

Συμβολή εις την δοσιμετρίαν ακτινοβολίας γ διὰ χημικῆς ὁδοῦ. Χρησιμοποίησις ὑδατικῶν διαλυμάτων λευκοχρυσοκυανιούχων συμπλόκων ἀλάτων.

Ἑπὶ Τ. ΚΑΡΑΝΤΑΣΗ, Π. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΔΗ καὶ Μ. ΚΟΡΟΜΑΝΤΖΟΥ

Ἐν ἀρχῇ ἀναφέρονται γενικὰ περὶ τῶν χρησιμοποιουμένων μεθόδων διὰ τὴν δοσιμετρίαν ακτινοβολιῶν καὶ τῆς πρακτικῆς σημασίας αὐτῶν. Συστηματικὴ μελέτη τῆς ραδιολύσεως ὑδατικῶν διαλυμάτων λευκοχρυσοκυανιούχων συμπλόκων ἀλάτων ἀποδεικνύει ὅτι ἡ ακτινοβόλησις αὐτῶν ὑπὸ πηγῆς Co^{60} ὀδηγεῖ εἰς μείωσιν τῆς τιμῆς τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος τῶν διαλυμάτων μετρηθείσης εἰς 2160 \AA καὶ 2550 \AA . Ἡ μείωσις αὕτη εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀπορροφουμένης δόσεως ακτινοβολίας μέχρι 10^6 r καὶ ἀνεξάρτητος τοῦ ρυθμοῦ δόσεως τούλάχιστον μέχρι 200 r/min . Παρέχονται ἀπλοὶ τύποι, βάσει τῶν ὁποίων εἶναι δυνατὸς ὁ ὑπολογισμὸς τῆς ἀπορροφουμένης δόσεως ακτινοβολίας ἐκ τῆς τιμῆς τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος τῶν ακτινοβοληθέντων διαλυμάτων.

Γενικὰ

Τὸ ἐνδιαφέρον διὰ τὰς χημικὰς μεθόδους δοσιμετρίας ακτινοβολιῶν ἠϋξήθη τελευταίως μετὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων, ἀτομικῶν ὄπλων, καὶ τῆς πειραματικῆς χρησιμοποίησεως λίαν ἰσχυρῶν πηγῶν ακτινοβολίας (1) ὅπως τὰ Βήτατρον, αἱ πηγαὶ Co^{60} χιλιάδων curie, αἱ γεννήτριαι τῶν ακτίνων X Van Der Graft, κ. ἄ.

Αἱ χημικαὶ μέθοδοι δοσιμετρίας ακτινοβολιῶν συνίστανται, ὡς γνωστόν, εἰς τὴν μετ' ἀκριβείας μέτρησιν τῆς ἀποδόσεως μιᾶς χημικῆς μεταβολῆς προκαλουμένης ὑπὸ τινος ακτινοβολίας συναρτήσει τῆς προσλαμβανομένης δόσεως ακτινοβολίας, πλεονεκτοῦν δὲ τῶν φυσικῶν μεθόδων δοσιμετρίας ἰδίᾳ προκειμένου περὶ ἰσχυρῶν καὶ μὴ ὁμογενῶν ραδιενεργῶν πηγῶν.

Ἡ πρώτη χημικὴ μέθοδος δοσιμετρίας, ἡ ὁποία ἀνεπτύχθη ὑπὸ πλείστων ἐρευνητῶν (2), συνίσταται εἰς τὴν χρησιμοποίησιν τοῦ λευκοχρυσοκυανιούχου βαρίου εἰς στερεὰν κατάστασιν. Ὡς διεπιστώθη κατὰ τὴν ἔκθεσιν τοῦ ἄλατος αὐτοῦ εἰς ακτινοβολίαν X μεταβάλλεται τὸ πράσινον χρῶμα τοῦ ἀρχικῶς μὲν πρὸς πορτοκαλλόχρουν, ἐν συνεχείᾳ δὲ πρὸς διαφόρους καστανὰς ἀποχρώσεις ἀναλόγως τῆς ἀπορροφουμένης δόσεως ακτινοβολίας. Ἡ ἐκτίμησις τῆς δόσεως ἐπιτυγχάνεται διὰ συγκρίσεως τοῦ χρώματος τοῦ ακτινοβοληθέντος δείγματος λευκοχρυσοκυανιούχου βαρίου πρὸς κλίμακα χρωμάτων, ἕκαστον τῶν ὁποίων ἀντιστοιχεῖ εἰς γνωστὴν δόσιν ακτινοβολίας. Τὸ σοβαρὸν μειονέκτημα τῆς μεθόδου αὐτῆς συνίσταται εἰς τὸ ὅτι δι' ἐκθέσεως εἰς τὸ φῶς, τὸ ακτινοβοληθέν λευκοχρυσοκυανιούχον βᾶριον ἐπανακτᾶ βαθμηδὸν τὸ ἀρχικὸν πράσινον χρῶμα αὐτοῦ, ἐνῶ ἀφ' ἑτέρου μετὰ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου τὰ χρώματα τῆς προτύπου κλίμακος ὑφίστανται ἀλλοίωσιμα μετ' ἀποτέλεσμα νὰ παρέχουν συγκριτικὰ ἀποτελέσματα ὀχι ἀκριβῆ.

Ἀργότερον ἐμελετήθη ἡ ἐπίδρασις ακτίνων X ἐπὶ διαφόρων ἐνώσεων τοῦ ἰωδίου (3). Οὕτω ἐχρησιμοποιήθη ὡς μέθοδος δοσιμετρίας ἡ ἐπίδρασις

ακτινοβολίας X ἐπὶ μίγματος ἰωδοφορμίου καὶ χλωροφορμίου. Καὶ ἡ μέθοδος ὁμοίως αὕτη παρουσιάζει σημαντικὰ μειονεκτήματα καθόσον ἡ ἀντίδρασις, ἡ ὁποία προκαλεῖται ὑπὸ τῆς ακτινοβολίας (ἐλευθέρωσις ἰωδίου), ἀφ' ἐνὸς μὲν λαμβάνει χώραν καὶ ὑπὸ τῆς θερμότητος καὶ τοῦ φωτός, ἀφ' ἑτέρου δὲ δὲν εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀπορροφουμένης δόσεως.

Ἐν συνεχείᾳ, ἡ μελέτη τῆς ἐπίδρασεως τῆς ακτινοβολίας X καθὼς καὶ τῆς ακτινοβολίας γ τοῦ ραδίου ἐπὶ τοῦ χλωροφορμίου (4) ὠδήγησεν εἰς νέαν μέθοδον δοσιμετρίας, ἡ ὁποία εὔρεν πλείστας ὄσας ἐφαρμογὰς. Ἡ μέθοδος αὕτη συνίσταται εἰς τὸ γεγονός ὅτι ἡ ραδιόλυσις ἡ δι' ακτίνων X, ἡ δι' ακτίνων γ τοῦ χλωροφορμίου ὀδηγεῖ εἰς τὸν σχηματισμὸν ὕδροχλωρίου εἰς ποσὰ τὰ ὁποία εἶναι ἀνάλογα τῆς ἀπορροφουμένης δόσεως ακτινοβολίας. Διεπιστώθη δὲ ὅτι ὁ σχηματισμὸς τοῦ ὕδροχλωρίου λαμβάνει χώραν εἰς μεγαλύτερον βαθμὸν διὰ τῆς χρησιμοποίησεως χλωροφορμίου περιέχοντος μικρὰ ποσὰ ὕδατος.

Ἐκτοτε καὶ κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν τελευταίων τριάκοντα ἐτῶν ἐμελετήθησαν πλείσται ὄσαι ἀντιδράσεις προκαλούμεναι ὑπὸ ακτίνων X ἢ γ, ὁρισμένοι ἐκ τῶν ὁποίων εὔρον καὶ ἐξακολουθοῦν νὰ εὐρίσκουν ἐφαρμογὰς ὡς χημικὰ μέθοδοι δοσιμετρίας. Αἱ σπουδαιότεραι ἐξ αὐτῶν εἶναι: ἡ ὀξειδωσις τῶν ἰόντων Fe^{++} πρὸς ἰόντα Fe^{+++} (5, 6, 7) ἡ ἀναγωγή τῶν ἰόντων Ce^{++++} πρὸς ἰόντα Ce^{+++} (8), ἡ ἐλευθέρωσις ἰωδίου ἐξ ἐνώσεων ἰωδίου (9), ἡ ἀνενεργοποίησις ὠρισμένων ἐνζύμων εἰς ἀραιὰ διαλύματα (10), ἡ ἐλευθέρωσις ὕδροχλωρίου ἐξ ἐνύδρου χλωράλης (11), ἡ μετατροπὴ μίγματος βενζολίου-ὕδατος πρὸς φαινόλην (12), ὁ πολυμερισμὸς τοῦ ἀκρilonιτριλίου (13) καὶ ὁ ἀποχρωματισμὸς κυανοῦ τοῦ μεθυλενίου (14, 15, 16). Εἰς τὴν τελευταίαν αὕτην περίπτωσιν εἶναι δυνατὴ ἡ χρησιμοποίησις τοῦ κυανοῦ τοῦ μεθυλενίου ὄχι ὑπὸ μορφήν δ:αλύματος ἀλλὰ ἐνσωματωμένου μετὰ ζελατίνην ἢ ἀγάρ-ἀγάρ, ὅτε εἶναι δυνατὸς ἀφ' ἐνὸς μὲν ὁ ὑπολογισμὸς τῆς δόσεως ακτινοβολίας, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἡ εὔρεσις τῆς κατανομῆς αὐτῆς εἰς τὸν χῶρον (17). Κατ' ἀνάλογον δὲ τρόπον ἡ

χρησιμοποίησις τοῦ κυανοῦ τοῦ μεθυλενίου ἢ τῆς ταρτραζίνης ἐν διαλύσει εἰς ἀγὰρ-ἀγὰρ, ἐπιτρέπει τὴν μελέτην τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων (18).

Παρ' ὅλον ὅτι αἱ ραδιοχημικαὶ ἀντιδράσεις λαμβάνουν χώραν καὶ εἰς τὰς τρεῖς φυσικὰς καταστάσεις, αἱ περισσότεραι τῶν χημικῶν μεθόδων δοσιμετρίας ἀφοροῦν εἰς ἀντιδράσεις εἰς ὑγρὰν φάσιν λόγῳ τοῦ ὅτι ἡ μελέτη τοιούτων συστημάτων παρουσιάζει πολὺ ὀλιγωτέρας τεχνικὰς δυσκολίας.

Εἰδικῶς προκειμένου περὶ ὑδατικῶν διαλυμάτων αἱ ἀντιδράσεις, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν κατὰ τὴν ραδιόλυσιν αὐτῶν, εἶναι πολὺπλοκοὶ καὶ μόνον μερικῶς ἔχει εὐρεθῆ ὁ μηχανισμὸς αὐτῶν, ἀκόμη καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ χημικῶς καθαροῦ ὕδατος (19). Τὸ πρόβλημα βεβαίως τοῦ μηχανισμοῦ εἰς τὰς περιπτώσεις τῶν διαλυμάτων εἶναι κατὰ πολὺ περισσότερον πολὺπλοκον λόγῳ τῶν τεχνικῶν δυσκολιῶν αἱ ὁποῖαι παρουσιάζονται διὰ τὴν ἐξακρίβωσιν καὶ ὑπολογισμὸν τῶν ἐνδιαμέσων προϊόντων, τῶν σχηματιζομένων ἐλευθέρων ριζῶν, τῆς διαρκείας ζωῆς αὐτῶν καὶ τῆς κατανομῆς των ἐντὸς τοῦ διαλύματος. Μέχρι σήμερον ἡ διατυπωθεῖσα θεωρία τῶν ἐλευθέρων ριζῶν (20) ἀποτελεῖ τὴν πρώτην ἱκανοποιητικὴν ἐξήγησιν τοῦ μηχανισμοῦ τῶν ραδιοχημικῶν μεταβολῶν ἐν διαλύματι.

Ἡ ἀπόδοσις τῶν ραδιοχημικῶν ἀντιδράσεων εἰς ὑδατικά διαλύματα ἐκφράζεται σήμερον (21), εἰς μονάδας G, αἱ ὁποῖαι ἀντιπροσωπεύουν τὸν ἀριθμὸν τῶν μεταβαλλομένων ἢ σχηματιζομένων ἀτόμων ἢ μορίων ἀνὰ 100 ev ἀπορροφουμένης ἐνεργείας ὑπὸ τοῦ ἀντιδρώντος συστήματος.

Μία ραδιοχημικὴ ἀντίδρασις διὰ νὰ χρησιμοποιηθῆ μετ' ἀκρίβειας ὡς μέθοδος δοσιμετρίας πρέπει νὰ πληροῖ πλείεστας προϋποθέσεις, σπουδαιότεραι τῶν ὁποίων εἶναι αἱ ἀκόλουθοι: Ἡ ἀπόδοσις αὐτῆς νὰ εἶναι, ἐντὸς ὅσον τὸ δυνατόν μεγαλυτέρων ὁρίων, ἀνεξάρτητος τῆς συγκεντρώσεως τῶν χρησιμοποιουμένων ἀντιδραστηρίων, τῆς ἰσχύος τῆς πηγῆς, τῆς ἐντάσεως τῆς ἀκτινοβολίας, καὶ τῆς συνολικῆς ἀπορροφουμένης δόσεως ἀκτινοβολίας. Ταυτοχρόνως ἡ ραδιοχημικὴ αὐτὴ ἀντίδρασις θὰ πρέπει νὰ ἐπηρεάζεται ὅσον τὸ δυνατόν ὀλιγώτερον ἀπὸ τὴν παρουσίαν πιθανῶν ξένων προσμείξεων (π. χ. τῶν προερχομένων ἐκ τῶν χρησιμοποιουμένων συσκευῶν) καὶ νὰ εἶναι δυνατὸς ὁ ποσοτικὸς προσδιορισμὸς τῆς προκαλουμένης μεταβολῆς δι' ἀναλυτικῶν μεθόδων μεγάλης ἀκρίβειας.

Παρὰ τὰς προσπάθειάς τῶν τελευταίων ἐτῶν οὐδεμία ἐκ τῶν ὑποδειχθειῶν καὶ ἀναφερομένων ἀνωτέρω χημικῶν μεθόδων εἶναι τελείως ἱκανοποιητικὴ. Ἐκ τῶν μεθόδων αὐτῶν ἡ καλυτέρα καὶ περισσότερα χρησιμοποιουμένη διὰ δόσεις ἀπὸ 10^3 ἕως 10^6 r εἶναι ἡ ὀξειδωσις τῶν ἰόντων Fe^{++} πρὸς ἰόντα Fe^{+++} ὡς διευποίηθη ὑπὸ τῶν Fricke - Morse (5,6,7) καὶ ἐτελειοποιήθη ὑπὸ τοῦ Miller (22).

Κατὰ τὴν χρησιμοποιήσιν τῆς μεθόδου αὐτῆς τὰ καλυτέρα ἀποτελέσματα λαμβάνονται μετὰ διαλύματα συγκεντρώσεως κυμαινομένης μετὰξὺ 10^{-5}

καὶ 10^{-4} M. Ἀραιότερα διαλύματα παρέχουν πολὺ μικρὰς ἀπδόσεις. Ἐπίσης τὰ ἀποτελέσματα εἶναι περισσότερον ἱκανοποιητικὰ διὰ τῆς χρησιμοποίησεως διαλυμάτων Fe^{++} ἐντὸς H_2SO_4 κανονικότητος 0,2-1,5 N εἰς H_2SO_4 . Ἡ κανονικότης δὲ ἡ χρησιμοποιουμένη ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἶναι 0,8N. Εἰς διαλύματα μικροτέρας κανονικότητος εἰς H_2SO_4 ἡ ἀπόδοσις εἶναι περιωρισμένη (μειοῦται ἀξιοσημειωμένον τοῦ pH τοῦ διαλύματος). Ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῆς θερμοκρασίας ὑπὸ τὴν ὁποίαν γίνεται ἡ ἀκτινοβόλησις δὲν παρατηροῦνται σημαντικαὶ μεταβολαὶ διὰ θερμοκρασίας μετὰξὺ 0°C καὶ 50°C (23). Εἰς τὰς περιπτώσεις ὁμοῦ κατὰ τὰς ὁποίας ὁ ποσοτικὸς προσδιορισμὸς τῶν ἰόντων τρισθενοῦς σιδήρου πρόκειται νὰ γίνῃ φασματοφωτομετρικῶς ἐκ τοῦ μεγίστου ἀπορροφῆσεως αὐτῶν εἰς μῆκος κύματος 3040 \AA ὁ συντελεστὴς ἀποσβέσεως παρουσιάζει μικρὰν ἐξάρτησιν ἐκ τῆς θερμοκρασίας, τὰ δὲ καλυτέρα ἀποτελέσματα εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν λαμβάνονται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν (24). Ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ἐν διαλύσει εὐρισκομένου ὀξυγόνου ὁ περιορισμὸς αὐτοῦ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μείωσιν τῆς ἀπδόσεως τῆς ἀντιδράσεως (25). Δοθέντος δὲ ὅτι κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἀκτινοβολήσεως τὸ ἐν διαλύσει ὀξυγόνον περιορίζεται, ἐὰν τὸ διάλυμα ἀκτινοβολῆται παρουσιάζει ἀέρος εἰς κλειστὰ δοχεῖα, τότε ἡ ἀπόδοσις τῆς ἀντιδράσεως εἶναι ἀνάλογος τῆς δόσεως μόνον διὰ δόσεις μέχρι 50 000 r. Ἀντιθέτως ἐὰν κατὰ τὴν ἀκτινοβόλησιν τὸ διάλυμα εὐρίσκειται εἰς συνεχῆ ἰσορροπίαν μετὰ καθαροῦ ὀξυγόνου, ἡ ἀπόδοσις εἶναι ἀνάλογος τῆς δόσεως μέχρι 200 000 r (22). Ἡ ἀπόδοσις τέλος τῆς ἀντιδράσεως ἐξαρτᾶται καὶ ἀπὸ τὸν ρυθμὸν δόσεως. Οὗτὸν διὰ μεγάλους ρυθμοὺς δόσεως π.χ. 1 000 r/mi ή ἀπόδοσις τῆς ἀντιδράσεως μειοῦται μέχρι 25% (24,26).

Ἡ ἀναλυτικὴ μέθοδος ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται συνήθως διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς ἀποδόσεως τοῦ συστήματος $Fe^{++} \rightarrow Fe^{+++}$ εἶναι ὁ φασματοφωτομετρικὸς προσδιορισμὸς τῶν ἰόντων σιδήρου Fe^{+++} ἐκ τοῦ μεγίστου ἀπορροφῆσεως αὐτῶν εἰς τὴν περιοχὴν 3040-3050 \AA (25) ἢ διὰ σχηματισμοῦ συμπλόκου μετὰ ο-φαινανθρολίνης. Εἶναι ἐπίσης δυνατὸς ὁ φασματοφωτομετρικὸς προσδιορισμὸς τῶν ἰόντων τοῦ Fe^{++} , τὰ ὁποῖα ὀξειδῶνται ἐκ τοῦ μεγίστου ἀπορροφῆσεως εἰς τὴν περιοχὴν 5100 \AA . Εἰς τὴν τελευταίαν αὐτὴν περίπτωσιν τὰ διαλύματα ἐλέγχου καὶ τὰ ἀκτινοβοληθέντα διαλύματα ἀραιοῦνται μέχρι συγκεντρώσεως μὴ ὑπερβαίνουσας τὴν τιμὴν 10^{-4} M καὶ ἐν συνεχείᾳ ρυθμίζεται τὸ pH αὐτῶν μετὰξὺ 4-5 διὰ προσθήκην διαλύματος 2 M ὀξεικοῦ νατρίου. Προστίθεται 1 cm³ ὑδατικοῦ διαλύματος ο-φαινανθρολίνης κατὰ μίγμα φέρεται μέχρις ὠρισμένου ὄγκου διὰ προσθήκην καθαροῦ ὕδατος. Ἡ ἀνάπτυξις τοῦ χρώματος εἶναι πλήρης ἐντὸς 15'. Ἡ ἀναλυτικὴ αὐτὴ μέθοδος ἡ στηριζομένη εἰς τὸν ἀπ' εὐθείας φασματοφωτομετρικὸν προσδιορισμὸν τῶν ἰόντων Fe^{++} παρέχει ἀποτελέσματα τῶν ὁποίων ἡ ἀκρίβεια

άνέρχεται εις $\pm 5\%$ επί τῆς δόσεως.

Ἐκτός τῆς ἀνωτέρω μεθόδου δοσιμετρίας ἐκείνη ἐπίσης ἡ μέθοδος ἡ ὁποία εὐρίσκει σήμερον ἐφαρμογὴν εἶναι ἡ ἀναγωγὴ τῶν ἰόντων Ce^{++++} πρὸς Ce^{+++} . Καὶ τὸ σύστημα αὐτὸ ἐπηρεάζεται ἀπὸ τοὺς ἰδίους παράγοντας ἀπὸ τοὺς ὁποίους ἐπηρεάζεται τὸ σύστημα $Fe^{++} \rightarrow Fe^{+++}$ καὶ οἱ ὁποῖοι ἀναφέρονται ἀνωτέρω μετὰ τὴν διαφοράν ὅτι ἡ παρουσία ὀξυγόνου ἐν διαλύσει δὲν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς ἀποδόσεως τῆς ἀντιδράσεως, ἡ ἐπίδρασις τοῦ ρυθμοῦ δόσεως εἶναι κατὰ πολὺ μικροτέρα, καὶ τέλος ἡ παρουσία ἰχνῶν ὀργανικῶν προσμίξεων ὀδηγεῖ εἰς λίαν ἐσφαλμένα ἀποτελέσματα.

Ἡ ἀναλυτικὴ μέθοδος, ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ συστήματος $Ce^{++++} \rightarrow Ce^{+++}$, εἶναι ἡ ὀγκομέτρησις διὰ διαλύματος δισθενοῦς θειικοῦ σιδήρου ἢ ὁ ἀπ' εὐθείας φασματοφωτομετρικὸς προσδιορισμὸς τῶν ἰόντων Ce^{++++} ἐκ τοῦ μεγίστου ἀπορροφῆσεως αὐτῶν εἰς τὴν περιοχὴν μήκους κύματος 3100-3200 \AA (24). Ὅπως δὲ καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ συστήματος $Fe^{++} \rightarrow Fe^{+++}$ ὁ ἀπ' εὐθείας φασματοφωτομετρικὸς προσδιορισμὸς παρέχει ἀκρίβειαν $\pm 5\%$ ἐπὶ τῆς δόσεως.

Παρ' ὅλον ὅτι τὰ δύο ἀνωτέρω ἀναφερθέντα συστήματα δοσιμετρίας πλεονεκτοῦν ὅλων τῶν μέχρι σήμερον γνωστῶν, ἡ χρησιμοποίησις αὐτῶν περιορίζεται ἀποκλειστικῶς εἰς τὰ ἐργαστήρια διὰ τὸν ὑπολογισμὸν μεγάλων δόσεων (χιλιάδων γ).

Διὰ τὰς ἐφαρμογὰς αὐτὰς εἶναι γενικῶς σήμερον ἀποδεκτὸν (26) ὅτι τὰ ἀνωτέρω δύο συστήματα εἶναι τὰ τελειότερα τῆς χημικῆς δοσιμετρίας. Παρὰ ταῦτα δὲν δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ προσδιορισμοὺς μεγάλης χρονικῆς διαρκείας καὶ διὰ τὴν κατασκευὴν πρακτικῶν δοσιμέτρων δι' ἐμπορικὰς χρήσεις. Πρὸς τὴν κατεύθυνσιν δὲ ταύτην στρέφεται σήμερον ἡ προσπάθεια τῶν ἐρευνητῶν λόγω τῆς ἀνάγκης πρακτικῶν συστημάτων δοσιμετρίας τὴν ὁποίαν ἐπιβάλλουν αἱ εἰς εὐρείαν κλίμακα βιομηχανικαί, τεχνικαὶ καὶ ἰατρικαὶ ἐφαρμογαὶ τῶν ἀκτινοβολιῶν.

Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἐπετεύχθη, πρὸς τὴν κατεύθυνσιν αὐτήν, ἡ πραγματοποίησις (27,28,29) τριῶν τύπων κλειστῶν χημικῶν δοσιμέτρων ἀμέσου ἀναγνώσεως στηριζομένων καὶ τῶν τριῶν ἐπὶ τῆς ραδιόλυσεως χλωροπαραγῶγων τῶν ὑδρογovanθράκων καὶ κυρίως χλωροφορίου, τριχλωροαιθυλενίου, καὶ τετραχλωροαιθυλενίου. Ἡ ραδιόλυσις τῶν ἐνώσεων αὐτῶν ὀδηγεῖ εἰς σχηματισμὸν ὑδροχλωρίου τοῦ ὁποίου ἡ ποσότης εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀπορροφουμένης δόσεως ἀκτινοβολίας. Ὁ προσδιορισμὸς τοῦ ἐλευθερουμένου ὀξέος δύναται νὰ γίνῃ ἢ ἀπ' εὐθείας χρωματομετρικῶς διὰ καταλλήλου δείκτου ἢ διὰ μετρήσεως τοῦ pH ἢ τῆς ἀγωγιμότητος. Εὐρίσκουν δὲ ἐφαρμογὰς εἰς τὴν δοσιμετρίαν πηγῶν Co^{60} μεγάλης ἰσχύος, τὴν δοσιμετρίαν δειγμάτων τροφίμων καὶ φαρμακευτικῶν προϊόντων ἀποστειρωθέντων δι' ἀκτινοβολιῶν, τὴν δοσιμετρίαν ταχέων νετρονίων ἢ ἀκτίνων γ προερχομένων ἀπὸ τὰς δέσμας πυρην-

νικῶν ἀντιδραστήρων καὶ κυκλότρων, εἰς τὴν θεραπευτικὴν διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῶν δόσεων εἰς βάθος κατὰ τὴν ἀκτινοθεραπείαν κ.ά.

Τὰ δοσιμέτρα αὐτὰ δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ τὸν ὑπολογισμὸν δόσεων ἀπὸ 0 - 10⁶ γ με ἀκρίβειαν 10 - 15% ἐπὶ τῆς δόσεως.

Πειραματικὸν μέρος καὶ συμπεράσματα

Εἶναι γνωστὸς λίαν περιορισμένος ἀριθμὸς ἐργασιῶν ἐπὶ τῆς ραδιόλυσεως τῶν ὕδατικῶν διαλυμάτων ἀνοργάνων συμπλόκων ἀλάτων. Ἡ μελέτη τοῦ προβλήματος αὐτοῦ παρουσιάζει ἐνδιαφέρον ἰδίᾳ ἀπὸ πλευρᾶς χημικῆς δοσιμετρίας, δοθέντος ὅτι πλεῖστα ἐκ τῶν συμπλόκων ἀνοργάνων ἀλάτων εἶναι δυνατόν νὰ παρασκευασθοῦν εἰς λίαν καθαρὰν κρυσταλλικὴν κατάστασιν, διαλυόμενα δὲ εἰς τὸ ὕδωρ παρέχουν διαλύματα σταθερὰ τόσον κατὰ τὴν παραμονὴν των ἐπὶ μακρὸν χρονικὸν διάστημα, ὅσον καὶ ἔναντι τῶν μεταβολῶν θερμοκρασίας, αἱ ὁποῖα εἶναι δυνατόν νὰ προκύψουν κατὰ τὰς συνθήκας πειραματισμοῦ. Συνεπῶς αἱ προκαλούμεναι κατὰ τὴν ἀκτινοβολήσιν ραδιοχημικαὶ μεταβολαὶ δὲν λαμβάνουν χώραν τῇ ἐπιδράσει ἄλλων παραγόντων πλην τῆς ἀκτινοβολίας καὶ ὡς ἐκ τούτου κατὰ τὴν σύγκρισιν ἀκτινοβοληθέντων διαλυμάτων μετὰ μὴ ἀκτινοβοληθέντα τοιαῦτα δὲν προκύπτουν σφάλματα, συνεπιεῖς ἀλλοιώσεως τῶν τελευταίων.

Καίτοι εἶναι πολὺ δύσκολος ἡ πλήρης ἐρμηνεία τοῦ μηχανισμοῦ τῆς ραδιόλυσεως τοιούτων διαλυμάτων, ἐν τούτοις εἶναι δυνατόν, διὰ τῆς συστηματικῆς μελέτης τῆς μεταβολῆς ὠρισμένων ἰδιοτήτων τῶν ἀκτινοβολουμένων διαλυμάτων, νὰ ὀδηγηθῶμεν εἰς τὴν διαπίστωσιν τῶν κυριωτέρων τουλάχιστον προϊόντων ραδιόλυσεως καὶ εἰς τὸν καθορισμὸν σχέσεων μεταξὺ τῆς προκαλουμένης μεταβολῆς καὶ τοῦ ποσοῦ τῆς ὑπὸ τοῦ διαλύματος ἀπορροφουμένης ἀκτινοβολίας.

Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν προεβήμεν εἰς συστηματικὴν μελέτην τῆς ραδιόλυσεως τῇ ἐπιδράσει ἀκτινοβολίας γ ἐκ πηγῆς Co^{60} ὕδατικῶν διαλυμάτων ἀνοργάνων συμπλόκων ἀλάτων ἐκ τῶν ὁποίων ἐμελετήθησαν ἤδη τὰ ἀκόλουθα:

τὰ λευκοχρυσοκυανιοῦχα: $Ba[Pt(CN)_4] \cdot 4H_2O$,
 $K_2[Pt(CN)_4]$, καὶ $Na_2[Pt(CN)_4] \cdot 3H_2O$,
 τὰ χλωριολευκοχρυσικά: $H_2[PtCl_4]$ καὶ $K_2[PtCl_4]$,
 τὸ νικελοκυανιοῦχον: $T_2[Ni(CN)_4]$,
 τὸ χρωμιοκυανιοῦχον: $K_3[Cr(CNS)_6] \cdot 4H_2O$,
 τὸ χρωμιοξαλικόν: $K_3[Cr(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$,
 τὸ κοβαλτιοξαλικόν: $K_3[Co(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$,
 τὸ κοβαλτικυανιοῦχον: $K_3[Co(CN)_6]$ καὶ
 τὸ χλωριοῦχον ἑξασθενῶν-δι-ὑδροξυ-τρι-χρῶμιον σύμπλοκον:
 $[Cr_3(CH_3COO)_6(OH)_2]Cl \cdot 8H_2O$.

Εἰς τὴν παρούσαν ἐργασίαν ἀναφέρονται τὰ ἀποτελέσματα τὰ ἀφορῶντα εἰς τὰ λευκοχρυσοκυανιοῦχα σύμπλοκα. Ἐπειδὴ δὲ τὰ προκύψαντα ἀποτελέσματα εἶναι ἀνάλογα καὶ διὰ τὰ τρία μελετηθέντα λευκοχρυσοκυανιοῦχα ἄλατα, ἀναφέρομεν λεπτομερῶς τὰ ἀποτελέσματα τὰ ἀφορῶντα εἰς τὸ ἅλμα τοῦ βαρίου.

Ειδικῶς διὰ τὰς ραδιοχημικὰς ἀντιδράσεις ἔχει σημασίαν ἡ μεγάλη καθαρότης τῶν χρησιμοποιουμένων ἀντιδραστηρίων. Εἰς πολλὰς δὲ περιπτώσεις καὶ αὐτὰ τὰ λίαν καθαρὰ προϊόντα (p.a.) ἐπιβάλλεται νὰ ἀνακρυσταλλωθοῦν ἢ νὰ ἀποσταχθοῦν διὰ τὴν πλήρη ἀπομάκρυνσιν τῶν ἰχθῶν ἀνοργάνων ἢ ὀργανικῶν προσμείξεων καθ' ὅσον εἶναι γνωστὸν (24) ὅτι τὰ ἰχθη τῶν προσμείξεων αὐτῶν μετέχουν εἰς τὰς ραδιοχημικὰς ἀντιδράσεις καὶ ὡς ἐκ τούτου προκαλοῦν μεταβολὰς εἰς τὴν ἀπόδοσιν αὐτῶν. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τὰ χρησιμοποιούμενα ὑάλινα σκευῆ πρέπει νὰ εἶναι ἀπὸ βιοπολυμερικῆν ὑάλον (π.χ. rytex), τὸ δὲ χρησιμοποιούμενον ὕδωρ, ἐπειδὴ τὸ συνήθως λαμβανόμενον δις ἀπεσταγμένον τοιοῦτον περιέχει ἰχθη ἀνοργάνων καὶ ὀργανικῶν προσμείξεων μὲ σημαντικὴν ἐπίδρασιν ἐπὶ τῶν μελετωμένων ραδιοχημικῶν ἀντιδράσεων (27), εἶναι ἀπαραίτητον νὰ ἀποσταζῆται ἐκ νέου, τῇ προσθήκῃ διαλύματος $KMnO_4$ καὶ H_2SO_4 , τὸ δὲ οὕτω λαμβανόμενον ὕδωρ νὰ ὑποβάλλεται εἰς νέαν ἀπόσταξιν καὶ νὰ διατηρῆται ἐντὸς κλειστῶν φιαλῶν ἐκ rytex. Τὰ χρησιμοποιηθέντα ἄλατα παρεσκευάσθησαν ἅπαντα εἰς τὸ Ἔργαστήριον Ἀνοργάνου Χημείας.

Τὸ λευκοχρυσοκυανιοῦχον βῆριον παρεσκευάσθη ἐκ χλωριολευκοχρυσικοῦ ὀξέος δι' ἀναγωγῆς ὑπὸ SO_2 , διαβίβάσεως H_2CN , προσθήκης $Ba(OH)_2$ καὶ δι' ἐπανειλημμένων ἀνακρυσταλλώσεων τοῦ λευκοχρυσικοῦ ὀξέος (30). Τὸ χρησιμοποιηθὲν χλωριολευκοχρυσικὸν ὀξὺ ($H_2[PtCl_6] \cdot 6H_2O$) παρεσκευάσθη διὰ προσθήκης μέλανος τοῦ λευκοχρύσου ἐντὸς πυκνοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος καὶ παραμονῆς τοῦ μίγματος ἐπὶ 12 ὥρας εἰς ἀτμόσφαιραν χλωρίου ὅτε διαλύεται ὁ Pt, ἐν συνεχείᾳ δὲ διὰ κρυσταλ-

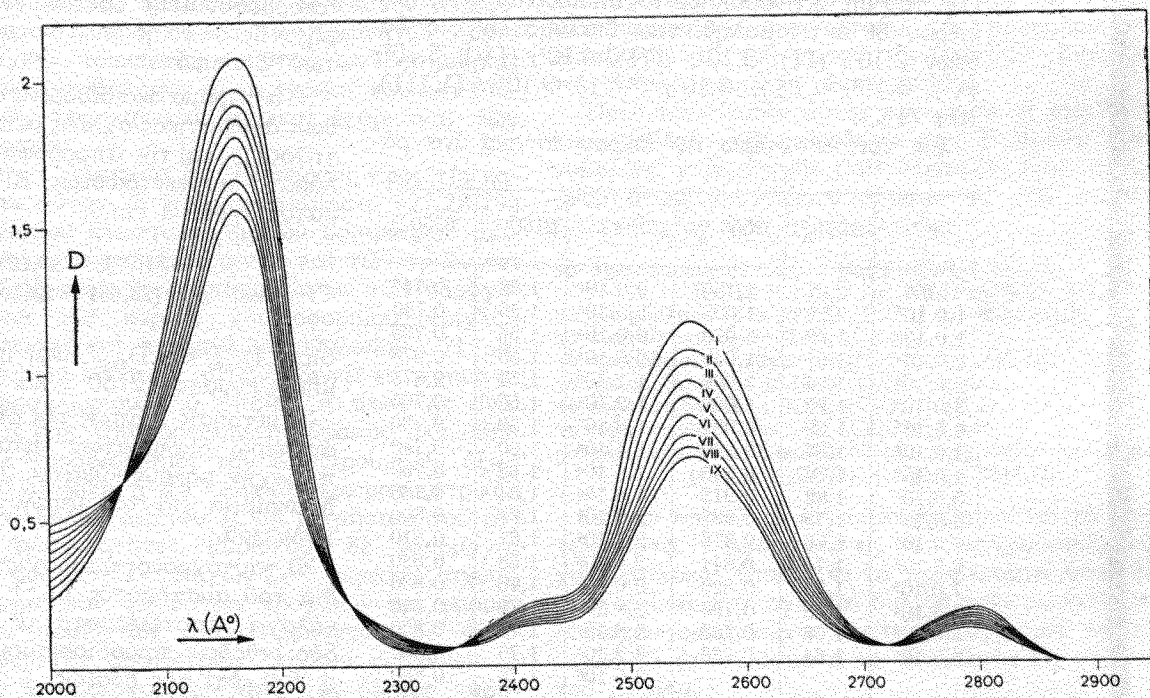
λώσεως ἀποχωρίζεται ἐκ τοῦ διαλύματος τὸ $H_2[PtCl_6] \cdot 6H_2O$. Τὸ μέλαν τοῦ λευκοχρύσου παρεσκευάσθη διὰ διαλύσεως μεταλλικοῦ λευκοχρύσου ἐν βασιλικῶν ὕδωρ, ἐξουδετερώσεως τοῦ διαλύματος δι' ἀνθρακικοῦ νατρίου καὶ ἐν συνεχείᾳ δι' ἀναγωγῆς ὑπὸ μυρμηκικοῦ νατρίου.

Ὁ ἔλεγχος τῆς καθαρότητος τοῦ $Ba[Pt(CN)_4 \cdot 4H_2O]$ ἐγένετο διὰ προσδιορισμοῦ τόσοσιν τοῦ B ὅσων καὶ τῶν κυανιοῦχων. Ἀρχικῶς ἐμελετήθησιν τὰ φάσματα ἀπορροφῆσεως ὕδατικῶν διαλυμάτων καὶ τῶν τριῶν λευκοχρυσοκυανιοῦχων ἀλάτων βαρίου, νατρίου, καλίου, συγκεντρώσεων ἀπὸ 10 M, ἕως 10^{-5} M εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ υπεριώδους. Πάντα τὰ μελετηθέντα διαλύματα παρέχουν τὸ αὐτὸ φάσμα, χαρακτηριστικὸν τοῦ λευκοχρυσοκυανιοῦχου ἰόντος. Τὸ φάσμα τοῦτον παρουσιάζει δύο χαρακτηριστικὰς ταινίας ἀπορροφῆσεως μὲ μέγιστον ἀπορροφῆσεως εἰς 2160 Å καὶ 2550 Å, καθὼς ἐπίσης καὶ μίαν τρίτην ταινίαν, κατὰ πολὺ μικροτέρας ἀπορροφῆσεως εἰς τὴν περιοχὴν τῶν 2800 Å.

Μετρήσεις ἐκτελεσθεῖσαι κατ' ἐπανάληψιν ἐπὶ τὰ ἴδια διαλύματα κατὰ τὴν διάρκειαν παραμονῆς αὐτῶν ἐπὶ πολλὰς ἐβδομάδας ἐντὸς φιάλης παροισίας ἀέρος, ἀπέδειξαν ὅτι ἡ ὀπτική πυκνότης αὐτῶν παραμένει ἀμετάβλητος.

Ἐν συνεχείᾳ ἐμελετήθησαν τὰ φάσματα ἀπορροφῆσεως τῶν ἰδίων διαλυμάτων μετὰ ἀπὸ ἀκτινολόγησιν αὐτῶν ὑπὸ τῆς πηγῆς Co^{60} (8 curie). Ἡ ἀκτινοβολήσις τῶν διαλυμάτων ἐγένετο παροισίας ἀέρος ἐντὸς εἰδικῶν σωλῆνων rytex, ὁ ὅγκος τοῦ ἀκτινοβολουμένου διαλύματος ἦτο πότε 10 cm³.

Ἡ μελέτη αὕτη ἀπέδειξεν ὅτι κατ' ἀρχὴν ἡ ἀκτ



Σχ. 1. Καμπύλαι $D = f(\lambda)$ ὕδατικῶν διαλυμάτων $Ba[(CN)_4] \cdot 4H_2O$ (Συγκέντρωσις 10^{-4} M, πάχος στρώματος 1 cm): (I) μὴ ἀκτινοβοληθέν. (II ἕως IX) ἀκτινοβοληθέντα [ἀπορροφηθεῖσαι δόσεις ἀκτινοβολίας $2 \cdot 10^5 \text{ r}$ (II), $3 \cdot 10^5 \text{ r}$ (III), $4 \cdot 10^5 \text{ r}$ (IV), $5 \cdot 10^5 \text{ r}$ (V), $6 \cdot 10^5 \text{ r}$ (VI), $8 \cdot 10^5 \text{ r}$ (VII), $9 \cdot 10^5 \text{ r}$ (VIII), καὶ 10^6 r (IX)].

νοβόλησις έχει ως αποτέλεσμα τήν ελάττωσιν τῆς τιμῆς τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος, ἡ δὲ ελάττωσις αὕτη εἶναι μεγαλύτερα ἀξαναομένης τῆς δόσεως ἀκτινοβολίας. Τὰ ληφθέντα ἀποτελέσματα εἶναι ἀνάλογα καὶ διὰ τὰ τρία λευκοχρυσοκυανιοῦχα ἄλατα καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀναφέρονται ἐνταῦθα τὰ ἀποτελέσματα τῆς συστηματικῆς μελέτης ἐνὸς ἐξ αὐτῶν, τοῦ λευκοχρυσοκυανιοῦχου βαρίου τὰ ὁποῖα ὀδηγοῦν εἰς τὰ ἀκόλουθα συμπεράσματα: Αὐξήσις τῆς ἀπορροφουμένης ὑπὸ τοῦ διαλύματος δόσεως ἀκτινοβολίας ἐπιφέρει κανονικὴν μείωσιν τῆς τιμῆς τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος αὐτοῦ μέχρι δόσεων 1,1.10⁶r. Διὰ μεγαλύτερας δόσεις ἡ ὀπτικὴ πυκνότης αὐξάνει ἐπ' ὀλίγον τείνουσα πρὸς μίαν σταθερὰν τιμὴν. Κατὰ τὴν παραμονὴν τῶν ἀκτινοβοληθέντων διαλυμάτων ἐπὶ ἀρκετὸν χρονικὸν διάστημα (πέραν τῆς ἑβδομάδος) δὲν μεταβάλλεται ἡ τιμὴ τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος αὐτῶν. Ἡ μεταβολὴ τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος συναρτῆσει τῆς ἀπορροφουμένης δόσεως εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ ρυθμοῦ δόσεως τῆς ἀκτινοβολίας τουλάχιστον μέχρι 200 r/min (τιμὴ μεγίστου δυνατοῦ ρυθμοῦ δόσεως ἐπιτυγχανομένου ἐκ τῆς χρησιμοποιηθείσης πηγῆς) καὶ ἀνεξάρτητος τῆς συγκεντρώσεως τοῦ διαλύματος εἰς τὴν μελετηθεῖσαν περιοχὴν μεταξὺ 10⁻³ καὶ 10⁻⁵M.

Αἱ μετρήσεις τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος ἐγένοντο καὶ εἰς τὰς δύο περιοχὰς τοῦ φάσματος μετὰ τὴν μεγαλύτεραν ἀπορρόφησιν ἤτοι εἰς 2160 Å καὶ 2550 Å, χρησιμοποιουμένου φασματοφωτομέτρου Zeiss-PMQ II. Διὰ τὴν συστηματικὴν μελέτην ἐχρησιμοποιήθησαν διαλύματα συγκεντρώσεως 10⁻⁴M εἰς ὅλας δὲ τὰς μετρήσεις τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος τὸ πάχος τοῦ στρώματος τοῦ ὑγροῦ ἦτο 1 cm.

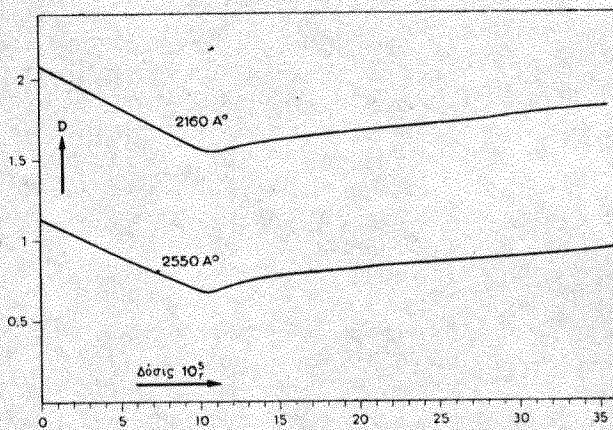
Τὸ Σχ. 1 παριστᾷ καμπύλας D=f(λ) ἀφ' ἐνὸς μὲν τοῦ μὴ ἀκτινοβοληθέντος διαλύματος (I), ἀφ' ἑτέρου δὲ ἀκτινοβοληθέντων διαλυμάτων διὰ δόσεων 2.10⁵r (II), 3.10⁵r (III), 4.10⁵r (IV), 5.10⁵r (V), 6.10⁵r (VI), 8.10⁵r (VII), 9.10⁵r (VIII), 10⁶r (IX).

Εἰς τὸν κατωτέρω ἀφ' ἑτέρου πίνακα ἀναγρά-

γ	2160 Å	2556 Å	γ	2160 Å	2550 Å
0	2,07	1,150	9,0.10 ⁵	1,62	0,745
1,0.10 ⁵	2,02	1,095	9,5.10 ⁵	1,59	0,730
1,0.10 ⁵	1,99	1,070	10,0.10 ⁵	1,56	0,705
2,0.10 ⁵	1,97	1,048	10,5.10 ⁵	1,55	0,678
2,5.10 ⁵	1,94	1,026	1,1.10 ⁶	1,54	0,675
3,0.10 ⁵	1,92	1,002	1,2.10 ⁶	1,56	0,705
3,5.10 ⁵	1,89	0,982	1,3.10 ⁶	1,58	0,730
4,0.10 ⁵	1,87	0,960	1,4.10 ⁶	1,60	0,740
4,5.10 ⁵	1,84	0,938	1,6.10 ⁶	1,62	0,760
5,0.10 ⁵	1,82	0,912	1,8.10 ⁶	1,64	0,780
5,5.10 ⁵	1,79	0,888	2,0.10 ⁶	1,65	0,800
6,0.10 ⁵	1,76	0,876	2,2.10 ⁶	1,67	0,810
6,5.10 ⁵	1,74	0,844	2,4.10 ⁶	1,68	0,820
7,0.10 ⁵	1,71	0,820	2,6.10 ⁶	1,70	0,830
7,5.10 ⁵	1,68	0,798	2,8.10 ⁶	1,72	0,840
8,0.10 ⁵	1,66	0,780	3,0.10 ⁶	1,74	0,850
8,5.10 ⁵	1,64	0,766	3,2.10 ⁶	1,75	0,860
			3,5.10 ⁶	1,78	0,880

φονται αἱ τιμαὶ τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος τῶν διαλυμάτων συγκεντρώσεως 10⁻⁴M εἰς μῆκος κύματος 2160 Å καὶ 2550 Å, αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς δ.αφ.ορ. ἀπορροφηθείσας δόσεις ἀκτινοβολίας.

Τὸ σχῆμα 2 παριστᾷ τὴν μεταβολὴν τῆς τιμῆς



Σχ. 2. Μεταβολὴ τῆς τιμῆς τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος (μετρηθείσης εἰς 2160 Å καὶ 2550 Å) ἀκτινοβοληθέντων διαλυμάτων Ba[(CN)₄].4H₂O συναρτῆσει τῆς ἀπορροφουμένης δόσεως ἀκτινοβολίας. (Συγκεντρωσις διαλυμάτων 10⁻⁴ M πάχος στρώματος ὑγροῦ 1cm).

τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος (μετρηθείσης εἰς 2160 Å καὶ 2550 Å) συναρτῆσει τῆς ἀπορροφουμένης δόσεως ἀκτινοβολίας.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἀποτελεσμάτων καθίσταται προφανές ὅτι εἶναι δυνατὸς ὁ ὑπολογισμὸς τῆς ἀπορροφουμένης δόσεως ἀκτινοβολίας ἐκ τῆς τιμῆς τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος τῶν ἀκτινοβοληθέντων διαλυμάτων.

Τὰ πειραματικὰ δεδομένα ὀδηγοῦν εἰς τὰς ἀκόλουθους ἀριθμητικὰς σχέσεις μεταξὺ τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος (D) καὶ τῆς ἀπορροφηθείσης δόσεως (Δ) (διαλύματα συγκεντρώσεως 10⁻⁴ M καὶ πάχος στρώματος ὑγροῦ 1 cm.).

$$\Delta = (41,798 - 20,192 D_{2160}) 10^5 r$$

$$\text{καὶ } \Delta = (26,631 - 23,157 D_{2550}) 10^5 r$$

ὅπου D₂₁₆₀ καὶ D₂₅₅₀ εἶναι ἡ ὀπτικὴ πυκνότης εἰς μῆκος κύματος 2160 Å καὶ 2550 Å ἀντιστοίχως.

Ἡ μέτρησις πάντως τῆς ὀπτικῆς πυκνότητος τῶν ἀνωτέρω διαλυμάτων εἶναι ἀκριβεστέρη εἰς τὴν περιοχὴν μῆκους κύματος 2550 Å κατὰ συνέπειαν ἢ ἀκρίβεια ἐπὶ τοῦ ὑπολογισμοῦ τῆς δόσεως μεγαλύτερα.

Ὁ ταυτόχρονος ὑπολογισμὸς τῶν αὐτῶν δόσεων διὰ τοῦ συστήματος Fe⁺⁺ → Fe⁺⁺⁺ παρέχει ἀνάλογα ἀποτελέσματα μετὰ διαφορὰς μεταξὺ τῶν δύο μεθόδων προσδιορισμοῦ μὴ ὑπερβαίνουσας τὸ ± 5% ἐπὶ τῆς δόσεως.

RÉSUMÉ

Contribution à la dosimétrie chimique du rayonnement γ du Co^{60} . Utilisation de complexes minéraux

Par T. KARANTASSIS, P. SAKELLARIDIS, M. KOROMANTZOU

La première partie de ce travail se rapporte aux différentes méthodes appliquées à la dosimétrie chimique. Ensuite sont donnés des résultats concernant l'étude des spectres d'absorption ultraviolets des solutions aqueuses de platocyanure de barium irradiées par une source de Co^{60} .

La comparaison de ces résultats avec les spectres des mêmes solutions non irradiées montre que la densité optique des solutions après l'irradiation mesurée à 2160\AA et 2550\AA où se situent les maxima d'absorption, diminue proportionnellement à la dose jusqu'à 10^6r . Cette diminution de la densité optique est indépendante de l'intensité au moins jusqu'à 200 r/min . D'autre part la valeur de la densité optique des solutions irradiées et non irradiées reste invariable pendant leur séjour pour longtemps. Il est donc possible d'estimer la dose d'après la valeur de la densité optique à 2160\AA ou 2550\AA des solutions irradiées et à partir des formules simples.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Day J., Stein G.: *Nucleonics* 8, No 2, 35 (1951).
2. Weyl C., Warren R., Ir, O'Neil B.: «*Radiologic Physics*». p. 306. Charles C. Thomas, Springfield, Ill., 1941.
3. Freund L., Wien Klin. Wochschr: 17, 412 (1904).
4. Günther P., Von der Horst H. D., Gronheim C. F.: *Z. Electrochem.* 34, 616 (1928).

5. Fricke H., Morse S.: *Am. J. Roentgenol. Radium Therapy.* 18, 430 (1927).
6. Fricke H., Morse S.: *Phil. Mag.* 7, 129 (1929).
7. Fricke H., Hart E. J.: *Chem. Phys.* 3, 596 (1935).
8. Hardwick J.: *Can. J. Chem.* 30, 23 (1952).
9. Hamil H., Schuler R. H.: *Abstract from the Proceedings, American Chemical Society meeting, San Francisco Calif. March 27 — April 1 (1947).*
10. Barron G., Dickman S., Muntz A., Singer P.: *J. Gen. Physiol.* 32, 537 (1949).
11. Andrews H., Shore P.: *J. Chem. Phys.* 18, 1165 (1950).
12. Day M., Stein G.: *Nature* 164, 671 (1949).
13. Prevot-Bernas A.: *C. R.* 230, 288 (1950).
14. Stenstrom W., Lohmann A.: *Radiology* 16, 322 (1931).
15. Day J., Stein G.: *Nature* 166, 146 (1950).
16. Shekhtman I., Krasmovsky A., Vereshchinsky I.: *C. R. Acad. Sci. U.R.S.S.* 74, 767 (1950).
17. Day M., Stein G.: *Nucleonics*, 8, No 2, 34 (1951).
18. Proctor B., Goldblith S.: *Nucleonics* No 2, 83 (1950).
19. Allen D.: *Radiation Research* 1, 85 (1954).
20. Weiss J.: *Nature* 153, 748 (1944).
21. Burton M.: *Discussions Faraday Soc.* 12, 317 (1952).
22. Miller N.: *J. Chem. Phys.* 18, 79 (1950).
23. Fricke H.: *Army Chemical Corps Symposium No IV; Chemistry and Physics of Radiation Dosimetry Part I p. 24 (Sept. 1950).*
24. Hochanadel C.: *J. Phys. Chem.* 56, 587 (1952).
25. Weiss J.: *Hand book of New Nuclear Techniques*, 79. Published by Nucleonics (1954).
26. Mooney W., Szasz J.: «*Discussion Radiation Chemistry*» ONRL — 48 — 52. Office Naval Research, London, May (1952).
27. Taplin V., Douglas H., Sanchez B.: *Nucleonics* 9 No 2, 73 — 77 (1951).
28. Clark L., Bierstedt E.: *Radiation Research* 2 No 3 199 — 218 (1955).
29. Taplin V.: *USAEC Report UNCLA — 304*, 15 Sept. (1955).
30. Bergsøe P.: *Z. Anorg. Chem.* 19, 320 (1894).

(Ἐκ τοῦ Ἐργαστηρίου Ἀνοργάνου Χημείας Παν/μίου Ἀθηνῶν).

(Εἰσήχθη τῇ 24 Ἀπριλίου 1958)