

## Physik \* Jahrgangsstufe 9 \* Ölfleckversuch zur Bestimmung der Größe von Atomen

### 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  $d$ .

**Angaben:** Die Dichte von Ölsäure beträgt  $0,90 \text{ g/cm}^3$

### Messungen

$1 \text{ cm}^3$ der Mischung liefert $N_T$ Tropfen	$N_T = 60$
Radius $r$ des kreisförmigen Öl-Flecks	$r = 10 \text{ cm}$



### Auswertung:

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 (würfelförmigen) Ölmoleküls	$V_{\text{Ölmolekül}} \approx$
Durchschnittliches Volumen eines Atoms	$V_{\text{Atom}} \approx$
Durchschnittlicher Atomradius	$r_{\text{Atom}} \approx$
Masse eines Ölmoleküls	$m_{\text{Ölmolekül}} \approx$
Anzahl der Ölmoleküle in einem Liter Ölsäure	$N \approx$

# Physik \* Jahrgangsstufe 9 \* Ölfleckversuch zur Bestimmung der Größe von Atomen

## Auswertung des Versuchs:

1 cm <sup>3</sup> der Mischung liefert N <sub>T</sub> Tropfen	N <sub>T</sub>	=	60
1 Tropfen enthält das Ölvolumen V <sub>Ö</sub>	V <sub>Ö</sub>	=	$\frac{1\text{cm}^3}{60 \cdot 1000} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^3$
Radius r des kreisförmigen Öl-Flecks	r	=	10cm
Fläche A des Flecks	A	=	$r^2 \cdot \pi = 314\text{cm}^2$
Dicke d des Ölflecks	d	=	$\frac{V_{\text{Öl}}}{A} = 5,4 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
Volumen eines (würfelförmig angenommenen) Ölmoleküls	V <sub>Ölmolekül</sub>	≈	$d^3 = 1,6 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3$
C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH enthält 54 Atome			
Durchschnittliches Volumen eines Atoms	V <sub>Atom</sub>	≈	$\frac{V_{\text{Ölmolekül}}}{54} = 3,0 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3$
Durchschnittlicher Atomradius	r <sub>Atom</sub>	≈	$0,7 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
Masse eines Ölmoleküls	m <sub>Ölmolekül</sub>	≈	$1,4 \cdot 10^{-22} \text{ g}$
Anzahl der Ölmoleküle in einem Liter Ölsäure	N	≈	$6,4 \cdot 10^{24}$

## Nebenrechnungen:

$$\frac{V_{\text{Öl}}}{A} = \frac{1,7 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^3}{314 \text{ cm}^2} = 5,4 \cdot 10^{-8} \text{ cm} = 5,4 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$d^3 = (5,4 \cdot 10^{-10} \text{ m})^3 = 1,6 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Atom}} = \frac{V_{\text{Ölmolekül}}}{54} = \frac{1,6 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3}{54} = 3,0 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3$$

$$\text{Aus } (2 \cdot r_{\text{Atom}})^3 \approx V_{\text{Atom}} \Rightarrow 2 \cdot r_{\text{Atom}} = \sqrt[3]{V_{\text{Atom}}} = \sqrt[3]{3,0 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3} = 1,4 \cdot 10^{-10} \text{ m} \Rightarrow$$
$$r_{\text{Atom}} \approx 0,7 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$m_{\text{Ölmolekül}} = \rho_{\text{Öl}} \cdot V_{\text{Ölmolekül}} \approx \frac{0,90 \text{ g}}{\text{cm}^3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3 = \frac{0,90 \text{ g}}{\text{cm}^3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-22} \text{ cm}^3 = 1,4 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

$$1 \text{ Liter Ölsäure} \hat{=} 900 \text{ g} \hat{=} \frac{900 \text{ g}}{1,4 \cdot 10^{-22} \text{ g}} = 6,4 \cdot 10^{24}$$

