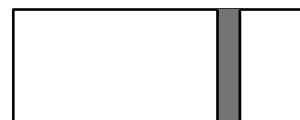


## ΧΗΜΕΙΑ Β' ΤΑΞΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

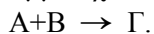
- 1) Σε κενό δοχείο όγκου 200L εισάγονται 7,2g νερού σε θερμοκρασία 27°C.
- Να υπολογιστεί ποια ποσότητα νερού θα παραμείνει στην υγρά φάση στη θερμοκρασία αυτή.
  - Πόσος πρέπει να γίνει ο όγκος του δοχείου, ώστε να εξατμιστεί όλη η μάζα του νερού στους 27°C;
  - Αν αυξήσουμε τον όγκο του δοχείου στα 500L, ποια τελικά πίεση θα επικρατεί στο δοχείο;  
Δίνεται η τάση ατμών του νερού στους 27°C  $p=26,7$  mmHg.
- 2) Ποια θα είναι η ολική πίεση μίγματος αερίων, που προκύπτει από την ανάμιξη 20ml N<sub>2</sub>(g) σε θερμοκρασία 27°C και πίεση 740mmHg με 30ml O<sub>2</sub>(g) σε θερμοκρασία 27°C και πίεση 640mmHg, όταν το μίγμα βρίσκεται μέσα σε δοχείο όγκου 50cm<sup>3</sup> και η θερμοκρασία είναι 27°C.
- 3) Ποια θα είναι η ολική πίεση μίγματος αερίων, που προκύπτει από την ανάμιξη 20cm<sup>3</sup> N<sub>2</sub> σε θερμοκρασία 27°C και πίεση 740 mmHg με 30cm<sup>3</sup> O<sub>2</sub> σε θερμοκρασία 27°C και πίεση 640mmHg, όταν το μίγμα βρίσκεται μέσα σε δοχείο όγκου 50cm<sup>3</sup> και η θερμοκρασία είναι 27°C;

- 4) Στο δοχείο του σχήματος περιέχεται σώμα Α σε αέρια κατάσταση όγκου 24,6L, θερμοκρασίας 27 °C και πίεσης  $P_1 = 1at$ . Αν αρχίσουμε να μετακινούμε αργά το έμβολο διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή, να βρεθούν:



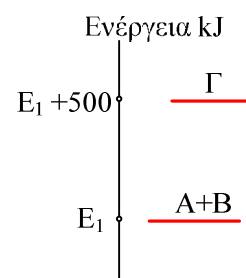
- Ο ελάχιστος όγκος στον οποίο μπορεί να συμπιεσθεί το αέριο Α υπό σταθερή θερμοκρασία, χωρίς να αρχίσει να μεταβάλλεται η φυσική του κατάσταση.
- Ο αριθμός mol του Α που θα εξακολουθεί να βρίσκεται σε αέρια κατάσταση, όταν το αέριο συμπιεσθεί ισόθερμα μέχρι να γίνει ο όγκος του 4,1L.  
Δίνεται η τάση ατμών του σώματος Α στους 27 °C,  $P_0 = 3at$ .

- 5) Στο διπλανό ενεργειακό διάγραμμα αποδίδεται η ενέργεια των σωμάτων Α, Β και Γ που συμμετέχουν στην αντίδραση:



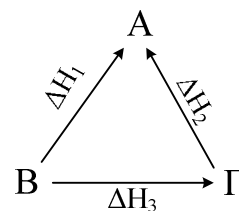
Χαρακτηρίστε σαν σωστές ή λαθεμένες τις παρακάτω προτάσεις

- Η χημική ενέργεια 1mol του Α είναι μικρότερη από την ενέργεια 1mol του Γ.
  - 1mol Α και 1mol Β έχουν τόση χημική ενέργεια, όση 1mol Γ.
  - Η αντίδραση είναι εξώθερμη.
  - Η μεταβολή  $\Delta H$  της αντίδρασης είναι θετική.
  - Έχουμε  $\Delta H=500kJ$ , οπότε  $q=-500kJ$ .
- 6) Έστω η αντίδραση:  $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ ,  $\Delta H= - 800kJ$ .  
Χαρακτηρίστε σαν σωστές ή λαθεμένες τις παρακάτω προτάσεις
- Η ενθαλπία 1mol CO<sub>2</sub> και 1mol H<sub>2</sub>O είναι μικρότερη της ενθαλπίας 1mol CH<sub>4</sub> και 1mol H<sub>2</sub>O.
  - Η θερμότητα που περιέχουν 1mol CO<sub>2</sub> και 1mol H<sub>2</sub>O είναι μεγαλύτερη της θερμότητας που περικλείουν 1mol CH<sub>4</sub> και 1mol H<sub>2</sub>O.



- iii) Η ενθαλπία της αντίδρασης είναι - 800KJ.  
 iv) Η ενθαλπία των αντιδρώντων μείον την ενθαλπία των προϊόντων, ισούται με 800KJ.  
 v) Μπορεί να είναι σωστή και η εξής πληροφορία:  
 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta H = - 820\text{kJ}.$
- 7) Δίνεται ότι:  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta H = - 802\text{kJ}$ , σε ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.
- i) Όταν καίγεται 1mol  $\text{CH}_4$ :  
 a) ελευθερώνεται θερμότητα 802kJ  
 b) απορροφάται θερμότητα 802kJ
- ii) Όταν για την παραπάνω καύση χρησιμοποιηθεί 1mol  $\text{O}_2$ , θα ελευθερωθεί θερμότητα:  
 α) 802J, β) 401J, γ) 1604J.
- iii) Για την αντίδραση:  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H = - X$   
 Το X μπορεί να είναι:  
 α) 802kJ, β) 890kJ, γ) 760kJ.
- 8) Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:  
 $\text{H}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H^\circ = -890\text{kJ}$   
 $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2, \Delta H^\circ = - 400\text{kJ}$   
 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H^\circ = - 890\text{kJ}.$
- i) Πόση θερμότητα εκλύεται ή απορροφάται κατά την καύση 4g  $\text{CH}_4$  σε πρότυπες συνθήκες;  
 ii) Πότε εκλύεται περισσότερη θερμότητα όταν καίγονται 6g C ή 6g  $\text{CH}_4$ ;  
 iii) Ποια η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του μεθανίου;
- 9) Να υπολογίσετε την πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης:  

$$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
- χωρίς να χρησιμοποιήσετε το νόμο του Hess, από τα παρακάτω δεδομένα.  
 i)  $\text{C}(\text{γραφ}) + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2, \Delta H^\circ = - 400\text{kJ}$   
 ii)  $2\text{C}(\text{γραφ}) + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2, \Delta H^\circ = 240\text{kJ}$
- 10) Αναμιγνύουμε 2L διαλύματος HCl 0,1M με 1L διαλύματος  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0,2M. Αν δίνεται ότι  
 $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta H_n^\circ = - 57,1\text{kJ}$
- i) Πόση θερμότητα ελευθερώνεται;  
 ii) Να γράψετε τη θερμοχημική εξίσωση εξουδετέρωσης.  
 iii) Αν αντί του διαλύματος του  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  χρησιμοποιούσαμε 1L διαλύματος  $\text{NH}_3$  0,2M ( η  $\text{NH}_3$  είναι ασθενής βάση), τότε η θερμότητα που θα ελευθερωνόταν θα ήταν:  
 α) 11,42 kJ, β) 16,32kJ, γ) 6,45kJ.
- 11) Αν για το θερμοχημικό κύκλο του διπλανού σχήματος ισχύει  $\Delta H_2 > 0$ , δείξτε ότι  $\Delta H_1 > \Delta H_3$  και αντίστροφα.
- 12) Όταν 0,2mol αιθανίου καίγονται, με περίσσεια οξυγόνου, ελευθερώνεται θερμότητα ίση με 312KJ. Να γράψετε την θερμοχημική αντίδραση καύσης 1mol αιθανίου.
- 13) Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση  
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 114,2\text{kJ}$  σε πρότυπες συνθήκες.  
 Το  $\text{H}_2\text{SO}_4$  και το  $\text{KOH}$  είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες
- i) Ποια η πρότυπη μεταβολή της ενθαλπίας της αντίδρασης;



- ii) Ποια η πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης;
- iii) Πόση θερμότητα ελευθερώνεται κατά την πλήρη εξουδετέρωση 100ml διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1M από περίσσεια διαλύματος KOH;
- 14) Σημειώστε αν οι παρακάτω προτάσεις είναι σωστές ή λαθεμένες:
- i) Για τις πρότυπες ενθαλπίες  $\Delta H_1^0$  και  $\Delta H_2^0$  των χημικών αντιδράσεων  

$$\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)}, \Delta H_1^0, \quad \text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(g)}, \Delta H_2^0,$$
 ισχύει  $\Delta H_1^0 < \Delta H_2^0$ .
- ii) Η πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης  $2\text{H}_{(g)} \rightarrow \text{H}_{2(g)}$  ονομάζεται ενθαλπία δεσμού.
- iii) Από τις θερμοχημικές εξισώσεις:  

$$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}, \Delta H_1^0 = +436\text{KJ}$$

$$\text{N}_2 \rightarrow 2\text{N}, \Delta H_2^0 = +945\text{KJ},$$
 προκύπτει ότι ο δεσμός  $\text{N}\equiv\text{N}$  είναι ισχυρότερος από το δεσμό H-H και συνεπώς το μόριο του  $\text{N}_2$  είναι σταθερότερο από το μόριο του  $\text{H}_2$ .
- iv) Η εξίσωση  $\Delta H^0 = \Delta H_f^0 \text{ προϊόντων} - \Delta H_f^0 \text{ αντιδρώντων}$  εκφράζει ότι η πρότυπη ενθαλπία μιας αντίδρασης είναι ίση με τη διαφορά της ενθαλπίας των αντιδρώντων από την ενθαλπία των προϊόντων.
- v) 18g νερού, σε θερμοκρασία 25°C, έχουν περισσότερη ενθαλπία από ότι ένα μίγμα 2g  $\text{H}_2$  και 6g  $\text{O}_2$ , θερμοκρασίας 25°C.
- 15) Μείγμα που περιέχει 4g  $\text{CH}_{4(g)}$  και 24g  $\text{O}_{2(g)}$  θερμοκρασίας 25°C αναφλέγεται και τα προϊόντα ψύχονται ξανά στους 25°C.  
 Αν  $\Delta H_f^0$  ( $\text{CH}_{4(g)}$ ) = -76kJ/mol,  $\Delta H_f^0$  ( $\text{CO}_{2(g)}$ ) = -394kJ/mol και  $\Delta H_f^0$  ( $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ) = -286kJ/mol να υπολογιστούν:
- i) το ποσό της θερμότητας που ελευθερώνεται κατά την καύση.
- ii) η κατά βάρος σύσταση των καυσαερίων, στους 25°C.
- 16) Δίνεται ότι σε θερμοκρασία  $\theta^0\text{C}$  οι ενθαλπίες σχηματισμού του  $\text{H}_2\text{O}$ , του  $\text{CO}_2$ , του  $\text{C}_2\text{H}_2$  και του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  είναι αντίστοιχα -286 kJ/mol, -395kJ/mol, -231kJ/mol και -487kJ/mol, ενώ η ενθαλπία της αντίδρασης:  

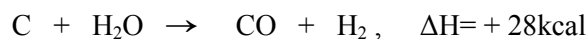
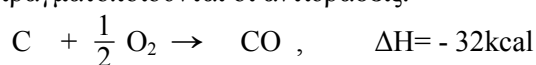
$$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} \text{ είναι } -139\text{kJ}.$$
- i) Με βάση τα παραπάνω δεδομένα να υπολογιστούν στους  $\theta^0\text{C}$ :
- ii) Η ενθαλπία καύσης του  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
- iii) Η ενθαλπία της αντίδρασης  $\text{CH}_3\text{CHO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$
- 17) Κατά την πλήρη καύση 8,96L αερίου μείγματος CO και  $\text{H}_2$ , μετρημένα σε κανονικές συνθήκες, ελευθερώθηκε θερμότητα ίση με 113,4kJ. Αν οι ενθαλπίες καύσης του CO και του  $\text{H}_2$  είναι αντίστοιχα -283kJ/mol και -286kJ/mol, να υπολογιστούν:
- i) Η κατά βάρος σύσταση του μείγματος που κάηκε.
- ii) Ο όγκος του  $\text{O}_2$ , μετρημένος σε str, που καταναλώθηκε κατά την καύση.  
 Όλα τα ποσά θερμότητας μετρήθηκαν στην ίδια θερμοκρασία.  
 Ατομικά βάρη: C : 12 , O : 16 , H : 1.
- 18) Ισομοριακό μίγμα  $\text{H}_2$  και  $\text{O}_2$  μάζας 6,8g αντιδρά σε κατάλληλες συνθήκες και σχηματίζει νερό σύμφωνα με την εξίσωση  $2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ .  
 Αν η ενθαλπία σχηματισμού των υδρατμών ίση με -58kcal/mol και η ενθαλπία υγροποίησης των υδρατμών ίση με -10kcal/mol, να βρεθούν:
- i) Η μάζα του νερού που θα σχηματιστεί.

- ii) Το ποσό θερμότητας που θα ελευθερωθεί κατά την αντίδραση.  
Όλα τα ποσά θερμότητας μετρήθηκαν στην ίδια θερμοκρασία.  
Ατομικά βάρη: H : 1, O : 16.

19) Σε 200ml διαλύματος HCl 0,4M προσθέτουμε ορισμένο όγκο διαλύματος NaOH 0,2M, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ και ελευθερώνεται ποσό θερμότητας ίσο με 560cal. Αν η ενθαλπία εξουδετέρωσης του HCl με το NaOH είναι ίση με  $-57,4\text{kJ/mol}$ , να βρεθούν:

- i) Ο όγκος του διαλύματος NaOH που προσθέσαμε στο διάλυμα του HCl.  
ii) Η μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση (Molarity) του διαλύματος Δ για καθεμιά από τις ενώσεις που περιέχει. Όλα τα ποσά θερμότητας μετρήθηκαν στην ίδια θερμοκρασία.

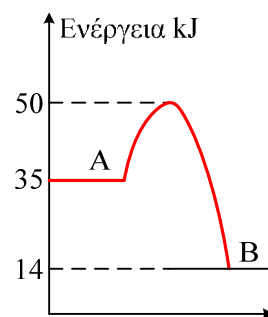
20) Όταν διαβιβάσουμε μείγμα υδρατμών και  $\text{O}_2$  σε σωλήνα που περιέχει C σε κατάσταση ερυθροπυρώσεως πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις:



- i) Ποια πρέπει να είναι η αναλογία mol υδρατμών και  $\text{O}_2$  σε ένα μείγμα τους, ώστε αν αυτό διαβιβαστεί σε σωλήνα που περιέχει ερυθροπυρωμένο C, να μη παρατηρηθεί θερμική μεταβολή;  
ii) Σε σωλήνα που περιέχει C σε κατάσταση ερυθροπυρώσεως διαβιβάζουμε ισομοριακό μείγμα υδρατμών και  $\text{O}_2$  όγκου 112L, μετρημένα σε stp.  
α. Ποιο θα είναι το θερμικό αποτέλεσμα της αντίδρασης;  
β. Ποιος είναι ο όγκος του αερίου μείγματος, σε stp, που εξέρχεται τελικά από το σωλήνα;

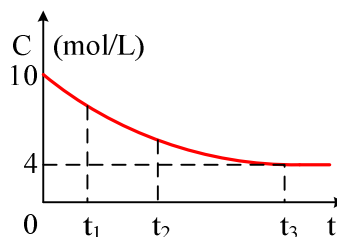
21) Για την αντίδραση  $\text{A} \rightarrow 2\text{B}$  δίνεται το διπλανό ενεργειακό διάγραμμα. Να συμπληρωθούν τα παρακάτω κενά.

- i) Η αντίδραση είναι ..... (εξώθερμη –ενδόθερμη)  
ii) Η ενθαλπία της αντίδρασης είναι ίση με .....  
iii) Η ενέργεια ενεργοποίησης είναι ίση με .....  
iv) Για την αντίστροφη αντίδραση  $2\text{B} \rightarrow \text{A}$ , η μεταβολή ενθαλπίας είναι ίση με ..... και η ενέργεια ενεργοποίησης ισούται με .....  
v) Όταν 2mol A μετατρέπονται σε B, ..... θερμότητα ίση με .....J



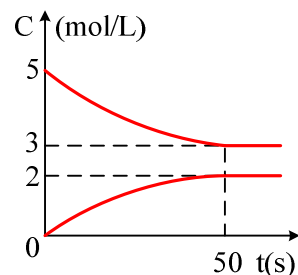
22) Δίνεται η αντίδραση:  $\text{A} \rightarrow 3\text{B}$  που πραγματοποιείται παρουσία καταλύτη Ni και το διάγραμμα δείχνει την μεταβολή της συγκέντρωσης (σε mol/L) ενός εκ των δύο σωμάτων (A ή B) σε συνάρτηση με το χρόνο.

- i) Σε ποιο σώμα αντιστοιχεί η καμπύλη;  
ii) Ποια χρονική στιγμή  $t_1$  ή  $t_2$  έχουμε μεγαλύτερη ταχύτητα  
iii) Πόση είναι η ταχύτητα την χρονική στιγμή  $t_3$ ;  
iv) Στο ίδιο διάγραμμα να χαράξετε την καμπύλη για την μεταβολή της συγκέντρωσης του άλλου σώματος.  
v) Η παραπάνω αντίδραση είναι μονόδρομη ή αμφίδρομη και γιατί;



vi) Αν αφαιρέσουμε τον καταλύτη, ποια μορφή θα είχε η παραπάνω καμπύλη; ( Η αντίδραση πραγματοποιείται και χωρίς καταλύτη).

23) Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης σε συνάρτηση με το χρόνο για δύο ουσίες, από αυτές που συμμετέχουν στην αντίδραση  $A+2B \rightarrow 3\Gamma + \Delta$ .



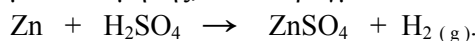
i) Σε ποια σώματα αντιστοιχούν οι καμπύλες του διαγράμματος;

ii) Σημειώστε στο ίδιο διάγραμμα τις γραφικές παραστάσεις για τις άλλες δύο ουσίες.

iii) Σε μια χρονική στιγμή  $t_1$  η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ίση με  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ . Ποιος ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης των ουσιών B και Γ τη παραπάνω χρονική στιγμή;

iv) Ποια η ταχύτητα της αντίδρασης τη χρονική στιγμή  $t_2=60\text{s}$ ;

24) Σε αραιό διάλυμα  $\text{H}_2\text{SO}_4$  προσθέτουμε ορισμένη ποσότητα μεταλλικού Zn με συγκεκριμένο βαθμό κατάτμησης, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:



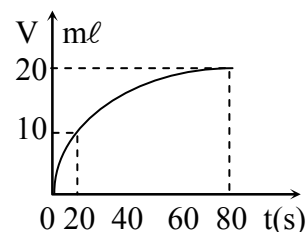
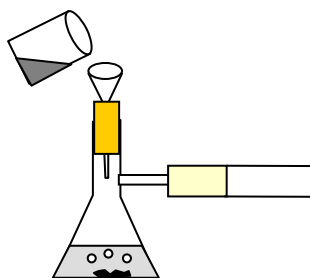
Εξηγήστε ποια επίδραση θα έχει στο χρόνο ολοκλήρωσης της αντίδρασης κάθε μια από τις παρακάτω μεταβολές:

i) Προσθέτουμε την ίδια ποσότητα Zn με μεγαλύτερο βαθμό κατάτμησης.

ii) Πριν προσθέσουμε τον Zn αραιώνουμε το διάλυμα  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

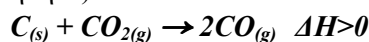
iii) Πραγματοποιούμε την αντίδραση σε χαμηλότερη θερμοκρασία.

25) Σε δοχείο που κλείνεται με φελλό βάζουμε λίγα ρινίσματα Zn. Κατόπιν προσθέτουμε διάλυμα  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,2M και συλλέγουμε τον όγκο του παραγόμενου αερίου. Στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται ο όγκος του παραγόμενου  $\text{H}_2$  σε συνάρτηση με το χρόνο.



Όταν σταματήσει η έκλυση φυσαλίδων παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει στερεός ψευδάργυρος στο δοχείο. Επαναλαμβάνουμε το ίδιο πείραμα, με τις ίδιες ποσότητες Ψευδαργύρου και διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$  και τη χρονική στιγμή  $t=20\text{s}$  προσθέτουμε μερικά ml διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1M. Να χαράξετε το διάγραμμα του όγκου του παραγόμενου  $\text{H}_2$  σε συνάρτηση με το χρόνο για το δεύτερο πείραμα.

26) Να αντιστοιχίσετε κάθε μεταβολή της στήλης (A) με την επίδραση που έχει στην αρχική ταχύτητα της αντίδρασης (στήλη B):



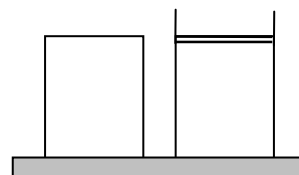
#### Στήλη A

1. Προσθήκη CO
2. Αύξηση του  $V_{\text{δοχ}}$
3. Προσθήκη καταλύτη
4. Ελάττωση της θερμοκρασίας

#### Στήλη B

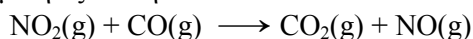
- α. ελάττωση της ταχύτητας
- β. αύξηση της ταχύτητας
- γ. δεν επηρεάζεται η ταχύτητα

- 27) Διαθέτουμε δύο δοχεία με τον ίδιο όγκο. Το πρώτο έχει σταθερό όγκο  $V=20L$  και περιέχει  $a$  mol αερίου X. Βάζουμε και στο δεύτερο  $a$  mol του αερίου X, οπότε και αυτό αποκτά όγκο  $V$ , ενώ κλείνεται με έμβολο. Το αέριο X αρχίζει να διασπάται σύμφωνα με την αντίδραση  $2X \rightarrow Y$ .



Η αρχική πίεση στο δοχείο σταθερού όγκου ήταν  $1\text{atm}$ , ενώ μετά από χρονικό διάστημα  $\Delta t=1\text{min}$ , αυτή σταθεροποιείται σε τελική τιμή  $P$ . Θεωρούμε ότι στη διάρκεια των αντιδράσεων η θερμοκρασία παραμένει σταθερή

- Ποια η τιμή της τελικής πίεσης  $P$ ;
  - Ποιος θα είναι τελικά ο όγκος που θα αποκτήσει το δεύτερο δοχείο;
  - Το χρονικό διάστημα που θα διαρκέσει η αντίδραση στο δεύτερο δοχείο, θα είναι ίσο με: i) 40s, ii) 60s, iii) 80s.
- 28) Σε θερμοκρασία μικρότερη των  $227^\circ\text{C}$ , ο νόμος της ταχύτητας της αντίδρασης που παριστάνεται από τη χημική εξίσωση:



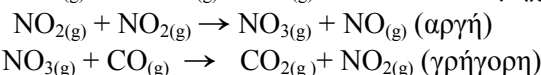
είναι  $v=k[\text{NO}_2]^2$ .

Ποιος από τους παρακάτω προτεινόμενους μηχανισμούς είναι ο πιο πιθανός;

- $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$
- $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{βραδεία}} \text{NO}_3(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$   
 $\text{NO}_3(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$
- $\text{NO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{βραδεία}} \text{O}(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$   
 $\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \xrightarrow{\text{ταχεία}} \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$

- 29) Η σταθερά ταχύτητας για μια αντίδραση μηδενικής τάξης  $A \rightarrow B$  είναι  $k=4 \cdot 10^{-2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ . Αν η αρχική συγκέντρωση του  $A$  είναι ίση με  $0,5 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ποια είναι η συγκέντρωση του μετά την πάροδο 25 s;

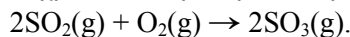
- 30) Η αντίδραση:  $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$  ακολουθεί τον μηχανισμό:



Ο Νόμος Ταχύτητας είναι ως προς το  $\text{CO}$ :

- α.** πρώτης τάξης, **β.** μηδενικής τάξης, **γ.** δεύτερης τάξης, **δ.** τάξης  $\frac{1}{2}$

- 31) Σε δύο ίδια δοχεία γίνεται ταυτόχρονα αντίδραση που παριστάνεται με τη χημική εξίσωση:



Αν και στα δύο δοχεία οι αρχικές συγκεντρώσεις των  $\text{SO}_2$  και  $\text{O}_2$  είναι ίσες και οι συνθήκες ίδιες, να βρεθούν:

- η ταχύτητα της αντίδρασης όταν τα αέρια που περιέχονται στο ένα δοχείο, τοποθετηθούν στο άλλο δοχείο,
  - η ταχύτητα της αντίδρασης όταν τα δύο δοχεία ενωθούν μεταξύ τους με τη βοήθεια στρόφιγγας.
- 32) Η αντίδραση  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$  ακολουθεί το νόμο ταχύτητας  $v=k[\text{H}_2][\text{I}_2]$ . Πώς θα επηρεαστεί η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης όταν:
- διπλασιαστεί η συγκέντρωση του  $\text{H}_2$ .
  - τριπλασιαστεί ο όγκος του δοχείου.
  - προσθέσουμε αδρανές αέριο χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του δοχείου;
  - αυξηθεί η θερμοκρασία;

33) Για την αντίδραση:  $A + 2B \rightarrow \Gamma$  υπάρχουν τα παρακάτω πειραματικά δεδομένα:

Πείραμα	[A] (M)	[B] (M)	$v$ mol/L·s
1	0,10	0,05	0,02
2	0,10	0,10	0,04
3	0,05	0,05	0,01

- Να βρεθεί η τάξη της αντίδρασης.
- Να υπολογιστεί η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης, όταν αναμιχθούν 20ml διαλύματος A 0,1M με 30ml διαλύματος B 0,3M.

34) Η ταχύτητα της αντίδρασης:  $H_2 + J_2 \rightarrow 2HJ$  βρίσκεται πειραματικά ότι είναι:

$$v = k(H_2)(J_2)$$

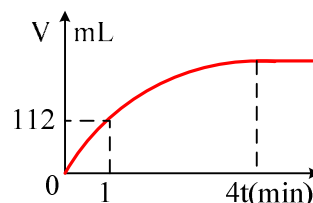
Αν 0,3mol  $H_2$  αναμιχθούν με 0,2mol  $J_2$ , πόσες φορές θα μειωθεί η ταχύτητα, όταν ξοδευτεί η μισή ποσότητα  $J_2$ .

35) Για την αντίδραση  $2NO + 2H_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$ , προέκυψαν τα παρακάτω πειραματικά δεδομένα, σε σταθερή θερμοκρασία:

[NO] (mol/l)	[H <sub>2</sub> ] (mol/l)	$v$ (mol·l <sup>-1</sup> ·s <sup>-1</sup> )
0,5	0,4	$2 \cdot 10^{-2}$
1,0	0,4	$8 \cdot 10^{-2}$
1,0	0,8	$1,6 \cdot 10^{-1}$

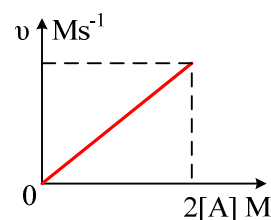
- Να βρείτε το νόμο ταχύτητας για την αντίδραση.
- Να βρείτε την τάξη της αντίδρασης καθώς και την τιμή και τη μονάδα μέτρησης της σταθεράς K της ταχύτητας.
- Εξηγήστε γιατί η τάξη της αντίδρασης δεν μπορεί να υπολογιστεί από τη στοιχειομετρία της εξίσωσης.
- Ποια είναι η ταχύτητα σχηματισμού του  $N_2$  όταν  $[NO] = 1,5 \text{ mol/l}$  και  $[H_2] = 2,0 \text{ mol/l}$ ;

36) Σε διάλυμα HCl 0,1M όγκου 500mL προσθέτουμε σύρμα μάζας 0,65g Zn, χωρίς να αλλάξει ο όγκος. Για να μελετήσουμε την αντίδραση, μετράμε τον όγκο του  $H_2$  που ελευθερώνεται σε στρ και στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται ο όγκος του  $H_2$ , που ελευθερώνεται, σε συνάρτηση με το χρόνο.

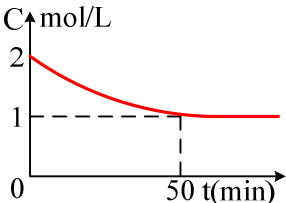
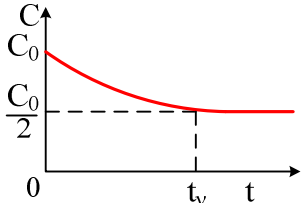


- Πόσος είναι τελικά ο συνολικός όγκος του  $H_2$  που παράγεται;
- Ποια η μέση ταχύτητα της αντίδρασης από 0-1min και ποια από 0-4min;
- Να κάνετε το διάγραμμα της συγκέντρωσης του HCl σε συνάρτηση με το χρόνο.

37) Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται η ταχύτητα σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση του A, για την αντίδραση:  $2A \rightarrow 3B$ , σε θερμοκρασία  $\theta = 50^\circ\text{C}$ .



- Ποια είναι η τάξη της αντίδρασης;
- Βρείτε την σταθερά της ταχύτητας και τις μονάδες της.
- Να κάνετε σε κοινούς άξονες το διάγραμμα της συγκέντρωσης των A και B σε συνάρτηση με το χρόνο.
- Ποια η ταχύτητα της αντίδρασης για  $t=0$ ;
- Να βρεθεί η ταχύτητα της αντίδρασης τη χρονική στιγμή που η συγκέντρωση της ουσίας B είναι ίση με 1mol/L.

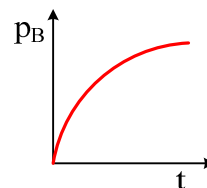
- vi) Να χαράξετε το διάγραμμα της ταχύτητας σε συνάρτηση με το χρόνο, αν η αντίδραση πραγματοποιηθεί σε θερμοκρασία 60°C.
- 38) Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:  $A + B \rightleftharpoons \Gamma$  (όλα αέρια). Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία, εισάγουμε στο δοχείο το ευγενές αέριο He. Πώς μετατοπίζεται η ισορροπία αν:
- Η εισαγωγή γίνει υπό σταθερό όγκο.
  - Η εισαγωγή γίνει υπό σταθερή πίεση.
- 39) Σε κενό δοχείο εισάγονται 3mol A και 5mol B, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:
- $$A + B \rightleftharpoons 2\Gamma \text{ (όλα αέρια), για την οποία } K_c=10.$$
- Μετά από πάροδο 30min στο δοχείο περιέχονται 4mol από το σώμα Γ.
- Να εξετάσετε αν είχε αποκατασταθεί ισορροπία τη χρονική στιγμή  $t=30\text{min}$ .
  - Να υπολογίσετε το λόγο των ταχυτήτων σχηματισμού του Γ κατά την έναρξη της αντίδρασης και κατά τη χρονική στιγμή  $t=30\text{min}$ .
- 40) Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:
- $$C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}, \Delta H < 0.$$
- Εξηγήστε ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος.
- Η προσθήκη άνθρακα προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης του CO.
  - Η Ελάττωση του όγκου του δοχείου προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub>.
  - Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία, αυξάνεται η τιμή της σταθεράς K<sub>c</sub>.
  - Η προσθήκη CO<sub>2</sub> προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στην ισορροπία.
- 41) Σε δοχείο σταθερού όγκου 1L, εισάγουμε 2mol αερίου A και 2mol αερίου B, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:
- $$A + 2B \rightleftharpoons \Gamma_{(g)}, \Delta H = -10\text{kcal}, \text{ σε θερμοκρασία } 30^\circ\text{C}.$$
- Στο διάγραμμα δίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης ενός από τα σώματα A,B,Γ σε συνάρτηση με το χρόνο.
- 
- Σε ποιο σώμα αντιστοιχεί η καμπύλη αυτή; Να παρασταθούν στο ίδιο διάγραμμα οι συγκεντρώσεις των άλλων σωμάτων σε συνάρτηση με το χρόνο.
  - Να παρασταθεί γραφικά (ποιοτικά) σε συνάρτηση με το χρόνο η μεταβολή της πίεσης σε συνάρτηση με το χρόνο.
  - Να παρασταθούν σε συνάρτηση με το χρόνο οι συγκεντρώσεις των 3 σωμάτων σε συνάρτηση με το χρόνο, αν η ισορροπία είχε αποκατασταθεί σε θερμοκρασία 40°C.
- 42) Σε δοχείο βάζουμε ισομοριακές ποσότητες A και B και αποκαθίσταται σε θερμοκρασία T<sub>1</sub> η ισορροπία:
- $$2A + B \rightleftharpoons 2\Gamma, \Delta H = -10\text{kcal}$$
- Στο διάγραμμα δίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης του A σε συνάρτηση με τον χρόνο.
- 
- Να σχεδιάσετε τα διαγράμματα της συγκέντρωσης του B και της συγκέντρωσης του Γ σε συνάρτηση με το χρόνο.
  - Να σχεδιάσετε τις αντίστοιχες καμπύλες για την συγκέντρωση του A στις εξής περιπτώσεις:
    - Η ίδια ισορροπία αποκαθίσταται σε θερμοκρασία T<sub>2</sub> < T<sub>1</sub>.
    - Η ίδια ισορροπία αποκαθίσταται αφού μειώσουμε τον όγκο του δοχείου, στον μισό του αρχικού.



γ) Αρχικά βάζουμε στοιχειομετρικές ποσότητες από τα αντιδρώντα σώματα Α και Β. ( $2C_0$  η συγκέντρωση του Α)

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

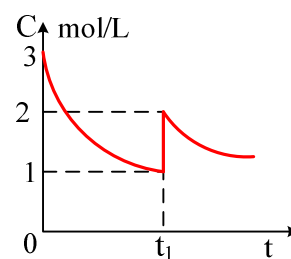
43) Στο διάγραμμα δίνεται η μεταβολή της μερικής πίεσης του Β, όταν σε δοχείο, υπό πίεση  $P_0$ , βάλουμε μια ποσότητα Α η οποία διασπάται και αποκαθίσταται η ισορροπία:



- Να σχεδιάσετε την καμπύλη σε συνάρτηση με το χρόνο, της μερικής πίεσης του Γ.
- Να σχεδιάσετε στο ίδιο διάγραμμα, την καμπύλη  $P_B=f(t)$  στην περίπτωση που η ισορροπία αποκαθίσταται σε πίεση  $2P_0$ .

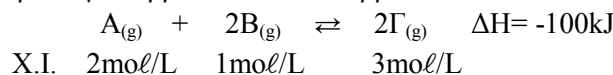
Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

44) Σε ένα δοχείο που κλείνεται με έμβολο βάζουμε ορισμένη ποσότητα αερίου Α, το οποίο διασπάται μερικά σε αέριο Β και αποκαθίσταται η ισορροπία  $2A \rightleftharpoons B$ . Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης του Α σε συνάρτηση με το χρόνο, όπου τη χρονική στιγμή  $t_1$  μεταβάλλαμε τον όγκο του δοχείου.



- Αυξήσαμε ή μειώσαμε τον όγκο του δοχείου τη στιγμή  $t_1$ ;
- Ποια η συγκέντρωση του Β πριν την μεταβολή του όγκου του δοχείου;
- Να σχεδιάσετε το διάγραμμα της συγκέντρωσης του Β σε συνάρτηση με το χρόνο ποιοτικά, χωρίς να προβείτε σε αναλυτικούς υπολογισμούς.

45) Σε δοχείο σταθερού όγκου βρίσκονται σε ισορροπία:



οπότε η ολική πίεση είναι  $10\text{atm}$ .

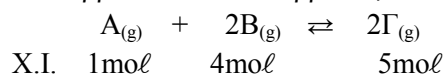
Αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία, τότε όταν αποκατασταθεί νέα ισορροπία:

- Η συγκέντρωση του Α μπορεί να είναι:
 

α) $2\text{M}$	β) $2,2\text{M}$	γ) $1,8\text{M}$
----------------	------------------	------------------
- Η τελική πίεση μπορεί να είναι:
 

α) $12\text{atm}$	β) $10\text{atm}$	γ) $8\text{atm}$ .
-------------------	-------------------	--------------------

46) Σε δοχείο όγκου  $40\text{L}$  βρίσκονται σε ισορροπία,



σε ορισμένη θερμοκρασία  $\theta$ , ασκώντας πίεση  $p_0=20\text{atm}$ .

Μειώνουμε τον όγκο του δοχείου σε  $V_1=20\text{L}$ , ενώ διατηρούμε σταθερή τη θερμοκρασία.

- Αμέσως μετά η ολική πίεση που ασκεί το αέριο μίγμα είναι:
 

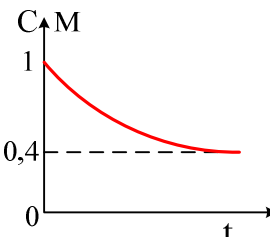
α) $20\text{atm}$	β) $40\text{atm}$	γ) $50\text{atm}$	δ) $15\text{atm}$ .
-------------------	-------------------	-------------------	---------------------
- Όταν αποκατασταθεί ξανά ισορροπία, η πίεση του μίγματος μπορεί να είναι:
 

α) $40\text{atm}$	β) $35\text{atm}$	γ) $20\text{atm}$	δ) $15\text{atm}$ .
-------------------	-------------------	-------------------	---------------------

47) Σε δοχείο όγκου  $10\text{L}$  βάζουμε  $2\text{mol}$  αερίου Α και  $3\text{mol}$  αερίου Β, τα οποία αντιδρούν μερικά και αποκαθίσταται η ισορροπία:

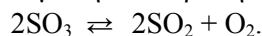


Αν η απόδοση της αντίδρασης είναι ίση με  $\alpha=0,5$ , ζητούνται:

- i) Οι τελικές ποσότητες των τριών αερίων, μετά την αποκατάσταση ισορροπίας.  
 ii) Οι γραφικές παραστάσεις των συγκεντρώσεων των τριών αερίων σε συνάρτηση με το χρόνο, στο ίδιο διάγραμμα.
- 48) Σε δοχείο σταθερού όγκου βάζουμε 2 mol αερίου Α και 3 mol αερίου Β, τα οποία αντιδρούν μερικά και αποκαθίσταται η ισορροπία:
- $$A + 2B \rightleftharpoons 2\Gamma$$
- Μετά την αποκατάσταση ισορροπίας, στο δοχείο περιέχονται 1,5 mol αερίου Γ.
- i) Πόσα mol από τα αέρια Α και Β περιέχονται τελικά στο δοχείο;  
 ii) Ποια η απόδοση της αντίδρασης;
- 49) Μίγμα αποτελείται από 5,6g CO και 1,2g H<sub>2</sub>. Το μίγμα διοχετεύεται σε ένα δοχείο σταθερού όγκου, οπότε η πίεσή του αρχικά είναι 5atm. Εξαιτίας μερικής μετατροπής του μίγματος σε μεθάνιο και υδρατμούς, η συνολική πίεση γίνεται 4atm, ενώ η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή. Να υπολογιστούν:
- i) Η απόδοση της μετατροπής του μίγματος σε CH<sub>4</sub>.  
 ii) Η σύσταση του μίγματος στην τελική κατάσταση ισορροπίας.  
 iii) Η μερική πίεση του H<sub>2</sub> στην κατάσταση της ισορροπίας .
- 50) Σε δοχείο σταθερού όγκου και σε ορισμένη θερμοκρασία βάζουμε 5 mol N<sub>2</sub> και 10 mol H<sub>2</sub>, τα οποία ασκούν πίεση 80 atm και τα οποία αρχίζουν να αντιδρούν με αρχική ταχύτητα 0,02 mol/L·s, οπότε μετά από λίγο αποκαθίσταται η ισορροπία:
- $$N_2 + 3 H_2 \rightleftharpoons 2 NH_3.$$
- Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται η μεταβολή της συγκέντρωσης του αζώτου σε συνάρτηση με το χρόνο.
- 
- i) Να βρείτε την απόδοση της αντίδρασης.  
 ii) Να κάνετε στο ίδιο διάγραμμα τις μεταβολές των συγκεντρώσεων των δύο άλλων αερίων σε συνάρτηση με το χρόνο.  
 iii) Σε ποια τιμή σταθεροποιείται η πίεση των αερίων, αν η θερμοκρασία παραμένει σταθερή;
- 51) Σε δοχείο σταθερού όγκου 3L και σε ορισμένη θερμοκρασία βάζουμε 4 mol N<sub>2</sub> και 6 mol H<sub>2</sub>, οπότε αρχίζουν να αντιδρούν με αρχική ταχύτητα  $v_{αρχ} = \frac{8}{3} \cdot 10^{-3}$  mol/L·s. Μετά από κάποιο χρόνο, αποκαθίσταται ισορροπία και τότε στο δοχείο βρίσκονται 2 mol NH<sub>3</sub>.
- i) Ποια η απόδοση της αντίδρασης;  
 ii) Να κάνετε σε κοινό διάγραμμα τις μεταβολές των συγκεντρώσεων H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> και NH<sub>3</sub> σε συνάρτηση με το χρόνο.  
 iii) Ποια η ταχύτητα της αντίδρασης σχηματισμού της NH<sub>3</sub> κατά την ισορροπία;  
 iv) Να βρεθεί η σταθερά της ταχύτητας της αντίδρασης διάσπασης της NH<sub>3</sub> στις παραπάνω συνθήκες.  
 Η αντίδραση ακολουθεί απλό μηχανισμό και προς τις δύο κατευθύνσεις.
- 52) Για την ισορροπία:
- $$CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons COCl_{2(g)} \quad K_c = 3.$$
- 1 mol CO και 1 mol Cl<sub>2</sub> εισάγονται σε δοχείο όγκου 5L. Ποιες οι συγκεντρώσεις των σωμάτων στην κατάσταση ισορροπίας;
- 53) Σε δοχείο όγκου 2ℓ, βάζουμε 6g NO, 0,64g O<sub>2</sub>, και 9,2g NO<sub>2</sub>. Αν για την αντίδραση:
- $$2NO + O_2 \rightleftharpoons 2 NO_2 \quad \eta \quad K_c = 200,$$

θα πραγματοποιηθεί αντίδραση και αν ναι, προς ποια κατεύθυνση;

- 54) Μέσα σε δοχείο 10ℓ που υπάρχουν 2mol O<sub>2</sub>, βάζουμε 5mol SO<sub>3</sub>, οπότε διασπώνται μερικώς σύμφωνα με την αντίδραση:



και έτσι παράγονται 2mol SO<sub>2</sub>.

i) Ποια η K<sub>c</sub> ;

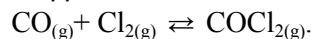
ii) Πόσα γραμμάρια SO<sub>3</sub> θα έπρεπε να βάζαμε αρχικά στο δοχείο, ώστε να διπλασιαζόταν η ποσότητα του οξυγόνου που περιέχει το δοχείο;

- 55) Ποσότητα 0,5mol PCl<sub>5</sub> εισάγεται σε φιάλη 5L και θερμαίνεται στους 500K, οπότε ο PCl<sub>5</sub> διασπάται μερικώς σε PCl<sub>3</sub> και Cl<sub>2</sub>, οπότε παράγονται 0,25 mol Cl<sub>2</sub>. Πόσο χλώριο θα παραγόταν αν ο όγκος της φιάλης:

i) αυξηθεί σε 10ℓ και

ii) ελαττωθεί σε 2ℓ;

- 56) Σε δοχείο μεταβλητού όγκου περιέχονται σε ορισμένη σταθερή θερμοκρασία 0,5mol Cl<sub>2</sub>, 1 mol COCl<sub>2</sub> και 0,5mol CO σε ισορροπία:



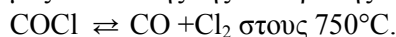
Ο όγκος του μίγματος ισορροπίας είναι 100ℓ. Διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία, αυξάνουμε τον όγκο του δοχείου στα 300ℓ.

i) Ποιο αποτέλεσμα θα έχει η μεταβολή αυτή στην ισορροπία;

ii) Βρείτε τα moles του αερίου στη νέα θέση ισορροπίας.

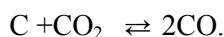
iii) Προβλέψτε την αύξηση ή τη μείωση της πίεσης του μίγματος ισορροπίας. Πόσο % μεταβλήθηκε η πίεση;

- 57) Η σταθερά K<sub>p</sub> διάσπασης του φωσγενίου είναι 2/15 στους 750°C . Αν η ολική πίεση είναι 2atm να υπολογιστεί ο βαθμός διάσπασης της αντίδρασης:



Σε ποια τιμή ολικής πίεσης ο βαθμός διάσπασης είναι 0,5 στην ίδια θερμοκρασία.

- 58) Σε κλειστό δοχείο που είναι κενό τοποθετούμε CO<sub>2</sub> και γραφίτη C<sub>(s)</sub>. Η αρχική πίεση είναι 2,5atm σε ορισμένη θερμοκρασία. Διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή, το σύστημα καταλήγει στην ισορροπία:



με τελική πίεση 4atm. Να βρεθούν:

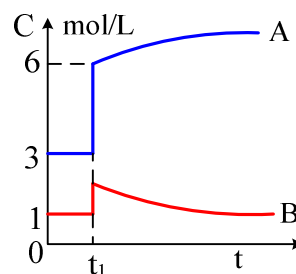
i) Ο βαθμός αναγωγής του CO<sub>2</sub> από το γραφίτη.

ii) Η σταθερά K<sub>p</sub> της ισορροπίας.

- 59) Σε δοχείο και σε θερμοκρασία θ έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



Τη χρονική στιγμή t<sub>1</sub> μεταβάλλουμε έναν από τους παράγοντες που μεταβάλλουν τη θέση της χημικής ισορροπίας. Στο διπλανό διάγραμμα δίνεται η μεταβολή των συγκεντρώσεων των A και B σε συνάρτηση με το χρόνο. Δεχόμαστε ότι η νέα ισορροπία έχει αποκατασταθεί σε θερμοκρασία θ.



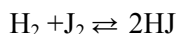
i) Υπολογίστε την σταθερά k<sub>c</sub> της χημικής ισορροπίας.

ii) Ποιον παράγοντα μεταβάλαμε; Εξηγήστε την απάντησή σας.

iii) Ποιες οι τελικές συγκεντρώσεις των σωμάτων A και B;

iv) Κατά το χρονικό διάστημα που πραγματοποιήθηκε αντίδραση ελευθερώθηκε ή απορροφήθηκε θερμότητα;

- 60) Σε κενό δοχείο εισάγεται ισομοριακό αέριο μίγμα  $H_2$  και  $J_2$ . Το μίγμα θερμαίνεται στους  $\theta^\circ C$ , οπότε το  $H_2$  και το  $J_2$  αντιδρούν και σχηματίζουν αέριο  $HJ$ , σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Μετά την αποκατάσταση χημικής ισορροπίας παραμένει στο δοχείο το 40% της αρχικής ποσότητας του  $H_2$ .

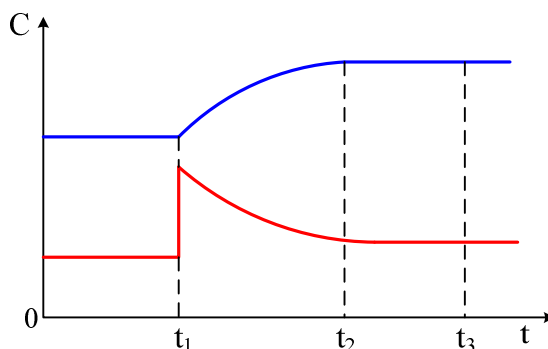
- Να υπολογίσετε τη σταθερά χημικής ισορροπίας  $K_c$  σε θερμοκρασία  $\theta^\circ C$ .
- Να υπολογίσετε τη σταθερά χημικής ισορροπίας  $K_p$  στην ίδια θερμοκρασία.
- Αν  $v_1$  είναι η ταχύτητα της χημικής αντίδρασης προς τα δεξιά και  $v_2$  η ταχύτητα της χημικής αντίδρασης προς τα αριστερά, να βρεθεί ο λόγος  $v_1/v_2$  στην ίδια θερμοκρασία, όταν στο δοχείο υπάρχει το 80% της αρχικής ποσότητας του  $H_2$ .

*Γενικές Εξετάσεις 2001*

- 61) Σε δοχείο όγκου  $V$  στους  $\theta^\circ C$  περιέχονται  $x$  mol  $N_2O_4$  και  $\psi$  mol  $NO_2$  ( $\chi > \psi$ ) σε κατάσταση ισορροπίας σύμφωνα με την απλή χημική εξίσωση:



Τη χρονική στιγμή  $t_1$  μεταβάλλεται ένας από τους συντελεστές της χημικής ισορροπίας, οπότε οι συγκεντρώσεις των δύο αερίων μεταβάλλονται σε συνάρτηση με το χρόνο σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα:



- Εξηγήστε ποιον από τους συντελεστές της χημικής ισορροπίας μεταβάλλαμε και με ποιον τρόπο.
  - Εξετάστε, αν στο χρονικό διάστημα από  $t_1$  μέχρι  $t_2$  ο λόγος  $[NO_2]^2 : [N_2O_4]$  μεταβάλλεται ή παραμένει σταθερός.
- 62) Ποιο είναι το σθένος και ποιος ο Α.Ο. του ατόμου του C στις παρακάτω ενώσεις:  $CH_4$ ,  $CH_3OH$ ,  $CCl_4$ ,  $CH \equiv CH$ ,  $HCOOH$ ,  $CO$ ,  $HCN$ ;
- 63) Μπορείτε να προβλέψετε τον οξειδωτικό ή αναγωγικό χαρακτήρα των ενώσεων:  $NH_3$ ,  $HNO_3$ ,  $NO_2$ ,  $H_2S$ ,  $H_2SO_4$ ,  $NaSO_3$ ;
- 64) Θα προτιμούσατε να διατηρήσετε διάλυμα  $FeSO_4$  σε χάλκινο δοχείο ή διάλυμα  $CuSO_4$  σε σιδερένιο δοχείο;
- 65) Σε ποιες από τις παρακάτω αντιδράσεις το υδρογόνο δρα οξειδωτικά και γιατί;
- $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
  - $H_2 + CH_2=CH_2 \rightarrow CH_3CH_3$
  - $H_2 + 2Na \rightarrow 2NaH$
- (ΔΙΑΓ. Ε.Ε.Χ. 1988)*
- 66) Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων

- $\text{CuO} + \text{C} \rightarrow$
- $\text{CuO} + \text{SO}_2 \rightarrow$
- $\text{CuO} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$
- $\text{CuO} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
- $\text{CuO} + \text{NH}_3 \rightarrow$
- $\text{CuO} + \text{CO} \rightarrow$
- $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$

67) Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων

- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HI} \rightarrow$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CaOCl}_2 \rightarrow$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KClO}_3 \rightarrow$
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_3\text{PO}_3 \rightarrow$

68) Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων

- $\text{SO}_2 + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow$
- $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
- $\text{SO}_2 + \text{NH}_3 \rightarrow$
- $\text{SO}_2 + \text{KClO}_3 \rightarrow$

69) Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων

- $\text{NH}_3 + \text{HgO} \rightarrow$
- $\text{NH}_3 + \text{O}_3 \rightarrow$
- $\text{NH}_3 + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow$
- $\text{NH}_3 + \text{NaClO} \rightarrow$
- $\text{NH}_3 + \text{CaOCl}_2 \rightarrow$

70) Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων

- $\text{HNO}_3 + \text{Zn} \xrightarrow{\text{αραιό}}$
- $\text{HNO}_3 + \text{P} \xrightarrow{\text{αραιό}}$
- $\text{HNO}_3 + \text{S} \xrightarrow{\text{αραιό}}$
- $\text{HNO}_3 + \text{Cu} \xrightarrow{\text{αραιό}}$

71) Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων

- $\text{HNO}_3 + \text{Zn} \xrightarrow{\text{πυκνό}}$
- $\text{HNO}_3 + \text{C} \xrightarrow{\text{πυκνό}}$
- $\text{HNO}_3 + \text{S} \xrightarrow{\text{πυκνό}}$
- $\text{HNO}_3 + \text{J}_2 \xrightarrow{\text{πυκνό}}$
- $\text{HNO}_3 + \text{Cu} \xrightarrow{\text{πυκνό}}$

72) Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων

- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \xrightarrow{\text{πυκ-θερμ}}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C} \xrightarrow{\text{πυκ-θερμ}}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{S} \xrightarrow{\text{πυκ-θερμ}}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{P} \xrightarrow{\text{πυκ-θερμ}}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ag} \xrightarrow{\text{πυκ-θερμ}}$

73) Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων

- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \xrightarrow{\text{αραιό}}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CO} \xrightarrow{\text{πυκ-θερμ}}$
- $\text{HNO}_3 + \text{SO}_2 \xrightarrow{\text{πυκνό}}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3 \xrightarrow{\text{πυκ-θερμ}}$
- $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{αραιό}}$

74) Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων

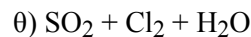
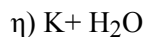
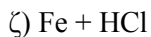
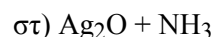
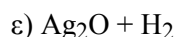
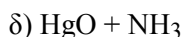
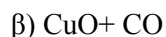
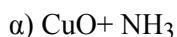
- $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
- $\text{PbO}_2 + \text{HJ} \rightarrow$
- $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HBr} \rightarrow$

75) Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων

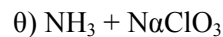
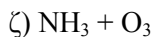
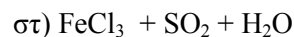
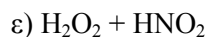
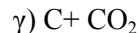
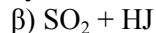
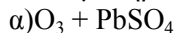
- $\text{MnO}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow$
- $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{SnCl}_2 + \dots \rightarrow$
- $\text{MnO}_2 + \text{NaCl} + \dots \rightarrow$

- 76) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις
- |  |  |  |
|--|--|--|
| α) $\text{αρ HNO}_3 + \text{Cu}$           | β) $\text{αρ HNO}_3 + \text{Fe}$             | γ) $\text{αρ HNO}_3 + \text{C}$        |
| δ) $\text{αρ HNO}_3 + \text{P}$            | ε) $\text{αρ HNO}_3 + \text{FeO}$            | στ) $\text{αρ HNO}_3 + \text{CuBr}$    |
| ζ) $\text{αρ HNO}_3 + \text{Cu}_2\text{O}$ | η) $\text{αρ HNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_3$ | θ) $\text{αρ HNO}_3 + \text{KJ}$       |
| ι) $\text{αρ HNO}_3 + \text{BaS}$          | κ) $\text{αρ HNO}_3 + \text{H}_2\text{S}$    | λ) $\text{αρ HNO}_3 + \text{MgBr}_2$ . |
- 77) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις
- |  |   |                                    |
|--|---|------------------------------------|
| α) $\pi \text{HNO}_3 + \text{J}_2$             | β) $\pi \text{HNO}_3 + \text{C}$            | γ) $\pi \text{HNO}_3 + \text{Cu}$  |
| δ) $\pi \text{HNO}_3 + \text{NaJ}$             | ε) $\pi \text{HNO}_3 + \text{Na}_2\text{S}$ | στ) $\pi \text{HNO}_3 + \text{Al}$ |
| ζ) $\pi \text{HNO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3$ | η) $\pi \text{HNO}_3 + \text{HJ}$           | θ) $\pi \text{HNO}_3 + \text{BaS}$ |
- 78) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις
- |   |  |   |
|---|--|---|
| α) $\pi\text{-}\theta \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}$     | β) $\pi\text{-}\theta \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}$ | γ) $\pi\text{-}\theta \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S}$ |
| δ) $\pi\text{-}\theta \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MgJ}_2$ | ε) $\pi\text{-}\theta \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}$ | στ) $\pi\text{-}\theta \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaBr}$       |
| ζ) $\pi\text{-}\theta \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{FeO}$   | η) $\pi\text{-}\theta \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{P}$  | θ) $\pi\text{-}\theta \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{S}$           |
- 79) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις
- |  |   |  |
|--|---|--|
| α) $\pi\text{-}\theta \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3$ | β) $\text{αρ H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}$           | γ) $\text{αρ H}_2\text{SO}_4 + \text{FeO}$     |
| δ) $\text{αρ H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}$                            | ε) $\text{αρ H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}_2\text{O}$ | στ) $\text{αρ H}_2\text{SO}_4 + \text{MgBr}_2$ |
| ζ) $\text{αρ HNO}_3 + \text{Fe}$                                     | η) $\text{αρ HNO}_3 + \text{H}_2\text{S}$           | θ) $\text{αρ HNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_3$ . |
- 80) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις
- |   |   |  |
|---|---|--|
| α) $\text{KMnO}_4 + \text{Fe} + \text{οξύ}$ | β) $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}^+$ | γ) $\text{KMnO}_4 + \text{HBr}$                      |
| δ) $\text{KMnO}_4 + \text{NaCl} + \dots$    | ε) $\text{KMnO}_4 + \text{CuCl} + \dots$              | στ) $\text{KMnO}_4 + \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \dots$ |
| ζ) $\text{KMnO}_4 + \text{HCl}$             | η) $\text{KMnO}_4 + \text{FeO}$                       | θ) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S}$              |
- 81) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις
- |  |  |   |
|--|--|---|
| α) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2 + \text{οξύ}$ | β) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4$ | γ) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4$ |
| δ) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeO} + \dots$      | ε) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{MgBr}_2 + \dots$                       | στ) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HJ}$                                 |
| ζ) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{CuCl} + \dots$     | η) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaJ} + \dots$                          | θ) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}_2 + \dots$               |
- 82) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις
- |  |   |   |
|--|---|---|
| α) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HJ}$                  | β) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S}$    | γ) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_3\text{PO}_3$     |
| δ) $\text{αρ HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$            | ε) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \dots$ | στ) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaBr} + \text{οξύ}$ |
| ζ) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SnCl}_2 + \text{οξύ}$ | η) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NH}_3$           | θ) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HJ}$                 |
- 83) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις
- |  |   |   |
|--|---|---|
| α) $\text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$ | β) $\text{CaOCl}_2 + \text{HCl}$        | γ) $\text{CaOCl}_2 + \text{NH}_3$         |
| δ) $\text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$   | ε) $\text{Cl}_2 + \text{NH}_3$          | στ) $\text{Br}_2 + \text{H}_3\text{PO}_3$ |
| ζ) $\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S}$       | η) $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S}$ | θ) $\text{KClO}_3 + \text{HCl}$           |

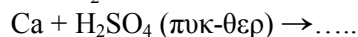
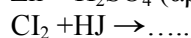
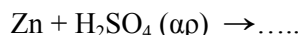
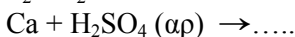
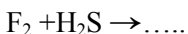
84) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις



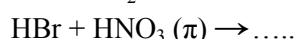
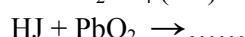
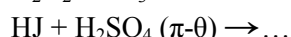
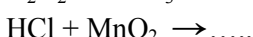
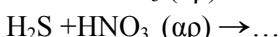
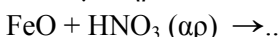
85) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις



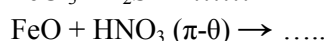
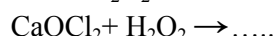
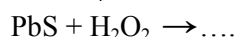
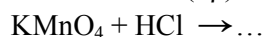
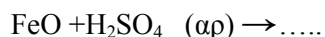
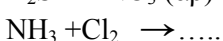
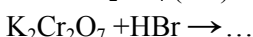
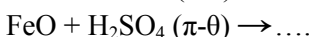
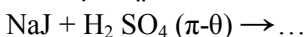
86) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:



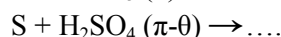
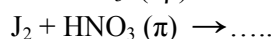
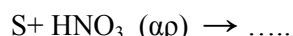
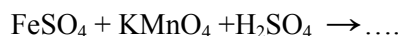
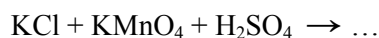
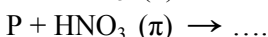
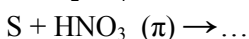
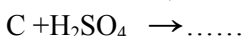
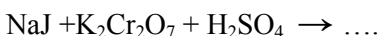
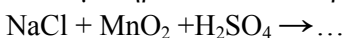
87) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:



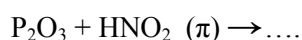
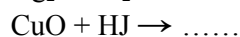
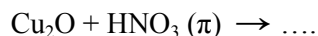
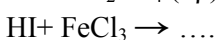
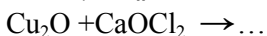
88) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:



89) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:

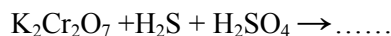
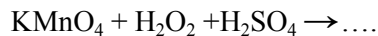
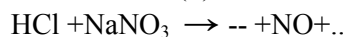
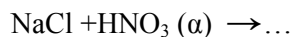
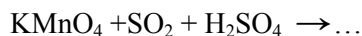
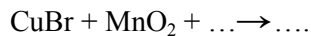
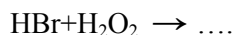
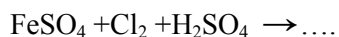


90) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:

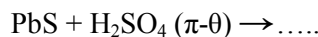
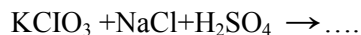
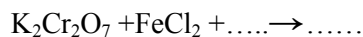
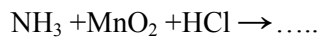
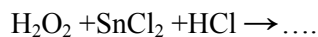
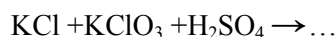
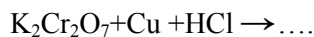
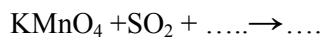
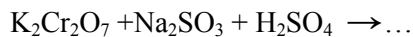
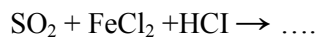
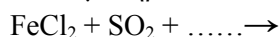


91) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:





92) Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:



93) Μια ποσότητα Fe προστίθεται σε αραιό διάλυμα  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , οπότε εκλύονται 4,48L αερίου σε stp. Αν προστεθεί διπλάσια ποσότητα Fe από την προηγούμενη σε πυκνό - θερμό διάλυμα  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ποιος όγκος αερίου θα εκλυθεί σε stp ;

94) Ποια σχέση πρέπει να έχουν οι μάζες S και C, ώστε κατά την αντίδραση τους με πυκνό διάλυμα  $\text{HNO}_3$  να εκλύεται ο ίδιος όγκος αερίων στις ίδιες συνθήκες από κάθε αντίδραση χωριστά ;

95) Ποιος όγκος αερίου μετρημένος σε stp, θα εκλυθεί αν σε 600 ml διαλύματος που περιέχει  $\text{H}_2\text{S}$  0,1 M και  $\text{HBr}$  0,1 M προσθέσουμε περίσσεια αραιού διαλύματος  $\text{HNO}_3$  ;

96) Πόσα mol  $\text{Zn}(\text{MnO}_4)_2$  σε όξινο περιβάλλον  $\text{H}_2\text{SO}_4$  απαιτούνται για την οξειδωση 30 ml διαλύματος  $\text{FeSO}_4$  0,1 M ;

(ΔΙΑΓ. Ε.Ε.Χ. 1995)

97) Σε 200 ml διαλύματος  $\text{HCl}$  προσθέτουμε την απαιτούμενη ποσότητα  $\text{KMnO}_4$  για πλήρη αντίδραση. Το αέριο που εκλύεται, διοχετεύεται σε διάλυμα  $\text{KJ}$ , οπότε παράγονται 12,7 g στερεού ιωδίου. Ποια η συγκέντρωση του αρχικού διαλύματος  $\text{HCl}$  ;

98) Διαθέτουμε 0,5L διαλύματος  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Δ). Τα 200mL από το παραπάνω διάλυμα απαιτούν 200ml<sup>l</sup> όξινου διαλύματος  $\text{KMnO}_4$  0,3M για πλήρη αντίδραση. Στο υπόλοιπο του διαλύματος (Δ) προσθέτουμε περίσσεια  $\text{NH}_3$ .

i) Ποια η συγκέντρωση, σε mol/L, του διαλύματος (Δ).

ii) Πόσα mol αερίου παράγονται κατά το δεύτερο πείραμα;

iii) Αν το διάλυμα της  $\text{NH}_3$  έχει συγκέντρωση 1M, ποιος ο ελάχιστος όγκος διαλύματος  $\text{NH}_3$  απαιτείται για πλήρη αντίδραση, με το δεύτερο μέρος του διαλύματος (Δ);

99) Σε 200mL διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1M προσθέτουμε 1L νερό και παίρνουμε διάλυμα (Α). Στο διάλυμα (Α) προσθέτουμε 5,6g ρινισμάτων Fe, οπότε αντιδρούν πλήρως και παράγεται ένα αέριο X.

i) Ποιος ο όγκος του αερίου X σε stp.

ii) Πόσα γραμμάρια  $\text{KMnO}_4$  πρέπει να προσθέσουμε στη συνέχεια στο παραπάνω διάλυμα ώστε να προκαλέσουμε πλήρη οξειδωση του σιδήρου;

iii) Η ποσότητα του  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ήταν αρκετή και για τις δύο αντιδράσεις;

100) Διαθέτουμε δύο διαλύματα  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0,1M και  $\text{HJ}$  0,2M.

i) Σε ποια αναλογία όγκων πρέπει να τα αναμειξουμε, ώστε να αντιδράσουν πλήρως;

- ii) Σε ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν, ώστε το τελικό διάλυμα να περιέχει  $K_2Cr_2O_7$  0,03M;
- 101) Μάζα 0,9g οξειδίου μετάλλου MO διαλύονται σε αραιό  $H_2SO_4$  και απαιτούνται 25ml διαλύματος  $KMnO_4$  0,1M για την οξειδωσή του προς  $M^{+3}$ . Να βρεθεί το AB του M.  
*Π.Μ.Δ.Χ. 1992*
- 102) Σε διάλυμα  $KMnO_4$  με όγκο 500ml προστίθενται 15g NaJ οπότε παράγεται  $J_2$ . Το διάλυμα που προκύπτει απαιτεί για πλήρη οξειδωση 200ml διαλύματος  $K_2Cr_2O_7$  0,01M.
- i) Ποια η μοριακότητα κατ' όγκο του διαλύματος του  $KMnO_4$
- ii) Πόσα γραμμάρια ιωδίου παρήχθησαν σε κάθε αντίδραση;
- 103) 17,5g μίγματος Fe και Sn αντιδρούν πλήρως με 200ml διαλύματος HCl. Το διάλυμα που προκύπτει αποχρωματίζει 300ml όξινου διαλύματος  $KMnO_4$  0,2M.
- i) Ποια η κ.β. σύσταση του αρχικού μίγματος;
- ii) Ποια η συγκέντρωση σε mol/l του διαλύματος του HCl;
- 104) 2,32 g μίγματος οξειδίου του δισθενούς σιδήρου (FeO) και οξειδίου του τρισθενούς σιδήρου ( $Fe_2O_3$ ) διαλύονται πλήρως σε περίσσεια υδροχλωρικού οξέος, οπότε προκύπτει διάλυμα Α. Το διάλυμα αυτό οξειδώνεται πλήρως με 10ml διαλύματος  $K_2Cr_2O_7$  1/6 M, οπότε προκύπτει διάλυμα Β.
- i) Να υπολογιστεί ο αριθμός των mol του κάθε οξειδίου στο αρχικό μίγμα.
- ii) Πόσα ml διαλύματος  $SnCl_2$  1M απαιτούνται για να αντιδράσει πλήρως το διάλυμα Β;  
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Κατά τη λύση της άσκησης να λάβετε υπόψη σας ότι το υδροχλωρικό οξύ δεν οξειδώνεται από το  $K_2Cr_2O_7$ .

*Εξετάσεις 1999*