

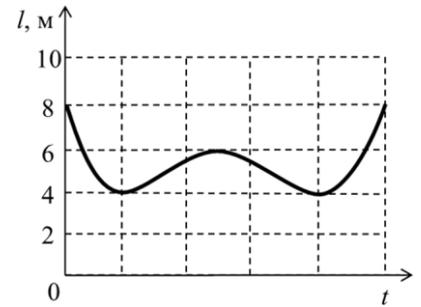
ФИЗИКА
9 класс

Ключи ответов и критерии оценивания

Задача 1. «Взгляд со стороны»

Тело бросили вертикально вверх с поверхности земли. Расстояние l между этим телом и неподвижным наблюдателем изменяется со временем t по закону, показанному на графике (см. рисунок). Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- На какой высоте над землёй и на каком расстоянии от линии, по которой движется тело, находится наблюдатель?
- Чему равна начальная скорость тела?



Возможное решение. Пусть наблюдатель находится на высоте h и на расстоянии a от линии, по которой движется тело. Возможны два случая:

- а) тело не долетает до высоты, на которой находится наблюдатель, – в этом случае расстояние l от тела до наблюдателя сначала уменьшается, а затем увеличивается;
- б) тело поднимается выше наблюдателя, – в этом случае расстояние l сначала уменьшается от $l_0 = \sqrt{a^2 + h^2}$ до $l_1 = a$, затем увеличивается до $l_2 = \sqrt{a^2 + (H - h)^2}$, где H – высота подъема тела, а потом опять уменьшается до a и увеличивается до $\sqrt{a^2 + h^2}$.

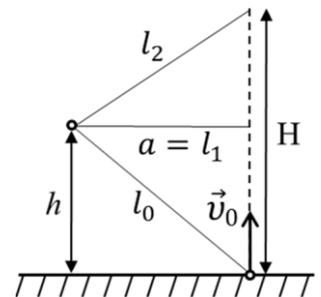
Как видно из приведенного в условии рисунка, реализуется именно второй случай. При этом $l_0 = 8 \text{ м}$, $l_1 = 4 \text{ м}$, $l_2 = 6 \text{ м}$. Следовательно,

$$a = l_1 = 4 \text{ м};$$

$$h = \sqrt{l_0^2 - a^2} = 6,9 \text{ м};$$

$$H = h + \sqrt{l_2^2 - a^2} = 11,4 \text{ м}.$$

Начальную скорость тела можно определить из соотношения $u_0^2 = 2gH$, откуда $u_0 = 15,1 \text{ м/с}$.



Критерии оценивания:

- Правильно интерпретирован график, показано, что тело поднимается выше наблюдателя – 1 балл
- Из графика правильно определено минимальное расстояние между телом и наблюдателем, расстояние между ними в начальный момент и при подъеме тела на максимальную высоту – 2 балла
- Правильно найдена высота подъема тела – 2 балла
- Правильно найдена высота, на которой находится наблюдатель – 2 балла
- Правильно определена начальная скорость тела – 3 балла

Задача 2. «Переливание воды»

На кухне хозяйка налила в первую кастрюлю 3 л воды при температуре $t_1 = 80^\circ\text{C}$, а во вторую – 2 л воды при температуре $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Потом она часть воды перелила из первой кастрюли во вторую. Затем, когда во второй кастрюле установилось тепловое равновесие, из неё в первую кастрюлю хозяйка отлила столько воды, чтобы её объёмы в кастрюлях стали равны первоначальным. После этих переливаний температура воды в первом сосуде стала равна $t'_1 = 70^\circ\text{C}$. Сколько воды переливала хозяйка из первой кастрюли во вторую и обратно? Теплообменом воды с окружающей средой пренебречь.

Возможное решение. В результате переливаний воды из первой кастрюли во вторую и из второй в первую значения массы воды в сосудах остались прежними, а температура воды в первом сосуде понизилась на $\Delta t_1 = t'_1 - t_1 = 10^\circ\text{C}$. Это равноценно отдаче водой, находящейся в первой кастрюле, количества теплоты

$$Q_1 = c_B N_1 \cdot \Delta t_1 .$$

Согласно закону сохранения энергии, это количество теплоты было передано воде во второй кастрюле. Следовательно,

$$c_B N_2 \cdot \Delta t_2 = c_B N_1 \cdot \Delta t_1 ,$$

где Δt_2 – изменение температуры воды во второй кастрюле, а $N_1 = 3$ кг и $N_2 = 2$ кг - массы воды в первой и второй кастрюлях. Из этого уравнения найдём, что

$$\Delta t_2 = \frac{N_1}{N_2} \cdot \Delta t_1 = \frac{3}{2} \cdot 10 = 15^\circ\text{C} .$$

Таким образом, после переливания во вторую кастрюлю массы воды ΔN из первой кастрюли (с температурой $t_1 = 80^\circ\text{C}$) температура воды во второй стала равной $t'_2 = t_2 + \Delta t_2 = 35^\circ\text{C}$. Согласно уравнению теплового баланса

$$c_B \Delta N \cdot (t_1 - t''_2) = c_B N_2 \cdot (t''_2 - t_2) .$$

Отсюда

$$\Delta N = N_2 \cdot \frac{t''_2 - t_2}{t_1 - t''_2} = 2 \cdot \frac{35 - 20}{80 - 35} = \frac{2}{3} = 0,67 \text{ кг} .$$

Критерии оценивания:

- Правильно написано выражение для теплоты, переданной воде во второй кастрюле в процессе переливаний – 1 балл
- Правильно определена конечная температура воды во второй кастрюле – 3 балла
- Правильно составлено уравнение теплового баланса для системы: вода, перелитая из первого сосуда – вода во втором сосуде – 3 балла
- Получен верный числовой ответ – 3 балла

Задача 3. «Утренний чай»

Утром, перед тем, как пойти в школу, Маша налила себе чай. Плотность чая равна плотности воды: $\rho_B = 1000 \text{ кг/м}^3$. Потом Маша насыпала в чай сахар. Плотность сахара равна $\rho_C = 1,6 \text{ г/см}^3$. Потом Маша размешала сахар в чаю. После этого объём чая стал в $n = 1,04$ раза больше, чем до добавления сахара, а плотность чая стала равна $\rho_{\text{ч}} = 1060 \text{ кг/м}^3$. Какой была средняя плотность чая, когда Маша положила в него сахар, но ещё не размешала?

Возможное решение. Пусть $N_B = V_B \rho_B$ – масса чая без сахара, $N_C = V_C \rho_C$ – масса сахара, тогда плотность чая с перемешанным в нем сахаром

$$\rho_{\text{ч}} = \frac{N_B + N_C}{V_2} = \frac{V_B \rho_B + V_C \rho_C}{n V_B} ,$$

откуда найдём отношение объёмов сахара и воды до перемешивания:

$$\frac{V_C}{V_B} = \frac{n \rho_{\text{ч}} - \rho_B}{\rho_C} .$$

Искомая средняя плотность смеси, состоящей из чая и сахара до перемешивания:

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{N_B + N_C}{V_B + V_C} = \frac{\rho_{\text{ч}} n V_B}{V_B + V_C} = \frac{\rho_{\text{ч}} n}{1 + \frac{V_C}{V_B}}$$

С учётом предыдущего выражения

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{\rho_{\text{ч}} \rho_C n}{\rho_C + n \rho_{\text{ч}} - \rho_B} = 1036 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

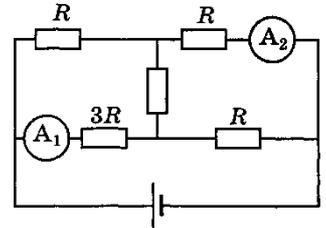
Критерии оценивания:

- Правильно записано выражение для искомой средней плотности – 2 балла
- Правильно записано выражение для плотности чая после перемешивания – 2 балла

- Записаны все уравнения, необходимые для нахождения ответа – 1 балл
- Уравнения решены правильно и найдена окончательная формула для средней плотности – 3 балла
- Получен верный числовой ответ – 2 балла

Задача 4. «Два амперметра»

Во время лабораторной работы школьники собрали электрическую цепь в соответствии со схемой, показанной на рисунке. Амперметр A_1 показывает силу тока $I_1 = 2$ А. Какую силу тока показывает амперметр A_2 ? Оба прибора идеальны. Отмеченные на рисунке параметры цепи считайте известными.



Возможное решение. Сумма сил токов, вытекающих из узла А, равна сумме сил токов, втекающих в узел В:

$$I_1 + I_3 = I_2 + I_4.$$

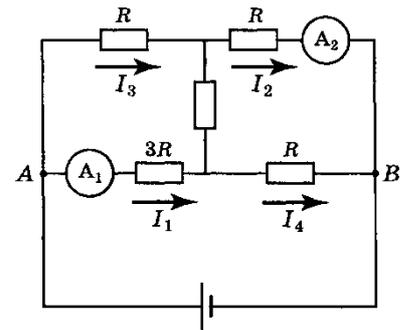
Напряжение между точками А и В для верхней ветви равно

$$U = I_3R + I_2R$$

и такое же напряжение для средней ветви:

$$U = I_1 \cdot 3R + I_4R.$$

Из этих уравнений получаем, что $I_2 = 2I_1 = 4$ А.

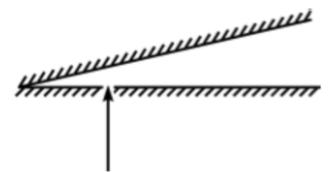


Критерии оценивания:

- На схеме обозначены токи и написано правильное соотношение между токами, текущими на различных участках – 2 балла
- Правильно применяется закон Ома с учетом вида соединений резисторов – 3 балла
- Записаны все уравнения, необходимые для получения ответа – 2 балла
- Получен правильный числовой ответ – 3 балла

Задача 5. «Лазерная указка»

Два зеркала сложены под углом $\alpha = 7^\circ$. Школьник Станислав направил через маленькое отверстие в одном из зеркал луч лазерной указки перпендикулярно этому зеркалу. Сколько всего отражений испытает луч от этих зеркал?



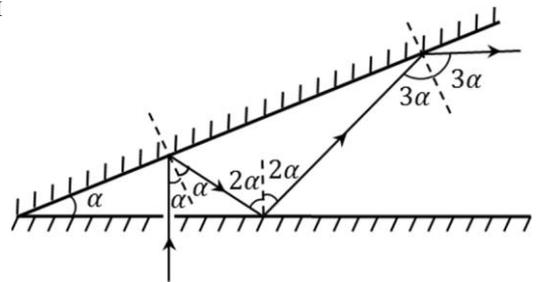
Возможное решение. Из закона отражения следует, что при каждом следующем отражении от зеркал угол луча с вертикалью увеличивается на α . Таким образом, после n отражений угол падения станет

$$\beta = \alpha n.$$

Но β не может быть больше 90° , следовательно,

$$n = 90/\alpha = 12,85,$$

т.е. $n = 12$ отражений.



Критерии оценивания:

- На рисунке изображён примерный ход луча – 1 балл
- Хотя бы для одного отражения луча записан закон отражения света (угол падения равен углу отражения) – 1 балл
- Показано, что при каждом следующем отражении от зеркал угол падения луча увеличивается на α – 5 баллов
- Получен правильный ответ – 3 балла