

ΤΑΞΗ: Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ  
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΜΑΘΗΜΑ: ΧΗΜΕΙΑ

Ημερομηνία: Σάββατο 7 Ιανουαρίου 2023  
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

#### ΘΕΜΑ Α

- A1.γ.      A2.δ.      A3.β.      A4.β.  
A5. α. Λάθος, β. Λάθος, γ. Λάθος, δ. Σωστό, ε. Σωστό.

#### ΘΕΜΑ Β

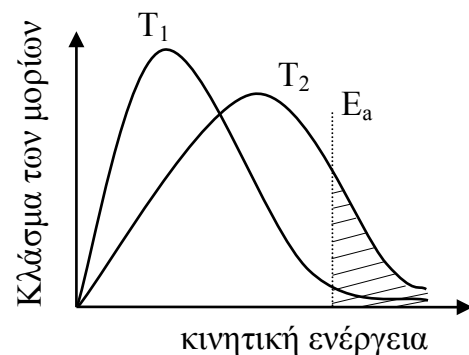
B1.

α → ii.

β Η  $E_a$  είναι η ελάχιστη τιμή ενέργειας, που πρέπει να έχουν τα μόρια των αντιδρώντων, ώστε να αντιδράσουν αποτελεσματικά κι εξαρτάται από την φύση των αντιδρώντων. Έτσι, δεν επηρεάζεται από την μεταβολή της θερμοκρασίας.

γ. Με την αύξηση της θερμοκρασίας το διάγραμμα (ii) που είναι το σωστό, μας δείχνει ότι: Όσο η θερμοκρασία αυξάνεται, τόσο η καμπύλη κατανομής μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Συνεπώς το εμβαδόν της γραμμοσκιασμένης επιφάνειας, δηλαδή ο αριθμός των μορίων που οδηγούνται σε αντίδραση, αυξάνεται. Δηλαδή μεγαλύτερος αριθμός αντιδρώντων μορίων θα έχει ενέργεια μεγαλύτερη από την  $E_a$ .

Έτσι, θα αυξηθεί ο αριθμός αποτελεσματικών συγκρούσεων/sec και θα αυξηθεί η ταχύτητα της αντίδρασης.



## B2.

A  $\longrightarrow$  γ.

B. Η μείωση του όγκου του δοχείου, αυξάνει την πίεση. Έτσι, η θέση χημικής ισορροπίας μετατοπίζεται αριστερά, ώστε να μειωθούν τα moles των αερίων κι έτσι να μειωθεί η πίεση σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνονται τα moles του  $\text{CO}_2$  και την χρονική στιγμή  $t_2$ , να αποκατασταθεί νέα χημική ισορροπία, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα.

## B3.

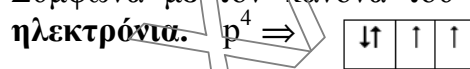
α. Για το άτομο του  ${}_8\text{O}$  η δομή είναι:  $1s^2 2s^2 2p^4$ . Το άτομο του οξυγόνου ανήκει στην 16<sup>η</sup> ομάδα και στην 2<sup>η</sup> περίοδο. Όλα τα στοιχεία που δίνονται ανήκουν στην 16<sup>η</sup> ομάδα και σε διαδοχικές περιόδους, άρα το στοιχείο τελλούριο, ανήκει στην 5<sup>η</sup> περίοδο.

Έτσι, το τελλούριο θα έχει δομή  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^4$ .

Άρα **Z=52**.

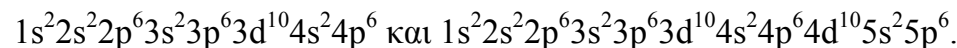
β. Τα μονήρη ηλεκτρόνια βρίσκονται μόνο στις υποστοιβάδες που δεν είναι συμπληρωμένες κι έτσι στη θεμελιώδη κατάσταση, σε όλα αυτά τα άτομα τα μονήρη ηλεκτρόνια βρίσκονται σε υποστοιβάδα με δομή  $p^4$  που δεν είναι συμπληρωμένη.

Σύμφωνα με τον κανόνα του Hund, σε κάθε στοιχείο υπάρχουν **2 μονήρη ηλεκτρόνια**.



γ. Ηλεκτρόνια με  $m_l = +2$  στη θεμελιώδη κατάσταση, στο άτομο του τελλουρίου υπάρχουν στις υποστοιβάδες 3d και 4d και στο τροχιακό τους με  $m_l = +2$ . Επειδή οι υποστοιβάδες 3d και 4d είναι συμπληρωμένες, υπάρχουν 2 ηλεκτρόνια σε κάθε τροχιακό, άρα συνολικά **4 ηλεκτρόνια**.

δ. Τα ιόντα αυτά έχουν ηλεκτρονιακή δομή αντίστοιχα:



Έχουν το ίδιο δραστικό πυρηνικό φορτίο και το  $\text{Te}^{2-}$  που έχει μια στοιβάδα παραπάνω, θα έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το  $\text{Se}^{2-}$ .

ε. Τα μόρια αυτών των υδριδίων είναι δίπολα αφού είναι μη γραμμικά μόρια και περιέχουν πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς. Έτσι, μεταξύ αυτών των μορίων ασκούνται δυνάμεις διασποράς και διπόλου-διπόλου. Ειδικά στην περίπτωση του  $\text{H}_2\text{O}$  υπάρχουν επιπλέον και δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του, που είναι σημαντικά ισχυρότεροι σε σχέση με τις δυνάμεις διασποράς και διπόλου-διπόλου.

Έτσι, συγκρίνουμε τις διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων  $H_2S$ ,  $H_2Se$ ,  $H_2Te$ , που είναι και στα τρία μόρια δυνάμεις διασποράς και διπόλου-διπόλου και προκύπτει ότι: Επειδή στην ίδια ομάδα προς τα κάτω η  $A_r$  αυξάνεται θα ισχύει:  $M_r H_2Te > M_r H_2Se > M_r H_2S$ . Άρα υπάρχει μεγαλύτερη πολωσιμότητα στο μόριο  $H_2Te$ , αρκετά ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς και συνολικά ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις. Άρα η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων είναι:  $H_2Te > H_2Se > H_2S$  κι αντίστοιχα τα σημεία βρασμού είναι:



Στην περίπτωση του  $H_2O$  εκτός από δυνάμεις διασποράς και διπόλου-διπόλου υπάρχουν επιπλέον και δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του και σ' αυτή την περίπτωση συνολικά οι διαμοριακές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων του  $H_2O$ , είναι ισχυρότερες από τις διαμοριακές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των άλλων μορίων των υδριδίων. Έτσι τελικά ισχύει για τα σημεία βρασμού ισχύει:  $H_2O > H_2Te > H_2Se > H_2S$ .

### ΘΕΜΑ Γ

#### Γ1.

Το  $NaBr$  είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης κι έτσι στο υδατικό του διάλυμα λόγω διάστασης μετατρέπεται πλήρως σε ιόντα  $Na^+$  και  $Br^-$ .

Σύμφωνα με τον νόμο Van't Hoff ισχύει  $\Pi = icRT$  όπου,  $i$  είναι ο συντελεστής Van't Hoff. Στην περίπτωση του  $NaBr$   $i=2$ , καθώς από κάθε mol  $NaBr$  προκύπτουν λόγω διάστασης δύο mol ιόντων.

mol/L	$NaBr$	$\rightarrow$	$Na^+$	+	$Br^-$
αρχικά	0,01		-		-
τελικά	0		0,01		0,01

Έτσι, για το υδατικό διάλυμα του  $NaBr$  ισχύει  $\Pi_2 = 0,02RT$ , ενώ για το υδατικό διάλυμα της ουρίας ισχύει  $\Pi_1 = c_1RT$ .

Αφού τα διαλύματα είναι ισοτονικά στην ίδια θερμοκρασία ισχύει:

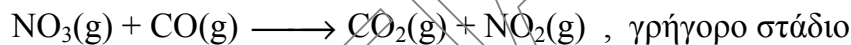
$$\Pi_1 = \Pi_2 \Rightarrow c_1RT = 0,02RT \Rightarrow c_1 = 0,02M. \text{ Άρα :}$$

στο 1L διαλύματος ουρίας περιέχονται 1,2g ουρίας, που αντιστοιχούν σε 0,02mol.

$$n_{ουρίας} = \frac{m}{M_r} \Leftrightarrow M_r = \frac{m}{n} = \frac{1,2g}{0,02g/mol} \Leftrightarrow M_r = 60.$$

Γ2.

- α. Όπως προκύπτει από τα δεδομένα της άσκησης: Η ταχύτητα της αντίδρασης δεν εξαρτάται από την συγκέντρωση του  $\text{CO}(\text{g})$ . Άρα η αντίδραση είναι μηδενικής τάξης ως προς  $\text{CO}$ . Αντίθετα όταν η συγκέντρωση του  $\text{NO}_2(\text{g})$  διπλασιάζεται η ταχύτητα της αντίδρασης τετραπλασιάζεται. Άρα η αντίδραση είναι δεύτερης τάξης ως προς  $\text{NO}_2$ . Επομένως ο νόμος της ταχύτητας είναι:  $v=k[\text{NO}_2]^2$ .
- β. Επειδή το αργό στάδιο του μηχανισμού καθορίζει τον νόμο της ταχύτητας οι ουσίες που θα βρίσκονται στα αντιδρώντα και οι συντελεστές τους στο 1<sup>ο</sup> στάδιο, πρέπει να συμφωνούν με το νόμο ταχύτητας. Όταν προσθέτουμε τα δύο στάδια πρέπει να προκύπτει η συνολική χημική εξίσωση της αντίδρασης. Άρα ένας πιθανός μηχανισμός είναι:



Συνολική χημική εξίσωση της αντίδρασης:



γ.

mol	$\text{CO}(\text{g})$	$+$	$\text{NO}_2(\text{g})$	$\rightarrow$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$+$	$\text{NO}(\text{g})$ ,	$\Delta H$
αρχικά	x		2		-		-	
μεταβολή	- ω		-ω		ω		ω	1 mol CO εκλύει $-\Delta H$ KJ ω mol CO εκλύουν Q KJ
t	x-ω		2-ω		ω		ω	Άρα εκλύονται $-\Delta H \cdot \omega$ KJ

$$v=k[\text{NO}_2]^2 \Rightarrow 0,05 = 0,8 \left( \frac{2-\omega}{2} \right)^2 \Rightarrow \frac{0,05 \cdot 4}{0,8} = (2-\omega)^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4} = (2-\omega)^2 \Rightarrow \omega = 1,5.$$

$$\text{Άρα } \omega|\Delta H|=330 \Rightarrow 1,5|\Delta H|=330 \Rightarrow |\Delta H|=220\text{KJ} \Rightarrow \Delta H=-220\text{KJ}.$$

Γ3.

- α1.** Τα ένζυμα παρουσιάζουν πολύ μεγάλη εξειδίκευση στην δράση τους και είναι πολύ πιο αποτελεσματικά από τους συνηθισμένους καταλύτες.
- α2.** Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι κάθε μια ώρα η περιεκτικότητα αιθανόλης στο αίμα μειώνεται κατά  $0,1\text{g/L}$ . Δηλαδή υπάρχει σταθερός ρυθμός μείωσης. Άρα θα χρειαστούν συνολικά 8 ώρες για να φτάσει η περιεκτικότητα στο αίμα του νέου στο νόμιμο όριο οδήγησης των  $0,5\text{g/L}$ .
- β1.** Όπως αναφέραμε παραπάνω προκύπτει ότι υπάρχει σταθερός ρυθμός μείωσης της περιεκτικότητας της αιθανόλης στο αίμα. Άρα η ταχύτητα της αντίδρασης μετατροπής της αιθανόλης σε προϊόντα είναι σταθερή κι αυτό σημαίνει ότι είναι αντίδραση **μηδενικής τάξης**.
- β2.** Ο νόμος της ταχύτητας είναι:  $v=k$  κι οι μονάδες της σταθεράς  $k$  είναι  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ .
- β3.** Σωστό είναι το διάγραμμα **(i)** γιατί δείχνει ότι η ταχύτητα της αντίδρασης παραμένει σταθερή με τον χρόνο.

**ΘΕΜΑ Δ**

Δ1.

- α.** Το  $\text{CH}_4(\text{g})$  είναι μη δίπολο μόριο λόγω γεωμετρίας και δεν διαλύεται στο υγρό  $\text{H}_2\text{O}$  που είναι δίπολο μόριο και σχηματίζει μεταξύ των μορίων του και δεσμούς υδρογόνου.
- β.** Επειδή γίνεται μεταβολή φυσικής κατάστασης τα μόρια του  $\text{H}_2\text{O}$  δεν καταστρέφονται κι έτσι οι ομοιοπολικοί δεσμοί (α) διατηρούνται. Αντίθετα καταστρέφονται ορισμένοι από τους δεσμούς υδρογόνου (β) που είναι πολύ ασθενέστεροι από τους ομοιοπολικούς δεσμούς. Έτσι, αυξάνεται η κινητικότητα των μορίων του  $\text{H}_2\text{O}$  και ο πάγος γίνεται υγρό.

**Άρα διασπώνται οι δεσμοί (β).**

- γ.** Το μόριο του  $\text{CH}_4$  περιέχει 4 ομοιοπολικούς δεσμούς, ανάμεσα στο άτομο C και στα άτομα του H, επομένως ο C έχει υβριδισμό  $sp^3$ .  
Κάθε δεσμός C-H γίνεται με επικάλυψη τροχιακών  $sp^3$ -s.
- δ.** Το  $\text{CH}_4$  και το  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  είναι μη δίπολα μόρια κι έτσι μεταξύ των μορίων τους ασκούνται δυνάμεις διασποράς. Ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς υπάρχουν μεταξύ των μορίων  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  λόγω μεγαλύτερης σχετικής μοριακής μάζας. Έτσι, αυξάνεται η πολωσιμότητα των μορίων του σε σχέση με το  $\text{CH}_4$ . Ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις σημαίνει μεγαλύτερο σημείο βρασμού, άρα το  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

υγροποιείται σε μεγαλύτερη θερμοκρασία δηλαδή πιο εύκολα. **Επομένως η απάντηση του μαθητή είναι λανθασμένη γιατί υγροποιείται πιο εύκολα το C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>.**

**Δ2.**

**α)**  $\Delta H^\circ = \Sigma \Delta H^\circ_f(\text{προϊόντων}) - \Sigma \Delta H^\circ_f(\text{αντιδρώντων}) = -395 + 2(-285) - (-75) = -890 \text{ KJ}$ .

**β)** Σωστό το (iii), γιατί σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, με την αύξηση της θερμοκρασίας εννοείται η ενδόθερμη μεταβολή προς τα δεξιά και με μείωση της πίεσης (με αύξηση του όγκου του δοχείου), εννοείται πάλι η μεταβολή προς τα δεξιά. Το θεωρητικό ποσό του CH<sub>4</sub> παραμένει σταθερό ενώ το πρακτικό ποσό αυξάνεται, άρα αυξάνεται η απόδοση.

**Δ3**

**α)** i. Ο τύπος της K<sub>c</sub> της ισορροπίας είναι:  $K_c = [\text{CH}_4]$ .

ii. Η K<sub>c</sub> εξαρτάται μόνο από την θερμοκρασία. Επομένως με αύξηση της θερμοκρασίας η θέση ισορροπίας μετατοπίζεται δεξιά προς την ενδόθερμη μεταβολή κι έτσι αυξάνεται η τιμή της K<sub>c</sub>, αφού  $K_c = [\text{CH}_4]$ .

**β)** Σωστό το (iii), αφού  $K_c = [\text{CH}_4] = \text{σταθερή}$ , αφού η θερμοκρασία είναι η ίδια σε κάθε δοχείο.

**Δ4.**

**α.** Στην χημική ισορροπία υπάρχουν:

$$n_c = \frac{m}{M_r} = \frac{0,6 \text{ g}}{12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \Leftrightarrow n_c = 0,05 \text{ mol}, \quad n_{\text{H}_2} = \frac{m}{M_r} = \frac{0,4 \text{ g}}{2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \Leftrightarrow n_{\text{H}_2} = 0,2 \text{ mol}$$

mol	C(s)	+ 2H <sub>2</sub> (g)	$\rightleftharpoons$	CH <sub>4</sub> (g)
αρχικά	x	ψ		
μεταβολή	-ω	-2ω		ω
ισορροπία	x-ω	ψ-2ω		ω

Στη χημική ισορροπία ισχύουν:  $x-\omega=0,05$  και  $\psi-2\omega=0,2$ .

$$K_c = \frac{[\text{CH}_4]}{[\text{H}_2]^2} = 25 \Rightarrow \frac{\omega}{\left(\frac{0,2}{20}\right)^2} = 25 \Rightarrow \omega = 0,05.$$

οπότε προκύπτουν:  $\chi=0,1$  και  $\psi=0,3$ .

i.  $m_{CH_4} = \omega \cdot 16g = 0,05 \cdot 16g = 0,8g CH_4$ .

ii.  $m_C = \chi \cdot 12g = 1,2g C$ .

$$m_{H_2} = \psi \cdot 2g = 0,3 \cdot 2g = 0,6g H_2.$$

iii.  $\alpha = \frac{\text{πρακτικό}}{\text{θεωρητικό}} = \frac{0,05 \text{ mol } CH_4}{0,1 \text{ mol } CH_4} = 0,5$  ή 50%.

β. Τα moles C που προσθέτουμε είναι  $n_C = \frac{m}{M_r} = \frac{1,2g}{12 \frac{g}{mol}} \Leftrightarrow n_C = 0,1 \text{ mol}$ .

Άρα τα συνολικά moles C που έχουμε βάλει στο δοχείο είναι 0,2mol C.

Η θέση χημικής ισορροπίας δεν θα μετατοπιστεί γιατί δεν μεταβλήθηκε κανείς από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση χημικής ισορροπίας, επειδή ο στερεός άνθρακας, όπως όλα τα στερεά, έχουν σταθερή συγκέντρωση ανεξάρτητη από την ποσότητά τους.

**Η απόδοση όμως θα μειωθεί** γιατί αλλάζει το περιοριστικό αντιδρών και τώρα το θεωρητικό ποσό του  $CH_4$ , υπολογίζεται με βάση το  $H_2$ .

$$\alpha' = \frac{\text{πρακτικό}}{\text{θεωρητικό}} = \frac{0,05 \text{ mol } CH_4}{0,15 \text{ mol } CH_4} = \frac{1}{3} \text{ ή } 33,3\%$$

γ. Οι δύο μαθητές Α και Β έβαλαν στο δοχείο:

$$n_{CH_4} = \frac{m}{M_r} = \frac{1,6g}{16 \frac{g}{mol}} \Leftrightarrow n_{CH_4} = 0,1 \text{ mol} \quad , \quad n_{H_2} = \frac{m}{M_r} = \frac{2g}{2 \frac{g}{mol}} \Leftrightarrow n_{H_2} = 1 \text{ mol}$$

**Σωστή πρόβλεψη έκανε ο μαθητής Β**, γιατί με υπολογισμό του  $Q_c$  προκύπτει

$$\text{ότι: } Q_c = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2} = \frac{0,1}{\left(\frac{1}{20}\right)^2} = 2 < K_c.$$

Δηλαδή η τάση της αντίδρασης:  $C(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g)$  είναι να εκδηλωθεί προς τα δεξιά, επειδή όμως δεν υπάρχει καθόλου άνθρακας (C), αυτό είναι αδύνατο. Επίσης, θερμοδυναμικά είναι αδύνατο να εκδηλωθεί η αντίδραση προς τ'αριστερά επειδή  $Q_c < K_c$ . Άρα δεν θα πραγματοποιηθεί καμία αντίδραση και δεν θα αποκατασταθεί χημική ισορροπία.