



IJSO 2019

DOHA, QATAR

16th International Junior Science Olympiad

Теоретический тур

7 Декабря, 2019



ПРАВИЛА ТЕСТИРОВАНИЯ

1. Вам НЕ разрешается приносить с собой в аудиторию для тестирования что-либо кроме лекарств, бутылки воды и личных медицинских принадлежностей
2. Вы должны сесть за отведённым вам столом.
3. Перед началом тура убедитесь в наличии на вашем столе ручки, калькулятора, черновика, которые вам предоставили организаторы олимпиады.
4. НЕ начинайте отвечать на вопросы до стартового сигнала.
5. Вам запрещается покидать аудиторию в течение всего тура, за исключением случаев возникновения опасности, когда вы должны покинуть аудиторию в сопровождении волонтёра или кого-либо из сопровождающих.
6. Если вам надо выйти в туалет, поднимите руку.
7. НЕ отвлекайте других участников тестирования. Если вам потребуется помощь, поднимите руку и дежурный придёт вам на помощь.
8. НЕ допускается обсуждать вопросы теста. Вы должны оставаться на своём месте до окончания тура, даже если вы закончили отвечать на вопросы.
9. В конце отведённого на тур времени вы услышите сигнал «СТОП». Запрещается писать что-либо в листах ответов после этого сигнала. Аккуратно сложите листы ответов и письменные принадлежности на вашем столе. НЕ покидайте помещение прежде, чем будут собраны листы ответов.



ИНСТРУКЦИЯ ЭКЗАМЕНУЮЩЕГОСЯ

1. После стартового сигнала у вас будет 4 часа на выполнение задания.
2. Используйте ТОЛЬКО выданную вам ручку (не используйте карандаш).
3. Проверьте ваше имя, код и страну, которые вписаны в ваш лист ответов и подпишите каждую страницу листа ответов. Поднимите руку, если у вас нет листа ответов.
4. У вас 30 страниц заданий, включая титульный лист. Поднимите руку, если у вас не достаёт листов.
5. Прочитайте внимательно задания и запишите правильные ответы в соответствующие ячейки листа ответов.
6. Оцениваться будет только лист ответов. Прежде чем писать ответ в лист ответов вы можете использовать черновики для того, чтобы избежать ошибок на листе ответов.
7. Число баллов, которые вы можете получить за тот или иной вопрос указано после самого вопроса в скобках.
8. В теоретической части 5 вопросов, в каждом вопросе три части. Проверьте, что у вас есть все задание. Поднимите руку, если у вас не достаёт листов с заданием.
9. Полезная информация для ответов на вопросы приведена на страницах 4 и 5.
10. Всегда приводите ваши промежуточные выкладки. Если вы не представите промежуточные выкладки, то не получите баллов за вопрос.
11. Вам надо записать окончательный результат с необходимым числом значащих цифр.



ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Постоянные	
Ускорение свободного падения	$g = 9.81 \text{ м/с}^2$
Универсальная газовая постоянная	$R = 8.314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
	$R = 0.08206 \text{ л} \cdot \text{атм/мол} \cdot \text{К}$
Показатель преломления воздуха	$n = 1$
Число Авагадро	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Скорость света	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ м/с}$
Постоянная Планка	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Удельная теплоемкость воды	$c_w = 4.18 \text{ Дж/г} \cdot \text{°C}$
Атмосферное давление	$1 \text{ атм} = 101,325 \text{ Па}$
Плотность воды	1 г/мл

IUPAC Periodic Table of the Elements

		13		14		15		16		17		18																							
1	H hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]	3	Li lithium 6.94 [6.938, 6.997]	4	Be beryllium 9.0122	5	B boron 10.81 [10.806, 10.821]	6	C carbon 12.011 [12.009, 12.012]	7	N nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	8	O oxygen 15.999 [15.998, 16.000]	9	F fluorine 18.998	10	Ne neon 20.180																		
11	Na sodium 22.990 [22.989, 22.991]	12	Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]	13	Al aluminium 26.982	14	Si silicon 28.085 [28.084, 28.086]	15	P phosphorus 30.974	16	S sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	17	Cl chlorine 35.45 [35.446, 35.457]	18	Ar argon 39.948																				
19	K potassium 39.098	20	Ca calcium 40.078(4)	21	Sc scandium 44.956	22	Ti titanium 47.867	23	V vanadium 50.942	24	Cr chromium 51.996	25	Mn manganese 54.938	26	Fe iron 55.845(2)	27	Co cobalt 58.933	28	Ni nickel 58.693	29	Cu copper 63.546(3)	30	Zn zinc 65.38(2)	31	Ga gallium 69.723	32	Ge germanium 72.630(8)	33	As arsenic 74.922	34	Se selenium 78.971(8)	35	Br bromine [79.901, 79.907]	36	Kr krypton 83.798(2)
37	Rb rubidium 85.468	38	Sr strontium 87.62	39	Y yttrium 88.906	40	Zr zirconium 91.224(2)	41	Nb niobium 92.906	42	Mo molybdenum 95.95	43	Tc technetium	44	Ru ruthenium 101.07(2)	45	Rh rhodium 102.91	46	Pd palladium 106.42	47	Ag silver 107.87	48	Cd cadmium 112.41	49	In indium 114.82	50	Sn tin 118.71	51	Sb antimony 121.76	52	Te tellurium 127.60(3)	53	I iodine 126.90	54	Xe xenon 131.29
55	Cs caesium 132.91	56	Ba barium 137.33	57-71	lanthanoids	72	Hf hafnium 178.49(2)	73	Ta tantalum 180.95	74	W tungsten 183.84	75	Re rhenium 186.21	76	Os osmium 190.23(3)	77	Ir iridium 192.22	78	Pt platinum 195.08	79	Au gold 196.97	80	Hg mercury 200.59	81	Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82	Pb lead 207.2	83	Bi bismuth 208.98	84	Po polonium	85	At astatine	86	Rn radon
87	Fr francium	88	Ra radium	89-103	actinoids	104	Rf rutherfordium	105	Db dubnium	106	Sg seaborgium	107	Bh bohrium	108	Hs hassium	109	Mt meitnerium	110	Ds darmstadtium	111	Rg roentgenium	112	Cn copernicium	113	Nh nihonium	114	Fl flerovium	115	Mc moscovium	116	Lv livermorium	117	Ts tennessine	118	Og oganesson

Key:
atomic number
Symbol
name
conventional atomic weight
standard atomic weight

57	La lanthanum 138.91	58	Ce cerium 140.12	59	Pr praseodymium 140.91	60	Nd neodymium 144.24	61	Pm promethium	62	Sm samarium 150.36(2)	63	Eu europium 151.96	64	Gd gadolinium 157.25(3)	65	Tb terbium 158.93	66	Dy dysprosium 162.50	67	Ho holmium 164.93	68	Er erbium 167.26	69	Tm thulium 168.93	70	Yb ytterbium 173.05	71	Lu lutetium 174.97
89	Ac actinium 227.04	90	Th thorium 232.04	91	Pa protactinium 231.04	92	U uranium 238.03	93	Np neptunium	94	Pu plutonium	95	Am americium	96	Cm curium	97	Bk berkelium	98	Cf californium	99	Es einsteinium	100	Fm fermium	101	Md mendelevium	102	No nobelium	103	Lr lawrencium



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY



НЕ ПЕРЕВОРАЧИВАЙТЕ эту страницу
до того, как услышите
“СТАРТВОЙ СИГНАЛ”

ВОПРОС 1:

Часть 1:

Государство Катар является одним из важнейших производителей природного газа. Природный газ образуется в результате оседания на дно погибших морских организмов, которые затем покрываются осадочными отложениями. Большая часть погибших морских животных разлагается прежде, чем окажется под отложениями, однако некоторые из них остаются погребенными под слоем осадочных пород. По мере того, как с течением времени происходит накопление осадочных отложений, температура медленно повышается. Если увеличение температуры происходит правильным образом, то часть погибших морских организмов трансформируются в газ и нефть.



Танкер СПГ Катаргаз

<http://www.qatargas.com/english/operations/qatargas-chartered-fleet>

- i. Приведите уравнение полного сгорания природного газа (CH_4), с указанием стандартной энтальпии сгорания, которая равна $-802,3$ кДж/моль при условии образования газообразных продуктов (0.25)
- ii. Сколько энергии выделится при сгорании метана, чтобы нагреть $60,0$ мл воды с $25,0$ до $40,0$ °C? (0.5)
- iii. Используя данные таблицы ниже, рассчитайте энтальпию диссоциации связи C-H (0.5)

	O=O	O-O	H-O	C-O	C=O
Энтальпия диссоциации(кДж/моль)	498	142	464	358	841



Часть 2:

Компания Катаргаз по своему размеру, сервису и надежности является уникальным глобальным энергетическим оператором. Компания располагает 14 линиями по производству сжиженного природного газа (СПГ) с общей производственной мощностью 77 млн.т в год. Это делает Катаргаз самым крупным производителем СПГ в мире.

Процесс получения сжиженного природного газа (СПГ):

Первым этапом процесса является отделение конденсата от газа. Конденсат далее отправляется на хранение для дальнейшего экспорта. Природный газ поступает в линии сжижения. На первой стадии этого процесса происходит удаление серосодержащих соединений, диоксида углерода и воды. Затем газ охлаждается пропаном СЗН8.

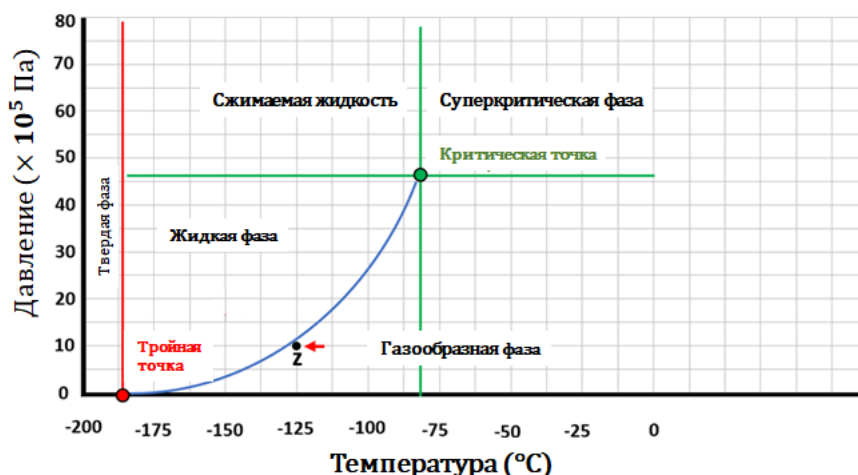
Тяжелые углеводороды отделяют и направляют на смешение со сжиженным нефтяным газ (СНГ) и конденсатом. Далее в главном теплообменнике каждой линии происходит охлаждение примерно до -150 °С, при этом газ переходит в жидкое состояние. Наконец, в результате уменьшения давления практически до нуля, температура понижается до -162 °С, отделяется азот и СПГ направляют с емкости для хранения и транспортировки.

Основной целью сжижения газа является уменьшение занимаемого им объема, а также повышение простоты и эффективности его транспортировки.

В данном задании предлагается изучить, в какой степени объем газа может быть уменьшен в процессе его сжижения.

- i. В сосуде содержится 1,25 моль идеального газа при температуре $3 \cdot 10^2$ К и давлении 101 кПа. Чему равен объем сосуда в м³? (0,25)
- ii. Будем считать молекулы газа из пункта i маленькими шариками диаметром $2,50 \times 10^{-10}$ м. Определите долю объема сосуда, которую занимают молекулы газа. (0,5)
- iii. Предполагая, что газ, о котором шла речь в вопросе i – метан, найдите относительное изменение объема газа (в процентах) непосредственно перед сжижением. Конечное состояние метана отмечено точкой Z на фазовой диаграмме метана (см. рис.). (0,5)

Фазовая диаграмма метана

**Часть 3:**

Разложение или гниение это биологический процесс, который протекает постоянно и способствует круговороту веществ в природе. Скорость этого процесса зависит от трех основных факторов: почвенных организмов, условий среды и особенностей органического вещества. Редуценты разрушают мертвые организмы на простые вещества. Следующие вопросы связаны с процессом разложения.

i. В процессе разложения органических веществ образуются следующие продукты, за исключением: (0,25)

- a. Углекислого газа
- b. Минеральных веществ
- c. Простых органических веществ
- d. Кислорода

ii. Экстремально высокие температуры могут затормозить процесс разложения, потому что (0,25)

- a. Изменится конформация ферментов
- b. Изменяются последовательности аминокислот в молекулах ферментов
- c. Повысится энергия активации ферментов
- d. Увеличится способность ферментов связывать субстрат



iii. Какие из факторов могут влиять на разложение? Выберите три важнейших фактора, обозначив их (+), а менее значимые обозначьте (0). (0,25 за все три правильных выбора)

- a. температура
- b. азот
- c. вода
- d. фосфат
- e. кислород
- f. углекислый газ
- g. свет

Фактор	a	b	c	d	e	f	g
+ / 0							

iv. В экосистемах от скорости передачи энергии и скорости круговорота веществ во многом зависят ее продуктивность и биоразнообразие. Какие из организмов могут повлиять на оба процесса (0,25)

- a. Грибы
- b. Верблюды
- c. Финиковые пальмы
- d. Насекомые

v. Биологическое усиление – это процесс в результате которого ядовитые вещества накапливаются в процессе передачи по пищевой цепи и воздействуют на все виды, находящиеся на верхних ее уровнях. Биологическое усиление происходит с веществами, которые... (0,25)

- a. Плохо разрушаются и растворимы в жире
- b. Плохо разрушаются и растворимы в воде
- c. Хорошо разрушаются и не растворяются в воде
- d. Хорошо разрушаются и не растворяются в жире

vi. Студент оставил два яблока; одно из них в пустой стеклянной банке, а другое в банке с медом. Обе банки были оставлены открытыми и их содержимое стало разлагаться. Месяц спустя студент обнаружил, что яблоко, находившееся в пустой банке, сгнило, а яблоко в банке с медом выглядело целым.

Причиной этого стала (0,25)

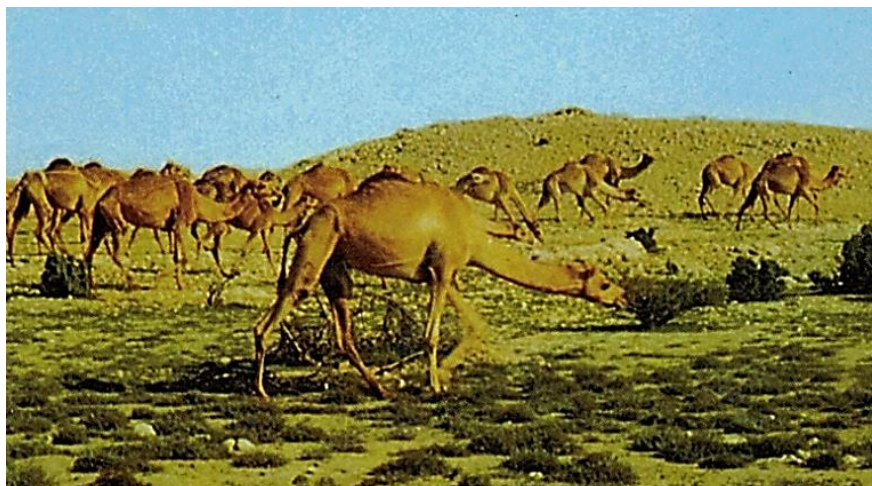
- Высокая концентрация сахара, которая вызвала разрушение клеточных стенок бактерий
- Низкая концентрация необходимых для роста бактерий веществ
- Концентрация кислорода быстро достигла нуля
- Микроорганизмы не могли расти из-за высокого осмотического давления, вызванного высокой концентрацией сахара в меде.

ВОПРОС 2

Часть 1

Верблюды занимают важное место в культуре Катара и неразрывно связаны с традицией жизни в пустыне. Они долго были единственным средством передвижения в Катаре, пока автомобили другие виды транспорта не пришли им на смену. Интересно, что английское слово «camel» происходит от арабского «*jamal*». Верблюды могут выживать в очень суровых климатических условиях, и хорошо приспособлены к жизни в пустыне.

Аравийские верблюды имеют только один горб, в отличие от монгольских двугорбых верблюдов. В горбе запасается жир тристеарин (молекулярная масса = 890 г/моль), и в случае недостатка пищи он используется верблюдом, давая в результате окисления энергию и воду.

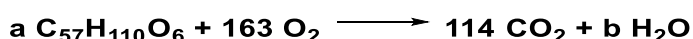


Аравийские верблюды, пасущиеся в Катарской пустыне.



Тристеарин является типичным животным жиром. При сгорании 4,45 г тристеарина образуется 12,51 г углекислого газа и 4,98 г воды. Неизвестное ранее органическое вещество (QI), содержащее только углерод и водород, было выделено из смеси этого вещества с тристеарином и проанализировано. Из выделенных 4,67 г чистого газообразного QI небольшая часть была сожжена в избытке кислорода. В результате сжигания образовались 151,2 мг углекислого газа и 69,62 мг воды. Плотность паров QI равна 4,668 г/л при 25 градусах и 1 атмосфере. Перед тем, как выяснять, как это вещество взаимодействует с тристеарином, необходимо определить молекулярную формулу вещества QI.

- i. Определите молекулярную формулу вещества QI. (2,0)
- ii. В процессе метаболизма запасенный в горбе жир окисляется в соответствии с приведенным ниже уравнением. Укажите пропущенные в уравнении коэффициенты (a, b). (0,5)



- iii. Верблюды имеют многочисленные приспособления к жаркому и сухому климату пустыни. Среди них способность долго не пить и способность выпивать большое количество воды за короткое время. Средний верблюд способен выпить 200 литров воды (53 галлона) за три минуты. Предположим, что в разгар полуденного зноя верблюд способен получить 3,8 л воды из запасенного в горбе жира, окислив тристеарин. Рассчитайте массу этого тристеарина и число образующихся молекул АТФ, если один моль тристеарина дает при сгорании 458 моль АТФ. (1.0)

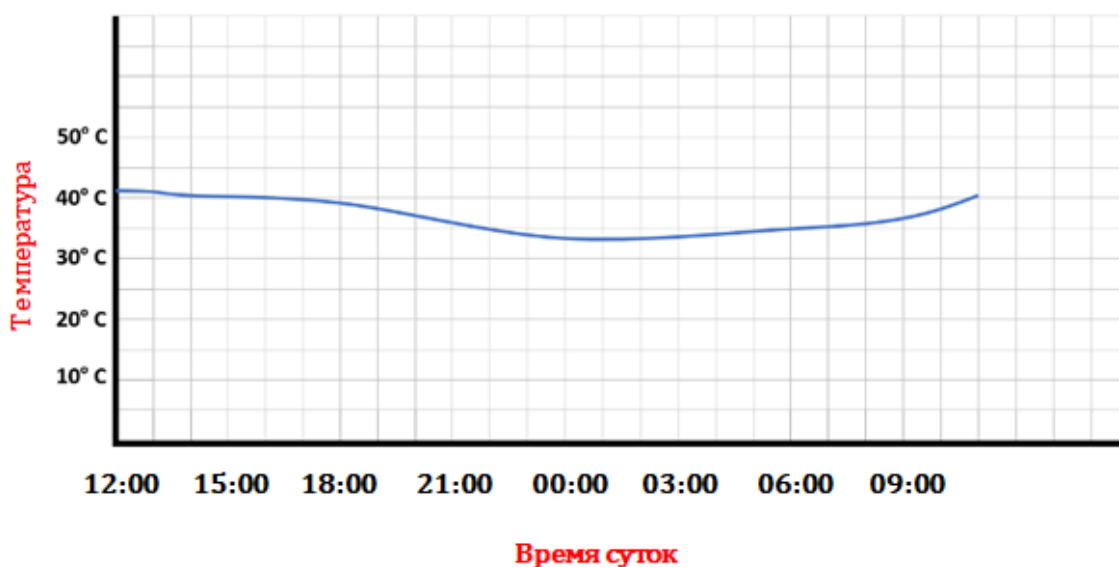
Часть 2

Верблюды могут переносить значительные изменения температуры своего тела. Это позволяет им при повышении температуры окружающей среды экономить воду, не тратя ее на потоотделение, что дает им возможность жить в условиях недостатка воды.

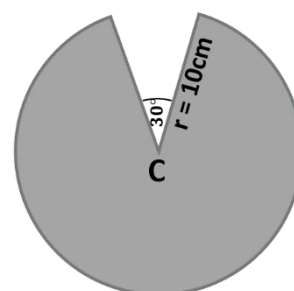
На графике показано изменение температуры тела верблюда в течение обычного дня в Катарской пустыне.

- i. Если бы верблюды, подобно людям, использовали потоотделение как один из механизмов поддержания постоянной температуры тела, то какой объем воды (в литрах) верблюд массой $5,50 \times 10^2$ кг должен был бы потерять с потом в 12 часов дня, чтобы снизить температуру своего тела до минимального значения, которое достигается в течении дня. Будем считать, что испарение пота, это единственный способ поддержания температуры тела верблюда. (0,5)
Удельная теплоемкость млекопитающего $3,48 \times 10^3$ Дж/(кг·К), а удельная теплота парообразования воды для самой низкой на графике температуры равна $2,42 \times 10^6$ Дж/кг.

График: Температура тела верблюда в Катарской пустыне 28-29 июля 2019



- ii. Структура нижних частей ног верблюда (ступней) хорошо приспособлены к жизни в пустыне. Широкие ступни верблюда позволяют ему не утопать в рыхлом сыпучем песке. Большая площадь поверхности ступней уменьшает давление на песок. Ступня верблюда, может быть представлена так, как показано на рисунке. Какое давление верблюд оказывает на песок. Используйте значение массы верблюда, данное в задании i. (0.5)



Часть 3:

В течение суток температура тела верблюда, вне зависимости от количества воды в его организме, колеблется в пределах нескольких градусов Цельсия, тем самым давая возможность не терять воду с потом. Этот механизм позволяет верблюду поглотить около 2900 ккал теплоты, что соответствует 5 литрам сэкономленной воды. Энергия, поглощенная в течение дня (которая и вызывает заметные изменения температуры тела), рассеивается ночью.

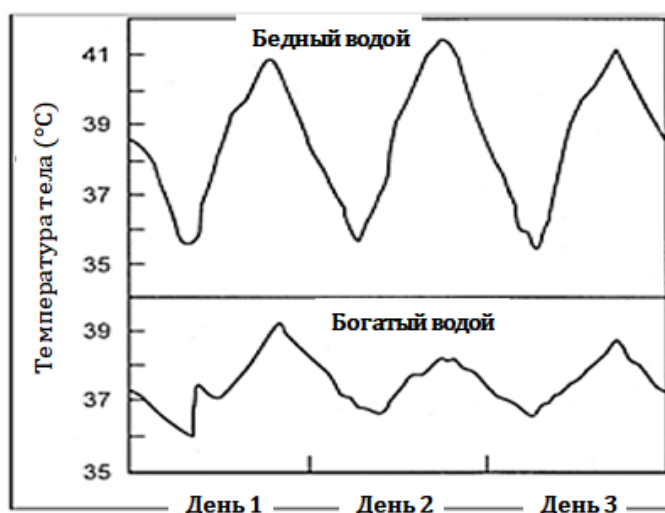


График. Изменения температуры тела у верблюда богатого водой и бедного водой.

i. В соответствии с приведенным графиком определите, у какого из верблюдов колебания температуры тела будут более значительными. (0,25)

- a. Богатого водой
- b. Бедного водой

ii. Каков(ы) продукт(ы) разрушения насыщенного жира из горба верблюда? (0,5)

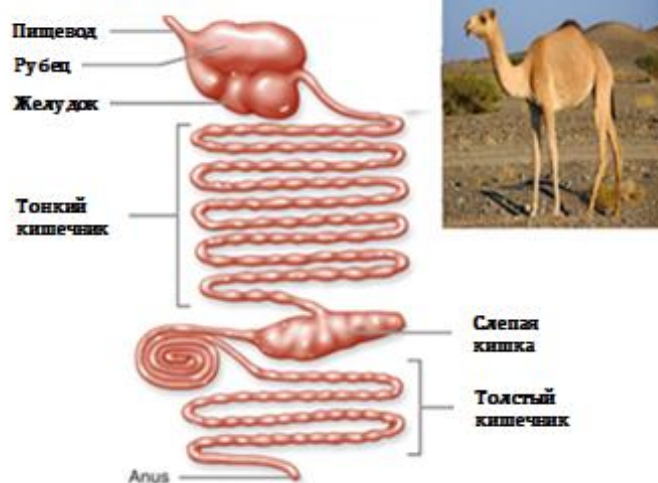
- a. Жирные кислоты и глицерин
- b. Вода, жирные кислоты и глюкоза
- c. Жирные кислоты, аминокислоты и углекислый газ
- d. Только вода.

iii. Шкура верблюда имеет светлую окраску в течение лета и у него довольно длинные и тонкие ноги, что (0,25)

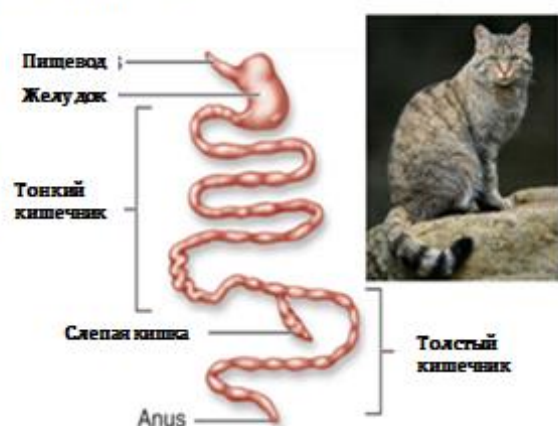
- Защищает его тело от интенсивного теплового излучения песка.
- Помогает ему долго путешествовать по песчаной пустыне.
- Является адаптацией, обеспечивающей охлаждение его тела в течение дня.
- Все вышеперечисленное.

На рисунках показан общий план строения пищеварительной системы травоядных и хищных млекопитающих, таких как Аравийский верблюд и Аравийский дикий кот, обитающих в Катарской пустыне. Аравийский верблюд – это травоядное животное, способное питаться травой и колючими растениями. Дикий кот – это хищное животное, питающееся грызунами и другими маленькими зверьками, и находящееся на грани вымирания из-за браконьерства.

а. Травоядный



б. Хищник



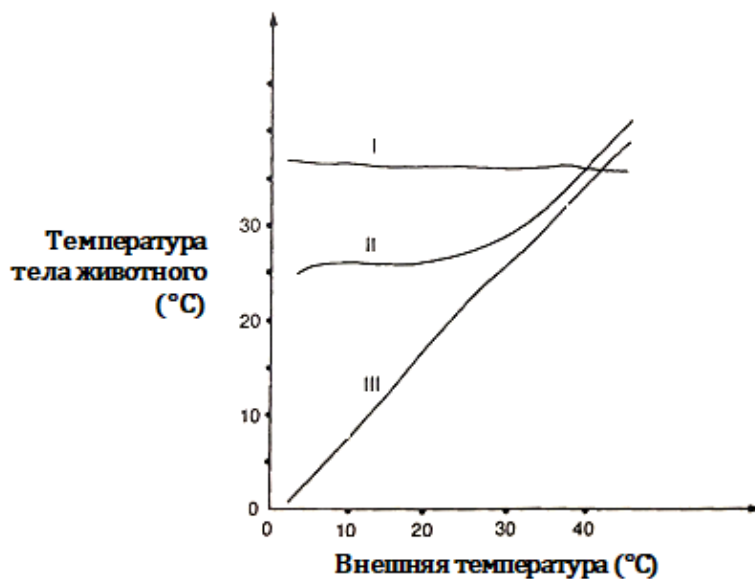
iv. Какой из органов пищеварительной системы позволяет запасать и переваривать сухую и жесткую пищу? (0,25)

- Пищевод
- Рубец
- Толстый кишечник
- Слепая кишка

v. Слепая кишка травоядных животных больше, чем у хищников, поскольку она помогает... (0,25)

- a. Переваривать белки
- b. Накапливать фекалии
- c. Расщеплять целлюлозу
- d. Расщеплять жиры

vi. На графике показаны результаты эксперимента, в котором измерялась внутренняя температура трех разных организмов при изменении температуры окружающей среды.



Исходя из этого графика и ваших знаний о терморегуляции, укажите, какое из приведенных утверждений некорректно (0.5)

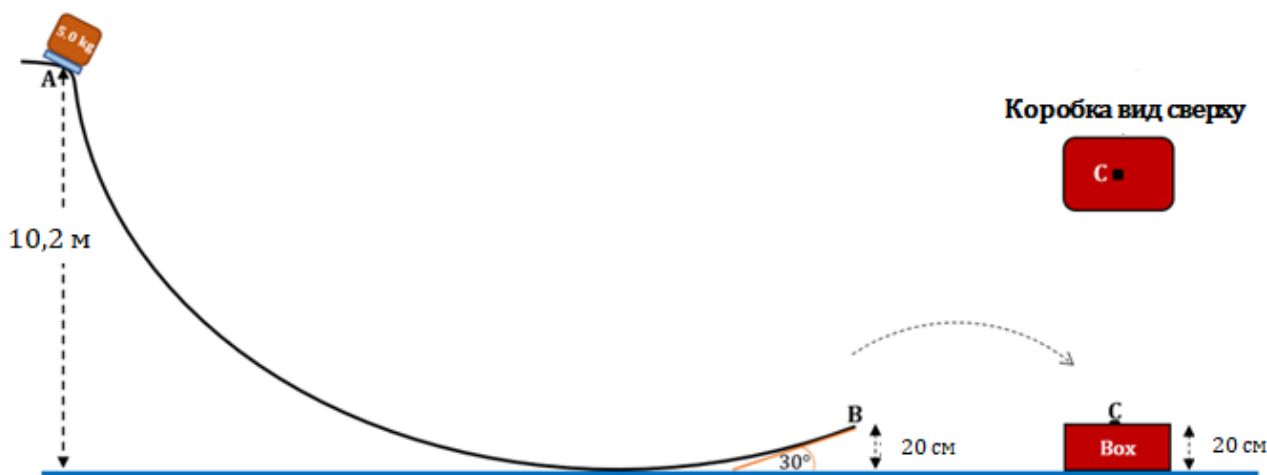
- a. Организм 1 может быть птицей
- b. Организм 2 может часто дышать или потеть когда внешняя температура изменяется между 20 и 25 градусами
- c. Организм 2 пойкилотермен когда внешняя температура изменяется между 5 и 20 градусами
- d. Организм 3 может быть змеей

ВОПРОС 3**Часть 1:**

Кубик массой 5,00 кг, из состояния покоя соскальзывает по шероховатой поверхности и движется по ней из точки A в точку B . Для того, чтобы уменьшить силу трения между кубиком и поверхностью, к основанию кубика приделана ледяная прослойка массой 0,500 г при начальной температуре $-5,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ так, как показано на рисунке. В точке B лед окончательно расплавился, а кубик оторвался от поверхности и перешел в состояние свободного полета. Известно, что кубик приземлился в точке C , расположенной на коробке так, как показано на рисунке. Считая, что прослойка льда не участвует в процессе теплообмена ни с воздухом, ни с кубиком, а также пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите:

- i. Время, в течение которого кубик будет лететь из точки B в точку C . (1.5)
- ii. Расстояние между точками B и C . (0.5)
- iii. Максимальную высоту относительно земли, на которую поднимется кубик во время полета из точки B в точку C . (0.5)

Удельная теплоемкость льда $2090\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, удельная теплота плавления льда при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $3,33 \times 10^5\text{ Дж}/\text{кг}$.



**Часть 2:**

Имеется брусок из сухого льда (твердого CO₂) массой 0,10 кг и температурой -255 °С.

i. Точка замерзания сухого льда ниже, чем точка замерзания воды, -78,5 °С против 0 °С.

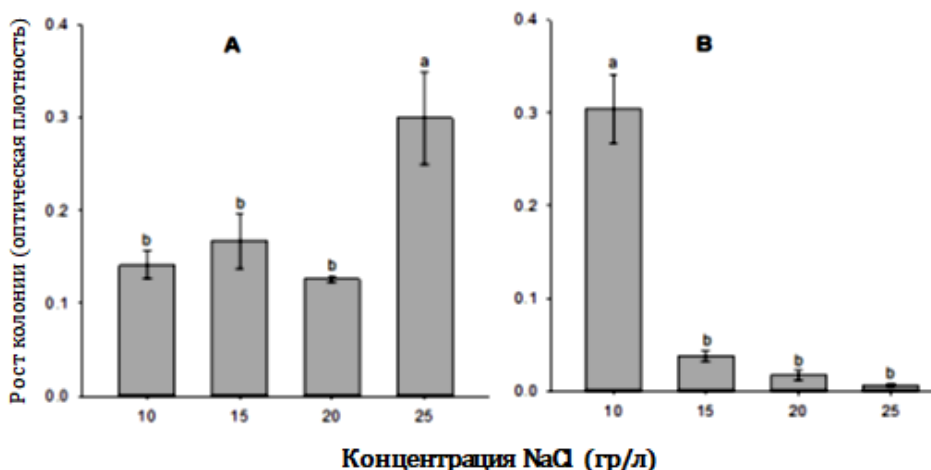
Какое из следующих утверждений лучше всего объясняет этот факт? (0.25)

- a. Молекулы сухого льда не имеют суммарного дипольного момента и вступают в диполь-дипольное взаимодействие.
- b. И в сухом льде, и в твердой воде между молекулами имеются Лондоновские дисперсионные взаимодействия, но между молекулами сухого льда они более сильные, что приводит к более низкой точке замерзания.
- c. Молекулы в твердой воде полярны, и между ними есть только диполь-дипольные взаимодействия.
- d. Молекулы сухого льда и воды имеют полярные связи, и между молекулами действуют Лондоновские дисперсионные силы. Однако только между молекулами в твердой воде образуются еще и водородные связи.

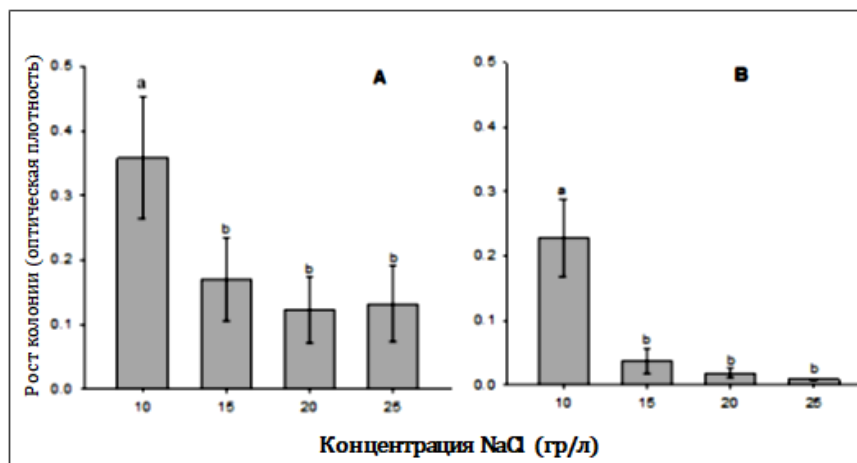
ii. Кусочку льда массой 0,500 г при начальной температуре -5,00 °С сообщают 1559 Дж тепла. В результате конечная температура воды 150 °С. Найдите отношение удельной теплоемкости льда и удельной теплоемкости водяного пара в этом процессе. Удельная теплота парообразования при 100 °С $2,256 \times 10^6$ Дж/кг, удельная теплоемкость льда $2,09 \times 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда при 0 °С $3,33 \times 10^5$ Дж/кг. (1.0)

Часть 3:

Профессором Абу-Дийе и его сотрудниками в Катарском университете были проведены исследования (2019) возможностей рекультивации почв пустыни. Авторы выделили из почвы прибрежных районов Катара устойчивые к ртути штаммы микроорганизмов и исследовали рост этих бактерий в присутствии соли. Часть результатов этих исследований представлена на рисунках.



Acinetobacter schindleri



Bacillus infantis

На графиках показано влияние солености (концентрации NaCl) на рост двух штаммов бактерий выделенных из грунта прибрежной зоны Катара и выращенных в жидкой среде, богатой питательными веществами, в отсутствие (А) и в присутствии 10 ppm HgCl₂ (В). Для каждого графика средние величины, обозначенные маленькими буквами,



непринципиально отличаются при $P \leq 5$. Кресты ошибок показывают стандартную ошибку среднего ($N=5$)

i. Что является зависимой переменной в эксперименте? (0.25)

- a. Концентрация NaCl
- b. Виды бактерий
- c. Рост колоний бактерий (Оптическая плотность)
- d. Заданные условия эксперимента

ii. Судя по приведенному рисунку, в отсутствие ртути *Acinetobacter schindleri* более устойчива к высокой солености ≥ 25 г/л (0.25)

- a. Да
- b. Нет

iii. Какое из следующих наблюдений относительно приведенных выше результатов некорректно (1.0)

- a. В присутствии ртути, рост *Acinetobacter schindleri* был примерно одинаково подавлен 15, 20, 25 г/л NaCl.
- b. В отсутствие ртути, рост *Acinetobacter schindleri* был значимо больше при концентрации NaCl 25 г/л, чем при меньших его концентрациях.
- c. Наилучший рост колоний обоих видов бактерий был получен в отсутствие ртути
- d. Бактерия *Bacillus infantis* может быть потенциально лучшим рекультиватором сухих земель, загрязненных ртутью

iv. Какой из приведенных ниже ответов в наибольшей степени отражает цели, которые преследовали ученые в своем исследовании влияния солености на окружающую среду в Катаре. (0.5)

i	Авторов интересовала устойчивость бактерий к температуре
ii	Авторы искали бактерий наиболее устойчивых к солености
iii	Авторы искали бактерий наименее устойчивых к солености
iv	Авторов интересовало удаление ртути из окружающей среды пустыни.

- a. i и iii.
- b. iii и iv.
- c. ii и iv.
- d. ii и iii.



v. Авторы попытались в своем эксперименте обнаружить местные штаммы бактерий, которые могли бы извлекать ртуть из пустынной почвы, загрязненной ртутью от использованных флуоресцентных ламп. Если авторы захотят продолжить исследование, чтобы выяснить работоспособность и выживаемость бактерий в сильно засоленных почвах Катара, что они должны сделать? (1.0)

- a. Провести эксперименты по оценке выживаемости бактерий при высоких температурах
- b. Провести эксперименты по оценке выживаемости бактерий при разных значениях влажности
- c. Провести эксперименты по оценке выживаемости бактерий при различных сочетаниях двух факторов (температуры и влажности)
- d. Провести краткие и долговременные эксперименты по изучению выживаемости и работоспособности бактерий в почвах Катара.

vi. Если один из упомянутых выше видов бактерий, про который известно, что он устойчив к ртути, будут выращивать на другой чашке Петри в другой питательной среде. Какое из утверждений по поводу этих бактерий будет скорее всего верным. (0.5)

- a. Выросшие на новой среде бактерии потеряют устойчивость к ртути
- b. Выросшие на новой среде бактерии сохранят устойчивость к ртути
- c. Выросшие на новой среде бактерии потеряют устойчивость к ртути, но будут выживать в богатой ртутью среде.
- d. Трудно предсказать, будут ли выросшие на новой среде бактерии устойчивы к ртути.

vii. Представьте, что ртуть является загрязняющим агентом в озере, в котором существует следующая пищевая цепь:

Фитопланктон → зоопланктон → маленькие рыбки (вид X) → большие рыбы (вид Y) → громадные рыбицы (вид Z) → водные птицы

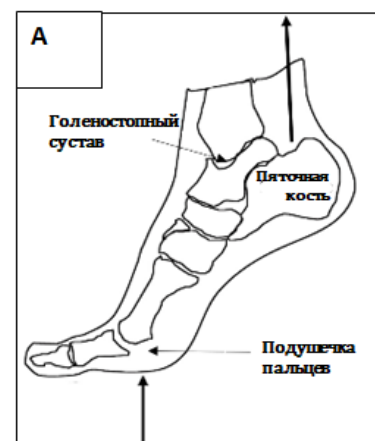
Ваш друг хочет купить один килограмм рыбы и просит вашего совета о том, какая рыба будет наименее токсична. Какой из видов вы порекомендуете купить вашему другу (0.25)

- a. вид Y
- b. вид Z
- c. вид X
- d. Все виды будут иметь одинаковую токсичность.

QUESTION 4**FIFA WORLD CUP
Qatar 2022****Часть 1:**

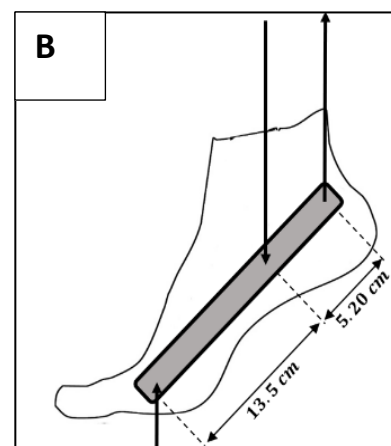
Во время подготовки к чемпионату мира в Катаре, некоторые футбольные клубы Катара поставили себе целью исследовать удельное натяжение (максимальную силу натяжения на единицу площади) икроножных мышц для одного из своих лучших игроков. Анатомические данные игрока, следующие:

- Масса тела = 72,0 кг
- Площадь поперечного сечения ахиллесова сухожилия (в среднем) = 23,0 см²
- Расстояние от подушечки пальцев до голеностопного сустава = 13,5 см
- Расстояние от пяточной кости до голеностопного сустава = 5,20 см



i. Удельное натяжение: игрока просят встать на цыпочки и удерживать положение равновесия, стоя так, как показано на рисунке (A).

- a. Чему равна сила натяжения в ахилесовом сухожилии, если игрок стоит на только на одной ноге? Считайте все кости стопы как одно твердое тело так, как показано на рисунке. Весом костей пальцев можно пренебречь. (1.0)



b. Найдите удельное натяжение в икроножной мышце. (0.5)

с. Два брюшка икроножной мышцы (латеральное и медиальное) принимают на себя 60% силы натяжения в ахиллесовом сухожилии и делят его поровну. Найдите силу, которая приходится на каждое брюшко в отдельности. (0,5)



ii. Прочность костей:

Перелом большой берцовой кости здорового футболиста наступает, если приложить силу в 36,0 Н на площадь $4,90 \times 10^2 \text{ mm}^2$. На рисунке игрок (А) пытается ударить по мячу, но, к



несчастью, он мажет и попадает по большой берцовой кости игрока (В). Будем считать, что до удара большая берцовая кость не двигалась. После удара нога игрока (В) отлетает назад со скоростью 4,25 м/с. Известно, что масса ноги 3,20 кг, время взаимодействия 55,0 мс, площадь взаимодействия $6,20 \times 10^2 \text{ mm}^2$.

Выдержит ли большая берцовая кость игрока (В) этот удар без перелома? (0.25)

Выберите: () Да или () Нет

Напишите ход ваших вычислений (1.0)

Считайте, что нет никаких других внешних сил, действующих на ногу игрока (В).

iii. Разработка футбольных щитков.

Многие спортивные компании разрабатывают щитки, которые поглощают удары, которые могут привести к травмам при столкновениях во время футбольных матчей. При проведении эксперимента, цель которого сравнить характеристики щитков различных марок, моделируется голень человека, защищенная щитком, а ударное устройство используется для моделирования ноги игрока, наносящего удар. Также есть специальный датчик, расположенный за щитком, который измеряет силу, действующую на голень. В таблице представлены результаты измерений.



<https://www.elpasochiropractorblog.com/2017/07/soccer-shin->

Модель щитков	Время взаимодействия (мс.)	Сила удара (Н)	Сила измеренная датчиком (Н)
Brand 1	15	1066	11,5
Brand 2	15	867	11,2
Brand 3	17	846	17,8
Brand 4	20	778	8,8
Brand 5	13	622	9,0
Brand 6	13	1096	6,6
Brand 7	17	550	32,5

Помогите игроку (В) выбрать лучше щитки. Для этого отсортируйте модели в таблице, начиная с самого лучшего, т.е. такого, который в наибольшей степени уменьшает силу удара в единицу времени. (0.5)

Часть 2:

В спортивных состязаниях запрещено использование препаратов, повышающих спортивную производительность (допинг). Список запрещенных веществ огромен и включает стимулирующие препараты, анаболические стероиды, аминокислоты и т.п., но не ограничивается ими. Допинг-контроль может производиться на образцах крови или мочи. Для этой цели могут использоваться некоторые методы анализа.

i. Один из методов допинг-контроля основан на использовании ион-селективных электродов. Как это следует из названия, эти электроды селективны к определенному виду ионов. Метамфетамин (МА) является стимулятором центральной нервной системы и наиболее злоупотребляемым веществом в мире. Отклик МА-ион-селективного электрода подчиняется уравнению $E = \text{const} + 0,059 \log[\text{MA}^+]$. Значение

потенциала составило $-0,430$ В при помещении электрода в раствор, содержащий $0,100$ мМ MA^+ . Какова $[MA^+]$, если $E = -0,300$ В? (0.5)

Часть 3:

Во время занятий спортом спортсмены сталкиваются с мышечным утомлением, которое проявляется в уменьшении возможности мышцы создавать усилие. Есть две основные причины мышечного утомления: 1) Нервная, возникающая в результате уменьшения возможности нерва генерировать и передавать сигнал и 2) Метаболическая, которая встречается чаще и связана с уменьшением возможности мышечного волокна к сокращению.

i. Что является наиболее значимой(ыми) причиной(ами) мышечного утомления? (0.5)

- a. В ходе интенсивных сокращений мышцы расходуют весь кислород и вынуждены переходить на анаэробное дыхание
- b. Приток крови к мышце уменьшается
- c. Экстремальные погодные условия
- d. a и b верны

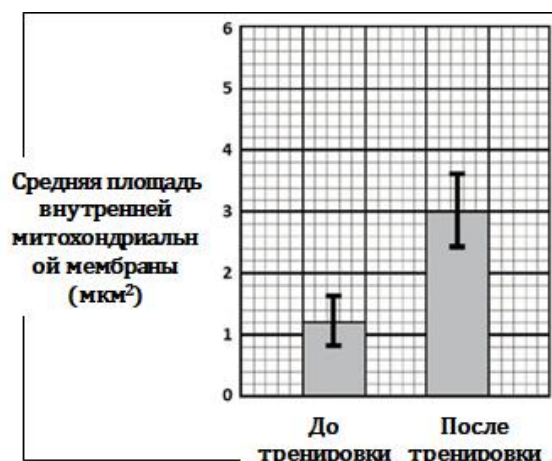
ii. Гистологические исследования результатов биопсии скелетных мышц могут показать, является ли пациент марафонцем. Наиболее важным диагностическим признаком будет (0.25)

- a. Цвет мышечного волокна
- b. Количество митохондрий в мышечном волокне
- c. Размер шероховатой эндоплазматической сети в мышечном волокне
- d. Размер мышечного волокна.

iii. Приведенный график демонстрирует результаты эксперимента по измерению средней площади внутренних мембран митохондрий, взятых из мышечных волокон футболистов до и после тренировки. Внимательно изучите рисунок и ответьте на следующий вопрос:

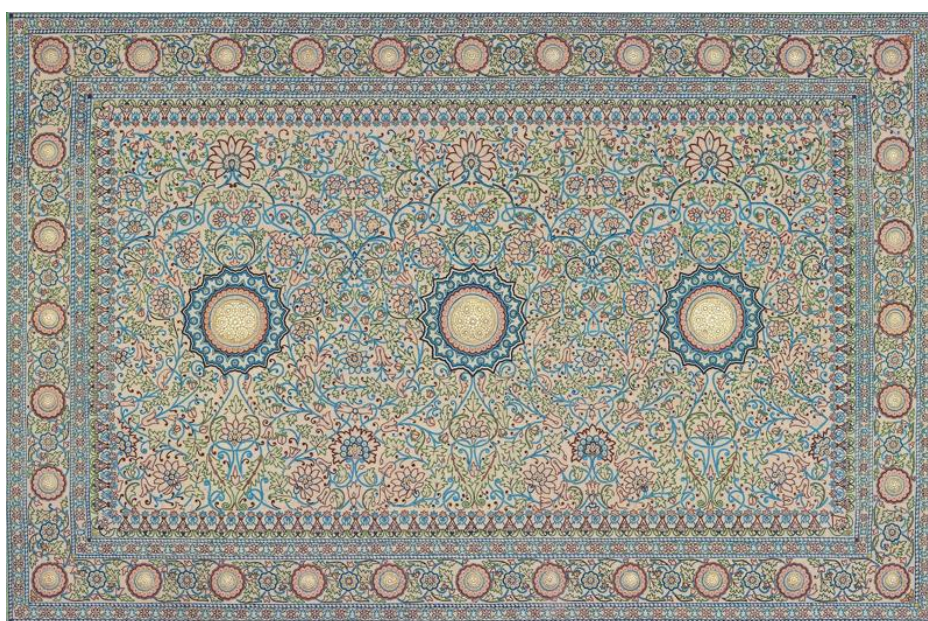
Какое из изречений наилучшим образом объясняет состояние, возникающее после тренировки. (0.5)

- a. Выработка АТФ увеличивается поскольку, увеличивается площадь внутренних мембран митохондрий.
- b. Выработка АТФ уменьшается поскольку, увеличивается площадь внутренних мембран митохондрий
- c. Выработка АТФ остается прежней и не существует никаких корреляций между ней и средней площадью внутренних мембран митохондрий
- d. Нет никакой заметной связи между выработкой энергии и результатами, показанными на рисунке.



ВОПРОС 5**Часть 1:**

- i. Одним из наиболее впечатляющих экспонатов Национального музея Катара (NMoQ), действительным шедевром вышивки жемчугом, является Жемчужный ковер Барода. Он был заказан махараджей княжества Барода в 1865. Этот ковер давно считается выдающимся шедевром. Ковер Барода выполнен с использованием более 1,5 миллионов жемчужин, добытых в Персидском заливе, а также рубинов, изумрудов, сапфиров и бриллиантов.



Ковер Барода.

Во время реставрации Ковра Барода в ходе элементного анализа был обнаружен неожиданный минерал, ранее не встречавшийся в составе жемчуга – *смитсонит*, $ZnCO_3$. При сильном нагревании твердой смеси *смитсонита* и содержащегося в жемчуге $CaCO_3$, образуются углекислый газ и смесь ZnO и CaO . Если при нагревании образца смеси $ZnCO_3$ и $CaCO_3$ массой 30,00 г образуется 12,00 г CO_2 , какова массовая доля *смитсонита* в смеси (с учетом числа значащих цифр)? Не забудьте привести уравнения реакций.

(2.0)

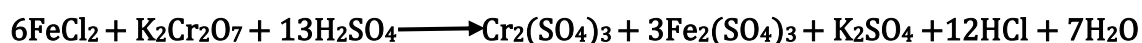


- ii. В непосредственной близости к Национальному музею Катара проходит набережная Дохи, протянувшаяся более, чем на семь километров. Возрастающее загрязнение различными веществами, например, соединениями тяжелых металлов, оказывает негативное влияние на морскую жизнь и ее обитателей. Одним из таких тяжелых металлов, загрязняющих Персидский залив, является хром (Cr). Природный хром образован четырьмя стабильными изотопами: ^{50}Cr , ^{52}Cr , ^{53}Cr и ^{54}Cr , изотоп ^{52}Cr является наиболее распространенным (83,789% общего количества).

Основные изотопы хрома (Cr)		
изотоп	молярная доля	период полураспада ($t_{1/2}$)
^{50}Cr	4,345%	стабилен
^{51}Cr	искусственный изотоп	27,7025 дней
^{52}Cr	83,789%	стабилен
^{53}Cr	9,501%	стабилен
^{54}Cr	2,365%	стабилен

- a. Рассчитайте относительную атомную массу хрома с учетом распространенности его устойчивых изотопов (0.25)
- b. Сколько граммов изотопа ^{53}Cr содержится в 250 кг FeCr_2O_4 ? (0.25)

- iii. Содержание железа (II) может быть напрямую определено по его реакции с дихроматом в присутствии серной кислоты в соответствии с уравнением:



- a. Напишите полуреакцию окисления. (0.25)
- b. Напишите полуреакцию восстановления. (0.25)
- iv. Хром образует сплавы с цинком и медью, имеющие важное медицинское и промышленное значение. Стандартный электродный потенциал для пары Cr^{3+}/Cr оставляет $-0,74$ В. Какой из приведенных ниже металлов образует гальванический элемент, в котором хром выступает в качестве анода? Рассчитайте $E_{\text{яч}}$ для обеих реакций. (0.5)

a. Медь ($E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^{\circ} = +0,34$ В)

b. Цинк ($E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ} = -0,76$ В)

**Часть 2:**

Катар – это полуостров, расположенный на восточном побережье Аравийского полуострова и посередине западного берега Персидского залива. Катар традиционно добывает в Персидском заливе жемчуг. Жемчуг формируется как соленоводными, так и пресноводными моллюсками – разнообразной группой, которая включает в себя устриц, мидий и прочих двустворчатых, а также и некоторых брюхоногих моллюсков.

Если песчинка или осколок раковины попадает под раковину моллюска, он будет слой за слоем покрываться перламутром, пока не превратится в жемчужину.

i. Как вы думаете, почему эти моллюски производят жемчуг? (0,25)

- a. Чтобы отпугнуть хищников.
- b. Для защиты, в случае, если от раздражителя невозможно избавиться.
- c. Чтобы животное выглядело красиво.
- d. Для отражения света, который позволит животному двигаться ночью.

ii. Процесс производства жемчуга у двустворчатых моллюсков связан с типом питания этих организмов, которые (0.25)

- a. Питаются грунтом
- b. Питаются отфильтрованными из воды частицами
- c. Питаются жидкой пищей
- d. Питаются нектаром

iii. Процесс формирования жемчуга может быть представлен как результат взаимодействия (0.25)

- a. Биотических и абиотических факторов
- b. Фрагмента раковины и частицы песка
- c. Абиотических факторов и частицы песка
- d. Абиотических факторов и раковины моллюска

iv. Водные беспозвоночные, такие как двустворчатые моллюски, осуществляют газообмен используя... (0.25)

- a. Легкие
- b. Кожу
- c. Жабры
- d. Рот



v. Представим себе следующую пищевую цепь:

Фитопланктон → Двустворчатые моллюски → Морские звезды → Морские выдры → Дельфины

Дельфины обычно едят крупную рыбу, но из-за интенсивного вылова этой рыбы могут начать есть морских выдр. Если вылов крупной рыбы будет продолжаться и дальше, какие последствия для двустворчатых моллюсков это может иметь? (0.25)

- a. Плотность популяции двустворчатых будет увеличиваться
- b. Плотность популяции двустворчатых будет уменьшаться.
- c. Не будет никакого влияния на плотность популяции двустворчатых.
- d. Дельфины начнут есть двустворчатых.

vi. Многие виды моллюсков служат пищей для различных позвоночных животных, таких как рыбы, птицы и млекопитающие. Каковы отношения между чайками и моллюсками? (0.25)

- a. Мутуализм
- b. Хищничество
- c. Комменсализм
- d. Паразитизм

**Часть 3:**

Хромированная легированная сталь используется для изготовления подвесных кабелей и проводов, которые имеют широкий спектр применений, например, в строительстве, спорте и т.д.

- i. Найдите вес тела, который необходимо подвесить на струне, сделанной из хромированной стали длиной 2,0 м, площадью поперечного сечения $2,0 \text{ мм}^2$ с модулем Юнга 220 ГПа для того, чтобы длина увеличилась на 0,50 мм. **(0,5)**
- ii. Соотношение длин двух тросов из хромированной стали равно 1:3, а соотношение их диаметров 3:1. Тросы растягивают одинаковыми силами. Чему равно отношение их деформаций? **(0,5)**
- iii. Стержень из хромированной стали с модулем Юнга Y и коэффициентом линейного теплового расширения α зажат между двумя опорами расстояние между которыми равно L . Известно, что длина стержня L , площадь поперечного сечения A . Температуру стержня изменили на ΔT . Выразите силу, действующую на стержень со стороны опор, используя Y, A, L, α и ΔT . Изменением площади поперечного сечения можно пренебречь. Считайте, что изменение длины из-за изменения температуры и силы одинаковые. **(0,5)**

КОНЕЦ