

## Летняя многопрофильная школа при МЦНМО

### Задания вступительных испытаний. 10 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. Решите уравнение:

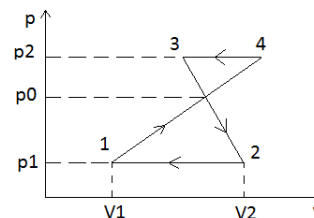
$$\frac{x^2 + x + 1}{x^2 - x + 1} = \frac{7x + 1}{9x - 1}$$

2. Упростите:  $\frac{1}{1 \cdot 3 \cdot 5} + \frac{1}{3 \cdot 5 \cdot 7} + \dots + \frac{1}{13 \cdot 15 \cdot 17}$
3. Сторона правильного треугольника, вписанного в окружность равна  $a$ . Вычислить площадь квадрата, вписанного в ту же окружность.
4. Решите уравнение:  $\sin 3x + \sin x + 2 \cos x = \sin 2x + 2 \cos^2 x$
5. Видели ли вы, как производят спагетти? Сначала вытягивают очень длинную макаронину, а затем её нарезают на части. На фабрике "Рис & Реасе" допустима погрешность в длине от 19,6 до 21,3 см. Какой длины должен быть первоначальная макаронина, чтобы её можно было бы разрезать всю без остатка на разное количество коротких?
6. Известно, что  $p$  и  $8p^2 + 1$  - простые числа. Найдите  $p$ .
7. Докажите, что если многочлен  $P(x)$  с целыми коэффициентами принимает при четырёх значениях  $x$  значение 7, то он не может принимать значение 14 ни при каком целом  $x$ .
8. В гандбольном турнире принимают участие  $n$  команд. Каждая команда встречается с каждой по одному разу, при этом выигравшей команде присуждается 2 очка, сыгравшей вничью — 1, проигравшей — 0 очков. Какой максимальный разрыв в очках может быть между командами, занявшими соседние места?

### Физика

1. Электронагреватель плоской формы рассчитан на напряжение 220 В. После того, как слева от нагревателя на небольшом расстоянии поставили плоское идеально отражающее зеркало, оказалось возможным уменьшить питающее напряжение; при этом показание термометра, установленного вблизи нагревателя справа от него, не изменилось. Найдите новое значение питающего напряжения.
2. Если бы все размеры Солнечной системы были пропорционально сокращены так, чтобы среднее расстояние между Солнцем и Землей стало 1 м, то какова была бы продолжительность одного года? Считайте, что плотность небесных тел при этом не меняется.

3. Определите работу, которую совершает идеальный газ в замкнутом цикле 1-4-3-2-1, изображенном на рисунке, если  $p_1 = 10^5$  Па,  $p_0 = 3 \cdot 10^5$  Па,  $p_2 = 4 \cdot 10^5$  Па,  $V_2 - V_1 = 10$  л и участки цикла 4-3 и 2-1 параллельны оси  $V$ .



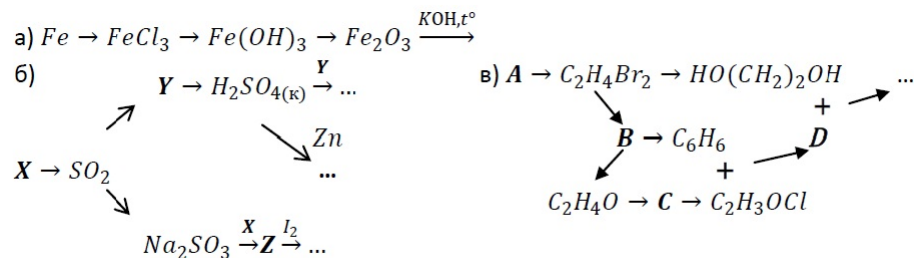
4. Насколько солнечный свет ярче лунного? Альbedo (коэффициент отражения) Луны равен  $\alpha = 0.07$ .

5. Если на размораживание индейки массой 5 кг в естественных условиях требуется два дня, то сколько времени потребуется, чтобы разморозить 8-тонного сибирского мамонта?

### Химия

1. Что такое алканы? а) Укажите общую формулу алканов. Приведите примеры. б) Напишите реакции получения алканов. Где применяются алканы? в) Какой тип реакций характерен и для алканов и для аренов? Приведите примеры. В чём заключается различие механизмов этих реакций?
2. Приведите примеры реакций (не более трёх) для каждой схемы. Агрегатные состояния даны для комнатной температуры. (жидкость  $\neq$  раствор).
- а) **твёрдое + раствор1 = газ + раствор2**  
 б) **газ1 + газ2 = твёрдое + жидкость**  
 в) **жидкость + жидкость = твёрдое**
3. а) Что такое молярный объём? б) Газ массой 12 г при н.у. занимает объём 16,8 л. Определите, что это за газ. в) Какой объём этот газ будет занимать при давлении 314270 Па и температуре 231 °C?

4.



5. Константа диссоциации азотистой кислоты  $HNO_2$  равна  $4,6 \times 10^{-4}$ . Вычислите рН 0,01М раствора этой кислоты.

6. Бромирование на свету углеводорода **A** приводит только к одному монобромпроизводному **B**, содержащему 37,56% брома по массе. При нитровании углеводорода **A** концентрированной азотной кислотой образуется только одно мононитропроизводное углеводорода – **B**. Установите строение соединений **A**, **B**, **B**.

## Информатика

1. Рассмотрим девятеричную позиционную систему счисления с цифрами  $\{A, B, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ , где цифра  $A$  имеет значение  $-1$ , а цифра  $B$  имеет значение  $-2$ .

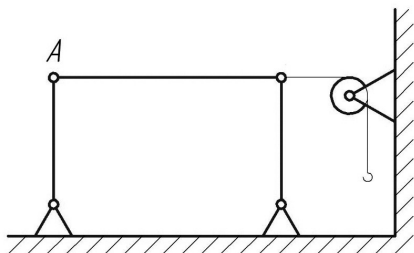
а) Представьте в этой системе счисления числа  $261_{10}, 224_{10}$

б) Представьте в шестнадцатеричной системе счисления число  $1A4B$  (число записано в указанной системе счисления)

в) Замените знаки вопроса на цифры так, чтобы получилось верное равенство в указанной системе счисления. Каждый знак вопроса должен быть заменён на одну и только на одну цифру

$$4?3?24 + B1?15? = ?A01?3$$

2. На рисунке представлена схема механизма, находящегося в равновесии:



Укажите положение точки **A**, если к леске на крючок прицепить груз.

3. На планете Коррибан изобрели компьютеры и решили объединить их в общую сеть. Для адресации компьютеров в сети жители планеты используют специальные ИТ-адреса. ИТ-адрес состоит из 3 чисел, каждое число лежит в пределах от 0 до 15 включительно, числа разделены точкой. Пример такого адреса – 11.0.15. У каждого компьютера может быть один и только один адрес. ИТ-адреса, у которых второе число больше первого, считаются несчастливными и не используются. (Например, адрес 5.10.3 – несчастливый). Посчитайте количество компьютеров, которое жители планеты могут позволить себе объединить в сеть.

4. Сервер – это специальное компьютерное оборудование, выделенное и специализированное для предоставления другим устройствам определенных сервисных функций. Представьте, что вы являетесь специалистом по работе с сервером в крупном банке. На этом сервере осуществляется хранение и обработка личных данных пользователей, а также информации о произведенных банковских операциях. Опишите, какие характеристики наиболее важны для подобного сервера. Предложите технологии, которые обеспечат выполнение операций клиентов наилучшим образом. Обоснуйте свой ответ.

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.

5. Лучшие числа. Будем говорить, что число  $a$  лучше числа  $b$ , если сумма цифр числа  $a$  больше суммы цифр числа  $b$ , в случае равенства сумм их цифр, будем считать числа одинаково хорошими. На вход программе подаётся два натуральных числа  $a$  и  $b$ . ( $a, b < 10^9$ ). Требуется вывести лучшее из двух чисел. Если числа одинаково хороши, то вывести любое из них.

Входные данные	Результат работы программы
5 40	5
123 897	897
141 42	42

6. Родственные подстроки. На вход программе подаётся две строки  $s$  и  $t$ , которые могут состоять из букв английского алфавита в нижнем регистре и цифр. Длина строк не превосходит 1000. Требуется найти все подстроки строки  $t$ , которые могут быть получены из строки  $s$  перестановкой букв. Необходимо вывести смещения всех таких подстрок, считая от начала строки  $t$ . Если таких подстрок нет, то вывести «NO».

Входные данных	Результат работы программы
abc abc	0
125 helloworld	NO
mc mccmebest	0 2

## Биология

1. Объясните, что такое иммунитет. Какие бывают виды иммунитета? Какие структуры, клетки и вещества участвуют в формировании иммунной реакции?
2. Каким образом происходит перенос информации с ДНК на белок? Какие вариации данного процесса Вы можете предложить? Какие структуры, ферменты и вещества участвуют в этих процессах?
3. Как Вы считаете, почему синдром приобретенного иммунодефицита (СПИД) является таким страшным, и, на данный момент, неизлечимым заболеванием?
4. Как Вы знаете, на нашем языке есть 4 зоны восприятия вкуса (кислое, сладкое, солёное, горькое). А каким образом распознаётся острота пищи? Предложите варианты.
5. Какие функции могут выполнять белки в организме человека? Предложите не менее 5 вариантов.

## Гуманитарные науки

Для получения максимального балла достаточно выполнить правильно любые 6 заданий и написать эссе (задание 10). Работы без написанных эссе не проверяются!

1. Напишите всех известных вам личностей по имени Мария, прославившихся в истории прошлых веков (государственные и общественные деятели, ученые, деятели культуры и т.д.). Кратко изложите, чем именно они вписали свое имя в историю.
2. На пост президента Умляндии баллотировались три кандидата – Шварцкопф, Вайсман и Грюнбаум. Накануне голосования они сделали следующие прогнозы относительно результатов президентской гонки:
  - Шварцкопф: «Второе место займу я или Грюнбаум»;
  - Вайсман: «Шварцкопф займет третье место»;
  - Грюнбаум: «Вайсман станет президентом».
 Как показали результаты выборов, только один из них ошибся, но именно он и стал президентом. Определите, кто какое место занял. Обоснуйте свой ответ.

3. Даны слова алоторского языка с переводом на русский язык.

kujjətenək —около стакана  
 ɢaralqək —на крыше  
 ɢarajijəŋ —в подвал  
 aŋqakin —из моря  
 aŋqan —море  
 keŋən —медведь  
 keŋəlqəkin —с медведя  
 ɢaralqən —крыша  
 kujjəŋ —в стакан  
 keŋək —в медведе  
 aŋqatenək —на берегу

Переведите на алоторский язык: *подвал, в доме*. Приведите свои рассуждения.

4. Объясните, как были образованы выделенные слова. (Укажите модель и способ словообразования)
  - 1) И вы, ОЧАРЕВНА, внимая,  
Блеснете глазами из льда.
  - 2) Игра в аду и труд в раю —  
ХОРОШЕУКИ первые уроки.
  - 3) И винта певец суровый,  
Из отряда СОЛНЦЕЛОВОВ.
  - 4) Летучие БРАТЕРИКИ морецких людей. < ... > и грозный ДЕТЕРИК ополчения лет войны. Сыпняк, чума, цынга, трупноокий, тленноумный ДОЧЕРИК безвдохновенных земель < ... > Великая хотeya мира - ОТЕРИК любви и нег.
  - 5) То Лобачевский — ты,  
Суровый ЧИСЛОВОДСК.
  - 6) И вас я вызвал, СМЕЛОЛИКИХ.
5. Я вас любил: любовь ещё, быть может,  
В душе моей угасла не совсем;  
Но пусть она вас больше не тревожит;  
Я не хочу печалить вас ничем.  
Я вас любил безмолвно, безнадежно,  
То робостью, то ревностью томим;  
Я вас любил так искренно, так нежно,  
Как дай вам Бог любимой быть другим.  
1829

Я вас любил. Любовь еще (возможно, что просто боль) сверлит мои мозги. Все разлетелось к черту на куски. Я застрелиться пробовал, но сложно с оружием. И далее, виски: в который вдарить? Портила не дрожь, но задумчивость. Черт! все не по-людски! Я вас любил так сильно, безнадежно, как дай вам Бог другими - - - но не даст! Он, будучи на многое горазд, не сотворит - по Пармениду - дважды сей жар в крови, ширококостный хруст, чтоб пломбы в пасти плавилась от жажды коснуться - "бюст" зачеркиваю - уст!  
*Бродский, 1974*

1) Кто является автором первого стихотворения? В рамках какого литературного направления развивалась его лирика в момент написания данного стихотворения?  
2) Перед вами оригинальное стихотворение поэта 19 века и попытка его переосмысления поэтом 20 века, имеющая с образцом как сходства, так и различия. Укажите данные сходства и различия, последовательно сопоставив оба стихотворения с оригиналом, опираясь на художественные средства выразительности, используемые авторами, образы, возникающие в текстах, композицию и жанровое своеобразие. 3) Что о жизни, творчестве и судьбе Бродского вам известно? Какие еще произведения этого поэта вы можете назвать

6. Расположите приведённые ниже государственные учреждения в порядке их появления: Сенат, Государственный комитет обороны, Редакционные комиссии, Государственная общеплановая комиссия, Верховный тайный совет, Государственная Дума, Земские соборы, Боярская Дума, Конституционный Суд.

7. Определите, о каком государственном деятеле идёт речь

- Многие его высказывания афористичны и экстравагантны, за что были названы его фамилией
- Его карьера началась необычным образом: он работал в качестве слесаря, машиниста компрессоров и насосов, инструктора отдела тяжёлой промышленности
- В течении 23 часов он исполнял обязанности главы государства

- Его жена исполняла русские народные песни ещё до знакомства с ним, однако потом говорила об этом своём занятии так: "Муж играет на баяне, а мне что остается?"

8. Седова заключила с ООО «Ремонт-Плюс» договор подряда, по которому ООО «Ремонт-Плюс» обязалось выполнить ремонт квартиры Седовой. Работы производились работниками Петровым и Ильиным. В течение гарантийного срока Седова обнаружила недостатки, вызванные плохим качеством работ. Она обратилась в ООО «Ремонт-Плюс» с требованием о безвозмездном устранении этих недостатков. Ей было отказано на том основании, что требование следует предъявлять к Петрову и Ильину, тем более, что они уже в организации не работают. Правомерен ли отказ ООО «Ремонт-Плюс»? Обоснуйте свой ответ, опираясь на нормы современного законодательства.

9. Пингины живут стаями; основное их место обитания – суша, но питаются они рыбой, за которой им время от времени приходится нырять в море. К несчастью, в море есть не только рыба, но и касатки, которые питаются как рыбой, так и пингинами. В поисках крупной рыбы, касатки нередко отплывают далеко от берега, так что во многих случаях пингинам удается поохотиться, не сталкиваясь с хищниками, но так бывает не всегда. Ученые, исследующие пингинов, не раз наблюдали такую картину: голодные пингины сначала довольно долго толпятся на краю утеса, потом один, наконец, спрыгивает в воду, а когда он выныривает, то почти разом спрыгивают остальные. 1) Объясните такое поведение пингинов, предполагая, что каждый пингвин ведет себя рационально (анализирует всю доступную ему информацию и принимает решения, которые позволяют ему добиться максимально благополучного для себя исхода). 2) Покажите, что описанная ситуация не является эффективной, то есть физически возможны такие альтернативные действия пингинов, при которых всем пингинам было бы не хуже, чем при действиях, описанных в условии, и хотя бы одному пингвину было бы лучше. 3) Объясните, как данный сюжет иллюстрирует проблему предоставления социальных благ.

10. Напишите эссе на одну из следующих тем: 1) «Главная опасность для демократии – равнодушие народа к политике». (Э. Севрус) 2) «Торговля – средство уравнивания богатства наций». (У. Гладстон) 3) «Люди обычно считают, что лучше заблуждаться в толпе, чем в одиночку следовать за истиной». (К. Гельвеций)