

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Kohlenstoffdioxid und der Klimawandel

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



M.1.15
Energetik und Kinetik – Energetik chemischer Reaktionen
Kohlenstoffdioxid und der Klimawandel – Eine Aufgabensammlung
Nach einer Idee von Hubert Gär



Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist ein bekanntes Gas, das aktuell eine zentrale Rolle im Kontext des Klimawandels spielt. Die CO₂-Problematik ist eng mit der Erdenergie verbunden, da die Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre wesentlich zur globalen Temperaturerhöhung beiträgt. Diese Problematik hat in den letzten Jahren verstärkt Aufmerksamkeit erregt, da die negativen Auswirkungen des Klimawandels immer deutlicher werden. In dieser Einheit werden verschiedene Übungen im Bezug zu dieser Problematik vorgestellt. Diese bestehen aus sicherheitsrelevante Bohrungen, Aufgaben zur chemischen Energetik sowie zur Kinetik.

Auf einen Blick

Qualitativer Nachweis von Kohlenstoffdioxid

M 1 Nachweis von CO_2 -Emissionen

Bestimmung der molaren Masse von Kohlenstoffdioxid

M 2 Wie viel CO_2 entsteht bei einer Verbrennung?

Bestimmung der Verbrennungsenthalpie und Wärmekapazität

M 3 Bestimmung der Verbrennungsenthalpien verschiedener Kohlenwasserstoffe

M 4 Bestimmung der Wärmekapazität

Kohlenstoffdioxid in chemischen Reaktionen

M 5 Kohlenstoffoxide im Vergleich: CO vs. CO_2

M 6 Calciumcarbonat – ein Depot für CO_2

Lösungen

Seite 18 Lösungen

Nachweis von CO₂-Emissionen

M 1

Dem Treibhausgas Kohlenstoffdioxid wurde erst spät Bedeutung beigemessen, nicht zuletzt aufgrund seiner Eigenschaft als farbloses, geruchloses und ungiftiges Gas. Diese Eigenschaften führten dazu, dass seine Bedeutung für das Klima erst verspätet erkannt wurde.



© RAABE 2024

© Schrotschop/E+/Getty Images Plus

Kohlenstoffdioxid entsteht vor allem bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe wie auch bei der Verbrennung aller anderen organischen Stoffe, gemeinsam mit Wasser. Obwohl Kohlenstoffdioxid für das Auge unsichtbar ist, lässt es sich mithilfe einer einfachen Versuchsanordnung nachweisen. Diese ist im Folgenden ersichtlich.

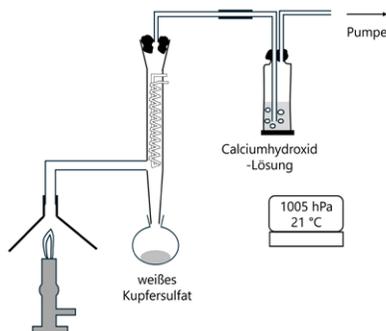


Abbildung: Versuchsaufbau – Verbrennung von Erdgas (Methangas)

M 6 Calciumcarbonat – ein Depot für CO₂

Marmorstatuen bestehen zum größten Teil aus Calciumcarbonat (Kalk). Durch sauren Regen werden diese Statuen zersetzt. Bei diesem Prozess wird Kohlenstoffdioxid freigesetzt.



© RAABE 2024

© Luís Henrique Boucault/moments/GettyImages

Wird Calciumcarbonat (Kalk) in verdünnte Säure gegeben, ist eine Gasentwicklung zu beobachten. Es entwickelt sich Kohlenstoffdioxid. Die zu Beginn sehr intensive Gasentwicklung wird bald deutlich schwächer und hört dann langsam ganz auf. Dieses Phänomen zeigt, dass der Stoffumsatz pro Zeiteinheit mit zunehmender Reaktionsdauer deutlich abnimmt.

Der Stoffumsatz pro Zeiteinheit wird mit der Reaktionsgeschwindigkeit beschrieben. Der Stoffumsatz entspricht dabei der Änderung der Stoffmenge n in dem Zeitintervall Δt . Bei Lösungen wird die Änderung der Stoffmenge durch die Änderung der Konzentration ersetzt. Üblicherweise wird der Verlauf der Reaktion mit der Änderung der Konzentration eines Eduktes beschrieben, im Beispiel ist dies Konzentration der Oxonium-Ionen.

So kann schließlich das gesamte Calciumcarbonat umgesetzt werden. Das Calciumhydrogencarbonat ist in Wasser sehr gut löslich. Die Gesamtreaktion lautet:



Die Teilreaktion mit den Carbonat-Ionen und dem Kohlenstoffdioxid ist eine Säure-Base-Reaktion:



Aufgabe 4

Aus dem pH-Wert wird der pOH-Wert errechnet: $pOH = 14 - pH = 14 - 8,2 = 5,8$

Der pOH-Wert ist der negative dekadische Logarithmus der Konzentration der Hydroxid-Ionen in der Einheit mol/l. Demzufolge gilt:

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-pOH} \text{ mol/l} = 10^{-5,8} \text{ mol/l}$$

Da Calciumhydroxid eine starke Base ist und 1 mol Calciumhydroxid 2 mol Hydroxid-Ionen liefern, gilt:

$$c(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{1}{2} c(\text{OH}^-) = \frac{1}{2} \cdot 10^{-5,8} \text{ mol/l} = 10^{-6,1} \text{ mol/l}$$

Aufgabe 5

Zunächst wird die Stoffmenge des entstandenen Wassers berechnet:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2,8 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 0,156 \text{ mol}$$

Da 1 mol Methangas 2 mol Wasser liefert, gilt hier:

$$n(\text{CH}_4) = \frac{n(\text{H}_2\text{O})}{2} = \frac{0,156 \text{ mol}}{2} = 0,078 \text{ mol}$$

Das entsprechende Volumen des Methangases wird mit dem allgemeinen Gasgesetz aus der Stoffmenge berechnet. Dabei ist der herrschende Druck mit 1005 hPa und die Temperatur mit 21 °C, das sind 294 K, bekannt.

$$\text{Aus } p \cdot V = n \cdot R \cdot T \text{ folgt } V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p}$$

Damit gilt:

$$V(\text{CH}_4) = \frac{n(\text{CH}_4) \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,078 \text{ mol} \cdot 8,31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot 294 \text{ K}}{1005 \text{ hPa}} = 0,0019 \text{ m}^3 = 1,9 \text{ dm}^3 = 1,9 \text{ l}$$

Bei den Einheiten ist dabei zu beachten: 1 hPa = 100 Pa = 100 N/m²; 1 J = 1 Nm

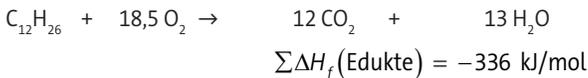
Aufgabe 3

Energie-träger	M [g/mol]	ΔH_c [kJ/mol]	für 1 kg m (CO ₂)	Q _u [kJ]	m (CO ₂) : Q _u [g/kJ]
Erdgas	16	62,5	-889	2750	55562
Feuerzeug-gas	58	17,24	-2871	3034	49496
Benzin	128	7,81	-6118	3093	47782
Diesel	170	5,88	-8072	3105	47463
Paraffin	310	3,23	-14473	3127	46748

Lösung (M 4)

Aufgabe 1

Zunächst wird die Reaktionsgleichung zur Verbrennungsreaktion von Dodekan formuliert. Die Summen der Standardbildungsenthalpien auf der Seite der Edukte und auf der Seite der Produkte werden gebildet. Dabei ist zu beachten, dass jeweils die Stoffmengen aus der Reaktionsgleichung als Faktoren einfließen. Die Standardbildungsenthalpie jeder Elementar-substanz, also auch die von Sauerstoff, ist null. Für die Berechnung der Verbrennungsenthalpie (H_c) wird die Differenz aus den Teilergebnissen beider Seiten gebildet:



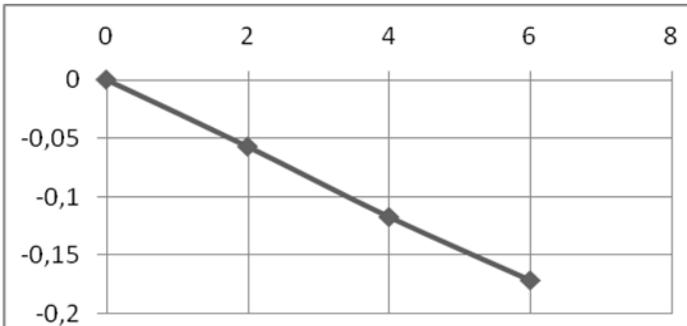
$$\sum \Delta H_f(\text{Produkte}) = 12(-393 \text{ kJ/mol}) + 13 \cdot (-242 \text{ kJ/mol}) = -7862 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_c = \sum \Delta H_f(\text{Produkte}) - \sum \Delta H_f(\text{Edukte}) = -7862 \text{ kJ/mol} + 336 \text{ kJ/mol} = -7526 \text{ kJ/mol}$$

Aufgabe 3

Für eine Reaktion 1. Ordnung muss eine lineare Abhängigkeit von t und $\ln c$ vorliegen.

t in min	0	2	4	6
$\ln c(\text{H}_3\text{O}^+)$	0	-0,057	-0,117	-0,171



Wie die Tabelle und die grafische Darstellung zeigen, liegt hier diese lineare Abhängigkeit vor. Für die Geschwindigkeitskonstante k gilt:

$$k = \frac{-\Delta(\ln c)}{\Delta t} = \frac{0,171}{6 \text{ min}} = 0,0285 \text{ min}^{-1}$$

Aufgabe 4

Bei Reaktionen 1. Ordnung gilt: $\ln c = -k \cdot t + \ln c_0$

Bei der Halbwertszeit $t_{1/2}$ ist die Konzentration $c_0/2$.

Eingesetzt in die genannte Gleichung, ergibt:

$$\ln c_0/2 = -k \cdot t_{1/2} + \ln c_0 \text{ bzw. } t_{1/2} = \ln 2 / k = 0,69/0,0285 \text{ min}^{-1} = 24,32 \text{ min}$$

Wenn drei Gramm Calciumcarbonat übrig sind, wurden 1,6 g Calciumcarbonat umgesetzt.

Pro mol Calciumcarbonat werden 2 mol Oxonium-Ionen verbraucht. So kann die noch vorhandene Stoffmenge dieser Oxonium-Ionen errechnet werden und in der Folge auch die Konzentration.

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = n_0(\text{H}_3\text{O}^+) - 2 \cdot \frac{\Delta m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = 50 \text{ mmol} - 2 \cdot \frac{1600 \text{ mg}}{100 \text{ mg/mmol}} = 18 \text{ mmol}$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{18 \text{ mmol}}{50 \text{ ml}} = 0,36 \text{ mol/l}$$

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Kohlenstoffdioxid und der Klimawandel

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



M.1.15
Energetik und Kinetik – Energetik chemischer Reaktionen
Kohlenstoffdioxid und der Klimawandel – Eine Aufgabensammlung
Nach einer Idee von Hubert Gar



Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist ein bekanntes Gas, das aktuell eine zentrale Rolle im Kontext des Klimawandels spielt. Die CO₂-Problematik ist eng mit der Erdenerwärmung verbunden, da die Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre wesentlich zur globalen Temperaturerhöhung beiträgt. Diese Problematik hat in den letzten Jahren verstärkt Aufmerksamkeit erregt, da die negativen Auswirkungen des Klimawandels immer deutlicher werden. In dieser Einheit werden verschiedene Übungen im Bezug zu dieser Problematik vorgestellt. Diese bestehen aus sicherheitsrelevante Bohrungen, Aufgaben zur chemischen Energetik sowie zur Kinetik.