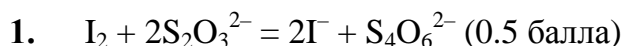


Задача 1 (автор Беклемишев М.К.)

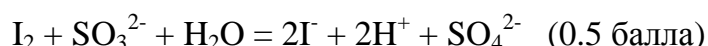


Молярное соотношение реагирующих веществ – 1:2, поэтому тиосульфата пошло $V_{S_2O_3} = 2 \times 5.0 \times 0.020 / 0.010 = 20.00$ мл (0.5 балла)

2. Так как по условию 10 мл 0.01 М тиосульфата эквивалентны 10 мл 0.08 М перманганата, 1 моль тиосульфата реагировал с 8 моль перманганата. Этому соответствует следующее уравнение реакции:



3. Сульфит может окисляться иодом только до сульфата:



4. Сульфит окисляется перманганатом также до сульфата:



Таким образом, сульфит окисляется и иодом, и перманганатом до сульфата, а тиосульфат – до разных продуктов (до тетраионата – иодом и до сульфата – перманганатом). Это позволяет рассчитать индивидуальные концентрации этих компонентов в смеси по результатам двух титрований. Пусть молярная концентрация сульфита в смеси была x , а тиосульфата – y . Тогда (с учетом стехиометрических коэффициентов в вышезаписанных уравнениях и с учетом того, что V_{SO_3} и $V_{S_2O_3}$ – это один и тот же объем титруемого раствора, обозначим его V_S):

$$\begin{cases} C_{Mn} \times V_{Mn} = 2C_{SO_3} \times V_{SO_3} + 8C_{S_2O_3} \times V_{S_2O_3} = 2xV_S + 8yV_S \\ C_{I_2} \times V_{I_2} = C_{SO_3} \times V_{SO_3} + 0.5C_{S_2O_3} \times V_{S_2O_3} = 2xV_S + 0.5yV_S \end{cases}$$

(3.5 балла за систему уравнений)

Решая эту систему, получаем выражение для концентрации тиосульфата y :

$$y = (C_{Mn} V_{Mn} - 2C_{I_2} V_{I_2}) / 7V_S$$

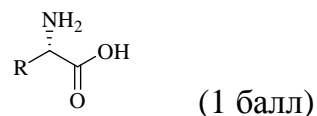
и сульфита x : $x = (16C_{I_2} V_{I_2} - C_{Mn} V_{Mn}) / 14V_S$.

Расчет дает: $y = (0.08 \times 21.25 - 2 \times 0.02 \times 20) / (7 \times 10) = 0.0129$ (моль/л) и

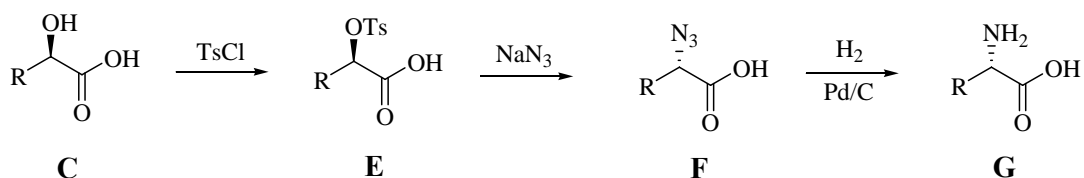
$x = (16 \times 0.02 \times 20 - 0.08 \times 21.25) / (14 \times 10) = 0.0336$ (моль/л) (по 0.5 балла за каждое численное значение).

Задача 2 (автор Трушков И.В.)

1. **G** – незаменимая природная аминокислота, имеющая формулу

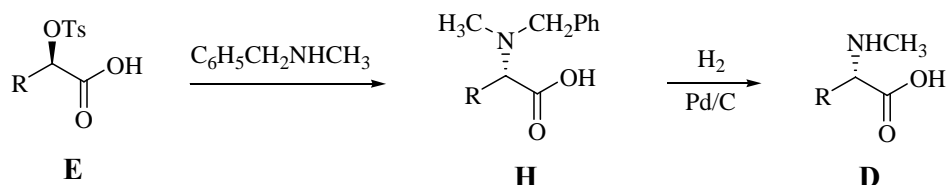


2. Из приведенной схемы видно, что группа NH_2 в аминокислоте была введена нуклеофильным замещением тозилата азид-ионом (реакция протекает с обращением конфигурации при хиральном центре) с последующим восстановлением азидной группы (ни группа OTs , ни N_3 не присутствуют в природных аминокислотах; OTs является хорошей уходящей группой, чего нельзя сказать о группах NRTs , STs и т.п.). В свою очередь тозилат **E** образуется в результате обработки спирта **C** тозилхлоридом:



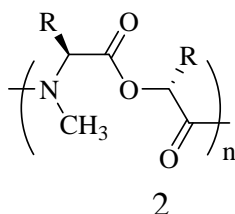
Таким образом, **C** — α -гидроксикислота.

Соединение **D** образуется из тозилата **E** при действии метилбензиламина с последующим гидрогенолизом связи $\text{N}-\text{CH}_2\text{Ph}$:

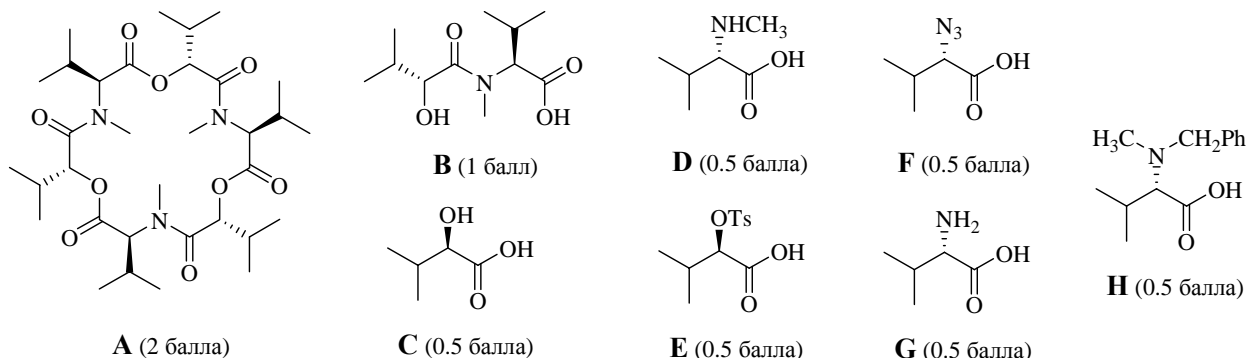


(6 веществ **C** – **H**, с правильной стереохимией по 0.5 балла; всего 3 балла)

3. Итак, исходное соединение **A** было образовано гидроксикислотой **C** и аминокислотой **D** в соотношении 1:1. Отсутствие реакции с водным раствором гидрокарбоната натрия говорит о том, что соединение **A** не содержит свободную карбоксильную группу. Это означает, что **A** представляет собой циклический амидоэфир. При щелочном гидролизе **A** образуется единственное соединение **B** (продукт гидролиза сложноэфирной связи), следовательно этот амидоэфир имеет симметричное строение:

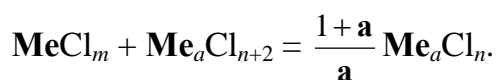


По молекулярной массе **A** рассчитываем молекулярный вес фрагмента **R**. Он равен 43 при $n = 3$, т.е. $R = C_3H_7$. Природная кислота с таким заместителем – валин. $R = i\text{-Pr}$. Таким образом, соединения **A-H** описываются формулами:



Задача 3 (автор Шварцман В.Е.)

1. Вещество **A** – это или металл, или хлорид $MeCl_m$ с $m < n$. Так как мольное соотношение исходных веществ 1:1, то:



Тогда по хлору $m + n + 2 = \frac{n(1+a)}{a}$ и $n = a(m+2)$, а с учетом $n/a \leq 2$ приходим к

выводу, что $m=0$ (0.5 балла). (**A** – металл **Me**), $n=2a$.

$$\frac{2.80}{A_{Me}} = \frac{16.92 - 2.80}{aA_{Me} + 35.5n + 71}; \quad \frac{2.80}{A_{Me}} = \frac{14.12}{aA_{Me} + 71a + 71}; \quad A_{Me} = \frac{71(a+1)}{5.04 - a}.$$

При $a=1$ $A_{Me}=35$ г/моль (нет); $a=2$ (0.5 балла) $A_{Me}=70$ г/моль (0.5 балла) (**Me** – Ga); $a=3$ $A_{Me}=139$ (La не подходит по степени окисления). Значит: **Me** – Ga (0.5 балла), хлориды Ga_2Cl_4 (0.5 балла) и Ga_2Cl_6 (0.5 балла).



2. Исходя из принципа электронейтральности:

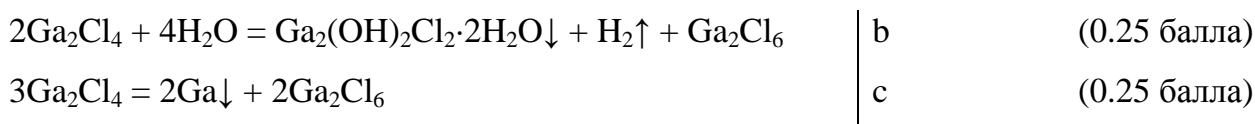
$$2 \times \frac{49.8}{70} - \frac{25.3}{35.5} - \frac{2x}{16} + \frac{24.9 - x}{1} = 0 \quad x = W_O = 22.8\%.$$

$$\text{Тогда: } \frac{49.8}{70} : \frac{25.3}{35.5} : \frac{22.8}{16} : \frac{2.1}{1} = 0.711 : 0.713 : 1.425 : 2.1 = 1 : 1 : 2 : 3$$

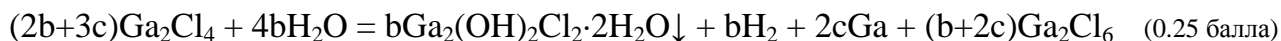
B – $Ga_2(OH)_2Cl_2 \cdot 2H_2O$, т.к. **B** диамагнитен – он димер. (1.5 балла)



3. Одновременно протекают две реакции (0.25 балла)



Вклад реакций b и c разный при разных условиях:



4. Ga_2Cl_6 – молекулярная, молекулы Ga_2Cl_6 , ст. ок. +3;

$\text{Ga}(\text{GaCl}_4)$ – ионная (проводит ток), ионы Ga^+ и GaCl_4^- , ст. ок. +1 и +3;

$\text{Ga}[\text{Ga}(\text{OH})_2\text{Cl}_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – ионная, ионы Ga^+ и $\text{Ga}(\text{OH})_2\text{Cl}_2^-$, ст. ок. +1 и +3.

(по 0.25 балла за тип решетки, формулу и степень окисления для каждого вещества)

5.	Ga_2Cl_6	Ga^{3+}	$4s^0 4p^0 4d^0$	$n=0$
	GaGaCl_4	Ga^+	$4s^2 4p^0 4d^0$	$n=0$
		Ga^{3+}	$4s^0 4p^0 4d^0$	$n=0$
	$\text{GaGa}(\text{OH})_2\text{Cl}_2$	Ga^+	$4s^2 4p^0 4d^0$	$n=0$
		Ga^{3+}	$4s^0 4p^0 4d^0$	$n=0$

Если бы образовалось соединение Ga^{2+} , то оно было бы парамагнитно:



(по 0.25 балла за электронную формулу)

Задача 4 (автор Кулаго А.А.)

1. В случае, когда эффект соседа отсутствует, распределение групп **A** и **B** носит статистический характер (нет направленности замещения **A** на **B**, т.к. $k_1 = k_2 = k_3$).

Правильный ответ: **AA : AB : BB = 25% : 50% : 25%**, ведь **AB = BA** (1 балл).

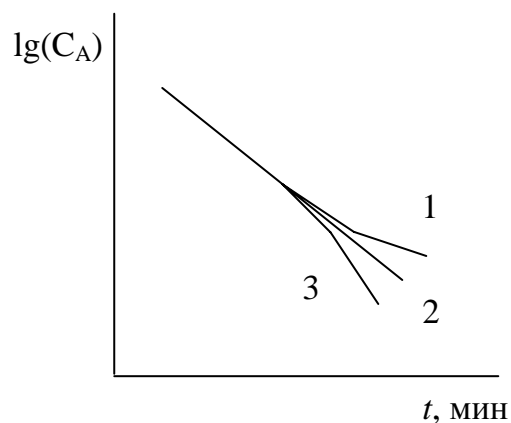


Рис. 1. Зависимость концентрации исходных функциональных групп (C_A) от времени.

2. Из рис. 1 видно, что в начальные моменты времени тангенс угла наклона всех трех кривых одинаков. Однако с увеличением времени тангенс угла наклона кривой 1 уменьшается, кривой 2 – остается таким же, как и в начале реакции, а кривой 3 – увеличивается. Так как тангенс угла наклона кривой пропорционален константе

скорости реакции, то правильный ответ **а**: 1 – замедляющий, 2 – эффект отсутствует, 3 – ускоряющий (1 балл).

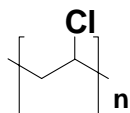
3. Распределение звеньев в продуктах реакции, протекающей с ускоряющим эффектом соседа ($k_1 < k_2 < k_3$), носит блочный характер (**..AAAAABBBBBBAAAA..**), а в продуктах реакции, протекающей с замедляющим эффектом соседа ($k_1 > k_2 > k_3$), прореагировавшие (**В**) и не прореагировавшие звенья (**А**) имеют тенденцию к чередованию (**..АВАВАВАВАВ..**). Правильно заполненная таблица выглядит так:

Конверсия 25%	1	2	Конверсия 50%	1	2	Конверсия 75%	1	2
(ААВВ АААА) _n	✓		(В АААА ВВВВ) _n	✓		(ВВВВ АВАВ) _n		✓
(В АААА ААВ) _n	✓		(АВ АВАВАВ) _n		✓	(ВВВВ ААВВ) _n	✓	
(ААВ АВААА) _n		✓	(АВВВ ВААА) _n	✓		(АВВВВВ ВВ) _n	✓	

(4.5 балла, по 0.5 балла за правильную комбинацию (1, 2) для каждого варианта распределения звеньев)

4. Рассмотрим реакцию радикального хлорирования полиэтилена. Молекулярная масса звена в полиэтилене составляет 28. При включении одного атома хлора на звено полиэтилена, молекулярная масса звена в продукте составит 62.5. Тогда из 20.0 г полиэтилена, согласно стехиометрии реакции радикального хлорирования, должно образоваться 44.6 г продукта. Аналогичные расчеты для продукта, содержащего два атома хлора на звено, дают массу звена 69.3 г. Если в полимер включится более двух атомов хлора на звено, то масса звена окажется еще выше. Следовательно, при радикальном хлорировании полиэтилена включается один атом хлора на звено.

Структурная формула **Х**:

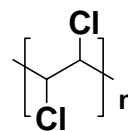


(1.5 балла, 0.5 балл за расчет, 0.5 балла за рассмотрение альтернативных продуктов, 0.5 балла за структурную формулу **Х**).

5. 1) Полимер **Х** образуется, если хлорирование полиэтилена происходит со степенью конверсии 25% (0.5 балла).

2) При радикальном хлорировании полиэтилена наблюдается замедляющий эффект соседа (см. ответ на вопрос 3). Правильный ответ **а** (0.5 балла).

6. Из условия следует, что в продукте Y будет присутствовать по два атома хлора на звено, которые, вследствие замедляющего эффекта соседа, будут связаны с разными атомами углерода (1 балл):



Задача 5 (автор Розанцев Г.М.)

1. В 100 г чугуна содержится W_1 г Fe_3C , а $\nu_{Fe_3C} = \nu_C = \frac{W_1}{M} = \frac{W_1}{179.56}$;

$$m_C = \frac{12W_1}{179.56}; \quad W_C = \frac{12W_1 \cdot 100}{179.56 \cdot 100} = 4.2\%$$

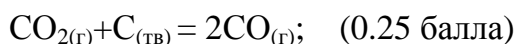
$$W_1 = W_{Fe_3C} = \frac{4.2 \cdot 179.56}{12} = 62.85\%; \quad W_{Fe} = 100 - 62.85 = 37.15 \text{ мас.}\%$$

$$\nu_{Fe_3C} = \frac{62.85}{179.56} = 0.3500 \text{ моль}; \quad \nu_{Fe} = \frac{37.15}{55.85} = 0.6651 \text{ моль};$$

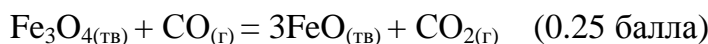
$$\chi_{Fe} = \frac{0.6651 \cdot 100}{0.6651 + 0.3500} = 65.52 \text{ мол.}\% \quad \chi_{Fe_3C} = 100 - 65.52 = 34.48 \text{ мол.}\%$$

(1 балл)

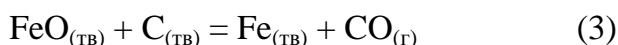
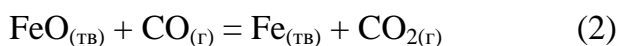
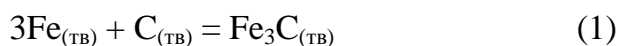
2. С коксом: $C_{(ТВ)} + O_{2(Г)} = CO_{2(ТВ)}$; (0.25 балла) $2C_{(ТВ)} + O_{2(Г)} = 2CO_{(Г)}$; (0.25 баллов)



С рудой: $3Fe_2O_{3(ТВ)} + CO_{(Г)} = 2Fe_3O_4 + CO_{2(Г)}$ (0.25 балла)



3. Так как все термодинамические функции, в том числе ΔH , ΔS и ΔG , аддитивны:



Реакция 1: $\Delta H_1^\circ = \Delta H_{Fe_3C}^\circ - \Delta H_C^\circ - 3\Delta H_{Fe}^\circ = 31 \text{ кДж}; \Delta S_1^\circ = 101 - 6 - 3 \cdot 24 = 23 \text{ Дж/К.}$

$\Delta G_1^\circ = 31000 - 298 \cdot 23 = 24146 \text{ Дж.}$ Константа K_p для этой реакции не существует,

т.к. в ней участвуют только твердые вещества.

Реакция 2: $\Delta H_2^\circ = -393 + 110 + 266 = -17 \text{ кДж};$

$\Delta S_2^\circ = 214 + 24 - 198 - 57 = -17 \text{ Дж/К};$

$$\Delta G_2^\circ = -17000 + 298 \cdot 17 = -11934 \text{ (Дж)} \quad \ln K_2 = -\frac{\Delta G_2^\circ}{RT} = \frac{11934}{8.314 \cdot 298}; \quad K_2 = 123.57$$

Реакция 3: $\Delta H_3^\circ = -110 + 266 = 156 \text{ (кДж)}; \quad \Delta S_3^\circ = 198 + 24 - 6 - 57 = 159 \text{ (Дж)}$

$$\Delta G_3^\circ = 156000 - 159 \cdot 298 = 108618 \text{ (Дж)} \quad \ln K_3 = -\frac{108618}{8.314 \cdot 298}; \quad K_3 = 9.13 \cdot 10^{-20}$$

(2.25 балла)

4. При самопроизвольном протекании прямой и обратной реакции

$\Delta G^\circ = 0$, а $T = \frac{\Delta H^\circ}{\Delta S^\circ}$. Отсюда:

$$T_1 = \frac{31000}{23} = 1348 \text{ К}; \quad T_2 = \frac{17000}{17} = 1000 \text{ К}; \quad T_3 = \frac{156000}{159} = 981 \text{ К} \quad (\text{по } 0.25 \text{ балла})$$

5. $K_3 = p(\text{CO})$, $K_2 = \frac{p(\text{CO}_2)}{p(\text{CO})}$ тогда $p(\text{CO}_2) = K_2 \cdot K_3$;

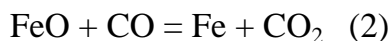
$$\ln p(\text{CO}_2) = \ln K_2 + \ln K_3 = -\frac{\Delta G_2^\circ + \Delta G_3^\circ}{RT}; \quad T = -\frac{\Delta G_2^\circ + \Delta G_3^\circ}{R \ln p(\text{CO}_2)};$$

$$p(\text{CO}_2) = p_{\text{об}} \cdot \varphi(\text{PO}_2) = 1 \cdot 1.05 \cdot 10^{-4} = 1.05 \cdot 10^{-4} \text{ атм}; \quad T = \frac{11934 - 108618}{8.314 \cdot \ln 1.05 \cdot 10^{-4}} = 1269 \text{ К}.$$

(1.75 балла)

6. При 1269 К $\ln K_2 = \frac{11934}{8.314 \cdot 1269}$, $K_2 = 3.10$, $\ln K_3 = -\frac{108618}{8.314 \cdot 1269}$ $K_3 = 3.38 \cdot 10^{-5}$;

так как $K_2 \gg K_3$, то преимущественно протекает реакция



$$K_2 = \frac{p(\text{CO}_2)}{p(\text{CO})};$$

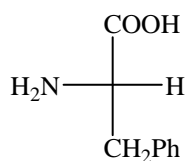
$$\text{степень превращения } \alpha = \frac{p(\text{CO}_2)}{p^\circ(\text{CO})} = \frac{p(\text{CO}_2)}{p(\text{CO}_2) + p(\text{CO})} = \frac{K_2}{K_2 + 1} = \frac{3.1}{3.1 + 1} = 0.756 \quad (75.6\%).$$

(2 балла)

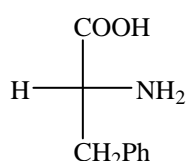
7. $\Delta H < 0$ (экзотермическая реакция). По принципу Ле Шателье при повышении температуры T равновесие сместится влево и α уменьшится (1 балл).

Задача 6 (автор Головки Ю.С.)

1. Изомеры фенилаланина (1 балл: 0.5 балла за структуру, 0.5 балла за правильную абсолютную конфигурацию):

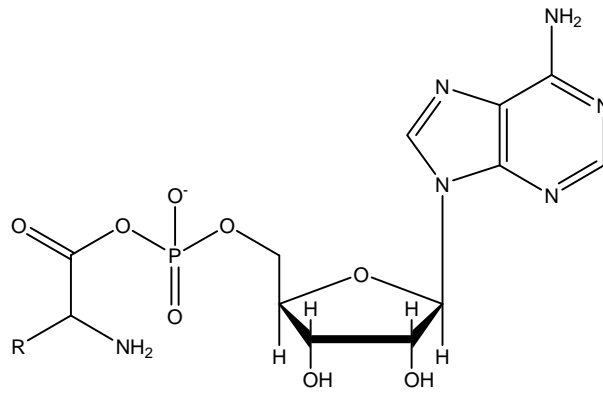


(S-)

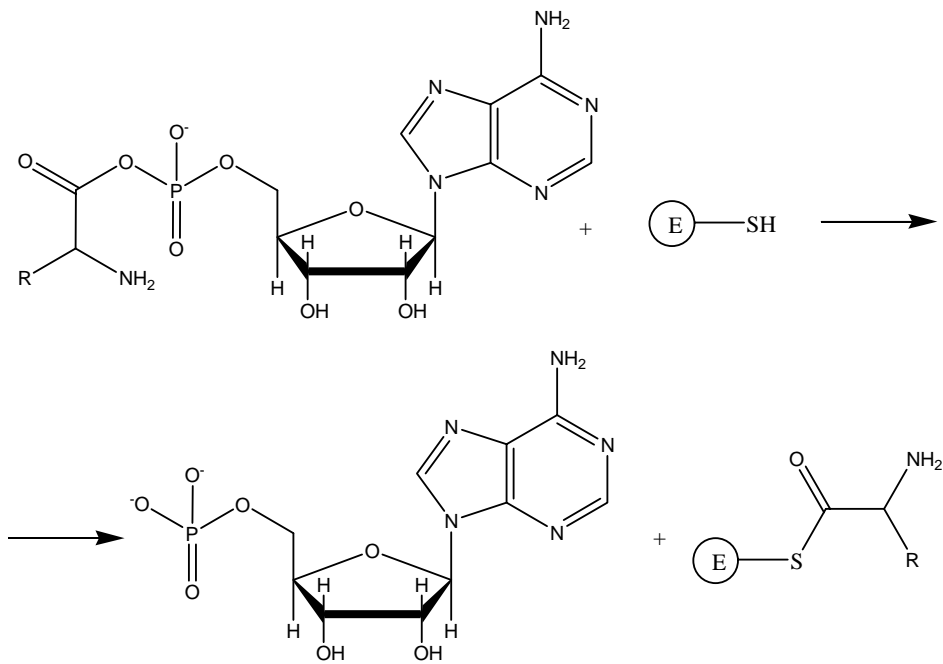


(R-)

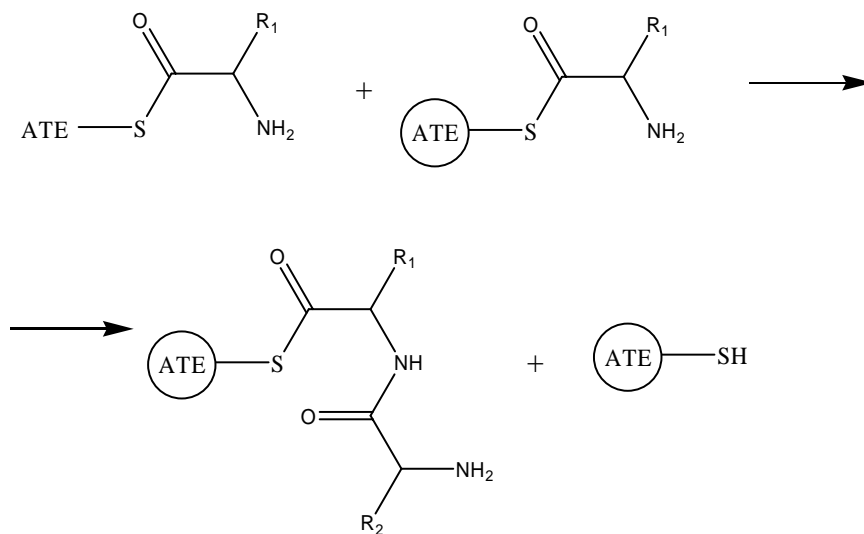
2. Аминоациладенилат (2 балла)



3. Схема реакции (1 балл):



4. Схема реакции (1 балл):



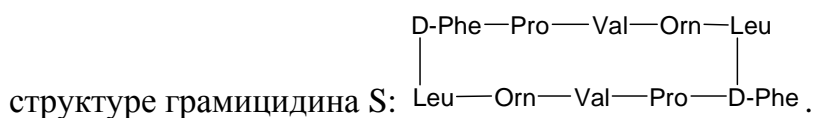
5. Из условия следует, что грамицидин построен по принципу: $\begin{matrix} A-B-X-D-E \\ | \quad | \\ E-D-X-B-A \end{matrix}$. Из приведенных масс заключаем, что ни один из фрагментов не крупнее дипептида ($115 \cdot 3 - 18 \cdot 2 > 278$). Тогда в их состав входят:

$M = 278$ – D-Phe и Leu;

$M = 262$ – D-Phe и Pro;

$M = 245$ – Leu и Orn.

Поскольку в приведенных выше дипептидах Orn и Pro встречаются по одному разу, а D-Phe и Leu – по два раза, в составе грамицидина S присутствует одна из двух последовательностей: Orn – Leu – D-Phe – Pro или Pro – D-Phe – Leu – Orn. Заметим, что из способа построения антибиотика следует, что тетрапептидная последовательность с двух сторон окружена остатками Val. Наилегчайшим осколком в данном случае будет Pro – Val, что позволяет сделать окончательные выводы о



(5 баллов: 1 балла за принцип построения антибиотика, 1 балл за состав дипептидов, 1 балл за два возможных тетрапептида, 1 балл за наилегчайший дипептид, 1 балла за формулу грамицидина S).

Задача 7 (автор Ревенко М.Д.)

1. Выражение для константы равновесия реакции растворения известняка (1) имеет вид:

$$K = \frac{[Ca^{2+}] \cdot [HCO_3^-]^2}{[CO_2]_{\text{водн}}}$$

Концентрация $[HCO_3^-]$ может быть выражена из констант K_1 и K_2 , характеризующих, соответственно, равновесия (4) и (5):

$$K_1 = \frac{[H_3O^+] \cdot [HCO_3^-]}{[CO_2]_{\text{водн}}}$$

$$[HCO_3^-] = \frac{K_1 \cdot [CO_2]_{\text{водн}}}{[H_3O^+]}$$

$$K_2 = \frac{[H_3O^+] \cdot [CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}$$

$$[HCO_3^-] = \frac{[CO_3^{2-}] \cdot [H_3O^+]}{K_2}$$

Умножив правые и левые части выражений для $[\text{HCO}_3^-]$, получают выражение для квадрата концентрации $[\text{HCO}_3^-]^2$:

$$[\text{HCO}_3^-]^2 = \frac{K_1 \cdot [\text{CO}_3^{2-}] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{CO}_2]_{\text{водн}}}{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot K_2} = \frac{K_1 \cdot [\text{CO}_3^{2-}] \cdot [\text{CO}_2]_{\text{водн}}}{K_2},$$

и подставляют его в выражение константы K :

$$K = \frac{[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] \cdot K_1 \cdot [\text{CO}_2]_{\text{водн}}}{K_2 \cdot [\text{CO}_2]_{\text{водн}}}$$

После сокращения $[\text{CO}_2]_{\text{водн}}$ и замены $[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = \text{PP}(\text{CaCO}_3)$ (насыщенный раствор), получают выражение для константы K равновесия реакции (1), которая может быть вычислена после замены соответствующих постоянных на их численные значения:

$$K = \frac{\text{PP}(\text{CaCO}_3) \cdot K_1}{K_2} = (4.5 \cdot 10^{-9}) \cdot (4.45 \cdot 10^{-7}) / (4.69 \cdot 10^{-11}) = 4.27 \cdot 10^{-5}$$

(2.5 балла за выражение, 0.5 балла за численное значение)

2. Концентрацию кальция (в моль/л) при известном парциальном давлении диоксида углерода ($P(\text{CO}_2) = 3.66 \cdot 10^{-4}$ атм) можно вычислить, зная значение константы K . Принимая $[\text{HCO}_3^-] = 2[\text{Ca}^{2+}]$, как это следует из уравнения (1) при условии, что исходная вода не содержит карбонатов, и заменив $[\text{CO}_2]_{\text{водн}}$ на $K(\text{CO}_2) \cdot P(\text{CO}_2)$, получим окончательную формулу для расчета концентрации $[\text{Ca}^{2+}]$:

$$[\text{Ca}^{2+}] = [K \cdot P(\text{CO}_2) \cdot K(\text{CO}_2) / 4]^{1/3}$$

Подставив соответствующие значения, получают численное значение концентрации кальция при заданном парциальном давлении диоксида углерода:

$$\begin{aligned} [\text{Ca}^{2+}] &= [(4.27 \cdot 10^{-5}) \cdot (3.66 \cdot 10^{-4}) \cdot (0.032) / 4]^{1/3} = \\ &= (1.25 \cdot 10^{-10})^{1/3} = (125 \cdot 10^{-12})^{1/3} = (5^3 \cdot 10^{-12})^{1/3} = 5.0 \cdot 10^{-4} \text{ (моль/л)} \end{aligned}$$

(2.5 балла за выражение, 0.5 балла за численное значение)

3. Рассчитывают молярную концентрацию кальция:

$$[\text{Ca}^{2+}] = (0.080 \text{ г/л}) / (40 \text{ г/моль}) = 0.0020 \text{ моль/л}$$

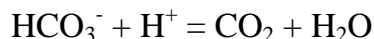
Пользуясь указанным в п. 2 выражением для константы равновесия реакции (1), записанной в форме $K = 4[\text{Ca}^{2+}]^3 / P(\text{CO}_2) \cdot K(\text{CO}_2)$, находят выражение для $P(\text{CO}_2)$:

$$P(\text{CO}_2) = 4[\text{Ca}^{2+}]^3 / K \cdot K(\text{CO}_2)$$

$$P(\text{CO}_2) = 4 \cdot (0.002)^3 / (4.27 \cdot 10^{-5} \cdot 0.032) = 0.023 \text{ (атм)}$$

(1.5 балла за выражение, 0.5 балла за численное значение)

4. При титровании соляной кислотой происходит реакция:



Концентрация $[\text{HCO}_3^-] = 2[\text{Ca}^{2+}] = 2 \cdot 0.0020 = 0.0040$ (моль/л).

Пользуясь законом эквивалентов $C(\text{HCO}_3^-) \cdot V(\text{HCO}_3^-) = C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$, определяют необходимый для титрования объем соляной кислоты $V(\text{HCl})$:

$$V(\text{HCl}) = C(\text{HCO}_3^-) \cdot V(\text{HCO}_3^-) / C(\text{HCl})$$

$$V(\text{HCl}) = 0.004 \cdot 100 / 0.09132 = 4.38 \text{ (мл)}$$

(0.5 балла за выражение, 0.5 балла за численное значение)

5. При титровании гидрокарбоната по реакции $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ значение pH в точке эквивалентности создается растворенным CO_2 . Следовательно, для определения конечной точки титрования пригодны индикаторы, область перехода окраски которых лежит в слабокислой области, например, метилоранж. (Реальное значение pH такого раствора CO_2 равно 3.8, а для метилоранжа интервал pH перехода окраски из желтого в красный лежит при pH 4.0 – 3.1).

(0.5 балла за выражение, 0.5 балла за численное значение)

Задача 8 (автор Решетова М.Д.)

На схеме в условии задачи описаны следующие химические процессы:

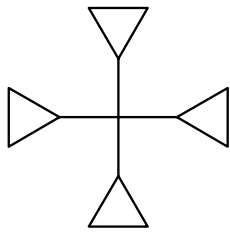
— Восстановление сложноэфирной группы в **B** с образованием карбинола $\text{RCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (**C**);

— Замещение OH-группы в **C** на бром с образованием $\text{RCH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ (**D**);

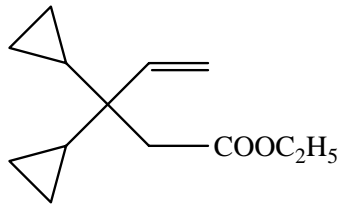
— Дегидробромирование **D** под действием основания $t\text{-BuOK}$ с образованием винильного производного $\text{RCH}=\text{CH}_2$ (**E**);

— Присоединение карбена $:\text{CH}_2$ (генерируется при распаде диазометана) с образованием циклопропильного производного **F**.

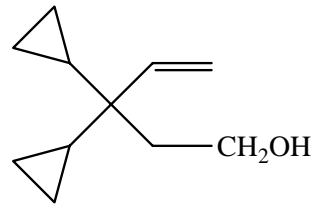
Анализ спектров ЯМР позволяет предположить наличие олефиновых протонов ($u \text{ sp}^2$ атома углерода – область 5.5 м.д.) и циклопропильных заместителей (область 0.15–0.36 и 0.36–0.87 м.д.) в соединениях **A**, **E** и **F**. Исходя из метода получения, простоты спектра ^1H ЯМР, симметрии тетраэдра и наличия циклопропильных групп, можно сделать вывод, что **A** – тетрациклопропилметан. При гидрировании **A** трехчленные циклы раскрываются и появляются два новых сигнала в области алкильных групп – протоны изопропильных заместителей (1.04 и 2.23 м.д., соотношение 6:1) в соединении **G**.



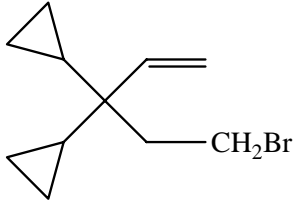
A



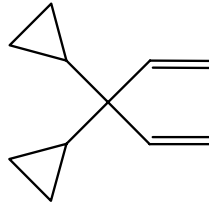
B



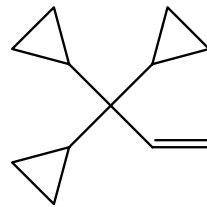
C



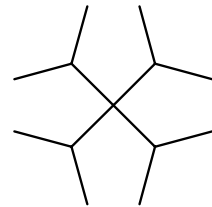
D



E



F



G

(**A**, **E** и **B** – по 2 балла; **C**, **D**, **F** и **G** – по 1 баллу)