

### Задания для 10-го класса

**Дорогие участники олимпиады! Обратите внимание, что дословное списывание не допускается! Если вы нашли верный ответ в литературе (или интернете), то старайтесь изложить его своими словами, указав источник.**

- Некоторые мембранные органеллы эукариотических клеток прикрепляются друг к другу или к другим мембранным органеллам специальными белковыми комплексами. Как вы думаете, какую роль в клетке могут играть такие контакты? Сделайте как можно больше предположений.
- Как одноклеточные организмы могут защищаться от действия ядовитых соединений, способных проникать через плазматическую мембрану? Составьте наиболее полный список возможных способов.
- Горшочки с мёдом**

Пятачок поставил в ряд 120 горшочков, в некоторых из которых находится мёд. Винни-Пух не знает, в каких горшочках находится мёд. За одну попытку Винни говорит Пятачку про каждый из 120 горшочков, есть в нём мёд или нет. После этого Пятачок говорит Винни-Пуху, про сколько горшочков Винни-Пух правильно сказал, есть в нём мёд или нет (но не говорит, содержимое каких именно горшочков Винни-Пух угадал).

  - Докажите, что Винни-Пух может действовать так, чтобы гарантированно определить все горшочки с мёдом за несколько попыток.
  - Докажите, что Винни-Пух может действовать так, чтобы гарантированно определить все горшочки с мёдом за 120 попыток.
  - Докажите, что Винни-Пух может действовать так, чтобы гарантированно определить все горшочки с мёдом за 119 попыток.
  - Докажите, что Винни-Пух может действовать так, чтобы гарантированно определить все горшочки с мёдом за 96 попыток.
  - Докажите, что Винни-Пух может действовать так, чтобы гарантированно определить все горшочки с мёдом за 64 попытки.
  - Попробуйте придумать, как действовать Винни-Пуху, чтобы справиться за меньшее число попыток.

#### 4. Скрещивающиеся подмножества

Есть множество из  $n$  элементов. Рассматриваем всевозможные его подмножества. Скажем, что два подмножества скрещиваются, если ни одно из них не содержится в другом и их пересечение не пусто.

Нас интересует такое семейство подмножеств, которое не содержит  $k$  попарно скрещивающихся подмножеств.

- Докажите, что если  $k = 2$ , то в таком семействе не более  $2n$  подмножеств.
  - Может ли при  $k = 2$  в таком семействе быть  $2n$  подмножеств (для любого  $n$ )?
  - При  $k = 3$  придумайте такую наименьшую функцию  $f(n)$ , при которой в рассматриваемом семействе не более  $n \cdot f(n)$  подмножеств. Засчитываются любые частичные продвижения, в том числе, если ваша оценка будет работать не для всех  $n$ , а для каких-то фиксированных (например,  $n = 10$ ,  $n = 1000$ ,  $n$  четное и т.д.). Это продвижение также может быть оценено баллами.
  - При  $k = 3$  придумайте такую наибольшую функцию  $g(n)$ , при которой в рассматриваемом семействе не менее  $n \cdot g(n)$  подмножеств. Засчитываются любые частичные продвижения, в том числе, если ваша оценка будет работать не для всех  $n$ , а для каких-то фиксированных (например,  $n = 10$ ,  $n = 1000$ ,  $n$  четное и т.д.). Это продвижение также может быть оценено баллами.
5. Система представляет собой одинаковые сферические тела с массой  $m$  (например, бильярдные шары). Первое тело, двигаясь с некоторой постоянной скоростью  $V_1$ , испытало соударение с покоящимися вторым телом. После соударения одно из этих тел, двигаясь, испытало второе соударение с покоящимися третьим телом. Определить угол между направлениями движения тел, испытавших второе соударение, если первое и второе соударения абсолютно упругие. Как изменится величина этого угла, если первое соударение неупругое, а второе абсолютно упругое? Как изменится величина этого угла, если первое соударение абсолютно упругое, а второе неупругое? Как изменится величина этого угла, если первое и второе соударения неупругие?
6. Как известно, в водной фазе всегда присутствуют положительно и отрицательно заряженные ионы, образующиеся в результате процессов электролитической диссоциации – процессов распада на ионы молекул соответствующих веществ (воды, солей, кислот, оснований) – положительно заряженные катионы  $H^+$  и металлов (например,  $Na^+$ ) и отрицательно заряженные анионы  $OH^-$  и кислотных остатков (например,  $Cl^-$ ). Вследствие электростатического взаимодействия противоположно заряженные ионы испытывают кулоновское притяжение и могут определенное время локализовываться вблизи друг друга (так называемое Дебаевское экранирование), оставаясь при этом в свободном состоянии, перемещаясь в пространстве и вступая во взаимодействие с другими ионами. Это состояние соответствует полному растворению исходных простых веществ – электролитов.
- В природе существуют важные вещества макромолекулярной природы (например, нуклеиновые кислоты), которые в водной фазе диссоциируют с образованием полиэлектролитов (полианионов или поликатионов) – полимерных молекул, несущих много (сотни, тысячи, а иногда и больше) одноименно заряженных ионных групп, электростатически взаимодействующих с другими ионами, присутствующими в растворе. Известно, что в отличие от растворов обычных электролитов (например, раствор соли  $NaCl$ ), которые могут полностью растворяться в воде с образованием соответствующих катионов и анионов ( $Na^+$  и  $Cl^-$  соответственно), противоположно заряженные полиэлектролиты (поликатионы и полианионы) в водных растворах образуют практически нерастворимые поликомплексы. Объясните почему.
7. В стакан, содержащий 100,0 г 34%-ного раствора пероксида водорода, добавили 0,2 г оксида марганца IV. Немедленно началась бурная реакция: содержимое стакана разогреилось до 105 градусов. Определите массу жидкости, которая осталась в стакане после окончания реакции:  $H_2O_2 = H_2O + \frac{1}{2} O_2 + 99 \text{ кДж}$

Вещество	Температура кипения, град	Теплота испарения, кДж/г
H <sub>2</sub> O	100	2,26
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	150,2	4,0

8. В археологии для определения возраста древних объектов используют радиоуглеродный метод. Радиоуглеродным методом определили возраст листьев, опавших на московский тротуар в прошлом году. Оказалось, что эти листья имеют возраст более 50 000 лет. В чем причина такого результата?

#### Регистрационная карточка участника

##### XIV Заочной олимпиады факультета биоинженерии и биоинформатики

- ФИО участника
- Полный домашний адрес с индексом
- Телефоны (домашний с кодом города, мобильный)
- Адрес электронной почты
- Фотография участника (можно отдельным файлом)
- Класс
- Адрес и юридическое (полное) название образовательной организации
- ФИО руководителя образовательной организации
- ФИО учителя, отвечающего за организацию проведения олимпиады в школе, и преподаваемый предмет
- Учитесь ли Вы в профильном классе? Если да, то в каком?
- Участвуете ли Вы в школе в научных кружках? Если да, то в каких?
- Укажите, каким предметам в школе Вы отдаете предпочтение?
- Принимали ли Вы участие в олимпиадах? Укажите в каких?  
 Заочная олимпиада школьников ФББ МГУ  
 ВСОШ (укажите по какому предмету, этап олимпиады)  
 другое \_\_\_\_\_
- Куда вы собираетесь поступать после окончания школы?



Московский государственный университет  
имени М.В.Ломоносова  
Факультет биоинженерии и биоинформатики



XIV Заочная Олимпиада  
факультета биоинженерии и биоинформатики  
для учащихся 7-10 классов по комплексу предметов  
(математика, физика, химия, биология)

Приурочена к 15-летию факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ имени М.В.Ломоносова

**Дорогой друг!**

В начале XXI века, вопреки прогнозам, ученые смогли прочесть геном человека. Зародились новые направления, возникшие на стыке биологии, математики, химии, физики и компьютерных технологий – биоинженерия и биоинформатика.

В 2002 году в МГУ имени М.В.Ломоносова было принято решение создать факультет биоинженерии и биоинформатики. Деканом факультета стал выдающийся ученый в области биохимии, профессор, академик Российской академии наук, директор ИИИМ физико-химической биологии Владимир Петрович Скулчев.

Мы хотим объединить молодых людей, идущих в ногу со временем и интересующихся последними достижениями в области генной инженерии, биоинженерии микроорганизмов, растений и животных, клонирования и трансплантации клеток – молодёжь, которую так же, как и нас, увлекает мир лабораторных исследований. Для этого наша команда – факультет биоинженерии и биоинформатики и высокопрофессиональная группа преподавателей естественнонаучных факультетов МГУ – организовали для тебя занимательную олимпиаду по комплексу предметов.

Если ты учащийся 7, 8, 9 или 10 класса и интересуешься классической биологией, если ты силен в математике и разбираешься в химии и физике, приглашаем тебя принять участие в Заочной олимпиаде факультета биоинженерии и биоинформатики Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. Мы предполагаем, что "стандартные" школьные задачи тобой уже освоены, и их решение теперь не вызывает у тебя ощущений удовлетворения и внутренней победы. Если это действительно так, наступило время попытаться покорить следующую вершину и освоить новый уровень олимпиадных заданий.

Выбирай задания, соответствующие твоему классу, и присылай ответы на них по комплексу предметов: для 7 класса - по трем предметам (биологии, математике и физике), для 8-10 класса – по четырем предметам (биологии, математике, физике и химии).

Участвуй, побеждай и забирай диплом участника олимпиады и ценный приз в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова!

Присоединяйся к нам, будущий ученый! Окупись в увлекательный мир науки нового поколения – биоинженерии и биоинформатики!

**Для участия в олимпиаде необходимо до 28 января 2018 г. выслать:**

- решения приведенных ниже заданий,
  - заполненную регистрационную карточку участника
  - **по электронной почте: [olymp@genebee.msu.ru](mailto:olymp@genebee.msu.ru) или по адресу: 119234 г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ 1, стр. 73, Факультет биоинженерии и биоинформатики**
- По всем вопросам Вы можете обращаться по телефону: 8 (495) 939-41-95 или вышеуказанной электронной почте.

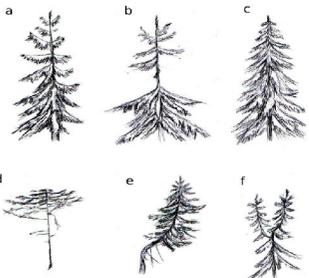
Сайт ФББ МГУ имени М.В.Ломоносова: [www.fbb.msu.ru](http://www.fbb.msu.ru)

**Удачи тебе и веры в себя!**

### Задания для 7-го класса

**Дорогие участники олимпиады! Обратите внимание, что дословное списывание не допускается! Если вы нашли верный ответ в литературе (или интернете), то старайтесь изложить его своими словами, указав источник.**

1.



На рисунке изображены деревья одного вида – ели обыкновенной. Предположите, в какой природной зоне и в каких экологических условиях могло вырасти каждое из этих деревьев. Для каждого случая предложите варианты того, какие события или процессы могли повлиять на их внешний вид и форму кроны.

2. Царь Горох очень любил природу. Чтобы животным не было страшно ночью, он в своем заповедном парке на берегу моря поставил яркие фонари и прожекторы, освещающие прибрежную полосу моря. Однако от этого у многих животных и растений стали возникать различные проблемы. Как вы думаете, какие? Попробуйте составить наиболее полный список возможных проблем.

#### 3. Лаконичные квадраты

- Придумайте семизначное число, не делящееся на 10, являющееся квадратом натурального числа и содержащее не более трёх различных цифр в своей записи.
- Для любого нечётного  $n$  придумайте  $n$ -значное число, не делящееся на 10, являющееся квадратом натурального числа и содержащее не более трёх различных цифр в своей записи.
- Для любого чётного  $n$  придумайте  $n$ -значное число, не делящееся на 10, являющееся квадратом натурального числа и содержащее не более трёх различных цифр в своей записи.
- Придумайте четырёхзначное число, являющееся квадратом натурального числа и содержащее две различные цифры в своей записи.
- Придумайте пару различных цифр  $a$  и  $b$  таких, что не существует квадрата, не делящегося на 10, состоящего только из цифр  $a$  и  $b$ .
- Найдите как можно больше пар различных цифр, удовлетворяющих или не удовлетворяющих условию предыдущего пункта.

#### 4. Булочки с изюмом

Карлсон испёк  $N$  булочек с изюмом и разложил их по кругу, причём во всех булочках количество изюминок разное. У него можно последовательно узнавать, сколько изюминок содержится в каждой булочке. Назовём булочку вкусной, если в ней больше изюминок, чем в двух соседних с ней булочках.

- Для  $N = 5$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 4 вопроса.
- Для  $N = 8$ , придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 6 вопросов.
- Для  $N = 8$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 5 вопросов.
- Для  $N = 1000$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 502 вопроса.
- Для  $N = 1000$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 337 вопросов.
- Для  $N = 1000$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 64 вопроса.
- Для  $N = 1000$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку за как можно меньше число вопросов.

5. По горизонтальной ровной поверхности катится колесо радиуса  $R$  со скоростью  $v$  относительно земли. На расстоянии  $R$  от верхней точки обода колеса прямо над ним летит муха со скоростью  $v$  относительно земли, все время оставаясь на вертикали, проходящей через центр колеса. Какова скорость мухи относительно верхней точки обода колеса?

**Указание.** Если точка движется по окружности, её линейная скорость направлена по касательной к окружности и численно равна  $\omega R$ , где  $\omega$  – скорость вращения (измеряется в радианах в секунду), а  $R$  – радиус окружности. Если сама окружность движется поступательно, то полная скорость точки равна векторной сумме линейной скорости точки за счет движения по окружности и скорости поступательного движения центра окружности.

6. При строительстве кирпичных домов каменщики используют цементный раствор, а печники при кладке печей из кирпича используют гораздо более мягкую глину. Почему?

### Задания для 8-го класса

**Дорогие участники олимпиады! Обратите внимание, что дословное списывание не допускается! Если вы нашли верный ответ в литературе (или интернете), то старайтесь изложить его своими словами, указав источник.**

1. Общественные насекомые постоянно контактируют друг с другом, это увеличивает риск распространения инфекционных заболеваний в их колониях. Чтобы противодействовать этому, насекомые выработали различные способы коллективной защиты от этих заболеваний. Как вы думаете, какие это могут быть способы? Попробуйте предположить или найти в литературе (обязательно с указанием источников) как можно больше таких способов. Не пишите про иммунную систему и другие способы защиты отдельных особей, если они не различаются у одиночных и общественных насекомых!

2. Результаты нескольких научных работ показывают, что некоторые птицы умеют считать предметы. Как вы думаете, а в каких случаях птицам может понадобиться счет? Напишите как можно больше предположений.

#### 3. Лаконичные квадраты

- Придумайте семизначное число, не делящееся на 10, являющееся квадратом натурального числа и содержащее не более трёх различных цифр в своей записи.
- Для любого нечётного  $n$  придумайте  $n$ -значное число, не делящееся на 10, являющееся квадратом натурального числа и содержащее не более трёх различных цифр в своей записи.
- Для любого чётного  $n$  придумайте  $n$ -значное число, не делящееся на 10, являющееся квадратом натурального числа и содержащее не более трёх различных цифр в своей записи.
- Придумайте четырёхзначное число, являющееся квадратом натурального числа и содержащее две различные цифры в своей записи.
- Придумайте пару различных цифр  $a$  и  $b$  таких, что не существует квадрата, не делящегося на 10, состоящего только из цифр  $a$  и  $b$ .
- Найдите как можно больше пар различных цифр, удовлетворяющих или не удовлетворяющих условию предыдущего пункта.

#### 4. Беззапятый код

Мы передаём сообщения с помощью азбуки Морзе (точку и тире для удобства будем обозначать через 0 и 1). Каждую букву в сообщении мы хотим кодировать последовательностью точек и тире длиной  $N$ , для всех букв  $N$  одно и то же.

Мы хотим, чтобы код был беззапятый, то есть если начало и конец закодированного сообщения утрачены, адресат все равно должен иметь возможность восстановить разбиение оставшегося сообщения на буквы однозначным образом (адресат знает, какие буквы какими последовательностями закодированы), если оставшееся обращение имеет достаточно большую длину. В дальнейшем будем считать, что остаётся хотя бы 2N-1 символ.

**Пример.** При  $N = 3$  нельзя кодировать буквы последовательностью 000. Если дошедшее сообщение имеет вид 00000, то границы между буквами восстанавливаются неоднозначно: 00 + 000 или 000 + 00 или 0 + 000 + 0. Рассмотрим другой вариант. Мы закодировали две буквы последовательностями 100 и

110, тогда логика восстановления границ между буквами следующая: буква всегда начинается с единицы и заканчивается нулём. Например, сообщение 101101001 делится однозначно, как 10 + 110 + 100 + 1 (плюс ставится в том случае, когда за нулём следует единица).

- Определите максимальное число букв, которые можно закодировать при  $N = 3$ .
- Придумайте беззапятый код для всех букв русского алфавита при  $N = 40$ .
- Придумайте беззапятый код для всех букв русского алфавита при  $N < 40$ .
- Пусть вместо точек и тире мы кодируем буквы символами А, Г, Ц и Т. Определите максимальное число букв, которое можно закодировать этими четырьмя символами при  $N = 3$ ?
- Определите максимальное число букв, которые может кодировать беззапятый код из  $M$  символов, где каждая буква кодируется  $N$  символами?

5. Цилиндрический сосуд из стали, заполненный идеальным газом, лежит на гладкой поверхности. Одно из оснований цилиндра покрыто вязким веществом, так что молекулы газа при соударении с ним испытывают неупругие столкновения, а во время как с другим основанием соударения абсолютно упругие. Вся система поддерживается при постоянной температуре. Так как при упругих столкновениях изменение импульса молекулы в два раза больше, чем при неупругих, то давление газа на упругое основание должно быть в два раза больше, чем на противоположное, и цилиндр, в отсутствие трения, должен начать двигаться. Можно ли на основе этих рассуждений построить двигатель для космического корабля? Если нет, то почему?

6. Гальванометр и два провода от его клемм расположены в плоскости, перпендикулярной оси симметрии цилиндрического постоянного магнита из железа, причём концы проводников находятся в одной точке, наиболее удаленной от гальванометра. Провода, не отрывая от поверхности магнита, быстро переводят в положение, наиболее приближенное к гальванометру. Покажет ли гальванометр какие-либо отклонения от нуля?

7. Некоторые соли азотной кислоты называются селитрами. Как получить в одну стадию из норвежской селитры индийскую селитру? Сколько г индийской селитры получится из 100 г норвежской селитры?

8. Магний может гореть не только на воздухе, но и в углекислом газе. Напишите уравнение реакции. Какой элемент является окислителем при горении в углекислом газе?

### Задания для 9-го класса

**Дорогие участники олимпиады! Обратите внимание, что дословное списывание не допускается! Если вы нашли верный ответ в литературе (или интернете), то старайтесь изложить его своими словами, указав источник.**

1. Как вы думаете, какие преимущества могла бы дать грибу способность менять направление или скорость роста мицелия в зависимости от освещения? Попробуйте выдвинуть как можно больше предположений и предложите способы их экспериментальной проверки.

2. Вам предложили одомашнить один из видов риногалатрий (малоизученная группа наземных позвоночных животных, не ищите ничего о них в интернете). Как вы думаете, на какие их особенности, а также особенности их образа жизни, вам стоит обратить внимание, чтобы потом как можно быстрее вывести максимально удобную для содержания породу? Напишите краткую инструкцию для экспедиции зеролюбов, которые должны выехать и привезти вам животных, чтобы они смогли выбрать для вас оптимальных кандидатов (наиболее подходящих для одомашнивания особей наиболее подходящего вида).

#### 3. Булочки с изюмом

Карлсон испёк  $N$  булочек с изюмом и разложил их по кругу, причём во всех булочках количество изюминок разное. У него можно последовательно узнавать, сколько изюминок содержится в каждой булочке. Назовём булочку вкусной, если в ней больше изюминок, чем в двух соседних с ней булочках.

- Для  $N = 5$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 4 вопроса.
- Для  $N = 8$ , придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 6 вопросов.
- Для  $N = 8$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 5 вопросов.
- Для  $N = 1000$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 502 вопроса.
- Для  $N = 1000$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 337 вопросов.
- Для  $N = 1000$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 64 вопроса.
- Для  $N = 1000$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 64 вопроса.
- Для  $N = 1000$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку не больше, чем за 64 вопроса.
- Для  $N = 1000$  придумайте, как Малышу найти вкусную булочку за 16 вопросов.

#### 4. Беззапятый код

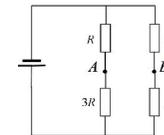
Мы передаём сообщения с помощью азбуки Морзе (точку и тире для удобства будем обозначать через 0 и 1). Каждую букву в сообщении мы хотим кодировать последовательностью точек и тире длиной  $N$ , для всех букв  $N$  одно и то же.

Мы хотим, чтобы код был беззапятый, то есть если начало и конец закодированного сообщения утрачены, адресат все равно должен иметь возможность восстановить разбиение оставшегося сообщения на буквы однозначным образом (адресат знает, какие буквы какими последовательностями закодированы), если оставшееся обращение имеет достаточно большую длину. В дальнейшем будем считать, что остаётся хотя бы 2N-1 символ.

**Пример.** При  $N = 3$  нельзя кодировать буквы последовательностью 000. Если дошедшее сообщение имеет вид 00000, то границы между буквами восстанавливаются неоднозначно: 00 + 000 или 000 + 00 или 0 + 000 + 0. Рассмотрим другой вариант. Мы закодировали две буквы последовательностями 100 и 110, тогда логика восстановления границ между буквами следующая: буква всегда начинается с единицы и заканчивается нулём. Например, сообщение 101101001 делится однозначно, как 10 + 110 + 100 + 1 (плюс ставится в том случае, когда за нулём следует единица).

- Определите максимальное число букв, которые можно закодировать при  $N = 3$ .
- Придумайте беззапятый код для всех букв русского алфавита при  $N = 40$ .
- Придумайте беззапятый код для всех букв русского алфавита при  $N < 40$ .
- Пусть вместо точек и тире мы кодируем буквы символами А, Г, Ц и Т. Определите максимальное число букв, которое можно закодировать этими четырьмя символами при  $N = 3$ ?
- Определите максимальное число букв, которые может кодировать беззапятый код из  $M$  символов, где каждая буква кодируется  $N$  символами?

5. При подключении вольтметра между точкам  $A$  и  $B$  (см. рис.) получено значение  $U_1$ , а при подключении амперметра –  $I$ . Оцените мощность тепловых потерь на сопротивлении  $R$ , подключенном между теми же точками.



6. В колбу объемом 1 л налили 0,5 г воды и накачали воздух. После нагревания до 100 °С давление в колбе оказалось равным  $1,5 \cdot 10^5$  Па. Воздух практически нерастворим в воде при такой температуре. Определите массу воздуха в колбе, считая все газы идеальными.

7. Магний массой 2,4 г растворили в 50 г 10%-ной соляной кислоты. Полученным газом наполнили полиэтиленовый пакет массой 2,5 г. Взлетит ли пакет с газом в воздухе при н.у.? Ответ обоснуйте расчетом. Приведите уравнение реакции.

8. В стакане объемом 200 мл находится 50 г серной кислоты с массовой долей 49%. Температура раствора кислоты 0 °С. В нем плавает кубик водяного льда массой 0,9 г. В стакан медленно прилили столько 40%-ного раствора гидроксида натрия (температура раствора щелочи 0 °С), чтобы весь лед в стакане расплавился, а температура раствора осталась равной 0 °С.

- Сколько теплоты потребовалось для плавления кубика льда? Теплота плавления воды 6 кДж/моль.
- Сколько теплоты выделилось в реакции нейтрализации, если вся теплота реакции израсходована на плавление льда?
- Сколько г раствора щелочи прилили в стакан, если при реакции нейтрализации выделяется 56 кДж на 1 моль образовавшейся воды? Напишите уравнение реакции.