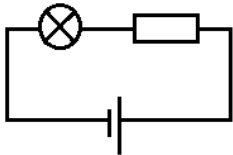


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА
5 – 6 март 2016 г., Ловеч
Тема за 7. клас – решения и указания

Във всяка задача за сгрешен числен отговор еднократно се отнемат по 0,2 т.

Но.	Задача 1	Точки
Част 1	Когато оказваме натиск върху бутало (1), съгласно принципа на Паскал, в течността се създава налягане, което се предава еднакво във всички посоки. 1 т Тъй като буталата (2), (3) и (4) са с еднаква площ, при едно и също налягане те ще се движат с една и съща скорост. 2 т	3 т
Част 2	Максималната кухня във фигурката е 85%, т.е. сплавта заема най-малко 15% от обема ѝ. Тъй като плътностите на двата метала са по-големи от плътността на водата, средната плътност $\rho_{\text{войник}}$ на фигурката ще е толкова по-малка, колкото кухнята е по-голяма. Условието играчката да плава е $\rho_{\text{войник}} \leq \rho_{\text{вода}}$. 1 т Средната плътност на фигурката се задава от израза: $\rho_{\text{войник}} = \frac{m_{\text{войник}}}{V_{\text{войник}}} = \frac{0,15V_{\text{войник}} \cdot \rho_{\text{сплав}}}{V_{\text{войник}}} = 0,15\rho_{\text{сплав}}, \quad \text{1 т}$ където $m_{\text{войник}}$ е масата на играчката, а $\rho_{\text{сплав}}$ е плътността на сплавта, от която е изработен войникът. Стойностите на $\rho_{\text{сплав}}$, при произволна пропорция на оловото и калай, се намират в интервала $\rho_{\text{калай}} \leq \rho_{\text{сплав}} \leq \rho_{\text{олово}}$. 1 т Тогава най-ниската средна плътност на играчката е: $\rho_{\text{войник}} = 0,15\rho_{\text{калай}} = 0,15 \cdot 7000 = 1050 \text{ kg/m}^3, \text{ което е повече от плътността на водата,}$ т.е. няма да е възможно майсторът да изработи такава играчка. 1 т	4 т
Част 3	Означаваме с L дължината на един вагон, а с t – времето, за което каубоят язди във всяка посока. Тогава, отчитайки посоките на скоростите на влака $v_{\text{влак}}$ и на каубоя $v_{\text{каубой}}$ в двата случая, записваме: $(v_{\text{влак}} - v_{\text{каубой}})t = 7L$ когато язди по посока на движението на влака 1 т $(v_{\text{влак}} + v_{\text{каубой}})t = 11L$ когато язди обратно на движението на влака. 1 т Разделяме почленно двете уравнения и намираме връзката между $v_{\text{влак}}$ и $v_{\text{каубой}}$: $\frac{v_{\text{влак}} - v_{\text{каубой}}}{v_{\text{влак}} + v_{\text{каубой}}} = \frac{7}{11}, \text{ откъдето } v_{\text{влак}} = 4,5v_{\text{каубой}}. \quad \text{1 т}$	3 т

No.	Задача 2.	Точки
(a)	Крушката и резисторът трябва да са свързани последователно. Така напрежението върху крушката ще бъде по-малко от това на батерията и тя ще може да свети без да изгори. Следната или еквивалентна схема: 	2 т 1 т 1 т
(б)	При напрежение от 4 V крушката свети слабо, т.е. тя не работи с пълната си мощност от 10 W. Съпротивлението $R_{\min}$, което отговаря на мощност 10 W при напрежение $U_2 = 4 \text{ V}$, се задава от: $R_{\min} = \frac{U_2^2}{P} = \frac{16}{10} = 1,6 \, \Omega.$ При напрежение от 9 V крушката изгаря, т.е. мощността, която се отделя в нея е по-голяма от 10 W. Съпротивлението $R_{\max}$, което отговаря на мощност 10 W при напрежение $U_1 = 9 \text{ V}$, се задава от: $R_{\max} = \frac{U_1^2}{P} = \frac{81}{10} = 8,1 \, \Omega.$ Стойностите $R_{\min}$ и $R_{\max}$ задават търсения интервал, т.е. съпротивлението на лампата $R_{\text{лампа}}$ е $1,6 \, \Omega < R_{\text{лампа}} < 8,1 \, \Omega$.	3 т 1 т 1 т 1 т
(в)	При последователно свързване токът през консуматорите е един и същ, така че е удобно да използваме израза за мощност $P = I^2 R$. В такъв случай $\frac{P_{\text{лампа}}}{R_{\text{лампа}}} = \frac{P_0}{R_0}$ и крушката свети с максимално допустимата мощност, т.е. съпротивлението на крушката е $R_{\text{лампа}} = R_0 \frac{P_{\text{лампа}}}{P_0} = 1,4 \frac{10}{2,8} = 5 \, \Omega$.	2 т 2 т
(г)	Ако свържем крушките към по-мощната батерия (9 V), можем да го направим само последователно, иначе те ще изгорят. Ако свържем крушките към по-слабата батерия (4 V), трябва да го направим успоредно, тъй като така те ще светят с по-голяма мощност, отколкото ако ги свържем последователно. Трябва да сравним сумарната мощност на крушките при успоредно свързване към по-слабата батерия (5 V) и последователно свързване към по-мощната (9 V). При последователно свързване към по-мощната батерия еквивалентното съпротивление е $R_{\text{посл}} = R_{\text{лампа}} + R_{\text{лампа}} = 10 \, \Omega$, а двете крушки светят с обща мощност $P_{\text{посл}} = \frac{U_1^2}{R_{\text{посл}}} = \frac{81}{10} = 8,1 \text{ W}.$ При успоредно свързване към по-слабата батерия еквивалентното съпротивление е $R_{\text{успоредно}} = \frac{R_{\text{лампа}} \cdot R_{\text{лампа}}}{R_{\text{лампа}} + R_{\text{лампа}}} = 2,5 \, \Omega,$ а двете крушки светят с обща мощност $P_{\text{успоредно}} = \frac{U_2^2}{R_{\text{успоредно}}} = \frac{16}{2,5} = 6,4 \text{ W}.$ Следователно, за по-ярко светеща картичка е по-добре да използваме по-мощната батерия и последователно свързване на крушките. <i>Забележка: За решаването на задачата е необходимо да се пресметнат и двата изрази!</i>	3 т 1,5 т 1,5 т

No.	Задача 3.	Точки
(а)	<i>Следното или еквивалентно обяснение:</i> Когато Гаргантюа всмуква, налягането в устата му (и в сламката) става по-ниско от атмосферното. Атмосферното налягане „натиска“ свободната повърхност на течността в чашата. В резултат на това течността навлиза в сламката, придвижвайки се към областта с по-ниско налягане.	2 т
(б)	Налягането в устата на Гаргантюа $p_{уста}$ и хидростатичното налягане на стълба сок в чашата $p_{хидростатично}$ трябва да уравнирват атмосферното налягане $p_{атм}$, т.е. $p_{уста} + p_{хидростатично} = p_{атм} . \quad 1 \text{ т}$ Хидростатичното налягане на стълба сок е $p_{хидростатично} = \frac{m \cdot g}{S} = \frac{\rho \cdot h_1 \cdot S \cdot g}{S} = \rho \cdot h_1 \cdot g = 1000 \cdot 0,5 \cdot 10 = 5 \cdot 10^3 \text{ Pa} . \quad 2 \text{ т}$ Тогава налягането в устата на Гаргантюа е $p_{уста} = p_{атм} - p_{хидростатично} = 1 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10^3 = 9,5 \cdot 10^4 \text{ Pa} . \quad 1 \text{ т}$ Ако налягането в устата му е по-малко от горепосоченото, сокът ще се придвижи нагоре по сламката. 1 т	5 т
(в)	Налягането в устата на Гаргантюа не може да стане по-малко от 0 Pa (вакуум). От горните разглеждания следва, че в такъв случай хидростатичното налягане на стълба течност ще е равно на атмосферното налягане. Това определя максималната височина h_{max}, до която може да се издигне сокът по сламката. 2 т $p_{атм} = p_{хидростатично} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa} , \text{ откъдето определяме}$ $h_{max} = \frac{p_{атм}}{\rho \cdot g} = \frac{1 \cdot 10^5}{1000 \cdot 10} = 10 \text{ m} .$ Следователно Гаргантюа не може да пие сок по описания начин от 15 m височина, а трябва да слезе до 10 m (<i>стига да може да създаде вакуум в устата си, но понеже е силен великан това няма да му е трудно</i>). 1 т	3 т