ОПШТИНСКИ НАТПРЕВАР ПО ФИЗИКА

6 февруари 2026

II година

(решенија на задачите)

Задача 1. Две мали топчиња со еднаков радиус и иста маса висат на конци, коишто се закачени на таван во иста точка. Топчињата првично се во контакт. Потоа, на топчињата им се дава вкупен полнеж $Q_0 = 4 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{C}$, поради што тие се одбиваат. По одбивањето, нивните конци меѓусебно зафаќаат агол од 60° и топчињата повторно се во рамнотежа. Растојанието од точката на закачување до центарот на секое топче изнесува $l = 20\,\mathrm{cm}$. Да се одреди силата тежа којашто дејствува врз секое од топчињата. Гравитациската сила помеѓу самите топчиња се занемарува. Диелектричната константа во вакуум изнесува $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{C}^2/\mathrm{Nm}^2$.

Решение:

Нека аголот помеѓу конците е еднаков на 2α. Од $2\alpha = 60^\circ$, следува:

$$\alpha = 30^\circ. \qquad (\textbf{2 поена}) \tag{1}$$

Бидејќи топчињата во почетниот момент се во контакт, донесениот полнежот ќе се распредели подеднакво на секое топче:

$$Q = \frac{Q_0}{2}. \qquad (\textbf{2 поена}) \tag{2}$$

Растојанието помеѓу центрите на топчињата е

$$r = 2l\sin\alpha, \qquad (\textbf{3 поени}) \tag{3}$$

а пак Кулоновата сила на одбивање е:

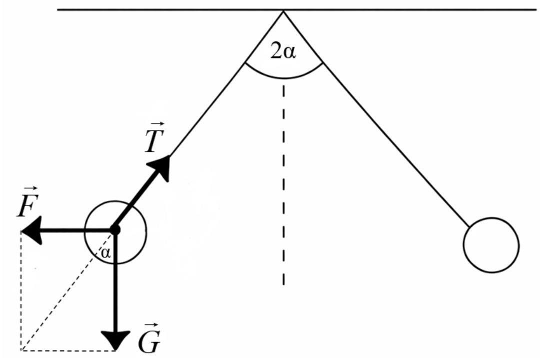
$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q^2}{r^2}. \qquad (\textbf{4 поени}) \tag{4}$$

Од Слика 1 може да се види дека Кулоновата сила и силата тежа се поврзани со аголот α преку релацијата:

$$\mathrm{tg}\,\alpha = \frac{F}{G}. \qquad (\textbf{2 поена}) \tag{5}$$

Затоа, за силата тежа добиваме:

$$G = \frac{F}{\mathrm{tg}\,\alpha}. \qquad (\textbf{2 поена}) \tag{6}$$



Слика 1

Со замена на релациите (2), (3) и (4) во Релација (6), за тежината на едно топче се добива:

$$G = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_0^2}{16l^2\sin^2\alpha\,\mathrm{tg}\,\alpha}, \qquad (\textbf{3 поени}) \tag{7}$$

$$G = 1,56\cdot 10^{-2}\,\mathrm{N}. \qquad (\textbf{2 поена}) \tag{8}$$

Забелешка: За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, а за незапишување на мерната единица во крајниот резултат се одзема еден поен.

Задача 2. Капка течност, со сферна форма, има дијаметар $d = 2\,\mathrm{mm}$. Капката е наелектризирана со полнеж $Q = 2 \cdot 10^{-15}\,\mathrm{C}$. Потоа, наелектризираната капка се спојува со идентична ненаелектризирана капка, така што се формира нова сферна капка. Да се одреди електричниот потенцијал на површината на новоформираната капка. Диелектричната константа во вакуум изнесува $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{C^2/Nm^2}$.

Решение:

Радиусот на почетната капка изнесува:

$$r = \frac{d}{2}, \tag{9}$$

а пак волуменот на капката може да се определи преку релацијата:

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3. \quad (\textbf{3 поени}) \tag{10}$$

По спојување со другата капка, вкупниот волумен се удвојува, па важи:

$$V_2 = 2V_1,$$

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = 2 \cdot \frac{4}{3}\pi r^3. \quad (\textbf{4 поени}) \tag{11}$$

Од оваа релација се добива радиусот на новоформираната капка:

$$R = r\,2^{1/3} = \frac{d}{2^{2/3}}. \quad (\textbf{2 поена}) \tag{12}$$

Бидејќи втората капка е неутрална, вкупниот полнеж по спојувањето останува ист, односно

$$Q_{\text{вкупно}} = Q. \quad (\textbf{3 поени}) \tag{13}$$

Од друга страна пак, електричниот потенцијал на површината на сфера со полнеж Q и радиус R е даден со равенката

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R}. \quad (\textbf{3 поени}) \tag{14}$$

Со замена на релацијата (12) во релацијата (14), се добива:

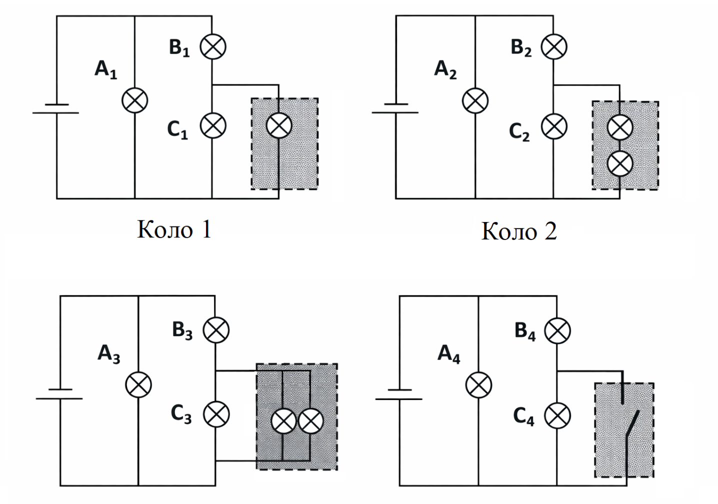
$$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2^{2/3}Q}{d}. \quad (\textbf{3 поени}) \tag{15}$$

Со замена на нумеричките вредности, добиваме

$$\varphi \approx 1,4 \cdot 10^{-2}\,\mathrm{V}. \quad (\textbf{2 поена}) \tag{16}$$

Забелешка: За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, а за незапишување на мерната единица во крајниот резултат се одзема еден поен.

Задача 3. Електричното коло на Слика 2 се состои од три еднакви светилки A, B и C и променлив елемент којшто се додава во колото (во засенетото поле). На местото на променливиот елемент се поставени четири различни комбинации од светилки и прекинувач. Сите светилки се исти.
а) Подредете ги по сјај светилките A_1, A_2, A_3 и A_4. Образложете го вашиот одговор.
б) Подредете ги по сјај светилките B_1, B_2, B_3 и B_4 од најсјајна до најслаба. Образложете го одговорот.



Слика 2

Решение:

а) Светилките A_1, A_2, A_3 и A_4 светат со ист сјај. Во сите четири случаи светилката A е поврзана на ист напон (директно на изворот), а бидејќи сите светилки имаат ист отпор R, тогаш моќноста

$$P_A = \frac{U^2}{R} \qquad (\textbf{3 поени}) \tag{17}$$

е иста, па и сјајот е ист. (**5 поени**)
б) Бидејќи отпорот на сите светилки B_i е ист, нивниот сјај се споредува преку равенката

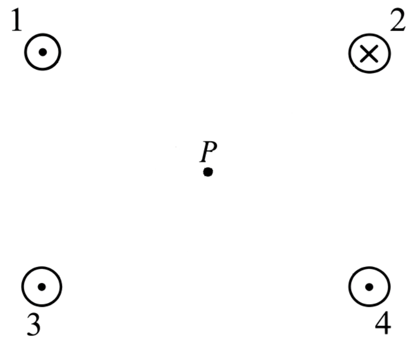
$$P_B = I^2 R. \qquad (\textbf{3 поени}) \tag{18}$$

Посилен сјај има онаа светилка B чијашто струја во гранката е поголема, односно, кога еквивалентниот отпор на таа гранка е помал.
Во гранката со светилки B и C еквивалентниот отпор зависи од тоа кои елементи се поврзани паралелно со светилката C (во засенетото поле).
Во колото 3, паралелно на C_3 има најмногу светилки врзани паралелно (најмал еквивалентен отпор), па струјата којашто протетекува во соодветната гранка е најголема и светилката B_3 свети најсјајно. (**2 поена**)
Во колото 1 паралелно со C_1 има една дополнителна светилка, додека во колото 2 паралелно со C_2 има гранка со две светилки во серија, па еквивалентниот отпор е поголем отколку во колото 1. Според тоа, светилката B_1 е посјајна од светилката B_2. (**3 поени**)
Во колото 4 нема светилки поврзани паралелно со C_4 (прекинувачот е отворен), па отпорот на гранката е најголем, струјата е најмала и светилката B_4 свети најслабо. (**2 поена**)
Конечниот редослед е:

$$B_3 > B_1 > B_2 > B_4. \qquad (\textbf{2 поена}) \tag{19}$$

Забелешка: Доколку ученикот во делот **а)** запише дека сите светилки светат со ист сјај бидејќи на нив паѓа ист напон и светилките се идентични, без да ги запише релациите дадени во решението, се доделуваат сите поени за тој дел.

Задача 4. Четири бесконечно долги прави спроводници се распоредени така што формираат квадрат, како што е прикажано на Слика 3. Сите спроводници се нормални на рамнината на листот и низ секој тече струја со иста јачина I. Во спроводникот 2, во горниот десен агол, струјата е насочена кон рамнината на листот ($\otimes$). Во останатите три спроводници 1, 3 и 4 струјата е насочена надвор од рамнината на листот ($\odot$). Точката P е на растојание a од сите четири спроводници. Да се одреди магнетната индукција во точката P. Магнетната пермеабилност во вакуум изнесува μ_0.



Слика 3

Решение:

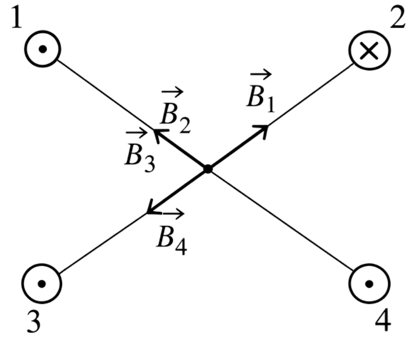
Магнетната индукција создадена од бесконечно долг прав спроводник, низ којшто тече струја со јачина I, на растојание r од него, е дадена со релацијата

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}. \tag{20}$$

Бидејќи точката P е на растојание a од секој спроводник, големината на магнетната индукција од еден спроводник изнесува

$$B_0 = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}. \quad (\textbf{5 поени}) \tag{21}$$

Магнетната индукција од прав спроводник има правец тангенцијално на кружница околу спроводникот, додека, пак, нејзината насока зависи од насоката на струјата којашто тече низ спроводникот, согласно правилото на десна рака. За струја насочена надвор од листот ($\odot$), магнетната индукција е насочена спротивно од стрелките на часовникот, а за струја насочена кон листот ($\otimes$), магнетната индукција е во насока на стрелките на часовникот. На Слика 4 се нацртани магнетните индукции на секој од спроводниците.



Слика 4

Од сликата можеме да забележиме дека индукциите на спроводниците 1 и 4 се поништуваат (**5 поени**). Резултатното поле во точката P е збир од индукциите на спроводниците 2 и 3:

$$B_{\text{вкупно}} = 2B_0 = \frac{\mu_0 I}{\pi a}, \qquad (\textbf{5 поени}) \tag{22}$$

и е насочено кон горниот лев агол (**5 поени**).

Задача 5. Плочест воздушен кондензатор треба да задржи полнеж со големина 240 pC при потенцијална разлика помеѓу плочите еднаква на 42 V.
а) Ако плоштината на секоја од плочите изнесува $6,8\,\mathrm{cm}^2$, колкаво е растојанието помеѓу плочите?
б) Ако растојанието помеѓу двете плочи е двојно поголемо од вредноста пресметана во делот **а)**, која потенцијална разлика е потребна за кондензаторот да складира полнеж со иста големина од 240 pC? Диелектричната константа во вакуум изнесува $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{C}^2/\mathrm{Nm}^2$.

Решение:

а) Капацитетот на плочест кондезатор претставува однос помеѓу полнежот којшто може да се натрупа на неговите плочи и потенцијалната разлика помеѓу плочите. Тој е условен од геометријата на кондензаторот, односно, од плоштината на плочите A и нивното меѓусебно растојание d:

$$C = \frac{Q}{V} \quad \text{и} \quad C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}. \qquad (\textbf{4 поени}) \tag{23}$$

Затоа, за растојанието d може да се запише:

$$\frac{Q}{V} = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \implies d = \frac{\varepsilon_0 A V}{Q}. \qquad (\textbf{4 поени}) \tag{24}$$

Со замена на бројните вредности, добиваме:

$$d = \frac{8,854 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{F/m} \cdot 6,8 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{m}^2 \cdot 42\,\mathrm{V}}{240 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{C}} = 1,05\,\mathrm{mm}. \qquad (\textbf{2 поена}) \tag{25}$$

б) Во овој случај капацитетот на кондензаторот C' ќе биде:

$$C' = \varepsilon_0 \frac{A}{d'} = \varepsilon_0 \frac{A}{2d} = \frac{1}{2}\left(\varepsilon_0 \frac{A}{d}\right) = \frac{1}{2} C. \qquad (\textbf{4 поени}) \tag{26}$$

Бидејќи капацитетот е преполовен, а полнежот останува ист, новиот напон V_2 ќе биде:

$$V_2 = \frac{Q}{C'} = \frac{Q}{\frac{1}{2}C} = 2 \cdot \frac{Q}{C} = 2V_1. \qquad (\textbf{4 поени}) \tag{27}$$

Заменуваме со вредноста за V_1 и добиваме:

$$V_2 = 2 \cdot 42\,\mathrm{V} = 84\,\mathrm{V}. \qquad (\textbf{2 поена}) \tag{28}$$

Забелешка: За секоја погрешно пресметана нумеричка вредност се одземаат два поена, а за незапишување на мерната единица во крајниот резултат се одзема еден поен.