miután a kondenzátor feltöltődött, először leválasztjuk a telepről, és csak azután húzzuk szét a lemezeit. (A kondenzátorlemezek között az elektromos teret végig homogénnek tekintjük.)**



a) Mennyivel változott a kondenzátor feszültsége, a lemezein lévő töltés, illetve a kondenzátor energiája az első esetben, amikor a lemezeit úgy távolítottuk el egymástól, hogy a kondenzátor a teleppel összeköttetésben maradt?
b) Mennyivel változott a kondenzátor feszültsége, a lemezein lévő töltés, illetve a kondenzátor energiája a második esetben, amikor a lemezeit úgy távolítottuk el egymástól, hogy a kondenzátort a telepről leválasztottuk?
(2013. május id.)

Megoldás:

Adatok: $C = 100$ nF, $U = 30$ V, $d' = 3d$

a) *A síkkondenzátor kapacitásváltozásának megadása:*

2 pont

Mivel a síkkondenzátor kapacitása fordítottan arányos a lemezek közti d távolsággal, $C' = \frac{C}{3}$.

A feszültségváltozás megadása az első esetben:

1 pont

Mivel ebben az esetben a kondenzátort nem kötöttük le a telepről, $U_1' = U$, azaz $\Delta U_1 = 0$.

A lemezeken lévő töltés megváltozásának megadása az első esetben:

2 pont

Mivel $U \cdot C = Q$, $Q_1 = C \cdot U = 3 \cdot 10^{-6}$ C és $Q_1' = C'U = 10^{-6}$ C, azaz $\Delta Q_1 = -2 \cdot 10^{-6}$ C
(Amennyiben a vizsgázó nem teszi nyilvánvalóvá szövegszerűen, a köztes eredmények kiírásával vagy a töltésváltozás negatív előjelével, hogy csökkenésről van szó, csak egy pont jár.)

A kondenzátor energiaváltozásának megadása az első esetben:

2 pont

Mivel $E = \frac{1}{2} C \cdot U^2$, $E_1 = 45\,\mu$J, $E_1' = 15\,\mu$J, azaz $\Delta E_1 = -30\,\mu$J
Amennyiben a vizsgázó nem teszi nyilvánvalóvá szövegszerűen, a köztes eredmények kiírásával vagy a töltésváltozás negatív előjelével, hogy csökkenésről van szó, csak egy pont jár.)

b) *A lemezeken lévő töltés megváltozásának megadása a második esetben :*

1 pont

Mivel ebben az esetben a kondenzátort lekötöttük telepről, $Q_2' = Q_2$, azaz $\Delta Q_2 = 0$.

A feszültségváltozás megadása a második esetben:

2 pont

Mivel $U_2' = \frac{Q}{C'} = 90$ V, $\Delta U_2 = 60$ V.

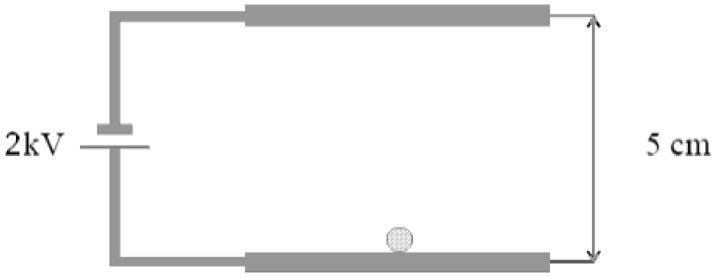
A kondenzátor energiaváltozásának megadása a második esetben:

2 pont

Mivel $E = \frac{1}{2} C \cdot U^2$, $E_2 = 45\,\mu$J, $E_2' = 135\,\mu$J, azaz $\Delta E_2 = 90\,\mu$J

Összesen **12 pont**

5. Egy laboratóriumi kísérletben egy m = 2·10^{-4} g tömegű, pontszerűnek tekinthető golyót helyezünk egy vákuumban levő síkkondenzátor alsó fegyverzetére az ábrán látható módon. A golyó az érintkezés hatására Q = 3·10^{-10} C töltésre tesz szert. (A kondenzátorlemezek vízszintes síkúak.)



a) Határozza meg a golyóra ható eredő erő nagyságát!
b) Mekkora lesz a golyó maximális sebessége?

$(g = 9{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2})$

(2015. május)

Megoldás:

Adatok: $m = 2\cdot10^{-4}$ g, $Q = 3\cdot10^{-10}$ C, $U = 2$ kV, $d = 5$ cm, $g = 9{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

a) *A kondenzátorlemezek közti térerősség nagyságának felírása és kiszámítása:*

1 + 1 pont

$$E = \frac{U}{d} = 4\cdot10^4\,\frac{\text{N}}{\text{C}}.$$

A golyóra ható eredő erő meghatározása:

4 pont
(bontható)

Mivel a golyóra az elektromos mező és a nehézségi erő hat, $F_{eredő} = F_E - m\cdot g$ (1 pont),
és $F_E = E\cdot Q = 1{,}2\cdot10^{-5}$ N (1 pont), valamint $m\cdot g = 1{,}96\cdot10^{-6}$ N (1 pont),

ezért $F_{eredő} = F_E - m\cdot g = 1\cdot10^{-5}$ N (1 pont).

b) *A golyó maximális sebességének meghatározása:*

4 pont
(bontható)

A maximális sebesség meghatározható a munkatétel segítségével:

$$\frac{1}{2}m\cdot v_{max}^2 = F_{eredő}\cdot d \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{2\cdot F_{eredő}\cdot d}{m}} = \sqrt{5\,\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 2{,}24\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(képlet + rendezés + számítás, 2 + 1 + 1 pont).

<u>Vagy</u> meghatározható az egyenletesen gyorsuló mozgás összefüggéseinek segítségével:

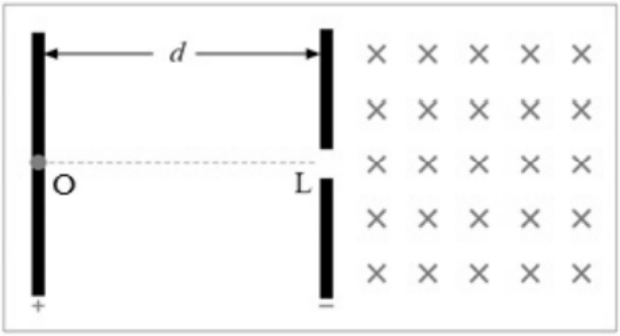
$a = \frac{F_{eredő}}{m} = 50\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ (1 pont),

$d = \frac{v_{max}^2}{2\cdot a} \Rightarrow v_{max} = \sqrt{2\cdot a\cdot d} = 2{,}24\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ (képlet + rendezés + számítás, 1 + 1 + 1 pont).

Összesen: 10 pont

6.

A mellékelt ábrán látható *d* = 10 cm lemeztávolságú kondenzátor egyik lemezének *O* közepében egy protonforrás található, ahonnan nagyon kis kezdeti sebességű protonok léphetnek ki. A másik lemez közepén egy *L* lyuk helyezkedik el. A kondenzátortól jobbra $B = 0,6$ T indukciójú homogén mágneses mező található az ábra síkjára merőlegesen. A kondenzátor fegyverzetei között a protonokra $F = 5 \cdot 10^{-15}$ N elektromos erő hat. (A teljes összeállítás vákuumban van, a nehézségi erő hatása a feladat során elhanyagolható.)



a) Határozza meg a kondenzátor fegyverzetei között mérhető feszültséget!
b) Mekkora sebességgel hagyják el a protonok a jobb oldali fegyverzetet a lyukon keresztül?
c) Mennyi ideig tartózkodik egy proton a fegyverzetek között?
d) Mekkora sugarú körpályán haladnak a protonok a homogén mágneses mezőben?

(A proton töltése $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg .)

(2020.október)

Megoldás: (13 pont)

Adatok: $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, d = 10 cm, B = 0,6 T, F = $5 \cdot 10^{-15}$ N.

a) *A lemezek között mérhető feszültség meghatározása:*

3 pont (bontható)

Mivel $E = F / q$ (1 pont), ezért

$U = E \cdot d = \frac{F}{q} \cdot d = \frac{5 \cdot 10^{-15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot 0,1 = 3125$ V (képlet + számítás, 1 + 1 pont).

b) *A munkatétel alkalmazása és a protonok sebességének meghatározása:*

4 pont (bontható)

Mivel a kilépő protonok mozgási energiája az elektromos tér rajtuk végzett munkájával egyenlő: $U \cdot q = \frac{1}{2} m_p \cdot v^2$ (2 pont), ezért

$v = \sqrt{\frac{2U \cdot q}{m_p}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3125 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,67 \cdot 10^{-27}}} = 7,74 \cdot 10^5 \ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (rendezés + számítás, 1 + 1 pont).

c) *A protonok felgyorsulásához szükséges idő meghatározása:*

3 pont (bontható)

Mivel a protonok a lemezek között egyenletesen gyorsulnak, $d = \frac{1}{2} \frac{F}{m_p} t^2$ (1 pont),

tehát $t = \sqrt{\frac{2d \cdot m_p}{F}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,1 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}{5 \cdot 10^{-15}}} = 2,58 \cdot 10^{-7}$ s (rendezés + számítás, 1 + 1 pont).

d) *A protonok pályasugarának meghatározása:*

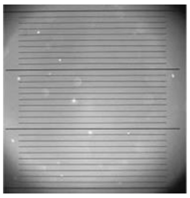
3 pont (bontható)

Homogén mágneses mezőben a pályasugár (Larmor-sugár):

$R = \frac{m_p \cdot v}{q \cdot B} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 7,74 \cdot 10^5}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,6} = 1,35$ cm (képlet + számítás, 2 + 1 pont).

Összesen: 13 pont

7. **Az elemi töltés meghatározásának ismert módszere a Millikan-féle kísérlet. A kísérlet egyik lehetséges kivitelezésében az elektromosan töltött kis olajcseppek lebegését vizsgáljuk feszültségre kapcsolt kondenzátorfegyverzetek között. A számos olajcseppecske közül egy kiválasztott, negatívan töltött cseppecske sugara $r = 8{,}1\cdot10^{-7}$ m, amely $U = 165$ V feszültség esetén éppen lebeg a kondenzátor lemezei között.**



(A kép forrása: Wikipedia)

a) Készítsen értelmező ábrát a töltött kondenzátorról és a lebegő cseppecskékre ható erőkről! (Mivel a cseppecskére a levegőben ható felhajtóerő a többi erőhöz képest elhanyagolhatóan kicsi, ennek jelölésétől eltekinthet!)

b) Határozza meg a kiválasztott olajcsepp töltésének nagyságát, ha $\rho_{olaj} = 973$ kg/m^3, a kondenzátorok fegyverzeteinek távolsága pedig $d = 5$ mm!

c) Az elemi töltés hányszorosát mérjük az olajcseppecskén? (Az elemi töltés nagysága $e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ C, $g = 9{,}8$ m/s^2.)

(2021. május)

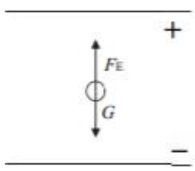
Megoldás: (14 pont)

Adatok: $r = 8{,}1\cdot10^{-7}$ m, $U = 165$ V, $d = 5$ mm, $\rho_{olaj} = 973$ kg/m^3, $e = 1{,}6\cdot10^{-19}$C, $g = 9{,}8$ m/s^2.

a) A kísérletet értelmező ábra készítése:

3 pont
(bontható)

Az ábrán fel kell legyen tüntetve, hogy:
a kondenzátorlemezek vízszintesek, a felső a pozitív töltésű (1 pont);
a cseppre a gravitációs erő G lefelé hat (1 pont),
az elektromos erő F_E pedig fölfelé (1 pont).



b) Az olajcseppre ható gravitációs erő meghatározása:

3 pont
(bontható)

$$G = \rho\cdot V\cdot g = \frac{4}{3}\pi\cdot r^3\rho\cdot g = \frac{4}{3}\pi\cdot\left(8{,}1\cdot10^{-7}\right)^3\cdot973\cdot9{,}8 = 2{,}12\cdot10^{-14}\ \text{N}$$

(képlet + behelyettesítés + számolás, 1 + 1 + 1 pont).

Az olajcsepp töltésének meghatározása:

6 pont
(bontható)

Mivel lebegés esetén $F_E = G$ (1 pont),

másrészt $F_E = Q\cdot\frac{U}{d}$ (2 pont),

ezért $Q = \frac{G\cdot d}{U} = \frac{2{,}12\cdot10^{-14}\cdot5\cdot10^{-3}}{165} = 6{,}4\cdot10^{-19}$ C

(rendezés + behelyettesítés + számítás, 1 + 1 + 1 pont).

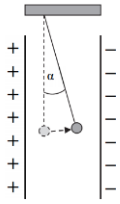
c) Az olajcsepp töltésének és az elemi töltés viszonyának meghatározása:

2 pont
(bontható)

$$N = \frac{Q}{e} = 4$$

Összesen: 14 pont

8. Egy ismert tömegű, kicsi golyó elektromos töltésének meghatározásához az alábbi ábrán látható összeállítást használjuk: egy kondenzátor lemezei közé lógatjuk, majd a kondenzátorra fokozatosan U = 3 kV feszültséget kapcsolunk. A kondenzátor lemezei közötti távolság d = 8 cm. A golyó tömege 3 gramm.



a) Milyen irányú és mekkora elektromos mező jön létre a kondenzátor lemezei között a rákapcsolt feszültség hatására?
b) Mekkora a kis test töltése, ha a töltött kondenzátorlemezek között a golyót tartó fonál a függőlegessel α = 15° szöget zár be?
c) Mekkora a fonálban ébredő erő az egyensúlyi állapotban? (g=9,8 m/s²)
(2021. május id.)

Megoldás: (11 pont)

Adatok: $m = 3$ g, $d = 8$ cm, $U = 3$ kV, $\alpha = 15°$, $g = 9{,}8$ m/s².

a) *A lemezek közötti térerősség nagyságának és irányának meghatározása:*

3 pont
(bontható)

$$E = \frac{U}{d} = \frac{3000}{0{,}08} = 37500\ \frac{\text{V}}{\text{m}}$$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont).

A térerősség vektora <u>jobbra</u> mutat (1 pont). (Bármilyen helyes meghatározás elfogadható, pl. a negatív töltésű lemez felé, stb.)

b) *A golyóra ható erők megnevezése vagy lerajzolása:*

2 pont
(bontható)

A golyóra hat a <u>függőleges G gravitációs erő</u> (1 pont), illetve a <u>vízszintes F_E elektrosztatikus erő</u> (1 pont). (Megfelelő ábráért is teljes pont jár.)

A golyó töltésének meghatározása:

4 pont
(bontható)

Mivel $F_E = E \cdot q$ (1 pont) és a zsinór függőlegessel bezárt szögére: $\tan(\alpha) = \frac{F_E}{G}$ (1 pont),

$$q = \frac{G \cdot \tan(\alpha)}{E} = \frac{9{,}8 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot \tan(\alpha)}{37500} = 2{,}1 \cdot 10^{-7}\ \text{C}$$ (rendezés + számítás, 1 + 1 pont).

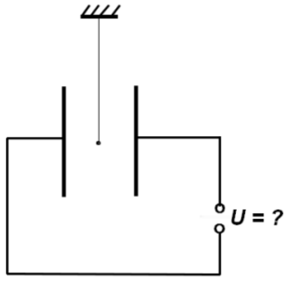
c) *A fonálban ébredő erő meghatározása:*

2 pont
(bontható)

$$F_k = \frac{G}{\cos(\alpha)} = 0{,}03\ \text{N}$$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont).

Összesen: 11 pont

9. Egy pontszerűnek tekinthető, m = 2 g tömegű, kezdetben elektromosan semleges fémgolyót l = 25 cm hosszú szigetelőfonállal egy kondenzátor fegyverzetei közé lógatunk be az ábrán látható módon. A kondenzátor töltetlen, fegyverzeteinek távolsága 10 cm. A golyó a kiinduló helyzetben a fegyverzetek között félúton helyezkedik el. A golyóra Q = −1 nC töltést viszünk fel. A kondenzátor lemezei közötti feszültséget lassan növelni kezdjük. Mekkora feszültség esetén éri el a golyó az egyik fegyverzetet? (g = 9,8 m/s^2)



(2022. május id.)

Megoldás: (11 pont)

Adatok: m = 2 g, l = 25 cm, d = 10 cm, Q = –1 nC, g = 9,8 m/s^2

A feladat geometriai viszonyainak helyes értelmezése:

2 pont
(bontható)

Például megfelelő ábra segítségével, ami nyilvánvalóvá teszi, hogy:
- a felfüggesztett golyó oldalra $d/2$ távolságra tér ki a függőlegeshez képest (1 pont) és
- hogy a függőleges nehézségi erő és a vízszintes elektrosztatikus erő eredője kötélirányú (1 pont).

Amennyiben a megoldás menetéből nyilvánvaló, hogy a vizsgázó ezeknek megfelelően számol, ábra vagy magyarázat hiányában is a teljes pont jár.

A kötél függőlegessel bezárt szögének meghatározása:

2 pont
(bontható)

$\sin\alpha = \frac{d}{2l} \Rightarrow \alpha = 11{,}5°$ (képlet + számítás, 1 + 1 pont)

A kondenzátorra kapcsolt feszültség meghatározása:

7 pont
(bontható)

Mivel $F_E = G \cdot \mathrm{tg}\,\alpha$ (1 pont),

$m \cdot g \cdot \mathrm{tg}\,\alpha = \frac{U}{d} \cdot Q$ (2 pont), amiből

$U = \frac{d \cdot m \cdot g \cdot \mathrm{tg}\,\alpha}{Q} = \frac{0{,}1 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 9{,}8 \cdot \mathrm{tg}\,11{,}5}{10^{-9}} = 400000\ \mathrm{V}$

(rendezés + behelyettesítés + számítás, 2 + 1 + 1 pont).

Összesen: 11 pont

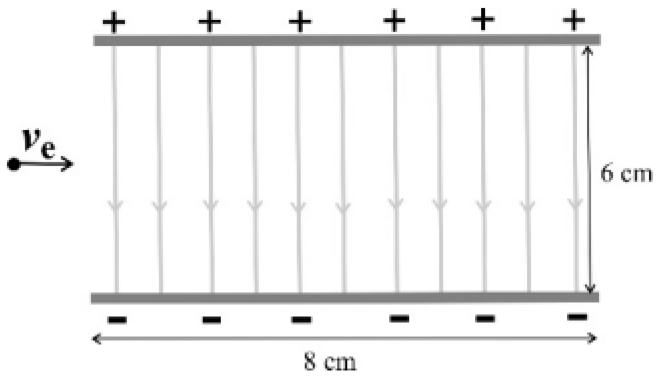
10. Egy vákuumcsőben az ábrán látható módon $v_e = 4 \cdot 10^7\ m/s$ sebességű elektronok lépnek be egy töltött kondenzátor elektromos terébe. A kondenzátorra 1,5 kV feszültséget kapcsolunk. A lemezek távolsága 6 cm, szélessége 8 cm.

a) Számítsa ki, mennyi ideig tartózkodik egy elektron a kondenzátor lemezei között!

b) Határozza meg a kondenzátor lemezei között az elektronokra ható erő nagyságát!

c) Mekkora lesz az elektronok függőleges eltérülése a kondenzátoron való áthaladásuk végére?

$m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg, $e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C, a gravitáció hatása elhanyagolható.



(2022. október)

Megoldás: (12 pont)

Adatok: $v_e = 4 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$, $U = 1{,}5$ kV, $L = 8$ cm, $D = 6$ cm, $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg $e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

a) Az elektron áthaladási idejének meghatározása:

2 pont (bontható)

$\Delta t = \frac{L}{v_e} = 2 \cdot 10^{-9}$ s (képlet + számítás, 1 + 1 pont)

b) Az elektronra ható erő meghatározása:

5 pont (bontható)

$$F = q \cdot \frac{U}{D} = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \frac{1500}{6 \cdot 10^{-2}} = 4 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

(képlet + megfelelő adatok behelyettesítése + számolás, 2 + 2 + 1 pont).

c) A függőleges mozgás egyenletének felírása és a függőleges elmozdulás kiszámítása:

5 pont (bontható)

$$\Delta x = \frac{1}{2} \frac{F}{m_e} \cdot \Delta t^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-15}}{9{,}1 \cdot 10^{-31}} \cdot 4 \cdot 10^{-18} = 8{,}8 \text{ mm}$$

(képlet + megfelelő adatok behelyettesítése + számolás, 2 + 2 + 1 pont).

Összesen: 12 pont