

## 10 класс

Максимальное время для решения 230 минут

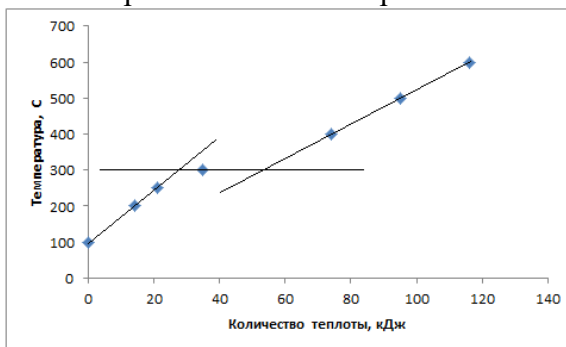
### Задача 1. (10 баллов)

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  $c_2=210 \text{ Дж/кг*}^\circ\text{C}$ .

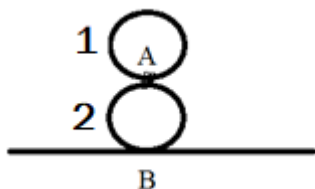
#### Критерии оценивания

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  $(h+d)/2$ .

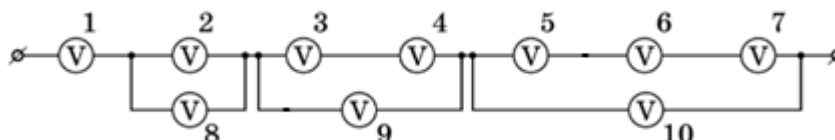
Отсюда находим, что минимальная длина стороны квадратного плоского зеркала равна:  $a = \frac{1}{2\sqrt{2}}(h + d) = 81,3$  см

#### 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  $S=1,5$  м<sup>2</sup> 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  $t = \frac{SH}{\sqrt{gH \cdot \pi R^2}} \approx 60 \text{ с} = 1 \text{ мин}$

**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