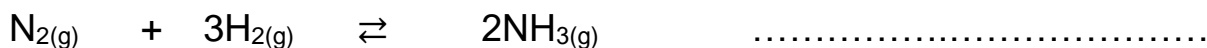
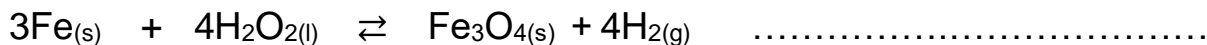


ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Ομογενή και ετερογενή χημικές ισορροπίες

1. Να χαρακτηρίσετε κάθε μία από τις πιο κάτω χημικές ισορροπίες ως ομογενή ή ετερογενή.



Σταθερά χημικής ισορροπίας (K_c) και απόδοση αντίδρασης (α)

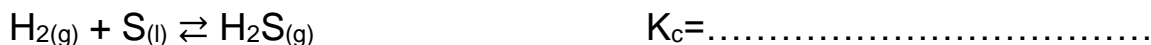
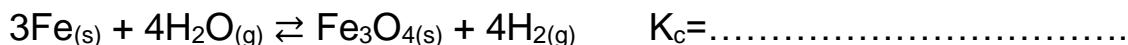
2. Να γράψετε τη χημική εξίσωση που αντιστοιχεί στη πιο κάτω έκφραση της σταθεράς χημικής ισορροπίας, για μία αντίδραση αερίων:

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}]^2 \cdot [\text{SO}_2]^2}{[\text{H}_2\text{S}]^2 \cdot [\text{O}_2]^3}$$

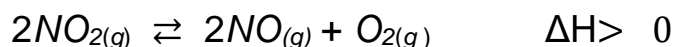
3. Η έκφραση της σταθεράς χημικής ισορροπίας μιας ομογενούς αμφίδρομης αντίδρασης δίνεται πιο κάτω:

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}$$

4. Να δώσετε τις εκφράσεις των K_c για τις πιο κάτω ισορροπίες:



5. Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου 10 L εισάγονται 0,4 mol NO₂. Το δοχείο θερμαίνεται στους θ °C, οπότε το NO₂ διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας βρέθηκαν στο δοχείο 0,1 mol O₂.

Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c για την παραπάνω χημική ισορροπία στους θ °C.

Αρχικές ποσότητες: NO₂ NO O₂

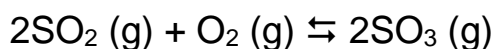
Αντέδρασαν/σχηματίστηκαν:..... NO₂ NO O₂

Moles στην ισορροπία: NO₂ NO O₂

6. Σε δοχείο όγκου 1L εισάγουμε 0,6 moles CO₂ και 0,6 moles H₂. Όταν αποκατασταθεί η ισορροπία, η ποσότητα του CO είναι 0,4 moles. Να βρεθεί η σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας. Η χημική εξίσωση είναι :
- $$\text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$$

7. Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου 10 L εισάγονται 0,4 mol NO₂. Το δοχείο θερμαίνεται στους θ °C, οπότε το NO₂ διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:
- $$2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \quad \Delta H > 0$$
- Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας βρέθηκαν στο δοχείο 0,1 mol O₂. Να υπολογίσετε τη τιμή της σταθεράς K_c για την παραπάνω χημική ισορροπία στους θ °C.

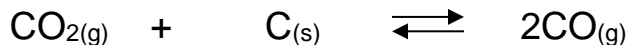
8. Να υπολογίσετε τη σταθερά χημικής ισορροπίας της πιο κάτω αντίδρασης αν είναι γνωστό ότι σε δοχείο όγκου 1L βρίσκονται σε χημική ισορροπία 0,68 mol SO₃, 0,32 mol SO₂ και 0,16 mol O₂.



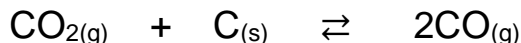
9. Σε δοχείο όγκου 1 λίτρου εισάγονται 2 mol CO₂. Στη θέση της χημικής ισορροπίας υπάρχουν 0,4 mol CO. Ποια είναι η τιμή της K_c στη θερμοκρασία των 200°C; Η χημική εξίσωση της αντίδρασης είναι:



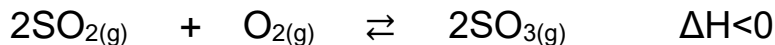
10. Σε δοχείο όγκου 2 λίτρων υπάρχει ποσότητα στερεού άνθρακα σε ισορροπία με 4 mol CO₂ και 12 mol CO σε θερμοκρασία θ₁. Ποια είναι η τιμή της σταθεράς ισορροπίας K_c για κάθε μια από τις ακόλουθες εξισώσεις;



11. Να δώσετε την έκφραση της σταθεράς χημικής ισορροπίας, K_c:



12. Σε κλειστό δοχείο όγκου 2L και σε σταθερή θερμοκρασία, εισάγουμε 4mol SO₂ και 10mol O₂, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



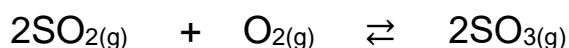
Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας στο δοχείο περιέχονται 2mol SO_{3(g)}. Να υπολογίσετε:

α) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση της κάθε ουσίας στη χημική ισορροπία.

β) Να βρείτε τη σταθερά χημικής ισορροπίας K_c .

13. Σε δοχείο όγκου 6L και σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$ περιέχονται σε κατάσταση ισορροπίας 2 mol SO_2 , 3 mol O_2 και ορισμένη ποσότητα SO_3 , σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:
- $$2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$$
- Αν η τιμή της σταθεράς ισορροπίας K_c , στους $\theta^\circ\text{C}$, είναι 8, να υπολογιστεί η ποσότητα του SO_3 στην κατάσταση ισορροπίας.

14. Σε κενό δοχείο όγκου 10L και σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$, εισάγονται 0,6mol SO_2 και 0,6mol O_2 , οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας η ποσότητα του $\text{SO}_{3(g)}$ είναι 0,4mol, ενώ η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. Να υπολογίσετε:

- i) Τη σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας.
- ii) Την απόδοση της αντίδρασης.
15. Δίνεται η πιο κάτω αμφίδρομη αντίδραση: $\text{N}_2\text{O}_4 (g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2 (g)$
- Ένα mol N_2O_4 τοποθετήθηκε σε δοχείο 10 L. Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας στους 100°C στο δοχείο περιέχονται 0,4 mol N_2O_4 και 1,2 mol NO_2 .
- α) Να γράψετε την εξίσωση της σταθεράς χημικής ισορροπίας και να υπολογίσετε την τιμή της στους 100°C .

β) Η K_c της πιο πάνω χημικής αντίδρασης στους 270°C είναι ίση με 36.

Να αναφέρετε εάν η αντίδραση είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

16. Σε δοχείο σταθερού όγκου 5L, στους $\theta^\circ\text{C}$, εισάγονται 4 mol N_2 και 8 mol

H_2 και αποκαθίσταται η ισορροπία: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$

Στη κατάσταση ισορροπίας η συγκέντρωση της αμμωνίας είναι 0.8 M.

Να υπολογιστούν:

α) η απόδοση της αντίδρασης.

β) η τιμή της σταθεράς ισορροπίας K_c , στους $\theta^\circ\text{C}$.

17. Σε δοχείο όγκου 1L εισάγονται 4mol αερίου A και θερμαίνονται στους

$\theta^\circ\text{C}$ οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία: $\text{A}_{(g)} \rightleftharpoons \text{B}_{(g)} + \text{Γ}_{(g)}$

Η απόδοση της αντίδρασης διάσπασης είναι 50%.

Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ισορροπίας K_c , στους $\theta^\circ\text{C}$.

18. Σε δοχείο σταθερού όγκου 2 L, σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$, εισάγονται 4 mol

N_2 , 8 mol H_2 και αποκαθίσταται η ισορροπία:



Στην κατάσταση ισορροπίας στο δοχείο υπάρχουν 4,8 mol NH_3 .

Να υπολογίσετε:

α) Την απόδοση της αντίδρασης.

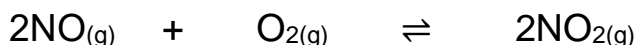
β) Την τιμή της σταθεράς ισορροπίας K_c στους $\theta^\circ\text{C}$.

19. Δίνεται η πιο κάτω αμφίδρομη αντίδραση:



Ένα mol N_2O_4 τοποθετήθηκε σε δοχείο 10 L. Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας στους 100°C στο δοχείο περιέχονται 0,4 mol N_2O_4 και 1,2 mol NO_2 .

20. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 3 mol O_2 και 2 mol NO . Σε κατάλληλες συνθήκες αντιδρούν και αποκαθίσταται η πιο κάτω χημική ισορροπία:

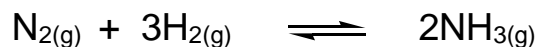


Στη χημική ισορροπία υπάρχει στο δοχείο 1 mol NO_2 .

α) Να βρείτε τη σύσταση του μίγματος στην κατάσταση χημικής ισορροπίας.

β) Να βρείτε την απόδοση της αντίδρασης.

21. Δίνεται η χημική εξίσωση σχηματισμού της αμμωνία NH_3 :

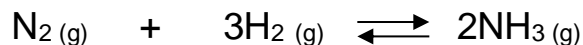


Να υπολογίσετε τα mole H_2 που απαιτείται για την παρασκευή 68 g NH_3 , αν απόδοση της αντίδρασης είναι 80%.

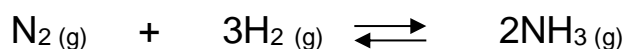
22. Σε κενό δοχείο x L προσθέτουμε 4 mol αζώτου N_2 και 20 mol H_2 , τα οποία αντιδρούν και σχηματίζουν αμμωνία. Στην ισορροπία έχουμε 6 mol NH_3 .

α) Ποια είναι η σύσταση του μίγματος στην κατάσταση χημικής ισορροπίας;

β) Ποια η απόδοση της αντίδρασης;

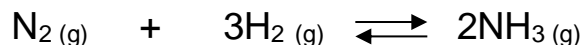


23. Σε κενό δοχείο χ L προσθέτουμε 2 mol αζώτου N_2 και 8 mol H_2 , τα οποία αντιδρούν και σχηματίζουν αμμωνία. Στην ισορροπία έχουμε 3 mol NH_3 .



α) Ποια είναι η σύσταση του μίγματος στην κατάσταση χημικής ισορροπίας;

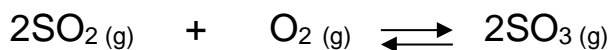
β) Ποια η απόδοση της αντίδρασης;



24. Σε κενό δοχείο εισάγουμε 8 mol SO_2 και 6 mol O_2 , οπότε αποκαθίσταται χημική ισορροπία. Στην κατάσταση ισορροπίας περιέχονται στο δοχείο 240g SO_3 .

α) Ποια είναι η σύσταση του μίγματος στην κατάσταση χημικής ισορροπίας;

β) Ποια η απόδοση της αντίδρασης;



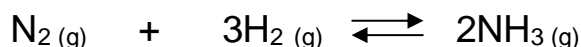
25. Σε κενό δοχείο 2L προσθέτουμε 5 mol $COCl_2$. Θερμαίνουμε στους $227^\circ C$ και διασπάται το 80% του $COCl_2$, όπως δείχνει η χημική αντίδραση.



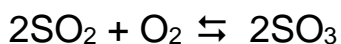
α) Ποια είναι η σύσταση του μίγματος στην κατάσταση χημικής ισορροπίας;

β) Ποιες είναι οι συγκεντρώσεις των τριών αερίων στην ισορροπία;

26. Σε δοχείο σταθερού όγκου και θερμοκρασίας εισάγονται 4 mol N_2 και 9 mol H_2 , οπότε αποκαθίσταται χημική ισορροπία. Αν η απόδοση της αντίδρασης είναι 50%, να υπολογίσετε τη σύσταση του μίγματος στην κατάσταση χημικής ισορροπίας.



27. Σε δοχείο εισάγονται 4 mol SO₂ και 3 mol O₂ τα οποία αντιδρούν μερικώς και αποκαθίσταται ισορροπία σύμφωνα με την αντίδραση:



Αν η απόδοση της αντίδρασης είναι 25%, να υπολογισθούν τα mol των ενώσεων στην κατάσταση ισορροπίας. (απ: 3 2,5 1)

28. Σε δοχείο εισάγονται 5 mol NO και 2 mol O₂, τα οποία αντιδρούν μερικώς και αποκαθίσταται χημική ισορροπία μεταξύ αυτών και του NO₂ που παράγεται. Μετά την αποκατάσταση ισορροπίας βρέθηκε ότι στο δοχείο υπάρχουν 115 g NO₂. Να βρεθούν: α) τα mol των ενώσεων που υπάρχουν στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας. Η απόδοση της αντίδρασης. (απ: 2,5 0,75 2,5 62,5%)

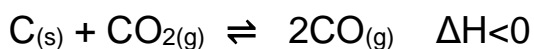
29. Σε δοχείο εισάγονται 5,6 g N₂ και 1 g H₂ τα οποία αντιδρούν μερικώς και αποκαθίσταται ισορροπία σύμφωνα με την αντίδραση: N₂ + 3H₂ ⇌ 2NH₃. Μετά την αποκατάσταση ισορροπίας βρέθηκε ότι η ποσότητα του H₂ ελαττώθηκε κατά 60%. Να βρεθούν: α) τα mol των ενώσεων που υπάρχουν μετά την αποκατάσταση ισορροπίας. β) Η απόδοση της αντίδρασης. (απ: 0,1 0,2 0,2 60%)

30. Σε δοχείο εισάγονται 0,3 mol SO₂, 0,4 mol NO₂ και 1 mol SO₃. Το δοχείο θερμαίνεται σε μια ορισμένη θερμοκρασία και αποκαθίσταται ισορροπία σύμφωνα με την αντίδραση: SO₂ + NO₂ ⇌ SO₃ + NO. Μετά την αποκατάσταση ισορροπίας βρέθηκε ότι η ποσότητα του SO₃ αυξήθηκε κατά 10%. Να βρεθούν τα mol των ενώσεων που υπάρχουν μετά την αποκατάσταση ισορροπίας. (απ: 0,2 0,3 1,1 0,1)

31. Σε δοχείο εισάγονται 0,4 mol N₂ και 1 mol H₂ τα οποία κάτω από κατάλληλες συνθήκες, αντιδρούν μερικώς και αποκαθίσταται χημική ισορροπία σύμφωνα με την αντίδραση: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$. Στην κατάσταση ισορροπίας βρέθηκε ότι τα mol του H₂ είναι διπλάσια από τα mol του N₂. Να βρεθούν: α) Τα mol των ενώσεων που υπάρχουν μετά την αποκατάσταση ισορροπίας. β) Η απόδοση της αντίδρασης. (απ: 0,2 0,4 0,4 60%)

Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας

32. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



Να αναφέρετε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος. (χωρίς επεξήγηση).

- α) Η προσθήκη άνθρακα προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης του CO.
β) Η ελάττωση της πίεσης του δοχείου προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂.
γ) Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία, αυξάνεται η συγκέντρωση του CO.
δ) Η προσθήκη καταλύτη προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ισορροπία.
33. Σε κλειστό δοχείο σε θερμοκρασία θ °C, έχει αποκατασταθεί η ισορροπία σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Ποια επίδραση έχουν στη θέση της χημικής ισορροπίας οι παρακάτω μεταβολές;

- i) Μείωση του όγκου του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία.
- ii) Αύξηση της θερμοκρασίας.
- iii) Προσθήκη στο δοχείο αέριας αμμωνίας, NH_3 .
- iv) Προσθήκη άνυδρου χλωριούχου ασβεστίου (αφυδατικού).

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

34. Δίνεται η πιο κάτω αμφίδρομη αντίδραση που αποδίδεται από τη χημική εξίσωση:



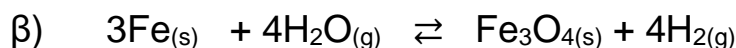
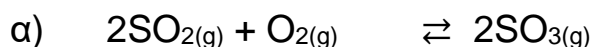
Να γράψετε ποιο αποτέλεσμα προκαλούν στη θέση ισορροπίας και στην απόδοση της αντίδρασης οι πιο κάτω μεταβολές.

- α) Αύξηση της θερμοκρασίας με σταθερή πίεση.
- β) Αύξηση της πίεσης σε δοχείο μεταβλητού όγκου, με σταθερή θερμοκρασία.
- γ) Αύξηση της συγκέντρωσης του $\text{N}_{2(g)}$ σε δοχείο σταθερού όγκου.
- δ) Χρήση κατάλληλου καταλύτη.

35. Προς ποια κατεύθυνση θα μετατοπιστεί η θέση της χημικής ισορροπίας στην αντίδραση $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)} \quad \Delta H < 0$ αν:

- α) αυξήσουμε την θερμοκρασία;
- β) αυξήσουμε τον όγκο του δοχείου;
- γ) προσθέσουμε H_2 ;

36. Αν αυξήσουμε την πίεση σε καθένα από τα παρακάτω χημικά συστήματα, τι θα συμβεί στην απόδοση των αντιδράσεων σε προϊόντα (δικαιολογήστε):



37. Δίνεται η ακόλουθη χημική αντίδραση:



α) Προς τα πού θα μετατοπιστεί η θέση της ισορροπίας και γιατί αν:

- i. Μειωθεί η θερμοκρασία;
- ii. Χρησιμοποιηθεί κατάλληλος καταλύτης;
- iii. Αφαιρεθεί ποσότητα χλωρίου από το σύστημα;

β) Να αναφέρετε δύο τρόπους με τους οποίους μπορεί να αυξηθεί η απόδοση της αντίδρασης σε χλώριο, Cl_2 .

38. Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου έχουμε σε ισορροπία:



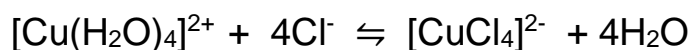
Προς ποια κατεύθυνση θα μετατοπιστεί η θέση της χημικής ισορροπίας αν:

α) Προσθέσουμε H_2 με σταθερή θερμοκρασία και πίεση.

β) Αυξήσουμε τη θερμοκρασία με σταθερή πίεση.

Να δώσετε σύντομη εξήγηση για την κάθε περίπτωση.

39. Δίνεται η πιο κάτω ενδόθερμη αντίδραση:



Γαλάζιο

Πράσινο

Να γράψετε το χρώμα που θα επικρατήσει αν μειώσουμε τη θερμοκρασία του συστήματος δίνοντας σύντομη εξήγηση.

40. Δίνεται η χημική ισορροπία:



Να γράψετε πώς θα επηρεάσουν οι ακόλουθοι παράγοντες τη θέση της χημικής ισορροπίας:

- α) Αύξηση της πίεσης
- β) Προσθήκη καταλύτη

41. Σας δίνεται η πιο κάτω χημική αντίδραση η οποία βρίσκεται σε χημική ισορροπία:



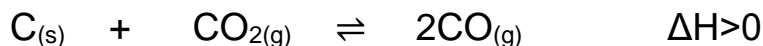
Να αναφέρετε πώς επηρεάζεται η θέση της χημικής ισορροπίας από τους πιο κάτω παράγοντες:

- α) μείωση του όγκου
- β) προσθήκη οξυγόνου
- γ) μείωση θερμοκρασίας
- δ) προσθήκη καταλύτη

42. Σε δοχείο όγκου V περιέχονται σε ισορροπία 8mol SO_2 και 1mol O_2 στους 227°C , σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $2\text{SO}_{3(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$. Θερμαίνουμε το μίγμα στους 427°C , οπότε μετά την αποκατάσταση της νέας ισορροπίας διαπιστώσαμε ότι περιέχονται στο δοχείο συνολικά 18mol αερίων. Η παραπάνω αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Γενικές Ασκήσεις

43. Σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η πιο κάτω χημική ισορροπία:



α) Να γράψετε την έκφραση της K_c για την πιο πάνω ισορροπία.

β) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθούν αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία:

i. Η θέση της χημικής ισορροπίας.

ii. Η τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας.

44. Σε κλειστό δοχείο όγκου 2L εισάγονται 4mol υδρατμών και 2mol CO, σε θερμοκρασία $\theta^\circ\text{C}$. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας, σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{CO}_2$, $\Delta H < 0$ παραμένουν χωρίς να αντιδράσουν 0,8mol CO. Ζητούνται:

α) Οι συγκεντρώσεις των σωμάτων στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.

β) Η σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης, K_c .

γ) Η απόδοση της αντίδρασης.

δ) Να δηλώσετε, δίνοντας σύντομη εξήγηση πώς η κάθε μια από τις μεταβολές που δίνονται πιο κάτω θα επηρεάσει:

i) τη θέση της χημικής ισορροπίας:

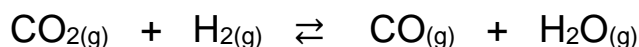
- η προσθήκη καταλύτη.
- η προσθήκη ποσότητας CO.

ii) την τιμή της K_c :

- η αύξηση του όγκου του δοχείου.
- η αύξηση της θερμοκρασίας.

ε) Να δηλώσετε δίνοντας σύντομη εξήγηση, αν η ποσότητα του υδρογόνου θα μειωθεί, θα αυξηθεί ή θα παραμείνει η ίδια στο δοχείο με την προσθήκη αφυδατικού.

45. Σε δοχείο όγκου 4L εισάγονται 35,2g CO₂ και 4g H₂. Το μείγμα θερμαίνεται, οπότε μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση,



η συγκέντρωση των υδρατμών βρέθηκε ίση με 0,1M.

α) Να υπολογίσετε:

i) την τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας.

ii) την απόδοση της αντίδρασης.

β) Πόσα γραμμάρια CO₂ πρέπει να προσθέσουμε στο μείγμα ισορροπίας διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή, ώστε η συγκέντρωση των υδρατμών να γίνει ίση με 0,25M.

γ) Αν αυξηθεί η θερμοκρασία του δοχείου, η απόδοση της αντίδρασης γίνεται 60%. Να εξετάσετε αν η αντίδραση μετατροπής του CO₂ σε CO είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη δικαιολογώντας την απάντησή σας.

δ) Αν αυξηθεί η θερμοκρασία με ποιο τρόπο θα επηρεαστεί η τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας K_c; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.