

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ
ΧΗΜΕΙΑ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΜΑ 1°

Να επιλέξετε τις επιστημονικά ορθές απαντήσεις, χωρίς αιτιολόγηση:

A₁) Ποια από τις επόμενες τετράδες κβαντικών αριθμών (n, l, m_l, m_s) δεν είναι επιτρεπτή για ένα ηλεκτρόνιο σε ένα άτομο;

α) (4,2,2,+1/2)

β) (4,1,0,-1/2)

γ) (4,2,3,+1/2)

δ) (4,3,2,-1/2)

[Μονάδες 5]

A₂) Δίνεται η αντίδραση $A_{(g)} + 2 B_{(g)} \rightarrow 4 \Gamma_{(g)}$

Αν U η ταχύτητα της αντίδρασης, U_A, U_B οι ταχύτητες κατανάλωσης του A και B και U_Γ η ταχύτητα παραγωγής του Γ τότε ισχύει:

α) $U = U_A = 2U_B$

β) $U = 2U_A = U_B$

γ) $2U = 2U_A = U_\Gamma$

δ) $4U = 2U_B = U_\Gamma$

[Μονάδες 5]

A₃) Να προσδιορίσετε ποιο από τα ακόλουθα υδατικά διαλύματα πρέπει να αναμείξουμε με 100 mL υδατικού διαλύματος HCOOH 0,2 M ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα:

α) 50 mL διαλύματος HCl 0,1 M

β) 100 mL διαλύματος NaOH 0,1 M

γ) 50 mL διαλύματος NaCl 0,2 M - NaOH 0,4 M

δ) 50 mL διαλύματος NaCl 0,2 M - HCOOH 0,4 M

[Μονάδες 5]

A₄) Στο μόριο του CH₂=CH-CH=CH₂ υπάρχουν

α) 8σ και 3π δεσμοί

β) 9σ και 2π δεσμοί

γ) 10σ και 1π δεσμοί

δ) 8σ και 2π δεσμοί

[Μονάδες 5]

A5) Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

i) Η συνολική μεταβολή του αριθμού οξειδωσης του αναγωγικού είναι ίση με τη συνολική μεταβολή του αριθμού οξειδωσης του οξειδωτικού.

ii) Το αντιδραστήριο Tollens οξειδώνει την αιθανόλη σε αιθανάλη.

iii) Τόσο η αιθανόλη όσο και η φαινόλη αντιδρούν με υδροξείδιο του νατρίου.

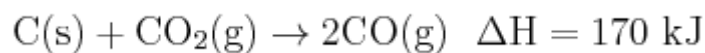
iv) Η ταχύτητα της αντίδρασης $\text{Fe(s)} + 2 \text{HCl(aq)} \rightarrow \text{FeCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ εξαρτάται από τη συνολική μάζα του Fe που αντιδρά.

v) Οξειδωτικό είναι το στοιχείο που υφίσταται αύξηση του αριθμού οξειδωσης.

[Μονάδες 5]

ΘΕΜΑ 2^ο

B1) Για τη μελέτη της ταχύτητας της χημικής αντίδρασης



πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα όπου χρησιμοποιήθηκε περίσσεια άνθρακα με τη μορφή κόκκων. Ποια επίδραση θα έχει:

α) στην αρχική ταχύτητα της αντίδρασης,

β) στο ποσό θερμότητας που πρέπει να προσφερθεί στο χημικό σύστημα,

κάθε μια από τις παρακάτω μεταβολές:

i. χρησιμοποιούμε αρχικά μικρότερη ποσότητα CO_2 .

ii. χρησιμοποιούμε αρχικά την ίδια ποσότητα C, αλλά σε λεπτότερο διαμερισμό.

iii. πραγματοποιούμε την αντίδραση σε χαμηλότερη θερμοκρασία.

iv. πραγματοποιούμε την αντίδραση σε δοχείο μεγαλύτερου όγκου.

[Μονάδες 5]

B₂) Να συγκρίνετε την ωσμωτική πίεση των παρακάτω διαλυμάτων τα οποία έχουν την ίδια θερμοκρασία

Δ1 διάλυμα ζαχάρης 0,1 M

Δ2 διάλυμα γλυκόζης 0,1 M

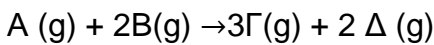
Δ3 διάλυμα χλωριούχου νατρίου NaCl 0,1 M

Δ4 διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου CaCl₂ 0,1M

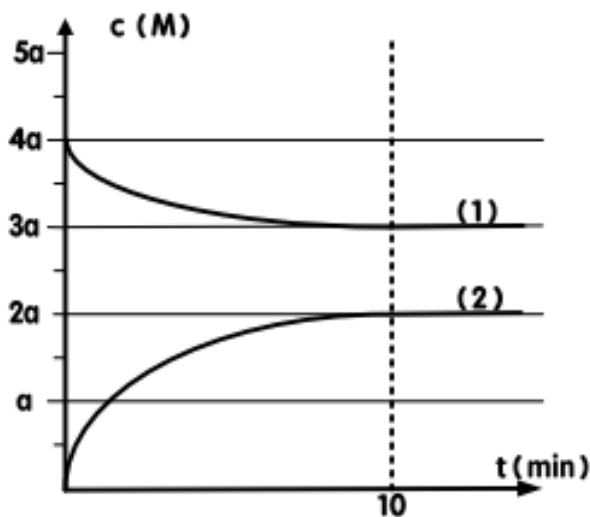
[Μονάδες 5]

B₃) Σε δοχείο σταθερού ογκού V εισάγονται ποσότητες των αέριων ουσιών A και B .

Διατηρώντας σταθερή την θερμοκρασία στους θ°C πραγματοποιείται η αντίδραση:



Το παρακάτω διάγραμμα περιγράφει τη μεταβολή της συγκέντρωσης δύο ουσιών που συμμετέχουν στην αντίδραση:



α) Εξηγήστε πως μεταβάλλεται η πίεση στο δοχείο κατά την διάρκεια της αντίδρασης .

β) Εξηγήστε σε ποιες ουσίες ανήκουν οι γραφικές παραστάσεις 1 και 2.

γ) Να σχεδιάσετε τις γραφικές παραστάσεις συγκεντρώσεις-χρόνου για τις άλλες δύο ουσίες.

[Μονάδες 5]

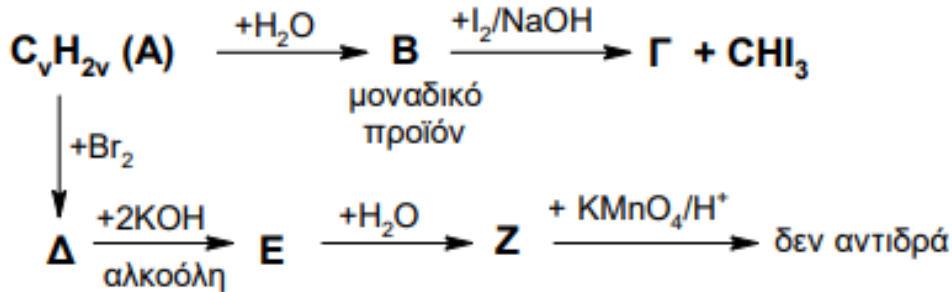
B₄) Να εξηγήσετε που διαλύονται καλύτερα οι ακόλουθες ενώσεις:

1. φθοριούχο Νάτριο (NaF),
 2. διαιθυλαιθέρας (CH₃CH₂OCH₂CH₃),
 3. 1-προπανόλη (CH₃CH₂CH₂OH),
 4. οκτάνιο (C₈H₁₈),
 5. οξικό οξύ (CH₃COOH),
- στο νερό (H₂O), ή στο εξάνιο (C₆H₁₄),

[Μονάδες 5]

ΘΕΜΑ 3^ο

Γ1) Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών μετατροπών:



Να βρείτε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε και Ζ.

[Μονάδες10]

Γ2) Σε τρία δοχεία βρίσκονται οι ουσίες οξικό οξύ, αιθανόλη και φορμαλδεΐδη. Να διακρίνετε χρησιμοποιώντας μία μόνο χημική δοκιμασία ποια ουσία υπάρχει σε κάθε δοχείο. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας και να γράψετε τις αντίστοιχες αντιδράσεις που θα συμβούν.

[Μονάδες 6]

Γ3) Η αλκοόλη Α έχει έναν άνθρακα περισσότερο από την αλδεΐδη Β. Δ1. Ομογενές μείγμα των Α και Β μάζας 76,8 g, χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το πρώτο μέρος απαιτεί για πλήρη υδρογόνωση 8,96 L H₂, μετρημένα σε STP συνθήκες. Το δεύτερο μέρος αποχρωμάτισε μέχρι και 320 mL όξινου διαλύματος KMnO₄ 2 M και παράχθηκαν ποσοτικά το οξύ ΗΓ, προερχόμενο από την Α, και το οξύ ΗΔ, προερχόμενο από τη Β. Να βρείτε τους συντακτικούς τύπους των Α και Β, καθώς και τη σύσταση του μείγματος σε mol.

[Μονάδες 9]

ΘΕΜΑ 4^ο

Δ1) Σε κλειστό και κενό δοχείο όγκου $V=10\text{ L}$ εισάγονται λ mol αερίου N_2 και μ mol αερίου H_2 και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας οι συγκεντρώσεις του υδρογόνου και της αμμωνίας είναι $[\text{H}_2] = 1\text{ M}$ και $[\text{NH}_3] = 1\text{ M}$. Θεωρείται ότι καθόλη τη διάρκεια της αντίδρασης η θερμοκρασία του συστήματος παραμένει σταθερή και ίση με $\theta^\circ\text{C}$.

Δίνεται η τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας στους $\theta^\circ\text{C}$, $K_c=2$.

Να υπολογίσετε:

α) τις αρχικές ποσότητες λ και μ των mol του αζώτου και του υδρογόνου

β) την απόδοση της αντίδρασης

[Μονάδες 9]

Δ2) Σε 200ml διαλύματος NH_3 συγκέντρωσης 0,2 M προσθέτουμε 0,02 mol αέριο HCl χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος που προκύπτει.

[Μονάδες 6]

Δ3) Ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει NH_3 συγκέντρωση 0,1 M και NH_4Cl συγκέντρωση 0,1 M. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ στο διάλυμα που προκύπτει αν σε 1L του ρυθμιστικού διαλύματος προσθέτουμε, χωρίς μεταβολή του όγκου, 0,01 mol στερεού NaOH .

[Μονάδες 5]

Δ4) Πόσα L αερίου HA σε STP συνθήκες πρέπει να προσθέσουμε σε 1L διαλύματος NH_3 συγκέντρωσης 0,2 M ώστε να προκύψει διάλυμα με $\text{pH}=7$ (με $K_a(\text{HA})=10^{-5}$);

[Μονάδες 5]

Δίνεται ότι τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta = 25^\circ\text{C}$, $K_b(\text{NH}_3)=10^{-5}$, $K_w = 10^{-14}$. $K_a(\text{H}\Gamma)=10^{-5}$, $K_a(\text{H}\Delta)=2 \cdot 10^{-5}$

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1^ο

A₁) γ

A₂) δ

A₃) β

A₄) β

A₅) i) Σωστό

ii) Λάθος

iii) Λάθος

iv) Λάθος

v) Λάθος

ΘΕΜΑ 2^ο

B₁) Για να συγκρίνουμε τις αρχικές ταχύτητες εξετάσουμε αν υπάρχουν αλλαγές σε κάποιον από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα, δηλαδή: Συγκέντρωση αντιδρώντων, Πίεση, Επιφάνεια Επαφής στερεού, Θερμοκρασία, Ακτινοβολία και Καταλύτες.

Για να συγκρίνουμε το ποσό της θερμότητας που πρέπει να προσφερθεί στο χημικό σύστημα θα εξετάσουμε πώς αλλάζει η ποσότητα του αντιδρώντος CO₂, δεδομένου ότι ο C είναι σε περίσσεια. Όσο μεγαλύτερη ποσότητα CO₂ αντιδρά, τόσο μεγαλύτερο ποσό θερμότητας πρέπει να προσφερθεί στο χημικό σύστημα.

i. Μικραίνει η συγκέντρωση του CO₂, άρα μειώνεται η αρχική ταχύτητα.

Μικραίνει η ποσότητα του CO₂, συνεπώς πρέπει να προσφερθεί μικρότερο ποσό θερμότητας.

ii. Αυξάνεται η επιφάνεια επαφής, άρα και η ταχύτητα της αντίδρασης.

Η ποσότητα του CO₂ δεν μεταβάλλεται, συνεπώς δεν μεταβάλλεται και το ποσό θερμότητας που πρέπει να προσφερθεί.

iii. Ελαττώνεται η θερμοκρασία, άρα μικραίνει η αρχική ταχύτητα.

Η ποσότητα του CO₂ δεν μεταβάλλεται, συνεπώς δεν μεταβάλλεται και το ποσό θερμότητας που πρέπει να προσφερθεί.

iv. Μεγαλύτερος όγκος δοχείου συνεπάγεται μικρότερη συγκέντρωση, άρα πιο αργή αρχική αντίδραση.

Η ποσότητα του CO_2 δεν μεταβάλλεται, συνεπώς δεν μεταβάλλεται και το ποσό θερμότητας που πρέπει να προσφερθεί.

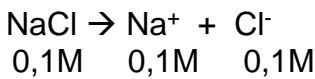
B2) Η ωσμωτική πίεση ως προσθετική ιδιότητα εξαρτάται από τον συνολικό αριθμό των διαλυμένων σωματιδίων που περιέχονται στο διάλυμα.

Το διάλυμα Δ1 και Δ2 είναι μοριακά διαλύματα ενώ τα διαλύματα Δ3 και Δ4 είναι ηλεκτρολυτικά (ιοντικά) καθώς είναι διαλύματα ισχυρών ηλεκτρολυτών και δίσταται πλήρως.

Δ1 διάλυμα ζάχαρης : $C_1=0,1 \text{ M}$

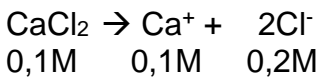
Δ2 διάλυμα γλυκόζης: $C_2 0,1 \text{ M}$

Δ3 διάλυμα χλωριούχου νατρίου NaCl $C_2= 0,1 \text{ M}$



Η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων στο διάλυμα Δ3 είναι:
 $C_3=0,2 \text{ M}$

Δ4 διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου CaCl_2 $0,1\text{M}$



Η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων στο διάλυμα Δ4 είναι:
 $C_4=0,3 \text{ M}$

Από τα παραπάνω προκύπτει: $C_4 > C_3 > C_2 = C_1$

Για ίδια T χρησιμοποιώντας τα παραπάνω στην σχέση $\Pi = C \cdot R \cdot T$ τότε προκύπτει :

$$\Pi_4 > \Pi_3 > \Pi_2 = \Pi_1$$

B3)α) Για την πίεση έχουμε :

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \text{ όπου}$$

T =σταθερό , V =σταθερό , R = σταθερά .

Βάση της στοιχειομετρίας της αντίδρασης από 3 παράγον 5 mol άρα ο συνολικός αριθμός mol αυξάνει. Αρά και η πίεση στο δοχείο με την πάροδο του χρόνου θα αυξάνει.

β) Στην καμπύλη 1 η συγκέντρωση μειώνεται ($\Delta c < 0$) με την πάροδο του χρόνου, όποτε αντιστοιχεί σε κάποιο αντιδρών (Γ ή Δ) . Είναι $\Delta c_1 = 3a - 4a = -a \text{ M}$.

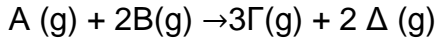
Στην καμπύλη 2 η συγκέντρωση αυξάνεται ($\Delta c > 0$) με την πάροδο του χρόνου, όποτε μιλάμε αντιστοιχεί σε κάποιο προϊόν . Είναι $\Delta c_2 = 2a - 0 = 2a \text{ M}$.

Για τις μεταβολές των συγκεντρώσεων των δύο ουσιών στο χρονικό διάστημα 0-10 min ισχύει ότι:

$$\frac{|\Delta C_1|}{\Delta C_2} = \frac{\alpha}{2\alpha} = \frac{1}{2}$$

Επομένως η καμπύλη 1 αντιστοιχεί στο αντιδρών $A(\Delta C_A)=-a \text{ M}$, ενώ η καμπύλη 2 αντιστοιχεί στο προϊόν $\Delta(\Delta C_D)=2a$.

γ) Το αντιδρών A είναι σε περίσσεια επομένως το αντιδρών B είναι σε έλλειμα, οπότε όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση το A καταναλώνεται πλήρως:



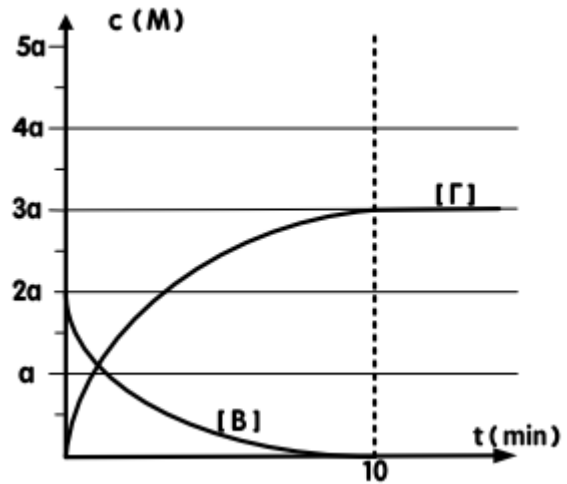
Αρχικά	$4a$	$2x$	-	-
Α/Π	$-x$	$-2x$	$3x$	$2x$
Τελικά	$4a-x$	-	$3x$	$2x$

$$4a-x=3a \Leftrightarrow x=a \text{ M}$$

Όποτε

$$[B]_{\text{αρχ}}=2a \text{ M}, [\Gamma]_{\text{αρχ}}=0 \text{ M}$$

$$[B]_{\text{τελ}}=0 \text{ M}, [\Gamma]_{\text{τελ}}=3a \text{ M}$$



B4) Το νερό είναι πολικός διαλύτης με δυνατότητα να διαλύει ενώσεις με τις οποίες μπορεί να σχηματίζει ισχυρούς διαμοριακούς δεσμούς, όπως:

- α) υδρογόνου,
- β) ιόντος – διπόλου,
- γ) διπόλου διπόλου,

Με άλλα λόγια διαλύει ιοντικές και πολωμένες ομοιοπολικές ενώσεις. Συνεπώς στο νερό διαλύονται οι ενώσεις 1, 3 και 5

Το φθοριούχο νάτριο θα δώσει τα ιόντα Na^+ και F^- που θα κάνουν δεσμούς ιόντος – διπόλου με τα μόρια του νερού.

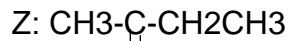
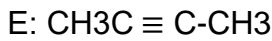
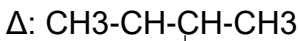
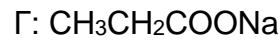
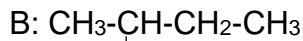
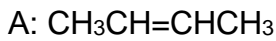
Η 1-προπανόλη διαθέτει υδροξυλομάδα και μέσω αυτής κάνει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού.

Το οξικό οξύ διαθέτει επίσης υδροξυλομάδα.

Αντίθετα το εξάνιο είναι μη πολικός διαλύτης και διαλύει καλύτερα τις μη πολικές ενώσεις. Έτσι, διαλύει καλύτερα τις ενώσεις 2 και 4, δηλαδή το διαιθυλαιθέρα και το οκτάνιο.

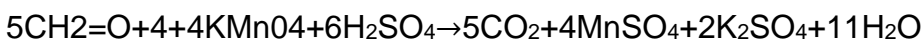
ΘΕΜΑ 3^οΓ₁)

Η ένωση Α είναι ένα συμμετρικό αλκένιο αφού κατά την προσθήκη H₂O δίνει μοναδικό προϊόν δηλαδή: CH₂=CH₂ ή R-CH=CH-R ή R₁- $\frac{C}{R_2}=\frac{C}{R_2}$ -R₁. Το προϊόν προσθήκης δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση οπότε είναι δευτεροταγής – μεθυλο αλκοόλη ή η αιθανόλη. Η περίπτωση της αιθανόλης απορρίπτεται διότι στην πορεία A→Δ→E→Z, η ένωση Z θα ήταν η αιθανάλη η οποία οξειδώνεται. Επομένως το Α είναι 2-βουτένιο. Οι ζητούμενοι τύποι είναι:

Γ₂)

Θα επιδράσουμε σε δείγματα από τις τρεις ουσίες με διάλυμα KMnO₄/H₂SO₄. Το οξικό οξύ δεν οξειδώνεται, άρα δεν αποχρωματίζει το ιώδες διάλυμα KMnO₄/H₂SO₄. Η αιθανόλη οξειδώνεται και αποχρωματίζει το ιώδες διάλυμα KMnO₄/H₂SO₄. Η φορμαλδεΐδη οξειδώνεται σχηματίζοντας αέριο CO₂↑ με αποτέλεσμα να παρατηρούμε αποχρωματισμό και έκλυση φυσαλίδων.

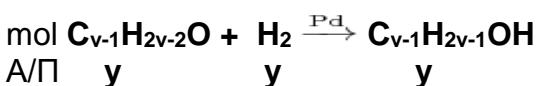
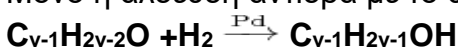
Οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι :

Γ₃)

Έστω 2x mol της Α με Μ.Τ. C_vH_{2v+1}OH και 2ψ mol της Β με Μ.Τ. C_{v-1}H_{2v-2}O. Η Α είναι πρωτοταγής αλκοόλη αφού οξειδώνεται στο οξύ ΗΓ.

$$n_{\text{H}_2} = \frac{8,96}{22,4} \text{ mol} = 0,4 \text{ mol}.$$

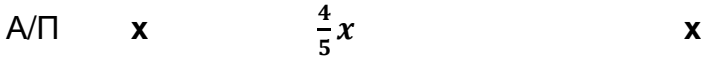
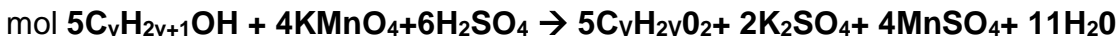
Μόνο η αλδεΐδη αντιδρά με το υδρογόνο.



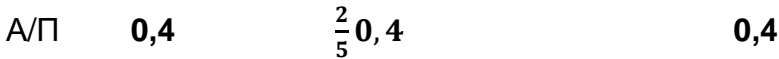
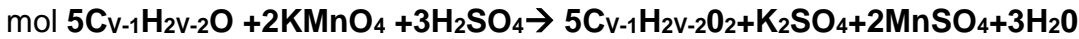
Για το υδρογόνο δίνεται ότι $n_{H_2} = y \text{ mol} = 0,4 \text{ mol}$.

Για το $KMnO_4$ έχουμε:

$$n_{KMnO_4} = 2 \cdot 0,32 \text{ mol} = 0,64 \text{ mol}$$



και



Για το $KMnO_4$ δίνεται $n_{KMnO_4} = 2 \cdot 0,32 \text{ mol} = 0,64 \text{ mol}$.

$$\text{Επομένως, } \frac{4}{5}x + \frac{2}{5}0,4 = 0,64 \Rightarrow 4x = 2,4 \Rightarrow x = 0,6$$

Για το αρχικό μείγμα ισχύει

$$m_{\text{μειγμ}} = m_A + m_B = 0,4(14v + 18) + 1,2(14v + 2) \Rightarrow 22,4v = 67,2 \Rightarrow v = 3$$

Η Α είναι πρωτοταγής, άρα Α: $CH_3CH_2CH_2OH$ 0,4 mol και Β: $CH_3CH=O$ 1,2 mol.

ΘΕΜΑ 4^ο

Δ1)

	$N_2(g)$	+	$3 H_2(g)$	\rightleftharpoons	$2NH_3(g)$
αρχικά (mol)	λ		μ		-
αντιδρούν/παράγονται	-x		-3x		2x
Χημική ισορροπία	$\lambda-x$		$\mu-3x$		2x

Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα υπολογίζουμε το x

$$[NH_3] = 1M \text{ τα mol της αμμωνίας είναι } n = C \cdot V = 1 \cdot 10 = 10 \text{ mol, επομένως } 2 \cdot x = 10 \Rightarrow \boxed{x=5 \text{ mol}}$$

$$[H_2] = 1M \text{ τα mol του υδρογόνου είναι } n = C \cdot V = 1 \cdot 10 = 10 \text{ mol επομένως } \mu - 3x = 10 \Rightarrow \mu - 15 = 10$$

$$\Rightarrow \boxed{\mu=25 \text{ mol } H_2}$$

Επειδή έχει αποκατασταθεί χημική ισορροπία:

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] \cdot [H_2]^3} \text{ οπότε } 2 = \frac{[1]^2}{[N_2] \cdot [1]^3} \Rightarrow [N_2] = 0,5 M$$

άρα τα mol του αζώτου είναι $n = C \cdot V = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ mol}$,

$$\text{επομένως } \lambda - x = 5 \Rightarrow \lambda - 5 = 5 \Rightarrow \boxed{\lambda=10 \text{ mol } N_2}$$

Το N_2 είναι σε περίσσεια άρα ο υπολογισμός της απόδοσης της αντίδρασης γίνεται με το

$$H_2, \alpha = \frac{3x}{\mu} = \frac{15}{25} = 0,6 \text{ άρα } \boxed{60\%}$$

Δ₂

Κατά τη διάλυση του HCl στο διάλυμα της NH₃ θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση εξουδετέρωσης. Επομένως αρχικά υπολογίζουμε τις αρχικές ποσότητες σε mol των ηλεκτρολυτών που αντιδρούν $n_1 = C \cdot V_1 = 0,2 \cdot 0,2 = 0,04$ mol NH₃ και 0,02 mol HCl

Γράφουμε την αντίδραση που πραγματοποιείται και υπολογίζουμε στοιχειομετρικά τις ποσότητες σε mol των ηλεκτρολυτών που περιέχονται στο τελικό διάλυμα

	NH ₃ (aq)	+	HCl(aq)	→	NH ₄ Cl(aq)
αρχικά (mol)	0,04		0,02		-
αντιδρούν/παράγονται	-0,02		-0,02		0,02
τελικά	0,02		-		0,02

Βρίσκουμε τη συγκέντρωση των ηλεκτρολυτών του τελικού διαλύματος $V = V_{\text{τελ}} = 0,2$ L

$$\text{NH}_3 : C_{\beta} = \frac{n}{V} = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ M}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl} \text{ \acute{a}ρα } \text{NH}_4^+ : C_o = \frac{n}{V} = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ M}$$

Έχουμε επίδραση κοινού ιόντος (NH₄⁺) και ρυθμιστικό διάλυμα.

Αφού ισχύουν οι προσεγγίσεις μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση Henderson-Hasselbach:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_{\beta}}{C_o} \Rightarrow \text{pH} = 9 + \log 1 \Rightarrow \boxed{\text{pH} = 9}$$

(Η σταθερά K_a του NH₄⁺ είναι $K_a = \frac{k_w}{k_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$ οπότε $\text{pK}_a = -\log K_a = -\log 10^{-9} = 9$).

Δ₃

Υπολογίζουμε τις αρχικές ποσότητες σε mol των ηλεκτρολυτών του ρυθμιστικού διαλύματος NH₃ : $n_1 = C_1 \cdot V = 0,1 \cdot 1 = 0,1$ mol

$$\text{NH}_4\text{Cl} : n_2 = C_2 \cdot V = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ mol}$$

Το NaOH που προστίθεται στο ρυθμιστικό διάλυμα θα αντιδράσει με το οξύ NH₄⁺ του ρυθμιστικού διαλύματος, οπότε με βάση τον ακόλουθο πίνακα βρίσκουμε τη σύσταση του διαλύματος που προκύπτει μετά από την αντίδραση:

	NH ₄ Cl(aq)	+ NaOH	→	NH ₃ (aq)	+	NaCl(aq)	+ H ₂ O(l)
αρχικά (mol)	0,1	0,01		0,1			
αντιδρούν/παράγονται	-0,01	-0,01		+0,01		+0,01	
τελικά	0,09	-		0,11		0,01	

Μετά την αντίδραση έχουμε πάλι ρυθμιστικό διάλυμα. Το NaCl δεν καθορίζει το pH γιατί τόσο το Na⁺ όσο και το Cl⁻ δεν αντιδρούν με το νερό (έχουν προέλθει από ισχυρούς ηλεκτρολύτες, NaOH και HCl).

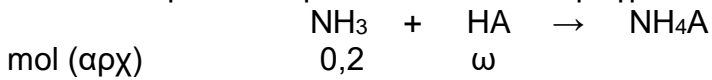
$$\text{NH}_3 : C_{\beta} = \frac{n}{V} = \frac{0,11}{V} \text{ M}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl} \text{ \acute{a}ρα } \text{NH}_4^+ : C_o = \frac{n}{V} = \frac{0,09}{V} \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{k_w}{k_b} \cdot \frac{C_o}{C_{\beta}} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} \cdot \frac{\frac{0,09}{V}}{\frac{0,11}{V}} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{9}{11} 10^{-9} \text{ M}$$

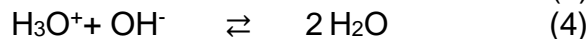
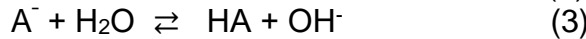
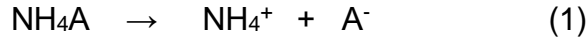
Δ4)

Έστω ότι προσθέτουμε ω mol HA. Θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση:



Για να προκύψει διάλυμα με $\text{pH}=7$ (25°C) πρέπει να έχουμε πλήρη εξουδετέρωση δηλαδή $\omega=0,2\text{mol}$ έτσι ώστε στο τελικό διάλυμα να περιέχεται μόνο το άλας NH_4A το οποίο δίνει ουδέτερο διάλυμα.

Στο τελικό διάλυμα θα έχουμε τις παρακάτω χημικές εξισώσεις:



Το οξύ NH_4^+ και η βάση A^- θα έχουν την ίδια συγκέντρωση όπως φαίνεται από τη διάσταση του NH_4A στην εξίσωση (1).

Επίσης ισχύει $K_a(\text{HA})=10^{-5}=K_b(\text{NH}_3)=10^{-5}$ οπότε θα ισχύει και $K_{b(\text{A}^-)}=K_{a(\text{NH}_4^+)}=10^{-9}$.

Επομένως τα H_3O^+ που παράγονται από την (2) θα έχουν την ίδια συγκέντρωση με τα OH^- που παράγονται από την (3).

Μετά την εξουδετέρωση (4) στο τελικό διάλυμα θα ισχύει $[\text{H}_3\text{O}^+]=[\text{OH}^-]$ και το διάλυμα θα είναι ουδέτερο.

Τελικά για τον όγκο του HA έχουμε: $V=0,2 \cdot 22,4 \Rightarrow \boxed{V=4,48 \text{ L HA}}$