

2. razred – pisana zadaća

- Iz sljedećih termokemijskih podataka izračunajte entalpiju stvaranja kalcijeva karbida, $\text{CaC}_2(\text{s})$:
 R1: $\text{CaC}_2(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}); \quad \Delta_r H = -127,9 \text{ kJ/mol}$
 R2: $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}); \quad \Delta_r H = -65,2 \text{ kJ/mol}$
 Entalpija stvaranja za čvrsti CaO je $-635,1 \text{ kJ/mol}$, a entalpije izgaranja za grafit i plinoviti etin su $-393,5$ odnosno $-1299,6 \text{ kJ/mol}$.
- Što je elektronski afinitet nekog atoma X i kako se mjeri?
- Sustavi koji s okolinom ne izmjenjuju tvari ni energiju zovemo izoliranim sustavima.
 - Navedite primjer približno takvog sustava?
 - Može li se u takvom sustavu zbivati endotermni proces? Koja bi bila posljedica?
 - Može li se u takvom sustavu zbivati egzotermni proces? Koja bi bila posljedica?
 - Koja je energija čestica direktno povezana s temperaturom?
 - Usporedite pojmove topline i rada u termodinamici?
- U tablicama podataka može se naći da voda ima kriokopsku konstantu $1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$, a otopina sumporne kiseline gustoće $1,219 \text{ g cm}^{-3}$ i molalnosti $4,79 \text{ mol kg}^{-1}$ ima leđište pri $-36,2^\circ \text{C}$.
 - Koliki van't Hoffov i -faktor biste početno (bez računa) očekivali za takvu otopinu?
 - Izračunajte i -faktor iz danih eksperimentalnih podataka. Čemu biste pripisali odstupanje?
 - Procijenite osmotski tlak takve otopine pri 20°C u odnosu na vodu.
 - Koliko visok stupac otopine gustoće $1,05 \text{ g cm}^{-3}$ bi zaustavio osmozu u tom primjeru, ako je hidrostatski tlak $p = \rho gh$ (ρ - gustoća, g - gravitacijsko ubrzanje $9,81 \text{ m s}^{-2}$, h - visina stupca).
- Na crtežu je prikazana ovisnost koncentracija četiriju u vodi otopljenih tvari A, B, C, i D o vremenu unutar zatvorenog reakcijskog sustava stalna volumena.

- Napišite jednadžbu kemijske reakcije tako da su stehiometrijski brojevi najmanji cijeli brojevi.
 - Iskažite brzine trošenja reaktanata v_A i v_C te brzine nastajanja produkata v_B i v_D za tu reakciju pomoću ukupne brzine dane reakcije v .
 - Kolika je konstanta ravnoteže?
 - Kako očekujete da na tu ravnotežu utječu prirasti temperature i tlaka?
- U čašu s 400 mL čiste vode pri 25°C dodana je kap vodene otopine sumporne kiseline koncentracije $0,8 \text{ mmol/L}$. Izmjereno je da 50 kapi ima volumen od $2,2 \text{ mL}$. Izračunajte pH-vrijednost tako zakiseljene vode.

Rješenja:

1.

	$\Delta_r H$	$\Delta_r H / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{Ca}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s})$	$\Delta_f H(\text{CaO, s})$	$-635,1$
$\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$	$\Delta_r H(\text{R2})$	$-65,2$
$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow$ $\rightarrow \text{CaC}_2(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$-\Delta_r H(\text{R1})$	$127,9$
$2 \text{C}(\text{s, gr}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g})$	$2 \Delta_c H(\text{C, gr})$	$-787,0$
$2 \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow$ $\rightarrow \text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2} \text{O}_2(\text{g})$	$-\Delta_c H(\text{C}_2\text{H}_2, \text{g})$	$1299,6$
$\text{Ca}(\text{s}) + 2 \text{C}(\text{s, gr}) \rightarrow \text{CaC}_2(\text{s})$		<u><u>$-59,8$</u></u>

2. To je najmanja energija potrebna da se elektron izbaci iz negativnog iona u plinovitom stanju, tj. za $X^- \rightarrow X + e^-$. Mjeri se kinetička energija monokromatskim zračenjem izbačenih elektrona pa je elektronski afinitet razlika energije upadnog zračenja ($h\nu$) i izmjerene kinetičke energije elektrona. Alternativno može: energija koja se oslobodi kad se atomu u plinskoj fazi doda elektron

3. a) termos boca (Dewarova posuda)
 b) DA, sustavu bi pala temperatura.
 c) DA, sustavu bi porasla temperatura.
 d) kinetička
 e) To su dva oblika prijenosa energije. Toplina teče spontano s toplijeg na hladnije i ako je sustav primio toplinu, u okolini se nešto ohladilo. Ako je primio rad u okolini je pao neki uteg ili se promijenila vrtnja nekog tijela ili sl. Sustav ne ni rad ni toplinu nego samo energiju...

4. a) 3
 b)

$$\Delta T_t = i b K_{kr}$$

$$i_{\text{exp}} = \frac{\Delta T_t}{b K_{kr}} = \frac{36,2 \text{ K}}{4,79 \text{ mol kg}^{-1} \times 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}} = \underline{\underline{4,06}}$$

Početna jednadžba ne vrijedi za tako koncentrirane otopine.

- c) $\Pi = i c R T$ (k - kiselina; otp - otapalo)

$$c_k = \frac{n_k}{V} = \frac{m_{\text{otp}} \times b_k \times \rho}{m_{\text{otp}} + n_k M_k} = \frac{b_k \times \rho}{1 + b_k M_k} =$$

$$= \frac{4,79 \text{ mol kg}^{-1} \times 1,219 \text{ kg L}^{-1}}{1 + 4,79 \text{ mol kg}^{-1} \times 0,098 \text{ kg mol}^{-1}} = 3,97 \text{ mol/L}$$

$$\Pi = 4,06 \times 3,97 \text{ mol L}^{-1} \times 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 293 \text{ K} = \underline{\underline{39,3 \text{ MPa}}}$$

d) $\Pi = \rho g h$ $\quad h = \frac{\Pi}{\rho g} = \frac{3,93 \times 10^7 \text{ Pa}}{1050 \text{ kg m}^{-3} \times 9,81 \text{ m s}^{-2}} = \underline{\underline{3,8 \text{ km}}}$

5. a) $4 A + 2 C \rightleftharpoons 2 B + D$

b) $v_A = 4 v; \quad v_C = 2 v; \quad v_B = 2 v; \quad v_D = v$

c) $K_c = \frac{[B]^2 [D]}{[A]^4 [C]^2} = \frac{2^2 \cdot 1}{1^4 \cdot 2^2} \left(\frac{\text{L}}{\text{mmol}} \right)^3 = \underline{\underline{1 \times 10^9 (\text{L/mol})^3}}$

d) Tlak ne utječe na reakcije u otopinama, a kako iz 6 molekula nastaju 3 uglavnom nastaju veze i reakcijska će entalpija biti negativna tako da povišenje temperature pomiče ravnotežu prema reaktantima.

6. Volumen jedne kapi: $V_1 = 2,2 \text{ mL} / 50 = 0,044 \text{ mL}$

Množina kiseline u kapi:

$$n_1 = c_1 V_1 = 8 \times 10^{-4} \text{ mol/L} \cdot 4,4 \times 10^{-5} \text{ L} = 3,52 \times 10^{-8} \text{ mol}$$

Konc. kiseline u čaši: $c_k = \frac{n}{V} = \frac{3,52 \times 10^{-8} \text{ mol}}{0,4 \text{ L}} = 8,8 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$

Konc. H^+ iz kiseline: $c_k(H^+) = 2 c_k = 1,76 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$

Konc. H^+ iz vode: $c_w(H^+) = c_w(OH^-) = \frac{K_w}{c(H^+)}$

Ukupna konc. H^+ : $c(H^+) = c_k(H^+) + c_w(H^+) = 2 c_k + \frac{K_w}{c(H^+)}$

$$c(\text{H}^+)^2 - 2c_{\text{k}} c(\text{H}^+) - K_{\text{w}} = 0$$

$$c(\text{H}^+) = c_{\text{k}} + \sqrt{c_{\text{k}}^2 + K_{\text{w}}} = 2,21 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$\boxed{\text{pH} = 6,66}$$

