

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ
2017
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1: δ

A2: γ

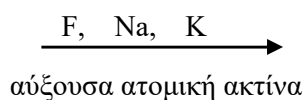
A3: α

A4: β

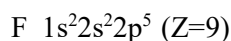
A5: δ

ΘΕΜΑ Β

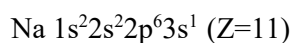
B1. α.



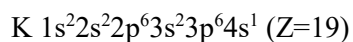
Το φθόριο ανήκει στην 17η ομάδα και 2η περίοδο, άρα έχει ηλεκτρονιακή δομή:



Το νάτριο ανήκει στην 1η ομάδα και 3η περίοδο, άρα έχει ηλεκτρονιακή δομή:



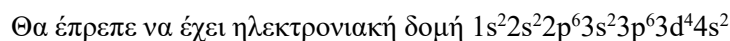
Το κάλιο ανήκει στη 1η ομάδα και 4η περίοδο, άρα έχει ηλεκτρονιακή δομή:



Το F έχει δύο κατειλημμένες στιβάδες, το Na τρεις και το K τέσσερις.

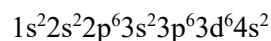
Μεταξύ στοιχείων με διαφορετικές κατειλημμένες στιβάδες μικρότερη ατομική ακτίνα έχει αυτό με τις λιγότερες κατειλημμένες στιβάδες. Επομένως το φθόριο έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα, και το κάλιο τη μεγαλύτερη από τα άλλα δύο στοιχεία.

β. Το Cr ανήκει στην 6η ομάδα και 4η περίοδο, επομένως ανήκει στον τομέα d.



Επειδή όμως, θα αποκτήσει σταθερότερη δομή όταν θα έχει ημισυμπληρωμένη d υποστιβάδα, η ηλεκτρονιακή δομή τελικά θα είναι: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

Ο Fe ανήκει στην 4η περίοδο και στη 8η ομάδα, άρα θα έχει ηλεκτρονιακή δομή:



Και το κατιόν Fe^{2+} θα έχει ηλεκτρονιακή δομή $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$

γ. Τα στοιχεία F και Cl βρίσκονται στη 17η ομάδα του (προτελευταία ομάδα) του περιοδικού πίνακα. Άρα έχουν 1 ηλεκτρόνιο λιγότερο από τα αντίστοιχα ευγενή αέρια που βρίσκονται

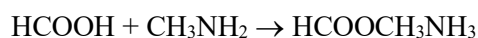
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2017

ακριβώς δίπλα τους στον Περιοδικό Πίνακα. Έτσι το F έχει $Z=9$, άρα 9 ηλεκτρόνια και το F^- έχει 10 ηλεκτρόνια δηλαδή είναι ισοηλεκτρονιακό με το ακριβώς διπλανό του ευγενές αέριο ($_{10}\text{Ne}$).

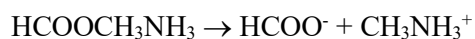
Το Cl έχει $Z=17$ και το ανιόν Cl^- έχει 18 ηλεκτρόνια, άρα είναι ισοηλεκτρονιακό με το ακριβώς διπλανό του ευγενές αέριο ($_{18}\text{Ar}$).

Το H ανήκει στη 1η ομάδα και 1η περίοδο, άρα έχει ηλεκτρονιακή δομή $1s^1$. Έτσι το H^- έχει 2 ηλεκτρόνια και είναι ισοηλεκτρονιακό με το ακριβώς επόμενο του ευγενές αέριο $_{2}\text{He}$. Άρα τα ζητούμενα στοιχεία είναι H, F, Cl

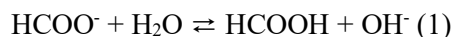
B2. α) Το HCOOH εξουδετερώνεται πλήρως από την CH_3NH_2 σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



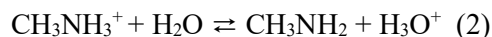
Το άλας που παράγεται δίσταται:



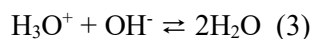
Επειδή το HCOO^- είναι συζυγής βάση του ασθενούς οξέος HCOOH , αντιδρά με το νερό:



Επίσης επειδή το CH_3NH_3^+ είναι συζυγές οξύ της ασθενούς βάσης CH_3NH_2 , αντιδρά με το νερό:



Παράλληλα τα παραγόμενα H_3O^+ και OH^- μετατοπίζουν την ισορροπία ιοντισμού του νερού:



Όμως: $K_{\text{a HCOOH}} = 10^{-4} = K_{\text{b CH}_3\text{NH}_2}$

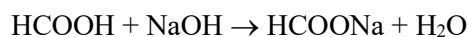
$$\text{Για το } \text{HCOO}^- \quad K_{\text{b}} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{HCOOH}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

$$\text{Και για το } \text{CH}_3\text{NH}_3^+ \quad K_{\text{a}} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{CH}_3\text{NH}_2}} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

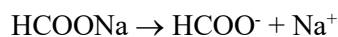
Αφού το HCOO^- και CH_3NH_3^+ έχουν ίδια συγκέντρωση στο διάλυμα και $K_{\text{b HCOO}^-} = K_{\text{a CH}_3\text{NH}_3^+}$

(ίδια ισχύ), στο τελικό διάλυμα θα ισχύει: $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$, άρα το διάλυμα θα είναι ουδέτερο.

β. Το HCOOH εξουδετερώνεται από το NaOH .



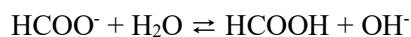
Το άλας που παράγεται δίσταται:



Το ιόν Na^+ προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH και δεν αντιδρά με το νερό.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2017

Όμως το HCOO^- είναι συζυγής βάση του ασθενούς οξέος HCOOH , άρα αντιδρά με το νερό.



Επομένως το διάλυμα θα είναι βασικό.

B3. Ο βαθμός ιοντισμού α ενός ασθενούς οξέος συνδέεται με τη συγκέντρωσή του c σε ένα διάλυμα με τη σχέση:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}}$$

Έτσι όταν αυξάνεται η συγκέντρωση, ο βαθμός ιοντισμού α ελαττώνεται. Άρα το διάγραμμα (ii).

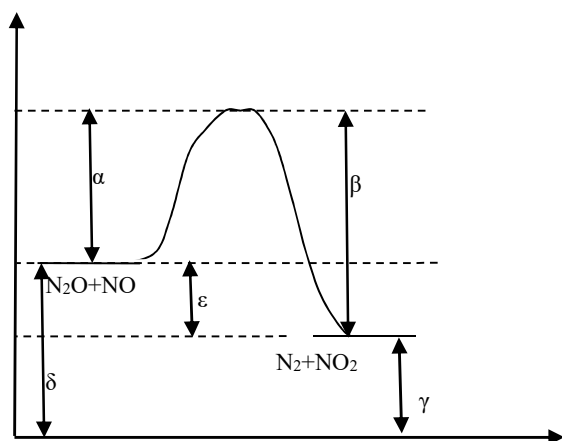
Σημείωση: Αν δεν γίνεται η προσέγγιση έχουμε $K_a = \frac{\alpha^2}{1-\alpha} \cdot c$ (1)

Από την (1) φαίνεται ότι όταν αυξάνεται η συγκέντρωση c , το α ελαττώνεται διότι:

- αν το α μένει σταθερό θα έπρεπε με αύξηση της c , να αυξάνεται η K_a , άρα άτοπο.
- αν το α αυξάνεται, θα έπρεπε με αύξηση της c να αυξάνεται η K_a πάλι άτοπο.

Επομένως (και χωρίς προσεγγίσεις) φαίνεται από την (1) ότι αυξανόμενης της συγκέντρωσης, ο βαθμός ιοντισμού ελαττώνεται.

B4. i. Επειδή η ενέργεια (H) των αντιδρώντων είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια των προϊόντων, η $\Delta H = H_{\text{προϊόντων}} - H_{\text{αντιδρώντων}} < 0$. Επομένως η αντίδραση είναι εξώθερμη.



$$\Delta H = H_{\text{προϊόντων}} - H_{\text{αντιδρώντων}} = \gamma - \delta = -\epsilon = -(\beta - \alpha) = -(348 - 209) = -139 \text{ kJ}$$

ii. Η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης: $\text{N}_2\text{O} + \text{NO} \rightarrow \text{N}_2 + \text{NO}_2$

$E_a = \alpha$ (Διαφορά ενέργειας ενεργοποιημένου συμπλόκου και αντιδρώντων).

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2017

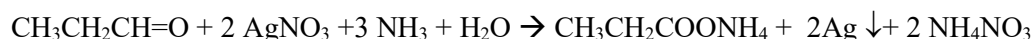
Ενώ η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίστροφης αντίδρασης: $N_2 + NO_2 \rightarrow N_2O + N_2$
είναι $E_a' = \beta$ (αντιδρώντα τώρα το N_2 και NO_2)

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από το Mr της ένωσης $C_nH_{2n}O$ προκύπτει: $14n + 16 = 58$, άρα $n = 3$.

Άρα ο μοριακός τύπος της ένωσης είναι: C_3H_6O (αλδεΐδη ή κετόνη), επειδή όμως αντιδρά με διάλυμα $AgNO_3$ σε NH_3 θα είναι αλδεΐδη και θα έχει συντακτικό τύπο $CH_3CH_2CH=O$.

Η χημική εξίσωση της αντίδρασης είναι:

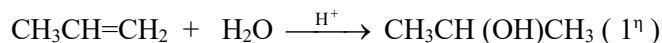


Γ2.

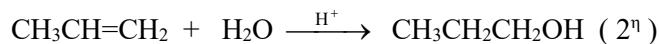
A. $CH_3-CH=CH_2$ B. $CH_3-CH(OH)-CH_3$ Γ. CH_3COCH_3



Γ3. Το $CH_3CH=CH_2$ αντιδρά με H_2O/H^+ και τα δύο οργανικά προϊόντα ένα κύριο και ένα δευτερεύων, σύμφωνα με τις χημικές εξισώσεις:



Και



Έστω $x \text{ mol } CH_3CH=CH_2$ αντιδρούν σύμφωνα με την 1^{η} και έστω $y \text{ mol } CH_3CH=CH_2$ αντιδρούν σύμφωνα με την 2^{η} .

Από 1^{η} $x \text{ mol } CH_3CH=CH_2$ παράγουν $x \text{ mol } CH_3CH(OH)CH_3$

Από 2^{η} $y \text{ mol } CH_3CH=CH_2$ παράγουν $y \text{ mol } CH_3CH_2CH_2OH$

Το μίγμα των προϊόντων χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Άρα στο κάθε μέρος υπάρχουν:

$x/2 \text{ mol } CH_3CH(OH)CH_3$ και $y/2 \text{ mol } CH_3CH_2CH_2OH$.

Το πρώτο μέρος αντιδρά με $KMnO_4$:



Απο 3^{η} $x/2 \text{ mol } CH_3CH(OH)CH_3$ αντιδρούν με $(2/5 \cdot x/2) \text{ mol } KMnO_4$

Απο 4^{η} $y/2 \text{ mol } CH_3CH_2CH_2OH$ αντιδρούν με $(4/5 \cdot y/2) \text{ mol } KMnO_4$

Όμως όλο το $KMnO_4$ που απαιτήθηκε είναι $0,01 \text{ mol/L} \cdot 2,8 \text{ L} = 0,028 \text{ mol } KMnO_4$

Επομένως θα πρέπει: $(2/5 \cdot x/2) + (4/5 \cdot y/2) = 0,028 \text{ mol } KMnO_4$ ή $x + 2y = 0,14 \quad (1)$

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2017

Το 2ο μέρος αντιδρά με διάλυμα $I_2/NaOH$ (αλογονοφορμική). Επομένως αντιδρά μόνο η $CH_3CH(OH)CH_3$ σύμφωνα με την χημική εξίσωση:



Από την 5^η έχω:

$x/2 \text{ mol } CH_3CH(OH)CH_3$ δίνουν $x/2 \text{ mol}$ ιζήματος CHI_3 , όμως $n_{CHI_3} = m/Mr = 0,05 \text{ mol}$

άρα $x/2 = 0,05 \text{ mol}$ ή $x = 0,1 \text{ mol}$ και από την (1) έχουμε: $0,1x + 2y = 0,14$ ή $y = 0,02 \text{ mol}$

β. Επομένως το μίγμα των προϊόντων αποτελείται από $0,1 \text{ mol } CH_3CH(OH)CH_3$ και $0,02 \text{ mol } CH_3CH_2CH_2OH$.

γ. Όλη η ποσότητα του αρχικού $CH_3CH=CH_2$ (σε mol) είναι: $n = m/Mr = 0,15 \text{ mol}$

Η συνολική ποσότητα των δύο αλκοολών είναι: $x + y = 0,12 \text{ mol}$, άρα:

από τα $0,15 \text{ mol}$ του $CH_3CH=CH_2$ τα $0,12 \text{ mol}$ μετατράπηκαν σε προϊόντα

Στα 100 mol $X\%$

$$X = 80\%.$$

Άρα το 80% του προπενίου μετατράπηκε σε προϊόντα.

ΘΕΜΑ Δ



β. Το οξειδωτικό είναι το H_2O_2 διότι το οξυγόνο έχει αριθμό οξείδωσης -1 και ανάγεται σε H_2O που το οξυγόνο έχει αριθμό οξείδωσης -2. Το αναγωγικό είναι το HI διότι το ιώδιο έχει αριθμό οξείδωσης -1 και οξειδώνεται σε I_2 με αριθμό οξείδωσης μηδέν.

γ. Στα 100 mL διαλύματος H_2O_2 περιέχονται $17 \text{ g } H_2O_2$

Στα 400 mL X

$$X = 68 \text{ g } H_2O_2$$

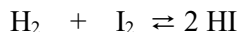
Για το H_2O_2 $Mr = 34$, άρα $n = \frac{68 \text{ g}}{34 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol } H_2O_2$

Απο 1^η έχουμε :

Από τα $2 \text{ mol } H_2O_2$ παράγονται $2 \text{ mol } I_2$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2017

Δ2. Έστω x mol H_2 αντιδρούν τότε x mol I_2 αντιδρούν και παράγονται $2x$ mol HI . Άρα στη χημική ισορροπία θα υπάρχουν $(0,5 - x)$ mol H_2 και $(0,5 - x)$ mol I_2 και $2x$ mol HI .



Αρχικά 0,5 0,5

Αντ/Παρ -x -x +2x

X.I. 0,5 - x 0,5 - x 2x

Όμως $K_c = [HI]^2/[H_2][I_2]$ ή $64 = (2x/V)^2 / ((0,5 - x)/V)^2$

$$\text{ή } \frac{(2x)^2}{(0,5 - x)^2} = 64 \text{ ή } \frac{2x}{0,5 - x} = \pm 8 \text{ με } 0 < x < 0,5$$

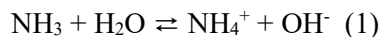
$$\text{Άρα } \frac{2x}{0,5 - x} = 8 \text{ ή } x = 2 - 4x \text{ άρα } x = 0,4 \text{ mol.}$$

Άρα στην χημική ισορροπία θα έχω τελικά: 0,1 mol H_2 , 0,1 mol I_2 και 0,8 mol HI .

Δ3. α. Δεν επηρεάζεται η θέση της χημικής ισορροπίας.

β. Απομακρύνοντας ποσότητα NH_4I δεν μεταβάλλεται η συγκέντρωσή του αφού είναι στερεό. Επομένως δεν μεταβάλλεται κάποιος παράγοντας που επηρεάζει τη χημική ισορροπίας (αφού V , T σταθερά).

Δ4. Για το αρχικό διάλυμα της NH_3 έχω:



Ιοντ.-Παρ xM xM xM

Επειδή $pH=11$ και $\theta=25^\circ C$, θα είναι $pOH=3$ ή $[OH^-]=10^{-3}M=xM$

$$\text{Άρα για την } NH_3 \quad K_b = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_3]} \quad (2)$$

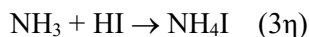
Όπου στην ισορροπία έχω: $[NH_4^+]=x=10^{-3}M$, $[OH^-]=x=10^{-3}M$

$$[NH_3]=0,1-x \approx 0,1M \text{ (αφού } K_b/c < 10^{-2}, \text{ το } x \ll 0,1)$$

$$\text{Από (2) έχω: } K_b = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3}}{0,1} = 10^{-5}$$

Προσθέτοντας HI (οξύ) στο διάλυμα της NH_3 , το pH θα μειωθεί άρα θα γίνει 9.

Έστω ότι προσθέτω x mol HI , τότε:



Ο αριθμός mol της NH_3 στο διάλυμα όγκου 100mL είναι 0,1. 0,1=0,01mol.

Υπάρχουν τρεις περιπτώσεις:

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2017

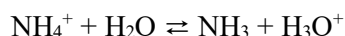
1η περίπτωση Από την (3) να περισσέψει NH_3 , άρα το τελικό διάλυμα να περιέχει NH_3 και NH_4I .

2η περίπτωση Να γίνει πλήρης εξουδετέρωση, άρα το διάλυμα να περιέχει μόνο NH_4I .

3η περίπτωση Να περισσέψει HI , άρα το τελικό διάλυμα να περιέχει NH_4I και HI .

Έστω η 2η περίπτωση. Τότε το NH_4I δίσταται: $\text{NH}_4\text{I} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{I}^-$

Το I^- είναι συζυγής βάση του ισχυρού οξέος HI και δεν αντιδρά με το νερό. Το NH_4^+ (συζυγές οξύ της ασθενούς βάσης NH_3) αντιδρά με το νερό:



Τότε το διάλυμα θα ήταν όξινο και απορρίπτεται αφού θέλουμε $\text{pH}=9$.

Άρα έπρεπε να προσθέσουμε μικρότερη ποσότητα HI (1η περίπτωση)

Με βάση λοιπόν τη (3) έχω:

$x\text{mol HI}$ αντιδρούν με $x\text{mol NH}_3$ και παράγονται $x\text{mol NH}_4\text{I}$.

Άρα το τελικό διάλυμα θα περιέχει: $(0,01-x)\text{mol}$ και NH_3 $x\text{mol NH}_4\text{I}$.

Οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις είναι: $\frac{0,01-x}{0,1}\text{M}$ σε NH_3 και $\frac{x}{0,1}\text{M}$ NH_4I

Το διάλυμα είναι ρυθμιστικό.



$$\text{Άρα } \text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{c_{\text{βάσης}}}{c_{\text{οξέος}}} \quad (4)$$

Η βάση του ρυθμιστικού διαλύματος είναι η NH_3 και το οξύ του το NH_4^+ .

$$\text{Για το } \text{NH}_4^+ \quad K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

$$\text{Από την (4) έχω: } 9 = -\log 10^{-9} + \log \frac{0,01-x}{\frac{x}{0,1}} \text{ ή } 0,01-x=x \text{ ή } x=0,005\text{mol HI πρέπει να προσθέσω.}$$

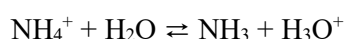
$$\Delta 5. \text{ Το } \text{NH}_4\text{I} \text{ στο διάλυμα Y4 έχει συγκέντρωση } \frac{0,01\text{mol}}{0,1\text{L}} = 0,1\text{M}$$

Το NH_4I δίσταται:



$$0,1\text{M} \quad 0,1\text{M} \quad 0,1\text{M}$$

Όπως πριν μόνο το NH_4^+ αντιδρά με το νερό:



$$\text{Αντ. - Παρ} \quad y\text{M} \quad y\text{M} \quad y\text{M}$$

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2017

Στην ισορροπία έχω: $[\text{NH}_3] = [\text{H}_3\text{O}^+] = y\text{M}$ και $[\text{NH}_4^+] = 0,1 - y \approx 0,1\text{M}$ (γιατί $K_a/c < 10^{-2}$)

$$\text{Για το } \text{NH}_4^+ \quad K_a = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} \approx 10^{-9} = \frac{y \cdot y}{0,1} \Rightarrow y = 10^{-5}\text{M} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Άρα στο Y4 $\text{pH} = -\log 10^{-5} = 5$

β. Προσθέτοντας ϕmol NaOH στο Y4 πραγματοποιείται η αντίδραση:



Πάλι υπάρχουν τρεις περιπτώσεις.

1η περίπτωση: $\phi < 0,01\text{mol}$ ($\text{mol NH}_4\text{I}$), τότε το τελικό διάλυμα θα περιέχει NH_3 , NH_4I και NaI .

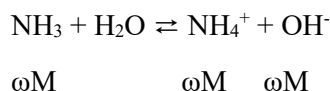
2η περίπτωση: $\phi = 0,01\text{mol}$ ($\text{mol NH}_4\text{I}$), τότε το τελικό διάλυμα θα περιέχει μόνο NH_3 και NaI .

3η περίπτωση: $\phi > 0,01\text{mol}$ ($\text{mol NH}_4\text{I}$), τότε το τελικό διάλυμα θα περιέχει NH_3 , NaOH και NaI .

Έστω $\phi = 0,01\text{mol}$

Από (5) στο τελικό διάλυμα θα έχω $0,01\text{mol}$ NH_3 και NaI (που δεν επηρεάζει το pH του διαλύματος). Στο διάλυμα αυτό η NH_3 θα είχε συγκέντρωση $\frac{0,01\text{mol}}{0,1\text{L}} = 0,1\text{M}$

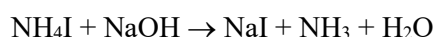
Θα υπολογίσω το pH στην περίπτωση αυτή.



$$\text{Από (2) έχουμε: } 10^{-5} = \frac{\omega \cdot \omega}{0,1} \Rightarrow \omega = 10^{-3}\text{M}$$

Άρα $\text{pOH} = 3$ ή $\text{pH} = 11$ απορρίπτεται γιατί πρέπει $\text{pH} = 9$

Άρα έπρεπε το $\phi < 0,01\text{mol}$ (1η περίπτωση)



Αντ. - Παρ ϕ ϕ ϕ ϕmol

Το τελικό διάλυμα θα περιέχει $(0,01 - \phi)\text{mol}$ NH_4I και ϕmol NH_3

Και οι συγκεντρώσεις τους αντίστοιχα θα είναι:

$$\text{Για την } \text{NH}_3 \quad \frac{0,01 - \phi}{0,1}\text{M} \quad \text{και για το } \text{NH}_4\text{I} \quad \frac{\phi}{0,1}\text{M}$$

Αυτό είναι ρυθμιστικό διάλυμα, άρα θα ισχύει

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{c_{\text{βάσης}}}{c_{\text{οξέος}}} \Rightarrow 9 = 9 + \log \frac{\frac{\phi}{0,1}}{\frac{0,01 - \phi}{0,1}} \Rightarrow \phi = 0,005\text{mol NaOH}$$

**ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ
2017**

ΤΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΙΜΕΛΗΘΗΚΕ Ο ΤΟΜΕΑΣ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΤΩΝ

ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΩΝ

«ΟΜΟΚΕΝΤΡΟ» ΦΛΩΡΟΠΟΥΛΟΥ

www.floropoulos.gr

ΚΟΥΣΗΣ Γ. – ΜΠΟΥΣΟΥΝΗ Α.