

**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

$$\text{Уравнение движения: } \rho g(4/3)\pi R_1^3 + \rho g(4/3)\pi R_2^3 = \kappa \pi R_1^2 V^2 + \kappa \pi R_2^2 V^2 \quad -$$

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°C . Удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг. Плотности воды $\rho_v = 1000$ кг/м³ и льда $\rho_l = 900$ кг/м³.

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)

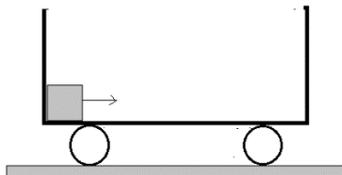
При температуре 55 °С мощность нагревателя равна мощности потерь – 3 балла

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