

Interpretation von Messergebnissen

Ölfleckversuch zur Abschätzung von Moleküldurchmesser, Atomdurchmesser und Loschmidt - Konstante (Avogadro - Zahl)

T Aus den Messergebnissen eines sorgfältig durchdachten einfachen Experimentes lassen sich oft erstaunliche Erkenntnisse ableiten und an und für sich unzugängliche Grössen ziemlich gut abschätzen. Mit dem folgenden Experiment soll die Loschmidt'sche Zahl bestimmt werden.

F Was bedeutet diese Zahl ?

.....

E/P Zum Experiment verwendet man eine Mischung aus Ölsäure ($C_{17}H_{33}COOH$) und Hexan (C_6H_{14}) im Verhältnis von 1 : 2000 .

Gehe folgendermaßen vor:

- a) Zuerst wird destilliertes Wasser maximal 1 cm hoch in den Teller eingefüllt. Dann wird eine Schicht Bärlappsporen (oder Pfeffer) möglichst dünn und gleichmäßig auf die Wasseroberfläche gestreut.
- b) Fülle die bereitstehende 1 ml - Spritze mit aufgesetzter Spitze mit dem Gemisch aus Ölsäure und Hexan.
Drücke vorsichtig und möglichst gleichmäßig einige kleine Tropfen aus der Spritze auf ein Stück Küchenrolle.
Wenn du den Vorgang beherrschst, bringe vorsichtig einen Tropfen in der Mitte auf die mit Bärlappsporen / Pfeffer bedeckte Wasseroberfläche auf.
Der Tropfen breitet sich aus und drängt die Bärlappsporen zurück. Nach dem Verdunsten des Hexans bleibt ein etwas kleinerer Ölfleck.
[Eine mehrfache Durchführung des Versuches führt bei gleichem Tropfenvolumen immer zur gleichen Größe des Ölflekes und lässt so vermuten, dass sich die Ölteilchen bis zur Grenze ihrer Möglichkeiten ausbreiten, d.h. dass sie nur noch nebeneinander und nicht mehr übereinander liegen (monomolekulare Schicht) und die Schichtdicke damit dem Moleküldurchmesser entspricht]
- c) Bestimme als nächstes das Volumen eines Tropfens durch weiteres Herausdrücken von etwa 40 Tropfen (mitzählen !!) auf ein Stück Küchenrolle und ablesen des dabei „verbrauchten“ Volumens. Berechne anschließend :

Volumen eines Tropfens: $V_T = \dots\dots\dots [1:2000] \Rightarrow V_{\text{Öl}} = \dots\dots\dots$



- d) Inzwischen sollte das Hexan verdunstet sein und es ist der Flächeninhalt des verbleibenden Ölflecks zu ermitteln.

Flächeninhalt $A = \dots\dots\dots$ (Flächeninhalt Ellipse : $a \cdot b \cdot \pi$; Kreis: $r^2 \cdot \pi$)

Verwende für weitere Überlegungen eventuell den Mittelwert der Flächeninhalte aller Gruppen !

- e) Berechne die Dicke d der Ölschicht unter der Annahme einer Zylinderform des Ölsäureflecks ($V = d \cdot r^2 \cdot \pi$).
Nimmt man vereinfacht an, dass das Ölsäuremolekül Würfelform hat, entspricht diese Schichtdicke der Kantenlänge d_M des Moleküls .

Moleküldurchmesser bzw. Kantenlänge $d_M = \dots\dots\dots$

- f) Kleiner Exkurs zu Atomabmessungen:

Die Ölsäure $C_{17}H_{33}COOH$ hat 54 Atome im Molekül. Berechne den mittleren Atomdurchmesser d_A unter der Annahme, dass auch die Atome würfelförmig und alle gleich groß sind.

Atomdurchmesser $d_A = \dots\dots\dots$

- g) Das Volumen eines Moleküls erhält man aus der ermittelten Kantenlänge des Moleküls.

Das Volumen eines Mols V_m erhält man aus der Division Molmasse M (d. h. Summe der einzelnen relativen Atommassen) / Dichte ρ !

Die Dichte der Ölsäure beträgt $0,89 \text{ g/cm}^3$, das Atomgewicht der einzelnen Atome ist dem Periodensystem zu entnehmen !

Der Quotient Volumen eines Mols / Volumen eines Moleküls ergibt die Loschmidtsche Zahl N_L , d.h. die Anzahl der Moleküle je Mol.

Entnimm nähere Anleitungen bei Bedarf der bereitliegenden Folie !

$N_L = \dots\dots\dots$

Vergleiche das Ergebnis mit dem Tabellenwert $N_L = 6,02 \cdot 10^{23}$ Teilchen/mol



Auswertung:

Tropfenvolumen V_T

Verbrauchtes V durch Anzahl der Tropfen (ml = cm^3)

Ölsäurevolumen pro Tropfen $V_{\text{Öl}}$

Tropfenvolumen durch Verdünnung (2000)

Flächeninhalt A des Ölsäurefleckes bestimmen (Achtung Einheit)

Berechnen der Schichtdicke d_M (= „Kantenlänge“ eines Moleküls)

$$d_M = V_{\text{Öl}} / A$$

Atomdurchmesser d_A bzw. „Kantenlänge“ eines Atoms

$$(54 \text{ Atome je Molekül} \Rightarrow d_A^3 = 1/54 \cdot d_M^3)$$

$$d_A = \sqrt[3]{\frac{d_M^3}{54}}$$

Loschmidt-Zahl L

Je mol einer Substanz gilt: Molvolumen $V_m = M / \rho$ (Molmasse durch Dichte)

$$L = V_m / d_M^3 \quad (\text{Molvolumen durch Volumen eines Moleküls})$$

$$L = M / (d_M^3 \cdot \rho)$$

$$\mathbf{L = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}}$$



Fragen zu „Ölfleckversuch“ :

- 1.) Wieviele Teilchen enthält ein Mol einer Substanz ?
- 2.) Aus wievielen Atomen setzt sich ein Molekül der verwendeten Ölsäure zusammen ?
- 3.) Wozu dienen im Experiment die Bärlappsporen ?
- 4.) Aus wievielen übereinanderliegenden Molekülschichten besteht vermutlich der Ölfleck im Experiment nach vollständiger Verdunstung des Hexans ?
- 5.) Was bedeutet die Loschmid'sche Zahl ?
- 6.) Was ist ein mol ?

