

10 класс

Максимальное время для решения 230 минут

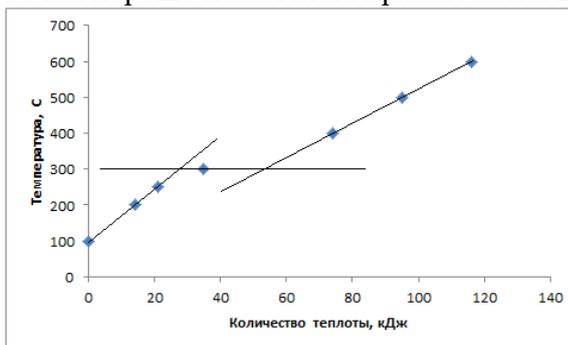
Задача 1. (10 баллов)

В таблице приведены результаты измерений температуры вещества t в зависимости от подведенного к нему тепла Q . Определите удельную теплоемкость этого вещества если известно, что масса вещества 1 кг.

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

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 $c_1=140 \text{ Дж/кг*}^\circ\text{C}$, а в конечном состоянии $c_2=210 \text{ Дж/кг*}^\circ\text{C}$.

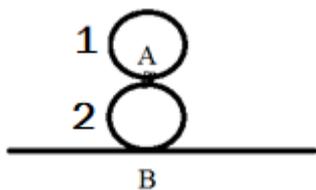
Критерии оценивания

Построен график зависимости	2 балла
Определено, что вещество находится в разных агрегатных состояниях	4 балла
Записаны формулы для расчета удельной теплоемкости	2 балла
Определены численные значения удельных теплоемкостей в первом и втором случаях	2 балла

Задача 2 (10 баллов)

С некоторой высоты бросают вертикально без начальной скорости баскетбольный мяч на другой такой же баскетбольный мяч, находящийся в покое на твердом полу. Во сколько раз будут отличаться высоты, на которые подпрыгнут эти два мяча?

Вариант решения



Первый мяч после соударения начинает движение вверх со скоростью V_0 . Максимальную высоту подъема определим по формуле $h = \frac{V_0^2}{2g}$. В момент отрыва первого мяча от второго у последнего скорость точки **В** соприкосновения с полом равна нулю, а скорость точек **А** касавшихся первого мяча соответствуют V_0 . Тогда, результирующая скорость, с которой начнет двигаться второй мяч будет равна $V_0/2$. Максимальная высота подъема второго мяча составит $h' = \frac{V_0^2}{8g}$. Отношение высот составит $h/h' = 4$.

Первый мяч подлетит в четыре раза выше, чем второй.

Критерии оценивания

Представлена связь максимальной высоты подъема и начальной скорости движения	3 балла
Определена скорость движения центра масс второго мяча	5 баллов
Представлен правильный ответ	2 балла

Задача 3. (10 баллов)

Определите минимальный размер плоского зеркала квадратной формы необходимого для того, чтобы человек ростом $h=180$ см, имеющий ширину плеч $d=50$ см, мог увидеть себя в нем полностью.

Вариант решения

Если бы зеркало было прямоугольным, то его высота могла быть равной $h/2$, а ширина $d/2$. Такой прямоугольник вписывается в квадрат минимальных размеров, когда диагональ квадрата расположена вертикально и равна $(h+d)/2$.

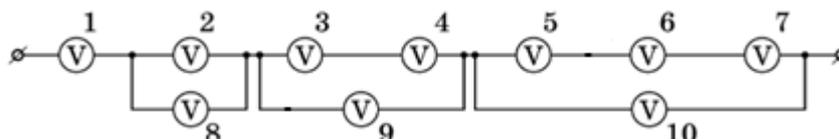
Отсюда находим, что минимальная длина стороны квадратного плоского зеркала равна: $a = \frac{1}{2\sqrt{2}}(h + d) = 81,3$ см

Критерии оценивания

Определены минимальные размеры для прямоугольного зеркала	3 балла
Определена диагональ минимального квадратного зеркала	4 балла
Определена длина стороны квадратного зеркала	3 балла

Задача 4. (10 баллов)

На рисунке представлена электрическая цепь. Все вольтметры в цепи одинаковые. Показания второго вольтметра $U_2=6$ В. Определите показания других вольтметров.



Вариант решения

Показания вольтметра определяются силой тока, текущего через него: $U=IR$, где R – сопротивление вольтметра

При параллельном соединении приборов сила тока делится в отношении, обратном сопротивлениям участков, поэтому

$$I_2=I_8=I_1/2;$$

$$I_3=I_4=I_9/2=I_1/3;$$

$$I_5=I_6=I_7=I_{10}/3=I_1/4$$

Решая систему, получаем:

$$U_1= 12 \text{ В}; U_3=4 \text{ В}; U_4=4 \text{ В}; U_5= 3 \text{ В}; U_6=3 \text{ В}; U_7=3 \text{ В}; U_8= 6 \text{ В}; U_9=8 \text{ В}; U_{10}=9 \text{ В};$$

Критерии оценивания

Отмечена связь силы тока, текущей через вольтметр с его сопротивлением	1 балл
Найдена сила тока, текущего через вольтметры 1 и 8	2 балла
Найдена сила тока, текущего через вольтметры 3 и 9	2 балла
Найдена сила тока, текущего через вольтметры 5 и 10	2 балла
Найдено напряжение на каждом из вольтметров	3 балла

Задача 5. (10 баллов)

После проливного дождя бочка в форме цилиндра с основанием $S=1,5$ м² и высотой $h=1$ м оказалась заполненной на половину. Оцените, за какое время t из бочки полностью вытечет вода, если в дне бочки проткнуть круглое отверстие радиусом $R=5$ см?

Вариант решения

Объем воды в бочке равен $S \cdot H$, где $H=h/2$. Вода вытекает со средней скоростью v_{cp} и выполняется равенство:

$$S \cdot H = v_{cp} \cdot t \cdot S_0, \text{ где } S_0 = \pi R^2 \text{ – площадь сливного отверстия.}$$

Среднюю скорость найдем из закона сохранения энергии, рассматривая центр масс жидкости:

$$v_{cp} = \sqrt{gH}$$

Время, за которое вода вытечет $t = \frac{SH}{\sqrt{gH*\pi R^2}} \approx 60 \text{ с} = 1 \text{ мин}$

Критерии оценивания

Определен объем воды в бочке	2 балла
Определена площадь сливного отверстия	2 балла
Определено выражение средней скорости истечения воды	3 балла
Определено время истечения воды	3 балла