

## 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.

#### Общий тест

1. Какое наименьшее число карандашей надо взять в темноте из коробки с 7 красными и 5 синими карандашами, чтобы было взято не меньше двух красных и не меньше трех синих?
  - а) 5; б) 7; в) 10; г) 11; д) всё взять!
2. За книгу заплатили рубль, и осталось заплатить еще столько же, сколько осталось бы заплатить, если бы за нее заплатили столько, сколько осталось заплатить. Сколько стоит книга?
  - а) 1р; б) 2р; в) 3р; г) 4р; д) книги столько не стоят.
3. Какая последняя цифра числа  $2^{111}$ ?
  - а) 0; б) 2; в) 4; г) 6; д) 8.
4. Основным ядерным топливом, используемым человечеством, является:
  - а) уран; б) плутоний; в) нефть; г) каменный уголь.
5. Хлор в поваренной соли содержится в форме:
  - а) атомарного хлора; б) молекулярного хлора; в) хлорид-аниона; д) пищевого хлора.
6. Если вдохнуть гексафторид серы ( $SF_6$ ), а затем что-то сказать, то ваш голос:
  - а) станет выше, чем у Монсеррат Кабалье; б) станет ниже настолько, что вам позавидует Дарт Вейдер; в) ничего с ним не будет, а вы отравитесь; г) не изменится.
7. Ланцетник относится к систематической группе:
  - а) беспозвоночных; б) бесчерепных; в) бесчелюстных; г) безногих.
8. Млекопитающее животное, выщипывающее у себя шерсть для выстилки гнезда:
  - а) нетопырь-карлик; б) кролик; в) муравьед; г) броненосец.

9. Что будет, если луковицу посадить корнями вверх?
  - а) растение прорастёт сквозь землю вниз; б) стебель прорастёт сквозь луковицу и будет расти вверх; в) стебель обогнёт луковицу и будет расти вверх; г) корни трансформируются в стебли.
10. Сколько революций произошло в России в 20 веке?
  - а) 1; б) 2; в) 3; г) больше трех.
11. На какой реке стоит город Новосибирск?
  - а) Волга; б) Лена; в) Обь; г) Дунай.
12. Говорят, Пушкин гордился, что в «Сказке о царе Салтане» эта буква встречается только один раз:
  - а) ъ; б) щ; в) ф; г) й.
13. Карибский кризис начался в результате:
  - а) наложения США эмбарго на торговлю тростниковым сахаром; б) участием кубинских судов в каперских налетах на американские лайнеры; в) размещения США ракет средней дальности в Турции; г) угрозы военного вторжения со стороны Кубы в адрес США.
14. Закончите анекдотическое польское присловье: Бог есть везде, кроме чуланчика Ковальского, да и то потому что ...
  - а) ... там тесно; б) ... Ковальский его туда не пустил; в) ... у Ковальского нет чуланчика; г) ... Ковальский сам там спит.
15. Движение паровоза происходит за счёт:
  - а) расширения водяного пара; б) расширения дыма в котле; в) реактивной силы паровой струи; г) генерации электричества для электропривода колес.
16. Линии электропередач стараются сделать наиболее высоковольтными, чтобы:
  - а) защитить провода от кражи на цветмет; б) по проводам проходило больше электронов; в) провода не так сильно реагировали на грозы; г) уменьшить потери энергии в проводах.
17. Какую функцию выполняет конструкция `for` в популярных языках программирования?
  - а) условный переход; б) безусловный переход; в) цикл; г) обработка исключений.
18. Нобелевская премия вручалась Альберту Эйнштейну за:
  - а) открытие чёрных дыр в лабораторных условиях; б) открытие фотоэффекта; в) ему не вручалась Нобелевская премия; г) доказательство теоремы Ферма.
19. Вы бы не смогли принести с собой ведро ртути, потому что:
  - а) оно тяжелое; б) ртуть ядовитая; в) ртуть мгновенно испарится; г) столько ртути нет в природе.
20. Северное сияние создаётся:
  - а) частицами, летящими от Солнца; б) радиацией Земли; в) выбросами заводов химической промышленности; г) отражением света от облаков в верхних слоях атмосферы.

## Математика

1. Вода Тихого Океана содержит 3,5% соли (по весу). Сколько пресной воды надо прибавить к 40кг такой воды, чтобы содержание соли в смеси составило 0,5%?

2. Давным-давно 9 одинаковых книг стоили 11 рублей с копейками, а 13 таких книг стоили 15 рублей с копейками. Сколько стоила одна книга?

3. Искатель приключений Джейкобсон вылетел на дирижабле из Парижа, пролетел 200 лье на юг, потом 200 лье на запад, 200 лье на север и 200 лье на восток, после чего приземлился. Оказался ли он к востоку/к западу/к югу/к северу от Парижа или в самом Париже? Ответ объяснить.

4. Даны два уравнения:  $x^2 + ax + 1 = 0$  и  $x^2 + x + a = 0$ . Определить все значения коэффициента  $a$ , при которых эти уравнения имеют хотя бы один общий корень.

5. Дан треугольник  $ABC$ . Известно, что  $\angle B = \angle C = 40^\circ$ ,  $BD$  — биссектриса. Докажите, что  $BD + DA = BC$ .

6. В результате долгой и захватывающей истории, которую не способны вместить рамки этого листка с задачами, искатель приключений Джейкобсон вместе со своим надежным паромобилем оказался посередине бескрайней пустыни возле разлома в скале. Из разлома можно добыть сколько угодно угля, но кузов паромобиля вмещает не более тысячи фунтов. Для преодоления паромобилем одной мили необходимо сжечь 50 фунтов угля. Насколько далеко от разлома сможет уехать Джейкобсон на своем паромобиле? В пустыне нет других источников угля кроме разлома. С едой и водой искатель приключений проблем не имеет.

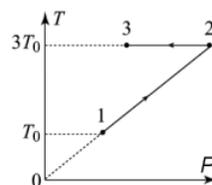
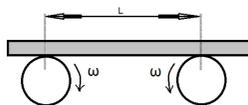
*\*(доп. баллы и причем большие!)\** Оцените, сколько угля нужно добыть из разлома, чтобы гарантированно оказаться в тысяче миль от исходной точки. (С едой и водой искатель приключений проблем не испытывает, а других источников угля в пустыне нет.)

## Физика

1. Оценить количество молекул воды в человеке.

2. На двух вращающихся с одинаковой частотой  $\omega$  одинаковых валиках лежит брусок, расстояние между точками соприкосновения с валиками  $L$ . Брусок совершает малые колебания с периодом  $T$ . Найдите коэффициент трения между бруском и валиками.

3. Один моль молекулярного азота совершает процесс (1-2-3). На участке (2-3) к газу подводят 15 кДж тепла. Найдите отношение полной работы газа к количеству полученной в ходе процесса теплоты, если  $T_0 = 240\text{K}$ . Азот считать идеальным газом.

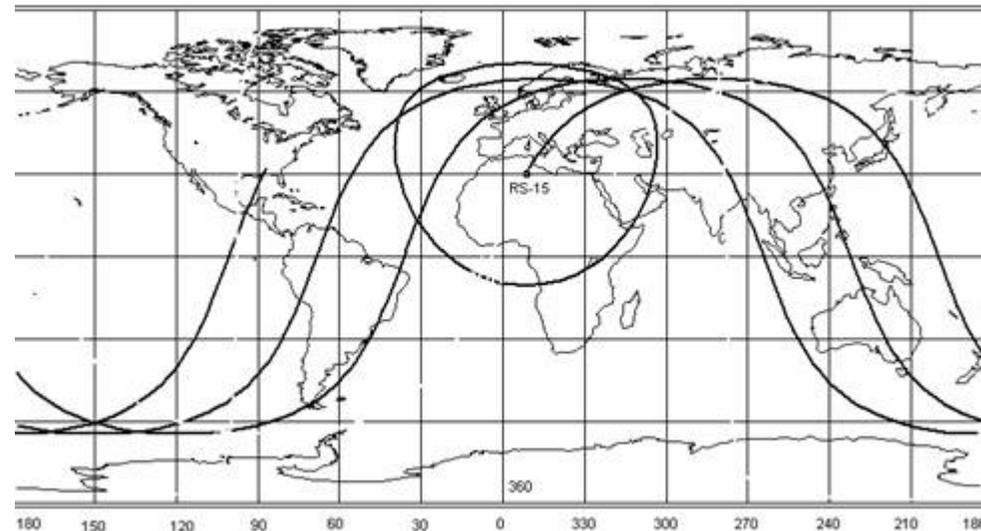


4. Чёрные дыры – массивные астрономические объекты, мощная гравитация которых не позволяет покинуть пределы так называемого «горизонта событий» даже частицам света. Это равнозначно тому, что вторая космическая скорость (т.е. минимальная скорость, необходимая телу, имеющему массу, для удаления от источника притяжения на бесконечность) на радиусе горизонта событий равна скорости света ( $c = 300000$  км/с). Считая, что вся масса вещества чёрной дыры сосредоточена в пределах горизонта событий, найдите зависимость радиуса ЧД от её массы.

Пользуясь результатом задачи, оцените, до какого размера необходимо сжать Землю, чтобы она превратилась в ЧД. Масса земли  $M \approx 6 \cdot 10^{24}$  кг.

5. На какой высоте движется спутник, траектория которого (т.е. проекция координаты спутника на земную поверхность) изображена на рисунке? Под каким максимальным углом к горизонту смогут увидеть этот спутник жители Лондона?

Справочные данные: Гравитационная постоянная:  $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$  м<sup>3</sup> · с<sup>-2</sup> · кг<sup>-1</sup>, масса земли:  $M = 6 \cdot 10^{24}$  кг, радиус Земли:  $R = 6400$  км.



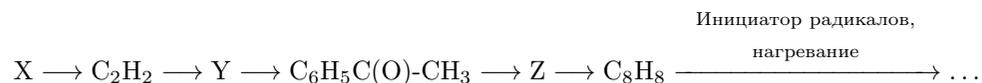
## Химия

1. Что такое альдегиды и кетоны? Укажите общие формулы для этих соединений. Приведите примеры. б) Напишите все известные Вам способы их получения. в) Где и для чего альдегиды и кетоны применяются?

2. Что такое нормальные условия? Известно, что оксиды при нормальных условиях могут находиться в а) жидком б) твердом и в) газообразном агрегатном состоянии. Приведите по несколько (не более трех) примеров для каждого случая.

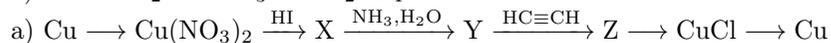
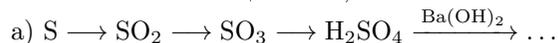
3. В замкнутый сосуд поместили  $\text{H}_2$  и  $\text{I}_2$ . При некоторой температуре установилось равновесие  $\text{I}_2(\text{газ}) + \text{H}_2(\text{газ}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{газ})$ , причем в равновесной смеси содержалось 0.4 моль  $\text{H}_2$ , 0.5 моль  $\text{I}_2$  и 0.9 моль  $\text{HI}$ . Рассчитайте значение константы равновесия для этой реакции и определите количества вещества исходных реагентов.

4. Дана схема превращений:



Определите неизвестные вещества  $\text{X}$ ,  $\text{Y}$  и  $\text{Z}$ . Укажите условия проведения всех реакций, определите структурные формулы всех веществ. Где применяется конечное вещество?

5. Напишите все уравнения реакций и укажите условия их проведения. Определите неизвестные вещества  $\text{X}$ ,  $\text{Y}$  и  $\text{Z}$ :



6. Соединение А содержит 57.83% углерода, 3.62% водорода (по массе) и кислород. Установите строение этого соединения, если известно, что его образец массой 3.32 г может прореагировать с 20 мл 2М раствора гидроксида калия. При нагревании аналогичного образца до  $200^\circ\text{C}$  его масса уменьшается до 2,96 г. Приведите пример соединения, которое является изомером А и не вступает в последнее превращение.

## Информатика

Следует решить одну выбранную задачу максимально качественно. Если решено несколько задач, то оценка за работу - это **максимальная** из оценок по задачам, а не сумма всех оценок.

1. (3 балла) Дана строка, в которой записаны фамилия и имя человека (разделяющиеся ровно одним пробелом, других пробелов в строке нет). Вывести строку так, чтобы первым шло имя, а потом фамилия.

2. (3 балла) Дана одна строка текста (не больше 255 символов). Нужно вывести эту же строку, удалив все парные пробелы (то есть если где-то в строке идет подряд

2 или больше пробелов, то в этом месте нужно оставить только один из них).

3. (3 балла) Дано  $N$  целых чисел в виде массива. Требуется выбрать из них три таких числа, произведение которых максимально.  $N < 100$ .

4. (3 балла) С клавиатуры вводится число  $N$ , а затем — последовательность из  $N$  чисел. Определить, сколько среди них пар одинаковых чисел, стоящих на соседних местах в этой последовательности.  $2 \leq N \leq 100$ .

5. (6 баллов) Дан массив целых чисел размера  $N$  и две целочисленных переменных —  $X$  и  $Y$ . Требуется вставить в массив на место номер  $X$  элемент, равный  $Y$ , сдвинув все последующие элементы (включая элемент, стоящий на месте номер  $X$ ) вправо. Не поместившийся при этом в массив последний его элемент записать в переменную  $Y$ . Считать известным, что  $X \leq N \leq 1000$ . Другие массивы использовать не разрешается, модифицировать следует только исходный массив.

6. (6 баллов) Дана таблица чисел, состоящая из  $N$  строк по  $M$  чисел в каждой. Все числа в таблице — натуральные, не превышающие 1000. Требуется найти наименьшее число в этой таблице. Вывести на экран это число и его координаты.

7. (6 баллов) Дана квадратная матрица. Проверить, является ли она симметричной относительно главной диагонали.

8. (6 баллов) Дан входной файл (в нем может быть текст, сколь угодно длинные строки и т.д.). Если в нем встречается число 1543 (в виде подстроки), выведите на экран слово *YES*, если же нет — то выведите *NO*.

9. (9 баллов) Дана (в виде двумерного массива) прямоугольная таблица  $N \times M$ , в каждой клетке которой записано некоторое число. Вначале игрок находится в левой верхней клетке. За один ход ему разрешается перемещаться в соседнюю клетку либо вправо, либо вниз (влево и вверх перемещаться запрещено). При проходе через клетку с игрока берут некоторое количество денег. Стоимость прохода на клетке записана в соответствующей ячейке массива. Стоимость первой и последней клетки пути также взимается. Найти путь, который потребует наименьшей «платы». Напечатать стоимость этого пути и в столбец — координаты его клеток.

10. (9 баллов) В файле *input.txt* задан текст. Напишите программу, которая посчитает статистику — сколько раз встречается каждый из имеющихся символов. При этом большие и маленькие латинские буквы считать одинаковыми. Кодировка однобайтная, ASCII. Вывести результат в виде двух столбцов — в левом столбце код символа, в правом — количество раз. Если символ не встречается, соответствующую строчку не выводить.

## Биология

1. У многих стайных животных в группе устанавливается иерархия - есть животные-доминанты, которым остальные, подчиненные животные, уступают добычу, территорию и т.д. В чем может состоять биологический смысл установления иерархии?

2. Какие химические вещества перевариваются, усваиваются или синтезируются животными с помощью симбионтов? Почему в упомянутых Вами случаях без симбионтов не обойтись?

3. Известно, что действие фермента, фиксирующего атмосферный азот, подавляется кислородом. Как с такой трудностью справляются многие фотосинтезирующие и нефотосинтезирующие организмы, фиксирующие азот? Предложите ваши соображения.

4. Почему в природе чаще встречаются гибриды между различными видами растений, чем между различными видами животных?

5. Ответ на какой нерешенный пока биологический вопрос, по Вашему мнению, совершит наибольший переворот в науке? Ответ поясните.

## Общее образование

*Задания по разным предметам оформляйте на разных листах.*

### История

1. Прочтите отрывок из книги Н.Ф.Дубровина, российского историка нач. XX века, и ответьте на вопросы:

«На 3-й бастион, что южнее Малахова бастиона, упала огромного размера английская бомба и, крутясь, грозно шипела возле собравшейся толпы матросов.

“Не сердись, толстуха, - сказал один из них, - никого не испугаешь. У меня теща сердитее тебя, а я и ее не боюсь”, - и с этими словами залепил трубку грязью».

О какой войне идет речь? Что вы про нее знаете?

2. В этом году исполняется 500-летний юбилей с момента создания Николо Макиавелли своего знаменитого труда «Государь», посвященного вопросам политики и государственного устройства. Прочтите отрывок из первой главы книги и ответьте на вопросы ниже:

«Все государства, все державы, обладавшие или обладающие властью над людьми, были и суть либо республики, либо государства, управляемые единовластно. Последние могут быть либо унаследованными — если род государя правил долгое время, либо новыми. Новым может быть либо государство в целом; либо его часть, присоединенная к унаследованному государству вследствие завоевания. Новые государства разделяются на те, где подданные привыкли повиноваться государям, и те, где они искони жили свободно».

Согласны ли вы с утверждением в последнем предложении? Аргументируйте свой ответ. Приведите из всемирной истории примеры государств, в которых: А) «подданные искони жили свободно»; В) «подданные привыкли повиноваться государям».

3. Как вы думаете, чем абсолютная монархия отличается от диктатуры? Свой ответ обоснуйте.

### Обществознание

1. Опишите порядок формирования Государственной Думы РФ.

2. Международный договор, ратифицированный и подписанный государством N, противоречит конституции данного государства. Согласно нормам международного права, как решится эта ситуация?

3. Найдите в предложенном списке объекты государственной собственности:

Земля, имущество городских поселений, имущество, изъятое из оборота, ценные бумаги, оборонные предприятия, жилищный фонд.

4. Дайте характеристику мажоритарной избирательной системы.

5. Дайте определения следующих понятий:

Лоббизм, аболиционизм, легитимность.

6. Каковы функции Конституционного суда РФ?