

# ΧΗΜΙΚΗ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ



**Θ. Ν. ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ**  
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

**ΧΗΜΙΚΗ**  
**ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ**

**ΑΘΗΝΑΙ**

**1974**

*Πρώτη Έκδοση Μάιος 1974*

*Ἀνατύπωση Μάρτιος 1977*

*Ἀνατύπωση Ἰανουάριος 1981*

## Π Ρ Ο Λ Ο Γ Ο Σ

Ὡς φαινομενολογικὴ ἢ κλασσικὴ *Θερμοδυναμικὴ* χαρακτηρίζεται συνήθως ὁ κλάδος ἐκεῖνος τῆς *Φυσικῆς*, κύριον περιεχόμενον τοῦ ὁποίου εἶναι ἡ μελέτη τῶν συνθηκῶν μετατροπῆς τῆς θερμότητος εἰς ἔργον.

Ἡ θερμότης ἀποτελεῖ βεβαίως φυσικὴν ποσότητα μὴ ἐμφανιζομένην εἰς τὰς ἀλληλεπιδράσεις καθαρῶς μηχανικῶν συστημάτων καὶ ὡς ἐκ τούτου ποσότητα χαρακτηριστικὴν διὰ τὴν διάκρισιν τῶν συστημάτων εἰς μηχανικὰ καὶ μὴ μηχανικὰ. Ἐν τούτοις ὁ ἀνωτέρω ὀρισμὸς τῆς *Θερμοδυναμικῆς* ἀναφέρεται περισσότερον εἰς τὴν διάκρισιν διεργασιῶν τῶν μακροσκοπικῶν συστημάτων παρὰ εἰς τὰ συστήματα αὐτὰ καθ' ἑαυτά.

Ἐπὶ γενικωτέραν ἔννοιαν ἢ *Θερμοδυναμικὴ* συνιστᾷ τὸν μακροσκοπικὸν κλάδον τῆς *Φυσικῆς*, ἀντικείμενον τοῦ ὁποίου εἶναι ἡ μελέτη φυσικῶν συστημάτων μὴ δυναμένων νὰ περιγραφοῦν διὰ μόνων τῶν παραμορφωτικῶν μεταβλητῶν, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς καθαρῶς μηχανικὰ συστήματα. Ἐπὶ τὴν ἔννοιαν αὐτὴν ἀποτελεῖ ἐπέκτασιν καὶ γενίκευσιν τῆς μακροσκοπικῆς *Μηχανικῆς*.

Ἡ θεωρία τῆς φαινομενολογικῆς *Θερμοδυναμικῆς* διαμορφώνεται ὑπὸ τριῶν θεμελιωδῶν νόμων — προκυπτόντων ἐκ γενικεύσεων παρατηρήσεων ἐπὶ τῆς συμπεριφορᾶς ἀπλῶν συστημάτων — καὶ τινων ἐννοιῶν ἔχουσῶν σχέσιν πρὸς τοὺς νόμους αὐτούς.

Εἰς τὸ ἀνά χεῖρας σύγγραμμα ἡ εἰσαγωγή τῶν νόμων γίνεται κατὰ τρόπον ἀξιοματικόν, μὲ ἐξαιρέσιν τὸν δεύτερον νόμον ὁ ὁποῖος, λόγῳ τῆς ἰδιαζούσης φύσεώς του, εἰσάγεται τόσον κατὰ τὸν ἀξιοματικόν (*Καραθεοδωρῆ*), ὅσον καὶ κατὰ τὸν κλασσικόν τρόπον (*Carnot - Kelvin - Clausius*). Ἐκτίθενται ἀκολούθως τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν ἐκ τῶν νόμων τῆς *Θερμοδυναμικῆς* προβλεπομένων θεμελιωδῶν ἐξισώσεων. Διαπιστοῦται, μεταξὺ ἄλλων, ὅτι αἱ θεμελιώδεις ἐξισώσεις ἀναφερόμεναι ἐπὶ συνθέτων συστημάτων, δηλαδὴ ἐπὶ συστημάτων μὲ ἐσωτερικὰ διαχωρίσματα, καθιστοῦν δυνατόν τὸν χαρακτηρισμὸν τῆς καταστάσεως ἰσορροπίας ὡς τῆς καταστάσεως ἐκείνης ἢ ὁποῖα ἀνταποκρίνεται εἰς ἀκρότατον, συγκρινομένη πρὸς τὰς ὑπὸ τὰς ἐπιβεβλημένας

συνθήκας δυνατάς ἀλλὰ μὴ φυσικάς καταστάσεις. Ἐπιτυγχάνεται οὕτως ἡ παραμετροποίησης τῆς καταστάσεως ἰσορροπίας, ὀδηγοῦσα εἰς τὴν διατύπωσιν τῶν γενικῶν συνθηκῶν ἐδσταθείας.

Ὁ τρίτος νόμος, ὑπὸ τὸ στενὸν περιεχόμενον τῆς συμπεριφορᾶς τῶν συστημάτων εἰς θερμοκρασίας τεινούσας πρὸς τὸ ἀπόλυτον μηδέν, εἰσάγεται κατὰ τρόπον φαινομενολογικόν, παρὰ τὸν ἐντόνως στατιστικὸν χαρακτήρα του, τονιζομένης περισσότερον τῆς συμβολῆς του εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῆς καλουμένης θερμοδομετρικῆς ἐντροπίας.

Ἡ εἰς ἀνοικτὰ συστήματα ἐπέκτασις τῆς ἐπὶ κλειστῶν συστημάτων διαμορφωθείσης θεωρίας δίδεται διὰ τῆς κατὰ Gibbs γενικεύσεως.

Εἰς τὰ Κεφάλαια IX καὶ X μελετῶνται συστήματα διακριτόμενα ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν συστατικῶν μᾶλλον ἢ τῶν φάσεων. Συστήματα ἐκ συστατικῶν δυναμένων νὰ ἀντιδράσουν χημικῶς ἐξετάζονται εἰς τὸ Κεφάλαιον XI. Εἰς τὴν μελέτην τῶν συστημάτων αὐτῶν χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα ἡ ὑπὸ τοῦ De Donder εἰσαχθεῖσα παράμετρος, χαρακτηριζομένη ὡς βαθμὸς προόδου.

Συστήματα περιλαμβάνοντα καὶ ἠλεκτρικῶς φορτισμένα εἶδη ἐξετάζονται εἰς τὰ Κεφάλαια XII καὶ XIII. Εἰς τὰ Κεφάλαια XIV καὶ XV μελετῶνται μεσεπιφανειακὰ συστήματα, χρησιμοποιουμένης τῆς μεθόδου Gibbs, ὡς καὶ συστήματα ὑποκείμενα εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἐξωτερικῶν πεδίων, συγκεκριμένως βαρύτητος καὶ φυγοκεντρικοῦ.

Τέλος παρατίθεται συνοπτικὸν μαθηματικὸν βοήθημα περιέχον κυρίως ἐπιλογὴν θεωρημάτων ἐπὶ τῶν μερικῶν παραγῶγων.

Παραπομπαὶ εἰς τὴν σχετικὴν βιβλιογραφίαν ὑπάρχον εἰς τὰ οἰκεία Κεφάλαια.

Εἶναι δι' ἐμὲ ἐξαιρετικὰ εὐχάριστος ὑποχρέωσις νὰ ἐκφράσω εἰς τὴν Δρα Κυρία **Σοφίαν Βασιλειάδου Ἀθανασίου**, ἐπιμελήτριαν τοῦ Ἐργαστηρίου Φυσικοχημείας, εὐγνώμονα ἀναγνώρισιν διὰ τὴν κατὰ τὴν ἔκδοσιν τοῦ παρόντος προθύμως παρασχεθεῖσαν πολύτιμον βοήθειαν. Ἡ ὑπὸ τῆς Κυρίας Ἀθανασίου γενομένη λεπτολόγος κριτικὴ ἀνάγνωσις τῶν χειρογράφων, ὁ ἐπίπονος ἔλεγχος τῶν πολυαριθμῶν τύπων καὶ αἱ ὑπ' αὐτῆς ὑποδειχθεῖσαι βελτιώσεις συνέτειναν σημαντικὰ εἰς τὴν μείωσιν τῶν ἀσφειῶν, παραλείψεων καὶ σφαλμάτων, τῶν συχρὰ εἰς μίαν πρώτην ἔκδοσιν βιβλίου παρατηρουμένων.

Εὐχαριστῶ θερμῶς τὸν σχεδιαστὴν κ. **Γεώργιον Πλέσσαν**, διὰ τὴν ἐπιτυχῆ ἐπεξεργασίαν τῶν σχεδίων τοῦ βιβλίου, καὶ τὸν ἐπιμεληθέντα τῆς ἐκδόσεως κ. **Εὔαγγελον Παπαθεοφάνους**, διὰ τὴν καταβληθεῖσαν εὐσυνείδητον προσπάθειαν.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίς
Πρόλογος.....	ε'
Πίναξ κυριωτέρων συμβόλων .....	ιγ'
Πίναξ φυσικῶν σταθερῶν .....	ιε'

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Φυσικαὶ μακροσκοπικαὶ θεωρίαι .....	1
1.2. Θερμοδυναμικὸν σύστημα .....	4
1.3. Θερμοδυναμικὴ ἰσορροπία .....	7
1.4. Γενικὰ χαρακτηριστικὰ κλασσικῆς θερμοδυναμικῆς .....	8
1.5. Ὅρισμοὶ .....	11

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΙ

### Ο ΜΗΔΕΝΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ

2.1. Τοιχώματα καὶ διαχωρίσματα .....	14
2.2. Θερμικὴ ἀμοιβαία ἰσορροπία .....	16
2.3. Μηδενικὸς νόμος. Θερμοκρασία .....	18
2.4. Θερμόμετρα .....	24
2.5. Θερμομετρικαὶ κλίμακες .....	25

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΙΙ

### Ο ΠΡΩΤΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ

3.1. Ἔργον .....	30
3.2. Ὁ πρῶτος νόμος .....	33
3.3. Ἐσωτερικὴ ἐνέργεια .....	35
3.4. Θερμότης .....	39
3.5. Στατικαὶ καὶ ἀντιστρεπταὶ διεργασίαι .....	44
3.6. Ἐνθαλπία .....	53
3.7. Θερμοχωρητικότης .....	56
3.8. Ἴδανικὸν αἲριον .....	58

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ IV

### Ο ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΝΟΜΟΣ

4.1.	Είσαγωγή .....	67
4.2.	Ἄρχή Carnot - Kelvin - Clausius .....	71
4.3.	Ἄρχή Καραθεοδωρή .....	83
4.4.	Πρῶτος καὶ δεύτερος νόμος διὰ κλειστά συστήματα .....	100
4.5.	Πειραματικὸς προσδιορισμὸς τῶν συναρτήσεων U, S καὶ T. ....	102
4.6.	Μέτρησις ἐξόχως χαμηλῶν θερμοκρασιῶν .....	108

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ V

### ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΙΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΦΑΣΕΩΝ

5.1.	Θεμελιώδης ἐξίσωσις εἰς ἐνεργειακὴν ἀπεικόνισιν .....	111
5.2.	Θεμελιώδης ἐξίσωσις εἰς ἐντροπικὴν ἀπεικόνισιν .....	113
5.3.	Θεμελιώδεις ἐξισώσεις ἐκ μετασχηματισμοῦ Legendre .....	114
5.4.	Σχέσεις μεταξὺ ἔργου καὶ μεταβολῶν εἰς τὰς συναρτήσεις U, H, F καὶ G. ...	118
5.5.	Σχέσεις Maxwell .....	121
5.6.	Ἐξάρτησις τῶν θερμοδυναμικῶν συναρτήσεων ἐκ τῶν μεταβλητῶν P, T καὶ V, T. ....	122
5.7.	Σχέσις μεταξὺ $C_p$ καὶ $C_v$ .....	126
5.8.	Ἐξισώσεις Gibbs - Helmholtz .....	127

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ VI

### ΓΕΝΙΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΚΑΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

6.1.	Ἄρχή ἐντροπικοῦ μεγίστου .....	130
6.2.	Ἄρχή ἐνεργειακοῦ ἐλαχίστου .....	137
6.3.	Ἀρχαὶ ἐλαχίστου εἰς τὰς θεμελιώδεις συναρτήσεις H, F καὶ G. ....	140
6.4.	Συνθήκη θερμικῆς ἰσορροπίας .....	145
6.5.	Συνθήκη μηχανικῆς ἰσορροπίας .....	147
6.6.	Γενικαὶ συνθήκαι ἐδσταθείας .....	149
6.7.	Θερμικὴ καὶ ὕδροστατικὴ ἐδστάθεια .....	152

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ VII

### ΑΝΟΙΚΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

7.1.	Γενίκευσις τοῦ δευτέρου νόμου. Χημικὸν δυναμικὸν .....	156
7.2.	Συνθήκαι ἰσορροπίας συνθέτων συστημάτων ἐξ ἀνοικτῶν φάσεων .....	163
7.3.	Σχέσεις Maxwell εἰς ἀνοικτὰς φάσεις .....	165



7. 4.	Γραμμομοριακά κλάσματα .....	166
7. 5.	Ἐξισώσεις Euler και Gibbs - Duhem .....	167
7. 6.	Ἴσορροπία ἑτερογενούς συστήματος .....	171
7. 7.	Χημικὴ ἰσορροπία .....	177
7. 8.	Κανὼν τῶν φάσεων .....	186
7. 9.	Μέσαι και μερικαὶ γραμμομοριακαὶ ιδιότητες .....	190
7.10.	Μεταβληταὶ συνθέσεις .....	196

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ VIII

### Ο ΤΡΙΤΟΣ ΝΟΜΟΣ

8.1.	Θεώρημα Nernst .....	199
8.2.	Ἀρχὴ Thomsen - Berthelot .....	206
8.3.	Ἀρχὴ τοῦ ἀνεπίκτου τοῦ ἀπολύτου μηδενός .....	207
8.4.	Ἀρνητικαὶ θερμοκρασίαι .....	210

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ IX

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΥ

9. 1.	Καταστατικαὶ ἑξισώσεις πραγματικῶν ἀερίων .....	213
9. 2.	Ἡ ἑτερογενὴς περιοχὴ και τὸ κρίσιμον σημεῖον .....	219
9. 3.	Ἡ ὑπόθεσις συνεχείας τῆς καταστάσεως τῶν ρευστῶν και αἱ συνθήκαι ἐδσταθείας ταύτης .....	221
9. 4.	Ἀνηγμέναι καταστατικαὶ ἑξισώσεις και ἡ ἀρχὴ τῶν ἀντιστοιχῶν καταστάσεων .....	228
9. 5.	Θερμοδυναμικαὶ συναρτήσεις ἀερίων .....	232
9. 6.	Ἡ συνάρτησις τῆς πητικότητος και τὸ χημικὸν δυναμικὸν πραγματικῶν ἀερίων .....	240
9. 7.	Θερμοδυναμικαὶ συναρτήσεις συμπεπυκνωμένων φάσεων .....	246
9. 8.	Φαινόμενον Joule - Thomson .....	250
9. 9.	Ἴσορροπία μεταξὺ δύο φάσεων. Ἐξίσωσις Clapeyron .....	261
9.10.	Τριπλοῦν σημεῖον. Διαγράμματα φάσεων .....	266
9.11.	Ἴσορροπία μεταξὺ δύο φάσεων ὑπὸ διάφορον πίεσιν .....	270
9.12.	Θερμοχωρητικότητες δύο ἐν ἰσορροπία φάσεων .....	273
9.13.	Ἐξάρτησις τῶν θερμοτήτων ἐξατμίσεως και τήξεως ἐκ τῆς θερμοκρασίας .....	276
9.14.	Ἐξισώσεις τάσεως ἀτμῶν .....	279
9.15.	Ἡ ἀρχὴ τῶν ἀντιστοιχῶν καταστάσεων εἰς διφασικὸν σύστημα .....	281
9.16.	Φασικαὶ μεταβάσεις ἀνωτέρας τάξεως .....	285

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ X

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚ ΔΥΟ Ἡ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

10.1.	Γενικά .....	290
10.2.	Ἰδιότητες μίξεως ἢ διαλύσεως .....	292
10.3.	Μίγματα ἀερίων .....	298

10. 4.	Διαλύματα .....	311
10. 5.	Ίδανικά διαλύματα .....	313
10. 6.	Ίδανικά άραιά διαλύματα .....	317
10. 7.	Πραγματικά διαλύματα. Συντελεσται ένεργότητος .....	320
10. 8.	Ώσμωτικοί συντελεσται διαλύτου .....	326
10. 9.	Σχέσεις μεταξύ συντελεστών ένεργότητος και όσμωτικών .....	328
10.10.	Θερμοδυναμικαι ιδιότητες πραγματικών διαλυμάτων .....	331
10.11.	Πρόσθετοι θερμοδυναμικαι συναρτήσεις .....	333
10.12.	Κρίσιμος διάλυσις .....	334
10.13.	Άναλυτικαι έξιώσεις των προσθέτων συναρτήσεων .....	336
10.14.	Συμμετρικά διαλύματα .....	338
10.15.	Άπλά διαλύματα .....	340
10.16.	Μή συμμετρικά διαλύματα .....	346
10.17.	Άθερμικά διαλύματα .....	347
10.18.	Ίσορροπία μεταξύ ύγρῃς και άερίου φάσεως .....	350
10.19.	Έξιώσεις Duhem - Margules. Έλεγχος πειραματικών δεδομένων μετρήσεων τάσεως άτμών .....	358
10.20.	Άζεοτροπικαι καταστάσεις .....	363
10.21.	Ίσορροπία μεταξύ ύγρῃς και στερεῃς φάσεως .....	367
10.22.	Ίσορροπία κατανομῃς μεταξύ δύο διαλυτών .....	374
10.23.	Ώσμωτική ίσορροπία .....	375

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΧΙ

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚ ΧΗΜΙΚΩΣ ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΩΝ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ

11. 1.	Ίδιότητες αντίδράσεως .....	383
11. 2.	Ένθαλπία αντίδράσεως .....	385
11. 3.	Ένέργεια αντίδράσεως .....	391
11. 4.	Σχέσεις μεταξύ των ιδιοτήτων αντίδράσεως .....	393
11. 5.	Η σταθερά χημικῃς ίσορροπίας και ό νόμος δράσεως των μαζών .....	395
11. 6.	Χημική ίσορροπία εις αντιδράσεις άερίων .....	400
11. 7.	Όμοιογενείς αντιδράσεις εις διαλύματα .....	408
11. 8.	Άντιδράσεις μεταξύ άερίων και στερεών .....	411
11. 9.	Άντιδράσεις μεταξύ καθαρών στερεών η ύγρῃν .....	412
11.10.	Προσδιορισμός σταθερών ίσορροπίας εκ θερμοδομετρικών δεδομένων ...	414

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΧΙΙ

### ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΩΝ

12.1.	Γενικά χαρακτηριστικά ηλεκτρολυτών .....	418
12.2.	Συντελεσται ένεργότητος ιόντων .....	421
12.3.	Κατανομή ηλεκτρολύτου μεταξύ δύο διαλυτών .....	425
12.4.	Γινόμενον διαλυτότητος ηλεκτρολύτου .....	428
12.5.	Ώσμωτική πίεσις, σημειον πήξεως και σημειον ζέσεως .....	429

12.6.	Σχέσις μεταξύ συντελεστών $\phi$ και $\gamma$ .....	430
12.7.	Ὁ ὀριακὸς νόμος τῶν Debye και Hückel .....	432
12.8.	Χημικαὶ ἀντιδράσεις εἰς διαλύματα ἠλεκτρολυτῶν .....	444
12.9.	Ὁξέα και βάσεις .....	446

**ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XIII**

**ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

13. 1.	Ἡλεκτρικῶς φορτισμένα φάσεις .....	451
13. 2.	Συνθήκη ἠλεκτροχημικῆς ἰσορροπίας .....	452
13. 3.	Ἴσορροπία μεμβρανῶν διαλυμάτων ἠλεκτρολυτῶν .....	458
13. 4.	Συνθήκαι ἰσορροπίας γαλβανικῶν κυττάρων .....	463
13. 5.	Σχέσεις μεταξύ ΗΕΔ και ἰδιοτήτων χημικῆς ἀντιδράσεως .....	475
13. 6.	Γαλβανικὰ κύτταρα ἀνευ μεταφορᾶς .....	478
13. 7.	Μέτρησις τῆς προτύπου ΗΕΔ κυττάρου .....	479
13. 8.	Πρότυπος ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεις ἡμικυττάρου .....	485
13. 9.	Γαλβανικὰ κύτταρα μετὰ μεταφορᾶς .....	488
13.10.	Ὁρισμὸς και κλίμαξ pH .....	493

**ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XIV**

**ΜΕΣΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑΙ ΦΑΣΕΙΣ**

14.1.	Μηχανικαὶ ἰδιότητες μεσεπιφανείας .....	496
14.2.	Σχηματισμὸς ρευστῆς φάσεως εἰς τὸ ἐσωτερικὸν ἐτέρας ρευστῆς φάσεως... ..	499
14.3.	Θερμοδυναμικαὶ ἰδιότητες μεσεπιφανειῶν .....	503
14.4.	Ἐμπειρικαὶ ἐξισώσεις ἐξαρτήσεως τῆς ἐπιφανειακῆς τάσεως ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν .....	513

**ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XV**

**ΠΕΔΙΟΝ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΝ ΠΕΔΙΟΝ**

15.1.	Συστήματα εἰς τὸ πεδίου βαρύτητος .....	515
15.2.	Συστήματα εἰς φυγοκεντρικὸν πεδίου .....	522

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

**ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΝ ΒΟΗΘΗΜΑ**

Π.1.	Θεωρήματα μερικῆς διαφορίσεως .....	524
Π.2.	Τέλεια και μὴ τέλεια διαφορικά .....	531
Π.3.	Ὁμοιογενεῖς συναρτήσεις .....	534
Π.4.	Μετασχηματισμὸς Legendre .....	535
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΝ	.....	539



## ΠΙΝΑΞ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

A	χημική συγγένεια	I	ιοντική ισχύς
a	συντελεστής θερμικής διαστολής	K	σταθερά χημικής ισορροπίας
α	βαθμός διαστάσεως	$1/x$	μέση άκτις ιοντικής ατμοσφαιρας
α <sub>i</sub>	ένεργότης	k	σταθερά Boltzmann
a	σταθερά van der Waals	k <sub>i</sub>	σταθερά Henry
B	δεύτερος συντελεστής Virial	k <sub>s</sub>	άδιαβατικός συντελεστής συμ- πιεστότητας
B <sub>R</sub> , x	παράμετρος αλληλεπιδράσεως ιόντων	k <sub>T</sub>	ισόθερμος συντελεστής συμπιε- στότητας
b	σταθερά van der Waals	L	σταθερά Avogadro
Γ <sub>i</sub>	μεσεπιφανειακή συγκέντρωσις	M <sub>i</sub>	γραμμομοριακή μάζα
γ	μεσεπιφανειακή τάσις	μ <sub>J</sub>	συντελεστής Joule - Thomson
γ <sub>i</sub>	συντελεστής ένεργότητας	μ <sub>i</sub>	χημικόν δυναμικόν
C <sub>P</sub> , C <sub>V</sub>	θερμοχωρητικότης υπό P και V σταθερόν άντιστοίχως	μ <sub>i</sub>	ήλεκτροχημικόν δυναμικόν
c <sub>P</sub> , c <sub>V</sub>	γραμμομοριακή θερμοχωρητικό- της	m <sub>i</sub>	γραμμομοριακή κατά βάρος συγ- κέντρωσις
c <sub>i</sub>	γραμμομοριακή κατ' όγκον συγ- κέντρωσις	m <sub>i</sub>	μάζα
d <sub>i</sub>	ιοντική διάμετρος	ν <sub>i</sub>	στοιχειομετρικός συντελεστής
E	ήλεκτρεγερτική δύναμις	η <sub>i</sub>	άριθμός γραμμομοριών
ε	βαθμός προόδου άντιδράσεως	ξ	μεταβλητή προόδου άντιδράσεως
ε	φορτίον πρωτονίου	Π	ώσμοτική πίεσις
ε <sub>0</sub>	διηλεκτρική σταθερά κενού (S.I.)	P	πίεσις
ε <sub>r</sub>	σχετική διηλεκτρική σταθερά	P <sub>c</sub>	κρίσιμος πίεσις
e	ήλεκτρικόν φορτίον	P <sub>T</sub>	άνηγμένη πίεσις
F	συνάρτησις έλευθέρας ένεργείας	q	άπορροφούμενον ποσόν θερμό- τητος υπό συστήματος
$\mathcal{F}$	σταθερά Faraday	ρ	πυκνότης
f <sub>i</sub>	πητικότης	R	σταθερά άερίων
G	συνάρτησις έλευθέρας ένθαλπίας	S	έντροπία
g	όρθολογικός ώσμοτικός συντε- λεστής	s <sub>i</sub>	μερική γραμμομοριακή έντροπία
H	συνάρτησις ένθαλπίας	T	θερμοδυναμική θερμοκρασία
h	μερική γραμμομοριακή ένθαλπία	T <sub>c</sub>	κρίσιμος θερμοκρασία
θ	έμπειρική θερμοκρασία	T <sub>T</sub>	άνηγμένη θερμοκρασία
θ <sub>i</sub>	έμπειρική θερμοκρασία εις κλι- μακα ιδανικού άερίου	t	άριθμός μεταφορής
		U	έσωτερική ένέργεια
		u <sub>i</sub>	μερική γραμμομοριακή ένέργεια

$\phi$	πρακτικός ώσμοτικός συντελεστής	$\Delta Z_r$	όλοκληρωτική ιδιότητα
$\Phi$	δυναμικόν πεδίου βαρύτητας	$Z$	μέση γραμμομοριακή ιδιότητα
$V$	όγκος	$\bar{z}$	φαινομένη γραμμομοριακή ιδιότητα
$v_i$	μερικός γραμμομοριακός όγκος	$z_i$	μερική γραμμομοριακή ιδιότητα
$V_c$	κρίσιμος όγκος	$Z_r$	διαφορική ιδιότητα αντίδρασης
$V_r$	άνηγμένος όγκος	$\Delta z_i$	μερική γραμμομοριακή ιδιότητα μίξεως
$w$	έργον παραγόμενον υπό συστήματος	$\Delta Z_m$	μέση γραμμομοριακή ιδιότητα μίξεως
$\psi$	ηλεκτρικόν δυναμικόν	$\Delta Z_\Delta$	όλική ιδιότητα διαλύσεως
$Z$	γενικευμένη έκτατική ιδιότητα (U, S, V κλπ.)	$\Delta Z_A^\infty$	όλική ιδιότητα αραιώσεως

$\Delta$  πρό ιδιότητος δηλοῖ αύξησιν τῆς τιμῆς τῆς κατά μεταβάσιν ἀπό ἀρχικὴν εἰς τελικὴν κατάστασιν

Διὰ τῶν ἀκολούθων συμβόλων χαρακτηρίζονται :

ὡς δεικτῶν ἄνω δεξιὰ :

$\gamma$  φάσις ( $\gamma = \alpha, \beta, \dots, \rho$ )

**G, L, S** ἀέριος, ὑγρὰ καὶ στερεὰ φάσις

$^o$  κατάστασις ἀναφορᾶς καθαρῷ ὑγρῷ ἢ στερεῷ συστατικῷ

$+$  κατάστασις ἀναφορᾶς ἀερίου συστατικῷ

$*$  κατάστασις ἀναφορᾶς ἢ ἀπείρας ἀραιᾶ

**E** πρόσθετος συνάρτησις

ὡς δεικτῶν κάτω δεξιὰ :

$i$  γενικευμένον συστατικόν φάσεως ( $i = 1, 2, \dots, c$ )

$e, f, s$  ἐξάτμισις, τήξις καὶ ἐξάχνωσις

$+, -$  κατιόν, ἀνιόν

$\pm$  μέση ποσότης ἰόντων

$\exp(x) = e^x$

$\ln$  φυσικὸς λογάριθμος

$\log$  λογάριθμος μετὰ βάσιν 10

## ΠΙΝΑΞ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ

Ταχύτης φωτός	c	$2.997925 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
Φορτίον πρωτονίου	e	$1.60219 \times 10^{-19} \text{ C}$
Διηλεκτρική σταθερά κενού	$\epsilon_0$	$8.854188 \times 10^{-12} \text{ J}^{-1} \text{ C}^2 \text{ m}^{-1}$
Σταθερά αερίων	R	$8.31441 \text{ JK}^{-1} \text{ mole}^{-1}$
Σταθερά Avogadro	L	$6.02209 \times 10^{23} \text{ mole}^{-1}$
Σταθερά Boltzmann	k	$1.38066 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
Σταθερά Faraday	$\mathcal{F}$	$9.64846 \times 10^4 \text{ C mole}^{-1}$
Σταθερά Planck	h	$6.6262 \times 10^{-34} \text{ Js}$
Θερμοκρασία τριπλού σημείου ύδατος	$T_{\text{tp}}$	273.16 K
Θερμοκρασία σημείου πάγου	$T_{\text{i}}$	273.1500 K
Ατμόσφαιρα	atm	$1.01325 \times 10^5 \text{ Jm}^{-3}$
Θερμοχημική θερμίδς	cal	4.184 J

---

## ΠΑΡΟΡΑΜΑΤΑ

Σελ.	Στίχος	'Αντί	Νά γραφή
12	15 ἐκ τῶν κάτω	τά τμήματα	τό τμήμα i
20	15 ἐκ τῶν κάτω	μιᾶς	μιᾶς μόνον
21	3 ἐκ τῶν ἄνω	ἔστω καί ἐάν	καί
23	16 ἐκ τῶν ἄνω	αἱ δέ συζυγεῖς	ἢ αἱ συζυγεῖς
35	14 ἐκ τῶν κάτω	προσφέρει	λαμβάνει
51	ἐξίσ. (3.5.9)	$[P(V \pm P_f dV$	$[P(V) \pm P_f] dV$
82	11 ἐκ τῶν ἄνω	εἰς τὰς ἀδιαβατικὰς	εἰς τὰς μὴ ἀντιστρεπτάς ἀδιαβατικὰς διεργασίας
94	8 ἐκ τῶν κάτω	y	x
101	18 ἐκ τῶν κάτω	V	T
113	ἐξίσ. (5.1.11)	$U = U \left[ v, \left( \frac{\partial U}{\partial S} \right)_v \right]$	$U = U \left[ v, \left( \frac{\partial U}{\partial S} \right)_v \right]$
119	13 ἐκ τῶν κάτω	$(\Delta H)_{P,dq=0} \leq (\Delta H)_{S,P}$	$(\Delta H)_{S,P} \leq (\Delta H)_{P,dq=0}$
140	8 ἐκ τῶν κάτω	τελευταίου τούτου	$\Sigma + R$
185	ἐξίσ. (7.7.33)	$v^{\sigma}$	$v_i^{\sigma}$
192	ἐξίσ. (7.9.8)	$\frac{\partial Z}{\partial T} dP$	$\frac{\partial Z}{\partial P} dP$
206	ἐξίσ. (8.2.2)	$\Delta G =$	$\Delta G -$