

Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Temperatur I (Essigsäure - Magnesium)



Durch die Umsetzung von Magnesium mit Essigsäure bei verschiedenen Temperaturen und Messen der dabei jeweils pro Zeiteinheit gebildeten Mengen an Wasserstoff lässt sich dies gut zeigen. Ein Vergleich der Anfangsgeschwindigkeiten der Reaktionen zeigt in erster Näherung etwa eine Verdopplung der Reaktionsgeschwindigkeit bei einer Temperaturerhöhung um 10 K.

Chemie	Allgemeine Chemie	Chemische Reaktionen	Grundlagen der chemischen Reaktion
Chemie	Organische Chemie	Biochemie	
Chemie	Physikalische Chemie	Chemische Kinetik	
Biologie	Biochemie		
Applied Science	Medizin	Biochemie	
	Schwierigkeitsgrad		Gruppengröße
mittel		1	
	Vorbereitungszeit		Durchführungszeit
	10 Minuten		20 Minuten

This content can also be found online at:





Allgemeine Informationen

Anwendung



Versuchsaufbau

Allgemein gilt, dass die Reaktionsgeschwindigkeit von der Temperatur und der Konzentration der Ausgangsstoffe abhängig ist. Dabei steigt die Reaktionsgeschwindigkeit in der Regel sowohl mit steigender Temperatur als auch mit steigender Konzentration der Ausgangsstoffe. Die Temperatur stellt somit eine Regulativ der Reaktionsgeschwindigkeit dar, was in vielen praktischen Anwendungen, wie zum Beispiel dem Kochen von Nahrungsmitteln, berücksichtigt werden muss.

Der Versuch bietet eine didaktisch anschauliche Einführung in die Kinetik chemischer Reaktionen.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



- Einflussfaktoren auf die Reaktionskinetik wie z.B. Temperatur, Konzentration des Ausgangsstoffe oder Zerteilungsgrad der Ausgangsstoffe.
- Chemische Reaktionen laufen spontan ab, wenn sie exergon sind.

Prinzip



In diesem Versuch wird Essigsäure und Magnesium miteinander zur Reaktion gebracht und der entstehende Wasserstoff aufgefangen. Die Konzentration bzw. Volumen der verwendeten Essigsäure ist bei jeder Versuchsdurchführung gleich, eben so wie die Masse des Magnesiumbandes. Nur die Temperatur der Ausgangsstoffe wird während des Versuches variiert, so wird mit Hilfe eines Wasserbades das (temperaturabhängige) Reaktionsverhalten von Essigsäure und Magnesium bei drei verschiedenen Temperaturen untersucht.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



In diesem Versuch beobachten die Schüler, dass die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion stark von der Temperatur beeinflusst wird.

Aufgaben



Die Aufgabe in diesem Versuch ist es, die jeweils pro Zeiteinheit gebildeten Mengen an Wasserstoff durch die Reaktion von Essigsäure und Magnesium bei verschiedenen Temperaturen zu messen. Ein anschließender Vergleich der Anfangsgeschwindigkeiten der Reaktionen zeigt in erster Näherung etwa eine Verdopplung der Reaktionsgeschwindigkeit bei einer Temperaturerhöhung um 10°C.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Für H- und P-Sätze bitte das Sicherheitsdatenblatt der jeweiligen Chemikalie hinzuziehen.

Theorie

PHYWE

Nach den fundamentalen Gesetzen der Chemie läuft eine chemische Reaktion dann spontan freiwillig ab, wenn sie exergon ist, d.h. thermodynamisch günstig. Die Reaktionsgeschwindigkeit einer Reaktion ist dabei abhängig von der Reaktionstemperatur und die Konzentration der Ausgangsstoffe (eine Erhöhung der Reaktionstemperatur bzw. der Konzentration der Ausgangsstoffe führt zu einer Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit). So weisen die Ausgangsstoffe bei höherer Temperatur eine höhere (innere) Energie auf. Dadurch bewegen sich die Stoffteilchen schneller und stoßen häufiger zusammen, das eine höhere Reaktionsgeschwindigkeit bei höherer Temperatur erklärt.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Magnetrührer MR Hei-Tec mit Heizung und Kontaktthermometer Pt 1000	35752-93	1
2	Stativstange, Edelstahl, l = 500 mm, d = 12 mm, Gew. M 10	02022-20	1
3	Doppelmuffe, Kreuzklemme	37697-00	3
4	Stativklemme, Spannweite 80 mm mit Stellschraube	37715-01	1
5	Bunsenstativ, 210 x 130 mm, h = 750 mm	37694-00	1
6	Gasspritzenhalter, mit Anschlag	02058-00	1
7	Gasspritze mit Dreiweghahn, Borosilikat, 100 ml	02617-00	1
8	Rundkolben, Boro, 3-Hals, 100 ml, 3 x GL 25	MAU-27220501	1
9	Dichtungen für Verbindungskappen, GL 25, Bohrung 8 mm, 10 St	41242-03	1
10	Glasmündchen, d = 8 mm, l = 80 mm, 10 Stück	36701-65	1
11	Blindtülle (Gummikappe), 20 Stück	43903-01	1
12	Laborthermometer, -10...+50 °C, l=420mm, Tauchschaft 50mm	38034-00	1
13	Kristallisierschale, Boro, d = 125 mm, ca. 600 ml	46244-00	1
14	Magnetrührstäbchen, PTFE, 15 mm, zylindrische Form	46299-01	1
15	Magnetrührstäbchen, PTFE, 30 mm, zylindrische Form	46299-02	1
16	Magnetrührstäbchen, PTFE, 50 mm, zylindrische Form	46299-03	1
17	Magnetrührstäbchen-Entferner	35680-03	1
18	Messkolben, Boro, 1000 ml, NS 24/29	36552-00	1
19	Messzylinder, Boro, hohe Form, 100 ml	36629-00	1
20	Trichter, Laborglas, Oben-d = 50 mm	34457-00	1
21	Spritzflasche, 500 ml, Kunststoff	33931-00	1
22	Demo-Tischstoppuhr, d = 130 mm	03075-00	1
23	Gummischlauch, Innen-d = 6 mm, lfd. m	39282-00	1
24	Eisenstäbchen, d = 2 mm, l = 200 mm, 5 Stück	45127-00	1
25	Laborschere, l = 180 mm	64798-00	1
26	Pinzette, l = 200 mm, gerade, stumpf	40955-00	1
27	Präzisionswaage, Sartorius ENTRIS® II, 620 g : 1 mg Modell BCE623i-1S	49311-99	1
28	Pasteurpipetten, Laborglas, l = 145 mm, 250 St.	36590-00	1
29	Gummihütchen, 10 Stück	39275-03	1
30	Essigsäure 99-100%, 1000 ml	31301-70	1
31	Magnesium, Band (Rolle), 25 g	30132-00	1
32	Wasser, destilliert, 5 l	31246-81	1



Aufbau und Durchführung

Aufbau



Versuchsaufbau

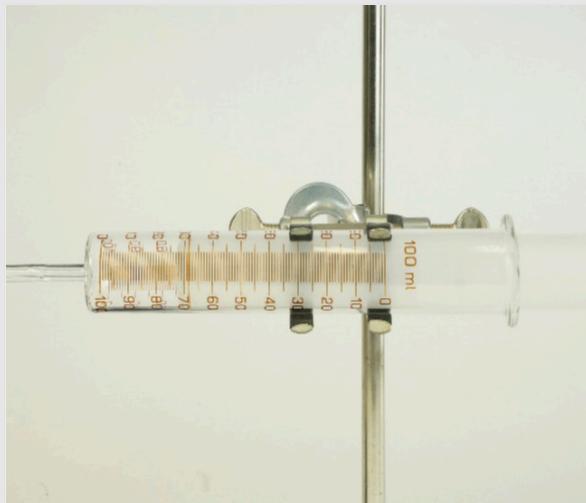
Die Apparatur wird nach der nebenstehenden Abbildung zusammengestellt.

Die Dichtungen der Verschraubungen am Dreihalskolben werden gegen solche mit einer 8-mm-Bohrung ausgetauscht. Ein Ende eines Eisenstäbchens verbiegt man zu einer Öse oder Haken und sticht das andere Ende durch die Gummikappe, die ein Glasrörchen im seitlichen Ansatzstutzen des Kolbens verschließt.

In den Kolben werden etwa 30 bis 40 ml einer 1-molaren Essigsäure (55,6 ml konz. Essigsäure auf 1000 ml auffüllen) gegeben und mit Hilfe des Wasserbades (Kristallisierschale, Temperatursensor) auf einen am Temperatursensor eingestellten Wert temperiert.

Durchführung

PHYWE



Gasspritze

Sobald die Reaktionstemperatur erreicht ist, hängt man in die Öse (bzw. Haken) ein auf 1 mg genau abgewogenes Stück Magnesiumband (etwa 0,1 g).

Nach einer abschließenden Dichtheitskontrolle der Apparatur wird das Magnesium mit Hilfe des Eisendrahtes zur Essigsäurelösung gegeben und gleichzeitig eine Stoppuhr gestartet. Der Versuch wird mit gleichen Mengen bei drei bis vier verschiedenen Temperaturen (z.B. 20°C, 30°C, 40°C, 50°C) wiederholt.

Über die Skala auf der Gasspritze können die entstehenden Gasmengen quantifiziert werden.

PHYWE



Auswertung

Auswertung (1/4)

Temperatur(en)	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

Essigsäure reagiert mit Magnesium unter Gasentwicklung.

Mit steigender Temperatur wird die Gasentwicklung schneller.

Die linke Tabelle zeigt ein Meßbeispiel.

Auswertung (2/4)

Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen ist außer von der Konzentration auch von der Temperatur abhängig. Das Meßbeispiel zeigt, daß Temperaturerhöhungen um nur 10 K sich bereits in einer deutlichen Beschleunigung der Gasentwicklung bemerkbar machen. Genaue Werte lassen sich errechnen, wenn man zugrunde legt, daß die Reaktion bezüglich der Wasserstoffentwicklung nach erster Ordnung verläuft. Der Vergleich der Anfangsgeschwindigkeiten (in erster Näherung der Anfangsvolumina) zeigt etwa eine Verdopplung der Reaktionsgeschwindigkeit bei einer Temperaturerhöhung um 10 K.

Diese Messergebnisse bestätigen auch die sogenannte RGT-Regel (Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel), die besagt, dass sich die Reaktionsgeschwindigkeit einer chemischen Reaktion bei einer Temperaturerhöhung um 10 °C (Grad Celsius) verdoppelt bis vervierfacht. Diese "Fausregel" gilt bei vielen chemischen Reaktionen.

Auswertung (3/4)

PHYWE

Die Arrhenius-Gleichung beschreibt den Zusammenhang zwischen der Reaktionskonstante k und der Temperatur T . Beurteile die folgenden Aussagen zur Arrhenius-Gleichung.

Die Arrhenius-Gleichung beschreibt den Zusammenhang zwischen der Reaktionskonstante k und der Temperatur T .

Richtig

Falsch

Auswertung (4/4)

PHYWE



Die Gleichgewichtskonstante k nimmt...

- ...für exotherme Reaktionen bei abnehmender Temperatur zu.
- ...für endotherme Reaktionen bei zunehmender Temperatur ab.
- ...für endotherme Reaktionen bei zunehmender Temperatur zu.
- ...für exotherme Reaktionen bei zunehmender Temperatur ab.

Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 14: Die Arrhenius-Gleichung	0/5
Folie 15: Gleichgewichtskonstante $\backslash(k\backslash)$	0/3

Gesamtpunktzahl

 0/8

Lösungen anzeigen



Wiederholen

10/10