

## Задача 2.

Аминокислота **I**, открытая лишь в конце XX века, входит в состав активных центров некоторых жизненно важных ферментов и содержит 8,33% азота (по массе). Лабораторный синтез аминокислоты **I** можно осуществить следующим образом. К суспензии гидрохлорида серина (2-амино-3-гидроксипропановой кислоты) в тетрагидрофуране по каплям прибавляют эквимольное количество  $\text{SOCl}_2$ . Упаривание раствора приводит к кристаллизации ионного соединения **II**, содержащего 44,31 % хлора (по массе). При взаимодействии  $\text{NaBH}_4$  с суспензией простого вещества **III** в этаноле получается соль **IV**, летучее бинарное соединение **V** с сильным неприятным запахом, простое вещество **VI** и соединение **VII**, горящее зеленым пламенем. Для селективного протекания реакции, необходимо, чтобы боргидрид натрия и вещество **III** были взяты в соотношении 2 : 3 (по молям). К раствору соединения **II** добавляют водный раствор аммиака, пока pH не станет равен 9. После этого к полученному раствору добавляют спиртовой раствор соли **IV**. Полученный раствор подкисляют до  $\text{pH} = 2$  и охлаждают. При этом выпадают кристаллы вещества **VIII**. На последней стадии вещество **VIII** растворяют в 0,5 М растворе  $\text{NaOH}$  и небольшими порциями прибавляют  $\text{NaBH}_4$ . Подкисление до  $\text{pH} = 5,5$  приводит к образованию аминокислоты **I**. Определите вещества **I–VIII** и запишите уравнение синтеза соли **IV**.

**Решение:** Рассчитаем молярную массу аминокислоты I в расчете на 1 атом азота:

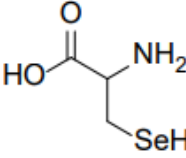
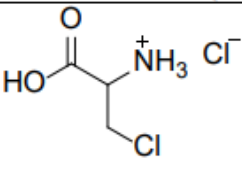
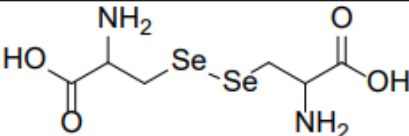
$$14/0,0833 = 168 \text{ г/моль}$$

Вычитая из этого значения молярную массу фрагмента  $\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ , который присутствует практически во всех аминокислотах, получаем 80 г/моль, что соответствует группе  $\text{SeH}$ . Таким образом, аминокислота I – это селеноцистеин.

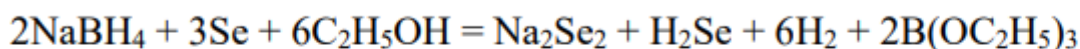
Взаимодействие серина с хлористым тионом приводит к замене группы  $\text{OH}$  на  $\text{Cl}$ .

Твердое простое вещество III – селен. В задаче описывается синтез селеноцистина VIII и его восстановление до селеноцистеина I.

*Формулы веществ:*

|      |  |
|------|--|
| I    | <br>(допускается запись в цвиттер-ионной форме)   |
| II   | <br>(допускается запись в форме гидрохлорида) за<br>непротонированную форму – половина баллов |
| III  | Se   |
| IV   | $\text{Na}_2\text{Se}_2$   |
| V    | $\text{H}_2\text{Se}$  |
| VI   | $\text{H}_2$   |
| VII  | $\text{B}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$  |
| VIII |   |

**Уравнения реакции:**



**Критерии оценивания:**

*Формулы веществ I–VIII – по 2 балла (всего 16 баллов)*

*Уравнение реакции – 4 балла (с неверными коэффициентами – 2 балла)*

**Итого 20 баллов.**