

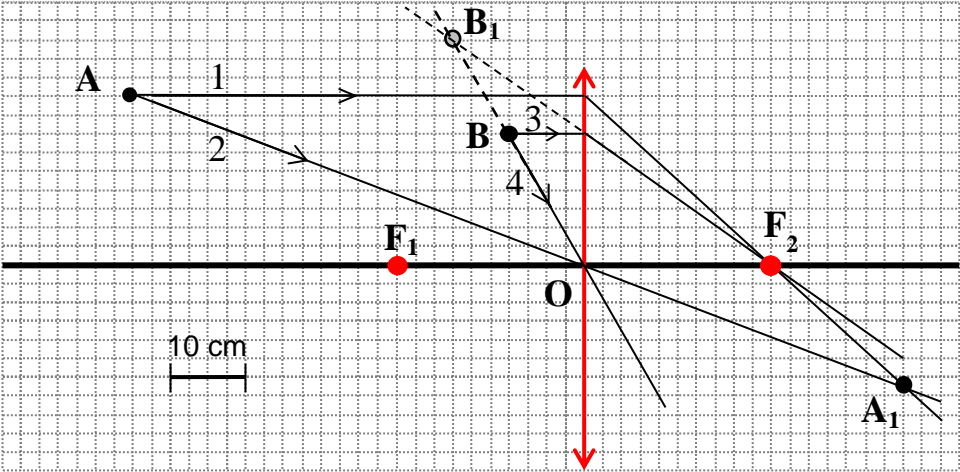
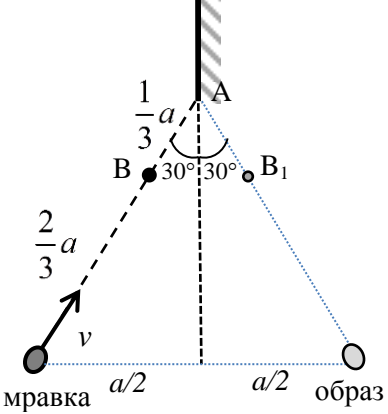
Национално състезание по природни науки и география „Акад. Любомир Чакалов“
София, 9 юни 2018 г.
Модул „Талантлив физик“
Отговори и решения

Тест

1 – Г	4 – В	7 – В	10 – Г	13 – Г
2 – В	5 – Б	8 – А	11 – Б	14 – В
3 – А	6 – Г	9 – А	12 – А	15 – Б

Задачи със свободен отговор

<i>задача</i>	<i>решение</i>	<i>точки</i>
16. а) 4 т.	А – В повишаване на температурата на веществото в твърдо състояние В – С топене С – D повишаване на температурата на веществото в течно състояние D – Е кипене Е – F повишаване на температурата на веществото в газообразно състояние	0,8 т 0,8 т 0,8 т 0,8 т 0,8 т
16. б) 2 т.	От графиката се вижда, че топенето продължава $t = 4 \text{ min} = 240 \text{ s}$. За това време котлонът доставя количество топлина $Q = P \cdot t = 240 \text{ kJ} = \text{kWh}$.	1 т 1 т
17. 6 т.	Означаваме търсената височина с h_{max} . Масата на водата в аквариума е $m_{\text{вода}} = \rho a^2 h_{\text{max}}$. Силата на тежестта върху крачетата идва от аквариума и налятата в него вода и при максимално количество вода е $G_{\text{max}} = (m + m_{\text{вода}})g = (m + \rho a^2 h_{\text{max}})g$. Четирите крачета издържат максимално налягане $p_{\text{max}} = \frac{G_{\text{max}}}{4S_0}$, откъдето $h_{\text{max}} = \frac{4S_0 p_{\text{max}} - mg}{\rho a^2 g} = \frac{4 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \cdot 3 \cdot 10^6 - 4 \cdot 10}{1000 \cdot 0,16 \cdot 10} \text{ m} = 0,35 \text{ m}$.	1 т 2 т 1 2 т
18. 6 т.	Означаваме съпротивленията на двата нагревателя с R_1 и R_2 (за определеност нека $R_1 > R_2$). Възможни са следните четири свързвания: само R_1 , само R_2 , двата последователно, двата успоредно. По-голямо съпротивление отговаря на по-малка мощност, тъй като $P = U^2 / R$. Съпротивленията при различните свързвания са: $R_{\text{усп}} < R_2 < R_1 < R_{\text{посл}}$, където $R_{\text{усп}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ и $R_{\text{посл}} = R_1 + R_2$. Мощностите на котлона са $P_4 > P_3 > P_2 > P_1$ и се получават от съпротивленията в реда, показан по-горе. $P_2 = U^2 / R_1 = 0,8 \text{ kW}$, следователно $R_1 = 60,5 \Omega$. $P_3 = U^2 / R_2 = 1,6 \text{ kW}$, следователно $R_2 = 30,25 \Omega$. Тогава $R_{\text{усп}} = 20,2 \Omega$ и $R_{\text{посл}} = 90,75 \Omega$. Другите две мощности на котлона са: $P_1 = U^2 / R_{\text{посл}} = 0,53 \text{ kW}$ и $P_4 = U^2 / R_{\text{усп}} = 2396 \text{ W} \approx 2,4 \text{ kW}$.	1 т 1 т 1 т 0,5 т 0,5 т 1 т 0,5 т 0,5 т

<p>19.</p>	<p>Решението е показано на чертежа. От показания мащаб се вижда, че едно деление отговаря на 2,5 cm.</p> 	
<p>19. а) 1 т.</p>	<p>Лещата е изпъкнала/събирателна.</p>	<p>1 т</p>
<p>19. б) 1 т.</p>	<p>По правата AA_1 се разпространява лъч 2, който не променя посоката си на разпространение след пречупване от лещата. Този лъч пресича главната оптична ос в т. O, която е оптичният център на лещата. Лещата е перпендикулярна на главната оптична ос и минава през т. O.</p>	<p>1 т</p>
<p>19. в) 1 т.</p>	<p>Лъч 1 излиза от т. A и е успореден на главната оптична ос. След пречупване от лещата лъч 1 пресича главната оптична ос в т. F_2, която е единият фокус на лещата. Той се намира на разстояние 10 деления от лещата. Другият фокус F_1 се намира на същото разстояние отляво на лещата.</p>	<p>1 т</p>
<p>19. г) 1 т.</p>	<p>Фокусното разстояние е $f = 10$ деления = 25 cm = 0,25 m. Оптичната сила е $D = 1/f = 4$ D.</p>	<p>0,5 т 0,5 т</p>
<p>19. д) 2 т.</p>	<p>Образът на т. B е построен с помощта на лъчите 3 – успореден на оптичната ос, и 4 – минаващ през т. O. Тъй като т. B се намира между фокуса и лещата, то след пречупване от лещата двата лъча са разходящи. Търсеният образ т. B_1 се формира от продълженията на лъчите.</p>	<p>2 т</p>
<p>20. а) 3 т.</p>	<p>Във всеки един момент образът е разположен симетрично на мравката спрямо повърхнината на огледалото. С цел улесняване на пресмятанията, продължаваме с пунктир повърхнината на огледалото.</p>	<p>3 т</p>
<p>20. б) 3 т.</p> 	<p>Поради геометрични съображения – равнобедрен триъгълник, във всеки един момент разстоянието между мравката и образа ѝ е равно на разстоянието между мравката и точка A от огледалото. В началния момент разстоянието между мравката и образа ѝ е $a = 45$ cm. Това разстояние ще се намали три пъти, когато мравката достигне точка B, и образът ще достигне съответно точка B_1. Мравката ще измине път $\frac{2}{3}a = 30$ cm за време $t = \frac{2a}{3v} = 20 \text{ s}.$</p>	<p>3 т</p>

задача	решение	точки
21. а) 2 т.	Двата резистора са свързани успоредно, следователно $R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 3 \Omega$.	2 т
21. б) 6 т.	<p>Еквивалентното съпротивление във веригата от фиг. 2 е $R_{екв} = R + R_{AB} = R + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$.</p> <p>$I_0 = \frac{U}{R} = 3 \text{ A}$ и $I = \frac{U}{R_{екв}} = \frac{U}{R + R_{AB}} = 1 \text{ A} = \frac{I_0}{3}$,</p> <p>следователно $3R = R + R_{AB}$, откъдето $R = 1,5 \Omega$.</p> <p>За напрежението на източника получаваме $U = I_0 R = 4,5 \text{ V}$.</p>	1 т 1 т 2 т 1 т 1 т
21. в) 3 т.	<p>Напрежението върху резистор R е $U_R = IR = 1,5 \text{ V}$.</p> <p>Напрежението върху резисторите R_1 и R_2 е едно и също (усп. свързване) $U_{AB} = U - U_R = 3 \text{ V}$.</p>	1 т 2 т
21. г) 4 т.	<p>Мощностите на трите резистора от фиг. 2 са:</p> <p>$P_R = \frac{U_R^2}{R} = 1,5 \text{ W}$, $P_1 = \frac{U_{AB}^2}{R_1} = 0,75 \text{ W}$, $P_2 = \frac{U_{AB}^2}{R_2} = 2,25 \text{ W}$, следователно $P_1 < P_R < P_2$.</p>	1 т 1 т 1 т 1 т
21. д) 5 т.	<p>За време $t_0 = 1 \text{ min}$ в първата верига се отделя $Q = I_0^2 R t_0$.</p> <p>Това количество топлина се отделя във втората верига за време t_x, т.е. $Q = I^2 (R + R_{AB}) t_x$.</p> <p>Приравняване десните страни и получаваме $I_0^2 R t_0 = I^2 (R + R_{AB}) t_x$.</p> <p>За търсеното време получаваме $t_x = t_0 \frac{I_0^2 R}{I^2 (R + R_{AB})} = 3 \text{ min}$.</p>	1 т 1 т 1 т 2 т
22. а) 3 т.	Обемът на изтеклия мед е $V_{изтекъл} = \frac{m_{изтекъл}}{\rho_{мед}} = \frac{9}{1500} \text{ m}^3 = 0,006 \text{ m}^3 = 6 \text{ l}$.	3 т
22. б) 11 т.	<p>Тъй като главата не се потапя, обемът на потопената част на мечето е $\frac{9}{10} V_0$. Обемът на потопената част е равен сбора от обема на празната част на бъчвата $\frac{1}{3} V_B = 30 \text{ l}$ и обема на изтеклия мед $V_{изтекъл} = 6 \text{ l}$, т.е.</p> <p>$\frac{9}{10} V_0 = \frac{1}{3} V_B + V_{изтекъл}$,</p> <p>откъдето намираме $V_0 = \frac{10}{27} V_B + \frac{10}{9} V_{изтекъл}$,</p> <p>т.е. $V_0 = 40 \text{ l}$.</p>	2 т 5 т 2 т 2 т
22. в) 3 т.	Масата на мечето е $m_0 = V_0 \rho_0 = 0,04 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 40 \text{ kg}$.	3 т
22. г) 3 т.	Главата на мечето има обем $\frac{1}{10} V_0 = 4 \text{ l}$. Такъв обем мед има маса $m_{мед} = \frac{1}{10} V_0 \rho_{мед} = 6 \text{ kg}$.	3 т