Задача 1 (7 баллов)

A — элемент, который редко встречается на Земле и имеет 8 стабильных изотопов. Один из его изотопов можно синтезировать с помощью следующей ядерной реакции:

$$^{239}_{94}\mathrm{Pu} + \mathrm{n}\ {}^{1}_{1}\mathrm{p} \rightarrow {}^{y}_{x}\mathrm{A} + {}^{y+3}_{x-4}\mathrm{B} + \mathrm{m}\ {}^{4}_{2}\alpha$$

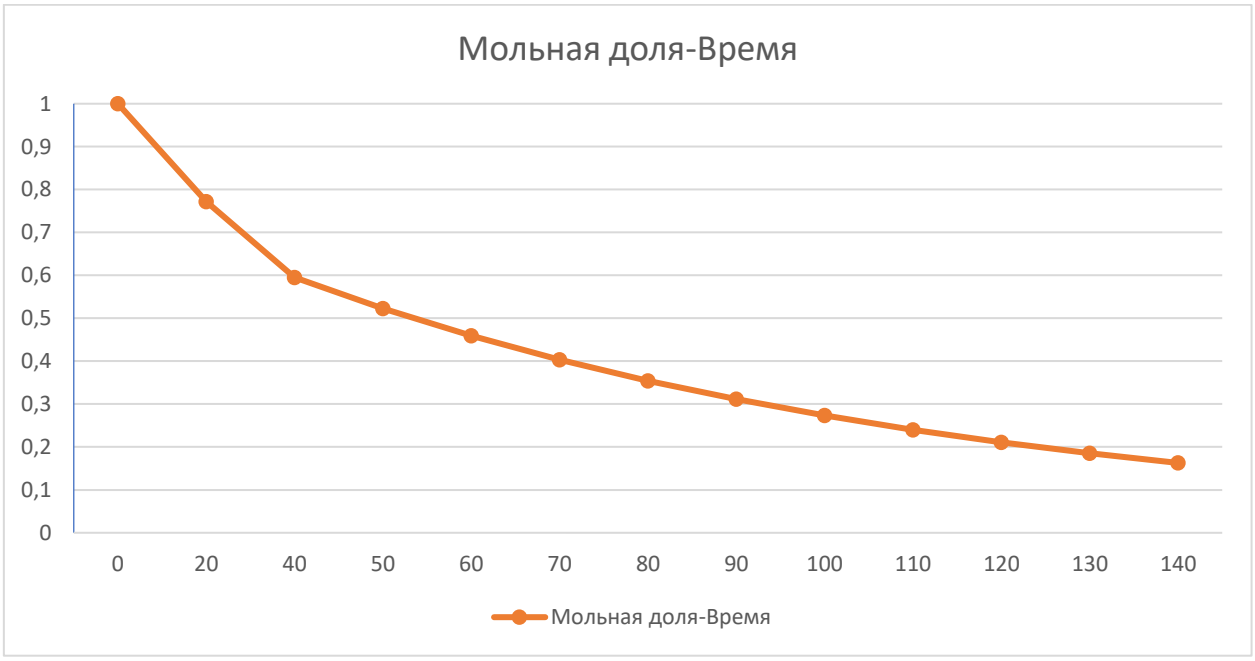
Известно, что из 14,34 г изотопа плутония образуется 6,84 г **A**. Молярное отношение протонов к альфа-частицам, участвующим в реакции, составляет 1,333.

1. Определите элементы **A** и **B**.

Поскольку изотоп у **A** считается более стабильным, он наиболее распространен в смеси природных изотопов. Его массовая доля в этой смеси составляет 29%, а массовая доля - 29,383%.

2. Рассчитайте среднюю относительную атомную массу природного элемента A.

Природный **A** состоит из 7 изотопов; потому что его изотоп y+1 очень нестабилен. На следующей диаграмме показано изменение мольной доли изотопа $^{y+1}$**A** с течением времени (часы):

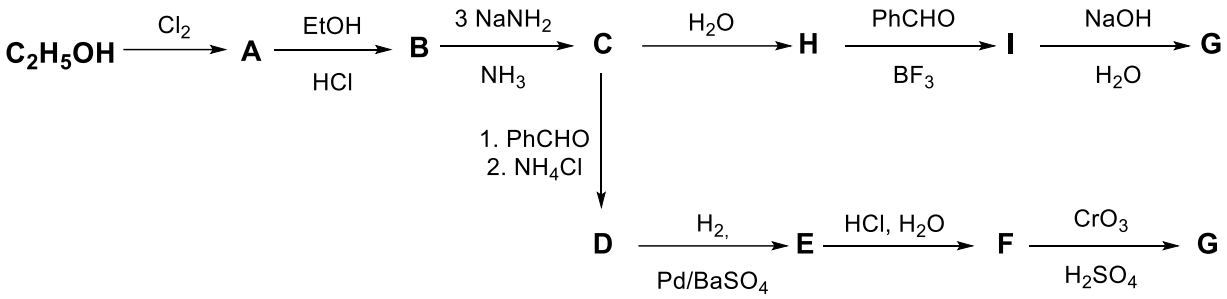


3. Если распад этого изотопа протекает по реакции первого порядка, рассчитайте константу скорости (1/час) и период полураспада (часы). (Используйте пунктирные координаты.)

Примечание. Кинетическое уравнение реакции первого порядка имеет вид: $\ln[N_0/N] = = kt$. Здесь N_0 — начальное количество, N — количество через время t, k — константа скорости.

Задача 2 (7 баллов)

Ниже представлена схема получения соединения **G:**



Известно, что при взаимодействии **H** с кислым раствором сульфата ртути (II) образуется вещество **K** с молекулярной массой 88 г/моль и состоящий только из атомов C, H, O. Образование **I** можно представить как последовательность превращений **H** в **K** и конденсация **K** с бензальдегидом. Общая формула **E** – $C_{11}H_{14}O_2$

1. Приведите брутто формулы **H** и **K.** Нарисуйте структуры изомеров **H** с открытой цепью (без учета оптических и геометрических, а также нестабильных форм)
2. Приведите структурные формулы неизвестных веществ **A–G**.

Задача 3 (10 баллов)

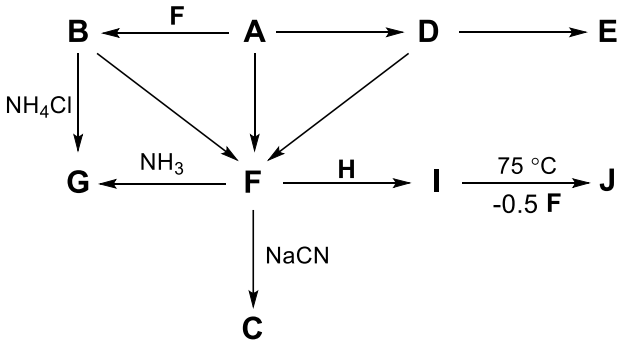
К раствору 44,2 г азотосодержащего ароматического вещества **A** в ледяной уксусной кислоте вводят раствор, содержащий 102,27 г Br_2 и перемешивают при неизменной температуре. При этом получается 90,5 г продукта **B**, представляющий собой зеленовато-желтые призмы. В реакции **B** с 21,1 г $NaNO_2$ в конц. H_2SO_4 получается интермедиат **C**, при добавлении к которому (не выделяя) раствор, содержащий 52,66 г CuBr выпадает осадок **D**. После отделения продукта **D** его масса оказалась равной 85,88 г. Треть полученного вещества **D** обработали сперва раствором дитионита натрия, потом раствором концентрированного соляной кислоты. В результате выпадают бесцветные кристаллы **E'**, которые после надлежащей обработки превращаются в вещество **E** (17,58 г). После действия сернокислого раствора нитрита натрия и суспензии Cu_2O в этаноле получается целевое вещество **X**.

1. Считая что в первых двух реакциях реагенты взяты в стехиометрическом соотношении рассчитайте брутто формулу **A** и приведите три структуры удовлетворяющие условию задачи.
2. Приведите структурные формулы веществ **A**-**E**, X и **E'**, с учетом того, что вещество **X** имеет ось симметрии.
3. Предложите способ превращения **E'** в **E**.
4. Определите массу полученного вещества **X** и суммарный выход получения **X**, если выход последней стадии равен 93%.

Задача 4 (10 баллов)

Гидриды являются важным источником водорода и используются в органической химии в реакциях восстановления. Ниже приведены данные для различных гидридов и их взаимопревращения:

Вещество	ω(H), %
A	4,17
B	10,58
C	4,78
D	7,41
E	10,54
F	21,72
G	19,47
H	10,0
I	16.8
J	15.62



Если известно, что:

- **F** – димер, и его можно получить из **A, B, D** действием неизвестного фторида
- **D** и **E** получаются в реакциях хлоридов неизвестных элементов
- При нагревании 2 молей **I** выделяются по одному молю **F** и **J,**

1. Расшифруйте неизвестные вещества **A-J**
2. Приведите все реакции превращения, показанные в схеме.
3. Приведите реакции гидролиза веществ **B-D, F, I, J**
4. Напишите реакцию термического разложения **G.**

Задача 5 (16 баллов)

Окислительно-восстановительные реакции – это реакции, при которых электрон из одного вещества переносится в другое. В этом случае вещество, отдающее электроны, является восстановителем, а вещество, принимающее электроны, – окислителем. Главное условие реакции – число электронов, полученных окислителем, должно быть равно числу электронов, отдаваемых восстановителем.

Ниже представлена окислительно-восстановительная реакция:

$$__\ KMnO_4 + __\ KNO_2 + __\ H_2SO_4 = __\ K_2SO_4 + __\ KNO_3 + __\ MnSO_4 + __\ H_2O$$

1. Уравняйте реакцию методом полуреакций (ответ, уравненный другим методом, не учитывается).

Ход окислительных-восстановительных реакций измеряют по их электродвижущей силой. В приведенной выше реакции стандартный потенциал восстановления окислителя составляет 1,51 В, а окислительный потенциал восстановителя -0,94 В.

2. Рассчитайте стандартную электродвижущую силу (E^o) реакции.

Эти значения приведены для стандартных условий (298 К, 1 бар, 1 моль/л), а потенциал (E) в нестандартных условиях рассчитывается по уравнению Нернста:

$$E = E^o - \frac{RT}{zF} \ln Q$$

Здесь R — универсальная газовая постоянная, T — абсолютная температура, z — число электронов, участвующих в реакции, F — постоянная Фарадея, Q — отношение произведения концентраций продуктов к произведению концентраций реагентов (как и константа равновесия короткого ионного уравнения).

3 г $KMnO_4$ растворяли в 15 мл воды и приливали к нему 10 мл раствора серной кислоты (раствор **A**), затем добавляли 3 г нитрита калия. После того, как 30% перманганата калия вступили в реакцию, электродвижущая сила стала равна 0,563117.

3. Считая, что температура поддерживается на уровне 298 К, рассчитайте значение pH при значении E, равном 0,563117.

Константы кислотности серной кислоты:

$H_2SO_4 \rightarrow H^+ + HSO_4^-$ $\qquad K_{a1} = \infty$

$HSO_4^- \leftrightarrow H^+ + SO_4^{2-}$ $\qquad K_{a2} = 10^1$

4. Какова была концентрация серной кислоты в растворе **A** (моль/л)?