ΙΞΩΔΕΣ (ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΤΡΙΒΗ)

1. Γ ε ν ι κ ά .Φαντασθῶμεν ὑγρᾶν στοιβάδα ρέουσαν ἐπί ὀριζοντίας πλακός. Ἄς ὑποθέσωμεν ταύτην διηρημένην εἰς στοιβάδας ἀπειροελαχίστου πάχους διά τομῶν ὀριζοντίων. Ἡ ἀμέσως ἐπί τῆς πλακός κειμένη κατωτάτη στοιβάς προσκολλᾶται ἐπ'αὐτῆς καί ἠρεμεῖ. Αἱ ὑπερκείμεναι στοιβάδες κινοῦνται μέ ταχύτητα ἀνάλογον πρός τό ὕψος των. Τοῦτο σημαίνει ὅτι ἔχομεν μίαν πτῶσιν τῆς ταχύτητος τοῦ κινουμένου ὑγροῦ ἐκ τῆς ἐπιφανείας πρός τήν ὀριζοντίαν πλάκα, ἔστω $\frac{dv}{dx}$. Τό αὐτό συμβαίνει καί μέ τήν ροήν τῶν ὑγρῶν διά σωλήνων μικρᾶς διαμέτρου. Αἱ διάφοροι κυλινδρικαί στοιβάδες τοῦ ὑγροῦ κινοῦνται μέ συνεχῶς μικροτέραν ταχύτητα ἐκ τοῦ ἄξονος πρός τά τοιχώματα τοῦ σωλῆνος.

Ἡ πτῶσις τῆς ταχύτητος $\frac{dv}{dx}$ θά ἐξαρτηθῇ ἀφ' ἑνός μέν ἐκ τῆς κινούσης τό ὑγρόν, δυνάμεως, ἀφ' ἑτέρου δέ ἐκ τῆς φύσεως τούτου.

Δηλαδή $F = \eta \frac{dv}{dx}$ (1) ὅπου F ἡ κινοῦσα δύναμις κατά cm^2 καί η ὁ συντελεστής ἰξώδους τοῦ ὑγροῦ. Ἡ δύναμις F εἰς τήν ὡς ἄνω σχέσιν εἶναι ἡ κατά cm^2 ἀναγκαία δύναμις διά νά διατηρηθῇ σταθερά ἡ πτῶσις τῆς ταχύτητος $\frac{dv}{dx}$ Ἡ δύναμις F δύναται νά θεωρηθῇ ὡς δημιουργουμένη λόγῳ ὑπάρξεως διαφορῶν εἰς τήν ταχύτητα μεταξύ τῶν ἐπαλλήλων στοιβάδων, καί τείνουσα νά ἐπιβραδύνῃ τάς ταχύτερον καί νά ἐπιταχύνῃ τάς βραδύτερον κινουμένας . Εἶναι ἀποτέλεσμα τριβῆς μεταξύ τῶν ἐπαλλήλων στοιβάδων τοῦ ὑγροῦ δηλ. τοῦ ἰξώδους τούτου. Ὡς ἀπόλυτος μονάς ἰξώδους λαμβάνεται τό ἰξῶδες η ὑγροῦ διά τό ὁποῖον ἀπαιτεῖται δύναμις μιᾶς δύνης κατά cm^2 διά τήν διατήρησιν πτώσεως $\frac{dv}{dx}$ ἴσης πρός τήν μονάδα.

Ὁ συντελεστής ἰξώδους ἔχει διαστάσεις $gr.cm^{-1}.sec^{-1}$. Ἡ μονάς τούτου ὀνομάζεται POISE.

Τό ἰξῶδες η διαιρούμενον διά τῆς πυκνότητος τοῦ ὑγροῦ d δίδει τήν ἐνίοτε χρησιμοποιουμένην ἔκφρασιν τοῦ κινηματικοῦ ἰξώδους $\nu = \frac{\eta}{d}$. Μονάς τούτου εἶναι τό STOCK μέ διαστάσεις cm^2sec^{-1} .

Δεδομένου ὅτι τό ἰξῶδες εἶναι φαινόμενον τριβῆς δύναται νά παρασταθῇ ἐξ ἴσου καί διά τῆς κινητικῆς ἐνεργείας τῆς μετατρεπομένης εἰς θερμότητα κατά μονάδα ὄγκου καί χρόνου, διῃρημένης διά τοῦ τετραγώνου τῆς πτώσεως τῆς ταχύτητος δηλ. $\eta = \frac{\varepsilon}{\left(\frac{dv}{dx}\right)^2}$ (2)

ὅπου ε ἡ κινητική ἐνέργεια εἰς ἔργια κατά δευτερόλεπτον καί cm^3, ἡ μετατρεπομένη εἰς θερμότητα. Ἡ σχέσις (2) ἀποτελεῖ συνέπειαν τῆς (1). Τό ἀντίστροφον τοῦ ἰξώδους η ὀνομάζεται ρευστότης φ δηλ. $\varphi = \frac{1}{\eta}$

Π ί ν α ξ 1.

Ἰξώδη καί ρευστότητες ὑγρῶν καί διαλυμάτων

Συστήματα	Θερμ. °C	Ἰξῶδες η	Ρευστότης φ
η-Πεντάνιον	0	0,003	330
Ὕδωρ	0	0,015	55
Γλυκόκολα	0	0,022	45
Βουτανόλη	0	0,052	19
Ὀκτάνιον	0,	0,071	14
Ἐλαιόλαδον	0	1,38	0,72
60 ο/ο διάλυμα καλαμοσακχάρου	0	2,4	0,42
Γλυκερόλη	20	8,3	0,12
Καστορέλαιον	10	25	0,04
15 ο/ο ὀξ.κυτταρίνη εἰς ἀκετόνην	40	85	0,012

Ἡ ἀπόλυτος τιμή τοῦ ἰξώδους δύναται νά ὑπολογισθῇ ἐκ τῆς σχέσεως τοῦ POISEUILLE : $V = \frac{\pi P r^4 t}{8\eta l}$ (3)

Κατά τήν σχέσιν ταύτην ὁ ὄγκος V ὑγροῦ εκρέοντος ἐκ τριχοειδοῦς σωλῆνος εἰς cm^3 ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς κατευθυνούσης τοῦτο πιέσεως P εἰς δύνας κατά cm^2, τῆς ἀκτῖνος τοῦ τριχοειδοῦς r εἰς cm, τοῦ χρόνου t εἰς sec, τοῦ μήκους τοῦ τριχοειδοῦς l εἰς cm καί τοῦ ἰξώδους η εἰς POISE (π=3,14). Ἐκ ταύτης προκύπτει ὅτι $\eta = \frac{\pi P r^4 t}{8Vl}$ (4), Προϋπόθεσις διά τήν ἰσχύν τοῦ νόμου τοῦ POISEUILLE εἶναι ὅτι τό ὑγρόν ἐξέρχεται τοῦ σωλῆνος μέ μηδενικήν ταχύτητα. Ἐν ἐναντίᾳ περιπτώσει πρέπει νά εἰσαχθῇ εἰς τήν ὡς ἄνω σχέσιν (4) διορθωτικόν μέλος ἀναγόμενον εἰς τήν κινητικήν ἐνέργειαν τούτου. Ἡ πλήρης σχέσις ἔχει:

$$\eta_1 = \frac{\pi P r^4 t}{8Vl} - \frac{1{,}10\ Vd}{8\pi t l} = \eta - \frac{1{,}10\ Vd}{8\pi t l}$$ (d =πυκνότης ὑγροῦ) (5).

Εἰς πρακτικάς ἐφαρμογάς παραλείπεται τό διορθωτικόν μέλος ὡς ἀμελητέον , ἐφ' ὅσον ἡ πίεσις ληφθῇ ἀρκετά μικρά, οἱ δέ σωλῆνες μεγάλου μήκους καί στενοί . Ἐν τούτοις ὑπερβολικά στενοί σωλῆνες δύνανται νά ὁδηγήσουν εἰς σφάλματα λόγῳ τῶν αἰωρουμένων εἰς τό ὑγρόν σωματιδίων. Διά τόν αὐτόν λόγον χρησιμοποιοῦνται τριχοειδῆ τοποθετημένα κατακορύφως. Συνήθως τά ὑγρά, πρός προσδιορισμόν τοῦ ἰξώδους, ἀφίενται νά ἐκρεύσουν ὑπό τήν ἐπίδρασιν τοῦ ἰδίου αὐτῶν βάρους. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ἡ πίεσις P ἀντικαθίσταται διά τοῦ γινομένου gdh (h ἡ μέση διαφορά στάθμης). Τό ἐκ τῆς κινητικῆς ἐνεργείας λάθος διά τήν περίπτωσιν προσδιορισμοῦ ἰξώδους ὕδατος διά κατακορύφου τριχοειδοῦς διαμέτρου 0,5 mm. καί μήκους 10 cm, μέ μέσην διαφοράν στάθμης 10 cm. ἀνέρχεται εἰς 0,6 o/o , ἐνῶ διά τόν αἰθέρα ὑπό τάς αὐτάς συνθήκας μετρήσεως εἰς 7 o/o. Τοῦτο ἑρμηνεύεται ἐκ τῆς σχέσεως (5).

2,- <u>Σχετικόν Ἰξῶδες- Ἰξωδόμετρον OSTWALD.</u>

Συνήθως τό ἰξῶδες ὑπολογίζεται συγκριτικῶς ὡς πρός τό ἰξῶδες ὑποδειγματικοῦ ὑγροῦ. Ὡς τελευταῖον λαμβάνεται τό ὕδωρ εἰς θερμοκρασίαν 0^o C ἤ τήν θερμοκρασίαν πειραματισμοῦ.

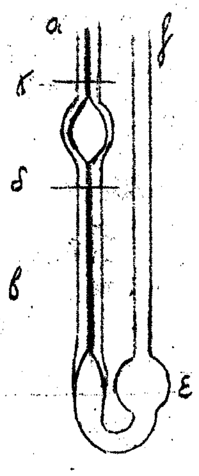
Ἐάν εἰς τήν σχέσιν (4) ἀντικαταστήσωμεν τόP διά τοῦ hgd καί πειραματισθῶμεν διά δύο ὑγρά ὑπό τάς αὐτάς συνθήκας δηλαδή διά τοῦ αὐτοῦ τριχοειδοῦς ἀφήσωμεν νά ἐκρεύσῃ ὁ αὐτός ὄγκος διά τά δύο ὑγρά, θά ἔχωμεν ὅτι $\frac{\eta}{\eta_o} = \frac{dt}{d_o t_o}$ (6)

Ἑπομένως ἡ μέτρησις τοῦ σχετικοῦ ἰξώδους ὑγροῦ $\frac{\eta}{\eta_o}$ ἀνάγεται εἰς τήν μέτρησιν τῶν χρόνων ἐκροῆς τοῦ πρός μέτρησιν ὑγροῦ καί τοῦ ὑποδειγματικοῦ διά δεδομένον τριχοειδές. Ἐάν φυσικά εἶναι γνωστόν τό ἰξῶδες η_o τοῦ ὑποδειγματικοῦ ὑγροῦ ὑπολογίζεται καί ἡ ἀπόλυτος τιμή τοῦ ἰξώδους.

Ἐκ τῶν πλέον ἐν χρήσει συσκευῶν μετρήσεως σχετικοῦ ἰξώδους εἶναι τό ἰξωδόμετρον τοῦ OSTWALD. Τοῦτο παρίσταται εἰς τό σχῆμα 1.

Πρό τῆς χρήσεώς του καθαρίζεται ἐπιμελῶς. Πρός τοῦτο πληροῦται διά θερμοῦ χρωμοθειϊκοῦ ὀξέος καί ἀφίεται ἐπ' ἀρκετόν. Ἐν συνεχείᾳ ἐκπλύνεται δι' ἀπεσταγμένου ὕδατος καί ξηραίνεται εἰς πυριατήριον καί διά ρεύματος ἀέρος διηθουμένου διά ὑαλοβάμβακος. Τό ἰξωδόμετρον ἐξαρτᾶται κατακορύφως καί εἰσάγονται διά σιφωνίου 5 cm^3 ὕδατος (προσφάτως βρασθέντος) διά τοῦ στομίου ζ. Ὁ ὄγκος τοῦ ὕδατος πρέπει νά εἶναι τόσος ὥστε νά πληροῦται ὑπέρ τό ἥμισυ ἡ διόγκωσις ε. Ἐν συνεχείᾳ εἰσάγεται εἰς θερμοστάτην σταθερᾶς θερμοκρασίας $\pm$ 1° C.

Μετά 15' ἀναρροφᾶται τό ὕδωρ διά τοῦ στομίου α ὑπέρ τήν χαραγήν γ καί ἀφίεται νά κατέλθῃ ἐλευθέρως,. Μετρᾶται διά χρονομέτρου ὁ παρερχόμενος χρόνος διά τήν δίοδον τῆς στάθμης τούτου μεταξύ τῶν χαραγῶν γ καί δ. Τοῦτο ἐπαναλαμβάνεται καί λαμβάνεται ὁ μέσος ὅρος τῶν τιμῶν. Ἀφαιρεῖται τό ὕδωρ, ξηραίνεται ἡ συσκευή καί εἰσάγονται 5cm^3 τοῦ ὑπό μέτρησιν ὑγροῦ, Προσδιορίζεται κατά τόν αὐτόν τρόπον ὁ χρόνος καί ἐφαρμόζεται ἡ σχέσις (δ).



Σχ.1

Κατ' ἀρχήν αἱ συσκευαί πρέπει νά ἔχωσι τοιαύτας διαστάσεις καί πρέπει νά ἐκλέγεται τοιοῦτον ὑγρόν συγκρίσεως ὥστε οἱ χρόνοι t καί t_o νά κυμαίνωνται μεταξύ 100'' καί 200''.

Μετρᾶται τό ἰξῶδες εἰς διαφόρους θερμοκρασίας. Τά ἀποτελέσματα παρίστανται διαγραμματικῶς ἐπί χιλιοστομετρικοῦ χάρτου καί ὑπολογίζεται ὁ θερμικός συντελεστής τοῦ ἰξώδους $\frac{d\eta}{dt}$ διά δεδομένην περιοχήν θερμοκρασίας. Λαμβάνεται τό διάγραμμα log η, $\frac{1}{T}$. Τοῦτο εἶναι εὐθύγραμμον, ἐφ' ὅσον δέν ὑπάρχει σύζευξις.

Ἡ μέθοδος προσδιορισμοῦ ἰξώδους διά τοῦ ἰξωδομέτρου (μέθοδος ἐκροῆς) ἐνδείκνυται δι' ὑγρά γενικῶς μικροῦ ἰξῶδους.

3. <u>Προσδιορισμός ἰξώδους κατά τόν τύπον τοῦ STOCK</u>.

Δι' ὑγρά μεγάλου ἰξώδους (καστορέλαιον κλπ.) ἐνδείκνυται ὁ προσδιορισμός τοῦ ἰξώδους τῇ βοηθείᾳ τοῦ Νόμου τοῦ STOCK. Κατά τοῦτον ἐάν στερεόν σῶμα, ἔστω σφαῖρα ἀκτῖνος r , κινηθῇ διά μέσου ὑγροῦ ἀπείρως ἐκτεταμένου μέ σταθεράν ταχύτητα v , ἡ λόγῳ τοῦ ἰξώδους η τοῦ ὑγροῦ ἐπί τῆς σφαίρας ἀσκουμένη ἀντίστασις F δίδεται ὑπό τῆς σχέσεως : $F=6\pi r\eta v$. Ἐάν ἡ σφαῖρα πίπτει ἐντός ἰξώδους μέσου ὑπό τήν ἐπίδρασιν τῆς βαρύτητος , ἡ κατ' ἀρχάς ἐπιταχυνομένη κίνησίς της ἐξ αἰτίας τῆς ἀντιδρώσης δυνάμεως F, μεταπίπτει εἰς ὁμαλήν ταχύτητα τιμῆς V_o καί δή τότε ὅταν ἡ ἐκ τῆς βαρύτητος δύναμις $F' \frac{4}{3} \pi r^3 (d_\sigma - d_\upsilon) g$ ἐξισωθῇ μέ τήν F δηλ. ὅταν $F=F'$. Ἐκ τῆς ἰσότητος ταύτης προκύπτει ὅτι $\eta = \frac{2}{9} g (d_\sigma - d_\upsilon) \frac{r^2}{v_o}$ (7). Ἡ σχέσις (7) ἰσχύει ὑπό ὡρισμένας προϋποθέσεις.

1. - Ἡ ἔκτασις τοῦ ὑγροῦ πρός ὅλας τάς κατευθύνσεις νά εἶναι πρακτικῶς ἀπεριόριστος.

2.- Νά μή λαμβάνῃ χώραν ὀλίσθησις μεταξύ ὑγροῦ καί σφαίρας. Δηλ. αὕτη νά διαβρέχεται καλῶς.

3.- Τό γινόμενον $v_o r . d_\upsilon$ νά εἶναι μικρόν ἔναντι τοῦ η.

Ἐκ τῶν ὡς ἄνω περιορισμῶν προκύπτει ὅτι ἡ διάμετρος τῆς σφαίρας πρέπει νά εἶναι πολύ μικρά ἐν σχέσει πρός τήν διάμετρον τοῦ κυλινδρικοῦ δοχείου τοῦ περιέχοντος τό ὑγρόν εἰς ὅ θά ἀφεθῇ νά πέσῃ. Προσέτι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ τοῦ ὁποίου μετρᾶται τό ἰξῶδες πρέπει νά εἶναι ἀρκετά μικρά. Ἐπίσης καί ἡ πυκνότης d_σ τοῦ ὑλικοῦ ἐξ οὗ ἡ σφαῖρα ὀφείλει νά εἶναι κατά τό δυνατόν μικρά καί ἑπομένως καί ἡ διαφορά $d_\sigma - d_\upsilon$ ἄρα καί ἡ v_o .

Πρός προσδιορισμόν τοποθετεῖται τό ὑγρόν ἐντός μακροῦ κυλινδρικοῦ δοχείου μέ ὑποδιαιρέσεις. Τό δοχεῖον τοποθετεῖται ἐντός θερμοστάστου καί μετά τήν ἀποκατάστασιν ὁμοιομόρφου θερμοκρασίας ἀφίεται νά πέσῃ μικρά σφαῖρα (π.χ.0,15 cm διαμέτρου) ἐκ χάλυβος ἤ ἐκ θείου ἀναλόγως καί μετρᾶται ὁ χρόνος ὁ παρερχόμενος μεταξύ ἰσαπεχουσῶν ὑποδιαιρέσεων καί πιστοποιεῖται οὕτω ἡ ὑποδιαίρεσις ἐκεῖθεν τῆς ὁποίας ἡ ταχύτης κατέστη ὁμαλή. Μετρᾶται ἐν συνεχείᾳ ὁ ἀπαιτούμενος χρόνος διά πτῶσιν τῆς σφαίρας εἰς ὡρισμένον βάθος ἀπό τῆς ὡς ἄνω ὑποδιαιρέσεως. Τοῦτο ἐπαναλαμβάνεται καί δι᾽ ἑτέρων σφαιρῶν καί καταδεικνύεται ἡ ἰσχύς τοῦ νόμου τοῦ STOCK, δεδομένου ὅτι κατά τοῦτον ὁ λόγος $\frac{r^2}{v_0}$ ὀφείλει νά εἶναι σταθερός ἀνεξαρτήτως τῆς διαμέτρου τῆς σφαίρας. Ἐκ τοῦ χρόνου καί τῆς διανυθείσης ἀποστάσεως ὑπολογίζεται ἡ ταχύτης καί ἐφαρμόζεται ἡ σχέσις (7).

4. Συμπεράσματα.

1. Προσπάθειαι κατεβλήθησαν πρός συσχέτισιν τοῦ ἰξῶδους ὑγροῦ πρός τήν δομήν τῶν μορίων ἐξ ὧν ἀποτελεῖται τοῦτο. Αὗται ἔτεινον πρός ἀνεύρεσιν προσθετικῶν ἰδιοτήτων ἀναλόγων τῆς μοριακῆς διαθλάσεως καί πολώσεως. Ἀνευρέθησαν πράγματι ὡρισμέναι κανονικότητες μεταξύ ὁμολόγων σειρῶν ἰδίᾳ ὡς πρός τήν ρευστότητα, πλήν ὅμως αὗται στεροῦνται σταθερότητος. Ἰδιαιτέρως ἱκανοποιητικά εἶναι τά ἀποτελέσματα συγκρίσεως διαφόρων μελῶν τῆς αὐτῆς ὁμολόγου σειρᾶς ὑπό σταθεράν ρευστότητα. Ἐν τούτοις τό ὅλον πρόβλημα μεταξύ δομῆς καί ἰξῶδους εἶναι μᾶλλον πολύπλοκον, καθ᾽ ὅσον τό τελευταῖον ἐξαρτᾶται ἐκτός ἀπό τό μέγεθος καί τό σχῆμα τῶν μορίων καί ἀπό τάς ἀμοιβαίας ἀλληλεπιδράσεις τούτων διά δυνάμεων VAN DER VAALS κλπ.

Ἐξάρτησις μεταξύ μέσου μοριακοῦ βάρους $\overline{M}$, ἰξῶδους καί θερμοκρασίας διά γραμμικούς πολυεστέρας δίδεται ἀπό τήν σχέσιν :

$$\log \eta \doteq A + B\overline{M}^{\frac{1}{2}} - \frac{c}{T} \quad (8)$$

ὅπου A, B, c χαρακτηριστικαί σταθεραί δι᾽ ἑκάστην ὁμόλογον σειράν.

2. Διά μίγματα δύο οὐσιῶν καί ἐφ᾽ ὅσον συμπεριφέρονται ἰδανικῶς ἰσχύει ἡ σχέσις :

$\log\varphi = \gamma_A \log \varphi_A + \gamma_B \log \varphi_B$ (9). ὅπου φ, φ_A καί φ_B αἱ ρευστότητες τοῦ μίγματος καί τῶν συστατικῶν Α καί Β, γ_A καί γ_B τά γραμμομοριακά κλάσματα τούτων. Διά μίγματα παρουσιάζοντα ἀρνητικάς ἀποκλίσεις ἀπό τόν νόμον τοῦ ROULT αἱ μετρηθεῖσαι ρευστότητες εἶναι μικρότεραι τῶν ὑπολογιζομένων βάσει τῆς ἀνωτέρω σχέσεως. Τό ἀντίθετον ἰσχύει διά μίγματα θετικῶν ἀποκλίσεων.

3. Χαρακτηριστικαί σχέσεις ὑφίστανται μεταξύ ἰξώδους διαλυμάτων μακρομοριακῶν ἐνώσεων εἰς οὐδετέρους διαλύτας, π.χ. βενζόλιον ἤ τετραχλωράνθρακα, καί μέσου μοριακοῦ βάρους τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας.

Ἐάν χαρακτηρίσωμεν ὡς εἰδικόν ἰξῶδες διαλύματος η_ε τόν λόγον $\frac{\eta_c-\eta_o}{\eta_o}$ ὅπου η_c τό ἰξῶδες τοῦ διαλύματος συγκεντρώσεως c (γραμμάρια εἰς 100 cm^3) καί η_o τό ἰξῶδες τοῦ διαλύτου, ἰσχύει ἡ σχέσις $\eta_\varepsilon = Ac + Bc^2$ (10). Ἐάν λάβωμεν ὡς ἄξονας τά $\frac{\eta_\varepsilon}{c}$ καί c προκύπτει κατά τήν ἐξίσωσιν (10) εὐθεῖα γραμμή μέ μικράν σχετικῶς κλίσιν. Προεκβολή ταύτης πρός μηδενικήν τιμήν συγκεντρώσεως δίδει τό λεγόμενον πραγματικόν ἰξῶδες $[\eta]$.

Κατά τόν STAUDINGER τό μοριακόν βάρος ὑψιπολυμερῶν οὐσιῶν εἶναι ἀνάλογον τοῦ εἰδικοῦ ἰξώδους ἀραιοῦ διαλύματός του κατά τήν σχέσιν $\frac{\eta_\varepsilon}{c} = \overline{KM}$ (11) ἤ δι' ἀπείρως ἀραιά διαλύματα $[\eta] = \overline{KM}$. Τῶν ἀνωτέρω σχέσεων γίνεται εὐρεῖα χρῆσις πρός ἐξακρίβωσιν τῆς τάξεως μεγέθους τοῦ Μοριακοῦ βάρους τοιούτων ἐνώσεων.

Διά μοριακά βάρη μέχρι 6000-8000 προτείνεται ἡ σχέσις $[\eta] = KM + K_o$. Διά μοριακά βάρη ὑπέρ τάς 10000 ἡ σχέσις $[\eta] = KM^a$. Αἱ σταθεραί Κ καί a προσδιορίζονται διά μίαν ὁμόλογον σειράν καί δεδομένον διαλύτην τῇ βοηθείᾳ δύο διαλυμάτων εἰς τά ὁποῖα τά μοριακά βάρη εἶναι γνωστά ἐξ ἄλλων μεθόδων (π.χ. ὠσμωτικῆς πιέσεως).

Τέλος διά διαλύματα ἠλεκτρολυτῶν ἰσχύει ἡ σχέσις τοῦ WALDEN καθ' ἥν τό γινόμενον τῆς μοριακῆς ἀγωγιμότητος εἰς ἄπειρον ἀραίωσιν ἐπί τό ἰξῶδες τοῦ διαλύτου δηλ. $\Lambda_o \cdot \eta_o$ διά τό αὐτό ἅλας εἶναι σταθερόν, ἀνεξάρτητον ἀπό τήν θερμοκρασίαν καί τό διαλυτικόν μέσον.