Всероссийская олимпиада школьников
II (муниципальный) этап 2011-2012

Химия
11 класс

Критерии проверки

Задание 1.

Вещества **А** и **Б** - бесцветные жидкости состава $C_4H_{10}O$. Жидкость **А** реагирует с натрием, выделяя водород, а также с HI (образуется вещество **В**, вступающее в реакции замещения) и с концентрированной серной кислотой (образуется вещество **Г**, обесцвечивающее бромную воду). **Б** не реагирует с натрием, но реагирует с HI, образуя вещество **Д**, по химическим свойствам похожее на вещество **В**.

1. Назовите вещества **А** и **Б**.
2. Каково может быть строение веществ **А** и **Б**?
3. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

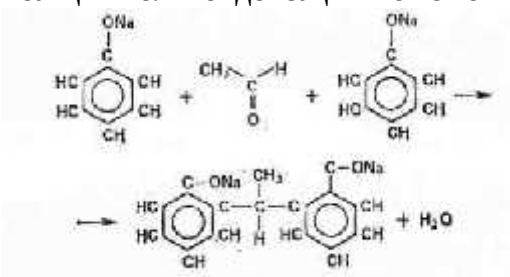
Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Формуле $C_4H_{10}O$ отвечают: бутиловый спирт - CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH - вещество **А** и диэтиловый эфир CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 - вещество **Б**	**4** **4**
А: $2C_4H_{10}O + 2Na \rightarrow H_2\uparrow + 2C_4H_9ONa$	**3**
А: $C_4H_{10}O + HI \rightarrow C_4H_9I + H_2O$ **В**	**3**
А: $C_4H_{10}O \rightarrow (H_2SO_4) \rightarrow C_4H_8 + H_2O$ **Г**	**3**
Б: $C_4H_{10}O + 2HI \rightarrow 2C_2H_5I + H_2O$ **Д**	**3**
Все элементы ответа записаны неверно	**0**
Максимальный балл	**20**

Задание 2.

Составьте схему реакции поликонденсации ацетальдегида с фенолятом натрия. Считая, что на 2 моль фенолята натрия потребуется 1 моль ацетальдегида, определите массу ацетальдегида, необходимую для получения 30 кг смолы, если ацетальдегид взят в виде раствора с массовой долей ω = 35%.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Реакция поликонденсации может быть представлена схемой: 	**6**
«Звено» высокомолекулярного соединения состоит из двух молекул фенолята	**1**

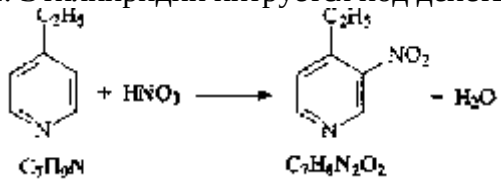
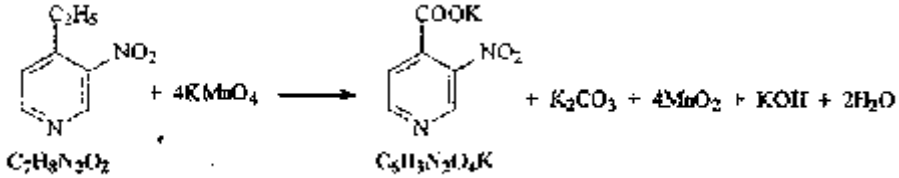
натрия и одной молекулы ацетальдегида. Для расчета молярной массы «звена» необходимо взять сумму молярных масс двух молекул фенолята натрия и одной молекулы ацетальдегида и вычесть молярную массу воды. М(фенолята) = 116 г/моль; М(ацетальдегида) = 44 г/моль. Следовательно, молярная масса «звена» равна 2·116+44—18 = 258 г/моль.	**2** **1** **1**
Число звеньев n = 30 000: 258 = 1161.	**3**
Общее число молей C_6H_5ONa в полимере равно 2·1161 = 2322 (моль); общее число молей CH_3COH в полимере равно 1161(моль). Необходимая масса ацетальдегида равна 44 г/моль·1161 моль = 51084 г =51,08 кг.	**1** **1** **2**
Так как ацетальдегид взят в виде водного раствора с ω (CH_3COH) = 35 %, то необходимое количество раствора будет: 100 кг — 35 кг X кг —51,08 кг $X = \frac{100 \cdot 51{,}08}{35} = 145{,}94(кг)$	**2**
Все элементы ответа записаны неверно	**0**
Максимальный балл	**20**

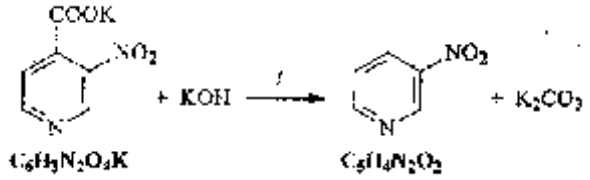
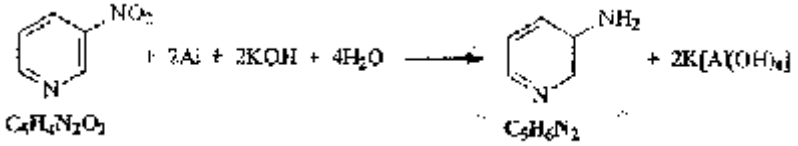
Задание 3.
Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме превращений:

$C_7H_9N \rightarrow C_7H_8N_2O_2 \rightarrow C_6H_3N_2O_4K \rightarrow C_5H_4N_2O_2 \rightarrow C_5H_6N_2$

В уравнениях укажите структурные формулы веществ и условиях реакций.

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
Исходное вещество C_7H_9N - любой из трех этилпиридинов (орто-, мета- или пара-)	**3**
1. Этилпиридин нитруется под действием азотной кислоты: 	**1** **3**
2. При взаимодействии этилпиридина с водным раствором перманганата калия этильная группа окисляется: 	**1** **3**
3. При прокаливании соли карбоновой кислоты с гидроксидом калия происходит декарбоксилирование:	**1** **3**

	
4. Нитрогруппа восстанавливается до аминогруппы алюминием в щелочной среде:  или водородом: $C_5H_4N_2O_2 + 3H_2 \rightarrow C_5H_6N_2 + 2H_2O$	**2** **3**
Все элементы ответа записаны неверно	**0**
Максимальный балл	**20**

Задание 4.

Равновесие реакции $2NO + O_2 \leftrightarrow 2NO_2$ установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ: $C(NO)= 0,5$ моль/л; $C(O_2) = 0,7$ моль/л; $C(NO_2) = 2,1$ моль/л.

1. Определите исходные концентрации оксида азота (II) и кислорода.
2. Вычислите константу равновесия этой реакции.
3. Как изменятся скорости прямой и обратной реакций, если в системе уменьшить общее давление в два раза?
4. Произойдет ли при этом смещение равновесия реакции?

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
По уравнению реакции из 2 моль NO получается 2 моль NO_2, следовательно, на получение 2,1 моль NO_2 было затрачено тоже 2,1 моль NO. Исходная концентрация NO_2 будет складываться из равновесной концентрации и затраченной на реакцию, т.е $C_{исх.}(NO) = 0,5 + 2,1 = 2,6$ (моль/л). Аналогично $C_{исх.}(O_2) = 0,7 + 1,05 = 1,75$ (моль/л).	**2** **2**
$K_{равн.} = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [O_2]} = \frac{2,1^2}{0,5^2 \cdot 0,7} = \frac{4,41}{0,175} = 25,2$	**4**
До уменьшения давления в системе выражения для скоростей прямой и обратной реакций будут: $\upsilon_{прям.} = k_1 \cdot C(NO)^2 \cdot C(O_2) = k_1 \cdot (0,5)^2 \cdot 0,7 = 0,175 \cdot k_1$ $\upsilon_{обр.} = k_2 \cdot C(NO_2)^2 = k_2 \cdot (2,1)^2 = 4,41 \cdot k_2$	**2** **2**
При уменьшении давления в 2 раза концентрации всех реагирующих веществ уменьшаются в 2 раза. Тогда $\upsilon_{прям}^{*} = k_1 \cdot C(NO)^2 \cdot C(O_2) = k_1 \cdot (0,5/2)^2 \cdot (0,7/2) = 0,0219 \cdot k_1$ $\upsilon_{обр.}^{*} = k_2 \cdot C(NO_2)^2 = k_2 \cdot (2,1/2)^2 = 1,1015 \cdot k_2$	**2** **2**
В результате уменьшения давления скорости прямой и обратной реакции уменьшились: $\upsilon_{прям.}/\upsilon_{прям.}^{*} = 0,175k_1/ 0,0219 \cdot k_1 = 8$ $\upsilon_{обр.}/\upsilon_{обр.}^{*} = 4,41 \cdot k_2/1,1015 \cdot k_2 = 4$ $\quad 8 > 4$ в два раза	**1** **1**

Таким образом, скорость обратной реакции будет в 2 раза больше, чем прямой.	
Смещение равновесия произойдет справа налево, то есть в сторону разложения NO_2.	**2**
Все элементы ответа записаны неверно	**0**
Максимальный балл	**20**

Задание 5.

В семи пробирках находятся растворы аммиака, хлорида бария, сульфата марганца, сульфата цинка, сульфата алюминия, нитрата свинца и нитрата серебра.

1. Предложите схему определения веществ, используя для определения реакции между ними.
2. Составьте таблицу мысленного эксперимента.
3. Напишите уравнения реакций и укажите свойства осадков.

	$NH_3 \cdot H_2O$	$BaCl_2$	$MnSO_4$	$ZnSO_4$	$Al_2(SO_4)_3$	$Pb(NO_3)_2$	$AgNO_3$
$NH_3 \cdot H_2O$	–	–	↓ белый, буреет	↓ белый, растворяется в избытке	↓ белый	↓ белый	↓ коричнев. растворяется в избытке аммиака
$BaCl_2$	–	–	↓ белый	↓ белый	↓ белый	↓ белый, растворяется при нагревании	↓ белый, растворяется в избытке аммиака
$MnSO_4$	↓ белый, буреет	–	–	–	-	↓ белый	↓ белый
$ZnSO_4$	↓ белый, растворяется в избытке	↓ белый	–	–	–	↓ белый	↓ белый
$Al_2(SO_4)_3$	↓ белый	↓ белый			–	↓ белый	↓ белый
$Pb(NO_3)_2$	↓ белый	↓ белый, растворяется при нагревании	↓ белый	↓ белый	↓ белый	–	–
$AgNO_3$	↓ коричнев. растворяется в избытке аммиака	↓ белый, растворяется в избытке аммиака	↓ белый	↓ белый	↓ белый	–	–

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
$MnS0_4 + BaCl_2 = BaS0_4\downarrow + MnCl_2$ $ZnS0_4 + BaCl_2 = BaS0_4\downarrow + ZnCl_2$ $A1_2(S0_4)_3 + 3BaCl_2 = 3BaS0_4\downarrow + 2A1Cl_3$ Выпадают белые осадки, не растворяющиеся при нагревании.	**1** **1** **1** **1**
$Pb(N0_3)_2 + BaCl_2 = PbCl_2\downarrow + Ba(N0_3)_2$ $2AgN0_3 + BaCl_2 = 2AgCl\downarrow + Ba(N0_3)_2$ Выпадают белые осадки, один из которых растворяется при нагревании. Это хлорид свинца.	**1** **1** **1**
$AgCl\downarrow + 2NH_3 \cdot H_2O = [Ag(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$ Второй осадок растворяется в избытке аммиака.	**1** **1**
$MnS0_4 + 2NH_3 \cdot H_2O = Mn(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$ $2Mn(OH)_2\downarrow + O_2 = 2MnO(OH)_2$ или $2Mn(OH)_2\downarrow + O_2 = 2MnO_2\downarrow + 2H_2O$ Выпадает белый осадок, буреющий на воздухе.	**1** **1** **1**

$ZnSO_4 + 2NH_3 \cdot H_2O = Zn(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$ $Zn(OH)_2\downarrow + 4NH_3 \cdot H_2O = [Zn(NH_3)_4](OH)_2 + 4H_2O$ Выпадает белый осадок, растворяющийся в избытке аммиака.	**1** **1** **1**
$Al_2(SO_4)_3 + 6NH_3 \cdot H_2O = 2Al(OH)_3\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$ Выпадает белый осадок, не растворяющийся в избытке аммиака.	**1** **1**
За таблицу	**3**
Все элементы ответа записаны неверно	**0**
Максимальный балл	**20**