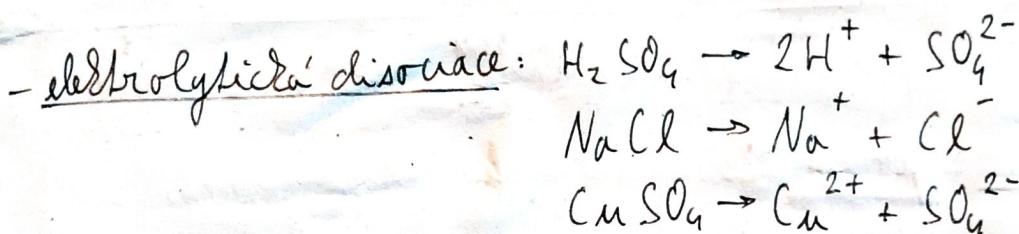


→ Elektrický proud v kapalinách

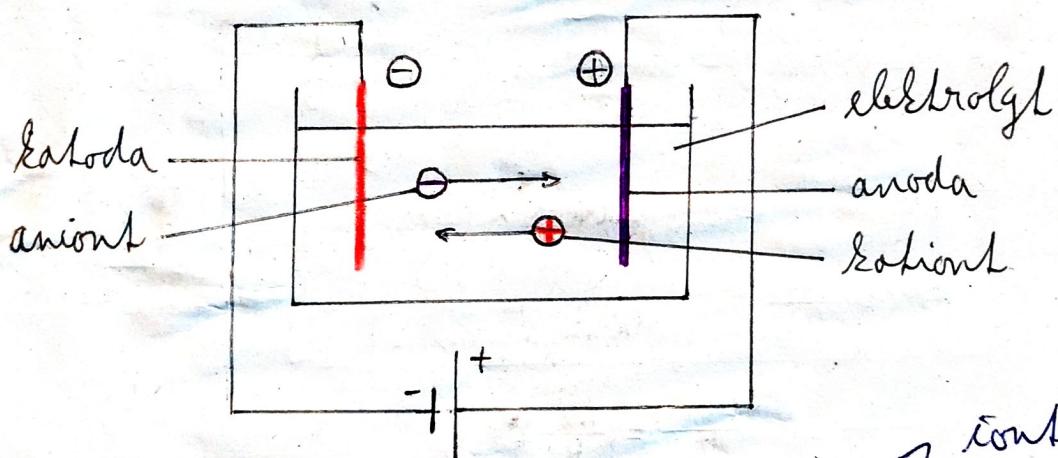
- elektrolyt = kapalina obsahující sladné a ráporné ionty
- elektrolytická dissociace = rozpad neutrálních molekul na sladné a ráporné ionty
- kationty = sladné ionty → nedostatek e⁻
- anionty = ráporné ionty → přebytek e⁻



→ pro vyloučení částic musí kationty přijmout e⁻
a anionty odvzdat e⁻

→ elektrolyza

- katoda = elektroda zapojená k rápornému polu katodě
- anoda = elektroda zapojená k sladnému polu anodě



↗ kontrolovanost

→ kationty (+) → katoda (-) } uspořádání pohyb iontů
 → anionty (-) → anoda (+) }

⇒ kapalinou procházející proud

⇒ měri elektrodami vznikající elektrické pole

→ kationty přijmou e⁻ od katody } s neutralizací se

→ anionty odvzdají e⁻ anodi

→ poté se vyloučí na 65 / reagují s elektrolytem...

- Faradayov zákon elektrolyz

→ během elektrolyzy se na katodě vyloučí ion nebo voda

- po přijetí určitého počtu elementárních nábojů
- kationy se na katodě vyloučí molekula dane látky

→ během elektrolyzy se na anodě vyloučí kyslík nebo dojde k reakci

- po odvzdušnění určitého počtu e aniony

- $\frac{N}{Z} = \frac{\text{počet elementárních nábojů potřebných k vyloučení 1 molekuly látky na elektrodi}}{\text{V - mý}}$

základ značeno

- ještě když projde elektrolytem celkový náboj Q za dobu t dojde se na elektrodě vyloučí N molekul

$$\rightarrow N = \frac{Q}{Z \cdot e} \rightarrow e = 1,602 \cdot 10^{-19} C$$

- 1. Faradayov zákon

$$m = N \cdot m_m - \text{hmotnost 1 molekuly} \rightarrow \text{normální}$$

$$\text{látkoví} \rightarrow m = \frac{N}{N_A} - \text{avogadrova konstanta} \\ \text{množství} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M_m}$$

$$m = \frac{m}{M_m} - \text{molární hmotnost}$$

$$\text{a)} \frac{m}{m_m} = \frac{m}{N} \wedge \frac{M_m}{N_A} = \frac{m}{N}$$

$$\Rightarrow m = N \cdot \frac{M_m}{N_A} = \frac{Q}{Z \cdot e} \cdot \frac{M_m}{N_A}$$

$$\text{b), } \frac{m}{m_m} = \frac{N \cdot M_m}{N_A} \wedge N = \frac{Q}{Z \cdot e}$$

$$\Rightarrow m = \frac{Q}{Z \cdot e} \cdot \frac{M_m}{N_A}$$

$$\left. \begin{array}{l} m = Q \cdot \frac{M_m}{Z \cdot e N_A} \\ m = Q \cdot \frac{M_m}{Z \cdot F} \end{array} \right\}$$

- Faradayova konstanta - F

$$F = e \cdot N_A \rightarrow F = 9,65 \cdot 10^4 C \cdot mol^{-1}$$

$$\Rightarrow m \sim Q$$

→ hmotnost látky vyzdvíjené na byjem Q při elektrolyze na katodě je první násobka konstanta na byje

→ elektrochemický ekvivalent látky - A

$$\rightarrow m = Q \cdot A \quad \wedge \quad A = \frac{M_m}{z \cdot F} \quad \wedge \quad [A] = \text{kg} \cdot \text{C}^{-1}$$

→ 2. Faradayov zákon

- elektrochemický ekvivalent látky je roven podílu její molařní hmotnosti a součinu počtu záporných a pozitivních výložníků 1 molekuly této látky a Faradajové konstante

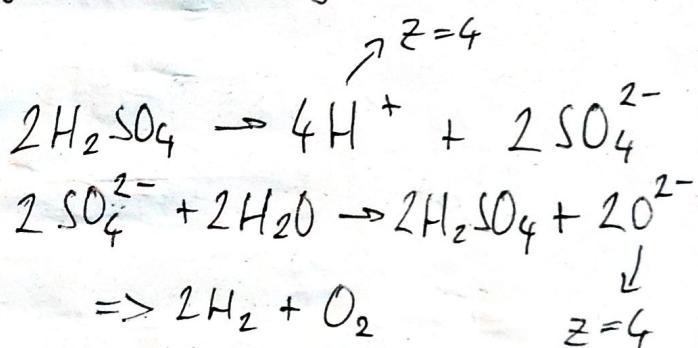
→ látková množství různých látek vyzdvíjených při elektrolyze lehčí na byje jistou chemický ekvivalentní

→ příklady

$$4) \quad I = 1 \text{ A}$$

$$t = 300 \text{ s}$$

$$\underline{m(\text{H}_2), m(\text{O}_2) = ?}$$



$$m = \frac{Q \cdot M_m}{z \cdot F} \quad \rightarrow m(\text{H}_2) = \frac{I \cdot t \cdot M_m(2\text{H}_2)}{z \cdot F} =$$

$$= \frac{300 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 9,65 \cdot 10^4} = \frac{3 \cdot 10^{-5}}{9,65}$$

$$\underline{m(\text{H}_2) = 3,1 \cdot 10^{-6} \text{ kg} = 3,1 \text{ mg}}$$

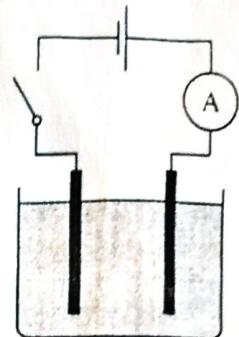
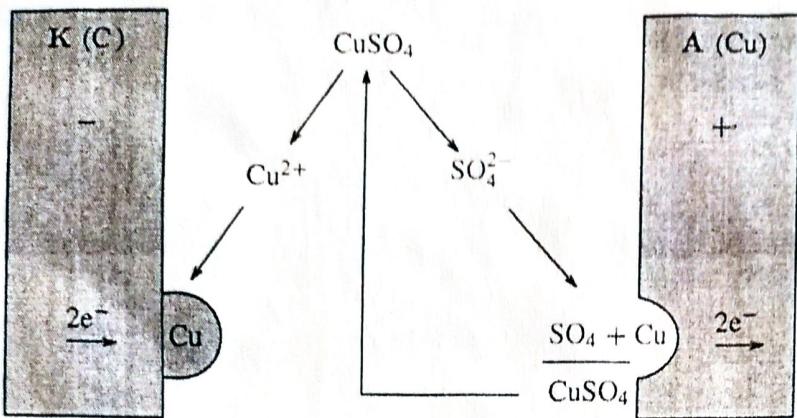
$$\rightarrow m(\text{O}_2) = \frac{I \cdot t \cdot M_m(\text{O}_2)}{z \cdot F} =$$

$$= \frac{300 \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 9,65 \cdot 10^4} = \frac{24 \cdot 10^{-5}}{9,65}$$

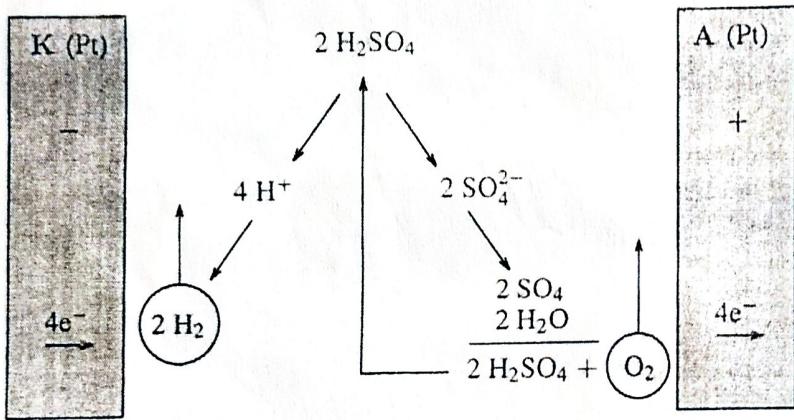
$$\underline{m(\text{O}_2) = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ kg} = 2,5 \text{ mg}}$$

→ koncentrace roztoku se nezmění

→ přesun Cn r anody na katodu - nepříjem'

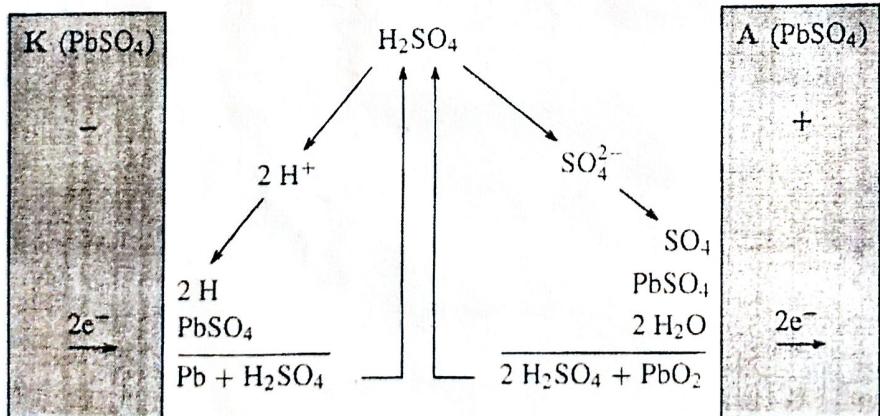


→ koncentrace roztoku se snižuje



} nepříjem' přesun
elektronů r katody
na anody

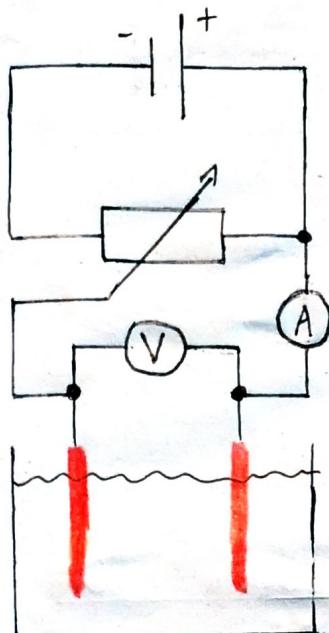
→ Hoffmannov přístroj



→ na katodi se vyloučí atomy, krov nebo molekuly vodíku

→ na anodi se vyloučí kyslík nebo dioxidik k reakci
meri anionty a materiálem anody

→ Voltamperová charakteristika elektrolytického rodiče



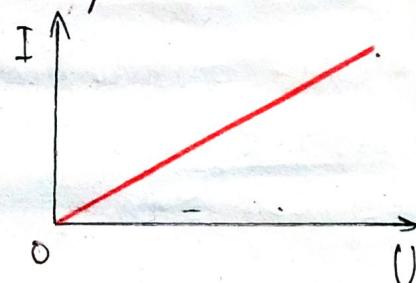
$$\rightarrow I = f(U)$$

→ 2 různé chování pro různé situace
→ malá přísladí

a) mědinečné elektrody v CuSO_4

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

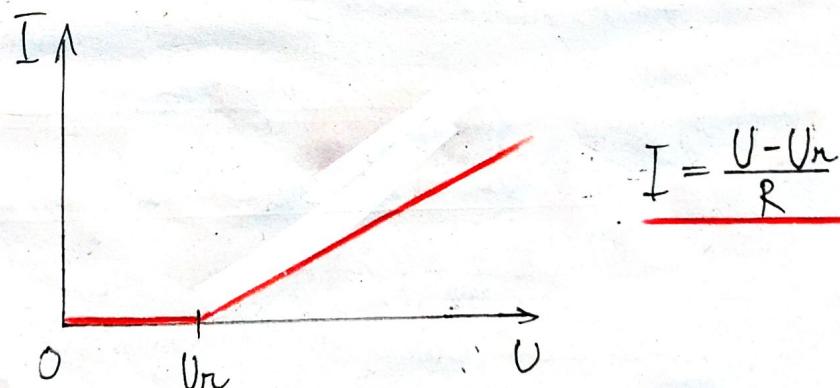
\Rightarrow plati ohmův zákon



b) platinové/uhlikové elektrody v H_2SO_4

→ proud včasné klesá k nuli

→ to probíhá až do rozladného napětí
 \Rightarrow poté opět lineární funkce



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

→ el. odpor elektrolytického rodiče

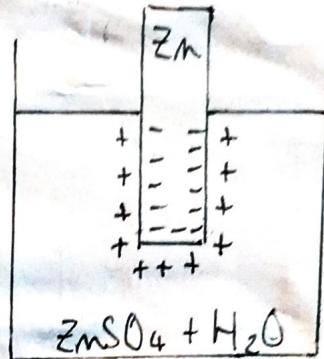
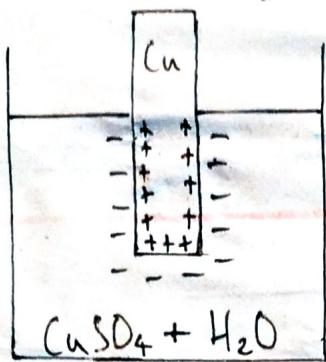
$$\underline{R = \beta \frac{\lambda}{S}}$$

→ β = měrný elektrody odpor - labulky

→ λ = vzdálenost elektrod

→ S = plocha se které se elektrody přesýpají

- elektrolytická dvojvětra = příčina silnací a, b
- vznik dvojvětry - reakce materiálů E s elektrolytem
- při povolení elektrody do elektrolytu nastane
1 z má sledujících silnací:



- R Ø se na E naloží + i mý lva
- ⇒ povrch E získá + naboj
- ⇒ O n r E získá + naboj
- R E sedr Ø naloží + iong krov
- ⇒ povrch E získá + naboj
- ⇒ O n r E získá + naboj

- vytrávila se dvojvětra, která obalila sv E
- zabranuje vylučování dolních iontů
- ⇒ zabranuje dolním změnám
- dvojvětra je vlastně e. pole
- pole mezi elektrodou a elektrolytem
- vykazuje napětí
- má 'elektrolyticky' potenciál

a) pro obě elektrody nastala stejná silnace

- vznik 2 stejných dvojvěter → 2 stejné elektrody
- ⇒ měří elektrodami není napětí
- = ⇒ proud prochází od račítka
- ⇒ plati ohmův zákon od račítka $\Rightarrow I = \frac{U}{R}$

- například 2 Cu elektrody v o CuSO4
- může nastat speciální případ → *
- např. 2 Pt elektrody v o H2SO4

b) pro elektrody nastaven různé situace, nemusí být

→ vznik 2 různých ohnivostí → 2 různé elektrody

⇒ 2 různé elektrolyticky potenciály

⇒ měri E vznila elektromotorické napětí U_e

→ princip galvanického článku = baterie

→ po připojení zdroje → *

→ U_e má opačnou polaritu než připojený zdroj

→ různé kombinace elektrod a elektrolytu

⇒ různé hodnoty U_e

→ horní hranice U_e je rozladné napětí

→ rozladné napětí je největší

- možné elektromotorické napětí

→ připojení zdroj napětí

• $U < U_e$

→ U_e „přebije“ napětí zdroje

⇒ proud elekta je malý

• $U > U_e$

→ U_e „přebije“ U

⇒ proud kvůli procházkám

$$\Rightarrow I = \frac{U - U_e}{R} \rightarrow \text{napi} \ Zn \ a Cu \ E \ n \ O \ CuSO_4$$

* pokud se po připojení zdroje změní napětí měří elektrodami, tak se nazývá polarizační

→ stejný princip jako u U_e a U_R , jen U_R a U_e

→ napětí se může změnit změnou elektrod

→ např. 2 Pt elektrody v H_2SO_4 → $U_e = 0$

→ připojení zdroj → na K se vyloučí H_2 + na A se vyloučí O_2

⇒ napětí už není 0 ⇒ polarizační napětí



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenčníchopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- 1) Kovová kulička o poloměru 15 mm byla elektrolyticky poniklovaná vrstvou silnou 0,05 mm. Elektrolýza stálým proudem trvala 1,5 h. Vypočítejte velikost proudu při elektrolýze a hmotnost niklové vrstvy na kuličce.
(elektrochemický ekvivalent niklu je $0,304 \text{ mg.C}^{-1}$, hustota niklu $8\,900 \text{ kg.m}^{-3}$)
($I = \frac{4\pi \cdot r^2 \cdot h \cdot \rho}{A \cdot t} \doteq 0,766 \text{ A} (= 766 \text{ mA})$; $m = 4\pi \cdot r^2 \cdot h \cdot \rho \doteq 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ kg} (= 1,26 \text{ g})$)

- 2) Roztokem modré skalice (CuSO_4) prochází elektrický proud $1 \mu\text{A}$. Kolik atomů mědi se na katodě vyloučí za 1 ms? Jaká je hmotnost takto vyloučené mědi?
(elektrochemický ekvivalent mědi je $3,29 \cdot 10^{-7} \text{ kg.C}^{-1}$, molární hmotnost mědi $63,546 \text{ g.mol}^{-1}$, $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)
($N = \frac{A \cdot I \cdot t}{M_m} \cdot N_A \doteq 3 \cdot 10^9$; $m = A \cdot I \cdot t = 3,29 \cdot 10^{-16} \text{ kg}$)

- 3) Na katodě, jejíž část ponořená do elektrolytu měla povrch obsahu $1,25 \text{ cm}^2$, se vyloučilo 25 mg zlata. Vypočítejte dobu elektrolytického pozlacování stálým proudem 24 mA a tloušťku vrstvičky zlata na katodě.
(elektrochemický ekvivalent zlata je $0,681 \text{ mg.C}^{-1}$, hustota zlata je $19\,300 \text{ kg.m}^{-3}$)
($t = \frac{m}{A \cdot I} \doteq 1\,530 \text{ s} (= 25,5 \text{ min})$; $h = \frac{m}{S \cdot \rho} \doteq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m} (= 0,01 \text{ mm})$)

- 4) Při chromování se za 1 hodinu vyloučil na katodě chrom o hmotnosti 1 555 mg. Mezi elektrodami bylo po celou dobu udržováno napětí 12 V. Vypočítejte elektrický odpor elektrolytu a energii spotřebovanou na elektrolytické pochromování.
(elektrochemický ekvivalent chromu je $0,18 \text{ mg.C}^{-1}$)

$$(R = \frac{U \cdot A \cdot t}{m} \doteq 5 \Omega; E = \frac{U \cdot m}{A} \doteq 1,04 \cdot 10^5 \text{ J} (= 104 \text{ kJ}))$$

$$A = 3600 \text{ A}$$

$$m = 1\,555 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$U = 12 \text{ V}$$

$$A = 0,18 \text{ mg.C}^{-1} = 18 \cdot 10^{-8} \text{ kg.C}^{-1}$$

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

$$E = Q \cdot U = \text{jouloro nejlo}$$

$$E = W = Q \cdot U = I \cdot A \cdot U = I \cdot A \cdot \frac{U}{A} = \frac{m \cdot U}{A}$$

$$E = \frac{1555 \cdot 10^{-6} \cdot 12}{18 \cdot 10^{-8}} \text{ J} = \frac{1555 \cdot 200}{3} \text{ J} \doteq 1,04 \cdot 10^5 \text{ J} = \underline{\underline{104 \text{ kJ}}}$$

$$I = \frac{m}{A \cdot t}$$

$$m = I \cdot A \cdot t \quad U = R \cdot I$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U \cdot A \cdot t}{m}$$

$$R = \frac{12 \cdot 3600 \cdot 18 \cdot 10^{-8}}{1555 \cdot 10^{-6}} \Omega = \frac{12 \cdot 36 \cdot 18}{1555} \Omega$$

$$\underline{\underline{R = 5 \Omega}}$$

ELEKTRICKE PRODUKTION V ELEKTROLYTE-CH

$$\textcircled{1} \quad r = 15 \text{ mm} = 15 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$d = 0,05 \text{ mm} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$t = 1,5 \text{ h} = 5400 \text{ s}$$

$$A = 0,304 \text{ mg C}^{-1} = 304 \cdot 10^{-9} \text{ kg C}^{-1}$$

$$\rho = 8900 \cdot \text{kg m}^{-3}$$

$$I, m = ?$$

$$m = Q \cdot A = I \cdot t \cdot A$$

$$\Rightarrow I = \frac{m}{t \cdot A} = \frac{1,26 \cdot 10^{-3}}{5400 \cdot 304 \cdot 10^{-9}} \text{ A} = \frac{12600}{54 \cdot 304} \text{ A} = \underline{\underline{0,766 \text{ A}}}$$

$$\textcircled{2} \quad I = 10^6 \text{ A}$$

$$A = 3,29 \cdot 10^{-7} \text{ kg C}^{-1}$$

$$A = 10^3 \text{ A}$$

$$M_m = 63,5 \cdot 10^3 \text{ kg mol}^{-1}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$m, N = ?$$

$$N = \frac{3,29 \cdot 6,022}{63,5 \cdot 10^3} \cdot 10^{10} = 0,31 \cdot 10^{10} = \underline{\underline{3,1 \cdot 10^9}}$$

$$\textcircled{3} \quad S = 1,25 \text{ cm}^2 = 125 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$m = 25 \text{ mg} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$I = 24 \text{ mA} = 24 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$A = 0,681 \text{ mg C}^{-1} = 681 \cdot 10^{-9} \text{ kg C}^{-1}$$

$$\rho = 19,300 \text{ kg m}^{-3}$$

$$A, d = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad V = S \cdot d \Rightarrow \rho = \frac{m}{S \cdot d} \Rightarrow d = \frac{m}{\rho \cdot S}$$

$$d = \frac{25 \cdot 10^{-6}}{125 \cdot 10^{-6} \cdot 19,300} \text{ m} = \frac{1}{5 \cdot 19,300} \text{ m} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m} = \underline{\underline{0,01 \text{ mm}}}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V$$

Senda 'kultra' vistna

$$\Rightarrow V = d \cdot S = d \cdot 4\pi r^2$$

$$m = 4\pi \rho \cdot d \cdot r^2$$

$$m = 4\pi \cdot 8900 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \cdot 225 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$m = 20\pi \cdot 89 \cdot 225 \cdot 10^{-9} \text{ kg} = \underline{\underline{1,26 \text{ g}}}$$

$$m = Q \cdot A = I \cdot t \cdot A$$

$$m = 10^6 \cdot 10^3 \cdot 3,29 \cdot 10^{-7} \text{ kg} = \underline{\underline{3,29 \cdot 10^{-16} \text{ kg}}}$$

$$m = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M_m} \Rightarrow N = m \cdot \frac{N_A}{M_m}$$

$$N = 3,29 \cdot 10^{-16} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23}}{63,5 \cdot 10^3}$$

$$m = I \cdot t \cdot A \Rightarrow A = \frac{m}{I \cdot t}$$

$$A = \frac{25 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 10^{-3} \cdot 681 \cdot 10^{-9}} \text{ A}$$

$$A = \frac{25}{24 \cdot 681} \cdot 10^6 \text{ A} = \underline{\underline{1530 \text{ A}}}$$