

## Zlatá horúčka na Aljaške

V roku 1897 vypukla na Aljaške zlatá horúčka. K zlatonosným potokom, riekam a horám prúdili tisíce zlatokopov v nádeji že nájdu zlato a zbohatnú. Na tzv. panviciach premývali desiatky ton riečného piesku a blata, vydolovali tisícky ton zlatonosnej horniny, ktorú následne rozdrvili a rôznymi spôsobmi extrahovali malé ale aj väčšie čiastočky zlata.

1. Vieme, že  $1\text{m}^3$  piesku s hustotou  $1,5\text{kg}/\text{dm}^3$  obsahuje priemerne  $0,02\%$  svojej hmotnosti zmes kovov. Z tohto množstva je  $93\%$  železa a  $0,4\%$  zlatých šupiniek s čistotou  $w=95\%$ .

a.) Vypočítajte koľko ton zlatonosného riečného piesku bolo treba premyť a preosiať na „panvici“ aby zlatokop získal  $8\text{g}$  zlata s čistotou  $24$  karátov ( $w=99,9\%$ ). (1,5bodu)

Odpoveď: **10,53 ton**

$V(\text{piesku})=1\text{m}^3$ ,  $q(\text{piesku})=1,5\text{kg}/\text{dm}^3=1500\text{kg}/\text{m}^3$ ,  $m=q \cdot V \Rightarrow m(1\text{m}^3)=1500\text{kg}$   
Hmotnosť zmesi kovov v  $1500\text{kg}$  je:  $(1500\text{kg} \cdot 0,02\%) = (1500\text{kg}/100) \cdot 0,02 = 0,3\text{kg}$   
Hmotnosť zlatých šupiniek tvorí  $0,4\%$  z  $0,3\text{kg}$ :  $(0,3\text{kg}/100) \cdot 0,4 = 0,0012\text{kg} = 1,2\text{g}$

Použijeme napr. trojčlenku (ide o nepriamu úmernosť) na vypočítanie obsahu  $24$ karátového zlata:

↑  $1,2\text{g}$  .....  $95\%$  čistoty ↓  
|  $X\text{ g}$  .....  $99,9\%$  ↓

$X/1,2\text{g} = 95\% / 99,9\% \Rightarrow X = 1,14\text{g}$  zlata s  $24$  karátovou čistotou sa nachádza v  $1500\text{kg}$  piesku.

Opäť trojčlenka:

↑  $1,14\text{g}$  zlata .....  $1500\text{kg}$  piesku ↑  
|  $8\text{g}$  zlata .....  $y\text{ kg}$  piesku ↑

$8\text{g}/1,14\text{g} = y/1500\text{kg} \Rightarrow y = 10\,526,32\text{kg} = 10,53\text{ ton}$  piesku.

b.) Aký objem ( $\text{v cm}^3$ ) zaberie  $8\text{g}$  zlata po roztavení? (1bod)

Odpoveď:  **$0,4\text{ cm}^3$**

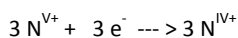
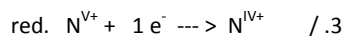
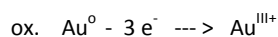
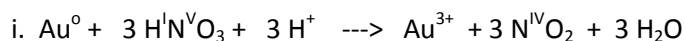
$\rho(\text{Au}) = 19,6\text{ kg}/\text{dm}^3 = 19,6\text{g}/\text{cm}^3$

$\rho = m/V \Rightarrow V = m/\rho \Rightarrow V = 8\text{g}/19,6\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3} = 0,4\text{ cm}^3$

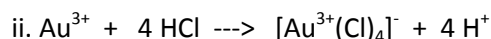
2. Pri ťažbe zlata v zlatých baniach sa vo vydolovanej rude nachádzali aj zlúčeniny iných prvkov, ktoré bolo treba správne oddeliť. Samotné zlato sa najčastejšie z pomletej horniny extrahovalo pomocou ortuti, kyanidov alebo lučanky kráľovskej.

a.) Z nasledujúcich zlúčenín zakrúžkujte zlúčeniny (soli) neušľachtilých kovov:  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{AuTe}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ . (1bod)

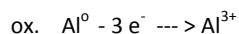
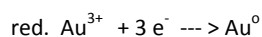
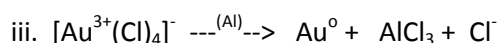
b.) Napíšte oxidačno-redukčné polreakcie a doplňte stechiometrické koeficienty do rovníc získavania zlata: (2,5 bodu)



Doplníme vypočítané stechiometrické koeficienty do rovnice a dopočítame potrebné vodíky.



Ide o komplexotvornú reakciu a ako vidno z rovnice oxidačné čísla atómov sa nemenia. Vyrovnáme iba počet atómov chlóru a vodíka na oboch stranách rovnice.



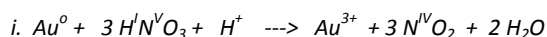
Túto reakciu možno nazvať aj vytesňovacou reakciou, pretože atómy hliníka na hradia (vytesnia) zlato zo zlúčeniny do roztoku.

c.) Napíšte chemickú rovnicu získania zlata elektrolytickým rozkladom (elektrolýzou) zlúčeniny  $[\text{Au}(\text{Cl})_4]^-$ . (0,5bodu)



d.) Vypočítajte aký minimálny objem kyseliny dusičnej ( $c=0,001 \text{ mol/cm}^3$ ) a aký počet (N) atómov chlóru z kyseliny chlorovodíkovej je potrebné použiť na získanie 8g zlata z pomletej zlatonosnej horniny pri použití chemického postupu vyjadreného vyššie uvedenými rovnicami (v úlohe b.). (3,5bodu)

Odpoveď:	121,8 cm <sup>3</sup>
Odpoveď:	9,78 · 10 <sup>22</sup> atómov



A. Najprv si vypočítame látkové množstvo zlata v reakcii:

$$m(\text{Au})=8\text{g},$$

$$M(\text{Au})=196,97 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{Au})=m(\text{Au})/M(\text{Au}) \Rightarrow n(\text{Au})=0,0406 \text{ mol}.$$

Z rovnice reakcie vyplýva, že  $n(\text{Au})/n(\text{HNO}_3) = 1/3$ , teda po úprave dostaneme vzťah  $3 \cdot n(\text{Au}) = n(\text{HNO}_3)$ . Vieme, že platí vzťah  $c = n/V$ . Upravíme vzťah nasledovne:

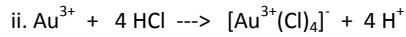
$$3. n(\text{Au}) = c(\text{HNO}_3) \cdot V(\text{HNO}_3)$$

$$3. 0,0406 \text{ mol} = 0,001 \text{ mol/cm}^3 \cdot V(\text{HNO}_3)$$

$$V(\text{HNO}_3) = \underline{121,8 \text{ cm}^3}$$

Na rozpustenie 8g zlata potrebujeme minimálne  $121,8 \text{ cm}^3$  kyseliny dusičnej.

B. Predpokladáme, že reakcia pokračovala podľa rovnice:



Tu vidíme, že:  $n(\text{Au}^{3+}) / n(\text{HCl}) = 1 / 4$ . Vieme, že látkové množstvo zlata ostáva rovnaké a že platí vzťah:  $n = N / N_A$ .

Potom:

$$4. n(\text{Au}^{3+}) = n(\text{HCl}) \implies 4 \cdot n(\text{Au}^{3+}) = N(\text{HCl}) / N_A \implies N(\text{HCl}) = 4 \cdot n(\text{Au}^{3+}) \cdot N_A$$

$$N(\text{HCl}) = 4 \cdot 0,0406 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = \underline{9,78 \cdot 10^{22} \text{ molekúl.}}$$

Vieme, že každá molekula HCl sa skladá z 1 atómu H a 1 atómu Cl, preto počet atómov Cl bude rovnaký ako počet molekúl HCl.

Na získanie 8g zlata potrebujeme minimálne  $9,78 \cdot 10^{22}$  atómov chlóru naviazaných s vodíkom v podobe kyseliny chlorovodíkovej.

Pomocné údaje:

Hustota  $\rho(\text{Au}) = 19,6 \text{ kg/dm}^3$ ;  $A_r(\text{Au}) = 196,97$ ;

$A_r(\text{H}) = 1,01$ ;  $A_r(\text{N}) = 14,01$ ;  $A_r(\text{O}) = 16,00$ ;  $A_r(\text{Cl}) = 35,45$