

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет»
Минздрава России**

КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ БИОХИМИИ
Экзаменационный материал по курсу «Общая химия и Биоорганическая химия»
для студентов медико-профилактического факультета

Модуль 1 «Основы Общей Химии»

1. 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.
2. Формулировка и математическое выражение I закона термодинамики для изолированных и закрытых систем. Дать определение понятию «энтальпия». Биологическое значение первого закона термодинамики.
3. Формулировка закона Гесса, 1 и 2 следствий из него, математическое выражение. Значение термохимических расчетов для гигиены питания.
4. Формулировка и математическое выражение II закона термодинамики для изолированных и закрытых систем. Дать определение понятию «энтропия». Биологическое значение второго закона термодинамики.
5. Характеристика энергии Гиббса как критерия самопроизвольного протекания процессов. Привести примеры экз- и эндергонических процессов, протекающих в организме человека.
6. Особенности энергетического обмена в живых организмах: принцип энергетического сопряжения, многостадийность и обратимость биохимических процессов, гомеостаз. Суть принципа И. Пригожина.
7. Пользуясь справочными значениями стандартных энтальпий образования веществ, рассчитайте при с.у. тепловой эффект реакции ($\Delta H^\circ_{\text{р-ции}}$) получения диэтилового эфира из этанола:
$$2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{ж})} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5_{(\text{ж})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$$
8. Теплоты сгорания углеводов и белков в организме человека составляют 4,1 ккал/г, жиров – 9,3 ккал/г. Среднесуточная потребность в белках, жирах и углеводах для студента составляет соответственно 113, 106 и 451 г. Рассчитайте суточную энергетическую потребность среднестатистического студента (в ккал).
9. Рассчитайте $\Delta G^\circ_{\text{р-ции}}$ и укажите, возможна ли прис.у. биохимическая реакция гликолиза:
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(\text{aq})} \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_{3(\text{aq})}?$$
10. Классификация химических реакций по фазовому состоянию, по механизму протекания реакций. Привести примеры. Виды сложных реакций, протекающих в организме человека.
11. Зависимость скорости реакции от природы реагентов, концентрации реагентов (закон действующих масс), от температуры (правило Вант-Гоффа для химических и биохимических реакций). Понятие об энергии активации.
12. Что такое катализ, катализаторы, ингибиторы? Общие принципы катализа. Особенности ферментативного катализа.
13. Понятие о химическом равновесии, константе химического равновесия ($K_{\text{равн.}}$). Формулировка закона действующих масс для обратимых реакций. Принцип ЛеШателье и его аналог в природе – принцип адаптивных перестроек.
14. Сделайте заключение о практической обратимости реакции при 298K, рассчитав константу равновесия для реакции $\text{АТФ} + \text{АМФ} \rightleftharpoons 2\text{АДФ}$, $\Delta G^\circ = -2,10 \text{ кДж/моль}$.
15. Понятие о растворе, растворителе, растворенном веществе. Современная классификация плазмозамещающих (инфузионных) растворов, их назначение.
16. Понятие об эквиваленте, количестве вещества эквивалента, факторе эквивалентности, молярной массе эквивалента. Определение, физический смысл следующих способов выражения концентрации вещества в растворе: массовая доля, молярная и моляльная концентрации, молярная концентрация эквивалента, молярная доля, титр. Применение в медико-биологической и санитарно-гигиенической практике.

17. Хлорид цинка используется в качестве вяжущего и асептического средства. Определите массовую долю, молярную и моляльную концентрации, молярную концентрацию эквивалента, молярную долю и титр соли в растворе, содержащем 5 г ZnCl_2 в 100 г раствора ($\rho = 1$ г/мл).
18. Формулировка, математическое выражение первого и второго закона Рауля для растворов неэлектролитов и электролитов, биологическое значение. Характеристика значений изотонического коэффициента.
19. Понятие о диффузии, значение для организма человека. Понятие о полупроницаемых мембранах. Тургор, осмос, осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа для расчета осмотического давления, его математическое выражение.
20. Биологическая роль осмоса. Осмотическое давление плазмы крови, осмолярная концентрация плазмы крови.
21. Изо-, гипер- и гипотонических растворы: характеристика (эндо-, экзоосмос, гемолиз, плазмолиз, осмотический шок, осмотический конфликт). Применение в медицинской практике.
22. Рассчитайте молярную массу неэлектролита, если 28,5 г этого вещества, растворенного в 785 г воды, вызывают понижение давления пара воды над раствором (ΔP) на 52,37 Па при 25°C. Давление пара над чистым растворителем (P_0) равно 7375,9 Па.
23. Вычислите температуру кипения ($t^\circ_{\text{кип}}$) и замерзания ($t^\circ_{\text{зам}}$) 0,9%-ного раствора NaCl, применяемого в медицинской практике, если $i = 1,95$.
24. Каким (гипо-, гипер- или изотоническим) является 20%-ный раствор глюкозы ($\rho = 1,08$ г/мл) при 310K, применяемый для внутривенного введения при отеке легких, если осмотическое давление плазмы крови 740 – 780 кПа?
25. При внутренних кровоизлияниях (легочных, желудочно-кишечных), а также для усиления диуреза внутривенно вводят от 5 до 20 мл 10%-ного раствора NaCl ($\rho = 1,071$ г/мл, $i = 1,87$). Рассчитайте осмотическое давление этого раствора и определите, каким он будет по отношению к плазме крови ($t = 37^\circ\text{C}$).
26. Количественная характеристика растворов слабых электролитов: степень и константа диссоциации, закон разведения Оствальда, его практическое применение.
27. Количественная характеристика растворов сильных электролитов: активность ионов, коэффициент активности ионов, ионная сила раствора. Чему равна ионная сила плазмы крови?
28. Константа диссоциации HCN равна $7,9 \cdot 10^{-10}$. Чему равна степень диссоциации HCN в 0,001 М растворе?
29. 5%–10%-ные растворы хлорида кальция используется в качестве противоаллергического, противовоспалительного, гемостатического и дезинтоксикационного средства. Рассчитайте ионную силу раствора и активность ионов кальция в его 5%-ном растворе ($\rho = 1,0835$ г/мл).
30. Определения кислот и оснований, амфолитов согласно протолитической теории Бренстеда-Лоури. Привести примеры.
31. Типы протолитических реакций, роль в биохимических процессах, приведите соответствующие уравнения реакций. Кисотно-основные сопряжённые пары, понятие о протолитическом равновесии на примере $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$.
32. Гидролиз как протолитическая реакция. Виды гидролиза, привести соответствующие уравнения реакций. Биологическая роль гидролиза.
33. Автопротолиз воды как протолитическая реакция. Что такое ионное произведение воды (K_w)? Что такое водородный показатель (pH)? pH биологических жидкостей (плазмы крови, желудочного сока, сока поджелудочной железы, слюны, мочи).
34. Роль буферных систем. Механизм защитного действия. Состав, пример кислотных и основных буферов. Применение буферных растворов в лабораторной практике.
35. Буферные системы организма человека (гидрокарбонатная, гидрофосфатная, гемоглобиновая, белковые): состав, механизм действия, особенности, биологическая роль.
36. Кисотно-щелочное равновесие в организме (pH, $p(\text{CO}_2)$, $c(\text{HCO}_3^-)$, BB), показатели в норме. Понятие об ацидозе, алкалозе как проявлении нарушения КЩР.
37. Рассчитайте емкость буферного раствора по кислоте (моль/л), если при добавлении к 50 мл этого раствора 2 мл соляной кислоты с концентрацией 0,8 моль/л pH изменится от 7,3 до 7,0. Что такое буферная емкость по кислоте?

- 38.** Чему равна буферная емкость по основанию (моль/л), если при добавлении 1,5 мл раствора с массовой долей гидроксида натрия 10% ($\rho = 1,092$ г/мл) к 250 мл этого раствора вызвало изменение pH на 0,4 единицы. Что такое буферная емкость по основанию?
- 39.** 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 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 $\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-$ pH крови становится равным 7,0.
- 40.** Характеристика насыщенных, ненасыщенных и пересыщенных растворов. Суть и основное условие существования гетерогенного равновесия. Значения константы гетерогенного равновесия (K_s).
- 41.** Условия смещения гетерогенного равновесия. Условия образования и растворения осадка. Условия достижения полноты осаждения ионов. Последовательность осаждения ионов. Пояснить на примерах.
- 42.** Химизм образования костной ткани, привести соответствующие уравнения реакций. Понятие о физиологическом и патологическом изоморфизме, примеры.
- 43.** Для очистки сточных вод к 10 л этих вод с концентрацией ионов ртути(II) равной 10^{-4} моль/л добавили 100 мл 0,1 М раствора сульфата натрия. Произойдет ли осаждение ионов ртути, если $K_s(\text{HgSO}_4) = 6,8 \cdot 10^{-7}$. Принять плотность растворов равной 1 г/мл.
- 44.** Основные понятия: окислитель, восстановитель, процессы окисления, восстановления. Особенности процессов окисления, восстановления в живых организмах. Применение ОВР в санитарно-гигиенической практике.
- 45.** Оксидантная система организма: активные формы кислорода (формулы, названия). Антиоксидантная система: состав (примеры антиоксидантов), биологическая роль.
- 46.** Бромная вода – часто используемый в лабораторной практике реактив. Какие из ниже перечисленных ионов можно окислить бромной водой: а) золота(I); б) кобальта(II); в) меди(I). Ответ подтвердите расчетом, сделанным для с.у. Данные: $\varphi^\circ(\text{Au}^{3+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Au}^+) = +1,41$ В; $\varphi^\circ(\text{Co}^{3+} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}) = +1,81$ В; $\varphi^\circ(\text{Cu}^{2+} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Cu}^+) = +0,16$ В; $\varphi^\circ(\text{Br}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{Br}^-) = +1,09$ В.
- 47.** Содержащиеся в растениях нитраты могут восстанавливаться в нитриты и реагировать в желудке с входящими в состав пищевых продуктов вторичными аминами с образованием сильных канцерогенов – нитрозаминов. Определите, могут ли нитрат-анионы восстанавливаться аскорбиновой кислотой с образованием нитрит-анионов. Данные:
 $\varphi^\circ(\text{Дегидроаскорбиновая кислота} + 2\text{H}^+/\text{Аскорбиновая кислота}) = +0,058$ В;
 $\varphi^\circ(\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}) = +0,94$ В.
-
- 48.** Понятие о биогенности химических элементов. Классификация биогенных элементов: а) по признаку количественного содержания в организме; б) по функции. Элементы «металлы жизни». Элементы-органогены. Элементы-токсиканты. Эндемические заболевания, микроэлементозы, факторы их вызывающие.
- 49.** Укажите комплексообразователь и лиганд в комплексных соединениях, а также: а) определите заряд внутренней сферы; б) определите степень окисления центрального атома; в) определите координационное число центрального атома; г) определите заряд лигандов и их дентатность: $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $[\text{Cu}(\text{ГЛИ})_2]^{2+}$, $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}]\text{Cl}_3$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]$.
- 50.** Укажите тип гибридизации атомных орбиталей (а.о.) 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 лигандом. Какой тип связи между к.о. и лигандом, какой механизм образования связи?
- 51.** Основы химии гемоглобина, приведите соответствующие уравнения реакций. Примеры биолигандов. Хелатные соединения, макроциклические соединения, многоядерные комплексы. Принципы хелатотерапии. Применение комплексонов в медико-санитарной практике.

1. Дайте определение понятию «функциональная группа». Функциональные группы спиртов; тиолов; фенолов; альдегидов; кетонов; карбоновых кислот; аминов; амидов; простых и сложных эфиров. Приведите примеры моно-, поли- и гетерофункциональных соединений, назовите вещества.
2. Что такое индуктивный и мезомерный электронные эффекты? Их виды. С учетом влияния заместителей покажите распределение электронной плотности в молекулах изобутана; пропанола-1; фенола; бензальдегида; трихлоруксусной кислоты.
3. Электронное строение спиртов и фенолов. Окисление этанола *in vivo* с помощью кофермента НАД⁺, назовите продукты. Окисление в системе гидрохинон – хинон, биологическое значение реакции. Медико-биологическое значение спиртов и фенолов (этанол; диэтиловый эфир; сорбит; ксилит; ментол; инозит; глицерин; фенол и крезол; резорцин; пирокатехин).
4. Понятие о тиолах. Реакция взаимодействия КоА-SH с CH_3COOH . Биологическая роль кофермента-А и ацетилкофермента-А. Тиолы – антиоксиданты (примеры, особенность защитного действия). Тиолы – антидоты (БАЛ, унитиол, меркамин; назначение).
5. Составьте формулы коламина; холина; ацетилхолина. Напишите уравнение реакции превращения коламина в холин; взаимодействия ацетилкофермента-А с холином. Укажите биологическую роль всех соединений. Составьте формулы катехоламинов: дофамина; норадреналина; адреналина. Укажите их биологическую роль.
6. Электронное строение альдегидов, кетонов и карбоновых (моно- и ди-) кислот. Приведите примеры соответствующих соединений, назовите. Окисление этанола *in vivo* с помощью кофермента НАД⁺.
7. Реакция взаимодействия пропановой кислоты с SOCl_2 , каким действием обладают полученные ацилхлориды (галогенангидриды)? Напишите уравнения реакций, назовите продукты: а) декарбоксилирования щавелевой и малоновой кислот; б) превращение янтарной кислоты при участии кофермента ФАД в фумаровую. Какой фермент катализирует реакцию в пункте «б»? Биологическое значение данной реакции.
8. Гидрокси- и оксокарбоновые кислоты: гликолевая, молочная, яблочная, лимонная; глиоксиловая, пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная, α -кетоглутаровая. Формулы, биологическая роль.
9. Приведите примеры (формулы) α -аминокислот: алифатических, ароматических и гетероциклических. Перечислите заменимые и незаменимые α -аминокислоты.
10. Покажите этапы ионизации аланина, аспарагиновой кислоты и лизина. К каким электродам перемещаются анионные и катионные формы? Учитывая, что для кислых α -аминокислот $\text{pI} < 7$, а для основных $\text{pI} > 7$, определите в какой форме (катионной или анионной) находятся эти кислоты *in vivo*.
11. Напишите биологически важные реакции α -аминокислот, назовите продукты: а) трансаминирование (аспарагиновой кислоты с оксoglутаровой кислотой); б) декарбоксилирование гистидина и глутаминовой кислоты; в) окислительное дезаминирование глутаминовой кислоты *in vivo* с помощью кофермента НАД⁺; г) восстановительное дезаминирование валина; д) внутримолекулярное дезаминирование валина; е) гидролитическое дезаминирование аланина; д) образование пептидов: получение дипептида карнозина из β -аланина и гистидина. Какова биологическая роль β -аланина и карнозина? Укажите пептидные связи в реакции.
12. Понятие о белках. Структурная организация белков: первичная, вторичная, третичная, четвертичная. Гидролиз белков и его биологическое значение: приведите общую схему гидролиза белка как пример последовательной реакции, назовите продукты. Пищевая ценность белка. Белки в продуктах питания.
13. Углеводы. Моносахариды. Строение наиболее важных пентоз (D-рибоза, 2-дезоксирибоза, D-ксилоза), гексоз (D-глюкоза, D-фруктоза, D-галактоза, D-манноза), аминосахароз (глюкозамин, галактозамин, маннозамин). Польза и вред углеводов.
14. Напишите проекционные формулы Фишера D-рибозы и L-рибозы. Как эти изомеры называются по отношению друг к другу? Покажите превращение открытой формулы Фишера D-рибозы в закрытую полуацетальную формулу Колли-Толленса (β -аномер), затем в циклическую фуранозную формулу Хеуорса (β -D-рибофураноза).
15. Покажите превращение открытой формулы Фишера D-глюкозы в закрытую полуацетальную формулу Колли-Толленса (α -аномер), затем в циклическую пиранозную формулу Хеуорса (α -D-глюкопираноза).

16. Покажите превращение открытой формулы Фишера D-фруктозы в формулу Колли-Толленса (β -аномер), затем в циклическую фуранозную формулу Хеуорса (β -D-фруктофураноза).
17. Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение. Состав. Биологическая роль.
18. Гомополисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза. Строение. Состав. Биологическая роль. Напишите схему ступенчатого гидролиза крахмала, назовите промежуточные и конечные продукты гидролиза, биологическое значение реакции. Гетерополисахариды: хондроитинсульфаты, гиалуроновая кислота, гепарин. Строение. Состав. Биологическая роль.
19. Пятичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами: пиррол, пирролидин, имидазол, пиразол. Строение, типы гибридизации атомных орбиталей. Биологическая роль.
20. Шестичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами – пиридин, пиримидин. Строение. Биологическая роль. Пиримидиновые азотистые основания, лактим-лактаминная таутомерия для урацила, тимина и цитозина. Биологическая роль этих соединений.
21. Напишите уравнения реакций, назовите продукты: а) взаимодействия пиридина с амидом натрия; б) окисление гомолога пиридина – β -метилпиридина в никотиновую кислоту; в) взаимодействия никотиновой кислоты с аммиаком (образование никотиамида). Биологическая роль никотиновой кислоты и ее амида.
22. Производные пурина: 6-гидроксипурин (гипоксантин), 2,6-дигидроксипурин (ксантин), 2,6,8-тригидроксипурин (мочевая кислота). Строение. Соли мочевой кислоты – ураты, их биологическая роль в организме.
23. Аминопурины: 6-аминопурин (аденин), 2-амино-6-гидроксипурин (гуанин). Строение, лактим-лактаминная таутомерия, биологическая роль.
24. Загрязнение окружающей среды гетероциклическими соединениями. Окружающая среда и фармпроизводство.
25. Нуклеозиды ДНК и РНК. Составьте формулы гуанозина, дезоксицитидина, уридина, тимидина, дезоксиаденозина. Укажите, какие нуклеозиды относятся к ДНК, а какие – к РНК, укажите тип связи.
26. Нуклеотиды ДНК и РНК. Составьте формулы аденозина-5'-фосфат, цитидина-3'-фосфат, дезоксигуанозина-3'-фосфат, тимидина-5'-фосфат. Укажите, какие нуклеотиды относятся к ДНК, а какие – к РНК. Биологическая роль РНК и ДНК.
27. Классификация липидов: химическая и функциональная. Роль жиров в питании человека: рациональный подход. Основные источники пищевых жиров. Понятие о йодном числе, числе омыления, кислотном числе как характеристике качества жира.
28. Высшие жирные кислоты (ВЖК): строение, биологическая роль: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая; линолевая, линоленовая, арахидоновая. Укажите ω -3, ω -6, ω -9 ВЖК.
29. Омыляемые простые липиды: а) воски (спермацет, пчелиный воск), б) жиры, масла. Триацилглицерины: общая структура, твердые, жидкие.
30. Омыляемые сложные липиды: фосфолипиды. Напишите уравнения реакций взаимодействия L-фосфатидной кислоты с серином, этаноламином, холином. Назовите продукты, укажите их биологическую роль. Понятие о плазмалогенах.
31. Сфинголипиды: церамид как структурный компонент, сфингомиелин. Строение. Биологическая роль.
32. Гликолипиды: гликозилдиглицериды, ганглиозиды, цереброзиды. Строение. Биологическая роль.
33. Неомыляемые липиды. Терпены и стероиды. Важнейшие представители. Строение, биологическое значение простагландинов, холестерина, желчных кислот, кортикостероидов, половых гормонов, водорастворимых витаминов, сердечных гликозидов.