**Олимпиада 10 класс 2019**

ЗАДАНИЕ 1.

1.1. Новокаин (прокаин) – местноанестезирующее лекарственное средство – представляет собой 2(диэтиламино)-этил-4-аминобензоат. Препарат применяется в медицине в виде растворов для инъекций. В ампуле содержится 5 мл 0,25%-ного раствора новокаина (плотность 1 г/мл). Определите, сколько молекул новокаина содержится в ампуле.

РЕШЕНИЕ



m(C13H20N2O2) =5·0,25/100 = 0,0125 г

М(C13H20N2O2) = 236

ν = 0,0125/236 = 5,3·10-5 моль

Nмолекул = 5,3·10-5·6,02·1023 = 31,9·1018

|  |  |
| --- | --- |
| Верно рассчитана молярная масса | 1 |
| Верно рассчитана масса | 1 |
| Верно рассчитано кол-во вещества | 1 |
| Верно рассчитано число атомов Совпадает с ответом и нет погрешностей | 2  |

Максимальный балл - 5

1.2. Зеленка (бриллиантовый зеленый) – синтетический анилиновый краситель – применяется в медицине в качестве антисептического средства. Состав молекулы С29Н34N2O4. Определите, сколько молекул данного красителя содержится в 1 мл 2%-ного спиртового раствора с плотностью 0,8 г/мл.

РЕШЕНИЕ

m(С29Н34N2O4) =0,8·0,02 = 0,016 г

М(С29Н34N2O4) = 474

ν = 0,016/474 = 3,38·10-5 моль

Nмолекул = 3,38·10-5·6,02·1023 = 20,3·1018

|  |  |
| --- | --- |
| Верно рассчитана молярная масса | 1 |
| Верно рассчитана масса | 1 |
| Верно рассчитано кол-во вещества | 1 |
| Верно рассчитано число атомов Совпадает с ответом и нет погрешностей | 2  |

Максимальный балл - 5

ЗАДАНИЕ 2.

2.1. Органическое вещество, представляющее собой соль, обладает психотропным действием, долгое время использовалось в медицине как анестетик и снотворное. В настоящее время в связи с интенсивным немедицинским использованием введены ограничения на его применение, вплоть до запрета в некоторых странах. Установите молекулярную и структурную формулу этого вещества, если известно, что оно не имеет оптических изомеров и содержит (по массе): натрия 18,25%, водорода 5,55%, а также углерод и кислород в равных массовых долях.

РЕШЕНИЕ:

Пусть масса образца равна 100г.

Недопустимо деление процентов на массовые доли

n(C): n(Н):n(О):n(Na) = 38,1/12: 5,55/1:38,1/16:18,25/23 = 3,175:5,55:2,38:0,79 = 4:7:3:1

C4H7O3Na

Н О – CH2 – CH2 – CH2 – COONa

|  |  |
| --- | --- |
| Верно рассчитана масса элементов | 1 |
| Верно рассчитана молярное сотношение | 1 |
| Верно рассчитана брутто-формула. | 1 |
| Верно написана структурная формула | 2  |

Максимальный балл - 5

2.2. В листьях и побегах вечнозеленого кустарника Catha edulis содержится органическое вещество – сильнейший стимулятор нервной системы, обладающее наркотическим действием (относится к запрещенным веществам). Установите молекулярную и структурную формулу этого вещества, если известно, что оно синтетически получается из фенилпропаноламина и содержит (по массе): углерода 72,5%, водорода 7,4%, азота 9,4%, остальное – кислород.

РЕШЕНИЕ:

n(C): n(Н):n(О):n(N) = 72,5/12: 7,4/1:10,7/16:9,4/14 = 6,04:7,4:0,67:0,67 = 9:11:1:1

C9H11ON



|  |  |
| --- | --- |
| Верно рассчитана масса элементов | 1 |
| Верно рассчитана молярное сотношение | 1 |
| Верно рассчитана брутто-формула. | 1 |
| Верно написана структурная формула | 2  |

Максимальный балл - 5

ЗАДАНИЕ 3.

3.1. Йодную настойку, применяемую в медицине в качестве антисептического средства, готовят смешиванием 50 мл 96%-ного раствора этилового спирта и 50 мл воды и добавлением 5 г йода и 2 г йодида калия. В условиях аптеки необходимо приготовить 250 мл йодной настойки. Рассчитайте необходимые для этого массы йода и йодида калия, а также объемы воды и спирта (изменением объема раствора при растворении твердых веществ пренебречь). Рассчитайте массу йода, которая в полученном растворе может быть связана в растворимый комплекс K[I(I2)], если степень превращения составляет 20%.

РЕШЕНИЕ:

V(Н2О) = 50·2,5= 125 мл

V(С2Н5ОН)р-р = 50·2,5= 125 мл

m(I2) = 5·250/100 = 12,5 г; ν(I2) = 12,5/ 254 = 0,05 моль – избыток

m(КI) = 2·250/100 = 5 г; ν(КI) = 5/ 166 = 0,03 моль

I2 + КI → К[I (I2)]

m(I2) = 0,03·0,2·254 = 1,52 г

|  |  |
| --- | --- |
| Верно рассчитаны объемы растворов | 1 |
| Верно рассчитано кол-во и масса йода | 1 |
| Верно рассчитано кол-во и масса иодида калия | 1 |
| Верно написана реакция | 1 |
| Верно рассчитана масса йода | 1 |

Максимальный балл - 5

3.2. Йодную настойку, применяемую в медицине в качестве антисептического средства, готовят смешиванием 50 мл 96%-ного раствора этилового спирта и 50 мл воды и добавлением 5 г йода и 2 г йодида калия. В аптеке имеется 90%-ный раствор этилового спирта. Рассчитайте массы йода и йодида калия, а также объемы воды и 90%-ного спирта, необходимые для приготовления 500 мл йодной настойки (изменением объема раствора при растворении твердых веществ пренебречь; плотности растворов спирта считать одинаковыми).

РЕШЕНИЕ:

m(С2Н5ОН) = 50·0,96·ρ = 48·ρ

m(90%С2Н5ОН) = 48ρ/0,9= 53,3ρ

V(90%С2Н5ОН) = 53,3ρ/ρ= 53,3 мл

V(Н2О) = 100 – 53,3 = 46,7 мл

m(I2) = 5·500/100 = 25 г

m(КI) = 2·500/100 = 10 г

V(90%С2Н5ОН) = 53,3·500/100= 266,5 мл

V(Н2О) = 46,7·500/100= 233,5 мл

|  |  |
| --- | --- |
| Верно рассчитаны массы растворов | 1 |
| Верно рассчитан объем воды | 1 |
| Верно рассчитана масса йода | 1 |
| Верно рассчитана масса иодида калия | 1 |
| Верно рассчитаны конечные объемы спирта и воды | 1 |

Максимальный балл - 5

ЗАДАНИЕ 4.

4.1. В качестве метки для цинксодержащих ферментов диагностической лаборатории потребовалось 2,5 г чистого цинка. Рассчитайте, при какой силе тока надо проводить электролиз водного раствора сульфата цинка, чтобы в течении 5 минут получить необходимую массу цинка (число Фарадея F= 9,65·104 Кл/моль). Напишите уравнение реакции электролиза раствора данной соли.

РЕШЕНИЕ:

ZnSO4 + 2H2O (эл.ток) → Zn + H2 + O2 + H2SO4

Из закона Фарадея I = m·nF/(M· t)

 t = 5·60 = 300 c

 I = 2,5·2·9,65·104/ (65·300) = 25A

|  |  |
| --- | --- |
| Верно написана химическая реакция | 1 |
| Верно написана химическая реакция и приведен баланс | 1 |
| Верно записан Закон Фарадея | 2 |
| Верно проведены расчеты погрешность 5% | 4 |

Максимальный балл - 8

4.2. В качестве метки для марганецсодержащих ферментов диагностической лаборатории потребовался чистый марганец. Рассчитайте, какая масса металла была получена в результате электролиза водного раствора сульфата марганца (II) при силе тока 40 А за 10 минут (число Фарадея F= 9,65·104 Кл/моль). В течении какого времени надо проводить электролиз раствора данной соли, чтобы при силе тока 15 А получить такую же массу марганца? Напишите уравнение реакции электролиза раствора сульфата марганца (II).

РЕШЕНИЕ:

MnSO4 + 2H2O (эл.ток) → Mn + H2 + O2 + H2SO4

Из закона Фарадея m = M·I·t/nF

 t = 10·60= 600 c

m = 55·40·600/2·9,65·104 = 6,84 г

 t = 40·10/ 15 = 26,7 мин

|  |  |
| --- | --- |
| Верно написана химическая реакция | 1 |
| Верно написана химическая реакция и приведен баланс | 1 |
| Верно записан Закон Фарадея | 2 |
| Верно проведены расчеты, погрешность 5% | 4 |

Максимальный балл - 8

ЗАДАНИЕ 5.

5.1. Диэтиловый эфир долгое время применялся в медицине для наркоза. Напишите уравнение реакции синтеза диэтилового эфира из этанола и рассчитайте энтальпию реакции при температуре 298К, если стандартные энтальпии сгорания веществ равны: ΔН0сгор (диэтиловый эфир)ж = – 2727 кДж/моль; ΔН0сгор(этанол)ж = – 1371 кДж/моль. Экзо- или эндотермической является данная реакция?

РЕШЕНИЕ:

2С2Н5ОН → (С2Н5)2O + H2O, ΔH0r = ?

2С2Н6О+ 6O2 → 4CO2 + 6H2O , 2ΔH10

С4Н10О+ 6O2 → 4CO2 + 5H2O , ΔH20

ΔH0r = 2ΔH10 – ΔH20

ΔH0r = 2(-1371) – (-2727) = - 15 кДж/ моль – реакция экзотермическая

|  |  |
| --- | --- |
| Верно записано уравнение реакции | 1 |
| Верно записано уравнение сгорания этанола | 1 |
| Верно записано уравнение сгорания диэтилового эфира | 1 |
| Верно записано следствие из Закона Гесса | 2 |
| Верно рассчитана энтальпия | 1 |
| Верно написано термохимическое уравнение | 2 |

Максимальный балл - 8

5.2. В тканях животных и человека при больших физических нагрузках может происходить анаэробное окисление углеводов – молочнокислое брожение. Напишите уравнение реакции молочнокислого брожения глюкозы в водном растворе и рассчитайте энтальпию реакции при температуре 298К, если стандартные энтальпии образования из простых веществ равны: ΔН0обр(D-глюкоза) водн  = – 1273,3 кДж/моль; ΔН0обр(молочная кислота)водн = – 682,4 кДж/моль. Экзо- или эндотермической является данная реакция?

РЕШЕНИЕ:

С6Н12О6 → 2СН3СН(ОН)СООН, ΔH0r = ?

6C + 6H2 + 3O2 → С6Н12О6 , ΔH10

3С + 3H2 + 3/2O2 → С3Н6О3 , ΔH20

6С + 6H2 + 3O2 → 2С3Н6О3 , 2ΔH20

ΔH0r = 2ΔH20 – ΔH10

ΔH0r = 2(-682,4) – (-1273,3) = - 91,5 кДж/ моль – реакция экзотермическая

|  |  |
| --- | --- |
| Верно записано уравнение реакции | 1 |
| Верно записано уравнение сгорания этанола | 1 |
| Верно записано уравнение сгорания диэтилового эфира | 1 |
| Верно записано следствие из Закона Гесса | 2 |
| Верно рассчитана энтальпия | 1 |
| Верно написано термохимическое уравнение | 2 |

Максимальный балл - 8

ЗАДАНИЕ 6.

6.1. Ацетальдегид массой 44 г разделили на две равные части. Для получения сложного эфира одну часть восстановили с выходом 70%, вторую часть окислили с выходом 85%. Вычислите выход реакции этерификации и массу эфира, если в полученной после удаления всех неорганических веществ смеси массовые доли кислоты и эфира равны между собой.

РЕШЕНИЕ:

СН3СНО → С2Н5ОН

СН3СНО → СН3СООН

СН3СООН + С2Н5ОН = СН3СООС2Н5 + H2O

ν (СН3СНО) = 44/44 = 1 моль

ν (С2Н5ОН) = 0,5·0,7 = 0,35 моль

ν(СН3СООН) = 0,5·0,85 = 0,425 моль – избыток

Пусть в реакцию этерификации вступило х моль этанола, тогда в полученном растворе:

m(СН3СООН) = 60·(0,425 – х) = 25,5 – 60х

m(СН3СООС2Н5) = 88х

25,5 – 60х = 88х

х=0,172

m(СН3СООС2Н5) = 88·0,172 = 15,1 г

ƞ = 0,172/0,35 = 0,49 (49%)

|  |  |
| --- | --- |
|  Верно написана реакция окисления | 1 |
| Верно написана реакция восстановления | 1 |
| Верно написано уравнение образования сложного эфира. (обратимость или знак равно) | 2 |
| Верно рассчитаны количества веществ | 1 |
| Составлен «материальный баланс», расчет по недостатку | 1 |
| Верно составлено и решено уравнение | 2 |
| Найдена масса сложного эфира | 1 |
| Верно найден выход реакции | 1 |

Максимальный балл - 10

6.2. Ацетальдегид массой 44 г разделили на две равные части. Для получения сложного эфира одну часть восстановили с выходом 70%, вторую часть окислили. В результате реакции этерификации было получено 15 г сложного эфира. Вычислите выходы реакций окисления и этерификации, если в полученной после удаления всех неорганических веществ смеси массовая доля кислоты в 1,85 раз больше, чем массовая доля спирта.

РЕШЕНИЕ:

СН3СНО → С2Н5ОН

СН3СНО → СН3СООН

СН3СООН + С2Н5ОН → СН3СООС2Н5 + H2O

ν (СН3СНО) = 44/44 = 1 моль

ν (СН3СООС2Н5) = 15/88 = 0,17 моль

ν (С2Н5ОН) = 0,5·0,7 = 0,35 моль

m(С2Н5ОН)вступ = 46 (0,35 – 0,17) = 8,28 г

m(СН3СООН) = 8,28·1,85 = 15,32 г

ν (СН3СООН) вступ = 15,32/60 = 0,255 моль

ν (СН3СООН)исх = 0,255 + 0,17 = 0,425 – избыток

ƞ1 = 0,425/0,5 = 0,85 (85%)

ƞ2 = 0,17/0,35 = 0,486 (48,6%)

|  |  |
| --- | --- |
| Верно написана реакция окисления | 1 |
| Верно написана реакция восстановления | 1 |
| Верно написано уравнение образования сложного эфира. (обратимость или знак равно) | 2 |
| Верно рассчитаны количества веществ | 1 |
| Составлен «материальный баланс», расчет по недостатку | 1 |
| Верно составлено и решено уравнение | 2 |
| Найдена масса сложного эфира | 1 |
| Верно найден выход реакции | 1 |

Максимальный балл – 10.

ЗАДАНИЕ № 7

Составьте уравнения соответственно схеме

C3H6🡪C3H7Cl🡪C3H8O🡪C3H6O2-🡪C6H10O4Ca🡪C5H10O🡪C5H12O

Решение:

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| 1) Δ + HCl → CH3CH2CH2Cl | 2 |
| 2) CH3CH2CH2Cl + KOH → CH3CH2CH2OH + KCl | 2 |
| 3) 5CH3CH2CH2OH + 4KMnO4 +6 H2SO4 → 5CH3CH2COOH + 4MnSO4 + 2K2SO4 + 11H2O | 2 |
| 4) 2CH3CH2COOH + Ca(OH)2 → (CH3CH2COO)2 Ca + 2H2O | 2 |
| 5) (CH3CH2COO)2 Ca (t0) → CH3CH2C(O) CH2CH3 +CaCO3 | 2 |
| 6) CH3CH2C(O) CH2CH3 + Н2 → CН3-СН2-СН(ОН)-СН2-СН3 | 2 |
| Правильно записаны все уравнения реакций, составлены электронные балансы и указаны условия проведения ( там, где необходимо) | 12 |
| Правильно записаны 5 уравнений реакций | 10 |
| Правильно записаны 4 уравнения | 8 |
| Правильно записаны 3 уравнения | 6 |
| Правильно записаны 2 уравнения | 4 |
| Правильно записано 1 уравнение | 2 |
| Максимальный балл | 12 |

Составьте уравнения соответственно схеме

CH2=C(Br)CH3🡪CH3C(Br)2CH3🡪C3H4🡪C3H6O🡪(CH3)2C(OH)CN🡪

(CH3)2C(OH)COOH🡪C6H12O3

Решение:

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| 1) СН2=С(Br)CH3 + HBr → CH3C(Br)2CH3 | 2 |
| 2) CH3C(Br)2CH3 + 2KOH → CH≡C–CH3 + 2KBr + 2 H2O | 2 |
| 3) CH≡C–CH3 + 2 H2O → CH3C(O)CH3 | 2 |
| 4) CH3C(O)CH3 + HCN → (CH3)2 C(OH) –CN | 2 |
| 5) (CH3)2 C(OH) –CN + 2 H2O + H2SO4 → (CH3)2C(OH) COOH + NH4HSO4 | 2 |
| 6) (CH3)2C(OH) COOH = (CH3)2C(OH) COO-C2H5 | 2 |
| Правильно записаны все уравнения реакций, составлены электронные балансы и указаны условия проведения (там, где необходимо) | 12 |
| Правильно записаны 5 уравнений реакций | 10 |
| Правильно записаны 4 уравнения | 8 |
| Правильно записаны 3 уравнения | 6 |
| Правильно записаны 2 уравнения | 4 |
| Правильно записано 1 уравнение | 2 |
| Максимальный балл | 12 |

ЗАДАНИЕ № 8

1) Напишите уравнения реакций, соответствующих цепочке превращений.

ZnS🡪ZnO🡪X🡪K2[Zn(OH)4]🡪Zn(OH)2🡪X🡪K2Zn3([Fe(CN)6])2

Решение:

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| 1) 2 ZnS + 3O2 → 2 ZnO + 2 SO2 | 2 |
| 2) ZnO + H2SO4 → ZnSO4 + H2O | 2 |
| 3) ZnSO4 + 4 KOH → K2[Zn(OH)4] + K2SO4 | 2 |
| 4) K2[Zn(OH)4] + 2NH4Cl → Zn(OH)2 + 2 KCl + 2 NH3 + 2 H2O | 2 |
|  5)Zn(OH)2 + H2SO4 → ZnSO4 + 2H2O | 2 |
|  6) 3ZnSO4 + 2K4[Fe(CN)6] → K2Zn3[Fe(CN)6]2 + 3 K2SO4 | 2 |
| Правильно записаны все уравнения реакций, составлены электронные балансы и указаны условия проведения (там, где необходимо) | 12 |
| Правильно записаны 5 уравнений реакций | 10 |
| Правильно записаны 4 уравнения | 8 |
| Правильно записаны 3 уравнения | 6 |
| Правильно записаны 2 уравнения | 4 |
| Правильно записано 1 уравнение | 2 |
| Максимальный балл | 12 |

2) Напишите уравнения реакций, соответствующих цепочке превращений. Все вещества сложные.

 FeSO4🡪Fe2(SO4)3🡪X🡪FeCl3-🡪Fe(NO3)3🡪X🡪Fe2O3

Решение:

|  |  |
| --- | --- |
| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
| 1) 10FeSO4 + 2KMnO4 + 8H2SO4 → 5Fe2(SO4)3 + K2SO4 + 2MnSO4 + 8H2O | 2 |
| 2) Fe2(SO4)3 + 6NH3 + 6H2O → 2Fe(OH)3 + 3(NH4)2SO4 | 2 |
| 3) Fe(OH)3 + 3HCl → FeCl3 + 3H2O | 2 |
| 4) FeCl3 + 3AgNO3 → Fe(NO3)3 + 3AgCl | 2 |
|  5) 2Fe(NO3)3 + 3(NH4)2CO3 + 3H2O → 2Fe(OH)3 + 6NH4NO3 + 3CO2 | 2 |
|  6) 2Fe(OH)3🡪Fe2O3+3H2O | 2 |
| Правильно записаны все уравнения реакций, составлены электронные балансы и указаны условия проведения (там, где необходимо) | 12 |
| Правильно записаны 5 уравнений реакций | 10 |
| Правильно записаны 4 уравнения | 8 |
| Правильно записаны 3 уравнения | 6 |
| Правильно записаны 2 уравнения | 4 |
| Правильно записано 1 уравнение | 2 |
| Максимальный балл | 12 |

ЗАДАНИЕ 9.

9.1. Гептагидрат сульфата железа (II) входит в состав комплексных лекарственных препаратов для лечения железодефицитной анемии. Гептагидрат сульфата железа (II) растворили в воде и полученный раствор разделили на две равные части. К первой части добавили избыток раствора красной кровяной соли, при этом образовался синий осадок гексацианоферрата (III) железа (II)-калия. Ко второй части добавили избыток раствора аммиака – постепенно образовался бурый осадок. Массы полученных осадков отличаются на 4 г. Определите массу взятого кристаллогидрата и рассчитайте, какой минимальный объем 10%-ной серной кислоты (плотность 1,1 г/мл) потребуется для полного растворения полученного бурого осадка.

РЕШЕНИЕ:

FeSO4 + K3[Fe(CN)6]→ KFe[Fe(CN)6] + K2SO4

FeSO4 + 2NH3 + 2H2O → Fe(OH)2 + (NH4)2SO4

2Fe(OH)2 + O2 + H2O → 2Fe(OH)3

2Fe(OH)3 + 3H2SO4 → Fe2(SO4)3 + 6 H2O

Пусть в каждом растворе ν(FeSO4) = х моль, тогда ν(KFe[Fe(CN)6]) = 307х; ν(2Fe(OH)3) = 107х моль

307х – 107х = 4

х=0,02

m(FeSO4·7H2O) = 278·2·0,02 = 11,12 г

ν(Н2SO4) = 0,03 моль

V(Н2SO4)раствор = 0,03·98/(0,1·1,1) = 26,7 мл

|  |  |
| --- | --- |
| Верно написано уравнение первой реакции | 2 |
| Верно написано уравнение второй реакции | 2 |
| Верно написано уравнение 3 реакции и приведен/не приведен баланс | 2/1 |
| Верно написана 4 реакция | 2 |
| Верно составлено и решено уравнение | 2 |
| Верно найдена масса кристаллогидрата | 2 |
| Верно найдено кол-во вещества серной кислоты | 1 |
| Верно найден объем раствора серной кислоты | 2 |

Максимальный балл -15

9.2. Висмута нитрат основной обладает обволакивающим, противовоспалительным действием и входит в состав комплексных лекарственных препаратов в качестве гастропротектора. Висмута нитрат основной (нитрат дигидроксивисмута (III)) практически нерастворим в воде. Для перевода в растворимое состояние порошок данного вещества прокалили до постоянной массы. К полученному желтому остатку добавляли разбавленную азотную кислоту до полного растворения. При добавлении к полученному раствору по каплям раствора йодида калия образовался черный осадок, масса которого отличается от массы твердого остатка после прокаливания на 14,3 г. Определите массу взятого висмута нитрата основного и рассчитайте, какая минимальная масса 20%-ного раствора йодида калия потребуется для полного растворения полученного черного осадка с образованием тетрайодовисмутата (III) калия.

РЕШЕНИЕ:

4Bi(OH)2NO3 (t0) → 2Bi2O3 + 4NO2 + 4H2O + O2

Bi2O3 + 6HNO3 → 2Bi(NO3)3 + 3H2O

Bi(NO3)3 + 3KI → BiI3 + 3KNO3

BiI3 + KI → K[BiI4]

Пусть ν(Bi(OH)2NO3) = х моль

m(Bi2O3) = 466·0,5x = 233x

m(BiI3) = 590x

590x – 233x =14,3

x = 0,04

m(Bi(OH)2NO3) = 305·0,04 = 12,2 г

ν(KI) = 0,04 моль

m(KI)раствор = 0,04·166/0,2 = 33,2 г

|  |  |
| --- | --- |
| Верно написано уравнение первой реакции | 2 |
| Верно написано уравнение второй реакции | 2 |
| Верно написано уравнение 3 реакции  | 2 |
| Верно написана 4 реакция | 2 |
| Верно составлено и решено уравнение | 2 |
| Верно найдена масса соли | 2 |
| Верно найдено кол-во вещества иодида калия | 1 |
| Верно найден объем раствора иодида калия | 2 |

Максимальный балл -15

ЗАДАНИЕ 10.

10.1. Салицилат натрия (натриевая соль ортооксибензойной кислоты) относится к группе ненаркотических аналгетиков, обладает жаропонижающим и противовоспалительным действием. Для количественного определения содержания салицилата натрия в препарате используют обратное броматометрическое титрование согласно методике: навеску препарата массой 0,075 г помещают в мерную колбу на 50 мл и объем доводят водой до метки. К полученному раствору добавляют 25,0 мл раствора бромата калия с концентрацией 0,033 моль/л, 1г бромида калия (избыток), 10 мл 2М раствора хлороводородной кислоты и оставляют на 15 минут. Затем в колбу добавляют 1г иодида калия (избыток) и оставляют в темном месте на 10 минут. Выделившийся иод титруют раствором тиосульфата натрия с концентрацией 0,200 моль/л до обесцвечивания раствора. На титрование было израсходовано 11,20 мл раствора тиосульфата натрия. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода количественного определения салицилата натрия (необходимо учесть, что при бромировании происходит декарбоксилирование салициловой кислоты). Рассчитайте массовую долю (в %) салицилата натрия в препарате (все реакции проходят количественно).

РЕШЕНИЕ:

 KBrO3 + 5KBr + 6HCl → 3Br2 + 6KCl + 3H2O



Br2 + 2KI → I2 + 2KBr

I2 + 2Na2S2O3 → 2NaI + Na2S4O6

Способ 1

ν(KBrO3) = 25·0,033 = 0,825ммоль => ν(Br2) = 3·0,825 = 2,475 ммоль

ν(Na2S2O3) = 11,2· 0,2 = 2,24 ммоль

ν(Br2 избыток) = ν(I2) = 2,24/2 = 1,12 ммоль

ν(Br2 на салицилат) = 2,475 – 1,12 = 1,355 ммоль

ν(C7H5O3Na) = 1,355/3 = 0,452 ммоль

m(C7H5O3Na) = 0,452·160 = 72,27 мг = 0,07227 г

ω(C7H5O3Na) =0,07227/0,075= 0,964 (96, 4%)

Способ 2



Т = 0,2·26,67: 1000 = 0,00533 г/мл

ω(C7H5O3Na) = (25 – 11,2) ·0,00533·100: 0,075 = 96,4%

|  |  |
| --- | --- |
| Верно написано уравнение первой реакции | 2 |
| Верно написано уравнение второй реакции | 2 |
| Верно написано уравнение 3 реакции  | 2 |
| Верно написана 4 реакция | 2 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва бромата калия | 1 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва брома начальное | 2 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва тиосульфата натрия | 1 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва брома (избыток) | 1 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва брома на титрование салицилата натрия | 1 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва салицилата натрия | 2 |
| Верно найдено масса салицилата натрия | 2 |
| Верно найдена массовая доля салицилата натрия | 2 |

Максимальный балл -20

10.2. Стрептоцид (*п*-аминобензолсульфамид) относится к группе сульфаниламидных препаратов, обладает выраженным антибактериальным действием. При внутриаптечном контроле качества стрептоцида используют прямое броматометрическое титрование согласно методике: навеску препарата массой 175,0 мг растворяют в 20 мл 1М раствора хлороводородной кислоты, переносят в мерную колбу на 100 мл и объем доводят водой до метки. После чего 10,0 мл полученного раствора переносят в колбу для титрования, добавляют 1г бромида калия (избыток) и 5 капель индикатора метилового оранжевого. Медленно, при постоянном перемешивании титруют раствором бромата калия с концентрацией 0,0167 моль/л до обесцвечивания раствора. На титрование было израсходовано 3,95 мл раствора бромата калия. Напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода количественного определения стрептоцида. Рассчитайте массовую долю (в %) стрептоцида в препарате (все реакции проходят количественно).

РЕШЕНИЕ:

 KBrO3 + 5KBr + 6HCl → 3Br2 + 6KCl + 3H2O



Способ 1

ν(KBrO3) = 3,95·0,0167 = 0,066 ммоль => ν(Br2) = 3·0,066= 0,198 ммоль

ν(Na2S2O3) = 11,9· 0,1 = 1,19 ммоль

ν(C6H8SO2N2) = 0,198/2 = 0,0989 ммоль – в 10 мл раствора

ν(C6H8SO2N2) = 0,989 ммоль – в 100 мл раствора

m(C6H8SO2N2) = 0,989·172 = 170,2 мг

ω(C6H8SO2N2) =170,2/175 = 0,973 (97, 3%)

Способ 2

m(C6H8SO2N2) = с(1/6 KBrO3)·V(KBrO3)·M(1/4 C6H8SO2N2)·Vколбы/ Vа

m(C6H8SO2N2) = 0,0167·6·3,95·172/4·100/10 = 170,2 мг

ω(C6H8SO2N2) =170,2/175 = 0,973 (97, 3%)

|  |  |
| --- | --- |
| Верно написано уравнение первой реакции | 4 |
| Верно написано уравнение второй реакции | 4 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва бромата калия | 2 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва брома начальное | 2 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва тиосульфата натрия | 2 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва стрептоцида в пробе | 1 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва стрептоцида во всем растворе | 1 |
| Верно найдено кол-во вещ-ва стрептоцида | 2 |
| Верно найдена массовая доля салицилата натрия | 2 |

Максимальный балл -20