

§1. Первый отборочный тур.

Первый отборочный тур проводится индивидуально в сети Интернет, работы оцениваются автоматически средствами системы онлайн-тестирования. Набор задач представляет собой задачи, требующие знания физики, химии и математики, общие для всех участников. На решение задач первого отборочного этапа участникам давалось 3 недели. Решение каждой задачи дает определенное количество баллов. Баллы зачисляются в полном объеме за правильное решение задачи, по 5 баллов за каждую из 5 задач. Участники получают оценку за решение задач в совокупности по всем предметам данного профиля (математика, физика и информатика) — суммарно от 0 до 25 баллов.

Перед прохождением основной части первого отборочного этапа участникам предлагалась тестовая задача, баллы за решение которой не начислялись.

Задача 1.1 (5 баллов)

Условие:

Кристаллизация вещества происходит в точках возмущения. Если охлаждение происходит равномерно и нет точек возмущения, то жидкость можно охладить до температуры ниже температуры кристаллизации. До какой температуры нужно охладить 1 килограмм воды, чтобы при внесении возмущения практически мгновенно кристаллизовался, вся представленная масса воды? Удельная теплоемкость воды равна 4,2 кДж/кг К, удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг. Ответ округлить до целого значения в сторону более низкой температуры.

Решение:

Количество теплоты, выделяемое при кристаллизации, идет на ее нагревание до температуры кристаллизации (0°C). Уравнение теплового баланса: $m_2\lambda = cm_1\Delta t$
 λ -удельная теплота плавления льда, c -удельная теплоемкость воды, m_1 -масса воды, m_2 -масса льда. $\Delta t = \lambda m_2 / cm_1 = -79$ °C

Задача 1.2 (5 баллов)

Условие:

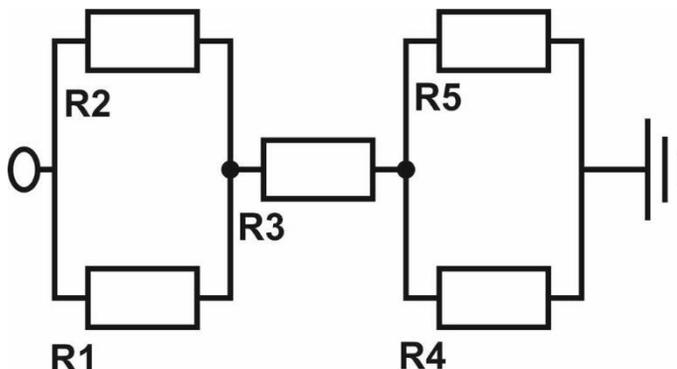
Какое время будут честно считаться параметры воздуха объемом 1 кубический сантиметр, на компьютере с частотой 3,0 ГГц, если на обсчет каждой молекулы требуется 100 тактов, а молекул в данном объеме $3 \cdot 10^{19}$ штук. Ответ привести в секундах с точностью до целой. Считаем, что процессор не выполняет иных операций, кроме расчетов параметров системы.

Решение:

Процессор имеет частоту 3 000 000 000 такта в секунду. Следовательно, способен обсчитать 30 000 000 молекул в секунду ($3 \cdot 10^7$).
Ответ: 1 000 000 000 000 сек

Задача 1.3 (5 баллов)

Условие:



Имеется электронная схема. Все резисторы, входящие в ее состав, имеют одинаковое сопротивление. Общее сопротивление схемы 12 ом. Разрешенное отклонение от расчетного значения $\pm 10\%$. В ходе производственного брака резистор R_1 приобрел сопротивление в 2 раза больше номинального, а R_2 в 2 раза меньшее. Выяснить попадает ли получившаяся схема в допуск указав погрешность сопротивления в процентах.

Решение:

$$1/R_{1+2} = (1/R) + (1/R)$$

$$R_{1+2} = R/2$$

$$R_{\text{общ}} = R/2 + R + R/2 = 2R$$

$$R = 6 \text{ ом.}$$

$$1/R_{1+2} = (1/2R) + (2/R)$$

$$R_{1+2} = 0,4R$$

$$R_{\text{общ}} = 0,4R + R + 0,5R = 1,9R = 11,4 \text{ ом}$$

$$\Delta R = 1 - R_{\text{общ}2} / R_{\text{общ}1} = 0,95$$

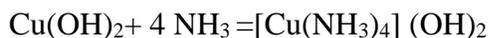
$$\Delta R = 5\%$$

Задача 1.4 (5 баллов)

Условие:

Рассчитайте объем 5%-ного водного раствора аммиака (плотность 977г/л), который необходим для химического растворения 0,05кг вещества $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Решение:



Найдем количества веществ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ и NH_3 ; массу раствора аммиака и его объем:

$$n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 50\text{г} / 98\text{г/моль} = 0,51\text{моль}$$

$$m(\text{NH}_3) = 4 * m(\text{CuO}) = 4 * 0,625\text{моль} = 2,04 \text{ моль.}$$

$$\text{Масса аммиака равна: } m(\text{NH}_3) = 2,04 \text{ моль} * 17\text{г/моль} = 34,69\text{г.}$$

Масса раствора аммиака и его объем:

$$M(\text{раствора}) = 34,69 * 100 / 5 = 693,8\text{г}; V(\text{раствора}) = 693,8\text{г} / 977\text{г/л} = 0,710\text{л.}$$

Задача 1.5 (5 баллов)

Условие:

Сколько атомов содержится в 1 см кубическом вещества, плотность которого равна 7,87 г/см кубический? Молярная масса вещества 55,847 г/моль. Число Авогадро $6,022 \cdot 10^{23}$ атомов/моль.

Решение:

Масса 1 см³ равна 7,87 г. Тогда 1см³ вещества будет содержать $(7,87 \text{ г} / 55,847 \text{ г/моль}) \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ атомов/моль} = 0,849 \cdot 10^{23} \text{ атомов} = 8,49 \cdot 10^{22} \text{ атомов}$

Ответ: $8,49 \cdot 10^{22}$ атомов

1.6 Критерии определения призеров и победителей

Количество баллов, набранных при решение всех задач суммируется. Призерам первого отборочного этапа было необходимо набрать не менее 10 баллов.