

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2024

ΘΕΜΑΤΑ & ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

06 Ιουνίου, 2024

**ΧΗΜΕΙΑ
Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ**



ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ

ΩΘΗΣΗ

Αφειτηρία το μέλλον

Επιμέλεια: Ομάδα Χημικών
<https://www.othisi.gr/frontistirio/>

Πέμπτη, 06 Ιουνίου 2024

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΧΗΜΕΙΑ

ΘΕΜΑ Α

Για τις προτάσεις Α1 έως και Α4 να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή επιλογή.

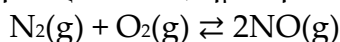
Α1. Η υποστιβάδα 3d αποτελείται από

- α. τρία (3) ατομικά τροχιακά.
- β. πέντε (5) ατομικά τροχιακά.
- γ. ένα (1) ατομικό τροχιακό.
- δ. επτά (7) ατομικά τροχιακά.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: β

Α2. Έχει αποκατασταθεί η παρακάτω χημική ισορροπία



Αυξάνοντας τον όγκο του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία

- α. δεν μετατοπίζεται η θέση της χημικής ισορροπίας.
- β. μετατοπίζεται η θέση της χημικής ισορροπίας προς τα δεξιά.
- γ. μετατοπίζεται η θέση της χημικής ισορροπίας προς τα αριστερά.
- δ. αυξάνεται ο αριθμός mol του NO(g).

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: α

Α3. Η οργανική ένωση CH₃COOH δεν αντιδρά με

- α. αντιδραστήριο Fehling.
- β. υδατικό διάλυμα K₂CO₃.
- γ. μεταλλικό νάτριο Na.

δ. υδατικό διάλυμα NH_3 .

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: α

A4. Η μεταβολή της ενθαλπίας μιας αντίδρασης εξαρτάται

- α. μόνο από τη φύση των αντιδρώντων.
- β. μόνο από τη φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και των προϊόντων.
- γ. μόνο από τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας που λαμβάνει χώρα η αντίδραση.
- δ. από όλα τα παραπάνω.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: δ

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στον αριθμό που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη ΣΩΣΤΟ, αν η πρόταση είναι σωστή ή τη λέξη ΛΑΘΟΣ, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- 1. Το ψ^2 εκφράζει την πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο σε ένα ορισμένο σημείο του χώρου γύρω από τον πυρήνα.
- 2. Η χημική ένωση BeF_2 έχει ευθύγραμμη διάταξη. Δίνονται: ^4Be , ^9F .
- 3. Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας οι ταχύτητες των δύο αντιδράσεων που εκφράζουν οι δύο αντίθετες κατευθύνσεις έχουν μηδενιστεί.
- 4. Η πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης είναι πάντοτε θετική.
- 5. Τα κατώτερα μέλη των αλκοολών διαλύονται εύκολα στο νερό.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

- 1. Σωστό
- 2. Σωστό
- 3. Λάθος
- 4. Λάθος
- 5. Σωστό

ΘΕΜΑ Β

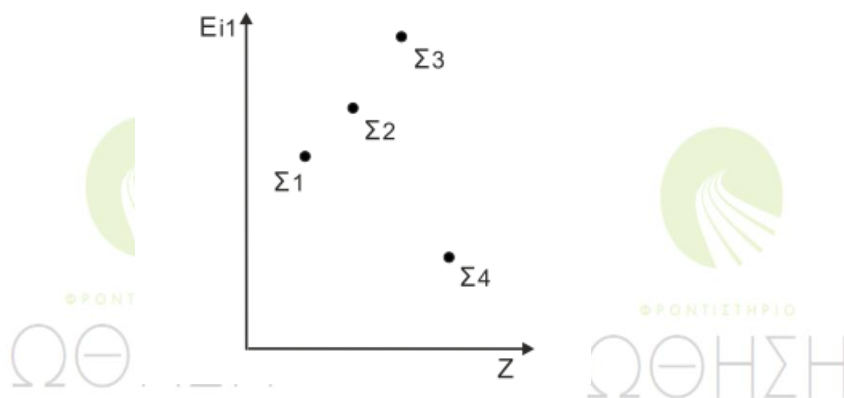
B1. Δίνονται τα στοιχεία Χ, Ψ με ατομικούς αριθμούς 18 και 19, αντίστοιχα.
α. Να βρείτε την ηλεκτρονιακή δομή σε υποστιβάδες των δύο στοιχείων στη θεμελιώδη τους κατάσταση.

(Μονάδες 2)

β. Να προσδιορίσετε σε ποιον τομέα, σε ποια περίοδο και σε ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα βρίσκεται κάθε ένα από τα δύο στοιχεία.

(Μονάδες 3)

γ. Στο παρακάτω σχήμα αποτυπώνεται η ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{i1}) τεσσάρων διαδοχικών χημικών στοιχείων σε συνάρτηση με τον ατομικό τους αριθμό (Z).



Οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων Σ1, Σ2, Σ3, Σ4 μπορεί να είναι, αντίστοιχα:

i) 17, 18, 19, 20

ii) 16, 17, 18, 19

iii) 18, 19, 20, 21

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 2).

Μονάδες 8

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α. ${}_{18}\text{X} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

${}_{19}\text{Y} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

β. Το χημικό στοιχείο Χ βρίσκεται στον **p τομέα**, στην **3^η περίοδο** και στην **18^η ομάδα** (VIII_A) του Π.Π.

Το χημικό στοιχείο Ψ βρίσκεται στον **s τομέα**, στην **4^η περίοδο** και στην **1^η ομάδα** (IA) του Π.Π.

γ. Η σωστή απάντηση είναι το ii.

Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού είναι ενδεικτική της δυσκολίας που έχει το άτομο ενός στοιχείου να αποβάλλει ηλεκτρόνια μετατρέπόμενο σε κατιόν.

Όσο πιο μεγάλη είναι η ενέργεια πρώτου ιοντισμού ενός στοιχείου (E_i)

τόσο πιο δύσκολα το άτομο του στοιχείου αποβάλλει ηλεκτρόνια.

Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι

$$E_{i1\Sigma_4} \ll E_{i1\Sigma_1} < E_{i1\Sigma_2} < E_{i1\Sigma_3}$$

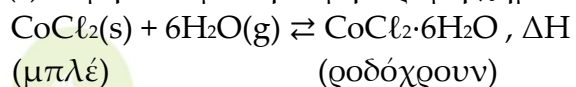
Γνωρίζουμε ότι κατά μήκος μιας περιόδου του Π.Π. η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά. (Αυτό συμβαίνει, διότι αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο, ενώ η ατομική ακτίνα ελαττώνεται, με αποτέλεσμα να γίνεται ισχυρότερη η έλξη πυρήνα-ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας.)

Εφόσον τα χημικά στοιχεία Σ_1 , Σ_2 , Σ_3 και Σ_4 έχουν διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς και το Σ_3 έχει από αυτά την μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού E_i ενώ το διαδοχικό Σ_4 έχει μικρότερη E_i , καταλαβαίνουμε ότι το Σ_3 είναι το τελευταίο στοιχείο της περιόδου του, δηλαδή ανήκει στην τελευταία ομάδα του περιοδικού πίνακα (18^η ομάδα), στα ευγενή αέρια. Οπότε έχει ατομικό αριθμό 18.

Ενώ το στοιχείο Σ_4 έχει την μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού E_i καθώς είναι το πρώτο στοιχείο της επόμενης περιόδου, άρα έχει ατομικό αριθμό 19.

Άρα ${}_{16}\Sigma_1$, ${}_{17}\Sigma_2$, ${}_{18}\Sigma_3$ και ${}_{19}\Sigma_4$

B2. Μπλε χρώματος στερεό $\text{CoCl}_2(\text{s})$ μεταβάλλει το χρώμα του σε ροδόχρουν στερεό $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ σύμφωνα με την αμφίδρομη χημική εξίσωση:



α. Βασιζόμενοι στην παραπάνω ισορροπία, εξηγήστε γιατί το μπλε $\text{CoCl}_2(\text{s})$ χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της υγρασίας.

(Μονάδες 3)

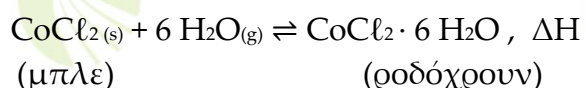
β. Με αύξηση της θερμοκρασίας το χρώμα του στερεού γίνεται μπλε. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.

(Μονάδες 3)

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α. Η παρουσία υδρατμών αυξάνει την συγκέντρωσή τους, οπότε σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η Θ.Χ.Ι. μετατοπίζεται προς την κατεύθυνση όπου το $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ καταναλώνεται



δηλαδή, προς τα δεξιά, οπότε το χρώμα αλλάζει από μπλε, που είναι το χρώμα του CoCl_2 , σε ροδόχρουν, που είναι το χρώμα του $\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$. Μ' αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει ανίχνευση της υγρασίας.

β. Εφόσον με αύξηση της θερμοκρασίας επικρατεί το μπλε χρώμα, η ΘΧΙ είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά. Βάσει της Αρχής Le Chatelier η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση. Άρα η αντίδραση προς τα αριστερά είναι ενδόθερμη.

Οπότε η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη.

B3. Δίνεται ο πίνακας:

Ένωση	Σημείο Βρασμού
LiH	1270°C
HF	23°C
HBr	-66°C
HCl	-82°C

α. Να εξηγήσετε την πολύ μεγάλη τιμή του σημείου βρασμού του LiH.

(Μονάδες 2)

β. Να εξηγήσετε γιατί το HF έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού από τα άλλα υδραλογόνα.

(Μονάδες 2)

γ. Να εξηγήσετε γιατί το HBr έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού από το HCl.

(Μονάδες 2)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{H}) = 1$, $A_r(\text{Cl}) = 35,5$ και $A_r(\text{Br}) = 80$.

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί: ${}_3\text{Li}$, ${}_1\text{H}$.

Μονάδες 6

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α. Το LiH ως ιοντική ένωση έχει ισχυρές δυνάμεις μεταξύ των ιόντων στο κρυσταλλικό του πλέγμα (ιοντικός δεσμός), επομένως εμφανίζει το μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

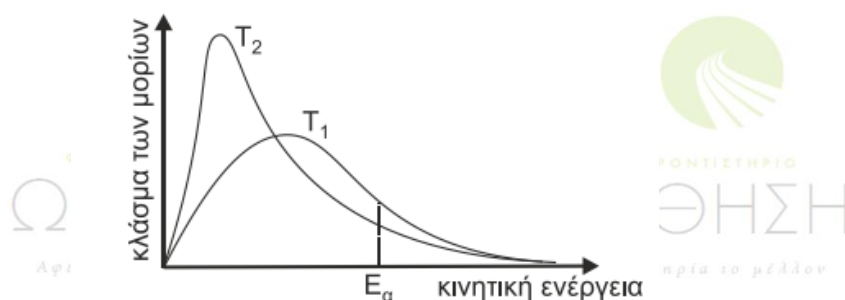
β. Μεταξύ μορίων HF αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου και δυνάμεις London, καθώς φέρει άτομο υδρογόνου απευθείας ενωμένο με ηλεκτραρνητικό στοιχείο μικρού μεγέθους. Τα υπόλοιπα υδραλογόνα ως πολικά μόρια αναπτύσσουν δυνάμεις διπόλου-διπόλου και δυνάμεις London. Γνωρίζουμε ότι όσο ισχυρότερες είναι οι διαμοριακές δυνάμεις, τόσο υψηλότερο είναι το σημείο βρασμού οι δεσμοί υδρογόνου είναι ισχυρότερες δυνάμεις επομένως το HF έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

γ. Στο HBr αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου-διπόλου και London και $M_r(\text{HBr}) = 81$.

Στο HCl αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου-διπόλου και London και $M_r(\text{HCl}) = 36,5$.

Άρα και στα δύο σώματα ασκούνται δυνάμεις Van der Waals, οπότε ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις αναπτύσσονται στα μόρια με τη μεγαλύτερη M_r , επομένως το HBr έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

B4. Στο παρακάτω σχήμα, δίνεται η ενεργειακή κατανομή μορίων σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες T_1 και T_2 .



ΩΘΗΣΗ

Ποια από τις θερμοκρασίες T_1 ή T_2 είναι υψηλότερη (μονάδα 1); Αιτιολογήστε την απάντησή σας (μονάδες 4).

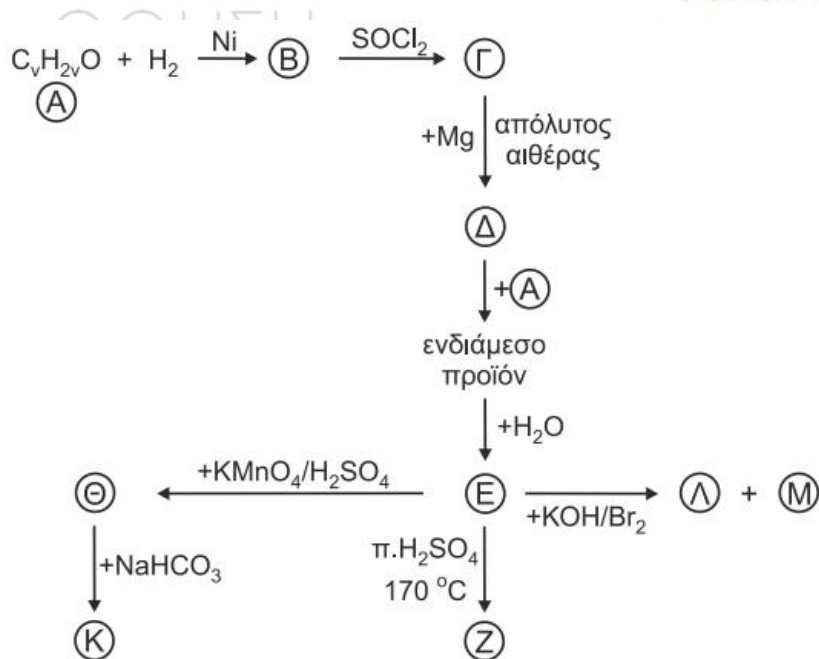
Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Αν παρατηρήσουμε γραφικά την κατανομή των μορίων αερίων σε σχέση με την κινητική τους ενέργεια, θα οδηγηθούμε στην παραπάνω γραφική παράσταση (κατανομή Maxwell-Boltzmann). Το εμβαδόν της περιοχής μετά τη E_a σε κάθε καμπύλη αντιπροσωπεύει τον αριθμό μορίων που έχουν ενέργεια μεγαλύτερη της ενέργειας ενεργοποίησης. Όσο η θερμοκρασία αυξάνεται, το ποσοστό των μορίων που έχουν κινητική ενέργεια μεγαλύτερη από το ενεργειακή ενεργοποίησης αυξάνεται, οπότε η καμπύλη κατανομής μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Συνεπώς, ο αριθμός των μορίων που οδηγούνται σε αντίδραση, αυξάνεται, άρα $T_1 > T_2$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Δίνονται οι παρακάτω αντιδράσεις:



α. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ, Μ.

ΩΘΗΣΗ

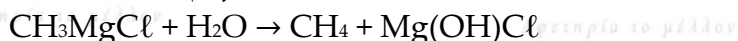
(Μονάδες 10)

β. Εξηγήστε τη χρήση απόλυτου αιθέρα για τον σχηματισμό της ένωσης Δ, γράφοντας την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

(Μονάδα 1)

Μονάδες 11**ΑΠΑΝΤΗΣΗ**α. Α: HCH=O Β: CH_3OH Γ: CH_3Cl Δ: CH_3MgCl Ε: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ Ζ: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ Θ: CH_3COOH Κ: CH_3COONa Λ: HCOOK ή CHBr_3 Μ: CHBr_3 ή HCOOK

β. Κατά την αντίδραση σχηματισμού του αντιδραστηρίου Grignard πρέπει να χρησιμοποιηθεί απόλυτος (άνυδρος ή ξηρός) αιθέρας, διότι η παραμικρή ποσότητα H_2O αντιδρά με το CH_3MgCl και δίνει αλκάνιο, οπότε το αντιδραστήριο Grignard καταστρέφεται:



Γ2. Ποσότητα 1 mol προπενίου πολυμερίζεται πλήρως υπό κατάλληλες συνθήκες και προκύπτει διάλυμα όγκου 1L. Το διάλυμα μετά τον πολυμερισμό έχει ωσμωτική πίεση 0,0246 atm σε θερμοκρασία $\theta = 27^\circ\text{C}$.

α. Να γράψετε τη χημική εξίσωση πολυμερισμού.

(Μονάδα 1)

β. Να προσδιορίσετε τον αριθμό των μορίων του μονομερούς που σχηματίζουν ένα μόριο πολυμερούς.

(Μονάδες 3)

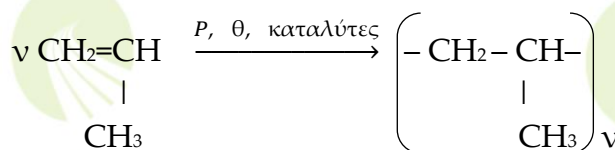
γ. Να αναφέρετε το είδος των υβριδικών τροχιακών όλων των ατόμων C στο μονομερές και στην επαναλαμβανόμενη δομική μονάδα του πολυμερούς (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδα 1).

Δίνεται: $R = 0,082 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

ΩΘΗΣΗ

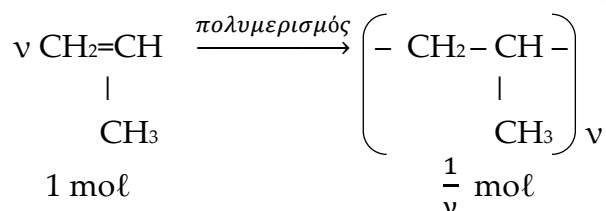
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α.



β.

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι:



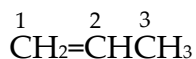
Άρα παράγονται $\frac{1}{\nu}$ mol πολυμερούς.
($\theta=27^\circ\text{C} \rightarrow T=300\text{K}$)

Για το διάλυμα ισχύει ότι :

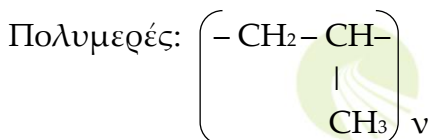
$$\Pi = C \cdot R \cdot T \Rightarrow C = \frac{\Pi}{R \cdot T} = \frac{0,0246}{0,082 \cdot 300} = 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{Άρα : } n = \frac{1}{\nu} \Rightarrow 10^{-3} = \frac{1}{\nu} \Rightarrow \nu = 1000$$

γ.

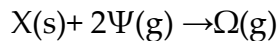


Οι C_1 και C_2 συμμετέχουν σε διπλό δεσμό, άρα εμφανίζουν sp^2 υβριδισμό.
Ο C_3 συμμετέχει σε απλούς δεσμούς μόνο, άρα εμφανίζει υβριδισμό sp^3 .



Οι C του πολυμερούς συμμετέχουν μόνο σε απλούς δεσμούς άρα εμφανίζουν όλοι υβριδισμό sp^3 .

Γ3. Σε κενό δοχείο όγκου 2 L και σε θερμοκρασία $\theta^{\circ}\text{C}$, προστίθεται ποσότητα στερεής οργανικής ένωσης X και 0,6 mol ένωσης Ψ, οπότε πραγματοποιείται η απλή αντίδραση με χημική εξίσωση:



Τη χρονική στιγμή t_1 η ποσότητα του Ω στο δοχείο είναι 0,1 mol. Τη χρονική στιγμή t_2 ολοκληρώνεται η χημική αντίδραση και το σύνολο των αερίων μορίων είναι 0,4 mol.

α. Να υπολογίσετε τη στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης τη χρονική στιγμή t_1 .

(Μονάδες 2)

β. Να υπολογίσετε τη στιγμιαία ταχύτητα κατανάλωσης του Ψ τη χρονική στιγμή t_1 .

(Μονάδες 2)

γ. Να υπολογίσετε τη σύσταση όλων των σωμάτων τη χρονική στιγμή t_2 .

(Μονάδες 4)

Δίνεται η σταθερά ταχύτητας, $k = 10^{-3} \text{ M}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$

Μονάδες 8

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α.

(mol)	$\text{X(s)} + 2\text{Ψ(g)} \rightarrow \text{Ω(g)}$		
αρχικά	n	0,6	-
αντιδρούν	κ	2κ	-
παράγονται	-	-	κ
τελικά ($t=t_1$)	n-κ	0,6-2κ	κ

Η αντίδραση είναι απλή, άρα: $u = k[\text{Ψ}]^2$

Τη χρονική στιγμή t_1 : $\kappa = 0,1 \text{ mol}$

$$u_{t_1} = k[\text{Ψ}]^2 \Rightarrow u_{t_1} = 10^{-3} \cdot \left(\frac{0,4}{2}\right)^2 \Rightarrow u_{t_1} = 10^{-3} \cdot 0,04 = 4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \cdot \text{s}$$

ΩΘΗΣΗ

$$\beta. u_{t_1} = \frac{1}{2} u_{(\Psi)} \Rightarrow u_{(\Psi)} = 2 \cdot u_{t_1} \Rightarrow u_{(\Psi)} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \cdot \text{s}$$

γ.

(mol)	$X_{(s)} + 2\Psi_{(g)} \rightarrow \Omega_{(g)}$		
αρχικά	n	0,6	-
αντιδρούν	ω	2ω	-
παράγονται	-	-	ω
τελικά (t=t ₂)	n-ω	0,6-2ω	ω

Τη χρονική στιγμή t₂ ισχύει:

$$n_{\text{αερίων}} = n_{\Psi} + n_{\Omega} = 0,4 \text{ mol} \Rightarrow 0,6 - 2\omega + \omega = 0,4 \Rightarrow \omega = 0,2 \text{ mol}$$

Παρατηρούμε ότι το αντιδρών Ψ δεν καταναλώνεται πλήρως με το τέλος της αντίδρασης. Επομένως, σε έλλειμα βρίσκεται το αντιδρών Χ, του οποίου η αρχική ποσότητα καταναλώνεται πλήρως.

$$\text{Άρα, } n = \omega \Rightarrow n = 0,2 \text{ mol}$$

Την t₂ περιέχονται στο δοχείο: $n_X = 0$

$$n_{\Psi} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n_{\Omega} = 0,2 \text{ mol}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Υδατικό διάλυμα, που περιέχει CH₃COOH συγκέντρωσης 1M και HCOOH συγκέντρωσης 0,8 M, βρίσκεται σε θερμοκρασία 25°C. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση των H₃O⁺ στο διάλυμα.

Δίνονται:

- Για το CH₃COOH : $K_a = 10^{-5}$
- Για το HCOOH : $K_a' = 10^{-4}$
- Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Μονάδες 5

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

ΩΘΗΣΗ

Τα δύο οξέα είναι ασθενή, οπότε έχουμε αμοιβαία επίδραση κοινού ιόντος.

(M)	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
αρχικά	1	-	-
ιοντίζονται	x	-	-
παράγονται	-	x	x
Ισορροπία	1-x	x	x+y

(M)	$\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$		
αρχικά	0,8	-	-
ιοντίζονται	y	-	-
παράγονται	-	y	y
Ισορροπία	0,8-y	y	y+x

Αντικαθιστούμε τις συγκεντρώσεις ισορροπίας στις σταθερές ιοντισμού των δύο ασθενών μονοπρωτικών οξέων CH_3COOH και HCOOH :

$$K_{a(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{x(x+y)}{1-x} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{x(x+y)}{1}$$

$$\Rightarrow x(x+y) = 10^{-5} \quad (1)$$

$$K_{a(\text{HCOOH})} = \frac{[\text{HCOO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{y(x+y)}{0,8-y} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{y(x+y)}{0,8}$$

$$\Rightarrow y(x+y) = 8 \cdot 10^{-5} \quad (2)$$

Προσθέτοντας τις εξισώσεις (1) και (2) κατά μέλη προκύπτει:

$$x(x+y) + y(x+y) = 10^{-5} + 8 \cdot 10^{-5} \Rightarrow (x+y)^2 = 9 \cdot 10^{-5}$$

$$\Rightarrow (x+y) = 3 \cdot 10^{-2,5}$$

$$\text{Επομένως: } [\text{H}_3\text{O}^+] = 3 \cdot 10^{-2,5} \text{ M}$$

Δ2. Διαθέτουμε τα παρακάτω διαλύματα:

- Υ1: Υδατικό διάλυμα NH_3 όγκου 100 mL και συγκέντρωσης 0,5 M

- Υ2 : Υδατικό διάλυμα HBr όγκου 100 mL και συγκέντρωσης 1 M
α. Να υπολογιστεί ο μέγιστος όγκος ρυθμιστικού διαλύματος Υ3 με pH = 9, που μπορεί να προκύψει από την ανάμιξη των διαλυμάτων Υ1 και Υ2.
(Μονάδες 7)

Δίνονται:

- $K_W = 10^{-14}$
- Για την NH_3 : $K_b = 10^{-5}$
- Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta = 25^\circ C$ και τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

β. Στο ρυθμιστικό διάλυμα Υ3 με pH = 9 προσθέτουμε σταγόνες του δείκτη ΗΔ με $K_{H\Delta} = 10^{-9}$. Να υπολογιστεί ο βαθμός ιοντισμού του δείκτη ΗΔ στο διάλυμα Υ3. Η θερμοκρασία του διαλύματος παραμένει σταθερή.

(Μονάδες 4)

Μονάδες 11

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Έστω ότι αναμιγνύουμε $V_1 L$ διαλύματος NH_3 και $V_2 L$ διαλύματος HBr.

$$n_{NH_3} = C_1 \cdot V_1 = 0,5V_1 \text{ mol}$$

$$n_{HBr} = C_2 \cdot V_2 = 1 \cdot V_2 = V_2 \text{ mol}$$

Οι ουσίες αντιδρούν μεταξύ τους. Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα πρέπει να περισσέψει η ασθενής βάση NH_3 δηλαδή πρέπει να αντιδράσει όλο το HBr.

(mol)	$NH_3 + HBr \rightarrow NH_4Br$		
αρχικά	$0,5V_1$	V_2	-
αντιδρούν	V_2	V_2	-
παράγονται	-	-	V_2
τελικά	$0,5V_1 - V_2$	-	V_2

$$\text{Τελικό διάλυμα Υ3: } C_{NH_3} = \frac{0,5V_1 - V_2}{V_1 + V_2} = C_3 \quad (1)$$

$$C_{NH_4Br} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} = C_4 \quad (2)$$

(M)	$NH_4Br \rightarrow NH_4^+ + Br^-$		
Τελ.	C_4	C_4	C_4

ΩΘΗΣΗ

(M)	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$		
αρχικά	C_3	-	-
ιοντίζονται	x	-	-
παράγονται	-	x	x
ισορροπία	C_3-x	C_4+x	x

$$\text{pH}=9 \Rightarrow \text{pOH}=5 \Rightarrow [\text{OH}^-] = x = 10^{-5}\text{M}$$

$$K_{\text{bNH}_3} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \Rightarrow 10^{-5} = \frac{(C_4+x)x}{(C_3-x)} \xrightarrow{C_4+x \approx C_4, C_3-x \approx C_3} 10^{-5} = \frac{C_4 x}{C_3} \Rightarrow C_3 = C_4 \xrightarrow{(1)} (2)$$

$$\frac{0,5V_1 - V_2}{V_1 + V_2} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow V_1 = 4V_2 \quad (3)$$

- Έστω ότι χρησιμοποιούμε όλο το διάλυμα $\Upsilon_1 \Rightarrow V_1=100\text{mL}$
Από (3) $\Rightarrow V_2 = 25\text{mL}$ Δεκτό
- Έστω ότι χρησιμοποιούμε όλο το διάλυμα $\Upsilon_2 \Rightarrow V_2=100\text{mL}$
Από (3) $\Rightarrow V_2 = 400\text{mL}$ Απορρίπτεται

Σημείωση:

Για τη λύση της άσκησης θα μπορούσε να χρησιμοποιήσουμε και την εξίσωση Henderson-Hasselbalch, αφού το τελικό διάλυμα Υ_3 είναι ρυθμιστικό και ισχύουν οι προσεγγίσεις

$$[\text{OH}^-] = K_{\text{bNH}_3} \frac{C_{\text{NH}_3}}{C_{\text{NH}_4^+}} \Rightarrow 10^{-5} = 10^{-5} \frac{C_3}{C_4} \Rightarrow C_3 = C_4$$

β.

(M)	$\text{H}\Delta + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \Delta^-$		
αρχικά	C	-	-
αντιδρούν	ψ	-	-
παράγονται	-	ψ	ψ
ισορροπία	$C-\psi$	10^{-9}	ψ

$$\text{pH} = 9 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9}\text{M}$$

$$K_{\text{a}}(\text{H}\Delta) = \frac{[\Delta^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{10^{-9}\psi}{C-\psi} \Rightarrow C = 2\psi$$

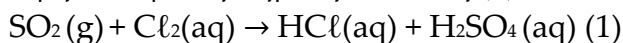
$$\alpha_{\text{H}\Delta} = \frac{\psi}{C} = \frac{\psi}{2\psi} \Rightarrow \alpha_{\text{H}\Delta} = 0,5$$

Σημείωση: Ο βαθμός ιοντισμού του δείκτη θα μπορούσε να υπολογιστεί και ως εξής:

$$K_a = \frac{[\Delta^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow 10^{-9} = \frac{[\Delta^-] 10^{-9}}{[\text{H}\Delta]} \Rightarrow [\Delta^-] = [\text{H}\Delta]$$

$$\alpha = \frac{[\Delta^-]}{[\text{H}\Delta] + [\Delta^-]} = \frac{[\Delta^-]}{2 [\Delta^-]} = 0,5$$

Δ3. 10 gr δείγματος S(s) καίγονται πλήρως και σχηματίζεται SO₂(g). Η ποσότητα του SO₂(g) διαβιβάζεται σε υδατικό διάλυμα χλωρίου (Cl₂) και αντιδρά πλήρως σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (1):



Τα οξέα που σχηματίζονται εξουδετερώνονται πλήρως από διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 0,5 M και όγκου 2L.

α. Να ισοσταθμίσετε τη χημική εξίσωση (1).

(Μονάδες 2)

β. Να προσδιορίσετε την % w/w περιεκτικότητα του δείγματος σε S(s)

(Μονάδες 5)

γ. Να αιτιολογήσετε, χωρίς υπολογισμούς, γράφοντας τις κατάλληλες αντιδράσεις, αν το τελικό διάλυμα που προκύπτει μετά την εξουδετέρωση είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο.

(Μονάδες 2)

Δίνεται η σχετική ατομική μάζα: Ar(S) = 32.

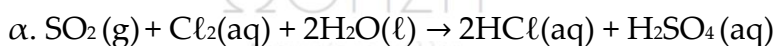
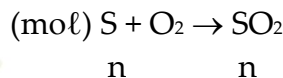
Θεωρούμε ότι οι προσμίξεις του δείγματος είναι αδρανείς.

Μονάδες 9

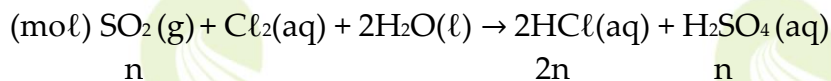
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Έστω ότι στα 10g δείγματος S περιέχονται n mol καθαρού S.

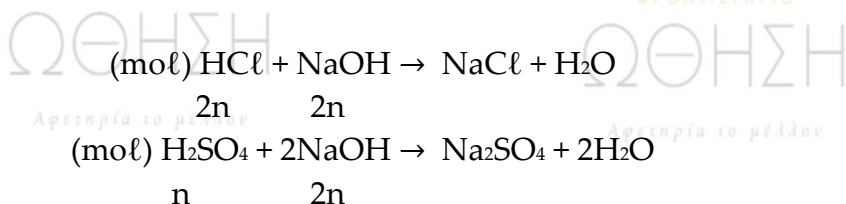
Η ποσότητα του S καίγεται πλήρως σύμφωνα με τη χημική εξίσωση της αντίδρασης:



β. Η παραγόμενη ποσότητα του SO_2 από την πλήρη καύση του S αντιδρά πλήρως σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (1)



Τα παραγόμενα οξέα εξουδετερώνονται πλήρως από το διάλυμα NaOH σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Άρα συνολικά απαιτούνται $4n \text{ mol NaOH}$ για την εξουδετέρωση των οξέων.

$$\text{Συνεπώς } n_{\text{NaOH}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \Rightarrow 4n = 0,5 \cdot 2 \Rightarrow n = 0,25 \cdot \text{mol}$$

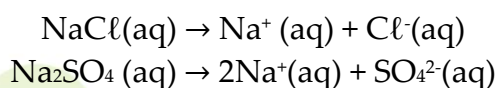
$$\text{Άρα } m_{\text{S}}^{\text{καθαρού}} = n \cdot A_r = 0,25 \cdot 32 = 8\text{g}$$

$$\begin{array}{l} \text{Συνεπώς στα } 10\text{g} \text{ δείγματος S περιέχονται } 8\text{g} \text{ καθαρού S} \\ \hline \text{στα } 100\text{g} \qquad \qquad \qquad x; \\ x = \frac{8 \cdot 100}{10} = 80\text{g} \text{ καθαρού S} \end{array}$$

Άρα η περιεκτικότητα του δείγματος σε S είναι 80% w/w.

γ. Στο τελικό διάλυμα περιέχονται τα άλατα που προκύπτουν από την πλήρη εξουδετέρωση των οξέων: NaCl και Na_2SO_4 .

Τα άλατα διίστανται σύμφωνα με τις χημικές εξισώσεις:



Τα ιόντα Na^+ και Cl^- προέρχονται από τους ισχυρούς ηλεκτρολύτες NaOH και HCl αντίστοιχα οπότε δεν αντιδρούν με το H_2O .

Το SO_4^{2-} αντιδρά με το H_2O σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Το ιόν HSO_4^- δεν αντιδρά με τα μόρια του H_2O γιατί το H_2SO_4 είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης.

Εφόσον στο διάλυμα που προκύπτει ισχύει:

$$[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Το διάλυμα είναι βασικό.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Τα σημερινά θέματα είναι σαφώς διατυπωμένα. Χαρακτηρίζονται από διαβαθμισμένη δυσκολία και καλύπτουν όλο το φάσμα της ύλης. Ο χρόνος που έχουν οι μαθητές είναι επαρκής για τις λύσεις τους και τον έλεγχο των απαντήσεών τους. Οι σωστά προετοιμασμένοι μαθητές δεν αναμένεται να συναντήσουν προβλήματα.

Καλή επιτυχία!



ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΟ

ΩΘΗΣΗ

Αφειρηρία το μέλλον