

1.

Η μεθανόλη (CH_3OH) είναι η απλούστερη κορεσμένη αλκοόλη με βιομηχανικό ενδιαφέρον. Η σύγχρονη βιομηχανική παραγωγή μεθανόλης έχει ως πρώτη ύλη το φυσικό αέριο. Η τελική αντίδραση της παραγωγής της δίνεται από την χημική εξίσωση:



Γ1. Σε δοχείο σταθερού όγκου 3 L εισάγονται 5 mol CO και 2 mol H_2 και το σύστημα καταλήγει σε ισορροπία σύμφωνα με την αντίδραση (1). Αν η απόδοση της αντίδρασης (1) στους $\theta^\circ\text{C}$ ισούται με $\alpha = 0,5$, να υπολογίσετε:

α. Τη σταθερά χημικής ισορροπίας της χημικής εξίσωσης (1)

(mol)	CO(g)	$+ 2\text{H}_2\text{(g)}$	$\leftrightarrow \text{CH}_3\text{OH(g)}$	$\Delta H = -130\text{kJ}$
αρχικά	5	2		
αντ/παρ	-x	-x	x	ελευθερ. Q_1
X.I	5-x	2-2x	x	

Σ

Λ

Το CO βρίσκεται σε περίσσεια άρα:

$$\alpha = \frac{\text{πρακτικά}}{\text{θεωρητικά}} = \frac{2x}{2} = x \Rightarrow x = 0,5$$

Σ

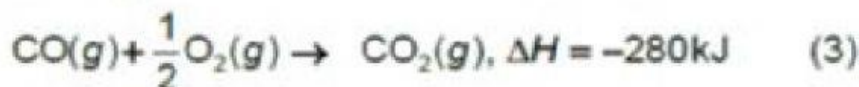
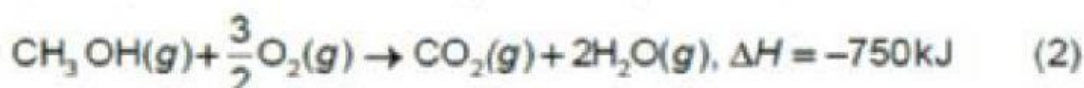
Λ

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^2} = \frac{\frac{0,5}{3}}{\frac{4,5}{3} \cdot \left(\frac{1}{3}\right)^2} = \frac{\frac{0,5}{3}}{\frac{4,5}{9}} = \frac{4,5}{4,5} \Rightarrow K_c = 1$$

Σ

Λ

β. Ένας μαθητής ισχυρίζεται ότι η ενέργεια που εκλύθηκε από το σύστημα μέχρι να φτάσει σε ισορροπία στο ερώτημα (α) είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια που εκλύεται από την καύση 11,2 L ισομοριακού μείγματος CO και H_2 προς CO_2 και H_2O . Δίνονται ενθαλπίες των αντιδράσεων:



Να εξηγήσετε αν ο ισχυρισμός του μαθητή είναι σωστός

Το ποσό της ενέργειας που εκλύθηκε από το (α) ερώτημα είναι:

$$Q_1 = 130x = 130 \cdot 0,5, \text{ άρα } Q_1 = 65 \text{ kJ}$$

Σ

Λ

$$V_{\text{μειγμ.}} = 11,2\text{L}, \text{ άρα } n_{\text{μειγμ.}} = \frac{V}{V_m} = \frac{11,2}{22,4} = 0,5\text{mol}$$

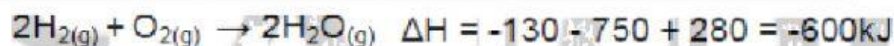
Αφού είναι ισομοριακό μείγμα τότε $n_{\text{CO}} = n_{\text{H}_2} = 0,25\text{mol}$

Σ

Λ

Με βάση τους νόμους της θερμοχημείας υπολογίζουμε το ΔH της αντίδρασης $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$ ΔH

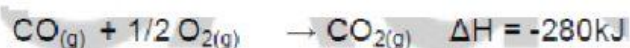
Αφήνω ως έχει τις 1 και 2 και αντιστρέφω την 3



Σ

Λ

Σύμφωνα με τους ισχυρισμούς του μαθητή η ενέργεια που εκλύθηκε είναι:



1 mol
0,25 mol

ελευθερώνει

280 kJ
 Q_2

$$Q_2 = 280 \cdot 0,25 = 70 \text{ kJ}$$

Σ

Λ



2 mol ελευθερώνουν 600 kJ

0,25 mol

Q_3

$$Q_3 = 600 \cdot \frac{0,25}{2} = 75 \text{ kJ}$$

Σ

Λ

Επομένως $Q_{\text{ολ}} = 70 + 75 = 145 \text{ kJ}$

Σ

Λ

Ο ισχυρισμός του μαθητή είναι λάθος

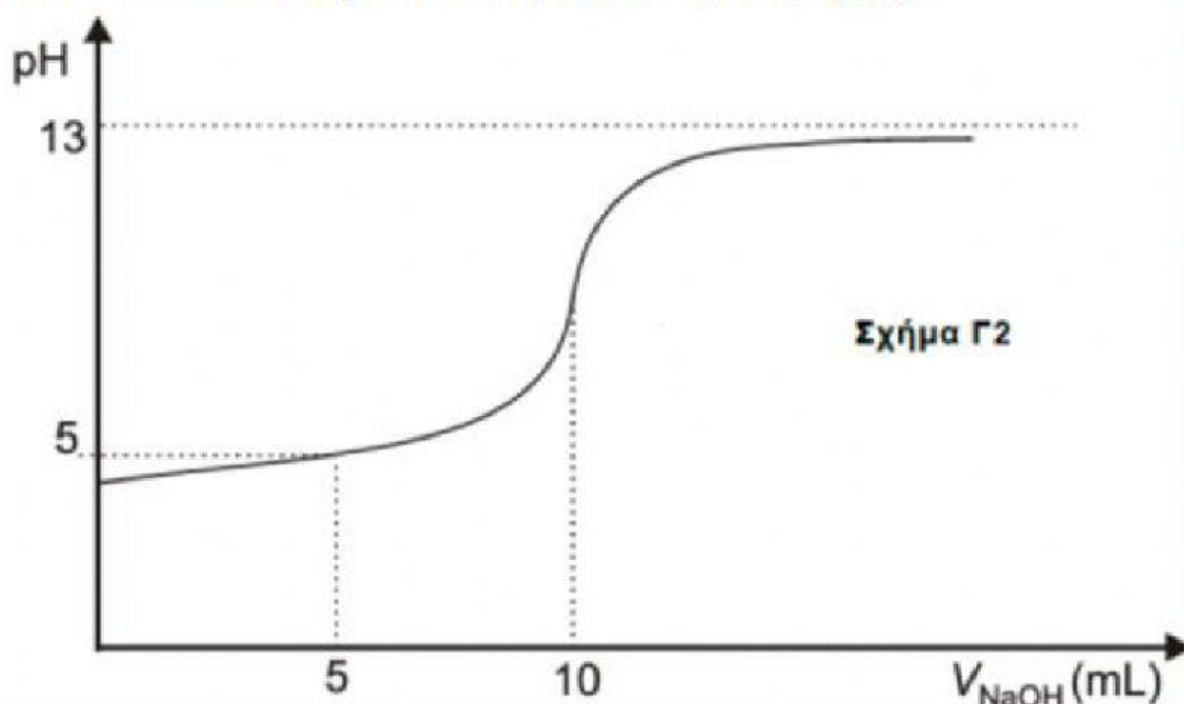
Σ

Λ

Γ2. Η μεθανόλη, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή οξικού οξέος (CH_3COOH), σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Μια βιομηχανία παρασκευάζει οξικό οξύ με την παραπάνω μέθοδο χρησιμοποιώντας μεθανόλη (CH_3OH) και περίσσεια μονοξειδίου του άνθρακα (CO). Όταν η αντίδραση φτάσει σε ισορροπία λαμβάνεται δείγμα από το μείγμα ισορροπίας. Από το δείγμα αφαιρείται με κατάλληλη μέθοδο το μονοξείδιο του άνθρακα. Η ποσότητα που απομένει (μεθανόλη και οξικό οξύ) ζυγίζει 0,68 g και διαλύεται σε νερό, οπότε παρασκευάζεται διάλυμα Δ1 όγκου 200 mL. Ποσότητα 20 mL από το Δ1 ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα καυστικού νατρίου (NaOH) και η καμπύλη ογκομέτρησης, που λαμβάνεται, δίνεται στο σχήμα Γ2, όπου στα 10 mL αντιστοιχεί το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης:



α. Να εξηγήσετε γιατί η συγκέντρωση του NaOH είναι 0,1 M

Στο τέλος της ογκομέτρησης υπάρχει πρότυπο διάλυμα NaOH και άλας CH_3COONa που προκύπτει από την εξουδετέρωση
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

☒ Σ ☒ Λ

Αφού $\text{pH} = 13$, τότε $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-13}\text{M}$, άρα $[\text{OH}^-] = 10^{-1}\text{M}$

☒ Σ ☒ Λ

Αφού το pH καθορίζεται από τον ισχυρό ηλεκτρολύτη τότε $C_{\text{NaOH}} = 0,1\text{M}$
 $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

☒ Σ ☒ Λ

β. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του οξικού οξέος (K_a) (να θεωρήσετε ότι η μεθανόλη δεν αντιδρά με το καυστικό νάτριο)

Στο μέσο της ογκομέτρησης ($V = 5\text{mL}$) είναι $\text{pH} = 5$ και έχει καταναλωθεί η μισή ποσότητα του CH_3COOH .

(mol)	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$			
αρχ.	n	n/2		
αντ./παρ.	-n/2	-n/2	n/2	
τελ.	n/2	-	n/2	

☒ Σ ☒ Λ

προκύπτει Ρ.Δ. με $C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = C_{\text{CH}_3\text{COONa}}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_a \cdot \frac{C_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{C_{\text{CH}_3\text{COONa}}} \Rightarrow K_a = 10^{-5}$$

Σ

Λ

γ. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης (4)

Στο Ι.Σ $n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = n_{\text{NaOH}}$

Σ

Λ

$$C_{\alpha\xi} \cdot V_{\alpha\xi} = C_{\beta} \cdot V_{\beta}$$

$$C_{\alpha\xi} \cdot 0,02 = 0,1 \cdot 0,01$$

$$C_{\alpha\xi} = 0,05\text{M}$$

Σ

Λ

άρα $n_{\alpha\xi} = 0,01\text{mol}$ και $m_{\alpha\xi} = 0,01 \cdot 60 = 0,6\text{g}$

Σ

Λ

$$m_{\text{μειν}} = m_{\alpha\xi} + m_{\text{μειν}} \Rightarrow 0,68 = 0,6 + m_{\text{μειν}}$$

$$\Leftrightarrow m_{\text{μειν}} = 0,08\text{g}$$

Σ

Λ

άρα στη Χ.Ι θα υπάρχουν

$$\frac{0,08}{32} = 0,0025\text{mol CH}_3\text{OH}$$

Σ

Λ

(mol)	$\text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$	$+$	$\text{CO}_{(g)}$	$\leftrightarrow$	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}$
αρχ.	n_1		n_2		-
αντ/παρ	-x		-x		x
τελ.	$n_1 - x$		$n_2 - x$		x

$$n_1 - x = 0,0025 \quad x = 0,01, \text{ άρα } n_1 = 0,0125\text{mol}$$

Σ

Λ

το CO βρίσκεται σε περίσσεια άρα η απόδοση είναι:

$$\alpha = \frac{x}{n_1} = \frac{0,01}{0,0125} = \frac{100}{125} = \frac{4}{5} = 0,8 \Rightarrow \alpha = 0,8 \text{ (80\%)}$$

Σ

Λ