

# ΧΗΜΕΙΑ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ 2ο ΘΕΜΑ

(μέχρι 24/4/2023)

## Θέμα 2° 25236

2.1 Δίνεται η απλή αντίδραση:  $2 \text{I}^-(\text{aq}) + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_2(\text{s}) + 2 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

Η διάρκεια της αντίδρασης είναι 10 δευτερόλεπτα.

Κατά τη διάρκεια των 2 πρώτων δευτερολέπτων παράγονται  $x$  mol  $\text{I}_2$ , ενώ κατά τη διάρκεια των επόμενων 2 δευτερολέπτων παράγονται  $y$  mol  $\text{I}_2$ .

α) Να γράψετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης. (μονάδα 1)

β) Να προσδιορίσετε την τάξη της αντίδρασης. (μονάδα 2)

γ) Να συγκρίνετε τις ποσότητες  $x$  και  $y$  του  $\text{I}_2$  που παράγονται (μονάδες 2). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

Μονάδες 9

2.2 Να αναφέρετε πώς θα μεταβληθούν (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) τα mol ιόντων οξωνίου ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) και το pH αραιού υδατικού διαλύματος ισχυρού οξέος HCl όγκου  $V$  1L και συγκέντρωσης  $c$ , όταν σε αυτό, σε σταθερή θερμοκρασία, προστεθούν:

α) ένα λίτρο υδατικού διαλύματος KCl συγκέντρωσης  $c$ . (μονάδες 4)

β) ποσότητα αερίου HCl, χωρίς μεταβολή όγκου του υδατικού διαλύματος HCl. (μονάδες 4)

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8)

Μονάδες 16

## Ενδεικτικές απαντήσεις

### 2.1

α) Αφού η αντίδραση είναι απλή ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι:

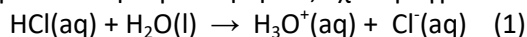
$$v = k \cdot [\text{I}^-]^2 \cdot [\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$$

β) Η τάξη προκύπτει από το άθροισμα των εκθετών στον νόμο ταχύτητας. Συνεπώς η αντίδραση είναι τρίτης τάξης, όπως φαίνεται από τον νόμο ταχύτητας.

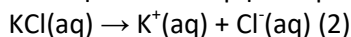
γ) Καθώς εξελίσσεται η αντίδραση οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων μειώνονται. Συνεπώς και η ταχύτητα παραγωγής του  $\text{I}_2$  μειώνεται κατά τη διάρκεια της αντίδρασης. Άρα κατά τη διάρκεια των 2 πρώτων δευτερολέπτων η ποσότητα του  $\text{I}_2$  που παράχθηκε είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα του  $\text{I}_2$  που παράχθηκε κατά τη διάρκεια των 2 επόμενων δευτερολέπτων.

Επομένως  $x > y$ .

2.2 Στο υδατικό διάλυμα HCl πριν από την προσθήκη KCl, έχει πραγματοποιηθεί η αντίδραση:



α) Η προσθήκη διαλύματος KCl στο υδατικό διάλυμα HCl, αυξάνει τον όγκο του διαλύματος HCl και έχει σαν αποτέλεσμα τη διάλυση και τη διάσταση του KCl σύμφωνα με την αντίδραση:

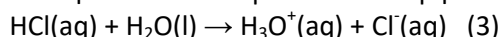


Η ποσότητα σε mol του  $\text{H}_3\text{O}^+$  δεν μεταβάλλεται διότι η αντίδραση (1) είναι ποσοτική. Όμως ο όγκος του διαλύματος HCl ( $V$ ) θα αυξηθεί. Η συγκέντρωση οξωνίου δίνεται από τη σχέση:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{n}{V}$ .

Αυτό θα έχει σαν συνέπεια **μείωση** της συγκέντρωσης  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ .

Επειδή η συγκέντρωση οξωνίου  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  μειώνεται, από τη σχέση  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$  βγαίνει το συμπέρασμα ότι το pH του διαλύματος HCl **αυξάνεται**.

β) Η προσθήκη αερίου HCl(g) στο υδατικό διάλυμα HCl δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος και έχει σαν αποτέλεσμα τη επιπλέον διάλυση και τον ιοντισμό του HCl σύμφωνα με την αντίδραση (3):



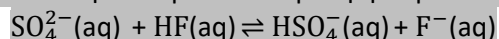
Λόγω της αντίδρασης (3) η συγκέντρωση του  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  και τα mol  $\text{H}_3\text{O}^+$  του διαλύματος HCl θα **αυξηθούν**. Επειδή η συγκέντρωση οξωνίου  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  αυξάνεται, από τη σχέση  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$  βγαίνει το συμπέρασμα ότι το pH του διαλύματος HCl **μειώνεται**.

## Θέμα 2°

2.1 α) Υδατικά διαλύματα HF και  $\text{HSO}_4^-$  έχουν αντίστοιχα  $\text{p}K_{\text{a, HF}} = 4$  και  $\text{p}K_{\text{a, HSO}_4^-} = 2$ .

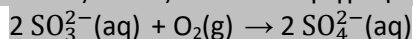
i. Να εξηγήσετε ποιο από τα δύο οξέα είναι πιο ισχυρό. (μονάδες 3)

ii. Να εξηγήσετε προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη η παρακάτω ισορροπία. (μονάδες 4)



Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται στη θερμοκρασία στους  $25^\circ \text{C}$  όπου  $K_{\text{w}} = 10^{-14} \text{M}^2$ .

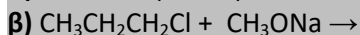
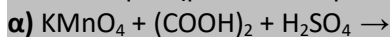
**β)** Το θειώδες ιόν ( $\text{SO}_3^{2-}$ ) χρησιμοποιείται, μεταξύ άλλων, ως συντηρητικό στο κρασί στους χυμούς φρούτων, σε αλλαντικά και άλλα τρόφιμα καθώς και ως αντιοξειδωτικό για την αναστολή διαφόρων αντιδράσεων. Μια από τις δράσεις του ως αντιοξειδωτικό περιγράφεται από την αντίδραση:



Να προσδιορίσετε την οξειδωτική και την αναγωγική ουσία στην αντίδραση αιτιολογώντας την επιλογή σας. (μονάδες 4)

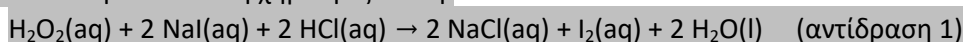
**Μονάδες 11**

**2.2** Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις:



**Μονάδες 4**

**2.3** Διάλυμα  $\text{H}_2\text{O}_2$ , και διάλυμα  $\text{HCl}$  προστίθεται σε διάλυμα  $\text{NaI}$ . Η αντίδραση που πραγματοποιείται περιγράφεται από την ακόλουθη χημική εξίσωση:



Ο νόμος ταχύτητας της παραπάνω αντίδρασης έχει προσδιοριστεί πειραματικά και είναι ο ακόλουθος:  
 $v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot [\text{NaI}]$

Για κάθε μία από τις παρακάτω μεταβολές, να εξηγήσετε την επίδρασή της στην τιμή της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης 1 (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή).

**α)** Προσθήκη αρχικά στο δοχείο στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση, επιπλέον ποσότητα διαλύματος  $\text{HCl}$  ίδιας συγκέντρωσης, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία.

**β)** Αύξηση της θερμοκρασίας των διαλυμάτων που αναμειγνύουμε.

**γ)** Προσθήκη αρχικά στο δοχείο στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση, επιπλέον ποσότητας νερού, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία.

**δ)** Προσθήκη καταλύτη για την πραγματοποίηση της αντίδρασης 1 σε σταθερή θερμοκρασία.

**ε)** Προσθήκη αρχικά στο δοχείο στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση, διαλύματος  $\text{NaI}$  μεγαλύτερης συγκέντρωσης, ίδιας θερμοκρασίας.

**Μονάδες 10**

### **Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1α)** Από τα  $pK_a$  των δύο οξέων, ισχύει:

Για το υδροφθορικό οξύ:  $pK_{a,\text{HF}} = 4 \Rightarrow K_{a,\text{HF}} = 10^{-4} \text{ M}$ .

Για το όξινο θειικό ιόν:  $pK_{a,\text{HSO}_4^-} = 2 \Rightarrow K_{a,\text{HSO}_4^-} = 10^{-2} \text{ M}$ .

$$K_{a,\text{HSO}_4^-} > K_{a,\text{HF}}$$

i. Συνεπώς το όξινο θειικό ιόν είναι ισχυρότερο οξύ από το υδροφθορικό.

ii. Η συζυγής βάση του  $\text{HF}$  είναι το ιόν  $\text{F}^-$ , όπου  $K_{b,\text{F}^-} = \frac{K_w}{K_{a,\text{HF}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} \text{ M} = 10^{-10} \text{ M}$ .

Η συζυγής βάση του  $\text{HSO}_4^-$  είναι το  $\text{SO}_4^{2-}$ , όπου  $K_{b,\text{SO}_4^{2-}} = \frac{K_w}{K_{a,\text{HSO}_4^-}} = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} \text{ M} = 10^{-12} \text{ M}$ .

$$K_{b,\text{F}^-} > K_{b,\text{SO}_4^{2-}}$$

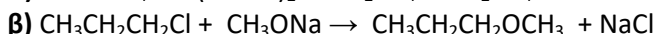
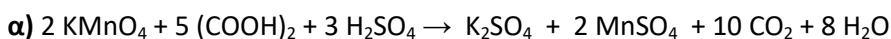
Συνεπώς η βάση  $\text{F}^-$  είναι ισχυρότερη βάση από το  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Η ισορροπία  $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{HF}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HSO}_4^-(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$  μετατοπίζεται προς την πλευρά του ασθενέστερου οξέος και της ασθενέστερης βάσης, δηλαδή προς το  $\text{SO}_4^{2-}$  και το  $\text{HF}$ , άρα προς τα αριστερά.

**β)** Αναγωγική ουσία:  $\text{SO}_3^{2-}$ . Το θείο (S) στο θειώδες ιόν ( $\text{SO}_3^{2-}$ ) έχει αριθμό οξείδωσης +4 και μεταπίπτει στα προϊόντα σε θειικό ιόν ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) με αριθμό οξείδωσης +6. Δηλαδή οξειδώθηκε.

Οξειδωτική ουσία:  $\text{O}_2$ . Το οξυγόνο (O) σε ελεύθερη κατάσταση ( $\text{O}_2$ ) έχει αριθμό οξείδωσης μηδέν (0) και μεταπίπτει στα προϊόντα σε θειικό ιόν ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) με αριθμό οξείδωσης -2. Δηλαδή ανάχθηκε.

### **2.2**



### **2.3**

**α)** Από τον νόμο ταχύτητας  $v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot [\text{NaI}]$ , προκύπτει ότι η συγκέντρωση του  $\text{HCl}$  δεν επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης. Η προσθήκη όμως επιπλέον ποσότητας διαλύματος  $\text{HCl}$  αρχικά στο δοχείο αυξάνει τον όγκο του διαλύματος των αντιδρώντων και συνεπώς μειώνεται η συγκέντρωση του  $\text{H}_2\text{O}_2$  και του  $\text{NaI}$ . Άρα η τιμή της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης **μειώνεται**.

**β)** Αύξηση της θερμοκρασίας των διαλυμάτων που αναμειχθηκαν προκαλεί αύξηση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων, με συνέπεια να αυξάνεται ο αριθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων. Συνεπώς η τιμή της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης **αυξάνεται**.

γ) Με την προσθήκη αρχικά επιπλέον ποσότητας νερού ελαττώνεται η συγκέντρωση του  $H_2O_2$  και του  $NaI$ . Οι συγκεντρώσεις του  $H_2O_2$  και του  $NaI$  συμμετέχουν στον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης. Μείωση των συγκεντρώσεων τους συνεπάγεται **μείωση** της τιμής της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης.

δ) Η προσθήκη καταλύτη μειώνει την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης, που οδηγεί σε **αύξηση** της τιμής της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης.

ε) Η συγκέντρωση του  $NaI$  συμμετέχει στον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης. Με την προσθήκη αρχικά στο δοχείο στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση, διαλύματος  $NaI$  μεγαλύτερης συγκέντρωσης, ίδιας θερμοκρασίας, συνεπάγεται **αύξηση** της τιμής της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης.

## Θέμα 2°

**2.1 α)** Να εξηγήσετε ποια από τις ακόλουθες ουσίες αναμένεται να έχει το υψηλότερο σημείο βρασμού στις ίδιες συνθήκες:  $H_2$ ,  $HBr$ . (μονάδες 8)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες:  $A_r(H) = 1$ ,  $A_r(Br) = 80$ .

**β)** Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα. Ένα υδατικό διάλυμα αιθανόλης ( $C_2H_5OH$ )  $c_1$  όγκου  $V_1$  και ένα διάλυμα φρουκτόζης ( $C_6H_{12}O_6$ )  $c_2$ , όπου  $c_1=2 c_2$  όγκου  $V_2$ . Αν τα δύο διαλύματα έχουν την ίδια θερμοκρασία, να εξηγήσετε ποιο από τα δύο έχει μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση. (μονάδες 5)

**Μονάδες 13**

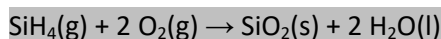
**2.2** Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις:

**α)**  $KMnO_4 + CH_2O + H_2SO_4 \rightarrow$  (πλήρης οξειδωση)

**β)**  $CH_3Cl + KOH \rightarrow$  (υδατικό διάλυμα)

**Μονάδες 4**

**2.3** Το  $SiH_4$  και το  $O_2$  αντιδρούν μεταξύ τους σύμφωνα με την απλή αντίδραση που περιγράφεται από την χημική εξίσωση:



Για κάθε μία από τις παρακάτω μεταβολές, να εξηγήσετε την επίδρασή της στην τιμή της αρχικής ταχύτητας της παραπάνω αντίδρασης (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή).

**α)** Προσθήκη  $O_2(g)$  διατηρώντας σταθερά τόσο τον όγκο στο δοχείο στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση, όσο και τη θερμοκρασία.

**β)** Αύξηση της θερμοκρασίας του δοχείου στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση διατηρώντας τον όγκο του δοχείου σταθερό.

**γ)** Αύξηση του όγκου του δοχείου στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση σε σταθερή θερμοκρασία.

**δ)** Προσθήκη καταλύτη σε σταθερή θερμοκρασία.

**Μονάδες 8**

## Ενδεικτικές απαντήσεις

### 2.1

**α)** Τα είδη διαμοριακών δυνάμεων στις ενώσεις είναι οι ακόλουθες:

**$H_2$**  : Το μόριο του υδρογόνου ( $H_2$ ) αποτελείται από δύο άτομα υδρογόνου συνδεδεμένα μεταξύ τους με μη πολικό ομοιοπολικό δεσμό. Άρα η διπολική ροπή του μορίου του  $H_2$  είναι  $\mu = 0$  D. Συνεπώς το μόριο του  $H_2$  είναι μη πολικό. Άρα μεταξύ των μορίων  $H_2$  αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς στιγμιαίου διπόλου – στιγμιαίου διπόλου (London).

**$HBr$**  : Το μόριο του υδροβρωμίου ( $HBr$ ) αποτελείται από ένα άτομο υδρογόνου και ένα άτομο βρωμίου συνδεδεμένα μεταξύ τους με πολικό ομοιοπολικό δεσμό. Άρα η διπολική ροπή του μορίου του  $HBr$  είναι  $\mu > 0$  D. Συνεπώς το μόριο του  $HBr$  είναι δίπολο. Άρα μεταξύ των μορίων  $HBr$  αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου – διπόλου καθώς και δυνάμεις διασποράς (London).

Επιπλέον ισχύει:

$$M_r(H_2) = 2 \quad M_r(HBr) = 1 + 80 = 81$$

$$M_r(H_2) < M_r(HBr)$$

Με δεδομένο ότι όσο αυξάνει η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων τόσο αυξάνει το σημείο βρασμού και ότι η ισχύς των δυνάμεων αυτών αυξάνεται με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας καταλήγουμε στην ακόλουθη σειρά αυξανόμενων σημείων βρασμού:

$$\text{Σημείο βρ. } H_2 < \text{Σημείο βρ. } HBr.$$

Συνεπώς το υψηλότερο σημείο βρασμού το έχει το  $HBr$ .

**β)** Η ωσμωτική πίεση,  $\Pi$ , ενός μοριακού διαλύματος δίνεται από τη σχέση:

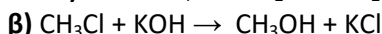
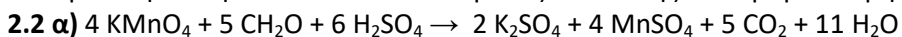
$$\Pi = c \cdot R \cdot T$$

Η συγκέντρωση της αιθανόλης είναι  $c_1$  και της φρουκτόζης  $c_2$  με  $c_1=2 c_2$ .

Η θερμοκρασία των δύο διαλυμάτων είναι ίδια ( $T$ ).

Άρα  $c_1 > c_2$  και συνεπώς  $\Pi_1 > \Pi_2$ .

Η ωσμωτική πίεση του υδατικού διαλύματος αιθανόλης είναι μεγαλύτερη.



**2.3 α)** Εφόσον η αντίδραση είναι απλή, ο νόμος της ταχύτητας είναι:  $v = k \cdot [\text{SiH}_4] \cdot [\text{O}_2]^2$

Από τον νόμο ταχύτητας προκύπτει ότι η συγκέντρωση του  $\text{O}_2$  επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης. Η προσθήκη  $\text{O}_2(\text{g})$  στο δοχείο αυξάνει τη συγκέντρωση του  $\text{O}_2$ . Άρα η τιμή της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης **αυξάνεται**.

**β)** Αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων, με συνέπεια να αυξάνεται ο αριθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων. Συνεπώς η τιμή της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης **αυξάνεται**.

**γ)** Όταν αυξάνεται ο όγκος του δοχείου μειώνεται η συγκέντρωση των αερίων αντιδρώντων. Μείωση της συγκέντρωσης των αντιδρώντων συνεπάγεται **μείωση** της τιμής της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης.

**δ)** Η προσθήκη καταλύτη μειώνει την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης, που οδηγεί σε **αύξηση** της τιμής της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης.

## Θέμα 2<sup>ο</sup>

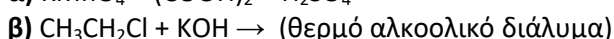
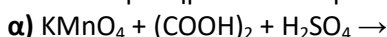
**2.1 α)** Να διατάξετε τις ουσίες HF και HCl, κατά σειρά αυξανόμενου σημείου βρασμού στις ίδιες συνθήκες αιτιολογώντας την απάντησή σας. (μονάδες 6)

**β)** Διαθέτουμε ένα υδατικό διάλυμα Δ1 αιθανόλης ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )  $c_1$  όγκου  $V_1$  και ένα διάλυμα Δ2 φρουκτόζης ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )  $c_2$  Μ όγκου  $V_2$  όπου  $c_1=2c_2$ .

Το διάλυμα Δ1 έχει θερμοκρασία  $T_1$ . Το διάλυμα Δ2 έχει θερμοκρασία  $T_2$  όπου  $T_1>T_2$ . Να εξηγήσετε ποιο από τα δύο έχει μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση. (μονάδες 7)

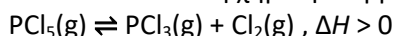
**Μονάδες 13**

**2.2** Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις:



**Μονάδες 4**

**2.3** Σε δοχείο μεταβλητού όγκου έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία υπό σταθερή θερμοκρασία:



Για κάθε μία από τις παρακάτω μεταβολές, να εξηγήσετε την επίδρασή της στη θέση της χημικής ισορροπίας (μετατόπιση δεξιά ή αριστερά ή καμία μεταβολή) και στην τιμή της απόδοσης (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) της παραπάνω αντίδρασης.

**α)** Προσθήκη  $\text{PCl}_3(\text{g})$  χωρίς μεταβολή όγκου στο δοχείο στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία.

**β)** Αύξηση της θερμοκρασίας του δοχείου στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση διατηρώντας τον όγκο του δοχείου σταθερό.

**γ)** Αύξηση του όγκου του δοχείου στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση σε σταθερή θερμοκρασία.

**δ)** Προσθήκη καταλύτη χωρίς μεταβολή όγκου σε σταθερή θερμοκρασία.

**Μονάδες 8**

## Ενδεικτικές απαντήσεις

### **2.1**

**α)** Τα είδη διαμοριακών δυνάμεων στις ενώσεις είναι τα εξής:

**HF** : Το μόριο του υδροχλωρίου (HF) αποτελείται από ένα άτομο υδρογόνου και ένα άτομο φθόριου συνδεδεμένα μεταξύ τους με ένα πολικό ομοιοπολικό δεσμό. Το φθόριο είναι το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο. Η διπολική ροπή του μορίου του HF είναι  $\mu > 0$  D. Συνεπώς το μόριο του HF είναι δίπολο. Μεταξύ των μορίων HF αναπτύσσονται ισχυροί διαμοριακοί δεσμοί που ονομάζονται δεσμοί υδρογόνου καθώς επίσης και δυνάμεις διασποράς (London).

**HCl** : Το μόριο του υδροχλωρίου (HCl) αποτελείται από ένα άτομο υδρογόνου και ένα άτομο χλωρίου συνδεδεμένα μεταξύ τους με ένα πολικό ομοιοπολικό δεσμό. Άρα η διπολική ροπή του μορίου του HCl είναι  $\mu > 0$  D. Συνεπώς το μόριο του HCl είναι δίπολο. Άρα μεταξύ των μορίων HCl αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου – διπόλου καθώς επίσης και δυνάμεις διασποράς (London).

Λόγω των δεσμών υδρογόνου, το HF παρουσιάζει το υψηλότερο σημείο βρασμού.

Σημείο βρ. HCl < Σημείο βρ. HF.

**β)** Η ωσμωτική πίεση  $\Pi$ , ενός μοριακού διαλύματος δίνεται από τη σχέση:

$$\Pi = c \cdot R \cdot T$$

$$\Pi_1 = c_1 \cdot R \cdot T_1 \quad (1)$$

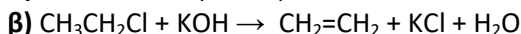
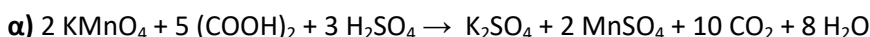
$$\Pi_2 = c_2 \cdot R \cdot T_2 \quad (2)$$

Από τις (1),(2) διαιρώντας κατά μέλη προκύπτει:

$$\frac{\Pi_1}{\Pi_2} = \frac{c_1 \cdot T_1}{c_2 \cdot T_2} \Rightarrow \frac{\Pi_1}{\Pi_2} = \frac{2c_2 \cdot T_1}{c_2 \cdot T_2} \Rightarrow \frac{\Pi_1}{\Pi_2} = \frac{2 \cdot T_1}{T_2} \quad \text{όπου } T_1 > T_2.$$

Συνεπώς η ωσμωτική πίεση του υδατικού διαλύματος της αιθανόλης είναι μεγαλύτερη από την ωσμωτική πίεση της φρουκτόζης .

## 2.2



## 2.3

α) Προσθήκη  $\text{PCl}_3(\text{g})$  διατηρώντας σταθερό όγκο του δοχείου στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση, σε σταθερή θερμοκρασία, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier θα οδηγήσει σε μετατόπιση της χημικής ισορροπίας προς τα αριστερά. Αυτό συμβαίνει γιατί με την προσθήκη  $\text{PCl}_3(\text{g})$  θα αυξηθεί η συγκέντρωση του  $\text{PCl}_3$ , οπότε το σύστημα θα μετατοπιστεί προς την κατεύθυνση που τείνει να αναιρέσει τη μεταβολή, δηλαδή αριστερά.

$$\alpha = \frac{\text{ποσότητα Cl}_2 \text{ που παράχθηκε στη XI (πρακτικό ποσό)}}{\text{ποσότητα Cl}_2 \text{ που θα παραγόταν αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη (θεωρητικό ποσό)}}$$

Συνεπώς η απόδοση μειώνεται.

β) Αύξηση της θερμοκρασίας σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier θα μετατοπίσει την χημική ισορροπία προς την ενδόθερμη αντίδραση, δηλαδή προς τα δεξιά. Αυτό συμβαίνει γιατί με την αύξηση θερμοκρασίας, το σύστημα θα μετατοπιστεί προς την κατεύθυνση που τείνει να αναιρέσει τη μεταβολή, δηλαδή προς τη μεριά που απορροφάται θερμότητα από το περιβάλλον. Δηλαδή προς τα δεξιά.

$$\alpha = \frac{\text{ποσότητα Cl}_2 \text{ που παράχθηκε στη XI (πρακτικό ποσό)}}{\text{ποσότητα Cl}_2 \text{ που θα παραγόταν αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη (θεωρητικό ποσό)}}$$

Επομένως η απόδοση της αντίδρασης θα αυξηθεί.

γ) Όταν αυξάνεται ο όγκος του δοχείου μειώνεται η πίεση. Αυτό, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier έχει ως αποτέλεσμα τη μετατόπιση της χημικής ισορροπίας προς την κατεύθυνση που αυξάνονται τα mol αερίων. Δηλαδή προς τα δεξιά.

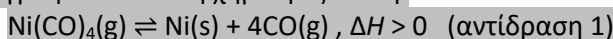
$$\alpha = \frac{\text{ποσότητα Cl}_2 \text{ που παραχθηκε στη XI (πρακτικό ποσό)}}{\text{ποσότητα Cl}_2 \text{ που θα παραγόταν αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη (θεωρητικό ποσό)}}$$

Επομένως η απόδοση της αντίδρασης θα αυξηθεί.

δ) Η προσθήκη καταλύτη μειώνει την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης, που οδηγεί σε αύξηση της τιμής της ταχύτητας της αντίδρασης. Δεν επηρεάζει όμως τη θέση της χημικής ισορροπία και συνεπώς δε μεταβάλλει την απόδοση της αντίδρασης.

## Θέμα 2°

2.1 Η μέθοδος Mond, είναι μια τεχνική που δημιουργήθηκε από τον Ludwig Mond το 1890, για την εξαγωγή και τον καθαρισμό του νικελίου. Στα πρώτα βήματα της μεθόδου τα οξειδία του νικελίου μετατρέπονται σε  $\text{Ni}(\text{CO})_4(\text{g})$ , το οποίο θερμαινόμενο στους 220-250 °C δίνει καθαρό νικέλιο σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



α) Το νικέλιο (Ni) ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο και στη 10η (VIII B) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του νικελίου σε υποστιβάδες, στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 4)

β) Να εξηγήσετε αν αντίδραση (1) είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη. (μονάδες 2)

γ) Για κάθε μία από τις παρακάτω μεταβολές, να εξηγήσετε την επίδρασή της στη θέση της χημικής ισορροπίας (μετατόπιση δεξιά ή μετατόπιση αριστερά ή καμία μετατόπιση) και στην τιμή της απόδοσης (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) της παραπάνω αντίδρασης (1).

i) Προσθήκη  $\text{Ni}(\text{s})$  διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία. (Να θεωρηθεί ότι ο όγκος των αερίων του δοχείου μετά την προσθήκη του νικελίου, παραμένει σταθερός). (μονάδες 2)

ii) Αύξηση της θερμοκρασίας του δοχείου στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση διατηρώντας σταθερό τον όγκο του δοχείου. (μονάδες 2)

iii) Προσθήκη  $\text{CO}(\text{g})$  διατηρώντας σταθερά τον όγκο του δοχείου και τη θερμοκρασία. (μονάδες 2)

iv) Αύξηση του όγκου του δοχείου στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση σε σταθερή θερμοκρασία. (μονάδες 2)

v) Προσθήκη καταλύτη σε σταθερή θερμοκρασία και σταθερό όγκο. (μονάδες 2) **Μονάδες 16**

2.2 Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις:



**Μονάδες 4**

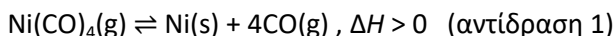
2.3 Να διατάξετε τις ακόλουθες ουσίες κατά σειρά αυξανόμενου σημείου βρασμού (στις ίδιες συνθήκες) αιτιολογώντας την απάντησή σας:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ .

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1α)** Το άτομο του νικελίου (Ni) στη θεμελιώδη κατάσταση έχει 4 στιβάδες, αφού ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο θα είναι τοποθετημένο σε υποστιβάδα **d** αφού ανήκει στη **10<sup>η</sup> ομάδα**. Δηλαδή θα έχει **8 ηλεκτρόνια στην 3d υποστιβάδα και 2 ηλεκτρόνια στην 4s υποστιβάδα**. Συνεπώς η ηλεκτρονιακή δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  **$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$** .

**β)** Η αντίδραση (1) είναι ενδόθερμη διότι  $\Delta H > 0$ .

**γ)**



**i.** Η  $K_c$  της αντίδρασης (1) δίνεται από τη σχέση:  $K_c = [\text{CO}]^4 / [\text{Ni}(\text{CO})_4]$ .

Το  $Q_c$  της αντίδρασης (2) δίνεται αναλόγως από τη σχέση:  $Q_c = [\text{CO}]^4 / [\text{Ni}(\text{CO})_4]$ .

Προσθήκη στερεού Ni δοχείο σταθερού όγκου, χωρίς μεταβολή του όγκου των αερίων, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία δεν οδηγεί σε μεταβολή του  $Q_c$  και συνεπώς **δεν επηρεάζει** τη θέση χημικής ισορροπίας. Η απόδοση μένει σταθερή, **άρα δεν μεταβάλλεται**, διότι με προσθήκη Ni(s) δεν μεταβάλλεται ούτε το θεωρητικό ποσό του προϊόντος που θα παραγόταν αν η αντίδραση ήταν μονόδρομη και το αντίστοιχο πρακτικό ποσό που παράγεται παραμένει σταθερό.

**ii.** Αύξηση της θερμοκρασίας του δοχείου στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση διατηρώντας τον όγκο του δοχείου σταθερό, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier μετατοπίζει τη θέση της χημικής ισορροπίας προς την κατεύθυνση που απορροφάται θερμότητα, Δηλαδή η χημική ισορροπία **μετατοπίζεται προς τα δεξιά**. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την **αύξηση της απόδοσης** της αντίδρασης, αφού αυξάνεται το πρακτικό ποσό των προϊόντων, ενώ το θεωρητικό παραμένει σταθερό.

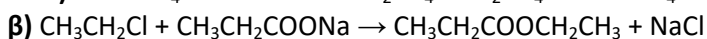
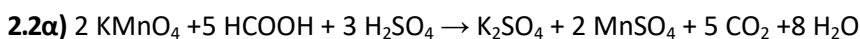
**iii.** Η  $K_c$  της αντίδρασης (1) δίνεται από τη σχέση:  $K_c = [\text{CO}]^4 / [\text{Ni}(\text{CO})_4]$ .

Το  $Q_c$  της αντίδρασης (2) δίνεται αντιστοίχως από τη σχέση:  $Q_c = [\text{CO}]^4 / [\text{Ni}(\text{CO})_4]$ .

Προσθήκη CO(g) στο δοχείο σταθερού όγκου, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία, οδηγεί σε μεταβολή του  $Q_c$  και συνεπώς επηρεάζει τη θέση χημικής ισορροπίας.  $Q_c > K_c$ . Αφού  $Q_c > K_c$  η θέση της χημικής ισορροπίας της αντίδρασης (1) **μετατοπίζεται προς τα αριστερά**. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη **μείωση** της απόδοσης της αντίδρασης αφού μειώνεται το πρακτικό ποσό των προϊόντων, ενώ το θεωρητικό παραμένει σταθερό.

**iv.** Αύξηση του όγκου του δοχείου οδηγεί σε μείωση της πίεσης. Μείωση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, μετατοπίζει τη θέση της χημικής ισορροπίας προς την κατεύθυνση που θα αυξηθεί η πίεση ώστε να αναιρεθεί η μεταβολή. Αυτό σημαίνει μετατόπιση προς την κατεύθυνση που αυξάνονται τα mol των αερίων σωμάτων, δηλαδή **μετατοπίζεται προς τα δεξιά**. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την **αύξηση της απόδοσης** της αντίδρασης αφού αυξάνεται το πρακτικό ποσό των προϊόντων, ενώ το θεωρητικό ποσό παραμένει σταθερό.

**v.** Προσθήκη καταλύτη **δεν επηρεάζει** τη θέση της χημικής ισορροπίας, γιατί δεν αποτελεί παράγοντα που επηρεάζει τη χημική ισορροπία. Η απόδοση παραμένει **σταθερή** αφού και το θεωρητικό και το πρακτικό ποσό των προϊόντων δεν μεταβάλλονται.



**2.3οι** σχετικές μοριακές μάζες των ενώσεων είναι:

$$M_r(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \quad \text{και} \quad M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46.$$

$$M_r(\text{C}_2\text{H}_6) < M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}).$$

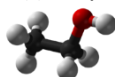
Τα είδη διαμοριακών δυνάμεων στις ενώσεις είναι:

**C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>**: Το μόριο του αιθανίου (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) του λόγω της στερεοδιάταξης του, έχει διπολική ροπή  $\mu = 0 \text{ D}$ .



Συνεπώς το μόριο του αιθανίου (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) είναι μη πολικό. Άρα μεταξύ των μορίων αιθανίου (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>) αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς μη διπόλου – μη διπόλου (στιγμιαίου διπόλου – στιγμιαίου διπόλου) (London).

$C_2H_5OH$  : Το μόριο της αιθανόλης  $C_2H_5OH$  λόγω της στερεοδιάταξης της, έχει διπολική ροπή  $\mu > 0$  D.

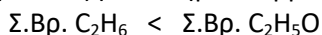


Ταυτόχρονα μεταξύ των μορίων της αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου λόγω της πολικής ομάδας  $-OH$  (το H είναι ενωμένο ομοιοπολικά με το ισχυρά ηλεκτραρνητικό και μικρό σε μέγεθος O) και δυνάμεις διασποράς.

Η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων (υπό την προϋπόθεση ότι τα συγκρινόμενα μόρια έχουν παραπλήσια  $M_r$ ) ακολουθούν τη σειρά:

Δυνάμεις διασποράς < δυνάμεις διπόλου – διπόλου < δεσμοί υδρογόνου.

Με δεδομένο ότι όσο αυξάνει η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων και το  $M_r$  τόσο αυξάνει το σημείο βρασμού καταλήγουμε στην ακόλουθη διάταξη των σημείων βρασμού:



## Θέμα 2<sup>ο</sup>

**2.1** Δίνονται τα χημικά στοιχεία: χλώριο  $_{17}Cl$ , νάτριο  $_{11}Na$  και αργίλιο  $_{13}Al$ .

**α)** Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες για τα άτομα Cl, Na και Al στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 3)

**β)** Να κατατάξετε τα στοιχεία αυτά κατά σειρά αυξανόμενης τιμής ατομικής ακτίνας. (μονάδες 2) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 6)

**Μονάδες 11**

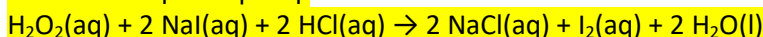
**2.2** Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις:

**α)**  $KMnO_4 + CH_3CH_2OH + H_2SO_4 \rightarrow$  (πλήρης οξειδωση)

**β)**  $CH_3COOH + NaOH \rightarrow$

**Μονάδες 4**

**2.3** Δίνεται η αντίδραση:



Ο νόμος της ταχύτητας της αντίδρασης έχει προσδιοριστεί πειραματικά και είναι ο ακόλουθος:

$$v = k \cdot [H_2O_2] \cdot [NaI]$$

Για κάθε μία από τις παρακάτω μεταβολές, να εξηγήσετε την επίδρασή της (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή), στην τιμή της αρχικής ταχύτητας της παραπάνω αντίδρασης.

**α)** Διάλυση επιπλέον ποσότητας αερίου HCl στο διάλυμα στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση, διατηρώντας σταθερό τον όγκο του διαλύματος και τη θερμοκρασία.

**β)** Μείωση της θερμοκρασίας του διαλύματος στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση.

**γ)** Διάλυση στερεού NaI(s), χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση.

**δ)** Προσθήκη νερού στο διάλυμα στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση.

**ε)** Προσθήκη ίσου όγκου διαλύματος  $H_2O_2$ , ίδιας συγκέντρωσης στο διάλυμα στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση.

**Μονάδες 10**

## Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1 α)** Το άτομο του χλωρίου ( $_{17}Cl$ ) περιέχει στη θεμελιώδη κατάσταση: πρωτόνια = 17 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 17, με ηλεκτρονιακή δομή:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ .

Το άτομο του του νατρίου ( $_{11}Na$ ) περιέχει στη θεμελιώδη κατάσταση: πρωτόνια = 11 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 11, με ηλεκτρονιακή δομή:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ .

Το άτομο του του αργιλίου ( $_{13}Al$ ) περιέχει στη θεμελιώδη κατάσταση: πρωτόνια = 13 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 13, με ηλεκτρονιακή δομή:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ .

**β)** Στο άτομο του χλωρίου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανεμημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το χλώριο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Έχει 7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, ( $3s^2 3p^5$ ) και το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα  $3p$ . Συνεπώς ανήκει στη  $17^{\eta}$  (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Στο άτομο του νατρίου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανεμημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το νάτριο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Επίσης έχει ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα, ( $3s^1$ ) και το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα  $3s$ . Συνεπώς ανήκει στην  $1^{\eta}$  (IA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Στο άτομο του αργιλίου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανεμημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το αργίλιο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

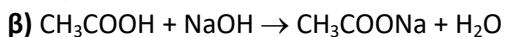
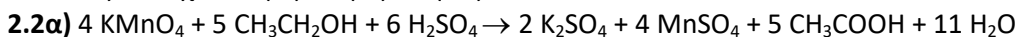
Έχει επίσης τρία ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, ( $3s^2 3p^1$ ) και το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα  $3p$ . Συνεπώς ανήκει στην  $13^{\eta}$  (IIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.



Και τα τρία στοιχεία ανήκουν στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα η ατομική ακτίνα ( $r$ ) μειώνεται από αριστερά προς τα δεξιά. Αυτό συμβαίνει γιατί όσο πλησιάζουμε προς τα δεξιά του περιοδικού πίνακα, αυξάνεται ο ατομικός αριθμός και κατά συνέπεια αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο του ατόμου (κατά προσέγγιση το φορτίο του πυρήνα μειωμένο κατά το φορτίο των ηλεκτρονίων των εσωτερικών στιβάδων). Έτσι, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα, η ατομική ακτίνα μειώνεται.

Συνεπώς θα ισχύει:  $r(\text{Cl}) < r(\text{Al}) < r(\text{Na})$



### 2.3

**α)** Από τον νόμο ταχύτητας  $v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot [\text{NaI}]$ , προκύπτει ότι η συγκέντρωση του  $\text{HCl}$  δεν επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης. Συνεπώς η διάλυση του αερίου  $\text{HCl}$  δεν επηρεάζει την τιμή της ταχύτητας της αντίδρασης. Επίσης, η προσθήκη αερίου  $\text{HCl}$  στο δοχείο δεν μεταβάλλει τον όγκο και τη θερμοκρασία του διαλύματος των αντιδρώντων, και συνεπώς δεν μεταβάλλεται η συγκέντρωση του  $\text{H}_2\text{O}_2$  και του  $\text{NaI}$ . Άρα **δεν μεταβάλλεται** η τιμή της ταχύτητας της αντίδρασης.

**β)** Μείωση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων, με συνέπεια να μειώνεται ο αριθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων. Συνεπώς, η τιμή της ταχύτητας της αντίδρασης **μειώνεται**.

**γ)** Η διάλυση στερεού  $\text{NaI}(s)$  στο διάλυμα προκαλεί αύξηση της συγκέντρωσης του  $\text{NaI}$ , αλλά δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος των αντιδρώντων. Συνεπώς δεν μεταβάλλεται η συγκέντρωση των υπολοίπων αντιδρώντων.

Η συγκέντρωση του  $\text{NaI}$  συμμετέχει στον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης. Αύξηση της συγκέντρωσής του συνεπάγεται αύξηση του αριθμού αποτελεσματικών συγκρούσεων, που οδηγεί σε **αύξηση** της τιμής της ταχύτητας της αντίδρασης.

**δ)** Με την προσθήκη νερού αυξάνεται ο όγκος του διαλύματος και συνεπώς μειώνεται η συγκέντρωση του  $\text{H}_2\text{O}_2$  και του  $\text{NaI}$ . Μείωση της συγκέντρωσής τους συνεπάγεται μείωση του αριθμού αποτελεσματικών συγκρούσεων που οδηγεί σε **μείωση** της ταχύτητας της αντίδρασης.

**ε)** Η προσθήκη ίσου όγκου διαλύματος  $\text{H}_2\text{O}_2$ , ίδιας συγκέντρωσης, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του συνολικού όγκου του διαλύματος των αντιδρώντων. Η συγκέντρωση του  $\text{H}_2\text{O}_2$  δεν θα μεταβληθεί, αφού με ανάμειξη διαλυμάτων ίδιας συγκέντρωσης προκύπτει διάλυμα με την ίδια συγκέντρωση. Όμως, η συγκέντρωση του  $\text{NaI}$  θα μειωθεί, αφού αυξήθηκε ο όγκος του διαλύματος. Μείωση της συγκέντρωσης του  $\text{NaI}$ , συνεπάγεται μείωση του αριθμού των αποτελεσματικών συγκρούσεων, που οδηγεί σε **μείωση** της τιμής της ταχύτητας της αντίδρασης

### Θέμα 2°

**2.1 α)** Να χαρακτηρίσετε καθεμιά από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). (μονάδες 3)

i) Η προσθήκη υδρογόνου σε καρβονυλική ένωση οδηγεί στον σχηματισμό αλκοόλης.

ii) Από την αντίδραση προπινίου ( $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ ) με νερό παρουσία  $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Hg}$ ,  $\text{HgSO}_4$  σχηματίζεται πάντοτε αλδεΐδη.

iii) Το μεθανικό οξύ ( $\text{HCOOH}$ ) οξειδώνεται με διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου ( $\text{KMnO}_4$ ) παρουσία θεικού οξέος ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

**β)** Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας γράφοντας τις χημικές εξισώσεις των αντίστοιχων αντιδράσεων. (μονάδες 6)

#### Μονάδες 9

**2.2 α)** Να κατατάξετε κατά σειρά αυξανόμενου σημείου βρασμού τις χημικές ουσίες:

$\text{F}_2$ ,  $\text{NaF}$  και  $\text{HCl}$ . (μονάδα 1)

**β)** Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Οι διαφορές στα  $M_r$  ( $M_{r_{\text{F}_2}} = 38$ ,  $M_{r_{\text{NaF}}} = 42$ ,  $M_{r_{\text{HCl}}} = 36,5$ ) να θεωρηθούν αμελητέες. (μονάδες 6)

#### Μονάδες 7

**2.3** Ο σίδηρος ( ${}_{26}\text{Fe}$ ), στοιχείο απαραίτητο για τον οργανισμό του ανθρώπου, εμφανίζει διάφορους βαθμούς οξειδωσης, με συνηθέστερους τους +2 και +3.

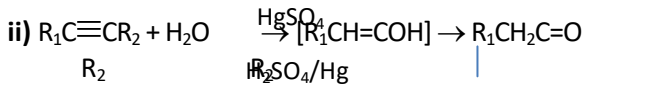
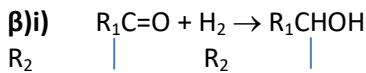
**α)** Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες για τον  ${}_{26}\text{Fe}$ , το ιόν  $\text{Fe}^{+2}$  και το ιόν  $\text{Fe}^{+3}$ . (μονάδες 6)

**β)** Να ερμηνεύσετε γιατί το ιόν  $\text{Fe}^{+3}$  είναι σταθερότερο από το ιόν  $\text{Fe}^{+2}$ . (μονάδες 3) **Μονάδες 9**



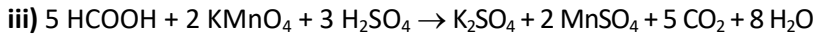
### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 α) i) Σ      ii) Λ      iii) Σ



ασαθής ένωση

Το τελικό προϊόν είναι ή αλδεΐδη, όταν το αλκίνιο είναι το αιθίνιο, ή κετόνη για οποιοδήποτε άλλο αλκίνιο.



2.2 α)  $\text{H}_2 < \text{HCl} < \text{NaCl}$

β) Στα μη πολικά μόρια του  $\text{H}_2$  ασκούνται μεταξύ τους μόνον δυνάμεις διασποράς.

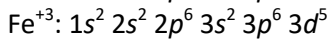
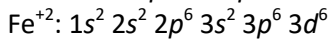
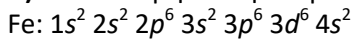
Στα πολικά μόρια του  $\text{HCl}$  ασκούνται μεταξύ τους δυνάμεις διπόλου-διπόλου και διασποράς.

Στο  $\text{NaCl}$  υπάρχει ιοντικός δεσμός δηλαδή ηλεκτροστατικές δυνάμεις ανάμεσα στα αντίθετα φορτισμένα ιόντα  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  τα οποία διατάσσονται στον χώρο ώστε να σχηματίζεται κρύσταλλος.

Με δεδομένο ότι η ισχύς των δυνάμεων αυξάνει από τις δυνάμεις διασποράς στις δυνάμεις διπόλου-διπόλου και στις ηλεκτροστατικές έλξεις των ιόντων στον κρύσταλλο το σημείο βρασμού του  $\text{H}_2$  είναι μικρότερο από εκείνο του  $\text{HCl}$  και μεγαλύτερο από τα τρία είναι το σημείο βρασμού του  $\text{NaCl}$ .

### 2.3

α) Η κατανομή των ηλεκτρονίων για τον  ${}_{26}\text{Fe}$ , το ιόν  $\text{Fe}^{+2}$  και το ιόν  $\text{Fe}^{+3}$  είναι:



β) Στην περίπτωση του ιόντος  $\text{Fe}^{+3}$  η υποστιβάδα  $d$  είναι ημισυμπληρωμένη με 5 ηλεκτρόνια κατανομή που παρουσιάζει μέγιστη σταθερότητα.

## Θέμα 2°

2.1 Δίνονται οι ενώσεις Α-ΣΤ στον πίνακα 1.

Πίνακας 1

<b>A</b> CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> ONa	<b>B</b> CH <sub>2</sub> =CHCH <sub>3</sub>	<b>Γ</b> CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH
<b>Δ</b> CH≡CCH <sub>3</sub>	<b>E</b> CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	<b>ΣΤ</b> CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> C≡C

α) Να προσδιορίσετε ποια από τις ενώσεις του πίνακα 1:

i) Μπορεί να σχηματιστεί από αντίδραση του 1-βρωμοπροπανίου με αλκοολικό διάλυμα υδροξειδίου του καλίου (ΚΟΗ).

ii) Αντιδρά με αλκυλαλογονίδιο (RX) και δίνει αιθέρα.

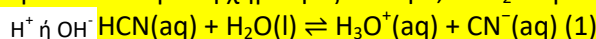
iii) Με προσθήκη νερού δίνει οξύ.

iv) Αντιδρά με Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. (μονάδες 4)

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας γράφοντας τις εξισώσεις που περιγράφουν τις αντίστοιχες αντιδράσεις. (μονάδες 8) Μονάδες 12

2.2α) Να χαρακτηρίσετε καθεμιά από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). (μονάδες 3)

i) Στην αντίδραση που παριστάνεται με τη χημική εξίσωση 1, το H<sub>2</sub>O δρα ως βάση κατά Brønsted-Lowry.



ii) Υδατικό διάλυμα χλωριούχου καλίου (KCl) στους 25 °C έχει pH μεγαλύτερο από 7.

iii) Στο προπίνιο (CH<sub>2</sub>=CCH<sub>3</sub>) όλα τα άτομα του άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με sp<sup>3</sup>-sp<sup>3</sup> δεσμούς.

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 6) Μονάδες 9

2.3 Οι ενώσεις του βαναδίου (V) παρουσιάζουν ποικιλία χρωμάτων που οφείλεται στους διαφορετικούς αριθμούς οξειδωσης με τους οποίους το V εμφανίζεται σε αυτές.

Δίνονται τα ιόντα: VO<sup>2+</sup>, VO<sub>2</sub><sup>+</sup> και V<sup>3+</sup>.

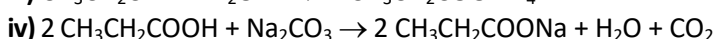
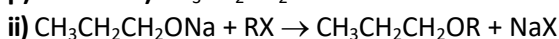
α) Να προσδιορίσετε σε ποιο από αυτά τα ιόντα το V εμφανίζεται με τον μεγαλύτερο αριθμό οξειδωσης. (μονάδα 1)

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

Μονάδες 4

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 α) i) B                      ii) A                      iii) ΣΤ                      iv) E



2.2 α) i) Σ                      ii) Λ                      iii) Λ                      β)

i) Στην αντίδραση 1 το H<sub>2</sub>O είναι δέκτης πρωτονίων και επομένως δρα ως βάση κατά Brønsted-Lowry με συζυγές οξύ το H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>.

ii) Στο υδατικό διάλυμα: KCl → K<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup>

Το K<sup>+</sup> δεν αντιδρά με το νερό διότι είναι το συζυγές οξύ της ισχυρής βάσης ΚΟΗ. Επίσης το Cl<sup>-</sup> δεν αντιδρά με το νερό διότι είναι η συζυγής βάση του ισχυρού οξέος ΗCl. Οπότε στο ισοδύναμο σημείο το pH = 7.

iii) Στο προπίνιο CH<sub>2</sub>=CCH<sub>3</sub> τα υβριδισμένα τροχιακά στους άνθρακες 1 και 2 του τριπλού δεσμού είναι τύπου sp, ενώ στον άνθρακα 3 που συνδέεται με απλούς δεσμούς με τα άτομα του υδρογόνου τα υβριδισμένα τροχιακά είναι τύπου sp<sup>3</sup>. Επομένως ο δεσμός ανάμεσα στον άνθρακα 3 και στον άνθρακα 2 είναι sp<sup>3</sup>-sp ενώ ανάμεσα στον άνθρακα 1 και στον άνθρακα 2 είναι sp-sp.

2.3 Στο VO<sup>2+</sup>: έστω x ο Α.Ο. του V.

$$x + 1 \cdot (-2) = +2 \Rightarrow x = +4, \text{ επομένως ο Α.Ο. του V είναι } +4.$$

Στο VO<sub>2</sub><sup>+</sup>: έστω γ ο Α.Ο. του V.

$$\gamma + 2 \cdot (-2) = +1 \Rightarrow \gamma = +5, \text{ επομένως ο Α.Ο. του V είναι } +5.$$

Στο V<sup>3+</sup> ο Α.Ο. του V είναι +3.

Άρα το V εμφανίζεται με τον μεγαλύτερο αριθμό οξειδωσης στο ιόν VO<sub>2</sub><sup>+</sup>.

## Θέμα 2°

**2.1 α)** Το πολυακρυλονιτρίλιο  $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CN})-)_n$  είναι ένα πολυμερές με εκτενείς χρήσεις σαν συνθετική πρώτη ύλη. Να υπολογίσετε πόσους  $\pi$  δεσμούς περιέχει το μονομερές του. Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί  $Z(\text{C})=6$ ,  $Z(\text{H})=1$ ,  $Z(\text{N})=7$  (μονάδες 3)

**β)** Να προσδιορίσετε τις μονάδες της σταθεράς του νόμου ταχύτητας ( $k$ ) για την ακόλουθη απλή αντίδραση,  $2 \text{A}(\text{s}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Γ}(\text{g})$  αν ο χρόνος εκφράζεται σε  $s$ . (μονάδες 3)

**γ)** Με ποιες από τις ακόλουθες ουσίες μπορεί να αντιδράσει η φαινόλη; (μονάδα 1). **Η απάντηση είναι περισσότερες από μια επιλογή.**

- I. Na
- II. K
- III.  $\text{KHCO}_3$
- IV.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- V. KOH

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

**δ)** Ποιος από τους ακόλουθους συνδυασμούς υδατικών διαλυμάτων ενώσεων (I-IV) μπορεί να οδηγήσει σε ρυθμιστικό διάλυμα;

- I. Περίσσεια HCl με αμμωνία.
- II. Περίσσεια NaOH με  $\text{HNO}_3$ .
- III. Περίσσεια  $\text{HClO}_4$  με KOH.
- IV. Περίσσεια αμμωνίας με HI.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας με αναγραφή της αντίδρασης που λαμβάνει χώρα. (μονάδες 4)

### Μονάδες 13

**2.2** Δίνονται οι ακόλουθες οργανικές ενώσεις:

- I.  $\text{CH}_3\text{OK}$
- II.  $\text{CH}_3\text{I}$
- III.  $\text{CH}_3\text{Cl}$
- IV.  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$
- V.  $\text{HCOOCH}_3$
- VI.  $\text{HCOONa}$

**α)** Να αναφέρετε 2 συνδυασμούς των παραπάνω ενώσεων με τους οποίους μπορεί, σε κατάλληλες συνθήκες, να παρασκευαστεί η ένωση IV με μια αντίδραση. (μονάδες 4)

**β)** Να αναφέρετε μια ισχυρή και μια ασθενή βάση σε υδατικό περιβάλλον, από τις ενώσεις I έως VI. (μονάδες 2)

**γ)** Ποια από τις ενώσεις II και III αναμένεται να έχει μεγαλύτερη δραστηριότητα σε αντιδράσεις υποκατάστασης; (μονάδες 2)

**δ)** Με ποια ένωση μπορεί να αντιδράσει η ένωση II για να παρασκευαστεί η ένωση V; (μονάδα 1). Να γράψετε την εξίσωση που περιγράφει την αντίστοιχη αντίδραση. (μονάδες 2) Σε ποια κατηγορία οργανικών αντιδράσεων ανήκει αυτή η αντίδραση; (μονάδα 1) **Μονάδες 12**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1 α)** Το μονομερές του πολυακρυλονιτρίλιου είναι το ακρυλονιτρίλιο  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$ , όπου υπάρχουν 2  $\pi$  δεσμοί από επικάλυψη  $p-p$  τροχιακών μεταξύ των ατόμων C και N και ακόμα ένας  $\pi$  δεσμός από επικάλυψη  $p-p$  τροχιακών μεταξύ των ατόμων C και C.

Άρα συνολικά υπάρχουν 3  $\pi$  δεσμοί στο μόριο του  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{N}$ .

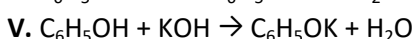
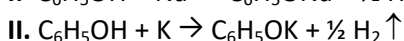
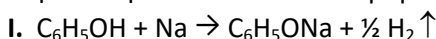
**β)** Η σταθερά  $k$  έχει μονάδες  $s^{-1}$ , αφού θα ισχύει ότι  $v=k \cdot [\text{B}]$ .

**γ)** I, II, V



Η φαινόλη είναι το ακόλουθο μόριο

, ή ισοδύναμα η φαινόλη έχει χημικό τύπο  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ .



δ) IV. Περίσσεια αμμωνίας με HI.  $\text{NH}_3 + \text{HI} \rightarrow \text{NH}_4\text{I}$ . Τελικά στο διάλυμα υπάρχει  $\text{NH}_3$  και  $\text{NH}_4\text{I}$  άρα έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα.

## 2.2

α) I και II,  $\text{CH}_3\text{OK} + \text{CH}_3\text{I} \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{KI}$

I και III,  $\text{CH}_3\text{OK} + \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{KCl}$

β) ισχυρή βάση  $\rightarrow \text{CH}_3\text{OK}$

ασθενής βάση  $\rightarrow \text{HCOONa}$

γ) II.  $\text{CH}_3\text{I}$

δ) VI,  $\text{HCOONa}$ .  $\text{HCOONa} + \text{CH}_3\text{I} \rightarrow \text{HCOOCH}_3 + \text{NaI}$  [Αντιδράσεις υποκατάστασης].

## Θέμα 2°

2.1 Δίνονται τα παρακάτω ζεύγη ισομερών οργανικών ενώσεων:

I.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} / \text{CH}_3\text{OCH}_3$

II.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O} / \text{CH}_3\text{COCH}_3$

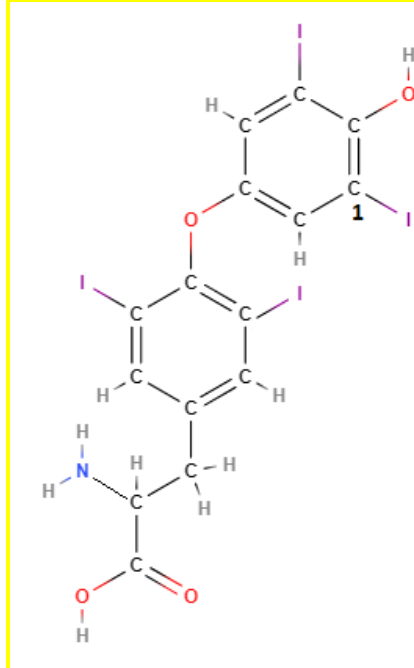
III.  $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{HCOOCH}_3$

α) Για κάθε ζεύγος των προηγούμενων χημικών ενώσεων να υποδείξετε μία αντίδραση που θα μας επιτρέψει να διακρίνουμε τη μία ένωση από την άλλη και να περιγράψετε το αποτέλεσμα που θα παρατηρήσουμε. (μονάδες 9)

β) Να γράψετε τις πλήρεις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων για τις περιπτώσεις (I) και (III) (μονάδες 4)

Μονάδες 13

2.2 Στο ακόλουθο σχήμα απεικονίζεται το μόριο της θυροξίνης, μιας πολύ σημαντικής ορμόνης του θυρεοειδούς αδένου που περιέχει  $^{53}\text{I}$ .



α) Να χαρακτηρίσετε κάθε μία από τις επόμενες προτάσεις ως Σωστή (Σ) ή Λανθασμένη (Λ). (μονάδες 4)

i) Η θυροξίνη αντιδρά με HCl.

ii) Το άτομο άνθρακα C1 έχει αριθμό οξειδωσης ίσο με -1.

iii) Το  $\text{F}^-$  είναι πιο ισχυρή βάση από το  $\text{I}^-$ .

iv) Η θυροξίνη δεν μπορεί να σχηματίσει δεσμούς υδρογόνου σε υδατικό διάλυμα.

β) Να αιτιολογήσετε κάθε απάντησή σας. (μονάδες 8)

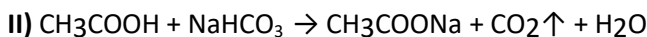
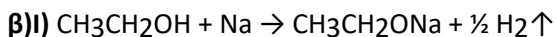
Μονάδες 12

## Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 α)i) Μόνο η αιθανόλη ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) αντιδρά με μεταλλικό Na. Παρατηρούμε έκλυση φυσαλίδων (ειδικότερα εκλύονται φυσαλίδες αερίου  $\text{H}_2$ ).

ii) Μόνο η αλδεΐδη ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O}$ ) αντιδρά με ήπια οξειδωτικά όπως το διάλυμα Fehling. Παρατηρούμε σχηματισμό καστανέρυθρου ιζήματος (ειδικότερα καταβυθίζεται  $\text{Cu}_2\text{O}$ ).

iii) Μόνο το αιθανικό οξύ (CH<sub>3</sub>COOH) αντιδρά με NaHCO<sub>3</sub>. Παρατηρούμε έκλυση φυσαλίδων (ειδικότερα εκλύονται φυσαλίδες αερίου CO<sub>2</sub>).



## 2.2 i) Σωστή (Σ)

Η θυροξίνη διαθέτει την βασική ομάδα -NH<sub>2</sub> άρα δρα ως βάση, κατά συνέπεια αντιδρά με το οξύ HCl.

ii) Λανθασμένη (Λ) Έστω x ο αριθμός οξείδωσης του C. Θα ισχύει ότι x-1 = 0 ⇒ x = +1.

iii) Σωστή (Σ) Το HI είναι ισχυρό οξύ ενώ το HF ασθενές οξύ. Άρα για τις συζυγείς τους βάσεις θα ισχύει ότι το F<sup>-</sup> (συζυγής ηλεκτρολότητας του HF) είναι πιο ισχυρή από τη βάση I<sup>-</sup> (συζυγής ηλεκτρολότητας του HI).

iv) Λανθασμένη (Λ) Η δομή της είναι κατάλληλη για δημιουργία δεσμών υδρογόνου, αφού π.χ. στο καρβοξύλιο του μορίου της υπάρχει H ενωμένο με O, που μπορεί να σχηματίσει δεσμό υδρογόνου με το O του νερού.

## Θέμα 2° 34525

2.1 Τα αυγά μπορεί να περιέχουν τα μέταλλα <sup>25</sup>Mn, <sup>26</sup>Fe και <sup>30</sup>Zn.

α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων των παραπάνω στοιχείων σε υποστιβάδες, στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 6)

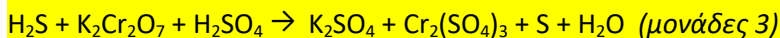
β) Ποιο από τρία προηγούμενα στοιχεία δεν είναι παραμαγνητικό; (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

γ) Γιατί στα στοιχεία μεταπτώσεως, η αύξηση του ατομικού αριθμού συνοδεύεται από μικρή ελάττωση της ατομικής ακτίνας; (μονάδες 3)

δ) Τα χαλασμένα αυγά μπορεί να περιέχουν FeS και H<sub>2</sub>S. Το σημείο τήξης του H<sub>2</sub>S είναι -86 °C, ενώ του FeS είναι 1194 °C, σε πίεση 1 atm. Να εξηγήσετε γιατί το σημείο τήξης του FeS είναι πολύ υψηλότερο από το σημείο τήξης του H<sub>2</sub>S.

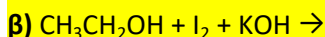
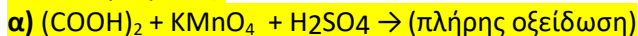
Δίνονται: οι ατομικοί αριθμοί Z(H)=1 και Z(S)=16 και A<sub>r</sub>(Fe)=56, A<sub>r</sub>(H)=1, A<sub>r</sub>(S)=32. (μονάδες 4)

ε) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην επόμενη χημική εξίσωση ώστε να είναι ισοσταθμισμένη:



Μονάδες 19

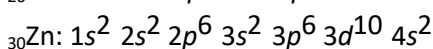
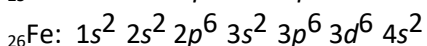
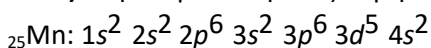
2.2 Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις ώστε να είναι ισοσταθμισμένες:



Μονάδες 6

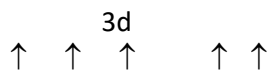
### απάντηση

2.1 α) Η ηλεκτρονιακή τους δόμηση σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση θα είναι:



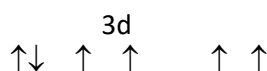
β) Για τα υπό εξέταση στοιχεία οι υποστιβάδες 1s, 2s, 2p 3s, 3p και 4s είναι πλήρως κατειλημμένες με ηλεκτρόνια, άρα δεν έχουν μονήρη ηλεκτρόνια.

Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια της 3d υποστιβάδας του <sup>25</sup>Mn στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη:



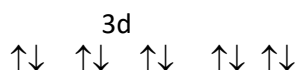
Επομένως έχει 5 μονήρη ηλεκτρόνια.

Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια της 3d υποστιβάδας του <sup>26</sup>Fe στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη:



Επομένως έχει 4 μονήρη ηλεκτρόνια.

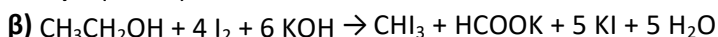
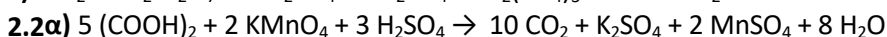
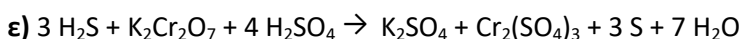
Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια της 3d υποστιβάδας του <sup>30</sup>Zn στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη:



Από την κατανομή των προκύπτει ότι ο Zn δεν έχει μονήρη ηλεκτρόνια, άρα δεν είναι παραμαγνητικό στοιχείο.

γ) Στα στοιχεία μεταπτώσεως, η αύξηση του ατομικού αριθμού συνοδεύεται από μικρή ελάττωση της ατομικής ακτίνας διότι τα επιπλέον ηλεκτρόνια που προστίθενται, καθώς προχωράμε προς τα δεξιά, συμπληρώνουν εσωτερικές στιβάδες  $d$ , που ελάχιστα επηρεάζουν την ατομική ακτίνα.

δ) Αρχικά ισχύει ότι  $M_r(\text{FeS}) > M_r(\text{H}_2\text{S})$ , αφού  $M_r(\text{FeS})=88$  και  $M_r(\text{H}_2\text{S})=34$ . Άρα μεταξύ των δομικών στοιχείων του FeS ασκούνται ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς συγκριτικά με το  $\text{H}_2\text{S}$ . Επιπρόσθετα το FeS είναι ιοντική ένωση ενώ το  $\text{H}_2\text{S}$  ομοιοπολική, άρα και πάλι ασκούνται πολύ ισχυρότερες δυνάμεις στον FeS (δυνάμεις Coulomb) συγκριτικά με το  $\text{H}_2\text{S}$ . Όσο πιο ισχυρές είναι οι διαμοριακές δυνάμεις, τόσο πιο υψηλό θα είναι το σημείο τήξης. Για τους λόγους αυτούς, το σημείο τήξης του FeS είναι πολύ υψηλότερο από το σημείο τήξης του  $\text{H}_2\text{S}$ .



### Θέμα 2° 34531

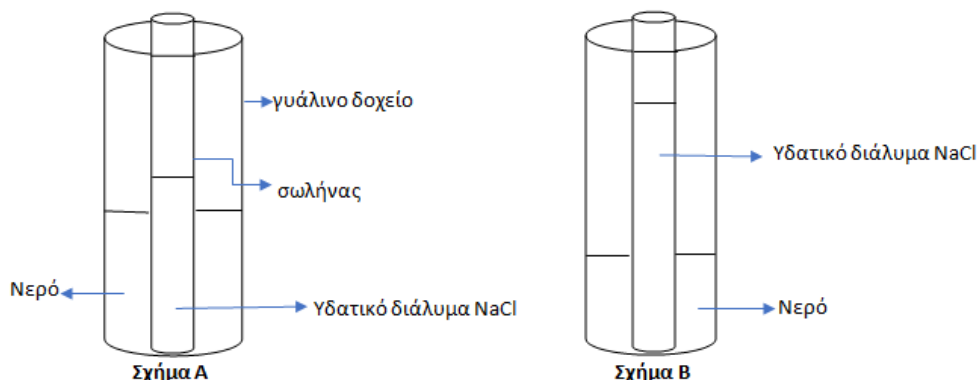
2.1 Για τη χημική αντίδραση:  $\text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ ,  $\Delta H < 0$ , να εξηγήσετε:

α) Πώς θα επηρεαστεί (αυξάνεται, μειώνεται) (i) η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης και (ii) η απόδοσή της, με αύξηση της θερμοκρασίας (μονάδες 6)

β) Πώς θα επηρεαστεί (αυξάνεται, μειώνεται) (i) η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης και (ii) η απόδοσή της, αν ελαττωθεί η πίεση με αύξηση του όγκου του δοχείου μέσα στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση (μονάδες 6)

#### Μονάδες 12

2.2 α) Στο σχολικό εργαστήριο και σε συνθήκες σταθερής θερμοκρασίας, εκτελέσαμε το παρακάτω πείραμα: Αρχικά σε γυάλινο δοχείο τοποθετήσαμε μια ποσότητα καθαρού νερού. Σε ειδικό σωλήνα κατασκευασμένο από ημιπερατή μεμβράνη τοποθετήσαμε μια ποσότητα από ένα υδατικό διάλυμα NaCl. Στη συνέχεια, ο ειδικός σωλήνας τοποθετήθηκε μέσα στο γυάλινο δοχείο, όπως φαίνεται στο σχήμα A. Μετά κάποιο χρονικό διάστημα παρατηρήθηκε μεταβολή στις στάθμες των δύο υγρών και στη συνέχεια αυτές σταθεροποιήθηκαν στην τελική κατάσταση στις θέσεις που φαίνονται στο σχήμα B. Να εξηγήσετε τη μεταβολή της στάθμης των δύο υγρών.



β) Σε ποιο από τα παρακάτω ζευγάρια διαλυμάτων τα διαλύματα είναι ισοτονικά; (μονάδα 1). Να εξηγήσετε την επιλογή σας. (μονάδες 6)

i. διάλυμα γλυκόζης 0,1 M - διάλυμα NaCl 0,05 M

ii. διάλυμα γλυκόζης 0,2 M - διάλυμα ζάχαρης 0,1 M

#### Μονάδες 13

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 α) Η αύξηση της θερμοκρασίας γενικά αυξάνει την ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων. Έτσι η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης θα αυξηθεί με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την απόδοση μόνο των ενδόθερμων χημικών αντιδράσεων. Η αντίδραση είναι εξώθερμη, συνεπώς με αύξηση της θερμοκρασίας η απόδοσή της θα **μειωθεί**.

β) Αύξηση του όγκου συνεπάγεται μείωση των συγκεντρώσεων των αντιδρώντων, οπότε πραγματοποιούνται λιγότερο συχνές οι αποτελεσματικές συγκρούσεις και έτσι **μειώνεται** η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.

Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ελάττωση της πίεσης οδηγεί την ισορροπία προς την κατεύθυνση που σχηματίζονται τα περισσότερα mol αερίων, δηλαδή **αριστερά**, άρα **μειώνεται** η απόδοση της αντίδρασης.

## 2.2

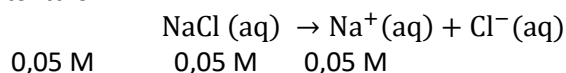
**α)** Όπως φαίνεται στο σχήμα **B**, η στάθμη του υγρού διαλύματος στον ειδικό σωλήνα από ημιπερατή μεμβράνη έχει ανέβει, ενώ η στάθμη του νερού στο γυάλινο δοχείο έχει κατέβει. Αυτό συνέβη διότι έλαβε χώρα το φαινόμενο της ώσμωσης. Περισσότερα μόρια νερού από το δοχείο που περιέχει τον διαλύτη (νερό) διαχέονται μέσω της ημιπερατής μεμβράνης προς το διάλυμα NaCl, με αποτέλεσμα η στάθμη του διαλύματος στον σωλήνα να έχει ανεβεί, ενώ στάθμη του νερού στο γυάλινο δοχείο να έχει κατεβεί.

**β)** Ισοτονικά χαρακτηρίζονται τα διαλύματα γλυκόζης 0,1 M και NaCl 0,05 M διότι έχουν την ίδια ωσμωτική πίεση. Σωστή απάντηση: (i).

Η ωσμωτική πίεση είναι μία προσθετική ιδιότητα. Εξαρτάται δηλαδή μόνο από τον αριθμό των διαλυμένων σωματιδίων σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος, ή εναλλακτικά από την ποσότητα σε mol των διαλυμένων σωματιδίων σε ορισμένο όγκο διαλύματος.

Το διάλυμα γλυκόζης είναι μοριακό άρα ισχύει  $\Pi = c R T = 0,1 R T$ .

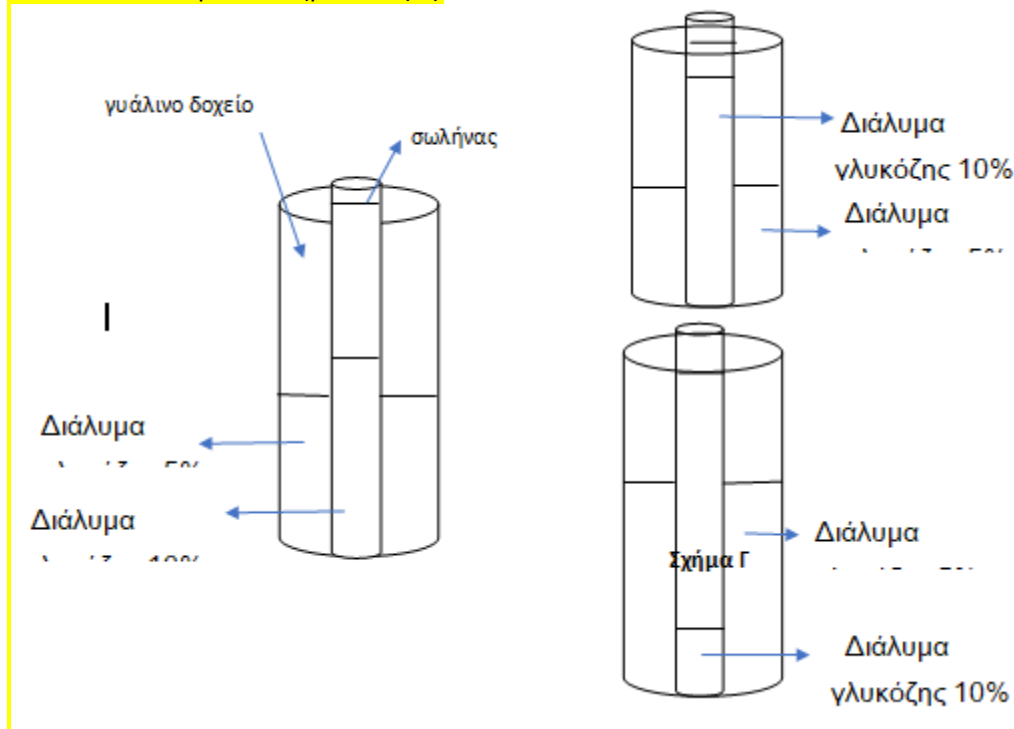
Το διάλυμα NaCl είναι ιοντικό:



Η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων ( $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$ ) στο διάλυμα είναι  $2 \times 0,05 \text{ M} = 0,1 \text{ M}$ . Άρα έχει ωσμωτική πίεση  $\Pi' = c' R T = 0,1 R T$  και επομένως προκύπτει  $\Pi = \Pi'$ , οπότε τα δύο αυτά διαλύματα είναι ισοτονικά.

### ΘΕΜΑ 2° 34532

**2.1 α)** Στο σχολικό εργαστήριο και σε συνθήκες σταθερής θερμοκρασίας εκτελέσαμε το παρακάτω πείραμα: Αρχικά σε γυάλινο δοχείο τοποθετήσαμε υδατικό διάλυμα γλυκόζης 5% w/v. Σε ειδικό σωλήνα κατασκευασμένο από ημιπερατή μεμβράνη τοποθετήσαμε μια ποσότητα από ένα υδατικό διάλυμα γλυκόζης 10% w/v. Ο ειδικός αυτός σωλήνας τοποθετήθηκε μέσα στο γυάλινο δοχείο, όπως φαίνεται στο Σχήμα Α. Μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα παρατηρήθηκε μεταβολή στις στάθμες των δύο υγρών διαλυμάτων γλυκόζης και στη συνέχεια οι στάθμες αυτές σταθεροποιήθηκαν (τελική κατάσταση). Να εξηγήσετε ποιο από τα σχήματα Β και Γ περιγράφει την τελική κατάσταση των σταθμών των δύο υδατικών διαλυμάτων. (μονάδες 6)



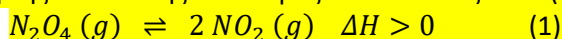
**β)** Το αίμα αποτελείται από ερυθρά κύτταρα (ερυθρά αιμοσφαίρια) που είναι πάρα πολλά, από λευκά αιμοσφαίρια που είναι συγκριτικά λίγα και το πλάσμα στο οποίο είναι διαλυμένες μια σειρά από ουσίες. Κατά την εξέταση αίματος, προκειμένου να γίνει ο προσδιορισμός κάποιων ουσιών (μεταβολιτών) που υπάρχουν στο πλάσμα, μετά την αιμοληψία, διαχωρίζονται τα ερυθρά αιμοσφαίρια από το πλάσμα με φυγοκέντρηση. Στη συνέχεια, τα ερυθρά αιμοσφαίρια διατηρούνται σε διάλυμα φυσιολογικού ορού



(NaCl 0,9% w/w). Να εξηγήσετε γιατί τα ερυθρά αιμοσφαίρια διατηρούνται σε διάλυμα φυσιολογικού ορού και όχι σε καθαρό νερό. (μονάδες 6)

**Μονάδες 12**

**2.2** Δίνεται η χημική εξίσωση της διάσπασης του τετροξειδίου του αζώτου (αντίδραση 1)



**α)** Να εξηγήσετε πώς θα επηρεαστεί (θα αυξηθεί ή θα ελαττωθεί) (i) η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης (1) και (ii) η απόδοσή της όταν μειωθεί η θερμοκρασία. (μονάδες 6)

**β)** Με ποια από τις παρακάτω μεταβολές θα επηρεαστεί η τιμή της  $K_c$  της αντίδρασης (1) και με ποιον τρόπο (θα αυξηθεί, θα ελαττωθεί). (μονάδες 3)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

i. Ελάττωση του όγκου του δοχείου μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η αντίδραση

ii. Προσθήκη καταλύτη

iii. Μείωση της θερμοκρασίας

iv. Προσθήκη στο δοχείο επιπλέον ποσότητας  $N_2O_4$  **Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1**

**α)** Συγκρίνοντας το σχήμα **A** με το σχήμα **B** παρατηρούμε ότι:

i) η στάθμη του διαλύματος στον εσωτερικό σωλήνα που περιέχει το **πυκνότερο** διάλυμα γλυκόζης έχει ανέβει,

ii) η στάθμη του διαλύματος στο εξωτερικό γυάλινο δοχείο που περιέχει το **αραιότερο** διάλυμα γλυκόζης έχει κατέβει.

Το αντίθετο φαίνεται να έχει συμβεί στη διάταξη του σχήματος **Γ**.

Δεδομένου ότι τα δύο υδατικά διαλύματα γλυκόζης χωρίζονται από τα τοιχώματα του σωλήνα, ο οποίος είναι κατασκευασμένος από ημιπερατή μεμβράνη, πραγματοποιείται το φαινόμενο της ώσμωσης. Γνωρίζουμε ότι στα ωσμωτικά φαινόμενα το νερό μετακινείται από το υπότονο διάλυμα προς το υπέρτονο, άρα θα μετακινηθεί νερό από το εξωτερικό διάλυμα προς τον εσωτερικό σωλήνα, οπότε στον εσωτερικό σωλήνα η στάθμη του νερού θα ανέβει και στο γυάλινο δοχείο θα κατέβει σε σχέση με την αρχική κατάσταση (σχήμα A).

Επομένως το **σχήμα B** απεικονίζει σωστά τα πειραματικά αποτελέσματα.

**β)** Η κυτταρική μεμβράνη είναι ημιπερατή μεμβράνη, επιτρέπει δηλαδή τη διόδο των μορίων του νερού, όχι όμως άλλων μεγαλύτερων μορίων. Για να μην υπάρχουν μορφολογικές μεταβολές των ερυθρών αιμοσφαιρίων (διόγκωση ή/και διάρρηξη ή συρρίκνωση), θα πρέπει τα διαλύματα που έρχονται σε επαφή με αυτά να έχουν την ίδια ωσμωτική πίεση με το αίμα. Ο φυσιολογικός ορός (διάλυμα NaCl 0,9 %w/w) είναι διάλυμα **ισοτονικό** με το αίμα, έχει δηλαδή την ίδια ωσμωτική πίεση.

Αντίθετα, αν βυθιστούν ερυθρά αιμοσφαίρια σε καθαρό νερό (υποτονικό διάλυμα), αυτά θα διογκωθούν και θα σπάσουν (αιμόλυση των ερυθρών αιμοσφαιρίων). Για να αποφευχθεί αυτό τα ερυθρά αιμοσφαίρια **δεν** διατηρούνται σε καθαρό νερό αλλά σε ισοτονικό διάλυμα φυσιολογικού ορού.

**2.2.**

**α)** Η ελάττωση της θερμοκρασίας γενικά μειώνει την ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων. Έτσι η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης (1) θα **μειωθεί** με την ελάττωση της θερμοκρασίας.

Η ελάττωση της θερμοκρασίας μετατοπίζει τη χημική ισορροπία των ενδόθερμων αντιδράσεων προς τα αριστερά, μειώνοντας έτσι την απόδοσή τους. Δεδομένου ότι η αντίδραση  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$  είναι ενδόθερμη, η ελάττωση της θερμοκρασίας θα προκαλέσει **μείωση** της απόδοσής της.

**β)** Η τιμή της  $K_c$  θα **μειωθεί** με τη μείωση της θερμοκρασίας (μεταβολή iii).

Η τιμή της σταθεράς ισορροπίας  $K_c$  των χημικών αντιδράσεων επηρεάζεται **μόνον** από τη θερμοκρασία. Όπως είδαμε στο προηγούμενο ερώτημα, με ελάττωση της θερμοκρασίας η συγκεκριμένη ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά, αφού είναι ενδόθερμη αντίδραση, και επομένως μειώνεται η  $K_c$ .

**Θέμα 2° 34533**

**2.1 α)** Τρία ηλεκτρόνια ανήκουν στο ίδιο άτομο, το οποίο βρίσκεται σε θεμελιώδη κατάσταση, και περιγράφονται από τους παρακάτω κβαντικούς αριθμούς:

- i.  $n = 4, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$
- ii.  $n = 3, l = 1, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$
- iii.  $n = 3, l = 2, m_l = 1, m_s = +\frac{1}{2}$

Να κατατάξετε τα ηλεκτρόνια αυτά κατά σειρά αύξουσας ενέργειας. (μονάδες

6)

β) Για τα παρακάτω ζεύγη ατόμων και των ιόντων τους, να εξετάσετε ποιο έχει μεγαλύτερο μέγεθος αιτιολογώντας την απάντησή σας. (μονάδες 6)

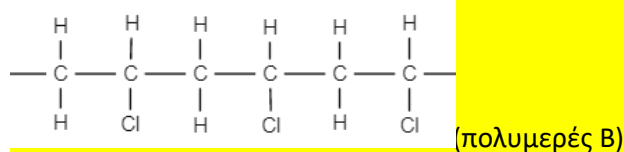
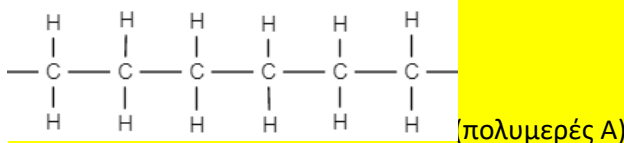
i.  ${}_{20}\text{Ca}$  και  ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$

ii.  ${}_{9}\text{F}$  και  ${}_{9}\text{F}^{-}$

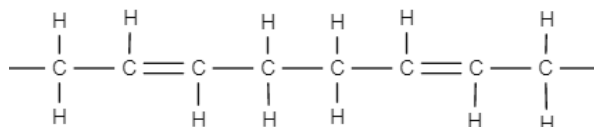
Μονάδες 12

2.2 α) Δίνονται τα πολυμερή Α και Β, τμήματα των οποίων φαίνονται παρακάτω.

Να ονομάσετε τα πολυμερή Α και Β και να γράψετε τον χημικό τύπο του μονομερούς από το οποίο παρασκευάστηκε καθένα από αυτά. (μονάδες 6)



β) Να γράψετε τον χημικό τύπο του μονομερούς από το οποίο παρασκευάστηκε ένα πολυμερές, τμήμα του οποίου δίνεται παρακάτω: (μονάδες 4)



Πώς ονομάζεται το συγκεκριμένο είδος του πολυμερισμού; (μονάδες 1)

Να γράψετε τη συγκεκριμένη χημική αντίδραση πολυμερισμού. (μονάδες 2)

Μονάδες 13

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 α) i.  $n = 4, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$  Το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στην υποστιβάδα  $4s$ .

ii.  $n = 3, l = 1, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$  Το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στη μία από τις τρεις ισοενεργειακές  $3p$  υποστιβάδες.

iii.  $n = 3, l = 2, m_l = 1, m_s = +\frac{1}{2}$  Το ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε μία από τις πέντε ισοενεργειακές  $3d$  υποστιβάδες.

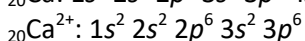
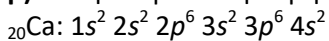
Σύμφωνα με την αρχή της ελάχιστης ενέργειας, ανάμεσα σε δύο υποστιβάδες, τη χαμηλότερη ενέργεια έχει εκείνη με το μικρότερο άθροισμα των κβαντικών αριθμών ( $n + l$ ) και όταν το άθροισμα είναι το ίδιο για δύο υποστιβάδες, μικρότερη ενέργεια έχει εκείνη με το μικρότερο  $n$ . Γι' αυτόν τον λόγο κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση συμπληρώνεται πρώτα η υποστιβάδα  $4s$  και μετά η  $3d$ . Όμως μετά την εισαγωγή ηλεκτρονίων στην υποστιβάδα  $3d$  αυτή αποκτά μικρότερη ενέργεια από την  $4s$ . Επομένως η ενέργεια των ηλεκτρονίων στις παραπάνω υποστιβάδες διατάσσεται ως εξής:

$$E_{e,3p} < E_{e,3d} < E_{e,4s}$$

Επομένως τα ηλεκτρόνια κατατάσσονται ως εξής όσον αφορά την ενέργειά τους

$$ii < iii < i$$

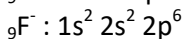
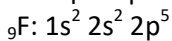
β) i. Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου  ${}_{20}\text{Ca}$  και του κατιόντος του  ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$  έχουν ως εξής:



Το  $\text{Ca}$  έχει ηλεκτρόνια σε 4 στιβάδες. Για να μετατραπεί σε ιόν αποβάλλει 2 ηλεκτρόνια από την εξωτερική στιβάδα του, με αποτέλεσμα τα ηλεκτρόνια του ιόντος να κατανέμονται σε 3 στιβάδες, δηλαδή σε 1 στιβάδα λιγότερη από ό,τι στο ουδέτερο άτομο (επιπλέον μεταπίπτει σε ηλεκτρονική διαμόρφωση υψηλής σταθερότητας  $3s^2 3p^6$ ). Έτσι τα ηλεκτρόνια του ιόντος έλκονται ισχυρότερα από τον πυρήνα, με αποτέλεσμα το μέγεθος του ιόντος να είναι μικρότερο από το μέγεθος του ουδέτερου ατόμου. Επομένως

$$\text{μέγεθος } {}_{20}\text{Ca}^{2+} < \text{μέγεθος } {}_{20}\text{Ca}$$

ii. Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου  ${}_{9}\text{F}$  και του ανιόντος του  ${}_{9}\text{F}^-$  έχουν ως εξής:

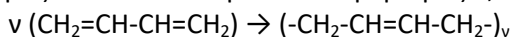


Για να μετατραπεί σε ανιόν το  ${}_{9}\text{F}$  έχει προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απώσεις μεταξύ των ηλεκτρονίων και να μεγαλώνει το μέγεθος του ηλεκτρονιακού νέφους. Συνεπώς, το μέγεθος του ανιόντος  ${}_{9}\text{F}^-$  είναι μεγαλύτερο από αυτό του ουδέτερου ατόμου  ${}_{9}\text{F}$ . Επομένως  
μέγεθος  ${}_{9}\text{F} <$  μέγεθος  ${}_{9}\text{F}^-$

**2.2 α)** Το πολυμερές Α είναι το πολυαιθυλένιο (PE) και παρασκευάζεται από τον πολυμερισμό του μονομερούς  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  (αιθένιο ή αιθυλένιο)

Το πολυμερές Β είναι το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) και παρασκευάζεται από τον πολυμερισμό του μονομερούς  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$  (βινυλοχλωρίδιο ή χλωροαιθένιο)

**β)** Το μονομερές από το οποίο παρασκευάστηκε το συγκεκριμένο πολυμερές είναι το 1,3-βουταδιένιο ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ), ο πολυμερισμός του οποίου λέγεται πολυμερισμός 1, 4.



## Θέμα 2<sup>ο</sup>

**2.1 α)** Το αιθανικό οξύ μπορεί να παρασκευαστεί από

i. όξινη υδρόλυση μεθανικού αιθυλεστέρα ( $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$ )

ii. όξινη υδρόλυση αιθανικού μεθυλεστέρα ( $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ )

iii. οξείδωση 1 – προπανόλης

(μονάδα 1)

Αιτιολογήστε την απάντησή σας γράφοντας την κατάλληλη αντίδραση (μονάδες 3).

**β)** Ο μεθανικός μεθυλεστέρας ( $\text{HCOOCH}_3$ ) μπορεί να παρασκευαστεί από:

i. οξείδωση 2 – προπανόλης.

ii. επίδραση κατάλληλου άλατος καρβοξυλικού οξέος σε  $\text{CH}_3\text{I}$ .

iii. επίδραση  $\text{CH}_3\text{OK}$  σε  $\text{CH}_3\text{Cl}$ .

(μονάδα 1)

Αιτιολογήστε την απάντησή σας γράφοντας την κατάλληλη αντίδραση (μονάδες 3).

**γ)** Πόσοι π δεσμοί υπάρχουν στον μόριο του μεθυλοκυανιδίου ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ); Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί  $Z(\text{C})=6$ ,  $Z(\text{H})=1$ ,  $Z(\text{N})=7$  (μονάδες 2).

**δ)** Να ερμηνεύσετε τη διαφορά στα σημεία ζέσεως, στις ίδιες συνθήκες πίεσης, των χημικών ενώσεων που αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Χημική ένωση	Σημείο ζέσεως $^{\circ}\text{C}$	$M_r$
Μεθανικός μεθυλεστέρας ( $\text{HCOOCH}_3$ )	31,8	60
Αιθανικό οξύ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )	118	60

(μονάδες 4) **Μονάδες 14**

**2.2** Δίνονται τα ακόλουθα διαλύματα κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων στην ίδια θερμοκρασία:

Διάλυμα Υ1: Α-COOH συγκέντρωσης  $c(\text{M})$ ,  $K_{a,\text{ACOOH}} = 10^{-5} \text{ M}$

Διάλυμα Υ2: Γ-COOH συγκέντρωσης  $c(\text{M})$ .

**α)** Με δεδομένο ότι  $\text{pH}(\text{Y1}) < \text{pH}(\text{Y2})$  και ότι ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις να αιτιολογήσετε ποιο από τα δύο οξέα είναι πιο ισχυρό. (μονάδες 4)

**β)** Οι υποκαταστάτες Α και Γ προκαλούν +I επαγωγικό φαινόμενο. Ποιος υποκατάστατης Α- ή Γ- ασκεί πιο έντονο +I επαγωγικό φαινόμενο; (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

**γ)** Σε ποιο διάλυμα το οξύ έχει μεγαλύτερο βαθμό ιοντισμού (α); (μονάδα 1)

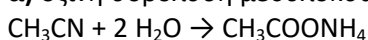
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

**Μονάδες 11**

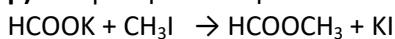
### Ενδεικτικές απαντήσεις

#### 2.1

**α)** όξινη υδρόλυση μεθυλοκυανιδίου ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ).



**β)** επίδραση κατάλληλου άλατος καρβοξυλικού οξέος σε  $\text{CH}_3\text{I}$ .

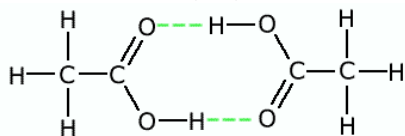


**γ)**  $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{N}$

Υπάρχουν 2 π δεσμοί από επικάλυψη p-p ατομικών τροχιακών των ατόμων C και N.

**δ)** Ανάμεσα στα μόρια του αιθανικού οξέος αναπτύσσονται και δεσμοί υδρογόνου - σε αντίθεση με τον μεθανικό μεθυλεστέρα – γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα και την υψηλότερη τιμή στο σημείο ζέσεως

του αιθανικού οξέος.



## 2.2

**α)**  $K_{a,ACOONH} = \frac{x^2}{c}$ , όπου  $x$  η  $[H_3O^+]$  του διαλύματος και  $x = \sqrt{c \cdot K_{a,ACOONH}}$

$K_{a,GCOONH} = \frac{y^2}{c}$ , όπου  $y$  η  $[H_3O^+]$  του διαλύματος και  $y = \sqrt{c \cdot K_{a,GCOONH}}$

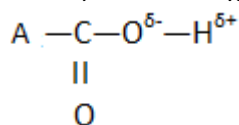
$pH(Y1) < pH(Y2) \Rightarrow -\log[H_3O^+]_{Y1} < -\log[H_3O^+]_{Y2} \Rightarrow \log[H_3O^+]_{Y1} > \log[H_3O^+]_{Y2} \Rightarrow$

$\Rightarrow [H_3O^+]_{Y1} > [H_3O^+]_{Y2} \Rightarrow \sqrt{c \cdot K_{a,ACOONH}} > \sqrt{c \cdot K_{a,GCOONH}} \Rightarrow K_{a,ACOONH} > K_{a,GCOONH}$

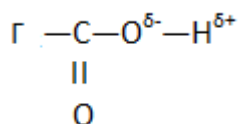
Επομένως το οξύ A-COONH είναι πιο ισχυρό από το Γ-COONH.

**β)** Γνωρίζουμε ότι το +I επαγωγικό φαινόμενο των υποκαταστατών περιορίζει την πόλωση του δεσμού οξυγόνου-υδρογόνου στην καρβοξυλομάδα, οπότε μειώνει τον όξινο χαρακτήρα της. Άρα όσο πιο έντονο +I επαγωγικό φαινόμενο ασκεί ένας υποκατάστατος τόσο πιο ασθενές θα είναι ένα οξύ και αντίστροφα.

Για το οξύ A-COONH έχουμε:



Για το οξύ Γ-COONH έχουμε:



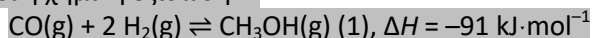
Αφού το οξύ A-COONH είναι πιο ισχυρό από το Γ-COONH, ο υποκατάστατος Γ- ασκεί πιο έντονο +I επαγωγικό φαινόμενο.

**γ)** Ισχύει ότι:  $K_{a,ACOONH} > K_{a,GCOONH} \Rightarrow \frac{K_{a,ACOONH}}{c} > \frac{K_{a,GCOONH}}{c} \Rightarrow \sqrt{\frac{K_{a,ACOONH}}{c}} > \sqrt{\frac{K_{a,GCOONH}}{c}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \alpha_{(ACOONH)} > \alpha_{(GCOONH)}$ . Άρα στο διάλυμα Y1 το οξύ έχει μεγαλύτερο βαθμό ιοντισμού.

## Θέμα 2<sup>ο</sup>

**2.1** Η μεθανόλη παράγεται από την αντίδραση του μονοξειδίου του άνθρακα με το υδρογόνο σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφει η χημική εξίσωση 1.



Η αντίδραση πραγματοποιείται παρουσία καταλύτη, σε πίεση 98 atm και θερμοκρασία 550 K. Αυτές οι συνθήκες κρίθηκαν οι πλέον κατάλληλες για τη βέλτιστη απόδοση σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα.

**α)** Να προσδιορίσετε την επίδραση (αυξάνεται, ελαττώνεται, δεν μεταβάλλεται) στην απόδοση της αντίδρασης 1 και στον χρόνο ολοκλήρωσης της αντίδρασης -δηλαδή τον χρόνο που χρειάζεται για να αποκατασταθεί η χημική ισορροπία-, συμπληρώνοντας τα αντίστοιχα κενά του πίνακα 1, για καθεμία από τις μεταβολές που αναγράφονται στη στήλη I του πίνακα. (μονάδες 4)

Πίνακας 1

I. Μεταβολή	II. Απόδοση αντίδρασης	III. Χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης
αύξηση πίεσης με μείωση του όγκου του δοχείου		
αύξηση θερμοκρασίας		

**β)** Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8)

**Μονάδες 12**

**2.2** Σε μία απογραφή ενός εργαστηρίου βρέθηκαν τρεις φιάλες (Α, Β, και Γ) χωρίς τις ετικέτες τους που περιέχουν από ένα διαφορετικό άχρωμο υγρό η καθεμία. Σύμφωνα με την προηγούμενη απογραφή, όλα είναι υδατικά διαλύματα, έχουν ίδια συγκέντρωση διαλυμένης ουσίας και περιέχουν χλωριούχο νάτριο (NaCl), προπανικό οξύ ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ) ή υδροχλωρικό οξύ (HCl). Για την ταυτοποίησή τους μετρήθηκε το pH του κάθε διαλύματος στους 25 °C και τα αποτελέσματα καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Φιάλη	pH
A	3
B	3,9
Γ	7

**α)** Να αντιστοιχίσετε κάθε φιάλη με το περιεχόμενό της. (μονάδες 3)

**β)** Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας. (μονάδες 6)

Δίνεται ότι το pH μετρήθηκε στους 25 °C.

**Μονάδες 9**

**2.3 α)** Να χαρακτηρίσετε την παρακάτω πρόταση ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ):

Οι αλδεΐδες αντιδρούν με διάλυμα Fehling και σχηματίζονται κετόνες. (μονάδα 1)

**β)** Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας γράφοντας τη χημική εξίσωση της αντίστοιχης αντίδρασης. (μονάδες 3)

**Μονάδες 4**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1 α)**

I. Μεταβολή	II. Απόδοση αντίδρασης	III. Χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης
i. αύξηση πίεσης με μείωση του όγκου του δοχείου	<b>αυξάνεται</b>	<b>ελαττώνεται</b>
ii. αύξηση θερμοκρασίας	<b>ελαττώνεται</b>	<b>ελαττώνεται</b>

**β) i.** Η αύξηση της πίεσης, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, επηρεάζει αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν αέριες ουσίες και κατά την αντίδραση παρατηρείται μεταβολή του αριθμού των mol των αερίων. Η αύξηση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση που έχουμε λιγότερα mol αερίων, δηλαδή στη συγκεκριμένη αντίδραση προς τα δεξιά. Επομένως η απόδοση της αντίδρασης θα αυξηθεί.

Επίσης η αύξηση της πίεσης προκαλεί αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης διότι μειώνεται ο όγκος και συνεπώς αυξάνεται η συγκέντρωση των αντιδρώντων. Κατά συνέπεια ελαττώνεται ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης.

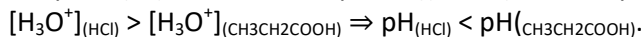
ii. Η αύξηση της θερμοκρασίας, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση και η αντίδραση είναι ενδόθερμη προς τα αριστερά, όπως φαίνεται από την τιμή της  $\Delta H$ . Επομένως ελαττώνεται η απόδοση της αντίδρασης.

Επίσης με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνονται οι αποτελεσματικές συγκρούσεις εξαιτίας της αύξησης της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων και επομένως αυξάνεται η ταχύτητα της αντίδρασης. Κατά συνέπεια ελαττώνεται ο χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης.

**2.2 α)** A – HCl                      B - CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH                      Γ - NaCl

**β)** Οι φιάλες A και B περιέχουν διαλύματα οξέων δεδομένου ότι το pH είναι, στους 25 °C, μικρότερο από 7. Το HCl είναι ισχυρό οξύ και επομένως ιοντίζεται πλήρως στο υδατικό του διάλυμα ενώ το CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH είναι ασθενές οξύ και ιοντίζεται μερικώς.

Επομένως εφόσον τα διαλύματα έχουν την ίδια συγκέντρωση:



Άρα η φιάλη A περιέχει διάλυμα HCl και η φιάλη B περιέχει διάλυμα CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH.

Η φιάλη Γ περιέχει διάλυμα NaCl.



Το Na<sup>+</sup> δεν αντιδρά με το νερό διότι μπορεί να θεωρηθεί το συζυγές οξύ της ισχυρής βάσης NaOH. Επίσης το Cl<sup>-</sup> δεν αντιδρά με το νερό διότι μπορεί να θεωρηθεί η συζυγής βάση του ισχυρού οξέος HCl. Οπότε στο διάλυμα το pH = 7.

**2.3 α) Λ**



Από την αντίδραση συνάγεται ότι σχηματίζεται το άλας του αντίστοιχου οξέος.

### **Θέμα 2<sup>ο</sup>**

**2.1** Τα αυγά μπορεί να περιέχουν τα μέταλλα <sup>25</sup>Mn, <sup>26</sup>Fe και <sup>30</sup>Zn.

**α)** Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων των παραπάνω στοιχείων σε υποστιβάδες, στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 6)

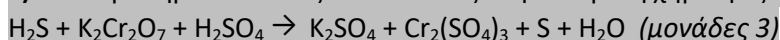
**β)** Ποιο από τρία προηγούμενα στοιχεία δεν είναι παραμαγνητικό; (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

**γ)** Γιατί στα στοιχεία μεταπτώσεως, η αύξηση του ατομικού αριθμού συνοδεύεται από μικρή ελάττωση της ατομικής ακτίνας; (μονάδες 3)

**δ)** Τα χαλασμένα αυγά μπορεί να περιέχουν FeS και H<sub>2</sub>S. Το σημείο τήξης του H<sub>2</sub>S είναι -86 °C, ενώ του FeS είναι 1194 °C, σε πίεση 1 atm. Να εξηγήσετε γιατί το σημείο τήξης του FeS είναι πολύ υψηλότερο από το σημείο τήξης του H<sub>2</sub>S.

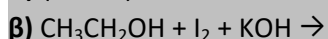
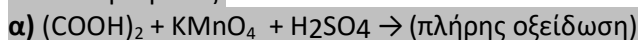
Δίνονται: οι ατομικοί αριθμοί Z(H)=1 και Z(S)=16 και A<sub>r</sub>(Fe)=56, A<sub>r</sub>(H)=1, A<sub>r</sub>(S)=32. (μονάδες 4)

**ε)** Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην επόμενη χημική εξίσωση ώστε να είναι ισοσταθμισμένη:



**Μονάδες 19**

**2.2** Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις ώστε να είναι ισοσταθμισμένες:

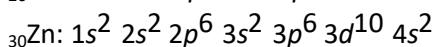
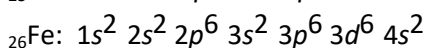
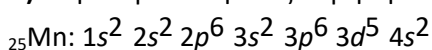


**Μονάδες 6**

### **ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

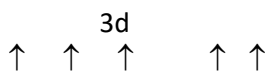
**2.1**

**α)** Η ηλεκτρονιακή τους δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση θα είναι:



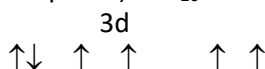
**β)** Για τα υπό εξέταση στοιχεία οι υποστιβάδες 1s, 2s, 2p 3s, 3p και 4s είναι πλήρως κατειλημμένες με ηλεκτρόνια, άρα δεν έχουν μονήρη ηλεκτρόνια.

Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια της 3d υποστιβάδας του <sup>25</sup>Mn στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη:



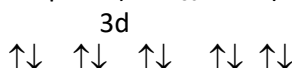
Επομένως έχει 5 μονήρη ηλεκτρόνια.

Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια της 3d υποστιβάδας του  ${}_{26}\text{Fe}$  στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη:



Επομένως έχει 4 μονήρη ηλεκτρόνια.

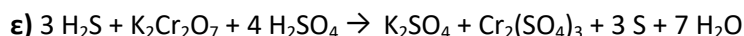
Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια της 3d υποστιβάδας του  ${}_{30}\text{Zn}$  στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη:



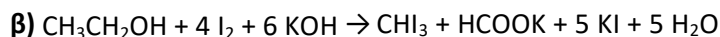
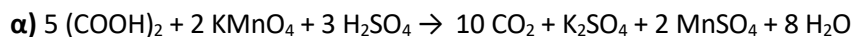
Από την κατανομή των προκύπτει ότι ο Zn δεν έχει μονήρη ηλεκτρόνια, άρα δεν είναι παραμαγνητικό στοιχείο.

**γ)** Στα στοιχεία μεταπτώσεως, η αύξηση του ατομικού αριθμού συνοδεύεται από μικρή ελάττωση της ατομικής ακτίνας διότι τα επιπλέον ηλεκτρόνια που προστίθενται, καθώς προχωράμε προς τα δεξιά, συμπληρώνουν εσωτερικές στιβάδες *d*, που ελάχιστα επηρεάζουν την ατομική ακτίνα.

**δ)** Αρχικά ισχύει ότι  $M_r(\text{FeS}) > M_r(\text{H}_2\text{S})$ , αφού  $M_r(\text{FeS})=88$  και  $M_r(\text{H}_2\text{S})=34$ . Άρα μεταξύ των δομικών στοιχείων του FeS ασκούνται ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς συγκριτικά με το  $\text{H}_2\text{S}$ . Επιπρόσθετα το FeS είναι ιοντική ένωση ενώ το  $\text{H}_2\text{S}$  μοιαιοπολική, άρα και πάλι ασκούνται πολύ ισχυρότερες δυνάμεις στον FeS (δυνάμεις Coulomb) συγκριτικά με το  $\text{H}_2\text{S}$ . Όσο πιο ισχυρές είναι οι διαμοριακές δυνάμεις, τόσο πιο υψηλό θα είναι το σημείο τήξης. Για τους λόγους αυτούς, το σημείο τήξης του FeS είναι πολύ υψηλότερο από το σημείο τήξης του  $\text{H}_2\text{S}$ .



## 2.2



## Θέμα 2<sup>ο</sup>

**2.1** Για τη χημική αντίδραση:  $\text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ ,  $\Delta H < 0$ , να εξηγήσετε:

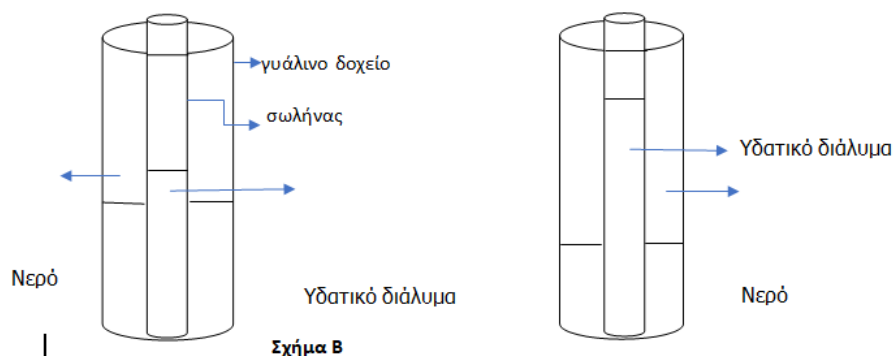
**α)** Πώς θα επηρεαστεί (αυξάνεται, μειώνεται) (i) η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης και (ii) η απόδοσή της, με αύξηση της θερμοκρασίας (μονάδες 6)

**β)** Πώς θα επηρεαστεί (αυξάνεται, μειώνεται) (i) η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης και (ii) η απόδοσή της, αν ελαττωθεί η πίεση με αύξηση του όγκου του δοχείου μέσα στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση (μονάδες 6)

**Μονάδες 12**

**2.2α)** Στο σχολικό εργαστήριο και σε συνθήκες σταθερής θερμοκρασίας, εκτελέσαμε το παρακάτω πείραμα: Αρχικά σε γυάλινο δοχείο τοποθετήσαμε μια ποσότητα καθαρού νερού. Σε ειδικό σωλήνα κατασκευασμένο από ημιπερατή μεμβράνη τοποθετήσαμε μια ποσότητα από ένα υδατικό διάλυμα NaCl. Στη συνέχεια, ο ειδικός σωλήνας τοποθετήθηκε μέσα στο γυάλινο δοχείο, όπως φαίνεται στο σχήμα **A**. Μετά κάποιο χρονικό διάστημα παρατηρήθηκε μεταβολή στις στάθμες των δύο υγρών και στη συνέχεια αυτές σταθεροποιήθηκαν στην τελική κατάσταση στις θέσεις που φαίνονται στο σχήμα **B**. Να εξηγήσετε τη μεταβολή της στάθμης των δύο υγρών.





(μονάδες 6)

**β)** Σε ποιο από τα παρακάτω ζευγάρια διαλυμάτων τα διαλύματα είναι ισοτονικά; (μονάδα 1). Να εξηγήσετε την επιλογή σας. (μονάδες 6)

- i. διάλυμα γλυκόζης 0,1 M - διάλυμα NaCl 0,05 M  
 ii. διάλυμα γλυκόζης 0,2 M - διάλυμα ζάχαρης 0,1 M

**Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1**

**α)** Η αύξηση της θερμοκρασίας γενικά αυξάνει την ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων. Έτσι η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης θα αυξηθεί με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την απόδοση μόνο των ενδόθερμων χημικών αντιδράσεων. Η αντίδραση είναι εξώθερμη, συνεπώς με αύξηση της θερμοκρασίας η απόδοσή της θα **μειωθεί**.

**β)** Αύξηση του όγκου συνεπάγεται μείωση των συγκεντρώσεων των αντιδρώντων, οπότε πραγματοποιούνται λιγότερο συχνές οι αποτελεσματικές συγκρούσεις και έτσι **μειώνεται** η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.

Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ελάττωση της πίεσης οδηγεί την ισορροπία προς την κατεύθυνση που σχηματίζονται τα περισσότερα mol αερίων, δηλαδή **αριστερά**, άρα **μειώνεται** η απόδοση της αντίδρασης.

**2.2**

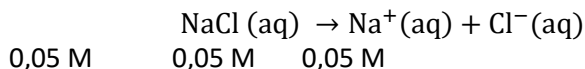
**α)** Όπως φαίνεται στο σχήμα **B**, η στάθμη του υγρού διαλύματος στον ειδικό σωλήνα από ημιπερατή μεμβράνη έχει ανέβει, ενώ η στάθμη του νερού στο γυάλινο δοχείο έχει κατέβει. Αυτό συνέβη διότι έλαβε χώρα το φαινόμενο της ώσμωσης. Περισσότερα μόρια νερού από το δοχείο που περιέχει τον διαλύτη (νερό) διαχέονται μέσω της ημιπερατής μεμβράνης προς το διάλυμα NaCl, με αποτέλεσμα η στάθμη του διαλύματος στον σωλήνα να έχει ανεβεί, ενώ στάθμη του νερού στο γυάλινο δοχείο να έχει κατεβεί.

**β)** Ισοτονικά χαρακτηρίζονται τα διαλύματα γλυκόζης 0,1 M και NaCl 0,05 M διότι έχουν την ίδια ωσμωτική πίεση. Σωστή απάντηση: (i).

Η ωσμωτική πίεση είναι μία προσθετική ιδιότητα. Εξαρτάται δηλαδή μόνο από τον αριθμό των διαλυμένων σωματιδίων σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος, ή εναλλακτικά από την ποσότητα σε mol των διαλυμένων σωματιδίων σε ορισμένο όγκο διαλύματος.

Το διάλυμα γλυκόζης είναι μοριακό άρα ισχύει  $\Pi = c R T = 0,1 R T$ .

Το διάλυμα NaCl είναι ιοντικό:

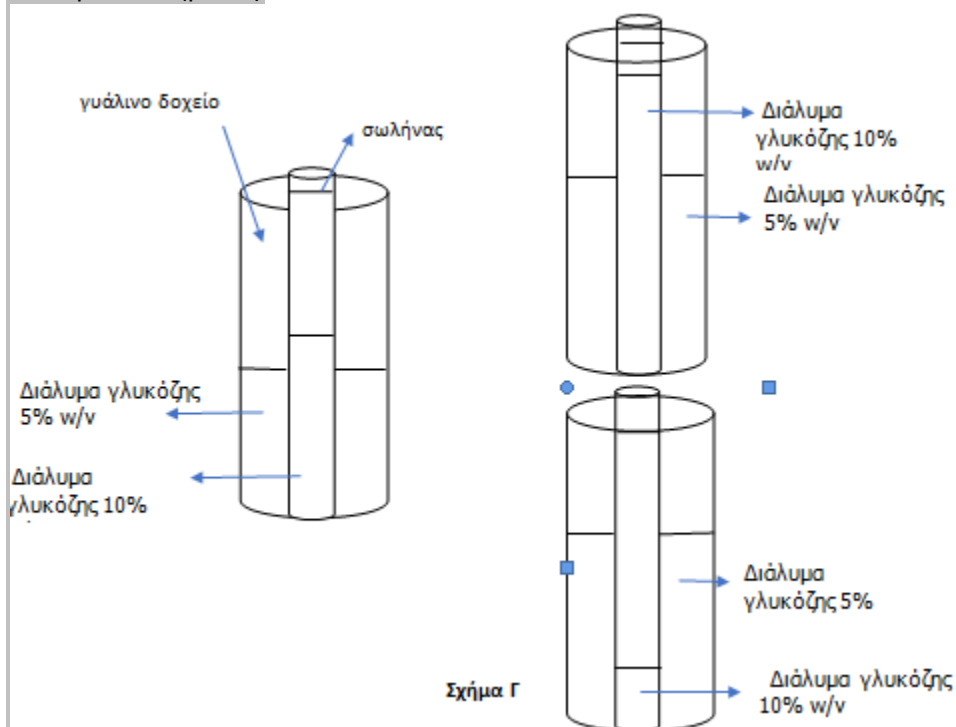


Η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων ( $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$ ) στο διάλυμα είναι  $2 \times 0,05 \text{ M} = 0,1 \text{ M}$ . Άρα έχει ωσμωτική πίεση  $\Pi' = c' R T = 0,1 R T$  και επομένως προκύπτει  $\Pi = \Pi'$ , οπότε τα δύο αυτά διαλύματα είναι ισοτονικά.

**ΘΕΜΑ 2°**

**2.1α)** Στο σχολικό εργαστήριο και σε συνθήκες σταθερής θερμοκρασίας εκτελέσαμε το παρακάτω πείραμα: Αρχικά σε γυάλινο δοχείο τοποθετήσαμε υδατικό διάλυμα γλυκόζης 5% w/v. Σε ειδικό σωλήνα κατασκευασμένο από ημιπερατή μεμβράνη τοποθετήσαμε μια ποσότητα από ένα υδατικό διάλυμα γλυκόζης 10% w/v. Ο ειδικός αυτός σωλήνας τοποθετήθηκε μέσα στο γυάλινο δοχείο, όπως φαίνεται στο Σχήμα A. Μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα παρατηρήθηκε μεταβολή στις στάθμες των δύο υγρών διαλυμάτων γλυκόζης και στη συνέχεια οι στάθμες αυτές σταθεροποιήθηκαν (τελική κατάσταση). Να

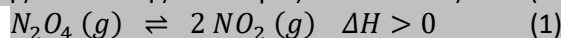
εξηγήστε ποιο από τα σχήματα Β και Γ περιγράφει την τελική κατάσταση των σταθμών των δύο υδατικών διαλυμάτων. (μον.6)



β) Το αίμα αποτελείται από ερυθρά κύτταρα (ερυθρά αιμοσφαίρια) που είναι πάρα πολλά, από λευκά αιμοσφαίρια που είναι συγκριτικά λίγα και το πλάσμα στο οποίο είναι διαλυμένες μια σειρά από ουσίες. Κατά την εξέταση αίματος, προκειμένου να γίνει ο προσδιορισμός κάποιων ουσιών (μεταβολιτών) που υπάρχουν στο πλάσμα, μετά την αιμοληψία, διαχωρίζονται τα ερυθρά αιμοσφαίρια από το πλάσμα με φυγοκέντρηση. Στη συνέχεια, τα ερυθρά αιμοσφαίρια διατηρούνται σε διάλυμα φυσιολογικού ορού (NaCl 0,9% w/w). Να εξηγήσετε γιατί τα ερυθρά αιμοσφαίρια διατηρούνται σε διάλυμα φυσιολογικού ορού και όχι σε καθαρό νερό. (μονάδες 6)

**Μονάδες 12**

2.2 Δίνεται η χημική εξίσωση της διάσπασης του τετροξειδίου του αζώτου (αντίδραση 1)



α) Να εξηγήσετε πώς θα επηρεαστεί (θα αυξηθεί ή θα ελαττωθεί) (i) η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης (1) και (ii) η απόδοσή της όταν μειωθεί η θερμοκρασία. (μονάδες 6)

β) Με ποια από τις παρακάτω μεταβολές θα επηρεαστεί η τιμή της  $K_c$  της αντίδρασης (1) και με ποιον τρόπο (θα αυξηθεί, θα ελαττωθεί). (μονάδες 3)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

i. Ελάττωση του όγκου του δοχείου μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η αντίδραση

ii. Προσθήκη καταλύτη

iii. Μείωση της θερμοκρασίας

iv. Προσθήκη στο δοχείο επιπλέον ποσότητας  $N_2O_4$ .

**Μονάδες 1**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

2.1 α) Συγκρίνοντας το σχήμα Α με το σχήμα Β παρατηρούμε ότι:

i) η στάθμη του διαλύματος στον εσωτερικό σωλήνα που περιέχει το **πυκνότερο** διάλυμα γλυκόζης έχει ανέβει,

ii) η στάθμη του διαλύματος στο εξωτερικό γυάλινο δοχείο που περιέχει το **αραιότερο** διάλυμα γλυκόζης έχει κατέβει.

Το αντίθετο φαίνεται να έχει συμβεί στη διάταξη του σχήματος Γ.

Δεδομένου ότι τα δύο υδατικά διαλύματα γλυκόζης χωρίζονται από τα τοιχώματα του σωλήνα, ο οποίος είναι κατασκευασμένος από ημιπερατή μεμβράνη, πραγματοποιείται το φαινόμενο της ώσμωσης. Γνωρίζουμε ότι στα ωσμωτικά φαινόμενα το νερό μετακινείται από το υπότονο διάλυμα προς το υπέρτονο, άρα θα μετακινηθεί νερό από το εξωτερικό διάλυμα προς τον εσωτερικό σωλήνα, οπότε στον εσωτερικό

σωλήνα η στάθμη του νερού θα ανέβει και στο γυάλινο δοχείο θα κατέβει σε σχέση με την αρχική κατάσταση (σχήμα Α).

Επομένως το **σχήμα Β** απεικονίζει σωστά τα πειραματικά αποτελέσματα.

**β)** Η κυτταρική μεμβράνη είναι ημιπερατή μεμβράνη, επιτρέπει δηλαδή τη διάδοση των μορίων του νερού, όχι όμως άλλων μεγαλύτερων μορίων. Για να μην υπάρχουν μορφολογικές μεταβολές των ερυθρών αιμοσφαιρίων (διόγκωση ή/και διάρρηξη ή συρρίκνωση), θα πρέπει τα διαλύματα που έρχονται σε επαφή με αυτά να έχουν την ίδια ωσμωτική πίεση με το αίμα. Ο φυσιολογικός ορός (διάλυμα NaCl 0,9 %w/w) είναι διάλυμα *ισοτονικό* με το αίμα, έχει δηλαδή την ίδια ωσμωτική πίεση.

Αντίθετα, αν βυθιστούν ερυθρά αιμοσφαίρια σε καθαρό νερό (υποτονικό διάλυμα), αυτά θα διογκωθούν και θα σπάσουν (αιμόλυση των ερυθρών αιμοσφαιρίων). Για να αποφευχθεί αυτό τα ερυθρά αιμοσφαίρια **δεν** διατηρούνται σε καθαρό νερό αλλά σε ισοτονικό διάλυμα φυσιολογικού ορού.

## 2.2.

**α)** Η ελάττωση της θερμοκρασίας γενικά μειώνει την ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων. Έτσι η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης (1) θα **μειωθεί** με την ελάττωση της θερμοκρασίας.

Η ελάττωση της θερμοκρασίας μετατοπίζει τη χημική ισορροπία των ενδόθερμων αντιδράσεων προς τα αριστερά, μειώνοντας έτσι την απόδοσή τους. Δεδομένου ότι η αντίδραση  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$  είναι ενδόθερμη, η ελάττωση της θερμοκρασίας θα προκαλέσει **μείωση** της απόδοσής της.

**β)** Η τιμή της  $K_c$  θα **μειωθεί** με τη μείωση της θερμοκρασίας (μεταβολή iii).

Η τιμή της σταθεράς ισορροπίας  $K_c$  των χημικών αντιδράσεων επηρεάζεται **μόνον** από τη θερμοκρασία. Όπως είδαμε στο προηγούμενο ερώτημα, με ελάττωση της θερμοκρασίας η συγκεκριμένη ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά, αφού είναι ενδόθερμη αντίδραση, και επομένως μειώνεται η  $K_c$ .

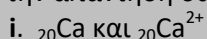
## Θέμα 2°

**2.1 α)** Τρία ηλεκτρόνια ανήκουν στο ίδιο άτομο, το οποίο βρίσκεται σε θεμελιώδη κατάσταση, και περιγράφονται από τους παρακάτω κβαντικούς αριθμούς:

- i.  $n = 4, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$
- ii.  $n = 3, l = 1, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$
- iii.  $n = 3, l = 2, m_l = 1, m_s = +\frac{1}{2}$

Να κατατάξετε τα ηλεκτρόνια αυτά κατά σειρά αύξουσας ενέργειας. (μονάδες 6)

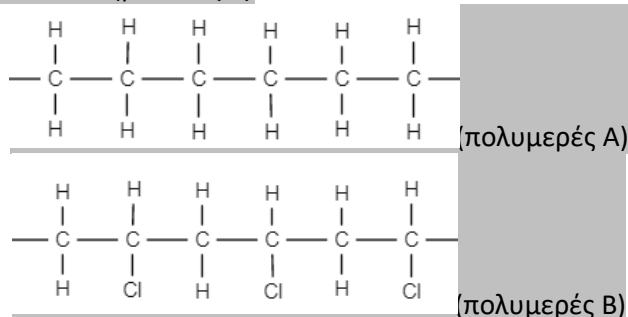
**β)** Για τα παρακάτω ζεύγη ατόμων και των ιόντων τους, να εξετάσετε ποιο έχει μεγαλύτερο μέγεθος αιτιολογώντας την απάντησή σας. (μονάδες 6)



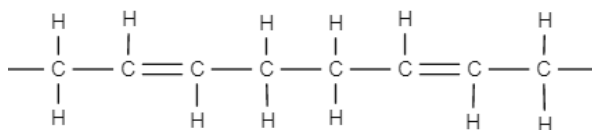
Μονάδες 12

**2.2 α)** Δίνονται τα πολυμερή Α και Β, τμήματα των οποίων φαίνονται παρακάτω.

Να ονομάσετε τα πολυμερή Α και Β και να γράψετε τον χημικό τύπο του μονομερούς από το οποίο παρασκευάστηκε καθένα από αυτά. (μονάδες 6)



**β)** Να γράψετε τον χημικό τύπο του μονομερούς από το οποίο παρασκευάστηκε ένα πολυμερές, τμήμα του οποίου δίνεται παρακάτω: (μονάδες 4)



Πώς ονομάζεται το συγκεκριμένο είδος του πολυμερισμού; (μονάδες 1)

Να γράψετε τη συγκεκριμένη χημική αντίδραση πολυμερισμού. (μονάδες 2)

Μονάδες 13

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1 α) i.**  $n = 4, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$  Το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στην υποστιβάδα 4s.

**ii.**  $n = 3, l = 1, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$  Το ηλεκτρόνιο βρίσκεται στη μία από τις τρεις ισοενεργειακές 3p υποστιβάδες.

**iii.**  $n = 3, l = 2, m_l = 1, m_s = +\frac{1}{2}$  Το ηλεκτρόνιο βρίσκεται σε μία από τις πέντε ισοενεργειακές 3d υποστιβάδες.

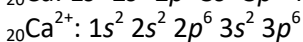
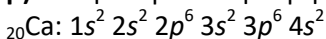
Σύμφωνα με την αρχή της ελάχιστης ενέργειας, ανάμεσα σε δύο υποστιβάδες, τη χαμηλότερη ενέργεια έχει εκείνη με το μικρότερο άθροισμα των κβαντικών αριθμών ( $n + l$ ) και όταν το άθροισμα είναι το ίδιο για δύο υποστιβάδες, μικρότερη ενέργεια έχει εκείνη με το μικρότερο  $n$ . Γι' αυτόν τον λόγο κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση συμπληρώνεται πρώτα η υποστιβάδα 4s και μετά η 3d. Όμως μετά την εισαγωγή ηλεκτρονίων στην υποστιβάδα 3d αυτή αποκτά μικρότερη ενέργεια από την 4s. Επομένως η ενέργεια των ηλεκτρονίων στις παραπάνω υποστιβάδες διατάσσεται ως εξής:

$$E_{e,3p} < E_{e,3d} < E_{e,4s}$$

Επομένως τα ηλεκτρόνια κατατάσσονται ως εξής όσον αφορά την ενέργειά τους

$$ii < iii < i$$

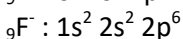
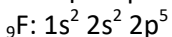
**β) i.** Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου  ${}_{20}\text{Ca}$  και του κατιόντος του  ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$  έχουν ως εξής:



Το Ca έχει ηλεκτρόνια σε 4 στιβάδες. Για να μετατραπεί σε ιόν αποβάλλει 2 ηλεκτρόνια από την εξωτερική στιβάδα του, με αποτέλεσμα τα ηλεκτρόνια του ιόντος να κατανέμονται σε 3 στιβάδες, δηλαδή σε 1 στιβάδα λιγότερη από ό,τι στο ουδέτερο άτομο (επιπλέον μεταπίπτει σε ηλεκτρονική διαμόρφωση υψηλής σταθερότητας  $3s^2 3p^6$ ). Έτσι τα ηλεκτρόνια του ιόντος έλκονται ισχυρότερα από τον πυρήνα, με αποτέλεσμα το μέγεθος του ιόντος να είναι μικρότερο από το μέγεθος του ουδέτερου ατόμου. Επομένως

$$\text{μέγεθος } {}_{20}\text{Ca}^{2+} < \text{μέγεθος } {}_{20}\text{Ca}$$

**ii.** Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου  ${}_{9}\text{F}$  και του ανιόντος του  ${}_{9}\text{F}^-$  έχουν ως εξής:



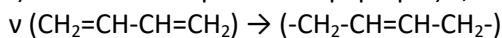
Για να μετατραπεί σε ανιόν το  ${}_{9}\text{F}$  έχει προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απώσεις μεταξύ των ηλεκτρονίων και να μεγαλώνει το μέγεθος του ηλεκτρονιακού νέφους. Συνεπώς, το μέγεθος του ανιόντος  ${}_{9}\text{F}^-$  είναι μεγαλύτερο από αυτό του ουδέτερου ατόμου  ${}_{9}\text{F}$ . Επομένως

$$\text{μέγεθος } {}_{9}\text{F} < \text{μέγεθος } {}_{9}\text{F}^-$$

**2.2 α)** Το πολυμερές A είναι το πολυαιθυλένιο (PE) και παρασκευάζεται από τον πολυμερισμό του μονομερούς  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  (αιθένιο ή αιθυλένιο)

Το πολυμερές B είναι το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) και παρασκευάζεται από τον πολυμερισμό του μονομερούς  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$  (βινυλοχλωρίδιο ή χλωροαιθένιο)

**β)** Το μονομερές από το οποίο παρασκευάστηκε το συγκεκριμένο πολυμερές είναι το 1,3-βουταδιένιο ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ), ο πολυμερισμός του οποίου λέγεται πολυμερισμός 1, 4.



### Θέμα 2<sup>ο</sup>

**2.1** Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι:

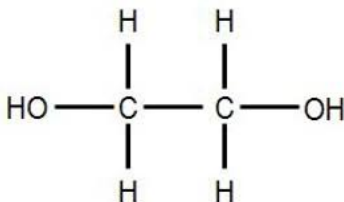
**α.** της απλούστερης τριτοταγούς αλκοόλης. (μονάδες 2).

β. της αλκοόλης που δεν μπορεί να παρασκευαστεί με επίδραση αντιδραστηρίων Grignard σε καρβονυλική ένωση. (μονάδες 2).

γ. της καρβονυλικής ένωσης που ανάγει το αντιδραστήριο Tollens αλλά και διάλυμα  $I_2 / KOH$ . Να γραφεί η σχετική αντίδραση. (μονάδες 4).

δ. του υδρογονάνθρακα που με ενυδάτωση δίνει οργανική ένωση που ανάγει το αντιδραστήριο Fehling. Να γραφεί η σχετική αντίδραση. (μονάδες 4) **Μονάδες 12**

2.2 Η αιθυλενογλυκόλη έχει εφαρμογή ως αντιψυκτικό αυτοκινήτων. Στο επόμενο σχήμα απεικονίζεται το μόριο της αιθυλενογλυκόλης,  $(CH_2OH)_2$



α. Υπολογίστε τον αριθμό οξείδωσης ενός ατόμου άνθρακα στο μόριο της αιθυλενογλυκόλης (Μονάδες 3).

β. Γράψτε την αντίδραση πλήρους οξείδωσης της αιθυλενογλυκόλης, από  $KMnO_4$  και  $H_2SO_4$  (Μονάδες 5).

**Μονάδες 8**

2.3 Ποια από τις ακόλουθες σχέσεις ισχύει για υδατικό διάλυμα KCl σε κάθε θερμοκρασία; (μονάδα 1)

- i.  $[OH^-] = 0,5 \cdot \sqrt{K_w}$
- ii.  $[H_3O^+] > [OH^-]$
- iii.  $[OH^-] = \sqrt{K_w}$
- iv.  $[H_3O^+] > 2 \cdot \sqrt{K_w}$

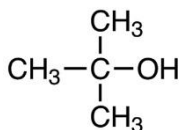
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 4)

**Μονάδες 5**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

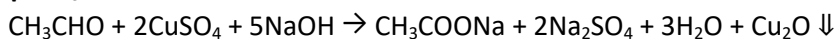
2.1

α.



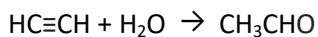
β.  $CH_3OH$

γ.  $CH_3CHO$



δ.  $HC \equiv CH$

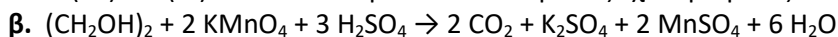
Παρουσία καταλυτών  $Hg / H_2SO_4 / HgSO_4$  πραγματοποιείται η αντίδραση:



2.2

α. Λόγω συμμετρίας της αιθυλενογλυκόλης, μπορούμε να εργαστούμε με όποιο άτομο C θέλουμε. Έστω x ο αριθμός οξείδωσης ενός ατόμου άνθρακα. Θα ισχύει:

$$x + 3 \cdot (+1) + 1 \cdot (-2) = 0 \Rightarrow x = -1. \text{ Άρα ο κάθε άνθρακας έχει αριθμό οξείδωσης ίσο με } -1.$$



2.3

Σωστή είναι η απάντηση iii.

Κατά την διάσταση του KCl σε υδατικό διάλυμα προκύπτουν τα ιόντα  $K^+$  και  $Cl^-$ . Τα ιόντα  $K^+$  δεν επηρεάζουν το pH του διαλύματος γιατί έχουν προκύψει από την ισχυρή βάση KOH. Τα ιόντα  $Cl^-$  αντίστοιχα δεν επηρεάζουν το pH του διαλύματος γιατί έχουν προκύψει από το ισχυρό οξύ HCl. Το διάλυμα συνεπώς είναι ουδέτερο άρα θα ισχύει ότι:  $[OH^-] = [H_3O^+] = x$ .

$$\text{Επίσης θα ισχύει } [OH^-] \cdot [H_3O^+] = K_w \Rightarrow K_w = x \cdot x \Rightarrow K_w = x^2 \Rightarrow x = \sqrt{K_w} \Rightarrow [OH^-] = \sqrt{K_w}.$$

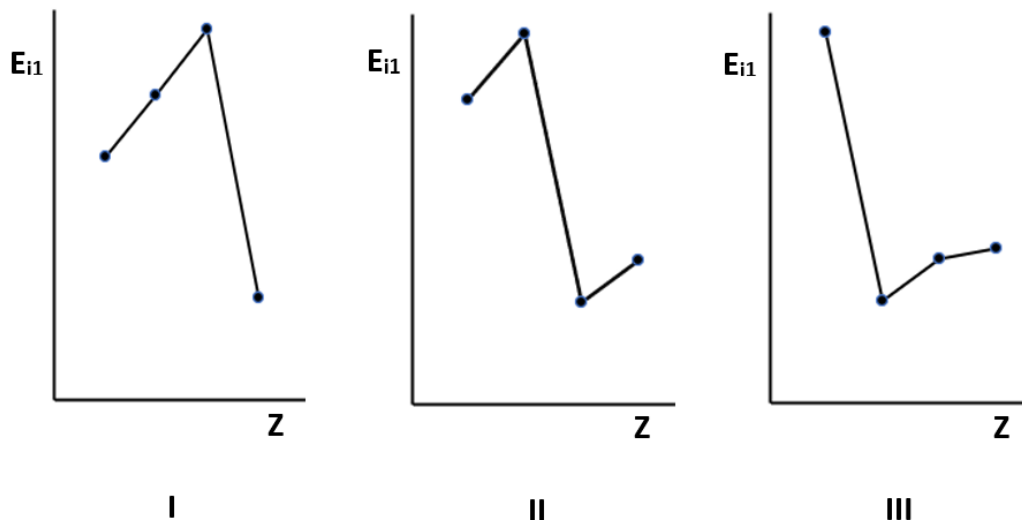
## Θέμα 2<sup>ο</sup> 28278

2.1 Δίνονται τα χημικά στοιχεία Γ, Δ, Ψ και Ω με ατομικούς αριθμούς 17, 18, 19 και 20 αντίστοιχα.

α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση για τα άτομα των παραπάνω στοιχείων. (μονάδες 4)

β) Να εξηγήσετε σε ποια περίοδο και σε ποια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ανήκει κάθε ένα από τα παραπάνω στοιχεία. (μονάδες 4)

γ) Από τα παρακάτω διαγράμματα I, II και III να επιλέξετε αυτό που παριστάνει καλύτερα την ενέργεια πρώτου ιοντισμού ( $E_{i1}$ ) των στοιχείων Γ, Δ, Ψ και Ω σε συνάρτηση με τον ατομικό τους αριθμό (Z). (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 6)



δ) Να χαρακτηρίσετε κάθε μία από τις παρακάτω προτάσεις ως Σωστή (Σ) ή Λανθασμένη (Λ). (μονάδες 5).  
Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 5)

i) Όταν η ένωση  $\Omega\Gamma_2$  διαλυθεί πλήρως στο νερό, διίσταται σε ιόντα.

ii) Υδατικό διάλυμα της ένωσης  $\Psi\Gamma$  συγκέντρωσης 0,1 M εμφανίζει την ίδια ωσμωτική πίεση με υδατικό διάλυμα γλυκόζης ( $C_6H_{12}O_6$ ) 0,1 M στην ίδια θερμοκρασία.

iii) Ποσότητα στερεού  $\Psi\Gamma$  διαλύεται πλήρως σε 100 mL νερού θερμοκρασίας 25 °C και παρατηρείται ότι η θερμοκρασία του διαλύματος μειώνεται στους 20 °C. Το φαινόμενο αυτό περιγράφεται από τη χημική εξίσωση  $\Psi\Gamma(s) \rightarrow \Psi^+(aq) + \Gamma^-(aq)$  και έχει  $\Delta H > 0$ .

iv) Αύξηση της πίεσης με εισαγωγή αερίου Δ στο μείγμα της χημικής ισορροπίας  $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$  σε δοχείο σταθερού όγκου και θερμοκρασίας, έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατόπιση της ισορροπίας προς τα δεξιά.

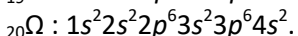
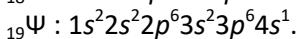
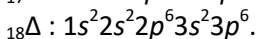
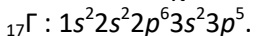
v) Ανάμεσα στα μόρια του χημικού στοιχείου  $\Gamma_2$  αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου – διπόλου.

**Μονάδες 25**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

α) Η ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση για τα άτομα  ${}_{17}\Gamma$ ,  ${}_{18}\Delta$ ,  ${}_{19}\Psi$  και  ${}_{20}\Omega$  είναι αντίστοιχα:



β) Το άτομο Γ ανήκει στον p τομέα, έχει τα ηλεκτρόνια του κατανομημένα σε τρεις στιβάδες και διαθέτει 7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα. Συνεπώς το στοιχείο Γ ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο και στην 17<sup>η</sup> (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Το άτομο του Δ ανήκει στον p τομέα, έχει τα ηλεκτρόνια του κατανομημένα σε τρεις στιβάδες και διαθέτει 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα. Συνεπώς το στοιχείο Δ βρίσκεται στην 3<sup>η</sup> περίοδο και στην 18<sup>η</sup> (VIIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Το άτομο του Ψ ανήκει στον  $s$  τομέα, έχει τα ηλεκτρόνια του κατανομημένα σε τέσσερις στιβάδες και διαθέτει 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα. Συνεπώς το στοιχείο Ψ βρίσκεται στην 4<sup>η</sup> περίοδο και στην 1<sup>η</sup> (IA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Το άτομο του Ω ανήκει στον  $s$  τομέα, έχει τα ηλεκτρόνια του κατανομημένα σε τέσσερις στιβάδες και διαθέτει 2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα. Συνεπώς το στοιχείο Ω βρίσκεται στην 4<sup>η</sup> περίοδο και στην 2<sup>η</sup> (IIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

**γ)** Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού  $E_{i1}$  αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος μίας περιόδου του Περιοδικού Πίνακα. Αυτό συμβαίνει γιατί όσο μεγαλύτερος είναι ο ατομικός αριθμός ( $Z$ ) του στοιχείου, τόσο μεγαλύτερο είναι το δραστικό πυρηνικό φορτίο του πυρήνα με συνέπεια η έλξη πυρήνα - ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας να γίνεται ισχυρότερη, οπότε η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται. Τα στοιχεία Γ και Δ βρίσκονται στην ίδια περίοδο και στην 17<sup>η</sup> (VIIA) και 18<sup>η</sup> (VIII A) ομάδα αντίστοιχα. Οπότε, όταν αυτά βρίσκονται στην αέρια κατάσταση ισχύει  $E_{i1}(\Gamma) < E_{i1}(\Delta)$ .

Επίσης η ενέργεια πρώτου ιοντισμού  $E_{i1}$  μειώνεται από πάνω προς τα κάτω σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Αυτό συμβαίνει γιατί όσο αυξάνονται οι στιβάδες, τόσο μεγαλύτερη είναι και η μέση απόσταση των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα. Αυτό έχει ως συνέπεια να ελαττώνεται η έλξη πυρήνα - ηλεκτρονίου με αποτέλεσμα να μειώνεται η ενέργεια ιοντισμού. Το Δ βρίσκεται στην τρίτη περίοδο και τη 18<sup>η</sup> (VIII A) ομάδα, ενώ το Ψ στην τέταρτη περίοδο και την 1<sup>η</sup> (IA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Άρα,  $E_{i1}(\Psi) < E_{i1}(\Delta)$ .

Το Ω βρίσκεται στην ίδια περίοδο με το Ψ αλλά στην 2<sup>η</sup> (IIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Για τον λόγο που αναφέρθηκε παραπάνω για τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο, θα ισχύει:  $E_{i1}(\Psi) < E_{i1}(\Omega)$ .

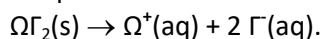
Συνοψίζοντας, έχουμε:

$$E_{i1}(\Gamma) < E_{i1}(\Delta) \quad E_{i1}(\Psi) < E_{i1}(\Delta) \quad E_{i1}(\Psi) < E_{i1}(\Omega)$$

Το διάγραμμα II ικανοποιεί και τις τρεις παραπάνω σχέσεις.

**δ)**

**i) Σωστή.** Το στοιχείο Ω ανήκει στην 2<sup>η</sup> (IIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, άρα είναι ένα μέταλλο. Το στοιχείο Γ ανήκει στην 17<sup>η</sup> (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, άρα είναι ένα αμέταλλο. Επομένως η ένωση  $\Omega\Gamma_2$  είναι ιοντική και όταν διαλυθεί πλήρως στο νερό διίσταται σε ιόντα σύμφωνα με την αντίδραση, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



**ii) Λανθασμένη.** Το στοιχείο Ψ ανήκει στην 1<sup>η</sup> (IA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και είναι μέταλλο, ενώ το στοιχείο Γ ανήκει στην 17<sup>η</sup> (VIIA) ομάδα και είναι αμέταλλο. Άρα η ένωση  $\Psi\Gamma$  είναι ιοντική και όταν διαλύεται πλήρως στο νερό διίσταται σε ιόντα σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:  $\Psi\Gamma(s) \rightarrow \Psi^+(aq) + \Gamma^-(aq)$ . Από κάθε mol  $\Psi\Gamma$  προκύπτουν λόγω διάστασης δύο mol ιόντων. Αντίθετα το υδατικό διάλυμα της γλυκόζης ( $C_6H_{12}O_6$ ) είναι μοριακό. Αφού τα δύο διαλύματα βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, η ωσμωτική πίεση θα εξαρτάται μόνο από τα mol των σωματιδίων της διαλυμένης ουσίας. Επομένως η ωσμωτική πίεση του  $\Psi\Gamma$  θα είναι διπλάσια από την ωσμωτική πίεση της γλυκόζης.

**iii) Σωστή.** Η μείωση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της διάλυσης που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση  $\Psi\Gamma(s) \rightarrow \Psi^+(aq) + \Gamma^-(aq)$  οφείλεται στο γεγονός ότι απορροφάται θερμότητα από το νερό ώστε να πραγματοποιηθεί η διάλυση. Έτσι η θερμοκρασία του διαλύματος μειώνεται, άρα η αντίδραση είναι ενδόθερμη. Επομένως  $\Delta H > 0$ .

**iv) Λανθασμένη.** Το στοιχείο Δ ανήκει στην 18<sup>η</sup> (VIII A) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, άρα είναι ευγενές αέριο. Η μεταβολή της πίεσης μέσω εισαγωγής του ευγενούς αερίου στο μείγμα της ισορροπίας σε δοχείο σταθερού όγκου και θερμοκρασίας δεν έχει ως αποτέλεσμα τη μετατόπιση της χημικής ισορροπίας.

**v) Λανθασμένη.** Τα άτομα κάθε μορίου του χημικού στοιχείου  $\Gamma_2$  συνδέονται με ομοιοπολικό μη πολικό δεσμό. Άρα τα μόρια του στοιχείου  $\Gamma_2$  είναι μη πολικά και επομένως οι δυνάμεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στα μόρια αυτά είναι δυνάμεις διασποράς και όχι δυνάμεις διπόλου - διπόλου.

## Θέμα 2° 33746

**2.1.** Το νικέλιο (Ni) είναι μέταλλο και έχει ατομικό αριθμό 28.

**α)** Να προσδιορίσετε τη θέση (ομάδα και περίοδο) του νικελίου στον Περιοδικό Πίνακα. (μονάδες 4)

**β)** Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος  $Ni^{2+}$ . (μονάδες 3)



γ) Το νικέλιο σε πολύ λεπτό διαμερισμό χρησιμοποιείται για την ταχύτερη υδρογόνωση αερίων αλκενίων προς αλκάνια και στο τέλος της αντίδρασης παραλαμβάνεται αμετάβλητο.

i) Να γράψετε πως χαρακτηρίζεται το νικέλιο λόγω του ρόλου που έχει στις παραπάνω αντιδράσεις. (μονάδες 2)

ii) Να γράψετε ποια θεωρία εξηγεί ικανοποιητικά τον τρόπο με τον οποίο δρα το νικέλιο. (μονάδες 3)

### Μονάδες 12

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 ..α)  ${}_{28}\text{Ni}$  (ηλεκτρονιακή δόμηση):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$  (τελική δομή:  ${}_{28}\text{Ni}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ ). Ανήκει στην τέταρτη περίοδο (έχει ηλεκτρόνια σε τέσσερις στιβάδες), στον τομέα d (το τελευταίο του ηλεκτρόνιο τοποθετείται σύμφωνα με την ηλεκτρονιακή δόμηση σε d υποστιβάδα) και αφού περιέχει 8 ηλεκτρόνια στην d υποστιβάδα ανήκει στη 10<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

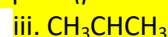
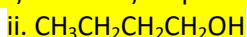
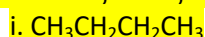
β) Η ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος  $\text{Ni}^{2+}$  προκύπτει μετά την απομάκρυνση των δύο ηλεκτρονίων που βρίσκονται στην υποστιβάδα μέγιστης ενέργειας στο άτομο του  ${}_{28}\text{Ni}$  επομένως είναι:  $\text{Ni}^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8$

γ) i) Το Ni δρα ως καταλύτης.

ii) Η θεωρία της προσρόφησης μπορεί να ερμηνεύσει ικανοποιητικά την ετερογενή κατάλυση, που συμβαίνει λόγω της παρουσίας στερεού νικελίου στο αέριο μίγμα αλκενίου και υδρογόνου.

2.2. 33746 Να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις.

α) Να κατατάξετε τις παρακάτω ενώσεις κατά αυξανόμενο σημείο βρασμού. (μονάδα 1)



Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

β) Να γράψετε, σύμφωνα με τη θεωρία των συγκρούσεων, τις προϋποθέσεις που απαιτούνται ώστε να είναι αποτελεσματική η σύγκρουση μεταξύ δύο αντιδρώντων μορίων. (μονάδες 4)

γ) Να γράψετε ποια χαρακτηριστική αντίδραση επιτρέπει να διακρίνουμε την 1-προπανόλη από τη 2-προπανόλη και ποιο είναι το παρατηρούμενο αποτέλεσμα της. Δεν χρειάζεται να γραφεί η σχετική χημική εξίσωση. (μονάδες 4)

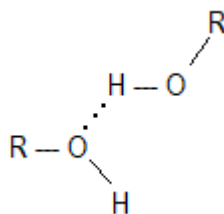
### Μονάδες 13

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2. α) σ.β.  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3 < \sigma.\beta. \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 < \sigma.\beta. \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

Όσο πιο ισχυρές είναι οι διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων μιας ένωσης, τόσο υψηλότερο σημείο ζέσεως αυτή θα εμφανίζει.

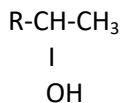
Ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις ασκούνται μεταξύ των μορίων της ένωσης ii (αλκοόλη), λόγω του σχηματισμού δεσμών υδρογόνου, οι οποίοι σχηματίζονται μεταξύ των υδροξυλίων των μορίων της αλκοόλης.



Τόσο ανάμεσα στα μόρια βουτανίου, όσο και ανάμεσα στα μόρια του μεθυλο-προπανίου αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς. Δεδομένου ότι οι δύο ενώσεις έχουν το ίδιο  $M_r$  ισχυρότερους διαμοριακούς δεσμούς εμφανίζει το  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ . Γενικά τα ευθύγραμμη μη πολωμένα μόρια εμφανίζουν ισχυρότερους δεσμούς από τα διακλαδισμένα, γιατί επιτυγχάνεται καλύτερη επαφή - αλληλεπίδραση μεταξύ των μορίων.

β) Οι συγκρούσεις ανάμεσα στα αντιδρώντα μόρια χαρακτηρίζονται ως αποτελεσματικές όταν τα συγκρουόμενα μόρια έχουν κατάλληλη ταχύτητα και κατάλληλο προσανατολισμό.

γ) Η ιωδοφορμική, διότι την αντίδραση αυτή δίνουν μόνο οι αλκοόλες της μορφής:



Αν επιδράσουμε με διάλυμα ιωδίου παρουσία NaOH σε δείγματα από αυτές τις ουσίες, τότε στο δείγμα στο οποίο θα παρατηρηθεί σχηματισμός κίτρινου ιζήματος ιωδοφορμίου (CHI<sub>3</sub>) θα περιέχεται η 2-προπανόλη.

### Θέμα 2° 33745

2.1 Δίδονται τα στοιχεία  ${}_6\text{C}$ ,  ${}_7\text{N}$ ,  ${}_{20}\text{Ca}$  και  ${}_{26}\text{Fe}$ .

α) Να προσδιορίσετε ποια από τα παραπάνω στοιχεία ανήκουν στην ίδια περίοδο, δικαιολογώντας την απάντησή σας. (μονάδες 4)

β) Να γράψετε το λιγότερο ηλεκτραρνητικό και το περισσότερο ηλεκτραρνητικό στοιχείο από τα παραπάνω τέσσερα στοιχεία. (μονάδες 2)

γ) Στο μόριο του CF<sub>4</sub> οι τέσσερις δεσμοί C-F είναι ισότιμοι μεταξύ τους και έχουν τετραεδρική διάταξη. Ο κάθε δεσμός C-F στην ένωση CF<sub>4</sub> προκύπτει από την επικάλυψη:

- i)  $sp^2$  και  $s$  τροχιακών      ii)  $p$  και  $p$  τροχιακών      iii)  $sp^3$  και  $p$  τροχιακών

Να επιλέξετε το σωστό (μονάδες 3)

δ) Τα μόρια των οξειδίων CO<sub>2</sub> και NO<sub>2</sub> έχουν διαφορετική δομή στο χώρο. Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα στο CO<sub>2</sub> τα τρία άτομα είναι στην ίδια ευθεία (γραμμικό μόριο) και στο NO<sub>2</sub> τα τρία άτομα σχηματίζουν γωνία.



Να εξηγήσετε γιατί το μόριο του NO<sub>2</sub> εμφανίζει διπολική ροπή, ενώ το μόριο του CO<sub>2</sub> έχει μηδενική διπολική ροπή. (μονάδες 3) **Μονάδες 12**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1. α)  ${}_6\text{C}$ :  $1s^2 2s^2 2p^2$  Ανήκει στη δεύτερη περίοδο.

${}_7\text{N}$ :  $1s^2 2s^2 2p^3$  Ανήκει στη δεύτερη περίοδο.

${}_{20}\text{Ca}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$  Ανήκει στην τέταρτη περίοδο.

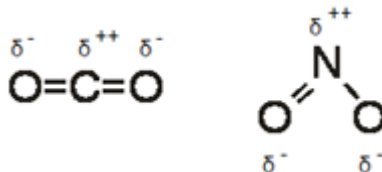
${}_{26}\text{Fe}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$  Ανήκει στην τέταρτη περίοδο.

Στην ίδια περίοδο ανήκουν τα  ${}_6\text{C}$ ,  ${}_7\text{N}$  και τα  ${}_{20}\text{Ca}$ ,  ${}_{26}\text{Fe}$ .

β) Το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο είναι το  ${}_7\text{N}$  (2<sup>η</sup> περίοδος – 5<sup>η</sup> ομάδα) και το λιγότερο ηλεκτραρνητικό το  ${}_{20}\text{Ca}$  (4<sup>η</sup> περίοδος – 2<sup>η</sup> ομάδα). Η ηλεκτραρνητικότητα των στοιχείων αυξάνει προς τα δεξιά και πάνω του Περιοδικού Πίνακα.

γ) Σωστό το iii)  $sp^3$  και  $p$  τροχιακών.

δ) Το μόριο του CO<sub>2</sub> δεν εμφανίζει διπολική ροπή λόγω της συμμετρικής δομής του στον χώρο. Είναι ένα γραμμικό μόριο με τα δύο άκρα του μορίου να έχουν φορτίο δ<sup>-</sup> οπότε η συνισταμένη διπολική ροπή, μ, των πολικών δεσμών C = O, είναι μηδέν. Το NO<sub>2</sub> επειδή δεν είναι γραμμικό μόριο, η συνισταμένη διπολική ροπή των δεσμών N-O και επομένως του μορίου είναι διάφορη του μηδενός. Εμφανίζει φορτίο δ<sup>-</sup> προς τη μεριά των ηλεκτραρνητικότερων οξυγόνων και δ<sup>++</sup> προς τη μεριά του αζώτου.



2.2. 33745 .α) Να απαντήσετε πώς μεταβάλλονται (αυξάνονται, μειώνονται ή παραμένουν σταθερά) τα παρακάτω μεγέθη:

i) Ο βαθμός ιοντισμού υδατικού διαλύματος μονοπρωτικού ασθενούς οξέος, το οποίο αραιώνεται με νερό σε σταθερή θερμοκρασία. Θεωρείστε ότι ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

ii) Η συγκέντρωση των οξονίων [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] στο καθαρό νερό, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία.

iii) Το pH ενός υδατικού διαλύματος HCl μετά την προσθήκη αέριας NH<sub>3</sub> σε αυτό. (μονάδες 3)

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας για τις περιπτώσεις i) και ii) (μονάδες 10) **Μονάδες 13**

## Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.2.α)i)** ο βαθμός ιοντισμού διαλύματος μονοπρωτικού ασθενούς οξέος αυξάνεται όταν αραιώνεται σε σταθερή θερμοκρασία.

**ii)** η συγκέντρωση των οξωνίων  $[H_3O^+]$  στο καθαρό νερό αυξάνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία

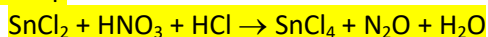
**iii)** το pH του υδατικού διαλύματος HCl αυξάνεται με την προσθήκη αέριας αμμωνίας

**β) i)** Εφόσον ισχύουν οι προσεγγίσεις, ισχύει και ο νόμος αραιώσης του Ostwald στην απλοποιημένη του μορφή:  $K_a = \alpha^2 \cdot c$  (1). Επειδή η θερμοκρασία είναι σταθερή η  $K_a$  έχει σταθερή τιμή. Με την αραιώση του διαλύματος η συγκέντρωση  $c$  του οξέος ελαττώνεται και από τη σχέση (1) προκύπτει ότι ο βαθμός ιοντισμού  $\alpha$  του μονοπρωτικού οξέος αυξάνεται.

**ii)** Η αντίδραση αυτοϊοντισμού του νερού:  $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$  είναι ενδόθερμο φαινόμενο ( $\Delta H > 0$ ). Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί τη χημική ισορροπία προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Επομένως, με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η συγκέντρωση των οξωνίων ( $H_3O^+$ ).

## Θέμα 2°

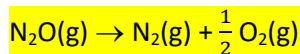
Το υποξείδιο του αζώτου ( $N_2O$ ) είναι ένα αέριο που χρησιμοποιείται ως αναισθητικό στην οδοντιατρική, στη βιομηχανία προϊόντων γάλακτος, ως προωθητικό αέριο σε εμφιαλωμένες κρέμες (σαντιγί). Μπορεί να παρασκευαστεί μέσω της αντίδρασης του  $HNO_3$  με το  $SnCl_2$  σε υδατικό διάλυμα HCl, που περιγράφεται από τη μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση:



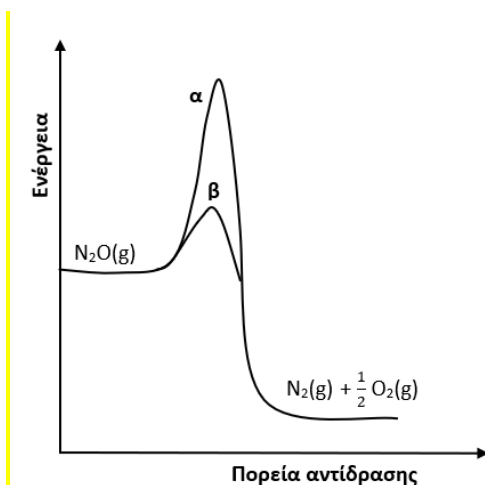
**α)** Να συμπληρώσετε τους συντελεστές της παραπάνω χημικής εξίσωσης. (μονάδες 3)

**β)** Να εξηγήσετε ποιο είναι το αναγωγικό και ποιο το οξειδωτικό σώμα στην παραπάνω αντίδραση. (μονάδες 4)

**γ)** Παρά τη χρησιμότητά του, το αέριο  $N_2O$  συμβάλλει στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η μείωση της ποσότητάς του μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη διάσπασή του, είτε σε υψηλή θερμοκρασία, είτε με τη βοήθεια καταλύτη. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η μεταβολή ενέργειας των αντιδρώντων και προϊόντων κατά τη διάρκεια της αντίδρασης διάσπασης του  $N_2O$ , η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



Η μία από τις δύο καμπύλες **α** και **β** παριστάνει τη μεταβολή ενέργειας με καταλύτη και η άλλη χωρίς καταλύτη.

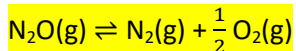


**i)** Να εξηγήσετε αν η αντίδραση διάσπασης του  $N_2O$  είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη. (μονάδες 4)

**ii)** Να εξηγήσετε ποια από τις δύο καμπύλες **α** ή **β** παριστάνει τη μεταβολή στην ενέργεια με τη βοήθεια καταλύτη. (μονάδες 4)

**iii)** Εάν οι δύο ενέργειες ενεργοποίησης (με και χωρίς καταλύτη) διαφέρουν κατά  $83 \text{ kJ/mol}$  και η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης χωρίς καταλύτη είναι ίση με  $E_a = 250 \text{ kJ/mol}$ , να προσδιορίσετε την ενέργεια ενεργοποίησης  $E_a'$  της αντίδρασης με καταλύτη. (μονάδες 4)

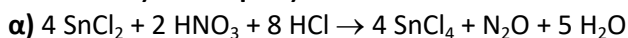
iv) Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, το  $N_2O$  βρίσκεται σε ισορροπία με το  $N_2$  και  $O_2$ , όπως φαίνεται από την παρακάτω χημική εξίσωση:



Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεταβολές έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση στα mol του  $N_2O$ ; Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 6)

1. Μείωση της θερμοκρασίας, διατηρώντας σταθερό τον όγκο του δοχείου.
2. Αύξηση πίεσης, με μεταβολή του όγκου του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία.
3. Προσθήκη αερίου  $N_2$  στο δοχείο της αντίδρασης, του οποίου ο όγκος διατηρείται σταθερός και σε σταθερή θερμοκρασία. **Μονάδες 25**

Ενδεικτικές απαντήσεις



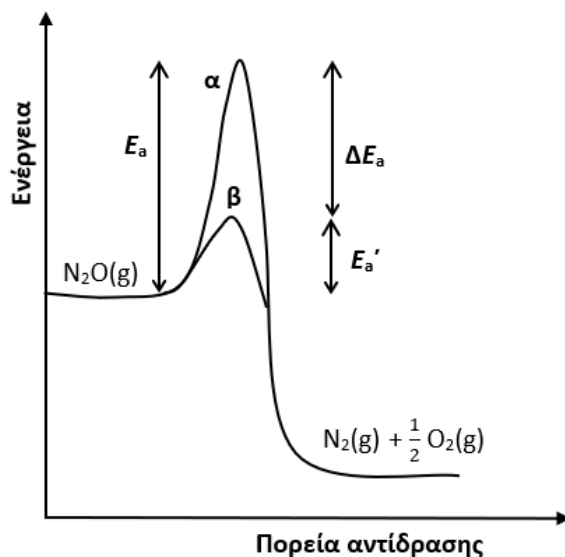
β) Ο αριθμός οξείδωσης του Sn αυξάνεται από +2 στο  $SnCl_2$  σε +4 στο  $SnCl_4$ , δηλαδή παθαίνει οξείδωση, άρα το  $SnCl_2$  είναι το αναγωγικό σώμα. Ο αριθμός οξείδωσης του N μειώνεται από +5 στο  $HNO_3$  σε +1 στο  $N_2O$ , δηλαδή παθαίνει αναγωγή, άρα το  $HNO_3$  είναι το οξειδωτικό σώμα.

γ)

i) Από το διάγραμμα φαίνεται ότι η ενθαλπία των προϊόντων είναι μικρότερη από την ενέργεια των αντιδρώντων.  $\Delta H = H_{\text{προϊόντων}} - H_{\text{αντιδρώντων}} < 0$ , άρα η αντίδραση είναι εξώθερμη.

ii) Η παρουσία καταλύτη μειώνει την ενέργεια ενεργοποίησης  $E_a$  της αντίδρασης. Άρα η καμπύλη που παριστάνει τη μεταβολή στην ενέργεια παρουσία καταλύτη είναι η β.

iii)  $\Delta E_a = E_a - E_a' \Rightarrow E_a' = E_a - \Delta E_a \Rightarrow E_a' = (250 - 83) \text{ kJ/mol} \Rightarrow E_a' = 167 \text{ kJ/mol}$



iv)

1. Η χημική αντίδραση με κατεύθυνση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη. Η μείωση της θερμοκρασίας ευνοεί τις εξώθερμες αντιδράσεις, άρα η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Επομένως η μεταβολή 1 έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας του  $N_2O$ .

2. Η αύξηση της πίεσης με μεταβολή του όγκου του δοχείου σε σταθερή θερμοκρασία, εφόσον στην αντίδραση συμμετέχουν αέρια και υπάρχει μεταβολή στα mol των αερίων αντιδρώντων και προϊόντων, μετατοπίζει τη χημική ισορροπία προς τα λιγότερα mol αερίων, δηλαδή προς τα αριστερά, με αποτέλεσμα το σχηματισμό μεγαλύτερης ποσότητας  $N_2O$ . Επομένως η μεταβολή 2 επιφέρει αύξηση και όχι μείωση της ποσότητας του  $N_2O$ .

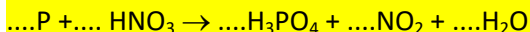
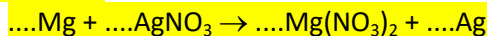
3. Προσθήκη αερίου  $N_2$  στο δοχείο της αντίδρασης, του οποίου ο όγκος διατηρείται σταθερός και σε σταθερή θερμοκρασία, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του  $N_2$ , οπότε η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και η ποσότητα του  $N_2O$  αυξάνεται. Επομένως η μεταβολή 3 δεν έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ποσότητας του  $N_2O$ .

**2.1.** Δίδονται τα στοιχεία μαγνήσιο ( $_{12}\text{Mg}$ ) και φώσφορος ( $_{15}\text{P}$ ).

**α)** Να προσδιορίσετε τον τομέα, την περίοδο και την ομάδα που ανήκει το κάθε στοιχείο στον Περιοδικό Πίνακα. (μονάδες 6)

**β)** Να εξηγήσετε ποιο από τα δύο στοιχεία εμφανίζει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού. (μονάδες 2)

**γ)** Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στις παρακάτω οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν τα δύο στοιχεία. (μονάδες 4)



**Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

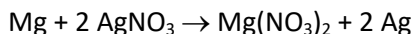
**2.1**

**α)** Η ηλεκτρονιακή δομή του  $_{12}\text{Mg}$  είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ . Ανήκει στον τομέα s, 2<sup>η</sup> ομάδα, και την 3<sup>η</sup> περίοδο.

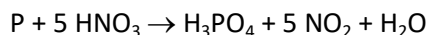
Η ηλεκτρονιακή δομή του  $_{15}\text{P}$  είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ . Ανήκει στον τομέα p, τη 15<sup>η</sup> ομάδα, και την 3<sup>η</sup> περίοδο.

**β)** Μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού εμφανίζει το  $_{15}\text{P}$ , γιατί τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια περίοδο και το  $_{15}\text{P}$  βρίσκεται δεξιότερα του  $_{12}\text{Mg}$  στον Περιοδικό Πίνακα. (Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού στην ίδια περίοδο αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά).

**γ)** Το Mg οξειδώνεται (μεταβολή Α.Ο., από 0 σε +2, άρα κατά 2) και ο Ag ανάγεται (μεταβολή Α.Ο., από +1 σε 0, άρα κατά 1). Άρα οι συντελεστές είναι:



Ο P οξειδώνεται (μεταβολή Α.Ο., από 0 σε +5, άρα κατά 5) και το N ανάγεται (μεταβολή Α.Ο., από +5 σε +4, άρα κατά 1). Άρα οι συντελεστές είναι:



**2.2. 33743** Το  $\text{HCOOH}$  και το  $\text{CH}_3\text{COOH}$  είναι τα δύο πρώτα μέλη της ομόλογης σειράς των κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων.

**α)** Να εξηγήσετε γιατί το  $\text{HCOOH}$  είναι ισχυρότερο οξύ από το  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Δίδεται ότι το  $\text{CH}_3^-$  προκαλεί πιο έντονο +I επαγωγικό φαινόμενο σε σχέση με το  $\text{H}^-$ . (μονάδες 4)

**β)** Τα υδατικά διαλύματα των δύο οξέων περιέχονται σε δύο ξεχωριστά δοχεία χωρίς ετικέτα. Να περιγράψετε μια πειραματική διαδικασία με την οποία μπορούμε να ταυτοποιήσουμε ποιο οξύ περιέχεται σε κάθε δοχείο. (μονάδες 4)

**γ)** Με χρήση προχοϊδας ογκομετρούμε ορισμένο όγκο διαλύματος  $\text{HCOOH}$  άγνωστης συγκέντρωσης με πρότυπο διάλυμα  $\text{NaOH}$ . Να περιγράψετε, σε συντομία, τη διαδικασία της ογκομέτρησης. (μονάδες 5)

**Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.2..α)** Η ομάδα  $\text{CH}_3^-$  στο  $\text{CH}_3\text{-COOH}$  απωθεί πιο έντονα ηλεκτρόνια από το  $\text{H}^-$  στο  $\text{H-COOH}$ , αφού ασκεί πιο έντονο +I επαγωγικό φαινόμενο. Όσο πιο έντονο είναι το +I επαγωγικό φαινόμενο, τόσο λιγότερο πολωμένος είναι ο δεσμός  $\text{O}^{\delta-}-\text{H}^{\delta+}$  και το όξινο H συγκρατείται καλύτερα, δηλαδή αποσπάται δυσκολότερα. Άρα το  $\text{HCOOH}$  συγκρατεί λιγότερο ισχυρά το όξινο υδρογόνο του σε σχέση με το  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , επομένως το  $\text{HCOOH}$  είναι ισχυρότερο οξύ από το  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

**β)** Σε δείγματα που έχουμε πάρει από τα δύο δοχεία προσθέτουμε σταδιακά σταγόνες (μία σταγόνα κάθε φορά) από διάλυμα  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$  (χρώμα ιώδες). Στο δείγμα που θα παρατηρηθεί αποχρωματισμός θα περιέχεται το  $\text{HCOOH}$ , καθώς στον μόνο αυτό οξειδώνεται προς  $\text{CO}_2$ .

**γ)** Σε κωνική φιάλη τοποθετούμε συγκεκριμένο όγκο (πχ  $V_1$ ) του διαλύματος  $\text{HCOOH}$  άγνωστης συγκέντρωσης  $c_1$  και 2-3 σταγόνες κατάλληλου δείκτη (πχ φαινολοφθαλεΐνη). Στην προχοϊδα προσθέτουμε πρότυπο διάλυμα  $\text{NaOH}$  (γνωστής συγκέντρωσης  $c_2$ ). Προσθέτουμε σταδιακά σταγόνες πρότυπου διαλύματος στην κωνική φιάλη, μέχρι ακριβώς τη σταγόνα με την οποία θα αλλάξει το χρώμα του δείκτη. Καταγράφουμε τον όγκο του προτύπου διαλύματος που καταναλώθηκε. Η χημική αντίδραση που πραγματοποιείται είναι:  $\text{HCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O}$ . Από τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς της αντίδρασης εξουδετέρωσης προσδιορίζουμε την άγνωστη συγκέντρωση  $c_1$ .

**Θέμα 2° 33744**

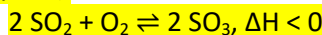
2.1. Δίνονται τα στοιχεία οξυγόνο (O) και θείο (S), τα οποία τα οποία όταν ενωθούν μεταξύ τους σχηματίζουν μεταξύ των άλλων και τα οξείδια SO<sub>2</sub> και SO<sub>3</sub>.

α) i) Να προσδιορίσετε τη θέση του <sup>8</sup>O στο Περιοδικό πίνακα. (μονάδες 2)

ii) Να προσδιορίσετε τον ατομικό αριθμό του S, αν γνωρίζετε ότι αυτό ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και στην ίδια ομάδα με το οξυγόνο. (μονάδες 2)

iii) Να αιτιολογήσετε γιατί η ατομική ακτίνα του ατόμου του θείου είναι μεγαλύτερη από την ατομική ακτίνα του ατόμου του οξυγόνου. (μονάδες 2)

β) Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ποσότητες από τα αέρια SO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> και υπό σταθερή θερμοκρασία θ<sub>1</sub> πραγματοποιείται η αμφίδρομη αντίδραση:



i) Να αιτιολογήσετε γιατί η παραπάνω αντίδραση χαρακτηρίζεται ως οξειδοαναγωγική. (μονάδες 3)

ii) Να εξηγήσετε πως μεταβάλλεται η σταθερά (K<sub>c</sub>) της παραπάνω χημικής ισορροπίας, αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία που πραγματοποιείται η αντίδραση από θ<sub>1</sub> σε θ<sub>2</sub>. (μονάδες 3)

**Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

2.1 α) i) Η ηλεκτρονιακή δομή του <sup>8</sup>O είναι: 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>4</sup>. Ανήκει στη 2<sup>η</sup> περίοδο (έχει ηλεκτρόνια σε δύο στιβάδες) και στη 16<sup>η</sup> ή VIA ομάδα (αφού έχει 4 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του p υποστιβάδα).

ii) Το S θα έχει ηλεκτρόνια σε τρεις στιβάδες και 4 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του p υποστιβάδα, αφού ανήκει στην ίδια ομάδα με το <sup>8</sup>O. Άρα έχει ηλεκτρονιακή δομή: 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>4</sup> και ατομικό αριθμό ίσο με τον αριθμό των ηλεκτρονίων του, δεδομένου ότι αυτά είναι ίσα με τον αριθμό των πρωτονίων του πυρήνα στο ουδέτερο άτομο, επομένως Z<sub>S</sub>=16.

iii) Η ατομική ακτίνα του ατόμου του θείου είναι μεγαλύτερη από την ατομική ακτίνα του ατόμου του οξυγόνου, γιατί ανήκουν στην ίδια ομάδα αλλά το θείο έχει κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του σε περισσότερες στιβάδες από το οξυγόνο.

β)

i) Η αντίδραση 2 SO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> ⇌ 2 SO<sub>3</sub> χαρακτηρίζεται ως οξειδοαναγωγική, γιατί ο αριθμός οξείδωσης του S από +4 στο SO<sub>2</sub> μεταβάλλεται σε +6 στο SO<sub>3</sub> (οξείδωση) και του O από 0 στο O<sub>2</sub> σε -2 στο SO<sub>3</sub> (αναγωγή).

ii) Δίδεται ότι η αντίδραση είναι εξώθερμη (ΔH < 0). Επομένως η αύξηση της θερμοκρασίας σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, οδηγεί τη χημική ισορροπία προς την κατεύθυνση που απορροφάται θερμότητα δηλαδή προς τα αριστερά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης των προϊόντων (SO<sub>3</sub>) και αύξηση της συγκέντρωσης των αντιδρώντων (SO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub>). Άρα η σταθερά χημικής ισορροπίας (K<sub>c</sub>) που είναι:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]}$$

με την αύξηση της θερμοκρασίας ελαττώνεται.

2.2.33744 Σε κωνική φιάλη εισάγουμε διάλυμα CH<sub>3</sub>COOH προκειμένου να προσδιορίσουμε με ογκομέτρηση τη συγκέντρωσή του.

α) Να γράψετε το όνομα του γυάλινου σκεύους, που θα χρησιμοποιήσουμε για την ογκομέτρηση, προκειμένου να προσθέσουμε με ελεγχόμενη ροή το πρότυπο διάλυμα στην κωνική φιάλη που περιέχει το ογκομετρούμενο διάλυμα του CH<sub>3</sub>COOH. (μονάδες 2)

β) Να επιλέξετε ποιο από τα διαλύματα i) HCl, ii) NaOH, ή iii) HNO<sub>2</sub> μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρότυπο διάλυμα για να πραγματοποιηθεί η παραπάνω ογκομέτρηση. (μονάδες 2)

γ) Να γράψετε τον ορισμό του «τελικού σημείου ογκομέτρησης». (μονάδες 4).

δ) Να επιλέξετε ποιος από τους δείκτες i) φαινολοφθαλεΐνη (K<sub>a</sub>=10<sup>-9</sup>) ή ii) κόκκινο του μεθυλίου (K<sub>a</sub>=10<sup>-5</sup>) είναι κατάλληλος για την παραπάνω ογκομέτρηση (μονάδα 1) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. (μονάδες 4)

**Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

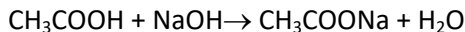
2.2..α) Το γυάλινο σκεύος στο οποίο εισάγουμε το πρότυπο διάλυμα ονομάζεται προχοΐδα.

β) Επειδή ογκομετρούμε οξύ απαιτείται πρότυπο διάλυμα βάσης, άρα το διάλυμα ii) NaOH.

γ) Τελικό σημείο ογκομέτρησης ονομάζεται το σημείο όπου παρατηρείται χρωματική αλλαγή του ογκομετρούμενου διαλύματος, λόγω αλλαγής χρώματος του δείκτη που περιέχει.



δ) Η i) φαινολοφθαλείνη, διότι έχει  $pK_a = -\log K_a = -\log(10^{-9}) = 9$  και αλλάζει χρώμα στην περιοχή pH από  $pK_a - 1$  έως  $pK_a + 1$ , δηλαδή από pH 8 έως pH 10 (βασική περιοχή pH). Κατ' ανάλογο τρόπο το ii) κόκκινο του μεθυλίου αλλάζει χρώμα από pH 4 έως pH 6 (όξινη περιοχή pH). Στο ισοδύναμο σημείο της συγκεκριμένης ογκομέτρησης, στο διάλυμα περιέχεται μόνο το άλας  $CH_3COONa$  που παράγεται από την αντίδραση:



Το  $CH_3COONa$  δίσταται:  $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$ .

Το  $CH_3COO^-$  αντιδρά με το νερό:  $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$ .

Η παραγωγή ιόντων  $OH^-$  καθιστά το διάλυμα στο ισοδύναμο σημείο βασικό και από τους δύο δείκτες που δίνονται μόνο η φαινολοφθαλείνη ( $pK_a = 9$ ) αλλάζει χρώμα σε βασικό pH.

### Θέμα 2° 33747

2.1. Σε δοχείο εισάγονται ποσότητες από τα αέρια A και B τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με την χημική εξίσωση:  $2 A(g) + B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g) + \Delta(g)$ ,  $\Delta H > 0$ . Ο νόμος ταχύτητας που υπακούει η αντίδραση προς τα δεξιά είναι:  $v = k \cdot [A] \cdot [B]$ .

α) Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες

i) Η αντίδραση προς τα δεξιά χαρακτηρίζεται ως απλή.

ii) Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί την ισορροπία προς τα δεξιά.

iii) Η απόδοση της αντίδρασης μειώνεται όταν οι ποσότητες των αερίων της χημικής ισορροπίας διοχετευτούν, υπό τις ίδιες συνθήκες, σε δοχείο μεγαλύτερου όγκου.

iv) Η συγκέντρωση του  $\Gamma$  μέχρι την επίτευξη χημικής ισορροπίας αυξάνει με σταθερό ρυθμό. (μονάδες 4)

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας για τις προτάσεις iii και iv. (μονάδες 8)

**Μονάδες 12**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1. α) i) Λανθασμένη. ii) Σωστή. iii) Σωστή. iv) Λανθασμένη.

β) iii) Σωστή. Η εισαγωγή των ποσοτήτων των αερίων της αρχικής χημικής ισορροπίας σε δοχείο μεγαλύτερου όγκου έχει ως αποτέλεσμα να βρεθούν σε μικρότερη πίεση. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία μετατοπίζεται προς την κατεύθυνση που σχηματίζονται περισσότερα mol αερίων, ώστε η πίεση να αυξηθεί. Περισσότερα mol αερίων σχηματίζονται προς τα αριστερά. Άρα η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά. Αυτό σημαίνει ότι η απόδοση της αντίδρασης θα μειωθεί.

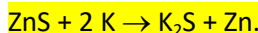
iv) Λανθασμένη. Όσο εξελίσσεται η αντίδραση μειώνονται οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων A και B με αποτέλεσμα η ταχύτητα της αντίδρασης να μειώνεται. Αποτέλεσμα αυτού είναι μέχρι την επίτευξη της χημικής ισορροπίας η ποσότητα του αερίου  $\Gamma$  να αυξάνεται μεν αλλά με μειούμενο ρυθμό.

2.2. 33747 Δίδονται τα στοιχεία  $_{19}K$ ,  $_{30}Zn$ ,  $_{16}S$  και  $_{33}As$ .

α) Να προσδιορίσετε ποια από τα στοιχεία αυτά ανήκουν στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. (μονάδες 5)

β) Να διατάξετε τα άτομα αυτά κατά αύξοντα αριθμό μονήρων ηλεκτρονίων που περιέχουν σε θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 4)

γ) Δίνεται η χημική αντίδραση:



Να εξηγήσετε ποιο σώμα οξειδώνεται (μονάδες 2) και ποιο σώμα δρα οξειδωτικά στην παραπάνω αντίδραση. (μονάδες 2)

**Μονάδες 13**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2. α) Για αυτά τα στοιχεία έχουμε:

$_{19}K$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$  (4<sup>η</sup> περίοδος)

$_{30}Zn$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$  (4<sup>η</sup> περίοδος)

$_{16}S$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$  (3<sup>η</sup> περίοδος) και

$_{33}As$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$  (4<sup>η</sup> περίοδος)

Επομένως στην ίδια περίοδο (4<sup>η</sup>) του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα:  $_{19}K$ ,  $_{30}Zn$  και  $_{32}As$ .

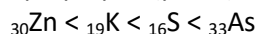


β) Για τον προσδιορισμό των μονήρων ηλεκτρονίων που περιέχει το άτομο κάθε στοιχείου, στη θεμελιώδη κατάσταση, αρχικά διαπιστώνουμε ποια υποστιβάδα δεν είναι συμπληρωμένη και κατανέμουμε το ηλεκτρόνια σε αυτή σύμφωνα με τον κανόνα του Hund.

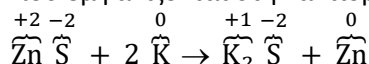
Έτσι έχουμε:

Στοιχείο	Μη συμπληρωμένη υποστιβάδα	Κατανομή e (Hund)	Μονήρη e
${}_{19}\text{K}$	$4s^1$	$\boxed{\uparrow}$	1
${}_{30}\text{Zn}$	καμία		0
${}_{16}\text{S}$	$3p^4$	$\begin{array}{ c c c } \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$	2
${}_{33}\text{As}$	$4p^3$	$\begin{array}{ c c c } \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$	3

Άρα η διάταξη των στοιχείων κατά αύξοντα αριθμό μονήρων ηλεκτρονίων είναι:



γ) Οι αριθμοί οξειδωσης των στοιχείων που εμφανίζονται στην αντίδραση είναι:



Το Κ οξειδώνεται γιατί αυξάνεται ο αριθμός οξειδωσής του από 0 σε +1.

Οξειδωτικό σώμα είναι ο ZnS γιατί προκαλεί την οξείδωση του καλίου (ή γιατί περιέχει τον Zn που ελαττώνεται ο αριθμός οξειδωσής του από +2 σε 0).

## Θέμα 2<sup>ο</sup> 25677

2.1. Να αιτιολογήσετε τις παρακάτω προτάσεις οι οποίες είναι όλες σωστές.

α) Ο  ${}_{26}\text{Fe}$  ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο και στην 8<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και εντάσσεται στον τομέα των στοιχείων μεταπτώσεως. (μονάδες 4)

β) Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση της ταχύτητας των αντιδράσεων. (μονάδες 4)

γ) Στη χημική ισορροπία  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$  η αύξηση της πίεσης, με μείωση του όγκου του δοχείου στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση, μετατοπίζει τη θέση της χημικής ισορροπίας προς τα δεξιά.

(μονάδες 4) **Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

2.1.

α) Η κατανομή ηλεκτρονίων του Fe είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ , άρα ο Fe έχει ηλεκτρόνια σε 4 στιβάδες και επομένως ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο του ηλεκτρόνιο (με βάση τη σειρά δόμησης aufbau:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ ) είναι στην υποστιβάδα d, άρα ανήκει στο d τομέα. Διαθέτει 6 ηλεκτρόνια στην εσωτερική 3d υποστιβάδα και δύο στην εξωτερική 4s υποστιβάδα, άρα εντάσσεται στην 8<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

β) Η αύξηση θερμοκρασίας αυξάνει τη μέση κινητική ενέργεια των αντιδρώντων μορίων, άρα και την ταχύτητα των μορίων των αντιδρώντων αερίων με αποτέλεσμα στον ίδιο χρόνο να γίνονται περισσότερες αποτελεσματικές συγκρούσεις που οδηγούν στο προϊόν, οπότε η αντίδραση να επιταχύνεται.

γ) Μειώνοντας τον όγκο του δοχείου, αυξάνεται η πίεση. Συνεπώς η Χ.Ι., σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, θα μετατοπιστεί προς την κατεύθυνση που μειώνονται τα συνολικά mol αερίων, άρα προς τα δεξιά.

2.2. 25677α) Διαθέτουμε διάλυμα  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1 M (διάλυμα Δ1) και διάλυμα  $\text{NaOH}$  1 M (διάλυμα Δ2). Να επιλέξετε ποια από τις παρακάτω σχέσεις των όγκων των διαλυμάτων Δ1 και Δ2 θα οδηγήσει μετά την ανάμειξή τους στον σχηματισμό ρυθμιστικού διαλύματος. (μονάδα 1)

$$\text{i) } \frac{V_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{V_{\text{NaOH}}} = \frac{1}{1} \quad \text{ii) } \frac{V_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{V_{\text{NaOH}}} = \frac{1}{2} \quad \text{iii) } \frac{V_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{V_{\text{NaOH}}} = \frac{2}{1}$$

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας χωρίς να είναι απαραίτητη η αναγραφή των χημικών εξισώσεων ή η εκτέλεση στοιχειομετρικών υπολογισμών. (μονάδες 4).

β) Σύμφωνα με τον ορισμό ένα ρυθμιστικό διάλυμα διατηρεί το pH του πρακτικά σταθερό υπό κάποιες προϋποθέσεις. Να αναφέρετε τις προϋποθέσεις αυτές. (μονάδες 4)

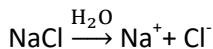
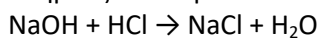
γ) Σε ορισμένο όγκο νερού διαλύουμε ίσα mol από τις ουσίες HCl, NaOH και  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Να δικαιολογήσετε αν το τελικό διάλυμα που θα προκύψει θα είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο. (μονάδες 4) **Μονάδες 13**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

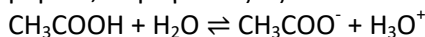
**2.2.α)** Σωστό είναι το **iii**. Για να παρασκευασθεί ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει τα mol του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  να είναι περισσότερα από τα mol του  $\text{NaOH}$ , ώστε να πραγματοποιείται μερική εξουδετέρωση του ασθενούς οξέος από την ισχυρή βάση. Αυτό μπορεί να γίνει αν ο όγκος του διαλύματος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  είναι μεγαλύτερος από τον όγκο του διαλύματος  $\text{NaOH}$ , που ισχύει μόνο στην περίπτωση **iii**.

**β)** Το pH των ρυθμιστικών διαλυμάτων παραμένει πρακτικά σταθερό, όταν προστεθεί σε αυτά μικρή αλλά υπολογίσιμη ποσότητα ισχυρού οξέος ή βάσης καθώς και όταν προστεθεί σε αυτά νερό (αραίωση) μέσα σε κάποια όρια.

**γ)** Οι ουσίες  $\text{NaOH}$  και  $\text{HCl}$ , είναι ισχυρή βάση και ισχυρό οξύ αντίστοιχα και αφού τα mol τους είναι ίσα μεταξύ τους σημαίνει ότι θα εξουδετερωθούν πλήρως, παράγοντας ιόντα  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  τα οποία δεν επηρεάζουν το pH του διαλύματος.



Επομένως στο τελικό διάλυμα το pH θα καθοριστεί από το διαλυμένο ασθενές οξύ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  που ιοντίζεται μερικά, παράγοντας οξώνια.



Άρα το διάλυμα θα είναι όξινο.

### Θέμα 2° 25675

**2.1.** Δίνονται τα αλογόνα  ${}_{9}\text{F}$ ,  ${}_{17}\text{Cl}$ ,  ${}_{35}\text{Br}$ ,  ${}_{53}\text{I}$ .

**α)** Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του  ${}_{35}\text{Br}$  (μονάδες 3) και να προσδιορίσετε την ομάδα και την περίοδο του Περιοδικού Πίνακα που αυτό ανήκει. (μονάδες 2)

**β)** Να δικαιολογήσετε γιατί σε συνθήκες περιβάλλοντος το  $\text{Cl}_2$  είναι αέριο ενώ το  $\text{I}_2$  στερεό. (μονάδες 4)

**γ)** Να δικαιολογήσετε γιατί σε ατμοσφαιρική πίεση 1 atm, το HF εμφανίζει σημείο ζέσεως  $19,5^\circ\text{C}$  ενώ το HCl εμφανίζει σημείο ζέσεως  $-85,5^\circ\text{C}$ . (μονάδες 3)

Δίνονται:  $A_r(\text{H}) = 1$ ,  $A_r(\text{Cl})=35,5$  και  $A_r(\text{I})=127$ .

**Μονάδες 12**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

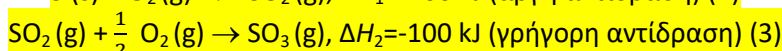
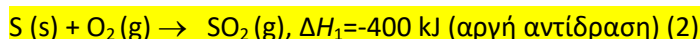
**2.1.**

**α)**  ${}_{35}\text{Br}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ . Επομένως το στοιχείο ανήκει στην VIIA ( $17^{\text{η}}$ ) ομάδα, αφού έχει 7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και στην τέταρτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα, αφού τα ηλεκτρόνια του κατανέμονται σε 4 στιβάδες.

**β)** Τόσο στο  $\text{Cl}_2$  όσο και στο  $\text{I}_2$  (δεδομένου ότι είναι μη πολικά μόρια) οι διαμοριακές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων τους είναι δυνάμεις διασποράς (London). Οι δυνάμεις διασποράς είναι ισχυρότερες όσο αυξάνεται το  $M_r$ . Το  $\text{I}_2$ , το οποίο έχει μεγαλύτερο  $M_r$  από τα δύο [ $M_r(\text{I}_2) = 2 \cdot 127 = 254$ ], αναπτύσσονται ισχυρές δυνάμεις διασποράς μεταξύ των μορίων του, με αποτέλεσμα να έχει υψηλά σημεία ζέσης και τήξης και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος να είναι στερεό. Το  $\text{Cl}_2$ , το οποίο έχει μικρότερο  $M_r$  από τα δύο [ $M_r(\text{Cl}_2) = 2 \cdot 35,5 = 71$ ], αναπτύσσονται ασθενέστερες δυνάμεις διασποράς μεταξύ των μορίων του και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι αέριο.

**γ)** Οι διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του HF είναι ισχυρότερες από τις αντίστοιχες που αναπτύσσονται στην περίπτωση του HCl, γιατί μεταξύ των μορίων του HF εμφανίζονται, πέραν των δυνάμεων διασποράς και δεσμοί υδρογόνου. Επομένως το HF εμφανίζει σημείο ζέσεως υψηλότερο από το HCl.

**2.2.25675** Η χημική αντίδραση  $\text{S}(\text{s}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})$  (1) πραγματοποιείται σε συγκεκριμένες συνθήκες σε δύο βήματα (στάδια):

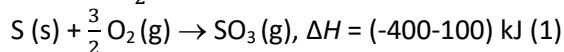
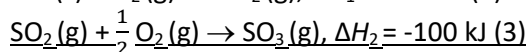
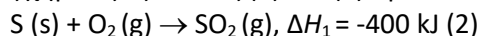


**α)** Να υπολογίσετε την ενθαλπία της αντίδρασης (1). (μονάδες 4)

**β)** Να γράψετε τον νόμο της ταχύτητας της αντίδρασης (1) δεδομένου ότι καθορίζεται αποκλειστικά από το αργό στάδιο (μονάδες 4) καθώς και την τάξη της αντίδρασης (1) (μονάδα 1)

γ) ) Να εξηγήσετε με ποιον τρόπο μπορεί το S(s) να αυξήσει την ταχύτητα της αντίδρασης (1), χωρίς να μεταβάλλουμε την ποσότητά του. (μονάδες 4). **Μονάδες 13**

2.2..α) Προσθέτοντας κατά μέλη τις χημικές εξισώσεις (2) και (3) προκύπτει η ζητούμενη αντίδραση:



Σύμφωνα με τον νόμο του Hess η ενθαλπία της αντίδρασης (1) είναι:  $\Delta H = -500 \text{ kJ}$

β) Την ταχύτητα της αντίδρασης (1) την καθορίζει το πιο αργό της στάδιο δηλαδή η αντίδραση (2). Το αντιδρών S(s) ως στερεό σώμα δεν συμπεριλαμβάνεται στην έκφραση του νόμου της ταχύτητας, οπότε ο ζητούμενος νόμος της ταχύτητας είναι:  $v = k \cdot [O_2]$  και η αντίδραση είναι πρώτης τάξης.

γ) Το S είναι στερεό. Η ταχύτητα της αντίδρασης μπορεί να αυξηθεί αν το στερεό θείο που θα εισαχθεί στο δοχείο της αντίδρασης είναι σε λεπτότερο διαμερισμό, δηλαδή είναι σε μορφή πιο λεπτόκοκκης σκόνης, οπότε θα υπάρχει μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής μεταξύ των αντιδρώντων, του θείου και του αερίου οξυγόνου, με συνέπεια την αύξηση των ενεργών συγκρούσεων στη μονάδα του χρόνου

### Θέμα 2° 30061

2.1 Δίνονται τα χημικά στοιχεία: θείο  $_{16}\text{S}$ , μαγνήσιο  $_{12}\text{Mg}$  και πυρίτιο  $_{14}\text{Si}$ .

α) Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες για τα άτομα S, Mg και Si στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 3)

β) Να κατατάξετε τα στοιχεία αυτά κατά σειρά αυξανόμενης τιμής ενέργειας πρώτου ιοντισμού. (μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4) **Μονάδες 9**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1.α) Το άτομο του θείου ( $_{16}\text{S}$ ) περιέχει: πρωτόνια = 16 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 16. Η ηλεκτρονιακή του δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ .

Το άτομο του του μαγνησίου ( $_{12}\text{Mg}$ ) περιέχει: πρωτόνια = 12 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 12. Η ηλεκτρονιακή του δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ .

Το άτομο του πυριτίου ( $_{14}\text{Si}$ ) περιέχει: πρωτόνια = 14 και συνεπώς ηλεκτρόνια = 14. Η ηλεκτρονιακή του δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ .

β) Στο άτομο του θείου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανομημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το θείο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα 3p, άρα ανήκει στον τομέα p.

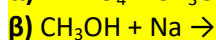
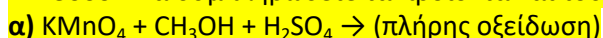
Στο άτομο του μαγνησίου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανομημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το μαγνήσιο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα 3s, άρα ανήκει στον τομέα s.

Στο άτομο του πυριτίου τα ηλεκτρόνια, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι κατανομημένα σε τρεις στιβάδες (K, L και M). Συνεπώς το πυρίτιο ανήκει στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο έχει τοποθετηθεί στην υποστιβάδα 3p, άρα ανήκει στον τομέα p.

Σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα η ενέργεια 1ου ιοντισμού ( $E_{i1}$ ) αυξάνεται με την αύξηση του ατομικού αριθμού. Άρα αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά.

Συνεπώς για την ενέργεια 1<sup>ου</sup> ιοντισμού των στοιχείων ισχύει:  $E_{i1}(\text{Mg}) < E_{i1}(\text{Si}) < E_{i1}(\text{S})$

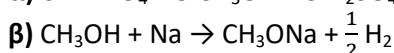
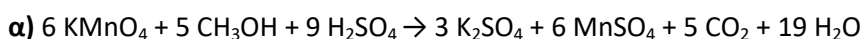
2.2 30061 Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις:



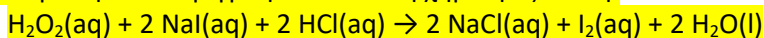
**Μονάδες 4**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2



**2.3 30061** Δίνεται η αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



Ο νόμος της ταχύτητας της αντίδρασης έχει προσδιοριστεί πειραματικά και είναι ο ακόλουθος:

$$v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot [\text{NaI}]$$

Για κάθε μία από τις παρακάτω μεταβολές, να εξηγήσετε την επίδρασή της στην τιμή της αρχικής ταχύτητας της παραπάνω αντίδρασης (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή).

**α)** Προσθήκη αρχικά, διαλύματος HCl στο διάλυμα στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία.

**β)** Αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση.

**γ)** Προσθήκη ίσου όγκου διαλύματος NaI, ίδιας συγκέντρωσης, στο διάλυμα στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση σε σταθερή θερμοκρασία.

**δ)** Προσθήκη καταλύτη με σταθερή θερμοκρασία.

**Μονάδες 12**

#### **Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.3α)** Από τον νόμο ταχύτητας  $v = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2] \cdot [\text{NaI}]$ , προκύπτει ότι η συγκέντρωση του HCl δεν επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης. Η προσθήκη όμως επιπλέον διαλύματος HCl αρχικά στο δοχείο αυξάνει τον όγκο του διαλύματος των αντιδρώντων και συνεπώς μειώνεται η συγκέντρωση του  $\text{H}_2\text{O}_2$  και του NaI. Άρα η τιμή της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης μειώνεται.

**β)** Αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος προκαλεί αύξηση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων, με συνέπεια να αυξάνεται ο αριθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων. Συνεπώς η τιμή της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης αυξάνεται.

**γ)** Η προσθήκη διαλύματος NaI ίδιας συγκέντρωσης με αυτή του διαλύματος που πραγματοποιείται η αντίδραση, δεν μεταβάλλει τη συγκέντρωση του αντιδρώντος NaI. Όμως αυξάνει τον όγκο του διαλύματος των αντιδρώντων. Συνεπώς μειώνεται η συγκέντρωση του  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Η συγκέντρωση του  $\text{H}_2\text{O}_2$  συμμετέχει στον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης. Μείωση της συγκέντρωσής του συνεπάγεται μείωση της τιμής της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης.

**δ)** Η προσθήκη καταλύτη μειώνει την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης, που οδηγεί σε αύξηση της τιμής της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης.

#### **Θέμα 2° 32773**

**2.1 α)** Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις (μονάδες 4):

i. Στην αντίδραση:  $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{S} \rightarrow 3 \text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$ , το  $\text{H}_2\text{S}$  δρα ως οξειδωτικό σώμα.

ii. Για την αντίδραση:  $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ , ισχύει ότι η ενθαλπία των προϊόντων είναι μεγαλύτερη από την ενθαλπία των αντιδρώντων.

iii. Για την απλή αντίδραση:  $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Γ}(\text{g})$ , η σταθερά ταχύτητας  $k$  έχει μονάδες  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

iv. Αν σε ένα υδατικό διάλυμα γλυκόζης προσθέσουμε νερό και ταυτόχρονα ελαττώσουμε τη θερμοκρασία του, τότε θα ελαττωθεί η ωσμωτική του πίεση.

**β)** Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8)

**Μονάδες 12**

#### **Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1 α)** i. Λανθασμένη ii. Λανθασμένη iii. Λανθασμένη iv. Σωστή

**β) i.** Το  $\text{H}_2\text{S}$  χαρακτηρίζεται ως αναγωγικό. Κατά την μετατροπή του σε S, το θείο οξειδώνεται, γιατί αυξάνεται ο αριθμός οξειδωσής του, από -2 σε 0.

**ii.** Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης είναι εξώθερμες. Συνεπώς θα πρέπει να ισχύει ότι:

$$\Delta H < 0 \Rightarrow H_{(\text{προϊόντων})} - H_{(\text{αντιδρώντων})} < 0 \Rightarrow H_{(\text{προϊόντων})} < H_{(\text{αντιδρώντων})}$$

Επομένως, σε μια αντίδραση εξουδετέρωσης, ισχύει ότι η ενθαλπία των προϊόντων είναι μικρότερη από την ενθαλπία των αντιδρώντων.

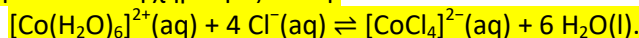
**iii.** Ο νόμος ταχύτητας της απλής αντίδρασης  $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Γ}(\text{g})$  είναι:  $v = k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]$ . Επομένως  $k = \frac{v}{[\text{A}] \cdot [\text{B}]}$  και

$$\text{οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας } k \text{ είναι: } \frac{\frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}}}{\frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = \frac{\text{L}}{\text{mol} \cdot \text{s}} \quad \text{ή } \text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}.$$

iv. Η ωσμωτική πίεση ενός μοριακού διαλύματος (όπως το διάλυμα γλυκόζης) δίνεται από τη σχέση:  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$   
 $\Rightarrow P = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$  (1). Με την προσθήκη νερού αυξάνεται ο όγκος του διαλύματος. Επομένως και οι δύο μεταβολές που πραγματοποιούμε στο διάλυμα, σύμφωνα με τη σχέση (1), προκαλούν ελάττωση στην ωσμωτική του πίεση.

**2.2 32773** Το κοβάλτιο χρησιμοποιείται στην παραγωγή ειδικών κραμάτων, ενώ στον ανθρώπινο οργανισμό αποτελεί συστατικό της βιταμίνης B12 και λειτουργεί ως καταλύτης σε διάφορες αντιδράσεις. Το χημικό στοιχείο κοβάλτιο (Co) ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο και την 9<sup>η</sup> (VIII B) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

**α)** Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή σε υποστιβάδες, στη θεμελιώδη κατάσταση, του ιόντος  $\text{Co}^{2+}$ . (μονάδες 5)  
**β)** Τα υδατικά διαλύματα του συμπλόκου ιόντος  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  έχουν ρόδινο χρώμα ενώ τα υδατικά διαλύματα του συμπλόκου ιόντος  $[\text{CoCl}_4]^{2-}$  έχουν μπλε χρώμα. Σε ένα ποτήρι ζέσεως περιέχεται ένα διάλυμα με χρώμα βιολετί (ενδιάμεσο χρώμα του ρόδινου και του μπλε), στο οποίο έχει αποκατασταθεί χημική ισορροπία, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



**i.** Να εξηγήσετε τι χρώμα θα αποκτήσει το διάλυμα, αν σε αυτό προσθέσουμε μια ποσότητα στερεού NaCl. (μονάδες 4)

**ii.** Στη συνέχεια ψύχουμε το ποτήρι στο οποίο περιέχεται το διάλυμα τοποθετώντας το σε παγόλουτρο και παρατηρούμε ότι το διάλυμα αποκτά ρόδινο χρώμα. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση με κατεύθυνση προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη. (μονάδες 4) **Μονάδες 13**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.2 α)** Με βάση τις πληροφορίες που δίνονται η ηλεκτρονιακή δομή σε υποστιβάδες για το χημικό στοιχείο Co στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$ .

Επομένως η ηλεκτρονιακή δομή σε υποστιβάδες για το ιόν  ${}_{27}\text{Co}^{2+}$  είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7$ .

**β) i.** Κατά τη διάλυσή του στο διάλυμα, το άλας NaCl διίσταται πλήρως, ως ιοντική ένωση, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ . Επομένως αυξάνεται η  $[\text{Cl}^-]$  στο διάλυμα και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά, με αποτέλεσμα το διάλυμα να αποκτήσει μπλε χρώμα.

**ii.** Η παρατηρούμενη αλλαγή του χρώματος του διαλύματος από μπλε σε ρόδινο, σημαίνει ότι με τη μείωση της θερμοκρασίας του διαλύματος, η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα αριστερά. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η μείωση της θερμοκρασίας μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση εκείνη όπου εκλύεται θερμότητα ή με άλλα λόγια ευνοεί την εξώθερμη αντίδραση. Επομένως, η αντίδραση με κατεύθυνση προς τα αριστερά είναι εξώθερμη και η αντίδραση με κατεύθυνση προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη.

#### Θέμα 2° 25671

**2.1** Δίνονται οι ενώσεις Α-ΣΤ στον παρακάτω πίνακα.

<b>A</b> $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	<b>B</b> $\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<b>Γ</b> $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$
<b>Δ</b> $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$	<b>E</b> $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CCH}_3 \end{array}$	<b>ΣΤ</b> $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$

**α)** Να προσδιορίσετε ποια από τις ενώσεις του παραπάνω πίνακα:

**i)** Αντιδρά με  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  παρουσία θειικού οξέος ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) και μετατρέπεται σε κετόνη.

**ii)** Αντιδρά με  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  παρουσία θειικού οξέος ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) και μετατρέπεται σε αλδεΐδη.

**iii)** Δίνει προϊόν πολυμερισμού 1,4.

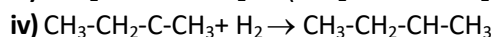
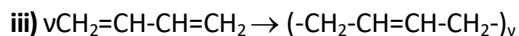
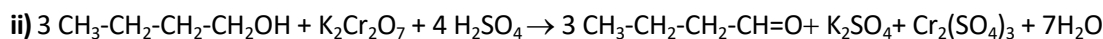
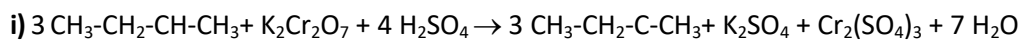
**iv)** Αντιδρά, παρουσία καταλύτη, με αέριο υδρογόνο ( $\text{H}_2$ ) και μετατρέπεται σε αλκοόλη. (μονάδες 4)

**β)** Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας γράφοντας τις ισοσταθμισμένες εξισώσεις που περιγράφουν τις αντίστοιχες αντιδράσεις. (μονάδες 8) **Μονάδες 12**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

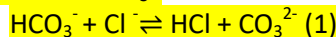
**2.1<sup>α</sup>** i) ΣΤ ii) Γ iii) Α iv) Ε

**β)**



**2.2 25671 .α)** Να χαρακτηρίσετε καθεμιά από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). (μονάδες 3)

i) Η ισορροπία της αντίδρασης που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση (1) είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά διότι το HCl είναι ισχυρότερο οξύ από το  $\text{HCO}_3^-$ .



ii) Το στοιχείο με  $Z = 28$  ανήκει στον τομέα  $d$  του Περιοδικού Πίνακα.

iii) Το σημείο βρασμού, στις ίδιες συνθήκες πίεσης, του υδροφθορίου (HF) είναι υψηλότερο από το σημείο βρασμού του υδροβρωμίου (HBr) παρόλο που το  $M_r$  (HBr) = 81 ενώ το  $M_r$  (HF) = 20.

**β)** Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 6) **Μονάδες 9**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.2**

**α) i) Λ      ii) Σ      iii) Σ      β)**

i) Το HCl ως ισχυρό οξύ είναι ισχυρότερο από το  $\text{HCO}_3^-$  το οποίο είναι ασθενές οξύ. Στις αντιδράσεις οξέος-βάσης η ισορροπία μετατοπίζεται προς το ασθενέστερο οξύ και την ασθενέστερη βάση, δηλαδή στην περίπτωση της αντίδρασης (1) προς τα αριστερά.

ii) Η ηλεκτρονιακή δομή του στοιχείου με  $Z = 28$  είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ .

Κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση το τελευταίο ηλεκτρόνιο τοποθετήθηκε στην υποστιβάδα  $d$  και επομένως το στοιχείο ανήκει στον τομέα  $d$ .

iii) Ανάμεσα στα μόρια του HF, σε αντίθεση με το HBr, αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα και την υψηλότερη τιμή στο σημείο βρασμού του HF, στις ίδιες συνθήκες πίεσης, παρόλο που το HF έχει μικρότερο  $M_r$  από το HBr.

**2.3** Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα γλυκόζης ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) με συγκεντρώσεις  $c_1$  (διάλυμα Δ1) και  $c_2$  (διάλυμα Δ2). Ερυθρά αιμοσφαίρια που τοποθετήθηκαν στο διάλυμα Δ1 συρρικνώθηκαν ενώ ερυθρά αιμοσφαίρια που τοποθετήθηκαν στο διάλυμα Δ2 έπαθαν αιμόλυση. Να συγκρίνετε τις τιμές των συγκεντρώσεων  $c_1$  και  $c_2$  μεταξύ τους. **Μονάδες 4**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.3** Στο διάλυμα Δ1 τα ερυθρά αιμοσφαίρια συρρικνώθηκαν, επομένως το Δ1 είναι υπερτονικό σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό. Το διάλυμα Δ2 στο οποίο τα ερυθρά αιμοσφαίρια παθαίνουν αιμόλυση είναι υποτονικό σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό. Επομένως για τα διαλύματα Δ1 και Δ2 ισχύει  $c_2 < c_1$ .

### Θέμα 2<sup>ο</sup> 25452

**2.1** Ο βόρακας είναι ένα ορυκτό άλας του στοιχείου βόριο ( ${}_5\text{B}$ ). Αποτελεί συστατικό των απορρυπαντικών πλυντηρίου και ενισχύει τις καθαριστικές τους ιδιότητες, ενώ διαλύματά του χρησιμοποιούνται και ως εντομοκτόνα, παρασιτοκτόνα και μυκητοκτόνα.

**α)** Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμιά από τις παρακάτω προτάσεις που αφορούν στο στοιχείο βόριο.

i. Το άτομο του βορίου στη θεμελιώδη κατάσταση διαθέτει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο.

ii. Το ευγενές αέριο που βρίσκεται στην ίδια περίοδο με το βόριο στον Περιοδικό Πίνακα, έχει ατομικό αριθμό ίσο με 18.

iii. Το άτομο του βορίου έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από τα άτομα όλων των στοιχείων της ομάδας του Περιοδικού Πίνακα στην οποία ανήκει.



iv. Στην ένωση  $\text{BF}_3$  στο άτομο του βορίου σχηματίζονται τρία ισότιμα υβριδικά τροχιακά  $sp^2$ .

(μονάδες 4)

β) Να εξηγήσετε καθεμία από τις παραπάνω απαντήσεις σας. (μονάδες 8)

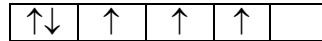
Δίνεται ο ατομικός αριθμός του φθορίου που είναι  $Z = 9$ .

Μονάδες 12

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 ..α)

i. Σωστή



ii. Λανθασμένη

iii. Λανθασμένη

iv. Σωστή

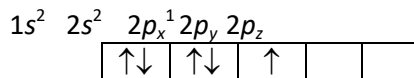
β) Το βόριο έχει ατομικό αριθμό  $Z=5$ . Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του βορίου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  $1s^2 2s^2 2p^1$ . Επομένως το άτομο του βορίου στη θεμελιώδη κατάσταση διαθέτει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο.

i. Σύμφωνα με την ηλεκτρονιακή του διαμόρφωση τα ηλεκτρόνια μέγιστης ενέργειας στο άτομο του βορίου στη θεμελιώδη κατάσταση τοποθετούνται στη στιβάδα L που χαρακτηρίζεται από κύριο κβαντικό αριθμό  $n=2$ . Επομένως το βόριο ταξινομείται στη δεύτερη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Τα ευγενή αέρια (με εξαίρεση το ήλιο) έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα οκτώ ηλεκτρόνια και δομή  $ns^2 np^6$ . Επομένως το ευγενές αέριο της δεύτερης περιόδου θα έχει ηλεκτρονιακή δομή  $1s^2 2s^2 2p^6$ . Το άτομο του ευγενούς αερίου διαθέτει δέκα ηλεκτρόνια, άρα και δέκα πρωτόνια στον πυρήνα του. Επομένως ο ατομικός αριθμός του ευγενούς αερίου που βρίσκεται στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα με το βόριο είναι  $Z= 10$ .

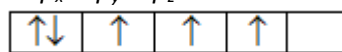
ii. Σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα η ατομική ακτίνα **αυξάνεται** καθώς προχωρούμε από πάνω προς τα κάτω. Αυτό συμβαίνει γιατί καθώς κινούμαστε προς τα κάτω τον περιοδικό πίνακα (προστίθενται στιβάδες στο άτομο), μεγαλώνει η απόσταση των ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας - πυρήνα, οπότε η έλξη των ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας - πυρήνα μειώνεται και συνεπώς η ατομική ακτίνα αυξάνεται.

iii. Για την ερμηνεία των δεσμών στο μόριο του  $\text{BF}_3$  έχουμε σχετικά με την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου B:

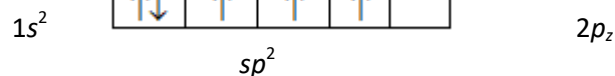
Θεμελιώδης κατάσταση:



Πρωθυμμένη κατάσταση:  $1s^2 \quad 2s^1 \quad 2p_x^1 \quad 2p_y^1 \quad 2p_z$



Υβριδισμός  $sp^2$ :



Επομένως, στο άτομο του B σχηματίζονται τρία ισότιμα υβριδικά τροχιακά ( $sp^2$ ), με συνδυασμό ενός s και δύο p ατομικών τροχιακών.

Το F με ατομικό αριθμό  $Z = 9$  έχει ηλεκτρονιακή δομή  $1s^2 2s^2 2p^5$  και ένα μονήρες ηλεκτρόνιο σε τροχιακό p όπως φαίνεται στο σχήμα:

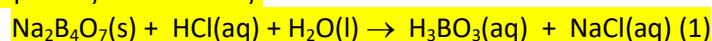
Επομένως με τα  $sp^2$  υβριδικά τροχιακά του ατόμου του B επικαλύπτονται τα p ατομικά τροχιακά των ατόμων F στην ένωση  $\text{BF}_3$ .



2.2 25452 Μετά από αντίδραση

του βόρακα με ισχυρά οξέα παράγεται βορικό οξύ, αραιά υδατικά διαλύματα του οποίου χρησιμοποιούνται ως ήπια απολυμαντικά και καθαριστικά οφθαλμολογικά διαλύματα.

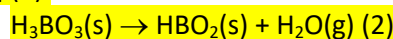
α) Η αντίδραση του βόρακα με διάλυμα υδροχλωρίου περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση (1) που δίνεται χωρίς αριθμητικούς συντελεστές.



i. Να ισοσταθμίσετε την χημική εξίσωση (1). (μονάδες 3)

ii. Να χαρακτηρίσετε την χημική εξίσωση (1) ως οξειδοαναγωγική ή μεταθετική και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

β) Το βορικό οξύ με θέρμανση πάνω από τους  $170^\circ\text{C}$  μετατρέπεται σε μεταβορικό οξύ, αντίδραση όπως περιγράφεται από τη χημική εξίσωση (2).



i. Αν ισχύει για τις πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού ότι:  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_3\text{BO}_3(\text{s})) = \kappa \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta H_f^\circ(\text{HBO}_2(\text{s})) = \lambda \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  και  $\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) = \mu \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , να επιλέξετε ποια από τις παρακάτω τιμές αντιστοιχεί στην πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης (2). (μονάδες 1)

α.  $\Delta H^\circ = \kappa - \lambda - \mu \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

β.  $\Delta H^\circ = \lambda + \mu - \kappa \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

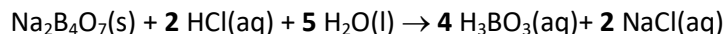
γ.  $\Delta H^\circ = \kappa + \lambda + \mu \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

δ.  $\Delta H^\circ = \lambda - \mu - \kappa \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

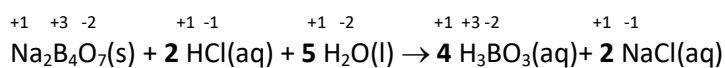
ii. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 5)

**Μονάδες 13**

**2.2α**) Για την αντίδραση (1) ισχύει:



i. Η αντίδραση (1) είναι μεταθετική, επειδή δεν μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης των στοιχείων που συμμετέχουν σ' αυτήν, όπως φαίνεται παρακάτω:



β) Η σωστή απάντηση είναι η β.

i. Για την πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης (2) ισχύει:

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H_f^\circ(\text{προϊόντων}) - \sum \Delta H_f^\circ(\text{αντιδρώντων})$$

Επομένως είναι:  $\Delta H^\circ = \Delta H_f^\circ(\text{HBO}(\text{s})) + \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) - \Delta H_f^\circ(\text{H}_3\text{BO}_3(\text{s})) \Rightarrow$

$$\Delta H^\circ = \lambda \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} + \mu \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} - \kappa \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \Rightarrow$$

$$\Delta H^\circ = (\lambda + \mu - \kappa) \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

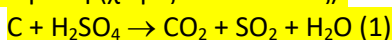
(Εναλλακτικά μπορούν να γραφούν οι αντιδράσεις σύνθεσης των τριών σωμάτων που συμμετέχουν στην αντίδραση (2) και να συνδυαστούν κατάλληλα προκειμένου να προκύψει η ζητούμενη αντίδραση και η τιμή της ενθαλπίας της, σύμφωνα με τον νόμο των Lavoisier- Laplace και τον νόμο του Hess).

### Θέμα 2° 25676

**2.1.** Τοθεικό οξύ ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) είναι μια πολύ δραστική ουσία με πλήθος εφαρμογών τόσο στο χημικό εργαστήριο όσο και στη βιομηχανία.

α) Να προσδιορίσετε την θέση στο Περιοδικό πίνακα των στοιχείων θείο ( $_{16}\text{S}$ ) και οξυγόνο ( $_{8}\text{O}$ ) που υπάρχουν στο  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (μονάδες 4) και να αιτιολογήσετε γιατί η ατομική ακτίνα του θείου είναι μεγαλύτερη από την ατομική ακτίνα του ατόμου του οξυγόνου. (μονάδες 2)

β) Τοθεικό οξύ ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) δρα ως οξειδωτικό, όπως φαίνεται στην παρακάτω οξειδοαναγωγική αντίδραση που περιγράφεται από την χημική αντίδραση (χωρίς συντελεστές):



i) Να αιτιολογήσετε γιατί το  $\text{H}_2\text{SO}_4$  δρα ως οξειδωτικό στην παραπάνω αντίδραση. (μονάδες 3)

ii) Να μεταφέρετε στο γραπτό σας την παραπάνω χημική εξίσωση με συμπληρωμένους τους συντελεστές. (μονάδες 3) **Μονάδες 12**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1. α)** Οι ηλεκτρονιακές κατανομές των στοιχείων είναι:

$_{16}\text{S}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ , άρα το  $_{16}\text{S}$  βρίσκεται στην τρίτη περίοδο, στον  $p$  τομέα και στη  $12+4=16^{\text{η}}$  (VIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και

$_{8}\text{O}$ :  $1s^2 2s^2 2p^4$ . Άρα το  $_{8}\text{O}$  βρίσκεται στη δεύτερη περίοδο, στον  $p$  τομέα και στη  $12+4=16^{\text{η}}$  (VIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Η ατομική ακτίνα του ατόμου του θείου είναι **μεγαλύτερη** από την ατομική ακτίνα του ατόμου του οξυγόνου. Τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα (16η), αλλά το άτομο του θείου ανήκει στην τρίτη περίοδο, ενώ το άτομο του οξυγόνου στη δεύτερη περίοδο του Περιοδικού πίνακα. Σε μια ομάδα του περιοδικού πίνακα η ατομική ακτίνα αυξάνεται καθώς προχωρούμε από πάνω προς τα κάτω. Αυτό συμβαίνει γιατί καθώς διασχίζουμε προς τα κάτω τον περιοδικό πίνακα (προστίθενται στιβάδες στο άτομο), μεγαλώνει η απόσταση των ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας - πυρήνα, οπότε η έλξη των ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας - πυρήνα μειώνεται και συνεπώς η ατομική ακτίνα αυξάνεται.

β) i) Γνωρίζουμε ότι οι αριθμοί οξείδωσης (ΑΟ) του Η είναι +1 και του Ο είναι -2. Επομένως οι αριθμοί οξείδωσης των S ( $x_1$  και  $x_2$ ) και C ( $y_1$  και  $y_2$ ) είναι:

$$\text{H}_2\text{SO}_4: 2 \cdot 1 + 1 \cdot x_1 + 4 \cdot (-2) = 0 \Rightarrow x_1 = +6$$

$$\text{SO}_2: 1 \cdot x_2 + 2 \cdot (-2) = 0 \Rightarrow x_2 = +4$$



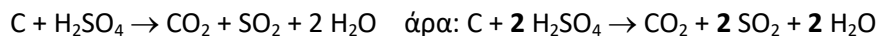
C: ως στοιχείο,  $\gamma_1=0$

$\underline{C}O_2: 1 \cdot \gamma_2 + 2 \cdot (-2) = 0 \Rightarrow \gamma_2 = +4$

Στην αντίδραση έχουμε μείωση του ΑΟ του S (από +6 σε +4), άρα το θείο ανάχθηκε, οπότε ο C έδρασε ως αναγωγικό. Επίσης, έχουμε αύξηση του ΑΟ του C (από 0 σε +4), οπότε ο C οξειδώθηκε οπότε το  $H_2\underline{S}O_4$  έδρασε σαν οξειδωτικό.

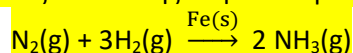
ii) Με τη μέθοδο μεταβολής των ΑΟ οι συντελεστές της χημικής εξίσωσης είναι:

μεταβολή 4 .



μεταβολή 2 .

## 2.2. 25676 Το μέταλλο σίδηρος (Fe) δρα ως καταλύτης στην αντίδραση



α) Να χαρακτηρίσετε την παραπάνω κατάλυση ως ομογενή ή ετερογενή. (μονάδα 1) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

β) Να αναφέρετε ποια θεωρία μπορεί να ερμηνεύσει με ικανοποιητικό τρόπο τη δράση του καταλύτη στην παραπάνω αντίδραση. (μονάδες 2)

γ) Να αναφέρετε δύο άλλους παράγοντες, που μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση της ταχύτητας της παραπάνω αντίδρασης, εκτός της αύξησης των συγκεντρώσεων των αντιδρώντων με εισαγωγή στο δοχείο επιπλέον ποσοτήτων, της χρήσης καταλύτη και της επίδρασης ακτινοβολιών. (μονάδες 2) Να αιτιολογήσετε τον τρόπο με τον οποίο καθένας από τους δύο παράγοντες που αναφέρατε οδηγεί σε αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης. (μονάδες 6)

### Μονάδες 13

2.2...α) Η κατάλυση στην αντίδραση αυτή χαρακτηρίζεται ως ετερογενής γιατί τα αντιδρώντα βρίσκονται σε αέρια κατάσταση, ενώ ο καταλύτης βρίσκεται σε στερεή κατάσταση.

β) Η θεωρία που ερμηνεύει με ικανοποιητικό τρόπο τη δράση του καταλύτη στην ετερογενή κατάλυση με αντιδρώντα αέρια και καταλύτη κάποιο στερεό (συνήθως μέταλλο) είναι η θεωρία της προσρόφησης.

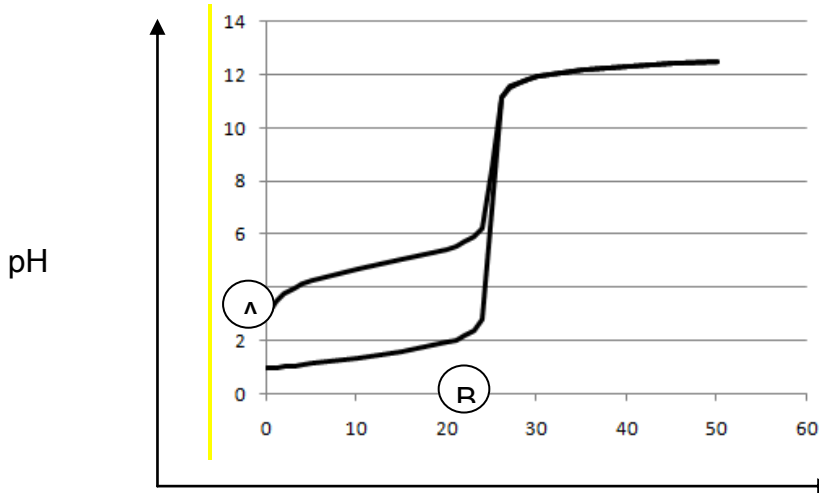
γ) Δύο παράγοντες οι οποίοι επιταχύνουν την αντίδραση είναι η αύξηση της θερμοκρασίας και η αύξηση της πίεσης με μείωση του όγκου του δοχείου.

Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων άρα και της ταχύτητας των μορίων των αερίων αντιδρώντων, με αποτέλεσμα στον ίδιο χρόνο να γίνονται περισσότερες αποτελεσματικές συγκρούσεις που οδηγούν στο προϊόν, Αυτό έχει ως συνέπεια η αντίδραση να πραγματοποιείται με μεγαλύτερη ταχύτητα.

Η αύξηση πίεσης που επιτυγχάνεται με μείωση του όγκου του δοχείου έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνει η συγκέντρωση των αντιδρώντων, οπότε αυξάνεται ο αριθμός των συγκρούσεων καθώς και των αποτελεσματικών συγκρούσεων στη μονάδα του χρόνου, με συνέπεια η αντίδραση να πραγματοποιείται με μεγαλύτερη ταχύτητα.

## Θέμα 2<sup>ο</sup>

2.1 Στο παρακάτω διάγραμμα παριστάνονται δύο καμπύλες ογκομέτρησης (Α και Β) με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) συγκέντρωσης 0,1 M, το οποίο προστέθηκε ξεχωριστά σε διάλυμα υδροχλωρικού οξέος (HCl) συγκέντρωσης 0,1 M (διάλυμα Δ1) και σε διάλυμα αιθανικού οξέος (CH<sub>3</sub>COOH) συγκέντρωσης 0,1 M (διάλυμα Δ2).



α) Να αντιστοιχίσετε καθεμία από τις καμπύλες ογκομέτρησης με καθένα από τα ογκομετρούμενα διαλύματα οξέος. (μονάδες 2)

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

γ) Να εξηγήσετε γιατί ένας δείκτης που είναι ασθενές οξύ με  $pK_a = 3,5$  στους  $25^\circ C$ , θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για μία μόνον από τις δύο ογκομετρήσεις. (μονάδες 4)

δ) Να προσδιορίσετε το χρώμα που θα έχει διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) με  $pH = 13$ , όταν προστεθεί σε αυτό δείκτης που είναι ασθενές οξύ (HΔ) με  $pK_{aHΔ} = 7$  στους  $25^\circ C$ , γνωρίζοντας ότι το διάλυμα του δείκτη HΔ έχει χρώμα κίτρινο ενώ το διάλυμα των ιόντων  $\Delta^-$  έχει χρώμα μπλε. (μονάδες 3)

Όλα τα διαλύματα είναι υδατικά και σε θερμοκρασία  $25^\circ C$ .

**Μονάδες 13**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

#### 2.1

α) A-Δ2, B-Δ1

β) Η ογκομέτρηση διαλύματος υδροχλωρικού οξέος (HCl) με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) είναι ογκομέτρηση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση στην οποία το ισοδύναμο σημείο είναι σε τιμή  $pH = 7$ .

Η ογκομέτρηση διαλύματος αιθανικού οξέος ( $CH_3COOH$ ) με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) είναι ογκομέτρηση ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση στην οποία το ισοδύναμο σημείο είναι σε τιμή  $pH > 7$ .

Εναλλακτικά: πριν προστεθεί NaOH, τη στιγμή που στο διάλυμα υπάρχει μόνον οξύ, για την ίδια συγκέντρωση οξέος και στην ίδια θερμοκρασία, το pH στην καμπύλη B είναι μικρότερο από το αντίστοιχο της καμπύλης A. Επομένως η καμπύλη B που ξεκινάει από μικρότερο pH αντιστοιχεί στην ογκομέτρηση του ισχυρότερου οξέος, δηλαδή του HCl και η καμπύλη A σε εκείνη του  $CH_3COOH$ .

γ) Η περιοχή αλλαγής χρώματος ενός δείκτη που είναι ασθενές οξύ, είναι οι τιμές pH στην περιοχή  $pK_a - 1 - pK_a + 1$ , δηλαδή στη συγκεκριμένη περίπτωση οι τιμές  $pH 2,5 - 4,5$ . Από το διάγραμμα φαίνεται ότι μόνο στην καμπύλη B το κατακόρυφο τμήμα της βρίσκεται στην περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη. Επομένως ο δείκτης είναι κατάλληλος μόνο για τη μελέτη της ογκομέτρησης που παριστάνεται με την καμπύλη B.

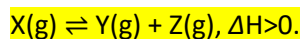
δ)

$$H\Delta + H_2O \rightleftharpoons \Delta^- + H_3O^+$$

κίτρινο      μπλε

Το pH του διαλύματος NaOH είναι μεγαλύτερο από  $pK_{aH\Delta} + 1$ , επομένως επικρατεί το χρώμα των ιόντων  $\Delta^-$ . Άρα το χρώμα του διαλύματος NaOH θα είναι μπλε.

2.2 Μία χημική βιομηχανία χρησιμοποιεί για την παρασκευή του προϊόντος Y την αντίδραση που περιγράφεται με την εξίσωση:



α) Να προσδιορίσετε για καθεμία από τις παρακάτω μεταβολές εάν η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης θα αυξηθεί: (μονάδες 4)

i) Αύξηση της θερμοκρασίας.

ii) Προσθήκη κατάλληλου καταλύτη.

iii) Αύξηση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία.

iv) Απομάκρυνση, με κατάλληλη μέθοδο, του Z από το δοχείο αντίδρασης.

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8)

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2α) i) Η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης θα αυξηθεί.

ii) Η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης δεν θα αυξηθεί.

iii) Η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης δεν θα αυξηθεί.

iv) Η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης θα αυξηθεί.

β) i) Η αύξηση της θερμοκρασίας, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση και η αντίδραση είναι ενδόθερμη προς τα δεξιά, όπως φαίνεται από την τιμή της  $\Delta H$ . Επομένως η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης θα αυξηθεί.

ii) Η προσθήκη καταλύτη επιταχύνει και τις δύο αντίθετες αντιδράσεις με τον ίδιο ρυθμό. Επομένως η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης δεν θα αυξηθεί.

iii) Η αύξηση της πίεσης, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, επηρεάζει αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν αέριες ουσίες και κατά την αντίδραση παρατηρείται μεταβολή του αριθμού των mol των αερίων. Η αύξηση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση που έχουμε λιγότερα mol αερίων, δηλαδή στη συγκεκριμένη αντίδραση προς τα αριστερά. Επομένως η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης δεν θα αυξηθεί.

iv) Η απομάκρυνση του Z από το δοχείο αντίδρασης, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση σχηματισμού του Z, δηλαδή προς τα δεξιά. Επομένως η απόδοση της αμφίδρομης αντίδρασης θα αυξηθεί.

#### Θέμα 2° 25673

2.1α) Στον Πίνακα που ακολουθεί, στη στήλη I αναγράφονται τρεις δείκτες που είναι κατάλληλοι ο καθένας για μία από τις ογκομετρήσεις που αναγράφονται στη στήλη II του ίδιου Πίνακα. Να αντιστοιχίσετε τον καθένα δείκτη με την αντίστοιχη ογκομέτρηση για την οποία είναι κατάλληλος. (μονάδες 3)

	I	II
α	Ηλιανθίνη $pK_{a,\alpha} = 3,5$	1 Ογκομέτρηση διαλύματος υδροχλωρικού οξέος (HCl) με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH).
β	Μπλε της βρωμοθυμόλης $pK_{a,\beta} = 7,0$	2 Ογκομέτρηση διαλύματος αμμωνίας (NH <sub>3</sub> ) με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος (HCl).
γ	Φαινολοφθαλεΐνη $pK_{a,\gamma} = 9,3$	3 Ογκομέτρηση διαλύματος αιθανικού οξέος (CH <sub>3</sub> COOH) με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH).

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 6)

Όλα τα διαλύματα είναι υδατικά και σε θερμοκρασία 25 °C.

Μονάδες 9

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1α) α-2, β-1, γ-3.

β) Η περιοχή αλλαγής χρώματος ενός δείκτη που είναι ασθενές οξύ, είναι σε τιμές pH από  $pK_a - 1$  έως  $pK_a + 1$ . Επομένως:

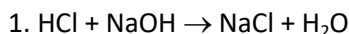
- για την ηλιανθίνη: 2,5 – 4,5
- για το μπλε της βρωμοθυμόλης: 6,0 – 8,0
- για τη φαινολοφθαλεΐνη: 8,3 – 10,3

Η ογκομέτρηση διαλύματος υδροχλωρικού οξέος (HCl) με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) είναι ογκομέτρηση ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση, στην οποία το ισοδύναμο σημείο είναι σε τιμή pH = 7. Επομένως κατάλληλος δείκτης είναι το μπλε της βρωμοθυμόλης.

Η ογκομέτρηση διαλύματος αμμωνίας (NH<sub>3</sub>) με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος (HCl) είναι ογκομέτρηση ασθενούς βάσης με ισχυρό οξύ με, στην οποία το ισοδύναμο σημείο είναι σε τιμή pH < 7. Επομένως κατάλληλος δείκτης είναι η ηλιανθίνη.

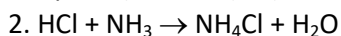
Η ογκομέτρηση διαλύματος αιθανικού οξέος (CH<sub>3</sub>COOH) με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) είναι ογκομέτρηση ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση, στην οποία το ισοδύναμο σημείο είναι σε τιμή pH > 7. Επομένως κατάλληλος δείκτης είναι η φαινολοφθαλεΐνη.

Εναλλακτικά:



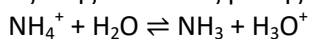
Στο ισοδύναμο σημείο:  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

Το  $\text{Na}^+$  δεν αντιδρά με το νερό διότι είναι το συζυγές οξύ της ισχυρής βάσης  $\text{NaOH}$ . Επίσης το  $\text{Cl}^-$  δεν αντιδρά με το νερό διότι είναι η συζυγής βάση του ισχυρού οξέος  $\text{HCl}$ . Οπότε στο ισοδύναμο σημείο το  $\text{pH} = 7$ . Επομένως κατάλληλος δείκτης είναι το μπλε της βρωμοθυμόλης.

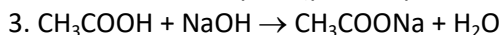


Στο ισοδύναμο σημείο:  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$

Το  $\text{Cl}^-$  δεν αντιδρά με το νερό διότι είναι η συζυγής βάση του ισχυρού οξέος  $\text{HCl}$ . Το  $\text{NH}_4^+$  είναι το συζυγές οξύ της ασθενούς βάσης  $\text{NH}_3$  και επομένως αντιδρά με το νερό.

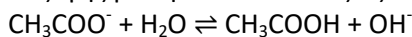


Οπότε στο ισοδύναμο σημείο το  $\text{pH} < 7$ . Επομένως κατάλληλος δείκτης είναι η ηλιανθίνη.



Στο ισοδύναμο σημείο:  $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$

Το  $\text{Na}^+$  δεν αντιδρά με το νερό διότι είναι το συζυγές οξύ της ισχυρής βάσης  $\text{NaOH}$ . Το  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  είναι η συζυγής βάση του ασθενούς οξέος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  και επομένως αντιδρά με το νερό.



Οπότε στο ισοδύναμο σημείο το  $\text{pH} > 7$ . Επομένως κατάλληλος δείκτης είναι η φαινολοφθαλεΐνη.

## 2.2. 25673 Δίνονται οι ενώσεις Α-ΣΤ στον παρακάτω Πίνακα.

<b>A</b> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	<b>B</b> $\text{HCOOH}$	<b>Γ</b> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{MgCl}$
<b>Δ</b> $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	<b>E</b> $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3$	<b>ΣΤ</b> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3$

α) Να προσδιορίσετε ποια από τις ενώσεις του παραπάνω Πίνακα:

i) Αντιδρά με το νερό και μετατρέπεται σε αλκάνιο.

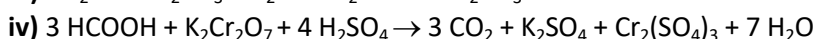
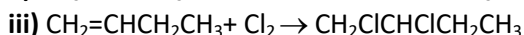
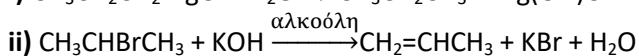
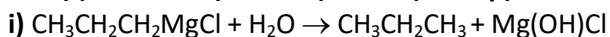
ii) Αντιδρά με αλκοολικό διάλυμα  $\text{KOH}$  και δίνει ένα μόνο προϊόν.

iii) Αντιδρά με το χλώριο ( $\text{Cl}_2$ ) και μετατρέπεται σε αλογονοπαράγωγο.

iv) Αντιδρά με  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  παρουσία θεικού οξέος ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) και μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ). (μονάδες 4)

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας γράφοντας τις εξισώσεις που περιγράφουν τις αντίστοιχες αντιδράσεις. (μονάδες 8) **Μονάδες 12**

**2.2α) i) Γ      ii) E      iii) Δ      iv) B      β)**



## 2.3 25673 Στον παρακάτω Πίνακα δίνονται οι σταθερές ιοντισμού, σε αύξουσα σειρά, για τρία οξέα:

	οξύ	$K_a$
α	$\text{ClCH}_2\text{COOH}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
β	$\text{Cl}_2\text{CHCOOH}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
γ	$\text{Cl}_3\text{CCOOH}$	$5,5 \cdot 10^{-2}$

Να αιτιολογήσετε την αύξηση που παρατηρείται στην τιμή της  $K_a$  στα οξέα του Πίνακα.

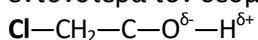
Δίνονται οι σειρές ισχύος του επαγωγικού φαινομένου:

-I επαγωγικό φαινόμενο:  $-\text{C}_6\text{H}_5 < -\text{NH}_3 < -\text{OH} < -\text{I} < -\text{Br} < -\text{Cl} < -\text{F} < -\text{CN} < -\text{NO}_2$

+I επαγωγικό φαινόμενο:  $-\text{H} < -\text{CH}_3 < -\text{C}_2\text{H}_5 < -\text{CH}(\text{CH}_3)_2 < -\text{C}(\text{CH}_3)_3 < -\text{COO}^- < -\text{O}^-$  **Μονάδες 4**

**2.3** Σύμφωνα με τον Πίνακα  $K_{a\alpha} < K_{a\beta} < K_{a\gamma}$  δηλαδή η ισχύς των οξέων αυξάνεται από το  $\text{ClCH}_2\text{COOH}$  στο  $\text{Cl}_2\text{CHCOOH}$  και τέλος στο  $\text{Cl}_3\text{CCOOH}$ .

Ο υποκαταστάτης  $\text{Cl}$  έλκει ηλεκτρόνια και επομένως προκαλεί -I επαγωγικό φαινόμενο που πολώνει εντονότερα τον δεσμό  $\text{O}-\text{H}$  και το  $\text{H}^+$  αποσπάται ευκολότερα.



Ο

Επομένως, όσα περισσότερα Cl υπάρχουν, τόσο η πόλωση είναι εντονότερη. Κατά συνέπεια το  $H^+$  αποσπάται ευκολότερα και αυξάνεται η ισχύς του οξέος.

### Θέμα 2<sup>ο</sup> 27192

**2.1.** Το στοιχείο X ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Το άτομό του διαθέτει στη θεμελιώδη κατάσταση 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα.

**α)** Να γράψετε την ηλεκτρονιακή του δομή (μονάδες 2) και να αναφέρετε σε ποια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το στοιχείο X (μονάδα 1).

**β)** Να γράψετε τους κβαντικούς αριθμούς των ηλεκτρονίων της υποστιβάδας υψηλότερης ενέργειας του ατόμου του στοιχείου X. (μονάδες 3)

**γ)** Να βρείτε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων Α και Β με δεδομένο ότι αυτά ανήκουν στην ίδια περίοδο με το Χ και το μεν Α έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από τα στοιχεία της 3<sup>ης</sup> περιόδου και το δε Β έχει τη 2<sup>η</sup> μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού ( $E_{11}$ ) από τα στοιχεία της 3<sup>ης</sup> περιόδου. (μονάδες 6)

#### Μονάδες 12

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1. α)** Σύμφωνα με τις αρχές ηλεκτρονιακής δόμησης (aufbau) το στοιχείο Χ έχει ηλεκτρονιακή δομή Χ:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ , επομένως ανήκει στην 15<sup>η</sup> (VA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

**β)** Η υποστιβάδα υψηλότερης ενέργειας του Χ είναι η 3p, η οποία έχει 3 ηλεκτρόνια. Λαμβάνοντας υπόψη και τον κανόνα του Hund έχουμε: (3, 1, -1, +½), (3, 1, 0, +½) και (3, 1, 1, +½).  
[Σωστή είναι και η απάντηση (3, 1, -1, -½), (3, 1, 0, -½) και (3, 1, 1, -½)].

**γ)** Κατά μήκος μιας περιόδου η ατομική ακτίνα ελαττώνεται προς τα δεξιά. Το στοιχείο Α έχει την μεγαλύτερη ατομική ακτίνα, άρα είναι το 1<sup>ο</sup> στοιχείο της τρίτης περιόδου με ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα, άρα έχει ηλεκτρονιακή δομή Α:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  και  $Z_x = 11$  (στα άτομα το πλήθος των ηλεκτρονίων είναι ίσο με το πλήθος των πρωτονίων).

Κατά μήκος μιας περιόδου η 1<sup>η</sup> ενέργεια ιοντισμού αυξάνεται προς τα δεξιά. Το στοιχείο Β έχει τη 2<sup>η</sup> μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού στην περίοδο, άρα είναι στοιχείο της προτελευταίας ομάδας (17<sup>η</sup> ή VIIA ομάδα), δηλαδή είναι αλογόνο με ηλεκτρονιακή δομή Β:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  και  $Z_x = 17$ .

**2.2. 27192** Σε κατάλληλες συνθήκες βρίσκονται σε ισορροπία  $N_2$ ,  $H_2$  και  $NH_3$ , σύμφωνα με τη χημική εξίσωση  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ,  $\Delta H < 0$ .

**α)** Να εξηγήσετε την επίδραση των παρακάτω μεταβολών στη θέση της χημικής ισορροπίας.

- Εισαγωγή στο δοχείο ποσότητας  $H_2$ .
- Χρήση κατάλληλου καταλύτη.
- Αύξηση της θερμοκρασίας στην οποία διεξάγεται η αντίδραση.
- Μείωση της πίεσης με αύξηση του όγκου του δοχείου της αντίδρασης. (μονάδες 8)

**β)** Σε νερό 25 °C διαλύουμε ποσότητα  $HCOONH_4$ . Να γράψετε τις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα και να εξηγήσετε αν το διάλυμα που θα προκύψει θα είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο. (μονάδες 5)

Δίνεται  $K_{b,NH_3} = 10^{-5} M$ ,  $K_{a,HCOOH} = 10^{-4} M$  και  $K_w = 10^{-14} M^2$ .

#### Μονάδες 13

**2.2α)** Σύμφωνα με την Αρχή Le Chatelier η προσθήκη αντιδρώντος μετατοπίζει την ισορροπία προς τα προϊόντα, προκειμένου να αναιρεθεί (μερικώς) η αύξηση της  $[H_2]$  που επιφέραμε.

- Ο καταλύτης δημιουργεί ένα ενεργειακό μονοπάτι μικρότερης ενέργειας ενεργοποίησης ( $E_a$ ), οπότε αυξάνεται εξίσου η ταχύτητα τόσο της προς τα δεξιά αντίδρασης, όσο και της προς τα αριστερά, με αποτέλεσμα να μην επηρεάζεται η θέση της χημικής ισορροπίας. Η παρουσία καταλύτη οδηγεί ταχύτερα στην χημική ισορροπία.
- Η αντίδραση είναι εξώθερμη. Σύμφωνα με την Αρχή Le Chatelier η αύξηση της θερμοκρασίας θα οδηγήσει την αντίδραση προς την ενδόθερμη πλευρά, δηλαδή προς τα αντιδρώντα, ώστε να αναιρεθεί (μερικώς) η αύξηση της θερμοκρασίας που επιφέραμε.
- Η μείωση της πίεσης με αύξηση του όγκου του δοχείου της αντίδρασης μετατοπίζει τη θέση της χημικής ισορροπίας προς την πλευρά που παράγονται περισσότερα mol, δηλαδή προς τα αντιδρώντα, ώστε να αναιρεθεί (μερικώς) η μείωση της πίεσης που επιφέραμε.

β) Αρχικά έχουμε την διάσταση του άλατος.



Στη συνέχεια έχουμε την αντίδραση κάθε ιόντος με το νερό.



$$\text{με } K_{\text{b,HCOO}^-} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{a,HCOOH}}} = \frac{10^{-14} \text{ M}^2}{10^{-4} \text{ M}} = 10^{-10} \text{ M}$$

και

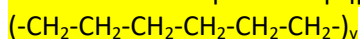


$$\text{με } K_{\text{a,NH}_4^+} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{b,NH}_3}} = \frac{10^{-14} \text{ M}^2}{10^{-5} \text{ M}} = 10^{-9} \text{ M}$$

Επειδή  $K_{\text{a,NH}_4^+} > K_{\text{b,HCOO}^-}$ , γίνεται σε μεγαλύτερο βαθμό η αντίδραση (2), επομένως παράγονται περισσότερα  $\text{H}_3\text{O}^+$  από  $\text{OH}^-$  και το διάλυμα θα είναι όξινο.

### Θέμα 2° 24309

2.1 Δίνεται το παρακάτω τμήμα ενός πολυμερούς:



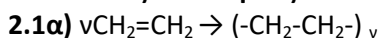
α) Να γράψετε τη χημική εξίσωση παρασκευής του πολυμερούς. (μονάδες 3)

β) Να υπολογίσετε τον αριθμό των μονομερών από τα οποία αποτελείται το πολυμερές αν η σχετική μοριακή μάζα του πολυμερούς είναι  $M_r = 14.000$ . (μονάδες 5)

γ) Ο πολυμερισμός του αιθενίου (αιθυλενίου) προς πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας γίνεται σε υγρή φάση παρουσία κόκκων  $\text{TiCl}_3$  ως καταλύτη. Να εξηγήσετε πώς η θεωρία της προσρόφησης ερμηνεύει την ετερογενή κατάλυση. (μονάδες 4)

Δίνονται:  $A_r(\text{H})=1$  και  $A_r(\text{C})=12$ . Μονάδες 12

Ενδεικτικές απαντήσεις



β) Σύμφωνα με την παραπάνω χημική εξίσωση  $v$  μόρια μονομερούς πολυμερίζονται και παράγεται ένα πολυμερές με  $M_r = 14.000$ . Επομένως,

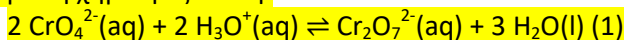
$$M_r(\text{πολυμερούς}) = v \cdot M_r(\text{CH}_2=\text{CH}_2) \Rightarrow 14.000 = v \cdot 28 \Rightarrow v = \frac{14.000}{28} = 500$$

Επομένως το πολυμερές αποτελείται από 500 μόρια μονομερούς.

γ) Σύμφωνα με τη θεωρία της προσρόφησης τα αντιδρώντα μόρια αιθενίου προσροφώνται στην επιφάνεια του στερεού καταλύτη  $\text{TiCl}_3$ , ο οποίος είναι σε μορφή κόκκων. Κάτω από τις συνθήκες αυτές οι δεσμοί στα μόρια του αιθενίου εξασθενούν και τέλος διασπώνται, οπότε υποβοηθείται η αντίδραση πολυμερισμού.

2.2 24309 Στο εργαστήριο φυσικών επιστημών του σχολείου οι μαθητές/τριες πραγματοποιούν πείραμα για να μελετήσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας.

Σε δοκιμαστικό σωλήνα τοποθετούν μικρή ποσότητα αραιού υδατικού διαλύματος χρωμικού καλίου ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ), το οποίο έχει κίτρινο χρώμα. Στη συνέχεια προσθέτουν 1 mL διαλύματος  $\text{HCl}$  0,5 M και το διάλυμα γίνεται πορτοκαλί. Δεδομένου ότι τα χρωμικά και τα διχρωμικά ιόντα σε υδατικό διάλυμα, βρίσκονται σε χημική ισορροπία σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



κίτρινο

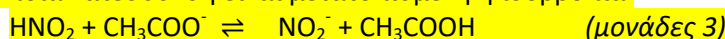
πορτοκαλί

α) i) Να εξηγήσετε για ποιον λόγο το διάλυμα έγινε πορτοκαλί μετά την προσθήκη διαλύματος  $\text{HCl}$ . (μονάδες 3)

ii) Τι θα προτείνατε να προσθέσουμε στο πορτοκαλί διάλυμα για να ξαναγίνει κίτρινο; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

β) Να γράψετε την έκφραση του νόμου της χημικής ισορροπίας για την παραπάνω αντίδραση (1) (μονάδες 2) και τις μονάδες της σταθεράς χημικής ισορροπίας. (μον 2)

γ) Να προβλέψετε προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη η ισορροπία:



Δίνονται:  $K_{\text{a,HNO}_2} = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ ,  $K_{\text{a,CH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ .

Μονάδες 13



### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.2α) i)** Το HCl ιοντίζεται πλήρως:  $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$

Η προσθήκη  $\text{H}_3\text{O}^+$  στο διάλυμα, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, μετατοπίζει την ισορροπία (1) προς τα προϊόντα, επομένως αυξάνεται η συγκέντρωση των διχρωμικών ιόντων ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) και επικρατεί το πορτοκαλί χρώμα.

**ii)** Το χρώμα του διαλύματος μπορεί να γίνει εκ νέου κίτρινο αν η θέση της χημικής ισορροπίας μετατοπιστεί προς τα αριστερά. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με προσθήκη μικρής ποσότητας διαλύματος NaOH. Τα  $\text{OH}^-$  που παρέχει το NaOH δεσμεύουν τα  $\text{H}_3\text{O}^+$ , οπότε μειώνεται η συγκέντρωσή τους και, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η χημική ισορροπία μετατοπίζεται αριστερά, οπότε επικρατεί το κίτρινο χρώμα.

$$\beta) K_c = \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]^2 \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]^2} \text{ M}^{-3}$$

**γ)** Η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά καθώς έτσι ευνοείται ο σχηματισμός του ασθενέστερου οξέος και της ασθενέστερης βάσης. ( $K_{a,\text{CH}_3\text{COOH}} < K_{a,\text{HNO}_2}$ ).

### Θέμα 2° 24312

**2.1.** Στο εργαστήριο Χημείας διαθέτουμε τέσσερις (4) φιάλες που η καθεμιά περιέχει υδατικό διάλυμα 0,1 M μιας εκ των χημικών ενώσεων  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  και HCl.

**α)** Χρησιμοποιώντας πεχαμετρικό χαρτί και διάλυμα αντιδραστήριου Fehling να εξηγήσετε με ποιόν τρόπο θα διακρίνετε ποια χημική ένωση περιέχεται σε κάθε διάλυμα. Να θεωρήσετε ότι  $\theta = 25^\circ\text{C}$ . (μονάδες 6)

Η ακεταλδεΐδη ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) είναι το προϊόν της ήπιας οξείδωσης της αιθανόλης και αποτελεί το κύριο προϊόν μεταβολισμού της στο ήπαρ.

**β)** Να γράψετε την αντίδραση της οξείδωσης της αιθανόλης ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) προς ακεταλδεΐδη, από διάλυμα  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  οξινισμένου με  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . (μονάδες 2)

**γ)** Να εξηγήσετε πως διατάσσονται οι παρακάτω βάσεις κατά σειρά ελαττούμενης ισχύος, σε ορισμένη θερμοκρασία  $\theta^\circ\text{C}$ .

$\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ . (μονάδες **Μονάδες 12**)

### Ενδεικτικές απαντήσεις

#### 2.1

**α)** Αρχικά θα μετρήσουμε το pH των 4 διαλυμάτων με το πεχαμετρικό χαρτί.

Το διάλυμα που θα περιέχει το ισχυρό οξύ (HCl) θα έχει  $\text{pH} = 1$ .

Το διάλυμα που περιέχει ασθενές οξύ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) θα είναι μεν όξινο, αλλά θα έχει pH σαφώς μεγαλύτερο του 1.

Τα διαλύματα που θα έχουν  $\text{pH} = 7$  θα περιέχουν τις ενώσεις  $\text{HCHO}$  και  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , τα διαλύματα των οποίων είναι πρακτικά ουδέτερα.

Σε δείγμα από τα διαλύματα των ενώσεων  $\text{HCHO}$  και  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  θα προσθέσουμε μικρή ποσότητα αντιδραστήριου Fehling. Το διάλυμα που θα δώσει καστανέρυθρο ίζημα  $\text{Cu}_2\text{O}$  θα περιέχει την αλδεΐδη ( $\text{HCHO}$ ), ενώ το άλλο διάλυμα που δεν αντιδρά θα περιέχει την αλκοόλη ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ).

**β)**  $3 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2 \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{CH}_3\text{CHO} + 2 \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2 \text{K}_2\text{SO}_4 + 11 \text{H}_2\text{O}$

**γ)** Προκειμένου να συγκρίνω τις βάσεις θα συγκρίνω τα αντίστοιχα συζυγή οξέα τους: HCl,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ . Όσο πιο ισχυρό το συζυγές οξύ, τόσο πιο ασθενής η συζυγής βάση του. Το HCl είναι ισχυρό οξύ, ιοντιζόμενο πλήρως στο νερό, το  $\text{CH}_3\text{COOH}$  είναι ασθενές οξύ, υφιστάμενο μερικό ιοντισμό κατά τη διάλυση του στο νερό, ενώ η  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  ως αλκοόλη δεν ιοντίζεται. Συνεπώς εφόσον η σειρά ισχύος των συζυγών οξέων είναι:  $\text{HCl} > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , η σειρά ισχύος των συζυγών βάσεων θα είναι:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^- > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{Cl}^-$ .

**2.2.α) 24312** Να γράψετε την ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες (στη θεμελιώδη κατάσταση) των στοιχείων ασβέστιο ( $_{20}\text{Ca}$ ) και νικέλιο ( $_{28}\text{Ni}$ ). (μονάδες 6)

**β)** Ποιο από τα παραπάνω στοιχεία έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα και γιατί; (μονάδες 4)

**γ)** Ποιο από τα παραπάνω στοιχεία χαρακτηρίζεται ως στοιχείο μετάπτωσης και γιατί. (μονάδες **Μονάδες**

#### 13

**2.2α)**  $_{20}\text{Ca}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

$_{28}\text{Ni}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$



β) Όπως φαίνεται στην ηλεκτρονιακή κατανομή και τα δύο (2) στοιχεία ανήκουν στην 4<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Η ατομική ακτίνα (A.A) μειώνεται από αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος μιας περιόδου. Αυτό συμβαίνει διότι όσο αυξάνεται ο ατομικός αριθμός (Z), (από αριστερά προς τα δεξιά), μειώνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο (κατά προσέγγιση το φορτίο του πυρήνα μειωμένο κατά το φορτίο των ηλεκτρονίων εσωτερικών στιβάδων), επομένως η έλξη που ασκεί ο πυρήνας στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας είναι μεγαλύτερη και συνεπώς μειώνεται η ατομική ακτίνα.

Άρα, A.A.Ni < A.A.Ca.

γ) Το  ${}_{28}\text{Ni}$  είναι στοιχείο του τομέα d εφόσον κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση του ατόμου του, το τελευταίο ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε υποστιβάδα d. Επομένως αυτό είναι το ζητούμενο στοιχείο μετάπτωσης. Επίσης, όλα τα στοιχεία μετάπτωσης είναι μέταλλα.

### Θέμα 2<sup>ο</sup>

**2.1 25237** Το στοιχείο X ανήκει στην 2<sup>η</sup> περίοδο και στην 14<sup>η</sup> (IVA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου X σε υποστιβάδες, στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 5)

β) Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του X. (μονάδες 2)

**Μονάδες 7**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1 Το στοιχείο X ανήκει στην 2<sup>η</sup> περίοδο και στην 14<sup>η</sup> (IVA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.** Συνεπώς, κάθε άτομο του στη θεμελιώδη κατάσταση έχει τα ηλεκτρόνια του τοποθετημένα σε 2 στιβάδες (K, L), ενώ η ηλεκτρονιακή του δομή για την εξωτερική στιβάδα είναι  $ns^2 np^2$ .

α) Η ηλεκτρονιακή του δόμηση σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση θα είναι:  
 $1s^2 2s^2 2p^2$ .

β) Το στοιχείο X έχει 6 ηλεκτρόνια άρα και 6 πρωτόνια και επομένως  $Z = 6$ .

**2.2 25237** Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις:

α)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

β)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{K} \rightarrow$

**Μονάδες 6**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.2**

α)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{CH}_3\text{CHO} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{CH}_3\text{COOH} + 4\text{H}_2\text{O}$

β)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{K} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + 1/2\text{H}_2$

**2.3 25237** Με βάση τη μοριακή τους δομή, να ταξινομήσετε κατά αύξουσα σειρά την ισχύ των παρακάτω οξέων σε υδατικά διαλύματα: βρωμο-αιθανικό οξύ ( $\text{BrCH}_2\text{COOH}$ ), διβρωμο-αιθανικό οξύ ( $\text{Br}_2\text{CHCOOH}$ ) και τριβρωμο-αιθανικό οξύ ( $\text{Br}_3\text{CCOOH}$ ) (μονάδες 6), αιτιολογώντας την απάντησή σας. (μονάδες 6)

Δίνονται οι σειρές ισχύος του επαγωγικού φαινομένου:

-I επαγωγικό φαινόμενο:  $-\text{C}_6\text{H}_5 < -\text{NH}_2 < -\text{OH} < -\text{I} < -\text{Br} < -\text{Cl} < -\text{F} < -\text{CN} < -\text{NO}_2$ .

+I επαγωγικό φαινόμενο:  $-\text{H} < -\text{CH}_3 < -\text{C}_2\text{H}_5 < -\text{CH}(\text{CH}_3)_2 < -\text{C}(\text{CH}_3)_3 < -\text{COO} < -\text{O}$ .

**Μονάδες 12**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.3** Η σειρά αύξησης του -I επαγωγικού φαινομένου για μια σειρά υποκαταστατών είναι:

$\text{C}_6\text{H}_5 < -\text{NH}_2 < -\text{OH} < -\text{I} < -\text{Br} < -\text{Cl} < -\text{F} < -\text{CN} < -\text{NO}_2$

Το βρώμιο προκαλεί -I επαγωγικό το οποίο πολώνει εντονότερα το δεσμό O-H του  $\text{CH}_3\text{COO-H}$ , με αποτέλεσμα να αποσπάται ευκολότερα το  $\text{H}^+$ .

Δηλαδή αυξάνει την ισχύ του οξέος.

Όσο περισσότεροι υποκαταστάτες, οι οποίοι προκαλούν -I επαγωγικό φαινόμενο, είναι συνδεδεμένοι στη θέση 2 (α θέση) της ανθρακικής αλυσίδας τόσο εντονότερα πολώνεται ο δεσμός  $\text{RCOO-H}$ , με αποτέλεσμα να αποσπάται ευκολότερα το  $\text{H}^+$ .

Συνεπώς η σειρά αυξανόμενης ισχύος σε υδατικά διαλύματα για τα ακόλουθα οξέα είναι :

βρωμο-αιθανικό οξύ ( $\text{BrCH}_2\text{-COOH}$ ) < διβρωμοαιθανικό οξύ ( $\text{Br}_2\text{CH-COOH}$ ) < τριβρωμοαιθανικό οξύ ( $\text{Br}_3\text{C-COOH}$ )

### Θέμα 2<sup>ο</sup> 25253

Το διαστημικό τηλεσκόπιο James Webb, αποτελεί εγχείρημα της NASA σε συνεργασία με άλλους οργανισμούς. Για την ψύξη του τηλεσκοπίου χρησιμοποιείται Ήλιο ( ${}^2\text{He}$ ), ενώ για την κατασκευή των κατόπτρων του τηλεσκοπίου έγινε χρήση Βηρυλλίου ( ${}^4\text{Be}$ ). Τέλος, για την προώθηση των πυραύλων που μεταφέρουν το τηλεσκόπιο χρησιμοποιείται υδραζίνη ( $\text{NH}_2\text{NH}_2$ ).

**α)** Προσδιορίστε πόσα μονήρη ηλεκτρόνια στη θεμελιώδη κατάσταση έχει το άτομο του Be. (μονάδες 4)

**β)** Να υπολογίσετε τον αριθμό οξειδωσης του ατόμου του Be στην ένωση  $\text{BeF}_2$ . (μονάδες 4)

**γ)** Να αναφέρετε ποιο στοιχείο από τα He, Be έχει τη μεγαλύτερη τιμή ενέργειας πρώτου ιοντισμού. (μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

**δ)** Να αναφέρετε ποιο στοιχείο από τα He, Be έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα. (μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

**ε)** Να υπολογίσετε τον αριθμό οξειδωσης κάθε ατόμου N στην υδραζίνη. (μονάδες 4)

**στ)** Να αναφέρετε τις δύο ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων της υγρής υδραζίνης. (μονάδες 4)

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί (Z):  $Z(\text{N}) = 7$ ,  $Z(\text{F}) = 9$ ,  $Z(\text{H}) = 1$ .

**Μονάδες 25**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**α)** Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια του  ${}^4\text{Be}$  στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη:  
 $1s^2 2s^2$ .

1s	2s
↑↓	↑↓

Επομένως έχει 0 μονήρη ηλεκτρόνια.

**β)** Έστω x ο αριθμός οξειδωσης του ατόμου Be στην ένωση  $\text{BeF}_2$ .

Θα ισχύει ότι  $x + 2 \cdot (-1) = 0 \Rightarrow x = +2$ .

Άρα το Be έχει αριθμό οξειδωσης ίσο με +2.

**γ)** Για την ηλεκτρονιακή δομή του  ${}^2\text{He}$  στη θεμελιώδη κατάσταση ισχύουν τα ακόλουθα:  $1s^2$ .

Άρα το He ανήκει στην 1<sup>η</sup> περίοδο και στη 18<sup>η</sup> ομάδα αντίστοιχα.

Για την ηλεκτρονιακή δομή του  ${}^4\text{Be}$  στη θεμελιώδη κατάσταση ισχύουν τα ακόλουθα:  $1s^2 2s^2$ .

Άρα το Be ανήκει στη 2<sup>η</sup> περίοδο και στη 2<sup>η</sup> ομάδα αντίστοιχα.

Η τιμή της ενέργειας πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος μίας περιόδου και από κάτω προς τα επάνω κατά μήκος μιας ομάδας του Περιοδικού Πίνακα. Άρα το He έχει τη μεγαλύτερη τιμή της ενέργειας πρώτου ιοντισμού αφού βρίσκεται και πιο δεξιά σε ό,τι αφορά την ίδια περίοδο και πιο επάνω σε ό,τι αφορά την ομάδα συγκριτικά με το Be.

**δ)** Για την ηλεκτρονιακή δομή του  ${}^2\text{He}$  στη θεμελιώδη κατάσταση ισχύουν τα ακόλουθα:  $1s^2$ .

Άρα το He ανήκει στην 1<sup>η</sup> περίοδο και στη 18<sup>η</sup> ομάδα αντίστοιχα.

Για την ηλεκτρονιακή δομή του  ${}^4\text{Be}$  στη θεμελιώδη κατάσταση ισχύουν τα ακόλουθα:  $1s^2 2s^2$ .

Άρα το Be ανήκει στη 2<sup>η</sup> περίοδο και στη 2<sup>η</sup> ομάδα αντίστοιχα.

Η ατομική ακτίνα αυξάνεται από τα δεξιά προς τα αριστερά κατά μήκος μίας περιόδου και από επάνω προς τα κάτω κατά μήκος μιας ομάδας του Περιοδικού Πίνακα. Άρα το He έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα αφού βρίσκεται και πιο δεξιά σε ό,τι αφορά την ίδια περίοδο και πιο επάνω σε ό,τι αφορά την ομάδα.

**ε)** Έστω x ο αριθμός οξειδωσης του ατόμου N στην υδραζίνη ( $\text{NH}_2\text{NH}_2$ ).

Θα ισχύει ότι  $2 \cdot x + 4 \cdot (+1) = 0 \Rightarrow x = -2$ .

Άρα κάθε άτομο N στην υδραζίνη έχει αριθμό οξειδωσης ίσο με -2.

**στ)** Μεταξύ των μορίων της υγρής υδραζίνης ασκούνται δεσμοί υδρογόνου και δυνάμεις διασποράς.

### **Θέμα 2<sup>ο</sup> 25255**

**2.1** Οι κονσέρβες τροφίμων κατασκευάζονται από κράματα μετάλλων όπως ο σίδηρος ( ${}_{26}\text{Fe}$ ) και το αργίλιο ( ${}_{13}\text{Al}$ ).

**α)** Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή (κατανομή ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες) των ατόμων του Fe και του Al στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 6)

**β)** Στη θεμελιώδη κατάσταση πόσα ηλεκτρόνια του Fe έχουν  $l=0$ ; (μονάδες 3)

**γ)** Στη θεμελιώδη κατάσταση πόσα ηλεκτρόνια του  $\text{Al}^{3+}$  έχουν  $m_l=-1$ ; (μονάδες 3)

## Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1 α)** Fe:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$  και Al:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

**β)** Τα ηλεκτρόνια που ανήκουν σε ατομικά τροχιακά  $s$  έχουν δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό  $l=0$ . Επομένως στην περίπτωση του Fe έχουμε 2 ηλεκτρόνια από τα ατομικά τροχιακά της  $1s$  υποστιβάδας, 2 ηλεκτρόνια από τα ατομικά τροχιακά της  $2s$  υποστιβάδας, 2 ηλεκτρόνια από τα ατομικά τροχιακά της  $3s$  υποστιβάδας και 2 ηλεκτρόνια από τα ατομικά τροχιακά της  $4s$  υποστιβάδας. Άρα, στο άτομο του Fe στη θεμελιώδη κατάσταση υπάρχουν συνολικά 8 ηλεκτρόνια που έχουν  $l = 0$ .

**γ)**  $Al^{3+}$ :  $1s^2 2s^2 2p^6$

Τα ηλεκτρόνια που βρίσκονται σε ένα από τα τρία  $p$  τροχιακά της υποστιβάδας  $2p$  έχουν μαγνητικό κβαντικό αριθμό  $m_l = -1$ , άρα 2 από τα ηλεκτρόνια της  $2p$  υποστιβάδας έχουν μαγνητικό κβαντικό αριθμό  $m_l = -1$ .

Αφού η υποστιβάδα  $2p$  είναι πλήρως συμπληρωμένη, συνολικά 2 ηλεκτρόνια έχουν  $m_l = -1$ .

Τελικά στο κατιόν  $Al^{3+}$ , υπάρχουν συνολικά 2 ηλεκτρόνια που έχουν  $m_l = -1$ .

**2.2 25255 α)** Να χαρακτηρίσετε κάθε μια από τις επόμενες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). (μονάδες 3)

**i)** Τα καρβοξυλικά οξέα (RCOOH) αντιδρούν με ανθρακικά άλατα.

**ii)** Τα αντιδραστήρια Grignard αντιδρούν με φορμαλδεΐδη ή μεθανάλη (HCH=O) και μετά από υδρόλυση του ενδιάμεσου προϊόντος, δίνουν πρωτοταγή αλκοόλη.

**iii)** Τα αλκυλαλογονίδια αντιδρούν με αλκοξείδια του νατρίου (RONa) και δίνουν εστέρες.

Να αιτιολογήσετε μόνο τις λανθασμένες προτάσεις. (μονάδες 3)

**β)** Υδατικό διάλυμα άλατος  $CH_3NH_3A$  είναι βασικό. Με δεδομένο ότι η  $K_b$  της  $CH_3NH_2$  είναι ίση με  $\lambda$  να εξετάσετε αν η τιμή της  $K_a$  του ασθενούς μονοπρωτικού οξέος HA είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση του  $\lambda$ .

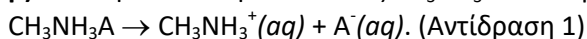
(μονάδες 7)

## Μονάδες 13

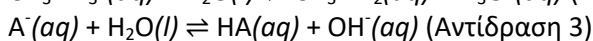
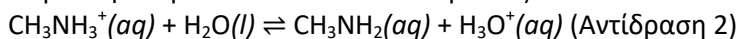
**2.2 α) i) (Σ) ii) (Σ) iii) (Λ)**

Τα αλκυλαλογονίδια αντιδρούν με αλκοξείδια του νατρίου (RONa) και δίνουν **αιθέρες**, με βάση την αντίδραση  $R_1X + R_2ONa \rightarrow R_1OR_2 + NaX$ .

**β)** Από τη διάσταση του άλατος  $CH_3NH_3A$  στο νερό προκύπτει ότι:



Παράλληλα προκύπτουν και οι αντιδράσεις 2 και 3 των ιόντων  $CH_3NH_3^+$  και  $A^-$  με το νερό.



Εφόσον το διάλυμα είναι βασικό θα ισχύει ότι  $[OH^-] > [H_3O^+]$ . Άρα θα ισχύει ότι:

$$K_{a,CH_3NH_3^+} < K_{b,A^-} \Rightarrow \frac{K_w}{K_{b,CH_3NH_2}} < \frac{K_w}{K_{a,HA}} \Rightarrow K_{b,CH_3NH_2} > K_{a,HA} \Rightarrow \lambda > K_{a,HA}$$

Επομένως ισχύει ότι η τιμή της  $K_a$  του ασθενούς οξέος HA είναι μικρότερη του  $\lambda$ .

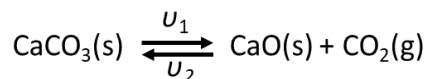
## Θέμα 2° 25292

**2.1 α)** Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:

**i.** Ανάμεσα σε μόρια  $CH_3COCH_3$  και μόρια  $H_2O$  αναπτύσσονται και δεσμοί υδρογόνου.

**ii.** Η πρότυπη κατάσταση μιας ουσίας (στοιχείου ή ένωσης) είναι η πιο σταθερή μορφή της, σε θερμοκρασία  $0^\circ C$  και πίεση 1 atm.

**iii.** Αν αυξήσουμε την θερμοκρασία της αμφίδρομης αντίδρασης, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



τότε θα αυξηθεί η ταχύτητα της αντίδρασης με προς τα δεξιά ( $u_1$ ), ενώ θα μειωθεί η ταχύτητα της με κατεύθυνση προς τα αριστερά ( $u_2$ ).

κατεύθυνση  
αντίδρασης

**iv.** Αν προσθέσουμε αλκαλικό διάλυμα ιωδίου ( $I_2/NaOH$ ) σε  $CH_3CH_2OH$ , τότε θα σχηματιστεί κίτρινο ίζημα.

(μονάδες 4)

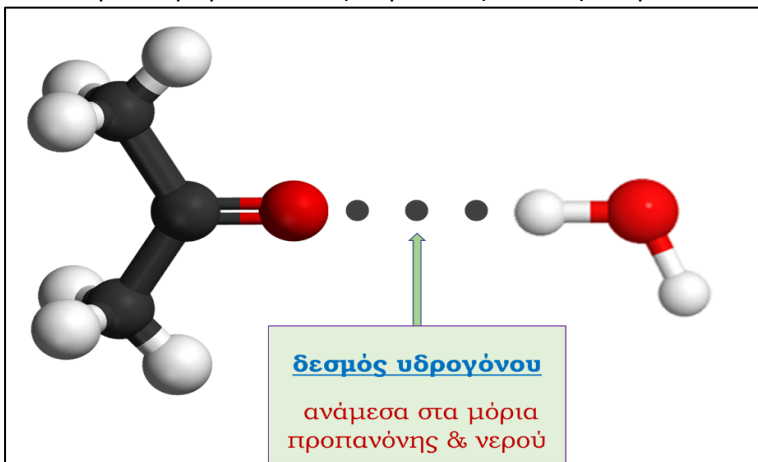
**β)** Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8)

Μονάδες 12

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 α) i. Σωστή      ii. Λανθασμένη      iii. Λανθασμένη      iv. Σωστή

β) i. Στο μόριο του νερού υπάρχει πολωμένος δεσμός της μορφής H – O, ενώ στο μόριο της προπανόνης υπάρχει το αρκετά ηλεκτραρνητικό άτομο O. Επομένως ανάμεσα στα μόρια της προπανόνης και τα μόρια του νερού αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



ii. Η πρότυπη κατάσταση μιας ουσίας (στοιχείου ή ένωσης) είναι η πιο σταθερή μορφή της σε θερμοκρασία 25 °C, πίεση 1 atm και για διαλύματα η συγκέντρωση  $c = 1 \text{ M}$ .

iii. Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία σε μια αμφίδρομη αντίδραση τότε αυξάνεται τόσο η ταχύτητα της αντίδρασης με κατεύθυνση προς τα δεξιά ( $v_1$ ) όσο και η ταχύτητα της αντίδρασης με κατεύθυνση προς τα αριστερά ( $v_2$ ).

iv. Η ένωση  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  μπορεί να δώσει την ιωδοφορμική αντίδραση καθώς είναι μια αλκοόλη της μορφής  $\text{RCH}(\text{OH})\text{CH}_3$ . Επομένως θα παραχθεί το κίτρινο ίζημα ιωδοφόρμιο  $\text{CHI}_3$  σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:  
 $\text{RCH}(\text{OH})\text{CH}_3 + 4\text{I}_2 + 6\text{NaOH} \rightarrow \text{RCOONa} + \text{CHI}_3\downarrow + 5\text{NaI} + 5\text{H}_2\text{O}$

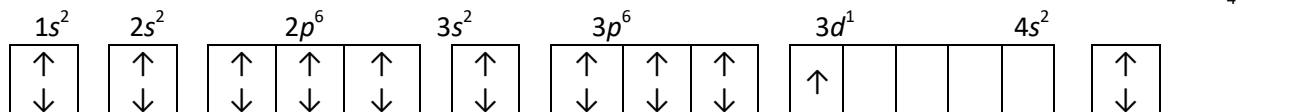
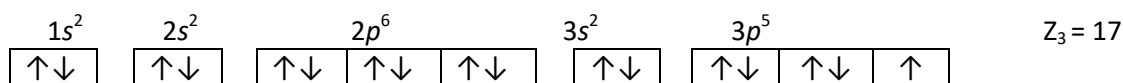
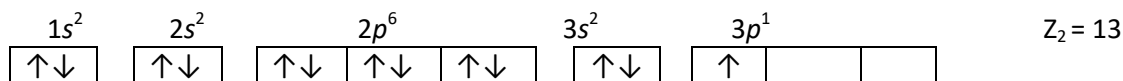
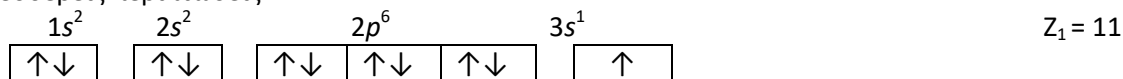
2.2 25292 Το άτομο του στοιχείου (X) διαθέτει στη θεμελιώδη κατάσταση μόνο ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στη στιβάδα M.

α) Να προσδιορίσετε τους δυνατούς ατομικούς αριθμούς του στοιχείου (X). (μονάδες 8)

β) Το χημικό στοιχείο (X) ανήκει σε μία κύρια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και οι τέσσερις διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού του είναι:  $E_{i1} = 496 \text{ kJ/mol}$ ,  $E_{i2} = 4.562 \text{ kJ/mol}$ ,  $E_{i3} = 6.910 \text{ kJ/mol}$  και  $E_{i4} = 9.543 \text{ kJ/mol}$ . Να δικαιολογήσετε σε ποια κύρια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το χημικό στοιχείο (X). (μονάδες 5)

**Μονάδες 13**

2.2 α) Αφού το στοιχείο (X) διαθέτει στη θεμελιώδη κατάσταση μόνο ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στη στιβάδα M, η ηλεκτρονιακή δομή του σε υποστιβάδες και σε τροχιακά, μπορεί να είναι μια από τις παρακάτω τέσσερις περιπτώσεις:



Επομένως οι δυνατοί ατομικοί αριθμοί του στοιχείου (X) είναι: 11, 13, 17 και 21.

β) Από τις τέσσερις διαδοχικές ενέργειες ionτισμού του στοιχείου (X) παρατηρούμε ότι ισχύει:  $E_{11} \ll E_{12} < E_{13} < E_{14}$ . Εντοπίζουμε μια σημαντική αύξηση της ενέργειας 2<sup>ου</sup> ionτισμού σε σχέση με την ενέργεια 1<sup>ου</sup> ionτισμού. Επομένως το άτομο του χημικού στοιχείου (X) διαθέτει στη θεμελιώδη κατάσταση ένα μόνο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα. Κατά τον 1<sup>ο</sup> ionτισμό του προκύπτει το κατιόν X<sup>+</sup>, το οποίο έχει αποκτήσει πολύ σταθερή δομή ευγενούς αερίου. Η απομάκρυνση ενός επιπλέον ηλεκτρονίου απαιτεί σημαντικά μεγαλύτερο ποσό ενέργειας καθώς έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της ιδιαίτερα σταθερής δομής ευγενούς αερίου. Επομένως το χημικό στοιχείο (X) ανήκει στην 1<sup>η</sup> (IA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

### Θέμα 2<sup>ο</sup> 25295

**2.1 α)** Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις (μονάδες 4):

- Δύο υδατικά διαλύματα μοριακών ενώσεων που έχουν την ίδια συγκέντρωση είναι οπωσδήποτε ισοτονικά.
- Κατά την εξουδετέρωση 1 mol HCl από 1 mol NaOH εκλύεται το ίδιο ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την εξουδετέρωση 1 mol HF από 1 mol NaOH, όταν οι δύο αντιδράσεις πραγματοποιούνται σε πρότυπη κατάσταση.
- Στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης υδατικού διαλύματος HCl με υδατικό διάλυμα KOH με δείκτη φαινολοφθαλεΐνη στους 25 °C, το διάλυμα που προκύπτει είναι βασικό. Δίνεται:  $pK_a$  (φαινολοφθαλεΐνης) = 9,7 στους 25 °C.
- Στο προϊόν πολυμερισμού του 1,3-βουταδιενίου όλα τα άτομα άνθρακα έχουν υβριδισμό  $sp^3$ .

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8) **Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1 α) i. Λανθασμένη ii. Λανθασμένη iii. Σωστή iv. Λανθασμένη**

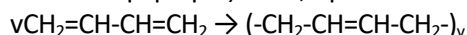
β) i. Ισοτονικά χαρακτηρίζονται τα διαλύματα τα οποία έχουν την ίδια ωσμωτική πίεση. Δηλαδή πρέπει να ισχύει η σχέση:  $\Pi_1 = \Pi_2 \Rightarrow c_1 \cdot R \cdot T_1 = c_2 \cdot R \cdot T_2 \Rightarrow c_1 \cdot T_1 = c_2 \cdot T_2$ .

Οπότε δεν είναι υποχρεωτικά ισοτονικά δύο υδατικά διαλύματα μοριακών ενώσεων όταν έχουν την ίδια συγκέντρωση, αλλά όταν έχουν ίσο το γινόμενο  $c \cdot T$ .

ii. Κατά την εξουδετέρωση ισχυρού οξέος (όπως HCl) με ισχυρή βάση (όπως NaOH) η τιμή της  $\Delta H^\circ_n$  είναι περίπου σταθερή και ίση με -57,1 kJ/mol, ανεξάρτητα από το είδος του οξέος ή της βάσης που χρησιμοποιούμε. Κατά την εξουδετέρωση όμως ασθενούς οξέος (όπως HF) από ισχυρή βάση (όπως NaOH) ένα μέρος της εκλυόμενης ενέργειας δαπανάται για τον ionτισμό του ασθενούς οξέος. Συνεπώς στη 2<sup>η</sup> εξουδετέρωση εκλύεται προς το περιβάλλον μικρότερο ποσό θερμότητας σε σχέση με την 1<sup>η</sup> εξουδετέρωση.

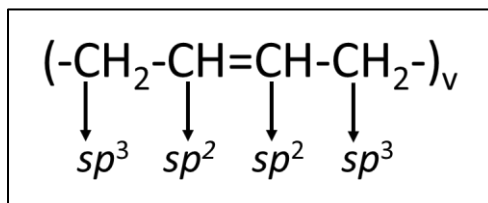
iii. Το σημείο όπου παρατηρείται χρωματική αλλαγή του ογκομετρούμενου διαλύματος ονομάζεται τελικό σημείο ή πέρασ ογκομέτρησης. Η περιοχή pH αλλαγής χρώματος ενός δείκτη υπολογίζεται από τη σχέση  $pK_a$  (HΔ) -1 < pH <  $pK_a$  (HΔ) +1. Επομένως η περιοχή pH αλλαγής χρώματος του δείκτη φαινολοφθαλεΐνη είναι: 8,7 < pH < 10,7. Οπότε στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης το διάλυμα που έχει προκύψει είναι βασικό.

iv. Ο πολυμερισμός του 1,3-βουταδιενίου περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



1,3-βουταδιένιο                      Buna

Στο προϊόν πολυμερισμού του 1,3-βουταδιενίου δεν έχουν όλα τα άτομα άνθρακα υβριδισμό  $sp^3$ . Αυτά που συμμετέχουν στο σχηματισμό διπλού ομοιοπολικού δεσμού έχουν υβριδισμό  $sp^2$  όπως φαίνεται στον παρακάτω συντακτικό τύπο.



**2.2 25295 α)** Να προσδιορίσετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων (X), (Ψ) και (Ω) τα οποία περιγράφονται παρακάτω αιτιολογώντας τις απαντήσεις σας.

i. Το στοιχείο (X) είναι το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο της 3<sup>ης</sup> περιόδου του Περιοδικού Πίνακα.

ii. Το στοιχείο (Ψ) ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και έχει την μικρότερη τιμή ενέργειας 1<sup>ου</sup> ionτισμού ( $E_{11}$ ) από όλα τα στοιχεία της περιόδου αυτής.

iii. Το στοιχείο (Ω) ανήκει στην 1<sup>η</sup> σειρά των στοιχείων μετάπτωσης και στη θεμελιώδη του κατάσταση διαθέτει 2 μόνο ζεύγη ηλεκτρονίων σε τροχιακά τα οποία έχουν ℓ=2. (μονάδες 9)

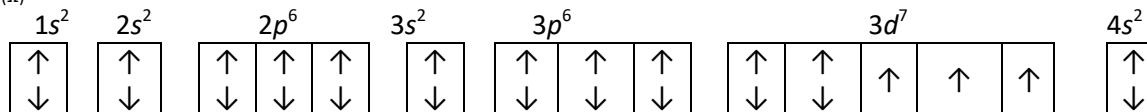
β) Να δικαιολογήσετε ποιο από τα στοιχεία (Ψ) ή (<sub>20</sub>Φ) έχει την μεγαλύτερη ενέργεια 2<sup>ου</sup> ιοντισμού (E<sub>i2</sub>). (μονάδες 4) **Μονάδες 13**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2 α) i. Επειδή το στοιχείο (X) ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα έχει κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του στις τρεις πρώτες στιβάδες. Η ηλεκτραρνητικότητα σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά – σε αυτή τη σύγκριση δεν περιλαμβάνονται τα ευγενή αέρια – οπότε το στοιχείο (Ψ) ανήκει στην 17<sup>η</sup> (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Επομένως η ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες του στοιχείου (X) στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>5</sup> και έχει Z<sub>(X)</sub>= 17.

ii. Επειδή το στοιχείο (Ψ) ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα έχει κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του στις 4 πρώτες στιβάδες. Η ενέργεια 1<sup>ου</sup> ιοντισμού (E<sub>i1</sub>) αυξάνεται σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα από αριστερά προς τα δεξιά. Οπότε την μικρότερη E<sub>i1</sub> θα έχει το στοιχείο που βρίσκεται στην 1<sup>η</sup> (IA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Επομένως η ηλεκτρονιακή κατανομή του στοιχείου (Ψ) στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>1</sup> και έχει Z<sub>(Ψ)</sub>= 19.

iii. Η 1<sup>η</sup> σειρά των στοιχείων μετάπτωσης βρίσκεται στην 4<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα, οπότε το στοιχείο (Ω) έχει κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του στις 4 πρώτες στιβάδες. Με δευτερεύοντα κβαντικό αριθμό ℓ = 2 χαρακτηρίζονται τα τροχιακά υποστιβάδας d. Για να διαθέτει 2 μόνο ζεύγη ηλεκτρονίων σε τροχιακά της υποστιβάδας d, πρέπει να διαθέτει συνολικά 7 ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα αυτή. Επομένως η ηλεκτρονιακή δομή του στοιχείου (Ω) στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 3d<sup>7</sup> 4s<sup>2</sup> και έχει Z<sub>(Ω)</sub>= 27.



Επομένως οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων (X), (Ψ) και (Ω) είναι αντίστοιχα: 17, 19 και 27.

β) Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του στοιχείου (<sub>19</sub>Ψ) σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση καθώς και οι ηλεκτρονιακές δομές των ιόντων του <sub>19</sub>Ψ<sup>+</sup> και <sub>19</sub>Ψ<sup>2+</sup> κατά τον 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> ιοντισμό, είναι αντίστοιχα:

Θεμελιώδης κατάσταση <sub>19</sub>Ψ(g): 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>1</sup>

1<sup>ος</sup> ιοντισμός <sub>19</sub>Ψ<sup>+</sup>(g): 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup>

2<sup>ος</sup> ιοντισμός <sub>19</sub>Ψ<sup>2+</sup>(g): 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>5</sup>

Για το στοιχείο (<sub>20</sub>Φ) η ηλεκτρονιακή του δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση καθώς και κατά τον 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> ιοντισμό είναι:

Θεμελιώδης κατάσταση <sub>20</sub>Φ(g): 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>2</sup>

1<sup>ος</sup> ιοντισμός <sub>20</sub>Φ<sup>+</sup>(g): 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 4s<sup>1</sup>

2<sup>ος</sup> ιοντισμός <sub>20</sub>Φ<sup>2+</sup>(g): 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup>

Το άτομο του στοιχείου (<sub>19</sub>Ψ) διαθέτει στη θεμελιώδη κατάσταση ένα μόνο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα. Κατά τον 1<sup>ο</sup> ιοντισμό του προκύπτει το κατιόν (<sub>19</sub>Ψ<sup>+</sup>) το οποίο έχει αποκτήσει πολύ σταθερή δομή ευγενούς αερίου. Η απομάκρυνση ενός επιπλέον ηλεκτρονίου κατά τον 2<sup>ο</sup> ιοντισμό απαιτεί σημαντικά μεγαλύτερο ποσό ενέργειας καθώς έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της ιδιαίτερα σταθερής δομής ευγενούς αερίου. Επιπροσθέτως κατά τον 2<sup>ο</sup> ιοντισμό η απομάκρυνση του ηλεκτρονίου από το <sub>19</sub>Ψ<sup>+</sup> γίνεται από τη στιβάδα M (n=3) ενώ από το ιόν <sub>20</sub>Φ<sup>+</sup> γίνεται από τη στιβάδα N (n=4).

Επομένως η ενέργεια 2<sup>ου</sup> ιοντισμού (E<sub>i2</sub>) του στοιχείου <sub>19</sub>Ψ είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια 2<sup>ου</sup> ιοντισμού (E<sub>i2</sub>) του στοιχείου <sub>20</sub>Φ.

### Θέμα 2<sup>ο</sup> 25296

2.1 α) Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις (μονάδες 4):

i. Το κανονικό πεντάνιο έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από το 2,2-διμέθυλο-προπάνιο στις ίδιες συνθήκες πίεσης.

ii. Σε μια αντίδραση καύσης, ισχύει ότι η ενθαλπία των προϊόντων είναι μεγαλύτερη από την ενθαλπία των αντιδρώντων.

iii. Δίνεται η χημική εξίσωση: C(s) + CO<sub>2</sub>(g) ⇌ 2CO(g). Η σωστή έκφραση της σταθεράς ισορροπίας, είναι: K<sub>c</sub> =



$$\frac{[\text{CO}]^2}{[\text{C}] \cdot [\text{CO}_2]}$$

iv. Μπορούμε να διακρίνουμε στο σχολικό εργαστήριο με τη χρήση ενός πεχαμέτρου ένα υδατικό διάλυμα αιθανόλης ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) 1 M ( $K_a = 10^{-16}$ ) από ένα υδατικό διάλυμα φαινόλης ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) 1 M ( $K_a = 10^{-10}$ ), τα οποία βρίσκονται στους 25 °C.

**β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8) Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1 α) i. Σωστή ii. Λανθασμένη iii. Λανθασμένη iv. Σωστή**

β) i. Ανάμεσα στα μόρια του κανονικού πεντανίου αλλά και ανάμεσα στα μόρια του 2,2-διμεθυλο-προπανίου αναπτύσσονται αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς. Υψηλότερο σημείο βρασμού θα έχει η ένωση με τις ισχυρότερες δυνάμεις μεταξύ των μορίων της. Επειδή οι δύο αυτές ενώσεις είναι ισομερείς – δηλαδή έχουν ίδια σχετική μοριακή μάζα – η ισχύς των δυνάμεων διασποράς εξαρτάται από το σχήμα των μορίων. Γενικώς τα ευθύγραμμα μη πολωμένα μόρια εμφανίζουν ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις από τα διακλαδισμένα μη πολωμένα, γιατί στα γραμμικά μόρια γίνεται καλύτερη επαφή – αλληλεπίδραση – μεταξύ των μορίων τους.

Επομένως το κανονικό πεντάνιο, έχει υψηλότερο σημείο βρασμού σε σχέση με το 2,2-διμεθυλοπροπάνιο στις ίδιες συνθήκες πίεσης.

ii. Οι αντιδράσεις καύσης είναι εξώθερμες. Συνεπώς θα πρέπει να ισχύει ότι:

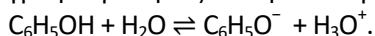
$$\Delta H < 0 \Rightarrow H_{(\text{προϊόντων})} - H_{(\text{αντιδρώντων})} < 0 \Rightarrow H_{(\text{προϊόντων})} < H_{(\text{αντιδρώντων})}$$

Επομένως, σε μια αντίδραση καύσης, ισχύει ότι η ενθαλπία των προϊόντων είναι μικρότερη από την ενθαλπία των αντιδρώντων.

iii. Για τη χημική εξίσωση:  $\text{C(s)} + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ . Η σωστή έκφραση της σταθεράς ισορροπίας είναι:  $K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]}$ . Η συγκέντρωση του στερεού  $\text{C(s)}$  παραλείπεται από την έκφραση της  $K_c$ , καθώς αυτή είναι ανεξάρτητη από την ποσότητά του.

iv. Η αιθανόλη  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  επειδή έχει  $K_a = 10^{-16}$  στους 25 °C, είναι ασθενέστερο οξύ από το νερό. Οπότε το υδατικό διάλυμα της αιθανόλης έχει ουδέτερο pH (pH = 7 στους 25 °C).

Η φαινόλη  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  έχει  $K_a = 10^{-10}$  στους 25 °C, οπότε είναι ισχυρότερο οξύ από το νερό. Οπότε μπορούμε να γράψουμε την εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση ιοντισμού της:



Συνεπώς το υδατικό διάλυμα της φαινόλης είναι όξινο. (pH < 7 στους 25 °C).

Επομένως μπορούμε να διακρίνουμε στο σχολικό εργαστήριο με τη χρήση ενός πεχαμέτρου ένα υδατικό διάλυμα  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  1 M ( $K_a = 10^{-16}$ ) από ένα υδατικό διάλυμα φαινόλης  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  1 M ( $K_a = 10^{-10}$ ) τα οποία βρίσκονται στους 25 °C.

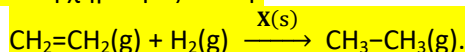
**2.2 25296 Για τα χημικά στοιχεία (Φ), (Χ) και (Ψ) δίνονται οι παρακάτω πληροφορίες:**

- (Φ) είναι το 1<sup>ο</sup> αλογόνο του Περιοδικού Πίνακα.
- (Χ) διαθέτει στη θεμελιώδη του κατάσταση μόνο 8 ηλεκτρόνια με  $n = 3$  και  $l = 2$ .
- (Ψ) είναι η 3<sup>η</sup> αλκαλική γαία του Περιοδικού Πίνακα.

**α) Να υπολογίσετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων (Φ), (Χ) και (Ψ). (μονάδες 6)**

**β) Να προσδιορίσετε σε ποια περίοδο, σε ποιο τομέα και ποια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το στοιχείο (Χ). (μονάδες 3)**

**γ) Το χημικό στοιχείο (Χ) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καταλύτης κατά την αντίδραση υδρογόνωσης του αιθινίου, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:**



**i. Να εξηγήσετε αν η συγκεκριμένη κατάλυση χαρακτηρίζεται ομογενής ή ετερογενής (μονάδες 1).**

**ii. Να εξηγήσετε με βάση ποια θεωρία μπορεί να ερμηνευθεί ικανοποιητικά η καταλυτική δράση του X(s) στη συγκεκριμένη αντίδραση υδρογόνωσης. (μονάδες 3) Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.2 α) Με βάση τις πληροφορίες που δίνονται οι ηλεκτρονιακές δομές σε υποστιβάδες για τα χημικά στοιχεία (Φ), (Χ) και (Ψ) είναι αντίστοιχα:**

- (Φ) :  $1s^2 2s^2 2p^5$  και έχει  $Z_{(\Phi)} = 9$ .



- **(X)** :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$  και έχει  $Z_{(X)} = 28$ .
- **(Ψ)** :  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$  και έχει  $Z_{(Ψ)} = 20$ .

Επομένως οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων **(Φ)**, **(X)** και **(Ψ)** είναι αντίστοιχα: 9, 28 και 20.

**β)** Το χημικό στοιχείο **(X)** ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο, στον τομέα *d* και στην VIII B ή 10<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

**γ) i.** Η συγκεκριμένη κατάλυση είναι ετερογενής, καθώς σε άλλη φάση βρίσκονται τα αντιδρώντα (αέρια) και σε άλλη ο καταλύτης (στερεός).

**ii.** Η συγκεκριμένη ετερογενής κατάλυση μπορεί να ερμηνευθεί ικανοποιητικά με τη θεωρία προσρόφησης. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, τα αέρια αντιδρώντα  $CH_2=CH_2$  και  $H_2$  προσροφώνται στην επιφάνεια του στερεού καταλύτη (X). Κάτω από τις συνθήκες αυτές οι δεσμοί των αντιδρώντων μορίων διασπώνται και σχηματίζονται οι δεσμοί των προϊόντων. Η καταλυτική δράση πραγματοποιείται σε σχετικά μικρό αριθμό σημείων του καταλύτη X(s), που ονομάζονται ενεργά κέντρα του καταλύτη.

### Θέμα 2<sup>ο</sup> 25450

Το υδρογόνο ( $H_2$ ) χρησιμοποιείται σήμερα από την ανθρωπότητα είτε ως πρώτη ύλη στη χημική βιομηχανία είτε ως καύσιμο. Παράγεται σε εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό κατά την αναμόρφωση του μεθανίου ( $CH_4$ ) που περιέχεται στο φυσικό αέριο, παρουσία ατμού και καταλυτών. Κεντρικό στάδιο της διαδικασίας αποτελεί η αμφίδρομη χημική αντίδραση, η οποία περιγράφεται με τη θερμοχημική εξίσωση (1) που δίνεται χωρίς αριθμητικούς συντελεστές:  $\alpha CH_4(g) + \beta H_2O(g) \rightleftharpoons \gamma CO(g) + \delta H_2(g)$ ,  $\Delta H > 0$ . (1)

**α)** Να αντικαταστήσετε στη θερμοχημική εξίσωση (1) τα **α**, **β**, **γ**, **δ** με τους κατάλληλους αριθμητικούς συντελεστές. (μονάδες 2)

**i.** Να εξηγήσετε το είδος του υβριδισμού που εμφανίζει το άτομο του άνθρακα στο μεθάνιο, καθώς και τη διαμόρφωση του μορίου του μεθανίου στον χώρο. Δίνεται ότι ο άνθρακας έχει ατομικό αριθμό  $Z = 6$  και το υδρογόνο έχει ατομικό αριθμό  $Z = 1$ . (μονάδες 4)

**β)** Στην πρώτη γραμμή του Πίνακα 1 δίνεται η αρχική σύσταση του μίγματος ισορροπίας στον αντιδραστήρα όπου πραγματοποιείται η αντίδραση (1). Στη συνέχεια μεταβάλλεται κάποιος παράγοντας της χημικής ισορροπίας και η σύσταση τροποποιείται. Η σύσταση του μίγματος στη νέα θέση ισορροπίας περιγράφεται στη δεύτερη γραμμή του Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Σύσταση μίγματος ισορροπίας για την χημική αντίδραση (1)

	Σ υ σ τ α τ ι κ ό			
Π ο σ ό τ η τ ε ς σ υ σ τ α τ ι κ ώ ν μ ί γ μ α τ ο ς (mol)	$CH_4(g)$	$H_2O(g)$	$CO(g)$	$H_2(g)$
Α ρ χ ι κ ή χ η μ ι κ ή ι σ ο ρ ρ ο π ί α	5	5	20	60
Ν έ α χ η μ ι κ ή ι σ ο ρ ρ ο π ί α	6	6	19	57

**i.** Να εξηγήσετε προς ποια κατεύθυνση έχει μετατοπιστεί η θέση της χημικής ισορροπίας μετά την εφαρμοζόμενη μεταβολή. (μονάδες 5)

**ii.** Να εξηγήσετε ποια από τις παρακάτω μεταβολές παράγοντα της χημικής ισορροπίας έχει οδηγήσει το σύστημα στη νέα θέση χημικής ισορροπίας.

α) Προστέθηκε στο μίγμα της αντίδρασης αδρανές αέριο άζωτο.

β) Αφαιρέθηκε ποσότητα μεθανίου από το μίγμα της αντίδρασης.

γ) Ελαττώθηκε η θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιείται η αντίδραση.

(μονάδες 5)

**γ)** Στις βιομηχανικές μονάδες όπου πραγματοποιείται η αντίδραση (1) χρησιμοποιείται ως καταλύτης μεταλλικό νικέλιο ( $Ni(s)$ ) πάνω σε στερεό υπόστρωμα οξειδίου του αργιλίου ( $Al_2O_3(s)$ ).

**i.** Να εξηγήσετε σε ποιον τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το νικέλιο ( $_{28}Ni$ ). (μονάδες 3)

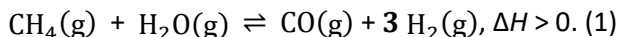
**ii.** Να προσδιορίσετε το πλήθος των μονήρων ηλεκτρονίων που διαθέτει το άτομο του νικελίου στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 2)

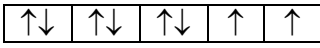
**iii.** Να γράψετε μία ακόμη ιδιότητα (εκτός από την καταλυτική δράση) των στοιχείων που ανήκουν στον ίδιο τομέα με το νικέλιο. (μονάδες 2)

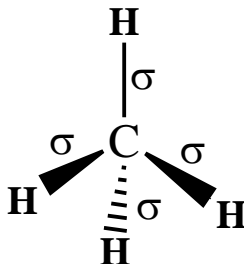
**iv.** Να χαρακτηρίσετε την κατάλυση ως ομογενή ή ετερογενή και να αναφέρετε το όνομα της θεωρίας που ερμηνεύει τον τρόπο δράσης του καταλύτη. (μονάδες 2) **Μονάδες 25**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

α) Είναι  $\alpha = 1$ ,  $\beta = 1$ ,  $\gamma = 1$ ,  $\delta = 3$  και η θερμοχημική εξίσωση (1) έχει ως εξής:



ii. Στο μεθάνιο το άτομο του άνθρακα  σχηματίζει τέσσερις  $\sigma$ -δεσμούς, επομένως ο υβριδισμός των ατομικών τροχιακών του άνθρακα είναι τύπου  $sp^3$  και σχηματίζονται τέσσερις ισοδύναμοι δεσμοί με τα άτομα του υδρογόνου τύπου  $sp^3$ -s.



iii. Τα τέσσερα  $sp^3$  υβριδικά τροχιακά κατευθύνονται στις κορυφές τετραέδρου, επομένως το μόριο του μεθανίου θα έχει τετραεδρικό σχήμα.

β) Παρατηρούμε ότι μετά τη μεταβολή του παράγοντα της χημικής ισορροπίας, οι ποσότητες των  $\text{CH}_4$  και  $\text{H}_2\text{O}$  έχουν αυξηθεί, ενώ αυτές των  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2$  έχουν ελαττωθεί. Επομένως η θέση χημικής ισορροπίας έχει μετατοπιστεί προς τα αριστερά.

i. Έχει ελαττωθεί η θερμοκρασία στην οποία πραγματοποιείται το πείραμα (μεταβολή  $\gamma$ ). Η αντίδραση (1) είναι ενδόθερμη, επομένως με την ελάττωση της θερμοκρασίας, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η θέση της χημικής ισορροπίας θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά (προς την εξώθερμη κατεύθυνση). Στην περίπτωση της μεταβολής ( $\alpha$ ), η θέση της χημικής ισορροπίας δεν επηρεάζεται, ενώ στην περίπτωση της μεταβολής ( $\beta$ ) η ποσότητα του μεθανίου στη νέα θέση χημικής ισορροπίας θα έπρεπε να είναι μικρότερη από την αρχική.

γ) Το  ${}_{28}\text{Ni}$  θα έχει ηλεκτρονιακή δομή:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$  και θα ανήκει στον τομέα  $d$  αφού τα ηλεκτρόνια μέγιστης ενέργειας τοποθετούνται σε υποστιβάδα  $d$ .

i. Στο άτομο του νικελίου στη θεμελιώδη κατάσταση με εξαίρεση την υποστιβάδα  $3d$  οι υπόλοιπες υποστιβάδες που διαθέτουν ηλεκτρόνια είναι πλήρως συμπληρωμένες. Επομένως δεν διαθέτουν μονήρη ηλεκτρόνια. Τα οκτώ ηλεκτρόνια της υποστιβάδας  $3d$  σύμφωνα με τον κανόνα του Hund συμπληρώνουν τρία από τα πέντε τροχιακά της και ημισυμπληρώνουν τα υπόλοιπα δύο τροχιακά, όπως φαίνεται στο σχήμα:

Επομένως το άτομο του νικελίου στη θεμελιώδη κατάσταση διαθέτει δύο μονήρη ηλεκτρόνια.

ii. Τα στοιχεία του τομέα  $d$  (στοιχεία μετάπτωσης) εμφανίζουν σειρά κοινών ιδιοτήτων. όπως:

α. Έχουν μεταλλικό χαρακτήρα

β. Έχουν πολλούς αριθμούς οξειδωσης

γ. Σχηματίζουν έγχρωμες ενώσεις

δ. Σχηματίζουν σύμπλοκα ιόντα

ε. Είναι παραμαγνητικά

(Αρκεί να αναφερθεί μία από τις παραπάνω ιδιότητες).

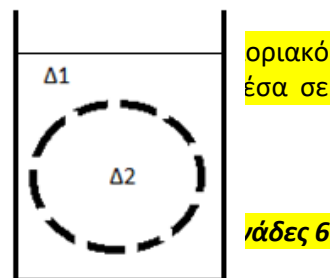
iii. Η κατάλυση είναι ετερογενής, δεδομένου ότι τα αντιδρώντα είναι στην αέρια φάση ενώ ο καταλύτης είναι στερεός. Η ετερογενής κατάλυση ερμηνεύεται με τη θεωρία της προσρόφησης.

### Θέμα 2<sup>ο</sup> 25451

2.1 Μοριακό διάλυμα ζάχαρης (διάλυμα Δ1) συγκέντρωσης  $c_1 = 5 \cdot 10^{-3}$  M έρχεται σε επαφή με ένα διάλυμα ουρίας συγκέντρωσης  $c_2 = 2 \cdot 10^{-2}$  M (διάλυμα Δ2), ίδιας θερμοκρασίας, που περιβάλλεται από ελαστική ημιπερατή μεμβράνη όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

α) Αιτιολογήστε αν θα αυξηθεί ή θα ελαττωθεί ο όγκος του διαλύματος Δ2. (μονάδες 2)

β) Να εξηγήσετε ποιο από τα Δ1 ή Δ2 είναι το υποτονικό διάλυμα. (μονάδες 2)



### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1α)** Ο όγκος του διαλύματος Δ2 θα αυξηθεί. Εφόσον πρόκειται για αραιά μοριακά διαλύματα που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, η ωσμωτική πίεση κάθε διαλύματος είναι ανάλογη της συγκέντρωσής του σύμφωνα με τη σχέση του Van t' Hoff,  $\Pi = c \cdot R \cdot T$ . Η συγκέντρωση του Δ1 σε ζάχαρη είναι μικρότερη από τη συγκέντρωση του Δ2 σε ουρία. Μέχρις ότου εξισωθούν οι ωσμωτικές πιέσεις των δύο διαλυμάτων περισσότερα μόρια νερού θα εισέρχονται στο Δ2 από το Δ1 σε σχέση με αυτά που θα απομακρύνονται από το Δ2 προς το Δ1. Επομένως ο όγκος του διαλύματος Δ2 θα **αυξηθεί**.

**β)** Μεταξύ δύο διαλυμάτων, υποτονικό λέγεται το διάλυμα που έχει **μικρότερη** τιμή ωσμωτικής πίεσης. Μεταξύ των Δ1 και Δ2 το **Δ1** θα είναι το υποτονικό διάλυμα αφού έχει μικρότερη τιμή ωσμωτικής πίεσης από το Δ2.

**2.2 25451** Υδατικά διαλύματα μεθανάλης (φορμαλδεΐδης,  $\text{CH}_2\text{O}$  ή  $\text{HCH}=\text{O}$ ) χρησιμοποιούνται σε εργαστήρια ιστολογίας για τη συντήρηση ζωικών ιστών και την προετοιμασία κυτταρικών παρασκευασμάτων για μικροσκόπηση.

**α)** Να εξηγήσετε αν στη μεθανάλη αναπτύσσεται π-ομοιοπολικός δεσμός. Δίνεται ότι ο άνθρακας έχει ατομικό αριθμό  $Z = 6$ . (μονάδες 4)

**β)** Να εξηγήσετε ποιον τύπο υβριδισμού εμφανίζει το άτομο του άνθρακα στο μόριο της μεθανάλης. (μονάδες 5)

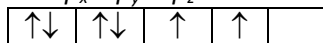
**Μονάδες 9**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

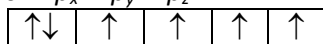
**2.2 α)** Το άτομο του άνθρακα στο μόριο της μεθανάλης σχηματίζει έναν διπλό δεσμό με το άτομο του οξυγόνου. Στον διπλό δεσμό ο ένας είναι σ-δεσμός κι ο δεύτερος είναι π-δεσμός. Επομένως στην μεθανάλη υπάρχει ένας π-δεσμός.

**β)** Οι απλοί δεσμοί μεταξύ του άνθρακα και των ατόμων υδρογόνου είναι σ-δεσμοί. Όπως ήδη αναφέρθηκε μεταξύ του άνθρακα και του οξυγόνου σχηματίζεται ένας σ- και ένας π-δεσμός. Επομένως, ο άνθρακας θα έχει τρία υβριδικά τροχιακά τύπου  $sp^2$  και ένα τροχιακό τύπου  $p$  κάθετο στο επίπεδο των υβριδικών τροχιακών όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί:

Θεμελιώδης κατάσταση:  $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$

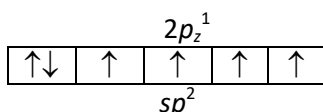


Πρωθυμική κατάσταση:  $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$



Υβριδισμός  $sp^2$ :

$1s^2$

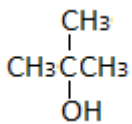


Έτσι, ο άνθρακας σχηματίζει 2 σ-δεσμούς τύπου  $sp^2-s$  με άτομα H και 1 σ-δεσμό τύπου  $sp^2-p$  με το O, και έναν π-δεσμό με επικάλυψη  $p$  τροχιακών του C και O. Επομένως, ο άνθρακας εμφανίζει υβριδισμό  $sp^2$  στο μόριο της μεθανάλης.

**2.3 25451** Η μεθανάλη συμμετέχει σε αντιδράσεις Grignard που οδηγούν στην παρασκευή αλκοολών.

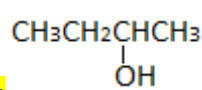
**α)** Να εξηγήσετε ποια από τις αλκοόλες i, ii ή iii μπορεί να παρασκευαστεί με αντίδραση μεταξύ της μεθανάλης και κατάλληλου αντιδραστήριου Grignard. (μονάδες 4)

i.



ii.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

iii.



**β)** Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις μέσω των οποίων παρασκευάζεται η αλκοόλη που επιλέξατε στο ερώτημα α όταν αντιδρά η μεθανάλη με το κατάλληλο αντιδραστήριο Grignard. (μονάδες 6)

**Μονάδες 10**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

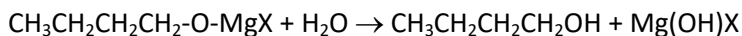
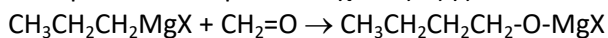
**2.3 α)** Η αλκοόλη ii.

Όταν η μεθανάλη συμμετέχει σε αντιδράσεις Grignard προκύπτουν, μετά την υδρόλυση του προϊόντος,

αποκλειστικά πρωτοταγείς αλκοόλες. Η μοναδική πρωτοταγής αλκοόλη μεταξύ των τριών επιλογών είναι η **αλκοόλη ii**.

**β)** Προκειμένου να προκύψει η αλκοόλη ii (1- βουτανόλη) μέσω αντίδρασης Grignard, πρέπει το οργανομαγνησιακό αντιδραστήριο να διαθέτει τρία άτομα άνθρακα σε ευθύγραμμη αλυσίδα, άρα πρόκειται για το  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{MgX}$ .

Η σειρά των αντιδράσεων έχει ως εξής:



### **Θέμα 2° 24195**

**2.1** Το οξυγόνο ( ${}_8\text{O}$ ) και το θείο ( ${}_{16}\text{S}$ ) αποτελούν δύο από τα απαραίτητα χημικά στοιχεία, τα οποία σχηματίζουν πολλές χημικές ενώσεις, οι οποίες έχουν εφαρμογή στην καθημερινή ζωή και τη βιομηχανία.

**α)** Να γράψετε την ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες και στιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση για τα άτομα του  ${}_8\text{O}$  και του  ${}_{16}\text{S}$ . (μονάδες 4)

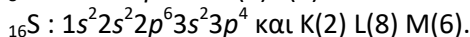
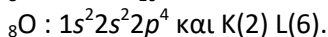
**β)** Να εξηγήσετε σε ποιον τομέα, ποια περίοδο και ποια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα βρίσκεται κάθε ένα από τα παραπάνω στοιχεία. (μονάδες 4)

**γ)** Να αναφέρετε ποιο από τα δύο στοιχεία έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα. (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

**Μονάδες 12**

#### **Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1α)** Η ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες και στιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση για τα άτομα του  ${}_8\text{O}$  και του  ${}_{16}\text{S}$  είναι:

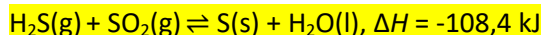


**β)** Το άτομο του O έχει τα ηλεκτρόνια του καταμεμημένα σε δύο στιβάδες, διαθέτει 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και τελευταία συμπληρώνεται η υποστιβάδα p. Συνεπώς το στοιχείο O ανήκει στον p τομέα, βρίσκεται στην 2<sup>η</sup> περίοδο και στην 16<sup>η</sup> (VIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Το άτομο του S έχει τα ηλεκτρόνια του καταμεμημένα σε τρεις στιβάδες, διαθέτει 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και τελευταία συμπληρώνεται η υποστιβάδα p. Συνεπώς το στοιχείο S ανήκει στον p τομέα, βρίσκεται στην 3<sup>η</sup> περίοδο και στην 16<sup>η</sup> (VIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

**γ)** Τα δύο στοιχεία βρίσκονται στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και το S βρίσκεται σε μεγαλύτερη περίοδο από το O. Η ατομική ακτίνα αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω κατά μήκος μίας ομάδας στον Περιοδικό Πίνακα, διότι μεγαλώνει η απόσταση των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας - πυρήνα, οπότε η έλξη των ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας - πυρήνα μειώνεται. Συνεπώς το S έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το O.

**2.2 24195** Δύο ενώσεις του θείου που παράγονται στα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας είναι το  $\text{H}_2\text{S}$  και το  $\text{SO}_2$ , που θεωρούνται σημαντικοί αέριοι ρύποι της ατμόσφαιρας. Τα δύο αέρια απομονώνονται και συλλέγονται στο ίδιο ψυχρό δοχείο, όπου αντιδρούν μεταξύ τους σύμφωνα με την αντίδραση, με σκοπό τη μείωση της ποσότητάς τους:



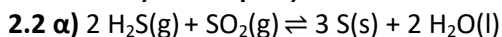
**α)** Να συμπληρώσετε τους συντελεστές της παραπάνω χημικής εξίσωσης. (μονάδες 2)

**β)** Να εξηγήσετε ποιο από τα σώματα  $\text{H}_2\text{S}$  και το  $\text{SO}_2$  είναι το αναγωγικό και ποιο το οξειδωτικό στην παραπάνω αντίδραση. (μονάδες 4)

**γ)** Το δοχείο στο οποίο συλλέγονται τα δύο αέρια  $\text{H}_2\text{S}$  και το  $\text{SO}_2$  είναι ψυχρό. Να εξηγήσετε τη χρήση του ψυχρού δοχείου που έχει σκοπό της μείωση της ποσότητας των δύο αέριων ρύπων. (μονάδες 3)

**δ)** Δύο σώματα που συμμετέχουν στην παραπάνω αντίδραση είναι το  $\text{H}_2\text{S}$  και το  $\text{H}_2\text{O}$ . Το σημείο βρασμού του  $\text{H}_2\text{S}$  είναι  $-60^\circ\text{C}$ , ενώ του  $\text{H}_2\text{O}$  είναι  $100^\circ\text{C}$ , σε πίεση 1 atm. Να εξηγήσετε γιατί το σημείο βρασμού του  $\text{H}_2\text{O}$  είναι αρκετά υψηλότερο από το σημείο βρασμού του  $\text{H}_2\text{S}$ . (μονάδες 4) **Μονάδες 13**

#### **Ενδεικτικές απαντήσεις**



β) Το S στο H<sub>2</sub>S οξειδώνεται, καθώς ο αριθμός οξείδωσής του αυξάνεται από -2 σε 0. Άρα το H<sub>2</sub>S είναι το αναγωγικό σώμα. Το S στο SO<sub>2</sub> ανάγεται, καθώς ο αριθμός οξείδωσής του μειώνεται από +4 σε 0. Άρα το SO<sub>2</sub> είναι το οξειδωτικό σώμα.

γ) Το ΔH της αντίδρασης είναι αρνητικό, συνεπώς η αντίδραση είναι εξώθερμη. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η μείωση της θερμοκρασίας ευνοεί την εξώθερμη αντίδραση. Επομένως, η χημική ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση μετατροπής των αντιδρώντων αέριων ρύπων σε S και H<sub>2</sub>O.

δ) Ανάμεσα στα μόρια του H<sub>2</sub>O αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου. Κάθε ένας από τους δεσμούς αυτούς αναπτύσσεται μεταξύ του H<sup>δ+</sup> του ενός μορίου και του O<sup>2δ-</sup> ενός γειτονικού του μορίου. Αυτές οι διαμοριακές δυνάμεις είναι ισχυρότερες από τις δυνάμεις διπόλου - διπόλου που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του H<sub>2</sub>S. Επομένως απαιτείται υψηλότερη θερμοκρασία για να σπάσουν οι δεσμοί μεταξύ των μορίων του H<sub>2</sub>O, ώστε αυτά να μεταβούν στην αέρια φάση. Για τον λόγο αυτό, το σημείο βρασμού του H<sub>2</sub>O είναι υψηλότερο από αυτό του H<sub>2</sub>S, σε πίεση 1 atm.

## Θέμα 2<sup>ο</sup> 24196

Το 1859 ο Άγγλος χημικός Χένρι Μπόλμαν Κόντι παρασκεύασε την ένωση υπερμαγγανικό κάλιο (KMnO<sub>4</sub>), γνωστή και ως υπερμαγγανική ποτάσα ή ως «κρύσταλλοι του Κόντι». Η ένωση αυτή βρίσκει εφαρμογή τόσο στη βιολογική γεωργία και κηπουρική, όσο και στην ιατρική και γενικότερα στη βιομηχανία.

2.1 α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση για τα άτομα <sup>19</sup>K και <sup>25</sup>Mn. (μονάδες 2)

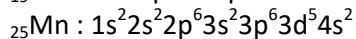
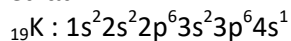
β) Να εξηγήσετε σε ποια περίοδο, ομάδα και τομέα του Περιοδικού Πίνακα βρίσκονται τα στοιχεία K και Mn. (μονάδες 6)

γ) Να συγκρίνετε την ατομική ακτίνα των στοιχείων K και Mn. (μονάδα 1) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

δ) Να εξετάσετε αν το <sup>25</sup>Mn είναι παραμαγνητικό στοιχείο. (μονάδες 2) **Μονάδες 13**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1α) Η ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση για τα άτομα του <sup>19</sup>K και <sup>25</sup>Mn είναι:

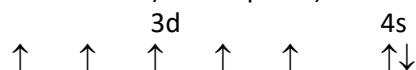


β) Το K έχει 4 στιβάδες, άρα βρίσκεται στην 4<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Διαθέτει 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα και το τελευταίο ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε υποστιβάδα s. Συνεπώς, ανήκει στην 1<sup>η</sup> (IA) ομάδα του s τομέα.

Το Mn έχει 4 στιβάδες, άρα βρίσκεται στην 4<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε υποστιβάδα d επομένως ανήκει στον d τομέα. Η ομάδα, που είναι δευτερεύουσα, καθορίζεται από το άθροισμα των ηλεκτρονίων στην 3d και 4s υποστιβάδα, που είναι ίσο με 7. Συνεπώς, ανήκει στην 7<sup>η</sup> (VIIB) ομάδα.

γ) Η ατομική ακτίνα αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω κατά μήκος μίας ομάδας και από δεξιά προς τα αριστερά κατά μήκος μίας περιόδου του Περιοδικού Πίνακα. Τα δύο στοιχεία βρίσκονται στην ίδια περίοδο και το K βρίσκεται πιο αριστερά από το Mn. Συνεπώς το K έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Mn.

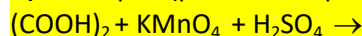
δ) Η κατανομή ηλεκτρονίων στις δύο τελευταίες υποστιβάδες είναι:



Η d υποστιβάδα περιλαμβάνει 5 μονήρη ηλεκτρόνια, άρα το Mn είναι παραμαγνητικό στοιχείο.

2.2 24196 Μία από τις ιδιότητες του KMnO<sub>4</sub> είναι ότι δρα ως ισχυρό οξειδωτικό σώμα. Έτσι, μπορεί να οξειδώσει το οξαλικό οξύ (COOH)<sub>2</sub> παρουσία πυκνού H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

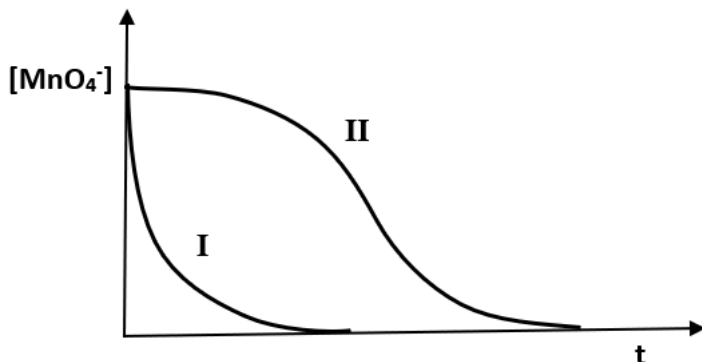
α) Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης:



(μονάδες 3)

β) Να αναφέρετε τι είδους υβριδικά τροχιακά έχει κάθε άτομο άνθρακα του οξαλικού οξέος. Δίνεται ότι ο άνθρακας έχει ατομικό αριθμό Z = 6. (μονάδες 2)

γ) Στη συγκεκριμένη αντίδραση, τα ιόντα  $Mn^{2+}$  που παράγονται παρουσιάζουν καταλυτική δράση. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται πώς μεταβάλλεται η συγκέντρωση των ιόντων  $MnO_4^-$  σε συνάρτηση με τον χρόνο.



Η

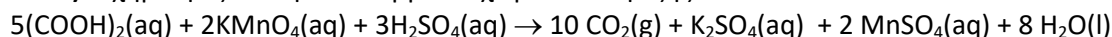
Η

μία καμπύλη αντιστοιχεί στην περίπτωση όπου προστίθεται εξ αρχής ποσότητα καταλύτη που περιέχει  $Mn^{2+}$ . Άλλη καμπύλη αντιστοιχεί σε περίπτωση αυτοκατάλυσης. Να

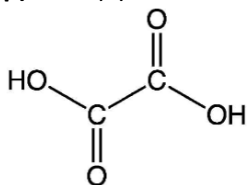
αντιστοιχίσετε τις καμπύλες I και II με κάθε περίπτωση. (μονάδα 1) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 6) **Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

2.2 α) Η χημική εξίσωση που λαμβάνει χώρα είναι η εξής:



β) Όπως φαίνεται από τον παρακάτω συντακτικό τύπο του οξαλικού οξέος, κάθε άτομο άνθρακα συνδέεται με διπλό δεσμό με ένα άτομο οξυγόνου. Συνεπώς ο υβριδισμός που εμφανίζεται σε κάθε άτομο άνθρακα είναι  $sp^2$ .



γ) Στην καμπύλη I φαίνεται απότομη μεταβολή της συγκέντρωσης του  $MnO_4^-$ , που σημαίνει ότι η επιτάχυνση της αντίδρασης γίνεται από την πρώτη χρονική στιγμή, δηλαδή έχει προστεθεί καταλύτης που περιέχει  $Mn^{2+}$ .

Στην καμπύλη II φαίνεται ότι στην αρχή η συγκέντρωση του  $MnO_4^-$  είναι σχεδόν σταθερή. Κι αυτό γιατί η αντίδραση αρχικά γίνεται αργά. Μόλις όμως σχηματιστούν στα προϊόντα ιόντα  $Mn^{2+}$ , που δρουν ως καταλύτης, η αντίδραση επιταχύνεται και η συγκέντρωση του  $MnO_4^-$  μεταβάλλεται απότομα.

Επομένως η καμπύλη I παριστάνει τη συγκέντρωση του  $MnO_4^-$  με την προσθήκη εξ αρχής καταλύτη που περιέχει  $Mn^{2+}$  και η καμπύλη II αποτελεί περίπτωση αυτοκατάλυσης, όπου το ίδιο το προϊόν επιταχύνει την αντίδραση.

### Θέμα 2° 24199

2.1. Το φθοριούχο κάλιο (KF) είναι λευκό στερεό άλας, επιβλαβές κατά την εισπνοή και την κατάποση και η επαφή του με το δέρμα μπορεί να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα. Χρησιμοποιείται για την σύνθεση φθοριούχων οργανικών ενώσεων.

α) Να προσδιορίσετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων κάλιο (K) και φθόριο (F), αν γνωρίζετε ότι το κάλιο βρίσκεται στην τέταρτη περίοδο και πρώτη ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και ότι το φθόριο είναι το στοιχείο με τον μικρότερο ατομικό αριθμό στη 17η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. (μονάδες 8)

β) Ποσότητα του KF διαλύεται σε νερό. Να αιτιολογήσετε γιατί το διάλυμα που θα δημιουργηθεί είναι βασικό. (μονάδες 5) **Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

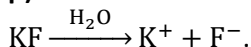
2.1. α) Δεδομένου ότι το κάλιο ανήκει στην τέταρτη περίοδο θα έχει ηλεκτρόνια στις τέσσερις πρώτες στιβάδες και αφού ανήκει στην πρώτη ομάδα θα έχει ένα ηλεκτρόνιο στην υποστιβάδα 4s, άρα η ηλεκτρονιακή του δομή είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ . Το άτομο του καλίου έχει συνολικά 19 ηλεκτρόνια, άρα και 19 πρωτόνια και ατομικό αριθμό 19

Το φθόριο ανήκει στη 17<sup>η</sup> ομάδα του περιοδικού πίνακα επομένως έχει 5 ηλεκτρόνια σε υποστιβάδα p όπου και τοποθετείται το τελευταίο του ηλεκτρόνιο. Επειδή έχει την μικρότερη ατομική μάζα μεταξύ όλων των στοιχείων της ομάδας του έχει ηλεκτρόνια μόνο σε μία υποστιβάδα p. Η ηλεκτρονιακή δομή είναι:  $1s^2 2s^2 2p^5$ .



Το άτομο του φθορίου επομένως θα έχει συνολικά 9 ηλεκτρόνια, άρα και 9 πρωτόνια και ατομικό αριθμό 9.

**β)** Το KF είναι ιοντική ένωση άρα δίδεται στο νερό σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Το  $\text{K}^+$  το οποίο στο διάλυμα βρίσκεται υπό τη μορφή του εφυδατωμένου ιόντος  $\text{K}^+(\text{H}_2\text{O})_x$ , είναι συζυγές οξύ της ισχυρής βάσης KOH και δεν αντιδρά με το  $\text{H}_2\text{O}$ . Το  $\text{F}^-$ , αντιδρά με το νερό σύμφωνα με την χημική εξίσωση:  $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HF} + \text{OH}^-$ . Η επιπλέον παραγωγή  $\text{OH}^-$  καθιστά το διάλυμα βασικό.

**2.2. 24199** Σε δοχείο σταθερού όγκου και υπό σταθερή θερμοκρασία  $\theta_1$  °C, εισάγουμε αέριο  $\text{N}_2\text{O}_4$  οπότε λαμβάνει χώρα η αντίδραση:  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ ,  $\Delta H > 0$ .

Το παρακάτω κοινό διάγραμμα περιγράφει τις συγκεντρώσεις των δύο αερίων σε συνάρτηση με το χρόνο.

**α)** Να αιτιολογήσετε την ορθότητα των παρακάτω προτάσεων:

**i)** Η καμπύλη (1) του διαγράμματος αντιστοιχεί στο  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ . (μονάδες 2)

**ii)** Από το διάγραμμα προκύπτει ότι η αντίδραση καταλήγει σε χημική ισορροπία, μετά τον χρόνο  $t_1$ . (μονάδες 2)

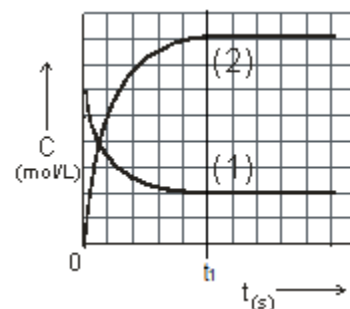
**β)** Σε όμοιο δοχείο υπό σταθερή θερμοκρασία  $\theta_2$  °C (όπου  $\theta_2 > \theta_1$ ) εισάγουμε την ίδια ποσότητα  $\text{N}_2\text{O}_4$  και εξελίσσεται η ίδια αντίδραση.

Να συγκρίνετε με την χρήση των λέξεων μεγαλύτερη, ίση ή μικρότερη:

**i)** τις αρχικές ταχύτητες της αντίδρασης στις δύο διαφορετικές θερμοκρασίες και

**ii)** τις αποδόσεις των αντιδράσεων στις δύο διαφορετικές θερμοκρασίες. (μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 6)



**Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.2.α) i)** Η καμπύλη (1) του διαγράμματος αντιστοιχεί στην αρχικά εισαγόμενη ουσία  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  η οποία με την έναρξη της αντίδρασης μειώνεται παράγοντας το προϊόν  $\text{NO}_2$ .

**ii)** Η αντίδραση καταλήγει σε χημική ισορροπία γιατί οι συγκεντρώσεις των δύο αερίων μετά από τον χρόνο  $t_1$  σταθεροποιούνται, χωρίς να μηδενίζεται η συγκέντρωση του  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

**β) i)** Στο δεύτερο δοχείο η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης στο πρώτο δοχείο.

Αυτό συμβαίνει επειδή η αυξημένη θερμοκρασία αυξάνει την κινητική ενέργεια άρα και την ταχύτητα των μορίων του  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ , με αποτέλεσμα στον ίδιο χρόνο να πραγματοποιούνται περισσότερες αποτελεσματικές συγκρούσεις που οδηγούν στην παραγωγή του προϊόντος.

**ii)** Η απόδοση της αντίδρασης στο δεύτερο δοχείο είναι μεγαλύτερη από την απόδοση της αντίδρασης στο πρώτο δοχείο. Η αντίδραση είναι ενδόθερμη και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί τη θέση της χημικής ισορροπίας προς την ενδόθερμη πλευρά, άρα οδηγεί τη συγκεκριμένη αντίδραση προς τα δεξιά, με αποτέλεσμα η απόδοση της αντίδρασης στο δεύτερο δοχείο να είναι αυξημένη σε σχέση με το πρώτο δοχείο.

### **Θέμα 2° 24200**

**2.1.** Τα χημικά στοιχεία χλώριο (Cl) και βρώμιο (Br) είναι στοιχεία της  $17^{\text{ης}}$  (VIIA) ομάδας του Περιοδικού Πίνακα και βρίσκονται στην  $3^{\text{η}}$  και  $4^{\text{η}}$  περίοδο του Περιοδικού Πίνακα αντίστοιχα.

**α)** Να προσδιορίσετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων χλώριο και βρώμιο. (μονάδες 6)

**β)** Σε συνθήκες περιβάλλοντος το  $\text{Cl}_2$  είναι αέριο ενώ το  $\text{Br}_2$  υγρό. Να εξηγήσετε τη διαφορά στη φυσική κατάσταση των παραπάνω στοιχείων με βάση την ισχύ των διαμοριακών δυνάμεων που ασκούνται σε κάθε περίπτωση. Δίνονται:  $A_r(\text{Cl})=35,5$  και  $A_r(\text{Br})=80$ . (μονάδες 6)

**Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1. α)** Το χλώριο και το βρώμιο ανήκουν στη  $17^{\text{η}}$  ομάδα του Περιοδικού Πίνακα επομένως τα τελευταία 5 ηλεκτρόνια τους, σύμφωνα με τη δόμηση aufbau, τοποθετούνται σε υποστιβάδα p.

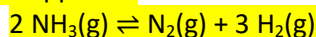
Το χλώριο αφού ανήκει στην τρίτη περίοδο θα έχει ηλεκτρόνια σε τρεις στιβάδες άρα θα έχει ηλεκτρονιακή δομή:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ . Αφού έχει συνολικά 17 ηλεκτρόνια, θα έχει και 17 πρωτόνια, άρα θα έχει ατομικό αριθμό 17.



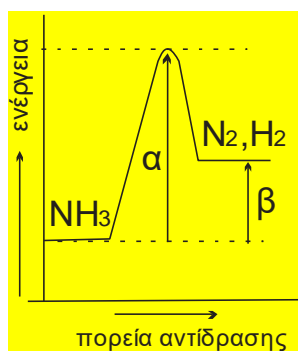
Το βρώμιο αφού ανήκει στην τέταρτη περίοδο θα έχει ηλεκτρόνια σε τέσσερις στιβάδες άρα θα έχει ηλεκτρονιακή δομή:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ . Άρα έχει συνολικά 35 ηλεκτρόνια, θα έχει και 35 πρωτόνια, άρα θα έχει ατομικό αριθμό 35.

**β)** Τα μόρια των  $Cl_2$  και  $Br_2$  δεν εμφανίζουν πολικότητα επειδή συγκροτούνται με ομοιοπολικούς δεσμούς μεταξύ ομοίων ατόμων (μη πολικοί δεσμοί). Επομένως ανάμεσα στα μόρια μιας ποσότητας μορίων  $Cl_2$  ή μιας ποσότητας μορίων  $Br_2$  θα αναπτύσσονται ελκτικές δυνάμεις μεταξύ στιγμιαίων διπόλων (δυνάμεις διασποράς ή London), οι οποίες είναι ισχυρότερες στο  $Br_2$  λόγω του μεγαλύτερου  $M_r$  που έχει. Για το λόγο αυτό, το  $Br_2$  υγροποιείται ευκολότερα απ' ό,τι το  $Cl_2$ , με αποτέλεσμα το  $Br_2$  να είναι υγρό και το  $Cl_2$  αέριο σε συνθήκες περιβάλλοντος.

**2.2. 24200** Σε δοχείο όγκου  $V$  εισάγεται ποσότητα αέριας αμμωνίας ( $NH_3$ ), οπότε πραγματοποιείται χημική αντίδραση, η οποία καταλήγει σε χημική ισορροπία:



Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι ενεργειακές μεταβολές που παρατηρούνται κατά την πραγματοποίηση της αντίδρασης.



**α)** Να απαντήσετε στις παρακάτω ερωτήσεις:

**i)** Σε τι αντιστοιχούν οι ενεργειακές μεταβολές που αναπαριστούν τα γράμματα  $\alpha$  και  $\beta$  του σχήματος; (μονάδες 2)

**ii)** Η αντίδραση  $2 NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3 H_2(g)$  είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη; (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 2)

**β)** Να γράψετε ποια επίδραση (αύξηση, μείωση, καμιά μεταβολή) θα έχουν οι παρακάτω μεταβολές στην απόδοση της παραπάνω αντίδρασης:

**i)** αν σε όμοιο δοχείο εισάγουμε την ίδια ποσότητα αμμωνίας αλλά η αντίδραση πραγματοποιείται σε υψηλότερη θερμοκρασία.

**ii)** σε δοχείο μισού όγκου σε σχέση με το αρχικό εισάγουμε ίση ποσότητα αμμωνίας και η αντίδραση πραγματοποιείται στην ίδια θερμοκρασία με την αρχική. (μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας (μονάδες 6) **Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.2.α) i)** Το  $\alpha$  αντιστοιχεί στην ενέργεια ενεργοποίησης ( $E_a$ ) και το  $\beta$  στη μεταβολή της ενθαλπίας ( $\Delta H$ ) της προς τα δεξιά αντίδρασης.

**ii)** Η αντίδραση  $2 NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3 H_2(g)$  είναι ενδόθερμη γιατί από το διάγραμμα φαίνεται ότι η ενθαλπία προϊόντων είναι μεγαλύτερη από την ενθαλπία αντιδρώντων.

**β) i)** Η αντίδραση είναι ενδόθερμη. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την αντίδραση προς την ενδόθερμη πλευρά, άρα μετατοπίζει τη συγκεκριμένη ισορροπία προς τα δεξιά. Επομένως η απόδοση της αντίδρασης θα αυξηθεί.

**ii)** Στο δοχείο μισού όγκου, τα αέρια που συμμετέχουν στη χημική ισορροπία θα αναπτύξουν διπλάσια πίεση. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η αύξηση της πίεσης, με μεταβολή του όγκου του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία, μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση που έχουμε λιγότερα mol αερίων. Άρα η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά και η απόδοση της αντίδρασης θα είναι μικρότερη.

**Θέμα 2° 24206**

**2.1. α)** Τόσο το άτομο του Cr όσο και το ιόν  $Fe^{2+}$  διαθέτουν από 24 ηλεκτρόνια.

i. Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές του Cr και του  $\text{Fe}^{2+}$  στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 4)

ii. Να εξηγήσετε ποιο από τα παραπάνω σωματίδια έχει μεγαλύτερο μέγεθος. (μονάδες 2)

β) Να αιτιολογήσετε σε ποια περίοδο, ποια ομάδα και ποιον τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα στοιχεία Cr και Fe. (μονάδες 3)

γ) Το Mn βρίσκεται ανάμεσα στο Cr και στο Fe στον Περιοδικό Πίνακα. Να εξηγήσετε πόσα ηλεκτρόνια του ατόμου του Mn, στη θεμελιώδη κατάσταση έχουν  $m_l = +1$ . (μονάδες 3)

### Μονάδες 12

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 α) i.  ${}_{24}\text{Cr}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

${}_{26}\text{Fe}^{2+}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$

ii. Τα σωματίδια αυτά είναι ισοηλεκτρονιακά. Όσο μεγαλύτερος ο ατομικός αριθμός τόσο μεγαλύτερο το φορτίο του πυρήνα, οπότε είναι και ισχυρότερη η ελκτική δύναμη του πυρήνα στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας, με αποτέλεσμα να είναι μικρότερο το μέγεθος του σωματιδίου. Οπότε όσο μεγαλύτερος είναι ο ατομικός αριθμός τόσο μικρότερο είναι το μέγεθος. Συνεπώς το άτομο του Cr έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το ιόν  $\text{Fe}^{2+}$ .

β)  ${}_{24}\text{Cr}$ : 4<sup>η</sup> περίοδος, d τομέας, 6<sup>η</sup> ή VIB ομάδα.

${}_{26}\text{Fe}$ : 4<sup>η</sup> περίοδος, d τομέας, 8<sup>η</sup> ή VIII ομάδα.

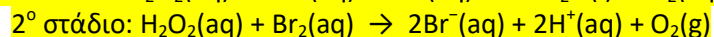
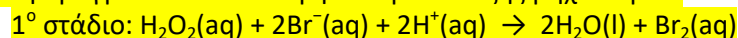
γ) Επειδή το Mn βρίσκεται ανάμεσα στο  ${}_{24}\text{Cr}$  και το  ${}_{26}\text{Fe}$  συμπεραίνουμε ότι έχει ατομικό αριθμό  $Z = 25$ . Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου  ${}_{25}\text{Mn}$  δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι η εξής:  ${}_{25}\text{Mn}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ .

Συνεπώς το άτομο του Mn έχει 5 ηλεκτρόνια με  $m_l = +1$ . Πιο συγκεκριμένα είναι 2 ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 2p, 2 ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 3p και 1 ηλεκτρόνιο στην υποστιβάδα 3d.

2.2. 24206 Στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών μια ομάδα μαθητών πραγματοποιεί ένα πείραμα, σχετικά με τη δράση των καταλυτών στην ταχύτητα μιας αντίδρασης. Σε διάλυμα  $\text{H}_2\text{O}_2$  η ομάδα πρόσθεσε διάλυμα NaBr. Τα ιόντα βρωμίου ( $\text{Br}^-$ ) στο διάλυμα δρουν καταλυτικά στην αντίδραση διάσπασης του  $\text{H}_2\text{O}_2$  σε νερό και αέριο οξυγόνο.

α) Να γράψετε τη χημική εξίσωση που περιγράφει την παραπάνω διάσπαση του  $\text{H}_2\text{O}_2$  και να εξηγήστε αν η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική ή μεταθετική. (μονάδες 4)

β) Η παραπάνω διάσπαση πραγματοποιείται σύμφωνα με τον εξής μηχανισμό:



i. Να εξηγήσετε αν η κατάλυση είναι ομογενής ή ετερογενής και να αναφέρετε με ποια θεωρία ερμηνεύεται ικανοποιητικά. (μονάδες 3)

ii. Στην αρχή της αντίδρασης οι μαθητές στο φύλλο εργασίας τους κατέγραψαν έντονο αφρισμό και ότι το χρώμα του διαλύματος ήταν κόκκινο. Στη συνέχεια ο αφρισμός μειώθηκε μέχρι που εξαφανίστηκε και παρατηρήθηκε αποχρωματισμός του διαλύματος.

Να εξηγήσετε τις παραπάνω παρατηρήσεις των μαθητών στη συγκεκριμένη πειραματική διαδικασία. (μονάδες 6)

### Μονάδες 13

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2 α)  $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$

Ο αριθμός οξείδωσης του οξυγόνου (O) στην ένωση  $\text{H}_2\text{O}_2$  είναι ίσος με -1 ενώ στο  $\text{H}_2\text{O}$  είναι ίσος με -2 και στο  $\text{O}_2$  είναι ίσος με το 0. Συνεπώς επειδή αλλάζει ο αριθμός οξείδωσης ενός στοιχείου η αντίδραση χαρακτηρίζεται ως οξειδοαναγωγική.

β) i.  $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{Br}^-(\text{aq})} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$

Επειδή το αντιδρών και ο καταλύτης βρίσκονται στην ίδια φάση, η κατάλυση χαρακτηρίζεται ως ομογενής. Από τον μηχανισμό παρατηρούμε τον σχηματισμό του ενδιάμεσου προϊόντος  $\text{Br}_2$  στο 1<sup>ο</sup> στάδιο, καθώς και την ανάκτηση του καταλύτη στο 2<sup>ο</sup> στάδιο. Οπότε η θεωρία που ερμηνεύει ικανοποιητικά τη συγκεκριμένη κατάλυση είναι η θεωρία των ενδιάμεσων προϊόντων.

ii. Ο αφρισμός είναι έντονος στην αρχή και στη συνέχεια μειώνεται μέχρι που εξαφανίζεται διότι η ταχύτητα παραγωγής του αερίου  $\text{O}_2$  είναι μέγιστη στην αρχή της αντίδρασης και στη συνέχεια συνεχώς ελαττώνεται

μέχρι που τελικά μηδενίζεται.

Το διάλυμα αποκτά στην αρχή καστανέρυθρο χρώμα, διότι σχηματίζεται το ενδιάμεσο προϊόν  $\text{Br}_2$ . Στη συνέχεια το παραγόμενο  $\text{Br}_2$  αντιδρά με  $\text{H}_2\text{O}$  και έτσι παράγεται  $\text{Br}^-$ , οπότε παρατηρείται αποχρωματισμός του διαλύματος.

### Θέμα 2° 24207

**2.1 α)** Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:

i. Στο ιόν  ${}_3\text{Li}^{2+}$  το ατομικό τροχιακό με  $n = 2$ ,  $\ell = 0$  και  $m_\ell = 0$  έχει μικρότερη ενέργεια από το τροχιακό με  $n = 2$ ,  $\ell = 1$  και  $m_\ell = 0$ .

ii. Το στοιχείο, το άτομο του οποίου στη θεμελιώδη του κατάσταση διαθέτει 7 p ηλεκτρόνια, ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο και στην 13<sup>η</sup> (IIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

iii. Αν σε δοχείο σταθερού όγκου στο οποίο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , ελαττώσουμε τη θερμοκρασία, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά.

iv. Υδατικό διάλυμα φαινόλης ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) έχει  $\text{pH} > 7$  στους 25 °C. (μονάδες 4)

**β)** Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8) **Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1 α)** i. Λανθασμένη ii. Σωστή iii. Λανθασμένη iv. Λανθασμένη

**β)** i. Το  ${}_3\text{Li}^{2+}$  είναι υδρογονοειδές (ιόν με 1 μόνο ηλεκτρόνιο). Επομένως τα τροχιακά που ανήκουν στην ίδια στιβάδα αντιστοιχούν στην ίδια ενέργεια.

Δηλαδή ισχύει ότι:  $E_{(2s)} = E_{(2p)}$ .

ii. Η κατανομή των ηλεκτρονίων του ατόμου αυτού σε υποστιβάδες είναι:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ . Επομένως ανήκει στη 13<sup>η</sup> ή IIIA ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

iii. Επειδή η ενθαλπία του  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  είναι μεγαλύτερη από την ενθαλπία του  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  συμπεραίνουμε ότι η αντίδραση με φορά προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη ( $\Delta H > 0$ ). Όταν ελαττωθεί η θερμοκρασία σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς την εξώθερμη κατεύθυνση, δηλαδή προς τα αριστερά.

iv. Οι φαινόλες ιοντίζονται στο νερό σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ . Συνεπώς σε ένα υδατικό διάλυμα φαινόλης ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) θα ισχύει:  $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$  οπότε το  $\text{pH} < 7$  στους 25 °C.

**2.2 24207** Στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών μια ομάδα μαθητών υλοποίησε πείραμα χημικής κινητικής, κάνοντας χρήση πειραματικής διάταξης που παρουσιάζεται διπλανό σχήμα. Πραγματοποίησε 3 πειράματα οποία κατέγραφε τον όγκο του παραγόμενου τακτά χρονικά διαστήματα, χρησιμοποιώντας περίσσεια ταινίας μεταλλικού Mg σε διάλυμα και τις παρακάτω συνθήκες:

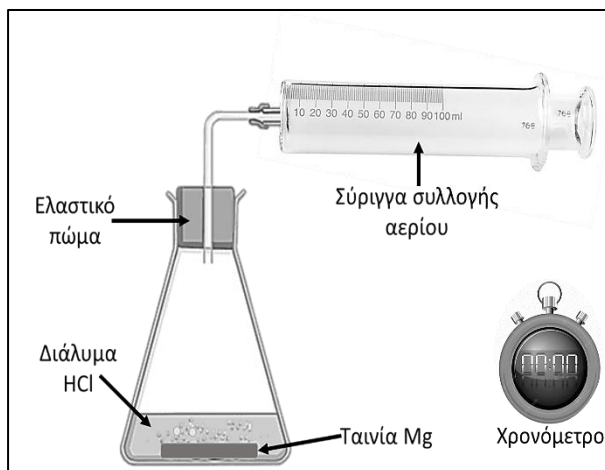
1° Πείραμα: έλασμα Mg, 10 mL διαλύματος M, θερμοκρασία 20 °C.

2° Πείραμα: έλασμα Mg, 5 mL διαλύματος HCl θερμοκρασία 20 °C.

3° Πείραμα: ρινίσματα Mg, 8 mL διαλύματος 2,5 M, θερμοκρασία 25 °C.

Με βάση τα πειράματα αυτά οι μαθητές κατέγραψαν τις παρατηρούμενες τιμές του παραγόμενου όγκου υδρογόνου και σχεδίασαν γραφικές παραστάσεις που φαίνονται στο διπλανό διάγραμμα.

**α)** Να αντιστοιχήσετε τα πειράματα 1, 2 και 3 με καμπύλες I, II και III. (μονάδες 3)

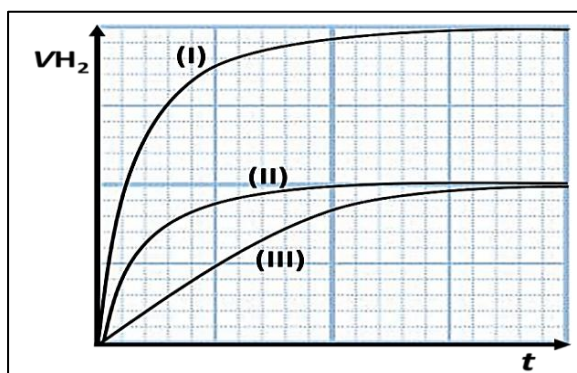


ένα της στο στα  $\text{H}_2$ , σε πάντα HCl

HCl 1

2 M,

HCl



τις

τις

**β)** Στα 3 πειράματα να διατάξετε κατά φθίνουσα σειρά την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης (μονάδα 1) και τον όγκο του παραγόμενου  $H_2$  μετρημένο σε STP συνθήκες (μονάδα 1). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 8) **Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.2 α) 1°** πείραμα – καμπύλη III

**2°** πείραμα – καμπύλη II

**3°** πείραμα – καμπύλη I

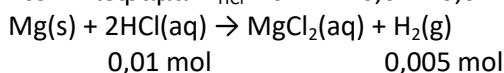
**β)** Για την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης στα 3 πειράματα ισχύει ότι:  $u_3 > u_2 > u_1$ .

Την μεγαλύτερη ταχύτητα έχει η αντίδραση στο 3° πείραμα σε σχέση με το 2° και το 1°, διότι σε σχέση με τα άλλα δύο πειράματα:

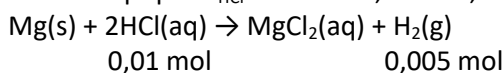
- το στερεό αντιδρών είναι σε ρινίσματα, οπότε έχει μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής σε σχέση με το έλασμα.
- η συγκέντρωση του διαλύματος HCl είναι μεγαλύτερη.
- η θερμοκρασία του διαλύματος είναι μεγαλύτερη.

Η ταχύτητα της αντίδρασης στο 2° πείραμα είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την ταχύτητα της αντίδρασης στο 1° πείραμα, διότι ενώ το στερεό αντιδρών έχει την ίδια επιφάνεια επαφής και το διάλυμα HCl την ίδια θερμοκρασία, το διάλυμα HCl έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση.

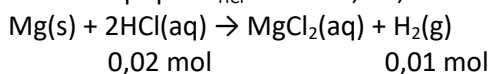
Στο 1° πείραμα:  $n_{HCl} = c \cdot V = 1 \cdot 0,01 = 0,01 \text{ mol}$ .



Στο 2° πείραμα:  $n_{HCl} = c \cdot V = 2 \cdot 0,005 = 0,01 \text{ mol}$ .



Στο 3° πείραμα:  $n_{HCl} = c \cdot V = 2,5 \cdot 0,008 = 0,02 \text{ mol}$ .



Παρατηρούμε ότι ισχύει:  $n_{H_2(3)} = 2 \cdot n_{H_2(1)} = 2 \cdot n_{H_2(2)}$  επομένως θα ισχύει και η ίδια σχέση για τους αντίστοιχους όγκους. Δηλαδή:  $V_{H_2(3)} = 2 \cdot V_{H_2(1)} = 2 \cdot V_{H_2(2)}$

## **Θέμα 2° 24208**

**2.1 α)** Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις: (μονάδες 4)

- Ο πολυμερισμός που γίνεται με δύο ή περισσότερα είδη μονομερών ονομάζεται συμπολυμερισμός.
- Δύο υδατικά διαλύματα γλυκόζης και NaCl ίδιας συγκέντρωσης και θερμοκρασίας είναι ισοτονικά.
- Το χημικό στοιχείο  ${}_{15}\text{P}$  ανήκει στην IIIA ή 13<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.
- Στο μόριο του 1,3 βουταδιενίου ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ ) όλα τα άτομα άνθρακα έχουν υβριδισμό  $sp^2$ .

**β)** Να αιτιολογήσετε τις λανθασμένες προτάσεις. (μονάδες 8)

**Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1 α) i.** Σωστή.      **ii.** Λανθασμένη.      **iii.** Λανθασμένη.      **iv.** Σωστή.

**β) ii.** Για το μοριακό διάλυμα γλυκόζης, συγκέντρωσης  $c \text{ M}$  και θερμοκρασίας  $T$ , ισχύει:

$$\Pi_1 = c \cdot R \cdot T \quad (1)$$

Στο διάλυμα NaCl, συγκέντρωσης  $c \text{ M}$  και θερμοκρασίας  $T$ , πραγματοποιείται η διάσταση του άλατος σύμφωνα με την εξίσωση:  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ .

Από τη στοιχειομετρία της διάστασης προκύπτει ότι στο διάλυμα NaCl τα διαλυμένα σωματίδια είναι τα ιόντα  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$ , το καθένα με συγκέντρωση  $c \text{ M}$ . Οπότε η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων είναι  $2 \cdot c \text{ M}$  και το διάλυμα έχει ωσμωτική πίεση:  $\Pi_2 = 2 \cdot c \cdot R \cdot T \Rightarrow \Pi_2 = 2 \cdot \Pi_1$ .

Συνεπώς, το διάλυμα γλυκόζης είναι υποτονικό σε σχέση με το διάλυμα NaCl.

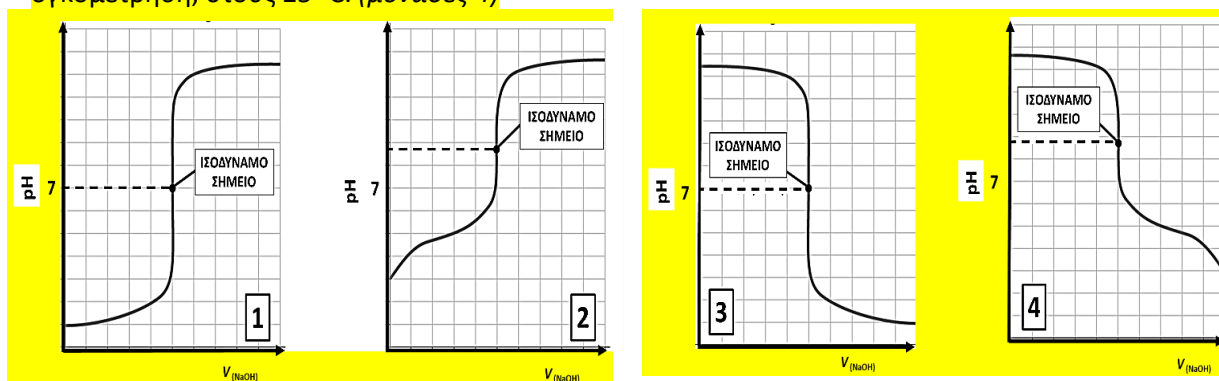
**iii.** Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου  ${}_{15}\text{P}$  σε υποστιβάδες, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ . Οπότε ανήκει στην VA ή 15<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

**2.2. 24208** Στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών μια ομάδα μαθητών πρέπει να υλοποιήσει ένα πείραμα, ώστε να υπολογίσει την περιεκτικότητα σε οξικό οξύ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), του ξυδιού εμπορίου, με πρότυπο διάλυμα  $\text{NaOH}$  με τη μέθοδο της ογκομέτρησης.

**α)** Να εξηγήσετε αν η ογκομέτρηση αυτή χαρακτηρίζεται ως οξυμετρία ή αλκαλιμετρία. (μονάδες 2)

**β)** Να περιγράψετε την πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσει η ομάδα των μαθητών, αν έχει στη διάθεσή της τα παρακάτω σκεύη και χημικές ουσίες από τον εξοπλισμό του εργαστηρίου: γυάλινο χωνί, κωνική φιάλη, πουάρ σιφωνίου 3 βαλβίδων, προχοϊδα των 50 mL προσαρμοσμένη σε βάση στήριξης με ορθοστάτη και λαβίδα, βαθμονομημένο σιφώνιο των 10 mL (για λήψη δείγματος ξυδιού), πρότυπο διάλυμα  $\text{NaOH}$  1 M, δείγμα ξυδιού εμπορίου, κωνική φιάλη των 250 mL και δείκτη φαινολοφθαλεΐνη σε σταγονομετρικό φιαλίδιο. Δίνεται ότι η περιοχή pH αλλαγής χρώματος της φαινολοφθαλεΐνης στους 25 °C είναι: 8,3 – 10 (άχρωμο – κόκκινο). (μονάδες 7)

**γ)** Να δικαιολογήσετε ποιο από τα διαγράμματα ①, ②, ③ ή ④ περιγράφει καλύτερα την παραπάνω ογκομέτρηση, στους 25 °C. (μονάδες 4)



**Μονάδες 13**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.2. α)** Η συγκεκριμένη ογκομέτρηση χαρακτηρίζεται ως αλκαλιμετρία καθώς το πρότυπο διάλυμα που χρησιμοποιείται είναι διάλυμα βάσης ( $\text{NaOH}$ ).

**β)** Γεμίζουμε την προχοϊδα, με τη βοήθεια γυάλινου χωνιού, με το πρότυπο διάλυμα  $\text{NaOH}$  1 M. Σημειώνουμε με ακρίβεια την ένδειξη αρχικού όγκου του διαλύματος  $\text{NaOH}$  στην προχοϊδα, μια και θα μετράμε τη διαφορά της τελικής ένδειξης από την αρχική ένδειξη. Με το βαθμονομημένο σιφώνιο πλήρωσης και τη βοήθεια του πουάρ σιφωνίου τριών βαλβίδων, μεταφέρουμε ορισμένο όγκο ξυδιού στην κωνική φιάλη των 250 mL. Προσθέτουμε στην κωνική φιάλη 3 – 4 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Αρχίζουμε να ρίχνουμε στάγδην, και υπό συνεχή ανάδευση, το διάλυμα του  $\text{NaOH}$  από την προχοϊδα στην κωνική φιάλη μέχρι που να εμφανιστεί το ρόδινο χρώμα της φαινολοφθαλεΐνης (τελικό σημείο ογκομέτρησης). Σημειώνουμε με ακρίβεια την τελική ένδειξη όγκου του διαλύματος  $\text{NaOH}$  στην προχοϊδα. Ο όγκος του διαλύματος  $\text{NaOH}$  που καταναλώθηκε για το τελικό σημείο της ογκομέτρησης είναι η διαφορά τελικής μείον αρχικής ένδειξης της προχοϊδας.

Επαναλαμβάνουμε την παραπάνω διαδικασία άλλες δύο φορές, ώστε να πάρουμε συνολικά τρεις μετρήσεις. Υπολογίζουμε τον μέσο όρο των μετρήσεων όγκου του διαλύματος  $\text{NaOH}$ .

**γ)** Το διάγραμμα ② περιγράφει καλύτερα την συγκεκριμένη ογκομέτρηση.

Επειδή είναι αλκαλιμετρία, θα πρέπει το pH του ογκομετρούμενου διαλύματος να αυξάνεται κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης. Η αντίδραση που πραγματοποιείται περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ . Στο ισοδύναμο σημείο τα αντιδρώντα  $\text{CH}_3\text{COOH}$  και  $\text{NaOH}$  έχουν αντιδράσει στοιχειομετρικά, οπότε στο ογκομετρούμενο διάλυμα υπάρχει μόνο  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , το οποίο διίσταται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:  $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+$ .

Το ιόν  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  αντιδρά με το νερό καθώς προέρχεται από ασθενές οξύ σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$ . Οπότε το διάλυμα στο ισοδύναμο σημείο είναι βασικό,  $\text{pH} > 7$  στους 25 °C. Το μόνο διάγραμμα το οποίο είναι σύμφωνο με όλα τα παραπάνω είναι το ②.

### Θέμα 2° 24210

**2.1 α)** Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:



i. Κατά την εξάχνωση του CO<sub>2</sub> (μετατροπή του O=C=O από στερεό σε αέριο) εξασθενούν σημαντικά οι ομοιοπολικοί δεσμοί ανάμεσα στα άτομα άνθρακα και οξυγόνου.

ii. Στο τροχιακό 5p<sub>x</sub> μπορούν να βρεθούν μέχρι 6 ηλεκτρόνια.

iii. Οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας της απλής αντίδρασης: A(s) → B(g) + Γ(g) είναι mol·L<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>.

iv. Κατά την αντίδραση CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>Cl με υδατικό διάλυμα NaOH σχηματίζεται αιθάνιο και η αντίδραση χαρακτηρίζεται ως απόσπαση. (μονάδες 4)

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8)

Μονάδες 12

Ενδεικτικές απαντήσεις

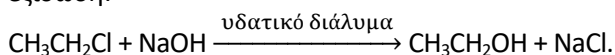
2.1 α) i. Λανθασμένη ii. Λανθασμένη iii. Σωστή iv. Λανθασμένη

β) i. Όταν πραγματοποιείται εξάχνωση – η οποία αποτελεί αλλαγή φυσικής κατάστασης από στερεό σε αέριο – τότε εξασθενούν οι διαμοριακές δυνάμεις και όχι οι ενδομοριακές (ομοιοπολικοί δεσμοί). Επειδή το μόριο του CO<sub>2</sub> είναι μη πολικό, ανάμεσα στα μόριά του ασκούνται μόνο δυνάμεις διασποράς, με αποτέλεσμα κατά την εξάχνωση του CO<sub>2</sub> να εξασθενούν οι δυνάμεις διασποράς.

ii. Σε κάθε τροχιακό, σύμφωνα με την απαγορευτική αρχή του Pauli, μπορούν να βρεθούν το πολύ μέχρι 2 ηλεκτρόνια. Επομένως και στο τροχιακό 5p<sub>x</sub> μπορούν να βρεθούν μέχρι 2 ηλεκτρόνια.

iii. Επειδή η αντίδραση είναι απλή, ο νόμος ταχύτητας είναι:  $u = k$ . Επομένως οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας είναι ίδιες με τις μονάδες της ταχύτητας της αντίδρασης, δηλαδή: mol·L<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>.

iv. Κατά την αντίδραση CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>Cl με υδατικό διάλυμα NaOH σχηματίζεται αλκοόλη και όχι αλκένιο και η αντίδραση χαρακτηρίζεται υποκατάσταση και όχι απόσπαση. Η αντίδραση αυτή περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



2.2 24210 Ο ανοξειδωτος χάλυβας έχει μεγάλη αντοχή στη διάβρωση καθώς και μεγάλη μηχανική αντοχή. Είναι ένα κράμα από άνθρακα (<sub>6</sub>C), χρώμιο (<sub>24</sub>Cr) και σίδηρο (<sub>26</sub>Fe), αλλά μπορεί να περιέχει και άλλα χημικά στοιχεία όπως το μολυβδαίνιο (<sub>42</sub>Mo).

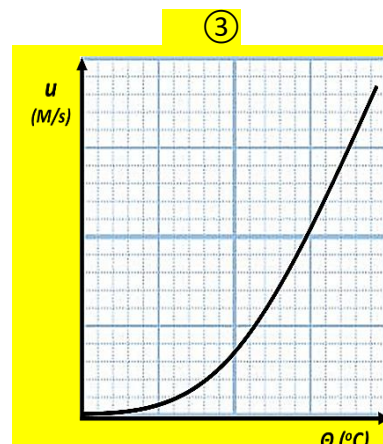
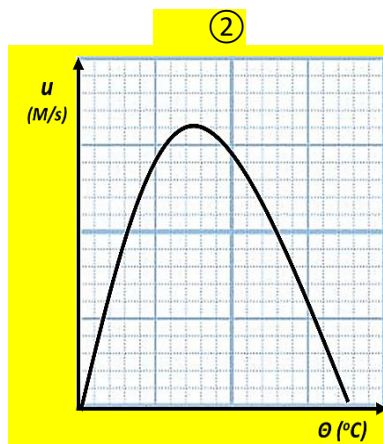
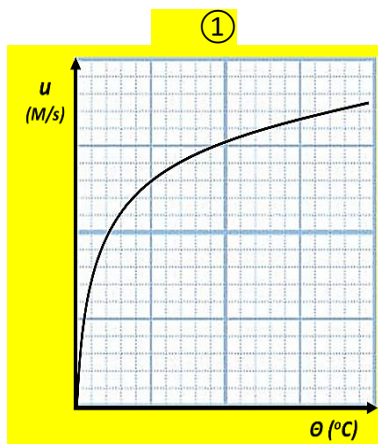
α) Να βρείτε σε ποια ομάδα, περίοδο και τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα χημικά στοιχεία: άνθρακας (<sub>6</sub>C) και χρώμιο (<sub>24</sub>Cr). (μονάδες 4)

β) Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του μολυβδαινίου (<sub>42</sub>Mo) σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>6</sup> 3d<sup>10</sup> 4s<sup>2</sup> 4p<sup>6</sup> 4d<sup>5</sup> 5s<sup>1</sup>. Να βρείτε πόσα μονήρη ηλεκτρόνια περιέχονται στο άτομο του μολυβδαινίου στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 2)

γ) Το μολυβδαίνιο είναι συστατικό σε πολλές νιτρογενάσες – ένζυμα που παράγονται από ορισμένα βακτήρια – οι οποίες είναι υπεύθυνες για την μετατροπή του αερίου αζώτου (N<sub>2</sub>) σε αμμωνία (NH<sub>3</sub>). Να εξηγήσετε:

i. αν το αζώτο σε αυτή την μετατροπή οξειδώνεται ή ανάγεται. (μονάδες 3)

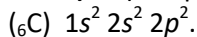
ii. ποια από τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις ①, ② ή ③ περιγράφει καλύτερα την ταχύτητα της αντίδρασης μετατροπής του αζώτου σε αμμωνία με τη βοήθεια του ενζύμου νιτρογενάση, σε συνάρτηση με την αύξηση της θερμοκρασίας. (μονάδες 4)



Μονάδες 13

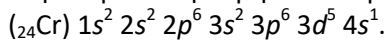
## Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.2 α)** Η ηλεκτρονιακή δομή του άνθρακα σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:



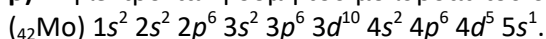
Επομένως το άτομο του άνθρακα ανήκει στην 2<sup>η</sup> περίοδο, στον *p* τομέα και στην IVA ή 14<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του χρωμίου σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:



Επομένως το άτομο του χρωμίου ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο, στον *d* τομέα και στην VIB ή 6<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

**β)** Η ηλεκτρονιακή δομή του μολυβδαινίου σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:



Επομένως περιέχονται συνολικά 6 μονήρη ηλεκτρόνια σε αυτό το άτομο (5 μονήρη ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 4*d* και ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στην υποστιβάδα 5*s*).

**γ) i.** Πραγματοποιείται η μετατροπή του αερίου N<sub>2</sub> σε NH<sub>3</sub>.

Το άζωτο από αριθμό οξειδωσης μηδέν στο αέριο άζωτο (N<sub>2</sub>) αποκτά αριθμό οξειδωσης -3 στην αμμωνία (NH<sub>3</sub>). Επομένως ο αριθμός οξειδωσης του αζώτου ελαττώνεται και η μετατροπή αυτή χαρακτηρίζεται ως αναγωγή.

**ii.** Η δράση των ενζύμων επηρεάζεται από τη θερμοκρασία. Για τις ενζυματικά καταλυόμενες αντιδράσεις η βέλτιστη θερμοκρασία είναι μεταξύ των 30 – 40 °C. Σε υψηλές θερμοκρασίες (μεγαλύτερες από 50 °C) τα ένζυμα καταστρέφονται ή αδρανοποιούνται. Αυτό έχει ως συνέπεια μετά την αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από αυτή την τιμή η ταχύτητα της αντίδρασης να ελαττώνεται. Επομένως η γραφική παράσταση ② περιγράφει καλύτερα την ταχύτητα της αντίδρασης μετατροπής του αζώτου σε αμμωνία με τη βοήθεια του ενζύμου νιτρογενάση, σε συνάρτηση με την αύξηση της θερμοκρασίας.

## Θέμα 2<sup>ο</sup> 24212

**2.1 α)** Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:

**i.** Κατά τη διάρκεια του φαινομένου της ώσμωσης περνούν μόρια διαλύτη, μέσω ημιπερατής μεμβράνης, αποκλειστικά από το υποτονικό διάλυμα προς το υπερτονικό διάλυμα.

**ii.** Το HCl βράζει σε χαμηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με το H<sub>2</sub>O στην ίδια πίεση.

**iii.** Για την αντίδραση 2HI(g) → H<sub>2</sub>(g) + I<sub>2</sub>(g) ο λόγος της ταχύτητας κατανάλωσης του HI προς την ταχύτητα παραγωγής του H<sub>2</sub> είναι ίσος με 1:2 αντίστοιχα.

**iv.** Η αντίδραση προσθήκης υδρογόνου στο αιθένιο μπορεί να χαρακτηριστεί και ως αναγωγή του αιθενίου. (μονάδες 4)

**β)** Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8)

## Μονάδες 12

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1 α) i.** Λανθασμένη **ii.** Σωστή **iii.** Λανθασμένη **iv.** Σωστή

**β) i.** Κατά τη διάρκεια του φαινομένου της ώσμωσης δεν διέρχονται μόρια διαλύτη, μέσω ημιπερατής μεμβράνης, αποκλειστικά από το υποτονικό προς το υπερτονικό διάλυμα, αλλά κινούνται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Απλά περνούν περισσότερα μόρια διαλύτη στη μονάδα του χρόνου από το υποτονικό προς το υπερτονικό διάλυμα.

**ii.** Στο μόριο του HCl το φορτίο του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων, μέσω του οποίου γίνεται η σύνδεση των δύο ατόμων, είναι μετατοπισμένο προς το ηλεκτραρνητικότερο άτομο του Cl. Το μόριο δηλαδή του HCl είναι πολικό και επομένως ανάμεσα στα μόριά του αναπτύσσονται κυρίως δυνάμεις διπόλου – διπόλου. Ανάμεσα στα μόρια του νερού αναπτύσσονται και δεσμοί υδρογόνου καθώς το υδρογόνο είναι ενωμένο ομοιοπολικά με οξυγόνο, το οποίο είναι ισχυρά ηλεκτραρνητικό άτομο και έχει μικρό μέγεθος. Οι δεσμοί υδρογόνου θεωρούνται ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις σε σχέση με τις δυνάμεις διπόλου – διπόλου και τις δυνάμεις διασποράς. Επομένως το HCl εμφανίζει χαμηλότερο σημείο βρασμού σε σχέση με το H<sub>2</sub>O.

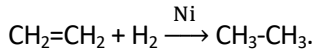
**iii.** Για την αντίδραση 2HI(g) → H<sub>2</sub>(g) + I<sub>2</sub>(g) ισχύει:



$$\frac{v_{\text{HI}}}{2} = \frac{v_{\text{H}_2}}{1} \Rightarrow \frac{v_{\text{HI}}}{v_{\text{H}_2}} = \frac{2}{1}$$

Επομένως ο λόγος της ταχύτητας του HI προς την ταχύτητα του H<sub>2</sub> είναι ίσος με 2:1 αντίστοιχα.

iv. Η αντίδραση προσθήκης υδρογόνου στο αιθένιο περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



Στο αιθένιο κάθε άτομο άνθρακα έχει αριθμό οξειδωσης -2. Στο αιθάνιο κάθε άτομο άνθρακα έχει αριθμό οξειδωσης -3. Επομένως ελαττώνεται ο αριθμός οξειδωσης των ατόμων άνθρακα και το αιθένιο ανάγεται.

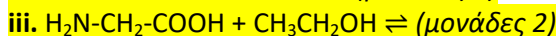
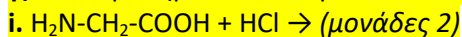
**2.2 24212** Η γλυκίνη είναι το πιο απλό αμινοξύ και χρησιμοποιείται ως διατροφικό συμπλήρωμα και ως συστατικό σε αντιγηραντικές κρέμες και φαρμακευτικά σκευάσματα. Αποτελείται από υδρογόνο, άνθρακα (<sub>6</sub>C), άζωτο (<sub>7</sub>N) και οξυγόνο (<sub>8</sub>O) και έχει συντακτικό τύπο:

H<sub>2</sub>N-CH<sub>2</sub>-COOH. Στα υδατικά της διαλύματα η γλυκίνη εμφανίζει αμφολυτική συμπεριφορά.

α) Να βρείτε σε ποια ομάδα, περίοδο και τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα χημικά στοιχεία: άνθρακας (<sub>6</sub>C) και οξυγόνο (<sub>8</sub>O). (μονάδες 4)

β) Να βρείτε πόσα μονήρη ηλεκτρόνια περιέχονται στο άτομο του αζώτου (<sub>7</sub>N) στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 3)

γ) Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις χημικές εξισώσεις των παρακάτω αντιδράσεων.



**Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.2**

α) Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του άνθρακα σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: (<sub>6</sub>C) 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>2</sup>.

Επομένως το χημικό στοιχείο <sub>6</sub>C ανήκει στη 2<sup>η</sup> περίοδο, στον p τομέα και στην IVA ή 14<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του οξυγόνου σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι: (<sub>8</sub>O) 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>4</sup>.

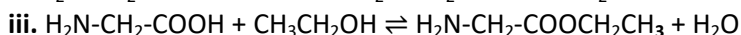
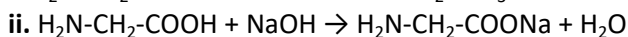
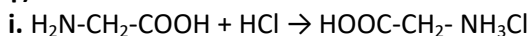
Επομένως το χημικό στοιχείο <sub>8</sub>O ανήκει στη 2<sup>η</sup> περίοδο, στον p τομέα και στην VIA ή 16<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

β) Η ηλεκτρονιακή δομή του αζώτου (<sub>7</sub>N) σε υποστιβάδες και σε τροχιακά στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:



Επομένως το άτομο του αζώτου στη θεμελιώδη κατάσταση έχει 3 μονήρη ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 2p.

γ)



**Θέμα 2<sup>ο</sup> 24214**

**2.1 α)** Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:

i. Αν ένα ερυθρό αιμοσφαίριο βυθιστεί σε υδατικό διάλυμα υπερτονικό σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό του, τότε θα διογκωθεί και μπορεί να προκληθεί αιμόλυση.

ii. 3 mol CO<sub>2</sub>(g) σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία 25 °C έχουν την ίδια ενθαλπία είτε η ποσότητα αυτή σχηματίστηκε από την καύση CH<sub>4</sub> είτε από τη διάσπαση CaCO<sub>3</sub>.

iii. Για την απλή αντίδραση A(g) + B(g) → 2Γ(g), η στιγμιαία ταχύτητα σχηματισμού του Γ μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση υ<sub>Γ</sub> = k·[A]·[B].

iv. Η ένωση CH<sub>3</sub>COCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> όταν αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα I<sub>2</sub> παράγει κίτρινο ίζημα, αλλά δεν ανάγει το αμμωνιακό διάλυμα AgNO<sub>3</sub>. (μονάδες 4)

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8) **Μονάδες 12**

## Ενδεικτικές απαντήσεις

### 2.1 α) i. Λανθασμένη ii. Σωστή iii. Λανθασμένη iv. Σωστή

**β) i.** Αν το ερυθρό αιμοσφαίριο βυθιστεί σε υδατικό διάλυμα υπερτονικό σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό του, τότε το ερυθρό αιμοσφαίριο συρρικνώνεται, καθώς ο αριθμός των εισερχομένων μορίων νερού είναι μικρότερος των εξερχόμενων.

**ii.** Η ενθαλπία είναι μία καταστατική ιδιότητα. Δηλαδή εξαρτάται από την ποσότητα και τις συνθήκες στις οποίες βρίσκεται το σύστημα και όχι από τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα έφτασε στην κατάσταση αυτή.

**iii.** Η ταχύτητα της αντίδρασης δίνεται από τη σχέση  $v = k \cdot [A] \cdot [B]$  (1).

Για την ταχύτητα της αντίδρασης και την ταχύτητα σχηματισμού του Γ ισχύει ότι:

$$v = \frac{v_{\Gamma}}{2} \Rightarrow v_{\Gamma} = 2 \cdot v \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1), (2)  $\Rightarrow v_{\Gamma} = 2 \cdot k \cdot [A] \cdot [B]$ .

**iv.** Η ένωση  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$  αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα  $\text{I}_2$  (ιωδοφορμική αντίδραση) και παράγει κίτρινο ίζημα  $\text{CHI}_3$  καθώς έχει τη μορφή  $\text{RCOCH}_3$ , αλλά **δεν** μπορεί να οξειδωθεί από το αντιδραστήριο Tollens, καθώς είναι μια κετόνη.

**2.2 24214** Το στοιχείο Ω ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και το άτομό του διαθέτει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση.

**α)** Να προσδιορίσετε τους δυνατούς ατομικούς αριθμούς του στοιχείου Ω. (μονάδες 3)

**β)** Να βρείτε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου Ω αν γνωρίζετε ότι έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο με αυτό. (μονάδες 2)

**γ) i.** Να συγκρίνετε το μέγεθος των εξής σωματιδίων: Ω και  ${}_{14}\text{Si}^{3+}$ . (μονάδα 1)

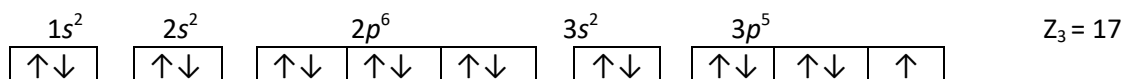
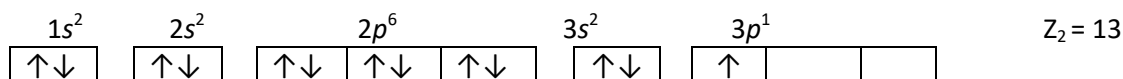
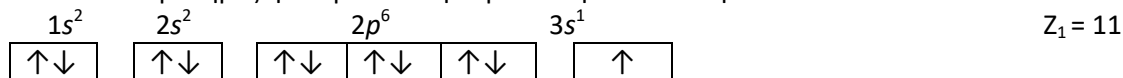
**ii.** Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

**δ) i.** Να συγκρίνετε την ενέργεια πρώτου ιοντισμού ( $E_{i1}$ ) των χημικών στοιχείων Ω και  ${}_{12}\text{Mg}$ . (μονάδα 1)

**ii.** Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3) **Μονάδες 13**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.2 α)** Αφού το στοιχείο Ω ανήκει στην 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα, το άτομό του διαθέτει ηλεκτρόνια σε τρεις στιβάδες. Επομένως η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου (Ω) σε υποστιβάδες και σε τροχιακά στη θεμελιώδη κατάσταση, μπορεί να είναι μια από τις παρακάτω τρεις περιπτώσεις, δεδομένου ότι διαθέτει 1 μονήρες ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση.



Επομένως οι δυνατοί ατομικοί αριθμοί του στοιχείου (Ω) είναι: 11, 13 και 17.

**β)** Κατά μήκος μιας περιόδου η ατομική ακτίνα ελαττώνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά.

Αυτό συμβαίνει γιατί όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά του Περιοδικού Πίνακα, αυξάνεται ο ατομικός αριθμός και κατά συνέπεια αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο του ατόμου (κατά προσέγγιση το φορτίο του πυρήνα μειωμένο κατά το φορτίο των ηλεκτρονίων των εσωτερικών στιβάδων). Έτσι, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα, η ατομική ακτίνα μειώνεται. Επειδή το άτομο του στοιχείου (Ω) έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο, συμπεραίνουμε ότι το στοιχείο Ω ανήκει στην 1<sup>η</sup> ή ΙΑ ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Επομένως, ο ατομικός αριθμός του στοιχείου (Ω) είναι  $Z_1=11$ .

**γ) i.** Το μέγεθος του  ${}_{14}\text{Si}^{3+}$  είναι μικρότερο από το μέγεθος του  ${}_{11}\text{Ω}$ .

**ii.** Τα δύο σωματίδια – το ιόν  ${}_{14}\text{Si}^{3+}$  και το άτομο του  ${}_{11}\text{Ω}$  – διαθέτουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων (11 ηλεκτρόνια). Στα ισοηλεκτρονιακά σωματίδια όσο πιο μεγάλο είναι το φορτίο του πυρήνα τόσο ισχυρότερη είναι και η ελκτική δύναμή στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται το μέγεθος του σωματιδίου.

δ)j.  $E_{11}(\Omega) < E_{11}(\text{Mg})$ .

ii. Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου  $_{11}\Omega$  σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι η εξής:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

Επομένως το στοιχείο  $_{11}\Omega$  ανήκει στην 1<sup>η</sup> ή IA ομάδα και στην 3<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου  $_{12}\text{Mg}$  σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι η εξής:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

Επομένως το στοιχείο  $_{12}\text{Mg}$  ανήκει στην 2<sup>η</sup> ή IIA ομάδα και στην 3<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Παρατηρούμε ότι και τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Κατά μήκος μιας περιόδου η ενέργεια πρώτου ιοντισμού ( $E_{11}$ ) αυξάνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά. Αυτό συμβαίνει γιατί όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά του Περιοδικού Πίνακα, αυξάνεται ο ατομικός αριθμός και κατά συνέπεια αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο του ατόμου. Επομένως, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας, απαιτείται μεγαλύτερο ποσό ενέργειας για την απομάκρυνση του ηλεκτρονίου στο  $_{12}\text{Mg}$ , σε σχέση με το ηλεκτρόνιο στο άτομο του  $_{11}\Omega$ .

## Θέμα 2° 24212

2.1 α) Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:

i. Κατά τη διάρκεια του φαινομένου της ώσμωσης περνούν μόρια διαλύτη, μέσω ημιπερατής μεμβράνης, αποκλειστικά από το υποτονικό διάλυμα προς το υπερτονικό διάλυμα.

ii. Το HCl βράζει σε χαμηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με το H<sub>2</sub>O στην ίδια πίεση.

iii. Για την αντίδραση  $2\text{HI}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$  ο λόγος της ταχύτητας κατανάλωσης του HI προς την ταχύτητα παραγωγής του H<sub>2</sub> είναι ίσος με 1:2 αντίστοιχα.

iv. Η αντίδραση προσθήκης υδρογόνου στο αιθένιο μπορεί να χαρακτηριστεί και ως αναγωγή του αιθενίου. (μονάδες 4)

β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8)

## Μονάδες 12

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 α) i. Λανθασμένη ii. Σωστή iii. Λανθασμένη iv. Σωστή

β) i. Κατά τη διάρκεια του φαινομένου της ώσμωσης δεν διέρχονται μόρια διαλύτη, μέσω ημιπερατής μεμβράνης, αποκλειστικά από το υποτονικό προς το υπερτονικό διάλυμα, αλλά κινούνται και προς τις δύο κατευθύνσεις. Απλά περνούν περισσότερα μόρια διαλύτη στη μονάδα του χρόνου από το υποτονικό προς το υπερτονικό διάλυμα.

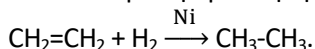
ii. Στο μόριο του HCl το φορτίο του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων, μέσω του οποίου γίνεται η σύνδεση των δύο ατόμων, είναι μετατοπισμένο προς το ηλεκτραρνητικότερο άτομο του Cl. Το μόριο δηλαδή του HCl είναι πολικό και επομένως ανάμεσα στα μόριά του αναπτύσσονται κυρίως δυνάμεις διπόλου – διπόλου. Ανάμεσα στα μόρια του νερού αναπτύσσονται και δεσμοί υδρογόνου καθώς το υδρογόνο είναι ενωμένο ομοιοπολικά με οξυγόνο, το οποίο είναι ισχυρά ηλεκτραρνητικό άτομο και έχει μικρό μέγεθος. Οι δεσμοί υδρογόνου θεωρούνται ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις σε σχέση με τις δυνάμεις διπόλου – διπόλου και τις δυνάμεις διασποράς. Επομένως το HCl εμφανίζει χαμηλότερο σημείο βρασμού σε σχέση με το H<sub>2</sub>O.

iii. Για την αντίδραση  $2\text{HI}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$  ισχύει:

$$\frac{v_{\text{HI}}}{2} = \frac{v_{\text{H}_2}}{1} \Rightarrow \frac{v_{\text{HI}}}{v_{\text{H}_2}} = \frac{2}{1}$$

Επομένως ο λόγος της ταχύτητας του HI προς την ταχύτητα του H<sub>2</sub> είναι ίσος με 2:1 αντίστοιχα.

iv. Η αντίδραση προσθήκης υδρογόνου στο αιθένιο περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



Στο αιθένιο κάθε άτομο άνθρακα έχει αριθμό οξειδωσης -2. Στο αιθάνιο κάθε άτομο άνθρακα έχει αριθμό οξειδωσης -3. Επομένως ελαττώνεται ο αριθμός οξειδωσης των ατόμων άνθρακα και το αιθένιο ανάγεται.

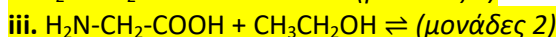
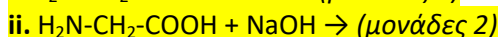
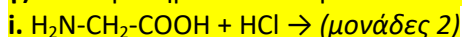
2.2 24212 Η γλυκίνη είναι το πιο απλό αμινοξύ και χρησιμοποιείται ως διατροφικό συμπλήρωμα και ως συστατικό σε αντιγηραντικές κρέμες και φαρμακευτικά σκευάσματα. Αποτελείται από υδρογόνο, άνθρακα ( $_{6}\text{C}$ ), άζωτο ( $_{7}\text{N}$ ) και οξυγόνο ( $_{8}\text{O}$ ) και έχει συντακτικό τύπο:

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ . Στα υδατικά της διαλύματα η γλυκίνη εμφανίζει αμφολυτική συμπεριφορά.

**α)** Να βρείτε σε ποια ομάδα, περίοδο και τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα χημικά στοιχεία: άνθρακας ( ${}_6\text{C}$ ) και οξυγόνο ( ${}_8\text{O}$ ). (μονάδες 4)

**β)** Να βρείτε πόσα μονήρη ηλεκτρόνια περιέχονται στο άτομο του αζώτου ( ${}_7\text{N}$ ) στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 3)

**γ)** Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις χημικές εξισώσεις των παρακάτω αντιδράσεων.



**Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.2**

**α)** Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του άνθρακα σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  
( ${}_6\text{C}$ )  $1s^2 2s^2 2p^2$ .

Επομένως το χημικό στοιχείο  ${}_6\text{C}$  ανήκει στη  $2^{\text{η}}$  περίοδο, στον  $p$  τομέα και στην IVA ή  $14^{\text{η}}$  ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του οξυγόνου σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  
( ${}_8\text{O}$ )  $1s^2 2s^2 2p^4$ .

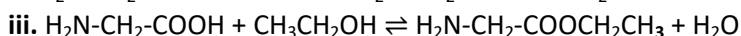
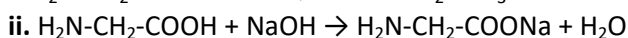
Επομένως το χημικό στοιχείο  ${}_8\text{O}$  ανήκει στη  $2^{\text{η}}$  περίοδο, στον  $p$  τομέα και στην VIA ή  $16^{\text{η}}$  ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

**β)** Η ηλεκτρονιακή δομή του αζώτου ( ${}_7\text{N}$ ) σε υποστιβάδες και σε τροχιακά στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  
 $1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^3$



Επομένως το άτομο του αζώτου στη θεμελιώδη κατάσταση έχει 3 μονήρη ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα  $2p$ .

**γ)**



### **Θέμα 2° 24214**

**2.1 α)** Να χαρακτηρίσετε ως σωστή (**Σ**) ή λανθασμένη (**Λ**) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:

i. Αν ένα ερυθρό αιμοσφαίριο βυθιστεί σε υδατικό διάλυμα υπερτονικό σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό του, τότε θα διογκωθεί και μπορεί να προκληθεί αιμόλυση.

ii. 3 mol  $\text{CO}_2(\text{g})$  σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία  $25^\circ\text{C}$  έχουν την ίδια ενθαλπία είτε η ποσότητα αυτή σχηματίστηκε από την καύση  $\text{CH}_4$  είτε από τη διάσπαση  $\text{CaCO}_3$ .

iii. Για την απλή αντίδραση  $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightarrow 2\text{Γ}(\text{g})$ , η στιγμιαία ταχύτητα σχηματισμού του Γ μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση  $v_{\text{r}} = k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]$ .

iv. Η ένωση  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$  όταν αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα  $\text{I}_2$  παράγει κίτρινο ίζημα, αλλά δεν ανάγει το αμμωνιακό διάλυμα  $\text{AgNO}_3$ . (μονάδες 4)

**β)** Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8) **Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1 α) i. Λανθασμένη ii. Σωστή iii. Λανθασμένη iv. Σωστή**

**β) i.** Αν το ερυθρό αιμοσφαίριο βυθιστεί σε υδατικό διάλυμα υπερτονικό σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό του, τότε το ερυθρό αιμοσφαίριο συρρικνώνεται, καθώς ο αριθμός των εισερχομένων μορίων νερού είναι μικρότερος των εξερχόμενων.

ii. Η ενθαλπία είναι μία καταστατική ιδιότητα. Δηλαδή εξαρτάται από την ποσότητα και τις συνθήκες στις οποίες βρίσκεται το σύστημα και όχι από τον τρόπο με τον οποίο το σύστημα έφτασε στην κατάσταση αυτή.

iii. Η ταχύτητα της αντίδρασης δίνεται από τη σχέση  $v = k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]$  ①.

Για την ταχύτητα της αντίδρασης και την ταχύτητα σχηματισμού του Γ ισχύει ότι:

$$v = \frac{v_{\text{r}}}{2} \Rightarrow v_{\text{r}} = 2 \cdot v \quad \text{②}$$

Από τις σχέσεις ①, ②  $\Rightarrow v_{\text{r}} = 2 \cdot k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]$ .

iv. Η ένωση  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$  αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα  $\text{I}_2$  (ιωδοφορμική αντίδραση) και παράγει κίτρινο

ίζημα  $\text{CH}_3$  καθώς έχει τη μορφή  $\text{RCOCH}_3$ , αλλά **δεν** μπορεί να οξειδωθεί από το αντιδραστήριο Tollens, καθώς είναι μια κετόνη.

**2.2 24214** Το στοιχείο Ω ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και το άτομό του διαθέτει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση.

**α)** Να προσδιορίσετε τους δυνατούς ατομικούς αριθμούς του στοιχείου Ω. (μονάδες 3)

**β)** Να βρείτε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου Ω αν γνωρίζετε ότι έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο με αυτό. (μονάδες 2)

**γ) i.** Να συγκρίνετε το μέγεθος των εξής σωματιδίων: Ω και  ${}_{14}\text{Si}^{3+}$ . (μονάδα 1)

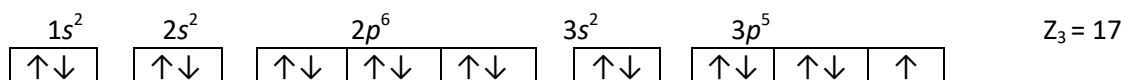
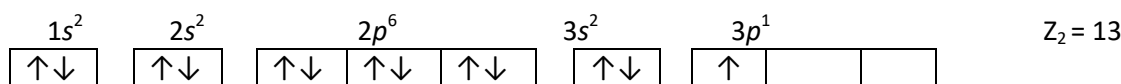
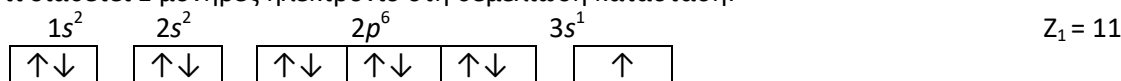
**ii.** Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3)

**δ) i.** Να συγκρίνετε την ενέργεια πρώτου ιοντισμού ( $E_{11}$ ) των χημικών στοιχείων Ω και  ${}_{12}\text{Mg}$ . (μονάδα 1)

**ii.** Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 3) **Μονάδες 13**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.2 α)** Αφού το στοιχείο Ω ανήκει στην 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα, το άτομό του διαθέτει ηλεκτρόνια σε τρεις στιβάδες. Επομένως η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου (Ω) σε υποστιβάδες και σε τροχιακά στη θεμελιώδη κατάσταση, μπορεί να είναι μια από τις παρακάτω τρεις περιπτώσεις, δεδομένου ότι διαθέτει 1 μονήρες ηλεκτρόνιο στη θεμελιώδη κατάσταση.



Επομένως οι δυνατοί ατομικοί αριθμοί του στοιχείου (Ω) είναι: 11, 13 και 17.

**β)** Κατά μήκος μιας περιόδου η ατομική ακτίνα ελαττώνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά.

Αυτό συμβαίνει γιατί όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά του Περιοδικού Πίνακα, αυξάνεται ο ατομικός αριθμός και κατά συνέπεια αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο του ατόμου (κατά προσέγγιση το φορτίο του πυρήνα μειωμένο κατά το φορτίο των ηλεκτρονίων των εσωτερικών στιβάδων). Έτσι, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα, η ατομική ακτίνα μειώνεται. Επειδή το άτομο του στοιχείου (Ω) έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο, συμπεραίνουμε ότι το στοιχείο Ω ανήκει στην 1<sup>η</sup> ή IA ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Επομένως, ο ατομικός αριθμός του στοιχείου (Ω) είναι  $Z_1=11$ .

**γ) i.** Το μέγεθος του  ${}_{14}\text{Si}^{3+}$  είναι μικρότερο από το μέγεθος του  ${}_{11}\Omega$ .

**ii.** Τα δύο σωματίδια – το ιόν  ${}_{14}\text{Si}^{3+}$  και το άτομο του  ${}_{11}\Omega$  – διαθέτουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων (11 ηλεκτρόνια). Στα ισοηλεκτρονικά σωματίδια όσο πιο μεγάλο είναι το φορτίο του πυρήνα τόσο ισχυρότερη είναι και η ελκτική δύναμή στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται το μέγεθος του σωματιδίου.

**δ) i.**  $E_{11}(\Omega) < E_{11}(\text{Mg})$ .

**ii.** Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου  ${}_{11}\Omega$  σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι η εξής:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

Επομένως το στοιχείο  ${}_{11}\Omega$  ανήκει στην 1<sup>η</sup> ή IA ομάδα και στην 3<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου  ${}_{12}\text{Mg}$  σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση είναι η εξής:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

Επομένως το στοιχείο  ${}_{12}\text{Mg}$  ανήκει στην 2<sup>η</sup> ή IIA ομάδα και στην 3<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Παρατηρούμε ότι και τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Κατά μήκος μιας περιόδου η ενέργεια πρώτου ιοντισμού ( $E_{11}$ ) αυξάνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά. Αυτό συμβαίνει γιατί όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά του Περιοδικού Πίνακα, αυξάνεται ο ατομικός αριθμός και κατά συνέπεια αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο του ατόμου. Επομένως, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας, απαιτείται μεγαλύτερο ποσό ενέργειας για την απομάκρυνση του ηλεκτρονίου

στο  ${}_{12}\text{Mg}$ , σε σχέση με το ηλεκτρόνιο στο άτομο του  ${}_{11}\text{Na}$ .

### Θέμα 2<sup>ο</sup> 22979

2.1 Το στοιχείο X ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο και στην 13<sup>η</sup> (IIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου X σε υποστιβάδες, στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 5)

β) Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του X. (μονάδες 2) **Μονάδες 7**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 Το στοιχείο X ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο και στην 13<sup>η</sup> (IIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Συνεπώς, κάθε άτομο του στη θεμελιώδη κατάσταση έχει τα ηλεκτρόνια του τοποθετημένα σε 3 στιβάδες (K, L και M), ενώ το τελευταίο του ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε υποστιβάδα  $np^1$ .

α) Η ηλεκτρονιακή του δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση θα είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ .

β) Ο ατομικός αριθμός του X θα είναι ίσος με το αριθμό των πρωτονίων του πυρήνα, που για ένα ουδέτερο άτομο ισούται με το συνολικό αριθμό των ηλεκτρονίων. Επομένως  $Z=13$ .

2.2 22979 Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στις επόμενες χημικές εξισώσεις:

α)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$  (πλήρης οξείδωση)

β)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow$

**Μονάδες 6**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2 α)  $2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{CH}_3\text{COOH} + 11\text{H}_2\text{O}$

β)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

2.3 22979 Με βάση τη μοριακή δομή, να ταξινομήσετε κατά αύξουσα σειρά την ισχύ των παρακάτω οξέων σε υδατικά διαλύματα: βρωμοαιθανικό οξύ ( $\text{BrCH}_2\text{COOH}$ ), χλωροαιθανικό οξύ ( $\text{ClCH}_2\text{COOH}$ ) και φθοροαιθανικό οξύ ( $\text{FCH}_2\text{COOH}$ ) (μονάδες 6), αιτιολογώντας την απάντησή σας. (μονάδες 6)

Δίνονται οι σειρές ισχύος του επαγωγικού φαινομένου:

-I επαγωγικό φαινόμενο:  $-\text{C}_6\text{H}_5 < -\text{NH}_2 < -\text{OH} < -\text{I} < -\text{Br} < -\text{Cl} < -\text{F} < -\text{CN} < -\text{NO}_2$ .

+I επαγωγικό φαινόμενο:  $-\text{H} < -\text{CH}_3 < -\text{C}_2\text{H}_5 < -\text{CH}(\text{CH}_3)_2 < -\text{C}(\text{CH}_3)_3 < -\text{COO} > -\text{O}$ .

**Μονάδες 12**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.3 Η σειρά αύξησης του -I επαγωγικού φαινομένου για μια σειρά υποκαταστατών είναι:

$-\text{C}_6\text{H}_5 < -\text{NH}_2 < -\text{OH} < -\text{I} < -\text{Br} < -\text{Cl} < -\text{F} < -\text{CN} < -\text{NO}_2$

Το -I επαγωγικό φαινόμενο πολώνει εντονότερα το δεσμό  $\text{RCOO}-\text{H}$ , με αποτέλεσμα να αποσπάται ευκολότερα το  $\text{H}^+$ .

Δηλαδή αυξάνει την ισχύ του οξέος.

Τα οξέα που συγκρίνουμε είναι του τύπου  $\text{A}-\text{CH}_2\text{COOH}$ .

Το στοιχείο A αντιστοιχεί στα:  $-\text{Br}$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{F}$  και η κατάταξη των ομάδων αυτών κατά αυξανόμενο -I επαγωγικό φαινόμενο είναι:  $-\text{Br} < -\text{Cl} < -\text{F}$ .

Συνεπώς η σειρά αυξανόμενης ισχύος σε υδατικά διαλύματα για τα ακόλουθα οξέα είναι :

βρωμοαιθανικό οξύ ( $\text{BrCH}_2\text{COOH}$ ) < χλωροαιθανικό οξύ ( $\text{ClCH}_2\text{COOH}$ ) < φθοροαιθανικό οξύ ( $\text{FCH}_2\text{COOH}$ ).

### Θέμα 2<sup>ο</sup> 22980

2.1 Δίνεται η απλή αντίδραση:  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ,  $\Delta H > 0$

Η διάρκεια της αντίδρασης είναι 10 δευτερόλεπτα.

Κατά τη διάρκεια των 2 πρώτων δευτερολέπτων απορροφάται ποσό θερμότητας x kJ, ενώ κατά τη διάρκεια των επόμενων 2 δευτερολέπτων απορροφάται ποσό θερμότητας y kJ.

α) Η αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη; (μονάδα 1)

β) Να γράψετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης. (μονάδα 1)

γ) Να προσδιορίσετε την τάξη της αντίδρασης. (μονάδα 1)



δ) Να συγκρίνετε τα ποσά θερμότητας  $x$  kJ και  $y$  kJ που απορροφώνται στα 2 διαφορετικά χρονικά διαστήματα. (μονάδες 2) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

**Μονάδες 9**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 α) Η αντίδραση έχει  $\Delta H > 0$  και συνεπώς είναι ενδόθερμη.

β) Η αντίδραση είναι απλή και τα στερεά δεν συμπεριλαμβάνονται στο νόμο ταχύτητας. Επομένως η έκφραση του νόμου ταχύτητας θα είναι  $v = k$ .

γ) Η αντίδραση είναι μηδενικής τάξης, όπως φαίνεται από τον νόμο ταχύτητας.

δ) Η ταχύτητα της αντίδρασης σε όλη τη διάρκεια της είναι σταθερή και ισούται με την τιμή της σταθεράς ταχύτητας, επειδή είναι μηδενικής τάξης. Συνεπώς κατά τη διάρκεια των 2 πρώτων δευτερολέπτων η ποσότητα του  $\text{CaCO}_3$  που αντέδρασε είναι ίση με την ποσότητα του  $\text{CaCO}_3$  που αντέδρασε κατά την διάρκεια των 2 επόμενων δευτερολέπτων. Άρα και το ποσό θερμότητας που εκλύεται τα πρώτα 2 δευτερόλεπτα θα είναι ίσο με το ποσό θερμότητας που εκλύεται τα επόμενα 2 δευτερόλεπτα.

Επομένως  $x = y$ .

2.2 22980 Να αναφέρετε πώς θα μεταβληθεί (αύξηση, μείωση ή καμία μεταβολή) ο βαθμός ιοντισμού  $\alpha$  του ασθενούς οξέος HCN, και το pH, ορισμένου όγκου υδατικού διαλύματος οξέος HCN συγκέντρωσης 0,1 M, όταν στον όγκο αυτόν, με σταθερή θερμοκρασία, προστεθούν:

α) ποσότητα στερεού KCN, χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος HCN. (μονάδες 2)

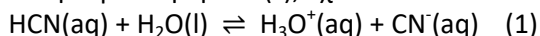
β) ποσότητα αερίου HCl, χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος HCN. (μονάδες 2)

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 12)

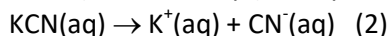
**Μονάδες 16**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2 Στο υδατικό διάλυμα HCN πριν την προσθήκη KCN(s), έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:



α) Η προσθήκη στερεού KCN(s) στο υδατικό διάλυμα HCN δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος και έχει σαν αποτέλεσμα τη διάλυση και τη διάσπαση του KCN σύμφωνα με την αντίδραση:

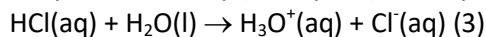


Η συγκέντρωση του  $[\text{CN}^-]$  του διαλύματος HCN θα αυξηθεί. Το  $\text{CN}^-$  είναι κοινό ιόν για τις αντιδράσεις (1) και (2) και λόγω επίδρασης κοινού ιόντος η ισορροπία της αντίδρασης (1) θα μετατοπιστεί αριστερά. Αυτό θα έχει σαν συνέπεια τη μείωση των mol  $\text{H}_3\text{O}^+$  και τη μείωση της συγκέντρωσης  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ . Επειδή η συγκέντρωση οξωνίων  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  μειώνεται, από τη σχέση  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$  βγαίνει το συμπέρασμα ότι το pH του διαλύματος HCN αυξάνεται. Ο βαθμός ιοντισμού δίνεται από τη σχέση:

$$\alpha = \frac{\text{mol HCN που ιοντίστηκαν}}{\text{mol HCN αρχικά}}$$

Λόγω μετατόπισης της ισορροπίας (1) προς τα αριστερά αυτό θα έχει σαν συνέπεια την μείωση των mol HCN που ιοντίστηκαν και συνεπώς μείωση του βαθμού ιοντισμού  $\alpha$ .

β) Η προσθήκη αερίου HCl(g) στο υδατικό διάλυμα HCN δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος και έχει σαν αποτέλεσμα τη διάλυση και τον ιοντισμό του HCl σύμφωνα με την αντίδραση:



Λόγω της αντίδρασης (3) η συγκέντρωση των οξωνίων  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  και τα mol  $\text{H}_3\text{O}^+$  του διαλύματος θα αυξηθούν. Το  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  είναι κοινό ιόν για τις αντιδράσεις (1) και (3) και λόγω επίδρασης κοινού ιόντος η ισορροπία της αντίδρασης (1) θα μετατοπιστεί αριστερά. Επειδή η συγκέντρωση οξωνίου  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  αυξάνεται, από τη σχέση  $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$  βγαίνει το συμπέρασμα ότι το pH του διαλύματος HCN μειώνεται. Ο βαθμός ιοντισμού δίνεται από τη σχέση:

$$\alpha = \frac{\text{mol HCN που ιοντίστηκαν}}{\text{mol HCN αρχικά}}$$

Λόγω μετατόπισης της ισορροπίας (1) προς τα αριστερά αυτό θα έχει σαν συνέπεια την μείωση των mol που ιοντίστηκαν και συνεπώς μείωση του βαθμού ιοντισμού  $\alpha$ .

### Θέμα 2° 24107

2.1 Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα που περιγράφει τον τρόπο που δρα ένας καταλύτης.





Ενέργεια

**α)** Να εξηγήσετε αν η συγκεκριμένη αντίδραση είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη. (μονάδες 2)

**β)** Να εξηγήσετε τι αντιπροσωπεύουν στο διάγραμμα οι όροι α, β γ και δ. (μονάδες 8)

**Μονάδες 10**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1 α)** Από το διάγραμμα φαίνεται ότι  $E_{\text{προϊόντων}} > E_{\text{αντιδρώντων}}$ , άρα κατά το μετασχηματισμό των αντιδρώντων σε προϊόντα η ενέργεια του χημικού συστήματος αυξάνεται. Ως εκ τούτου, απορροφάται ενέργεια από το περιβάλλον και η αντίδραση είναι ενδόθερμη.

**β)** α = Η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης χωρίς καταλύτη.

β = Η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης με καταλύτη.

γ = Το ενεργοποιημένο σύμπλοκο της αντίδρασης χωρίς καταλύτη.

δ = Το ενεργοποιημένο σύμπλοκο της αντίδρασης με καταλύτη.

**2.2** 24107 Διαθέτουμε ποσότητα υδατικού διαλύματος οξέος HA με  $\text{pH} = x$  (διάλυμα Δ1). Με το διάλυμα αυτό εκτελέστηκαν τα εξής πειράματα:

**ΠΕΙΡΑΜΑ 1<sup>ο</sup>:** Για την πλήρη εξουδετέρωση ορισμένου όγκου του διαλύματος Δ1, καταναλώθηκε πενταπλάσιος όγκος υδατικού διαλύματος NaOH 0,002 M.

**ΠΕΙΡΑΜΑ 2<sup>ο</sup>:** Το οξύ HA που περιείχε το διάλυμα Δ1 εξουδετερώθηκε πλήρως. Το pH του διαλύματος (διάλυμα Δ2) που προέκυψε από την πλήρη εξουδετέρωση βρέθηκε ίσο με z. Στη συνέχεια, αραιώσαμε με νερό το διάλυμα Δ2 στον δεκαπλάσιο όγκο, σε σταθερή θερμοκρασία, και το pH του παρέμεινε αμετάβλητο.

**α)** Να εξηγήσετε αν το οξύ HA είναι ισχυρό ή ασθενές. (μονάδες 4)

**β)** Να προσδιορίσετε την τιμή του x. (μονάδες 4)

**Μονάδες 8**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.2 α)** Έστω γ τα mol του HA στο διάλυμα Δ1. Στο Πείραμα 2 έχουμε πλήρη εξουδετέρωση του οξέος HA, συνεπώς ισχύει:

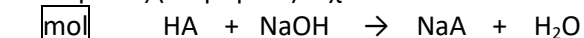


Αρχ.        γ            γ            -

Τελ.        -            -            γ

Δεδομένου ότι το ιόν  $\text{Na}^+$  πρακτικά δεν αντιδρά με το νερό (πρόέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH) το pH το pH του διαλύματος Δ2 καθορίζεται από ιόν  $\text{A}^-$ . Αν το  $\text{A}^-$  είναι ασθενής βάση που αντιδρά με το νερό θα πρέπει κατά την αραιώση του Δ2 το pH του να μεταβληθεί τείνοντας προς το ουδέτερο pH. Δίνεται όμως ότι αυτό δεν συμβαίνει, άρα το ιόν  $\text{A}^-$  πρακτικά δεν αντιδρά με το νερό και το HA είναι ισχυρό οξύ.

**β)** Έστω c M η συγκέντρωση και V L ο όγκος του διαλύματος Δ1. Για την πλήρη εξουδετέρωση του διαλύματος (Πείραμα 1) ισχύει:



Αντιδρ.    c·V    0,002·5V

Επομένως,  $c \cdot V = 0,002 \cdot 5V \Rightarrow c = 0,01$ .

Αφού το HA είναι ισχυρό οξύ ισχύει  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,01 \text{ M}$ , οπότε:

$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,01 \Rightarrow \text{pH} = 2$ .

Επομένως  $x = 2$ .

**2.3 24107** Στην 3<sup>η</sup> περίοδο συναντάμε δύο στοιχεία τα Σ1 και Σ2 που στη θεμελιώδη κατάσταση έχουν 2 μονήρη ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 3p.

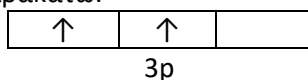
**α)** Να γράψετε τις πιθανές ηλεκτρονιακές δομές των στοιχείων Σ1 και Σ2. (μονάδες 4)

**β)** Να εξηγήσετε ποιο από τα δύο στοιχεία Σ1 και Σ2 έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα. (μονάδες 3)

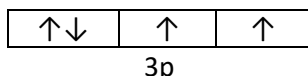
**Μονάδες 7**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.3 α)** Η p υποστιβάδα μπορεί να δεχτεί μέχρι 6 ηλεκτρόνια. Για να έχουμε 2 μονήρη ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα αυτή, λόγω του κανόνα του Hund, θα πρέπει αυτή είτε να περιέχει 2 ηλεκτρόνια, είτε να περιέχει 4 ηλεκτρόνια, όπως φαίνεται παρακάτω.



είτε



Επομένως, οι ηλεκτρονιακές δομές των δύο στοιχείων είναι οι εξής:

Σ1:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$  και

Σ2:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

**β)** Τα στοιχεία Σ1 και Σ2 ανήκουν στην ίδια περίοδο (3<sup>η</sup>) με το στοιχείο Σ2 να βρίσκεται δεξιάτερα του Σ1. Κατά μήκος μιας περιόδου του Περιοδικού Πίνακα η ατομική ακτίνα (AA) μειώνεται από αριστερά προς τα δεξιά, άρα Ατομική Ακτίνα Σ1 > Ατομική Ακτίνα Σ2.

### **Θέμα 2<sup>ο</sup> 24108**

**2.1 α)** Να χαρακτηρίσετε κάθε μία από τις επόμενες προτάσεις ως Σωστή (Σ) ή Λανθασμένη (Λ).

**i)** Η αντίδραση  $2 C_4H_{10}(g) + 13 O_2(g) \rightarrow 8 CO_2(g) + 10 H_2O(g)$ , είναι εξώθερμη.

**ii)** Η σταθερά χημικής ισορροπίας ( $K_c$ ) της αντίδρασης  $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$  δίνεται από τη σχέση  $K_c = \frac{[CO]^2}{[C] \cdot [CO_2]}$

**iii)** Για το στοιχείο X ένας μαθητής έγραψε την ακόλουθη ηλεκτρονιακή δομή X:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$ . Η δομή αυτή παραβιάζει τον κανόνα του Hund.

**iv)** Το Cl-CH<sub>2</sub>COOH είναι ισχυρότερο οξύ από το H-CH<sub>2</sub>COOH.

(μονάδες 4)

**β)** Να αιτιολογήσετε κάθε χαρακτηρισμό σας. (μονάδες 8)

Δίνονται οι σειρές ισχύος του επαγωγικού φαινομένου:

-I επαγωγικό φαινόμενο:  $-C_6H_5 < -NH_3 < -OH < -I < -Br < -Cl < -F < -CN < -NO_2$ .

+I επαγωγικό φαινόμενο:  $-H < -CH_3 < -C_2H_5 < -CH(CH_3)_2 < -C(CH_3)_3 < -COO^- > -O^-$ . **Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1 α) i) Σ, ii) Λ, iii) Λ, iv) Σ.**

**β)**

**i)** Πρόκειται για αντίδραση καύσης και όλες οι αντιδράσεις καύσης είναι εξώθερμες.

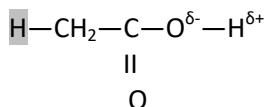
**ii)** Τα στερεά παραλείπονται από την έκφραση του νόμου της ταχύτητας (επειδή έχουν σταθερή συγκέντρωση - ανάλογη με την πυκνότητά τους). Επομένως, η σωστή έκφραση της σταθεράς Χημικής

Ισορροπίας είναι  $K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$ .

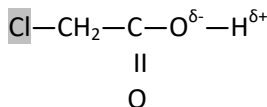
**iii)** Ο κανόνας του Hund δεν παραβιάζεται αφού τα ηλεκτρόνια που καταλαμβάνουν τροχιακά της ίδιας ενέργειας έχουν παράλληλα spin (ο μαθητής, απλώς, έχει γράψει μια διεγερμένη ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του X).

**iv)** Γνωρίζουμε ότι το -I επαγωγικό φαινόμενο των υποκαταστατών ενισχύει την πόλωση του δεσμού οξυγόνου-υδρογόνου στην καρβοξυλομάδα, οπότε ενισχύει τον όξινο χαρακτήρα της. Επίσης ότι, το +I επαγωγικό φαινόμενο των υποκαταστατών περιορίζει την πόλωση του δεσμού οξυγόνου-υδρογόνου στην καρβοξυλομάδα, οπότε μειώνει τον όξινο χαρακτήρα της.

Για το οξικό οξύ έχουμε:

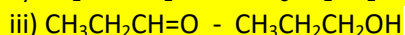
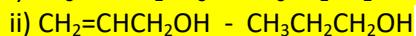
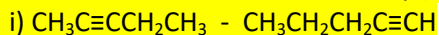


Το Η- έχει +I επαγωγικό φαινόμενο, άρα περιορίζει τον όξινο χαρακτήρα της καρβοξυλομάδας.  
Για το χλωρο-οξικό οξύ έχουμε:



Το Cl- έχει -I επαγωγικό φαινόμενο, άρα ενισχύει τον όξινο χαρακτήρα της καρβοξυλομάδας.  
Άρα το χλωρο-οξικό οξύ είναι ισχυρότερο οξύ από το οξικό οξύ.

## 2.2 24108 Δίνονται τα ακόλουθα ζεύγη οργανικών ενώσεων



**α)** Για κάθε ένα ζεύγος χημικών ενώσεων να υποδείξετε μία αντίδραση που μας επιτρέπει να διακρίνουμε τη μία ένωση από την άλλη και να περιγράψετε το παρατηρούμενο οπτικό αποτέλεσμα. (μονάδες 9)

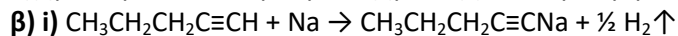
**β)** Να γράψετε τις πλήρεις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που υποδείξατε για τις περιπτώσεις (i) και (ii) (μονάδες 4)

**Μονάδες 13**

**2.2 α) i)** Μόνο το 1-αλκίνιο ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$ ) αντιδρά με μεταλλικό Na. Παρατηρούμε έκλυση φυσαλίδων (πιο συγκεκριμένα εκλύονται φυσαλίδες αερίου  $\text{H}_2$ ).

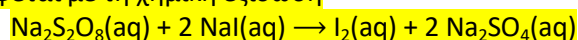
**ii)** Μόνο η ακόρεστη ένωση ( $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$ ) αντιδρά με διάλυμα  $\text{Br}_2$ . Παρατηρούμε αποχρωματισμό του κόκκινου διαλύματος  $\text{Br}_2$ .

**iii)** Μόνο η αλδεΐδη ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O}$ ) αντιδρά με ήπια οξειδωτικά όπως το διάλυμα Fehling. Παρατηρούμε σχηματισμό καστανέρυθρου ιζήματος (πιο συγκεκριμένα καταβυθίζεται  $\text{Cu}_2\text{O}$ ).



## Θέμα 2° 24150

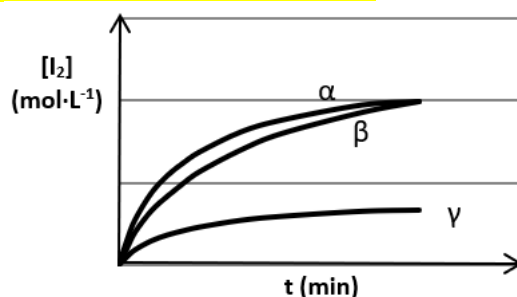
**2.1** Η αντίδραση που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση



μελετήθηκε κινητικά κατά τη διάρκεια των πειραμάτων 1, 2 και 3, σε τρεις διαφορετικές συνθήκες που περιγράφονται στον παρακάτω Πίνακα:

Πείραμα	αρχική $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8]$ ( $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	αρχική $[\text{I}^-]$ ( $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{C}$ )
1	0,02	0,04	18
2	0,02	0,04	36
3	0,01	0,02	18

Αποτελέσματα που λήφθηκαν πριν από την ολοκλήρωση της αντίδρασης καταγράφηκαν στο παρακάτω διάγραμμα -το σχήμα δεν είναι κατασκευασμένο υπό κλίμακα-



**α)** Να αντιστοιχίσετε καθεμία από τις τρεις καμπύλες α, β και γ του διαγράμματος με ένα από τα πειράματα 1, 2, 3. (μονάδες 3)

**β)** Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 6)

**Μονάδες 9**

## Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 α) 2-α                      1-β                      3-γ

β) Στο διάγραμμα απεικονίζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης ενός προϊόντος της αντίδρασης σε συνάρτηση με τον χρόνο, που εκφράζει την ταχύτητα της αντίδρασης.

Η ταχύτητα μιας αντίδρασης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και με την αύξηση των συγκεντρώσεων των αντιδρώντων.

Στο πείραμα 3 έχουμε τις μικρότερες αρχικές συγκεντρώσεις των αντιδρώντων και τη μικρότερη θερμοκρασία. Επομένως η αντίστοιχη καμπύλη είναι η γ.

Στα πειράματα 1 και 2 έχουμε τις ίδιες αρχικές συγκεντρώσεις αλλά το πείραμα 2 πραγματοποιείται σε υψηλότερη θερμοκρασία από το πείραμα 1.

Επομένως στο πείραμα 1 αντιστοιχεί η καμπύλη β και στο πείραμα 2 η καμπύλη α.

**2.2 25150** Σε ένα δοχείο που περιέχει μία υγρή ουσία, η ετικέτα έχει ξεθωριάσει και δεν διακρίνεται εάν γράφει πεντάνιο ή πεντένιο. Να περιγράψετε μία διαδικασία με την οποία μπορείτε να διαπιστώσετε ποια από τις δύο ενώσεις περιέχεται στο δοχείο. **Μονάδες 4**

## Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2 Η διαπίστωση μπορεί να γίνει εάν σε δείγμα του περιεχομένου του δοχείου προστεθεί μικρή ποσότητα διαλύματος  $\text{Br}_2$  σε διαλύτη τετραχλωράνθρακα. Μόνον το πεντένιο, ως αλκένιο, αντιδρά με το διάλυμα  $\text{Br}_2$  και παρατηρείται αποχρωματισμός του προστιθέμενου διαλύματος. Επομένως εάν με την προσθήκη παρατηρηθεί αποχρωματισμός, το δοχείο περιέχει πεντένιο, εάν δεν παρατηρηθεί αποχρωματισμός περιέχει πεντάνιο.

**2.3 24150** Να χαρακτηρίσετε καθεμιά από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). (μονάδες 3)

α) Το τελικό προϊόν της προσθήκης νερού σε αλκίνιο παρουσία  $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Hg}$ ,  $\text{HgSO}_4$  είναι πάντα μία αλδεΐδη.

β) Το ζεύγος  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_2^-$  αποτελεί ζεύγος συζυγούς οξέος-βάσης.

γ) Το χλωροαιθανικό οξύ ( $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ ) είναι ισχυρότερο οξύ από το αιθανικό οξύ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 9)

Δίνονται οι σειρές ισχύος του επαγωγικού φαινομένου:

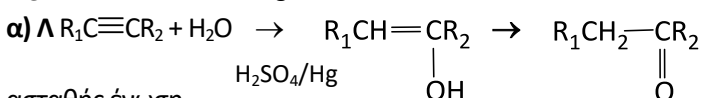
-I επαγωγικό φαινόμενο:  $-\text{C}_6\text{H}_5 < -\text{NH}_3 < -\text{OH} < -\text{I} < -\text{Br} < -\text{Cl} < -\text{F} < -\text{CN} < -\text{NO}_2$ .

+I επαγωγικό φαινόμενο:  $-\text{H} < -\text{CH}_3 < -\text{C}_2\text{H}_5 < -\text{CH}(\text{CH}_3)_2 < -\text{C}(\text{CH}_3)_3 < -\text{COO}- > -\text{O}-$

**Μονάδες 12**

## Ενδεικτικές απαντήσεις

2.3  $\text{HgSO}_4$



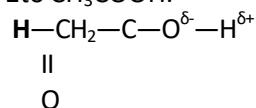
ασταθής ένωση

Το τελικό προϊόν είναι ή αλδεΐδη, όταν το αλκίνιο είναι το αιθίνιο, ή κετόνη για οποιοδήποτε άλλο αλκίνιο.

β) Λ Ένα οξύ διαφέρει από τη συζυγή του βάση κατά ένα πρωτόνιο.

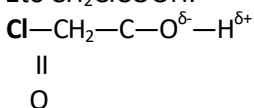
γ) Σ Ο υποκαταστάτης Cl έλκει ηλεκτρόνια και επομένως προκαλεί -I επαγωγικό φαινόμενο που πολώνει εντονότερα τον δεσμό O-H (συγκριτικά με το  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) και το  $\text{H}^+$  αποσπάται ευκολότερα. Έτσι αυξάνεται η ισχύς του οξέος  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$  σε σχέση με το  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Στο  $\text{CH}_3\text{COOH}$ :



Το -H έχει +I επαγωγικό φαινόμενο, άρα περιορίζει τον όξινο χαρακτήρα της καρβοξυλομάδας.

Στο  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$ :

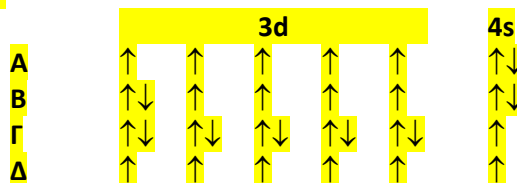


Το -Cl έχει -I επαγωγικό φαινόμενο, άρα ενισχύει τον όξινο χαρακτήρα της καρβοξυλομάδας.

Επομένως το  $\text{CH}_2\text{ClCOOH}$  είναι ισχυρότερο οξύ από το  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

## Θέμα 2° 24151

2.1 Δίνεται η κατανομή των ηλεκτρονίων στις δύο τελευταίες υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση για τέσσερα στοιχεία μετάπτωσης.



α) Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου B. (μονάδες 3)

β) Να προσδιορίσετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων με  $l=0$  στο στοιχείο Γ. (μονάδες 3)

γ) Να προσδιορίσετε το στοιχείο που το ιόν του με φορτίο +3 έχει τέσσερα μονήρη ηλεκτρόνια. (μονάδες 3)

**Μονάδες 9**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1α) Η κατανομή των ηλεκτρονίων στις εσωτερικές υποστιβάδες των 4s και 3d, είναι:

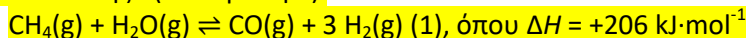
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$  δηλαδή σύνολο 18 ηλεκτρόνια. Επομένως το σύνολο των ηλεκτρονίων του ουδέτερου ατόμου του B είναι  $18 + 8 = 26$  ηλεκτρόνια. Άρα ο ατομικός αριθμός του B είναι 26.

β) Η ηλεκτρονιακή κατανομή του στοιχείου Γ είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ .

Τα ηλεκτρόνια στα τροχιακά s έχουν τιμή  $l = 0$ . Επομένως ο αριθμός των ηλεκτρονίων με  $l = 0$  στο στοιχείο Γ είναι 2 στην 1η στιβάδα, 2 στη 2η στιβάδα, 2 στην 3<sup>η</sup> στιβάδα και 1 στην 4<sup>η</sup> στιβάδα. Επομένως το σύνολο των ηλεκτρονίων που έχουν  $l=0$  είναι 7.

γ) Το ουδέτερο άτομο του στοιχείου θα έχει  $4 + 3 = 7$  ηλεκτρόνια στις δύο εξωτερικές υποστιβάδες. Επομένως είναι το στοιχείο A.

2.2 24151 Η αντίδραση του μεθανίου με υδρατμούς παρουσία καταλύτη οδηγεί στον σχηματισμό του ονομαζόμενου «αερίου σύνθεσης» (αντίδραση 1).



Να καταγράψετε τη φορά της μετατόπισης (αριστερά, δεξιά, καμία) της χημικής ισορροπίας για την αντίδραση (1) σε καθεμία από τις παρακάτω αναφερόμενες μεταβολές: (μονάδες 3)

α) αύξηση της θερμοκρασίας.

β) αύξηση της πίεσης.

γ) προσθήκη μεγαλύτερης ποσότητας καταλύτη.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 9)

**Μονάδες 12**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2α) Η αντίδραση, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά. Η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση και η αντίδραση είναι ενδόθερμη προς τα δεξιά, όπως φαίνεται από την τιμή της  $\Delta H$ .

β) Η αντίδραση, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά. Η αύξηση της πίεσης μετατοπίζει την αντίδραση προς την κατεύθυνση μείωσης του όγκου, δηλαδή προς την κατεύθυνση που έχουμε τα λιγότερα mol αερίων (από 4 mol στα προϊόντα σε 3 mol στα αντιδρώντα).

γ) Δεν θα παρατηρηθεί καμία μεταβολή στη θέση χημικής ισορροπίας διότι η προσθήκη καταλύτη επιταχύνει και τις δύο αντίθετες αντιδράσεις με τον ίδιο ρυθμό.

2.3 24151 Σε ένα εργαστηριακό πάγκο υπάρχουν τρεις φιάλες που περιέχουν η καθεμία διαφορετική χημική ουσία. Οι ετικέτες έχουν ξεθωριάσει και δεν διακρίνεται η αναγραφή του περιεχομένου τους. Γνωρίζουμε ότι οι υγρές ουσίες που περιείχαν οι τρεις φιάλες ήταν προπανικό οξύ ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ ), προπανάλη ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ ) και προπανόνη ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ). Να περιγράψετε μία διαδικασία με την οποία μπορείτε να διαπιστώσετε ποια από τις παραπάνω ενώσεις περιέχεται σε κάθε δοχείο.

**Μονάδες 4**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.3 Σε μικρή ποσότητα δείγματος από κάθε φιάλη προσθέτουμε λίγα mL διαλύματος ανθρακικού νατρίου ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Στο δείγμα που θα παρατηρηθεί σχηματισμός φυσαλίδων (αέριο  $\text{CO}_2$ ) είναι το προπανικό οξύ

(CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH). Εναλλακτικά μπορεί να μετρηθεί το pH των δειγμάτων με πεχαμετρικό χαρτί ή πεχάμετρο. Το δείγμα με όξινο pH είναι το προπανικό οξύ (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH).

Σε μικρή ποσότητα δείγματος από τις άλλες δύο φιάλες προσθέτουμε λίγα mL διαλύματος Fehling. Στο δείγμα που θα παρατηρηθεί σχηματισμός κεραμέρυθρου ιζήματος (Cu<sub>2</sub>O) είναι η προπανάλη (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CHO). Το δείγμα στο οποίο δεν παρατηρήθηκε αντίδραση είναι η προπανόνη (CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>).

## Θέμα 2° 24162

2.1 Δίνονται τα στοιχεία <sup>17</sup>Cl και <sup>9</sup>F.

α) Να υπολογίσετε πόσα μονήρη ηλεκτρόνια (στη θεμελιώδη κατάσταση) έχει το άτομο του F. (μονάδες 3)

β) Ποια βάση είναι ισχυρότερη (στις ίδιες συνθήκες), το F<sup>-</sup> ή το Cl<sup>-</sup>; (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

γ) Ποιο στοιχείο από τα F, Cl έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού; (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 4)

**Μονάδες 13**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1α) Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια του <sup>9</sup>F στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη:

1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>5</sup>.



Επομένως έχει 1 μονήρες ηλεκτρόνιο.

β) Το HF είναι ασθενές οξύ ενώ το HCl είναι ισχυρό, κατά συνέπεια η συζυγής βάση του HF, F<sup>-</sup> είναι ισχυρότερη από τη συζυγή βάση του HCl, Cl<sup>-</sup>.

γ) Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια του <sup>9</sup>F στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη:

1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>5</sup>.

Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια του <sup>17</sup>Cl στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη: 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup> 3p<sup>5</sup>.

Το F βρίσκεται στη 2<sup>η</sup> περίοδο και 17<sup>η</sup> (VIIA) ομάδα, ενώ το Cl βρίσκεται στην 3<sup>η</sup> περίοδο και 17<sup>η</sup> (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω κατά μήκος μίας ομάδας και από αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος μίας περιόδου του Περιοδικού Πίνακα. Κατά συνέπεια το F έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού, αφού βρίσκεται πιο ψηλά στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, συγκριτικά με το Cl.

2.2 24162 Το αέριο αιθίνιο ή ακετυλένιο (HC≡CH) χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στην παραγωγή πλαστικών καθώς και στη συγκόλληση ορισμένων μετάλλων. Εργαστηριακά παρασκευάζεται με προσθήκη νερού σε CaC<sub>2</sub> (ανθρακασβέστιο).

Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι η: CaC<sub>2</sub>(s) + 2H<sub>2</sub>O(l) → Ca(OH)<sub>2</sub>(aq) + HC≡CH(g) (1)

Να χαρακτηρίσετε κάθε μια από τις επόμενες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). (μονάδες 4)

α) Η αντίδραση (1) είναι μεταθετική.

β) Ο υβριδισμός και των δύο ατόμων του C στο μόριο του HC≡CH, είναι sp.

γ) Το τελικό υδατικό διάλυμα που προκύπτει με βάση την αντίδραση (1), είναι όξινο.

δ) Αν μειώσουμε το μέγεθος των κόκκων του CaC<sub>2</sub>(s) θα αυξηθεί η ταχύτητα της αντίδρασης (1).

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 8)

Δίνονται: Z(H)=1, Z(C)=6, Z(S)=16.

**Μονάδες 12**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2 α) Σ Ο αριθμός οξείδωσης των στοιχείων που συμμετέχουν στην αντίδραση (1) δεν μεταβάλλεται, επομένως η αντίδραση είναι μεταθετική.

β) Σ Η κατανομή για τα ηλεκτρόνια του <sup>6</sup>C στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι η ακόλουθη:

1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>2</sup>. Στο άτομο του κάθε άνθρακα συνδυάζονται 2 τροχιακά ένα s και ένα p και δημιουργούνται δύο ισότιμα υβριδικά τροχιακά sp. Επομένως και τα 2 άτομα άνθρακα στο μόριο του αιθινίου εμφανίζουν υβριδισμό sp.

γ) Λ Το τελικό υδατικό διάλυμα που προκύπτει με βάση την αντίδραση (1) περιέχει Ca(OH)<sub>2</sub>, άρα είναι βασικό.

δ) Σ Η μείωση του μεγέθους των κόκκων του CaC<sub>2</sub>(s) θα αυξήσει την επιφάνεια επαφής του στερεού, κατά συνέπεια θα αυξηθεί η ταχύτητα της αντίδρασης (1).



## Θέμα 2° 24171

**2.1** Το χημικό στοιχείο θείο (S) αναφέρεται στην Οδύσσεια του Ομήρου για τις αντιμικροβιακές του ιδιότητες. Σε κάποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται για τον ίδιο λόγο ακόμη και σήμερα είτε με τη μορφή του στερεού θείου (θειάφι) είτε ως αέριο διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>).

**α)** Αν γνωρίζετε ότι ο ατομικός αριθμός του θείου είναι Z=16:

**i.** Να προσδιορίσετε σε ποια περίοδο, ποια ομάδα και σε ποιον τομέα του Περιοδικού Πίνακα ταξινομείται το στοιχείο θείο. (μονάδες 3)

**ii.** Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου που ταξινομείται στην ίδια ομάδα και στην προηγούμενη περίοδο από αυτήν που βρίσκεται το στοιχείο θείο. (μονάδες 3)

**β)** Θείο (S), φώσφορος (P) και χλωρικό κάλιο (KClO<sub>3</sub>) περιέχονται, μεταξύ άλλων, στα συνηθισμένα σπύρτα. Το θείο και ο φώσφορος καίγονται αντιδρώντας με το μοριακό οξυγόνο της ατμόσφαιρας καθώς και με το οξυγόνο (O) που απελευθερώνεται από το οξειδωτικό χλωρικό κάλιο (KClO<sub>3</sub>).

**i.** Να κατατάξετε τα άτομα <sup>16</sup>S, <sup>15</sup>P και <sup>8</sup>O κατά αύξουσα ατομική ακτίνα αιτιολογώντας την επιλογή σας. (μονάδες 6)

**ii.** Να συμπληρώσετε τους αριθμητικούς συντελεστές **α**, **β**, **γ** και **δ** στη χημική εξίσωση που περιγράφει την οξειδοαναγωγική αντίδραση μεταξύ θείου και χλωρικού καλίου.



(μονάδες 2) **Μονάδες 14**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1α) i.** Η ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες για το στοιχείο <sup>16</sup>S θα είναι: 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>4</sup>. Στα άτομα του στοιχείου θείο (S) τα ηλεκτρόνια κατανέμονται σε τρεις στιβάδες, επομένως το στοιχείο ταξινομείται στην τρίτη (3<sup>η</sup>) περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Επιπλέον το άτομο του στοιχείου θείο στην εξωτερική του στιβάδα διαθέτει έξι (6) ηλεκτρόνια, επομένως ανήκει στην 16<sup>η</sup> ή VIA ή p<sup>4</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο (με τη μεγαλύτερη ενέργεια) του θείου τοποθετείται σε υποστιβάδα p, επομένως το θείο ταξινομείται στον τομέα p του Περιοδικού Πίνακα.

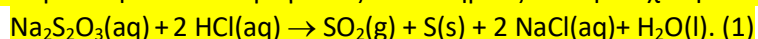
**ii.** Το στοιχείο που θα βρίσκεται στην ίδια ομάδα με το θείο (S) και στην προηγούμενη περίοδο (δηλαδή τη 2<sup>η</sup>) θα έχει ηλεκτρονιακή διαμόρφωση 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>4</sup>. Επομένως το στοιχείο στη θεμελιώδη κατάσταση συνολικά θα διαθέτει οκτώ ηλεκτρόνια, άρα και οκτώ πρωτόνια στον πυρήνα. Ο ατομικός αριθμός Z του ζητούμενου στοιχείου θα είναι ίσος με οκτώ (8).

**β)**

**i.** Η ατομική ακτίνα των τριών στοιχείων αυξάνεται κατά τη σειρά O < S < P. Ο φώσφορος με ηλεκτρονιακή κατανομή 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>3</sup> ταξινομείται στην 15<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και την 3<sup>η</sup> περίοδο. Το στοιχείο οξυγόνο με ηλεκτρονιακή κατανομή 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>4</sup> ταξινομείται στην 16<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και την 2<sup>η</sup> περίοδο. Το θείο με ηλεκτρονιακή κατανομή 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>4</sup> ταξινομείται στην 16<sup>η</sup> ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και την 3<sup>η</sup> περίοδο. Με βάση τα παραπάνω το οξυγόνο και το θείο ανήκουν στην ίδια ομάδα, έχουν το ίδιο δραστικό πυρηνικό φορτίο αλλά το θείο διαθέτει ηλεκτρόνια σε μια επιπλέον στιβάδα, επομένως το θείο έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το οξυγόνο. Ο φώσφορος και το θείο ταξινομούνται στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα (3<sup>η</sup>), όμως το θείο ταξινομείται πιο δεξιά από τον φώσφορο. Κατά μήκος μιας περιόδου ελαττώνεται η ατομική ακτίνα από αριστερά προς τα δεξιά. Αυτό συμβαίνει γιατί όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά του Περιοδικού Πίνακα, αυξάνεται ο ατομικός αριθμός και κατά συνέπεια αυξάνεται το δραστικό πυρηνικό φορτίο του ατόμου (κατά προσέγγιση το φορτίο του πυρήνα μειωμένο κατά το φορτίο των ηλεκτρονίων των εσωτερικών στιβάδων). Έτσι, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα, η ατομική ακτίνα μειώνεται. Επομένως η ατομική ακτίνα του φωσφόρου είναι μεγαλύτερη από αυτή του θείου.

**ii.** Η χημική εξίσωση θα είναι: **3S(s) + 2KClO<sub>3</sub>(s) → 3SO<sub>2</sub>(g) + 2KCl(s)**

**2.2 24171** Υδατικά διαλύματα θειοθειικού νατρίου (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(aq)) χρησιμοποιούνται σε πειράματα χημικής κινητικής προκειμένου να μελετηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα της αντίδρασης (1)



**α)** Πραγματοποιούνται δύο πειράματα χημικής κινητικής σε θερμοκρασίες T1 και T2. Όλοι οι υπόλοιποι



παράγοντες που επιδρούν στην ταχύτητα παραμένουν αμετάβλητοι. Οι αρχικές ταχύτητες των αντιδράσεων καταγράφονται στον Πίνακα 1. Να εξηγήσετε, περιγράφοντας τον τρόπο με τον οποίο η θερμοκρασία επιδρά στην ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων, ποια από τις δύο θερμοκρασίες T1 ή T2 είναι υψηλότερη.

Πίνακας 1. Αρχική ταχύτητα αντίδρασης σε σχέση με τη θερμοκρασία

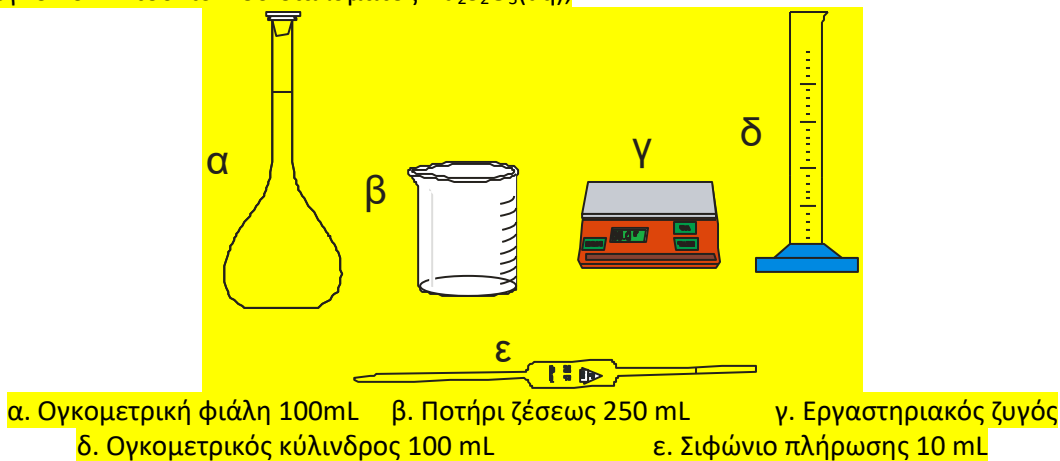
Θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{K}$ )	Αρχική ταχύτητα ( $\text{M sec}^{-1}$ )
T1	$19 \cdot 10^{-3}$
T2	$46 \cdot 10^{-3}$

(μονάδες 7)

β) Για να μελετηθεί η επίδραση της συγκέντρωσης του  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$  στην αρχική ταχύτητα της αντίδρασης παρασκευάζεται μια σειρά διαλυμάτων διαφόρων συγκεντρώσεων με αραιώση κατάλληλων όγκων πυκνού διαλύματος  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ . Το πυκνό διάλυμα παρασκευάζεται με διάλυση κατάλληλης ποσότητας στερεού  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  σε τελικό όγκο διαλύματος ίσο με 100 mL. Να επιλέξετε από τα παρακάτω εργαστηριακά σκεύη:

i. Ποιο από τα σκεύη α, β ή δ θα χρησιμοποιήσετε προκειμένου να παρασκευάσετε με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια το πυκνό διάλυμα  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  όγκου 100 mL διαλύοντας το στερεό  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  σε κατάλληλη ποσότητα νερού;

ii. Ποιο από τα σκεύη/όργανα α έως ε θα χρησιμοποιούσατε για να μετρήσετε με την μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια όγκο 10 mL του πυκνού διαλύματος  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ ;



(μονάδες 4) **Μονάδες 11**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2) Α. Αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων με συνέπεια να αυξάνει ο αριθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων. Επομένως αυξάνεται η ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων (εφόσον όλοι οι υπόλοιποι παράγοντες παραμένουν αμετάβλητοι), άρα στη συγκεκριμένη περίπτωση προκύπτει ότι  $T_2 > T_1$ .

β) i. Για την παρασκευή του πυκνού διαλύματος με τη μεγαλύτερη ακρίβεια το ακριβέστερο από τα διαθέσιμα σκεύη είναι η ογκομετρική φιάλη των 100 mL (α), όπου και θα διαλυθεί η απαραίτητη ποσότητα στερεού  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  σε νερό μέχρι τελικού όγκου διαλύματος ίσου με 100 mL.

ii. Για την ακριβή μέτρηση 10 mL του πυκνού διαλύματος θειοθειικού νατρίου το ακριβέστερο από τα διαθέσιμα σκεύη/όργανα είναι το σιφώνιο πλήρωσης (ε).

### Θέμα 2<sup>ο</sup> 24175

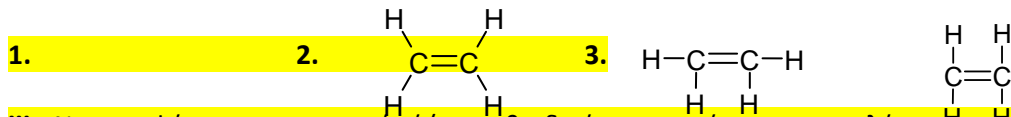
Ένα από τα πιο σημαντικά παράγωγα του πετρελαίου είναι το αιθένιο ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ). Αποτελεί πρώτη ύλη για τη σύνθεση εκατοντάδων διαφορετικών προϊόντων που χρησιμοποιούνται καθημερινά, για παράδειγμα πλαστικές σακούλες, πλαστικές μεμβράνες και πλαστικές φιάλες από πολυαιθυλένιο.

α) Αν γνωρίζετε ότι ο ατομικός αριθμός του άνθρακα είναι  $Z=6$ :

i. Να προσδιορίσετε σε ποια περίοδο, ποια ομάδα και σε ποιον τομέα του Περιοδικού Πίνακα ταξινομείται το στοιχείο άνθρακας. (μονάδες 3)

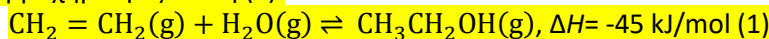
ii. Να επιλέξετε μεταξύ των τριών παρακάτω τύπων αυτόν που απεικονίζει ορθότερα το μόριο του αιθενίου στον χώρο και αφού τον αντιγράψετε στο γραπτό σας, να σημειώσετε τους σ-δεσμούς και τους π-δεσμούς

που υπάρχουν στο αιθέριο. (μονάδες 2)



iii. Να αναφέρετε τα ατομικά ή/και υβριδικά τροχιακά που επικαλύπτονται σε κάθε έναν από τους ομοιοπολικούς δεσμούς στο μόριο του αιθενίου. (μονάδες 3)

β) Το αέριο αιθέριο αντιδρά με υδρατμούς και παράγεται αιθανόλη σύμφωνα με τη χημική αντίδραση που περιγράφεται με τη θερμοχημική εξίσωση (1):



i. Να γράψετε την έκφραση και τις μονάδες της σταθεράς  $K_c$  για την παραπάνω χημική ισορροπία. (μονάδες 3)

ii. Να ερμηνεύσετε την επίδραση που θα έχει στη θέση της χημικής ισορροπίας η αύξηση της θερμοκρασίας πραγματοποίησης της αντίδρασης. (μονάδες 5)

iii. Να εξηγήσετε με ποιον τρόπο μεταβάλλεται η τιμή της  $K_c$  της χημικής ισορροπίας αν αυξηθεί η θερμοκρασία πραγματοποίησης της αντίδρασης. (μονάδες 4)

γ) Σε κατάλληλες συνθήκες το αιθέριο μπορεί να πολυμεριστεί.

i. Να γράψετε την αντίδραση του πολυμερισμού του αιθενίου. (μονάδες 3)

ii. Να εξηγήσετε αν το προϊόν της αντίδρασης πολυμερισμού του αιθενίου μπορεί να αποχρωματίσει κόκκινο διάλυμα βρωμίου σε τετραχλωράνθρακα ( $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$ ). (μονάδες 2)

**Μονάδες 25**

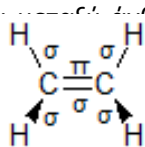
### Ενδεικτικές απαντήσεις

α) i. Η ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες για το στοιχείο  ${}_6\text{C}$  θα είναι:  $1s^2 2s^2 2p^2$ .

Στα άτομα του στοιχείου άνθρακα (C) τα ηλεκτρόνια κατανέμονται σε δύο στιβάδες επομένως το στοιχείο ταξινομείται στη δεύτερη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Επιπλέον το άτομο του στοιχείου άνθρακα στην εξωτερική του στιβάδα διαθέτει τέσσερα (4) ηλεκτρόνια επομένως ανήκει στην 14<sup>η</sup> ή IVA ή  $p^2$  ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο (με τη μεγαλύτερη ενέργεια) του άνθρακα τοποθετείται σε υποστιβάδα τύπου  $p$ , επομένως ο άνθρακας ταξινομείται στον τομέα  $p$  του Περιοδικού Πίνακα.

ii. Ο τύπος που αποδίδει που απεικονίζει ορθότερα το μόριο του αιθενίου στον χώρο είναι ο τύπος 1. Στο αιθέριο υπάρχουν πέντε (5) ομοιοπολικοί  $\sigma$ -δεσμοί και ένας ομοιοπολικός  $\pi$ -δεσμός που σημειώνονται στο σχήμα που ακολουθεί:

iii. Οι τέσσερις ομοιοπολικοί  $\sigma$ -δεσμοί σχηματίζονται από επικάλυψη τροχιακών  $sp^2$  του άνθρακα και  $1s$  του υδρογόνου και τα τροχιακά που επικαλύπτονται σε κάθε περίπτωση είναι ένα υβριδικό  $sp^2$  του άνθρακα και το  $s$  ατομικό τροχιακό του ατόμου του υδρογόνου (οι ομοιοπολικοί δεσμοί σχηματίζονται από επικάλυψη τροχιακών  $sp^2-s$ ). Ο πέμπτος ομοιοπολικός  $\sigma$ -δεσμός προκύπτει με την επικάλυψη ενός  $sp^2$  υβριδικού τροχιακού από κάθε ένα άτομο άνθρακα (ομοιοπολικός δεσμός τύπου  $sp^2-sp^2$ ). Ο  $\pi$ -δεσμός προκύπτει με πλευρική επικάλυψη ατομικών τροχιακών  $2p$  κάθε ατόμου άνθρακα.



β) i. Η έκφραση της  $K_c$  είναι:

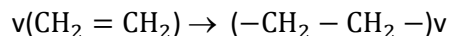
$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]}{[\text{CH}_2 = \text{CH}_2][\text{H}_2\text{O}]}$$

Επομένως για τις μονάδες θα ισχύει:  $\frac{\frac{\text{mol}}{\text{L}}}{\frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = \frac{\text{L}}{\text{mol}}$

ii. Η αντίδραση σύνθεσης της αιθανόλης είναι εξώθερμη. Επομένως σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η αύξηση της θερμοκρασίας θα οδηγήσει τη θέση χημικής ισορροπίας προς την κατεύθυνση όπου τείνει να αναιρέσει την αύξηση της θερμοκρασίας, άρα προς την ενδόθερμη πλευρά, επομένως η θέση της χημικής ισορροπίας θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά.

iii. Η τιμή της  $K_c$  μεταβάλλεται όταν αλλάζει η θερμοκρασία πραγματοποίησης της χημικής αντίδρασης. Με την αύξηση της θερμοκρασίας η θέση της χημικής ισορροπίας (1) μετατοπίζεται προς τα αριστερά. Επομένως ο αριθμητής στη σταθερά της χημικής ισορροπίας (1) ελαττώνεται ενώ ο παρονομαστής αυξάνεται. Άρα η τιμή της  $K_c$  της χημικής ισορροπίας (1) ελαττώνεται όταν αυξηθεί η θερμοκρασία πραγματοποίησης της χημικής αντίδρασης.

γ) i. Ο πολυμερισμός του αιθενίου περιγράφεται με τη χημική εξίσωση:



ii. Το προϊόν της αντίδρασης πολυμερισμού του αιθένιου (πολυαιθυλένιο, όπως φαίνεται στην αντίδραση πολυμερισμού) δεν διαθέτει πολλαπλούς δεσμούς μεταξύ των ατόμων άνθρακα και επομένως δεν αποχρωματίζει το κόκκινο διάλυμα βρωμίου στον τετραχλωράνθρακα.

### Θέμα 2° 24194

**2.1** Σε δοχείο, όγκου  $V$ , περιέχονται ποσότητες των αερίων  $\text{H}_2(\text{g})$ ,  $\text{I}_2(\text{g})$  και  $\text{HI}(\text{g})$  σε ισορροπία, που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ .

Αν πραγματοποιηθούν οι παρακάτω μεταβολές, να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί (αύξηση, μείωση ή καμία μεταβολή) η ποσότητα (σε mol) κάθε αερίου στο δοχείο, στη χημική ισορροπία:

**α)** Προσθήκη στο δοχείο ποσότητας  $\text{HI}(\text{g})$ , διατηρώντας σταθερό τον όγκο του δοχείου και σταθερή τη θερμοκρασία. (μονάδες 3)

**β)** Αύξηση της πίεσης, με ελάττωση του όγκου του δοχείου, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία. (μονάδες 3)

**Μονάδες 6**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1α)** Έστω ότι στην κατάσταση χημικής ισορροπίας περιέχονται στο δοχείο  $x$  mol  $\text{H}_2(\text{g})$ ,  $y$  mol  $\text{I}_2(\text{g})$  και  $z$  mol  $\text{HI}(\text{g})$ .

Με την προσθήκη στο δοχείο έστω  $\omega$  mol  $\text{HI}(\text{g})$ , διατηρώντας σταθερό τον όγκο του δοχείου, η συγκέντρωση του  $\text{HI}$  αυξάνεται, αφού  $c(\text{HI}) = \frac{n(\text{HI})}{V_{\text{δοχείου}}} = \frac{(z+\omega) \text{ mol}}{V_{\text{δοχείου}}}$

Η μεταβολή της συγκέντρωσης του  $\text{HI}$  είναι παράγοντας που επηρεάζει τη θέση της χημικής ισορροπίας  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ . Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αύξηση της συγκέντρωσης του  $\text{HI}$  μετατοπίζει τη θέση της χημικής ισορροπίας προς την κατεύθυνση που τείνει να αναιρέσει την μεταβολή της συγκέντρωσης  $\text{HI}$ , επομένως προς τα αριστερά. Άρα η ποσότητα όλων των αερίων στη νέα θέση ισορροπίας θα είναι μεγαλύτερη από την αρχική, επομένως αυξάνονται τα mol όλων των αερίων στο δοχείο:

$n \text{H}_2(\text{g}) > x \text{ mol}$ ,  $n \text{I}_2(\text{g}) > y \text{ mol}$  και  $n \text{HI}(\text{g}) > z \text{ mol}$ , αλλά και  $n \text{HI}(\text{g}) < (z + \omega) \text{ mol}$ , δηλαδή  $z < n \text{HI}(\text{g}) < (z + \omega) \text{ mol}$

**β)** Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αύξηση της πίεσης, με ελάττωση του όγκου του δοχείου και σταθερή θερμοκρασία, μετατοπίζει τη θέση της ισορροπίας προς την κατεύθυνση που υπάρχουν τα λιγότερα mol αερίων. Στην ισορροπία  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$  δεν παρατηρείται μεταβολή στον αριθμό mol αερίων, οπότε η μεταβολή της πίεσης δεν θα επηρεάσει τη θέση της χημικής ισορροπίας. Άρα οι ποσότητες των αερίων δεν θα μεταβληθούν με την αύξηση της πίεσης.

**2.2 24194** Δίνονται τα άτομα των στοιχείων  ${}_{17}\text{A}$ ,  ${}_{11}\text{B}$ , και  ${}_{35}\text{Γ}$  :

**α)** Να γράψετε την κατανομή ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες για τα άτομα  $\text{A}$ ,  $\text{B}$  και  $\text{Γ}$ , στη θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 3)

**β)** Να εξηγήσετε αν είναι σωστή (**Σ**) ή λανθασμένη (**Λ**) καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις.

i. Το στοιχείο  ${}_{11}\text{B}$  είναι μέταλλο, το οποίο στις ενώσεις του έχει αριθμό οξείδωσης +1. (μονάδες 3)

ii. Σε υδατικό διάλυμα το οξύ  $\text{HA}$  είναι πιο ισχυρό από το οξύ  $\text{HG}$ . (μονάδες 5)

**Μονάδες 11**

**2.2 α)** Η ηλεκτρονιακή δομή σε υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση:

- για το άτομο  ${}_{17}\text{A}$  είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ .
- για το άτομο  ${}_{11}\text{B}$  είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ .
- για το άτομο  ${}_{35}\text{Γ}$  είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ .

**β)**

i. Από την ηλεκτρονιακή δομή σε υποστιβάδες για το άτομο  ${}_{11}\text{B}$  στη θεμελιώδη κατάσταση, προκύπτει ότι το  $\text{B}$  είναι στοιχείο του  $s$  τομέα, της  $1^{η}$  (IA) ομάδας του Περιοδικού Πίνακα, δηλαδή αλκάλιο, δραστικό μέταλλο. Σχηματίζει ιοντικές ενώσεις, αφού έχει την τάση να αποβάλλει ένα ηλεκτρόνιο και να μετατρέπεται σε κατιόν με φορτίο +1. Ο αριθμός οξείδωσης του  $\text{B}$  στις ενώσεις του είναι ίσος με το φορτίο του ιόντος του, δηλαδή ίσος με +1. Επομένως η πρόταση είναι **σωστή (Σ)**.

ii. Από την ηλεκτρονιακή δομή σε υποστιβάδες για τα άτομα  $_{17}\text{A}$  και  $_{35}\text{Γ}$  στη θεμελιώδη κατάσταση, προκύπτει ότι τα στοιχεία A και Γ ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ( $17^{\text{η}}$  ή VIIA). Η ισχύς των οξέων HA και ΗΓ, σε υδατικά διαλύματα, αυξάνεται όπως αυξάνεται και η ατομική ακτίνα των ατόμων A και Γ.

Το άτομο του Γ έχει τα ηλεκτρόνια του κατανομημένα σε περισσότερες στιβάδες από το άτομο του A, οπότε η ακτίνα του ατόμου Γ είναι μεγαλύτερη από την ακτίνα του ατόμου A. Επομένως ο δεσμός Η-Γ είναι ασθενέστερος από το δεσμό Η-Α, με αποτέλεσμα να αποσπάται ευκολότερα το  $\text{H}^+$  από το Η-Γ. Άρα σε υδατικά διαλύματα το οξύ ΗΓ είναι ισχυρότερο από το HA και επομένως η πρόταση είναι **λανθασμένη (Λ)**.

**2.3 24194** Αν σε υδατικό διάλυμα NaF συγκέντρωσης  $c$  M, διαλυθεί επιπλέον ποσότητα NaF(s), χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, να εξηγήσετε πώς μεταβάλλονται (αύξηση, μείωση ή καμία μεταβολή) τα παρακάτω μεγέθη:

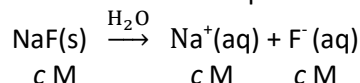
**α)** η  $[\text{OH}^-]$  του διαλύματος. (μονάδες 3)

**β)** η απόδοση της αντίδρασης του  $\text{F}^-$  με το νερό. (μονάδες 5)

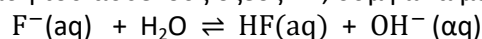
Να θεωρήσετε ότι η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή και ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

**Μονάδες 8**

**2.3** Το άλας NaF είναι ιοντική ένωση και σε υδατικό διάλυμα δίσταται πλήρως:



Το κατιόν  $\text{Na}^+(\text{aq})$  δεν αντιδρά με το  $\text{H}_2\text{O}$ , διότι προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH. Το ανιόν  $\text{F}^-(\text{aq})$  αντιδρά με το  $\text{H}_2\text{O}$ , ως συζυγής βάση του ασθενούς οξέος HF, σύμφωνα με την εξίσωση:



Με την προσθήκη και πλήρη διάλυση επιπλέον ποσότητας NaF(s) χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, η συγκέντρωση  $c$  του NaF αυξάνεται, όπως και η συγκέντρωση  $c$  του  $\text{F}^-$ , και έτσι επηρεάζεται η θέση της χημικής ισορροπίας. Η σταθερά χημικής ισορροπίας της αντίδρασης  $K_b(\text{F}^-)$  παραμένει όμως αμετάβλητη διότι δεν μεταβάλλεται η θερμοκρασία, και έτσι ο μόνος παράγοντας που επηρεάζει τη θέση της χημικής ισορροπίας είναι η αύξηση της συγκέντρωσης του  $\text{F}^-$ .

Παρατηρούμε επιπλέον ότι:

**α)** Η  $[\text{OH}^-]$  **αυξάνεται** διότι η αύξηση της συγκέντρωσης  $c$  του  $\text{F}^-$  μετατοπίζει την ισορροπία προς τα δεξιά (αρχή Le Chatelier).

*Εναλλακτικά:*  $K_b(\text{F}^-) = \frac{[\text{HF}][\text{OH}^-]}{[\text{F}^-]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{c-x} \approx \frac{[\text{OH}^-]^2}{c}$  (1). Από τη σχέση (1) προκύπτει ότι η  $[\text{OH}^-]$  **αυξάνεται** λόγω αύξησης της συγκέντρωσης  $c$ .

**β)** Σύμφωνα με τον νόμο της αραίωσης του Ostwald, η αραίωση διαλύματος μιας ασθενούς μονόξινης βάσης, όπως το  $\text{F}^-$ , σε σταθερή θερμοκρασία, επιφέρει αύξηση του βαθμού ιοντισμού  $\alpha$ . Επειδή όμως στην περίπτωση μας το διάλυμα της ασθενούς μονόξινης βάσης  $\text{F}^-$  γίνεται πυκνότερο, καθώς διαλύεται επιπλέον ποσότητα NaF(s) χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, συμπεραίνουμε ότι ο βαθμός ιοντισμού  $\alpha$  μειώνεται. Επειδή ο βαθμός ιοντισμού  $\alpha$  αντιπροσωπεύει την απόδοση της αντίδρασης του  $\text{F}^-$  με το νερό, η απόδοση της αντίδρασης **μειώνεται**.

*Εναλλακτικά:*  $\alpha = \frac{x}{c} \Rightarrow x = \alpha \cdot c = [\text{OH}^-]$  (2)

Από τη σχέση (1), λόγω της (2), προκύπτει:  $K_b(\text{F}^-) = \frac{[\text{OH}^-]^2}{c} = \frac{(\alpha \cdot c)^2}{c} \Rightarrow K_b(\text{F}^-) = \alpha^2 \cdot c$  (3)

Από τη σχέση (3) προκύπτει ότι η απόδοση της αντίδρασης του  $\text{F}^-$  με το νερό **μειώνεται** λόγω αύξησης της συγκέντρωσης  $c$ .

### **Θέμα 2°34569**

**2.1.** Σε συγκεκριμένες συνθήκες ισχύει:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HCl}(\text{g})$ ,  $\Delta H = -184 \text{ kJ}$

α) Στις παραπάνω συνθήκες εισάγουμε σε δοχείο 4 mol H<sub>2</sub> και 4 mol Cl<sub>2</sub>. Μετά από λίγη ώρα το σύστημα φτάνει σε χημική ισορροπία με απόδοση 50%. Το ποσό θερμότητας που εκλύθηκε κατά την αντίδραση αυτή είναι (να επιλέξετε μία από τις παρακάτω απαντήσεις):

i. 184 kJ, ii. 368 kJ, iii. 736 kJ. (μονάδα 1)

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. (μονάδες 5)

β) Οι χημικές ενώσεις NaF(s) και C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>(g) όταν προστεθούν σε νερό δημιουργούν βασικό διάλυμα. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που πραγματοποιούνται όταν οι παραπάνω ενώσεις προστίθενται σε νερό. (μονάδες 6)

**Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1. .α) Σωστή η (ii).**

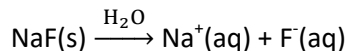
Αφού η απόδοση είναι 50% αντέδρασαν τα μισά mol, δηλαδή από τα αρχικά 4 mol αντέδρασαν 2 mol H<sub>2</sub> και 2 mol Cl<sub>2</sub>, οπότε παράχθηκαν 4 mol HCl.

Σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση έχουμε:

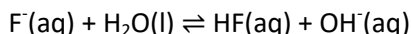
Όταν παράγονται 2 mol HCl εκλύονται 184 kJ

Όταν παράγονται 4 mol HCl εκλύονται 2·184 kJ = 368 kJ

β) Για το φθοριούχο νάτριο (NaF) έχουμε δύο διαδοχικές αντιδράσεις, διάσταση και αντίδραση του F<sup>-</sup> με το νερό.

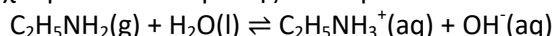


και



Επισημαίνεται ότι το Na<sup>+</sup> πρακτικά δεν αντιδρά με το νερό γιατί προέρχεται από την ισχυρή βάση NaOH.

Για την αιθυλαμίνη (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>) έχουμε τον ιοντισμό της στο νερό.



**2.2 34569** Για τα αλογόνα τα οποία είναι στοιχεία της 17<sup>ης</sup> ομάδας του Περιοδικού Πίνακα και τα υδραλογόνα δίνονται οι παρακάτω πίνακες με πληροφορίες:

Πίνακας 1. Πληροφορίες για τα αλογόνα

	F	Cl	Br	I
Ηλεκτραρνητικότητα κατά Pauli	3,98	3,16	2,96	2,66
Ατομικός Αριθμός	9	17	35	53
Σχετική Ατομική Μάζα (A <sub>r</sub> )	19	35,5	80	127

Πίνακας 2. Πληροφορίες για τα υδραλογόνα

	HF	HCl	HBr	HI
Σημείο βρασμού (σε Kelvin)	290	188	206	238
Σταθερά ιοντισμού (σε M)	6,6·10 <sup>-4</sup>	1,3·10 <sup>6</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>9</sup>

i. Να εξηγήσετε αν οι δυνάμεις διασποράς (London) είναι ισχυρότερες ανάμεσα στα μόρια του HBr ή ανάμεσα στα μόρια του HI. (μονάδες 3)

ii. Να εξηγήσετε αν οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου είναι ισχυρότερες ανάμεσα στα μόρια του HBr ή ανάμεσα στα μόρια του HI. (μονάδες 3)

iii. Με βάση τις διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του κάθε υδραλογόνου να ερμηνεύσετε το γεγονός ότι το HI έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από το HBr. (μονάδες 3)

iv. Από τα δεδομένα του πίνακα 2 προκύπτει ότι η σειρά ισχύος των υδραλογόνων ως οξέα είναι HF < HCl < HBr < HI. Πώς εξηγείται η σειρά αυτή με δεδομένο ότι τα αλογόνα ανήκουν στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα; (μονάδες 4)

**Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.2.i.** Οι δυνάμεις διασποράς ανάμεσα στα μόρια του HI είναι ισχυρότερες από τις αντίστοιχες ανάμεσα στα μόρια του HBr, γιατί το HI έχει μεγαλύτερο M<sub>r</sub>.

ii. Οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου ανάμεσα στα μόρια του HBr είναι ισχυρότερες σε σύγκριση με αυτές ανάμεσα στα μόρια του HI, γιατί το Br είναι ηλεκτραρνητικότερο του I οπότε το HBr έχει μεγαλύτερη διπολική ροπή.

iii. Ανάμεσα στα μόρια των υδραλογόνων αναπτύσσονται τόσο δυνάμεις διασποράς όσο και δυνάμεις διπόλου-διπόλου. Όπως είδαμε το HI υπερیشύει ως προς τις δυνάμεις διασποράς, ενώ το HBr ως προς τις διπόλου-διπόλου. Αφού το σημείο βρασμού του HI είναι μεγαλύτερο, συνάγεται ότι οι δυνάμεις διασποράς υπερیشύουν των δυνάμεων διπόλου-διπόλου στην περίπτωση αυτή.

iv. Γνωρίζουμε ότι σε μια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, η ισχύς των οξέων αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω, κατά την ίδια σειρά που αυξάνεται η ατομική ακτίνα στοιχείου X που ενώνεται με το H.

*Εναλλακτικά:*

Το κυριότερο χαρακτηριστικό που καθορίζει την ισχύ ενός οξέος είναι η ατομική ακτίνα του ατόμου που συνδέεται με το H. Όσο μεγαλώνει η ατομική ακτίνα μεγαλώνει το μήκος του δεσμού  $X^{\delta-} - H^+$ , οπότε είναι ευκολότερο αυτός να σπάσει παρέχοντας  $H^+$ .

### Θέμα 2ο 34926

**2.1 α.** Να γράψετε την εξίσωση που δίνει την ωσμωτική πίεση υδατικού διαλύματος μοριακής ουσίας A και να εξηγήσετε τι σημαίνει ωσμωμετρία. (μον.4)

**β.** Να προσδιορίσετε τον αριθμό οξείδωσης του υπογραμμισμένου ατόμου στις παρακάτω ενώσεις ή ιόντα:

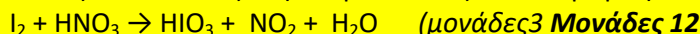
i.  $KMnO_4$

ii.  $HPO_4^{2-}$  (μονάδες 2)

**γ.** Να εξηγήσετε γιατί δεν είναι οξειδοαναγωγική η αντίδραση:



**δ.** Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην παρακάτω οξειδοαναγωγική αντίδραση.



**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1.**

**α.** Η ζητούμενη εξίσωση είναι η  $\Pi = c \cdot R \cdot T$ .

Ωσμωμετρία είναι η μέθοδος προσδιορισμού της σχετικής μοριακής μάζας με βάση τον πειραματικό προσδιορισμό της ωσμωτικής πίεσης, κάνοντας χρήση της παραπάνω εξίσωσης.

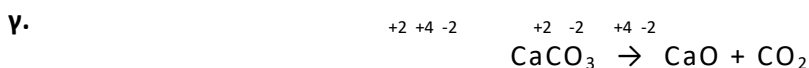
**β.** Γνωρίζουμε ότι ο Α.Ο. του H και του K είναι +1 και του O είναι -2.

Έστω x ο αριθμός οξείδωσης του Mn

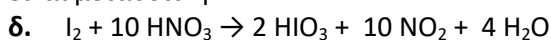
$$KMnO_4: (+1) \cdot 1 + x \cdot 1 + (-2) \cdot 4 = 0 \Rightarrow 1 + x - 8 = 0 \Rightarrow x = +7.$$

Έστω x ο αριθμός οξείδωσης του P.

$$HPO_4^{2-}: (+1) \cdot 1 + y \cdot 1 + (-2) \cdot 4 = -2 \Rightarrow 1 + y - 8 = -2 \Rightarrow y = +5.$$



Παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει μεταβολή στον αριθμό οξείδωσης κανενός στοιχείου, επομένως η αντίδραση είναι μεταθετική.



**2.2 34926 α)** Σε κλειστό δοχείο μεταβλητού όγκου προσθέτουμε ποσότητα στερεού ανθρακικού ασβεστίου ( $CaCO_3$ ). Το ανθρακικό ασβέστιο σε κατάλληλη θερμοκρασία  $\theta$  °C αρχίζει να διασπάται σε στερεό CaO και αέριο  $CO_2$  και μετά από κάποια ώρα φθάνει σε ισορροπία. Να εξηγήσετε τι θα συμβεί αν αυξήσουμε τον όγκο του δοχείου στο οποίο γίνεται η αντίδραση. (μονάδες 3)

**β)** Ένας μαθητής M ισχυρίζεται ότι στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης υδατικού διαλύματος οξέος HA με πρότυπο υδατικό διάλυμα NaOH το pH του διαλύματος θα είναι ίσο με 7. Να εξηγήσετε αν η δήλωσή του είναι σωστή:

i. Όταν το HA είναι ισχυρό οξύ. (μονάδες 5)

ii. Όταν το HA είναι ασθενές οξύ. (μονάδες 5)

Δίνεται ότι η θερμοκρασία του διαλύματος είναι σταθερή στους 25 °C.

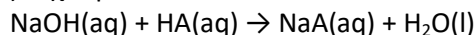
**Μονάδες 13**

**2.2α.** Η συγκεκριμένη ισορροπία είναι η εξής:  $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

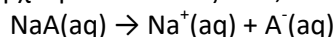


Αν αυξήσουμε τον όγκο του δοχείου μειώνεται η πίεση, οπότε σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς την κατεύθυνση που παράγονται περισσότερα mol αερίων, άρα προς τα προϊόντα.

**β. i.** Όταν το οξύ HA είναι ισχυρό οξύ έχουμε:

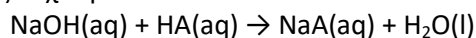


Στο ισοδύναμο σημείο στο διάλυμα υπάρχει μόνο το άλας NaA, που διίσταται.

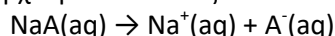


Τα ιόντα  $\text{Na}^+$  και  $\text{A}^-$  δεν αντιδρούν με το νερό αφού προέρχονται από ισχυρή βάση και ισχυρό οξύ, αντίστοιχα, άρα το διάλυμα έχει  $\text{pH} = 7$  στους  $25^\circ\text{C}$ . Άρα η δήλωση του μαθητή σε αυτήν την περίπτωση είναι σωστή.

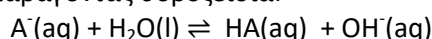
**ii.** Όταν το οξύ HA είναι ασθενές οξύ έχουμε:



Στο ισοδύναμο σημείο στο διάλυμα υπάρχει μόνο το άλας NaA.



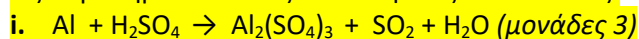
Μόνο το ιόν  $\text{A}^-$  αντιδρά με το νερό παράγοντας υδροξείδια:



Επομένως, το διάλυμα που θα προκύψει από την εξουδετέρωση αυτή θα είναι βασικό και θα έχει  $\text{pH} > 7$  στους  $25^\circ\text{C}$ . Άρα η δήλωση του μαθητή σε αυτήν την περίπτωση είναι λανθασμένη.

### Θέμα 2ο 34573

**2.1α)** Να μεταφέρετε τις παρακάτω χημικές εξισώσεις αντιδράσεων οξειδοαναγωγής στην κόλλα σας και να τις συμπληρώσετε τους κατάλληλους συντελεστές.



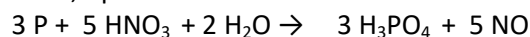
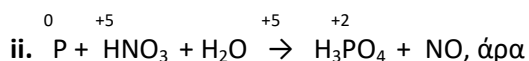
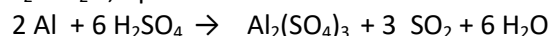
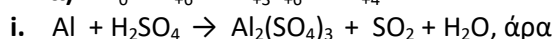
**β)** Έχουμε στη διάθεσή μας τις ακόλουθες χημικές ενώσεις:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  και  $\text{HCl}$ . Να εξηγήσετε αν οι προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες.

**i.** Μπορούμε να παρασκευάσουμε ρυθμιστικό διάλυμα  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  από τις παραπάνω ενώσεις με δύο τουλάχιστον τρόπους.

**ii.** Μπορούμε να παρασκευάσουμε διάλυμα  $\text{NH}_4^+$  0,1 M με διάλυση κατάλληλης ποσότητας  $\text{NH}_3$  σε νερό. Δίνεται  $K_{b,\text{NH}_3} = 10^{-5} \text{ M}$ ... (μονάδες 6) **Μονάδες 12**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1α)**



**β) i.** Σωστή.

1<sup>ος</sup> τρόπος: Με διάλυση παραπλήσιων ποσοτήτων  $\text{NH}_3$  και  $\text{NH}_4\text{Cl}$  σε νερό, οπότε στο προκύπτει ρυθμιστικό  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ .

2<sup>ος</sup> τρόπος: Με διάλυση στο νερό  $\text{NH}_3$  και  $\text{HCl}$  με την προϋπόθεση ότι η αμμωνία θα είναι σε ικανή περίσσεια. Με την αντίδραση εξουδετέρωσης σχηματίζεται  $\text{NH}_4\text{Cl}$  και περισσεύει  $\text{NH}_3$ , οπότε προκύπτει ρυθμιστικό  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ .

**ii.** Λανθασμένη. Η  $\text{NH}_3$  είναι αρκετά ασθενής ηλεκτρολύτης ( $K_b = 10^{-5} \text{ M}$ ) και ακόμη και σε διάλυμα υψηλής συγκέντρωσης ο ιοντισμός της δεν επαρκεί για να δώσει διάλυμα με συγκέντρωση  $10^{-1} \text{ M}$  σε  $\text{NH}_4^+$ .

Εναλλακτικά: Για ένα διάλυμα αμμωνίας 1 M έχουμε:

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+] \approx \sqrt{K_b \cdot c} = \sqrt{10^{-5} \text{ M} \cdot 1 \text{ M}} = 10^{-2,5} \ll 10^{-1}$$

**2.2. 34573.α)** Να παραστήσετε σχηματικά τον δεσμό υδρογόνου ανάμεσα στα μόρια του HF. (μονάδες 3)

**β)** Να γράψετε τα συζυγή οξέα κατά Bronsted-Lowry των βάσεων:  $\text{NH}_3$  και  $\text{SO}_4^{2-}$ . (μονάδες 4)

**γ)** Οι ουσίες A και B αντιδρούν δίνοντας ως προϊόν τη

$c_A \text{ (mol/L)}$



χημική ένωση Γ. Για τη συγκέντρωση του αντιδρώντος

A προέκυψε το διπλανό διάγραμμα μεταβολής της

συγκέντρωσής του  $c_A$ .

Αιτιολογήστε την απάντησή σας στις παρακάτω ερωτήσεις:

i. Αν γνωρίζουμε ότι το αντιδρών B ήταν σε περίσσεια η αντίδραση είναι μονόδρομη ή αμφίδρομη; (μονάδες 3)

ii. Αν γνωρίζουμε ότι το αντιδρών A ήταν σε περίσσεια, επαρκούν οι πληροφορίες που παρέχει το διάγραμμα για να χαρακτηρίσουμε την συγκεκριμένη αντίδραση μονόδρομη ή αμφίδρομη; (μονάδες 3)

### Μονάδες 13

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.2

α)  $\dots \overset{\delta+}{\text{H}} - \overset{\delta-}{\text{F}} \dots \overset{\delta+}{\text{H}} - \overset{\delta-}{\text{F}} \dots \overset{\delta+}{\text{H}} - \overset{\delta-}{\text{F}} \dots \overset{\delta+}{\text{H}} - \overset{\delta-}{\text{F}} \dots$

β) Τα συζυγή οξέα έχουν ένα πρωτόνιο παραπάνω από τις συζυγείς τους βάσεις, οπότε συζυγές οξύ της  $\text{NH}_3$  είναι το  $\text{NH}_4^+$  και του  $\text{SO}_4^{2-}$  είναι το  $\text{HSO}_4^-$ .

γ)

i. Αφού το αντιδρών B είναι σε περίσσεια και το αντιδρών A, σύμφωνα με το διάγραμμα δεν καταναλώνεται πλήρως ενώ η αντίδραση δεν εξελίσσεται πλέον, συνάγεται ότι η αντίδραση είναι αμφίδρομη.

ii. Αφού το αντιδρών A είναι σε περίσσεια σίγουρα δεν θα καταναλωθεί πλήρως. Άρα, για να χαρακτηρίσουμε την αντίδραση χρειάζεται να ξέρουμε τι έχει συμβεί με το αντιδρών B. Αν το B καταναλώθηκε πλήρως η αντίδραση είναι μονόδρομη, ενώ αν δεν καταναλώθηκε πλήρως η αντίδραση είναι αμφίδρομη. Το διάγραμμα δεν μας δίνει πληροφορίες για το αντιδρών B, επομένως στην περίπτωση αυτή οι πληροφορίες που παρέχει το διάγραμμα δεν επαρκούν για να μπορέσουμε να χαρακτηρίσουμε τη συγκεκριμένη αντίδραση ως μονόδρομη ή αμφίδρομη.

### Θέμα 2° 34578

2.1. Η χημική βιομηχανία παράγει πολλά εκατομμύρια τόνους αμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ) ετησίως. Περίπου το 80% αυτής χρησιμοποιείται για την παραγωγή λιπασμάτων και το υπόλοιπο 20% για την παραγωγή εκρηκτικών, πλαστικών, υφασμάτων, φυτοφαρμάκων, βαφών, οικιακών καθαριστικών κ.ά. Η αμμωνία είναι ένα άχρωμο εξαιρετικά ερεθιστικό αέριο με πολύ έντονα αποπνικτική οσμή.

α) Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ποσότητες  $\text{N}_2$  και  $\text{H}_2$ . Σε κατάλληλη θερμοκρασία αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$ ,  $\Delta H < 0$ . Να εξηγήσετε την επίδραση των πιο κάτω μεταβολών στην αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.

i. Εισαγωγή πρόσθετης ποσότητας  $\text{H}_2$  στο δοχείο της αντίδρασης.

ii. Απομάκρυνση του παραγόμενου προϊόντος από το χώρο της αντίδρασης.

iii. Χρήση κατάλληλου καταλύτη.

iv. Αύξηση της θερμοκρασίας στην οποία διεξάγεται η αντίδραση.

v. Με κατάλληλο τρόπο αυξάνουμε τον όγκο του δοχείου της αντίδρασης.

(μονάδες 10)

β) Να εξηγήσετε ποιο είναι το συζυγές οξύ και ποια η συζυγής βάση της  $\text{NH}_3$ . (μονάδες 2) **Μονάδες 12**

Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1.α)i. Η αύξηση της  $[\text{H}_2]$  στο δοχείο θα αυξήσει τη συχνότητα των συγκρούσεων, άρα και των αποτελεσματικών συγκρούσεων μεταξύ  $\text{H}_2$  και  $\text{F}_2$ , επομένως θα αυξηθεί η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.

ii. Η απομάκρυνση του παραγόμενου προϊόντος από το χώρο της αντίδρασης δεν επηρεάζει τη συχνότητα των συγκρούσεων μεταξύ των αντιδρώντων, άρα δεν επηρεάζει την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.

iii. Ο καταλύτης δημιουργεί ένα ενεργειακό μονοπάτι μικρότερης ενέργειας ενεργοποίησης ( $E_a$ ), οπότε αυξάνεται το πλήθος των αποτελεσματικών συγκρούσεων στη μονάδα του χρόνου και επομένως η παρουσία του θα αυξήσει την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.

iv. Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει το πλήθος των μορίων που έχουν  $E_{\text{κινητική}} > E_a$  οπότε θα αυξήσει την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.

v. Η αύξηση του όγκου του δοχείου της αντίδρασης έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των συγκεντρώσεων των αντιδρώντων, με αποτέλεσμα να μειώνεται η συχνότητα των αποτελεσματικών συγκρούσεων, άρα θα μειώσει την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.

β) Το συζυγές οξύ της αμμωνίας έχει ένα πρωτόνιο παραπάνω, άρα είναι το  $\text{NH}_4^+$ . Η συζυγής βάση της αμμωνίας έχει ένα πρωτόνιο λιγότερο, άρα είναι η  $\text{NH}_2^-$ .

**2.2. 34578** Το στοιχείο X ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και είναι παραμαγνητικό επειδή έχει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο.

α) Να προσδιορίσετε τους Ατομικούς Αριθμούς που μπορεί να έχει το X. (μονάδες 7)

β) Να εξηγήσετε αν οι προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή λανθασμένες:

i. Το  $_{16}\text{S}$  έχει μεγαλύτερη 1<sup>η</sup> ενέργεια ionτισμού από το  $_{34}\text{Se}$ .

ii. Το  $_{16}\text{S}$  έχει μεγαλύτερη από την ατομική ακτίνα από το  $_{18}\text{Ar}$ . (μονάδες 6)

**Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.2. α)** Σύμφωνα με τις αρχές ηλεκτρονιακής δόμησης (aufbau) το στοιχείο X δεν μπορεί να έχει ηλεκτρόνια στην 3d υποστιβάδα γιατί αυτή συμπληρώνεται μετά την 4s, οπότε το στοιχείο θα ανήκε στην 4<sup>η</sup> περίοδο. Αφού έχει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο, σύμφωνα με τον κανόνα του Hund μπορεί να έχει μία από τις ακόλουθες ηλεκτρονιακές δομές:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  με  $Z_x=11$ .

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$  με  $Z_x=13$ .

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$  με  $Z_x=16$ .

**β)i. Σωστή.**

Βρίσκουμε πρώτα την ηλεκτρονιακή δομή των δύο στοιχείων:

$_{16}\text{S}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

$_{34}\text{Se}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$

Τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια ομάδα (16<sup>η</sup> ή VIA) με το θείο (S) να ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο και το σελήνιο (Se) στην 4<sup>η</sup> περίοδο. Επομένως, το S έχει μικρότερη ατομική ακτίνα, έλκει ισχυρότερα τα εξωτερικά του ηλεκτρόνια και απαιτείται περισσότερη ενέργεια για να ionτιστεί.

**ii. Λανθασμένη.**

Βρίσκουμε πρώτα την ηλεκτρονιακή δομή των δύο στοιχείων:

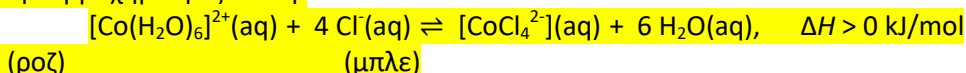
$_{16}\text{S}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

$_{18}\text{Ar}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Τα δύο στοιχεία ανήκουν στην 3<sup>η</sup> περίοδο με το αργό (Ar) να βρίσκεται πιο δεξιά λόγω του μεγαλύτερου ατομικού αριθμού του. Γνωρίζουμε ότι σε μια περίοδο του Περιοδικού πίνακα η ατομική ακτίνα ελαττώνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά. Επομένως, το Ar έχει μικρότερη ατομική ακτίνα από το S.

**Θέμα 2ο 34922**

**2.1** Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση:



Σε έναν δοκιμαστικό σωλήνα στους 31 °C η παραπάνω αντίδραση έχει φθάσει σε χημική ισορροπία και το χρώμα του διαλύματος στον δοκιμαστικό σωλήνα είναι μπλε. Μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία του διαλύματος στους 32 °C και παρατηρούμε ότι το χρώμα του διαλύματος έγινε ροζ.

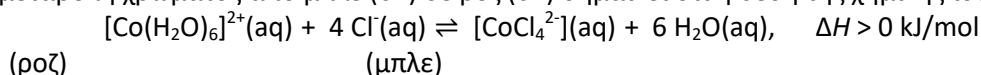
α) Ένας μαθητής A ισχυρίστηκε ότι προφανώς 32 °C < 31 °C. Να εξηγήσετε αν έχει δίκιο ή όχι ο μαθητής A. (6 μονάδες)

β) Ένας μαθητής B ισχυρίστηκε ότι μπορεί να ξανακάνει το ροζ διάλυμα μπλε προσθέτοντας μία ουσία στο διάλυμα της αντίδρασης, χωρίς να πειράξει τη θερμοκρασία. Να εξηγήσετε ποια ουσία σκέφτηκε να προσθέσει ο μαθητής B στο διάλυμα. (6 μονάδες)

**Μονάδες 12**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1. α.** Η μεταβολή χρώματος από μπλε (31) σε ροζ (32) σημαίνει ότι η θέση της χημικής ισορροπίας



μετατοπίστηκε προς τα αντιδρώντα, δηλαδή προς την εξώθερμη πλευρά. Γνωρίζουμε ότι η μετατόπιση προς την εξώθερμη πλευρά συμβαίνει όταν μειώνεται η θερμοκρασία του συστήματος. Επομένως, η

θερμοκρασία του συγκεκριμένου συστήματος μειώθηκε, οπότε ισχύει ότι  $\theta_2 < \theta_1$  και ο μαθητής Α έχει δίκιο.

β. Από τη χημική εξίσωση βλέπουμε ότι η θέση της χημικής ισορροπίας επηρεάζεται και από τη συγκέντρωση ιόντων χλωρίου ( $\text{Cl}^-$ ). Επομένως, ο μαθητής σκέφτηκε ότι αν ρίξει στο διάλυμα κατάλληλη ποσότητα ιόντων χλωρίου ( $\text{Cl}^-$ ) π.χ. με τη μορφή στερεού  $\text{NaCl}$  ή πυκνού υδατικού διαλύματος  $\text{HCl}$ , η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα προϊόντα και το διάλυμα θα ξαναγίνει μπλε.

**2.2 34922** Δίνονται οι ουσίες  $\text{HF}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  και  $\text{N}_2$ .

α. Να εξηγήσετε ποιες από αυτές σχηματίζουν δεσμό υδρογόνου και να δείξετε τον δεσμό αυτό σε μία από αυτές. (μονάδες 6)

β. Να αναφέρετε ποιες είναι οι διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στα μόρια των παραπάνω ουσιών που **δεν** σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου (μονάδες 4).

γ. Ανάμεσα στις παραπάνω ουσίες που **δεν** σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου να εξηγήσετε ποια έχει υψηλότερο σημείο βρασμού. (μονάδες 3)

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί  $\text{H}=1$ ,  $\text{C}=6$ ,  $\text{N}=7$ ,  $\text{F}=9$ ,  $\text{Br}=35$ , οι σχετικές μοριακές μάζες  $M_{r,\text{HF}}=20$ ,  $M_{r,\text{HBr}}=81$ ,  $M_{r,\text{CH}_3\text{NH}_2}=29$ ,  $M_{r,\text{N}_2}=28$ , καθώς και οι τιμές ηλεκτραρνητικότητας κατά Pauli των παρακάτω στοιχείων:

F	N	Br	C	H
4	3	2,8	2,5	2,2

### Μονάδες 13

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.2 α.** Ο δεσμός υδρογόνου εμφανίζεται σε ενώσεις που έχουν τους δεσμούς  $\text{N-H}$ ,  $\text{O-H}$ ,  $\text{F-H}$ . Την προϋπόθεση αυτή έχουν μόνο οι ενώσεις  $\text{HF}$  και  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ .

β. Το υδροβρώμιο ( $\text{H}^{\delta+}-\text{Br}^{\delta-}$ ) έχει πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό, άρα ανάμεσα στα μόριά του αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου-διπόλου.

Το άζωτο ( $\text{N}_2$  ή  $\dots \overset{\delta+}{\text{H}}-\overset{\delta-}{\text{F}} \dots \overset{\delta+}{\text{H}}-\overset{\delta-}{\text{F}} \dots \overset{\delta+}{\text{H}}-\overset{\delta-}{\text{F}} \dots$   $\text{N}\equiv\text{N}$ ) έχει μη πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό, συνεπώς, ανάμεσα στα

μόρια του  $\text{N}_2$  αναπτύσσονται μόνο δυνάμεις London/διασποράς.

γ. Όσο ισχυρότερες είναι οι διαμοριακές δυνάμεις σε ένα σώμα τόσο μεγαλύτερο θα είναι το σημείο βρασμού του.

Στο  $\text{HBr}$  έχουμε διαμοριακές δυνάμεις διπόλου-διπόλου καθώς και δυνάμεις διασποράς ( $M_{r,\text{HBr}} = 81$ ).

Στο  $\text{N}_2$  έχουμε μόνο δυνάμεις διασποράς, οι οποίες είναι συγκριτικά ασθενέστερες από αυτές του  $\text{HBr}$ , λόγω του αρκετά μικρότερου  $M_r$  ( $M_{r,\text{N}_2} = 28$ ).

Επομένως, το  $\text{HBr}$  θα έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από το  $\text{N}_2$ .

### Θέμα 2° 34924

**2.1** Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστή ή λανθασμένη.

α. Σύμφωνα με τη θεωρία της μεταβατικής κατάστασης, για να πραγματοποιηθεί μια αντίδραση θα πρέπει να σχηματιστεί κατά τη σύγκρουση των αντιδρώντων ένα ενδιάμεσο προϊόν, το οποίο ονομάζεται ενεργοποιημένο σύμπλοκο. Η ενέργεια του ενεργοποιημένου συμπλόκου είναι η ενέργεια ενεργοποίησης ( $E_a$ ) της αντίδρασης.

β. Ο καταλύτης σε μία χημική αντίδραση δρα ελαττώνοντας την ενέργεια ενεργοποίησης.

γ. Μια ενζυμικά καταλυόμενη αντίδραση γίνεται στους  $40^\circ\text{C}$ . Αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία διεξαγωγής της στους  $95^\circ\text{C}$ , η ταχύτητά της θα αυξηθεί σημαντικά.

(μονάδες 3)

Να αιτιολογήσετε όλες τις απαντήσεις σας. (μονάδες 9) **Μονάδες 12**

#### Ενδεικτικές απαντήσεις

##### 2.1 .α. Λανθασμένη.

Η ενέργεια ενεργοποίησης ( $E_a$ ) ισούται με τη διαφορά ενέργειας μεταξύ ενεργοποιημένου συμπλόκου και αντιδρώντων.

β. **Σωστή.** Ο καταλύτης τροποποιεί τον μηχανισμό της αντίδρασης βρίσκοντας ένα μονοπάτι μικρότερης ενέργειας ενεργοποίησης για τον σχηματισμό των προϊόντων.

**γ. Λανθασμένη.** Τα ένζυμα είναι πρωτεϊνικής φύσης και αδρανοποιούνται σε θερμοκρασίες πάνω από 50 °C.

**2.2 34924** Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου 3 L εισάγουμε 0,6 mol H<sub>2</sub> και 0,6 mol N<sub>2</sub>. Φέρνουμε το μείγμα σε κατάλληλη θερμοκρασία, οπότε αρχίζει η αντίδραση σχηματισμού της αμμωνίας (NH<sub>3</sub>). Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης φροντίζουμε να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία και παρατηρούμε ότι η πίεση στο δοχείο ελαττώνεται συνεχώς και τελικά σταθεροποιείται σε μία τιμή μετά από 2 ώρες.

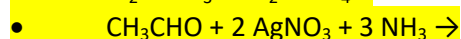
**α.** Να εξηγήσετε:

i. Πού οφείλεται η συνεχής μείωση στην τιμή της πίεσης. (μονάδες 3)

ii. Γιατί τελικά η πίεση σταθεροποιήθηκε. (μονάδες 2)

Δίνεται ότι H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> και NH<sub>3</sub> είναι αέρια στις συνθήκες του πειράματος.

**β.** Η παραγόμενη NH<sub>3</sub> χρησιμοποιείται για να γίνουν οι ακόλουθες αντιδράσεις.



i. Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην πρώτη χημική εξίσωση. (μονάδες 2)

ii. Να συμπληρώσετε τα προϊόντα και τους συντελεστές στη δεύτερη χημική εξίσωση. (μονάδες 3)

**γ.** Δίνεται η φυσική μεταβολή NH<sub>3</sub>(g) → NH<sub>3</sub>(l), ΔH = ω kJ/mol. Να εξηγήσετε αν ο αριθμός ω είναι θετικός ή αρνητικός αριθμός. (μονάδες 3) **Μονάδες 13**

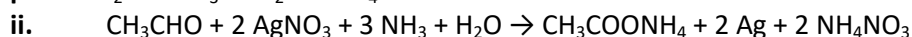
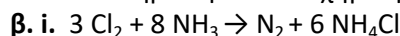
**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.2 α. i.** Από τη χημική εξίσωση N<sub>2</sub>(g) + 3 H<sub>2</sub>(g) ⇌ 2 NH<sub>3</sub>(g) βλέπουμε ότι από 4 mol αέριων αντιδρώντων προκύπτουν 2 mol αέριου προϊόντος, επομένως καθώς εξελίσσεται η αντίδραση τα mol των αερίων μειώνονται. Δεδομένου ότι η θερμοκρασία και ο όγκος του δοχείου διατηρούνται σταθερά, από την καταστατική εξίσωση

$$P = \frac{n_{\text{αερίων}} \cdot R \cdot T}{V}$$

προκύπτει ότι όταν μειώνονται τα mol του αερίου μείγματος, τότε μειώνεται και η πίεση που αυτό ασκεί στα τοιχώματα του δοχείου.

ii. Το σύστημα έφτασε σε χημική ισορροπία οπότε η πίεση σταθεροποιήθηκε.



**γ.** Πρόκειται για υγροποίηση ατμών αμμωνίας. Από υψηλότερη ενεργειακή κατάσταση (αέριο) το σύστημα μεταβαίνει σε χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση (υγρό), συνεπώς η ενέργεια του συστήματος μειώνεται. Άρα και το φαινόμενο είναι εξώθερμο (εκλύονται στο περιβάλλον ω kJ/mol), οπότε ω < 0.

## **Θέμα 2° 34925**

**2.1. α)** Οι προτάσεις που ακολουθούν είναι **όλες σωστές**. Να εξηγήσετε γιατί:

i. Ανάμεσα στα μόρια του υδροβρωμίου (HBr) αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου – διπόλου. (μονάδες 4)

ii. Ανάμεσα στα μόρια του αζώτου (N<sub>2</sub>) αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς. (μονάδες 4)

iii. Ανάμεσα στα μόρια του νερού (H<sub>2</sub>O) αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου. (μονάδες 9)

**β)** Να σχεδιάσετε τους δεσμούς υδρογόνου στο νερό. (μονάδες 3)

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί H=1, N=7, O=8 και Br=35 και η σειρά ηλεκτραρνητικότητας των αμετάλλων: F > O > N, Cl > Br > I, S, C > H. **Μονάδες 12**

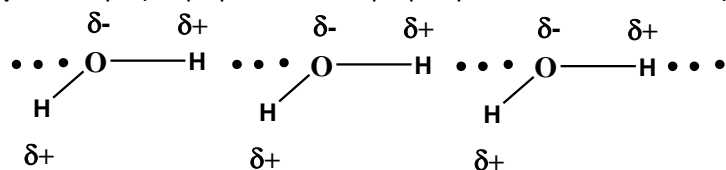
**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1.α. i.** Το <sup>1</sup>H (K<sup>1</sup>) και το <sup>35</sup>Br (K<sup>2</sup>L<sup>8</sup>M<sup>18</sup>N<sup>7</sup>) είναι αμέταλλα στοιχεία και μεταξύ τους αναπτύσσεται απλός ομοιοπολικός δεσμός. Λόγω της διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας ανάμεσα στο H και το Br ο δεσμός αυτός είναι πολωμένος, άρα ανάμεσα στα μόρια του HBr αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου διπόλου.

ii. Το <sup>7</sup>N (K<sup>2</sup>L<sup>5</sup>) είναι αμέταλλο, οπότε ανάμεσα στα άτομα του αζώτου σχηματίζεται μη πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός (τριπλός ομοιοπολικός δεσμός, N≡N). Επομένως, ανάμεσα στα μόρια του αζώτου (N<sub>2</sub>) αναπτύσσονται ασθενείς ελκτικές δυνάμεις ανάμεσα σε στιγμιαία δίπολα που δημιουργούνται, άρα αναπτύσσονται δυνάμεις London ή διασποράς,

iii. Στο H<sub>2</sub>O, το H είναι ενωμένο με ισχυρά ηλεκτραρνητικό άτομο που έχει μικρό μέγεθος, οπότε σχεδόν απογυμνώνεται από ηλεκτρόνια ως H<sup>δ+</sup> και έλκει/έλκεται ισχυρά από το O<sup>δ-</sup> ενός άλλου μορίου. Έτσι οι διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στα μόρια του νερού είναι πολύ πιο ισχυρές από τις δυνάμεις διπόλου διπόλου και συνιστούν δεσμό υδρογόνου.

β. Ο δεσμός υδρογόνου στο νερό μπορεί να απεικονιστεί ως εξής:



**2.2 34925** Οι προτάσεις που ακολουθούν είναι **όλες λανθασμένες**. Να εξηγήσετε το λάθος που έχει κάθε μία κάθε μία από αυτές.

α. Αν προσθέσουμε νερό στο υδατικό διάλυμα μίας βάσης, τότε το pH του διαλύματος αυξάνεται. (μονάδες 2)

β. Μερική εξουδετέρωση υδατικού διαλύματος ισχυρής βάσης MOH από διάλυμα ασθενούς οξέος HA, οδηγεί σε σχηματισμό ρυθμιστικού διαλύματος. (μονάδες 3)

γ. Όλες οι ενώσεις που διαθέτουν π δεσμούς μπορούν να αποχρωματίσουν διάλυμα Br<sub>2</sub> σε CCl<sub>4</sub>. (μονάδες 2)

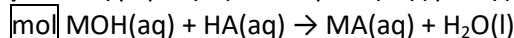
δ. Η επίδραση αντιδραστήριου Grignard σε καρβονυλικές ενώσεις μπορεί να γίνει σε υδατικό διάλυμα. (μονάδες 3)

ε. Καμία κορεσμένη μονοσθενής καρβονυλική ένωση δεν αντιδρά τόσο με διάλυμα Tollens, όσο και με αλκαλικό διάλυμα ιωδίου (I<sub>2</sub>/NaOH). (μονάδες 3) **Μονάδες 13**

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.2 α.** Με την προσθήκη νερού σε υδατικό διάλυμα οξέος ή βάσης το pH του διαλύματος μεταβάλλεται τείνοντας να γίνει ουδέτερο, π.χ. τείνει να γίνει ίσο με 7 στους 25 °C. Άρα, με την αραιώση το pH διαλύματος βάσης μειώνεται.

β. Για τη μερική εξουδετέρωση της βάσης έχουμε την αντίδραση:



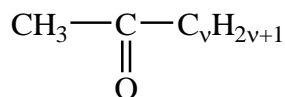
Αρχ.	x		y	
Αν./Παρ.	γ		γ	γ
Τελ.	x-γ		-	γ

Μετά τη μερική εξουδετέρωση της βάσης στο διάλυμα συνυπάρχουν δύο βάσεις η MOH και η A<sup>-</sup>, επομένως δεν έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα. Επισημαίνεται ότι το ιόν M<sup>+</sup> δεν αντιδρά με το νερό, ως προερχόμενο από ισχυρή βάση, άρα δεν επηρεάζει το pH.

γ. π δεσμοί έχουν όλες οι ενώσεις που διαθέτουν τουλάχιστον ένα διπλό ή τριπλό δεσμό, όπως τα αλκένια, τα αλκίνια, οι κορεσμένες μονοσθενείς αλδεΐδες, κετόνες, καρβοξυλικά κ.ά. Από τις παραπάνω κατηγορίες ενώσεων γνωρίζουμε ότι με διάλυμα Br<sub>2</sub> σε CCl<sub>4</sub> αντιδρούν **μόνο** τα αλκένια και τα αλκίνια.

δ. Το αντιδραστήριο Grignard σε υδατικό περιβάλλον αντιδρά με το νερό και καταστρέφεται,  $\text{RMgX} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{RH} + \text{Mg}(\text{OH})\text{X}$ .

ε. Η αιθανάλη (ακεταλδεΐδη) είναι η μόνη κορεσμένη μονοσθενής καρβονυλική ένωση που αντιδρά με διάλυμα Tollens (ως αλδεΐδη) καθώς και με αλκαλικό διάλυμα ιωδίου (επειδή έχει τη δομή με ν = 0).

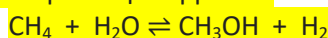


**Θέμα 2ο 29993**

**2.1 α.** Να αντιστοιχίσετε τους μοριακούς τύπους (Μ.Τ.) των ενώσεων της στήλης I με τα σημεία ζέσεως (σ.ζ.) της στήλης II

Στήλη I (Μ.Τ.)	Στήλη II (σ.ζ.)
1. CH <sub>3</sub> OH	A. -253 °C
2. H <sub>2</sub>	B. -161,5 °C
3. CH <sub>4</sub>	Γ. 65 °C

β. Σε κλειστό δοχείο και σε πίεση 1 atm επικρατεί η ισορροπία:



Πώς επηρεάζει η μείωση του όγκου του δοχείου την απόδοση της παραπάνω αντίδρασης στις παρακάτω θερμοκρασίες (οι οποίες μένουν σταθερές σε κάθε περίπτωση):

i. 80 °C

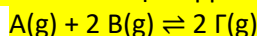
ii. 140 °C

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας για καθεμιά από τις δύο περιπτώσεις, αξιοποιώντας δεδομένα από το ερώτημα (α). (μονάδες 7)

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες:  $A_r(\text{H}) = 1$ ,  $A_r(\text{C}) = 12$ . Το σημείο ζέσεως του  $\text{H}_2\text{O}$  είναι 100 °C και τα σ.ζ. των ουσιών που συμμετέχουν στην ισορροπία θεωρούνται σταθερά στις συνθήκες του πειράματος.

### Μονάδες 13

2.2. Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου και θερμοκρασίας εισάγεται ισομοριακό μείγμα των A και B. Τα A και B αντιδρούν μεταξύ τους και στο δοχείο αποκαθίσταται η ισορροπία:



α. Να επιλέξετε ποια από τις παρακάτω σχέσεις ισχύει για τις συγκεντρώσεις των A, και Γ στην κατάσταση χημικής ισορροπίας: (μονάδες 4)

i.  $[\text{A}] = [\text{B}] + [\text{Γ}]$

ii.  $[\text{A}] = [\text{B}] - [\text{Γ}]$

iii.  $2[\text{A}] = 2[\text{B}] + [\text{Γ}]$

iv.  $2[\text{A}] = 2[\text{B}] - [\text{Γ}]$

β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. (μονάδες 8)

**Μονάδες 1**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

#### 2.1

α. Τα μόρια του  $\text{H}_2$  είναι μη πολικά και γι' αυτό μεταξύ τους ασκούνται μόνο δυνάμεις διασποράς. Τα μόρια του  $\text{CH}_4$  είναι επίσης μη πολικά (λόγω συμμετρίας του μορίου) και ασκούνται μεταξύ τους μόνο δυνάμεις διασποράς.

Μεταξύ των δύο παραπάνω περιπτώσεων ισχυρότερες είναι οι δυνάμεις διασποράς που ασκούνται μεταξύ των μορίων  $\text{CH}_4$ , λόγω της μεγαλύτερης σχετικής μοριακής μάζας που εμφανίζει το  $\text{CH}_4$  σε σχέση με το  $\text{H}_2$  ( $M_r(\text{CH}_4) = 16$  και  $M_r(\text{H}_2) = 2$ ). Οπότε, το  $\text{CH}_4$  εμφανίζει μεγαλύτερο σ.ζ. από το  $\text{H}_2$ , εξαιτίας των ισχυρότερων δυνάμεων διασποράς μεταξύ των μορίων του.

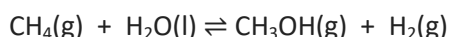
Μεταξύ των μορίων της  $\text{CH}_3\text{OH}$  αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου, όπως επίσης και δυνάμεις διασποράς και δυνάμεις διπόλου - διπόλου. Οπότε, η  $\text{CH}_3\text{OH}$  θα εμφανίζει το μεγαλύτερο σ.ζ. μεταξύ των τριών περιπτώσεων, λόγω ισχυρότερων διαμοριακών δυνάμεων σε σχέση με το  $\text{H}_2$  και το  $\text{CH}_4$ .

Συμπερασματικά: σ.ζ. ( $\text{H}_2$ ) = -253 °C, σ.ζ. ( $\text{CH}_4$ ) = -161,5 °C και σ.ζ. ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) = 65 °C. Η σωστή αντιστοίχιση είναι: 1→Γ, 2→A, 3→B.

β. Η μείωση του όγκου του δοχείου (αύξηση της πίεσης) μετατοπίζει τη χημική ισορροπία προς την πλευρά που υπάρχουν λιγότερα mol αερίων, σύμφωνα με την αρχή του Le Chatelier.

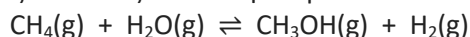
Οπότε πρέπει σε καθεμιά από τις δύο περιπτώσεις να προσδιορίσουμε μέσω των σημείων ζέσεως, ποιες ουσίες βρίσκονται σε αέρια κατάσταση και ποιες όχι.

i. Στους 80 °C και πίεση 1 atm τα  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$  και  $\text{CH}_3\text{OH}$  είναι αέρια, ενώ το  $\text{H}_2\text{O}$  είναι υγρό. Οπότε η αντίδραση γίνεται:



Το άθροισμα των συντελεστών των αερίων ουσιών είναι μικρότερο στο αριστερό μέλος, που σημαίνει ότι τα mol των αερίων ουσιών είναι τα λιγότερα προς τα αριστερά. Επομένως, η μείωση του όγκου του δοχείου θα μετατοπίζει τη θέση ισορροπίας προς τα αριστερά και η απόδοση της αντίδρασης θα μειωθεί.

ii. Στους 140 °C και πίεση 1 atm όλες οι ουσίες είναι στην αέρια κατάσταση. Οπότε η αντίδραση γίνεται:



Το άθροισμα των συντελεστών των αερίων ουσιών είναι ίδιο και στις δύο πλευρές, που σημαίνει ότι δεν υπάρχει μεταβολή στα mol των αερίων ουσιών. Επομένως η μείωση του όγκου του δοχείου δεν μετατοπίζει τη θέση ισορροπίας και η απόδοση της αντίδρασης μένει σταθερή.

2.2.α. Σωστό το iii.  $2[\text{A}] = 2[\text{B}] + [\text{Γ}]$

β. Έστω V ο όγκος του δοχείου και n τα αρχικά mol των A και B. Για την αντίδραση έχουμε τα εξής:

mol	A(g)	+	2 B(g)	$\rightleftharpoons$	2 Γ(g)
Αρχικά	n		n		
Αντιδρούν	x		2x		



Παράγονται 2x  
Χημ. Ισορρ. n - x n - 2x 2x

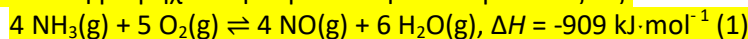
Οπότε, υπολογίζοντας τις συγκεντρώσεις στην κατάσταση ισορροπίας έχουμε:

$$[A] = \frac{n-x}{V}, [B] = \frac{n-2x}{V} \text{ και } [Γ] = \frac{2x}{V} \text{ από τις οποίες προκύπτει:}$$

$$2[A] = \frac{2n-2x}{V} \text{ και } 2[B]+[Γ] = \frac{2n-4x+2x}{V} = \frac{2n-2x}{V} .$$

### Θέμα 2° 34457

**2.1** Η αμμωνία μπορεί να αντιδράσει, σε ατμόσφαιρα οξυγόνου παρουσία καταλύτη, με σχηματισμό μονοξειδίου του αζώτου, σύμφωνα με την αντίδραση που αναπαριστά η εξίσωση 1. Η αντίδραση αυτή αποτελεί το πρώτο στάδιο στη βιομηχανική παρασκευή του νιτρικού οξέος.



**α)** Να καταγράψετε τη φορά της μετατόπισης (αριστερά, δεξιά, καμία) της χημικής ισορροπίας για την αντίδραση (1) σε καθεμία από τις παρακάτω αναφερόμενες μεταβολές. (μονάδες 3)

**i)** προσθήκη μεγαλύτερης ποσότητας καταλύτη.

**ii)** ελάττωση της πίεσης με αύξηση του όγκου του δοχείου.

**iii)** ελάττωση της θερμοκρασίας.

**β)** Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 9)

**Μονάδες 12**

**2.2α)** Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). (μονάδες 3)

**i)** Η παρουσία καταλύτη σε μία αντίδραση μεταβάλλει την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης.

**ii)** Τα στοιχεία της 1<sup>ης</sup> (IA) ομάδας του Περιοδικού Πίνακα μπορούν να δράσουν ως οξειδωτικά.

**iii)** Τα αντιδραστήρια Grignard παρασκευάζονται σε απόλυτο αιθέρα διότι με το νερό «καταστρέφονται».

**β)** Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 6)

**Μονάδες 9**

**2.3** Σε ένα δοχείο που περιέχει μία υγρή ουσία, η ετικέτα έχει ξεθωριάσει και δεν διακρίνεται εάν γράφει προπανάλη ή προπανόνη. Να περιγράψετε μία διαδικασία με την οποία μπορείτε να διαπιστώσετε ποια από τις δύο ενώσεις περιέχεται στο δοχείο.

Δεν απαιτείται η αναγραφή αντιδράσεων

**Μονάδες**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

**2.1i)** Η χημική ισορροπία στην αμφίδρομη αντίδραση 1 δεν θα υποστεί **καμία μετατόπιση**.

**ii)** Η χημική ισορροπία στην αμφίδρομη αντίδραση 1 θα μετατοπιστεί **προς τα δεξιά**.

**iii)** Η χημική ισορροπία στην αμφίδρομη αντίδραση 1 θα μετατοπιστεί **προς τα δεξιά**.

**β)i)** Η προσθήκη καταλύτη επιταχύνει και τις δύο αντίθετες αντιδράσεις με τον ίδιο ρυθμό. Επομένως η χημική ισορροπία της αμφίδρομης αντίδρασης δεν θα υποστεί καμία μετατόπιση.

**ii)** Η ελάττωση της πίεσης με αύξηση του όγκου του δοχείου, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, επηρεάζει αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν αέριες ουσίες και κατά την αντίδραση παρατηρείται μεταβολή του αριθμού των mol των αερίων. Η ελάττωση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση που έχουμε περισσότερα mol αερίων, δηλαδή στη συγκεκριμένη αντίδραση προς τα δεξιά.

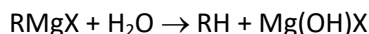
**iii)** Η ελάττωση της θερμοκρασίας, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, ευνοεί την εξώθερμη αντίδραση και η αντίδραση είναι εξώθερμη προς τα δεξιά, όπως φαίνεται από την τιμή της  $\Delta H$ . Επομένως η χημική ισορροπία της αμφίδρομης αντίδρασης θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά.

**2.2 α) i) Σ ii) Λ iii) Σ**

**β) i)** Ο καταλύτης αυξάνει την ταχύτητα μιας αντίδρασης διότι δημιουργεί μία νέα πορεία αντίδρασης με μικρότερη ενέργεια ενεργοποίησης.

**ii)** Τα στοιχεία της 1<sup>ης</sup> (IA) ομάδας του Περιοδικού Πίνακα έχουν ένα (1) ηλεκτρόνιο στην εξωτερική τους στιβάδα το οποίο μπορούν να αποβάλλουν και επομένως να οξειδωθούν και κατά συνέπεια να προκαλέσουν αναγωγή. Άρα είναι αναγωγικά.

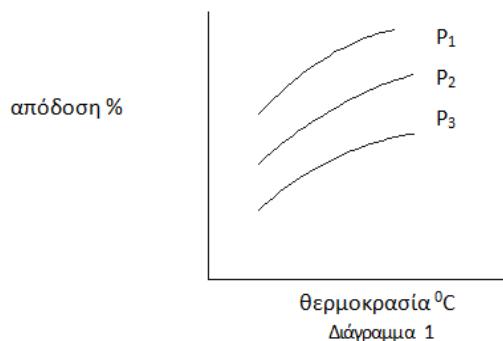
**iii)** Τα αντιδραστήρια Grignard, που χρησιμοποιούνται στη σύνθεση αλκοολών, αντιδρούν με το  $\text{H}_2\text{O}$  και δίνουν αλκάνιο και επομένως «καταστρέφονται», δηλαδή δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη σύνθεση αλκοολών.



**2.3** Η διαπίστωση μπορεί να γίνει εάν σε δείγμα του περιεχομένου του δοχείου προστεθεί μικρή ποσότητα διαλύματος Fehling. Η προπανόλη, ως αλδεΐδη, αντιδρά (οξειδώνεται) με το διάλυμα Fehling και παρατηρείται σχηματισμός καστανέρυθρου ιζήματος  $Cu_2O$ . Η προπανόνη, ως κετόνη, σε αυτές τις συνθήκες δεν αντιδρά. Επομένως εάν με την προσθήκη παρατηρηθεί σχηματισμός καστανέρυθρου ιζήματος, το δοχείο περιέχει προπανόλη, εάν δεν παρατηρηθεί αποχρωματισμός περιέχει προπανόνη

### Θέμα 2° 34458

2.1 Στο διάγραμμα 1 απεικονίζεται η επίδραση της θερμοκρασίας και της πίεσης (P) στην απόδοση μιας αμφίδρομης αντίδρασης, στην οποία όλα τα αντιδρώντα και τα προϊόντα είναι αέρια. Δίνεται ότι  $P_1 < P_2 < P_3$ .



**α)** Με βάση τα δεδομένα από το διάγραμμα 1 να προσδιορίσετε την κατεύθυνση στην οποία:

- i) η αντίδραση είναι εξώθερμη
- ii) παρατηρείται αύξηση του αριθμού των mol. (μονάδες 2)
- β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. (μονάδες 6)

**Μονάδες 8**

2.2 Για τη μελέτη της αντίδρασης που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση 1 διεξήχθησαν τέσσερα πειράματα σε διαφορετικές συνθήκες, όπως καταγράφεται στον Πίνακα 1. Και στα τέσσερα πειράματα χρησιμοποιήθηκε η ίδια μάζα του  $CaCO_3$  σε g.



Πείραμα	$CaCO_3$	HCl	Θερμοκρασία	Ταχύτητα της αντίδρασης
1	Μικρά κομματάκια	50 mL διαλύματος 1 M	25 °C	$υ_1$
2	Μικρά κομματάκια	50 mL διαλύματος 1 M	80 °C	$υ_2$
3	Ένα μεγάλο κομμάτι	50 mL διαλύματος 1 M	25 °C	$υ_3$
4	Μικρά κομματάκια	50 mL διαλύματος 2 M	25 °C	$υ_4$

Πίνακας 1

- α) Να συγκρίνετε τις ταχύτητες  $υ_2$ ,  $υ_3$  και  $υ_4$  με την ταχύτητα  $υ_1$  (μικρότερη, μεγαλύτερη ή ίση). (μονάδες 3).
- β) Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας (μονάδες 9) **Μονάδες 12**

2.3 Να ερμηνεύσετε τη διαφορά στα σημεία βρασμού, στις ίδιες συνθήκες πίεσης, των χημικών ενώσεων που αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Χημική ένωση	Σημείο βρασμού °C	$M_r$
2-προπανόλη [CH <sub>3</sub> CH(OH)CH <sub>3</sub> ]	82	60
αιθυλμεθυλαιθέρας (CH <sub>3</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> )	7,6	60

**Μονάδες 5**

### Ενδεικτικές απαντήσεις

2.1 α) i) Η αντίδραση είναι εξώθερμη προς τα αριστερά.

ii) Στην αντίδραση αύξηση του αριθμού των mol έχουμε προς τα δεξιά, δηλαδή τα mol των προϊόντων είναι περισσότερα από τα mol των αντιδρώντων.

β) i) Η αύξηση της θερμοκρασίας, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, ευνοεί την ενδόθερμη αντίδραση. Σύμφωνα με το διάγραμμα η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση της απόδοσης άρα η χημική ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Κατά συνέπεια η αντίδραση είναι ενδόθερμη προς τα δεξιά και εξώθερμη προς τα αριστερά.

ii) Η αύξηση της πίεσης, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, επηρεάζει αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν αέριες ουσίες και κατά την αντίδραση παρατηρείται μεταβολή του αριθμού των mol των αερίων. Η αύξηση της πίεσης σε σταθερή θερμοκρασία μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση που έχουμε λιγότερα mol αερίων. Σύμφωνα με το διάγραμμα η αύξηση της πίεσης στην ίδια θερμοκρασία οδηγεί σε μείωση της απόδοσης άρα η χημική ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και κατά συνέπεια στην κατεύθυνση

αυτή έχουμε τα λιγότερα mol. Επομένως αύξηση του αριθμού των mol έχουμε προς τα δεξιά -στα προϊόντα τα mol είναι περισσότερα σε σχέση με τα αντιδρώντα-.

**2.2 α)** Πείραμα 2.  $u_2 > u_1$  Πείραμα 3.  $u_3 < u_1$  Πείραμα 4.  $u_4 > u_1$

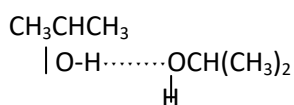
**β)** Πείραμα 2. Στο πείραμα 2 σε σχέση με το πείραμα 1 η θερμοκρασία είναι υψηλότερη και επομένως αυξάνονται οι αποτελεσματικές συγκρούσεις εξαιτίας της αύξησης της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων.

Κατά συνέπεια η ταχύτητα στο πείραμα 2 αυξάνεται σε σχέση με το πείραμα 1.

Πείραμα 3. Στο πείραμα 1 το στερεό  $\text{CaCO}_3$  είναι σε λεπτότερο διαμερισμό και έτσι αυξάνεται η επιφάνεια επαφής και επομένως μεγαλώνει ο αριθμός των ενεργών συγκρούσεων. Κατά συνέπεια η ταχύτητα στο πείραμα 1 είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το πείραμα 3.

Πείραμα 4. Στο πείραμα 4 η συγκέντρωση του διαλύματος  $\text{HCl}$  είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το πείραμα 1 και επομένως αυξάνονται οι αποτελεσματικές συγκρούσεις. Κατά συνέπεια η ταχύτητα στο πείραμα 4 είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το πείραμα 1.

**2.3** Ανάμεσα στα μόρια της 2-προπανόλης, σε αντίθεση με τον αντίστοιχο αιθέρα, αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα και την υψηλότερη τιμή στο σημείο βρασμού.



### **Θέμα 2° 34551**

Όταν το 1869 ο Ντμίτρι Μεντελέγιεφ δημοσίευσε τον Περιοδικό του Πίνακα, προέβλεψε την ύπαρξη οκτώ χημικών στοιχείων που δεν είχαν ακόμη ανακαλυφθεί. Ένα από αυτά ήταν το έκα-αλουμίνιο το οποίο ανακαλύφθηκε το 1875 από τον Γάλλο χημικό Μπουαμποντράν, επιβεβαιώνοντας τον Μεντελέγιεφ. Το στοιχείο αυτό ονομάστηκε γάλλιο ( $\text{Ga}$ ) και ορισμένες ενώσεις του αποτελούν βασικά συστατικά των λαμπτήρων LED.

**α)** Αν γνωρίζετε ότι ο ατομικός αριθμός του γαλλίου είναι  $Z=31$ :

**iii.** Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του  ${}_{31}\text{Ga}$  και να προσδιορίσετε σε ποια περίοδο, ποια ομάδα και σε ποιον τομέα του Περιοδικού Πίνακα ταξινομείται το στοιχείο γάλλιο. (μονάδες 4)

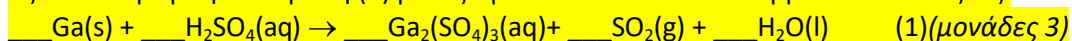
**iv.** Να εξηγήσετε πόσα ηλεκτρόνια στο άτομο γαλλίου βρίσκονται σε υποστιβάδα που χαρακτηρίζεται από τον κβαντικό αριθμό  $l=0$ . (μονάδες 3)

**v.** Να εξηγήσετε πόσα μονήρη ηλεκτρόνια υπάρχουν στο άτομο του γαλλίου. (μονάδες 3)

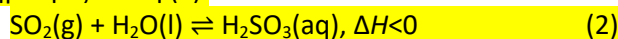
**β)** Η ένωση  $\text{AlGaN}$  (νιτρίδιο αργιλίου-γαλλίου), χρησιμοποιείται μεταξύ άλλων, στους λαμπτήρες LED, γαλάζιου χρώματος.

**iii.** Να εξηγήσετε ποιο από τα άτομα  ${}_{13}\text{Al}$ ,  ${}_{31}\text{Ga}$ , και  ${}_{7}\text{N}$  έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού. (μονάδες 6)

**iv.** Να συμπληρώσετε τους αριθμητικούς συντελεστές στη χημική εξίσωση που περιγράφει την οξειδοαναγωγική αντίδραση (1) μεταξύ γαλλίου και πυκνού- θερμού θειικού οξέος.



**γ)** Η αντίδραση (1) παράγει μεταξύ άλλων και διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ) το οποίο αντιδρά με νερό και σχηματίζει το θειώδες οξύ ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ), ένα ασθενές διπρωτικό οξύ, σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται με τη θερμοχημική εξίσωση (2).



**i.** Να εξηγήσετε την επίδραση που θα έχει η αύξηση της θερμοκρασίας στη θέση ισορροπίας της αντίδρασης (2). (μονάδες 4)

**ii.** Ποσότητα θειώδους οξέος διαλύεται σε νερό και ιοντίζεται. Να γράψετε τις αντιδράσεις του ιοντισμού του θειώδους οξέος στο νερό. (μονάδες 2) **Μονάδες 2**

### **Ενδεικτικές απαντήσεις**

**2.1α) i.** Η ηλεκτρονιακή κατανομή σε υποστιβάδες για το στοιχείο  ${}_{31}\text{Ga}$  θα είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$ .

Στα άτομα του γαλλίου ( $\text{Ga}$ ) τα ηλεκτρόνια κατανέμονται σε τέσσερις στιβάδες επομένως το στοιχείο ταξινομείται στην τέταρτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Επιπλέον το άτομο του γαλλίου στην εξωτερική του στιβάδα διαθέτει τρία (3) ηλεκτρόνια επομένως ανήκει στην  $13^{\text{n}}$  ή IIIA ή  $p^1$  ομάδα του Περιοδικού

Πίνακα. Το τελευταίο ηλεκτρόνιο (με τη μεγαλύτερη ενέργεια) του άνθρακα τοποθετείται σε υποστιβάδα τύπου  $p$ , επομένως το γάλλιο ταξινομείται στον τομέα  $p$  του Περιοδικού Πίνακα.

ii. Ο αζιμουθιακός κβαντικός αριθμός  $l$  περιγράφει την υποστιβάδα και με  $l = 0$  προσδιορίζεται η υποστιβάδα  $s$ . Επομένως με τον κβαντικό αριθμό  $l = 0$  περιγράφονται όλα τα ηλεκτρόνια στο άτομο του γαλλίου που βρίσκονται σε υποστιβάδα  $s$  δηλαδή οκτώ (8) ηλεκτρόνια.

iii. Στο άτομο του γαλλίου υπάρχει ένα μονήρες ηλεκτρόνιο στην υποστιβάδα  $4p$ .

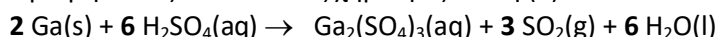
β) Το αργίλιο (Al) έχει ατομικό αριθμό  $Z=13$ . Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του αργιλίου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ . Επομένως το αργίλιο τοποθετείται στην τρίτη περίοδο και  $13^{\text{η}}$  (IIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Το άζωτο (N) έχει ατομικό αριθμό  $Z=7$ . Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του αζώτου στη θεμελιώδη κατάσταση είναι:  $1s^2 2s^2 2p^3$ . Επομένως το άζωτο τοποθετείται στη δεύτερη περίοδο και  $15^{\text{η}}$  (VA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Το γάλλιο έχει ηλεκτρονιακή δομή  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^1$  και τοποθετείται στην  $4^{\text{η}}$  περίοδο και  $13^{\text{η}}$  (IIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω κατά μήκος μιας ομάδας του Περιοδικού Πίνακα και από αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος μιας περιόδου του Περιοδικού Πίνακα, αντίθετα με τη μεταβολή της ατομικής ακτίνας. Επομένως το άζωτο που βρίσκεται πιο δεξιά και πάνω από τα άλλα δύο στοιχεία θα έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού.

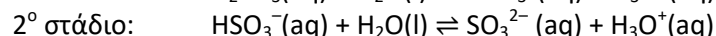
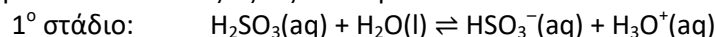
iv. Η ισοσταθμισμένη με αριθμητικούς συντελεστές χημική εξίσωση (1) είναι:



γ)

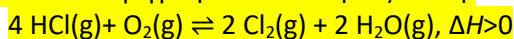
i. Η αμφίδρομη χημική αντίδραση (2) είναι εξώθερμη προς τα δεξιά. Αύξηση της θερμοκρασίας σύμφωνα με την αρχή του Le Chatellier ευνοεί τις ενδόθερμες αντιδράσεις, επομένως στην περίπτωση της αμφίδρομης αντίδρασης (2) ευνοεί την αντίδραση προς τα αριστερά. Η θέση της χημικής ισορροπίας με αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος θα μετατοπιστεί αριστερά.

ii. Οι αντιδράσεις ιοντισμού του θειώδους οξέος στο νερό είναι:



### Θέμα 2° 34557

2.1 Σε κλειστό δοχείο όγκου  $V=1 \text{ L}$  εισάγεται μείγμα  $\text{HCl}(g)$  και  $\text{O}_2(g)$  τα οποία αντιδρούν και τελικά αποκαθίσταται η χημική ισορροπία που περιγράφεται από την εξίσωση:



α) Να γράψετε τη σχέση και τις μονάδες της  $K_c$  για την παραπάνω ισορροπία. (μονάδες 4)

β) Να αντιστοιχίσετε κατάλληλα καθεμία από τις επεμβάσεις της στήλης 1 με το αποτέλεσμα που συμπεραίνετε ότι προκαλούν στη θέση της παραπάνω χημικής ισορροπίας (στήλη 2). (μονάδες 4)

ΣΤΗΛΗ 1	ΣΤΗΛΗ 2
1. Χρήση καταλύτη	A. Μετατόπιση αριστερά
2. Αύξηση της πίεσης με μείωση όγκου του δοχείου	B. Αμετάβλητη
3. Προσθήκη $\text{H}_2\text{O}(g)$	Γ. Μετατόπιση δεξιά
4. Απομάκρυνση $\text{Cl}_2(g)$	

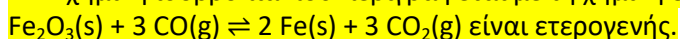
γ) Να εξηγήσετε ποιες από τις παραπάνω επεμβάσεις θα αυξήσουν την ταχύτητα σχηματισμού του χλωρίου ( $\text{Cl}_2$ ). (μονάδες 4)

Μονάδες 12

2.2 α) Χαρακτηρίστε κάθε μία από τις επόμενες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

i. Η αιθανόλη ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερο σημείο βρασμού από το αντίστοιχο του ισομερούς της διμεθυλαιθέρα ( $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ ) στην ίδια πίεση.

ii. Η χημική ισορροπία που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση



iii. Η συγκέντρωση των οξωνίων αυξάνεται κατά τη θέρμανση του καθαρού νερού από τους  $25^\circ\text{C}$  στους  $65^\circ\text{C}$ .

iv. Η ηλεκτρονιακή δομή  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$  περιγράφει στοιχείο του τομέα  $s$  που βρίσκεται σε

θεμελιώδη κατάσταση. (μονάδες 4)

β) Να εξηγήσετε την επιλογή σας για τις προτάσεις i, ii και iv. (μονάδες 9)

Μονάδες 13

**Ενδεικτικές απαντήσεις**

2.1α) Η σταθερά χημικής ισορροπίας είναι

$$K_c = \frac{[\text{Cl}_2]^2 \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2}{[\text{HCl}]^4 \cdot [\text{O}_2]}$$

Οι μονάδες της συγκεκριμένης  $K_c$  είναι  $\text{M}^{-1} (\text{L} \cdot \text{mol}^{-1})$ .

β) Η αντιστοίχιση έχει ως εξής:

1-B

2-Γ

3-A

4-Γ

γ) Η ταχύτητα σχηματισμού του χλωρίου αυξάνεται με τη χρήση καταλύτη (1), ο οποίος αυξάνει εξίσου την ταχύτητα και των δύο αντίθετων αντιδράσεων. Επίσης η ταχύτητα σχηματισμού του χλωρίου αυξάνεται με τη μείωση του όγκου του δοχείου (2) γιατί αυξάνεται η συγκέντρωση όλων των συστατικών, επομένως και των αντιδρώντων της αντίδρασης σχηματισμού του χλωρίου.

2.2

α) i - Σ, ii - Σ, iii - Σ, iv - Λ.

β) i. Η πρόταση είναι **σωστή**. Τα κατώτερα μέλη των αλκοολών όπως είναι η αιθανόλη εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερα σημεία βρασμού σε σχέση με τους ισομερείς τους αιθέρες με το ίδιο  $M_r$ , λόγω της ύπαρξης δεσμών υδρογόνου μεταξύ των μορίων της αλκοόλης.

ii. Η πρόταση είναι **σωστή**. Ετερογενής λέγεται κάθε χημική ισορροπία στην οποία συμμετέχουν συστατικά που βρίσκονται σε περισσότερες από μια φάσεις. Στη δεδομένη χημική ισορροπία συμμετέχουν δύο στερεά και δύο αέρια συστατικά, επομένως η ισορροπία είναι ετερογενής.

iv. Η πρόταση είναι **λανθασμένη**. Η ηλεκτρονιακή δομή που δίνεται περιγράφει στοιχείο που τα τελευταία του ηλεκτρόνια έχουν τοποθετηθεί σύμφωνα με τις αρχές ηλεκτρονιακής δόμησης (Aufbau) σε υποστιβάδα  $d$ . Επομένως περιγράφεται ένα στοιχείο που ανήκει στον τομέα  $d$  του Περιοδικού Πίνακα.

**Θέμα 2° 34562**

2.1 Τα στοιχεία της 17<sup>ης</sup> ομάδας του Περιοδικού Πίνακα ονομάζονται αλογόνα λόγω της ιδιότητάς τους να αντιδρούν με μέταλλα σχηματίζοντας άλατα. Στα αλογόνα ανήκουν και τα στοιχεία φθόριο και χλώριο.

α) Να γράψετε την κατανομή ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες των στοιχείων  ${}_{9}\text{F}$  και  ${}_{17}\text{Cl}$ . (μον 4)

β) Να εξηγήσετε ποιο από τα  ${}_{9}\text{F}$  και  ${}_{17}\text{Cl}$  έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα με βάση τη θέση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα. (μονάδες 4)

γ) Να εξηγήσετε για ποιον λόγο για κάθε υδατικό διάλυμα  $\text{NaF}$  ισχύει ότι  $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$ , ενώ για κάθε υδατικό διάλυμα  $\text{NaCl}$  ισχύει ότι  $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ . (μονάδες 4) **Μονάδες 12**

2.2 Η ανάπτυξη δεσμών υδρογόνου στο αιθανικό οξύ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) έχει ως συνέπεια αυτό να στερεοποιείται στους 16,6 °C, οπότε και αποκτά μορφή πάγου (παγόμορφο οξικό οξύ).

α) Να εξηγήσετε πώς αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του αιθανικού οξέος. (μονάδες 4)

β) Με δεδομένο ότι τα άτομα χλωρίου (-Cl) προκαλούν -I επαγωγικό φαινόμενο, ενώ τα άτομα υδρογόνου προκαλούν +I επαγωγικό φαινόμενο να απαντήσετε στα παρακάτω:

i. Να αντιστοιχίσετε κάθε ένωση της στήλης 1 με μια τιμή σταθεράς ιοντισμού  $K_a$  της στήλης 2. (μονάδες 4)

	Στήλη 1		Στήλη 2
1)	$\text{CH}_3\text{COOH}$	A)	$23 \cdot 10^{-2} \text{ M}$
2)	$\text{CH}_2\text{ClCOOH}$	B)	$1,4 \cdot 10^{-3} \text{ M}$
3)	$\text{CHCl}_2\text{COOH}$	Γ)	$1,76 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
4)	$\text{CCl}_3\text{COOH}$	Δ)	$5,14 \cdot 10^{-2} \text{ M}$

ii. Να εξηγήσετε τις επιλογές σας στην παραπάνω αντιστοίχιση. (μονάδες 5) **Μονάδες 13**

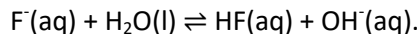
**Ενδεικτικές απαντήσεις**

2.1α) Η κατανομή ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες για το στοιχείο  ${}_{9}\text{F}$  είναι:  $1s^2 2s^2 2p^5$ .

Η κατανομή ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες για το στοιχείο  ${}_{17}\text{Cl}$  είναι:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ .

**β)** Τα δύο στοιχεία ανήκουν στη 17η ομάδα με το F να είναι στη 2<sup>η</sup> περίοδο και το Cl στην 3<sup>η</sup>. Η ατομική ακτίνα αυξάνεται σε μια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα καθώς προχωρούμε από πάνω προς τα κάτω, γιατί όσο προχωρούμε προς τα κάτω προστίθενται επιπλέον στιβάδες στο άτομο. Επομένως το χλώριο που βρίσκεται πιο κάτω από το φθόριο θα έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα.

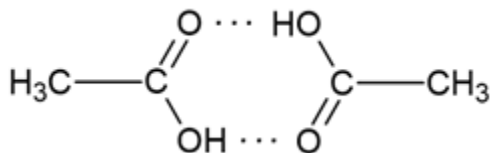
**γ)** Το NaF σε υδατικό διάλυμα διίσταται σύμφωνα με την αντίδραση  $\text{NaF(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$ . Το  $\text{Na}^+$  πρακτικά δεν αντιδρά με το νερό. Αντίθετα το  $\text{F}^-$  ως συζυγής βάση ασθενούς οξέος ιοντίζεται στο νερό και παράγει ιόντα  $\text{OH}^-$  σύμφωνα με την αντίδραση:



Επομένως σε κάθε υδατικό διάλυμα NaF θα ισχύει  $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$ .

Στα υδατικά διαλύματα NaCl συμβαίνει η διάσταση  $\text{NaCl(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ . Το  $\text{Na}^+$  πρακτικά δεν αντιδρά με το νερό. Το  $\text{Cl}^-$  ως συζυγής βάση ισχυρού οξέος επίσης δεν αντιδρά με το νερό. Επομένως σε κάθε υδατικό διάλυμα NaCl θα ισχύει  $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ .

**2.2α)** Δεσμός υδρογόνου αναπτύσσεται μεταξύ του ατόμου υδρογόνου ενός μορίου χημικής ένωσης που είναι ομοιοπολικά ενωμένο με ισχυρά ηλεκτραρνητικό και με μικρό μέγεθος άτομο, - όπως το άτομο αζώτου ή οξυγόνου ή φθορίου- και ενός ατόμου αζώτου, οξυγόνου ή φθορίου ενός μορίου της ίδιας η διαφορετικής χημικής ένωσης. Στο αιθανικό οξύ αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου μεταξύ του οξυγόνου του καρβοξυλίου (-COOH) ενός μορίου και του υδρογόνου του καρβοξυλίου ενός άλλου μορίου καρβοξυλικού οξέος όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1 που ακολουθεί.



Σχήμα 1. Οι δεσμοί υδρογόνου (· · ·) που αναπτύσσονται

μεταξύ δύο μορίων αιθανικού οξέος.

**β)** 1 - Γ                      2 - Β                      3 - Δ                      4 - Α

**ι.** Τα συγκεκριμένα καρβοξυλικά οξέα διαφέρουν ως προς την παρουσία και το πλήθος ατόμων χλωρίου που είναι ενωμένα με το άτομο άνθρακα που είναι γειτονικό στο καρβοξύλιο. Υποκαταστάτες όπως το -Cl προκαλούν -I επαγωγικό φαινόμενο και όσο μεγαλύτερο το πλήθος τους τόσο εντονότερο είναι το αποτέλεσμα που προκαλούν. Το -I επαγωγικό φαινόμενο πολώνει εντονότερα τον δεσμό H-O του υδροξυλίου των καρβοξυλικών οξέων με αποτέλεσμα, να αποσπάται ευκολότερα το  $\text{H}^+$ , δηλαδή ευνοεί την ισχύ του οξέος. Η σταθερά ιοντισμού  $K_a$  είναι μέτρο της ισχύος κάθε οξέος και αυξάνεται όσο αυξάνεται η ισχύς. Επομένως, η μικρότερη τιμή  $K_a$  θα αντιστοιχεί στο ασθενέστερο οξύ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) και διαδοχικά όσο αυξάνεται το πλήθος των ατόμων χλωρίου που είναι ενωμένα με τον άνθρακα που είναι γειτονικός του καρβοξυλίου, τόσο θα αυξάνεται η τιμή της σταθεράς ιοντισμού.