

Задания 1 этапа по химии для 9 класса олимпиады «Будущее медицины»

1. **(2 балла)** В три пробирки налили растворы щелочей и оставили их в штативе на столе открытыми. Через некоторое время в одной из пробирок появился осадок белого цвета. Гидроксид какого металла находился в пробирке, если известно, что сульфат этого металла используется в медицинской практике, а массовая доля этого металла в сульфате 58,8%.

Решение:

Щелочи – это гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов. Сульфаты щелочных металлов растворимы. Следовательно, наш металл щелочноземельный. Он двухвалентен.

$$M(XSO_4) = (X + 96) \text{ г/моль}$$

$$w(X)\% = M(X) \cdot 100 / M(XSO_4)$$

$$58,8 = X \cdot 100 / (X + 96);$$

$$X = 137$$

$$M(X) = 137 \text{ г/моль}$$

Молярная масса 137 г/моль соответствует элементу барий (справочный материал: таблица Менделеева).

Варианты ответа:

- 1) Гидроксид натрия
- 2) Гидроксид калия
- 3) Гидроксид стронция
- 4) Гидроксид бария

Ответ: 4

2. **(1 балл)** Какие из перечисленных солей не могут быть получены путем взаимодействия двух оксидов:

Варианты ответа:

1) **NaBr**

2) Na_2CO_3

3) Na_2SiO_3

4) **NaI**

Ответы: 1 и 4

3. **(2 балла)** Натрий по отдельности может реагировать со всеми веществами, приведенными в ряду:

1) K_2SO_4 , HCl , H_2O

2) H_2 , $CuSO_4$, Cl_2

3) Fe , KCl , H_2O

4) **O_2 , H_2 , N_2**

Ответ: 4

4. **(1 балла)** Молекулярный хлор нельзя получить при взаимодействии:

1) диоксида свинца и концентрированной хлороводородной кислоты

2) **калия хлорида и молекулярного иода**

3)бертолетовой соли и концентрированной хлороводородной кислоты

4)хлорной извести и концентрированной хлороводородной кислоты

Ответ:2

5. (1 балл) Выберите формулу кислоты, молекула которой обменивает на металл лишь один из своих атомов водорода:

Варианты ответа:

- 1) фосфорная
- 2) фосфористая
- 3) **фосфорноватистая**
- 4) пиродифосфорная

Ответ:3

6. (2 балла) 6% раствор соляной кислоты используют для лечения чесотки по методу Демьяновича. Рассчитайте значение pH этого раствора ($\rho = 1,028$ г/мл)

Решение:

Переводим массовую долю ($\omega\%$) в молярную концентрацию (C , моль/л) по формуле или путем логических рассуждений:

Возьмем один литр раствора. Его масса равна $m = \rho \cdot V = 1,028 \cdot 1000 = 1028$ г

$$m(\text{HCl}) = 1028 \cdot 0,06 = 61,68 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = 61,68 : 36,5 = 1,69 \text{ моль}$$

$$C(\text{HCl}) = 1,69 \text{ моль/л}$$

$$\text{Найдем } \text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 1,69 = -0,23$$

или по формуле $C = \frac{\omega\% \cdot 10 \cdot \rho}{M}$

$$C = 6 \cdot 10 \cdot 1,028 / 36,5 = 1,69 \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 1,69 = -0,23$$

Варианты ответа:

1) **-0,23**

2) 0,23

3) 0,78

4) -0,78

Ответ:1

7. (3 балла) Газообразные вещества **A** и **B** без цвета и запаха реагируют с образованием бесцветного газообразного вещества **C** с резким характерным запахом. Определите вещества **A**, **B** и **C**, если известно, что при взаимодействии вещества **C** и кислорода, образуется одно из исходных веществ, а при растворении его в воде образуется раствор, широко используемый в медицине, в быту, в сельском хозяйстве. Запишите формулы веществ.

A	N₂
B	H₂

C	NH₃
----------	-----------------------

8. (3 балла) При электролизе водного раствора белого кристаллического вещества **A** выделяются газы **B** и **C**, молекулы которых двухатомны. При взаимодействии этих газов получается газообразное вещество **BC**. Это же вещество можно получить при действии концентрированной серной кислоты на твердое вещество **A**. Что представляют собой вещества **A**, **B** и **C**, если известно, что водный раствор вещества **A** применяется в медицине как противовоспалительное и противоаллергическое средство? Запишите формулы веществ.

A	CaCl₂
B	H₂
C	Cl₂

9. (3 балла) Ионная сила раствора (*I*) является мерой электростатического взаимодействия всех ионов в растворе. Ее рассчитывают по уравнению Льюиса–Рендела.

$$I = \frac{1}{2} \sum (C_i \cdot Z_i^2)$$

Где *C* – концентрация каждого иона в моль/л, *z* – заряд иона.

Ионная сила биологических жидкостей, например плазмы крови ~ 0,15 .

Изотонический раствор 0,89% (0,15 M) раствор NaCl имеет *I*=0,15.

Рассчитайте ионную силу раствора Рингера, в 1 л которого содержится: Na⁺ - 139,5 ммоль; K⁺ - 4 ммоль; Ca²⁺ - 1,5 ммоль; Mg²⁺ - 1 ммоль; Cl⁻ - 115 ммоль; HCO₃⁻ - 3,5 ммоль; лактат (CH₃CHONCOO⁻) – 30 ммоль.

Решение:

Найдем молярные концентрации ионов в растворе.

C(Na⁺) = 0,1395 моль/л

C(K⁺) = 0,004 моль/л

C(Ca²⁺) = 0,0015 моль/л

C(Mg²⁺) = 0,001 моль/л

C(Cl⁻) = 0,115 моль/л

C(HCO₃⁻) = 0,0035 моль/л

C(CH₃CHONCOO⁻) = 0,03 моль/л

Найдем ионную силу раствора.

$$I = 1/2(0,1395 \cdot 1^2 + 0,004 \cdot 1^2 + 0,0015 \cdot 2^2 + 0,001 \cdot 2^2 + 0,115 \cdot 1^2 + 0,0035 \cdot 1^2 + 0,003 \cdot 1^2) = 0,151$$

Ответ: 0,151

10. (4 балла) Сульфат меди (II) применяется в медицине в качестве противомикробного и прижигающего средства. Карбонат калия является

минеральным удобрением. Установите формулу вещества, выпадающего в осадок при смешении растворов этих веществ, приведите название вещества. Известно, что при прокаливании 3,33 г этого осадка образуется 2,4 г нового твердого вещества. Среди выделяющихся при этом газов и паров содержится 0,27 г воды.

Решение:

Т.к. при прокаливании осадка образуется еще вода, то при смешении этих растворов возможно образование основного карбоната меди (II).

При прокаливании: $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Масса CuO 2,4 г, масса воды 0,27 г.

Найдем массу CO_2 . $m(\text{CO}_2) = 3,33 - 2,4 - 0,27 = 0,66$ г

найдем количества веществ: $2,4/80 : 0,27/18 : 0,66/44 = 0,03:0,015:0,015=2:1:1$

формула $(\text{CuO})_2(\text{H}_2\text{O})(\text{CO}_2)$ или $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$. Это малахит.

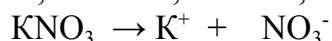
Ответ:

Формула вещества	$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$
Название вещества	основный карбонат меди (II) или малахит

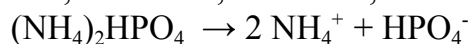
11. (3 балла) При подкормке растений в сельском хозяйстве используют раствор 0,03 М по KNO_3 и 0,01М по $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$. Приготовьте идентичный раствор, используя нитрат калия, нитрат аммония и гидрофосфат калия. Вычислите их количества веществ.

Решение.

0,03М 0,03М 0,03М



0,01М 0,02 М 0,01М



Чтобы приготовить идентичный раствор, необходимо взять 0,01 моль K_2HPO_4 , 0,02 моль NH_4NO_3 и 0,01моль KNO_3 .

Варианты ответа:

1) **0,01 моль K_2HPO_4 , 0,02 моль NH_4NO_3 и 0,01моль KNO_3 .**

2) 0,01 моль K_2HPO_4 , 0,03 моль NH_4NO_3 и 0,01моль KNO_3 .

3) 0,02 моль K_2HPO_4 , 0,01 моль NH_4NO_3 и 0,01моль KNO_3 .

4) 0,01 моль K_2HPO_4 , 0,02 моль NH_4NO_3 и 0,02моль KNO_3 .

Ответ:1

12. (2 балла) В 100 мл слабой одноосновной кислоты содержится $2 \cdot 10^6$ молекул, $4 \cdot 10^3$ катионов водорода и $4 \cdot 10^3$ ионов кислотного остатка. Найти степень диссоциации (α) кислоты.

Решение

$$\alpha = 4 \cdot 10^3 / (2 \cdot 10^6 + 4 \cdot 10^3) = 0,2\%$$

Варианты ответа:

1) **0,2%**

2) 0,3%

3) 0,1%

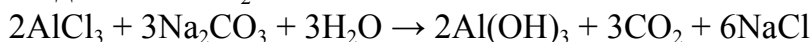
4) 0,25%

Ответ:1

13. (4 балла) Известно, что иногда смешивая растворы двух солей, нельзя в результате реакции получить две новые соли. Почему? При смешивании равных объемов (по 500 мл) хлорида алюминия и карбоната натрия, содержащих стехиометрические количества этих веществ, выделилось 0,672 л газа (н.у.). Каковы молярные концентрации веществ в исходных растворах?

Решение: При смешивании растворов происходит совместный гидролиз.

Выделяется CO_2 .



$$n(\text{CO}_2) = 0,672 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,03 \text{ моль}.$$

Так как количества веществ стехиометричны, $n(\text{AlCl}_3) = 0,02 \text{ моль} / 500 \text{ мл}$.

$$C(\text{AlCl}_3) = 0,04 \text{ моль/л}.$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,03 \text{ моль} / 500 \text{ мл}. \quad C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,06 \text{ моль/л}.$$

Варианты ответа:

- 1) $C(\text{AlCl}_3) = 0,04 \text{ моль/л}$, . $C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,06 \text{ моль/л}$.
- 2) $C(\text{AlCl}_3) = 0,02 \text{ моль/л}$, . $C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,03 \text{ моль/л}$.
- 3) $C(\text{AlCl}_3) = 0,01 \text{ моль/л}$, . $C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,02 \text{ моль/л}$.
- 4) $C(\text{AlCl}_3) = 0,02 \text{ моль/л}$, . $C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,04 \text{ моль/л}$.

Ответ: 1, происходит совместный гидролиз.

14. (2 балла) Бромид калия издавна применяется в медицинской практике как седативное средство. В 100 г воды при 0°C растворяется 53,5 г KBr , а при 40°C - 75,5 г этого вещества. Какая масса калия бромида выпадет в осадок при охлаждении насыщенного при температуре 40°C раствора KBr массой 300 г до 0°C .

Решение:

$$\text{При } 40^\circ\text{C} \quad 100 + 75,5 = 175,5 \text{ г раствора}$$

$$\text{При } 0^\circ\text{C} \quad 100 + 53,5 = 153,5 \text{ г раствора}$$

Найдем массу осадка, образующегося при охлаждении 175,5 г раствора

$$175,5 - 153,5 = 22 \text{ г. Тогда из } 300 \text{ г раствора : } 300 \cdot 22 / 175,5 = 37,6 \text{ г}$$

Варианты ответа:

- 1) 37,6
- 2) 66
- 3) 37,8
- 4) 66,5

Ответ:1

15. (2 балл) На чашках весов уравновешены стаканы с растворами гидроксида натрия и хлорида натрия. Через некоторое время чашка весов отклонится

Варианты ответа:

- 1) в сторону стакана с NaOH
- 2) в сторону стакана с NaCl
- 3) не изменит своего положения

Ответ:1

16. (2 балла) Укажите ряд веществ, в водных растворах каждого из которых окраска индикатора метилового оранжевого будет красной (красно - розовой)

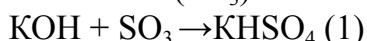
Варианты ответа:

- 1) AlCl_3 ; MgCl_2 ; ZnSO_4
- 2) CH_3COONa ; KCl ; CuSO_4
- 3) NaCl ; K_3PO_4 ; $\text{CH}_3\text{COONH}_4$
- 4) NH_4F ; K_2SO_4 ; FeCl_3

Ответ: 1

17. (3 балла) В растворе, содержащем 0,2 моль KOH , растворили 12 г серного ангидрида. Какие соли и в каком количестве образовались?

Решение: $n(\text{SO}_3) = 12/80 = 0,15$ моль



По 1 реакции 0,05 моль избыток KOH .

По 2 реакции останется 0,1 моль KHSO_4 , получится 0,05 моль K_2SO_4

Варианты ответа:

- 1) 0,05 моль K_2SO_4 и 0,1 моль KHSO_4
- 2) 0,1 моль K_2SO_4 и 0,1 моль KHSO_4
- 3) 0,1 моль K_2SO_4 и 0,05 моль KHSO_4
- 4) 0,05 моль K_2SO_4 и 0,05 моль KHSO_4

Ответ: 1

18. (2 балл) К раствору, содержащему 20 гидроксида калия, прибавили раствор, содержащий 20 г соляной кислоты. Какова реакция среды полученного раствора?

Решение: $n(\text{KOH}) = 20/56 = 0,38$ моль

$n(\text{HCl}) = 20/36,5 = 0,55$ моль

Варианты ответа:

- 1) кислая
- 2) нейтральная
- 3) щелочная

Ответ: 1

19. (3 балла) С каким числом из указанных веществ: HCl , NO , Al , Na_2O , Cl_2O_7 , K_2SO_4 , H_3PO_4 , KOH , HNO_3 , взаимодействует оксид хрома (III)?

Решение: со всеми, кроме NO и K_2SO_4

Варианты ответа:

- 1) 7
- 2) 5
- 3) 4
- 4) 6

Ответ: 1

20. (5 баллов) При нагревании веществ А, Б, В образуются одинаковые продукты разложения: газообразное вещество Г и жидкое вещество Д в молярном соотношении 1:1, 2:1 и 3:1 соответственно. Определите, что представляют

собой вещества **А**, **Б** и **В** если известно, что в их состав входят атомы двух элементов, относящиеся к одной и той же подгруппе Периодической системы. Что представляют собой вещества **Г** и **Д**?

Решение: Запишите формулы веществ.

А	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
Б	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
В	$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
Г	NH_3
Д	H_3PO_4