

Elektrické a magnetické pole – základní charakteristiky

Elektromagnetické jevy, vlastnosti elementárních částic, elektrický náboj

Elektrický náboj a jeho základní vlastnosti, elementární náboj

Elektrické a magnetické síly a jejich obecná povaha

Základní mechanismus vytvoření elektrického pole z makroskopického hlediska – elektricky vodivé a dielektrické materiály

Volné náboje ve vodičích a vázané náboje v dielektriku – elektrické dipóly

Pojem elektrostatické pole

Pojem abstraktního bodového náboje, liniová, plošná a objemová hustota náboje

Základní mechanismus vytvoření magnetického pole z makroskopického hlediska, vodiče protékané proudem a magnetické materiály

Kondukční proud ve vodičích a vázané proudy v magnetiku, magnetické dipóly

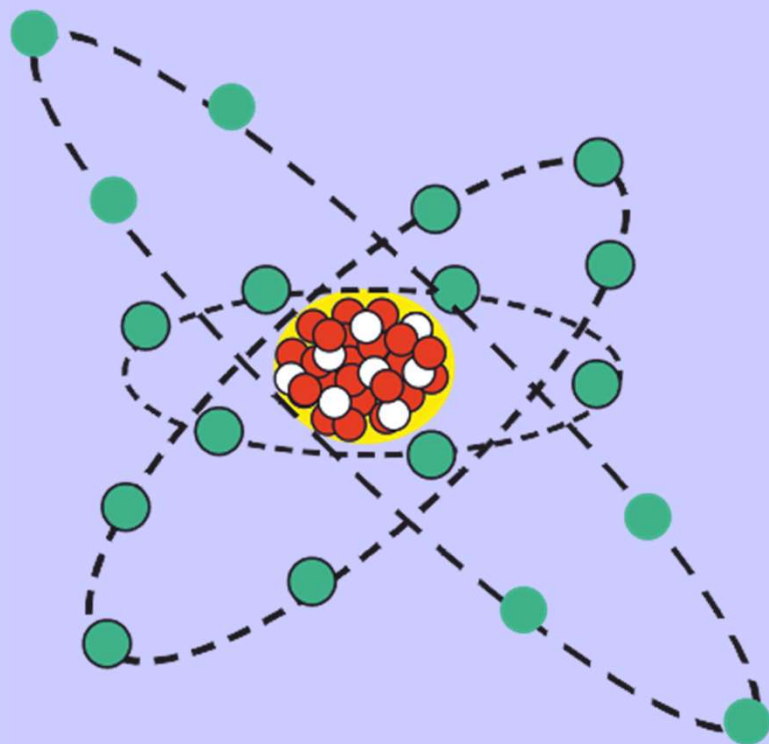
Stacionární magnetické pole

Nestacionární elektromagnetické pole, vznik elektromagnetické vlny

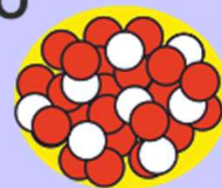
Lorenzova síla jako výsledná síla působící na náboj v elektromagnetickém poli

Elektromagnetické jevy jsou svázány se samotnými vlastnostmi hmoty a částic, ze kterých je tvořena. Mezi určitým typem částic můžeme pozorovat specifický druh sil, které se nazývají **elektromagnetické**. V souvislosti s těmito silami hovoříme o existenci elektromagnetického silového pole.

JEDNODUCHÝ
MODEL ATOMU



JÁDRO



NEUTRON



PROTON



ELEKTRON



Elektrický náboj

Při popisu chování částic s ohledem na elektromagnetické silové působení jim přisuzujeme určitou vlastnost tím, když říkáme, že **nesou elektrický náboj**.

S ohledem na elektromagnetické působení existují dva základní typy částic a tedy i dva typy náboje. **Částice kladně nabitě nesoucí kladný náboj a částice záporně nabitě nesoucí záporný náboj.**

Ke kladně nabitým patří například **proton**, k záporně nabitým **elektron**. Jednotkou elektrického náboje je **Coulomb**. V elektrickém poli se náboje stejného znaménka odpuzují, náboje různých znamének přitahují.

Vlastnosti elektrického náboje

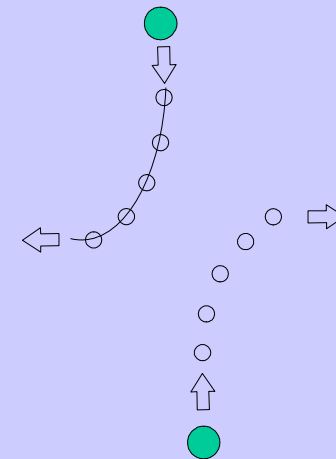
Náboje nikde nevznikají ani nezanikají, nabité částice se mohou v rámci určitých hmotných těles přemísťovat, posouvat, hromadit, čímž se elektromagnetické jevy projevují i v makroskopickém měřítku. V makroskopické teorii elektromagnetického pole nedělíme obvykle materiál na jednotlivé elektrony a protony, zabýváme se pouze jejich sumárními účinky

Elementární náboj

Náboj protonu a elektronu je stejně velký, ale s opačným znaménkem, přisuzujeme mu s ohledem na volbu jednotek velikost $1.6 \cdot 10^{-19} \text{C}$. Tento náboj nazýváme elementární protože předpokládáme, že už není možné ho dále dělit. Nebyly totiž prokázány jiné částice, které by vykazovaly s ohledem na silové působení v elektromagnetickém poli menší velikost náboje.

Elektromagnetické síly se projevují mezi částicemi, které jsou v klidu, ale i mezi částicemi, které jsou v pohybu. Z hlediska charakteru rozdělujeme síly na **elektrické** a **magnetické**.

Elektrické síly se projevují mezi nabitými částicemi bez ohledu na to, zda se pohybují.



Magnetické síly se projevují pouze mezi pohybujícími se nabitými částicemi.

Částice nesoucí náboj, elementární náboj

Proton

Náboj $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Klidová hmotnost: $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Rozměry $0,84 \times 10^{-15} \text{ m}$

Elektron



Náboj $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

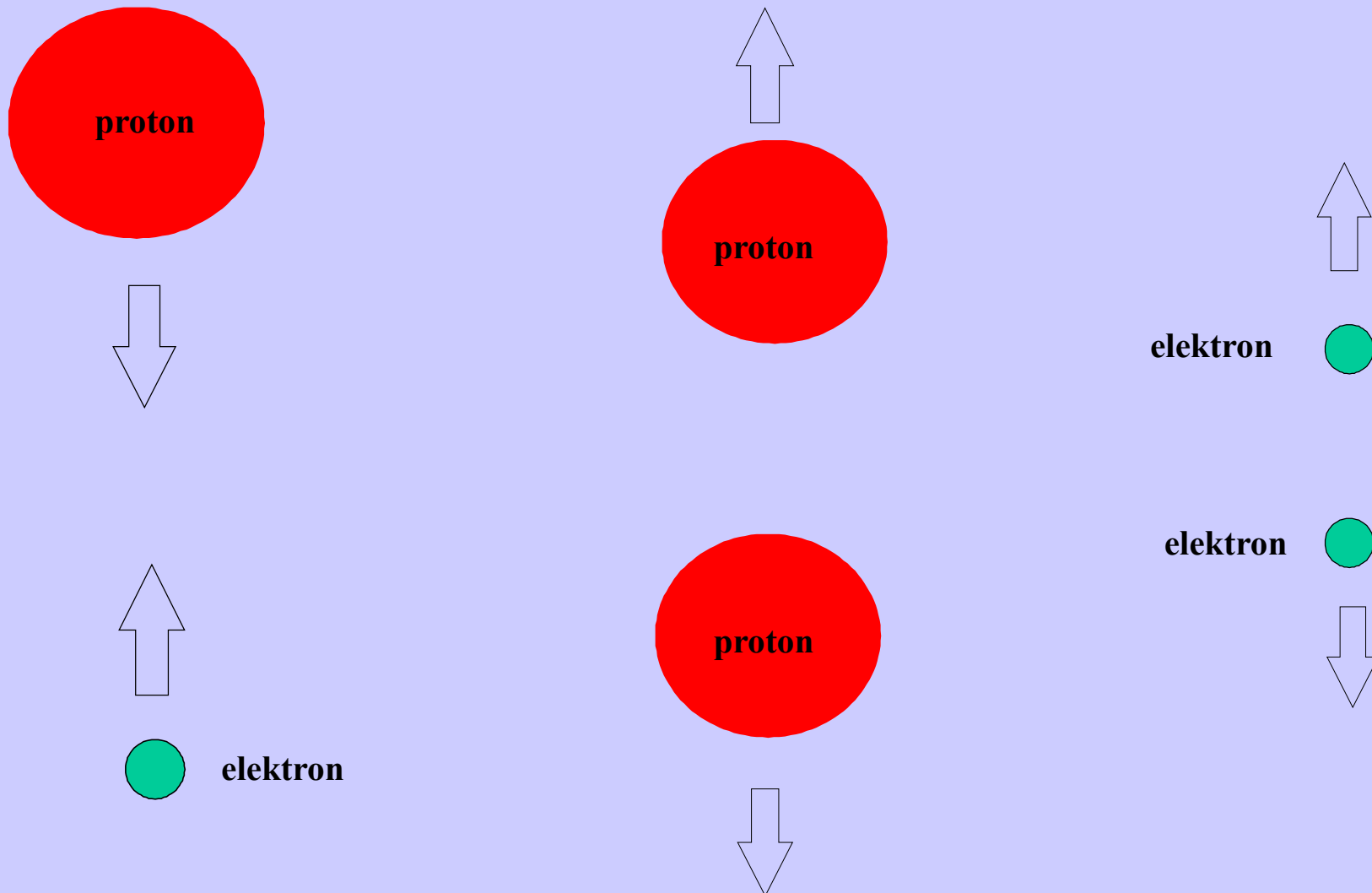
Klidová hmotnost: $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Rozměry menší než 10^{-19} m

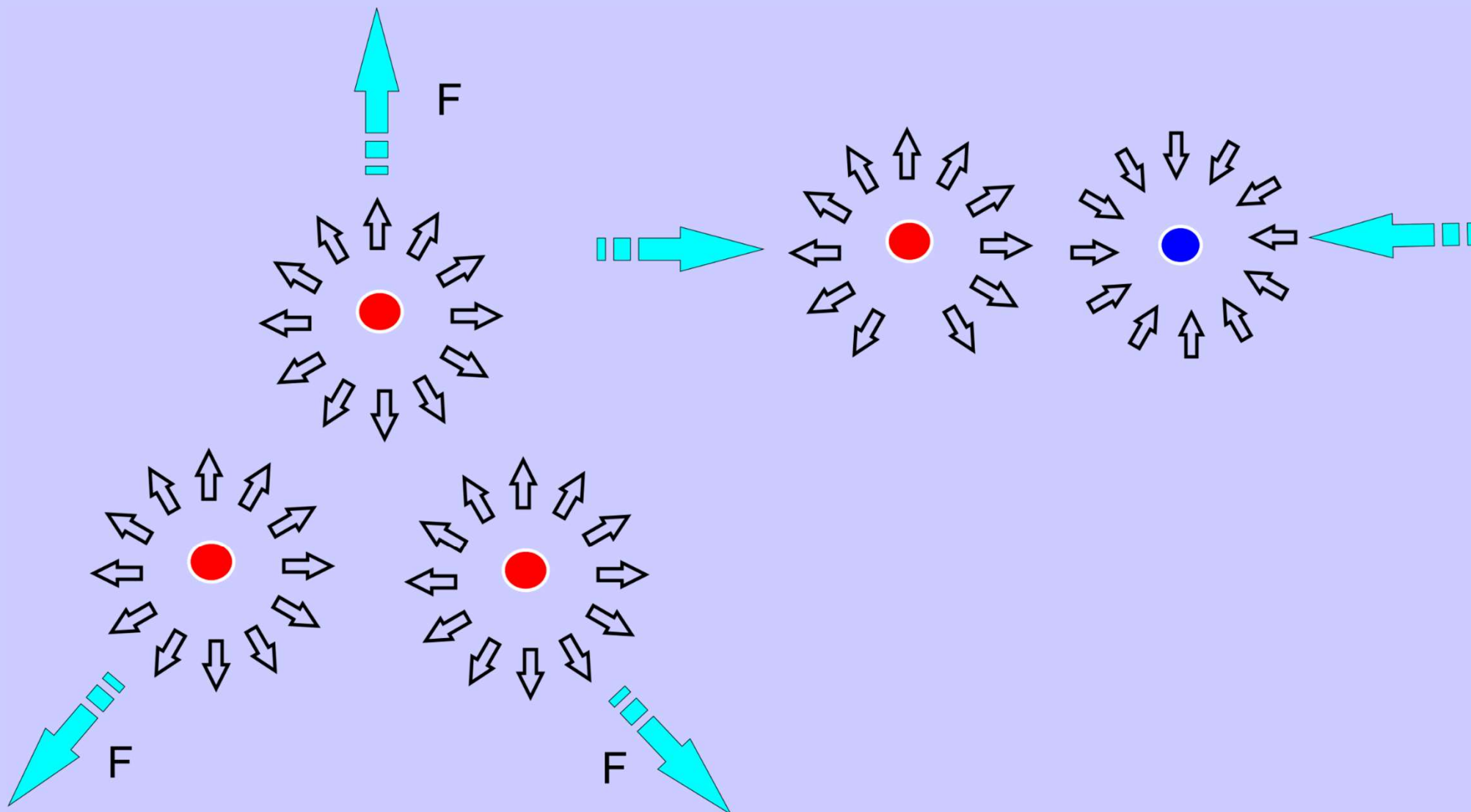
Proton odpovídá přibližně hmotnosti 1836 elektronu

Elektrická síla

**Elektrickými silami jsou elektrony a protony
navzájem přitahovány či odpuzovány**

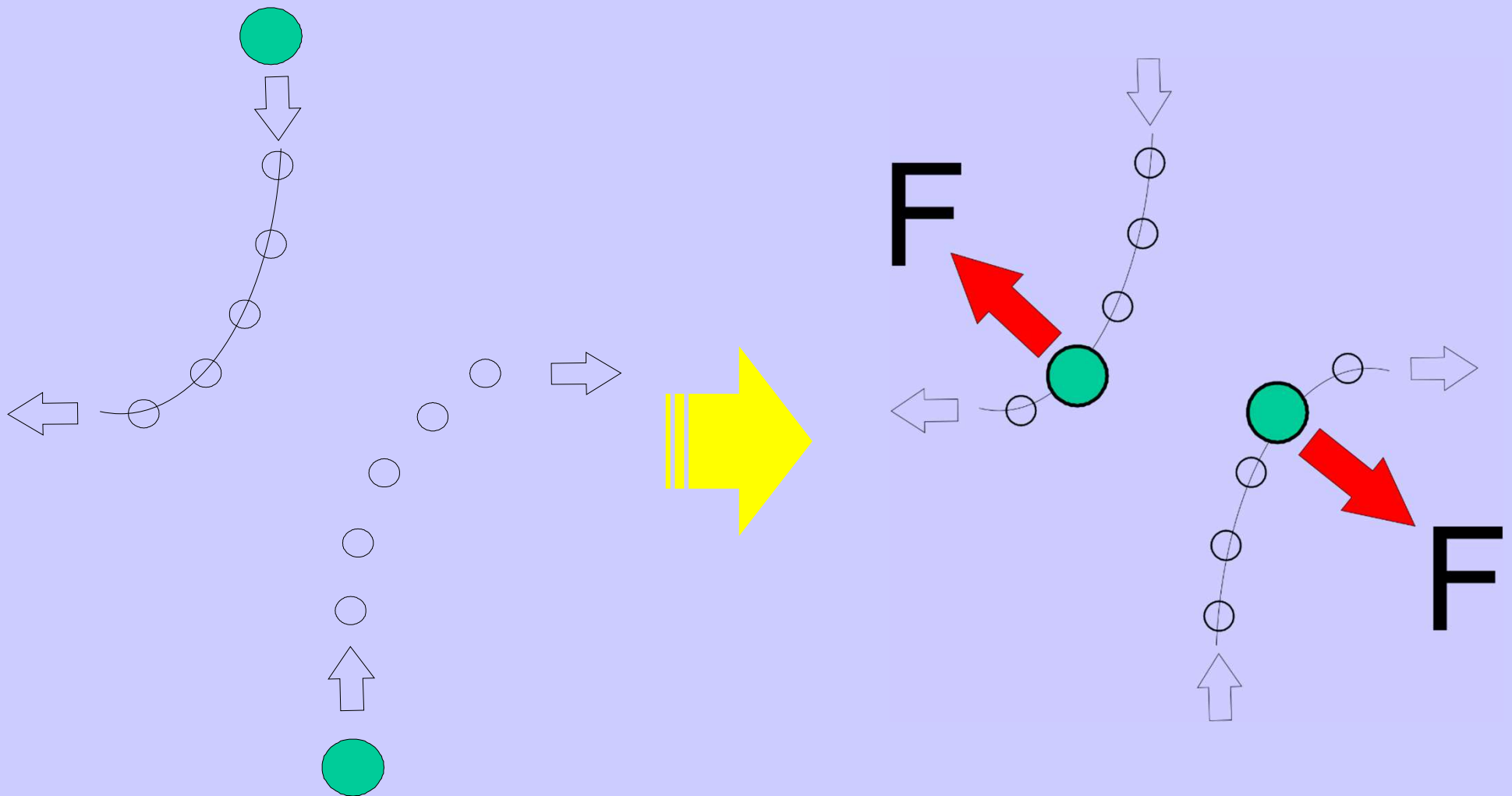


**Elektrické pole pomyslně vytéká z kladných nábojů –
zřídla a vstupuje do záporných -nory**

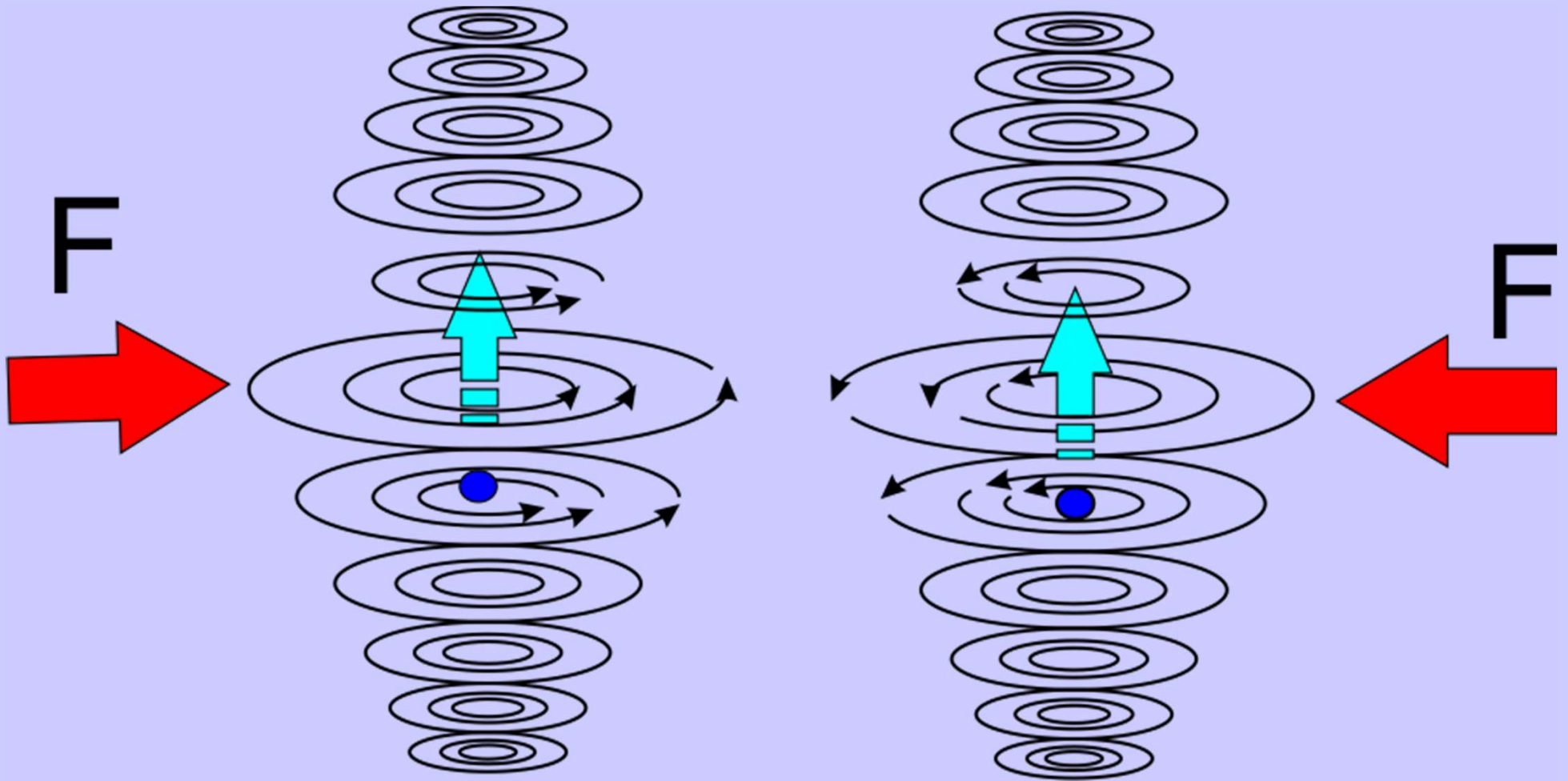


Magnetická síla

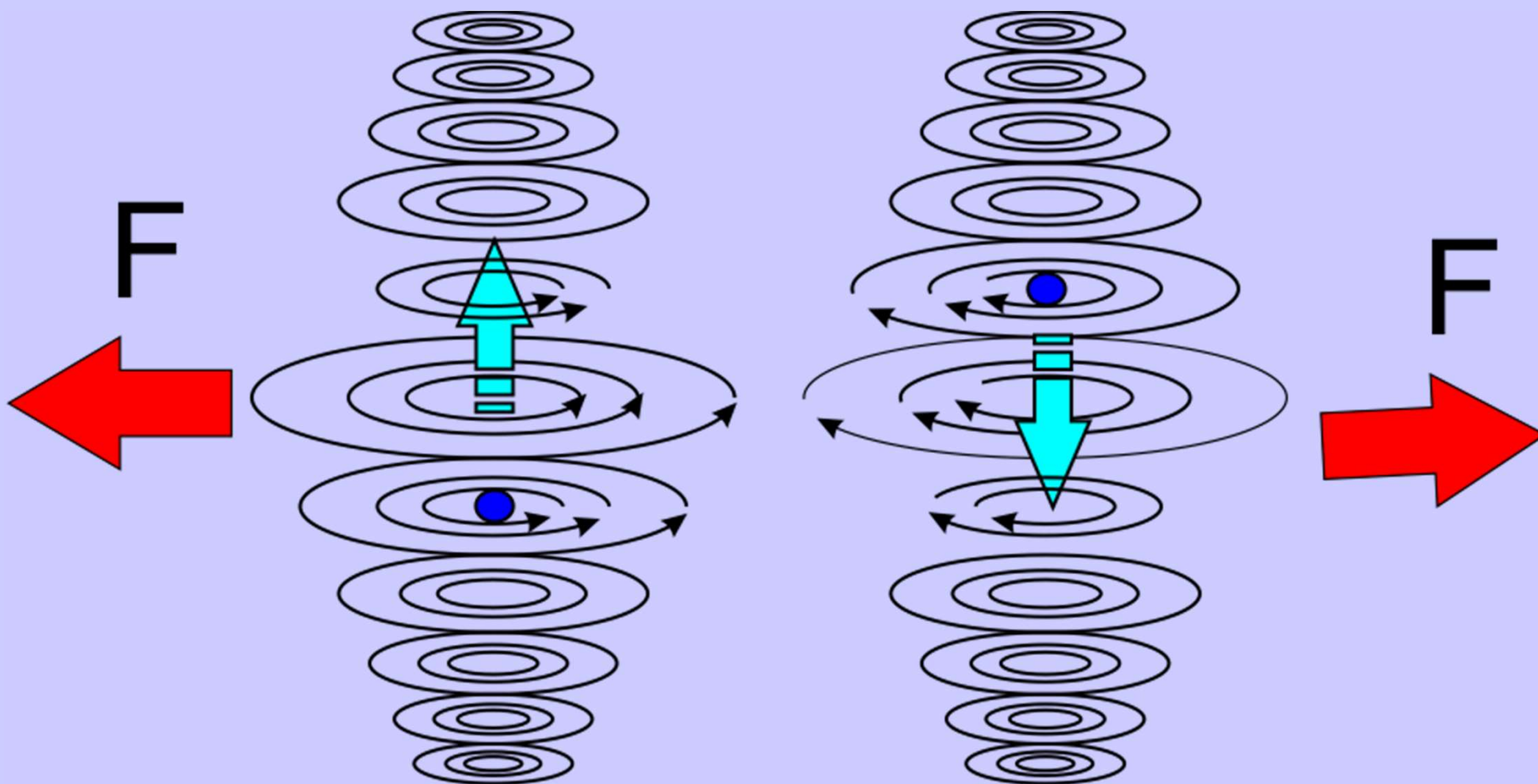
**Magnetické síly působí ve směru kolmém na směr pohybu,
zakřivují dráhu pohybu**



**Magnetické pole má podobu pomyslných vírů kolem
letících nábojů**



**Magnetické pole má podobu pomyslných vírů kolem
letících nábojů**

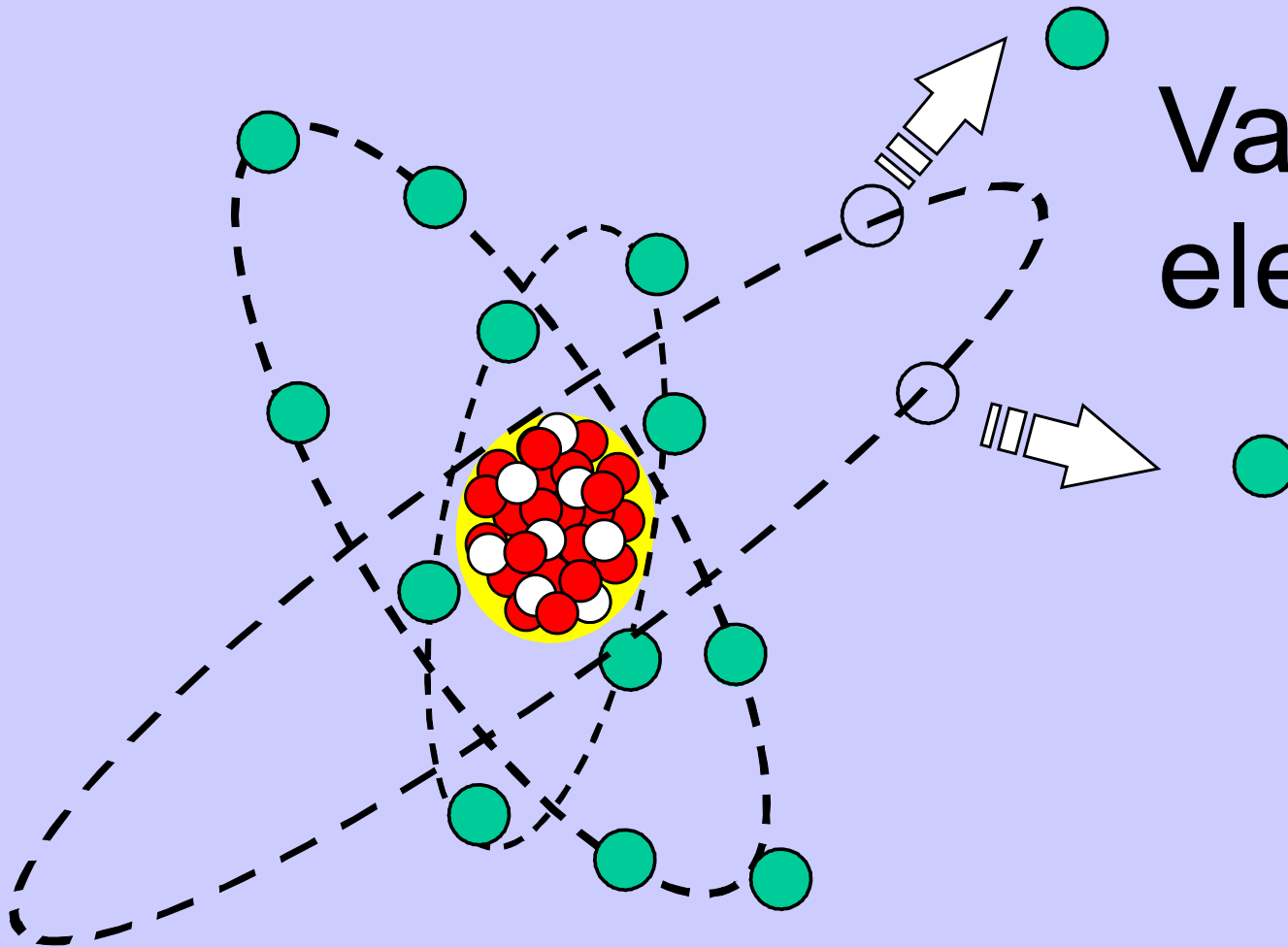


Elektrické pole, jeho základní charakteristiky a způsob vybuzení

Elektrické vodiče

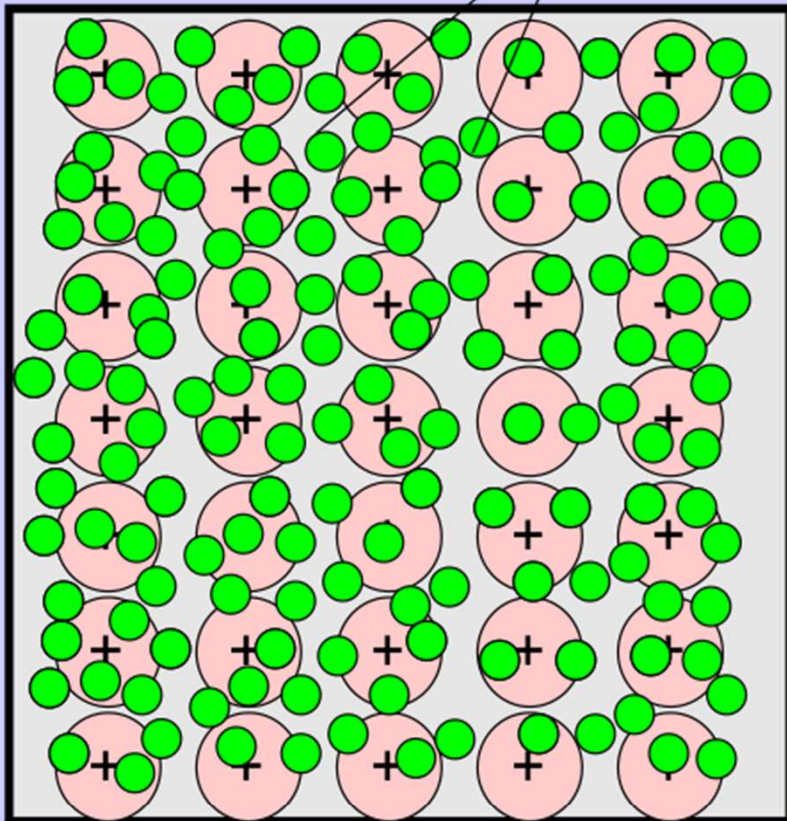
Volné náboje

Valenční
elektrony

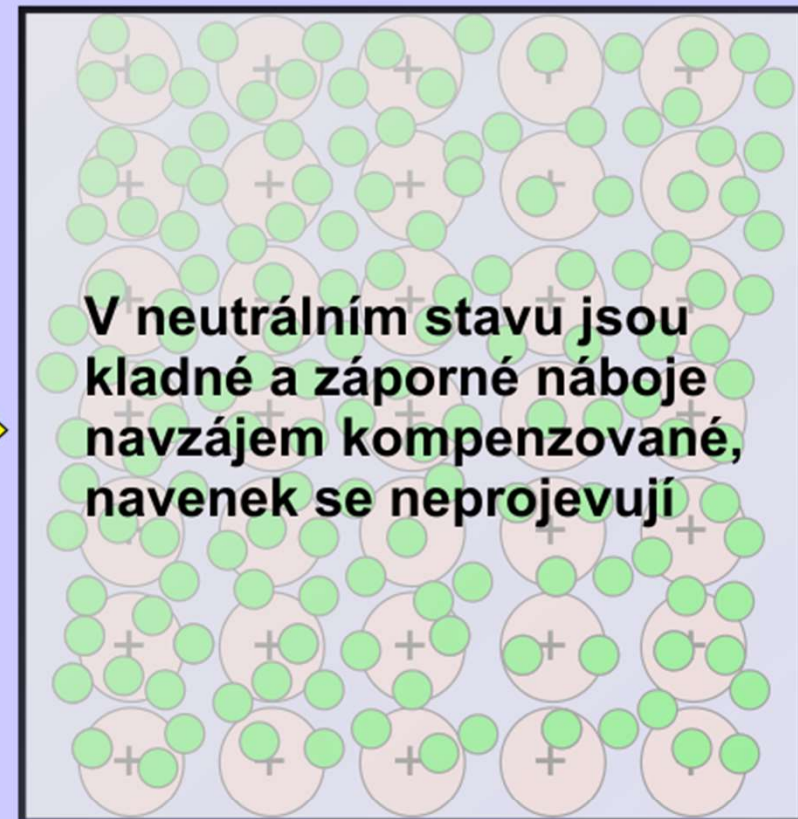
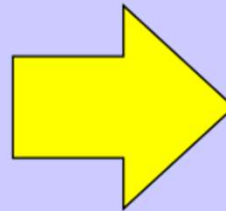
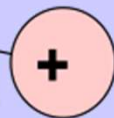


Elektrické vodiče

volné elektrony v podobě
pomyslného elektronového
plynu

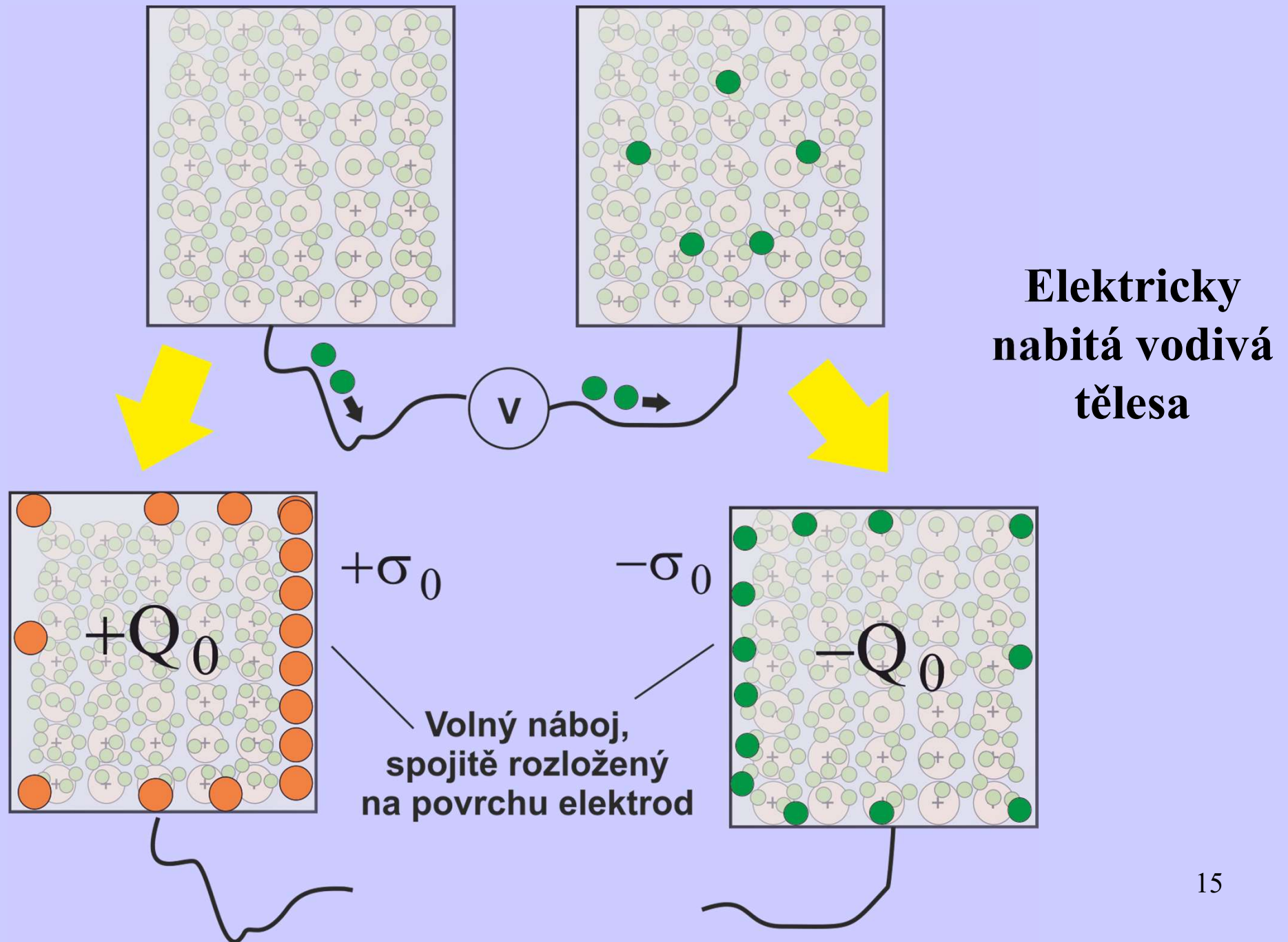


kladná jádra
s neúplným
elektronovým
obalem

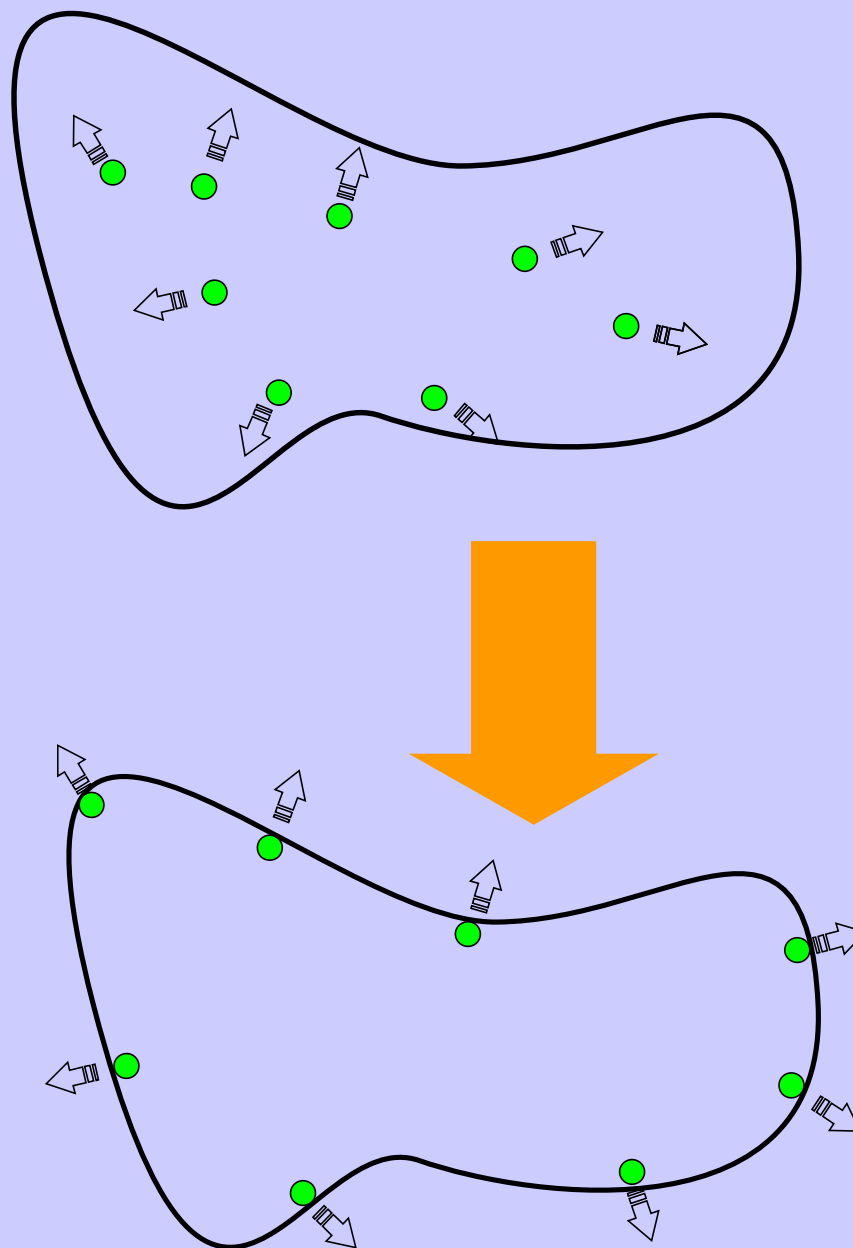


V neutrálním stavu jsou
kladné a záporné náboje
navzájem kompenzované,
navenek se neprojevují

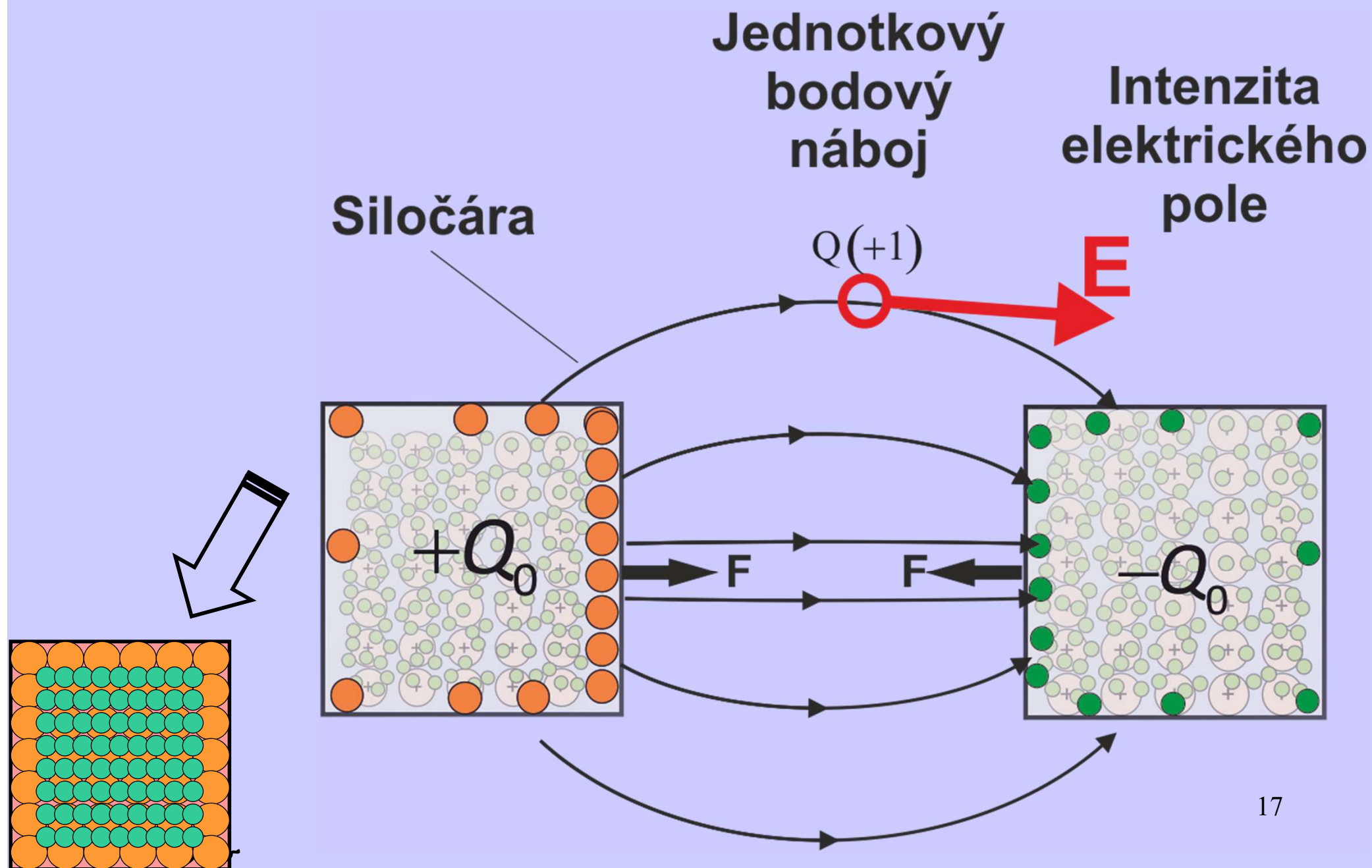
Základní mechanismus vybuzení elektrického pole



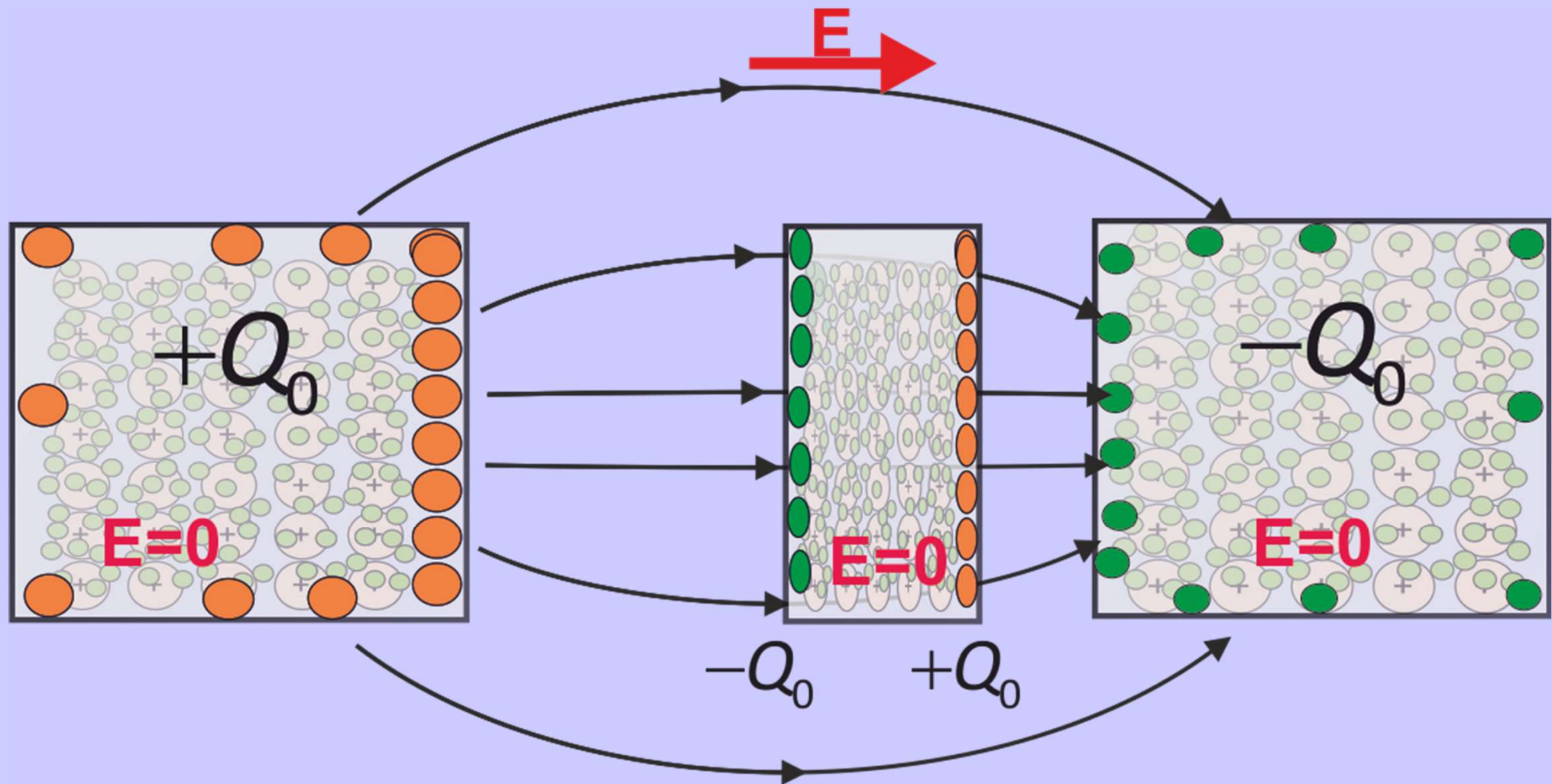
Náboje na povrchu vodivého tělesa



Elektrické pole mezi nabitými elektrodami Siločáry elektrického pole



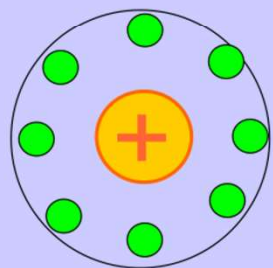
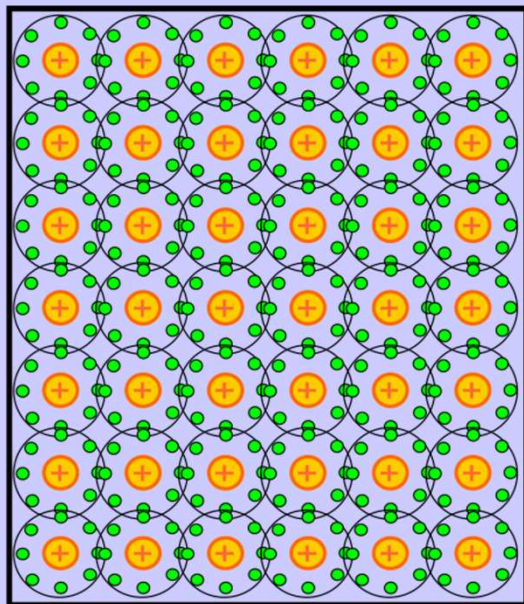
Elektricky vodivé materiály v elektrickém poli volných nábojů



Vázané náboje v dielektriku - elektrické dipóly

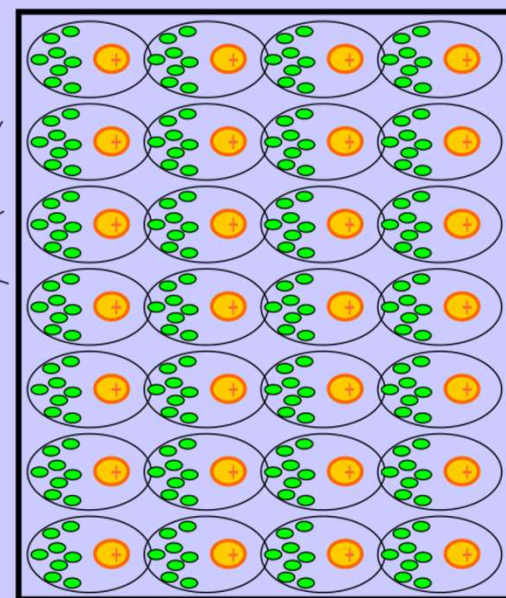
Dielektrikum
v neutrálním
stavu

$$E = 0$$



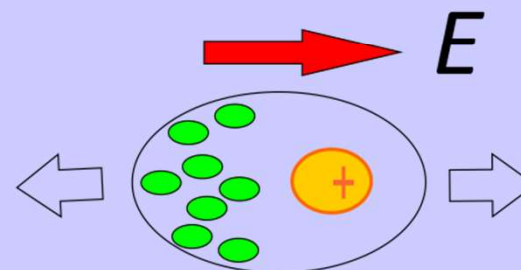
Dielektrikum
polarizované
v elektrickém
poli

$$E \rightarrow$$



Vázaný
náboj

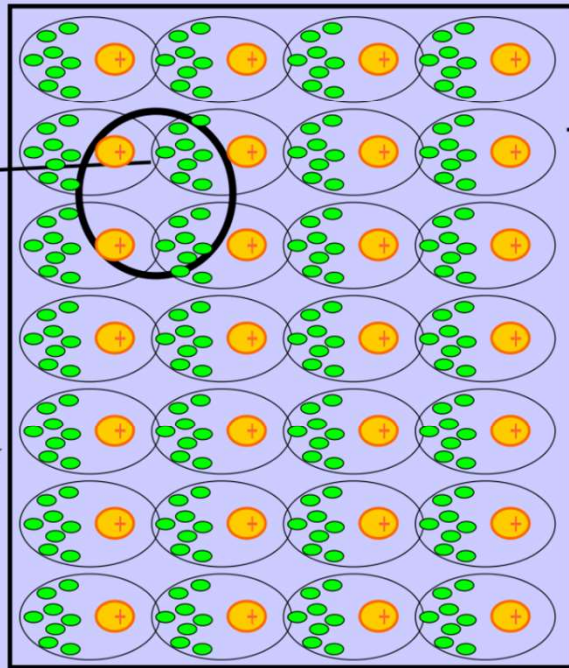
Elektrické
dipóly



$$-q \quad \text{green dot} - \text{red dot} \quad +q \quad ^{19}$$

Nehomogenní dielektrikum, vázaný náboj na povrchu i v objemu dielektrika

Homogenní dielektrikum
polarizované v elektrickém
poli



Nulová sumární
objemová
hustota vázaného
náboje
uvnitř dielektrika
 $\rho_v = 0$

$-\sigma_v$

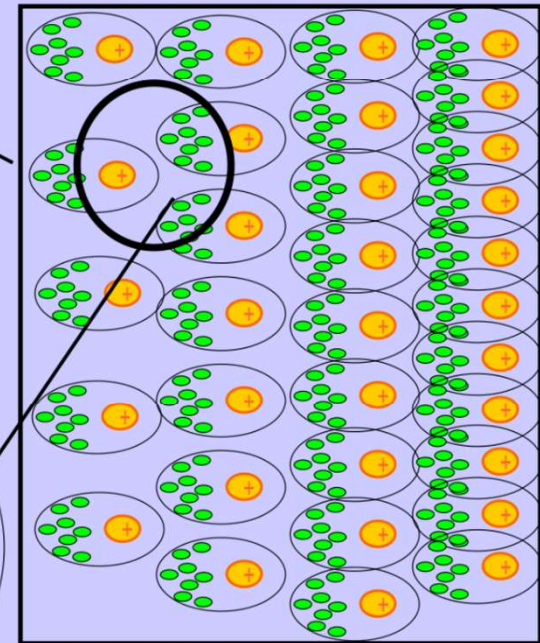
Povrchové
vázané
náboje s plošnou
hustotou
 σ_v

$+\sigma_v$

$-\sigma_v$

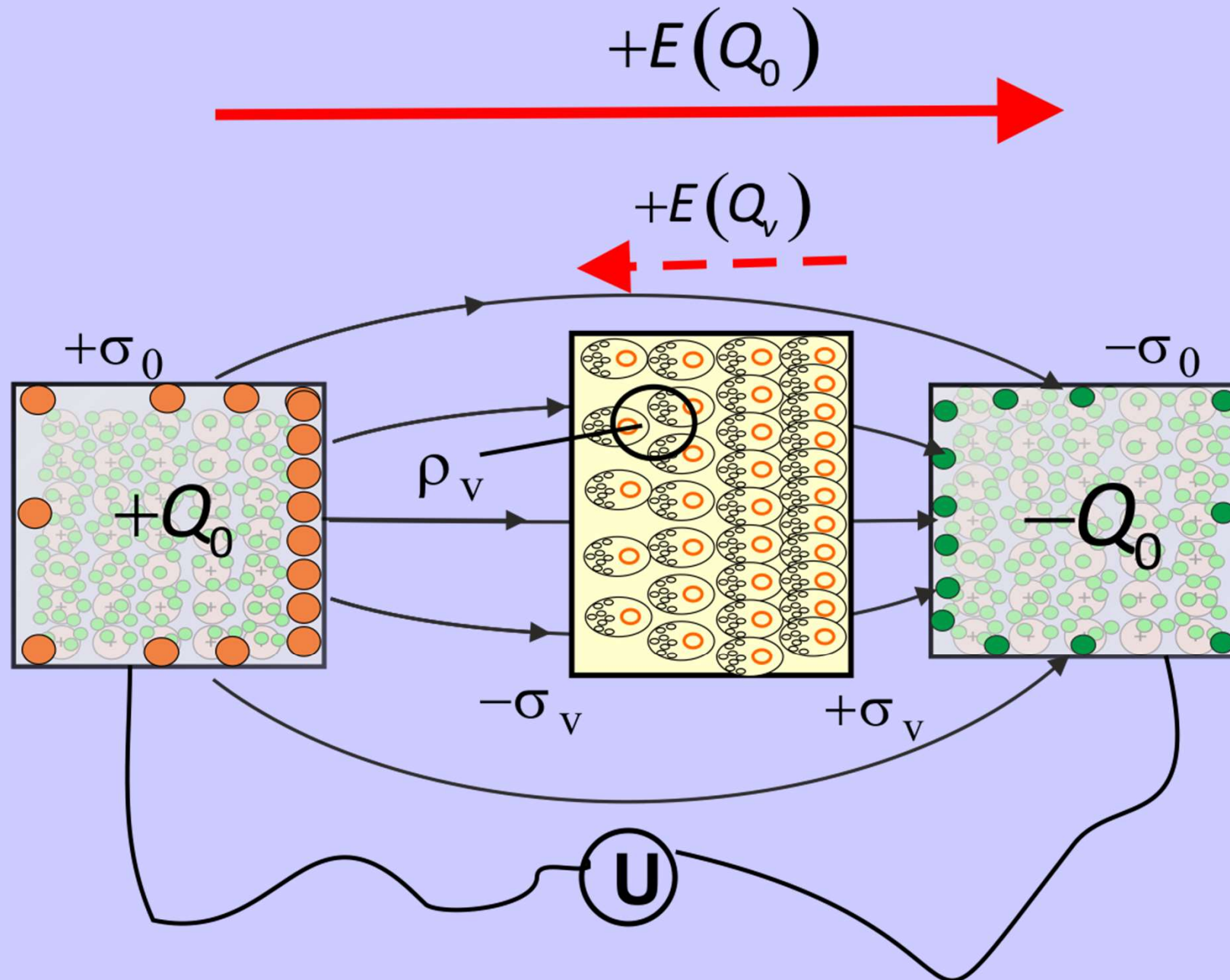
Nenulová sumární
objemová
hustota vázaného
náboje
uvnitř dielektrika
 ρ_v

Nehomogenní dielektrikum
polarizované v elektrickém
poli



$+\sigma_v$

Dielektrické materiály vložené do elektrického pole volných nábojů



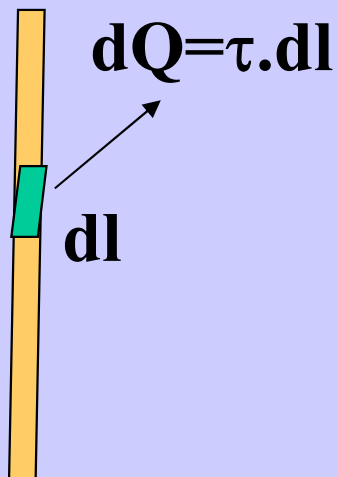
Abstraktní pojem bodového náboje

Náboj konečné velikost na rozměrově nekonečně malém tělese. Za bodový náboj lze považovat náboj na elementu délky dl , na elementu plochy dS , nebo v elementu objemu dV elektricky nabitého tělesa

Linový náboj - náboj rozmístěný na přímé linii s liniovou hustotou

τ

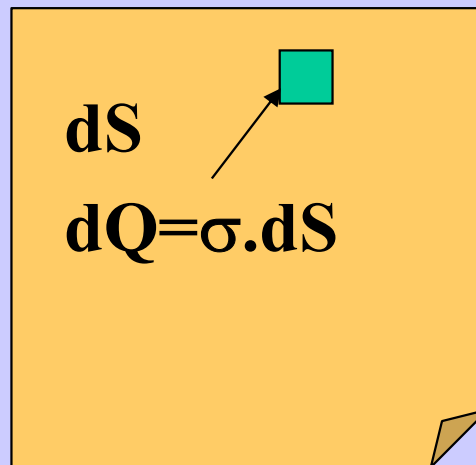
Například volný náboj na tenkém či rovnoměrně nabitém válcovém vodiči



Náboj rozmístěný na povrchu s plošnou

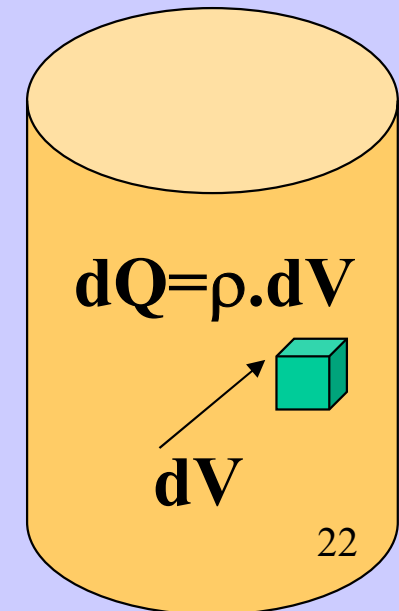
hustotou σ

Například volný náboj na povrchu vodiče, nebo vázaný náboj na povrchu dielektrika.



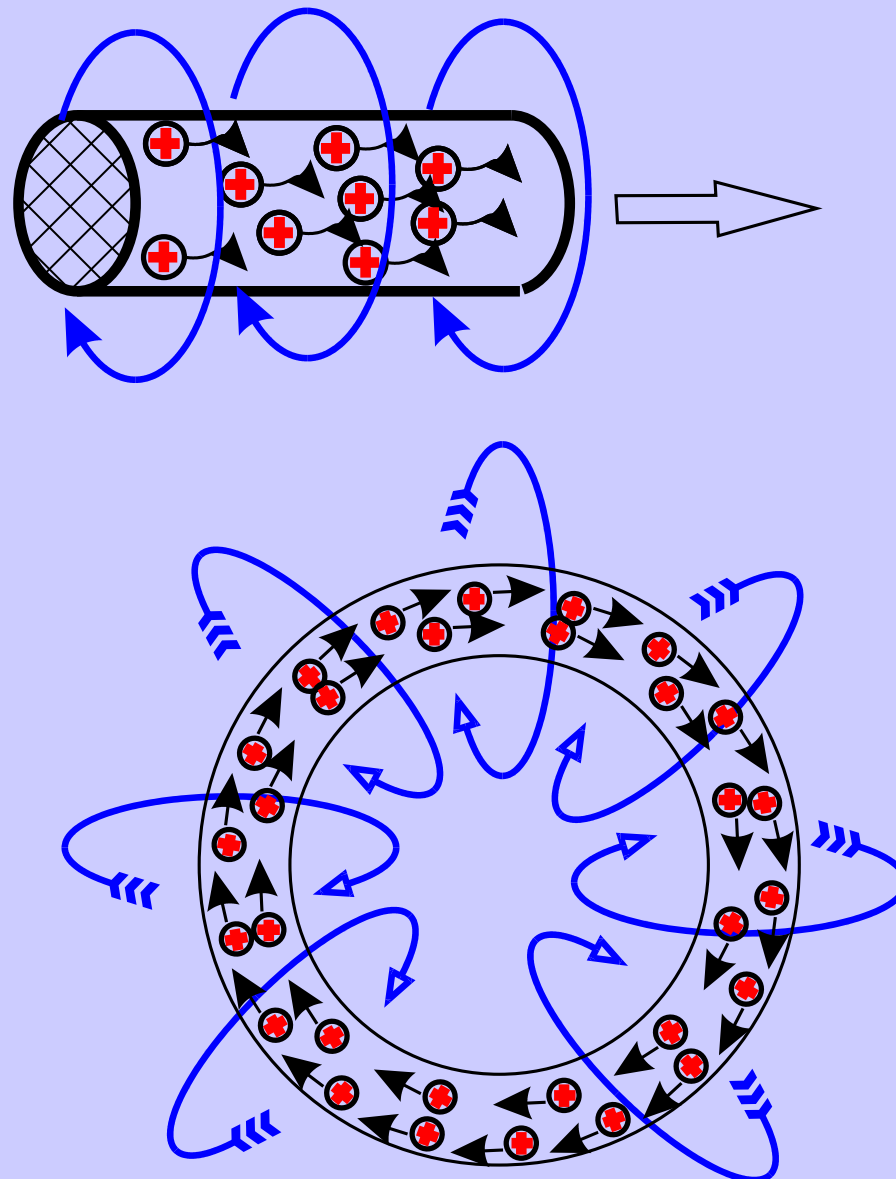
Náboj rozmístěný v objemu s objemovou hustotou ρ

Například vázaný náboj v nehomogenním dielektriku

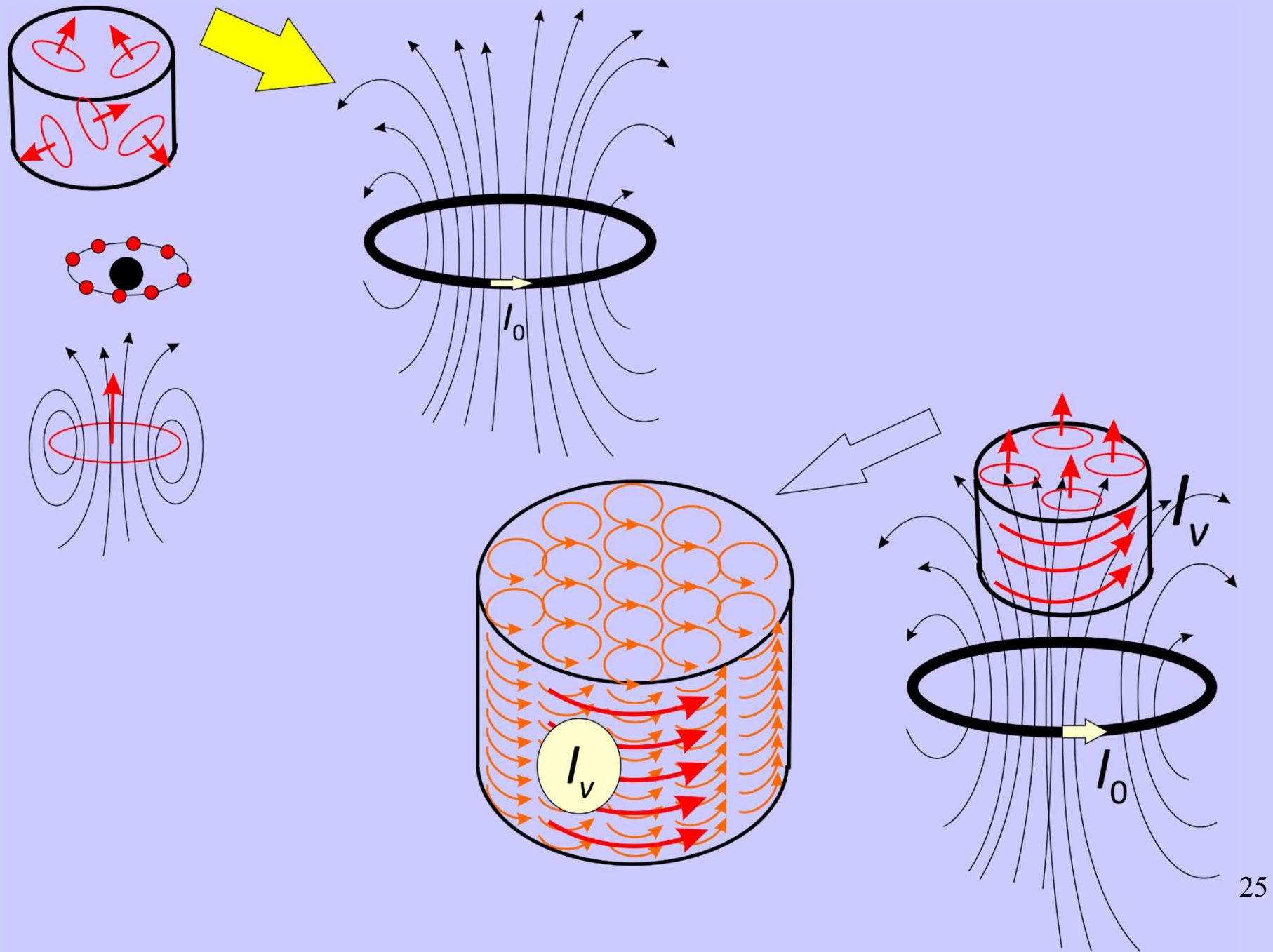


Magnetické pole, jeho základní charakteristiky a způsob vybuzení

Základní mechanismus vybuzení magnetického pole



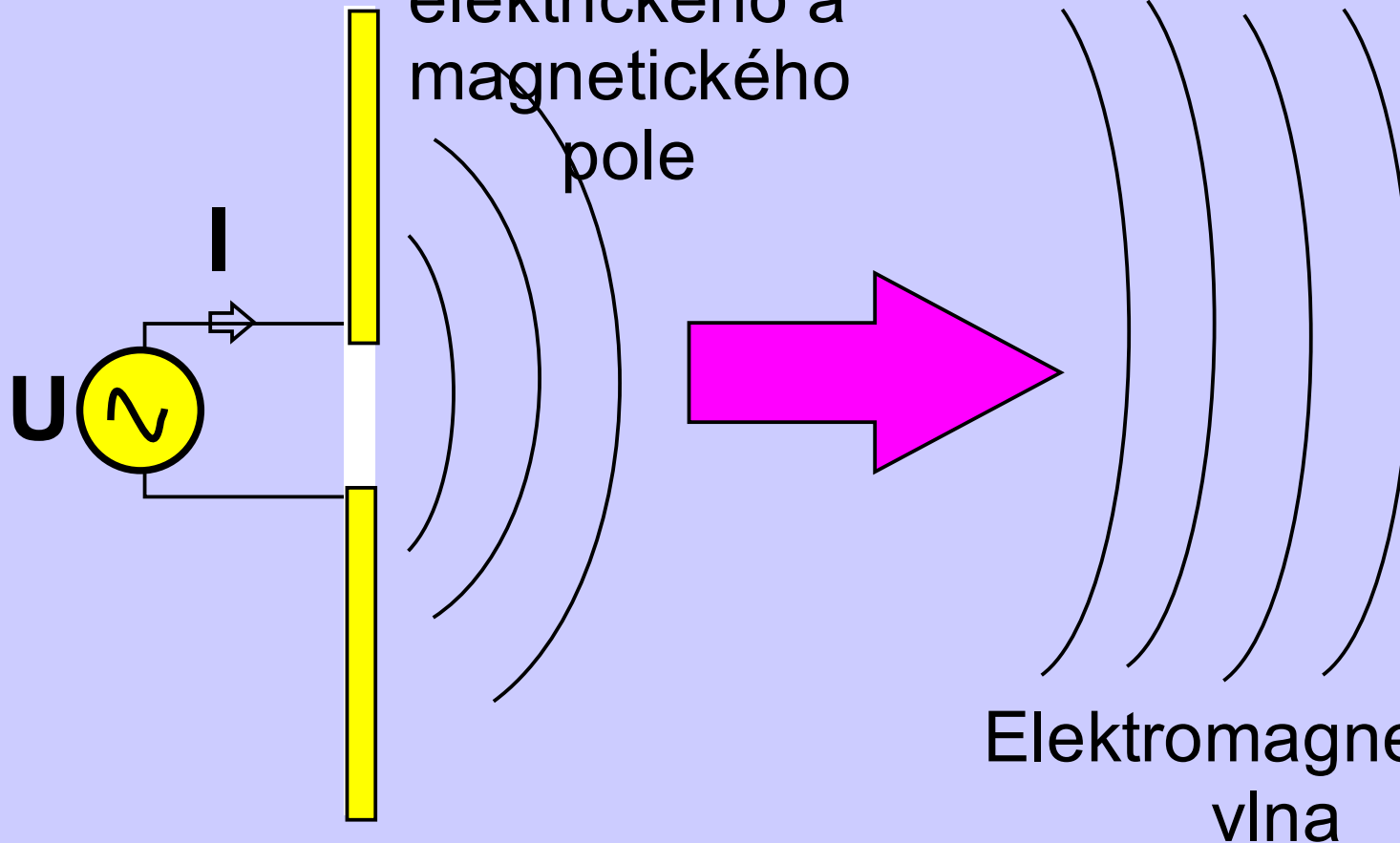
Pomyslné vázané proudy v magnetiku



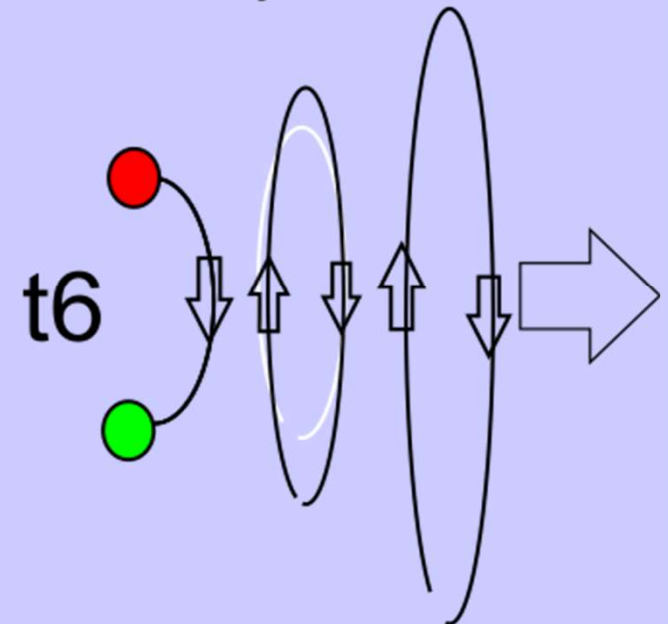
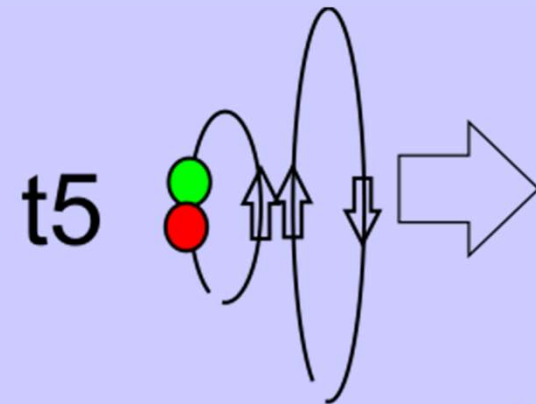
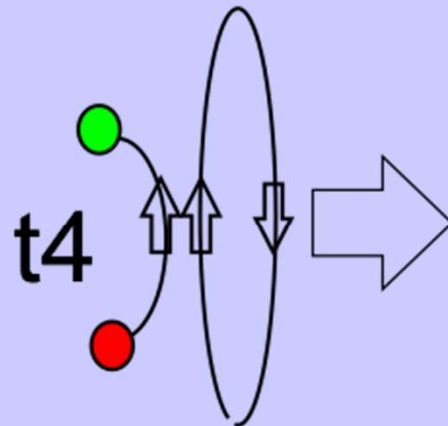
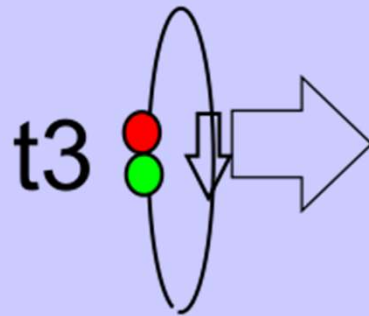
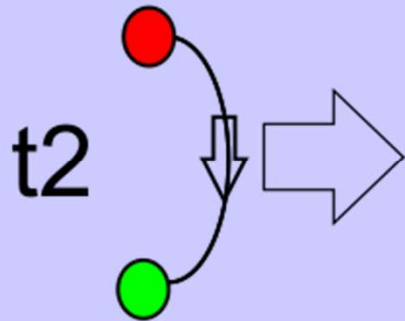
Elektromagnetické pole objektivně existuje, šíří se v prostoru ve formě elektromagnetických vln

Rychlé časové změny
prostorového rozložení
veličin

elektrického a
magnetického
pole



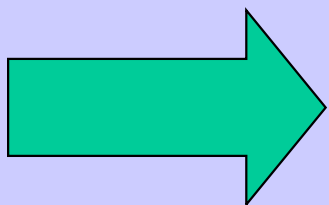
Kmitající elektrický dipól



Celková elektrická a magnetická síla působící na elektrický náboj Q

- **elektrická síla** – centrální, působí ve směru po spojnici mezi náboji, je popsána veličinou, která se nazývá intenzita elektrického pole E , má velikost : $F = Q.E$
- **magnetická síla** – působí pouze na pohybující se náboje, je kolmá na směr dráhy letícího náboje i na veličinu popisující magnetické pole – magnetickou indukci B . Má velikost $F=Q (v \times B)$

Lorentzova síla – výsledná síla: je součtem síly **elektrické** a **magnetické**



$$F=Q.(E + v \times B)$$