

**Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова**  
**Олимпиада «Покори Воробьёвы горы» – 2010**  
**Химия**

**Ответы к заданиям очного тура**  
**Вариант – Нижний Новгород**

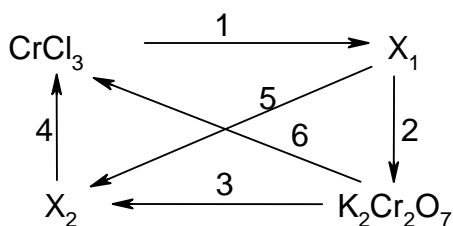
**1-1.** Укажите число протонов, электронов и электронную конфигурацию атома кадмия.

Ответ: Cd: 48p, 48e,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 4d^{10} 5s^2$ .

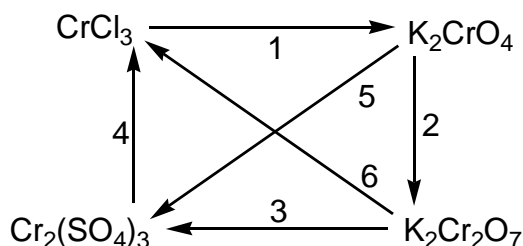
**2-2.** В колбе находится азот при атмосферном давлении и температуре 298 К. До какого давления нужно наполнить такую же колбу аргоном, чтобы массы газов стали равны?

Ответ:  $p = 0.70$  атм.

**3-4.** Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей схеме превращений.



Ответ:



**4-2.** Какие из перечисленных ниже веществ реагируют с KOH? Напишите уравнения пяти реакций и укажите условия их протекания. S, Al,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ .

Ответ:

- 1).  $3\text{S} + 6\text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{K}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 2).  $2\text{Al} + 2\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2\uparrow$
- 3).  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{KOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{KCl}$
- 4).  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{KOH} \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} \text{C}_2\text{H}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 5).  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{CH}_3\text{COOK} + \text{CH}_3\text{OH}$

**5-2.** В сосуде объёмом 16 л находятся 4 моль CO и 2 моль  $\text{H}_2\text{O}$ . При некоторой температуре в реакционной смеси установилось равновесие:  $\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$ . Константа равновесия при этой температуре равна 2. Вычислите число молей  $\text{H}_2(\text{г})$  в равновесной смеси.

Ответ:  $n(\text{H}_2) = 1.53$  моль.

**6-2.** В разбавленной азотной кислоте растворили навеску цинка. При нагревании полученного раствора с избытком щёлочи выделился газ, который был использован для полного восстановления 16 г оксида железа (III). Определите массу цинка, растворённого в азотной кислоте.

Ответ:  $m(\text{Zn}) = 52$  г.

**7-3.** Смесь сахарозы и глюкозы массой 7.02 г подвергли гидролизу. Для ацилирования продуктов гидролиза требуется на 2.6 г пропионового ангидрида больше, чем для ацилирования исходной смеси. Определите массу сахарозы и глюкозы.

Ответ:  $m(\text{сахарозы}) = 3.42 \text{ г}$ ,  $m(\text{глюкозы}) = 3.6 \text{ г}$ .

**Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова**  
**Олимпиада «Покори Воробьёвы горы» – 2010**  
**Химия**  
**Ответы к заданиям очного тура**  
**Вариант – Омск**

**1-4.** Укажите число протонов, электронов и электронную конфигурацию атома иттрия.

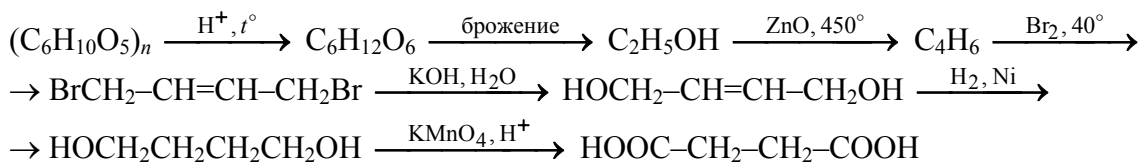
Ответ: Y: 39p, 39e,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 4d^1 5s^2$ .

**2-6.** На одной чаше весов находится колба с аргоном при атмосферном давлении. Другую такую же колбу наполнили неизвестным газом при давлении 144.7 кПа, при этом весы уравнились. Предложите три возможные формулы этого газа.

Ответ: N<sub>2</sub>, CO, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.

**3-5.** Используя только неорганические реагенты и катализаторы, из целлюлозы получите янтарную (бутандиовую) кислоту.

Ответ:



**4-5.** Какие из перечисленных ниже веществ реагируют с Cl<sub>2</sub>: PCl<sub>3</sub>, KBr, Cu, FeCl<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>OH, C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>? Напишите уравнения пяти реакций и укажите условия их протекания.

Ответ:

- 1).  $\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{PCl}_5$
- 2).  $2 \text{KBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{KCl} + \text{Br}_2$
- 3).  $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$
- 4).  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$
- 5).  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{FeCl}_3} \text{Cl-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_3 + \text{HCl}$

**5-3.** В сосуде объёмом 20 л находятся 3 моль SO<sub>3</sub> и 2 моль H<sub>2</sub>. При некоторой температуре в реакционной смеси установилось равновесие: SO<sub>3</sub> (г) + H<sub>2</sub> (г) ⇌ SO<sub>2</sub> (г) + H<sub>2</sub>O (г). Константа равновесия при этой температуре равна 1.6. Вычислите число молей H<sub>2</sub> (г) в равновесной смеси.

Ответ:  $n(\text{H}_2) = 0.667$  моль.

**6-6.** После растворения 27.2 г смеси меди и оксида меди (I) в 500 г 70 %-ной азотной кислоты масса раствора стала равной 499.6 г. Найдите массовую долю соли в полученном растворе.

Ответ:  $\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 15.0 \%$ .

**7-4.** Смесь сахарозы и дезоксирибозы массой 6.42 г подвергли гидролизу. Для ацилирования продуктов гидролиза требуется на 2.04 г уксусного ангидрида больше, чем для ацилирования исходной смеси. Определите массу сахарозы и дезоксирибозы.

Ответ:  $m(\text{сахарозы}) = 3.42$  г,  $m(\text{дезоксирибозы}) = 3.0$  г.

**Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова**  
**Олимпиада «Покори Воробьёвы горы» – 2010**  
**Химия**  
**Ответы к заданиям очного тура**  
**Вариант – Уфа**

**1-5.** Укажите число протонов, электронов и электронную конфигурацию атома цинка.

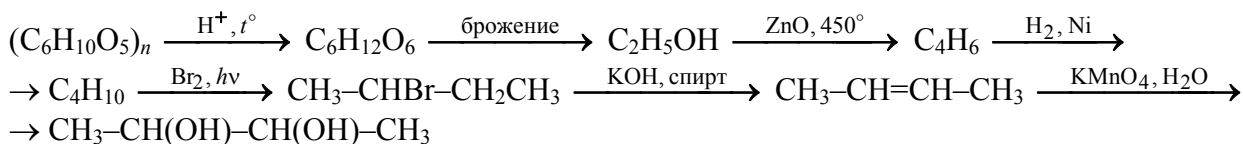
Ответ: Zn: 30p, 30e,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ .

**2-3.** В колбе находится аммиак при атмосферном давлении и температуре 295 К. До какого давления нужно наполнить такую же колбу неоном, чтобы массы газов стали равны?

Ответ:  $p = 0.85$  атм.

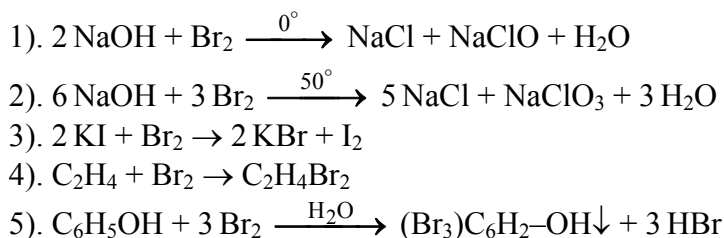
**3-6.** Используя только неорганические реагенты и катализаторы, из целлюлозы получите 2,3-бутандиол.

Ответ:



**4-6.** Какие из перечисленных ниже веществ реагируют с  $Br_2$ : NaOH, HCl, KI,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_5OH$ ,  $C_6H_5OH$ ? Напишите уравнения пяти реакций и укажите условия их протекания.

Ответ:



**5-5.** В сосуде объёмом 5.0 л находится 1 моль  $PCl_5$ . Сосуд нагрели до некоторой температуры, при этом установилось равновесие:  $PCl_5 (г) \rightleftharpoons PCl_3 (г) + Cl_2 (г)$ . Константа равновесия при этой температуре равна 0.04 моль/л. Рассчитайте число молей  $PCl_3 (г)$  в равновесной смеси.

Ответ:  $n(PCl_3) = 0.36$  моль.

**6-3.** В разбавленной азотной кислоте растворили навеску алюминия. При нагревании полученного раствора с избытком щёлочи выделился газ, который был использован для полного восстановления 21.6 г оксида железа (II). Определите массу алюминия, растворённого в азотной кислоте.

Ответ:  $m(Al) = 14.4$  г.

**7-2.** Смесь сахарозы и рибозы массой 11.76 г подвергли гидролизу. Для ацилирования продуктов гидролиза требуется на 7.8 г пропионового ангидрида больше, чем для ацилирования исходной смеси. Определите массу сахарозы и рибозы.

Ответ:  $m(\text{сахарозы}) = 10.26$  г,  $m(\text{глюкозы}) = 1.5$  г.

**Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова**  
**Олимпиада «Покори Воробьёвы горы» – 2010**  
**Химия**  
**Ответы к заданиям очного тура**  
**Вариант – Брянск**

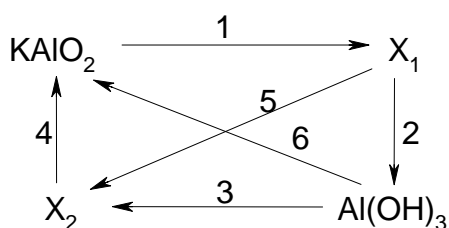
1-7. Укажите число протонов, электронов и электронную конфигурацию атома титана.

Ответ: Ti: 22p, 22e,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ .

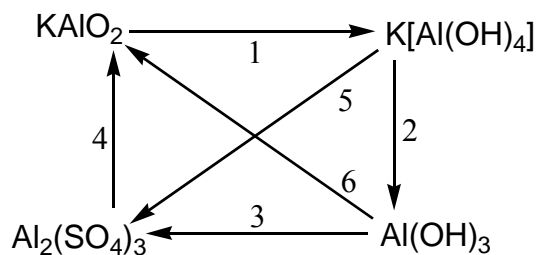
2-5. На одной чаше весов находится колба с углекислым газом при атмосферном давлении. Другую такую же колбу наполнили неизвестным газом при давлении 159.2 кПа, при этом весы уравнились. Предложите три возможные формулы этого газа.

Ответ:  $N_2$ , CO,  $C_2H_4$ .

3-1. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей схеме превращений.



Ответ:



4-4. Какие из перечисленных ниже веществ реагируют с NaOH? Напишите уравнения пяти реакций и укажите условия их протекания. Zn,  $Na_2SO_4$ ,  $Na_2CrO_4$ , P,  $C_2H_5Br$ ,  $C_6H_5COONa$ .

Ответ:

- 1).  $Zn + 2 NaOH + 2 H_2O \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + H_2 \uparrow$
- 2).  $P_4 + 3 NaOH + 3 H_2O \xrightarrow{t^\circ} 3 NaH_2PO_2 + PH_3 \uparrow$
- 3).  $C_2H_5Br + NaOH \xrightarrow{H_2O} C_2H_5OH + NaBr$
- 4).  $C_2H_5Br + NaOH \xrightarrow{C_2H_5OH} C_2H_4 + NaBr + H_2O$
- 5).  $C_6H_5COONa + NaOH \xrightarrow{\text{сплавление}} C_6H_6 + Na_2CO_3$

5-4. В сосуде объёмом 10 л находятся 1 моль  $SO_2$  и 2 моль  $CO_2$ . При некоторой температуре в реакционной смеси установилось равновесие:  $SO_2(г) + CO_2(г) \rightleftharpoons SO_3(г) + CO(г)$ . Константа равновесия при этой температуре равна 3. Вычислите число молей  $SO_2(г)$  в равновесной смеси.

Ответ:  $n(SO_2) = 0.186$  моль.

6-5. После растворения 22.4 г смеси меди и оксида меди (II) в 500 г 80 %-ной серной кислоты масса раствора стала равной 516 г. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе.

Ответ:  $\omega(CuSO_4) = 9.3 \%$ .

7-6. Смесь сахарозы и мальтозы разделили на две равные части. При обработке первой части аммиачным раствором оксида серебра выпал осадок. Вторую часть сначала гидролизвали, а затем обработали аммиачным раствором оксида серебра, при этом также выпал осадок. Масса второго осадка оказалась в 4 раза больше массы первого осадка. Напишите уравнения протекающих реакций. Определите массовую долю сахарозы в исходной смеси.

Ответ:  $\omega(\text{сахарозы}) = 66.7\%$ .

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова  
Олимпиада «Покори Воробьёвы горы» – 2010  
Химия  
Ответы к заданиям очного тура  
Вариант – Москва

1-8. Укажите число протонов, электронов и электронную конфигурацию атома скандия.

Ответ: Sc: 21p, 21e,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ .

2-7. На одной чаше весов находится колба с аммиаком при атмосферном давлении. Другую такую же колбу наполнили неизвестным газом при давлении 57.4 кПа, при этом весы уравновесились. Предложите три возможные формулы этого газа.

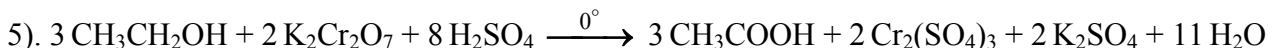
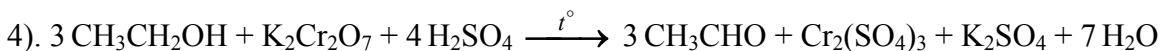
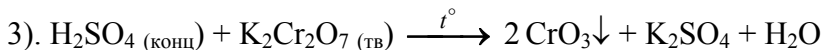
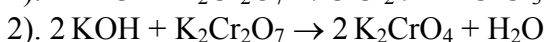
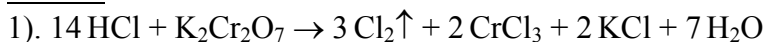
Ответ: NO, CH<sub>2</sub>O, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>.

3-8. При полном гидролизе олигосахида образовался только один продукт – глюкоза. Установите число остатков глюкозы в молекуле олигосахида, если известно, что для ацилирования полученной глюкозы требуется в 1.5 раза больше уксусного ангидрида, чем для ацилирования исходного олигосахида.

Ответ: n = 6.

4-8. Какие из перечисленных ниже веществ реагируют с K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>: HCl, KOH, KNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CH<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH? Напишите уравнения пяти реакций и укажите условия их протекания.

Ответ:



5-8. В сосуде объемом 20 л находятся 10 моль CO и 5 моль Cl<sub>2</sub>. При некоторой температуре в реакционной смеси установилось равновесие: CO (г) + Cl<sub>2</sub> (г) ⇌ COCl<sub>2</sub> (г). Константа равновесия при этой температуре равна: 8 л/моль. Вычислите число молей COCl<sub>2</sub> (г) в равновесной смеси.

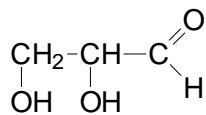
Ответ: n(COCl<sub>2</sub>) = 3.6 моль.

6-8. После растворения 40 г смеси меди и оксида меди (I) в 472 г 80% серной кислоты массовая доля соли в полученном растворе составила 20%. Определите массу полученного раствора.

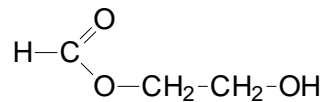
Ответ: m(раствора) = 480 г.

7-8. При взаимодействии 9.0 г органического вещества с избытком аммиачного раствора оксида серебра выпало 21.6 г осадка. При сгорании той же навески вещества образовалось 25.74 л (250 °С, 1 атм.) газа. После охлаждения до 20 °С газ, объём которого составил 7.21 л (1 атм.), был полностью поглощён известковой водой, при этом выпало 30 г осадка. Предложите две возможные структурные формулы вещества.

Ответ:



глицериновый альдегид.



сложный эфир этиленгликоля  
и муравьиной кислоты.