

Зависимость скорости реакции от температуры



Это можно легко продемонстрировать, проведя реакцию магния с уксусной кислотой при различных температурах и измерив количество водорода, образующегося в единицу времени. Сравнение начальных скоростей реакций показывает, в первом приближении, удвоение скорости реакции при повышении температуры на 10 K.

Химия

Общая химия

Химические реакции

Основы химической
реакции

Химия

Физическая химия

Химическая кинетика

Биология

Биохимия



Уровень сложности

средний



Кол-во учеников

1



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

20 Минут

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/63183f3d594e9900030f9038>

PHYWE

Общая информация

Описание

PHYWE

Экспериментальная установка

В целом, скорость реакции зависит от температуры и концентрации исходных веществ. Как правило, скорость реакции увеличивается с повышением температуры, а также с увеличением концентрации исходных веществ. Таким образом, температура представляет собой регулятор скорости реакции, что необходимо учитывать во многих практических приложениях, например, при приготовлении пищи.

Эксперимент предлагает didактически четкое введение в кинетику химических реакций.

Дополнительная информация (1/2)



Предварительные
знания



Принцип



- Факторы, влияющие на кинетику реакции, такие как температура, концентрация исходного материала или степень фрагментации исходных материалов.
- Химические реакции происходят спонтанно, когда они являются экзергоническими.

В этом эксперименте уксусная кислота и магний реагируют друг с другом, а полученный водород собирается. Концентрация или объем используемой уксусной кислоты одинаковы для каждого эксперимента, как и масса магниевой полоски. В ходе эксперимента изменяется только температура исходных материалов, поэтому (зависящее от температуры) реакционное поведение уксусной кислоты и магния исследуется при трех различных температурах с помощью водяной бани.

Дополнительная информация (2/2)



Цель



В этом эксперименте студенты наблюдают, что скорость химической реакции сильно зависит от температуры.

Задачи



Задача данного эксперимента - измерить количество водорода, образующегося в единицу времени в результате реакции уксусной кислоты и магния при различных температурах. Последующее сравнение начальных скоростей реакций показывает, в первом приближении, примерно удвоение скорости реакции при повышении температуры на 10°C.

Указания по технике безопасности

PHYWE



К этому эксперименту применимы общие инструкции по безопасному проведению экспериментов на уроках естествознания.

Обратите внимание на паспорт безопасности соответствующего химического вещества.



Теория

PHYWE

Согласно фундаментальным законам химии, химическая реакция является спонтанно добровольной, если она экзергоническая, т.е. термодинамически благоприятная. Скорость реакции зависит от температуры реакции и концентрации исходных веществ (повышение температуры реакции или концентрации исходных веществ приводит к увеличению скорости реакции). Исходные вещества имеют более высокую (внутреннюю) энергию при более высокой температуре. В результате частицы материала движутся быстрее и сталкиваются чаще, что объясняет более высокую скорость реакции при более высокой температуре.

Материал

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	Магнитная мешалка	35754-93	1
2	Штативный стержень, нерж. ст., l=500 мм, резьба M10.	02022-20	1
3	Прямоугольный зажим	37697-00	3
4	Универсальный зажим	37715-01	1
5	Подставка для штатива Бунзена, 210x130 мм, h=750 мм	37694-00	1
6	Держатель газового шприца с ограничителем	02058-00	1
7	Газовый шприц, 100 мл, с 3-ходовым краном	02617-00	1
8	Трехгорлая круглодонная колба, 100 мл	MAU-27220501	1
9	Уплотнение для соединительного колпачка, отверстие 8 мм, 10 шт., GL25	41242-03	1
10	Стеклянные трубы, прямые, d=8 мм, l=80 мм, 10 шт.	MAU-16074541	1
11	Резиновые колпачки	43903-01	1
12	Термометр, -10...+50°C	38034-00	1
13	Кристаллизационная чашка, 125 mm	46244-00	1
14	Магнитная мешалка, цилиндрическая, 15 мм	46299-01	1
15	Магнитная мешалка, цилиндрическая, 30 мм	46299-02	1
16	Магнитная мешалка, цилиндрическая, 50 мм	46299-03	1
17	Манипулятор для магнитных мешалок	35680-03	1
18	Мерная колба, 1000 мл, NS24/29	36552-00	1
19	Мерный цилиндр, 100 мл	36629-00	1
20	Воронка, верхний d=50 мм, стекло	34457-00	1
21	Промывалка, пластмасса, 500 мл	33931-00	1
22	Секундомер, настольный, d=13 см, демонстр.	03075-00	1
23	Резиновые трубы, внутренний d=6 мм	39282-00	1
24	Стальные стержни, d = 2 мм, L = 200 мм, 5 шт	45127-00	1
25	Ножницы лабораторные, прямые, l=180 мм	64798-00	1
26	Пинцет, прямой, тупоносый, l=200 мм	40955-00	1
27	Прецизионные весы, Sartorius, 620 г : 1 мг	49311-99	1
28	Пипетки Пастера, l=145 мм, 250 шт.	36590-00	1
29	Резиновые наконечники для пипеток, 10 шт.	39275-03	1

PHYWE



Подготовка и выполнение работы

Подготовка

PHYWE



Экспериментальная установка

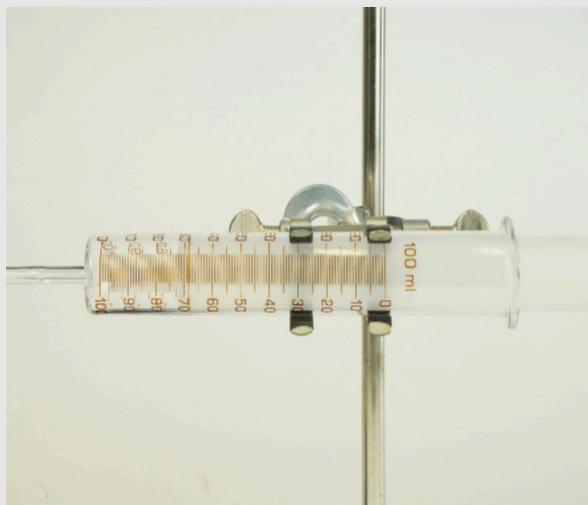
Сборка аппарата осуществляется в соответствии с приведенным рядом рисунком.

Прокладки резьбовых соединений поршня заменяются на прокладки с отверстием 8 мм. Один конец стержня сгибается, чтобы сформировать ушко или крючок, а другой конец просовывается через резиновый колпачок, закрывающий маленькую стеклянную трубку в боковой горловине поршня.

Внесите в колбу примерно 30-40 мл 1-молярной уксусной кислоты (55,6 мл конц. уксусной кислоты на 1000 мл) и нагрейте ее с помощью водяной бани (криSTALLИзационная посуда, датчик температуры) до значения, установленного на датчике температуры.

Выполнение работы

PHYWE



Газовый шприц

Как только температура реакции будет достигнута, подвесьте в проушины (или крючок) кусочек магниевой ленты (около 0,1 г), взвешенный с точностью до 1 мг.

После окончательной проверки герметичности аппарата магний добавляют в раствор уксусной кислоты с помощью железной проволоки и одновременно запускают секундомер. Эксперимент повторяется с равными количествами при трех-четырех различных температурах (например, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C).

Количество полученного газа можно определить по шкале на газовом шприце.

PHYWE



Оценка

7/10

Оценка (1/4)

PHYWE

Temperaturen Zeit(s)	entstandene Gasvolumina in ml bei			
	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C
15	5	8	16	22
30	11	16	32	39
45	17	26	45	51
60	22,5	34	52	60
75	28	42	59	66
90	33	48	67	72
105	38	54	72	76
120	42	58,5	76	79,5
135	46	63	79	81
150	50	66	81	83,5
165	53	70	83	86
180	56	73	85	88
195	59	75	86,5	89
210	61	77	87,5	89,5
225	64	79	88,5	90

Уксусная кислота реагирует с магнием с образованием газа.

При повышении температуры эволюция газа происходит быстрее.

В таблице слева показан пример измерения.

Оценка (2/4)

PHYWE

Скорость химических реакций зависит не только от концентрации, но и от температуры. Пример измерений показывает, что повышение температуры всего на 10 К уже заметно по яркому ускорению эволюции газа. Точные значения могут быть рассчитаны, если предположить, что реакция протекает в соответствии с первым порядком в отношении выделения водорода. Сравнение начальных скоростей (в первом приближении начальных объемов) показывает примерно удвоение скорости реакции при повышении температуры на 10 K. Скорость реакции затем увеличивается на такую же величину.

Эти результаты измерений также подтверждают так называемое правило RGT (reaction rate-temperature rule), которое гласит, что скорость химической реакции удваивается или увеличивается в четыре раза при повышении температуры на 10 °C (градусов Цельсия). Это правило применимо ко многим химическим реакциям.

Оценка (3/4)

PHYWE

Уравнение Аррениуса описывает взаимосвязь между константой реакции k и температурой T . Оцените следующие утверждения об уравнении Аррениуса.

Уравнение Аррениуса описывает взаимосвязь между константой реакции k и температурой T .

Неправильно

Правильно

Оценка (4/4)

PHYWE



Константа равновесия k ...

- ...для эндотермических реакций увеличивается с повышением температуры.
- ...для эндотермических реакций уменьшается с повышением температуры.
- ...для экзотермических реакций уменьшается с повышением температуры.
- для экзотермических реакций с понижением температуры.

Проверьте

9/10

Слайд

Оценка / Всего

Слайд 14: Уравнение Аррениуса

0/5

Слайд 15: Константа равновесия $\langle k \rangle$

0/3

Общий балл

0/8



Показать решения



Повторите

10/10