

**Задачи регионального тура олимпиады по химии 2014/2015 г.  
10 класс**

1. Металлы **A, B, C** и **D** имеют серый цвет. Металл **A** - ферромагнитен, не реагирует с водой, но с раствором кислоты **E** (реакция 1) образует желтую соль **F**, гидрат которой имеет зеленый цвет. У металла **B** сравнительно низкая температура плавления, и при нагревании он реагирует с водой. Важный сплав металла **B** называется латунью. Как **A**, так и **B** используют для покрытия легко окисляющихся металлов, однако их защитный механизм различается. **C** не реагирует с «обычными кислотами», но под действием сероводорода его поверхность на воздухе темнеет (реакция 2). **C** лучше всего из металлов проводит электричество и тепло. **D** энергично реагирует с водой и может воспламениться в ходе реакции. Металл **D** и его соединения окрашивают пламя в желтый цвет. Соль, образованная при взаимодействии гидроксида **D** и кислоты **E** (реакция 3), является наиболее распространенной растворенной в морской воде солью.

- Расположите металлы **A–D** в порядке уменьшения их активности.
- Приведите названия металлов **A, B, C** и **D**.
- Напишите формулу вещества **E** и уравнения реакций 1, 2 и 3.
- Какой еще широко распространенный металл является ферромагнитным?
- Объясните, в чем заключается различие защитных свойств **A** и **B** в отношении покрываемого металла. (10)

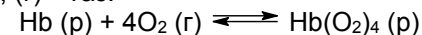
2. Химические связи

- Расположите вещества в порядке возрастания полярности химической связи для обоих случаев:
  - $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Te}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - $\text{CH}_4$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ .
- В каких из перечисленных веществ имеются водородные связи:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ?
- Расположите вещества в порядке возрастания их растворимости в гексане ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ):  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ .
- Расположите вещества в порядке возрастания их температуры кипения:
  - $\text{HF}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HI}$ ;
  - $\text{He}$ ,  $\text{Kr}$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{Ne}$ ;
  - $\text{LiI}$ ,  $\text{LiF}$ ,  $\text{LiBr}$ ,  $\text{LiCl}$ .
- Какая сила/связь доминирует между молекулами следующих веществ?
  - $\text{H}_2\text{O}$ ;
  - $\text{CCl}_4$ ;
  - $\text{I}_2$ . (10)

3. В природе многие реакции являются равновесными, то есть из продуктов реакции (из конечного состояния) могут снова образовываться исходные вещества (начальное состояние). Состояние равновесия устанавливается в тот момент, когда скорости прямой и обратной реакций становятся равными. Реакции продолжают, но концентрации веществ больше не изменяются.

- Какие из приведенных процессов являются равновесными и какие неравновесными? Напишите уравнение реакции или превращения, которое описывает данный процесс.

- Растворение чайной ложки сахара в стакане воды.
  - Диссоциация уксуса в водном растворе.
  - Прибавление кислоты к питьевой соде в открытом химическом стакане.
- b) В крови человека кислород транспортируется гемоглобином (Hb). Эту реакцию с кислородом можно записать в следующем виде, где (р) – растворено в воде; (г) – газ:



- Объясните, исходя из принципа Ле Шателье,
- что происходит с человеком при восхождении на высокую горную вершину?
  - почему этого не случается с людьми, живущими высоко в горах?
- c) В промышленности этанол получают по следующей реакции:
- $$\text{CH}_2=\text{CH}_2 (\text{г}) + \text{H}_2\text{O} (\text{г}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} (\text{г}) \quad \Delta H = -45 \text{ кДж/моль}$$
- Какие условия (давление, температура, количества исходных веществ) нужно выбрать для того, чтобы данным методом получить как можно больше этанола? Обоснуйте ответ. (10)

4. В школьном шкафу химических реактивов стоит склянка с реактивом, на этикетке которой приводится  $\text{CaO}$ . Пробка склянки плотно не закрывается, поэтому учитель предположил, что находящийся в ней  $\text{CaO}$  в течение времени прореагировал с содержащимся в воздухе углекислым газом и в склянке находится в основном вещество  $\text{CaCO}_3$ . Для проверки данного предположения он взял из склянки навеску 1,0 г и прилил к ней 100 мл 0,25 М раствора  $\text{HCl}$ . В реакции выделился газ, и учитель определил, что его объем равен 0,19 л. В реакционной смеси был избыток кислоты и для нейтрализации этого избытка израсходовалось 24 мл 0,25 М раствора  $\text{NaOH}$ .

- Напишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты. Какой газ выделяется и в которой реакции?

- $\text{CaO} + \text{HCl} \rightarrow$
- $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
- $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow$

- Рассчитайте количество  $\text{HCl}$  (в молях), прореагировавшего с навеской.
- Рассчитайте процентное содержание  $\text{CaO}$  в исходной навеске. Учитывайте, что в исследуемой смеси содержатся примеси, не участвующие в реакциях. Молярный объем газов  $V_m = 24 \text{ л/моль}$ , так как температура равнялась  $t = 20^\circ\text{C}$ . (10)

5. Генсацианоферраты калия – цветные комплексные соли. Соль с тривиальным названием желтая кровяная соль  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  используют в качестве пищевой добавки, препятствующей слёживанию, в качестве удобрения, а также при очистке руды металлов. Красная кровяная соль  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  применяется, например, в анализаторах определения содержания сахара в крови и в фотографии. С помощью желтой кровяной соли можно доказать наличие ионов  $\text{Fe}^{3+}$  в растворе, так как образующийся при этом осадок соединения  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  (берлинская лазурь) окрашивает

раствор в ярко-синий цвет. Берлинская лазурь из-за своих свойств используется уже более ста лет в фотографии и при изготовлении красок.

- a) Определите степени окисления железа в обеих кровяных солях, если заряд цианид-иона ( $\text{CN}^-$ ) равен -1.
- b) Красную кровяную соль можно получать из желтой кровяной соли, если через ее раствор пропустить хлор. Напишите уравнение соответствующей реакции и расставьте коэффициенты.
- c) Провели опыт, в котором получали берлинскую лазурь. Напишите уравнение соответствующей реакции и расставьте коэффициенты. Рассчитайте, сколько граммов чистой сухой берлинской лазури получили, если к 35,0 мл 1,954 М раствора  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  прибавили 7,30 граммов желтой кровяной соли и выход конечного продукта равнялся 89,5%.
- d) Почему важно в вопросе c) использовать для приготовления растворов воду с высокой степенью чистоты? **(10)**

6. Горение углеводородов – экзотермический процесс, в ходе которого выделяется много теплоты. При сгорании 1,00 кг смеси пропана и бутана выделилось 49,7 МДж энергии.

- a) Используя приведенные ниже данные, рассчитайте, сколько в данной смеси было пропана i) в процентах по массе, ii) в процентах по объему? Для вычисления тепловых эффектов химических превращений часто пользуются законом Гесса, особенно в тех случаях, когда прямое измерение теплового эффекта затруднено. Из закона Гесса следует, что тепловой эффект химической реакции зависит только от состояния исходных веществ и продуктов реакции и не зависит от пути ее протекания.
- b) Используя закон Гесса и приведенные ниже данные, рассчитайте энтальпию образования этена из простых веществ. Энтальпии сгорания веществ: пропан:  $-2200$  кДж/моль; бутан:  $-2877$  кДж/моль; этен:  $-1299$  кДж/моль; графит:  $-393,5$  кДж/моль; водород:  $-285,8$  кДж/моль. **(10)**