

#### ΘΕΜΑ Α

Στις προτάσεις **A1** έως **A5** να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

**A1.** Η υψηλή διαλυτότητα του NaCl στο H<sub>2</sub>O οφείλεται σε δυνάμεις:

- α. Δυνάμεις London.
- β. Δυνάμεις διπόλου – διπόλου.
- γ. Δυνάμεις ιόντος – διπόλου.
- δ. Δεσμούς υδρογόνου.

**A2.** Κατά την πλήρη αντίδραση του ακετυλενίου (HC ≡ CH) με περίσσεια H<sub>2</sub> παρουσία Ni, ο υβριδισμός των ατόμων άνθρακα μεταβάλλεται από:

- α.  $sp^2$  σε  $sp^3$
- β.  $sp$  σε  $sp^3$
- γ.  $sp^3$  σε  $sp$
- δ.  $sp^3$  σε  $sp^2$

**A3.** Ποιο από τα παρακάτω υδατικά διαλύματα έχει την μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση:

- α. NaCl 0,1 M (25 °C).
- β. Γλυκόζη (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) 0,1 M (25 °C).
- γ. Ουρία 0,01 M (25 °C).
- δ. KCl 0,1 M (40 °C).

**A4.** Ποια από τις παρακάτω ενώσεις αντιδρά με Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:

- α. C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH
- β. HCOOH
- γ. CH<sub>3</sub>C ≡ CH
- δ. CH<sub>3</sub>OH

**A5.** Ποια από τις παρακάτω χημικές εξισώσεις αντιστοιχεί στην πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του υγρού νιτρικού οξέος, HNO<sub>3(l)</sub>:

- α.  $H_{(g)} + N_{(g)} + 3O_{(g)} \rightarrow HNO_{3(l)}$
- β.  $\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow HNO_{3(l)}$
- γ.  $\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}N_{2(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow HNO_{3(g)}$
- δ.  $NH_{3(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow HNO_{3(l)} + H_2O_{(l)}$

Μονάδες 25

#### ΘΕΜΑ Β

**B1.** Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις με Σωστό αν είναι σωστές ή με Λάθος αν είναι λανθασμένες.

- α. Τα ηλεκτρόνια σθένους ενός πολυηλεκτρονιακού ατόμου απαιτούν λιγότερη ενέργεια για να ιοντιστούν σε σχέση με τα εσωτερικά ηλεκτρόνια.

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

- β. Προσθήκη στερεού  $\text{NH}_4\text{Cl}$  σε υδατικό διάλυμα αμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ), χωρίς μεταβολή του όγκου και της θερμοκρασίας, αυξάνει το βαθμό ιοντισμού της αμμωνίας.
- γ. Το  $\text{H}_2\text{O}$  ( $M_r = 18$ ) αναμένεται να έχει πιο χαμηλό σημείο βρασμού σε σχέση με το  $\text{N}_2$  ( $M_r = 28$ ) λόγω του μικρότερου  $M_r$  του.
- δ. Ο νόμος ταχύτητας μιας σύνθετης αντίδρασης δίνεται από το γρήγορο στάδιο της αντίδρασης.
- ε. Όσο μεγαλύτερη η ενέργεια ενεργοποίησης μιας αντίδρασης τόσο βραδύτερη θα είναι η αντίδραση.

Μονάδες 5

**B2.** Δίνονται τα χημικά στοιχεία:  ${}_9\text{F}$ ,  ${}_{17}\text{Cl}$ ,  ${}_{24}\text{Cr}$  και  ${}_{20}\text{Ca}$ .

- α. Να βρείτε τη θέση του ατόμου του κάθε στοιχείου στον περιοδικό πίνακα (περίοδος, τομέας και ομάδα).

Μονάδες 1

- β. Να συγκριθεί η ατομική ακτίνα μεταξύ των ατόμων  ${}_9\text{F}$  και  ${}_{17}\text{Cl}$  και η ακτίνα των μεταξύ των ιόντων  ${}_{17}\text{Cl}^-$  και  ${}_{20}\text{Ca}^{2+}$ .

Μονάδες 2

- γ. Το στοιχείο ασβέστιο ( ${}_{20}\text{Ca}$ ) έχει  $E_{i1} = 590 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Πόση ενέργεια απαιτείται για την παρακάτω μετατροπή; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



- i.  $590 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
ii.  $1000 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
iii.  $1180 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
iv.  $1750 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

Μονάδες 2

**B3.** Να εξηγήσετε τη διαφορά μεταξύ των σημείων βρασμού των παρακάτω ενώσεων.

Ένωση	Συντακτικός τύπος	Σημείο βρασμού ( $^{\circ}\text{C}$ )
(I)	$\text{CH}_3(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	235
(II)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	118
(III)	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})(\text{CH}_3)\text{CH}_3$	82,7
(IV)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2$	38,9
(V)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2$	34,6
(VI)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	-0,5
(VII)	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$	-11,7

Μονάδες 7

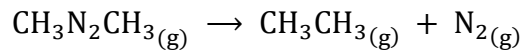
**B4.** Στην οργανική ένωση (X) προστίθεται μεταλλικό Na και προκύπτει διάλυμα συγκέντρωσης 0,1 M με  $\text{pH} = 13$ . Ποια από τις παρακάτω ενώσεις μπορεί να είναι η οργανική ένωση (X); Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- α.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$   
β.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$   
γ.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

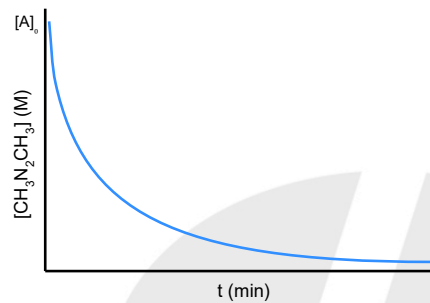
Μονάδες 3

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

**B5.** Δίνεται η αντίδραση διάσπασης του αζωμεθανίου ( $\text{CH}_3\text{N}_2\text{CH}_3$ ) που σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας διασπάται και οδηγεί στο σχηματισμό αιθανίου ( $\text{CH}_3\text{CH}_3$ ) και αζώτου ( $\text{N}_2$ ) σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση:



Επίσης, στο παρακάτω διάγραμμα δίνεται η γραφική παράσταση της συγκέντρωσης του αζωμεθανίου συναρτήσει της πορείας της αντίδρασης από ένα πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε θερμοκρασία  $\theta = 340^\circ\text{C}$  και πίεση  $P = 0,25\text{ atm}$ :



**α.** Να δώσετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης καθώς και τις μονάδες της σταθεράς  $k$ .

*Μονάδες 2*

**β.** Με βάση τα δεδομένα του θέματος, η αντίδραση αναμένεται να είναι στοιχειώδης ή όχι;

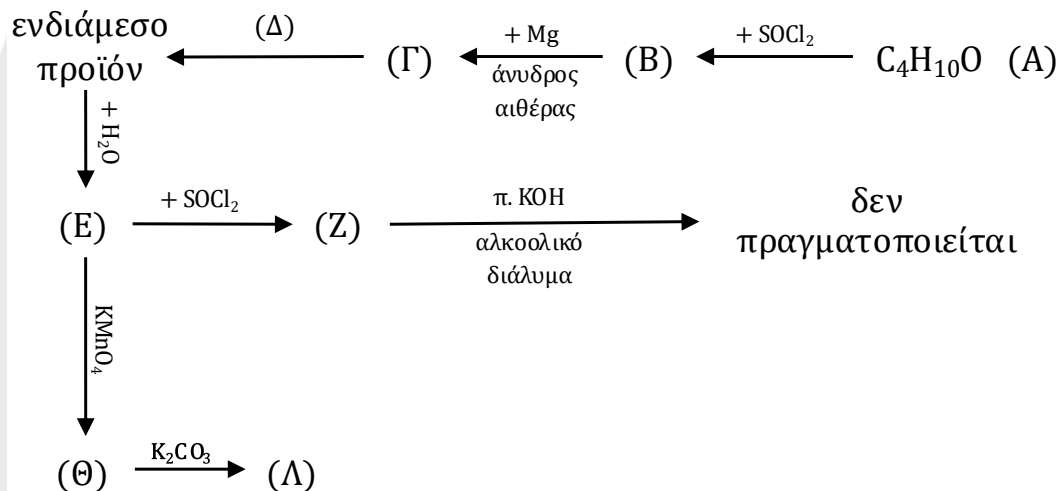
*Μονάδα 1*

**γ.** Με χρήση κατάλληλου καταλύτη αναμένουμε την διατήρηση της ίδιας έκφρασης για τον νόμο ταχύτητας;

*Μονάδες 2*

## ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Δίνονται οι παρακάτω αντιδράσεις:

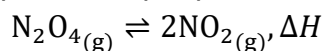


Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων (A), (B), (Γ), (Δ), (E), (Z), (Θ) και (Λ).

*Μονάδες 8*

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

**Γ2.** Το τετροξείδιο του διαζώτου ( $N_2O_4$ ) είναι μια ένωση με διάφορες σημαντικές εφαρμογές όπως ως προωθητικό πυραύλων αλλά και για την παραγωγή του νιτρικού οξέος ( $HNO_3$ ). Το  $N_2O_4$  διασπάται και προκύπτει η παρακάτω ισορροπία.



α. Να υπολογίσετε τη μεταβολή ενθαλπίας της αντίδρασης.

*Μονάδες 2*

β. Σε θερμοκρασία  $T_1 = 500 \text{ K}$ , η  $K_c$  της χημικής ισορροπίας είναι ίση με 0,5. Αν σε δοχείο όγκου 1 L προστεθούν 4 mol  $N_2O_4$  να υπολογίσετε τις ποσότητες όλων των σωμάτων στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας και να υπολογίσετε το ποσό της θερμότητας που εκλύθηκε ή απορροφήθηκε.

*Μονάδες 5*

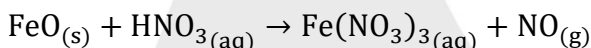
γ. Σε δοχείο όγκου 4 L, στην ίδια θερμοκρασία, σε μια χρονική στιγμή υπάρχουν 14 mol  $N_2O_4$  και 2 mol  $NO_2$ . Να εξετάσετε αν το σύστημα θα είναι σε ισορροπία και αν όχι προς ποια κατεύθυνση θα πραγματοποιείται η αντίδραση.

*Μονάδες 2*

Δίνονται:

- $\Delta H_{fN_2O_4} = +9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $\Delta H_{fNO_2} = +33 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

**Γ3.** Μείγμα  $FeO$  και  $Fe_2O_3$  με μάζα 16 g, κατεργάζεται με αραιό διάλυμα νιτρικού οξέος ( $HNO_3$ ), με αποτέλεσμα την παραγωγή 0,896 L αερίου  $NO$ , μετρημένου σε συνθήκες STP, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



α. Να ισοσταθμιστεί η χημική εξίσωση.

*Μονάδες 2*

β. Ποιο είναι το αναγωγικό σώμα της αντίδρασης; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

*Μονάδες 2*

γ. Ποια η % w/w περιεκτικότητα του αρχικού μείγματος σε  $Fe_2O_3$ ;

Δίνονται:

- $A_{rO} = 16$ ,  $A_{rFe} = 56$

*Μονάδες 4*

## ΘΕΜΑ Δ

Η ένωση Tris (ή τρις(υδροξυμεθυλο)αμινομεθάνιο, με μοριακό τύπο:  $(HOCH_2)_3CNH_2$  είναι μία ασθενής μονοπρωτική βάση με  $pK_a = 8,1$ . Χρησιμοποιείται ευρέως στα εργαστήρια βιοχημείας και μοριακής βιολογίας, λόγω της ικανότητάς της να σχηματίζει ρυθμιστικά διαλύματα στο εύρος pH 7 – 9. Τα διαλύματα αυτά χρειάζονται σε πολλές τεχνικές ανάλυσης βιομορίων όπως οι πρωτεΐνες και τα νουκλεϊκά οξέα. Το Tris περιέχει μια πρωτοταγή αμινομάδα με την οποία συμμετέχει σε αντιδράσεις τυπικές των αμινών και σε θερμοκρασία δωματίου απαντάται ως λευκή κρυσταλλική ουσία.

**Δ1.** Έχουμε στη διάθεσή μας Tris σε κρυσταλλική μορφή, πυκνό υδροχλωρικό οξύ (37% w/w,  $d = 1,2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) και θέλουμε να παρασκευάσουμε διάλυμα  $(HOCH_2)_3CNH_3Cl$  (γνωστό και ως Tris – HCl) όγκου 500 mL και συγκέντρωσης 1 M ( $\Upsilon_1$ ).

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

α. Ποια η μάζα του Tris που χρειάζεται για την παρασκευή του ( $Y_1$ );

Μονάδες 3

β. Ποιος είναι ο όγκος του υδροχλωρικού οξέος που θα χρειαστεί για το διάλυμα ( $Y_1$ );

Μονάδες 3

γ. Τι τιμή pH αναμένεται να έχει το ( $Y_1$ );

Μονάδες 3

Δίνονται:

- $A_{rH} = 1, A_{rC} = 12, A_{rN} = 14, A_{rO} = 16, A_{rCl} = 35,5$
- Όλα τα διαλύματα έχουν θερμοκρασία  $\theta = 25^\circ\text{C}, K_w = 10^{-14}$ .

**Δ2.** Κατά την ογκομέτρηση 500 mL διαλύματος Tris 1 M χρησιμοποιούμε πρότυπο διάλυμα HCl.

α. Ποιος από τους παρακάτω δείκτες είναι ο καταλληλότερος για τον προσδιορισμό του ισοδύναμου σημείου;

- Φαινολοφθαλεΐνη ( $pK_a = 9,4$ )
- Ηλιανθίνη ( $pK_a = 3,7$ )
- Μπλε της θυμόλης ( $pK_a = 8,9$ )

β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 1+2

**Δ3.** Έχουμε στη διάθεσή μας Tris σε κρυσταλλική μορφή, πυκνό υδροχλωρικό οξύ ( $37\% \text{ w/w}, d = 1,2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ) και θέλουμε να παρασκευάσουμε ρυθμιστικό διάλυμα όγκου 500 mL, το οποίο να έχει ολική συγκέντρωση σε Tris ίση με 1 M και  $\text{pH} = 7,4$  ( $Y_2$ ). (Δίνεται:  $\log(0,2) \cong -0,7$ )

α. Πόσο Tris χρειάζεται (g) για το ( $Y_2$ ); (Σημείωση: ο όρος ολική συγκέντρωση σε Tris αναφέρεται στο άθροισμα των συγκεντρώσεων της βάσης και του συζυγούς της οξέος).

Μονάδες 2

β. Ποιος είναι ο όγκος του υδροχλωρικού οξέος που θα χρειαστεί για το διάλυμα ( $Y_2$ );

Μονάδες 4

γ. Ποιο ποσοστό μορίων Tris θα βρίσκεται στη μορφή του συζυγούς οξέος;

Μονάδες 2

**Δ4.** Για τις ανάγκες μίας τεχνικής ανάλυσης των ερυθρών αιμοσφαιρίων, χρειάζεται η παραμονή τους σε ρυθμιστικό διάλυμα με  $\text{pH} = 7,4$ .

α. Το αίμα γνωρίζουμε πως είναι ισότονο με διάλυμα NaCl 0,9% w/v. Να υπολογίσετε την ωσμωτική πίεση του αίματος τόσο σε θερμοκρασία  $25^\circ\text{C}$  όσο και  $37^\circ\text{C}$ .

β. Είναι το διάλυμα ( $Y_2$ ) κατάλληλο για αυτή την τεχνική; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 2+3

Δίνονται:

- $A_{rH} = 1, A_{rC} = 12, A_{rN} = 14, A_{rO} = 16, A_{rNa} = 23, A_{rCl} = 35,5$
- $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
- Όλα τα διαλύματα έχουν θερμοκρασία  $\theta = 25^\circ\text{C}, K_w = 10^{-14}$ .

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

Application για την Τράπεζα Θεμάτων

Ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για μαθητές & εκπαιδευτικούς!

[www.trapeza-thematon.gr](http://www.trapeza-thematon.gr)

Χιλιάδες χρήστες καθημερινά μελετούν Θέματα σε όλα τα μαθήματα!

Διατίθεται και ως mobile app.



## Ενδεικτικές Απαντήσεις

### ΘΕΜΑ Α

A1. γ

A2. β

A3. δ

A4. β

A5. β

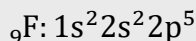
### ΘΕΜΑ Β

B1.

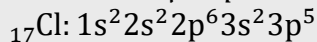
- α. Σωστό
- β. Λάθος
- γ. Λάθος
- δ. Λάθος
- ε. Σωστό

B2.

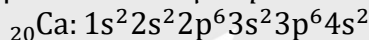
- α. Βρίσκουμε τη θέση του κάθε στοιχείου στον περιοδικό πίνακα διευθετώντας τα ηλεκτρόνια του με βάση την αρχή Aufbau:



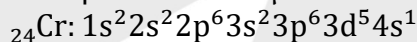
Το φθόριο ανήκει στην 2<sup>η</sup> περίοδο στον τομέα  $p$  και στην ομάδα 17 (ή VIIA).



Το χλώριο ανήκει στην 3<sup>η</sup> περίοδο στον τομέα  $p$  και στην ομάδα 17 (ή VIIA).



Το ασβέστιο ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο στον τομέα  $s$  και στην ομάδα 1 (ή IA).



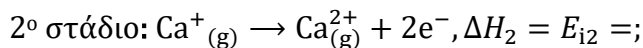
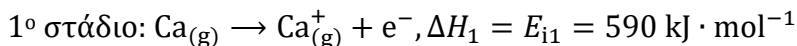
Το χρώμιο ανήκει στην 4<sup>η</sup> περίοδο στον τομέα  $d$  και στην ομάδα 6 (ή VIB).

- β. Γνωρίζουμε ότι η ατομική ακτίνα σε μια ομάδα αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω. Επομένως μεταξύ του ατόμου του φθορίου και του χλωρίου, μεγαλύτερο θα είναι το χλώριο. Μεταξύ ιόντων με ίσο αριθμό ηλεκτρονίων αλλά διαφορετικούς ατομικούς αριθμούς, μεγαλύτερη ακτίνα θα έχει το ιόν με το μικρότερο ατομικό αριθμό αφού το

δραστικό πυρηνικό φορτίο θα είναι ασθενέστερο. Επομένως η διάταξη των ατομικών ακτινών είναι:

$$R_F < R_{Cl} \text{ και } R_{Ca^{2+}} < R_{Cl^-}$$

γ. Η μετατροπή του ατόμου του ασβεστίου σε ιόν δεν γίνεται σε ένα βήμα, αλλά σε δύο διαδοχικά στάδια:



Η συνολική ενέργεια που ζητάει η εξίσωση είναι το άθροισμα:

$$\Delta H = E_{i1} + E_{i2}$$

Δεν γνωρίζουμε την τιμή της δεύτερης ενέργειας ionτισμού αλλά ξέρουμε ότι για κάθε άτομο ισχύει πάντα ότι η δεύτερη ενέργεια ionτισμού θα είναι μεγαλύτερη της πρώτης για τους εξής λόγους:

- Το πρώτο ηλεκτρόνιο απομακρύνεται από ένα ουδέτερο άτομο αλλά το δεύτερο ηλεκτρόνιο απομακρύνεται από ένα θετικά φορτισμένο ιόν, επομένως υπάρχει ηλεκτροστατική έλξη του ηλεκτρονίου από τον πυρήνα.
- Στο ιόν που σχηματίζεται ο πυρήνας (των 20 πρωτονίων στην περίπτωση του ασβεστίου) συγκρατεί τα εναπομείναντα ηλεκτρόνια πολύ ισχυρότερα, αφού οι απώσεις μεταξύ των ηλεκτρονίων έχουν μειωθεί.
- Τέλος, το ιόν που προκύπτει (κατιόν) είναι μικρότερο από το άτομο, άρα το δεύτερο ηλεκτρόνιο βρίσκεται πιο κοντά στον πυρήνα και απαιτείται πολύ περισσότερη ενέργεια για να αποσπαστεί.

Επομένως καταλαβαίνουμε ότι:

$$\Delta H > E_{i1} + E_{i2}$$

Δεδομένου ότι έχουμε τις εξής επιλογές:

- 590 kJ · mol<sup>-1</sup>
- 1000 kJ · mol<sup>-1</sup>
- 1180 kJ · mol<sup>-1</sup>
- 1750 kJ · mol<sup>-1</sup>

Καταλαβαίνουμε πως σωστή επιλογή μπορεί να είναι μόνο η επιλογή (iv).

**B3.** Παρατηρούμε ότι όλες οι ενώσεις έχουν 4 άτομα άνθρακα, ωστόσο διαφέρουν σημαντικά τα σημεία βρασμού τους λόγω διαφορετικών διαμοριακών δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων τους στην υγρή φάση. Οι τρεις πρώτες ενώσεις (I-III) είναι αλκοόλες και εμφανίζουν τα υψηλότερα σημεία βρασμού. Αυτό συμβαίνει γιατί το υδροξύλιο συμμετέχει σε δεσμούς υδρογόνου και συνεπώς αυξάνεται η ενέργεια που χρειάζονται τα μόρια για να μεταβούν από την υγρή στην αέρια φάση. Η ένωση (I) έχει το υψηλότερο σημείο βρασμού καθώς διαθέτει διπλάσιο αριθμό υδροξυλίων ανά μόριο σε σχέση με τις ενώσεις (II) και (III). Η ένωση (II) έχει ελαφρώς υψηλότερο σημείο βρασμού από την ισομερή της (III) καθώς η ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα αυξάνει τη συνολική επιφάνεια του μορίου και επιτρέπει τη δημιουργία περισσότερων διαμοριακών δυνάμεων van der Waals. Επίσης, το ακραίο υδροξύλιο είναι πιο πιθανό να αλληλεπιδράσει με άλλα υδροξύλια σε ένα διάλυμα, αυξάνοντας την πιθανότητα ανάπτυξης δεσμών υδρογόνου. Οι



# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

Εφόσον το προπανικό ανιόν είναι ασθενής ηλεκτρολύτης, η σύνθεση  $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$  έχει πολύ μικρή απόδοση ( $\frac{x}{0,1}$ ) και αποκλείεται να προκύπτει διάλυμα με  $\text{pH}=13$ . Στη συνέχεια εργαζόμαστε με το φαινολικό νάτριο:

$c$ (M)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}_{(\text{aq})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-_{(\text{aq})} +$	$\text{Na}^+_{(\text{aq})}$
Αρχικά	0,1	0	0
Διαλ./Παρ.	0,1	0,1	0,1
Τελικά	0	0,1	0,1

Τα ιόντα νατρίου δεν ιοντίζονται αφού προέρχονται από ισχυρό ηλεκτρολύτη. Τα φαινολικά ανιόντα είναι ασθενή και ιοντίζονται σύμφωνα με την παρακάτω:

$c$ (M)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}_{(\text{aq})} +$	$\text{OH}^-_{(\text{aq})}$
Αρχικά	0,1	0	
Ιοντ./Παρ.	$y$	$y$	$y$
Ισορροπία	$0,1 - y$	$y$	$y$

Εφόσον το φαινολικό ανιόν είναι ασθενής ηλεκτρολύτης, η σύνθεση  $\text{OH}^-$  έχει μικρή απόδοση ( $\frac{y}{0,1}$ ) και αποκλείεται να προκύπτει διάλυμα με  $\text{pH}=13$ . Στη συνέχεια εργαζόμαστε με το αιθανολικό νάτριο:

$c$ (M)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}_{(\text{aq})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-_{(\text{aq})} +$	$\text{Na}^+_{(\text{aq})}$
Αρχικά	0,1	0	0
Διαλ./Παρ.	0,1	0,1	0,1
Τελικά	0	0,1	0,1

Τα ιόντα νατρίου δεν ιοντίζονται αφού προέρχονται από ισχυρό ηλεκτρολύτη. Τα αιθανολικά ανιόντα γνωρίζουμε ότι είναι ισχυρή βάση και σε υδατικά διαλύματα ιοντίζονται πλήρως:

$c$ (M)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}_{(\text{aq})} +$	$\text{OH}^-_{(\text{aq})}$
Αρχικά	0,1	0	
Ιοντ./Παρ.	0,1	0,1	0,1
Ισορροπία	0	0,1	0,1

Συνεπώς η οργανική ένωση X ήταν η αιθανόλη και άρα σωστή επιλογή είναι το (γ)

## B5.

α. Παρατηρούμε πως η γραφική παράσταση της συγκέντρωσης του  $\text{CH}_3\text{N}_2\text{CH}_3$  συναρτήσει της πορείας της αντίδρασης είναι καμπύλη που μειώνεται εκθετικά. Αυτό σημαίνει ότι ο ρυθμός καταπόνησης του αντιδρώντος μειώνεται όσο εξελίσσεται η αντίδραση, γεγονός που χαρακτηρίζει τις αντιδράσεις 1<sup>ης</sup> τάξης. Παράλληλα από τη χημική εξίσωση, καταλαβαίνουμε πως η αντίδραση θα περιγράφεται από τον εξής νόμο:

$$v = k \cdot [\text{CH}_3\text{N}_2\text{CH}_3]^1$$

Γνωρίζουμε ότι η ταχύτητα έχει μονάδες:  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ . Επομένως, με διαστατική ανάλυση βρίσκουμε τις μονάδες της σταθεράς  $k$ :

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

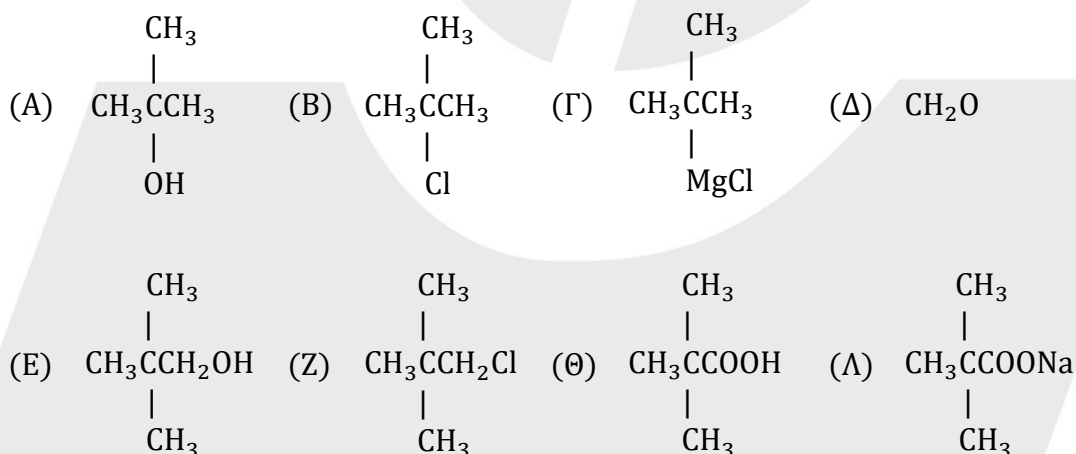
$$v = k \cdot [\text{CH}_3\text{N}_2\text{CH}_3]^1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \Leftrightarrow k = \frac{v \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}{[\text{CH}_3\text{N}_2\text{CH}_3] \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \Leftrightarrow$$
$$k = \frac{v}{[\text{CH}_3\text{N}_2\text{CH}_3]} \text{ min}^{-1}$$

Επομένως η σταθερά  $k$  θα έχει μονάδες:  $\text{min}^{-1}$

- β. Από τη γραφική παράσταση διαπιστώνουμε πως η χημική αντίδραση έχει τη μέγιστη ταχύτητα κατά την έναρξη της αντίδρασης και μειώνεται όσο εξελίσσεται η αντίδραση καθώς μειώνεται η διαθεσιμότητα του αντιδρώντος  $\text{CH}_3\text{N}_2\text{CH}_3$  και από το νόμο της ταχύτητας έχουμε ότι ο εκθέτης (και άρα η τάξη της αντίδρασης) είναι ίσος με ένα, άρα πρόκειται για μια αντίδραση απλή (ή στοιχειώδη), που πραγματοποιείται σε ένα στάδιο.
- γ. Ο καταλύτης θα επέμβει στο μηχανισμό της αντίδρασης προκειμένου να προσφερθεί μία εναλλακτική, λιγότερο ενεργοβόρος πορεία για την πραγματοποίηση της αντίδρασης. Αυτή η διαδρομή θα περιλαμβάνει διαφορετικά στάδια και εκ των πραγμάτων εφόσον ο μηχανισμός θα είναι διαφορετικός, η έκφραση για το νόμο της ταχύτητας θα αλλάξει.

## ΘΕΜΑ Γ

### Γ1.



### Γ2.

- α. Εργαζόμαστε με τις ενθαλπίες σχηματισμού των δύο μορίων:  
 $\Delta H = H_{\text{προϊόντων}} - H_{\text{αντιδρώντων}} \Leftrightarrow \Delta H = 2 \cdot \Delta H_{\text{fNO}_2} - \Delta H_{\text{fN}_2\text{O}_4} \Leftrightarrow$   
 $\Delta H = 2 \cdot 33 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +57 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- β. Από τη χημική αντίδραση έχουμε ότι:

$n$ (mol)	$\text{N}_2\text{O}_{4(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{g})}$	
Αρχικά	4	0
Αντ./Παρ.	x	$2 \cdot x$
Ισορροπία	$4 - x$	$2 \cdot x$

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

Από την έκφραση της σταθεράς ισορροπίας προκύπτει ότι:

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \Leftrightarrow K_c = \frac{\left(\frac{n_{\text{NO}_2}}{V}\right)^2}{\frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4}}{V}} \Leftrightarrow 0,5 = \frac{(2 \cdot x)^2}{4 - x} \Leftrightarrow \frac{1}{2} = \frac{4 \cdot x^2}{4 - x} \Leftrightarrow$$

$$8 \cdot x^2 = 4 - x \Leftrightarrow 8 \cdot x^2 + x - 4 = 0 \Leftrightarrow x \approx 0,647 \text{ mol}$$

Επομένως σε κατάσταση χημικής ισορροπίας έχουμε:

$$n_{\text{NO}_2} = 1,294 \text{ mol}$$

$$n_{\text{N}_2\text{O}_4} = 3,353 \text{ mol}$$

Επίσης, με τη βοήθεια της στοιχειομετρίας υπολογίζουμε τη συνολική θερμότητα που απαιτείται, αφού η αντίδραση είναι ενδόθερμη:

*Για τη διάσπαση 1 mol N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> απαιτούνται 57 kJ ενέργειας*

*Για τη διάσπαση 0,647 mol N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> απαιτούνται Q kJ ενέργειας*

$$Q = |\Delta H| \cdot n_{\text{αντέδρασαν}} = 57 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 0,647 \text{ mol} = 37,53 \text{ kJ}$$

- γ. Προκειμένου να καταλάβουμε εάν το σύστημα βρίσκεται ή όχι σε ισορροπία, υπολογίζουμε το πηλίκο της αντίδρασης:

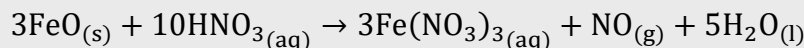
$$Q_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \Leftrightarrow Q_c = \frac{\left(\frac{n_{\text{NO}_2}}{V}\right)^2}{\frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4}}{V}} \Leftrightarrow Q_c = \frac{\left(\frac{2}{4}\right)^2}{\frac{14}{4}} \Leftrightarrow Q_c = \frac{\frac{4 \text{ mol}^2}{16 \text{ L}^2}}{\frac{14 \text{ mol}}{4 \text{ L}}} \Leftrightarrow$$

$$Q_c = \frac{16}{16 \cdot 14} \text{ M} \Leftrightarrow Q_c = \frac{1}{14} \text{ M} < \frac{1}{2} \text{ M}$$

Εφόσον η τιμή της  $Q_c$  είναι μικρότερη από αυτή της  $K_c$ , αντιλαμβανόμαστε το σύστημα δε βρίσκεται σε ισορροπία. Συμπεραίνουμε πως θα ευνοηθεί η σύνθεση προϊόντων, επομένως η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά.

## Γ3.

- α. Ο σίδηρος θα οξειδωθεί από (+2) σε (+3) επομένως η μεταβολή του είναι (+1) και αυτός θα είναι ο συντελεστής του μονοξειδίου του αζώτου. Το άζωτο του νιτρικού οξέος έχει αριθμό οξείδωσης (+5) και θα αναχθεί εφόσον στο μονοξείδιο του αζώτου έχει συντελεστή (+2). Η μεταβολή του είναι (-3) επομένως (3) θα είναι και ο συντελεστής του νιτρικού σιδήρου (III). Συνολικά έχουμε:



- β. Το οξείδιο FeO δρα ως αναγωγικό σώμα, καθώς περιέχει  $\text{Fe}^{2+}$ , που οξειδώνονται προς  $\text{Fe}^{3+}$ .
- γ. Έστω  $x$  mol FeO και  $y$  mol  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , στο αρχικό μείγμα. Το  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  δεν αντιδρά οξειδοαναγωγικά με το νιτρικό οξύ αφού ο σίδηρος είναι ήδη στην πιο οξειδωμένη κατάσταση (+3). Οπότε το αέριο παράγεται μόνο από την αντίδραση του FeO. Δίνεται πως παράγονται 0,896 L (σε STP) αερίου NO, δηλαδή:

$$n_{\text{NO}} = \frac{V_{\text{NO}}}{V_m} = \frac{0,896 \text{ L}}{22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,04 \text{ mol}$$

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει πως αντέδρασαν:

$n$ (mol)	$3\text{FeO}_{(s)} + 10\text{HNO}_{3(aq)} \rightarrow 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3(aq) + \text{NO}_{(g)} + 5\text{H}_2\text{O}_{(l)}$		
Αρχικά	$3 \cdot n_{\text{NO}}$	0	0
Αντ./Παρ.	$3 \cdot n_{\text{NO}}$	$3 \cdot n_{\text{NO}}$	$n_{\text{NO}}$
Τελικά	0	$3 \cdot n_{\text{NO}}$	$n_{\text{NO}}$

Επομένως:

$$n_{\text{FeO}} = 3 \cdot n_{\text{NO}} \Leftrightarrow n_{\text{FeO}} = 3 \cdot 0,04 \text{ mol} = 0,12 \text{ mol}$$

Συνεπώς, στο αρχικό μείγμα περιέχονταν:

$$n_{\text{FeO}} = \frac{m_{\text{FeO}}}{M_{r\text{FeO}}} \Leftrightarrow m_{\text{FeO}} = n_{\text{FeO}} \cdot M_{r\text{FeO}} = 0,12 \text{ mol} \cdot 72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,64 \text{ g}$$

Σε 16 g μείγματος περιέχονται 8,64 g FeO

Σε 100 g μείγματος περιέχονται z g FeO

$$z = \frac{100 \text{ g} \cdot 8,64 \text{ g}}{16 \text{ g}} = 54 \text{ g}$$

Δηλαδή 54% w/w FeO και συνεπώς 46% w/w Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

## ΘΕΜΑ Δ

### Δ1.

- α. Αρχικά υπολογίζουμε την ποσότητα (HOCH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>CNH<sub>3</sub>Cl (ή Tris-HCl) που θέλουμε να περιέχεται στο (Υ<sub>1</sub>).

$$c_{\text{Tris-HCl}} = \frac{n_{\text{Tris-HCl}}}{V_{\text{Tris-HCl}}} \Leftrightarrow n_{\text{Tris-HCl}} = c_{\text{Tris-HCl}} \cdot V_{\text{Tris-HCl}} \Leftrightarrow$$
$$n = 0,5 \text{ L} \cdot 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0,5 \text{ mol}$$

Προκειμένου να παρασκευαστεί διάλυμα (HOCH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>CNH<sub>3</sub>Cl θα χρειαστούμε Tris και υδροχλώριο. Τα δύο αντιδραστήρια θα αντιδράσουν σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:

$n$ (mol)	$(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_2(aq) + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow (\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3\text{Cl}_{(aq)}$		
Αρχικά	$n_{\text{Tris}}$	$n_{\text{HCl}}$	0
Αντ./Παρ.	x	x	0,5
Τελικά	0	0	0,5

Επομένως διαπιστώνουμε πως στο τελικό διάλυμα δεν πρέπει να παραμείνει ούτε Tris ούτε HCl και άρα  $n_{\text{Tris}} = n_{\text{HCl}} = 0,5 \text{ mol}$ . Συνεπώς για να παρασκευαστεί διάλυμα συγκέντρωσης 1 M (HOCH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>CNH<sub>3</sub>Cl θα χρειαστούμε 1 M Tris και 1 M HCl. Υπολογίζουμε τα  $M_r$  των αντιδραστηρίων:

$$M_{r\text{Tris}} = 4 \cdot A_{rC} + 11 \cdot A_{rH} + 3 \cdot A_{rO} + 1 \cdot A_{rN} \Leftrightarrow M_{r\text{Tris}} = 48 + 11 + 48 + 14 \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow M_{r\text{Tris}} = 121 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$M_{r\text{HCl}} = 1 \cdot A_{rH} + 1 \cdot A_{rCl} \Leftrightarrow M_{r\text{HCl}} = 1 + 35,5 \Leftrightarrow M_{r\text{HCl}} = 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Υπολογίζουμε τη μάζα Tris που αντιστοιχεί σε 0,5 mol:

$$n_{\text{Tris}} = \frac{m_{\text{Tris}}}{M_{r\text{Tris}}} \Leftrightarrow m_{\text{Tris}} = n_{\text{Tris}} \cdot M_{r\text{Tris}} = 0,5 \text{ mol} \cdot 121 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 60,5 \text{ g}$$

- β. Στη συνέχεια υπολογίζουμε την ποσότητα HCl που θα χρειαστεί. Γνωρίζουμε ότι το υδροχλώριο βρίσκεται σε υδατικό διάλυμα συγκέντρωσης 37% w/w με πυκνότητα

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

$d = 1,2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ . Υπολογίζουμε από τη στοιχειομετρία ποια είναι η μάζα καθαρού HCl που θα χρειαστεί:

$$n_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{M_{\text{rHCl}}} \Leftrightarrow m_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{rHCl}} \Leftrightarrow m_{\text{HCl}} = 0,5 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 18,25 \text{ g}$$

Υπολογίζουμε τη μάζα διαλύματος που περιέχει την επιθυμητή ποσότητα του οξέος:

*Σε 100 g διαλύματος περιέχονται 37 g HCl*

*Σε y g διαλύματος περιέχονται 18,25 g HCl*

Επομένως έχουμε:

$$100 \text{ g} \cdot 18,25 \text{ g} = 37 \text{ g} \cdot y \Leftrightarrow y = \frac{100 \text{ g} \cdot 18,25 \text{ g}}{37 \text{ g}} \Leftrightarrow y = \frac{100 \cdot 18,25}{37} \text{ g}$$

Τέλος υπολογίζουμε τον όγκο του διαλύματος υδροχλωρικού οξέος που περιέχει την επιθυμητή μάζα του οξέος:

$$d = \frac{m_{\text{HCl}}}{V_{\text{HCl}}} \Leftrightarrow V_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{d} \Leftrightarrow V_{\text{HCl}} = \frac{\frac{100 \cdot 18,25}{37} \text{ g}}{1,2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} \Leftrightarrow V_{\text{HCl}} \approx 41,1 \text{ mL}$$

- γ. Στο τελικό διάλυμα υπάρχει μόνο  $(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3\text{Cl}$  συγκέντρωσης 1 M. Ως άλας δίσταται σύμφωνα με την παρακάτω:

$c$ (M)	$(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3\text{Cl}_{(\text{aq})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$	$(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$
Αρχικά	1	0
Διαλ./Παρ.	1	1
Τελικά	0	1

Τα ιόντα  $\text{Cl}^-$  δεν αντιδρούν με το νερό, γιατί προέρχονται από ισχυρούς ηλεκτρολύτες. Το κατιόν  $(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3^+$  ιοντίζεται σύμφωνα με την παρακάτω:

$c$ (M)	$(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3^+_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons (\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_2_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
Αρχικά	1
Ιοντ./Παρ.	z
Ισορροπία	1 - z

Από την σχέση για τη σταθερά ιοντισμού προκύπτει:

$$K_a = \frac{[(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_2] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3^+]} = \frac{z^2}{1-z} \xrightarrow{K_a=10^{8,1} < 0,01} K_a = \frac{z^2}{1} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow K_a = z^2 \Leftrightarrow z = \sqrt{K_a} = \sqrt{10^{-8,1}} = 10^{-4,05}$$

Συνεπώς:

$$\text{pH} = -\log 10^{-4,05} = 4,05$$

Δ2.

- α. Ο πιο κατάλληλος δείκτης για την ανίχνευση του ισοδύναμου σημείου είναι η ηλιανθίνη, επομένως σωστή απάντηση είναι το (ii).
- β. Στο ισοδύναμο σημείο, όλη η ποσότητα της βάσης Tris θα έχει εξουδετερωθεί από το HCl. Επομένως θα επικρατούν οι συνθήκες που μελετήσαμε στο προηγούμενο υποερώτημα (Δ1) και το pH του διαλύματος θα είναι ίσο με 4,05. Προκειμένου ένας δείκτης να είναι κατάλληλος για την ανίχνευση του ισοδύναμου σημείου μιας ογκομέτρησης, θα πρέπει το pH στο ισοδύναμο σημείο να ανήκει σε ένα εύρος τιμών pH που να περιγράφονται από τη σχέση:

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

$$pK_{a\text{δείκτη}} \pm 1$$

Επομένως ο μοναδικός δείκτης με  $pK_a$  σε αυτή την περιοχή είναι η ηλιανθίνη η οποία είναι κατάλληλη για ογκομετρήσεις με ισοδύναμο σημείο (2,7 – 4,7).

**Δ3.** Στόχος είναι να παρασκευαστεί ρυθμιστικό διάλυμα με ολική συγκέντρωση Tris ίση με 1 M. Από τον όρο ολική συγκέντρωση συμπεραίνουμε πως το άθροισμα των δύο μορφών της ουσίας που θα υπάρχει στο διάλυμα, δηλαδή η όξινη  $((\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3^+)$  και η βασική  $((\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_2)$  μορφή, θα πρέπει να είναι ίσο με 1 M. Επομένως οδηγούμαστε στην εξής σχέση:

$$n_{\text{Tris}} + n_{\text{Tris-H}^+} = n_{\text{ολικό}} \text{ ή } c_{\text{Tris}} + c_{\text{Tris-H}^+} = c_{\text{ολικό}} (1)$$

**α.** Σε πρώτη φάση υπολογίζουμε τη συνολική ποσότητα Tris που θα περιέχεται στο διάλυμα:

$$c_{\text{ολικό}} = \frac{n_{\text{ολικό}}}{V_2} \Leftrightarrow n_{\text{ολικό}} = c_{\text{ολικό}} \cdot V_2 \Leftrightarrow n_{\text{ολικό}} = 0,5 \text{ M} \cdot 1 \text{ L} = 0,5 \text{ mol}$$

Υπολογίζουμε τη μάζα Tris που αντιστοιχεί σε 0,5 mol:

$$n_{\text{Tris}} = \frac{m_{\text{Tris}}}{M_{r\text{Tris}}} \Leftrightarrow m_{\text{Tris}} = n_{\text{Tris}} \cdot M_{r\text{Tris}} = 0,5 \text{ mol} \cdot 121 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 60,5 \text{ g}$$

**β.** Για να βρούμε την ποσότητα HCl που θα χρειαστεί, διερευνούμε τις συνθήκες που επικρατούν στο παρασκευασμένο ρυθμιστικό διάλυμα. Στο διάλυμα αυτό θα συνυπάρχει τόσο η βασική μορφή του Tris  $((\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_2)$  όσο και η όξινη μορφή  $((\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3^+)$  που θα προέρχεται από το άλας του Tris με ιόντα χλωρίου. Το άλας δίσταται σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:

$c$ (M)	$(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3\text{Cl}_{(\text{aq})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$	$(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3^+_{(\text{aq})} +$	$\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$
Αρχικά	$c_{\text{Tris-H}^+}$	0	0
Διαλ./Παρ.	$c_{\text{Tris-H}^+}$	$c_{\text{Tris-H}^+}$	$c_{\text{Tris-H}^+}$
Τελικά	0	$c_{\text{Tris-H}^+}$	$c_{\text{Tris-H}^+}$

Τα ιόντα  $\text{Cl}^-$  δεν αντιδρούν με το νερό, γιατί προέρχονται από ισχυρούς ηλεκτρολύτες. Η όξινη και η βασική μορφή του Tris ιοντίζονται και συμμετέχουν στην ακόλουθη ισορροπία:

$c$ (M)	$(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_2_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons$	$(\text{HOCH}_2)_3\text{CNH}_3^+_{(\text{aq})} +$	$\text{OH}^-_{(\text{aq})}$
Αρχικά	$c_{\text{Tris}}$	$c_{\text{Tris-H}^+}$	
Ιοντ./Παρ.	$\psi$	$\psi$	$\psi$
Ισορροπία	$c_{\text{Tris}} - \psi$	$c_{\text{Tris-H}^+} + \psi$	$\psi$

Επομένως εφαρμόζουμε την εξίσωση Henderson-Hasselbalch στο ρυθμιστικό διάλυμα που έχει παρασκευαστεί ( $Y_2$ ), για το οποίο ισχύουν οι προσεγγίσεις:

$$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= K_a \cdot \frac{c_{\text{Tris-H}^+}}{c_{\text{Tris}}} \Leftrightarrow \text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{c_{\text{Tris}}}{c_{\text{Tris-H}^+}}\right) \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow 7,4 = 8,1 + \log\left(\frac{c_{\text{Tris}}}{c_{\text{Tris-H}^+}}\right) \Leftrightarrow -0,7 = \log\left(\frac{c_{\text{Tris}}}{c_{\text{Tris-H}^+}}\right) \Leftrightarrow \\ &\frac{c_{\text{Tris}}}{c_{\text{Tris-H}^+}} = 10^{-0,7} \Leftrightarrow \frac{c_{\text{Tris}}}{c_{\text{Tris-H}^+}} = 0,2 \Leftrightarrow c_{\text{Tris}} = 0,2 \cdot c_{\text{Tris-H}^+} (2) \end{aligned}$$

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

Από συνδυασμό των σχέσεων (1) και (2) έχουμε:

$$c_{\text{Tris}} + c_{\text{Tris-H}^+} = c_{\text{ολικό}} \Leftrightarrow 0,2 \cdot c_{\text{Tris-H}^+} + c_{\text{Tris-H}^+} = c_{\text{ολικό}} \Leftrightarrow 1,2 \cdot c_{\text{Tris-H}^+} = 1 \Leftrightarrow c_{\text{Tris-H}^+} = \frac{1}{1,2} = \frac{10}{12} \text{ M}$$

Συνεπώς χρειαζόμαστε:

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{Tris-H}^+} = c_{\text{Tris-H}^+} \cdot V_2 = \frac{1}{1,2} \cdot 0,5 = \frac{10}{24} \text{ mol}$$

Γνωρίζουμε ότι το υδροχλώριο βρίσκεται σε υδατικό διάλυμα συγκέντρωσης 37% w/w με πυκνότητα  $d = 1,2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ . Υπολογίζουμε από τη στοιχειομετρία ποια είναι η μάζα καθαρού HCl που θα χρειαστεί:

$$n_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{M_{r\text{HCl}}} \Leftrightarrow m_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}} \cdot M_{r\text{HCl}} \Leftrightarrow m_{\text{HCl}} = \frac{10}{24} \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{365}{24} \text{ g}$$

Υπολογίζουμε τη μάζα διαλύματος που περιέχει την επιθυμητή ποσότητα του οξέος:

*Σε 100 g διαλύματος περιέχονται 37 g HCl*

*Σε q g διαλύματος περιέχονται  $\frac{365}{24}$  g HCl*

Επομένως έχουμε:

$$100 \text{ g} \cdot 18,25 \text{ g} = 37 \text{ g} \cdot q \Leftrightarrow y = \frac{100 \text{ g} \cdot \frac{365}{24} \text{ g}}{37 \text{ g}} \Leftrightarrow y = \frac{365 \cdot 100}{24 \cdot 37} \text{ g}$$

Τέλος υπολογίζουμε τον όγκο του διαλύματος υδροχλωρικού οξέος που περιέχει την επιθυμητή μάζα του οξέος:

$$d = \frac{m_{\text{HCl}}}{V_{\text{HCl}}} \Leftrightarrow V_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{d} \Leftrightarrow V_{\text{HCl}} = \frac{\frac{365 \cdot 100}{24 \cdot 37} \text{ g}}{1,2 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} \Leftrightarrow V_{\text{HCl}} \approx 34,25 \text{ mL}$$

- γ. Για να υπολογίζουμε το ποσοστό των μορίων που είναι στην όξινη μορφή ( $\frac{10}{24} \text{ mol}$ ), διαιρούμε με τα ολικά mol Tris:

$$\Pi\% = \frac{n_{\text{Tris-H}^+}}{n_{\text{ολικό}}} \cdot 100\% = \frac{\frac{10}{24} \text{ mol}}{0,5 \text{ mol}} \cdot 100\% = 83,33\%$$

## Δ4.

- α. Αρχικά υπολογίζουμε την ωσμωτική πίεση του αίματος τόσο στους 25 °C όσο και 37 °C. Προκειμένου να φτάσουμε σε αυτήν, υπολογίζουμε την ωσμωτική πίεση του ισότονου διαλύματος. Αρχικά υπολογίζουμε τη σχετική μοριακή μάζα του NaCl:

$$M_{r\text{NaCl}} = A_{r\text{Na}} + A_{r\text{Cl}} = 23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας τον τύπο της περιεκτικότητας, υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του διαλύματος:

$$c_{\text{NaCl}} = \frac{n_{\text{NaCl}}}{V_{\text{NaCl}}} \Leftrightarrow c_{\text{NaCl}} = \frac{\frac{m_{\text{NaCl}}}{M_{r\text{NaCl}}}}{V_{\text{NaCl}}} \Leftrightarrow c_{\text{NaCl}} = \frac{\frac{0,9 \text{ g}}{58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{0,1 \text{ L}} = 0,1538 \text{ M}$$

Το NaCl είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης οπότε σε υδατικό διάλυμα δίσταται σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:

# ΜΕΘΟΔΙΚΟ

$c$ (M)	$\text{NaCl}_{(aq)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$	$\text{Na}^+_{(aq)}$	+	$\text{Cl}^-_{(aq)}$
Αρχικά	$c_{\text{NaCl}}$			
Διαλ./Παρ.	$c_{\text{NaCl}}$	$c_{\text{NaCl}}$		$c_{\text{NaCl}}$
Τελικά	0	$c_{\text{NaCl}}$		$c_{\text{NaCl}}$

Επομένως στο τελικό διάλυμα η ολική συγκέντρωση σωματιδίων είναι  $2 \cdot c_{\text{NaCl}}$ , δηλαδή ο συντελεστής van't Hoff ( $i$ ) είναι ίσος με 2. Εφαρμόζουμε επομένως τον τύπο μια φορά για κάθε τιμή της θερμοκρασίας:

$$P_{25^\circ} = i \cdot c_{\text{NaCl}} \cdot R \cdot T \Leftrightarrow P_{25^\circ} = 2 \cdot 0,1538 \text{ M} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (25 + 273) \text{ K} \Leftrightarrow$$

$$P_{25^\circ} = 7,51 \text{ atm}$$

$$P_{37^\circ} = i \cdot c_{\text{NaCl}} \cdot R \cdot T \Leftrightarrow P_{37^\circ} = 2 \cdot 0,1538 \text{ M} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (37 + 273) \text{ K} \Leftrightarrow$$

$$P_{37^\circ} = 7,82 \text{ atm}$$

- β. Προκειμένου να ελέγξουμε την καταλληλότητα του διαλύματος, κοιτάζουμε τόσο το pH του όσο και την ωσμωτική του πίεση. Το pH είναι ιδανικό επομένως υπολογίζουμε την ωσμωτική πίεση. Στο διάλυμα συνυπάρχουν τα εξής:  $c_{\text{Tris-H}^+} = \frac{10}{12} \text{ M}$

Όπως υπολογίστηκε στο υποερώτημα (Δ3). Εφόσον η συνολική ποσότητα Tris είναι  $c_{\text{ολικό}} = 1 \text{ M}$  και η όξινη μορφή είναι  $\frac{10}{12} \text{ M}$ , η βασική μορφή θα είναι:  $c_{\text{Tris}} = \frac{2}{12} \text{ M}$

Και τέλος υπάρχουν και  $\text{Cl}^-$ , σε ισομοριακή ποσότητα με την όξινη μορφή του Tris:

$$c_{\text{Cl}^-} = \frac{10}{12} \text{ M}$$

Επομένως τα συνολικά σωματίδια είναι:

$$c = c_{\text{Tris-H}^+} + c_{\text{Tris}} + c_{\text{Cl}^-} = \frac{10}{12} \text{ M} + \frac{2}{12} \text{ M} + \frac{10}{12} \text{ M} = \frac{22}{12} \text{ M} \approx 1,833 \text{ M}$$

Συνεπώς υπολογίζουμε την ωσμωτική πίεση του διαλύματος:

$$P_2 = c \cdot R \cdot T \Leftrightarrow P_2 = 1,833 \text{ M} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (25 + 273) \text{ K} \Leftrightarrow P_2 = 44,79 \text{ atm}$$

Διαπιστώνουμε ότι το διάλυμα είναι υπέρτονο και θα οδηγήσει τα ερυθρά αιμοσφαίρια σε συρρίκνωση και ενδεχομένως λύση. Επομένως δεν είναι κατάλληλο για την ανάλυση. Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να αραιωθεί περίπου έξι φορές.

