



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το υλικό αναρτάται με σκοπό να αποτελέσει μια πρακτική και ουσιαστική βοήθεια για τους μαθητές και για τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς σε αυτές τις ιδιαίτερα κρίσιμες στιγμές που περνά η πατρίδα μας.

Το συγκεκριμένο αρχείο θα εμπλουτίζεται συνεχώς με νέο υλικό για τη Γ' Λυκείου, ώστε να διευκολύνει την επαφή των μαθητών με την Χημεία και την επανάληψη. Τα αρχεία τα οποία θα αναρτηθούν θα εμπεριέχουν υλικό που θα αφορά ξεχωριστά κάθε κεφάλαιο της Γ' Λυκείου.

Τα θέματα που παρουσιάζονται παρακάτω έχουν επιμεληθεί οι συνάδελφοι:

1. Αποστολάτος Ηλίας (Α.Η)
2. Κουτσομπόγερρας Παναγιώτης (Κ.Π)
3. Λιόλιος Πασχάλης (Λ.Π)
4. Μελιδωνέας Γεώργιος (Μ.Γ)
5. Τσαφόγιαννος Ηλίας (Τ.Η)
6. Τσιομλεκτσής Αλέξανδρος (Τ.Α)
7. Χριστοπούλου Στέλλα (Χ.Σ)
8. Χρονάκης Αντώνιος (Χ.Α)

Δίπλα από την αρίθμηση κάθε ερώτησης υπάρχουν τα αρχικά των παραπάνω συναδέλφων.

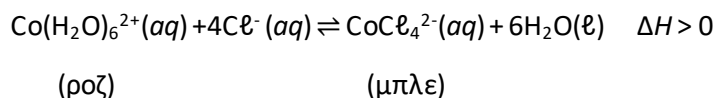
❖ Επιστημονικός έλεγχος επαναληπτικού εκπαιδευτικού υλικού και τήρησης των προδιαγραφών: ΧΡΟΝΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

4.1 (Α.Η)

Σε ένα υδατικό διάλυμα έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

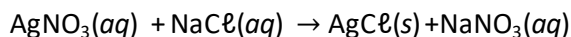


Με ποια από τις ακόλουθες μεταβολές το διάλυμα θα αποκτήσει μπλε χρώμα:

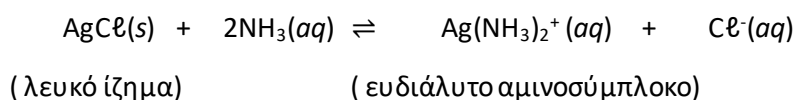
- α. ψύξη του διαλύματος
- β. προσθήκη αφυδατικής ουσίας
- γ. προσθήκη νιτρικού αργύρου
- δ. αύξηση της πίεσης στο δοχείο

4.2 (Α.Η)

Σε διάλυμα NaCl 1M προσθέτω σταγόνες διαλύματος AgNO₃ οπότε καταβυθίζεται λευκό ίζημα AgCl(s) σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Στο μίγμα προσθέτουμε πυκνό διάλυμα NH₃ ώστε να διαλυθεί ένα μέρος του ιζήματος σύμφωνα με την ισορροπία:



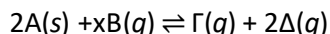
Χωρίζω το περιεχόμενο του δοκιμαστικού σωλήνα σε δύο μέρη και επιδρώ στο ένα μέρος (Α) με διάλυμα HCl 1M και στο άλλο (Β) με διάλυμα NaCl 1M (ίσος αριθμός σταγόνων). Τότε θα ισχύει:

- α. στο σωλήνα (Α) θα έχω παραγωγή νέας ποσότητας λευκού ιζήματος ενώ στο σωλήνα (Β) θα έχω διάλυση ενός μέρους του αρχικού ιζήματος.
- β. η ισορροπία θα μετατοπιστεί στον ίδιο βαθμό προς τα αριστερά και στους δυο σωλήνες (Α) και (Β) οπότε θα έχω παραγωγή ίσης ποσότητας λευκού ιζήματος.
- γ. η ισορροπία θα μετατοπιστεί και στους δυο σωλήνες προς τα αριστερά όμως στο σωλήνα (Α) περισσότερο από το (Β) οπότε θα παραχθεί περισσότερη ποσότητα λευκού ιζήματος.
- δ. η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά μόνο στο σωλήνα (Α) ενώ στο (Β) θα μετατοπιστεί δεξιά οπότε θα διαλυθεί ένα μέρος του λευκού ιζήματος.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.3 (Α.Η)

Σε κλειστό δοχείο με έμβολο όγκου 2 L έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

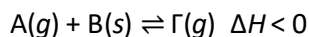


και η πίεση στο δοχείο είναι ίση με ψ atm. Ο όγκος του δοχείου αυξάνεται στα 4 L υπό σταθερή θερμοκρασία και η πίεση στο δοχείο σταθεροποιείται στην τιμή $\psi/2$ atm. Ο στοιχειομετρικός συντελεστής x είναι ίσος με:

- α. 1
- β. 2
- γ. 3
- δ. 4

4.4 (Α.Η)

Σε κλειστό δοχείο βρίσκονται σε κατάσταση ισορροπίας 2 mol A, 1 mol B και 2 mol Γ σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

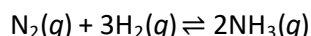


Μεταβάλλεται ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας οπότε στη τελική κατάσταση ισορροπίας που αποκαθίσταται βρέθηκε ότι περιέχονται 2,5 mol Γ. Η μεταβολή που έχει πραγματοποιηθεί είναι:

- α. αύξηση θερμοκρασίας
- β. αφαίρεση ποσότητας Γ
- γ. προσθήκη ποσότητας Γ
- δ. αφαίρεση ποσότητας B

4.5 (Α.Η)

Σε ένα δοχείο περιέχεται σε ισορροπία μείγμα N_2 , H_2 και NH_3 σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



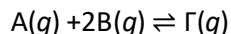
και ασκεί πίεση 50 atm. Αν διπλασιάσουμε τον όγκο του δοχείου διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία, τότε η τελική πίεση στο δοχείο μπορεί να έχει την τιμή:

- α. 25 atm
- β. 40 atm
- γ. 50 atm
- δ. 70 atm

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.6 (Α.Η)

Δίνεται η ισορροπία:



Προσθέτουμε σε κενό δοχείο ίσο αριθμό mol A και Γ και καθόλου B. Στην ισορροπία θα έχουμε οπωσδήποτε:

α. $[A] = [\Gamma]$

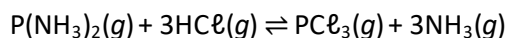
β. $[B] = [\Gamma]$

γ. $[B] < [\Gamma]$

δ. $[A] > [\Gamma]$

4.7 (Α.Η)

Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



Μειώνουμε τον όγκο του δοχείου της ισορροπίας, υπό σταθερή θερμοκρασία. Πως θα μεταβληθεί η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά (v_1) και η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά (v_2) με τη μείωση του όγκου του δοχείου;

α. Η v_1 θα αυξηθεί και η v_2 θα μειωθεί

β. Η v_2 θα αυξηθεί και η v_1 θα μειωθεί

γ. Και οι δύο ταχύτητες θα αυξηθούν αλλά θα παραμείνουν ίσες

δ. Και οι δύο ταχύτητες θα παραμείνουν αμετάβλητες

4.8 (Α.Η)

Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:



Μειώνουμε τον όγκο του δοχείου, υπό σταθερή θερμοκρασία και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην οποία:

α. η ποσότητα του $PbCO_3(s)$ θα είναι μικρότερη σε σχέση με την αρχική ισορροπία

β. η ποσότητα του $PbO(s)$ θα είναι μικρότερη σε σχέση με την αρχική ισορροπία

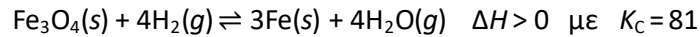
γ. οι ποσότητες των δύο στερεών της ισορροπίας δεν θα μεταβληθούν

δ. η συγκέντρωση του CO_2 θα έχει μειωθεί

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.9 (A.Η)

Σε φούρνο σταθερού όγκου V και ορισμένης θερμοκρασίας $\theta^\circ\text{C}$ τοποθετούμε α mol $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$ και α mol $\text{H}_2(\text{g})$ οπότε γίνεται η αντίδραση:



Η απόδοση της αντίδρασης είναι :

α. 50 %

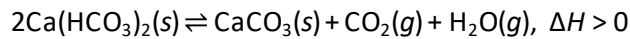
β. 75 %

γ. 25 %

δ. 80 %

4.10 (A.Η)

Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται ποσότητα $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{s})$ και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:



α. Αν αφαιρέσω μικρή ποσότητα $\text{CaCO}_3(\text{s})$ υπό σταθερή θερμοκρασία, η ποσότητα του $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2(\text{s})$ θα μειωθεί. Θεωρούμε ότι τα στερεά στο δοχείο καταλαμβάνουν αμελητέο όγκο.

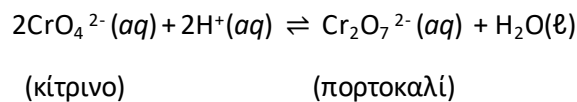
β. σε κάθε χρονική στιγμή στο δοχείο οι ποσότητες (μάζες) του $\text{CO}_2(\text{g})$ και $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ είναι ίσες.

γ. Ελάττωση της θερμοκρασίας στο δοχείο θα αυξήσει την τιμή της K_c της δοθείσας χημικής εξίσωσης.

δ. η K_c της δοθείσας χημικής εξίσωσης έχει μονάδες mol^2/L^2 .

4.11 (A.Η)

Σε υδατικό διάλυμα αποκαθίσταται η ισορροπία:



Ποια από τις παρακάτω χημικές ουσίες όταν προστεθεί με σταθερή τη θερμοκρασία και τον όγκο στο παραπάνω σύστημα ισορροπίας, θα έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της συγκέντρωσης του $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

α. KOH

β. HCl

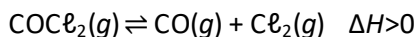
γ. K_2CrO_4

δ. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.12 (Α.Η)

Σε δοχείο όγκου V περιέχονται χ mol $\text{COCl}_2(g)$, ψ mol $\text{CO}(g)$, ω mol $\text{Cl}_2(g)$ σε χημική ισορροπία σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

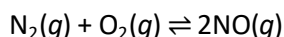


Αν στο παραπάνω μίγμα προστεθεί επιπλέον αέριο μίγμα που περιέχει χ mol $\text{COCl}_2(g)$, ψ mol $\text{CO}(g)$, ω mol Cl_2 ($\theta = \text{σταθερή}$, $V = \text{σταθερός}$) τότε:

- α. δεν θα έχουμε μετατόπιση χημικής ισορροπίας
- β. η χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί αριστερά
- γ. η χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί δεξιά
- δ. δεν επαρκούν τα δεδομένα για να βρούμε προς τα πού μετατοπίζεται

4.13 (Μ.Γ)

Σε κενό δοχείο εισάγονται 1 mol N_2 και 2 mol O_2 τα οποία αντιδρούν σε υψηλή θερμοκρασία, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Αν n είναι ο αριθμός mol του NO που θα υπάρχουν στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας, τότε:

- α. $n < 2$
- β. $n = 2$
- γ. $n = 4$
- δ. $2 < n \neq 4$

4.14 (Μ.Γ)

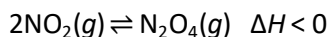
Για την απόδοση α μιας αμφίδρομης αντίδρασης ισχύει:

- α. έχει μονάδες μέτρησης που εξαρτώνται από τη μορφή της χημικής εξίσωσης
- β. αυξάνεται με άνοδο της θερμοκρασίας
- γ. $\alpha \leq 1$
- δ. είναι ίση με το ποσοστό μετατροπής του αντιδρώντος που δεν βρίσκεται σε περίσσεια

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.15 (Μ.Γ)

Σε δοχείο όγκου V και σε θερμοκρασία θ °C έχει αποκατασταθεί η ισορροπία που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



Το διπλανό διάγραμμα δείχνει τις καμπύλες αντίδρασης για τα δύο αέρια της ισορροπίας.

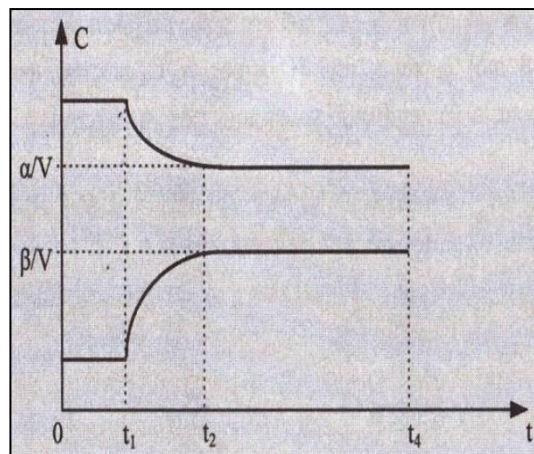
Τη χρονική στιγμή t_1 :

α. μεταβάλλαμε τον όγκο του δοχείου

β. αυξήσαμε τη θερμοκρασία

γ. προσθέσαμε ποσότητα $\text{NO}_2(g)$

δ. ελαττώσαμε τη θερμοκρασία



4.16 (Μ.Γ)

Η σταθερά χημικής ισορροπίας K_c έχει μονάδες μέτρησης οι οποίες εξαρτώνται από τη μορφή της χημικής εξίσωσης, όμως αυτές συνήθως παραλείπονται για απλούστευση. Σε μια αμφίδρομη αντίδραση που πραγματοποιείται σε δοχείο μεταβλητού όγκου, οι υπολογισμοί για την K_c οδήγησαν σε αριθμητικό αποτέλεσμα χωρίς μονάδα μέτρησης. Συνεπώς μια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σίγουρα σωστή:

α. οι υπολογισμοί είναι λανθασμένοι, αφού η K_c έχει πάντα μονάδα μέτρησης.

β. μεταβάλλοντας τον όγκο του δοχείου, η χημική ισορροπία δεν διαταράσσεται.

γ. η χημική ισορροπία είναι σίγουρα ομογενής.

δ. μεταβάλλοντας τον όγκο του δοχείου, η πίεση παραμένει σταθερή.

4.17 (Μ.Γ)

Για την αντίδραση εστεροποίησης μεταξύ αιθανόλης και αιθανικού οξέος δίνεται ότι $K_c = 4$. Σε δοχείο που έχει προθερμανθεί σε σταθερή θερμοκρασία, εισάγονται 0,05 mol αιθανικού οξέος, 0,05 mol αιθανόλης, 0,1 mol αιθανικού αιθυλεστέρα, 0,1 mol νερού και λίγο θειικό οξύ. Η τελική ποσότητα (σε mol) του εστέρα είναι:

α. 0,20

β. 0,15

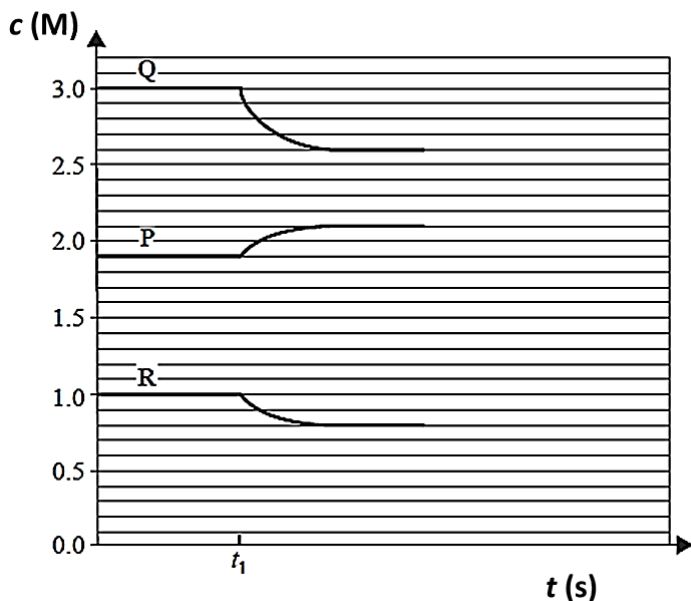
γ. 0,10

δ. 0,05

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.18 (Τ.Η)

Το ακόλουθο γράφημα συγκέντρωσης-χρόνου αναφέρεται σε ένα μίγμα τριών αερίων, P, Q και R, σε ένα κλειστό δοχείο 5,0 L. Κατά το χρόνο t_1 το μίγμα θερμαίνεται.



Η αντίδραση που εκφράζει είναι:

α. $P(g) \rightleftharpoons 2Q(g) + R(g)$ και η αντίδραση είναι εξώθερμη

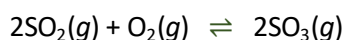
β. $2Q(g) \rightleftharpoons P(g) + R(g)$ και η αντίδραση είναι ενδόθερμη

γ. $2Q(g) + R(g) \rightleftharpoons P(g)$ και η αντίδραση είναι εξώθερμη

δ. $P(g) + 2Q(g) \rightleftharpoons R(g)$ και η αντίδραση είναι ενδόθερμη

4.19 (Τ.Η)

Σε δοχείο σταθερού όγκου διοχετεύονται 4 mol SO_2 και 1 mol O_2 οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:

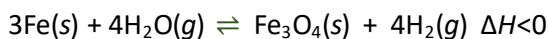


Η ποσότητα του SO_3 στη ισορροπία θα είναι

- α. 5 mol
- β. 4 mol
- γ. 2 mol
- δ. μικρότερη από 2 mol

4.20 (Τ.Η)

Σε κλειστό δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία



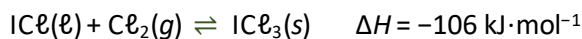
Προκειμένου να αυξήσουμε την ποσότητα του Fe χωρίς να αυξήσουμε την μάζα του συστήματος μπορούμε:

- α. να προσθέσουμε ποσότητα Fe_3O_4
- β. να αυξήσουμε τον όγκο του δοχείου
- γ. να προσθέσουμε ποσότητα H_2
- δ. να αυξήσουμε την θερμοκρασία

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.21 (Τ.Η)

Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία

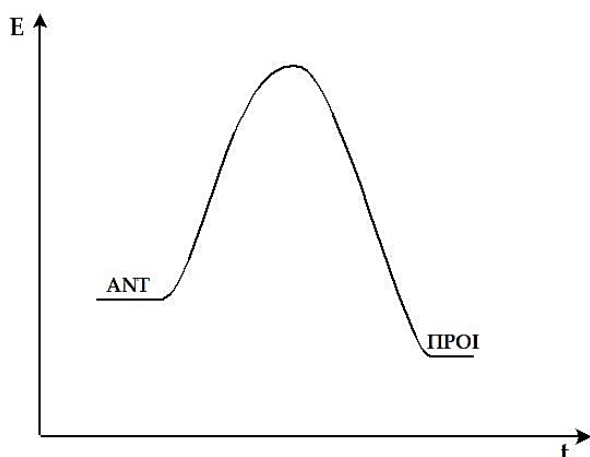


Ποια από τις παρακάτω αλλαγές θα προκαλέσει την αύξηση της αναλογίας του στερεού στο παραπάνω μίγμα ισορροπίας;

- α. αύξηση θερμοκρασίας και ταυτόχρονα ελάττωση της πίεσης
- β. ελάττωση θερμοκρασίας και ταυτόχρονα αύξηση της πίεσης
- γ. προσθήκη $\text{ICl}(\ell)$
- δ. προσθήκη καταλύτη

4.22 (Τ.Η)

Σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



Στη θέση της χημικής ισορροπίας αυξάνεται η θερμοκρασία και αποκαθίσταται νέα ισορροπία.

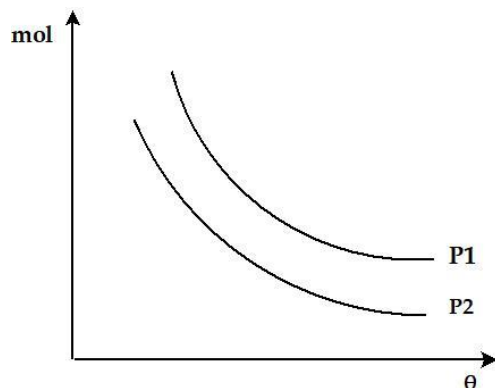
Ποιο από τα παρακάτω ισχύει:

- α. Η ποσότητα του NO αυξάνεται
- β. τα συνολικά mol αυξάνονται
- γ. η ποσότητα του NO αυξάνεται
- δ. η ποσότητα του H_2O ελαττώνεται

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.23 (Τ.Η)

Σε δοχείο μεταβλητού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία



Η παραπάνω καμπύλη δείχνει την μεταβολή των mol ενός εκ των σωμάτων της αντίδρασης σε συνάρτηση της θερμοκρασίας σε διαφορετικές τιμές της πίεσης. Για ποιο σώμα πρόκειται και ποια μεταβολή έχει επέλθει στη πίεση:

- α. είναι το SO_2 και $P_1 > P_2$
- β. είναι το SO_2 και $P_1 < P_2$
- γ. είναι το SO_3 και $P_1 > P_2$
- δ. είναι το SO_3 και $P_1 < P_2$

4.24 (Τ.Η)

Σε δοχείο μεταβλητού όγκου και σε θερμοκρασία $\theta^\circ \text{C}$ έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:



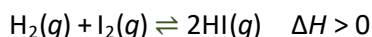
Κάποια χρονική στιγμή t αυξάνεται ο όγκος του δοχείου με σταθερή θερμοκρασία και αποκαθίσταται νέα ισορροπία. Ποιο από τα παρακάτω ισχύει:

- α. η συγκέντρωση του CaO αυξάνεται
- β. η συγκέντρωση του CaCO_3 ελαττώνεται
- γ. η συγκέντρωση του CO_2 αυξάνεται
- δ. η συγκέντρωση του CO_2 παραμένει σταθερή

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.25 (Τ.Η)

Σε δοχείο μεταβλητού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

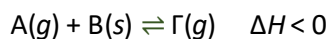


Αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία και ταυτόχρονα ελαττωθεί ο όγκος του δοχείου στη νέα θέση ισορροπίας που θα αποκατασταθεί:

- α. τα mole του H_2 δεν μεταβάλλονται
- β. τα mole του I_2 αυξάνονται
- γ. η ολική πίεση αυξάνεται
- δ. η απόδοση παράγωγης του HI ελαττώνεται

4.26 (Τ.Η)

Σε κλειστό δοχείο βρίσκονται σε κατάσταση ισορροπίας 1 mol A, 1 mol B και 2 mol Γ σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Μεταβάλλεται ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας οπότε στην τελική κατάσταση ισορροπίας που αποκαθίσταται βρέθηκε ότι περιέχονται 2,5 mol Γ.

Ποια από τις παρακάτω μεταβολές έχει πραγματοποιηθεί:

- α. αύξηση θερμοκρασίας
- β. αφαίρεση ποσότητας Γ
- γ. προσθήκη ποσότητας Γ
- δ. προσθήκη ποσότητας B

4.27 (Τ.Η)

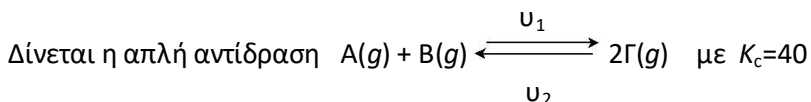
Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία: $\text{A}(g) + \text{B}(s) \rightleftharpoons \text{Γ}(g)$ με $P_{\text{ολ}}(\text{XI}) = 10 \text{ atm}$.

Διπλασιάζουμε τον όγκο του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία. Στη νέα κατάσταση ισορροπίας η ολική πίεση θα είναι:

- α. 10 atm
- β. 20 atm
- γ. 4 atm
- δ. 5 atm

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.28 (Τ.Η)



Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ποσότητες των A και B.

Κάποια χρονική στιγμή t βρέθηκε ότι $u_1 = u_2$.

Αν $k_1=2 \cdot 10^2 \text{ 1/M}\cdot\text{s}$, η σταθερά ταχύτητας της προς τα δεξιά αντίδρασης και k_2 η σταθερά της προς τα αριστερά αντίδρασης, τότε η k_2 είναι ίση με:

α. $8 \cdot 10^2 \text{ 1/M}\cdot\text{s}$

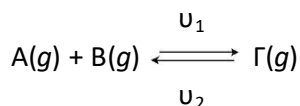
β. $2 \text{ 1/M}\cdot\text{s}$

γ. $5 \text{ 1/M}\cdot\text{s}$

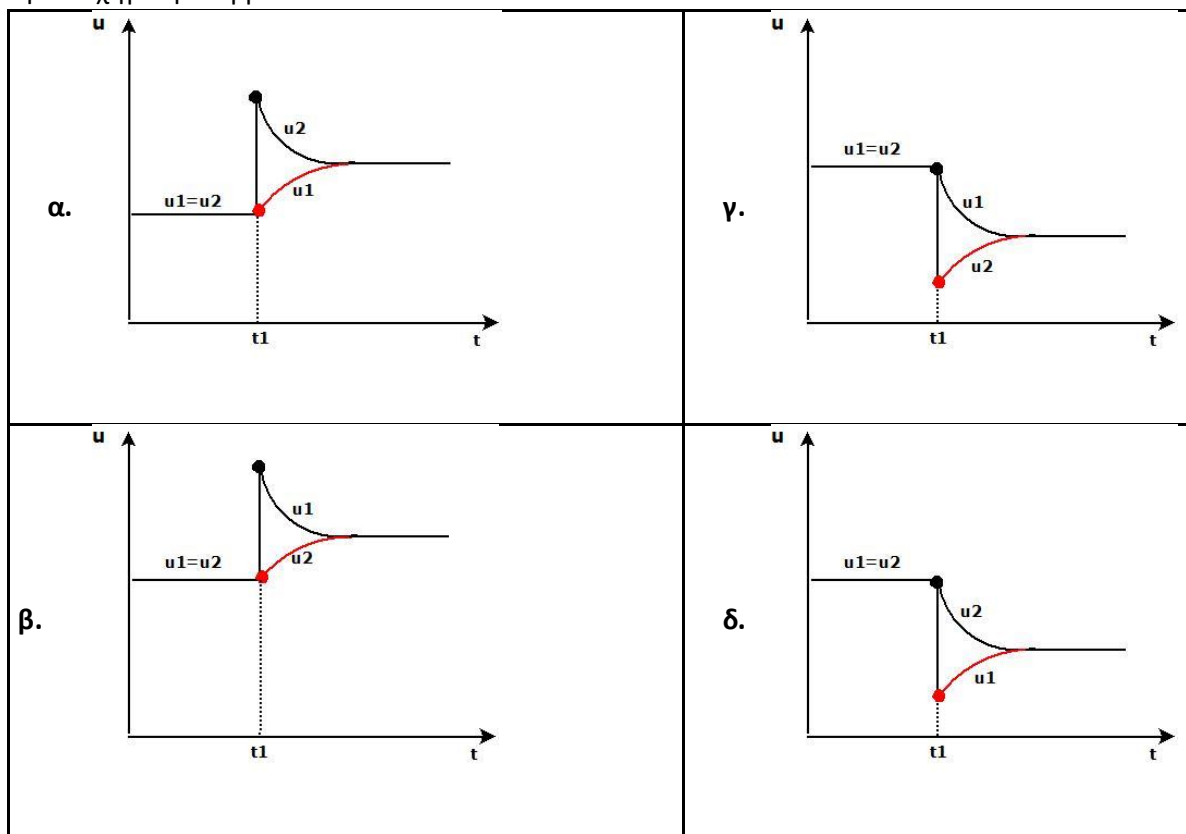
δ. 5 M/s

4.29 (Τ.Η)

Σε δοχείο όγκου V έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία (απλή και προς τις δυο κατευθύνσεις).



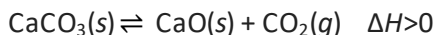
Την χρονική στιγμή t_1 προσθέτουμε μικρή ποσότητα A (V και T σταθερά). Ποια από τα παρακάτω διάγραμμα εκφράζει τη μεταβολή των ταχυτήτων των δυο αντιδράσεων από την χρονική στιγμή t_1 μέχρι τη νέα χημική ισορροπία:



4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.30 (Χ.Σ)

Το οξείδιο του ασβεστίου (CaO) χρησιμοποιείται ευρύτατα ως πρώτη ύλη στη βιομηχανία και τη μεταλλουργία και μπορεί να παραχθεί από θερμική διάσπαση υλικών πλούσιων σε ανθρακικό ασβέστιο (CaCO₃) όπως ο ασβεστόλιθος σε θερμοκρασίες πάνω από 825°C, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

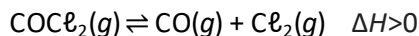


Για την παραπάνω χημική ισορροπία ισχύει:

- α. χαρακτηρίζεται ως ομογενής
- β. ευνοείται σε υψηλή θερμοκρασία
- γ. με αύξηση της πίεσης ($T = \text{σταθερή}$) μετατοπίζεται προς τα δεξιά
- δ. με προσθήκη CaCO₃ ($P, T = \text{σταθερή}$) μετατοπίζεται προς τα δεξιά

4.31 (Χ.Σ)

Το φωσγένιο (COCl₂) παρασκευάστηκε το 1812 από τον Άγγλο γιατρό και ερασιτέχνη χημικό Τζον Ντέιβυ (1790–1868), ο οποίος συνέθεσε την ουσία εκθέτοντας στο ηλιακό φως ένα μίγμα μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και χλωρίου (Cl₂). Ο ίδιος ονόμασε την ανακάλυψή του φωσγένιο από τις ελληνικές λέξεις φως και γεννώ. Η χημική εξίσωση της αντίδρασης διάσπασης του φωσγενίου είναι η παρακάτω:

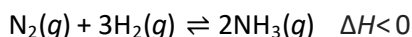


Η διάσπαση του φωσγενίου ευνοείται:

- α. με αύξηση της πίεσης ($T = \text{σταθερή}$)
- β. με ελάττωση της πίεσης ($T = \text{σταθερή}$)
- γ. με προσθήκη ποσότητας CO ($V = \text{σταθερός}$)
- δ. με ελάττωση του όγκου ($T = \text{σταθερή}$)

4.32 (Χ.Σ)

Το 1905, οι Γερμανοί χημικοί Haber και Bosch ανέπτυξαν μια βιομηχανική μέθοδο παρασκευής αμμωνίας από το ατμοσφαιρικό άζωτο και υδρογόνο, παρουσία καταλύτη σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



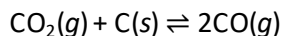
Για την σταθερά ισορροπίας K_c της παραπάνω αντίδρασης ισχύει:

- α. αυξάνεται με αύξηση της [NH₃]
- β. οι μονάδες της K_c είναι mol⁻¹·L
- γ. ελαττώνεται με αύξηση της θερμοκρασίας
- δ. αυξάνεται με αύξηση της πίεσης ($T = \text{σταθερή}$)

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.33 (X.Σ)

Στους 817 °C η αντίδραση CO₂ με περίσσεια στερεού C γίνεται με απόδοση 62%, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

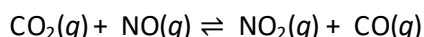


Η απόδοση της αντίδρασης:

- α. μπορεί να αυξηθεί με ελάττωση της πίεσης ($T = \text{σταθερή}$)
- β. μπορεί να αυξηθεί με προσθήκη επιπλέον ποσότητας C
- γ. δεν εξαρτάται από την ποσότητα του CO₂
- δ. μετριέται σε mol/L

4.34 (X.Σ)

Τα αέρια CO₂, CO και NO είναι άχρωμα ενώ το NO₂ έχει καστανέρυθρο χρώμα. Έτσι μπορεί κανείς να παρακολουθήσει την πορεία της αμφίδρομης αντίδρασης

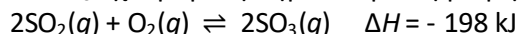


παρατηρώντας την ένταση του καστανέρυθρου χρώματος. Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου προστίθενται ποσότητες CO₂ και NO:

- α. το χρώμα του αερίου μίγματος ισορροπίας γίνεται πιο έντονο αν ελαττώσουμε τον όγκο ($T = \text{σταθερή}$)
- β. το χρώμα του αερίου μίγματος ισορροπίας γίνεται πιο έντονο
- γ. το χρώμα του αερίου μίγματος γίνεται αρχικά καστανέρυθρο και σταθεροποιείται σε ανοιχτό καστανό
- δ. το χρώμα του αερίου μίγματος από γίνεται αρχικά καστανέρυθρο και σταθεροποιείται σε άχρωμο.

4.35 (X.A)

Η αντίδραση σχηματισμού του SO₃ έχει μεγάλη σημασία για τη βιομηχανία παριστάνεται από τη χημική εξίσωση:

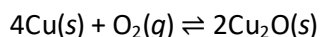


Η αύξηση της απόδοσης του παραγόμενου SO₃ με ταυτόχρονη αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης, γίνεται με:

- α. μείωση της θερμοκρασίας
- β. προσθήκη V₂O₅ που δρα ως καταλύτης
- γ. αύξηση της πίεσης με ελάττωση του όγκου του δοχείου
- δ. αύξηση της θερμοκρασίας

4.36 (X.A)

Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



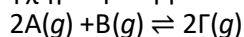
Προσθέτουμε στο μίγμα ισορροπίας μια ποσότητα O₂(g) (υπό σταθερή θερμοκρασία) οπότε όταν αποκαθίσταται νέα ισορροπία. Συνεπώς ισχύει ότι:

- α. η πίεση θα είναι μεγαλύτερη στη νέα ισορροπία
- β. η πίεση στο δοχείο θα είναι ίση με την αρχική ισορροπία
- γ. η συγκέντρωση του O₂ θα είναι μεγαλύτερη στη νέα ισορροπία
- δ. η K_c θα είναι μεγαλύτερη στη νέα ισορροπία

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.37 (X.A)

Σε δοχείο στους $\theta^\circ\text{C}$ έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:

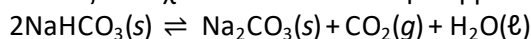


Το μίγμα ισορροπίας ασκεί πίεση P_1 atm. Αν διπλασιάσουμε τον όγκο του δοχείου, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία, τότε η πίεση στη νέα ισορροπία P_2 μπορεί να είναι ίση με:

- α. $2 \cdot P_1$
- β. $0,5 \cdot P_1$
- γ. $0,6 \cdot P_1$
- δ. $0,4 \cdot P_1$

4.38 (X.A)

Σε δοχείο σταθερού όγκου και στους $\theta^\circ\text{C}$ έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

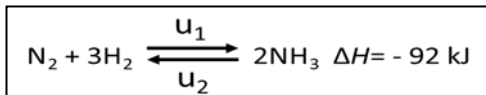


Η σταθερά ισορροπίας K_c μπορεί να είναι ίση με:

- α. $4 \text{ mol}^2/\text{L}^2$
- β. 2
- γ. $0,4 \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$
- δ. $0,2 \text{ L}^{-1} \cdot \text{mol}$

4.39 (X.A)

Για τη αντίδραση:

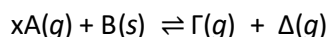


Μια από τις παρακάτω προτάσεις περιγράφει καλύτερα την επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας:

- α. Αυξάνονται τόσο η u_1 και η u_2 , αλλά η u_1 αυξάνεται περισσότερο από τη u_2 .
- β. Αυξάνονται τόσο η u_1 και η u_2 , αλλά η u_2 αυξάνεται περισσότερο από τη u_1 .
- γ. Η u_1 αυξάνεται ενώ η u_2 μειώνεται.
- δ. Η u_2 αυξάνεται ενώ η u_1 μειώνεται.

4.40 (X.A)

Για την χημική ισορροπία:



η σταθερά ισορροπίας στους $\theta^\circ\text{C}$ είναι ίση με $2,2 \cdot 10^{-2} \text{ M}^{-1}$.

Συνεπώς η τιμή του στοιχειομετρικού συντελεστή x είναι ίση με:

- α. 1
- β. 2
- γ. 3
- δ. 4

4.41 (X.A)

Το ανθρακικό βάριο είναι σταθερή ένωση σε θερμοκρασία δωματίου, αλλά σε υψηλή θερμοκρασία διασπάται σύμφωνα με την εξίσωση: $\text{BaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{BaO}(s) + \text{CO}_2(g)$. Σε κλειστό δοχείο σταθερής θερμοκρασίας υφίσταται η παραπάνω ισορροπία. Για να αυξήσουμε τη συγκέντρωση του CO_2 θα πρέπει να:

- α. προσθέσουμε $\text{BaCO}_3(s)$
- β. προσθέσουμε $\text{CO}_2(g)$
- γ. ελαττώσουμε τον όγκο του δοχείου
- δ. τίποτα από τα προηγούμενα

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.42 (X.A)

Σε δοχείο (1) σταθερού όγκου στους $\theta^{\circ}\text{C}$ εισάγουμε n mol $\text{PCl}_5(\text{g})$ οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:

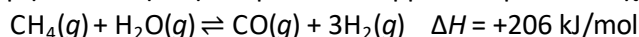


Σε ένα άλλο δοχείο (2) ίδιου όγκου και στην ίδια θερμοκρασία εισάγουμε $2n$ mol $\text{PCl}_5(\text{g})$ και αποκαθίσταται ισορροπία. Για τις αποδόσεις των αντιδράσεων στα δύο δοχεία (1) και (2) ισχύει ότι:

- α. $\alpha_1 = \alpha_2$
- β. $\alpha_1 > \alpha_2$
- γ. $\alpha_1 < \alpha_2$
- δ. δεν μπορεί να γίνει σύγκριση

4.43 (X.A)

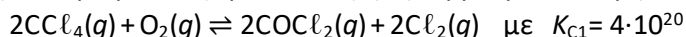
Για έχουμε την μεγαλύτερη απόδοση στην παρακάτω ισορροπία πρέπει να έχουμε:



- α. χαμηλή θερμοκρασία και υψηλή πίεση
- β. χαμηλή θερμοκρασία και χαμηλή πίεση
- γ. υψηλή θερμοκρασία και υψηλή πίεση
- δ. υψηλή θερμοκρασία και χαμηλή πίεση

4.44 (X.A)

Ο τετραχλωράνθρακας αντιδρά με το οξυγόνο σε υψηλή θερμοκρασία σύμφωνα με την εξίσωση:

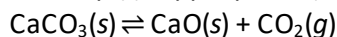


Στην ίδια θερμοκρασία η K_{C2} της αντίδρασης $\text{COCl}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) + \text{CCl}_4(\text{g})$ είναι ίση με:

- α. $2 \cdot 10^{-10}$
- β. $4 \cdot 10^{-20}$
- γ. $2 \cdot 10^{-10}$
- δ. $5 \cdot 10^{-11}$

4.45 (X.A)

Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου και σταθερής θερμοκρασίας υφίσταται η ισορροπία:

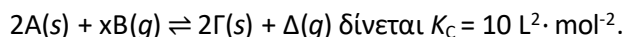


Όταν αφαιρέσουμε ποσότητα $\text{CaCO}_3(\text{s})$ τότε:

- α. Η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά
- β. Η σταθερά ισορροπίας K_c θα ελαττωθεί
- γ. Η συγκέντρωση του $\text{CaO}(\text{s})$ θα αυξηθεί
- δ. Η πίεση στο δοχείο θα είναι μικρότερη ή ίση με την πίεση στην ισορροπία

4.46 (X.A)

Για την ισορροπία:



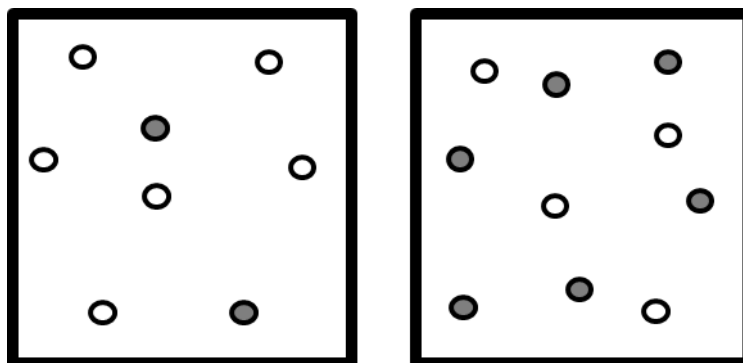
Ο στοιχειομετρικός συντελεστής x , έχει τιμή ίση με:

- α. $x = 1$
- β. $x = 2$
- γ. $x = 3$
- δ. $x = 4$

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.47 (X.A)

Στα παρακάτω δοχεία, εμφανίζεται η αρχική κατάσταση και η κατάσταση χημικής ισορροπίας, μιας εξώθερμης διάσπασης αερίων μορίων E (○) προς σχηματισμό αερίων μορίων Z (●).



(αρχική κατάσταση)

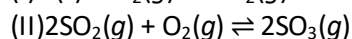
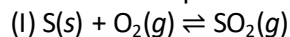
(κατάσταση ισορροπίας)

Η χημική εξίσωση που περιγράφει καλύτερα τη συγκεκριμένη αντίδραση είναι:

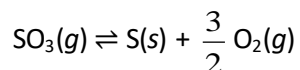
- α. $E(g) \rightleftharpoons Z(g) \quad \Delta H < 0$
- β. $2E(g) \rightleftharpoons Z(g) \quad \Delta H > 0$
- γ. $E(g) \rightleftharpoons 2Z(g) \quad \Delta H < 0$
- δ. $2E(g) \rightleftharpoons Z(g) \quad \Delta H < 0$

4.48 (X.A)

Δίνονται οι παρακάτω αμφίδρομες αντιδράσεις:



Οι σταθερές ισορροπίας των αντιδράσεων (I) και (II) είναι $K_{C1} = 5 \cdot 10^{45}$ και $K_{C2} = 4 \cdot 10^{24}$ αντίστοιχα, στους θ °C. Οπότε, η σταθερά χημικής ισορροπίας K_{C3} της αντίδρασης:



στους θ °C θα είναι ίση με:

- α. 10^{59}
- β. 10^{-58}
- γ. 10^{-59}
- δ. 10^{-60}

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.49 (X.A)

Δίνεται η ισορροπία: $8\text{H}_2\text{S}(g) + 4\text{O}_2(g) \rightleftharpoons \text{S}_8(s) + 8\text{H}_2\text{O}(l)$. Η σωστή έκφραση της σταθεράς χημικής ισορροπίας είναι:

α. $K_c = \frac{[\text{S}_8] \cdot [\text{H}_2\text{O}]^8}{[\text{H}_2\text{S}]^8 \cdot [\text{O}_2]^4}$

β. $K_c = \frac{1}{[\text{H}_2\text{S}]^8 \cdot [\text{O}_2]^4}$

γ. $K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^8}{[\text{H}_2\text{S}]^8 \cdot [\text{O}_2]^4}$

δ. $K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^8}{[\text{O}_2]^4}$

4.50 (X.A)

Σε κλειστό δοχείο στους 950 K θερμαίνουμε 50 g στερεού CaCO_3 οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



Η ολική πίεση στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας μετρήθηκε ίση με 0,1 atm. Εάν επαναλάβουμε το πείραμα αλλά χρησιμοποιήσουμε 100 g στερεού CaCO_3 , τότε η πίεση (P) που θα ασκείται στο δοχείο όταν επέλθει ισορροπία θα είναι:

α. $0,2 \text{ atm} < P < 0,1 \text{ atm}$

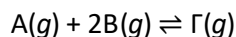
β. $0,05 \text{ atm} < P < 0,1 \text{ atm}$

γ. $P = 0,1 \text{ atm}$

δ. $P = 0,2 \text{ atm}$

4.51 (X.A)

Για την αντίδραση:



δίνεται ότι η σταθερά ισορροπίας στους $\theta^\circ\text{C}$ είναι μικρότερη από τη μονάδα. Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου 1 L εισάγουμε 3 mol ισομοριακού μίγματος των αερίων Α, Β και Γ. Όταν αποκατασταθεί η ισορροπία για τις συγκεντρώσεις των αερίων θα ισχύει:

α. $[\text{B}] > [\text{A}] > [\text{Γ}]$

β. $[\text{A}] < [\text{B}] < [\text{Γ}]$

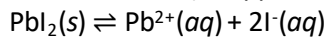
γ. $[\text{A}] = [\text{B}] = [\text{Γ}]$

δ. $[\text{A}] = [\text{Γ}] < [\text{B}]$

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

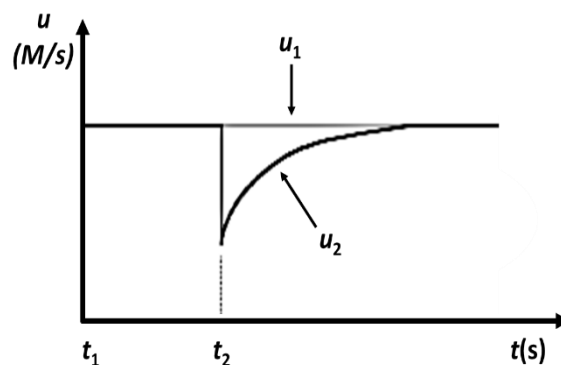
4.52 (X.A)

Προσθέτουμε μια ποσότητα στερεού PbI_2 σε ποτήρι ζέσεως το οποίο περιέχει 100 mL νερού και αναδεύουμε ισχυρά. Η μεγαλύτερη ποσότητα του PbI_2 παραμένει αδιάλυτη στον πυθμένα του ποτηριού αλλά μια μικρή ποσότητά του διαλύεται και έτσι μετά από χρόνο t_1 αποκαθίσταται η ισορροπία:



Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει τις ταχύτητες u_1 (προς τα δεξιά) και u_2 (προς τα αριστερά) σε συνάρτηση με το χρόνο. Τη χρονική στιγμή t_2 πραγματοποιήσαμε την εξής μεταβολή:

- τοποθετήσαμε το ποτήρι σε παγόλουτρο ώστε να ελαττωθεί η θερμοκρασία
- προσθέσαμε μια ποσότητα KI στο διάλυμα
- προσθέσαμε μια ποσότητα PbI_2
- προσθέσαμε μια ποσότητα νερού



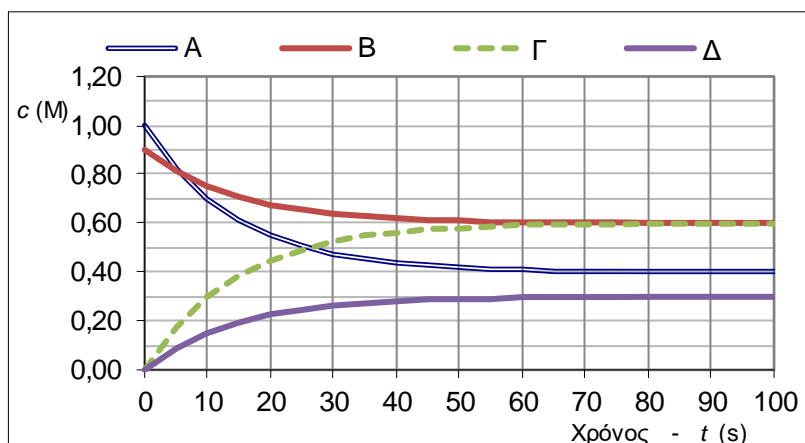
4.53 (K.Π)

Για την αντίδραση $2\text{HgO}(s) \rightleftharpoons 2\text{Hg}(l) + \text{O}_2(g)$, η σταθερά ισορροπίας K_c είναι ίση με:

- $K_c = [\text{Hg}] \cdot [\text{O}_2]$
- $K_c = ([\text{Hg}] \cdot [\text{O}_2]) / [\text{HgO}]$
- $K_c = [\text{O}_2]$
- $K_c = 1 / [\text{O}_2]$

4.54 (K.Π)

Σε κλειστό δοχείο εισάγουμε ποσότητα των αερίων A και B. Η αντίδραση $2\text{A}(g) + \text{B}(g) \rightleftharpoons \text{γΓ}(g) + \text{δΔ}(g)$ έρχεται σε ισορροπία στα 80 s.



Η τιμή της σταθεράς ισορροπίας K_c και η απόδοση της αντίδρασης προς τα δεξιά είναι ίση με:

- 8/9 και 60 %
- 9/8 και 67 %
- 8/9 και 67 %
- 9/8 και 60 %

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ «ΕΡΩΣΤΟ - ΛΑΘΟΣ»

4.1 (Μ.Γ)

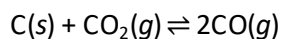
Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας οι συγκεντρώσεις όλων των ουσιών παραμένουν σταθερές, διότι δεν πραγματοποιείται καμιά χημική αντίδραση.

4.2 (Μ.Γ)

Η άνοδος της θερμοκρασίας αυξάνει πάντοτε τόσο την ταχύτητα όσο και την απόδοση μιας χημικής αντίδρασης.

4.3 (Μ.Γ)

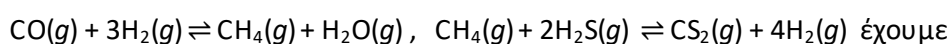
Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου και σταθερής θερμοκρασίας, όπου έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:



Αν προσθέσουμε μικρή ποσότητα σκόνης C, η συνολική πίεση θα αυξηθεί.

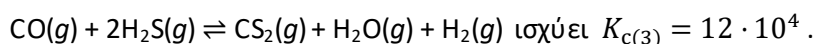
4.4 (Μ.Γ)

Αν για τις ισορροπίες:



$$K_{c(1)} = 4 \text{ και } K_{c(2)} = 3 \cdot 10^4 \text{ στους } 1200 \text{ Κ.}$$

Τότε στην ίδια θερμοκρασία για την ισορροπία:



4.5 (Μ.Γ)

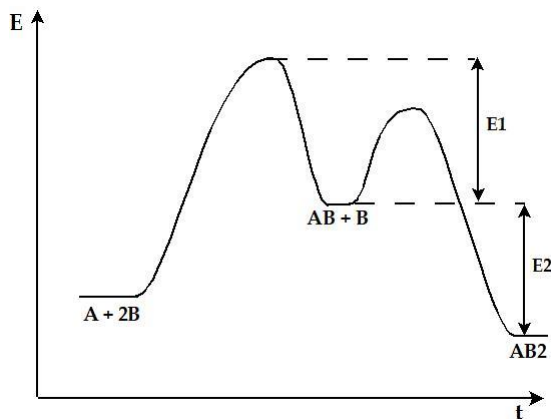
Σε κλειστό δοχείο όπου επικρατεί δυναμική ισορροπία μεταξύ $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ και $\text{H}_2\text{O}(g)$, η ελάττωση του όγκου του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία, θα επιφέρει μείωση στη συγκέντρωση του $\text{H}_2\text{O}(g)$.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.6 (Τ.Η)

Σε δοχείο εισάγονται ποσότητες των Α και Β οπότε αποκαθίσταται χημική ισορροπία σύμφωνα με την αντίδραση: $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons AB_2(g)$

Για την παραπάνω αντίδραση δίνεται το παρακάτω ενεργειακό διάγραμμα:



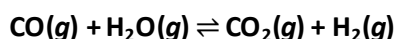
Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες είναι λανθασμένες:

- A. Η αντίστροφη αντίδραση έχει ενέργεια ενεργοποίησης $E_a = E_1 + E_2$.
- B. Η απόδοση αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.
- Γ. Η αντίδραση γίνεται σε ένα στάδιο.
- Δ. Η ταυτόχρονη αύξηση του όγκου του δοχείου και η προσθήκη καταλύτη δεν μετατοπίζει τη θέση της χημικής ισορροπίας.
- Ε. Ο νόμος της ταχύτητας δίνεται από την σχέση $v = k \cdot [AB] \cdot [B]$

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

4.1 (Α.Η)

Σε δοχείο όγκου 10 L περιέχονται 14 g CO, 9 g H₂O και ισομοριακές ποσότητες CO₂ και H₂ σε κατάσταση ισορροπίας, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση :



Για την οποία είναι $K_c = 4$ στους θ °C.

A. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του CO₂ στο μίγμα ισορροπίας .

B. Διπλασιάζουμε τον όγκο του δοχείου διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία .

Να υπολογίσετε τη νέα συγκέντρωση του CO₂.

Γ. Πόσα g υδρατμών πρέπει να προσθέσουμε στο δοχείο των 20 L με σταθερή τη θερμοκρασία, ώστε η συγκέντρωση του CO₂ στη νέα χημική ισορροπία να γίνει ίση με 0,06 mol/L .

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες : $A_r(\text{C})=12$, $A_r(\text{H})=1$, $A_r(\text{O})=16$

4.2 (Α.Η)

Σε δοχείο όγκου V_1 εισάγεται αέριο N₂O₄ (n mol) το οποίο διασπάται σε σταθερή θερμοκρασία σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



A. Αν η απόδοση της αντίδρασης είναι 50 % να εξηγήσετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες αιτιολογώντας την απάντησή σας:

i. Στη θέση ισορροπίας ισχύει $n = \frac{1}{2} \cdot K_c \cdot V_1$ όπου K_c η σταθερά χημικής ισορροπίας της παραπάνω αντίδρασης

ii. Η πίεση στην ισορροπία έχει αυξηθεί κατά 25 % σε σχέση με την αρχική πίεση στο δοχείο.

iii. Στην ισορροπία για τις μάζες των αερίων ισχύει: $m(\text{N}_2\text{O}_4) = m(\text{NO}_2)$

B. Μεταβάλλουμε τον όγκο από V_1 σε V_2 υπό σταθερή θερμοκρασία και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην οποία έχει διασπαστεί το 60 % της αρχικής ποσότητας του N₂O₄(g).

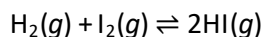
i. Να εξετάσετε αν ο όγκος στη νέα χημική ισορροπία (V_2) είναι μεγαλύτερος ή μικρότερος σε σχέση με τον όγκο V_1 . Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

ii. Να υπολογίσετε την τιμή του λόγου V_2/V_1 .

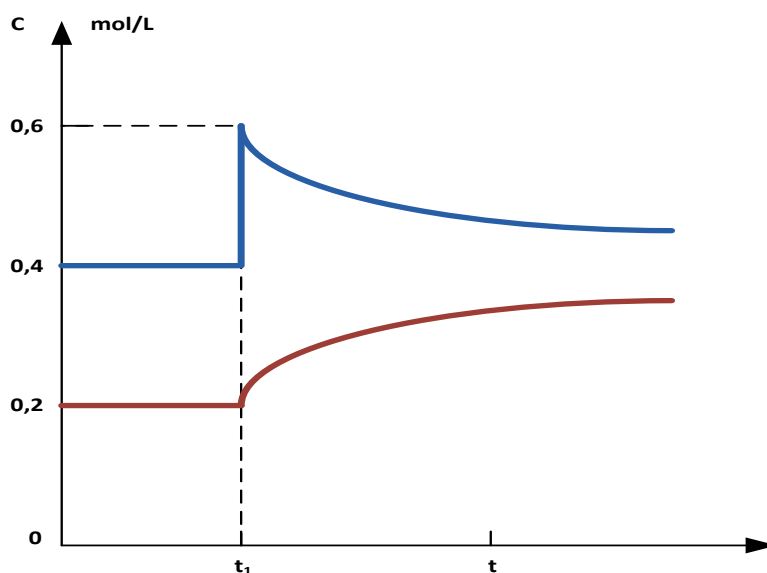
4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.3 (Α.Η)

Ισομοριακό αέριο μίγμα H_2 και I_2 καταλαμβάνει όγκο 44,8 L μετρημένο σε συνθήκες STP. Το μίγμα αυτό διαβιβάζεται σε νέο δοχείο όγκου V και σε ορισμένη θερμοκρασία, ώσπου αποκαθίσταται η ισορροπία:



Η σταθερά K_c στη συγκεκριμένη θερμοκρασία είναι 4. Την χρονική στιγμή t_1 επηρεάζουμε έναν από τους παράγοντες της χημικής ισορροπίας. Η μεταβολή των συγκεντρώσεων όλο αυτό το χρονικό διάστημα από τη στιγμή ($t=0$) που αποκαταστάθηκε η αρχική Χ.Ι απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα.



A. Να ορίσετε ποια καμπύλη αντιστοιχεί στα H_2 , I_2 και HI , αιτιολογώντας την απάντησή σας.

B. να υπολογίσετε τον όγκο του δοχείου

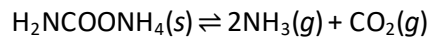
Γ. Εάν κάποια άλλη χρονική στιγμή t_2 διπλασιάσαμε τον όγκο του δοχείου, να εκτιμήσετε προς τα που θα μετακινηθεί η θέση της χημικής ισορροπίας.

Δ. Ποιον παράγοντα της χημικής ισορροπίας μεταβάλαμε τη χρονική στιγμή t_1 ; Ποιες οι συγκεντρώσεις των σωμάτων στη νέα θέση ισορροπίας;

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.4 (A.H)

Σε κλειστό δοχείο όγκου 10 L εισάγονται 3,9 g στερεού καρβαμιδικού αμμωνίου $\text{H}_2\text{NCOONH}_4$ τα οποία διασπώνται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Στη χημική ισορροπία που προκύπτει, σε ορισμένη θερμοκρασία, βρίσκονται 0,04 mol NH_3 .

A i. Να υπολογίσετε την τιμή της K_c της παραπάνω ισορροπίας

ii. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης

iii. Αν ψύξουμε το δοχείο, στη νέα ισορροπία που αποκαθίσταται ισχύει ότι $K_c' = 10^{-10}$. Να εξηγήσετε αν η διάσπαση του $\text{H}_2\text{NCOONH}_4$ είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη

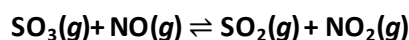
B. Η μισή από την παραπάνω ποσότητα του CO_2 απομονώνεται κατάλληλα και φέρεται μέσα σε δοχείο όγκου 1 L και θερμοκρασίας $\theta^\circ\text{C}$ που περιέχει περίσσεια άνθρακα και 5,6 g CO. Να εξετάσετε αν με την εισαγωγή του CO_2 η ποσότητα του CO στο δοχείο θα αυξηθεί, θα ελαττωθεί ή δεν θα μεταβληθεί.

Σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$ η σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης: $\text{C}(s) + \text{CO}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{CO}(g)$ δίνεται $K_c=4$

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(\text{C})=12$, $A_r(\text{O})=16$, $A_r(\text{N})=14$, $A_r(\text{H})=1$

4.5 (A.H)

Για την αντίδραση:



η τιμή της σταθεράς ισορροπίας έχει τη τιμή $K_c=1/4$ σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$. Σε κλειστό και κενό δοχείο όγκου V εισάγονται 0,5 mol $\text{SO}_2(g)$, 0,1 mol $\text{SO}_3(g)$, 0,5 mol $\text{NO}_2(g)$, 0,1 mol $\text{NO}(g)$ σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$.

A. Ποια τα mol όλων των σωμάτων που υπάρχουν στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας;

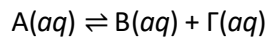
B. Να υπολογίσετε πόσα mol SO_3 πρέπει να προστεθούν στο μίγμα ισορροπίας ώστε, αφού αποκατασταθεί νέα ισορροπία, η συγκέντρωση του SO_2 να είναι διπλάσια από αυτή που είχε στην αρχική θέση ισορροπίας. Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

Γ. Αυξάνουμε τη θερμοκρασία του αρχικού μίγματος ισορροπίας οπότε η περιεκτικότητα του μίγματος ισορροπίας σε NO γίνεται 16,66 % v/v. Η αντίδραση προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη και γιατί;

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.6 (Α.Η)

Υδατικό διάλυμα ουσίας Α όγκου V έχει συγκέντρωση $0,6 \text{ M}$. Το διάλυμα θερμαίνεται στους $\theta^\circ\text{C}$, οπότε η ουσία Α διασπάται και αποκαθίσταται η ισορροπία:



Στην κατάσταση ισορροπίας ισχύει ότι $[B] = 2[A]$.

A. Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ισορροπίας K_c και τον βαθμό διάσπασης της ουσίας Α.

B. Στο μίγμα ισορροπίας προστίθεται στο διάλυμα, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του, ορισμένη ποσότητα ουσίας Β, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η συγκέντρωσή του κατά $0,5 \text{ M}$. Να υπολογίσετε:

i. τις συγκεντρώσεις των ουσιών στη νέα θέση ισορροπίας που αποκαθίσταται.

ii. τον βαθμό διάσπασης του Α από την αρχική κατάσταση μέχρι τη νέα θέση ισορροπίας.

Γ. Αν αραιώσουμε το αρχικό μίγμα ισορροπίας με νερό μέχρι διπλάσιου όγκου (θερμοκρασία σταθερή) να προβλέψετε τι θα συμβεί στο σύστημα ισορροπίας;

4.7 (Α.Η)

Μία από τις χρήσεις της μεθανόλης είναι και η παρασκευή μεθυλεστέρων με καρβοξυλικά οξέα του τύπου RCOOH , σύμφωνα με την αμφίδρομη αντίδραση:



A. Αν τα τέσσερα σώματα της «εστεροποίησης» βρίσκονται σε χημική ισορροπία (τα αντιδρώντα και τα προϊόντα είναι σε μορφή μη υδατικού διαλύματος) πως θα μετατοπιστεί αυτή και πως θα μεταβληθεί η απόδοση:

i. με αύξηση της θερμοκρασίας (η θερμοκρασία μικρότερη από το σημείο βρασμού του εστέρα).

ii. με προσθήκη αφυδατικού (π.χ άνυδρου CaCl_2).

iii. με προσθήκη νέας ποσότητας μεθανόλης.

iv. αν αυξήσουμε τον όγκο του δοχείου.

v. αν αραιώσουμε το διάλυμα με προσθήκη οργανικού διαλύτη.

vi. αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία μέχρι το σημείο βρασμού του εστέρα (κάνουμε απόσταξη μόνο του εστέρα και καμίας άλλης ένωσης που βρίσκεται στην ισορροπία).

B. Για την αντίδραση εστεροποίησης η σταθερά ισορροπίας έχει τιμή $K_c = 4$ ανεξάρτητα από τη φύση του οξέος και σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$.

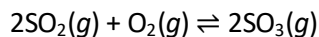
i. Πόσα mol CH_3OH πρέπει να αναμείξουμε με 2 mol RCOOH ώστε η απόδοση της αντίδρασης εστεροποίησης να είναι 80% (θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$).

ii. Ισομοριακές ποσότητες $\text{CH}_3\text{OH}(\ell)$ και $\text{RCOOH}(\ell)$ εισάγονται σε φιάλη αντίδρασης σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$ και παρουσία οξέος, οπότε αποκαθίσταται η παραπάνω χημική ισορροπία. Το 1/5 της ποσότητας του οξέος που δεν αντέδρασε απομακρύνθηκε με κατάλληλο τρόπο από το δοχείο και απαιτήσε για την πλήρη εξουδετέρωσή του 20 mL διαλύματος $\text{Ca}(\text{OH})_2$ συγκέντρωσης 1 M. Να υπολογίσετε τις αρχικές ποσότητες της $\text{CH}_3\text{OH}(\ell)$ και του $\text{RCOOH}(\ell)$ (σε mol) που είχαν εισαχθεί αρχικά στη φιάλη της αντίδρασης.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.8 (Λ.Π)

Σε κενό δοχείο όγκου $V_1 = 10 \text{ L}$ και σε θερμοκρασία $\theta_1^\circ\text{C}$ εισάγουμε ορισμένες ποσότητες αερίων SO_2 και O_2 , οπότε αποκαθίσταται, στη θερμοκρασία αυτή, η χημική ισορροπία:



Το μίγμα ισορροπίας (κατάσταση XI 1) περιέχει ισομοριακές ποσότητες από τα αέρια SO_3 και O_2 και ίσες μάζες από τα αέρια SO_2 και O_2 . Η σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης στους $\theta_1^\circ\text{C}$ είναι $K_{C(1)} = 10 \text{ M}^{-1}$.

Να υπολογίσετε:

A. Τη σύσταση (σε mol) του μίγματος SO_2 και O_2 που διοχετεύσαμε αρχικά στο δοχείο.

B. Την απόδοση της αντίδρασης (σε μορφή κλασματικού αριθμού).

Γ. Τα ποσοστά μετατροπής των δύο αντιδρώντων αερίων (σε μορφή κλασματικών αριθμών).

Δ. Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία ($\theta_1^\circ\text{C}$) μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου. Στη νέα θέση χημικής ισορροπίας (κατάσταση XI 2) τα mol του SO_3 έχουν αυξηθεί κατά 25 % σε σχέση με την κατάσταση ισορροπίας 1. Να εξηγήσετε αν αυξήσαμε ή μειώσαμε τον όγκο του δοχείου. Να δικαιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας.

E. Υπολογίστε τον τελικό όγκο του δοχείου V_2 .

ΣΤ. Ποια η τιμή του λόγου των πιέσεων $\frac{P_1}{P_2}$ του αερίου μίγματος στις δύο καταστάσεις ισορροπίας (καταστάσεις 1 και 2).

Έστω ότι έχουμε εκ νέου την κατάσταση ισορροπίας 1 που έχει προσδιοριστεί προηγούμενα (σε όγκο $V_1 = 10 \text{ L}$ και σε θερμοκρασία $\theta_1^\circ\text{C}$). Μειώνουμε τη θερμοκρασία του δοχείου στους $\theta_2^\circ\text{C}$ ($\theta_2 < \theta_1$), διατηρώντας σταθερό τον όγκο οπότε αποκαθίσταται και πάλι χημική ισορροπία (κατάσταση XI 3) στην οποία υπάρχουν ισομοριακές ποσότητες των αερίων SO_2 και SO_3 .

Z. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση παραγωγής του SO_3 από SO_2 και O_2 είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη.

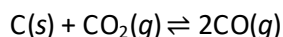
H. Να προσδιορίσετε την τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας $K_{C(2)}$ με τη μορφή κλασματικού αριθμού.

Δίνονται $A_r(\text{S}) = 32$, $A_r(\text{O}) = 16$.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.9 (Λ.Π)

Σε κενό δοχείο όγκου $V_1=8\text{ L}$ εισάγουμε 10 mol C και 4 mol CO_2 και θερμαίνουμε σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$. Στη θερμοκρασία αυτή αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:



Το αέριο μίγμα στη χημική ισορροπία (χημική ισορροπία 1 (Χ.Ι. 1)) περιέχει $56\% \text{ w/w CO}$.

A. Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της αντίδρασης στη θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$.

B. Ποια η απόδοση της χημικής ισορροπίας.

Σε ένα άλλο κενό δοχείο, όγκου V_2 , εισάγουμε 6 mol C και 16 mol CO και θερμαίνουμε και πάλι στους $\theta^\circ\text{C}$. Στο αέριο μίγμα της χημικής ισορροπίας που αποκαθίσταται (Χ.Ι. 2) η συγκέντρωση του CO είναι διπλάσια της συγκέντρωσης του CO_2 .

Γ. Υπολογίστε τον όγκο V_2 του δοχείου.

Στο πρώτο δοχείο (όγκου $V_1=8\text{ L}$), όπου έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία 1 προσθέτου με όλο το αέριο μίγμα της χημικής ισορροπίας 2 (από το δοχείο όγκου V_2), διατηρώντας τόσο τον όγκο σταθερό (τιμή όγκου $V_1=8\text{ L}$) όπως επίσης και τη θερμοκρασία σταθερή (στους $\theta^\circ\text{C}$).

Δ. Ποια η σύσταση (σε mol) της νέας χημικής ισορροπίας (Χ.Ι. 3) που θα αποκατασταθεί;

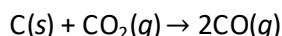
Στο δοχείο όπου έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία 3 προκαλούμε συγχρόνως δύο μεταβολές:

1^ο: αυξάνουμε τη θερμοκρασία του δοχείου στους $\theta' ^\circ\text{C}$ ($\theta' > \theta$) και

2^ο: μειώνουμε τον όγκο του δοχείου.

Παρατηρούμε τότε ότι η σύσταση του αερίου μίγματος στο δοχείο δεν έχει αλλάξει σε σχέση με τη σύσταση στη Χ.Ι. 3.

E. Να βρείτε το πρόσημο της ΔH για την αντίδραση



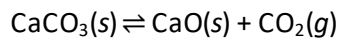
Δικαιολογήστε πλήρως την απάντησή σας.

Δίνονται $A_r(\text{C})=12$, $A_r(\text{O})=16$.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.10 (Μ.Γ)

Σε κενό δοχείο όγκου 41 L και θερμοκρασίας 1000 K εισάγονται 75 g ανθρακικού ασβεστίου, το οποίο διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Αφού διασπαστούν τα $\frac{2}{3}$ της αρχικής ποσότητας του ανθρακικού ασβεστίου, το σύστημα φτάνει σε κατάσταση χημικής ισορροπίας.

A. Να υπολογίσετε τη σταθερά ισορροπίας K_c της παραπάνω αντίδρασης στους 1000 K.

B. Αν η ίδια αρχική ποσότητα του ανθρακικού ασβεστίου εισαχθεί σε δοχείο όγκου 82 L και θερμοκρασίας 1000 K, πόση από αυτή θα διασπαστεί;

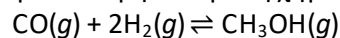
Γ. Ποιος πρέπει να είναι ο ελάχιστος όγκος του δοχείου ώστε η παραπάνω ποσότητα του ανθρακικού ασβεστίου να διασπαστεί πλήρως;

Δ. Η ίδια αρχική ποσότητα του ανθρακικού ασβεστίου εισάγεται σε δοχείο θερμοκρασίας 1000 K που περιέχει 22 g διοξειδίου του άνθρακα και έχει όγκο 41 L. Να υπολογίσετε την ποσότητα που θα διασπαστεί.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες C:12, O:16, Ca:40.

4.11 (Μ.Γ)

Σε δοχείο όγκου V_1 L και σε ορισμένη θερμοκρασία εισάγουμε ισομοριακές ποσότητες μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογόνου τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Όταν αποκαθίσταται χημική ισορροπία, το 60 % της αρχικής ποσότητας του μονοξειδίου του άνθρακα παραμένει στο δοχείο.

A. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης.

B. Πόση είναι η % v/v περιεκτικότητα του μίγματος ισορροπίας σε μονοξείδιο του άνθρακα;

Γ. Συμβολίζουμε ως v_1 και v_2 τις ταχύτητες της προς τα δεξιά και της προς τα αριστερά αντίδρασης αντίστοιχα. Όταν στο δοχείο υπάρχει το 80 % του μονοξειδίου του άνθρακα, ποια από τις δύο ταχύτητες είναι μεγαλύτερη;

Δ. Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία, μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου σε V_2 . Στη νέα θέση ισορροπίας το αέριο μίγμα περιέχει 40 % v/v μεθανόλη.

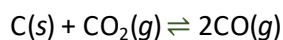
I. Να εξηγήσετε αν αυξήθηκε ή ελαττώθηκε ο όγκος του δοχείου.

II. Να επιβεβαιώσετε την απάντησή σας στο ερώτημα I, υπολογίζοντας την τιμή του λόγου $\frac{V_1^2}{V_2^2}$.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.12 (Τ.Η)

Σε δοχείο όγκου $V = 2 \text{ L}$ που περιέχει $0,4 \text{ mol C}(s)$ εισάγονται $0,5 \text{ mol CO}_2(g)$ και σε θερμοκρασία $\theta^\circ \text{C}$ αποκαθίσταται η ισορροπία



Αν η χημική ισορροπία αποκαταστάθηκε σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 10 \text{ s}$ και η μέση ταχύτητα παραγωγής του CO είναι ίση με $0,01 \text{ M/s}$, να βρεθούν:

- A.** Ο συντελεστής απόδοσης της αντίδρασης και η σταθερή K_c της αντίδρασης.
- B.** Επαναλαμβάνουμε το πείραμα με τις ίδιες ποσότητες αντιδρώντων αλλά με τον $\text{C}(s)$ σε μικρότερο διαμερισμό (σκόνη) (V και T σταθερά).
- i. Ποια η επίδραση στην απόδοση της αντίδρασης.
- ii. Η μέση ταχύτητα του CO μπορεί να έχει τιμή:
- α.** $0,01 \text{ M/s}$ **β.** $0,005 \text{ M/s}$ **γ.** $0,0125 \text{ M/s}$

Να αιτιολογηθεί η επιλογή σας.

iii. Με βάση την τιμή που επιλέξατε, να βρεθεί ο χρόνος αποκατάστασης της χημικής ισορροπίας.

Γ. Με την αύξηση της θερμοκρασίας παρατηρείται αύξηση της τιμής της σταθεράς K_c . Η αντίδραση παραγωγής CO είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη; Να αιτιολογηθεί η απάντησή σας.

Δ. Στη θέση της χημικής ισορροπίας προσθέτουμε $0,2 \text{ mol C}(s)$.

Να βρεθεί η συνολική απόδοση της αντίδρασης.

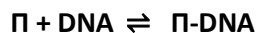
4.13 (Χ.Α)

Σε κλειστό δοχείο 5 L στους 127°C εισάγουμε 1 mol H_2 και 1 mol I_2 οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία (1): $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$. Σε άλλο δοχείο 10 L στους 127°C εισάγουμε 2 mol HI οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία (2): $2\text{HI}(g) \rightleftharpoons \text{H}_2(g) + \text{I}_2(g)$. Να συγκρίνεται τη σύσταση (σε mol) για τις ισορροπίες (1) και (2) στα δύο δοχεία.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.14 (X.A)

Στον κλάδο της βιοχημείας, εξετάζεται η δέσμευση ορισμένων πρωτεϊνών (Π) που προσδένονται σε ειδικά σημεία της αλληλουχίας του DNA (των δεοξυριβονουκλεϊκών οξέων) προς σχηματισμό ειδικών συμπλόκων (Π-DNA). Οι πρωτεΐνες αυτές ονομάζονται προσδένουσες και εντοπίζονται τόσο σε ευκαρυωτικούς όσο και προκαρυωτικούς οργανισμούς. Η διαδικασία αυτή, μπορεί να περιγραφεί από την παρακάτω χημική εξίσωση:



Η σταθερά αυτής της χημικής ισορροπίας είναι $K_c = 1,1 \cdot 10^{10}$ στους θ °C. Σε ένα κύτταρο ενός θηλαστικού (ευκαρυωτικός οργανισμός) στους θ °C, βρίσκονται σε ισορροπία 10 μόρια DNA με 100 μόρια Π-DNA και ένα αριθμό μορίων πρωτεΐνης Π. Το κύτταρο του βακτηρίου είναι κυλινδρικό με διάμετρο 2 μm και μήκος 5 μm . Να υπολογίσετε:

- A. Τη συγκέντρωση του DNA και Π-DNA στην ισορροπία.
- B. Τη συγκέντρωση της πρωτεΐνης Π στην ισορροπία.

4.15 (Κ.Π)

Έστω η αέρια ομογενής αντίδραση I, $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g)$. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγουμε ισομοριακό μίγμα από A και B, οπότε και αποκαθίσταται τελικά χημική ισορροπία, με σταθερά χημικής ισορροπίας K_c .

i. Η απόδοση (α) της αντίδρασης προς τα δεξιά είναι ίση με:

$$\alpha. \alpha = (\sqrt{2K_c} + 2) / \sqrt{K_c}$$

$$\beta. \alpha = \sqrt{K_c} / (\sqrt{2K_c} + 2)$$

$$\gamma. \alpha = (\sqrt{K_c} + 2) / (\sqrt{K_c})$$

$$\delta. \alpha = \sqrt{K_c} / (\sqrt{K_c} + 2)$$

Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

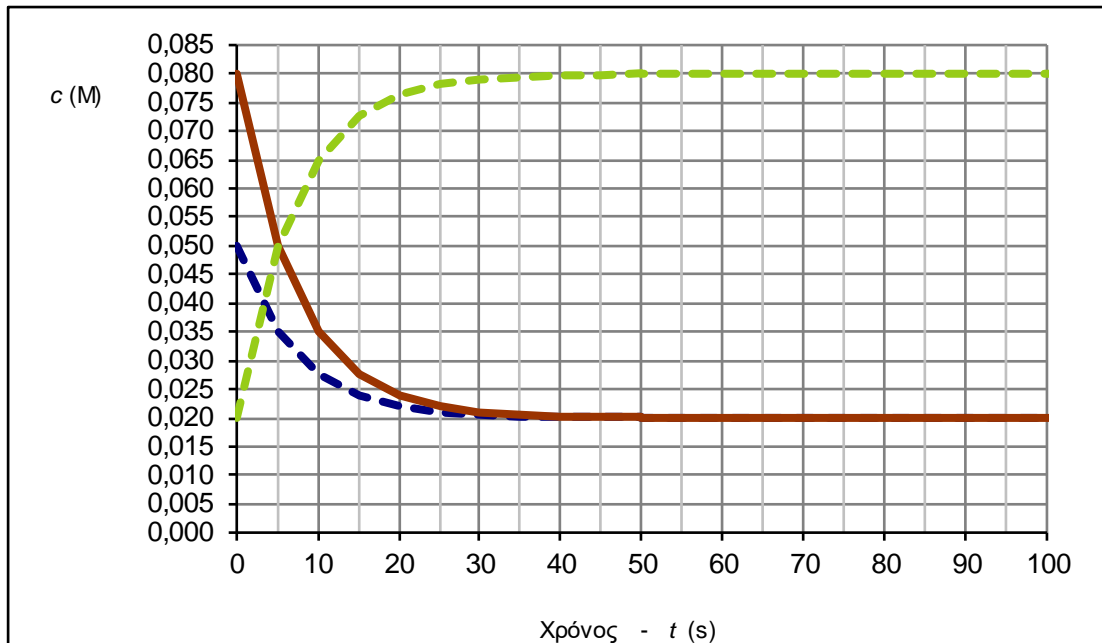
ii. Αν η K_c της αντίδρασης I είναι ίση με 9 ποια είναι η απόδοση της αντίδρασης;

4.16 (Κ.Π)

Έστω η αμφίδρομη αντίδραση, $x\text{A}(g) + 2\text{B}(g) \rightleftharpoons y\Gamma(g)$.

Σε κλειστό δοχείο, σταθερού όγκου $V = 5 \text{ L}$ εισάγουμε κατάλληλα μίγμα A, B (με αναλογία $\text{mol}(n)$, $n_A/n_B = 5/8$) και ορισμένη ποσότητα Γ. Η αντίδραση οδεύει προς τα δεξιά (προϊόντα) και αποκαθίσταται ισορροπία στα 50 s απεικονίζεται στο ακόλουθο διάγραμμα.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ



Η μεταβολή της πίεσης για το διάστημα 0 - 50 s, είναι ίση με: % $\Delta P = + 20\%$.

1. Ποια καμπύλη αντιστοιχεί σε κάθε ουσία; Ποιες είναι οι τιμές των x , y ;
2. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης. Να υπολογίσετε τον βαθμό μετατροπής του A.
3. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα αντίδρασης για το διάστημα 0 - 50 s. Να υπολογίσετε το μέσο ρυθμό κατανάλωσης του B, για το διάστημα 0 - 50 s. Να υπολογίσετε το μέσο ρυθμό παραγωγής του Γ, για το διάστημα 0 - 50 s.
4. Να υπολογίσετε τον λόγο $T_{αρχ}/T_{τελ}$ (T σε K), για το διάστημα 0 - 50 s. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη; Αν η αρχική θερμοκρασία είναι 127 °C ποια είναι η τελική θερμοκρασία;
5. Να υπολογίσετε την K_c της αντίδρασης στην τελική ισορροπία. Μπορεί το πηλίκιο $\pi = \frac{[\Gamma]^2}{[B]^2[A]}$, στα 17 s να έχει τιμή ίση με 900;
6. Αν ψύξουμε το δοχείο αφού έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία, ποια θα είναι η μεταβολή της K_c ; (Αύξηση, μείωση, ή καμία μεταβολή). Θεωρήστε ότι μεταβάλλεται στιγμιαία μόνο η θερμοκρασία. Με βάση την προηγούμενη μεταβολή, ποια θα είναι η μεταβολή της ταχύτητας της αντίδρασης; (Αύξηση, μείωση, ή καμία μεταβολή). Με βάση την προηγούμενη μεταβολή, ποια θα είναι η μεταβολή της απόδοσης της αντίδρασης προς τα δεξιά; (Αύξηση, μείωση, ή καμία μεταβολή).
7. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το διάστημα 0 - 5 s.

4.17 (Κ.Π)

Η προηγούμενη ένωση X αντιδρά με την κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη Y και παράγεται ο εστέρας Z με βάση την αντίδραση V: $X(\ell) + Y(\ell) \rightleftharpoons Z(\ell) + H_2O(\ell)$ [αντίδραση V].

Η αντίδραση V πραγματοποιείται παρουσία H_2SO_4 .

Ο εστέρας Z έχει $M_r = 88$. Η αλκοόλη Y έχει το χαμηλότερο σημείο ζέσεως, από τις ισομερείς ενώσεις της ομόλογης σειράς της.

1. Να γραφούν οι Σ.Τ. των ενώσεων Y, Z.
2. Όταν η αντίδραση πραγματοποιείται παρουσία οξέος (H_2SO_4) έχει στιγμιαία ταχύτητα σε χρόνο $t_a(s)$ $u_1 \neq 0$. Όταν η αντίδραση πραγματοποιείται απουσία οξέος (H_2SO_4) έχει στιγμιαία ταχύτητα σε χρόνο $t_a(s)$ $u_2 \neq 0$. Για την τιμή του λόγου u_1/u_2 ισχύει ότι:

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

- α. $u_1/u_2=1$
- β. $u_1/u_2<1$
- γ. $u_1/u_2>1$
- δ. $u_1/u_2=-1$

3. Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου στους $\theta^\circ\text{C}$, εισάγουμε 1,2 mol X και 1,2 mol Y (κατάσταση I) οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση V. Τελικά στην χημική ισορροπία (κατάσταση II) ισχύει ότι: συνολικά mol αντιδρώντων/συνολικά mol προϊόντων = 1/2.

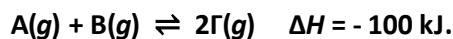
3A. Να υπολογίσετε την K_c καθώς και την απόδοση της αντίδρασης εστεροποίησης στους $\theta^\circ\text{C}$.

3B. Να υπολογίσετε την K_c' της αντίδρασης υδρόλυσης του αντίστοιχου εστέρα στους $\theta^\circ\text{C}$.

3Γ. Πόσα mol από την ουσία X πρέπει να προσθέσουμε στο μίγμα X.I. (κατάσταση II), έτσι ώστε στη νέα χημική ισορροπία που θα προκύψει στους $\theta^\circ\text{C}$ (κατάσταση III), η συνολική απόδοση της αντίδρασης (από την κατάσταση I μέχρι την κατάσταση III) να είναι ίση με 75%;

4.18 (T.A)

Σε δοχείο σταθερού όγκου V και σε θερμοκρασία $\theta = 25^\circ\text{C}$, εισάγονται 2 mol του αερίου A και 2 mol του αερίου B οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία :



Αν η σταθερά χημικής ισορροπίας στους 25°C είναι $K_c = 9$, να υπολογιστούν :

A. Η απόδοση α της αντίδρασης.

B. Το ποσό της θερμότητας σε kJ που εκλύεται ή απορροφάται από την εισαγωγή των δυο αερίων ως την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.

Στη συνέχεια μεταβάλλεται η θερμοκρασία του δοχείου κατά 15°C οπότε και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία για την οποία ισχύει $K_c' = 529$. Να υπολογιστούν :

Γ. Οι ποσότητες των αερίων σε mol μετά την αποκατάσταση της νέας ισορροπίας.

Δ. Η θερμοκρασία (θ') της νέας χημικής ισορροπίας.



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το υλικό αναρτάται με σκοπό να αποτελέσει μια πρακτική και ουσιαστική βοήθεια για τους μαθητές και για τους συναδέλφους εκπαιδευτικούς σε αυτές τις ιδιαίτερα κρίσιμες στιγμές που περνά η πατρίδα μας.

Το συγκεκριμένο αρχείο θα εμπλουτίζεται συνεχώς με νέο υλικό για τη Γ' Λυκείου, ώστε να διευκολύνει την επαφή των μαθητών με την Χημεία και την επανάληψη. Τα αρχεία τα οποία θα αναρτηθούν θα εμπεριέχουν υλικό που θα αφορά ξεχωριστά κάθε κεφάλαιο της Γ' Λυκείου.

Τα θέματα που παρουσιάζονται παρακάτω έχουν επιμεληθεί οι συνάδελφοι:

1. Αποστολάτος Ηλίας (Α.Η)
2. Κουτσομπόγερρας Παναγιώτης (Κ.Π)
3. Λιόλιος Πασχάλης (Λ.Π)
4. Μελιδωνέας Γεώργιος (Μ.Γ)
5. Τσαφόγιαννος Ηλίας (Τ.Η)
6. Τσιομλεκτσής Αλέξανδρος (Τ.Α)
7. Χριστοπούλου Στέλλα (Χ.Σ)
8. Χρονάκης Αντώνιος (Χ.Α)

Δίπλα από την αρίθμηση κάθε ερώτησης υπάρχουν τα αρχικά των παραπάνω συναδέλφων.

❖ Επιστημονικός έλεγχος επαναληπτικού εκπαιδευτικού υλικού και τήρησης των προδιαγραφών: ΧΡΟΝΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

4.1 (Α.Η)

β. προσθήκη αφυδατικής ουσίας

4.2 (Α.Η)

γ. η ισορροπία θα μετατοπιστεί και στους δυο σωλήνες προς τα αριστερά όμως στο σωλήνα (Α) περισσότερο από το (Β) οπότε θα παραχθεί περισσότερη ποσότητα λευκού ιζήματος.

4.3 (Α.Η)

γ. 3

4.4 (Α.Η)

γ. προσθήκη ποσότητας Γ

4.5 (Α.Η)

β. 40 atm

4.6 (Α.Η)

δ. $[A] > [Γ]$

4.7 (Α.Η)

γ. Και οι δύο ταχύτητες θα αυξηθούν αλλά θα παραμείνουν ίσες

4.8 (Α.Η)

β. η ποσότητα του $PbO(s)$ θα είναι μικρότερη σε σχέση με την αρχική ισορροπία

4.9 (Α.Η)

β. 75 %

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.10 (Α.Η)

δ. η K_c της δοθείσας χημικής εξίσωσης έχει μονάδες mol^2/L^2 .

4.11 (Α.Η)

α. KOH

4.12 (Α.Η)

β. η χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί αριστερά

4.13 (Μ.Γ)

α. $n < 2$

4.14 (Μ.Γ)

δ. είναι ίση με το ποσοστό μετατροπής του αντιδρώντος που δεν βρίσκεται σε περίσσεια

4.15 (Μ.Γ)

β. αυξήσαμε τη θερμοκρασία

4.16 (Μ.Γ)

β. μεταβάλλοντας τον όγκο του δοχείου, η χημική ισορροπία δεν διαταράσσεται.

4.17 (Μ.Γ)

γ. 0,10

4.18 (Τ.Η)

α. $\text{P}(g) \rightleftharpoons 2\text{Q}(g) + \text{R}(g)$ και η αντίδραση είναι εξώθερμη

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.19 (Τ.Η)

δ. μικρότερη από 2 mol

4.20 (Τ.Η)

δ. να αυξήσουμε την θερμοκρασία

4.21 (Τ.Η)

β. ελάττωση θερμοκρασίας και ταυτόχρονα αύξηση της πίεσης

4.22 (Τ.Η)

δ. η ποσότητα του H₂O ελαττώνεται

4.23 (Τ.Η)

γ. είναι το SO₃ και $P_1 > P_2$

4.24 (Τ.Η)

δ. η συγκέντρωση του CO₂ παραμένει σταθερή

4.25 (Τ.Η)

γ. η ολική πίεση αυξάνεται

4.26 (Τ.Η)

γ. προσθήκη ποσότητας Γ

4.27 (Τ.Η)

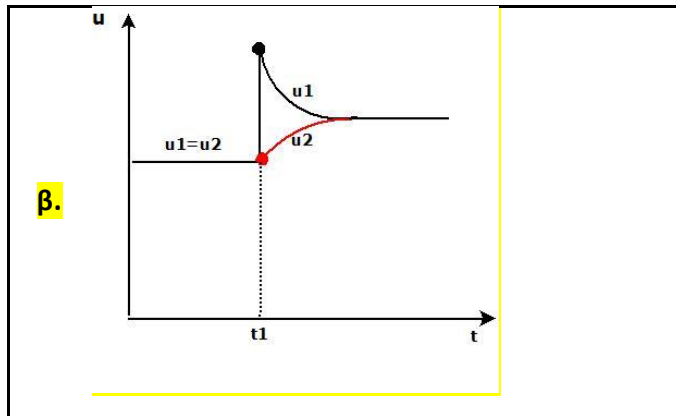
δ. 5 atm

4.28 (Τ.Η)

γ. 5 1/M·s

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.29 (Τ.Η)



4.30 (Χ.Σ)

β. ευνοείται σε υψηλή θερμοκρασία

4.31 (Χ.Σ)

β. με ελάττωση της πίεσης ($T = \text{σταθερή}$)

4.32 (Χ.Σ)

γ. ελαττώνεται με αύξηση της θερμοκρασίας

4.33 (Χ.Σ)

α. μπορεί να αυξηθεί με ελάττωση της πίεσης ($T = \text{σταθερή}$)

4.34 (Χ.Σ)

γ. το χρώμα του αερίου μίγματος γίνεται αρχικά καστανέρυθρο και σταθεροποιείται σε ανοιχτό καστανό

4.35 (Χ.Α)

γ. αύξηση της πίεσης με ελάττωση του όγκου του δοχείου

4.36 (Χ.Α)

β. η πίεση στο δοχείο θα είναι ίση με την αρχική ισορροπία

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.37 (X.A)

γ. $0,6 \cdot P_1$

4.38 (X.A)

δ. $0,2 \text{ L}^{-1} \cdot \text{mol}$

4.39 (X.A)

β. Αυξάνονται τόσο η u_1 και η u_2 , αλλά η u_2 αυξάνεται περισσότερο από τη u_1

4.40 (X.A)

γ. 3

4.41 (X.A)

δ. τίποτα από τα προηγούμενα

4.42 (X.A)

β. $\alpha_1 > \alpha_2$

4.43 (X.A)

δ. υψηλή θερμοκρασία και χαμηλή πίεση

4.44 (X.A)

δ. $5 \cdot 10^{-11}$

4.45 (X.A)

δ. Η πίεση στο δοχείο θα είναι μικρότερη ή ίση με την πίεση στην ισορροπία

4.46 (X.A)

γ. $x = 3$

4.47 (X.A)

γ. $E(g) \rightleftharpoons 2Z(g) \Delta H < 0$

4.48 (X.A)

β. 10^{-58}

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.49 (X.A)

$$\beta. K_c = \frac{1}{[\text{H}_2\text{S}]^8 \cdot [\text{O}_2]^4}$$

4.50 (X.A)

$$\gamma. P = 0,1 \text{ atm}$$

4.51 (X.A)

$$\alpha. [\text{B}] > [\text{A}] > [\text{Γ}]$$

4.52 (X.A)

δ. προσθέσαμε μια ποσότητα νερού

4.53 (Κ.Π)

$$\gamma. K_c = [\text{O}_2]$$

4.54 (Κ.Π)

$$\delta. 9/8 \text{ και } 60 \%$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ «ΕΡΩΤΟ - ΛΑΘΟΣ»

4.1 (Μ.Γ)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Όταν ένα σύστημα έχει φτάσει σε κατάσταση χημικής ισορροπίας, οι συγκεντρώσεις όλων των ουσιών δεν μεταβάλλονται. Αυτό δεν σημαίνει ότι το χημικό φαινόμενο σταμάτησε. Στην πραγματικότητα, οι δύο αντίθετες αντιδράσεις (προς τα δεξιά και προς τα αριστερά) λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα και με την ίδια ταχύτητα. Η χημική ισορροπία είναι δυναμική και όχι στατική.

4.2 (Μ.Γ)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Από το κεφάλαιο της χημικής κινητικής γνωρίζουμε ότι η άνοδος της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση σε όλες τις αντιδράσεις, ανεξάρτητα αν είναι ενδόθερμες ή εξώθερμες. Όμως, δεν συμβαίνει το ίδιο με την απόδοση. Η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί τις ενδόθερμες αντιδράσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοσή τους. Αντιθέτως, στις εξώθερμες αντιδράσεις η απόδοση αυξάνεται με ελάττωση της θερμοκρασίας.

Επομένως, η πρόταση ισχύει μόνο για τις ενδόθερμες αντιδράσεις.

4.3 (Μ.Γ)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η συγκέντρωση ενός στερεού είναι ανάλογη με την πυκνότητά του και δεν εξαρτάται από την ποσότητά του. Έτσι, η προσθήκη επιπλέον ποσότητας C δεν θα αλλάξει τη συγκέντρωση και η ισορροπία δεν θα διαταραχθεί. Συνεπώς, ο συνολικός αριθμός mol των αερίων ουσιών θα παραμείνει ο ίδιος. Στη σχέση

$$P_{\text{ολ}} = \frac{n_{\text{αερίων}} \cdot R \cdot T}{V}$$
 όλα τα μεγέθη στο δεύτερο μέλος είναι σταθερά.

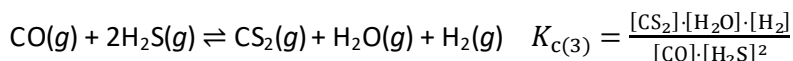
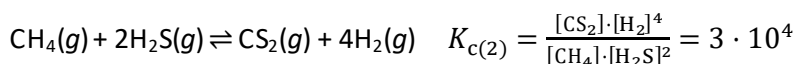
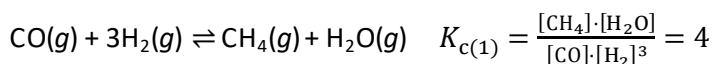
Επομένως, η συνολική πίεση δεν θα μεταβληθεί.

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.4 (Μ.Γ)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΕΡΩΣΤΟ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ



$$K_{c(1)} \cdot K_{c(2)} = \frac{[\text{CH}_4] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^3} \cdot \frac{[\text{CS}_2] \cdot [\text{H}_2]^4}{[\text{CH}_4] \cdot [\text{H}_2\text{S}]^2} \Rightarrow K_{c(1)} \cdot K_{c(2)} = \frac{[\text{CS}_2] \cdot [\text{H}_2\text{O}] \cdot [\text{H}_2]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{S}]^2} \Rightarrow$$

$$4 \cdot 3 \cdot 10^4 = K_{c(3)} \Rightarrow K_{c(3)} = 12 \cdot 10^4$$

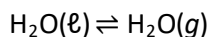
Η τρίτη χημική εξίσωση μπορεί να προκύψει με πρόσθεση των δύο πρώτων και η σταθερά ισορροπίας της είναι ίση με το γινόμενο των επιμέρους σταθερών ισορροπίας.

4.5 (Μ.Γ)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η αρχή Le Chatelier εφαρμόζεται και σε ισορροπίες φυσικών μεταβολών.



Η ελάττωση του όγκου προκαλεί στιγμιαία αύξηση της πίεσης. Επειδή το σύστημα προσπαθεί να αναιρέσει τη μεταβολή, η ισορροπία μετατοπίζεται προς την κατεύθυνση που παράγονται λιγότερα mol αερίων (μικρότερη πίεση), δηλαδή προς τ' αριστερά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειωθεί η ποσότητα του $\text{H}_2\text{O}(g)$.

Η σχέση $[\text{H}_2\text{O}(g)] = \frac{n_{\text{αερίου}}}{V}$ δεν μπορεί να μας πληροφορήσει για τη μεταβολή της συγκέντρωσης, διότι το $n_{\text{αερίου}}$ μειώνεται και το $\frac{1}{V}$ αυξάνεται.

Στην παραπάνω ετερογενή ισορροπία, η συγκέντρωση του καθαρού υγρού $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ δεν περιλαμβάνεται στην έκφραση της σταθεράς K_c . Οπότε, $K_c = [\text{H}_2\text{O}(g)]$.

Η K_c εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία και αφού η μεταβολή του όγκου γίνεται υπό σταθερή θερμοκρασία, συμπεραίνουμε ότι η τιμή της K_c θα παραμείνει σταθερή. Η ισότητα μεταξύ K_c και $[\text{H}_2\text{O}(g)]$ μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ούτε η συγκέντρωση του $\text{H}_2\text{O}(g)$ θα μεταβληθεί.

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

4.6 (Τ.Η)

A: ΣΩΣΤΟ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Προκύπτει από τη γραφική παράσταση.

B: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η αντίδραση είναι εξώθερμη ($H_{\pi} < H_{\alpha\nu}$) και δεν ευνοείται με αύξηση της θερμοκρασίας.

Γ: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι πραγματοποιείται σε δυο στάδια.

Δ: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Ο καταλύτης δεν επηρεάζει τη θέση της ισορροπίας, αλλά η μεταβολή του όγκου μεταβάλλει την πίεση και επομένως τη θέση της ισορροπίας λόγω διαφορετικού αριθμού mol αερίων αντιδρώντων – προϊόντων.

Ε: ΛΑΘΟΣ

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ

Το βραδύτερο στάδιο καθορίζει τον νομό της ταχύτητας. Αυτό είναι το 1^ο (μεγαλύτερη E_a) και ο νόμος της ταχύτητας είναι $v = k \cdot [A] \cdot [B]^2$

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΛΥΣΗ 4.1 (Α.Η)

A. $n_{CO} = 14/28 = 0,5$, $n_{H_2O} = 9/18 = 0,5$ $n_{CO_2} = n_{H_2} = x$ στη Χ.Ι
Για την $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ $K_c = 4$ $V = 10$ L

$$4 = \frac{\frac{x}{V} \frac{x}{V}}{\frac{0,5}{V} \frac{0,5}{V}}$$

$$\Rightarrow 2^2 = (x/0,5)^2 \Rightarrow x = 1 \text{ οπότε } [CO_2] = 1/10 = 0,1 \text{ M}$$

B. η μεταβολή του όγκου ($\theta = \text{σταθερή}$) δεν επηρεάζει τη θέση της χημικής ισορροπίας αφού δεν υπάρχει μεταβολή του συνολικού αριθμού mol των αερίων από τα αντιδρώντα στα προϊόντα, έτσι τα mol CO_2 θα παραμείνουν ίδια οπότε $[CO_2]' = 1/20 = 0,05 \text{ M}$.

Γ. Έστω ότι προσθέτουμε ψ mol $H_2O(g)$ στο μίγμα ισορροπίας σε όγκο 20 L, η ισορροπία θα μετατοπιστεί δεξιά προς παραγωγή νέων ποσοτήτων CO_2 και H_2

mol	CO	H_2O	\rightleftharpoons	CO_2	H_2
Αρχική Χ.Ι	0,5	0,5		1	1
προσθ		+ ψ			
Αντιδρ/παραγ	- ω	- ω		+ ω	+ ω
Τελική ΧΙ	0,5- ω	0,5+ ψ - ω		1+ ω	1+ ω

$$\text{Αλλά } [CO_2] = 0,06 \text{ M} \Rightarrow (1+\omega)/20 = 0,06 \Rightarrow 1+\omega = 1,2 \Rightarrow \omega = 0,2$$

Οπότε οι συγκεντρώσεις στην νέα Χ.Ι θα είναι:

$$[CO] = 0,3/20 \text{ M}, [H_2O] = 0,3+\psi/20 \text{ M}, [CO_2] = 1,2/20 \text{ M} [H_2] = 1,2/20 \text{ M}$$

Η $K_c=4$ (θερμοκρασία σταθερή), με αντικατάσταση στην έκφραση της K_c έχουμε:

$$4 = \frac{\frac{1,2}{20} \frac{1,2}{20}}{\frac{0,3}{20} \frac{0,3+\psi}{20}}$$

$$\text{Οπότε, } \psi = 0,9 \text{ και } m_{(H_2O)} = 0,9 \cdot M_{r(H_2O)} = 0,9 \cdot 18 = 16,2 \text{ g}$$

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.2 (Α.Η)

A

i. Σωστή

Ο βαθμός διάσπασης του N_2O_4 ταυτίζεται με το συντελεστή απόδοσης της αντίδρασης $\alpha = 0,5$

mol	$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$	
Αρχικά	n	
Διασπ/παραγ	$-0,5n$	
Τελικά	$0,5n$	n

Στην έκφραση της K_c με αντικατάσταση έχουμε $K_c = [NO_2]^2/[N_2O_4] \Rightarrow K_c = (n/V_1)^2/0,5n/V_1$ (1)
 $\Rightarrow n = 1/2 \cdot K_c \cdot V_1$

ii. Λάθος

κατά τη διάσπαση και μέχρι την αποκατάσταση της Χ.Ι αυξάνονται τα mol των αερίων όπως προκύπτουν από τους στοιχειομετρικούς συντελεστές της χημικής εξίσωσης οπότε αυξάνεται ανάλογα και η πίεση στο δοχείο ($V_1 = \text{σταθερός}$, $\theta = \text{σταθερή}$). Έστω P_1 η αρχική πίεση που επικρατεί στο δοχείο και P_2 η τελική στη Χ.Ι όπου $n_{\text{ολ}} = 0,5n + n = 1,5n$

$$P_1 \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (1) \quad \text{και} \quad P_2 \cdot V = 1,5n \cdot R \cdot T \quad (2)$$

$$\text{Από τις (1) και (2)} \quad P_1/P_2 = 1/1,5 \Rightarrow P_2 = 1,5P_1 \Rightarrow \Delta P = 0,5P_1$$

Η πίεση στην ισορροπία έχει αυξηθεί κατά 50 % σε σχέση με την αρχική πίεση στο δοχείο.

iii. Σωστή

Στη Χ.Ι ισχύει: $m(N_2O_4) = 0,5n \cdot M_r(N_2O_4)$ $m(NO_2) = n \cdot M_r(NO_2)$ αλλά $M_r(N_2O_4) = 2M_r(NO_2)$
οπότε $m(N_2O_4) = m(NO_2)$

B

i. Ο όγκος αυξήθηκε $V_2 > V_1$. Ο βαθμός διάσπασης του N_2O_4 αυξήθηκε με τη μεταβολή του όγκου αρά η Χ.Ι σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier μετατοπίστηκε δεξιά προς τα περισσότερα mol αερίων οπότε έχουμε:

ii.

mol	$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$	
Αρχικά	n	
Διασπ/παραγ	$-0,6n$	$1,2n$
Τελικά	$0,4n$	$1,2n$

Με αντικατάσταση στην έκφραση της K_c (σταθερή η τιμή της αφού $\theta = \text{σταθερή}$) έχουμε
 $K_c = [NO_2]^2/[N_2O_4] \Rightarrow K_c = (1,2n/V_2)^2/0,4n/V_2$ (2) Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει
 $(n/V_1)^2/0,5n/V_1 = (1,2n/V_2)^2/0,4n/V_2 \Rightarrow V_2/V_1 = 1,2^2 \cdot 0,5/0,4 \Rightarrow V_2/V_1 = 1,8 \Rightarrow V_2/V_1 = 9/5$

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.3 (Α.Η)

Α.

n mol H_2 , n mol I_2 στο μίγμα, $2n=V/V_m=44,8/22,4=2 \Rightarrow n=1$. Τα αέρια αντιδρούν κατάλληλα και το σύστημα οδηγείται σε Χ.Ι (από $t=0$ μέχρι τη χρονική στιγμή t_1).

mol	$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$		
Αρχικά	1	1	
αντιδρ/παραγ	- χ	- χ	+2 χ
t_1	1- χ	1- χ	2 χ

Οι συγκεντρώσεις H_2 και I_2 στη Χ.Ι είναι ίσες οπότε τα αέρια αυτά αντιστοιχούν στην ίδια καμπύλη στο διάγραμμα.

Η πάνω καμπύλη αντιστοιχεί στο HI, ενώ η κάτω στο H_2 και I_2 αφού ο λόγος των συγκεντρώσεων με βάση αυτά επαληθεύει την τιμή της K_c $[HI]^2/[H_2][I_2]=0,4^2/0,2 \cdot 0,2=0,16/0,04=4$.

Β.

$[H_2]=[I_2]=1-\chi/V=0,2$ και $[HI]=2\chi/V=0,4$ οπότε από τη λύση του συστήματος προκύπτει: $\chi=0,5$ mol και **$V=2,5$ L**.

Γ.

Η παραπάνω ισορροπία θα παραμείνει όπως έχει (δεν επηρεάζεται από τη μεταβολή του όγκου του δοχείου) αφού δεν υπάρχει μεταβολή του συνολικού αριθμού mol των αερίων από τα αντιδρώντα στα προϊόντα.

Δ.

Τη χρονική στιγμή t_1 παρατηρούμε από το διάγραμμα ότι αυξάνεται απότομα μόνο η **συγκέντρωση του HI** (έγινε προσθήκη ποσότητας HI με V = σταθερός) από 0,4 M σε 0,6 M.

Το σύστημα σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier οδεύει προς τα αριστερά ώστε να αποκατασταθεί νέα Χ.Ι και να παραχθούν νέες ποσότητες H_2 και I_2 (θ =σταθερή).

M	$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$		
Αρχική Χ.Ι	0,2	0,2	0,4
προσθ			+0,2
αντιδρ/παραγ	+ ω	+ ω	-2 ω
t_1	0,2+ ω	0,2+ ω	0,6-2 ω

Με αντικατάσταση στην έκφραση της K_c έχουμε: $K_c = [HI]^2/[H_2][I_2] \Rightarrow 4 = (0,6-2\omega)^2/(0,2+\omega)^2 \Rightarrow 2 = (0,6-2\omega)/(0,2+\omega) \Rightarrow \omega = 0,05$ άρα οι τελικές συγκεντρώσεις είναι:

$[H_2]' = [I_2]' = 0,25$ M και $[HI]' = 0,5$ M

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.4 (Α.Η)

A.

i. Έστω n τα αρχικά mol του $\text{H}_2\text{NCOONH}_4(s)$ $n = m/M_r \Rightarrow n = 3,9/78 \Rightarrow n = 0,05 \text{ mol}$

mol	$\text{H}_2\text{NCOONH}_4(s) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g) + \text{CO}_2(g)$		
Αρχικά	0,05		
διασπ/παραγ	- χ	+2 χ	+ χ
Χ.Ι	0,05- χ	2 χ	χ

Αλλά $2\chi = 0,04 \Rightarrow \chi = 0,02$ οπότε $K_c = [\text{NH}_3]^2 \cdot [\text{CO}_2] \Rightarrow K_c = (0,04/10)^2 \cdot (0,02/10) \Rightarrow K_c = 32 \cdot 10^{-9}$.

ii. $\alpha = n_{\text{CO}_2} \text{πρακτικά} / n_{\text{CO}_2} \text{θεωρητικά} \Rightarrow \alpha = 0,02/0,05 \Rightarrow \alpha = 0,4$ ή **40 %**.

iii. Με ελάττωση της θερμοκρασίας παρατηρούμε ότι η K_c μειώθηκε $K_c' = 10^{-10}$ άρα το ετερογενές σύστημα ισορροπίας μετατοπίστηκε αριστερά προς παραγωγή δηλαδή νέας ποσότητας στερεού. Όμως η ελάττωση της θερμοκρασίας ευνοεί την εξώθερμη αντίδραση, άρα η αντίδραση προς τα αριστερά είναι εξώθερμη οπότε η **διάσπαση του καρβαμιδικού αμμωνίου είναι ενδόθερμη**.

B. Η μισή ποσότητα του CO_2 δηλαδή 0,01 mol μεταφέρεται σε δοχείο που περιέχει περίσσεια άνθρακα και $n_{\text{CO}} = m/M_r = 5,6/28 \Rightarrow n = 0,2 \text{ mol CO}$

Με βάση τη χημική εξίσωση $\text{C}(s) + \text{CO}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{CO}(g)$ τη στιγμή της εισαγωγής του CO_2 στο δοχείο όγκου $V = 1 \text{ L}$ το πηλίκο αντίδρασης Q_c δίνεται από τη σχέση $Q_c = [\text{CO}]^2 / [\text{CO}_2]$

$\Rightarrow Q_c = (0,2/1)^2 / 0,01/1 \Rightarrow Q_c = 4 \Rightarrow Q_c = K_c = 4$ άρα το σύστημα από τη στιγμή της προσθήκης βρίσκεται σε Χ.Ι οπότε η **ποσότητα του CO στο δοχείο δεν θα αλλάξει**.

ΛΥΣΗ 4.5 (Α.Η)

A.

Υπολογίζουμε το πηλίκο αντίδρασης Q_c τη στιγμή της ανάμιξης σύμφωνα με τη χημική εξίσωση $\text{SO}_3(g) + \text{NO}(g) \rightleftharpoons \text{SO}_2(g) + \text{NO}_2(g)$

$$Q_c = \frac{[\text{SO}_2][\text{NO}_2]}{[\text{SO}_3][\text{NO}]}$$
$$Q_c = \frac{\frac{0,5}{V} \frac{0,5}{V}}{\frac{0,1}{V} \frac{0,1}{V}}$$

$Q_c = 25 > K_c = 1/4$ οπότε το σύστημα των αερίων οδεύει προς τα αριστερά έτσι ώστε να μειωθούν οι συγκεντρώσεις των SO_2 , NO_2 στον αριθμητή του κλάσματος και να αυξηθούν οι συγκεντρώσεις SO_3 , NO στον παρονομαστή του κλάσματος και να έχουμε Χ.Ι. Έστω ότι θα αντιδράσουν χ mol από τα αέρια SO_2 , NO_2 μέχρι να αποκατασταθεί Χ.Ι

mol	SO_3	NO	SO_2	NO_2
Αρχικά	0,1	0,1	0,5	0,5
αντιδρούν			- χ	- χ

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

παράγονται	+χ	+χ		
X.I	0,1+χ	0,1+χ	0,5-χ	0,5-χ

$$K_c = 1/4 = \frac{[SO_2][NO_2]}{[SO_3][NO]}$$

Με αντικατάσταση έχουμε

$$1/4 = \frac{\frac{0,5-x}{V} \frac{0,5-x}{V}}{\frac{0,1+x}{V} \frac{0,1+x}{V}}$$

$$(1/2)^2 = [(0,5-x)/(0,1+x)]^2 \Rightarrow 1/2 = (0,5-x)/(0,1+x) \Rightarrow x = 0,3 \text{ \u0391\u03c1\u0381 } n_{SO_3} = n_{NO} = 0,4 \text{ \u039a\u0391\u0399 } n_{SO_2} = n_{NO_2} = 0,2.$$

B.

έστω ψ τα mol του SO₃ που προσθέτουμε στην X.I, το σύστημα οδεύει προς τα δεξιά, ώστε να αποκατασταθεί εκ νέου νέα X.I, έστω ω τα mol του SO₃ που αντέδρασαν μέχρι την νέα X.I

mol	SO ₃	NO	SO ₂	NO ₂
Αρχική X.I	0,4	0,4	0,2	0,2
Προσθ.	+ψ			
Αντιδρ/παραγ	-ω	-ω	+ω	+ω
Νέα X.I	0,4+ψ-ω	0,4-ω	0,2+ω	0,2+ω

$$\text{Αλλά } [SO_2]' = 2[SO_2] \Rightarrow (0,2+\omega)/V = 2 \cdot 0,2/V \Rightarrow \omega = 0,2 \text{ \u0391\u03c1\u0381 } n_{SO_3} = 0,2+\psi \quad n_{NO} = 0,2 \text{ \u039a\u0391\u0399 } n_{SO_2} = n_{NO_2} = 0,4$$

Με αντικατάσταση στην έκφραση της K_c (θ = σταθερή) έχουμε:

$$1/4 = \frac{\frac{0,4}{V} \frac{0,4}{V}}{\frac{0,2+\psi}{V} \frac{0,2}{V}}$$

Οπότε **ψ = 3mol**

Γ. Υπολογίζουμε την % v/v περιεκτικότητα του αρχικού μίγματος ισορροπίας σε NO. Η αναλογία όγκων των αερίων στις ίδιες συνθήκες είναι και αναλογία mol $n_{NO}/n_{ολικό} = 0,4/1,2 = 1/3$

Αρά $V_{NO}/V_{ολικό} = 1/3$ δηλαδή 33,3 % v/v σε NO. Με την αύξηση της θερμοκρασίας η αρχική % v/v περιεκτικότητα του αρχικού μίγματος ισορροπίας σε NO ελαττώθηκε σε 16,66 % αρά με αύξηση της θερμοκρασίας το σύστημα μετατοπίστηκε δεξιά ώστε να ελαττωθούν τα mol του NO. Αύξηση όμως της θερμοκρασίας ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση αρά **η προς τα δεξιά αντίδραση είναι ΕΝΔΟΘΕΡΜΗ**

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.6 (Α.Η)

A.

M	A(aq) ⇌ B(aq) + Γ(aq)		
Αρχικά	0,6		
Αντιδρ/παρ	-χ	+χ	+χ
Χ.Ι	0,6-χ	χ	χ

$[B]=2[A] \Rightarrow \chi=2(0,6-\chi) \Rightarrow \chi=0,4$ M άρα οι συγκεντρώσεις στη Χ.Ι είναι $[A]=0,2$ M, $[B]=[Γ]=0,4$ M
 $K_c = [B] \cdot [Γ] / [A] \Rightarrow K_c = 0,4 \cdot 0,4 / 0,2 \Rightarrow K_c = 0,8$ και ο βαθμός διάσπασης για το σώμα Α είναι $\alpha = \chi / 0,6$
 $\Rightarrow \alpha = 0,4 / 0,6 \Rightarrow \alpha = 2/3$ ή **66,7%**.

B.

Με προσθήκη στο διάλυμα σώματος Β η ισορροπία θα μετατοπιστεί αριστερά.

M	A(aq) ⇌ B(aq) + Γ(aq)		
Αρχική Χ.Ι	0,2	0,4	0,4
Προσθ		+0,5	
Αντιδρ/παραγ	+ψ	-ψ	-ψ
Νέα Χ.Ι	0,2+ψ	0,9-ψ	0,4-ψ

Η $K_c = 0,8$ (παραμένει ίδια αφού $\theta =$ σταθερή), $K_c = [B]' \cdot [Γ]' / [A]' \Rightarrow 0,8 = (0,9-\psi) \cdot (0,4-\psi) / (0,2+\psi)$
 $\Rightarrow \psi^2 - 2,1\psi + 0,2 = 0 \Rightarrow$ δεκτή λύση $\psi = 0,1$ M άρα οι συγκεντρώσεις στη νέα Χ.Ι θα είναι:

$[A]' = 0,3$ M, $[B]' = 0,8$ M, $[Γ]' = 0,3$ M και ο βαθμός διάσπασης α του Α (από την αρχική κατάσταση μέχρι τη νέα θέση ισορροπίας) θα είναι $\alpha = 0,3 / 0,6 \Rightarrow \alpha = 0,5$ ή **50%**.

Γ.

Αραιώνουμε το αρχικό μίγμα ισορροπίας από όγκο V σε όγκο 2V ($\theta =$ σταθερή) οπότε οι συγκεντρώσεις τη στιγμή της αραιώσης θα υποδιπλασιαστούν και θα γίνουν:

$[A]_1 = 0,1$ M, $[B]_1 = [Γ]_1 = 0,2$ M. Το πηλίκο αντίδρασης εκείνη τη στιγμή είναι $Q_c = [B]_1 \cdot [Γ]_1 / [A]_1 \Rightarrow$

$Q_c = 0,2 \cdot 0,2 / 0,1 \Rightarrow Q_c = 0,4 < 0,8 = K_c$ άρα για να έχω Χ.Ι θα πρέπει να διασπαστεί και άλλη ποσότητα από το σώμα Α (να μειωθεί ο παρονομαστής του κλάσματος) και να παραχθούν νέες ποσότητες από τα Β και Γ (να αυξηθεί ο αριθμητής του κλάσματος), ώστε να μεγαλώσει ο λόγος συγκεντρώσεων οπότε **το σύστημα θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά.**

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.7 (Α.Η)

A.

i. Η αντίδραση είναι θερμοουδέτερη οπότε η θέση της Χ.Ι δεν μετατοπίζεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και η απόδοση δεν μεταβάλλεται.

ii. Με προσθήκη αφυδατικού θα ελαττωθεί η συγκέντρωση του νερού στην ισορροπία οπότε η θέση της Χ.Ι θα μετατοπιστεί δεξιά και θα έχω αύξηση της απόδοσης.

iii. Με προσθήκη μεθανόλης αυξάνεται η συγκέντρωση της μεθανόλης οπότε η θέση της Χ.Ι θα μετατοπιστεί δεξιά και θα έχω αύξηση της απόδοσης.

iv. Δεν μετέχουν αέρια στην ισορροπία οπότε η θέση της Χ.Ι δεν θα μεταβληθεί και η απόδοση θα παραμείνει ίδια.

v. Καμμία μεταβολή στη θέση της Χ.Ι όπως προκύπτει από τους στοιχειομετρικούς συντελεστές της χημικής εξίσωσης, με προσθήκη οργανικού διαλύτη θα μικρύνουν απλώς οι συγκεντρώσεις των σωμάτων στη θέση ισορροπίας οπότε και η απόδοση δεν μεταβάλλεται.

vi. η συγκέντρωση του εστέρα στο διάλυμα θα μειώνεται αφού ο εστέρας θα περνά από την υγρή στην αέρια φάση, οπότε η θέση της Χ.Ι θα μετατοπιστεί δεξιά και η απόδοση της αντίδρασης θα αυξηθεί.

B. i.

$\text{RCOOH}(\ell) + \text{CH}_3\text{OH}(\ell) \rightleftharpoons \text{RCOOCH}_3(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$ Έστω ω τα mol της μεθανόλης που θα αναμίξουμε με τα 2 mol RCOOH. Διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

1^η περίπτωση: $\omega > 2$ οπότε η απόδοση καθορίζεται με βάση το σώμα που θεωρητικά αντέδρασε πλήρως δηλαδή τα 2 mol RCOOH.

mol	$\text{RCOOH}(\ell) + \text{CH}_3\text{OH}(\ell) \rightleftharpoons \text{RCOOCH}_3(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$			
αρχικά	2	ω		
Αντιδρ/παραγ	- χ	- χ	+ χ	+ χ
Χ.Ι	2- χ	$\omega-\chi$	χ	χ

$\alpha = 80\% \Rightarrow \alpha = \chi/2 \Rightarrow 0,8 = \chi/2 \Rightarrow \chi = 1,6$ οπότε τα mol στη Χ.Ι θα είναι:

$n_{\text{RCOOH}} = 0,4$ $n_{\text{CH}_3\text{OH}} = \omega - 1,6$ $n_{\text{RCOOCH}_3} = 1,6$ $n_{\text{H}_2\text{O}} = 1,6$.

Με αντικατάσταση στην έκφραση της K_c της εστεροποίησης θα έχουμε:

$$K_c = \frac{[\text{RCOOCH}_3] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{RCOOH}] [\text{CH}_3\text{OH}]}$$
$$4 = \frac{\frac{1,6}{V} \frac{1,6}{V}}{\frac{0,4}{V} \frac{\omega - 1,6}{V}}$$

Οπότε $\omega = 3,2 \text{ mol}$ (δεκτό)

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

2^η περίπτωση: $\omega < 2$ οπότε η απόδοση καθορίζεται με βάση το σώμα που θεωρητικά αντέδρασε πλήρως δηλαδή τα ω mol CH_3OH .

mol	$\text{RCOOH}(\ell) + \text{CH}_3\text{OH}(\ell) \rightleftharpoons \text{RCOOCH}_3(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$			
Αρχικά	2	ω		
Αντεδρ/παραγ	$-\psi$	$-\psi$	$+\psi$	$+\psi$
Χ.Ι	$2-\psi$	$\omega-\psi$	ψ	ψ

$A=80\% \Rightarrow \alpha = \psi/\omega \Rightarrow 0,8 = \psi/\omega \Rightarrow \psi = 0,8 \cdot \omega$ οπότε τα mol στη Χ.Ι θα είναι:

$$n_{\text{RCOOH}} = 2 - 0,8 \cdot \omega \quad n_{\text{CH}_3\text{OH}} = 0,2 \cdot \omega \quad n_{\text{RCOOCH}_3} = 0,8 \cdot \omega \quad n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,8 \cdot \omega$$

Με αντικατάσταση στην έκφραση της K_c της εστεροποίησης θα έχουμε:

$$K_c = \frac{[\text{RCOOCH}_3] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{RCOOH}] [\text{CH}_3\text{OH}]}$$

$$4 = \frac{\frac{0,8\omega}{V} \frac{0,8\omega}{V}}{\frac{2 - 0,8\omega}{V} \frac{0,2\omega}{V}}$$

Οπότε $\omega = 1,25$ mol (δεκτό)

B.ii

Έστω χ τα mol CH_3OH και χ τα mol RCOOH στο αρχικό μίγμα

mol	$\text{RCOOH}(\ell) + \text{CH}_3\text{OH}(\ell) \rightleftharpoons \text{RCOOCH}_3(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$			
Αρχικά	χ	χ		
Αντεδρ/παραγ	$-\psi$	$-\psi$	$+\psi$	$+\psi$
Χ.Ι	$\chi-\psi$	$\chi-\psi$	ψ	ψ

Με αντικατάσταση στην έκφραση της K_c της εστεροποίησης θα έχουμε:

$$K_c = \frac{[\text{RCOOCH}_3] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{RCOOH}] [\text{CH}_3\text{OH}]}$$

$$4 = \frac{\frac{\psi}{V} \frac{\psi}{V}}{\frac{\chi - \psi}{V} \frac{\chi - \psi}{V}}$$

$2^2 = [\psi/(\chi-\psi)]^2$ από τη λύση της εξίσωσης προκύπτει $\psi = 2\chi/3$ οπότε τα mol στη Χ.Ι θα είναι:

$$n_{\text{RCOOH}} = \chi/3 \quad n_{\text{CH}_3\text{OH}} = \chi/3 \quad n_{\text{RCOOCH}_3} = 2\psi/3 \quad n_{\text{H}_2\text{O}} = 2\psi/3$$

Το 1/5 της ποσότητας του οξέος στην ισορροπία δηλαδή $(1/5) \cdot (\chi/3) = \chi/15$ εξουδετερώνεται πλήρως με διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$ με $n_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = c_\beta \cdot V_\beta = 1 \cdot 0,2 = 0,2$ mol σύμφωνα με την στοιχειομετρία της χημικής εξίσωσης της αντίδρασης: $2\text{RCOOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow (\text{RCOO})_2\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$

$$\begin{array}{r} 2\text{mol απαιτούν } 1\text{ mol} \\ \underline{\chi/15} \quad \quad \quad 0,2 \\ 2 \cdot 0,2 = \chi/15 \Rightarrow \chi = 6\text{ mol} \end{array}$$

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.8 (Α.Π)

A.

Έστω ότι διοχετεύουμε αρχικά στο δοχείο x mol SO_2 και y mol O_2 .

mol	$2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(g)$		
αρχικά	x	y	
αντιδρούν	-2ω	$-\omega$	
παράγονται			$+2\omega$
ισορροπία	$x-2\omega$	$y-\omega$	2ω

Επειδή το μίγμα ισορροπίας περιέχει ισομοριακές ποσότητες SO_3 και O_2 είναι

$$n_{\text{SO}_3} = n_{\text{O}_2} \Rightarrow 2\omega = y - \omega \Rightarrow \underline{y = 3\omega} \quad (1)$$

Εκφράζουμε τις μάζες του SO_2 και O_2 με τη βοήθεια των μεταβλητών που έχουμε χρησιμοποιήσει. Είναι $M_r(\text{SO}_2) = 64$ και $M_r(\text{O}_2) = 32$, άρα οι μάζες των SO_2 και O_2 στην ισορροπία είναι:

$$m_{\text{SO}_2} = n_{\text{SO}_2} \cdot M_r_{\text{SO}_2} \Rightarrow m_{\text{SO}_2} = 64 \cdot (x-2\omega) \text{ g SO}_2 \text{ και}$$

$$m_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2} \cdot M_r_{\text{O}_2} \Rightarrow m_{\text{O}_2} = 32 \cdot (y-\omega) \text{ g O}_2.$$

Από τα δεδομένα έχουμε

$$m_{\text{SO}_2} = m_{\text{O}_2} \Rightarrow 64 \cdot (x-2\omega) = 32 \cdot (y-\omega) \Rightarrow 2(x-2\omega) = y-\omega$$

Στην τελευταία σχέση αντικαθιστούμε $y = 3\omega$ (εξίσωση (1)) και έχουμε:

$$2(x-2\omega) = y-\omega \Rightarrow 2x-4\omega = 3\omega-\omega \Rightarrow 2x = 6\omega \Rightarrow \underline{x = 3\omega} \quad (2)$$

Άρα, για το αρχικό μίγμα των αερίων είναι $\underline{x = y = 3\omega}$ (ισομοριακό μίγμα SO_2 και O_2).

Στη χημική ισορροπία υπάρχουν:

$$n_{\text{SO}_2} = x-2\omega \stackrel{x=3\omega}{\Rightarrow} n_{\text{SO}_2} = 3\omega-2\omega \Rightarrow n_{\text{SO}_2} = \omega \text{ mol SO}_2$$

$$n_{\text{O}_2} = y-\omega \stackrel{y=3\omega}{\Rightarrow} n_{\text{O}_2} = 3\omega-\omega \Rightarrow n_{\text{O}_2} = 2\omega \text{ mol O}_2$$

$$n_{\text{SO}_3} = 2\omega \text{ mol SO}_3.$$

Αντικαθιστούμε στην K_c που μας δίνεται, εκφράζοντας τα mol των τριών αερίων συναρτήσει της μεταβλητής ω από τις προηγούμενες σχέσεις.

$$K_{c(1)} = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} \Rightarrow 10 = \frac{\left(\frac{2\omega}{10}\right)^2}{\left(\frac{\omega}{10}\right)^2 \left(\frac{2\omega}{10}\right)} \Rightarrow 10 = \frac{\frac{2\omega}{10}}{\frac{\omega^2}{100}} \Rightarrow \frac{10 \cdot \omega^2}{100} = \frac{2\omega}{10} \Rightarrow \omega^2 = 2\omega$$

Η τελευταία εξίσωση παίρνει τη μορφή: $\omega^2 = 2\omega \Rightarrow \omega^2 - 2\omega = 0 \Rightarrow \omega(\omega-2) = 0$

και έχει λύσεις τις τιμές $\omega=0$ (που φυσικά απορρίπτεται) και $\boxed{\omega=2}$ (που είναι δεκτή).

Άρα, από την τιμή του ω που υπολογίσαμε ($\omega=2$) και τις ισότητες (1) και (2) βρίσκουμε τα αρχικά mol των αερίων SO_2 και O_2 .

$$\text{Είναι } x = y = 3\omega \stackrel{\omega=2}{\Rightarrow} x = y = 3 \cdot 2 \text{ mol} \Rightarrow x = y = 6 \text{ mol}.$$

Άρα, το αρχικό μίγμα ήταν ισομοριακό και αποτελούνταν από 6 mol SO_2 και 6 mol O_2 .

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Μπορούμε, επίσης, να υπολογίσουμε τα mol των τριών αερίων στη XI 1.

Είναι $n_{\text{SO}_2} = \omega$ mol SO_2 δηλαδή $n_{\text{SO}_2} = 2$ mol SO_2

$n = 2\omega$ mol O_2 δηλαδή $n_{\text{O}_2} = 4$ mol O_2

$n_{\text{SO}_3} = 2\omega$ mol SO_3 δηλαδή $n_{\text{SO}_3} = 4$ mol SO_3 .

Β.

Προκύπτει εύκολα ότι το αντιδρών O_2 είναι σε περίσσεια (το αντιδρών SO_2 είναι σε έλλειμμα).

Άρα, η απόδοση της αντίδρασης θα υπολογιστεί από το ποσοστό μετατροπής του αντιδρώντος SO_2 .

Είναι απόδοση $\alpha = \frac{2\omega}{x} = \frac{2\omega}{3\omega}$ δηλαδή είναι απόδοση $\alpha = \frac{2}{3} = 0,667$ ή 66,7%.

Γ.

Τα ποσοστά μετατροπής αντιδρώντων υπολογίζονται εύκολα από κλάσματα της μορφής:

$$\frac{\text{ποσότητα αντιδρώντος που αντιδρά}}{\text{συνολική ποσότητα αντιδρώντος}}$$

Είναι:

$$\text{ποσοστό μετατροπής } \text{SO}_2 = \frac{2\omega}{x} = \frac{2\omega}{3\omega} \text{ άρα}$$

$$\boxed{\text{ποσοστό μετατροπής } \text{SO}_2 = \frac{2}{3}}$$

(ταυτίζεται με την απόδοση)

$$\text{ποσοστό μετατροπής } \text{O}_2 = \frac{\omega}{y} = \frac{\omega}{3\omega} \text{ άρα}$$

$$\boxed{\text{ποσοστό μετατροπής } \text{O}_2 = \frac{1}{3}}$$

(είναι μικρότερο της απόδοσης)

Δ.

Επειδή έχουμε αύξηση των mol του SO_3 , λόγω μεταβολής του όγκου του δοχείου, συμπεραίνουμε ότι η μεταβολή προκάλεσε μετατόπιση της θέσης της ισορροπίας προς τα ΔΕΞΙΑ.

Επειδή προς τη κατεύθυνση αυτή (δεξιά) έχουμε μείωση των mol των αερίων (όταν οδηγείται η ισορροπία προς τα δεξιά για κάθε 3 mol SO_2 και O_2 που αντιδρούν παράγονται 2 mol SO_3) συμπεραίνουμε ότι

προκαλέσαμε **ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΟΓΚΟΥ** του δοχείου

(μείωση του όγκου \rightarrow αύξηση της πίεσης \rightarrow μετατόπιση της ισορροπίας προς τα λιγότερα mol αερίων ώστε να μειωθεί η ολική πίεση (αρχή Le Chatelier)).

Ε.

Για τη μετάβαση από τη XI 1 στη XI 2 είναι:

mol	$2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(g)$		
XI 1	2	4	4
αντιδρούν	-2z	-z	
παράγονται			+2z
XI 2	2-2z	4-z	4+2z

Τα mol του SO_3 στη XI 2 είναι κατά 25 % περισσότερα απ' ό τι στη XI 1.

Αρχικά ήταν 4 mol SO_3 άρα στη νέα ισορροπία είναι

$$n_{\text{SO}_3} = \left(4 + \frac{25}{100} \cdot 4\right) \text{ mol} \quad \text{ή} \quad n_{\text{SO}_3} = 5 \text{ mol}.$$

Προκύπτει η ισότητα

$$4 + 2z = 5 \Rightarrow 2z = 5 - 4 \Rightarrow 2z = 1 \Rightarrow z = 0,5 \text{ mol}.$$

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Άρα, στη ΧΙ 2 η σύσταση (σε mol) είναι:

$$n_{\text{SO}_2} = 2 - 2z = (2 - 2 \cdot 0,5) \text{ mol SO}_2 \text{ δηλαδή } n_{\text{SO}_2} = 1 \text{ mol SO}_2$$

$$n_{\text{O}_2} = 4 - z = (4 - 0,5) \text{ mol O}_2 \text{ δηλαδή } n_{\text{O}_2} = 3,5 \text{ mol O}_2$$

$$n_{\text{SO}_3} = 4 + 2z = (4 + 2 \cdot 0,5) \text{ mol SO}_3 \text{ δηλαδή } n_{\text{SO}_3} = 5 \text{ mol SO}_3.$$

Επειδή η θερμοκρασία θ_1 είναι σταθερή είναι $K_{C(1)}$ σταθερή (δηλαδή $K_{C(1)} = 10$)

Με αντικατάσταση στην $K_{C(1)}$ είναι:

$$K_{C(1)} = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} \Rightarrow 10 = \frac{\left(\frac{5}{V_2}\right)^2}{\left(\frac{1}{V_2}\right)^2 \cdot \frac{3,5}{V_2}} \Rightarrow 10 = \frac{5^2 V_2}{3,5} \Rightarrow V_2 = \frac{35}{25} \text{ L}$$

$$\text{ή } V_2 = 1,4 \text{ L}$$

(φυσικά προκύπτει $V_2 < V_1$ όπως διαπιστώσαμε στο προηγούμενο ερώτημα).

ΣΤ. Υπολογίζουμε τα συνολικά mol των αερίων στην καταστάσεις ισορροπίας 1 και 2.

Στη ΧΙ 1

$$n_{\text{ολ(αερ)1}} = (2 + 4 + 4) \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{ολ(αερ)1}} = 10 \text{ mol}$$

στη ΧΙ 2

$$n_{\text{ολ(αερ)2}} = (1 + 3,5 + 5) \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{ολ(αερ)2}} = 9,5 \text{ mol}$$

Από καταστατική εξίσωση για σταθερή θερμοκρασία στις δύο καταστάσεις ισορροπίας και διαίρεση κατά μέλη είναι:

$$\left. \begin{aligned} P_1 \cdot V_1 &= n_{\text{ολ(αερ)1}} \cdot R \cdot T \\ P_2 \cdot V_2 &= n_{\text{ολ(αερ)2}} \cdot R \cdot T \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_1 \cdot V_1}{P_2 \cdot V_2} = \frac{n_{\text{ολ(αερ)1}}}{n_{\text{ολ(αερ)2}}} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{n_{\text{ολ(αερ)1}} \cdot V_2}{n_{\text{ολ(αερ)2}} \cdot V_1} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{10 \cdot 1,4}{9,5 \cdot 10} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{14}{95}.$$

Ζ.

Γνωρίζουμε ότι στη ΧΙ 1 υπήρχαν στο δοχείο:

$$2 \text{ mol SO}_2, 4 \text{ mol O}_2 \text{ και } 4 \text{ mol SO}_3.$$

Επειδή η μείωση της θερμοκρασίας στους $\theta_2^\circ\text{C}$ οδηγεί σε ισομοριακό μίγμα SO_2 και SO_3 , συμπεραίνουμε ότι λόγω της μεταβολής της θερμοκρασίας αυξήθηκαν τα mol SO_2 και μειώθηκαν τα mol SO_3 .

Δηλαδή, η μείωση της θερμοκρασίας οδηγεί την ισορροπία προς τα ΑΡΙΣΤΕΡΑ.

Συνεπώς, η κατεύθυνση προς τα αριστερά είναι εξώθερμη (επειδή ευνοείται από τη μείωση της θερμοκρασίας – αρχή Le Chatelier),

άρα η αντίδραση παραγωγής SO_3 είναι **ΕΝΔΟΘΕΡΜΗ**.

Η.

Για τη μετάβαση από τη ΧΙ 1 στη ΧΙ 3 είναι:

mol	$2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(g)$		
ΧΙ 1	2	4	4
αντιδρούν			-2φ
παράγονται	+2φ	+φ	
ΧΙ 2	2+2φ	4+φ	4-2φ

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Στη νέα ισορροπία (XI 3) έχουμε ισομοριακές ποσότητες των αερίων SO₂ και SO₃.

Είναι

$$n_{\text{SO}_2} = n_{\text{SO}_3} \Rightarrow 2 + 2\varphi = 4 - 2\varphi \Rightarrow 2\varphi + 2\varphi = 4 - 2 \Rightarrow 4\varphi = 2, \text{ \u00c4ρα } \underline{\varphi = 0,5 \text{ mol}}.$$

\u00c4ρα, στη νέα ισορροπία (XI 3) η \u00c4σταση (σε mol) \u00e9ναι:

$$n_{\text{SO}_2} = 2 + 2\varphi = (2 + 2 \cdot 0,5) \text{ mol SO}_2 \text{ \u00d8λαδή } n_{\text{SO}_2} = 3 \text{ mol SO}_2$$

$$n_{\text{O}_2} = 4 + \varphi = (4 + 0,5) \text{ mol O}_2 \text{ \u00d8λαδή } n_{\text{O}_2} = 4,5 \text{ mol O}_2$$

$$n_{\text{SO}_3} = 4 - 2\varphi = (4 - 2 \cdot 0,5) \text{ mol SO}_3 \text{ \u00d8λαδή } n_{\text{SO}_3} = 3 \text{ mol SO}_3.$$

Αντικαθιστούμε τα παραπάνω δεδομένα στην K_c (με \u00f3γκο V₁=10 L) και την υπολογίζουμε

$$K_{c(2)} = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]} \Rightarrow K_{c(2)} = \frac{\left(\frac{3}{10}\right)^2}{\left(\frac{3}{10}\right)^2 \left(\frac{4,5}{10}\right)} \Rightarrow K_{c(2)} = \frac{10}{4,5} = \frac{100}{45}$$

$$\text{δηλαδή } K_{c(2)} = \frac{20}{9} \text{ M}^{-1} \quad (\text{oi mon\u00e1des den \u00e9nai apar\u00e1it\u00e9tes})$$

ΛΥΣΗ 4.9 (Λ.Π)

A.

Συμπληρώνουμε τον πίνακα

mol	C(s) + CO ₂ (g) \u2194 2CO(g)		
αρχικά	10	4	-
αντιδρούν	x	x	
παράγονται			2x
XI 2	10-x	4-x	2x

Οι σχετικές μοριακές μάζες CO₂ και CO \u00e9ναι:

$$M_r(\text{CO}_2)=44 \quad \text{και} \quad M_r(\text{CO})=28.$$

Στη XI 1 υπάρχουν (4-x) mol CO₂ με μάζα m_{CO₂} = n_{CO₂} \u00b7 M_r(CO₂) \u2192 m_{CO₂} = 44 \u00b7 (4-x) g CO₂ και 2x mol CO με

μάζα m_{CO} = n_{CO} \u00b7 M_r(CO) \u2192 m_{CO} = 28 \u00b7 2x g CO \u2192 m_{CO} = 56x g CO

(ο στερεός άνθρακας (C) προφανώς δε συμμετέχει στο α\u00e9ριο μίγμα).

\u00c4ρα, η συνολική μάζα του α\u00e9ριου μίγματος \u00e9ναι:

$$m_{\text{α\u00e9ρ}} = m_{\text{CO}} + m_{\text{CO}_2} = 56x + 44 \cdot (4-x) \text{ g} = (56x + 176 - 44x) \text{ g} \Rightarrow m_{\text{α\u00e9ρ}} = (176 + 12x) \text{ g}$$

Επειδή από τα δεδομένα \u00e9χουμε \u00f3τι το α\u00e9ριο μίγμα περι\u00e9χει 56 % w/w CO ισχύει \u00f3τι

στα (176+12x) g α\u00e9ριου μίγματος \u00c4ρχουν 56x g CO

στα 100 g α\u00e9ριου μίγματος \u00c4ρχουν 56 g CO

\u00c4ρα

$$56 \cdot (176 + 12x) = 56 \cdot 100x \Rightarrow 176 + 12x = 100x \Rightarrow 100x - 12x = 176 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 88x = 176 \Rightarrow \underline{x = 2 \text{ mol}}.$$

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Επομένως στη Χ1 1 υπάρχουν:

$$n_C = 10 - x = (10 - 2) \text{ mol στερεού C δηλαδή } n_C = 8 \text{ mol στερεού C.}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 4 - x = (4 - 2) \text{ mol CO}_2 \text{ δηλαδή } n_{\text{CO}_2} = 2 \text{ mol αερίου CO}_2$$

$$n_{\text{CO}} = 2x = 2 \cdot 2 \text{ mol CO δηλαδή } n_{\text{CO}} = 4 \text{ mol αερίου CO.}$$

Στην K_c δε συμμετέχει ο στερεός C.

Άρα είναι $K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]}$ και με αντικατάσταση έχουμε

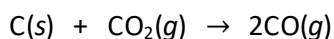
$$K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} \Rightarrow K_c = \frac{\left(\frac{4}{8}\right)^2}{\frac{2}{8}} = \frac{4^2 \cdot 8}{8^2 \cdot 2} = \frac{4^2}{8 \cdot 2} \quad \text{άρα} \quad K_c = 1$$

(οι μονάδες της K_c δεν είναι απαραίτητες,

αν θέσουμε μονάδες τότε οι μονάδες της K_c είναι $M = \frac{\text{mol}}{\text{L}}$)

B.

Εύρεση περίσσειας



1 mol C απαιτεί 1 mol CO₂

10 mol C απαιτούν ;= mol CO₂

Άρα, απαιτούνται 10 mol CO₂, αλλά υπάρχουν μόνο 4 mol CO₂.

Συνεπώς, το CO₂ είναι σε έλλειμμα και από αυτό το αντιδρών θα υπολογίσουμε τη ζητούμενη απόδοση.

Η απόδοση είναι $\alpha = \frac{x}{4} = \frac{2}{4}$ δηλαδή είναι $\alpha = \frac{1}{2} = 0,5$ ή 50 %.

Γ.

Πίνακας με τα νέα δεδομένα

(προφανώς η αντίδραση εξελίσσεται προς τα αριστερά, λόγω έλλειψης CO₂ στις αρχικές ποσότητες)

mol	C(s) + CO ₂ (g) ⇌ 2CO(g)		
αρχικά	6	-	16
αντιδρούν			2γ
ταράγονται	γ	γ	
Χ1 2	6+γ	γ	16-2γ

Στη χημική ισορροπία 2 ισχύει (από τα δεδομένα)

$$[\text{CO}] = 2 \cdot [\text{CO}_2] \Rightarrow \frac{n_{\text{CO}}}{V_2} = 2 \frac{n_{\text{CO}_2}}{V_2} \Rightarrow 16 - 2\gamma = 2\gamma \Rightarrow 4\gamma = 16 \text{ άρα είναι } \underline{\gamma = 4 \text{ mol}}.$$

Επομένως στη Χ1 2 υπάρχουν:

$$n_C = 6 + \gamma = (6 + 4) \text{ mol στερεού C δηλαδή } n_C = 10 \text{ mol στερεού C.}$$

$$n_{\text{CO}_2} = \gamma = 4 \text{ mol αερίου CO}_2$$

$$n_{\text{CO}} = 16 - 2\gamma = (16 - 2 \cdot 4) \text{ mol CO δηλαδή } n_{\text{CO}} = 8 \text{ mol αερίου CO.}$$

Επειδή είναι θ: σταθερή άρα K_c : σταθερή και ίση με 1 (προσοχή: δε χρειάζεται να αντιστρέψουμε την K_c επειδή η αντίδραση εξελίσσεται προς τα αριστερά).

$$K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} \Rightarrow 1 = \frac{\left(\frac{8}{V_2}\right)^2}{\frac{4}{V_2}} \Rightarrow 1 = \frac{8^2 \cdot V_2}{4 \cdot V_2^2} \Rightarrow 1 = \frac{64}{4 V_2} \Rightarrow 4 V_2 = 64$$

άρα είναι $V_2 = 16 \text{ L.}$

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Δ.

Στη ΧΙ 1 είχαμε 2 mol αερίου CO₂ και 4 mol αερίου CO στο αέριο μίγμα ισορροπίας, στους θ°C και στο δοχείο όγκου V₁=8 L.

Σε αυτό το δοχείο προσθέτουμε επιπλέον 4 mol αερίου CO₂ και 8 mol αερίου CO από το δοχείο όγκου V₂, όπου είχε αποκατασταθεί η ΧΙ 2.

Η προσθήκη του CO₂ οδηγεί την ισορροπία προς τα δεξιά.

Αντίθετα η προσθήκη του CO οδηγεί την ισορροπία προς τα αριστερά (σύμφωνα πάντα με την αρχή Le Chatelier).

Επειδή δε μπορούμε να βγάλουμε συμπέρασμα για την κατεύθυνση προς την οποία οδεύει το σύστημα μέχρι να αποκατασταθεί εκ νέου ισορροπία, θα χρησιμοποιήσουμε την Q_c και θα συγκρίνουμε την τιμή της με την K_c που γνωρίζουμε.

Με την προσθήκη των επιπλέον ποσοτήτων των αερίων στο δοχείο όγκου V₁ έχουμε:

$$n_{\text{CO}_2} = (2 + 4) \text{ mol αερίου CO}_2 \text{ ή } n_{\text{CO}_2} = 6 \text{ mol αερίου CO}_2$$

$$n_{\text{CO}} = (4 + 8) \text{ mol αερίου CO ή } n_{\text{CO}} = 12 \text{ mol αερίου CO}$$

$$\text{Άρα είναι } Q_c = \frac{\left(\frac{12}{8}\right)^2}{\frac{6}{8}} = \frac{12^2 \cdot 8}{6 \cdot 8^2} = \frac{12^2}{6 \cdot 8} \Rightarrow Q_c = 3.$$

Επειδή $Q_c > K_c$ συμπεραίνουμε ότι το σύστημα οδεύει προς τα ΑΡΙΣΤΕΡΑ μέχρι να αποκατασταθεί εκ νέου ισορροπία (ΧΙ 3).

mol	C(s) + CO ₂ (g) ⇌ 2CO(g)		
αρχικά	8	2+4	4+8
αντιδρούν			2ω
παράγονται	ω	ω	
ΧΙ 3	8+ω	6+ω	12-2ω

$$\begin{aligned} \text{Είναι } K_c &= \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} \Rightarrow 1 = \frac{\left(\frac{12-2\omega}{8}\right)^2}{\frac{6+\omega}{8}} \Rightarrow \frac{(12-2\omega)^2}{8^2} = \frac{6+\omega}{8} \Rightarrow (12-2\omega)^2 = 8 \cdot (6+\omega) \Rightarrow \\ &\Rightarrow 144 - 48\omega + 4\omega^2 = 48 + 8\omega \Rightarrow 4\omega^2 - 48\omega - 8\omega + 144 - 48 = 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow 4\omega^2 - 56\omega + 96 = 0 \Rightarrow \underline{\omega^2 - 14\omega + 24 = 0} \end{aligned}$$

Η δευτεροβάθμια εξίσωση έχει διακρίνουσα Δ=100, άρα έχει 2 άνισες ρίζες.

$$\text{Είναι } \omega_{1,2} = \frac{14 \pm 10}{2} = \begin{cases} \omega_1 = 12 \\ \omega_2 = 2 \end{cases}$$

Για την τιμή ω₁=12 είναι n_{CO} = 12 - 2ω = 12 - 2 · 12 = -12 < 0 άρα η τιμή αυτή απορρίπτεται.

Για την τιμή ω₂=2 προκύπτουν δεκτές τιμές.

Η ζητούμενη σύσταση στη ΧΙ 3 είναι:

$$n_C = 8 + \omega = (8 + 2) \text{ mol στερεού C δηλαδή } n_C = 10 \text{ mol στερεού C.}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 6 + \omega = (6 + 2) \text{ mol αερίου CO}_2 \text{ δηλαδή } n_{\text{CO}_2} = 8 \text{ mol αερίου CO}_2$$

$$n_{\text{CO}} = 12 - 2\omega = (12 - 2 \cdot 2) \text{ mol CO δηλαδή } n_{\text{CO}} = 8 \text{ mol αερίου CO.}$$

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Ε.

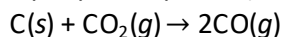
Επειδή είναι $\Delta n \neq 0$ ($\Delta n = 2 - 1 = 1 \neq 0$) η μεταβολή του όγκου του δοχείου προκαλεί μεταβολή στη θέση της χημικής ισορροπίας.

Έτσι, η μείωση του όγκου του δοχείου (αν πραγματοποιούνταν μόνο αυτή η μεταβολή) θα οδηγούσε τη θέση ισορροπίας προς τα αριστερά (μείωση του όγκου V οδηγεί τη θέση της ισορροπίας προς την κατεύθυνση όπου έχουμε λιγότερα mol αερίων, ώστε να μειωθεί η πίεση που έχει αυξηθεί λόγω της μείωσης του όγκου V του δοχείου).

Όμως, από τα δεδομένα της άσκησης συμπεραίνουμε ότι η μεταβολή που προκαλεί η μείωση του όγκου V αντισταθμίζεται από τη μεταβολή (αύξηση) της θερμοκρασίας.

Άρα, η μεταβολή (αύξηση) της θερμοκρασίας οδηγεί τη θέση της ισορροπίας προς τα δεξιά.

Συνεπώς, επειδή γνωρίζουμε ότι η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση (αρχή Le Chatelier) συμπεραίνουμε ότι η αντίδραση



είναι **ΕΝΔΟΘΕΡΜΗ**, δηλαδή είναι **$\Delta H > 0$** .

ΛΥΣΗ 4.10 (Μ.Γ)

Α.

$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{m}{M_r} = \frac{75}{100} = 0,75 \text{ mol}$$

$$\text{Από την παραπάνω ποσότητα διασπάστηκαν } n' = \frac{2}{3} \cdot 0,75 = 0,5 \text{ mol}$$

mol	CaCO ₃ (s)	⇌	CaO(s) + CO ₂ (g)	
Αρχικά	0,75		-	-
Αντιδρούν	- 0,5		-	-
Παράγονται	-		0,5	0,5
Ισορροπία	0,25		0,5	0,5

Οι συγκεντρώσεις των στερεών σωμάτων δεν περιλαμβάνονται στην έκφραση της σταθεράς K_c . Οπότε, ισχύει:

$$K_c = [\text{CO}_2] \Rightarrow K_c = \frac{n_{\text{CO}_2}}{V} \Rightarrow K_c = \frac{0,5}{41} \Rightarrow K_c = \frac{5}{410}$$

ΛΥΣΕΙΣ 4^ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Β.

Αφού η θερμοκρασία είναι η ίδια, η τιμή της K_c δεν μεταβάλλεται.

$$K_c = [\text{CO}_2] \Rightarrow K_c = \frac{n_{1(\text{CO}_2)}}{V_1} \Rightarrow n_{1(\text{CO}_2)} = \frac{5}{410} \cdot 82 \Rightarrow n_{1(\text{CO}_2)} = 1 \text{ mol}$$

Οπότε, για να αποκατασταθεί ισορροπία στο νέο δοχείο πρέπει να παραχθεί 1 mol CO_2 το οποίο προέρχεται από τη διάσπαση 1 mol CaCO_3 . Όμως, στη συγκεκριμένη περίπτωση αυτό είναι αδύνατο αφού η αρχική ποσότητα του CaCO_3 είναι $0,75 < 1 \text{ mol}$.

Επομένως, στο δοχείο δεν αποκαθίσταται ισορροπία και ολόκληρη η ποσότητα του CaCO_3 (0,75 mol) θα διασπαστεί.

Γ. Θεωρούμε ότι υπάρχει οριακή κατάσταση ισορροπίας. Από τη διάσπαση ολόκληρης της ποσότητας του CaCO_3 , θα παραχθούν 0,75 mol CO_2 .

$$K_c = [\text{CO}_2] \Rightarrow K_c = \frac{n_{2(\text{CO}_2)}}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{0,75}{\frac{5}{410}} \Rightarrow V_2 = 61,5 \text{ L}$$

Επομένως, η ελάχιστη τιμή του όγκου του δοχείου ώστε να διασπαστεί ολόκληρη η ποσότητα του CaCO_3 είναι 61,5 L.

$$\Delta. n_{3(\text{CO}_2)} = \frac{m_{(\text{CO}_2)}}{M_{\text{r}(\text{CO}_2)}} \Rightarrow n_{3(\text{CO}_2)} = \frac{22}{44} \Rightarrow n_{3(\text{CO}_2)} = 0,5 \text{ mol}$$

$$[\text{CO}_2] = \frac{n_{3(\text{CO}_2)}}{V} = \frac{0,5}{41} = \frac{5}{410} = K_c$$

Δηλαδή, πριν ξεκινήσει η διάσπαση του CaCO_3 υπάρχει τέτοια ποσότητα CO_2 εντός του δοχείου, ώστε να ισχύει $K_c = [\text{CO}_2]$.

Επομένως, δεν θα διασπαστεί καθόλου το ανθρακικό ασβέστιο που εισάγεται στο δοχείο.

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.11 (Μ.Γ)

A. Αφού πρόκειται για ισομοριακό μίγμα, οι ποσότητες mol των CO και H₂ είναι ίσες.

Αν n είναι η αρχική ποσότητα του CO σε mol, τότε στην κατάσταση ισορροπίας απομένουν $0,6 \cdot n$. Άρα καταναλώθηκαν $0,4 \cdot n$ mol CO.

mol	CO(g) +	2H ₂ (g)	⇌	CH ₃ OH(g)
Αρχικά	n	n		–
Αντιδρούν	$-0,4 \cdot n$	$-0,8 \cdot n$		–
Παράγονται	–	–		$0,4 \cdot n$
Ισορροπία	$0,6 \cdot n$	$0,2 \cdot n$		$0,4 \cdot n$

2 mol H₂ απαιτούν 1 mol CO

n mol H₂ $0,5 \cdot n$ mol CO

Χρειάζονται $0,5 \cdot n$ mol CO, ενώ διαθέτουμε $n > 0,5 \cdot n$. Αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη, θα περίσσευε το CO. Επομένως, ο υπολογισμός του θεωρητικού ποσού της CH₃OH θα γίνει με βάση το H₂.

2 mol H₂ παράγουν 1 mol CH₃OH

n mol H₂ $0,5 \cdot n$ mol CH₃OH (θεωρητικό ποσό)

$$\alpha = \frac{\text{πρακτικό ποσό CH}_3\text{OH}}{\text{θεωρητικό ποσό CH}_3\text{OH}} \Rightarrow \alpha = \frac{0,4 \cdot n}{0,5 \cdot n} \Rightarrow \alpha = 0,8$$

Άρα η απόδοση της αντίδρασης είναι 80 %.

B.

Όταν αέριες ουσίες βρίσκονται υπό τις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, η αναλογία όγκων είναι ίση με την αναλογία mol.

Οπότε, η % v/v περιεκτικότητα του μείγματος ισορροπίας σε CO δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{n_{\text{CO}}}{n_{\text{ολ}}} \cdot 100\% \text{ v/v} = \frac{0,6 \cdot n}{1,2 \cdot n} \cdot 100\% \text{ v/v} = 50\% \text{ v/v}$$

Γ.

Αρχικά, η ταχύτητα της προς τα δεξιά αντίδρασης είναι πολύ μεγαλύτερη από την ταχύτητα της προς τα αριστερά αντίδρασης αφού έχει σχηματιστεί πολύ μικρή ποσότητα CH₃OH. Με την πάροδο του χρόνου, η πρώτη ταχύτητα μειώνεται και η δεύτερη αυξάνεται μέχρι την κατάσταση ισορροπίας όπου ισχύει $u_1 = u_2$.

Τη χρονική στιγμή t_1 έχουμε $0,8 \cdot n$ mol CO, ενώ στην κατάσταση ισορροπίας υπάρχουν

$0,6 \cdot n < 0,8 \cdot n$. Άρα η στιγμή t_1 προηγείται χρονικά της ισορροπίας. Συνεπώς, η προς τα δεξιά αντίδραση λαμβάνει χώρα με μεγαλύτερη ταχύτητα από την αντίδραση με αντίθετη κατεύθυνση. Δηλαδή, $u_1 > u_2$.

Επέκταση:

Προσπαθήστε να καταλήξετε στο ίδιο συμπέρασμα, συγκρίνοντας το πηλίκο αντίδρασης Q_c τη χρονική στιγμή t_1 , με τη σταθερά ισορροπίας K_c .

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Δ.

I.

Θα βρούμε την % v/v περιεκτικότητα σε CH₃OH στην αρχική ισορροπία, ώστε να τη συγκρίνουμε με τη νέα τιμή.

$$\frac{n_{\text{CH}_3\text{OH}}}{n_{\text{ολ.}}} \cdot 100\% \text{ v/v} = \frac{0,4 \cdot n}{1,2 \cdot n} \cdot 100\% \text{ v/v} = 33,3\% \text{ v/v}$$

Επειδή η νέα τιμή της περιεκτικότητας (40 % v/v) είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη στην αρχική ισορροπία, συμπεραίνουμε ότι η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπίστηκε προς τα δεξιά, ώστε να αυξηθεί το ποσοστό της παραγόμενης μεθανόλης. Σε αυτή τη μεριά της χημικής εξίσωσης έχουμε μικρότερο συνολικό αριθμό mol αερίων και το σύστημα μετατοπίστηκε προς τα εκεί για να αναιρέσει μερικώς τη μεταβολή, ελαττώνοντας την πίεση. Επομένως, κατά τη μεταβολή η πίεση αυξήθηκε με μείωση του όγκου του δοχείου. Δηλαδή, $V_2 < V_1$.

II. Στην αρχική χημική ισορροπία: $K_{c(1)} = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^2} = \frac{\frac{0,4 \cdot n}{V_1}}{\frac{0,6 \cdot n}{V_1} \left(\frac{0,2 \cdot n}{V_1}\right)^2} = \frac{100}{6} \cdot \frac{V_1^2}{n^2}$

mol	CO(g) +	2H ₂ (g)	⇌	CH ₃ OH(g)
Αρχική ισορροπία	0,6·n	0,2·n		0,4·n
Μεταβολή	V ↓	V ↓	→	V ↓
Αντιδρούν	- x	- 2·x		-
Παράγονται	-	-		x
Τελική ισορροπία	0,6·n - x	0,2·n - 2·x		0,4·n + x

Στην τελική χημική ισορροπία: $\frac{n_{\text{CH}_3\text{OH}}}{n_{\text{ολ.}}} = \frac{40}{100} \Rightarrow \frac{0,4 \cdot n + x}{1,2 \cdot n - 2 \cdot x} = \frac{40}{100} \Rightarrow$

$$40 \cdot n + 100 \cdot x = 48 \cdot n - 80 \cdot x \Rightarrow 180 \cdot x = 8 \cdot n \Rightarrow x = \frac{2}{45} \cdot n$$

Για τις ποσότητες σε mol έχουμε:

$$\text{CO} : 0,6 \cdot n - x = 0,6 \cdot n - \frac{2 \cdot n}{45} = \frac{25 \cdot n}{45} \quad \text{H}_2 : 0,2 \cdot n - 2 \cdot x = 0,2 \cdot n - 2 \cdot \frac{2 \cdot n}{45} = \frac{5 \cdot n}{45}$$

$$\text{CH}_3\text{OH} : 0,4 \cdot n + x = 0,4 \cdot n + \frac{2 \cdot n}{45} = \frac{20 \cdot n}{45}$$

$$K_{c(2)} = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^2} = \frac{\frac{20 \cdot n}{45}}{\frac{25 \cdot n}{45} \left(\frac{5 \cdot n}{45}\right)^2} = \frac{\frac{20 \cdot n}{45 \cdot V_2}}{\frac{25 \cdot n}{45 \cdot V_2} \left(\frac{5 \cdot n}{45 \cdot V_2}\right)^2} = \frac{324}{5} \cdot \frac{V_2^2}{n^2}$$

Επειδή η θερμοκρασία δεν μεταβάλλεται, η τιμή της K_c στις δύο ισορροπίες είναι ίδια.

$$K_{c(1)} = K_{c(2)} \Rightarrow \frac{100}{6} \cdot \frac{V_1^2}{n^2} = \frac{324}{5} \cdot \frac{V_2^2}{n^2} \Rightarrow \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{972}{250}$$

Η παραπάνω σχέση επιβεβαιώνει τη μείωση του όγκου ($V_2 < V_1$).

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.12 (Τ.Η)

A.

Στο δοχείο αποκαθίσταται η ισορροπία

mol	C(s) + CO ₂ (g) ⇌ 2CO(g)		
Αρχικά	0,4	0,5	-
Αντιδρ./παραγ.	-χ	-χ	2χ
Ισορροπία	0,4-χ	0,5-χ	2χ

Από την μέση ταχύτητα του CO έχουμε

$$v_{\text{CO}} = \Delta[\text{CO}]/\Delta t \Rightarrow 0,01 = (2x/2)/10 \Rightarrow x = 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{οπότε } \alpha = \pi/\theta \Rightarrow \alpha = 2x/0,8 \Rightarrow \alpha = 0,25$$

$$K_c = [\text{CO}]^2/[\text{CO}_2] \Rightarrow K_c = [0,2/2]^2 / [0,4/2] \Rightarrow K_c = 0,05 \text{ M}$$

B.

i. Η κονιοποίηση του C(s) δεν έχει επίδραση στην απόδοση της αντίδρασης.

ii. Η ταχύτητα όμως επηρεάζεται διότι αυξάνεται η επιφάνεια επαφής του στερεού, οπότε αυξάνονται οι αποτελεσματικές συγκρούσεις άρα και η ταχύτητα της αντίδρασης. Από τις προτεινόμενες τιμές σωστή είναι η γ.

iii. Από την ταχύτητα παραγωγής του CO (αυτή που επιλέξαμε).

$$0,0125 = (0,2/10) / \Delta t \Rightarrow \Delta t = 8 \text{ s}$$

Γ. Με αύξηση της θερμοκρασίας η τιμή της K_c αυξάνεται, επομένως η θέση της ισορροπίας μετακινήθηκε προς το CO. Όμως με την αύξηση της θερμοκρασίας ευνοούνται οι ενδόθερμες άρα η αντίδραση παραγωγής CO είναι **ενδόθερμη**.

Δ. Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας C(s) θέση ισορροπίας δεν μετατοπίζεται διότι η συγκέντρωση του στερεού είναι σταθερή. Όμως άλλαξε το ελλειμματικό αντιδρών (στην αρχή ήταν ο C, τώρα το CO₂) οπότε ο συντελεστής απόδοσης γίνεται $\alpha = \pi/\theta \Rightarrow \alpha = 0,2/1 \Rightarrow \alpha = 0,2$ ή **20%**.

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.13 (Χ.Α)

Στο 1^ο δοχείο

mol	$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$	
αρχικά	1	1
αντιδρούν	β	β
παράγονται	2 β	
ισορροπία	(1- β)	(1- β) 2 β

$$K_{c1} = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{\left(\frac{2\beta}{V}\right)^2}{\left(\frac{1-\beta}{V}\right) \cdot \left(\frac{1-\beta}{V}\right)} = \left(\frac{2\beta}{1-\beta}\right)^2 \quad (1)$$

Στο 2^ο δοχείο

mol	$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$	
αρχικά	2	
αντιδρούν	2 γ	
παράγονται	γ	γ
ισορροπία	(2-2 γ)	γ γ

$$K_{c2} = \frac{[H_2] \cdot [I_2]}{[HI]^2} = \frac{\left(\frac{\gamma}{V}\right) \left(\frac{\gamma}{V}\right)}{\left(\frac{2-2\gamma}{V}\right)^2} = \left(\frac{\gamma}{2-2\gamma}\right)^2 \quad (2)$$

Η θερμοκρασία είναι ίδια και στα δύο δοχεία οπότε, για τις ισορροπίες αυτές ισχύει ότι:

$K_{c1} = \frac{1}{K_{c2}}$. Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει ότι $\left(\frac{2\beta}{1-\beta}\right)^2 = \left(\frac{2-2\gamma}{\gamma}\right)^2$. Επειδή η σταθερά χημικής ισορροπίας είναι ένα πηλίκο συγκεντρώσεων είναι υποχρεωτικά θετικός αριθμός. Οπότε η προηγούμενη σχέση γίνεται:

$$\frac{2\beta}{1-\beta} = \frac{2-2\gamma}{\gamma} \Rightarrow 2\beta\gamma = 2-2\gamma-2\beta+2\beta\gamma \Rightarrow \gamma = 1-\beta \quad (3)$$

Συνοπώς υπάρχει η ίδια σύσταση ισορροπίας και στα δύο δοχεία.

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.14 (Χ.Α)

A.

Ο όγκος του κυλινδρικού κυττάρου του βακτηρίου, είναι ίσος με:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h = 3,14 \cdot (1 \cdot 10^{-6} \text{ m})^2 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 1,57 \cdot 10^{-17} \text{ m}^3 = 1,57 \cdot 10^{-14} \text{ L}$$

$$C_{(\text{DNA})} = \frac{n}{V} = \frac{N}{N_A \cdot V} = \frac{10}{1,57 \cdot 10^{-14}} = \frac{1}{6,02 \cdot 1,57 \cdot 10^8} = 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

$$C_{(\text{II-DNA})} = \frac{n}{V} = \frac{N}{N_A \cdot V} = \frac{100}{1,57 \cdot 10^{-14}} = \frac{1}{6,02 \cdot 1,57 \cdot 10^7} = 1,1 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

B.

Για την ισορροπία: $\text{II} + \text{DNA} \rightleftharpoons \text{II-DNA}$ η σταθερά ισορροπίας δίνεται από τη σχέση:

$$K_C = \frac{[\text{II-DNA}]}{[\text{II}] \cdot [\text{DNA}]} \Rightarrow [\text{II}] = \frac{[\text{II-DNA}]}{K_C \cdot [\text{DNA}]} = \frac{1,1 \cdot 10^{-8}}{1,1 \cdot 10^{10} \cdot 1,1 \cdot 10^{-9}} = 9,1 \cdot 10^{-10} \text{ M}$$

ΛΥΣΗ 4.15 (Κ.Π)

i. Έστω c η αρχική συγκέντρωση (σε M) των αντιδρώντων. Ισχύει ότι:

$$K_C = \frac{[2\alpha c]}{[c(1-\alpha)]^2} \Rightarrow \alpha = \frac{\sqrt{K_C}}{\sqrt{K_C} + 2}$$

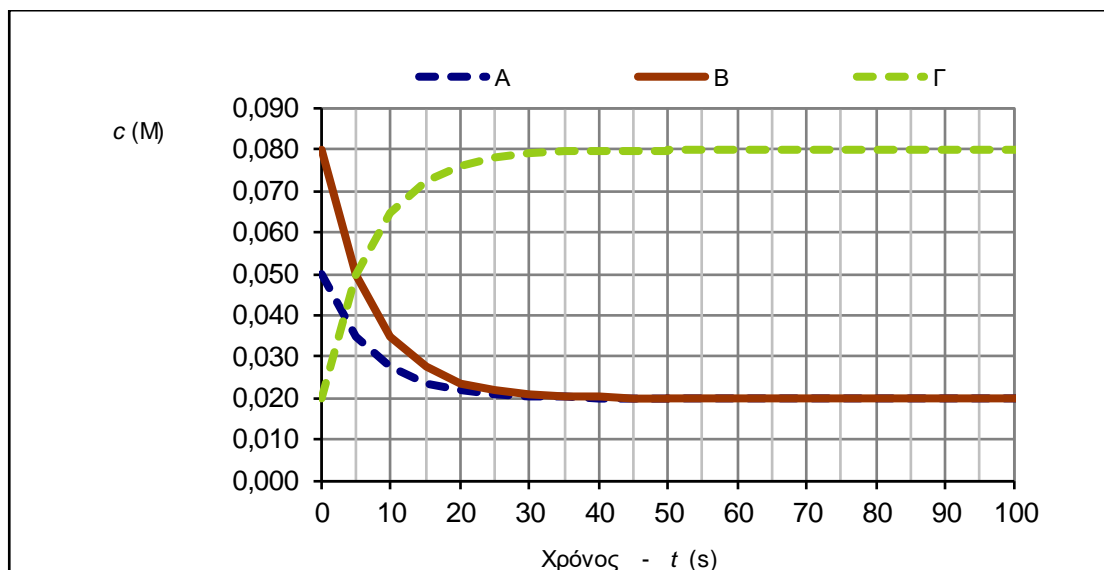
Άρα σωστή επιλογή **δ**. $\alpha = \frac{\sqrt{K_C}}{\sqrt{K_C} + 2}$

ii. $\alpha = \frac{\sqrt{K_C}}{\sqrt{K_C} + 2} = \frac{3}{3+2} = 0,6$ ή 60%.

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.16 (Κ.Π)

1. Διαγράμματα ουσιών:



$x=1, \gamma=2.$

2. Απόδοση $\alpha=75\%$ (το A σε περίσσεια). Βαθμός μετατροπής του A = 60%.

3. $u = 6 \cdot 10^{-4} \text{ M/s}, u_B = 12 \cdot 10^{-4} \text{ M/s}, u_r = 12 \cdot 10^{-4} \text{ M/s}.$

4. Ισχύει ότι: $P_{\text{αρχ}}/P_{\text{τελ}} = 100/120$ και $c_{\text{αρχ}}/c_{\text{τελ}} = 5/4 \Rightarrow P_{\text{αρχ}}/P_{\text{τελ}} = c_{\text{αρχ}} T_{\text{αρχ}} / c_{\text{τελ}} T_{\text{τελ}} \Rightarrow T_{\text{αρχ}}/T_{\text{τελ}} = 2/3$. Είναι εξώθερμη αφού $T_{\text{τελ}} > T_{\text{αρχ}}$. $T_{\text{αρχ}}/T_{\text{τελ}} = 2/3 \Rightarrow 400/T_{\text{τελ}} = 2/3 \Rightarrow T_{\text{τελ}} = 600 \text{ K} = 327 \text{ }^\circ\text{C}.$

5. $K_c = 800$. Όχι, διότι εφ' όσον η αντίδραση οδεύει προς τα δεξιά πρέπει να ισχύει $\pi < K_c$ (διότι όσο η αντίδραση οδεύει προς τα προϊόντα η τιμή του π , πρέπει να τείνει να γίνει ίση με την τιμή της K_c) άρα $\pi < 800$.

6. Αύξηση K_c (εξώθερμη αντίδραση). Μείωση ταχύτητας. Αύξηση απόδοσης.

7. Τη χρονική στιγμή $t_1 = 5 \text{ s}$, ισχύει ότι $[B] = [\Gamma] = 0,05 \text{ M}, [B]_{\text{αρχ}} = 0,08 \text{ M} \Rightarrow u = 3 \cdot 10^{-3} \text{ M/s}.$

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.17 (Κ.Π)

1. Ο εστέρας Ζ έχει $M_r = 88$. Η αλκοόλη Υ (Μ.Τ.) C_3H_8O . Αφού έχει το χαμηλότερο σημείο ζέσεως, από τις ισομερείς ενώσεις της ομόλογης σειράς της, δεν είναι η 'ευθύγραμμη' 1-προπανόλη αλλά η 2-προπανόλη με 'διακλαδώσεις' στο μόριο της. Άρα Υ: 2-προπανόλη. ($\Sigma Z=82,5^\circ C$). (Η 1-προπανόλη έχει $\Sigma Z=97^\circ C$.)

Άρα Υ: $CH_3CH(OH)CH_3$, Ζ: $HCOOCH(CH_3)_2$.

2.γ. $u_1/u_2 > 1 \Rightarrow u_1 > u_2$. Ο καταλύτης (H_2SO_4) επιταχύνει την αντίδραση.

3Α. Ισχύει ο πίνακας:

mol	X	+	Y	\rightleftharpoons	Z	+	H ₂ O
Αρχικά	1,2		1,2		-		-
Αντιδρούν/Παράγονται	x		x		x		x
Ισορροπία	1,2-x		1,2-x		x		x

συνολικά mol αντιδρώντων/συνολικά mol προϊόντων = $1/2 \Rightarrow (2,4-2x)/2x = 1/2 \Rightarrow x = 0,8 \Rightarrow K_c = 4$.

$\alpha = 0,8/1,2 = 2/3$.

3Β. $K_c' = 1/K_c = 0,25$.

3Γ. Ισχύει ο πίνακας:

mol	X	+	Y	\rightleftharpoons	Z	+	H ₂ O
Αρχικά	0,4 + γ		0,4		0,8		0,8
Αντιδρούν/Παράγονται	ω		ω		ω		ω
Ισορροπία	0,4 + γ - ω		0,4 - ω		0,8 + ω		0,8 + ω

$(0,8 + \omega)/1,2 = 0,75 \Rightarrow \omega = 0,1 \Rightarrow$ με χρήση της $K_c = 4$ προκύπτει ότι: $\gamma = 0,375$ mol.

ΛΥΣΕΙΣ 4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΛΥΣΗ 4.18 (Τ.Α)

mol	$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g)$		
Αρχικά	2	2	-
Αντιδρούν	-x	-x	-
Παράγονται	-	-	2x
Ισορροπία	2-x	2-x	2x

Ισχύει ότι $K_c = 9$ άρα $\frac{[\Gamma]^2}{[A][B]} = 9$ άρα $\frac{(2x)^2}{(2-x)^2} = 9$ οπότε μετά από πράξεις προκύπτει μια δεκτή λύση η οποία είναι η $x = 1,2$

Α. Η απόδοση της αντίδρασης είναι $\alpha = x/2 = 1,2/2 = 0,6$ ή 60 %.

Β. Η αντίδραση είναι εξώθερμη οπότε έχουμε έκλυση θερμότητας. Συγκεκριμένα:

Από 1 mol εκλύονται 100 kJ άρα αφού αντιδρούν 1,2 mol θα εκλυθούν 120 kJ.

Γ. Μετά τη μεταβολή της θερμοκρασίας κατά 15 °C, η σταθερά της χημικής ισορροπίας αυξάνεται ($K_c' = 529$) πράγμα που σημαίνει ότι η θέση της χημικής ισορροπίας μετακινήθηκε προς τα δεξιά. Άρα περιγράψουμε την αποκατάσταση της νέας χημικής ισορροπίας, ως εξής :

mol	$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g)$		
Αρχική ισορροπία	0,8	0,8	2,4
Αντιδρούν	-ψ	-ψ	-
Παράγονται	-	-	2ψ
Νέα ισορροπία	0,8-ψ	0,8-ψ	2,4+2ψ

Ισχύει ότι $K_c' = 529$ άρα $\frac{[\Gamma]^2}{[A][B]} = 529$ άρα $\frac{(2,4+2\psi)^2}{(0,8-\psi)^2} = 529$, οπότε μετά από πράξεις ($\sqrt{529} = 23$) προκύπτει μια δεκτή λύση η οποία είναι η $\psi = 0,64$.

Έτσι οι ποσότητες των αερίων στη νέα ισορροπία είναι:

$$n_A = n_B = 0,8 - 0,64 = 0,16 \text{ mol} \quad \text{και} \quad n_\Gamma = 2,4 + 2 \cdot 0,64 = 3,68 \text{ mol}.$$

Δ. Η αντίδραση είναι εξώθερμη και η μετακίνηση της θέσης ισορροπίας προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, ευνοείται με μείωση της αρχικής θερμοκρασίας. Άρα η θερμοκρασία μειώθηκε κατά 15 °C και έτσι η θερμοκρασία της νέας χημικής ισορροπίας θα είναι $\theta' = 25 - 15 = 10$ °C.