

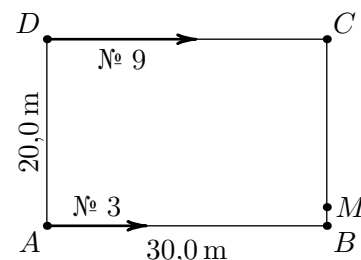
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ

15 февруари 2026 г.

Тема за VII клас (първа състезателна група)

Примерни решения и указания

Зад. 1 а) Нека двамата се срещат за пръв път в т. $M \notin AD$. Означаваме пътя, изминат от №3, със s_1 , а пътя, изминат от №9, със s_2 . Тъй като се движат един срещу друг, сумата от изминатите от тях разстояния до първата среща е равна на $s_1 + s_2 = AB + BC + CD = 30 + 20 + 30 = 80$ m. По условие знаем, че $s_2 - s_1 = 16$ m. От последните две уравнения намираме $s_2 = 48$ m и $s_1 = 32$ m. **(1 т.)** След срещата №3 изминава остатъка от пътя до т. D (разстоянието $s_2 = 48$ m) за $t_1 = 36$ s, откъдето $v_1 = 48/36 = 4/3 \approx 1,33$ m/s = 4,8 km/h. **(1 т.)** №9 изминава остатъка от пътя до т. A (разстоянието $s_1 = 32$ m) за $t_2 = 16$ s, откъдето $v_2 = 32/16 = 2,0$ m/s = 7,2 km/h. **(1 т.)**



Зад. 1 б) До първата среща двамата изминават общо $s_1 + s_2 = 80$ m. За всяка следваща среща (тъй като се движат в противоположни посоки по затворен контур) те трябва да изминат заедно допълнителен път, равен на една обиколка на игрището, $P = 2(AB + BC) = 2(30 + 20) = 100$ m. **(0,5 т.)** Общият изминат път до третата среща е $s_3 = 80 + 2 \cdot 100 = 280$ m. **(0,5 т.)** Времето до третата среща, t_3 , се намира от равенството $s_3 = (v_1 + v_2)t_3$: $t_3 = \frac{280}{4/3 + 2} = \frac{280}{10/3} = \frac{280 \cdot 3}{10} = 84$ s. **(1 т.)**

Зад. 1 в) Времето за една пълна обиколка на №3 е $T_1 = P/v_1 = 100/(4/3) = 75$ s. **(0,5 т.)** Той достига за пръв път т. D в момента $T_0 = (AB + BC + CD)/v_1 = 80/(4/3) = 60$ s. **(0,5 т.)** Моментите на преминаване през D в рамките на 4,0 min = 240 s са $t_i = T_0 + iT_1 < 240$. №9 тръгва от т. D (посока $C \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow D$). За време t_i той изминава разстояние $s_i = v_2 t_i$, **(0,5 т.)** което също е пресметнато в таблицата по-долу. Всяко разстояние s_i може да се представи като цяло число n по обиколката на игрището P , плюс някакъв остатък x_i , който определя на какво разстояние се намира №9 спрямо т. D .

i	0	1	2	
t_i , s	60	135	210	(0,5 т.)
s_i , m	120	270	420	
s_i , m	$1 \cdot 100 + 20$	$2 \cdot 100 + 70$	$4 \cdot 100 + 20$	(0,5 т.)
Позиция на №9 след т. D (в посока C), m	20 m	70 m	20 m	(0,5 т.)
Минимално разстояние от №9 до т. A , m	40 m	10 m	40 m	(2 т.)

Както се вижда от таблицата, когато №3 е в т. D , №9 се намира периодично на минимално разстояние по периметъра $L = 100$ m или 40 m от т. A .

Зад. 2 а) Площта на основата на аквариума е $S = L^2 = 30^2 = 900$ cm². **(0,5 т.)** Обемът на водата е $V_B = m_B/\rho_B = 4200$ cm³. **(0,5 т.)** Поставяме тялото последователно по три начина, така че страните a, b и c да бъдат негови височини. В тези случаи лицата на съответните основи са:

$$S_{bc} = bc = S - V_B/h_0 = 900 - 4200/7 = 900 - 600 = 300 \text{ cm}^2, \text{ (0,5 т.)}$$

$$S_{ac} = ac = S - V_B/h_1 = 900 - 4200/6 = 900 - 700 = 200 \text{ cm}^2, \text{ (0,5 т.)}$$

$$S_{ab} = ab = S - V_B/h_2 = 900 - 4200/5,6 = 900 - 750 = 150 \text{ cm}^2. \text{ (0,5 т.)}$$

Тъй като $bc > ac > ab$, получената подредба съответства точно на условието $a < b < c$. **(0,5 т.)** За да намерим обема на тялото $V = abc$, умножаваме трите уравнения: $(abc)^2 = 300 \cdot 200 \cdot 150 = 9\,000\,000 = 3000^2 = V^2$. **(0,5 т.)** Следователно $V = 3000$ cm³. **(0,5 т.)** Плътността на пластмасата е $\rho = m/V = 3600/3000 = 1,2$ g/cm³ = 1200 kg/m³. **(1 т.)**

Зад. 2 б) Като използваме резултата, получен в предното подусловие, определяме страните на тялото: $a = 3000/300 = 10$ cm, $b = 3000/200 = 15$ cm, $c = 3000/150 = 20$ cm. **(0,5 т.)**

Зад. 2 в) Тялото е поставено със страна $b = 15 \text{ cm}$ вертикално, т.е. основата му е $S_{ac} = 200 \text{ cm}^2$. Началното ниво на водата е $h_1 = 6 \text{ cm}$. Дебитът е $Q = 3,78 \text{ L/min} = 3780 \text{ cm}^3/\text{min}$. Скоростта на покачване на нивото на водата ще бъде дебитът на водата, разделен на свободната площ в аквариума. Тъй като $b < H$, то в някакъв момент t_1 водата ще покрие тялото и площта ще се промени. Това означава, че в този момент и скоростта ще се промени.

Свободната площ на основата е $S_{cb} = S - S_{ac} = 900 - 200 = 700 \text{ cm}^2$. **(0,5 т.)** Скоростта на покачване на нивото е $v_1 = Q/S_{cb} = 3780/700 = 5,4 \text{ cm/min}$. **(1 т.)** Времето за достигане на горния ръб на тялото е $t_1 = (b - h_1)/v_1 = (15 - 6)/5,4 = 9/5,4 = \frac{10}{6} \text{ min} = 100 \text{ s}$. **(0,5 т.)**

От $b = 15 \text{ cm}$ до $H = 36 \text{ cm}$ водата запълва цялата площ на аквариума $S = 900 \text{ cm}^2$. **(0,5 т.)** Скоростта е $v_2 = Q/S = 3780/900 = 4,2 \text{ cm/min}$. **(1 т.)** Времето за запълване на тази част от аквариума е $t_2 = (H - b)/v_2 = (36 - 15)/4,2 = 21/4,2 = \frac{30}{6} \text{ min} = 300 \text{ s}$. **(0,5 т.)**

Общото време за напълване на съда е $t = t_1 + t_2 = 100 + 300 = 400 \text{ s}$ или 6 min и 40 s . **(0,5 т.)** Това време може да се пресметне и чрез отношението $t = V_{\text{п}}/Q$, където $V_{\text{п}} = L^2H - V - V_{\text{в}} = 32,4 - 3 - 4,2 = 25,2 \text{ L}$ е празният обем в аквариума.

Зад. 3 От таблицата взимаме стойностите за $I_{BC} = 4 \text{ mA}$ и $U_{BC} = 8 \text{ V}$ и намираме съпротивлението между клемите B и C : $R_{BC} = U_{BC}/I_{BC} = 8 \text{ V}/4 \text{ mA} = 2 \text{ k}\Omega$. **(1 т.)**

Външният резистор $R_0 = 1 \text{ k}\Omega$ и кутията (свързана през клемите B и C) са свързани последователно към батерията. Токът през тях е един и същ, а напрежението на батерията U е сбор от напреженията върху отделните елементи. Напрежението върху R_0 е $U_{R_0} = I_{BC}R_0 = 4 \text{ mA} \cdot 1 \text{ k}\Omega = 4 \text{ V}$. Тогава напрежението на батерията е: $U = U_{R_0} + U_{BC} = 4 \text{ V} + 8 \text{ V} = 12 \text{ V}$. **(1 т.)**

Токът през съпротивлението между клемите A и C е $I_{AC} = 4 \text{ mA}$. Тъй като веригата отново е последователна, напрежението върху R_0 в този случай е $U'_{R_0} = I_{AC}R_0 = 4 \text{ mA} \cdot 1 \text{ k}\Omega = 4 \text{ V}$. Напрежението върху клемите AC (липсващото в таблицата) намираме като извадим напрежението на R_0 от това на батерията: $U_{AC} = U - U'_{R_0} = 12 \text{ V} - 4 \text{ V} = 8 \text{ V}$. **(0,5 т.)** Съпротивлението вътре в кутията между A и C е $R_{AC} = U_{AC}/I_{AC} = 8 \text{ V}/4 \text{ mA} = 2 \text{ k}\Omega$. **(1 т.)** Тъй като $R_{AC} = R_{BC} = 2 \text{ k}\Omega$ (и напреженията са равни при еднакъв ток), това означава, че добавянето на участъка AB към веригата не променя напрежението. Следователно между A и B има проводник ($R_{AB} = 0 \Omega$). **(1 т.)**

За клемите D и A токът е $I_{DA} = 2 \text{ mA}$. Напрежението върху R_0 сега е $U''_{R_0} = I_{DA}R_0 = 2 \text{ mA} \cdot 1 \text{ k}\Omega = 2 \text{ V}$. Липсващото напрежение върху клемите на кутията е $U_{DA} = U - U''_{R_0} = 12 \text{ V} - 2 \text{ V} = 10 \text{ V}$. **(0,5 т.)** Съпротивлението между клемите е $R_{DA} = U_{DA}/I_{DA} = 10 \text{ V}/2 \text{ mA} = 5 \text{ k}\Omega$. **(1 т.)**

Разглеждаме пътя между D и A като последователно свързани елементи (през C и B): $D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$, тоест двете клемите D и A не са свързани директно. При последователно свързване общото напрежение е сума от напреженията върху отделните участъци: $U_{DA} = U_{CD} + U_{BC} + U_{AB}$. Вече знаем, че $U_{DA} = 10 \text{ V}$ и $U_{AB} = 0 \text{ V}$ (проводник). Напрежението върху участъка BC при този ток ($I = 2 \text{ mA}$) пресмятаме като: $U_{BC} = I_{DA}R_{BC} = 2 \text{ mA} \cdot 2 \text{ k}\Omega = 4 \text{ V}$. Заместваме в равенството за напреженията: $10 \text{ V} = U_{CD} + 4 \text{ V} + 0 \text{ V}$, откъдето намираме $U_{CD} = 6 \text{ V}$. Сега можем да намерим съпротивлението между C и D : $R_{CD} = U_{CD}/I_{DA} = 6 \text{ V}/2 \text{ mA} = 3 \text{ k}\Omega$. **(1 т.)**

От условието $R_1 < R_2$ следва, че $R_1 = 2 \text{ k}\Omega$ (свързан между B и C) **(0,5 т.)** и $R_2 = 3 \text{ k}\Omega$ (свързан между C и D). **(0,5 т.)** Между A и B има проводник, **(0,5 т.)** а между D и A няма директно свързан елемент. **(0,5 т.)** Схемата е показана на горната фигура. **(1 т.)**

Може да разгледаме и случая, когато токът минава директно през резистор, свързан между D и A . В този случай, елементът $R_{DA} = 5 \text{ k}\Omega$. За да бъде това единственият път за тока (и да не се разклонява към C), трябва връзката между C и D да е прекъсната (няма елемент между C и D). В този случай съпротивленията ще са $R_1 = R_{BC} = 2 \text{ k}\Omega$ и $R_2 = R_{DA} = 5 \text{ k}\Omega$. Схемата на свързване е показана на долната фигура.

Указание: дават се точки за което и да е от двете решения.

