Ключи к заданиям муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике 2024-2025 учебный год

9 класс

Продолжительность олимпиады: ***230 минут****. Максимально возможное количество баллов:* ***50***

Общие критерии оценок

Жюри олимпиады оценивает записи, приведенные в чистовике. Черновики не проверяются.

Правильный ответ, приведенный без обоснования или полученный из неправильных рассуждений, не учитывается. Если задача решена не полностью, то этапы ее решения оцениваются в соответствии с критериями оценок по данной задаче.

Если задача решена отличным от авторского способа, то решение оценивается согласно приведённых ниже критериев.

Таблица 1**. Критерии проверки**

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
7-9	Верное решение. Имеются небольшие недочёты, в целом не влияющие на решение. Допущены арифметические ошибки
5-6	Задача решена частично, или даны ответы не на все вопросы
3-4	Решение содержит пробелы в обоснованиях, приведены не все необходимые для решения формулы
1-2	Рассмотрены отдельные важные случаи при отсутствии решения или при ошибочном решении
0	Решение неверно или отсутствует

Не допускается снижение оценок за плохой почерк, решение способом, отличным от авторского, и т.д. Все спорные вопросы рекомендуется решать в пользу школьника.

Таблица 2

№ задания	Набранные баллы
1	
2	
3	
4	
итого	

Рекомендуется проверять сначала первую задачу во всех работах, затем вторую и т.д.

Все пометки в работе участника члены жюри делают только красными чернилами. Баллы за промежуточные выкладки ставятся около соответствующих мест в работе (это исключает пропуск отдельных пунктов из критериев оценок). Итоговая оценка за задачу ставится в конце решения. Кроме того, члены жюри заносит её в таблицу (см. табл. № 2) на первой странице работы и ставит свою подпись (с расшифровкой) под оценкой. В случае неверного решения необходимо находить и отмечать ошибку, которая к нему привела. Это позволит точнее оценить правильную часть решения и сэкономит время в случае апелляции

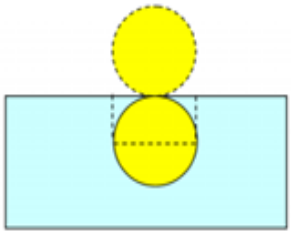
Задача № 1 (10 баллов)

Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью v = 4 м/с. Когда оно достигло верхней точки полета из того же начального пункта, с той же начальной скоростью вертикально вверх брошено второе тело. На каком расстоянии h от начального пункта встретятся тела? Сопротивление воздуха не учитывать.

Возможное решение

Расстояние, пройденное первым телом до верхней точки подъема $H = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$. (**1 балл)** Скорость в верхней точке $v = v_0 - gt_1 = 0$ (**1 балл)** , значит $t_1 = \frac{v_0}{g}$. (**1 балл)** Тогда $H = v_0 \frac{v_0}{g} - \frac{g(\frac{v_0}{g})^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g}$. (**1 балл)** Путь, пройденный первым телом от верхней точки до встречи со вторым: $H - h = \frac{gt_2^2}{2}$ (1) (**1 балл)** Расстояние, пройденное вторым телом до встречи: $h = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$ (2) (**1 балл)**. Подставим уравнение (2) в уравнение (1) получаем $H - v_0 t_2 + \frac{gt_2^2}{2} = \frac{gt_2^2}{2}$ (**1 балл)**, выполнив математические преобразования получаем $H = v_0 t_2$ (**1 балл)**, тогда $t_2 = \frac{H}{v_0} = \frac{v_0}{2g}$ (**1 балл)**. Подставив выражение соответствующее t_2 в уравнение (2) и выполнив преобразования, получаем $h = \frac{3v_0^2}{8g} = 0{,}6$ м (**1 балл)**

Задача № 2 (10 баллов)



До какой минимальной температуры надо нагреть золотой шарик радиуса 1 см, чтобы он, будучи положен на лёд, температура которого 0^0C, полностью в него погрузился? Удельная теплоёмкость золота $C = 130\frac{Дж}{кг\cdot{}^0C}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3{,}4\cdot 10^5\frac{Дж}{кг}$, плотность льда $\rho_л = 900\frac{кг}{м^3}$, плотность золота $\rho_з = 19300\frac{кг}{м^3}$, объём шара определяется по формуле $V = \frac{4}{3}\pi R^3$.

Возможное решение

Чтобы полностью погрузиться, в лёд, шарик должен опуститься на расстояние, равное диаметру шара, объём расплавленного льда равен

$$V = \pi\ R^2R + \frac{2}{3}\ \pi\ R^3 = \frac{5}{3}\ \pi\ R^3$$ - **1 балл**

Шарик при остывании от t^0C до 0^0C отдаёт тепло, которое идёт на плавление льда. Запишем уравнение теплового баланса для шарика и льда

$$Q_1 - Q_2 = 0$$ - **1 балл**

где Q_1 – количество теплоты плавления льда, соприкасающего с нагретым шариком

$$Q_1 = \lambda m_1$$,- **1 балл**,

Q_2 - количество теплоты отданное шариком льду при охлаждении

$$-Q_2 = c\,m_2(t_1^0 - t_2^0)$$ - **1 балл** или $Q_2 = c\,m_2(t_2^0 - t_1^0)$.- **1 балл**

Тогда уравнение теплового баланса можно записать

$$\lambda m_1 = c\,m_2(t_2^0 - t_1^0).$$ - **1 балл**

$$m_1 = \rho_л V_1 = \rho_л\frac{5}{3}\ \pi\ R^3$$- **1 балл**, $m_2 = \rho_з V_2 = \rho_з\frac{4}{3}\ \pi\ R^3$. - **1 балл**

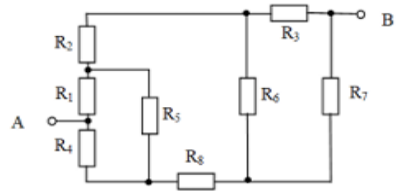
Подставив выражения для массы в уравнение теплового баланса получаем

$$\lambda\rho_л\frac{5}{3}\ \pi\ R^3 = c\,\rho_з\frac{4}{3}\ \pi\ R^3(t_2^0 - t_1^0)$$- **1 балл**

$$t_2^0 = \frac{5\lambda\rho_л}{4c\,\rho_з}$$ - **1 балл**

$$t_2^0 = 16{,}9\ {}^0C$$

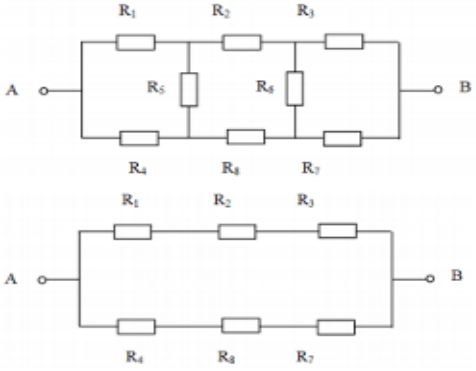
Задача № 3 (10 баллов)



Определите силу тока через каждый из резисторов, если к цепи (точки A и B) приложено напряжение U = 84 В. Сопротивления резисторов в схеме: $R_1 = R_5 = R_8 = 12$ Ом; $R_2 = R_6 = R_7 = 6$ Ом; $R_4 = 24$ Ом; $R_3 = 3$ Ом.

Возможное решение

Построим эквивалентную схему.



В верхней цепочке $R_1 : R_2 : R_3 = 12 : 6 : 3 = 4 : 2 : 1$, в нижней цепочке $R_4 : R_8 : R_7 = 24 : 12 : 6 = 4 : 2 : 1$ (**1 балл**)

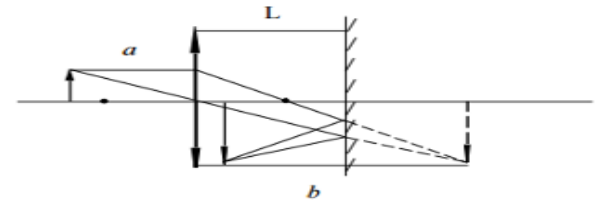
Поэтому сопротивление R_5 соединяет точки с одинаковым потенциалом, тоже самое происходит с сопротивлением R_6 . Поэтому через эти сопротивления ток не проходит $I_5 = I_6 = 0$A (**1 балл**) и их можно исключить из цепи, тогда эквивалентная схема будет состоять из двух параллельно соединённых цепочек в которых общее напряжение будет равно напряжению на всём участке цепи $U = U_{123} = U_{487}$, (**1 балл**) согласно закона напряжения для параллельного соединения. В верхней веточке сопротивления R_1, R_2, R_3 соединены последовательно, значит согласно закона силы тока для последовательного соединения $I_{123} = I_1 = I_2 = I_3$ (**1 балл**)и определяются по закону Ома для участка цепи $I_{123} = \frac{U}{R_{123}} = \frac{U}{R_1+R_2+R_3}$, (**1 балл**) где $R_{123} = R_1 + R_2 + R_3$, (**1 балл**) согласно закона сопротивления для последовательного соединения. Выполнив вычисления получаем $I_{123} = I_1 = I_2 = I_3 = 4$A (**0,5 балла**)

Аналогично вычисляются $I_{487} = I_4 = I_8 = I_7$ (**1 балл**) $I_{487} = \frac{U}{R_{487}} = \frac{U}{R_4+R_8+R_7}$, (**1 балл**)где $R_{487} = R_4 + R_8 + R_7$(**1 балл**)

Выполнив вычисления получаем $I_{487} = I_4 = I_8 = I_7 = 2$A (**0,5 балла**)

Задача № 4(10 баллов)

Предмет расположен на расстоянии a = 9 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием F = 6 см. За линзой, перпендикулярно оптической оси, помещено плоское зеркало на расстоянии L = 10 см от нее. На каком расстоянии от линзы получится изображение?



(2 балла)

Возможное решение

Если бы не было зеркала, то изображение получили бы на расстоянии b от линзы. Найдём b

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{b} + \frac{1}{a} \qquad b = 18 \text{ см}$$ **(2 балла)**

Отражённое от зеркала изображение получится на расстоянии b- L=8 см от зеркала **(1 балл)**

Расстояние от линзы до полученного изображения $a_1 = L - (b - L) = 2$ см **(1 балл)**

По формуле линзы для конечного мнимого изображения, которое получится в линзе, можем записать

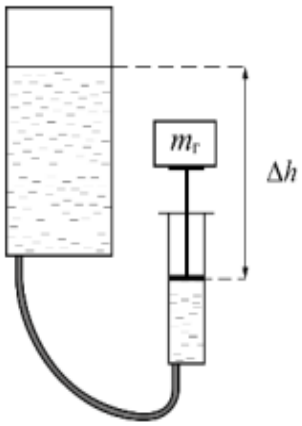
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a_1} - \frac{1}{b_1}$$ **(2 балла)**

Тогда для b_1 получим

$$b_1 = \frac{a_1 F}{F - a_1} = 3\text{см}$$ **(2 балла)**

Задача № 5 (10 баллов)

Для измерения некоторых технических характеристик медицинского шприца экспериментатор Глюк собрал установку, изображенную на рисунке. Исследуемый шприц он закрепил в вертикальном положении. Вместо иглы к нему присоединил тонкую гибкую трубку, второй конец которой соединил с отверстием в дне цилиндрического сосуда. Затем Глюк измерил разность уровней Δh воды в сосуде и шприце, при которой поршень шприца начинал двигаться вверх в процессе плавного подъема сосуда. Оказалось, что величина Δh зависит от массы $m_г$ груза, закрепленного на верхнем упоре поршня. Результаты измерений зависимости $\Delta h(m_г)$ он представил в таблице, в которой также приведена Δh_x для груза неизвестной массы m_x.



Примечания: массой поршня можно пренебречь; воздушная прослойка между поршнем и водой в шприце отсутствует; плотность воды ρ = · = 1,0 10^3 кг/м^3; g = 10 Н/кг g ,

Определите площадь S поршня и силу трения скольжения Fтр между поршнем и стенкой шприца. Для этого:

1. Выведите теоретическую зависимость $\Delta h(m_г)$.

2. Постройте график экспериментальной зависимости $\Delta h(m_г)$

3. С помощью графика определите Fтр и S.

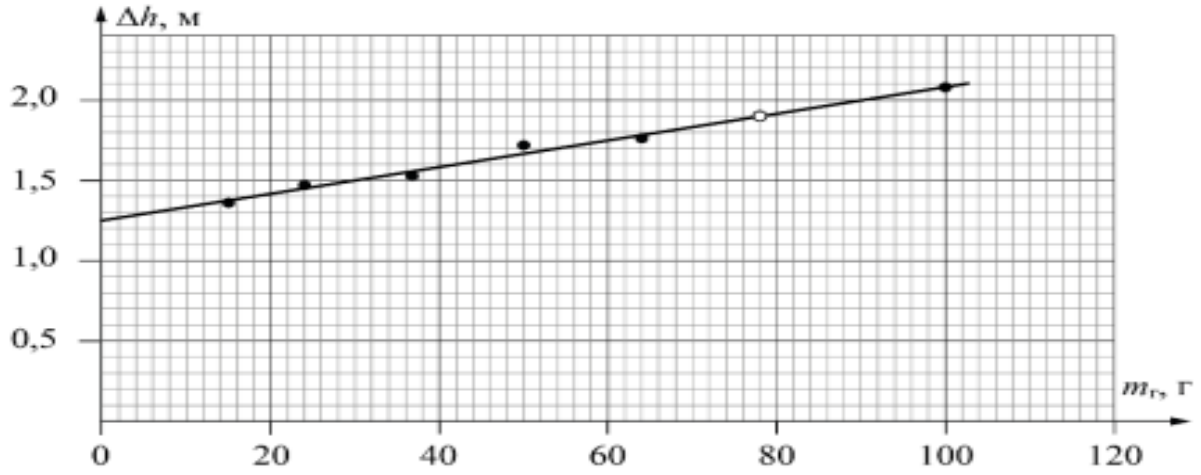
4. Чему равна неизвестная масса m_x груза в шестой строке таблицы?

№	$m_г$, г	Δh, м
1	15	1,36
2	24	1,47
3	37	1,53
4	52	1,72
5	64	1,76
6	m_x	1,90
7	100	2,08

1. При равномерном движении поршня вверх сила тяжести груза и сила трения между поршнем и стенкой шприца уравновешены силой давления столба воды высотой Δh (атмосферное давление можно не учитывать):

$$m_г g + F_{тр} = \rho g S \Delta h \,,$$

Откуда



(1)

2. Мы видим, что Δh линейно зависит от $m_г$ (см. график).

3. Для вычисления углового коэффициента прямой линии на графике удобно использовать точку $m_{г1} = 6$ г, $\Delta h_1 = 1{,}3$ м, а также $m_{г2} = 90$ г, $\Delta h_2 = 2$ м.

Из формулы (1) и графика вычисляем угловой коэффициент

$$k = \frac{1}{\rho S} = \frac{\Delta h_2 - \Delta h_1}{\Delta m_г} = \frac{0{,}7}{0{,}084}\left(\frac{\text{м}}{\text{кг}}\right) = 8{,}33\left(\frac{\text{м}}{\text{кг}}\right)$$

и находим площадь поршня $S = \frac{1}{k\rho} = \frac{1}{8330}\,\text{м}^2 = 1{,}2\,\text{см}^2$.

Из графика видно, что при $m_г = 0$ прямая линия пересекает вертикальную ось в точке $\Delta h_0 = 1{,}25$ м. В соответствие с (1) находим $F_{тр} = \rho g S \Delta h_0 = 10^3 10 \cdot 1{,}2 \cdot 10^{-4}\ 1{,}25\ \text{Н} = 1{,}5\ \text{Н}$.

4. Из графика видно, что при $\Delta h_х = 1{,}9$ м масса груза должна быть равной $m_х = 78$ г.