

Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2010/2011 уч.г.

11 класс

1. Какой из ответов, по вашему мнению, является наиболее правильным?
- a) Какой из приведенных материалов не смачивается водой? (1)
A) дерево **C)** политетрафторэтилен
B) стекло **D)** полиакриловая кислота
- b) Сколько изомеров у 2,3-дигидрокси-1,4-бутандиовой кислоты? (1)
A) 1 **C)** 3
B) 2 **D)** 4
- c) Какая орбиталь заполняется последней в элементах, приведенных в современной периодической системе химических элементов? (1)
A) 4f **C)** 7p
B) 6d **D)** 5f
- d) В какой паре кислот и оснований нельзя титровать одно другим? (1)
A) H₂SO₄, NaOH **C)** NH₃·H₂O, HCl
B) CH₃COOH, NaOH **D)** NH₃·H₂O, CH₃COOH
- e) Содержание какого элемента (по массе) в организме человека наибольшее? (1)
A) C **C)** N
B) H **D)** O
- f) У какого из перечисленных растворов наибольшая электропроводность? (1)
A) 0,1M HCl **C)** 0,1M K₂SO₄
B) 0,1M KCl **D)** насыщенный раствор PbSO₄
- g) Какой из перечисленных газов лучше всего растворяется в воде? (1)
A) CO₂ **C)** Ar
B) H₂ **D)** NH₃

7 б

2. Одной из важных функций водородных связей является построение вторичных структур полипептидов. Наличие как α-спирали, так и β-листа возможно благодаря водородным связям. Если в α-спирали водородные связи стабилизируют трубчатую структуру цепи, то в β-листе вторичная структура принимает вид сложенного в пространстве листа бумаги.

Помимо биомолекул, водородные связи важны также и в передаче нашей наследственной информации. В двойной спирали ДНК нуклеотиды Аденина и Тимина связаны двумя, а нуклеотиды Гуанина и Цитозина – тремя водородными связями.

- a) Нарисуйте графические структурные формулы антипараллельной и параллельной конформаций β-листа, исходя из общей формулы

полипептида (Рисунок 1). В данной структуре обозначьте водородные связи пунктиром. (2)

- b) Обведите кружком все присутствующие доноры водорода в структуре ДНК (Рисунок 2). (4)

- c) Нарисуйте структуры пар, присутствующих в двойной спирали ДНК. В данных структурах обозначьте водородные связи пунктиром. (2)

- d) Сколькими различными способами могут образовывать пары азотистых оснований не менее двух водородных связей? Поясните, почему именно А и Т, G и C образуют стабильные пары. (4) **12 б**

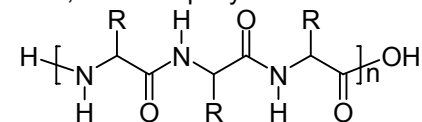


Рисунок 1. Общая формула полипептида

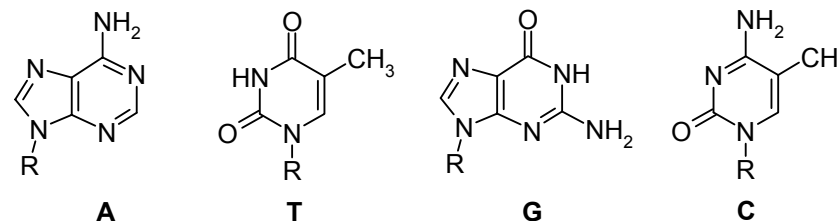
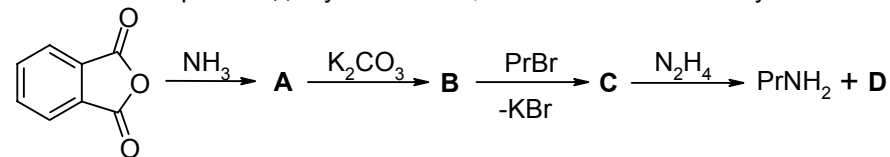


Рисунок 2. Азотистые основания ДНК

3. Студенту Анди дали задание синтезировать пропиламин.

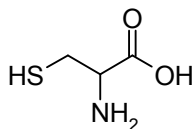
Он попробовал прямую реакцию между пропилбромидом и аммиаком, однако выделить желаемый продукт не удалось. Старший научный сотрудник посоветовал использовать какой-то другой метод, название которого Анди тут же забыл, но записал себе схему:



- a) Почему Анди не получил нужного продукта, используя реакцию между аммиаком и пропилбромидом? (2)

- b) Напишите структурные формулы веществ **A–D**. (4) **6 б**

4. Для определения содержания белка в сыре 10,00 г сыра поместили в концентрированную серную кислоту и полученный раствор нагрели. Произошла реакция, в результате которой образовались два кислотных оксида и весь входивший в состав пептидных связей белка азот остался в растворе в составе растворимого сульфата.



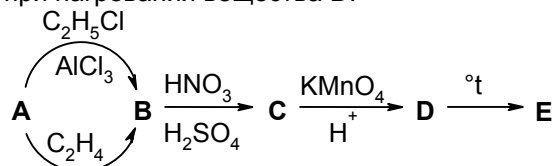
- a) Напишите уравнение реакции аминокислоты цистеина (на рисунке) с концентрированной серной кислотой. (2)

Далее к полученному раствору добавили избыток гидроксида натрия, в результате чего выделился газообразный аммиак, который собрали и очистили. Весь аммиак пропустили через 2,50 дм³ дистиллированной воды, где он полностью растворился, в результате чего pH вырос до 10,60 ($pK_a = 4,75$).

- b) Рассчитайте содержание белка в сыре по массе. Предположите, что белок – бесконечно длинный полипептид; средняя молярная масса аминокислоты равна 128 г/моль; каждая аминокислота содержит один атом азота. (6)

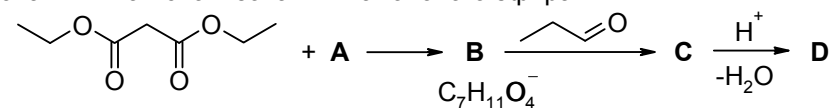
- c) Содержание каких веществ, помимо белка, в сыре больше, чем 10%? Могут ли они повлиять на результаты анализа? (2) **10 б**

5. Ароматическое соединение **A** ($M = 78$ г/моль) не содержит гетероатомов. Вещество **A** реагирует в кислой среде с этеном, образуя вещество **B** ($M = 106$ г/моль). Вещество **B** можно синтезировать при помощи реакции вещества **A** с хлорэтаном в присутствии $AlCl_3$. При реакции с нитрующей смесью вещество **B** дает монозамещенный орто-продукт **C**. Вещество **C** можно окислить перманганатом калия в кислой среде, в результате чего получают вещество **D**. Конечное соединение **E** получают при нагревании вещества **D**.



- a) Напишите структурные формулы и названия веществ **A–E**. (10)
 b) Напишите механизм реакции $A + C_2H_4 + H^+ \rightarrow B$. (2)
 c) Какую роль в синтезе играет $AlCl_3$? (1)
 d) Напишите структурные формулы всех возможных продуктов, которые образуются из вещества **B** под действием нитрующей смеси. (4) **17 б**

6. В органической химии для получения желаемого продукта часто нужно использовать методы синтеза связи углерод-углерод. Одним из типичных примеров в данной области является далее описываемый метод синтеза, основанный на использовании малонового эфира.



Диэтилмалонат реагирует с пропаналем в присутствии вещества **A**. Вещество **A** – шестичленное гетероциклическое соединение с молярной массой 85 г/моль, в котором один атом азота. Соединение **C** – ионное. Молярная масса продукта **D** равна 200 г/моль.

- a) Нарисуйте структурные формулы веществ **A–D** и напишите название вещества **A**. (5)

- b) В веществах **A–C** обозначьте наиболее сильные нуклеофильные центры, участвующие в реакциях. (3) **8 б**