

**Úloha 1:** Akú kapacitu má diskový kondenzátor s plochou  $100 \times 100 \text{ nm}^2$  a vzdialenosťou elektród  $10 \text{ nm}$ . Aký náboj je na elektródach takéhoto kondenzátora pri napätí  $1 \text{ V}$ . (v  $C$  a počte elementárnych nábojov)?

$$S = 10^4 \text{ nm}^2 = 10^{-14} \text{ m}^2$$

$$d = 10 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$\varepsilon = 4$$

$$\varepsilon_0 = 8,854188 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

$$e = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$


---

$$C = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S / d$$

$$C = 4 \cdot 8,854188 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-14} / 10^{-9}$$

$$C = 3,54167 \cdot 10^{-16} \text{ F}$$

$$Q = C \cdot U$$

$$Q = 3,5416752 \cdot 10^{-16} \cdot 1$$

$$Q = 3,5416752 \cdot 10^{-16} \text{ C}$$

$$x = Q / e$$

$$x = 3,5416752 \cdot 10^{-16} / 1,602177 \cdot 10^{-19}$$

$$x = 2211$$

**Úloha 2:** Aký musí byť odpor v RC obvode s kapacitou  $C = 0,1 \text{ pF}$ , aby jeho časová konštanta bola  $10 \text{ ns}$ ? Aký prúd tečie týmto obvodom na začiatku nabíjania?

$$C = 0,1 \text{ pF} = 10^{-13} \text{ F}$$

$$t = 10 \text{ ns} = 10^{-8} \text{ s}$$


---

$$R = t / C$$

$$R = 10^{-8} / 10^{-13}$$

$$R = 10^5 \Omega = 100 \text{ k}\Omega$$

$$I = U / R \cdot e^{-t/R \cdot C}$$

$$\text{ak } t = 0$$

$$I = U / R$$

**Úloha 3:** Popíšte datovanie izotopu uhlíka  $C14$ .

Za pôsobenia kozmického žiarenia, vzniká v atmosfére našej planéty izotop uhlíka  $C14$ . Ten je pohlcovaný rastlinami a vďaka potravinovému reťazcu sa dostáva aj k iným živočíchom. Keď tieto organizmy zahynú,  $C14$  sa ďalej nehromadí a podlieha rozpadu na stabilnejší izotop  $C12$ .

Určovanie veku pomocou uhlíkovej metódy

$$N_1 = N_0 \cdot e^{-a \cdot t}$$

$$t = \ln(N_1 \cdot e^a / N_0)$$

kde  $N_1$  je súčasný počet atómov a  $N_0$  je predpokladaný počet atómov na začiatku rozpadu.

**Úloha 4:** Odhadnite počet atómov uhlíka, vodíka, kyslíka, dusíka v ľudskom tele a vyjadrite relatívne vzhľadom k počtu atómov vodíka.

Ak zoberieme človeka s hmotnosťou 70 kg, jeho telo obsahuje 7 kg vodíka, 43 kg kyslíka, 16 kg uhlíka, 1,8 kg dusíka a 1 kg vápnika.

$m_c$  – celková hmotnosť človeka

$m_p$  – relatívna atómová hmotnosť prvku

$m_u = 1,660\,539 \times 10^{-27}$  kg

Prvok	Hmotnosť [kg]	Počet atómov	$N / N_H$
Vodík	7	$4,182540669 \cdot 10^{27}$	1
Uhlík	16	$8,022646378 \cdot 10^{26}$	0,1618
Kyslík	43	$1,618607589 \cdot 10^{27}$	0,38699
Dusík	1,8	$7,739510455 \cdot 10^{25}$	0,0185
Vápník	1	$1,50269476 \cdot 10^{25}$	0,0359

**Úloha 5:** Z hmotnosti atómu C a mriežkovej konštanty spočítajte hustotu diamantu (v  $\text{gm}^{-3}$ ).

$$m_c = N \cdot M_n / N_a = 2 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

$V_{eb}$  – objem vypočítaný vďaka mriežkovej konštante

$$a = 0,35668 \text{ nm} = 0,35668 \cdot 10^{-7} \text{ cm}$$

$$V_{eb} = (0,35668 \cdot 10^{-7})^3$$

$$V_{eb} = 4,53771 \cdot 10^{-23} \text{ m}^3$$

$$\rho_c = (m_c \cdot 8) / V_{eb}$$

$$\rho_c = (2 \cdot 10^{-23} \cdot 8) / 4,53771 \cdot 10^{-23}$$

$$\rho_c = 1,6 \cdot 10^{-22} / 4,53771 \cdot 10^{-23}$$

$$\rho_c = 3,5261 \text{ gm}^{-3}$$

**Úloha 6:** Vypočítajte objem, ktorý bude zaberat' jedna molekula plynu, ktorý má tlak  $10^{-10}$  Pa, pri teplotách  $0^\circ\text{C}$  a  $100^\circ\text{C}$ .

$$N = 1$$

$$p = 10^{-10} \text{ Pa}$$

$$k = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$T_1 = 273,15 \text{ K}$$

$$T_2 = 373,15 \text{ K}$$

$$V_1 = N \cdot k \cdot T_1 / p$$

$$V_1 = 1 \cdot 8,314 \cdot 273,15 / 1,01325 \cdot 10^{-5}$$

$$V_1 = 2,24 \cdot 10^8 \text{ m}^3$$

$$V_2 = N \cdot k \cdot T_2 / p$$

$$V_2 = 1 \cdot 8,314 \cdot 373,15 / 1,01325 \times 10^{-5}$$

$$V_2 = 3,06 \cdot 10^8 \text{ m}^3$$

**Úloha 8:** Akú prácu treba vynaložiť k presunu 100 000 elektrónov cez potenciálový rozdiel 1 V? Aký je potrebný výkon k realizácii 1 000 000 takýchto presunov s frekvenciou 1 GHz (X)?

$$U = 1 \text{ V}$$

$$f = 10^9 \text{ Hz}$$

$$Q_e = 1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$


---

$$Q = Q_e \cdot 10^5$$

$$Q = 1,6021 \cdot 10^{-14} \text{ C}$$

$$t_1 = 1 / f$$

$$t_1 = 10^{-9} \text{ s}$$

$$W = U \cdot Q$$

$$W = 1 \cdot 1,6021 \cdot 10^{-14}$$

$$W = 1,6021 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

$$X = W / t$$

$$X = 1,6021 \cdot 10^{-14} / 10^{-9}$$

$$X = 1,6021 \cdot 10^{-11} \text{ W}$$

**Úloha 9:** Aká je frekvencia, kruhová frekvencia a vákuová vlnová dĺžka maxima žiarenia čierneho telesa s teplotou 2,73 K, 300 K a 6000 K?

$$T_1 = 2,73 \text{ K}$$

$$T_2 = 300 \text{ K}$$

$$T_3 = 6000 \text{ K}$$

$$c = 2,997924 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$b = 0,00289 \text{ mK}$$


---

$$\lambda = b / T_1$$

$$\lambda = 0,00289 / 2,73$$

$$\lambda = 1,05860 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$f = 3,11203 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$$

$$f = c / \lambda$$

$$f = 2,997924 \cdot 10^8 / 1,05860 \cdot 10^{-3}$$

$$f = 2,83197 \cdot 10^{11} \text{ Hz}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\omega = 2 \cdot 3,14159 \cdot 3,11203 \cdot 10^{13}$$

$$\omega = 1,95534 \cdot 10^{14} \text{ rad.s}^{-1}$$


---

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\omega = 2 \cdot 3,14159 \cdot 2,83197 \cdot 10^{11}$$

$$\omega = 1,779377 \cdot 10^{12} \text{ rad.s}^{-1}$$


---

$$\lambda = b / T_3$$

$$\lambda = 0,00289 / 6000$$

$$\lambda = 4,81667 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = b / T_2$$

$$\lambda = 0,00289 / 300$$

$$\lambda = 9,63333 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$f = c / \lambda$$

$$f = 2,997924 \cdot 10^8 / 4,81667 \cdot 10^{-7}$$

$$f = 6,22405 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$f = c / \lambda$$

$$f = 2,997924 \cdot 10^8 / 9,63333 \cdot 10^{-6}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\omega = 2 \cdot 3,14159 \cdot 6,22405 \cdot 10^{14}$$

$$\omega = 3,91068 \cdot 10^{15} \text{ rad.s}^{-1}$$

**Úloha 10:** Vypočítajte Comptonovu vlnovú dĺžku protónu atómu C molekuly C<sub>60</sub> priemerného študenta informatiky.

$$c = 2,997924 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$h = 6,626075 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$m_p = 1,672623 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_u = 1,66053 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_s = 75 \text{ kg}$$


---

$$\Lambda_p = h / (m_p \cdot c)$$

$$\Lambda_p = 6,626075 \cdot 10^{-34} / (1,672623 \cdot 10^{-27} \cdot 2,997924 \cdot 10^8)$$

$$\Lambda_p = 1,321410228 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

$$m_c = 1,66053 \cdot 10^{-27} \cdot 12$$

$$m_c = 1,992636 \cdot 10^{-20} \text{ kg}$$

$$\Lambda_{c60} = 60 \cdot h / (m_c \cdot c)$$

$$\Lambda_{c60} = 60 \cdot 6,626075 \cdot 10^{-34} / (1,992636 \cdot 10^{-20} \cdot 2,997924 \cdot 10^8)$$

$$\Lambda_{c60} = 6,109194624 \cdot 10^{-21} \text{ m}$$

$$\Lambda_s = h / (m_s \cdot c)$$

$$\Lambda_s = 6,626075 \cdot 10^{-34} / (75 \text{ kg} \cdot 2,997924 \cdot 10^8)$$

$$\Lambda_s = 2,94696 \cdot 10^{-44} \text{ m}$$

**Úloha 11:** Aká je de Broglieho vlnová dĺžka elektrónu a neutrónu pohybujúcich sa rýchlosťou 1, 10<sup>4</sup> a 10<sup>8</sup> ms<sup>-1</sup>?

$$m_e = 9,109390 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_n = 1,674929 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$v_1 = 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$v_2 = 10^4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$v_3 = 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$


---

$$\lambda_e = h / (m_e \cdot v_1)$$

$$\lambda_e = 6,626075 \cdot 10^{-34} / 9,109390 \cdot 10^{-31} \cdot 1$$

$$\lambda_e = 0,727389539 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\lambda_n = h / (m_n \cdot v_2)$$

$$\lambda_n = 6,626075 \cdot 10^{-34} / 1,674929 \cdot 10^{-27} \cdot 10^4$$

$$\lambda_n = 3,95603336 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$


---

$$\lambda_n = h / (m_n \cdot v_1)$$

$$\lambda_n = 6,626075 \cdot 10^{-34} / 1,674929 \cdot 10^{-27} \cdot 1$$

$$\lambda_n = 3,95603336 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$


---

$$\lambda_e = h / (m_e \cdot v_3)$$

$$\lambda_e = 6,626075 \cdot 10^{-34} / 9,109390 \cdot 10^{-31} \cdot 10^8$$

$$\lambda_e = 0,727389539 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

$$\lambda_e = h / (m_e \cdot v_2)$$

$$\lambda_e = 6,626075 \cdot 10^{-34} / 9,109390 \cdot 10^{-31} \cdot 10^4$$

$$\lambda_e = 0,727389539 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_n = h / (m_n \cdot v_3)$$

$$\lambda_n = 6,626075 \cdot 10^{-34} / 1,674929 \cdot 10^{-27} \cdot 10^8$$

$$\lambda_n = 3,95603336 \cdot 10^{-15} \text{ m}$$

**Úloha 12:** Aká musí byť vzdialenosť štrbín v dvoj štrbinovom experimente s elektrónmi o energii 100 eV, aby odstup susedných extrémov intenzity na tienitku vzdialenom 10 cm bol 1 mm?

$$E_k = 100 \text{ eV} = 1,60256 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

$$s = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$d = 10 \text{ cm} = 10^{-1} \text{ m}$$

$$m_e = 9,109390 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$h = 6,626075 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

---

$$v^2 = 2 \cdot E_k / m_e$$

$$v^2 = 2 \cdot 1,60256 \cdot 10^{-17} / 9,109390 \cdot 10^{-31}$$

$$v^2 = 3,51848 \cdot 10^{13} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

$$v = 5931677 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$\lambda_e = h / (m_e \cdot v)$$

$$\lambda_e = 6,626075 \cdot 10^{-34} / (9,109390 \cdot 10^{-31} \cdot 5931677)$$

$$\lambda_e = 1,22628 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$b = k \cdot \lambda / \sin(\arctg(s/d))$$

$$b = k \cdot \lambda / \sin(s/d)$$

$$b = 1,22628 \cdot 10^{-10} / \sin(10^{-3} / 10^{-1})$$

$$b = 1,22628 \cdot 10^{-10} / 1,74533 \cdot 10^{-4}$$

$$b = 7,02606 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$