

ΤΑΞΗ: Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΑΘΗΜΑ: ΧΗΜΕΙΑ (ΑΠΟΦΟΙΤΩΝ)

Ημερομηνία: Σάββατο 11 Ιανουαρίου 2020
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

- A1.** α
A2. α
A3. γ
A4.
α. 5
β. 2
γ. 4
δ. 3
ε. 1
A5.
α. Σ
β. Σ
γ. Λ
δ. Σ
ε. Λ



ΘΕΜΑ Β:**B1.**

1. Παρατηρούμε στο διάγραμμα ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας τη χρονική στιγμή t_1 η συγκέντρωση στην καμπύλη (2) αυξάνεται κατά 0,2 ενώ στην καμπύλη (1) ελαττώνεται κατά 0,1. Άρα η καμπύλη (2) (λόγω συντελεστή) αντιστοιχεί στο B(g) ενώ η καμπύλη (1) στο A(g). Δηλαδή με αύξηση της θερμοκρασίας η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε δεξιά.

Σύμφωνα με την αρχή του Le Chatelier αύξηση της θερμοκρασίας μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση εκείνη όπου απορροφάται θερμότητα για να αναιρέσει τη μεταβολή. Άρα η αντίδραση είναι ενδόθερμη.

2. Τα H_3O^+ που προκύπτουν από το ισχυρό οξύ HCl δεσμεύονται σχεδόν πλήρως από την βάση του ρυθμιστικού διαλύματος HCO_3^- :



- B2.** Για τη μεταβολή του χρόνου ολοκλήρωσης της αντίδρασης θα εξετάσουμε τον τρόπο που μεταβάλλεται η ταχύτητα της αντίδρασης.

Ο όγκος του CO_2 που παράγεται θα υπολογιστεί από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης.

Μεταβολή α

Με την αραιώση του διαλύματος ελαττώνεται η συγκέντρωση του αντιδρώντος HCl, οπότε ελαττώνεται η ταχύτητα της αντίδρασης. Επομένως ο χρόνος αυξάνει.

Ο όγκος του CO_2 που παράγεται δε μεταβάλλεται, αφού ο αριθμός mol των αντιδρώντων δεν άλλαξε.

Μεταβολή β

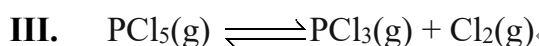
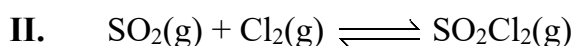
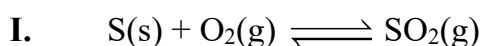
Αν οι κόκκοι του MgCO_3 είναι μεγαλύτεροι, τότε μειώνεται η επιφάνεια επαφής και ελαττώνεται η ταχύτητα της αντίδρασης. Επομένως ο χρόνος αυξάνει.

Ο όγκος του CO_2 που παράγεται δε μεταβάλλεται, αφού προσθέσαμε την ίδια ποσότητα MgCO_3 .

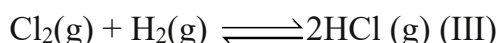
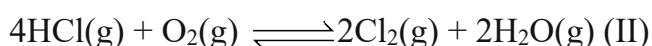
Μεταβολή γ

Με την επιπλέον ποσότητα του HCl που προσθέτουμε αυξάνει η συγκέντρωση του HCl οπότε και η ταχύτητα της αντίδρασης. Επομένως ο χρόνος ελαττώνεται.

Ο όγκος του CO₂ που παράγεται αυξάνει, αφού αυξάνει ο αριθμός mol του HCl.

B3.

Η προσθήκη O₂ στο δοχείο αυξάνει την [O₂]. Άρα σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η θέση χημικής ισορροπίας της (I), μετατοπίζεται δεξιά κι έτσι αυξάνεται η [SO₂]. Αυτό μετατοπίζει την θέση χημικής ισορροπίας (II) δεξιά και μειώνεται η [Cl₂]. Άρα η ΘΧΙ (III) μετατοπίζεται δεξιά για να αυξηθεί η [Cl₂] και τελικά μειώνεται η [PCl₅].

B4.

Σύμφωνα με το διάγραμμα με την αύξηση της πίεσης πρέπει να μειωθεί το ποσοστό του Cl₂ στην ισορροπία.

Αυτό συμβαίνει στην ισορροπία (I), γιατί η θέση χημικής ισορροπίας σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier μετατοπίζεται αριστερά, ώστε αναίρεσει σε κάποιο βαθμό την αύξηση της πίεσης.

Η ισορροπία (II) μετατοπίζεται δεξιά κι αυξάνει το ποσοστό του Cl₂ στην ισορροπία.

Η ισορροπία (III) δεν μετατοπίζεται γιατί $\Delta n_{\text{αερίων}}=0$.

ΘΕΜΑ Γ
Γ1.

1. Ο πίνακας στοιχειομετρίας, έχει ως εξής:

mol/L	2HI(g)	\rightleftharpoons	H ₂ (g)	+	I ₂ (g)
αρχικά	2c		-		-
μεταβολή	-2αc		αc		αc
ισορροπία	2c(1-α)		αc		αc

$$K_c = \frac{[I_2] \cdot [H_2]}{[HI]^2} = \frac{\alpha c \cdot \alpha c}{4c^2 \cdot (1-\alpha)^2} \Rightarrow K_c = \frac{\alpha^2}{4(1-\alpha)^2}$$

2. Αφού με την πάροδο του χρόνου ο αριθμός mol των χημικών ουσιών δε μεταβάλλεται, το σύστημα βρίσκεται σε χημική ισορροπία.

Βρίσκουμε την K'_c στους $\theta^\circ\text{C}$

$$K'_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{\left(\frac{0,7}{V}\right)^2}{\frac{0,1}{V} \cdot \frac{0,1}{V}} = \frac{0,49}{0,01} \Rightarrow K'_c = 49$$

Από το διάγραμμα που δίνεται στο δοχείο Δ₂, παρατηρούμε ότι αντιδρά το HI και παράγονται H₂ και I₂.

Ο πίνακας στοιχειομετρίας, έχει ως εξής:

mol	H ₂ (g)	+	I ₂ (g)	\rightleftharpoons	2HI(g)
αρχικά	0,3		0,3		3
μεταβολή	x		x		-2x
ισορροπία	0,3+x		0,3+x		3-2x

$$K'_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{\left(\frac{3-2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{0,3+x}{V}\right)^2} = 49 \Rightarrow \frac{3-2x}{0,3+x} = 7 \Rightarrow$$

$$7(0,3+x) = 3-2x \Rightarrow 2,1+7x = 3-2x \Rightarrow 9x = 0,9 \Rightarrow x = 0,1$$

Άρα στο δοχείο Δ₂ περιέχονται τελικά:

$$\text{HI} : 3 - 2x = 3 - 0,2 = 2,8 \text{ mol}$$

$$\text{H}_2 : 0,3 + x = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ mol}$$

$$\text{I}_2 : 0,3 + x = 0,3 + 0,1 = 0,4 \text{ mol}$$

3.

Α. Σωστή.

Β. Λανθασμένη.

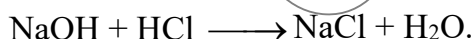
Γ. Σωστή.

Γ2.

- α. Σε δείγμα από κάθε δοχείο προσθέτω λίγες σταγόνες φαινολοφθαλείνη. Στα δύο δοχεία που θα παραμείνουν άχρωμα, υπάρχουν τα διαλύματα του HCl ($\text{pH} < 7$). Στα δοχεία που θα παρατηρηθεί ροζ χρώμα υπάρχουν τα διαλύματα του NaOH γιατί:

$$[\text{OH}^-] > 10^{-3} \text{ M} \text{ \u00ac} \text{ \u00e0} \text{ pOH} < 3 \text{ \u2192} \text{ pH} > 11.$$

- β. Ογκομέτρηση



Έστω ότι επιλέγω για πρότυπο το διάλυμα 10^{-3} M NaOH (χωρίς να το ξέρω). Τότε στην περίπτωση που το ογκομετρούμενο διάλυμα είναι το $2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ HCl θα απαιτηθεί **διπλάσιος** όγκος του πρότυπου διαλύματος, σε σχέση με τον όγκο του ογκομετρούμενου. Αν το ογκομετρούμενο διάλυμα είναι το $8 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ HCl θα απαιτηθεί **οκταπλάσιος** όγκος του πρότυπου διαλύματος.

Έστω ότι για πρότυπο διάλυμα επέλεγα το άλλο διάλυμα $2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ NaOH (χωρίς να το ξέρω). Τότε στην περίπτωση που το ογκομετρούμενο διάλυμα είναι το $2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ HCl θα απαιτηθεί **ίσος** όγκος του πρότυπου διαλύματος με τον όγκο του ογκομετρούμενου. Αν το ογκομετρούμενο διάλυμα είναι το $8 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ HCl θα απαιτηθεί **τετραπλάσιος** όγκος του πρότυπου διαλύματος.

Αφού όλες οι περιπτώσεις είναι διαφορετικές, μπορώ να βρω σε ποιο δοχείο είναι το κάθε διάλυμα, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι γνωρίζω σε ποια δοχεία είναι τα διαλύματα του οξέος και σε ποια τα διαλύματα της βάσης.

- γ. Η ογκομέτρηση είναι αλκαλιμετρία ανάμεσα σε ισχυρό οξύ και πρότυπο διάλυμα ισχυρής βάσης. Άρα είναι η καμπύλη (2). Η καμπύλη (1) αντιστοιχεί

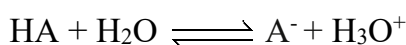
σε οξυμετρία, ενώ η καμπύλη (3) αντιστοιχεί σε αλκαλιμετρία αλλά με ασθενές οξύ.

Το pH στο ισοδύναμο σημείο αντιστοιχεί σε $\text{pH} = 7$, αφού το διάλυμα περιέχει μόνο το άλας NaCl του οποίου και τα δύο ιόντα δεν αντιδρούν με το νερό αφού προέρχονται από ισχυρό οξύ και ισχυρή βάση.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

- α. Η ασπιρίνη είναι ασθενές μονοπρωτικό οξύ του τύπου HA . Στο στομάχι το γαστρικό υγρό έχει $\text{pH}=2 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]=10^{-2}\text{M}$.



$$0,01-x \approx 0,01\text{M} \quad x \quad x+10^{-2} \approx 10^{-2}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \Rightarrow 3,6 \cdot 10^{-4} = \frac{10^{-2} \cdot x}{10^{-2}} \Rightarrow x = 3,6 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{ποσοστό} = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]_{\text{αρχικά}}} \cdot 100\% = \frac{100x}{0,01} \% = 3,6\%$$

- β. Στο ανθρώπινο σώμα η θερμοκρασία είναι $36,6^\circ\text{C}$, άρα στους 25°C η K_a θα έχει μικρότερη τιμή γιατί η K_a εξαρτάται από την θερμοκρασία κι οι ιοντισμοί είναι ενδόθερμες αντιδράσεις. Άρα η παραπάνω ισορροπία μετατοπίζεται αριστερά κι έτσι μειώνονται οι $[\text{H}_3\text{O}^+]$, $[\text{A}^-]$ και αυξάνεται η $[\text{HA}]$. Αφού

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}, \text{ άρα μειώνεται η } K_a.$$

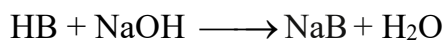
Δ2.

Η ιμπουπροφαίνη είναι ασθενές μονοπρωτικό οξύ HB . Διαλύεται ελάχιστα στο νερό (λόγω της μεγάλης υδρόφοβης ανθρακικής αλυσίδας που έχει), ενώ διαλύεται σε υδατικό διάλυμα αλατός της NaB (η διαλυτότητα αυξάνεται περίπου 290 φορές σε διάλυμα $0,5\text{M NaB}$).

Έτσι, αρχικά παρασκευάζουμε το διάλυμα NaB (Y_1).

$$n_{\text{NaOH}} = cV = 2,5 \cdot 0,1 = 0,25\text{ mol}.$$

$$n_{\text{HB}} = \frac{m}{M_r} = \frac{51,5\text{ g}}{206 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,25\text{ mol}.$$



0,25mol 0,25mol

0,25 0,25 0,25

0 0

$$c_{\text{NaB}} = \frac{n}{V} = \frac{0,25 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,5 \text{ M}$$

$\text{NaB} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{B}^-$, $\text{B}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HB} + \text{OH}^-$. Άρα το διάλυμα είναι βασικό.

Τα ιόντα Na^+ δεν αντιδρούν με το H_2O .

Δ3.

- i. Το διάλυμα Y_2 είναι 200mL και περιέχει: 0,5M NaB και c HB.
Στο ισοδύναμο σημείο ισχύει:

$$n_{\text{HB}} = n_{\text{NaOH}} \Rightarrow c \cdot 0,2 = 0,1 \cdot 0,04 \Rightarrow c = 0,02 \text{ M}.$$

$$n_{\text{HB}} = cV = 0,02 \cdot 0,2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m_{\text{HB}} = nM_r = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 206 = 0,824 \text{ g}.$$

Σε 2g δισκίων περιέχονται 0,824g HB

100g x;

$$x = 41,2\text{g} \Rightarrow 41,2\% \text{ των δισκίων σε μπουπροφαίνη.}$$

- ii. Υπολογισμός $[\text{H}_3\text{O}^+]$ διαλύματος Y_2 : 200mL, 0,5M NaB και 0,02M HB.

Ισχύουν οι προσεγγίσεις άρα:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \frac{c_{\text{οξέος}}}{c_{\text{βάσης}}} = 3 \cdot 10^{-5} \frac{[\text{HB}]}{[\text{B}^-]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 3 \cdot 10^{-5} \frac{0,02}{0,5} = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ M}.$$

- iii. Ο δείκτης φαινολοφθαλεΐνη είναι κατάλληλος γιατί στο ισοδύναμο σημείο το διάλυμα περιέχει μόνο το άλας NaB κι έτσι το pH του ισοδύναμου σημείου είναι $\text{pH} > 7$ (λόγω της βάσης B^-). Άρα η περιοχή pH αλλαγής χρώματος του δείκτη (8,2-10) θα βρίσκεται στο

**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2020**
Α΄ ΦΑΣΗ**E_3.Xλ3Θ(α)2**

κατακόρυφο τμήμα της καμπύλης ογκομέτρησης. Αντίθετα ο δείκτης κόκκινο του μεθυλίου έχει περιοχή pH αλλαγής χρώματος (4-6), που είναι εκτός κατακόρυφου τμήματος της καμπύλης ογκομέτρησης και θα δημιουργήσει σημαντικό σφάλμα αν χρησιμοποιηθεί. Πρακτικά ο δείκτης αυτός δεν πρόκειται να αλλάξει χρώμα, αφού το ογκομετρούμενο διάλυμα έχει αρχικά pH περίπου 6 κι επικρατεί ήδη το χρώμα της βασικής μορφής του δείκτη.

- iv. Αφού η προχοΐδα θα περιείχε διάλυμα 0,5M NaOH από προηγούμενη ογκομέτρηση και προσθέσαμε το πρότυπο διάλυμα 0,1M, το διάλυμα μέσα στην προχοΐδα τελικά θα είναι: $0,1M < c_{\text{τελικό}} < 0,5M$. Άρα θα είχαμε μεγαλύτερη συγκέντρωση του πρότυπου διαλύματος (εμείς όμως θεωρούμε στους υπολογισμούς ότι είναι 0,1M). Άρα θα χρειαστούμε μικρότερο όγκο πρότυπου για το ισοδύναμο σημείο. Έτσι θα βρίσκαμε ότι το διάλυμα περιείχε μικρότερη ποσότητα ιμπουπροφαίνης. Άρα θα βρίσκαμε μικρότερη περιεκτικότητα των δισκίων από την πραγματική.