

# 35<sup>ая</sup> Международная Химическая Олимпиада

Афины, Греция

Задания теоретического Тура

Четверг, 10 июля 2003

## РАЗДЕЛ А: Общая химия

Во всех заданиях этого раздела надо выбрать один правильный ответ из перечисленных.

### Задание 1 (1 балл)

Растворимость  $s$  (моль/л) малорастворимой соли  $\text{Th}(\text{IO}_3)_4$  связана с ее произведением растворимости  $K_{\text{sp}}$  соотношением:

- (1)  $s = (K_{\text{sp}}/128)^{1/4}$
- (2)  $s = (K_{\text{sp}}/256)^{1/5}$
- (3)  $s = 256 K_{\text{sp}}^{1/4}$
- (4)  $s = (128 K_{\text{sp}})^{1/4}$
- (5)  $s = (256 K_{\text{sp}})^{1/5}$
- (6)  $s = (K_{\text{sp}}/128)^{1/5} / 2$

### Задание 2 (1 балл)

Какое из приведенных ниже уравнений следует использовать для точного вычисления концентрации ионов водорода  $[\text{H}^+]$  в водном растворе  $\text{HCl}$  с любой молярной концентрацией  $c_{\text{HCl}}$ ? ( $K_{\text{w}} = 1 \times 10^{-14} \text{ M}^2$ ).

- (1)  $[\text{H}^+] = c_{\text{HCl}}$
- (2)  $[\text{H}^+] = c_{\text{HCl}} + K_{\text{w}}/[\text{H}^+]$
- (3)  $[\text{H}^+] = c_{\text{HCl}} + K_{\text{w}}$
- (4)  $[\text{H}^+] = c_{\text{HCl}} - K_{\text{w}}/[\text{H}^+]$

### Задание 3 (1 балл)

Молярная масса глюкозы ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) равна 180 г/моль,  $N_{\text{A}}$  – постоянная Авогадро. Какое одно из приведенных утверждений неверно?

- (1) водный 0.5 М раствор глюкозы готовится путем растворения 90 г глюкозы в воде и доведением объема раствора до 1000 мл
- (2) 1.00 ммоль глюкозы имеет массу 180 мг
- (3) 0.0100 моль глюкозы содержит  $0.0100 \times 24 \times N_{\text{A}}$  атомов
- (4) в 90.0 г глюкозы содержится  $3 \times N_{\text{A}}$  атомов углерода
- (5) в 100 мл 0.10 М раствора содержится 18 г глюкозы

### Задание 4 (1 балл)

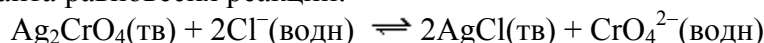
Если плотность жидкого вещества В равна  $\rho$  (в г/см<sup>3</sup>), его молярная масса  $M$  (в г/моль) и  $N_{\text{A}}$  – постоянная Авогадро, то число молекул В в 1 литре этого вещества равно:

- (1)  $(1000 \times \rho) / (M \times N_{\text{A}})$
- (2)  $(1000 \times \rho \times N_{\text{A}}) / M$
- (3)  $(N_{\text{A}} \times \rho) / (M \times 1000)$

$$(4) (N_A \times \rho \times M) / 1000$$

### Задание 5 (1 балл)

Константа равновесия реакции:



имеет вид ( $K_{\text{sp}}$  – произведение растворимости соответствующего вещества):

$$(1) K = K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) / K_{\text{sp}}(\text{AgCl})^2$$

$$(2) K = K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) K_{\text{sp}}(\text{AgCl})^2$$

$$(3) K = K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) / K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$$

$$(4) K = K_{\text{sp}}(\text{AgCl})^2 / K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$$

$$(5) K = K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) / K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$$

### Задание 6 (1 балл)

Какой объем (в мл) 1.00 М раствора NaOH должен быть добавлен к 100.0 мл 0.100 М раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  для того, чтобы получить фосфатный буфер с pH, равным примерно 7.2? (для  $\text{H}_3\text{PO}_4$   $\text{p}K_1 = 2.1$ ,  $\text{p}K_2 = 7.2$ ,  $\text{p}K_3 = 12.0$ )

(1) 5.0 мл

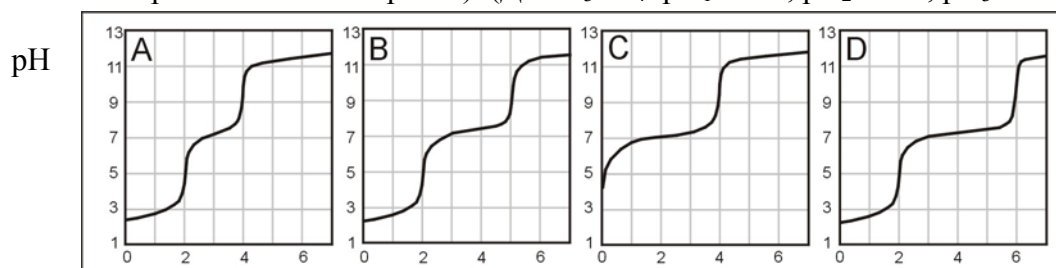
(2) 10.0 мл

(3) 15.0 мл

(4) 20.0 мл

### Задание 7 (1.5 балла)

Растворы, содержащие  $\text{H}_3\text{PO}_4$  или ее смесь с  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , титруют раствором сильного основания. Для каждого из растворов, перечисленных ниже, укажите правильную кривую титрования (зависимость pH от объема титранта). (Для  $\text{H}_3\text{PO}_4$ :  $\text{p}K_1 = 2.1$ ,  $\text{p}K_2 = 7.2$ ,  $\text{p}K_3 = 12.0$ )



Объем титранта (мл)

(1) Образец содержит только  $\text{H}_3\text{PO}_4$

Кривая А ( ), Кривая В ( ), Кривая С ( ), Кривая D ( )

(2) Образец содержит оба вещества в мольном соотношении

$\text{H}_3\text{PO}_4 : \text{NaH}_2\text{PO}_4 = 2 : 1$ .

Кривая А ( ), Кривая В ( ), Кривая С ( ), Кривая D ( )

(с) Образец содержит оба вещества в мольном соотношении

$\text{H}_3\text{PO}_4 : \text{NaH}_2\text{PO}_4 = 1 : 1$ .

Кривая А ( ), Кривая В ( ), Кривая С ( ), Кривая D ( )

### Задание 8 (1 балл)

В реактивных летательных аппаратах в качестве топлива и окислителя обычно используются N,N-диметилгидразин  $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}_4$  соответственно (оба вещества в жидком состоянии). Эти вещества смешиваются в двигателе в стехиометрическом соотношении, поэтому продуктами реакции являются только  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  (все в газообразном состоянии в условиях реакции). Сколько моль газов образуется из 1 моль  $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$ ?

- (1) 8
- (2) 9
- (3) 10
- (4) 11
- (5) 12

**Задание 9 (1 балл)**

Для полного электролитического разложения 1 моль воды требуется следующее количество электричества (F – постоянная Фарадея):

- (1) F
- (2) (4/3) F
- (3) (3/2) F
- (4) 2 F
- (5) 3 F

**Задание 10 (2.5 балла)**

Укажите в каждой из следующих ядерных реакций природу частицы X:

- (1)  ${}^{68}_{30}\text{Zn} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{65}_{28}\text{Ni} + \text{X}$  альфа ( ), бета ( ), гамма ( ), нейтрон ( )
- (2)  ${}^{130}_{52}\text{Te} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{131}_{53}\text{I} + \text{X}$  альфа ( ), бета ( ), гамма ( ), нейтрон ( )
- (3)  ${}^{214}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}^{214}_{83}\text{Bi} + \text{X}$  альфа ( ), бета ( ), гамма ( ), нейтрон ( )
- (4)  ${}^{23}_{11}\text{Na} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{24}_{11}\text{Na} + \text{X}$  альфа ( ), бета ( ), гамма ( ), нейтрон ( )
- (5)  ${}^{19}_9\text{F} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{20}_9\text{F} + \text{X}$  альфа ( ), бета ( ), гамма ( ), нейтрон ( )

**Задание 11 (1 балл)**

В калориметре смешали 10.0 мл 0.50 М раствора HCl и 10.0 мл 0.50 М раствора NaOH, имеющих одинаковую температуру. Было зафиксировано повышение температуры на  $\Delta T$ . Оцените, как изменится температура, если использовать 5.0 мл 0.50 М раствора NaOH вместо 10.0 мл. Потерями теплоты пренебрегите, а также считайте удельные теплоемкости обоих растворов одинаковыми.

- (1)  $(1/2) \times \Delta T$
- (2)  $(2/3) \times \Delta T$
- (3)  $(3/4) \times \Delta T$
- (4)  $\Delta T$

**Задание 12 (1 балл)**

В природе сурьма состоит из двух стабильных изотопов  ${}^{121}\text{Sb}$  и  ${}^{123}\text{Sb}$ , хлор – из двух стабильных изотопов  ${}^{35}\text{Cl}$  и  ${}^{37}\text{Cl}$ , а водород – из двух стабильных изотопов  ${}^1\text{H}$  и  ${}^2\text{H}$ . Сколько пиков следует ожидать в масс-спектре низкого разрешения у ионного фрагмента  $\text{SbHCl}^+$ ?

- (1) 4
- (2) 5
- (3) 6
- (4) 7
- (5) 8
- (6) 9