



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Χημεία

Ενότητα 15: Διαλύματα

Αν. Καθηγητής Γεώργιος Μαρνέλλος
e-mail: gmarnellos@uowm.gr

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ψηφιακά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Κεφάλαιο 15^ο



Τι είναι ένα Χημικό Διάλυμα

- **Διάλυμα** είναι ένα ομογενές μίγμα δυο ή περισσοτέρων συστατικών το οποίο μπορεί να βρίσκεται σε στερεή, υγρή ή αέρια κατάσταση.
- Σύσταση ατμόσφαιρας:

Όνομα στοιχείου	Σύμβολο	Ποσοστό [%]
Άζωτο	N ₂	78,0840
Οξυγόνο	O ₂	20,9476
Αργό	Ar	0,9340
Διοξείδιο του άνθρακα	CO ₂	0,0314
Νέον	Ne	0,001818
Μεθάνιο	CH ₄	0,0002
Ήλιον	He	0,000524
Κρυπτόν	Kr	0,000114
Υδρογόνο	H ₂	0,00005
Ξένον	Xe	0,0000087



Είδη διαλυμάτων

- **Στερεά διαλύματα** είναι τα ομογενή μίγματα που προκύπτουν μετά από ανάμιξη και επεξεργασία δυο ή περισσότερων στερεών υλικών. **π.χ. κράματα μετάλλων (ανάμιξη μετάλλων και τήξη σε υψηλή T).**
- Η απλή ανάμιξη δυο στερεών δεν οδηγεί πάντα σε διάλυμα, αφού μπορεί να οδηγήσει σε ένα ετερογενές μίγμα.
- Τα πλέον σημαντικά και περισσότερο απαντώμενα είναι τα υγρά διαλύματα, τα οποία μπορούν να σχηματιστούν ως εξής:
 - Διάλυση ενός υγρού σε ένα υγρό (π.χ. αιθανόλη και νερό).
 - Διάλυση ενός αερίου σε ένα υγρό (π.χ. CO₂ σε νερό).
 - Διάλυση ενός στερεού σε ένα υγρό (π.χ. ζάχαρη σε νερό).



Διαλύτης & Διαλυμένη ουσία

- **Διαλύτης** είναι το συστατικό εκείνο του διαλύματος το οποίο βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία.
- **Διαλυμένη ουσία** είναι το συστατικό με την μικρότερη αναλογία.
- Οι ορισμοί αυτοί δεν είναι απόλυτοι.
- Εξαρτάται από το εκάστοτε σύστημα διαλύτη-διαλυμένης ουσίας καθώς και τη σχετική τους αναλογία.
- Για περιπτώσεις στερεής ή αέριας ουσίας διαλυμένης σε κάποιο υγρό, ως διαλυμένη ουσία θεωρείται το στερεό ή το αέριο, ενώ ως διαλύτης το υγρό, ανεξάρτητα της περιόσεως.
- Σε υγρό διάλυμα αιθανόλης - νερού, διαλύτης θα είναι η ουσία που βρίσκεται σε περίσσεια.



Διαλυτότητα

- **Διαλυτότητα** είναι το μέγιστο ποσό μιας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη και σε ορισμένη θερμοκρασία.

π.χ. διάλυση ζάχαρης σε νερό.

- **Κορεσμένο διάλυμα** είναι αυτό που περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα διαλυμένης ουσίας, χωρίς να έχει σχηματιστεί ίζημα.
- **Ακόρεστο διάλυμα** είναι αυτό που μπορεί να διαλυθεί επιπλέον ποσότητα ουσίας χωρίς να σχηματιστεί ίζημα.
- **Υπέρκορο** χαρακτηρίζεται το διάλυμα που περιέχει ποσότητα διαλυμένης ουσίας μεγαλύτερη από αυτή που αντιστοιχεί στο κορεσμένο διάλυμα.



Μηχανισμός διαλύσεως (1/4)

- Μία ουσία μπορεί να διαλύεται σε ένα διαλύτη, ενώ σε κάποιον άλλο όχι. Για παράδειγμα, οι υγροί υδρογονάνθρακες, το πετρέλαιο και η βενζίνη αναμιγνύονται μεταξύ τους, ενώ αντίθετα η βενζίνη δεν διαλύεται στο H_2O .

“όμοια διαλύονται σε όμοια”.

Πολικές ενώσεις διαλύονται σε πολικούς διαλύτες, ενώ μη πολικές ενώσεις διαλύονται σε μη πολικούς διαλύτες.

- ✓ **Γιατί δυο ουσίες πρέπει να είναι όμοιες από χημικής απόψεως προκειμένου να αναμιχθούν και να σχηματιστεί διάλυμα ;**
- ✓ **Από ποιους παράγοντες επηρεάζεται η διαλυτότητα μιας ουσίας ;**

Εξαρτάται από το είδος των δυνάμεων-δεσμών που αναπτύσσονται ανάμεσα στα μόρια ή τα ιόντα που αποτελούν το διάλυμα.



Μηχανισμός διαλύσεως (2/4)

- Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζει τη διαλυτότητας μιας ουσίας είναι η **ισχύς των δυνάμεων** που αναπτύσσονται ανάμεσα στα μόρια ή ιόντα της προς διάλυση ουσίας και στα μόρια του διαλύτη.
- Εάν οι δυνάμεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στα μόρια του διαλύτη είναι αρκετά ισχυρές που να μην μπορούν να “σπάσουν” οι **δεσμοί διαλύτη-διαλύτη** και να δημιουργηθούν νέοι δεσμοί διαλύτη-διαλυμένης ουσίας, τότε η ουσία θα παραμείνει αδιάλυτη.
- Το ίδιο αποτέλεσμα θα έχει και η ανάπτυξη ισχυρών δυνάμεων ανάμεσα στα μόρια ή ιόντα της προς διάλυση ουσίας.
- Στην περίπτωση που οι δυνάμεις διαλύτη-διαλύτη καθώς και οι δυνάμεις διαλυμένης ουσίας-διαλυμένης ουσίας είναι περίπου της ίδιας ισχύος, τότε είναι δυνατόν να επέλθει δημιουργία νέων δεσμών διαλύτη-διαλυμένης ουσίας και ως εκ τούτου διάλυμα.



Μηχανισμός διαλύσεως (3/4)

Ο κανόνας “**όμοια διαλύονται σε όμοια**” αντικατοπτρίζει την ομοιότητα των δεσμών ανάμεσα στα μόρια του διαλύτη και αυτών ανάμεσα στα μόρια ή ιόντα της διαλυμένης ουσίας.

- **Παράδειγμα 1:**

Έστω διάλυμα δύο υδρογονανθράκων, όπως το εξάνιο (C_6H_{14}) και το επτάνιο (C_7H_{16}), μη-πολικά μόρια. Σε μη πολικά μόρια αναπτύσσονται ασθενείς δυνάμεις London. Αφού πρόκειται για όμοια μόρια είναι λογικό οι διαμοριακές δυνάμεις $C_6H_{14}-C_6H_{14}$ να είναι σχεδόν ίσες με τις δυνάμεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στα $C_7H_{16}-C_7H_{16}$. Κατά την ανάμιξη των δυο ουσιών αναπτύσσονται και σημαντικές έλξεις $C_6H_{14}-C_7H_{16}$.

- **Παράδειγμα 2:**

Το νερό, που είναι ένας πολικός διαλύτης, δε διαλύει το εξάνιο. Μεταξύ των μορίων του νερού αναπτύσσονται ισχυρές δυνάμεις λόγω δεσμών υδρογόνου. Για να προκύψει διάλυμα θα πρέπει να σπάσουν οι ισχυροί δεσμοί H_2O-H_2O και να αντικατασταθούν από τους ασθενέστερους διαμοριακούς δεσμούς $H_2O-C_6H_{14}$, οπότε δεν οδηγούμαστε σε διάλυμα.

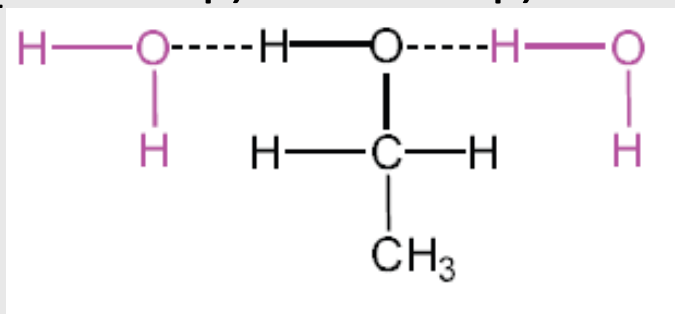


Μηχανισμός διαλύσεως (4/4)

Παράδειγμα 3:

Αν αντί για εξάνιο χρησιμοποιήσουμε ένα πολικό μόριο, όπως η αιθανόλη ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), τα δυο υγρά αναμιγνύονται.

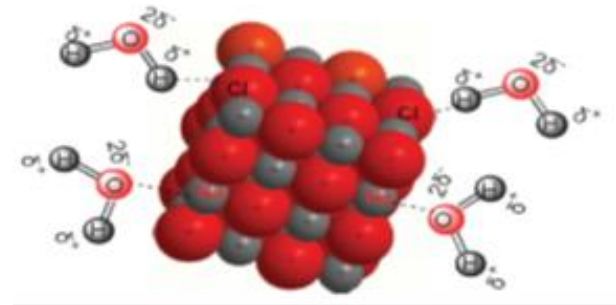
Οι δεσμοί υδρογόνου μπορούν να σχηματιστούν και ανάμεσα στα μόρια του H_2O και της αιθανόλης.



Η αιτία της διαλύσεως ή μη μιας ουσίας σε ένα διαλύτη πρέπει να αναζητηθεί στις δυνάμεις που υπερισχύουν κατά την ανάμιξη του διαλύτη με την προς διάλυση ουσία.

Διάλυση ιοντικών ενώσεων σε νερό (1/3)

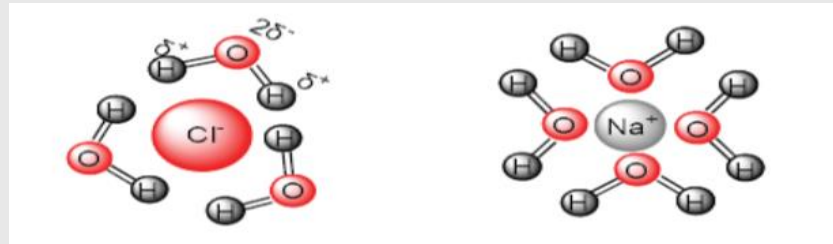
- Στις περιπτώσεις διαλύσεως ιοντικών ενώσεων σε νερό, ο μηχανισμός διαφέρει από τον προηγούμενο.
- Η διαλυτότητα της ιοντικής ένωσης εξαρτάται από το κατά πόσον οι δυνάμεις ανάμεσα στα μόρια του νερού και στα ιόντα είναι ικανές να υπερνικήσουν τις ισχυρές ηλεκτροστατικές έλξεις μεταξύ ιόντων.
- Έστω η περίπτωση διαλύσεως του NaCl σε νερό. Τα ιόντα Na^+ και Cl^- στο εσωτερικό της ένωσης έλκονται ισχυρά μεταξύ τους μέσω δυνάμεων Coulomb, με αποτέλεσμα να μη μπορούν να αναπτυχθούν δυνάμεις νερού-ιόντος και ως εκ τούτου να επέλθει διάλυση.



Διάλυση ιοντικών ενώσεων σε νερό (2/3)

Τα ιόντα που βρίσκονται στην επιφάνεια του κρυστάλλου έλκονται ισχυρά από τα πολικά μόρια του νερού.

Επειδή τα μόρια του νερού είναι πολωμένα (θετικό φορτίο δ^+ στα άτομα του H και αρνητικό φορτίο $2\delta^-$ στο άτομο του O), προσανατολίζονται ανάλογα με το φορτίο των επιφανειακών ιόντων. Ο θετικός πόλος του νερού ($H^{\delta+}$) έλκει το Cl^- , ενώ ο αρνητικός πόλος ($O_2^{\delta-}$) έλκει το Na^+ .



Οι έλξεις που δημιουργούνται είναι αρκετά ισχυρές, και απομακρύνουν τα ιόντα από το κρυσταλλικό πλέγμα, με αποτέλεσμα να επέλθει διάλυση.

Υδάτωση ονομάζεται η ανάπτυξη ελκτικών δυνάμεων ανάμεσα στα ιόντα της προς διάλυσης ουσίας και στα μόρια του νερού, η οποία οδηγεί στα υδατωμένα ιόντα.

Γενικά διαλύτωση.



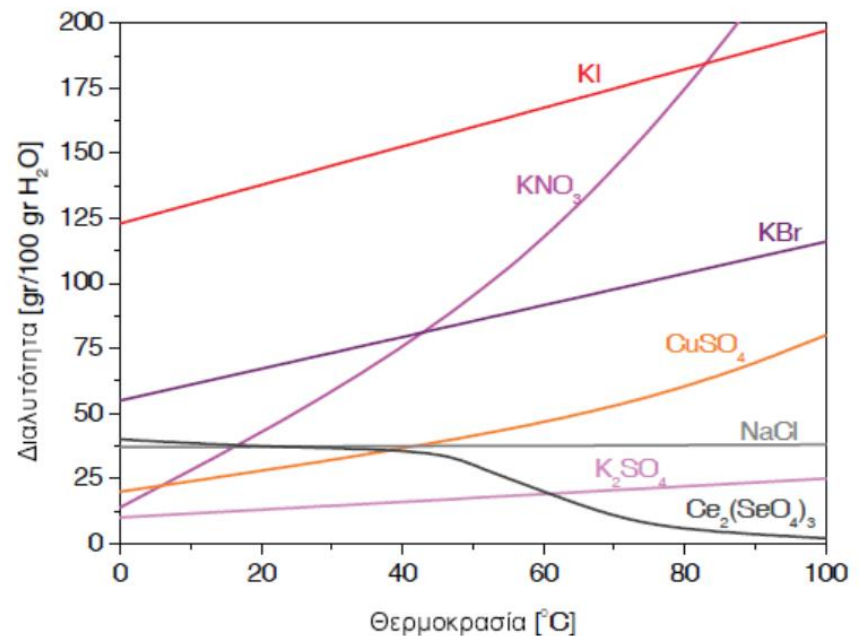
Διάλυση ιοντικών ενώσεων σε νερό (3/3)

- Η διαλυτότητα μιας ιοντικής ένωσης στο νερό εξαρτάται τόσο από την ισχύ του δεσμού ανιόν-κατιόν (ενέργεια πλέγματος), όσο και από την ισχύ του δεσμού ιόν-μόριο νερού (ενέργεια υδάτωσης).
- Η διαλυτότητα ενός ιοντικού στερεού θα είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μικρότερη είναι η ενέργεια πλέγματος και όσο μεγαλύτερη είναι η ενέργεια υδάτωσης.
- Επειδή η ενέργεια πλέγματος αντικατοπτρίζει την ισχύ των δυνάμεων Coulomb μεταξύ των ιόντων, αυτή θα εξαρτάται από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ελκτική δύναμη ανάμεσα σε δυο ιόντα, δηλαδή ανάλογη του γινομένου των φορτίων και αντιστρόφως ανάλογη με την απόσταση των κέντρων των ιόντων.
- Η συνολική ενέργεια που συνοδεύει το μηχανισμό της διάλυσης ονομάζεται **ενέργεια ή ενθαλπία διαλύσεως** και είναι ίση με το άθροισμα της υδάτωσης και της ενέργειας πλέγματος.



Επίδραση της Θερμοκρασίας

- Η επίδραση της θερμοκρασίας στη διαλυτότητα μιας ουσίας καθορίζεται, όπως και στην περίπτωση της χημικής ισορροπίας.
- Αν απορροφάται ενέργεια κατά τη διάλυση, τότε η διαλυτότητα αυξάνεται, ενώ αν εκλύεται θερμότητα η διαλυτότητα μειώνεται.
- Για τα περισσότερα άλατα η αύξηση της θερμοκρασίας συνεπάγεται αύξηση της διαλυτότητας.



Επίδραση της Πίεσης (1/2)

Για τα περισσότερα υγρά και στερεά η μεταβολή της πίεσης ασκεί μικρή επίδραση στη διαλυτότητα.

Π.χ. εάν αυξήσουμε την πίεση από 1 atm σε 1000 atm η διαλυτότητα του NaCl στο νερό θα αυξηθεί μόλις κατά 3%.

Η διαλυτότητα των αερίων σε κάποιο υγρό αυξάνεται σημαντικά με αύξηση της πίεσης.

Έστω μέσα σε ένα κλειστό δοχείο υπάρχει οξυγόνο και νερό σε συγκεκριμένη P και T. Αρχικά το οξυγόνο θα αρχίσει να διαλύεται στο νερό έως ότου επέλθει ισορροπία ή διαφορετικά μέχρι το νερό να κορεστεί σε οξυγόνο:



Επίδραση της Πίεσης (2/2)

Αν αυξηθεί η πίεση του οξυγόνου στην αέρια φάση, τότε σύμφωνα με την αρχή του Le Chatelier, η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς την κατεύθυνση που τείνει να αναιρέσει την επιβαλλόμενη μεταβολή, δηλαδή προς τα δεξιά.

«Η διαλυτότητα ενός αερίου σε ένα υγρό, για σταθερή θερμοκρασία, αυξάνεται όταν αυξηθεί η μερική πίεση του αερίου πάνω από το υγρό».

$$\text{Νόμος Henry } S_A = k P_A$$



Εκφράσεις Συγκεντρώσεων Διαλυμάτων (1/3)

Συγκέντρωση διαλύματος είναι η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σε συγκεκριμένη ποσότητα διαλύματος ή διαλύτη.

Συγκέντρωση % κατά μάζα (% w/w):

Εκφράζει τα gr της διαλυμένης ουσίας σε 100 gr διαλύματος.

$$\%w/w = \frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας (gr)}}{\text{μάζα διαλύματος (gr)}} \times 100$$

Συγκέντρωση % κατά μάζα προς όγκο (% w/v):

Εκφράζει τα gr της διαλυμένης ουσίας σε 100 ml διαλύματος.

$$\%w/v = \frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας (gr)}}{\text{όγκος διαλύματος (ml)}} \times 100$$



Εκφράσεις Συγκεντρώσεων Διαλυμάτων (2/3)

Συγκέντρωση % κατ' όγκο προς όγκο (% v/v):

Εκφράζει τα ml της διαλυμένης ουσίας σε 100 ml διαλύματος.

$$\%v/v = \frac{\text{όγκος διαλυμένης ουσίας (ml)}}{\text{όγκος διαλύματος (ml)}} \times 100$$

Μοριακότητα κατ' όγκο, M (Molarity):

Εκφράζει τα moles της διαλυμένης ουσίας σε 1 lt διαλύματος.

$$M = \frac{\text{ποσότητα διαλυμένης ουσίας (moles)}}{\text{όγκος διαλύματος (Lt)}}$$

Μοριακότητα κατά βάρος, m (Molality):

Εκφράζει τον αριθμό moles της διαλυμένης ουσίας σε 1000 gr διαλύτη.

$$m = \frac{\text{ποσότητα διαλυμένης ουσίας (moles)}}{\text{μάζα διαλύτη (Kg)}}$$



Εκφράσεις Συγκεντρώσεων Διαλυμάτων (3/3)

Γραμμομοριακό κλάσμα, x :

Εκφράζει τον αριθμό των moles ενός συστατικού του διαλύματος προς τα συνολικά moles του διαλύματος.

$$x_A = \frac{\text{moles ουσίας A}}{\text{συνολικός αριθμός moles διαλύματος}}$$

Για ένα διάλυμα που αποτελείται από n συστατικά θα ισχύει:

$$\sum_{1}^{n} x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1$$



Παράδειγμα 15.1 (1/2)

Ποσότητα μεθανόλης (CH_3OH) ίση με 20 ml προστίθεται σε 80 ml νερού. Να εκφράσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος σε: α) επί τοις % κατά μάζα, β) molarity (M) και γ) molality (m). Δίνονται: η πυκνότητα της μεθανόλης ($d=0,79 \text{ gr/ml}$), η πυκνότητα του νερού ($d=1,0 \text{ gr/ml}$), το μοριακό βάρος του νερού (18 gr/mol) και της μεθανόλης (32 gr/mol).

A) Η επί τοις % κατά μάζα περιεκτικότητα εκφράζει τα gr της μεθανόλης σε 100 gr διαλύματος.

- Μεθανόλη = $20 \text{ ml} \times 0,79 \text{ gr/ml} = 15,8 \text{ gr}$.
- Νερό = $80 \text{ ml} \times 1,0 \text{ gr/ml} = 80 \text{ gr}$.
- Μάζα διαλύματος = $15,8 \text{ gr}$ μεθανόλης + 80 gr νερού = $95,8 \text{ gr}$.

Επομένως,

$$\%w/w = \frac{\text{μάζα διαλυμένης ουσίας}}{\text{μάζα διαλύματος}} \times 100 = \frac{15,8 \text{ gr}}{95,8 \text{ gr}} \times 100 = 16,5$$



Παράδειγμα 15.1 (2/2)

B) Η μοριακότητα κατ' όγκο (M) εκφράζει τα moles της μεθανόλης σε 1 Lt διαλύματος. Σε 100 ml διαλύματος περιέχονται 20 ml μεθανόλης ή διαφορετικά 15,8 gr μεθανόλης. Επομένως, τα moles της μεθανόλης που περιέχονται σε 100 ml διαλύματος είναι:

$$\text{moles μεθανόλης} = \frac{\text{μάζα μεθανόλης}}{\text{μοριακό βάρος}} = \frac{15,8 \text{ gr}}{32,0 \text{ gr/mol}} = 0,494 \text{ moles}$$

Επομένως σε 1 lt θα περιέχονται 4,94 mol μεθανόλης, $M = 4,94$.

Γ) Η μοριακότητα κατ' όγκο (M) εκφράζει τα moles της μεθανόλης σε 1000 gr διαλύτη (νερού). Σε 100 ml διαλύματος περιέχονται 0,494 moles μεθανόλης. Όμως, η μάζα του νερού που αντιστοιχεί σε 100 ml διαλύματος είναι, σύμφωνα με το ερώτημα (α), 80 gr (ή 0,08 Kg). Επομένως,

$$m = \frac{\text{μάζα μεθανόλης}}{\text{μάζα διαλύτη}} = \frac{0,479 \text{ moles}}{0,080 \text{ Kg}} = 5,987$$



Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Σημείωμα Αναφοράς

- Copyright Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Μαρνέλλος Γεώργιος. «Χημεία». Έκδοση: 1.0. Κοζάνη 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.uowm.gr/courses/MECH100/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Όχι Παράγωγα Έργα Μη Εμπορική Χρήση 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Ως Μη Εμπορική ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

- Γενική Χημεία. Θεωρία & Εφαρμογές, Μ.Ι. Κονσολάκης, Εκδόσεις ΑΕΝΑΟΣ, 2008



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

