



ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2017

ΛΥΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: Π. ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΔΗΣ

Θέμα Α

A.1 - δ

A.2 - γ

A.3 - α

A.4 - β

A.5 - δ

Θέμα Β

B1.

α) Το Na και το K βρίσκονται στην ίδια ομάδα. Κατά μήκος μιας ομάδας η ατομική ακτίνα αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω επειδή προστίθενται

στιβάδες και ελαττώνεται η έλξη του πυρήνα με τα εξωτερικά ηλεκτρόνια.

Συνεπώς μεγαλύτερη ατομική ακτίνα έχει το K: $r(\text{Na}) < r(\text{K})$

Το Na και το Cl ανήκουν στην ίδια περίοδο του περιοδικού πίνακα. Κατά μήκος μιας περιόδου από αριστερά προς τα δεξιά αυξάνεται ο ατομικός αριθμός και το δραστικό πυρηνικό φορτίο, ενώ ο αριθμός των στιβάδων παραμένει ίδιος. Έτσι λόγω ισχυρότερης έλξης του πυρήνα με τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας, η ατομική ακτίνα ελαττώνεται.

Συνεπώς μεγαλύτερη ατομική ακτίνα έχει το Na: $r(\text{Cl}) < r(\text{Na})$

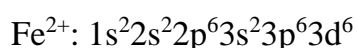
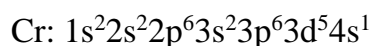
ΚΜ Φροντιστήριο

Το F και το Cl βρίσκονται στην ίδια ομάδα. Γνωρίζουμε ότι κατά μήκος μιας ομάδας η ατομική ακτίνα αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω επειδή προστίθενται στιβάδες.

Συνεπώς μεγαλύτερη ατομική ακτίνα έχει το Cl: $r(\text{F}) < r(\text{Cl})$

Επομένως ισχύει: $r(\text{F}) < r(\text{Na}) < r(\text{K})$

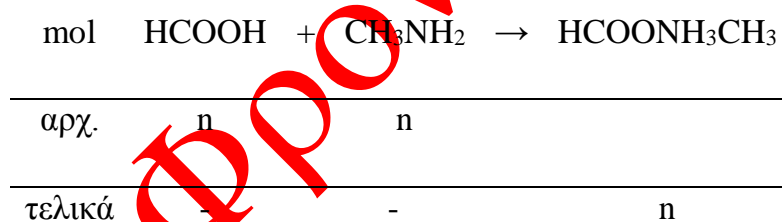
β) Από τη θέση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα προκύπτουν οι παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές:



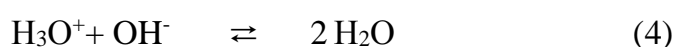
γ) Τα στοιχεία H, F και Cl δίνουν ιόντα με φορτίο -1 και ισοηλεκτρονιακά με το πλησιέστερο ευγενές αέριο.

B2.

α) Έχουμε πλήρη εξουδετέρωση:



Στο τελικό διάλυμα περιέχεται μόνο το άλας HCOONH₃CH₃:



Το οξύ CH₃NH₃⁺ και η βάση HCOO⁻ θα έχουν την ίδια συγκέντρωση όπως φαίνεται από τη διάσταση του HCOOCH₃NH₃ στην εξίσωση (1).

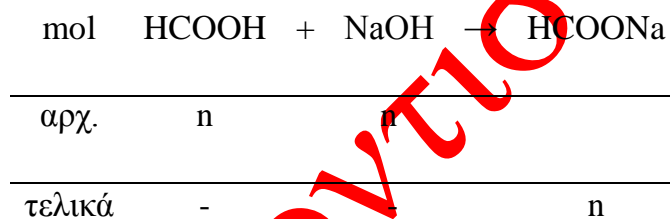
$$\text{Για το HCOO}^- : K_b = \frac{K_w}{K_{a(\text{HCOOH})}} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

$$\text{Για το CH}_3\text{NH}_3^+ : K_a = \frac{K_w}{K_{b(\text{CH}_3\text{NH}_2)}} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

Αφού $K_a(\text{CH}_3\text{NH}_4^+) = K_b(\text{HCOO}^-)$ και έχουμε ίσες αρχικές συγκεντρώσεις, τα H_3O^+ που παράγονται από την (2) θα έχουν ίση συγκέντρωση με τα OH^- που παράγονται από την (3).

Μετά την εξουδετέρωση (4) στο τελικό διάλυμα θα ισχύει $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$ και το διάλυμα θα είναι **ουδέτερο**.

β) Έχουμε πλήρη εξουδετέρωση:



Στο τελικό διάλυμα περιέχεται μόνο το άλας HCOONa :



Στο τελικό διάλυμα θα ισχύει $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$ και το διάλυμα θα είναι **βασικό**.

B3.

Σωστό είναι το διάγραμμα **ii**.

Ο βαθμός ιοντισμού δίνεται από τη σχέση $K_a = \frac{\alpha^2 c}{1 - \alpha}$ (νόμος Ostwald).

Με την ελάττωση της συγκέντρωσης, (αραίωση) για να μείνει σταθερή η K_a (σταθερή θερμοκρασία) πρέπει να αυξηθεί ο βαθμός ιοντισμού.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟ Β3

- 1) Το διάγραμμα ii) δεν ισχύει για όλα τα ασθενή οξέα.
- 2) Πρέπει να δίνεται στην εκφώνηση ότι η θερμοκρασία είναι σταθερή

B4.

α. Η αντίδραση είναι **εξώθερμη** διότι σύμφωνα με το διάγραμμα ισχύει $H_{\pi} < H_A$ οπότε ισχύει $\Delta H = H_{\pi} - H_A < 0$

β. i. Είναι $\Delta H = H_{\pi} - H_A = (\beta - \alpha) = 209 - 348 = -139 \text{ kJ}$

ii. Είναι $E_{\alpha 1} = \alpha = 209 \text{ kJ}$

iii. Είναι $E_{\alpha 2} = \beta = 348 \text{ kJ}$

Θέμα Γ

Γ1.

Η οργανική ένωση θα είναι καρβονυλική (αλδεΐδη ή κετόνη).

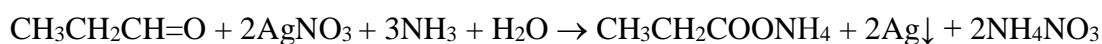
Υπολογίζουμε το n από το M_r :

$$12n + 2n + 16 = 58$$

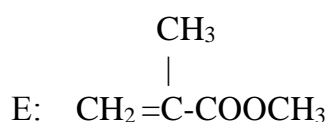
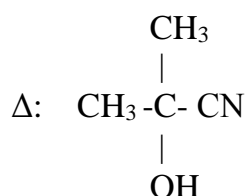
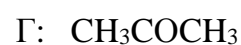
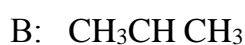
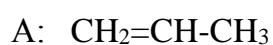
$$14n = 42$$

$$n = 3$$

Η ένωση εφόσον αντιδρά με διάλυμα $\text{AgNO}_3/\text{NH}_3$ και δίνει κάτοπτρο Ag θα είναι αλδεΐδη. Άρα θα είναι η προπανάλη :



Γ2.



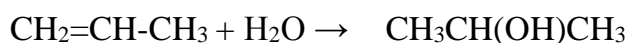
Γ3.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣΤΟΓ3

Πρέπει στο δεύτερο μέρος να δίνεται ότι το αλκαλικό διάλυμα ιωδίου βρίσκεται σε περίσσεια.

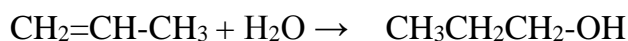
α. Υπολογίζουμε τα αρχικά mol του προπενίου: $n = \frac{m}{Mr} = \frac{6,3}{42} = 0,15mol$

Έστω ότι α mol προπενίου αντιδρούν προς σχηματισμό 2-προπανόλης και β mol προπενίου αντιδρούν προς σχηματισμό 1-προπανόλης:



α mol

α mol



β mol

β mol

ΑΜέρος

Στο α μέρος η 2-προπανόλη θα οξειδωθεί σε προπανόνη ενώ η 1-προπανόλη θα οξειδωθεί προς προπανικό οξύ σύμφωνα με τις παρακάτω χημικές εξισώσεις:



$\alpha/2$ mol $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ απαιτούν $\alpha/5$ mol KMnO_4



$\beta/2$ mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ απαιτούν $2\beta/5$ mol KMnO_4

ΒΜέρος

Στο β μέρος θα αντιδράσει μόνο η 2-προπανόλη και θα δώσει την αλογονοφορμική αντίδραση:



$\alpha/2\text{mol}$ $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ παράγουν $\alpha/2\text{mol}$ CHI_3

β. Υπολογίζουμε τα mol του KMnO_4 που καταναλώθηκαν:

$$n = CV = 0,01,2,8 = 0,028 \text{ mol}$$

Σύμφωνα με την στοιχειομετρία των προηγούμενων αντιδράσεων (I) και (II) έχουμε:

$$\frac{\alpha}{5} + \frac{2\beta}{5} = 0,028 \Rightarrow \alpha + 2\beta = 0,14 \quad (1)$$

Επίσης από την αντίδραση III έχουμε:

$$n_{\text{CHI}_3} = \frac{m}{M_r} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = \frac{19,7}{394} \Rightarrow \alpha = 0,1 \text{ mol}$$

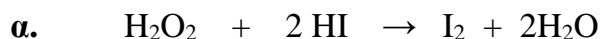
Έτσι από τη σχέση (1) προκύπτει: $0,1 + 2\beta = 0,14 \Rightarrow 2\beta = 0,04 \Rightarrow \boxed{\beta = 0,02 \text{ mol}}$

γ. Αθροίζοντας τις ποσότητες α και β βρίσκουμε ότι αντέδρασαν συνολικά $\alpha + \beta = 0,12\text{mol}$ προπενίου.

Άρα το ζητούμενο ποσοστό θα είναι: $\Pi = \frac{0,12}{0,15} \cdot 100\% \Rightarrow \boxed{P = 80\%}$

Θέμα Δ

Δ.1



β.

Οξειδωτικό είναι το H_2O_2 διότι ο αριθμός οξείδωσης του οξυγόνου μειώνεται από -1 στο H_2O_2 σε -2 στο H_2O .

Αναγωγικό είναι το HI διότι ο αριθμός οξείδωσης του ιωδίου αυξάνεται από -1 στο HI σε 0 στο I_2 .

γ.

Υπολογίζουμε τα mol του H_2O_2 :

Στα 100ml διαλύματος περιέχονται 17g

Στα 400ml διαλύματος περιέχονται x;

$$X = 68 \text{ g.} \quad \text{Άρα } n = \frac{m}{M_r} = \frac{68}{34} = 2 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}_2$$

Με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης θα παραχθούν επίσης **2 mol HI**.

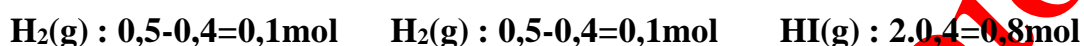
Δ.2

mol	$\text{H}_2(\text{g})$	$+$	$\text{I}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	$2\text{HI}(\text{g})$
αρχικά	0,5		0,5		–
αντιδρούν	X		x		–
παράγονται	–		–		2x
Χημ. Ισορρ	0,5-x		0,5-x		2x

Για τη σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης θα έχουμε:

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Rightarrow 64 = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{0,5-x}{V}\right)\left(\frac{0,5-x}{V}\right)} \Rightarrow 8 = \left(\frac{2x}{0,5-x}\right) \Rightarrow$$
$$8 = \frac{2x}{0,5-x} \Rightarrow 2x = 4 - 8x \Rightarrow 10x = 4 \Rightarrow x = 0,4 \text{ mol}$$

Η σύσταση του μίγματος στη χημική ισορροπία είναι:



Δ.3

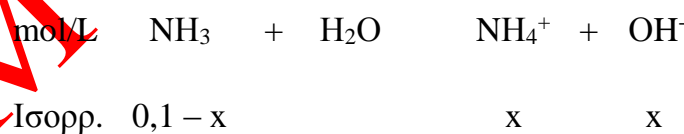
α. Η χημική ισορροπία **δεν** θα μετατοπιστεί

β. Το NH_4I είναι στερεό και η συγκέντρωσή του είναι σταθερή οπότε δεν μεταβάλλεται κάποιος από τους συντελεστές της χημικής ισορροπίας άρα η ισορροπία δεν μετατοπίζεται.

Δ.4

Αρχικά θα υπολογίσουμε την K_b της NH_3

Στο διάλυμα Y3 έχουμε:



$$pOH = -\log [OH^-] \Rightarrow 11 = -\log [OH^-] \Rightarrow [OH^-] = x = 10^{-3} \text{ M}$$

$$K_b = \frac{x^2}{0,1 - x} \approx \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow K_b = \frac{(10^{-3})^2}{10^{-1}} \Rightarrow K_b = 10^{-5}$$

Έστω ότι προσθέτουμε ω mol HI. Εφόσον προσθέτουμε HI το pH του νέου διαλύματος θα είναι 9.

Πραγματοποιείται αντίδραση:



αρχ. ω 0,01

Έστω ότι $\omega=0,01 \text{ mol}$. Στο τελικό διάλυμα θα έχουμε μόνο NH_4I το οποίο είναι αλάτι που προέρχεται από εξουδετέρωση ασθενούς βάσης από ισχυρό οξύ. Συνεπώς το τελικό διάλυμα θα είναι όξινο. Άρα η περίπτωση αυτή απορρίπτεται.

Έστω ότι $\omega>0,01 \text{ mol}$. Στο τελικό διάλυμα εκτός από το NH_4I που σχηματίζεται θα έχουμε και την περίσσεια του HI . Συνεπώς το τελικό διάλυμα θα είναι ακόμα πιο όξινο. Άρα και η περίπτωση αυτή απορρίπτεται.

Άρα $\omega<0,01 \text{ mol}$.



αρχ. ω 0,01

αντ./παρ. $-\omega$ $-\omega$ ω

τελικά 0 $0,01-\omega$ ω

Το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό με $C_o = \frac{\omega}{0,1} \text{ M}$ και $C_b = \frac{0,01-\omega}{0,1} \text{ M}$

Αφού ισχύουν οι προσεγγίσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εξίσωση Henderson-Hasselbach:

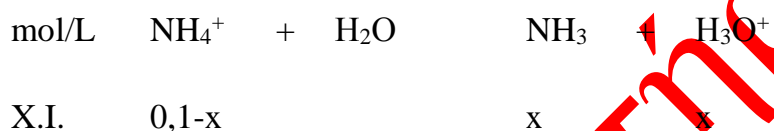
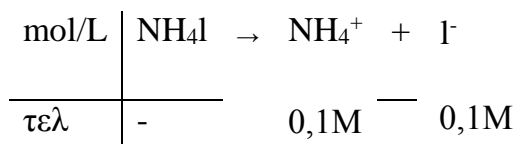
$$pH = pK_a + \log \frac{C_b}{C_{o\xi}} \Rightarrow 9 = 9 + \log \frac{C_b}{C_{o\xi}} \Rightarrow 0 = \log \frac{C_b}{C_{o\xi}} \Rightarrow \log 1 = \log \frac{C_b}{C_{o\xi}} \Rightarrow$$

$$1 = \frac{C_b}{C_{o\xi}} \Rightarrow C_b = C_{o\xi} \Rightarrow \frac{0,01-\omega}{0,1} = \frac{\omega}{0,1} \Rightarrow 0,01-\omega = \omega \Rightarrow \boxed{\omega = 0,005 \text{ mol}}$$

Δ.5

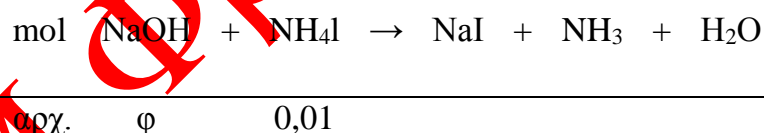
α. Υπολογίζουμε την συγκέντρωση του NH_4I

$$C_{\text{NH}_4\text{I}} = \frac{0,01}{0,1} = 0,1\text{M}$$



$$K_{a(\text{NH}_4^+)} = \frac{K_w}{K_{b(\text{NH}_3)}} = 10^{-9} = \frac{x^2}{0,1-x} \approx \frac{x^2}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-5}\text{M} \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 5}$$

β. Πραγματοποιείται αντίδραση:



Έστω ότι $\varphi=0,01$ mol. Στο τελικό διάλυμα θα έχουμε μόνο NH_3 με

$$\text{συγκέντρωση: } C_{\text{NH}_3} = \frac{0,01}{0,1} = 0,1\text{M}$$

mol/L	NH ₃	+	H ₂ O	⇌	NH ₄ ⁺	+	OH ⁻
Ισορρ.	0,1 - x				x		x

$x = \sqrt{K_b \cdot C} \Rightarrow x = \sqrt{10^{-5} \cdot 10^{-1}} \Rightarrow x = 10^{-3} \text{ M}$ και $\text{pOH} = -\log 10^{-3} = 3$. Συνεπώς $\text{pH} = 14 - 3 = 11$. Απορρίπτεται.

Έστω ότι $\phi > 0,01 \text{ mol}$. Στο τελικό διάλυμα εκτός από την NH₃ που σχηματίζεται θα έχουμε και την περίσσεια του NaOH. Συνεπώς το τελικό διάλυμα θα είναι ακόμα πιο βασικό. Άρα και η περίπτωση αυτή απορρίπτεται.

Άρα $\phi < 0,01 \text{ mol}$.

mol	NaOH	+	NH ₄ l	→	NaI	+	NH ₃	+	H ₂ O
αρχ.	ϕ		0,01						
αντ./παρ.	$-\phi$		$-\phi$		ϕ		ϕ		
τελικά	-		$0,01 - \phi$		ϕ		ϕ		

(Το NaI που σχηματίζεται δεν επηρεάζει το pH του διαλύματος)

Το τελικό διάλυμα είναι ρυθμιστικό με $C_o = \frac{0,01 - \phi}{0,1} \text{ M}$ και $C_b = \frac{\phi}{0,1} \text{ M}$

Αφού ισχύουν οι προσεγγίσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί η εξίσωση Henderson-Hasselbach:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{C_b}{C_{o\xi}} \Rightarrow 9 = 9 + \log \frac{C_b}{C_{o\xi}} \Rightarrow 0 = \log \frac{C_b}{C_{o\xi}} \Rightarrow \log 1 = \log \frac{C_b}{C_{o\xi}} \Rightarrow$$

$$1 = \frac{C_b}{C_{o\xi}} \Rightarrow C_b = C_{o\xi} \Rightarrow \frac{\phi}{0,1} = \frac{0,01 - \phi}{0,1} \Rightarrow 0,01 - \phi = \phi \Rightarrow \boxed{\phi = 0,005 \text{ mol}}$$