

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ - ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

**ΕΝΟΤΗΤΑ 1.1: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΓΡΩΝ.**

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Τι είναι οι διαμοριακές δυνάμεις και σε τι χρησιμεύει η γνώση τους;

Στην Α΄ Λυκείου είχαμε γνωρίσει τις ενδομοριακές δυνάμεις, δηλαδή τις ηλεκτρικές ελκτικές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των ατόμων ή των ιόντων όταν σχηματίζεται μια χημική ένωση (ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός).

Οι διαμοριακές δυνάμεις είναι ηλεκτρικές ελκτικές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων μιας χημικής ένωσης και τείνουν να φέρουν κοντά το ένα μόριο στο άλλο.

Η γνώση της ισχύς τους μας επιτρέπει να ερμηνεύσουμε τις διαφορές που παρουσιάζουν οι μοριακές ενώσεις σε μια σειρά από ιδιότητες τους όπως η φυσική κατάσταση, το σημείο ζέσεως, η τάση ατμών, το ιξώδες, η διαλυτότητα κ.α.

2. Ποια είναι τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων;

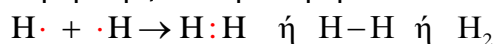
Οι διαμοριακές δυνάμεις διακρίνονται σε:

- α) δυνάμεις διπόλου-διπόλου
- β) δυνάμεις διασποράς (ή London)
- γ) δυνάμεις δεσμών υδρογόνου (ή γέφυρα υδρογόνου)
- δ) δυνάμεις ιόντος - διπόλου

Οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου και οι δυνάμεις διασποράς αποτελούν τις δυνάμεις Van der Waals. Σε αυτές, σύμφωνα με το σχολικό βιβλίο, συμπεριλαμβάνονται και οι δεσμοί υδρογόνου, αφού θεωρούνται ειδική περίπτωση διαμοριακού δεσμού διπόλου-διπόλου.

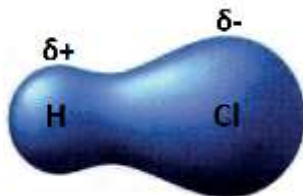
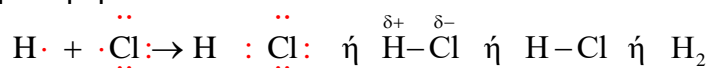
3. Τι ονομάζεται πολωμένος και τι μη πολωμένος δεσμός;

Για την ερμηνεία των διαμοριακών δυνάμεων διπόλου - διπόλου χρειάζεται να θυμηθούμε τι ονομάζουμε πολωμένο δεσμό. Όταν δυο άτομα είναι όμοια μεταξύ τους και σχηματίζουν ομοιοπολικό δεσμό όπως συμβαίνει με τα άτομα του Η στο μόριο του Η₂, τότε το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων του ομοιοπολικού δεσμού κατανέμεται ισομερώς ανάμεσα στα δύο άτομα. Ένας τέτοιος δεσμός ονομάζεται μη πολωμένος δεσμός και το μόριο μη πολωμένο μόριο.



Όταν δυο άτομα είναι διαφορετικά μεταξύ τους και σχηματίζουν ομοιοπολικό δεσμό όπως συμβαίνει μεταξύ του Η και του Cl στο μόριο του HCl, τότε το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων του ομοιοπολικού δεσμού είναι μετατοπισμένο προς το ηλεκτραρνητικότερο άτομο (Cl), με συνέπεια αυτό να αποκτά ένα κλάσμα αρνητικού φορτίου δ⁻ (Cl^{δ-}), ενώ το ηλεκτροθετικότερο άτομο αποκτά ένα κλάσμα

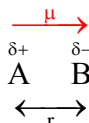
θετικού φορτίου δ^+ ($H^{\delta+}$). Ένας τέτοιος δεσμός ονομάζεται πολωμένος δεσμός και το μόριο πολωμένο μόριο.



Άλλα χαρακτηριστικά παραδείγματα πολωμένων μορίων αποτελούν μόρια της μορφής $A - B$ όπως τα: $H - F$, $H - Br$ και $C \equiv O$.

4. Τι ονομάζεται διπολική ροπή;

Το μέγεθος με το οποίο μετράμε την πολικότητα ενός ομοιοπολικού δεσμού ονομάζεται διπολική ροπή ($\vec{\mu}$). Η διπολική ροπή είναι διανυσματικό μέγεθος και το μέτρο της είναι ίσο με το γινόμενο του φορτίου του διπόλου (δ^+ ή δ^-) επί την απόσταση μεταξύ των φορτίων r , δηλαδή $\mu = \delta \cdot r$.



Η μονάδα της διπολικής ροπής στο S.I είναι το $1 C \cdot m$. Όμως, η συνηθισμένη μονάδα διπολικής ροπής είναι το Debye (D), $1 D = 3,34 \cdot 10^{-30} C \cdot m$.

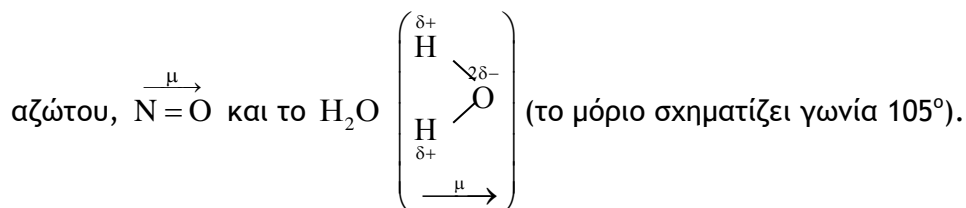
Η διπολική ροπή ενός δεσμού εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την διαφορά ηλεκτραρνητικότητας. Δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι αυτή τόσο μεγαλύτερη είναι και η διπολική ροπή του δεσμού.

Γενικά, ένα μόριο είναι πολωμένο όταν εμφανίζει συνισταμένη διπολική ροπή, άρα η πολικότητα του μορίου εξαρτάται και από τη γεωμετρία του μορίου. Μόρια, τα οποία δεν είναι διατομικά, μπορεί να έχουν πολωμένους δεσμούς αλλά να εμφανίζουν μηδενική διπολική ροπή. Αυτό οφείλεται στη γεωμετρία τους η οποία είναι τέτοια που τα διανύσματα των διπολικών ροπών «αλληλοαναιρούνται», δηλαδή έχουν συνολικό άθροισμα ίσο με μηδέν.

Παραδείγματα μη πολωμένων διατομικών μορίων ($\vec{\mu} = 0$) είναι: το H_2 ($H - H$), τα X_2 ($X - X$) με ($X = F, Cl, Br, I$), το O_2 ($O = O$) και το N_2 ($N \equiv N$).

Παραδείγματα μη πολωμένων πολυατομικών μορίων ($\vec{\mu}_{ολ} = 0$) είναι: το CO_2 (το μόριο είναι γραμμικό και η συνισταμένη διπολική ροπή είναι μηδέν), το CH_4 και ο CCl_4 (τα μόρια έχουν δομή κανονικού τετραέδρου με τον άνθρακα στο κέντρο του τετραέδρου, με αποτέλεσμα η συνισταμένη διπολική ροπή να είναι μηδέν).

Παραδείγματα πολικών πολυατομικών μορίων ($\vec{\mu}_{ολ.} \neq 0$) είναι: τα υδραλογόνα $\overset{\mu}{\rightarrow} \text{H}-\text{X}$ ($\text{X} = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$), το μονοξείδιο του άνθρακα $\overset{\mu}{\rightarrow} \text{C} \equiv \text{O}$, το μονοξείδιο του



Παρατηρήσεις:

1) Η ύλη της Γ' Λυκείου δεν περιλαμβάνει θεωρία και ασκήσεις για την εκτίμηση της διπολικής ροπής ενός μορίου που δεν είναι διατομικό.

Αυτή η εκτίμηση μπορεί να γίνει όταν είναι γνωστή η γεωμετρία του μορίου, η μορφή του διανύσματος της διπολικής ροπής και η γνώση πρόσθεσης διανυσμάτων (το τελευταίο θεωρείται γνωστό από τη Φυσική).

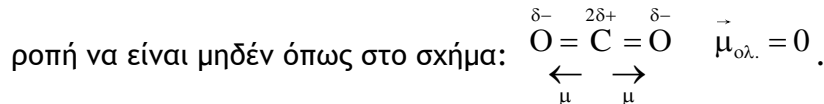
Για τον μαθητή που ενδιαφέρεται για τον τρόπο που εκτιμούμε την διπολική ροπή ενός μορίου αναφέρουμε τα παρακάτω:

α) Η κατεύθυνση του διανύσματος της διπολικής ροπής είναι από το θετικό προς το αρνητικό φορτίο.

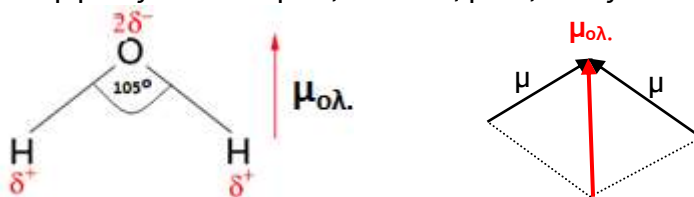
β) Κάθε δεσμός (απλός ή διπλός ή τριπλός) παράγει μια διπολική ροπή.

γ) Η ολική διπολική ροπή $\vec{\mu}_{ολ.}$ καθορίζεται από το διανυσματικό άθροισμα όλων των επιμέρους διπολικών ροπών.

Λόγου χάρη στο μόριο του CO_2 ο δεσμός $\text{C}=\text{O}$ είναι πολωμένος, το μόριο όμως του CO_2 είναι μη πολωμένο μόριο διότι είναι γραμμικό μόριο (οι πυρήνες των τριών ατόμων βρίσκονται στην ίδια ευθεία) με συνέπεια η συνισταμένη διπολική



Αντίθετα το μόριο του H_2O είναι πολωμένο μόριο, διότι δεν είναι γραμμικό μόριο με συνέπεια να εμφανίζει συνισταμένη διπολική ροπή όπως στο σχήμα:



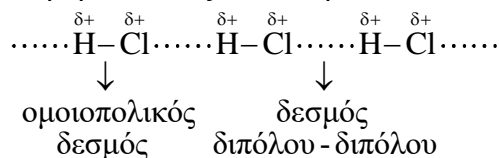
2) Οι υδρογονάνθρακες έχουν πολύ μικρή διπολική ροπή και μπορούν να θεωρηθούν ως μη πολικά μόρια, για παράδειγμα CH_3CH_3 , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$, $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ κ.ά.

3) Οι αιθέρες, λόγω του δεσμού $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ (που σχηματίζει γωνία) είναι πολικά μόρια π.χ. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$.

4) Οι ιοντικές ενώσεις μπορούν να θεωρηθούν ως πολύ ισχυρά πολικές ενώσεις.

5. Τι είναι και πώς αναπτύσσονται οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου;

Δυνάμεις διπόλου - διπόλου είναι οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ διπόλων μορίων. Λόγου χάρη τα μόρια του HCl όταν πλησιάζουν μεταξύ τους, με κατάλληλο προσανατολισμό, έλκονται. Συγκεκριμένα το θετικό άκρο του ενός μορίου έλκει το αρνητικό άκρο του άλλου μορίου όπως στο σχήμα:

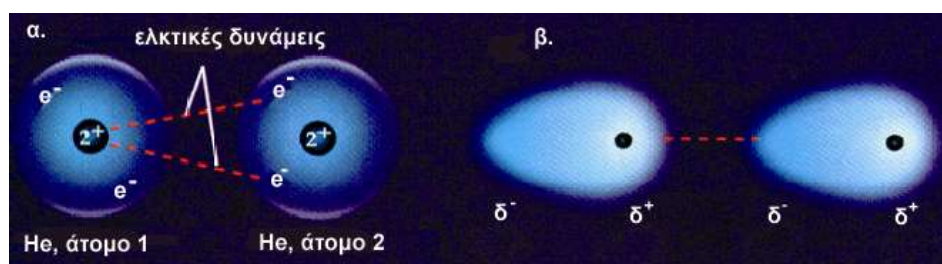


Κατ' αυτόν τον τρόπο αποκτούν μικρότερη ενέργεια, άρα μεγαλύτερη σταθερότητα. Οι διαμοριακές δυνάμεις διπόλου - διπόλου είναι ηλεκτροστατικής φύσεως (μεταξύ των ετερόνυμων φορτισμένων άκρων/πόλων των μορίων) και η ισχύς τους εξαρτάται από τη διπολική ροπή του μορίου, δηλαδή όταν αυξάνεται η διπολική ροπή αυξάνεται και η ισχύς των δυνάμεων διπόλου - διπόλου (με την προϋπόθεση τα μόρια να έχουν περίπου την ίδια μάζα και όγκο).

Γενικά, όσο αυξάνεται η ισχύς των δυνάμεων διπόλου - διπόλου τόσο δυσκολότερα εξατμίζεται ένα υγρό (υψηλό σημείο βρασμού), ενώ τόσο ευκολότερα υγροποιείται ένα αέριο (χαμηλό σημείο υγροποίησης).

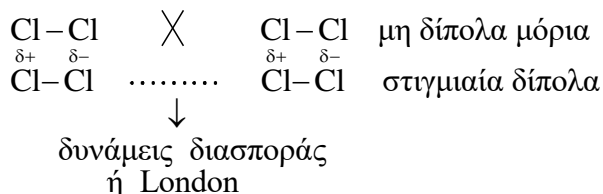
6. Τι είναι και πώς αναπτύσσονται οι δυνάμεις διασποράς ή δυνάμεις London;

Είναι γνωστό ότι οι ουσίες που αποτελούνται από μη πολικά μόρια, όπως το ήλιο (He), το οξυγόνο (O₂) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), μπορούν σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες να συμπυκνωθούν σε υγρά. Άρα μεταξύ και των μη πολικών μορίων θα πρέπει επίσης να ασκούνται κάποιες ελκτικές διαμοριακές δυνάμεις, οι οποίες δεν ανήκουν στην κατηγορία διπόλου-διπόλου. Ο Γερμανός Fritz London πρότεινε μία εξήγηση για τις δυνάμεις αυτές. Ας πάρουμε για παράδειγμα τα άτομα του He. Τα άτομα δεν παρουσιάζουν διπολική ροπή, επειδή η μέση κατανομή των ηλεκτρονίων γύρω από κάθε πυρήνα είναι συμμετρική (σφαιρική). Στιγμιαία όμως η κατανομή των ηλεκτρονίων μπορεί να μην είναι ομοιόμορφη, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σε κάποιο κλάσμα του χρόνου και τα δύο ηλεκτρόνια του ατόμου του He είναι προς το ένα άκρο του φορτίζοντάς το, στιγμιαία, αρνητικά. Τότε, τα ηλεκτρόνια του άλλου ατόμου απωθούνται και το εγγύς άκρο του φορτίζεται θετικά, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται **στιγμιαία δίπολα**. Μεταξύ των στιγμιαίων αυτών διπόλων αναπτύσσονται ασθενείς ελκτικές δυνάμεις, οι οποίες ονομάζονται δυνάμεις London ή διασποράς (επειδή οι δυνάμεις δεν έχουν μια ορισμένη κατεύθυνση).

Επομένως διαμοριακές δυνάμεις διασποράς ασκούνται μεταξύ μη πολικών μορίων, όπου τα μη πολικά μόρια λόγω μιας τυχαίας ανισοκατανομής του ηλεκτρονιακού νέφους (ανομοιόμορφη κίνηση των ηλεκτρονίων) μετατρέπονται σε στιγμιαία δίπολα όπως π.χ. συμβαίνει μεταξύ των μορίων του Cl₂.

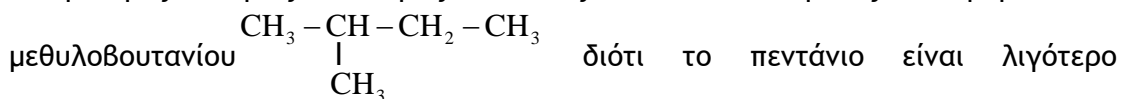


Πρέπει να σημειώσουμε ότι παρόμοιες διεργασίες εμφανίζονται και στα πολικά μόρια, γι' αυτό οι δυνάμεις διασποράς ασκούνται και μεταξύ πολικών μορίων, εξηγώντας σε μεγάλο βαθμό τις διαφορές που εμφανίζουν σε ορισμένες ιδιότητές τους.

↓
 Οι δυνάμεις διασποράς εξαρτώνται:

- από τη σχετική μοριακή μάζα του μορίου (M_r).
 Όταν αυξάνεται η μοριακή μάζα αυξάνεται και η ισχύς των δυνάμεων διασποράς. Λόγου χάρη τα μόρια του O_2 ασκούν μεταξύ τους ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς απ' ό,τι τα μόρια του H_2 διότι $M_r(O_2) > M_r(H_2)$. Αυτό έχει ως συνέπεια το σημείο βρασμού του O_2 να είναι μεγαλύτερο του σημείου βρασμού του H_2 .

- από τη γεωμετρία του μορίου.
 Μη διακλαδισμένα μόρια με παρόμοια M_r ασκούν μεταξύ τους ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς απ' ό,τι τα διακλαδισμένα μόρια, γιατί στα γραμμικά μόρια γίνεται μεγαλύτερη επαφή/αλληλεπίδραση μεταξύ των μορίων. Λόγου χάρη μεταξύ των μορίων του κανονικού πεντανίου $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ ασκούνται ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς απ' αυτές που ασκούνται μεταξύ των μορίων του



διακλαδισμένο μόριο συγκριτικά με το μεθυλοβουτάνιο.

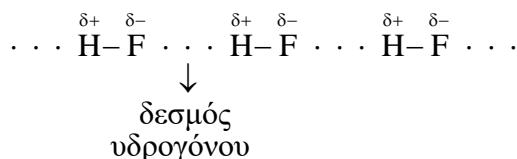
Παρατήρηση:

Η φετινή ύλη της Γ' Λυκείου δεν πραγματεύεται την περίπτωση των δυνάμεων διασποράς μεταξύ ενός μη πολικού και ενός πολικού μορίου, όπου το μη πολικό μόριο λόγω μιας τυχαίας ανισοκατανομής του ηλεκτρονιακού νέφους μετατρέπεται σε στιγμιαίο δίπολο (δυνάμεις μεταξύ διπόλου - στιγμιαίου διπόλου), όπως συμβαίνει μεταξύ των μορίων του O_2 και του HCl .

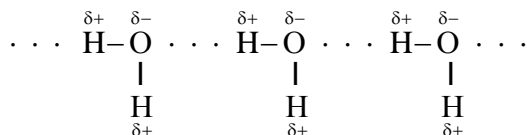
7. Τι είναι και πώς αναπτύσσονται οι δυνάμεις δεσμών υδρογόνου ή γέφυρα υδρογόνου;

Οι δεσμοί υδρογόνου είναι μια ειδική κατηγορία δυνάμεων διπόλου - διπόλου, επειδή όμως είναι οι ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις διπόλου - διπόλου τις εξετάζουμε ξεχωριστά. Οι δεσμοί υδρογόνου ασκούνται μεταξύ μορίων στα οποία υπάρχει H που συνδέεται απευθείας με ισχυρά ηλεκτραρνητικό άτομο μικρού μεγέθους (F ή O ή N). Το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων είναι μετατοπισμένο προς την πλευρά του ηλεκτραρνητικού ατόμου και το άτομο του υδρογόνου μένει σχεδόν

«γυμνό» από ηλεκτρόνια, ως $H^{\delta+}$. Οι δεσμοί υδρογόνου συμβολίζονται με 3 τελείες, ως εξής:



Όμοια μεταξύ των μορίων του νερού ασκούνται δεσμοί υδρογόνου όπως στο σχήμα:



Στο μόριο του νερού (αντίστοιχα ισχύουν και για το μόριο του υδροφθορίου) το άτομο Η συνδέεται ταυτόχρονα με 2 πολύ ηλεκτραρνητικά άτομα (με δύο οξυγόνα). Με το ένα άτομο Ο συνδέεται με ομοιοπολικό δεσμό (ενδομοριακά), ενώ με το άλλο άτομο Ο συνδέεται με δεσμό υδρογόνου (διαμοριακά). Δηλαδή το άτομο του υδρογόνου ενεργεί στην ουσία ως γέφυρα υδρογόνου και συνδέει τα 2 μόρια.

Διαμοριακές δυνάμεις δεσμών υδρογόνου αναπτύσσονται ανάμεσα σε μόρια της ίδιας χημικής ένωσης, όπως H_2O , HF , RNH_2 , ROH , RCOOH , αλλά και ανάμεσα σε μόρια διαφορετικών χημικών ενώσεων όπως μεταξύ H_2O και $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (π.χ. υδαταλκοολικό διάλυμα) ή H_2O και NH_3 (π.χ. διάλυμα αμμωνίας) κλπ.

8. Ποιες είναι οι συνέπειες του δεσμού υδρογόνου;

Ο δεσμός υδρογόνου επηρεάζει τις ιδιότητες των ενώσεων στις οποίες αναπτύσσεται. Γενικά οι ενώσεις που τα μόρια τους συνδέονται με δεσμό υδρογόνου έχουν υψηλότερα σημεία ζέσης συγκριτικά με άλλες ενώσεις που έχουν ίδια ή παραπλήσια σχετική μοριακή μάζα (M_r) καθώς επίσης και μεγαλύτερη διαλυτότητα στο νερό.

Πιο συγκεκριμένα ο δεσμός υδρογόνου εξηγεί:

α) Τις ιδιομορφίες που παρουσιάζει το νερό π.χ. το πολύ υψηλό σημείο βρασμού, το ότι ο πάγος επιπλέει στο νερό, η ικανότητά του να διαλύει πάρα πολλές ενώσεις κ.ά.

Στον πάγο τα μόρια του νερού έχουν το μέγιστο αριθμό δεσμών υδρογόνου, σχηματίζοντας κρυσταλλικό πλέγμα. Η διάταξη των μορίων στον κρύσταλλο είναι τέτοια ώστε να υπάρχουν αρκετά μεγάλοι κενοί χώροι ανάμεσα τους. Όταν ο πάγος αρχίζει να τήκεται δεν καταστρέφεται εντελώς η κρυσταλλική διάταξη. Μονήρη μόρια νερού εισέρχονται στα κενά της εναπομείνουσας κρυσταλλικής διάταξης. Έτσι, η πυκνότητα του νερού είναι μεγαλύτερη αυτής του πάγου και ο πάγος επιπλέει στο νερό.

β) Τη μεγάλη διαλυτότητα που έχουν τα κατώτερα μέλη των αλκοολών και των καρβοξυλικών οξέων στο νερό, λόγω των δεσμών υδρογόνου που αναπτύσσονται ανάμεσα στα μόρια του νερού και στα μόριά τους.

γ) Τα υψηλά σημεία βρασμού που παρουσιάζουν τα κατώτερα μέλη των αλκοολών σε σύγκριση με τους αιθέρες με τους οποίους έχουν ίδια ή παραπλήσια σχετική μοριακή μάζα.

δ) Τη μεγάλη αντοχή του νάιλον.

ε) Την ελικοειδή δομή των πρωτεϊνών.

9. Τι είναι και πώς αναπτύσσονται οι δυνάμεις ιόντος - διπόλου;

Οι δυνάμεις ιόντος - διπόλου είναι διαμοριακές δυνάμεις οι οποίες ασκούνται μεταξύ ενός ιόντος και ενός διπόλου μορίου παραδείγματος χάριν μεταξύ του Na^+ και του H_2O , σε υδατικό διάλυμα. Η ισχύς των δυνάμεων ιόντος - διπόλου εξαρτάται από το φορτίο και το μέγεθος του ιόντος καθώς και από την διπολική ροπή και το μέγεθος του διπόλου μορίου. Συγκεκριμένα, μεγάλο φορτίο και μικρό μέγεθος του

ιόντος, καθώς και μεγάλη διπολική ροπή του μορίου ευνοούν την αύξηση της ισχύος των διαμοριακών δυνάμεων αυτού του τύπου. Τέτοιου είδους δυνάμεις εμφανίζονται, κατ' εξοχήν, κατά τη διάλυση ιοντικών ενώσεων στο νερό (διάσταση).

10. Ποια είναι η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων για ουσίες με παραπλήσιες σχετικές μοριακές μάζες (M_r);

Ένα μέτρο της ισχύος κάποιου δεσμού (ενδομοριακού ή διαμοριακού) είναι η ενέργεια που απαιτείται για τη διάσπασή του. Όσο μεγαλύτερο είναι το δαπανούμενο ποσό ενέργειας, τόσο ισχυρότερος είναι ο δεσμός. Στον ακόλουθο πίνακα δίνεται η ενέργεια διάσπασης των ενδομοριακών και διαμοριακών δεσμών που πραγματεύεται η Γ' Λυκείου.

Είδος δεσμού	Ενέργεια διάσπασης του δεσμού ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$) (κατά προσέγγιση)
Διαμοριακός	
διπόλου-διπόλου / London	0,1 - 10
υδρογόνου	10 - 40
Ενδομοριακός	
ιοντικός	100 - 1000
ομοιοπολικός	100 - 1000

Όπως παρατηρούμε οι ενδομοριακοί δεσμοί (ιοντικός και ομοιοπολικός) είναι ανάλογης ισχύος και σαφώς ισχυρότεροι από τους αντίστοιχους διαμοριακούς.

11. Ποιες φυσικές ιδιότητες των σωμάτων επηρεάζουν οι διαμοριακές δυνάμεις;

Οι διαμοριακές δυνάμεις παρότι είναι σχετικά ασθενείς δυνάμεις επηρεάζουν αρκετές ιδιότητες των ουσιών. Για παράδειγμα, στα υγρά επηρεάζουν τη διαλυτότητα, το σημείο βρασμού, την επιφανειακή τάση, το ιξώδες καθώς και την τάση ατμών.

12. Πώς επηρεάζουν οι διαμοριακές δυνάμεις την διαλυτότητα των υγρών;

Όταν σε έναν διαλύτη προσθέσουμε μια διαλυμένη ουσία τότε μεταξύ των μορίων του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας ασκούνται διαμοριακές δυνάμεις. Αν η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων μεταξύ διαλύτη-διαλυμένης ουσίας είναι μεγαλύτερη από την ισχύ των διαμοριακών δυνάμεων που ασκούνται μεταξύ των μορίων διαλύτη-διαλύτη και διαλυμένης ουσίας-διαλυμένης ουσίας, η ουσία διαλύεται στον διαλύτη.

Γενικά, στη διαλυτότητα ισχύει ο κανόνας «τα όμοια διαλύουν όμοια». Δηλαδή πολικοί διαλύτες διαλύουν πολικά μόρια ενώ μη πολικοί διαλύτες διαλύουν μη πολικά μόρια.

Το νερό (πολικό μόριο) είναι εξαιρετικός διαλύτης για ιοντικές καθώς και πολικές ομοιοπολικές ενώσεις π.χ. CH_3OH , CH_3COOH , CH_3COCH_3 , ενώ ο μη πολικός τετραχλωράνθρακας CCl_4 διαλύει ευκολότερα μη πολικές ενώσεις π.χ. το αιθέριο, το βρώμιο κ.ά.

13. Πώς επηρεάζουν οι διαμοριακές δυνάμεις το σημείο βρασμού των υγρών;

Το σημείο βρασμού των υγρών σωμάτων εξαρτάται από:

α) Την σχετική μοριακή μάζα τους (M_r). Όσο μεγαλύτερη είναι η σχετική μοριακή μάζα, τόσο υψηλότερο είναι το σημείο βρασμού.

β) Τις διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων των υγρών. Όσο ισχυρότερες είναι αυτές, τόσο υψηλότερο είναι το σημείο βρασμού.

Για παράδειγμα, ας εξετάσουμε τα σημεία βρασμού του H_2S ($M_r = 34$) και του H_2O ($M_r = 18$).

Η σχετική μοριακή μάζα δείχνει ότι υψηλότερο σημείο βρασμού πρέπει να έχει το H_2S .

Αντίθετα, οι διαμοριακές δυνάμεις δείχνουν ότι υψηλότερο σημείο βρασμού πρέπει να έχει H_2O , αφού ανάμεσα στα μόρια του νερού αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου και ανάμεσα στα μόρια του H_2S αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου-διπόλου.

Λόγω της πολύ μεγάλης διαφοράς ισχύος ανάμεσα στις διαμοριακές δυνάμεις το H_2O έχει πολύ υψηλότερο σημείο βρασμού ($100\text{ }^\circ\text{C}$) από το H_2S ($-60\text{ }^\circ\text{C}$).

14. Τι είναι το ιξώδες των υγρών και πώς επηρεάζεται από τις διαμοριακές δυνάμεις;

Τα υγρά έχουν την ιδιότητα της ροής. Δεν ρέουν όμως όλα τα υγρά με τον ίδιο τρόπο. Άλλα ρέουν δύσκολα (είναι παχύρρευστα π.χ το μέλι) και άλλα ρέουν εύκολα (είναι λεπτόρρευστα π.χ το νερό που πίνουμε). Η αντίσταση ενός υγρού στη ροή ονομάζεται ιξώδες, δηλαδή όσο μεγαλύτερο είναι το ιξώδες του τόσο δυσκολότερα ρέει ένα υγρό.

Το ιξώδες των υγρών εξαρτάται από:

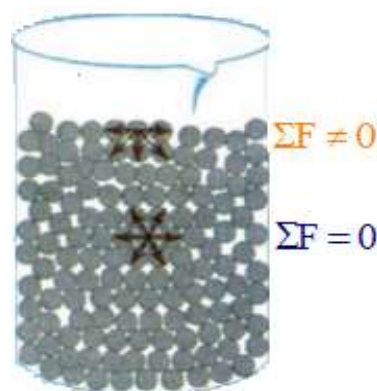
α) Την ισχύ των διαμοριακών δυνάμεων. Ισχυρές διαμοριακές δυνάμεις έχουν ως συνέπεια μεγάλο ιξώδες. Για παράδειγμα, η γλυκερίνη (1,2,3-προπανοτριόλη) έχει μεγαλύτερο ιξώδες από το νερό επειδή αφενός έχει μεγαλύτερο M_r και αφετέρου με τρεις υδροξυλομάδες ανά μόριο σχηματίζει περισσότερους δεσμούς υδρογόνου.

β) Τη θερμοκρασία. Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, το ιξώδες των υγρών μειώνεται διότι εξασθενούν οι διαμοριακές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων των υγρών. Για αυτό αν θερμάνουμε (αυξήσουμε τη θερμοκρασία) το παχύρρευστο μέλι (μεγάλο ιξώδες) γίνεται σχετικά λεπτόρρευστο (μικρό ιξώδες).

15. Τι είναι η επιφανειακή τάση και πώς επηρεάζεται από τις διαμοριακές δυνάμεις;

Αν διαλέξουμε τυχαία ένα μόριο στο εσωτερικό ενός υγρού τότε στο μόριο αυτό ασκούνται από τα γειτονικά μόρια διαμοριακές δυνάμεις. Η συνισταμένη των διαμοριακών δυνάμεων που ασκούνται στο μόριο είναι μηδέν διότι αλληλοεξουδετερώνονται.

Αντίθετα, στα μόρια που βρίσκονται στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού ασκούνται διαμοριακές δυνάμεις από τα μόρια του υγρού που βρίσκονται στο εσωτερικό του.



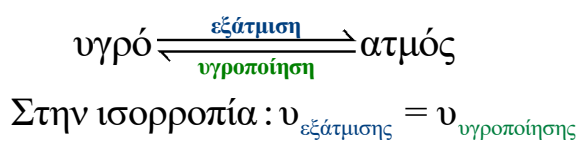
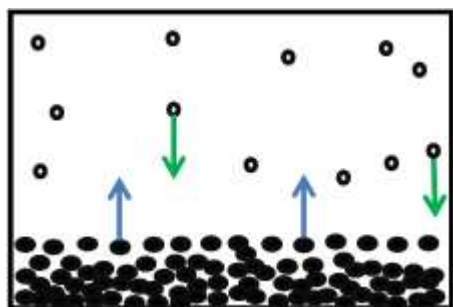
Η συνισταμένη αυτή των δυνάμεων είναι διάφορη του μηδενός (δεν αλληλοεξουδετερώνονται όλες οι δυνάμεις σε αυτή την περίπτωση) και έχει κατεύθυνση προς το εσωτερικό του υγρού. Αυτό έχει ως συνέπεια τα επιφανειακά μόρια να έλκονται προς το εσωτερικό του υγρού, με αποτέλεσμα το υγρό να τείνει να ελαττώσει το εμβαδόν της επιφάνειάς του, ακριβώς όπως κάνει μια τεντωμένη μεμβράνη. Έτσι η ελεύθερη επιφάνεια των υγρών καλύπτεται από ένα είδος «επιδερμίδας». Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται επιφανειακή τάση.

Η επιφανειακή τάση εκφράζει το μέτρο της συνισταμένης των διαμοριακών δυνάμεων που ασκούνται στα μόρια της ελεύθερης επιφάνειας των υγρών. Προφανώς όσο αυξάνονται αυτές οι διαμοριακές δυνάμεις τόσο αυξάνεται και η επιφανειακή τάση. Λόγω της επιφανειακής τάσης οι σταγόνες των υγρών έχουν σφαιρικό σχήμα (η σφαίρα έχει τη μικρότερη επιφάνεια από τα στερεά ίσου όγκου). Επίσης, ορισμένα έντομα μπορούν να περπατούν στην ελεύθερη επιφάνεια των υγρών χωρίς να βυθίζονται, λόγω αυτής της «επιδερμίδας».

16. Τι είναι η τάση ατμών και πώς επηρεάζεται από τις διαμοριακές δυνάμεις;

Αν σε ένα κλειστό δοχείο τοποθετήσουμε ορισμένη ποσότητα υγρού τότε ορισμένα από τα μόρια της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού που έχουν υψηλή κινητική ενέργεια, υπερνικούν τις διαμοριακές δυνάμεις που ασκούνται από τα γειτονικά μόρια του υγρού και μεταπηδούν στην αέρια φάση (ατμός). Τα μόρια του ατμού συγκρούονται με τα τοιχώματα του δοχείου καθώς και με μόρια της ελεύθερης επιφάνειας του υγρού. Κατά την σύγκρουση μεταξύ των μορίων του ατμού και της επιφάνειας του υγρού ασκούνται διαμοριακές δυνάμεις με συνέπεια μόρια του ατμού να επιστρέφουν στην υγρή φάση. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, με σταθερή τη θερμοκρασία μεταξύ του υγρού και του ατμού του αποκαθίσταται δυναμική ισορροπία. Δηλαδή όσα μόρια υγρού περνούν στην αέρια φάση στην μονάδα του χρόνου, άλλα τόσα μόρια ατμών περνούν στην υγρή. Με αυτόν τον τρόπο ο αριθμός των μορίων του αερίου διατηρείται σταθερός.

Η πίεση που ασκούν οι ατμοί ενός υγρού όταν αυτό βρίσκεται σε ισορροπία με τους ατμούς του, σε μια ορισμένη θερμοκρασία, ονομάζεται τάση ατμών (P°) του υγρού.



Η τάση ατμών ενός υγρού είναι η μεγαλύτερη πίεση που μπορούν να ασκήσουν οι ατμοί του υγρού σε ορισμένη θερμοκρασία. Για τους ατμούς ισχύει η καταστατική εξίσωση ($P \cdot V = n \cdot R \cdot T$).

Η τάση ατμών των υγρών εξαρτάται:

α) Από τη φύση του υγρού. Υγρά που ανάμεσα στα μόρια τους ασκούνται ισχυρές διαμοριακές δυνάμεις έχουν μικρή τάση ατμών και χαρακτηρίζονται ως **μη πτητικά**, δηλαδή εξατμίζονται δύσκολα. Για παράδειγμα, η γλυκερίνη και το θειικό οξύ. Αντίθετα, υγρά που ανάμεσα στα μόρια τους ασκούνται ασθενείς διαμοριακές δυνάμεις έχουν μεγάλη τάση ατμών και χαρακτηρίζονται ως **πτητικά**, δηλαδή εξατμίζονται εύκολα. Για παράδειγμα, ο αιθέρας και το οινόπνευμα.

β) Από τη θερμοκρασία. Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία, αυξάνεται και η τάση ατμών. Η αιτία για αυτό είναι ότι όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο αυξάνεται η μέση ταχύτητα των μορίων του υγρού, συνεπώς περισσότερα περνάνε στην αέρια φάση και αυξάνεται η τάση των ατμών. Αν η τάση ατμών γίνει ίση με την εξωτερική πίεση (συνήθως ατμοσφαιρική) τότε το υγρό θα βράσει. Αυτό μπορεί να διατυπωθεί και ως **συνθήκη βρασμού**: ένα υγρό βράζει όταν η τάση ατμών του γίνει ίση με την εξωτερική πίεση, δηλαδή στο σημείο βρασμού ισχύει: $P_o = P_{\text{εξωτερική}}$ (P_o = τάση ατμών).

17. Σε ποιες κατηγορίες διακρίνουμε τις διαμοριακές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων μιας ουσίας; Πώς επηρεάζουν τις ιδιότητες της ουσίας;

Μεταξύ των μορίων μίας ουσίας ασκούνται:

α) Δυνάμεις διασποράς (London), σε όλες τις περιπτώσεις.

β) Αν το μόριο της ένωσης είναι πολωμένο τότε θα ασκούνται και δυνάμεις διπόλου - διπόλου.

γ) Αν η πόλωση είναι μεταξύ ενός ατόμου υδρογόνου που είναι συνδεδεμένο με ισχυρά ηλεκτραρνητικό άτομο μικρού μεγέθους (F ή O ή N), τότε θα αναπτύσσεται και δεσμός υδρογόνου.

Το σύνολο των ασκουμένων δυνάμεων επηρεάζουν τις ιδιότητες των σωμάτων και γενικά ισχύει ότι ισχυρές διαμοριακές δυνάμεις σημαίνει:

- Μικρή τάση ατμών.
- Υψηλό σημείο βρασμού.
- Μεγάλο ιξώδες (μικρή ρευστότητα).
- Μεγάλη επιφανειακή τάση.

Ημερομηνία τροποποίησης: 20/4/2020

Επιμέλεια: Κουκουλάς Βαγιανός - Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ
 ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ - ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

**ΕΝΟΤΗΤΑ 1.1: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ
 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΓΡΩΝ.**

ΛΥΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ 1.

α. Να εξηγήσετε τι είδους διαμοριακές δυνάμεις αναπτύσσονται ανάμεσα σε δύο ίδια μόρια (ή άτομα) στις ακόλουθες χημικές ενώσεις ή χημικά στοιχεία: He , O_2 , S_6 και HI .

β. Να εξηγήσετε ποιο ή ποια από τα ακόλουθα μόρια εμφανίζουν δεσμό υδρογόνου: HCl , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ και CH_3OCH_3

Λύση

α. Τα He , O_2 και S_6 είναι άπολα μόρια. Επομένως, ανάμεσα στα άτομα του He ή στα μόρια του O_2 ή στα μόρια του S_6 αναπτύσσονται μόνο δυνάμεις διασποράς.

Το HI ($\text{H}^{\delta+}-\text{I}^{\delta-}$) είναι πολικό μόριο. Επομένως, ανάμεσα στα μόρια του HI αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου-διπόλου καθώς και δυνάμεις διασποράς.

β. Δεσμούς υδρογόνου έχουμε μόνο στην αιθανόλη $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^{\delta-}\text{H}^{\delta+}$, επειδή μόνο σε αυτήν υπάρχει H που συνδέεται απευθείας με ισχυρά ηλεκτραρνητικό άτομο μικρού μεγέθους (το O).

ΘΕΜΑ 2. Να εξηγήσετε τις διαφορές στα σημεία βρασμού μεταξύ των μελών κάθε ζεύγους. Δίνεται: $\text{Ar} : \text{F} = 17$, $\text{Cl} = 35,5$.

Ζεύγος	Ουσία 1	σ.β.(°C)	Ουσία 2	σ.β.(°C)
α	NaCl	1465	HCl	-85
β	F_2	-188	Cl_2	-34
γ	HF	-19,5	HCl	-85
δ	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	36	$\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_3$ CH_3	8

Λύση

α. Το NaCl είναι μια ιοντική ένωση. Επομένως, στο κρυσταλλικό πλέγμα των ιόντων Na^+ και Cl^- αναπτύσσονται ισχυρές ελκτικές ηλεκτρικές δυνάμεις, οι οποίες έχουν ως συνέπεια το πολύ μεγάλο σημείο βρασμού. Το HCl είναι μια μοριακή ένωση με πολικά μόρια. Ανάμεσα στα μόρια του HCl αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς και διπόλου-διπόλου που είναι σαφώς ασθενέστερες από τις ηλεκτρικές δυνάμεις ανάμεσα στα ιόντα του NaCl και έτσι το HCl έχει πολύ μικρότερο σημείο βρασμού.

β. Το F_2 και το Cl_2 είναι και τα δύο μη πολωμένες ομοιοπολικές ενώσεις. Ανάμεσα στα μόριά τους αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς οι οποίες είναι μεγαλύτερες ανάμεσα στα μόρια του Cl_2 , επειδή έχει μεγαλύτερη M_r . Γι' αυτό έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

γ. Το HCl και το HF είναι δύο πολωμένες ομοιοπολικές ενώσεις. Μεγαλύτερη M_r έχει το HCl . Όμως ανάμεσα στα μόρια του HF αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου, ενώ ανάμεσα στα μόρια του HCl αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου-διπόλου. Το μεγαλύτερο σημείο βρασμού του HF οφείλεται στην πολύ μεγαλύτερη ισχύ των δεσμών υδρογόνου.

δ. Οι δύο ενώσεις είναι ισομερείς και επομένως έχουν την ίδια M_r . Όμως στο κανονικό πεντάνιο έχουμε ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς επειδή είναι ευθύγραμμο μόριο, ενώ το μεθυλο-βουτάνιο είναι διακλαδισμένο. Γι' αυτό το κανονικό πεντάνιο έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

Ημερομηνία τροποποίησης: 20/4/2020

Επιμέλεια: Κουκουλάς Βαγιανός - Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ - ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

**ΕΝΟΤΗΤΑ 1.1: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΓΡΩΝ.**

ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗ

ΘΕΜΑ 1.

α. Να εξηγήσετε τι είδους διαμοριακές δυνάμεις αναπτύσσονται ανάμεσα σε δύο ίδια μόρια (ή άτομα) στις ακόλουθες ενώσεις ή χημικά στοιχεία: Ne, H₂, P₄ και HBr .

β. Να εξηγήσετε ποιο ή ποια από τα ακόλουθα μόρια εμφανίζουν δεσμό υδρογόνου: H₂S, CH₃F και (CH₃)₂NH .

Λύση

α. Τα Ne, H₂ και P₄ είναι άπολα μόρια. Επομένως, ανάμεσα στα άτομα του Ne ή στα μόρια του H₂ ή στα μόρια του P₄ αναπτύσσονται μόνο δυνάμεις διασποράς.

Το HBr ($\overset{\delta+}{\text{H}}-\overset{\delta-}{\text{Br}}$) είναι πολικό μόριο. Επομένως, ανάμεσα στα μόρια του HBr αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου-διπόλου και δυνάμεις διασποράς.

β. Δεσμούς υδρογόνου έχουμε μόνο στη διμεθυλαμίνη ($(\text{CH}_3)_2\overset{\delta-}{\text{N}}-\overset{\delta+}{\text{H}}$), επειδή μόνο σε αυτήν υπάρχει H που συνδέεται απευθείας με ισχυρά ηλεκτραρνητικό άτομο μικρού μεγέθους (το N).

ΘΕΜΑ 2. Να εξηγήσετε τις διαφορές στα σημεία βρασμού μεταξύ των δύο μελών κάθε ζεύγους. Δίνεται: Ar : O = 16, S = 32 και ότι το H₂S είναι πολικό μόριο.

Ζεύγος	Ουσία 1	σ.β.(°C)	Ουσία 2	σ.β.(°C)
α	KBr	1435	HBr	-66
β	S ₆	445	O ₂	-183
γ	H ₂ O	100	H ₂ S	-60
δ	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-1	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-12

Λύση

α. Το KBr είναι μια ιοντική ένωση. Επομένως, στο κρυσταλλικό πλέγμα των ιόντων K⁺ και Br⁻ αναπτύσσονται ισχυρές ελκτικές ηλεκτρικές δυνάμεις, οι οποίες έχουν ως συνέπεια το πολύ μεγάλο σημείο βρασμού. Το HBr είναι μια μοριακή ένωση με πολικά μόρια. Ανάμεσα στα μόριά του HBr αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς και διπόλου-διπόλου που είναι σαφώς ασθενέστερες από τις ηλεκτρικές

δυνάμεις ανάμεσα στα ιόντα του KBr και έτσι το HBr έχει πολύ μικρότερο σημείο βρασμού.

β. Το O_2 και το S_8 είναι και τα δύο μη πολωμένες ομοιοπολικές ενώσεις. Ανάμεσα στα μόριά τους αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς οι οποίες είναι μεγαλύτερες ανάμεσα στα μόρια του S_8 , επειδή έχει μεγαλύτερο M_r . Γι' αυτό έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

γ. Το H_2O και το H_2S είναι δύο πολωμένες ομοιοπολικές ενώσεις. Μεγαλύτερη M_r έχει το H_2S . Όμως ανάμεσα στα μόρια του H_2O αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου, ενώ ανάμεσα στα μόρια του H_2S αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου-διπόλου. Το μεγαλύτερο σημείο βρασμού του H_2O οφείλεται στην πολύ μεγαλύτερη ισχύ των δεσμών υδρογόνου.

δ. Οι δύο ενώσεις είναι ισομερείς και επομένως έχουν το ίδιο M_r . Όμως στο κανονικό βουτάνιο έχουμε ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς επειδή είναι ευθύγραμμο μόριο, ενώ το μεθυλο-προπάνιο είναι διακλαδισμένο. Γι' αυτό το κανονικό βουτάνιο έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

Ημερομηνία τροποποίησης: 20/4/2020

Επιμέλεια: Κουκουλάς Βαγιανός - Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ - ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2: ΩΣΜΩΣΗ ΚΑΙ ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

1. Τι είναι τα μοριακά και τι τα ηλεκτρολυτικά ή ιοντικά διαλύματα;

Στα μοριακά διαλύματα η διαλυμένη ουσία βρίσκεται υπό την μορφή μορίων, δηλαδή κατά τη διάλυση της διαλυμένης ουσίας σε έναν διαλύτη δεν επηρεάζεται η δομή του μορίου της διαλυμένης ουσίας. Επομένως αν το διάλυμα είναι υδατικό δεν εμφανίζει ηλεκτρική αγωγιμότητα, δηλαδή δεν επιτρέπει τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. Ένα τέτοιο διάλυμα είναι το υδατικό διάλυμα ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ή το υδατικό διάλυμα φρουκτόζης ($C_6H_{12}O_6$).

Στα ηλεκτρολυτικά ή ιοντικά διαλύματα η διαλυμένη ουσία βρίσκεται εν μέρει ή συνολικά υπό την μορφή ιόντων. Τέτοια είναι τα υδατικά διαλύματα των οξέων, βάσεων, αλάτων κ.ά. Ένα τέτοιο διάλυμα είναι το υδατικό διάλυμα $NaCl$, ($NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$). Επισημαίνεται ότι τα διαλύματα αυτά, λόγω της παρουσίας ιόντων στο διάλυμα, εμφανίζουν ηλεκτρική αγωγιμότητα, δηλαδή επιτρέπουν τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος.

2. Τι είναι οι προσθετικές ιδιότητες των διαλυμάτων;

Όταν διαλύεται μια ουσία στο νερό, το διάλυμα που προκύπτει έχει νέες χημικές και φυσικές ιδιότητες, οι οποίες είναι χαρακτηριστικές της ουσίας που διαλύθηκε. Ακόμη και αν διαλυθεί η ίδια ποσότητα από δύο διαφορετικές ουσίες στον ίδιο όγκο διαλύτη, τα διαλύματα που προκύπτουν έχουν διαφορετικές ιδιότητες.

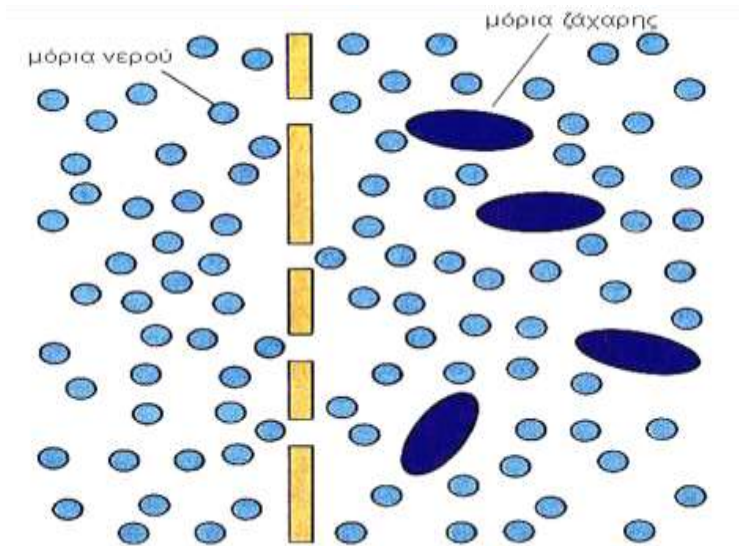
Για παράδειγμα, αν διαλύσουμε 5 g γλυκόζης σε 100 mL νερό ($\Delta 1$) και 5 g οξικό οξύ σε 100 mL νερό ($\Delta 2$), τα δύο διαλύματα θα έχουν μια σειρά από διαφορετικές ιδιότητες. Ενδεικτικά αναφέρουμε για το $\Delta 1$: γλυκιά γεύση, $pH=7$, χωρίς ηλεκτρική αγωγιμότητα και για το $\Delta 2$ και ξινή γεύση, $pH < 7$ και με ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Όμως υπάρχει ένα σύνολο, ιδιοτήτων των διαλυμάτων, που είναι ανεξάρτητο από τη φύση και τη μορφή της διαλυμένης ουσίας (μόρια ή ιόντα) και εξαρτάται αποκλειστικά από τον αριθμό των διαλυμένων σωματιδίων σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος (ή διαλύτη). Για παράδειγμα τριπλάσια ποσότητα σωματιδίων στο διάλυμα προκαλεί τριπλάσια μεταβολή στις ιδιότητες.

Αυτές οι ιδιότητες των διαλυμάτων ονομάζονται προσθετικές ή αθροιστικές και από αυτές στην ύλη της Γ' Λυκείου μελετάται η ωσμωτική πίεση.

3. Τι είναι η ώσμωση και πώς την παρατηρούμε;

Η ώσμωση είναι ένα φαινόμενο με μεγάλη βιολογική -και όχι μόνο- σημασία. Για να το παρατηρήσουμε απαιτείται μια ημιπερατή μεμβράνη (φυσική ή τεχνητή) που επιτρέπει στα μόρια κάποιων ουσιών να περνούν, ενώ δεν επιτρέπει στα μόρια άλλων ουσιών να το διαπεράσουν. Σε μια απλοποιημένη ερμηνεία του φαινομένου μπορούμε να πούμε ότι η ημιπερατή μεμβράνη δρα σαν ένα είδος μοριακού φίλτρου ή κόσκινου, όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.



Στο σχήμα η ημιπερατή μεμβράνη διαχωρίζει ένα υδατικό διάλυμα ζάχαρης από καθαρό νερό. Αν δεν υπήρχε η μεμβράνη θα είχαμε μια απλή αραίωση, δηλαδή το διάλυμα θα αναμειγνυόταν με το νερό και θα προέκυπτε ένα καινούριο διάλυμα με μικρότερη συγκέντρωση. Όμως, η μεμβράνη επιτρέπει μόνο τη δίοδο των μορίων νερού και προς τις δύο κατευθύνσεις και όχι τη δίοδο των μορίων της διαλυμένης ουσίας (ζάχαρης). Διαπιστώνεται ότι μόρια νερού εισέρχονται με μεγαλύτερη ταχύτητα προς το δεξί μέρος του δοχείου απ' ό,τι προς το αριστερό. Η διάχυση αυτή των μορίων του νερού γίνεται όχι μόνο μεταξύ του καθαρού νερού και του διαλύματος, αλλά και μεταξύ δύο διαλυμάτων με διαφορετικές συγκεντρώσεις.

Το φαινόμενο εξελίσσεται με τέτοιο τρόπο, ώστε οι συγκεντρώσεις των δύο διαλυμάτων που έρχονται σε επαφή μέσω της ημιπερατής μεμβράνης να τείνουν να εξισωθούν.

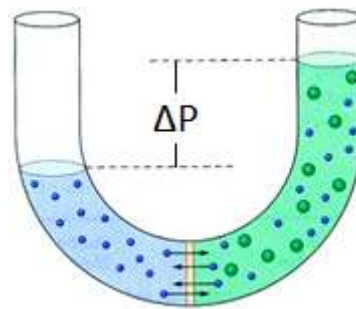
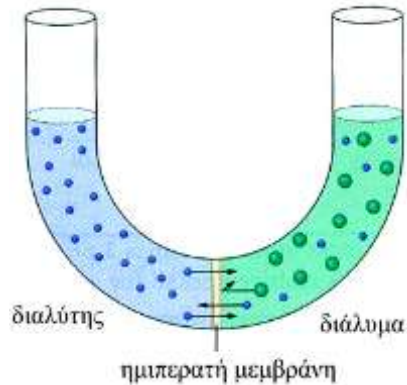
Σημειώνεται ότι τα διαλύματα δεν χρειάζεται να είναι της ίδιας ουσίας για να παρατηρηθεί η ώσμωση, γι' αυτό άλλωστε και η ώσμωση ανήκει στις προσθετικές ιδιότητες των διαλυμάτων.

Συνοψίζοντας, **ώσμωση** ονομάζεται το φαινόμενο της διάχυσης περισσότερων μορίων διαλύτη (συνήθως νερού) μέσω ημιπερατής μεμβράνης, από το διαλύτη στο διάλυμα ή από το διάλυμα της μικρότερης συγκέντρωσης σωματιδίων (υποτονικό διάλυμα) στο διάλυμα της μεγαλύτερης συγκέντρωσης σωματιδίων (υπερτονικό διάλυμα).

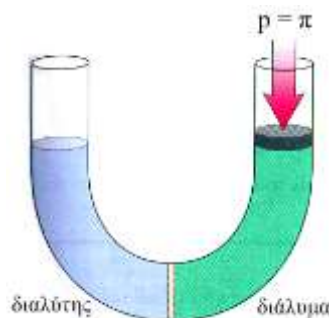
4. Τι είναι η ωσμωτική πίεση;

Ας υποθέσουμε ότι φέρνουμε σε επαφή μέσω ημιπερατής μεμβράνης τον διαλύτη και ένα διάλυμα μιας ουσίας, όπως στο διπλανό σχήμα.

Τότε, λόγω του φαινομένου της ώσμωσης, μόρια του διαλύτη θα αρχίσουν να μετακινούνται με μεγαλύτερο ρυθμό μέσω της μεμβράνης από τον διαλύτη προς το διάλυμα. Έτσι η στάθμη του υγρού στη δεξιά πλευρά θα αρχίσει να ανυψώνεται και η συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας θα αρχίσει να μειώνεται. Το φαινόμενο επηρεάζεται από την πίεση στα δύο μέρη εκατέρωθεν της μεμβράνης (εδώ υδροστατική και ατμοσφαιρική). Όσο ανεβαίνει η στάθμη του νερού στη δεξιά πλευρά, τόσο η ταχύτητα διάχυσης του νερού από τα δεξιά στα αριστερά μεγαλώνει (λόγω αυξημένης υδροστατικής πίεσης), με αποτέλεσμα κάποια στιγμή να εξισωθεί με την ταχύτητα διάχυσης του νερού από αριστερά προς τα δεξιά. Τότε το σύστημα έχει φθάσει σε δυναμική ισορροπία, δηλαδή δεν παρατηρείται πλέον μεταβολή στη στάθμη των υγρών.



Είναι φανερό ότι αν εφαρμόσουμε ικανή εξωτερική πίεση στο διάλυμα μπορούμε να εμποδίσουμε πλήρως την εξέλιξη της ώσμωσης, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



Η ελάχιστη πίεση που πρέπει να εφαρμοστεί εξωτερικά σε διάλυμα, το οποίο διαχωρίζεται με ημιπερατή μεμβράνη απ' τον καθαρό διαλύτη του, ώστε να εμποδίσουμε το φαινόμενο της ώσμωσης, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος ονομάζεται **ωσμωτική πίεση** διαλύματος, η οποία συμβολίζεται με το γράμμα Π.

Όταν συγκρίνουμε δύο διαλύματα με βάση την ωσμωτική πίεση, τότε το διάλυμα της μεγαλύτερης ωσμωτικής πίεσης λέγεται **υπερτονικό** ενώ αυτό της μικρότερης

ωσμωτικής πίεσης λέγεται **υποτονικό**. Διαλύματα με την ίδια τιμή ωσμωτικής πίεσης ονομάζονται **ισότονα**.

5. Πως υπολογίζουμε την ωσμωτική πίεση και από τι εξαρτάται;

Η ωσμωτική πίεση, Π , ενός **μοριακού** διαλύματος δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\Pi \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (1)$$

Π : η ωσμωτική πίεση του διαλύματος

V : ο όγκος του διαλύματος, σε L

n : ο αριθμός των mol της διαλυμένης ουσίας

R : η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων

T : η απόλυτη θερμοκρασία, σε K

Παρατηρούμε, δηλαδή, ότι η ωσμωτική πίεση εξαρτάται από τον αριθμό των mol της διαλυμένης ουσίας, τον όγκο του διαλύματος καθώς και από την απόλυτη θερμοκρασία.

Επειδή $\frac{n}{V} = C$ η (1) μπορεί να μετασχηματιστεί στην

$$\Pi = C \cdot R \cdot T \quad (2)$$

C : η συγκέντρωση του διαλύματος.

Επειδή η ώσμωση είναι προσθετική ιδιότητα, αν σε ένα διάλυμα περιέχονται περισσότερες από μία ουσίες οι παραπάνω σχέσεις γίνονται:

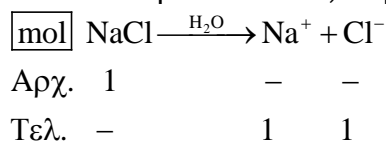
$$\Pi \cdot V = (n_1 + n_2 + \dots) \cdot R \cdot T \Rightarrow \Pi \cdot V = n_{\text{ολικό}} \cdot R \cdot T \quad \text{και}$$

$$\Pi = \frac{(n_1 + n_2 + \dots)}{V} \cdot R \cdot T \Rightarrow \Pi = C_{\text{ολικό}} \cdot R \cdot T.$$

6. Σε τι διαφέρει ο υπολογισμός της ωσμωτικής πίεσης στα μοριακά και στα ηλεκτρολυτικά διαλύματα;

Η ωσμωτική πίεση είναι μία ιδιότητα που δεν εξαρτάται από τη φύση της διαλυμένης ουσίας αλλά από τον αριθμό των διαλυμένων σωματιδίων. Στα ηλεκτρολυτικά διαλύματα θα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί γιατί οι ηλεκτρολύτες διίστανται ή ιοντίζονται όταν διαλύονται στο νερό. Έτσι, έχουμε μεγαλύτερο αριθμό σωματιδίων από αυτόν που θα είχαμε στην περίπτωση ενός μοριακού διαλύματος με την ίδια συγκέντρωση.

Για παράδειγμα, αν σε ένα διάλυμα έχει διαλυθεί 1 mol NaCl τότε τα συνολικά mol των διαλυμένων σωματιδίων στο διάλυμα θα είναι 2, λόγω της διάστασης



Από τη διάσταση είναι προφανές ότι από κάθε 1 mol NaCl προκύπτει 1 mol ιόντων Na⁺ και 1 mol ιόντων Cl⁻.

Γενικά στα ιοντικά διαλύματα χρησιμοποιούμε τη σχέση:

$$\Pi = i \cdot C \cdot R \cdot T \quad (3)$$

i : ο συντελεστής Van't Hoff, δηλαδή ο αριθμός των mol διαλυμένων σωματιδίων που προκύπτουν μετά τη διάσταση ή τον ιοντισμό του ηλεκτρολύτη.

Για την ύλη που διαπραγματεύεται η Γ' Λυκείου, i είναι ο αριθμός των mol ιόντων που προκύπτουν από τη διάσταση ενός mol της ένωσης. Για παράδειγμα,

Το KCl ($\text{KCl} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{K}^+ + \text{Cl}^-$) και το KNO_3 ($\text{KNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{K}^+ + \text{NO}_3^-$) έχουν $i = 2$.

Το CaCl_2 ($\text{CaCl}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}^{+2} + 2\text{Cl}^-$) έχει $i = 3$.

7. Ποια είναι η χρησιμότητα της ωσμωτικής πίεσης;

Η ιδιότητα της ωσμωτικής πίεσης αξιοποιείται με διάφορους τρόπους από τους επιστήμονες. Για παράδειγμα η μέτρηση της ωσμωτικής πίεσης χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της σχετικής μοριακής μάζας μεγαλομοριακών ενώσεων, όπως είναι οι πρωτεΐνες και τα νουκλεϊνικά οξέα. Αυτή η μέθοδος ονομάζεται ωσμωμετρία.

Ωσμωμετρία ονομάζεται η μέθοδος προσδιορισμού της σχετικής μοριακής μάζας (M_r) με βάση τον πειραματικό προσδιορισμό της ωσμωτικής πίεσης, Π , κάνοντας χρήση της εξίσωσης $\Pi = C \cdot R \cdot T$.

8. Ποια είναι η βιολογική σημασία της ώσμωσης;

Το φαινόμενο της ώσμωσης παίζει σημαντικό ρόλο σε πολλά βιολογικά φαινόμενα που σχετίζονται με τη λειτουργία του κυττάρου. Η κυτταρική μεμβράνη είναι ημιπερατή μεμβράνη. Δηλαδή επιτρέπει την διάχυση των μορίων του νερού, όχι όμως τη διάχυση μεγάλων μορίων, όπως αυτά των πρωτεϊνών.

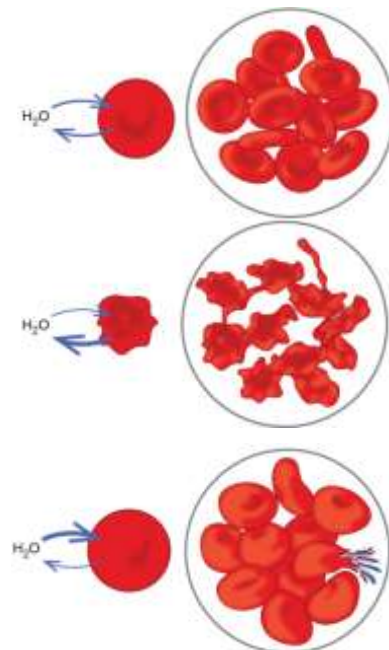
Αυτό που είναι εξαιρετικά σημαντικό κατά την ενδοφλέβια χορήγηση υγρών σε ασθενή είναι τα χρησιμοποιούμενα διαλύματα να είναι ισοτονικά με το αίμα. Για παράδειγμα, όταν πρέπει να χορηγηθούν ηλεκτρολύτες ή/και να ενυδατωθεί ένας ασθενής μπορεί να του χορηγηθεί ενδοφλεβίως φυσιολογικός ορός, δηλαδή υδατικό διάλυμα NaCl 0,9% w/v. Το διάλυμα αυτό είναι ισοτονικό με το αίμα που έχει ωσμωτική πίεση περίπου 7,8 atm. Έτσι, το εισαγόμενο στο αίμα διάλυμα δεν θα επιδράσει αρνητικά στα ερυθρά αιμοσφαίρια.

Ας δούμε γιατί είναι κρίσιμο για την υγεία των ασθενών τα ενδοφλέβια διαλύματα να έχουν τη σωστή τιμή ωσμωτικής πίεσης:

Αν ένα κύτταρο (π.χ. ένα ερυθρό αιμοσφαίριο) βυθιστεί σε υδατικό διάλυμα **ισοτονικό** σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό, τότε το κύτταρο διατηρεί τη μορφή του, καθώς ο αριθμός των εισερχομένων σε αυτό μορίων νερού ισούται με τον αριθμό των εξερχομένων, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

Αν ένα κύτταρο βυθιστεί σε διάλυμα **υπερτονικό** σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό του, τότε το κύτταρο συρρικνώνεται, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, καθώς ο αριθμός των εισερχομένων μορίων νερού σε αυτό είναι μικρότερος των εξερχομένων.

Αν ένα κύτταρο βυθιστεί σε διάλυμα **υποτονικό** σε σχέση με το ενδοκυτταρικό υγρό, τότε το κύτταρο διογκώνεται, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, καθώς ο αριθμός των εισερχομένων μορίων νερού είναι μεγαλύτερος των εξερχομένων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στη διάρρηξη του κυττάρου.



Για παράδειγμα, αν βυθιστούν ερυθρά αιμοσφαίρια σε καθαρό νερό, τότε τα αιμοσφαίρια διογκώνονται και σπάζουν, ενώ διαχέεται η αιμοσφαιρίνη που περιέχουν στο καθαρό νερό. Αυτό ονομάζεται **αιμόλυση** των ερυθρών αιμοσφαιρίων με πολύ σοβαρές επιπλοκές στην υγεία του ασθενούς.

Ημερομηνία τροποποίησης: 20/4/2020

Επιμέλεια: Κουκουλάς Βαγιανός - Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ - ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2 ΩΣΜΩΣΗ ΚΑΙ ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

ΛΥΜΕΝΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ1. Διαθέτουμε στο εργαστήριο καθαρό νερό, διάλυμα ζάχαρης 1 Μ και διάλυμα ζάχαρης 2 Μ, τα οποία βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία. Να εξηγήσετε τι θα συμβεί αν φέρουμε σε επαφή μέσω ημιπερατής μεμβράνης:

- α) Το καθαρό νερό με το διάλυμα ζάχαρης 1 Μ.
- β) Το διάλυμα ζάχαρης 1 Μ με το διάλυμα ζάχαρης 2 Μ.
- γ) Ένα μέρος του διαλύματος ζάχαρης 1 Μ με ίσο μέρος του ίδιου διαλύματος.

Λύση

α) Μόρια νερού θα περνάνε από την πλευρά που είναι το καθαρό νερό προς το διάλυμα ζάχαρης με μεγαλύτερη ταχύτητα σε σχέση με τα μόρια νερού που θα περνάνε από το διάλυμα ζάχαρης προς το καθαρό νερό. Έτσι, η στάθμη του νερού στο διάλυμα ζάχαρης θα αυξάνεται και η συγκέντρωσή του θα μειώνεται. Όταν η στάθμη του διαλύματος φθάσει σε κατάλληλο ύψος, ώστε οι δύο ταχύτητες διάχυσης να εξισωθούν, τότε το σύστημα θα έχει φθάσει σε δυναμική ισορροπία και δεν θα παρατηρούνται μεταβολές. Επισημαίνεται ότι το φαινόμενο της διάχυσης των μορίων νερού θα εξακολουθήσει να λαμβάνει χώρα, χωρίς όμως αποτελέσματα, αφού οι δύο ταχύτητες διάχυσης θα παραμένουν ίσες.

β) Μόρια νερού θα περνάνε από το αραιό διάλυμα ζάχαρης (1 Μ, υποτονικό) στο πυκνό διάλυμα (2 Μ, υπερτονικό) με μεγαλύτερη ταχύτητα σε σχέση με την αντίθετη πορεία. Έτσι, η στάθμη του νερού στο αραιό διάλυμα θα μειώνεται, ενώ στο πυκνό διάλυμα θα αυξάνεται. Κατά συνέπεια η συγκέντρωση του αραιού διαλύματος θα αυξάνεται και του πυκνού θα μειώνεται. Όταν η διαφορά ύψους ανάμεσα στις δύο στάθμες αποκτήσει κατάλληλη τιμή, τότε οι δύο ταχύτητες διάχυσης θα εξισωθούν και δεν θα παρατηρούνται πλέον μεταβολές. Επισημαίνεται ότι αν τα δοχεία των διαλυμάτων είναι μεταβλητού όγκου τότε οι ταχύτητες θα εξισωθούν όταν εξισωθούν οι συγκεντρώσεις.

γ) Τα δύο διαλύματα είναι ισοτονικά, άρα εξ' αρχής δεν θα παρατηρήσουμε κάποια μεταβολή.

ΘΕΜΑ2. Να ταξινομήσετε τα ακόλουθα διαλύματα, τα οποία βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, κατά αύξουσα σειρά ωσμωτικής πίεσης:

- α) Διάλυμα Δ1 που περιέχει γλυκόζη ($C_6H_{12}O_6$) 1 Μ.
- β) Διάλυμα Δ2 που περιέχει γλυκόζη 1 Μ και φρουκτόζη ($C_6H_{12}O_6$) 1 Μ.
- γ) Διάλυμα Δ3 που περιέχει ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 1,2 Μ.
- δ) Διάλυμα Δ4 που περιέχει αλάτι ($NaCl$) 1 Μ.

Δίνεται ότι η γλυκόζη, η φρουκτόζη και η σακχαρόζη σχηματίζουν μοριακά υδατικά διαλύματα, ενώ το $NaCl$ είναι ηλεκτρολύτης και δίσταται πλήρως.

Λύση

Η ωσμωτική πίεση είναι μια προσθετική ιδιότητα δηλαδή εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των σωματιδίων που βρίσκονται μέσα στο διάλυμα. Για τα μοριακά

διαλύματα οι συγκεντρώσεις της ουσίας και των σωματιδίων ταυτίζονται (εφόσον δεν λαμβάνουν χώρα άλλες διεργασίες). Για τα ηλεκτρολυτικά διαλύματα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι οι ηλεκτρολύτες διίστανται ή ιοντίζονται μέσα σε νερό και έτσι η συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων είναι μεγαλύτερη από την αρχική συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη.

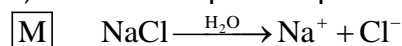
Έτσι οι συνολικές συγκεντρώσεις των διαλυμάτων που δίνονται, είναι:

α) 1 M σε διαλυμένα σωματίδια.

β) 2 M σε διαλυμένα σωματίδια.

γ) 1,2 M σε διαλυμένα σωματίδια.

δ) 2 M σε διαλυμένα σωματίδια. Αυτό επειδή δίνεται ότι το αλάτι διίσταται πλήρως,



Αρχ. 1 - -

Τελ. - 1 1

Οπότε, $C_{\text{διαλ. σωματιδίων}} = 2 \text{ M}$. Συνεπώς, η ωσμωτική πίεση των διαλυμάτων κατά αύξουσα σειρά είναι $\Delta 1 < \Delta 3 < \Delta 2 = \Delta 4$.

ΘΕΜΑ 3. Διαλύουμε 90 g φρουκτόζης ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) σε νερό και παρασκευάζουμε μοριακό διάλυμα όγκου 1,5 L. Να υπολογίσετε την ωσμωτική πίεση του διαλύματος στους 27 °C.

Δίνονται: Ar : H = 1, C = 12, O = 16 και $R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

Λύση

$$M_{r_{\text{φρουκτόζης}}} = 6 \cdot 12 + 6 \cdot 16 + 12 = 180.$$

Το διάλυμα είναι μοριακό επομένως ισχύει ο τύπος:

$$\Pi \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow \Pi = \frac{m}{M_r} \cdot R \cdot T \Rightarrow \Pi = \frac{90}{180} \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K} = 8,2 \text{ atm}.$$

Ημερομηνία τροποποίησης: 20/4/2020

Επιμέλεια: Κουκουλάς Βαγιανός - Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ
 ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ - ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ**

ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2 ΩΣΜΩΣΗ ΚΑΙ ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΣ ΕΠΙΛΥΣΗ

ΘΕΜΑ 1. Διαθέτουμε 3 μοριακά διαλύματα, γλυκόζης 1 M (Δ1), μαλτόζης 2 M (Δ2) και σακχαρόζης 3 M (Δ3), τα οποία βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία και έχουν τον ίδιο όγκο V.

α) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η συγκέντρωση του Δ2, αν έρθει σε επαφή μέσω ημιπερατής μεμβράνης με το διάλυμα Δ1.

β) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η συγκέντρωση του Δ2, αν έρθει σε επαφή μέσω ημιπερατής μεμβράνης με το διάλυμα Δ3.

γ) Αναμειγνύουμε τα διαλύματα Δ1 και Δ3 με αναλογία όγκων 1:1 και παρασκευάζουμε το διάλυμα Δ4. Φέρνουμε το Δ4 σε επαφή μέσω ημιπερατής μεμβράνης με το διάλυμα Δ2. Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η συγκέντρωση του Δ2.

Λύση

α) Επειδή το Δ1 είναι υποτονικό σε σχέση με το Δ2, διαλύτης θα μεταφερθεί από το Δ1 στο Δ2, μέχρι το σύστημα να φθάσει σε δυναμική ισορροπία. Στην ισορροπία ο όγκος του Δ1 θα έχει μειωθεί και η συγκέντρωσή του θα έχει αυξηθεί, ενώ ο όγκος του Δ2 θα έχει αυξηθεί και η συγκέντρωσή του θα έχει μειωθεί.

β) Επειδή το Δ2 είναι υποτονικό σε σχέση με το Δ3, διαλύτης θα μεταφερθεί από το Δ2 στο Δ3, όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο ερώτημα, οπότε η συγκέντρωση του Δ2 θα αυξηθεί.

γ) Αν αναμείξουμε τα Δ1 και Δ3 με αναλογία όγκων 1:1 τότε θα παρασκευάσουμε ένα διάλυμα που θα έχει συνολική συγκέντρωση διαλυμένων σωματιδίων:

$$C_{\text{ολ.}} = \frac{n_{\text{ολ.}}}{V_{\text{ολ.}}} \Rightarrow C_{\text{ολ.}} = \frac{n_1 + n_3}{V + V} = \frac{C_1 \cdot V + C_2 \cdot V}{2V} = \frac{C_1 + C_2}{2} = \frac{1 + 3}{2} = 2 \text{ M.}$$

Συνεπώς, τα διαλύματα Δ2 και Δ4 είναι ισοτονικά, οπότε η συγκέντρωση του Δ2 δεν θα μεταβληθεί.

ΘΕΜΑ 2. Να ταξινομήσετε τα ακόλουθα διαλύματα, τα οποία βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, κατά αύξουσα σειρά ωσμωτικής πίεσης:

α) Διάλυμα Δ1 που περιέχει γλυκόζη 1 M,

β) Διάλυμα Δ2 που περιέχει γλυκόζη 3 M,

γ) Διάλυμα Δ3 που περιέχει φρουκτόζη 2 M,

δ) Διάλυμα Δ4 που περιέχει γλυκόζη 45 % w/v

ε) Διάλυμα Δ5 που περιέχει αλάτι (NaCl) 2 M.

Δίνεται ότι η γλυκόζη και η φρουκτόζη σχηματίζουν μοριακά υδατικά διαλύματα, ενώ το NaCl είναι ηλεκτρολύτης και διίσταται πλήρως. Επίσης $M_{r_{\text{γλυκόζης}}} = 180$.

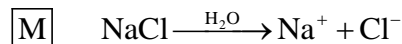
Λύση

Για τα μοριακά διαλύματα οι συγκεντρώσεις της ουσίας και των σωματιδίων ταυτίζονται (εφόσον δεν λαμβάνουν χώρα άλλες διεργασίες). Για τα ηλεκτρολυτικά διαλύματα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι λαμβάνει χώρα διάσταση ή ιοντισμός και έτσι η συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων είναι μεγαλύτερη από την αρχική συγκέντρωση του ηλεκτρολύτη.

Αρχικά, υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του διαλύματος γλυκόζης 45% w/v

$$C = \frac{n}{V} = \frac{m/M_r}{V} = \frac{45}{180} \frac{\text{mol}}{0,1\text{L}} = \frac{0,25}{0,1} \text{M} = 2,5 \text{M}.$$

Για το διάλυμα NaCl πρέπει να λάβουμε υπόψη τη διάστασή του



Άρα, η συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων στο διάλυμα αυτό θα είναι 4 M, αφού κάθε mol NaCl δίνει δύο mol ιόντων. Εν τέλει, η ωσμωτική πίεση των διαλυμάτων κατά αύξουσα σειρά είναι: $\Delta 1 < \Delta 3 < \Delta 4 < \Delta 2 < \Delta 5$.

ΘΕΜΑ 3. Το β-καροτένιο είναι μια προβιταμίνη της βιταμίνης A. Διαλύουμε 8,95 g β-καροτένιου σε χλωροφόρμιο και παρασκευάζουμε ένα μοριακό διάλυμα όγκου 100 ml το οποίο έχει ωσμωτική πίεση ίση με 4,1 atm σε θερμοκρασία 27 °C . Να υπολογίσετε το M_r του β-καροτένιου. Δίνεται: $R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

υπολογίσετε το M_r του β-καροτένιου. Δίνεται: $R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

Λύση

Το διάλυμα είναι μοριακό επομένως ισχύει ο τύπος:

$$\Pi \cdot V = n_{\text{ολ}} \cdot R \cdot T \Rightarrow \Pi = \frac{m}{M_r} \cdot R \cdot T \Rightarrow M_r = \frac{m \cdot R \cdot T}{\Pi \cdot V} \Rightarrow$$

$$M_r = \frac{8,95 \text{ g} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}}{4,1 \text{ atm} \cdot 0,1 \text{ L}} \Rightarrow M_r = 537.$$

Άρα, η σχετική μοριακή μάζα του β-καροτένιου είναι 537.

Ημερομηνία τροποποίησης: 20/4/2020

Επιμέλεια: Κουκουλάς Βαγιανός - Πάγκαλος Σπύρος - Χαρίτος Κωνσταντίνος

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ - ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

Ερωτήσεις θεωρίας - Τύπου Α

ΕΡΩΤΗΣΗ 1. Η διπολική ροπή του μορίου του νερού, H_2O , οφείλεται στο ότι

- οι δύο ομοιοπολικοί δεσμοί $H-O$ είναι πολωμένοι.
- το μόριο του νερού δεν είναι ευθύγραμμο.
- οι δύο ομοιοπολικοί δεσμοί $H-O$ είναι πολωμένοι και ταυτόχρονα το μόριο του νερού δεν είναι ευθύγραμμο.
- ανάμεσα στα μόρια του νερού αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου.

Λύση

Σωστό είναι το γ.

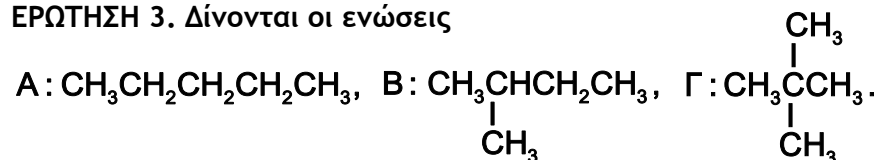
ΕΡΩΤΗΣΗ 2. Το μόριο του διοξειδίου του άνθρακα, CO_2 , δεν είναι δίπολο διότι:

- ο δεσμός $C=O$ δεν είναι πολωμένος.
- το μόριό του CO_2 είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.
- η διπολική ροπή καθενός από τους δύο δεσμούς $C=O$ είναι μηδέν.
- τα άτομα $O=C=O$ διατάσσονται σε ευθεία.

Λύση

Σωστό είναι το δ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3. Δίνονται οι ενώσεις



Η σωστή σειρά για τα σημεία βρασμού των παραπάνω ουσιών είναι

- $\sigma.β.(A) < \sigma.β.(B) < \sigma.β.(Γ)$.
- $\sigma.β.(Γ) < \sigma.β.(B) < \sigma.β.(A)$.
- $\sigma.β.(B) < \sigma.β.(A) < \sigma.β.(Γ)$.
- $\sigma.β.(Γ) < \sigma.β.(A) < \sigma.β.(B)$.

Λύση

Σωστό είναι το β.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4. Από τα ακόλουθα υγρά



υψηλότερο σημείο βρασμού έχει:

- α. Το Α.**
- β. Το Β.**
- γ. Το Γ.**
- δ. Το Δ.**

Λύση

Σωστό είναι το δ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5. Σε δοχείο υπάρχει μίγμα αερίου H_2 και αερίου CO . Μεταξύ των μορίων του H_2 και του CO ασκούνται δυνάμεις

- α. διπόλου - διπόλου.**
- β. ιόντος- διπόλου.**
- γ. στιγμιαίου διπόλου - διπόλου.**
- δ. στιγμιαίου διπόλου - στιγμιαίου διπόλου.**

Λύση

Σωστό είναι το γ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6. Σε δοχείο υπάρχει μίγμα αερίου H_2 και αερίου Cl_2 . Μεταξύ των μορίων του H_2 και του Cl_2 ασκούνται δυνάμεις

- α. διπόλου - διπόλου.**
- β. ιόντος- διπόλου.**
- γ. στιγμιαίου διπόλου - διπόλου.**
- δ. στιγμιαίου διπόλου - στιγμιαίου διπόλου.**

Λύση

Σωστό είναι το δ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 7. Η ύπαρξη δεσμών υδρογόνου στο νερό έχει σαν αποτέλεσμα το νερό να έχει

- α. πολύ υψηλό σημείο βρασμού.**
- β. υψηλότερο του αναμενόμενου σημείο βρασμού.**
- γ. χαμηλό σημείο βρασμού.**
- δ. χαμηλότερο του αναμενόμενου σημείο βρασμού.**

Λύση

Σωστό είναι το β.

ΕΡΩΤΗΣΗ 8. Σε κλειστό δοχείο, μεταβλητού όγκου, επικρατεί δυναμική ισορροπία μεταξύ υγρού νερού και υδρατμών σε θερμοκρασία 25 °C. Η θερμοκρασία αυξάνεται στους 50 °C. Για να διατηρηθεί σταθερή η ποσότητα των υδρατμών πρέπει ο όγκος του δοχείου να

- α. αυξηθεί.
- β. μειωθεί.
- γ. διπλασιασθεί.
- δ. υποδιπλασιασθεί.

Λύση

Σωστό είναι το β.

ΕΡΩΤΗΣΗ 9. Το φαινόμενο κατά το οποίο βυθίζονται τα ερυθρά αιμοσφαίρια σε καθαρό νερό, με αποτέλεσμα να διογκώνονται και να σπάζουν διαχέοντας την αιμοσφαιρίνη τους στο νερό ονομάζεται

- α. καθίζηση.
- β. κροκίδωση.
- γ. αιμόλυση.
- δ. θρόμβωση.

Λύση

Σωστό είναι το γ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 10. Ωσμωμετρία ονομάζεται η μέθοδος που με βάση τον προσδιορισμό της ωσμωτικής πίεσης, υπολογίζεται η

- α. σχετική μοριακή μάζα ουσίας Α.
- β. συγκέντρωση διαλύματος Α.
- γ. θερμοκρασία διαλύματος Α.
- δ. πυκνότητα διαλύματος Α.

Λύση

Σωστό είναι το α.

ΕΡΩΤΗΣΗ 11. Δύο αραιά υδατικά διαλύματα είναι ισοτονικά όταν έχουν

- α. ίσες συγκεντρώσεις διαλυμένης ουσίας.
- β. ίσες συγκεντρώσεις διαλυμένης ουσίας στην ίδια θερμοκρασία.
- γ. ίσες πυκνότητες.
- δ. ίσες ωσμωτικές πιέσεις.

Λύση

Σωστό είναι το δ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 12. Η τάση ατμών του διμεθυλαιθέρα εξαρτάται από

- α. τη μάζα του υγρού διμεθυλαιθέρα.
- β. τον όγκο του δοχείου που περιέχει τον υγρό διμεθυλαιθέρα.
- γ. τη θερμοκρασία.
- δ. τη θερμοκρασία και τη μάζα του υγρού διμεθυλαιθέρα.

Λύση

Σωστό είναι το γ.

- ΕΡΩΤΗΣΗ 13.** Η τάση ατμών της αιθανόλης στους 20 °C είναι ίση με
- α. 1 atm.
 - β. την πίεση που ασκούν οι ατμοί της αιθανόλης 20 °C, όταν η υγρή αιθανόλη βρίσκεται σε ισορροπία με τους ατμούς της.
 - γ. την πίεση που ασκούν οι ατμοί της στους 20 °C .
 - δ. την πίεση που ασκούν οι ατμοί της σε δοχείο όγκου 1 L.

Λύση

Σωστό είναι το β.

ΕΡΩΤΗΣΗ 14. Σε τρία κενά κλειστά δοχεία Α, Β, Γ όγκου 1 L, 2 L και 3 L αντίστοιχα, εισάγεται ποσότητα νερού στους 20 °C, οπότε αποκαθίσταται και στα τρία δοχεία η ισορροπία $\text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g})$.

Για τις πιέσεις των ατμών στα τρία δοχεία ισχύει

- α. $P_A < P_B < P_\Gamma$.
- β. $P_A = P_B = P_\Gamma$.
- γ. $P_A > P_B > P_\Gamma$.
- δ. $P_A + P_B = P_\Gamma$.

Λύση

Σωστό είναι το β.

Ερωτήσεις θεωρίας - Τύπου Β

ΕΡΩΤΗΣΗ 1. Δίνονται η σχετική ατομική μάζα και η ομάδα του περιοδικού πίνακα, για ορισμένα στοιχεία:

Στοιχείο	H	N	P	As
Ar	1	14	31	75
Ομάδα	1 ⁿ	15 ⁿ	15 ⁿ	15 ⁿ

α. Να εξηγήσετε ποια από τις ενώσεις φωσφίνη, PH_3 , και αρσίνη, AsH_3 , έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

β. Να εξηγήσετε ποια από τις ενώσεις φωσφίνη, PH_3 , και αμμωνία, NH_3 , έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

Λύση

α. Καμία από τις ενώσεις αυτές δεν αναπτύσσει δεσμούς υδρογόνου. Η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων αυξάνεται με τη αύξηση της Mr, για τις ενώσεις του υδρογόνου με τα στοιχεία της ίδιας ομάδας του περιοδικού πίνακα, άρα η αρσίνη, AsH_3 , έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από τη φωσφίνη PH_3 .

β. Στην αμμωνία, NH_3 , έχουμε σχηματισμό δεσμών υδρογόνου, ενώ στη PH_3 όχι, ενώ το άζωτο και ο φώσφορος ανήκουν στη ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα. Προφανώς, η NH_3 που εμφανίζει ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις από τη PH_3 θα έχει και μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

ΕΡΩΤΗΣΗ 2. Δίνεται η σχετική ατομική μάζα και η ομάδα ορισμένων στοιχείων του περιοδικού πίνακα.

Στοιχείο	H	O	S	Se	Te
Ar	1	16	32	79	127,6
Ομάδα	IA	VIA	VIA	VIA	VIA

α. Να εξηγήσετε ποια από τις ενώσεις υδροσελήνιο, H_2Se , και υδροτελλούριο, H_2Te , έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

β. Να εξηγήσετε ποια από τις ενώσεις νερό, H_2O , και υδρόθειο H_2S , έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού

Λύση

α. Καμία από τις ενώσεις αυτές δεν αναπτύσσει δεσμούς υδρογόνου. Η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων αυξάνεται με τη αύξηση της Mr, για τις ενώσεις του υδρογόνου με τα στοιχεία της ίδιας ομάδας του περιοδικού πίνακα, άρα το υδροτελλούριο, H_2Te , έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από το υδροσελήνιο, H_2Se .

β. Στο H_2O έχουμε δεσμό υδρογόνου, ενώ στο H_2S όχι, ενώ το οξυγόνο και το θείο ανήκουν στη ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα. Το H_2O εμφανίζει

ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις από το H_2S , άρα έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού από το H_2S .

ΕΡΩΤΗΣΗ 3. Οι σχετικές ατομικές τους μάζες ορισμένων στοιχείων της 17^{ης} ομάδας του περιοδικού πίνακα, δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Στοιχείο	F	Cl	Br	I
Ar	19	35,5	80	127

α. Σε κάθε υδρογονούχα ένωση των αλογόνων αυτών, η οποία αναγράφεται στη στήλη II, να αντιστοιχίσετε το σημείο βρασμού της, το οποίο αναγράφεται στη στήλη I.

β. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

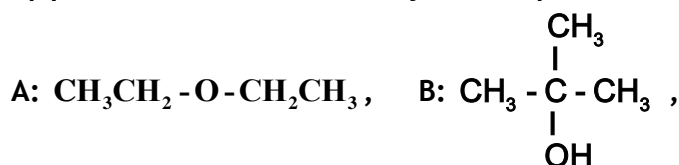
Στήλη I	Στήλη II
Σημείο βρασμού (°C)	Μοριακός Τύπος
1. -85	α. HBr
2. -66	β. HI
3. -35	γ. HCl
4. 19	δ. HF

Λύση

α. $1 \rightarrow \gamma$, $2 \rightarrow \alpha$, $3 \rightarrow \beta$, $4 \rightarrow \delta$.

β. Το HF εμφανίζει το μεγαλύτερο σημείο βρασμού, γιατί παρουσιάζει δεσμούς υδρογόνου. Για τα υπόλοιπα το σημείο βρασμού αυξάνεται όσο αυξάνεται η Mr.

ΕΡΩΤΗΣΗ 4. Να διατάξετε τα σημεία βρασμού των παρακάτω ισομερών οργανικών ενώσεων κατ' αύξουσα σειρά και να αιτιολογήσετε τη διάταξη αυτή.



Λύση

Οι ενώσεις είναι ισομερείς, άρα έχουν ίδιες Mr.

Οι αλκοόλες Β και Γ έχουν υδροξυλομάδα, μέσω της οποίας κάνουν δεσμούς υδρογόνου, άρα έχουν υψηλότερο σημείο βρασμού από τον αιθέρα Α.

Μεταξύ των δύο αλκοολών υψηλότερο σημείο βρασμού έχει η Γ, που έχει ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα, γιατί στα γραμμικά μόρια επιτυγχάνεται μεγαλύτερη επαφή-αλληλεπίδραση μεταξύ των μορίων απ' ό,τι στα σφαιρικά (με διακλαδισμένη ανθρακική αλυσίδα).

Συνεπώς η ζητούμενη διάταξη είναι σ.β. $A < \sigma.\beta. B < \sigma.\beta. \Gamma$.

ΕΡΩΤΗΣΗ 5. Δίνονται τα αέρια N_2 , O_2 και NO , καθώς και σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων $Ar_N = 14$ και $Ar_O = 16$.

Να διατάξετε σε αύξουσα σειρά τα σημεία βρασμού των παραπάνω ουσιών και να αιτιολογήσετε τη διάταξη αυτή.

Λύση

Τα μόρια των αερίων N_2 και O_2 είναι μη πολικά, άρα ανάμεσα στα μόριά τους αναπτύσσονται δυνάμεις London. Η ισχύς των δεσμών αυτών εξαρτάται από την σχετική μοριακή μάζα των μορίων. Επειδή, $Mr_{O_2} = 32$ και $Mr_{N_2} = 28$, ανάμεσα στα μόριο του οξυγόνου αναπτύσσονται ελαφρά ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις, άρα το O_2 θα έχει υψηλότερο σημείο βρασμού.

Το NO ($Mr_{NO} = 30$) έχει παραπλήσια Mr με αυτή του οξυγόνου και επιπλέον είναι πολικό μόριο, αφού ο δεσμός είναι ομοιοπολικός και το οξυγόνο είναι ηλεκτραρνητικότερο από το άζωτο. Συνεπώς, ανάμεσα στα μόριά του αναπτύσσονται και διαμοριακές δυνάμεις διπόλου-διπόλου. Επομένως, αναμένουμε να έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από το O_2 , οπότε η ζητούμενη διάταξη είναι $\sigma.β.(N_2) < \sigma.β.(O_2) < \sigma.β.(NO)$.

Παρατήρηση:

Πράγματι, $\sigma.β. N_2 = -195,8 \text{ }^\circ\text{C}$, $\sigma.β. O_2 = -183 \text{ }^\circ\text{C}$ και $\sigma.β. NO = -152 \text{ }^\circ\text{C}$.

ΕΡΩΤΗΣΗ 6. Να εξηγήσετε που διαλύονται καλύτερα οι ακόλουθες ενώσεις:

1. φθοριούχο Νάτριο (NaF),
2. διαιθυλαιθέρας ($CH_3CH_2OCH_2CH_3$),
3. 1-προπανόλη ($CH_3CH_2CH_2OH$),
4. οκτάνιο (C_8H_{18}),
5. οξικό οξύ (CH_3COOH),

στο νερό (H_2O) ή στο εξάνιο (C_6H_{14}).

Λύση

Το νερό είναι πολικός διαλύτης με δυνατότητα να διαλύει ενώσεις με τις οποίες μπορεί να σχηματίζει ισχυρούς διαμοριακούς δεσμούς, όπως

- α) υδρογόνου,
- β) ιόντος - διπόλου,
- γ) διπόλου διπόλου,

Με άλλα λόγια διαλύει ιοντικές και πολωμένες ομοιοπολικές ενώσεις. Συνεπώς στο νερό διαλύονται οι ενώσεις 1, 3 και 5

Το φθοριούχο νάτριο θα δώσει τα ιόντα Na^+ και F^- που θα κάνουν δεσμούς ιόντος - διπόλου με τα μόρια του νερού.

Η 1-προπανόλη διαθέτει υδροξυλομάδα και μέσω αυτής κάνει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού.

Το οξικό οξύ διαθέτει επίσης υδροξυλομάδα.

Αντίθετα το εξάνιο είναι μη πολικός διαλύτης και διαλύει καλύτερα τις μη πολικές ενώσεις. Έτσι, διαλύει καλύτερα τις ενώσεις 2 και 4, δηλαδή το διαιθυλαιθέρα και το οκτάνιο.

ΕΡΩΤΗΣΗ 7. Σε 240 mL μοριακού υδατικού διαλύματος γλυκόλης, $C_2H_4(OH)_2$, ωσμωτικής πίεσης 2 atm προσθέτουμε νερό, διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή.

B1. Η ωσμωτική πίεση του αραιωμένου διαλύματος γίνεται

- i. 1,2 atm ii. 2 atm iii. 2,2 atm

α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

B2. Ο όγκος του νερού που προστέθηκε ήταν

- i. 180 mL ii. 160 mL iii. 60 mL

α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Λύση

B1.

α. Σωστή η i.

β. Από τη σχέση $\Pi = CRT$ είναι φανερό ότι η ωσμωτική πίεση είναι ανάλογη της συγκέντρωσης. Με την προσθήκη νερού μικραίνει η συγκέντρωση, συνεπώς ελαττώνεται η ωσμωτική πίεση.

B2.

α. Σωστή η ii.

β. Στα διαλύματα πριν και μετά την αραιώση τα mol της διαλυμένης ουσίας δεν άλλαξαν άρα:

$$\Pi_{\text{αρχ.}} \cdot V_{\text{αρχ.}} = \Pi_{\text{τελ.}} \cdot V_{\text{τελ.}} \Rightarrow 2 \text{ atm} \cdot 0,24 \text{ L} = 1,2 \text{ atm} \cdot (0,24 \text{ L} + V_{\text{H}_2\text{O}}) \Rightarrow V_{\text{H}_2\text{O}} = 0,16 \text{ L} = 160 \text{ mL}$$

ΕΡΩΤΗΣΗ 8. Σε 800 mL μοριακού υδατικού διαλύματος ουσίας A ($M_r = 60$) με συγκέντρωση 0,1 M και ωσμωτική πίεση 1200 Torr, προσθέτουμε ποσότητα ουσίας A, χωρίς μεταβολή όγκου και διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή.

B1. Η ωσμωτική πίεση του τελικού διαλύματος γίνεται

- i. 1000 Torr ii. 1200 Torr iii. 1500 Torr

α. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

B2. Να υπολογίσετε τη μάζα της ουσίας A που προστέθηκε.

Λύση

B1.

α. Σωστή η iii.

β. $\Pi V = nRT \Rightarrow \Pi = \frac{nRT}{V}$, συνεπώς η ωσμωτική πίεση είναι ανάλογη της ποσότητας μάζας της διαλυμένης ουσίας. Άρα, με την προσθήκη της ουσίας A αυξάνεται η ωσμωτική πίεση.

B2.

Στα διαλύματα πριν και μετά τη προσθήκη της διαλυμένης ουσίας έχουμε:

$$\Pi_{\text{αρχ.}} \cdot V_{\text{αρχ.}} = n_{\text{αρχ.}} \cdot RT \quad (1) \quad \text{και} \quad \Pi_{\text{τελ.}} \cdot V_{\text{τελ.}} = n_{\text{τελ.}} \cdot RT \quad (2).$$

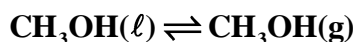
Από (1) και (2) προκύπτει

$$\frac{P_{\text{αρχ.}}}{P_{\text{τελ.}}} = \frac{n_{\text{αρχ.}}}{n_{\text{τελ.}}} \Rightarrow \frac{1200 \text{ Torr}}{1500 \text{ Torr}} = \frac{C \cdot V}{n_{\text{αρχ.}} + n_{\text{προσθήκης}}} \Rightarrow 0,8 = \frac{0,1 \cdot 0,8 \text{ mol}}{0,1 \cdot 0,8 \text{ mol} + n_{\text{προσθήκης}}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{προσθήκης}} = 0,02 \text{ mol.}$$

$$\text{Επομένως, } m_{\text{προσθήκης}} = n_{\text{προσθήκης}} \cdot M_r = 0,02 \cdot 60 \text{ g} = 1,2 \text{ g} .$$

ΕΡΩΤΗΣΗ 9. Σε κλειστό κενό δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 22 g CH_3OH στους 30 °C, οπότε εξατμίζονται 120 όμοιες σταγόνες και επέρχεται η ισορροπία:



Σε κενό όμοιο δοχείο εισάγονται 44 g CH_3OH στους 30 °C. Το πλήθος των ίδιων με πριν όμοιων σταγόνων μεθανόλης που εξατμίζονται, στην ισορροπία είναι

- i. 60 ii. 120 iii. 240

Δίνεται ότι ο όγκος της υγρής μεθανόλης είναι αμελητέος σε σχέση με τον όγκο των δοχείων.

α. Να επιλέξετε το σωστό.

β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Λύση

α. Σωστή η ii.

β. Στο δοχείο, πριν την δεύτερη προσθήκη, έχουμε φθάσει σε δυναμική ισορροπία μεταξύ υγρής μεθανόλης και ατμών μεθανόλης. Ως εκ τούτου, έχει εξατμισθεί η μέγιστη δυνατή ποσότητα μεθανόλης σε αυτές τις συνθήκες και το φαινόμενο της εξατμίσσης έχει σταματήσει. Επίσης, η πίεση που ασκεί το αέριο είναι σταθερή (τάση ατμών).

Η προσθήκη επιπλέον υγρής μεθανόλης, δεδομένου ότι έχει εξατμισθεί η μέγιστη δυνατή ποσότητα μεθανόλης σε αυτές τις συνθήκες, δεν προκαλεί κάποια μεταβολή τόσο στην ποσότητα της αερίου μεθανόλης, όσο και στην τάση ατμών.

Επομένως, το πλήθος των σταγόνων που έχουν εξατμισθεί και στις δύο καταστάσεις είναι το ίδιο.

Ασκήσεις - Τύπου Γ

ΑΣΚΗΣΗ 1.

Γ1. Δείγμα λευκής κρυσταλλικής σκόνης μπορεί να είναι είτε καθαρή γλυκόζη ($M_{r_{\text{γλυκ.}}} = 180$) είτε καθαρή σακχαρόζη ($M_{r_{\text{σακχ.}}} = 342$). Για την ταυτοποίηση της ουσίας του δείγματος διαλύουμε 5 g από αυτήν σε νερό θερμοκρασίας 87 °C δημιουργώντας διάλυμα όγκου 82 mL, το οποίο στις συνθήκες αυτές έχει ωσμωτική πίεση 10 atm. Με τα ανωτέρω δεδομένα να ταυτοποιήσετε την ουσία. Δίνεται ότι οι δύο αυτές ουσίες διαλύονται στο νερό δημιουργώντας μοριακά διαλύματα και δεν παθαίνουν καμία άλλη μεταβολή.

Γ2. Σε 5,4 g από το δείγμα προσθέτουμε x g σακχαρόζης και τα διαλύουμε σε νερό δημιουργώντας διάλυμα όγκου 164 mL. Να υπολογίσετε πόσα g σακχαρόζης προσθέσαμε αν η ωσμωτική πίεση βρέθηκε 12 atm στους 27 °C.

Δίνεται η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

Λύση

Γ1. Θα προσδιορίσουμε τη σχετική μοριακή μάζα της διαλυμένης ουσίας από τον τύπο της ωσμωτικής πίεσης.

$$\Pi \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{\Pi \cdot V}{R \cdot T} \Rightarrow n = \frac{10 \cdot 0,082}{0,082 \cdot (273 + 87)} \text{ mol} = \frac{1}{36} \text{ mol}.$$

$$\text{Οπότε, } M_r = \frac{m}{n} = \frac{5}{\frac{1}{36}} = 180.$$

Άρα η ουσία στο δείγμα είναι η γλυκόζη.

Γ2. Το διάλυμα περιέχει γλυκόζη και σακχαρόζη. Όμως, η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα, άρα αρκεί να προσδιοριστούν τα συνολικά mol των διαλυμένων συστατικών και να χρησιμοποιηθεί η εξίσωση της ωσμωτικής πίεσης.

$$\Pi' \cdot V' = (n_{\text{γλυκ.}} + n_{\text{σακχ.}}) \cdot R \cdot T \Rightarrow n_{\text{γλυκ.}} + n_{\text{σακχ.}} = \frac{\Pi' \cdot V'}{R \cdot T} \Rightarrow$$

$$n_{\text{γλυκ.}} + n_{\text{σακχ.}} = \frac{12 \cdot 0,164}{0,082 \cdot (273 + 27)} \text{ mol} = 0,08 \text{ mol}.$$

Συνεπώς,

$$n_{\text{γλυκ.}} + n_{\text{σακχ.}} = \left(\frac{5,4}{180} + \frac{x}{342} \right) \text{ mol} = 0,08 \text{ mol} \Rightarrow 0,03 + \frac{x}{342} = 0,08 \Rightarrow x = 17,1$$

Άρα προσθέσαμε 17,1 g σακχαρόζης.

ΑΣΚΗΣΗ 2. Σε δύο φοιτητές δόθηκαν δύο φιάλες χωρίς ετικέτες. Οι φοιτητές γνωρίζουν ότι περιέχουν η μια γλυκερίνη (1,2,3- προπανοτριόλη, $C_3H_5(OH)_3$) και η άλλη γλυκόλη (1,2-αιθανοδιόλη, $C_2H_4(OH)_2$), όμως δεν γνωρίζουν ποια φιάλη έχει την κάθε ένωση. Τους ζητήθηκε να βρουν ποια ουσία περιέχεται σε κάθε φιάλη.

Γ1. Ο πρώτος σκέφθηκε να εργασθεί με την ωσμωτική πίεση. Πήρε 4,6 g υγρού από τη φιάλη Α τα ανάμειξε με νερό και δημιούργησε διάλυμα Υ1, όγκου 164 ml, θερμοκρασίας 27 °C και ωσμωτικής πίεσης 7,5 atm. Να εξηγήσετε πώς από τα στοιχεία αυτά μπορεί να βρεθεί ποια ένωση περιέχεται στο δοχείο Α και ποια στο δοχείο Β.

Γ2. Ο δεύτερος με τη βοήθεια θερμομέτρου βρήκε τα σημεία βρασμού (σ.β.) σε δείγματα από τις φιάλες. Το υγρό της φιάλης Α είχε σ.β. 290 °C, ενώ το υγρό της φιάλης Β είχε σ.β. 197,3 °C. Να εξηγήσετε πώς από τα στοιχεία αυτά μπορεί να βρεθεί ποια ένωση περιέχεται στο δοχείο Α και ποια στο δοχείο Β.

Γ3. Ο υπεύθυνος του εργαστηρίου έδωσε στους φοιτητές 37 g μείγματος από τα δύο υγρά και τους ζήτησε να τα διαλύσουν σε νερό και να παρασκευάσουν διάλυμα Υ3 όγκου 4,1 L. Στη συνέχεια να προσδιορίσουν την ωσμωτική πίεση του διαλύματος στους 57 °C, η οποία βρέθηκε ίση με 3,3 atm. Με τα στοιχεία αυτά τους ζήτησε να υπολογίσουν τη μάζα που πήρε από κάθε φιάλη. Να εξηγήσετε πώς οι φοιτητές θα πρέπει να λύσουν το πρόβλημα.

Δίνεται ότι $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$, $Ar_H = 1$, $Ar_C = 12$ και $Ar_O = 16$. Επίσης, να θεωρήσετε ότι οι δύο οργανικές ενώσεις είναι μη πτητικές.

Λύση

Γ1. Για το Υ1 εφαρμόζουμε την εξίσωση για την ωσμωτική πίεση.

$$\Pi_{Y1} V_{Y1} = n_{Y1} RT_1 \Rightarrow n_{Y1} = \frac{\Pi_{Y1} V_{Y1}}{RT_1} \Rightarrow n_{Y1} = \frac{7,5 \cdot 0,164}{0,082 \cdot (273 + 27)} \text{ mol} = 0,05 \text{ mol} .$$

$$n = \frac{m}{Mr} \Rightarrow Mr = \frac{m}{n} \Rightarrow Mr = \frac{4,6}{0,05} = 92 .$$

Επειδή, $Mr_{\text{γλυκερίνης}} = 92$ και $Mr_{\text{γλυκόλης}} = 62$, έπεται ότι στη φιάλη Α περιέχεται η γλυκερίνη και στη φιάλη Β η γλυκόλη.

Γ2. Η γλυκερίνη έχει τρεις υδροξυλομάδες ανά μόριο, ενώ η γλυκόλη δύο. Συνεπώς κάνει περισσότερους δεσμούς υδρογόνου. Επιπλέον, η γλυκερίνη έχει μεγαλύτερη Mr . Κατά συνέπεια, η γλυκερίνη έχει σαφώς υψηλότερο σ.β, οπότε στη φιάλη Α περιέχεται η γλυκερίνη και στη φιάλη Β η γλυκόλη.

Γ3. Έστω ότι στο μείγμα έχουμε x mol γλυκερίνης και y mol γλυκόλης.

Προφανώς ισχύει

$$m_{\text{γλυκερίνης}} + m_{\text{γλυκόλης}} = 37 \text{ g} \Rightarrow (xMr_{\text{γλυκερίνης}} + yMr_{\text{γλυκόλης}}) \text{ g} = 37 \text{ g} \Rightarrow$$

$$92x + 62y = 37 \quad (1)$$

Για το Υ3 εφαρμόζουμε την εξίσωση για την ωσμωτική πίεση.

$$\Pi_{Y3} V_{Y3} = n_{Y3} RT_3 \Rightarrow n_{Y3} = \frac{\Pi_{Y3} V_{Y3}}{RT_3} \Rightarrow n_{Y3} = \frac{3,3 \cdot 4,1}{0,082 \cdot (273 + 57)} \text{ mol} \Rightarrow$$

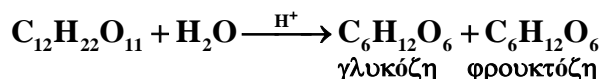
$$n_{Y3} = n_{\text{γλυκερίνης}} + n_{\text{γλυκόλης}} \Rightarrow 0,5 \text{ mol} = (x + y) \text{ mol} \Rightarrow x + y = 0,5 \quad (2).$$

Από (1) και (2) προκύπτει ότι $x = 0,2$ και $y = 0,3$. Επομένως, το μείγμα περιέχει 18,4 g γλυκερίνης και 18,6 g γλυκόλης.

ΑΣΚΗΣΗ 3.

Γ1. 40 g δείγματος ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$, $Mr = 342$), η οποία περιέχει υγρασία διαλύεται σε νερό. Στη συνέχεια το διάλυμα αραιώνεται μέχρις όγκου 100 mL. Το διάλυμα αυτό έχει ωσμωτική πίεση 24,6 atm σε θερμοκρασία 27 °C. Να υπολογίσετε το % ποσοστό υγρασίας του συγκεκριμένου δείγματος ζάχαρης.

Γ2. Όταν θερμαίνουμε διάλυμα ζάχαρης παρουσία οξέος, η ζάχαρη υδρολύεται μερικώς, ως εξής:



Διαλύουμε 68,4 g καθαρής ζάχαρης σε νερό. Το διάλυμα θερμάνθηκε παρουσία μικρής ποσότητας οξέος, οπότε μετά από κάποια ώρα μέρος της ζάχαρης υδρολύθηκε. Το διάλυμα που πρόεκυψε βρέθηκε να έχει όγκο 1,05 L και ωσμωτική πίεση $\Pi = 8,2 \text{ atm}$ στους 77 °C. Να βρεθούν:

- Να υπολογίσετε το % ποσοστό της ζάχαρης που υδρολύθηκε.
 - Να υπολογίσετε την ωσμωτική πίεση που θα είχε το διάλυμα στους 77 °C, όταν η υδρόλυση της ζάχαρης ολοκληρωθεί.
- Να θεωρήσετε ότι η παρουσία μικρής ποσότητας οξέος δεν επηρεάζει την τιμή της ωσμωτικής πίεσης.

Δίνεται η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

Λύση

Γ1.

Από τον τύπο της ωσμωτικής πίεσης έχουμε

$$\Pi V = nRT \Rightarrow n = \frac{\Pi V}{RT} = \frac{24,6 \text{ atm} \cdot 0,1 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} (273 + 27) \text{ K}} = 0,1 \text{ mol}.$$

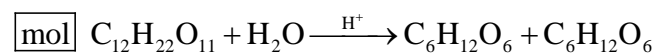
$$m_{\text{ζάχαρης}} = n \cdot Mr = 342 \cdot 0,1 \text{ g} = 34,2 \text{ g} \text{ και } m_{\text{υγρασίας}} = (40 - 34,2) \text{ g} = 5,8 \text{ g}.$$

$$\text{Επομένως, \% υγρασία} = \frac{5,8}{40} \cdot 100\% = 14,5\%.$$

Γ2. Η ποσότητα της ζάχαρης που διαλύθηκε είναι

$$n_{\text{ζάχαρης}} = \frac{m}{Mr} = \frac{68,4}{342} \text{ mol} = 0,2 \text{ mol}.$$

α. Έστω ότι υδρολύθηκαν x mol ζάχαρης



$$\text{Αρχ.} \quad 0,2 \qquad \qquad \qquad - \qquad \qquad -$$

$$\text{Α/Π} \quad x \qquad \qquad \qquad x \qquad \qquad x$$

$$\text{στιγμή } t \quad 0,2 - x \qquad \qquad \qquad x \qquad \qquad x$$

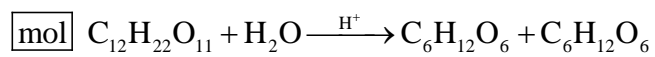
Συνεπώς, η ποσότητα των διαλυμένων σωματιδίων στο διάλυμα είναι $(0,2 + x)$ mol.

Από τον τύπο της ωσμωτικής πίεσης έχουμε

$$\Pi V = n_{\text{ολ.}} RT \Rightarrow n_{\text{ολ.}} = \frac{\Pi V}{RT} \Rightarrow (0,2 + x) \text{ mol} = \frac{8,2 \cdot 1,05}{0,082 \cdot (273 + 77) \text{ K}} \text{ mol} = 0,3 \text{ mol} \Rightarrow x = 0,1.$$

$$\text{Συνεπώς, \% υδρόλυση} = \frac{0,1}{0,2} \cdot 100\% = 50\%.$$

β. Όταν έχει ολοκληρωθεί η υδρόλυση, στο διάλυμα τα διαλυμένα σωματίδια θα είναι 0,4 mol.



Αρχ. 0,2 - -

Τελ. - 0,2 0,2

Επομένως, $\Pi V = nRT \Rightarrow \Pi = \frac{nRT}{V} = \frac{0,4 \cdot 0,082 \cdot (273 + 77)}{1,05} \text{ atm} = 10,9\bar{3} \text{ atm} .$

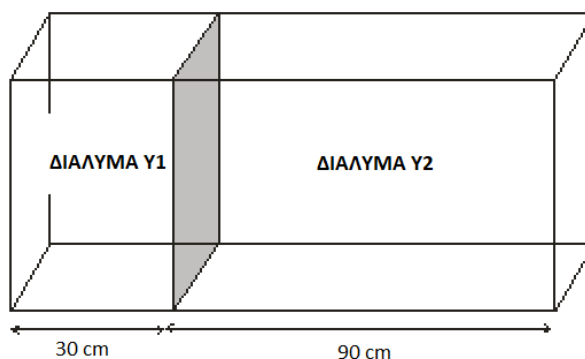
ΑΣΚΗΣΗ 4.

Γ1. Μοριακό διάλυμα γλυκόζης (Y1) συγκέντρωσης 0,14 M βρίσκεται σε θερμοκρασία 27 °C και είναι ισοτονικό με μοριακό διάλυμα γλυκόζης (Y2), το οποίο βρίσκεται σε θερμοκρασία 77 °C. Να υπολογίσετε την συγκέντρωση του Y2 σε γλυκόζη.

Γ2. Φέρουμε και τα δύο διαλύματα στους 27 °C. Να υπολογίσετε με ποια αναλογία όγκων $\frac{V_1}{V_2}$ πρέπει να αναμειχθούν τα δύο διαλύματα ώστε να

προκύψει διάλυμα Y3 στη ίδια θερμοκρασία με ωσμωτική πίεση 3,075 atm.

Γ3. Στο δοχείο του παρακάτω σχήματος, όγκου 8 L, το οποίο χωρίζεται σε δύο μέρη με κάθετη κινητή ημιπερατή μεμβράνη, εισάγονται στο αριστερό μέρος 2 L του Y1 και στο δεξιό μέρος 6 L του Y2.



α. Να προβλέψετε προς ποια μεριά θα μετακινηθεί η μεμβράνη (δεξιά ή αριστερά) μετά την προσθήκη των διαλυμάτων και να εξηγήσετε την επιλογή σας.

β. Να υπολογίσετε πόσο και προς ποια κατεύθυνση θα μετακινηθεί η μεμβράνη σε σχέση με την αρχική της θέση.

Δίνεται η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

Λύση

Γ1. Οι ωσμωτικές πιέσεις των δύο διαλυμάτων είναι ίσες άρα:

$$\Pi_{Y1} = \Pi_{Y2} \Rightarrow C_{Y1}RT_{Y1} = C_{Y2}RT_{Y2} \Rightarrow C_{Y2} = \frac{C_{Y1}T_{Y1}}{T_{Y2}} \Rightarrow$$

$$C_{Y2} = \frac{0,14 \cdot (273 + 27)}{(273 + 77)} \text{ M} \Rightarrow C_{Y2} = 0,12 \text{ M}.$$

Γ2. Η συγκέντρωση του Y3 είναι:

$$\Pi_{Y3} = C_{Y3} \cdot R \cdot T_{Y3} \Rightarrow C_{Y3} = \frac{\Pi_{Y3}}{R \cdot T_{Y3}} \Rightarrow C_{Y3} = \frac{3,075}{0,082 \cdot 300} \Rightarrow C_{Y3} = 0,125 \text{ M}.$$

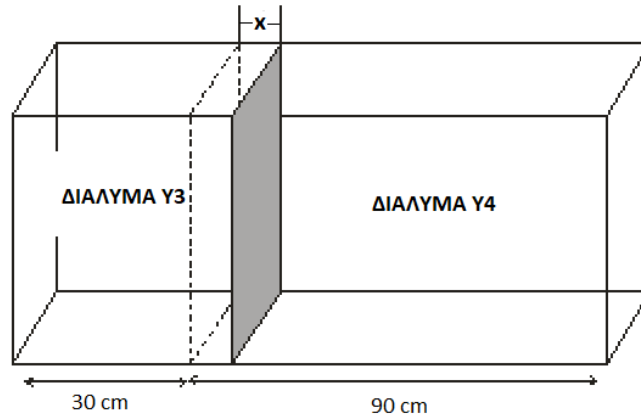
Έστω ότι το διάλυμα Y3 έχει προκύψει με ανάμιξη όγκων V_{Y1} και V_{Y2} . Για την ανάμιξη έχουμε

$$C_{Y1}V_{Y1} + C_{Y2}V_{Y2} = C_{Y3}(V_{Y1} + V_{Y2}) \Rightarrow 0,14V_{Y1} + 0,12V_{Y2} = 0,125(V_{Y1} + V_{Y2}) \Rightarrow$$

$$0,015V_{Y1} = 0,005V_{Y2} \Rightarrow \frac{V_{Y1}}{V_{Y2}} = \frac{1}{3}.$$

Γ3.

α. Θα υπάρχει μεταφορά διαλύτη (νερού) από το υποτονικό διάλυμα, το Y2 (0,12 M σε γλυκόζη), προς το υπερτονικό διάλυμα, το Y1 (0,14 M σε γλυκόζη). Άρα, θα έχουμε εισροή νερού προς το διάλυμα Y1, οπότε η ημιπερατή μεμβράνη θα κινηθεί προς τα δεξιά και έως το σημείο που οι δύο συγκεντρώσεις να εξισωθούν.



β. Έστω ότι η μετακίνηση θα γίνει κατά x . Τότε το διάλυμα αριστερά, το $Υ3$, θα έχει όγκο $V_{Υ3} = S \cdot (30 \text{ cm} + x)$ (όπου S το εμβαδόν των ακραίων πλευρικών επιφανειών του δοχείου). Ομοίως το διάλυμα δεξιά, $Υ4$, θα έχει όγκο $V_{Υ4} = S \cdot (90 \text{ cm} - x)$.

Στο διάλυμα $Υ1$ του δοχείου, η διαλυμένη ουσία είναι

$$n_{Υ1} = C_{Υ1} \cdot V_{Υ1} = 0,14 \cdot 2 \text{ mol} = 0,28 \text{ mol}.$$

Η ποσότητά της δεν θα αλλάξει γιατί μόνο ο διαλύτης διέρχεται από την ημιπερατή μεμβράνη, άρα $n_{Υ3} = 0,28 \text{ mol}$.

Στο διάλυμα $Υ2$ του δοχείου, η διαλυμένη ουσία είναι

$$n_{Υ2} = C_{Υ2} \cdot V_{Υ2} = 0,12 \cdot 6 \text{ mol} = 0,72 \text{ mol}.$$

Τόσα είναι τα mol της διαλυμένης ουσίας και στο $Υ4$.

Αφού τα δύο διαλύματα, $Υ3$ και $Υ4$ είναι πλέον ισοτονικά ισχύει:

$$C_{Υ3} = C_{Υ4} \Rightarrow \frac{n_{Υ3}}{V_{Υ3}} = \frac{n_{Υ4}}{V_{Υ4}} \Rightarrow \frac{0,28}{S \cdot (30 \text{ cm} + x)} = \frac{0,72}{S \cdot (90 \text{ cm} - x)} \Rightarrow x = 3,6 \text{ cm}.$$

Άρα η μεμβράνη μετακινήθηκε κατά 3,6 cm προς τα δεξιά.

Προβλήματα - Τύπου Δ

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1. Διαθέτουμε γλυκόζη ($M_{r_{C_6H_{12}O_6}} = 180$) και ουσία Α, οι οποίες δημιουργούν μοριακά υδατικά διαλύματα.

Δ1. Να υπολογίσετε τη μάζα της γλυκόζης που πρέπει να διαλυθεί σε νερό σχηματίζοντας 615 mL διαλύματος Υ1, το οποίο εμφανίζει σε θερμοκρασία 27 °C ωσμωτική πίεση 2 atm.

Δ2. Να υπολογίσετε τα mL νερού που απαιτούνται να αραιώσουν το διάλυμα Υ1, ώστε να σχηματιστεί διάλυμα Υ2, το οποίο εμφανίζει σε θερμοκρασία 27 °C ωσμωτική πίεση 1,5 atm.

Δ3. 18 g γλυκόζης και 3,5 g της ουσίας Α διαλύονται σε νερό και σχηματίζουν διάλυμα Υ3 όγκου 1230 mL, το οποίο σε θερμοκρασία 77 °C εμφανίζει ωσμωτική πίεση 3,5 atm. Να προσδιορίσετε τη σχετική μοριακή μάζα της ουσίας Α.

Δ4. Να υπολογίσετε με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε διάλυμα γλυκόζης περιεκτικότητας 9% w/v με διάλυμα ουσίας Α περιεκτικότητας 5,6% w/v, ώστε να προκύψει διάλυμα με ωσμωτική πίεση 14,76 atm σε θερμοκρασία 27 °C. Ο όγκος του τελικού διαλύματος να θεωρηθεί ίσος με το άθροισμα των όγκων των αναμειγνυόμενων διαλυμάτων.

Δίνεται η παγκόσμια σταθερά των αερίων ίση με $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Λύση

Δ1.

Από τη σχέση $\Pi V = nRT \Rightarrow n = \frac{\Pi V}{RT}$ με αντικατάσταση έχουμε

$$n = \frac{2 \cdot 615 \cdot 10^{-3}}{82 \cdot 10^{-3} (27 + 273)} \text{ mol} = 0,05 \text{ mol} \text{ και } m = n \cdot M_r = 0,05 \cdot 180 \text{ g} = 9 \text{ g}.$$

Δ2. Τα mol της γλυκόζης και η θερμοκρασία παραμένουν σταθερά, οπότε

$$\Pi_1 V_1 = \Pi_2 V_2 = nRT \Rightarrow V_2 = \frac{\Pi_1 V_1}{\Pi_2} = \frac{2 \text{ atm} \cdot 615 \text{ mL}}{1,5 \text{ atm}} = 820 \text{ mL}.$$

Επομένως, $V_{H_2O} = 820 \text{ mL} - 615 \text{ mL} = 205 \text{ mL}$

$$\mathbf{\Delta 3.} \quad \Pi_3 V_3 = n_{\text{ολικά}} RT_3 \Rightarrow n_{\text{ολικά}} = \frac{\Pi_3 V_3}{RT_3} \Rightarrow n_{\text{ολικά}} = \frac{3,5 \cdot 1230 \cdot 10^{-3}}{82 \cdot 10^{-3} (77 + 273)} \text{ mol} = 0,15 \text{ mol}.$$

$$\mathbf{\text{Άρα,}} \quad n_{\text{ολικά}} = n_{\text{γλυκόζης}} + n_A \Rightarrow 0,15 = \frac{18}{180} + \frac{3,5}{M_{r_A}} \Rightarrow M_{r_A} = 70.$$

Δ4.

$$\frac{m_{\text{γλυκόζης}}}{V_{\text{γλυκόζης}}} = \frac{9 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = \frac{90 \text{ g}}{1 \text{ L}} \Rightarrow n_{\text{γλυκόζης}} \cdot 180 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \frac{90 \text{ g}}{1 \text{ L}} V_{\text{γλυκόζης}} \Rightarrow n_{\text{γλυκόζης}} = 0,5 V_{\text{γλυκόζης}} \frac{\text{mol}}{\text{L}}.$$

$$\frac{m_A}{V_A} = \frac{5,6 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = \frac{56 \text{ g}}{1 \text{ L}} \Rightarrow n_A \cdot 70 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \frac{56 \text{ g}}{1 \text{ L}} V_A \Rightarrow n_A = 0,8 V_A \frac{\text{mol}}{\text{L}}.$$

$$C_{\text{γλυκόζης}} + C_A = \frac{\Pi_4}{RT_4} \Rightarrow C_{\text{γλυκόζης}} + C_A = \frac{14,76}{0,082 \cdot 300} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0,6 \frac{\text{mol}}{\text{L}}.$$

Επομένως,

$$\frac{n_{\text{γλυκόζη}}}{V_{\text{ολικό}}} + \frac{n_A}{V_{\text{ολικό}}} = 0,6 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow 0,5V_{\text{γλυκόζη}} + 0,8V_A = 0,6V_{\text{ολικό}} = 0,6(V_{\text{γλυκόζη}} + V_A) \Rightarrow$$

$$0,2V_A = 0,1V_{\text{γλυκόζη}} \Rightarrow \boxed{\frac{V_{\text{γλυκόζη}}}{V_A} = \frac{2}{1}} .$$

Εναλλακτικά:

Έστω ότι θα χρειαστούμε $V_{\text{γλυκόζη}}$ L από το διάλυμα της γλυκόζης και V_A L από το διάλυμα της A .

Επίσης, $C_{\text{γλυκόζη}} = \frac{n}{V} = \frac{n}{Mr} = \frac{9}{0,1} \text{ M} = 0,5 \text{ M}$ και $C_A = \frac{5,6}{0,1} \text{ M} = 0,8 \text{ M}$.

$$\Pi_4 V_4 = n_{\text{ολικά}} RT_4 \Rightarrow \Pi_4 V_4 = (n_{\text{γλυκόζη}} + n_A) RT_4 \Rightarrow n_{\text{γλυκόζη}} + n_A = \frac{\Pi_4 V_4}{RT_4} \Rightarrow$$

$$C_{\text{γλυκόζη}} V_{\text{γλυκόζη}} + C_A V_A = \frac{\Pi_4 V_4}{RT_4} \Rightarrow (0,5V_{\text{γλυκόζη}} + 0,8V_A) \text{ M} = \frac{14,76 \text{ atm} (V_{\text{γλυκόζη}} + V_A)}{0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}} \Rightarrow$$

$$0,5V_{\text{γλυκόζη}} + 0,8V_A = 0,6(V_{\text{γλυκόζη}} + V_A) \Rightarrow 0,2V_A = 0,1V_{\text{γλυκόζη}} \Rightarrow \boxed{\frac{V_{\text{γλυκόζη}}}{V_A} = \frac{2}{1}} .$$

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2. Κατά τη διάλυση 46 g μιας οργανικής ένωσης E σε νερό προέκυψε μοριακό διάλυμα Y1 όγκου 1,5 L, θερμοκρασίας 27 °C και ωσμωτικής πίεσης 8,2 atm.

Δ1.

α. Να βρείτε τη σχετική μοριακή μάζα της ένωσης E.

β. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του Y1.

γ. Να προσδιορίσετε τον όγκο του νερού με τον οποίο πρέπει να αραιωθεί το διάλυμα Y1, ώστε να προκύψει διάλυμα Y2 ισοτονικό με διάλυμα γλυκόζης, C₆H₁₂O₆, 0,1 M, όταν η θερμοκρασία και των δύο είναι 27 °C.

Δ2. Ορισμένο όγκο του Y1 αναμειγνύουμε με 200 mL μοριακού διαλύματος ουρίας, CH₄N₂O, 15 % w/v, ώστε μετά και την προσθήκη νερού να δημιουργηθεί διάλυμα Y3 όγκου 2,4 L και ωσμωτικής πίεσης 6,15 atm στους 27 °C.

α. Να υπολογίσετε τα mol της ουρίας που περιέχονται στο Y3.

β. Να υπολογίσετε τον όγκο του Y1 που χρησιμοποιήθηκε.

Δ3. Να υπολογίσετε τα mol του NaCl τα οποία πρέπει να προστεθούν σε νερό, ώστε να δημιουργηθούν 4 L διαλύματος Y4, ισοτονικό με το Y2, όταν η θερμοκρασία και των δύο είναι 27 °C.

Δίνονται: $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$, $A_{r_H} = 1$, $A_{r_C} = 12$, $A_{r_N} = 14$ και $A_{r_O} = 16$.

Λύση

Δ1.

$$\alpha. \Pi V = nRT \Rightarrow \Pi V = \frac{m}{M_r} RT \Rightarrow M_r = \frac{mRT}{\Pi V} \Rightarrow M_{r_E} = \frac{46 \cdot 0,082(273 + 27)}{8,2 \cdot 1,5} = 92.$$

$$\beta. C_{Y1} = \frac{n}{V} = \frac{m/M_r}{V} = \frac{46/92}{1,5} M = \frac{1}{3} M \quad (1).$$

γ. Η ωσμωτική πίεση του διαλύματος γλυκόζης είναι

$$\Pi_{\text{γλυκόζης}} = CRT \Rightarrow \Pi_{\text{γλυκόζης}} = 0,1 \cdot 0,082 \cdot 300 \text{ atm} = 2,46 \text{ atm}.$$

Έστω V₂ ο όγκος του αραιωμένου διαλύματος (Y2). Με την αραιώση τα διαλυμένα mol της E δεν αλλάζουν. Ακόμη, η ωσμωτική πίεση του Δ2 θα είναι 2,46 atm, αφού το Y2 είναι ισοτονικό με το διάλυμα της γλυκόζης. Συνεπώς,

$$\Pi_2 = \frac{nRT}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{m/M_r \cdot RT}{\Pi_2} \Rightarrow V_2 = \frac{46/92 \cdot 0,082 \cdot 300}{2,46} L \Rightarrow V_2 = 5 L.$$

Άρα, το διάλυμα Y1 πρέπει να αραιωθεί με (5 - 1,5) L = 3,5 L νερού.

Δ2.

$$\alpha. \text{ Ισχύει } \frac{m_{\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}}}{V_{\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}}} = \frac{15 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \Rightarrow m_{\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}} = \frac{15 \text{ g}}{100 \text{ mL}} \cdot 200 \text{ mL} = 30 \text{ g} \text{ και}$$

$$n_{\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}} = \frac{m}{M_r} = \frac{30}{60} \text{ mol} = 0,5 \text{ mol} \quad (2).$$

β. Για το διάλυμα Y3 ισχύει

$$\Pi_3 V_3 = n_3 RT \Rightarrow n_3 = \frac{\Pi_3 V_3}{RT} \Rightarrow n_3 = \frac{12,3 \cdot 1,2}{0,082 \cdot 300} \text{ mol} = 0,6 \text{ mol}.$$

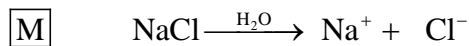
Όμως

$$n_3 = n_E + n_{\text{ουρίας}} \Rightarrow n_E = n_3 - n_{\text{ουρίας}} \stackrel{(2)}{\Rightarrow} n_E = 0,6 \text{ mol} - 0,5 \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}.$$

$$\text{Επομένως, } V'_{Y1} = \frac{n_E}{C_{Y1}} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} V'_{Y1} = \frac{0,1}{\frac{1}{3}} L = 0,3 L = 300 \text{ mL}$$

Δ3. Το υδατικό διάλυμα του NaCl είναι ιοντικό. Πρέπει να γνωρίζουμε τα mol των συνολικών ιόντων ή τη συνολική συγκέντρωσή τους στο διάλυμα.

Έστω $C_{\text{NaCl}} = C \text{ M}$ τότε από την διάσταση



Δίσ./ Παρ. $C \quad C \quad C$

Προκύπτει ότι $C_{\text{διαλ. σωματιδίων}} = 2C \text{ M}$.

$$\Pi_{Y4} = C_{\text{διαλ. σωματιδίων}} RT \Rightarrow C_{\text{διαλ. σωματιδίων}} = \frac{2,46}{0,082 \cdot (273 + 27)} \text{ M} = 0,1 \text{ M}.$$

Συνεπώς, $2C \text{ M} = 0,1 \text{ M} \Rightarrow C = 0,05$ και $C_{\text{NaCl}} = 0,05 \text{ M}$, οπότε πρέπει να

$$\text{προστεθούν } n_{\text{NaCl}} = C_{\text{NaCl}} \cdot V_{\text{NaCl}} = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 4 \text{ L} = 0,2 \text{ mol}.$$

Εναλλακτικά:

Το NaCl ιοντίζεται ως εξής. $\text{NaCl} \xrightarrow[i=2]{\text{H}_2\text{O}} \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$. Επειδή δίνει δύο σωματίδια (δύο ιόντα) ανά «μόριο», έχει συντελεστή Van't Hoff $i = 2$.

$$\Pi_{Y4} = iC_{\text{NaCl}} RT \Rightarrow C_{\text{NaCl}} = \frac{2,46}{2 \cdot 0,082 \cdot (273 + 27)} \text{ M} \Rightarrow C_{\text{NaCl}} = 0,05 \text{ M}.$$

$$\text{Συνεπώς πρέπει να προστεθούν } n_{\text{NaCl}} = C_{\text{NaCl}} \cdot V_{\text{NaCl}} = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 4 \text{ L} = 0,2 \text{ mol}.$$

Ημερομηνία τροποποίησης: 15/04/2020

Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Παπαστεργιάδης Θωμάς

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΧΗΜΕΙΑ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

1ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΙΣ ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΩΣΜΩΣΗ ΚΑΙ ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1: β, A2: γ, A3: γ, A4: δ, A5: γ.

ΘΕΜΑ Β

B1.

α. Ο δεσμός υδρογόνου μπορεί να εμφανιστεί μεταξύ ίδιων ή διαφορετικών μορίων. Το ένα μόριο πρέπει να έχει έναν πολωμένο δεσμό της μορφής F–H ή O–H ή N–H και το άλλο μόριο ένα ηλεκτραρνητικό άτομο από τα F, O και N.

β. Ώσμωση ονομάζεται το φαινόμενο της διάχυσης περισσοτέρων μορίων διαλύτη (συνήθως νερού), μέσω ημιπερατής μεμβράνης, από το διαλύτη στο διάλυμα ή από το διάλυμα μικρότερης συγκέντρωσης στο διάλυμα μεγαλύτερης συγκέντρωσης.

γ. Όσο αυξάνεται η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων σε ένα υγρό, τόσο αυξάνεται το σημείο βρασμού του υγρού. Η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων σε ενώσεις που εμφανίζουν ίδιους δεσμούς (εδώ έχουμε δεσμούς μεταξύ C-C και C-H), αυξάνεται με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας. Επειδή $M_{r_{C_6H_{14}}} < M_{r_{C_8H_{18}}}$ το οκτάνιο έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού από το εξάνιο.

B2.

α. Ο δεσμός υδρογόνου επηρεάζει περισσότερο την ισχύ των διαμοριακών δυνάμεων απ' ό,τι η αύξηση της M_r , ιδίως για ενώσεις του υδρογόνου με στοιχεία της ίδιας ομάδας του περιοδικού πίνακα. Ανάμεσα στα μόρια της αμμωνίας (NH_3) αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου, ενώ ανάμεσα στα μόρια της φωσφίνης (PH_3) όχι. Ως εκ τούτου, η NH_3 έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού από τη PH_3 .

β. Ανάμεσα στα μόρια των διατομικών στοιχείων αναπτύσσονται δυνάμεις στιγμιαίου διπόλου - στιγμιαίου διπόλου. Η ένταση των δυνάμεων αυτών αυξάνεται με την αύξηση της M_r . Επειδή $M_{r_{I_2}} > M_{r_{Br_2}}$ θα ισχύει και $\sigma_{\zeta \cdot I_2} > \sigma_{\zeta \cdot Br_2}$.

γ. Η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων σε οργανικές ενώσεις που εμφανίζουν ίδιους δεσμούς (εδώ έχουμε δεσμούς μεταξύ C-C και C-H) και ίδιες M_r , είναι μεγαλύτερη στα ευθύγραμμα μόρια. Επομένως θα ισχύει $\sigma_{\zeta \cdot \text{πεντανίου}} > \sigma_{\zeta \cdot 2,2\text{-διμεθυλο-προπανίου}}$.

δ. Το $NaCl$, ως ιοντική ένωση που είναι, έχει υψηλό σημείο τήξεως λόγω των ισχυρών ηλεκτροστατικών δυνάμεων μεταξύ των ιόντων. Το σ.ζ. του Cl_2 , επειδή είναι μη πολική ομοιοπολική ένωση με μικρό σχετικά M_r , είναι πολύ μικρότερο γιατί μεταξύ των μορίων ασκούνται μόνο δυνάμεις London που, εν γένει, είναι ασθενείς.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

α. Λανθασμένη. Για τα δύο αρχικά διαλύματα και το τελικό έχουμε:

$$\Pi_1 V = n_1 RT \quad (1)$$

$$\Pi_2 V = n_2 RT \quad (2)$$

$$\Pi_{\text{ολικό}} \cdot 2V = n_{\text{ολικό}} RT \quad (3)$$

Επειδή όμως ισχύει $n_{\text{ολικό}} = n_1 + n_2$ προσθέτοντας τις (1),(2) προκύπτει ότι $(\Pi_1 + \Pi_2)V = n_{\text{ολικό}}RT$ (4), οπότε από (3) και (4) καταλήγουμε στην σχέση $(\Pi_1 + \Pi_2)V = \Pi_{\text{ολικό}} \cdot 2V \Rightarrow \Pi_{\text{ολικό}} = \frac{\Pi_1 + \Pi_2}{2} = 5 \text{ atm}$.

β. Σωστή. Τα αιμοσφαίρια διογκώνονται γιατί νερό από το υποτονικό διάλυμα στο οποίο βυθίζονται εισέρχεται στο εσωτερικό τους. Αν το διάλυμα είναι αρκετά υποτονικό η είσοδος μεγάλης ποσότητας νερού στα κύτταρα οδηγεί στο σπάσιμο της μεμβράνης τους με αποτέλεσμα η αιμοσφαιρίνη τους να διαχέεται στο υποτονικό υδατικό διάλυμα. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται **αιμόλυση** των ερυθρών αιμοσφαιρίων.

γ. Λανθασμένη. Στο ευθύγραμμο μόριο του CO_2 εμφανίζονται δύο ίσες διπολικές ροπές ίσου μέτρου, ίδιας διεύθυνσης και αντίθετης φοράς ($\overline{\text{O}}=\text{C}=\overline{\text{O}}$). Δεδομένου ότι η διπολική ροπή είναι διανυσματικό μέγεθος, η συνισταμένη διπολική ροπή του μορίου είναι μηδέν. Με άλλα λόγια, δεν είναι δίπολο.

Γ2. Για το μοριακό διάλυμα της γλυκόζης ισχύει η σχέση $\Pi V = nRT$, οπότε με αντικατάσταση βρίσκονται τα mol της γλυκόζης.

$$n = \frac{\Pi V}{RT} \Rightarrow n = \frac{7,8 \cdot 2,05}{0,082 \cdot 300} \text{ mol} = 0,65 \text{ mol} . \text{ Άρα, } m = n \cdot M_r = 0,65 \cdot 180 \text{ mol} = 117 \text{ g} .$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Για το μοριακό διάλυμα Y_1 ισχύει η σχέση $\Pi V = nRT$, άρα

$$n = \frac{\Pi V}{RT} \Rightarrow n = \frac{2 \cdot 615 \cdot 10^{-3}}{0,082 \cdot 300} \text{ mol} = 0,05 \text{ mol} \text{ και } M_r = \frac{m}{n} = \frac{9}{0,05} = 180 .$$

Δ2. Πυκνό και αραιό διάλυμα έχουν την ίδια θερμοκρασία και περιέχουν την ίδια ποσότητα mol της A. Για τα δύο διαλύματα ισχύει:

$$\Pi_{\text{πυκνού}} V_{\text{πυκνού}} = nRT \text{ και } \Pi_{\text{αραιού}} V_{\text{αραιού}} = nRT , \text{ άρα } \Pi_{\text{πυκνού}} V_{\text{πυκνού}} = \Pi_{\text{αραιού}} V_{\text{αραιού}} .$$

Με αντικατάσταση έχουμε

$$2V_{\text{πυκνού}} = 0,5V_{\text{αραιού}} \Rightarrow 4V_{\text{πυκνού}} = (V_{\text{πυκνού}} + V_{\text{H}_2\text{O}}) \Rightarrow V_{\text{H}_2\text{O}} = 3V_{\text{πυκνού}} = 1845 \text{ mL} .$$

Δ3. Για τις ποσότητες των ουσιών έχουμε $n_A = \frac{m}{M_r} = \frac{18}{180} \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$ και $n_B = x \text{ mol}$. Για το Y_3 ισχύει

$$\Pi_3 V_3 = (n_A + n_B)RT \Rightarrow (n_A + n_B) = \frac{\Pi_3 V_3}{RT} \Rightarrow 0,1 + x = \frac{3 \cdot 1,23}{0,082 \cdot 300} = 0,15 \Rightarrow x = 0,05 .$$

$$\text{Άρα, } M_r = \frac{m}{n} = \frac{3,5}{0,05} = 70 .$$

Δ4. Έστω ότι θα χρειαστούμε V_A L από το διάλυμα A και V_B L από το διάλυμα B. Από την περιεκτικότητα κάθε διαλύματος βρίσκουμε τα mol της διαλυμένης ουσίας A, για το 1^ο διάλυμα, και της διαλυμένης ουσίας B, για το 2^ο διάλυμα. Έτσι έχουμε:

$$n_A = \frac{m_A}{M_{r_A}} = \left(\frac{9}{0,1} V_A \right) \text{ mol} = \frac{V_A}{2} \text{ mol} \text{ και } n_B = \frac{m_B}{M_{r_B}} = \left(\frac{7}{0,1} V_B \right) \text{ mol} = V_B \text{ mol} .$$

Για την ολική ωσμωτική πίεση ισχύει:

$$\begin{aligned} P_{\text{ολικό}} V_{\text{ολικό}} &= (n_A + n_B)RT \Rightarrow 14,76 \text{ atm} \cdot (V_A + V_B) \text{ L} = \left(\frac{V_A}{2} + V_B\right) \text{ mol} \cdot 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K} \Rightarrow \\ 0,6(V_A + V_B) &= 0,5V_A + V_B \Rightarrow 0,1V_A = 0,4V_B \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{4}{1}. \end{aligned}$$

Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Παπαστεργιάδης Θωμάς

Επιστημονικός έλεγχος: : Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς

ΧΗΜΕΙΑ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

1ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΙΣ ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΩΣΜΩΣΗ ΚΑΙ ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ Α

Να γράψετε στη κόλλα σας τον αριθμό κάθε μιας από τις παρακάτω ημιτελείς προτάσεις Α1 έως Α5 και δίπλα το γράμμα της επιλογής που αντιστοιχεί στη σωστή συμπλήρωσή της.

A1. Σε δοχείο περιέχεται μόνο αέριο HCl . Μεταξύ των μορίων του HCl ασκούνται δυνάμεις

- α. ενδομοριακές.
- β. διαμοριακές.
- γ. ιοντικών δεσμών.
- δ. δεσμών υδρογόνου.

Μονάδες 5

A2. Ελκτικές δυνάμεις που δεν ανήκουν στην κατηγορία των δυνάμεων Van de Waals είναι

- α. οι δυνάμεις London.
- β. οι δυνάμεις στο δεσμό υδρογόνου.
- γ. οι δυνάμεις στον ιοντικό δεσμό.
- δ. οι δυνάμεις μεταξύ διπόλων μορίων.

Μονάδες 5

A3. Σε δοχείο περιέχεται μίγμα αερίου Cl_2 και αερίου NO . Μεταξύ των μορίων του Cl_2 και του NO ασκούνται κυρίως δυνάμεις

- α. διπόλου - διπόλου.
- β. ιόντος-διπόλου.
- γ. στιγμιαίου διπόλου - διπόλου.
- δ. στιγμιαίου διπόλου - στιγμιαίου διπόλου.

Μονάδες 5

A4. Διαθέτουμε δύο διαλύματα γλυκόζης, το διάλυμα Α με συγκέντρωση 0,1 M και το διάλυμα Β με συγκέντρωση 0,2 M στην ίδια θερμοκρασία. Με τα δεδομένα αυτά συμπεραίνουμε ότι

- α. τα δύο διαλύματα είναι ισοτονικά.
- β. τα δύο διαλύματα είναι υποτονικά.
- γ. το διάλυμα Β είναι υποτονικό σε σχέση με το διάλυμα Α.
- δ. το διάλυμα Α είναι υποτονικό σε σχέση με το διάλυμα Β.

Μονάδες 5

A5. Το ιώδιο ($M_r = 254$) είναι στερεό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος λόγω

- α. της μεγάλης διπολικής ροπής που εμφανίζει το μόριό του.
- β. της ηλεκτραρνητικότητας του ατόμου του ιωδίου.
- γ. των ισχυρών δυνάμεων μεταξύ στιγμιαίων διπόλων που εμφανίζονται.
- δ. των ιοντικών δεσμών μεταξύ των ατόμων του ιωδίου.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:

α. Με ποιες προϋποθέσεις εμφανίζονται δεσμοί υδρογόνου μεταξύ δύο μορίων; (μονάδες 3)

β. Τι είναι ώσμωση; (μονάδες 3)

γ. Σε συνθήκες περιβάλλοντος το κανονικό εξάνιο και το κανονικό οκτάνιο είναι υγρά. Ποιο έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού και γιατί; (μονάδες 3)

Μονάδες 9

B2. Να δικαιολογήσετε την φορά της ανισότητας μεταξύ των σημείων ζέσεως των παρακάτω καθαρών σωμάτων.

Για τα στοιχεία δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες και η ομάδα τους στον περιοδικό πίνακα.

Στοιχείο	H	C	N	O	F	Na	P	Cl	Br	I
Ar	1	12	14	16	19	23	36	35,5	80	127
Κύρια ομάδα	IA	IVA	VA	VIA	VIIA	IA	VA	VIIA	VIIA	VIIA

α. $\sigma.\zeta_{\text{NH}_3} > \sigma.\zeta_{\text{PH}_3}$

β. $\sigma.\zeta_{\text{I}_2} > \sigma.\zeta_{\text{Br}_2}$

γ. $\sigma.\zeta_{\text{πεντανίου}} > \sigma.\zeta_{\text{διμεθυλοπροπανίου}}$

δ. $\sigma.\zeta_{\text{NaCl}} > \sigma.\zeta_{\text{Cl}_2}$

Μονάδες 4x4=16

ΘΕΜΑ Γ

G1. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες δικαιολογώντας τις απαντήσεις σας.

α. Όταν αναμειξουμε ίσους όγκους από δυο διαλύματα ζάχαρης, σε σταθερή θερμοκρασία, με ωσμωτικές πιέσεις 4 atm και 6 atm αντίστοιχα το διάλυμα που προκύπτει έχει ωσμωτική πίεση ίση με 10 atm. Ο όγκος του τελικού διαλύματος να θεωρηθεί ίσος με το άθροισμα των όγκων των αναμειγνυόμενων διαλυμάτων. (μονάδες 5)

β. Η βύθιση ερυθρών αιμοσφαιρίων σε υποτονικό υδατικό διάλυμα, σε σχέση με το εσωτερικό τους, μπορεί να οδηγήσει σε αιμόλυση τους. (μονάδες 5)

γ. Το μόριο του διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο είναι ευθύγραμμο με συντακτικό τύπο: $\text{O}=\text{C}=\text{O}$, είναι δίπολο. (μονάδες 5)

Μονάδες 15

G2. Το αίμα του ανθρώπου έχει σε θερμοκρασία 27 °C ωσμωτική πίεση 7,8 atm. Πρέπει σε ασθενή να χορηγηθούν 2,05 L μοριακού διαλύματος γλυκόζης, ισοτονικού ως προς το αίμα του σε θερμοκρασία 27 °C. Να υπολογίσετε πόσα g γλυκόζης πρέπει να διαλυθούν σε νερό για να παρασκευαστεί το παραπάνω ισοτονικό διάλυμα. Δίνονται η σχετική μοριακή μάζα της γλυκόζης ($M_r = 180$) και

η παγκόσμια σταθερά των αερίων $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$.

Μονάδες 10

ΘΕΜΑ Δ

Διαθέτουμε δύο ουσίες Α και Β, που τα υδατικά διαλύματά τους είναι αμιγώς μοριακά.

Δ1. Να προσδιορίσετε τη σχετική μοριακή μάζα της ουσίας Α αν 9 g αυτής, διαλυόμενα σε νερό σχηματίζουν 615 mL μοριακού διαλύματος Υ1 το οποίο εμφανίζει στους 27 °C ωσμωτική πίεση 2 atm.

Μονάδες 5

Δ2. Να υπολογίσετε τα mL νερού που απαιτούνται για να αραιώσουμε το διάλυμα Υ1, ώστε να σχηματιστεί διάλυμα Υ2 το οποίο εμφανίζει στους 27 °C ωσμωτική πίεση 0,5 atm.

Μονάδες 5

Δ3. 18 g της ουσίας Α και 3,5 της ουσίας Β διαλύονται σε νερό και σχηματίζουν μοριακό διάλυμα Υ3 όγκου 1230 mL, το οποίο εμφανίζει στους 27 °C ωσμωτική πίεση 3 atm. Να προσδιορίσετε τη σχετική μοριακή μάζα της ουσίας Β.

Μονάδες 8

Δ4. Να υπολογίσετε με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε διάλυμα της ουσίας Α περιεκτικότητας 9% (w/v) με διάλυμα της ουσίας Β περιεκτικότητας 7% (w/v), ώστε να προκύψει διάλυμα με ωσμωτική πίεση 14,76 atm στους 27 °C. Ο όγκος του τελικού διαλύματος να θεωρηθεί ίσος με το άθροισμα των όγκων των αναμειγνυόμενων διαλυμάτων.

Μονάδες 7

Δίνεται η παγκόσμια σταθερά των αερίων ίση με $R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Επιμέλεια: Πάγκαλος Σπύρος - Παπαστεργιάδης Θωμάς

Επιστημονικός έλεγχος: Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος - Γιαλούρης Παρασκευάς