

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2005/2006 г.
10 класс

1. а) Чем обусловлено i) охлаждение, ii) нагревание раствора при растворении твердого вещества? (1)
- б) Переведите температуру, данную по шкале Цельсия, в кельвины:
i) 20°C , ii) -20°C (2)
- в) Найдите изменение энтальпии при образовании вещества **E** из вещества **A**.
Процесс идет поэтапно: $\text{A} \xrightarrow{\text{i)}} \text{B} \xrightarrow{\text{ii)}} \text{C} \xrightarrow{\text{iii)}} \text{D} \xrightarrow{\text{iv)}} \text{E}$, где $\Delta H(\text{i}) = -20$ кДж;
 $\Delta H(\text{ii}) = -12$ кДж, $\Delta H(\text{iii}) = +28$ кДж и $\Delta H(\text{iv}) = +16$ кДж. (2)
- г) Приведите пример уравнения реакции, где энтальпия реакции (ΔH_r) является одновременно как энтальпией образования (ΔH_f – энтальпия образования вещества из стабильных простых веществ), так и энтальпией сгорания (ΔH_c – энтальпия полного сгорания вещества). (3)
- е) Объем 13,5 кг вещества равен $0,00125 \text{ м}^3$. Найдите его плотность (в г/см^3). (2) **106**
2. Даны кристаллогидраты **A–E** (в скобках - молекулярные массы).
A – $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (381) **D** – $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (446)
B – $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (286) **E** – $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (322)
C – $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (484)
- а) Рассчитайте, в каком кристаллогидрате процентное содержание воды i) самое высокое, ii) самое низкое. (4)
- б) Рассчитайте i) сколько граммов кристаллогидрата **E** расходуется для приготовления 300 г 10,0% раствора, ii) чему равно процентное содержание растворенного вещества в растворе, полученном растворением 10,0 г кристаллогидрата **A** в 50,0 г воды, iii) сколько граммов воды расходуется для приготовления 10,0% раствора из 10,0 г кристаллогидрата **D**. (6) **106**
3. Из всех известных соединений 9/10 содержат элемент **A**. Его два аллотропа известны уже давно, а в последнее время были открыты еще многие. Обычно нам встречается твердое вещество **B**, которое состоит только из атомов элемента **A**, но не является его аллотропной модификацией из-за своей изменчивой структуры. Гномики используют вещество **B** для приготовления “сухого льда” и елочных украшений. При сгорании вещества **B** образуется вещество **X**, которое гномики превращают в “сухой лед”. Сухой лед исчезает без промежуточного образования жидкости. Из-за этого свойства “сухой лед” используется для хранения мороженого. При прибавлении порошка вещества **B** в расплав стекла он реагирует с оксидом **D** металла **Y**, восстанавливая его до оксида **E** с меньшей степенью окисления. Оксид **E** придает стеклянным елочным украшениям зеленоватый или голубой оттенок. В оксиде **D** металл имеет степень окисления III и содержание металла в соединении - 70%. При восстановлении оксида **D** из вещества **B** образуется оксид **Z**, который при соединении с кислородом образует вещество **X**.
- а) Напишите i) символ и название элемента **A**, ii) названия двух его аллотропов, iii) название вещества **B**, состоящего из атомов элемента **A**. (3)
- б) Напишите формулы и названия бинарных соединений, в которых степени окисления элемента **A** были бы +IV, +II, -I, -II, -III и -IV. (3)
- в) Рассчитайте формулу оксида **D** и приведите его название. (2,5)
- г) Напишите уравнение реакций: i) $\text{B} \rightarrow \text{X}$, ii) $\text{D} \rightarrow \text{E}$, iii) $\text{Z} \rightarrow \text{X}$. (1,5)
- е) Напишите i) как гномики из вещества **X** получают “сухой лед”, ii) как называют исчезновение “сухого льда”. (1) **116**

4. Вещество X_2Y в интервале температур от 273 К до 373 К - бесцветная жидкость, которая из-за межмолекулярных связей имеет аномальные свойства (высокую теплоемкость, высокие температуры плавления и кипения, расширение при охлаждении). Эти связи получили название по элементу X .

Соединение X_2Y горит бледнофиолетовым пламенем в газе A_2 (из простых веществ это самый сильный окислитель) по следующей схеме: $2X_2Y + 2A_2 \rightarrow 4XA + Y_2$.

Элементы E и X расположены в одной и той же подгруппе. Соединение EX - солеобразное вещество, где элемент X является анионом. Реакция между EX и X_2Y происходит по следующей схеме: $EX + X_2Y \rightarrow EYX + \dots$

а) Напишите формулы (символы) и названия **i)** простого вещества A_2 , **ii)** элементов X и Y ; **iii)** соединений X_2Y , XA . (2,5)

б) Проверьте верность приведенных в пункте **а)** формул, исходя из данных:

$$M_r(XA) = 20; \% (A, \text{ в соединении } XA) = 95 \text{ и } \% (Y, \text{ в соединении } X_2Y) \approx 89. \quad (2)$$

в) Напишите формулы и названия соединений EX и EYX , если $\% (E, \text{ в соединении } EYX) = 57,5$. (3)

д) Как называют межмолекулярные связи соединения X_2Y ? (0,5) **8 б**

5. Жидкую часть крови называют плазмой. Ровно 1 литр плазмы крови ($1,025 \text{ г/см}^3$) содержит примерно 910 г воды, кроме того глюкозу, карбамид, неорганические ионы и высокомолекулярные соединения (белки, липиды и тд). Приблизительный состав плазмы в виде миллимолярной концентрации ($\text{мМ} = 10^{-3} \text{ моль/л}$) следующий:

$$c(\text{Na}^+) = 133,4$$

$$c(\text{HCO}_3^-) = 28$$

$$c(\text{K}^+) = 3$$

$$c(\text{HPO}_4^{2-}) = 1,5$$

$$c(\text{Ca}^{2+}) = 2,2$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,6$$

$$c(\text{Mg}^{2+}) = 0,7$$

$$c(\text{Cl}^-) = \dots$$

Плазма электронейтральна, то есть ее суммарный заряд равен 0.

а) Рассчитайте процентное содержание воды в плазме. (2)

б) Рассчитайте миллимолярную концентрацию хлорид-ионов в плазме. (3,5)

в) Рассчитайте, сколько кубических сантиметров физиологического раствора [0,90% раствор NaCl плотностью $1,005 \text{ г/см}^3$] нужно разбавить водой ровно до одного литра, чтобы концентрация Cl^- -ионов получилась такая же, как и в плазме. (2)

д) Какая величина в плазме крови и физиологическом растворе приблизительно одинакова? (0,5) **8 б**

6. Исходные данные при проектировании ракеты позволяют использовать топливо (окислитель + восстановитель) общей массой ровно 5 кг. Окислителем берут кислород, восстановителем один из трех веществ: метан (CH_4), гидразин (N_2H_4) или водород (H_2). Энтальпии образования простых веществ $\Delta H_f = 0$; $\Delta H_f (\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ кДж/моль}$; $\Delta H_f (\text{N}_2\text{H}_4) = 51 \text{ кДж/моль}$, $\Delta H_f (\text{CO}_2) = -394 \text{ кДж/моль}$ и $\Delta H_f (\text{CH}_4) = -74 \text{ кДж/моль}$. Подъемная сила ракеты зависит от получаемой при сгорании топлива энергии, поэтому выбор топлива имеет очень важное значение.

а) Напишите уравнения полного сгорания **i)** метана, **ii)** гидразина, **iii)** водорода. (1,5)

б) Рассчитайте энтальпии сгорания (ΔH_c) **i)** метана, **ii)** гидразина, **iii)** водорода. (3)

в) Рассчитайте отношение молей кислорода и восстановителя, если горит

i) метан, **ii)** гидразин, **iii)** водород. (1,5)

д) Рассчитайте, сколько молей **i)** метана, **ii)** гидразина, **iii)** водорода требуется для полного сгорания ровно 5 кг топлива (окислитель + восстановитель). (3)

е) Рассчитайте максимальную энтальпию сгорания (ΔH), выделяющуюся при

реакции 5,00 кг **i)** кислорода и метана, **ii)** кислорода и гидразина, **iii)** кислорода и

водорода. **iv)** Какое топливо (смесь) наиболее экономично? (4) **13 б**