

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2015/2016

г. 9. класс

1. а) Переведите единицы измерения:

i) 1 мл = см³ ii) 1 м³ = дм³ iii) 1 нм = м iv) 5 мг = г

v) 1 кг/дм³ = мг/см³ (3)

б) Решите, у какой из частичек радиус больше:

i) F или Cl ii) Na⁺ или Na iii) Mg или S iv) Cl⁻ или Cl (2)

с) Приведите номенклатурные названия следующих веществ и классы веществ, к которым они принадлежат:

i) Mg(OH)₂ ii) H₂O iii) NaHCO₃ iv) CuSO₄·5H₂O (2)

д) Определите степени окисления всех элементов в следующих веществах:

i) NaHCO₃ ii) MgSO₄ iii) ClO₂ iv) KMnO₄ (2)

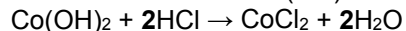
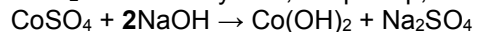
е) 25,5 г железного купороса (FeSO₄·7H₂O) растворили в 210 мл воды (ρ=1,00 г/мл). Каков процент FeSO₄ в растворе? Докажите с помощью вычислений.

i) 10,8 % ii) 10,83 % iii) 5,92 % iv) 5,919 % (2)

(11)

2. Безводный CoCl₂ имеет синий цвет, а в виде гексагидрата (CoCl₂·6H₂O) он красный. Поэтому его можно использовать как индикатор влажности.

CoCl₂ можно получить, например, из CoSO₄:



а) Почему происходят вышеупомянутые реакции? (1)

б) Напишите наименования веществ, участвующих в реакциях. (3)

с) Рассчитайте, сколько граммов CoSO₄·7H₂O надо взять для получения 10 г CoCl₂? Учтите, что в обоих этапах происходит потеря 5% продукта.

(3)

д) Гидрат CoCl₂ нагревали, пока он не потерял всю кристаллическую воду (22% от начальной массы). Сколько молекул воды приходилось на одну молекулу CoCl₂ в изначальном гидрате? (2)

(9)

3. Формулу состоящего из двух элементов газа X по традиции записывают как бы «наоборот»: первым в ней написан более электроотрицательный элемент. И хотя газ X состоит только из двух элементов, получить его из соответствующих двух простых веществ A и B очень трудно, так как необходимы высокое давление, температура и катализатор.

При комнатной температуре вещество A способно реагировать только с простым газом C, образуя кислоту средней силы D. В состав газа C входит самый электроотрицательный элемент.

Газ B реагирует с другими веществами очень плохо. Без нагревания он способен реагировать только с металлом литием, образуется соль E. При

нагревании газ B способен реагировать и с другими металлами, например, с кальцием, образуя соль F.

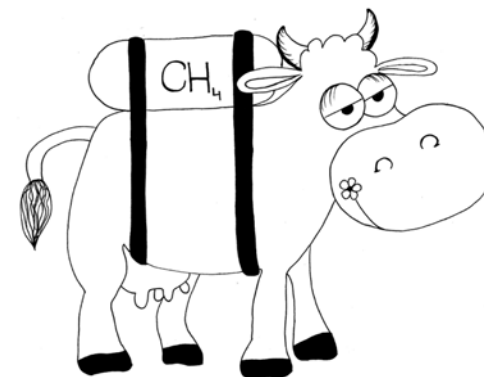
а) Напишите формулы и названия веществ X, A – G (4)

б) Напишите и уравновесьте уравнения реакций:

1) A + B → X 2) A + C → D 3) Li + B → E 4) Ca + B → F 5) F + H₂O → G + X (5)

(9)

4. Метан (CH₄) является одним из главных парниковых газов. Эффект метана на потепление климата гораздо больше эффекта такой же массы углекислого газа. Одним из природных источников метана являются жвачные животные (напр. коровы, козы, овцы и т.д.). Метан, возникший из-за их массового разведения, составляет примерно пятую часть от суммарной эмиссии метана.



С другой стороны, CH₄ является хорошим источником энергии (топливная ценность метана равна 55 530 кДж/кг, а для бензина этот показатель равен 47 300 кДж/кг). Поэтому ученые задумываются все больше об обширном сборе метана. В качестве одного из вариантов были предложены «рюкзаки» для коров. Такой рюкзак можно рассматривать как цилиндр, днищами которого являются полусферы. Внутренняя длина цилиндра (т.е. расстояние между наиболее удаленными точками) равна 1,50 м, а внутренний диаметр 55,0 см. Плотность метана при 25°C и 1 атм равна 0,656 г/л.

а) Рассчитайте, сколько метана (в килограммах) можно собрать в такой «рюкзак» при 25°C и 1 атм. ($V_{\text{сфера}} = \frac{4}{3}\pi r^3$; $V_{\text{цилиндр}} = \pi r^2 h$) (2)

б) Вычислите, на сколько больше энергии можно получить при сжигании количества метана, рассчитанного в предыдущем пункте, по сравнению с сжиганием такого же (по массе) количества бензина. (2)

с) i) Напишите уравнения реакций полного сгорания для обоих веществ, предполагая, что бензин состоит только из октана (C₈H₁₈).

ii) Требуется сжечь количество бензина, которое дало бы при полном сгорании столько же энергии, сколько дает при полном сгорании количество метана, рассчитанное в первом пункте. Во сколько раз будет больше выброс углекислого газа при полном горении бензина, по сравнению с полным горением метана? A(C) = 12 г/моль; A(H) = 1,0 г/моль (6)

д) Одно домашнее хозяйство потребляет за год в среднем 3465 кВт·ч энергии. В Эстонии примерно 92 000 коров. Одна корова производит в

день примерно один «рюкзак» метана. Рассчитайте, годовые энергетические потребности скольких домашних хозяйств можно было бы удовлетворить только с помощью сгорания метана, производимого эстонскими коровами за день. Расчеты проведите с учетом, что весь метан сгорает полностью и что при использовании энергии потери отсутствуют. $1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж/с}$

(2)

(12)

5. В зависимости от отношения концентраций кислоты и основания, при реакции фосфорной кислоты с NaOH может возникнуть как Na_3PO_4 , так и две кислых соли.

a) i) Напишите и уравновесьте уравнения реакций фосфорной кислоты с NaOH, продуктами которых будут две разных кислых соли. ii) Приведите наименования возникших кислых солей. iii) Нарисуйте структурные формулы для данных кислых солей.

(5)

В промышленности NaH_2PO_4 получают при реакции гидрофосфата кальция и гидросульфата натрия.

b) i) Напишите и уравновесьте уравнение этой реакции. ii) Сколько граммов NaH_2PO_4 образуется при реакции 12,0 г гидрофосфата кальция и 10,0 г гидросульфата натрия? Учтите, что выход продукта реакции равен 85,0%. Выход продукта – это отношение практически полученной массы продукта к теоретически возможной массе, рассчитанной по уравнению реакции.

(5)

(10)

6. Против гололеда на эстонских дорогах используются хлориды, благодаря которым понижается температура замерзания воды и улучшаются сцепляющие свойства дорожного покрытия. При солевой обработке обычно используют 20% раствор NaCl (по массе). Карлу надо для работы добавить раствора в бак, вмещающий всего 12000 литров. На дне бака осталось 450 литров раствора. При вычислениях Карл сделал ошибку и добавил в бак слишком много соли, 3390 кг. Поэтому ему понадобилось для приготовления раствора намного больше воды, чем было изначально запланировано.

Растворимость NaCl при 10°C равна 35,7 г на 100 грамм воды, плотность воды $1,00 \text{ г/см}^3$ и плотность 20% раствора NaCl $1,15 \text{ г/см}^3$.

a) Сколько литров воды надо добавить, чтобы получить: i) насыщенный раствор, ii) 20% раствор?

(5)

b) Если соль растворится при приготовлении 20% раствора, на сколько будет объем бака меньше нужного или сколько свободного места в баке останется?

(2)

c) Каким было бы процентное содержание NaCl по массе в растворе, если бы бак полностью заполнили водой и соль растворилась? (плотность раствора $\sim 1,2 \text{ г/см}^3$)

(2)

(9)