

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

Ημερομηνία: Σάββατο 8 Μαΐου 2021  
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

#### ΘΕΜΑ Α:

A.1  $\longrightarrow$  β

A.2  $\longrightarrow$  γ

A.3  $\longrightarrow$  δ

A.4  $\longrightarrow$  γ

A.5

α. Σωστό, β. Λάθος, γ. Σωστό, δ. Σωστό, ε. Σωστό.

#### ΘΕΜΑ Β:

B.1

Η θερμοκρασία είναι ίδια και σταθερή και στα δύο διαλύματα. Από την ημιπερατή μεμβράνη περνάνε μόνο τα μόρια του διαλύτη που εδώ είναι το νερό κι όχι της διαλυμένης ουσίας. Άρα τα διαγράμματα (II) και (IV) είναι λάθος.

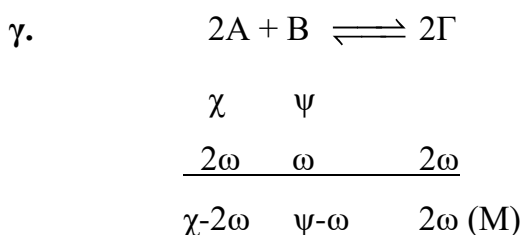
Η κατεύθυνση της ώσμωσης είναι από το αραιότερο διάλυμα που βρίσκεται δεξιά (υποτονικό), προς το πυκνότερο διάλυμα που βρίσκεται αριστερά (υπερτονικό). Αυτό το καταλαβαίνουμε γιατί στο διάλυμα που βρίσκεται αριστερά υπάρχουν περισσότερα μόρια διαλυμένης ουσίας σε σχέση με το διάλυμα που βρίσκεται δεξιά, ενώ τα διαλύματα έχουν τον ίδιο όγκο.

Άρα σωστό είναι το **διάγραμμα (I)**.

**B.2**

**α.** Αφού η αντίδραση ξεκινάει προς τα δεξιά, από τους συντελεστές των αερίων στην χημική εξίσωση, βλέπουμε ότι τα ολικά mol των αερίων μειώνονται, άρα μειώνεται η πίεση.

$$\beta. K_c = \frac{[\Gamma]^2}{[A]^2[B]} = \frac{0,8^2}{0,4^2 \cdot 0,1} = 40.$$



$$[\Gamma]=0,8M \Rightarrow 2\omega=0,8 \Rightarrow \omega=0,4$$

$$[A]=0,4M \Rightarrow \chi-2\omega=0,4 \Rightarrow \chi=1,2$$

$$[B]=0,1M \Rightarrow \psi-\omega=0,1 \Rightarrow \psi=0,5$$

$$[A]_{\text{αρχική}}=\chi=1,2M, [B]_{\text{αρχική}}=\psi=0,5M.$$

**δ, ε, στ.** Στο δεύτερο πείραμα έχει αυξηθεί η ταχύτητα αφού η ισορροπία αποκαταστάθηκε σε λιγότερο χρόνο. Αφού ο όγκος του δοχείου παραμένει σταθερός και ίσος με 2 L κι η τελική συγκέντρωση του αερίου Γ βρέθηκε μεγαλύτερη απ' ό,τι στο πρώτο πείραμα, αυτό μπορεί να έγινε μόνο με **αύξηση της θερμοκρασίας**. Συγκεκριμένα η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τον αριθμό των αποτελεσματικών συγκρούσεων ανά δευτερόλεπτο κι έτσι αυξάνονται κι οι δύο ταχύτητες των αντιδράσεων. Ταυτόχρονα η αύξηση της θερμοκρασίας μετατοπίζει την θέση χημικής ισορροπίας δεξιά αφού αυξάνεται η συγκέντρωση του Γ. Άρα προς τα δεξιά είναι η ενδόθερμη αντίδραση σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.

Η  $K_c$  θα αυξηθεί με την αύξηση της θερμοκρασίας γιατί με την μετατόπιση της ΘΧΙ δεξιά, αυξάνεται η συγκέντρωση του Γ και μειώνονται οι συγκεντρώσεις των Α και Β.

$$K_c = \frac{[\Gamma]^2}{[A]^2[B]}.$$

**B.3**

**I.** Τα ιόντα αυτά είναι ισοηλεκτρονιακά και συγκεκριμένα έχουν από 10 ηλεκτρόνια το καθένα. Έτσι, το ιόν που έχει περισσότερα πρωτόνια στον πυρήνα του, έλκει τελικά με ισχυρότερες δυνάμεις τα ηλεκτρόνια και το μέγεθος του ιόντος μειώνεται. Η διάταξη του μεγέθους των ιόντων από το μικρότερο στο μεγαλύτερο είναι:

${}_{12}\text{Mg}^{2+} < {}_{11}\text{Na}^{+} < {}_9\text{F}^{-} < {}_8\text{O}^{2-}$ . Δηλαδή το μεγαλύτερο μέγεθος έχει το  ${}_8\text{O}^{2-}$ .

**II.**  $\text{Na}^{+}(\text{g}) \longrightarrow \text{Na}^{2+}(\text{g}) + \text{e}^{-}$  Ei2(Na),  $\text{Mg}^{2+}(\text{g}) \longrightarrow \text{Mg}^{3+}(\text{g}) + \text{e}^{-}$  Ei3(Mg).

Οι ηλεκτρονιακές δομές των ιόντων που μας ενδιαφέρουν είναι:

${}_{11}\text{Na}^{+} 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6$   
και  ${}_{12}\text{Mg}^{2+} 1\text{s}^2 2\text{s}^2 2\text{p}^6$

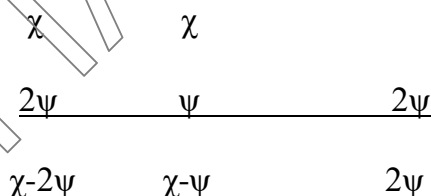
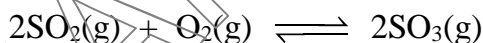
Τα ιόντα αυτά έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων κι έχουν δομή ευγενούς αερίου.

Το ιόν του  ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$  έχει περισσότερα πρωτόνια (12) στον πυρήνα του από ότι το  ${}_{11}\text{Na}^{+}$  που έχει 11 πρωτόνια κι έτσι το ιόν  ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$  έλκει τελικά με ισχυρότερες δυνάμεις τα ηλεκτρόνια του. Άρα απαιτείται περισσότερη ενέργεια για να αποσπαστεί το ηλεκτρόνιο του  ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$  και θα είναι: **Ei3(Mg) > Ei2(Na).**

**ΘΕΜΑ Γ:**

**Γ.1**

**α.**



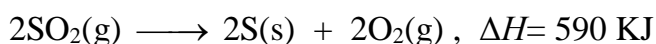
Το  $\text{O}_2$  είναι σε περίσσεια, άρα η απόδοση υπολογίζεται με το  $\text{SO}_2$ .

$$a = \frac{\text{πρακτικο}}{\text{θεωρητικο}} = \frac{2\psi}{\chi} = 0,8 \Rightarrow \psi = 0,4\chi$$

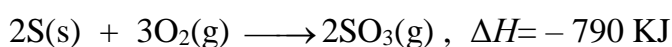
$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]} \Rightarrow x = 40, \psi = 16.$$

β.

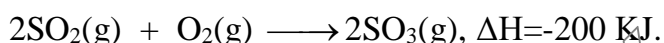
Αντιστρέφουμε την πρώτη χημική εξίσωση (νόμος Lavoisier) και πολλαπλασιάζουμε επί δύο:



Πολλαπλασιάζουμε τη δεύτερη χημική εξίσωση επί δύο:



Προσθέτουμε κατά μέλη και σύμφωνα με το νόμο Hess προκύπτει:



Άρα μέχρι τη χημική ισορροπία ελευθερώνεται ποσό θερμότητας:

$$\begin{array}{ll} 2\text{mol SO}_3 & 200\text{KJ εκλύονται} \\ 32 & \therefore \mathbf{3200 \text{ KJ εκλύονται}} \end{array}$$

γ. Αν την χρονική στιγμή  $t_1$  γινόταν προσθήκη  $\text{SO}_2$  στο δοχείο θα είχαμε απότομη αύξηση στη συγκέντρωσή του, ενώ αν μειώναμε τον όγκο του δοχείου θα είχαμε στο διάγραμμα απότομη αύξηση, την χρονική στιγμή  $t_1$ , σε όλες συγκεντρώσεις. Η προσθήκη καταλύτη δεν μετατοπίζει τη θέση χημικής ισορροπίας.

Άρα η σωστή απάντηση είναι ότι **μειώνεται η θερμοκρασία** στο δοχείο κι έτσι η θέση χημικής ισορροπίας μετατοπίζεται δεξιά (σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier ευνοείται η ενδόθερμη αντίδραση), οπότε οι συγκεντρώσεις  $\text{SO}_2$  και  $\text{O}_2$  και η συγκέντρωση του  $\text{SO}_3$  αυξάνεται.

**Γ.2**

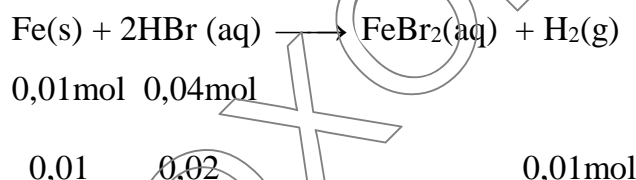
**α.**

- i. Μείωση αρχικής ταχύτητας, καμία μεταβολή στον όγκο του αερίου  $H_2$ .
- ii. Μείωση αρχικής ταχύτητας, μείωση στον όγκο του αερίου  $H_2$ .
- iii. Καμία μεταβολή αρχικής ταχύτητας, καμία μεταβολή στον όγκο του αερίου  $H_2$ .
- iv. Μείωση αρχικής ταχύτητας, καμία μεταβολή στον όγκο του αερίου  $H_2$ .

**β.**

Αν η αντίδραση πραγματοποιηθεί σε ανοικτό δοχείο, τότε το αέριο υδρογόνο που παράγεται φεύγει από το διάλυμα κι έτσι μάζα του διαλύματος μειώνεται.

$$n_{Fe} = m/Ar = 0,01 \text{ mol}, \quad n_{HBr} = cV = 0,04 \text{ mol}.$$



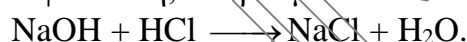
$$\Delta m_{\text{διαλ/τος}} = m_{H_2} = nMr = \mathbf{0,02g}.$$

**Γ.3**

i. Έστω  $x \text{ mol NaOH}$ ,  $\psi \text{ mol CH}_3\text{COONa}$  στο 1L του διαλύματος.

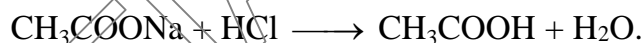
Στα 10 mL που παίρνουμε περιέχονται  $0,01x \text{ mol NaOH}$ ,  $0,01\psi \text{ mol CH}_3\text{COONa}$ .

Με την προσθήκη του πρότυπου διαλ/τος  $0,1M \text{ HCl}$ , πρώτα αντιδρά η ισχυρή βάση  $\text{NaOH}$ . Όταν αλλάζει χρώμα η φαινολοφθαλεΐνη, θεωρούμε ότι:



$$n_{\text{NaOH}} = n_{\text{HCl}} \Rightarrow 0,01x = 0,1 \cdot 0,015 \Rightarrow \mathbf{x = 0,15}.$$

Στη συνέχεια προσθέτουμε τον δείκτη πορτοκαλί του μεθυλίου κι όταν προσθέσουμε επιπλέον 5mL του πρότυπου διαλύματος αντιδρά πλήρως και το  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , αφού αλλάζει χρώμα ο δείκτης.



$$n_{\text{CH}_3\text{COONa}} = n_{\text{HCl}} \Rightarrow 0,01\psi = 0,1 \cdot 0,005 \Rightarrow \mathbf{\psi = 0,05}.$$

ii. Αν προσθέταμε από την αρχή μόνο τον δείκτη φαινολοφθαλεΐνη θα προσδιορίζαμε μόνο το τελικό σημείο για το  $\text{NaOH}$ , λόγω αλλαγής χρώματος του δείκτη που θα γινόταν μετά το  $\text{pH} = 10$  (περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη φαινολοφθαλεΐνη  $8,2 \leq \text{pH} \leq 10$ ). Δηλαδή θα βρίσκαμε μόνο το  $x$ .

Αν προσθέταμε από την αρχή μόνο τον δείκτη πορτοκαλί του μεθυλίου, θα προσδιορίζαμε το σημείο πως θα είχαν αντιδράσει πλήρως το  $\text{NaOH}$  και το  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , λόγω αλλαγής χρώματος του δείκτη που θα γινόταν μετά το  $\text{pH} = 4,7$  (περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη πορτοκαλί του μεθυλίου  $2,7 \leq \text{pH} \leq 4,7$ ). Δηλαδή θα βρίσκαμε το άθροισμα  $x + \psi$ .

iii. Όταν αλλάξει χρώμα η φαινολοφθαλεΐνη θεωρούμε ότι έχει αντιδράσει πλήρως όλη η ποσότητα NaOH και το διάλυμα περιέχει NaCl (δεν επηρεάζει το pH) και  $\text{CH}_3\text{COONa}$   $0,01\psi=0,0005=5\cdot 10^{-4}\text{mol}$ .

Άρα  $c_{\text{CH}_3\text{COONa}}=n/V=5\cdot 10^{-4}\text{mol}/0,025\text{L}=\mathbf{0,02M}$  ( $V_{\text{τελ.}}=10+15=25\text{mL}$ ).



$$0,02M \qquad 0,02M \qquad 0,02-\chi \text{ M} \gg 0,02$$

$$\chi \qquad \chi$$

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = 5 \cdot 10^{-10} \Rightarrow \frac{\chi^2}{0,02} = 5 \cdot 10^{-10} \Rightarrow \chi = 10^{-5,5} = [\text{OH}^-] \Rightarrow \text{pOH}=5,5 \Rightarrow \mathbf{\text{pH}=8,5}.$$

iv. Αφού οι δείκτες είναι κατάλληλοι, αλλάζουν χρώμα στο αντίστοιχο κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης. Η φαινολοφθαλεΐνη στο πρώτο κατακόρυφο τμήμα και το πορτοκαλί του μεθύλιο στο δεύτερο κατακόρυφο τμήμα.

Στο σημείο Α το χρώμα είναι ροζ γιατί είναι πριν το πρώτο κατακόρυφο τμήμα και το διάλυμα περιέχει: NaOH(περίσσεια), NaCl και  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .

Στο σημείο Β το χρώμα είναι κίτρινο γιατί είναι ανάμεσα στο πρώτο κατακόρυφο τμήμα και στο δεύτερο κατακόρυφο τμήμα και το διάλυμα περιέχει: NaCl,  $\text{CH}_3\text{COONa}$  (περίσσεια) και  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Στο σημείο Γ το χρώμα είναι κόκκινο γιατί είναι μετά το δεύτερο κατακόρυφο τμήμα και το διάλυμα περιέχει: NaCl,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  και NaOH (περίσσεια).

### **ΘΕΜΑ Δ:**

#### **Δ.1**

Μείγμα ( $M_1$ ), όγκου 44.800L σε STP που περιέχει  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$  και 5% σε mol  $\text{CH}_4$ .

$$n_{\text{μείγματος}}=44.800\text{L}/22,4\text{L/mol}=2.000\text{mol}.$$

$$\chi \text{ mol } \text{N}_2 \text{ και } \psi \text{ mol } \text{H}_2, \quad n_{\text{CH}_4}=(5/100)\cdot 2000=100\text{mol}.$$

$$\chi+\psi+100=2000 \Rightarrow \chi+\psi=\mathbf{1.900 \text{ (I)}}$$

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2021**  
Β' ΦΑΣΗ

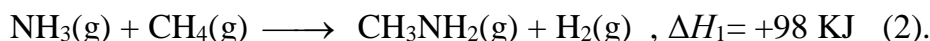
**E\_3.Xλ3Θ(α)**



$\chi$        $\psi$

$\chi$        $3\chi$        $2\chi$        $92\chi \text{ KJ}$

0       $\psi - 3\chi$        $2\chi \text{ (mol)}$        $92x \text{ KJ εκλύονται}$



$2\chi$       100

100      100      100      100      98100

$2\chi - 100$       0      100      100       $9800 \text{ KJ απορροφώνται}$

$$n_{\text{H}_2} = 400 \text{ g} / 2 \text{ g/mol} = 200 \text{ mol H}_2.$$

$$n_{\text{H}_2} = \psi - 3\chi + 100 \Rightarrow 200 = \psi - 3\chi + 100 \Rightarrow \psi = 100 + 3\chi \text{ (II)}.$$

$$\text{(I), (II)} \Rightarrow \chi = 450, \psi = 1450.$$

**A. Μείγμα M<sub>1</sub>** 450 mol N<sub>2</sub>, 1450 mol H<sub>2</sub>.

**B. NH<sub>3</sub>** 800 mol, **CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>** 100 mol.

$$\text{Γ. } Q_{\text{ολικό}} = 92 \cdot 450 - 9800 = 31.600 \text{ KJ εκλύονται}.$$

**Δ.**

**i.** Μεταξύ των μορίων της CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> εμφανίζονται δεσμοί υδρογόνου, δυνάμεις δίπολου-διπόλου και δυνάμεις διασποράς. Το ίδιο συμβαίνει και μεταξύ των μορίων της NH<sub>3</sub>. Επειδή όμως η σχετική μοριακή μάζα της CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη σχετική μοριακή μάζα της NH<sub>3</sub>, οι δυνάμεις διασποράς στην CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> είναι αρκετά ισχυρότερες από τις δυνάμεις διασποράς στην NH<sub>3</sub> κι έτσι συνολικά οι διαμοριακές δυνάμεις στην CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> είναι ισχυρότερες απ' ό,τι στην NH<sub>3</sub>. Άρα το σημείο βρασμού της μεθυλαμίνης είναι μεγαλύτερο από το σημείο βρασμού της NH<sub>3</sub>.

**ii.** Στους - 8 °C υγροποιείται η CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> αλλά όχι η NH<sub>3</sub>. Αυτό συμβαίνει γιατί το σημείο βρασμού της CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> είναι μεγαλύτερο από το σημείο βρασμού της NH<sub>3</sub>. Έτσι καθώς ψύχουμε τις δύο βάσεις, η CH<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> αρχίζει να υγροποιείται στους - 6,3 °C ενώ η NH<sub>3</sub> αρχίζει να υγροποιείται στους - 33,34 °C.

iii. Το ισχυρότερο +I επαγωγικό φαινόμενο του  $-\text{CH}_3$  σε σχέση με του  $-\text{H}$ , κάνει ισχυρότερη βάση την  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  από την  $\text{NH}_3$ , γιατί αυξάνεται η ηλεκτρονιακή πυκνότητα του αζώτου της  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  και δέχεται πιο εύκολα τα  $\text{H}^+$  των οξέων. Έτσι στην ίδια θερμοκρασία:  $K_{\text{bCH}_3\text{NH}_2} > K_{\text{bNH}_3}$ .

## Δ.2

α. Καλύτερη ρυθμιστική ικανότητα έχει ένα ρυθμιστικό διάλυμα, όταν οι συγκεντρώσεις στο συζυγές ζεύγος ασθενούς οξέος και ασθενούς βάσης, είναι σχετικά υψηλές και παραπλήσιες.

Αν χρησιμοποιήσω το διάλυμα Y1:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{c_{\text{oξ}}}{c_{\text{β}}}$$

$$K_a = \frac{K_w}{K_b}$$

Άρα προκύπτει τελικά  $[\text{NH}_3] = 50[\text{NH}_4^+]$ . Έτσι, οι συγκεντρώσεις στο συζυγές ζεύγος διαφέρουν σημαντικά και το διάλυμα δεν έχει ικανοποιητική ρυθμιστική ικανότητα.

Αν χρησιμοποιήσω το διάλυμα Y2:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{c_{\text{oξ}}}{c_{\text{β}}}$$

$$K_a = \frac{K_w}{K_b}$$

Άρα προκύπτει τελικά  $[\text{CH}_3\text{NH}_2] = 0,8[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]$ . Έτσι, οι συγκεντρώσεις στο συζυγές ζεύγος είναι παραπλήσιες και το διάλυμα έχει ικανοποιητική ρυθμιστική ικανότητα.

Άρα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το διάλυμα Y2.

β. Στο διάλυμα Y3 που προκύπτει από την αραίωση, βρίσκουμε τη νέα συγκέντρωση της  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ .

$$c_{\text{αρχ.}} \cdot V_{\text{αρχ.}} = c_{\text{τελ.}} \cdot V_{\text{τελ.}} \Rightarrow c'_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = \frac{0,4V}{10V} = 0,04 \text{ M}.$$

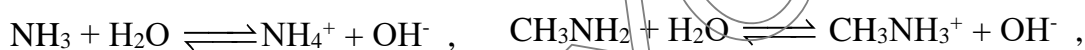


Στο διάλυμα Y4 που προκύπτει από την ανάμειξη Y1 και Y3, βρίσκουμε τις νέες συγκεντρώσεις της  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  και της  $\text{NH}_3$ .

Από τον τύπο  $c_{\text{αρχ.}} V_{\text{αρχ.}} = c_{\text{τελ.}} V_{\text{τελ.}}$  βρίσκουμε τις νέες συγκεντρώσεις της  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  και της  $\text{NH}_3$ .

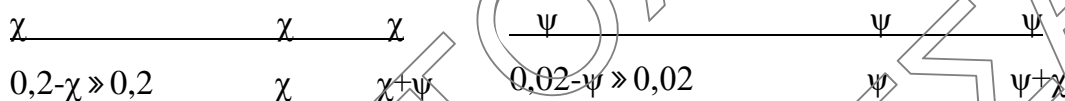
$$c_{\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{Y}_4)} = \frac{0,04 \cdot 0,01}{0,02} = 0,02 \text{ M}$$

$$c_{\text{NH}_3(\text{Y}_4)} = \frac{0,4 \cdot 0,01}{0,02} = 0,2 \text{ M}$$



0,2M

0,02M



$$K_{b(\text{NH}_3)} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{\chi(\chi + \psi)}{0,2} = 10^{-5} \Rightarrow \chi(\chi + \psi) = 2 \cdot 10^{-6} \quad (1)$$

$$K_{b(\text{CH}_3\text{NH}_2)} = \frac{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]} = \frac{\psi(\chi + \psi)}{0,02} = 4 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \psi(\chi + \psi) = 8 \cdot 10^{-6} \quad (2)$$

Προσθέτω κατά μέλη τις σχέσεις (1) και (2) και προκύπτει:

$$(\chi + \psi)(\chi + \psi) = 10 \cdot 10^{-6} \Rightarrow \chi + \psi = 10^{-2,5} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-2,5} \text{ M}$$

Άρα  $\text{pOH} = -\log 10^{-2,5} = 2,5$  και  $\text{pH} = 14 - 2,5 \Rightarrow \text{pH} = 11,5$ .