

Задача 1 (10 баллов)

Исследовательский робот, отправленный на планету Z первым делом, стал определять ускорение свободного падения вблизи этой планеты. Для этого он замерил время свободного падения тела с некоторой высоты Н. Время падения составило $t=5$ секунд. Также он зафиксировал, что за четвертую секунду падения тело пролетело расстояние $h=17,5$ метров. По имеющимся данным определите 1) ускорение свободного падения g на этой планете 2) высоту Н, с которой было брошено тело 3) расстояние h_n , которое пролетело тело за последнюю секунду падения.

Вариант решения

Ускорение свободного падения найдем из условия

$$\frac{g4^2}{2} - \frac{g3^2}{2} = 17,5 \text{ м} \quad g=5 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Высота с которой брошено тело } H = \frac{gt^2}{2} = \frac{5 \cdot 5^2}{2} = 62,5 \text{ м}$$

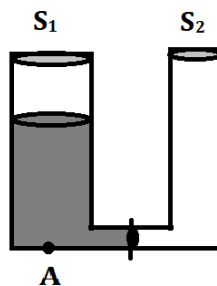
$$\text{За последнюю секунду тело пролетит } h = \frac{5 \cdot 5^2}{2} - \frac{5 \cdot 4^2}{2} = 22,5 \text{ м}$$

Критерии оценивания

Определен способ нахождения ускорение свободного падения и представлен правильный численный ответ	4 балла
Определен способ нахождения высоты, с которой брошено тело и представлен правильный численный ответ	3 балла
Определено расстояние, которое пролетело тело за последнюю секунду падения и представлен правильный численный ответ	3 балла

Задача 2 (10 баллов)

Экспериментатор Коля собрал исследовательскую установку, состоящую из двух цилиндрических сосудов, соединенных перемычкой с клапаном (см. рисунок). При закрытом клапане Коля налил жидкость в первый сосуд и замерил гидростатическое давление в точке А. Значение давления составило $P_1=2$ кПа. Затем он замерил площадь сечения первого и второго цилиндров. Значения соответственно получились равными $S_1=6 \text{ см}^2$ и $S_2=4 \text{ см}^2$. По имеющимся данным определите: 1) Каким станет гидростатическое давление P_2 в точке А, если открыть клапан? Во сколько раз изменится высота столба жидкости после открытия клапана?

**Вариант решения**

Используя формулы $P=\rho gh$, $m=\rho V$, $V=hS$ и условие, что масса воды в правом цилиндре в начальный момент равна сумме масс воды в правом и левом цилиндрах после открытия клапана, приходим к выражению: $S_1 P_1 = S_1 P_2 + S_2 P_2$, следовательно, $P_2 = P_1 S_1 / (S_1 + S_2) = 1,2$ кПа.

Для отношения конечной и начальной высот справедливо равенство:

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{P_2}{P_1} = 0,6$$

Критерии оценивания

Оговорено условие постоянства массы/объема воды	2 балла
Записаны необходимые формулы для решения	2 балла
Определено гидростатическое давление после открытия клапана	3 балла

Задача 3 (10 баллов)

Экспериментатору Коле необходимо максимально быстро нагреть один из модулей своей экспериментальной установки. Для изготовления нагревательного элемента Коля использует провод сопротивлением 100 Ом, который может выдерживать максимальный ток 10 А. Напряжение сети к которой будет подсоединяться нагревательный элемент составляет 200 В. Нагреватель какой мощности в итоге получился у Коли?

Вариант решения

Для максимально быстрого нагрева необходимо изготовить нагревательный элемент с максимально возможной мощностью. Увеличить мощность нагревателя можно, если разрезать провод на N частей и соединить их параллельно.

Выясним минимальное сопротивление куска провода, при котором через него будет течь ток 10 А.

$$R_0 = \frac{U}{I} = \frac{200}{10} = 20 \text{ Ом}$$

Выясним на сколько частей можно разрезать провод

$$N = \frac{R}{R_0} = \frac{100}{20} = 5$$

При параллельном соединении N одинаковых проводников их сопротивление равно

$$R_{06} = \frac{R_0}{N} = \frac{20}{5} = 4 \text{ Ом}$$

Мощность нагревателя

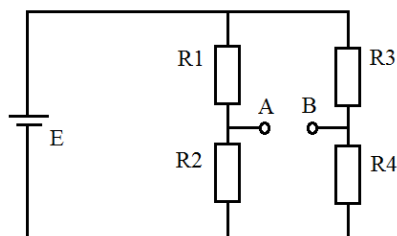
$$P = \frac{U^2}{R_{06}} = \frac{200^2}{4} = 10000 \text{ Вт} = 10 \text{ кВт}$$

Критерии оценивания

Предложен способ увеличения мощности нагревателя	2 балла
Найдено минимальное сопротивление куска провода	2 балла
Определено, на сколько частей можно разрезать провод	2 балла
Определено общее сопротивление нагревателя	2 балла
Определена мощность нагревателя	2 балла

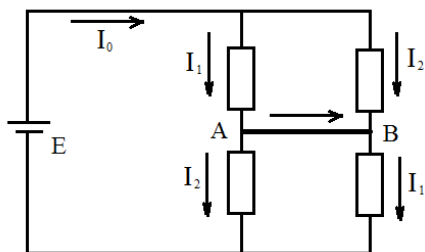
Задача 4 (10 баллов)

Для проверки законов прохождения электрического тока по электрическим цепям Коля собрал электрическую цепь как показано на рисунке. Какой ток покажет амперметр между клеммами А и В если известно, что значения сопротивлений $R_1=R_4=20 \text{ Ом}$, $R_2=R_3=30 \text{ Ом}$, ЭДС источника тока $\mathcal{E}=24 \text{ В}$.? Внутреннее сопротивление амперметра и источника тока считать пренебрежимо малым.



Вариант решения

Из симметрии схемы можно заключить, что токи через одинаковые резисторы будут одинаковыми. Обозначим их I_1 и I_2 . Теперь, рассматривая токи, подходящие, например, к точке В, можно записать, что $I_2 + I_x = I_1$, где I_x — ток через амперметр. Отсюда следует, что $I_x = I_1 - I_2$. С другой стороны, подключение



протекает ток $I_x = I_1 - I_2 = 0,2$ А.

идеального амперметра фактически приводит к замыканию клемм А и В. В результате цепь можно рассматривать как последовательное соединение двух одинаковых участков с резисторами 20 Ом и 30 Ом, соединенными параллельно.

Так как эти участки одинаковы, падение напряжения на каждом из них будет равно 12 В, следовательно, через сопротивление 20 Ом протекает ток $I_1 = 12/20 = 0,6$ А, а через сопротивление 30 Ом протекает ток $I_2 = 12/30 = 0,4$ А. Таким образом, через амперметр

Критерии оценивания

Представлена правильная схема прохождения токов в цепи	2 балла
Определена/оговорена симметрия прохождения токов через сопротивления	3 балла
Представлено выражение для нахождения тока через амперметр как разность токов через сопротивления	3 балла
Представлен верный числовой ответ	2 балла

Задача 5 (10 баллов)

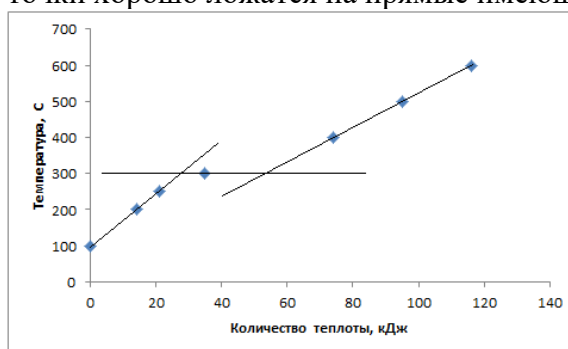
В очередном эксперименте Коля определял удельную теплоемкость 1 килограмма неизвестного вещества. Для этого он собрал установку, которая позволяла измерять температуру вещества в зависимости от подведенного к нему количества тепла. Ниже в таблице приведены результаты его измерений:

$t, ^\circ\text{C}$	100	200	250	300	400	500	600
$Q, \text{кДж}$	0,0	14,0	21,0	35,0	74,0	95,0	116,0

По имеющимся данным определите удельную теплоемкость неизвестного вещества.

Вариант решения

На графике зависимости температуры вещества t от подведенного к нему тепла Q видно, что первые три точки и последние три точки хорошо ложатся на прямые имеющие разные наклоны.



Это говорит о том, что при нагревании вещество перешло из одного агрегатного состояния в другое. Удельную теплоемкость в обоих случаях рассчитаем по формуле: $c = Q/(m \cdot \Delta t)$. Удельная теплоемкость вещества в начальном агрегатном состоянии равна $c_1 = 140$ Дж/кг*С, а в конечном состоянии $c_2 = 210$ Дж/кг*С.

Критерии оценивания

Построен график зависимости температуры вещества от количества подведенной теплоты	2 балла
Определено/оговорено, что в процессе нагревания происходит изменение агрегатного состояния вещества	4 балла
Получено правильное численное значение удельной теплоемкости вещества в начальном агрегатном состоянии	2 балла
Получено правильное численное значение удельной теплоемкости вещества в конечном агрегатном состоянии	2 балла