

I. Задания отборочного тура олимпиады «Ломоносов» по химии (10-11 классы)

Задача 1 (6 баллов)

1.1. Приведите структурные формулы двух соединений различных классов, отвечающих брутто-формуле $C_3H_6O_2$ и реагирующих с аммиачным раствором оксида серебра. Напишите уравнения протекающих реакций.

1.2. Приведите структурные формулы двух соединений различных классов, отвечающих брутто-формуле $C_4H_4O_2$ и реагирующих с аммиачным раствором оксида серебра. Напишите уравнения протекающих реакций.

1.3. Приведите структурные формулы двух соединений различных классов, отвечающих брутто-формуле $C_4H_6O_2$ и реагирующих с раствором брома в воде. Напишите уравнения протекающих реакций.

1.4. Приведите структурные формулы двух соединений различных классов, отвечающих брутто-формуле C_3H_6O и реагирующих с раствором брома в воде. Напишите уравнения протекающих реакций.

Задача 2 (12 баллов)

2.1. Препарат радиоактивного ^{125}I , предназначенный для лечения онкозаболеваний, содержит примесный радионуклид ^{124}I . В момент выделения радионуклидов из мишени их мольное соотношение составляло $^{125}I : ^{124}I = 25$. Какое время нужно хранить препарат, чтобы количество вещества примесного радионуклида стало в 100 раз меньше количества ^{125}I ? Периоды полураспада ^{125}I и ^{124}I равны 59.4 и 4.18 суток соответственно.

2.2. Препарат радиоактивного ^{123}I , предназначенный для диагностики заболеваний щитовидной железы, содержит примесный радионуклид ^{121}I . Через 6.6 часа после выделения радионуклидов из мишени их мольное соотношение составляло $^{123}I : ^{121}I = 24.5$. Рассчитайте мольное соотношение радионуклидов через 13.2 часа после выделения из мишени. Периоды полураспада ^{123}I и ^{121}I равны 13.2 и 2.12 ч соответственно.

2.3. В препарате радиоактивной серы, предназначенном для химико-биологических исследований, через 10 суток после приготовления количество вещества основного компонента ^{35}S в 180 раз превышало количество примесного радионуклида ^{32}P . Рассчитайте, каково было мольное отношение $^{35}S : ^{32}P$ в момент приготовления препарата. Периоды полураспада ^{35}S и ^{32}P составляют 87 и 14.4 суток соответственно.

2.4. Радиоактивный препарат, предназначенный для изучения механизмов химических реакций, на момент приготовления содержал $2.2 \cdot 10^{-4}$ мкмоль ^{32}P и $1.76 \cdot 10^{-4}$ мкмоль ^{35}S . Какое время следует хранить препарат, чтобы количества вещества этих радионуклидов стали одинаковы? Периоды полураспада ^{35}S и ^{32}P составляют 87 и 14.4 суток соответственно.

Задача 3 (12 баллов)

3.1. Смесь двух изомерных спиртов с неразветвленным углеродным скелетом обработали избытком подкисленного раствора перманганата калия. Масса органических продуктов окисления (выход реакции 100%) оказалась равна массе исходных спиртов, а одним из продуктов был бутанон.

1) Установите качественный и количественный (в % по массе) состав исходной и конечной смесей.

2) Какие органические вещества образуются, если исходную смесь спиртов сначала нагреть с концентрированной серной кислотой до 200°C, а затем образовавшиеся органические продукты обработать избытком подкисленного раствора дихромата калия?

Напишите уравнения всех протекающих реакций.

3.2. Смесь двух изомерных спиртов с разветвленным углеродным скелетом обработали избытком подкисленного раствора дихромата калия. Масса органических продуктов окисления (выход реакции 100%) оказалась равна массе исходных спиртов, а одним из продуктов была 3-метилбутановая кислота.

1) Установите качественный и количественный (в % по массе) состав исходной и конечной смесей.

2) Какие органические вещества образуются, если исходную смесь спиртов сначала нагреть с концентрированной серной кислотой до 200°C, а затем образовавшиеся органические продукты обработать избытком подкисленного раствора перманганата калия?

Напишите уравнения всех протекающих реакций.

3.3. Смесь двух изомерных спиртов обработали избытком подкисленного раствора перманганата калия. Масса органических продуктов окисления (выход реакции 100%) оказалась равна массе исходных спиртов, а одним из продуктов была метилпропановая кислота.

1) Установите качественный и количественный (в % по массе) состав исходной и конечной смесей.

2) Какие органические вещества образуются, если исходную смесь спиртов сначала нагреть с концентрированной серной кислотой до 200°C, а затем образовавшиеся органические продукты обработать избытком подкисленного раствора дихромата калия?

Напишите уравнения всех протекающих реакций.

3.4. Смесь двух изомерных спиртов с неразветвленным углеродным скелетом обработали избытком подкисленного раствора дихромата калия. Масса органических продуктов окисления (выход реакции 100%) оказалась равна массе исходных спиртов, а одним из продуктов был пентанон-2.

1) Установите качественный и количественный (в % по массе) состав исходной и конечной смесей.

2) Какие органические вещества образуются, если исходную смесь спиртов сначала нагреть с концентрированной серной кислотой до 200°C, а затем образовавшиеся органические продукты обработать избытком подкисленного раствора перманганата калия?

Напишите уравнения всех протекающих реакций.

Задача 4 (14 баллов)

4.1. Смесь хлороводорода и азота объемом 35.69 л (1 атм, 17°C) с плотностью по водороду 15.275 пропустили последовательно через сосуд с 265.0 г 10%-ного водного раствора карбоната натрия, а затем – через сосуд с 178.6 мл водного раствора гидроксида натрия с концентрацией 2.80 моль/л (плотность 1.120 г/мл). Определите массовые доли веществ в каждом сосуде после пропускания газовой смеси.

4.2. Смесь бромоводорода и аргона объемом 29.05 л (1 атм, 22°C) с плотностью по гелию 12.99 пропустили последовательно через сосуд со 156.0 г 11.5%-ного водного раствора карбоната калия, а затем – через сосуд с 238.1 мл водного раствора гидроксида калия с концентрацией 0.84 моль/л (плотность 1.050 г/мл). Определите массовые доли веществ в каждом сосуде после пропускания газовой смеси.

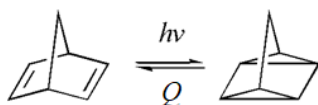
4.3. Смесь хлороводорода и аргона объемом 15.63 л (1 атм, 20°C) с плотностью по водороду 19.325 пропустили последовательно через сосуд с 157.5 г 12%-ного водного раствора сульфита натрия, а затем – через сосуд с 113.6 мл водного раствора гидроксида

натрия с концентрацией 2.2 моль/л (плотность 1.09 г/мл). Определите массовые доли веществ в каждом сосуде после пропускания газовой смеси.

4.4. Смесь бромоводорода и криптона объемом 30.15 л (1 атм, 21°C) с плотностью по гелию 20.76 пропустили последовательно через сосуд со 218.4 г 12.3%-ного водного раствора сульфата калия, а затем – через сосуд с 315.8 мл водного раствора гидроксида калия с концентрацией 0.95 моль/л (плотность 1.040 г/мл). Определите массовые доли веществ в каждом сосуде после пропускания газовой смеси.

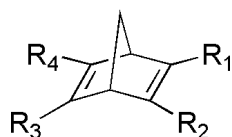
Задача 5 (12 баллов)

5.1. Норборнадиен – перспективный объект для превращения солнечной энергии в тепловую. Под действием ультрафиолетового излучения норборнадиен изомеризуется в квадрициклан, содержащий высоконапряженные циклопропановые и циклобутановый фрагменты. Аккумулированная солнечная энергия высвобождается в обратной каталитической реакции:



1) Рассчитайте количество теплоты, выделяющееся в обратной реакции на 1 кг вещества (удельную теплоотдачу), если теплоты образования норборнадиена и квадрициклана составляют -241.5 и -334.0 кДж/моль, соответственно.

2) Существенный недостаток норборнадиена – слишком коротковолновое (до 300 нм) поглощение, тогда как максимум световой энергии приходится на область 400-600 нм. Поэтому для аккумулирования солнечной энергии предлагается использовать производные норборнадиена, у которых длинноволновая граница поглощения смещена в область максимума солнечной энергии. Однако эти вещества обладают заметно меньшими удельными величинами теплоотдачи. Оцените, какие из трех приведенных ниже производных норборнадиена (соединения **1** – **3**) пригодны для аккумулирования солнечной энергии, если обратная реакция должна характеризоваться теплоотдачей не менее 300 кДж/кг. Примите, что при расчете вклады различных групп и заместителей в величины теплот образования суммируются (они аддитивны).

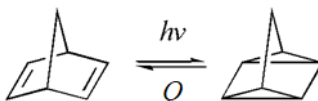


1: $R_1 = R_2 = C(O)OCH_3$, $R_3 = R_4 = C_6H_5$

2: $R_1 = R_2 = H$, $R_3 = R_4 = C_6H_5$

3: $R_1 = R_2 = H$, $R_3 = C_6H_5$, $R_4 = CN$

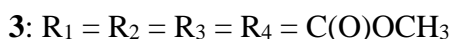
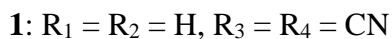
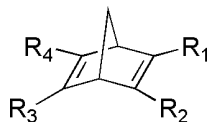
5.2. Норборнадиен – перспективный объект для превращения солнечной энергии в тепловую. Под действием ультрафиолетового излучения норборнадиен изомеризуется в квадрициклан, содержащий высоконапряженные циклопропановые и циклобутановый фрагменты. Аккумулированная солнечная энергия высвобождается в обратной каталитической реакции:



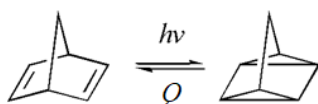
1) Рассчитайте количество теплоты, выделяющееся в обратной реакции на 1 кг вещества (удельную теплоотдачу), если теплоты образования норборнадиена и квадрициклана составляют -241.5 и -334.0 кДж/моль, соответственно.

2) Существенный недостаток норборнадиена – слишком коротковолновое (до 300 нм) поглощение, тогда как максимум световой энергии приходится на область 400-600 нм. Поэтому для аккумулирования солнечной энергии предлагается использовать производные

норборнадиена, у которых длинноволновая граница поглощения смещена в область максимума солнечной энергии. Однако эти вещества обладают заметно меньшими удельными величинами теплоотдачи. Оцените, какие из трех приведенных ниже производных норборнадиена (соединения **1** – **3**) пригодны для аккумулирования солнечной энергии, если обратная реакция должна характеризоваться теплоотдачей не менее 300 кДж/кг. Примите, что при расчете вклады различных групп и заместителей в величины теплот образования суммируются (они аддитивны).

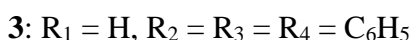
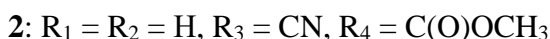
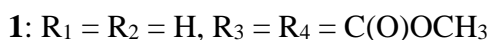
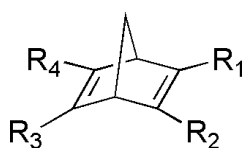


5.3. Норборнадиен – перспективный объект для превращения солнечной энергии в тепловую. Под действием ультрафиолетового излучения норборнадиен изомеризуется в квадрициклан, содержащий высоконапряженные циклопропановые и циклобутановый фрагменты. Аккумулированная солнечная энергия высвобождается в обратной каталитической реакции:

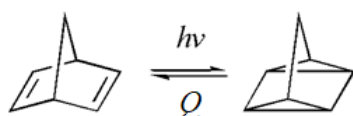


1) Рассчитайте количество теплоты, выделяющееся в обратной реакции на 1 кг вещества (удельную теплоотдачу), если теплоты образования норборнадиена и квадрициклана составляют -241.5 и -334.0 кДж/моль, соответственно.

2) Существенный недостаток норборнадиена – слишком коротковолновое (до 300 нм) поглощение, тогда как максимум световой энергии приходится на область 400-600 нм. Поэтому для аккумулирования солнечной энергии предлагается использовать производные норборнадиена, у которых длинноволновая граница поглощения смещена в область максимума солнечной энергии. Однако эти вещества обладают заметно меньшими удельными величинами теплоотдачи. Оцените, какие из трех приведенных ниже производных норборнадиена (соединения **1** – **3**) пригодны для аккумулирования солнечной энергии, если обратная реакция должна характеризоваться теплоотдачей не менее 300 кДж/кг. Примите, что при расчете вклады различных групп и заместителей в величины теплот образования суммируются (они аддитивны).

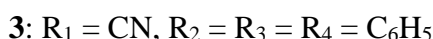
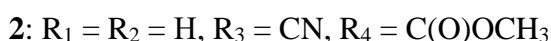
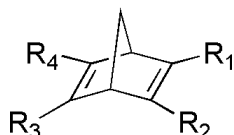


5.4. Норборнадиен – перспективный объект для превращения солнечной энергии в тепловую. Под действием ультрафиолетового излучения норборнадиен изомеризуется в квадрициклан, содержащий высоконапряженные циклопропановые и циклобутановый фрагменты. Аккумулированная солнечная энергия высвобождается в обратной каталитической реакции:



1) Рассчитайте количество теплоты, выделяющееся в обратной реакции на 1 кг вещества (удельную теплоотдачу), если теплоты образования норборнадиена и квадрициклана составляют -241.5 и -334.0 кДж/моль, соответственно.

2) Существенный недостаток норборнадиена – слишком коротковолновое (до 300 нм) поглощение, тогда как максимум световой энергии приходится на область 400-600 нм. Поэтому для аккумуляции солнечной энергии предлагается использовать производные норборнадиена, у которых длинноволновая граница поглощения смещена в область максимума солнечной энергии. Однако эти вещества обладают заметно меньшими удельными величинами теплоотдачи. Оцените, какие из трех приведенных ниже производных норборнадиена (соединения **1** – **3**) пригодны для аккумуляции солнечной энергии, если обратная реакция должна характеризоваться теплоотдачей не менее 300 кДж/кг. Примите, что при расчете вклады различных групп и заместителей в величины теплот образования суммируются (они аддитивны).



Задача 6 (14 баллов)

6.1. При разбавлении в 10 раз 0.01 М раствора одноосновной кислоты значение рН изменилось на 0.598. Рассчитайте константу диссоциации кислоты.

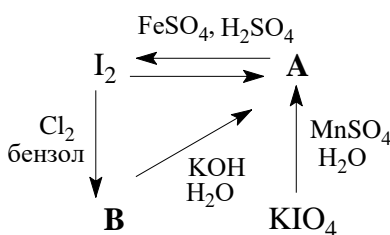
6.2. При разбавлении в 15 раз 0.02 М раствора одноосновной кислоты значение рН изменилось на 0.700. Рассчитайте константу диссоциации кислоты.

6.3. При разбавлении в 20 раз 0.05 М раствора одноосновной кислоты значение рН изменилось на 0.664. Рассчитайте константу диссоциации кислоты.

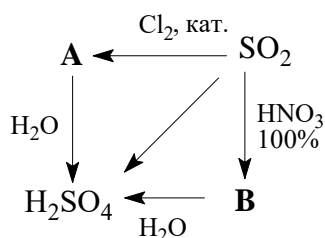
6.4. При разбавлении в 25 раз 0.06 М раствора одноосновной кислоты значение рН изменилось на 0.778. Рассчитайте константу диссоциации кислоты.

Задача 7 (15 баллов)

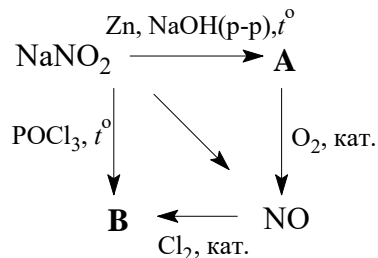
7.1. Запишите уравнения пяти реакций, соответствующих следующей схеме. Определите вещества **A** и **B**, содержащие иод.



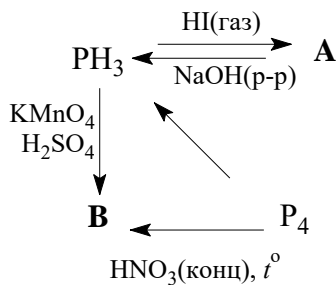
7.2. Запишите уравнения пяти реакций, соответствующих следующей схеме. Определите вещества **A** и **B**, содержащие серу.



7.3. Запишите уравнения пяти реакций, соответствующих следующей схеме. Определите вещества **A** и **B**, содержащие азот.



7.4. Запишите уравнения пяти реакций, соответствующих следующей схеме. Определите вещества **A** и **B**, содержащие фосфор.

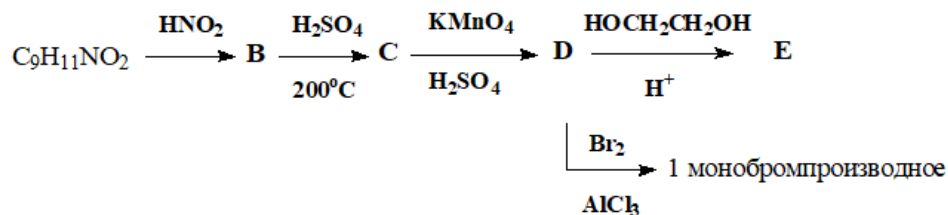


Задача 8 (15 баллов)

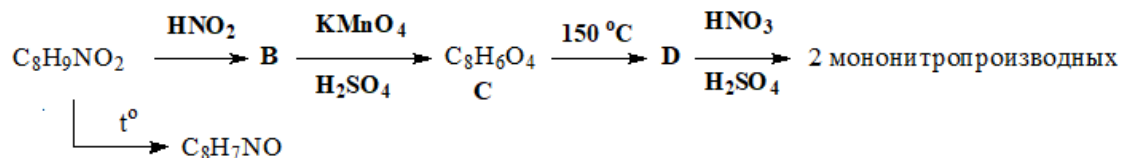
8.1. Напишите уравнения пяти реакций, соответствующих следующей схеме. Укажите условия их протекания.



8.2. Напишите уравнения пяти реакций, соответствующих следующей схеме. Укажите условия их протекания.



8.3. Напишите уравнения пяти реакций, соответствующих следующей схеме. Укажите условия их протекания.



8.4. Напишите уравнения пяти реакций, соответствующих следующей схеме. Укажите условия их протекания.

