

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

8 декабря 2005 г.

Задачи I и II. (Максимальное число баллов за две задачи 20)

Если электрический потенциал некоторого электрода принять равным нулю, то мы можем его использовать для определения относительных электрических потенциалов других электродов. На рис. 1 изображен «водородный» электрод, служащий именно для этой цели.

Пузырьки водорода пробулькивают через раствор соляной кислоты, находящейся при температуре 25 °С. Платиновый электрод выполняет две функции.

Во-первых, он служит поверхностью, на которой происходит диссоциация молекул водорода:



Во-вторых, поверхность электрода выступает как электрический проводник, который связан с внешней цепью.

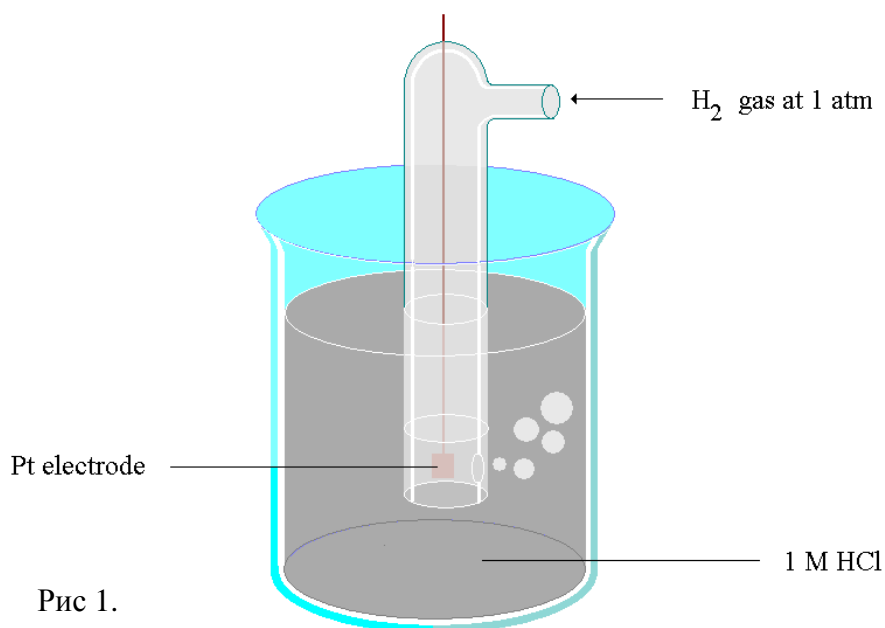
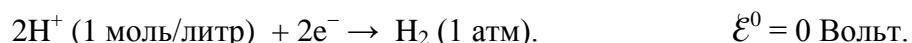


Рис 1.

При стандартных условиях (когда давление равно 1 атмосфере, температура 25 °С и концентрация раствора HCl составляет 1 моль/литр), потенциал реакции восстановления водорода H^+ при 25 °С примем за ноль:



Таким образом, стандартный восстановительный потенциал водородного электрода равен нулю по определению, а сам электрод называется стандартным водородным электродом.

Задача I. Физика (10 баллов)

1. Пузырек водорода объемом 8.00 мм^3 находится у основания платинового электрода на глубине 15.00 см , где температура равна $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Пузырек всплывает к поверхности раствора HCl , где температура равна $27 \text{ }^\circ\text{C}$. Предположим, что в процессе всплытия температура пузырька равна температуре окружающего раствора, а плотность раствора постоянна и равна плотности воды ($1.00 \times 10^3 \text{ кг/м}^3$). Считайте, что H_2 – идеальный газ, ускорение свободного падения равно 9.80 м/с^2 , $1 \text{ атм} = 1.013 \times 10^5 \text{ Па}$. Вычислите объем пузырька непосредственно перед достижением им поверхности раствора. **(3 балла)**
2. Насколько изменится равнодействующая сила, приложенная к пузырьку водорода, при его всплытии от основания платинового электрода к самой поверхности раствора. **(2 балла)**
3. Пусть r – расстояние между двумя атомами водорода в молекуле H_2 . Энергия $V(r)$ связи между атомами в молекуле H_2 изображена на рис. 2.

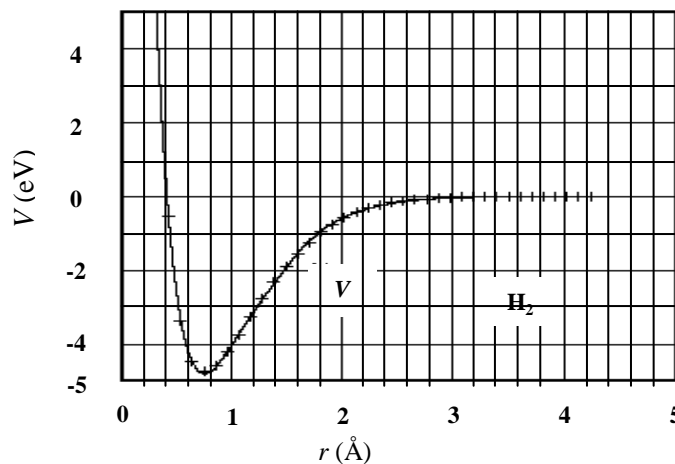


Рис. 2. Зависимость энергии связи атомов в молекуле H_2

- (a) Определите равновесное расстояние между атомами в молекуле водорода H_2 . **(1 балл)**
- (b) Каким будет взаимодействие между атомами (отталкивание (\leftrightarrow) или притяжение ($\rightarrow\leftarrow$)) в случае, когда расстояние между атомами станет чуть меньше равновесного? **(1 балл)**
- (c) Каким будет взаимодействие между атомами (отталкивание (\leftrightarrow) или притяжение ($\rightarrow\leftarrow$)) в случае, когда расстояние между атомами станет чуть больше равновесного? **(1 балл)**



4. Предположим, что атомы в молекуле водорода вначале находятся на равновесном расстоянии. В случае, когда молекула водорода получает дополнительную энергию, два атома водорода могут приблизиться или удалиться друг от друга, что показывает график (рис. 2).
- (а) Какое количество энергии должна поглотить молекула для того, чтобы она распалась на два атома водорода? **(1 балл)**
- (б) Если поглощенная энергия равна 2,8 eV (электрон-вольт), каким будет наименьшее и наибольшее расстояние между атомами? **(1 балл)**



Задача II. Химия (10 баллов)

(В пунктах 1, 2 и 3 данной задачи протекают те же процессы, что и в задаче I)

1. Какой вид химической связи образуется или какие силы действуют
(a) между атомами в молекуле водорода? (1 балл)
(b) между молекулами водорода в жидком состоянии?
..... (1 балл)
(Ответ можно написать на русском языке печатными буквами.)

2. Газообразный водород должен постоянно пробулькивать через раствор электролита в водородном электроде для того, чтобы выполнялось одно из следующих требований (2 балла):

- | | |
|----|--|
| A. | чтобы раствор оставался насыщенным водородом |
| B. | чтобы очищать платиновый электрод |
| C. | чтобы снижать потенциал электрода |
| D. | чтобы минимизировать потери тока |
| E. | чтобы ускорять процесс |
| F. | чтобы снижать стоимость |

3. В ходе окислительно-восстановительной реакции электрон переходит от восстановителя к окислителю. Стандартный потенциал электрода обычно используется для определения окислительной активности.

Таблица 1. Понижение стандартного потенциала

Полуреакция	Стандартный потенциал электрода, Вольты
$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag(s)}$	+ 0.799
$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$	+ 0.000
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cd(s)}$	- 0.403
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn(s)}$	- 0.763

На основании данных из таблицы 1,

- (a) перечислите ионы из таблицы в порядке убывания их окислительной активности; (1 балл)
(b) запишите химическую реакцию, происходящую при погружении кадмиевого (Cd) стержня в раствор нитрата серебра (AgNO_3). (2 балла)
4. Воздушные батарейки используют кислород воздуха O_2 в качестве окислителя. Восстановителем в этих батарейках является металл, например, цинк или алюминий. В алюминиево-воздушных батарейках окисление и восстановление происходят на алюминиевом аноде и графитовом катоде, соответственно. В качестве электролита в таких батарейках используют водный раствор NaOH . Алюминий окисляется до Al^{3+} , но, из-за высокой концентрации ионов OH^- , формируется комплексный анион $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$. Запишите **все** реакции, протекающие в такой батарейке. (3 балла)

Задача III. Биология (10 баллов)

1. Все организмы состоят из клеток.

Установите соответствие между строением клеток, изображенных на рисунках 2а и 2б, и названиями царств живых организмов, из таблицы 2, для представителей которых характерно такое строение клетки. **(0.5 балла)**

Таблица 2.

Рис. 2а	А. Бактерии
Рис. 2б	В. Археобактерии
	С. Животные
	Д. Растения
	Е. Грибы

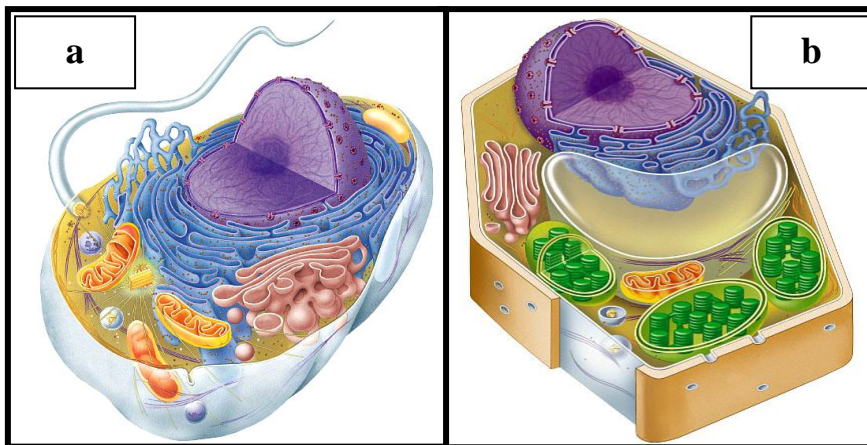


Рис. 2.

1.2. По каким из перечисленных ниже структур можно различить растительные и животные клетки? Выпишите в ответный лист те буквы (от А до I), которые соответствуют четырем таким структурам. **(1.0 балл)**

А. клеточная стенка	Ф. центриоль
В. вакуоль	Г. эндоплазматическая сеть
С. хлоропласт	Н. аппарат Гольджи
Д. рибосома	И. митохондрия
Е. ядро	

2. Какую из перечисленных функций выполняет паратгормон, который секретируется околощитовидными железами? Он

- A. повышает концентрацию кальция в крови
- B. понижает концентрацию глюкозы в крови
- C. контролирует обмен углеводов
- D. контролирует синтез белка
- E. стимулирует разрушение гликогена до глюкозы

(0.5 балла)

3. У большинства Млекопитающих, в том числе у человека, по мере взросления развиваются мужская и женская половые системы. Женская половая система начинает формировать яйцеклетки, а мужская – производить сперматозоиды. На рис. 3 изображены женская и мужская половые системы.

3.1. Установите соответствие между буквами А, В, С и D в левой колонке таблицы 3, которыми на рисунке обозначены органы половой системы, и цифрами, стоящими перед названиями этих органов, приведенными в правой колонке таблицы 3. (1.0 балл)

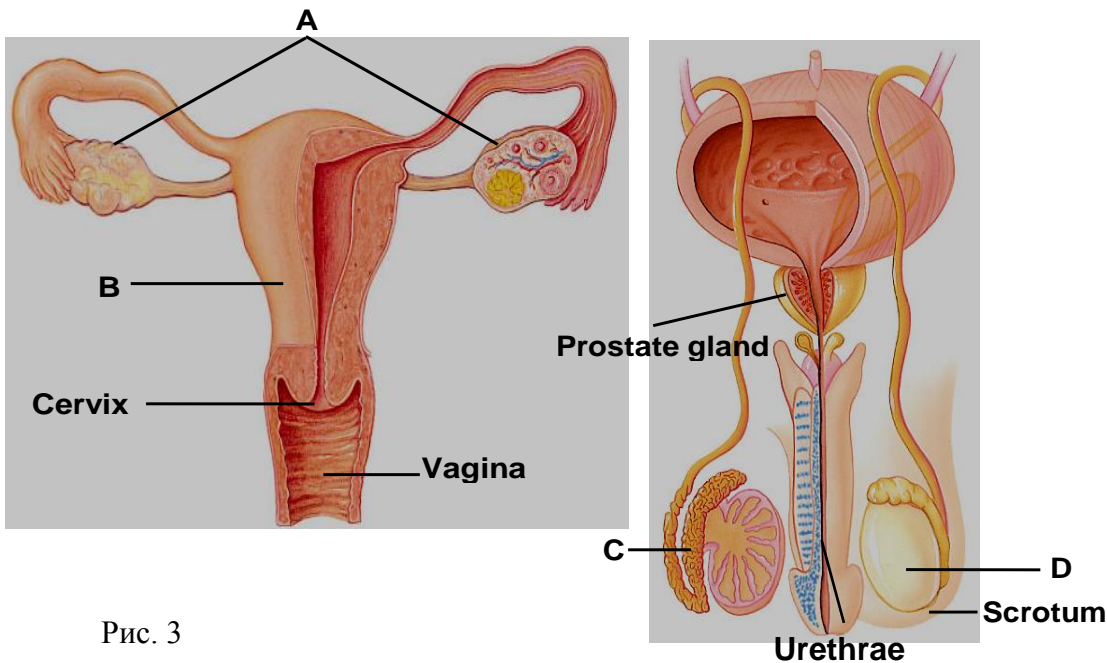


Рис. 3

Таблица 3

A.	1. Семенник
B.	2. Яичник
C.	3. Семявыносящий проток
D.	4. Придаток семенника
	5. Маточная труба
	6. Матка
	7. Большая половая губа



8. Бартолиниева железа

- 3.2. Выберите четыре буквы (от А до G) которым в списке соответствуют гормоны, принимающие участие в регуляции менструального цикла у женщин: (1)...., (2)...., (3)...., (4).... **(1.0 балл)**

A. ФСГ (Фолликулостимулирующий гормон)
B. ЛГ (Лютеизирующий гормон)
C. Эстроген
D. Тестостерон
E. Прогестерон
F. Гипоталамус
G. Андроген

- 3.3. Укажите соответствие между цифрами, которыми в левой колонке таблицы 4 обозначены функции мужских половых гормонов, и буквами, которыми в правой колонке таблицы обозначены названия гормонов, выполняющих эти функции. **(1.5 балла)**

Таблица 4.

1. Стимулирует развитие сперматозоидов	A. ФСГ
2. Стимулирует секрецию тестостерона клетками Лейдига	B. Тестостерон
3. Стимулирует развитие вторичных мужских половых признаков	C. ЛГ D. Прогестерон E. Эстроген

4. Эффективность кровообращения у млекопитающих зависит от строения сердца и его работы. Структурные различия между артериями, венами и капиллярами связаны с выполняемыми ими функциями. На рис. 4 показана кровеносная система человека. **(2.5 балла за ответ на весь вопрос).**

Стрелки на рис. 4 показывают направление движения крови по сердцу. Заполните пробелы после цифр в тексте, используя термины, обозначенные буквами (от А до J) в Табл. 5.

(4.1) прокачивает кровь к легким по **(4.2)** В легких клетки крови отдают углекислый газ и присоединяют кислород. Обогащенная кислородом кровь из легких возвращается назад в сердце по **(4.3)**, затем она прокачивается от **(4.4)** ко всему телу по **(4.5)**

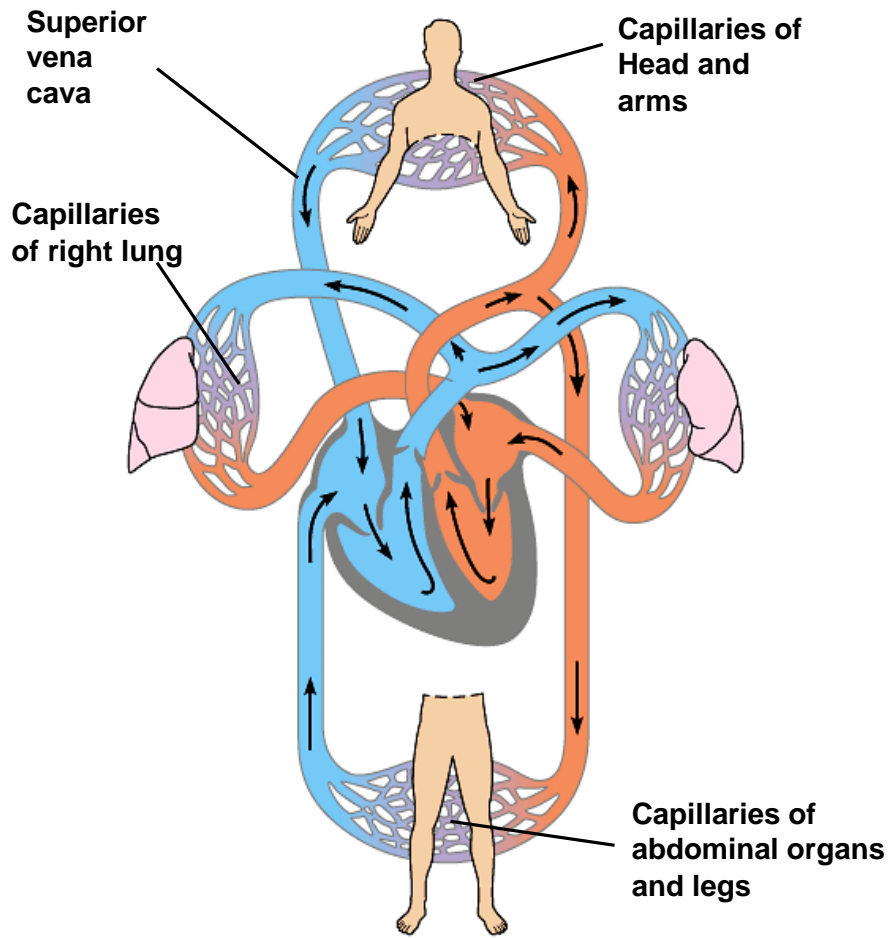


Figure 4

Table 5.

A.	Легочная артерия
B.	Легочная вена
C.	Левое предсердие
D.	Правое предсердие
E.	Левый желудочек
F.	Правый желудочек
G.	Аорта
H.	Вена
I.	Полулунный клапан
J.	Створчатый клапан



5. Птичий грипп – инфекционное заболевание животных, вызванное вирусом, который обычно поражает только птиц и, в редком случае, свиней. Вирус птичьего гриппа очень видоспецифичен, то есть характерен только для определенных видов, но иногда, преодолевая межвидовые барьеры, может поразить и человека.

Вирус птичьего гриппа имеет 16 подтипов (H1 – H16), каждый из которых имеет 9 подподтипов (N1 – N9). Некоторые из них вызывают заболевания, однако другие – не опасны и не могут вызвать какое-либо заболевание у кур.

- 5.1 Вирусы могут сохраняться у домашней птицы в неопасной форме, но передаваясь от одного организма к другому, они способны мутировать и становиться болезнетворными. Подтипы вируса, представляющие наибольшую опасность для человека, это: (0.5 балла), and (0.5 балла)

- 5.2 Легко ли вирус передается от птиц к человеку?(0,5 балла)

- A. Да, птичий грипп легко передается человеку, особенно на птицефермах.
- B. Да, птичий грипп может быть передан от птицы к человеку, потому что у человека и птицы одинаковые рецепторы для этого вируса.
- C. Нет, потому что у человека нет рецептора для этого вируса.
- D. Нет, потому что относительно малое количество людей может быть заражено по сравнению с огромным количеством зараженной птицы.

6. Современные методы анализа ДНК позволяют молекулярному биологу, в отличие от классического генетика, непосредственно изучать гены, не обращая внимания на их проявления в фенотипе. Анализ ДНК может быть использован в частности в криминалистическом исследовании.

Выберите один правильный ответ: какое из утверждений лежит в основе использования анализа ДНК для выяснения истины в суде. (0.5 балла)

- A. ДНК разных людей редко имеют одинаковые характеристики фрагментов, которые изучаются с помощью анализа.
- B. ДНК разных людей абсолютно одинаковы.
- C. ДНК могут быть проанализированы на основе анализа группы крови пациента и его предков.
- D. Характеристики фрагментов ДНК могут меняться от анализа к анализу.
- E. Сочетание пунктов А и D одновременно.