



Вода и устойчивость среды

Тестовый тур

5 декабря 2017 г.

Внимательно прочтите «Правила тестирования» и «Инструкцию экзаменуемого»



Radboud Universiteit



Hogeschool  van Arnhem en Nijmegen

slo

ИНСТРУКЦИЯ ЭКЗАМЕНУЮЩЕГОСЯ

1. После сигнала «СТАРТ», у Вас будет три часа на выполнение тестирования
2. Используйте ТОЛЬКО ручку и карандаш выданные Вам организаторами.
3. Проверьте, что Ваше имя, код и страна указаны в Вашем листе ответов, и подпишите Ваш лист ответов. Поднимите руку, если Вам не был выдан лист ответов.
4. Внимательно прочтите каждый вопрос и отметьте Ваш ответ в листе ответов, зачеркнув его крест-накрест (так, как это показано ниже). Каждому вопросу соответствует лишь один правильный ответ.

Пример: Ваш ответ - (A).

1	A	B	C	D
---	--------------	---	---	---

5. Если Вы хотите изменить свой ответ, обведите первый ответ и отметьте новый зачёркиванием крест-накрест (как показано ниже). Для каждого из вопросов допускается только ОДНО изменение ответа.

Пример: Ваш первый ответ - (A), а Ваш окончательный ответ - (D).

1	A	B	C	D
---	--------------	---	---	--------------

6. Оценивается только лист ответов. Прежде чем заполнить лист ответов, воспользуйтесь выданным Вам черновиком.

7. Правила оценивания

Верный ответ	: + 1 балл
Неверный ответ	: - 0.25 балла
Нет ответа	: 0 баллов

8. Общее число вопросов – 30. Убедитесь, что Вам выданы все листы с вопросами (страницы 5 – 19, 15 страниц), после того, как дан сигнал «СТАРТ». Поднимите руку, если какие-то из листов отсутствуют.
9. На странице 4 предоставлена информация, которая может пригодиться в решении (атомные массы, физические постоянные и некоторые формулы).

ПРАВИЛА ТЕСТИРОВАНИЯ

1. Вам НЕ разрешается проносить в экзаменационную аудиторию какие-либо личные вещи, за исключением лекарств или разрешенной индивидуальной медицинской принадлежности.
2. Вы должны сидеть за отведённым для Вас столом.
3. Проверьте наличие ручки, калькулятора и черновика, предоставленных вам организаторами.
4. НЕ начинайте отвечать на вопросы до сигнала «СТАРТ».
5. Вам НЕ разрешено покидать экзаменационную аудиторию во время тестирования, за исключением случаев возникновения опасности, при которых Вы сможете выйти из помещения в присутствии сопровождающего лица.
6. НЕ отвлекайте других участников. Если Вам потребуется помощь, поднимите руку и дождитесь дежурного.
7. НЕ допускается задавать вопросы по содержанию заданий теста. Вы должны оставаться на своём месте до окончания тура, даже если Вы закончили отвечать на все вопросы.
8. В конце отведённого на тур времени Вы услышите сигнал «СТОП». НЕ пишите ничего в листах ответов после этого сигнала. Аккуратно разложите на столе задания, листы ответов, письменные принадлежности. НЕ покидайте комнату, пока все листы ответов не будут собраны.

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Первые 20 элементов Периодической таблицы Менделеева и их атомные веса							
H 1.008							He 4.00 3
Li 6.941	Be 9.01 2	B 10.8 1	C 12.0 1	N 14.0 1	O 16.0 0	F 19.0 0	Ne 20.1 8
Na 22.99	Mg 24.3 1	Al 26.9 8	Si 28.0 9	P 30.9 7	S 32.0 6	Cl 35.4 5	Ar 39.9 5
K 39.10	Ca 40.0 8						

Физические постоянные

Ускорение свободного падения:

$$g = 9.81 \text{ м/с}^2$$

Универсальная газовая постоянная:

$$R = 8.3145 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$$

Некоторые формулы

Площадь круга:

$$A = \pi r^2$$

Длина окружности:

$$C = 2\pi r$$

Объём цилиндра:

$$V = Ah$$

Плотность:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Давление:

$$p = \frac{F}{S}$$

Количество теплоты:

$$Q = mc\Delta T$$

Мощность:

$$P = \frac{E}{t}$$

Потенциальная энергия в поле тяжести:

$$E_p = mgh$$

Закон Ома:

$$V = IR$$

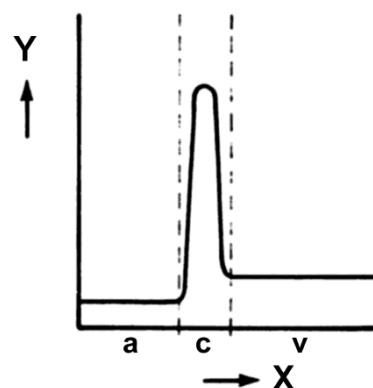
Биология

Скорость тока крови

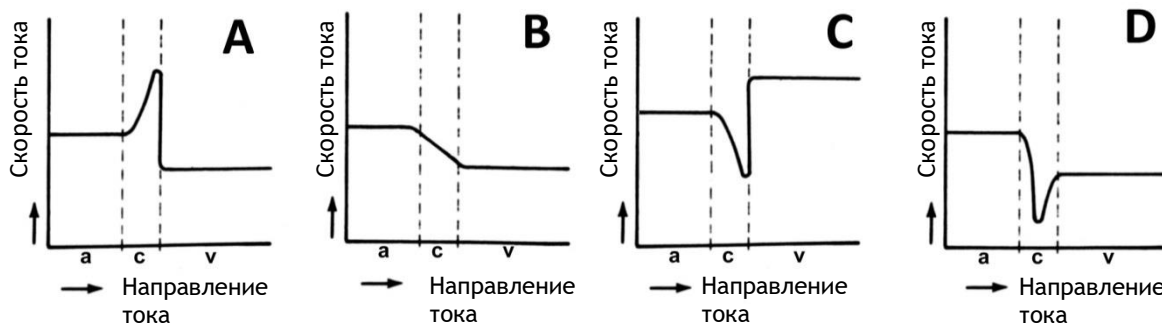
В мышце верхней конечности человека кровь последовательно течет по артериям, капиллярам и венам. На рисунке показаны площади поперечного сечения одной из этих артерий (a), всех капилляров, на которые она разделяется (c) и всех вен, по которым кровь оттекает от этих капилляров (v)

X = направление потока крови

Y = общая площадь поперечного сечения

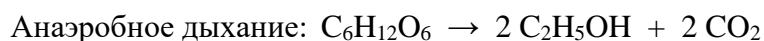
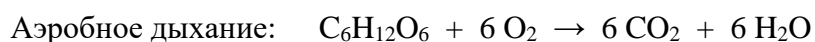


1. Какая из приведенных ниже картинок правильно иллюстрирует изменения скорости движения крови в указанных артерии, капиллярах и венах?



Клеточное дыхание и дыхательный коэффициент RQ

Флорис исследует расщепление глюкозы в клетках дрожжей. Глюкоза расщепляется как аэробно, так и анаэробно. Уравнения реакций:



Флорис взял раствор, содержащий 0,50 моль глюкозы и некоторое количество дрожжей. Измерив уменьшение массы раствора в конце эксперимента, он смог определить количество образовавшегося углекислого газа. Когда вся глюкоза расщепилась, уменьшение массы раствора за счет образования углекислого газа составило 79,2 г (=1,8 моль CO_2). Флорис предположил, что углекислый газ не остается в растворе. Теперь он может посчитать дыхательный коэффициент для этого процесса. Дыхательный коэффициент определяется как:

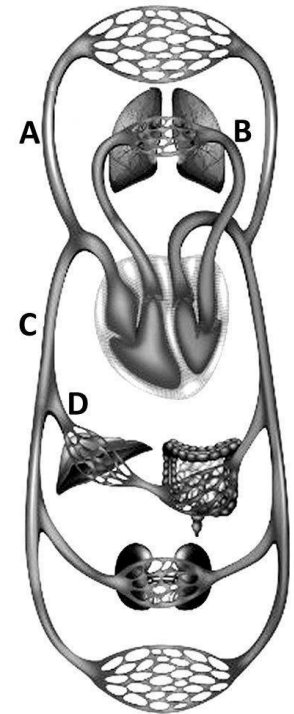
$$RQ = \frac{\text{моль } \text{CO}_2 \text{ (произведенного)}}{\text{моль } \text{O}_2 \text{ (использованного)}}$$

2. Каково правильное значение дыхательного коэффициента для этого эксперимента?
- A $RQ = 0,67$
B $RQ = 1,2$
C $RQ = 1,5$
D $RQ = 1,8$

Концентрация глюкозы в крови

На рисунке изображена кровеносная система млекопитающего. Четыре сосуда отмечены А, В, С, D.

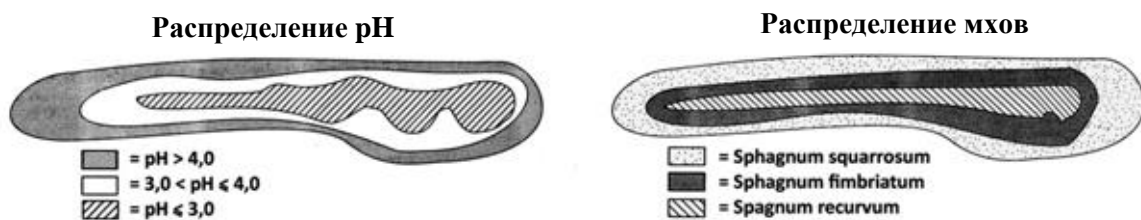
3. В каком из сосудов будет наблюдаться самая низкая концентрация глюкозы?



Сфагнум

Распространение различных видов мхов рода *Sphagnum* зависит от значения pH, но не от других абиотических факторов среды.

Том исследовал распространение трех различных видов *Sphagnum* на маленьком островке, окруженном солоноватыми водами. Исследование проводилось после длительного периода стабильных погодных условий. Результаты представлены на рисунке.



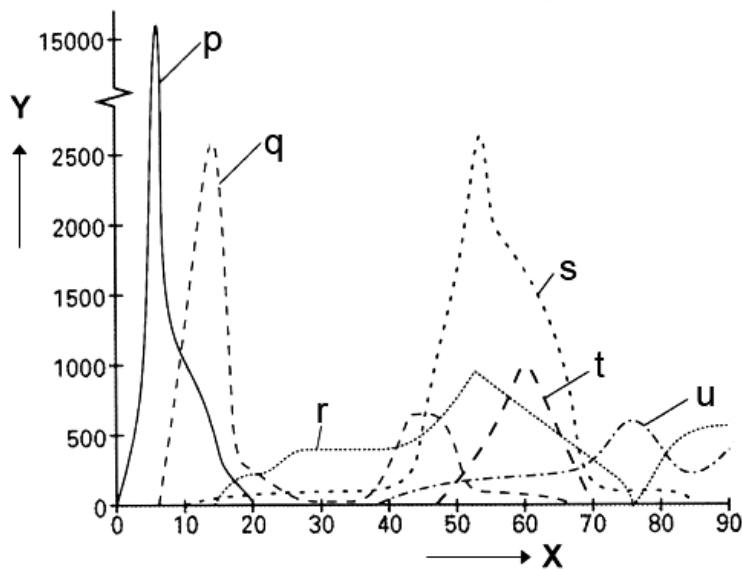
Три вывода, которые он сделал:

- I *Sphagnum squarrosum* может выживать только при значениях pH > 4,0.
- II Между *Sphagnum recurvum* и *Sphagnum fimbriatum* существует конкуренция.
- III Условия обитания *Sphagnum recurvum* и *Sphagnum squarrosum* пересекаются.

4. Какое(ие) из утверждений верно(ы)?
- A только II
 - B только I и III
 - C только II и III
 - D I, II и III

Сенная вода

Мери некоторое время кипятила воду с сеном в стакане, а затем оставила стакан открытым на несколько дней. В течение этого времени в стакане обнаруживались только гетеротрофные бактерии. Через 10 дней она добавила в стакан несколько капель воды из канала и закрыла стакан крышкой. Вода из канала содержала только одноклеточные гетеротрофные организмы, но не бактерии и не грибы. Мери регулярно определяла численность популяций различных организмов в стакане на протяжении трех месяцев. Всего было обнаружено шесть различных видов организмов (p - u). На диаграмме показано изменение числа организмов каждого вида в стакане на мл.



$X = \text{Время (дни)}$; $Y = \text{число организмов на мл}$

По результатам наблюдений Мери сделала два вывода.

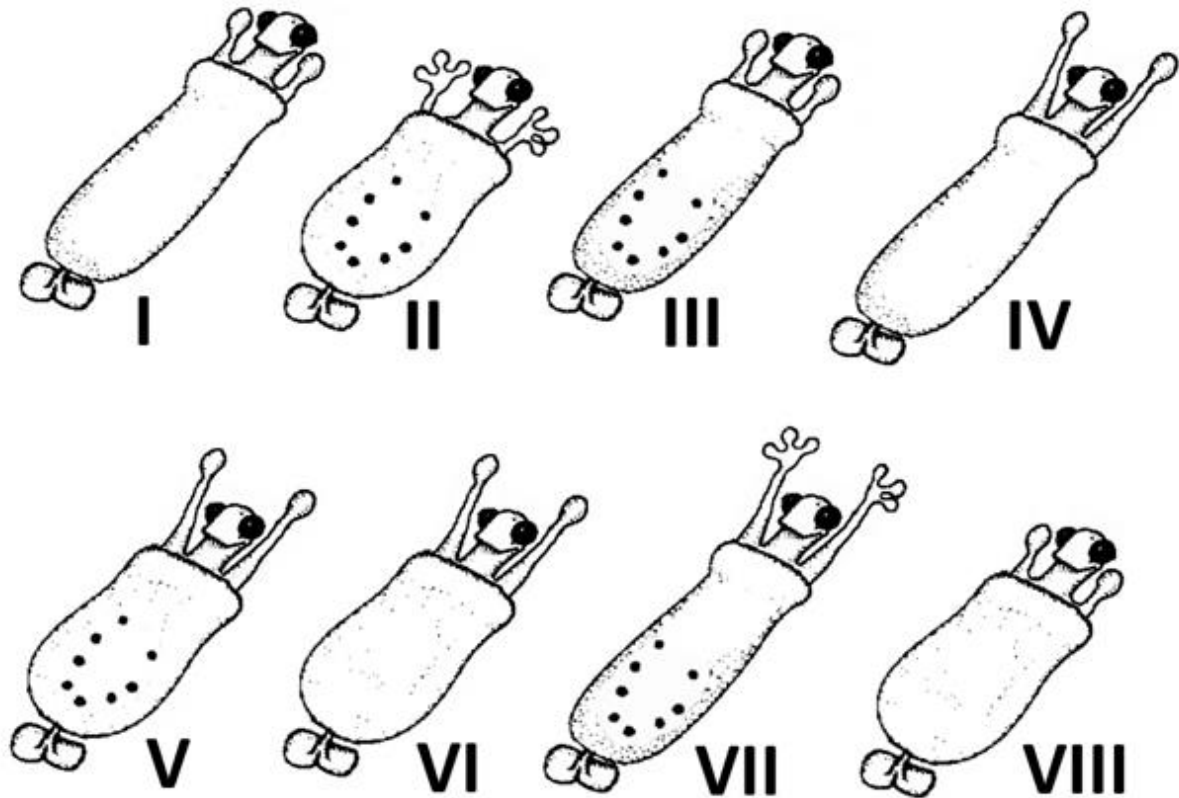
- I Через некоторое время число делящихся клеток бактерий понижается до нуля
- II Через некоторое время в стакане устанавливается климаксное сообщество, в котором бактерии и другие гетеротрофные одноклеточные организмы оказываются в естественном устойчивом равновесии.

5. Какой(какие) вывод(ы) правилен(правильны)?

- A только I
- B только II
- C и I, и II
- D ни I, ни II

Идентификация Каминалькулей

В современной биологии основную роль в разделении видов играет сравнение их ДНК. В прошлом, классификация осуществлялась только на основе внешних характеристик. На картинке показаны Каминалькули - не существующие в природе организмы, изобретенные Джеймсом Камином для демонстрации студентам методов классификации и построения эволюционных схем.



Восемь разных *Каминалькулей* могут быть систематизированы на основе только трех из четырех приведенных ниже признаков: длинные руки, длинное тело, пятна на животе, наличие пальцев.

6. Какой из признаков **НЕ** нужен для классификации?
- A длинные руки
 - B длинное тело
 - C пятна на животе
 - D наличие пальцев

Потеря воды

В эксперименте по исследованию потерь воды организмом человека проводились наблюдения за тремя группами испытуемых, находившихся в разных условиях. Исследовались три процесса: потери воды через кожу (без учета потоотделения), потери через легкие и потери с мочой. Результаты наблюдений приведены в таблице в случайном порядке

	Средняя дневная потеря воды мл/день		
	небольшие нагрузки при 20 °С	небольшие нагрузки при 30 °С	интенсивные нагрузки при 20 °С
Процесс I	350	250	650
Процесс II	50	50	50
Процесс III	1400	1300	600

7. Какие из этих процессов соответствуют потерям воды через легкие и с мочой?

- | | | |
|---|---------------------|----------------|
| | потери через легкие | потери с мочой |
| A | процесс I | процесс II |
| B | процесс I | процесс III |
| C | процесс II | процесс III |
| D | процесс III | процесс I |

Аллели, чувствительные к температуре

Некоторые мухи имеют аллели, чувствительные к температуре. Оплодотворенные яйца могут развиваться только при значениях температуры ниже определенного порогового, как показано в таблице

Генотип	Температура, необходимая для развития
EE	< 18 °С
Ee	< 20 °С
ee	< 28 °С

Двух мух с генотипами Ee скрестили. Их оплодотворенные яйца (F1) инкубировали при температуре 19 °С. Затем мух первого поколения F1 случайным образом скрещивали и их яйца также инкубировали при температуре 19 °С.

8. Какая часть яиц, образованных в результате скрещивания мух F1, **НЕ** будет развиваться?
- A 1/9
B 2/9
C 4/9
D 6/9

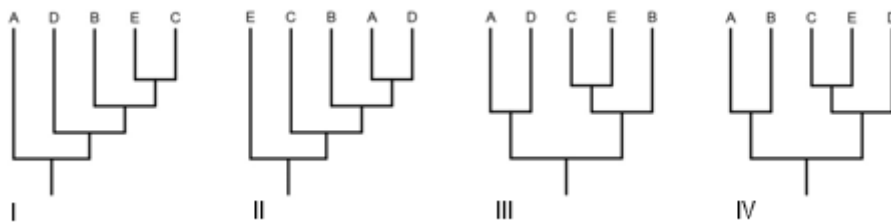
ДНК и эволюционное родство

Несколько человек (А - Е) в одном городе заболели Болезнью легионеров. Для предотвращения распространения заболевания необходимо было выяснить, сколько источников заражения вызвали этот всплеск, и что это за источники. ДНК возбудителя была извлечена и аллели семи из его генов были определены для выяснения количества источников заражения. Затем для каждой пары пациентов было посчитано число отличий по этим аллелям, так называемое «расстояние», между возбудителями болезни у этих пациентов. Если возбудители у двух пациентов идентичны по всем семи аллелям, расстояние между ними равно 0, если же они отличаются по всем семи аллелям, то расстояние равно 7. Расстояния между возбудителями у пациентов А-Е показано ниже в виде «Матрицы расстояний»

Матрица расстояний					
Пациент А	Пациент В	Пациент С	Пациент D	Пациент E	
	5	5	1	4	Пациент А
		2	5	2	Пациент В
			6	1	Пациент С
				6	Пациент D
					Пациент E

Эти данные можно использовать для построения схемы родства возбудителей у пациентов А-Е в виде дендрограммы (древовидной структуры)

9. Какая из дендрограмм соответствует приведенной выше матрице расстояний?



- A I
- B II
- C III
- D IV

Легионелла

Штаммы *Legionella* (бактерии, вызывающей Болезнь легионеров) могут быть определены по аллелям гена *flaA*. Этот ген кодирует белок, входящий в состав бактериального жгутика.

Основания с 670 по 700 кодирующей цепи (комплементарной матричной цепи) ДНК аллеля гена *flaA* у *Legionella* представлены ниже. Основания с 197 по 199 соответствуют старт-кодону

	670-----700	
5'	TTTCAGTATCGGCAGCACAAGCTTCTTCT	3'

10. Какова правильная последовательность аминокислот в части белковой цепи, кодируемой фрагментом ДНК, приведенным выше. Используйте таблицу генетического кода:

стандартный генетический код									
1-е основание (5'-конец)	2-е основание								3-е основание (3'-конец)
	U		C		A		G		
U	UUU	Phe (F)	UCU	Ser (S)	UAU	Tyr (Y)	UGU	Cys (C)	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	Leu (L)	UCA		UAA	Stop	UGA	Stop	A
	UUG		UCG		UAG	Stop	UGG	Trp (W)	G
C	CUU		CCU	Pro (P)	CAU	His (H)	CGU	Arg (R)	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	Gln (Q)	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	Ile (I)	ACU	Thr (T)	AAU	Asn (N)	AGU	Ser (S)	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	Lys (K)	AGA	Arg (R)	A
	AUG	Met (M)	ACG		AAG		AGG	G	
G	GUU	Val (V)	GCU	Ala (A)	GAU	Asp (D)	GGU	Gly (G)	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	Glu (E)	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

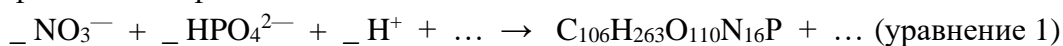
- A Phe - Ser - Ile - Gly - Ser - Thr - Lys - Ala - Ser - Ser
 B Phe - Gln - Tyr - Trp - Gln - His - Lys - Ser - Phe - Phe
 C Ser - Val - Ser - Ala - Ala - Gln - Lys - Leu - Leu
 D Lys - Ser

Химия

Фотосинтез водорослей

Поверхностные воды могут содержать органические и неорганические вещества. Зачастую органические вещества в поверхностных водах формируются в результате фотосинтеза. Фитопланктон является одним из основных производителей органической материи. В этой органической материи соотношение атомов углерода, азота и фосфора зачастую составляет $C:N:P = 106:16:1$. Органическая материя, образуемая водорослями в ходе фотосинтеза, может быть описана формулой $C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P$.

Приведенная ниже схема реакции описывает суммарный процесс, происходящий при фотосинтезе фитопланктона:



В этой схеме не указаны коэффициенты, а также формулы некоторых веществ.

11. Формулы каких веществ отсутствуют в схеме реакции?

	слева	справа
A	CO_2	H_2O и O_2
B	CO_2 и H_2O	O_2
C	CO_2 и O_2	H_2O
D	O_2	CO_2 и H_2O

12. Какой коэффициент должен стоять перед H^+ в уравнении 1?

- A 3
- B 16
- C 17
- D 18

Зеленая химия

Зеленая химия – это область химии и химической технологии, которая занимается разработкой возобновляемых производственных процессов.

Две важных характеристики, используемых в зеленой химии – атомная эффективность и *E*-фактор. Формулы, определяющие эти характеристики:

$$\text{атомная эффективность} = \frac{\text{масса желаемого продукта}}{\text{масса исходных материалов}} \times 100\%$$

и

$$E - \text{фактор} = \frac{\text{масса исходных материалов} - \text{масса полученного вещества}}{\text{масса полученного вещества}}$$

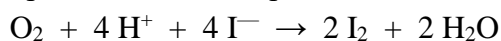
13. Какие слова должны находиться вместо I и II в предложении, приведенном ниже?

Зеленый процесс должен иметь ..I.. атомную эффективность и ..II.. *E* – фактор.

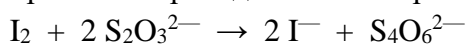
	I	II
A	высокую	высокий
B	высокую	низкий
C	низкую	высокий
D	низкую	низкий

Определение кислорода

Растворенный кислород (O_2) важен для подводной жизни. Концентрация кислорода в загрязненных поверхностных водах может снижаться до опасных значений. Поэтому концентрацию кислорода необходимо определять на регулярной основе. Концентрация растворенного кислорода может быть определена титрованием. Для этого отбирают образец поверхностных вод объемом 10,00 мл. Далее к отобранному образцу добавляют подкисленный раствор иодида калия. При этом протекает приведенная ниже реакция:



Избыток иодида калия необходим для связывания всего имеющегося кислорода. Далее йод титруют 0,0100 М раствором тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3$). При этом протекает приведенная ниже реакция:



В качестве индикатора для определения конечной точки титрования используют крахмал.

Учащийся выполнил определение кислорода. В конце титрования раствор изменил свою окраску на бесцветную при добавлении одной капли, как и должно быть. Тем не менее, определенная им концентрация растворенного кислорода оказалась завышенной.

14. Какая из указанных ошибок могла привести к подобному результату?

- I После промывания дистиллированной водой, бюретка сразу же была заполнена раствором тиосульфата натрия.
- II В начале титрования носик бюретки был заполнен воздухом, а не раствором тиосульфата натрия.
- A только I
- B только II
- C как I, так и II
- D ни I, ни II

Численное значение концентрации растворенного кислорода в мг на литр может быть определено из соотношения $K \times V_{\text{тио}}$, где $V_{\text{тио}}$ – это объем раствора тиосульфата натрия, пошедшего на титрование, в мл.

15. Чему равно значение K ?

- A 4,00
- B 8,00
- C 16,0
- D 32,0

Удобрение из мочи.

На некоторых рок-фестивалях, проводимых в Голландии, собирают мочу посетителей. Сначала мочевины этой мочи переводят в соли аммония. После доведения pH полученного раствора до требуемого значения, к нему добавляют раствор хлорида магния, что приводит к образованию нерастворимого продукта, называемого струвитом. Формула струвита – $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$. Таким образом извлекают фосфат, что способствует замедлению истощения природных источников фосфора, и одновременно с этим получают полезное удобрение.

Значение pH раствора важно, поскольку оба иона – и фосфат, и аммоний – участвуют в равновесиях, зависящих от величины pH. На рисунке 1 представлено распределение доли частиц H_3PO_4 , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} и PO_4^{3-} в растворе в зависимости от pH. На рисунке 2 приведена доля NH_4^+ и NH_3 как функция от pH.

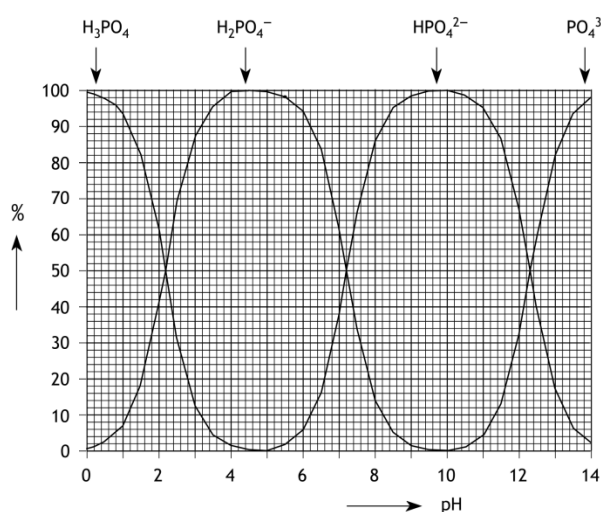


Рисунок 1

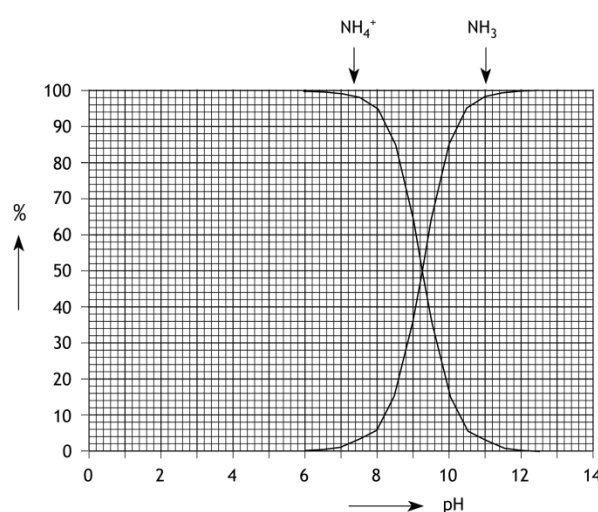


Рисунок 2

Реакция образования струвита протекает при pH равном примерно 8.

Уравнение реакции отражает основные частицы, присутствующие в растворе.

16. Какое из приведенных уравнений отражает образование струвита при pH = 8?

- A $Mg^{2+} + NH_3 + 7 H_2O + PO_4^{3-} \rightarrow MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O + OH^-$
- B $Mg^{2+} + NH_4^+ + PO_4^{3-} + 6 H_2O \rightarrow MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$
- C $Mg^{2+} + NH_3 + HPO_4^{2-} + 6 H_2O \rightarrow MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$
- D $Mg^{2+} + NH_4^+ + HPO_4^{2-} + 5 H_2O + OH^- \rightarrow MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$

Водородный топливный элемент

Водород считается топливом будущего, поскольку при его сгорании не образуется CO_2 .

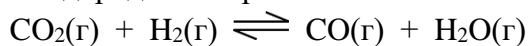
Водород может быть использован в топливных ячейках.

17. Какие реакции протекают на каждом из электродов в водородном топливном элементе?

- | положительный электрод | отрицательный электрод |
|--|--|
| A $H_2 \rightarrow 2 H^+ + 2 e^-$ | $O_2 + 4 H^+ + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$ |
| B $H_2 + 2 e^- \rightarrow 2 H^+$ | $O_2 + 4 H^+ \rightarrow 2 H_2O + 4 e^-$ |
| C $O_2 + 4 H^+ + 4 e^- \rightarrow 2 H_2O$ | $H_2 \rightarrow 2 H^+ + 2 e^-$ |
| D $O_2 + 4 H^+ \rightarrow 2 H_2O + 4 e^-$ | $H_2 + 2 e^- \rightarrow 2 H^+$ |

Удаление CO₂

Углекислый газ является парниковым газом. Огромные количества углекислого газа образуются при сгорании ископаемого топлива. Чтобы ограничить попадание углекислого газа в атмосферу, предлагается удалять его, используя реакцию так называемой конверсии водяного пара. В ходе этой реакции диоксид углерода реагирует с водородом с образованием монооксида углерода и воды:



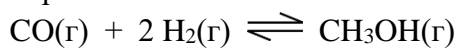
Энтальпии образования CO₂, CO, и H₂O составляют:

CO₂(г): – 394 кДж/моль, CO(г): – 111 кДж/моль и H₂O(г): – 242 кДж/моль.

18. Чему равна энтальпия прямой реакции ($\Delta_r H$); является эта реакция экзо- или эндотермической?

	$\Delta_r H$	эндо-/экзотермическая
A	– 41 кДж/моль	эндотермическая
B	– 41 кДж/моль	экзотермическая
C	+ 41 кДж/моль	эндотермическая
D	+ 41 кДж/моль	экзотермическая

Недостатком использования реакции конверсии водяного пара для предотвращения попадания диоксида углерода в атмосферу является образование высокотоксичного монооксида углерода. Монооксид углерода может быть превращен в метанол при взаимодействии с дополнительным количеством газообразного водорода. Реакция образования метанола из монооксида углерода и водорода является обратимой:



Прямая реакция экзотермична.

19. При изменении каких из перечисленных ниже условий происходит смещение равновесия в сторону образования метанола?

I	повышение давления
II	повышение температуры
A	только I
B	только II
C	как I, так и II
D	ни I, ни II

Удобрения

На качество поверхностных вод Голландии оказывают влияние удобрения, используемые в сельском хозяйстве. Многие удобрения содержат азот в своем составе (N). Важной задачей является сокращение содержания азота, попадающего в поверхностные воды с удобрениями.

Ниже представлены три удобрения, содержащих N:

(NH₄)₂SO₄ (сульфат аммония), CaCN₂ (цианамид кальция) и CO(NH₂)₂ (мочевина).

20. В каком из этих удобрений массовая доля N максимальна?

A	сульфат аммония
B	цианамид кальция
C	мочевина
D	массовая доля N во всех трех одинакова

Физика

Солнечный душ

Вы можете использовать солнечную энергию для того, чтобы организовать теплый душ на даче. Черный сосуд (Solar Camp Shower, см. Рис. 1) содержит 15 кг воды при температуре 18 °С. В солнечный день, этот сосуд поглощает 200 Вт излучения солнца.

21. Как долго вода будет нагреваться до 35 °С? (Удельная теплоемкость воды $c = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)).

- A 0,4 ч
- B 0,8 ч
- C 1,5 ч
- D 3,0 ч



Рис. 1: Черный сосуд для душа

Жидкость и пар

Известно, что в процессе кипячения 1 литр жидкости превращается в 1000 литров пара. Рассмотрите следующие утверждения:

I. Плотность пара составляет 1/1000 плотности жидкости.

II. Среднее расстояние между молекулами в газовой фазе в 10 раз превышает среднее расстояние между молекулами в жидкой фазе.

22. Какое(ие) из утверждений верно(ы)?

- A только I
- B только II
- C и I, и II
- D ни I, ни II

Гидропневматическая подвеска

Гидропневматическая подвеска некоторых автомобилей оснащена пневматическими баллонами, заполненными азотом. Газ нужен для того, чтобы удерживать $\frac{1}{4}$ часть веса автомобиля, который опирается на баллон, через поршень, масло и резиновую мембрану (см. рисунок 2). Площадь резиновой мембраны составляет 200 см². Автомобиль, опирающийся на подвески, весит 16 000 Н. Атмосферное давление $1,0 \cdot 10^5$ Па. Весом масла и поршня можно пренебречь.

23. Какого давление газа в пневматическом баллоне?

- A $2,0 \cdot 10^5$ Па
- B $3,0 \cdot 10^5$ Па
- C $8,0 \cdot 10^5$ Па
- D $12 \cdot 10^5$ Па

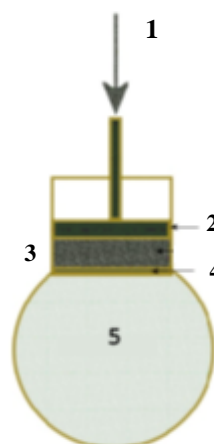


Рис. 2: Пневматический баллон

- 1. $\frac{1}{4}$ веса автомобиля
- 2. Поршень
- 3. Масло
- 4. Резиновая мембрана
- 5. Азот

Нагревание парафина

Некоторому количеству твердого парафина сообщается постоянное количество теплоты за секунду. (см. Рис. 3).

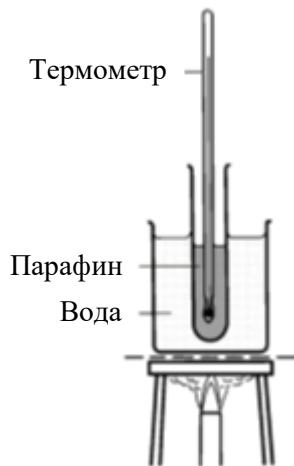


Рис. 3. Экспериментальная установка

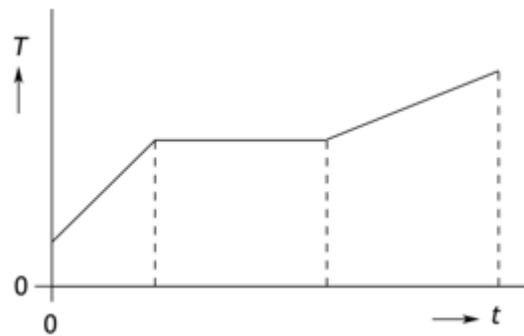


Рис. 4. Зависимость температуры от времени

График зависимости температуры парафина (T) от времени (t) представлен на рис. 4. Рассмотрите следующие два утверждения про изменение температуры парафина.

- I Удельная теплоемкость жидкого парафина меньше, чем твердого.
- II В ходе плавления, потенциальная энергия молекул увеличивается.

24. Какое(ие) из утверждений верно(ы)?

- A только I
- B только II
- C и I, и II
- D ни I, ни II

Моторная лодка и бутылка в реке

В безветренный день, некто бросил пустую закупоренную бутылку в реку Вааль, и она поплыла по течению. В то же время мимо нее, моторная лодка плыла против течения. Через 10 минут она быстро повернулась и поплыла по течению. Через некоторое время лодка догнала бутылку на расстоянии 3 км от места падения бутылки в воду. Мощность двигателя постоянна.

25. Какова скорость течения реки Вааль?

- A 3 км/ч
- B 9 км/ч
- C 12 км/ч
- D 15 км/ч

Электрическая цепь

В цепи, схема которой изображена на рис. 5, ползунок S перемещается вдоль реостата R справа налево (в направлении X).

26. Как изменяется сила тока через резисторы P и Q ?

- | | через P | через Q |
|---|------------|------------|
| A | возрастает | возрастает |
| B | возрастает | убывает |
| C | убывает | возрастает |
| D | убывает | убывает |

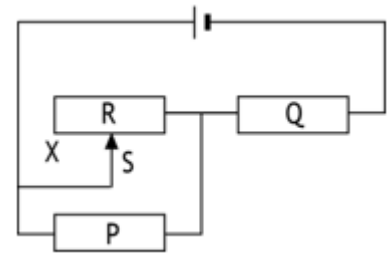


Рис. 5. Электрическая цепь

Супертанкер

Супертанкер идет из Северного Моря по реке в порт Роттердам.

27. Какое из утверждений про изменение осадки танкера в процессе перехода из моря в реку верно?

- A В реке осадка увеличится (т.е. корабль сильнее погружен в воду в реке).
- B В реке осадка уменьшится.
- C Осадка не изменится.
- D Осадка зависит от давления воздуха.



Рис. 6. Супертанкер

Хранение электроэнергии

В Калифорнии планируют установить системы накопления электроэнергии ветряных двигателей. При избытке энергии ветряной двигатель раскручивает маховик, представляющий собой цилиндр диаметром 0,90 м, длиной 1,5 м и массой 1 350 кг. Максимальная частота вращения маховика составляет 20 000 оборотов в минуту. Когда возникает потребность в электроэнергии, маховик начинает вращать генератор. Энергия вращения маховика $E_{\text{вращ}} = I\omega^2/2$, где I – момент инерции цилиндра равный $I = mR^2/2$, m – масса цилиндра, а R его радиус, ω – угловая скорость вращения цилиндра в рад/с.

28. Используя эти данные, определите сколько энергии может быть запасено в маховике?

- A $7,6 \cdot 10^6$ Дж
- B $1,5 \cdot 10^8$ Дж
- C $3,0 \cdot 10^8$ Дж
- D $1,2 \cdot 10^9$ Дж

Космический кран

Космический кран использовался для мягкой посадки марсохода «Curiosity». Четыре реактивных двигателя (один из которых обозначен буквой А на рис. 7) поддерживают космический кран на постоянной высоте до посадки. Направления потоков выхлопных газов у всех двигателей образуют одинаковый угол с вертикалью (см. Рис. 7). Сила тяги двигателей одинакова. Сравните величину силы тяги двигателя А ($F_{\text{тяги}}$) с силой тяжести (F_g), действующей на всю систему.



Рис. 7. Посадочная система
А – один из двигателей
В – марсоход «Curiosity»
С – космический кран

29. Какое из утверждений верно?

- А $F_{\text{тяги}} = F_g$
- В $F_{\text{тяги}} = \frac{1}{4}F_g$
- С $F_{\text{тяги}} < \frac{1}{4}F_g$
- Д $F_{\text{тяги}} > \frac{1}{4}F_g$

Свойства воды

Ниже обсуждаются два особенных свойства воды.

Свойство 1

Удельная теплоемкость воды больше удельных теплоемкостей большинства веществ.

Свойство 2

В диапазоне от 0 °С до 4 °С плотность воды изменяется необычным образом (см. рис. 8).

Рассмотрите следующие утверждения:

- І Свойство 1 оказывает стабилизирующее влияние на среднюю температуру на Земле.
- ІІ Свойство 2 является причиной того, что вода при +4 °С оказывается на дне водоема тогда, как тонкий слой льда на его поверхности.

30. Какое(ие) из утверждений верно(ы)?

- А только І
- В только ІІ
- С и І, и ІІ
- Д ни І, ни ІІ

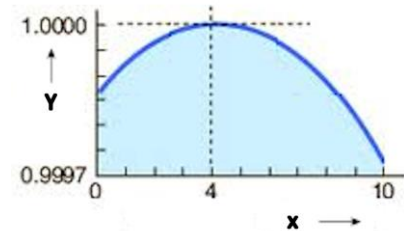


Рис. 8:
Y = плотность воды кг/дм³
X = температура в °С