

7) Spočítejte intenzitu elektrického pole uvně i uvně homogenně nabitě vodivé koule pomocí Gaussova zákona.

Gaussov zákon elektrostatiky v integrálním tvaru

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon}$$

(obecně pro prostředí s permitivitou $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$)

U nabitě vodivé koule se celý náboj rozloží na povrchu s rovnoměrnou hustotou elektrického náboje σ . Uvně vodivé koule je nulová objemová hustota náboje. Koule je umístěna ve vakuu, tedy prostředí s permitivitou ϵ_0 .

Q_k .. celkový náboj nabitě koule

R ... poloměr nabitě koule

ϵ .. permitivita materiálu nabitě vodivé koule

$V = \frac{4}{3} \pi R^3$.. objem nabitě koule

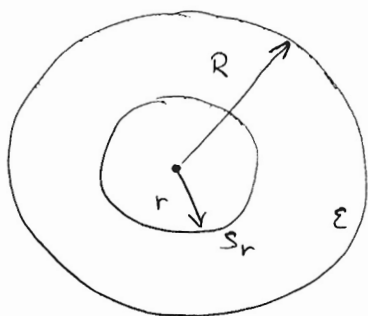
$S = 4\pi R^2$... povrch nabitě koule

$\sigma = \frac{Q_k}{4\pi R^2}$.. plošná hustota náboje na povrchu nabitě koule

Gaussov objem zvolíme ve tvaru koule

$$\int_{\text{Gaussova koule}} \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q(r)}{\epsilon}$$

(A) intenzita elektrického pole uvnitř vodivé koule



Gaussova kulová plocha má $r < R$, tedy dostáváme

$$\int_{S_r} \vec{E}(r) \cdot d\vec{S} = \frac{Q(r)}{\epsilon}$$

Uvnitř koule není náboj, je pouze na povrchu, tedy

$$Q(r) = 0 \quad \text{pro } r < R,$$

z čehož vyplývá

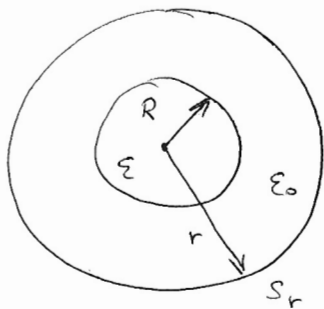
$$\int_{S_r} \vec{E}(r) \cdot d\vec{S} = 0$$

neboli

$$\boxed{E(r) = 0 \quad \text{pro } r < R}$$

... což je intenzita el. pole uvnitř nabité vodivé koule.

B) intenzita elektrického pole vně vodivé koule



Gaussova kulová plocha má $r > R$, tedy dostáváme

$$\int_{S_r} \vec{E}(r) \cdot d\vec{S} = \frac{Q_k}{\epsilon_0}$$

$$E(r) \cdot \cancel{4\pi} r^2 = \cancel{4\pi} R^2 \sigma \cdot \frac{1}{\epsilon_0}$$

$$E(r) = \sigma \cdot \frac{R^2}{r^2} \cdot \frac{1}{\epsilon_0} \quad \text{pro } r > R$$

nebo též vyjádření pomocí Q_k

$$E(r) = \cancel{\sigma} \cdot \frac{R^2}{r^2} \cdot \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \frac{Q_k}{4\pi R^2 \cdot \cancel{\sigma}}$$

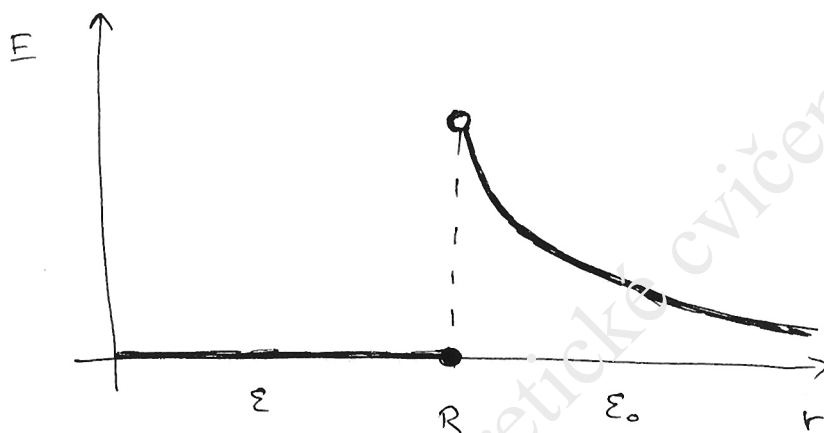
$$E(r) = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{Q_k}{r^2} \quad \text{pro } r > R$$

což jsou dvě vyjádření intenzity elektrického pole vně homogenně nabitě vodivé koule.

Ze vztahu vyjádřeného pomocí Q_k je vidět, že vně koule se elektrické pole homogenně nabitě vodivé koule chová

Jako elektrické pole bodového náboje Q_k .

Intenzita elektrického pole vně i uvnitř homogenní
nabitě vodivé koule lze znázornit do grafu



Na poměru nabitě vodivé koule je nulová intenzita
elektrického pole, bude vysvětleno v příkladu č. 8.