

Ο ΤΟΜΟΣ ΑΥΤΟΣ ΑΦΙΕΡΩΝΕΤΑΙ
ΣΤΗΝ ΙΕΡΗ ΜΝΗΜΗ
ΤΟΥ ΠΑΤΕΡΑ ΚΑΙ
ΤΗΣ ΜΗΤΕΡΑΣ ΜΟΥ.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην έκδοση αυτή οι τόμοι I₁ και I₂ συγχωνεύθηκαν και συντημήθηκαν σε ένα τόμο και έγιναν ουσιαστικές βελτιώσεις ως προς την προηγούμενη έκδοση (1983-1984)

ΑΘΗΝΑ, 1984

ΠΡΟΛΟΓΟΣ Α' ΕΚΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΤΟΜΟΥ I₁

Ο τόμος αυτός περιλαμβάνει τα φαινόμενα και τους σχετικούς νόμους για τη περιοχή των αερίων, των υγρών, των μεσόμορφων και των στερεών και τις θεωρίες, που χρειάζονται για την ανάπτυξη και την ερμηνεία τους (Κινητική Θεωρία των Ρευστών, Γενική Θερμοδυναμική, Κβαντική Θεωρία, θεωρία της Αταξίας των Στερεών Σωματιδίων) και αποτελεί τον πρώτο από τους δέκα τόμους, που προγραμματίστηκαν για να καλυφτεί όλη η ύλη της Φυσικοχημείας και της Εφαρμοσμένης Ηλεκτροχημείας και των Εργαστηριακών Ασκήσεων και των Μεθόδων τους.

Η προέκταση κατά τα τελευταία χρόνια της Φυσικοχημείας, της μεθοδολογίας και των μεθόδων της σε όλες τις περιοχές των Θετικών Επιστημών και η αναγνώριση της εξαιρετικά σημαντικής συμβολής της, για τη πραγματοποίηση όλων των πρόσφατων τεχνικών, βιοχημικών, βιολογικών και γιατρικών κατορθωμάτων έκανε αναγκαία την όσο το δυνατό πλατύτερη ανάπτυξη των θεμάτων της. Αυτό βοηθεί στο να γίνουν εύκολα κατανοητές οι νέες έννοιες της Φυσικοχημείας και να δοθεί η δυνατότητα στους σπουδαστές του Πολυτεχνείου και των Πανεπιστημίων και στους Χημικούς –Μηχανικούς, Μηχ. Μετ.-Μετ., Χημικούς και σε άλλους θετικούς Επιστήμονες, που εργάζονται σε εργαστήρια και στη βιομηχανία, να αποκτήσουν το μεγαλύτερο δυνατό αριθμό απ' τα πολύτιμα στοιχεία μεθόδους και μεθοδολογίες, που τους προσφέρει, για να λύσουν τα προβλήματα στα πλαίσια της δραστηριότητάς τους.

Για την κατανόηση αυτών, που αναπτύσσονται κατά τη διδασκαλία, και όπου αυτό είναι σκόπιμο ή δυνατό γίνεται για πρώτη φορά μια σειρά από επιδείξεις, κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, που σημειώνονται στο κείμενο στη κατάλληλη θέση.

Για τον ίδιο λόγο και όπου χρειάζεται γίνεται κατά τη διάρκεια φροντιστηρίου μεγάλος αριθμός λογιστικών θεωρητικών ασκήσεων. Εκτός απ' αυτό η αφομοίωση των θεμάτων βοηθείται σε μεγάλο βαθμό με την εκτέλεση της νέας σειράς από εξήντα εργαστηριακές ασκήσεις, που σημειώνονται κι' αυτές στο κείμενο.

Στο τέλος του τόμου παρουσιάζεται η γενική και ειδική βιβλιογραφία συγγραμμάτων και περιοδικών. Εκτός απ' αυτά, για τη παρακολούθηση της σημερινής Επιστήμης και της εξέλιξης της συστήνουμε τα περιοδικά: Chemical Abstracts, Zentral Blatt, όπου καταχωρούνται σε περίληψη όλες οι πρωτότυπες εργασίες, που δημοσιεύονται σε όλα τα περιοδικά όλων των Χωρών. Συστήνουμε ακόμη τα ακόλουθα φυσικοχημικά περιοδικά:

Zeitschrift für physikalische Chemie N. F. (Z. phys. Chem. N. F.).

Chemische Berichte (Chem. Ber.).

Kolloid Zeitschrift oll. Z.)

Zeitschrift für Elektrochemie (Z. Elektr.).

Journal of Physical Chemistry (J. Phys. Chem.)

Journal de Chimie Physique. (J. Chim. phys.).

Journal of Catalysis (J. Cat.).

Journal of Electrochemical So. (j. Electr. So).

Molecular Crystals and Liquid Crystals (Mol. Cryst. Liq. Cryst.).

Journal of American Chemical So (J. Am. Chem. So).

British Corrosion Journal (Br. Corros. J.).

Corrosion Science (Corros. Sc.).

Journal of Solid State Chemistry (J. Sol Stat. Chem.).

Journal of Colloid and Interface (J.Coll.Inter.Sc.).

κ.τ.λ.

ΑΘΗΝΑ, 1962

ΠΡΟΛΟΓΟΣ Α' ΕΚΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΤΟΜΟΥ Ι₂

Στον τόμο (Ι₂) της Φυσικοχημείας συμπληρώνονται τα στοιχεία για το φυσικό τμήμα της με την εξέταση των φυσικών συστημάτων, που δημιουργούνται με ανάμιξη ουσιών που βρίσκονται στις τέσσερες φυσικές καταστάσεις, με την προϋπόθεση ότι δεν πραγματοποιείται χημική αντίδραση μεταξύ τους.

Τα φαινόμενα στα συστήματα αυτά και οι νόμοι, που ισχύουν, διερευνώνται μακροσκοπικά με τις αρχές της Γενικής θερμοδυναμικής, που αναπτύχθηκε στη Φυσικοχημεία Ι₁, και μικροσκοπικά, με τις αρχές της Κινητικής Θεωρίας (Φυσικ. Ι₁).

Σχετικά με την πρώτη διερεύνηση τα περισσότερα από τα φαινόμενα απαιτούν την επέμβαση της «μ-Θερμοδυναμικής», που στηρίζεται στην έννοια του «Χημικού Δυναμικού (μ)». Αυτό δεν γίνεται στον τόμο αυτό, γιατί η ανάπτυξη της «μ-Θερμοδυναμικής», που λέγεται συνήθως «Χημική Θερμοδυναμική», πραγματοποιείται για λόγους διδακτικής σκοπιμότητας και βάση το πρόγραμμα της Σχολής Χημικών Μηχανικών και Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, στον επόμενο τόμο της Φυσικοχημείας (ΙΙ_{1α}). Στον τόμο αυτό (Ι_{1α}), μετά την ανάπτυξη των εννοιών της Χημικής Θερμοδυναμικής, συμπληρώνεται η Θερμοδυναμική διερεύνηση όλων των φαινομένων, που περιλαμβάνονται στο Φυσικό τμήμα της Φυσικοχημείας, δηλ. αυτών που εξετάστηκαν στον τόμο Ι₁ και θα εξεταστούν στον τόμο αυτό. Στους επόμενους τόμους ΙΙ_{1β}, ΙΙ_{1γ}, ΙΙ₂ και ΙΙ₃ εξετάζονται τα φαινόμενα και από την άποψη αυτή.

ΑΘΗΝΑ, 1964

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελ.
ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Ο ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ, ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ Η ΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ	1
ΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΕΙΑΣ: ΕΙΔΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΟΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ	11
Γενικότητες	11
Στερεά	11
Ρευστά (Υγρά, αέρια, άμορφα)	12
Διάκριση μεταξύ στερεών και αμόρφων	12
Μεσόμορφα, υγροί κρύσταλλοι, ανισότροπα υγρά.	14
Διάκριση μεταξύ μεσόμορφης και υγρής κατάστασης	15
Μεταβολή της κατάστασης	15
ΑΕΡΙΑ	
ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ-ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
Σχεδόν ιδανικά και πραγματικά αέρια	16
Ιδανικά ή τέλεια αέρια	16
Διάκριση μεταξύ σχεδόν ιδανικών και πραγματικών αερίων. (βλέπε και σελ. 91,98)	16
A. Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΤΕΛΕΙΩΝ ΑΕΡΙΩΝ	
I. ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ	
1. ΓΕΝΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ	19
Γενικότητες	19
Νόμος των Boyle-Mariotte	19
Νόμος των Gay-Lussac Charles. Απόλυτο μηδέν. Απόλυτη κλίμακα θερμοκρασιών	19
Καταστατική εξίσωση των τελείων αερίων. Σταθερή των τελείων αερίων. Αριθμός Loschmidt	22
Νόμοι Dalton και Amagat. Μοριακό κλάσμα	24
Νόμος Graham	26
Εύρεση μοριακού βάρους με τη καταστατική εξίσωση	26
α) Γενικότητες	26
β) Μέθοδοι με μέτρηση του μοριακού βάρους	27
γ) Μέθοδοι με μέτρηση του όγκου	27
δ) Μέθοδοι με μέτρηση της πίεσης	27
ε) Σημασία και χρησιμότητα του μοριακού βάρους. Θερμική διάσπαση	27
2. ΠΡΩΤΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ. ΑΕΙΚΙΝΗΤΟ ΠΡΩΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ	30
Γενικότητες. Οι εξισώσεις Einstein και De Broglie	30
Απορρόφηση και παραγωγή θερμότητας (θέρμανση και ψύξη)	33

Ειδική θερμότητα	33
Ο λόγος C_p/C_v . Ατομικότητα των αερίων	36
Εξάρτηση των C_p και C_v απ' τη θερμοκρασία	37
Αντιστρεπτό φαινόμενο. Αντιστρεπτή πραγματοποίηση μιας μεταβολής. Μέγιστο έργο.	37
Παραγωγή και απορρόφηση έργου	40
α) Ισοβαρής (ισόθλιπτη) μεταβολή (Θέρμανση ή ψύξη για σταθερή πίεση)	40
β) Ισοθερμοκρασιακή μεταβολή	41
γ) Αδιάθερμη, αδιαβατική (ισεντροπική) μεταβολή (χωρίς ανταλλαγή θερμότητας)	41
3. ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ	
ΔΕΙΚΙΝΗΤΟ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΕΙΔΟΥΣ	
Γενικότητες	43
Ο κύκλος του Carnot . Θερμική απόδοση (Βαθμός απόδοσης)	44
Εντροπία	47
Γενικότητες	47
Δεμένη ενέργεια, ελεύθερη ενέργεια. Εξίσωση Gibbs-Helmholz	47
Μεταβολή της εντροπίας κατά αντιστρεπτικό κύκλο	48
Μεταβολή της εντροπίας κατά αντιστρεπτο κύκλο. Ο θερμικός θάνατος του Σύμπαντος	49
Η αυθόρμητη κατεύθυνση των φαινομένων	51
α) Εντροπία και πιθανότητα. Εντροπία και αταξία. Απόλυτη εντροπία. Σταθερή Boltzmann	51
β) Ελεύθερη ενέργεια	54
γ) Ελεύθερη ενθαλπία	55
Κριτήριο της απορρόφησης ή έκλυσης ενέργειας κατά την πραγματοποίηση ενός φαινομένου.	56
4. ΤΡΙΤΟΣ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ.	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΛΥΤΗΣ ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ	57
Γενικότητες	56
Υπολογισμός απόλυτης εντροπίας	56
II. Η ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ	59
Γενικότητες	59
Κατανομή των ταχυτήτων των αερίων μορίων κατά Maxwell. Πιθανότερη, μέση και μέση τετραγωνική ταχύτητα. Κατανομή της ενέργειας κατά Maxwell-Boltzmann.	60
Κινητικός υπολογισμός της πίεσης	61
Υπολογισμός της θερμοκρασίας	62
Ταχύτητα των μορίων και πειραματική εύρεσή της (Stern)	62
Πειραματική απόδειξη του νόμου του Maxwell	64
Κινητική εξαγωγή των γενικών μορίων των αερίων	64
Αριθμός συγκρούσεων (Z' και Z)	65
Μέση ελεύθερη διαδρομή (l)	66

Εσωτερική τριβή των αερίων (Ιξώδες). Συντελεστής εσωτερικής τριβής (ιξώδους)	67
Εξάρτηση του συντελεστή ιξώδους απ' τη θερμοκρασία	69
Μέτρηση του συντελεστή ιξώδους των αερίων (Dorn). Ο τύπος του Poiseuille	71
Εύρεση της μέσης ελεύθερης διαδρομής	72
Εύρεση της διαμέτρου των μορίων	72
Εύρεση του αριθμού συγκρούσεων ανά μόριο και του ολικού αριθμού συγκρούσεων	72
Άμεση μέτρηση της διαμέτρου των μορίων. Δυνατότητα μεγέθυνσης	72
Κινητικός υπολογισμός των C_p και C_v για τα μονατομικά αέρια	77
Είδη κινήσεων των μορίων και των ατόμων που τα δομούν. Βαθμοί ελευθερίας	78
Αρχή ισοκατανομής της ενέργειας (Maxwell)	79
Κινητικός υπολογισμός των C_p και C_v μονατομικών και πολυατομικών μορίων	80
B. Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ	82
Γενικότητες. Οι δυνάμεις van der Waals (Φυσικ. II _{1γ1})	82
ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ	84
Η καταστατική εξίσωση van der Waals. Ενδοπίεση. Σταθερές van der Waals	84
Άλλες καταστατικές εξισώσεις	89
α) Καταστατική εξίσωση Clausius-Kammerlingh-Onnes (1880-1900) θερμοκρασία Boyle	89
β) Καταστατική εξίσωση Beattie-Bridgeman (1928)	91
Εσωτερική ενέργεια των πραγματικών αερίων. Εσωτερικό έργο	92
Το πείραμα εκτόνωσης των πραγματικών αερίων του Gay-Lussac	92
Φαινόμενο Joule-Thomson. Ισενθαλπική μεταβολή. Συντελεστής Joule-Thomson ή συντελεστής αντιστροφής. Θερμοκρασία αντιστροφής	94
Υγροποίηση των αερίων	97
α) Κρίσιμες συνθήκες (T_K, V_K, P_K) και προσδιορισμός τους. Κανόνας της ευθείας διαγωνίου των Cailletet και Mathias	97
β) Μέθοδοι και διατάξεις υγροποίησης των αερίων (Μέθοδος Linde υγροποίηση του αέρα, μέθοδοι Claude, Heylandt, Kohler-Jonkers). Σημασία της	100
ΥΓΡΑ	
ΓΕΝΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ	
Γενικότητες	101
Καταστατικές εξισώσεις, που ισχύουν κατά προσέγγιση για τα υγρά	101
α) Ανοιγμένη καταστατική εξίσωση van der Waals. Θεώρημα αντίστοιχων καταστάσεων	101
β) Ανοιγμένη καταστατική εξίσωση Clausius-Kammerlingh-Onnes	102
γ) Συνέπειες της ισχύος του θεωρήματος των αντίστοιχων καταστάσεων	103
1) Κανόνας των Guldberg-Guye	103
2) Κανόνας του Kopp. Κανόνας Schwab. Συντακτικός τύπος	104
δ) Καταστατική εξίσωση van Laar	106

ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

Ταση ατμών. Σημασία της	107
Εξάρτηση της τάσης των ατμών απ' τη θερμοκρασία	108
1. Σημεία βρασμού και της τήξης. Εξίσωση Kirchhoff	108
2. Κινητική θεωρία της εξάτμισης. Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης	108
3. Θερμοδυναμική της εξάτμισης	110
α) Εσωτερική και εξωτερική λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης. Ενθαλπία, εντροπία, ελεύθερη ενέργεια και ελεύθερη ενθαλπία εξάτμισης	110
β) Γραμμομοριακές θερμότητες υγρών	111
γ) Η εξίσωση Clausius-Clapeyron. Υπολογισμός της τάσης των ατμών, της λανθάνουσας θερμότητας εξάτμισης, της ανύψωσης του σημείου βρασμού με ανύψωση της πίεσης, της εξάρτησης της L απ' τη θερμοκρασία	113
δ) Ο κανόνας του Trouton	116

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΤΑΣΗ

Γενικότητες	118
Διαβροχή. Τριχοειδής αναρρίχηση και κάθοδος	119
α) Γενικότητες	119
β) Συνθήκες διαβροχής ή όχι	120
1. Υγρό σε στερεό	120
2. Υγρό σε επιφάνεια υγρού. Συντελεστής εφάπλωσης	123
Μέτρηση της επιφανειακής τάσης	123
Θερμοδυναμική της επιφανειακής τάσης	124
α) Σχέση μεταξύ επιφανειακής τάσης, ενδοπίεσης, εσωτερικής λανθάνουσας θερμότητας εξάτμισης και μεταβολής της εσωτερικής ενέργειας εξάτμισης. Τύποι Dunken, Klapproth και Wolf	124
β) Εξάρτηση της επιφανειακής τάσης απ' τη θερμοκρασία. Τύποι Ramsey-Schields, McLeod	125
γ) Παράχωρος (Sudgen). Εύρεση συντακτικού τύπου	126
Σημασία της επιφανειακής τάσης	129
Σχετική επιφανειακή τάση	129

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΤΡΙΒΗ

Γενικότητες. Δυναμικό, κινηματικό, σχετικό ιξώδες. Ρευστότητα	131
α) Συντελεστής δυναμικού ή απόλυτου ιξώδους ($\eta \equiv \eta_s \equiv \eta_a$)	131
β) Συντελεστής κινηματικού ιξώδους (η_u)	131
γ) Συντελεστής σχετικού ιξώδους	131
δ) Ρευστότητα ($\Phi = 1/\eta$)	132
Μέτρηση του συντελεστή ιξώδους των υγρών	132
Εξάρτηση του συντελεστή ιξώδους απ' τη θερμοκρασία	133

1. Εμπειρικοί τύποι Arrhenius-Guzmán, Friend	133
2. Θεωρητική ερμηνεία των τύπων της εξάρτησης του συντελεστή ιξώδους απ' τη θερμοκρασία	134
Σημασία του ιξώδους	135

ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

Περίθλαση ακτίνων X	137
Άμορφα σώματα	138

ΠΗΞΗ

Γενικότητες, Ψύξη	141
Υπέρηξη ή υπόψη. μεταστάθεια	142

ΜΕΣΟΜΟΡΦΑ

Γενικότητες	144
Κατηγορίες και τύποι μεσόμορφων	144
Ιδιότητες μεσομορφων	147
Σημασία και εφαρμογές	147

ΣΤΕΡΕΑ

ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ – ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΑΤΑΞΙΑΣ

A. ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ

ΤΗΞΗ ΚΑΙ ΕΞΑΧΝΩΣΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ

Γενικότητες	150
Λανθάνουσα θερμότητα τήξης. Εφαρμογή εξίσωσης Clausius-Clapeyron. Ενθαλπία, εντροπία, ελεύθερη ενέργεια, εσωτερική ενέργεια, ελεύθερη ενθαλπία, έργο τήξης.	151
Εξάχνωση των στερεών. Σημείο εξάχνωσης. Εφαρμογή της εξίσωσης Clausius-Clapeyron.	151
Καταστατικό (φασικό) διάγραμμα ατμών-νερού-πάγου. Τριπλό σημείο.	152

B. ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ

Γενικότητες, Ατομικές και μοριακές θερμότητες στερεών, Κανόνας των Dulong και Petit. Θεωρητικός υπολογισμός του Boltzmann. Κανόνας του Nernst.	155
Ο νόμος εκπομπής του Planck	157
Κβαντική θεωρία των γραμμοατομικών και γραμμομοριακών θερμοτήτων των στερεών.	159
α) Κβάντωση της εσωτερικής ενέργειας. Ιδιοσυχνότητα. Τύπος του Einstein. Τύπος τήξης του Lindemann	159
β) Ο τύπος του Debye. Οριακός τύπος Debye	161

Γ. ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ

Γενικότητες	164
I. ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΓΡΑΦΙΑ	164
Γενικότητες	164
Αλλοτροπία. Πολυμορφία. Σημείο μετατροπής. Εναντιοτροπία. Μονοτροπία.	165
Θερμοδυναμική της αλλοτροπικής μεταβολής. Ισχύς της εξίσωσης Clasiuus-Clapeyron. Μεταβολή ενθαλπίας, εσωτερικής ενέργειας, ελεύθερης ενέργειας, εντροπίας, ελεύθερης ενθαλπίας. Έργο αλλοτροπικής μεταβολής. Διαμαντοποίηση γραφίτη. Μέγιστη πίεση και θερμοκρασία, που δημιουργήθηκαν.	168
Γενικοί νόμοι που ισχύουν για τα κρυσταλλικά πλέγματα ²⁵⁴	171
α) Νόμος των σταθερών διέδρων γωνιών ²⁵⁴	171
β) Νόμος των απλών συμμετρων παραμέτρων (Haüy). Δείκτες Weiss. Δείκτες Miller. Χαρακτηρισμός των πλευρών του στοιχειώδους κυττάρου. ²⁵⁵	171
γ) Συμμετρία	176
1. Κατοπτρικά επίπεδα ή επίπεδα συμμετρίας	176
2. Άξονες συμμετρίας	176
3. Κέντρα Συμμετρίας	177
Κρυσταλλικά συστήματα	177
1. Κυβικό σύστημα	177
2. Τετραγωνικό σύστημα	177
3. Εξαγωνικό σύστημα	178
4. Ρομβικό σύστημα	179
5. Μονοκλινές σύστημα.	180
6. Τρικλινές σύστημα.	180
Μέθοδοι αποκάλυψης του κρυσταλλικού συστήματος, του συστήματος, των διαστάσεων του στοιχειώδους κυττάρου και της διάταξης των συστατικών μιας ουσίας.	181
α) Μακροσκοπικές μέθοδοι	181
1. Μέτρηση γωνιών και αξόνων	181
2. Οπτική ανισοτροπία. Διπλοδιάθλαση. Οπτική άξονες.	182
3. Πολωτικό μικροσκόπιο	182
4. Μεταλλογραφικό μικροσκόπιο	183
5. Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο	183
β) Μικροσκοπικές μέθοδοι	183
1. Ακτινανάλυση με ακτίνες X	184
Γενικότητες	184
I. Μέθοδος von Laue	184
II. Μέθοδος Braggs	185
III. Μέθοδος Debye-Scherrer-Hull	188
2. Ακτινανάλυση με ηλεκτρονιακές ακτίνες	188
3. Συνδυασμός ηλεκτρονικού μικροσκοπίου πεδίου και ηλεκτρονικού μικροσκοπίου	189
Αξιοποίηση των ακτινογραφημάτων	189

II. ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΧΗΜΕΙΑ	190
Γενικότητες	190
Διαφορά ενέργειας που έχουν και ιδιότητες στερεών με ιοντικό, ατομικό ή μοριακό πλέγμα.	190
Πρόβλεψη είδους κρυσταλλικού συστήματος, ειδικής διάταξης των συστατικών και σχέση μεταξύ αυτών και των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων των στερεών	192
III. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΑΤΑΞΙΑΣ	194
Γενικότητες	194
Α. Αταξίες δομής	195
Γενικότητες. Γήρανση	195
α) Επιφάνεια	195
1. Ανώμαλη επιφάνεια	195
2. Μικροκρυσταλλικό στερεό	196
β) Έλλειψη προσανατολισμού των στοιχειωδών κυττάρων. Παρασκευή μονοκρυστάλλων	196
γ) Περαιτωτικά όρια κόκκων	197
δ) Άτακτη μιζοκρύσταλλοι	198
ε) Παγωμένες αντιστρεπτές αταξίες δομής	198
Β. Αντιστρεπτές αταξίες	198
Γενικότητες. Ιοντικές και ηλεκτρονικές αταξίες. Δαλτωνίδες και μπερτολίδες.	198
I. Ιοντικές αταξίες	199
α) Αταξίες Frenkel	200
β) Αταξίες αντι- Frenkel	201
γ) Αταξίες Schottky	202
δ) Αταξίες αντι- Schottky	202
II. Ηλεκτρονικές αταξίες	203
α) ημιαγωγοί περίσσειας ή αναγωγικοί ημιαγωγοί ή n -ημιαγωγοί	203
β) Ημιαγωγοί έλλειψης ή οξειδωτικοί ημιαγωγοί ή p -ημιαγωγοί	204
γ) Αυτοημιαγωγοί	205
Ιδιότητες και σημασία των ημιαγωγών. Ημιαγωγοί προσθήκης. Επαμφοτερίζοντες ημιαγωγοί	205
1. Αγωγή ρεύματος. Ανόρθωση	205
2. Κατάλυση	205
3. Παραγωγή ρεύματος. Ηλιακές συστοιχίες	206
4. Ενίσχυση ρεύματος. Transistors	206

2. ΦΥΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Κατηγορίες συστημάτων	209
Είδη συστημάτων	210

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ Ή ΟΜΟΓΕΝΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

I. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΜΕ ΑΕΡΙΟ ΔΙΑΛΥΤΙΚΟ ΜΕΣΟ	211
Γενικότητες	211
1. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΑΕΡΙΩΝ ΣΕ ΑΕΡΙΑ	212
α) ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ	212
Γενικότητες. Καταστατικές εξισώσεις διαλυμάτων σχεδόν ιδανικών αερίων.	212
Καταστατικές εξισώσεις διαλυμάτων πραγματικών αερίων	212
Γραμμομοριακή θερμότητα, ενθαλπία, εντροπία, εσωτερική ενέργεια, ελεύθερη ενέργεια και ελεύθερη ενθαλπία αερίων διαλυμάτων.	214
Νόμος Graham	214
β) ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ	214
Γενικότητες	214
Αριθμός συγκρούσεων	214
Μέση ελεύθερη διαδρομή	215
Ιξώδες	215
2. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΥΓΡΩΝ ΣΕ ΑΕΡΙΑ	216
3. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΕ ΑΕΡΙΑ	216
II. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΜΕ ΥΓΡΟ ΔΙΑΛΥΤΙΚΟ ΜΕΣΟ	216
ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ	216
Γενικότητες	216
Κορεσμός. Κορεσμένο διάλυμα. Σημείο ή περιεκτικότητα κορεσμού. Διαλυτότητα.	216
Υπερκορεσμός. Υπέρκορο διάλυμα	217

ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΛΥΣΗΣ ΣΕ ΥΓΡΑ ΔΙΑΛΥΤΙΚΑ ΜΕΣΑ

Προϋποθέσεις για τη διάλυση αερίου, υγρού, μεσόμορφου ή στερεού σε υγρό. Διαλύτωση. Υδάτωση.	217
Ερμηνεία κορεσμού. Βαθμός διαλύτωσης. Θεωρητική πρόβλεψη της τιμής της διαλυτότητας.	217
Ερμηνεία υπερκορεσμού	220
Πρόβλεψη και ερμηνεία της θέρμανσης ή ψύξης του διαλυτικού κατά τη διάλυση. Ποιοτική επίδραση της θερμοκρασίας.	222
Μεταβολή του όγκου του διαλυτικού κατά την διάλυση.	223

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΝΟΜΟΙ ΠΟΥ ΙΣΧΥΟΥΝ ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΜΕ ΥΓΡΟ ΔΙΑΛΥΤΙΚΟ ΜΕΣΟ

Γενικότητες	225
A. Ποσοτική επίδραση της θερμοκρασίας στο σημείο κορεσμού	225
B. Ελάττωση της τάσης των ατμών υγρού διαλυτικού μέσου εξαιτίας της διάλυσης σ' αυτό αερίου, υγρού, μεσόμορφου ή στερεού. Ερμηνεία του φαινομένου, νόμος, που ισχύει, και συνέπειές του.	226
Ο νόμος του Raoult	227

Εύρεση του μοριακού βάρους με το νόμο του Raoult	229
Πειραματικός προσδιορισμός της ελάττωσης της τάσης των ατμών	230
Ανύψωση του σημείου βρασμού του υγρού διαλυτικού μετά την διάλυση σ' αυτό ουσίας.	231
Μέτρηση της ανύψωσης του σημείου βρασμού. Ζεσιοσκοπία.	236
Ελάττωση ή ανύψωση του σημείου πήξης του υγρού διαλυτικού μετά τη διάλυση σ' αυτό ουσίας.	236
Μέτρηση της ελάττωσης ή ανύψωσης του σημείου πήξης: Κρυοσκοπία	240
Εφαρμογές	240
Γ. Διάχυση ή διαπίδυση	241
Ο πρώτος νόμος του Fick. Συντελεστής διάχυσης και εξάρτησή του απ' τη θερμοκρασία	241
Ο δεύτερος νόμος του Fick	244
Εφαρμογές της διαπίδυσης. Τρόποι επιτάχυνσής της. Ηλεκτροδιαπίδυση.	246
α) καθάρισμα κολλοειδών συστημάτων	246
β) Διαφορετική (εκλεκτική) διαπίδυση. Διαχωρισμός ιοντικών ουσιών.	246
γ) Αφαλάτωση θαλασσινού νερού	246
δ) Χημική κινητική	247
ε) Φυσιολογία φυτικών και ζωϊκών κυττάρων	247
Δ. Ωσμωση	247
Μέτρηση της ωσμικής πίεσης	249
Θεωρίες της ώσμωσης και φυσική έννοιά της	249
Γενικότητες	249
1. Βομβαρδισμός της ημιπερατής μεμβράνης από μόρια της ουσίας σε διάλυση. Καταστατική εξίσωση αραιών διαλυμάτων: νόμος του van t' Hoff.	250
Διόρθωση κατά Morse	252
Θερμοδυναμική απόδειξη του νόμου του ο van t' Hoff και διαμόρφωση γενικότερης καταστατικής	253
2. Βομβαρδισμός της ημιπερατής μεμβράνης από μόρια του διαλυτικού	256
3. Διαφορά τάσης ατμών	256
4. Ηλεκτροστατική θεωρία της ώσμωσης	257
Σημασία του φαινομένου της ώσμωσης	260
1. Εύρεση μοριακού βάρους	260
2. Οικιακή Οικονομία και Βιοτεχνία	261
3. Βιομηχανία	261
4. Φυσιολογία φυτικών και ζωϊκών κυττάρων	262
Ε. Επιφανειακή τάση διαλυμάτων. Μηχανισμός κάθαρσης υφασμάτων με σαπούνια. Θεώρημα του Gibbs. Μοριακές κόλλες.	264
ΣΤ. Ιξώδες διαλυμάτων. Ειδικό ιξώδες. Εύρεση μοριακού βάρους πολυμερισμένων ουσιών.	268
α) Σφαιρικά μόρια ή κολλοειδείς μονάδες (μυκήλια)	268
β) Μακρά μόρια ή κολλοειδείς μονάδες (μυκήλια)	269
Ζ. Έμμεση θερμική κίνηση των μορίων και ιόντων σε διάλυση	270
4. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΑΕΡΙΩΝ ΣΕ ΥΓΡΑ	271
Γενικότητες	271

Μέτρηση της διαλυτότητας και των σημείων κορεσμού σε διάφορες πιέσεις και θερμοκρασίες.	271
Νόμος Henry-Dalton. Συντελεστής Henry. Συντελεστής κατανομής.	271
Διάλυση μίγματος αερίων	273
Επίδραση της θερμοκρασίας στο σημείο κορεσμού των διαλυμάτων αερίων σε υγρά.	274
Επίδραση άλλων ουσιών σε διάλυση στο σημείο κορεσμού διαλυμάτων αερίων σε υγρά.	276
Απόσταξη και πήξη διαλυμάτων αερίων σε υγρά. Αφαλάτωση.	277
5. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΥΓΡΩΝ ΣΕ ΥΓΡΑ	278
Γενικότητες	279
α) Τέλεια αναμίξιμα υγρά	279
Γενικότητες	279
Μέτρηση της μερικής πίεσης ή μερικής τάσης ατμών καθενός από τα δύο συστατικά διαλύματος τέλεια αναμίξιμων υγρών.	279
Οι τέσσερις τύποι των τέλεια αναμίξιμων υγρών	280
Τύπος Ια. Ιδανικά διαλύματα. Ισχύς του νόμου του Raoult. Βρασμός. Κλασματική απόσταξη. Κανόνας μοχλού.	280
Τύποι, που αποκλίνουν απ' το νόμο του Raoult	286
β) ΜΕΡΙΚΑ ΑΝΑΜΙΞΙΜΑ ΥΓΡΑ	289
Γενικότητες	289
Πειραματικός τρόπος διαμόρφωσης καταστατικών διαγραμμάτων μερικά αναμίξιμων υγρών.	290
Τύπος Ι. Μέγιστης κρίσιμης θερμοκρασίας διάλυσης (Σημείου συνδιάλυσης). Ισχύς της αρχής της ευθείας διαγωνίου των Gaillardet και Mathias. Βρασμός. Κλασματική απόσταξη. Τύποι ΙΙ, ΙΙΙ, ΙV.	290
Τριαδικά συστήματα	294
Πήξη διαλυμάτων υγρών σε υγρά	295
6. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΕ ΥΓΡΑ	295
Γενικότητες	295
ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΩΝ	
ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ	296
Προέλευση	296
Ασθενείς και ισχυροί ηλεκτρολύτες. Πρόβλεψη σχηματισμού διαλύματος ασθενούς ή ισχυρού ηλεκτρολύτη κατά τη διάλυση ουσίας σε νερό. Δυνάμεις Debye-Hückel.	296
Οξύτητα κατά Benesi $(H_0)P_{κ_α}, P_{κ_β}$.	302
ΙΣΧΥΡΟΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΕΣ	
Γενικότητες	306
Ωσμικός συντελεστής ή συντελεστής Bjerrum	307
Ηλεκτροστατική θεωρία των ισχυρών ηλεκτρολυτών	308
Γενικότητες	308

Ιοντικό νέφος (Ποιοτική ανάπτυξη).	308
Ιοντικές ενεργότητες. Συντελεστής ενεργότητας. Ολική ενεργότητα (Ενεργότητα). Μέση ενεργότητα. Μέσος συντελεστής ενεργότητας.	309
Εύρεση των συντελεστών ενεργότητας. Εξάρτησή τους απ' την συγκέντρωση, την ιοντική ισχύ και τη θερμοκρασία.	311
1. Μέτρηση της τάσης του γαλβανικού στοιχείου	311
2. Τύπος Lewis Οριακός τύπος Debye-Hückel . Ακτίνα ιοντικού νέφους.	311
3. Εύρεση του μέσου συντελεστή ενεργότητας απ' την ελάττωση της τάσης των ατμών, την ανύψωση του σημείου βρασμού, την ελάττωση ή ανύψωση του σημείου πήξης και την ωσμική πίεση με συσχέτιση του συντελεστή ενεργότητας με το συντελεστή Bjerrum.	313
Επιφανειακή τάση διαλυμάτων ισχυρών ηλεκτρολυτών	314
III. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΜΕ ΣΤΕΡΕΟ ΔΙΑΛΥΤΙΚΟ ΜΕΣΟ	315
Γενικότητες	315
7. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΑΕΡΙΩΝ ΣΕ ΣΤΕΡΕΑ	316
Γενικότητες	316
8. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΥΓΡΩΝ ΣΕ ΣΤΕΡΕΑ	316
9. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΕ ΣΤΕΡΕΑ	317
Γενικότητες. Μιζοκρύσταλλοι με αντικατάσταση και με παρεμβολή. Προϋποθέσεις σχηματισμού τους	317
Τέλεια και μερική αναμιξιμότητα σε στερεή κατάσταση	319
Πιστοποίηση της δημιουργίας μιζοκρυστάλλων και ενδείξεις για την διάκριση μεταξύ μιζοκρυστάλλων με αντικατάσταση και με παρεμβολή.	320
Μεταβολή των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων στερεού μετά την διάλυση σ' αυτό άλλου στερεού.	320
Τύποι διαλυμάτων στερεών σε στερεά	321
Τέλεια αναμιξιμότητα	321
Διαγράμματα πήξης. Τρόπος εξαγωγής τους. Θερμική ανάλυση	325
Μερικά αναμίξιμα στερεά	
Έκθλιψη	325
ΕΤΕΡΟΓΕΝΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	
I. ΚΟΛΛΟΕΙΔΗ Ή ΜΙΚΡΟΕΤΕΡΟΓΕΝΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	326
ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ	326
Ύλη σε κολλοειδής διαστάσεις. Κολλοειδές σύστημα ή λύμα.	326
Τρόποι παρασκευής ύλης σε κολλοειδείς διαστάσεις	326
Ιδιότητες ύλης σε κολλοειδείς διαστάσεις	327
ΡΟΦΗΣΗ	
Γενικότητες	329
Ρόφηση στην επιφάνεια υγρών	329

Αφροί. Διαχωρισμός επιφανειακά ενεργών ουσιών. Σταθερότητα και καταστροφή των αφρών. Αφροποιές ουσίες. Αφροσπάστες. Επίπλευση.	329
Ρόφηση αδιαλύτων ουσιών στην επιφάνεια υγρών	332
Ρόφηση αερίων από στερεά	333
Γενικότητες. Ενεργά κέντρα. Ενεργές ουσίες.	333
Κολλοειδογόνες ομάδες.	333
Ενεργοποίηση	334
Φυσική και χημική ρόφηση (χημορρόφηση ή ενεργοποιημένη ρόφηση)	334
Νόμοι, που ισχύουν κατά τη ρόφηση αερίων από στερεά. Προκαταρκτικές ποιοτικές παρατηρήσεις.	336
Μέθοδοι μέτρησης του ποσού αερίων, που ροφάται από στερεά	336
Ποσοτικές σχέσεις	337
Καταστατική εξίσωση ρόφησης	337
Μονομοριακή ρόφηση. Εξίσωση Langmuir.	337
Πολυμοριακή ρόφηση. Εξίσωση Ostwald-Boedeker-Freundlich.	340
Άλλοι τύποι ρόφησης μόνο για φυσικές ροφήσεις	343
Εξάρτηση απ' τη θερμοκρασία.	344
α) Φυσική ρόφηση.	344
β) Χημική ρόφηση	347
Ταχύτητα ρόφησης. Εξίσωση Eddridge.	347
Εφαρμογές της ρόφησης αερίων από στερεά	348
1. Δοχείο Dewar.	348
2. Αντιασφυζιογόνες προσωπίδες	349
3. Επίπλευση	350
4. Κατάλυση	350
5. Μέτρηση της πραγματικής επιφάνειας στερεού. Πραγματική ειδική επιφάνεια	350
6. Αέρια χρωματογραφία	350
Ρόφηση ουσιών σε διάλυση ή σε κολλοειδή διασπορά από στερεά.	350
Ρόφηση από διαλύματα	350
Γενικότητες	350
Εξάρτηση απ' τη συγκέντρωση και τη θερμοκρασία	351
Ταχύτητα ρόφησης	351
Ρόφηση από κολλοειδή συστήματα	351
Τρόποι μέτρησης του ποσού που ροφήθηκε από διάλυμα ή κολλοειδές σύστημα.	353
Εφαρμογές της ρόφησης από διαλύματα και κολλοειδή συστήματα.	353
α-στ) στη Βιομηχανία	353
ζ) Σύγκριση ροφητικών ικανοτήτων στερεών σωμάτων	354
η) Κατάλυση	355
θ) Μέτρηση πραγματικής επιφάνειας στερεών	355
ι) Ιονεναλλαγή	355
1. Αποσκλήρυνση νερού. Παρασκευή αποσταγμένου νερού.	356
2. Αφαλάτωση θαλασσινού νερού	357
3. Κάθαρση ουσιών ή αντιδραστηρίων από ανεπιθύμητα ιόντα.	357

4. Συμπύκνωση ιχνών ουσίας	357
5. Διαχωρισμός και ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός ιοντικών ουσιών σε διάλυση. Χρωματογραφία ιονεναλλαγής.	358
6. Υγρή χρωματογραφία	358

ΚΟΛΛΟΕΙΔΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Γενικότητες. Είδη κολλοειδών συστημάτων	359
Γενικές μέθοδοι παρασκευής κολλοειδών συστημάτων	359
A. Μέθοδοι διασκόρπισης	360
1. Μηχανική πέψη	360
2. Πέψη με ιόντα	360
3. Πέψη με πλύση	360
B. Μέθοδοι συσσωμάτωσης	360
1. Διπλή αντικατάσταση	360
2. Αναγωγή	361
3. Οξειδωση	361
4. Υδρόλυση	361
5. Αλλαγή διαλυτικού	361
6. Ηλεκτρικό τόξο (Bredig-Svedberg)	361
Κάθαρση των κολλοειδών συστημάτων	361
α) Διαπίδυση	362
β) Ηλεκτροδιαπίδυση	362
γ) Υπερδιήθηση	362
Η κολλοειδής μονάδα. Μυκίλιο. Διάχυτη διπλοστοιβάδα Helmholtz. Λύσφαιρα. Ηλεκτροκινητικό δυναμικό ζ.	362
Κατηγορίες κολλοειδών συστημάτων	364
Ιδιότητες των κολλοειδών συστημάτων	365
A. Φυσικές ιδιότητες	365
α) Λυόφιλα κολλοειδή	365
β) Λυόφοβα κολλοειδή	366
B. Ομαδικές ιδιότητες	366
Λυόφιλα και λυόφοβα κολλοειδή	366
Γ. Οπτικές ιδιότητες των κολλοειδών συστημάτων. Νόμος του Rayleigh. Φαινόμενο Tyndall και ωφέλειες απ' την ύπαρξή του.	366
α) Διάκριση μεταξύ διαλύματος και λυόφοβου, και μεταξύ λυόφοβου και λυόφιλου κολλοειδούς συστήματος	367
β) Αριθμός μυκηλίων ανα ml, διάμετρός τους, φορτίο τους	368
γ) Πιστοποίηση και παρακολούθηση της κροκίδωσης	368
δ) Παρακολούθηση διάχυσης	368
Δ. Κινητικές ιδιότητες. Έμμεση θερμική κίνηση των μυκηλίων: κίνηση Brown.	368
Κατακάθιση ή άνοδος των μυκηλίων	369
Υπερφυγοκέντρωση	369
E. Ηλεκτρικές ιδιότητες	369

Ηλεκτροφόρηση	369
Ηλεκτρόσωση. Διήθηση.	370
Δυναμικό ροής	371
Δυναμικό πτώσης	372
Εύρεση των χαρακτηριστικών μεγεθών των κολλοειδών συστημάτων	372
Καταστροφή των κολλοειδών συστημάτων. Κροκίδωση.	373
Ενεργειακή κατάσταση κολλοειδών συστημάτων και ενεργειακές ανταλλαγές κατά τη δημιουργία τους.	373
Κροκίδωση. Κολλοειδές πήγμα.	374
α) Αυθόρμητη κροκίδωση	374
β) Εκβιασμένη κροκίδωση	376
Ευαισθητοποίηση και προστασία λυόφοβων κολλοειδών. Προστατευτικά κολλοειδή. Αριθμός χρυσού.	376
Γαλακτώματα. Γαλακτωματοποιές ουσίες. Ρήξη των γαλακτωμάτων.	377
Πηκτές. Θιξοτροπία. Συναίρεση.	378
Σημασία των κολλοειδών	379
α) Ο ρόλος τους στη Βιολογία, τη Φυσιολογία και την Ιατρική.	379
β) Ο ρόλος τους στην Οικιακή Οικονομία	380
γ) Ο ρόλος τους στη Γεωργία	380
δ) Ο ρόλος τους στη Βιομηχανία	381
II. ΑΝΔΡΟΜΕΡΗ Ή ΧΟΝΔΡΟΕΤΕΡΟΓΕΝΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	383
ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ	383
ΑΔΡΟΜΕΡΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΓΡΩΝ ΣΕ ΥΓΡΑ	
Τάση ατμών τους και απόσταξη	383
Απόσταξη με υδρατμούς. Μοριακό βάρος κατά Küster	384385
ΑΔΡΟΜΕΡΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΕ ΣΤΕΡΕΑ	
Γενικότητες. Ευτηκτική.	
ΠΛΑΣΜΑ	
Γενικότητες. Ορισμός.	387
Ύπαρξη πλάσματος στη Φύση	387
Τυχαία δημιουργία πλάσματος στο εργαστήριο, τη βιομηχανία και την πράξη.	387
Θελημένη τεχνητή δημιουργία πλάσματος	388
Θερμοδυναμική εξέταση. Μήκος Debye	388
Κινητική εξέταση. Συνάρτηση Margenau και Druyvesteyn	388
Ακτινοβολία, που εκπέμπεται από το πλάσμα	389
Εφαρμογές	389

1. Τυχαίες εφαρμογές του, από τυχαία δημιουργία του	389
2. Στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος	389
3. Παραγωγή μικροκυμάτων	389
4. Προώθηση πυραύλων	390
5. Στη μεταλλουργία	390
6. Εφαρμογές ως ηλεκτρονιακής ακτινοβολίας και ακτινοβολίας ελαφρών και βαρών ιόντων.	390
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	391