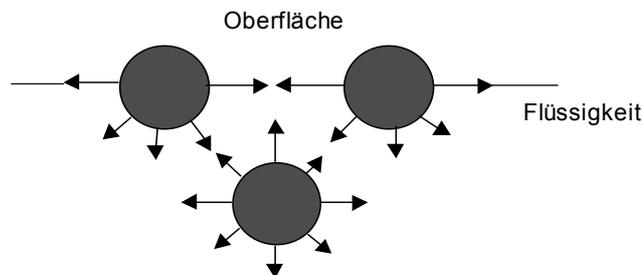


Physik Praktikum „Oberflächenspannung“

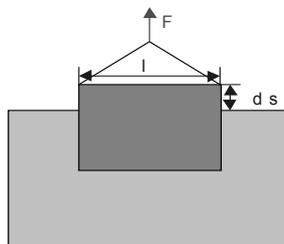
Vorbereitung:

1. Wie erklärt man das Vorhandensein von Oberflächenspannung. Wie ist die Oberflächenspannung als physikalische Größe definiert? Wie kann man sie messen?

Antwort:

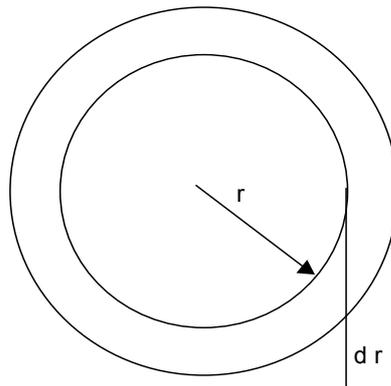


- Oberflächenspannung ist die Folge von Kohäsion
Kohäsion: Zusammenhang zwischen den Molekülen eines Körpers hervorgerufen, durch gegenseitige Anziehung
- während sich bei einem Molekül in der Flüssigkeit die nach allen Seiten gleich großen Kohäsionskräfte aufheben, bleibt bei Molekülen in der Nähe der Oberfläche eine nach innen gerichtete Restkraft bestehen
- es muss also Arbeit verrichtet werden, soll ein Molekül gegen diese Resultierende an die Oberfläche gebracht werden
- Oberflächenmoleküle besitzen daher potenzielle Energie, welche man Oberflächenenergie nennt
- beim Fehlen äußerer Kräfte hat die Oberflächenenergie ein Minimum
- freie Flüssigkeitsoberflächen nehmen Kugelform an (Minimalfläche)
- Oberflächenspannung ist das Verhältnis der zur Vergrößerung der Oberfläche nötigen Arbeit zur Oberflächenänderung
$$\sigma = \Delta W / \Delta A$$
- Einheiten der Oberflächenspannung: J/m^2 ; N/m ; kg/s^2
- zur Messung wird die Bügelmethode verwendet



- mit Hilfe eines Drahtes wird eine Flüssigkeitslamelle gebildet und damit die Oberfläche vergrößert
 σ = Oberflächenspannung
F = Kraft die zur Dehnung der Oberfläche erforderlich ist
L = Länge der Randlinie
- dann gilt mit Arbeit = Kraft x Weg $\Delta W = F \times \Delta s$
- für die Änderung der beiden Oberflächen an der Vorder- und Rückseite der Lamelle $\Delta A = 2 \Delta s l$
- somit die Oberflächenspannung $\sigma = \frac{F \Delta s}{2 \Delta s l}$ oder $\frac{F}{2l}$

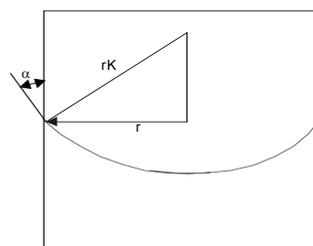
2. Berechnen Sie den Überdruck, der Infolge der Oberflächenspannung im Inneren einer kugelförmigen Seifenblase herrscht!



- über $\sigma = F / 2l$
 → p = Druck in Flüssigkeit oder Gasblase
 → σ Oberflächenspannung der Flüssigkeit
 → r = Radius der Kugel
 →→ dann gilt, wenn r um Δr und damit A um ΔA vergrößert werden soll, dass die aufzuwendende Arbeit gleich der Vergrößerung der Oberflächenenergie sein muss
 $\Delta W = \sigma \Delta A = \sigma (4\pi (r + \Delta r)^2 - 4\pi r^2)$ und wegen $\Delta r^2 \ll 2r\Delta r$
 $\Delta W = \sigma 8\pi r \Delta r$
 → andererseits ist die aufzuwendende Arbeit $\Delta W = F \Delta r = p \Delta V = p \Delta A r = p 4r^2 \pi \Delta r$
 nach gleichsetzen folgt
 →→ $p = 2\sigma / r$
 !! Da $p \sim 1/r$, ist der Druck umso größer, je kleiner der Kugelradius.

3. Was versteht man unter Grenzflächenspannung? In welchen Zusammenhängen spielt sie eine Rolle?
4. Erläutern Sie, wie die verschiedenen möglichen Formen der Menisken von Flüssigkeiten in Kapillaren zustande kommen! Wie erklärt man das Hochziehen bzw Herunterdrücken der Flüssigkeiten in Kapillaren?

- unter Kapillarität versteht man die Erscheinung, dass in einer engen Röhre (Kapillare) eine Flüssigkeit höher und tiefer steht, als es nach dem Gesetz der verbundenen Gefäße sein dürfte
 → zwischen den Molekülen der Gefäßwand und den Oberflächenmolekülen wirken Adhäsionskräfte
 → Adhäsion: Zusammenhang zwischen den Molekülen zweier Körper, hervorgerufen durch gegenseitige Anziehung
 → diese verursachen in Zusammenhang mit den Kohäsionskräften den Randwinkel α zwischen Gefäßwand und Flüssigkeitsoberfläche
 → die Resultierende steht immer senkrecht auf der Oberfläche
 → wenn $\alpha < 90^\circ$ benetzende Flüssigkeit
 → wenn $\alpha > 90^\circ$ nicht benetzende Flüssigkeit



$$h = \frac{2 \times \sigma \times \cos \alpha}{\rho \times g \times r}$$

$$\cos \alpha = r / r_K$$

h = Kapillare Steighöhe
 ρ = Dichte der Flüssigkeit
r = Radius des Röhrchens
 r_K = Radius der kugelförmigen Flüssigkeitsoberfläche

5. Warum sammeln sich an der Oberfläche eines Flüssigkeitsgemisches bevorzugt die Moleküle derjenigen Flüssigkeit an, die die kleinste Oberflächenspannung besitzt?

→ bei den unteren Flüssigkeiten ist die potenzielle Energie größer, heben sich auf

Frage 1: Was sind die Effekte der Oberflächenspannung? Beschreiben Sie die Wirkungskugeln von Molekülen!

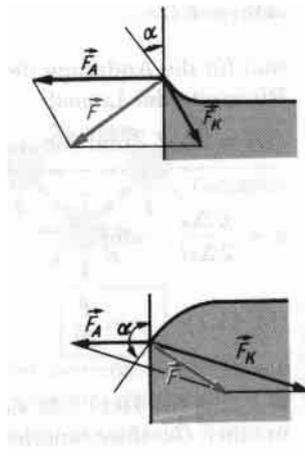
→ Kohäsion und Adhäsion

Frage 2: Bei den im Experiment zu untersuchenden Stoffen treten Kohäsionskräfte auf. Beschreiben Sie diese in kurzen Stichpunkten und erklären Sie anhand dieser Kräfte die nach unten gerichtete Wölbung einer Wasseroberfläche in einem Glasbehälter!

→ Anziehungskräfte zwischen den Molekülen eines Stoffes

→ werden im Inneren gegeneinander aufgehoben, nur an Oberfläche nicht, so bleibt eine nach Innen gerichtete Kraft übrig

→ Wölbung kommt dann zustande, wenn $\alpha < 90^\circ$ ist, d.h. die Kohäsionskräfte stark noch unten wirken, die Resultierende aus Kohäsionskraft und Adhäsionskraft nach Außen zeigt



Frage 3: Notieren Sie die Formel für die Oberflächenspannung verbal und als Formel und geben Sie ihre Dimensionen an!

Verhältnis aus der zur Vergrößerung der Oberfläche nötigen Arbeit zur Oberflächenänderung
 $\Sigma = \Delta W / \Delta A$

Frage 4: Welcher grundlegende Erhaltungssatz der Physik wird als Gleichgewichtsbedingung bei der Ableitung der Formeln zur Bestimmung der Oberflächenspannung in allen drei Experimentanordnungen benutzt?

Frage 5: Eine Flüssigkeit, auf die keine äußere Kraft wirkt, bildet eine minimale Oberfläche. Wie verhält sich dabei die Oberflächenenergie?

→ Oberflächenenergie ein Minimum

Frage 6: Geben Sie für die Größe Z den absoluten und relativen Fehler an!

$$Z = \frac{a + b}{c^2}$$