

Γ.1. Μείγμα N₂ και CO όγκου 8,96 L (σε συνθήκες S.T.P.) αναμειγνύεται με 1,4 mol H₂, οπότε σε κατάλληλες συνθήκες πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις:

(I) : N₂(g) + 3H₂(g) → 2NH₃(g) ΔH = -91,8 kJ (αντίδραση 1).

(II) : CO(g) + 2H₂(g) → CH₃OH(g) ΔH = -90,2 kJ (αντίδραση 2).

$$n_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{V_m} = 0,4 \text{ mol} \Rightarrow n_1 + n_2 = 0,4 \text{ mol}$$

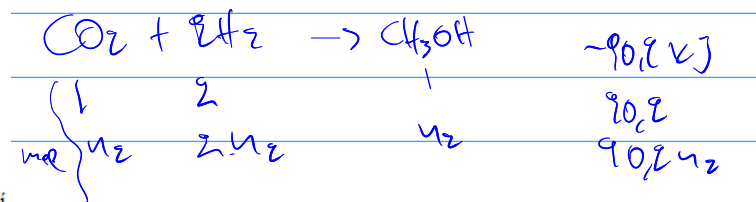
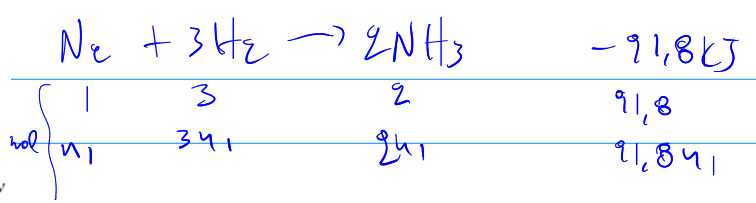
από τις οποίες εκλύεται συνολικά ποσό θερμότητας ίσο με 36,4 kJ.
 Να υπολογίσετε:

α. Τη μάζα (σε g) του μείγματος N₂ και CO (μείγμα 1).
 β. Τη σύσταση (σε mol) του μείγματος των αερίων (μείγμα 2) που προκύπτει από τις αντιδράσεις (I) και (II).
 Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες A_r: N = 14, C = 12 και O = 16.
 γ. Από το μείγμα 2 που προέκυψε λαμβάνουμε κατάλληλα όλη την ποσότητα της NH₃ την οποία διαλύουμε σε νερό, οπότε προκύπτει διάλυμα (Y1) όγκου 0,4 L. Το διάλυμα αυτό αναμειγνύεται με διάλυμα HCl συγκέντρωσης 1 M (διάλυμα Y2), οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση εξουδετέρωσης:

$$\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) \Delta H = -52,2 \text{ kJ}$$

ενώ εκλύονται 5,22 kJ θερμότητας. Να υπολογίσετε:

i. Τον όγκο (σε mL) του διαλύματος Y2.
 ii. Τη συγκέντρωση c (mol/L) του διαλύματος Y3 που προκύπτει από την ανάμειξη των διαλυμάτων Y1 και Y2 για καθεμιά από τις ενώσεις που περιέχει.

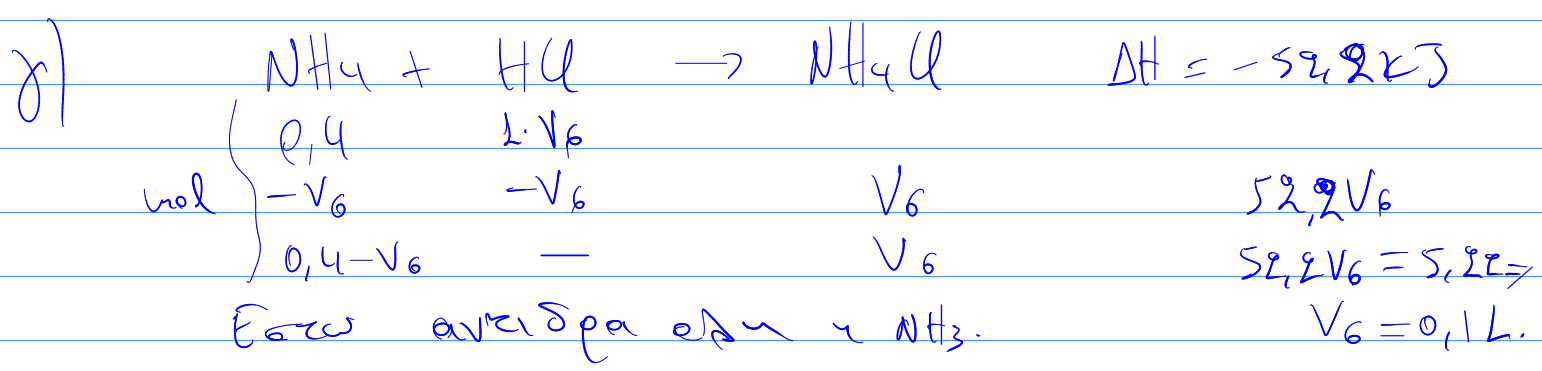
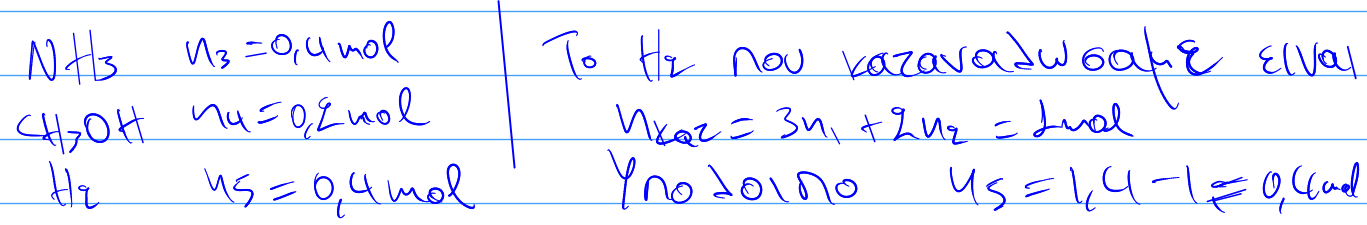


Η αντίδραση (2) όταν πραγματοποιηθεί σε κλειστό δοχείο και σε κατάλληλες συνθήκες οδηγεί σε αποκατάσταση χημικής ισορροπίας.

$$m = m_1 + m_2 = n_1 \cdot M_{r1} + n_2 M_{r2} = 28n_1 + 28n_2 = 28(n_1 + n_2) = 28 \cdot 0,4 = 11,2 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} 91,8n_1 + 90,2n_2 &= 36,4 \\ 91,8(0,4 - n_2) + 90,2n_2 &= 36,4 \\ 36,72 - 91,8n_2 + 90,2n_2 &= 36,4 \\ -1,6n_2 &= -0,32 \Rightarrow n_2 = 0,2 \text{ mol} \\ n_1 &= 0,2 \text{ mol} \end{aligned}$$

Μετα το τέλος των αντιδρασεων (I) , (II) θα έχω.



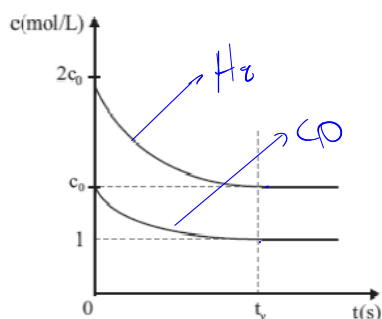
1 mol 52,2 kJ

0,4 mol γ = 20,8 kJ αρα οο οηοτε ανηιδρη οιο το HCl.

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,4 - 0,1}{0,5} = \frac{0,3}{0,5} = 0,6 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = \frac{0,1}{0,5} = 0,2 \text{ M}$$

Γ2. Σε δοχείο όγκου $V = 2 \text{ L}$ εισάγουμε αέριο μείγμα που περιέχει CO και H_2 . Σε ορισμένη θερμοκρασία, $\theta^\circ\text{C}$, τα δύο αέρια αντιδρούν, οπότε αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:
 $\text{CO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)}$ $\Delta H = -90,2 \text{ kJ}$ (αντίδραση 2).
 Στο παρακάτω διάγραμμα δίνονται οι καμπύλες αντίδρασης για δύο από τις ουσίες που συμμετέχουν στην ισορροπία.

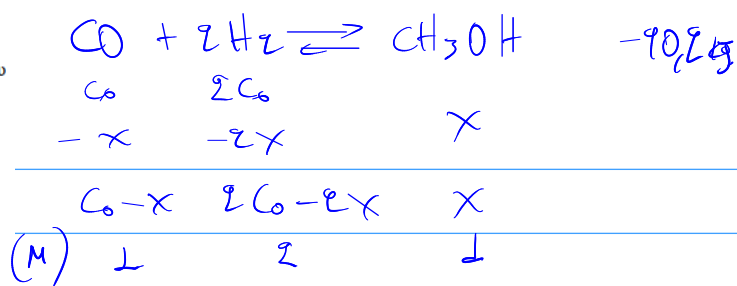


Να υπολογίσετε:

- Τις ποσότητες σε mol των συστατικών του αέριου μείγματος που είχαμε εισαγάγει αρχικά στο δοχείο.
- Τη σταθερά χημικής ισορροπίας K_c της παραπάνω αντίδρασης στους $\theta^\circ\text{C}$ καθώς και την απόδοσή της.

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^2} = \frac{1}{1 \cdot 2^2} \Rightarrow K_c = \frac{1}{4}$$

$$\alpha = \frac{x}{c_0} = \frac{1}{2} \quad \text{ή} \quad 50\%$$



$$\text{ήρξε} \quad c_0 - x = 1 \quad (1)$$

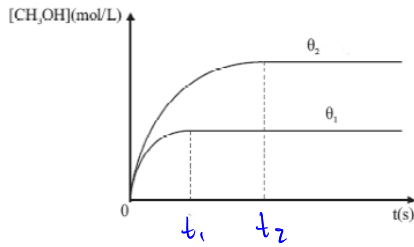
$$2c_0 - 2x = c_0 \Rightarrow c_0 = 2x$$

$$(1) \Rightarrow 2x - x = 1 \Rightarrow x = 1 \text{ M}$$

$$\text{Άρα } c_0 = 2 \text{ M} \Rightarrow n_0 = c_0 V \Rightarrow n_0 = 4 \text{ mol}$$

Άρα αρχικά 4 mol CO & 8 mol H_2

Γ3. Πραγματοποιούμε την αντίδραση (2) σε δύο ξεχωριστά δοχεία του ίδιου όγκου, χρησιμοποιώντας τις ίδιες αρχικές ποσότητες αντιδρώντων. Στο ένα δοχείο η αντίδραση πραγματοποιείται στους θ_1 °C ενώ στο δεύτερο στους θ_2 °C. Στο ακόλουθο διάγραμμα δίνεται η καμπύλη αντίδρασης της μεθανόλης που λαμβάνεται σύμφωνα με την παραπάνω αντίδραση.



Να εξηγήσετε:

α. Ποια από τις θερμοκρασίες θ_1 και θ_2 είναι μεγαλύτερη.

β. Αν μεταβάλλονται και, αν ναι, πώς (αυξάνονται, ελαττώνονται) η απόδοση της αντίδρασης, η τιμή της σταθεράς K_c και ο χρόνος που απαιτείται για την αποκατάσταση της ισορροπίας, όταν η αντίδραση πραγματοποιηθεί στους θ_2 °C.

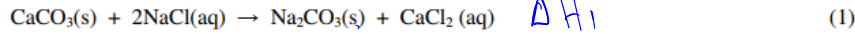
Η μεγαλύτερη θερμοκρασία οδηγεί το σύστημα ταχύτερα σε ισορροπία (εξίτησι). Άρα $\theta_1 > \theta_2$

Η ανζιδρ. 2 είναι εξωθερμη. άρα ευνοείται σε χαμηλότερη θερμοκρασία

Σε χαμηλότερη θερμοκρασία η ισορροπία μετατοπίζεται δεξιά άρα $K_c \uparrow$ $t_{\text{εξίτησι}} \uparrow$

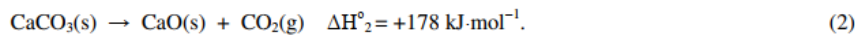
Το ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3) χρησιμοποιείται στην παρασκευή σαπουνιών, γυαλιού και χαρτιού καθώς και στην επεξεργασία του νερού.

Μία βιομηχανική μέθοδος που χρησιμοποιείται για την παραγωγή Na_2CO_3 είναι η μέθοδος Solvay η οποία περιγράφεται με την συνολική εξίσωση:



Παρακάτω δίνονται όλες οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στην παραπάνω μέθοδο.

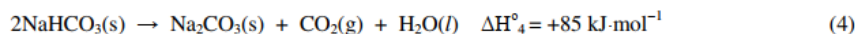
- Αρχικά πραγματοποιείται θέρμανση ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) για την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και οξειδίου του ασβεστίου (CaO):



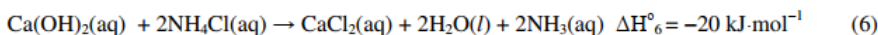
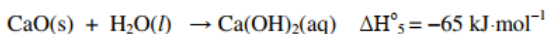
- Το CO_2 που παράγεται μεταφέρεται σε αντιδραστήρα όπου αντιδρά με αμμωνία (NH_3) και άλμη (υδατικό διάλυμα NaCl), προς σχηματισμό όξινου ανθρακικού νατρίου (NaHCO_3) και χλωριούχου αμμωνίου (NH_4Cl):



- Στη συνέχεια το NaHCO_3 απομακρύνεται και θερμαίνεται οπότε προκύπτει το τελικό προϊόν, δηλαδή το ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3):



- Τέλος το NH_4Cl που παράγεται στην αντίδραση (3) χρησιμοποιείται για την ανάκτηση της αμμωνίας, οπότε αντιδρά με υδατικό διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$ το οποίο παράγεται από το CaO της αντίδρασης (2):



Δ1. α. Να υπολογίσετε την πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης (1) αξιοποιώντας όλες τις παραπάνω θερμοχημικές εξισώσεις.

β. Να εξηγήσετε πως θα μπορούσαμε να αυξήσουμε την ταχύτητα της αντίδρασης (4).

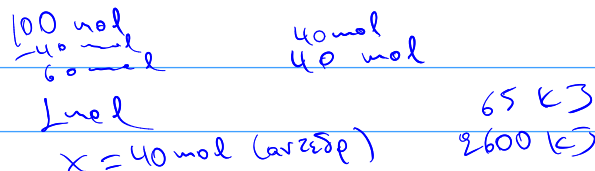
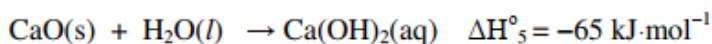
αυξηση θερμοκρα.

Δ2. Σύμφωνα με την παραπάνω μέθοδο **100 mol** CaCO_3 διασπώνται πλήρως σύμφωνα με την αντίδραση (2), ενώ η ποσότητα CO_2 που παράγεται διοχετεύεται μαζί με ισομοριακή ποσότητα NH_3 σε 200 L υδατικού διαλύματος άλμης θερμοκρασίας 27 °C με ωσμωτική 24,6 atm, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση (3) ενώ σχηματίζεται διάλυμα (Y1) όγκου **200 L**. Από το διάλυμα αυτό απομακρύνεται η παραγόμενη ποσότητα NaHCO_3 (χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος Y1) η οποία μετατρέπεται πλήρως σε τελικό προϊόν σύμφωνα με την αντίδραση (4). Στη συνέχεια η παραγόμενη ποσότητα CaO κατά την αντίδραση (2) προστίθεται σε νερό οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση (5) ενώ εκλύονται 2600 kJ. Στη συνέχεια ακολουθεί διήθηση (για την απομάκρυνση στερεού υπολείμματος), οπότε λαμβάνουμε **800 L** διαλύματος (Y2). Τέλος τα διαλύματα (Y1) και (Y2) αναμιγνύονται οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση (6) κατά την οποία σχηματίζεται τελικό διάλυμα (Y3), με θερμοκρασία 25 °C.

Να υπολογίσετε:

α. Την ποσότητα (σε mol) του τελικού προϊόντος.

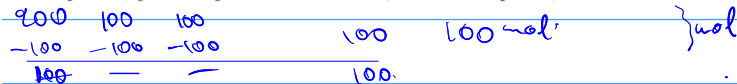
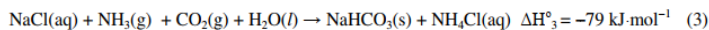
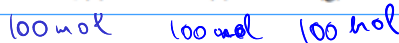
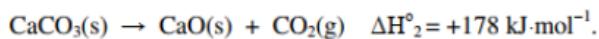
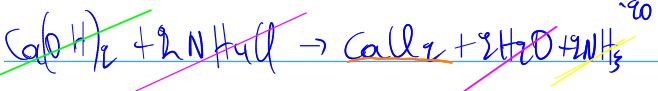
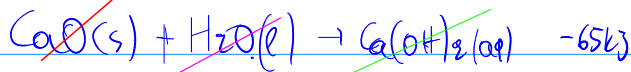
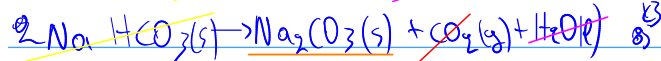
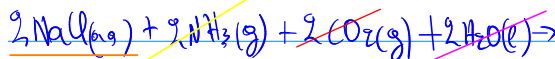
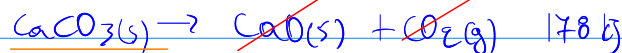
β. Την συγκέντρωση $[\text{H}_3\text{O}^+]$ στο διάλυμα Y3 καθώς και τον βαθμό ιοντισμού που παρουσιάζει η NH_3 ($K_b = 10^{-5}$, 25°C) στο ίδιο διάλυμα.



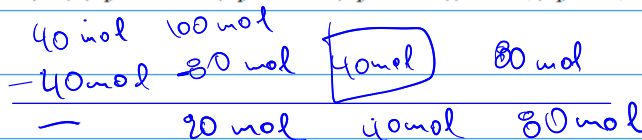
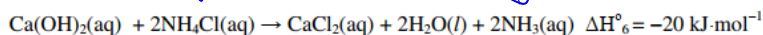
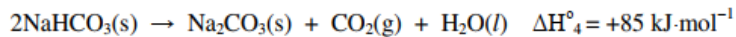
Έχουμε Ρυθμιστικό Διάλυμα αρα

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{C_b}{C_a} = 9 + \log \frac{\frac{80}{V_{0.2}}}{\frac{20}{V_{0.1}}} = 9 + \log 4$$

$$\text{pH} = \log 10^9 + \log 4 = \log 4 \cdot 10^9 \Rightarrow -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = \log \frac{10^{-9}}{4}$$



$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow n = \frac{24,6 \cdot 200}{0,082 \cdot 300} = 200 \text{ mol}$$



$$[H_3O^+] = \left(\frac{10^{-7}}{4} \right) = 2.5 \cdot 10^{-10} \text{ M}$$

$$[NH_3] = \frac{86}{1008} = 0.08 \text{ M}$$

$$a = \frac{x \rightarrow OH^-}{[NH_3]} = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{0.08} = 5 \cdot 10^{-4}$$

Δ3. Το H_2CO_3 ως γνωστό, είναι ένα ασθενές διπρωτικό οξύ με $pK_{a1} = 6,1$ και $pK_{a2} = 10,3$.

α. Μια παραδοσιακή φαρμακευτική χρήση του $NaHCO_3$ (κοινώς μαγειρική σόδα), είναι η εξουδετέρωση της υπερβολικής οξύτητας του στομάχου (αντιόξινο φάρμακο). Να ερμηνεύσετε αυτή τη δράση του $NaHCO_3(s)$ (στους $25^\circ C$).

β. Να υπολογίσετε το pH (στους $25^\circ C$) ενός υδατικού διαλύματος που περιέχει $NaHCO_3$ 0,1 M και Na_2CO_3 0,1 M.

NaH

~~$NaHSO_4$~~

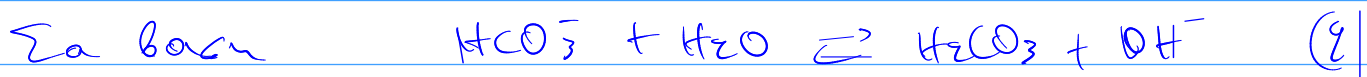
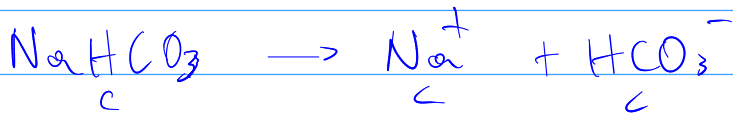
NaH_2SiO_4

NaH_2PO_4

$NaHSO_4$

$$K_{a1} = 10^{-6,1}$$

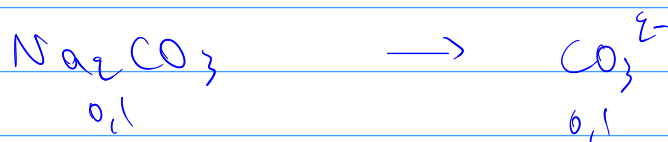
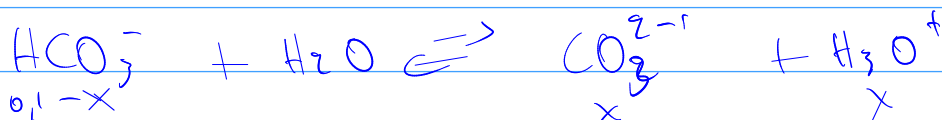
$$K_{a2} = 10^{-10,3}$$



Σαν οξύ $K_a = K_{a2} = 10^{-10,3}$

Σαν βάση $K_b = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{10^{-6,1}} = 10^{-7,9} > K_a$

οπότε το HCO_3^- δρα σα βάση και εξουδετερώνει τα οξέα του στομάχου



$$K_{a2} = \frac{(0,1+x)x}{(0,1-x)} \Rightarrow 10^{-10,3} = \frac{0,1 \cdot x}{0,1} \Rightarrow x = 10^{-10,3} \text{ M}$$

$$pH = 10,3$$