

**Вопросы и задачи для подготовки к защите модуля №1**  
**«ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ХИМИИ»**  
**для студентов лечебного факультета**

**Теоретическая часть:**

1. Энергетическая характеристика вещества и реакции (энтальпия образования простого и сложного вещества, внутренняя энергия, энтальпия реакции; стандартные условия).
2. Дать определение термодинамическому понятию «система». Классификация систем по фазовому состоянию и по взаимодействию с окружающей средой. Виды состояния системы. Краткая характеристика, особенности для живого организма.
3. Что рассматривает первый закон термодинамики? Формулировка и математическое выражение I закона термодинамики для *изолированных* и *закрытых* систем. Биологическое значение первого закона термодинамики.
4. Закон Гесса, 1 и 2 следствия из него: формулировка, математическое выражение. Значение для термохимических расчетов. Применение в медико-биологической практике.
5. Что рассматривает второй закон термодинамики? Формулировка и математическое выражение II закона термодинамики для *изолированных* и *закрытых* систем. Дать определение понятию «энтропия». Биологическое значение второго закона термодинамики.
6. Энергия Гиббса как критерий самопроизвольного протекания процессов, его характеристика. Привести примеры экз- и эндергонических процессов, протекающих в живых организмах.
7. Особенности энергетического обмена в живых организмах: принцип энергетического сопряжения, многостадийность и обратимость биохимических процессов, гомеостаз. Суть принципа И. Пригожина.
8. Что изучает химическая кинетика? Классификация химических реакций по фазовому состоянию, по механизму протекания реакций. Виды сложных реакций, протекающих в живых организмах.
9. Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Влияние концентрации на скорость химической реакции. Формулировка основного закона кинетики – закона действующих масс (Гульдберга и Вааге). Особенность для газообразных веществ (влияние давления).
10. Влияние температуры на скорость химических и биохимических реакций. Правило Вант-Гоффа, особенности для биохимических процессов. Понятие об энергии активации. Значение и применение уравнения Аррениуса (связь энергии активации и константы скорости реакции).
11. Катализ и его виды. Катализаторы и ингибиторы (значение, пример). Общие принципы катализа. Особенности ферментативного катализа.
12. Что такое химическое равновесие? Сдвиг химического равновесия. Формулировка закона действующих масс для обратимых реакций (математическое выражение константы равновесия). Связь между константой химического равновесия и энергией Гиббса. Принцип ЛеШателье и его аналог в природе – принцип адаптивных перестроек.
13. Что такое коллигативные свойства растворов? Формулировка, математическое выражение первого и второго закона Рауля для растворов неэлектролитов и электролитов, биологическое значение. Понятие об изотоническом коэффициенте.
14. Дайте определение диффузии, примеры диффузии в живом организме. Понятие о полупроницаемых мембранах. Тургор, осмос, осмотическое давление. Биологическая роль осмоса. Закон Вант-Гоффа, его математическое выражение. Осмотическое давление плазмы крови, осмолярная концентрация плазмы крови.
15. Характеристика и применение в медицине изо-, гипер- и гипотонических растворов. Эндо-, экзоосмос. Гемолиз, плазмолиз. Осмотический шок, осмотический конфликт.
16. Понятие о слабых электролитах. Диссоциация слабых электролитов. Степень и константа диссоциации, факторы, влияющие на их величину. Закон разведения Оствальда, его практическое применение.
17. Особенности растворов сильных электролитов. Активность, коэффициент активности ионов, ионная сила раствора; факторы, влияющие на их величину. Ионная сила плазмы крови. Роль электролитов в живых организмах.
18. Определения кислот и оснований, амфолитов согласно протолитической теории Бренстеда-Лоури. Типы протолитических реакций, приведите соответствующие уравнения реакций. Кислотно-основные сопряжённые пары. Протолитическое равновесие.
19. Гидролиз как протолитическая реакция. Виды гидролиза. Биологическая роль гидролиза. Факторы, влияющие на глубину гидролиза. Константа и степень гидролиза, их значение.

20. Автопротолиз воды. Ионное произведение воды ( $K_w$ ). Водородный показатель (рН). Шкала кислотности. рН биологических жидкостей.
21. Буферные системы (определение, классификация). Уравнение Гендерссона-Гассельбаха для расчета рН кислых и основных буферных систем на примере ацетатного и аммиачного. Факторы, влияющие на рН буферных систем.
22. Буферные системы организма человека (гидрокарбонатная, гидрофосфатная, гемоглобиновая, белковые): состав, механизм действия, особенности, биологическая роль.
23. Количественная характеристика (буферная ёмкость) буферных систем. Факторы, влияющие на величину буферной ёмкости. Особенность буферной ёмкости систем крови.
24. Понятие о кислотно-щелочном равновесии в организме (рН,  $p(\text{CO}_2)$ ,  $c(\text{HCO}_3^-)$ , ВВ), показатели в норме. Понятие об ацидозе, алкалозе, классификация.
25. Растворы насыщенные, ненасыщенные, пересыщенные. Суть гетерогенного равновесия, основное условие его существования. Константа гетерогенного равновесия ( $K_s$ ), её значение.
26. Гетерогенные равновесия в живом организме, химизм образования костной и зубной ткани (приведите соответствующие уравнения реакций), конкрементов. Понятие об изоморфизме. Примеры патологических гетерогенных процессов.
27. Изолированные и конкурирующие гетерогенные процессы. Условия смещения гетерогенного равновесия. Условия образования и растворения осадка. Условия достижения полноты осаждения ионов. Последовательность осаждения ионов. Поясните на конкретных примерах.
28. Процессы окисления и восстановления в живых организмах. Особенности биохимических ОВР: наличие катализатора, ступенчатость, экзергоничность, сопряженность. Краткая характеристика.
29. Характеристика биохимических окислительно-восстановительных процессов: реакции внутри- и межмолекулярной окислительно-восстановительной дисмутации; дегидрогеназного окисления-восстановления; оксигеназного окисления-восстановления; свободно-радикального окисления-восстановления.
30. ОВР как совокупность сопряженных ОВ-пар. Окислительно-восстановительный потенциал как количественная мера ОВ-способности сопряженной ОВ-пары. Стандартный, нормальный (формальный) восстановительный потенциалы. Факторы, влияющие на величину потенциала. Уравнение Нернста-Петерса для расчета ОВ-потенциала. Определение направления ОВР по величине редокс-потенциала, поясните на конкретном примере. Связь энергии Гиббса и  $K_{\text{равн}}$  с ЭДС.
31. Оксидантная система организма, активные формы кислорода (формулы, названия). Антиоксидантная система, состав, биологическая роль.
32. Основные понятия: комплексные соединения, комплексообразователь, лиганд, дентатность, координационное число. Классификация комплексных соединений. Примеры и биологическое значение хелатных соединений, макроциклических соединений, многоядерных комплексов.
33. Основные положения теории кислот и оснований Льюиса. Комплексообразование с точки зрения теории Льюиса. Устойчивость комплексных соединений, их диссоциация, константа нестойкости как константа равновесия. Поясните на конкретном примере.
34. Лигандообменные равновесия: изолированные и совмещенные (конкурирующие). Понятие о металлолигандном гомеостазе. Основы химии гемоглобина, приведите соответствующие уравнения реакций. Примеры биолигандов. Принципы хелатотерапии. Применение комплексонов в медико-санитарной практике.

### Практическая часть:

- Вычислите тепловой эффект реакции получения диэтилового эфира из этанола при с.у., пользуясь справочными значениями *стандартных энтальпий образования веществ*.
- Вычислите тепловой эффект ( $Q_{\text{р-ции}}$ ) реакции:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{кр}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{г}) + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})$ , пользуясь справочными значениями *стандартных энтальпий сгорания веществ*, если масса глюкозы равна 54 г.
- В 100 г трески в среднем содержится 11,6 г белков и 0,3 г жиров. Рассчитайте (в кДж и ккал) энергию, которая выделится при усвоении порции трески массой 228 г.
- В организме человека этанол окисляется в две стадии: до уксусного альдегида ( $\Delta H_1^\circ = -256$  кДж/моль), а затем до уксусной кислоты ( $\Delta H_2^\circ = -237$  кДж/моль):
 

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\Delta H_1} \text{CH}_3\text{COH} \xrightarrow{\Delta H_2} \text{CH}_3\text{COOH}$$

 На основании закона Гесса рассчитайте  $\Delta H_{\text{р-ции}}^\circ$  окисления этанола до уксусной кислоты.
- Вычислите изменение энтропии (с.у.) при протекании следующей реакции:

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}_{(\text{p-p})} + \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}_{(\text{p-p})} \rightarrow \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{COOH}_{(\text{p-p})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ . Благоприятствует ли энтропийный фактор протеканию этой реакции?

6. Рассчитайте  $\Delta G^\circ_{\text{р-ции}}$  и укажите, возможна ли при с.у. биохимическая реакция гликолиза:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(\text{aq})} \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{3(\text{aq})}$ ?

7. Как изменится скорость *прямой* реакции  $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{г})}$  при увеличении объема реакционного сосуда в 2 раза?

8. Во сколько раз уменьшается скорость окисления глюкозы при гипотермии, если температура тела падает с  $36,6^\circ\text{C}$  до  $27^\circ\text{C}$ , а температурный коэффициент данной реакции равен 1,3?

9. Во сколько раз возрастет скорость реакции разложения угольной кислоты при  $310\text{ K}$  при использовании катализатора (без катализатора  $E_a = 86\text{ кДж/моль}$ ; в присутствии фермента карбоангидразы  $E_a = 49\text{ кДж/моль}$ )?

10. Сделайте заключение о практической обратимости реакции при  $298\text{ K}$ , рассчитав константу равновесия для реакции  $\text{АТФ} + \text{АМФ} \rightleftharpoons 2\text{АДФ}$ ,  $\Delta G^\circ = -2,10\text{ кДж/моль}$ .

11. Как необходимо изменить температуру, давление и концентрацию веществ, чтобы увеличить выход хлора в реакции:  $4\text{HCl}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + 2\text{Cl}_{2(\text{г})}$ ,  $\Delta H^\circ < 0$ ? Ответ поясните.

12. Рассчитайте молярную массу неэлектролита, если  $28,5\text{ г}$  этого вещества, растворенного в  $785\text{ г}$  воды, вызывают понижение давления насыщенного пара воды над раствором на  $52,37\text{ Па}$  при  $25^\circ\text{C}$ . Давление насыщенного пара над чистым растворителем равно  $7375,9\text{ Па}$ .

13. Вычислите температуру кипения ( $t^\circ_{\text{кип}}$ ) и замерзания ( $t^\circ_{\text{зам}}$ )  $0,9\%$ -ного раствора  $\text{NaCl}$ , применяемого в медицинской практике, если  $i = 1,95$ .

14. Каким (гипо-, гипер- или изотоническим) является  $20\%$ -ный раствор глюкозы ( $\rho = 1,08\text{ г/мл}$ ) при  $310\text{ K}$ , применяемый для внутривенного введения при отеке легких, если осмотическое давление плазмы крови  $740 - 780\text{ кПа}$ ?

15. У эритроцитов человека гемолиз начинается в  $0,4\%$ -ном растворе хлорида натрия, а в  $0,34\%$ -ном растворе наступит «осмотический шок». Каково осмотическое давление этих растворов при  $37^\circ\text{C}$ , если принять плотность раствора, равной  $1\text{ г/мл}$ .  $i(\text{NaCl}) = 1,86$ .

16.  $5\%$ – $10\%$ -ные растворы хлорида кальция используются в качестве противоаллергического, противовоспалительного, гемостатического и дезинтоксикационного средства. Рассчитайте ионную силу и активность ионов кальция в его  $5\%$ -ном растворе ( $\rho = 1,0835\text{ г/мл}$ ).

17. Константа диссоциации  $\text{HCN}$  равна  $7,9 \cdot 10^{-10}$ . Чему равна степень диссоциации  $\text{HCN}$  в  $0,001\text{ M}$  растворе?

18. Концентрация ионов  $\text{OH}^-$  в растворе равна  $6,5 \cdot 10^{-8}$ . Чему равен  $\text{pH}$  этого раствора?

19. В какую сторону смещено равновесие в протолитических системах:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ;  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ . Ответ поясните на основании сравнения  $\text{p}K_a$ .

20. Определите  $\text{pH}$ , константу и степень гидролиза хлорида аммония, если  $c(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,1\text{ моль/л}$ ,  $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,74 \cdot 10^{-5}$ .

21. При исследовании активности трансфераздинитрофенилгидразиновым методом применяют фосфатный буфер. Для его приготовления смешивают  $840\text{ мл}$  раствора гидрофосфата натрия  $c = 0,1\text{ моль/л}$  и  $160\text{ мл}$  раствора дигидрофосфата калия,  $c = 0,1\text{ моль/л}$ . Вычислите  $\text{pH}$  такого буферного раствора.

22. К буферному раствору, состоящему из  $40\text{ мл}$   $0,2\text{ M}$  раствора  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и  $20\text{ мл}$   $0,1\text{ M}$  раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , прибавили  $10\text{ мл}$   $0,2\text{ M}$  раствора  $\text{HCl}$ . Как при этом изменится величина  $\text{pH}$  ( $\Delta\text{pH}$ ) буферного раствора?

23. При сахарном диабете в организме происходит интенсивное образование кислотных продуктов метаболизма, что вызывает сдвиг активной реакции крови в кислую сторону (ацидоз). При снижении на длительное время  $\text{pH}$  крови до  $7,0$  может наступить угрожающее для жизни состояние. Рассчитайте, при каких соотношениях компонентов буферных систем  $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3$  и  $\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$   $\text{pH}$  крови становится равным  $7,0$ .

24. Рассчитайте емкость буферного раствора *по кислоте*, если при добавлении к  $50\text{ мл}$  этого раствора  $2\text{ мл}$  соляной кислоты с концентрацией  $0,8\text{ моль/л}$   $\text{pH}$  изменится от  $7,3$  до  $7,0$ .

25. Чему равна буферная емкость *по основанию*, если при добавлении  $1,5\text{ мл}$  раствора с массовой долей гидроксида натрия  $10\%$  ( $\rho = 1,092\text{ г/мл}$ ) к  $250\text{ мл}$  этого раствора вызвало изменение  $\text{pH}$  на  $0,4$  единицы.

26. Молярная растворимость  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  в воде при температуре  $25^\circ\text{C}$  равна  $1,8 \cdot 10^{-4}\text{ моль/л}$ . Вычислите  $K_s(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ .

27. Какую массу (мг)  $\text{BaSO}_4$  можно растворить в 1 л воды при  $25^\circ\text{C}$ ? Объясните, почему в качестве рентгеноконтрастного вещества в медицине применяют сульфат бария, а не карбонат бария, также малорастворимый?
28. В каком объеме насыщенного раствора  $\text{AgCl}$  содержится серебро в виде ионов массой 0,0002 г?  $K_s(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$ .
29. Обоснуйте возможность протекания следующих реакций ( $E_{\text{р-ции}}$ ) в стандартных условиях, используя табличные данные редокс-потенциалов. Подберите коэффициенты электронным методом:  
 а)  $\text{HI} + \text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{I}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .
30. Рассчитайте по уравнению Нернста–Петерса при каком соотношении окисленной и восстановленной форм в системе  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + 1\text{e}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  потенциал будет равен 0,28В?
31. Рассчитайте ЭДС ( $E_{\text{р-ции}}$ ) и  $K_{\text{равн}}$  для реакции биологического окисления:  
 $\text{НАД-Н} + \text{ФАД} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{ФАДН}_2 + \text{НАД}^+ + \text{H}^+$ ,  $T=298\text{K}$ ,  $\text{pH}=7,0$ .  $\varphi^{\circ}(\text{НАД}^+/\text{НАД-Н}) = -0,32\text{В}$ ;  
 $\varphi^{\circ}(\text{ФАД}/\text{ФАДН}_2) = -0,22\text{В}$ .
32. Для указанных комплексных соединений: а) определите заряд внутренней сферы; б) определите степень окисления центрального атома; в) определите координационное число центрального атома; г) определите заряд лигандов и их дентатность:  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Cu}(\text{ГЛИ})_2]^{2+}$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}]\text{Cl}_3$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]$ .
33. Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центральных атомов в комплексных соединениях и геометрическую конфигурацию комплексных ионов:  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ ;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ;  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ;  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ . Изобразите схематично образование связей между комплексообразователем и лигандами.
34. Напишите уравнения диссоциации комплексных соединений:  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2[\text{Hg}(\text{CN})_4]$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ , математическое выражение  $K_{\text{н}}$  и укажите, какой из комплексных ионов является наиболее прочным, пользуясь справочными данными.

**ЗАЩИТА МОДУЛЯ**  
**«ОСНОВЫ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ»**  
 для студентов лечебного факультета

**Теоретическая часть:**

1. Что изучает биорганическая химия? Дайте определение следующим понятиям: функциональная группа, изомерия, таутомерия, конформация и конфигурация молекул.
2. Структурная и пространственная изомерия (приведите примеры каждого вида изомерии). Таутомерия как разновидность структурной изомерии (кето-енольная, лактим-лактамина, определение, примеры).
3. Понятие о взаимном влиянии атомов в молекуле, сопряженные системы (что такое сопряженная система?). Электронные эффекты (положительные и отрицательные индуктивный и мезомерный эффекты). Примеры.
4. Классификация органических реакций (по механизму и по конечному результату). Гомолитический и гетеролитический способы разрыва связей. Электрофильные и нуклеофильные реакции. Электрофилы, нуклеофилы. Примеры.
5. Классификация и изомерия спиртов. Химические свойства спиртов: кислотнo-основные (со щелочными металлами, алкилирование, ацилирование, межмолекулярная дегидратация), с разрывом связи R-OH (с галогеноводородами), дегидрирование, окисления, внутримолекулярной дегидратации. Биологическая роль спиртов.
6. Особенности многоатомных спиртов, кислотность. Окисление этиленгликоля и глицерина. Биологическая роль многоатомных спиртов.
7. Тиолы, кислотные свойства, реакции этерификации, окисления, комплексообразования. Биологическая роль тиолов.
8. Классификация фенолов. Химические свойства фенолов: кислотнo-основные, образование простых и сложных эфиров; реакции по ароматическому кольцу, гидрирование; окисление фенола, окисление в системе гидрохинон-хинон. Биологическая роль фенолов, крезолов.
9. Карбонильные соединения: альдегиды, кетоны. Классификация, электронноестроение. Реакционные центры альдегидов и кетонов: электрофильный, основной, СН-кислотный.
10. Реакции нуклеофильного присоединения  $\text{A}_{\text{н}}$  – типичные реакции альдегидов и кетонов. Сопоставление реакционной способности в реакциях  $\text{A}_{\text{н}}$ : а) в гомологическом ряду альдегидов; б) в гомологическом ряду кетонов; г) кетонов и альдегидов. Примеры.

- 11.** Взаимодействие альдегидов: а) со спиртами (образование полуацеталей и ацеталей); б) с водой; в) с аминами (образование иминов – оснований Шиффа); г) с циановодородной кислотой.
- 12.** Окислительно-восстановительные свойства альдегидов и кетонов: реакции альдольной и кротоновой конденсации, окисление альдегидов, кетонов, биологическое окисление. Участие в реакциях полимеризации, комплексообразования.
- 13.** Карбоновые кислоты. Строение, классификация. Тип гибридизации атомных орбиталей карбоксильного атома углерода. Электронное строение молекул карбоновых кислот:  $p$ - $\pi$ -сопряжение,  $+M$ -эффект ОН-группы,  $+I$ -эффект бокового радикала. Реакционные центры в молекулах карбоновых кислот: ОН-кислотный, СН-кислотный, электрофильный. Показать.
- 14.** Образование сложных эфиров, тиоэфиров, амидов, ангидридов, галогенангидридов карбоновых кислот. Ацетилкофермент *A in vivo* как переносчик ацильных групп на нуклеофильные субстраты.
- 15.** Двухосновные карбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фумаровая. Оксалаты. Биологическая роль.
- 16.** Гидроксид- и оксокарбоновые кислоты: гликолевая, молочная, яблочная, лимонная; глиоксиловая, пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная,  $\alpha$ -кетоглутаровая. Биологическая роль.
- 17.**  $\alpha$ -Аминокислоты. Строение, классификация  $\alpha$ -аминокислот по природе радикала: алифатические, ароматические, гетероциклические. Заменяемые и незаменимые  $\alpha$ -аминокислоты. Привести примеры.
- 18.** Свойства  $\alpha$ -аминокислот:  
Кислотно-основные свойства  $\alpha$ -аминокислот. Понятие об изоэлектрической точке ( $pI$ ).  
а) реакции по аминогруппе: взаимодействие с  $HCl$ ; ацилирование; б) реакции по карбоксильной группе: этерификации; взаимодействие с металлами, щелочами, солями; в) образование пептидов. Аминокислоты как хелатирующие лиганды на примере глицина с катионами меди(II).
- 19.** Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот: а) трансаминирование; б) декарбоксилирование; в) дезаминирование: окислительное (с глутаминовой кислотой *in vivo* с помощью кофермента  $NAD^+$ ), восстановительное, внутримолекулярное, гидролитическое; д) образование пептидов.
- 20.** Понятие о белках. Структурная организация белков: первичная, вторичная, третичная, четвертичная. Гидролиз белков, биологическое значение.
- 21.** Аминоспирты: коламин(2-аминоэтанол), холин. Бетаин как продукт окисления холина (приведите уравнение реакции). Строение, биологическая роль. Аминофенолы (катехоламины): дофамин, норадреналин, адреналин. Строение, биологическая роль.
- 22.** Углеводы, их биологическая роль. Классификация углеводов. Моносахариды, их классификация. Строение наиболее важных пентоз (рибоза, 2-дезоксирибоза, ксилоза), гексоз (глюкоза, фруктоза, галактоза, манноза), аминсахароз (глюкозамин, галактозамин, маннозамин).
- 23.** Стереизомерия моносахаров (энантиомеры, диастереомеры, эпимеры – с примерами). D- и L- стереохимические ряды (пример). Открытые и циклические формы, привести пример (формулы Фишера, Колли-Толленса, Хеуорса). Таутомерия глюкозы. Аномеры (пример).
- 24.** Химические свойства моносахаридов:  
– нуклеофильное замещение у аномерного центра в циклических формах моносахаридов. О- и N-гликозиды;  
– образование простых и сложных эфиров моносахаридов (алкилирование, ацилирование); сложные эфиры ортофосфорной кислоты;  
– окисление глюкозы. Глюконовая, глюкаровая, глюкуроновая кислоты;  
– восстановление моносахаридов (ксилит, сорбит, маннит);  
– комплексообразование.
- 25.** Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Классификация дисахаридов. Гидролиз. Биологическая роль.
- 26.** Понятие о полисахаридах. Классификация. Гомополисахариды. Крахмал: амилоза, амилопектин. Строение, тип связи между монозлами, структура амилозы и амилопектина. Гидролиз крахмала. Качественная реакция на крахмал.
- 27.** Гликоген. Отличие в строении от растительного крахмала. Биологическая функция. Целлюлоза. Строение. Биологическая роль.
- 28.** Гетерополисахариды: хондроитинсульфаты, гиалуроновая кислота, гепарин. Строение, состав, биологическая роль.
- 29.** Гетероциклические соединения. Пятичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами: пиррол, пирролидин, имидазол, пиразол. Строение, типы гибридизации атомных орбиталей, ароматичность систем, кислотно-основные свойства. Биологическая роль.

- 30.** Шестичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами – пиридин, пиримидин. Строение, ароматичность, кислотно-основные свойства. Производные пиримидина. Лактим-лактаманная таутомерия для урацила, тимина и цитозина. Биологическая роль этих соединений.
- 31.** Пури́н – бициклическое гетероциклическое соединение, образованное конденсированными ядрами пиримидина и имидазола. Производные пурина: 6-гидроксипури́н (гипоксантин), 2,6-дигидроксипури́н (ксантин), 2,6,8-тригидроксипури́н (мочевая кислота). Соли мочевой кислоты – ураты, их биологическая роль в организме. Аминопурин: 6-аминопури́н (аденин), 2-амино-6-гидроксипури́н (гуанин). Лактим-лактаманная таутомерия, биологическая роль.
- 32.** Нуклеотиды. Нуклеозиды. Строение, названия, биологическая роль. Примеры.
- 33.** Строение полинуклеотидной цепи. Первичная структура нуклеиновых кислот. Вторичная структура ДНК. Комплементарные пары оснований.
- 34.** Липиды как сложная по составу группа органических веществ. Классификация липидов: химическая и функциональная. Биологическая роль липидов. Спирты, входящие в состав липидов (глицерин, сфингозин, аминокспирты).
- 35.** Высшие жирные кислоты (ВЖК): строение, конфигурация двойных связей, биологическая роль. Пальмитиновая, стеариновая, олеиновая; линолевая, линоленовая, арахидоновая. Омега-3, омега-6, омега-9 ВЖК.
- 36.** Омыляемые простые липиды: а) воски (спермацет, пчелиный воск), б) жиры, масла. Триацилглицерины: общая структура, твердые, жидкие. Примеры. Свойства липидов: гидролиз, реакции присоединения, окисления. Понятие о йодном числе, числе омыления, кислотном числе.
- 37.** Омыляемые сложные липиды:
1. Фосфолипиды, классификация. Фосфатидные кислоты. Фосфатидилэтаноламин, фосфатидилхолин, фосфатидилсерин, фосфатидилинозиты, плазмалогены. Биологическая роль.
  2. Сфинголипиды: церамиды, сфингомиелины. Биологическая роль.
  3. Гликолипиды: галакто-, глюкоцереброзиды. Биологическая роль.
- 38.** Неомыляемые липиды. Понятие о стероидах: общий скелет стероидов, типы заместителей в стероидном скелете. Холестерин, желчные кислоты, кортикостероиды, половые гормоны, витамин D, сердечные гликозиды как представители стероидов, их биологическая роль. Понятие о простагландинах. Биологическая роль.

### Практическая часть:

1. Сопоставьте кислотность на основании электронных эффектов заместителей, покажите смещение электронной плотности в молекулах: а) этанола и фенола; б) пропанола-1 и 3-фторпропанола-1; в) фенола и *n*-крезола; г) фенола и 2,4,6-тринитрофенола; д) этанола и этантиола.
2. Напишите уравнения реакций окисления (дегидрирования) первичного и вторичного спиртов, уравнения реакций взаимодействия этанола с а)  $\text{HBr}$ ; б)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; в)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; г)  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ ; д) глицерина с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , с  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ . Назовите продукты реакций.
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия фенола с: а)  $\text{Br}_2(\text{H}_2\text{O})$ ; б)  $\text{HNO}_3$  (изб); в)  $\text{NaOH}$ . Назовите полученные соединения.
4. Напишите уравнения реакций взаимодействия  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и  $\text{CoA-SH}$ , этантиола со щелочью.
5. Сопоставьте реакционную способность в реакциях нуклеофильного присоединения на основании электронных эффектов заместителей, покажите смещение электронной плотности в молекулах: а) метаноля, этаноля и пропаноля; б) этаноля и пропанола (ацетона); в) ацетальдегида и хлорала; г) пропаноля и 2-хлорпропаноля.
6. Напишите уравнения реакций взаимодействия ацетальдегида: а) с этанолом с образованием полуацетала и ацетала; б) с хлором с образованием хлорала; в) с аммиаком; г) с ацетальдегидом с образованием альдоля и бутен-2-оля (кротонового альдегида); д) реакцию окисления этаноля *in vivo* с помощью кофермента НАД<sup>+</sup> и *in vitro* с помощью аммиачного раствора оксида серебра(I) (реакция «серебряного зеркала»).
7. Сравните кислотные свойства уксусной, хлоруксусной и трихлоруксусной кислот на основании электронных эффектов заместителей, покажите смещение электронной плотности.
8. Напишите уравнения реакций взаимодействия: а) уксусной кислоты с этанолом; б) ацетилкофермента А ( $\text{CH}_3\text{-CO-SCoA}$ ) с этанолом (ацетилирование спирта). Биологическая роль этих реакций.
9. Напишите уравнения реакций: а) декарбоксилирования щавелевой и малоновой кислот; б) превращение янтарной кислоты в фумаровую. Биологическое значение.
10. Напишите катионную и анионную формы аланина. К каким электродам будут перемещаться эти ионы в электрическом поле?
11. Покажите этапы ионизации аспарагиновой кислоты и лизина. Учитывая, что для кислых  $\alpha$ -аминокислот  $pI < 7$ , а для основных  $pI > 7$ , определите в какой форме (катионной или анионной) находятся эти кислоты *in vivo*.

12. Напишите уравнение реакции взаимодействия аспарагиновой кислоты с оксоглутаровой кислотой. Как называются такие реакции? Какие ферменты и коферменты принимают в них участие?
13. Напишите уравнения реакций декарбоксилирования *in vivo* гистидина и глутаминовой кислоты. Какую роль *in vivo* играют образовавшиеся в результате этого биогенные амины-гистамин и  $\gamma$ -аминомасляная кислота?
14. Напишите уравнение окислительного дезаминирования глутаминовой кислоты с помощью кофермента НАД<sup>+</sup>. Какое вещество образуется на первой стадии процесса? Может ли эта реакция протекать в обратном направлении? Если да, то как она называется?
15. Напишите уравнение реакции ацетилирования *in vivo* холина с помощью ацетилкофермента-А. Биологическая роль ацетилхолина?
16. Напишите уравнение реакции образования пептида карнозина из  $\beta$ -аланина и гистидина. Какова его биологическая роль?
17. Приведите общую схему гидролиза белка как пример последовательной реакции, назовите продукты.
18. Покажите образование пептидной связи между аминокислотами валином, лейцином и фенилаланином.
19. Покажите образование водородной связи между аминокислотами (с написанием их формул) во фрагменте  $\alpha$ -спирали белковой молекулы.
20. Осуществите превращения, напишите соответствующие уравнения реакций:  
серин  $\rightarrow$  коламин  $\rightarrow$  холин  $\rightarrow$  ацетилхолин.
21. Напишите проекционные формулы Фишера D-рибозы и L-рибозы. Покажите последовательное превращение D-рибозы в циклическую полуацетальную форму Колли-Толленса и в циклическую форму Хеурса (фуранозную,  $\beta$ -аномер), назовите.
22. Напишите проекционные формулы Фишера D-ксилозы и L-ксилозы. Покажите последовательное превращение D-ксилозы в циклическую полуацетальную форму Колли-Толленса и в циклическую форму Хеурса (фуранозную,  $\alpha$ -аномер), назовите.
23. Напишите проекционные формулы Фишера D-глюкозы и L-глюкозы. Покажите последовательное превращение D-глюкозы в циклическую полуацетальную форму Колли-Толленса (отдельно для фуранозной и пиранозной форм) и в циклические формы Хеурса (фуранозную,  $\beta$ -аномер и пиранозную,  $\alpha$ -аномер), назовите.
24. Напишите проекционные формулы Фишера D-галактозы и L-галактозы. Покажите последовательное превращение D-галактозы в циклическую полуацетальную форму Колли-Толленса и в циклическую форму Хеурса (пиранозную,  $\alpha$ -аномер), назовите.
25. Напишите формулу Фишера D-фруктозы и покажите последовательное превращение этого соединения в циклическую полуацетальную форму Колли-Толленса и в циклическую (фуранозную,  $\beta$ -аномер) форму Хеурса, назовите.
26. Напишите уравнения реакций и назовите продукты:
- взаимодействия  $\alpha$ -D-галактопиранозы с метанолом по полуацетальной группе;
  - ацетилирования  $\alpha$ -D-галактопиранозы уксусной кислотой;
  - восстановления D-маннозы с образованием D-маннита;
  - окисления D-галактозы в галактаровую (слизевую кислоту);
  - брожения глюкозы: спиртового, молочнокислого, маслянокислого.
27. Напишите уравнения реакций и укажите биологическую роль полученных соединений, а также характер связи между монозами:
- $\alpha$ -D-глюкопираноза +  $\alpha$ -D-глюкопираноза = мальтоза;
  - $\beta$ -D-глюкопираноза +  $\beta$ -D-глюкопираноза = целлобиоза;
  - $\beta$ -D-галактопираноза +  $\alpha$ - или  $\beta$ -D-глюкопираноза = лактоза;
  - $\alpha$ -D-глюкопираноза +  $\beta$ -D-фруктофураноза = сахароза.
28. Напишите схему ступенчатого гидролиза крахмала, назовите промежуточные и конечный продукты гидролиза.
29. Напишите уравнения реакций взаимодействия целлюлозы с уксусной и азотной кислотами. Назовите полученные вещества, применение.
30. Напишите уравнения реакций взаимодействия пиридина с водой и соляной кислотой. За счет чего пиридин проявляет основные свойства?
31. Подтвердите уравнениями реакции слабые кислотные свойства пиррола. Какие соединения образуются при восстановлении пиррола, пиридина?
32. Напишите лактимную и лактамную формы для пиримидиновых оснований: урацила, тимина и цитозина. В состав каких соединений они входят?
33. Напишите формулы пуриновых оснований: аденина и гуанина. Напишите лактимную и лактамную форму для гуанина. В состав каких соединений они входят?

- 34.** Нуклеозиды: N-гликозиды  $\beta$ -D-рибофуранозы и 2-дезоксид- $\beta$ -D-рибофуранозы. Строение, названия, биологическая роль.
- 35.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно получить цитидин, дезоксигуанозин, АМФ (аденозин-5-монофосфат). Биологическая роль этих соединений.
- 36.** Напишите формулы дезоксиаденозин-5-фосфата, тимидин-5-фосфата. Биологическая роль этих соединений.
- 37.** Напишите формулы тимидин-3-фосфата, гуанозин-5-фосфата. Биологическая роль этих соединений.
- 38.** Напишите реакции гидрогенизации триацилглицерина, в состав которого входят олеиновая, линолевая и стеариновая кислоты, а также его щелочной гидролиз. Биологическая роль полученных соединений.
- 39.** Что характеризует йодное число жира? Расположите в порядке убывания йодного числа следующие триацилы: трипальмитат, олеодистеарат, линолеодиолеин. Поясните.
- 40.** Напишите уравнения реакций взаимодействия фосфатидной кислоты с серином, этаноламином, холином, инозитом. Название, природа и биологическая роль полученных соединений.
- 41.** Напишите уравнение реакции взаимодействия сфингозина с олеиновой кислотой по аминогруппе. Как называется полученное вещество?
- 42.** Представьте общую структуру сфингомиелина, гликолипида. Биологическая роль.