

**Открытые соревнования по химии
Младшая группа (9 и 10 кл.)**

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Пярну, Кохтла-Ярве; 5 ноября 2005 г.

1. Действие этой задачи происходит в сказочном мире, где растворы белого волшебного кристаллического вещества в зависимости от его процентного содержания имеют разную окраску:

Процентное содержание	Цвет	Процентное содержание	Цвет
>1 до 6	красный	>37 до 39	голубой
>6 до 15	оранжевый	>39 до 45	синий
>15 до 19	жёлтый	>45 до 50	фиолетовый
>19 до 37	зелёный	>50	бесцветный

Раствор с максимальным содержанием в нем волшебного вещества - ровно 50%-ый; сделаем приближение, что плотность всех растворов равна $1,5 \text{ г/см}^3$.

a) i) Рассчитайте, сколько граммов волшебного вещества потребуется для приготовления 5,45 л раствора красного цвета (5,45%). **ii)** Рассчитайте массу воды, необходимой для приготовления насыщенного раствора из взятой в пункте **i)** массы волшебного вещества. (2)

b) К 400 мл 47% раствора прибавили 348 г воды. **i)** Рассчитайте процентное содержание волшебного вещества в конечном растворе и **ii)** опишите, как изменялся цвет раствора по мере разбавления. (2)

c) 15% раствор волшебного вещества долгое время стоял открытым на солнце. Предположив, что солнечное излучение не изменяет цвет раствора, объясните, почему и как изменилась окраска раствора на солнце. (2)

d) Художник слил 540 миллилитров 5% раствора с 435 граммами 42% раствора. **i)** Рассчитайте процентное содержание волшебного вещества в полученном растворе. **ii)** Напишите, какого цвета были исходные и полученный растворы волшебного вещества. **iii)** Раствор какого цвета получился бы, если бы слили реальные растворы такой же окраски? Предположите, что реакции не происходит и окраска не зависит от процентного содержания реальных веществ. (2) **8 б**

2. Часть транспортируемого в организме кислорода физически растворена в плазме крови, часть - химически связана гемоглобином в клетках крови. В гемоглобине содержится 54,6550% элемента **X**, 20,9383% элемента **Y**, 16,4012% элемента **Z**, 7,2852% элемента **Q**, 0,3850% элемента **A**, а также содержатся атомы металла **B** VIIIВ группы. Элемент **X** содержится во всех органических соединениях. Элементы **Y** и **Q** образуют соединение Q_2Y , без которого жизнь была бы невозможна. Элемент **Z** в виде двухатомных молекул составляет большую часть атмосферы. В одной молекуле гемоглобина содержится 780 атомов элемента **Z**. Атомная масса элемента **A** в два раза больше атомной массы элемента **Y**. Содержание гемоглобина в

крови 140 г/литр. Одна молекула гемоглобина может связать до четырех молекул кислорода.

- a) Напишите символы и названия элементов **X**, **Y**, **Z** и **Q**. (2)
b) Рассчитайте молярную массу гемоглобина. (1,5)
c) i) Рассчитайте молярную массу элементов **A** и **B** и ii) напишите их символы и названия. (3)
d) Рассчитайте эмпирическую формулу гемоглобина (атомные массы возьмите с максимальной точностью). (3)
e) Рассчитайте максимальный объем кислорода, который переносится ровно одним литром крови. Предположите, что в одном литре плазмы крови растворено 2 мл кислорода и молярный объем кислорода при температуре тела человека равен 25,4 дм³/моль. Объем плазмы крови равен объему крови. (2,5) **12 6**

3. Метан является основным компонентом природного газа. Его можно получить реакцией карбида алюминия с водой. Продуктами сгорания метана являются оксиды **A** и **B**, которые не могут окисляться дальше. В реакции метана при высокой температуре с оксидом **A** образуется водород и, в зависимости от температуры и от соотношения исходных веществ, оксид **D** или оксид **B**. При нагревании метана в присутствии катализатора образуется также водород и простое вещество **G**. При сгорании простого вещества **G** образуется оксид **B**, который под действием раскаленного простого вещества **G** восстанавливается до оксида **D**. Оксид **D** - очень ядовитый газ с восстанавливающими свойствами, который используют для получения металлов. Также и простое вещество **G** используют для получения металлов, где в случае большого избытка простого вещества **G** может образоваться как оксид **B**, так и оксид **D**. Из оксида **D** и водорода в присутствии катализатора при высоких температуре и давлении синтезируют метанол.

- a) Напишите формулы и названия оксидов **A**, **B**, **D** и простого вещества **G** (2)
b) Напишите уравнения реакций i) карбид алюминия + вода →, ii) метан + O₂ →, iii) метан + **A** → H₂ + **D**, iv) метан + **A** → H₂ + **B**, v) метан $\xrightarrow{0\text{ }t^0\text{ }t}$ H₂ + **G**, vi) **G** + O₂ → **B**, vii) **G** + **B** → **D**, viii) Fe₃O₄ + **D** → Fe + ..., ix) CuO + **G** → **D**, x) → метанол. (5) **7 6**

4. Простые вещества **A** и **B** образуют оксиды **X**, **Y** и **Z**. Оксид **X** используют для регенерации выдыхаемого воздуха в замкнутой системе, где продуктами реакции являются кислая соль **D** и простое вещество **B**. Оксид **X** может разложиться на оксид **Y** и простое вещество **B**. При реакции оксидов **X**, **Y** и **Z** с водой образуется гидроксид **E** с молярной массой 56,1 г/моль. При реакции оксидов **X** и **Y** с водой еще образуется оксид **Q**. В данных реакциях при образовании одинакового количества гидроксида **E** из вещества **X** образуется в три раза больше продукта реакции **Q**, чем когда исходным веществом является **Y**. Вещество **Q** разлагается как при нагревании, так и под действием катализатора. Образуются оксид **G** и простое вещество **B**. В молекуле оксидов **X**, **Z** и **G** одинаковое число атомов. В молекуле оксидов **Y**

и **Q** число атомов по сравнению с предыдущими молекулами на один больше.

a) Напишите формулы и названия веществ **A, B, D, E, G, X, Y, Z** и **Q**. (5)

b) Напишите уравнения реакций **i) X + H₂O + CO₂ →**, **ii) X → Y + B**, **iii) X + H₂O →**, **iv) Y + H₂O →**, **v) Z + H₂O →**, **vi) Q → G + B**, (6) **11 б**

5. Элемент **Y** образует простое вещество **X**. Простое вещество **X** реагирует с простым газообразным веществом **A** с образованием газообразного вещества **B**. Простое вещество **X** реагирует с водой с образованием растворов кислот **B** и **C**. Вещество **X** реагирует с холодным раствором **KOH**, образуя соли **D** и **E**, а также воду. Если эту реакцию провести с горячим раствором **KOH**, то вместо соли **E** образуется соль **F**. Молярная масса соли **F** на 32,0 г/моль больше молярной массы соли **E**. В молекулах солей **E** и **F** имеется по одному атому элемента **Y**; в них содержание по массе элемента **Y** равно соответственно 39,2% и 29,0%.

a) Рассчитайте молярную массу элемента **Y** по исходным численным данным. (2,5)

b) Рассчитайте молярные массы соединений **i) E** и **ii) F**. (1)

c) Напишите формулы и названия веществ **X, A, B, C, D, E** и **F**. (3,5)

d) Напишите уравнения реакций **i) X + A →**, **ii) X + H₂O →**, **iii) X + KOH (холодный) →**, **iv) X + KOH (горячий) →**. (4) **11 б**

6. Соединение **YIO_x** - белое кристаллическое вещество, которое окрашивает пламя в желтый цвет. Его водный раствор имеет нейтральную реакцию. 10,35 см³ 5,00% раствора соединения **YIO_x** (1,034 г/см³) прибавили к подкисленному раствору **KI**, который был взят в избытке. Раствор стал темно-коричневым, так как образовалось простое вещество **A**. Образовавшееся количество простого вещества **A** определили 0,6500 М раствором **Na₂S₂O₃**, которого израсходовали 30,77 см³. Тиосульфат окисляется до **S₄O₆²⁻**-иона. Тиосульфат и простое вещество **A** реагируют в мольном соотношении 2 : 1.

a) Напишите **i)** символ элемента **Y** и **ii)** формулу простого вещества **A**. (1)

b) Напишите **i)** ионное уравнение для реакции между ионами **IO_x⁻**, **I⁻** и **H⁺**; **ii)** уравнения перехода электронов. (4)

c) Напишите **i)** ионное уравнение между тиосульфат-ионами и простым веществом **A**; **ii)** соответствующие уравнения перехода электронов. В ионах указать степень окисления серы. (2)

d) Обоснуйте и рассчитайте формулу соединения **YIO_x**. (4) **11 б**