

Летняя многопрофильная школа при МЦНМО

Задания вступительных испытаний. 9 класс

Дорогие поступающие! Перед выполнением работы, пожалуйста, прочтите эти правила и рекомендации:

- Вы можете выполнять любые задания из любых предметов. Это не влияет на темы курсов, которые вы будете слушать на смене.
- Мы рекомендуем вам сделать упор на один предмет. Лучше решить один, но хорошо, чем много, но плохо.
- Задания каждого предмета выполняются **на отдельных листах**. Листы с разными предметами отдаются разным проверяющим. Если вы напишете несколько предметов на одном листе, то проверят только один из них.
- На каждом листе сверху напишите предмет, класс и свой шифр. Нигде в работе не указывайте свою фамилию или другие данные о себе.

Математика

1. Найдите сумму квадратов корней уравнения:

$$(x^2 + 2x)^2 - 2015(x^2 + 2x) + 2016 = 0.$$

2. Маленький и чрезвычайно любознательный мальчик Евгений ехал в поезде и решил скоротать свое время за решением задач собственного сочинения. Всё было просто отлично, пока он не попытался раскрыть скобки и привести подобные слагаемые в данном многочлене: $(1 + x^3 + x^6 + x^9 + \dots + x^{52})(1 + x^4 + x^8 + x^{12} + \dots + x^{52})$. Помогите Евгению понять, сколько одночленов получится после выполнения данных операций.

3. В магазин завезли 18 кг сыра, за ним выстроилась очередь. Отпустив сыр очередному покупателю, продавщица безошибочно подсчитывает средний вес покупки по всему проданному сыру и сообщает, на сколько человек хватит оставшегося сыра, если все будут покупать именно по этому среднему весу. Могла ли продавщица после каждого из первых 10 покупателей сообщать, что сыра хватит еще ровно на 10 человек? Если да, то сколько сыра осталось в магазине после первых 10 покупателей?

4. Числа x , y и z таковы, что $\frac{x}{y+z} + \frac{y}{z+x} + \frac{z}{x+y} = 1$. Какие значения может принимать выражение $\frac{x^2}{y+z} + \frac{y^2}{z+x} + \frac{z^2}{x+y}$?

5. Точка M , лежащая вне круга с диаметром AB , соединена с точками A и B . Отрезки MA и MB пересекают окружность в точках C и D соответственно. Площадь круга, вписанного в треугольник AMB , в четыре раза больше, чем площадь

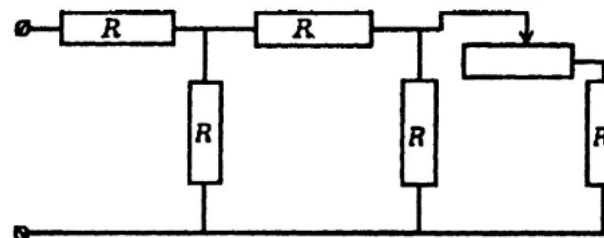
круга, вписанного в треугольник $СMD$. Найдите углы треугольника AMB , если известно, что один из них в два раза больше другого.

6. Однажды при отправке детей в ЛМШ вышел небывалый казус: среди провожающих оказалась сумасшедшая старушка, которая забежала в автобус первой и заняла случайное место. У каждого ребёнка было своё строго определенное место, и он садился на него, если оно не было занято. Иначе он случайным образом выбирал свободное. Всего посадочных мест в автобусе было на одно больше, чем количество детей. Посчитайте вероятность того, что последний ребёнок занял свое место?

Физика

1. Оценить легкость преодоления небольшой ямы в зависимости от диаметра колеса велосипеда и степени пригодности камеры колес (давление воздуха в камере). Как будет зависеть сцепление с дорогой от давления воздуха в камере и погодных условий (наледь, дождь, раскаленный на солнце асфальт)? Сравнить усилия, которые прикладывают велосипедисты при движении на велосипедах с разным диаметром колес. Параметры задать самостоятельно.

2. В каких пределах возможно изменять сопротивление цепи, если сопротивление реостата имеет пределы 1..10 Ом, а сопротивление резисторов - 5 Ом?



3. Найдите период вращения конического маятника, если его нить образует угол θ с вертикалью. Длина нити равна l .

4. В калориметр, содержащий $m = 1.79$ кг холодной воды с температурой $T = 294$ К, доливают $m_1 = 0.05$ кг горячей воды с температурой $T_1 = 358$ К. После выравнивания температуры m_1 кг воды из калориметра отливают в термос, затем в калориметр опять доливают m_1 кг горячей воды из термоса и такой процесс повторяют многократно. Определите, какая температура установится в калориметре после того, как в ходе описанного процесса добавлено N (выбрать либо решить в общем виде) порций горячей воды.

5. Банан перевезли с экватора на полюс. Оцените относительное изменение $\Delta P/P$ веса банана за счёт суточного вращения Земли.

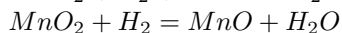
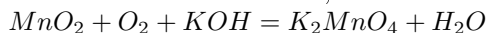
6. * Впервые давление света измерил физик Петр Николаевич Лебедев (прибор для определения давления света был назван в его честь), но существует научная игрушка, принцип работы которой ошибочно связывают с давлением света – опыт Крукса. Маленький пропеллер, состоящий из четырех лепестков, расположенных на игле, которая накрыта стеклянным колпаком. Если осветить пропеллер, то он начинает вращаться. Причиной движения является свет, но давление света совершенно ни при чём. Объяснить принцип работы этой игрушки, которая в последствии получила название «радиометр».

Химия

1. Что такое степень окисления?

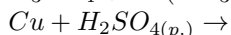
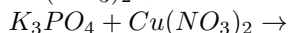
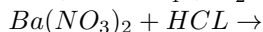
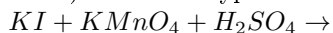
а) Определите степень окисления всех элементов в следующих соединениях: а) $Th(SO_4)_2$; б) $SnSO_4$; в) $NaSbO_3$; г) $BiCl_3$; д) K_2TiO_3 .

б) В каких из приведенных ниже уравнений реакций оксид марганца (IV) проявляет свойства окислителя, а в каких – восстановителя:



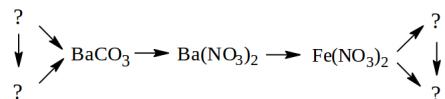
Расставьте коэффициенты методом электронного или электронно-ионного баланса.

2. а) Составьте уравнения реакций, которые возможны:



б) В ходе эксперимента цинковую пластинку поместили в водный раствор хлорида цинка. Через некоторое время экспериментаторы наблюдали появление пузырьков газа. Что это за газ? Объясните явление.

3. Дана схема превращений:



В левом треугольнике все реакции протекают без изменения степеней окисления, в правом – все реакции окислительно-восстановительные. Определите неизвестные вещества и напишите уравнения реакций. Напишите электронную конфигурацию Fe. Как изменяются свойства соединений железа с повышением его степени окисления?

4. Как можно получить сероводород в лаборатории, располагая только тремя реактивами: серой, железом и соляной кислотой? Найдите два способа решения

задачи и напишите уравнения реакций. Хватит ли 2 л кислорода для полного сгорания H_2S объёмом 2 л? Ответ подтвердите расчётами. (Объёмы газов измерены при одинаковых условиях.)

5. Какую массу хлорида натрия и какой объём концентрированной серной кислоты с массовой долей 98% и плотностью 1,84 г/мл надо взять для получения газа, при пропускании которого через раствор нитрата серебра выпадает осадок массой 20,09 г? Считайте, что выход продукта во второй реакции количественный, а в первой составляет 80% от теоретически возможного.

6. При окислении неизвестного металла X массой 32 г в избытке кислорода (без доступа воздуха) образуется 40 г оксида Y. Определите вещества X, Y. Как будет окисляться металл X на влажном воздухе? Напишите уравнение реакции. Известно, что при растворении кубика металла X со стороной 2 см в концентрированной горячей серной кислоте выделяется 25 л (н.у.) газа. Найдите плотность металла X.

Информатика

1. Выпишите числа в системе счисления с основанием -10 (цифры: $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$), не превосходящие 120_{-10} , у которых количество единиц в двоичной и шестнадцатеричной записи числа совпадает.

2. Напишем в строку числа 1,2,3,4... в двоичном виде. Получим 1,10,11,100... Найдите расстояние (в количестве символов) между первой последовательностью из 5 нулей и из 7 нулей.

3. В некотором компьютере числа хранятся в виде двоичной последовательности из 6 элементов, причём первая цифра обозначает знак числа (0, если число положительно, и 1, если число отрицательно). Отрицательные числа получаются по формуле: $x = \text{not}(|x| - 1)$ Так, число -2 в памяти компьютера выглядит 111110 ($\text{not}(|-2| - 1) = \text{not}(1)$) (not - операция инверсии, все цифры 1 заменяются на 0, все 0 - на 1). Напишите 2 числа, целочисленное деление которых приведёт к неопределённому/неправильному ответу.

Вам будут предложены для решения несколько задач по программированию. При решении сначала опишите идею алгоритма словами, затем напишите код программы на любом известном вам языке программирования. Обязательно укажите, какой язык программирования вы используете. Оцените сложность предложенного вами алгоритма.

4. Нет условия. Кафедра информатики всю ночь придумывала задачи для вступительных, но утром выключили свет, и мы не успели сохранить условия. Поэтому мы решили показать вам кусок тестирующей системы, и ваша задача - написать программу, которая его проходит. В результате работы вашей программы в переменную answer должен попадать GOOD.

Входные данные вашей программы: число C
 Выходные данные вашей программы: число P

```
for(int i = 1; i <= C; i++){
    if(C % i != 0)
        P++;
}
answer = BAD;
if(P == C)
    answer = GOOD
```

Условие на русском
 Переменной i присвоить 1
 Пока i не равно C делать:
 начало цикла

Если остаток от деления C на i не 0, то увеличить P на 1
 Увеличить i на 1

конец цикла
 Переменной answer присвоить BAD
 Если P равно C, то переменной answer присвоить GOOD

5. Сокровища пиратов. Пираты знают, что на чудо-островах Мангатиутаки зарыты сокровища. Из-за особенностей местности, пираты выкапывают клад за разное время T (в зависимости от острова). Многолетними опытами было установлено, что разбойники могут безнаказанно находиться в акватории островов время T'. Задача пиратов - выкопать как можно больше денег.

Входные данные - Первая строка: N - число островов и T' - максимальное время в акватории. Далее, N строк из двух чисел - количество монет в сундуке на острове и время нахождения клада. Перемещение между островами считать мгновенными (Пираты быстро перемещаются, особенно, когда ищут сокровища).

Результат работы - максимальное количество монет, которое они могут выкопать.

Входные данные	Результат работы программы
4 7	18
15 5	
12 4	
6 3	
2 2	

Биология

1. В чем принципиальные отличия между клетками растений и животных? Какие из этих различий вытекают особенности устройства и функционирования растительных и животных организмов? В чём заключаются основные преимущества и недостатки теплокровности? При помощи каких механизмов она может формироваться?

2. Многие тропические рыбы заглатывают пузырьки атмосферного воздуха, потому что испытывают дефицит кислорода в воде. Подобное встречается и в наших широтах, но реже. Объясните, из-за чего образуется нехватка кислорода.

3. Поясните, почему какой-либо генетический признак, имеющийся у одного из родителей, может не унаследоваться потомком? Приведите как можно больше объяснений.

4. Мелкие круглые черви (нематоды *Wuchereria bancrofti*), вызывающие у человека слоновую болезнь (значительное увеличение отдельных частей тела, чаще всего - конечностей), днём находятся во внутренних органах и лимфоузлах, а ночью перебираются в капилляры кожи, откуда комары и москиты переносят их на новых хозяев. Как нематоды могут узнать, что пришла ночь? Предложите эксперименты для проверки Ваших гипотез.

5. Предположите, вы – консервативно настроенный учёный конца XIX века, и ваш руководитель попросил вас написать отрицательный отзыв на новейшую монографию Чарлза Дарвина, называемую «Происхождение видов». Какие аргументы бы вы привели в опровержение теории эволюции?

Гуманитарные науки

Для получения максимального балла достаточно выполнить правильно любые 5 заданий и написать эссе (задание 9). Работы без написанных эссе не проверяются!

1. Даны польские слова и их переводы на русский язык в изменённом порядке: diamentowy, dzieciństwo, jeleń, wszystko, nadzieja, cytryna, burak, pieczywo, solniczka, sadło;

детство, выпечка, свёкла, солонка, олень, алмазный, всё, надежда, лимон, сало. Определите перевод каждого слова, объясните свое решение.

2. Перечислите основные положительные и отрицательные аспекты такого явления как глобализация. Оцените возможные пути решения возникающих проблем. Свою точку зрения аргументируйте.

3. Три мудреца заспорили, кто из них самый умный. Для разрешения этого спора они решили обратиться к старейшине. Тот немного подумал и сказал: «У меня в кладовой есть 5 шляп: 2 черных и 3 со звездами. Сейчас я надену каждому из вас по шляпе и тот, кто первым догадается, какого цвета на нем шляпа, и будет Наимудрейшим». Старейшина надел каждому мудрецу на голову шляпу со звездами. Практически сразу после непродолжительной паузы один из мудрецов крикнул: «На мне со звездами!» Как он угадал?

4. Ниже представлены фразы, построенные по одному общему принципу:

1. Завершён ежегодный съезд эрудированных школьников, мечтающих глубоко проникнуть в тайны физических явлений и химических реакций.

2. Юный директор целиком сжевал весь объём продукции фундука (товара дефи-

цитного и деликатесного), идя энергично через хрустящий камыш.

Задание. Что, на Ваш взгляд, объединяет эти фразы? Постройте собственное предложение, следуя тому же принципу.

5. Основной доход чудо-островам Мангатиутаки приносит производство кокосово-бананового напитка. На его производство направлено развитие всех передовых технологий островов, но уже многие годы не меняется специальная система сбрасывания зрелых кокосов. Кроме основного применения, та же система косвенным образом задействована в основном способе связи с соседним архипелагом: после такого знакомства с ней любой островитянин мог бы пойти на производство кокосово-бананового напитка. Однако значительная часть молодых островитян считает, что технология может быть заменена более совершенной, но добиться этой замены им пока не удалось. Как вы считаете, какие особенности экономики чудо-островов Мангатиутаки этому способствуют?

6. В 2015 году можно было бы отметить 190-летний юбилей одного исторического события. Назовите это событие. Каковы были причины этого события? Как это событие повлияло на дальнейшую историю России?

7. Проведите комплексный анализ стихотворения.

Константин Бальмонт

Родная картина

Стаи птиц. Дороги лент.
Повалившийся плетень.
С отуманенного неба
Грустно смотрит тусклый день,

Ряд берез, и вид унылый
Придорожного столба.
Как под гнетом тяжкой скорби,
Покачнулась изба.

Полусвет и полусумрак,-
И невольно рвешься вдаль,
И невольно давит душу
Бесконечная печаль.

1894

8. 15-ти летний Мягков в момент ограбления магазина был задержан охранниками и доставлен в отделение полиции. Следовательно, который хотел его допросить, Мягков ответил, что он отказывается давать показания. Вправе ли Мягков отказываться от дачи показаний и если да, то на основании чего?

9. Напишите эссе на одну из следующих тем:

1) «Законы, преследующие за принципы, имеют своей основой беспринципность». (К. Маркс)

2) «Государство есть искусственное составное тело, искусственный организм, а подданный — частица, подчиняющаяся целому». (Т. Гоббс)

3) «Тогда человеку станет лучше, когда вы покажите ему, каков он есть». (А.П. Чехов)

4) «Невозможно утверждать, что эволюция всегда идет в направлении извлечения социальных болезней и к увеличению общественного благосостояния; также сложно допустить, что каждая социальная организация есть порядок». (М.М.Ковалевский)

5) «Конфликт представляется универсальным социальным фактом и, вероятно, даже служит необходимым элементом всякой социальной жизни». (Ральф Дарендорф)