

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2021

ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Θέματα και Απαντήσεις

Επιμέλεια: Ομάδα Χημικών



ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ

ΩΘΗΣΗ

Αφειρηρία το μέλλον



ΓΥΜΝΑΣΙΟ / ΛΥΚΕΙΟ

ΩΘΗΣΗ

Αφειρηρία το μέλλον

<http://www.othisi.gr>



Παρασκευή, 18 Ιουνίου 2021
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΧΗΜΕΙΑ

ΘΕΜΑ Α

Για τις προτάσεις Α1 έως και Α5 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή επιλογή.

Α1. Ένα ηλεκτρόνιο που ανήκει στο τροχιακό $2p_z$ μπορεί να έχει την εξής τετράδα κβαντικών αριθμών:

- α. (2, 0, 0, +1/2)
- β. (2, 1, 0, +1/2)
- γ. (1, 0, 0, -1/2)
- δ. (2, -1, 0, -1/2)

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: β

Α2. Υδατικό διάλυμα υδροχλωρίου 10^{-7} Μ στους 25°C έχει:

- α. $\text{pH} = 7$
- β. $\text{pH} > 7$
- γ. $\text{pH} < 7$
- δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: γ

Α3. Από τα παρακάτω το μικρότερο σημείο βρασμού έχει:

- α. το H_2
- β. το NaCl
- γ. η $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
- δ. το HCl

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: α

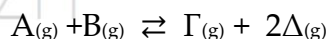
A4. Στις εξώθερμες αντιδράσεις ισχύει:

- α. $\Delta H = 0$
- β. $\Delta H < 0$
- γ. $H_{αντ.} < H_{πρ.}$
- δ. τίποτα από τα παραπάνω.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: β

A5. Δίνεται η ισορροπία



Η σωστή έκφραση για την K_c είναι:

α. $\frac{[\Gamma]}{[A] + [B]}$

β. $\frac{[\Delta]^2}{[B]}$

γ. $\frac{[A][B]}{[\Gamma][\Delta]^2}$

δ. $\frac{[\Gamma][\Delta]^2}{[A][B]}$

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: δ

ΘΕΜΑ Β

B1. Δίνονται τα στοιχεία $_{11}\text{Na}$, $_{16}\text{S}$ και $_{19}\text{K}$.

- α. Να θέσετε τα στοιχεία αυτά, κατά σειρά αυξανόμενης ατομικής ακτίνας, αιτιολογώντας την απάντησή σας αποκλειστικά με βάση τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα (μονάδες 2).
- β. Ποιο από τα $_{11}\text{Na}$ και $_{16}\text{S}$ έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού; (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας με κριτήριο την ατομική ακτίνα και το δραστικό πυρηνικό φορτίο (μονάδες 2).

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α. $_{11}\text{Na}$: $1s^2, 2s^2 2p^6 3s^1 \rightarrow 3^{\text{η}}$ περίοδος και $1^{\text{η}}$ ομάδα

$_{16}\text{S}$: $1s^2, 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 \rightarrow 3^{\text{η}}$ περίοδος και $16^{\text{η}}$ ομάδα

$_{19}\text{K}$: $1s^2, 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 \rightarrow 4^{\text{η}}$ περίοδος και $1^{\text{η}}$ ομάδα

ΩΘΗΣΗ

Γνωρίζοντας ότι κατά μήκος μιας περιόδου, η ατομική ακτίνα αυξάνεται από δεξιά προς τα αριστερά και κατά μήκος μιας ομάδας αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω ισχύει:

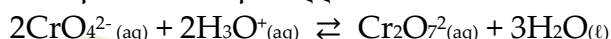
$$r_S < r_{Na} < r_K$$

- β. Γνωρίζοντας ότι κατά μήκος μιας περιόδου το δραστικό πυρηνικό φορτίο (κατά προσέγγιση το φορτίο του πυρήνα μειωμένο κατά το φορτίο των εσωτερικών ηλεκτρονίων) αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά έχουμε:

Δραστικό πυρηνικό φορτίο ($_{16}S$) > Δραστικό πυρηνικό φορτίο ($_{11}Na$)

Επίσης, από το ερώτημα α έχουμε υπολογίσει ότι $r_S < r_{Na}$. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η ελκτική δύναμη που ασκεί ο πυρήνας του S στα εξωτερικά του ηλεκτρόνια είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του Na. Άρα $Ei_1(S) > Ei_1(Na)$.

- B2.** Υδατικό διάλυμα που περιέχει τα ιόντα $Cr_2O_7^{2-}$ έχει χρώμα πορτοκαλί, ενώ το υδατικό διάλυμα των ιόντων CrO_4^{2-} είναι κίτρινο. Μεταξύ των δύο ιόντων υφίσταται η ακόλουθη ισορροπία:



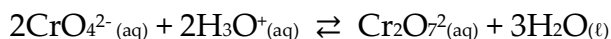
α. Σε ένα κίτρινο διάλυμα ιόντων CrO_4^{2-} προσθέτουμε μικρή ποσότητα $H_2SO_4(aq)$. Το διάλυμα χρωματίζεται πορτοκαλί (διάλυμα Υ1). Να δικαιολογήσετε την αλλαγή του χρώματος στο διάλυμα (μονάδες 2)

β. Στο διάλυμα Υ1 προστίθεται ποσότητα $NaOH(aq)$ μέχρι το διάλυμα να γίνει εκ νέου κίτρινο. Να δικαιολογήσετε τη νέα αλλαγή του χρώματος (μονάδες 3).

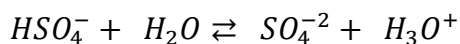
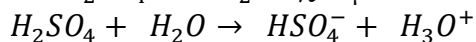
Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α.



Κατά τη διάλυση του H_2SO_4 στο H_2O έχουμε του ιοντισμούς:



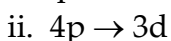
Λόγω της παραγωγής $H_3O^+(aq)$ από τους ιοντισμούς του H_2SO_4 , η συγκέντρωση του H_3O^+ ($[H_3O^+]$) του διαλύματος αυξάνεται με αποτέλεσμα λόγω της αρχής Le Chatelier η ισορροπία (1) να μετατοπίζεται προς τα δεξιά και έτσι το διάλυμα να αποκτά πορτοκαλί χρώμα.

β. Κατά τη διάλυση του NaOH στο H₂O αυτό δίσταται σύμφωνα με την χημική εξίσωση:



Τα OH⁻ που προκύπτουν αντιδρούν με τα H₃O⁺ του διαλύματος άρα η συγκέντρωση του H₃O⁺ ([H₃O⁺]) ελαττώνεται με αποτέλεσμα (αρχή Le Chatelier) η θέση της ισορροπίας (1) να μετατοπίζεται προς τα αριστερά. Έτσι, το διάλυμα γίνεται εκ νέου κίτρινο.

B3. Να συγκρίνετε τις συχνότητες μετάπτωσης:



στο ιόν του 2He^+ στην αέρια κατάσταση (μονάδες 2).

Να τεκμηριώσετε την απάντησή σας (μονάδες 3).

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το ιόν 2He^+ είναι υδρογονοειδές ιόν καθώς έχει ένα μόνο ηλεκτρόνιο (όπως το 1H). Έτσι, δεν υπάρχουν ηλεκτρονιακές απώσεις οπότε η ενέργεια των υποστιβάδων καθορίζεται μόνο από τον n. Άρα, οι ενεργειακές στάθμες των υποστιβάδων της ίδιας στιβάδας ταυτίζονται.

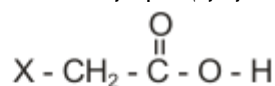
Όμως

$$E_{3s} = E_{3d}$$

$$E_{\text{φωτονίου}} = |\Delta E| = h \cdot \nu$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta E_I &= |E_{4p} - E_{3s}| = h \cdot \nu_I \\ \Delta E_{II} &= |E_{4p} - E_{3d}| = h \cdot \nu_{II} \\ \Delta E_I &= \Delta E_{II} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \nu_I = \nu_{II}$$

B4. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι σταθερές (στη μορφή pK_a) τεσσάρων γνωστών καρβοξυλικών οξέων της μορφής:



X -	pK _a
F -	2,7
NO ₂ -	1,7
HO -	3,6
C ₆ H ₅ -	4,2

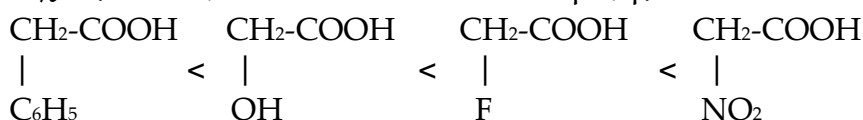
α. Με βάση τα ανωτέρω πειραματικά στοιχεία να κατατάξετε τους υποκαταστάτες Χ κατά σειρά αυξανόμενου -I επαγωγικού φαινομένου (1 μονάδα). Να τεκμηριώσετε την απάντησή σας (μονάδες 2).

β. Η τιμή της pK_a του CF_3COOH είναι -0,25. Να εξηγήσετε γιατί το CF_3COOH είναι πιο ισχυρό οξύ από το CFH_2COOH ($pK_a = 2,7$) (μονάδες 2).

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α. Επειδή η ομάδα -X εμφανίζει -I επαγωγικό φαινόμενο, αυξάνει την πόλωση του δεσμού O-H και έτσι αποσπάται ευκολότερα το H^+ από το αντίστοιχο οξύ και άρα τόσο ισχυρότερο είναι αυτό. Ισχυρότερο οξύ συνεπάγεται μεγαλύτερη τιμή K_a , δηλαδή μικρότερη pK_a . Άρα η σειρά ισχύος των οξέων που δίνονται είναι η εξής:



Έτσι σύμφωνα με τα παραπάνω ισχύει: $C_6H_5- < -OH < -F < -NO_2$

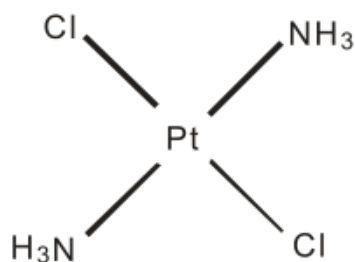
Αύξηση -I επαγωγικού φαινομένου

β. Τα τρία άτομα F στο CF_3-COOH προκαλούν εντονότερο -I επαγωγικό φαινόμενο από το ένα άτομο F στο CFH_2-COOH με αποτέλεσμα το H^+ να αποσπάται ευκολότερα από το CF_3-COOH και λιγότερο εύκολα από το CFH_2-COOH . Έτσι το CF_3-COOH είναι ισχυρότερο οξύ. Αυτό επαληθεύεται και από τις τιμές των K_a τους.

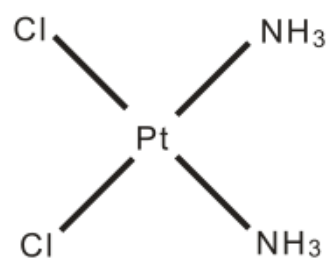
$$K_a(CF_3COOH) = 10^{0,25} > K_a(CFH_2COOH) = 10^{-2,7}$$

στην ίδια θερμοκρασία.

B5. Ορισμένες σύμπλοκες ενώσεις του λευκοχρύσου (Pt) χρησιμοποιούνται ως φάρμακα. Η σύμπλοκη ένωση $[PtCl_2(NH_3)_2]$ υπάρχει στις δύο ακόλουθες επίπεδες δομές (ισομερή):



Δομή Α



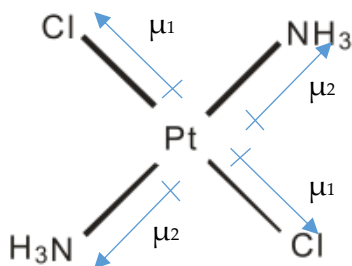
Δομή Β

Να εξηγήσετε για ποιον λόγο η δομή Β διαλύεται περισσότερο στο νερό από τη δομή Α.

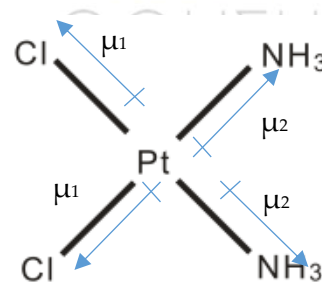
Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Για τη συνολική διπολική ροπή σε κάθε μόριο ισχύει:



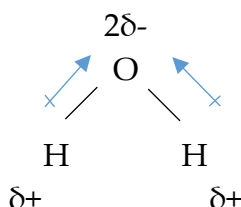
Δομή Α



Δομή Β

Όπως φαίνεται στο σχήμα στη δομή Α η συνισταμένη διπολική ροπή ($\mu_{ολ}$) είναι μηδενική, ενώ στη δομή Β είναι $\mu_{ολ} \neq 0$.

Συνεπώς η δομή Α αντιστοιχεί σε μη πολικό μόριο ενώ η δομή Β αντιστοιχεί σε πολικό μόριο. Γνωρίζουμε ότι 'τα όμοια διαλύουν όμοια' δηλαδή οι πολικοί διαλύτες διαλύουν πολικές ενώσεις. Το H_2O είναι ένα πολικός διαλύτης.



Οι διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ μορίων H_2O και μορίων της δομής Β (πολικό μόριο) είναι ισχυρότερες από αυτές που αναπτύσσονται μεταξύ μορίων H_2O και μορίων της δομής Α. Γι' αυτό το λόγο η δομή Β διαλύεται στο H_2O περισσότερο από τη δομή Α.

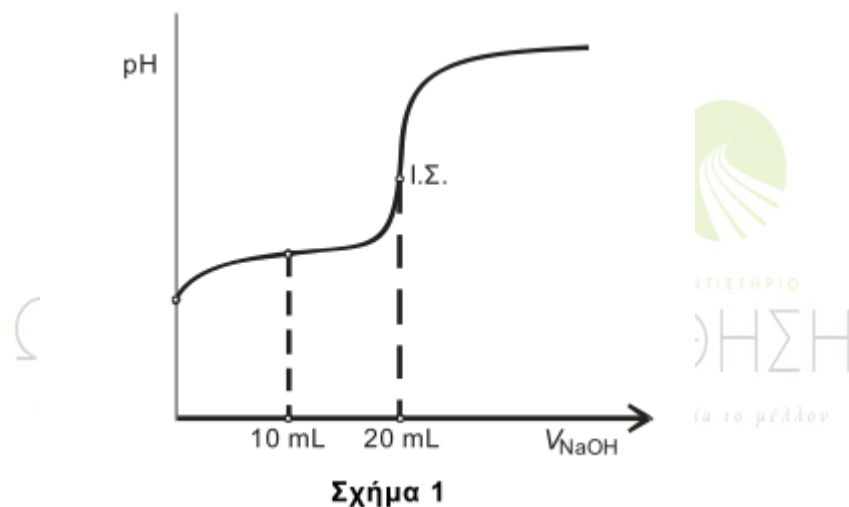
ΘΕΜΑ Γ

Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα (Υ_1 και Υ_2) ίσων συγκεντρώσεων και όγκου 20mL το καθένα.

Το διάλυμα Υ_1 περιέχει το ασθενές οξύ HA ($K_a = 10^{-6}$).

Το διάλυμα Υ_2 περιέχει την ασθενή βάση B ($K_b = 10^{-6}$).

Γ1. Το διάλυμα Υ₁ ογκομετρείται από πρότυπο διάλυμα NaOH 0,2 M. Η καμπύλη ογκομέτρησης του Υ₁ δίνεται στο σχήμα 1.



- α. Να υπολογίσετε την αρχική συγκέντρωση του HA στο διάλυμα Υ₁ (μονάδες 3).
 β. Να υπολογίσετε την τιμή του pH του ογκομετρούμενου διαλύματος, όταν έχουν προστεθεί 10 mL από το πρότυπο διάλυμα (μονάδες 3).

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ



α) Στο Ι.Σ. (1:1)

$$n_{HA} = n_{NaOH} \Leftrightarrow C_{HA} \cdot V_{HA} = C_{NaOH} \cdot V_{NaOH} \Leftrightarrow C_{HA} \cdot 0,02 = 0,2 \cdot 0,02 \Leftrightarrow C_{HA} = 0,2M$$

β) Στα 10mL

$$n_{HA} = C_{HA} \cdot V_{HA} = 0,2 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ mol}$$

$$n_{NaOH} = C_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = 0,2 \cdot 0,01 = 0,002 \text{ mol}$$

(mol)	HA + NaOH → NaA + H ₂ O		
αρχ.	0,004	0,002	-
αντ.	0,002	0,002	-
παρ.	-	-	0,002
τελ.	0,002	-	0,002

$$V_{\text{τελ}} = 10 + 20 = 30 \text{ mL}$$

$$C_{HA} = C_{NaA} = \frac{0,002}{0,03} = \frac{1}{15} M$$

(M)	NaA → Na⁺ + A⁻		
τελ	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{15}$

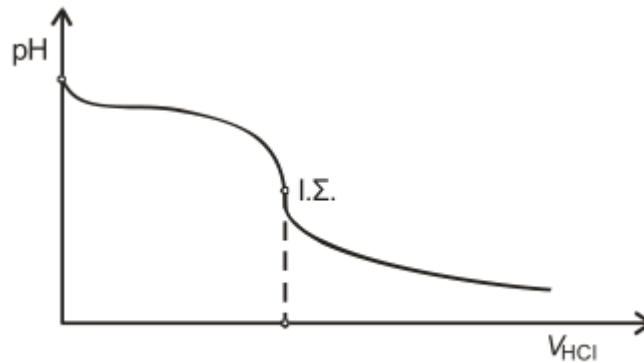
(M)	HA + H₂O ⇌ A⁻ + H₃O⁺		
I.I.	$\frac{1}{15} - x$	$x + \frac{1}{15}$	x

$$K_a = \frac{x \left(x + \frac{1}{15} \right)}{\frac{1}{15} - x} \approx \frac{x \cdot \frac{1}{15}}{\frac{1}{15}} = x$$

Άρα $x = 10^{-6} \Leftrightarrow [H_3O^+] = 10^{-6} M \Leftrightarrow pH = 6$

$C_{HA} \gg x, C_{NaA} \gg x$, άρα δεκτές οι προσεγγίσεις.

Γ2. Το διάλυμα Υ₂ ογκομετρείται από πρότυπο διάλυμα HCl 0,2M. Η καμπύλη ογκομέτρησης δίνεται στο σχήμα 2.



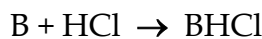
Σχήμα 2

α. Να υπολογίσετε τον όγκο του προτύπου διαλύματος που καταναλώθηκε μέχρι το ισοδύναμο σημείο (μονάδες 3).

β. Να υπολογίσετε την τιμή του pH του διαλύματος στο ισοδύναμο σημείο (μονάδες 3).

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ



α) Στο I.S. (1:1)

$$n_{HCl} = n_B \Leftrightarrow C_{HCl} \cdot V_{HCl} = C_B \cdot V_B \xrightarrow{C_B=C_A} 0,2 \cdot V_{HCl} = 0,2 \cdot 0,02 \Leftrightarrow V_{HCl} = 0,02L \text{ ή } 20mL$$

β) Στο I.S.

$$n_{HCl} = n_B = 0,2 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ mol}$$

(mol)	B + HCl → BHCl		
αρχ.	0,004	0,004	-
αντ.	0,004	0,004	-
παρ.	-	-	0,004
τελ.	-	-	0,004

$$V_{\text{τελ}} = 20 + 20 = 40 \text{ mL}$$

$$\text{άρα } C_{\text{BHCl}} = \frac{0,004}{0,04} = 0,1 \text{ M}$$

(M)	BHCl → BH ⁺ + Cl ⁻		
τελ	0,1	0,1	0,1

(M)	BH ⁺ + H ₂ O ⇌ B + H ₃ O ⁺		
I.I.	0,1-y	y	y

$$K_{a(\text{BH}^+)} = \frac{K_w}{K_{b(\text{B})}} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8}$$

$$K_{a(\text{BH}^+)} = \frac{y^2}{0,1-y} \approx \frac{y^2}{0,1} \Leftrightarrow 10^{-8} = \frac{y^2}{0,1} \Leftrightarrow y^2 = 10^{-9} \Leftrightarrow y = 10^{-4,5} \Leftrightarrow$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = y = 10^{-4,5} \Leftrightarrow \text{pH} = 4,5$$

$$C_{\text{BHCl}} \gg y \Leftrightarrow \text{δεκτές οι προσεγγίσεις}$$

Γ3. Δίνονται οι ακόλουθοι δείκτες

- i. κίτρινο της αλιζαρίνης με $\text{p}K_a = 11$
- ii. πορφυρό της βρωμοκρεσόλης με $\text{p}K_a = 6,4$
- iii. ηλιανθίνη με $\text{p}K_a = 3,5$.

Να αιτιολογήσετε ποιος από τους παραπάνω δείκτες είναι καταλληλότερος για την ογκομέτρηση καθενός από τα διαλύματα Υ_1 και Υ_2 .

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Για το Υ_1

$$n_{\text{HA}} = 0,2 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,2 \cdot 0,02 = 0,004 \text{ mol}$$

(mol)	HA + NaOH → NaA + H ₂ O		
	0,004	0,004	0,004

$$V_{\text{τελ}} = 20 + 20 = 40 \text{ mL} = 0,04 \text{ L}$$

$$C_{\text{NaA}} = \frac{0,004}{0,04} = 0,1 \text{ M}$$

(M)	NaA → Na ⁺ + A ⁻		
τελ.	0,1	0,1	0,1

(M)	A ⁻ + H ₂ O ⇌ HA + OH ⁻		
I.I.	0,1-x	x	x

$$K_{b(A^-)} = \frac{K_w}{K_{a(HA)}} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8}$$

$$K_{b(A^-)} = \frac{x^2}{0,1-x} = 10^{-8} \Rightarrow x = 10^{-4,5} \Rightarrow pOH = 4,5 \Rightarrow pH = 9,5$$

Καταλληλότερος δείκτης είναι το κίτρινο της αλιζαρίνης (i) διότι το pH στο I.Σ. της πρώτης ογκομέτρησης είναι πιο κοντά στην περιοχή pH αλλαγής χρώματος του δείκτη.

Για το Υ₂

Στο I.Σ. το pH=4,5 άρα κατάλληλος δείκτης είναι ο (iii) που η περιοχή αλλαγής χρώματός του οριακά περιλαμβάνει το pH στο I.Σ.

Γ4. Αναμιγνύουμε ίσους όγκους από τα αρχικά διαλύματα Υ₁ και Υ₂. Θα προκύψει διάλυμα όξινο, βασικό ή ουδέτερο (μονάδα 1); Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 2).

Μονάδες 3

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

$$n_{HA} = 0,2V$$

$$n_B = 0,2V$$

(mol)	HA + B → BHA		
τελ.	0,2V	0,2V	0,2V

$$C_{BHA} = \frac{0,2V}{2V} = 0,1M$$

(M)	BHA → BH⁺ + A⁻
τελ.	0,1 0,1 0,1

(M)	BH⁺ + H₂O ⇌ B + H₃O⁺
I.I.	0,1

(M)	A⁻ + H₂O ⇌ HA + OH⁻
I.I.	0,1

$$K_{a(BH^+)} = \frac{K_w}{K_{b(B)}} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8}$$

$$K_{b(A^-)} = \frac{K_w}{K_{a(HA)}} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8}$$

$$\text{άρα: } K_{a(BH^+)} = K_{b(A^-)} \xrightleftharpoons{\text{Cαρχικές ίσες}} [H_3O^+] = [OH^-] \Leftrightarrow \text{ουδέτερο}$$

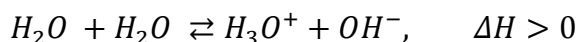
Γ5. Με αποκλειστικό κριτήριο ότι η αντίδραση αυτοϊοντισμού του νερού είναι ενδόθερμη διαδικασία, να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία του διαλύματος κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης.

Μονάδες 4

Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. Δίνεται $K_w = 10^{-14}$.

Καθόλη τη διάρκεια των πειραμάτων οι τιμές K_a , K_b και K_w να θεωρήσετε ότι δεν μεταβάλλονται.

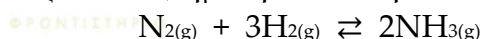
ΑΠΑΝΤΗΣΗ



Κατά τη διαδικασία της ογκομέτρησης αυξάνεται η συγκέντρωση των οξωνίων (ογκομέτρηση διαλύματος Υ₁) ή των υδροξειδίων (ογκομέτρηση διαλύματος Υ₂), με αποτέλεσμα η ισορροπία να μετατοπίζεται προς τα αριστερά σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, δηλαδή προς την κατεύθυνση της εξώθερμης αντίδρασης. Άρα εκλύεται ποσό θερμότητας με αποτέλεσμα να αυξάνεται η θερμοκρασία.

ΘΕΜΑ Δ

Η αμμωνία (NH₃) είναι ένα σπουδαίο βιομηχανικό αέριο με πολλές χρήσεις. Ισομοριακό αέριο μίγμα N₂ και H₂ εισάγεται σε θερμαινόμενο σωλήνα θερμοκρασίας θ°C παρουσία καταλύτη, οπότε συντίθεται η αμμωνία NH₃, σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση:



Το εξερχόμενο αέριο μίγμα εισάγεται σε δοχείο όγκου V₁ και η σύστασή του παραμένει σταθερή.

Δ1. Αν το μίγμα περιέχει 20% v/v NH₃, να βρείτε την απόδοση της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε.

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

(mol)	N _{2(g)} + 3H _{2(g)} ⇌ 2NH _{3(g)}		
αρχικά	x	x	
αντιδρούν	y	3y	
παράγονται	-	-	2y
Χ.Ι.	x-y	x-3y	2y

$$n_{\text{ολ}} = 2x - 2y$$

Για τα αέρια σώματα η αναλογία όγκων είναι και αναλογία mol.

Έχουμε: 20% v/v NH₃

$$\frac{n_{\text{NH}_3}}{n_{\text{ολ}}} = \frac{20}{100} \Rightarrow \frac{2y}{2x - 2y} = \frac{20}{100} \Rightarrow \frac{y}{2x - 2y} = \frac{1}{10} \Rightarrow x = 6y \quad (1)$$

$$a = \frac{3y}{x} = \frac{3y}{6y} = 0,5 \rightarrow A = 50\%$$

Δ2. Τα συνολικά mol των αερίων στο δοχείο είναι 10 και η πιο πάνω αντίδραση έχει $K_c = \frac{20}{27}$ στους θ°C. Να υπολογίσετε τον όγκο V₁ του δοχείου.

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

$$n_{\text{ολ}} = 10 \Rightarrow 2x - 2y = 10 \Rightarrow 12y - 2y = 10 \Rightarrow 10y = 10 \Rightarrow y = 1$$

$$\stackrel{(1)}{\rightarrow} x = 6\text{mol}$$

Στη XI: 5mol N₂

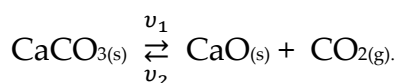
3mol H₂

2mol NH₃

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \Rightarrow \frac{20}{27} = \frac{\left(\frac{2}{V_1}\right)^2}{\left(\frac{5}{V_1}\right)\left(\frac{3}{V_1}\right)^3} \Rightarrow \frac{20}{27} = \frac{\frac{4}{V_1^2}}{\left(\frac{5}{V_1}\right)\frac{27}{V_1^3}} \Rightarrow \frac{20}{27} = \frac{4V_1^2}{5 \cdot 27}$$

$$\Rightarrow V_1^2 = 25 \Rightarrow V_1 = 5L$$

Δ3. Ένα από τα παραπροϊόντα της βιομηχανικής παρασκευής της αμμωνίας (NH₃) είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO₂, το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ανθρακικού ασβεστίου CaCO_{3(s)}. Σε δοχείο σταθερού όγκου V₂= 1L εισάγονται 2mol CaCO_{3(s)}. Το δοχείο θερμαίνεται στους θ°C, οπότε το CaCO_{3(s)} διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής συγκέντρωσης του CO₂ είναι v = 0,4 M/min και ο βαθμός διάσπασης του CaCO_{3(s)} είναι 0,5. Αν οι αντιδράσεις και προς τις δύο κατευθύνσεις της χημικής ισορροπίας είναι στοιχειώδεις (απλές) τότε:

α. να γράψετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης διάσπασης του CaCO_{3(s)} (μονάδες 2), καθώς και τον νόμο της αντίθετης αντίδρασης (μονάδες 2).

β. να υπολογίσετε τις τιμές και τις μονάδες των σταθερών ταχύτητας k₁ και k₂ (μονάδες 4).

γ. να υπολογίσετε τα mol του CO₂ που πρέπει να αφαιρεθούν από το δοχείο, ώστε η πίεση σε αυτό να υποδιπλασιαστεί υπό σταθερή θερμοκρασία (μονάδες 5).

Μονάδες 13

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

(mol)	$CaCO_{3(s)} \xrightleftharpoons[v_2]{v_1} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$
αρχικά	2
αντιδρούν	ω
παράγονται	- ω ω
Χ.Ι.	2-ω ω ω

$$a = \frac{\omega}{2} \Rightarrow 0,5 = \frac{\omega}{2} \Rightarrow \omega = 1$$

α)

$$v_1 = k_1$$

$$v_2 = k_2[CO_2]$$

β)

$v(CO_2) = 0,4 \text{ M/min}$ είναι η v_1 .

Άρα $v_1 = 0,4 \text{ M/min}$ και $k_1 = 0,4 \text{ M/min}$

$$[CO_2] = 1/1 = 1 \text{ M}$$

$$\text{Στη XI: } v_1 = v_2 \Rightarrow 0,4 = k_2 \cdot 1 \Rightarrow k_2 = 0,4 \text{ min}^{-1}$$

γ) Όσο υπάρχει στο δοχείο $CaCO_{3(s)}$ (δηλαδή επικρατεί XI) η $[CO_2]$ είναι σταθερή, γιατί ισχύει:

$$K_c = [CO_2] = \text{σταθ.}$$

Άρα και η πίεση θα είναι σταθερή. Η πίεση θα μπορεί να μεταβληθεί μόνο αν η αντίδραση γίνει μονόδρομη.

(mol)	$CaCO_{3(s)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$		
αρχικά	2		
αντιδρούν	2		
παράγονται	-	2	2
τελ	-	2	2

Τη στιγμή αυτή οριακά η πίεση θα είναι ίση με την πίεση της XI. Για να μπορέσουμε να υποδιπλασιάσουμε την πίεση θα πρέπει να μεταβληθούν τα mol του CO_2 .

$$P_2 = \frac{n_2 \cdot RT}{V} \Rightarrow \frac{P_1}{2} = \frac{n_2 \cdot RT}{V} \Rightarrow \frac{n_1 RT}{2V} = \frac{n_2 \cdot RT}{V} \Rightarrow n_2 = 0,5 \text{ mol}$$

Άρα πρέπει να αφαιρέσουμε 1,5 mol CO_2 .

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα σημερινά θέματα καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της εξεταστέας ύλης. Παρουσιάζουν διαβάθμιση και είναι σαφώς διατυπωμένα. Οι καλά προετοιμασμένοι μαθητές δεν αναμένεται να αντιμετωπίσουν δυσκολίες. (με πιθανή εξαίρεση την προσπέλαση του θέματος Δ3.γ)