

**Часть 1. Разминка (общая оценка 20 баллов)**

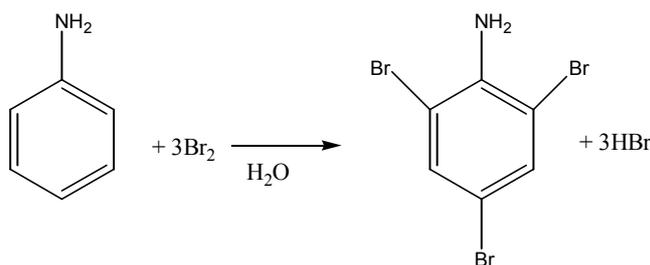
1. Сокращенная электронная формула атома Pt ...[Xe]4f<sup>14</sup>5d<sup>8</sup>6s<sup>2</sup>, а иона Pt<sup>2+</sup> ...[Xe]4f<sup>14</sup>5d<sup>8</sup>.
2. В молекуле пропина типы гибридизации атомов углерода ...sp и ...sp<sup>3</sup>.
3. Среда водного раствора Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ...кислая, а водного раствора NH<sub>4</sub>Cl – ...тоже кислая.
4. При электролизе водного раствора AlBr<sub>3</sub> на катоде выделяется ...водород, а на аноде ...бром.
5. Общей формуле C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub> соответствуют соединения, относящиеся к классам ...алкенов и ...циклоалканов.
6. Вещество, повышающее свою степень окисления в результате химической реакции, называется ...восстановитель, а понижающее – ...окислитель.
7. Для водородных соединений элементов VIA группы H<sub>2</sub>Э с увеличением порядкового номера возрастают ...кислотные и ...восстановительные свойства.
8. Реакция взаимодействия карбоновой кислоты со спиртом называется реакция ...этерификации, а ее продукт называется ...сложный эфир.
9. В реакции S<sub>2</sub>Cl<sub>2(ж)</sub> + Cl<sub>2(газ)</sub> = 2SCl<sub>2(газ)</sub> + Q установилось химическое равновесие. Если увеличить температуру, то равновесие сместится ...влево, а если увеличить давление – ...тоже влево.
10. Процесс разложения веществ при их взаимодействии с водой называется ...гидролиз, а процесс разложения веществ при нагревании называется ...термолиз.

**Система оценивания:****Каждый правильный ответ по 1 б****всего 1\*2\*10 = 20 баллов;****Итого 20 баллов****Часть 2. Качественные задания (общая оценка 40 баллов)**

11. Только кислота с водным раствором гидрокарбоната натрия выделяет пузырьки газа:  
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COONa} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ .

Только альдегид с аммиачным раствором оксида серебра дает реакцию серебряного зеркала:  
 $\text{CH}_3\text{C}(\text{H})\text{O} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

Только анилин дает белый осадок с бромной водой:

**Система оценивания:****Правильно указанные реагенты (возможны и другие) по 2 б****всего 2\*3 = 6 баллов;****Уравнения реакций по 1 б****всего 1\*3 = 3 балла;****Итого 9 баллов**

12. Например, это могут быть следующие вещества (возможны и другие варианты):

KClO<sub>3</sub> (хлорат калия) → Cl<sub>2</sub> (хлор) → KClO (гипохлорит калия) → KCl (хлорид калия).

$\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} \xrightarrow{\text{комн. T}} \text{KClO} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ ;

$\text{KClO} + 2\text{HBr} = \text{KCl} + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

**Система оценивания:**

**Правильно подобраны формулы веществ по 1 б**

**всего 1\*4 = 4 балла;**

**Названия веществ по 1 б**

**всего 1\*4 = 4 балла;**

**Уравнения реакций по 1 б**

**всего 1\*3 = 3 балла;**

**Итого 11 баллов**

13. Уравнения реакций:  $2\text{Cr} + 3\text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{Cr}_2\text{S}_3$  (сульфид хрома(III));

$\text{Cr}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_2\text{S}\uparrow + 2\text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow$  (гидроксид хрома(III));

$\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{KOH} = \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$  (гексагидрохромат(III) калия);

$2\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{Cl}_2 = 6\text{KCl} + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{K}_2\text{CrO}_4$  (хромат калия);

Возможен путь и через хромит калия, например:

$\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{H}_2\text{O} + \text{KCrO}_2$  (хромит калия);

$4\text{KCrO}_2 + 3\text{O}_2 + 4\text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{K}_2\text{CrO}_4$  (хромат калия);

$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{V}_2\text{O}_5, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Pt}} 2\text{SO}_3$ ;

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 1 б**

**всего 1\*6 = 6 баллов;**

**Названия веществ по 1 б**

**всего 1\*4 = 4 балла;**

**Итого 10 баллов**

14.  $\text{C}_6\text{H}_6$  (бензол) +  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$  (хлорэтан)  $\xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$  (этилбензол) +  $\text{HCl}$ ;

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{Br}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{C}_6\text{H}_5\text{CHBrCH}_3$  (1-бром-1-фенилэтан) +  $\text{HBr}$ ;

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBrCH}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}, t^\circ} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$  (фенилэтен, стирол) +  $\text{H}_2\text{O} + \text{KBr}$ ;

$3\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = 3\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2\text{OH}$  (фенилэтандиол-1,2) +  $2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$ .

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 1 б**

**всего 1\*4 = 4 балла;**

**Названия веществ по 1 б**

**всего 1\*6 = 6 баллов;**

**Итого 10 баллов**

**Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 40 баллов)**

15. Уравнения реакций диссоциации:  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH} = \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COO}^- + \text{H}^+$ ;

$\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ . Степень диссоциации  $\alpha = [\text{H}^+]/\text{C}_0$ , откуда  $[\text{H}^+] = \alpha \cdot \text{C}_0$ . Следовательно, в растворе молочной кислоты  $[\text{H}^+] = 0,0387 \cdot 0,1 = 3,87 \cdot 10^{-3}$ ,  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg(3,87 \cdot 10^{-3}) = 3 - \lg 3,87 = 3 - 0,6 = 2,4$ , а в растворе уксусной кислоты  $[\text{H}^+] = 0,0387 \cdot 0,012 = 4,64 \cdot 10^{-4}$ ,  $\text{pH} = -\lg(4,64 \cdot 10^{-4}) = 3,3$ .

Поскольку при разбавлении степень диссоциации увеличивается, то в 0,1 М растворе молочной кислоты она будет больше, чем в 0,1 М растворе кислоты уксусной. То есть, молочная кислота сильнее, чем уксусная. Для слабых кислот  $K_a \approx C\alpha^2$ , значит отношение констант диссоциации будет примерно равно отношению их концентраций при равных  $\alpha$ , а именно  $0,1/0,012 = 8,3$ . Иначе говоря, молочная кислота примерно в 8,3 раза сильнее уксусной. По этой же формуле оценим константу диссоциации уксусной кислоты  $K_a \approx C\alpha^2 = 0,012 \cdot 0,0387^2 = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций диссоциации по 2 б**

**всего 2\*2 = 4 балла;**

**Концентрации  $\text{H}^+$  в растворе по 2 б, pH по 2 б**

**всего 2\*2 + 2\*2 = 8 баллов;**

**Молочная кислота более сильная 2 б, обоснование 2б**

**всего 2 + 2 = 4 балла;**

**Отношение констант диссоциации 2 б**

**всего 2 балла;**

**Значение константы диссоциации  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2 б**

**всего 2 балла;**

**Итого 20 баллов**



Рассчитаем количество серной кислоты:  $m(\text{p-ра}) = V \cdot \rho = 438,6 \cdot 1,14 = 500$  (г);

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \omega \cdot m(\text{p-ра}) = 0,196 \cdot 500 = 98 \text{ (г)}; n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{98}{98} = 1 \text{ (моль)}.$$

Рассчитаем количество гидроксида калия:  $n(\text{KOH}) = C_M \cdot V = 2,5 \cdot 0,24 = 0,6$  (моль).

По уравнению (3) 2 моль гидроксида калия реагирует с 1 моль серной кислоты, следовательно, 0,6 моль гидроксида реагирует с 0,3 моль серной кислоты.

Всего серной кислоты было взято 1 моль, осталось после реакции с металлами 0,3 моль, следовательно, с металлами прореагировало  $1 - 0,3 = 0,7$  моль кислоты.

По уравнениям (1) и (2) 1 моль серной кислоты выделяет 1 моль водорода, следовательно, водорода в реакциях с металлами выделилось 0,7 моль. При н.у. это количество водорода займет объем  $V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,7 \cdot 22,4 = 15,68$  (л).

Пусть  $x - n(\text{Fe})$ ,  $y - n(\text{Al})$ , тогда  $56x + 27y = 16,4$ .

По уравнению (1) на 1 моль железа требуется 1 моль серной кислоты, тогда на  $x$  моль Fe нужно  $x$  моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . По уравнению (2) на 2 моль алюминия требуется 3 моль серной кислоты, тогда на  $y$  моль Al нужно  $1,5y$  моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , следовательно,  $x + 1,5y = 0,7$ .

Получили систему уравнений:

$$\begin{cases} 56x + 27y = 16,4; \\ x + 1,5y = 0,7. \end{cases}$$

При решении системы получим:  $x = 0,1$ ,  $y = 0,4$ , то есть  $n(\text{Fe}) = 0,1$  моль,  $n(\text{Al}) = 0,4$  моль. Мольная доля Fe в смеси  $0,1/(0,1+0,4) = 0,2$ , мольная доля Al  $0,4/(0,1+0,4) = 0,8$ .

Рассчитаем массы металлов:  $m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 0,1 \cdot 56 = 5,6$  (г);

$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 0,4 \cdot 27 = 10,8$  (г).

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{m(\text{смеси})} \cdot 100 = \frac{5,6}{16,4} \cdot 100 = 34,15 \text{ (\%)}.$$

$$\omega(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{смеси})} \cdot 100 = \frac{10,8}{16,4} \cdot 100 = 65,85 \text{ (\%)}.$$

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 1 б**

**всего  $1 \cdot 3 = 3$  балла;**

**Расчет количества серной кислоты 2 б**

**всего 2 балла;**

**Расчет количества гидроксида калия 1 б**

**всего 1 балл;**

**Расчет количества серной кислоты, прореагировавшей с металлами 2б**

**всего 2 балла;**

**Расчет объема выделившегося газа 4 б**

**всего 4 балла;**

**Составление системы уравнений 4 б (2+2)**

**всего 4 балла;**

**Расчет мольной доли металлов в смеси 2 б**

**всего 2 балла;**

**Расчет массовой доли металлов в смеси 2 б**

**всего 2 балла;**

**Итого 20 баллов**