

Βιομηχανικαί εφαρμογαί τῶν ραδιοϊσοτόπων *

ὑπό ΤΡΥΦ. ΚΑΡΑΝΤΑΣΗ

Αἱ εφαρμογαί τῶν πυρηνικῶν ἀντιδράσεων, ταξινοοῦνται γενικῶς εἰς τρεῖς κατηγορίας.

Ἡ πρώτη ἐξ αὐτῶν περιλαμβάνει εφαρμογὰς, βασιζομένας ἐπὶ τῆς χρησιμοποίησεως, λίαν ἰσχυρῶν ἀκτινοβολιῶν χορηγουμένων ὑπὸ πυρηνικῶν ἀντιδράσεων, ἢ ὑπὸ ἰσχυρῶς ραδιενεργῶν προϊόντων σχάσεως.

Αἱ ἀκτινοβολαί αὗται, ἔχουν τὴν ἰκανότητα νὰ μεταβάλλουν τὰς φυσικοχημικὰς ιδιότητας τῶν ἀκτινοβολουμένων σωμάτων.

Εἰς τὴν πρώτην αὐτὴν κατηγορίαν ὑπάγεται ἡ παρασκευὴ ραδιοϊσοτόπων ὡς καὶ ἡ δυνατότης παραγωγῆς ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν ὑπὸ τῶν ἀντιδραστήρων καὶ μάλιστα εἰς ὄγκους δυναμένους νὰ χρησιμοποιηθοῦν βιομηχανικῶς.

Τὸ γεγονός τοῦτο θὰ ὀδηγήσῃ ἀσφαλῶς, εἰς τὸ προσεχές μέλλον εἰς τὴν ἀντικατάστασιν κλασσικῶν βιομηχανικῶν ἀντιδράσεων.

Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ἐπὶ παραδείγματι, τὸ N_2 καὶ CH_4 ἐνοῦνται σχηματιζομένου HCN , τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὴν βάσιν πλείστων ὄσων βιομηχανικῶν συνθέσεων, ἰδίᾳ εἰς τὸν τομέα τῶν πλαστικῶν ὑλῶν.

Οὕτω μὲ λίαν ὑψηλὰς θερμοκρασίας θὰ καταστήθῃ δυνατὴ ἀφ' ἐνὸς ἡ πραγματοποιήσις νέων βιομηχανικῶν ἀντιδράσεων, ἀφ' ἑτέρου δέ, εἰς πλείστας περιπτώσεις, θὰ αὐξηθῇ κατὰ πολὺ ἡ ἀπόδοσις βιομηχανικῶν παρασκευῶν ἐκ τῶν χρησιμοποιουμένων καὶ σήμερον.

Αἱ ἰσχυραὶ ἀκτινοβολαί, ἐκτὸς τῆς παρασκευῆς ραδιοϊσοτόπων χρησιμοποιοῦνται καὶ θὰ χρησιμοποιηθοῦν πολὺ περισσότερο διὰ τὴν μεταβολὴν τῶν φυσικοχημικῶν ιδιοτήτων διαφόρων σωμάτων.

Ἐπὶ τῆς ἀκτινοβολίας εἰς τὴν ἀκτινοβολοῦμενα σώματα ἰδιότητας δυναμένης νὰ τύχουν ἀξιολόγων εφαρμογῶν, ὅπως π. χ. εἶναι ἡ ἀποστείρωσις τροφίμων καὶ φαρμακευτικῶν προϊόντων, ἐντὸς τῶν περιεχόντων αὐτὰ δοχείων, ἀνευ ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας.

Εἰς τὴν δευτέραν κατηγορίαν, ὑπάγεται σειρά χρησιμοποίησεων τῶν ἀκτινοβολιῶν, ὅπως ἡ μέτρησις τοῦ πάχους μεταλλικῶν φύλλων ἢ φύλλων ἐξ οἴουδῆποτε ἄλλου ὑλικοῦ.

Εἰς τὴν αὐτὴν κατηγορίαν ὑπάγεται καὶ ἡ μέθοδος μετρήσεως τῆς ταχύτητος διαχύσεως νετρονίων, ἡ ὁποία ἐπιτρέπει τὸν ποσοτικὸν προσδιορισμὸν τῆς παρουσίας σωματίων, μὲ μᾶζαν ἀνάλογον τοῦ νετρονίου καὶ εἰδικῶς τοῦ ὕδρογόνου.

Ἡ μέθοδος δὲ αὕτη ἐπιτρέπει τὴν ἀπ' εὐθείας μέτρησιν τοῦ βαθμοῦ ὑγρασίας, παρέχουσα οὕτω ση-

μαντικὰς ὑπηρεσίας εἰς τὴν γεωργίαν, εἰς τὴν κατασκευὴν ἀεροδρομιῶν καὶ ἀλλαχοῦ.

Ἐπὶ τῆς ἰδίας ἀρχῆς στηρίζεται καὶ ἀναλυτικὴ μέθοδος, χρησιμοποιουμένη πρὸς προσδιορισμὸν τῶν προϊόντων πυρολύσεως, καὶ βασιζομένη ἐπὶ τοῦ γεγονότος ὅτι οἱ κεκορεσμένοι ὕδρογονάνθρακες κέκτληται μεγαλύτερον ἀριθμὸν ἀτόμων ὕδρογόνου, ἀνὰ μονάδα ὄγκου, ἀπὸ τοὺς ἀκορέστους.

Εἰς τὴν τρίτην κατηγορίαν ὑπάγεται ἡ χρησιμοποίησις τῶν ραδιοϊσοτόπων εἰς τοὺς πάσης φύσεως τομεῖς τῆς ἐπιστήμης καὶ τῆς τεχνικῆς.

Ὡς γνωστὸν, τὰ ραδιοϊσότοπα χαρακτηρίζονται ὑπὸ εἰδικῶν ιδιοτήτων, αἱ ὁποῖαι ἐπιτρέπουν τὴν διάκρισιν τῶν ἀπὸ τὴν ἀνεργὸν ὕλην, ὀφείλονται δὲ εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τὴν ὁποῖαν ἐκπέμπουν.

Ἡ ἀκτινοβολία αὕτη δύναται νὰ ἀνιχνευθῇ εὐκολώτατα. Σήμερον διαθέτομεν τεχνικὰ μέσα, ἐπιτρέποντα τὴν καταγραφὴν τῆς διασπάσεως ἐνὸς μόνοι πυρηνίου.

Αἱ ἀκτινοβολαί αὗται, εἶναι χαρακτηριστικὰ τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων, ἀνεξάρτητοι τῆς φύσεως τοῦ μορίου, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου εὐρίσκεται τὸ ραδιενεργὸν ἄτομον.

Ἡ μικρότερα ποσότης ραδιενεργοῦ στοιχείου, ἡ δυναμένη νὰ ὑπολογισθῇ ποσοτικῶς, ἐξαρτᾶται καὶ ἀπὸ αὐτὸ τοῦτο τὸ στοιχεῖον καὶ ἀπὸ τὰς πειραματικὰς συνθήκας μετρήσεως.

Οὕτω διὰ στοιχεῖα μαζικοῦ ἀριθμοῦ περίξ τοῦ 50, καὶ χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ μερικῶν ὥρῶν, ἡ ὑπολογιζομένη ποσότης εἶναι τάξεως 10^{-12} γραμμάρια (δηλαδὴ ἐν τρισεκατομμυριοστὸν τοῦ γραμμαρίου), ἐνῶ εἶναι δυνατὴ ἡ ἀνίχνευσις ποσοτήτων, ἑκατοντάδων ἢ χιλιάδων φορῶν μικρότερων τῶν 10^{-12} γραμμαρίων.

Τὰ ποσὰ ταῦτα ἰδίως ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῶν, εἶναι ἑκατομμύρια φορᾶς μικρότερα, ἀπὸ τὰ σήμερον ὑπολογιζόμενα, μὲ τὰς πλέον ἀκριβεῖς μεθόδους ἀναλύσεως.

Ἡ ἀκρίβεια τῆς ἀνιχνεύσεως καὶ τοῦ προσδιορισμοῦ τῶν στοιχείων ἐν συνδυασμῶ μὲ τὴν δυνατότητα τῆς ἐξ ἀποστάσεως ἀνιχνεύσεως αὐτῶν, ἐπιτρέπει τὴν παρακολούθησιν χημικῶν μεταβολῶν ὡς καὶ τὸν προσδιορισμὸν διαφόρων στοιχείων κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν μεταβολῶν αὐτῶν, χωρὶς νὰ παρίσταται ἀνάγκη καταστροφῆς τοῦ ὅλου ἢ μέρους τοῦ μεταβαλλομένου συστήματος.

Τὸ γεγονός τοῦτο παρέχει ἀφαντάστους δυνατότητας εἰς τὴν Χημείαν καὶ Βιολογίαν, αἱ ὁποῖαι δυναστότητες δὲν ὑπῆρχον ἄλλοτε.

Καὶ μόνον ἀπὸ τῆς πλευρᾶς αὐτῆς, ἡ εφαρμογὴ τῶν ραδιοϊσοτόπων ἀποτελεῖ ἀνακάλυψιν σημαντικώτεραν τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ μικροσκοπίου (πρὸ 300 ἐτῶν), τὸ ὁποῖον ἤνοιξεν, τότε, νέους ὀρίζοντας εἰς τὴν ἐπιστημονικὴν ἔρευναν.

* Διᾶλεξις γενομένη ὑπὸ τοῦ κ. Τ. Καραντάση εἰς τὸ μέγαλον ἀμφιθέατρον τοῦ Χημείου τὴν 12ην Μαρτίου 1958, ὀργανωθεῖσα ὑπὸ τοῦ Δ.Σ. τῆς Ε.Ε.Χ. καὶ τῆς Σ.Ε. τῶν Χ.Χ.

Σύγκρισις μεταξύ τῶν δύο τούτων ἐπιτρέπει νὰ ἀντιληφθῶμεν τὴν μεγάλην διαφορὰν.

Τότε ὁ Χημικός ἢ ὁ Βιολόγος, ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν, ἐθυσίαζε μέρος ἢ τὸ ὅλον τοῦ ζῶντος ὄργανισμοῦ, ζωικοῦ ἢ φυτικοῦ καὶ δι' ἐξετάσεως τοῦ παρασκευάσματος, ἀπέκτα μίαν εἰκόνα τῶν λαμβανόντων χώραν πρὸ τῆς παρατηρήσεως.

Τοιοῦτοτρόπως εἶχε σειρὰν ἀπὸ εἰκόνας τῆς πορείας τοῦ φαινομένου.

Σήμερον μὲ τὰ νέα μέσα πού διαθέτομεν, δὲν παρίσταται ἀνάγκη νὰ σταματήσωμεν τὸ φαινόμενον, διὰ νὰ ἐξακριβώσωμεν τί λαμβάνει χώραν εἰς δεδομένην στιγμήν.

Δυνάμεθα νὰ ἔχωμεν συνεχῆ κινηματογραφικὴν εἰκόνα τῆς μεταβολῆς καὶ οὐχὶ σειρὰν εἰκόνων, ἀντιστοιχοῦσάν εἰς διαφόρους καταστάσεις.

Τοῦτο ἀποτελεῖ τὸ βασικὸν πλεονέκτημα τῆς νέας μεθόδου.

Χάρις εἰς τὰ ἀνωτέρω ἀναφερθέντα πλεονεκτήματα, ἡ χρησιμοποίησις τῶν ραδιοϊσοτόπων, ἐπιτρέπει γενικῶς τὴν μελέτην τῶν φαινομένων, ἢ ὅποια ἦτο ἀδύνατος, βάσει τῶν κλασσικῶν μεθόδων Χημείας καὶ Φυσικῆς.

Ταυτοχρόνως ἡ μέθοδος αὕτη, ὠδήγησεν εἰς τὴν ἀνακάλυψιν νέων φαινομένων καὶ μηχανισμῶν ἀντιδράσεων, οἱ ὅποιοι δὲν ἦτο δυνατόν νὰ προβλεφθοῦν.

Σήμερον εἶναι δυνατόν νὰ προβλέψωμεν μετὰ βεβαιότητος ὅτι ἡ ἐφαρμογὴ τῶν ραδιοϊσοτόπων, θὰ βελτιώσῃ κατὰ πολὺ βασικὰ προϊόντα τοῦ σημερινοῦ μας πολιτισμοῦ ὡς π.χ. τρόφιμα, καύσιμα, ὑφάσματα, μέσα κινήσεως κλπ.

Αἱ μέχρι σήμερον πρόοδοι ἐπιτρέπουν προοπτικὰς μεγαλύτερας σημασίας.

Διὰ τῆς χρησιμοποιήσεως τῶν ραδιοϊσοτόπων προωθήθη κατὰ πολὺ ἡ μελέτη τοῦ μηχανισμοῦ τῆς φωτοσυνθέσεως, ἢ ὅποια ὡς γνωστὸν λαμβάνει χώραν εἰς τὰ φυτὰ (ἀπὸ CO_2 , H_2O καὶ ἡλιακὴν ἐνέργειαν).

Αἱ ἐπιτευχθεῖσαι πρόοδοι ἐπιτρέπουν τὴν πρόβλεψιν ὅτι πιθανῶς νὰ καταστῇ δυνατὴ ἡ μέχρις ὠρισμένου βαθμοῦ ἀντικατάστασις τῆς Γεωργίας ὑπὸ τῆς Βιομηχανίας, γεγονός τὸ ὅποιον θὰ ἔχη τεραστίαν κοινωνικὰς καὶ οἰκονομικὰς συνεπείας.

Κατὰ τὴν ὁμίλιαν μας θὰ ἀσχοληθῶμεν εἰδικῶς μὲ μερικὰς νεωτέρας ἐφαρμογὰς τῶν ραδιοϊσοτόπων, εἰς τὴν Βιομηχανίαν καὶ τὴν τεχνικὴν.

Τὰ εἰς τὴν Βιομηχανίαν προκύπτοντα βασικὰ πλεονεκτήματα ἐκ τῆς ἐφαρμογῆς τῶν ραδιοϊσοτόπων, εἶναι τὰ ἀκόλουθα :

- I. Ἐξοικονόμησις χρόνου καὶ ἐργατικῶν χειρῶν.
 - II. Περιορισμὸς ἐξόδων τόσοσιν τοῦ πειραματισμοῦ ὅσον καὶ τῆς παραγωγῆς.
 - III. Βελτίωσις τῆς ποιότητος τῶν προϊόντων.
 - IV. Περιορισμὸς τῶν ἀπωλειῶν κατὰ τὴν Βιομηχανικὴν παραγωγὴν εἰς μεγάλην κλίμακα, καὶ
 - V. Ἀσφαλὴς ἔλεγχος τῶν ὑγιεινῶν συνθηκῶν τοῦ ἐργαζομένου προσωπικοῦ.
- Δὲν εἶναι φυσικὰ δυνατόν νὰ ὑπολογισθῇ ἐπακριβῶς ἡ ἐπιτυγχανομένη οἰκονομία, ἀλλὰ μόνον κατὰ τρόπον γενικόν.

Πάντως ἡ οἰκονομία αὕτη εἶναι λίαν σημαντικὴ.

Ἄναφερομεν χαρακτηριστικὸν παράδειγμα ἐφαρμογῆς τῶν ραδιοϊσοτόπων εἰς τὴν Βιομηχανικὴν ἔρευναν. Εἶναι γνωστὸν εἰς τοὺς εἰδικούς ὅτι ἡ μελέτη βελτιώσεως τῶν χρησιμοποιουμένων εἰς τὰς μηχανὰς λιπαντικῶν πάσης φύσεως, ἔχει μεγάλην σημασίαν, καθόσον τὸ πρόβλημα τοῦτο εἶναι συνυφασμένον μὲ τὴν ἀντιμετώπισιν τῆς διαβρώσεως καὶ τῆς φθορᾶς, συνεπεία τριβῆς τῶν μηχανικῶν ἐξαρτημάτων.

Ὁμὰς Ἀμερικανῶν ἐρευνητῶν τοῦ προβλήματος τούτου, χρησιμοποιοῦσα ραδιοϊσότοπα, κατέληξε μετὰ τέσσαρα ἔτη καὶ κατόπιν δαπάνης 30 000 δολλαρίων, εἰς ἀποτελέσματα, ἀφορῶντα τὴν φύσιν τῶν ἀπαιτουμένων λιπαντικῶν.

Ἐπελογίσθη ὅτι, ἐὰν ἡ ἴδια ἐργασία, καταλήγουσα τελικῶς εἰς τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα, ἐξετελεῖτο ὑπὸ τῆς αὐτῆς ὁμάδος ἐρευνητῶν ἀνευ τῆς χρησιμοποίησεως ραδιοϊσοτόπων, θὰ ἐχρειάζετο περὶ τὰ 60 ἔτη καὶ δαπάνην 1 ἑκατομμύριον δολλαρίων περίπου.

Εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν, δὲν ἔχει σημασίαν ἡ διαφορὰ τοῦ ὕψους τῶν δαπανῶν, ὅσον τὸ γεγονός, ὅτι εἶναι δυνατόν νὰ ἔχωμεν κατὰ 56 ἔτη ἐνωρίτερον, λιπαντικὰ καλυτέρας ποιότητος, περιορίζοντα κατὰ πολὺ τὰ φαινόμενα διαβρώσεως, τὰ προκαλοῦντα ζημίαν ἀνερχομένην εἰς δισεκατομμύρια δολλαρίων εἰς διεθνή κλίμακα.

Εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις τὰ πλεονεκτήματα ἐκ τῆς ἐφαρμογῆς τῶν ραδιοϊσοτόπων εἶναι τόσοσιν σημαντικὰ, ὥστε ἐντὸς ὀλίγου χρονικοῦ διαστήματος, κλείσται μεγάλα βιομηχανία, ἀντικατέστησαν τὰς κλασσικὰς μεθόδους ἐρευνῆς, διὰ νέων βασιζομένων ἐπὶ τῶν ραδιοϊσοτόπων.

Μέχρι τοῦ 1955 περισσότεροι τῶν 400 βιομηχανιῶν εἰς τὰς Η. Π. Α., αἵτινες κατασκευάζουν μεταλλικὰ ἐλάσματα ἢ γενικῶς φύλλα ἐκ παντὸς ὑλικοῦ, χρησιμοποιοῦν ραδιογραφικὰ μηχανήματα ἐλέγχου, διὰ τὸ πάχος τῶν ἐλασμάτων.

Ἐπιτυγχανεται οὕτω εὐκολώτερον ἡ κατασκευὴ ἐλασμάτων ἢ φύλλων, τοῦ αὐτοῦ ἀκριβῶς πάχους καὶ δὲν ἀπορρίπτεται ὡς ἄχρηστον ποσοστὸν τοῦ παραγομένου προϊόντος, ὅπως ἐγένετο παλαιότερον μὲ μεινεκτικώτερα μέσα ἐλέγχου.

Αἱ περισσότεροι τῶν Βιομηχανιῶν αὐτῶν ἀναφέρουν ὡς κέρδη πολλὰς χιλιάδας δολλαρίων μηνιαίως.

Διὰ μόνην τὴν Βιομηχανίαν τῶν Η. Π. Α. τὰ ποσὰ ταῦτα ἀνέρχονται εἰς ἑκατομμύρια δολλαρίων ἐτησίως.

Ἄλλος τομεὺς εἰς τὸν ὅποιον ἡ χρησιμοποίησις τῶν ραδιοϊσοτόπων ὀδηγεῖ εἰς σημαντικὰς οἰκονομίας εἶναι ἡ Βιομηχανία τῶν Πετρελαίων.

Ἡ ρύθμισις π. χ. τῆς κυκλοφορίας τοῦ καταλύτου, τῆ βοηθεία τῶν ραδιοϊσοτόπων, εἰς ἐγκατάστασιν διύλισθριων, ἐπιτρέπει νὰ ἀποφεύγωμεν ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν τὴν διακοπὴν τῆς λειτουργίας τῆς ἐγκαταστάσεως πυρολύσεως.

Τοῦτο μεταφράζεται εἰς οἰκονομίας ὑπερβαίνουσας τὰς 100 000 δολλαρίων ἐτησίως εἰς μίαν μόνον τοιαύτην ἐγκατάστασιν.

Δὲν εἶναι βεβαίως δυνατὴ ἡ ἀκριβὴς ἐκτίμησις

τῆς συνολικῆς οἰκονομίας εἰς τὴν Βιομηχανίαν ἐκ τῆς χρησιμοποίησεως τῶν ραδιοϊσοτόπων.

Συγκεκριμένα στοιχεῖα, ὑπάρχουν μόνον διὰ τὸ σύνολον τῆς Ἀμερικανικῆς Βιομηχανίας.

Οὕτως ἡ προκύψασα οἰκονομία κατὰ τὸ 1955 εἰς τὴν Ἀμερικὴν ὑπερέβη τὰ 100 ἑκατομμύρια δολλαρίων ἑτησίως, μὲ προοπτικὴν ὅτι πρὸ τῆς παρελεύσεως δεκαετίας τὸ ποσὸν τοῦτο θὰ ὑπερβῇ τὸ δισεκατομμύριον δολλαρίων ἑτησίως.

Νεώτερα δεδομένα τοῦ 1957 ἀνακοινωθέντα ὑπὸ τοῦ Δρ Libby τοῦ Σικάγου, ἀποδεικνύουν ὅτι ἡ σημερινὴ ἑτήσια οἰκονομία, ἐκ τῆς χρησιμοποίησεως τῶν ραδιοϊσοτόπων εἰς τὴν Ἀμερικανικὴν Βιομηχανίαν, ἀνέρχεται εἰς 400 ἑκατομμύρια δολλαρίων.

Βεβαίως οἱ ἀριθμοὶ αὐτοί, ἀφ' ὧσι μόνον εἰς τὰς οἰκονομίας τὰς ὁποίας ἔχει ἡ Ἀμερικανικὴ Βιομηχανία ἐκ τῆς χρησιμοποίησεως τῶν ραδιοϊσοτόπων χωρὶς νὰ ὑπολογίζωνται τὰ τεράστια κέρδη τὰ προερχόμενα ἐκ τῆς αὐξήσεως τῆς παραγωγῆς καὶ ἐκ τῆς βελτιώσεως τῆς ποιότητος τῶν προϊόντων, τῶν ἐπιτυγχανομένων ἐκ τῆς ἐφαρμογῆς τῶν νέων μεθόδων.

Κατωτέρω ἀναφέρομεν συγκεκριμένα παραδείγματα τῆς χρησιμοποίησεως τῶν ραδιοϊσοτόπων εἰς διαφόρους τομεῖς βιομηχανίας καὶ τεχνικῆς.

Τομεῖς τῆς Μεταλλουργίας

Διὰ νὰ ἐξακριβωθῇ ἡ ἔναρξις διαβρώσεως μεταλλικῆς ἐπιφανείας ὡς καὶ ἡ θέσις εἰς τὴν ὁποίαν ἔχει προκληθῇ ἡ διάβρωσις καὶ ἡ ἔκτασις αὐτῆς, εἰς δεδομένην στιγμήν, χρησιμοποιεῖται ἡ αὐτοραδιογραφικὴ μέθοδος.

Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦνται μεταλλικαὶ ἐπιφάνειαι ἀκτινοβοληθεῖσαι, περιέχουσαι δηλαδὴ ραδιοϊσότοπα τοῦ μετάλλου.

Ἔστω ὅτι πρόκειται περὶ σιδηρᾶς ἐπιφανείας (1). Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται πλάξ σιδήρου ἐκτεθειμένη πρὸς διάβρωσιν καὶ περιέχουσα ραδιοσίδηρον.

Εἰς τὰ διάφορα σημεία διαβρώσεως δημιουργοῦνται κέντρα ὀξειδώσεως, ἔχοντα ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἀραιώσιν ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ραδιοσιδήρου, δηλαδὴ τὴν μείωσιν τῆς ἐντάσεως τῆς ἐκτεθειμένης ἀκτινοβολίας εἰς τὰ σημεία ταῦτα.

Ἐὰν μετὰ τὴν προκληθεῖσαν διάβρωσιν ἐπὶ τῆς σιδηρᾶς πλακῶς τοποθετηθῇ φωτογραφικὴ ταινία, ἢ φωτογραφικὴ πλάξ, λαμβάνεται αὐτοραδιογράφημα δεικνύον σαφῶς τὰ σημεία καὶ τὴν ἔκτασιν τῆς διαβρώσεως.

Ἡ Βρετανικὴ Ἑταιρία διὰ τὴν μελέτην σιδήρου καὶ χάλυβος, χρησιμοποιεῖ Co^{60} πρὸς ἐξακριβώσιν τῆς διαβρώσεως τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τῶν ὑψικαμίνων (2).

Πρὸς τοῦτο τοποθετοῦνται καταλλήλως εἰς διάφορα μέρη τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τῆς ὑψικαμίνου μικρὰ σφαιρίδια περιέχοντα Co^{60} .

Ὅταν λάβη χώραν διάβρωσις τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων προκαλεῖται πτώσις τοῦ μικροῦ σφαιρίου τοῦ ραδιοκοβαλτίου, τοῦ εὐρισκομένου εἰς τὸ σημείον τῆς διαβρώσεως, ὁπότε τὸ Co^{60} ἀναμιγνύεται μετὰ τοῦ σχηματιζομένου σιδήρου.

Ἀρκεῖ τότε ἀνάλυσις δείγματος ἐκ τῆς ἀντιστοίχου ροῆς τοῦ σιδήρου διὰ νὰ διαπιστωθῇ ἡ διάβρωσις.

Διὰ νὰ ἐξακριβώσωμεν εἰς ποῖον σημείον τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων ἐγένετο ἡ διάβρωσις, ἐλέγχομεν τὴν παρουσίαν τῶν ὑπολοίπων σφαιρίων, διὰ μετρήσεως τῆς ραδιενεργείας κατὰ μῆκος τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων τῆς ὑψικαμίνου, τῇ βοθηθεῖσά ἀπαριθμητοῦ.

Ἡ χρησιμοποίησις τῶν ραδιοϊσοτόπων προσέφερε σημαντικὰς ὑπηρεσίας εἰς πλείστους τομεῖς τῆς μεταλλουργίας, ὅπως εἰς τὴν μελέτην τῆς κατανομῆς τῶν συστατικῶν τῶν κραμάτων, εἰς τὸν διαχωρισμὸν καὶ τὴν κάθαρσιν τῶν μετάλλων, εἰς τὴν διάχυσιν διαφόρων ἀτόμων ἐντὸς τῶν μετάλλων καὶ κραμάτων, εἰς τὴν μελέτην τῶν μεταλλικῶν ἰσορροπιῶν καὶ εἰς τὴν ἀναζήτησιν τῆς προελεύσεως ὠρισμένων ξένων προσμίξεων.

Ἐκτὸς τῶν καθαρῶς μεταλλουργικῶν προβλημάτων, ἡ χρησιμοποίησις τῶν ραδιοϊσοτόπων συμβάλλει εἰς τὴν ἐπίλυσιν γενικῆς φύσεως θεμάτων τῆς μεταλλουργίας ὅπως εἰς τὴν ἀπολίπανσιν τῶν μετάλλων (3) εἰς τὴν κυκλοφορίαν τῶν ἀερίων ἐντὸς τῶν ὑψικαμίνων (4) ἢ καπνοδόχων καὶ εἰς τὴν μετὰπτωσιν τῶν μετάλλων εἰς παθητικὴν κατάστασιν (5).

Ἡ μελέτη τῆς κατανομῆς τῶν συστατικῶν κρᾶματός τινος διενεργεῖται συνήθως διὰ τῆς αὐτοραδιογραφικῆς μεθόδου.

Ἀναφέρεται παράδειγμα μεθόδου ὀφειλομένης εἰς τὴν I. Curie - Joliot (6). Ἡ μέθοδος αὕτη παρέχ ἄμεσους πληροφορίας ἐπὶ τῆς κατανομῆς τῶν στοιχείων ἐντὸς μελετωμένης οὐσίας.

Ἡ I. Curie - Joliot ἐμελέτησε τὴν κατανομὴν τοῦ ἀνθρακος ἐντὸς καθαροῦ σιδήρου.

Πρὸς τοῦτο δεῖγμα σιδήρου βομβαρδίζεται ὑπὸ δευτερονίων με ἀποτελεσμα τὴν μετατροπὴν τοῦ ἀνθρακος πρὸς N^{18} .

Κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἀκτινοβολήσεως, τὸ δέγμα προφυλάσσεται ὑπὸ φύλλου ἀργιλίου διὰ νὰ μὴ λάβη χώραν ἀμαύρωσις λόγω ὀξειδώσεως.

Τὸ Al ἐνεργοποιεῖται καὶ αὐτό, ἀλλὰ με χρόν ὑποδιπλασιασμοῦ πολὺ μικρὸν (2,3') καὶ δὲν ἐπίδρα.

Μετὰ τὴν ἀκτινοβολήσιν τὸ δέγμα ἐφάπτεται ταινίας ἀκτίνων X. Λαμβάνεται οὕτως αὐτοραδιογράφημα, ἐπὶ τοῦ ὁποίου τὰ σημεία ἀμαυρώσεως παρέχουν ἐνδείξεις περὶ τῆς κατανομῆς τοῦ ἀνθρακος ἐντὸς τοῦ σιδήρου.

Κατ' ἀνάλογον τρόπον μελετᾶται ἡ παρουσία χνῶν ξένων προσμίξεων ἐντὸς καθαρῶν μετάλλων. Οὕτω δὲ ὀδηγούμεθα εἰς ἄμεσα συμπεράσματα εἰς τῆς κρυσταλλικῆς δομῆς αὐτῶν.

Ὡς γνωστὸν, ἡ παρουσία P, ἀνθρακος ἢ ἄλλων στοιχείων εἰς τοὺς χάλυβας, ἔχει μεγάλην ἐπίδρασιν ἐπὶ τῆς ἀντοχῆς καὶ γενικῶς ἐπὶ τῶν φυσικῶν ιδιοτήτων αὐτῶν.

Ὁ ρόλος τὸν ὁποῖον παίζουν αἱ προσμίξεις εἰς τὴν δύναμιν νὰ μελετηθῇ δι' εἰσαγωγῆς ραδιοϊσοτόπων ἐντὸς τοῦ χάλυβος.

Εἰς τὸν χάλυβα προστίθενται ραδιενεργοὶ πρ

μίξεις φωσφόρου, άνθρακος ή άλλου στοιχείου, τών οποίων θέλομεν νά μελετήσωμεν τήν επίδρασιν επί τοῦ χάλυβος.

Ἐν συνεχείᾳ γίνεται τομή ἐπί τοῦ χάλυβος ἡ δέ ἐπιφάνεια τῆς τομῆς, φέρεται εἰς ἑπαφήν μετὰ φωτογραφικῆς πλάκας.

Τά σημεῖα τῆς τομῆς τοῦ χάλυβος ὅπου ὑπάρχουν ραδιενεργά άτομα τῆς προσμίξεως π. χ. φωσφόρου, θά προσβάλουν τήν φωτογραφικήν πλάκα, ἡ ὁποία ἐμφανιζομένη μᾶς δίδει μίαν εἰκόνα τοῦ τρόπου κατανομῆς τοῦ φωσφόρου, ἐντός τῆς μάζης τοῦ χάλυβος.

Οὕτως διαπιστοῦμεν ἕαν ὁ φωσφόρος εἶναι ὁμοιόμορφως κατανεμημένος ἐντός τῆς μάζης τοῦ χάλυβος ἡ καθ' ὠρισμένον τρόπον, μεταξύ τών ἀτόμων τοῦ σιδήρου.

Διά διαφόρων δέ κατεργασιῶν τοῦ χάλυβος καί παρακολουθήσεως ἐκάστοτε τοῦ τρόπου κατανομῆς τών προσμίξεων ἐντός αὐτοῦ ὁδηγούμεθα εἰς τήν μελέτην τῆς ἐπιδράσεως τών ἐν λόγω προσμίξεων καί εἰς τήν παρασκευῆν καλύτερας ποιότητος χάλυβος.

Μέθοδος ἐπιτρέπουσα τήν μελέτην τῆς συστάσεως τών κραμάτων, συνίσταται εἰς τήν χρησιμοποίησιν κατὰ τήν παρασκευῆν αὐτῶν ἐνός ἐκ τών συστατικῶν του, ὑπό ραδιενεργόν μορφήν (7).

Κράμα Ni, Cr, W, μετὰ W^{186} παρέχει αὐτοραδιογράφημα, δεικνύον κατὰ τρόπον λίαν ἀκριβῆ τὰς περιοχάς τοῦ κράματος, αἵτινες εἶναι πλούσιαι εἰς W δηλ. τόν τρόπον κατανομῆς αὐτοῦ ἐντός τοῦ κράματος.

Σχετικῶς μέ τήν μελέτην τῆς διαχύσεως ἐντός τών μετάλλων ἀναφέρομεν παράδειγμα ἀφορῶν τόν ἄργυρον καί μελετηθῆν ὑπό General Electric Company (8).

Ἐπί τῆς ἐπιφανείας ἀδρανοῦς συμπαγοῦς ἀργύρου, ἀποτίθεται ἠλεκτρολυτικῶς ραδιοἄργυρος.

Ἐν συνεχείᾳ ὁ ἄργυρος θερμαίνεται εἰς 500° C, ἐπ' ἀρκετὰς ὥρας καί κατόπιν ἀφοῦ ψυχθῆ, ὁ συμπαγῆς ἄργυρος κόπτεται εἰς λεπτά ἐλάσματα τὰ ὁποία ἐξετάζονται ὑπό ἀπαριθμητοῦ.

Διεπιστώθη οὕτω, ὅτι ἡ παρατηρηθεῖσα ταχύτης διαχύσεως ἀτόμων ἀργύρου ἐντός τῆς μάζης του, εἰς τήν ἀνωτέρω θερμοκρασίαν, εἶναι περίπου 0,25 cm καθ' ἑβδομάδα, καίτοι ἡ θεωρία διαχύσεως ἐντός κανονικοῦ μεταλλικοῦ πλέγματος ὁδηγεῖ εἰς ταχύτητα διαχύσεως ἀφαντάστως μικροτέραν (περίπου 1cm ἀνά 10 χιλ. ἔτη).

Διαπιστοῦται ὅτι ἡ διάχυσις λαμβάνει χώραν οὐχί μέσω τοῦ πλέγματος ἀλλά πιθανῶς περίξ τών κρυσταλλικῶν κόκκων, οἱ ὁποῖοι ἀπαρτίζουν τήν συμπαγῆ μάζαν τοῦ μετάλλου.

Ἀναφέρομεν ἐπίσης ὡς παράδειγμα μελέτης ἰσορροπίας εἰς μεταλλικήν κατάστασιν τήν μελέτην τῆς κατανομῆς τοῦ P μεταξύ τών εὐτήκτων σκωριῶν καί τοῦ χάλυβος (9).

Πρὸς τοῦτο προστίθεται εἰς τὰς σκωρίας ποσότης φωσφορικοῦ ἀσβεστίου, περιέχοντος ραδιοφωσφόρον καί μελετᾶται ἡ ταχύτης ἐμφανίσεως τοῦ ραδιενεργοῦ φωσφόρου ἐντός τοῦ χάλυβος.

Ἀποδεικνύεται οὕτω, ὅτι ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται συντόμως (ἐντός ὀλίγων λεπτῶν) καί ὅτι ἡ ὑψώσις τῆς θερμοκρασίας, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τήν αὐξησιν τοῦ P ἐντός τοῦ χάλυβος.

Τὰ συμπεράσματα δέ ταῦτα ἔχουν μεγάλην σημασίαν ἐπί τών συνθηκῶν παρασκευῆς καθαροῦ χάλυβος.

Ἀναφέρομεν παραδείγματα πρὸς μελέτην τῆς προελεύσεως τών ξένων προσμίξεων ἐντός τών μετάλλων.

Εἶναι γνωστὸν ὅτι εἰς διαφόρους περιπτώσεις ἡ γνῶσις τῆς προελεύσεως ξένης προσμίξεως ἐντός μετάλλου, ἔχει μεγάλην σημασίαν διὰ τήν ἀπομάκρυνσίν τῆς. Ἐπί παράδειγματι τὸ θεῖον τοῦ χάλυβος, προέρχεται ἐκ ξένων προσμίξεων τοῦ χρησιμοποιουμένου κῶκ. Ἀφ' ἐτέρου τὸ θεῖον τοῦ κῶκ προέρχεται ἐκ τών γαιανθράκων, οἱ ὁποῖοι ἐχρησιμοποιήθησαν πρὸς παρασκευῆν του.

Εἰς τοὺς γαιάνθρακας τὸ θεῖον εὐρίσκεται ὑπὸ δύο μορφάς, ὑπὸ μορφήν πυριτῶν καί ὑπὸ μορφήν θειούχων ὀργανικῶν ἐνώσεων.

Ἐζητήθη νά καθορισθῆ ἕαν τὸ θεῖον τοῦ κῶκ προέρχεται ἀπὸ τὸ θεῖον τῶν πυριτῶν ἢ τῶν θειούχων ὀργανικῶν ἐνώσεων (10).

Πρὸς τοῦτο παρεσκευάσθη σιδηροπυρίτης μέ ραδιενεργόν S^{35} καί ἀνεμίχθη μετὰ μεγάλης ποσότητος γαιανθράκων. Κατὰ τήν μετατροπῆν αὐτῶν πρὸς κῶκ, τὰ σχηματιζόμενα ἀέρια, συλλέγονται καί ὑπολογίζεται ἐντός αὐτῶν, τόσον τὸ ραδιενεργόν ὅσον καί τὸ ὀλικόν θεῖον.

Ὁ αὐτὸς ὑπολογισμὸς γίνεται εἰς τὸ κῶκ καθὼς ἐπίσης καί εἰς τοὺς ἀρχικούς γαιάνθρακας.

Διαπιστοῦται ὅτι αἱ σχέσεις ραδιενεργοῦ θείου καί ὀλικοῦ θείου καί εἰς τὰς τρεῖς περιπτώσεις εἶναι ἴσαι μεταξύ τῶν.

Τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι τὸ θεῖον, τὸ ὁποῖον μετατοπίζεται ἀπὸ τοὺς γαιάνθρακας εἰς τὸ κῶκ, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τήν γενικήν μορφήν του.

Ἐφαρμογαὶ τῶν ραδιοϊσοτόπων πρὸς ἐπίλυσιν ἠλεκτροχημικῶν προβλημάτων

Τὰ ραδιοϊσότοπα χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης πρὸς μελέτην τοῦ μηχανισμοῦ ἠλεκτροχημικῶν φαινομένων, ὅπως π. χ. εἶναι ἡ προέλευσις τῶν ἀτόμων ἠλεκτροχημικῶν ἀποθεμάτων, ἡ κίνησις τῶν ἰόντων κατὰ τήν διάρκειαν τῆς ἠλεκτρολύσεως καί ἡ προέλευσις τοῦ δυναμικοῦ τῶν ἠλεκτροδίων.

Ἡ μελέτη τῶν φαινομένων, τὰ ὁποῖα λαμβάνουν χώραν κατὰ τήν ἐπιχρωμίωσιν (11) διὰ χρησιμοποίησεως ραδιοχρωμίου Cr^{51} , ὠδήγησεν εἰς τὰ ἀκόλουθα συμπεράσματα :

Τὰ λουτρά ἐπιχρωμίσεως παρασκευάζονται κατὰ κανόνα διὰ διαλύσεως CrO_3 ἐντός H_2O παρουσίᾳ H_2SO_4 .

Τὸ χρώμιον εὐρίσκεται ὡς ἐξασθενῆς εἰς τὰ χρωμικά ἢ διχρωμικά ἀνιόντα.

Ἀρχομένης τῆς ἠλεκτρολύσεως λαμβάνουν χώραν ἐπί τῆς καθόδου φαινόμενα ἀναγωγῆς, ὅτε ἐμφανίζονται ἰόντα χρωμίου, συγχρόνως δὲ ἀποτίθε-

ται ἐπ' αὐτῆς μεταλλικὸν χρώμιον.

Δύο θεωρίαι ἐπροτάθησαν πρὸς ἐρμηνείαν τῆς προελεύσεως τοῦ ἀποθέματος τοῦ ἠλεκτρολυτικῆς τούτου χρωμίου.

Κατὰ τὴν πρώτην θεωρίαν τὸ μέταλλον προέρχεται ἀπὸ τὰ τρισθενῆ ἰόντα, ἐνῶ κατὰ τὴν δευτέραν ἀπὸ τὰ ἐξασθενῆ.

Πρὸς ἀπόδειξιν παρεσκευάσθησαν διάφορα λουτρά ἐπιχρωμώσεως περιέχοντα τὰ μὲν ἴχνη τρισθενοῦς ραδιοχρωμίου τὰ δὲ ἴχνη ἐξασθενοῦς ραδιοχρωμίου.

Παρατηρήθη ὅτι τὸ ἀποτεθὲν χρώμιον ἐκ τῶν λουτρῶν τῶν περιεχόντων τὸ τρισθενὲς ραδιοχρώμιον δὲν ἦτο ραδιενεργόν, ἐνῶ ἀντιθέτως τὸ προερχόμενον ἐκ τῶν λουτρῶν τοῦ ἐξασθενοῦς ραδιοχρωμίου ἦτο ραδιενεργόν.

Τὸ γεγονός τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι τὸ μεταλλικὸν χρώμιον προέρχεται ἐκ τῆς ἀπ' εὐθείας διασπάσεως τῶν ἐξασθενῶν ἰόντων καὶ οὐχὶ ἐκ τῶν τρισθενῶν τῶν σχηματιζομένων δι' ἀναγωγῆς ἐπὶ τῆς καθόδου.

Εἰς ἑτέρας περιπτώσεις ἡ μελέτη τῆς κινήσεως τῶν ἰόντων ἐντὸς τῶν διαλυμάτων ὁδηγεῖ εἰς συμπεράσματα ἀφορῶντα εἰς τὴν μοριακὴν κατασκευὴν τῶν ἐν διαλύσει σωμάτων.

Ἡ μελέτη τῆς κινήσεως τῶν ἰόντων Na^+ διὰ τῆς χρησιμοποίησεως ραδιονατρίου Na^{22} κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν διαλύματος πολυακρυλικοῦ ὀξέος (12, 13), ἐξουδετερωθέντος μερικῶς ὑπὸ NaOH ἀποδεικνύει ὅτι ὑφ' ὠρισμένης συνθήκας, ἡ ποσότης τοῦ Na ἡ ὀδεύουσα πρὸς τὴν ἀνοδὸν εἶναι μικρότερα τῆς ὀδεύουσης πρὸς τὴν κάθόδον.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο, ἀρκετὰ παράδοξον, ὁδηγεῖ εἰς τὴν παραδοχὴν μερικῆς διαστάσεως τοῦ πολυακρυλικοῦ νατρίου, μετὰ ποσοστοῦ τινὸς ἀτόμων νατρίου παραμενόντων ἠνωμένων μετὰ τῶν πολυακρυλικῶν ἀνιόντων.

Ἡ χρησιμοποίησις τῶν ραδιοϊσοτόπων ἐπέτρεψεν ἐπίσης νῶ ἀποδειχθῆ διατυπωθεῖσα ἐρμηνεία, ὅτι τὸ δυναμικὸν τῶν ἠλεκτροδίων ὀφείλεται καὶ εἰς προσρόφωσιν κατιόντων τοῦ διαλύματος ὑπὸ τοῦ μετάλλου (14).

Ἡ πειραματικὴ ἀπόδειξις τῆς ὑποθέσεως ταύτης, ἐγένετο δι' ἐμβαπτίσεως ἐλασμάτων Pt , Pd , Au , Cu , Ag , Fe , ἐντὸς διαλύματος θεικοῦ ραδιοψευδαργύρου Zn^{65} , ὅτε παρατηρήθη προσρόφωσις ἰόντων ὑπὸ τῶν ἐλασμάτων αὐτῶν.

Διὰ τῆς αὐτοραδιογραφικῆς μεθόδου, καθωρίσθησαν μετ' ἀκριβείας διάφοροι περιοχαὶ προσροφῆσεως, κατέληξαν δὲ εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι τὸ δυναμικὸν τῶν ἠλεκτροδίων, εἰς ὠρισμένης περιπτώσεως προέρχεται ἀναμφιβόλως ἀπὸ ἀπλῆν προσρόφωσιν ἰόντων Zn^{++} ἐνῶ εἰς ἄλλας περιπτώσεις ὀφείλεται πιθανῶς εἰς ἀνταλλαγὴν μετὰ τῶν ἰόντων τοῦ μετάλλου καὶ τῶν ἰόντων τοῦ διαλύματος.

Παραδείγματα εἰς τὴν ὑαλοουρίαν

Ἡ χρησιμοποίησις τῶν ραδιοϊσοτόπων ὅπως τὸ Na^{22} ἐπιτρέπει νὰ μελετήσωμεν πλεῖστα ὅσα προβλήματα εἰς τὸν τομέα τῆς ὑαλοουρίας, ὅπως π.χ.

τὴν ταχύτητα διαχύσεως τοῦ Νατρίου ἐντὸς τῆς ὑάλου, τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν ἀλκαλίων (ἀπαλκαλιοποίησιν) ὡς καὶ τὰς φυσικὰς καὶ χημικὰς μεταβολὰς (15), αἰτινες λαμβάνουν χώραν κατὰ τὴν τήξιν τοῦ μίγματος τῶν πυριτικῶν, πρὸς παρασκευὴν τῆς ὑάλου.

Διὰ τὴν μελέτην τῆς διαχύσεως (16), τεμάχιον ὑάλου, καταλήγον εἰς ἐπίπεδα ἄκρα, θερμαίνεται, ἐνῶ τὸ ἐν ἐκ τῶν δύο ἄκρων διατηρεῖται ἐν ἐπαφῇ μετὰ Na_2CO_3 περιέχοντος Na^{24} .

Μετὰ τι χρονικὸν διάστημα, εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς ὑάλου, τοποθετεῖται φωτογραφικὴ πλᾶξ καὶ διὰ τῆς αὐτοραδιογραφικῆς μεθόδου ὑπολογίζεται ἡ ποσότης τοῦ νατρίου, ἡ διαχυθεῖσα διὰ μέσου τῆς μάξης τῆς ὑάλου.

Ἡ ἀπομάκρυνσις τῶν ἀλκαλίων (ἀπαλκαλιοποίησις) μελετᾶται ὡς ἐξῆς (17): Ἡ ὑάλος ἀκτινοβολεῖται ὑπὸ πηγῆς, ὅτε μέρος τοῦ Na^{23} μετατρέπεται πρὸς Na^{24} .

Ἐν συνεχείᾳ θερμαίνεται ἡ ὑάλος μετὰ τοῦ σώματος τοῦ χρησιμοποιουμένου πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῶν ἀλκαλίων π.χ. μετὰ Cr_2O_3 , ὅτε τοῦτο προσλαμβάνει μέρος τοῦ Na^{24} .

Μετὰ τὴν ψύξιν ἡ μέτρησις τῆς τιμῆς τῆς ραδιενεργείας τοῦ μέσου ἀπομακρύνσεως τῶν ἀλκαλίων μᾶς ὁδηγεῖ εἰς συμπεράσματα ἐπὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς μελετωμένης μεθόδου καὶ τῶν μέσων ἀπομακρύνσεως τῶν ἀλκαλίων ὡς ἐπίσης καὶ ἐπὶ τῆς ἐπιδράσεως τῆς θερμοκρασίας καὶ τοῦ χρόνου ἐπὶ τοῦ φαινομένου.

Χρησιμοποίησις τῶν ραδιοϊσοτόπων πρὸς αὐτόματον ρυθμισμὸν τοῦ ἐλέγχου τοῦ πάχους λεπτῶν φύλλων

Ὡς ἐλέχθη ἀνωτέρω, ἡ χρησιμοποίησις ραδιογραφικῶν μηχανημάτων προσφέρει σημαντικὰ ὠφέλη εἰς ἀντιστοιχίους βιομηχανίας.

Εἶναι δυνατὴ εἰς αὐτὰς ἡ μέτρησις πάχους διαφόρων φύλλων, μεταλλικῶν, πλαστικῶν ἢ ἄλλου ὑλικοῦ, ὡς ἐπίσης καὶ τοῦ πάχους μεταλλικῶν ἐπενδύσεων ὡς τοῦ χάλυβος ὑπὸ Sn ἢ χαλκοῦ ὑπὸ Sn .

Διὰ φύλλα πάχους 0,2–0,6 mm χρησιμοποιοῦνται πηγὰ ραδιοιστροντίου Sr^{90} ἐκπέμποντος ἀκτινοβολίαν β.

Ἡ ἀκτινοβολία διαπερᾷ τὸ φύλλον καὶ φθάνει εἰς ἀπαριθμητὴν εὐαίσθητον εἰς ἠλεκτρόνια.

Ἐφ' ὅσον τὸ πάχος τοῦ φύλλου αὐξάνει, μειοῦται ἡ ὑπὸ τοῦ ἀπαριθμητοῦ προσλαμβανομένη ραδιενέργεια, τὰ δὲ φύλλα, τὰ μὴ ἔχοντα τὸ ἐπιθυμητὸν πάχος, ἀπομακρύνονται ὑπὸ αὐτομάτου συστήματος, τιθεμένου εἰς λειτουργίαν ὑπὸ τοῦ ἀπαριθμητοῦ.

Διὰ παχύτερα φύλλα χρησιμοποιοῦνται πηγὰ Se^{75} .

Τὰ πλεονεκτήματα τῆς μεθόδου ταύτης, εἶναι κυρίως, ὅτι δὲν παρίσταται ἀνάγκη διακοπῆς τῆς παραγωγῆς, πρὸς ἔλεγχον τοῦ πάχους.

Προκειμένου περὶ φύλλων ἐκ μαλακοῦ ὑλικοῦ, ἔστω π.χ. τὰ πλαστικά, τὸ καουτσούκ, ὁ χάρτης, τ

παλαιά μηχανικά μέσα μετρήσεως του πάχους παρέχουν άνακριβή άποτελέσματα, καθ' όσον μικραί πιέσεις, προκαλούνται υπό των λαβίδων έπαφής, προκαλούν σφάλματα άναγνώσεως.

Αντιθέτως διά τής χρησιμοποιήσεως των ραδιοϊσοτόπων, δέν υπάρχει μηχανική έπαφή και φυσικά δέν παρουσιάζονται τά έξ αύτης μειονεκτήματα.

Τά σημερινά μέσα μετρήσεως έπιτρέπουν τήν άναγνώσιν μετ' άκριβείας 0,00025 mm. Πιστεύεται δέ ότι ή άκριβεία αύτη θά αύξηθῆ, τουλάχιστον κατά 10 φορές περισσότερον.

Οί ρυθμισταί του πάχους διά ραδιοϊσοτόπων, εύρισκουν εύρυτάτας έφαρμογάς εις πλείστας βιομηχανίας.

Υπολογίζεται ότι ή αντικατάστασις των παλαιών μέσων μετρήσεως πάχους, συνεπάγεται μείωσιν τής τιμής δαπάνης κατά 2%.

Αμερικανική εταιρία αναφέρει ότι έπέτυχεν οικονομίας υπερβαινούσας τάς 100 χιλιάδας δολλαρίων έτησίως διά τής χρησιμοποιήσεως παρομοίας ραδιενεργού έγκαταστάσεως, τής οποίας ή δαπάνη ανήλθεν εις 40 χιλιάδας δολλαρίων.

Χρησιμοποίησις του Co^{60} προς καθορισμόν και παρακολούθησιν τής μεταβολής τής στάθμης υγρών έντός δοχείων

Εις τό έσωτερικόν του δοχείου τοποθετείται μικρός σωλήν περιέχων Co^{60} κατά τοιοϋτον τρόπον ώστε οϋτος να έπιπλήν έπί τής έπιφανείας του υγρου, δηλ. να έπέχη θέσιν πλωτήρος.

Δοθέντος ότι ή υπό του Co^{60} έκπεμπομένη άκτινοβολία, δύναται να μετρηθῆ υπό άπαριθμητου εύρισκομένου εις τό έξωτερικόν του πυθμένος του δοχείου, ή δέ έντασις αύτης μεταβάλλεται μετά τής άποστάσεως τής πηγής από του όργάνου μετρήσεως, είναι δυνατόν εκ των εκάστοτε ένδειξεων του άπαριθμητου, να γνωρίζωμεν τό ύψος του υγρου έντός του δοχείου.

Εις τήν πράξιν, τό ύψος τής στάθμης του υγρου, έμφαίνεται υπό συνεχών ένδειξεων, από φωτεινά σήματα.

Τό αυτό σύστημα χρησιμοποιείται διά τήν παρακολούθησιν τής στάθμης στερεου όπως π. χ. εις τά σιλό.

Πρόληψις πυρκαϊών

Βιομηχανικάί έγκαταστάσεις, χρησιμοποιούσαι μηχανάς με ταχέως κινουμένους ίμάντας, παρουσιάζουν ως γνωστόν, πάντοτε κινδύνους πυρκαϊάς, συνεπεία ηλεκτρίσεως του κινουμένου ίμάντος κατά τήν συνεχῆ τριβήν επί των τροχών.

Η συνέχισις τής ηλεκτρίσεως αύτης οδηγεί πολυλάκις εις ηλεκτρικήν εκκένωσιν, από τήν όποίαν είναι δυνατόν να προκληθῆ πυρκαϊά.

Εάν όμως ό περι τον ίμάντα άήρ είναι ιονισμένος, πράγμα τό όποιον έπιτυγχάνεται διά τοποθέτησεως καταλλήλου ραδιενεργου ύλικου πλησίον αυτού, τότε λαμβάνει χώραν εκφόρτησις του ίμάντος.

Γενικώς ρεύματα άέρος ιονισμένα υπό P^{32} , Tl^{104} , Po^{210} ή άλλων ραδιενεργών σωμάτων, χρησιμοποιούνται προς πρόληψιν πυρκαϊών, εις Νοσοκομεία, εις Θέατρα ή άλλους χώρους, ένθα συσσωρεύεται στατικός ηλεκτρισμός (19).

Εις χώρους εκτιθεμένους εις κινδύνους πυρκαϊάς, τοποθετούνται εις κατάλληλα σημεία, μικραί πλάκες, φέρουσαι μικράς πηγάς άκτινοβολίας α.

Ηλεκτρονική διάταξις, τοποθετημένη καταλλήλως, δύναται να θέση εις λειτουργίαν τους κώδωνας συναγεμου, όταν λάβη χώραν αύξησις τής άπορροφήσεως τής άκτινοβολίας α λόγω παρουσίας ίχνών καπνου (20).

Προβλήματα δημοσίας υγείας εις τά εργοστάσια ή εργαστήρια

Τά ραδιοϊσότοπα έβοήθησαν μεγάλως και προς έπίλυσιν προβλημάτων, σχέσιν έχόντων με τήν έπαγγελματικήν και δημοσίαν υγείαν.

Η χρησιμοποιήσις ραδιενεργου Hg^{197} , έπιτρέπει τήν μέτρησιν των ποσοτήτων άτμών Hg , οι όποιοι περιέχονται εις τον άέρα (18) εργοστασίων κατασκευής λυχνιών φθορισμου (ένθα ως γνωστόν χρησιμοποιείται Hg) οι άτμοι του όποίου είναι δηλητηριώδεις και επικίνδυνοι διά τήν υγείαν των εργατών.

Η μέθοδος αύτη έπιτρέπει εύχερως τήν ανίχνευσιν 10^{-4} gr. Hg , ανά κυβικόν μέτρον, ποσότης κατά πολυ μικροτέρα τής έπιτρεπομένης δόσεως (περίπου 10 φορές μικροτέρα).

Κατ' άνάλογον τρόπον εις εργοστάσια παρασκευής δηλητηριωδών άερίων προϊόντων, όπως ό CS_2 και τό H_2S , δι' εισαγωγής μικρών ποσοτήτων ραδιοθείου, έντός των έν λόγω προϊόντων, διαπιστοϋται ένωρίτερον ή τυχόν επικίνδυνος διαφυγή αυτών.

Αφ' έτέρου ή χρησιμοποίησις ραδιοξένου ή ραδιοκρυπτου, έπιτρέπει τον έλεγχον του καλου άερισμου των εργαστηρίων (21).

Προς τοϋτο ποσότης ραδιοξένου αναμιγνύεται μετά του άέρος του εργαστηρίου.

Εν συνεχεία δέ, από καιρου εις καιρόν, μετράται ή ραδιενέργεια του άέρος τῆ βοηθεία θαλάμων ιονισμού.

Εκ τής μεταβολής δέ τής ραδιενεργείας, έλέγχεται ή καλή ή μη άπόδοσις του συστήματος άερισμου του εργαστηρίου.

Αναφερόμεν παράδειγμα, γενικωτέρας σημασίας, άφορών εις τήν δημοσίαν υγείαν.

Διά τής χρησιμοποιήσεως ραδιοφωσφору P^{32} και ραδιοστροντίου S^{39} έπιτυγχάνεται, ή παρακολούθησις τής μεταναστεύσεως των κωνώπων, οι όποιοι μεταδίδουν τον κίτρινον πυρετόν (22).

Προς τοϋτο νύμφαι κωνώπων καλλιεργούνται έντός περιβάλλοντος, περιέχοντος τά δύο άνωτέρω ραδιοϊσότοπα.

Οί κωνώπες οι προερχόμενοι εκ των νυμφών αυτών, παραμένουν ραδιενεργοί καθ' όλην τήν διάρκειαν τής ζωής των.

Οϋτω κατέστη δυνατόν να τους παρακολουθήσουν και να διαπιστώσουν ότι ή άκτις μεταναστεύ-

σεως αὐτῶν, ἐξαρτᾶται πολὺ περισσότερο ἀπὸ τὰς μετεωρολογικὰς συνθήκας, ἰδίᾳ ἐκ τῆς κινήσεως τῶν ἀνέμων, παρὰ ἀπὸ αὐτοῦς τούτους τοῦς κωνώπας.

Ἐκ τῆς μελέτης τῶν παραγόντων οἱ ὅποιοι ἐπηρεάζουν τὴν μετανάστευσιν τῶν κωνώπων, κατῳρθωσαν νὰ καταλήξουν εἰς συμπεράσματα, ἀφορῶντα εἰς τὴν μεταφορὰν τοῦ κιτρίνου πυρετοῦ ἀπὸ μιᾶς περιοχῆς εἰς ἄλλην.

Ἡ πηγὴ τοῦ Ἐργαστηρίου Ἀνοργάνου Χημείας ἐκ Co^{60}

Ὅπως ἐλέχθη, μία ἐκ τῶν ἐφαρμογῶν τῶν ραδιοϊσοτόπων εἶναι καὶ ἡ χρησιμοποίησις αὐτῶν ὡς πηγῆς ἀκτινοβολιῶν μεγάλης ἰσχύος.

Μεταξὺ τῶν χρησιμοποιουμένων ραδιοϊσοτόπων πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτόν, σπουδαιότερον εἶναι τὸ Co^{60} .

Ἡ πηγὴ ἀκτινοβολίας γ ἐκ τοῦ Co^{60} συνίσταται ἀπὸ ἀπλουστάτην ἐγκατάστασιν καὶ ἀπὸ εὐκολωτάτην χρῆσιν, εὐρίσκει δὲ αὕτη εὐρυτάτας ἐφαρμογὰς εἰς τὴν μελέτην τῶν χημικῶν καὶ φυσικῶν μεταβολῶν, τῶν προκαλουμένων ὑπὸ τῶν ἀκτινοβολιῶν.

Τὸ Ἐργαστήριον Ἀνοργάνου Χημείας, ἐγκατέστησεν ὡς γνωστὸν πρὸ διετίας περίπου τοιαύτην πηγὴν ἐκ 10 Curie Co^{60} (23).

Διὰ τὴν ἐγκατάστασιν αὐτήν, ἐπεκαλέσθη τὴν ἰδιωτικὴν συνδρομὴν, ἡ ὁποία καὶ τοῦ παρεσχέθη προθύμως.

Ἡ χρησιμοποίησις δὲ τῆς πηγῆς ταύτης, ἐπετεύχθη διὰ τῆς ἀποκτήσεως καὶ τῶν ἀπαραιτήτων ὀργάνων, μεταξὺ τῶν ὁποίων ἀναφέρομεν τὸ φασματοφωτόμετρον φλογοφωτόμετρον Zeiss, δωρηθέν εἰς τὸ Ἐργαστήριον ὑπὸ τοῦ κ. Κ. Γκέρτσου καὶ ἐν ἀρτιώτατον pH-μετρον, παραχωρηθέν ὑπὸ τῆς Ἑλληνικῆς Ἐπιτροπῆς Ἀτομικῆς Ἐνεργείας.

Τὰ πρῶτα, διὰ τῆς πηγῆς, θέματα ἐρεῦνης, εἰς τὸν τομέα τῆς ραδιοχημείας, μὲ τὰ ὅποια ἠσχολήθη τὸ προσωπικὸν τοῦ Ἐργαστηρίου, εἶναι ἡ μελέτη προβλημάτων δοσιμετρίας ραδιενεργῶν πηγῶν, διὰ χημικῆς ὁδοῦ.

Ὅς γνωστὸν αἱ χημικαὶ μέθοδοι δοσιμετρίας ἀκτινοβολιῶν, παρουσιάζουν σημαντικὰ πλεονεκτήματα ἔναντι τῶν φυσικῶν μεθόδων, ἰδίᾳ προκειμένου περὶ λίαν ἰσχυρῶν καὶ μὴ ὁμογενῶν πηγῶν.

Γενικῶς αἱ μέθοδοι αὐταὶ συνίστανται εἰς τὴν μετ' ἀκριβείας μέτρησιν τῆς ἀποδόσεως μιᾶς χημικῆς μεταβολῆς, προκαλουμένης ὑπὸ τινος ἀκτινοβολίας.

Ἐκ τῶν ἀνοργάνων ἀντιδράσεων τῶν προκαλουμένων ὑπὸ ἀκτινοβολιῶν, ἐλάχισται ἐμελετήθησαν ποσοτικῶς, μόνον δὲ δύο ἐξ αὐτῶν χρησιμοποιοῦνται ὡς μέθοδοι δοσιμετρίας, ἡ ὀξειδωσις τοῦ Fe^{++} πρὸς Fe^{+++} καὶ ἡ ἀναγωγὴ τοῦ Ce^{++++} πρὸς Ce^{+++} .

Ἡ προσοχὴ τοῦ προσωπικοῦ τοῦ Ἐργαστηρίου, ἐστράφη πρὸς τὴν περιοχὴν τῶν ἀνοργάνων συμπλόκων ἀλάτων, πολλὰ τῶν ὁποίων παρέχουν σταθερὰ διαλύματα, δυνάμενα νὰ ὀξειδωθῶν ἢ νὰ ἀναχθῶν ὑπὸ ἀκτινοβολιῶν, μὲ ἀποτελέσματα τὴν μεταβολὴν τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν.

Οὕτως ὠδηγήθη εἰς συστηματικὴν μελέτην τῆς

ραδιολύσεως ὑδατικῶν διαλυμάτων μεγάλου ἀριθμοῦ συμπλόκων ἀλάτων, ὡς π.χ. Pt, Co, Ni, Cr καὶ ἄλλων καὶ εἰς τὴν ἀναζήτησιν ποσοτικῶν σχέσεων μεταξὺ τῆς ὑπὸ τῶν διαλυμάτων ἀπορροφουμένης ἀκτινοβολίας καὶ τῆς μεταβολῆς τῆς τιμῆς ὠρισμένων φυσικοχημικῶν ἰδιοτήτων τοῦ διαλύματος ὅπως π.χ. τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος καὶ τοῦ pH.

Ἡ μελέτη δὲ αὕτη ὠδήγησεν εἰς ἀποτελέσματα τὰ ὅποια ἀποδεικνύουν ὅτι εἶναι δυνατὴ ἡ χρησιμοποίησις τῆς ραδιολύσεως ὠρισμένων συμπλόκων ἀλάτων ὡς μεθόδου δοσιμετρίας.

Κυρίαί καὶ Κύριοι,

Προσεπάθησα μὲ ὄλην τὴν δυνατὴν συντομίαν νὰ σκιαγραφῆσω ἀπλῶς τὰς μεγάλας γραμμὰς τοῦ θέματός μου.

Ὁμολογῶ καὶ πάλιν ὅτι ἡ φύσις τοῦ θέματος καὶ τὸ περιωρισμένον τοῦ χρόνου δὲν μοῦ ἐπέτρεψαν νὰ σᾶς δώσω πλήρη εἰκόνα τῆς χρησιμοποιήσεως τῶν ραδιοϊσοτόπων.

Ἡ χρησιμοποίησις τῶν πυρηνικῶν ἀκτινοβολιῶν καὶ τῶν ραδιοϊσοτόπων, ἀποτελεῖ τὴν πρῶτην καὶ σημαντικωτέραν μέχρι σήμερον εἰρηνικὴν ἐφαρμογὴν τῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας.

Μολονότι ἡ ἄμεσος χρησιμοποίησις τῆς τεραστίου ἐνεργείας τῶν ἀτομικῶν ἀντιδραστήρων δὲν εἶναι δυνατὴ δι' ὅλας τὰς χώρας, ἐντούτοις χάρις εἰς τὰ ραδιοϊσότοπα, τὰ ὅποια παρασκευάζονται κατὰ τὴν ἐκθεσιν τῶν διαφόρων χημικῶν στοιχείων, εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἰσχυρᾶς ἀκτινοβολίας τοῦ ἀτομικοῦ ἀντιδραστήρος, τὰ κέντρα ἐρεῦνης, Πανεπιστήμια Ἰνστιτούτα, Ἐργαστήρια, Νοσοκομεῖα ἐκάστης χώρας, δύνανται νὰ διαθέτουν ραδιενεργούς πηγὰς μεγάλης ἰσχύος.

Ὅς γνωστὸν, ἡ χρησιμοποίησις τῶν ραδιοϊσοτόπων κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη καὶ ἡ μελέτη τῆς ἐπιδράσεως τῶν πυρηνικῶν ἀκτινοβολιῶν, ἐπὶ τῶν ὑλικῶν σωμάτων καὶ τῆς ζώσης ὕλης, ὠδήγησεν εἰς ἀφαντάστου σπουδαιότητος ἐφαρμογὰς τῶν εἰς ἕλους τοὺς τομεῖς τῆς ἐπιστήμης, τῆς τεχνικῆς καὶ τῆς θεραπευτικῆς.

Πλείοται ἐξ αὐτῶν, χρησιμοποιοῦνται σήμερον εἰς τὴν Ἱατρικὴν, Βιολογίαν, Φυσικὴν, Χημείαν, Φιλοσοφίαν, Βιομηχανίαν, Μεταλλουργίαν, Γεωργίαν, ἀκόμη δὲ καὶ εἰς τὴν Ἱατροδικαστικὴν.

Εἶναι εὐχάριστον ὅτι εἰς τὴν χώραν μας, τὸ ἐνδιαφέρον τῶν ἐπιστημόνων, ὠδήγησεν ἤδη εἰς τὴν χρησιμοποίησιν τῶν ραδιοϊσοτόπων εἰς τὴν Ἱατρικὴν εἰς τὴν Βιολογίαν ὡς καὶ εἰς ἄλλους παρεμφερεῖς ἐπιστημονικοὺς κλάδους.

Αἱ ἀναφερθεῖσαι ἀλματώδεις πρόοδοι εἰς τὸ νέον αὐτὸν τομέα τῆς ἐπιστήμης, ὀφειλόμεναι εἰς τὴν γιγαντιαίαν προσπάθειαν τῶν μεγάλων ἐργατῶν αὐτῆς, ἐμπνεοῦν βεβαίως τὸν θαυμασμὸν καὶ τὴν εὐγνωμοσύνην μας, συγχρόνως δέ, ὅτι καὶ σπουδαιότερον, ἀναβιβάζουν τὸν ἀνθρώπον γένει, εἰς ὑψηλὸν ἠθικὸν ἐπίπεδον καὶ πλησιάζουσι τοῦτον διαρκῶς πρὸς τὸ μεγαλεῖον τῆς δημιουργίας.

R É S U M É

Β Ι Β Λ Ι Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

Applications Industrielles des Radioisotopes

Par TR. KARANTASSIS

Après une introduction sur les applications physico-chimiques des réactions nucléaires l'auteur expose les principaux avantages de l'utilisation des radioisotopes dans l'industrie. Ensuite sont donnés plusieurs exemples d'application des radioisotopes dans diverses branches techniques et industrielles comme la corrosion des métaux, l'étude des constituants des alliages, le problème du dégraissage de métaux, la diffusion des atomes dans les métaux, l'équilibre du phosphore dans l'acier, l'origine d'impuretés dans les métaux, les phénomènes se produisant pendant le chromage, le mécanisme de l'électrolyse, le potentiel d'électrodes, les transformations qui s'accomplissent lors de la fusion des mélanges des silicates constituant les verres, la diffusion du sodium dans le verre, la désalcalination des verres, la mesure de la quantité de mercure et d'autres gaz toxiques dans l'air, la ventilation des laboratoires, mesure d'épaisseurs, les systèmes pour prévenir les incendies, différents problèmes de salubrité etc. A la fin l'auteur se rapporte à l'installation d'une source de Co^{60} 10 Curie dans le laboratoire de Chimie Minérale et les travaux radio-chimiques en route dans ce laboratoire.

1. Bacon C. : *General Electric Review* 52, No 5p.7 (1949).
2. Bacon C. : *Research* 4, 418 (1951).
3. Dickinson T. : *Foundry* 79, 10, 188 (1951).
4. Holgate S. : *Metallurgia* 44, 179 (1951).
5. Powers : *Chem. Eng. News*, 22, 4477 (1951).
6. Curie I. : *J. Phys. et Rad.* 13, 497 (1952).
7. Jones W. : *Bull. of General Electric Company Sept.* 10 (1948).
8. General Electric Company : *Chem. Eng. News* 27, 366 (1949).
9. Winkler T., Chipman J. : *Am. Inst. Mining. Met. Eng. Tech. Pbl.* 1897 (1946).
10. Little A. : *Inc. Ind. Bull.* 242 (1948).
11. Ogburn F., Brenner J. : *Trans. electrochem. Soc.* 96, 347 (1949).
12. Wall F., Grieger P. : *J. Chem. Phys.*, 20, 1200 (1952).
13. Wall F., Grieger P., Huizenga J., Doremus R. : *J. Chem. Phys.*, 20, 1206 (1950).
14. Palacios I., Baptista A. : *Nature*, 170, 665 (1952).
15. Lindroth S. : *J. Amer. Ceram. Soc.* 32, 198 (1949).
16. Blau H., Johnson J. : *Glass Industry*, 30, 393 (1949).
17. Fitzgerald J. : *Glass Industry*, 30, 259, (1949).
18. Goodman C., Irvine J., Horan C. : *J. of Ind. Hyg. and Toxicology*, 25, 275 (1943).
19. Quinton A. : *Radioisot. Confer. Harwell* 2, 188 (1954).
20. Seligman H. : *Atomics* 5, 299 (1954).
21. Gueron J. : *Radioisotope techniques Vol. II* (1952).
22. Burgher J., Taylor M. : *Science* 110, 146 (1949).
23. Καρανιάσης Τ., Σακελλαρίδης Π. : *Χημικά Χρονικά* 21 Α Τευχ. 2, (1956).

(Εισήχθη τῆ 2α Ἀπριλίου 1958)