

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

II (заключительный) этап, 2014–2015 учебный год

Решения олимпиадных заданий по химии

11 класс

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

- 1.1. В молекуле ацетона типы гибридизации атомов углерода  $sp^3$  и  $sp^2$ .
- 1.2. Среда водного раствора  $FeCl_3$  кислая, а водного раствора  $NH_4NO_3$  – тоже кислая.
- 1.3. В атоме ванадия в основном состоянии количество неспаренных электронов равно 3, а в ионе  $V^{3+}$  – 2.
- 1.4. При увеличении температуры от  $10^\circ C$  до  $20^\circ C$  скорость некоторой реакции увеличилась в 2 раза. Если увеличить температуру от  $10^\circ C$  до  $30^\circ C$ , то скорость этой реакции возрастет в 4 раза, а если от  $20^\circ C$  до  $60^\circ C$  – в 16 раз.
- 1.5. Способность отдавать электроны у атомов элементов второго периода с увеличением порядкового номера убывает, а способность отдавать электроны у атомов элементов IIIA группы с увеличением порядкового номера возрастает.
- 1.6. Геометрическая форма молекулы  $CF_4$  тетраэдр, а молекулы  $SF_4$  – бисфеноид ("ходули", "качели").
- 1.7. Степень окисления хлора в хлорате калия +5, а в хлорите калия +3.
- 1.8. При электролизе водного раствора  $RbF$  на катоде выделяется водород, а на аноде – кислород.
- 1.9. Общей формуле  $C_nH_{2n+1}NO_2$  соответствуют соединения, относящиеся к классам нитроалканов и аминокислот.
- 1.10. Катализатором реакции гидратации алкинов служат соли ртути, а происходящий процесс по имени ученого называется «реакция Кучерова».

**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).**

- 2.1.  $Fe_2(SO_4)_3 + 3Na_2CO_3 + 3H_2O = 2Fe(OH)_3\downarrow + Na_2SO_4 + 3CO_2\uparrow$ . Образование бурого осадка, выделение газа (бесцветного со слабокислым запахом).
  2.  $Fe(OH)_3 + 3HCl = FeCl_3 + 3H_2O$ . Растворение осадка, образование желто-бурого раствора.
  3.  $2FeCl_3 + 3Na_2S = 2FeS\downarrow + S\downarrow + 6NaCl$ . Образование черного осадка сульфида железа(II) на фоне желтовато-белой мути, образованной серой (раствор бесцветный).
  4.  $FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S\uparrow$ . Растворение черного осадка, образование светло-зеленого раствора, выделение газа с запахом тухлых яиц (бесцветного).
  5.  $FeSO_4 + 2NH_3 + 2H_2O = Fe(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$ . Образование зеленовато-белого осадка.
  6.  $2Fe(OH)_2 + H_2O_2 = 2Fe(OH)_3$ . Превращение зеленовато-белого осадка в бурый.
  7.  $2Fe(OH)_3 + 7HI = 2FeI_2 + HI_3 (HI*I_2) + 6H_2O$ . Растворение бурого осадка, образование красно-бурого раствора, содержащего растворенный иод в форме полииодидов.
- \*Засчитываются уравнения реакций  $6Fe(OH)_3 + 19HI = 2Fe_3I_8 + HI_3 (HI*I_2) + 18H_2O$ , а также  $2Fe(OH)_3 + 6HI = 2FeI_2 + I_2\downarrow + 6H_2O$ .

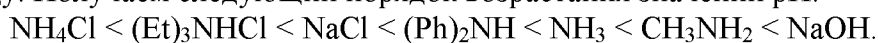
**Система оценивания:**

**За уравнения реакций по 1 б, за описание наблюдаемых явлений в каждой реакции по 1 б (за отсутствие описаний, приведенных в скобках, баллы не снимаются)**

**$1*7+1*7 = 14$  баллов.**

**Итого 14 баллов**

2.2. Самая низкая концентрация  $H^+$  и, как следствие, самый большой рН (поскольку это **отрицательный** десятичный логарифм  $[H^+]$ ) будет в растворе сильного основания NaOH. У нас еще есть три слабых основания, в растворе которых среда будет щелочная:  $NH_3$ ,  $CH_3NH_2$  и  $(Ph)_2NH$ . Замена в аммиаке атома водорода на алифатический заместитель приводит к увеличению основных свойств, а на ароматический заместитель – к уменьшению основных свойств. Следовательно, из этих трех оснований самым сильным будет метиламин, а самым слабым – дифениламин. В растворе NaCl – соли сильной кислоты и сильного основания – среда будет нейтральная, а в растворах солей  $NH_4Cl$  и  $(Et)_3NHCl$  – слабокислая (за счет гидролиза по катиону). Поскольку триэтиламин является более сильным основанием, чем аммиак, его соль будет подвержена гидролизу в меньшей степени, следовательно, ее раствор будет иметь менее кислую среду. Получаем следующий порядок возрастания значений рН:

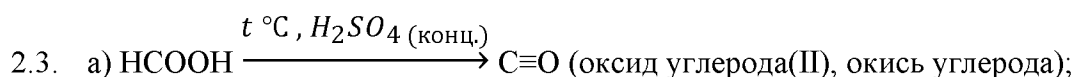


**Система оценивания:**

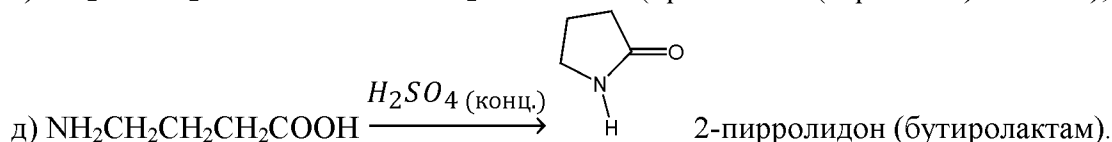
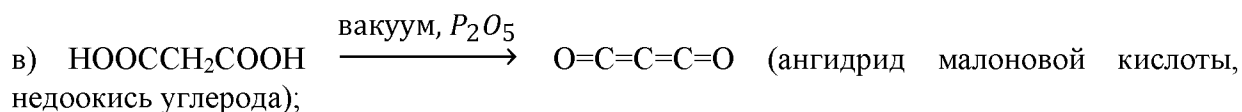
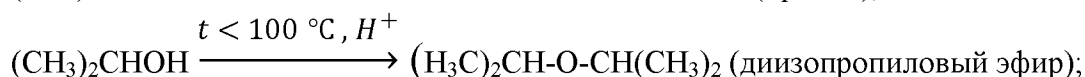
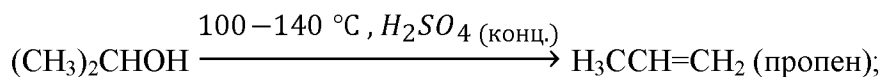
**Правильное положение каждого раствора в ряду по 1 б, верное пояснение места каждого раствора в ряду по 1 б (если перепутано направление ряда, то снимается 4 б; если сумма получается < 0, то выставляется 0)**

**$1*7+1*7 = 14$  баллов.**

**Итого 14 баллов**



б) При нагревании смеси спирта с концентрированной серной кислотой образуются алкены, а при нагревании спирта в присутствии каталитических количеств сильной кислоты образуются эфиры:



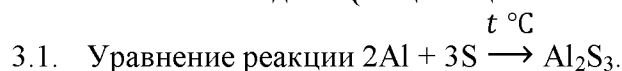
**Система оценивания:**

**Структурные формулы продуктов по 1 б, названия по 0,5 б, условия дегидратации по 0,5 б**

**$1*6+0,5*6+0,5*6 = 12$  баллов.**

**Итого 12 баллов**

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



В зависимости от исходного соотношения Al и S возможны три варианта состава продуктов реакции: а)  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ; б)  $\text{Al}_2\text{S}_3 + \text{S}$ ; в)  $\text{Al}_2\text{S}_3 + \text{Al}$ .

Выделение газообразных продуктов может происходить в результате следующих реакций:  $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow$ ,  $2\text{Al} + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\uparrow$ ,  
 $\text{Al}_2\text{S}_3 + 8\text{OH}^- = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{S}^{2-}$ ,  $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2\uparrow$ .

Из условия, что при кислотной обработке выделилось в 3 раза больше газообразных продуктов, чем при щелочной (т.е. при щелочной обработке газ все-таки выделялся), следует, что состав продуктов соответствует варианту в), т.е. в смеси был избыток алюминия.

Пусть при щелочной обработке выделилось  $x$  моль газов ( $\text{H}_2$ ), тогда при кислотной  $3x$  моль газов ( $\text{H}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$ ). При кислотной и щелочной обработке в реакции с Al образуется одинаковое количество  $\text{H}_2$ , следовательно, при реакции кислоты с  $\text{Al}_2\text{S}_3$  выделилось  $2x$  моль  $\text{H}_2\text{S}$ . Значит, в полученной смеси содержится  $2/3x$  моль Al и  $2/3x$  моль  $\text{Al}_2\text{S}_3$ , т.е. в исходной смеси содержалось  $2/3x + 4/3x = 2x$  моль Al и  $3 \cdot 2/3 = 2x$  моль S. Таким образом, мольные доли алюминия и серы в исходной смеси были одинаковыми (по 0,5 или по 50 мольных %).

Рассчитаем массовые доли:  $\omega_{\text{Al}} = 0,5 \cdot 27 / (0,5 \cdot 27 + 0,5 \cdot 32) = 0,46$  или 46 масс. %.  
 $\omega_{\text{S}} = 0,5 \cdot 32 / (0,5 \cdot 27 + 0,5 \cdot 32) = 0,54$  или 54 масс. %.

#### **Система оценивания:**

**Уравнения реакций алюминия с серой, алюминия и сульфида с кислотой по 1 б,  
уравнения реакций алюминия и сульфида со щелочью по 2 б,  
вывод об избытке алюминия 4 б, об одинаковом количестве водорода 2 б,  
вывод о том, что сероводорода в два раза больше, чем водорода 2 б,  
расчет мольных долей 3 б, расчет массовых долей 2 б  $1 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 4 + 2 + 2 + 3 + 2 = 20$  баллов.  
Итого 20 баллов**

3.2. Количество молей атомов элементов в продуктах реакции:

$$n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 9/18 = \mathbf{1 \text{ моль}}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 4,48/22,4 = \mathbf{0,2 \text{ моль}}$$

$$n(\text{N}) = 2n(\text{N}_2) = 2 \cdot 2,24/22,4 = \mathbf{0,2 \text{ моль}}$$

$$n_1(\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) + 2n(\text{CO}_2) = 0,5 + 2 \cdot 0,2 = \mathbf{0,9 \text{ моль}}$$

Количество молей атомов кислорода, вступившего в реакцию:

$$n_2(\text{O}) = 14,4/16 = 0,9 \text{ моль}$$

Т.к.  $n_1(\text{O}) = n_2(\text{O})$ , элемент кислород не входит в состав соединения А.

Соотношение атомов в соединении А:  $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) = 0,2 : 1 : 0,2 = 1 : 5 : 1$ .

Простейшая формула А:  $\text{CH}_5\text{N}$ .

По условию,  $M(\text{A}) = D(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 15,5 \cdot 2 = 31$  г/моль, совпадает с  $M(\text{CH}_5\text{N})$ , следовательно, молекулярная формула А:  $\text{CH}_5\text{N}$ .

Структурная формула А:  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ , его название метиламин.

Уравнение реакции:  $4\text{CH}_3\text{NH}_2 + 9\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{N}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$ .

#### **Система оценивания:**

**Расчет количества молей атомов элементов в продуктах реакции по 2 б,  
расчет количества молей атомов кислорода, вступившего в реакцию 2 б,  
вывод о том, что кислород не входит в состав А 2 б,  
простейшая формула А 1 б, расчет молярной массы А 1 б, молекулярная формула А 1 б,  
структурная формула А 2 б, название 2 б, уравнение реакции горения 1 б  
 $2 \cdot 4 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + 2 + 1 = 20$  баллов.**

**Итого 20 баллов**

Критерии определения победителей и призеров на заключительном этапе  
открытой межвузовской олимпиада школьников Сибирского Федерального округа  
«Будущее Сибири» по химии 2014/2015 г

Степень диплома	Сумма баллов			
	8 класс	9 класс	10 класс	11 класс
Диплом 1 степени (Победитель)	87-100	78-100	78-100	80-100
Диплом 2 степени (Призер)	60-86,5	63-77,5	67-77,5	71-79,5
Диплом 3 степени (Призер)	35-59,5	52-62,5	49-66,5	51-70,5

Председатель методической комиссии  
олимпиады «Будущее Сибири» по химии  
к.х.н., доцент, зам. декана ФЕН НГУ  
по химическому отделению



Емельянов В.А.

Председатель Окружного совета  
Олимпиады школьников СФО  
«Будущее Сибири»  
Ректор НГТУ, профессор



Н.В. Пустовой

27 марта 2015 года

Критерии определения победителей и призеров на заключительном этапе  
открытой межвузовской олимпиада школьников Сибирского Федерального округа  
«Будущее Сибири» по **химии** 2013/2014 г

Степень диплома	Сумма баллов			
	8 класс	9 класс	10 класс	11 класс
Диплом 1 степени (Победитель)	70-100 (5 чел)	80-100 (6 чел)	75-100 (9 чел)	81-100 (25 чел)
Диплом 2 степени (Призер)	50-69,5 (5 чел)	59,5-79,5 (10 чел)	60-74,5 (26 чел)	69-80,5 (69 чел)
Диплом 3 степени (Призер)	34-49,5 (7 чел)	37-59 (23 чел)	45-59,5 (54 чел)	53-68,5 (132 чел)

Председатель Окружного совета  
Олимпиады школьников СФО  
«Будущее Сибири»  
Ректор НГТУ, профессор

Н.В. Пустовой

18 марта 2014 года

Председатель жюри



Н.Ф. Уваров