

11 класс

Олимпиада «Ломоносов» 2024/25

Блок: химия.

Задача 1. Синий краситель.

Один макроциклический синий краситель, использующийся в качестве стандарта во флуориметрии, получают из динитрила ортофталевой кислоты и солей цинка. Известно, что формула красителя – $C_{32}H_{16}N_8Zn$, его структурная формула представляет симметричный полностью сопряженный макроцикл, включающий в себя 4 шестичленных цикла и 4 пятичленных цикла, а атом цинка связан координационной связью с четырьмя атомами азота. Предложите структурную формулу красителя, а также рассчитайте сколько необходимо взять орто-фталевой кислоты и ацетата цинка (II) для получения 4 г красителя, если выход данной реакции составляет 73%.

Блок: физика.

Задача 2. Сосуды с гелием.

Два одинаковых герметично закрытых сосуда с жесткими стенками соединены тонкой трубкой и заполнены газообразным гелием. Эти сосуды поместили в два разных независимых термостата. Первый термостат охладил содержимое сосуда до температуры $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, а второй – нагрел до температуры $90\text{ }^{\circ}\text{C}$. После установления в системе теплового равновесия оказалось, что в одном из сосудов на 0,7 моль гелия больше, чем в другом. Сколько молей газа оказалось в каждом сосуде? Ответы округлите до десятых долей.

Условия для решения:

При решении задачи объемом соединительной трубки можно пренебречь как ничтожно малым. В ходе решения все результаты округлять до десятых. Ответ дать с точностью до десятых.

Блок: химия.

Задача 3. Хлорфенол и бромоформ.

Образец хлорфенола ($\text{ClC}_6\text{H}_4\text{OH}$) массой 1.500 г растворили поместили в колбу и растворили в 250 г бромоформа CHBr_3 . Температура плавления получившегося раствора по сравнению с температурой плавления чистого растворителя понизилась на 0.84 К. А) Найдите молярные доли мономера и димера хлорфенола в растворе. Б) Почему фенолы димеризуются в растворе бромоформа и В) практически не образуют димеры в водных растворах?

Условия для решения:

Понижение температуры раствора по сравнению с температурой плавления чистого растворителя можно найти по формуле:

$$\Delta T = K_k \times m,$$

где K_k – криоскопическая константа растворителя, m – моляльность раствора (число моль растворенного вещества на 1 кг растворителя).

Криоскопическая константа бромоформа равна $22.5 \text{ К} \times \text{кг/моль}$.

Молекулярная масса хлорфенола равна 128.56 г/моль .

В ходе решения все получаемые ответы следует округлять до тысячных, ответ округлять до сотых.

Блок: физика.

Задача 4. Падающая цепь.

Школьник приехал в гости в деревню и обнаружил во дворе старый колодец. На ворот была намотана прикрепленная к нему цепь, а ведро отсутствовало. Школьник решил поэкспериментировать. Придерживая свободный конец цепи рукой, он начал вращать ворот, полностью смотав с него цепь. При этом цепь оказалась сложенной пополам, середина цепи опустилась в колодец на глубину $H = 8 \text{ м}$ и обе ее половины покоились в вертикальном положении. Затем юный экспериментатор отпустил удерживавшийся им конец цепи без начальной скорости. Найдите, чему была равна сила натяжения цепи в точке ее прикрепления к вороту через $\tau = 1 \text{ с}$ после начала движения падающего участка цепи. Покоящаяся и движущаяся части цепи не касались друг друга, глубина колодца превышает $2H$, сопротивление воздуха отсутствует. Один метр цепи имеет массу $\mu = 0,2 \text{ кг/м}$, ускорение свободного падения можно считать равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.