

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ 2010
ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Χημεία Κατεύθυνσης

Επιλεγμένα θέματα για τους υποψήφιους μαθητές της Θετικής Κατεύθυνσης της Γ' τάξης Ενιαίου Λυκείου.

Θέμα 1^ο:

Να εξηγήσετε πως θα μεταβληθούν

α) η σταθερά K_a

β) ο βαθμός ιοντισμού

γ) το pH

ενός διαλύματος CH_3COOH στις ακόλουθες περιπτώσεις.

1. Αύξηση της θερμοκρασίας.

2. Αραίωση του διαλύματος.

3. Προσθήκη αερίου HCl χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος.

4. Προσθήκη στερεού CH_3COONa χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος.

Θέμα 2^ο:

Διάλυμα ασθενούς οξέος HA έχει βαθμό ιοντισμού 10^{-4}

α) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος

β) Σε 100mL του διαλύματος προσθέτουμε στερεό NaOH χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος, οπότε προκύπτει διάλυμα με $\text{pH}=9$.

Να υπολογίσετε τα g του NaOH που προστέθηκε.

Δίνονται για το HA : $K_a=10^{-9}$, για το H_2O : $K_w=10^{-14}$ και Ar : $\text{Na}=23$, $\text{O}=16$, $\text{H}=1$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 1^ο:

1. Αύξηση της θερμοκρασίας:

Ο ιοντισμός είναι ενδόθερμη αντίδραση, οπότε με την αύξηση της θερμοκρασίας θα έχουμε:

i) αύξηση της σταθεράς K_a

ii) αύξηση του βαθμού ιοντισμού και

iii) αύξηση της $[\text{H}_3\text{O}^+]$ και κατά συνέπεια μείωση του pH του διαλύματος.

2. Αραίωση του διαλύματος:

i) Η σταθερά K_a επηρεάζεται μόνο από τη θερμοκρασία με αποτέλεσμα να μένει σταθερή σε αυτή την περίπτωση.

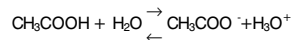
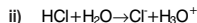
ii) Με την αραίωση, έχουμε μείωση της συγκέντρωσης του διαλύματος κι επομένως αύξηση του βαθμού ιοντισμού αφού

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

iii) Έχουμε μείωση της $[\text{H}_3\text{O}^+]$ αφού $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot C}$ και άρα αύξηση του pH.

3) Προσθήκη HCl

i) Η σταθερά ιοντισμού K_a παραμένει σταθερή

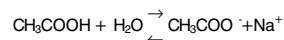
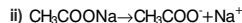


Έχουμε επίδραση κοινού ιόντος, επομένως η ισορροπία

μετατοπίζεται προς τα αριστερά και ο βαθμός ιοντισμού μειώνεται. iii) Η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ αυξάνεται αφού προσθέτουμε καθαρό οξύ κι επομένως το pH μειώνεται.

4. Προσθήκη CH_3COONa

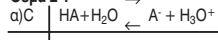
i. Η σταθερά K_a παραμένει σταθερή.



Λόγω επίδρασης κοινού ιόντος, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και ο βαθμός ιοντισμού μειώνεται.

iii) Αφού η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά η $[\text{H}_3\text{O}^+]$ μειώνεται κι επομένως το pH αυξάνεται.

Θέμα 2^ο:



Αρχ.	C	-	-
I/Π	aC	aC	aC
I.I	C-aC	aC	aC

$$K_a = \frac{[\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]} \Rightarrow K_a = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha} \Rightarrow K_a = \alpha^2 C$$

(αφού $\alpha = 10^{-4} < 10^{-1}$).

$$C = \frac{K_a}{\alpha^2} \Rightarrow C = \frac{10^{-8}}{(10^{-4})^2} \Rightarrow C = 1\text{M}$$

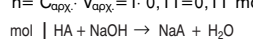
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \alpha \cdot C = 10^{-4} \cdot 1 = 10^{-4}\text{M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-4} \Rightarrow \text{pH} = 4$$

β) Έστω ότι προσθέτουμε y mol NaOH .

Τα αρχικά mol του HA είναι:

$$n = C_{\text{αρχ.}} \cdot V_{\text{αρχ.}} = 1 \cdot 0,11 = 0,11 \text{ mol.}$$



Αρχ. I 0,11 y

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

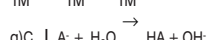
ii) Έστω ότι αντιδρούν πλήρως: Δηλαδή $y=0,11$ mol.

Τότε στο τελικό διάλυμα θα έχουμε NaA :

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,11}{0,11} = 1\text{M.}$$



1M 1M 1M



Αρχ.	1	-	-
I/Π	x	x	x
I.I	1-x	x	x

$$K_a \cdot K_b = K_w \Rightarrow K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-8}} = 10^{-6}$$

$$K_b = \frac{x^2}{1-x} \approx \frac{x^2}{1} \text{ (αφού } \frac{K_b}{C} = \frac{10^{-6}}{1} < 10^{-2})$$

$$x = \sqrt{K_b} = 10^{-3}\text{M} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{Άρα } \text{pOH}=3 \text{ και } \text{pH}+\text{pOH}=14 \Rightarrow \text{pH}=14-3=11.$$

Η αρχική υπόθεση απορρίπτεται αφού το pH του τελικού διαλύματος πρέπει να είναι 9.

ii) Έστω ότι περισσεύει NaOH . Τότε το pH θα ήταν ακόμα μεγαλύτερο αφού θα είχαμε μεγαλύτερη $[\text{OH}^-]$. Απορρίπτεται.

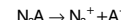
iii) Άρα θα πρέπει να περισσεύει HA .

mol	HA + NaOH	\rightarrow	NaA + H ₂ O
Αρχ.	0,11 y	-	-
Αντ./Παρ	y y	y	y
Τελικά	0,11-y	-	y

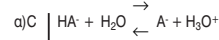
Στο τελικό διάλυμα θα έχουμε:

$$\text{HA: } C_1 = \frac{n}{V} = \frac{0,11-y}{0,11}$$

$$\text{NaA: } C_2 = \frac{n}{V} = \frac{y}{0,11}$$



C₂ C₂ C₂



Αρχ.	C ₁	C ₂	-
I/Π	x	x	x
I.I	C ₁ -x	C ₂ +x	x

$$[\text{HA}] = C_1 - x \approx C_1 \left(\frac{K_a}{C_1} < 10^{-2} \right)$$

$$[\text{A}^-] = C_2 + x \approx C_2 \text{ λόγω επίδρασης κοινού ιόντος.}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = x = 10^{-9} \text{ (αφού } \text{pH}=9)$$

$$K_a = \frac{x \cdot C_2}{C_1} \Leftrightarrow 10^{-8} = \frac{10^{-9} C_2}{C_1} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 10 \Leftrightarrow$$

$$C_2 = 10 C_1 \Leftrightarrow 10 \frac{0,11-y}{0,11} = \frac{y}{0,11} \Rightarrow 1,1-10y = y \Leftrightarrow$$

$$11y = 1,1 \Rightarrow y = 0,1 \text{ mol NaOH}$$

$$\text{NaOH: } n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n \cdot M_r = 0,1 \cdot 40 \Rightarrow m = 4\text{g NaOH}$$

Τα θέματα επιμελήθηκαν τα φροντιστήρια

« ΟΜΟΚΕΝΤΡΟ »

A. ΦΛΩΡΟΠΟΥΛΟΥ

Χημεία Κατεύθυνσης

Επιλεγμένα θέματα για τους υποψήφιους μαθητές της Θετικής Κατεύθυνσης της Γ' τάξης Ενιαίου Λυκείου.

Θέμα 1^ο: Να εξηγήσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

1. Το στοιχείο ${}_{22}\text{Ti}$ ανήκει στην πρώτη σειρά των στοιχείων μετάπτωσης και στην ομάδα 12 (II_B).
2. Το ${}_{12}\text{Mg}$ έχει μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού από το ${}_{16}\text{S}$.
3. Τα p ατομικά τροχιακά έχουν μεγαλύτερη ενέργεια από τα s ατομικά τροχιακά.
4. Το στοιχείο ${}_{29}\text{Cu}$ σχηματίζει έγχρωμες ενώσεις και σύμπλοκα ιόντα.
5. Το ${}_4\text{Be}$ έχει μικρότερη τιμή ενέργειας δεύτερου ιοντισμού από το ${}_3\text{Li}$.
6. Το ${}_{17}\text{Cl}$ έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Cl^- .
7. Η ηλεκτρονιακή δομή $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ δεν υπακούει στην απαγορευτική αρχή του Pauli.
8. Στο HNO_3 το N έχει 4 μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων.
9. Ο μικρότερος αριθμός στιβάδας στην οποία υπάρχουν d τροχιακά έχει $n=3$.
10. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να υπάρχουν σε ένα d τροχιακό είναι 10.

Θέμα 2^ο: Υδατικό διάλυμα μεθυλαμίνης (CH_3NH_2) έχει συγκέντρωση 1M.

α) Πόσο είναι το pH του διαλύματος;

Δίνεται $K_b=10^{-4}$, $K_w=10^{-14}$.

β) Σε 400 ml του διαλύματος της μεθυλαμίνης διαβιβάζονται 0,2 mol αερίου HCl, χωρίς πρακτικά να αλλάξει ο όγκος του διαλύματος. Πόσο είναι το pH του διαλύματος που προκύπτει;

γ) Στο τελευταίο διάλυμα διαβιβάζονται ακόμα 0,2 mol αερίου HCl. Πόσο είναι το pH του τελικού διαλύματος;

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 1^ο:

1. ${}_{22}\text{Ti}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$. Με βάση την ηλεκτρονιακή κατανομή του Ti ανήκει στον τομέα d, δηλαδή είναι στοιχείο μετάπτωσης, στην 4^η περίοδο, επομένως βρίσκεται στη πρώτη σειρά των στοιχείων μετάπτωσης και στην 4^η ομάδα του περιοδικού πίνακα. Άρα η πρόταση είναι λάθος.

2. ${}_{12}\text{Mg}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

${}_{16}\text{S}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

Και τα δύο στοιχεία ανήκουν στην 3^η περίοδο του Π.Π. αλλά το Mg βρίσκεται στη 2^η ομάδα και το S στην 16^η ομάδα. Κατά μήκος μιας περιόδου η ενέργεια ιοντισμού αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά, επομένως το S έχει μεγαλύτερη τιμή ενέργειας 1^{ου} ιοντισμού. Άρα η πρόταση είναι σωστή.

3. Η ενέργεια εξαρτάται από το άθροισμα $n+l$ και όχι μόνο από τον αζιμουθιακό κβαντικό αριθμό. π.χ. το τροχιακό 3p έχει μικρότερη ενέργεια από το τροχιακό 5s αφού το πρώτο έχει άθροισμα $n+l=4$ ενώ το δεύτερο $n+l=5$. Άρα η πρόταση είναι λάθος.

4. ${}_{29}\text{Cu}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$: Το στοιχείο ανήκει στον d τομέα, είναι δηλαδή στοιχείο μετάπτωσης κι επομένως εμφανίζει τις ιδιότητες που αναφέρονται. Η πρόταση είναι σωστή.

5. ${}_4\text{Be}$: $1s^2 2s^2$

${}_3\text{Li}$: $1s^2 2s^1$

Μετά τον 1^ο ιοντισμό θα έχουμε: Be^+ : $1s^2 2s^1$ και ${}_3\text{Li}^+$: $1s^2$

Το e του Li βρίσκεται πιο κοντά στον πυρήνα κι επομένως απαιτείται μεγαλύτερη ενέργεια για να απομακρυνθεί. Επιπλέον το Li^+ έχει συμπληρωμένη την εξωτερική του στιβάδα (δομή ευγενούς αερίου) κι επομένως θα χρειαστεί πολύ μεγαλύτερη ενέργεια για να χαλάσει αυτή τη δομή. Η πρόταση είναι σωστή.

6. ${}_{17}\text{Cl}$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

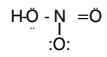
${}_{17}\text{Cl}^-$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό (ίδιο αριθμό πρωτονίων) αλλά το Cl^- έχει 1 επιπλέον e. Επομένως, ασκούνται μεγαλύτερες απώσεις μεταξύ των e κι έτσι θα έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα. Η πρόταση είναι λάθος.

7. Σύμφωνα, με την απαγορευτική αρχή του Pauli, είναι αδύνατο να υπάρχουν 2 ή περισσότερα ηλεκτρόνια με την ίδια τετράδα κβαντικών αριθμών. Άρα τα ηλεκτρόνια της 3s υποστιβάδας μπορούν να έχουν τις εξής τετράδες (3,0,0,+1/2) και (3,0,0,-1/2).

Αν τοποθετήσουμε και τρίτο ηλεκτρόνιο, θα επαναλάβουμε αναγκαστικά μία από τις προηγούμενες τετράδες, κάτι που απαγορεύει ο Pauli. Η πρόταση είναι σωστή.

8. Ο ηλεκτρονιακός τύπος κατά Lewis για το HNO_3 είναι:



Άρα το N έχει 4 δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων. Η πρόταση είναι λάθος.

9. Για να έχουμε d τροχιακά θα πρέπει $l=2$. Αφού $l: 0 \dots n-1$. Θα πρέπει ο κύριος κβαντικός αριθμός να είναι τουλάχιστον 3. Η πρόταση είναι σωστή.

10. Σύμφωνα, με τον Pauli, κάθε τροχιακό (n, l, m_l) μπορεί να έχει έως 2 ηλεκτρόνια με τετράδες (n, l, m_l, +1/2) και (n, l, m_l, -1/2) αντίστοιχα. Επομένως, και το d τροχιακό μπορεί να έχει έως 2e. Η πρόταση είναι λάθος.

Θέμα 2^ο:

α)

c	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$
Αρχικά	C
Ιον./Παρ.	x
Ι.Ι.	C-x

$$K_b = \frac{x^2}{C-x} \approx \frac{x^2}{C} \quad (\text{αφού } \frac{K_b}{C} = \frac{10^{-4}}{1} = 10^{-4} < 10^{-2})$$

$$x = \sqrt{K_b \cdot C} = \sqrt{10^{-4} \cdot 1} = 10^{-2} \text{M} = [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log 10^{-2} = 2$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 12$$

β) Οι ουσίες αντιδρούν μεταξύ τους, άρα θα χρειαστεί να υπολογίσουμε τα αρχικά mol των ουσιών.

$$\text{CH}_3\text{NH}_2: n = C \cdot V = 1 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ mol}$$

$$\text{HCl}: 0,2 \text{ mol}$$

mol	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$
Αρχ.	0,4 0,2 -
Αντ./Παρ.	0,2 0,2 0,2
Τελ.	0,2 - 0,2

Στο τελικό διάλυμα έχουμε:

$$\text{CH}_3\text{NH}_2: C_1 = \frac{n}{V} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{M}$$

$$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}: C_2 = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{M}$$

Το διάλυμα που προκύπτει είναι ρυθμιστικό, αφού περιέχει την ασθενή βάση CH_3NH_2 με $C_1=0,5\text{M}$ και το συζυγές οξύ του CH_3NH_3^+ που περιέχεται από τη διάσπαση του άλατος.



$$0,5\text{M} \quad 0,5\text{M} \quad 0,5\text{M}$$

Επομένως θα έχουμε:

$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow \text{pOH} = \text{p}K_b \Rightarrow \text{pOH} = 4$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 10$$

γ)

mol	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$
Αρχ.	0,2 0,2 0,2
Αντ./Παρ.	0,2 0,2 0,2
Τελ.	- - 0,4

Στο τελικό διάλυμα έχουμε $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}: C = \frac{n}{V} = \frac{0,4}{0,4} = 1\text{M}$



$$C \quad C \quad C$$

Το Cl^- προέρχεται από το ισχυρό οξύ HCl κι επομένως δεν ιοντίζεται.

C	$\text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_3\text{O}^+$
Αρχ.	C
Ιον./Παρ.	x
Ι.Ι.	C-x

$$\text{Είναι } K_a \cdot K_b = K_w \Rightarrow K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} \Rightarrow K_a = 10^{-10}$$

$$K_a = \frac{x^2}{C-x} \approx \frac{x^2}{C} \quad (\text{αφού } \frac{K_a}{C} = \frac{10^{-10}}{1} < 10^{-2})$$

$$x = \sqrt{K_a \cdot C} \Rightarrow x = \sqrt{10^{-10} \cdot 1} = 10^{-5} \text{M} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

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

$$\text{pH} = 5$$

Τα θέματα επιμελήθηκαν τα φροντιστήρια

« ΟΜΟΚΕΝΤΡΟ »
Α. ΦΛΩΡΟΠΟΥΛΟΥ