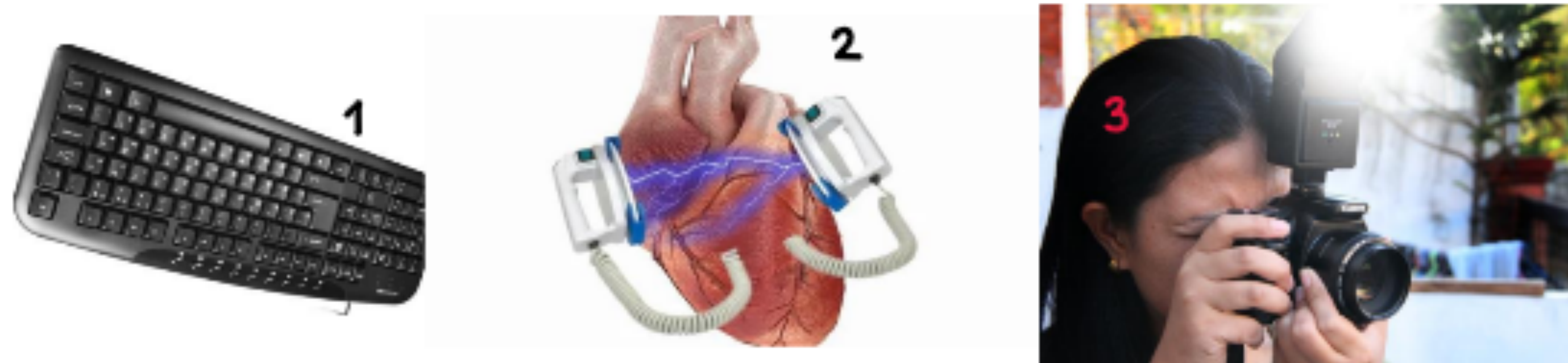


1. При чем здесь конденсаторы?



① В некоторых клавиатурах **регистрация нажатия клавиши** происходит из-за изменения ёмкости конденсатора под каждой клавишей $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$, тогда при нажатии на клавишу ёмкость возрастает, а это можно детектировать.

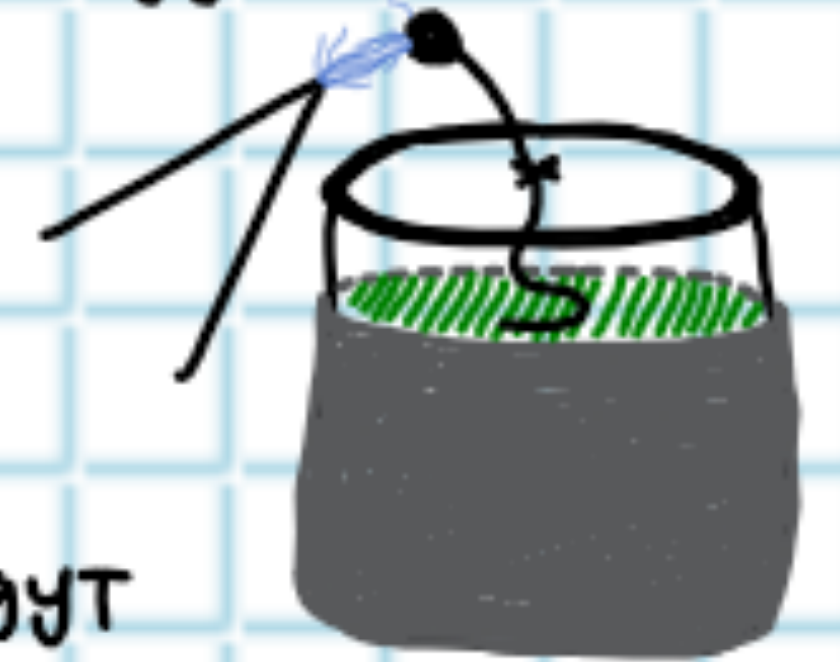


② При нарушении сердечного ритма применяется **дефибриллятор**, устройство, в основе которого лежит обычный конденсатор, несущий достаточно большой заряд. После генерации высоковольтного импульса возможно искусственно сократить сердце, чтобы восстановить прокачку крови.

③ В фотоаппарате **вспышка** работает на конденсаторе, а точнее — на его разрядке в инертном газе. Обводка трансформатора ионизирует газ, т.е. делает его проводящим, и общий конденсатор разряжается.

2. Соберите лейденскую банку (если есть возможность) и загрузите видео / Докажите, что поведение молекулы в электрическом поле эквивалентно диполю.

1) **Лейденская банка** представляет собой резервуар (цилиндрический конденсатор) для временного сохранения заряда. Конструкция упрощённой модели требует пластиковую или стеклянную банку, внешняя поверхность которой экранирована листом фольги без пробоев. Внутрь банки можно залить ионизированную воду. Тогда можно собрать статич. заряд и пытаться пробивать воздух.



2) Ещё из школьного курса химии некоторые помнят **процесс поляризации молекул**, возникновения некоторой асимметрии электронной плотности, т.е. любые ковалентные химические связи в пределах молекулы под действием электрического поля можно рассматривать как систему распределения зарядов (тогда в молекуле будут характерные области сгущения δ^+ и δ^-), т.е. очевидна модель диэлектрика

$$\vec{p} = q\vec{d} = q(\vec{R} - \vec{r}) = q \left(\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i \vec{R}_i}{q} - \sum_{j=1}^m \frac{\delta_j \vec{r}_j}{q} \right) \Rightarrow \text{дипольный момент } \vec{p} = \sum_{i,j} \delta_{ij} \vec{r}_{ij}$$

При этом неполярные молекулы под действием внешнего электр. поля приобретают дипол. момент ввиду перераспределения зарядов.



(III) The quantity of liquid (such as cryogenic liquid nitrogen) available in its storage tank is often monitored by a capacitive level sensor. This sensor is a vertically aligned cylindrical capacitor with outer and inner conductor radii R_a and R_b , whose length ℓ spans the height of the tank. When a nonconducting liquid fills the tank to a height h ($\leq \ell$) from the tank's bottom, the dielectric in the lower and upper region between the cylindrical conductors is the liquid (K_{liq}) and its vapor (K_v), respectively (Fig. 24-33). (a) Determine a formula for the fraction F of the tank filled by liquid in terms of the level-sensor capacitance C . [Hint: Consider the sensor as a combination of two capacitors.] (b) By connecting a capacitance-measuring instrument to the level sensor, F can be monitored. Assume the sensor dimensions are $\ell = 2.0$ m, $R_a = 5.0$ mm, and $R_b = 4.5$ mm. For liquid nitrogen ($K_{liq} = 1.4$, $K_v = 1.0$), what values of C (in pF) will correspond to the tank being completely full and completely empty?

Заметим, что для цилиндрических конденсаторов можно вывести формулу для поиска ёмкости:

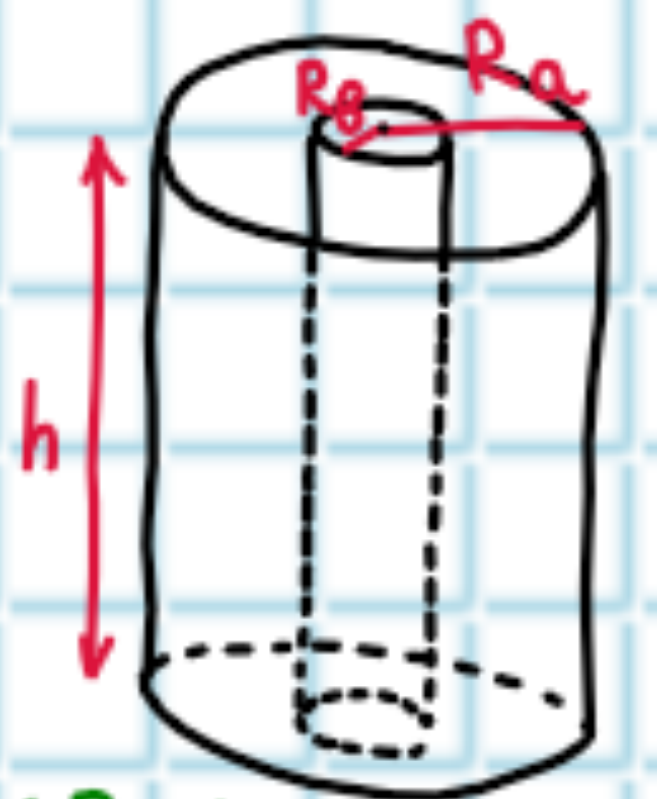
по закону Гаусса - Остроградского: $\oint \vec{E} d\vec{S} = \frac{\sum q}{\epsilon \epsilon_0}$

а ёмкость конденсатора $C = \frac{q}{U}$

$$E(r) = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon \epsilon_0} \cdot \frac{1}{r}, \text{ т.е. } \Delta \varphi = \int_{R_b}^{R_a} E(r) dr$$

$$\Delta \varphi = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon \epsilon_0} \ln\left(\frac{R_a}{R_b}\right)$$

$$\text{и тогда } C = \frac{\lambda h}{\frac{\lambda}{2\pi \epsilon \epsilon_0} \ln\left(\frac{R_a}{R_b}\right)} \Rightarrow C = \frac{2\pi \epsilon \epsilon_0 h}{\ln\left(\frac{R_a}{R_b}\right)}$$



(a) Понятно, что такая система эквивалентна т.е. общая ёмкость: $C_0 = C_{air} + C_{liq}$

$$C_0 = \frac{2\pi \epsilon_0 (h - x_{liq})}{\ln\left(\frac{R_a}{R_b}\right)} + \frac{2\pi \epsilon_0 x_{liq}}{\ln\left(\frac{R_a}{R_b}\right)}$$

(b) для конфигурации $x_{liq} = 0$: $C_0 = \frac{2\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 2}{\ln\left(\frac{10}{9}\right)} = 1,0(5) \text{ нФ}$
 для конфигурации $x_{liq} = h$: $C_0 = \frac{2\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1,4 \cdot 2}{\ln\left(\frac{10}{9}\right)} = 1,4(7) \text{ нФ}$

