

la surface de l'électrode et sont constitués de vapeur condensée et lumineuse. Nous croyons que ce phénomène provient de l'action du potentiel et des résistances à la sortie des électrons.

Par l'examen de tous les phénomènes nous sommes arrivé à distinguer trois causes de production de la vapeur dans les étincelles: a) Par le bombardement de l'électrode obscure par un torrent d'électrons emises par l'électrode qui est à l'état d'incandescence. b) Par une production immédiate de vapeurs sur la surface des électrodes (cratères) à cause de l'action du potentiel et des résistances à la sortie du courant et c) par la vaporisation des petites parties solides ou liquides qui proviennent des électrodes et se trouvent au passage de la décharge.

Enfin nous montrons que, en général, la cause principale de l'échauffement des électrodes n'est pas la vapeur de l'auréole. Cet échauffement provient de la transformation, en grande partie, de l'énergie électrique en chaleur par les résistances pendant la sortie du courant dans l'air et du bombardement de l'électrode par les ions positifs.

ΦΥΣΙΚΗ. — Περί τῆς μεταπτώσεως τῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων καὶ τῆς κρισίμου θερμοκρασίας αὐτῶν, ὑπὸ Βασιλείου Αἰγινήτου\*.

*Πρόλογος.* Κύριος σκοπὸς τῆς μελέτης μας ταύτης εἶναι ἡ ἐξήγησις τῆς κρισίμου θερμοκρασίας τῶν ἠλεκτροδίων. Πάντα τὰ φαινόμενα τῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων, τὰ ὁποῖα ἐξετάσαμεν λεπτομερῶς, ἄγουν εἰς τὰς μεταβολὰς τῶν  $I$ ,  $R$  καὶ  $V$ , οἱ ὁποῖοι εἰσέρχονται εἰς τὴν διαφορικὴν ἐξίσωσιν τῆς ἐκκενώσεως πυκνωτοῦ. Ἡ ἐξέτασις τῶν τριῶν τούτων παραγόντων καὶ γενικῶς τῶν φαινομένων τῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων μᾶς ἤγαγεν εἰς τὸ βασικὸν συμπέρασμα ὅτι ἡ ἐμφάνισις τῆς κρισίμου θερμοκρασίας τῶν ἠλεκτροδίων συνοδεύεται ὑπὸ μεταπτώσεως τῶν σπινθήρων εἰς βολταϊκὸν τόξον. Δοθέντος δὲ ὅτι εἰς τὸ τόξον τοῦτο, τὸ μὲν δυναμικὸν εἶναι μικρὸν καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος μεγάλη σχετικῶς πρὸς τὰ ἀντίστοιχα ποσὰ τῶν σπινθήρων, τὸ φαινόμενον δύναται νὰ ἀναχθῆ εἰς ὠρισμένην περίπτωσιν τῆς λύσεως τῆς ρηθείσης διαφορικῆς ἐξισώσεως, χωρὶς ἀναδρομῆν εἰς τὰς πολυπλόκους λεπτομερείας τοῦ φαινομένου καὶ ἐπὶ τῇ βάσει τῶν πειραματικῶν δεδομένων.

\* BASILE EGINITIS: Sur le changement des étincelles électriques en arc et leurs température critique.

**Ἡλεκτρικοί σπινθήρες και βολταϊκὸν τόξον.** Οἱ συνήθεις ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες διαφέρουν οὐσιωδῶς τοῦ βολταϊκοῦ τόξου, τόσον ὡς πρὸς τὸν τρόπον τῆς παραγωγῆς των, ὅσον και ὡς πρὸς τὰ φαινόμενα, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν. Θεωρήσωμεν τὸ τόξον, τὸ παραγόμενον δι' ἠλεκτροδίων ἐξ ἄνθρακος και συνεχοῦς ρεύματος. Διὰ τὴν παραγωγήν του γίνεται χρῆσις πηγῆς μικροῦ δυναμικοῦ, συνήθως 100-240 βόλτ, ἀλλὰ δυναμένης νὰ δώσῃ ρεῦμα μεγάλης σχετικῶς ἐντάσεως. Διὰ τοῦ δυναμικοῦ τούτου δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ σχηματισθῇ ρεῦμα μεταξὺ τῶν ἄκρων τῶν ἠλεκτροδίων διὰ μέσου τοῦ ἀέρος. Διὰ τοῦτο τὸ τόξον παράγεται συνήθως, ἀφοῦ ἀχθοῦν τὰ ἄκρα τῶν ἠλεκτροδίων εἰς ἐπαφήν και κατόπιν ἀπομακρυνθοῦν ἀλλήλων. Κατὰ τὴν ἐπαφήν προκαλοῦνται μικροὶ σπινθήρες, ἰσχυρὰ θέρμανσις, ἔξοδος ἀφθόνων ἠλεκτριόντων και ἐξαέρωσις, διὰ τῶν ὁποίων ἄρχεται ἡ λειτουργία τοῦ τόξου. Τὸ ἄκρον τοῦ θετικοῦ ἠλεκτροδίου λευκοπυροῦται και ἐκπέμπει ἰσχυρὸν φῶς, ἐνῶ συγχρόνως κοιλαίνεται ὡς κρατῆρ και καταναλίσκεται. Τὸ ἀρνητικὸν ἄκρον λευκοπυροῦται ἐπίσης, καθίσταται κωνικόν, χωρὶς νὰ καταναλίσκεται τόσον ταχέως ὅσον τὸ θετικόν.

Μεταξὺ τῶν ἄκρων τῶν ἠλεκτροδίων, λόγῳ ἐξαερώσεως, σχηματίζεται φλὸξ ἀσθενοῦς ἐντάσεως, ἡ ὁποία φαίνεται ἔχουσα τὴν βάσιν της ἐπὶ τοῦ θετικοῦ ἄκρου και ἐκπεμπομένη κυρίως ἐξ αὐτοῦ, Τὸ φάσμα τοῦ φωτὸς τῶν διαπυρομένων ἄκρων εἶναι συνεχές, ἐνῶ τὸ τῆς φλογὸς εἶναι γραμμικόν. Τὸ κύριον μέρος τοῦ ἐκπεμπομένου φωτὸς προέρχεται ἐκ τῶν λευκοπυρωθέντων ἄκρων τῶν ἠλεκτροδίων και ἰδίως τοῦ θετικοῦ. Ἡ κατάσταση τοῦ φαινομένου ἐν τῷ συνόλῳ του δὲν εἶναι συμμετρικὴ ὡς πρὸς τὰ δύο ἠλεκτρόδια, τοῦθ' ὅπερ ὀφείλεται εἰς τὴν φύσιν τοῦ ρεύματος. Ἡ λειτουργία τοῦ τόξου γίνεται εἴτε ἀθορούβως, εἴτε συριστικῶς, κύριον δὲ χαρακτηριστικὸν εἶναι ὅτι γίνεται ὑπὸ ὄρους (μικρὸν δυναμικόν, μεγάλη ἐνταση ρεύματος), οἱ ὁποῖοι προκαλοῦν πρωτίστως τὴν θέρμανσιν τῶν ἠλεκτροδίων και παραγωγήν ἀτμοῦ, ὁ ὁποῖος εἶναι ἀσθενοῦς φωτεινῆς ἐντάσεως. Ἐκ τούτου προέρχεται ἡ διαφορὰ μεταξὺ τοῦ φάσματος τῶν συνήθων σπινθήρων και τοῦ φάσματος τοῦ τόξου. Τὸ πρῶτον εἶναι φάσμα διεγερθέντος ἰόντος, ἐνῶ τὸ δεύτερον εἶναι φάσμα ἀτόμου οὐδετέρου. Ἡ μεταξὺ τῶν δύο ἠλεκτροδίων ἀντίστασις εἶναι ἐλαχίστη ἢ μηδὲν ἢ και ἀρνητικὴ. Ἡ θέρμανσις τῆς καθόδου, ἀπαραίτητος εἰς τὴν λειτουργίαν τοῦ τόξου, προέρχεται κυρίως ἐκ πτώσεως θετικῶν ἰόντων ἐπ' αὐτῆς, παραγομένων δι' ἰοντισμοῦ τῶν πλησίον της ἀτόμων τοῦ ἀτμοῦ ὑπὸ τῶν ἐκπεμπομένων ὑπὸ τῆς καθόδου ἠλεκτριόντων.

Τέλος, ἄξιον ἰδιαιτέρας προσοχῆς εἶναι ὅτι ἡ ἔναρξις τῆς λειτουργίας τοῦ τόξου δύναται νὰ γίνῃ διὰ διαπυρώσεως τοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτροδίου, χωρὶς νὰ ἔλθουν πρῶτον εἰς ἐπαφήν τὰ ἄκρα τῶν δύο ἠλεκτροδίων. Διὰ τῆς θερμάνσεως

ταύτης προκαλείται βομβαρδισμός τοῦ θετικοῦ ἄκρου ὑπὸ χειμάρρου ἠλεκτριόντων, προερχομένου ἐκ τοῦ διαπυρωθέντος ἀρνητικοῦ ἠλεκτροδίου, μεταφερόντων ρεῦμα τῆς τάξεως πολλῶν ἀμπέρ κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον τῆς ἐπιφανείας του. Ἐκ τούτου δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν ὅτι ἐν τῶν αἰτίων τῆς λευκοπυρώσεως τοῦ θετικοῦ ἄκρου εἶναι ὁ ρηθὴς βομβαρδισμός. Ἡ παρουσία δὲ τῶν θερμῶν ἀερίων καὶ τῶν ἰόντων (θετικῶν καὶ ἀρνητικῶν) ἐλαττώνει τὴν ἀντίστασιν μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων καὶ οὕτω συνεχίζεται ἡ λειτουργία τοῦ τόξου.

Ἡ ἔναρξις τῆς λειτουργίας τοῦ τόξου παράγεται ἐπίσης, ἐὰν οἱ ἀνθρώρακες εὐρίσκονται ἐντὸς κλειστοῦ χώρου ὑπὸ πίεσιν μόνον 5-6 χιλιοστῶν ὑδραργύρου, ὅτε σχηματίζεται μεταξὺ τῶν ἀνθρώρων ἀπόρροια (effluve), ἡ ὁποία μετατρέπεται εἰς τόξον, ἐὰν εἰσέλθῃ ἐντὸς τοῦ κλειστοῦ χώρου ἐλευθέρως ὁ ἀήρ.

Οἱ ἠλεκτρικοὶ σπινθῆρες κατατάσσονται εἰς τρία κύρια εἶδη, τοὺς συνήθεις, τοὺς παλλομένους καὶ τοὺς διαλείποντας. Τὸ εἶδος τοῦ σπινθῆρος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς αὐτεπαγωγῆς καὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος ἐκκενώσεως τῶν πυκνωτῶν. Ὄταν ἡ αὐτεπαγωγή καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος εἶναι πολὺ μικραί, παράγεται ἐντὸς τοῦ ἀέρος ὁ *συνήθης* σπινθῆρ, ὅστις ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ ὄλκοῦ, ὀλίγων ταχέων παλμῶν καὶ τῆς αἴγλης. Ἐὰν ἀξηθῇ ἀρκετὰ ἡ αὐτεπαγωγή, ὁ ὄλκος ἐξαλείφεται σχεδὸν τελείως, οἱ παλμοὶ ἀυξάνουν κατ' ἀριθμὸν καὶ τὸ σύνολον τῆς ἐκκενώσεως εἶναι μεγαλύτερας διαρκείας. Ὁ σπινθῆρ τότε εἶναι ὁ *παλλόμενος*. Ἐὰν ὅμως ἀξηθῇ μόνον ἡ ἀντίστασις τοῦ κυκλώματος, οἱ παλμοὶ διὰ τινὰ τιμὴν τῆς ἀντιστάσεως ἐξαφανίζονται τελείως καὶ ἡ ἐκκένωσις γίνεται *συνεχῆς*. Διὰ μεγαλύτερας τιμᾶς τῆς ἀντιστάσεως, ἡ ἐκκένωσις γίνεται διὰ σειρᾶς ἀσθενῶν σπινθῆρων, οἱ ὁποῖοι διαδέχονται ἀλλήλους κατ' αὔξοντα χρονικὰ διαστήματα· ὁ τοιοῦτος σπινθῆρ εἶναι ὁ *διαλείπων*. Εἰς τὸν διαλείποντα σπινθῆρα ἡ παραγομένη μεταλλικὴ ποσότης ἀτμοῦ εἶναι μικρὰ καὶ ἡ αἴγλη περιορίζεται εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἑνὸς τῶν ἠλεκτροδίων.

Οἱ σπινθῆρες καὶ ἰδίως οἱ συνήθεις παράγονται διὰ δυναμικῶν ἀσυγκρίτως μεγαλύτερων τῶν τοῦ τόξου, λόγῳ τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως κυρίως τοῦ ἀέρος ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας. Εἰς τοὺς συνήθεις σπινθῆρας, κατ' ἀντίθεσιν πρὸς τὸ τόξον, μέγα μέρος τῆς ἐνεργείας τῆς ἐκκενώσεως καταναλίσκεται εἰς τὸν ἰοντισμὸν καὶ τὴν διέγερσιν τῶν ἀτόμων τῶν ἀτμῶν ἢ καὶ τὴν ἀτμοποίησιν ὑγρῶν ἢ στερεῶν τμηματίων τῶν ἠλεκτροδίων, ἐνῶ ἡ θέρμανσις τῶν ἠλεκτροδίων εἶναι μικρά.

Εἰς προηγουμένας ἀνακοινώσεις μας<sup>1</sup> περιεγράψαμεν τὰ φαινόμενα καὶ τὰς

<sup>1</sup> C. R. de l'Acad. des Sc. de Paris 1903 καὶ Πρακτικά τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, τόμ. 27 (1952) σελ. 155.

ιδιότητας τῶν σπινθήρων ὑπὸ διαφόρους ὄρους τῆς ἐκκενώσεως, κατεδείξαμεν τὴν σπουδαιότητα τῆς ἐπιδράσεως τῆς θερμοκρασίας τῶν ἠλεκτροδίων ἐπὶ τῶν φαινομένων τῶν σπινθήρων, ἰδιαιτέρως δὲ ἡσυχολήθημεν καὶ ἐπὶ τῆς τεχνητῆς θερμάνσεως ἢ ψύξεως τῶν ἠλεκτροδίων. Κατόπιν τῶν ἐρευνῶν τούτων ἄλλοι διαπρεπεῖς φυσικοὶ καὶ ἰδίως ὁ Fleming ἐξήτασαν ὁμοίως τὴν ἐπίδρασιν τῆς τεχνητῆς μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας τῶν ἠλεκτροδίων καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ τόξου, κατέληξαν δὲ εἰς σοβαρὰ ἀποτελέσματα παρόμοια πρὸς τὰ εὑρεθέντα παρ' ἡμῶν ἐπὶ τῶν σπινθήρων καὶ προὐκάλεσαν πολλὰς ἐφαρμογὰς, διεφώτισαν δὲ τὸν τρόπον τῆς λειτουργίας τοῦ τόξου. Κατὰ τὰς ἐρεῦνας ταύτας ἀπεδείχθη ὅτι τὸ τόξον, διὰ νὰ παραχθῆ, ἀπαιτεῖται, ὅπως ἡ κάθοδος διατηρῆται εἰς θερμοκρασίαν ἀρκετὰ μεγάλην, ὥστε νὰ εἶναι ἡ πηγὴ συνεχοῦς ἐκπομπῆς ἠλεκτρονίων. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τῆς καθόδου εἶναι ἀνεπαρκῆς, τὸ τόξον δὲν παράγεται ἢ δὲν συνεχίζεται, τοῦθ' ὅπερ συμβαίνει διὰ ψύξεως τῆς καθόδου. Τοῦναντίον, τὸ τόξον ἀρχεται λειτουργοῦν διὰ θερμάνσεως τῆς καθόδου καὶ χωρὶς νὰ ἔλθῃ αὕτη προηγουμένως εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἀνόδου.

**Μετάπτωσις τῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων.** Ἐκτὸς ὅμως τῶν προηγουμένων τριῶν εἰδῶν σπινθήρων παρουσιάζουν οὗτοι, ἐξ αἰτίας ἰδίως τῶν θερμοκρασιακῶν φαινομένων τῶν ἠλεκτροδίων, μεταβολὰς ριζικὰς καὶ τοιαύτας, ὥστε οἱ χαρακτῆρες τῶν σπινθήρων εἶναι παρόμοιοι πρὸς τοὺς βασικοὺς χαρακτῆρας τοῦ βολταϊκοῦ τόξου. Θεωρήσωμεν τὴν περίπτωσιν ἠλεκτροδίων ἐκ συρμάτων Fe διαμέτρου 0,8 χιλιοστ. Ὅπως εἶδομεν εἰς προηγουμένην ἐργασίαν μας<sup>1</sup> διὰ τῆς ἀψήσεως τῆς L, ἀξάνεται ἡ θερμοκρασία τῶν ἠλεκτροδίων καὶ ὅταν ἡ L λάβῃ τὴν κρίσιμον τιμὴν τῆς, ἡ ὁποία προκαλεῖ τὴν κρίσιμον θερμοκρασίαν, τὰ ἠλεκτρόδια λευκοπυροῦνται ἀποτόμως, ἡ δὲ αἴγλη εἴτε ἐλαττοῦται σοβαρῶς κατ' ἔντασιν, εἴτε σχεδὸν ἐξαλείφεται καὶ παραμένει μόνον μία ἀσθενὴς φωτεινὴ γραμμὴ. Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν οἱ χαρακτῆρες τῶν σπινθήρων ὁμοιάζουν πλέον πρὸς τοὺς τοῦ βολταϊκοῦ τόξου (Σχ. 3-4<sup>2</sup>). Ἐκ τῆς μεγάλης ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας τῶν ἠλεκτροδίων προκαλεῖται πραγματικὸς χείμαρρος ἠλεκτρονίων καὶ οὕτως ἡ μέση ἔντασις τοῦ ρεύματος τούτου ἀξάνεται, εἰς τὴν κρίσιμον δὲ τιμὴν τῆς L ἐπέρχεται ἡ ἀπότομος καὶ μεγάλη λευκοπύρωσις τῶν ἠλεκτροδίων καὶ ἡ μετάπτωσις τῶν χαρακτῆρων τῶν σπινθήρων τούτων εἰς τοὺς χαρακτῆρας τοῦ τόξου.

Ἐν πρώτοις αὐτῇ ἡ θέα τῶν σπινθήρων (Σχ. 3-4) προκαλεῖ ἀμέσως τὴν ἐντύπωσιν τόξου. Ἡ κατάστασις τῶν δύο πόλων δὲν εἶναι συμμετρικὴ. Ὁ εἰς

<sup>1</sup> Πρακτικά Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, τόμ. 27, (1952) σελ. 155.

<sup>2</sup> Παραπέμπομεν εἰς τὰ σχήματα τῆς ἀνακοινώσεώς μας τῆς 27 Μαρτίου 1952. Πρακτικά Ἀκαδ. Ἀθηνῶν Τόμ. 27 (1952) σ. 160 - 161.

των πόλων είναι λευκοκυρωμένος χωρίς να εκπέμπη φωτεινούς ατμούς, ένω ό άλλος φαίνεται ότι έχει την επιφάνειαν μόνον του άκρου του λευκοκυρωμένην και εκπέμπουσιν τους φωτεινούς ατμούς (αίγλη), οί όποιοι όμοιάζουσιν προς βολταικόν τόξον. Όπως δέ εις τό τόξον μέγα ποσόν ενεργείας καταναλίσκεται εις την διαπύρωσιν των ήλεκτροδίων και ένω οί συνήθεις σπινθήρες κροτούν, ή νέα κατάσταση ειτε συνοδεύεται υπό συριστικού ήχου, είτε λειτουργεί άθρούβως, όπως εις τό τόξον. Είς πάσας δέ τας περιπτώσεις ή θέρμανσις των ήλεκτροδίων και ή αίγλη δέν εξαλείφονται άμέσως με την λήξιν εκάστης εκκένωσης και υπό τοιούτους όρους γίνεται ή έπομένη εκκένωσις.

Η φασματική εξέτασις των φωτεινών ατμών της νέας καταστάσεως, όπως εμφανίζεται εκ της εργασίας του Hemsalech, άποδεικνύει ότι οί χαρακτηήρες των φασμάτων, π. χ δια τον Fe, εκ του όποιου αποτελούνται και τα ήλεκτρόδια των φωτογραφιών μας, είναι παρόμοια προς τους φασματικούς χαρακτηήρας του τόξου. Ούτως αί γραμμαί του άερος δέν υπάρχουν τόσον εις την νέαν κατάσταση, όσον και εις τό τόξον. «Επομένως», λέγει ό Hemsalech (σελ. 128), «παλλόμενος σπινθήρ μεταξύν ήλεκτροδίων εκ σιδήρου, κοβαλτίου, μαγγανίου ή νικελίου, όμοιάζει πολύ προς τό βολταικόν τόξον. Πράγματι, όλαι αί φασματικά γραμμαί των μετάλλων τούτων, αί όποιαί είναι άσθενείς ή δέν υπάρχουν εις τό τόξον, άλλ' είναι ισχυραί εις τον συνήθη σπινθήρα, τούναντίον εξασθενίζουν δια της αυτεπαγωγής». Μολονότι υπάρχουν διαφοραί τινες μεταξύν των φασμάτων, άφ' ένός των σπινθήρων με L και άφ' έτέρου του τόξου, αί διαφοραί αύται δέν μάς έμποδίζουν να άποφανθώμεν εις την περίπτωσίν μας ότι ή μετατροπή των σπινθήρων εις τόξον είναι πραγματική.

Η διαφορά του δυναμικού και πλείστα άλλα αίτια δέν είναι δυνατόν να μη προκαλέσουν παρομοιάς διαφοράς άπό τόξου εις τόξον. Τοιουτοτρόπως ή εμφάνισις της κρισίμου θερμοκρασίας της προερχομένης εκ της κρισίμου L, συνοδεύεται υπό της μεταπτώσεως των σπινθήρων εις τόξον συνεχούς ρεύματος. Άξιον ιδιαιτέρας προσοχής είναι ότι τό αυτό άποτέλεσμα δυνάμεθα να προκαλέσωμεν με τιμάς της L μικροτέρας της κρισίμου άρκεί να θερμάνωμεν τεχνητώς τα ήλεκτρόδια επ' όλίγα δευτερόλεπτα. Μετά την θέρμανσιν τό άποτέλεσμά της παραμένει, ως εάν ή L ήτο ή κρισίμος. Το αντίθετον άποτέλεσμα έπέρχεται δια ψύξεως των ήλεκτροδίων, ή όποία δύναται να επαναφέρη και τους συνήθεις σπινθήρας, ως εάν δέν υπήρχεν ή L.

Είς την δευτέραν περίπτωσιν της μεταπτώσεως των σπινθήρων, κατά την όποιαν ή αίγλη εξαλείφεται και άντ' αυτής υπάρχει μία άσθενής φωτεινή γραμμή, καταλήγουσα εις δύο λάμποντα σημεία των ήλεκτροδίων, οί σπινθήρες προκα-

λοῦν τὴν ἐντύπωσιν συνεχοῦς ρεύματος, διοχετευομένου διὰ τῆς γραμμῆς ταύτης, ὡς ἐὰν αὕτη ἦτο ὀχετός, διὰ τοῦ ὁποίου διέρχονται τὰ ἰόντα τῆς ἐκκενώσεως. Καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς μεταπτώσεως τῶν σπινθήρων φαίνεται ὅτι τὰ δύο λάμποντα σημεῖα τῶν ἠλεκτροδίων, τὰ εὐρισκόμενα εἰς τὰ δύο ἄκρα τῆς ἀσθενοῦς φωτεινῆς γραμμῆς, εἶναι παρόμοια πρὸς τοὺς κρατῆρας, περὶ τῶν ὁποίων ἐγένετο λόγος προηγουμένως, καὶ ἀποτελοῦν κέντρα ἐκπομπῆς οὐ μόνον ἰόντων, ἀλλὰ πιθανῶς καὶ ὀλίγων φωτεινῶν ἀτμῶν. Τὸ ζήτημα τῆς συστάσεως τῆς γραμμῆς ἀπαιτεῖ καὶ φασματικὴν ἐξέτασιν.

Ὅπως ἀναφέρομεν ἐν ἀρχῇ, ὁ Hemsalech κατὰ τὰς ὑποθέσεις του πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τῶν σπινθήρων μὲ μεταβολὰς τῆς αὐτεπαγωγῆς, προστρέχει εἰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας μεταξὺ τῶν δύο ἠλεκτροδίων (ὀκλὸς καὶ αἴγλη), ὑποπιέεται ὁμως τὴν ὑπαρξιν, ἐκτὸς τῆς θερμοκρασίας ταύτης, καὶ ἄλλου τρόπου διεγέρσεως ἀγνώστου. Ἐν τούτοις, ὅταν ἐδημοσίευσε (1901) τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐρευνῶν του, ἦσαν γνωστὰ τὰ θερμοϊοντικὰ φαινόμενα, ὡς καὶ ἡ θεωρία των καὶ ἔπρεπε νὰ ἀνατρέξῃ εἰς ταῦτα κατὰ τὰς ὑποθέσεις του. Αἰτία τῆς μὴ χρήσεως τῆς θερμοϊοντικῆς θεωρίας ὑπὸ τοῦ Hemsalech εἶναι ὅτι ἀφ' ἑνὸς δὲν ἀντελήφθη οὗτος τὴν μεγάλην σημασίαν τῆς θερμάνσεως τῶν ἠλεκτροδίων, διὸ καὶ δὲν ἐξήγησε, διατί, ὡς παρατήρησεν, εἶναι προτιμότερα ἢ χρῆσις ἠλεκτροδίων μεγάλης διαμέτρου (σελ. 75). Ἀφ' ἑτέρου ἡ ἀξία τῆς θερμοϊοντικῆς θεωρίας δὲν εἶχεν ἀκόμη ἐπικρατήσει, καθόσον ἄλλοι τῶν ἐπιστημόνων ὑπεστήριζον αὐτὴν καὶ ἄλλοι παρουσίαζον ἀντιρροήσεις. Ἄλλως τε ὁ Hemsalech περιορίσθη κυρίως εἰς τὴν φασματικὴν ἐξέτασιν τῶν σπινθήρων<sup>1</sup>.

**Θεωρία τῆς ἐκκενώσεως πυκνωτοῦ.** Ἐκ τῶν ἐκτεθέντων εἰς τὰς προηγουμένας ἀνακοινώσεις καὶ τῶν πειραμάτων μας συνάγονται τὰ ἑξῆς βασικά συμπεράσματα 1) Ἡ αὔξησις τῆς L προκαλεῖ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τῶν ἠλεκτροδίων. 2) Ἡ ἀνύψωσις αὕτη συνεπιφέρει τὴν ἐλάττωσιν τοῦ δυναμικοῦ ἐκρήξεως. 3) Ἡ ἐκπομπὴ ἠλεκτριόντων ὑπὸ τοῦ διαπυρωθέντος ἠλεκτροδίου καὶ ἡ παρουσία μεταλλικῶν ἀτμῶν μεταξὺ τῶν ἠλεκτροδίων ἐλαττώνουν τὴν μεταξὺ

<sup>1</sup> Ἐπὶ τῶν ζητημάτων μας δέον νὰ ἔχωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι μεθ' ἐκάστην ἐκκένωσιν τὰ ἠλεκτρόδια δὲν ψύχονται ἀμέσως, ἡ δὲ αἴγλη ἐξακολουθεῖ ὑπάρχουσα ἐπὶ χρόνον ἐλάχιστον μὲν, ἀλλ' αἰσθητόν. Ἀλλὰ καὶ ἡ ἔντασις ἐκάστης ἐκκενώσεως ἐλαττοῖται ἀσυμπτωτικῶς μὲ τὸν ἄξονα τοῦ χρόνου. Τοιοῦτοτρόπως ἐκάστη ἐκκένωσις εὐρίσκει τὴν κατάστασιν τὴν διαμορφωθείσαν ὑπὸ τῆς προηγηθείσης ἐκκενώσεως ἄνευ μεγάλης μεταβολῆς, ὡς ἐὰν τὸ φαινόμενον παρήγετο ὑπὸ ρεύματος συνεχοῦς, ἂν καὶ τὸ κύριον μέρος ἐκάστης ἐκκενώσεως διαρκεῖ ἐπὶ μικρὸν χρόνον. Εἰς τὴν κατάστασιν συνεχοῦς ρεύματος πλησιάζομεν τόσον περισσότερον, ὅσον ἡ συχνότης τῶν διακοπῶν τοῦ πρωτεύοντος ρεύματος τοῦ ἐπαγωγικοῦ πηνίου εἶναι μεγαλύτερα.

τούτων αντίστασιν. 4) Ἡ κρίσιμος  $L$  προκαλεῖ τὴν ἀπότομον ἐμφάνισιν τῆς κρίσιμου θερμοκρασίας, ἡ ὁποία συνοδεύεται ὑπὸ τῆς μεταπτώσεως τῶν σπινθήρων εἰς τόξον. καὶ 5) Ἡ φυσικὴ ἢ τεχνητὴ θέρμανσις ἢ ψῦξις τῶν ἠλεκτροδίων, διευκολύνουσα τὴν ἔξοδον τῶν ἠλεκτρονίων ἐκ τούτων, προκαλεῖ, κατὰ τρόπον λίαν εὐαίσθητον, ἀποτελέσματα, ὡς ἐὰν ἡ  $L$  ἠϋξήθη ἢ ἠλαττώθη ἢ ἐξεμηδενίσθη.

Ἐπὸ τοιούτους ὅρους ἡ ἐπαγωγικὴ διαφορικὴ ἐξίσωσις τῆς θεωρίας τῆς ἐκκενώσεως πυκνωτοῦ διὰ μέσου ἀγωγοῦ ἄνευ διακοπῆς, τὶ ἀποτελέσματα δίδει; Ἡ θεωρία αὕτη, τὴν ὁποίαν διετύπωσεν ὁ W. Thomson, ἔχει ὡς ἑξῆς. Πυκνωτὴς χωρητικότητος  $C$  καὶ φέρων φορτίον  $Q_0$  πρὸ τῆς ἐνάργεως τῆς ἐκκενώσεως, ἐκκενοῦται διὰ μέσου ἑνὸς ἀγωγοῦ  $AB$  ὁμογενοῦς, ἀντιστάσεως  $R$ , αὐτεπαγωγῆς  $L$ , τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας καθ' ὅλον τὸ μῆκος του καὶ μὴ ὑποκειμένου εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἐξωτερικοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, Ἐὰν  $Q$  εἶναι τὸ φορτίον τοῦ πυκνωτοῦ κατὰ τινὰ χρονικὴν στιγμήν μετὰ τὴν ἐναρξιν τῆς ἐκκενώσεως, ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν δύο ὀπλισμῶν εἶναι  $Q : C$ , ἡ δὲ ἔντασις  $I$  τοῦ ρεύματος εἶναι :

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad \text{ἔξ ἧς καὶ} \quad \frac{dI}{dt} = - \frac{d^2Q}{dt^2}$$

Ἐπομένως ἡ ἐξίσωσις τῆς ἐπαγωγῆς εἶναι ὡς γνωστόν<sup>1</sup> :

$$L \frac{d^2Q}{dt^2} + R \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C} = 0.$$

Ἡ μορφή τῆς γενικοῦ ὀλοκληρώματος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς λύσεως τῆς χαρακτηριστικῆς ἐξισώσεως :

$$Lx^2 + Rx + \frac{1}{C} = 0$$

ἥτοι ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σημείου τῆς ποσότητος  $R^2 - 4 \frac{L}{C}$ . Ὑπενθυμίζομεν ὅτι ὁ συντελεστὴς  $L$  τῆς αὐτεπαγωγῆς ὁμοιάζει κατὰ τὸν τρόπον τῆς δράσεώς του πρὸς τὴν ροπὴν ἀδρανείας εἰς τὴν ἐξίσωσιν τῆς κινήσεως ἑνὸς σώματος περὶ ἄξονα, ἡ δὲ ἀντίστασις  $R$  ὁμοιάζει πρὸς τὰς δυνάμεις ἀποσβέσεως. Αἱ ἠλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις αὐτεπαγωγῆς παρατείνουν τὸ ρεῦμα μετὰ τὴν ἐξαφάνισιν τῆς προκαλεσάσης αὐτὸ ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως, ὅπως ἡ ἀδράνεια τοῦ σώματος παρατείνει τὴν κίνησίν του μετὰ τὴν παῦσιν τῆς προκαλεσάσης ταύτην δυνάμεως.

Διακρίνομεν τὰς ἐπομένας τρεῖς περιπτώσεις :

1. Ἀποσβενημένη παλμικὴ κίνησις. Διὰ  $R^2 - 4 \frac{L}{C} < 0$  (ἀντίστασις  $R$  ἀσθε-

<sup>1</sup> B. Διγνήτων, Γενικὴ φυσικὴ, τόμ. II σελ. 771.

νής)· ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος παρίσταται ὑπὸ φθινούσης ἡμιτονοειδοῦς συναρτήσεως μὲ περίοδον  $T = 2\pi : \omega$ , ὅπου

$$\omega = \frac{1}{2L} \sqrt{4 \frac{L}{C} - R^2}$$

Εἰς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν ἡ  $R^2$  εἶναι ἀρκετὰ μικρὰ σχετικῶς πρὸς τὸ  $4 \frac{L}{C}$ , παράγονται εἰς τὸ κύκλωμα παλμοὶ ὀλίγον ἀποσβεννύμενοι περιόδου  $T = 2\pi \sqrt{LC}$ , ἡ ὁποία καλεῖται ἰδία περίοδος τοῦ κυκλώματος.

2. Ἀπεριοδικὴ ἐκκένωσις. Διὰ  $R^2 - 4 \frac{L}{C} > 0$  (ἡ ἀντίστασις μεγάλη ἢ ἡ αὐτεπαγωγὴ μικρὰ), ἡ ἔντασις τείνει ἀσυμπτωτικῶς πρὸς τὸ μηδέν, ὅταν ὁ χρόνος τείνη πρὸς τὸ ἄπειρον. Ἡ ἐκκένωσις εἶναι συνεχής, ἥτοι ἄνευ παλμῶν. Ἐν ἀρχῇ καὶ ἐπὶ μικρὸν χρόνον  $\chi$  ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος βαίνει ἀξανομένη, ἐλαττωμένης δὲ τῆς αὐτεπαγωγῆς ὁ χρόνος  $\chi$  ἐλαττοῦται ἐπίσης καὶ τέλος ἐκμηδενίζεται δι' ἀσημάντους τιμὰς τῆς  $L$ , ὅτε τὸ ρεῦμα ἀποκαθίσταται στιγμιαίως.

3. Διὰ  $R^2 - 4 \frac{L}{C} = 0$  ἡ τιμὴ τῆς αὐτεπαγωγῆς καλεῖται κρίσιμος καὶ ἡ καμπύλη τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος τῆς ἐκκενώσεως ἀρχίζει ἀπὸ τὴν μεγίστην τιμὴν καὶ τείνει πρὸς τὸ μηδέν μετὰ ταχύτητος μεγαλυτέρας τῆς προηγουμένης περιπτώσεως. Ἡ μέση ἔντασις εἶναι μεγαλυτέρα τῆς τῶν ἄλλων περιπτώσεων.

Ἡ σπουδαιότης τοῦ τύπου  $T = 2\pi \sqrt{LC}$  τῆς πρώτης περιπτώσεως (τύπος W. Thomson) προὐκάλεσε πολυάριθμα πειράματα, διὰ τῶν ὁποίων ἡ ἐπαλήθευσις του ἦτο λίαν ἱκανοποιητικὴ, ἂν μάλιστα λάβῃ τις ὑπ' ὄψιν τὴν ὑπαρξίν πολλῶν αἰτίων ἀβεβαιότητος. Εἰς τὰ πειράματα ταῦτα ὁ ἀγωγὸς ἔφερε διακοπὴν, ἐντὸς τῆς ὁποίας παρήγετο εἰς τὸν ἀέρα ὁ ἐξεταζόμενος σπινθήρ τῆς ἐκκενώσεως.

**Περίπτωσις ἀλλεπαλλήλων σπινθήρων.** Ὅταν ὁ ἀγωγὸς AB φέρῃ διακοπὴν μετὰ δύο ἠλεκτροδίων μεταλλικῶν, μεταξὺ τῶν ἠλεκτροδίων τούτων παράγονται ἀλλεπάλληλοι ἐκκενώσεις τοῦ πυκνωτοῦ καὶ τὰ φαινόμενα δὲν εἶναι τὸσον ἀπλᾶ, ὅσον προϋποθέτει ἡ προηγηθεῖσα θεωρία τοῦ W. Thomson. Ἐκάστη ἐκκένωσις γίνεται ὑπὸ ὄρους, παρασκευασθέντας ὑπὸ τῶν προηγουμένων ἐκκενώσεων καὶ παρέρχεται μικρὸς τις χρόνος μέχρι τῆς διαμορφώσεως τελικῆς σταθερᾶς καταστάσεως τῶν φαινομένων. Ἐκτὸς τούτου τὰ ἠλεκτροδία θερμαίνονται, προκαλοῦντα μεταβολὰς σοβαρὰς εἰς τὰ ἀποτελέσματα τῆς  $L$  ἢ εἰς τὴν ἀντίστασιν μεταξὺ τῶν ἠλεκτροδίων.

Εἰς τὴν ἐπομένῃν διερεύνησιν τῶν φαινομένων τῶν ἀλλεπαλλήλων σπινθήρων, ἔχομεν ὑπ' ὄψιν τὰς παρατηρήσεις μας δι' ἠλεκτροδίων ἐκ σύρματος Fe διαμέτρου 0,8 mm. καὶ εἰς ἀπόστασιν σταθερὰν καὶ κατὰ τι μικροτέραν τοῦ χι-



λιοστομέτρου, δὲν θὰ λάβωμεν δὲ ὑπ' ὄψιν τὴν μὴ ὁμογένειαν τοῦ κυκλώματος. Ὑπὸ τοὺς ὄρους τούτους παρατηροῦμεν τὰ ἑξῆς.

1) Ἡ ἀντίστασις  $R$  τοῦ κυκλώματος δὲν παραμένει σταθερά, καθόσον ὁ μεταξὺ τῶν δύο ἠλεκτροδίων χῶρος πληροῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μεταλλικῶν ἀτμῶν καὶ ἰόντων οὕτως, ὥστε ἡ ἀντίστασίς του βαίνει ἐλαττωμένη σημαντικῶς. Ἀλλὰ καὶ ἡ θερμοκρασία εἰς τὸν αὐτὸν χῶρον μεταβάλλεται σὺν τῷ χρόνῳ. Τοιουτοτρόπως ἡ  $R$  εἶναι συνάρτησις τοῦ χρόνου καὶ τῶν λοιπῶν ὄρων τῆς ἐκκενώσεως.

2) Τὰ ἠλεκτρόδια βαθμηδὸν θερμαίνονται καὶ φθάνουν διὰ τινὰς τιμὰς τῆς  $L$  μέχρι λευκοπύρωσεως καὶ τήξεως τῶν ἄκρων των καὶ ἐπομένως προκαλοῦνται ἐκ τούτου σοβαρὰ θερμοϊοντικὰ φαινόμενα.

Ἐξ ἐξετάσωμεν νῦν, τὶ γίνονται οἱ ὄροι τῆς διαφορικῆς ἐξισώσεως τῶν ἐκκενώσεων ὑπὸ διαφόρους τιμὰς τῆς  $L$ .

Κατὰ τὴν παραγωγὴν ἑνὸς καὶ μόνου σπινθήρος εἰς τὸν ἀέρα ἄνευ αὐξήσεως τῆς  $L$ , ὁ σπινθήρ οὗτος ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ τοῦ ὄλκοῦ καὶ ἡ ἐκκένωσις εἶναι συνεχής, ἀπότομος, (μέγα δυναμικὸν) καὶ στιγμιαία ἔνεκα τῆς μεγάλης τιμῆς τῆς  $R$  καὶ τῆς μικρᾶς τιμῆς τῆς  $L$ , ἂν καὶ ἐν τέλει παρατηροῦνται ὀλίγοι καὶ ἀσθενέστατοι παλμοὶ (Schuster-Hemsalech). Πρὸς ἐπιτυχίαν καλῶν παλλομένων σπινθήρων γίνεται χοῆσις μεγάλων πηγίων αὐτεπαγωγῆς, ἵνα ἡ  $L$  ἔχη τιμὰς ἀσυγκρίτως μεγαλυτέρας, ἠλεκτροδίων δὲ μεγάλης διαμέτρου, τὰ ὅποια δὲν φθάνουν εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας.

Ἐὰν αὐξήσωμεν βαθμηδὸν τὴν  $L$  διὰ τιμῶν ἐλαχίστων, ἡ σημαντικωτέρα ἐπίδρασις ἐπὶ τῶν φαινομένων προέρχεται ἐκ τῆς βαθμιαίας θερμάνσεως τῶν ἠλεκτροδίων καὶ τῶν δύο ἐν ἀρχῇ, κατόπιν δὲ τοῦ ἑνὸς ἐξ αὐτῶν, τὸ ὅποιον καταλήγει εἰς λευκοπύρωσιν καὶ τήξιν τοῦ ἄκρου του. Αἱ τιμαὶ τῆς  $L$ , αἱ προκαλοῦσαι ταῦτα εἶναι διὰ τινὰ μέταλλα ( $Na, K$ ) ἀσήμαντοι, π. χ. ὀλίγοι (5 - 10) κυκλικαὶ σπεῖραι διαμέτρου μικροτέρας τῶν 2 ἑκατοστῶν.

Τὸ ἀποτέλεσμα τῆς τοιαύτης θερμάνσεως τῶν ἠλεκτροδίων εἶναι σημαντικόν. Πράγματι, κατὰ τὴν θερμοϊοντικὴν θεωρίαν, ἐκ τῆς θερμάνσεως διευκολύνεται ἡ ἔξοδος ἠλεκτριόντων ἐκ τοῦ θερμαινομένου ἠλεκτροδίου οὕτως, ὥστε ἐλαττοῦται βαθμηδὸν τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἀντιθέτου δράσεως, τῆς ἄλλως τε μικρᾶς  $L$ . Τοῦναντίον δὲ ἐνισχύεται ἡ τάσις πρὸς συνέχισιν ρεύματος τῆς αὐτῆς διευθύνσεως πρὸς τὸ τῆς θερμάνσεως, τὸ δὲ δυναμικὸν ἐλαττοῦται.

Ἀλλὰ καὶ ἡ ἀντίστασις  $R$  ἐλαττοῦται ἐκ τῆς παρουσίας τῶν ὀλίγων μεταλλικῶν ἀτμῶν εἰς τὸ μεταξὺ τῶν δύο ἠλεκτροδίων διάστημα καὶ τοῦ χαιμάροου τῶν ἠλεκτριόντων καὶ γενικῶς τῶν ἰόντων, ἥτοι ἡ  $R$  εἶναι μία ἄγνωστος συνάρ-

τησις τῆς θερμοκρασίας  $\theta$  τῶν ἠλεκτροδίων ἐλαττουμένη μετὰ τῆς ἀξήσεως τῆς  $\theta$ .

Τὸ συμπέρασμα εἶναι ὅτι, κατὰ τὰ πειραματικὰ δεδομένα τῶν ἐρευνῶν μας, ἡ ἐκκένωσις ἐξαρτᾶται οὐ μόνον ἐκ τῆς ἀντιστάσεως  $R$ , τῆς  $L$  καὶ τῆς  $C$ , ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς θερμοκρασίας τῶν ἠλεκτροδίων, τῆς ὁποίας ἡ ἐπίδρασις ἐπὶ τῶν φαινομένων τῆς ἐκκενώσεως εἶναι θεμελιώδης. Δι' ἐλαχίστας τιμὰς τῆς  $L$  ἡ δρᾶσις ταύτης καλύπτεται ὑπὸ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς μεγάλης θερμάνσεως τῶν ἠλεκτροδίων, ὡς ἐὰν ἡ  $L$  ἐκμηδενίζεται· ἐὰν ὅμως ἡ  $R$  διατηρῆ εἰσέτι τιμὴν τινα ἡ ἐκκένωσις γίνεται ὑπὸ ὄρους, κατὰ τοὺς ὁποίους ἔχομεν  $R^2 - 4 \frac{L}{C} > 0$  καὶ ἐπομένως εἶναι αὕτη *συνεχής*, ἥτοι ἄνευ παλμῶν. Τέλος, τὰ φαινόμενα δύνανται νὰ ἀναχθοῦν καὶ εἰς τὴν τρίτην περίπτωσιν, καθ' ἣν  $R^2 - 4 \frac{L}{C} = 0$  καὶ ἡ τιμὴ τῆς  $L$  καλεῖται *κρίσιμος*, προκαλεῖ δὲ μεγαλυτέραν ἔντασιν τοῦ ρεύματος ἐκάστης ἐκκενώσεως καὶ μείζονα θέρμανσιν τῶν ἠλεκτροδίων, ὅπως ἀπαιτεῖται εἰς τὸ τόξον. Ἡ κρίσιμος τιμὴ τῆς  $L$  προκαλεῖ τὴν κρίσιμον θερμοκρασίαν, ἡ ὁποία συνοδεύεται ὑπὸ τῆς μεταπτώσεως τῶν σπινθήρων. Ἡ περίπτωσις αὕτη φαίνεται ὅτι εἶναι ἡ σπουδαιότερα καὶ ἡ πραγματικὴ, ὡς ἀνταποκρινομένη εἰς τὸ τόξον. Ἐξεθέσαμεν ἤδη τὰ παρατηρούμενα φαινόμενα, τὰ ὁποία μαρτυροῦν τὴν μετάβασιν τῆς ἐκκενώσεως ἀπὸ τῆς μορφῆς τῶν σπινθήρων εἰς τὴν τοῦ τόξου. Εἰς τὴν μετάβασιν ταύτην ὀφείλεται καὶ ἡ ἀσυμμετρία τῶν φαινομένων τῶν ἠλεκτροδίων καὶ τῆς αἴγλης.

**Κρίσιμος θερμοκρασία τῶν ἠλεκτροδίων.** Ἡ ἐπίδρασις τῆς βαθμιαίας ἀξήσεως τῆς θερμάνσεως τῶν ἠλεκτροδίων ἐπὶ τῶν φαινομένων τῆς ἐκκενώσεως εἶναι ἐπίσης βαθμιαία, ὡς ἐὰν ἡ  $L$  τείνη πρὸς τὸ μηδέν. Τὰ φαινόμενα τῶν ἐκκενώσεων τείνουν νὰ γίνουν ὅμοια πρὸς τὰ τοῦ βολταϊκοῦ τόξου. Ὄταν ἡ θερμοκρασία τῶν ἠλεκτροδίων λάβῃ τὴν τιμὴν τῆς κρίσιμου, αἱ ἐκκενώσεις γίνονται ἀποτόμως ἄνευ κρότων ἢ συριστικαί· ὅπως εἰς τὸ τόξον, ἡ θέρμανσις τοῦ ἐνὸς τῶν ἠλεκτροδίων ἀνυψοῦται μέχρι λευκοπυρώσεως καὶ τήξεως τοῦ ἄκρου του καὶ οἱ μεταλλικοὶ ἀτμοὶ προέρχονται μόνον ἐκ τοῦ ψυχροῦ ἠλεκτροδίου ὑπὸ μορφὴν φλογὸς λαμπάδος (Σχ. 2, 3, 4). Εἰς τὴν περίπτωσιν ἠλεκτροδίων ἐκ συρμάτων Pt διαμέτρου 0,7 mm. ἡ φλόξ ἐκπέμπεται ὑπὸ τοῦ ψυχροῦ ἠλεκτροδίου ὑπὸ μορφὴν μακροῦς ὑποκυάνου γλώσσης, ἡ ὁποία περιβάλλει ἐλικοειδῶς τὸ λευκοπυρούμενον ἠλεκτρόδιον<sup>1</sup>. Γενικῶς, τὰ φαινόμενα ὁμοιάζουν πρὸς τὰ τοῦ τόξου, ἥτοι αἱ σπινθῆρες μεταπίπτουν εἰς τόξον. Ὡς γνωστόν, εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ τόξου ἡ  $R$  τείνει πρὸς τὸ μηδέν ἢ νὰ γίνῃ ἀρνητικὴ.

<sup>1</sup> Πρακτικά Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν, τόμ. 27 (1952) σελ. 158.

Εἰς τὴν τρίτην περίπτωσιν τὸ ρεῦμα ἀποκαθίσταται στιγμιαίως καὶ ἐλαττοῦται σὺν τῷ χρόνῳ συνεχῶς κατ' ἔντασιν (ἀσυμπτωτικῶς μὲ τὸν ἄξονα τοῦ χρόνου). Αἱ ἀλλεπάλληλοι ἐκκενώσεις εἶναι οὕτως ἀπεριοδικαί. Τὰ παραγόμενα ἀλλεπάλληλα ρεύματα τῆς αὐτῆς διευθύνσεως (ἔξοδος ἠλεκτριόντων ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἠλεκτροδίου) προῦκάλεσαν τὴν ἀπότομον καὶ ἰσχυρὰν θέρμανσιν τοῦ ἑνὸς τῶν ἠλεκτροδίων καὶ τὴν ἐμφάνισιν τῆς κρῖσιμον θερμοκρασίας, ἀπαραιτήτου διὰ τὴν μετάπτωσιν.

Διὰ μεγάλων τιμῶν τῆς  $L$ , ὅτε ἐπικρατεῖ αὕτη, οἱ μεταλλικοὶ ἀτμοὶ εἶναι διὰ πολλὰ μέταλλα ἄφθονοι, ἢ θέρμανσις τῶν ἠλεκτροδίων, ὅταν ταῦτα δὲν ἔχουν μικρὰν διάμετρον καὶ ἢ ἀποστολή των εἶναι ἀρκετὴ (ἄνω τοῦ χιλιοστοῦ, εἶναι σχετικῶς μικρὰ καὶ συμμετρικὴ, ἢ δὲ ἀντίστασις  $R$  δὲν εἶναι μεγάλη οὕτως, ὥστε ἔχομεν  $R^2 - 4 \frac{L}{C} < 0$  καὶ αἱ ἐκκενώσεις εἶναι παλμικαὶ (ψευδοπεριοδικαί).

Τοιαῦται εἶναι αἱ περιπτώσεις τῆς ἐφαρμογῆς τῆς βασικῆς ἐξίσωσεως τῶν ἐκκενώσεων τοῦ πυκνωτοῦ ὑπὸ τοὺς ὅρους ἀλλεπαλλήλων σπινθήρων κατὰ τὰς μεταβολὰς τῆς αὐτεπαγωγῆς τοῦ κυκλώματος τῶν ἐκκενώσεων. Κατὰ ταῦτα ἡ κρῖσιμος θερμοκρασία, ἢ ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν κρῖσιμον αὐτεπαγωγήν, εἶναι ἢ ἀπαιτουμένη, ὅπως ἡ ροὴ τῶν ἠλεκτριόντων γίνῃ τοιαύτη, ὥστε ἡ ἐκκένωσις νὰ γίνῃ συνεχῆς, οἱ δὲ σπινθῆρες νὰ μεταπέσουν εἰς τόξον.

Σημειωτέον ὅτι ἡ ψῦξις τοῦ διαπυρωθέντος ἠλεκτροδίου προκαλεῖ τὴν μετατροπὴν τοῦ τόξου πάλιν εἰς σπινθῆρας, ἐνῶ εἰς τὸ σύνηδες τόξον ἢ ψῦξις τῆς καθόδου σταματᾷ τὴν λειτουργίαν του. Ἡ διαφορὰ αὕτη μεταξὺ τῶν δύο τόξων προέρχεται ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ δυναμικοῦ, τὸ ὁποῖον εἰς τὴν περίπτωσίν μας, γίνεται ἀρκετὰ μέγα, ὥστε νὰ συνεχισθῇ ἡ ἐκκένωσις, ὑπὸ μορφὴν ὅμως σπινθῆρων.

#### R É S U M É

Comme on sait, l'état des étincelles électriques consécutives qui jailissent dans l'air entre deux électrodes métalliques dépend de la self-induction  $L$  du circuit de décharge. Pendant nos expériences sur les résultats provoqués par l'augmentation de la  $L$  nous avons constaté<sup>1</sup> que la température critique est provoquée soit par la valeur critique de la  $L$ , soit par un échauffement artificiel (préalable) des électrodes. A la tem-

<sup>1</sup> Annales de l'Observatoire National d'Athènes t. IV, 1905. Aussi voir C. R. de l'Académie d'Athènes t. 27 (1952) p. 160. Dans cette communication voir les figures citées dans le travail présent et la bibliographie.

perature critique (fig. 2-4), l'un des électrodes est échauffée jusqu'à l'état d'incandescence, tandis que l'autre électrode reste obscure (relativement froide). L'éclat des étincelles est très diminué et la vapeur lumineuse paraît être émise par l'électrode froide. Nous montrons maintenant que, dans ce cas, les caractères des étincelles sont semblables aux caractères de l'arc, c.a.d. la température critique est accompagnée par le changement des étincelles en arc.

Pour expliquer la température critique nous avons examiné tous les résultats de nos expériences. Parmi ces résultats un des plus intéressants est la substitution de l'augmentation de la  $L$  par l'échauffement artificiel des électrodes, c.a.d. on peut ainsi provoquer l'apparition brusque de la température critique. Au contraire, par un refroidissement des électrodes, l'arc cité peut être changé en étincelles ordinaires. Par l'examen des nos résultats expérimentaux et l'équation de la décharge nous sommes arrivé à la conclusion suivante.

*La température critique, qui correspond à la valeur critique de la self-induction du circuit de décharge, est celle qui est nécessaire pour que l'émission des électrons par l'électrode qui est à l'état d'incandescence devienne assez grande, de sorte que la décharge soit continue et les étincelles soient changées en arc.*

---

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ ΜΗ ΜΕΛΩΝ

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ.—Περὶ ἐκρηκτικῆς ἐξάτμισεως, ὑπὸ *Εὐθύμιου Ν. Μαλαγαρδῆ*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ κ. Βασιλ. Αἰγινήτου.

I. Γενικά.

Ἡ κατὰ τὴν ἐπαφὴν ὑγρᾶς ἐπιφανείας μετὰ ὑπερθέρμου μεταλλικῆς τοιαύτης λαμβάνουσα χώραν ἄμεσος ἐξάτμισις, εἶναι φαινόμενον γνωστὸν σὺν τοῖς ἄλλοις καὶ ἐκ τῶν καταστρεπτικῶν συνεπειῶν, τὰς ὁποίας συνεπάγεται ὑπὸ ὠρισμένης συνθήκας.

Ἡ ἀναλυτικὴ ἐν τούτοις ἔρευνα τοῦ φαινομένου, ἰδίως εἰς τὰς περιπτώσεις τῆς τεχνητῆς τούτου ἐμφανίσεως, δὲν ἔχει μέχρι τοῦδε ἀναπτυχθῆ.

Εἰδικώτερον ἐρευνᾶται ἐνταῦθα ἡ περίπτωσις τῆς ἐκρηκτικῆς ἀναπτύξεως ὑδρατμῶν κατὰ τὴν ἐκτόξευσιν ὕδατος πρὸς ὑπέροθερον μεταλλικὴν ἐπιφάνειαν,