## Ασκήσεις – Χημική ισορροπία

*\* Θεωρούνται δεδομένα: Οι σχετικές ατομικές μάζες (Ar) των χημικών στοιχείων. Η παγκόσμια σταθερά αερίων: R=0,082 atm⋅L/mol⋅K. Η τιμή του απόλυτου μηδέν -273ο C.*

1. Σε δοχείο εισάγουμε 4 mol PCl5 το οποίο διασπάται σύμφωνα με την αντίδραση: PCl5 (g) ⮀ PCl3 (g) + Cl2 (g). Στη χημική ισορροπία διαπιστώθηκε ότι στο δοχείο υπάρχουν 3 mol PCl5. Ποια η απόδοση της αντίδρασης;

**(25%)**

1. Σε δοχείο εισάγουμε 4 mol COCl2 το οποίο διασπάται σύμφωνα με την αντίδραση: COCl2 (g) ⮀ CO (g) + Cl2 (g). Στη χημική ισορροπία διαπιστώθηκε ότι στο δοχείο υπάρχουν 3 mol Cl2. Ποια η απόδοση της αντίδρασης;

**(75%)**

1. 4,48 L Ν2 μετρημένα σε stp αντιδρούν με περίσσεια Η2 σύμφωνα με την αντίδραση Ν2 + 3 Η2 ⮀ 2 ΝΗ3. Ποια η απόδοση της αντίδρασης αν παράχθηκαν 0,2 mol ΝΗ3;

**(50%)**

1. 400 g CaCO3 διασπώνται σε ποσοστό 75% σε CaO και CO2. Πόσα λίτρα CO2 θα σχηματιστούν (σε stp) και πόσα mol CaCO3 θα παραμείνουν αδιάσπαστα;

**(67,2 L)**

1. Σε δοχείο εισάγουμε περίσσεια Η2 και 4 mol I2. Όταν αποκατασταθεί η ισορροπία έχουν σχηματιστεί 256 g ΗΙ. Ποια η απόδοση της αντίδρασης;

**(25%)**

1. Σε κλειστό δοχείο θερμαίνουμε 1,6 mol PCl5 και έχουμε μερική διάσπασή του σε PCl3 και Cl2. Στην ισορροπία υπάρχουν συνολικά 2 mol ουσιών. Ποια η απόδοση;

**(25%)**

1. Σε κλειστό δοχείο διαβιβάζουμε 3 mol Ν2 και 5 mol Η2 με αποτέλεσμα να αποκατασταθεί η ισορροπία Ν2(g) + 3 Η2(g) ⮀ 2 ΝΗ3(g). Τα αρχικά αέρια μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας έχουν ίδιο αριθμό mol. Ποια η απόδοση της αντίδρασης;

**(60%)**

1. Σε κλειστό δοχείο θερμαίνουμε 1,6 mol SO2 και 1 mol O2 με αποτέλεσμα να αποκατασταθεί η ισορροπία 2 SO2(g) + O2(g) ⮀ 2 SO3(g). Στην ισορροπία υπάρχουν συνολικά 2,4 mol. Ποια η απόδοση;

**(25%)**

1. Σε δοχείο 1 L εισάγονται ισομοριακές ποσότητες. SO2 και Ο2. Η αρχική πίεση των αερίων είναι 16 atm, ενώ η πίεση μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας : 2 SO2(g) + O2(g) ⮀ 2 SO3(g) η πίεση σε σταθερή θερμοκρασία γίνεται 14 atm. Ποια η απόδοση της αντίδρασης;

**(50%)**

1. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ισομοριακές ποσότητες SO2(g) και Ο2(g), οι οποίες αντιδρούν μερικά προς SΟ3(g). Ο διάγραμμα παριστάνει τη μεταβολή της συγκέντρωσης του Ο2 σε συνάρτηση με το χρόνο. Ποια η απόδοση της αντίδρασης;

**(50%)**

1. Σε δοχείο μεταβλητού όγκου V=4 L εισάγεται ποσότητα COCl2 που διασπάται μερικά υπό σταθερή πίεση σε CO και Cl2 με απόδοση 75 % Ποιος ο τελικός όγκος του δοχείου;

**( V΄=7 L)**

1. Μίγμα CO και O2 είναι σε αναλογία όγκων 2:3 και αντιδρούν μερικά προς CO2 Στην ισορροπία βρέθηκε ότι το 80% του Ο2 έμεινε αναλλοίωτο. Ποια η απόδοση;

**(60 %)**

1. Σε δοχείο 2 L βρίσκονται σε ισορροπία 2 mol Α , 4 mol Β και 6 mol Γ που αντιδρούν σύμφωνα με την αντίδραση: Α(g) + 2 Β(g) ⮀ 2 Γ(g). Ποια η Kc της αντίδρασης;

**(Κc=2,25)**

1. Σε δοχείο 2 L βρίσκονται σε ισορροπία 4 mol Α , 4 mol Β και 8 mol Γ που αντιδρούν σύμφωνα με την αντίδραση: Α(s) + Β(g) ⮀ Γ(g). Ποια η Kc της αντίδρασης;

**(Κc=4)**

1. Σε δοχείο εισάγονται 3 mol Α και 4 mol Β οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία: Α(s) + 2 Β(g) ⮀ 2 Γ(g) για την οποία Kc= 1. Ποια η απόδοση της αντίδρασης;

**(50%)**

1. Σε δοχείο όγκου 1 L διοχετεύονται 0,8 mol ισομοριακού μίγματος PCl3 και Cl2 οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία: PCl3(g) + Cl2(g) ⮀ PCl5(g) σε ορισμένη θερμοκρασία θ0C. Αν η σταθερά ισορροπίας Kc είναι 5, να υπολογιστεί η σύσταση του μίγματος ισορροπίας.

**(όλα 0,2 mol)**

1. Η Kc της αντίδρασης A(g) + B(g) ⮀ 2 Γ(g) ισούται με 4. Σε κενό δοχείο 2 mol Α. Πόσα mol από το Β πρέπει να προσθέσουμε για να αντιδράσουν τα σώματα με απόδοση 80%.

**(Δύο λύσεις: 8 mol ή 0,5 mol)**

1. Σε δοχείο Δ1 όγκου 1L εισάγεται ισομοριακό μείγμα CO και Cl2 και θερμαίνεται στους θ 0C, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία: CO (g) + Cl2 (g) ⮀ COCl2 (g), για την οποία είναι Κc = 20. Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας ο αριθμός mol του COCl2 είναι ίσος με τον αριθμό mol του CO. α) Να υπολογίσετε τη σύσταση του μείγματος στην κατάσταση ισορροπίας. β) Αν σε δοχείο Δ2 όγκου 20 L εισαχθούν 2 mol COCl2 και θερμανθούν στους θ 0C, πόσα mol από κάθε αέριο θα υπάρχουν στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας;

**(όλα από 0,05 mol – όλα από 1 mol)**

1. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται αέριο μείγμα που αποτελείται από 25,6g SO2 και 0,6mol NO2. Το μείγμα θερμαίνεται σε ορισμένη θερμο­κρα­σία, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία: NO2 + SO2 ⮀ SO3 + NO. Διαπιστώθηκε ότι μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας έχει αντιδράσει το 50% της ποσότητας του ΝΟ2. Να υπολογιστούν: α) ο αριθμός mol καθενός από τα τέσσερα αέρια που περιέχονται στο δοχείο στην ισορροπία. β) η σταθερά Κc της ισορροπίας γ) η απόδοση της αντίδρασης.

**(0,1 mol, 0,3 mol, 0,3 mol, 0,3 mol – Kc=3 – 75%)**

1. Αέριο μείγμα όγκου 89,6L μετρημένα σε stp, αποτελείται από Ν2 και Η2 με αναλογία mol 1:3 αντίστοιχα. Το μείγμα αυτό εισάγεται σε δοχείο όγκου 3L και θερμαίνεται στους θ0C. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας: Ν2 + 3Η2 ⮀ 2ΝΗ3, το κλάσμα των mol της ΝΗ3 προς τα συνολικά mol στο δοχείο βρέθηκε 0,6. α) Να υπολογίσετε τη σταθερά Κc της ισορροπίας, καθώς και την απόδοση της αντίδρασης στους θ0C. β) Αν η αντίδραση σχηματισμού της ΝΗ3 από τα συστατικά της στοιχεία είναι εξώθερμη, εξετάστε αν θα μεταβληθεί και πώς (θα αυξηθεί ή θα ελαττωθεί) η σταθερά Κc της ισορροπίας όταν αυξηθεί η θερμοκρασία του συστήματος.

**(Kc=192, 75% – θα μειωθεί)**

1. Σε δοχείο όγκου 10L που περιέχει 60g C με μορφή σκόνης, διαβιβάζονται 44,8 L CO2, μετρημένα σε stp. Το σύστημα θερμαίνεται στους 727 0C, οπότε μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας: C (s) + CO2 (g) ⮀ 2CO (g), βρέθηκαν στο δοχείο 100g αερίων. Να υπολογίσετε: α) την απόδοση της αντίδρασης β) τη σταθερά Κc της ισορροπίας γ) την ολική πίεση των αερίων στην κατάσταση ισορροπίας.

**(50% – Kc=0,4 – 24,6 atm)**

1. Σε δοχείο όγκου V εισάγονται 0,5 mol Fe3O4 και 2mol H2 τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με την χημική εξίσωση: Fe3O4 (s) + 4H2 (g) ⮀ 3Fe (s) + 4H2O(g), στους θ 0C. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν στο δοχείο 90,4g στερεών. α) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης. β) Να υπολογιστεί η σταθερά Κc της ισορροπίας. γ) Εξηγήστε αν θα μεταβληθεί ή όχι η ποσότητα των στερεών που περιέχονται στο δοχείο στην κατάσταση ισορροπίας, αν διπλασιάσουμε τον όγκο του δοχείου διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία.

**(80% – Κc=256 – όχι)**

1. Σε δοχείο όγκου 82 L και σε θερμοκρασία 227 οC εισάγεται αέριο μίγμα SΟ2 και Ο2 του οποίου το 40% των mol που περιέχει είναι Ο2 και ασκεί ολική πίεση 5 atm. Η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή και τα αέρια αντιδρούν μερικά σύμφωνα με την εξίσωση: 2 SO2(g) + Ο2(g) ⮀ 2 SO3(g) Αν στην κατάσταση ισορροπίας η πίεση στο δοχείο είναι 4 atm να βρεθεί η Kc της αντίδρασης.

**(Kc=164)**

1. Σε δοχείο σταθερού όγκου περιέχονται σε κατάσταση ισορροπίας 1 mol SO2, 2mol SO3, 1,2 mol NO και 0,8 mol NO2, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: NO2 + SO2 ⮀ SO3 + NO. Να υπολογίσετε: α) τη σταθερά της χημικής ισορροπίας Κc β) αν εισαχθούν στο δοχείο επιπλέον άλλα 0,2mol NO2, πόσα mol NO πρέπει να εισαχθούν συγχρόνως ώστε να μη μεταβληθούν οι ποσότητες των δύο άλλων αερίων.

**(Kc=3 – n=0,5)**

1. Σε δοχείο σταθερού όγκου περιέχονται σε κατάσταση ισορροπίας 3 mol SO2, 2mol SO3, 1,2 mol NO και 0,8 mol NO2, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: NO2 + SO2 ⮀ SO3 + NO. Να υπολογίσετε: α) τη σταθερά της χημικής ισορροπίας Κc β) αν εισαχθούν στο δοχείο επιπλέον άλλα 1,4 mol NO2, πόσα mol NO θα υπάρχουν στην νέα χημική ισορροπία;

**(Kc=1 – 1,7 mol)**

1. Σε δοχείο σταθερού όγκου 10 L εισάγονται 3 mol PCl5 και θερμαίνονται οπότε ο PCl5 αρχίζει να διασπάται προς PCl3 και Cl2. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας: PCl5 (g) ⮀ PCl3 (g) + Cl2 (g) στο δοχείο περιέχονται 1 mol Cl2. Να υπολογίσετε: α) τη σταθερά ισορροπίας Κc και το ποσοστό διάσπασης του PCl5 β) Προσθέσαμε στο μείγμα ισορροπίας μια ποσότητα Cl2 διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία και μετά την αποκατάσταση της νέας ισορροπίας τα ολικά mol των αερίων του μίγματος είναι 5. Υπολογίστε τον αριθμό mol του Cl2 που προσθέσαμε στο δοχείο.

**(Kc=0,05 – 1,4 mol)**

1. Σε δοχείο όγκου 41 L και σε θερμοκρασία 227 οC εισάγεται αέριο μίγμα SΟ2 και Ο2 του οποίου το 60% των mol που περιέχει είναι SΟ2 και ασκεί ολική πίεση 10 atm. Η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή και τα αέρια αντιδρούν μερικά σύμφωνα με την εξίσωση: 2 SO2(g) + Ο2(g) ⮀ 2 SO3(g) Αν στην κατάσταση ισορροπίας η πίεση στο δοχείο είναι 8 atm να βρεθεί η Kc της αντίδρασης.

**(Kc=82)**

1. Για την αντίδραση: H2 (g) + Ι2 (g) ⮀ 2HΙ (g) στους 400 0C η Κc είναι ίση με 4. Σε δοχείο όγκου 2L εισάγουμε 1 mol H2 και 1mol Ι2 και το σύστημα θερμαίνεται στους 4000C. α) Να υπολογιστεί ο αριθμός mol κάθε αερίου στην κατάσταση ισορροπίας. β) Να αποδοθεί γραφικά η συγκέντρωση του ΗΙ σε συνάρτηση με το χρόνο, αν για την αποκατάσταση της ισορροπίας χρειάστηκαν 0,2 min. γ) Στο μείγμα ισορροπίας προσθέτουμε 1,2mol ΗΙ. Να βρεθεί ο αριθμός mol κάθε αερίου στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της νέας ισορ­ρο­πίας.

**(0,5mol, 0,5 mol, 1 mol – 0,8 mol, 0,8 mol, 1,6 mol)**

1. Σε δοχείο όγκου 10L εισάγονται 1mol H2 και 1mol Ι2 τα οποία αντιδρούν σε θερμοκρασία 447 0C και αποκαθίσταται η ισορροπία: H2 (g) + Ι2 (g) ⮀ 2ΗΙ (g), για την οποία η σταθερά ισορροπίας είναι Κc = 64. α) Να υπολογίσετε τη σύσταση του μείγματος ισορροπίας καθώς και την ολική πίεση των αερίων. β) Διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή διπλασιάζουμε τον όγκο του δοχείου. Να υπολογίσετε τη νέα ολική πίεση των αερίων και να εξηγήσετε που οφείλεται η μεταβολή της.

**(0,8mol, 0,8mol, 0,4mol, P1=11,8 atm – P2=5,9 atm)**

1. Σε δοχείο σταθερού όγκου 10L εισάγονται 3mol PCl5 και θερμαίνονται στους 227 0C, οπότε ο PCl5 αρχίζει να διασπάται προς PCl3 και Cl2. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας: PCl5 (g) ⮀ PCl3 (g) + Cl2 (g) στο δοχείο περιέχονται 71g Cl2. Να υπολογίσετε: α) τη σταθερά ισορροπίας Κc και το ποσοστό διάσπασης του PCl5 β) την ολική πίεση των αερίων στην κατάσταση ισορροπίας. γ) Προσθέσαμε στο μείγμα ισορροπίας μια ποσότητα Cl2 διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία και μετά την αποκατάσταση της νέας ισορροπίας μετρήσαμε την πίεση του συστήματος και τη βρήκαμε ίση με 20,5atm. Υπολογίστε τον αριθμό mol του Cl2 που προσθέσαμε στο δοχείο.

**(0,05 33,3% – 16,4 atm – 1,4 mol)**

1. Σε δοχείο σταθερού όγκου 10L περιέχονται σε κατάσταση ισορροπίας 0,8mol SO3, 0,8mol SO2 και 0,2mol O2 θερμοκρασίας 3270C, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: 2SO3(g) ⮀ 2SO2 (g) + O2 (g). Θερμαίνουμε το μείγμα στους 5270C, οπότε μετά την αποκατάσταση της νέας ισορροπίας διαπιστώσαμε ότι περιέχονται στο δοχείο συνολικά 2mol αερίων. α) Να υπολογίσετε τη σταθερά Κc της ισορροπίας στους 3270C. β) Εξηγήστε αν η αντίδραση 2SO3(g) → 2SO2 (g) + O2 (g) είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη. γ) Να υπολογίσετε την ολική πίεση των αερίων στους 5270C. δ) Να υπολογίσετε τη σταθερά Κc της ισορροπίας στους 527 0C.

**(Kc1=0,02 – ενδόθερμη – 13,12 atm – Kc2=0,36)**

1. Σε δοχείο Δ1 περιέχονται σε κατάσταση ισορροπίας 3 mol CO2, 1mol H2, 3 mol CO και 2,25 mol υδρατμών θερμοκρασίας θ0C, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: CO2 (g) + H2 (g) ⮀ CΟ (g) + H2O (g). Σε άλλο δοχείο Δ2 όγκου 10L εισάγονται 2mol CO2 και 2mol H2 και θερμαίνονται στους θ0C, οπότε αποκαθίσταται ισορροπία. Να υπολογίσετε: α) τη σταθερά Κc της ισορροπίας στους θ0C β) την απόδοση της αντίδρασης στο δοχείο Δ2

**(Kc=2,25 – 60%)**

1. Σε δοχείο όγκου 2L προσθέτουμε ποσότητα Ν2Ο4 και θερμαίνουμε στους θο C οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία: Ν2Ο4 ⮀ 2 ΝΟ2. Το μίγμα ισορροπίας περιέχει 50% v/v ΝΟ2 και έχει μάζα 552 g. Πόσο θα πρέπει να αυξηθεί ο όγκος του δοχείου ώστε με την αποκατάσταση της νέας ισορροπίας ο βαθμός διάστασης να γίνει α2 = 0,5;

**(ΔV=4 L)**

1. Σε δοχείο 2 L περιέχονται σε ισορροπία 1 mol Ν2Ο4 και 1 mol ΝΟ2 σύμφωνα με την αντίδραση: Ν2Ο4 ⮀ 2 ΝΟ2. Διατηρώντας την θερμοκρασία σταθερή μεταβάλουμε τον όγκο του δοχείου οπότε η ποσότητα του Ν2Ο4 γίνεται 0,9 mol. Ποιος ο όγκος του δοχείου στην νέα κατάσταση ισορροπίας;

**(V=3,2 L)**

1. Σε δοχείο σταθερού όγκου περιέχονται σε κατάσταση ισορροπίας 0,6 mol Η2Ο, 0,2 mol Η2, 0,4 mol CO και 1,2 mol CO2 σύμφωνα με την αντίδραση: CO2 + H2 ⮀ CO + Η2Ο. Πόσα mol CΟ2 πρέπει να αφαιρέσουμε από το δοχείο ώστε όταν αποκατασταθεί πάλι η ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία και τα mol του CO να είναι ίσα με τα mol του Η2;

**(0,375 mol)**

1. Σε δοχείο όγκου V διοχετεύονται 3 mol CO και 3 mol υδρατμών, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία που περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση: CO + Η2Ο ⮀ CO2 + H2. Στην κατάσταση ισορροπίας περιέχεται στο δοχείο 1 mol CO. α) Πόσα mol CO2 πρέπει να προσθέσουμε στο μίγμα ισορροπίας ώστε όταν αποκατασταθεί νέα ισορροπία, να αυξηθεί η ποσότητα του CO κατά 50%; β) Πόσα mol υδρατμών πρέπει να προσθέσουμε στο μίγμα της αρχικής ισορροπίας ώστε να μειωθεί η ποσότητα του CO κατά 50%; Η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή.

**(4,5 mol – 2,625 mol)**

1. Σε δοχείο βρίσκονται σε ισορροπία περίσσεια άνθρακα 1 mol CO2, 2 mol CO, σύμφωνα με την αντίδραση: CO2 (g) + C (s) ⮀ 2 CO (g). Προσθέτουμε μερικά mol ενός από τα αέρια της χημικής ισορροπίας οπότε στη νέα χημική ισορροπία βρέθηκαν 3 mol CO. Πόσα mol και από ποιο αέριο προστέθηκε;

**(1,75 mol ή 3,5 mol)**

1. Σε δοχείο μεταβλητού όγκου, εισάγονται n mol Ν2Ο4 όταν ο όγκος του δοχείου είναι V=2 L. Όταν αποκατασταθεί η ισορροπία σύμφωνα με την αντίδραση Ν2Ο4 ⮀ 2 ΝΟ2 τα mol των αερίων είναι ίσα. Αυξάνουμε τον όγκο του δοχείου σε V΄ οπότε διαπιστώνουμε ότι τα mol του ενός αερίου είναι διπλάσια του άλλου. Ποιος είναι ο όγκος ;

**(V΄=6 L)**

1. Σε δοχείο όγκου 1 L προσθέτουμε 0,1 mol του αερίου ΑΓ και 0,1mol του αερίου ΒΓ, οπότε αποκαθίστανται οι ισορροπίες: ΑΓ(g) ⮀ Α(g) + Γ(g) με Kc=0,4 και ΒΓ(g) ⮀ Β(g) + Γ(g). Αν στην κατάσταση ισορροπίας περιέχονται στο δοχείο 0,1 mol του Γ να υπολογιστούν τα mol του ΑΓ και του ΒΓ στην ισορροπία. Η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή.

**(0,02 mol και 0,08 mol)**