

FACHDIDAKTIK PHYSIK	EXPERIMENTELLES SEMINAR FÜR LA GYM2	SS 2007
THEMA: ÖLFLECKVERSUCH - ATOMDURCHMESSER		DATUM DES VERSUCHSTAGS: 2007-07-10
		NAME: SCHIENLE JOCHEN, MANNICHL MICHAEL

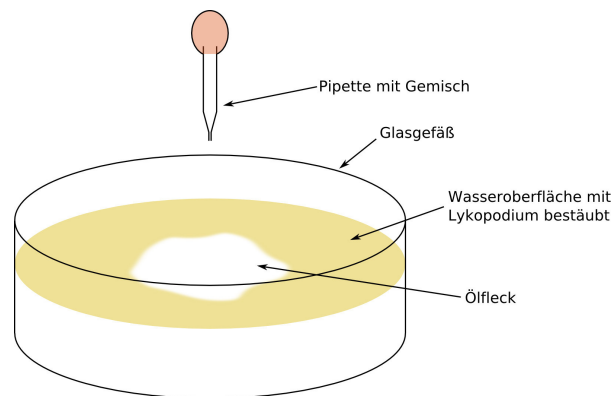
Didaktische/methodische Funktion, Ziele des Versuchs:

Mit dem Ölfleckversuch kann mit sehr einfachen Mitteln (bspw. im Schülerversuch) die Größenordnung des Atomdurchmessers bestimmt werden. Der nötige experimentelle Aufwand hält sich sehr in Grenzen, der mathematische auch. Dennoch kann an diesem Versuch viel gelernt werden, eben beispielsweise, wie eine nicht direkt messbare Größe durch geschickt konstruierte Messung zugänglicher Größen erschlossen werden kann.

Materialien:

- Aceton-Ölsäure-Gemisch 2000:1
- Bärlappsporen (auch bekannt als Lycopodiumsporen)
- Wasserwanne oder große Schale
- Feine Pipette
- Messröhrchen mit ml-Skala
- Schieblehre oder Lineal

Aufbau:



Durchführung:

Man bestimmt als erstes das Volumen eines typischen Pipettentropfens (mit dem Messröhrchen bspw. das Volumen von 50 Tropfen abmessen und durchteilen). Mit der Pipette wird dann ein einziger Tropfen des Aceton-Ölsäure-Gemisches auf die Wasseroberfläche getropft. Das Gemisch vertreibt die Bärlappsporen, so dass man den entstehenden Fleck sehen kann. Während das Aceton verdunstet, schrumpft dieser aus seiner ursprünglichen Größe erheblich zusammen zu einem annähernd kreisförmigen Fleck aus reiner Ölsäure. Dieser Fleck wird mit der Schieblehre (oder dem Lineal) vermessen.

Tipps und Tricks:

- Statt Aceton kann das Gemisch auch Leichtbenzin enthalten.
- Die von uns verwendete Ölsäure hat die chemische Formel $C_{17}H_{33}COOH$.
- Je ruhiger die Wasseroberfläche, desto kreisförmiger wird der entstehende Fleck, also nicht am Tisch wackeln oder „Wind machen“.
- Das Tröpfchen aus der Pipette möglichst nah über der Wasseroberfläche fallen lassen, damit sich so wenig Turbulenzen bilden, wie möglich.
- Um den Fleck möglichst genau vermessen zu können, ist es sinnvoll, das Gefäß fast bis zum Rand mit Wasser zu befüllen, esseidenn es ist eine so große Wanne, dass man mit der Schieblehre gut hinein kommt.

Beobachtung:

Das in dem Tropfen befindliche Aceton verdunstet nach dem Auftropfen auf die Wasseroberfläche sehr schnell. Was zurückbleibt ist ein hauchdünner Ölteppich, den man nicht direkt sieht, sondern nur daran erkennt, dass an dieser Stelle keine Bärlappsporen mehr sind.

Ergebnisdarstellung:

Im Folgenden stehen in Klammern exemplarische Ergebnisse aus unserer

Versuchsdurchführung. Dabei sind unsere Messwerte $V_{\text{Tropfen}} \approx 2,78 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3$ und $r \approx 3 \text{ cm}$

Aus dem zuallererst berechneten Volumen des Tropfens berechnet man das Volumen der darin enthaltenen Ölsäure: $V_{\text{Ölsäure}} = V_{\text{Tropfen}} / 2000 (\approx 1,4 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3)$

Unter der Annahme, dass der Ölfleck auf der Wasseroberfläche kreisförmig mit Radius r ist, berechnet man die Höhe dieses „Zylinders aus Ölsäure“: $h = \frac{V_{\text{Ölsäure}}}{r^2 \pi} (\approx 5,0 \cdot 10^{-9} \text{ m})$

Diese Höhe ist zugleich der Durchmesser eines Ölsäuremoleküls (der Ölfleck ist so dünn, wie er überhaupt sein kann, nämlich nur eine Moleküllage dick). Unter der Annahme, dass die Moleküle würfelförmig sind, wird nun das Volumen eines Moleküls berechnet:

$$V_{\text{Molekül}} = h^3 (\approx 1,3 \cdot 10^{-25} \text{ m}^3)$$

Ein Ölsäuremolekül besteht aus 54 Atomen (chem. Formel s.o.), folglich ist das Volumen eines Atoms annähernd $V_{\text{Atom}} = V_{\text{Molekül}} / 54 (\approx 2,4 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3)$

Unter der Annahme, dass auch einzelne Atome würfelförmig sind, berechnet sich nun der Atomdurchmesser zu $d_{\text{Atom}} = \sqrt[3]{V_{\text{Atom}}} (\approx 1,3 \cdot 10^{-9} \text{ m})$

Wenn man möchte, kann man diese Rechnungen auch in eine Formel zusammenführen:

$$d_{\text{Atom}} = \sqrt[3]{7,466 \cdot 10^{-14} \left(\frac{V_{\text{Tropfen}}}{r} \right)^3}$$
 In dieser Formel stecken folgende Konstanten dieses

konkreten Versuchsaufbaus: Atomanzahl im Ölsäuremolekül (54), Mischverhältnis (1:2000). Bei Bedarf sind diese Zahlen natürlich dem Versuchsaufbau entsprechend abzuändern.

Erklärung:

Die der Rechnung zugrundeliegenden Annahmen sind zwar z.T. recht gewagt („Kreisförmiger Fleck“, „Würfelförmige Moleküle und Atome“), man erhält dennoch zumindest die ungefähre Größenordnung des Atomdurchmessers mit einem völlig bequem durchführbaren „makroskopischen“ Versuch. Das ist durchaus bemerkenswert. Vor diesem Experiment könnte man ja für den Atomdurchmesser auch 10^{-30} m oder 10^{-6} m vermuten... Der „Literaturwert“ für den Atomradius ist übrigens $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$.

Hintergrundinformation:

- Es handelt sich bei der Ölschicht auf dem Wasser tatsächlich ziemlich genau um nur eine Moleküllage. Diese Annahme ist nicht zu grob.
- Die Annahme würfelförmiger Moleküle ist schon eher gewagt. Die Ölsäuremoleküle sehen tatsächlich eher aus wie Stäbchen mit Knick.
- Die verwendeten Bärlappsporen zeichnen sich (u.a.) dadurch aus, dass sie stark flüssigkeitsabweisend sind, also auf der Wasseroberfläche liegen bleiben, und vom Öl verdrängt werden. Sie sind gesundheitlich unbedenklich, lediglich das Einatmen größerer Mengen sollte vermieden werden.



Bärlapp