



**Комплекс предметов «химия, физика, математика, биология»
5 – 10 классы (отборочный этап)
Условия**

Химия. Задача 1. Ядерные реакции (1 балл)

Из предложенных уравнений ядерных реакций выберите все, записанные корректно.

Выберите один или несколько ответов:

- ${}_{88}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}_{86}^{222}\text{Rn} + {}_2^4\text{He}$
- ${}_{19}^{39}\text{K} \rightarrow {}_{20}^{40}\text{Ca} + {}_{-1}^0\text{e}$
- ${}_{16}^{32}\text{S} + 18 {}_{-1}^0\text{e} \rightarrow {}_{34}^{80}\text{Se}$
- ${}_3^7\text{Li} + {}_1^1\text{p} \rightarrow 2 {}_2^4\text{He}$
- ${}_{16}^{32}\text{S} + {}_1^1\text{n} \rightarrow {}_{50}^{120}\text{Sn}$

Химия. Задача 2. Оксиды (1 балл)

Из предложенного списка выберите все вещества, которые можно отнести к классу оксидов

Выберите один или несколько ответов:

- H₂O
- BaSO₄
- ClO₂
- OF₂
- O₃
- KO₂
- FeO_{1,07}

Химия. Задача 3. Рецепт пирога (1 балл)

Среди ингредиентов многих пирогов можно встретить фразы типа «добавьте 0,5 чайной ложки пищевой соды и 0,5 чайной ложки столового уксуса (6%)». Определите объём газа, который выделится при их взаимодействии. Ответ выразите в миллилитрах и округлите до целого числа. Считайте, что полная чайная ложка вмещает 7,56 г NaHCO₃ или 5,0 мл раствора CH₃COOH. Плотность столового уксуса примите равной 1,0 г/мл. Условия нормальные.

Химия. Задача 4. Контрастная рентгенография (1 балл)

Непосредственно перед обследованием желудка методом контрастной рентгенографии пациенту необходимо выпить водную суспензию сульфата бария. Однако катионы бария являются сильным ядом для человеческого организма. Почему препарат сульфата бария не оказывает токсического эффекта?

Выберите один ответ:

- BaSO_4 слишком плохо растворяется в воде, чтобы оказывать влияние на организм.
- Препарат содержит противоядие.
- Для обследования достаточно принять очень малое количество BaSO_4 .
- Катионы бария токсичны только при попадании через дыхательные пути.
- Сульфат бария разлагается соляной кислотой, содержащейся в желудочном соке.
- Рентгеновское излучение нейтрализует катионы бария.

Химия. Задача 5 (1 балл)

Газ А часто называют псевдогалогеном, так как он проявляет свойства, схожие с простыми веществами 17 группы. Если этот газ растворить в холодном растворе гидроксида калия, образуется смесь солей, одна из которых является известным ядом (соль Б). Если соль Б оставить во влажном воздухе, медленно будет происходить реакция с выделением газа В, используемого для получения многих химических волокон и пластмасс. Из 0,975 г вещества Б с течением времени в атмосферу выделится 369 мл газа В при 27 °С. Определите газ В, в ответ запишите его формулу.

Химия. Задача 6 (1 балл)

Черный порошок неизвестного вещества X растворим в некоторых органических растворителях с образованием ярко-окрашенных растворов. При сжигании этого порошка на воздухе образуется только бесцветный газ, вызывающий помутнение известковой воды. В последние годы добавку вещества X стали использовать при получении алмазов из графита. Определите вещество X, в ответе приведите его русское название.

Химия. Задача 7 (1 балл)

Неизвестный порошок X при нагревании разлагается, превращаясь в розовый нанопорошок Y (простое вещество), проводящий электрический ток, и бесцветный газ Z, который не поддерживает горения и имеет плотность примерно в 1,52 раза превышающую плотность воздуха при тех же условиях. Масса выделившегося газа в 1,38 раза больше массы образовавшегося нанопорошка. Запишите химические формулы веществ X, Y, Z через запятую.

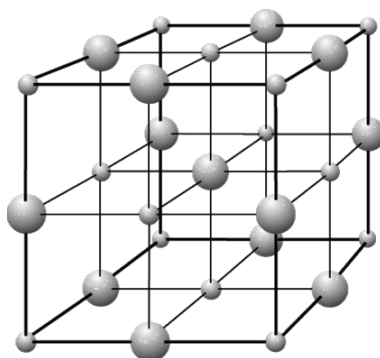
Химия. Задача 8 (1 балл)

Соотнесите возможную окраску стекол с атомами и ионами металлов, которые ее вызывают

синяя	хром(+3)
зеленая	наночастицы золота
красная	кобальт(+2)
желтая	наночастицы серебра
черная	частицы платины микронного размера

Химия. Задача 9 (1 балл)

Нанопорошок неизвестного вещества состоит из атомов двух элементов, у которых и порядковые номера, и относительные атомные массы относятся как 3 к 2. Кристаллическая решетка вещества представлена на рисунке. Запишите его химическую формулу



Химия. Задача 10 (1 балл)

Газ X состоит из двух химических элементов, в атомах которых число электронов различается в 16 раз. При сильном охлаждении и высоком давлении этот газ переходит в твердое состояние, в котором проявляет сверхпроводящие свойства. Запишите химическую формулу газа.

Физика. Задача 11. Характерные размеры (1 балл)

Сопоставьте размеры физических объектов или расстояния между ними с соответствующими единицами измерения длины.

световой год	ширина стола
астрономическая единица	квантовая точка
километр	толщина фольги
метр	расстояние между звёздами
микрометр	размер молекулы
нанометр	расстояние от Земли до Солнца
ангстрем	расстояние между городами

Физика. Задача 12. Непотопляемый брусок (1 балл)

Деревянный брусок плавает в сосуде с водой, затем его погружают в сосуд с керосином, и наконец в сосуд с глицерином. Выясняется, что брусок плавает во всех трёх жидкостях. Сравнивая силы Архимеда, что можно сказать про их соотношение?

Сила Архимеда:

Выберите один ответ:

- в воде максимальная, в керосине минимальная
- в керосине максимальная, в воде минимальная
- в керосине максимальная, в глицерине минимальная
- везде одинаковая
- в глицерине максимальная, в керосине минимальная
- в воде максимальная, в глицерине минимальная

Физика. Задача 13. Кулер для процессора (1 балл)



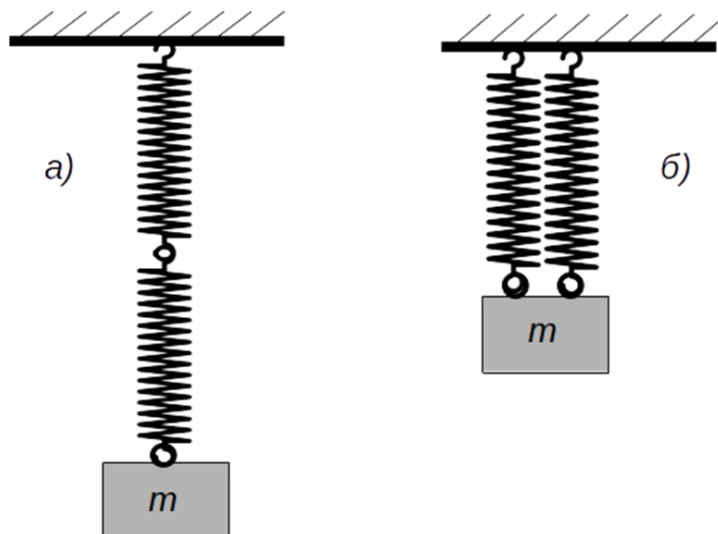
Для охлаждения процессора персонального компьютера используют медь и алюминий (см. рисунок). Выберите из предложенных вариантов только один, правильно описывающий причину выбора материалов. Эти материалы используются потому что:

Выберите один ответ:

- медь обладает высокой теплопроводностью, но имеет большую, по сравнению с алюминием, плотность
- алюминий имеет меньшую, чем у меди, теплопроводность и низкую плотность
- медь и алюминий имеют низкое удельное электросопротивление
- медь обладает высокой теплопроводностью, а алюминий высокой удельной теплоемкостью

Физика. Задача 14. Пружинные весы (1 балл)

Один и тот же груз m подвешивают на двух пружинах сначала, как показано на рис.а), а потом, как на рис.б).



Первая пружина имеет коэффициент жесткости k_1 , а вторая коэффициент жесткости $k_2 = 2k_1$. В случае а) грузик растягивает пружины на Δu_1 , а в случае б) на Δu_2 . Найдите отношение разности $\Delta u_1 - \Delta u_2$ к удлинению одной пружины k_1 , когда на ней висит тот же груз m .

Выберите один ответ:

- 4/3
- 1/2
- 7/6
- 3/2
- 8/7
- 1

Физика. Задача 15. Газовая смесь (1 балл)

В баллоне находится смесь гелия (He) и криптона (Kr). Количество атомов Kr в 3 раза больше, чем атомов He. Найдите удельную теплоемкость при постоянном объеме газовой смеси, C_v .

Выберите один ответ:

- 756 Дж/(кг·К)
- 1664 Дж/(кг·К)
- 150 Дж/(кг·К)
- 2178 Дж/(кг·К)
- 195 Дж/(кг·К)

Физика. Задача 16. Неупругое столкновение (1 балл)

Пара одинаковых шариков движется навстречу друг другу и сталкивается абсолютно неупруго. Во сколько раз будут отличаться разности температур до и после столкновения для пары шариков из железа и пары шариков из алюминия? Начальные скорости у всех шариков одинаковые. Необходимые справочные значения при комнатной температуре найдите в литературе и считайте их постоянными.

Выберите один ответ:

- 10
- 1/10
- 2
- 1/4
- 4

Физика. Задача 17. Термометры сопротивления (1 балл)

Термометр сопротивления – это прибор, используемый для измерения температуры на основе зависимости удельного сопротивления проводника от температуры. В качестве проводника часто используют платину, которая имеет высокий температурный коэффициент сопротивления:

$$\alpha = \frac{R - R_0}{R_0(t - t_0)},$$

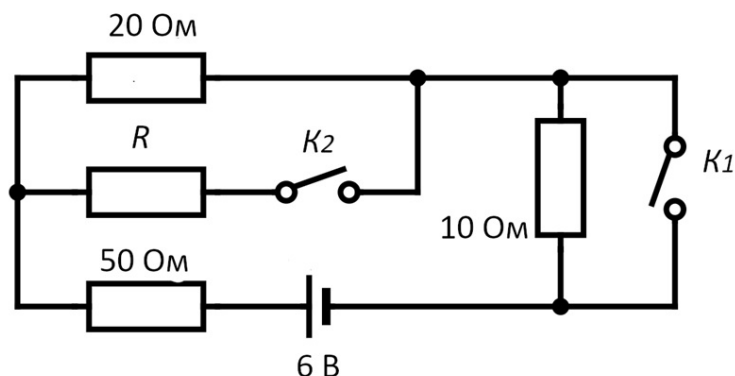
где $R_0 = 0,5$ Ом и $t_0 = 25$ °С – сопротивление и температура резистора при стандартных условиях, R – сопротивление резистора при температуре t .

Какую массу воды m нагрели в калориметре, если сопротивление термометра, помещённого в калориметр, изменилось на $\Delta R = 0,125$ Ом? Теплоёмкость воды $c = 4,2$ кДж/(кг·°С), $\alpha_{Pt} = 3,9 \cdot 10^{-3}$, напряжение, поданное на нагреватель, $U = 220$ В, сопротивление нагревателя $R_H = 108$ Ом. Нагреватель работал $\tau = 2$ мин. До нагревания вода находилась при температуре t_0 . Тепловыми потерями и нагреванием калориметра пренебречь.

Ответ дайте в килограммах, округлив до десятых. В поле ввода ответа укажите число без единиц измерения.

Физика. Задача 18. Выключатель (1 балл)

На рисунке представлена электрическая схема.

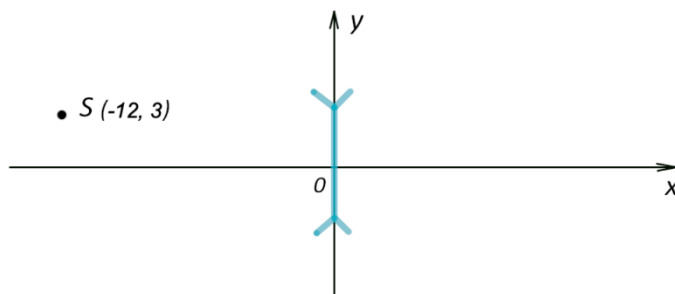


Найдите сопротивление резистора R , если ток через резистор с сопротивлением 20 Ом одинаковый в случаях, когда ключи $K1$ и $K2$ оба разомкнуты или оба замкнуты. Ответ дайте в Омах.

В поле ввода ответа укажите число без единиц измерения.

Физика. Задача 19. Линза (1 балл)

На рисунке представлена схема с рассеивающей линзой. Линза с фокусным расстоянием 6 см расположена в начале координат, ось x направлена вдоль главной оптической оси линзы. В точке с координатами $(-12$ см, 3 см) находится точечный объект S . Найдите координаты изображения объекта S' .



Выберите один ответ:

- (12, 3)
- (-4, 1)
- (-4, -1)
- (12, -3)

Физика. Задача 20. Лазерная указка (1 балл)

Юный исследователь, выступая с докладом перед стендом с плакатом, использует лазерную указку. Плакат на стенде висит за стеклом. Луч падает на стекло под углом $\alpha = 45^\circ$. На каком расстоянии попадает луч на плакат от той точки, куда попал бы он, если не было бы стекла? Толщина стекла $d = 5$ мм, показатель преломления $n = 1,3$.

Выберите один ответ:

- 3,0 мм
- 2,5 мм
- 5,0 мм
- 1,8 мм
- 1,0 мм

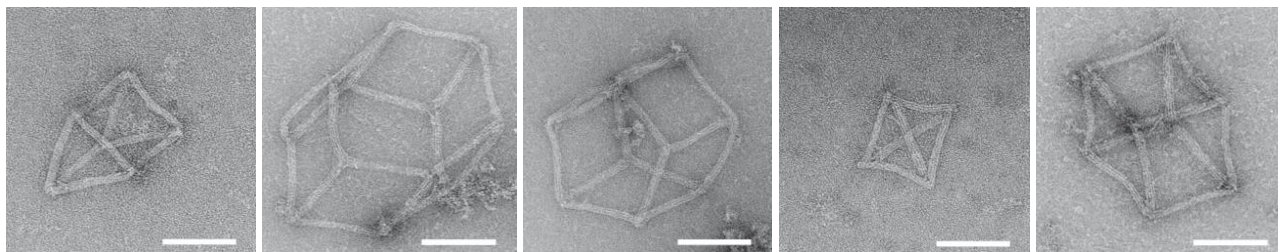
Математика. Задача 21 (1 балл)

Сколько граммов серебряных наночастиц в форме куба с ребром a нм понадобится, чтобы в один слой покрыть футбольное поле? Плотность серебра составляет $10,5$ г/см³, размеры футбольного поля — 105 на 68 метров.

Ответ приведите в виде десятичной дроби с точностью не менее 2 значащих цифр без единиц измерения.

Математика. Задача 22 (1 балл)

Из ДНК-«треног» (то есть, неких заготовок, представляющих собой три объединенных в одной вершине цилиндрических «ножки» из двойных спиралей ДНК) самосборкой были получены пять видов многогранников. На рисунках представлены их изображения, полученные при помощи просвечивающей микроскопии. Сопоставьте каждому из многогранников его название.

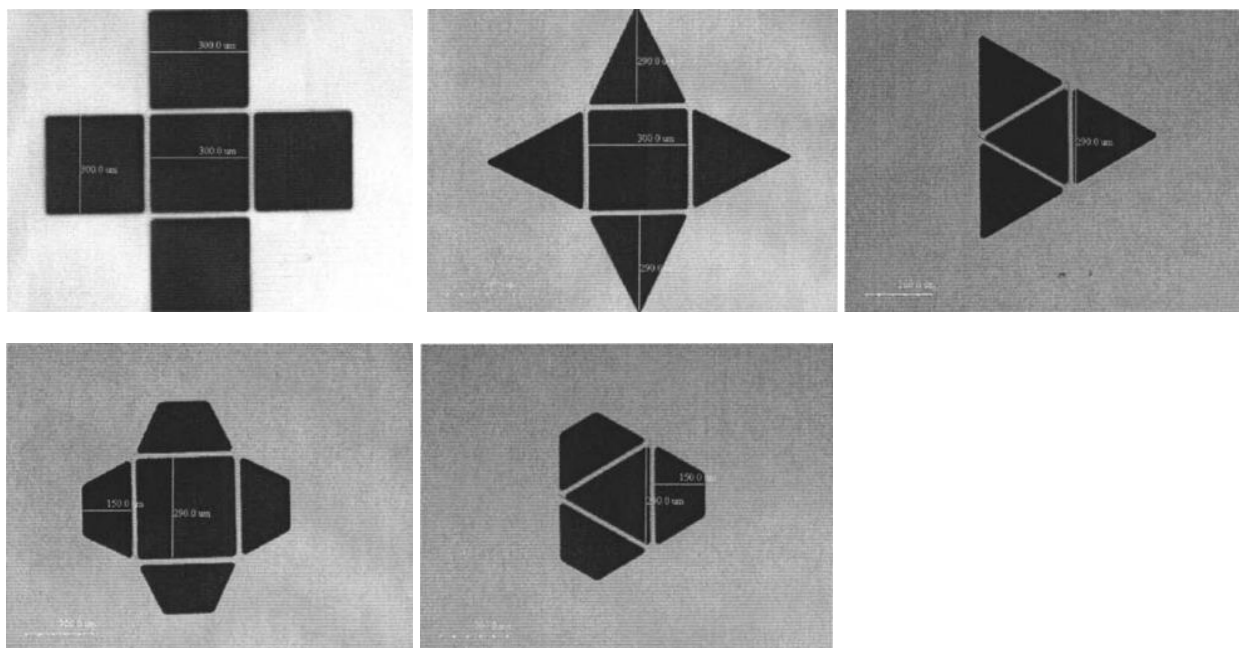


- тетраэдр
- треугольная призма
- куб
- пятиугольная призма
- шестиугольная призма

Математика. Задача 23 (1 балл)

Для изготовления микроантенны в виде упорядоченного массива полых золотых многогранников определенной формы, закрепленных на подложке, на первом этапе методом микропечати создаются двумерные заготовки. После «отсоединения» боковых частей этих заготовок от подложки происходит самосборка многогранников.

Сопоставьте микрофотографии двумерных заготовок и названия полученных из них полых золотых многогранников:



- треугольная пирамида
- треугольная усечённая пирамида
- куб
- квадратная пирамида
- квадратная усеченная пирамида

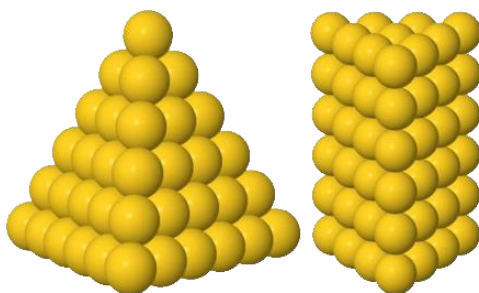
Математика. Задача 24 (1 балл)

Гидрогели — это полимерные материалы, отличающиеся способностью поглощать и удерживать воду в количествах, в разы превышающих их собственную массу.

Гранулы гидрогеля имеют форму куба с ребром 5 мм. Сколько гранул гидрогеля понадобится, чтобы поглотить 250 мл воды, если 1 см³ сухого гидрогеля способен поглотить 40 мл воды?

Ответ приведите в виде целого числа без единиц измерения.

Математика. Задача 25 (1 балл)



Если взять тетраэдрический кластер, на ребро которого приходится x атомов металла, то из всех составляющих его атомов можно собрать без остатка новый кластер в форме стопки из 8 треугольных слоев, на ребро которых приходится x атомов металла. Найдите x .

Подсказка. Общее число атомов в тетраэдрическом кластере, на ребро которого приходится n атомов:

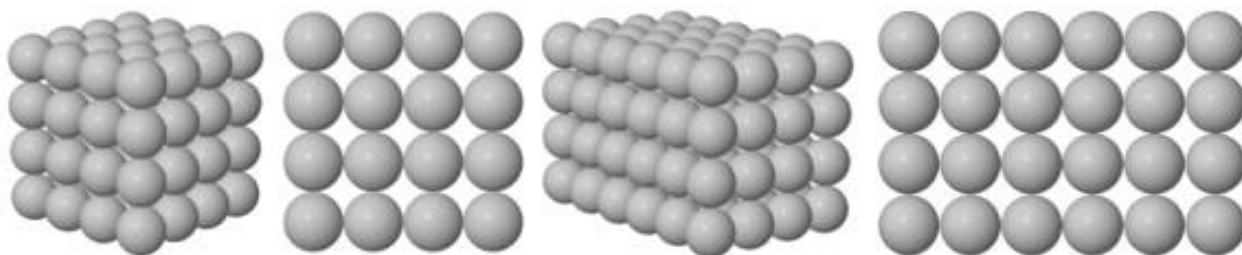
$$T_d = (n^3 + 3n^2 + 2n)/6.$$

Число атомов в треугольнике, на ребро которого приходится n атомов:

$$T = n(n + 1)/2.$$

Ответ приведите в виде целого числа без единиц измерения.

Математика. Задача 26 (1 балл)

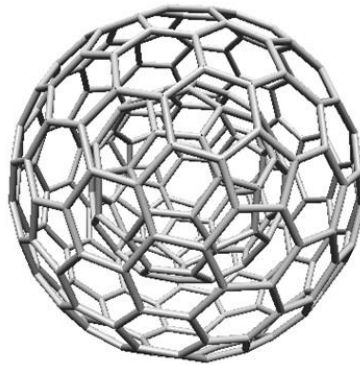


Какую форму может иметь нанокластер, содержащий ровно 2024 атома металла?

Выберите один или несколько ответов:

- прямоугольного параллелепипеда
- правильной квадратной призмы
- куба
- прямоугольника
- квадрата

Математика. Задача 27 (1 балл)



Рассмотрим семейство высокосимметричных фуллеренов, общее число атомов углерода в которых выражается формулой

$$N = 20(n^2 + nm + m^2),$$

где n и m – целые неотрицательные числа, однозначно задающие фуллерен.

Общее число атомов углерода в некотором фуллерене этого семейства равно суммарному числу атомов в матрешке из двух других фуллеренов из этого же семейства.

Определите значение n для такого фуллерена, если матрешку составляют фуллерены с параметрами $(4, 0)$ и (x, x) , а для этого фуллерена $n = 2x - 1$ и $m = 1$.

Ответ приведите в виде целого числа без единиц измерения.

Математика. Задача 28 (1 балл)

Диаметр углеродных нанотрубок (УНТ) можно рассчитать как

$$D = \frac{a\sqrt{3}}{\pi} \sqrt{n^2 + nm + m^2},$$

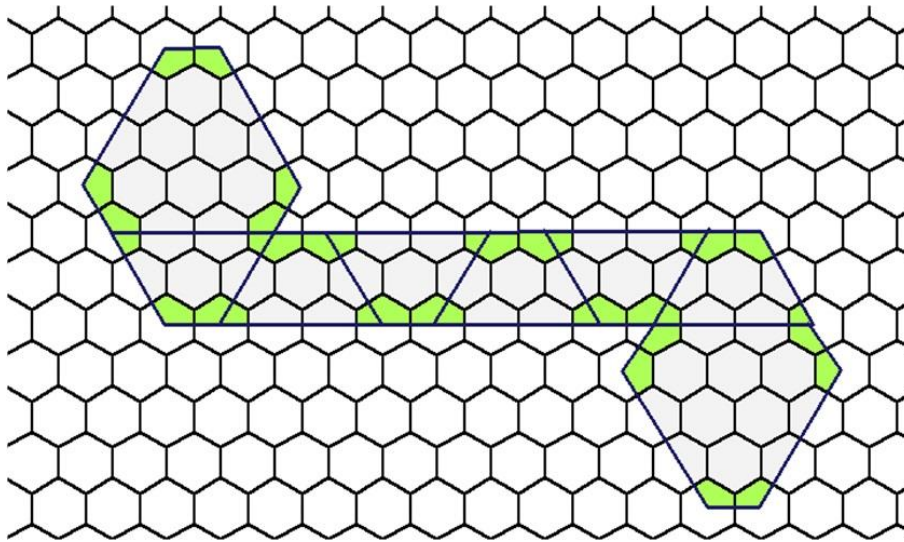
где (n, m) — пара целых неотрицательных чисел, при помощи которой однозначно задается УНТ, a – расстояние между центрами соседних атомов углерода.

Какие из ниже перечисленных УНТ имеют равный диаметр?

Выберите один или несколько ответов:

- (14,14)
- (2,23)
- (22,4)
- (4,22)
- (13,15)

Математика. Задача 29 (1 балл)



Если фигуру, представленную на рисунке, вырезать по контуру, а затем сложить и склеить, то получится многогранник, отвечающий некоторому фуллерену. Сколько шестиугольников имеется в его структуре?

Ответ приведите в виде числа без единиц измерения.

Математика. Задача 30 (1 балл)

Частицы какой формы можно расположить без зазоров на плоскости?

Выберите один или несколько ответов:

- правильные шестиугольники
- правильные пятиугольники
- квадраты
- правильные треугольники
- ромбы
- правильные семиугольники

Биология. Задача 31. Жила-была девочка (1 балл)

Жила-была девочка. Она была красивая и очень любила книги. У нее была большая семья, прямо скажем, просто огромная семья, которая тоже очень любила книги. И шкафчики для книг.

Девочка и ее родители дружно работали на благо семьи. Все вместе – и взрослые, и дети – они строили общий дом. Даже можно сказать дворец. И девочка мама там была главная.

Девочка дружила со старым солдатом, и он рассказывал, как однажды защитил их общий дом тем, что головой заткнул дыру, проделанную врагами. И даже показывал маленькую царапину на лбу, полученную в этом сражении.

А однажды девочка повзрослела и стала королевой. Младшей королевой.

Жила-была девочка. Когда она родилась, она лежала на теплом песочке, как и тридцать ее сестер. И ничего не понимала, как и все новорожденные. А потом пришла их мама, осторожно собрала девочек в рот и отнесла к воде. Девочка запомнила – самое первое воспоминание – как ее маленькая ручка лежит на чисто-белой эмали маминого зуба.

Мама хотела, чтобы родились девочки. Но прошлый раз не получилось – резко похолодало, и родились мальчики, старшие братья нашей девочки. А в этот раз вот получилось.

Ах, какие теплые воспоминания! Но девочка, уже взрослая, отложила приятные мысли и заинтересовалась чем-то большим и полосатым, которое промелькнуло в кустах. Через пару минут это полосатое показалось поближе, а потом третий раз – зебра вышла из кустов и стала спускаться вниз по тропинке.

И знаете это приятное чувство горячих эластичных мышц, которое возникает после недолгой тренировки? Вот нам для этого надо сделать очень качественную разминку, а нашей героине – просто посмотреть на зебру. Три раза.

Жила-была девочка. Она была красивая и работала у профессора Джорджа Стрейзингера. Кстати именно профессор покрасил её прабабушку в фиолетовый цвет в крапинку. У девочки было много подруг. Так много, что она однажды посмотрела по сторонам и решила стать мальчиком. И стала.

Конечно, эти девочки – не люди. А кто?

Выберите один или несколько ответов:

- муравей
- данио рерио
- термит
- бегемот
- стрекоза
- черепаха
- сом
- луна-рыба
- пчела
- гепард
- акула
- крокодил

Биология. Задача 32. Зачем могут быть нужны ушные раковины? (1 балл)

Выберите один или несколько ответов:

- ушные раковины помогают отгонять насекомых от лица
- ушные раковины охлаждают тело в жару
- ушные раковины содержат клапан, закрывающий слуховой проход при нырянии
- ушные раковины помогают точнее определить направление, откуда идет звук
- ушные раковины защищают слуховой проход от попадания посторонних объектов
- в ушных раковинах мы носим серьги, которые так оттягивают мочки, что те вытягиваются, что в свою очередь становится признаком богоизбранности и существенным образом повышает статус в социальной иерархии

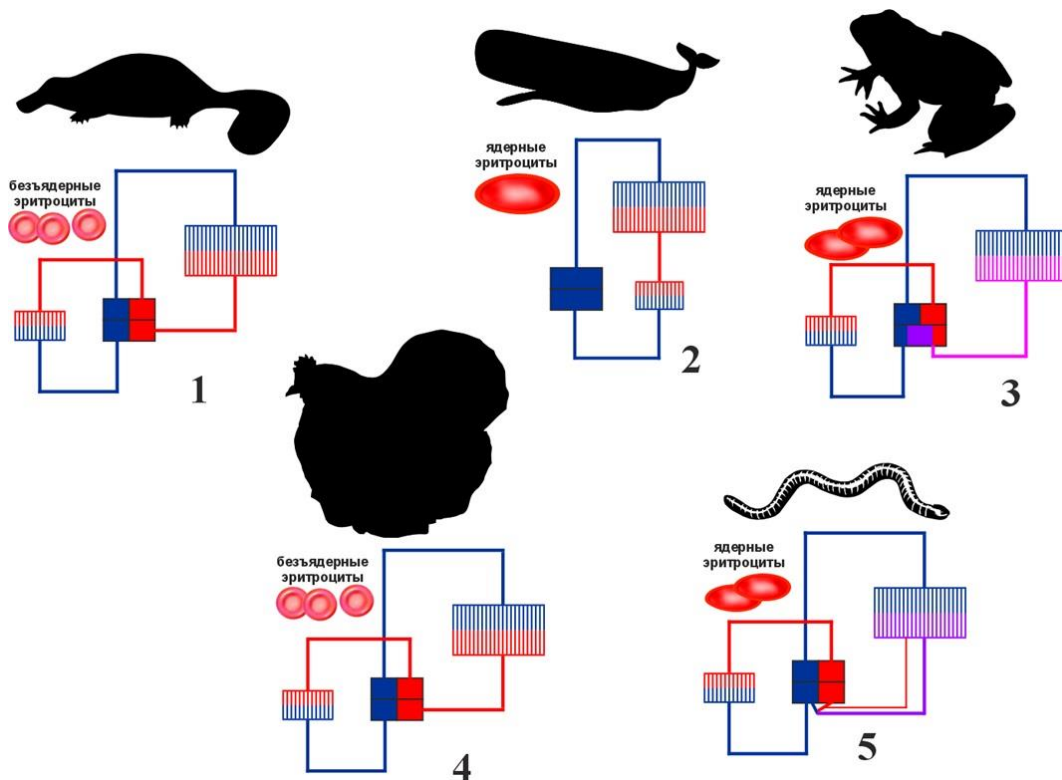
Биология. Задача 33. Как пауки используют паутину? (1 балл)

Выберите один или несколько ответов:

- дышат с помощью паутины на суше
- вешают паутину дома на стену вместо ковра
- едят паутину
- пеленают в паутину детей
- лечат паутиной свои раны
- упаковывают в паутину подарки для жены
- пишут на паутине сообщения другим паукам
- строят ловчую сеть
- дышат с помощью паутины под водой
- летают на паутине

Биология. Задача 34. Найди ошибки (1 балл)

Какие из картинок изображены с ошибкой?



Выберите один или несколько ответов:

- 5
- 4
- 2
- 3
- 1

Биология. Задача 35. Найди пару (1 балл)

Кое-что похожее есть у тех растений, животных или отдельных их частей на картинках слева, и у предметов или явлений в раскрывающемся списке справа. Найдите общее и подберите пару для каждой картинки.





парусник
сумка
терка
молоточек и наковальня
радуга
зеркальце
шляпка
коромысло

Биология. Задача 36. Орех (1 балл)

Выделите все названия растений, имеющих плод – орех.

Выберите один или несколько ответов:

- кофе
- брусника
- лещина
- арахис
- гречиха
- камыш
- кедровый орех

Биология. Задача 37. Правильное сопоставление (1 балл)

Природа сотворила множество удивительных вещей, над которыми ученые до сих пор ломают голову. Однако, некоторые тайны им всё же удалось разгадать. Именно так были созданы и усовершенствованы некоторые из приборов, представленные ниже. Ваша задача – соотнести фотографию прибора (устройства) и название животного (или растения), наблюдая за которым, ученые смогли улучшить или создать новую технологию.

покрытие на судах, одежда пловцов



компрессионный костюм



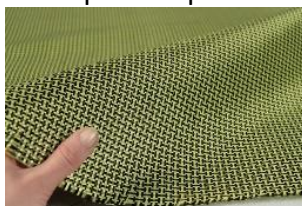
гидрофобное незапотевающее стекло



черный ящик



кевларовая броня



форма солнечной батареи



форма тела самолета (фюзеляж)



ветрогенератор



сова
лотос
жираф
паук
подсолнух
дельфин
акула
дятел

Биология. Задача 38. Про акулу (1 балл)

Юный биолог Петя очень любил изучать рыб. Особенно акул. Он хорошо помнил сцены из многих фильмов, в которых к пляжу под таинственную музыку приближается торчащий из воды плавник акулы.

Однако внимательно пересмотрев научные и научно-популярные фильмы, Петя понял, что такое поведение акулам обычно не свойственно, и увидеть выставленный средь бела дня акулый спинной плавник на поверхности воды удастся весьма редко.

У него было несколько гипотез, почему так происходит. Укажите, какая из них верная:

Выберите один ответ:

- Акула старается не высовываться из воды потому, что боится солнечных ожогов.
- В приповерхностном слое воды слишком мало кислорода для дыхания акулы.
- Акула не хочет спугнуть добычу.
- У акулы нет плавательного пузыря, и выставленный на воздух плавник нарушает баланс плавучести.
- Волны сбивают акулу с курса.

Биология. Задача 39. Про Петра Георгиевича и паутину (1 балл)

Известно, что паутина очень прочна, ее прочность на разрыв составляет 260 кг/мм^2 .

Однажды завхоз Петр Георгиевич во время беспробудного сна после ревизии был похищен гигантским пауком, сбежавшим из секретной лаборатории. Паук опутал Петра Георгиевича паутиным коконом и подвесил кокон к потолку склада. Но, к счастью для завхоза, паутинный трос оборвался, кокон упал на пол и Петр Георгиевич проснулся. Разрезал кокон ножом и загнал мутанта лопатой обратно в лабораторию. Почему порвалась подвеска кокона, сразу поняли все, кто знал завхоза.

Рассчитайте минимально возможную массу Петра Георгиевича, при которой порвалась подвеска кокона, если известно, что висел он в спящем состоянии и не дергался, а диаметр нити паутины, на которой висел кокон, был 1 мм.

Выберите один ответ:

- 205 кг
- 280 кг
- 200 кг
- 95 кг

Биология. Задача 40. Энергетическая выгода от коровы (1 балл)

Сравните энергию, которую можно получить из мяса коровы и ее молока, надоенного в течение года. Считаем, что выход мяса из коровы составляет 400 кг, а годовой надой 3,2%-го молока – 4000 литров (1 кг молока – 0,97 литра). Калорийность говядины в среднем составляет 190 ккал на 100 г, калорийность молока – 252 кДж на 100 г (1 ккал=4,2 кДж).

Найдите отношение энергии, полученной от мяса, к энергии из надоенного в течение года молока.

Выберите один ответ:

- 0,31
- 0,27
- 1,15
- 0,35
- 0,19
- 0,55

Всего – 40 баллов.