

Elektrostatika

- opar. vlastnosti materiálu vyznačují elektr. vlastnosti
 - polovodičové prvky - mezi náboji

El. náboj označ. $Q \dots +, -$

elektroskop (elektrometr)

vodiče - umožňují pohyb náboje

izolanty - nemožný -||-

(pozn. - polovodiče se mohou - podle okolností - chovat jako vodiče, nebo jako izolanty)

jednotka el. náboje coulomb („kulom“) ozn. C

$$1\text{C} = \frac{1\text{A}}{1\text{s}} \quad \dots \text{def}$$

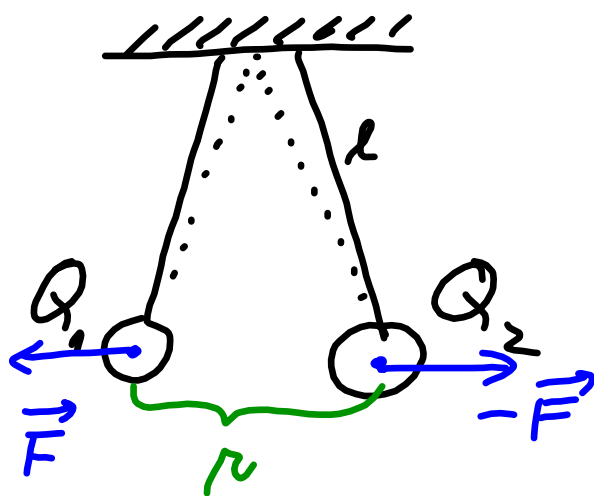
Náboj se dá dělit

nejmenší možný náboj - elementární náboj

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{C} \quad (\text{náboj elektronu } -e)$$

(v izolované soust.) platí zákon zachování
elektrického náboje

Coulombov zákon



$$(Q_1 = Q_2 = 7,8 \text{ nC})$$

$$r = 4 \text{ cm}$$

$$l = 23 \text{ cm}$$

$$F = 0,35 \text{ mN}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon}$$

- popisuje silové působení mezi náboji (bodovými, nebo rovnoměrně rozloženými na povrchu koule)

$$\left. \begin{array}{l} F \sim Q_1 \\ F \sim Q_2 \end{array} \right\} F \sim Q_1 \cdot Q_2$$

$$F \sim \frac{1}{r^2}$$

$$F \sim \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$$F = k \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2}$$

pro vakuum $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2}$

ϵ ... permitivita prostředí

Pr: Jak velká náboje se budou na vzdálenosti
0,1 m přitahovat silou 0,02 N?
(pro valouny)

$$Q_1 = Q_2 = Q$$

$$r = 0,1 \text{ m}$$

$$F = 0,02 \text{ N}$$

$$F = k \cdot \frac{Q \cdot Q}{r^2}$$

$$Q^2 = \frac{F \cdot r^2}{k} = \frac{0,02 \cdot 0,01}{9 \cdot 10^9} = \frac{2 \cdot 10^{-4-9}}{9} = \frac{20}{9} \cdot 10^{-14}$$

$$Q = \sqrt{\frac{20}{9}} \cdot 10^{-7} = 1,49 \cdot 10^{-7} \text{ C} = \underline{\underline{149 \text{ nC}}}$$

$$F = k \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2} \quad F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2}$$

ϵ ... permitivita prostředí

ϵ_0 ... - " - vakua

ϵ_r ... relativní permitivita

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

1/6 15

např:	material	ϵ_r
	vzduch	1,0006
	petrolej	2,1
	sklo	5 - 16
	voda	81,6

Intenzita el. pole ozn \vec{E}

- síla, která by v daném místě pole působila na bodový náboj, vydělena tímto nábojem

$$\left(\vec{E} = \frac{\vec{F}}{Q} \right) \quad \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \dots \quad \vec{F} = q \cdot \vec{E}$$

Q

⊕

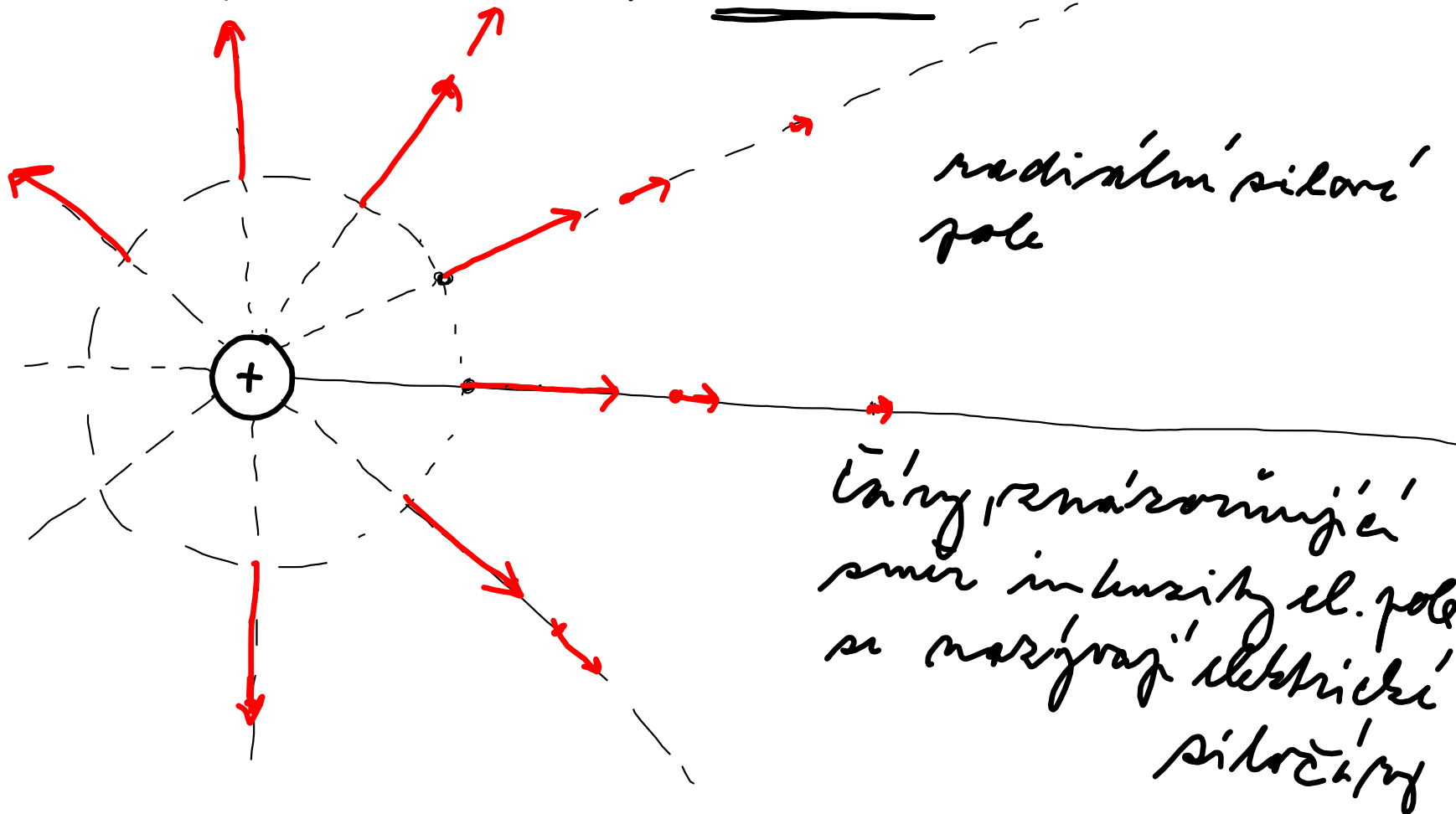


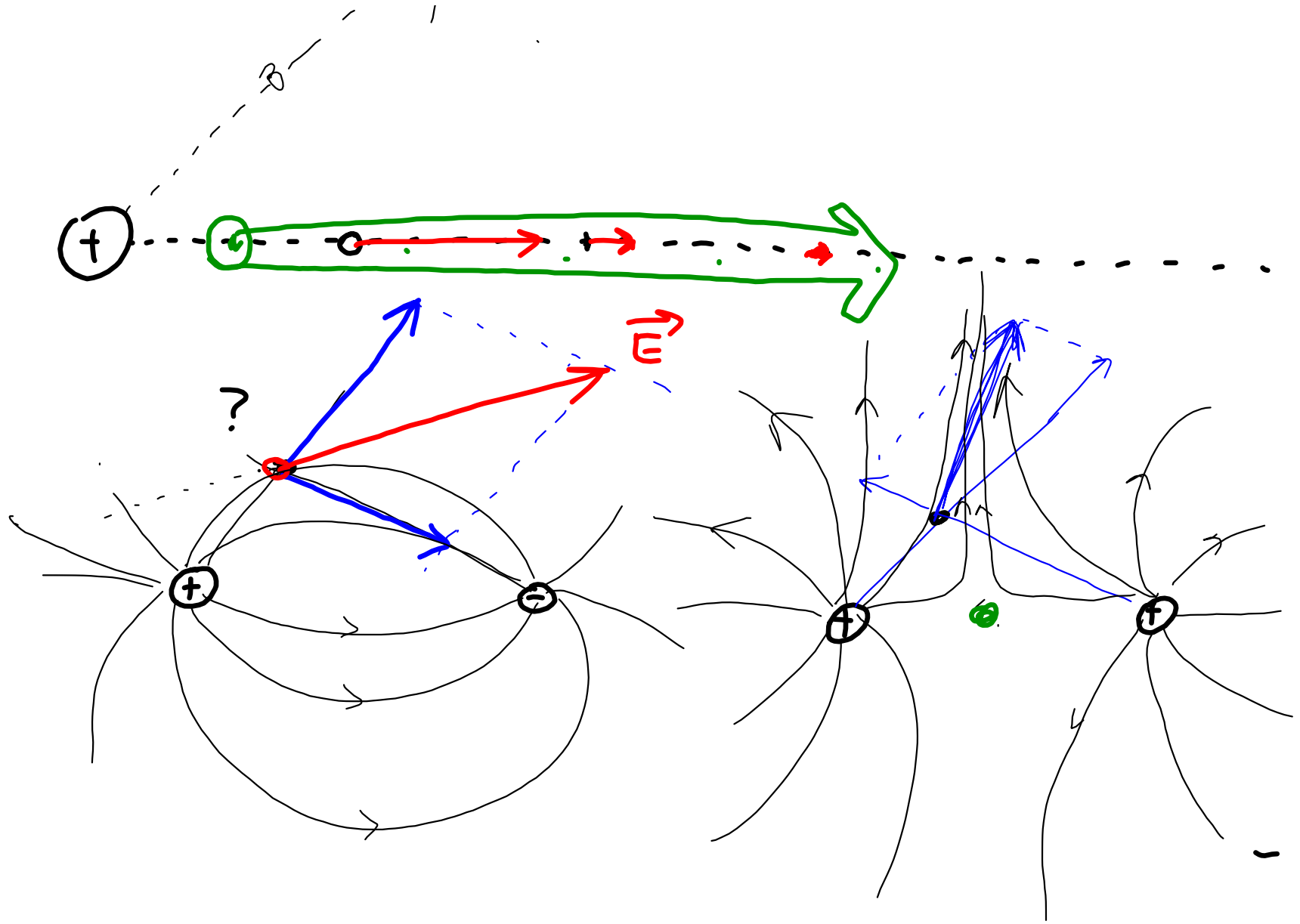
např. $q = 0,5C$

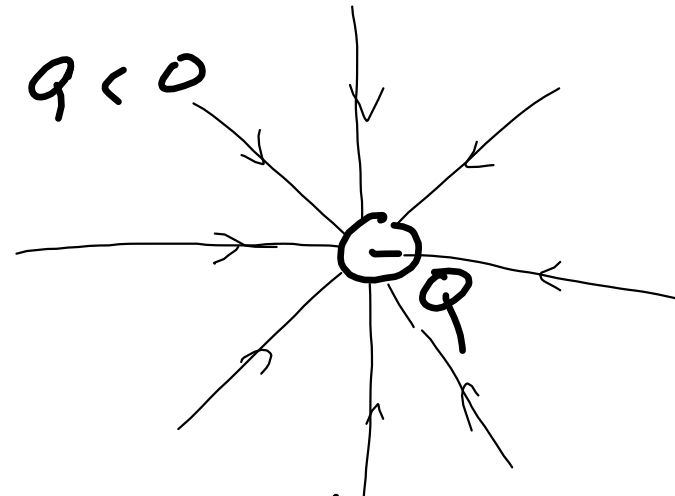
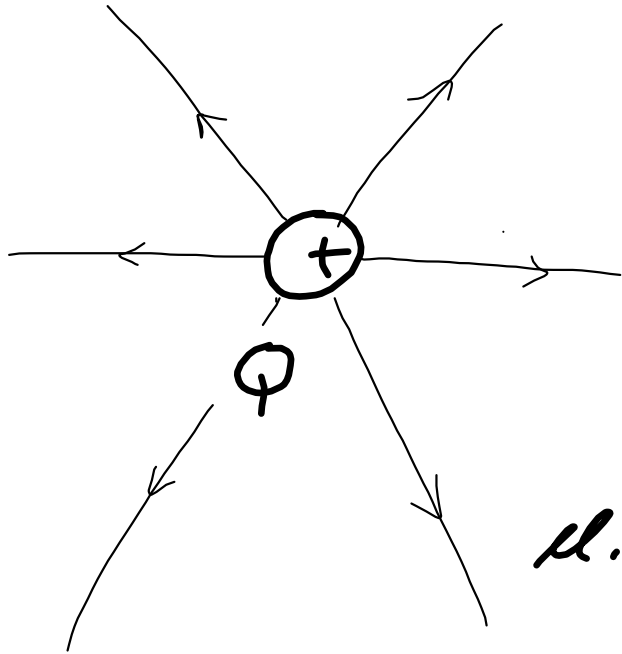
$$E = \frac{F}{0,5} = 2 \cdot F$$

Intenzita ve vzdal. r od náboje Q

$$E = \frac{F}{q} = k \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2} \cdot \frac{1}{q} = k \cdot \frac{Q}{r^2} \quad E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$$

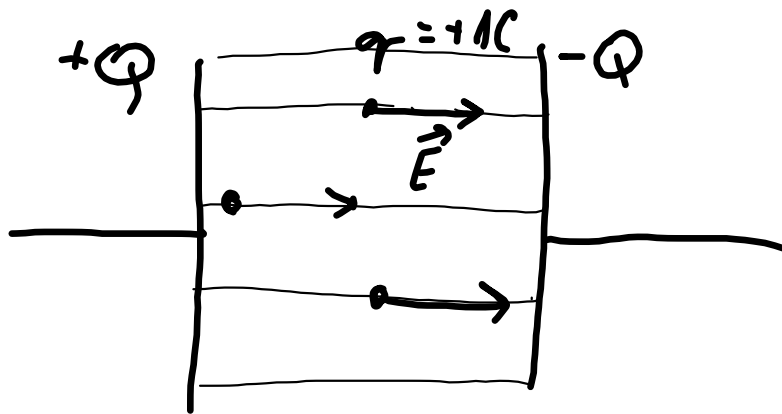




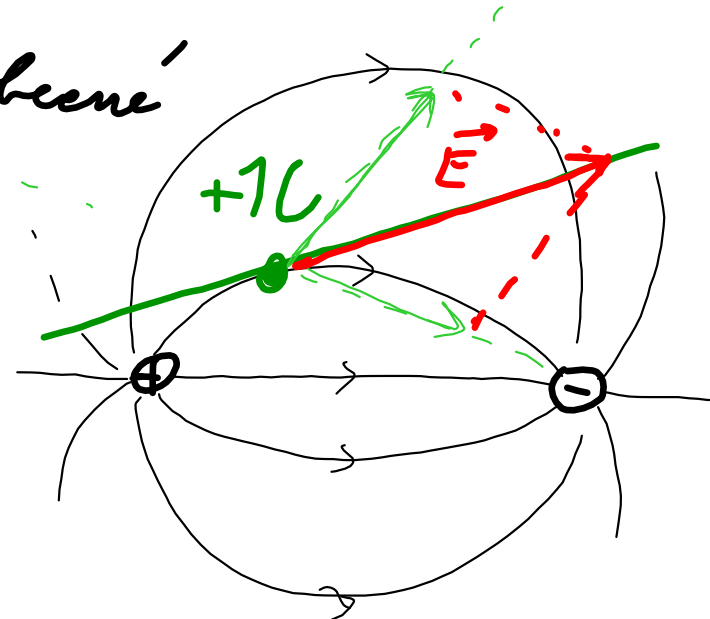


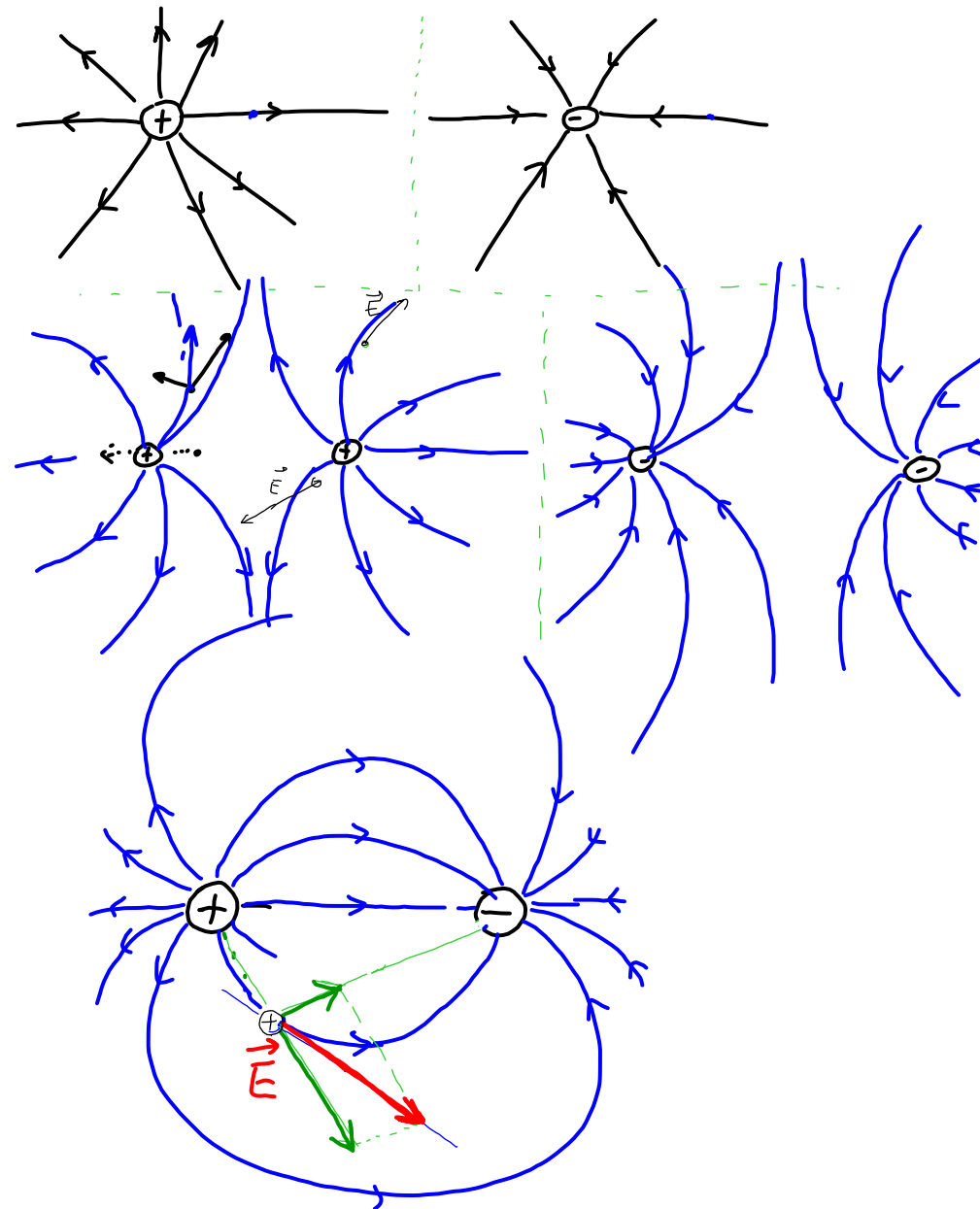
el. pole nemusi byt' pouze radiální

homogenní

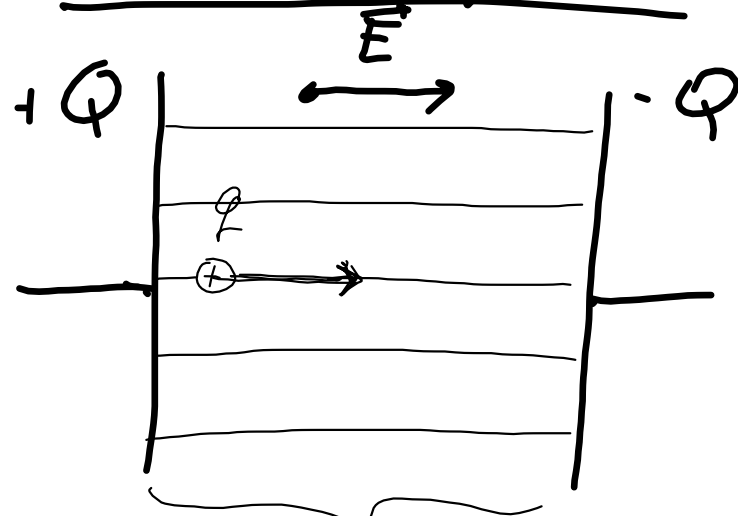


obecně

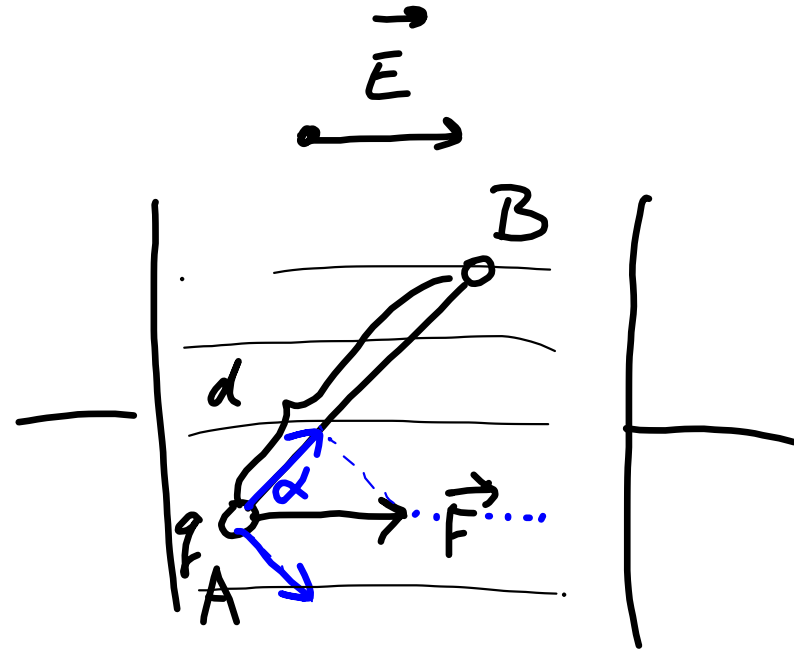




Práca a el. potenci



$$W = F \cdot d = q \cdot \underbrace{E \cdot d}_U$$

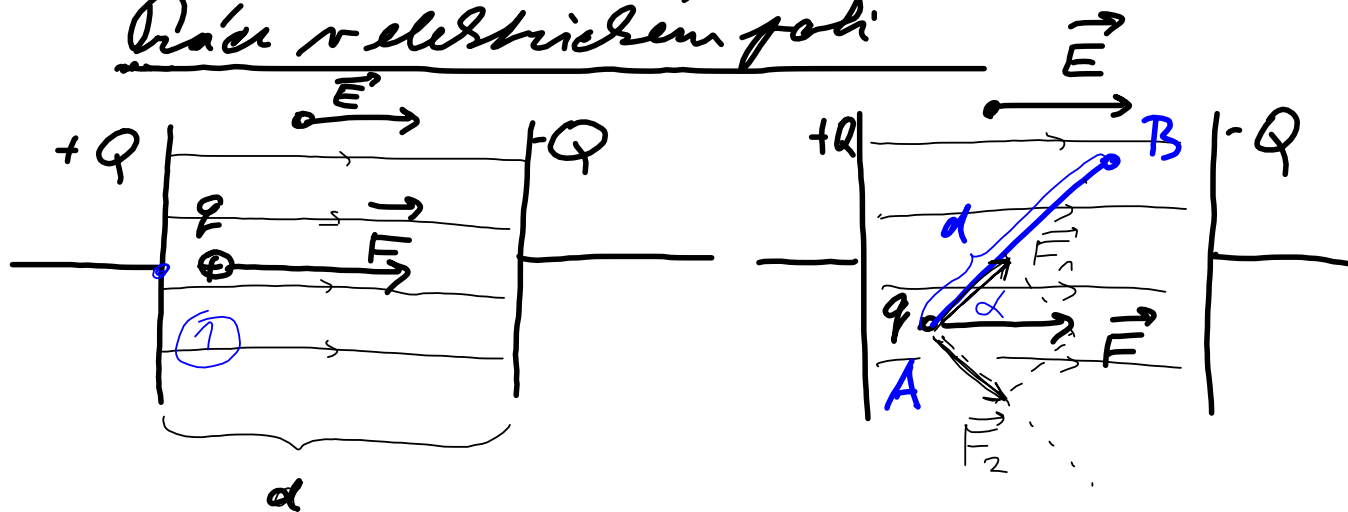


$$W_{AB} = q \cdot E \cdot d \cdot \cos \alpha$$

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$$

pozem U_{AB} ... el. napětí mezi body A a B

Práce v elektrickém poli



$$W = F \cdot d = q \cdot E \cdot d$$

$$(F = q \cdot E)$$

$$(U = E \cdot d)$$

$$W_{AB} = F_1 \cdot d = q \cdot E \cdot d \cdot \cos \alpha$$

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$$

U_{AB} je elektrické napětí mezi body A a B.

proč. náboj q má v el. poli a místě ① potenciální energii

Potenciální energie

- el. pole má schopnost konat (na náboji q) práci

$$W_{AB} = q \cdot U_{AB} = \underbrace{E_{PA} - E_{PB}}$$

rozdíl potenciální energie

Elektrický potenciál φ

- rozdíl potenciální energie E_p bodového náboje v daném místě pole k bodovému náboji:

$$\varphi = \frac{E_p}{q}$$

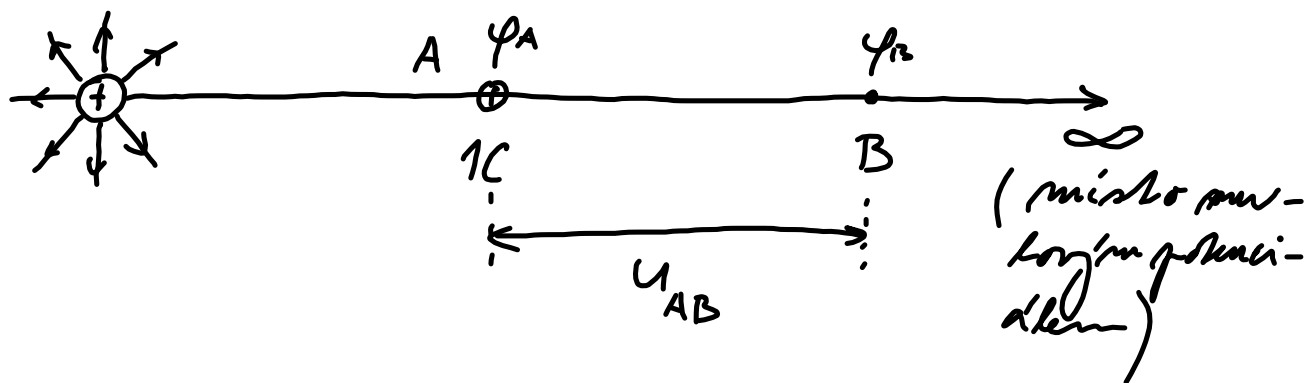
$$q \cdot U_{AB} = E_{PA} - E_{PB} \quad / : q$$

$$\underline{U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B} \quad \dots \text{elektrické napětí}$$

(mezi místy A a B) je rozdíl potenciálů

místo s nulovým potenciálem obvykle spojujeme: s povrchem země

nebo s místem prakticky vzdálenosti



Dů: Spočítejte el. napětí mezi body A a B
 vzdálenými 5 a 10 cm od bodového náboje 10 nC.
 $Q = 10 \text{ nC} = 10 \cdot 10^{-9} = 10^{-8} \text{ C}$

dále - ekvipotenc. hladiny 

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r_A} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r_B} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

$$\varphi = \frac{E_p}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$$

bez odvození!

$$U_{AB} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right) = 10^{-8} \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{1}{0,05} - \frac{1}{0,1} \right) =$$
$$= 90 \cdot (20 - 10) = \underline{\underline{900 \text{ V}}}$$

$$r_A = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$r_B = 0,1 \text{ m}$$

$$Q = 10^{-8} \text{ C}$$

$$k = 9 \cdot 10^9$$

Pr: $\varphi = ?$ v vzdáľ. 0, 1 a 2 cm od neum. desky (súp pól) kladný náboj 4,5 V baterie pripojíme na druhú desku vzdáľ. 9 cm.

$x_1 = 0,01$ m
 $x_2 = 0,02$ m
 $d = 9 \text{ cm} = 0,09$ m
 $U = 4,5 \text{ V}$
 vzdáľenosť od desky x
 $x=0 \quad \varphi_0 = 0 \text{ V}$
 $E = \frac{U}{d} = \frac{4,5}{0,09} = 50 \text{ V/m}$
 pre vzdáľ x
 $(\varphi_x - \varphi_0 = U_x = E \cdot x)$
 $\varphi_x = E \cdot x$
 pre $x=1 \text{ cm} \quad \varphi_1 = E \cdot 0,01 = 50 \cdot 0,01 = 0,5 \text{ V}$
 pre $x=2 \text{ cm} \quad \varphi_2 = 50 \cdot 0,02 = 1 \text{ V}$

Elektrická linia vlniny
 - plochy, perpendikulárne k
 silovým, pramenáрем.

Vodič a izolant v el. poli

vodič

vodič s dielektrikom