

## Задачи регионального тура олимпиады по химии 2016–2017 г.

### 10 класс

1. а) Напишите символы элементов вместо многоточий в часто употребляемых словосочетаниях: **i)** ... лихорадка; **ii)** ... долина; **iii)** ... солдатик; **iv)** ... бомба; **v)** ... термометр; **vi)** ... муки; **vii)** ... волокно; **viii)** ... коктейль. Напишите ответы на чистовик. (8)
- б) Приведите символы трёх элементов, названных в честь стран. (3)
- в) Мачеха Золушки смешала древесные опилки с железными гвоздями, сахаром и речным песком и велела Золушке выделить чистый сахар. Золушка отделила при помощи магнита **i)** ..., а к оставшейся смеси добавила воду. В результате **ii)** ... остался на дне, а **iii)** ... всплыли на поверхность. **iv)** ... она получила выпариванием раствора. Заполните пропуски. Напишите ответы на чистовик. (2) **13 б**
2. Для проведения эксперимента химику требовался раствор пероксида водорода с концентрацией по крайней мере 28%. В лаборатории имелся 30% раствор, но он уже долго хранился при комнатной температуре. Поэтому химик стал подозревать, что на самом деле раствор уже слишком разбавлен, чтобы его можно было использовать для своего опыта. Для определения точной концентрации имеющегося раствора химик добавил к 1,0 см<sup>3</sup> раствора пероксида водорода немного катализатора (MnO<sub>2</sub>), при этом пероксид разложился полностью. Выделившийся в ходе реакции кислород химик собрал в мерный цилиндр.
- а) Какова степень окисления кислорода в пероксиде водорода? (1)
- б) Напишите уравнение реакции разложения H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. (1)
- в) Рассчитайте, подошёл бы имеющийся в лаборатории раствор для эксперимента, если в мерный цилиндр собрали 97 см<sup>3</sup> кислорода (н.у.). (3)
- Химик приготовил диоксид марганца путём окислительно-восстановительной реакции между KMnO<sub>4</sub> и MnSO<sub>4</sub> в водном растворе.
- д) Напишите уравнение реакции синтеза катализатора. (1)
- Известно, что перед закипанием H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> начинает разлагаться при 150°C.
- е) Приведите две причины, почему температура кипения пероксида водорода выше, чем температура кипения воды. (2) **8 б**
3. В следующих вопросах *T* обозначает температуру, *p* – давление.
- а) В каких из следующих реакций на смещение равновесия имеет влияние изменение *p* при постоянной *T*? (2)
- |  |  |
|--|--|
| 1. PCl <sub>5</sub> (г) ⇌ PCl <sub>3</sub> (г) + Cl <sub>2</sub> (г) | 4. FeO(тв) + CO(г) ⇌ Fe(тв) + CO <sub>2</sub> (г)                  |
| 2. CO(г) + 2H <sub>2</sub> (г) ⇌ CH <sub>3</sub> OH(г)               | 5. N <sub>2</sub> (г) + 3H <sub>2</sub> (г) ⇌ 2NH <sub>3</sub> (г) |
| 3. 2NO <sub>2</sub> (г) ⇌ N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (г)          | 6. H <sub>2</sub> (г) + I <sub>2</sub> (г) ⇌ 2HI(г)                |
- б) Какие из перечисленных изменений наиболее способствуют образованию PCl<sub>5</sub> в реакции PCl<sub>3</sub>(г) + Cl<sub>2</sub>(г) ⇌ PCl<sub>5</sub>(г), ΔH = -37 кДж/моль? (2)
- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. повышение <i>p</i> | 3. повышение <i>T</i> |
| 2. понижение <i>p</i> | 4. понижение <i>T</i> |
- в) Как влияет на процесс сгорания 4NH<sub>3</sub> + 3O<sub>2</sub> → 2N<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O **i)** повышение *p* и **ii)** повышение *T*? (2)
- д) Обоснуйте, что случится с равновесием CO(г) + 2H<sub>2</sub>(г) ⇌ CH<sub>3</sub>OH(г), если в реактор с изменяемым объёмом добавить аргон при постоянных *p* и *T*. (2)

е) Обоснуйте, как изменится концентрация  $\text{NO}_2$  в равновесии  $2\text{NO}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{г})$  при уменьшении объёма реактора при постоянной  $T$ . (2) **10 6**

4. Уран встречается в природе преимущественно в виде изотопов  $^{235}\text{U}$  и  $^{238}\text{U}$ .

а) Сколько протонов и нейтронов содержат изотопы урана  $^{235}\text{U}$  и  $^{238}\text{U}$ ? (2)

В качестве топлива на ядерных электростанциях используется  $^{235}\text{U}$ . Уран продаётся в виде соединения  $\text{U}_3\text{O}_8$ , из которого получают  $\text{UO}_2$ . Затем в ходе химических реакций получают газообразный  $\text{UF}_6$ , в котором с помощью газовой центрифуги можно отделить изотопы  $^{235}\text{U}$  от  $^{238}\text{U}$ .

б) Напишите уравнения реакций: **i)**  $\text{UO}_2 + \text{HF} \rightarrow \text{A} + \text{B}$ ; **ii)**  $\text{A} + \text{C} \rightarrow \text{UF}_6$ . (4)

с) 35,188 кг  $\text{UF}_6$  содержит всего 23,788 кг урана. Сколько процентов от атомов урана в этой пробе являются изотопами  $^{235}\text{U}$ ? (3)

Энергия, выделяющаяся при расщеплении атома  $^{235}\text{U}$ , равна  $3,2 \cdot 10^{-11}$  Дж. А энергия, выделяющаяся при сгорании углерода, равна 393,5 кДж/моль.

д) Во сколько раз больше энергия, выделяющаяся при разложении  $^{235}\text{U}$ , чем энергия, выделяющаяся при сгорании такого же количества атомов углерода? (2) **11 6**

5. Молодой химик решил измерить содержание металлов в сплаве **A** никеля и меди путём комплексонометрического титрования. Для этого он растворил 0,2017 г сплава **A** в концентрированной азотной кислоте. В реакции выделился бурый газ  $\text{NO}_2$ . По окончании реакции химик довёл объём раствора до 100,00 см<sup>3</sup>. Затем он отмерил для анализа в коническую колбу 10,00 см<sup>3</sup> полученного раствора и добавил к нему 10 см<sup>3</sup> воды и 25% раствора аммиака, чтобы достичь подходящего уровня pH (проба **A**). Затем химик приготовил титрант – раствор этилендиаминтетраацетата (ЭДТА). Он взвесил 1,1255 г  $\text{Na}_2\text{ЭДТА} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $M = 372,24$  г/моль), которые растворил в воде, и довёл объём раствора до 100,00 см<sup>3</sup>. ЭДТА реагирует с катионами металлов в соотношении 1:1. В ходе повторных титрований химик установил, что на титрование пробы **A** требуется в среднем 10,64 см<sup>3</sup> титранта.

а) Напишите уравнения реакций, происходящих при растворении сплава **A** в концентрированной азотной кислоте. (2)

б) С помощью вычислений, покажите, что содержание одного из металлов в сплаве **A** равно 83,5% по массе. Учтите, что в сплаве отсутствуют прочие добавки, и что все процессы происходят без потерь. (5)

В 1992, 1993 и 1995 годах в Эстонии чеканили 1-крупные монеты из сплава меди и никеля с составом  $\text{Cu}_{75}\text{Ni}_{25}$  (индексы обозначают проценты по массе).

с) Молодой химик хотел бы приготовить такие монеты из своего сплава. Какой металл и какую его массу необходимо добавить, чтобы из сплава **A** получить 1,00 грамм сплава с составом  $\text{Cu}_{75}\text{Ni}_{25}$ ? (2) **9 6**

6. Напишите уравнения получения приведённых ниже соединений натрия, исходя лишь из двух реактивов – хлорида натрия и воды: **i)** гидроксид, **ii)** гидрид, **iii)** пероксид, **iv)** оксид, **v)** гипохлорит ( $\text{NaClO}$ ), **vi)** хлорат ( $\text{NaClO}_3$ ) и **vii)** перхлорат натрия ( $\text{NaClO}_4$ )? Имейте в виду, что на каждом этапе можно использовать химикаты полученные на предыдущих этапах, а также, что желаемый продукт можно получить посредством нескольких реакций. **9 6**