

"כימיאדה" - האולימפיאדה הארצית בכימיה

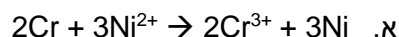
לתלמידי כיתות י"א ו-י"ב בטכניון

שלב הגמר

20.03.2013

פתרונות

.1



ב. אלקטרודת הניקל תעלה במסתה בזמן פעולת התא משום שיוני Ni^{2+} אשר בתמיסה יעברו חיזור באלקטרודה זו (הקתודה) וישקעו עליה כ- Ni(s) .

ג. $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{red}} + E^\circ_{\text{ox}} = -0.236 \text{ V} + 0.744 \text{ V} = 0.508 \text{ V}$

ד. $\Delta G^\circ = -nFE = -(6 \text{ mol})(96500 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{V}^{-1})(0.508 \text{ V}) = -294000 \text{ J} = -294 \text{ kJ}$

ה.

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$-294000 \text{ J} = -(8.314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1})(298 \text{ K}) \ln K$$

$$\ln K = 118.7$$

$$K = 3.62 \cdot 10^{51}$$

$$\text{OR: } K = 10^{nE^\circ/0.0592} = 10^{3.048/0.0592} = 3.1 \cdot 10^{51}$$

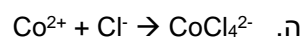
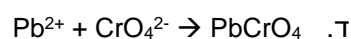
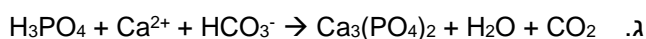
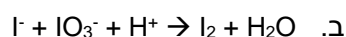
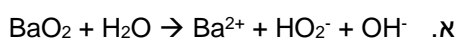
.1

$$E = E^\circ - (RT/nF) \ln Q$$

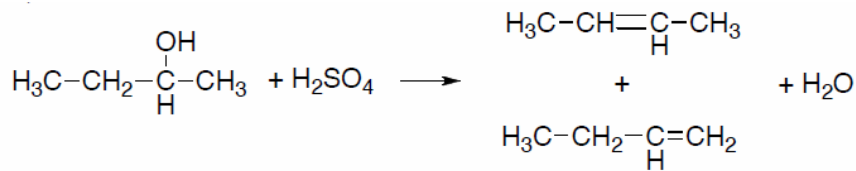
$$E = E^\circ - (0.0257/6) \cdot \ln([0.01]^2/[0.01]^3)$$

$$= 0.508 \text{ V} - (0.0257/6) \cdot \ln(100) \text{ V} = 0.508 - 0.0197 \text{ V} = 0.488 \text{ V}$$

.2



.1



either isomer counts

or (s-Bu)₂O

3.

- א. הסטויכיומטריה של התגובה היא: $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$ ולכן יש שינוי במספר מולי הגז בזמן התרחשות התגובה. ניתן לעקוב אחרי תגובה זו ע"י מדידת הלחץ הכולל של המערכת כפונקציה של הזמן. או לחילופין, ניתן לעקוב אחרי הופעת צבע אדום של NO_2 למשל ע"י ספקטרופוטומטר.
- ב. משום שמשוואת הקצב היא: קצב $= k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$, הגדלת ריכוז ה- NO פי שלוש יגביר את הקצב פי תשע. הגדלת הריכוז של O_2 פי שלוש יגביר את הקצב פי שלוש.
- ג.

- i. למנגנון II סבירות יותר גבוהה משום שבמנגנון I מעורבת התנגשות תלת-מולקולרית. התנגשות כזאת מאוד נדירה. לעומת זאת, במנגנון II יש שתי תגובות בי-מולקולריות אשר הסבירות שלהן להתרחש משמעותית יותר גבוהה.
- ii. שלב 2 חייב להיות השלב האיטי משום שמשוואת הקצב שלו הוא: קצב $= k[\text{N}_2\text{O}_2][\text{O}_2]$, אך N_2O_2 הוא חומר ביניים וריכוזו נובע מהתרחשות השלב הראשון. כאשר השלב השני הוא האיטי, שלב הראשון מגיע לש"מ ולכן $k[\text{NO}]^2[\text{O}_2] = K[\text{NO}]^2$ ומשוואת הקצב הכולל תהיה: קצב $= k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$.

4.

- א. ניתן להעריך את שנוי האנתלפיה מאנרגיות פירוק הקשרים לפי המשוואה:
- אנרגיה של הקשרים שנוצרו - אנרגיה של הקשרים שעברו פירוק $\Delta H = \Sigma$
- $$180.6 \text{ kJ} = 941 \text{ kJ} + 498 \text{ kJ} - 2 \times \text{BDE}_{\text{NO}}$$
- לכן, $\text{BDE}_{\text{NO}} = 629 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- ב. באופן דומה, $\Delta S^\circ = 2\Delta S^\circ(\text{NO}) - (S^\circ(\text{N}_2) + S^\circ(\text{O}_2))$
- $$\Delta S^\circ = 2(210.6 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}) - (191.5 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} + 205 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}) = 24.7 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$
- ג. יש להשתמש במשוואה: $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$ ולקבוע ש ΔG° שווה לאפס כי למצוא את הטמפרטורה המינימלית.
- $$0 = 180.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} - T^*(0.0247 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}),$$
- לכן, $T = 180.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}/0.0247 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} = 7311 \text{ K}$

ד. קודם כל מחשבים את האנרגיה פר מולקולה:

$$306 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot (1 \text{ mol} / 6.022 \cdot 10^{23} \text{ molecules}) = 5.08 \cdot 10^{-19} \text{ J/molecule}$$

עכשיו ניתן לחשב את אורך הגל של אור עם האנרגיה הזאת:

$$\lambda = hc/E = (6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}) \cdot (3.0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}) / 5.08 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot \text{molecule} = 3.91 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

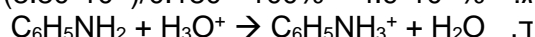
= 391 nm (אורך גל זה מתאים לתחום האולטרא-סגול)

.5

$$K_b = [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+][\text{OH}^-] / [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2] \quad \text{א.}$$

$$K_b = (8.80 \cdot 10^{-6})^2 / 0.180 = 4.3 \cdot 10^{-10} \quad \text{ב.}$$

$$\% \text{ ionization} = (8.80 \cdot 10^{-6}) / 0.180 \cdot 100\% = 4.9 \cdot 10^{-3}\% \quad \text{ג.}$$



$$K = K_b / K_w = 4.3 \cdot 10^{-10} / 1.0 \cdot 10^{-14} = 4.3 \cdot 10^4 \quad \text{לכן}$$

ה.

i. כאשר $\text{pH} = 7.75$, $\text{pOH} = 6.25$. לכן

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 5.62 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

$$4.3 \cdot 10^{-10} = [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+][\text{OH}^-] / [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2]$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+] / [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2] = 4.3 \cdot 10^{-10} / 5.62 \cdot 10^{-7} = 7.65 \cdot 10^{-4} \quad \text{לכן,}$$

ii. HCl היא חומצה חזקה אשר תעשה פרוטונציה לאנילין, לכן לקבל את כמות ה-HCl הנדרשת, נצרך להכפיל את כמות ה- $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ הנדרשת ביחס מחלק (i):

$$7.56 \cdot 10^{-4} \cdot 0.250 \text{ L} \cdot 0.180 \text{ M } \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 = 3.44 \cdot 10^{-5} \text{ mol HCl}$$

חישוב נפח:

$$3.44 \cdot 10^{-5} \text{ mol HCl} \cdot 1 \text{ L} / 0.50 \text{ mol HCl} = 6.88 \cdot 10^{-4} \text{ L} = 0.688 \text{ ml}$$

.6

א. נוזל, B = נוזל, C = גז, D = מוצקים

$$18.0 \text{ g} \cdot 1 \text{ ml} / 0.9998 \text{ g} = 18.0 \text{ ml liquid}; \quad \text{ב.}$$

$$18.0 \text{ g} \cdot 1 \text{ ml} / 0.917 \text{ g} = 19.6 \text{ ml solid}$$

$$V = nRT/P$$

$$= (1 \text{ mole})(0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{K})(273.16 \text{ K}) / (4.58 \text{ mmHg} \cdot 1 \text{ atm} / 760 \text{ mmHg})$$

$$= 3720 \text{ L gas}$$

- ג. A ← B לחץ קטן, טמפרטורה קבועה, מעבר פאזה מנוזל לגז.
B ← C לחץ קבוע, טמפרטורה יורדת, מעבר פאזה מגז למוצק.
C ← D לחץ גדל, טמפרטורה קבועה, אין מעבר פאזה.
D ← A לחץ קבוע, טמפרטורה עולה, מעבר פאזה ממוצק לנוזל.

שאלה 1	א	ב	ג	ד	ה	ו	סה"כ
נקודות	2	4	3	3	3	4	19
שאלה 2	א	ב	ג	ד	ה	ו	סה"כ
נקודות	3	3	3	3	3	3	18
שאלה 3	א	ב-י	ב-ii	ג-י	ג-ii	--	סה"כ
נקודות	4	2	2	3	4	--	15
שאלה 4	א	ב	ג	ד	--	--	סה"כ
נקודות	4	3	3	5	--	--	15
שאלה 5	א	ב	ג	ד	ה-י	ה-ii	סה"כ
נקודות	3	3	3	4	3	3	19
שאלה 6	א	ב	ג	--	--	--	סה"כ
נקודות	4	6	4	--	--	--	14