**11 класс (подготовка к олипиаде)**

**1**. При полном окислении кислородом 1,7 г вещества образовалось 0,84 л (н.у.) углекислого газа, 1,125 г воды и 1,325 г карбоната натрия. Выведите молекулярную формулу соединения, назовите его. Напишите уравнения реакций взаимодействия данного вещества с: 1). соляной кислотой, 2). хлорангидридом уксусной кислоты, 3). дихроматом натрия в присутствии серной кислоты.

ν(С) = ν(СО2) + ν(Na2СО3) = (1,125 л / 22,4 л/моль) + (1,325 г / 106 г/моль) = 0,05 моль 1 балл

ν(Н) = 2ν(Н2О) = 2 ∙ (1,125 г / 18 г/моль) = 0,125 моль 1 балл

ν(Na) = 2ν(Na2CO3) = 2 ∙ (1,325 г / 106 г/моль) = 0,025 моль 1 балл

ν(O) = (1,7 г – (0,05 ∙ 12 + 0,125 ∙ 1 + 0,025 ∙ 23) г) / 16 г/моль = 0,025 моль 1 балл

ν(С) ∙ ν(Н) ∙ ν(О) ∙ ν(Na) = 0,05 : 0,125 : 0,025 : 0,025 = 2 : 5 : 1 : 1 → С2H5ONa 1 балл

С2H5ONa – этилат натрия. 1 балл

С2Н5ОNa + HCl → C2H5OH + NaCl 1 балл

C2H5ONa + CH3CO(Cl) → CH3COOC2H5 + NaCl 1 балл

-3 -1 +6 -3 +3 +3

6CH3CH2ONa + 4Na2Cr2O7 + 19H2SO4 → 6CH3COOH + 4Cr2(SO4)3 + 7Na2SO4 + 22H2O 1 балл

**9 баллов**

**2**. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращении:

C4H10→(CH3)3CH→(CH3)3CCl→2-метилпропен –(KMnO4, H2SO4)→ Х1

↓

C2H6→C2H5NO2→C2H5NH2→[C2H5NH3]Cl→C2H5NH2→C2H5OH→C2H4–(О2, Ag)→Х2

1. CH3CH2CH2CH3 → CH3CH(CH3)CH3 (to) или (CH3)3CH – 2-метилпропан 1 балл

2. (CH3)3CH + Cl2 → (CH3)3CCl + HCl (hν) 1 балл

3. (CH3)3CCl + KOH спиртовой → KCl + H2O + (CH3)2C=CH2 – 2-метилпропен 1 балл

4. 5(СН3)2С=СН2 + 8KMnO4 + 12H2SO4 → 5(СН3)2С=O + 5CO2↑ + 8MnSO4 + 4K2SO4 + 17H2O 2 балла

5. C4H10 → C2H6 + C2H4 (to) 1 балл

6. С2Н6 + HNO3 → C2H5NO2 + H2O – реакция Коновалова 1 балл

7. C2H5NO2 + 3H2 → C2H5NH2↑ + 2H2O (to, kat) 1 балл

8. C2H5NH2 + HCl → [C2H5NH3]Cl 1 балл

9. [C2H5NH3]Cl + KOH → C2H5NH2↑ + KCl + H2O 1 балл

10. C2H5NH2 + HNO2 → C2H5OH + N2↑ + H2O (KNO2 + H2SO4) 1 балл

11. C2H5OH → C2H4↑ + H2O (H2SO4 конц. , t > 140oC или Al2O3, to) 1 балл

12. 2C2H4 + O2 → 2(СН2)2O эпоксиэтан, оксид этилена 1 балл

**13 баллов**

**3**. При взаимодействии 6 г органического вещества, относительная плотность паров которого по метану равна 3,75, с натрием выделяется 1,12 л (н.у.) газа. Для полного окисления такой же массы вещества необходимо 10,08 л (н.у.) кислорода. Выведите молекулярную формулу веществ, напишите и назовите его изомеры, отвечающие условию задачи.

С выделением водорода натрий реагирует со спиртами, фенолами и кислотами. 1 балл

М(вещества) = 3,75 ∙ 16 = 60 г/моль 1 балл

Молярную массу равную 60 г/моль имеют: пропанол-1, пропанол-2, уксусная кислота. 1 балл

2С3H7OH + 2Na → 2C3H7ONa + H2↑ 1 балл

2 моль 1 моль

60 г/моль 22,4 л/моль

2CH3COOH + 2Na → 2CH3COONa + H2↑ 1 балл

2 моль 1 моль

60 г/моль 22,4 моль/л

ν(С3Н7ОН) = ν(СН3СООН) = 6 г / 60 г/моль = 0,1 моль 1 балл

ν(Н2) = 1,12 л / 22,4 моль = 0,05 моль 1 балл

По количеству водорода условию задачи удовлетворяют пропанол-1, пропанол-2 и уксусная кислота.

1 балл

0,1 моль 0,45 моль

2С3Н7ОН + 9О2 → 6СО2↑ + 8Н2О 1 балл

2 моль 9 моль

0,1 моль 0,2 моль

СН3СООН + 2О2 → 2СО2↑ + 2Н2О 1 балл

1 моль 2 моль

ν(О2) = 10,08 л / 22,4 л/моль = 0,45 моль 1 балл

→ условию задачи удовлетворяют только пропанол-1 (СН3СН2СН2ОН) и пропанол-2 (СН3)2СНОН.

1 балл

**12 баллов**

**4.** Мысленный эксперимент. В пяти пронумерованных пробирках имеются растворы муравьиной кислоты, формиата натрия, глюкозы, уксусной кислоты и ацетата натрия. Используя индикатор, раствор перманганата калия и раствор серной кислоты определите содержимое каждой пробирки. Напишите (молекулярные, ионные, окислительно-восстановительные) уравнения реакций. (10 баллов)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | HCOOH | HCOONa | C6H12O6 | CH3COOH | CH3COONa |
| индикатор | кислая среда | щелочная среда | нейтральная среда | кислая среда | щелочная среда |
| KMnO4+H2SO4 | обесцвечивание раствора | обесцвечивание раствора | обесцвечивание раствора | - | - |

HCOOH ↔ HCOO- + H+ pH<7, кислая среда 1 балл

CH3COOH ↔ CH3COO- + H+ pH<7, кислая среда 1 балл

5HCOOH + 2KMnO4 + 3H2SO4 = 5CO2↑ + 2MnSO4 + K2SO4 + 8H2O (OBP)

CH3COOH не окисляется подкисленным раствором KMnO4 2 балла

HCOONa ↔ HCOO- + Na+

HCOO- + H2O ↔ HCOOH + OH- pH>7, щелочная среда 1 балл

HCOONa + H2O ↔ HCOOH + NaOH

CH3COONa ↔ CH3COO- + Na+

CH3COO- + H2O ↔ CH3COOH + OH- pH>7, щелочная среда 1 балл

CH3COOH + H2O ↔ CH3COOH + NaOH

10HCOONa + 4KMnO4 + 11H2SO4 = 10CO2↑ + 4MnSO4 + 2K2SO4 + 5Na2SO4 + 16H2O (OBP)

CH3COONa не окисляется подкисленным раствором KMnO4 2 балла

5C5H11O5CHO + 2KMnO4 + 3H2SO4 = 5 C5H11O5COOH + 2MnSO4 + K2SO4 + 3H2O (OBP) 2 балла

**10 баллов**

**5.** При протекании реакции, ТХУ которой K2O2 + CO = K2CO3 + 600 кДж, выделилось 75,000 кДж теплоты. Полученный продукт полностью прореагировал с 191,250 г 6,410%- го раствора серной кислоты с образованием насыщенного при 25оС раствора соли. Вычислите массовую долю соли в растворе и её растворимость (в г/л, ответ округлите до целого числа).

K2O2 + CO = K2CO3 + 600 кДж  
 1 моль  
1 моль K2CO3 → 600 кДж  
х моль K2CO3 → 75 кДж  
ν(K2CO3) = (75 кДж ∙ 1 моль) / 600 кДж = 0,125 моль 1 балл

ν(H2SO4) = (191,25 мл ∙ 0,0641) / 98 г/моль = 0,125 моль 1 балл  
ν(K2CO3) : ν(H2SO4) = 0,125 : 0,125 = 1 : 1 1 балл  
  
0,125 моль 0,125 моль 0,125 моль 0,125 моль  
K2CO3 + H2SO4 = K2SO4 + CO2↑ + Н2О 1 балл  
 1 моль 1 моль 1 моль 1 моль  
138 г/моль 174 г/ моль 44 г/моль

m(раствора) = m(K2CO3) + m(раствора H2SO4) - m(CO2)  
m (раствора) = 0,125 моль ∙ 138 г/моль + 191,25 г – 0,125 моль ∙ 44 г/моль = 203 г 1 балл  
ω%(K2SO4)=((0,125 моль ∙ 174 г/моль / 203 г) ∙ 100%=10,714% 1 балл

ω%(H2O) = 100% -- 10,714% = 89,286% 1 балл

S25(K2SO4) = (10,714 / 89,286) ∙ 1000 = 120 г/л 1 балл

**8 баллов**

**6.** Напишите уравнения реакций (молекулярные, ионные и окислительно-восстановительные), с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

H3PO4 PH3 →PH4I –(KMnO4, H2SO4)→Х1

↑ ↑

Ca3(PO4)2 →P4 →P2O5 →H3PO4 →K3PO4 →K2HPO4 →KH2PO4 →K3PO4 →Ag3PO4

1. Ca3(PO4)2 + 3H2SO4 конц. → 3CaSO4↓ + 2H3PO4 (получение фосфорной кислоты) 1 балл

2. 2Ca3(PO4)2 + 10C + 6SiO2 → P4 + 10CO↑ + 6CaSiO3 (to) (получение белого фосфора) 1 балл

3. P4 + 3NaOH + 3H2O → 3NaPH2O2 + PH3↑ 1 балл

4. PH3 + HI → PH4I 1 балл

5. 10PH4I + 18KMnO4 + 27H2SO4 = 10H3PO4 + 5I2 + 18MnSO4 + 9K2SO4 + 32H2O 2 балла

6. P4 + 5O2 → 2P2O5 (P4O10) 1 балл

7. P2O5 + 3H2O → 2H3PO4 (2, 5, 6 – получение фосфорной кислоты) 1 балл

8. H3PO4 + 3KOH → K3PO4 + 3H2O 1 балл

9. 2K3PO4 + H3PO4 → 3K2HPO4 1 балл

10. K2HPO4 + H3PO4 → 2KH2PO4 1 балл

11. KH2PO4 + 2KOH → K3PO4 + 2H2O 1 балл

12. K3PO4 + 3AgNO3 → 3KNO3 + Ag3PO4↓ 1 балл

**13 баллов**

**7.** К 92,5 мл 10%- го раствора серной кислоты (ρ = 1,06 г/мл) прилили 85 мл 15%- го раствора гидроксида калия (ρ = 1,14 г/мл). Определите среду раствора после реакции. Вычислите массовые доли веществ в полученном растворе.

0,2 моль 0,1 моль 0,1 моль  
2KOH + H2SO4 = K2SO4 + H2O 1 балл  
2 моль 1 моль 1 моль  
56 г/моль 98 г/моль 174 г/моль

n(КOH) = 85 мл ∙ 1,14 г/мл ∙ 0,15 / 56 г/моль = 0,26 моль 1 балл  
n(H2SO4) = 92,5 мл ∙ 1,06 г/мл ∙ 0,1 / 98 г/моль = 0,1 моль 1 балл  
0,26 / 2 ˃ 0,1 / 1 **КОН в избытке, среда щелочная (рН ˃ 7), расчёт производим по H2SO4** 1 балл  
В растворе: n(КОН) = 0,26 моль – 0,2 моль = 0,06 моль  
 n(K2SO4) = 0,1 моль

m (раствора) = 85 мл ∙ 1,14 г/мл + 92,5 мл ∙ 1,06 г/мл = 194,95 г 1 балл  
ω% (K2SO4) = (0,1 моль ∙ 174 г/моль / 194,95 г) ∙ 100% = 8,93% 1 балл  
ω% (KOH) = (0,06 моль ∙ 56 г/моль / 194,95 г) ∙ 100% = 1,72% 1 балл  
ω% (Н2O) = 100% - (8,93%+ 1,72%) = 89,35% 1 балл

**8 баллов**

**8.** Смесь бутана, изобутана, бутена‒1, бутена‒2, 2‒метилпропена и бутина‒1(tкип. = 8,5оС) при температуре 25оС и давлении 101325 Па последовательно пропустили через склянку с гидроксидом диамминсеребра (I) – масса склянки увеличилась на 2,16 г, а затем через склянку с водным раствором перманганата калия – масса склянки увеличилась на 3,36 г. Не прореагировавшие газы окислили кислородом, а образовавшийся углекислый газ полностью прореагировал с 98,3 мл 15%-го раствора гидроксида калия (ρ = 1,14 г/мл) с образованием средней и кислой солей в равных количествах. Вычислите массы осадков в склянках, массовую и объемную доли бутина‒1 в смеси, объем смеси газов при указанных условиях и массовые доли солей в растворе.

Бутан и изобутан являются изомерами → С4Н10, не будут реагировать с гидроксидом диамминсеребра (I) и водным раствором перманганата калия.

Бутен‒1, бутен‒2 и 2‒метилпропен являются изомерами → С4Н8, не будут реагировать с гидроксидом диамминсеребра (I), а будут реагировать с водным раствором перманганата калия – реакция Вагнера. Масса склянки с водным раствором перманганата калия увеличилась за счет массы изомеров, которые вступили в реакцию: m(С4Н8) = 3,36 г. 1 балл

С гидроксидом диамминсeребра (I) будет реагировать только (С4Н6) бутин‒1 – качественная реакция на концевую тройную связь. Масса склянки увеличилась за счет бутина‒1: m(С4Н6) = 2,16 г. 1 балл

СН3‒СН2‒С≡СН + [Ag(NH3)2]OH → CH3‒CH2‒C≡CAg↓ + 2NH3 + H2O 1 балл

1 моль 1 моль

54 г/моль 161 г/моль

ν(С4Н6) = ν(C4H5Ag) = 2,16 г / 54 г/моль = 0,04 моль 0,5 балла

m(C4H5Ag) = 0,04 моль ∙ 161 г/моль = 6,44 г 0,5 балла

3C4H8 + 2KMnO4 + 2H2O → 3C4H8(OH)2 + 2MnO2↓ + 2KOH (реакция Вагнера) 1 балл

3 моль 2 моль

56 г/моль 87 г/моль

ν(С4Н8) = 3,36 г / 56 г/моль = 0,06моль 0,5 балла

ν(MnO2) = 2/3 ∙ ν(C4H8) = 2/3 ∙ 0,06 = 0,04 моль 0,5 балла

m(MnO2) = 0,04 моль ∙ 87 г/моль = 3,48 г 0,5 балла

2С4Н10 + 13О2 → 8СО2↑ + 10Н2О 1 балл

2 моль 8 моль

58 г/моль

0,2 моль 0,3 моль 0,1 моль 0,1 моль

2СО2 + 3КОН = КНСО3 + К2СО3 + Н2О 1 балл

2 моль 3 моль 1 моль 1 моль

44 г/моль 56 г/моль 100 г/моль 138 г/моль

ν(КОН) = (98,3 мл ∙ 1,14 г/мл ∙ 0,15) / 56 г/моль = 0,3 моль 0,5 балла

ν(С4Н10) = 1/4ν(СО2) = ¼ ∙ 0,2 моль = 0,05 моль 0,5 балла

m(С4Н10) = 0,05 моль ∙ 58 г/моль = 2,9 г 0,5 балла

m(смеси) = 2,9 г + 3,36 г + 2,16 г = 8,42 г 0,5 балла

ω%(С4Н6) = (2,16 г / 8,42 г) ∙ 100% = 25,65% 0,5 балла

ν(смеси) = 0,04 моль + 0,06 моль + 0,05 моль = 0,15 моль 0,5 балла

φ%(С4Н6) = (0,04 моль / 0,15 моль) ∙ 100% = 26,(6)% 0,5 балла

PV = νRT ‒ уравнение Менделеева‒Клапейрона → V = νRT / P

V(смеси газов) = (0,15 моль ∙ 8,314 (Дж/моль ∙ К) ∙ 298К) / 101325Па = 0,003668 м3 (3,668 л) 1 балл

m(раствора солей) = m(СО2) + m(раствора КОН)

m(раствора солей) = 0,2 моль ∙ 44 г/моль + 98,3 мл ∙ 1,14 г/мл = 120,862 г 1 балл

ω%(КНСО3) = (0,1 моль ∙ 100 г/моль / 120,862 г) ∙ 100% = 8,27% 1 балл

ω%(К2СО3) = (0,1 моль ∙ 138 г/моль / 120,862 г) ∙ 100% = 11,42% 1 балл

**16 баллов**