

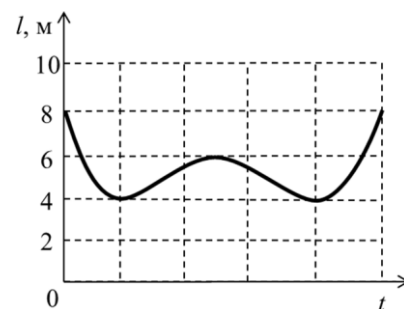
**ФИЗИКА**  
**9 класс**

**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  $\sqrt{a^2 + h^2}$ .

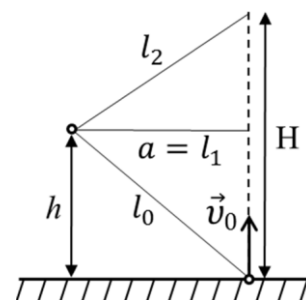
Как видно из приведенного в условии рисунка, реализуется именно второй случай. При этом  $l_0 = 8 \text{ м}$ ,  $l_1 = 4 \text{ м}$ ,  $l_2 = 6 \text{ м}$ . Следовательно,

$$a = l_1 = 4 \text{ м};$$

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

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

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  $\Delta t_2$  – 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  $\Delta N$  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

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

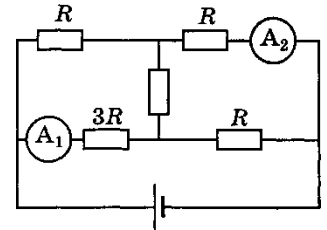
### Критерии оценивания:

- 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:

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

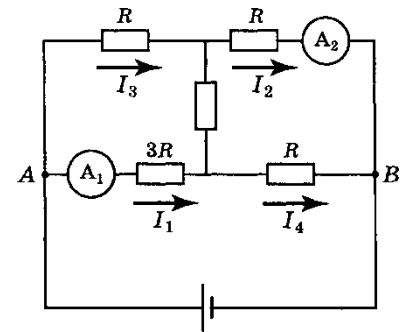
Напряжение между точками А и В для верхней ветви равно

$$U = I_3 R + I_2 R$$

и такое же напряжение для средней ветви:

$$U = I_1 \cdot 3R + I_4 R.$$

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

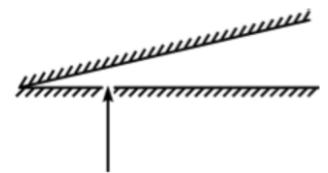


#### Критерии оценивания:

- 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?



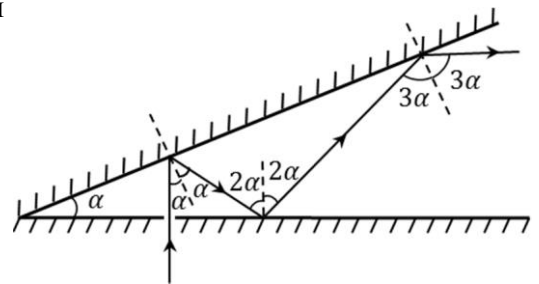
**Возможное решение.** Из закона отражения следует, что при каждом следующем отражении от зеркал угол луча с вертикалью увеличивается на  $\alpha$ . Таким образом, после  $n$  отражений угол падения станет

$$\beta = n\alpha.$$

Но  $\beta$  не может быть больше  $90^\circ$ , 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  $\alpha$  – 5 баллов
- Получен правильный ответ – 3 балла