

Ασκήσεις – προβλήματα στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο

**A) απόδοση**

1. Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου 10L εισάγονται 4 mol A και 3 mol B, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:  $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 3Γ(g)$

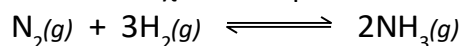
Στην κατάσταση ισορροπίας η συγκέντρωση του Γ είναι 0,3M.

α) Ποια είναι η απόδοση της αντίδρασης;

β) να γίνει η καμπύλη της αντίδρασης για καθένα από τα συστατικά A,B,Γ.

[ $\alpha = 66.7\%$ ]

2. Σε κενό δοχείο εισάγονται 4 mol N<sub>2</sub> και 9 mol H<sub>2</sub>, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:



Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας διαπιστώσαμε ότι στο δοχείο περιέχονται συνολικά 10 mol αερίων. Να βρεθεί η απόδοση της αντίδρασης.

[ $\alpha = 0,5$  ή 50%]

3. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 8 mol SO<sub>2</sub> και 6 mol O<sub>2</sub>, οπότε αποκαθίσταται η

ισορροπία:  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ . Το αέριο μίγμα ισορροπίας περιέχει ισομοριακές ποσότητες από τα τρία συστατικά.

Ποια είναι η απόδοση της αντίδρασης;

[ $\alpha = 0,5$  ή 50%]

4. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ισομοριακές ποσότητες των αερίων A και B, οπότε

αποκαθίσταται η ισορροπία:  $2B(g) + A(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ . Αν στην κατάσταση ισορροπίας τα mol του B είναι **τριπλάσια** από τα mol του C, να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης.

[ $\alpha = 25\%$ ]

5. Σε δοχείο σταθερού όγκου και σε σταθερή θερμοκρασία θ<sup>ο</sup> C αναμιγνύονται 4 mol N<sub>2</sub> και 8 mol H<sub>2</sub>, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

Αν η απόδοση της αντίδρασης είναι 75%, να υπολογιστούν:

α) η σύσταση του μίγματος ισορροπίας

β) ο λόγος των πιέσεων στο δοχείο στην αρχική κατάσταση και στην θέση ισορροπίας.

[ $\alpha$ )  $n_{N_2} = n_{H_2} = 2$ ,  $n_{NH_3} = 4$  β)  $P_{αρχ}/P_{τελ} = 3/2$  ]

6. Σε κενό δοχείο όγκου 20 L εισάγονται 5mol SO<sub>2</sub> και 3 mol O<sub>2</sub> Διατηρώντας σταθερή τη

θερμοκρασία στους 227 °C, αποκαθίσταται η ισορροπία:  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$

Στην κατάσταση ισορροπίας περιέχονται στο δοχείο 320g SO<sub>3</sub>. Να υπολογιστούν:

α) η απόδοση της αντίδρασης,

β) η πίεση του μίγματος ισορροπίας.

Δίνονται τα ατομικά βάρη O=16, S=32 και η παγκόσμια σταθερά των αερίων R=0.082 L·atm/mol·K

[Απ: α.  $\alpha = 80\%$ , β.  $P_{ολ} = 12,3 \text{ atm}$ ]

7. Σε δοχείο σταθερού όγκου 5 L και σε θερμοκρασία 727 °C εισάγεται ορισμένη ποσότητα CaCO<sub>3</sub>, το οποίο διασπάται σύμφωνα με την εξίσωση:  $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

Στην κατάσταση ισορροπίας περιέχονται στο δοχείο 39 g στερεού, ενώ το αέριο ασκεί πίεση 4,1 atm. Να υπολογιστούν:

α) η αρχική ποσότητα του CaCO<sub>3</sub>

β) η απόδοση της αντίδρασης.

Δίνονται τα ατομικά βάρη Ca=40, C=12, O=16 και η παγκόσμια σταθερά των αερίων

$R=0.082 \text{ L}\cdot\text{atm}/\text{mol}\cdot\text{K}$

[Απ:  $\alpha=50\%$   $\beta=0,5$ ]

8. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγουμε 32 g  $\text{H}_2$  και 112g  $\text{N}_2$ . Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία, αποκαθίσταται η ισορροπία:  $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$

Η πίεση του μίγματος ισορροπίας είναι 20% μικρότερη από την αρχική πίεση στο δοχείο. Να υπολογιστούν:

α) η σύσταση του μίγματος ισορροπίας,

β) η απόδοση της αντίδρασης.

[α)  $n_{\text{N}_2} = 2$ ,  $n_{\text{H}_2} = 10$ ,  $n_{\text{NH}_3} = 4$ , β)  $\alpha=50\%$ ]

9. Σε δοχείο σταθερού όγκου 20 L, που περιέχει 60g C, εισάγονται 89,6 L  $\text{CO}_2$ , μετρημένα σε συνθήκες stp. Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία στους  $\theta^\circ\text{C}$ , αποκαθίσταται η ισορροπία:  $\text{C}(s) + \text{CO}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{CO}(g)$

Στην κατάσταση ισορροπίας η συγκέντρωση του  $\text{CO}_2$  είναι 0,05 M.

α) Να υπολογίσετε τη σύσταση του μίγματος ισορροπίας και την απόδοση της αντίδρασης,

β) Να γίνει η καμπύλη αντίδρασης για καθένα από τα συστατικά της αντίδρασης,

γ) Να υπολογίσετε την % μεταβολή της πίεσης στο δοχείο από την αρχική κατάσταση μέχρι να αποκατασταθεί ισορροπία.

[α)  $n_{\text{C}}=2$ ,  $n_{\text{CO}_2} = 1$ ,  $n_{\text{CO}} = 6$  -  $\alpha=0,75$  γ) 75% αύξηση της πίεσης]

10. Σε δοχείο σταθερού όγκου 5 L και σε θερμοκρασία  $727^\circ\text{C}$  εισάγεται ορισμένη ποσότητα  $\text{CaCO}_3$ , το οποίο διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:  $\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g)$

Στην κατάσταση ισορροπίας περιέχονται στο δοχείο 39g στερεού, ενώ το αέριο ασκεί πίεση 4,1 atm. Να υπολογιστούν:

α) η αρχική ποσότητα του  $\text{CaCO}_3$ ,

β) η απόδοση της αντίδρασης.

Δίνονται τα ατομικά βάρη  $\text{Ca}=40$ ,  $\text{C}=12$ ,  $\text{O}=16$  και η παγκόσμια σταθερά των αερίων

$R=0.082 \text{ L}\cdot\text{atm}/\text{mol}\cdot\text{K}$

[α)  $n_{\text{αρχ}} = 0,5 \text{ mol}$ , β)  $\alpha=50\%$ ]

11. Σε δοχείο σταθερού όγκου και σε σταθερή θερμοκρασία εισάγονται ποσότητες  $\text{H}_2$  και  $\text{I}_2$ , οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:



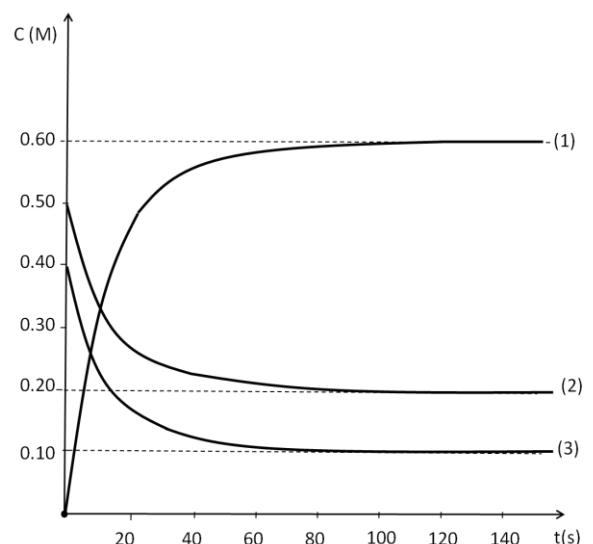
Η μεταβολή των συγκεντρώσεων για κάθε μια από τις ουσίες που συμμετέχουν στην αντίδραση φαίνεται στο διπλανό διάγραμμα.

α) Ποιες ουσίες είναι δυνατόν να αντιστοιχούν σε κάθε μια από τις καμπύλες;

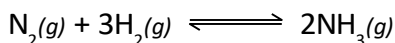
β) Ποια είναι η απόδοση της αντίδρασης;

γ) Ποια είναι η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το χρονικό διάστημα 0-100s;

[απ. β)  $\alpha=0,75$ , γ)  $0,003\text{M/s}$ ]



12. Σε δοχείο σταθερού όγκου και σε σταθερή θερμοκρασία εισάγονται ισομοριακές ποσότητες  $N_2$  και  $H_2$ , οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:



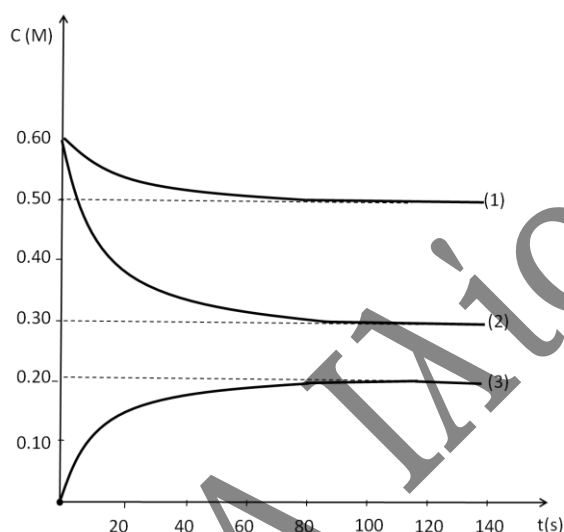
Η μεταβολή των συγκεντρώσεων για κάθε μια από τις ουσίες που συμμετέχουν στην αντίδραση φαίνεται στο διπλανό διάγραμμα.

α) Ποιες ουσίες αντιστοιχούν σε κάθε μια από τις καμπύλες;

β) Ποια είναι η απόδοση της αντίδρασης;

γ) Ποια είναι η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το χρονικό διάστημα 0-100s;

[απ. β) 50%, γ) 0.001M/s]



13. Σε κενό δοχείο όγκου 10L και σε θερμοκρασία  $\theta^\circ C$ , εισάγονται 0,6 mol  $SO_2$  και 0,6 mol  $O_2$  οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:  $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$   $\Delta H = -200KJ$

Η ισορροπία αποκαθίσταται μετά από χρόνο  $t = 2min$  από την έναρξη της αντίδρασης και τότε η συγκέντρωση του  $SO_3(g)$  είναι 0,04 M, ενώ η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. Να υπολογίσετε:

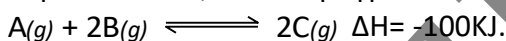
α) Την απόδοση της αντίδρασης.

β) Τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης, καθώς και τη μέση ταχύτητα σχηματισμού του  $SO_3(g)$  από την έναρξη της αντίδρασης ( $t = 0$ ) μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.

γ) Το ποσό της θερμότητας που εκλύθηκε μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.

[α) 0,667, β) 0,01M/min – 0,02M/min, γ) 40KJ].

14. Σε κενό δοχείο όγκου 10L και σε θερμοκρασία  $\theta^\circ C$ , εισάγονται ένα mol ισομοριακού μίγματος αερίων A και B, οπότε πραγματοποιείται η απλή αντίδραση:



Η σταθερά ταχύτητας της προς τα δεξιά αντίδρασης είναι  $k=5 M^{-2} \cdot s^{-1}$ . Η ισορροπία αποκαθίσταται μετά 20s και τότε βρέθηκαν στο δοχείο συνολικά 0,8 mol αερίων, ενώ η θερμοκρασία παρέμεινε σταθερή. Να υπολογίσετε:

α) Την απόδοση της αντίδρασης.

β) Τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης από την έναρξη της αντίδρασης ( $t = 0$ ) μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.

γ) Την ταχύτητα της αντίδρασης την χρονική στιγμή  $t=20s$ .

δ) Το ποσό της θερμότητας που εκλύθηκε μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.

[α) 80%, β)  $10^{-3}M/s$ , γ)  $1,5 \cdot 10^{-5}M/s$ , δ) 20KJ]

**Β) Χημική ισορροπία-Kc/Qc**

15. Ισομοριακό μείγμα  $H_2$  και ατμών  $I_2$  έχει όγκο 89,6L, μετρημένα σε str.

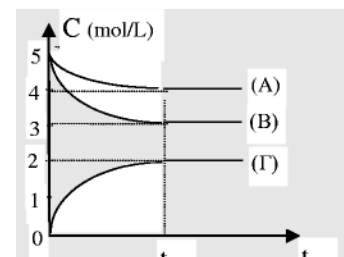
α) Υπολογίστε τον αριθμό mol του κάθε αερίου που περιέχεται στο παραπάνω μείγμα.

β) Το μείγμα αυτό εισάγεται σε δοχείο σταθερού όγκου και θερμαίνεται σε ορισμένη θερμοκρασία, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:  $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ , για την οποία η σταθερά  $K_c$  είναι ίση με 9. Βρείτε τον αριθμό mol καθενός από τα τρία αέρια στην κατάσταση ισορροπίας.

[Απ. (α)  $n_{I_2}=n_{H_2}=2$  (β)  $n_{I_2}=n_{H_2}=0.8$   $n_{HI}=2.4$ ]

16. Σε δοχείο όγκου 2L και σε σταθερή θερμοκρασία έχει αποκατασταθεί η ισορροπία που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:  $\alpha A(g) + \beta B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g)$ .

Οι συγκεντρώσεις των τριών αερίων σε συνάρτηση με το χρόνο, από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας απεικονίζεται στο διπλανό διάγραμμα:



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

β) Υπολογίστε την απόδοση της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε.

γ) Υπολογίστε τη σταθερά  $K_c$  της ισορροπίας.

[β)  $\alpha=40\%$ , γ)  $K_c=1/9$ ]

17. Σε δοχείο  $\Delta_1$  όγκου 8L περιέχονται 0,4mol  $COCl_2$  και ισομοριακές ποσότητες CO και  $Cl_2$  σε κατάσταση ισορροπίας, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:  $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$ . Η θερμοκρασία του μείγματος είναι  $727^\circ C$  και η πίεση 8,2atm.

α) Να υπολογίσετε την σταθερά  $K_c$  για την ισορροπία στους  $727^\circ C$ .

β) Σε ένα άλλο δοχείο όγκου  $V_2$  και σε θερμοκρασία  $727^\circ C$  βρίσκονται σε κατάσταση χ.Ι 0,2mol  $COCl_2$ , 0,1mol CO και 0,1mol  $Cl_2$ . Να βρεθεί ο όγκος  $V_2$  του δοχείου.

Δίνεται ότι  $R=0,082 L \cdot atm/mol \cdot K$

[α) 1/80, β) 4L]

18. Δίνεται η ισορροπία:  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

Σε ένα δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 10 mol  $H_2(g)$  και 10 mol  $I_2(g)$ . Σε ένα δεύτερο δοχείο ίδιου όγκου εισάγονται 20 mol  $HI(g)$ . Τα δύο δοχεία θερμαίνονται σε κατάλληλη θερμοκρασία  $\theta$  και αποκαθίσταται η παραπάνω ισορροπία.

Να συγκρίνετε τις ποσότητες του  $HI(g)$  στα δύο δοχεία και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

19. Η  $K_c$  για την αντίδραση  $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$  είναι 9 σε μια ορισμένη θερμοκρασία. Στην θερμοκρασία αυτή εισάγονται σε κλειστό δοχείο 2mol  $H_2$ , 2mol  $I_2$  και 8mol  $HI$ . Να υπολογίσετε την σύσταση του μίγματος σε mol μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.

[2,4-2,4-7,2]

20. Για την αντίδραση:  $SO_3(g) + NO(g) \rightleftharpoons SO_2(g) + NO_2(g)$

η τιμή της σταθεράς ισορροπίας έχει τη τιμή  $KC=1/4$  σε θερμοκρασία  $\theta^\circ C$ . Σε κλειστό και κενό δοχείο όγκου  $V$  εισάγονται 0,5 mol  $SO_2(g)$ , 0,1 mol  $SO_3(g)$  0,5 mol  $NO_2(g)$  0,1mol  $NO(g)$  σε θερμοκρασία  $\theta^\circ C$ .

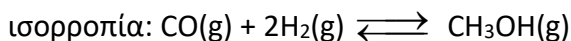
A. Ποια τα mol όλων των σωμάτων που υπάρχουν στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας;

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

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

[A)  $nSO_3 = nNO = 0.4$  και  $nSO_2 = nNO_2 = 0.2$ , B) 3mol, Γ) ενδόθερμη]

21. Σε δοχείο όγκου 2L, εισάγουμε αέριο μίγμα που περιέχει CO και H<sub>2</sub>. Σε ορισμένη θερμοκρασία θ τα δυο αέρια αντιδρούν, οπότε αποκαθίσταται η

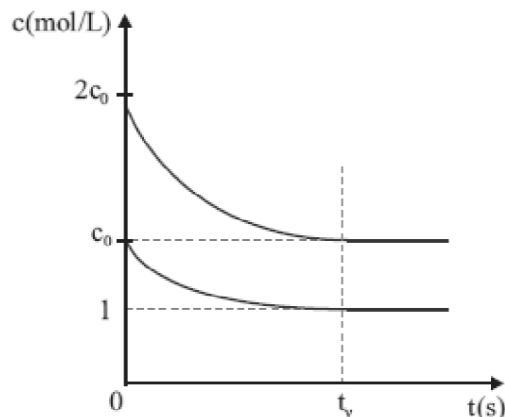


Στο παρακάτω διάγραμμα δίνονται οι καμπύλες αντίδρασης για δυο από τις ουσίες που συμμετέχουν στην αντίδραση. Να υπολογίσετε:

A) τις ποσότητες σε mol των συστατικών του αέριου μίγματος που είχαμε αρχικά εισάγει στο δοχείο

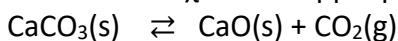
B) την K<sub>c</sub> της παραπάνω αντίδρασης στην θερμοκρασία θ, καθώς και την απόδοση της

[ A) n<sub>CO</sub>=4mol, n<sub>H<sub>2</sub></sub>=8mol, B) K<sub>c</sub>=0.25, α=50%]



### Γ) Μετατόπιση της θέσης της χημικής ισορροπίας

22. Σε κλειστό δοχείο σε θερμοκρασία 1000 K έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



Στην κατάσταση ισορροπίας υπάρχουν 0,50 mol CaCO<sub>3</sub>, 0,20 CaO και 0,20 mol CO<sub>2</sub>. Στο δοχείο εισάγονται 0,10 mol CO<sub>2</sub>. Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του CO<sub>2</sub> που θα υπάρχει στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της νέας ισορροπίας. Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. [0,2]

23. Σε δοχείο Δ<sub>1</sub> όγκου 10L εισάγεται ισομοριακό μείγμα CO και Cl<sub>2</sub> και θερμαίνεται στους θ °C, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία  $\text{CO}(g) + \text{Cl}_2(g) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(g)$ , για την οποία είναι K<sub>c</sub> = 20. Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας ο αριθμός mol του COCl<sub>2</sub> είναι ίσος με τον αριθμό mol του CO.

α) Να υπολογίσετε τη σύσταση του μείγματος στην κατάσταση ισορροπίας.

β) Αν σε δοχείο Δ<sub>2</sub> όγκου 20L εισαχθούν 2mol COCl<sub>2</sub> και θερμανθούν στους θ °C, πόσα mol από κάθε αέριο θα υπάρχουν στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας.

[α) 0,5-0,5-0,5, β) 1-1-1]

24. Σε δοχείο όγκου 2L και σε θερμοκρασία θ° C περιέχεται μίγμα 4mol H<sub>2</sub>, 4mol I<sub>2</sub> και 8mol HI σε κατάσταση χημικής ισορροπίας που αποδίδεται με την εξίσωση:  $\text{I}_2(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HI}(g)$

α. Να υπολογίσετε τη σταθερά χημικής ισορροπίας K<sub>c</sub> της αντίδρασης.

β. Πόσα επιπλέον mol HI πρέπει να προστεθούν στο δοχείο, στην ίδια θερμοκρασία, ώστε μετά την αποκατάσταση της νέας χημικής ισορροπίας να υπάρχουν στο δοχείο 5mol H<sub>2</sub>.

γ. Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις όλων των ουσιών που υπάρχουν στο δοχείο στην τελική κατάσταση.

[α) K<sub>c</sub>=4, β) 4 mol, γ) [H<sub>2</sub>]=[I<sub>2</sub>]=2.5M

25. Σε δοχείο όγκου 10L περιέχονται 14g CO, 9g H<sub>2</sub>O και ισομοριακές ποσότητες CO<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> σε κατάσταση ισορροπίας, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:  $\text{CO}(g) + \text{H}_2\text{O}(g) \rightleftharpoons \text{CO}_2(g) + \text{H}_2(g)$ , για την οποία είναι K<sub>c</sub> = 4 στους θ °C.

α) Υπολογίστε τη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στο μείγμα ισορροπίας.

β) Διπλασιάζουμε τον όγκο του δοχείου διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή. Υπολογίστε τη νέα συγκέντρωση του CO<sub>2</sub>.

γ) Πόσα g υδρατμών πρέπει να προσθέσουμε στο δοχείο των 20L με σταθερή τη θερμοκρασία, ώστε η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> να γίνει ίση με 0,06mol/L.

Δίνονται οι ατομικές μάζες των στοιχείων: C: 12, H: 1, O: 16.

[Απ. (α)  $[CO_2]=0.1M$  (β)  $[CO_2]'=0,05M$  (γ)  $16,2 g$ ]

26. Σε κλειστό δοχείο θερμοκρασίας  $\theta^\circ C$  και όγκου  $V = 1 L$  περιέχονται  $2 mol PCl_5$ ,  $4 mol PCl_3$  και  $1 mol Cl_2$ , σε κατάσταση χημικής ισορροπίας:  $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

α) Να υπολογίσετε τη σταθερά ισορροπίας  $K_c$  στη θερμοκρασία αυτή.

β) Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας προστίθεται ποσότητα  $PCl_5$ , στην ίδια θερμοκρασία. Να εξηγήσετε τον λόγο για τον οποίο η χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά.

γ) Πόσα mol  $PCl_5$  πρέπει να προστεθούν στην αρχική χημική ισορροπία ώστε, όταν αποκατασταθεί η νέα χημική ισορροπία σε σταθερό όγκο και σταθερή θερμοκρασία, να διπλασιαστεί η ποσότητα του  $Cl_2$ .

[α)  $K_c=2$ , γ)  $4 mol$ ]

27. (4<sup>ο</sup> - πανελλαδικές Β 2000) Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου  $10 L$  εισάγονται  $0,25 mol$  φωσγενίου ( $COCl_2$ ). Στους  $727^\circ C$  το φωσγένιο διασπάται, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:
- $$COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$$

Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας περιέχονται στο δοχείο  $0,125 mol$  χλωρίου ( $Cl_2$ ).

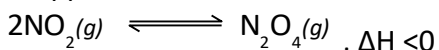
α) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης.

β) Να υπολογίσετε τη σταθερά  $K_c$  της χημικής ισορροπίας στους  $727^\circ C$ .

γ) Πόσα mol φωσγενίου πρέπει να προστεθούν στην κατάσταση χημικής ισορροπίας στους  $727^\circ C$  ώστε όταν αποκατασταθεί νέα χημική ισορροπία στο δοχείο να περιέχονται  $0,25 mol$  χλωρίου ;

[α)  $0.5$  β)  $0,0125$  γ)  $0,5$ ]

28. Σε δοχείο όγκου  $V=10L$  που βρίσκεται σε θερμοκρασία  $\theta^\circ C$  έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

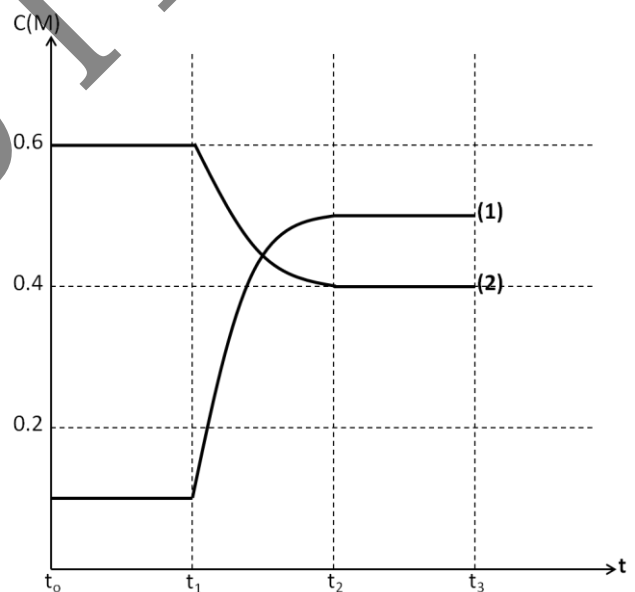


Την χρονική στιγμή  $t_1$  μεταβάλλεται ένας από τους συντελεστές της χημικής ισορροπίας, με συνέπεια τη μεταβολή των συγκεντρώσεων των δύο αερίων, σύμφωνα με το διπλανό διάγραμμα:

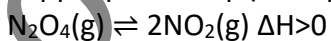
α) Να εξετάσετε ποια από τις καμπύλες (1) και (2) αντιστοιχεί στο καθένα από τα δύο αέρια,

β) Να εξηγήσετε ποιον από τους συντελεστές της χημικής ισορροπίας μεταβάλαμε και με ποιον τρόπο.

γ) Αν στην θέση χημικής ισορροπίας την χρονική στιγμή  $t_0$  καταλήξαμε εισάγοντας αρχικά στο δοχείο  $NO_2$ , να βρείτε την αρχική ποσότητα  $NO_2$  που εισήχθη και να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης.



29. (Ε.Ε.Χ) Σε δοχείο όγκου  $V_1$  εισάγεται αέριο  $N_2O_4$  ( $n mol$ ) το οποίο διασπάται σε σταθερή θερμοκρασία σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



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

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

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

iii. Στην ισορροπία για τις μάζες των αερίων ισχύει:  $m(N_2O_4) = m(NO_2)$



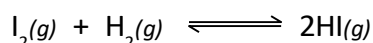
B. Μεταβάλλουμε τον όγκο από  $V_1$  σε  $V_2$  υπό σταθερή θερμοκρασία και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην οποία έχει διασπαστεί το 60 % της αρχικής ποσότητας του  $N_2O_4(g)$ .

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

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

[Ai) σωστό, Aii) λάθος, Aiii) σωστό, Bi)  $V_2 > V_1$ , Bii)  $V_2 / V_1 = 9/5$ ]

30. Σε δοχείο σταθερού όγκου βρίσκονται σε ισορροπία 3 mol αερίου μείγματος στους  $\theta_1^\circ C$  που αποτελείται από 0,5 mol  $H_2$ , 0,5 mol  $I_2$  και HI, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Αυξάνουμε τη θερμοκρασία του συστήματος στους  $\theta_2^\circ C$ , οπότε διαπιστώνουμε ότι μετά την αποκατάσταση ισορροπίας βρίσκονται στο δοχείο 2,25 mol HI.

α) Υπολογίστε τη σταθερά  $K_c$  για την ισορροπία στους  $\theta_1^\circ C$ .

β) Εξηγήστε προς ποια κατεύθυνση μετατοπίστηκε η ισορροπία με την αύξηση της θερμοκρασίας.

γ) Εξετάστε αν η αντίδραση σχηματισμού του HI από τα συστατικά του είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.

[Απ. (α)  $K_c = 16$ ]

31. Οι αέριες ουσίες  $A_2$  και  $B_2$  αναμειγνύονται σε κλειστό δοχείο σε θερμοκρασία  $T_1$  με αναλογία mol 2:1 αντίστοιχα. Όταν αποκαθίσταται η ισορροπία:  $A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g)$ , ο συνολικός αριθμός των mol των  $A_2$  και  $B_2$  είναι ίσος με τον αριθμό mol της ένωσης AB.

α. Να υπολογιστεί η σταθερά χημικής ισορροπίας  $K_c$  της αντίδρασης.

β. Το αρχικό μείγμα ισορροπίας θερμαίνεται σε θερμοκρασία  $T_2 > T_1$ , έως ότου υποδιπλασιαστεί η αρχική σταθερά χημικής ισορροπίας  $K_c$ . Η αντίδραση σχηματισμού του AB είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

[α)  $K_c = 7,2$ , β) εξώθερμη]

32. (4<sup>ο</sup> - πανελλαδικές Β 1999) Ένα δοχείο όγκου  $V_1 = 2$  L περιέχει 2 mol  $H_2$  και 2 mol  $I_2$ .

Το μίγμα θερμαίνεται στους  $\theta_1^\circ C$ , οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία,  $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$  της οποίας η σταθερά είναι  $K_c = 64$  στους  $\theta_1^\circ C$ .

α) Να υπολογίσετε τον αριθμό mol κάθε συστατικού του μείγματος στην κατάσταση ισορροπίας.

β) Αυξάνουμε τον όγκο του δοχείου σε  $V_2 = 4$  L υπό σταθερή θερμοκρασία  $\theta_1^\circ C$ .

Να εξετάσετε αν θα μεταβληθεί η σύσταση του μείγματος και να υπολογίσετε τη συγκέντρωση κάθε συστατικού του.

γ) Μειώνουμε τη θερμοκρασία του συστήματος στους  $\theta_2^\circ C$  διατηρώντας τον όγκο του δοχείου σταθερό ( $V_2 = 4$  L). Μετά την αποκατάσταση της νέας χημικής ισορροπίας βρέθηκαν στο δοχείο 3 mol HI. Εξετάστε αν η αντίδραση σύνθεσης του HI από  $H_2$  και  $I_2$  είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη.

[α) 0,4-0,4-3,2 β) 0,1-0,1-0,8]

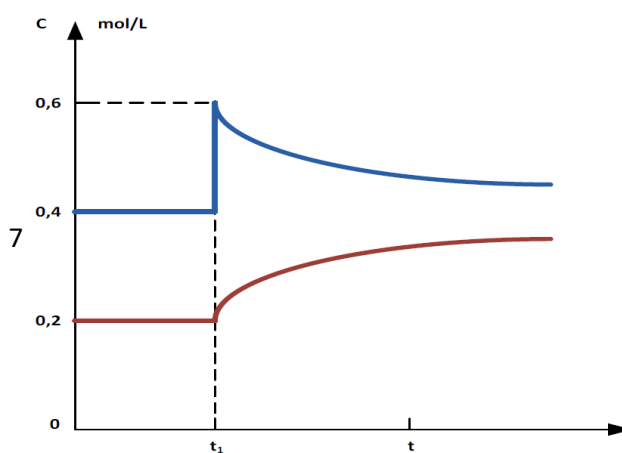
33. Σε δοχείο όγκου 1L περιέχονται 4mol ισομοριακού μείγματος  $N_2O_4$  και  $NO_2$  θερμοκρασίας  $\theta^\circ C$ , σε κατάσταση ισορροπίας, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ .

α) Να υπολογιστεί η σταθερά  $K_c$  της ισορροπίας.

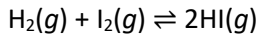
β) Τη χρονική στιγμή  $t_1$  τριπλασιάζουμε τον όγκο του δοχείου διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία, οπότε μετά από ορισμένο χρόνο και τη χρονική στιγμή  $t_2$  αποκαθίσταται ξανά ισορροπία. Υπολογίστε τα mol κάθε αερίου που περιέχονται στο δοχείο μετά την αποκατάσταση της νέας ισορροπίας.

[α)  $K_c = 2$ , β) 1,5 mol-3 mol]

34. (Ε.Ε.Χ) Ισομοριακό αέριο μίγμα  $H_2$  και  $I_2$  καταλαμβάνει όγκο 44,8 L μετρημένο σε συνθήκες STP. Το μίγμα αυτό διαβιβάζεται σε



νέο δοχείο όγκου  $V$  και σε ορισμένη θερμοκρασία, ώπου αποκαθίσταται η ισορροπία:



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

A. Να ορίσετε ποια καμπύλη αντιστοιχεί στα  $\text{H}_2$ ,  $\text{I}_2$  και  $\text{HI}$ , αιτιολογώντας την απάντησή σας.

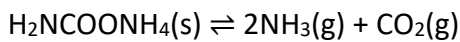
B. Να υπολογίσετε τον όγκο του δοχείου

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

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

[A] η μπλε στο  $\text{HI}$ , B)  $V=2.5\text{L}$ , Γ) πουθενά, Δ)  $[\text{H}_2]'=[\text{I}_2]'=0,25\text{M}$  και  $[\text{HI}]'=0,5\text{M}$

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



Στη χημική ισορροπία που προκύπτει, σε ορισμένη θερμοκρασία, βρίσκονται 0,04 mol  $\text{NH}_3$ .

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

ii. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης

iii. Αν ψύξουμε το δοχείο, στη νέα ισορροπία που αποκαθίσταται ισχύει ότι  $K_c' = 10^{-10}$ . Να

εξηγήσετε αν η διάσπαση του  $\text{H}_2\text{NCOONH}_4$  είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη

B. Η μισή από την παραπάνω ποσότητα του  $\text{CO}_2$  απομονώνεται κατάλληλα και φέρεται μέσα σε

δοχείο όγκου 1 L και θερμοκρασίας  $\theta$  °C που περιέχει περίσσεια άνθρακα και 5,6 g  $\text{CO}$ . Να

εξετάσετε αν με την εισαγωγή του  $\text{CO}_2$  η ποσότητα του  $\text{CO}$  στο δοχείο θα αυξηθεί, θα ελαττωθεί

ή δεν θα μεταβληθεί.

Σε θερμοκρασία  $\theta$  °C η σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης:  $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ ,

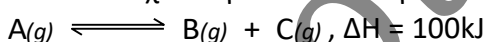
δίνεται  $K_c=4$

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

[Ai]  $K_c=32 \cdot 10^{-4}$ , Aii)  $\alpha=0,4$ , Aiii) ενδόθερμη, B) δεν θα μεταβληθεί]

#### Δ) Συνδυαστικά θέματα

36. Σε κενό δοχείο όγκου 5 L εισάγονται 3 mol A, οπότε διασπώνται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Το ποσό θερμότητας που απορροφάται μέχρι να αποκατασταθεί ισορροπία είναι 200 kJ. Να

υπολογιστούν:

α) η απόδοση της αντίδρασης,

β) η σταθερά ισορροπίας  $K_c$ .

[Απ. (α)  $\alpha=66,7\%$  (β)  $K_c=0.8$ ]

37. Σε δοχείο όγκου 10L εισάγονται 48g C και ποσότητα  $\text{CO}_2$ , οπότε σε θερμοκρασία  $\theta$  αποκαθίσταται η ισορροπία:  $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$   $\Delta H=175\text{kJ}$ , με  $K_c=2$

Αν μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας απορροφήθηκε θερμότητα  $Q=350\text{kJ}$ , να

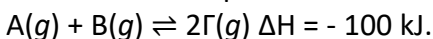
υπολογίσετε:

A) η σύσταση σε mol όλων των συστατικών της χημικής ισορροπίας

B) την απόδοση της αντίδρασης

[A] C: 2mol /  $\text{CO}_2$ : 0,8mol / CO: 4mol B)  $\alpha=5/7$  (71,5%)]

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





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

A. Η απόδοση  $\alpha$  της αντίδρασης.

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

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

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

Δ. Η θερμοκρασία ( $\theta'$ ) της νέας χημικής ισορροπίας.

Δίνεται ότι  $\sqrt{529} = 23$ .

[A)  $\alpha=60\%$ , B)  $Q=120\text{kJ}$ , Γ)  $n_A=n_B=0.16$ - $n_r=3,68$ , Δ)  $\theta'=10^\circ\text{C}$ ]

39. (πανελλαδικές 2004) Σε κλειστό και κενό δοχείο όγκου  $V=10\text{L}$  εισάγονται  $\lambda$  mol αερίου  $\text{N}_2$  και  $\mu$  mol αερίου  $\text{H}_2$  και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:  $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$ ,  $\Delta H = -100\text{kJ}$

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας οι συγκεντρώσεις του  $\text{H}_2(g)$  και της  $\text{NH}_3(g)$  είναι  $[\text{H}_2]=1\text{M}$  και  $[\text{NH}_3]=1\text{M}$ .

Θεωρείται ότι καθ' όλη τη διάρκεια της αντίδρασης η θερμοκρασία του συστήματος παραμένει σταθερή και ίση με  $\theta^\circ\text{C}$ . Δίνεται η τιμή της σταθεράς χημικής ισορροπίας στους  $\theta^\circ\text{C}$ ,  $K_c=2$ .

Να υπολογίσετε:

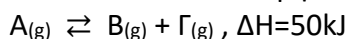
α. Τις αρχικές ποσότητες  $\lambda$  και  $\mu$  των mol αζώτου και υδρογόνου.

β. Την απόδοση της αντίδρασης.

γ. Το ποσό της θερμότητας που εκλύεται κατά τη διάρκεια της αντίδρασης.

[α)  $\mu=25$ ,  $\lambda=10$ , β)  $\alpha=0,6$ , γ)  $Q=500\text{kJ}$ ]

40. Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου 20 L εισάγονται 6 mol σώματος A και θερμαίνονται στους  $\theta_1^\circ\text{C}$ , οπότε διασπώνται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Το ποσό θερμότητας που απορροφάται μέχρι να αποκατασταθεί ισορροπία είναι 200 kJ.

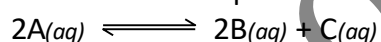
α) Ποια είναι η απόδοση της αντίδρασης;

β) Να υπολογιστεί η σταθερά ισορροπίας  $K_c$  στους  $\theta_1^\circ\text{C}$ .

γ) Το μίγμα ισορροπίας θερμαίνεται στους  $\theta_2^\circ\text{C}$  ( $\theta_2 > \theta_1$ ), οπότε στη νέα θέση ισορροπίας βρέθηκε  $[\text{Γ}]=0,25\text{M}$ . Ποια είναι η τιμή της  $K_c$  στους  $\theta_2^\circ\text{C}$ ;

[Απ. (α)  $\alpha=66,7\%$  (β)  $K_{c1}=0,4$  (γ)  $K_{c2}=1,25$ ]

41. Διαλύονται σε νερό 6 mol ουσίας A, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:



Το μίγμα ισορροπίας έχει όγκο 20L και ωσμωτική πίεση 8,61 atm στους 27°C.

α) Να υπολογισθεί η απόδοση της αντίδρασης και η  $K_c$  της αντίδρασης.

β) Στο μίγμα ισορροπίας αυξάνεται η θερμοκρασία στους 77°C. Όταν αποκατασταθεί η νέα χημική ισορροπία η ωσμωτική πίεση του διαλύματος είναι ίση με 11,48 atm. Να υπολογισθεί η  $K_c$  στους 77°C.

γ) Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη.

Δίνεται ότι  $R=0.082\text{L}\cdot\text{atm}/\text{mol}\cdot\text{K}$ .

[Απ. α)  $\alpha=33,33\%$ - $K_{c27}=1/80$ , β)  $K_{c77}=0,4$ , γ) ενδόθερμη]

42. Τοποθετούμε σε δοχείο όγκου  $V=10\text{L}$  3mol  $\text{N}_2$  και 6mol  $\text{H}_2$ , τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με την εξίσωση:  $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$ ,  $\Delta H = -92\text{kJ}$ , που γίνεται με απόδοση  $\alpha=0,2$ .

α) Ποιες οι ποσότητες όλων των σωμάτων στην χημική ισορροπία και ποια η  $K_c$  της αντίδρασης στη θερμοκρασία αυτή;

β) Αν η σταθερά της ταχύτητας προς τα δεξιά είναι  $k_1=3\cdot 10^{-2}\text{L}^3\cdot\text{mol}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$ , ποια είναι η ταχύτητα στην χημική ισορροπία; Θεωρήστε ότι η αντίδραση είναι απλή.

γ) Ποιο είναι το ποσόν της θερμότητας που εκλύεται μέχρι να αποκατασταθεί η χημική ισορροπία;

δ) Διαλύουμε το μίγμα στη θέση της χημικής ισορροπίας σε νερό, οπότε προκύπτει διάλυμα Α όγκου 8L. Σε 4L του διαλύματος Α διαβιβάζουμε 3,36L αερίου Cl<sub>2</sub> (stp), χωρίς μεταβολή του όγκου, οπότε πραγματοποιείται η μονόδρομη αντίδραση:  $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Ποιος όγκος αερίου σε stp θα εκλυθεί;

[Απ. α) 2,6-4,8-0,8mol, Kc=0,223, β)  $8,6 \cdot 10^{-4}\text{M/s}$ , γ) 36,8KJ, δ) 1,12L]

43. (4<sup>ο</sup> - πανελλαδικές Β 2003) Σε κενό δοχείο όγκου 10L και σε θερμοκρασία θ<sup>ο</sup>C, εισάγονται 0,6 mol SO<sub>2</sub> και 0,6 mol O<sub>2</sub> οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$

Η ισορροπία αποκαθίσταται μετά από χρόνο t = 2min από την έναρξη της αντίδρασης και τότε η συγκέντρωση του SO<sub>3(g)</sub> είναι 0,04 M, ενώ η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

Να υπολογίσετε:

α) τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης, καθώς και τη μέση ταχύτητα σχηματισμού του SO<sub>3</sub> από την έναρξη της αντίδρασης (t=0) μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.

β) τη σταθερά K<sub>c</sub> της ισορροπίας (δεν απαιτείται η αναγραφή των μονάδων της K<sub>c</sub>).

[α)  $u_{\mu}=0,01\text{M/min}$ , β)  $K_c=100$ ]

44. Σε δοχείο όγκου V=10L, θερμοκρασίας θ, εισάγονται ποσότητες των Α και Β, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση  $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} \text{Γ}(\text{g})$ , που είναι απλή και προς τις δυο κατευθύνσεις

Η ενέργεια ενεργοποίησης της προς τα δεξιά αντίδρασης είναι E<sub>a1</sub>=80kJ, ενώ E<sub>a2</sub>=120kJ

A) Να υπολογίσετε την ΔH της προς τα δεξιά αντίδρασης.

B) Οι μεταβολές των συγκεντρώσεων των Α και Β με τον χρόνο φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα. Να υπολογίσετε:

i) Το πηλίκιο k<sub>1</sub>/k<sub>2</sub> και την απόδοση της αντίδρασης

ii) Το ποσόν θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.

iii) Τον λόγο της αρχικής ταχύτητας της προς τα δεξιά αντίδρασης προς την ταχύτητα αυτής, την χρονική στιγμή t<sub>v</sub>

Γ) Την χρονική στιγμή t<sub>v</sub> προσθέτουμε στο δοχείο ποσότητα Β, διατηρώντας τον όγκο και την θερμοκρασία σταθερή. Μετά την αποκατάσταση της νέας χημικής ισορροπίας διαπιστώθηκε ότι [Γ]=2[A]

Να υπολογίσετε:

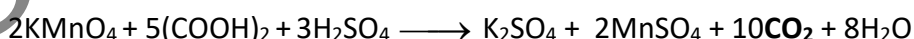
i) Την ποσότητα (σε mol) του Β που προστέθηκε.

ii) Την νέα (συνολική) απόδοση της αντίδρασης

Δ) Αν θέλαμε η συνολική απόδοση της αντίδρασης να γίνει 75%, πως και κατά πόσο έπρεπε να μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου (με σταθερή θερμοκρασία) την χρονική στιγμή t<sub>v</sub>;

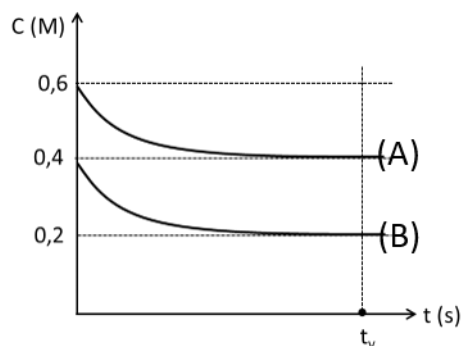
[Α] ΔH= -40 kJ, Β) (i) k<sub>1</sub>/k<sub>2</sub> = 2,5 - α= 0,5, (ii) Q= 80kJ, (iii) u<sub>ο</sub>/u<sub>v</sub>= 3, Γ) 8mol, α=66,67%, Δ) V'=2,5L]

45. Σε φιάλη που περιέχει διάλυμα KMnO<sub>4</sub> και H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> εισάγουμε περίσσεια υδατικού διαλύματος (COOH)<sub>2</sub>, οπότε προκύπτει διάλυμα συνολικού όγκου 200mL, στο οποίο γίνεται η αντίδραση:



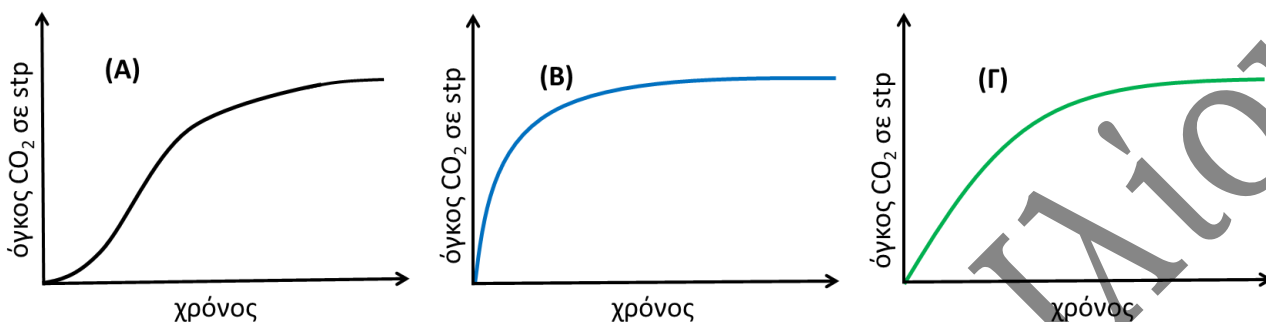
Ο όγκος του παραγομένου αερίου (CO<sub>2</sub>) ανάγεται σε stp συνθήκες και τα πειραματικά αποτελέσματα εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα:

t(min)	0	1	2	3	4	5	....	8	9	10
V <sub>CO<sub>2</sub></sub> (mL) σε stp	0	44,8	112	672	1120	1792	....	2240	2240	2240

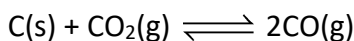


A) Να υπολογίσετε την μέση ταχύτητα της αντίδρασης τα χρονικά διαστήματα 0-1 min, 1-2 min, 2-3 min.

B) Με δεδομένο ότι η παραπάνω αντίδραση είναι αυτοκαταλυόμενη, να **εξηγήσετε** ποιο από τα παρακάτω ποιοτικά διαγράμματα αντιπροσωπεύει καλύτερα τον παραγόμενο όγκο CO<sub>2</sub> σε συνάρτηση με τον χρόνο.



Γ) Μετά το πέρας της αντίδρασης, η παραγόμενη ποσότητα CO<sub>2</sub> διαβιβάζεται σε δοχείο όγκου 2L που περιέχει 0,96g C, οπότε σε θερμοκρασία θ°C, πραγματοποιείται η αντίδραση:



Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας βρέθηκε ότι  $[CO]=2[CO_2]$

Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης και την Kc στους θ°C

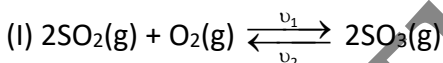
Δ) Διατηρώντας σταθερή την θερμοκρασία προσθέτουμε άλλα 0,24g C, ενώ ταυτόχρονα μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου, οπότε στη νέα ισορροπία που αποκαθίσταται η απόδοση είναι 75%.

i) Να εξηγήσετε αν ο όγκος του δοχείου αυξήθηκε ή ελαττώθηκε

ii) Να υπολογίσετε τον νέο όγκο του δοχείου

[A]  $v_1=10^{-3}M/min$ ,  $v_2=1,5 \cdot 10^{-3}M/min$ ,  $v_3=12,5 \cdot 10^{-3}M/min$ , Γ)  $\alpha=62,5\%$ ,  $K_c=0,1$ , Δ) αυξήθηκε,  $V'=9L$

46. Η σταθερά Kc είναι ίση με 4 σε θερμοκρασία θ για την αντίδραση που περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση:



Σε τρία δοχεία περιέχονται 1 mol SO<sub>2</sub> στο πρώτο, 10 mol O<sub>2</sub> στο δεύτερο και 3 mol SO<sub>3</sub> στο τρίτο.

A) Σε ποιο από τα τρία δοχεία πρέπει να αυξήσουμε την ποσότητα του περιεχομένου αερίου, ώστε αν αναμείξουμε τα περιεχόμενα των τριών δοχείων μετά την αύξηση, σε ένα άλλο δοχείο όγκου 10 L και θερμάνουμε το σύστημα σε θερμοκρασία θ να μην μεταβληθεί η σύστασή του.

Ποια θα είναι η νέα ποσότητα του αερίου που θα προσθέσουμε;

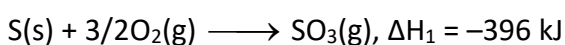
B) Σε κενό δοχείο όγκου 12 L εισάγεται ισομοριακό μίγμα SO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub>, οπότε σε θερμοκρασία θ αποκαθίσταται ισορροπία (X<sub>1</sub>) σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (I). Μετά την αποκατάσταση της (X<sub>1</sub>) οι συγκεντρώσεις SO<sub>2</sub> και SO<sub>3</sub> είναι ίσες. Να υπολογίσετε:

i. Τη σύσταση (σε mol) του μίγματος της (X<sub>1</sub>).

ii. Την απόδοση της αντίδρασης.

iii. Το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται μέχρι την αποκατάσταση της (X<sub>1</sub>).

Δίνονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις:



iv. Αν ισχύει  $u_1 = k_1[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]$ , να υπολογίσετε το λόγο  $\frac{u_{1\alpha\rho\chi}}{u_{\text{X1}_1}}$  και να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η

ταχύτητα  $u_2$  από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας ( $\text{X1}_1$ ).

v. Επειδή η αντίδραση (I) είναι αργή, συνήθως χρησιμοποιείται καταλύτης στερεό  $\text{V}_2\text{O}_5$ .

Να εξηγήσετε αν η κατάλυση είναι ομογενής η ετερογενής και πώς επηρεάζει η προσθήκη του καταλύτη την ποσότητα του παραγόμενου  $\text{SO}_3$ .

Γ) Με σταθερό όγκο μεταβάλλουμε την θερμοκρασία του μίγματος της  $\text{X1}_1$ . Στη νέα  $\text{X1}_2$  που αποκαθίσταται η απόδοση της αντίδρασης είναι 75%.

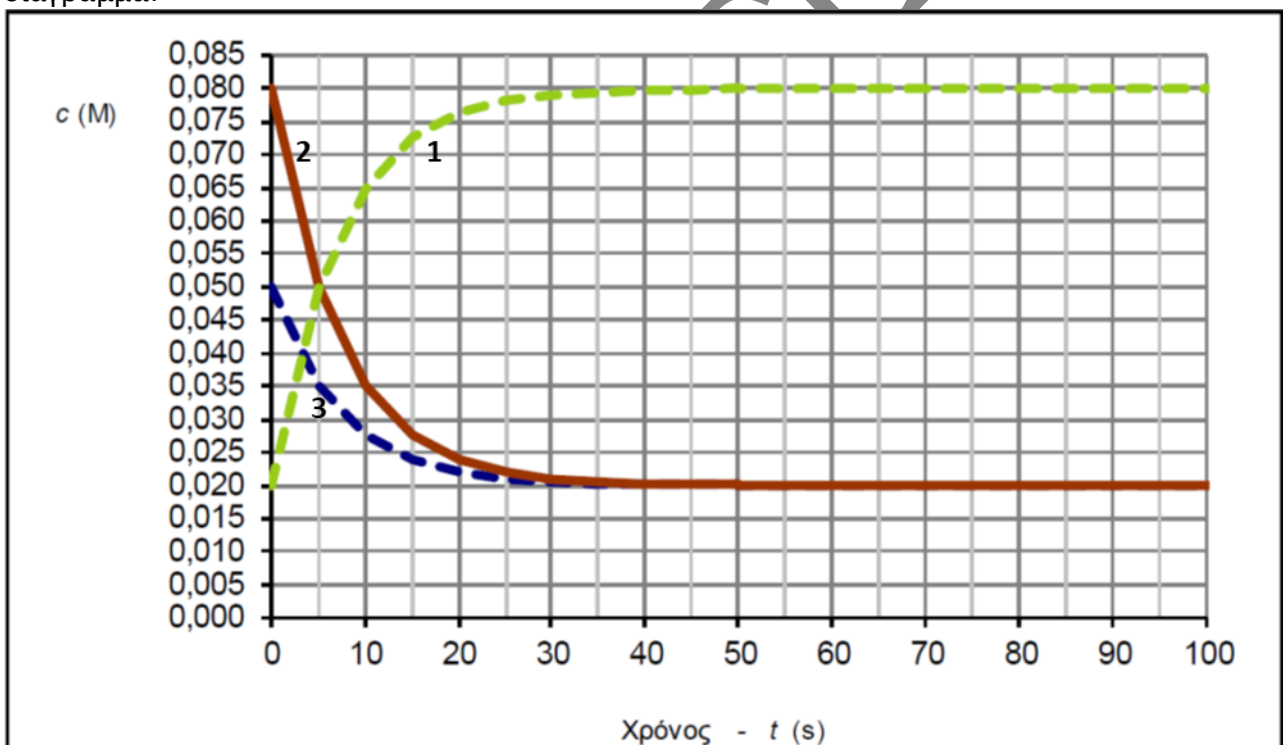
i. Να εξηγήσετε πώς μεταβλήθηκε η θερμοκρασία.

ii. Να υπολογίσετε τη σταθερά  $K_c$  στη νέα θερμοκρασία.

[A] 0,5 mol  $\text{SO}_2$  στο 1<sup>ο</sup> ή 12,5 mol  $\text{O}_2$  στο 2<sup>ο</sup>, Bi) 2 mol  $\text{SO}_2$ -3 mol  $\text{O}_2$ - 2 mol  $\text{SO}_3$ , Bii)  $\alpha=0,5$ , Biii) 200kJ, Biv) 3/16, Gi) μειώθηκε, Gii)  $K_c'=43.2$ ]

47. (Ε.Ε.Χ) Έστω η αμφίδρομη αντίδραση,  $x\text{A}(g) + 2\text{B}(g) \rightleftharpoons \gamma\text{Γ}(g)$ .

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



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

1. Ποια καμπύλη αντιστοιχεί σε κάθε ουσία; Ποιες είναι οι τιμές των  $x, \gamma$ ;

2. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης.

3. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα αντίδρασης για το διάστημα 0 - 50 s. Να υπολογίσετε το μέσο ρυθμό κατανάλωσης του Β, για το διάστημα 0 - 50 s. Να υπολογίσετε το μέσο ρυθμό παραγωγής του Γ, για το διάστημα 0 - 50 s.

4. Να υπολογίσετε τον λόγο  $T_{αρχ}/T_{τελ}$  ( $T$  σε K), για το διάστημα 0 - 50 s. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη; Αν η αρχική θερμοκρασία είναι 127°C ποια είναι η τελική θερμοκρασία;

5. Να υπολογίσετε την  $K_c$  της αντίδρασης στην τελική ισορροπία. Μπορεί το πηλίκο  $\pi = [Γ]^2 / ([B]^2[A])$ , στα 17 s να έχει τιμή ίση με 900;

6. Αν ψύξουμε το δοχείο αφού έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία, ποια θα είναι η μεταβολή της  $K_c$ ; (Αύξηση, μείωση, ή καμία μεταβολή). Θεωρήστε ότι μεταβάλλεται στιγμιαία μόνο η θερμοκρασία. Με βάση την προηγούμενη μεταβολή, ποια θα είναι η μεταβολή της ταχύτητας της αντίδρασης; (Αύξηση, μείωση, ή καμία μεταβολή). Με βάση την προηγούμενη μεταβολή, ποια θα είναι η μεταβολή της απόδοσης της αντίδρασης προς τα δεξιά; (Αύξηση, μείωση, ή καμία μεταβολή).

7. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το διάστημα 0 - 5 s.

[1)  $x=1, y=2, 2) \alpha=0,75, 3) \nu_{\mu}=6 \cdot 10^{-4}, \nu_B=\nu_{\Gamma}=12 \cdot 10^{-4}, 4) T_{αρχ}/T_{τελ}=2/3, εξώθερμη, T_{τελ}=600K$

5)  $K_c=800, \text{όχι αφού πρέπει } Q_c < 800$  6) Αύξηση  $K_c$  (εξώθερμη αντίδραση). Μείωση ταχύτητας. Αύξηση απόδοσης, 7)  $\nu_{\mu}=3 \cdot 10^{-3}$ ]