

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, НАЦИОНАЛЕН КРЪГ, 9 май 2021 г.
Тема за 7. клас (първа състезателна група)
Решения и указания

Решение на Зад. 1. Част 1.

А) Вижда се от графиката, че скоростта на покачване на нивото на водата от момента 2 min намалява. При условие, че валежът е с една и съща скорост, следва че в този момент нивото е стигнало второто стъпало и започва запълване на паралелепипед с по-голяма площ на основата.

Да се приемат всички описания на учениците, които показват правилни разсъждения.

$$t_1 = 2 \text{ min} \quad (0,5 \text{ т})$$

Б) разстоянието a може да се намери като използваме, че времето за напълване на обема V_1 от кутията до първото стъпало е равно на обема вода, навлязъл в кутията за време t_1 (0,5 т).

$$V_1 = a \cdot h_1 \cdot b = Q \cdot t_1 \quad (0,5 \text{ т})$$

$$a = \frac{Q t_1}{h_1 b}$$

$$a = 0,83 \text{ dm} = 8,3 \text{ cm} \quad (0,5 \text{ т})$$

В) височината на първото стъпало е $h_1 = 6 \text{ cm} = 0,6 \text{ dm}$. От графиката е видно, че в момента 2 min височината е 6 cm, т.е. напълва се обемът преди стъпалото (0,5 т).

Дължината на първото стъпало ще намерим като използваме обема вода необходим да запълни кутията до нивото от първото до второто стъпало. Този обем се запълва за време $5 - 2 = 3$ минути (0,5 т). Височината между първото и второто стъпало е $8 - 6 = 2 \text{ cm} = 0,2 \text{ dm}$ (0,5 т). Виж графиката.

$$V_2 = (a + a_1) \cdot h_2 \cdot b = Q \cdot (5 - 2) \quad (1 \text{ т})$$

$$a_1 = \frac{3Q}{h_2 b} - a$$

$$a_1 = 2,92 \text{ dm} = 29,2 \text{ cm} \quad (0,5 \text{ т})$$

Г) За да се спаси Бръм трябва измине хоризонталната част на първото стъпало докато водата не достигне горния му ръб.

$$v_{\min} = \frac{a_1}{t_1} \quad (0,5 \text{ т})$$

$$v_{min} = \frac{29,2 \text{ cm}}{2 \text{ min}} = 14,6 \text{ cm/min} \quad (0,5 \text{ т})$$

Няма смисъл да се разглежда движението по вертикалната част на второто стъпало, защото нивото на водата след $t_1 = 2 \text{ min}$ се покачва по-бавно, а Бръм поддържа същата скорост (0,5 т).

Част 2.

А) обемът на водата в кутията е $V = Q \cdot t = 0,5 \text{ l/min} \cdot 5 \text{ min} = 2,5 \text{ l}$ (0,5 т)

От друга страна за водата е вярно, че вода с обем 2,5 l има маса 2,5 kg (0,5 т).

Б) след разтварянето имаме една течност-смес от вода и веществото от стъпалото с плътност ρ_0 . След разтварянето течността заема обем на паралелепипед $(a_1 + a) \cdot h \cdot b$. Няма промяна във височината на стълба течност – до ръба на второто стъпало (по усл). Точно тази плътност трябва да се намери (0,5 т).

$$\rho_0 = \frac{m_{\text{вода}} + m_{\text{стъпало}}}{V}$$

$$\rho_0 = \frac{m_{\text{вода}} + \rho_{\text{ст}} \cdot V_{\text{стъпало}}}{(a_1 + a) \cdot h \cdot b} \quad (1 \text{ т})$$

$$\rho_0 = \frac{m_{\text{вода}} + \rho_{\text{ст}} \cdot a_1 \cdot h_1 \cdot b}{(a_1 + a) \cdot h \cdot b} = 1,12 \text{ kg/m}^3 \quad (1 \text{ т})$$

Да се приемат всички решения, които след верни разсъждения водят до верен резултат!

Решение на Зад. 2

Част 1.

А) $P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} \approx 3,4 \text{ W}$ (0,5 т)

$$P_2 = 0 \text{ W} \quad (0,5 \text{ т})$$

Б) $P_1 = 0 \text{ W}$ (0,5 т)

$$P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} = 4,5 \text{ W} \quad (0,5 \text{ т})$$

В)

$$P_1 = \frac{(U_1 + U_2)^2}{R_1} \approx 18,4 \text{ W} \quad (0,5 \text{ т за } U_1 + U_2)$$

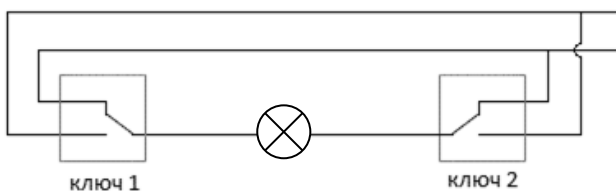
$$P_2 = 0 \text{ W} \quad (0,5 \text{ т})$$

Г) при затваряне на двата ключа консуматорите са свързани успоредно към батерия с напрежение $U = U_1 + U_2$. (1 т)

$$P_1 = \frac{(U_1 + U_2)^2}{R_1} \approx 18,4 \text{ W} \quad (1 \text{ т})$$

$$P_2 = \frac{(U_1 + U_2)^2}{R_2} \approx 13,8 \text{ W} \quad (1 \text{ т})$$

Д) За вярна схема (3 т)

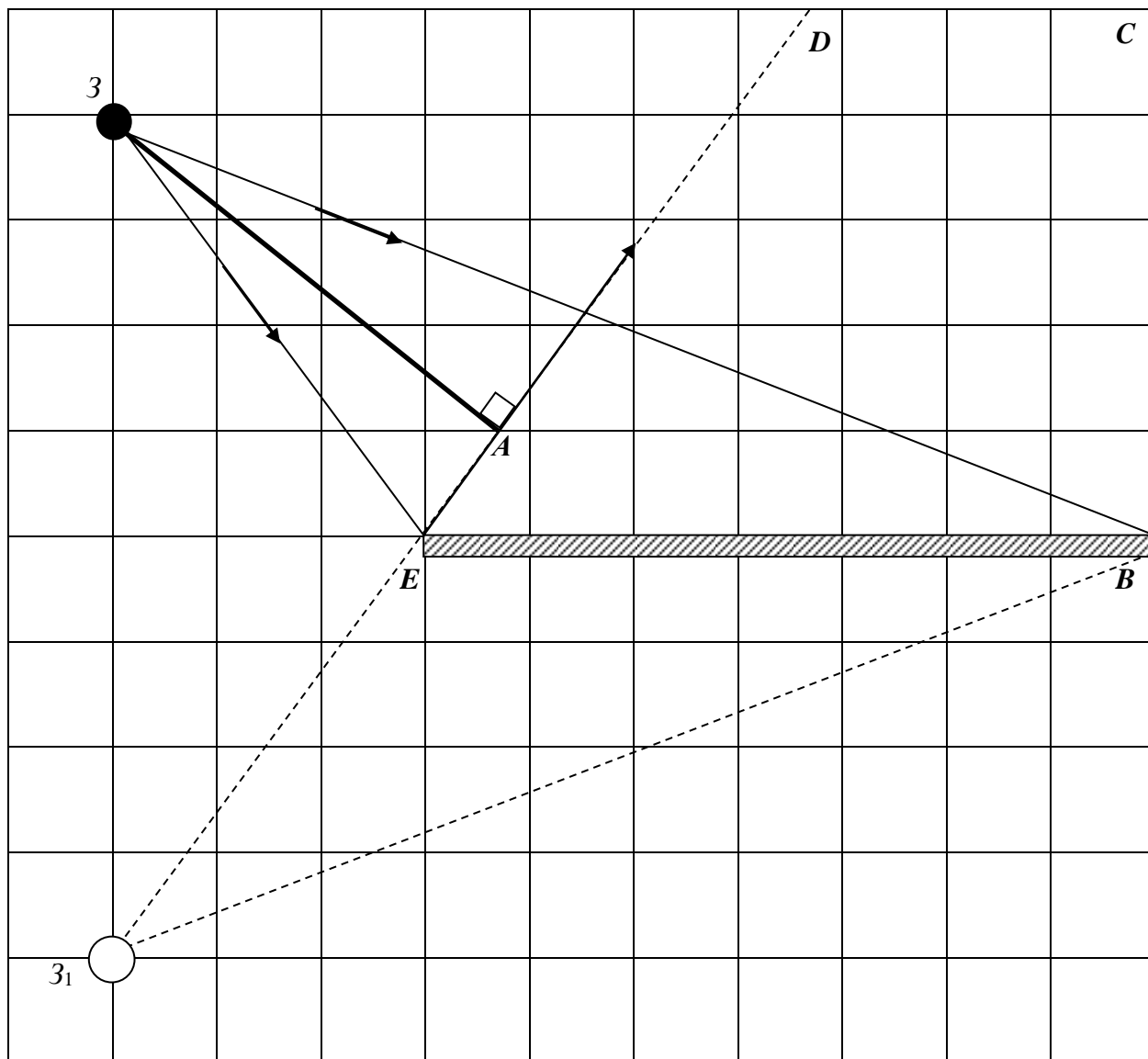


Да се приеме за вярно всяка друга схема, която отговаря на условието в задачата.

Част 2. Проводникът се загрева и удължава (топлинно разширение). Поради това провисва (0,5 т). Но съпротивлението на проводник е право пропорционално на дължината му, т.е. съпротивлението на проводника нараства, следователно токът намалява (0,5 т). При по-малък ток се отделя по-малко количество топлина според закона на Джаул-Ленц (0,5 т). Следователно проводникът се охлажда, свива се, при което тегликата се вдига нагоре (0,5 т). После процесът се повтаря.

Решение на Зад. 2

Допълнителен лист 1 (към Задача 3, част 1)



А) за построяване на образа на заека $З_1$ (2 т);

Б) Алиса за да види Заека в огледалото трябва да се намира в областта ограничена от точките $EBCD$ (зона на видимост) (2 т).

В) Минималното разстояние е перпендикулярът, спуснат от първоначалното положение на Алиса (т.З) към ED (1 т).

Г) Алиса трябва да се намира в т.А (1 т).

Част 2.

А) За правилно определяне на образа – равен по размери на пръчката, обърнат, действителен (2 т).

Да се признаят всички отговори и решения, които след верни разсъждения водят до краен резултат. Например решение чрез еднакви триъгълници или използване на формулата $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ (ако е преподадена например в часовете по „Занимания по интереси“) или други!

Б) Пръчката няма да може да се проектира върху екран, когато тя се намира между лещата и фокусното разстояние (0,5 т). Следователно тя е изминала път $2f - f = f$, т.е. скоростта е:

$$v = \frac{f}{t} = \frac{2}{0,5} = 4 \frac{m}{s} \text{ (0,5 т).}$$

В) Докато пръчката достигне до Алиса (от момента t_0) ще измине път $4f$ (0,5 т). Следователно търсеното време е:

$$t = \frac{4f}{v} = 2 \text{ s (0,5 т)}$$