

Как известно, гидролиз солей — эндотермический процесс, поэтому при нагревании он усиливается. Следовательно, pH раствора карбоната натрия возрастёт, а pH раствора сульфата алюминия уменьшится.

Таблица 3

Критерии оценивания решения задачи 5

1	Вывод о снижении теплоты нейтрализации для реакций с участием слабых кислот или слабых оснований	1 балл
2	Найдены количества смешиваемых веществ	1 балл
3	Составлены уравнения реакций, происходящих при смешении растворов — по 1 баллу	2 балла
4	Найдена теплота нейтрализации	1 балл
5	Найдена температура раствора при смешении соляной кислоты с гидроксидом натрия	1 балл
6	Рассчитана температура раствора после добавления серной кислоты	1 балл

Окончание табл. 3

7	Записано уравнение реакции, протекающей при выпаривании раствора	1 балл
8	Рассчитана масса сухого остатка	1 балл
9	Указаны две причины отклонения результата от табличных данных — по 1 баллу	2 балла
10	Записано уравнение обратимого гидролиза — по 1 баллу	2 балла
11	Указано, что в растворе карбоната натрия pH возрастёт, а в растворе сульфата алюминия уменьшится — по 1 баллу	2 балла
Всего		15 баллов

ЛИТЕРАТУРА

Ахметов М.А. Развитие познавательной активности учащихся в лично-ориентированном обучении химии: специальность 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)»: автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора педагогических наук. — М., 2013.

Ахметов М.А. Секреты контекстной задачи // Школьные технологии. — 2017. — № 1. — С. 78–82.

Ключевые слова: химические олимпиады, школьники, задачи, гуманистическая педагогика.

Key words: chemical Olympiads, schoolchildren, tasks, humanistic pedagogy.

DOI: 10.62709/0368–5632–2025–3–61–65

М.М. Паршина, О.Н. Рыжова

МГУ им. М.В. Ломоносова

ПЕПТИДЫ

в конкурсных и олимпиадных задачах

Изучение природных соединений — одна из наиболее динамичных отраслей химии, развивающаяся на стыке нескольких наук. Прогресс современных инструментальных методов исследования, в частности хромато-масс-спектрометрии, сделал возможным развитие таких направлений,

как протеомика — анализ больших специфических групп белков организма. Значение этих исследований для биологии и медицины трудно переоценить: это современные и высокоэффективные средства диагностики заболеваний и токсических воздействий на организм, а также надёж-

ные методы мониторинга результатов лечения.

Химия природных соединений (белков, жиров и углеводов) представлена и на вступительном экзамене в Московском университете, и на олимпиадах школьников, проводимых в МГУ. Настоящая работа посвящена одному из классов природных соединений, а именно пептидам. Соответствующий раздел «Программы по химии для поступающих в университеты» формулируется следующим образом: «Аминокислоты: глицин, аланин, цистеин, серин, фенилаланин, тирозин, лизин, глутаминовая кислота. Пептиды. Представление о структуре белков» [1].

Чтобы определить, насколько часто встречаются задачи на пептиды в материалах письменных вступительных экзаменов по химии и в заданиях университетских химических олимпиад, таких как «Покори Воробьёвы горы!» и «Ломоносов», мы проанализировали конкурсные задачи, публикуемые с 1990 г. и до настоящего времени [2–6]. Оказалось, что задачи на пептиды пользуются неизменной популярностью и достаточно часто встречаются как в экзаменационных материалах, так и на олимпиадах. В качестве примеров мы выбрали несколько заданий разных лет, сгруппировав их по типам действовавших в них реакций.

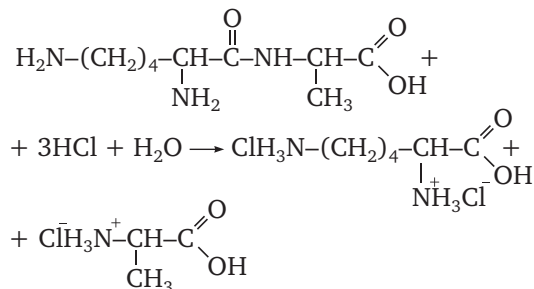
Пептиды — продукты конденсации двух или более аминокислот. При взаимодействии двух аминокислот образуются дипептиды, трёх — трипептиды и т.д. Основное свойство пептидов — способность гидролизироваться под действием кислот и оснований [7]. В подавляющем большинстве задач, посвящённых химии пептидов, рассматриваются именно эти реакции.

В первой задаче сопоставляются кислотный и щелочной гидролиз дипептида известного состава, имеющего в своём составе неодинаковое число кислотных и аминок групп.

Задача 1. Гидролиз дипептида, состоящего из лизина и аланина, потребовал 49,8 мл 20%-ной соляной кислоты с плотностью 1,1 г/мл. Определите объём 20%-ного раствора гидроксида натрия (плотность 1,22 г/мл), который потребуется для гидролиза этой навески дипептида. Напишите уравнения реакций.

Решение

Существуют два изомерных дипептида — лизилаланин и аланилизин, при этом выбор изомера не повлияет на ход решения. Кислотный гидролиз приводит к образованию двух солей:



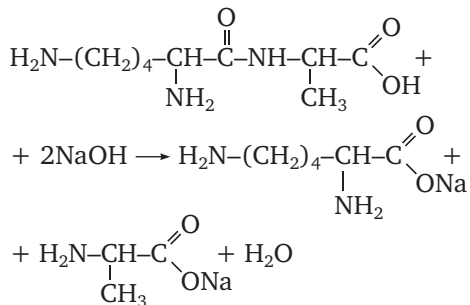
Рассчитаем количество израсходованного хлороводорода:

$$\nu(\text{HCl}) = \frac{V \cdot \rho \cdot \omega}{M} = \frac{49,8 \cdot 1,1 \cdot 0,2}{36,5} = 0,3 \text{ (моль)},$$

тогда, согласно уравнению гидролиза, количество дипептида составляет

$$\nu(\text{дипептида}) = \nu(\text{HCl}) / 3 = 0,1 \text{ (моль)}.$$

Щелочной гидролиз лизилаланина:



Согласно уравнению реакции, количество щёлочи должно быть в два раза больше количества дипептида, подвергаемого гидролизу:

$$\nu(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ (моль)}.$$

Найдем объём раствора щёлочи, содержащего данное количество вещества:

$$V(\text{p-ра}) = \frac{m(\text{p-ра})}{\rho} = \frac{0,2 \cdot 40}{0,2 \cdot 1,22} = 32,8 \text{ (мл)}.$$

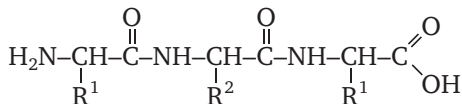
Ответ: 32,8 мл.

В следующей задаче также рассматривается гидролиз, которому подвергается трипептид. Известно, что гидролиз пептидов, в которых число аминокислотных остатков больше или равно трём, может быть полным (пептид распадается на составляющие его аминокислоты) или частичным, когда распадаются не все пептидные связи. В случае частичного гидролиза трипептида XYZ в растворе содержатся соли аминокислот X и Z и соли дипептидов XY и YZ.

Задача 2. Установите строение трипептида, в котором число атомов углерода в 2,8 раза больше числа атомов азота и в 3,5 раза больше числа атомов кислорода. Для полного гидролиза 1 моль трипептида требуется 3 моль гидроксида калия; частичный гидролиз приводит к образованию двух изомерных дипептидов.

Решение

Поскольку частичный гидролиз трипептида даёт два изомерных дипептида, можно заключить, что концевые аминокислоты в молекуле трипептида одинаковые, общая формула трипептида имеет вид



Из условия задачи известны соотношения

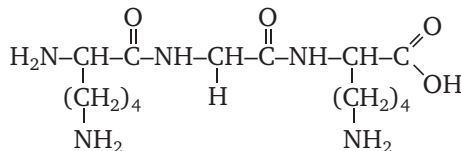
$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{N}) = 2,8 : 1 = 14 : 5;$$

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{O}) = 3,5 : 1 = 14 : 4.$$

Отсюда получаем: $\nu(\text{C}) : \nu(\text{N}) : \nu(\text{O}) = 14 : 5 : 4$.

Для гидролиза 1 моль трипептида необходимо 3 моль KOH, следовательно, в трёх

аминокислотах содержатся три кислотные группы (т.е. аминокислот с дополнительными кислотными группами нет). В трипептиде пять атомов азота, значит, концевые аминокислоты содержат по два атома азота, т.е. радикал R^1 включает одну аминогруппу. Если в R^1 четыре атома углерода (аминокислота — лизин), то R^2 — это H (соответствует глицину). Итак, формула трипептида:



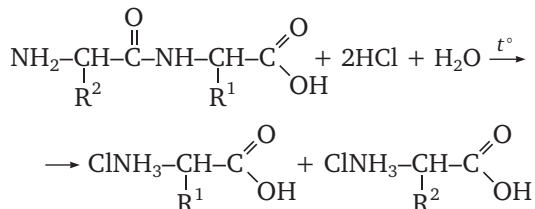
Ответ: лизилглицилизин.

В следующей задаче рассмотрено солеобразование как отдельных аминокислот, образовавшихся в результате кислотного гидролиза дипептида, так и солеобразование пептида как целого, протекающее в более мягких условиях.

Задача 3. При нагревании природного дипептида с концентрированной соляной кислотой образовались два продукта, массовая доля хлора в одном из них составила 22,54%. При реакции этого же дипептида с разбавленной соляной кислотой был получен продукт, в котором массовая доля хлора равна 15,54%. Установите аминокислотный состав дипептида, запишите для него две возможные формулы.

Решение

При нагревании дипептида с концентрированной соляной кислотой происходит его полный гидролиз с образованием двух хлороводородных солей аминокислот:



По известной массовой доле хлора можно найти молярную массу одной из этих солей:

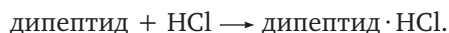
$$M(\text{ClH}_3\text{NCH(R}^1\text{)COOH}) = \frac{35,5}{0,2254} = 157,5 \text{ (г/моль)},$$

откуда находим массу радикала:

$$M(\text{R}^1) = 157,5 - 36,5 - 74 = 47.$$

Судя по массе, радикал — CH_2SH , и тогда эта аминокислота — цистеин.

При реакции с разбавленной кислотой без нагревания дипептид не гидролизуется, а образует соль:



Молярную массу соли также определяем по массовой доле хлора:

$$M(\text{дипептид} \cdot \text{HCl}) = \frac{35,5}{0,1554} = 228,5 \text{ (г/моль)},$$

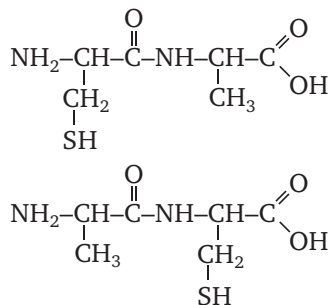
откуда

$$M(\text{дипептида}) = 228,5 - 36,5 = 192 \text{ (г/моль)}.$$

Дипептид состоит из остатков двух аминокислот, одна из которых — цистеин ($M = 121$ г/моль), отсюда молярная масса другой аминокислоты:

$$M(\text{аминокислоты}) = M(\text{дипептида}) + M(\text{H}_2\text{O}) - M(\text{цистеина}) = 192 + 18 - 121 = 89 \text{ (г/моль)},$$

это значение соответствует аланину. Возможны два изомерных дипептида:



Ответ: в составе дипептида — аланин и цистеин.

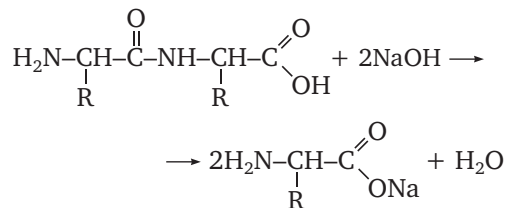
В следующих задачах, кроме реакции гидролиза пептидов, рассмотрена известная

реакция аминокислот с азотистой кислотой. Природные аминокислоты обладают свойствами первичных аминов, поэтому они реагируют с азотистой кислотой, давая гидроксикислоты и азот. На этой реакции основан количественный метод Ван Слайка для определения первичных аминогрупп в аминокислотах и белках.

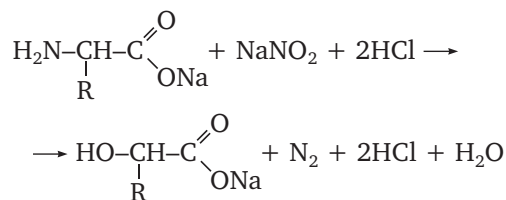
Задача 4. При щелочном гидролизе 12 г дипептида образовался единственный продукт, который обработали раствором, полученным при смешивании нитрита натрия и избытка соляной кислоты; при этом выделилось 3,74 л газа (измерено при 720 мм рт. ст., 15 °С). Определите строение дипептида.

Решение

Поскольку при гидролизе образовался единственный продукт (соль), дипептид состоял из двух одинаковых аминокислотных остатков:



Предположим, что в радикале аминокислоты нет дополнительных аминогрупп, и запишем реакцию с нитритом натрия и соляной кислотой:



Рассчитаем количество выделившегося азота:

$$\rho = \frac{720 \cdot 101,3}{760} = 96 \text{ кПа},$$

$$\nu(\text{N}_2) = \frac{\rho V}{RT} = \frac{96 \cdot 3,76}{8,314 \cdot 288} = 0,15 \text{ моль}.$$

Тогда

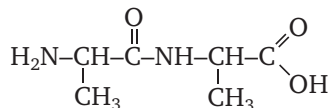
$$\nu(\text{дипептида}) = 0,5\nu(\text{N}_2) = 0,075 \text{ (моль)},$$

$$M(\text{дипептида}) = \frac{12}{0,075} = 160 \text{ (г/моль)},$$

$$160 = 2M(R) + 130,$$

$$M(R) = 15 \text{ г/моль, R — метил.}$$

Аминокислота — аланин, следовательно, дипептид — аланилаланин:

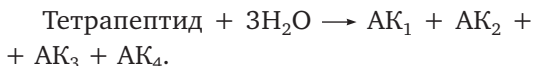


Ответ: аланилаланин.

Задача 5. Для полного гидролиза 6,39 г тетрапептида потребовалось 0,81 мл воды, в результате были получены две аминокислоты, которые количественно разделили. При добавлении к одной из аминокислот избытка азотистой кислоты выделилось 1008 мл газа (н.у.) и образовалось 4,77 г органического вещества. Установите аминокислотный состав тетрапептида.

Решение

Для полного гидролиза 1 моль тетрапептида требуется 3 моль воды. В результате гидролиза в общем случае образуются четыре аминокислоты AK_1 , AK_2 , AK_3 и AK_4 :



Количество воды, участвовавшей в гидролизе, составляет

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,81}{18} = 0,045 \text{ (моль)},$$

значит,

$$\nu(\text{пептида}) = \frac{0,045}{3} = 0,015 \text{ (моль)}.$$

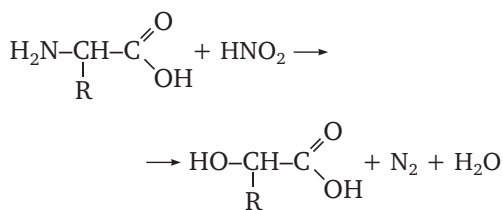
Общее суммарное количество получившихся аминокислот равно

$$\nu(\text{общ.}) = 0,015 \cdot 4 = 0,06 \text{ (моль)},$$

и можно рассчитать их массу:

$$m(\text{аминокислот}) = m(\text{пептида}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 6,39 + 0,81 = 7,2 \text{ (г)}.$$

Одна из аминокислот в реакции с азотистой кислотой образует гидроксикислоту (органическое вещество), при этом выделяется азот:



Количество азота (н.у.):

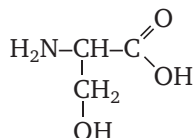
$$\nu(\text{N}_2) = \frac{1,008}{22,4} = 0,045 \text{ (моль)},$$

равно количеству образовавшейся гидроксикислоты. Отсюда молярная масса гидроксикислоты и радикала R:

$$M = \frac{m}{\nu} = \frac{4,77}{0,045} = 106 \text{ (г/моль)},$$

$$M(R) = 106 - 75 = 31 \text{ (г/моль)}.$$

Итак, радикал R — это $-\text{CH}_2\text{OH}$, при гидролизе образовалась аминокислота серин с молярной массой 105 г/моль:



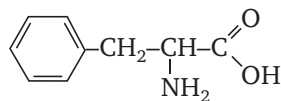
Масса серина: $m = 105 \cdot 0,045 = 4,725 \text{ (г)}$.

Легко видеть, что при гидролизе тетрапептида серин был получен в трёхкратном количестве по сравнению с исходным тетрапептидом (0,015 моль). Можно заключить, что в состав тетрапептида входили три остатка серина и один остаток неизвестной аминокислоты, количество которой равно 0,015 моль:

$$m(\text{аминокислоты}) = 7,2 - 4,725 = 2,475 \text{ (г)},$$

$$M(\text{аминокислоты}) = \frac{2,475}{0,015} = 165 \text{ (г/моль)},$$

что соответствует фенилаланину



В состав тетрапептида входили три остатка серина и один — фенилаланина.

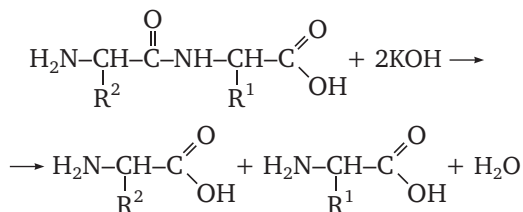
Ответ: три остатка серина и один остаток фенилаланина.

Следующая задача включает декарбоксилирование солей аминокислот, полученных в результате щелочного гидролиза пептида, а в реакцию с азотистой кислотой вступают полученные амины. Задача не подразумевает проведения расчётов, состав пептида определяется на основе анализа структур конечных продуктов превращений.

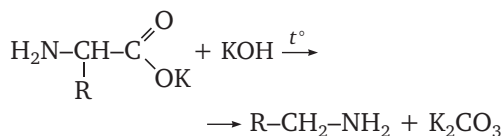
Задача 6. Дипептид, образованный природными аминокислотами, подвергли щелочному гидролизу. После сплавления продуктов гидролиза с твёрдой щёлочью и последующей обработки избытком азотистой кислоты была получена смесь пентандиола-1,5 и пропанола-1. Установите возможное строение дипептида. Напишите уравнения протекающих реакций.

Решение

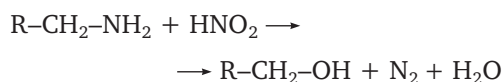
Запишем уравнение щелочного гидролиза дипептида, образованного двумя разными аминокислотами:



Сплавление продуктов гидролиза со щёлочью (реакция декарбоксилирования) приводит к получению соответствующих первичных аминов:

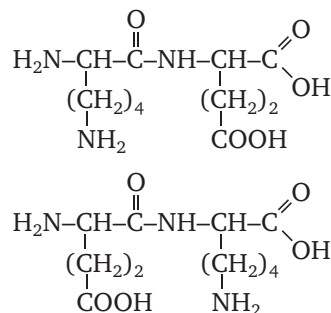


Образовавшиеся первичные амины реагируют с избытком азотистой кислоты, образуя спирты:

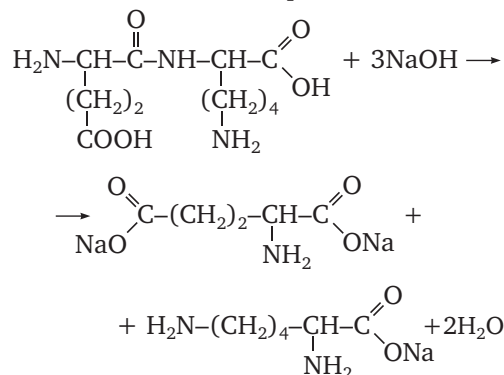


В состав дипептида могут входить аминокислоты, содержащие дополнительные

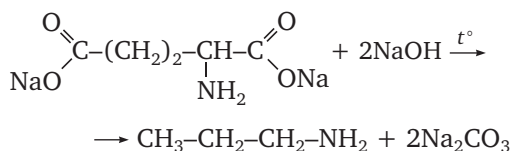
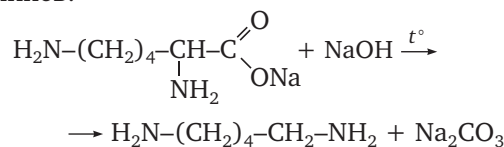
карбоксильные группы или аминогруппы (например, глутаминовая кислота или лизин). Анализируя структуру полученных спиртов, можно заключить, что один из радикалов принадлежит молекуле лизина, а другой — глутаминовой кислоте. Таким образом, существуют два изомера исходного дипептида, отвечающих условию задачи:



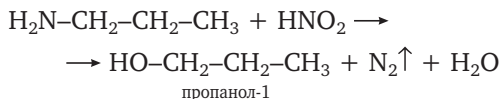
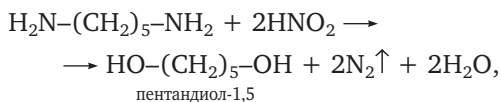
Реакция щелочного гидролиза дипептида:



Декарбоксилирование с образованием аминов:



Взаимодействие первичных аминов с азотистой кислотой приводит к получению спиртов:



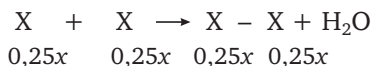
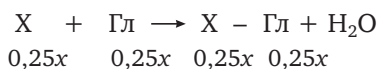
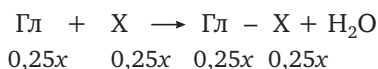
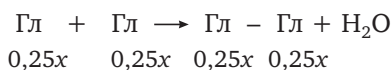
Ответ: дипептид образован лизином и глутаминовой кислотой.

Особенность следующей задачи — в ней рассматривается синтез пептидов из аминокислот.

Задача 7. В результате пептидного синтеза, в который ввели равные количества двух природных аминокислот, одна из которых — глицин, было получено 47,6 г смеси равных количеств четырёх дипептидов. Масса одного из дипептидов оказалась больше массы другого на 5,3 г. Установите строение второй аминокислоты. Вычислите объём газа (при 25 °С, 1 атм), который выделится при обработке полученной смеси дипептидов избытком азотистой кислоты.

Решение

Пусть глицина (Гл) и неизвестной аминокислоты (Х) было по x моль, тогда в результате описанного в условии пептидного синтеза образовались четыре дипептида в равных количествах:



Масса четырёх дипептидов равна массе двух аминокислот за вычетом массы воды. Пусть молярная масса Х равна M , молярная масса глицина 75 г/моль. Тогда

$$47,6 = 75x + Mx - 18x = 57x + Mx,$$

$$x = 47,6 / (57 + M).$$

По условию, масса одного из дипептидов больше массы другого на 5,3 г. Для решения воспользуемся методом перебора. Рассмотрим вариант двух дипептидов Гл-Гл и Гл-Х. Тогда

$$21,2 = 0,25x(75 + M - 18) - 0,25x(75 + 75 - 18),$$

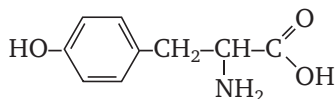
$$21,2 = 0,25x(57 + M) - 0,25x \cdot 132,$$

$$x = 21,2 / (M - 75).$$

Приравняв полученные выражения для x ,

$$47,6 / (57 + M) = 21,2 / (M - 75),$$

находим $M = 181$ г/моль. Вторая аминокислота — это тирозин:



$$x = 21,2 / (181 - 75) = 0,2 \text{ (моль)}.$$

Поскольку количество каждой из аминокислот равно 0,2 моль, общее количество дипептидов также составляет 0,2 моль. Каждый дипептид содержит одну свободную аминогруппу, которая способна реагировать с азотистой кислотой с выделением азота:



Объём азота:

$$V(\text{N}_2) = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0,2 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,3} = 4,89 \text{ (л)}.$$

Ответ: тирозин; 4,89 л.

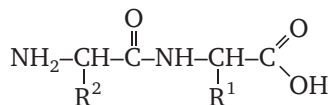
Особенность следующей задачи в том, что состав дипептида определяется не через гидролиз, а при помощи анализа продуктов сгорания.

Задача 8. Газовую смесь, образовавшуюся при сжигании 6,24 г природного дипептида, пропустили через избыток известковой воды. Определите массу выпавшего

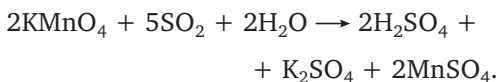
осадка, если газовая смесь может обесцветить 60 мл водного раствора перманганата калия с концентрацией 0,2 моль/л. Установите аминокислотный состав дипептида.

Решение

Общая формула дипептида:



где радикалы R^1 и R^2 могут быть как одинаковыми, так и разными. При сжигании любых дипептидов образуются CO_2 , N_2 и H_2O . Если в состав дипептида входит серосодержащая аминокислота (например, цистеин), то в продуктах сгорания будет присутствовать сернистый газ SO_2 . Газовая смесь, образовавшаяся при горении такого дипептида, обесцвечивает раствор перманганата калия, что как раз и указывает на присутствие в смеси SO_2 :



Из количества перманганата находим количество сернистого газа:

$$\nu(\text{KMnO}_4) = 0,2 \cdot 0,06 = 0,012 \text{ (моль)}, \\ \nu(\text{SO}_2) = 0,012 \cdot 5 / 2 = 0,03 \text{ (моль)}.$$

Если радикалы R^1 и R^2 в составе дипептида разные, то

$$\nu(\text{дипептида}) = \nu(\text{SO}_2) = 0,03 \text{ моль},$$

и молярная масса этого дипептида составляет

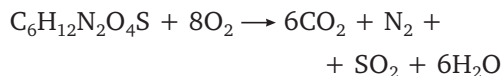
$$M = \frac{m}{\nu} = \frac{6,24}{0,03} \text{ (г/моль)}.$$

Из общей формулы дипептида можно определить сумму:

$$M(\text{R}^1) + M(\text{R}^2) = 208 - 130 = 78.$$

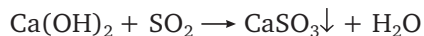
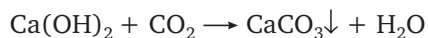
Серосодержащая аминокислота в дипептиде — цистеин ($\text{R}^1 = \text{CH}_2\text{SH}$ с массой 47). Тогда $M(\text{R}^2) = 78 - 47 = 31$. Вторая ами-

нокислота — серин ($\text{R}^2 = \text{CH}_2\text{OH}$). Брутто-формула дипептида — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_4\text{S}$. Его сжигание:



Количество углекислого газа: $\nu(\text{CO}_2) = 6 \cdot 0,03 = 0,18 \text{ (моль)}$.

Известковая вода поглощает и углекислый, и сернистый газ:



$$\nu(\text{CaCO}_3) = \nu(\text{CO}_2) = 0,18 \text{ моль},$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,18 \cdot 100 = 18 \text{ (г)},$$

$$\nu(\text{CaSO}_3) = \nu(\text{SO}_2) = 0,03 \text{ моль},$$

$$m(\text{CaSO}_3) = 0,03 \cdot 120 = 3,6 \text{ (г)}.$$

Суммарная масса осадка составила

$$m = 18 + 3,6 = 21,6 \text{ (г)}.$$

Ответ: 21,6 г; в составе дипептида цистеин и серин.

Задачи, подобные рассмотренным, регулярно появляются в комплексах заданий письменных вступительных экзаменов и олимпиад, проводимых Московским университетом. Для их успешного решения требуется не только хорошее знание свойств и строения природных аминокислот, но и навыки установления аминокислотного состава по продуктам гидролиза пептидов или по продуктам их сгорания. Отметим, что такие задачи не встречаются в КИМ ЕГЭ по химии. Поэтому советуем школьникам, планирующим участие в олимпиадах или вступительных испытаниях, обратить внимание на задания рассмотренного типа.

Публикация подготовлена в рамках работ по теме государственного задания «Информационно-методическое обеспечение развития фундаментального химического образования и научных исследований по химии».

ЛИТЕРАТУРА

1. Программа вступительных испытаний по химии в МГУ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.msu.ru/entrance/program/chem.html>

2. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Чуранов С.С. Сборник конкурсных задач по химии. — М.: Экзамен, 2001.

3. Кузьменко Н.Е., Теренин В.И., Рыжова О.Н. и др. Химия: формулы успеха на вступительных экзаменах / Под ред. Н.Е. Кузьменко, В.И. Теренина. — М.: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2006.

4. Кузьменко Н.Е., Теренин В.И., Рыжова О.Н. и др. Вступительные экзамены и олимпиады по химии:

опыт Московского университета / Под ред. Н.Е. Кузьменко, О.Н. Рыжовой, В.И. Теренина. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012.

5. Кузьменко Н.Е., Рыжова О.Н., Теренин В.И. и др. Олимпиады и конкурсные экзамены по химии в МГУ. — М.: Лаборатория знаний, 2019.

6. Рыжова О.Н., Теренин В.И., Кузьменко Н.Е. и др. Химия: Олимпиады и вступительные экзамены по химии в МГУ. — М.: Лаборатория знаний, 2024.

7. Ерёмин В.В., Ерёмина Е.А., Рыжова О.Н. Химия. Новый справочник школьника. — М.: Лаборатория знаний, 2025.

Ключевые слова: письменный вступительный экзамен по химии, химические олимпиады, конкурсные задачи, пептиды.

Key words: written entrance examination on chemistry, Chemistry Olympiad, competitive tasks, peptides.

DOI: 10.62709/0368-5632-2025-3-65-73

Н.Н. Трапезникова, И.О. Крылова

Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

в рамках учебной практики

Одна из задач военно-профессиональной подготовки курсантов — получение ими опыта научно-исследовательской деятельности [1]. Согласно требованиям Федерального государственного образовательного стандарта курсант должен уметь оценить возможность применения основных методов в решении практических задач, применять навыки работы с лабораторным оборудованием, владеть навыками статистического анализа данных. Возможность решения этих задач может быть реализована через совместную учебную и научно-исследовательскую деятельность в рамках практики «Научно-исследовательская работа» по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» [2].

Учебная практика «Научно-исследовательская работа» позволяет курсанту познакомиться с понятием «научное исследование», его сущностью. Опираясь на основные этапы научно-исследовательской работы, обучающийся формулирует проблему и тему исследования, определяет объект и предмет, ставит цель и задачи научного исследования, осуществляет библиографический поиск литературных источников. Формирование понятийно-категориального аппарата научного исследования позволяет обучающимся выделить ключевые слова, осуществить процесс сбора, фиксации, хранения и классификации первичной научной информации, включая поиск информации в электронных каталогах крупнейших рос-