

18. Elektrosztatika

Alapfeladatok

Coulomb-törvény

1.

Hányszor nagyobb két proton között az elektromos taszítás, mint a gravitációs vonzás? Határozza meg ezt az arányt két elektronra, illetve egy elektronra és egy protonra? (A proton tömege $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, az elektroné $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, mindkét részecske töltésének nagysága $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, a Coulomb-törvényben szereplő arányossági tényező $9 \cdot 10^9$ N·m²/C², a gravitációs állandó $6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg².)

2.

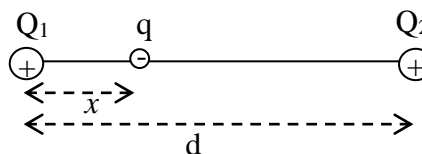
Mekkora erő hat arra a $8 \cdot 10^{-7}$ C töltésű pontszerű testre, amelyet két másik pontszerű, $3 \cdot 10^{-8}$ C és $-6 \cdot 10^{-8}$ C töltésű test között félúton helyezünk el, ha azok egymástól 20 cm távolságban vannak?

3.

Egy vékony, vízszintes, $d = 9$ cm hosszúságú szigetelő rúd két végén rögzített, elektromosan töltött kicsiny gömbök vannak, melyek töltése $Q_1 = +2 \cdot 10^{-8}$ C és $Q_2 = +8 \cdot 10^{-8}$ C. A rúdon súrlódásmentesen csúszhat egy gyöngyszerűen felfűzött, ugyancsak töltött golyó. Határozzuk meg, hogy a Q_1 töltéstől mekkora távolságra lehet egyensúlyban a golyó!

4.

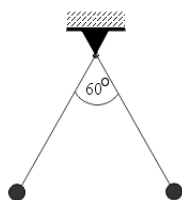
A rögzített Q_1 és Q_2 töltéseket összekötő, d hosszúságú szigetelő rúdon egy gyöngyszerűen felfűzött, q töltésű golyó csúszkálhat. Határozd meg, hogy a golyó a Q_1 töltéstől mekkora x távolságban lehet egyensúlyban? ($Q_1 = 3 \cdot 10^{-7}$ C, $Q_2 = 12 \cdot 10^{-7}$ C, $d = 0,6$ m.)



5.

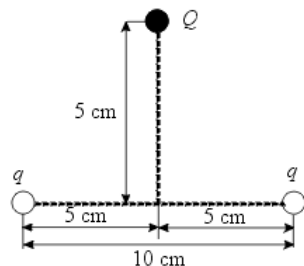
Két azonos tömegű, kisméretű fémgolyócska mindegyikét $+5 \cdot 10^{-7}$ C nagyságú töltéssel látjuk el, majd a golyókat 0,8 méter hosszú fonalakon közös pontban felfüggesszük. Mekkora a golyók tömege, ha egyensúlyban 12 cm távolságra vannak egymástól? (A Coulomb-törvényben szereplő arányossági tényező $k = 9 \cdot 10^9$ N·m²/C².)

6.



Két, egyenként 30 cm hosszú fonálra egy-egy 20 mg tömegű golyócskát erősítünk, és mindegyiknek ugyanakkora pozitív töltést adunk. Ekkor a fonalak 60°-os szöget zárnak be egymással. Mekkora a golyócskák töltése? (**34 nC**)

7.



Két egyforma előjelű $q = 5 \cdot 10^{-8}$ C töltésű testet egymástól 10 cm távolságban rögzítünk. Az összekötő szakasz felezőmerőlegesére a szakasztól 5 cm távolságban mozgathatóan elhelyeztünk egy $Q = -5 \cdot 10^{-8}$ C töltésű 1 g tömegű testet. (A feladatban szereplő testek pontszerűek.)

Mekkora és milyen gyorsulással indul el ez a test?

A gravitációs erőt ne vegyük figyelembe! (**6,35 m/s²**)

8.

Közös pontban felfüggesztünk két fonálingát. Az egyik fonál 3 cm, a másik 4 cm hosszú. A fonalak végén lévő kis golyóknak 10^{-7} C nagyságú, azonos előjelű töltést adnak. Ennek hatására a fonalak úgy ágaznak szét, hogy mindkét golyó ugyanolyan magasra kerül, és a fonalak egymással 90° -os szöget zárnak be.

a) Mekkora a fellépő elektrosztatikus taszító erő? **(36 mN)**

b) Mekkora az egyik és mekkora a másik golyó tömege? **(4,8 g, 2,7 g)**

($k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$)

9.

A $6 \cdot 10^{-7}$ C töltésű, 5 cm sugarú fémgömb felszínétől 20 cm-re egy elektron körmozgást végez a rá ható elektromos erő hatására. Mekkora az elektron sebessége? (Az elektron vákuumban mozog, töltésének nagysága $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege pedig $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, a Coulomb törvényben szereplő arányossági tényező értéke $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$.)

10.

Rögzített helyzetű, $-4 \cdot 10^{-8}$ C nagyságú negatív töltés körül vákuumban körpályán kering a $9 \cdot 10^{-8}$ C nagyságú pozitív töltés. A körpálya sugara 6 mm.

a) Mekkora a pozitív töltésre ható erő nagysága? **(0,9 N)**

b) Mekkora a pozitív töltés mozgási energiája? **(2,7 mJ)**

Elektromos térerősség és feszültség fogalma

11.

Mekkora az elektromos térerősség abban az elektromos mezőben, amelyben egy elektron gyorsulása $2,5 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2$? (Az elektron tömege $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, töltése $1,6 \cdot 10^{-19}$ C nagyságú.)

12.

Mekkora elektromos erő hat egy $5 \cdot 10^{-7}$ C töltésű testre abban a homogén mezőben, amelyben a potenciálesés a térerősség irányában cm-enként 2500 V?

13.

A 10^4 V/m erősségű homogén elektromos mezőben, vákuumban gyorsul egy elektron. Az elektromos mező $3,2 \cdot 10^{-16} \text{ J}$ munkát végez rajta. Az elektron töltése $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, tömege $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

a) Mekkora a gyorsító feszültség? **(2 kV)**

b) Mekkora az elektron gyorsulása? **($1,758 \cdot 10^{15} \text{ m/s}$)**

14.

Vízszintes irányú homogén elektromos térben súlytalan fonalra függesztünk egy $3 \cdot 10^{-2} \text{ g}$ tömegű, 10^{-9} C töltésű testet. Azt tapasztaljuk, hogy a fonal a függőlegestől 30° -ra tér ki.

a) Mekkora az elektromos térerősség? **(170 kV/m)**

b) Mekkora feszültségre kellett a homogén teret létrehozó, két egymással szemben álló párhuzamos, igen nagy kiterjedésű fémlemez kapcsolni, hogy az a)-ban nyert térerősség létrejöjjön? **(25,5 kV)**

A lemezek távolsága 15 cm.

Töltött részecske mozgása elektromos mezőben

15.

Mekkora sebességre gyorsul fel nyugalomból $U = 3000 \text{ V}$ feszültség befutása során

a) egy proton,

b) egy elektron?

(A proton tömege $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, az elektroné $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, mindkét részecske töltésének nagysága $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.)

16.

Mekkora sebességre gyorsul fel egy kezdetben álló elektron a katódsugárcsőben, ha 200 V gyorsítófeszültséget alkalmazunk? Az elektron töltése $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, tömege $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

17.

Egy m tömegű, q töltésű porszem kerül két ponttöltés keltette elektromos mezőbe. A ponttöltések töltései azonos nagyságúak és ellentétes előjelűek. A porszemre ható gravitációs erő elhanyagolható. Ebben az esetben mit mondhatunk a porszemcse pályájáról:

- pontosan követi az erővonalakat,
- metszi az erővonalakat?

Indokolja válaszát! A porszemcse kezdősebessége zérus volt.

Elektromos alapjelenségek

18.

Az a feladata, hogy két, szigetelő állványon álló, teljesen azonos, semleges fémgömbnek

- egyenlő nagyságú és előjelű,
- egyenlő nagyságú, és ellentétes előjelű töltést adjon.

Rendelkezésre áll egy műanyag vonalzó és egy szőrmedarab. Hogyan oldja meg feladatát? Indokolja válaszát!

19.

Pozitívrá töltött ebonitrúd közelébe egy összességében semleges fémgömböt helyezünk.

- Készíts ábrát, és rajzold be a töltések elhelyezkedését a fémgömbön!
- Jellemezd a fém belsejét elektromos szempontból! (télerősség, feszültség, potenciál)
- Rajzold be az erővonalakat az ebonitrúd és a gömb között! Milyen irányú a télerősség a fém felületén?
- Mit értünk az árnyékolás jelenségén? Említs néhány gyakorlati példát is!

20.

Egy fémtárgyra többlettöltést viszünk.

- Hol helyezkedik el a többlettöltés?
- Jellemezzük a fém belsejét elektromos szempontból! (télerősség, feszültség, potenciál)
- Milyen irányú a télerősség a fém felületén?
- Mit értünk csúcshatáson? Sorold fel a csúcshatás néhány alkalmazását, következményét!

21.

Igaz-e, hogy elektromos mezőben egy ekvipotenciális felület minden pontjában azonos nagyságú a télerősség?

A) Igaz. B) Nem igaz.

22.

Miért fedi sűrű szövésű fémháló a mikrohullámú sütő ajtaján lévő ablakot?

- Véd a belül szétrobbanó edény szilánkjaitól.
- Hőelvezető funkciója van, nem hevül túl az üveglak.
- Megakadályozza a mikrohullámú sugárzás kilépését.

Kondenzátor kapacitása

23.

Egy ionizációs kamra térfogata 2 cm^3 , a benne lévő levegő sűrűsége $1,3 \text{ kg/m}^3$. A kamrában lévő levegőt akkora röntgensugárzás éri, amely a levegőben kilogrammonként $0,012 \text{ C}$ pozitív iont képes létrehozni.

Mekkora feszültségre töltheti fel a 12 nF kapacitású kondenzátort a keletkezett pozitív ionok töltése? (0,26 V)

24.

Két, 20 cm átmérőjű, kör alakú lemezre, amelyek egymástól 1 mm távolságra vannak, és közöttük vakum van, 1000 V feszültséget kapcsolunk. Mekkora töltést tárol a kondenzátor?

25.

Egy síkkondenzátor fegyverzetei $A = 0,1 \text{ m}^2$ területűek, a közöttük lévő távolság $d = 0,01 \text{ m}$. A kondenzátor $U = 500 \text{ V}$ feszültségre van feltöltve. ($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$)

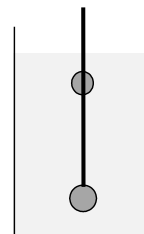
- Határozd meg a kondenzátor kapacitását!
- Mekkora töltés van a lemezeken?
- Mennyi energiát tárol a kondenzátor elektromos tere?
- Mekkora a térerősség a lemezek között?

Haladó szintű feladatok

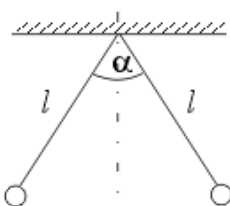
Coulomb-törvény

26.

Egy függőleges szigetelő rúd alsó végéhez egy kis töltött gömb van rögzítve, a gömb felett egy másik - gyöngyszerűen a rúdra fűzött - töltött gömb helyezkedik el. A rudat függőlegesen tartva petróleumba merítjük, és azt tapasztaljuk, hogy egyensúlyban a gömbök közötti távolság nem változik meg. Mekkora sűrűségű anyagból készült a felső gömb, ha a petróleum sűrűsége 800 kg/m^3 , és a Coulomb-törvényben szereplő arányossági tényező petróleumban feleakkora, mint levegőben? (A felső gömb és a rúd közötti súrlódás elhanyagolhatóan kicsiny.)



27.

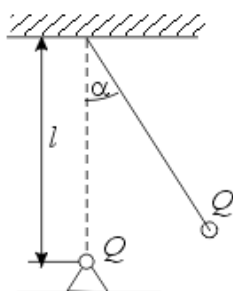


Két azonos méretű és tömegű golyó az ábra szerinti helyzetben egyensúlyban van, mivel mindkettőnek azonos nagyságú és előjelű az elektromos töltése.

Milyen sűrűségű anyagból készültek a golyók, ha 800 kg/m^3 sűrűségű petróleumba merítve az elrendezést, a két golyót tartó fonál által bezárt szög nem változik?

A Coulomb-törvényben szereplő arányossági tényező értéke petróleumban feleakkora, mint légüres térben. (**1600 kg/m^3**)

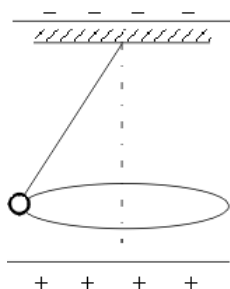
28.



Az ábrán látható két kicsiny méretű, $0,5 \text{ g}$ tömegű fémgömb egyike rögzített, másika $l=2 \text{ cm}$ hosszú fonálra van erősítve. A fémgömböknek azonos nagyságú töltést adunk. A fonal ekkor a függőlegessel 30° -os szöget zár be ($g=10 \text{ m/s}^2$).

Mekkora a töltés? (**56 nC**)

29.

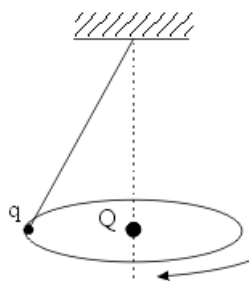


Az ábra szerinti kondenzátor belsejében a térerősség 10^4 V/m . A 20 cm hosszúságú fonálra függesztett $+10^{-6} \text{ C}$ töltésű 10 g tömegű gömb egyenletes körmozgást végez. A fonal a függőlegessel 30° -os szöget zár be, $g=10 \text{ m/s}^2$.

a) Mekkora erő feszíti a fonalat? (**$0,104 \text{ N}$**)

b) Mekkora a golyó mozgási energiája? (**$2,6 \text{ mJ}$**)

30.



Egy 5 cm hosszú fonalra függesztett 0,8 g tömegű, $q=10^{-8}$ C töltésű, kisméretű golyó egyenletes mozgást végez. A kör középpontjában $Q=-10^{-7}$ C nagyságú töltés van. A kör sugara 3 cm. A rendszer vákuumban van. $g=10$ m/s²;

$$k=1/(4\pi\epsilon_0)=9\cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

a) Mekkora erő feszíti a fonalat? **(0,01 N)**

b) Mennyi a keringési idő? **(0,24 s)**

31.

Két pontszerűnek tekinthető töltött félgömb 40 cm távolságból $27\cdot 10^{-9}$ N nagyságú erővel vonzza egymást. A két azonos méretű gömböt összeérintjük, majd ezután ismét 40 cm-re távolítjuk őket egymástól. Ekkor $9\cdot 10^{-9}$ N nagyságú erővel taszítják őket.

a) Mekkora egy-egy gömb eredeti töltése? **($12\cdot 10^{-10}$ C, $4\cdot 10^{-10}$ C)**

b) Mekkora a télerősség az összeérintés előtt a gömböket összekötő egyenes szakasz felezőpontjában? **(360 V/m)**

$$\epsilon_0=1/(4\pi\cdot 9\cdot 10^9) \text{ C}^2/\text{Nm}^2.$$

Elektromos télerősség és feszültség fogalma

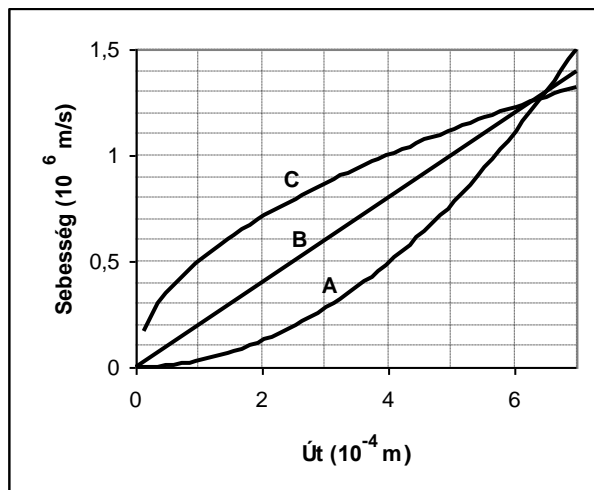
32.

A mellékelt grafikonok közül az egyik egy homogén elektromos mezőben elhanyagolható kezdősebességről felgyorsított elektron sebesség-út grafikonját szemlélteti.

a) Válassza ki, hogy melyik ez a grafikon!

b) Az ábra elemzése alapján határozza meg, hogy mekkora az elektromos télerősség!

(Az elektron töltésének nagysága $1,6\cdot 10^{-19}$ C, tömege $9,1\cdot 10^{-31}$ kg.)



33.

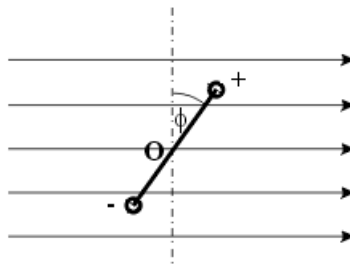
Vízszintes irányú, homogén elektromos mezőben 40 cm hosszú szigetelő fonálon egy $9,13\cdot 10^{-4}$ kg tömegű kis test függ. Ha $3,23\cdot 10^{-8}$ C töltést adunk a kis testnek, akkor a fonálinga új egyensúlyi helyzetet vesz fel. Ekkor a fonalat feszítő erő 1,06-szorosára nő.

a) Mekkora az elektromos télerősség?

b) Mekkora a kis test feltöltése után a fonálinga lengésideje az elektromos mező jelenlétében, és mekkora lenne anélkül?

A nehézségi gyorsulás értékét vegyük 10 m/s²-nek.

34.



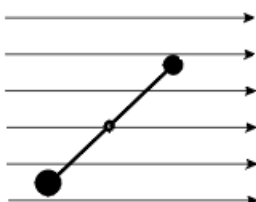
A súlytalan, merev, szigetelő anyagból készült, 0,2 m hosszú rúddal összekötött, $Q_1 = +3 \cdot 10^{-9}$ C és $Q_2 = -3 \cdot 10^{-9}$ töltéssel ellátott két félgömböt 10^6 N/C térerősségű homogén elektromos mezőbe tesszük úgy, hogy az O felezőponton keresztülmenő, a papír vízszintesnek tekintett síkjára merőleges tengely körül elfordulhat.

a) Mekkora Φ szögnél hat a rendszerre a legnagyobb forgatónyomaték, és mekkora ez a forgatónyomaték? (0° , $6 \cdot 10^{-4}$ Nm)

b) Mekkora Φ szögnél nem hat forgatónyomaték a rendszerre? (90° , 270°)

c) Mekkora munkával lehet a rendszert a legkisebb energiával bíró helyzetéből a legnagyobb energiával bíró helyzetébe átvinni? ($1,2$ mJ)

35.



Elhanyagolható tömegű, 20 cm hosszúságú merev szigetelő rúd a középpontján átmenő vízszintes tengely körül elfordulhat. A rúd egyik végén 5 g tömegű, $5 \cdot 10^{-8}$ C töltésű, a másik végén 15 g tömegű, $-5 \cdot 10^{-8}$ C töltésű pontszerű test van. Ez a rúd az ábra szerinti homogén elektromos erőterben nyugalomban van. A térerősség a forgástengelyre merőleges, vízszintes irányú és 10^6 V/m nagyságú. A forgástengely súrlódása elhanyagolható.

$g = 10$ m/s².

a) Mekkora szöget zár be a rúd a függőlegessel? (45°)

b) Az elektromos erőteret hirtelen megszüntetjük. Ezt követően mekkora a rúd szögsebessége, amikor a függőleges helyzeten halad át? ($5,4$ 1/s)

Pontszerű töltés elektromos tere, homogén elektromos mező

36.

Mekkora és milyen irányú az elektromos térerősség az 5 cm-es befogójú, egyenlőszárú derékszögű háromszög derékszögnél lévő csúcsánál, ha a másik két csúcsban egy-egy $2 \cdot 10^{-7}$ C nagyságú pontszerű töltés van? Mekkora a potenciál értéke a vizsgált pontban?

37.

Egy 0,3 m sugarú tömör fémgömbre $1,6 \cdot 10^{-9}$ C töltést viszünk. Határozzuk meg az elektromos térerősség nagyságát és potenciált:

a) a gömb középpontjától 0,4 m távolságra lévő pontban; (90 N/C, 36 V)

b) a gömb középpontjától 0,2 m távolságban lévő pontban. (0 , 48 V)

$\epsilon_0 = 1/(4\pi \cdot 9 \cdot 10^{-9})$ C²/Nm².

38.

Egy 0,5 méter sugarú fémgömbre 10^{-7} C többlettöltést viszünk. Mekkora lesz a gömb potenciálja a végtelen távoli ponthoz képest? ($k = 9 \cdot 10^9$ Nm²/C².)

A) 3600 V

B) 1800 V

C) 7200 V

39.

Egy 1 méter sugarú fémgömbre 10^{-7} C többlettöltést viszünk. Mekkora lesz a feszültség a gömb középpontja és felületének valamely pontja között? ($k = 9 \cdot 10^9$ Nm²/C².)

A) 900 V

B) 450 V

C) 0 V

40.

Két fémgömb sugara ugyanakkora és mindkettőre ugyanannyi töltést viszünk. Az egyik tömör, a másik üres. Melyiken nagyobb a potenciál?

- A) A tömör gömbön. B) Az üres gömbön. C) Egyforma a potenciál.

41.

Egy $Q=10^{-5}$ C töltésű, pontszerű, rögzített forrástesttől 30 cm-re van egy $q=-10^{-6}$ C töltésű, kisméretű test. A két töltés vonzóerőt fejt ki egymásra. Mekkora munkát végez az elektromos mező, miközben a q töltésű testet 55 cm-re eltávolítjuk?

42.

Egy R sugarú, Q töltésű fémgömböt koncentrikusan körülveszünk egy $2R$ sugarú, $-2Q$ töltésű vékonyfalú fémgömbbel. Rajzolja le a keletkezett elektromos mező erővonalképét!

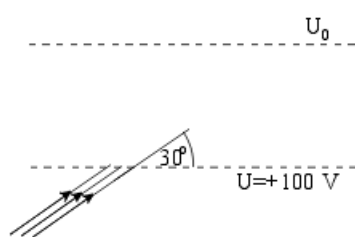
Töltött részecske mozgása elektromos mezőben

43.

Vákuumban, a gravitáció mellett, $4 \cdot 10^5$ N/C térerősségű, homogén, függőlegesen lefelé irányuló elektromos mezőt hozunk létre. Vízszintes irányú, 4 m/s nagyságú sebességgel érkezik a mezőbe egy 0,04 g tömegű, $+5 \cdot 10^{-10}$ C töltésű test. ($g=10$ m/s²)

- a) Mekkora és milyen irányú a gyorsulása? (**15 m/s²**)
 b) Mekkora és milyen irányú a test sebessége abban a pillanatban, amikor elmozdulásának vízszintes komponense 60 cm hosszú? (**4,59 m/s; 29,36°**)

44.

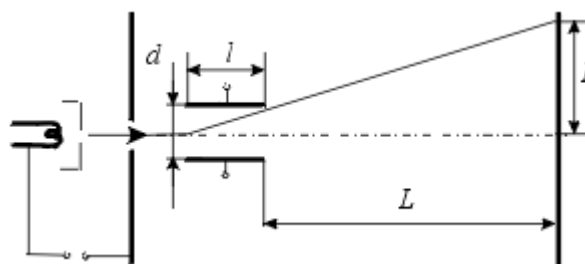


Egy síkkondenzátor fegyverzeteit hálószerű rács alkotja. A fegyverzetek közötti feszültség 100 V. A pozitív töltésű fegyverzethez 30°-os szög alatt érkezik egy párhuzamos elektronnyaláb az ábra szerint.

- a) Legfeljebb mekkora mozgási energiával lépnek be az elektromos térbe azok az elektronok, amelyek nem tudnak átjutni a kondenzátor másik fegyverzetén?
 b) Mekkora sebességgel hagyják el a kondenzátort azok az elektronok, amelyek mozgási energiája a belépéskor az áthaladáskor szükséges minimális érték kétszerese? (**$1,76 \cdot 10^7$ m/s**)

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

45.



Egy katódsugárcső eltérítő lemezeinek adatai: $l = 2$ cm, $d = 0,5$ cm. Az ernyő távolsága a lemezek végétől: $L = 19$ cm. A gyorsító feszültség 1000 V, az eltérítő feszültség 100 V. Az elektronok az eltérítő lemezpárhoz a lemezekkel párhuzamosan, azoktól egyenlő távolságra érkeznek.

- a) Mekkora sebességgel érkeznek az elhanyagolható kezdősebességű elektronok az eltérítő lemezpárhoz? (**$1,88 \cdot 10^7$ m/s**)
 b) Mekkora az elektronok sebességének a lemezpárra merőleges összetevője akkor, amikor kilépnek az eltérítő lemezek közül? (**$3,75 \cdot 10^6$ m/s**)
 c) Mekkora az ernyőn mért D kitérés? (**40 mm**)

Az elektron fajlagos töltése: $1,76 \cdot 10^{11}$ C/kg.

46.

Igen nagy távolságból α -részecske közeledik egy eredetileg nyugvó, szabad lítium atommag felé a két részecskét összekötő egyenes mentén. A részecskéket pontszerűnek tekintjük.

Mekkora az α -részecske kezdeti mozgási energiája, ha a lítium atommagot 10^{-14} m távolságra közelíti meg? (**$2,18 \cdot 10^{-13}$ J**)

$m_\alpha = 6,64 \cdot 10^{-27}$ kg, $q_\alpha = 3,3 \cdot 10^{-19}$ C, $m_{Li} = 1,15 \cdot 10^{-26}$ kg, $q_{Li} = 4,8 \cdot 10^{-19}$ C, $k = 1/(4\pi \cdot \epsilon_0) = 9 \cdot 10^9$ Nm²/C².

47.



Az ábrán látható vékony, függőleges szigetelő szál alsó végére rögzített kisméretű test elektromos töltése $Q = 10^{-7}$ C. A szálon súrlódásmentesen mozoghat egy $m = 10^{-4}$ kg tömegű, $q = 10^{-8}$ C töltésű, kisméretű gyöngy. Kezdetben a gyöngyöt a rögzített test felett $h_0 = 27$ cm távolságban tartjuk, majd elengedjük.

a) Mennyire közelíti meg a gyöngy a rögzített testet? (**3,4 cm**)

b) Mekkora a közöttük lévő távolság az egyensúlyi helyzetben? (**9,6 cm**)

($k = 9 \cdot 10^9$ Nm²/C²; $g = 10$ m/s²)

Kondenzátor kapacitása

48.

Két párhuzamos, vízszintes, egymással szemben álló sík fémlemez akkumulátor sarkaihoz kapcsoljuk. Azt tapasztaljuk, hogy a lemezek közé került elektromos töltésű porszemcse éppen lebeg. Ezután a lemezeket – anélkül, hogy az akkumulátorról lekapcsolnánk – lassan az eredetinek kétszeresére távolítjuk egymástól. Milyen irányba és mekkora gyorsulással mozog ekkor a porszemcse?

49.

Két, egymástól 12 cm távolságban lévő, párhuzamos fémlemez között a feszültség 200 V. A lemezek között vákuum van.

a) Mekkora a lemezek közötti homogén elektromos mező energiasűrűsége? (**$12,28 \mu\text{J}/\text{m}^3$**)

$\epsilon_0 = 1/(4\pi \cdot 9 \cdot 10^9)$ C²/Nm².

b) Mekkora a lemezek egyenes felületre jutó töltés? (**$14,7$ nC/m²**)

50.

Egy síkkondenzátort, amelynek lemezei 1 m² területűek és 1 cm távolságra vannak egymástól 100 Volt feszültségre töltünk. A telep eltávolítása után a lemezek távolságát 2 cm-re növeljük. Mennyi munkát végzünk?

51.

A 100 pF kapacitású síkkondenzátort 12 V feszültségű akkumulátorról töltöttük föl. Ezután a kondenzátor lemezeinek távolságát háromszorosára növeljük.

a) Mennyi munkát végzünk, ha a lemezek széthúzása előtt a kondenzátort az akkumulátorról lekapcsoljuk? (**$1,44 \cdot 10^{-8}$ J**)

b) Mennyivel nő az akkumulátor energiája, ha a lemezek széthúzása közben végig a kondenzátorra van kapcsolva? (**$9,6 \cdot 10^{-9}$ J**)

52.

Egy kondenzátor lemezeit egy állandó feszültségű telep kivezetéseihez kapcsoljuk. A feltöltött kondenzátor lemezei közötti távolságot d -ről $2d$ -re növeljük, miközben a kondenzátor továbbra is a telepre van kötve. Hány százalékkal változik a kondenzátor töltése?

A) Nem változik.

B) 50 %-al csökken.

C) 100 %-al növekszik.

53.

Egy telep kivezetéseit egy síkkondenzátorra kapcsoljuk, majd a kondenzátor lemezeit kétszeres távolságra széthúzzuk. Hogyan változik a kondenzátor elektromos terének energiája?

- A) Felére csökken. B) Kétszeresére növekszik. C) Négyszeresére növekszik.

54.

Egy R sugarú fémgömbre Q töltést viszünk. A kialakuló elektromos mező energiája W . Mennyi lesz az elektromos mező energiája, ha a töltést megkétszerezzük?

- A) $\sqrt{2} W$ B) $2W$ C) $4W$

55.

Egy síkkondenzátor fegyverzeteinek távolsága d , kapacitása $C_0 = 9 \text{ nF}$. A lemezek közé, azokkal párhuzamosan egy $d/3$ szélességű fémlapot csúsztatunk. Mennyi lesz ekkor a kondenzátor kapacitása?

56.

Síkkondenzátor lemezei 12 cm sugarú körlapok. A lemezek távolsága 20 mm . A kondenzátorra kapcsolunk egy 24 V feszültségű telepet, majd a lemezek közé betolunk egy töltetlen, és ugyancsak 12 cm sugarú, vastag fémlamezt, amelyet egyik oldalon 10 mm , a másik oldalon 6 mm vastag levegőréteg választ el a kondenzátor lemezeitől.

a) Mennyivel változik meg a kondenzátor töltése a lemez betolása következtében?

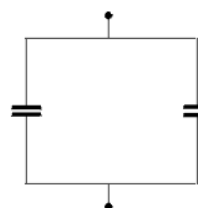
(0,12 nC)

b) Mekkora lesz a térerősség a betolt lemez egyik és másik oldalán? **(1500 V/m)**

c) Mekkora feszültség alakul ki a betolt lemez és a kondenzátor egyik, illetve másik lemeze között? **(15 V, 9 V)**

A levegő dielektromos állandója: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$.

57.



Két egyforma, párhuzamosan kapcsolt síkkondenzátort 200 V -ra feltöltünk. Ezután az egyik kondenzátor lemeztávolságát megkétszerezzük, a másikat megfelezzük.

a) Hányszorosára változik az eredő kapacitás?

(1,25-szorosára)

b) Mennyi lesz a feszültség? **(160 V)**

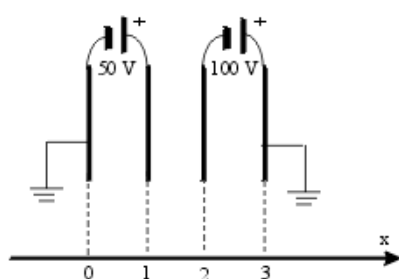
58.

Egy $10 \mu\text{F}$ -os kondenzátor 12 V -ra, egy $5 \mu\text{F}$ -os kondenzátort 18 V -ra töltünk fel. Ezután a kondenzátorok azonos előjelű töltéssel rendelkező fegyverzeteit egymáshoz kapcsoljuk.

a) Mekkora lesz a feszültség az összekapcsolt kondenzátorokon?

b) Mennyivel változik meg külön-külön a két kondenzátor energiája?

59.



Négy darab $0,3 \text{ m}$ sugarú kör alakú fémlamez áll egymástól 1 cm távolságban. A két szélső lemezt földeljük / vegyük a potenciált zérusnak /. A lemezekre, az ábra szerint egy 50 V -os és egy 100 V -os telepet kapcsolunk. A lemezek közt vákuum van, a vákuum dielektromos állandója: $\epsilon_0 = 1/(4\pi \cdot 9 \cdot 10^{-9}) \text{ C}^2/\text{Nm}^2$.

a) Ábrázoljuk a lemezek középpontján átmenő egyenes mentén az elektromos térerősséget és a potenciált!

b) Határozzuk meg a lemezekeken lévő töltéseket!

(-12,5 nC, +50 nC, -62,5 nC, +25 nC)

Versenyfeladatok

60.

Két, egyformán Q töltésű, m tömegű golyót L hosszúságú szigetelő fonálon közös pontba függesztünk fel. Az elektromos taszítás miatt a fonalak szétágaznak, és egyensúlyban α szöget zárnak be a függőlegessel.

- Határozzuk meg a golyók töltését, ha $m = 2 \cdot 10^{-3}$ kg, $\alpha = 30^\circ$, $L = 0,3$ m.
- Mekkora szöget zárna be a fonál a függőlegessel, ha az ingákat egy olyan liftben függesztenénk fel, ami lefelé tartóan $a = 5$ m/s² gyorsulással mozog? (Közelítő jellegű megoldás is elegendő.)

61.

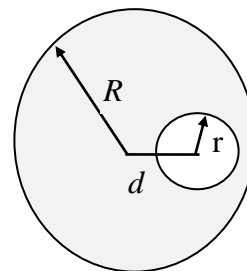
Mutassuk meg, hogy ha egy rögzített töltés körül körpályán kering egy ellentétes töltésű részecske az elektromos vonzóerő hatására, akkor a részecske energiája (a mozgási és az elektromos potenciális energia összege) a mozgási energiájának ellentettjével egyenlő!

62.

Tekintsünk két hosszú, egymással párhuzamos, egymástól $r = 0,1$ m távolságra lévő egyenes vezetőt. A vezetők elektromosan töltöttek, vonalmenti töltéssűrűségük $\lambda_1 = 10^{-7}$ C/m, illetve $\lambda_2 = 2 \cdot 10^{-7}$ C/m. Mekkora elektromos erő hat az egyik vezeték $d = 0,5$ m hosszúságú darabjára?

63.

Egy hosszú, R sugarú, szigetelő anyagból készült hengerben r sugarú hengeres furat van. A henger és a furat tengelyei párhuzamosak, a tengelyek távolsága d . A szigetelő anyagnak pozitív elektromos töltése van, amelynek térbeli eloszlása egyenletes és sűrűsége ρ . A szigetelő anyag relatív dielektromos állandója 1. Mekkora az elektromos térerősség a furat belsejében?



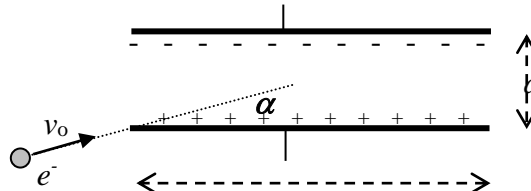
64.

A régiek úgy gondolták, hogy a Föld egy nagy, lapos korong. Képzeljük el, hogy a Föld valóban nem R sugarú gömb, hanem igen nagy sugarú, H vastagságú lapos korong. Mekkora H vastagság esetén tapasztalnánk a korong felszínén (a szélektől messze), hogy a gravitációs gyorsulás ugyanakkora, mint amekkorának a gömb alakú Föld felszínén tapasztaljuk? ($R = 6370$ km. A két „Föld”-modellben a sűrűségeket tekintjük állandónak és egymással egyenlőnek.)

65.

Egy kondenzátor négyzet alakú fegyverzeteinek élhossza $L = 5$ cm, a fegyverzetek távolsága $d = 1$ cm. A kondenzátor $U = 43,7$ V feszültségre van feltöltve. A kondenzátor lemezei közé az egyik lemez pereménél olyan elektron érkezik, amelynek sebessége $\alpha = 11,3^\circ$ -os szöget zár be a kondenzátor fegyverzeteivel.

- Mekkora legyen az érkező elektron v_0 sebessége, ha azt szeretnénk, hogy áthaladjon a kondenzátoron?
- Mekkora sebességgel érkezzen az elektron a kondenzátorhoz, ha azt szeretnénk, hogy a kondenzátort elhagyó elektron sebessége párhuzamos legyen a kondenzátor fegyverzeteivel?



(Az elektron tömege $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, töltése $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Feltételezhető, hogy az elektromos mező a fegyverzetek között homogén, máshol elhanyagolható.)

66.

Finom szövésű, párhuzamos helyzetű D_1 - D_2 dróthálók közé U feszültséget kapcsolnak az ábra szerinti polaritással. Az E elektronforrásból elektronok érkeznek v sebességgel a D_1 háléhoz.

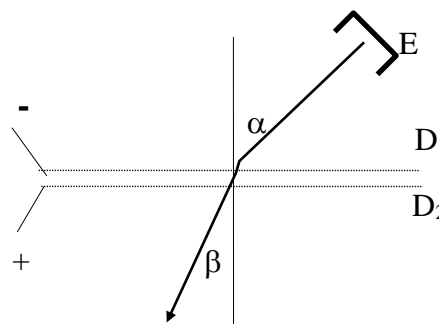
a) Mutassuk meg, hogy az áthaladó elektronok α beesési és β törési szögére érvényes a Snellius-

Descartes törvény, azaz a $\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)}$ hányados

független a beesési szögtől, minden elektronra ugyanaz az érték!

b) Határozzuk meg a törésmutató értékét!

(Feltehető, hogy a hálók között homogén elektromos mező van, máshol az elektromos térerősség zérus, $v = 3 \cdot 10^6$ m/s, $U = 25$ V.)



67.

Egy földelt fémsík közelébe töltött részecskét helyezünk. Hat-e elektromos erő a részecskére?

- A) Igen, taszító erő. B) Nem. C) Igen, vonzó erő.

68.

Földelt sík fémlaptól r távolságra egy pontszerű, Q töltésű részecske helyezkedik el. Mekkora elektromos erő hat rá?

- A) $\frac{kQ^2}{r^2}$ B) $\frac{kQ^2}{2r^2}$ C) $\frac{kQ^2}{4r^2}$

69.

Két d átmérőjű fémgömböt azonos előjelű Q_1 és Q_2 töltéssel feltöltünk. Vákuumban a gömbök középpontjai r távolságra vannak egymástól. (r nem sokkal nagyobb, mint d .) Mit mondhatunk a gömbök közötti elektromos taszítóerő nagyságáról? (Jelölje ezt az erőt F !)

- A) $F = kQ_1Q_2/r^2$; B) $F > kQ_1Q_2/r^2$; C) $F < kQ_1Q_2/r^2$.

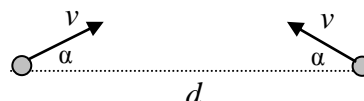
70.

Az ábra szerint kezdőhelyzetből két proton egyszerre indul. Mindkét részecske kezdősebessége v és α szöget zár be az őket összekötő d hosszúságú szakasszal.

Határozzuk meg, hogy mekkora lesz a protonok közti minimális távolság a mozgásuk során!

($v = 10^6$ m/s, $d = 10^{-9}$ m, $\alpha = 30^\circ$)

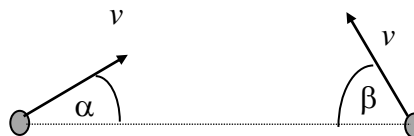
A proton tömege $m = 1,6 \cdot 10^{-27}$ kg, töltése $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C)



71.

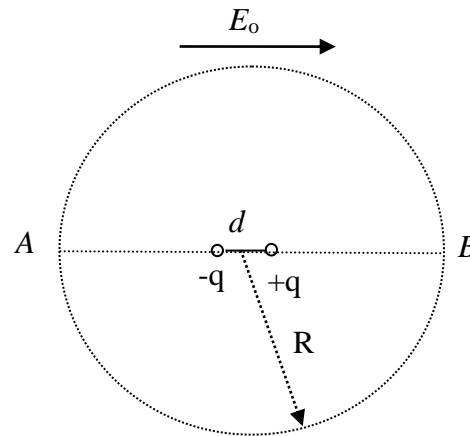
Két proton egymástól r távolságban egyformán v nagyságú sebességgel rendelkezik. Az egyik sebessége α , a másik sebessége β szöget zár be az őket összekötő szakasszal. Mekkora lesz a protonok közti minimális távolság a mozgásuk során?

($r = 3 \cdot 10^{-11}$ m, $v = 10^5$ m/s, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 60^\circ$. A proton tömege és töltése $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg, illetve $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. A mozgás során a relativisztikus effektusok, a sugárzási energiavesztés és a részecskék közötti nukleáris kölcsönhatás elhanyagolható.)



72.

Ha egy eredetileg E_0 térerősségű, homogén elektromos mezőbe egy R sugarú, semleges fémgömböt helyezünk, akkor az elektromos megosztás jelensége miatt a fémgömb belsejében nem lesz elektromos mező, a fémgömbön kívüli térrészben pedig a mező homogenitása megszűnik. Kimutatható, hogy a fémgömbön kívüli térrészben kialakuló inhomogén elektromos mező olyan, mint ha az, az eredeti E_0 térerősségű homogén mezőnek és egy, a gömb középpontjába képzel, megfelelően irányított és méretezett kicsiny dipólus elektromos terének szuperpozíciója lenne. Dipóluson két egymástól d távolságra elhelyezkedő, egyformán q nagyságú, de ellentétes előjelű pontszerű töltést értünk. A fent leírt helyettesítés $d \ll R$ esetén ad helyes eredményt.



Legyen $E_0 = 1000 \text{ V/m}$, és $R = 0,1 \text{ m}$!

- Határozzuk meg a helyettesítő dipólus dipólusmomentumát, azaz a $q \cdot d$ szorzat nagyságát!
- Határozzuk meg a fémgömb E_0 -lal párhuzamos átmérőjének két végpontjában (A és B pontok) a térerősséget és a felületi töltéssűrűséget!