

**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 $\text{H}-\text{O}$ είναι πολωμένοι.
- το μόριό του δεν είναι ευθύγραμμο.
- οι δύο ομοιοπολικοί δεσμοί $\text{H}-\text{O}$ είναι πολωμένοι και ταυτόχρονα το μόριό του δεν είναι ευθύγραμμο.
- ανάμεσα στα μόριά του αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου.

Λύση

Σωστό είναι το γ.

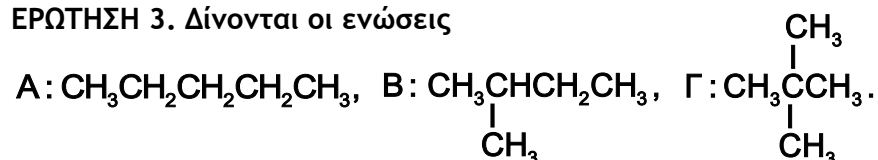
ΕΡΩΤΗΣΗ 2. Το μόριο του διοξειδίου του άνθρακα, CO_2 , δεν είναι δίπολο διότι:

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

Λύση

Σωστό είναι το δ.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3. Δίνονται οι ενώσεις



Η σωστή σειρά για τα σημεία βρασμού των παραπάνω ουσιών είναι

- $\sigma.\beta.(\text{A}) < \sigma.\beta.(\text{B}) < \sigma.\beta.(\text{Γ})$.
- $\sigma.\beta.(\text{Γ}) < \sigma.\beta.(\text{B}) < \sigma.\beta.(\text{A})$.
- $\sigma.\beta.(\text{B}) < \sigma.\beta.(\text{A}) < \sigma.\beta.(\text{Γ})$.
- $\sigma.\beta.(\text{Γ}) < \sigma.\beta.(\text{A}) < \sigma.\beta.(\text{B})$.

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.

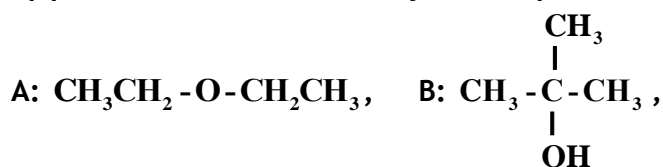
Στήλη I	Στήλη II
Σημείο βρασμού (°C)	Μοριακός Τύπος
1. -85	α. HBr
2. -66	β. HI
3. -35	γ. HCl
4. 19	δ. HF

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:

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

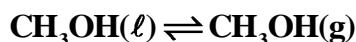
Από (1) και (2) προκύπτει

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

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

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

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

Λύση

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

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

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

Επειδή, $M_{r_{\text{γλυκερίνης}}} = 92$ και $M_{r_{\text{γλυκόλης}}} = 62$, 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 M_r . 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

$$m_{\text{γλυκερίνης}} + m_{\text{γλυκόλης}} = 37 \text{ g} \Rightarrow (xM_{r_{\text{γλυκερίνης}}} + yM_{r_{\text{γλυκόλης}}}) \text{ g} = 37 \text{ g} \Rightarrow$$

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

Για το Υ3 εφαρμόζουμε την εξίσωση για την ωσμωτική πίεση.

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

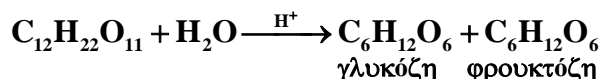
$$n_{Y3} = n_{\text{γλυκερίνης}} + n_{\text{γλυκόλης}} \Rightarrow 0,5 \text{ mol} = (x + y) \text{ mol} \Rightarrow x + y = 0,5 \quad (2).$$

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

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

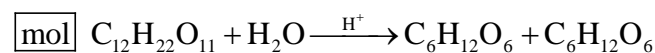
$$m_{\text{ζάχαρης}} = n \cdot Mr = 342 \cdot 0,1 \text{ g} = 34,2 \text{ g} \text{ και } m_{\text{υγρασίας}} = (40 - 34,2) \text{ g} = 5,8 \text{ g}.$$

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

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



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

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

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

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.

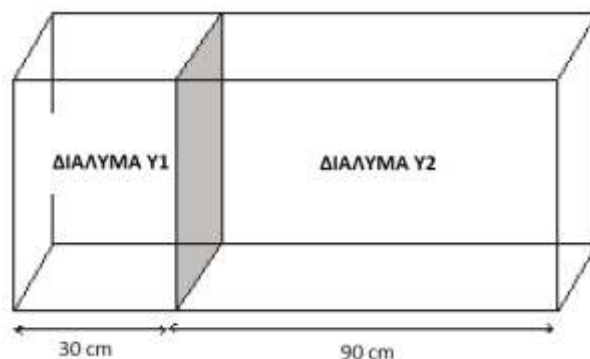
ΑΣΚΗΣΗ 4.

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:

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

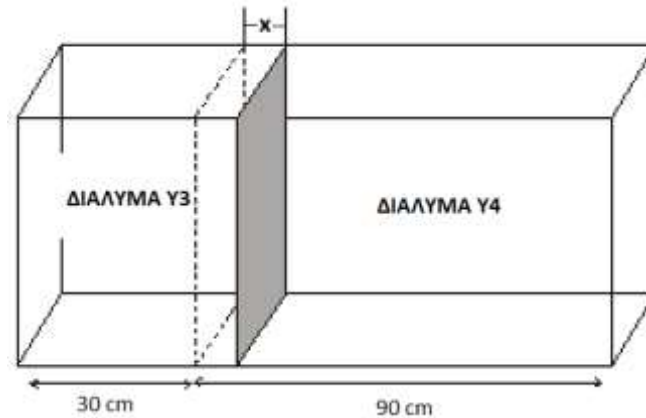
Έστω ότι το διάλυμα Y3 έχει προκύψει με ανάμιξη όγκων V_{Y1} και V_{Y2} . Για την ανάμιξη έχουμε

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

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

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 $Υ_3$, θα έχει όγκο $V_{Y_3} = S \cdot (30 \text{ cm} + x)$ (όπου S το εμβαδόν των ακραίων πλευρικών επιφανειών του δοχείου). Ομοίως το διάλυμα δεξιά, $Υ_4$, θα έχει όγκο $V_{Y_4} = S \cdot (90 \text{ cm} - x)$.

Στο διάλυμα $Υ_1$ του δοχείου, η διαλυμένη ουσία είναι

$$n_{Y_1} = C_{Y_1} \cdot V_{Y_1} = 0,14 \cdot 2 \text{ mol} = 0,28 \text{ mol}.$$

Η ποσότητά της δεν θα αλλάξει γιατί μόνο ο διαλύτης διέρχεται από την ημιπερατή μεμβράνη, άρα $n_{Y_3} = 0,28 \text{ mol}$.

Στο διάλυμα $Υ_2$ του δοχείου, η διαλυμένη ουσία είναι

$$n_{Y_2} = C_{Y_2} \cdot V_{Y_2} = 0,12 \cdot 6 \text{ mol} = 0,72 \text{ mol}.$$

Τόσα είναι τα mol της διαλυμένης ουσίας και στο $Υ_4$.

Αφού τα δύο διαλύματα, $Υ_3$ και $Υ_4$ είναι πλέον ισοτονικά ισχύει:

$$C_{Y_3} = C_{Y_4} \Rightarrow \frac{n_{Y_3}}{V_{Y_3}} = \frac{n_{Y_4}}{V_{Y_4}} \Rightarrow \frac{0,28}{S \cdot (30 \text{ cm} + x)} = \frac{0,72}{S \cdot (90 \text{ cm} - x)} \Rightarrow x = 3,6 \text{ cm}.$$

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 .

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

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

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

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

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

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

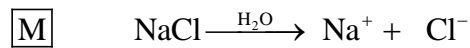
Όμως

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

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

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