

## Одиннадцатый класс

### Решение 11-1(И. В. Варганова)

1) Известно чуть больше 10 веществ с молярной массой меньше 29 г/моль, из них жидкими при обычных условиях являются только HF и HCN, однако название HF не указывает на цвет красителя. **A** – цианистый водород (синильная кислота)  $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ , впервые была выделена из синего красителя берлинской лазури. Молекула имеет линейное строение, степени окисления  $\text{H}^{+1}$ ,  $\text{C}^{+2}$ ,  $\text{N}^{-3}$ . Молекула HCN содержит 14 электронов, столько же – молекула  $\text{N}_2$ .

2) Объем вдыхаемого за 10 минут воздуха равен 100 л. При 25 °С и нормальном давлении молярный объем газа равен 24,4 л/моль.

$$v(\text{возд}) = 100 / 24,4 = 4,1 \text{ моль,}$$

$$v(\text{HCN}) = 300/10^6 \cdot 4,1 = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ моль,}$$

$$m(\text{HCN}) = 1,23 \cdot 10^{-3} \cdot 27 = 33 \cdot 10^{-3} \text{ г} = 33 \text{ мг.}$$

3) В одном моле амигдалина:

$$v(\text{C}) = 457 \cdot 0,525/12 = 20 \text{ моль, } v(\text{H}) = 457 \cdot 0,059/1 = 27 \text{ моль,}$$

$$v(\text{O}) = 457 \cdot 0,385/16 = 11 \text{ моль, } v(\text{N}) = 457 \cdot 0,031/14 = 1 \text{ моль.}$$

Молекулярная формула амигдалина –  $\text{C}_{20}\text{H}_{27}\text{O}_{11}\text{N}$ .

4) Определим молярные массы веществ **B** и **C**:

$$M(\text{B}) = 6 \cdot 12 / 0,40 = 180 \text{ г/моль, } M(\text{C}) = 7 \cdot 12 / 0,792 = 106 \text{ г/моль.}$$

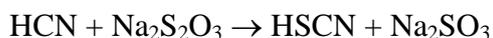
Эти вещества состоят только из трех элементов, так как весь азот из амигдалина уходит в HCN. Таким молярным массам соответствуют единственные молекулярные формулы: **B** –  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , **C** –  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$ . В сочетании с дополнительной информацией из условия, находим, что **B** – глюкоза (содержится в крови человека), **C** – бензойный альдегид  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$  (имеет запах горького миндаля).

5) 20 атомов углерода можно разделить на молекулы из 1, 6 и 7 атомов углерода единственным способом:  $20 = 1 + 2 \cdot 6 + 7$ .

Уравнение гидролиза:



6) Синильная кислота, присоединяя серу, переходит в роданистоводородную кислоту (вещество **D**):

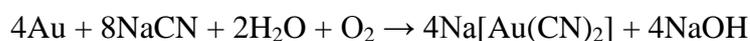


7) **E** – NaCN, цианид натрия

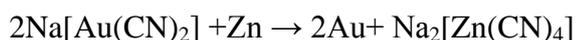
**E**<sub>1</sub> – KCN, цианид калия

**F** –  $\text{KHCO}_3$ , гидрокарбонат калия, или  $\text{HCOOK}$ , формиат калия, или цианат калия  $\text{KNCO}$ .

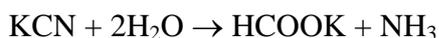
8) Золото способно образовывать с цианидами прочные комплексные соединения. Золотоносные породы обрабатывают раствором цианида натрия (метод П. Р. Багратиона), при этом происходит реакция:



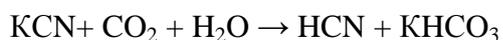
Из полученного раствора золото выделяют действием цинка:



9) При контакте с влажным воздухом  $\text{KCN}$  гидролизуеться:



Если воздух содержит углекислый газ, происходит обменная реакция



Возможно также постепенное окисление цианида кислородом воздуха:



Система оценивания:

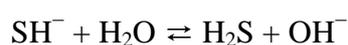
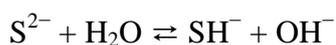
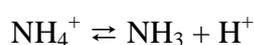
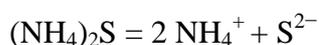
1) Структурная формула	1 балл
Линейное строение	0,5 балла
Степени окисления	по 0,5 балла
Изоэлектронная молекула	1,5 балла
2) Расчет массы $\text{HCN}$	1 балл
3) Молекулярная формула амигдалина	2 балла
4) Формулы <b>B</b> и <b>C</b>	по 1 баллу
5) Уравнение гидролиза	2 балла
6) Формула и название <b>D</b>	1 балл
Уравнение	0,5 балла
7) Каждое из 3 веществ	по 0,5 балла
8) Уравнения извлечения золота	3 балла
9) Уравнения с $\text{KCN}$ на воздухе	2 балла
Итого	20 баллов

**Решение 11-2 (С. А. Серяков)**

1) Поскольку твердых веществ при разложении соли **A** не образуется, и реакция является обратимой речь идет о солях аммония. Разложение кислородсодержащих солей

аммония, как правило, приводит не менее чем к трём веществам (аммиак, вода, кислотный оксид), значит речь идет о бескислородной соли аммония. Среди солей бескислородных кислот в школьные таблицы растворимости обычно включают соли галогенов, сероводорода, можно допустить также наличие азид-иона ( $N_3^-$ ), тиоцианат-иона ( $SCN^-$ ) и цианид-иона ( $CN^-$ ) в некоторых учебниках для углубленного изучения предмета. Все эти соли подходят на роль **A** по описанию реакции б), но за исключением  $H_2S$  являются одноосновными. Соответствующая кислота не может быть одноосновной, в противном случае ионов в растворе было бы ровно два:  $NH_4^+$  и анион соответствующей кислоты. Соль двухосновной кислоты будет содержать в растворе два аниона, соответствующих диссоциации кислоты по первой и второй стадиям. На основании изложенных доводов следует отдать предпочтение соли сероводородной кислоты.  $A = (NH_4)_2S$ .

Уравнения реакций:



Отнесём между собой концентрации и соответствующие молекулы. Концентрации трёх частиц очень близки к 0.1 М (**B**, **X**, **Y**), поскольку для образования сероводорода сульфид-ион должен последовательно претерпеть две стадии превращений  $S^{2-} \rightarrow SH^- \rightarrow H_2S$ , концентрация  $H_2S$  должна быть существенно меньше, чем  $SH^-$ . Иначе напротив соответствующей соли в таблице растворимости стоял бы прочерк, вследствие необратимости её гидролиза. На основании чего делаем вывод о том, что  $[H_2S] = 10^{-3.251}$  М, **B** =  $H_2S$ ;  $[NH_3] = 10^{-0.998}$  М, **B** =  $NH_3$ .

Для частиц в растворе выполняются условия материального баланса ( $c = c((NH_4)_2S)$ ):

$$\begin{cases} [NH_4^+] + [NH_3] = 2c \\ [S^{2-}] + [SH^-] + [H_2S] = c \end{cases}$$

Если сравнивать  $[S^{2-}]$ ,  $[SH^-]$  и  $[H_2S]$ , то  $[SH^-]$  не может быть меньше, чем концентрация каждой из двух других частиц (иначе образование кислых солей было бы невозможно). Следовательно, либо  $[SH^-] = 10^{-1.003}$  М, либо  $[SH^-] = 10^{-1.002}$  М, а  $[S^{2-}] = 10^{-4.357}$  М, **Z** =  $S^{2-}$ . Последнее равенство следует из условий материального баланса:  $[NH_4^+] + [NH_3] = 2c = 2 \cdot ([S^{2-}] + [SH^-] + [H_2S])$ . Если бы  $[NH_4^+] = 10^{-4.357}$ , то материальный баланс не соблюдался бы:  $10^{-0.998} + 10^{-4.357} < 2 \cdot (10^{-1.002} + 10^{-1.003} + 10^{-3.251})$ .

Проверим, при какой концентрации ионов  $[SH^-]$  материальный баланс соблюдается точнее:

1) Считаем, что  $[SH^-] = 10^{-1.002}$  М, а  $[NH_4^+] = 10^{-1.003}$  М

$$\Delta_I = [\text{NH}_4^+] + [\text{NH}_3] - 2 \cdot ([\text{S}^{2-}] + [\text{SH}^-] + [\text{H}_2\text{S}]) = 10^{-1.003} + 10^{-0.998} - 2 \cdot (10^{-4.357} + 10^{-1.002} + 10^{-3.251})$$

$$\Delta_I \approx -5.18 \cdot 10^{-4} \text{ M};$$

II) Считаем, что  $[\text{SH}^-] = 10^{-1.003} \text{ M}$ , а  $[\text{NH}_4^+] = 10^{-1.002} \text{ M}$

$$\Delta_{II} = 10^{-1.002} + 10^{-0.998} - 2 \cdot (10^{-4.357} + 10^{-1.003} + 10^{-3.251}), \Delta_{II} \approx 1.7 \cdot 10^{-4} \text{ M};$$

Поскольку  $|\Delta_I| > |\Delta_{II}|$ , то второй вариант выглядит предпочтительнее.  $[\text{SH}^-] = 10^{-1.003} \text{ M}$ ,  $\text{Y} = \text{SH}^-$ ;  $[\text{NH}_4^+] = 10^{-1.002} \text{ M}$ ,  $\text{X} = \text{NH}_4^+$ .

2) А можно получить пропуская сероводорода через жидкий аммиак, с последующим осторожным испарением избытка аммиака (доведением смеси до комнатной температуры):

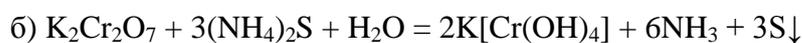
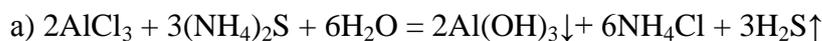


В твердом виде соединение неустойчиво, оно легко теряет аммиак, превращаясь в гидросульфид аммония.

3) Из уравнения материального баланса вычислим концентрацию соли:

$$c = 0.5 \cdot ([\text{NH}_4^+] + [\text{NH}_3]) = 0.5 \cdot (10^{-1.002} + 10^{-0.998}) \approx 0.1 \text{ M}.$$

4) В таблицах растворимости для сульфида  $\text{Al}^{3+}$  указан прочерк (вещества в водном растворе не существуют или разлагаются водой). Это связано с протеканием необратимого гидролиза.



5) Рассчитаем значения констант:

1. Депротонирование иона аммония ( $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$ ):  $\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}^+$

$$K_1 = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{10^{-0.998} \cdot 10^{-9.248}}{10^{-1.002}} = 10^{-9.244} \approx 5.7 \cdot 10^{-10};$$

2. Гидролиз сульфид-иона ( $[\text{OH}^-] = 10^{\text{pH}-14}$ ):  $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SH}^- + \text{OH}^-$

$$K_2 = \frac{[\text{SH}^-][\text{OH}^-]}{[\text{S}^{2-}]} = \frac{10^{-1.003} \cdot 10^{9.248-14}}{10^{-4.357}} = 10^{-1.398} \approx 4 \cdot 10^{-2};$$

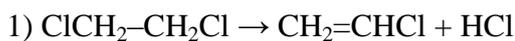
3. Гидролиз гидросульфид-иона ( $[\text{OH}^-] = 10^{\text{pH}-14}$ ):  $\text{SH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{OH}^-$

$$K_3 = \frac{[\text{H}_2\text{S}][\text{OH}^-]}{[\text{SH}^-]} = \frac{10^{-3.251} \cdot 10^{9.248-14}}{10^{-1.003}} = 10^{-7};$$

Концентрацию молекул воды не принято включать в константу, поскольку на эту величину (55.56 M) в достаточно разбавленных растворах не влияют установившиеся концентрации других ионов.

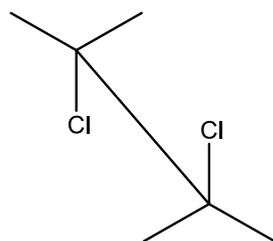
Система оценивания:

1) За формулу А	3 балла
За определение молекул и ионов 5 частиц по 1 баллу	5 баллов
(если при этом частицы X и Y перепутаны ( $X = \text{SH}^-$ , $Y = \text{NH}_4^+$ ) то за каждую из этих двух позиций следует проставить по 0,5 балла вместо 1)	
За уравнения реакций, 4 уравнения по 0,5 балла	2 балла
2) Способ получения А	3 балла
3) Расчет концентрации раствора	2 балла
4) Уравнения реакций, 2 уравнения по 1 баллу	2 балла
5) Расчет констант, 3 константы по 1 баллу	3 балла
(если константа записана с учетом концентрации воды, то за нее следует проставить 0,5 балла вместо 1)	
Итого	20 баллов

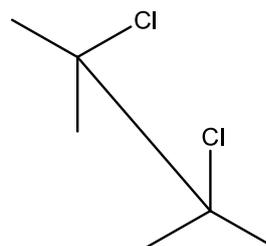
**Решение 11-3 (И. А. Седов)**

2) Проведение реакции при более низкой температуре и повышенном давлении, очевидно, направлено на то, чтобы уменьшить степень элиминирования. Следовательно, речь идет о продукте, образующемся при элиминировании двух молекул HCl – ацетилене,  $\text{C}_2\text{H}_2$ .

3) Устойчивыми являются конформации, в которых связи с атомами углерода не заслоняют друг друга.



*транс*-конформация  
(*анти*-конформация)



*гоши*-конформация

Поскольку атомы хлора имеют больший размер и отталкиваются сильнее, чем атомы водорода, *транс*-конформация имеет более низкую энергию.

4) Из уравнения для изменения концентрации реагента в реакциях первого порядка

легко получить выражение для периода полураспада:  $t_{1/2} = \frac{\ln \frac{c_0}{c}}{k} = \frac{\ln 2}{k}$ . Однако в

данном случае идут одновременно 2 реакции: одна со скоростью  $v_1 = k_1 c x_1$ , где  $x_1$  – мольная доля первого конформера,  $c$  – общая концентрация обоих конформеров; а другая со скоростью  $v_2 = k_2 c x_2$ . Общая скорость  $v = k_1 c x_1 + k_2 c x_2 = (k_1 x_1 + k_2 x_2) c$ . По условию  $x_1 = \frac{2}{3}, x_2 = \frac{1}{3}, v = \frac{2k_1 + k_2}{3} c$ . Отсюда  $t_{1/2} = \frac{3 \ln 2}{2k_1 + k_2} = 1,2 \cdot 10^{-3}$  с.

5) Выше концентрация *гаш*-конформера. При высоких температурах небольшая разница энергий между состояниями (в данном случае конформациями) почти не влияет на вероятность их заселения. Определяющим фактором является наличие 2 возможных структур *гаш*-конформера, переходящих друг в друга поворотом вокруг связи С–С на  $120^\circ$ . У *транс*-конформера только одна возможная структура, поэтому соотношение концентраций конформеров близко к 2 : 1.



Система оценивания:

1)	За правильное уравнение	2 балла
2)	За верный ответ	2 балла
3)	За каждую верно изображенную конформацию по 2 балла	4 балла
	За выбор верного конформера	0,5 балла
	За верное объяснение	1 балл
4)	За верный вывод формулы для расчёта	5 баллов
	За верное значение	2 балла
5)	За выбор верного конформера	0,5 балла
	За верное объяснение	3 балла
	Итого	20 баллов

**Решение 11-4 (С. Г. Бахтин)**

1) Из закона Бугера–Ламберта–Бера мольную долю каждого компонента  $x_i$  можно определить по формуле  $x_i = (D_i/\epsilon_i)/(\sum D_i/\epsilon_i) \cdot 100\%$ . В случае реакции **I** с альдегидом **II**  $x(\mathbf{A}) = (0,72/10^4)/(0,72/10^4 + 0,48/10^4) \cdot 100\% = 60\%$ ,  $x(\mathbf{B}) = (0,48/10^4)/(0,72/10^4 + 0,48/10^4) \cdot 100\% =$

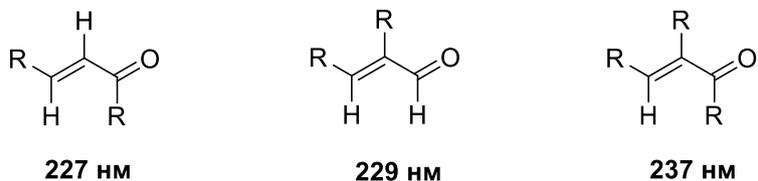
40%. Аналогичный расчет для альдегида **III**:  $x(\mathbf{C}_1) = 30\%$ ,  $x(\mathbf{C}_2) = 60\%$ ,  $x(\mathbf{C}_3) = 10\%$ ; для альдегида **IV**:  $x(\mathbf{D}_1) = 75\%$ ,  $x(\mathbf{D}_2) = 25\%$ .

2) Для двух полос поглощения вещества  $\mathbf{C}_3$   $D_{185}/\epsilon_{185} = D_{190}/\epsilon_{190}$ . То есть  $D_{190} = \epsilon_{190} \cdot D_{185}/\epsilon_{185} \approx 0,12$ .

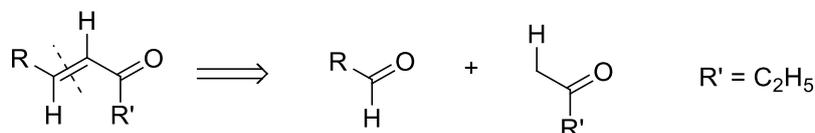
3) Для каждой длины волны следует рассмотреть два возможных варианта – непредельный альдегид или кетон.

- a)  $227 = 207 + 20$        $20 = 10 + 10 \implies$  2 алкила в  $\alpha$ -положении **НЕВОЗМОЖНО**  
 $227 = 215 + 12$        $\implies$  кетон с 1 алкильной группой в  $\beta$ -положении
- b)  $229 = 207 + 22$        $22 = 10 + 12 \implies$  альдегид, по 1 алкилу в  $\alpha$ - и  $\beta$ -положениях  
 $229 = 215 + 14$        $\implies$  **НЕВОЗМОЖНО**
- c)  $237 = 207 + 30$        $30 = 10 + 10 + 10 \implies$  3 алкила в  $\alpha$ -положении **НЕВОЗМОЖНО**  
 $237 = 215 + 22$        $22 = 10 + 12 \implies$  кетон, по 1 алкилу в  $\alpha$ - и  $\beta$ -положениях.

Итак,

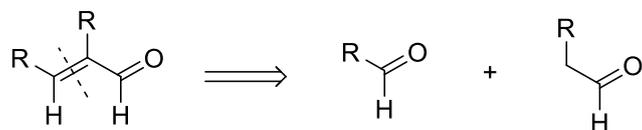


4) Рассмотрим, как образовался продукт с  $\lambda_{\text{макс}}$  227 нм (ретросинтетический анализ)



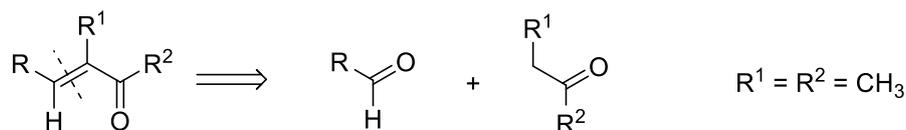
Отсюда видно, что для продуктов с  $\lambda_{\text{макс}}$  227 нм карбонильной компонентой выступали соответствующие альдегиды, а метиленовой –  $\text{CH}_3$ -группа бутанона-2.

Для продукта с  $\lambda_{\text{макс}}$  229 нм:



Карбонильная компонента – альдегид; метиленовая компонента –  $\text{CH}_2$ -группа другой молекулы альдегида. То есть это продукт самоконденсации альдегида.

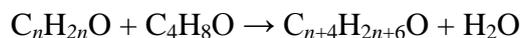
Для продукта с  $\lambda_{\text{макс}}$  237 нм:



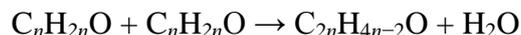
Карбонильная компонента – альдегид; метиленовая компонента –  $\text{CH}_2$ -группа бутанона-2.

5) Из значения  $m(\mathbf{A})/m(\mathbf{B})$  в условии, а также мольного состава смеси **A** и **B**, рассчитанного в п. 1,  $M(\mathbf{A})/M(\mathbf{B}) = 1,7/(60/40) = 1,13$ .

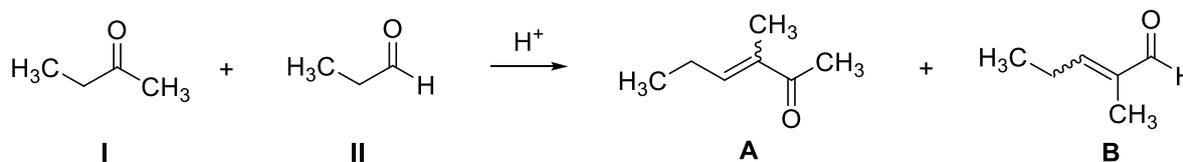
Из п. 4 **A** ( $\lambda_{\text{макс}} 237 \text{ нм}$ ) – продукт смешанной конденсации альдегида **II** ( $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ ) и бутанона-2 ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ):



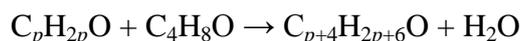
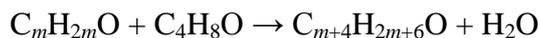
**B** ( $\lambda_{\text{макс}} 229 \text{ нм}$ ) – продукт самоконденсации альдегида **II**:



Итак,  $M(\text{C}_{n+4}\text{H}_{2n+6}\text{O})/M(\text{C}_{2n}\text{H}_{4n-2}\text{O}) = 1,13$ . Решая уравнение, находим, что  $n = 3$  (пропаналь). Итак:



6) Изомеры **C**<sub>1</sub>–**C**<sub>3</sub> и **D**<sub>1</sub>–**D**<sub>2</sub> могут быть только продуктами смешанной конденсации соответственно **III** ( $\text{C}_m\text{H}_{2m}\text{O}$ ) и **IV** ( $\text{C}_p\text{H}_{2p}\text{O}$ ) с **I**:



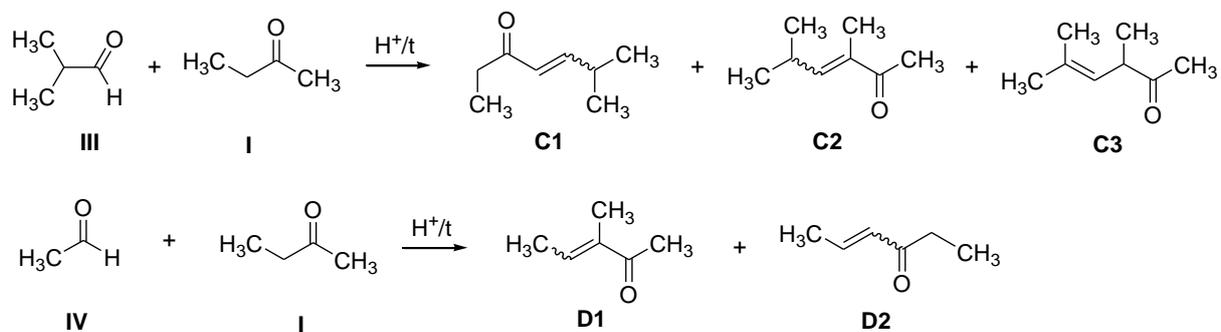
Из соотношения молярных масс в условии, находим, что  $m + p = 6$ . Возможные комбинации  $m$  и  $p$ :

1 (формальдегид) и 5 (пентаналь);

2 (ацетальдегид) и 4 (бутаналь).

Образующиеся в обоих случаях продукты с  $\lambda_{\text{макс}} 227 \text{ нм}$  и  $237 \text{ нм}$  говорят о том, что исходные альдегиды содержат алкил (см. ответ на вопрос 2). Значит, вариант с формальдегидом не подходит.

Для бутанала существует 2 изомера. При реакции **IV** с **I** в небольшом количестве получили продукт **C**<sub>3</sub>, являющийся изомером **C**<sub>1</sub> и **C**<sub>2</sub>. Наличие двух полос поглощения и значительное смещение  $\lambda_{\text{макс}}$  в область коротких волн говорит о появлении двух новых изолированных  $\pi \rightarrow \pi^*$  хромофоров из-за потери сопряжения  $\text{C}=\text{C}$  и  $\text{C}=\text{O}$  связей, т. е. **C**<sub>3</sub> – это  $\beta, \gamma$ -непредельное карбонильное соединение, побочно образующееся при дегидратации соответствующего альдоля. Поскольку  $x(\mathbf{C}_2) > x(\mathbf{C}_1)$ , то такая альтернативная дегидратация более вероятна для альдоля, из которого образуется **C**<sub>2</sub>. Чтобы полученное соединение не имело геометрических изомеров, в реакцию должен был вступить изомаляный альдегид. Учитывая значения  $\lambda_{\text{макс}}$  продуктов и то, что основным продуктом в реакциях конденсации является более термодинамически стабильный изомер (с более замещенной двойной связью  $\text{C}=\text{C}$ ), можем написать:



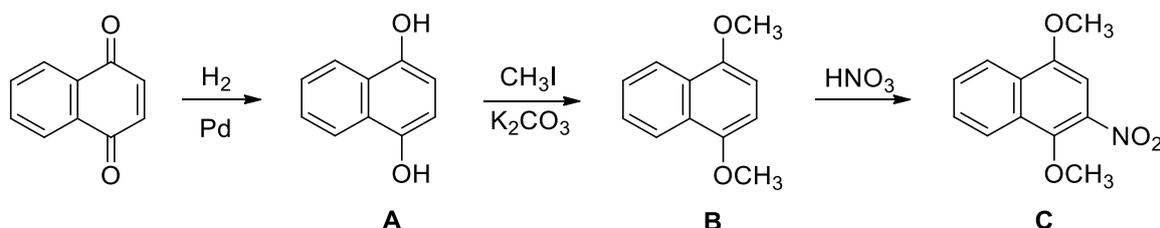
Система оценивания:

1)	Расчет состава смеси продуктов для реакции <b>I</b> с альдегидами <b>II</b> , <b>III</b> и <b>IV</b> по 1 баллу	3 балла
2)	Расчет оптической плотности при 190 нм	1 балл
3)	Три ответа по 1 баллу	3 балла
4)	Три ответа по 1 баллу	3 балла
5)	Три структурных формулы по 1 баллу	3 балла
6)	Семь структурных формул по 1 баллу	7 баллов
	Итого	20 баллов

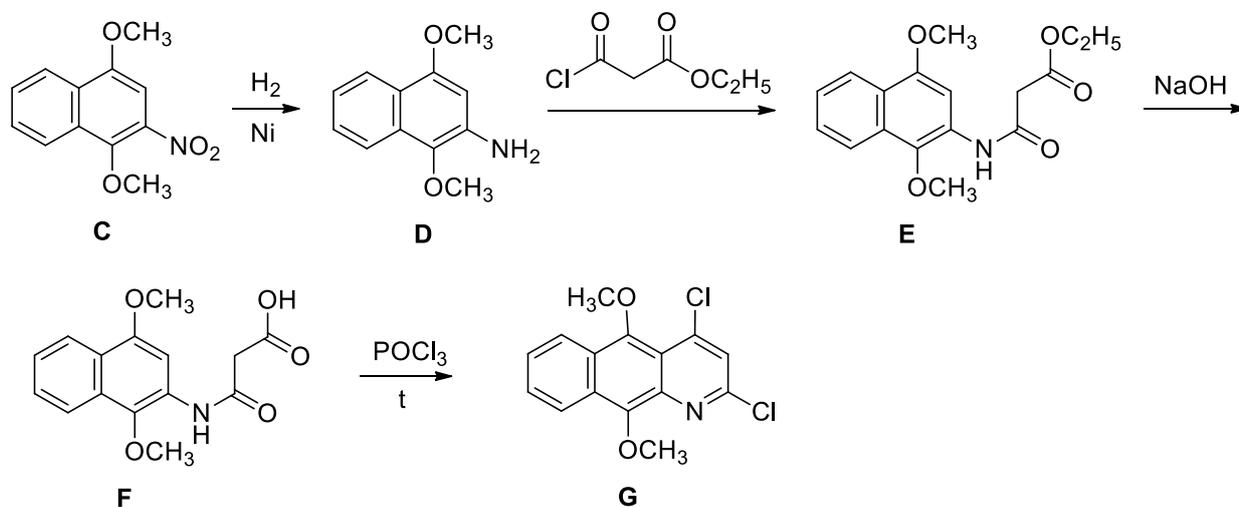
**Решение 11-5 (И. В. Трушков)**

Первая стадия – восстановление нафтохинона. Формально может получиться несколько продуктов его восстановления. Чтобы определить правильный, надо:

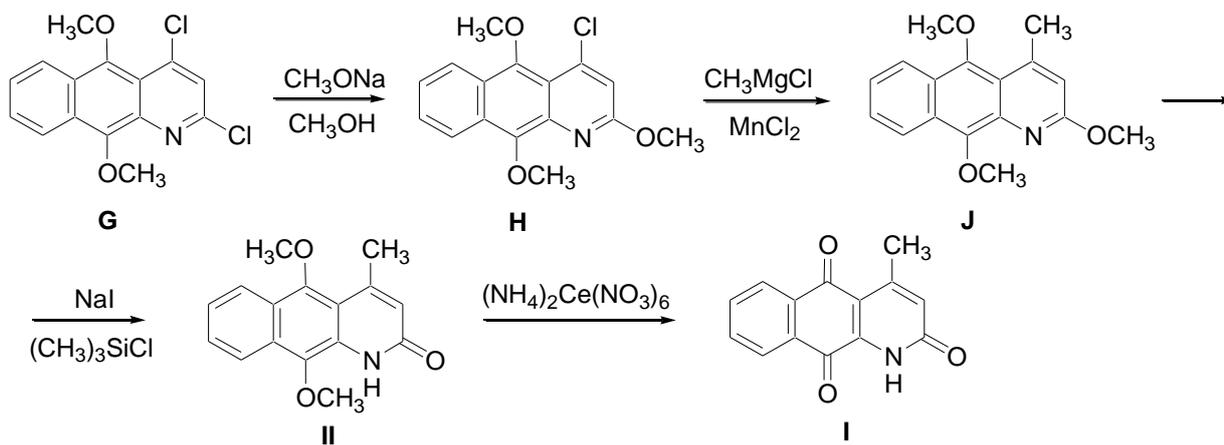
а) посмотреть на структуру вещества **II**; б) сравнить молекулярную формулу вещества **C** с формулой исходного соединения и проанализировать реакции его получения. Формула нафтохинона –  $\text{C}_{10}\text{H}_6\text{O}_2$ . Соединение **C** содержит на два атома углерода больше. Введение новых атомов углерода возможно только на стадии метилирования, следовательно, в реакцию вступило 2 экв.  $\text{CH}_3\text{I}$ . При этом метильные группы замещают атомы водорода, т. е. «прирост» в молекулярной формуле –  $\text{C}_2\text{H}_4$ . На стадии нитрования в молекулу вводится одна нитрогруппа (один атом азота в **C**) вместо атома водорода. Тогда молекулярная формула **A** –  $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_2$ . То есть прогидрировалась одна двойная связь. Очевидно, это связь  $\text{C}=\text{C}$  в хиноидном цикле. Вследствие кето-енольной таутомерии кето-группы в гидрированном нафтохиноне могут изомеризоваться в енольные. При этом происходит ароматизация второго 6-членного цикла, что и является движущей силой процесса. Итак, **A** – 1,4-дигидрокси-нафталин, **B** – 1,4-диметокси-нафталин, а **C** – 2-нитро-1,4-диметокси-нафталин. Действительно, **II** содержит фрагмент диметокси-нафталина, содержащего атом азота в том же кольце, что и метокси-группы.



Аналогичное сравнение формул **C** и **E**, а также общая логика позволяют сделать вывод, что **D** – продукт восстановления нитрогруппы до аминогруппы, а **E** образуется в результате ацилирования аминогруппы ацилхлоридом. Соединение **G** ( $\text{C}_{15}\text{H}_{11}\text{Cl}_2\text{NO}_2$ ) содержит на два атома углерода меньше, чем **E**. Это – результат гидролиза сложноэфирной функции на стадии образования **F** ( $\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{NO}_5$ ). Различие в молекулярных формулах **F** и **G** обусловлено: а) замещением двух групп  $-\text{OH}$  на  $\text{Cl}$ ; б) отщеплением еще одной молекулы воды. Нам на помощь опять приходит приведенная структура соединения **II**. Логично сделать вывод, что образование **G** включает в себя циклизацию с образованием третьего, пиридиниевого цикла, протекающую с отщеплением молекулы воды. При этом должен образоваться диметоксинафтопиридин-2,4(1H,3H)-дион, таутомерной формой которого является 2,4-дигидроксипиридин. Формальное замещение этих  $-\text{OH}$  групп на атомы хлора и дает **G** (на самом деле  $\text{POCl}_3$  реагирует именно с кетогруппами, но с образованием именно двойной связи  $\text{C}=\text{C}$  или  $\text{C}=\text{N}$ ).



Завершает синтез **II** нуклеофильное замещение одного из атомов хлора на метокси-группу, а второго – на метильную группу. Какой из атомов замещается в каждом случае, легко понять, посмотрев на структуру **II**. Наконец, обработка **J** иодидом натрия и  $\text{Me}_3\text{SiCl}$  приводит к отщеплению метила из метокси-группы с образованием каласинамида. Наконец, окисление **II** приводит к соединению **I**, содержащему меньше на два атома углерода и 6 атомов водорода, чем **II**. Это соответствует потере двух метильных групп с образованием производного антрацендиона (что согласуется с общим названием соединений, о которых идет речь в задаче, см. условие).



Система оценивания:

10 структурных формул по 2 балла

20 баллов

Итого

20 баллов