



$$3: n=3, \ell=2, m_l=1, m_s=-1/2$$

$$4: n=3, \ell=1, m_l=0, m_s=-1/2$$

Η σωστή ταξινόμηση των ηλεκτρονίων κατά φθίνουσα ενέργεια είναι

α.  $E_1 > E_2 > E_3 > E_4$

β.  $E_2 = E_3 > E_1 > E_4$

γ.  $E_1 > E_2 = E_3 > E_4$

δ.  $E_4 > E_2 = E_3 > E_1$

Μονάδες 5

### ΘΕΜΑ Β

**B1.** Σε κάθε παράγραφο δίνεται μια εισαγωγική περιγραφική πρόταση που είναι σωστή ή οποία ακολουθείται από μία διαπίστωση με έντονους χαρακτήρες που μπορεί να είναι σωστή ή λανθασμένη. Να εξηγήσετε αν η διαπίστωση, δηλαδή η πρόταση με την έντονη γραφή είναι σωστή ή λανθασμένη.

α. Παρασκευάζουμε ένα ρυθμιστικό διάλυμα Δ1  $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COONa}$ . Στη συνέχεια λαμβάνουμε 10 ml από το Δ1 και τα αραιώνουμε σε δεκαπλάσιο όγκο παρασκευάζοντας το διάλυμα Δ2. Τα δύο διαλύματα έχουν πρακτικά ίσο pH αλλά ο βαθμός ιοντισμού του  $\text{CH}_3\text{COOH}$  στα Δ1 και Δ2 είναι διαφορετικός.

(Δίνεται ότι είναι αμελητέα η συγκέντρωση οξωνίων από τον αυτοϊοντισμό του νερού και ότι ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις).

β. Ίσοι όγκοι διαλυμάτων  $\text{NaOH}$  και  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ , που έχουν ίδιο pH σε ίδια θερμοκρασία, ογκομετρήθηκαν με πρότυπο διάλυμα  $\text{HCl}$ . Ο όγκος του προτύπου διαλύματος που απαιτήθηκε για να φτάσουμε στο ισοδύναμο σημείο είναι μεγαλύτερος για το διάλυμα της  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ .

γ. Σε κλειστό δοχείο, αέριο μείγμα  $\text{H}_2(\text{g})$  και  $\text{I}_2(\text{g})$  αντιδρά σύμφωνα με τη χημική εξίσωση  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons[v_2]{v_1} 2\text{HI}(\text{g})$ . Η ταχύτητα  $v_1$  μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί.

Μονάδες  $4 \times 3 = 12$

**B2.** Δίνονται τα στοιχεία  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$ . Το στοιχείο  $\Sigma_1$  είναι το ευγενές αέριο με τον μικρότερο δυνατό ατομικό αριθμό, που διαθέτει ηλεκτρόνια σε υποστιβάδα p. Το στοιχείο  $\Sigma_2$  είναι το στοιχείο της 3<sup>ης</sup> περιόδου με τα περισσότερα μονήρη ηλεκτρόνια.

α. Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή και να βρείτε τον ατομικό αριθμό κάθε στοιχείου. (μονάδες 4)

β. Να εξηγήσετε ποιο από αυτά τα στοιχεία έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα. (μονάδες 3)

Μονάδες 7

**B3.** Το οξικό οξύ ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) και η φαινόλη ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ), είναι ασθενή οξέα, ενώ η  $\text{NH}_3$  είναι ασθενής βάση, με σταθερές ιοντισμού αντίστοιχα,  $K_{a,\text{CH}_3\text{COOH}} = 10^{-5}$ ,  $K_{a,\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}} = 10^{-10}$  και  $K_{b,\text{NH}_3} = 2 \cdot 10^{-5}$ . Επιπλέον  $K_w = 10^{-14}$ .

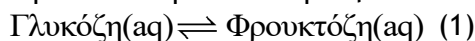
Να γράψετε τις αμφίδρομες αντιδράσεις της αμμωνίας με το οξικό οξύ και της αμμωνίας με τη φαινόλη και να εξηγήσετε προς τα πού είναι μετατοπισμένες.

Μονάδες 6

### ΘΕΜΑ Γ

Τα σταφύλια χρησιμοποιούνται για την παραγωγή οινοπνευματωδών ποτών μέσω ζύμωσης των σακχάρων τους. Στη συνέχεια, το παρασκευαζόμενο υδαταλκοολικό διάλυμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα π.χ. ως κρασί ή να αποσταχθεί για να δώσει ένα πλουσιότερο σε αλκοόλη οινοπνευματώδες ποτό π.χ. ούισκι.

Γ1. Στα σταφυλοσάκχαρα ο κυριότερος μονοσκαχαρίτης είναι η γλυκόζη. Όταν διαλύουμε γλυκόζη σε νερό τότε λαμβάνει χώρα η ακόλουθη αντίδραση:



Προσθέτουμε σε νερό 18 g γλυκόζης και παρασκευάζουμε διάλυμα με όγκο 500 ml.

Στο μοριακό υδατικό διάλυμα, αποκαθίσταται η ισορροπία (1) με σταθερά  $K_c = \frac{2}{3}$ .

Η ωσμωτική πίεση του διαλύματος μετρήθηκε ίση με 4,92 Atm, σε θερμοκρασία  $\theta = 27^\circ\text{C}$ . Να υπολογίσετε:

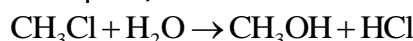
α. Τη σχετική μοριακή μάζα της γλυκόζης. (μονάδες 4)

β. Το ποσοστό % της μετατροπής της γλυκόζης σε φρουκτόζη. (μονάδες 3)

$$\text{Δίνεται } R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}.$$

**Μονάδες 7**

Γ2. Με την απόσταξη του υδαταλκοολικού διαλύματος που προκύπτει από τη ζύμωση σταφυλιών μπορεί να παρασκευαστεί ένα άλλο οινοπνευματώδες ποτό, το τσίπουρο. Ένα παραπροϊόν αυτής της απόσταξης είναι η τοξική ουσία, μεθανόλη. Σε ένα εργαστήριο μελετήθηκε η ταχύτητα μετατροπής του χλωρομεθάνιου σε μεθανόλη σύμφωνα με την αντίδραση



Οι ερευνητές πραγματοποίησαν τρία διαφορετικά πειράματα με διαφορετικές αρχικές συγκεντρώσεις των αντιδρώντων. Τα πειραματικά δεδομένα δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πείραμα	$[\text{CH}_3\text{Cl}]_{\text{αρχ.}} (\text{M})$	$[\text{H}_2\text{O}]_{\text{αρχ.}} (\text{M})$	$v_o (\text{M} \cdot \text{min}^{-1})$
1ο	0,1	0,1	$2 \cdot 10^{-5}$
2ο	0,2	0,1	$4 \cdot 10^{-5}$
3ο	0,2	0,2	$16 \cdot 10^{-5}$

α. Να προσδιορίσετε τον νόμο της ταχύτητας. (μονάδες 3)

β. Να εξηγήσετε ποια είναι η τάξη της αντίδρασης (μονάδα 1)

γ. Να υπολογίσετε τη σταθερά k του νόμου της ταχύτητας (μονάδα 1)

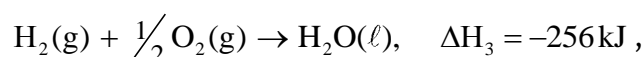
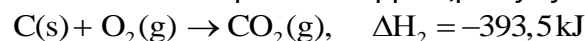
δ. Στο 3<sup>ο</sup> πείραμα η μέση ταχύτητα της αντίδρασης από 0 έως 300 min υπολογίστηκε ίση με  $6 \cdot 10^{-5} \text{ M} \cdot \text{min}^{-1}$ . Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση της μεθανόλης στο τέλος του 300<sup>ου</sup> min. (μονάδες 2)

**Μονάδες 7**

Γ3. Η μεθανόλη χρησιμοποιείται στη βιομηχανία για την παρασκευή του μυρμηκικού οξέος. Το μυρμηκικό οξύ ( $\text{HCOOH}$ ) είναι το απλούστερο μονοκαρβοξυλικό οξύ.

α. 4,6g  $\text{HCOOH}$  καίγονται πλήρως και ελευθερώνονται 31,8 kJ, σύμφωνα με την αντίδραση  $\text{HCOOH(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$ .

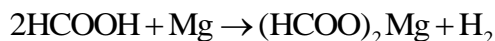
Αν δίνονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις:



να υπολογίσετε την ενθαλπία της αντίδρασης:



Β. Σε 100 mL υδατικού διαλύματος HCOOH, προσθέσαμε μια ποσότητα μαγνησίου (Mg), η οποία αντέδρασε πλήρως, και ελευθερώθηκαν 1,12 L αερίου υδρογόνου, μετρημένα σε συνθήκες STP.



Επίσης, το σχηματισθέν διάλυμα έχει  $\text{pH} = 9$ , στους 25 °C.

i. Να υπολογίσετε πόσα mol Mg προστέθηκαν στο αρχικό διάλυμα. (μονάδα 1)

ii. Να υπολογίσετε την συγκέντρωση του HCOOH στο αρχικό διάλυμα (μονάδες 5)

Δίνεται η σταθερά ιοντισμού του οξέος  $K_{\text{a}(\text{HCOOH})} = 10^{-4}$ .

**Μονάδες 11**

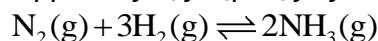
#### ΘΕΜΑ Δ

Για τον εμπλουτισμό του εδάφους σε άζωτο (βασικό θρεπτικό συστατικό για τα φυτά) χρησιμοποιούνταν ως λιπάσματα τα ορυκτά νιτρικά άλατα, όπως το  $\text{NaNO}_3$  και το  $\text{KNO}_3$ , καθώς και τα περιττώματα ζώων. Η εξάντληση των ορυκτών αποθεμάτων δεν επέφερε τη μείωση της γεωργικής παραγωγής, λόγω της ανάπτυξης της χημικής βιομηχανίας παραγωγής λιπασμάτων. Η παρασκευή τους χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη την αμμωνία, η οποία παρασκευάζεται με καλές αποδόσεις χάρις στη μέθοδο Haber-Bosch, η οποία βασίζεται στη χημική εξίσωση,

$$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}).$$

**Δ1.**

α. Στους 25 °C, η σταθερά ισορροπίας της χημικής εξίσωσης



είναι  $K_c = 3,5 \cdot 10^8$ , ενώ στους 450 °C είναι  $K_c = 0,16$ .

Σε δύο όμοια δοχεία Α και Β εισάγουμε  $x$  mol  $\text{N}_2$  και  $y$  mol  $\text{H}_2$  στο καθένα και αφήνουμε να αποκατασταθεί η ισορροπία. Στο δοχείο Α η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή στους 25 °C και στο Β σταθερή στους 450 °C.

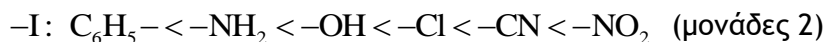
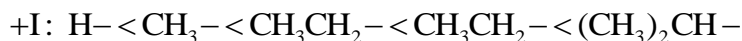
Να εξηγήσετε σε ποιο δοχείο θα είναι μεγαλύτερη η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης παρασκευής της αμμωνίας και σε ποιο η απόδοση της ίδιας αντίδρασης. (μονάδες 4)

β. Αν η προηγούμενη αντίδραση διεξαχθεί σε δοχεία διαφορετικών όγκων  $V_A$  και  $V_B$  με  $V_B < V_A$  με τις ίδιες ποσότητες αντιδρώντων και σε ίδια θερμοκρασία, να εξηγήσετε σε ποιο από τα δύο δοχεία θα έχουμε μεγαλύτερη απόδοση και σε ποιο μεγαλύτερη αρχική ταχύτητα αντίδρασης παρασκευής της αμμωνίας; (μονάδες 4)

γ. Στη βιομηχανία μια συνηθισμένη θερμοκρασία παρασκευής της αμμωνίας είναι στους 400 °C, όπου δρουν αποτελεσματικά και οι καταλύτες  $\text{Fe(s)}, \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$ , συνδράμοντας στην περαιτέρω αύξηση της ταχύτητας.

i. Να χαρακτηρίσετε την κατάλυση καθώς και τη χημική ισορροπία της χημικής εξίσωσης  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{Fe(s), Fe}_3\text{O}_4(\text{s})} 2\text{NH}_3(\text{g})$ , ως ομογενή ή ετερογενή. (μονάδες 2)

ii. Να εξηγήσετε, μέσω της μοριακής δομής, ποια είναι ισχυρότερη βάση η αμμωνία  $\text{NH}_3$  ή η υδροξυλαμίνη  $\text{NH}_2\text{OH}$ ; Δίνονται οι σειρές αύξησης του +I και του -I επαγωγικού φαινομένου



### Μονάδες 12

**Δ2.** Για την παρασκευή της αμμωνίας με τη μέθοδο Haber-Bosch, το άζωτο το παίρνουμε από τον αέρα, ενώ το υδρογόνο το παρασκευάζουμε με επίδραση υδρατμών σε μεθάνιο, που είναι το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου, με βάση τη χημική εξίσωση  $CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + 3H_2(g)$ . Να υπολογίσετε πόσα λίτρα μεθανίου μετρημένα σε συνθήκες STP, πρέπει να αντιδράσουν με περίσσεια υδρατμών, ώστε το υδρογόνο που προκύπτει από την παραπάνω αντίδραση, όταν αντιδράσει με ισομοριακή ποσότητα αζώτου, σε δοχείο όγκου  $V = 36\text{ L}$ , να παραγάγει αμμωνία (με τη μέθοδο Haber-Bosch), με απόδοση  $\alpha = \frac{1}{3}$ . Δίνεται ότι στη θερμοκρασία που γίνεται η αντίδραση Haber-Bosch, η σταθερά ισορροπίας της έχει τιμή  $K_c = 3$ .

### Μονάδες 6

**Δ3.** Ένας καθηγητής ανέθεσε στους μαθητές του να υπολογίσουν την σταθερά ιοντισμού της αμμωνίας, σε μια ορισμένη θερμοκρασία. Για να κάνει την άσκηση πιο δύσκολη τους έδωσε ένα διάλυμα αμμωνίας άγνωστου όγκου  $V_{NH_3}$  και άγνωστης συγκέντρωσης  $C_{NH_3}$ , διάλυμα HCl άγνωστης συγκέντρωσης  $C_{HCl}$ , έναν κατάλληλο δείκτη και ένα πεχάμετρο. Ένας μαθητής για να λύσει το πρόβλημα ακολούθησε την παρακάτω πειραματική διαδικασία:

Ογκομέτρησε την ποσότητα του διαλύματος  $NH_3$  με το διάλυμα HCl και με τη βοήθεια του πεχαμέτρου, βρήκε ότι όταν πρόσθεσε 8 mL διαλύματος HCl, το διάλυμα είχε  $pH = 9$ . Στη συνέχεια, με τη βοήθεια του δείκτη, κατέληξε στο ισοδύναμο σημείο, τη στιγμή που πρόσθεσε επιπλέον άλλα 4 mL διαλύματος HCl. Με βάση τα παραπάνω πειραματικά δεδομένα, να βρείτε την τιμή της σταθεράς ιοντισμού της αμμωνίας.

Δίνεται  $K_w = 10^{-14}$  και ότι μπορούν να γίνουν όλες οι γνωστές προσεγγίσεις.

### Μονάδες 7

Επιμέλεια: Βατούγιος Πέτρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς