

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2021
ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ
ΧΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

- A1.** δ
A2. β
A3. δ
A4. α
A5. β

ΘΕΜΑ Β

B1. Η ωσμωτική πίεση δίνεται από τη σχέση $\Pi V = nRT$, η οποία μετασχηματίζεται στην $\Pi = \frac{n}{V}RT$ και εν συνεχεία στην $\Pi = \frac{m}{Mr V}RT$

Για τον ορό NaCl ισχύουν τα εξής:

- Περιέχει 0,9g/100mL ή αλλιώς 9g/1L NaCl
- Το NaCl έχει $M_r = 23 + 35,5 = 58,5$
- Είναι **ιοντική ένωση** η οποία για κάθε mol NaCl ελευθερώνει 2 mol ιόντων, συνεπώς ο συντελεστής Van't Hoff είναι $i=2$

Η ωσμωτική πίεση του ορού είναι $\Pi = 2 \frac{9}{58,5 \cdot 1} RT$

Για τον ορό C₆H₁₂O₆ ισχύουν τα εξής:

- Περιέχει xg/1L C₆H₁₂O₆
- Το C₆H₁₂O₆ έχει $M_r = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180$
- Είναι **μοριακή ένωση** για την οποία οι επιμέρους οντότητες δε δίστανται.

Η ωσμωτική πίεση του ορού είναι $\Pi = \frac{x}{180 \cdot 1} RT$

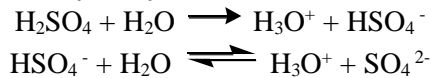
Δεδομένου ότι η ωσμωτική πίεση είναι η ίδια και στις δύο περιπτώσεις, εξισώνουμε τις δυο σχέσεις και λύνουμε ως προς x. Προκύπτει $x = 55,4$ g/1L ή αλλιώς 5,54 g/100mL. Η περιεκτικότητα του ορού δεξτρώζης είναι 5,54% w/v

B2.

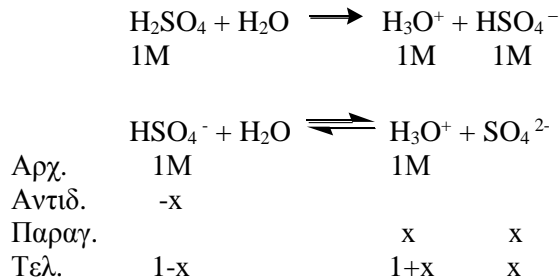
1. Η ηλεκτρονική κατανομή του ατόμου του Cr είναι:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
Η ηλεκτρονική κατανομή του κατιόντος Cr³⁺ είναι:
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$
2. Το στοιχείο βρίσκεται στον τομέα s, στην 4^η περίοδο και στην 6^η ομάδα
3. $m_l = -1$ έχουν 2e της υποστοιβάδας 2p, 2e της υποστοιβάδας 3p και 1e της υποστοιβάδας 3d. Συνολικά 5e

B3.

i) Το H_2SO_4 είναι ισχυρό οξύ στην πρώτη βαθμίδα ιοντισμού του και ασθενές στη δεύτερη. Συνεπώς λαμβάνουν χώρα οι αντιδράσεις:



ii)



$$K_{a2} = [H_3O^+][SO_4^{2-}] / [HSO_4^-]$$

$K_{a2} = (1+x) x / (1-x)$ και επειδή $K_{a2} / c = 10^{-2} / 1 = 10^{-2}$, επιτρέπεται χωρίς μεγάλο σφάλμα να θεωρήσουμε $1-x \approx 1$ και $1+x \approx 1$. Συνεπώς

$$K_{a2} = 1 x / 1 \quad \text{Άρα } x = K_{a2} = 10^{-2}$$

$$[H_3O^+] = 1 + x \approx 1M$$

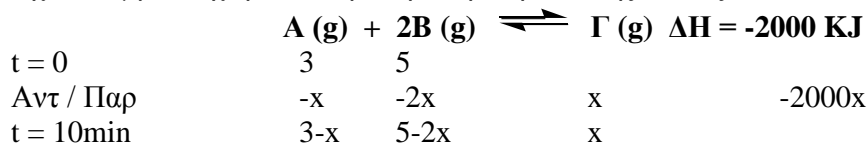
$$[HSO_4^-] / [SO_4^{2-}] = [H_3O^+] / K_{a2} = 1 / 10^{-2}$$

$$[HSO_4^-] / [SO_4^{2-}] = 10^2$$

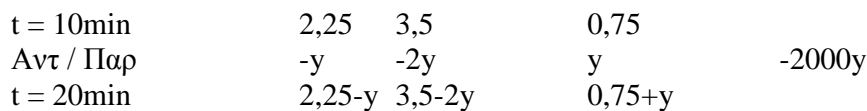
ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

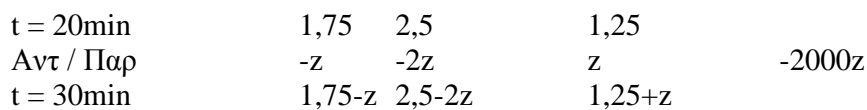
i) Στο δοχείο λαμβάνει χώρα αντίδραση, στη διάρκεια της οποίας εκλύεται ενέργεια.



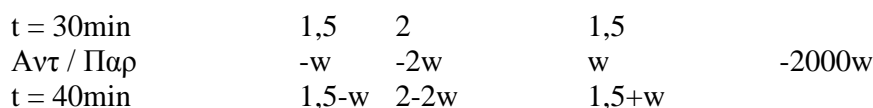
Αφού $-2000 x = -1500$, συνεπάγεται $x = 0,75$ mol και οι ποσότητες σε $t = 10min$ είναι οι παρακάτω:



Αφού $-2000 y = -1000$, συνεπάγεται $y = 0,5$ mol και οι ποσότητες σε $t = 20min$ είναι οι παρακάτω:



Αφού $-2000 z = -500$, συνεπάγεται $z = 0,25$ mol και οι ποσότητες σε $t = 30min$ είναι οι παρακάτω:



Αφού $-2000 w = 0$, συνεπάγεται $w = 0 \text{ mol}$ και οι ποσότητες σε $t = 40 \text{ min}$ είναι οι ίδιες με αυτές στα 30 min . Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι σε χρόνο $t = 30 \text{ min}$ επήλθε στο σύστημα η χημική ισορροπία.

ii) Οι συγκεντρώσεις των στοιχείων A, B και Γ στην Ισορροπία ($t = 30 \text{ min}$) είναι αντίστοιχα

$$[A] = 1,5/5 = 0,3M$$

$$[B] = 2/5 = 0,4M$$

$$[Γ] = 1,5/5 = 0,3M$$

$$K_c = [Γ] / ([A][B]^2) = [0,3] / ([0,3][0,4]^2) = 1 / 0,16 = 6,25$$

iii) Για $t = 10 \text{ min}$ η $[Γ] = 0,75/5 = 0,15M$

Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το χρονικό διάστημα 10-30min είναι:

$$u = \frac{1}{1} \frac{\Delta[Γ]}{\Delta t} = \frac{0,3-0,15}{30-10} = \frac{0,15}{20} = 0,0075M/min$$

iv) Λαμβάνοντας υπ' όψην την αρχή Le Chatelier, η απόδοση θα μπορούσε να αυξηθεί με:

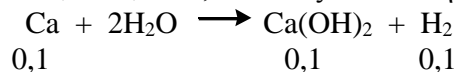
- Μείωση της θερμοκρασίας
- Αύξηση της πίεσης του δοχείου με ελάττωση του όγκου του
- Με προσθήκη επιπλέον ποσότητας A ή B

Γ2.

i) Η προσθήκη ασβεστίου στο νερό οδηγεί στην παρακάτω αντίδραση:

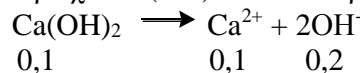


Για το H_2 έχουμε $n = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ mol}$, συνεπώς οι ποσότητες είναι οι εξής:



Η μάζα του ασβεστίου είναι $m = 0,1 * 40 = 4g$

ii) Το διάλυμα που προκύπτει περιέχει $Ca(OH)_2$ που αντιδρά ως εξής:



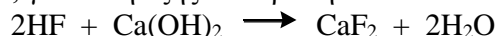
$$[OH^-] = n / V = 0,2 / 20 = 0,01 = 10^{-2}M$$

$$[H_3O^+][OH^-] = K_w = 10^{-14}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-14} / 10^{-2} = 10^{-12}M$$

$$pH = -\log 10^{-12} = 12$$

iii) Με την προσθήκη HF, γίνεται η εξής αντίδραση:



Η παρουσία της βάσης μετατρέπει το οξύ στο άλας με κοινό ιόν. Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει το HF να είναι σε περίσσεια ούτως ώστε να μην εξαντληθεί και να συνυπάρχει στο προκύπτον διάλυμα με το άλας που θα παραχθεί.

Από τη σχέση των Henderson / Hasselbalch, για το ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να ισχύει:

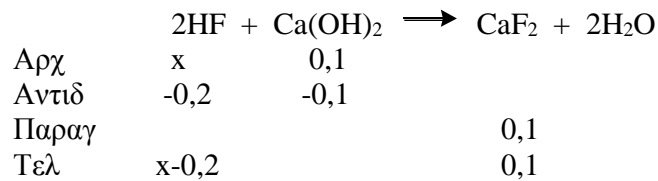
$$pH = pK_a + \log(C_\beta/C_o)$$

$$5 = 5 + \log(C_\beta/C_o)$$

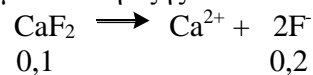
$$\log(C_\beta/C_o) = 0$$

$C_{\beta}/C_0 = 1$ δηλαδή $C_{\beta} = C_0$

Άρα θα πρέπει $[HF] = [F^-]$ ή αλλιώς $n_{HF} = n_{F^-}$ στο τελικό διάλυμα Δ2



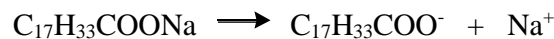
Η διάσταση του CaF_2 στο διάλυμα είναι η εξής:



Επειδή $n_{HF} = n_{F^-}$ προκύπτει $x-0,2 = 0,2$, δηλαδή $x = 0,4$ mol HF θα πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα Δ1 ώστε να προκύψει το διάλυμα Δ2

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Το ελαϊκό νάτριο, ως άλας καρβοξυλικού οξέος, μέσα στο νερό δίσταται σύμφωνα με την αντίδραση:

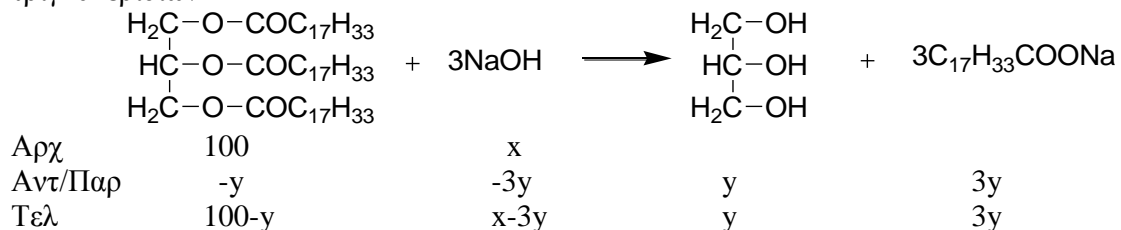


Όπως γνωρίζουμε στη διαδικασία της διάλυσης ισχύει ο κανόνας «τα όμοια διαλύουν όμοια», δηλαδή τα πολικά μόρια θα διαλυθούν σε πολικό διαλύτη και τα άπολα σε άπολο. Το προκύπτον ανιόν φέρει μια μεγάλη ανθρακική αλυσίδα που είναι άπολη και ταυτόχρονα ένα φορτισμένο άκρο. Παρουσιάζει λοιπόν συνδυαστικά και τις δύο φύσεις, που το βοηθούν να φέρει σε επαφή τις λιπαρές ουσίες με το νερό.

Δ2. Αρχικά, αφού οι ποσότητες μας δίνονται σε μονάδες μάζας, θα πρέπει να υπολογίσουμε τα M_r τους:

- Για το τριγλυκερίδιο του ελαϊκού οξέος έχουμε ένα μοριακό τύπο $C_{57}H_{104}O_6$
 $M_r = 57 \cdot 12 + 104 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 884$
- Για το NaOH
 $M_r = 23 + 16 + 1 = 40$
- Για τη γλυκερόλη έχουμε ένα μοριακό τύπο $C_3H_8O_3$
 $M_r = 3 \cdot 12 + 8 \cdot 1 + 3 \cdot 16 = 92$
- Για το ελαϊκό νάτριο έχουμε ένα μοριακό τύπο $C_{18}H_{33}O_2Na$
 $M_r = 18 \cdot 12 + 33 \cdot 1 + 2 \cdot 16 + 1 \cdot 23 = 304$

Συνεπώς, η ποσότητα του ελαιολάδου αντιστοιχεί σε $n = 88400 / 884 = 100$ mol τριγλυκεριδίων



Όλες οι ποσότητες που αναφέρονται στον προηγούμενο πίνακα υπάρχουν σε ένα σύνολο 200kg από το οποίο λαμβάνουμε προς ανάλυση δείγμα 20g.

Οι ποσότητες που περιέχει το δείγμα είναι 20/200000 δηλαδή 10^{-4} επί των αριθμών που αναφέρονται. Ειδικότερα είναι:

$$\text{Δείγμα} \quad (100-y) \cdot 10^{-4} \quad (x-3y) \cdot 10^{-4} \quad y \cdot 10^{-4} \quad 3y \cdot 10^{-4}$$

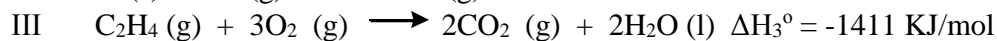
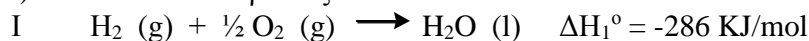
Ογκομέτρηση με πρότυπο διάλυμα HCl, σημαίνει αντίδραση και των δύο βάσεων που υπάρχουν στο μείγμα, δηλαδή της περίσσειας NaOH αρχικά (προηγείται επειδή είναι ισχυρή) και, αφού αυτή ολοκληρωθεί, αντίδραση του βασικού άλατος του ελαϊκού νατρίου. Στα δύο αυτά στάδια καταναλώθηκαν αντίστοιχα 33mL και 60-33=27mL HCl 1M. Αυτό μέσω του $n = CV$ μεταφράζεται σε 0,033mol και 0,027mol HCl αντίστοιχα.

Συνεπώς στο δεύτερο στάδιο $3y \cdot 10^{-4} = 0,027$, δηλαδή $y = 90\text{mol}$ και η απόδοση υπολογίζεται ως $a = y/100 = 90/100 = 0,9$ ή 90%

Στο πρώτο στάδιο $(x-3y) \cdot 10^{-4} = 0,033$. Αντικαθιστώντας το y προκύπτει $x = 600\text{mol}$ NaOH, το οποίο έχει μάζα $m = n \cdot M_r = 600 \cdot 40 = 24000\text{g} = 24\text{kg}$

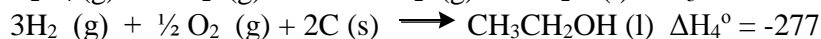
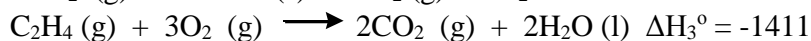
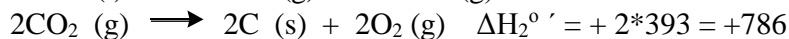
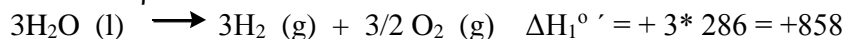
Δ3.

i) Δίνονται οι αντιδράσεις:



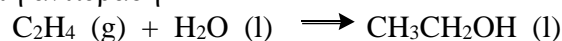
Βάση του νόμου Lavoisier – Laplace, τριπλασιάζουμε και αντιστρέφουμε την I, διπλασιάζουμε και αντιστρέφουμε τη II, ενώ διατηρούμε τις III και IV ως έχουν.

Προκύπτουν οι παρακάτω:



Χρησιμοποιώντας το νόμο του Hess, προσθέτουμε κατά μέλη τις επιμέρους αντιδράσεις, απαλείφουμε όσα διαγράφονται και αθροίζουμε τις επιμέρους ΔH°

Προκύπτει η επιθυμητή αντίδραση B



$$\text{Με } \Delta H^\circ = 858 + 786 - 1411 - 277 = -44 \text{ KJ/mol}$$

ii) Στο θέμα Δ2 παρήχθη βιομηχανικά ποσότητα γλυκερόλης ίση με y mol, δηλαδή 90mol.

Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε βάρος $m = n \cdot M_r = 90 \cdot 92 = 8280\text{g}$

Η αναλογία του βάρους της έναντι της αιθανόλης είναι:

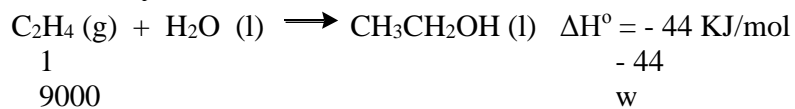
$$\begin{array}{cc} 1\text{g γλυκερόλη} & \text{προς } 50\text{g αιθανόλης} \\ 8280\text{g} & z \end{array}$$



Υπολογίζεται ότι απαιτούνται $z = 414000\text{g}$ αιθανόλης

Το M_r της τελευταίας είναι $M_r = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 + 16 = 46$

Πρόκειται για $n = m / M_r = 414000 / 46 = 9000\text{mol}$



Η ποσότητα αιθανόλης που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, εκλύει κατά τη βιομηχανική της σύνθεση $w = -44 \cdot 9000 = -396000 \text{ KJ} = -396\text{MJ}$

Επιμέλεια: Αγγελική Σεραφίδου, Χημικός MSc