



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2021

Α' ΦΑΣΗ

Ε_3.Χλ3Θ(α)

ΤΑΞΗ: Γ' ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΑΘΗΜΑ: ΧΗΜΕΙΑ

Ημερομηνία: Σάββατο 9 Ιανουαρίου 2021
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

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

ΘΕΜΑ Β

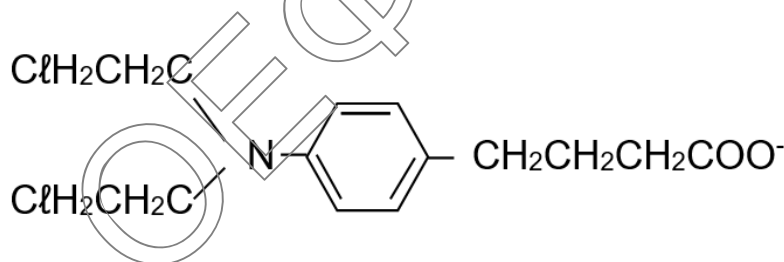
- B1. Όταν μεταβάλλεται ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη χημική ισορροπία τότε η χημική ισορροπία μετατοπίζεται προς την κατεύθυνση που τείνει να ανατρέψει την επιφερόμενη μεταβολή σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.
- i) Η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί τις ενδόθερμες αντιδράσεις. Έτσι, συμπεραίνουμε ότι η παραπάνω χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά οπότε το χρώμα που θα αποκτήσει το διάλυμα θα είναι μπλε.
- ii) Η προσθήκη HCl στο διάλυμα θα προκαλέσει την αύξηση της συγκέντρωσης των Cl^- οπότε τη μετατόπιση της παραπάνω χημικής ισορροπίας προς τα δεξιά. Άρα θα προκύψει μπλε διάλυμα. Τα Cl^- προκύπτουν από τον πλήρη ιοντισμό του HCl .

B2. α. Επειδή στην προπυλαμίνη το αιθανικό οξύ ιοντίζεται πλήρως (δηλαδή αποπρωτονιώνεται πλήρως) συμπεραίνουμε ότι η προπυλαμίνη αποσπά πιο εύκολα τα πρωτόνια από το αιθανικό οξύ, σε σχέση με το νερό στους 25 °C. Άρα η προπυλαμίνη είναι ισχυρότερη βάση από το νερό, σύμφωνα με την θεωρία Brønsted-Lowry.

β. Η πρόταση είναι λανθασμένη γιατί δεν αναφέρεται σε ποια αντίδραση θεωρούμε το αιθανικό οξύ ασθενές. Όπως είδαμε παραπάνω στο προηγούμενο ερώτημα, το αιθανικό οξύ στο νερό είναι ασθενές οξύ, αλλά στην προπυλαμίνη που είναι πολύ ισχυρότερη βάση από το νερό είναι ισχυρό οξύ.

B3.

α)



Η συζυγής βάση της χλωραμβουκίλης

β) Το άτομο του αζώτου (N) και το άτομο υδρογόνου του καρβοξυλίου (COOH).

γ) Ενώ υπάρχουν πολωμένοι ομοιοπολικοί δεσμοί στο μόριο της χλωραμβουκίλης και μπορεί να σχηματίσει και δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού, η ανθρακική αλυσίδα της χλωραμβουκίλης είναι πολύ μεγάλη (υδρόφοβο τμήμα της ένωσης) κι έτσι κυριαρχούν χαρακτηριστικά μη πολικής ένωσης. Δηλαδή τελικά οι συνολικές διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων της χλωραμβουκίλης και των μορίων του νερού, είναι ασθενέστερες σε σχέση με τις διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων του νερού αλλά και μεταξύ των μορίων της χλωραμβουκίλης. Έτσι, η χλωραμβουκίλη έχει μικρή διαλυτότητα στο H₂O.

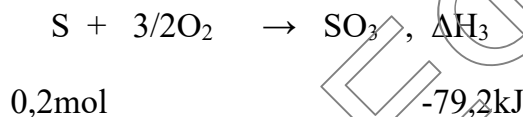
- B4.** Παρατηρώντας το σχήμα (1) και το σχήμα (2) βλέπουμε ότι μειώνεται ο αριθμός μορίων $X_2(g)$ κι αυξάνεται ο αριθμός ατόμων $X(g)$. Αυτό σημαίνει ότι η θέση χημικής ισορροπίας μετατοπίστηκε δεξιά με την επιφερόμενη μεταβολή. Αυτό που μπορεί να έχει συμβεί είναι αύξηση της θερμοκρασίας, γιατί σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, θα ευνοηθεί η ενδόθερμη αντίδραση και η θέση ισορροπίας μετατοπίζεται δεξιά όπως μας δείχνουν και τα δύο σχήματα. Σωστό το (γ).

ΘΕΜΑ Γ

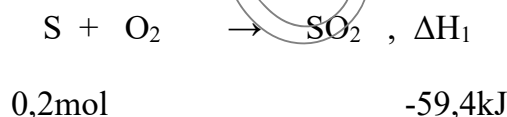
Γ1.

i) $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$

ii) $S : n = 6,4/32 = 0,2\text{mol}$



Άρα $\Delta H_3 = -396 \text{ kJ}$



Άρα $\Delta H_1 = -297 \text{ kJ}$

Οπότε από τη σχέση μεταξύ των μεταβολών ενθαλπίας προκύπτει:

$$\Delta H_2 = \Delta H_3 - \Delta H_1 = -336,6 + 297 = -99\text{KJ}.$$

- Γ2.** Το υδατικό διάλυμα της $C_6H_{12}O_6$ έχει συγκέντρωση 0,2M. Επειδή η οσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα δεν επηρεάζεται από τη φύση της διαλυμένης ουσίας αλλά μόνο από την συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας.

$$\text{Οπότε : } c_3 = \frac{0,2 \cdot 2V + 0,6 \cdot V}{2V + V} = 1/3 \text{ M}$$

$$\Pi = c_3 \cdot R \cdot T = 1/3 \cdot 0,082 \cdot 300 = 8,2\text{atm}.$$

- ii) Όταν φέρουμε σε επαφή μέσω ημιπερατής μεμβράνης το διάλυμα γλυκόζης, με διάλυμα γλυκόζης μεγαλύτερης συγκέντρωσης τότε θα

παρατηρηθεί το φαινόμενο της όσμωσης, δηλαδή θα περάσουν περισσότερα μόρια διαλύτη από το διάλυμα μικρότερης συγκέντρωσης προς το διάλυμα μεγαλύτερης συγκέντρωσης, ενώ η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σε κάθε διάλυμα μένει σταθερή, αφού δεν περνάει από την ημιπερατή μεμβράνη. Άρα το διάλυμα Α γλυκόζης 0,2 Μ θα αποκτήσει μεγαλύτερη συγκέντρωση ενώ το άλλο διάλυμα 0,3 Μ μικρότερη συγκέντρωση.

Γ3. α) i) Η αντίστροφη της (I) είναι ενδόθερμη αντίδραση άρα θα ισχύει:

$$E_a' = E_a + |\Delta H| = 132 + 226 = 358 \text{ KJ/mol.}$$

ii) Με μεγαλύτερη ταχύτητα πραγματοποιείται η αντίδραση (II) γιατί έχει μικρότερη ενέργεια ενεργοποίησης, ενώ οι συνθήκες που πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις είναι ίδιες και οι αρχικές συγκεντρώσεις των αντιδρώντων είναι ίσες. Αυτό συμβαίνει γιατί περισσότερα μόρια έχουν ενέργεια μεγαλύτερη από την ενέργεια ενεργοποίησης ώστε να δώσουν αποτελεσματικές συγκρούσεις. Έτσι, υπάρχουν περισσότερες αποτελεσματικές συγκρούσεις ανά second και μεγαλύτερη ταχύτητα της αντίδρασης.

β) Στην αντίδραση (I) όταν η συγκέντρωση CO διπλασιάζεται τότε η ταχύτητα της αντίδρασης τετραπλασιάζεται. Άρα η πρώτη αντίδραση είναι δεύτερης τάξης ως προς CO κι επειδή συνολικά είναι δεύτερης τάξης, συμπεραίνουμε ότι θα είναι μηδενικής τάξης ως προς το NO₂. άρα ο νόμος ταχύτητας είναι:

$$v = k[CO]^2$$

Στην αντίδραση (II) όταν η συγκέντρωση O₃ διπλασιάζεται τότε η ταχύτητα της αντίδρασης διπλασιάζεται. Άρα η δεύτερη αντίδραση είναι πρώτης τάξης ως προς O₃ κι επειδή συνολικά είναι δεύτερης τάξης, συμπεραίνουμε ότι θα είναι πρώτης τάξης ως προς το NO. Άρα ο νόμος ταχύτητας είναι:

$$v = k[NO][O_3].$$

γ) Με βάση το νόμο ταχύτητας που βρήκαμε παραπάνω για την αντίδραση (II) σωστός μηχανισμός θα μπορούσε να είναι ο δεύτερος(ii), γιατί το αργό στάδιο αυτού του μηχανισμού συμφωνεί με το νόμο ταχύτητας κι αν προσθέσουμε κατά μέλη τα στάδια προκύπτει η εξίσωση της συνολικής αντίδρασης.

δ) Έχουμε τον παρακάτω πίνακα στοιχειομετρίας:

mol	$2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$		
αρχικά	0,5	-	-
μεταβολή	- 0,5	0,25	0,25
τελικά	0	0,25	0,25

Το διάλυμα Υ όγκου 2500mL περιέχει τα οξέα HNO_3 και HNO_2 με συγκέντρωση για το κάθε οξύ:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,25}{2,5} \Leftrightarrow c = 0,1 \text{ M}$$

Το κάθε οξύ ιοντίζεται όπως παρακάτω (έχουμε επίδραση κοινού ιόντος):

mol/L	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
αρχικά	0,1	-	-
τελικά	0	0,1	0,1

mol/L	$\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
αρχικά	0,1	-	0,1
μεταβολή	-x	x	x
ισορροπία	0,1-x	x	0,1+x

$$K_a(\text{HNO}_2) = \frac{(0,1+x) \cdot x}{0,1-x} \simeq \frac{0,1 \cdot x}{0,1} \Leftrightarrow x = K_a = 5 \cdot 10^{-4} \quad \text{Οπότε στο διάλυμα Υ έχουμε:}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = (0,1+x) \simeq 0,1\text{M} \quad \text{άρα} \quad \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-1} \Leftrightarrow \text{pH} = 1$$

$$[\text{NO}_2^-] = 5 \cdot 10^{-4}\text{M}$$

Για την $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{νερού}}$ που προέρχεται από τον αυτοϊοντισμό του νερού στο διάλυμα Υ, έχουμε:

mol/L	$\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$
ισορροπία	$0,1 + x + \omega \quad \quad \omega$

Όπου $\omega = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{νερού}}$

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] \Leftrightarrow 10^{-14} = (0,1 + x + \omega) \cdot \omega \Leftrightarrow 10^{-14} \simeq 0,1 \cdot \omega \Leftrightarrow \omega = 10^{-13} \text{M}$$

Άρα: $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{νερού}} = 10^{-13} \text{M}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.α.

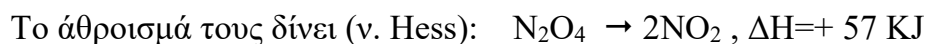
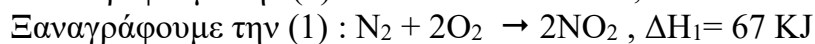
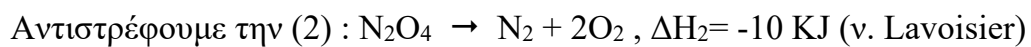
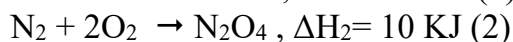
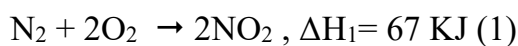
i)

	N_2O_4	2NO_2
αρχ.	0,2	-
α/π	-x	2x
X.I.	0,2-x	2x

$$\begin{aligned} \text{Στην X.I.: } n(\text{NO}_2) &= 2n(\text{N}_2\text{O}_4) \Rightarrow \\ \Rightarrow 2x &= 2(0,2-x) \Rightarrow \\ \Rightarrow 2x &= 0,4 - 2x \Rightarrow \\ \Rightarrow 4x &= 0,4 \Rightarrow x = 0,1 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\text{οπότε } \alpha = \frac{x}{0,2} = \frac{0,1}{0,2} = 0,5 \text{ ή } 50\%$$

ii) Υπολογίζουμε πρώτα την ενθαλπία της αντίδρασης, εφαρμόζοντας τον νόμο του Hess:



Βλέπουμε ότι για την διάσπαση 1 mol N_2O_4 απορροφώνται 57 KJ, οπότε για την διάσπαση 0,1 mol N_2O_4 θα απορροφηθούν 5,7 KJ.

iii) Σωστό είναι το διάγραμμα β.

Με αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνονται και οι δύο ταχύτητες. Η θέση χημικής ισορροπίας μετατοπίζεται δεξιά, άρα η ταχύτητα v_1 αυξήθηκε περισσότερο της v_2 . Στη συνέχεια όμως η ταχύτητα v_1 μειώνεται, γιατί μειώνεται η συγκέντρωση του N_2O_4 , ενώ η ταχύτητα v_2 αυξάνεται καθώς αυξάνεται η συγκέντρωση του NO_2 .

β.

i)

mol	$2NOCl(g) \rightleftharpoons$	$2NO(g)$	+	$Cl_2(g)$
Αρχικά	2			
Μεταβολή	$2x$	$2x$		x
t_1	$2 - 2x$	$2x$		x

Αφού στη χημική ισορροπία το $Cl_2(g)$ καταλαμβάνει 20 %v/v, θα παρατηρείται ίδια αναλογία και στα mol του. Άρα προκύπτει:

$$x = \frac{2+x}{5}, \text{ απ' όπου προκύπτει ότι } x = 0,5 \text{ mol}$$

$$K_c = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{\frac{x}{10} \cdot \left(\frac{2x}{10}\right)^2}{\left(\frac{2-2x}{10}\right)^2} = \frac{1}{20} = 0,05.$$

ii)

mol	$2\text{NOCl(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$		
Αρχικά	2		
Μεταβολή	-2ω	2ω	ω
t_1	$2 - 2\omega$	2ω	ω

Αφού στη χημική ισορροπία το $\text{Cl}_2\text{(g)}$ καταλαμβάνει 25 %v/v, θα παρατηρείται ίδια αναλογία και στα mol του. Άρα προκύπτει:

$$\omega = \frac{2 + \omega}{4}, \text{ από όπου προκύπτει ότι } \omega = 2/3 \text{ mol}$$

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2} = \frac{\left(\frac{2\omega}{V}\right)^2 \left(\frac{\omega}{V}\right)}{\left(\frac{2-2\omega}{V}\right)^2} = \frac{1}{20}.$$

Αντικαθιστώντας το ω στην παραπάνω σχέση προκύπτει $V = 160/3 \text{ L}$.

iii)

Με την εισαγωγή του αδρανούς αερίου He (με P,T σταθερά), θα αυξηθεί ο όγκος του δοχείου κι έτσι θα μειωθεί η πίεση του συστήματος, δηλαδή των αερίων που συμμετέχουν στην χημική ισορροπία. Άρα η θέση χημικής ισορροπίας θα μετατοπιστεί δεξιά, ώστε να αυξηθούν τα mol των αερίων κι έτσι να αυξηθεί η πίεση σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.

Δ2. α.

Έστω ότι αναμιγνύουμε V_1 L διαλύματος Y_1 με V_3 L διαλύματος Y_3 .

Για το KOH: $n_1 = c_1 \cdot V_1 = 0,1 \cdot V_1$ mol KOH (1)

Για το HA: $n_3 = c_3 \cdot V_3 = 0,1 \cdot V_3$ mol HA (2)

Πραγματοποιείται χημική αντίδραση μεταξύ KOH και HA:

mol	KOH + HA $\longrightarrow$ KA + H ₂ O		
αρχικά	n_1	n_3	-

Θα προχωρήσουμε με διερεύνηση:

i) $n_1 = n_3$

Σε αυτήν την περίπτωση τα αντιδρώντα βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία και προκύπτει διάλυμα του άλατος KA το οποίο δίσταται και το ιόν A^- αντιδρά με το νερό ως εξής: $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$

Έτσι παράγονται OH^- και έχουμε $pH > 7$ (25 °C) οπότε απορρίπτεται.

ii) $n_1 > n_3$

Περισσεύει KOH και το διάλυμα που προκύπτει, εκτός από το KA περιέχει και ισχυρή βάση, οπότε πάλι $pH > 7$ (25 °C) και απορρίπτεται.

Άρα θα ισχύει:

iii) $n_1 < n_3$ και $pH = 5$

mol	KOH + HA $\longrightarrow$ KA + H ₂ O		
αρχικά	n_1	n_3	-
μεταβολή	$- n_1$	$- n_1$	n_1
τελικά	0	$n_3 - n_1$	n_1

Το διάλυμα που προκύπτει, περιέχει:

$$\text{HA με συγκέντρωση: } c_{o\xi} = \frac{n_3 - n_1}{V_1 + V_3} \frac{\text{mol}}{L} \quad (3)$$

$$\text{KA με συγκέντρωση: } c_{\beta} = \frac{n_1}{V_1 + V_3} \frac{\text{mol}}{L} \quad (4)$$

mol/L	KA	→	A ⁻	+	K ⁺
αρχικά	c _β		-		-
τελικά	0		c _β		c _β

mol/L	HA	+	H ₂ O	⇌	A ⁻	+	H ₃ O ⁺
αρχικά	c _{o\xi}				c _β		
μεταβολή	-x				x		x
ισορροπία	c _{o\xi} - x				c _β + x		x

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \Leftrightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5}\text{M} \Leftrightarrow x = 10^{-5}$$

$$K_a(\text{HA}) = \frac{(c_{\beta} + x) \cdot x}{c_{o\xi} - x} \simeq \frac{c_{\beta} \cdot x}{c_{o\xi}} \Leftrightarrow 10^{-4} = \frac{c_{\beta} \cdot 10^{-5}}{c_{o\xi}} \Leftrightarrow c_{\beta} = 10 \cdot c_{o\xi} \Leftrightarrow$$

$$\stackrel{(3)(4)}{\Leftrightarrow} \frac{n_1}{V_1 + V_3} = 10 \cdot \frac{n_3 - n_1}{V_1 + V_3} \Leftrightarrow n_1 = 10 (n_3 - n_1) \Leftrightarrow n_1 = 10 n_3 - 10 n_1 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 11 n_1 = 10 n_3 \stackrel{(1)(2)}{\Leftrightarrow} 11 \cdot 0,1 \cdot V_1 = 10 \cdot 0,1 \cdot V_3 \Leftrightarrow \frac{V_1}{V_3} = \frac{10}{11}$$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2021

Α' ΦΑΣΗ

E_3.Xλ3Θ(α)

Πραγματοποιείται χημική αντίδραση σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

mol	HCl	+	CH ₃ NH ₂	→	CH ₃ NH ₃ Cl
Αρχικά	0,01·V		0,1·V		-
Μεταβολή	- 0,01·V		- 0,01·V		0,01·V
τελικά	0		0,09·V		0,01·V

Το διάλυμα που προκύπτει, περιέχει:

$$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl} \text{ με συγκέντρωση: } c_{\text{oξ}} = \frac{0,01 \cdot V}{2 \cdot V} = 5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\text{CH}_3\text{NH}_2 \text{ με συγκέντρωση: } c_{\beta} = \frac{0,09 \cdot V}{2 \cdot V} = 4,5 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

mol/L	CH ₃ NH ₃ Cl	→	Cl ⁻	+	CH ₃ NH ₃ ⁺
αρχικά	c _{οξ}		-		-
τελικά	0		c _{οξ}		c _{οξ}

mol/L	CH ₃ NH ₂	+	H ₂ O	⇌	CH ₃ NH ₃ ⁺	+	OH ⁻
αρχικά	c _β				c _{οξ}		
μεταβολή	- ψ				ψ		ψ
ισορροπία	c _β - ψ				c _{οξ} + ψ		ψ

$$K_b = \frac{(c_{\text{oξ}} + \psi) \cdot \psi}{c_{\beta} - \psi} \simeq \frac{c_{\text{oξ}} \cdot \psi}{c_{\beta}} \Leftrightarrow \psi = \frac{c_{\beta}}{c_{\text{oξ}}} \cdot K_b = \frac{4,5 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-3}} \cdot 10^{-4} \Leftrightarrow \psi = 9 \cdot 10^{-4}$$

Άρα [OH⁻] = 9·10⁻⁴ M > 10⁻⁷ M οπότε pH > 7.

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2021

Α' ΦΑΣΗ

E_3.Xλ3Θ(α)

iii) Θα εξετάσουμε την ανάμειξη ίσων όγκων των διαλυμάτων Υ3 και Υ4

$$n_3 = c_3 \cdot V = 0,1 \cdot V = 0,1 \text{ mol HA} \quad n_5 = c_5 \cdot V = 0,1 \cdot V = 0,1 \text{ mol CH}_3\text{NH}_2$$

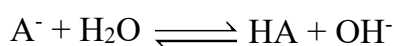
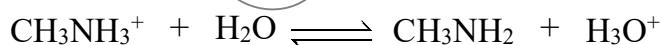
Πραγματοποιείται χημική αντίδραση σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

mol	HA	+ CH ₃ NH ₂	→ CH ₃ NH ₃ A
Αρχικά	0,1·V	0,1·V	-
Μεταβολή	- 0,1·V	- 0,1·V	0,1·V
τελικά	0	0	0,1·V

Προκύπτει διάλυμα CH₃NH₃A

mol/L	CH ₃ NH ₃ A	→ A ⁻	+ CH ₃ NH ₃ ⁺
αρχικά	c	-	-
τελικά	0	c	c

Αντιδρούν με το H₂O και τα δύο ιόντα του άλατος:



$$\text{Για το οξύ CH}_3\text{NH}_3^+ : K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

$$\text{Για τη βάση A}^- : K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}$$

Αφού τα ιόντα CH₃NH₃⁺ και A⁻ έχουν ίσες συγκεντρώσεις με K_a = K_b θα είναι [H₃O⁺] = [OH⁻] και το διάλυμα είναι ουδέτερο.

Άρα pH=7 σε 25 °C.