

Energie des elektrischen Feldes

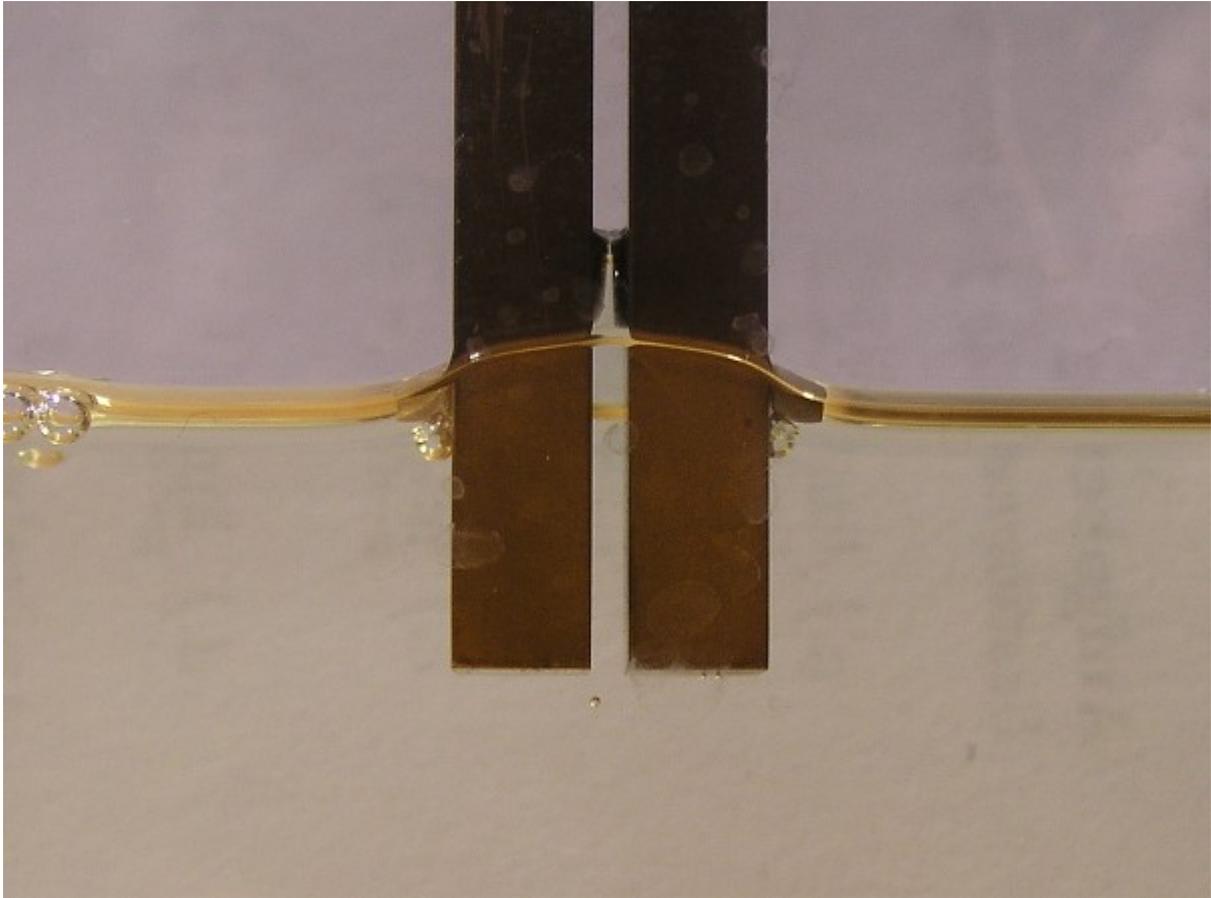


Abb. 1: Eine nicht leitende Flüssigkeit zwischen 2 geladenen Elektroden.

Geräteliste:

Hochspannungsnetzteil, Küvette mit Salatöl, Kondensatoranordnung für die Küvette

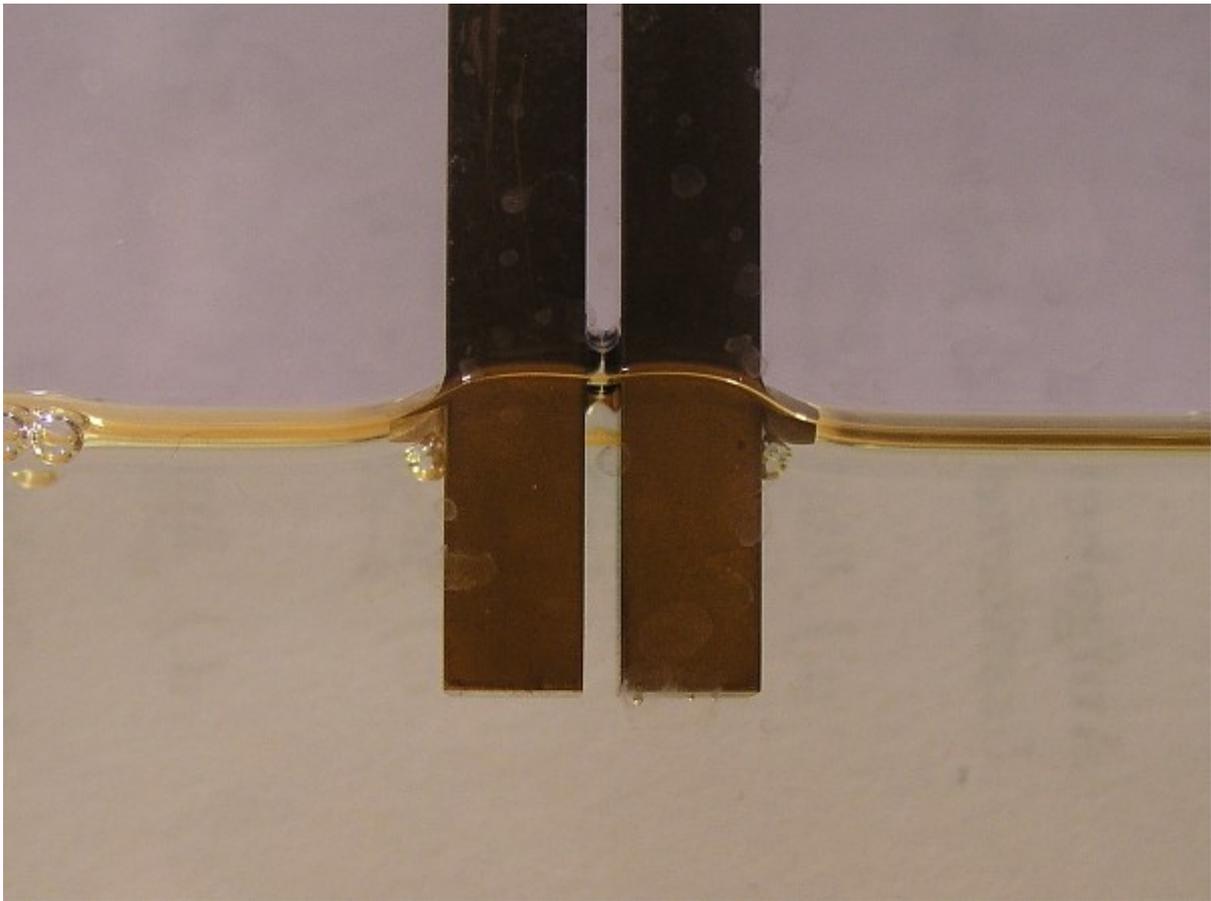


Abb. 2: Ölstand ohne angelegte Spannung

Versuchsbeschreibung:

Zwischen 2 Elektroden, die in handelsübliches Salatöl eingetaucht sind, wird das elektrische Feld langsam vergrößert. Die Flüssigkeit hebt sich, wird gegen die Schwerkraft in das Feld gezogen.

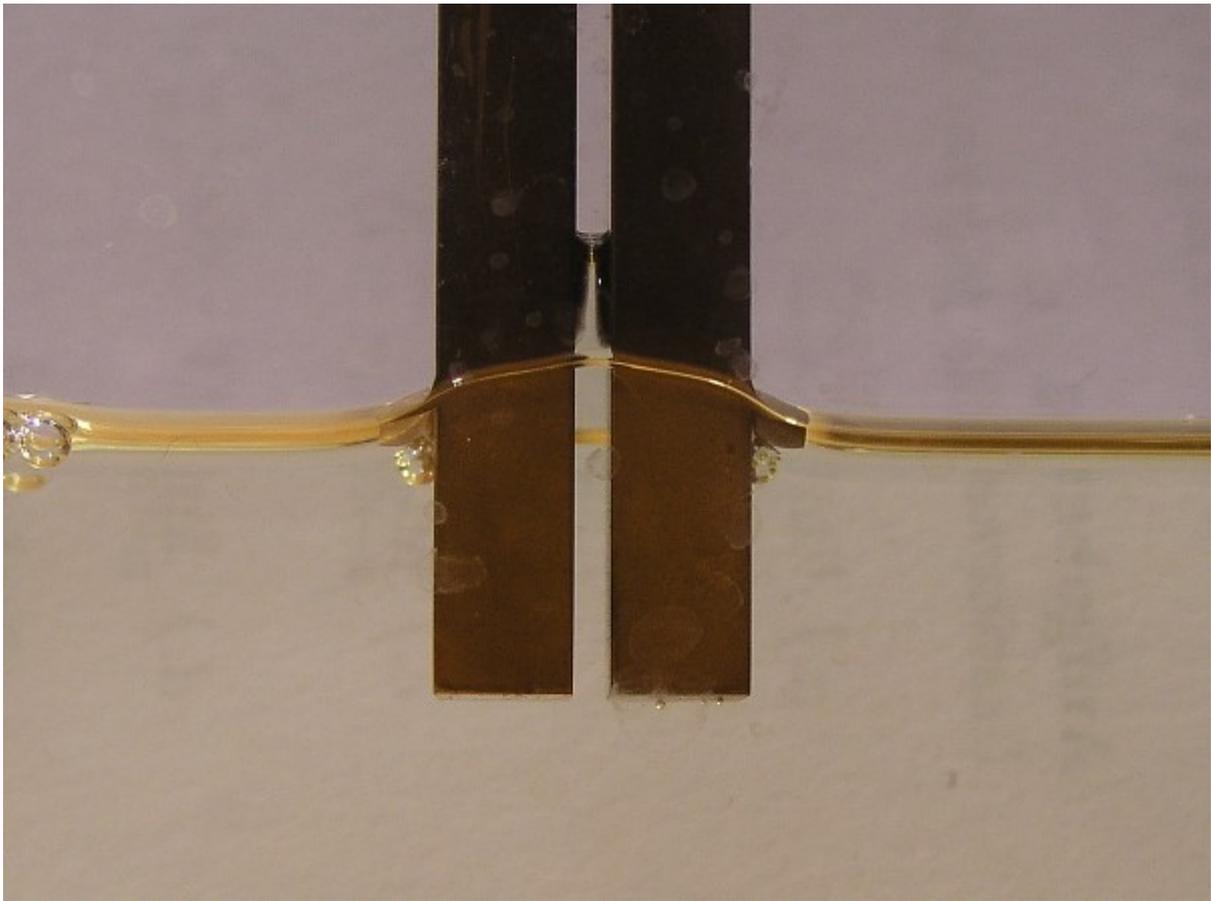


Abb. 3: Ölstand mit angelegter Spannung

Bemerkungen:

Die Energiedichte w_{el} im elektrischen Feld E ist mit der Permittivität des Vakuums ϵ_0 und der relativen (materialgebundenen) Permittivität ϵ_r gegeben durch

$$w_{el} = \epsilon_r \frac{\epsilon_0}{2} E^2 .$$

Wird die Energiedichte des Vakuums $w_{el}^{vac} = 1/2 \cdot \epsilon_0 E^2$ abgezogen, schreibt sich der Beitrag des Dielektrikums zur Energiedichte als

$$w_{el}^{diel} = \frac{1}{2} \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E^2 .$$

Geraten Flüssigkeitsmoleküle in das Feld des Kondensators, werden diese polarisiert und in das Feld hineingezogen. Die Energie zum Anheben gegen die Schwerkraft wird dabei dem elektrischen Feld entnommen. Die Arbeit zur Erhöhung der Feldenergiedichte im Dielektrikum beträgt

$$dw = \frac{1}{2} \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E^2 dV$$

diese muss gleich der mechanischen Hubarbeit

$$w_{mech} = \rho_{Fl} \cdot g \cdot h \cdot dV$$

zum Hereinziehen der Flüssigkeit sein. Mit $dV = d \cdot b \cdot dh$ ergibt sich die Steighöhe h zu

$$h = \frac{\varepsilon_0 (\varepsilon_r - 1)}{2 \rho_{Fl} \cdot g} E^2 .$$

Der Versuch kann auch mit Ethanol durchgeführt werden, die Steighöhe ist dann allerdings viel geringer, da die Leitfähigkeit zu groß ist.