

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 όσμωσης 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.

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



χ	ψ	
2ω	ω	2ω
$\chi-2\omega$	$\psi-\omega$	2ω (M)

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

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

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

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

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

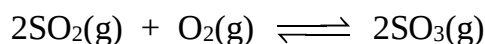
Τα ιόντα αυτά έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων κι έχουν δομή ευγενούς αερίου.

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 ηλεκτρόνιά 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.



χ

χ

2ψ

ψ

2ψ

$\chi-2\psi$

$\chi-\psi$

2ψ

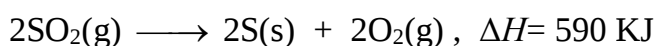
Το O_2 είναι σε περίσσεια, άρα η απόδοση υπολογίζεται με το SO_2 .

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

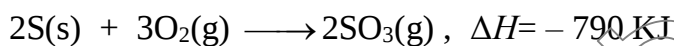
$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} \Rightarrow x = 40, \psi = 16.$$

β.

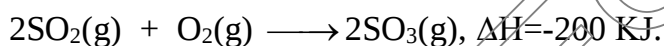
Αντιστρέφουμε την πρώτη χημική εξίσωση (νόμος Lavoisier) και πολλαπλασιάζουμε επί δύο:



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:

2mol SO₃ 200KJ εκλύονται

32 ;=3200 KJ εκλύονται

γ. Αν την χρονική στιγμή t_1 γινόταν προσθήκη SO₂ 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 SO₂ και O₂ και η συγκέντρωση του SO₃ αυξάνεται.

Γ.2

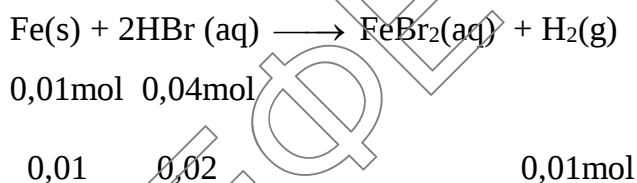
α.

- 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 δοχείο κι έτσι μάζα του δοχείου μειώνεται.

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



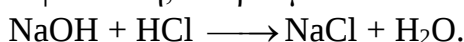
$$\Delta m_{\text{δοχείου}} = m_{H_2} = nMr = \mathbf{0,02g}.$$

Γ.3

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

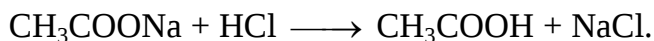
Στα 10 mL που παίρνουμε περιέχονται $0,01x \text{ mol NaOH}$, $0,01\psi \text{ mol CH}_3\text{COONa}$.

Με την προσθήκη του πρότυπου διαλ/τος 0,1M HCl, πρώτα αντιδρά η ισχυρή βάση NaOH. Όταν αλλάξει χρώμα η φαινολοφθαλεΐνη, θεωρούμε ότι:



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

Στη συνέχεια προσθέτουμε τον δείκτη πορτοκαλί του μεθυλίου κι όταν προσθέσουμε επιπλέον 5mL του πρότυπου διαλύματος αντιδρά πλήρως και το CH_3COONa , αφού αλλάξει χρώμα ο δείκτης.



$$n_{CH_3COONa} = n_{HCl} \Rightarrow 0,01\psi = 0,1 \cdot 0,005 \Rightarrow \mathbf{\psi = 0,05}.$$

ii. Αν προσθέταμε από την αρχή μόνο τον δείκτη φαινολοφθαλεΐνη θα προσδιορίζαμε μόνο το τελικό σημείο για το NaOH, λόγω αλλαγής χρώματος του δείκτη που θα γινόταν μετά το $pH=10$ (περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη φαινολοφθαλεΐνη $8,2 \leq pH \leq 10$). 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 NaOH και το CH_3COONa , λόγω αλλαγής χρώματος του δείκτη που θα γινόταν μετά το $pH=4,7$ (περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη πορτοκαλί του μεθυλίου $2,7 \leq pH \leq 4,7$). 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 CH_3COONa $0,01\psi=0,0005=5\cdot 10^{-4}\text{mol}$.

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 0,02M 0,02- χ M $\gg$ 0,02

χ χ

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

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 CH_3COONa .

Στο σημείο Β το χρώμα είναι κίτρινο γιατί είναι ανάμεσα στο πρώτο κατακόρυφο τμήμα και στο δεύτερο κατακόρυφο τμήμα και το διάλυμα περιέχει: NaCl, CH_3COONa (περίσσεια) και CH_3COOH .

Στο σημείο Γ το χρώμα είναι κόκκινο γιατί είναι μετά το δεύτερο κατακόρυφο τμήμα και το διάλυμα περιέχει: NaCl, CH_3COOH και NaOH (περίσσεια).

ΘΕΜΑ Δ:

Δ.1

Μείγμα (M_1), όγκου 44.800L σε STP που περιέχει N_2 , H_2 και 5% σε mol CH_4 .

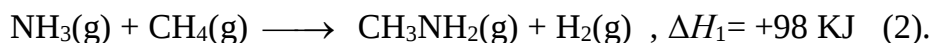
$$n_{\text{μείγματος}}=44.800\text{L}/22,4\text{L/mol}=2.000\text{mol}.$$

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

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



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



2χ	100			
100	100	100	100	98100
$2\chi - 100$	0	100	100	9800 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 M₁ 450mol N₂, 1450 mol H₂.

B. NH₃ 800mol , **CH₃NH₂** 100mol.

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

Δ.

i. Μεταξύ των μορίων της CH₃NH₂ εμφανίζονται δεσμοί υδρογόνου, δυνάμεις δίπολου-διπόλου και δυνάμεις διασποράς. Το ίδιο συμβαίνει και μεταξύ των μορίων της NH₃. Επειδή όμως η σχετική μοριακή μάζα της CH₃NH₂ είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη σχετική μοριακή μάζα της NH₃, οι δυνάμεις διασποράς στην CH₃NH₂ είναι αρκετά ισχυρότερες από τις δυνάμεις διασποράς στην NH₃ κι έτσι συνολικά οι διαμοριακές δυνάμεις στην CH₃NH₂ είναι ισχυρότερες απ' ό,τι στην NH₃. Άρα το σημείο βρασμού της μεθυλαμίνης είναι μεγαλύτερο από το σημείο βρασμού της NH₃.

ii. Στους - 8 °C υγροποιείται η CH₃NH₂ αλλά όχι η NH₃. Αυτό συμβαίνει γιατί το σημείο βρασμού της CH₃NH₂ είναι μεγαλύτερο από το σημείο βρασμού της NH₃. Έτσι καθώς ψύχουμε τις δύο βάσεις, η CH₃NH₂ αρχίζει να υγροποιείται στους - 6,3 °C ενώ η NH₃ 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 CH_3NH_2 από την NH_3 , γιατί αυξάνεται η ηλεκτρονιακή πυκνότητα του αζώτου της CH_3NH_2 και δέχεται πιο εύκολα τα 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 Υ1:

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

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

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 Υ2:

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

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

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

Άρα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το διάλυμα Υ2.

β. Στο διάλυμα Υ3 που προκύπτει από την αραίωση, βρίσκουμε τη νέα συγκέντρωση της CH_3NH_2 .

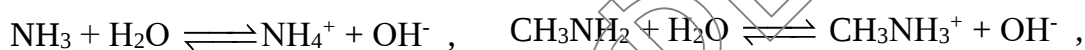
$$c_{\text{αρχ.}} \cdot V_{\text{αρχ.}} = c_{\text{τελ.}} \cdot V_{\text{τελ.}} \Rightarrow c'_{\text{CH}_3\text{NH}_2} = \frac{0,4V}{10V} = 0,04 \text{ M}.$$

Στο διάλυμα Y4 που προκύπτει από την ανάμειξη Y1 και Y3, βρίσκουμε τις νέες συγκεντρώσεις της CH_3NH_2 και της NH_3 .

Από τον τύπο $c_{\alpha\rho\chi}.V_{\alpha\rho\chi}. = c_{\tau\epsilon\lambda}.V_{\tau\epsilon\lambda}.$ βρίσκουμε τις νέες συγκεντρώσεις της CH_3NH_2 και της NH_3 .

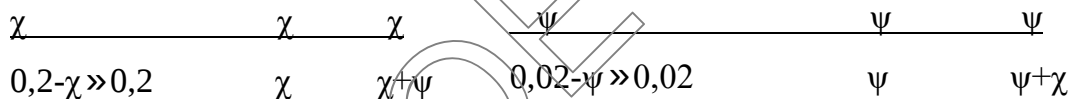
$$c_{\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{Y}_4)} = \frac{0,04 \cdot 0,01}{0,02} = 0,02 \text{ M}$$

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



0,2M

0,02M



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

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

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 $\text{pH} = 14 - 2,5 \Rightarrow \text{pH} = 11,5$.