

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
МУНИПАЦИАЛЬНЫЙ ЭТАП**

*Химия  
10 класс*

**Критерии проверки**

**Задание 1.**

В трех склянках без этикеток находятся различные вещества, окрашивающие пламя в желтый цвет. При взаимодействии первого вещества с соляной кислотой выделяется 2,24 л газа с неприятным запахом, при пропускании которого через раствор нитрата свинца выпадает осадок черного цвета. При приливании раствора хлорида бария к раствору третьего вещества выпадает 25,3 г желтого осадка. При приливании раствора хлорида бария к раствору второй соли выпадает 69,9 г белого осадка.

Определите, какие вещества, и в каком количестве находятся в каждой склянке.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

**Решение:**

<b>Содержание верного ответа и указания по оцениванию</b> (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	<b>Баллы</b>
<b>1.</b> Все вещества являются солями натрия, так как окрашивают пламя в желтый цвет.	<b>2 балл</b>
<b>2.</b> Первое вещество – сульфид натрия: $\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S}\uparrow$ - газ с неприятным запахом. При пропускании его через раствор нитрата свинца образуется осадок $\text{PbS}$ черного цвета: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{HNO}_3 + \text{PbS}\downarrow$ - черный осадок. Рассчитаны количества и массы веществ $\text{H}_2\text{S}$ и $\text{Na}_2\text{S}$ : $n(\text{H}_2\text{S}) = 2,24 \text{ л} / 22,4 \text{ л/ моль} = 0,1 \text{ моль}$ ; $n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{Na}_2\text{S}) = 0,1 \text{ моль}$ ; $m(\text{Na}_2\text{S}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 78 \text{ г/ моль} = \mathbf{7,8 \text{ г}}$ .	<b>1 балл</b> <b>2 балла</b> <b>2 балла</b> <b>2 балла</b>
<b>3.</b> Второе вещество – сульфат натрия: $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{BaSO}_4\downarrow$ - белый осадок. Рассчитаны количества и массы веществ $\text{BaSO}_4$ и $\text{Na}_2\text{SO}_4$ : $n(\text{BaSO}_4) = 69,9 \text{ г} / 233 \text{ г/ моль} = 0,3 \text{ моль}$ ; $n(\text{BaSO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,3 \text{ моль}$ ; $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,3 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/ моль} = \mathbf{42,6 \text{ г}}$ .	<b>1 балл</b> <b>2 балла</b> <b>2 балла</b>
<b>4.</b> Третье вещество хромат натрия: $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{BaCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{BaCrO}_4\downarrow$ - желтый осадок. Рассчитаны количества и массы веществ $\text{BaCrO}_4$ и $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ : $n(\text{BaCrO}_4) = 25,3 \text{ г} / 253 \text{ г/ моль} = 0,1 \text{ моль}$ ; $n(\text{BaCrO}_4) = n(\text{Na}_2\text{CrO}_4) = 0,1 \text{ моль}$ ; $m(\text{Na}_2\text{CrO}_4) = 0,1 \text{ моль} \cdot 162 \text{ г/ моль} = \mathbf{16,2 \text{ г}}$ .	<b>2 балла</b> <b>2 балла</b> <b>2 балла</b>
<b>Максимальный балл:</b>	<b>20 баллов</b>

**Задание 2.**

Вещество *A* – один из немногих оксидов, традиционно относимых к несолеобразующим.

Плотность *A* очень близка к плотности воздуха.

О веществе *A* известно следующее:

- взаимодействует с гидроксидом калия при давлении 5 атм и температуре 120 °С;
- чрезвычайно опасно для организма человека;
- вступает в реакции соединения с некоторыми металлами, например с железом, никелем и кобальтом;
- способно восстанавливать металлы из их оксидов.

*Вопросы:*

1. Установите вещество *A*. Приведите два примера несолеобразующих оксидов.
2. Напишите уравнение взаимодействия вещества *A* с гидроксидом калия.
3. Напишите уравнение взаимодействия вещества *A* с железом, никелем и кобальтом, если массовые доли металлов в образующихся соединениях составляют  $W(\text{Fe}) = 28,57\%$ ,  $W(\text{Ni}) = 34,50\%$ ,  $W(\text{Co}) = 34,50\%$ .
4. Почему вещество *A* так опасно для организма человека?
5. Напишите уравнения восстановления двух металлов из их оксидов веществом *A*.
6. Вещество *B* имеет тот же качественный состав, что и вещество *A*, и содержит 72,7% кислорода.

Учитывая, что энтальпия образования вещества *B*  $\Delta H^0_{\text{обр}}(\text{B}) = - 393,5$  кДж/моль, а для реакции:



энтальпия  $\Delta H^0_{\text{реакции}} = - 283$  кДж/(моль *A*),

определите энтальпию образования вещества *A*  $\Delta H^0_{\text{обр}}(\text{A})$ .

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

*Решение:*

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p><b>1.</b> Несолеобразующими оксидами являются: <math>\text{N}_2\text{O}</math>, <math>\text{NO}</math>, <math>\text{CO}</math>. Плотность близкую к плотности воздуха (29), имеют <math>\text{NO}</math> и <math>\text{CO}</math>. Оба газа могут взаимодействовать с металлами, и оба отрицательно влияют на организм. У <math>\text{NO}</math> преобладают окислительные свойства, а у <math>\text{CO}</math> – восстановительные. <math>\text{CO}</math> может восстанавливать металлы из их оксидов. Следовательно, вещество <i>A</i> – это <math>\text{CO}</math>.</p>	<p><b>1 балл</b></p> <p><b>1 балл</b></p> <p><b>1 балл</b></p>
<p><b>2.</b> <math>\text{CO} + \text{KOH} = \text{KCOOK}</math></p>	<p><b>2 балла</b></p>
<p><b>3.</b> На основании данных массовых долей металлов определим молярные массы продуктов соединения металлов с <math>\text{CO}</math>: <math>\text{Me} + x\text{CO} \rightarrow \text{Me}(\text{CO})_x</math> <math>W(\text{Fe}) = 28,57\%</math>, тогда <math>W(x\text{CO}) = 100 - 28,57\% = 71,43\%</math>; <math>M(x\text{CO}) = (56/ 28,75) \cdot 71,43 = 140</math>; <math>x = 140/28 = 5</math>, следовательно, <math>\text{Fe} + 5\text{CO} = \text{Fe}(\text{CO})_5</math>, а <math>M(\text{Fe}(\text{CO})_5) = 56 + 140 = 196</math> г/моль. <math>W(\text{Ni}) = 34,50\%</math>, тогда <math>W(x\text{CO}) = 100 - 34,50\% = 65,50\%</math>; <math>M(x\text{CO}) = (59/ 34,5) \cdot 65,50 = 112</math>; <math>x = 112/28 = 4</math>, следовательно, <math>\text{Ni} + 4\text{CO} = \text{Ni}(\text{CO})_4</math>, а <math>M(\text{Ni}(\text{CO})_4) = 59 + 112 = 171</math> г/моль.</p>	<p><b>1 балл</b></p> <p><b>2 балла</b></p> <p><b>1 балл</b></p> <p><b>1 балл</b></p> <p><b>2 балла</b></p> <p><b>1 балл</b></p>



2. Составим таблицу мысленного эксперимента.							
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	BaSO <sub>4</sub>	PbSO <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MnSO <sub>4</sub>	ZnSO <sub>4</sub>
NH <sub>4</sub> OH						↓буреет на воздухе	↓растворяется в избытке
NaOH	NH <sub>3</sub> ↑			↓растворяется в избытке	↓растворяется в избытке	↓буреет на воздухе	↓растворяется в избытке
Инд. бумага	pH < 7	pH ~7			pH < 7	pH < 7	pH < 7
3. Уравнения реакций:							
1) Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> + 6NH <sub>4</sub> OH = 2Al(OH) <sub>3</sub> ↓ + 3(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>							
2) Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> + 6NaOH = 2Al(OH) <sub>3</sub> ↓ + 3Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>							
Al(OH) <sub>3</sub> ↓ + NaOH + 2H <sub>2</sub> O = Na[Al(OH) <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> ] или							
Al(OH) <sub>3</sub> ↓ + NaOH = Na[Al(OH) <sub>4</sub> ]							
3) ZnSO <sub>4</sub> + 4NH <sub>4</sub> OH = [Zn(NH <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> ]SO <sub>4</sub> + 4H <sub>2</sub> O							
4) ZnSO <sub>4</sub> + 2NaOH = Zn(OH) <sub>2</sub> ↓ + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>							
Zn(OH) <sub>2</sub> ↓ + 2NaOH = Na <sub>2</sub> [Zn(OH) <sub>4</sub> ]							
5) MnSO <sub>4</sub> + 2NH <sub>4</sub> OH = Mn(OH) <sub>2</sub> ↓ + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>							
6) MnSO <sub>4</sub> + 2NaOH = Mn(OH) <sub>2</sub> ↓ + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>							
4Mn(OH) <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> = 4MnO(OH)↓ + 2H <sub>2</sub> O или							
2Mn(OH) <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> = 2MnO <sub>2</sub> ↓ + 2H <sub>2</sub> O							
7) PbSO <sub>4</sub> ↓ + 2NaOH = Pb(OH) <sub>2</sub> ↓ + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>							
PbSO <sub>4</sub> ↓ + 4NaOH = Na[Pb(OH) <sub>4</sub> ]↓ + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>							
<b>Максимальный балл:</b>							
<b>20 баллов</b>							

#### Задание 4.

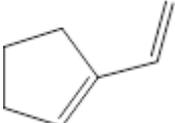
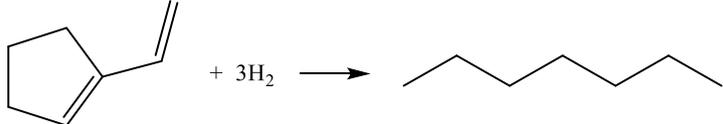
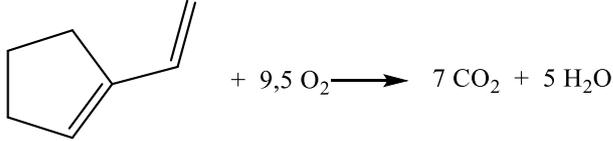
Смесь, состоящая из пропадиена, пропена, пентадиена-1,4, 1-винилциклопентена-1, при исчерпывающем каталитическом гидрировании поглощает объем водорода, равный половине объема углекислого газа (н.у.), образующегося при сжигании такого же количества смеси.

1. Напишите структурные формулы веществ, входящих в состав смеси.
2. Напишите уравнения исчерпывающего гидрирования для всех компонентов смеси. При написании уравнений используйте структурные формулы для органических веществ.
3. Напишите уравнения горения для всех компонентов смеси.
4. Определите объемное содержание пропадиена в смеси.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

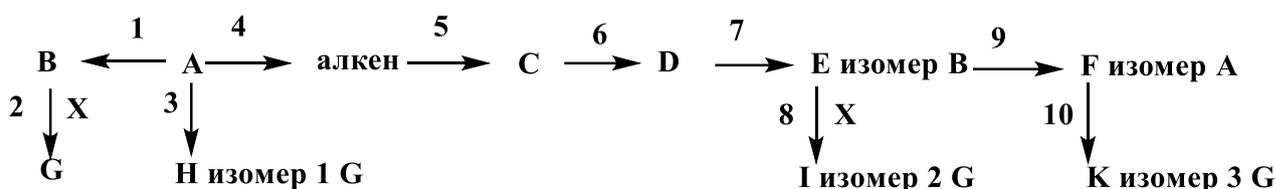
#### Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Написаны структурные формулы четырех компонентов смеси: Пропадиен H <sub>2</sub> C=C=CH <sub>2</sub>	за каждую структурную

<p>Пропен <math>\text{H}_3\text{C} - \text{CH}=\text{CH}_2</math>  Пентадиен-1,4 <math>\text{H}_2\text{C}=\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}=\text{CH}_2</math>  1-Винилциклопентен-1</p> 	<p>формулу  1 балл  4 * 1 = 4 балла</p>
<p>2. Написаны уравнения исчерпывающего гидрирования для всех компонентов смеси:</p> $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2 = \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 = \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ $\text{H}_2\text{C}=\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2 = \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$  <p><b>Примечание:</b> если в пункте 1 написана структурная формула компонента смеси, то допустимо написание структурной формулы только для продукта реакции.</p>	<p>1 балл  1 балл  1 балл  1 балл</p> <p>При  отсутствии  структурных  формул за  уравнение  выставляется  0,5 балла</p>
<p>3. Написаны уравнения горения для всех компонентов смеси:</p> $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2 + 4\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}=\text{CH}_2 + 4,5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{C}=\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}=\text{CH}_2 + 7\text{O}_2 = 5\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 	<p>1 балл  1 балл  1 балл  1 балл</p>
<p>4. Введены переменные для компонентов смеси и рассчитано количество водорода, необходимое для исчерпывающего гидрирования смеси:</p> <p>Пусть в смеси <i>a</i> моль пропадиена, <i>b</i> моль пропена, <i>c</i> моль пентадиена и <i>d</i> моль винилциклопентена.</p> <p>Тогда для исчерпывающего гидрирования необходимо:</p> <p><b>2a + b + 2c + 3d</b> моль водорода</p> <p>Рассчитано количество углекислого газа, образующегося при сжигании смеси:</p> <p><b>3a + 3b + 5c + 7d</b> моль углекислого газа</p> <p>По условию задачи – количество необходимого водорода равно половине количества образующегося углекислого газа:</p> <p><b>2a + b + 2c + 3d = 0,5(3a + 3b + 5c + 7d)</b></p> <p><b>a = b + c + d</b></p> <p>Следовательно, количество пропадиена равно сумме количеств других компонентов. Из этого следует, что пропадиена в смеси 50%.</p>	<p>1 балл  1 балл  2 балла  1 балл  3 балла</p>
<p><b>Максимальный балл:</b></p>	<p><b>20 баллов</b></p>

**Задание 5.**

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующую схему превращений:



Укажите условия протекания реакций. Напишите структурные формулы веществ А-К и назовите их.

Известно, что вещество А является первичным моногалогеналканом, массовая доля галогена в котором составляет 65%.

Также известно, что соединение X содержит по массе 36,36% кислорода, 54,55% углерода и водород и имеет неразветвленный углеродный скелет.

**КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20**

*Решение:*

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p><b>1.</b> Выведена молекулярная формула моногалогеналкана А            Формула галогенпроизводного в общем виде <math>C_nH_{2n+1}Hal</math>            Для расчета массовой доли галогена можно воспользоваться формулой <math>\omega(Hal) = Ar(Hal) / M(C_nH_{2n+1}Hal) \Rightarrow</math>  <math>M(C_nH_{2n+1}Hal) = Ar(Hal) / \omega(Hal)</math>  <math>M(C_nH_{2n+1}Hal) = 12n + 2n + 1 + Ar(Hal)</math>            Методом подбора находим, что галоген – бром и молекулярная формула <math>C_3H_7Br</math></p>	<b>1,5 балла</b>
<p><b>2.</b> Выведена молекулярная формула соединения X            Содержание водорода <math>100 - 36,36 - 54,55 = 9,09\%</math>  <math>C_mH_nO_zm : n : z = 54,55/12 : 9,09/1 : 36,36/16 = 4,55 : 9,09 : 2,27 =</math>  <math>= 2 : 4 : 1</math>            Так как сказано, что соединение имеет неразветвленный углеродный скелет, оно должно содержать как минимум 4 атома углерода. Логично предположить, что это бутановая кислота <math>C_4H_8O_2</math> (такой же вывод можно сделать, проанализировав те превращения, в которые вступает соединение X)</p>	<b>1,5 балла</b>
<p><b>3.</b> Написаны уравнения реакций:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>CH_3 - CH_2 - CH_2Br + KOH_{(водный)} \rightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2OH + KBr</math></li> <li>2. <math>CH_3 - CH_2 - CH_2OH + CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH \rightarrow</math>  <math>\rightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - COO - CH_2 - CH_2 - CH_3 + H_2O (H^+)</math></li> <li>3. <math>CH_3 - CH_2 - CH_2Br + CH_3 - CH(CH_3) - COONa \rightarrow</math>  <math>CH_3 - CH(CH_3) - COO - CH_2 - CH_2 - CH_3 + NaBr</math></li> <li>4. <math>CH_3 - CH_2 - CH_2Br + KOH_{(спиртовой)} \rightarrow CH_3 - CH=CH_2 + KBr + H_2O</math></li> <li>5. <math>CH_3 - CH=CH_2 \rightarrow CH_3 - C \equiv CH + H_2(katNi)</math></li> <li>6. <math>CH_3 - C \equiv CH + H_2O \rightarrow CH_3 - C(O) - CH_3 (Hg^{2+}, H^+)</math></li> <li>7. <math>CH_3 - C(O) - CH_3 + H_2 \rightarrow CH_3 - CH(OH) - CH_3 (katNi)</math></li> <li>8. <math>CH_3 - CH(OH) - CH_3 + CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH \rightarrow</math>  <math>\rightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - COO - CH(CH_3)_2 + H_2O (H^+)</math></li> <li>9. <math>CH_3 - CH(OH) - CH_3 + HBr \rightarrow CH_3 - CHBr - CH_3 + H_2O</math></li> <li>10. <math>(CH_3)_2CH - COONa + CH_3 - CHBr - CH_3 \rightarrow (CH_3)_2CH - COO - CH(CH_3)_2 + NaBr</math></li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Примечание: при отсутствии условий снимается 0,2 балла</b></p>	<p><b>Каждое уравнение по 1 баллу</b></p> <p style="text-align: right;"><b>Всего 10 баллов</b></p>

за уравнение, при отсутствии коэффициентов снимается 0,5 баллов		
<b>4.</b> А – 1-бромбутан В – пропанол-1 С – пропин D – ацетон Е – пропанол-2 F – 2-бромпропан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{Br}$ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ $\text{CH}_3 - \text{C}\equiv\text{CH}$ $\text{CH}_3 - \text{C}(\text{O}) - \text{CH}_3$ $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_3$ $\text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{CH}_3$	<b>Каждое название и каждая структурная формула по 0,25 балла Всего 3 балла</b>
G – пропилбутират  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}_2}{\underset{ }{\text{C}}}-\overset{\text{H}_2}{\underset{ }{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{H}_2}{\underset{ }{\text{C}}}-\overset{\text{H}_2}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_3$ H – пропилизобутират $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{CH}_3}{ }{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{H}_2}{\underset{ }{\text{C}}}-\overset{\text{H}_2}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_3$ I – изопропилбутират $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}_2}{\underset{ }{\text{C}}}-\overset{\text{H}_2}{\underset{ }{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{ }{\text{C}}}-\text{H}$ K – изопропилизобутират $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{CH}_3}{ }{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{ }{\text{C}}}-\text{H}$		<b>Каждое название и каждая структурная формула по 0,5 балла Всего 4 балла</b>
<b>Максимальный балл:</b>		<b>20 баллов</b>