

1. Probojni napon u zraku je kod pločastih elektroda $E_p=30 \frac{kV}{cm}$ pri pritisku od $p=1.013$ bar i temperaturi $t=20$ °C. Koliki je broj sudara elektrona na 1 cm s molekulama, te koliki je koeficijent udarne ionizacije?

$$E_p = 30 \frac{kV}{cm}$$

$$p = 1.013 \text{ bar}$$

$$T = 20^\circ C$$

Ocitavanjem iz tablice na slajdovima za ove vrijednosti temperature i tlaka:

$$A = 645 \frac{1}{bar \text{ mm}}$$

$$B = 19 \frac{kV}{bar \text{ mm}}$$

$$\lambda_{me} = 0.57 \mu m$$

Broj sudara:

$$Z = \frac{1}{\lambda_{me}} = \frac{1}{0.57 \cdot 10^{-4}} = 17543 \frac{\text{sudara}}{cm}$$

Koeficijent udarne ionizacije:

$$\alpha = p \cdot A \cdot \exp\left(-\frac{B \cdot p}{E}\right) = 1.013 \cdot 645 \cdot \exp\left(-\frac{19 \cdot 1.013}{3}\right) = 1.068 \frac{1}{mm} = 10.68 \frac{1}{cm}$$

$$\frac{\alpha}{Z} = \frac{10.68}{17543} = 0.061\%$$

2. Koliki je broj elektrona stiglih do anode kod pločastog kondenzatora, kod kojeg je razmak ploča $s=1$ cm, ako iz katode izlazi samo jedan elektron $n_0=1$, a koeficijent ionizacije iznosi $\alpha=10.7$ cm⁻¹?

$$\alpha = 10.7 \frac{1}{cm}$$

$$s = 1 \text{ cm}$$

$$n_0 = 1$$

Vrijedi:

$$n_s = n_0 \cdot \exp(\alpha \cdot s) = 1 \cdot \exp(10.7 \cdot 1) = 44356 \text{ elektrona}$$

3. Koliko iznosi probojni napon pločastog kondenzatora s bakrenim elektrodama koje imaju oblik prema Rogovskom uz udaljenost izmeu elektroda od 1 cm, tlak zraka $p=1.013$ bar i temperaturu $v = 20$ °C? Koju vrijednost ima probojni napon u minimumu Paschenove krivulje?

$$p = 1.013 \text{ bar}$$

$$v = 20^\circ C$$

$$s = 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

$$A = 645 \frac{1}{bar \text{ mm}}$$

$$B = 19 \frac{kV}{bar \text{ mm}}$$

$$\gamma = 0.025$$

Probojni napon:

$$U = \frac{B \cdot p \cdot s}{\ln \frac{A \cdot p \cdot s}{K}} = \frac{19 \cdot 1.013 \cdot 10}{\ln \frac{645 \cdot 1.013 \cdot 10}{13.3}} = 31.06 \text{ kV}$$

Vrijednost probojnog napona na minimumu Paschenove krivulje:

$$K = \ln\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right) = \ln\left(1 + \frac{1}{0.025}\right) = 3.714$$

$$(ps)_{min} = e \cdot \frac{K}{A} = 2.718 \cdot \frac{3.714}{645} = 0.01565 \text{ bar mm}$$

$$U_{min} = B \cdot (ps)_{min} = 19 \cdot 0.01565 = 297.4 \text{ V}$$

4. Za kombinaciju cilindričnih elektroda vanjskog radijusa $r_2=100$ mm izmjereni su uz tlak $p=p_0=1.013$ bar i temperaturu $T=T_0=293$ K istosmjerni probojni naponi.

r_1 (mm)	10	20	30	40	50	60	70	80
U' (kV)	96	122	128	126	116	100	80	60

Treba izračunati probojne napone i usporediti s izmjerenim vrijednostima.

Uzeli smo proizvoljno: $r_1 = 30$ mm

$$s = r_2 - r_1 = 100 - 30 = 70 \text{ mm}$$

$$\eta = \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{\frac{r_2}{r_1} - 1} = \frac{\ln \frac{100}{30}}{\frac{100}{30} - 1} = 0.516 < 0.8$$

$$K_1 = 30 \frac{\text{kV}}{\text{cm}}$$

$$K_2 = 0.33 \frac{1}{\text{cm}}$$

$$\delta = 1$$

$$E'_1 = \delta \cdot K_1 \cdot \left(1 + \frac{K_2}{\sqrt{\delta \cdot r_1}}\right) = 1 \cdot 30 \cdot \left(1 + \frac{0.33}{1 \cdot 30}\right) = 35.72 \frac{\text{kV}}{\text{cm}}$$

$$U' = E'_1 \cdot s \cdot \eta = 35.72 \cdot 7 \cdot 0.516 = 129 \text{ kV}$$

Npr za $r_1 = 70$ mm

$$s = r_2 - r_1 = 100 - 70 = 30 \text{ mm}$$

$$\eta = \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{\frac{r_2}{r_1} - 1} = \frac{\ln \frac{100}{70}}{\frac{100}{70} - 1} = 0.8322 > 0.8$$

$$A = 645 \frac{1}{\text{bar mm}}$$

$$B = 19 \frac{\text{kV}}{\text{bar mm}}$$

$$U = \frac{B \cdot p \cdot s}{\ln \frac{A \cdot p \cdot s}{K}} = \frac{19 \cdot 1.013 \cdot 30}{\ln \frac{645 \cdot 1.013 \cdot 30}{13}} = 78.9 \text{ kV}$$