

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Областен кръг на олимпиадата по физика, 15 февруари 2025 г.
Решения на темата за 7. клас с критерии за оценяване

Задача 1. Плава или потъва?

А) Независимо върху коя основа е поставен, паралелепипедът упражнява върху повърхността една и съща сила на натиск:

$$F = mg. \quad (1,0 \text{ т})$$

Налигането върху повърхността е най-малко, т.е. равно е на p_1 , когато паралелепипедът е поставен върху основата с най-голяма площ, т.е. върху стената с ръбове a и b . (0,5 т). Следователно

$$p_1 = \frac{mg}{ab}. \quad (0,5 \text{ т})$$

Налигането върху повърхността е най-голямо, т.е. равно е на p_2 , когато паралелепипедът е поставен върху основата с най-малка площ, т.е. върху стената с ръбове b и c . (0,5 т). Следователно

$$p_2 = \frac{mg}{bc} = 5 \frac{mg}{ab}. \quad (0,5 \text{ т})$$

Ясно е, че междинно налягане p_3 се получава, когато паралелепипедът лежи върху стената с ръбове a и c :

$$p_3 = \frac{mg}{ac} = \frac{5mg}{2ab}. \quad (0,5 \text{ т})$$

От последните уравнения следва, че:

$$a = 5c \quad (0,5 \text{ т})$$

$$b = \frac{5}{2}c \quad (0,5 \text{ т})$$

$$a = 2b \quad (0,5 \text{ т})$$

От последното уравнение и от израза за налягането p_1 имаме:

$$p_1 = \frac{mg}{2b^2}, \quad (0,5 \text{ т})$$

откъдето получаваме:

$$b^2 = \frac{mg}{2p_1} = \frac{0,8 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg}}{2 \cdot 1600 \text{ Pa}} = 0,0025 \text{ m}^2 \quad (1,0 \text{ т})$$

(0,5 т за буквен израз + 0,5 т за числена стойност). Получената стойност на b^2 е точен квадрат и лесно се установява, че:

$$b = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}. \quad (0,5 \text{ т})$$

От връзките между страните на паралелепипеда намираме останалите две страни:

$$a = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm} \quad (0,5 \text{ т})$$

$$c = 0,02 \text{ m} = 2 \text{ cm} \quad (0,5 \text{ т})$$

Б) Обемът V на паралелепипеда е:

$$V = abc = 100 \text{ cm}^3 = 0,0001 \text{ m}^3 \quad (0,5 \text{ т})$$

Съответно плътността на материала, от който е изработен паралелепипедът, е:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,8 \text{ kg}}{0,0001 \text{ m}^3} = 8000 \text{ kg/m}^3. \quad (1,0 \text{ т})$$

Понеже $\rho > \rho_{\text{в}}$, паралелепипедът ще потъва във вода. (0,5 т)

Задача 2.

А) Заради топлинното разширение, през лятото релсите се удължават и изпълват частично празнините между тях. Ако нямаше празни пространства, релсите биха се притискали една в друга, което може да доведе до деформирането им. **(1,0 т)**

Б) Сигналите 1 и 2 (или 3 и 4) съответстват на потракването, което се чува, когато колелата от предните (задните) две оси минават през празнината между релсите. Интервалът от време между потракванията е:

$$t_{12} = 0,2 \text{ s.} \quad \textbf{(0,5 т)}$$

За това време вагонът изминава път, равен на разстоянието между предните оси $s = 2400 \text{ mm} = 2,4 \text{ m}$. Следователно скоростта на влака е:

$$v_1 = \frac{s}{t_{12}} = \frac{2,4 \text{ m}}{0,2 \text{ s}} = 12 \text{ m/s.} \quad \textbf{(1,0 т)}$$

В) Времето, за което всички колела минават през празнината, съответства на интервала между първото и четвъртото потракване:

$$t_{14} = 1,2 \text{ s.} \quad \textbf{(0,5 т)}$$

За това време вагонът изминава път:

$$s_{14} = v_1 t_{14} = 14,4 \text{ m,} \quad \textbf{(1,0 т)}$$

равен на разстоянието между първата и последната ос. За да намерим цялата дължина на вагона, към това разстояние трябва да добавим два пъти разстоянието от $2570 \text{ mm} = 2,57 \text{ m}$ между първата (последната) ос и началото (края) на вагона:

$$L = 2,57 \text{ m} + 14,4 \text{ m} + 2,57 \text{ m} = 19,54 \text{ m} \quad \textbf{(1,0 т)}$$

За верни се признават и решения, използващи разстоянието между друга двойка оси, например 1-3 или 2-4.

Г) Нека s е разстоянието между влака и диспечера на гарата в момента, когато машинистът включва свирката. Времето, за което звукът стига до диспечера на гарата, е:

$$t_A = \frac{s}{c}. \quad \textbf{(1,0 т)}$$

До изключването на свирката влакът изминава път $v_2 t_0$ и разстоянието между влака и диспечера става $s - v_2 t_0$. **(0,5 т)**

Времето, за което звукът се изминава това разстояние е:

$$t_B = \frac{s - v_2 t_0}{c} \quad \textbf{(0,5 т)}$$

Диспечерът на гарата чува началото на сигнала в момента t_A и края на сигнала – в момента $t_0 + t_B$. Следователно продължителността t_1 на сигнала, измерена от диспечера, е:

$$t_1 = t_0 - (t_A - t_B), \quad \textbf{(1,0 т)}$$

откъдето получаваме:

$$t_1 = t_0 - \frac{v_2}{c} t_0 \quad \textbf{(1,0 т)}$$

Изразяваме търсената скорост:

$$v_2 = \frac{t_0 - t_1}{t_0} \quad \textbf{(0,5 т)}$$

и пресмятаме числената ѝ стойност:

$$v_2 = 34 \text{ m/s.} \quad \textbf{(0,5 т)}$$

Задача 3. Точките за стойността на заряда q се дават само ако за съответната комбинация от ключове има обосновано и пълно решение под съответната таблица.

А) Свети само лампата, звънецът не звъни

№	Затворени ключове	Преминал заряд q , С
1	К1, К3 (0,5 т)	90 (0,5 т)

Обосновка. При тази комбинация от ключове лампата е включена към първия източник и токът през нея е:

$$I = \frac{U_1}{R_1} = \frac{4,5 \text{ V}}{3 \Omega} = 1,5 \text{ A.}$$

Преминалият през лампата заряд е:

$$q = It = 1,5 \text{ A} \cdot 60 \text{ s} = 90 \text{ C.}$$

Б) Звъни само звънецът, лампата не свети

№	Затворени ключове	Преминал заряд q , С
1	К2, К4 (0,5 т)	67,5 (0,5 т)
2	К3, К5 (0,5 т)	90 (0,5 т)
3	К2, К5 (0,5 т)	90 (1,0 т)

Обосновка за комбинация 1. Звънецът е включен към първия източник и токът е:

$$I = \frac{U_1}{R_2} = \frac{4,5 \text{ V}}{4 \Omega} = 1,125 \text{ A.}$$

Преминалият през звънеца заряд е:

$$q = It = 1,125 \text{ A} \cdot 60 \text{ s} = 67,5 \text{ C.}$$

Обосновка за комбинация 2. Звънецът е включен към втория източник и токът е:

$$I = \frac{U_2}{R_2} = \frac{6 \text{ V}}{4 \Omega} = 1,5 \text{ A.}$$

Преминалият през звънеца заряд е:

$$q = It = 1,5 \text{ A} \cdot 60 \text{ s} = 90 \text{ C.}$$

Обосновка за комбинация 3. Звънецът е включен към двата последователно свързани източника. Затова напрежението върху звънеца е:

$$U = U_1 + U_2 = 10,5 \text{ V}$$

а токът през него съответно:

$$I = \frac{U}{R_2} = \frac{10,5 \text{ V}}{4 \Omega} = 2,625 \text{ A.}$$

Преминалият през звънеца заряд е:

$$q = It = 2,625 \text{ A} \cdot 60 \text{ s} = 157,5 \text{ C.}$$

В) Лампата свети и звънецът звъни – комбинации от по два затворени ключа

№	Затворени ключове	Преминал заряд q , С
1	К1, К4 (0,5 т)	38,6 (1,0 т)
2	К1, К5 (0,5 т)	90 (1,0 т)

Обосновка за комбинация 1. Звънецът и лампата са свързани последователно към първия източник и през тях тече еднакъв ток I . При последователно свързване:

$$IR_1 + IR_2 = U_1$$

Следователно:

$$I = \frac{U_1}{R_1 + R_2} = \frac{4,5 \text{ V}}{7 \Omega} \approx 0,643 \text{ A.}$$

Преминалият през консуматорите заряд е:

$$q = It = 0,643 \text{ A} \cdot 60 \text{ s} \approx 38,6 \text{ C.}$$

Обосновка за комбинация 2. Звънецът, лампата и двата източника са свързани последователно и през тях тече еднакъв ток I . В този случай сумата от напреженията върху консуматорите е равна на сумата от напреженията върху източниците:

$$IR_1 + IR_2 = U_1 + U_2$$

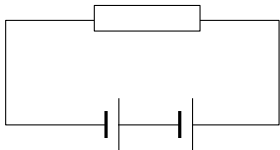
Следователно:

$$I = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2} = \frac{10,5 \text{ V}}{7 \Omega} = 1,5 \text{ A.}$$

Преминалият през консуматорите заряд е:

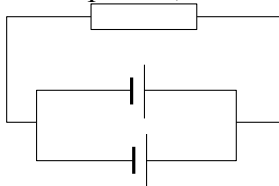
$$q = It = 1,5 \text{ A} \cdot 60 \text{ s} \approx 90 \text{ C.}$$

Г) При последователно свързване на еднакви източници може да се захранва консуматор, работещ при двойно по-голямо напрежение, отколкото напрежението на отделния източник. **(0,5 т)**



0,5 т за начертана схема

При успоредно свързване на еднакви източници през всеки източник тече два пъти по-малък ток, отколкото тока през консуматора. Това означава, че източниците може да работят по-дълго време, преди да се изтощят, или да захранват консуматор, който работи при ток, по-голям от допустимия ток през източниците. **(1,0 т)**



0,5 т за начертана схема