

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников  
по физике (2021 -2022 учебный год)  
9класс**

1. Первую треть пути автомобиль ехал со скоростью  $V_1$ , а последнюю треть времени – со скоростью  $V_3$ . На втором участке пути его скорость равнялась средней скорости движения на всем пути. Найти эту скорость.

*Пусть  $S$  общий путь,  $t$  общее время.  $X$  искомая скорость. Тогда средний путь (второй участок) равен  $(2/3) S - V_3 (1/3) t - 2$  балла*

*Время прохождения среднего участка  $(2/3) t - (1/3) S/V_1 - 2$  балла*

*По условию задачи скорость прохождения этого участка равна*

$$X = [(2/3) S - V_3 (1/3) t] / [(2/3) t - (1/3) S/V_1] - 2 \text{ балла}$$

*Если от числителя и знаменателя вынести время, получим уравнение для  $X$ , если заметим, что  $S/t = X - 2$  балла*

*Правильный ответ  $X = (V_1 V_3)^{1/2} - 2$  балл*

2. Два свинцовых шарика, отпущенных с большой высоты, достигают при падении в воздухе установившихся скоростей 100 м/с и 150 м/с. Чему будет равна установившаяся скорость падения, если шарики соединить длинной невесомой нитью? Сила сопротивления пропорциональна площади поперечного сечения и квадрату скорости.

*Шарики падают с большой высоты, значит начнут двигаться равномерно из этого условия получим, что квадрат скорости пропорционально радиусу (без учета выталкивающей силы).  $\rho g(4/3)\pi R_{1,2}^3 = \kappa\pi R_{1,2}^2 V_{1,2}^2 - 2$  балла*

*Для связанных шариков появится одна новая сила – сила натяжения нити, однако она внутренняя сила и для вычисления скорости не играет никакой роли – 2 балла*

*Уравнение движения:  $\rho g(4/3)\pi R_1^3 + \rho g(4/3)\pi R_2^3 = \kappa\pi R_1^2 V^2 + \kappa\pi R_2^2 V^2 - 4$  балла*

*Подставляя радиусы получим:  $V = [(V_1^6 + V_2^6)/(V_1^4 + V_2^4)]^{1/2} - 2$  балла*

3. Кусок льда всплывает с глубины 500 м. Оцените какая часть льда при этом растает. Температура воды и льда  $0^\circ\text{C}$ . Удельная теплота плавления льда  $3,3 \cdot 10^5$  Дж/кг. Плотности воды  $\rho_v = 1000$  кг/м<sup>3</sup> и льда  $\rho_l = 900$  кг/м<sup>3</sup>.

*Найдем какое количество теплоты выделится при всплывании льда. Оно равно изменению потенциальной энергии системы лед – вода:  $Q = V_l (\rho_v - \rho_l) gh - 4$  балла*

*Будем считать, что вся эта теплота пошла на таяние льда  $Q = \lambda \Delta m_l - 2$  балла*

*Значит  $\frac{\Delta m}{m} = \frac{(\rho_v - \rho_l)gh}{\lambda \rho_l} - 2$  балла*

*Численный ответ 0,0017 -2 балла*

4. В стакан, содержащий 200 г воды, опускают нагреватель мощностью 50 Вт. Максимальная температура воды после длительного нагревания составляет в этом случае 55 °С. За какое время вода остынет на 1 °С после выключения нагревателя?

Теплоёмкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·град)

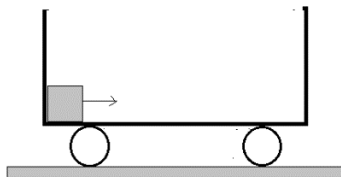
*При температуре 55 °С мощность нагревателя равна мощности потерь – 3 балла*

*В начале остывания (при малом изменении температуры в начале) изменение энергии воды равно теплоте потерь т.е.*

$$cm |\Delta t| = P \tau - 3 \text{ балла}$$

*Значит  $\tau = cm |\Delta t| / P = 17$  сек – 4 балла*

5. Кубик вначале находится у левого края тележки длиной 0,5 м. Кубику толчком сообщают скорость 1 м/с, направленную вправо. На каком расстоянии от левого края остановится кубик, если коэффициент трения о дно тележки 0,3? Масса кубика 0,3 кг, а масса тележки 1 кг.



*После остановки кубика система будет двигаться со скоростью центра масс  $u = mv / (m + M)$  – 3 балла*

*Выделившаяся теплота равна разности кинетических энергий:  $Q = mM v^2 / 2 (m + M)$  – 3 балла*

*Эту теплоту приравняем работе силы трения и находим путь пройденный кубиком  $s = M v^2 / 2\mu g (m + M)$ .  $s = 1,28$  м – 3 балла*

*Отвечаем на вопрос:  $x = 28$  см – 1 балл*