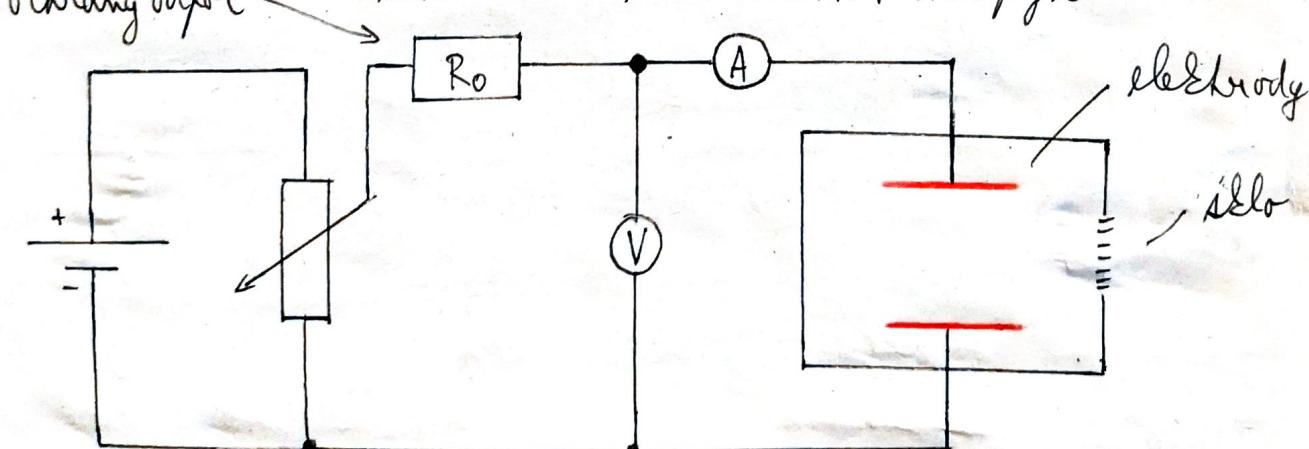


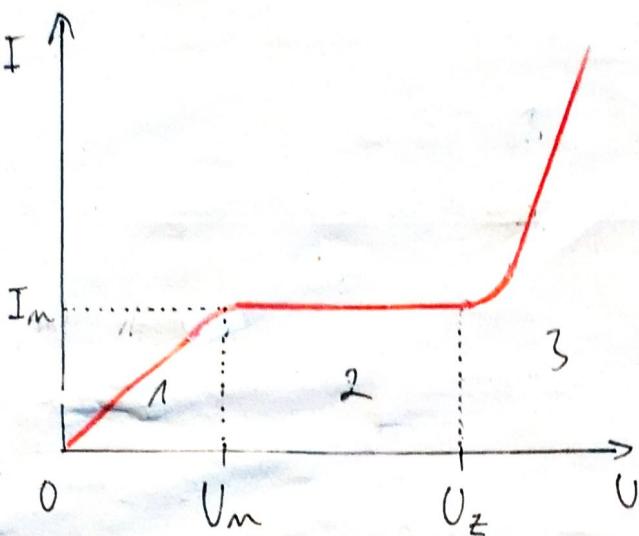
→ Elektrický proud v plynech

- plyn je za normálních podmínek izolant
- bude-li v plynu přítomný ionizátor (plamen svíčky), který dodá plynu ionizační energii, pak plyn ionizuje
- v plynu se uvolní elektron a vznikne sladký ion
- může dojít ke spojení uvolněného e⁻ a neutrální částice a vznikne záporný ion → (ion = ion)
- ionizace = vytrácení volných nosičů náboje v. plynu
- rekombinace = spojení e⁻ s sladkým ionem
- plyn v elektrickém poli - (meri elektrodami)
 - částice s nábojem se pohybují uspořádaným pohybem
⇒ plynem probíhá proud
 - říkáme, že v plynu nastal výboj
 - nesamostatný výboj = výboj probíhá za přítomnosti ionizátora
 - samostatný výboj = výboj probíhá bez ionizátora

→ Voltampérová charakteristika ionizační komory

- ionizační komora = nádoba ve které je udržen plyn
 - 1. stěna má upravenou tak, aby ji mohlo procházet záření (slnk) a ionizovat ten plyn





- 1 → průměr' sítě
- 2 → hémér' konstantné'
- 3 → prudký nárůst proudu

nesamostatný výboj samostatný výboj

1) $I \sim U \Rightarrow$ plátek ohmického zákonu

$$I = \frac{U}{R}$$

2) při hodnotě napětí U_m prochází plymem proud I_m

→ $I_m = nasycený proud$

- mě hémér' nepravidelná volných nosičů máloje

→ recombinační probíhá hémér' stejně rychle jako ionizace

- hledle probíhá až do napětí U_z = zápolné napětí

3) při zápolném napětí nastává ionizace nároem

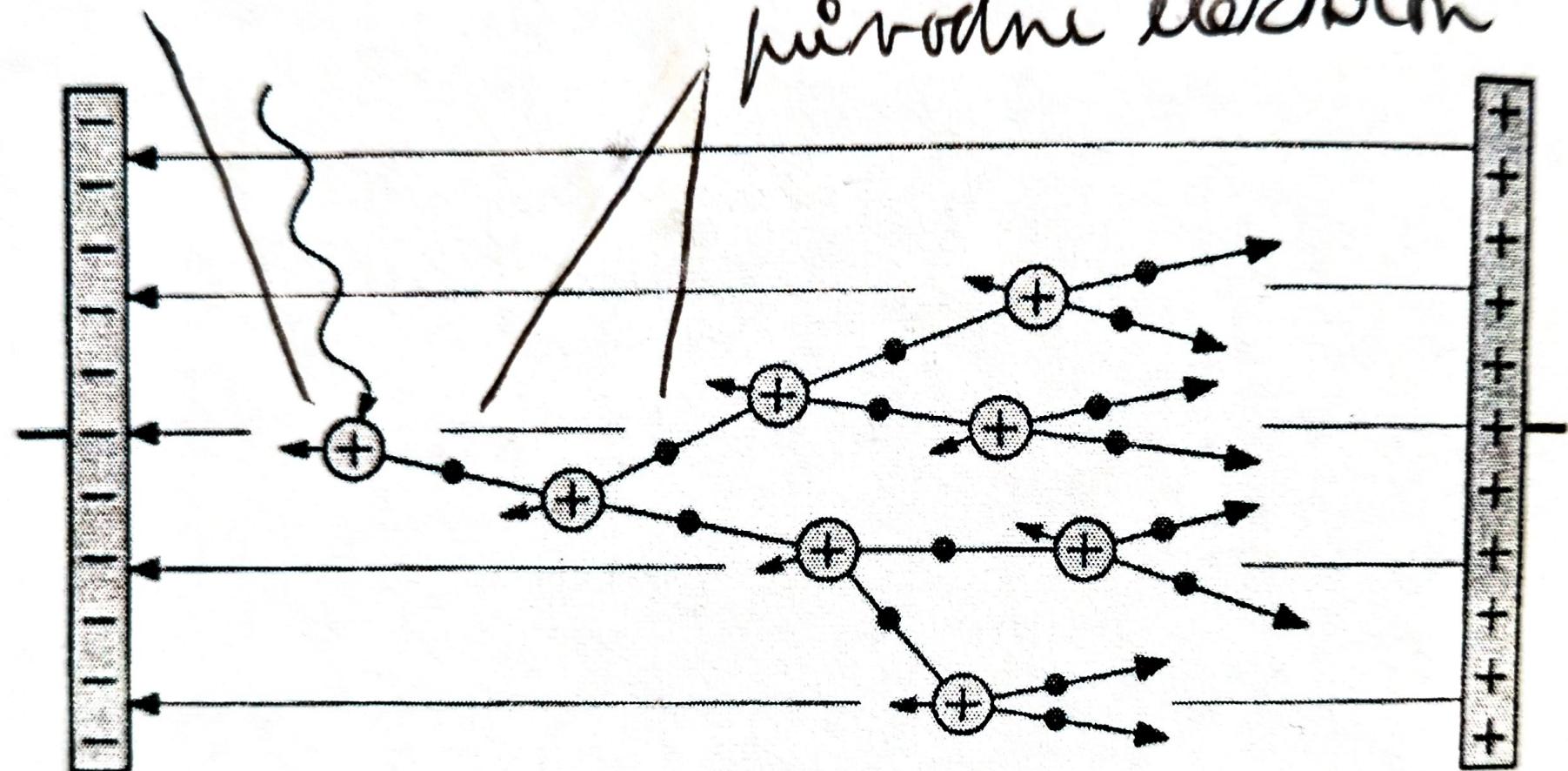
→ elektrickým polem jsou volné částice urychleny natolik, že k elektrodám dorazí přesilky bez srážky

⇒ menší časté srážky

⇒ prodloužila se průměrná dráha volného pohybu
⇒ částice mají větší kinetickou energii

ionizace { → při srážce ned-mechanizí k vzniku rájorného ionu
nároem { - předaná kinetická E staci k ionizaci
⇒ ionizace převládá nad rekombinací ⇒ nárůst proudu

přiroděně neutrální částice
přiroděný elektron



6-4 Lavinovitá ionizace nárazem

• Ionizační energie - E_i

= energie potřebná k odštěpení e^- z valenční vrstvy

\Rightarrow při ionizaci nárazen je E_k elektronů $\geq E_i$ atomu plynou

\Rightarrow volná dráha elektronů - λ

, vzdálenost elektrod

$$E_i = W = F_e \cdot \lambda$$

$$\text{chá}^c F_e: W = F_e \cdot d \quad \left. \begin{array}{l} \\ W = Q \cdot U \end{array} \right\} F_e \cdot d = e \cdot U$$

$$\Rightarrow E_i = \frac{e \cdot U}{d} \cdot \lambda$$

\hookrightarrow barvime se o $e^- \Rightarrow Q = e$

$$\Rightarrow E_i = e \cdot U \cdot \frac{\lambda}{d}$$

$$[E_i] = e \cdot V$$

\hookrightarrow electron volt

$$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{19} \text{ J}$$

→ k ionizaci větrem potřeba ionizátor
⇒ samostatný výboj

→ samostatný výboj za atmosférického slaku - $\rho_a = 100 \text{ gPa}$

- obloukový výboj

→ je potřeba velkého napětí + standard jsou C elektrody

→ uhlíkové elektrody se přisízenou zhotívou, čímž se rozširová a při se vzdáli na několik milimetrů

→ vzduch mezi elektrodami se zahřeje a začne ionizovat a začne být vodivý

→ mezi elektrodami prochází proud a doprovázejí ho světelný efekt

- výzrácení

- zdroj intenzivního světla

- obloukové svářování

- využití toho, že výboj probíhá za vysoké teploty a že plynem prochází velký proud

- jiskrový výboj

→ obloukový výboj krátkého trvání

→ protože nejdé mít stálé napětí mezi „elektrodami“

→ například blesk → elektrody = mraky

- koróna

→ výboj v nemohoucím elektrickém poli

⇒ v okolí hrsti, hrany, dráty...

→ sršení + jiskření

→ Samostatný výboj na směřeném sloupu

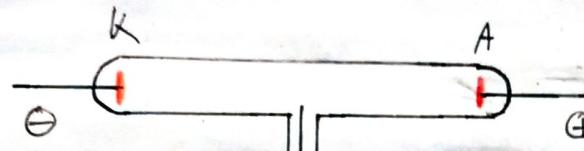
- výboj probíhá ve výbojové trubici

- výbojová trubice

→ větší výboj

→ seleninová trubice, re které bude odsavat plyn

⇒ snížení jeho tlaku v té trubici



→ odsávání plynu

- menší tlak \Rightarrow méně částic \Rightarrow méně částic s rychlostí

\Rightarrow delší průměrná dráha volného pohybu

\Rightarrow větší kinetická energie částic s nábojem

\Rightarrow & ionizaci nárazem dojde už při menším U

(samostatný výboj nastane dříve)

• $p = 10^{-8} \text{ Pa}$

→ sloučí se světelný prouek meri elektrodami

• $p = 100 \text{ Pa}$

→ anodový sloupec - nazývála "mlha"

→ katodové duchovní srážky - modré světlení

- meri elektrodami nemůže zjistit intenzitu

\Rightarrow intenzita největší na katodě

• $p = 1 \text{ Pa}$

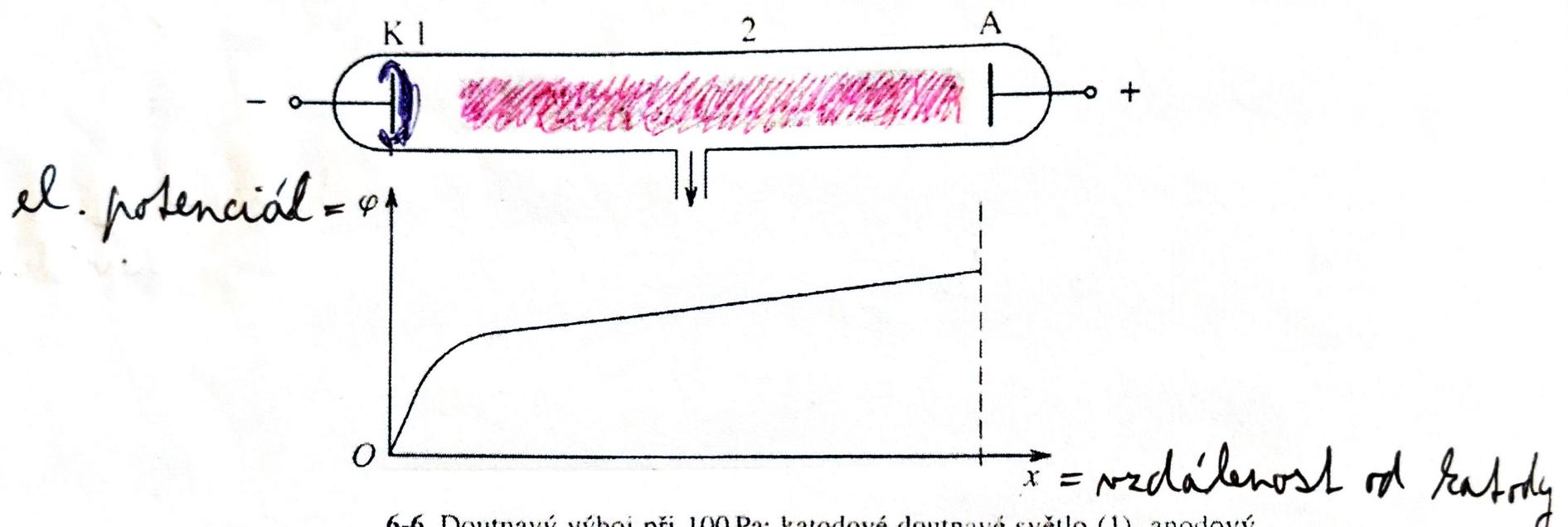
→ proud jsou v elektrodách otvory

• na K \rightarrow kanálové ráření - proud kladných ionů

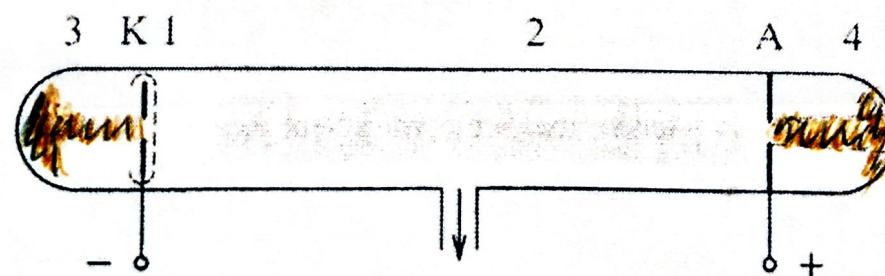
• na A \rightarrow katodové ráření - proud záporných ionů

→ světlenové výbojové trubice - zelenočlánké

→ katodové ráření = proud e- urýchlených el. polem mezi elektrodami - (velká kin. E elektronu)



6-6 Doutnavý výboj při 100 Pa: katodové doutnavé světlo (1), anodový sloupec (2)



6-8 Oddělení kanálového a katodového záření při doutnavém výboji:
kanálové záření (3), katodové záření (4)



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- 1) Jiskrový výboj v kyslíku probíhá mezi elektrodami vzdálenými od sebe 6 cm.

Napětí mezi elektrodami je 23,7 kV. Ionizační energie kyslíku je 15,8 eV.

Vypočítejte:

- minimální rychlosť, kterou musí mít elektron, aby ionizoval molekulu kyslíku,
- minimální volnou dráhu pohybu elektronu mezi elektrodami potřebnou k ionizaci kyslíku.

(hmotnosť elektronu je $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, elementární náboj $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C)

$$(a) v = \sqrt{\frac{2E_i}{m_e}} \doteq 2,36 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1}; b) \lambda = \frac{E_i \cdot d}{e \cdot U} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ m} (= 40 \mu\text{m})$$

- 2) Mezi anodou a katodou ve vakuu je vzdálenost 75 mm a napětí 150 V. Za

předpokladu, že mezi elektrodami je homogenní elektrické pole, vypočítejte zrychlení elektronů emitovaných katodou, dobu jejich pohybu od katody k anodě a jejich rychlosť při dopadu na anodu.

(hmotnosť elektronu je $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, elementární náboj $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C)

$$(a = \frac{e \cdot U}{m_e \cdot d} \doteq 3,52 \cdot 10^{14} \text{ m.s}^{-2}; t = d \cdot \sqrt{\frac{2m_e}{e \cdot U}} \doteq 2,1 \cdot 10^{-8} \text{ s} (= 21 \text{ ns}); v = \sqrt{\frac{2e \cdot U}{m_e}} \doteq 7,3 \cdot 10^6 \text{ m.s}^{-1})$$

- 3) Za bouřky došlo k jiskrovému výboji ve formě blesku mezi dvěma mraky. Při výboji, který trval 0,5 ms, byl přenesen náboj 17 C. Výboj vyrovnal původní rozdíl potenciálů (napětí) 25 MV mezi oběma mraky. Vypočítejte energii blesku a střední hodnotu elektrického proudu výboje.

$$(W = \frac{1}{2}U \cdot Q = 2,125 \cdot 10^8 \text{ J} (= 212,5 \text{ MJ}); I = \frac{Q}{t} = 3,4 \cdot 10^4 \text{ A} (= 34 \text{ kA}))$$

- 4) Samostatný výboj v neznámém plynu nastal, když napětí mezi elektrodami bylo 120 kV. Vzdálenost mezi elektrodami byla 20 mm a volná dráha elektronů emitovaných katodou 3 μm. Vypočítejte ionizační energii plynu v eV.

$$(E_i = \frac{e \cdot U \cdot \lambda}{d} = 18 \text{ eV})$$

$$U = 12 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$d = 20 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\lambda = 3 \mu\text{m} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\underline{\underline{E_i = ?}}$$

$$E_i = U e - \frac{\lambda}{d}$$

$$\tilde{E}_i = 12 \cdot 10^4 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-2}} \text{ J}$$

$$\tilde{E}_i = 18 \cdot \underbrace{1,602 \cdot 10^{-19}}_{\text{eV}} \text{ J}$$

$$\underline{\underline{E_i = 18 \text{ eV}}}$$

ELEKTRICKÝ PROČUD V PLÉNĚCH

al

$$\textcircled{1} \quad d = 6 \text{ cm} \quad E_i = F_e \cdot \lambda \quad W = F_e \cdot d = Q \cdot U \Rightarrow F_e = \frac{Q \cdot U}{d}$$

$$U = 23,7 \text{ kV} \quad E_i = \frac{e U \lambda}{d} \Rightarrow \lambda = \frac{E_i d}{e U}$$

$$\underline{E_i = 15,8 \text{ eV}} \quad \underline{\lambda = ?}$$

$$\lambda = \frac{15,8 \cdot 6 \cdot 10^{-2}}{e \cdot 23,7 \cdot 10^3} \text{ m} = \frac{15,8 \cdot 6 \cdot 10^{-5}}{23,7} \text{ m} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ m} = \underline{40 \mu\text{m}}$$

$$E_i = E_K = \frac{1}{2} m_e \cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2}{m_e} E_i}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 15,8 \cdot e}{m_e}} \text{ m/s} = \sqrt{\frac{31,6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s} = \underline{2,36 \cdot 10^6 \text{ m/s}}$$

$$\textcircled{2} \quad d = 45 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{fiktívny význam}$$

$$\frac{U = 150 \text{ V}}{a, \lambda, N = ?} \quad \bullet F_e = m_e a \quad W = F_e \cdot d = Q \cdot U \Rightarrow F_e = \frac{e \cdot U}{d}$$

$$\Rightarrow a = \frac{e \cdot U}{d \cdot m_e} = \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 150}{45 \cdot 10^{-3} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ m/s}^{-2}$$

$$\bullet d = \frac{1}{2} a t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2d}{a}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 45 \cdot 10^{-3}}{3,52 \cdot 10^{14}}} \text{ s} = \sqrt{\frac{15 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-14}}{3,52}} \text{ s} = 10^{-8} \sqrt{\frac{15}{3,52}} \text{ s} = \underline{2,1 \cdot 10^{-8} \text{ s}} = 21 \text{ ns}$$

$$\bullet N = a \cdot t = 3,52 \cdot 10^{14} \cdot 2,1 \cdot 10^{-8} = \underline{7,3 \cdot 10^6 \text{ m/s}}$$

$$\textcircled{3} \quad I = 0,5 \text{ mA} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ A} \quad I = \frac{Q}{t} = \frac{17}{5 \cdot 10^{-4}} \text{ A} = \underline{3,4 \cdot 10^4 \text{ A}} = \underline{34 \text{ kA}}$$

$$Q = 17 \text{ C}$$

$$U = 25 \text{ MV}$$

$$\underline{E, I = ?}$$

materiál ~ elektrody

blesk ~ kondenzátor

\Rightarrow energie blesku ~ energie kondenzátoru

\Rightarrow energie ~ striedúch hodnota prúdu pri výbuchu

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} U \cdot Q = \frac{1}{2} \cdot 25 \cdot 10^6 \cdot 17 \text{ J} = \underline{212,5 \text{ MJ}}$$