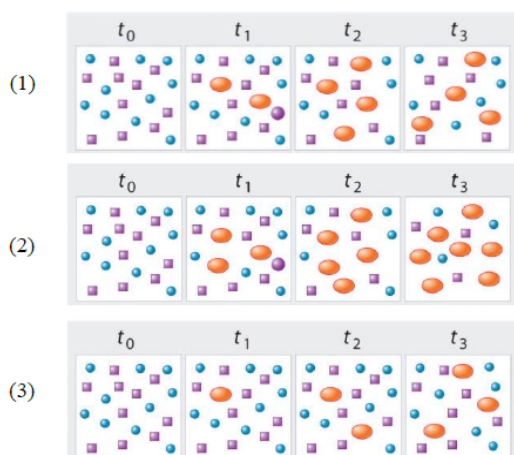


ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ [ΑΠΟΔΟΣΗ]

- 1 Γενικά, μία χημική αντίδραση είναι μονόδρομη όταν:
 Α) δεν ολοκληρώνεται ποτέ
 Β) εξαντλούνται οι ποσότητες όλων των αντιδρώντων
 Γ) εξαντλείται ένα τουλάχιστον από τα αντιδρώντα
 Δ) έχει απόδοση $\alpha < 1$

- 2 Γενικά, μία χημική αντίδραση είναι αμφίδρομη όταν:
 Α) οι ταχύτητες και των δύο αντίθετης φοράς αντιδράσεων μηδενίζονται
 Β) η μετατροπή των αντιδρώντων σε προϊόντα είναι πλήρης
 Γ) οδηγεί σε κατάσταση δυναμικής χημικής ισορροπίας
 Δ) ένα τουλάχιστον αντιδρών έχει αντιδράσει πλήρως

- 3 Σε τρία διαφορετικά δοχεία 1, 2 και 3 εισάγονται ποσότητες από τα αέρια Α(g) και Β(g) και συμβαίνει η αντίδραση: $A(g) + B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g)$. Στο σχήμα που ακολουθεί αναπαριστώνται και στα τρία δοχεία (1), (2) και (3) η σύσταση του μίγματος τις διαδοχικές χρονικές στιγμές t_0 , t_1 , t_2 και t_3 . Στο σχήμα αυτό το αέριο Α(g) παριστάνεται με μικρούς κύκλους, το αέριο Β(g) με μικρά τετράγωνα και το αέριο Γ(g) με μικρές ελλείψεις.



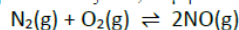
- Σε ποιο από τα τρία δοχεία το σύστημα έχει φθάσει σε χημική ισορροπία για $t \leq t_3$;
 Α) Στο δοχείο 1 Β) Στο δοχείο 2 Γ) Στο δοχείο 3
 Δ) Σε κανένα από τα τρία δοχεία

- 4 Ποια από τις παρακάτω προτάσεις που αφορούν τη χημική ισορροπία είναι λανθασμένη;
 Α) Στην κατάσταση ισορροπίας οι ταχύτητες των δύο αντιδράσεων προς τα δεξιά και προς τα αριστερά είναι ίσες.
 Β) Στην κατάσταση ισορροπίας συνυπάρχουν ποσότητες από όλα τα σώματα που συμμετέχουν στην ισορροπία (αντιδρώντα και προϊόντα)
 Γ) Η κατάσταση μιας χημικής ισορροπίας είναι δυναμική
 Δ) Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας δεν πραγματοποιείται καμία χημική αντίδραση

- 5 Σε κλειστό δοχείο σε θερμοκρασία Τ έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: $A(g) + B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g) + \Delta(g)$. Αν v_1 και v_2 είναι οι ταχύτητες των αντιδράσεων με φορά προς τα δεξιά και προς τα αριστερά αντίστοιχα, θα ισχύει:

- Α) $v_1 = v_2 = 0$ Β) $v_1 = v_2 \neq 0$ Γ) $v_1 > v_2$
 Δ) $v_1 < v_2$ Ε) $v_1 > 0$ και $v_2 < 0$

- 6 Σε δοχείο εισάγονται 1 mol N_2 και 2 mol O_2 , τα οποία αντιδρούν στους $\theta^\circ C$, σύμφωνα με την εξίσωση:



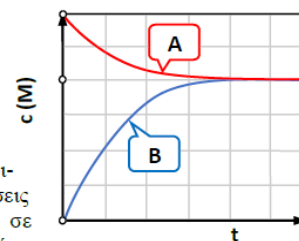
- i. Για τον αριθμό n των mol του NO που θα υπάρχουν στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας, θα ισχύει:

- Α) $n = 2$ Β) $n > 2$ Γ) $n < 2$ Δ) $n = 4$

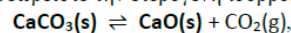
- ii. Για το συνολικό αριθμό mol ($n_{\text{ολ}}$) των αερίων, μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας, θα ισχύει:

- Α) $n_{\text{ολ}} < 3$ Β) $n_{\text{ολ}} = 3$ Γ) $n_{\text{ολ}} > 3$ Δ) $n_{\text{ολ}} = 2$

- 7 Σε κενό δοχείο εισάγεται ποσότητα της ένωσης Α, η οποία, αρχίζει να μετατρέπεται στην ένωση Β υπό σταθερή θερμοκρασία. Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει τις συγκεντρώσεις των ενώσεων Α και Β σε σχέση με το χρόνο. Η εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε είναι:



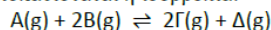
- 8 Θεωρείστε την ετερογενή ισορροπία:



- σε κάποια θερμοκρασία (Τ). Στην ισορροπία αυτή προστίθεται ποσότητα $Ca^{14}CO_3(s)$ (^{14}C ραδιενεργό ισότοπο του C). Σε ποια σώματα θα ανιχνευθεί ραδιενέργεια στην νέα ισορροπία;

- Α) Στο $Ca^{14}CO_3(s)$ και στο $^{14}CO_2(g)$
 Β) Αποκλειστικά στο $^{14}CO_2(g)$
 Γ) Αποκλειστικά στο $Ca^{14}CO_3(s)$ καθώς είναι στερεό και η επιπλέον προσθήκη δεν μετατοπίζει τη θέση της ισορροπίας
 Δ) Και στα τρία σώματα της ισορροπίας

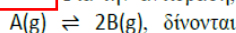
- 9 Σε δοχείο εισάγουμε ποσότητες από τα αέρια Α και Β, και αποκαθίσταται η ισορροπία:



- Για το συστατικό Α ο λόγος του αριθμού των mol που αντέδρασε μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας προς τον αρχικό αριθμό mol του Α είναι ίσος με την απόδοση α της αντίδρασης:

- Α) μόνον όταν το Α είναι σε έλλειμμα ή η αρχική αναλογία mol με το συστατικό Β είναι η στοιχειομετρική
 Β) μόνον όταν η αρχική αναλογία mol με το συστατικό Β είναι η στοιχειομετρική
 Γ) μόνον όταν το Α είναι σε περίσσεια
 Δ) σε κάθε περίπτωση

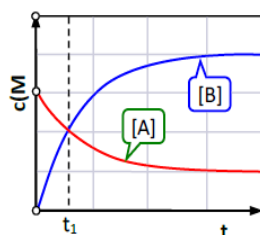
10 Για την αντίδραση,



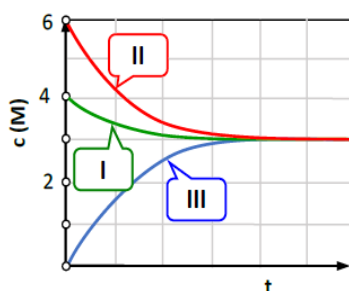
δίνονται στο διπλανό σχήμα οι συγκεντρώσεις του A(g) και του B(g) ως συνάρτηση του χρόνου. Η αντίδραση διεξάγεται σε δοχείο σταθερού όγκου και υπό σταθερή θερμοκρασία. Τη στιγμή t_1 η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά είναι ίση με v_1 και η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά ίση με v_2 . Τι από τα παρακάτω ισχύει;

A) $v_1 = v_2$ B) $v_1 < v_2$ Γ) $v_1 > v_2$

Δ) Δεν μπορεί να γίνει σύγκριση



11 Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ποσότητες από τις ενώσεις A και B, οπότε με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η ισορροπία: $A(g) + xB(g) \rightleftharpoons 3\Gamma(g)$. Στο διάγραμμα που ακολουθεί παριστάνονται οι καμπύλες αντίδρασης των 3 συστατικών της από $t = 0$ μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας ($t = t_v$).



Με βάση τα δεδομένα αυτά τι από τα παρακάτω ισχύει:

A) Οι αρχικές ποσότητες των A και B είναι ισομοριακές

B) Ο συντελεστής x είναι ίσος με 2

Γ) Η καμπύλη II αντιστοιχεί στο σώμα B

Δ) Για κάθε χρονική στιγμή $t < t_v$ θα ισχύει: $[B] < [A]$

12 Σε 4 διαφορετικά δοχεία 1-4 ίσου όγκου εισάγονται ποσότητες CO(g), NO₂(g), CO₂(g) και NO(g), σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί.

Δοχείο	CO (mol)	NO ₂ (mol)	CO ₂ (mol)	NO (mol)
1	1	1	0	0
2	1	0	1	1
3	1	1	1	0
4	0	1	1	1

Με την πάροδο του χρόνου και στα 4 δοχεία αποκαθίσταται η ισορροπία: $CO(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + NO(g)$. Σε ποιο από τα 4 δοχεία θα υπάρχει τελικά η μεγαλύτερη $[CO(g)]$;

13 Δίνεται η χημική ισορροπία: $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g)$.

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου προσθέτουμε ποσότητα της ένωσης Γ, οπότε με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η ισορροπία. Τι από τα παρακάτω είναι σωστό;

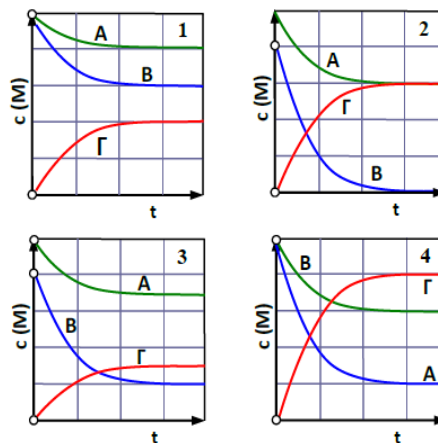
A) Στην ισορροπία θα ισχύει: $[B] = 2 \cdot [A]$

B) Στην ισορροπία θα ισχύει: $[A] = [B]$

Γ) Στην ισορροπία θα ισχύει: $[A] = 2 \cdot [B]$

Δ) Αρχικά, η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά (v_1) είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά (v_2), με την πάροδο όμως του χρόνου αποκαθίσταται χημική ισορροπία στη οποία ισχύει: $v_1 = v_2$

14 Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα συγκεντρώσεων αντιδρώντων και προϊόντων αποδίδει την εξέλιξη της ισορροπίας: $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g)$ από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας;



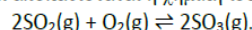
A) Το διάγραμμα 1

B) Το διάγραμμα 2

Γ) Το διάγραμμα 3

Δ) Το διάγραμμα 4

15 Σε δοχείο εισάγονται ισομοριακές ποσότητες SO₂ και O₂ και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:



α) Αν το ποσοστό του O₂ που αντέδρασε μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας είναι ίσο με 25%, η απόδοση της αντίδρασης θα είναι:

1. $\alpha = 0,15$ 2. $\alpha = 0,25$ 3. $\alpha = 0,5$ 4. $\alpha = 0,75$

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

16 Να εξηγήσετε ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι λανθασμένες.

α) Οι μονόδρομες αντιδράσεις έχουν πάντοτε μεγάλη ταχύτητα και οι αμφίδρομες έχουν πάντοτε μικρή ταχύτητα.

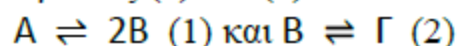
β) Για το συντελεστή απόδοσης μιας αμφίδρομης αντίδρασης ισχύει πάντα: $\alpha < 1$.

γ) Στην κατάσταση ισορροπίας οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων και των προϊόντων είναι πάντοτε ίσες μεταξύ τους.

δ) Στην κατάσταση ισορροπίας, εφόσον οι συνθήκες παραμένουν σταθερές, οι συγκεντρώσεις όλων των αντιδρώντων και προϊόντων παραμένουν σταθερές.

ε) Αν σε μία αμφίδρομη αντίδραση η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη, τότε προς τα αριστερά θα είναι ενδόθερμη.

17 Το προϊόν Γ σχηματίζεται από την ένωση Α με βάσει τις αντιδράσεις (1) και (2) που ακολουθούν



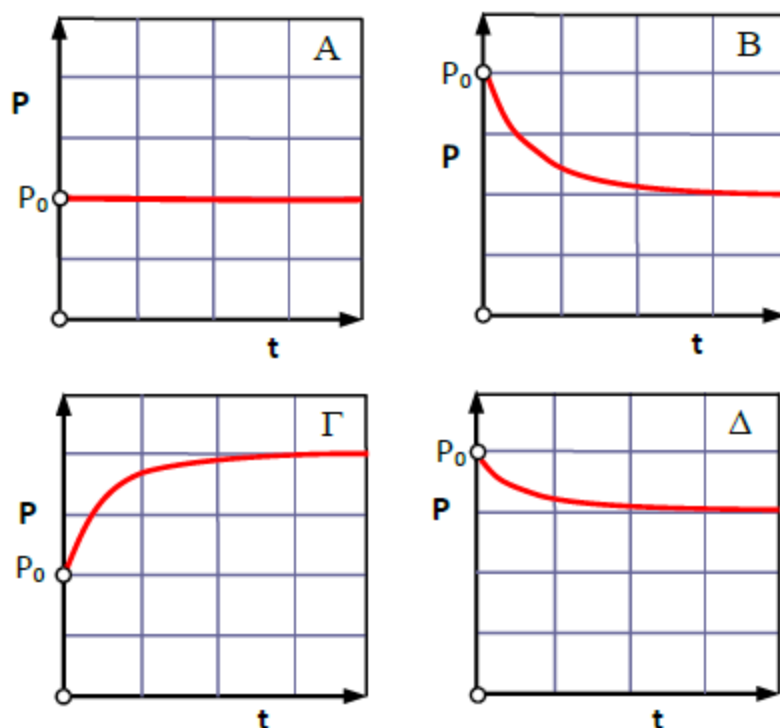
α) Αν η πρώτη αντίδραση έχει απόδοση 60% και η δεύτερη απόδοση 90%, ποια είναι η απόδοση της όλης διαδικασίας δηλαδή της μετατροπής της ουσίας Α στην ουσία Γ;

1. 30% 2. 54% 3. 67% 4. 150%

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

18 Δοχείο σταθερού όγκου περιέχει CO(g) που σε σταθερή θερμοκρασία διασπάται σύμφωνα με την αντίδραση $2\text{CO(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{C(s)}$. Η πίεση στο δοχείο πριν την έναρξη της αντίδρασης είναι ίση με P_0 .

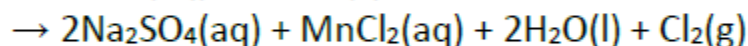
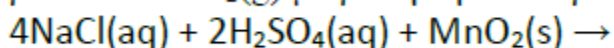
α) Ποιο από τα διαγράμματα Α-Δ που ακολουθούν αποδίδει τη μεταβολή της πίεσης στο δοχείο σαν συνάρτηση του χρόνου, από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας;



β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

19

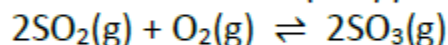
Το 1774 ο Σουηδός χημικός Carl Wilhelm Scheele παρασκεύασε $\text{Cl}_2(\text{g})$ με βάση την αντίδραση που ακολουθεί.



Για την αναπαραγωγή του παραπάνω πειράματος του Scheele αναμιγνύονται 50 mL διαλύματος NaCl 2 M με 25 mL διαλύματος H_2SO_4 6 M και στο διάλυμα που προκύπτει προστίθενται 4,35 g MnO_2 . Ποιος ο όγκος του $\text{Cl}_2(\text{g})$ που αναμένεται να παραχθεί θεωρητικά, μετρημένος σε STP;

20

Σε δοχείο 10 L εισάγονται λ mol $\text{SO}_2(\text{g})$ και μ mol $\text{O}_2(\text{g})$ και αποκαθίσταται η ισορροπία,



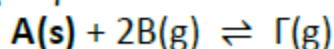
στην οποία προσδιορίστηκαν οι εξής συγκεντρώσεις: $[\text{SO}_2] = 0,4 \text{ M}$, $[\text{O}_2] = 0,6 \text{ M}$ και $[\text{SO}_3] = 0,8 \text{ M}$.

α) Να υπολογιστούν οι αρχικές ποσότητες λ και μ .

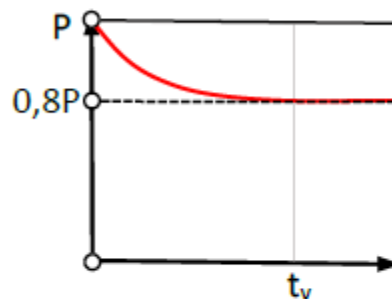
β) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης.

21

Σε δοχείο σταθερού όγκου V εισάγονται ισομοριακές ποσότητες των σωμάτων $\text{A}(\text{s})$ και $\text{B}(\text{g})$ οπότε υπό σταθερή θερμοκρασία T αποκαθίσταται η ισορροπία:



Η μεταβολή της πίεσης στο δοχείο από την έναρξη της αντίδρασης ($t = 0$) μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας ($t = t_v$) εμφανίζεται στο διπλανό γράφημα. Ποια είναι η απόδοση της αντίδρασης;



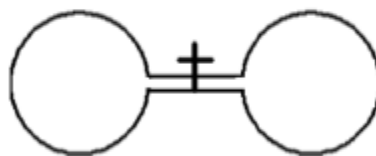
22

Οι φιάλες του σχήματος έχουν όγκο 1 L η καθεμία και συνδέονται με κλειστή στρόφιγγα. Η αριστερή φιάλη περιέχει 0,045

mol $\text{A}_2(\text{g})$ και η δεξιά φιάλη 0,04 mol $\text{B}(\text{g})$. Ανοίγουμε τη στρόφιγγα και πραγματοποιείται η αντίδραση, υπό σταθερή θερμοκρασία: $\text{A}_2(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{AB}(\text{g})$. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας, ισχύει: $[\text{AB}(\text{g})] = 0,015 \text{ M}$.

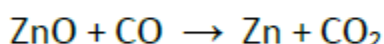
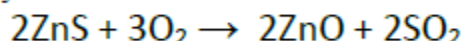
α) Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις των σωμάτων $\text{A}(\text{g})$ και $\text{B}(\text{g})$ στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας.

β) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης.



23

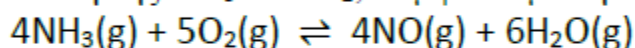
Το κύριο συστατικό του ορυκτού σφαλερίτης είναι ο θειούχος ψευδάργυρος (ZnS). Από το ορυκτό αυτό παράγεται ο μεταλλικός ψευδάργυρος με φρύξη (θέρμανση παρουσία αέρα) και στη συνέχεια με αναγωγή του σχηματιζόμενου ZnO με CO. Οι δύο αντιδράσεις περιγράφονται από τις εξισώσεις που ακολουθούν.



Αν ξεκινήσουμε από ποσότητα σφαλερίτη που περιέχει 4,85 g ZnS και παραχθούν τελικά 2,925 g Zn, ποια η απόδοση της όλης διαδικασίας των δύο αντιδράσεων;

24

Το μονοξείδιο του αζώτου (NO) μπορεί να προκύψει με οξείδωση της NH_3 από O_2 , σύμφωνα με την εξίσωση:



Σε δοχείο, που βρίσκεται σε θερμοκρασία T, εισάγονται 100 mol NH_3 και αέρας σε 8,8% περίσσεια σε σχέση με αυτόν που απαιτείται για την πλήρη αντίδραση.

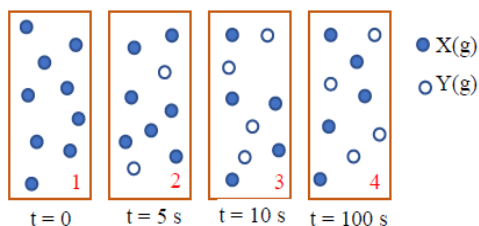
α) Να υπολογιστεί ο συνολικός αριθμός mol του αέρα που είχε εισαχθεί αρχικά στο δοχείο.

β) Όταν αποκαταστάθηκε η χημική ισορροπία, η απόδοση της αντίδρασης βρέθηκε ίση με 80%. Να υπολογιστεί η % v/v αναλογία του μίγματος στην ισορροπία σε NH_3 .

Ο αέρας αποτελείται από 80% v/v N_2 και 20% v/v O_2 .

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1 [ΑΠΟΔΟΣΗ]

1. Η αλληλουχία των διαγραμμάτων 1-4 που ακολουθούν αντιστοιχεί στην μετατροπή $X(g) \rightleftharpoons Y(g)$ με την πάροδο του χρόνου.



Τι από τα παρακάτω ισχύει σε κάθε περίπτωση;

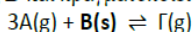
Α) Τη χρονική στιγμή $t = 2 \text{ min}$ η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά

Β) Τη χρονική στιγμή $t = 7 \text{ s}$ έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία

Γ) Τη χρονική στιγμή $t = 10 \text{ s}$ έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία

Δ) Τη χρονική στιγμή $t = 2 \text{ min}$ η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά είναι μικρότερη από την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά

2. Σε δοχείο εισάγονται 1,2 mol σώματος Α και 0,5 mol σώματος Β και πραγματοποιείται η αντίδραση:



Ποια είναι η θεωρητική ποσότητα του σώματος Γ, αν η αντίδραση ήταν πλήρης και μονόδρομη;

Α) 0,5 mol Β) 1,2 mol Γ) 0,4 mol Δ) 1,7 mol

3. Σε δοχείο εισάγεται ποσότητα $HI(g)$ και εξελίσσεται η αντίδραση: $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$. Πριν την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας, για την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά (v_1) και την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά (v_2), ισχύουν:

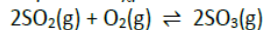
Α) Και οι δύο ταχύτητες αυξάνονται

Β) Και οι δύο ταχύτητες μειώνονται

Γ) Η v_1 μειώνεται ενώ η v_2 αυξάνεται

Δ) Η v_1 αυξάνεται ενώ η v_2 μειώνεται

4. Σε δοχείο 1 L εισάγονται 0,1 mol O_2 και 0,1 mol SO_3 και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η ισορροπία:



Ποια από τις επόμενες σχέσεις θα είναι οπωσδήποτε σωστή στην ισορροπία;

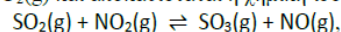
Α) $[SO_2] = [O_2] = [SO_3]$

Β) $[O_2] < [SO_3]$

Γ) $[SO_3] < [O_2]$

Δ) $[O_2] = 2 \cdot [SO_3]$

5. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ποσότητες $SO_2(g)$ και $NO_2(g)$ και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία,



σε θερμοκρασία Τ. Για την αντίδραση αυτή οι αρχικές συγκεντρώσεις και οι συγκεντρώσεις στην κατάσταση της ισορροπίας δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

(M)	$[SO_2]$	$[NO_2]$	$[SO_3]$	$[NO]$
Αρχικές	α	β	—	—
X.I.	x	y	ω	ω

Ποια από τις παρακάτω σχέσεις θα ισχύει;

Α) $x = \omega$

Β) $x = y$

Γ) $\alpha - x = \omega$

Δ) $x + y = 2\omega$

Ε) $\beta - y = 2\omega$

6. 3 mol $A(g)$ και x mol $B(g)$ εισάγονται σε δοχείο και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία: $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g)$. Στη χημική ισορροπία προσδιορίστηκαν 1 mol $\Gamma(g)$. Για την αντίδραση αυτή σε κάθε περίπτωση θα ισχύει ότι:

Α) η αρχική ποσότητα του Β είναι μεγαλύτερη από 1 mol

Β) η ποσότητα του Α στη ισορροπία είναι ίση με 2 mol

Γ) η απόδοση της αντίδρασης θα είναι $\alpha = 2/3$

Δ) η απόδοση της αντίδρασης θα είναι $\alpha = 1/x$

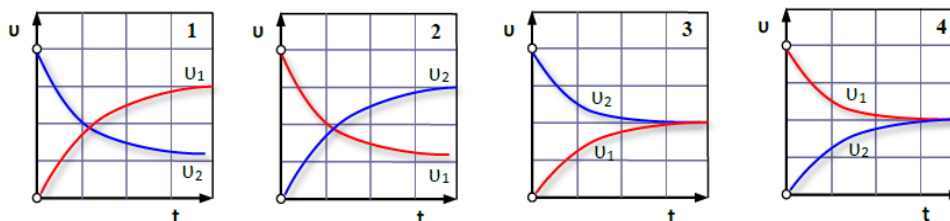
7. Δίνεται η χημική εξίσωση: $N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons[u_2]{u_1} 2NH_3(g)$

Σε κλειστό κενό δοχείο εισάγονται ποσότητες των αερίων $H_2(g)$ και $NH_3(g)$ σε ορισμένη θερμοκρασία.

α) Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα 1-4 αποδίδει τις ταχύτητες v_1 , v_2 σε συνάρτηση με τον χρόνο;

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020]



8. Σε κλειστό δοχείο όγκου $V = 10 \text{ L}$ εισάγονται 4 mol $COCl_2$, οπότε υπό σταθερή θερμοκρασία $T = 500 \text{ K}$ αποκαθίσταται η χημική ισορροπία: $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$.

Το αέριο μίγμα ισορροπίας ασκεί πίεση 24,6 atm. Να υπολογίσετε:

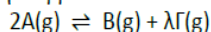
α) Την απόδοση της αντίδρασης.

β) Τον όγκο διαλύματος $KMnO_4$ συγκέντρωσης 0,2 M, οξινισμένου με H_2SO_4 , που απαιτείται για την οξείδωση της ποσότητας του CO που παράγεται από την παραπάνω ισορροπία.

Δίνεται η αντίδραση: $2KMnO_4 + 5CO + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 5CO_2 + K_2SO_4 + 3H_2O$

$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$.

9. Σε δοχείο σταθερού όγκου 1 L εισάγουμε 0,5 mol A(g), οπότε αποκαθίσταται η χημική ισορροπία που ακολουθεί.

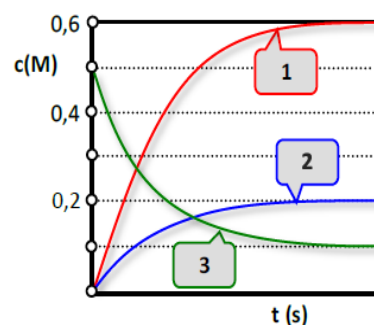


Οι καμπύλες αντίδρασης για τα σώματα A, B και Γ δίνονται στα διπλανά διαγράμματα.

α) Σε ποιο από τα σώματα της αντίδρασης αντιστοιχεί η κάθε καμπύλη 1, 2 και 3; Ποια η τιμή του συντελεστή λ;

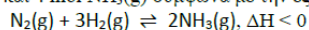
β) Ποια ποσότητα (σε mol) από τα προϊόντα B και Γ θα σχηματίζονταν αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη;

γ) Να προσδιοριστεί η απόδοση της αντίδρασης.



ΑΡΧΗ LE CHATELIER

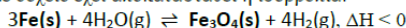
1. Σε δοχείο βρίσκονται σε ισορροπία 4 mol N₂(g), 2,5 mol H₂(g) και 4 mol NH₃(g) σύμφωνα με την εξίσωση:



Ποια από τις παρακάτω μεταβολές έχει πραγματοποιηθεί ώστε στην νέα ισορροπία να υπάρχουν 6 mol NH₃(g);

- A) Μείωση του όγκου του δοχείου με σταθερή θερμοκρασία
B) Μείωση της θερμοκρασίας του συστήματος
Γ) Προσθήκη επιπλέον ποσότητας H₂(g) με σταθερό όγκο και θερμοκρασία
Δ) Οποιαδήποτε από τις παραπάνω τρεις μεταβολές

2. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



Ποια από τις παρακάτω μεταβολές έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας του H₂ που περιέχεται στο δοχείο;

- A) Η αύξηση της πίεσης B) Η αύξηση της θερμοκρασίας
Γ) Η εισαγωγή υδρατμών Δ) Η προσθήκη καταλύτη

3. Σε δοχείο μεταβλητού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία, N₂(g) + 3H₂(g) ⇌ 2NH₃(g), ΔH < 0.

Η αύξηση της ποσότητας της παραγόμενης ποσότητας NH₃, μπορεί να γίνει:

- A) με αύξηση της θερμοκρασίας
B) είτε με αύξηση της θερμοκρασίας είτε με μείωση της πίεσης
Γ) με αύξηση της πίεσης, υπό σταθερή θερμοκρασία
Δ) με αύξηση του όγκου του δοχείου, υπό σταθερή θερμοκρασία

4. Σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: 3Fe(s) + 4H₂O(g) ⇌ Fe₃O₄(s) + 4H₂(g), ΔH < 0

Αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία:

- i. Ο συνολικός αριθμός των mol των αερίων:
A) θα αυξηθεί B) δεν θα μεταβληθεί Γ) θα μειωθεί
Δ) εξαρτάται από την απόδοση της αντίδρασης
ii. Με την αύξηση της θερμοκρασίας, η ολική πίεση των αερίων:
A) θα αυξηθεί B) θα μειωθεί Γ) δεν θα μεταβληθεί
Δ) δε μπορούμε να γνωρίζουμε αν και πώς θα μεταβληθεί

5. Σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: 4HCl(g) + O₂(g) ⇌ 2H₂O(g) + 2Cl₂(g), ΔH < 0.

Προσθέτουμε ποσότητα Cl₂ μειώνοντας παράλληλα τη θερμοκρασία του συστήματος. Πώς θα μεταβληθεί η συγκέντρωση του HCl;

- A) Θα αυξηθεί B) Θα μειωθεί
Γ) Δε θα μεταβληθεί Δ) Δε μπορούμε να ξέρουμε

6. Σε ποια από τις ισορροπίες που ακολουθούν η μείωση του όγκου του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία αυξάνει την απόδοση της αντίδρασης;

- A) C(s) + H₂O(g) ⇌ CO(g) + H₂(g)
B) H₂(g) + I₂(g) ⇌ 2HI(g)
Γ) 4NH₃(g) + 5O₂(g) ⇌ 4NO(g) + 6H₂O(g)
Δ) 3O₂(g) ⇌ 2O₃(g)

7. Για την ισορροπία που ακολουθεί,

4NH₃(g) + 3O₂(g) ⇌ 2N₂(g) + 6H₂O(g), ΔH = -1268 kJ

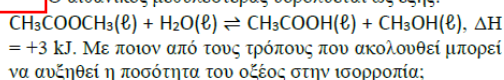
ποια μεταβολή θα μετατοπίσει την ισορροπία προς τα δεξιά;

- A) Αύξηση της θερμοκρασίας.
B) Μείωση του όγκου του δοχείου της αντίδρασης υπό σταθερή θερμοκρασία
Γ) Προσθήκη καταλύτη
Δ) Απομάκρυνση ποσότητας του H₂O(g) (π.χ. με προσθήκη αφυδακτικής ουσίας)

8. Σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: 2SO₂(g) + O₂(g) ⇌ 2SO₃(g), ΔH = -7,8 kcal. Ποια από τις ακόλουθες μεταβολές θα προξενήσει αύξηση της συγκέντρωσης του SO₂;

- A) Προσθήκη επιπλέον ποσότητας O₂
B) Προσθήκη επιπλέον ποσότητας SO₃
Γ) Απομάκρυνση με κατάλληλο τρόπο ποσότητας SO₃
Δ) Μείωση της θερμοκρασίας

9. Ο αιθανικός μεθυλεστέρας υδrolύεται ως εξής:



Με ποιον από τους τρόπους που ακολουθεί μπορεί να αυξηθεί η ποσότητα του οξέος στην ισορροπία;

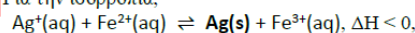
- A) Με μείωση της θερμοκρασίας
B) Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας H₂O(l)
Γ) Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας CH₃OH(l)
Δ) Με την προσθήκη κατάλληλου καταλύτη, π.χ. H₂SO₄

10. Θεωρήστε τη χημική ισορροπία που περιγράφεται από την εξίσωση: BaCO₃(s) ⇌ BaO(s) + CO₂(g), ΔH > 0

Ποια από τις μεταβολές που ακολουθούν οδηγεί στην αύξηση της ποσότητας του παραγόμενου BaO(s);

- A) Μείωση της θερμοκρασίας B) Μείωση της πίεσης
Γ) Προσθήκη επιπλέον ποσότητας BaCO₃(s)
Δ) Καμία από τις παραπάνω, καθώς όλες θα οδηγήσουν την ισορροπία προς τα αριστερά

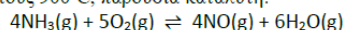
11. Για την ισορροπία,



ποια από τις μεταβολές που ακολουθούν θα έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό μεγαλύτερης ποσότητας Ag(s);

- A) Αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων Fe²⁺
B) Αύξηση της συγκέντρωσης των ιόντων Fe³⁺
Γ) Αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος
Δ) Απομάκρυνση μέρους της ποσότητας του Ag(s)

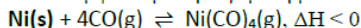
12. Το πρώτο βήμα της βιομηχανικής παρασκευής του HNO₃ περιλαμβάνει την εξώθερμη αντίδραση της NH₃ με το O₂, στους 900°C, παρουσία καταλύτη:



Ποια από τις ακόλουθες ενέργειες οδηγεί σε αύξηση της απόδοσης παραγωγής του NO;

- A) Αύξηση της πίεσης B) Χρήση περίσσειας O₂
Γ) Αύξηση της θερμοκρασίας
Δ) Προσθήκη ποσότητας ευγενούς αερίου, π.χ. He, υπό σταθερό όγκο και υπό σταθερή θερμοκρασία

13 Η ένωση $\text{Ni(CO)}_4(\text{g})$ σχηματίζεται με βάση την αντίδραση που ακολουθεί και χρησιμοποιείται στην παραγωγή καθαρού Ni σύμφωνα με τη λεγόμενη μέθοδος Mond.



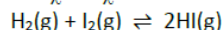
Αν το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία στους 200°C , ποια από τις ακόλουθες μεταβολές δεν θα επηρεάσει τη θέση της χημικής ισορροπίας;

- A) Προσθήκη επιπλέον ποσότητας Ni(s)
 B) Προσθήκη επιπλέον ποσότητας $\text{Ni(CO)}_4(\text{g})$
 Γ) Αύξηση της θερμοκρασίας στους 250°C
 Δ) Μείωση του όγκου του δοχείου

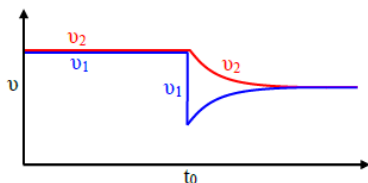
14 Σε δοχείο όγκου V στο οποίο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία, $\text{A(g)} + \text{B(g)} \rightleftharpoons 2\text{G(g)}$, $\Delta H < 0$ αυξάνουμε τη θερμοκρασία. Πως θα μεταβληθεί η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά (v_1) και η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά (v_2) αμέσως μετά την αύξηση της θερμοκρασίας;

- A) Αυξάνονται και οι δύο ταχύτητες αλλά η v_1 αυξάνεται περισσότερο από τη v_2
 B) Αυξάνονται και οι δύο ταχύτητες αλλά η v_2 αυξάνεται περισσότερο από τη v_1
 Γ) Η v_1 αυξάνεται αλλά η v_2 μειώνεται
 Δ) Η v_2 αυξάνεται αλλά η v_1 μειώνεται

15 Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



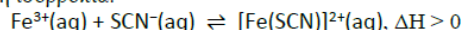
Τη χρονική στιγμή t_0 πραγματοποιείται στο σύστημα μία μεταβολή και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται μία νέα ισορροπία. Η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά (v_1) και η ταχύτητα προς τα αριστερά (v_2) σε σχέση με το χρόνο εμφανίζονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Ποια από τις παρακάτω μεταβολές έγινε τη στιγμή t_0 ;

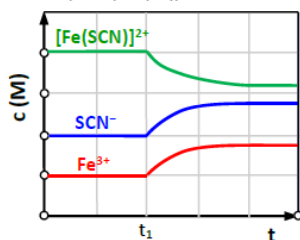
- A) Προσθήκη καταλύτη
 B) Απομάκρυνση ποσότητας $\text{H}_2(\text{g})$
 Γ) Αύξηση του όγκου του δοχείου
 Δ) Μείωση της θερμοκρασίας

16 Τα διαγράμματα που ακολουθούν αναφέρονται στη χημική ισορροπία:



Ποια από τις παρακάτω μεταβολές έγινε τη χρονική στιγμή t_1 στο σύστημα της ισορροπίας;

- A) Προσθήκη επιπλέον ιόντων $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$
 B) Μείωση της θερμοκρασίας



22 Σε δοχείο σταθερού όγκου περιέχονται σε ισορροπία κόκκοι στερεού C και αέριο μίγμα που αποτελείται από υδρατμούς, CO και n_0 mol H_2 στους $^\circ\text{C}$, σύμφωνα με την εξίσωση: $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2(\text{g})$, $\Delta H > 0$.

Επιφέρουμε στο μίγμα ισορροπίας κάθε μία από τις παρακάτω μεταβολές, οπότε η ποσότητα των mol του H_2 στις νέες ισορροπίες που θα αποκατασταθούν γίνονται, αντίστοιχα, ποσότητες n_1 , n_2 , n_3 , n_4 και n_5 .

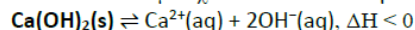
- α) Προσθέτουμε 0,2 mol CO , $T = \text{σταθ.}$
 β) Προσθέτουμε 0,6 mol H_2O , $T = \text{σταθ.}$
 γ) Προσθέτουμε 0,5 mol CO , $T = \text{σταθ.}$
 δ) Προσθέτουμε 0,6 mol H_2O και αυξάνουμε τη T .
 ε) Προσθέτουμε 0,5 mol CO και ελαττώνουμε τη T .

Να διατάξετε τις ποσότητες n_0 , n_1 , n_2 , n_3 , n_4 και n_5 κατ' αύξουσα σειρά.

Γ) Απομάκρυνση ποσότητας ιόντων $[\text{Fe(SCN)}]^{2+}(\text{aq})$ από την ισορροπία

Δ) Αύξηση της πίεσης, υπό σταθερή θερμοκρασία

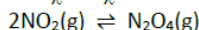
17 Σε υδατικό διάλυμα έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



Αν το διάλυμα θερμανθεί, τι από τα παρακάτω θα ισχύει;

- A) Η ποσότητα του $\text{Ca(OH)}_2(\text{s})$ θα παραμείνει αναλλοίωτη
 B) Η ποσότητα του $\text{Ca(OH)}_2(\text{s})$ θα αυξηθεί
 Γ) Η ποσότητα του $\text{Ca(OH)}_2(\text{s})$ θα μειωθεί
 Δ) Η ποσότητα του $\text{Ca(OH)}_2(\text{s})$ θα διαλυθεί πλήρως

18 Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

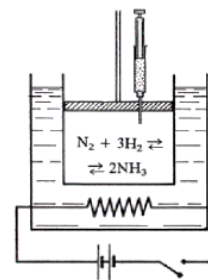


Αν το μίγμα της ισορροπίας παρουσιάζει σκοτεινότερο χρώμα σε υψηλές θερμοκρασίες και σε χαμηλές πιέσεις, ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστή;

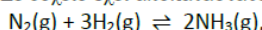
- A) Η αντίδραση είναι εξώθερμη προς τα δεξιά και το NO_2 έχει σκοτεινότερο χρώμα από το N_2O_4
 B) Η αντίδραση είναι εξώθερμη προς τα δεξιά και το N_2O_4 έχει σκοτεινότερο χρώμα από το NO_2
 Γ) Η αντίδραση είναι ενδόθερμη προς τα δεξιά και το NO_2 έχει σκοτεινότερο χρώμα από το N_2O_4
 Δ) Η αντίδραση είναι ενδόθερμη προς τα δεξιά και το N_2O_4 έχει σκοτεινότερο χρώμα από το NO_2

19 Έστω η ισορροπία, $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$, που έχει αποκατασταθεί στο δοχείο του σχήματος υπό σταθερή θερμοκρασία. Αν με τη σύριγγα εισάγουμε στο δοχείο ποσότητα νερού (η NH_3 είναι πολύ διαλυτή στο νερό) με σταθερή τη θέση του εμβόλου:

- A) θα αυξηθεί η ποσότητα του $\text{H}_2(\text{g})$ και του $\text{N}_2(\text{g})$
 B) η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά
 Γ) η ισορροπία δεν επηρεάζεται
 Δ) η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά



20 Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:



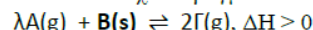
Το μίγμα των 3 αερίων ασκεί πίεση 50 atm. Αν διπλασιάσουμε τον όγκο του δοχείου, υπό σταθερή τη θερμοκρασία, η τελική πίεση στο δοχείο μπορεί να έχει την τιμή:

- A) 50 atm B) 100 atm Γ) 25 atm Δ) 40 atm

21 Σε δοχείο μεταβλητού όγκου έχει αποκατασταθεί, σε θερμοκρασία T , η ισορροπία: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. Η συγκέντρωση του $\text{PCl}_5(\text{g})$ στο δοχείο είναι ίση με 0,4 M. Διπλασιάζουμε τον όγκο του δοχείου, υπό σταθερή θερμοκρασία. Στη νέα χημική ισορροπία που θα αποκατασταθεί, η συγκέντρωση του $\text{PCl}_5(\text{g})$ μπορεί να είναι ίση με:

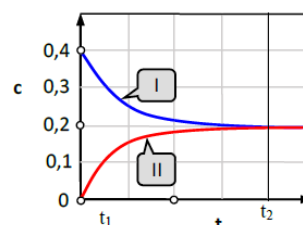
- A) 0,18 M B) 0,24 M Γ) 0,4 M Δ) 0,6 M

23 Σε κλειστό δοχείο πραγματοποιείται η αντίδραση:



Παρατηρήθηκε ότι από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας απορροφήθηκε ποσό θερμότητας q.

α) Η ισορροπία αυτή είναι ομογενής ή ετερογενής; Ποια καμπύλη του διαγράμματος που ακολουθεί αντιστοιχεί σε ποιο σώμα; Ποια η τιμή του συντελεστή λ για το σώμα A;

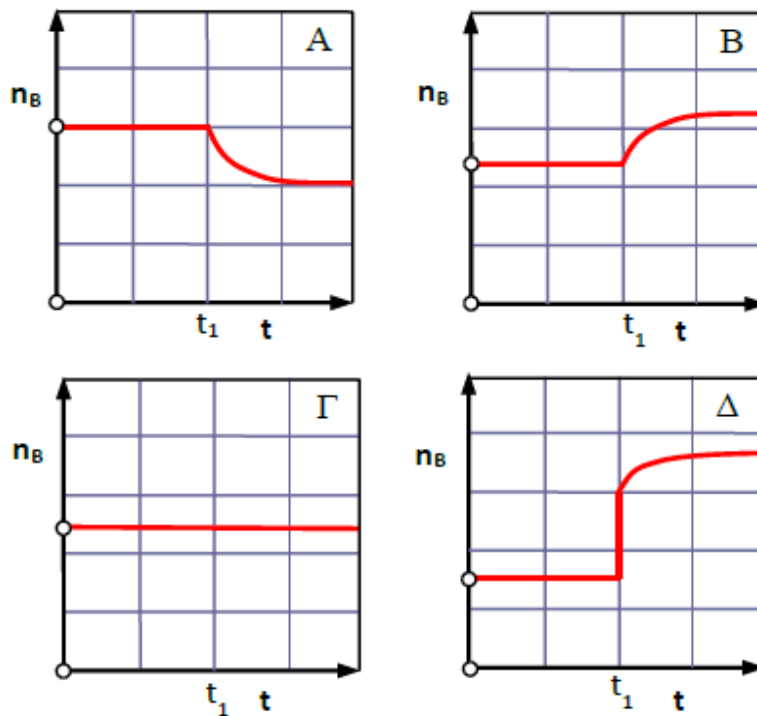


β) Πως θα μεταβληθεί η θέση της παραπάνω ισορροπίας με:
 i. Αύξηση της θερμοκρασίας του συστήματος, υπό σταθερό όγκο. ii. Μείωση του όγκου του δοχείου, υπό σταθερή θερμοκρασία.

24

Σε δοχείο εισάγεται ποσότητα $A(g)$ που διασπάται και αποκαθίσταται η ισορροπία: $2A(g) \rightleftharpoons B(s) + \Gamma(g)$. Τη χρονική στιγμή t_1 υποδιπλασιάζουμε τον όγκο του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία και από τη χρονική στιγμή t_2 και μετά αποκαθίσταται νέα ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία.

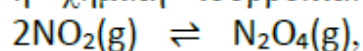
α) Ποιο από τα διαγράμματα που ακολουθούν αποδίδει τη μεταβολή των mol του σώματος $B(s)$ σε σχέση με το χρόνο;



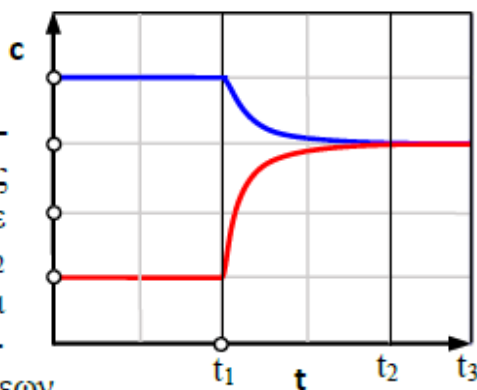
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

25

Σε δοχείο όγκου V και στους $\theta^\circ C$ έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:



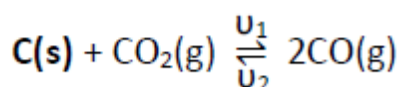
Τη χρονική στιγμή t_1 μεταβάλλεται ένας από τους συντελεστές της ισορροπίας, οπότε από τη χρονική στιγμή t_2 και μετά αποκαθίσταται νέα ισορροπία. Οι μεταβολές των συγκεντρώσεων των δύο αερίων εμφανίζονται στο διάγραμμα.



Να εξηγήσετε, ποιον από τους συντελεστές της χημικής ισορροπίας μεταβάλλαμε και με ποιο τρόπο.

26

Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:



α) Με την αύξηση του όγκου του δοχείου, υπό σταθερή θερμοκρασία και μέχρι την αποκατάσταση της νέας ισορροπίας:

A) η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά (v_1) θα είναι

μεγαλύτερη από την ταχύτητα προς τα αριστερά (v_2)

B) οι δύο αντίθετες φορές ταχύτητες δεν θα μεταβληθούν

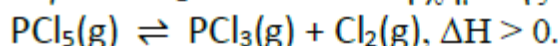
Γ) η ποσότητα του C(s) δεν θα μεταβληθεί

Δ) η ποσότητα C(s) αυξάνεται

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

27

Σε δοχείο με έμβολο περιέχονται α mol PCl_5 , β mol PCl_3 και γ mol Cl_2 σε κατάσταση χημικής ισορροπίας:



α) Προς ποια κατεύθυνση μετατοπίζεται η ισορροπία, αν:

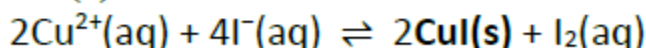
i. Αυξηθεί η θερμοκρασία υπό σταθερό όγκο.

ii. Αυξηθεί ο όγκος του δοχείου, με σταθερή θερμοκρασία.

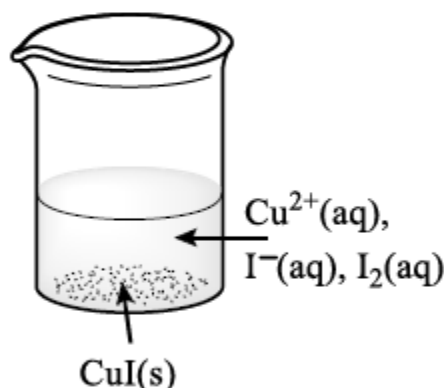
β) Σε άλλο δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται μίγμα $\text{PCl}_5(\text{g})$, $\text{PCl}_3(\text{g})$ και $\text{Cl}_2(\text{g})$ υπό σταθερή θερμοκρασία. Παρατηρείται ότι η ολική πίεση στο δοχείο αυξάνεται συνεχώς μέχρι μια ορισμένη τιμή και στη συνέχεια παραμένει σταθερή. Να ερμηνεύσετε τα πειραματικά αυτά δεδομένα.

28

Στη φιάλη του σχήματος έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία (1):

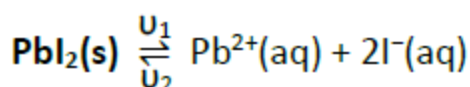


Στη φιάλη προστίθεται ποσότητα βενζολίου, ένα υγρό αδιάλυτο στο νερό που σχηματίζει μία στιβάδα πάνω από την υδατική και το οποίο έχει την ιδιότητα να διαλύει επιλεκτικά μόνο το I_2 από τα συστατικά της ισορροπίας. Με την προσθήκη του βενζολίου και την έντονη ανακίνηση της φιάλης η στιβάδα του βενζολίου χρωματίζεται κόκκινη (λόγω μεταφοράς ποσότητας I_2 από την υδατική φάση στη βενζολική) ενώ στην υδατική φάση αποκαθίσταται μια νέα ισορροπία (1) στην οποία υπάρχει:

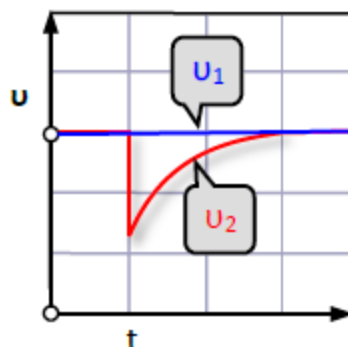


- A) μεγαλύτερη $[\text{Cu}^{2+}(\text{aq})]$ αλλά μικρότερη ποσότητα $\text{CuI}(\text{s})$
 B) μικρότερη $[\text{Cu}^{2+}(\text{aq})]$ αλλά η ίδια ποσότητα $\text{CuI}(\text{s})$
 Γ) μικρότερη $[\text{Cu}^{2+}(\text{aq})]$ αλλά μεγαλύτερη ποσότητα $\text{CuI}(\text{s})$
 Δ) μεγαλύτερη $[\text{Cu}^{2+}(\text{aq})]$ αλλά η ίδια ποσότητα $\text{CuI}(\text{s})$
 Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

29 Μικρή ποσότητα $\text{PbI}_2(\text{s})$ προστίθεται σε φιάλη με νερό και αποκαθίσταται η ισορροπία:

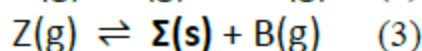
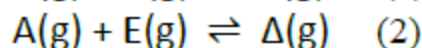
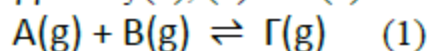


Οι δύο αντίθετης φοράς ταχύτητες (v_1 και v_2) σε σχέση με το χρόνο εμφανίζονται στο διπλανό διάγραμμα. Τι συνέβη τη χρονική στιγμή t ;



1. Μειώθηκε η θερμοκρασία του περιεχομένου της φιάλης
 2. Διαλύθηκε μικρή ποσότητα $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
 3. Απομακρύνθηκε μικρή ποσότητα $\text{PbI}_2(\text{s})$
 4. Προστέθηκε μικρή ποσότητα επιπλέον νερού στη φιάλη
- Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

30 Σε δοχείο σταθερού όγκου που βρίσκεται σε περιβάλλον σταθερής θερμοκρασίας έχουν αποκατασταθεί οι χημικές ισορροπίες (1), (2) και (3) που ακολουθούν.



Στο δοχείο προσθέσουμε ποσότητα $\text{E}(\text{g})$, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίστανται και πάλι οι παραπάνω ισορροπίες. Να εξηγήσετε πως θα μεταβληθεί (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) η ποσότητα του $\text{Σ}(\text{s})$ με την προσθήκη της ποσότητας του $\text{E}(\text{g})$.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2 [ALC]

11. Σε ποιες συνθήκες ευνοείται περισσότερο η διάσπαση του $\text{CaCO}_3(\text{s})$, σύμφωνα με την εξίσωση που ακολουθεί;
- $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}), \Delta H = 178 \text{ kJ}$
- A) $\theta = 1000^\circ\text{C}, P = 1 \text{ atm}$ B) $\theta = 100^\circ\text{C}, P = 10 \text{ atm}$
Γ) $\theta = 25^\circ\text{C}, P = 10 \text{ atm}$ Δ) $\theta = 25^\circ\text{C}, P = 1 \text{ atm}$

2. Σε δύο δοχεία σταθερού όγκου βρίσκονται σε ισορροπία $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{C}(\text{s})$ και $\text{CO}(\text{g})$, σύμφωνα με την αντίδραση:
- $$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$$

Στο πρώτο δοχείο προσθέτουμε CO(g) και C(s) , ενώ στο δεύτερο προσθέτουμε $\text{CO}_2\text{(g)}$ και CO(g) .

- Α) Και στα δύο δοχεία η χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί οπωσδήποτε προς τα δεξιά
Β) Και στα δύο δοχεία η χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί οπωσδήποτε προς τα αριστερά
Γ) Σε κανένα από τα δύο δοχεία δεν επαρκούν τα δεδομένα προκειμένου να αποφανθούμε προς τα πού θα μετατοπιστεί η χημική ισορροπία
Δ) Στο πρώτο δοχείο η χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί οπωσδήποτε προς τα αριστερά, ενώ στο δεύτερο δεν επαρκούν τα δεδομένα για να αποφανθούμε

[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020]

3. Σε δοχείο εισάγονται 1 mol C(s) και 1 mol CO₂(g) και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία: C(s) + CO₂(g) ⇌ 2CO(g), ΔH > 0. Ποια από τις μεταβολές που ακολουθούν θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου αποκατάστασης της ισορροπίας χωρίς μεταβολές στις ποσότητες των τριών συστατικών στην ισορροπία;
- A) Η αύξηση της θερμοκρασίας
B) Η μείωση της θερμοκρασίας
Γ) Η αύξηση του όγκου του δοχείου της αντίδρασης
Δ) Η αύξηση της επιφάνειας επαφής του C(s)

4. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:
 $4\text{HBr(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O(g)} + 2\text{Br}_2\text{(g)}, \Delta\text{H} = -276 \text{ kJ}$

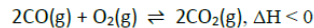
7. Σε κλειστό δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία: $2A(g) + B(s) \rightleftharpoons 2Γ(g)$, $\Delta H < 0$.
Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η ποσότητα του Γ στο δοχείο στις νέες χημικές ισορροπίες που θα αποκατασταθούν μετά τις παρακάτω μεταβολές.
- α) Αύξηση της θερμοκρασίας, χωρίς μεταβολή όγκου.
 - β) Αφαίρεση ποσότητας του Γ, υπό σταθερή θερμοκρασία και χωρίς μεταβολή όγκου.
 - γ) Αύξηση του όγκου του δοχείου, υπό σταθερή θερμοκρασία.
 - δ) Προσθήκη $He(g)$, υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία.
 - ε) Προσθήκη επιπλέον ποσότητας $B(s)$, υπό σταθερή θερμοκρασία και χωρίς μεταβολή όγκου.

Ποια από τις ενέργειες που ακολουθούν θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας των υδρατμών;

- Α) Η προσθήκη καταλύτη
Β) Η μεταφορά του μίγματος της ισορροπίας σε δοχείο μεγαλύτερου όγκου, υπό σταθερή θερμοκρασία
Γ) Η μείωση της πίεσης, υπό σταθερή θερμοκρασία
Δ) Η απομάκρυνση ποσότητας Br_2 από το δοχείο της ισορροπίας
Ε) Η αύξηση της θερμοκρασίας, υπό σταθερή πίεση

8. Σε δοχείο όγκου V περιέχονται σε ισορροπία x mol N₂, y mol O₂ και ω mol NO, σε θερμοκρασία T, σύμφωνα με την εξίσωση: N₂(g) + O₂(g) ⇌ 2NO(g). Αν αφαιρέσουμε κάποια ποσότητα NO από το δοχείο, μετά την αποκατάσταση της νέας ισορροπίας, στο δοχείο θα περιέχονται α mol N₂, β mol O₂ και γ mol NO. Μεταξύ των αριθμών x, y, ω και α, β, γ θα ισχύουν οι σχέσεις:
- A) α < x, β < y, γ < ω B) α > x, β > y, γ < ω
Γ) α = x, β = y, γ < ω Δ) α < x, β < y, γ = ω
Ε) α < x, β < y, γ > ω

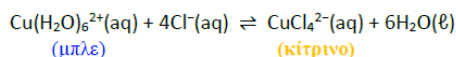
6. Σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία που ακολουθεί:



Στο δοχείο της ισορροπίας προστίθεται επιπλέον ποσότητα CO_2 και αποκαθίσταται νέα ισορροπία στον ίδιο όγκο και στην ίδια θερμοκρασία. Σε σχέση με την αρχική ισορροπία, πώς θα μεταβληθούν οι δύο αντίθετης φοράς ταχύτητες στη νέα ισορροπία;

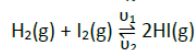
	Αντίδραση προς $\rightarrow$	Αντίδραση προς $\leftarrow$
A)	Θα αυξηθεί	Θα αυξηθεί
B)	Δε θα μεταβληθεί	Θα αυξηθεί
Γ)	Θα μειωθεί	Θα αυξηθεί
Δ)	Δε θα μεταβληθεί	Δε θα μεταβληθεί

8. Σε υδατικό διάλυμα έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



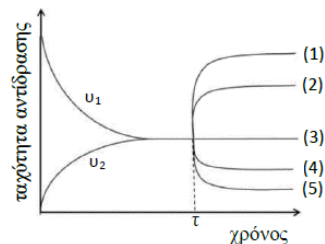
- α) Να εξηγήσετε γιατί το κίτρινο χρώμα του διαλύματος ενισχύεται με την διάλυση ποσότητας NaCl(s) , χωρίς μεταβολή στον όγκο του διαλύματος και χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας. Το NaCl στα υδατικά διαλύματα δίσταται πλήρως σε Na^+ και Cl^- .
β) Με θέρμανση του διαλύματος της παραπάνω ισορροπίας το χρώμα του διαλύματος μετατρέπεται σε μπλε. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη.

9. Σε ένα κλειστό δοχείο αποκαθίσταται η ακόλουθη ισορροπία:



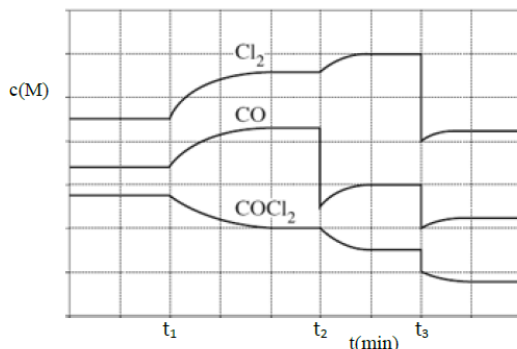
όπου v_1, v_2 οι ταχύτητες των δύο αντιθέτων πορεϊών. Στο ακόλουθο διάγραμμα δίνονται οι μεταβολές των v_1, v_2 με το χρόνο. Τη χρονική στιγμή τ προστίθεται στο σύστημα κατάλληλος καταλύτης, οπότε η μεταβολή της v_1 ακολουθεί την καμπύλη (2).

- α) Να εξηγήσετε ποια από τις καμπύλες (1), (2), (3), (4) και (5) θα ακολουθήσει η υ₂. Αν στο ίδιο σύστημα τη χρονική στιγμή t, αντί για την προσθήκη καταλύτη μεταβληθεί ο όγκος του δοχείου, τότε η υ₁ ακολουθεί την καμπύλη (4).
- β) Να εξηγήσετε ποια καμπύλη θα ακολουθήσει η υ₂.
- γ) Να εξηγήσετε αν αυξήθηκε ή μειώθηκε ο όγκος του δοχείου. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020]



10. Σε κλειστό δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: $\text{CO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{COCl}_2\text{(g)}$, $\Delta H = -110 \text{ kJ}$

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης των σωμάτων που μετέχουν στην ισορροπία σε συνάρτηση με το χρόνο.

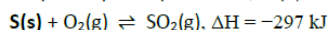


Οι παράγοντες της ισορροπίας που μεταβάλλονται τις χρονικές στιγμές t_1 , t_2 και t_3 αντίστοιχα, είναι:

- A) t_1 : ελάττωση θερμοκρασίας, t_2 : προσθήκη αερίου CO, t_3 : ελάττωση όγκου δοχείου
 B) t_1 : αύξηση θερμοκρασίας, t_2 : απομάκρυνση αερίου CO, t_3 : αύξηση όγκου δοχείου
 Γ) t_1 : προσθήκη αερίου COCl_2 , t_2 : προσθήκη αερίου CO, t_3 : αύξηση όγκου δοχείου
 Δ) t_1 : αύξηση θερμοκρασίας, t_2 : προσθήκη αερίου CO, t_3 : αύξηση όγκου δοχείου

[Π.Μ.Δ.Χ. 2016]

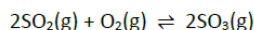
11. Το θειικό οξύ (H_2SO_4) είναι η χημική ένωση που παρασκευάζεται βιομηχανικά σε μεγαλύτερη ποσότητα παγκοσμίως. Η μέθοδος επαφής είναι η κυριότερη βιομηχανική μέθοδος παραγωγής του. Η πρώτη από τις αντιδράσεις που περιλαμβάνει η μέθοδος αυτή είναι η καύση του θείου, σύμφωνα με την αντίδραση:



α) Θεωρώντας τις ίδιες αρχικές ποσότητες αντιδρώντων, να επιλέξετε σε ποια από τις ακόλουθες θερμοκρασίες η αντίδραση θα έχει μεγαλύτερη απόδοση, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

$$\theta_1 = 25^\circ\text{C}, \theta_2 = 200^\circ\text{C}, \theta_3 = 1000^\circ\text{C}$$

Η δεύτερη αντίδραση που περιλαμβάνει η μέθοδος επαφής είναι η οξείδωση του SO_2 , παρουσία $\text{V}_2\text{O}_5\text{(s)}$ ως καταλύτη, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

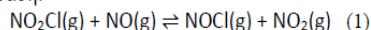


β) Να εξηγήσετε αν η κατάλυση είναι ομογενής ή ετερογενής.

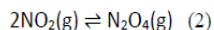
γ) Να εξηγήσετε την επίδραση του καταλύτη στο χρόνο αποκατάστασης της ισορροπίας καθώς και στη θέση της ισορροπίας.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2018]

12. Σε αέρια φάση μελετάμε την αντίδραση του νιτρυλοχλωρίδιο (NO_2Cl) με το νιτριλοχλωρίδιο (NOCl) σύμφωνα με την αντίδραση:



Στην πραγματικότητα η ισορροπία 1 περιπλέκεται καθώς το παραγόμενο $\text{NO}_2\text{(g)}$ παράγει $\text{N}_2\text{O}_4\text{(g)}$ σύμφωνα με την αντίδραση (2):



Σε δοχείο εισάγονται ποσότητες $\text{NO}_2\text{Cl(g)}$ και NO(g) και αποκαθίστανται οι ισορροπίες 1 και 2 στους 320 K. Μετά την αποκατάσταση των δύο ισορροπιών διπλασιάζουμε τον όγκο του δοχείου χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας. Να εξετάσετε:

α) Πώς θα μεταβληθούν τα mol του NOCl(g) στη νέα ισορροπία σε σχέση με την αρχική (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή).

β) Πώς θα μεταβληθεί η συγκέντρωση του N_2O_4 στη νέα ισορροπία σε σχέση με την αρχική (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή).

[Κ_c, Συνδυασμοί]

1. Έστω η ισορροπία: $2\text{NOCl(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$.
Για την ισορροπία αυτή ισχύει ότι:
Α) $K_c = [\text{NO}] \cdot [\text{Cl}_2] / [\text{NOCl}]$
Β) η K_c έχει μονάδες $\text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$
Γ) η K_c είναι ανεξάρτητη της θερμοκρασίας
Δ) είναι ομογενής ισορροπία

2. Ποια είναι η έκφραση της σταθεράς ισορροπίας:
 $\text{NH}_4\text{CO}_2\text{NH}_2\text{(s)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)} + \text{CO}_2\text{(g)}$
Α) $K_c = [\text{NH}_3] \cdot [\text{CO}_2]$
Β) $K_c = [\text{NH}_3]^2 \cdot [\text{CO}_2]$
Γ) $K_c = [\text{NH}_3] \cdot [\text{CO}_2] / [\text{NH}_4\text{CO}_2\text{NH}_2]$
Δ) $K_c = [\text{NH}_3]^2 \cdot [\text{CO}_2] / [\text{NH}_4\text{CO}_2\text{NH}_2]$

3. Ποια η μονάδα της σταθεράς K_c της ισορροπίας:
 $2\text{NO(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)}$
Α) Δεν έχει μονάδες, είναι καθαρός αριθμός
Β) M
Γ) M^{-2}
Δ) M^{-1}

4. Η έκφραση της σταθεράς K_c σε μία ομογενή χημική ισορροπία είναι η εξής:

$$K_c = \frac{[\text{A}]^2 \cdot [\text{B}]}{[\text{Γ}]^3 \cdot [\text{Δ}]}$$

Ποια είναι η εξίσωση της χημικής ισορροπίας:

- Α) $2\text{A(aq)} + \text{B(aq)} \rightleftharpoons 3\text{Γ(aq)} + \text{Δ(g)}$
Β) $3\text{Γ(g)} + \text{Δ(g)} \rightleftharpoons 2\text{A(g)} + \text{B(g)}$
Γ) $3\text{Γ(aq)} + \text{Δ(aq)} \rightleftharpoons 2\text{A(aq)} + \text{B(s)}$
Δ) $3\text{Γ(aq)} + \text{Δ(s)} \rightleftharpoons 2\text{A(aq)} + \text{B(s)}$

5. Ποια από τις παρακάτω τιμές της σταθεράς ισορροπίας K_c δείχνει ότι η αντίδραση, $\text{A(g)} + \text{B(g)} \rightleftharpoons \text{Γ(g)}$, είναι πραγματικά μονόδρομη προς τα δεξιά;
Α) 10^{14} Β) 10^{-14} Γ) 1 Δ) 0

6. Μετά την αλοκατάσταση της χημικής ισορροπίας, που αποδίδεται με την εξίσωση: $\text{CaO(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3\text{(s)}$, σε δοχείο όγκου V, συνυπάρχουν α mol CaO, β mol CO_2 , και γ mol CaCO_3 . Η σταθερά K_c της ισορροπίας δίνεται από τη σχέση:

Α) $K_c = \frac{\gamma \cdot V}{\alpha \cdot \beta}$ Β) $K_c = \frac{\gamma}{\alpha \cdot \beta}$ Γ) $K_c = \frac{\gamma}{\beta}$ Δ) $K_c = \frac{\beta}{\gamma}$

7. Στους $^\circ\text{C}$ η σταθερά K_c της ισορροπίας:
 $2\text{NH}_3\text{(g)} \rightleftharpoons 3\text{H}_2\text{(g)} + \text{N}_2\text{(g)}$,
έχει τιμή ίση με 5. Για τη σταθερά K'_c της ισορροπίας:
 $3\text{H}_2\text{(g)} + \text{N}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$
στους $^\circ\text{C}$ θα ισχύει:
Α) $K'_c = 5$ Β) $K'_c > 5$ Γ) $K'_c = 0,5$ Δ) $K'_c = 0,2$

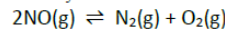
8. Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου 1 L εισάγεται ποσότητα $\text{NO}_2\text{(g)}$ σε θερμοκρασία T και αλοκαθίσταται η ισορροπία:
 $2\text{NO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4\text{(g)}$

Οι συγκεντρώσεις των $\text{NO}_2\text{(g)}$ και $\text{N}_2\text{O}_4\text{(g)}$ στην ισορροπία είναι, αντίστοιχα A $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ και B $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

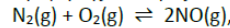
- i. Ποια είναι η έκφραση της σταθεράς K_c της ισορροπίας;
Α) $(\text{B/A})^2$ Β) B/A^2 Γ) B/2A Δ) A/B
ii. Ποιος ο αριθμός mol $\text{NO}_2\text{(g)}$ που είχε εισαχθεί αρχικά στο δοχείο;
Α) A + B Β) 2A + B Γ) A + 2B Δ) A + (B/2)

9. Σε κλειστό δοχείο υπό σταθερή θερμοκρασία T έχει αλοκατασταθεί η ισορροπία: $\text{N}_2\text{(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO(g)}$, στην οποία οι συγκεντρώσεις είναι οι εξής: $[\text{N}_2] = 0,1 \text{ M}$, $[\text{O}_2] = 0,2 \text{ M}$, $[\text{NO}] = 0,4 \text{ M}$. Ποια η τιμή της σταθεράς K_c ;
Α) 0,05 Β) 0,13 Γ) 8 Δ) 20

10. Για τη χημική ισορροπία που ακολουθεί, ισχύει: $K_c = 2,5 \cdot 10^3$ στους 2000°C .



- i. Ποια η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας,

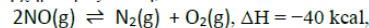


στους 2000°C ;

- ii. Στους 2000°C η ισορροπία ευνοεί το σχηματισμό του NO ή όχι;

- Α) i. $2,5 \cdot 10^3$, ii. ναι Β) i. $4 \cdot 10^{-4}$, ii. ναι
Γ) i. $4 \cdot 10^{-4}$, ii. όχι Δ) i. $2,5 \cdot 10^3$, ii. όχι

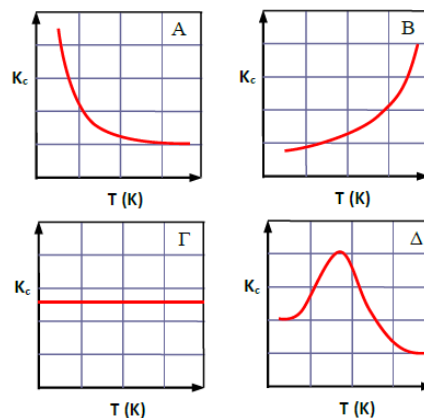
11. Η σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας που αποδίδεται με τη χημική εξίσωση,



έχει τιμή K_1 στους 300 K και τιμή K_2 στους 600 K. Μεταξύ των σταθερών K_1 και K_2 θα ισχύει:

- Α) $K_2 = K_1$ Β) $K_2 > K_1$ Γ) $K_2 < K_1$ Δ) $K_2 = 2K_1$

12. Δίνεται η ισορροπία: $\text{A(s)} + \text{B(g)} \rightleftharpoons \text{Γ(g)}$, $\Delta H > 0$. Για την ισορροπία αυτή, ποιο από τα διαγράμματα που ακολουθούν αποδίδει τη σχέση μεταξύ της σταθεράς K_c και της θερμοκρασίας (T);

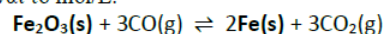


13. Να γραφούν οι εκφράσεις για τη σταθερά K_c των ισορροπιών που ακολουθούν καθώς και η μονάδα της.
α) $\text{N}_2\text{O}_4\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{(g)}$
β) $2\text{H}_2\text{S(g)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{(g)} + \text{S}_2\text{(g)}$
γ) $3\text{Cl}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{ICl}_3\text{(s)}$
δ) $\text{C(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{CO(g)}$
ε) $\text{Cr(s)} + 3\text{Ag}^+\text{(aq)} \rightleftharpoons 3\text{Ag(s)} + \text{Cr}^{3+}\text{(aq)}$
στ) $\text{CaF}_2\text{(s)} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}\text{(aq)} + 2\text{F}^-\text{(aq)}$
ζ) $\text{SnO}_2\text{(s)} + 2\text{CO(g)} \rightleftharpoons \text{Sn(s)} + 2\text{CO}_2\text{(g)}$
η) $\text{Fe}^{3+}\text{(aq)} + \text{SCN}^-\text{(aq)} \rightleftharpoons [\text{Fe(SCN)}]^{2+}\text{(aq)}$
θ) $\text{FeO(s)} + \text{CO(g)} \rightleftharpoons \text{Fe(l)} + \text{CO}_2\text{(g)}$
ι) $\text{CH}_3\text{COOH(l)} + \text{CH}_3\text{OH(l)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOCH}_3\text{(l)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
κ) $\text{PbO(s)} + \text{CO(g)} \rightleftharpoons \text{Pb(l)} + \text{CO}_2\text{(g)}$

14. Σε δοχείο έχει αλοκατασταθεί η χημική ισορροπία:
 $\text{CaCO}_3\text{(s)} \rightleftharpoons \text{CaO(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$, $\Delta H > 0$. Αυξάνουμε τον όγκο του δοχείου και αλοκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία. Στην κατάσταση της νέας ισορροπίας:
Α) η συγκέντρωση του $\text{CO}_2\text{(g)}$ δεν έχει μεταβληθεί
Β) η τιμή της σταθεράς K_c έχει αυξηθεί
Γ) η πίεση στο δοχείο έχει αυξηθεί
Δ) η ποσότητα του $\text{CaCO}_3\text{(s)}$ δεν έχει μεταβληθεί
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

15. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ):

- α) Αν μία αμφίδρομη αντίδραση έχει υψηλή τιμή της σταθεράς ισορροπίας K_c τότε διεξάγεται με μεγάλη ταχύτητα.
β) Για την ισορροπία: $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$, η σταθερά K_c ελαττώνεται με την ελάττωση της πίεσης.
γ) Για την ισορροπία: $2\text{NO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4\text{(g)}$, η μονάδα μέτρησης της σταθεράς K_c είναι το 1 L/mol.
δ) Για την ισορροπία που ακολουθεί η μονάδα της σταθεράς K_c είναι το mol/L.



- ε) Η απόδοση της αντίδρασης: $\text{H}_2\text{(g)} + \text{I}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI(g)}$, σε καθορισμένη πίεση και θερμοκρασία, παραμένει σταθερή όταν το αρχικό μίγμα H_2 και I_2 είναι ισομοριακό.

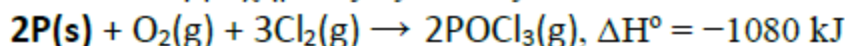
16. Για την ισορροπία, $2\text{A(g)} + \text{B(g)} \rightleftharpoons 2\text{Γ(g)}$, οι αντιδράσεις προς τα δεξιά και προς τα αριστερά είναι απλές αντιδράσεις. Να αποδείξετε το νόμο της χημικής ισορροπίας:

$$\frac{[\text{Γ}]^2}{[\text{A}]^2 \cdot [\text{B}]} = K_c$$

17

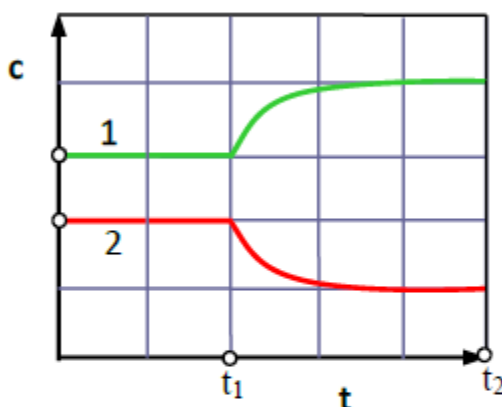
Να προβλέψετε πώς μεταβάλλεται η τιμή της σταθεράς (K_c) της ισορροπίας, $2\text{POCl}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$, με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



18

Σε δοχείο σταθερού όγκου (V) εισάγουμε τη στιγμή $t = 0$ ποσότητες των αερίων $\text{A}(\text{g})$ και $\text{B}(\text{g})$ και αποκαθίσταται η ισορροπία: $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{Γ}(\text{g}) + \Delta(\text{g})$, $\Delta H > 0$. Τη στιγμή t_1 αυξάνουμε τη θερμοκρασία, υπό σταθερό όγκο και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία, από τη στιγμή t_2 και μετά. Οι μεταβολές των συγκεντρώσεων για δύο από τα 4 σώματα της ισορροπίας εμφανίζονται στο διπλανό διάγραμμα.



α) Σε ποια από τα σώματα αντιστοιχούν οι καμπύλες (1) και (2); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η σταθερά K_c με την αύξηση της θερμοκρασίας.

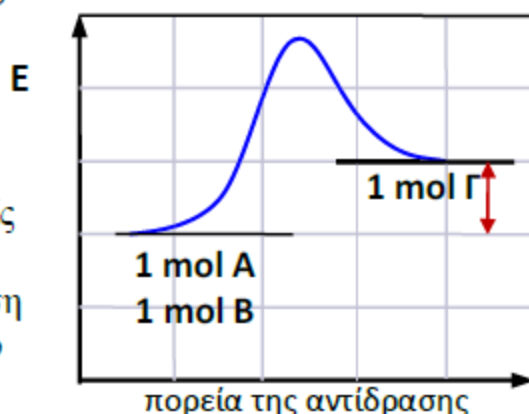
γ) Για το χρονικό διάστημα $t_1 - t_2$, ποια η τιμή του λόγου του ρυθμού παραγωγής του Γ ($v_{\text{Γ}}$) προς το ρυθμό κατανάλωσης του B (v_{B}); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

19

Θεωρούμε την ισορροπία: $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Γ}(\text{g})$. Για την ισορροπία αυτή δίνεται το ενεργειακό διάγραμμα που ακολουθεί. Στην ισορροπία προξενούμε ξεχωριστά τις μεταβολές I, II και III.

Μεταβολή I. Προσθήκη καταλύτη, χωρίς άλλη μεταβολή.

Μεταβολή II. Αύξηση της θερμοκρασίας, υπό σταθερό όγκο.



Μεταβολή III. Αύξηση

της πίεσης και χωρίς μεταβολή στη θερμοκρασία.

Να εξηγήσετε τις επιπτώσεις που θα έχει καθεμία από τις μεταβολές στα μεγέθη:

α) Χρόνος για την αποκατάσταση της ισορροπίας.

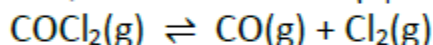
β) Ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης, $A(g) + B(g) \rightarrow \Gamma(g)$ και της αντίστροφης αντίδρασης, $\Gamma(g) \rightarrow A(g) + B(g)$.

γ) Σταθερά χημικής ισορροπίας (K_c).

δ) Συγκέντρωση του $\Gamma(g)$ στην ισορροπία.

20

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται ποσότητα φωσγενίου, που διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



με απόδοση $\alpha_1\%$. Σε σταθερή θερμοκρασία εισάγεται επιπλέον ποσότητα COCl_2 , οπότε η θέση της ισορροπίας μετατοπίζεται προς τα δεξιά με συνολική απόδοση $\alpha_2\%$. Η σχέση που συνδέει τις αποδόσεις $\alpha_1\%$ και $\alpha_2\%$ είναι:

i. $\alpha_1\% > \alpha_2\%$

ii. $\alpha_1\% = \alpha_2\%$

iii. $\alpha_1\% < \alpha_2\%$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

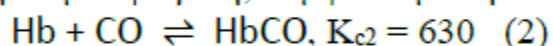
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020]

21

Η αιμοσφαιρίνη (Hb) ανήκει σε μια οικογένεια πρωτεϊνών που μεταφέρουν οξυγόνο από τους πνεύμονες στους ιστούς δεσμεύοντάς το σε ομάδες αίμης, σύμφωνα με την ισορροπία (1): $\text{Hb} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HbO}_2$, $K_{c1} = 2,9$ (1)

Ένα γνωστό δηλητήριο είναι το $\text{CO}(g)$, το οποίο δεσμεύεται από την αιμοσφαιρίνη, σύμφωνα με την ισορροπία (2):

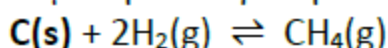


Με βάση τις ανωτέρω ισορροπίες να εξηγήσετε τη βλαβερή δράση του CO στον άνθρωπο.

[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020]

22

Το CH_4 είναι το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου και έχει πολλές χρήσεις. Ένας τρόπος σύνθεσής του περιγράφεται με την αντίδραση:



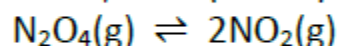
Σε κλειστό δοχείο όγκου $V = 10 \text{ L}$ εισάγονται ισομοριακές ποσότητες $\text{C}(s)$ και $\text{H}_2(g)$, οπότε σε θερμοκρασία T αποκαθίσταται η παραπάνω ισορροπία με σταθερά $K_c = 0,1$. Η απόδοση της αντίδρασης είναι 50%. Να υπολογίσετε τα αρχικά mol των αντιδρώντων που εισήχθησαν στο δοχείο.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2018]

23

Ποσότητα $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ μάζας 46 g εισάγεται σε δοχείο Δ_1 όγκου 2 L στους $\theta^\circ\text{C}$ και διασπάται κατά 20% προς NO_2 .

α) Να υπολογιστεί η σταθερά K_c της ισορροπίας:

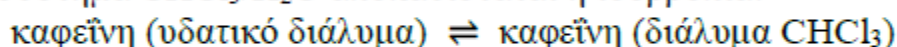


β) Ποιος πρέπει να είναι ο όγκος άλλου δοχείου Δ_2 , στο οποίο αν εισαχθούν 46 g N_2O_4 θα διασπαστούν κατά 80%;

Σε όλες τις περιπτώσεις η θερμοκρασία είναι η ίδια.

24

Το χλωροφόρμιο (CHCl_3) και το νερό είναι υγροί διαλύτες που δεν αναμιγνύονται και όταν έρθουν σε επαφή σχηματίζουν δύο στιβάδες (φάσεις). Η καφεΐνη είναι διεγερτική ουσία που απαντάται στον καφέ και όταν διαλυθεί στο σύστημα $\text{CHCl}_3/\text{H}_2\text{O}$ αποκαθίσταται η ισορροπία:

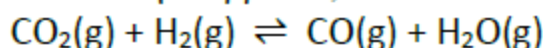


Για την ισορροπία αυτή ισχύει: $K_c = 4$ (σε θερμοκρασία (T)).

Σε υδατικό διάλυμα καφεΐνης όγκου 40 mL που περιέχει 0,5 g καφεΐνης προσθέτουμε 10 mL χλωροφορμίου. Ανακινούμε το σύστημα έντονα και στη συνέχεια το αφήνουμε να ηρεμήσει. Να υπολογιστεί η μάζα της καφεΐνης που διαλύθηκε στη στιβάδα του χλωροφορμίου.

25

Σε δοχείο εισάγουμε 0,3 mol CO_2 και 0,3 mol H_2 και αποκαθίσταται η ισορροπία,



στην οποία βρέθηκαν 0,1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$.

α) Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c .

β) Σε άλλο δοχείο εισάγουμε 0,6 mol CO και 0,6 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Πόσα mol από κάθε συστατικό θα υπάρχουν όταν αποκατασταθεί η ισορροπία;

γ) Σε τρίτο δοχείο συνυπάρχουν 0,1 mol $\text{CO}_2(\text{g})$, 0,1 mol $\text{H}_2(\text{g})$, 0,2 mol $\text{CO}(\text{g})$ και 0,2 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$. Να εξηγήσετε αν το σύστημα αυτό είναι ή όχι σε χημική ισορροπία.

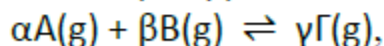
Σε όλα τα πειράματα η θερμοκρασία είναι η ίδια.

26

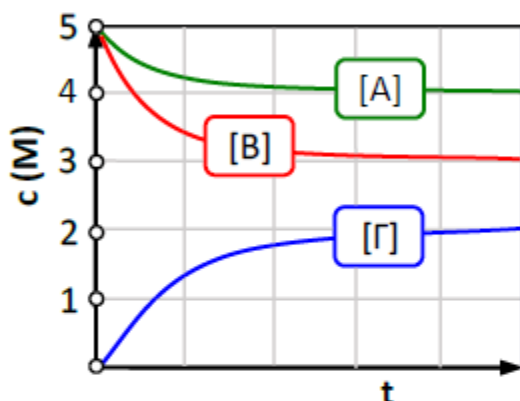
Σε δοχείο σταθερού όγκου (V) εισάγονται x mol αερίου σώματος A και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία: $\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{B}(\text{g}) + \Gamma(\text{s})$. Η απόδοση της αντίδρασης είναι ίση με 0,5. Σε άλλο δοχείο ίσου όγκου εισάγονται y mol $\text{A}(\text{g})$ και αποκαθίσταται η παραπάνω ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία. Η απόδοση της αντίδρασης είναι ίση με 0,6. Να υπολογίσετε το λόγο x/y.

27

Σε δοχείο 2 L και υπό σταθερή θερμοκρασία έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



όπου α , β και γ οι συντελεστές των αντίστοιχων σωμάτων (μικρότεροι δυνατοί ακέραιοι). Οι συγκεντρώσεις των 3 αερίων σε σχέση με το χρόνο, από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας, απεικονίζεται στο διπλανό διάγραμμα.



α) Να προσδιορίσετε τους συντελεστές α , β και γ για τις ενώσεις A, B και Γ της παραπάνω ισορροπίας.

β) Ποιες ενώσεις είχαν εισαχθεί αρχικά στο δοχείο και πόσα mol από την κάθε μία;

γ) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε, καθώς και την τιμή της σταθεράς K_c .

28

Σε δοχείο όγκου 5 L εισάγονται 50 g CaCO_3 , τα οποία θερμαίνονται στους 727°C και αρχίζουν να διασπώνται προς CaO και CO_2 . Μετά την αποκατάσταση της ετερογενούς ισορροπίας: $\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g)$, η πίεση στο δοχείο σταθεροποιήθηκε στις 3,28 atm.

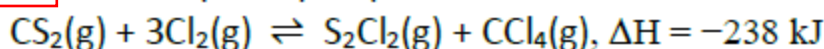
α) Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας καθώς και το ποσοστό διάσπασης του CaCO_3 .

β) Να αποδείξετε ότι αν εισαχθούν 50 g $\text{CaCO}_3(s)$ σε δοχείο όγκου 20 L και θερμανθούν στους 727°C , δεν είναι δυνατό να αποκατασταθεί χημική ισορροπία.

Δίνεται η σταθερά $R = 0,082 \text{ (L} \cdot \text{atm)} / (\text{mol} \cdot \text{K})$.

29

Δίνεται η αντίδραση:



$\lambda \text{ mol CS}_2(g)$ και $\mu \text{ mol Cl}_2(g)$ εισάγονται σε δοχείο όγκου $V = 1,2 \text{ L}$ σε θερμοκρασία T . Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας στο δοχείο προσδιορίστηκαν 4 mol $\text{CS}_2(g)$, 0,6 mol $\text{Cl}_2(g)$, 0,6 mol $\text{S}_2\text{Cl}_2(g)$ και 0,6 mol $\text{CCl}_4(g)$.

α) Να υπολογίσετε τις τιμές των λ και μ .

β) Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας στη θερμοκρασία T καθώς και την απόδοση της αντίδρασης.

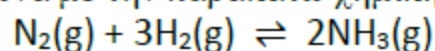
γ) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η θέση της χημικής ισορροπίας και η τιμή της K_c αν στο δοχείο της ισορροπίας πραγματοποιηθεί μία από τις παρακάτω μεταβολές:

i. Αύξηση της θερμοκρασίας, χωρίς μεταβολή στους άλλους συντελεστές της ισορροπίας.

ii. Προσθήκη επιπλέον ποσότητας $\text{Cl}_2(\text{g})$, χωρίς μεταβολή του όγκου και της θερμοκρασίας.

30

Η αμμωνία (NH_3) είναι ένα σπουδαίο βιομηχανικό αέριο με πολλές χρήσεις. Ισομοριακό αέριο μίγμα N_2 και H_2 εισάγεται σε θερμαινόμενο σωλήνα θερμοκρασίας $\theta^\circ\text{C}$ παρουσία καταλύτη, οπότε συντίθεται η αμμωνία NH_3 , σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση:



Το εξερχόμενο αέριο μίγμα εισάγεται σε δοχείο όγκου V_1 και η σύστασή του παραμένει σταθερή.

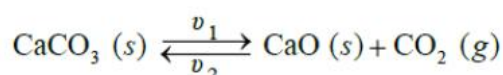
α) Αν το μίγμα περιέχει 20%v/v NH_3 , να βρείτε την απόδοση της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε.

β) Τα συνολικά mol των αερίων στο δοχείο είναι 10 και η πιο πάνω αντίδραση έχει $K_c = 20/27$ στους $\theta^\circ\text{C}$. Να υπολογίσετε τον όγκο V_1 του δοχείου. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2021]

19

Δ3. Ένα από τα παραπροϊόντα της βιομηχανικής παρασκευής της αμμωνίας (NH_3) είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 , το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ανθρακικού ασβεστίου $\text{CaCO}_3(\text{s})$.

Σε δοχείο σταθερού όγκου $V_2 = 1 \text{ L}$ εισάγονται 2 mol $\text{CaCO}_3(\text{s})$. Το δοχείο θερμαίνεται στους $\theta^\circ\text{C}$, οπότε το $\text{CaCO}_3(\text{s})$ διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής συγκέντρωσης του CO_2 είναι $v = 0,4 \text{ M/min}$ και ο βαθμός διάσπασης του $\text{CaCO}_3(\text{s})$ είναι 0,5. Αν οι αντιδράσεις και προς τις δύο κατευθύνσεις της χημικής ισορροπίας είναι στοιχειώδεις (απλές) τότε:

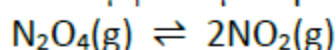
α. να γράψετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης διάσπασης του $\text{CaCO}_3(\text{s})$ (μονάδες 2), καθώς και τον νόμο της αντίθετης αντίδρασης (μονάδες 2).

β. να υπολογίσετε τις τιμές και τις μονάδες των σταθερών ταχύτητας k_1 και k_2 (μονάδες 4).

γ. να υπολογίσετε τα mol του CO_2 που πρέπει να αφαιρεθούν από το δοχείο, ώστε η πίεση σε αυτό να υποδιπλασιαστεί υπό σταθερή θερμοκρασία (μονάδες 5).

31

Σε δοχείο όγκου V_1 εισάγεται ποσότητα $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ που διασπάται σύμφωνα με την εξίσωση:



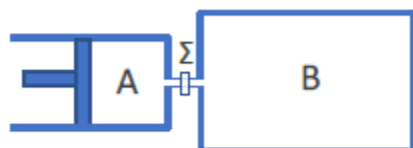
Στη χημική ισορροπία έχει διασπαστεί το 50% της αρχικής ποσότητας του $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$. Μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία και στη νέα ισορροπία έχει διασπαστεί το 60% της αρχικής ποσότητας του $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$.

α) Να εξηγήσετε αν ο όγκος του δοχείου αυξήθηκε ή μειώθηκε.

β) Να υπολογίσετε το λόγο (V_2/V_1) , όπου V_2 ο όγκος του δοχείου στη νέα χημική ισορροπία.

32

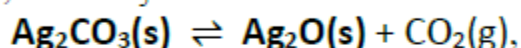
Στη διάταξη του σχήματος η στρόφιγγα (Σ) είναι αρχικά κλειστή και το δοχείο B κενό. Το δοχείο A έχει όγκο $V_A = 1 \text{ L}$ και σε αυτό συνυπάρχουν σε κατάσταση χημικής ισορροπίας $4 \text{ mol A}(\text{g})$, $4 \text{ mol B}(\text{g})$ και $8 \text{ mol Γ}(\text{g})$, σύμφωνα με την εξίσωση: $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Γ}(\text{g})$.



Ανοίγουμε τη στρόφιγγα (Σ) και συμπιέζοντας το έμβολο μεταφέρουμε όλο το αέριο μίγμα της χημικής ισορροπίας από το δοχείο A στο δοχείο B. Αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην οποία προσδιορίζονται $6 \text{ mol Γ}(\text{g})$. Να προσδιοριστεί ο όγκος του δοχείου B. Η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή.

33

Η σταθερά της ισορροπίας που ακολουθεί έχει τιμή $K_c = 0,01$ στους 227°C .

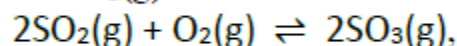


α) Σε κλειστό δοχείο εισάγονται $2 \text{ mol Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$ αμελητέου όγκου στους 227°C . Ποιος πρέπει να είναι ο όγκος του δοχείου ώστε να διασπαστεί το πολύ 1% της αρχικής ποσότητας του $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$;

β) Να υπολογιστεί η ελάχιστη μάζα $\text{CO}_2(\text{g})$ που πρέπει να εισαχθεί σε άλλο δοχείο 10 L , που περιέχει ποσότητα $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$ αμελητέου όγκου στους 227°C , ώστε να μην γίνει καθόλου διάσπαση του $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$;

34

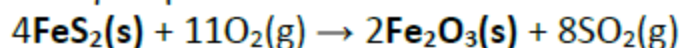
Σε δοχείο όγκου $V = 2 \text{ L}$ εισάγονται $0,8 \text{ mol SO}_2(\text{g})$ και $1,2 \text{ mol O}_2(\text{g})$ και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:



με απόδοση 50%. Να υπολογίσετε πόσα επιπλέον mol O_2 πρέπει να προστεθούν στο δοχείο, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας και του όγκου, ώστε η απόδοση της αντίδρασης να γίνει 75%.

35

Από ένα κοίτασμα γαιανθράκων λαμβάνεται ποσότητα 20 kg, η οποία καίγεται και παράγεται SO_2 σύμφωνα με την αντίδραση που ακολουθεί.



Το SO_2 που παράγεται διοχετεύεται σε δοχείο σταθερού όγκου 48 L μαζί με ισομοριακή ποσότητα O_2 και αποκαθίσταται ισορροπία με απόδοση 50% σύμφωνα με την αντίδραση: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$. Για τη σταθερά της ισορροπίας ισχύει $K_c = 4$. Να υπολογίσετε:

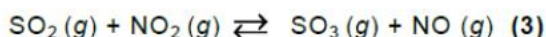
α) Την ποσότητα (σε mol) κάθε αερίου στη θέση ισορροπίας.

β) Την περιεκτικότητα % w/w σε FeS_2 του κοιτάσματος γαιάνθρακα.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020]

21

Γ2. Μια χημική αντίδραση μετατροπής του SO_2 σε SO_3 είναι η ακόλουθη:



Σε δοχείο σταθερού όγκου V βρίσκεται σε ισορροπία μείγμα από 1 mol SO_2 , 1,5 mol NO_2 , 8 mol SO_3 και 3 mol NO .

i) Να υπολογίσετε την K_c της αντίδρασης (3).

(μονάδα 1)

Όταν στο μείγμα της ισορροπίας προσθέσουμε 0,5 mol SO_2 και 5 mol NO , απορροφώνται 10 kJ. Να υπολογίσετε:

ii) Τη σύσταση του νέου μείγματος ισορροπίας.

(μονάδες 4)

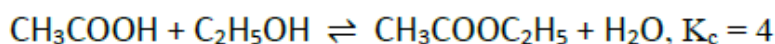
iii) Τη ΔH της αντίδρασης (3).

(μονάδες 2)

Μονάδες 7

36

Σε κατάλληλο διαλύτη διαλύονται 18 g CH_3COOH και 13,8 g $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ και αποκαθίσταται η ομογενής ισορροπία:



α) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης.

β) Πόσα g CH_3COOH πρέπει να προστεθούν επιπλέον στην φιάλη της ισορροπίας, ώστε στη νέα ισορροπία να υπάρχουν 0,25 mol εστέρα;

γ) 0,2 mol CH_3COOH και x mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ φέρονται προς αντίδραση σε άλλη φιάλη και αποκαθίσταται η παραπάνω ισορροπία στην οποία σχηματίζεται εστέρας με απόδοση 80%. Ποια η τιμή του x ;

37

Σε διάλυμα όγκου 1 L έχει αποκατασταθεί η ισορροπία, στους 25°C: $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$, στην οποία ισχύει: $[\text{Ag}^+] = 0,2 \text{ M}$, $[\text{Fe}^{2+}] = 0,5 \text{ M}$ και $[\text{Fe}^{3+}] = 0,3 \text{ M}$.

α) Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας.

β) Πόσα mol Fe^{3+} πρέπει να προστεθούν στο παραπάνω διάλυμα, χωρίς μεταβολή όγκου και στην ίδια θερμοκρασία, ώστε η ποσότητα του $\text{Ag}(\text{s})$ να μειωθεί κατά 0,1 mol;

38

Το πηλίκο αντίδρασης (Q_c):

A) συσχετίζει τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων και των προϊόντων μιας αντίδρασης στην κατάσταση της ισορροπίας

B) ισούται με την σταθερά K_c της ισορροπίας ακόμη και αν το σύστημα δεν είναι σε κατάσταση της ισορροπίας

Γ) δεν μπορεί ποτέ να είναι ίσο με τη σταθερά K_c της ισορροπίας

Δ) μπορεί να είναι ίσο, μεγαλύτερο ή και μικρότερο από τη σταθερά K_c της ισορροπίας

39

Αν σε μία αμφίδρομη αντίδραση ισχύει $Q_c > K_c$:

A) θα εκδηλωθεί αντίδραση προς τα δεξιά

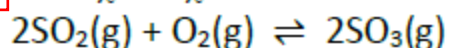
B) θα εκδηλωθεί αντίδραση προς τα αριστερά

Γ) δεν εκδηλώνεται αντίδραση καθώς το σύστημα είναι ήδη σε κατάσταση χημικής ισορροπίας

Δ) δεν μπορούμε να προβλέψουμε τι θα συμβεί, καθώς εξαρτάται από την εξίσωση της αντίδρασης

40

Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:



Στο δοχείο εισάγουμε επιπλέον $x \text{ mol O}_2(\text{g})$ και $x \text{ mol SO}_3(\text{g})$ χωρίς μεταβολή στον όγκο και στη θερμοκρασία. Με την εισαγωγή αυτή η χημική ισορροπία:

A) θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά

B) θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά

Γ) δεν θα μετατοπιστεί

Δ) δεν μπορούμε να προβλέψουμε αν θα μετατοπιστεί και προς ποια κατεύθυνση

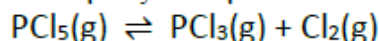
41 Σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία: $A(s) + 2B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g)$. Στο δοχείο προσθέτουμε επιπλέον ποσότητα $B(g)$ χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας. Με την προσθήκη αυτή το πηλίκο αντίδρασης (Q_c):
 Α) αυξάνεται και εκδηλώνεται αντίδραση προς τα δεξιά
 Β) αυξάνεται και εκδηλώνεται αντίδραση προς τα αριστερά
 Γ) μειώνεται και εκδηλώνεται αντίδραση προς τα δεξιά
 Δ) μειώνεται και εκδηλώνεται αντίδραση προς τα αριστερά

42 Σε δοχείο σταθερού όγκου στο οποίο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$, $\Delta H < 0$, αυξάνουμε τη θερμοκρασία. Με τη μεταβολή αυτή:
 Α) Το πηλίκο αντίδρασης Q_c γίνεται μεγαλύτερο από τη σταθερά K_c αλλά δεν εκδηλώνεται αντίδραση
 Β) Το πηλίκο αντίδρασης Q_c γίνεται μεγαλύτερο από τη σταθερά K_c και εκδηλώνεται αντίδραση προς τα αριστερά
 Γ) Το πηλίκο αντίδρασης Q_c γίνεται μικρότερο από τη σταθερά K_c και δεν μεταβάλλεται η θέση της ισορροπίας
 Δ) Το πηλίκο αντίδρασης Q_c παραμένει ίσο με τη σταθερά K_c και εκδηλώνεται αντίδραση

43 Σε δοχείο σταθερού όγκου που βρίσκεται σε περιβάλλον σταθερής θερμοκρασίας συνυπάρχουν σε χημική ισορροπία 1 mol $C(s)$, 1 mol $CO_2(g)$ και 2 mol $CO(g)$, σύμφωνα με την εξίσωση: $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$.
 α) Στο δοχείο της ισορροπίας προσθέτουμε x mol $CO_2(g)$ και x mol $CO(g)$. Με τις προσθήκες αυτές θα ισχύει:
 Α) $Q_c > K_c$ και επομένως η ισορροπία θα πάει αριστερά
 Β) $Q_c = K_c$ και επομένως η ισορροπία δεν θα μετατοπιστεί
 Γ) $Q_c < K_c$ και επομένως η ισορροπία θα πάει προς τα δεξιά
 Δ) Δεν μπορούμε να συγκρίνουμε το πηλίκο αντίδρασης με τη σταθερά K_c και επομένως δεν μπορούμε να προβλέψουμε προς ποια κατεύθυνση θα μετατοπιστεί η ισορροπία
 β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

44 Για την ισορροπία, $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$, ισχύει: $K_c = x$ σε θερμοκρασία T. Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται ποσότητα $CaCO_3(s)$ καθώς και ποσότητα $CO_2(g)$ και ισχύει: $[CO_2(g)] > x$. Να εξηγήσετε αν στο δοχείο αυτό μπορεί ή όχι να αποκατασταθεί χημική ισορροπία στη θερμοκρασία T.

45 Σε δοχείο περιέχονται α mol PCl_5 , β mol PCl_3 και γ mol Cl_2 σε κατάσταση χημικής ισορροπίας, η οποία περιγράφεται από την εξίσωση:

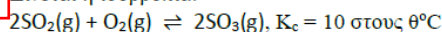


Στο δοχείο εισάγονται επιπλέον α mol PCl_5 , β mol PCl_3 και γ mol Cl_2 υπό σταθερή θερμοκρασία και υπό σταθερό όγκο. Με την εισαγωγή αυτή, να εξηγήσετε γιατί το μίγμα δεν βρίσκεται πια σε κατάσταση χημικής ισορροπίας. Να προσδιορίσετε την κατεύθυνση που θα εκδηλωθεί αντίδραση.

46 Σε υδατικό διάλυμα έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:
 $2A(aq) + B(s) \rightleftharpoons \Gamma(aq) + 2\Delta(aq)$, $\Delta H < 0$

- α) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η ποσότητα του B(s) (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) με την αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος, χωρίς άλλη μεταβολή.
 β) Στο σύστημα της αρχικής ισορροπίας προσθέτουμε επιπλέον ποσότητα νερού, υπό σταθερή θερμοκρασία. Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η θέση της χημικής ισορροπίας (προς τα δεξιά, προς τα αριστερά, καμία μεταβολή).

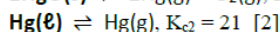
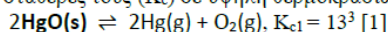
47 Δίνεται η ισορροπία:



Σε δοχείο όγκου 5 L εισάγουμε 32 g SO_3 , 0,4 mol SO_2 και 0,1 mol O_2 και θερμαίνουμε στους $\theta^\circ C$.

- α) Προς ποια κατεύθυνση θα εξελιχθεί αντίδραση;
 β) Ποιος θα έπρεπε να ήταν ο όγκος του δοχείου, ώστε το αρχικό σύστημα των τριών αερίων να είναι σε ισορροπία;

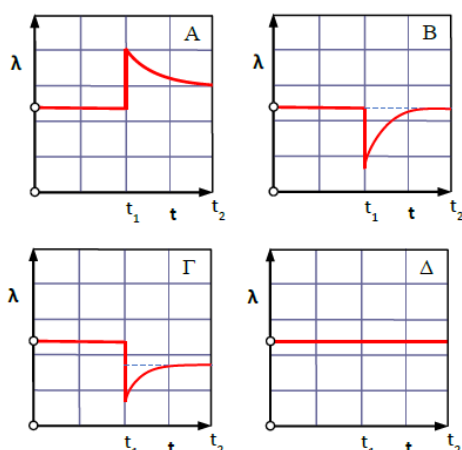
48 Δίνονται οι δύο ισορροπίες που ακολουθούν καθώς και οι σταθερές τους (K_c) σε υψηλή θερμοκρασία T.



Σε κενό δοχείο όγκου 2,24 L εισάγουμε ποσότητα $HgO(s)$ σε θερμοκρασία T. Να δείξουμε ότι δεν μπορεί να υπάρχει στο δοχείο υδράργυρος σε υγρή μορφή, $Hg(l)$.

49 Τη χρονική στιγμή $t = 0$ σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: $A(g) \rightleftharpoons B(g)$. Τη στιγμή t_1 στο δοχείο προστίθεται επιπλέον ποσότητα A(g) και από τη στιγμή t_2 και μετά αποκαθίσταται νέα ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία.

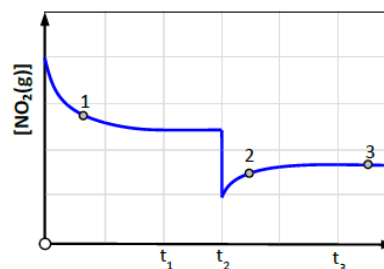
- α) Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα αποδίδει τη μεταβολή του λόγου $\lambda = [B] / [A]$ από $t = 0$ μέχρι $t = t_2$;



β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

50 Σε δοχείο εισάγεται ποσότητα $NO_2(g)$ και από τη στιγμή t_1 και μετά αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:
 $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$

Τη στιγμή $t_2 > t_1$ απομακρύνεται ποσότητα $NO_2(g)$ από το δοχείο της ισορροπίας, υπό σταθερή θερμοκρασία και αποκαθίσταται νέα ισορροπία από τη στιγμή t_3 και μετά. Οι μεταβολές της $[NO_2]$ σε σχέση με το χρόνο εμφανίζονται στο σχήμα που ακολουθεί.



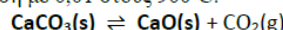
- α) Να γράψετε την έκφραση για το πηλίκο αντίδρασης (Q_c).
 β) Να συγκρίνετε το πηλίκο αντίδρασης με τη σταθερά ισορροπίας (K_c) στις καταστάσεις 1, 2 και 3 του σχήματος.

51 Κυλινδρικό δοχείο όγκου 30 L βρίσκεται σε περιβάλλον θερμοκρασίας T και χωρίζεται σε δύο διαμερίσματα με ακλόνητο διάφραγμα. Στο 1ο διαμέρισμα όγκου V_1 βρίσκονται σε ισορροπία 1 mol $NO_2(g)$ και 1 mol $N_2O_4(g)$ σύμφωνα με την εξίσωση (1): $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$. Στο 2ο διαμέρισμα όγκου V_2 βρίσκονται επίσης σε ισορροπία 2 mol $NO_2(g)$ και 2 mol $N_2O_4(g)$ σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση (1).

- α) Να υπολογιστούν οι όγκοι V_1 και V_2 .
 β) Αποσύρουμε το διάφραγμα που χωρίζει τα δύο διαμερίσματα. Να εξετάσετε αν το ενιαίο σύστημα των δύο αερίων είναι ή όχι σε ισορροπία.

Η θερμοκρασία είναι σταθερή και ίση με T.

52 Η σταθερά K_c της ισορροπίας που ακολουθεί έχει τιμή ίση με 0,01 στους $900^\circ C$.



Δύο δοχεία A και B έχουν όγκο 10 L και 20 L, αντίστοιχα. Στο δοχείο A εισάγονται 0,1 mol $CaCO_3(s)$, 0,05 mol $CaO(s)$ και 0,05 mol $CO_2(g)$ και το σύστημα θερμαίνεται στους $900^\circ C$ και αποκαθίσταται χημική ισορροπία. Επίσης, στο δοχείο B εισάγονται 0,15 mol $CaCO_3(s)$, 0,1 mol $CaO(s)$ και 0,1 mol $CO_2(g)$ και το σύστημα θερμαίνεται στους $900^\circ C$ και αποκαθίσταται επίσης χημική ισορροπία. Να συγκρίνετε τις τελικές ποσότητες $CaCO_3(s)$ στα δύο δοχεία (μεγαλύτερη ποσότητα στο δοχείο A, μεγαλύτερη ποσότητα στο δοχείο B, ίσες ποσότητες). Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

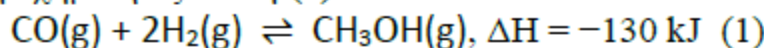
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020]

53 Δίνεται η ισορροπία: $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$ για την οποία $K_c = 10$ σε θερμοκρασία T. Σε δοχείο σταθερού όγκου $V = 10$ L συνυπάρχουν σε κάποια χρονική στιγμή (t) 2 mol C(s), 4 mol $CO_2(g)$ και 2 mol $CO(g)$ σε θερμοκρασία T.

- α) Να προβλέψετε προς ποια κατεύθυνση εκδηλώνεται αντίδραση τη χρονική στιγμή t.
 β) Να εξετάσετε αν μπορεί να αποκατασταθεί χημική ισορροπία σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση.

54

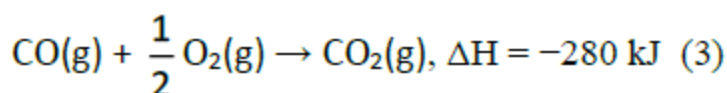
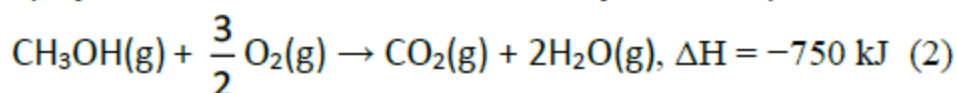
Η μεθανόλη (CH_3OH) είναι η απλούστερη κορεσμένη αλκοόλη με βιομηχανικό ενδιαφέρον. Η σύγχρονη βιομηχανική παραγωγή μεθανόλης έχει ως πρώτη ύλη το φυσικό αέριο. Η τελική αντίδραση της παραγωγής της δίνεται από την χημική εξίσωση (1):



Σε δοχείο σταθερού όγκου 3 L εισάγονται 5 mol CO και 2 mol H₂ και το σύστημα καταλήγει σε ισορροπία σύμφωνα με την αντίδραση (1).

α) Αν η απόδοση της αντίδρασης (1) στους θ °C ισούται με α = 0,5, να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας (1).

β) Ένας μαθητής ισχυρίζεται ότι η ενέργεια που εκλύθηκε από το σύστημα μέχρι να φτάσει σε ισορροπία στο ερώτημα (α) είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια που εκλύεται από την καύση 11,2 L (σε STP) ισομοριακού μίγματος CO και H₂ προς CO₂ και H₂O. Δίνονται ενθαλπίες των αντιδράσεων:

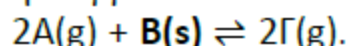


Να εξηγήσετε αν ο ισχυρισμός του μαθητή είναι σωστός.

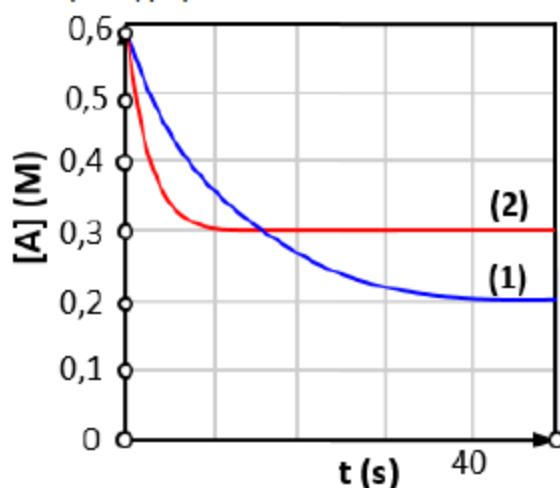
[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020]

55

Σε δοχείο 2 L εισάγονται ισομοριακές ποσότητες των ενώσεων A(g) και B(s) και τη στιγμή t = 40 s αποκαθίσταται η ισορροπία:



Η [A(g)] σε σχέση με το χρόνο από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας αποδίδεται από την καμπύλη (1) του διπλανού διαγράμματος.



α) Να υπολογίσετε: i.

τη σταθερά ισορροπίας K_c, ii. την απόδοση της αντίδρασης και iii. τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης, 2A(g) + B(s) →

2Γ(g), από την έναρξη μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας.

β) Σε άλλο δοχείο εισάγονται οι ίδιες αρχικές ποσότητες A(g) και B(s) και αλλάζοντας ένα μόνο παράγοντα αποκαθίσταται η ίδια ισορροπία. Η καμπύλη αντίδρασης για το αντιδρών A στην περίπτωση αυτή δίνεται από την καμπύλη (2) του προηγούμενου διαγράμματος. Ποιον από τους παρακάτω παράγοντες αλλάξαμε στο 2ο πείραμα σε σχέση με το 1ο;

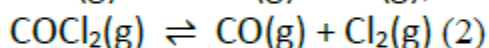
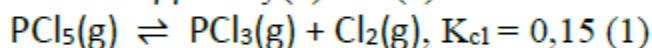
- A) Χρήση δοχείου μεγαλύτερου όγκου
- B) Χρήση καταλύτη
- Γ) Αύξηση της θερμοκρασίας
- Δ) Αύξηση της επιφάνειας επαφής του B(s)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

γ) Με βάση την προηγούμενη επιλογή σας να εξηγήσετε αν η αντίδραση προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.

56

Σε δοχείο όγκου 1 L εισάγονται 0,2 mol PCl_5 και 0,2 mol COCl_2 . Με θέρμανση του μίγματος στους $\theta^\circ\text{C}$, αποκαθίστανται οι ισορροπίες (1) και (2) που ακολουθούν.



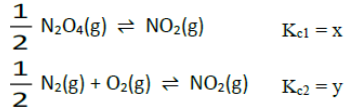
Αν μετά την αποκατάσταση και των δύο ισορροπιών η συγκέντρωση του Cl_2 είναι ίση με 0,15 M, να υπολογίσετε:

- α) Το ποσοστό διάσπασης του COCl_2 .
- β) Τη σταθερά K_{c2} της ισορροπίας (2).

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

1. Δίνεται η ισορροπία: $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$. Η σωστή έκφραση για τη σταθερά ισορροπίας (K_c) είναι:
 Α) $K_c = [\text{CO}] / [\text{CO}_2]$
 Β) $K_c = [\text{CO}]^2 / [\text{CO}_2] \cdot [\text{C}]$
 Γ) $K_c = [\text{CO}_2] \cdot [\text{C}] / [\text{CO}]^2$
 Δ) $K_c = [\text{CO}]^2 / [\text{CO}_2]$ [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2016]

2. Δίνονται οι ισορροπίες:



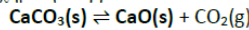
Για την ισορροπία, $\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$, η τιμή της σταθεράς ισορροπίας της (K_c) δίνεται από την έκφραση:

- Α) $K_c = y/x$ Β) $K_c = y^2/x^2$
 Γ) $K_c = x^2/y^2$ Δ) $K_c = x/y^2$

3. Για τη χημική ισορροπία, $x\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{s}) \rightleftharpoons \Gamma(\text{g}) + \Delta(\text{g})$, η σταθερά ισορροπίας έχει τιμή $K_c = 4 \text{ M}^{-1}$ στους $^\circ\text{C}$. Ποια η τιμή του x ;

- Α) 4 Β) 3 Γ) 2 Δ) 1 [Π.Μ.Δ.Χ 2018]

4. Δείγμα 60 g $\text{CaCO}_3(\text{s})$ εισάγεται σε κενό δοχείο όγκου 1 L, θερμαίνεται σε θερμοκρασία $T = 950 \text{ K}$ και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:



Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας η πίεση στο δοχείο είναι ίση με 0,04 atm. Αν στο ίδιο δοχείο είχαν εισαχθεί αρχικά 120 g CaCO_3 , ποια θα ήταν η πίεση στο δοχείο, στην ίδια θερμοκρασία;

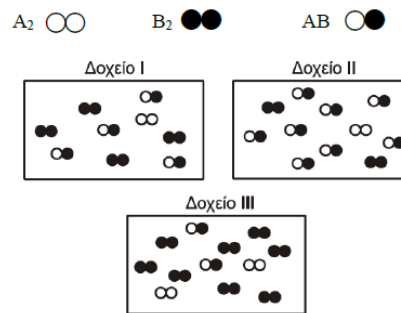
- Α) $0,02 \text{ atm} \leq P < 0,04 \text{ atm}$ Β) $P = 0,04 \text{ atm}$
 Γ) $0,04 \text{ atm} < P < 0,08 \text{ atm}$ Δ) $P = 0,08 \text{ atm}$

Να υποθέσετε ότι τα στερεά σώματα καταλαμβάνουν αμελητέο όγκο σε σχέση με τον όγκο του δοχείου.

5. Σε δοχείο σταθερού όγκου στο οποίο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$, $\Delta H < 0$, αυξάνουμε την πίεση με μείωση του όγκου υπό σταθερή θερμοκρασία. Με τη μεταβολή αυτή:

- Α) Το πηλίκιο αντίδρασης Q_c γίνεται μεγαλύτερο από τη σταθερά K_c αλλά δεν εκδηλώνεται αντίδραση
 Β) Το πηλίκιο αντίδρασης Q_c γίνεται μικρότερο από τη σταθερά K_c και εκδηλώνεται αντίδραση προς τα δεξιά
 Γ) Το πηλίκιο αντίδρασης Q_c γίνεται μικρότερο από τη σταθερά K_c αλλά δεν μεταβάλλεται η θέση της ισορροπίας
 Δ) Το πηλίκιο αντίδρασης Q_c παραμένει ίσο με τη σταθερά K_c και δεν εκδηλώνεται αντίδραση

6. Δίνεται η αντίδραση: $\text{A}_2(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{AB}(\text{g})$ με σταθερά χημικής ισορροπίας $K_c = 4$. Να αιτιολογήσετε σε ποιο από τα πιο κάτω δοχεία υπάρχει σύστημα σε κατάσταση χημικής ισορροπίας. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020]



7. Σε δοχείο θερμοκρασίας $^\circ\text{C}$ έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$, $\Delta H < 0$. Τι θα συμβεί στην ποσότητα της NH_3 και στην K_c της ισορροπίας:

- α) Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία στο δοχείο.
 β) Όταν αυξηθεί ο όγκος του δοχείου, υπό σταθερή θερμοκρασία.
 Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2016]

8. Δίνεται η ισορροπία: $\text{PbO}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ (1)

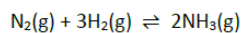
α) Σε ένα δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 1 mol $\text{PbO}(\text{s})$ και 1 mol $\text{CO}(\text{g})$. Σε ένα δεύτερο δοχείο ίδιου όγκου εισάγονται 1 mol $\text{Pb}(\text{l})$ και 1 mol $\text{CO}_2(\text{g})$. Τα δύο δοχεία θερμαίνονται σε κατάλληλη θερμοκρασία θ και αποκαθίσταται η ισορροπία (1).

Να συγκριθούν οι ποσότητες του $\text{CO}(\text{g})$ στα δύο δοχεία. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Ένα ισότοπο του ^8O είναι το ^{18}O . Το ισότοπο ^{18}O μπορεί να συμβολιστεί ως $^*\text{O}$. Στο εργαστήριο είναι εφικτό να γνωρίζουμε αν ένα μόριο φέρει το ισότοπο αυτό. Σε ένα από τα παραπάνω δοχεία, στο οποίο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία (1) εισάγεται μικρή ποσότητα $\text{Pb}^*\text{O}(\text{s})$.

Μετά την πάροδο κάποιου χρονικού διαστήματος σε ποια/ποιες ουσίες του μίγματος της ισορροπίας θα ανιχνευτεί το ισότοπο $^*\text{O}$; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2019]

9. Η αμμωνία (NH_3) παρασκευάζεται σύμφωνα με την αμφίδρομη αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



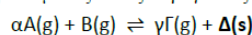
Σε δοχείο όγκου 8 L, σε θερμοκρασία θ_1 , εισάγονται 5 mol N_2 και 11 mol H_2 . Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας διαπιστώνεται ότι η ποσότητα της αμμωνίας είναι 2 mol.

α) Να υπολογίσετε την απόδοση (με μορφή κλασματικού αριθμού) της αντίδρασης σύνθεσης της αμμωνίας.

β) Να υπολογίσετε την σταθερά χημικής ισορροπίας K_c της αντίδρασης σύνθεσης της αμμωνίας στη θερμοκρασία θ_1 .

γ) Αν η θερμοκρασία του μίγματος ισορροπίας γίνει θ_2 , όπου $\theta_2 > \theta_1$, τότε τα συνολικά mol του μίγματος ισορροπίας γίνονται ίσα με 15. Να χαρακτηρίσετε την αντίδραση σχηματισμού της αμμωνίας ως ενδόθερμη ή εξώθερμη. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2016]

10. Σε δοχείο όγκου $V = 10 \text{ L}$ που βρίσκεται σε σταθερή θερμοκρασία T_1 , εισάγονται ποσότητες από τα αέρια Α και Β που αντιδρούν μεταξύ τους παράγοντας το αέριο προϊόν Γ και το στερεό προϊόν Δ, σύμφωνα με την εξίσωση:



Στο διπλανό γράφημα εμφανίζονται οι μεταβολές των συγκεντρώσεων με την πάροδο του χρόνου και για τα τρία αέρια συστατικά της αντίδρασης.

α) Με βάση το παραπάνω γράφημα να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση είναι αμφίδρομη και να προσδιορίσετε τους συντελεστές α και γ των σωμάτων Α και Γ, αντίστοιχα.

β) Να υπολογίσετε: i. την τιμή της σταθεράς ισορροπίας K_c στη θερμοκρασία του πειράματος και ii. την απόδοση (α) της αντίδρασης.

γ) Μειώνουμε τη θερμοκρασία της χημικής ισορροπίας σε $T_2 < T_1$, υπό σταθερό όγκο και στη νέα χημική ισορροπία η συγκέντρωση του Γ βρέθηκε ίση με 0,6 M.

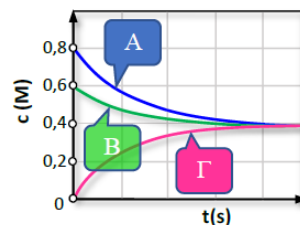
i. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.

ii. Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς K_c στη θερμοκρασία T_2 .

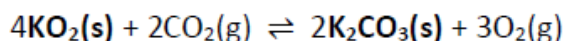
δ) Στην κατάσταση της αρχικής χημικής ισορροπίας, όπου $[A] = [B] = [Γ] = 0,4$ M, μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου, υπό σταθερή θερμοκρασία T_1 και αποκαθίσταται νέα ισορροπία στην οποία προσδιορίζονται 3 mol Γ(g).

i. Πώς θα μεταβληθεί η ποσότητα του Δ(s) στη νέα ισορροπία (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ii. Να υπολογιστεί ο νέος όγκος του δοχείου.



11. Κάποτε στο Διάστημα! Στη δεκαετία του '80 στο ρωσικό διαστημικό σταθμό Salyut το CO_2 των εκπνοών των αστροναυτών μετατρεπόταν στο απαραίτητο για τη αναπνοή O_2 με την αντίδραση του σουπεροξειδίου του καλίου, KO_2 , με το CO_2 :



Σε δοχείο όγκου $V = 100$ mL εισάγονται ποσότητες $\text{KO}_2(\text{s})$ και $\text{CO}_2(\text{g})$ και αποκαθίσταται η παραπάνω ισορροπία στους 298 K. Στην κατάσταση της ισορροπίας προσδιορίστηκαν 0,04 mol $\text{KO}_2(\text{s})$, 0,12 mol $\text{CO}_2(\text{g})$, 0,08 mol $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{s})$ και 0,12 mol $\text{O}_2(\text{g})$.

α) Να προσδιοριστούν:

i. Οι ποσότητες (σε mol) του $\text{KO}_2(\text{s})$ και του $\text{CO}_2(\text{g})$ που είχαν εισαχθεί αρχικά στο δοχείο.

ii. Η απόδοση της αντίδρασης.

iii. Η σταθερά K_c της ισορροπίας στους 298 K.

β) Αν αυξήσουμε τον όγκο του δοχείου διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία απο-

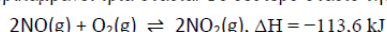
καθίσταται με την πάροδο του χρόνου νέα ισορροπία. Να εξηγήσετε πως θα μεταβληθούν (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) στην τελική ισορροπία σε σχέση με την αρχική:

i. Ο λόγος των συγκεντρώσεων $[\text{CO}_2]/[\text{O}_2]$.

ii. Ο λόγος της μάζας του $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{s})$ προς τη μάζα του $\text{KO}_2(\text{s})$.

γ) Αυξάνουμε τον όγκο του δοχείου της αρχικής χημικής ισορροπίας από 100 mL σε 1 L υπό σταθερή θερμοκρασία. Να εξετάσετε αν μπορεί ή όχι να αποκατασταθεί χημική ισορροπία στην περίπτωση αυτή.

12. Η σύγχρονη μέθοδος βιομηχανικής παρασκευής του νιτρικού οξέος στηρίζεται στην μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρικό οξύ και περιλαμβάνει τρία στάδια. Το δεύτερο στάδιο της μεθόδου είναι η οξείδωση του NO προς NO_2 σύμφωνα με την αντίδραση:

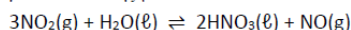


α) Να εξηγήσετε γιατί το μείγμα των αερίων αντιδρώντων ψύχεται πριν ξεκινήσει η αντίδραση.

β) Σε δοχείο όγκου 10 L βρίσκεται σε ισορροπία μείγμα 10 mol NO, 10 mol O_2 και 20 mol NO_2 . Να υπολογιστεί η σταθερά ισορροπίας K_c της αντίδρασης.

γ) Ο όγκος του δοχείου μεταβάλλεται υπό σταθερή θερμοκρασία και μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας η ποσότητα του NO_2 έχει αυξηθεί κατά 25%. Να υπολογίσετε τη μεταβολή του όγκου σε L.

δ) Το τρίτο στάδιο της μεθόδου είναι το ακόλουθο:



Να εξηγήσετε αν η αντίδραση παρασκευής του νιτρικού οξέος ευνοείται σε υψηλή ή χαμηλή πίεση.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2019]