

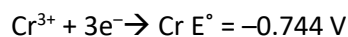
"כימיאדה" - האולימפיאדה הארצית בכימיה

לתלמידי כיתות י"א ו-י"ב בטכניון

שלב הגמר

20.03.2013

1. תא גלואני נתון מבוסס על שני חצאי התגובה הבאים:



- רשמו משוואה מאוזנת כוללת של התגובה בתא הנתון.
- ציינו איזו מבין האלקטרודות תעלה במסתה בזמן פעולת התא. הסבר.
- חשבו את E°_{cell} .
- קבעו את הערך של ΔG° עבור תגובת התא ב-25°C.
- חשבו את הערך של K עבור תגובת התא ב-25°C.
- מצאו את מתח התא ב-25°C אם משנים את שני הריכוזים $[\text{Cr}^{3+}]$ ו- $[\text{Ni}^{2+}]$ ל-0.010 מולר.

2. רשמו משוואות כימיות עבור כל שילוב של מגיבים הרשומים מטה. השתמשו בנוסחאות יוניות ומולקולריות מתאימות ואל תרשמו נוסחאות של יונים או מולקולות שאינם משתתפים בתגובה. רשמו מבנים עבור כל חומר אורגני. אין צורך לאזן את המשוואות. כל התגובות מתרחשות בתמיסות מימיות אלא אם צוין אחרת.

- הוספת באריום פראוקסיד למים.
- הוספת תמיסה חומצית של אשלגן יודיד לתמיסה חומצית של אשלגן יודאט
- הוספת תמיסה של חומצה זרחתית לתמיסה של סידן-מימן-קרבונאט (סידן ביקרבונאט)
- ערבוב של תמיסת עופרת(II) ניטראט עם תמיסת אשלגן כרומאט.
- הוספת תמיסה חומצה הידרוכלורית מרוכזת לתמיסה מימית של קובאלט(II) ניטראט.
- חימום 2-בוטאנול עם חומצה גופראטית מרוכזת.

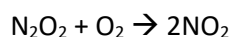
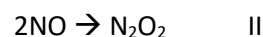
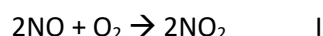
3. התגובה בין NO ל O₂ ליצירת NO₂ היא שלב חשוב ביצור התעשייתי של HNO₃.

- תארו ניסוי שימדוד את קצב התגובה.
- אם יימצא שמשוואת הקצב היא: $\text{Rate} = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$, איך ישתנה הקצב אם תכפילו פי שלוש את הריכוז ההתחלתי של:

i. NO?

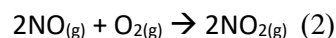
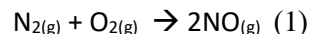
ii. O₂?

ג. הוצעו שני מגנונים לתגובה לעיל:



- איזה מבין שני המגנונים יותר הגיוני? הסבירו.
- איזה מבין שני השלבים במנגנון II חייב להיות השלב האיטי כדי שמנגנון זה יהיה עקבי עם משוואת הקצב בחלק (ב)?

4. ערפיח (סמוג) פוטוכימי נוצר על ידי רצף של תגובות, כאשר שלוש התגובות הראשונות רשומות מטה. הערפיח נוצר כאשר $O_{(g)}$ שנוצר מתגובה (3) מגיב עם מולקולות אורגניות.



א. עבור תגובה (1), $\Delta H^\circ = +180.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. חשבו את אנרגיית הפירוק של $NO_{(g)}$.

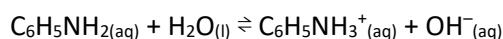
ב. חשבו את השינוי באנטרופיה עבור תגובה (1).

ג. קבעו את הטמפרטורה המינימלית שבה תגובה (1) הופכת להיות ספונטנית.

ד. עבור תגובה (3), $\Delta H^\circ = +306 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. אם מקורה של כל האנרגיה הדרושה לתגובה זו מגיעה מאור השמש, העריכו את אורך הגל הדרוש לכך וציינו את תחום הספקטרום האלקטרומגנטי אשר בו נמצא אורך גל זה.

Bond Dissociation Energy, $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	
N-N	193
N=N	418
N≡N	941
O-O	142
O=O	498
$S^\circ, \text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	
$N_2(g)$	191.5
$O_2(g)$	205.0
$NO(g)$	210.6
$NO_2(g)$	240.5
$O(g)$	161.0

5. אנילין, $C_6H_5NH_2$, מגיב עם מים לפי המשוואה הבאה:



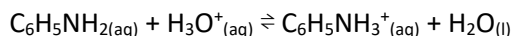
בתמיסה מימית של אנילין בעלת ריכוז 0.180 מולר, ישנו ריכוז $[OH^-] = 8.80 \times 10^{-6}$.

א. רשמו את הביטוי של קבוע שיווי המשקל עבור התגובה הנ"ל.

ב. קבעו את ערכו של קבוע פירוק הבסיס, K_b , עבור $C_6H_5NH_{2(aq)}$.

ג. חשבו את אחוז היינון של $C_6H_5NH_2$ בתמיסה זו.

ד. קבעו את ערכו של קבוע שיווי המשקל של תגובת הסתירה:

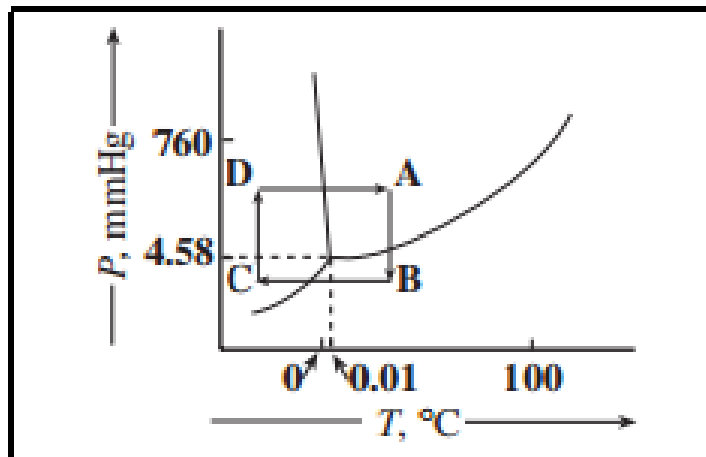


ה. i. מצאו את היחס $[C_6H_5NH_{3^+_{(aq)}}] / [C_6H_5NH_{2(aq)}]$ הדרוש בשביל ליצור pH של 7.75.

ii. חשבו את הנפח של תמיסת HCl בעלת ריכוז 0.050 מולר שיש להוסיף ל-250.0 מ"ל

תמיסת $C_6H_5NH_{2(aq)}$ בעלת ריכוז 0.180 מולר על מנת להגיע ליחס שחישבתם בחלק i.

6. השתמשו בדיאגרמת הפאזה של מים כדי לענות לשאלות הבאות. שימו לב שהערכים הרשומים על הצירים אינם רשומים לפי קנה מידה.
- א. זהו את הפאזה של המים בכל אחת מהנקודות A, B, C, ו-D.
- ב. חשבו את הנפח של מול אחד של מים בכל אחת מהפאזות בנקודה המשולשת. (בנקודה המשולשת, הצפיפות של $H_2O_{(l)}$ היא $0.9998 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ והצפיפות של $H_2O_{(s)}$ היא $0.917 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$.)
- ג. החל מנקודה A, תארו את השינויים בלחץ ובטמפרטורה, ואת מעברי הפאזה שמתאימים למלבן סביב הנקודה המשולשת.



Constants and Formulae

קבועים ונוסחאות

Avogadro constant: קבוע אבוגדרו	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Ideal gas equation: משואת הגזים אידיאליים	$pV = nRT$
Gas constant: קבוע הגזים	$R = 8.314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ $= 0.0821 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$	Gibbs energy: אנרגיית גיבס	$G = H - TS$
Faraday constant: קבוע פארדיי	$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$	$\Delta G^\circ = -RT \ln K = -nFE_{cell}^\circ$	
Planck constant: קבוע פלאנק	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$	Nernst equation: משואת נרנסט	$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{c_{ox}}{c_{red}}$
Speed of light: מהירות האור	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	Energy of a photon: אנרגייה של פוטון	$E = \frac{hc}{\lambda} = h\nu$
Zero of the Celsius scale: האפס בסולם צלזיוס	273.15 K	Lambert-Beer law: חוק בר-למברט	$A = \log_{10} \frac{I_0}{I} = \epsilon cl$

בחישובי קבוע שווי משקל כל הריכוזים כמתייחסים לריכוז סטנדרטי של 1 mol L^{-1} .
התייחס לכל הגזים כאידיאליים במהלך הבחינה.

In equilibrium constant calculations all concentrations are referenced to a standard concentration of 1 mol L^{-1} . Consider all gases ideal throughout the exam.

המערכה המחזורית עם מסות אטומיות

יחסיות

Periodic table with relative atomic masses

1 H 1.01																	2 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc -	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -							

57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm -	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97
89 Ac -	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -