

Решения и критерии оценивания

Задача 1

Автомобиль, движущийся по прямому шоссе со скоростью $V_0 = 72$ км/ч, начиная обгон, разгоняется с постоянным ускорением. Найдите модуль скорости автомобиля через время $t = 10$ с разгона, если за последние две секунды движения он прошёл путь $s = 58$ м. Определите также модуль ускорения a автомобиля.

Возможное решение

Пусть $\tau = 2$ с, тогда

$$s = (V_0 + a(t - \tau))\tau + \frac{a\tau^2}{2} = V_0\tau + at\tau - \frac{a\tau^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2(s - V_0\tau)}{\tau(2t - \tau)} = 1 \text{ м/с}^2.$$

Скорость автомобиля через время $t = 10$ с разгона равна

$$V = V_0 + at = 30 \text{ м/с}.$$

Критерии оценивания

Составлено кинематическое уравнение для перемещения s за время τ **4 балла**

Выражено ускорение..... **2 балла**

Найдено численное значение модуля ускорения..... **1 балл**

Записано выражение для мгновенной скорости автомобиля **2 балла**

Найдено численное значение модуля скорости автомобиля..... **1 балл**

За каждое верно выполненное действие баллы складываются.

При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл.

Максимум за задание – 10 баллов.

Задача 2

Найдите глубину h погружения в воду плавающего в озере пустого внутри понтона (герметично закрытого ящика), ширина, длина и высота которого равны 4 м, 10 м и 2 м, соответственно. Понтон сделан из стального листа, имеющего толщину 5 мм. Плотность стали $\rho_{\text{стали}} = 7800$ кг/м³, плотность воды $\rho_{\text{воды}} = 1000$ кг/м³.

Возможное решение

Площадь всей наружной поверхности понтона равна:

$$S = 2 \cdot (4 \cdot 10 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 10) = 136 \text{ м}^2.$$

Масса понтона равна:

$$m = \rho S d = 5304 \text{ кг},$$

где d – толщина стального листа.

Понтон должен вытеснить воду, имеющую такую же массу: $m = \rho_{\text{воды}} \cdot h \cdot (40 \text{ м}^2)$.

Отсюда следует, что $h = 13,26 \text{ см}$.

Критерии оценивания

Определена площадь всей наружной поверхности понтона	4 балла
Найдено численное значение площади	2 балла
Записана формула для связи плотности, массы и объёма	2 балла
Найдено численное значение глубины погружения понтона в воду	2 балла

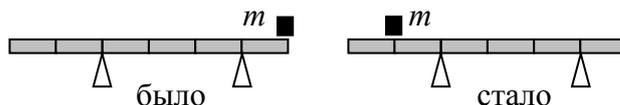
За каждое верно выполненное действие баллы складываются.

При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл.

Максимум за задание – 10 баллов.

Задача 3

Небольшой грузик, покоящийся на достаточно тяжёлой однородной доске, имеющей две опоры, перенесли справа



налево (так, как показано на рисунке). При этом модуль силы реакции одной из опор увеличился на $\Delta N = 14 \text{ Н}$. Определите массу m грузика. Модуль ускорения свободного падения можно считать равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Возможное решение

Очевидно, что при переносе грузика увеличилась сила реакции левой опоры. Запишем правило моментов относительно правой опоры для начального и конечного состояния, соответственно:

$$2Mg - 3N - mg = 0,$$

$$2Mg + 4mg - 3N' = 0,$$

где M – масса доски, N – модуль силы реакции левой опоры в начальном состоянии, N' – модуль силы реакции левой опоры в конечном состоянии. Вычитая из второго уравнения первое, получаем:

$$5mg = 3\Delta N \Rightarrow m = \frac{3\Delta N}{5g} = 840 \text{ г.}$$

Критерии оценивания

Записано уравнение моментов до перенесения грузика	3 балла
Записано уравнение моментов после перенесения грузика.....	3 балла
Получена формула для массы грузика.....	3 балла
Найдено численное значение массы грузика	1 балл

За каждое верно выполненное действие баллы складываются.

При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл.

Максимум за задание – 10 баллов.

Задача 4

Теоретик Баг налил в большую чашку $m_0 = 250$ г кофе при температуре $t_0 = 90$ °С. Для того, чтобы остудить его до температуры, не превышающей $t = 60$ °С (чтобы кофе можно было пить, не обжигаясь), теоретик решил добавить в напиток несколько кубиков льда из морозильника. Какое наименьшее количество кубиков понадобится бросить в кофе, если масса одного кубика $m_1 = 2,5$ г, а его начальная температура $t_1 = -15$ °С? Потерями теплоты можно пренебречь. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 340$ кДж/кг, удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2100$ Дж/(кг·°С), плотность льда $\rho_{\text{л}} = 900$ кг/м³, удельная теплоёмкость воды (и кофе) $c = 4200$ Дж/(кг·°С). При решении задачи считайте, что в ходе экспериментов Бага содержимое чашки из неё не выливается.

Возможное решение

Запишем уравнение теплового баланса для процессов нагревания льда до температуры плавления, таяния льда, нагревания получившейся при таянии воды и, соответственно, охлаждения кофе:

$$cm_0(t_0 - t) = -Nc_{\text{л}}m_1t_1 + N\lambda m_1 + Ncm_1t \Rightarrow N = \frac{cm_0(t_0 - t)}{\lambda m_1 + cm_1t - c_{\text{л}}m_1t_1} \approx 20,2.$$

Значит, Багу понадобится 21 кубик льда (поскольку в случае бросания 20 кубиков конечная температура напитка окажется больше, чем 60 °С).

Критерии оценивания

Правильно определены процессы теплообмена.....	1 балл
Составлено уравнение теплового баланса.....	3 балла
Составлено выражение для количества кубиков.....	4 балла
Получен численный ответ.....	2 балла

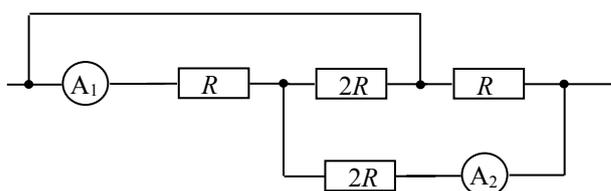
За каждое верно выполненное действие баллы складываются.

При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл.

Максимум за задание – **10 баллов**.

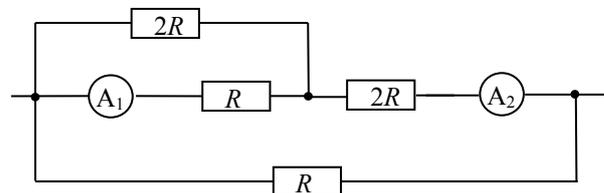
Задача 5

Участок цепи, схема которого приведена на рисунке, включает в себя резисторы с сопротивлениями R и $2R$. Амперметр A_1 показывает силу тока $I_1 = 0,2$ мА. Найдите показания I_2 амперметра A_2 . Сопротивлением амперметров и соединительных проводов можно пренебречь.



Возможное решение

Эквивалентная схема участка цепи изображена на рисунке. Ток, протекающий через верхний резистор $2R$, равен: $I' = \frac{U_{2R}}{2R} = \frac{I_1 R}{2R} = 0,1$ мА.



Значит, показания второго амперметра $I_2 = I' + I_1 = 0,3$ мА.

Критерии оценивания

Корректно учтена идеальность амперметров.....	2 балла
Нарисована правильная эквивалентная схема.....	3 балла
Найдена связь между токами I_1 и I'	2 балла
Применён закон сохранения заряда для узла цепи.....	2 балла
Найдено численное значение тока через амперметр A_2	1 балл

За каждое верно выполненное действие баллы складываются.

При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл.

Максимум за задание – **10 баллов**.

Всего за работу – **50 баллов**.