



Clasa a IX-a

Problema I. Armura lui Iron Man (38p)

Titanul este metalul cel mai frecvent utilizat pentru repararea corpului, fie în șuruburi sau plăci pentru a ține oasele împreună, fie în ancorarea membrilor protetice în corp.

Până anul trecut, aliajul de aur-titan pe care Tony Stark l-a inventat pentru a construi armurile lui Iron Man erau o ficțiune. În 2016, o echipă de cercetători a anunțat crearea unui aliaj Ti-Au de patru ori mai rezistent decât titanul pur, care prelungește durata de viață a implanturilor, în general acestea fiind înlocuite din cauza uzurii odată la 10 ani. Titanul și aurul sunt netoxice, bio-compatibile și rezistente la coroziune în interiorul corpului. Titanul are, de asemenea, proprietatea rară de „osseointegrație”, care permite osului să se dezvolte ferm și să se atașeze de implant.

1. Determinați raportul atomic Ti:Au din acest aliaj, știind că partea de masă a titanului este de 42,23%. (3p)

Rezolvare:

Răspuns: Ti:Au=

Ilmenitul este cel mai important mineral pentru obținerea titanului. El conține fier, titan și oxigen în raport de masă de 7:6:6.

2. Determinați formula moleculară a minereului numit *ilmenit*. (4p)

Rezolvare:

Răspuns: formula *ilmenitului* este.....

Pentru producerea titanului, în prima etapă *ilmenitul* este redus la 900 °C cu carbon, într-un curent de clor, în urma acestui proces obținându-se un amestec de cloruri metalice și monoxid de carbon. Impuritățile sunt separate prin distilare, dat fiind faptul că $TiCl_4$ este una dintre puținele halogenurile metalice aflate în stare de agregare lichidă la temperatura camerei.

3. Scrieți ecuația reacției de obținere a $TiCl_4$ și egalați-o prin metoda bilanțului electronic, știind că al doilea metal din compoziția *ilmenitului* formează o clorură trivalentă. (5p)

4. Indicați rolul *ilmenitului* în procesul redox. (1p)

5. Starea de agregare lichidă a $TiCl_4$ se explică prin faptul că: (*încercuiți litera/literele corespunzătoare răspunsului corect*) (1p)

- titanul este un metal ușor fuzibil;
- substanța are o structură moleculară similară cu CCl_4 ;
- există o diferență mică de electronegativitate dintre titan și clor.

6. Calculați cum se modifică presiunea gazelor în procesul reducerii *ilmenitului* ($P_{final}:P_{inițial}$). (3p)

Rezolvare:

Răspuns: $P_{final}:P_{inițial}$

În contact cu aerul umed, clorura de titan ($TiCl_4$) formează nori opaci spectaculoși, datorită acestei interacțiuni substanța a fost utilizată un timp pentru producerea fumigenelor. Fumul alb este cel mai stabil oxid de titan, întâlnit și în natură în minereul numit *rutil*.

7. Determinați formula oxidului de titan, știind că are un conținut de 40% oxigen. (3p)

Rezolvare:

Răspuns: $m(\text{oxid})=$

8. Scrieți ecuația reacției cu vaporii de apă din aer. Argumentați, pe scurt, motivul pentru care s-a renunțat la producerea fumigenelor prin această metodă. (3p)

Producția mondială de titan este de aproximativ 250.000 de tone pe an. Principala metodă de obținere are la bază procedeul Kroll, care constă în reducerea clorurii de titan cu magneziu, la temperatura de 1100°C. Magneziul este introdus în exces de 20%. Puritatea metalului obținut este de 99,2%.

9. Scrieți ecuația procesului de reducere a clorurii de titan. (2p)

10. Calculați raportul de masă al materiilor prime (TiCl₄:Mg), necesare pentru o zi de producție, dacă se știe că randamentul total al procesului de producție este de 85%. (8p)

Rezolvare:

Răspuns: m(Ti):m(Mg)=

Titanul, la fel ca și magneziul, cristalizează într-o rețea cristalină hexagonal compactă (vezi fig.1). Lungimea laturii hexagonului (*a*) este de 295,1 pm, iar înălțimea (*h*) are 469,7 pm. (1pm=10⁻¹²m, $V_{\text{hexagon}}=3a^2 \cdot h \sqrt{3} / 2$).

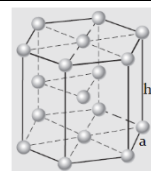


Fig. 1

11. Calculați densitatea titanului. (5p)

Rezolvare:

Răspuns: ρ(Ti)=

Problema II. Supraviețuirea lui James Bond (34p)

În filmul „*Diamonds are forever*”, personajul negativ Blodfeld îl blochează pe James Bond într-o țevă închisă ermetic. În problema următoare vă propunem să analizați șansele de supraviețuire ale lui Bond. Pentru determinarea presiunii gazelor din aer, vom folosi legea lui Dalton, sau legea presiunilor parțiale, în care se menționează că, la o temperatură constantă, presiunea unui amestec de gaze este suma presiunilor parțiale ale gazelor componente. Presiunea parțială se calculează ca produsul dintre presiunea totală și partea de volum a gazului în amestec.

Porțiunea de țevă în care este închis Bond are volumul de 2,5 m³, iar presiunea inițială a aerului aflat în ea este de cca 1bar (100 kPa).

1. Cunoscând procentul de volum al oxigenului în aer (21%), aflați cantitatea de oxigen și presiunea sa parțială la momentul blocării lui Bond? (2p)

Rezolvare:

Răspuns: $v(\text{O}_2)=$, $p(\text{O}_2)=$

2. Considerând că aerul este format doar din azot și oxigen, calculați partea de masă a oxigenului aflat în aer. (4p)

Rezolvare:

Răspuns: $\omega(\text{O}_2)=$

Prin procesul de respirație, Bond consumă oxigen pentru arderea glucozei din sânge (C₆H₁₂O₆).

3. Scrieți ecuația reacției de ardere a glucozei. (2p)

Un adult își pierde cunoștința când presiunea parțială a oxigenului coboară sub 0,1 bar. Se știe că într-un minut o persoană consumă, în medie, 12,5 mmol de oxigen.

4. Ce cantitate de oxigen se va găsi în aer în momentul în care Bond își pierde cunoștința? (4p)

Rezolvare:

Răspuns: $v(\text{O}_2) = \dots\dots\dots$,

5. Câte minute va fi conștient Bond? (1p)

Rezolvare:

Răspuns: $\Delta t = \dots\dots\dots$ min.

Un alt pericol care îl paște pe Bond este acumularea de CO_2 , care la presiunea parțială de peste 0,15 bar produce sincopa cerebrală (leșinul).

6. Care este pericolul mai urgent: consumul de O_2 sau acumularea de CO_2 ? (6p)

Rezolvare:

Răspuns: $\dots\dots\dots$

În spațiile închise, cum sunt submarinele, se utilizează diferite substanțe pentru purificarea aerului.

7. Indicați formula unei substanțe care l-ar fi ajutat pe Bond să micșoreze acumularea de CO_2 . Scrieți ecuația reacției chimice dintre CO_2 și substanța propusă. (2p)

Formula chimică: $\dots\dots\dots$, ecuația reacției:

8. Ce masă de substanță ar fi necesară pentru a absorbi cantitatea de CO_2 eliminată timp de 10 minute? (3p)

Rezolvare:

Răspuns: $m(\text{subst.}) = \dots\dots\dots$

„Oxygen candles” (lumânările de oxigen) sunt dispozitive care pot asigura oxigenul necesar unei persoane adulte circa 6 ore. Ele sunt confecționate dintr-un amestec de clorat de sodiu (NaClO_3) și pilitură de fier. Prin aprinderea lumânării rezultă clorură de sodiu, oxid de fier (II) și se eliberează cca 3340 L de oxigen.

9. Scrieți ecuația reacției ce are loc la arderea lumânării. (2p)

10. Explicați principiul de funcționare al acestor lumânări. (2p)

Răspuns:

11. Determinați raportul de masă în care se amestecă pilitura de fier și cloratul de sodiu pentru producerea lumânărilor. (5p)

Rezolvare:

Răspuns: $m(\text{oxid}) = \dots\dots\dots$

12. Câte minute ar mai fi putut rezista Bond, fără să leșine, dacă ar fi avut asupra sa o astfel de lumânare? (1p)

Rezolvare:

Răspuns: $m(\text{oxid}) = \dots\dots\dots$

(problemă realizată în colaborare cu Valeriu Cemortan, masterand, Franța)

Total – 72 p