

Олимпиада «Курчатов» по физике

8 класс, 2023 год

1. Юный зоолог Вероника проводит серию экспериментов с кузнечиком. Она помещает его на дорожку с нанесёнными на неё делениями разметки и измеряет среднюю скорость его движения за определённый промежуток времени, одинаковый для всех экспериментов. Кузнечик умеет делать длинные прыжки, перемещаясь на два деления за один прыжок, и короткие прыжки, перемещаясь за один прыжок всего на одно деление. В любом случае кузнечик тратит на прыжок одну секунду.

В первом эксперименте кузнечик совершил некоторое количество длинных и коротких прыжков, при этом средняя скорость его движения оказывается равной $5/4$ делений в секунду. Во втором эксперименте кузнечик совершил столько длинных прыжков, сколько коротких прыжков он совершил в первом эксперименте, при этом средняя скорость его продвижения оказывается равной $7/4$ делений в секунду. Какой окажется его средняя скорость в третьем эксперименте, если в нём он совершил в два раза меньше коротких прыжков, чем в первом эксперименте? Ответ округлите до тысячных.

□/□□□ □□□□□ = □□

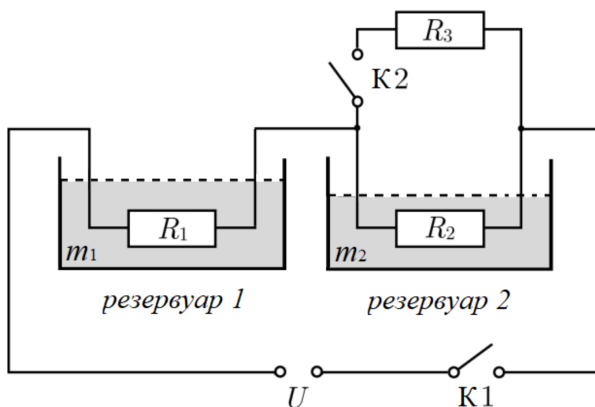
2. Вероника проводит эксперимент по исследованию удельной теплоты парообразования воды. Для этого Вероника набрала воду массой m в открытый сосуд с электрическим нагревателем. После закипания она оставила воду кипеть еще на 5 минут, после чего измерила массу воды в нагревателе и зарегистрировала уменьшение массы воды на 5%. Для того, чтобы удостовериться в полученных результатах, Вероника снова отмерила и вскипятила воду такой же массы m , после чего снова оставила её кипеть еще 5 минут и ушла в соседнюю комнату делать записи в лабораторном журнале. В это время к экспериментальной установке незаметно подошёл Александр и подбросил в нагреватель пару кубиков льда общей массой $0,03m$ и температурой 0°C . Когда Вероника вернулась к экспериментальной установке по прошествии пяти минут, вода снова кипела. И она измерила массу воды в нагревателе и рассчитала, на сколько процентов изменилась масса воды. Какой результат получила Вероника? Удельная теплота парообразования воды $L = 2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг, удельная теплоёмкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · °C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,4 \cdot 10$ Дж/кг. Мощность и КПД нагревателя постоянны на протяжении всех экспериментов.

□□□

3. Нагревательные элементы погружены в два резервуара с водой, соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения $U = 15 \text{ В}$, как показано на рисунке. Сопротивление первого нагревательного элемента $R_1 = 4,0 \text{ Ом}$, сопротивление второго нагревательного элемента $R_2 = 6,0 \text{ Ом}$. Резистор с сопротивлением $R_3 = 3,0 \text{ Ом}$ подключен параллельно ко второму нагревательному элементу. В начальный момент времени ключи K_1 и K_2 разомкнуты. В первом калориметре находится вода массой $m_1 = 150 \text{ г}$, во втором вода массой $m_2 = 110 \text{ г}$. Вода в обоих калориметрах имеет одинаковую начальную температуру. Ключ K_1 замыкают и через $\tau_0 = 90 \text{ секунд}$ также замыкают ключ K_2 .

1. Определить время τ , на которое должен быть замкнут ключ K_2 , чтобы температура воды в обоих резервуарах стала одинаковой. В момент времени τ ключи K_1 и K_2 размыкают. Считать, что по прошествии времени τ в обоих резервуарах установилось тепловое равновесие.
2. Определить, на сколько градусов изменится температура воды с момента начала нагревания до установления теплового равновесия.

Удельная теплоёмкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$. Теплоёмкостью резервуаров и сопротивлением соединительных проводов пренебречь. Систему следует считать теплоизолированной.

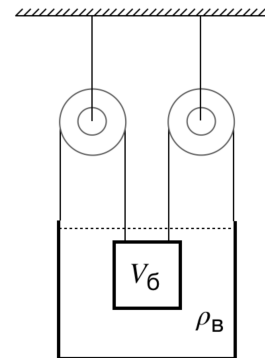


$$\tau = 144 \text{ с} \quad \Delta t = 3^\circ\text{C}$$

4. В калориметре А находится $m = 200 \text{ г}$ воды при температуре $t_{01} = 20^\circ\text{C}$, в калориметре В вдвое больше воды при температуре $t_{02} = 80^\circ\text{C}$. Далее происходит следующий процесс: из калориметра В переливают $\Delta m = 50 \text{ г}$ воды в калориметр А, после установления теплового равновесия в калориметре А переливают такое же количество воды обратно в калориметр В и ожидают установления теплового равновесия в калориметре В. Далее этот процесс повторяют несколько раз. Какое минимальное количество раз (учитывая первый процесс) потребуется совершить этот процесс, чтобы разность температур в двух калориметрах оказалась меньше 12°C ? Удельная теплоёмкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$. Теплоёмкостью каждого калориметра пренебречь. Систему следует считать теплоизолированной.

$$n = 4$$

5. Ёмкость, наполненную водой до объема V_B , симметрично закрепляют с бруском двумя нерастяжимыми тросами, перекинутыми через два блока, при этом брусок погружен в ёмкость с водой, как показано на рисунке. Ёмкость и тросы считать невесомыми. Объем бруска V_6 в 5 раз меньше объема воды V_B . Система находится в равновесии, брусок полностью погружен в воду, но не касается дна. Определите, во сколько раз плотность материала бруска ρ_6 больше плотности воды ρ_B . Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.



$$L = \frac{a_d}{g_d}$$