

Επιμέλεια ασκήσεων: Νεκτάριος Θερμογιάννης Χημικός  
Επιμέλεια κειμένου: Κωνσταντίνος Θερμογιάννης Μαθηματικός

ΘΕΜΑ Α

1. Ποιό από τα παρακάτω υδατικά διαλύματα χαρακτηρίζεται από την υψηλότερη τιμή pH στην ίδια θερμοκρασία.

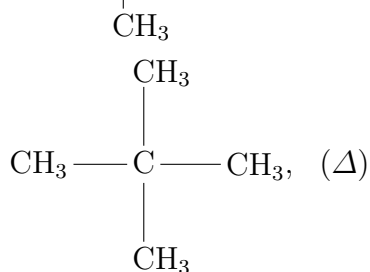
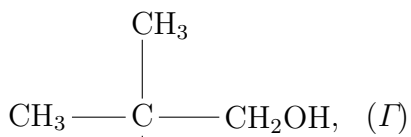
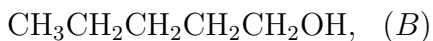
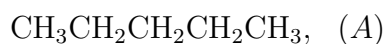
(α') NaOH 0.1 M

(β') K<sub>2</sub>O 0.1 M

(γ') NaNH<sub>2</sub> 0.15 M

(δ') CH<sub>3</sub>ONa 0.1 M

2. Δίνονται οι παρακάτω οργανικές ενώσεις



Διατάσσοντας τις ενώσεις αυτές κατά σειρά αυξανόμενου κανονικού σημείου βρασμού προκύπτει

(α')  $A < Δ < Γ < B$

(β')  $Δ < A < Γ < B$

$$(\gamma') A < \Delta < B < \Gamma$$

$$(\delta') B < \Gamma < A < \Delta$$

3. Για τέσσερα σημεία A, B, Γ και Δ στο άτομο του υδρογόνου η κυματοσυνάρτηση παίρνει την τιμή  $\psi_A = 0.1$ ,  $\psi_B = 0.3$ ,  $\psi_\Gamma = -0.2$  και  $\psi_\Delta = -0.4$ . Η πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο σε καθένα από τα σημεία είναι μεγαλύτερη στο σημείο.

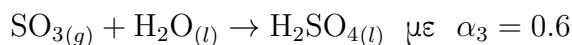
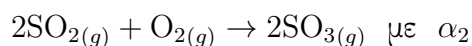
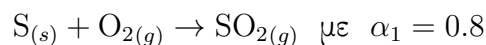
$$(\alpha') A$$

$$(\beta') B$$

$$(\gamma') \Gamma$$

$$(\delta') \Delta$$

4. Το θειϊκό οξύ ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) παρασκευάζεται βιομηχανικά σύμφωνα με την παρακάτω αλληλουχία αντιδράσεων :



Αν από 10 mol S παράχθηκαν τελικά 3.6 mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ο συντελεστής απόδοσης  $\alpha_2$  του δεύτερου σταδίου της παρακάτω παρασκευής θα είναι ίσος με

$$(\alpha') 0.8$$

$$(\beta') 0.6$$

$$(\gamma') 0.36$$

$$(\delta') 0.75$$

Για την ογκομέτρηση 10 ml υδατικού διαλύματος  $\text{HCl } 10^{-3} \text{ M}$ . Ποιάς συγκέντρωσης πρότυπο διάλυμα  $\text{NaOH}$  θα προτιμούσατε.

$$(\alpha') 0.1 \text{ M}$$

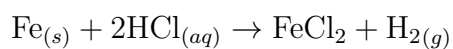
$$(\beta') 1 \text{ M}$$

$$(\gamma') 10^{-2} \text{ M}$$

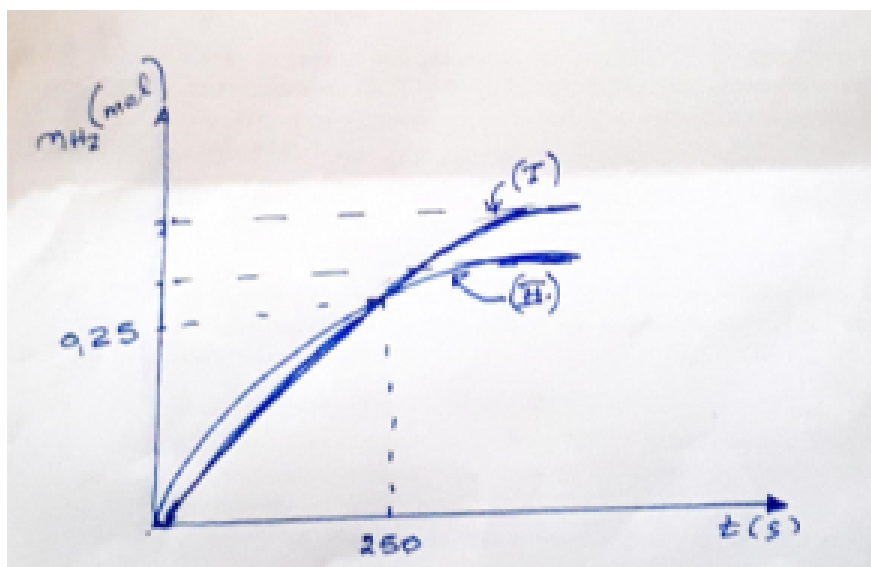
$$(\delta') 10^{-3} \text{ M}$$

## ΘΕΜΑ Β

1. Δίνεται η απλή αντίδραση :



Σε 900 ml διαλύματος HCl 1 M προστίθενται περίσσειας κόκκων σιδήρου συγκεκριμένου βαθμού κατάτμησης και σε σταθερή θερμοκρασία. Σε 1250 ml διαλύματος HCl 0.8 M προσθέτουμε επίσης περίσσεια κόκκων σιδήρου του ίδιου βαθμού κατάτμησης και στην ίδια θερμοκρασία. Η ποσότητα του υδρογόνου που παράγεται σε mol φαίνεται στο παρακάτω κοινό διάγραμμα.

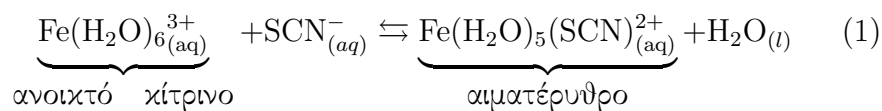


Η σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης μπορεί να πάρει την τιμή :

- (α')  $10^{-3} \text{ M}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$
- (β')  $4 \cdot 10^{-3} \text{ M}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$
- (γ')  $8 \cdot 10^{-3} \text{ M}^{-1} \cdot \text{S}^{-1}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση και να την αιτιολογήσετε.

2. Όταν σε υδατικό διάλυμα ιόντων σιδήρου (III) ( $\text{Fe}^{3+}$ ) προστεθούν θειοκυανούχα ιόντα ( $\text{SCN}^-$ ) το χρώμα του διαλύματος μετατρέπεται σε αιματέρυθρο λόγω σχηματισμού θειοκυανούχου συμπλόκου σύμφωνα με την αντίδραση :

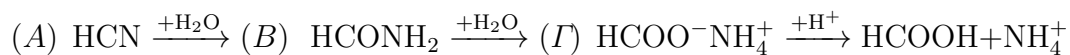


Να προβλέψεται προς τα που θα κινηθεί η παραπάνω ισορροπία και τι είδους μεταβολή θα πάθει το χρώμα του διαλύματος σε καθεμία από τις παρακάτω μεταβολές :

- (α') Προσθήκη υδατικού διαλύματος  $\text{KSCN}$  συγκέντρωσης  $\text{SCN}^-$  μεγαλύτερης από αυτή του παραπάνω διαλύματος με τυχαία αναλογία όγκων.  
 (β') Αραίωση του διαλύματος με προσθήκη νερού.

Να αιτιολογήσετε την επίλογή σας.

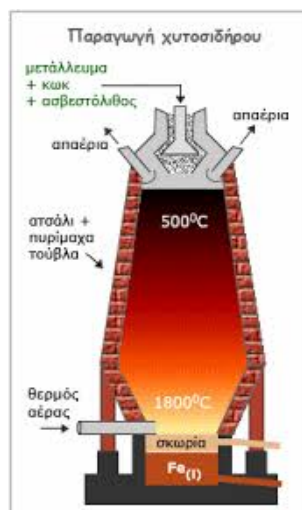
3. Το υδροκυάνιο ( $\text{HCN}$ ) καθώς και τα άλατα του παρά την υψηλή τοξικότητα τους αποτελούν σήμερα αναντικατάστατες χημικές ενώσεις ως πρώτες ύλες για την παρασκευή ενός τεράστιου πλήθους προϊόντων όπως πολυμερή και φαρμακευτικά προϊόντα ευρύτατης χρήσης.  
 Το υδρακυάνιο σε όξινο περιβάλλον υδρολύεται αρχικά σε φορμαμίδιο ( $\text{HCONH}_2$ ) και στην συνέχεια σε μυρμηκικό αμμώνιο ( $\text{HCOONH}_4$ ) και σε όξινο περιβάλλον παράγει μυρμηκικό οξύ όπως και αποδίδεται παρακάτω



Ορισμένη ποσότητα της ένωσης ( $\Gamma$ ) διαλύεται σε νερό οπότε προκύπτει διάλυμα  $\Delta$ . Να εκτιμήσετε δίνοντας τις σχετικές ισορροπίες ιοντισμού αν το διάλυμα  $\Delta$  είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο αν γνωρίζετε ότι αντίστοιχο υδατικό διάλυμα αμμωνίου ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) στην ίδια θερμοκρασία είναι ουδέτερο.

#### ΘΕΜΑ Γ

Ο σίδηρος είναι το πιο διαδεδομένο μέταλλο στην φύση και το πιο γνωστό χημικό στοιχείο από την αρχαιότητα μέχρι και σήμερα. Η διεργασία παρασκευής

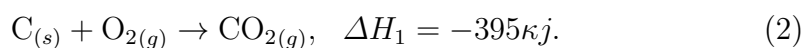


Σχήμα 1: Υψικάμινος

του σιδήρου από τα μεταλλεύματά του ανακαλύφθηκε πολύ νωρίς από τον 13ο αιώνα π.Χ.

Σήμερα ο σίδηρος παράγεται σε υψικάμινους όπου μίγμα σιδηρομεταλλεύματος (αιματίτη ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ή μαγνητίτη ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) ή σιδηρίτη ( $\text{FeCO}_3$ ) ή  $\text{FeO}$ ) μαζί με κωκ (άνθρακας) και ασβεστόλιθο ( $\text{CaCO}_3$ ) προστίθεται από την κορυφή της υψικάμινου.

Κοντά στη βάση της υψικάμινου το κωκ (C) καίγεται προς παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) :



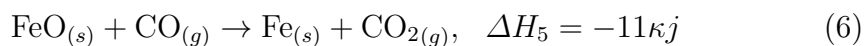
Καθώς το διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) ανέρχεται μέσω του πυρακτωμένου κωκ (C) ανάγεται προς μονοξείδιο του άνθρακα (CO) :

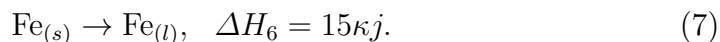


Το μονοξείδιο του άνθρακα ανάγει τα οξείδια του σιδήρου αρχικά προς  $\text{FeO}$  :

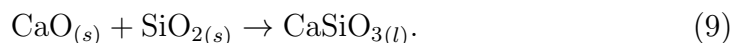


και στην συνέχεια ανάγει το παραγόμενο  $\text{FeO}$  προς σίδηρο που στην θερμοκρασία της υψικάμινου τήχεται :

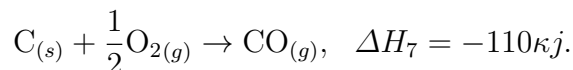




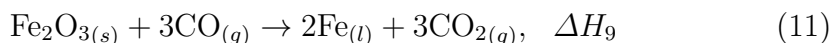
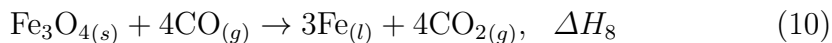
Ο τηγμένος σίδηρος ρέει προς το κάτω μέρος της υψικάμινου και απομακρύνεται. Οι περιεχόμενες στο μετάλλευμα πρόσμιξης (κυρίως  $\text{SiO}_2$ ) αντιδρούν με το  $\text{CaCO}_3$  απομακρύνονται ως υαλώδεις στερεό που καλείται μεταλλουργική σκωρία :



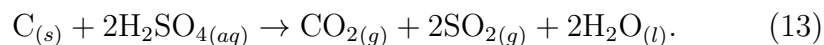
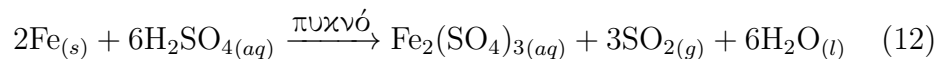
Λαμβάνοντας υπόψη ότι :



Με βάση τα παραπάνω δεδομένα και τις παρακάτω αντιδράσεις



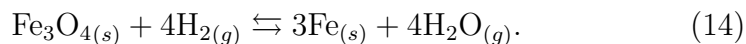
1. Να υπολογίσετε τα  $\Delta H_2$ ,  $\Delta H_8$  και  $\Delta H_9$  των αντιδράσεων (3),(10) και (11) αντίστοιχα.
2. Αν το σιδηρομεταλλεύματος περιέχει 6 %  $w/w$   $\text{SiO}_2$ . Να βρεθεί η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα  $\text{CaCO}_3$  που πρέπει να προστεθεί ανά τόνο μεταλλεύματος.
3. Το προϊόν της υψικάμινου γνωστό και ως χυτοσίδηρος βρέθηκε ότι περιέχει 3,2 %  $w/w$  αδρανείς προσμίξεις, σίδηρο και άνθρακα. Ποσότητα δείγματος ίση με 20 g κατεργάζεται με πυκνό  $\text{H}_2\text{SO}_4$  σύμφωνα με τις παρακάτω αντιδράσεις :



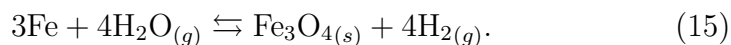
Αν από την παραπάνω αντίδραση παράγονται 0,96 mol αερίου :

- (α') Να βρεθεί η %  $w/w$  περιεκτικότητα του δείγματος χυτοσιδήρου σε άνθρακα.

4. Σε κλειστό και κενό δοχείο  $\Delta_1$  σταθερού όγκου  $V_1$  που βρίσκεται περίσσεια καθαρού  $\text{Fe}_3\text{O}_4(s)$  διοχετεύεται ρεύμα αέριου υδρογόνου ( $\text{H}_2$ ) οπότε σε σταθερή θερμοκρασία  $\theta$  °C το σύστημα οδηγείται σε χημική ισορροπία με συντελεστή απόδοσης  $\alpha_1$



Σε ένα άλλο κλειστό και κενό δοχείο  $\Delta_2$  σταθερού όγκου  $V_1$  που περιέχει περίσσεια στερεού σιδήρου ( $\text{Fe}(s)$ ) διοχετεύουμε ρεύμα υδρατμών ( $\text{H}_2\text{O}(g)$ ) οπότε στην ίδια σταθερή θερμοκρασία  $\theta$  °C σε χημική ισορροπία με συντελεστή απόδοσης  $\alpha_2$



Η σχέση που περιγράφει απόλυτα πως συνδέονται οι συντελεστές απόδοσης  $\alpha_1$  και  $\alpha_2$  είναι :

$$(\alpha') \alpha_1 > \alpha_2$$

$$(\beta') \alpha_1 < \alpha_2$$

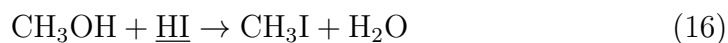
$$(\gamma') \alpha_1 = \alpha_2$$

$$(\delta') \alpha_1 = 1 - \alpha_2$$

#### ΘΕΜΑ Δ

Η μεθανόλη ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) η ξυλόπνευμα αποτελεί ένα από τα κύρια προϊόντα της χημικής βιομηχανίας με πρώτη ύλη την  $\text{CH}_3\text{OH}$  μπορούμε να παρασκευάσουμε και μεθανικό οξύ ( $\text{HCOOH}$ ) και αιθανικό οξύ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).

Το αιθανικό οξύ παράγεται με καρβονυλίωση της μεθανόλης παρουσία υδροιδίου και ενός συμπλόκου του Ιριδίου (καταλύτης cativa)  $[\text{Ir}(\text{CO})_2\text{I}_2^-]$  σύμφωνα με την παρακάτω αλληλουχία αντιδράσεων :



Στην παρακάτω σειρά αντιδράσεων (16), (17), (18) να χαρακτηρίσετε ως σώματα του μηχανισμού τα υποσημειωμένα σώματα.

Με πρώτη ύλη την μεθανόλη παράγεται μεθανικό οξύ (HCOOH) από την οξειδωση της μεθανόλης με αραιό διάλυμα  $\text{KMnO}_4$  παρουσία οξέος ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )



Ορισμένη ποσότητα  $\text{CH}_3\text{OH}$  χωρίζεται σε 2 ίσα μέρη. Το ένα μέρος μετατρέπεται ποσοτικά σε  $\text{CH}_3\text{COOH}$  σύμφωνα με την σειρά των αντιδράσεων (16), (17) και (18) ενώ το άλλο οξειδώνεται ποσοτικά σε  $\text{HCOOH}$  σύμφωνα με την αντίδραση (19).

Η ποσότητα του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  διαλύεται σε κατάλληλη ποσότητα νερού και προκύπτει διάλυμα όγκου  $V$  ( $\Delta_1$ ) ενώ το  $\text{HCOOH}$  διαλύεται σε κατάλληλη ποσότητα νερού και προκύπτει διάλυμα όγκου  $V$  ( $\Delta_2$ ). Διαπιστώνουμε ότι ο βαθμός ιοντισμού του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  στο  $\Delta_1$  είναι  $\sqrt{10} \cdot 10^{-3}$ .

1. Να συγκρίνετε το pH των διαλυμάτων  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$  στην ίδια θερμοκρασία.
2. Αν στα διαλύματα  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$  ισχύει  $\frac{[\text{H}_3^+\text{O}]_1}{[\text{H}_3^+\text{O}]_2} = \frac{1}{3}$  να βρεθεί η σχέση  $K_\alpha(\text{CH}_3\text{COOH})$  και  $K_\alpha(\text{HCOOH})$ .
3. Αναμιγνύουμε 100 ml διαλύματος  $\Delta_1$  και 100 ml διαλύματος  $\Delta_2$  και αραιώνουμε το τελικό διάλυμα όγκου 1000 ml προκύπτει έτσι διάλυμα  $\Delta_3$  με  $\text{pH} = 2.5$ . Να βρεθούν οι τιμές  $K_{\alpha 1}$  και  $K_{\alpha 2}$
4. Πόσα mol  $\text{NaOH}$  πρέπει να προστεθούν σε 500 ml  $\Delta_3$  χωρίς μεταβολή όγκου για να προκύψει τελικό διάλυμα με  $[\text{H}_3^+\text{O}] = 3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$