Решение заданий для 9 класса. Вариант 1. Вариант 2.

Задача 1. (Вариант 1).

Для определения плотности деревянного бруска длиной l = 10 см его погрузили сначала в масло, а потом в воду. При переносе бруска из масла в воду глубина его погружения уменьшилась на h = 1 см. Какую плотность имеет деревянный брусок? Плотность воды 1000 кг/м^3, масла 900 кг/м^3. Брусок плавает вертикально, его длина измерена вдоль вертикали.

Решение:

В обоих случаях выполняется условие равновесия

$\rho g S l = \rho_в g S(l - x) = \rho_м g S(l - x + h)$

Здесь x – длина выступающей из жидкости части. Решая эти уравнения, получим

$$\rho = \frac{\rho_в \rho_м}{\rho_в - \rho_м} \cdot \frac{h}{l} = 900\ кг/м^3$$

Ответ: 900 кг/м^3

Критерии оценивания задачи 1.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. **Баллы за каждый верный элемент решения суммируются**	**Max. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно.** **(MAX = 20 баллов)**
1	Выполнен чертеж к задаче с указанием всех сил	от 1 до 5 баллов
2	Записаны условия равновесия	от 1 до 5 баллов в каждом случае
3	Получено решение в общем виде	от 1 до 3 баллов
4	Получен численный ответ	от 1 до 2 баллов

Задача 1. (Вариант 2).

Автобус ехал их города Альфа в город Омега. Скорость автобуса 70 км/час. Пошел дождь, автобус снизил скорость до 60 км/час. Когда дождь закончился, до Омеги оставалось 40 км. Автобус поехал со скоростью 75 км/час и приехал в Омегу точно в запланированное время. Сколько минут шел дождь?

Решение:

Средняя скорость автобуса - это отношение пройденного пути к затраченному времени. Так как расстояние от Альфа до Омега из-за дождя не изменилось, и время движения автобуса также не изменилось, то средняя скорость совпадает с начальной скоростью V = 70 км/ч.

Пусть дождь шёл в течение времени *t*. Тогда путь, пройденный за это время, составил V_2t. Время, за которое после дождя автобусы проехали оставшееся расстояние, равно S/v_3 . Ясно, что время, затраченное автобусами с момента начала дождя до прибытия в Омега, должно равняться времени, которое потребовалось бы для преодоления того же расстояния с начальной скоростью V_1:

$$t + \frac{S}{V_3} = \frac{V_2 t + S}{V}$$

Отсюда находим время, в течение которого шёл дождь:

$$t = \frac{S(V_3 - V)}{V_3(V - V_2)} = 16 \text{ минут}$$

Ответ: 16 минут

Критерии оценивания задачи 1

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются	Max. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно. (MAX = 20 баллов)
1	Определена средняя скорость автобуса на всем пути	от 1 до 5 баллов
2	Получено уравнение, связывающее времена движения на участках	от 1 до 10 баллов
3	Получен ответ	от 1 до 5 баллов
5	Получен окончательный результат в виде числа с указанием единиц	от 1 до 5 баллов

Задача 2. (Вариант 1).

Брусок массой 10 кг двигался по плоскости из состояния покоя. Сила, приложенная к бруску, линейно изменялась от 20 Н до 50 Н за время 2 минуты. Какова скорость бруска к концу 2-й минуты, если коэффициент трения бруска о плоскость равен 0,3? Ускорение свободного падения равно 10 м/с^2.

Решение: Максимальная сила трения покоя равна $F_{тр.м} = \mu N = \mu mg = 0{,}3 \cdot 10 \cdot 10 = 30$ Н. Так как сила нарастала со скоростью $\Delta F / \Delta t = 30/120 = 0{,}25$ Н/с, то в течении 40 с брусок не двигался. Далее сила трения оставалась постоянной и равной 30 Н, а сила тяги нарастала и увеличивала ускорение бруска. Т.е. имеем дело с неравноускоренным движением. Равнодействующая сил будет равна разности сил тяги T и силы трения $F_{тр}$:

$$R = T(t) - F_{тр},$$

Можно построить график зависимости ускорения $a = R/m$ от времени. Тогда площадь, ограниченная графиком, определяет изменение скорости бруска:

$$V - V_0 = \frac{a - a_0}{2}\left(t - t_0\right) = 80 \ м/с$$

Ответ: 80 м/с

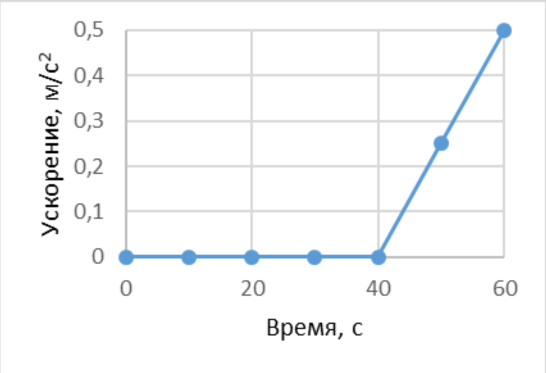
Критерии оценивания задачи 2.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются	**Max. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно. (MAX = 20 баллов)**
1	Рассчитана максимальная сила трения покоя	от 1 до 5 баллов
2	Определено время покоя	от 1 до 5 баллов
3	Получено уравнение, связывающее скорость и ускорение	от 1 до 5 баллов
4	Получен ответ	от 1 до 5 баллов

Задача 2. (Вариант 2).

Тележка массой 10 кг двигалась из состояния покоя. Сила, приложенная к тележке, менялась от равномерно 20 Н до 35 Н за время 1 минута. Какова скорость тележки к концу 1-й минуты, если коэффициент трения тележки о дорогу 0,3?

Решение: Максимальная сила трения покоя равна $F_{тр.м} = \mu N = \mu mg$ = 0,3·10·10 = 30 Н. Так как сила нарастала со скоростью ΔF /Δt = 15/60 = 0,25 Н/с, то в течении 40 с брусок не двигался. Далее сила трения оставалась постоянной и равной 30 Н, а сила тяги нарастала и увеличивала ускорение бруска. Т.е. имеем дело с неравноускоренным движением. Равнодействующая сил будет равна разности сил тяги T и силы трения $F_{тр}$:



$$R = T(t) - F_{тр},$$

Можно построить график зависимости ускорения $a = R/m$ от времени. Тогда площадь, ограниченная графиком, определяет скорость тележки:

$$V = \frac{a}{2}(t - t_0) = 5 \text{ м/с}$$

Ответ: 5 м/с

Критерии оценивания задачи 2.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются	Max. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно. (MAX = 20 баллов)
1	Рассчитана максимальная сила трения покоя	от 1 до 5 баллов
2	Определено время покоя	от 1 до 5 баллов
3	Получено уравнение, связывающее скорость и ускорение	от 1 до 5 баллов
4	Получен ответ	от 1 до 5 баллов

Задача 3. (Вариант 1)

Цилиндрический стакан массой 100 г держат двумя пальцами за стенки. Если стакан сжать пальцами по диаметру с некоторой силой F_1 и тянуть по гладкой горизонтальной поверхности, то ему удается сообщить довольно большое ускорение, равное 21 м/с^2. Какой максимальной массы груз можно поднимать в стакане так, что через 0,6 с он приобретает максимальную скорость 30 см/с? Ускорение свободного падения можно считать равным 10 м/с^2.

Решение: Пусть коэффициент трения пальцев о стакан равен μ. В случае, когда мы тянем стакан по гладкой горизонтальной поверхности, по второму закону Ньютона имеем:

$$\mu F_1 = m_1 a_1 = m_1 \frac{V_1}{\tau}$$

При подъеме стакана вверх уравнение динамики движения имеет вид:

$$\mu F_1 - (m+M)g = (m+M)a_2$$

Подставляя значения μF_1 и a_2, получим

$$m_1 \frac{V_1}{\tau} - (m+M)g = (m+M)\frac{V_m}{\tau}$$

Масса груза равна

$$M = \frac{m\left(\frac{V_1}{\tau} - g - \frac{V_m}{\tau}\right)}{g + \frac{V_m}{\tau}} = 0{,}1 \text{ кг}$$

Ответ: 0,1 кг

Критерии оценивания задачи 3.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются	Max. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно.
1	Найдено значение силы трения	от 1 до 6 баллов
2	Составлено уравнение динамики движения вверх	от 1 до 6 баллов
3	Получено выражение для массы в общем виде	от 1 до 6 баллов
4	Рассчитано значение массы	от 1 до 2 баллов

Задача 3. (Вариант 2)

Льдина представляет собой параллелепипед площадью 70 м^2, на ней лежит груз массой 700 кг. Надводная часть льдины выступает над водой на 10 см. На какой глубине под водой находится нижняя часть льдины? Плотность воды 1000 кг/м^3, плотность льда 900 кг/м^3.

Решение: Условие равновесия льдины с грузом:

$$Mg + \rho_л gS(H + h) = \rho_в gSH$$

Отсюда

$$\mathrm{H} = \frac{M + \rho_л Sh}{S(\rho_в - \rho_л)} = 1 \text{ м}$$

Ответ: 1 м

Критерии оценивания задачи 3.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются	Max. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно. (MAX = 20 баллов)
1	Определены условия равновесия льдины с грузом	от 1 до 10 баллов
2	Рассчитана глубина погружения льдины	от 1 до 10 баллов

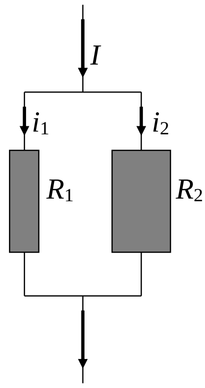
Задача 4. (Вариант 1)

Предохранитель в цепи электрического тока состоит из двух свинцовых проволочек, соединенных параллельно. Тонкая проволочка диаметром d_1 = 0,30 мм плавится при пропускании через нее тока I_1 = 1,8 А, а толстая проволочка диаметром d_2 = 0,60 мм – при токе I_2 = 5,0 А. Какое максимальное значение силы тока в цепи может выдержать предохранитель, составленный из двух проволочек указанных диаметров? Длины проволочек считать одинаковыми. Результат выразите в амперах и запишите в виде трех значащих цифр.

Решение: Т.к. сопротивление проволоки обратно пропорционально площади ее поперечного сечения $R = \rho\frac{l}{S} = \rho\frac{l}{\frac{\pi d^2}{4}}$, то $\frac{R_1}{R_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2} = 4$. (1)

Пусть I – сила тока в цепи, i_1 и i_2 – силы токов через тонкую и толстую проволоки (см. рисунок). Тогда

$$\begin{cases} I = i_1 + i_2, & (2) \\ i_1 R_1 = i_2 R_2. & (3) \end{cases}$$



Допустим, через толстую проволоку сопротивлением R_2 течет максимальный ток $i_2 = I_2 = 5$ А, тогда сила тока через тонкую проволоку $i_1 = i_2\frac{R_2}{R_1} = \frac{I_2}{4} = 1,25$ А < I_1 = 1,8 А. Значит, тонкая проволока не перегорит, и максимальный ток в цепи $I_{max} = i_1 + I_2 = 1,25 + 5 = 6,25$ А.

Ответ. $I_{max} = 6,25$ А.

Критерии оценивания задачи 4.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. **Баллы за каждый верный элемент решения суммируются**	**Max. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно.** **(MAX = 20 баллов)**
1	При решении используется формула, связывающая сопротивление проволоки с площадью ее сечения	от 1 до 2 баллов
2	Получено отношение сопротивлений тонкой и толстой проволок (1)	от 1 до 2 баллов
3	Сделан рисунок электрической цепи предохранителя	от 1 до 2 баллов
4	Записано уравнение (2) связи тока в узле (первое	от 1 до 4 баллов

	правило Кирхгофа)	
5	Записано уравнение (3) постоянства напряжений на проволоках	от 1 до 4 баллов
6	Установлено, что тонкая проволока не перегорит, если через толстую течет максимальный ток	от 1 до 2 баллов
7	Получено числовое значение максимального тока в цепи	от 1 до 4 баллов

Задача 4. (Вариант 2)

Электрическая цепь состоит из трех резисторов с известными сопротивлениями R_1 = 40 Ом, R_2 = 60 Ом, R_4 = 120 Ом, резистора с неизвестным сопротивлением R_3 и переменного резистора (см. рисунок). Сопротивление цепи между точками А и В не зависит от значения переменного сопротивления. Определите сопротивление резистора R_3.

Решение: Поскольку от сопротивления переменного резистора сопротивление цепи не зависит, то напряжение на нем равно нулю, т.е. перед нами сбалансированная мостовая схема, а значит:

$$R_1R_4 = R_2R_3$$

$$R_3 = \frac{R_1R_4}{R_2} = 80\ \text{Ом}$$

Ответ: 80 Ом

Критерии оценивания задачи 4.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. **Баллы за каждый верный элемент решения суммируются**	**Max. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно.** **(MAX = 20 баллов)**
1	Указано, что разность потенциалов на концах переменного резистора равно нулю	от 1 до 5 баллов
2	Получено уравнение для расчета сопротивления резистора R_3.	от 1 до 10 баллов
4	Получен ответ	от 1 до 5 баллов

Задача 5. (Вариант 1)

В калориметр, содержащий 2 кг воды при температуре 20 ºС, бросили кусок льда массой 1 кг, в центре которого вморожен стальной шарик массой 50 г. Температура льда 0 ºС. Утонет ли стальной шарик после установления теплового равновесия? Плотность льда 900 кг/м^3, плотность воды 1000 кг/м^3, плотность стали 7800 кг/м^3.

Решение: Для ответа на заданный вопрос нужно решить, какова средняя плотность льда и шарика после установления теплового равновесия. Уравнение теплового баланса запишем из условия, что лед растает не весь лед:

$$m_в c_в (t_в - \theta) = \Delta m_л \lambda$$

Тогда

$$\Delta m_л = \frac{m_в c_в (t_в - \theta)}{\lambda} \approx 0{,}51 \text{ кг}$$

Этот расчет подтверждает наше предположение о том, что растает не весь лед.

Условие плавания оставшейся льдинки:

$$(m_л - \Delta m_л) + m_c = \rho_в \left(\frac{\Delta m_л}{\rho_л} + \frac{m_c}{\rho_c}\right)$$

Проведя вычисления, получим, что льдинка не утонет.

Ответ: льдинка не утонет

Критерии оценивания задачи 5.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. Баллы за каждый верный элемент решения суммируются	**Max. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно. (MAX = 20 баллов)**
1	Составлено уравнение теплового баланса	от 1 до 5 баллов
2	Рассчитана масса растаявшего льда	от 1 до 5 баллов
3	Записано условие плавания льдинки	от 1 до 5 баллов
4	Получен ответ	от 1 до 5 баллов

Задача 5. (Вариант 2)

С какой высоты h падает вода в водопаде, если в результате падения она нагревается на ΔT = 0,02 К? Считать что только 30% (η = 0,3) кинетической энергии падающей воды превращается в ее внутреннюю энергию. Удельная теплоемкость воды c = 4,2 кДж/(кг·К).

Решение:

Уравнение теплового баланса в рассматриваемом случае имеет вид:

$$\eta mgh = cm\Delta T$$

$$h = \frac{c\Delta T}{\eta g h} \approx 28 \text{ м}$$

Ответ: 28 м

Критерии оценивания задачи 5.

	Решение содержит следующие верные элементы решения. **Баллы за каждый верный элемент решения суммируются**	**Max. балл ставится, когда данный элемент решения сделан верно и полно.** **(MAX = 20 баллов)**
1	Составлено уравнение по закону сохранения энергии	от 1 до 10 баллов
2	Получено решение в общем виде	от 1 до 5 баллов
3	Получен ответ	от 1 до 5 баллов