

Муниципальный этап
всероссийской олимпиады школьников по физике в 2024/25 учебном году
9 КЛАСС

Задача 1. Спортсмен бежит по стадиону четыре круга. В конце забега тренер сообщил, что три круга спортсмен пробежал со скоростью большей на $\Delta v = 11$ км/ч, чем средняя скорость на всем пути, а оставшуюся часть пути он пробежал со скоростью на Δv меньшей, чем средняя. Найдите среднюю скорость спортсмена.

Возможное решение и критерии оценивания:

- записано выражение для вычисления средней скорости 5 баллов

$$(v = 4S / (3S / (v + \Delta v) + S / (v - \Delta v)))$$

- решено уравнение 3 балла

$$(v = 2\Delta v)$$

- получен верный ответ 2 балла

$$(v = 22 \text{ км/ч})$$

Задача 2. В двухлитровом электрическом чайнике вода закипает за 5 минут. Найдите КПД чайника, если известно, что вода и чайник имели начальную температуру 20°C , мощность чайника 3 кВт. Плотность воды принять равной 1000 кг/м^3 , удельная теплоемкость воды $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, теплоемкость чайника $C = 2500 \text{ Дж/}^\circ\text{C}$.

Возможное решение и критерии оценивания:

- сделан перевод величин в СИ 2 балла

$$(t = 5 \text{ минут} = 300\text{с}, P = 3\text{кВт} = 3000\text{Вт})$$

- указано, что полезной работой чайника является нагрев воды до 100°C 2 балла

- рассчитано количество теплоты, необходимое для нагрева воды до 100°C 2 балла

$$(Q = c \cdot \rho \cdot V(100 - t), Q = 672\,000 \text{ Дж})$$

- рассчитана работа чайника 2 балла

$$(A = P \cdot t, A = 900\,000 \text{ Дж})$$

- рассчитан КПД чайника 2 балла

$$(\eta = Q/A, \eta = 0,747)$$

Задача 3. Автомобиль начал движение из состояния покоя. Первую секунду он двигался с ускорением, которое изменялась по закону $a = k \cdot t$. После первой секунду ускорение достигло постоянной величины $a_1 = 6 \text{ м/с}^2$, и далее автомобиль двигался уже с этим ускорением еще $t_2 = 3$ секунды. Найдите скорость автомобиля через 4 секунды после начала движения.

Возможное решение и критерии оценивания:

- определена скорость после первой секунды движения 6 баллов

(эта скорость может быть найдена как площадь под графиком функции в координатах ускорение от времени: $v_1 = 0,5 \cdot a_1 \cdot t$; $v_1 = 3 \text{ м/с}^2$)

- записано выражение для скорости в конце 4 секунды 2 балла

$$(v_2 = v_1 + a_1 \cdot t_2)$$

- вычислена скорость v_2 2 балла

$$(v_2 = 21 \text{ м/с})$$

Задача 4. В сообщающиеся сосуды с разными по диаметру цилиндрами налили 4 литра ртути ($\rho = 13600 \text{ кг/м}^3$). В узкий сосуд (площадь его сечения в два раза меньше, чем у второго сосуда) поместили цилиндр массой $m=25 \text{ кг}$ (плотность материала 9000 кг/м^3). Помещенный цилиндр имеет диаметр приблизительно равный диаметру сосуда (между цилиндром и стенками имеется незначительное расстояние). Найти как изменился уровень жидкости в широком сосуде, площадь сечения которого $S_2=100 \text{ см}^2$.

Возможное решение и критерии оценивания:

- записано условие равновесия после погружения цилиндра 2 балла

$$(mg/S_1 + \rho gh_1 = \rho gh_2)$$

- записано условие постоянства объема ртути 2 балла

$$(V = S_1 h + S_2 h = S_1 h_1 + S_2 h_2, S_2 = 2S_1)$$

- решена система уравнений 2 балла

$$(h_2 = (m + V\rho)/(3\rho S_1))$$

Примечание: Должна быть выполнена проверка достаточно ли ртути в сообщающихся сосудах ($S_2 h_2 < V$). Если проверка не выполнена, то снизить оценку за этот и последующие пункты в два раза.

- записано выражение для Δh 2 балла

$$(\Delta h = h_2 - h, h = 2V/(3S_2))$$

- получено верное значение Δh 2 балла

$$(\Delta h = 0,123 \text{ м})$$

Задача 5. Профессор Глюк поселился в «умном доме». Система дома позволяет измерять температуру на улице и внутри дома, а так же представляет данные о мощности электронагревателей в системе отопления. Через сутки он посмотрел данные (см. таблицу).

$t, \text{ ч}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
$T_{\text{in}}, \text{ C}$	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	21	22	23	23	23	23	23	23	23	22	22	21	21	20	20
$T_{\text{out}}, \text{ C}$	2	2	2	2	2	2	2	3	4	5	6	7	8	8	8	8	8	8	7	6	5	4	3	2	2

Р, кВт	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,50	3,30	3,30	3,10	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,10	3,10	3,30	3,30	3,50	3,50	3,60
--------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

По полученным данным Глюк вычислил стоимость отопления за месяц (количество дней в месяце - 30) при условии, что среднесуточная температура внутри дома не изменится, а по данным Метеоцентра ожидаемая средняя температура в этом месяце 2°C. Какие значения получил профессор, если стоимость 1кВт*ч электроэнергии составляет 6 рублей? Какая будет стоимость отопления за месяц, если с 00 часов до 6 утра держать температуру в доме 18 °C, а в остальные часы 21°C?

Возможное решение и критерии оценивания:

- показано, что мощность отопительной системы пропорциональна разности температур в доме и на улице 4 балла

$$(3,60 \text{ кВт}/((20-2)^{\circ}\text{C}) = 0,200 \text{ кВт}/^{\circ}\text{C}, 3,00\text{кВт}/((23-8)^{\circ}\text{C}) = 0,200 \text{ кВт}/^{\circ}\text{C})$$

Примечание: отношение мощности к разности температур должно быть взято только для времени, когда установился режим теплообмена, то есть нет изменения в соседних по времени данных; если это условие не выполнено ставить 2 балл

Примечание: если оценка дается только для одной точки (например, только для разности ночных температур), то за данный пункт ставится только 2 балл.

Если допущены обе ошибки, то ставится 1 балл.

- рассчитана среднесуточная температура в доме 2 балла

$$(21,3^{\circ}\text{C})$$

- рассчитана стоимость отопления за месяц 2 балла

$$(0,20\text{кВт}/^{\circ}\text{C} * (21,3-2)^{\circ}\text{C} * 24\text{ч} * 30 \text{ дней} * 6 \text{ руб}/(\text{кВт}*\text{ч}) = 16\,675,2 \text{ рубля})$$

- рассчитана стоимость отопления за месяц при регулировании

температуры в доме 2 балла

$$(0,20\text{кВт}/^{\circ}\text{C} * ((18*6+21*18)/24-2)^{\circ}\text{C} * 24\text{ч} * 30 \text{ дней} * 6 \text{ руб}/(\text{кВт}*\text{ч}) = 15\,768 \text{ рубля})$$