

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ & ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ****XI-06.**

Επιλέξτε την σωστή απάντηση στις επόμενες ερωτήσεις & αιτιολογήστε την.

(1) Σε κενό αντιδραστήρα εισάγονται 4 mol N<sub>2</sub> και 6 mol H<sub>2</sub>. Μετά την αντίδραση  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  (όλα στην αέρια φάση) και με την αποκατάσταση της Χημ. Ισ., μετρήθηκαν 1 mol NH<sub>3</sub>. Η απόδοση της συγκεκριμένης αντίδρασης είναι:

- (α) 12,5%      (β) 25%      (γ) 50%      (δ) 100%

(2) Ισομοριακές ποσότητες H<sub>2</sub> και I<sub>2</sub> αναμειγνύονται σε κενό (αρχικά) αντιδραστήρα, οπότε φτάνουν σε Χημ. Ισ. σύμφωνα με την αντίδραση  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$  (όλα στην αέρια φάση) και με απόδοση 50%. Αν οι αρχικές ποσότητες δεν είναι ισομοριακές και κάτω από τις ίδιες συνθήκες η απόδοση της αντίδρασης είναι:

- (α) <50%      (β) 50%      (γ) >50%      (δ) δεν μπορεί να υπολογιστεί

(3) Ποσότητα αερίων Α και Β εισάγονται σε κενό (αρχικά) αντιδραστήρα οπότε αντιδρούν σύμφωνα με την χημική εξίσωση  $\text{A(g)} + \text{B(g)} \rightleftharpoons \text{Γ(g)}$  και φτάνουν σε Χημ. Ισορροπία. Το αέριο Α αντέδρασε σε ποσοστό 50% ενώ το Β σε ποσοστό 30%. Η απόδοση της αντίδρασης αυτής είναι:

- (α) 80%      (β) 50%      (γ) 40%      (δ) 30%

(4) Σε κενό αντιδραστήρα εισάγονται 4 mol N<sub>2</sub> και 10 mol H<sub>2</sub>. Μετά την αντίδραση  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  (όλα στην αέρια φάση). Το ποσοστό του N<sub>2</sub> που αντέδρασε είναι 75%. Η απόδοση της συγκεκριμένης αντίδρασης είναι:

- (α) 90%      (β) 80%      (γ) 75%      (δ) 50%

(5) Ορισμένες ποσότητες SO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> αναμειγνύονται σε κλειστό δοχείο όπου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία

$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  (όλα στην αέρια φάση). Αν το μείγμα ισορροπίας περιέχει ίσο αριθμό mol και από τα τρία αέρια η απόδοση της αντίδρασης είναι:

- (α) 25%      (β) 33%      (γ) 50%      (δ) 60%

**XI-07.**

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται x g CO<sub>2</sub> τα οποία διασπώνται σε σταθερή θερμοκρασία, με απόδοση 50% και σύμφωνα προς την χημική εξίσωση  $2\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ , ΔH>0.

Απαντήστε με Σ (σωστή) ή Λ (λάθος) στις επόμενες ερωτήσεις & αιτιολογήστε την απάντησή σας.

- (α) Ο βαθμός διάσπασης του CO<sub>2</sub> είναι 0,5  
(β) Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας ισχύει:  $n(\text{CO}_2) = n(\text{CO}) = 2n(\text{O}_2)$   
(γ) Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας ισχύει:  $\text{μάζα}(\text{CO}) + \text{μάζα}(\text{O}_2) = x \text{ g}$   
(δ) Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας το αέριο μείγμα περιέχει 20% mol O<sub>2</sub>  
(ε) Η πίεση στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας είναι ίση με την αρχική πίεση στο δοχείο

**XI-08.**

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου και σε σταθερή θερμοκρασία, εισάγονται 5 mol A και 5 mol B οπότε αποκαθίσταται η Χημική Ισορροπία:  $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g)$  με ποσοστό μετατροπής του B σε προϊόν  $\Gamma$  να είναι ίσο με  $\alpha\%$ .

Απαντήστε με Σ (σωστή) ή Λ (λάθος) στις επόμενες ερωτήσεις & αιτιολογήστε την απάντησή σας.

- (α) Οι αρχικές ποσότητες των A και B είναι σε στοιχειομετρική αναλογία
- (β) Η απόδοση της αντίδρασης είναι  $\alpha\%$
- (γ) Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας το μείγμα μπορεί περιέχει 5 mol  $\Gamma$
- (δ) Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας ισχύει:  $[A] > [B]$
- (ε) Το ποσοστό του A που αντέδρασε είναι μεγαλύτερο από  $\alpha\%$
- (στ) Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας ισχύει:  $7,5 \text{ mol} < n_{\text{(ολικό)}} < 10 \text{ mol}$

**XI-09.**

Σε κενό δοχείο εισάγονται ποσότητες CO και  $H_2$  και θερμαίνονται στους  $\theta^\circ C$ .

Αποκαθίσταται η Χ. Ι.:  $CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$   $\Delta H < 0$ . Ποια επίδραση θα έχουν

- (i) στην απόδοση της αντίδρασης και
- (ii) στην ταχύτητα (ρυθμό) της αντίδρασης οι επόμενες μεταβολές
- (α) Αύξηση της θερμοκρασίας με σταθερό όγκο.
- (β) Αύξηση της πίεσης – με ελάττωση του όγκου – υπό σταθερή θερμοκρασία
- (γ) Προσθήκη καταλύτη, με σταθερό τον όγκο και την θερμοκρασία.

Να σχεδιάσετε ποιοτικά και να σχολιάσετε το διάγραμμα  $C(CH_3OH)(M)$  σε σχέση με το Χρόνο (t).

**XI-10.**

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ορισμένες ποσότητες αερίων A και B και θερμαίνονται στους  $\theta_1^\circ C$ .

Αποκαθίσταται η Χ. Ι.:  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g)$ . Πως θα μεταβληθούν η απόδοση και η ταχύτητα (ρυθμός) της αντίδρασης αν η αντίδραση πραγματοποιηθεί σε θερμοκρασία  $\theta_2 > \theta_1$ .

**XI-11.**

Σε κενό δοχείο όγκου V και θερμοκρασίας  $\theta_1^\circ C$ , έχει αποκατασταθεί η Χημική Ισορροπία των αερίων:

$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$   $\Delta H > 0$ . Η συγκέντρωση του HI στην ισορροπία είναι  $C_1$  και η συνολική πίεση είναι  $P_1$ . Στον Πίνακα I που ακολουθεί περιγράφονται οι μεταβολές που επιφέρουμε στο αρχικό μείγμα ισορροπίας στην στήλη A, ενώ στη στήλη B οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις του HI.

| ΣΤΗΛΗ A<br>Μεταβολή               | ΣΤΗΛΗ B<br>[HI] |
|-----------------------------------|-----------------|
| $V' = 2V$ & $T = \text{σταθερή}$  | $C_2$           |
| $V = \text{σταθερός}$ & $T' = 2T$ | $C_3$           |
| $V' = V/2$ & $T' = 2T$            | $C_4$           |

- (α) Να διατάξετε κατά σειρά αυξανόμενης τιμής τις συγκεντρώσεις  $C_1, C_2, C_3, C_4$  και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
- (β) Να συγκρίνετε τις πιέσεις  $P_2, P_3, P_4$ , στο δοχείο μετά από κάθε μεταβολή, με την πίεση ισορροπίας  $P_1$ .

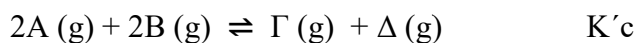
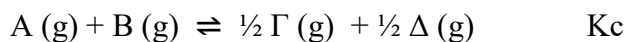




Να υπολογίσετε στην ίδια θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ , την τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας  $K_c$ , της αντίδρασης με χημική εξίσωση:  $2A(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g) + \Delta(g), \quad K_c = ;$

### XI-15.

Δίνονται οι χημικές αντιδράσεις σε θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ :

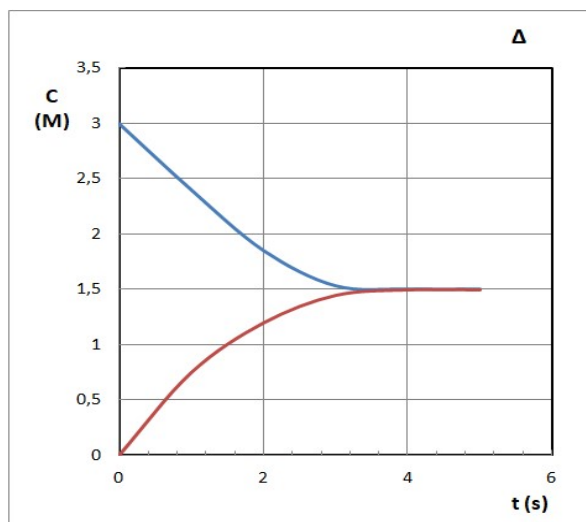
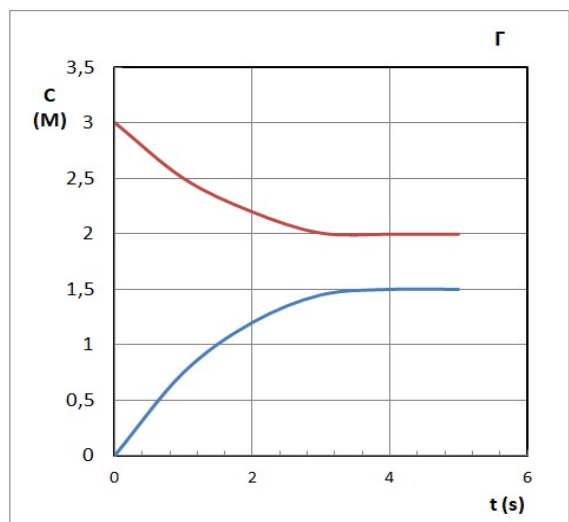
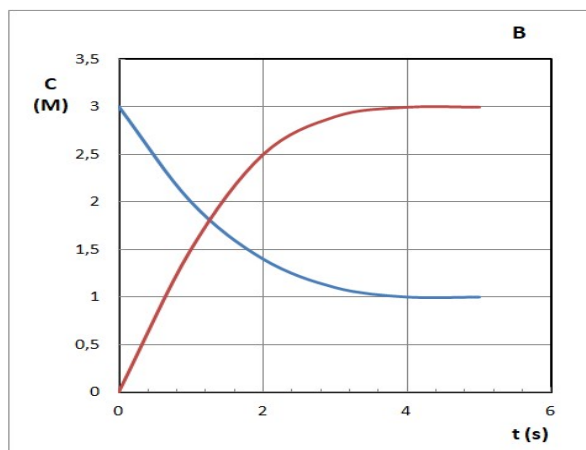
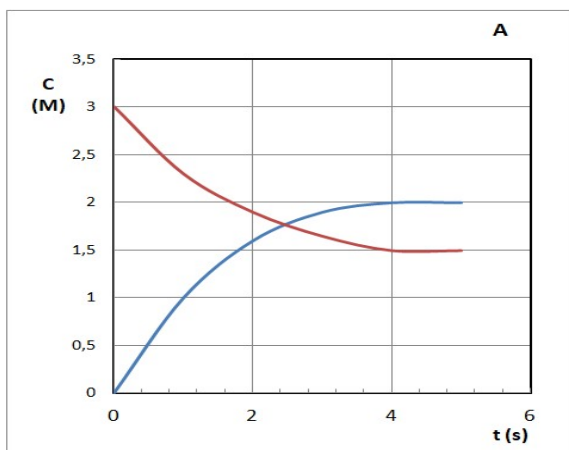


(α) ποια σχέση συνδέει τις  $K_c$  &  $K'_c$

(β) να συγκρίνετε τις δύο σταθερές στην θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$

### XI-16.

Σε δοχείο σταθερού όγκου, εισάγεται ορισμένη ποσότητα ουσίας X και θερμαίνεται σε θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ . Αποκαθίσταται η X. Ι.:  $2X(g) \rightleftharpoons 3Y(g)$ . Στην θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ , η σταθερά X. Ι. είναι  $K_c = 27 \text{ M}$ . Ποιο από τα επόμενα διαγράμματα (Α, Β, Γ ή Δ) παριστάνουν τις συγκεντρώσεις των ουσιών X και Y σε συνάρτηση με το χρόνο. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.



### XI-17.

Επιλέξτε την σωστή απάντηση στις επόμενες ερωτήσεις & αιτιολογήστε την.

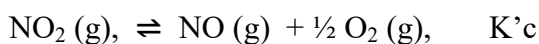
(1) Σε κενό δοχείο εισάγονται ποσότητες αερίων  $\text{SO}_2$  και  $\text{O}_2$ . Με την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας να εκφράζεται από την εξίσωση:  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ,  $\Delta H = -200 \text{ kJ}$   
Για να αυξηθεί η απόδοση της αντίδρασης και επίσης να αυξηθεί η τιμή της  $K_c$  ποια από τις παρακάτω μεταβολές πρέπει να επιφέρουμε;

- (α) ελάττωση του όγκου  $V$  (σταθερή θερμοκρασία)
- (β) ελάττωση της θερμοκρασίας ( $V$  σταθερός)
- (γ) αύξηση θερμοκρασίας ( $V$  σταθερός)
- (δ) προσθήκη  $\text{O}_2$  ( $V$  &  $T$  σταθερά)

(2) Μια αντίδραση με απόδοση  $\approx 100\%$  έχει σταθερά ισορροπίας  $K_c$ :

- (α)  $K_c \approx 1$
- (β)  $K_c \approx 0$
- (γ)  $K_c \approx 1000$
- (δ)  $K_c$  τείνει στο άπειρο

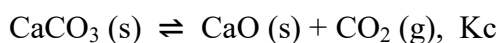
(3) Δίνονται οι χημικές αντιδράσεις σε θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ :



Η τιμή της  $K'_c$  στους  $\theta^\circ\text{C}$  είναι:

- (α) 25
- (β)  $1/25$
- (γ) 0,2
- (δ) 0,5

(4) Σε δοχείο όγκου  $V$  λίτρα έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:



$x \text{ mol}$                        $y \text{ mol}$                        $w \text{ mol}$

Η σταθερά ισορροπίας  $K_c$  δίνεται από τη σχέση:

- (α)  $K_c = wy/xV$
- (β)  $K_c = w/V$
- (γ)  $K_c = V/w$
- (δ)  $K_c = yw/x$

(4) Σε δοχείο ισχύει η χημική ισορροπία:  $A(\text{s}) + xB(\text{g}) \rightleftharpoons \Gamma(\text{g}) + \Delta(\text{g})$ ,  $\Delta H$

Η πίεση στο δοχείο είναι 4 atm. Διπλασιάζουμε τον όγκο υπό σταθερή θερμοκρασία και στην νέα θέση χημικής ισορροπίας η πίεση είναι 2 atm. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι:

- (α)  $x = 1$
- (β)  $\Delta H > 0$
- (γ) Η  $K_c$  είναι καθαρός αριθμός
- (δ) οι συγκεντρώσεις όλων των ουσιών που συμμετέχουν στη χημική ισορροπία υποδιπλασιάζονται.

### XI-18.

(i) Σε δοχείο σταθερού όγκου, εισάγεται ορισμένη ποσότητα  $\text{COCl}_2$  και θερμαίνεται σε θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ , οπότε και διασπάται ως εξής:  $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ . Ποια σχέση συνδέει τον βαθμό διάσπασης «α» με την αρχική συγκέντρωση  $C$  του  $\text{COCl}_2$  και την σταθερά ισορροπίας  $K_c$ ; Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι ο βαθμός διάσπασης «α» εξαρτάται από δύο παράγοντες. Μπορείτε να τεκμηριώσετε την εξάρτηση αυτή;

(ii) Σε κενό δοχείο και σε θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ , εισάγεται αέριο  $\text{HI}$  το οποίο διασπάται σύμφωνα με την χημική εξίσωση:  $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ . Ποια σχέση συνδέει τον βαθμό διάσπασης του  $\text{HI}$  με τη σταθερά ισορροπίας  $K_c$ ;

**XI-19.**

Σε δοχείο σταθερού όγκου V, εισάγονται 3 mol O<sub>2</sub> και x mol SO<sub>2</sub>, οπότε αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:

$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ , για την οποία η  $K_c = 5 \text{ M}^{-1}$ . Η απόδοση της αντίδρασης είναι 50% και το μείγμα ισορροπίας έχει ισομοριακές ποσότητες O<sub>2</sub> και SO<sub>2</sub>. Να υπολογίσετε την αρχική ποσότητα των x mol SO<sub>2</sub> και τον όγκο V του δοχείου.

**XI-20.**

Για την χημική εξίσωση:  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ . Η σταθερά χημικής ισορροπίας  $K_c = 0,02 \text{ M}$  στους 1000 K. Σε δοχείο σταθερού όγκου V = 10 L, εισάγονται 0,5 mol CaCO<sub>3</sub> και θερμαίνεται στους 1000 K.

(α) Να υπολογίσετε τον βαθμό διάσπασης του CaCO<sub>3</sub> και την πίεση στο δοχείο

(β) Σε άλλο δοχείο με V' = 40 L, εισάγονται 0,5 mol CaCO<sub>3</sub> και θερμαίνεται στους 1000 K. Να υπολογίσετε

(i) τον αριθμό των mol του CaCO<sub>3</sub> που διασπάται, την συγκέντρωση του παραχθέντος CO<sub>2</sub> και την πίεση στο δοχείο. ( $R = 0,082 \text{ (atm L) / (mol K)}$ ).

(ii) Να υπολογίσετε τον ελάχιστο όγκο του δοχείου στο οποίο η ποσότητα του CaCO<sub>3</sub> θα διασπαστεί πλήρως από μια μονόδρομη αντίδραση.

Ο όγκος των στερεών θεωρείται αμελητέος σε σχέση με τον όγκο των δοχείων.

**XI-21.**

Σε κενό δοχείο όγκου V και θερμοκρασίας θ °C, έχει αποκατασταθεί η Χημική Ισορροπία 1 mol H<sub>2</sub>, 4 mol I<sub>2</sub> και 12 mol HI, σύμφωνα με την αντίδραση:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ . Με σταθερή θερμοκρασία προστίθενται στο δοχείο ταυτόχρονα 3 mol H<sub>2</sub> και 4 mol HI. Ποια θα είναι η σύσταση του μείγματος της νέας χημικής ισορροπίας;

**XI-22.**

Η αντίδραση εστεροποίησης έχει  $K_c = 4$ , ανεξάρτητα από την φύση των αντιδρώντων και από την θερμοκρασία, διότι  $\Delta H \approx 0$ .  $\text{R-COOH}(\text{l}) + \text{R}'\text{-OH}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{R-COO-R}'(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ,  $K_c = 4$ .

(α) Αναμειγνύουμε σε ένα δοχείο 3 mol R-COOH & 3 mol R'-OH οπότε αποκαθίσταται η χημική ισορροπία. Ποια είναι η απόδοση της αντίδρασης;

(β) Πόσα mol R'-OH πρέπει να προστεθούν στο προηγούμενο μείγμα ισορροπίας ώστε η απόδοση της αντίδρασης να γίνει 80% ;

**XI-23.**

Σε κενό δοχείο εισάγονται 3 mol H<sub>2</sub> και 4 mol I<sub>2</sub> και όταν αποκατασταθεί η Χημική Ισορροπία

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ , η απόδοση της αντίδρασης ανέρχεται σε 50%.

(α) Να υπολογίσετε την σταθερά χημικής ισορροπίας  $K_c$  στις συνθήκες αυτές

(β) Με σταθερή την θερμοκρασία, προσθέτουμε στο παραπάνω μείγμα ισορροπίας ορισμένη ποσότητα I<sub>2</sub>, οπότε η απόδοση της αντίδρασης αυξάνεται σε 80%. Πόσα mol I<sub>2</sub> προστέθηκαν;

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αριθμομηχανή για υπολογισμό της (β).

**XI-24.**

Σε κενό δοχείο όγκου 4 L, θερμοκρασίας  $\theta$  °C, περιέχονται σε Χημική Ισορροπία 2 mol  $\text{N}_2\text{O}_4$  και 4 mol  $\text{NO}_2$  σύμφωνα με την αντίδραση:  $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2 (\text{g})$ .

(α) Με σταθερή θερμοκρασία και όγκο δοχείου, προστίθενται 3 mol αερίου He. Πως θα επηρεαστεί η σύσταση στο δοχείο και ποια θα είναι η συνολική πίεση σε αυτό;

(β) Με σταθερή θερμοκρασία και την ολική πίεση στο δοχείο, προστίθεται αέριο He οπότε στη νέα θέση χημικής ισορροπίας η ποσότητα του  $\text{NO}_2$  έχει μεταβληθεί κατά 50%. Ποιος θα είναι τότε ο όγκος του δοχείου και πόσο αέριο He προστέθηκε;

**XI-25.**

Σε δοχείο σταθερού όγκου  $V = 10 \text{ L}$  και θερμοκρασίας 200 °C περιέχονται σε χημική ισορροπία 2 mol  $\text{SO}_3$  1 mol  $\text{SO}_2$  και 1,5 mol  $\text{O}_2$ . Σύμφωνα προς την αντίδραση:  $2\text{SO}_3 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$ ,  $\Delta H$ . Το μείγμα αυτό των αερίων θερμαίνεται στους 527 °C και στη νέα θέση χημικής ισορροπίας η ολική πίεση στο δοχείο είναι 32,8 atm.

(α) Να υπολογίσετε την σταθερά χημικής ισορροπίας  $K_c$  στους 200 °C

(β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας, στο ερώτημα:

« η αντίδραση διάσπασης  $2\text{SO}_3 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$ , είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη; »

(γ) Να υπολογίσετε την σταθερά χημικής ισορροπίας  $K_c$  στους 527 °C

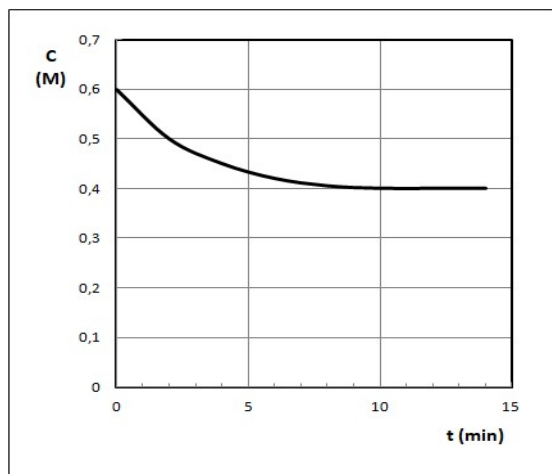
**XI-26.**

Σε δοχείο όγκου  $V_1$  εισάγονται 4 mol  $\text{COCl}_2$  και θερμαίνεται στους  $\theta$  °C οπότε αποκαθίσταται η χημική ισορροπία (X.I.1):  $\text{COCl}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO} (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$ , για την οποία  $K_c = 0,1 \text{ M}$  στους  $\theta$  °C και ο βαθμός διάσπασης είναι 0,5 (50%).

(α) Ποιος είναι ο όγκος  $V_1$ ;

(β) Με την θερμοκρασία σταθερή, μεταβάλουμε τον όγκο του δοχείου οπότε η απόδοση της αντίδρασης διάσπασης του  $\text{COCl}_2$  αυξάνεται σε 75%. Ποια θα είναι η σύσταση σε mol του μείγματος στη νέα χημική ισορροπία (X.I.2) και ποιος ο νέος όγκος  $V_2$ ;

(γ) Στην αρχική θέση X.I.1, με όγκο  $V_1$  προσθέτουμε στο δοχείο κάποια ποσότητα  $\text{COCl}_2$  χωρίς να αλλάξει η θερμοκρασία και ο όγκος του δοχείου. Αποκαθίσταται εκ νέου η θέση χημικής ισορροπίας X.I.3 κατά την οποία περιέχονται στο δοχείο 3 mol  $\text{Cl}_2$ . Πόσα mol  $\text{COCl}_2$  προσθέσαμε και ποια είναι η τελική απόδοση της αντίδρασης;

**XI-27.**

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται ορισμένη ποσότητα HI και θερμαίνεται στους  $\theta_1$  °C οπότε αποκαθίσταται η χημική ισορροπία (X.I.1)  $2\text{HI} (\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2 (\text{g}) + \text{I}_2 (\text{g})$ ,  $\Delta H$ .

Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει την συγκέντρωση HI συναρτήσει του χρόνου.

(α) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης και την σταθερά χημικής ισορροπίας  $K_c$  στους  $\theta_1$  °C

(β) Υπολογίστε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης από την αρχή έως την επίτευξη της χημικής ισορροπίας  
(γ) Το μείγμα χημικής ισορροπίας ψύχεται σε θερμοκρασία  $\theta_2$  °C, (με  $\theta_2 < \theta_1$ ) και στην νέα θέση χημικής ισορροπίας X.I.2,  $K_c = 1$ .

(i) Αιτιολογήστε την απάντησή σας στο ερώτημα «η αντίδραση διάσπασης του HI είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη; »

(ii) Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις των αερίων στην X.I.2 καθώς και την νέα απόδοση της αντίδρασης

(δ) Σε δοχείο που περιέχει 6 mol  $I_2$  προστίθεται ορισμένη ποσότητα  $H_2$  και στη συνέχεια το μείγμα θερμαίνεται στους  $\theta_1$  °C. Η αντίδραση που περιγράφει την χημική ισορροπία είναι  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ . Αν η απόδοση της αντίδρασης είναι  $\alpha = 2/3$  (66,7%) να υπολογίσετε το αριθμό των mol του  $H_2$  που προστέθηκε στο δοχείο.

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ & ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

### XI-06.

Επιλέξτε την σωστή απάντηση στις επόμενες ερωτήσεις & αιτιολογήστε την.

(1) Σε κενό αντιδραστήρα εισάγονται 4 mol N<sub>2</sub> και 6 mol H<sub>2</sub>. Μετά την αντίδραση  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  (όλα στην αέρια φάση) και με την αποκατάσταση της Χημ. Ισ., μετρήθηκαν 1 mol NH<sub>3</sub>. Η απόδοση της συγκεκριμένης αντίδρασης είναι:

- (α) 12,5%      **(β) 25%**      (γ) 50%      (δ) 100%

(2) Ισομοριακές ποσότητες H<sub>2</sub> και I<sub>2</sub> αναμειγνύονται σε κενό (αρχικά) αντιδραστήρα, οπότε φτάνουν σε Χημ. Ισ. σύμφωνα με την αντίδραση  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$  (όλα στην αέρια φάση) και με απόδοση 50%. Αν οι αρχικές ποσότητες δεν είναι ισομοριακές και κάτω από τις ίδιες συνθήκες η απόδοση της αντίδρασης είναι:

- (α) <50%      (β) 50%      **(γ) >50%**      (δ) δεν μπορεί να υπολογιστεί

(3) Ποσότητα αερίων Α και Β εισάγονται σε κενό (αρχικά) αντιδραστήρα οπότε αντιδρούν σύμφωνα με την χημική εξίσωση  $\text{A(g)} + \text{B(g)} \rightleftharpoons \text{Γ(g)}$  και φτάνουν σε Χημ. Ισορροπία. Το αέριο Α αντέδρασε σε ποσοστό 50% ενώ το Β σε ποσοστό 30%. Η απόδοση της αντίδρασης αυτής είναι:

- (α) 80%      **(β) 50%**      (γ) 40%      (δ) 30%

(4) Σε κενό αντιδραστήρα εισάγονται 4 mol N<sub>2</sub> και 10 mol H<sub>2</sub>. Μετά την αντίδραση  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  (όλα στην αέρια φάση). Το ποσοστό του N<sub>2</sub> που αντέδρασε είναι 75%. Η απόδοση της συγκεκριμένης αντίδρασης είναι:

- (α) 90%**      (β) 80%      (γ) 75%      (δ) 50%

(5) Ορισμένες ποσότητες SO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> αναμειγνύονται σε κλειστό δοχείο όπου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  (όλα στην αέρια φάση). Αν το μείγμα ισορροπίας περιέχει ίσο αριθμό mol και από τα τρία αέρια η απόδοση της αντίδρασης είναι:

- (α) 25%      (β) 33%      **(γ) 50%**      (δ) 60%

### XI-07.

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται x g CO<sub>2</sub> τα οποία διασπώνται σε σταθερή θερμοκρασία, με απόδοση 50% και σύμφωνα προς την χημική εξίσωση  $2\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ , ΔH>0.

Απαντήστε με Σ (σωστή) ή Λ (λάθος) στις επόμενες ερωτήσεις & αιτιολογήστε την απάντησή σας.

**(α)** Ο βαθμός διάσπασης του CO<sub>2</sub> είναι 0,5

**(β)** Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας ισχύει:  $n(\text{CO}_2) = n(\text{CO}) = 2n(\text{O}_2)$

(γ) Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας ισχύει:  $\text{μάζα}(\text{CO}) + \text{μάζα}(\text{O}_2) = x \text{ g}$

**(δ)** Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας το αέριο μείγμα περιέχει 20% mol O<sub>2</sub>

(ε) Η πίεση στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας είναι ίση με την αρχική πίεση στο δοχείο

### XI-08.

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου και σε σταθερή θερμοκρασία, εισάγονται 5 mol Α και 5 mol Β οπότε αποκαθίσταται η Χημική Ισορροπία:  $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Γ}(\text{g})$  με ποσοστό μετατροπής του Β σε προϊόν Γ να είναι ίσο με α%.

Απαντήστε με Σ (σωστή) ή Λ (λάθος) στις επόμενες ερωτήσεις & αιτιολογήστε την απάντησή σας.

- (α) Οι αρχικές ποσότητες των Α και Β είναι σε στοιχειομετρική αναλογία  
**(β)** Η απόδοση της αντίδρασης είναι α%  
 (γ) Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας το μείγμα μπορεί περιέχει 5 mol Γ  
**(δ)** Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας ισχύει:  $[A] > [B]$   
 (ε) Το ποσοστό του Α που αντέδρασε είναι μεγαλύτερο από α%  
**(στ)** Στην κατάσταση Χημικής Ισορροπίας ισχύει:  $7,5 \text{ mol} < n_{\text{(ολικό)}} < 10 \text{ mol}$

#### XI-09.

Σε κενό δοχείο εισάγονται ποσότητες CO και H<sub>2</sub> και θερμαίνονται στους θ °C.

Αποκαθίσταται η Χ. Ι.:  $\text{CO (g)} + 2\text{H}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH (g)}$  ΔH<0. Ποια επίδραση θα έχουν

- (i) στην απόδοση της αντίδρασης και  
 (ii) στην ταχύτητα (ρυθμό) της αντίδρασης οι επόμενες μεταβολές  
 (α) Αύξηση της θερμοκρασίας με σταθερό όγκο.  
 (β) Αύξηση της πίεσης – με ελάττωση του όγκου – υπό σταθερή θερμοκρασία  
 (γ) Προσθήκη καταλύτη, με σταθερό τον όγκο και την θερμοκρασία.

Να σχεδιάσετε ποιοτικά και να σχολιάσετε το διάγραμμα C(CH<sub>3</sub>OH) (M) σε σχέση με το Χρόνο (t).

#### XI-10.

Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ορισμένες ποσότητες αερίων Α και Β και θερμαίνονται στους θ<sub>1</sub> °C.

Αποκαθίσταται η Χ. Ι.:  $A \text{ (g)} + B \text{ (g)} \rightleftharpoons \Gamma \text{ (g)}$ . Πως θα μεταβληθούν η απόδοση και η ταχύτητα (ρυθμός) της αντίδρασης αν η αντίδραση πραγματοποιηθεί σε θερμοκρασία θ<sub>2</sub> > θ<sub>1</sub>.

#### XI-11.

Σε κενό δοχείο όγκου V και θερμοκρασίας θ<sub>1</sub> °C, έχει αποκατασταθεί η Χημική Ισορροπία των αερίων:

$\text{H}_2 \text{ (g)} + \text{I}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2\text{HI (g)}$  ΔH>0. Η συγκέντρωση του HI στην ισορροπία είναι C<sub>1</sub> και η συνολική πίεση είναι P<sub>1</sub>.

Στον Πίνακα I που ακολουθεί περιγράφονται οι μεταβολές που επιφέρουμε στο αρχικό μείγμα ισορροπίας στην στήλη Α, ενώ στη στήλη Β οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις του HI.

| ΣΤΗΛΗ Α<br>Μεταβολή    | ΣΤΗΛΗ Β<br>[HI] |
|------------------------|-----------------|
| V' = 2V & T = σταθερή  | C <sub>2</sub>  |
| V = σταθερός & T' = 2T | C <sub>3</sub>  |
| V' = V/2 & T' = 2T     | C <sub>4</sub>  |

- (α) Να διατάξετε κατά σειρά αυξανόμενης τιμής τις συγκεντρώσεις C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

$$\gggggggggggggggg \quad C_2 = C_1/2, \quad C_3 > C_1, \quad C_4 = 2C_3 \rightarrow C_2 < C_1 < C_3 < C_4$$

- (β) Να συγκρίνετε τις πιέσεις P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, στο δοχείο μετά την κάθε μεταβολή, με την πίεση ισορροπίας P<sub>1</sub>.

$$\gggggggggggggggg \quad P_2 = P_1/2, \quad P_3 = 2P_1, \quad P_4 = 4P_1$$

#### XI-12.

Το HF είναι ένα ασθενές οξύ και η αντίδραση του (ιοντισμός) με το νερό καταλήγει στην ισορροπία:

$\text{HF (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{F}^- \text{ (aq)} + \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)}$  ΔH>0. Να εξηγήσετε πως μεταβάλλονται:

- (i) Η θέση ισορροπίας  
 (ii) Η συγκέντρωση των ιόντων του φθορίου (F<sup>-</sup>)

(iii) Η συγκέντρωση των ιόντων του οξωνίου ( $\text{H}_3\text{O}^+$ )

Αν πραγματοποιηθούν οι εξής μεταβολές:

(α) αύξηση της θερμοκρασίας

(β) προσθήκη αερίου HF στο διάλυμα ( $V = \text{σταθερός}$ )

(γ) προσθήκη στερεού άλατος NaF ( $V = \text{σταθερός}$ ) το οποίο διασπάται μέσα στο διάλυμα

(δ) προσθήκη αερίου HCl ( $V = \text{σταθερός}$ ) το οποίο ιοντίζεται μέσα στο διάλυμα προς  $\text{H}_3\text{O}^+$  και  $\text{Cl}^-$ .

### XI-13.

Επιλέξτε την σωστή απάντηση στις επόμενες ερωτήσεις & αιτιολογήστε την.

(1) Σε κενό δοχείο εισάγονται ποσότητες  $\text{HCOOH}$  και  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Με την χημική ισορροπία να εκφράζεται από την εξίσωση της αντίδρασης εστεροποίησης:  $\text{HCOOH (l)} + \text{CH}_3\text{OH (l)} \rightleftharpoons \text{HCOOCH}_3 \text{ (l)} + \text{H}_2\text{O (l)}$ ,  $\Delta H \approx 0$ , η απόδοση της, μπορεί να αυξηθεί:

(α) αυξάνοντας τη θερμοκρασία

(β) προσθέτοντας καταλύτη

(γ) προσθέτοντας διαλύτη (νερό)

**(δ)** προσθέτοντας αφυδατικό μέσον.

(2) Σε δοχείο υφίσταται η ισορροπία:  $\text{A (g)} + \text{B (g)} \rightleftharpoons \text{Γ (g)}$ ,  $\Delta H$ , με  $v_1$  (προς τα δεξιά) και  $v_2$  (προς τα αριστερά). Τη χρονική στιγμή  $t_1$  μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία οπότε για κάποιο διάστημα ισχύει  $v_1 < v_2$  μέχρις ότου αποκαθίσταται η νέα θέση ισορροπίας την χρονική στιγμή  $t_2$ .

(α) η αντίδραση προς τα δεξιά ( $v_1$ ) είναι Ενδόθερμη

(β) Η θερμοκρασία αυξήθηκε

**(γ)** η θέση ισορροπίας μετατοπίστηκε προς τα αριστερά

(δ) η θερμοκρασία ελαττώθηκε

(3) Σε ένα υδατικό διάλυμα έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:



ροζ χρώμα

μπλε χρώμα

Ποια από τις επόμενες μεταβολές έχει ως αποτέλεσμα να γίνει το διάλυμα ροζ χρώματος

(α) θέρμανση του διαλύματος

**(β)** προσθήκη άλατος  $\text{AgNO}_3$

(γ) προσθήκη άλατος NaCl

(δ) προσθήκη αφυδατικού μέσου

(4) Σε ένα αντιδραστήρα περιέχονται σε χημική ισορροπία 2 mol  $\text{H}_2$ , 2 mol  $\text{I}_2$  & 6 mol HI, σύμφωνα προς την εξίσωση:  $\text{H}_2 \text{ (g)} + \text{I}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2\text{HI (g)}$ . Αν αφαιρέσουμε από το δοχείο 2 mol HI, στη νέα X. Ι. όταν αποκατασταθεί, στην ίδια θερμοκρασία, είναι δυνατόν να ισχύει:

(α)  $n(\text{H}_2) = 1,5 \text{ mol}$  &  $n(\text{HI}) = 7 \text{ mol}$

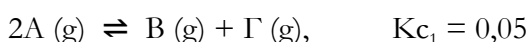
(β)  $n(\text{H}_2) = 1,8 \text{ mol}$  &  $n(\text{HI}) = 6 \text{ mol}$

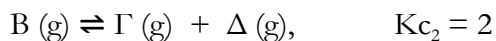
(γ)  $n(\text{H}_2) = 1,5 \text{ mol}$  &  $n(\text{I}_2) = 1,8 \text{ mol}$

**(δ)**  $n(\text{H}_2) = 1,6 \text{ mol}$  &  $n(\text{HI}) = 4,8 \text{ mol}$

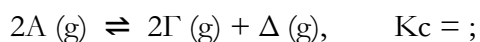
### XI-14.

Δίνονται οι σταθερές ισορροπίας σε θερμοκρασία  $\theta$  °C, των παρακάτω αντιδράσεων:





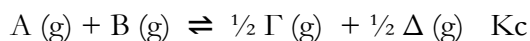
Να υπολογίσετε στην ίδια θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ , την τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας  $K_c$ , της αντίδρασης με χημική εξίσωση:



$$\gggggggggggggggg \quad K_c = K_{C_1} \cdot K_{C_2} = 0,1$$

#### XI-15.

Δίνονται οι χημικές αντιδράσεις σε θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ :



(α) ποια σχέση συνδέει τις  $K_c$  &  $K'_c$

(β) να συγκρίνετε τις δύο σταθερές στην θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$

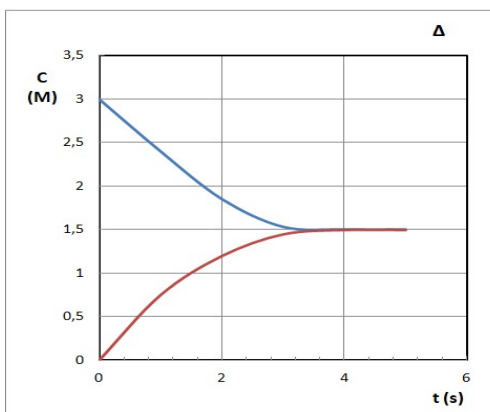
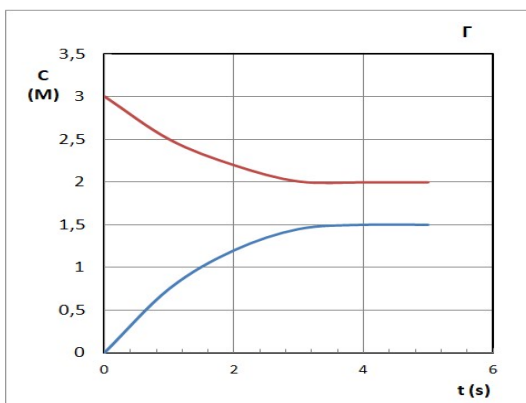
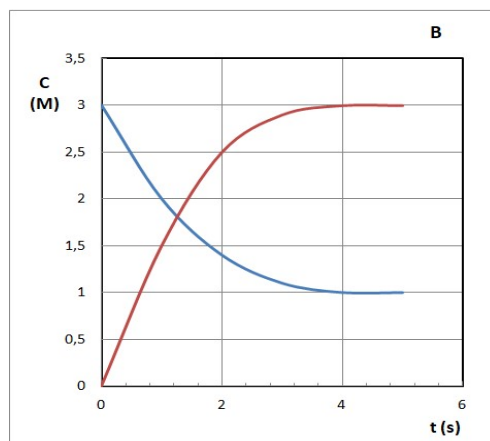
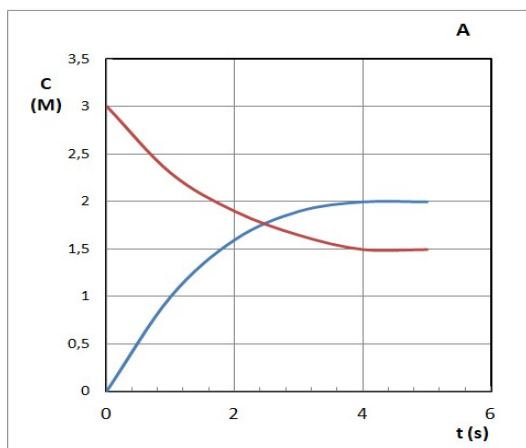
$$\gggggggggggggggg \quad K'_c = (K_c)^2, \text{ 3 περιπτώσεις: } K_c >, =, < 1$$

#### XI-16.

Σε δοχείο σταθερού όγκου, εισάγεται ορισμένη ποσότητα ουσίας X και θερμαίνεται σε θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ .

Αποκαθίσταται η X. I.:  $2X(g) \rightleftharpoons 3Y(g)$ . Στην θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ , η σταθερά X. I. είναι  $K_c = 27 \text{ M}$ .

Ποιο από τα επόμενα διαγράμματα (Α, Β, Γ ή Δ) παριστάνουν τις συγκεντρώσεις των ουσιών X και Y σε συνάρτηση με το χρόνο. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.



#### XI-17.

Επιλέξτε την σωστή απάντηση στις επόμενες ερωτήσεις & αιτιολογήστε την.

(1) Σε κενό δοχείο εισάγονται ποσότητες αερίων  $\text{SO}_2$  και  $\text{O}_2$ . Με την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας να εκφράζεται από την εξίσωση:  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ ,  $\Delta H = -200 \text{ kJ}$

Για να αυξηθεί η απόδοση της αντίδρασης και επίσης να αυξηθεί η τιμή της  $K_c$  ποια από τις παρακάτω μεταβολές πρέπει να επιφέρουμε;

(α) ελάττωση του όγκου  $V$  (σταθερή θερμοκρασία)

(β) ελάττωση της θερμοκρασίας ( $V$  σταθερός)

(γ) αύξηση θερμοκρασίας ( $V$  σταθερός)

(δ) προσθήκη  $\text{O}_2$  ( $V$  &  $T$  σταθερά)

(2) Μια αντίδραση με απόδοση  $\approx 100\%$  έχει σταθερά ισορροπίας  $K_c$ :

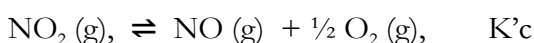
(α)  $K_c \approx 1$

(β)  $K_c \approx 0$

(γ)  $K_c \approx 1000$

(δ)  $K_c$  τείνει στο άπειρο

(3) Δίνονται οι χημικές αντιδράσεις σε θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ :



Η τιμή της  $K'_c$  στους  $\theta^\circ\text{C}$  είναι:

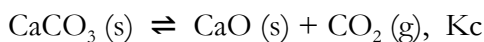
(α) 25

(β)  $1/25$

(γ) 0,2

(δ) 0,5

(4) Σε δοχείο όγκου  $V$  λίτρα έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:



$x \text{ mol}$                        $y \text{ mol}$                        $w \text{ mol}$

Η σταθερά ισορροπίας  $K_c$  δίνεται από τη σχέση:

(α)  $K_c = wy/xV$

(β)  $K_c = w/V$

(γ)  $K_c = V/w$

(δ)  $K_c = yw/x$

(4) Σε δοχείο ισχύει η χημική ισορροπία:  $A(\text{s}) + xB(\text{g}) \rightleftharpoons \Gamma(\text{g}) + \Delta(\text{g})$ ,  $\Delta H$

Η πίεση στο δοχείο είναι 4 atm. Διπλασιάζουμε τον όγκο υπό σταθερή θερμοκρασία και στην νέα θέση χημικής ισορροπίας η πίεση είναι 2 atm. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι:

(α)  $x = 1$

(β)  $\Delta H > 0$

(γ) Η  $K_c$  είναι καθαρός αριθμός

(δ) οι συγκεντρώσεις όλων των ουσιών που συμμετέχουν στη χημική ισορροπία υποδιπλασιάζονται.

#### XI-18.

(i) Σε δοχείο σταθερού όγκου, εισάγεται ορισμένη ποσότητα  $\text{COCl}_2$  και θερμαίνεται σε θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ , οπότε και διασπάται ως εξής:  $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ . Ποια σχέση συνδέει τον βαθμό διάσπασης «α» με την αρχική συγκέντρωση  $C$  του  $\text{COCl}_2$  και την σταθερά ισορροπίας  $K_c$ ; Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι ο βαθμός διάσπασης «α» εξαρτάται από δύο παράγοντες. Μπορείτε να τεκμηριώσετε την εξάρτηση αυτή;

(ii) Σε κενό δοχείο και σε θερμοκρασία  $\theta$  °C, εισάγεται αέριο HI το οποίο διασπάται σύμφωνα με την χημική εξίσωση:  $2\text{HI (g)} \rightleftharpoons \text{H}_2 \text{(g)} + \text{I}_2 \text{(g)}$ . Ποια σχέση συνδέει τον βαθμό διάσπασης του HI με τη σταθερά ισορροπίας Kc;

**>>>>>>>>>>> Kc= a<sup>2</sup> ·C / (1-a)**

**>>>>>>>>>> Kc=  $a^2 / 4(1-a)^2$**

XI-19.

Σε δοχείο σταθερού όγκου V, εισάγονται 3 mol  $O_2$  και x mol  $SO_2$ , οπότε αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:

$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ , για την οποία η  $K_c = 5 \text{ M}^{-1}$ . Η απόδοση της αντίδρασης είναι 50% και το μείγμα ισορροπίας έχει ισομοριακές ποσότητες  $\text{O}_2$  και  $\text{SO}_2$ . Να υπολογίσετε την αρχική ποσότητα των  $x \text{ mol SO}_2$  και τον όγκο  $V$  του δοχείου.

>>>>>>>>>> περιορισμός:  $0 < 2y < x$  &  $0 < y < 3$

>>>>>>>>>> Άγνωστο ποιο είναι σε έλλειμμα

**>>>>>>>>>>> x = y + 3   (1)**

>>>>>>>>>>  $0 < (x - 3) < 3$ ,  $0 < x < 6$ ,  $a = 0,5 = 2y/x \Leftrightarrow y = 0,25x$  (2)

>>>>>>>>>> x= 4 mol & Kc= [SO<sub>3</sub>]<sup>2</sup> / [SO<sub>2</sub>]<sup>2</sup> [O<sub>2</sub>] ⇌ V= 10 L

**XI-20.**

Για την χημική εξίσωση:  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ . Η σταθερά χημικής ισορροπίας  $K_c = 0,02 \text{ M}$  στους 1000 K. Σε δοχείο σταθερού όγκου  $V = 10 \text{ L}$ , εισάγονται 0,5 mol  $\text{CaCO}_3$  και θερμαίνεται στους 1000 K.

(α) Να υπολογίσετε τον βαθμό διάσπασης του  $\text{CaCO}_3$  και την πίεση στο δοχείο.

(β) Σε άλλο δοχείο με  $V' = 40 \text{ L}$ , εισάγονται  $0,5 \text{ mol CaCO}_3$  και θερμαίνεται στους  $1000 \text{ K}$ . Να υπολογίσετε

(i) τον αριθμό των mol του  $\text{CaCO}_3$  που διασπάται, την συγκέντρωση του παραχθέντος  $\text{CO}_2$  και την πίεση στο δοχείο. ( $R = 0,082 \text{ (atm L) / (mol K)}$ ).

(ii) Να υπολογίσετε τον ελάχιστο όγκο του δοχείου στο οποίο η ποσότητα του  $\text{CaCO}_3$  θα διασπαστεί πλήρως από μια μονόδρομη αντίδραση.

Ο όγκος των στερεών θεωρείται αμελητέος σε σχέση με τον όγκο των δοχείων.

**>>>>>>>>>>>    α= 0,4 (40%), P= 1,64 atm**

>>>>>>>>>> (i)  $[CO_2]' = 0,0125 \text{ M}$ ,  $P' = 1,025 \text{ atm}$ , (ii)  $0,02 \text{ M } CO_2$  &  $V_{\min} = 25 \text{ L}$

XI-21.

Σε κενό δοχείο όγκου V και θερμοκρασίας θ °C, έχει αποκατασταθεί η Χημική Ισορροπία  $1 \text{ mol H}_2$ ,  $4 \text{ mol I}_2$  και  $12 \text{ mol HI}$ , σύμφωνα με την αντίδραση:  $\text{H}_2 (\text{g}) + \text{I}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI} (\text{g})$ . Με σταθερή θερμοκρασία προστίθενται στο δοχείο ταυτόχρονα  $3 \text{ mol H}_2$  και  $4 \text{ mol HI}$ . Ποια θα είναι η σύσταση του μείγματος της νέας χημικής ισορροπίας;

>>>>>>>>>> Kc= 36, Qc= 16 < Kc, δεξιά, 3 mol H<sub>2</sub>, 3 mol I<sub>2</sub>, 18 mol HI

**XI-22.**

Η αντίδραση εστεροποίησης έχει  $K_c = 4$ , ανεξάρτητα από την φύση των αντιδρώντων και από την θερμοκρασία, διότι  $\Delta H \approx 0$ . 
$$R-COOH(l) + R'-OH(l) \rightleftharpoons R-COO-R'(l) + H_2O(l), K_c = 4.$$



(γ) Στην αρχική θέση X.I.1, με όγκο  $V_1$  προσθέτουμε στο δοχείο κάποια ποσότητα  $\text{COCl}_2$  χωρίς να αλλάξει η θερμοκρασία και ο όγκος του δοχείου. Αποκαθίσταται ει νέου η θέση χημικής ισορροπίας X.I.3 κατά την οποία περιέχονται στο δοχείο 3 mol  $\text{Cl}_2$ . Πόσα mol  $\text{COCl}_2$  προσθέσαμε και ποια είναι η τελική απόδοση της αντίδρασης;