

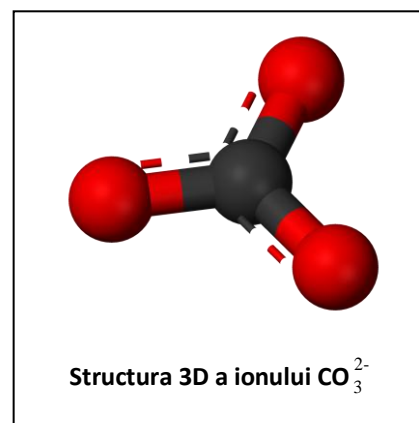
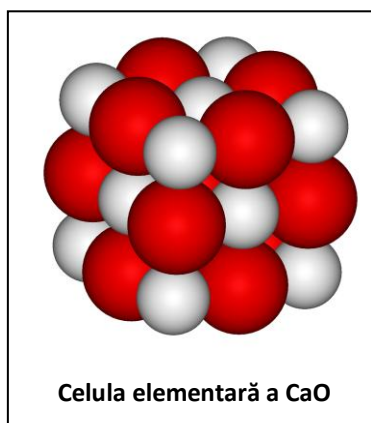
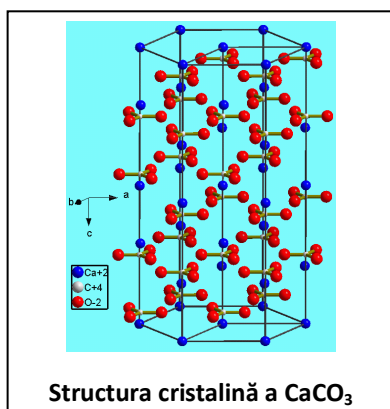
Olimpiada Interdisciplinară de Științele Pământului
Etapa națională – Ediția a XIX-a, Brașov 2015
Subiect proba teoretică
Chimie

Pagina 1 din 2

Calciul este un metal alcalino-pământos moale, de culoare gri. Este al cincilea element ca abundență în scoarța terestră. Ionul Ca^{2+} este tot al cincilea ca abundență în apa mărilor și a oceanelor.

Calciul metallic este mult prea reactiv, de aceea nu se găsește ca atare în natură. S-a constatat că acest element apare în explozia finală a stelelor masive. Calciul este esențial pentru organismele vii, în special pentru fiziologia celulei (canalele de calciu). Face parte din structura oaselor, dinților, cochiliilor, fiind cel mai abundent metal (în procente de masă) din componența multor organisme vii.

Carbonatul de calciu, CaCO_3 , este o substanță comună întâlnită în alcătuirea multor roci fiind, de asemenea, componenta principală din coaja de ou, a perlelor sau a carapacelor multor organisme marine.



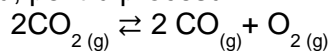
1. La descompunerea termică a 0,1 g de calcar ce conține impurități nevolatile, pierderea procentuală de masă a fost de 35,2%.

Determinați puritatea calcarului.

2. Oxidul de calciu cristalizează într-o rețea de tip NaCl. Această rețea poate fi imaginată ca o rețea cubică cu fețe centrate de ioni O^{2-} în care toate golurile octaedrice sunt ocupate de ioni Ca^{2+} .

Calculați densitatea oxidului de calciu, cunoscând $r_{\text{Ca}^{2+}} = 114 \text{ pm}$ și $r_{\text{O}^{2-}} = 126 \text{ pm}$.

3. La temperatura 2273 K și presiunea $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, compoziția procentuală volumetrică a amestecului de reacție, la echilibru, pentru procesul:



este: 88,7% CO_2 , 7,5% CO și 3,8% O_2 . Determinați valorile constantelor de echilibru K_p și K_c .

4. Carbonatul de sodiu este utilizat ca regulator de pH, în vederea menținerii unor condiții alcaline stabile, ca de exemplu, în cazul soluțiilor folosite la dezvoltarea filmelor, respectiv la eliminarea efectului coroziv al clorinării în piscine. O astfel de soluție folosită la dezvoltarea de filme fotografice are concentrația în Na_2CO_3 10^{-2} M .

Calculați concentrația ionilor hidroniu în această soluție.

(constantele de aciditate pentru acidul carbonic: $K_{a1} = 4 \cdot 10^{-7}$, $K_{a2} = 5 \cdot 10^{-11}$)

1. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
2. Subiectul se punctează de la 0 la 25 puncte.



Olimpiada Interdisciplinară de Științele Pământului
Etapa națională – Ediția a XIX-a, Brașov 2015
Subiect proba teoretică

Pagina 2 din 2

Chimie

5. Este cunoscut faptul că apariția peșterilor se datorează fenomenului carstic, care constă în „dizolvarea” unor roci calcaroase (calcar, marmură, cretă, dolomit sau ghips) sub acțiunea apelor acide.

Presupunem că o peșteră activă dintr-un masiv calcaros este străbătută de un pârâu care are debitul de 5 L/min și pH-ul apei egal cu 5, ambele valori rămânând constante în timp.

a. Valoarea pH-ului apei din pârâu se datorează prezenței unora dintre ionii: Fe^{3+} , Cu^{2+} , Na^+ , K^+ , Ba^{2+} , NH_4^+ . Precizați speciile ionice responsabile de valoarea pH-ului. Justificați răspunsul prin scrierea ecuațiilor reacțiilor chimice.

b. Ținând cont de condițiile prezentate și știind că „solubilizarea” carbonatului de calciu decurge cu un randament de 10%, în cât timp se va mări volumul peșterii cu 50 m³?

(Se cunosc: pentru carbonatul de calciu: $\rho = 2711 \text{ kg/m}^3$, $K_S = 3 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$
pentru acidul carbonic: $K_{a1} = 4 \cdot 10^{-7}$, $K_{a2} = 5 \cdot 10^{-11}$)

Notă: unele informații, date și imagini din textul enunțurilor au fost preluate sub formă de CCL de la adresele web:

http://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_carbonate

<http://en.wikipedia.org/wiki/Carbonate>

http://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_oxide

<http://en.wikipedia.org/wiki/Calcium>

http://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_carbonate

http://en.wikipedia.org/wiki/Ionic_radius

Constantele termodinamice au fost preluate din:

W. M. Haynes, ed., **CRC Handbook of Chemistry and Physics, 95th Edition (Internet Version 2015)**, CRC Press/Taylor and Francis, Boca Raton, FL

Mase atomice:

C- 12, O- 16, Ca- 40.

Volumul molar: $V = 22,4 \text{ L/mol}$;

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

Constanta universală a gazelor $R = 8310 \text{ J/(kmol} \cdot \text{K)}$

Notă:

Toate subiectele sunt obligatorii.

Subiectele au fost propuse de:

conf. dr. Vlad Chiriac, *Universitatea de Vest*, Timișoara

prof. Carmen Argeșanu, Colegiul Național *Nichita Stănescu*, Ploiești

prof. Anca Irena Balan, Liceul Tehnologic *Ion Mincu*, Vaslui

prof. Carmen Boteanu, *Școala Centrală*, București

prof. Carmen Iuliana Comaniuc, Colegiul Național *Traian Doda*, Caransebeș

Maria-Cristina Constantin, *CNEE*, București

prof. Carmen Gheorghe, Liceul Tehnologic *Costin Nenițescu*, Buzău,

prof. Daniela Ilucă, Colegiul Național *Emil Racoviță*, Iași

prof. Liliana Marin, Liceul Teoretic *Nicolae Iorga*, Brăila

prof. Carmen Nechita, Liceul Teoretic *Grigore Antipa*, Botoșani

1. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.

2. Subiectul se punctează de la 0 la 25 puncte.



Olimpiada Interdisciplinară de Științele Pământului
Etapa națională – Ediția a XIX-a, Brașov 2015
Barem de evaluare și de notare
Chimie

Pagina 1 din 1

Se punctează oricare alte modalități de rezolvare corectă a cerințelor.

1. $m(\text{CO}_2) = 352 \cdot 10^{-4} \text{ g}$
 $m(\text{CaCO}_3) = 8 \cdot 10^{-2} \text{ g}$
 $\rho = 80\%$ 3 puncte
2. $l = 2r_{\text{Ca}^{2+}} + 2r_{\text{O}^{2-}} = 48 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
 $V = l^3 = 110,592 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3$
 $m = 4A_{\text{Ca}} + 4A_{\text{O}} = 224 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 371,84 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
 $\rho = 3362,2 \text{ kg/m}^3$ 4 puncte
3. $K_x = 2,716 \cdot 10^{-4}$
 $K_p = 27,51 \text{ Pa}$
 $K_c = 1,457 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$ 3 puncte
4. $[\text{HO}^-] = 1,414 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$
 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 7,072 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L}$ 3 puncte
5. a. Precizarea speciilor ionice cu hidroliză acidă: Fe^{3+} , Cu^{2+} și NH_4^+ 0,6 puncte
 $[\text{Fe}(\text{OH}_2)_n]^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{OH}_2)_{n-1}(\text{OH})]^{2+} + \text{H}_3\text{O}^+$
 $[\text{Cu}(\text{OH}_2)_n]^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{OH}_2)_{n-1}(\text{OH})]^+ + \text{H}_3\text{O}^+$
 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ 2,4 puncte
- b. $m(\text{CaCO}_3 \text{ solubilizat}) = 1,3555 \cdot 10^5 \text{ kg}$ 1 punct
 La $\text{pH}=5$, o parte din ionii CO_3^{2-} rezultați se transformă în HCO_3^- și CO_2 .
 Solubilitatea S' în aceste condiții: $K_{S1} = S' \cdot (\alpha_{\text{CO}_3^{2-}} \cdot S')$
- $$S' = \sqrt{\frac{K_{S1}}{\alpha_{\text{CO}_3^{2-}}}} \text{ unde } \alpha_{\text{CO}_3^{2-}} = \frac{K_{1a} \times K_{2a}}{K_{1a} \times K_{2a} + K_{1a} \times [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{H}_3\text{O}^+]^2}$$
- La $\text{pH}=5$, $\alpha_{\text{CO}_3^{2-}} = 2 \cdot 10^{-7}$ și $S' = 0,122 \text{ mol/L}$ 5 puncte
- Ținând cont de debitul pâ râului și de randament:
- $S_{\text{efectiv}} = 5 \cdot S' \cdot 0,1 = 0,061 \text{ mol/min}$ 1 punct
 $m_1 (\text{CaCO}_3 \text{ solubilizat}) = 0,061 \cdot 100 = 6,1 \text{ g/min}$ 1 punct
 $t = 42,27 \text{ ani}$ 1 punct