

Physik * Jahrgangsstufe 9

Wir bestimmen die Größe und Masse von Molekülen bzw. Atomen

Der so genannte **Ölfleckversuch**

Idee: Eine geringe Menge Öl liefert auf Wasser einen sehr dünnen Ölfilm, dessen Dicke d wir möglichst genau ermitteln.

Wenn der dünne Ölfilm nur aus einer einzigen Lage von Molekülen besteht, dann entspricht diese Dicke d in etwa dem Durchmesser eines Ölmoleküls.

(Sind es mehr Schichten von Molekülen, dann wissen wir zumindest, dass der Moleküldurchmesser kleiner als diese Dicke d ist.)

Wir verwenden als Öl aus der Chemiesammlung Ölsäure $C_{17}H_{33}COOH$.

Versuchsdurchführung:

Da auch ein sehr kleiner Tropfen Öl schon einen riesigen Ölfleck bildet, verdünnen wir Öl mit Leichtbenzin im Verhältnis 1 : 1000. Gibt man einen Tropfen mit dem Volumen V_{Tr} dieser Mischung auf eine mit Bärlappsporen bestäubte Wasseroberfläche, so verflüchtigt sich das Leichtbenzin und es bleibt ein deutlich sichtbarer, relativ kleiner (kreisförmiger) Ölfleck zurück, dessen Flächeninhalt A wir ermitteln.

Aus dem Tropfenvolumen V_{Tr} , dem Mischungsverhältnis und der Fläche A bestimmen wir die Dicke d .

- 1) Überlege, wie man ohne großen Materialverbrauch einige cm^3 der Mischung Öl und Leichtbenzin im Mischungsverhältnis 1 : 1000 herstellen kann.
- 2) Mit einer feinen Pipette kann man sehr kleine Tropfen dieser Mischung erzeugen. Überlege, wie man das Volumen eines Tropfens dieser Lösung möglichst genau ermittelt.
- 3) Überlege, wie man mit den ermittelten Werten für V_{Tr} und der Ölfleckfläche A die Dicke d des Ölflecks berechnen kann.
Welchen Durchmesser hat ein Ölsäuremolekül als etwa?
- 4) Welches Volumen hat ein Ölmolekül?
Nimm das Ölmolekül für die Rechnung zunächst würfelförmig an.
- 5) Welches durchschnittliche Volumen hat damit ein Atom?
Wie groß ist in etwa der Durchmesser bzw. Radius eines durchschnittlichen Atoms?
- 6) Welche Masse hat ein Ölmolekül, wenn die Dichte von Ölsäure $0,90\text{ g/cm}^3$ beträgt?
- 7) Wie groß ist die Anzahl der Ölmoleküle in einem Liter Ölsäure?
- 8) Die Dichte von Ölsäure beträgt $0,90\text{ g/cm}^3$.
Welcher Wert ergibt sich aus dem Versuch für die Avogadrokonstante?

Messungen und Auswertung:

| | | |
|--|------------------------|-----------|
| 1 cm^3 der Mischung liefert N Tropfen | N_T | = |
| 1 Tropfen enthält das Ölvolumen $V_{\text{Ö}}$ | $V_{\text{Ö}}$ | = |
| Radius r des kreisförmigen Flecks | r | = |
| Fläche A des Flecks | A | = |
| Dicke d des Ölflecks | d | = |
| Volumen eines Ölmoleküls | $V_{\text{Ölmolekül}}$ | \approx |
| Durchschnittliches Volumen eines Atoms | V_{Atom} | \approx |
| Durchschnittlicher Atomradius | r_{Atom} | \approx |
| Masse eines Ölmoleküls | $m_{\text{Ölmolekül}}$ | \approx |
| Anzahl der Ölmoleküle in einem Liter Ölsäure | N | \approx |
| Avogadrokonstante aus dem Versuch | N_A | \approx |

Physik * Jahrgangsstufe 9

Wir bestimmen die Größe und Masse von Molekülen bzw. Atomen

Auswertung einer Messung mit $N_T = 60$ und $r = 10\text{cm}$:

| | |
|--|--|
| 1 cm ³ der Mischung liefert N Tropfen | $N_T = 60$ |
| 1 Tropfen enthält das Ölvolumen $V_{\ddot{o}}$ | $V_{\ddot{o}} = \frac{1\text{cm}^3}{60 \cdot 1000} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{cm}^3$ |
| Radius r des kreisförmigen Flecks | $r = 10\text{cm}$ |
| Fläche A des Flecks | $A = r^2 \cdot \pi = 314\text{cm}^2$ |
| Dicke d des Ölflecks | $d = \frac{V_{\ddot{o}}}{A} = 5,4 \cdot 10^{-8} \text{cm}$ |
| Volumen eines (würfelförmigen) Ölmoleküls | $V_{\text{Ölmolekül}} \approx d^3 = 1,6 \cdot 10^{-22} \text{cm}^3$ |
| Durchschnittliches Volumen eines Atoms | $V_{\text{Atom}} \approx \frac{V_{\text{Ölmolekül}}}{54} = 3,0 \cdot 10^{-24} \text{cm}^3$ |
| Durchschnittlicher Atomradius | $r_{\text{Atom}} \approx \frac{1}{2} \cdot \sqrt[3]{V_{\text{Atom}}} = 7 \cdot 10^{-9} \text{cm}$ |
| Masse eines Ölmoleküls | $m_{\text{Ölmolekül}} \approx \rho_{\text{Öl}} \cdot V_{\text{Ölmolekül}} = 1,4 \cdot 10^{-22} \text{g}$ |
| Anzahl der Ölmoleküle in einem Liter Ölsäure | $N \approx 6,4 \cdot 10^{24}$ denn $1\text{Liter} \hat{=} 900\text{g} \hat{=} \frac{900\text{g}}{1,4 \cdot 10^{-22}\text{g}} = 6,4 \cdot 10^{24}$ |
| Avogadrokonstante N_A aus dem Versuch | $N_A = \frac{282\text{g}}{900\text{g}} \cdot 6,4 \cdot 10^{24} = 2,0 \cdot 10^{24}$, denn $1\text{ mol} \hat{=} (18 \cdot 12\text{g} + 34 \cdot 1\text{g} + 2 \cdot 16\text{g}) = 282\text{g}$ |