

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников  
по физике  
2020-2021 учебный год**

**9 класс  
Решение**

<b>задача 1</b>	
<p>Школьнику, чтобы добраться до школы необходимо ехать на общественном транспорте. До школы его могут довести автобус и троллейбус, проходящие через остановки А и В. Сам школьник живет в доме, стоящем около дороги между остановками А и В на расстоянии <math>a = 800</math> м от остановки А. В направлении от А к В по дороге каждый день проезжает автобус со скоростью <math>u_A = 40</math> км/ч и троллейбус со скоростью <math>u_T = 20</math> км/ч. На остановку В они приезжают одновременно в 8 часов утра. В какое самое позднее время должен выйти из дома школьник, чтобы успеть уехать на автобусе? На троллейбусе? Скорость школьника <math>u = 4,8</math> км/ч, расстояние между остановками 2 км. Временем стоянки транспорта на остановке можно пренебречь</p>	
<b>критерии оценивания</b>	<b>баллы</b>
Все единицы измерения приведены к одному виду (удобнее привести к км и часам)	1
<p>Определено время движения школьника до остановки А и В:  <math>t_A = a / u</math>, <math>t_A = 1/6</math> ч = 10 мин,  <math>t_B = (AB - a) / u</math>, <math>t_B = 0,25</math> ч = 15 мин.</p>	2
<p>Определено время прибытия транспортов на остановку А                      для автобуса 8ч – <math>AB / u_A = 7</math> ч 57 мин                      для троллейбуса 8ч – <math>AB / u_T = 7</math> ч 54 мин</p>	2
<p>Вычислено время выхода для каждого транспорта и остановки                      А: для автобуса 7 ч 57 мин – 10 мин = 7 ч 47 мин                      для троллейбуса 7 ч 54 мин – 10 мин = 7 ч 44 мин                      В: для автобуса 8 ч 00 мин – 15 мин = 7 ч 45 мин                      для троллейбуса 8 ч 00 мин – 15 мин = 7 ч 45 мин</p>	3
<p>Получен ответ:                      чтобы сесть на автобус лучше выйти в 7 ч 47 мин и идти к остановке А                      чтобы сесть на троллейбус лучше выйти в 7 ч 45 мин и идти к остановке В</p>	2

<b>задача 2</b>	
<p>При съёмке художественного фильма потребовалось заснять эпизод с падением вагонов поезда с моста в реку. Для этого был построен макет железной дороги, моста и вагонов в масштабе 1 : 50. С какой частотой кадров <math>N_1</math> необходимо снимать этот эпизод, чтобы при просмотре кадров со стандартной частотой <math>N_0 = 24</math> кадра/с ситуация выглядела правдоподобно?</p>	
<b>критерии оценивания</b>	<b>баллы</b>
Указано, что время падения тела в поле тяжести пропорционально корню из высоты	2
Записано соотношение времен падения поезда $t_{\Pi}$ и макета $t_M$ : $t_{\Pi} / t_M = 50^{0,5}$	2
Записано соотношение между числом кадров для поезда и макета: $N_0 t_{\Pi} = N_1 t_M$	2
Получено выражение для $N_1$ : $N_1 = 50^{0,5} N_0$	2
Найдено значение $N_1 \approx 170$ 1/с	2

<b>задача 3</b>	
<p>В большой комнате с температурой воздуха <math>t_0 = 20^\circ\text{C}</math> находится испорченный кран. Из него каждую секунду тоненькой струйкой вытекает <math>\mu = 0,1</math> г/с воды. Вода попадает в тонкостенную металлическую раковину с квадратным сечением <math>a^2 = 30\text{ см} \times 30\text{ см}</math>. Температура воды в кране <math>t_1 = 54^\circ\text{C}</math>. Слив раковины прикрыт так, что вода из него частично вытекает. При этом уровень воды в раковине установился на высоте <math>H = 10</math> см, равной глубине раковины. Пренебрегая теплоёмкостью раковины и считая, что она очень хорошо проводит тепло, определите установившуюся температуру <math>t</math> воды в раковине. Считайте, что поток тепла <math>q</math> от воды в раковине пропорционален разности температур <math>(t - t_0)</math>, а также полной площади поверхности воды (включая стенки раковины). Коэффициент пропорциональности <math>k = 0,3\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})</math>, а удельная теплоёмкость воды <math>c_v = 4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})</math>. Вода в раковине перемешивается.</p>	
критерии оценивания	баллы
Перевод единиц измерений в систему СИ	1
Записано уравнение для теплового потока $q: q = k S (t - t_0)$	2
Найдено значение $S: S = 2a^2 + 4aH; S = 0,3\text{ м}^2$	1
Записано уравнение теплового баланса: $k S (t - t_0) = c_v \mu (t_1 - t)$	3
Получено выражение для $t: t = (\mu c_v t_1 / (kS) + t_0) / (\mu c_v / (kS) + 1)$	2
Найдено числовое значение $t: t = 48^\circ\text{C}$	1

<b>задача 4</b>	
<p>На один конец легкого тонкого стержня нанизан кубик из свинца, на другой – кубик из алюминия. Стержень опирается серединой на острие и находится в горизонтальном положении в воде, при этом расстояние между центрами масс грузов 20 см и они расположены симметрично относительно точки опоры. В какую сторону и на какое расстояние нужно сдвинуть алюминиевый кубик, чтобы в воздухе сохранилось равновесие системы? Плотность свинца <math>\rho_1 = 11300\text{ кг}/\text{м}^3</math>, плотность алюминия <math>\rho_2 = 2700\text{ кг}/\text{м}^3</math>, плотность воды <math>\rho = 1000\text{ кг}/\text{м}^3</math>.</p>	
критерии оценивания	баллы
Указано, что так как стержень опирается на острие серединой, то моменты действующих на него сил тяжести и Архимеда можно не учитывать	1
Записано условие равновесия системы в воде $(m_1 g - F_{A1})l/2 = (m_2 g - F_{A2})l/2$ , где $m_1 = \rho_1 V_1$ , $m_2 = \rho_2 V_2$ , $F_{A1} = \rho g V_1$ , $F_{A2} = \rho g V_2$	1
Получено выражение для отношения объемов $V_2 / V_1 = (\rho_1 - \rho) / (\rho_2 - \rho)$	2
Указано, что для равновесия системы в воздухе необходимо сместить алюминиевый кубик ближе к свинцовому	1
Записано условие равновесия системы в воздухе $m_1 g l/2 = m_2 g (l/2 - x)$ , где $x$ – смещение алюминиевого грузика.	1
Найдено соотношение объемов $V_2 / V_1 = (\rho_1 l) / (2\rho_2 (l/2 - x))$	2
Получено выражение для $x: x = l \rho (\rho_1 - \rho_2) / (2 \rho_2 (\rho_1 - \rho))$	1
Найдено значение $x \approx 3,1\text{ см}$	1

<b>задача 5</b>	
<p>Придумайте два способа определения плотности неизвестной жидкости, если в наборе приборов есть: весы, мензурка на 200 мл, свинцовое тело (<math>\rho = 11340\text{ кг}/\text{м}^3</math>) массой около 100 г и нитка. Опишите каждый способ и сделайте вывод, какой способ лучше использовать. Известно, что весы имеют точность 0,005 г, а цена деления на мензурке 20 мл.</p>	

критерии оценивания	баллы
Указан первый способ: взять мензурку, взвесить ее без жидкости, налить в нее жидкость 200 мл и взвесить мензурку с жидкостью. Плотность определить по формуле: $\rho_{ж} = (m_2 - m_1) / V$ .	3
Указан второй способ: взвесить на весах сосуд с неизвестной жидкостью, погрузить в жидкость тяжелое тело на веревочке, так чтобы оно не касалось стенок и дна, записать значение массы, опустить тело на дно записать третье значение массы. Плотность определить по формуле: $\rho_{ж} = \rho_{т}(m_2 - m_1) / (m_3 - m_1)$ .	4
<p>Указано, что абсолютная погрешность измерения объема составит 10 мл, что соответствует относительной погрешности при полном заполнении мензурки в 5% (при не полном заполнении мензурки относительная погрешность будет больше 5%). Указано, что абсолютная погрешность определения разности масс в каждом методе не превысит 0,01 г; это означает, что относительная погрешность измерения разности масс не превысит 0,1%.</p> <p>Сделан вывод, что второй способ определения плотности жидкости предпочтительнее, так как погрешность будет меньше (приведены оценки погрешности для каждого метода: более 5% для первого способа и меньше 1% для второго способа)</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>