

Блок “Физико-химическая биология”

В рамках блока проверяются знания абитуриента по органической химии, биохимии, общей биологии, молекулярной биологии.

Часть А (12 баллов)

Вам предложены задания с несколькими вариантами ответа. Вам необходимо выбрать **ровно один** ответ из предложенных. Верный ответ на любое задание оценивается в **1 балл**. Если выбрано несколько ответов, либо выбран неверный ответ, либо ответ не указан, задача оценивается в 0 баллов.

A1. Чтобы решить вопрос о принадлежности двух популяций к одному виду, важно:

- A. выяснить, дают ли их представители плодовитое потомство
- B. сравнить их образ жизни и питание
- C. установить, есть ли у их представителей отличия в числе хромосом
- D. все вышеперечисленное

A2. Прохождение воды через полупроницаемую мембрану в направлении большей концентрации раствора солей называется:

- A. диффузией;
- B. осмосом;
- C. активным транспортом;
- D. пассивным транспортом

A3. Водоросли в отличие от других растений

- A. могут жить только в воде
- B. не имеют органов и тканей
- C. запасают гликоген
- D. не могут быть многоклеточными

A4. Выберите вещество, которое является сильным электролитом:

- A. Al_2O_3
- B. H_2
- C. H_2SO_4
- D. $CaCO_3$

A5. Какое утверждение соответствует закону Гесса?

- A. количество теплоты является функцией состояния
- B. тепловой эффект реакции зависит от пути процесса
- C. тепловой эффект реакции зависит от начального и конечного состояния системы
- D. все утверждения верны

A6. Определите валентность азота в соединении HNO_3 :

- A. II
- B. III
- C. IV
- D. V

A7. Все ДНК- и РНК-полимеразы присоединяют новые нуклеотиды к:

- A. Обоим концам молекулы нуклеиновой кислоты случайным образом
- B. Только к 3'-концу
- C. Только к 5'-концу
- D. к 3'-концу в РНК и 5'-концу в ДНК
- E. к 5'-концу в РНК и 3'-концу в ДНК

A8. Благодаря какому свойству генетического кода происходят синонимичные мутации:

- A. Универсальности
- B. Триплетности
- C. Вырожденности
- D. Специфичности
- E. Амбивалентности
- F. Полярности

- A9.** Причиной мутаций не является:
- A. Ошибки репликации
 - B. Ошибки репарации
 - C. Спонтанное изменение азотистых оснований (дезаминирование, окисление, алкилирование и др.)
 - D. Ошибки в расхождении хромосом
 - E. УФ излучение
 - F. Генно-модифицированные продукты

- A10.** На величину изменения свободной энергии химической реакции влияют:
- A. концентрации реагентов
 - B. константа равновесия и температура
 - C. температура и концентрации реагентов
 - D. константа равновесия, температура и концентрации реагентов

Часть В (30 баллов)

В части В даются задания с несколькими вариантами ответа. Вам необходимо отметить **один или несколько пунктов** (вплоть до 7) из предложенных. Каждое задание оценивается в **2 балла**. За каждую неверную отметку (отмечен неверный пункт, либо не отмечен верный пункт) снимается 1 балл. Если отметки отсутствуют, за задачу ставится 0 баллов.

- B1.** Органеллами мембранного строения являются:
- A. митохондрии
 - B. рибосомы
 - C. лизосомы
 - D. клеточный центр
 - E. пластиды
 - F. эндоплазматический ретикулум

- B2.** В митохондриях происходит
- A. фотолиз воды
 - B. биосинтез белков
 - C. расщепление глюкозы до двух молекул ПВК
 - D. транспорт электронов переносчиками в мембране
 - E. возбуждение электрона светом
 - F. синтез молекул АТФ

- B3.** Мейоз происходит при образовании
- A. спермиев сосны
 - B. яйцеклетка собаки
 - C. клетка кожи человека
 - D. сперматозоида щуки
 - E. споры папоротника
 - F. клетки листа яблони

- A11.** В среде с нейтральным рН молекула глутаминовой кислоты будет иметь заряд:
- A. +1
 - B. 0
 - C. -1
 - D. -2

- A12.** К аминокислотам с ионизируемой боковой группой относятся:
- A. фенилаланин, изолейцин, пролин
 - B. глутаминовая кислота, цистеин, аспарагин
 - C. лизин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота
 - D. лизин, аспарагин, глутамин

- B4.** К элементарным эволюционным факторам относятся:
- A. дрейф генов
 - B. мутационный процесс
 - C. естественный отбор
 - D. инбридинг
 - E. миграция
 - F. панмиксия

- B5.** Для хордовых животных характерно:
- A. нервная система трубчатого типа
 - B. жаберные щели у зародыша
 - C. гаметическая редукция
 - D. внутренний скелет
 - E. кожно-мускульный мешок
 - F. хитиновые покровы

- B6.** Укажите справедливые утверждения:
- A. кислотные свойства у фенола выражены слабее, чем у уксусной кислоты
 - B. кислотные свойства у уксусной кислоты выражены сильнее, чем у трихлоруксусной
- (продолжение вопроса на следующей странице)

- C. кислотные свойства у бензойной кислоты выражены сильнее, чем у пропионовой кислоты
- D. кислотные свойства у монохлоруксусной кислоты выражены слабее, чем у трихлоруксусной
- E. у соляной кислоты кислотные свойства выражены сильнее, чем у бензойной

B7. Выберите молекулы, которые имеют объёмную структуру (не линейную и не плоскую):

- A. PCl_5
- B. BCl_3
- C. COCl_2
- D. C_6H_6
- E. HgCl_2
- F. CH_4

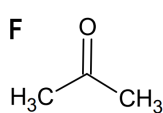
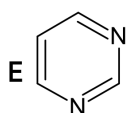
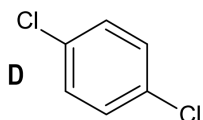
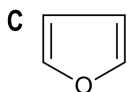
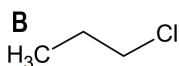
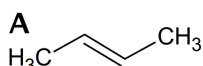
B8. Отметьте справедливые утверждения относительно ароматических соединений:

- A. высокая термодинамическая устойчивость
- B. способность вступать преимущественно в реакции присоединения, а не замещения
- C. способность вступать преимущественно в реакции замещения, а не присоединения
- D. высокая устойчивость к действию окислителей и температуры
- E. имеют сопряжённую систему π -электронов

B9. Какие из следующих процессов приводят к увеличению внутренней энергии вещества:

- A. конденсация
- B. охлаждение
- C. плавление
- D. нагревание
- E. парообразование
- F. кристаллизация

B10. Выберите молекулы, для которых дипольный момент равен нулю:



B11. В транскрипции обычно принимают участие:

- A. Топоизомеразы
- B. Хеликаза
- C. РНК-зависимая ДНК-полимераза
- D. ДНК-зависимая РНК-полимераза
- E. Транскрипционные факторы
- F. Обратная транскриптаза

B12. К характеристикам прокариотических геномов можно отнести:

- A. Относительно малый размер – 1-10 млн. п.н.
- B. Строгое соответствие между размером генома и числом генов (чем больше геном, тем больше генов)
- C. Межгенные участки длинные, гены расположены редко
- D. Большую часть генома составляют регуляторные элементы
- E. Нет интронов
- F. Оперонная структура генома

B13. Метилирование ядерной ДНК эукариот, как правило:

- A. Происходит по цитозину независимо от его нуклеотидного окружения
- B. Происходит только в эмбриогенезе, но не постэмбрионально
- C. Происходит в динуклеотидах CpG
- D. Регулирует транскрипцию
- E. Регулирует репликацию
- F. Необратимо

B14. В эксцизионной репарации азотистых оснований (BER) участвуют:

- A. Гликозилаза
- B. Сплайсосома
- C. AP-эндонуклеаза
- D. Лигаза
- E. Обратная транскриптаза
- F. Ku70

B15. Какие вещества способны проникать через липидный бислой путем простой диффузии?

- A. ионы
- B. молекулы газов
- C. нуклеиновые кислоты
- D. молекулы большого размера
- E. неполярные вещества

Часть С (30 баллов)

В части С даются задачи с кратким ответом. Ответом такой задачи обычно является число или короткая надпись (предложение), которая обычно помещается в одну строку. Верный ответ оценивается в 3 балла. Неверные ответы могут быть оценены на 0, 1 или 2 балла в зависимости от критериев оценивания задачи.

С1. Где в клетке происходит окислительное фосфорилирование?

С2. Как называется структура эукариотической клетки, в которой происходит синтез рибосомных РНК и сборка рибосом?

С3. Посчитайте молярную концентрацию хлорида натрия в физиологическом растворе (0.9%). Плотность раствора примите равной 1 г/мл.

С4. Какое количество нейтронов имеет атом хлора ^{37}Cl ?

С5. Вычислите константу равновесия для реакции: $\text{CO (г)} + \text{H}_2\text{O (г)} \leftrightarrow \text{CO}_2 \text{ (г)} + \text{H}_2 \text{ (г)}$
если равновесные концентрации равны (моль/л): $[\text{CO}] = 0,06$; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,054$; $[\text{CO}_2] = 0,03$; $[\text{H}_2] = 0,018$

С6. Дан фрагмент гена (ДНК), кодирующего участок антикодonoвой петли тРНК (верхняя цепь смысловая, нижняя транскрибируемая):

5' -ГТААТСССГГТТАГС - 3'

3' -САТТАГГГССААТСГ - 5'

Определите нуклеотидную последовательность участка тРНК, который синтезируется на данном фрагменте ДНК, обозначив его 5' и 3' концы, и определите, какую аминокислоту будет переносить эта тРНК, если четвертый триплет с ее 5' конца является антикодоном.

В ответе напишите последовательность тРНК и трехбуквенный код аминокислоты через запятую.

С7. Дайте определение термина “трансляция”.

С8. Сколько разнообразных тетраплетов (разнообразных сочетаний длиной 4 нуклеотида) можно составить из четырех нуклеотидов (А, Т, Г, С)? Т.е, сколько аминокислот можно закодировать, если бы генетический код был тетраплетным, а не триплетным?

С9. 400 мкл 2.5 М раствора HCl разбавили водой так, чтобы конечный объем образца составил 100 мл. Рассчитайте pH раствора.

С10. 0.1 М раствор глюкозо-1-фосфата инкубируют при pH 7 и 25°C в присутствии фосфоглюкомутазы, в результате чего образуется глюкозо-6-фосфат.

При достижении равновесия концентрация глюкозо-1-фосфата равна 4 мМ, глюкозо-6-фосфата - 96 мМ.

Рассчитайте константу равновесия и ΔG° этой реакции. Универсальная газовая постоянная $R = 8.314$ Дж/(моль*К).

Часть D (28 баллов)

В части D дается 3 сложные задачи, требующие развернутого решения. Каждая из задач оценивается в 7-10 баллов по собственным критериям оценивания. Задачи могут содержать подпункты, для каждого из которых указан максимальный балл.

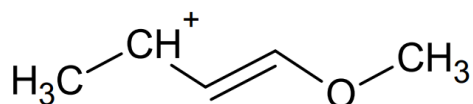
D1 (до 10 баллов).

Назовите основные сходства и различия в строении животной, растительной и грибной клетки.

За каждое верно описанное отличие добавляется 1 балл. За пункты, содержащие грубые ошибки, баллы могут быть сняты.

D2 (8 баллов).

Изобразите две резонансные структуры для соединения ниже (4 балла):



Укажите наиболее и наименее стабильную, ответ обоснуйте (4 балла).

D3 (10 баллов).

После еды в печени и мышцах глюкоза запасается в виде полимерного вещества - гликогена. При голодании гликоген расщепляется. При этом в печени образуется свободная глюкоза, которая может переноситься к другим тканям, снабжая их энергией. Мышцы не способны поставлять глюкозу в кровь - после расщепления гликогена они используют глюкозу для собственных нужд.

Ответьте на вопросы:

- 1) Почему клетки "запасают" не свободную глюкозу, а полимерный гликоген? (2 балла)
- 2) Почему клетки печени поставляют глюкозу в кровь, а мышечные клетки - нет? (3 балла)
- 3) Какие гормоны регулируют синтез и расщепление гликогена? Как именно это происходит? (до 5 баллов)

Блок “Математика и компьютерные технологии”

В рамках блока проверяются знания абитуриента по математическому анализу, дискретной математике, теории вероятностей, а также навыки программирования на языке Python.

Часть А (12 баллов)

Вам предложены задания с несколькими вариантами ответа. Вам необходимо выбрать **ровно один** ответ из предложенных. Верный ответ на любое задание оценивается в **1 балл**. Если выбрано несколько ответов, либо выбран неверный ответ, либо ответ не указан, задача оценивается в 0 баллов.

A1. Сумма геометрической прогрессии

$1, -\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, -\frac{1}{8}, \frac{1}{16}, -\frac{1}{32}, \dots$, равна

- A. 2
- B. $+\infty$
- C. $\frac{2}{3}$
- D. $-\infty$

A2. Скалярное произведение векторов это

- A. рациональное число
- B. неотрицательное действительное число,
- C. единичный вектор,
- D. матрица,
- E. действительное число

A3. Что больше при $x \rightarrow \text{inf}$

- A. e^{-x}
- B. $\exp(-x^2)$
- C. $\frac{1}{x}$
- D. $\frac{1}{x^2}$

A4. Сколько существует пятибуквенных “слов” из букв (A, B, C, D)? “Словом” считайте любую последовательность этих букв.

- A. 12500
- B. 4096
- C. 1024
- D. 400

A5. Дисперсия случайной величины X (DX) равна 4, DY = 3. Чему равна дисперсия разности D(X - Y)?

- A. 1
- B. $\sqrt{7}$
- C. 5
- D. 7

A6. Если $P(A) = 0.5$, а $P(B) = 0.7$, то чему может быть равна $P(A \cup B)$? Выберите наиболее точный диапазон.

- A. $P(A+B) = 0.35$
- B. $0 \leq P(AB) \leq 0.7$
- C. $0.35 \leq P(AB) \leq 0.65$
- D. $0.7 \leq P(AB) \leq 0.85$
- E. $0.6 \leq P(AB) \leq 1$
- F. $0.5 \leq P(AB) \leq 1.2$

A7. Что выведет следующий код?

```
print("abc", "def", "ghi")
```

- A. Ошибка
- B. abcdefghi
- C. abc def ghi
- D. abc
def
ghi

A8. Что выведет следующий код?

```
lst = [1, 2, 3]  
print(lst[1:5])
```

- A. [2, 3]
- B. [1, 2, 3]
- C. [1, 2, 3, None, None, None]
- D. [1, 2, 3, None, None]
- E. [2, 3, None, None, None]
- F. [2, 3, None, None]

A9. Что выведет следующий код

```
for i in range(1, 13):  
    if i % 5 == 3:  
        break  
print(i)
```

- A. 5
- B. 3
- C. 6
- D. None
- E. NameError: name 'i' is not defined

A10. Выберите верное утверждение про указатели:

- A. хранят адреса участков памяти, хранящих данные
- B. не могут указывать на массив данных
- C. не могут хранить адреса памяти, хранящие структуры
- D. не могут являться частями структур

A11. Структура данных, в которой вставка, поиск и удаление элемента занимают $O(\log N)$ времени:

- A. Хэш-таблица
- B. Двусвязный список
- C. Динамический массив
- D. Бинарное дерево поиска

A12. O-асимптотика учитывает:

- A. разницу скорости доступа к разным видам памяти
- B. число умножений, выполняемых алгоритмом
- C. архитектуру процессора
- D. действия предсказателя переходов

Часть В (30 баллов)

В части В даются задания с несколькими вариантами ответа. Вам необходимо отметить **один или несколько пунктов** (вплоть до 7) из предложенных. Каждое задание оценивается в **2 балла**. За каждую неверную отметку (отмечен неверный пункт, либо не отмечен верный пункт) снимается 1 балл. Если отметки отсутствуют, за задачу ставится 0 баллов.

B1. Число $\sqrt{4}$

- A. Рациональное,
- B. Целое
- C. Иррациональное
- D. Может быть отрицательным

B2. Функция $|x|$

- A. дифференцируема в 0
- B. дифференцируема в 1
- C. интегрируема на отрезке $[-1,1]$
- D. непрерывна в 0
- E. ничего из перечисленного

B3. Два вектора $(1,2,3)$, $(2,-4,3)$

- A. Коллинеарны
- B. Компланарны
- C. Сонаправлены
- D. Ортогональны
- E. ни одно из перечисленного

B4. Булева функция $(X \mid \sim Y) \& (Y \mid \sim X)$ принимает значение 1 при:

- A. $X = 0, Y = 0$
- B. $X = 0, Y = 1$
- C. $X = 1, Y = 0$
- D. $X = 1, Y = 1$
- E. ни при одном из перечисленных

B5. Выберите верные продолжения утверждения: $n!$ - это...

- A. Фактор числа n
- B. Факториал числа n
- C. Количество размещений произвольной длины из n разных объектов
- D. Число сочетаний из n объектов
- E. Количество чисел длины n (включая начинающиеся с нуля)
- F. Количество перестановок n объектов.

B6. Дано три непустых множества: A , B и C . Известно, что $|A| = 12$, $|B| = 14$, $|C| = 21$, $|A \cap B| = 8$, $|A \cap C| = 5$, $|B \cap C| = 6$. Выберите верные утверждения:

- A. $|A \cup B| = 18$
- B. $|A \cup C| = 26$
- C. $|A \cap B \cap C| \geq 2$
- D. $|A \cap B \cap C| \leq 5$
- E. $|A \cup B \cup C| \leq 31$
- F. $|A \cup B \cup C| \geq 29$

B7. Выберите верные утверждения про случайную величину, распределенную по χ^2 :

- A. Может принимать отрицательные значения
- B. Вероятность принять значение 1 равна 0
- C. Определено как сумма независимых стандартных нормальных величин

- D. Параметр распределения df - количество слагаемых (также называется степенью свободы)
- E. Среднее равно df
- F. Дисперсия равна 2df

B8. Дан код на языке Python:

```
a = int(input())
for i in range(2, a):
    if a % i == 0:
        print("not prime")
        break
else:
    print ("prime")
```

Что из перечисленного верно про этот код:

- A. Код будет выдавать синтаксическую ошибку
- B. Пользователь может ввести такое значение, что код выдаст ошибку
- C. Код проверяет, является ли число простым
- D. Код проверяет, является ли число интересным
- E. Если удалить оператор break, то выдача кода не изменится

B9. Что из перечисленного обладает реализованным функционалом ассоциативной таблицы в языке Python:

- A. list
- B. Counter
- C. tuple
- D. dict
- E. defaultdict

B10. Итерируемыми объектами в Python являются:

- A. list
- B. tuple
- C. int
- D. float
- E. str
- F. dict

B11. Как можно заменить строку, помеченную `###` в коде, чтобы он успешно обрабатывал ошибку:

```
a, b, c = 0, 2, 7
try:
    c = a + b + c
    b = (c + b) / a
###
print("ERROR!")
```

- A. except:

- B. except Error:
- C. except Exception:
- D. except ZeroDivisionError:
- E. except TypeError:
- F. Все варианты неверны

B12. Отметьте верные утверждения про классическую очередь:

- A. Положить элемент в очередь занимает $O(1)$
- B. Очередь невозможно реализовать при помощи односвязного списка
- C. Время извлечения элемента из очереди - $O(1)$
- D. Очередь можно реализовать при помощи обычного массива
- E. Для того, чтобы достать все элементы из очереди необходимо $O(N)$ операций

B13. Отметьте верные утверждения про динамический массив:

- A. Позволяет добавить элемент в конец массива за время $O(1)$ с амортизацией
- B. Позволяет осуществлять поиск за $O(\log N)$
- C. При переполнении массива его размер увеличивается на некую константу
- D. Почти всегда имеет часть, не занятую элементами
- E. При значительном уменьшении количества хранимых элементов освобождения памяти не происходит

B14. Обход в глубину:

- A. использует очередь
- B. используется для топологической сортировки
- C. может быть использован для поиска циклов
- D. может быть выполнен за $O(\log V)$, где V - число вершин
- E. Все варианты неверны

B15. Алгоритм Дейкстры:

- A. не работает для графов с отрицательными весами
- B. работает асимптотически быстрее динамического программирования
- C. использует стек с приоритетом
- D. на каждом шаге всегда релаксирует все ребра графа
- E. может быть адаптирован для поиска пути наибольшего веса в графе

Часть С (30 баллов)

В части С даются задачи с кратким ответом. Ответом такой задачи обычно является число или короткая надпись, которая обычно помещается в одну строку. Верный ответ оценивается в 3 балла. Неверные ответы могут быть оценены на 0, 1 или 2 балла в зависимости от критериев оценивания задачи.

- C1.** Найдите максимум функции $f(x) = (x+1)^2$ на отрезке $[-1,1]$. В ответе укажите число, при необходимости округлив его до 2 точек после запятой.
- C2.** Найдите расстояние от точки $(1,1,1)$ до плоскости $x+y+z = 1$.
- C3.** Сколько существует последовательностей (“слов”) длины 7 из букв А, Б, Е, К, Л, О, П, Т, если буквы в “слове” не повторяются, а согласные и гласные должны чередоваться?
- C4.** Вася 12 раз бросает монетку и считает, сколько раз ему выпала решка. Посчитайте вероятность того, что счет Васи будет больше 9. Напишите ответ, округлив его до 2 знаков после запятой.
- C5.** Сколькими способами можно разделить 10 бананов и 5 апельсинов (одинаковых) между 6 обезьянами (различными)?

C6. Кратко опишите, что делает приведенный ниже код на языке Python:

```
def index_arr(a):  
    return {el: ind for ind, el in enumerate(a)}
```

C7. Кратко опишите, что делает следующий код на языке Python:

```
import random  
def s(a):  
    k = False  
    while not k:  
        random.shuffle(a)  
        k = True  
        for ind in range(len(a)-1):  
            if a[ind] > a[ind+1]:  
                k = False  
                break  
    return a
```

C8. Кратко опишите, какая ошибка допущена в следующем коде на языке Python:

```
a = [1, 3, 12, 42, 98]  
target = input()  
for e in a:  
    if e == target:  
        print(f"Hello {e}")
```

C9. Укажите асимптотику времени выполнения приведенного ниже кода:

```
f = false  
for i in 1..N:  
    s = i  
    while s != N and not f:  
        s += 1  
        if s % 5 == 0:  
            f = true  
            break
```

C10. Кратко опишите основные проблемы реализации быстрой сортировки, приведенной ниже:

```
def quicksort(array):
    if len(array) < 2:
        return array
    else:
        pivot = array[0]
        less = [i for i in array[1:] if i <= pivot]
        greater = [i for i in array[1:] if i > pivot]
        return quicksort(less) + [pivot] + quicksort(greater)
```

Часть D (28 баллов)

В части D дается 3 сложные задачи, требующие развернутого решения. Каждая из задач оценивается в 7-10 баллов по собственным критериям оценивания. Задачи могут содержать подпункты, для каждого из которых указан максимальный балл.

D1 (10 баллов).

Исследовать функцию $f(x) = 2|x| \exp(-x^2)$. Оценить четность, найти экстремумы, корни, точки перегиба, поведение на бесконечности.

D2 (8 баллов).

Напишите код, считывающий из файла "input.csv" файл формата CSV с тремя колонками. В каждой строке каждой колонки записано числовое значение. Первая строка файла содержит заголовок. Напишите код, считающий среднее по каждой из трех колонок, и выводящий эти средние по одному на строке с точностью в 4 знака после запятой.

D3 (до 10 баллов).

Предложите алгоритм поиска наибольшей общей подстроки для N строк. Алгоритм должен выполняться за время асимптотически равное $O(\text{сумма длин строк})$, размер алфавита не учитывается.

Бланк ответов

Часть А

№	A	B	C	D	E	F	G	Балл
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								

Правила заполнения

Отметьте крестиком выбранные вами варианты ответа в соответствующих ячейках. В колонке “Балл” не должно быть посторонних пометок.

Если вы допустили ошибку, зачеркните всю строку таблицы и впишите новый вариант в поле для исправлений внизу.

Помните: любые посторонние пометки на бланке могут привести к аннулированию результатов вступительного испытания.

Часть В

№	A	B	C	D	E	F	G	Балл
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								

Поле для исправлений

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ