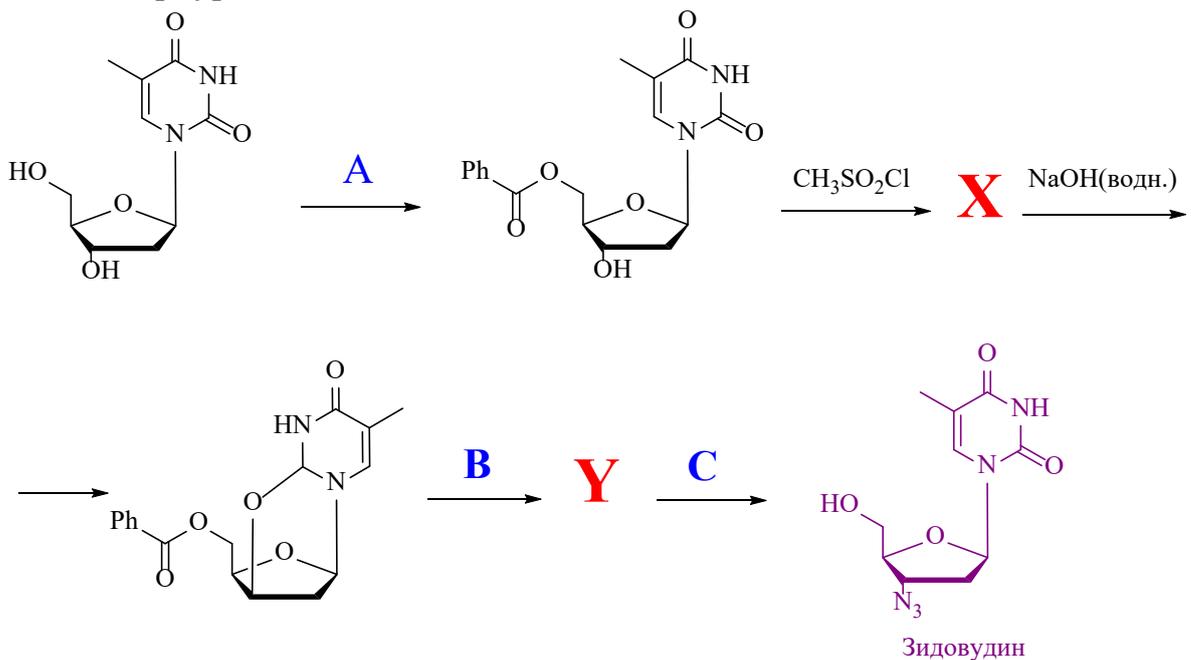


## 11-й класс

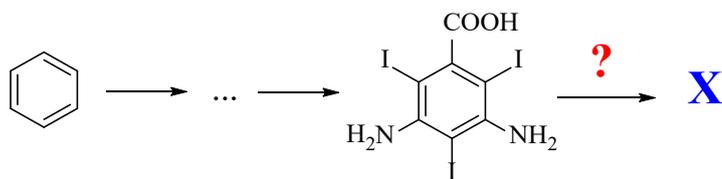
### Задача 1.

Зидовудин (азидотимидин, AZT) — 3'-азидо-3'-дезокситимидин, противовирусный препарат, предназначенный для лечения заболеваний, вызванных вирусом иммунодефицита человека. Зидовудин впервые был синтезирован в 1964 году Джеромом Хорвицем и сотрудниками в качестве потенциального противоопухолевого средства. Однако данное соединение не показало активности в отношении опухолевых клеток. При скрининге противовирусной активности зидовудин также не проявил действия в отношении различных вирусов (простого герпеса типов 1 и 2, вируса ветряной оспы, аденовируса и др.). Однако после открытия ВИЧ в 1983 г. зидовудин оказался единственным веществом (в 1984 г.), полностью подавлявшим репродукцию вируса, и стал первым антиретровирусным препаратом, допущенным к применению в 1987 году. Восполните недостающие элементы в схеме синтеза зидовудина из тимидина (реагенты (A, B, C), промежуточные продукты (X, Y)), который был реализован в промышленном масштабе в г. Санкт-Петербурге.

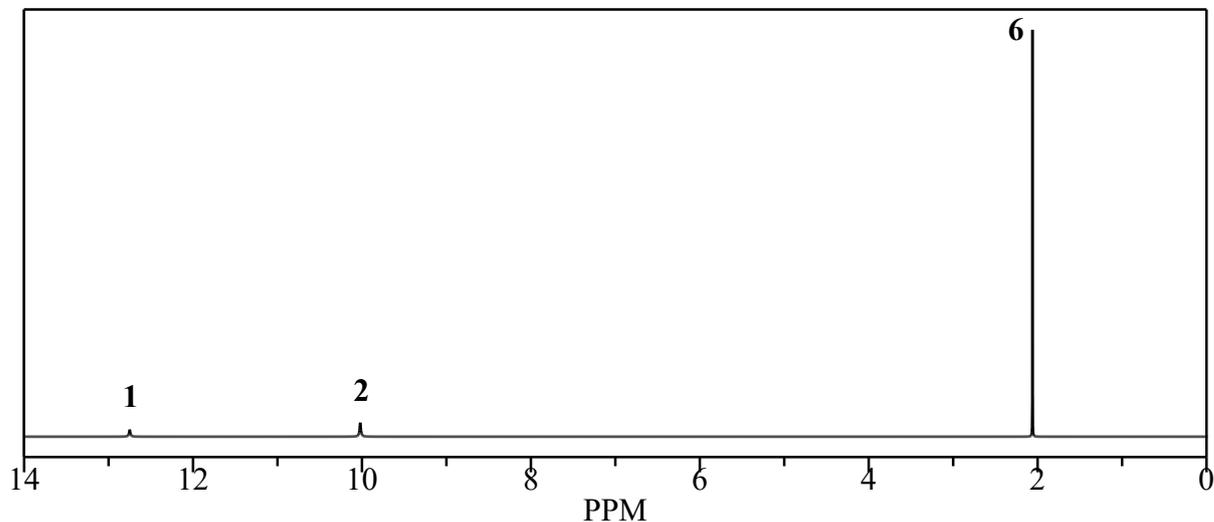


### Задача 2.

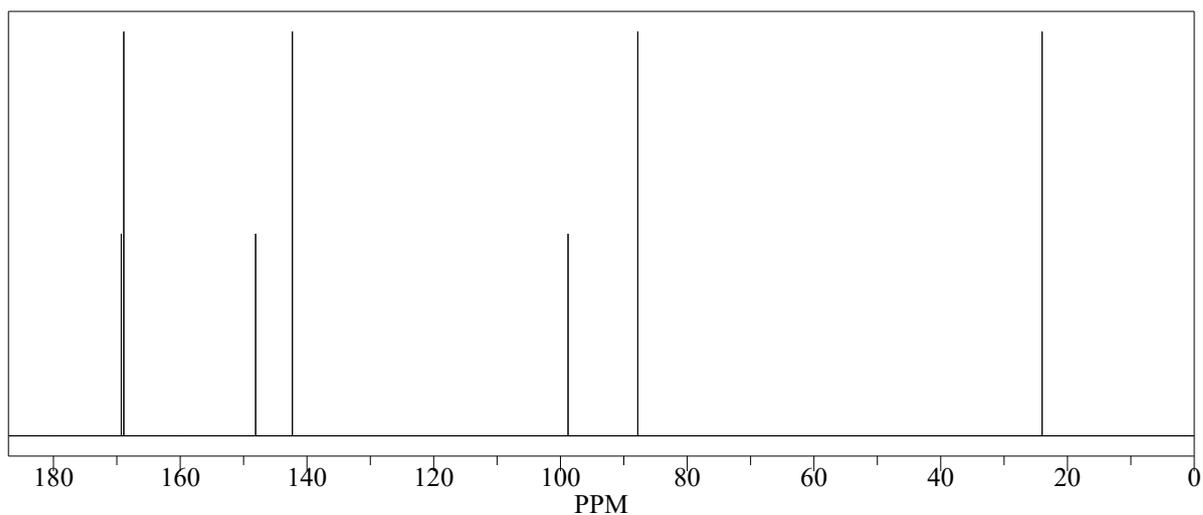
Используя приведённые ниже ЯМР-спектры, установите структуру йодсодержащего контрастного агента **X** для медицинской визуализации желудочно-кишечного тракта, образующегося в одну стадию из 3,5-диамино-2,4,6-трийодбензойной кислоты. Предложите схему синтеза соединения **X** из бензола.



**Спектр ЯМР  $^1\text{H}$  (рядом с каждым пиком указана его площадь):**



**Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$ :**



### Задача 3.

Гликозид амигдалин, содержащийся в ядрах фруктовых косточек, при гидролизе распадается на две молекулы глюкозы и агликон (неуглеводную часть молекулы). Дальнейший гидролиз агликона приводит к образованию двух продуктов **А** и **Б**, обладающих выраженным запахом горького миндаля. Продукт **А** — легкокипящая высокотоксичная жидкость. Если к продукту **А** последовательно добавить раствор щёлочи, раствор сульфата железа(II), раствор сульфата железа(III) и соляную кислоту, реакционная смесь окрасится в ярко синий цвет и выпадет синий осадок.

Продукт **Б** — высококипящая жидкость. Многие качественные реакции соединения **Б** схожи с качественными реакциями молекулы глюкозы. При стоянии, соединение **Б** медленно окисляется кислородом воздуха, образуя бесцветные кристаллы соединения **В**, с  $M_r = 122$  и массовыми процентами С, 68,85; Н, 4,95 и О, 26,20, соответственно.

Установите строение амигдалина, соединений **А** и **Б**, а также агликона амигдалина, образующегося при их взаимодействии.

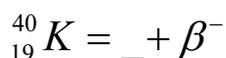
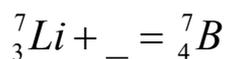
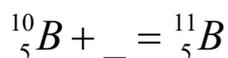
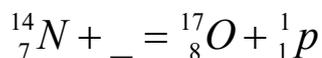
#### Задача 4.

Явление «радиоактивный распад» впервые было обнаружено в конце XIX в. В 1896 году французским учёным Антуаном Анри Беккерелем, который обнаружил, что соли урана испускают неизвестное излучение, способное проникать через непрозрачные стены. Через два года двое учёных открыли радиоактивность изотопа элемента **А** («соседа урана, который младше его на 2»). Через несколько лет было доказано, что радиоактивные ядра способны испускать частицы трёх видов:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -частицы.  $\alpha$ -частицы идентичны атому **Б**,  $\beta$ -частицы — это **В**,  $\gamma$ -частицы — это **Г**. У них разная энергия и проникающая способность. Впоследствии явление радиоактивности нашло широкое применение в разных отраслях науки, техники и промышленности: медицина для диагностики и лечения онкологии, химия (радиоактивные метки), археология (определение возраста объектов) и так далее.

1. Напишите, что зашифровано под буквами **А–Г** и о каких двух учёных идёт речь.

2. Напишите уравнения ядерных реакций, которые претерпевает указанный изотоп элемента **А**:  $\alpha$ -распад, потом два  $\beta$ -распада, потом  $\alpha$ -распад. Расположите  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -излучение в порядке уменьшения проникающей способности.

3. Заполните пропуски:



4. На определение возраста объекта принесли образец мёртвого организма. Было определено, что в данном образце содержится 25 г изотопа углерода  ${}^{12}C$ , а его активность составляет 10 Бк. Отношение  ${}^{14}C / {}^{12}C = 5 \cdot 10^{-12}$ , период полураспада  ${}^{14}C$   $1,8 \cdot 10^{11}$  секунд. Определите возраст организма.

5. Радиоактивные изотопы активно используются при лечении и диагностике заболеваний. Один из таких — меченный радиоактивным изотопом  $^{131}\text{I}$  иодид натрия. Его период полураспада составляет 8 суток. Одному пациенту дали капсулу, содержащую 50 мг меченого иодида натрия. Определите, через сколько дней число моль меченого иодида натрия станет 210 мкмоль? При решении процессом выведения вещества из организма пренебречь.

*Примечание.* 1 Бк = 1 распад/с.

### **Задача 5.**

Энкефалины — нейропептиды с морфиноподобным действием — являются эндогенными обезболивающими агентами позвоночных.

Известны метионин-энкефалин (Tyr-Gly-Gly-Phe-Met, мет-энкефалин) и лейцин-энкефалин (Tyr-Gly-Gly-Phe-Leu, лей-энкефалин), отличающиеся С-концевой аминокислотой.

Предложите простой капельный тест, позволяющий различить эти два энкефалина.

Какие аминокислоты могут дать ложноположительные реакции в этом тесте?