

## 10 класс

### Задача 1.

Известно, что многие органические вещества разлагаются при сильном нагревании. Например, ацетон при нагревании до 600 °С образует 2 газообразных продукта при н.у. Один из них (1) – легкий газ, при сжигании 1,0 литра этого газа(н.у.) образуется 1.96 г углекислого газа и 1,61 г воды. Другой газ (2) в 1,45 раза тяжелее воздуха и обесцвечивает бромную воду.

- 1) Напишите уравнение реакции разложения ацетона, назовите оба газообразных продукта.
- 2) Изобразите на рисунке полное пространственное строение молекулы второго газа.
- 3) Напишите реакции второго газа с бромом, хлороводородом и водой.

Газ 2 широко используется в промышленности и является крупнотоннажным продуктом, несмотря на то, что по токсичности он сравним с фосгеном.

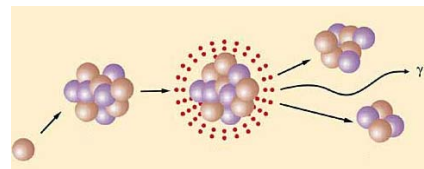
- 4) Напишите реакцию 2 с *трет*-бутанолом и реакцию 2 с уксусной кислотой.

Однако, этот газ легко димеризуется, поэтому его хранят при -80 °С в жидком состоянии.

Напишите уравнение димеризации этого газа.

### Задача 2.

Научный подход к применению радиоактивного излучения в терапии рака оказался возможным благодаря стремительному развитию ядерной физики в 30-х годах XX в. Результаты исследований привели в 1936 г. Г. Лочера к оригинальной идее лечения онкологических заболеваний: вначале следует ввести в раковые клетки препарат, содержащий стабильный изотоп бора  $^{10}\text{B}$ , а затем обработать его потоком тепловых нейтронов невысокой энергии. В итоге атом бора, захватив нейтрон, превращается в радиоактивный изотоп (1), который распадается с образованием лития,  $\alpha$ -частицы и квантов<sup>1</sup> (2). Образующиеся  $\alpha$ -частица и ион  $^7\text{Li}$  быстро тормозятся и выделяют энергию 2,3 МэВ на длине размера клетки. Быстрое торможение и громадный локальный нагрев приводит к поражению именно той клетки, которая содержала ядро бора.



1) При облучении ткани нейтронами помимо ядерных реакций, связанных с захватом нейтрона ядром бора, возможны и ядерные реакции с ядрами  $^{14}\text{N}$  и  $^1\text{H}$ , которые приводят к появлению протонов (3) и  $\gamma$ -квантов (4) соответственно. Хотя эффективность захвата нейтрона этими ядрами на несколько порядков меньше, чем для изотопа  $^{10}\text{B}$ , но их концентрация намного выше. Таким образом, были получены препараты, которые создают концентрацию изотопа  $^{10}\text{B}$  в опухолевой ткани до 44 мкг/г, что в 4 раза больше, чем в здоровой ткани. Такая концентрация позволяет сделать вклад фонового облучения приемлемо малым и обеспечить возможность избирательного поражения раковой опухоли. **Попробуйте рассчитать, какая масса атомов бора потребуется для однократной терапии опухоли массой 2 г.** Принять, что масса тела человека 80 кг.

<sup>1</sup> Под **квантом**, в данном случае, подразумевается фотон электромагнитного излучения, то есть **частица без массы и заряда**.

2) Наилучшей реакцией генерации нейтронов для нейтронозахватной терапии является бомбардирование протонов по  ${}^7\text{Li}$  (5). Каждый акт рождения нейтрона в результате реакции протона с  ${}^7\text{Li}$  сопровождается появлением радиоактивного ядра. Изотоп этого элемента в результате захвата орбитального электрона (период полураспада, время, за которое распадается половина атомов вещества, 54 дня) превращается в стабильный изотоп лития  ${}^7\text{Li}$  (6). Определите, за какое время 5 моль радиоактивного изотопа на 99% превратятся обратно в  ${}^7\text{Li}$ ?

Количество атомов вещества зависит от времени согласно данному уравнению:

$$N = N_0 \times e^{-kt},$$

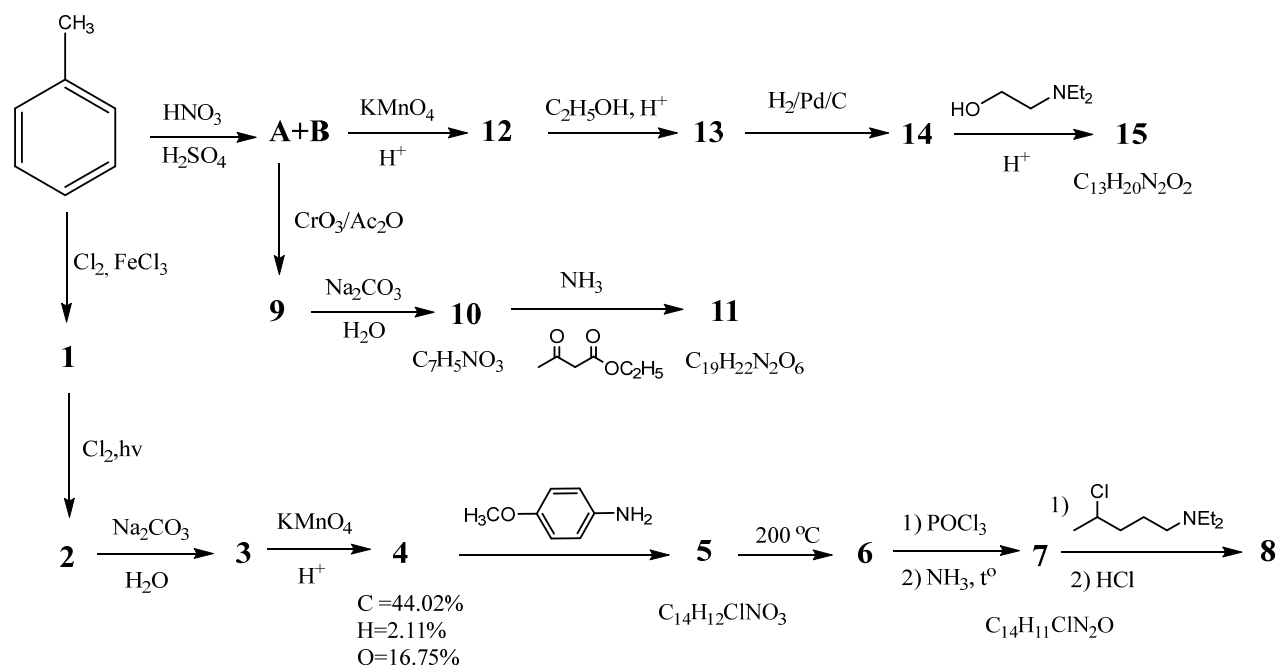
где  $N_0$  – начальное количество атомов,  $k$  – константа радиоактивного распада,  $t$  – время,  $N$  – количество атомов в момент времени  $t$ .

3) Напишите уравнения реакций (1) – (6).

4) В зависимости от локализации болезненного процесса и его характера для лечебных воздействий в обычной радиотерапии используют  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения ( $\gamma$ -кванты). Как вы думаете, какое из представленных видов излучения может проникать на большую глубины, какое на наименьшую? Свой ответ аргументируйте.

### Задача 3.

Толуол не только прекрасный растворитель, но и исходное вещество для синтеза многих лекарств. Из него можно получить новокаин (15) – важнейшее ненаркотическое обезболивающее. Или нифедипин (11) – блокатор кальциевых каналов, применяется при стенокардии. Или соединение (3) – одно из действующих веществ «Стрепсилса». Из него дальнейшей модификацией получают акрихин (8) – противомаларийный препарат.



Напишите структурные формулы соединений А и В, а также 1-15, если известно, что А и В – два изомера, причем в соединении В три типа протонов, а в А – 5 типов протонов, соединение 9 содержит 52,18% углерода, 4,38% водорода и 5,53% азота.

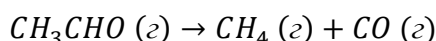
#### Задача 4.

Газ **A** сожгли в кислороде, образующийся газ **B** без остатка растворился в воде. К получившемуся раствору добавили металлический рубидий, из раствора выделился водород и газ **A**. Газ **A** при нагревании с нитратом серебра восстанавливает серебро и образует газы **B** и **C**. Газ **C** растворяется в серной кислоте с образованием соли **D** с массовой долей водорода 1,705 %. Кроме того, газ **C** реагирует с раствором сульфата мели (II) с образованием осадка, при дальнейшем пропускании газа **C** осадок растворяется, и получается раствор ярко-синего цвета.

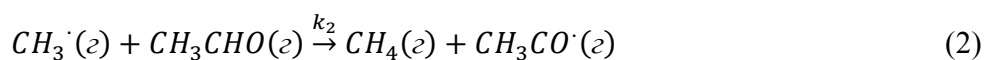
- 1) Определите вещества **A** – **D**.
- 2) Напишите уравнения упомянутых реакций.
- 3) Какое промышленное применение имеет вещество **B**?

#### Задача 5.

Одним из возможных механизмов термического разложения ацетальдегида:



является следующий четырехстадийный процесс:



- а) К какому типу реакций относится данная реакция? Покажите.
- б) Получите кинетическое уравнение данного процесса, полагая справедливость принципа стационарности для  $CH_3\cdot$  и  $CH_3CO\cdot$ .
- в) Исходя из полученного уравнения, сделайте предположение, какие стадии относятся к скоростью определяющим. Как можно объяснить, что остальные стадии относятся к быстрым стадиям?
- г) Как связаны между собой энергии активации процесса разложения ацетальдегида и отдельных стадий изучаемого механизма?
- д) Предположим, что реакция идет согласно стехиометрическому уравнению и имеет общий второй порядок. Какое давление по сравнению с начальным  $p_0$  наступит в системе через 4 периода полупревращения при а. постоянной температуре; б. уменьшении затем температуры в 1,5 раза. Газы считать идеальными.

