

"כימיאדה,

האולימפיאדה הארצית בכימיה לתלמידי כיתות י"א-י"ב

בבתי ספר תיכוניים

שלב הגמר (23.03.2011)

חלק א: כימיה כללית ואי-אורגנית.

### פתרונות.

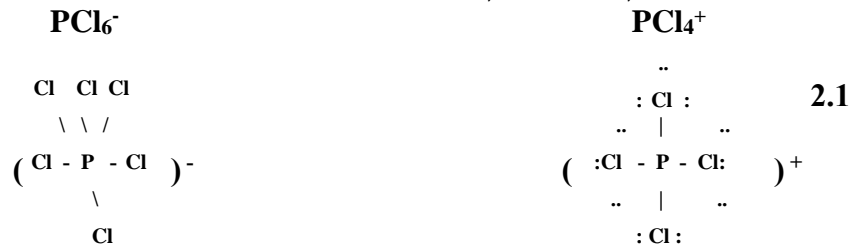
#### שאלה 1

n-מספד קוונטי ראשי:

- 1.1 ממצב שבו  $n=2$  למצב שבו  $n=1$  (האנרגיה נוצרת)  
1.2 ממצב שבו  $n=2$  למצב שבו  $n=4$  (האנרגיה נספגה)  
1.3 ינון של  $\bar{e}$  ממצב שבו  $n=2$  (האנרגיה נספגה)

#### שאלה 2

ל- $\text{PCl}_5$  במצב מוצק יש מודיפיקציה אחת עם סריג יוני שמורכב מיוני  $\text{PCl}_6^-$  ו-  $\text{PCl}_4^+$ :



2.2 היברידיזציה משמש את אטום זרחן (P):  $\text{sp}^3$   $\text{PCl}_4^+$  ;  $\text{sp}^3d^2$   $\text{PCl}_6^-$

#### שאלה 3

3.1 אנרגיית שפעול של תגובה ללא זרז -  $E_1$ , אנרגיית שפעול של תגובה עם זרז -  $E_2$ . קבוע שיווי- המשקל של תגובה ללא זרז -  $k_1$ , ועם זרז -  $k_2$ , אז לפי משוואה של

Arrhenius :  $k_2 / k_1 = e^{-E_2/RT} / e^{-E_1/RT} = e^{(E_1 - E_2)/RT}$

$\ln k_2 / k_1 = 2.3 \lg k_2 / k_1 = E_1 - E_2 / RT$ ;  $\lg k_2 / k_1 = E_1 - E_2 / 2.30 RT$ ;  
 $\lg k_2 / k_1 = (75.24 - 50.14) \cdot 10^3 / 2.30 \cdot 8.314 \cdot 298 = 4.4$ ;  
 $k_2 / k_1 = 2.5 \cdot 10^4$

3.2 נחון - ב.  $E_1 < E_2$

#### שאלה 4

4.1

ממשוואות  $t = 3.32 t_{1/2} \lg N_0 / N_t$  :  $t = 3.32 t_{1/2} \lg N_0 / N_t$  ;  $N_0 = 1.000\text{g}$ ;  $N_t = 0.953\text{g}$ ;  $t = 2.00$  years

$t_{1/2} = t / 3.32 \lg N_0 / N_t = 2.00 \text{years} / 3.32 \lg 1.000 / 0.953 = 2.00 \text{years} / 3.32 \lg 1.049 = 2.00 \text{yares} / 3.32 \cdot 0.0209 = 28.8 \text{ years}$

$t = 3.32 t_{1/2} \lg N_0 / N_t$ ;  $\lg N_0 / N_t = t / 3.32 t_{1/2} = 5.000 \text{years} / 3.32 (28.8 \text{years}) = 0.0522$  4.2  
 $N_0 / N_t = 1.13$ ;  $N_t = N_0 / 1.13 = 1.000 / 1.13 = 0.885 \text{ g}$ .

#### שאלה 5

5.1 OLEUM : תמיסה  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$

אז , oleum  $x \text{ g } (\text{H}_2\text{SO}_4)$  ;  $y \text{ g } (\text{SO}_3)$  ← ב - 100 גרם

$x + y = 100$

$n_{1S} = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = x / 98$ ;

$n_{2S} = n(\text{SO}_3) = y / 80$ ;

ב-100 גרם S oleum כללי שווה:

$$n_s = n_{1s} + n_{2s} = x/98 + y/80$$

$$ms = 32(x/98 + y/80) = 0.3265x + 0.4y \quad \text{אז, מסה שווה:}$$

$$w\% (S) = (0.3265x + 0.4y) \cdot 100\% / 100 = 33\%$$

$$\begin{cases} 0.3265x + 0.4y = 33 \\ x + y = 100 \end{cases}$$

$$x = 95.2; \quad y = 4.8 \quad \text{בתוצאות:}$$

$$w\% (H_2SO_4) = 95.2 \cdot 100\% / 100 = 95.2\%$$

$$w\% (SO_3) = 4.8 \cdot 100\% / 100 = 4.8\%$$

5.2

שכימה שיעני של רכב בערבבו תמיסה של H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ו- oleum :

$$m_1(\text{oleum}) = x; \quad w(SO_3) = 0.3; \quad w_1(H) = 0.7 \cdot 2M(H) / M(H_2SO_4);$$

$$m_2 \text{ תמיסה } (H_2SO_4) = 131g, \quad w_2(H) = (0.4 \cdot (2M(H) / M(H_2SO_4)) + (0.6 \cdot 2M(H) / M(H_2O)))$$

$$m_3 (\text{oleum}) = x + 131; \quad w_3(H) = 0.95 \cdot 2M(H) / M(H_2SO_4); \quad w(SO_3) = 0.05$$

מסה של מימן קבעה. Oleum : מסה של SO<sub>3</sub> - 30%

מסה של H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 70%

ב-100% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

$$w\%(H) = 2 \cdot M(H) / M(H_2SO_4)$$

ב-30% oleum :

$$w_1(H) = 0.7 \cdot (2M(H) / M(H_2SO_4))$$

בתמיסה - 40% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

$$w_2 (H) = 0.4 \cdot (2M(H) / M(H_2SO_4)) + 0.6 \cdot (2M(H) / M(H_2O))$$

בתמיסה סופית של oleum :

$$w_3(H) = 0.95 \cdot (2M(H) / M(H_2SO_4))$$

$$\sum (H) \text{ בתמיסה } = m(H\text{-oleum } 5\%);$$

$$m(\text{oleum}) \cdot 0.7 \cdot (2M(H) / M(H_2SO_4)) + (m(\text{תמיסה})) \cdot (0.4 \cdot (2M(H) / M(H_2SO_4)) + 0.6 \cdot (2M(H) / M(H_2O)))$$

$$= (m(\text{oleum}) + m(\text{ )}) \cdot 0.95 \cdot 2M(H) / M(H_2SO_4)$$

$$m(\text{oleum}) - x,$$

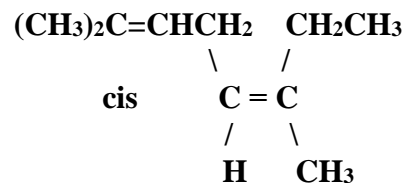
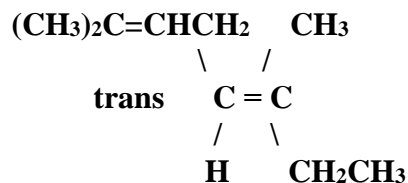
$$0.7 \cdot 2/98 \cdot x + 131(0.4 \cdot 2/98 + 0.6 \cdot 2/18) = (x + 131) \cdot 0.95 \cdot 2/98; \quad \text{אז,}$$

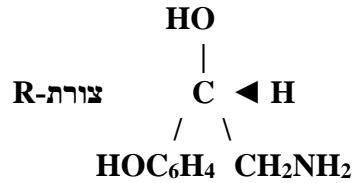
$$x = 1423.5g$$

מסת תמיסה oleum בריכוז 30% שצריך להוסיף 131 גרם 40% תמיסה של חומצה גופרתית כדי לקבל תמיסת oleum בריכוז משקלי 5% שווה 1423.5 גרם.

חלק ב: כימיה אורגנית.

שאלה 1



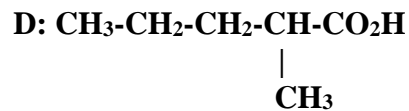
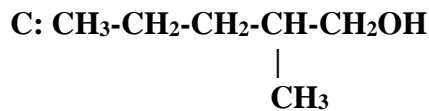
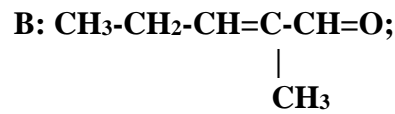
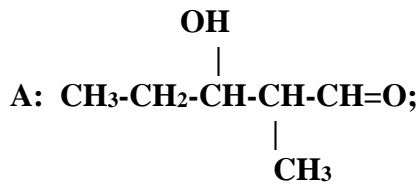


שאלה 5  
נכון: ה

שאלה 4  
נכון: ה (3, 4)

שאלה 3  
נכון: 5 צורות.....

שאלה 6

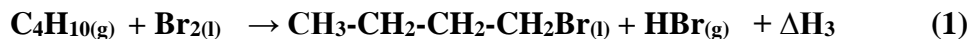
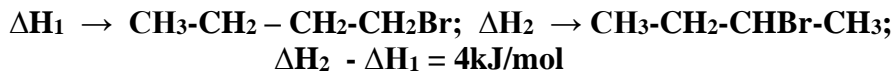


שאלה 7  
חומצה חלשה מעוד (Ka=1.0·10<sup>-10</sup>).  

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) \cdot (\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) + K_w}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{1.0 \cdot 10^{-10} \cdot 1.0 \cdot 10^{-4} + 1.0 \cdot 10^{-14}} = 1.41 \cdot 10^{-7} \text{M}; \text{pH} = 6.85$$

שאלה 8



לפי חוק של הס:

$$\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H(\text{HBr}) - \Delta H(\text{C}_4\text{H}_{10}) \quad (3)$$

$$\Delta H_4 = \Delta H_2 + \Delta H(\text{HBr}) - \Delta H(\text{C}_4\text{H}_{10}) \quad (4)$$

$$(3) - (4) \rightarrow \Delta H_3 - \Delta H_4 = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -4$$

בטמפרטורה נמוכה: ל-1 ברומ בוטאן צריך 0.6 (0.375·1.6) מול של Br<sub>2</sub>  
 אז, ל-2 ברומ בוטאן צריך 1 מול של Br<sub>2</sub>.

אם, בטמפרטורה גבוהה היה x מול 1-ברומ בוטאן, אז:

$$-16.8 = 0.6\Delta H_3 + \Delta H_4$$

$$\left\{ \begin{array}{l} -17.2 = x\Delta H_3 + (1.6 - x)\Delta H_4 \\ \Delta H_3 - \Delta H_4 = -4 \end{array} \right.$$

$$\Delta H_3 - \Delta H_4 = -4$$

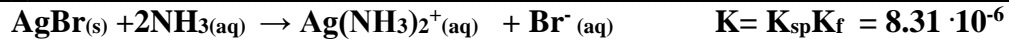
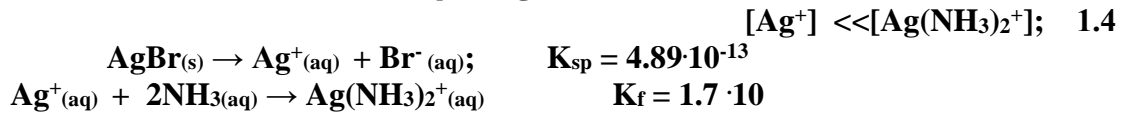
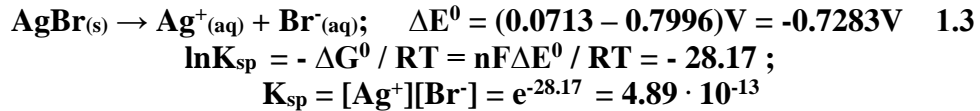
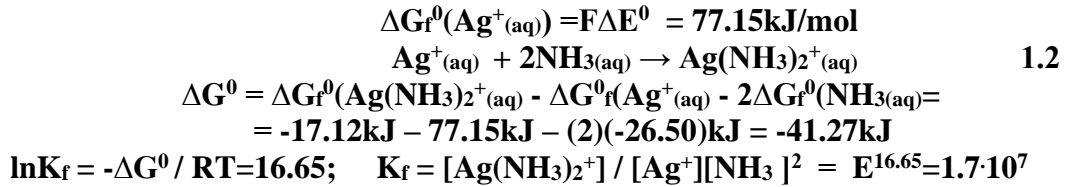
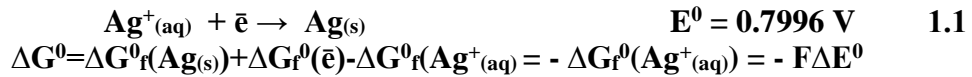
$$\Delta H_3 = -13 \text{kJ/mol}; \quad \Delta H_4 = -9 \text{kJ/mol}; \quad x = 0.7 \text{mol}$$

בתוצאות: ניצולת של 1-ברום בוטאן שווה:

$$n(\text{Br}_2) = n(\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}) = x = 0.7 \text{mol};$$

$$\eta = 0.7 \cdot 100\% / 1.6 = 43.75\%$$

חלק ג: כימיה פיסיקלית.



Initial	0.100	0	0
Change	-2S	+S	+S
Equilibrium	0.100 - 2S	S	S

$$K = S^2 / (0.1 - 2S)^2 = 8.31 \cdot 10^{-6} \rightarrow S / (0.1 - 2S) = 2.88 \cdot 10^{-3}$$

$$S = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = [\text{Br}^-] = 2.9 \cdot 10^{-4} \text{ M};$$

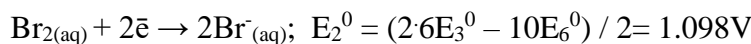
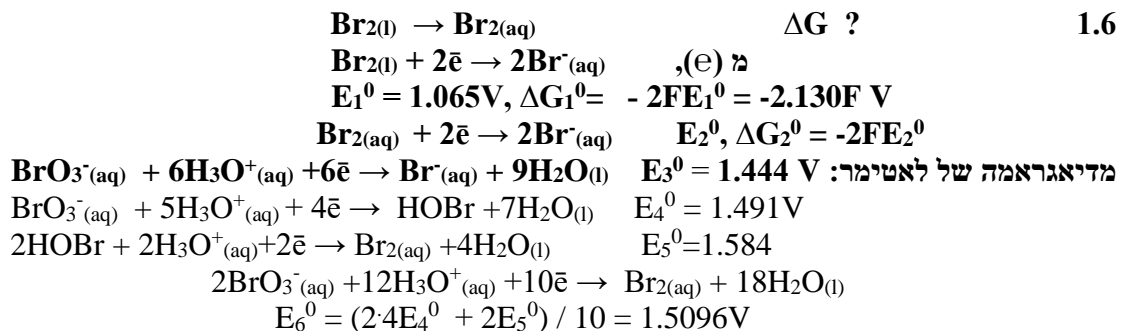
$$[\text{Ag}^+] = K_{sp} / [\text{Br}^-] = 1.7 \cdot 10^{-10} \text{ M} \ll [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]$$

לכך, מסיסות של AgBr שווה:  $2.9 \cdot 10^{-4} \text{ M}$

$$[\text{Br}^-] = K_{sp} / [\text{Ag}^+] = 4.89 \cdot 10^{-13} / 0.0600 = 8.15 \cdot 10^{-12} \quad 1.5$$

$$\Delta E^0 = \Delta E + (RT/nF) \ln [\text{Br}^-]^2 [\text{H}_3\text{O}^+]^2 / P_{\text{H}_2} =$$

$$= 1.721 + (0.0592/2) \log_{10} (8.15 \cdot 10^{-12})^2 \cdot 1^2 / 1 = 1.065 \text{ V}$$



(Note that  $6 \cdot E_3^0 = 4 \cdot E_4^0 + 1 \cdot E_5^0 + 1 \cdot E_2^0$ )

$$\text{Then, } \Delta G_2^0 = -2\Delta E_2^0 = -2.196 \text{ FV}; \quad \Delta G_1^0 - \Delta G_2^0 = 0.066 \text{ FV} = 6368 \text{ J/mol}$$

$$[\text{Br}_2(\text{aq})] = K = e^{-\Delta G / RT} = e^{-2.569} = 0.077 \text{ M}$$

חלק א: כימיה כללית ואי-אורגנית.

	$\Sigma$	5.2	5.1	4.2	4.1	3.2	3.1	2.2	2.1	1.3	1.1	1.1	מס.שאלה
	35	9	6	3	3	2	4	3	2	1	1	1	ציין

חלק ב: כימיה אורגנית.

$\Sigma$	8.2	8.1	7	6	5	4	3	2	1	מס.שאלה
40	4	7	5	8	2	2	4	5	3	ציין

חלק ג: כימיה פיסיקלית.

	$\Sigma$	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	מס.שאלה
	25	7	4	5	4	3	2	

