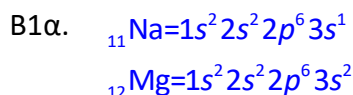




- A1. β  
A2. γ  
A3. δ  
A4. γ  
A5. α. Λ β. Σ γ. Λ δ. Λ ε. Σ



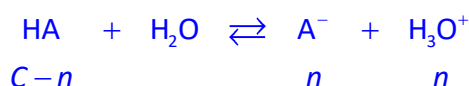
B1β. Η ενέργεια 1<sup>ου</sup> ιοντισμού του Mg είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια 1<sup>ου</sup> ιοντισμού του Na καθώς τα δύο στοιχεία βρίσκονται στην ίδια περίοδο και όσο αυξάνει ο ατομικός αριθμός αυξάνεται η ενέργεια 1<sup>ου</sup> ιοντισμού.

B1γ. Η ενέργεια 2<sup>ου</sup> ιοντισμού του Na αφορά στην αντίδραση  
 $\text{Na}^+ \rightarrow \text{Na}^{2+} + e^-$   
και η ενέργεια 3<sup>ου</sup> ιοντισμού του Mg αφορά στην αντίδραση  
 $\text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{3+} + e^-$

Και το  $\text{Na}^+$  και το  $\text{Mg}^{2+}$  έχουν την ίδια ηλεκτρονιακή δομή. Ωστόσο λόγω του μεγαλύτερου πυρηνικού φορτίου στο ιόν του Mg η ελκτική δύναμη στα εξωτερικά ηλεκτρόνια θα είναι μεγαλύτερη και επομένως η ενέργεια απομάκρυνσης ενός ηλεκτρονίου (ενέργεια ιοντισμού) θα είναι μεγαλύτερη στο  $\text{Mg}^{2+}$  από το  $\text{Na}^+$ .

B2α. i

B2β. Η σταθερά ιοντισμού του  $\text{HBrO}_3$  είναι μεγαλύτερη από τη σταθερά ιοντισμού του  $\text{HBrO}$  λόγω του -I επαγωγικού φαινομένου του οξυγόνου, καθώς το  $\text{HBrO}_3$  έχει περισσότερα άτομα οξυγόνου. Για ένα ασθενές οξύ HA συγκέντρωσης C και σταθεράς ιοντισμού  $k_a$  ισχύει ότι:



$$\text{και } k_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \Rightarrow k_a = \frac{n \cdot n}{C-n} \Rightarrow n^2 = k_a C \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{k_a C}$$

Επομένως θα έχουμε ότι:

$$\left. \begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HBrO}_3} &= \sqrt{k_a(\text{HBrO}_3) C} \\ [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HBrO}} &= \sqrt{k_a(\text{HBrO}) C} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HBrO}_3}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HBrO}}} > 1 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HBrO}_3} > [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HBrO}} \Rightarrow$$

$$-\log([\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HBrO}_3}) < -\log([\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HBrO}}) \Rightarrow \text{pH}_{\text{HBrO}_3} < \text{pH}_{\text{HBrO}}$$

B3. Σύμφωνα με την αντίδραση ο όγκος του  $\text{CO}_2$  εξαρτάται από την ποσότητα (mol) του  $\text{HCl}$  (αφού το  $\text{CaCO}_3$  είναι σε περίσσεια. Επειδή και τα τρία πειράματα πραγματοποιούνται με τον ίδιο όγκο διαλύματος  $\text{HCl}$ , μεγαλύτερη ποσότητα έχει αυτό με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση (Πείραμα III). Στο διάγραμμα οι καμπύλες Β και Γ έχουν την ίδια τελική ποσότητα  $\text{CO}_2$  άρα θα έχουν και την ίδια ποσότητα  $\text{HCl}$ , ενώ η καμπύλη Α αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη ποσότητα  $\text{HCl}$ . Επίσης παρατηρούμε ότι η καμπύλη Β έχει



μεγαλύτερη κλίση από την καμπύλη Γ (αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη ταχύτητα φαινομένου). Έτσι η αντιστοίχιση των Α, Β και Γ έχει ως εξής:

Καμπύλη Α: Πείραμα ΙΙΙ καθώς το διάλυμα ΗCl έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση.

Καμπύλη Β: Πείραμα ΙΙ (το στερεό CaCO<sub>3</sub> έχει μικρότερους κόκκους δηλ. μεγαλύτερη επιφάνεια αντίδρασης και άρα μεγαλύτερη ταχύτητα).

Καμπύλη Γ: Πείραμα Ι (το στερεό CaCO<sub>3</sub> έχει μεγαλύτερους κόκκους, δηλ. μικρότερη επιφάνεια αντίδρασης και άρα μικρότερη ταχύτητα).

- B4. Το σημείο βρασμού των ενώσεων εξαρτάται από τη σχετική ισχύ των διαμοριακών δυνάμεων των μορίων. Επειδή έχουν παρόμοιο M<sub>r</sub> μπορούμε να συγκρίνουμε τις διαμοριακές τους δυνάμεις. Η ένωση iii) έχει υδροξύλιο με αποτέλεσμα μεταξύ των μορίων της να αναπτύσσεται δεσμός υδρογόνου. Η ένωση iv) έχει άτομο οξυγόνου το οποίο ενώνεται με διαφορετικά αλκύλια. Έτσι η ένωση θα είναι δίπολο. Οι ενώσεις i) και ii) εμφανίζουν μόνο δυνάμεις London όμως λόγω της διακλάδωσης στην ένωση ii) οι δυνάμεις London της i) θα είναι ισχυρότερες λόγω μεγαλύτερης επικάλυψης των μορίων. Επομένως η διάταξη των ενώσεων κατ' αύξουσα ισχύ των διαμοριακών δυνάμεων των ενώσεων είναι:



Επειδή όσο αυξάνονται οι διαμοριακές δυνάμεις αυξάνεται και το σημείο βρασμού, η διάταξη των ενώσεων κατ' αυξανόμενο σημείο βρασμού θα είναι:  $ii < i < iv < iii$ .

- Γ1.
- |    |                                                    |    |                                    |    |                      |
|----|----------------------------------------------------|----|------------------------------------|----|----------------------|
| A. | CH <sub>3</sub> OH                                 | B. | CH <sub>3</sub> Cl                 | Γ. | CH <sub>3</sub> MgCl |
| Δ. | CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> Cl                 | E. | CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>    | Z. | CH <sub>2</sub> =O   |
| Θ. | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OMgCl              | K. | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH | Λ. | CH <sub>3</sub> COOH |
| M. | CH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> |    |                                    |    |                      |

- Γ2. Η οξείδωση της αιθανόλης μπορεί να φθάσει μέχρι αιθανικό οξύ. Επομένως η μέγιστη ποσότητα KMnO<sub>4</sub> που θα αποχρωματιστεί αφορά στην οξείδωση σε οξύ.

$$M_m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 46 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

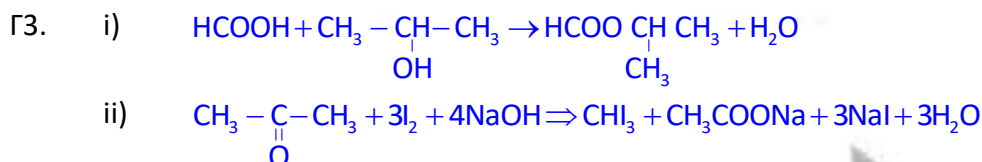
$$\text{Η ποσότητα της αιθανόλης είναι: } n = \frac{m}{M_m} = \frac{0,46 \text{ g}}{46 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \Rightarrow n = 0,01 \text{ mol}$$



$$\frac{n(\text{KMnO}_4)}{n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})} = \frac{4}{5} \Rightarrow n(\text{KMnO}_4) = \frac{4}{5} n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{4}{5} \times 0,01 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n(\text{KMnO}_4) = 0,008 \text{ mol}$$

$$n(\text{KMnO}_4) = C \cdot V \Rightarrow C = \frac{n(\text{KMnO}_4)}{V} = \frac{0,008 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} \Rightarrow C = 0,08 \text{ M}$$



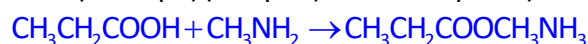
Γ4. Ποσότητα  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ :

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,1\text{L} \Rightarrow n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) = 0,01 \text{ mol}$$

Ποσότητα  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ :

$$n(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,05 \text{ L} \Rightarrow n(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 0,01 \text{ mol}$$

Με την ανάμιξη ο όγκος του διαλύματος είναι  $V = 150 \text{ mL}$  και



Το άλας διίσταται:



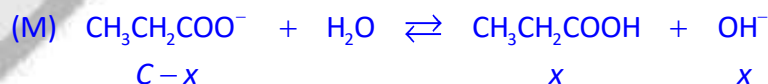
Ισχύει για το  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

$$K_a K_b = K_w \Rightarrow K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} \Rightarrow K_b(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-) = 10^{-8}$$

και για τη  $\text{CH}_3\text{NH}_2$

$$K_a K_b = K_w \Rightarrow K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} \Rightarrow K_a(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) = 10^{-10}$$

Το ιόν του οξέος ιοντίζεται

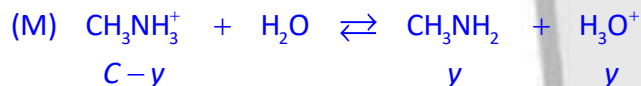


και

$$K_b(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-) = \frac{[\text{OH}^-][\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-]} \Rightarrow 10^{-8} = \frac{x \cdot x}{\text{C} - x} = \frac{x^2}{\text{C}} \Rightarrow x^2 = 10^{-8} \text{C}$$

αφού ισχύει ο νόμος αραιώσης του Ostwald.  $\frac{K_b}{\text{C}} = \frac{10^{-8}}{\left(\frac{0,01}{0,15}\right)} \ll 10^{-2}$

Το ιόν της βάσης ιοντίζεται:



και  $K_a(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_2][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]} \Rightarrow 10^{-10} = \frac{y \cdot y}{\text{C} - y} = \frac{y^2}{\text{C}} \Rightarrow y^2 = 10^{-10} \text{C}$

αφού ισχύει ο νόμος αραιώσης του Ostwald.  $\frac{K_b}{\text{C}} = \frac{10^{-10}}{\left(\frac{0,01}{0,15}\right)} \ll 10^{-2}$

Συγκρίνουμε τον λόγο  $\frac{x^2}{y^2}$



$$\frac{x^2}{y^2} = \frac{10^{-8}C}{10^{-10}C} \Rightarrow \frac{x^2}{y^2} = 100 \Rightarrow x^2 = 100y^2 \Rightarrow x = 10y \Rightarrow x > y$$

δηλ. η συγκέντρωση ιόντων OH είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση  $H_3O^+$ . Άρα το διάλυμα είναι βασικό.



Ως οξειδωτικό δρα το  $F_2$  καθώς προκαλεί την οξείδωση του O στο  $H_2O$  σε ελεύθερο  $O_2$  (αριθμός οξείδωσης από -1 σε 0), ενώ ως αναγωγικό δρα το  $H_2O$  καθώς προκαλεί την αναγωγή του F από αριθμό οξείδωσης 0 (στο  $F_2$ ) σε -1 στο HF.

Δ1β. Η ενθαλπία της αντίδρασης δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{(προϊόντων)} - \sum \Delta H^0_{(αντιδρώντων)}$$

$$\Delta H^0 = 4\Delta H^0_f(HF) - 2\Delta H^0_f(H_2O) = 4 \times (-250) - 2 \times (-300)$$

$$\Rightarrow \Delta H^0 = -400 \text{ kJ}$$



|       |       |       |      |
|-------|-------|-------|------|
| Αρχ.  | $n$   | $n$   |      |
| A / Π | $-x$  | $-x$  | $2x$ |
| XI.1  | $n-x$ | $n-x$ | $2x$ |

Ισχύει:  $2x = 4 \Rightarrow x = 2$  και από τη σταθερά XI:

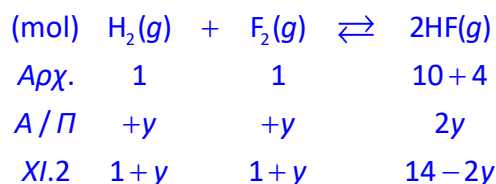
$$K_{c,1} = \frac{[HF]^2}{[H_2][F]} = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\frac{n-x}{V} \frac{n-x}{V}} \Rightarrow 16 = \frac{(2 \times 2)^2}{(n-2)^2} \Rightarrow 4 = \frac{4}{n-2} \Rightarrow n-2=1 \Rightarrow n=3$$

Επομένως οι αρχικές ποσότητες ήταν 3 mol  $H_2$  και 3 mol  $F_2$  και η απόδοση

$$\alpha = \frac{x}{n} = \frac{2}{3}$$

Δ3α. Η αντίδραση είναι εξώθερμη, δηλ. ευνοείται με την ελάττωση της θερμοκρασίας. Εφόσον η σταθερά ισορροπίας αυξήθηκε έπεται ότι η αντίδραση μετατοπίστηκε προς τα προϊόντα, προς την εξώθερμη αντίδραση και άρα η θερμοκρασία μειώθηκε.

Δ3β. Εφόσον η αντίδραση είναι εξώθερμη εκλύεται θερμότητα. Στην 1<sup>η</sup> XI το ποσόν της θερμότητας είναι:  $Q = x \cdot \Delta H = 2 \cdot (-500) \Rightarrow Q_1 = -1000 \text{ kJ}$





$$K_{c,2} = \frac{[HF]^2}{[H_2][F]} = \frac{\left(\frac{14-2y}{V}\right)^2}{\frac{1+y}{V} \frac{1+y}{V}} \Rightarrow 36 = \frac{(14-2y)^2}{(1+y)^2} \Rightarrow$$

$$6 = \frac{14-2y}{1+y} \Rightarrow 14-2y = 6+6y \Rightarrow 8=8y \Rightarrow y=1$$

Επειδή η αντίδραση κινήθηκε προς τα αριστερά (προσθήκη HF) απορροφήθηκε θερμότητα, ίση με:

$$Q = y \cdot \Delta H = 1 \cdot (+500) \Rightarrow Q_2 = +500 \text{ kJ}$$

Το συνολικό ποσόν θερμότητας είναι  $Q_1 + Q_2 = -1000 + 500 = -500 \text{ kJ}$ .

Δ4α. Ποσότητες ενώσεων:

$$\text{HF} \quad 0,1 \times 0,4 = 0,04 \text{ mol}$$

$$\text{KOH} \quad 0,1 \times 0,4 = 0,04 \text{ mol}$$

$$\text{HCl} \quad 0,1 \times 0,2 = 0,02 \text{ mol}$$

Αντιδρούν KOH και HCl:



$$\text{Αρχ.} \quad 0,04 \quad 0,02$$

$$\text{Τελ} \quad 0,02 \quad 0 \quad 0,02 \quad 0,02$$

Η ποσότητα του KOH που περισσεύει αντιδρά με το HF



$$\text{Αρχ.} \quad 0,02 \quad 0,04$$

$$\text{Τελ} \quad 0 \quad 0,02 \quad 0,02 \quad 0,02$$

Το KF ως άλας διίσταται:  $\text{KF} \rightarrow \text{K}^+ + \text{F}^-$  και επομένως στο τελικό διάλυμα υπάρχει ασθενές οξύ και η συζυγής του βάση, δηλ. πρόκειται για ρυθμιστικό διάλυμα.

Οι συγκεντρώσεις τους είναι:  $[\text{HF}] = \frac{0,02 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \Rightarrow [\text{HF}] = 0,02 \text{ M}$  και

$$[\text{F}^-] = \frac{0,02 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \Rightarrow [\text{F}^-] = 0,02 \text{ M}.$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{Βάσης}]}{[\text{Οξέος}]} = 4 + \frac{0,02}{0,02} \Rightarrow \text{pH} = 4.$$

Δ4β. Τα ιόντα K δεν συμμετέχουν σε κάποια αντίδραση και επομένως η ποσότητά τους παραμένει ίση με την αρχική. Αρχικά υπήρχαν στο KOH και επειδή τα mol του KOH είναι 0,04 mol ενώ ο συνολικός όγκος είναι 1L, έπεται ότι η  $[\text{K}^+] = 0,04 \text{ M}$ .