

Задача 1. Уставший путник (10 баллов)

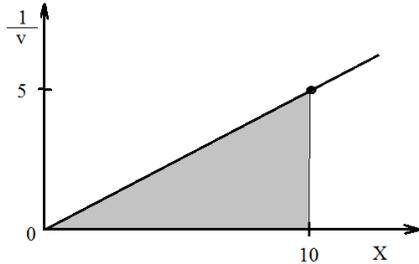
Путник идет по прямой дороге. В какой-то момент t_0 он начинает замедлять свое движение. При этом произведение скорости на пройденный путь остается постоянной величиной равной $c=2 \text{ м}^2/\text{с}$. Определите, с какой средней скоростью он пройдет первые 10 метров, начиная с момента t_0 .

Вариант решения

Среднюю скорость найдем как отношение пройденного пути к затраченному времени.

По условию задачи $vx = c$, где v -скорость, x - пройденный путь. Отсюда: $\frac{1}{v} = \frac{1}{c}x$

Построим график этой зависимости. Поскольку зависимость линейная, то достаточно двух точек: $x=0, 1/v=0$ и $x=10, 1/v=5$



Площадь под прямой соответствует затраченному времени.

$$t = (5 \cdot 10) / 2 = 25 \text{ с}$$

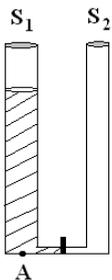
Средняя скорость составит $v_{\text{ср}} = 10 / 25 = 0,4 \text{ м/с}$

Критерии оценивания

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение
6-8	Решение в целом верное, однако, содержит существенные математические ошибки
5	Построен график зависимости $1/v$ от x . (при решении графическим способом)
3-4	Имеются правильные суждения, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение (при решении аналитическим способом)
1-2	Записано уравнение для нахождения средней скорости в общем виде. Имеются суждения направленные на правильный ответ.
0	Решение неверное, или отсутствует

Задача 2. Водный баланс (10 баллов)

К цилиндрическому сосуду с площадью поперечного сечения $S_1=6 \text{ см}^2$ заполненного водой через клапан подсоединили пустой цилиндрический сосуд с площадью поперечного сечения $S_2=4 \text{ см}^2$, как показано на рисунке. В начальный момент времени давление столба жидкости в точке А равно $P_1=2 \text{ кПа}$. Каким станет давление P_2 в точке А если открыть клапан? Во сколько раз уменьшится высота столба жидкости в первом сосуде?



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: $S_1P_1=S_1P_2+S_2P_2$, следовательно, $P_2=P_1S_1/(S_1+S_2)=1,2$ кПа.

Для отношения конечной и начальной высот справедливо равенство:

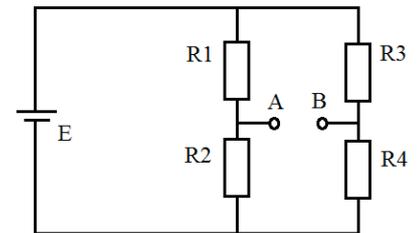
$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{P_2}{P_1} = 0,6$$

Критерии оценивания

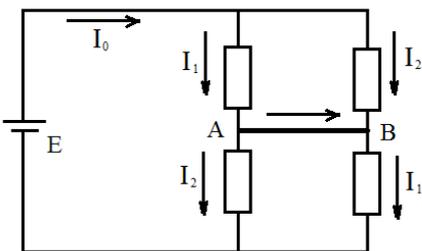
Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение
7-8	Решение в целом верное, однако, содержит существенные математические ошибки
4-6	Правильно определен только один из параметров: давление или изменение высоты столба жидкости.
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение
1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении)
0	Решение неверное, или отсутствует

Задача 3. «Цепной ток» (10 баллов)

На рисунке представлена исследуемая электрическая цепь. Значения сопротивлений $R_1=R_4=20$ Ом, $R_2=R_3=30$ Ом. ЭДС источника тока $E=24$ В. Какой ток покажет амперметр между клеммами А и В? Внутреннее сопротивление амперметра и источника тока считать пренебрежимо малым.



Вариант решения



Для решения задачи можно воспользоваться следующим приемом. С одной стороны, 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 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 протекает ток $I_x=I_1-I_2 = 0,2$ А.

Критерии оценивания

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение

7-8	Решение в целом верное, однако, содержит существенные математические ошибки
5-6	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение
2-4	Представлена правильная схема прохождения токов в цепи. Присутствуют суждения направленные на правильный ответ.
1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении)
0	Решение неверное, или отсутствует

Задача 4 Толи снег толи вода (10 баллов)

Мокрый снег массой 0,2 кг при температуре $T_{сн}=0^{\circ}\text{C}$ бросили в теплую воду массой 2 кг и температурой $T_{в} = 25^{\circ}\text{C}$. После установления теплового равновесия температура общей массы получившейся воды стала равной $T_{к}=18^{\circ}\text{C}$. Определите процентное содержание воды, которое было в снеге (по массе). Удельная теплоемкость воды $c_{в} = 4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$. Потерями теплоты пренебречь.

Вариант решения

Запишем уравнение теплового баланса:

$$(1-X)m\lambda + c_{в}mT_{г} = c_{в}M(T_{к} - T_{в})$$

Где X – массовая доля воды в мокром снеге, m – масса мокрого снега, M – начальная масса теплой воды.

Выразим X :

$$X = 1 - \frac{c_{в}M(T_{в} - T_{к}) - c_{в}mT_{к}}{m\lambda} = 0,34 \quad \text{или} \quad 34\%$$

Критерии оценивания

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение
7-8	Решение в целом верное, однако, содержит существенные математические ошибки
5-6	Правильно записано уравнение теплового баланса, но не определено процентное содержание воды.
2-4	В уравнении теплового баланса допущена физическая ошибка. Но решение доведено до конца.
1	Имеются суждения направленные на правильное решение.
0	Решение неверное, или отсутствует

Задача 5. Теплоемкий эксперимент (10 баллов)

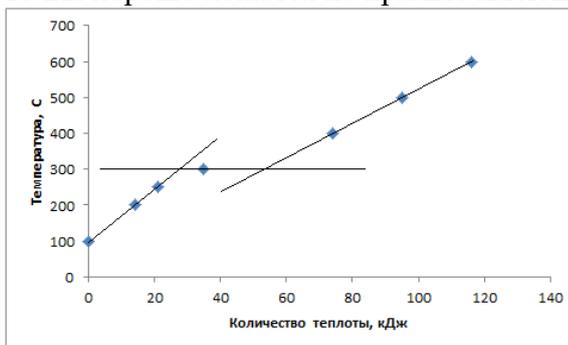
В школьной лаборатории ученики определяли удельную теплоемкость неизвестного вещества массой 1 кг. Для этого измеряли температуру вещества $t_{в}$ в зависимости от подведенного к нему тепла Q . Результаты измерений приведены в таблице:

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

Определите удельную теплоемкость 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: $c=Q/(m*\Delta t)$. 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

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение
7-8	Решение в целом верное, однако, содержит существенные математические ошибки
5-6	Построен график зависимости температуры вещества от подведенного к нему тепла. Определено, что вещество находится в разных агрегатных состояниях, но не записаны формулы необходимые для решения. Решение не доведено до конца.
2-3	Построен график зависимости температуры вещества от подведенного к нему тепла. Присутствуют суждения направленные на правильный ответ.
1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении)
0	Решение неверное, или отсутствует