

ΧΗΜΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

*Λόγος εναρκτήριοσ
ως τακτικού καθηγητού του μαθήματος
της Χημικής Τεχνολογίας εν τω Εθν. Μετσ. Πολυτεχνείω (*).*

Περιοδικόν «Αρχιμήδης» 1918

Την στιγμήν κατά την οποίαν, με δυσκόλως αποκρυπτομένην συγκίνησιν, αναλαμβάνω την διδασκαλίαν της χημικής τεχνολογίας, εις το ανώτατον τούτο εκπαιδευτικόν ίδρυμα, βαθυτάτην οφείλω να εκφράσω ευγνωμοσύνην, εις τον σεβαστόν υπουργόν της Συγκοινωνίας και τον σύλλογον των καθηγητών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, δια την εκλογήν μου ως καθηγητού της έδρας ταύτης, και να βεβαιώσω αυτούς, ότι κύριον θα έχω μέλημα να αναποκριθώ εις την προσγενομένην μεγάλην τιμήν.

Η υπό του Πανεπιστημίου και του Πολυτεχνείου, των δύο ανωτάτων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων της πατρίδος μας, επανειλημμένη υπόδειξις μου ως καθηγητού, αποτελεί δι' εμέ την μεγαλειτέραν ενθάρρυνσιν, εις την πραγματικήν αφοσίωσιν προς την επιστήμην και την επιστημονικήν έρευναν, την οποίαν πάντοτε επεδίωξα.

Το μάθημα της Χημικής Τεχνολογίας ήτοι της χημικής επιστήμης εφηρμοσμένης εις την βιομηχανίαν, δεν θα διδαχθή μόνον εις τας ήδη λειτουργούσας σχολάς του Πολυτεχνείου, αλλά θα αποτελέση ένα εκ των κυριωτάτων μαθημάτων διδασκαλίας, ιδίως εις την ιδρυθείσαν νέαν ανωτάτην σχολήν, την χημικοτεχνικήν.

Μεγάλη ευγνωμοσύνη οφείλεται εις τον κ. Υπουργόν της Συγκοινωνίας διά την ίδρυσιν της νέας ταύτης σχολής, από όλους τους απασχολουμένους εις την χημείαν και την χημικήν βιομηχανίαν.

Η ανωτάτη χημικοτεχνική σχολή, απαραίτητος από ετών ήδη διά την εξέλιξιν της βιομηχανίας της χώρας μας, χάριν εις την εξαιρετικήν επιστημονικήν μόρφωσιν και την ευρυτάτην αντίληψιν του κ. Υπουργού της Συγκοινωνίας καταρωθήθη να ιδρυθή σήμερον.

Μόνον διά της σχολής ταύτης, καταλλήλως οργανουμένης, θα δοθή η αληθινή επιστημονική κατεύθυνσις εις την ελληνικήν χημικήν βιομηχανίαν, διά του καταρτισμού καταλλήλων επιστημόνων, οι οποίοι θα αποτελέσουν αυτό τούτο το κινήριον πνεύμα της.

Αυτή η χημική επιστήμη εγεννήθη από βιομηχανικάς ερεύνας. Ο μέγας Lavoisier, ανακάλυψε την χημείαν ασχολούμενος με την παρασκευήν της γύψου, με την καλλιέργειαν του σίτου, με την χρησιμοποίησιν καυσίμων υλών διά την θέρμανσιν και τον φωτισμόν της πόλεως των Παρισίων. Ο δε διάσημος της χημικής μηχανικής ιδρυτής, ο Saint-Claire Deville, εδημιούργησε ταύτην κατά την διάρκειαν των ερευνών του επί της μεταλλουργίας της πλατίνης.

Αι επακολουθήσασαι όμως μεγάλοι χημικοί ανακαλύψεις θεωρητικής μόνον, ως ενομίζετο τότε, σημασίας, είχαν θαμβώσει την ανθρωπότητα με την υπέροχον λάμπην των και μεγίστην εδόθη ώθησις εις τας χημικάς ερεύνας, αποκλειστικώς δι' επιστημονικούς σκοπούς.

Αι χημικάί έρευναι εγένοντο, ιδίως εις την Γαλλίαν, κατά τρόπον τελειώς ανιδιοτελή, μόνον διά την αγάπην προς ανεύρεσιν της αληθείας. Η επιστημονική

* Εκφωνηθείς την 5 Απριλίου 1918.

έρευνα, εθεωρείτο τόσον μεγαλητέρας ηθικής αξίας, όσον αυτή απέβλεπεν ολιγώτερον εις πρακτικάς εφαρμογάς (¹).

Αφ'ετέρου, οι βιομήχανοι απέφευγον να δώσουν οιανδήποτε επιστημονικήν μορφήν εις την βιομηχανίαν των και ηκολούθουν πιστότατα τας κατά παράδοσιν εκμαθείσας εμπειρικάς μεθόδους, τας οποίας προσεπάθουν να τελειοποιήσουν κατ'ιδίαν μόνον αντίληψιν.

Πόσον εσφαλμένη ήτο η αντίληψις αυτή μας το δεικνύει ένα κλασικόν παράδειγμα:

Ως γνωστόν, η κατεργασία των ορυκτών του σιδήρου, τα οποία περιέχουν οξυγόνον, προς παρασκευήν εξ αυτών μεταλλικού σιδήρου, γίνεται διά θερμάνσεως μετ' άνθρακος εις τας καλουμένας, υψηλάς καμίνους. Εντός αυτών, η αναγωγή των ορυκτών του σιδήρου προέρχεται υπό του παραγομένου μονοξειδίου του άνθρακος.

Το μονοξείδιον του άνθρακος αφαιρεί το οξυγόνον από τα ορυκτά του σιδήρου και μετατρέπεται εις διοξείδιον του άνθρακος, υπολείπεται δ' ο σίδηρος υπό μεταλλικήν μορφήν.

Εκ των υψηλών καμίνων, έπρεπε επομένως, να εξέρχεται, κατά την συνήθη αντίληψιν, μόνον διοξείδιον του άνθρακος. Η ανάλυσις όμως των εξερχομένων αερίων, εδείκνυε, ότι συνεξήρχοντο και μεγάλα ποσά μονοξειδίου, τα οποία παρέσυρον σημαντικήν ποσότητα μη χρησιμοποιηθείσης θερμότητας, επομένως η λαμβάνουσα χώραν χημική δράσις ήτο ατελής.

Διά να κερδίσουν, την ούτω επερχομένην μεγάλην ζημίαν, επειδή υπέθετον, ότι αυτή προήρχετο εκ την ανεπαρκούς επιδράσεως του μονοξειδίου του άνθρακος επί των ορυκτών του σιδήρου, προσεπάθησαν να καταστήσουν αυτήν διαρκεστέραν.

Κατεσκευάσθησαν προς τούτο, κάμινοι πολύ μεγαλειτέρου ύψους, υπέρ τα τριάντα μέτρα και *πολλάί εκατοντάδες χιλιάδων φράγκων* εδαπανήθησαν, χωρίς να επιτευχθή κανέν πρακτικόν αποτέλεσμα. Το ποσόν του εξερχομένου εκ των καμίνων μονοξειδίου του άνθρακος παρέμενε πάλιν σχεδόν το αυτό.

Απλή μελέτη, άνευ σχεδόν δαπάνης, του τόσης σημασίας τεχνικού ζητήματος εις το χημικόν εργαστήριον, θα εδείκνυεν εκ των προτέρων, ότι ουδέν όφελος θα έδιδεν η αύξησις του ύψους των καμίνων, διότι η επίδρασις του μονοξειδίου του άνθρακος ουδέποτε είνε πλήρης, αλλ' έχει ωρισμένον όριον, δηλαδή προχωρεί μόνον μέχρι της στιγμής κατά την οποίαν η σχέσις του ποσού του μονοξειδίου του άνθρακος, προς το ποσόν του διοξειδίου λάβη σταθεράν τιμήν, δυναμένην ευκόλως να προσδιορισθή δι' απλών πειραμάτων εντός του χημικού εργαστηρίου(²).

Βαθμηδόν όμως η αντίδρασις ήρχισε να επέρχεται. Οι επιστήμονες αντελήφθησαν ποίαν θα είχε σημασίαν και η ενασχόλησις των επί θεμάτων σχετικώς αμέσου πρακτικής εφαρμογής, ιδίως δε οι βιομήχανοι ήρχισαν να κατανοούν την σημασίαν, την οποίαν έχει διά την χημικήν βιομηχανίαν, η επιστημονικώτερα μελέτη και εξέλιξις αυτής.

Εις τα βιομηχανικά εργοστάσια, αι πρωτογενείς απλαί μέθοδοι ως επί το πλείστον εμπειρικά, τίθενται εις δευτέραν μοίραν και στρέφονται προς την εφαρμογήν επιστημονικωτέρων μεθόδων διά καταλλήλων επιστημόνων και διά της ιδρύσεως εντός αυτών των εργοστασίων, εργαστηρίων χημικής ερεύνης, από τα οποία προήλθον πολλάκις μεγάλαί χημικάί ανακαλύψεις.

Η βιομηχανία των χρωστικών ουσιών παρέχει ένα από τα χαρακτηριστικώτερα παραδείγματα.

¹ Le Chatelier, Quelques problèmes scientifiques à résoudre, Revue scientifique 1917

² Le Chatelier, Recherches sur les équilibres chimiques. Paris 1888

Αι χρωστικάί ουσίαι ελαμβάνοντο άλλοτε κυρίως από φυτικάς ουσίας. Αφ' ότου όμως ο Perkin, παρασκευάσας βιομηχανικώς την πρώτην χρωστικήν ουσίαν, την μωβεΐνην, έδειξεν ότι δύνανται να παρασκευασθούν αύται από ουσίας λαμβανομένας δι' αποστάξεως της πίσης των λιθανθράκων, σειρά όλη μεγάλων ανακαλύψεων επέφερε την κολοσσιαίαν ανάπτυξιν της βιομηχανίας ταύτης.

Η σημερινή αξία της ετησίας παρασκευής μεγίστου αριθμού χρωστικών ουσιών εκ της πίσης των λιθανθράκων εις ποικιλωτάτας αποχρώσεις και ποιότητας, ανέρχεται περίπου εις ήμισυ δισεκατομμύριον φράγκων.

Η ανακάλυψις των απειροπληθών τούτων χρωστικών ουσιών οφείλεται αφ' ενός μεν εις τα καθαρώς επιστημονικά χημικά εργαστήρια και αφ' ετέρου εις αυτά τα χημικά εργαστήρια των βιομηχανικών εργαστηρίων, των ασχολουμένων με την παρασκευήν των χρωστικών ουσιών.

Η βαθμιαία εξέλιξις, της άλλοτε εμπειρικής χημικής τέχνης, υπό πραγματικήν επιστημονικήν μορφήν, είνε ο κύριος λόγος της κολοσσιαίας αναπτύξεως, την οποίαν έλαβε κατά τα τελευταία έτη η χημική βιομηχανία.

Τα επιτευχθέντα σπουδαιότατα αποτελέσματα οφείλονται προ πάντων εις την επίδρασιν των μεγάλων ανακαλύψεων της θεωρητικής Χημείας των γενομένων ιδίως από των αρχών της τελευταίας εικοσαετίας του λήξαντος αιώνας. Αί έρευναι επί της χημικής κινητικής και στατικής, αι εφαρμογαί της θερμοδυναμικής εις την χημείαν, αι έρευναι επί των καταλυτικών φαινομένων, αι μελέται περί παραγωγής υψηλών και ταπεινών θερμοκρασιών και της εφαρμογής αυτών και αι ηλεκτροχημικά μελέται αποτελούν τα κυρίας βάσεις επί των οποίων εστηρίχθη σχεδόν αποκλειστικώς η εξέλιξις των μεθόδων της χημικής βιομηχανίας κατά την νεωτάτην περίοδον.

Μεγάλης σημασίας είνε αι πρόοδοι αι επιτευχθείσαι εις την νεωτέραν χημικήν βιομηχανίαν διά της εφαρμογής εις ολονέν μεγαλειτέραν κλίμακα των καταλυτικών μεθόδων.

Καταλυτικάί μέθοδοι, ως γνωστόν, καλούνται εκείναι, κατά τας οποίας δύο χημικά σώματα, τα οποία δεν επιδρούν χημικώς το ένα επί του άλλου, δυνάμεθα να εξαναγκάσωμεν εις χημικήν δράσιν μεταξύ των, διά της προσθήκης τρίτου σώματος, χωρίς το προστεθέν τρίτον σώμα να πάθη καθ' όλην την διάρκειαν της χημικής δράσεως ουδεμίαν αλλοίωσιν.

Τα έλαια λ.χ. διαφέρουν χημικώς από τα στερεά λίπη κατά το ποσόν του υδρογόνου. Διά να μετατραπούν εις λίπη πρέπει να προστεθή εις αυτά υδρογόνον. Εάν όμως διοχετευθή απλώς υδρογόνον εντός του ελαίου, ουδεμία επίδρασις λαμβάνει χώραν, παρά μόνον αν προσθέσωμεν ωρισμένον τρίτον σώμα, το μέταλλον νικέλιον υπό λεπτότατον διαμερισμόν. Το νικέλιον, χωρίς να πάθη ουδεμίαν αλλοίωσιν, επιφέρει την προσθήκην του υδρογόνου εις το έλαιον. Το νικέλιον δρα μόνον, ως καταλύτης της χημικής δράσεως.

Η μέθοδος αύτη της καταλυτικής μετατροπής των ελαίων εις στερεά λίπη η καλουμένη *σκληρυνσις των ελαίων*, προ ολίγων ετών ανακαλυφθείσα υπό του καθηγητού Sabatier ⁽¹⁾ έτυχεν ήδη μεγάλης βιομηχανικής εξελίξεως, εφαρμοζομένη εις τριακοντάδα εργοστασίων, τα οποία ασχολούνται με την μετατροπήν ελαίων μικράς βιομηχανικής αξίας, εις λιπαράς ουσίας πολύ μεγαλειτέρας αξίας.

Σημαντικώτατον παράδειγμα βιομηχανικής εφαρμογής εις μεγάλην κλίμακα καταλυτικής μεθόδου είνε η παρασκευή θειικού οξέος. Το θεικόν οξύ, είνε το αφθονώτερον υπό της χημικής βιομηχανίας παρασκευαζόμενον προϊόν. Η ετησία παραγωγή υπερβαίνει τα 6 εκατομμύρια τόννων.

¹ Γαλλικόν προνόμιον υπ' αριθμ. 394.957, 12 Δεκεμβρίου 1907

Άλλοτε το θεικόν οξύ παρεσκευάζετο αποκλειστικώς, όπως τούτο γίνεται και εις την χώραν μας, διά της μεθόδου, της καλουμένης των μολυβδίνων θαλάμων. Κατά τα τελευταία όμως έτη, η παρασκευή αυτού και κυρίως όταν πρόκειται διά πολύ πυκνόν οξύ, γίνεται κατά το πλείστον διά καταλυτικής μεθόδου.

Κατά την μέθοδον ταύτην, το εκ της καύσεως των πυριτών παραγόμενον θειώδες οξύ ενούται μετά του οξυγόνου και παρέχει θεικόν οξύ, μόνον διά της παρουσίας ουσιών αι οποίαι εμφανίζουν καταλυτικήν δράσιν και κυρίως διά πλατίνης.

Το δυνατόν της παρασκευής θεικού οξέος διά καταλυτικής μεθόδου είχε παρατηρηθή από πολλών ετών. Η βιομηχανική όμως εφαρμογή της μεθόδου επετεύχθη προ ολίγων ετών εις το εργοστάσιον ανιλίνης και σόδας της Βάδης ⁽¹⁾ κατόπιν εκτενών μελετών του R. Knietsch ⁽²⁾ και των συνεργατών του, εργασθέντων διά των μεθόδων ερεύνης της νεωτέρας χημικής Επιστήμης.

Παρά την υψηλήν σημερινήν τιμήν της πλατίνης ένεκα της μεγάλης χρήσεως του πυκνού θεικού οξέος εις την παρασκευήν εκρηκτικών υλών, η καταλυτική παρασκευή αυτού από της ενάρξεως του μεγάλου πολέμου, έτυχεν ευρυτάτης διαδόσεως, διά της ιδρύσεως σημαντικών εργοστασίων.

Και του χλωρίου, η καταλυτική παρασκευή εφαρμόζεται εις την βιομηχανίαν. Η μέθοδος αυτή συνίσταται, εις την διοχέτευσιν ατμών υδροχλωρικού οξέος μετ' ατμοσφαιρικού αέρος εις θερμοκρασίαν 400° περίπου, υπεράνω υποχλωριούχου χαλκού, ο οποίος δρα ως καταλύτης.

Η τελευταία εφαρμογή καταλυτικής μεθόδου, είνε η βιομηχανική παρασκευή άλλου σπουδαιοτάτου χημικού προϊόντος της αμμωνίας. Οφείλεται αυτή εις τας εργασίας ιδίως του καθηγητού Haber και επετεύχθη εις την Γερμανίαν ολίγον χρόνον προ της ενάρξεως του σημερινού πολέμου.

Η παρασκευή της αμμωνίας καταλυτικώς, γίνεται διά της απ' ευθείας ενώσεως του αζώτου και υδρογόνου, διά της ενεργείας ειδικού καταλύτου, σιδήρου υπό λεπτοτάτην μορφήν, εις υψηλήν θερμοκρασίαν και υπό σημαντικήν πίεσιν 150 ατμοσφαιρών. Αι λεπτομέρειαι της πολυπλόκου βιομηχανικής εφαρμογής της μεθόδου ταύτης παρασκευής της αμμωνίας τηρούνται μέχρι σήμερον μυστικά.

Η αμμωνία δύναται πάλιν, διά καταλυτικής οξειδώσεως, να μετατραπή εις άλλο σημαντικό προϊόν, το νιτρικόν οξύ.

Η παραγωγή υψηλών θερμοκρασιών εις ηλεκτρικάς καμίνοους έδωσε νέον μέσον προς βιομηχανικήν παρασκευήν διαφόρων βιομηχανικών προϊόντων. Η εφευρεθείσα υπό του Moissan ηλεκτρική κάμινοος, με τας τελευταίας τροποποιήσεις της, παρέχει εξαιρετικώς υψηλάς θερμοκρασίας μέχρι 4000° βαθμών εις περιωρισμένον χώρον. Τας θερμοκρασίας ταύτας, δυνάμεθα, όχι μόνον ακριβώς να μετρήσωμεν, αλλά και κατά βούλησιν να ρυθμίσωμεν και να τας παραγάγωμεν εις ωρισμένα χρονικά διαστήματα, μετ' απολύτου ακριβείας.

Αι ηλεκτρικάι αύται κάμινοι, ως επί το πλείστον, τροφοδοτούνται σήμερον από τας υδατινούς δυνάμεις, από τον καλούμενον *λευκόν άνθρακα*. Η άλλοτε παραμελουμένη κολοσσιαία αύτη δύναμις επί ωρισμένων σημείων της επιφανείας της γής, χρησιμοποιείται σήμερον, ως η *αρίστη πηγή ενεργείας* εις την χημικήν βιομηχανίαν και ιδίως διά τας βιομηχανίας, τας χρησιμοποιούσας μεγάλην κινητήριον δύναμιν ή πολύ υψηλάς θερμοκρασίας, διά τας οποίας απαιτούνται και τα μεγαλύτερα ποσά ενεργείας.

¹ Badische Anilin – und Sodafabrik

² R. Knietsch: Ueber die Schwefelsäure und ihre Fabrikation nach dem Contactverfahren. Ber. d. d. chem. Ges. 1901.

Ευτυχώς και η ημετέρα χώρα κατέχει μικράς μεν υδατίνους δυνάμεις, κυρίως εις την ανατολικήν Μακεδονίαν⁽¹⁾, αλλ' όχι ασημάντους διά την εξέλεξιν της χημικής μας βιομηχανίας. Η μελέτη των υδατίνων τούτων δυνάμεων ανετέθη ήδη εις ειδικούς επιστήμονας⁽²⁾.

Αι διά των υψηλών θερμοκρασιών των ηλεκτρικών καμίνων διεξαγόμεναι σήμερον βιομηχανίαι είνε η παρασκευή του γραφίτου, του οξειδίου του πυριτίου, του φωσφόρου, η παρασκευή μετάλλων, ως του αργιλίου και του χρωμίου και ιδίως η παρασκευή του καλουμένου *ηλεκτρικού χάλυβος*. Οι εις γιγαντιαίων διαστάσεων ηλεκτρικάς καμίνους παρασκευαζόμενοι ούτοι χάλυβες, εδείχθη ότι είνε ανωτέρας ποιότητος από τους διά των παλαιών μεθόδων παραγομένους. Αλλά και αυτού του χυτού σιδήρου η παρασκευή εις ηλεκτρικάς καμίνους ήρχισεν ήδη, ως εις την Νορβηγίαν και Σουηδίαν, να εφαρμόζεται βιομηχανικώς.

Ιδιαίτερας σημασίας, είνε η παρασκευή εις ηλεκτρικάς καμίνους του *ανθρακασβεστίου*, εξ άνθρακος και ασβέστου. Το ανθρακασβέστιον ευκόλως δι' επιδράσεως μόνον ύδατος παρέχει την ασετυλίην, η οποία όχι μόνον χρησιμοποιείται προς ευθηνότατον φωτισμόν, αλλ' αναμιγνυομένη με οξυγόνον, εις τον καλούμενον οξυασετυλικόν φουσητήρα, προς κοπήν και συγκόλλησιν του χάλυβος. Το ανθρακασβέστιον του οποίου η παγκόσμιος παραγωγή ανέρχεται σήμερον εις ½ περίπου εκατομμύριον τόννους, πάλιν εις ηλεκτρικάς καμίνους δι' επιδράσεως αζώτου εις 1000° μετατρέπεται εις κυαναμίδην, η οποία ευρίσκει ευρυτάτην εφαρμογήν ως άριστον αζωτούχον λίπασμα, προσέτι δε και ως πρώτη ύλη διά την παρασκευήν της *αμμωνίας* ως και κυανιούχων αλκαλίων.

Τέλος, κατόπιν πολυετών και επιμόνων μελετών, κατορθώθη η καύσις του αζώτου διά του ηλεκτρικού τόξου. Με πρώτην ύλην αυτόν τον ατμοσφαιρικόν αέρα και με κολοσσιαίαν ηλεκτρικήν δύναμιν παραγομένην από υδατίνους πτώσεις, παρασκευάζεται σήμερον *πρώτη ύλη*, από τας απαραίτητους εις την διεξαγωγήν πολλών μεγάλων βιομηχανιών, το *νιτρικόν οξύ*.

Άλλοτε, αι αζωτούχοι ενώσεις παρεσκευάζοντο αποκλειστικώς από δύο πηγάς: από την παραγομένην αμμωνίαν κατά την παρασκευήν του φωταερίου και κυρίως από το νίτρον της Χιλής.

Εις την Χιλήν, ευρίσκονται απέραντα κοιτάσματα νιτρικού νατρίου, τα οποία αποτελούν τον μεγάλον πλούτον της χώρας. Υπέρ τας τριακοσίας χιλιάδας εργατών ασχολούνται εις την εξόρυξιν αυτών, η οποία ετησίως ανέρχεται εις 2½ εκατομμύρια τόννων.

Διά της εφαρμογής των νεωτέρων χημικών μεθόδων αι αζωτούχοι ενώσεις ήρχισαν να παρασκευάζονται από την άλλην πρώτην ύλην, από αυτό το άζωτον του ατμοσφαιρικού αέρος.

Το άζωτον, το οποίον ευρίσκεται τόσον άφθονον γύρω μας, αφού τα 4/5 της ατμοσφαιρας συνίστανται από αυτό, ήτο αδύνατον εις προηγουμένας εποχάς να δεσμευθή και να μετατραπή εις αζωτούχους ενώσεις. Σήμερον τέσσερες όλαι είνε αι μέθοδοι διά των οποίων κατορθούται τούτο. Τρεις μεθόδους αναφέραμεν ήδη, τας εξής: την άμεσον ένωσιν του αζώτου με τον οξυγόνον διά του ηλεκτρικού τόξου, την απορρόφησιν του αζώτου υπό του ανθρακασβεστίου, την ένωσιν του αζώτου με το υδρογόνον διά καταλυτικής μεθόδου. Η τετάρτη δε μέθοδος, συνίσταται εις την

¹ Πρβλ. Τσακαλώτου, Η βιομηχανία της Μακεδονίας, 1914. –Μελέται επί της ελληνικής βιομηχανίας, 1917

² Τμήμα μελετών των υδατίνων δυνάμεων της Ελλάδος (υπουργείου Συγκοινωνίας) διευθυνόμενον υπό του κ. Α. Τσαλίκη

απορρόφησιν του αζώτου εις ηλεκτρικάς καμίνους εις θερμοκρασίαν 1800°, υπό του αργιλούχου ορυκτού, βωξίτου, παρουσία άνθρακος⁽¹⁾.

Ποία είνε η κολοσσιαία σημασία της λύσεως του προβλήματος της δεσμεύσεως του αζώτου; Η παραγωγή εξ αυτού, πρώτων υλών κυρίως διά τα αζωτούχα λιπάσματα, τας εκρηκτικές ύλας και τας χρωστικές ουσίας.

Αι αζωτούχοι ενώσεις προστιθέμεναι εις το έδαφος αυξάνουν εις μέγαν βαθμόν την παραγωγικότητά του. Τα άγωνα εδάφη καθίστανται πλουτοπαραγωγά. Κατά τους νεωτάτους υπολογισμούς, αποσύρονται από τα εδάφη, ετησίως περί τας 600,000 τόνους αζώτου. Μόνον δε διά της προσθήκης των αζωτούχων λιπασμάτων δυνάμεθα να την προλάβωμεν.

Μεγάλην σημασίαν, διά την καλλιέργειαν της ημετέρας χώρας, θα είχαν η παρασκευή αζωτούχων λιπασμάτων εις αυτήν. Η καταλληλοτέρα μέθοδος προς παρασκευήν αυτών θα ήτο, κατά την ημετέραν γνώμην, η δέσμευσις του αζώτου υπό του ανθρακασβεστίου προς σχηματισμόν κυαναμίδης.

Εκ των αζωτούχων ενώσεων, αι νιτρικάι, είνε απαραίτητοι διά την παρασκευήν εκρηκτικών υλών ειρήνης και πολέμου.

Ίσως, άνευ της ανακαλύψεως των νέων μεθόδων της δεσμεύσεως του αζώτου και παρασκευής ούτω νιτρικών ενώσεων, το τέρμα του καταπιέζοντος σήμεραν την ανθρωπότητα αγριωτάτου πολέμου, θα ήτο πολύ συντομώτερον. Η εισαγωγή πρώτης ύλης, εκ της απομακρυσμένης Δημοκρατίας της Χιλής, απαραίτητου προς παρασκευήν των εκρηκτικών υλών θα ήτο αδύνατος, διά την μίαν των αντιμαχομένων μερίδων, τας κεντρικάς αυτοκρατορίας.

Οι σημερινοί πόλεμοι απαιτούν βουνά ολόκληρα από εκρηκτικές ύλας και άνευ κολοσσιαίων ποσοτήτων νιτρικού οξέος προς παρασκευήν αυτών, η διεξαγωγή των θα ήτο αδύνατος.

Τα δημιουργήματα της Χημείας, ο άνθρωπος τα χρησιμοποιεί όχι μόνον προς ωφέλειάν του, αλλά δυστυχώς και προς καταστροφήν του.

Η εφαρμογή ταπεινών θερμοκρασιών μέχρι μείον 200° περίπου βαθμών υπό το μηδέν, η επίτευξις των οποίων, κατ' αρχάς ενομίζετο μόνον θεωρητικής σημασίας, εύρε σημαντικές πρακτικές εφαρμογάς. Ούτω ο διαχωρισμός εκ του ατμοσφαιρικού αέρος των συστατικών του, οξυγόνου και αζώτου, γίνεται βιομηχανικώς κατά την μέθοδον του George Clause δι' υγροποίησεως αυτού και αποστάξεως, ως και ο αποχωρισμός του υδρογόνου από του υδαταερίου. Τα σπουδαιότατα επομένως διά την βιομηχανίαν αέρια, υδρογόνον, οξυγόνον και άζωτον δύνανται να παρασκευασθούν διά της μεθόδου ταύτης, υπό μεγάλην κλίμακα εις μικράς τιμάς.

Διά των ηλεκτρολυτικών τέλος μεθόδων, αι οποίαι είνε εκ των λεπτοτέρων χημικών μεθόδων απαιτούσαι προς εφαρμογήν των εκτενείς θεωρητικές γνώσεις, επιτυγχάνεται σήμεραν η παρασκευή πολλών χημικών προϊόντων, υπό ευνοϊκώτερας συνθήκας παρά με τας παλαιάς μεθόδους.

Δι' ηλεκτρολύσεως κοινού άλατος παράγεται εν μέρει η σόδα εις την βιομηχανίαν και συγχρόνως το τόσας ευρίσκον σήμεραν χρήσεις χλώριον. Επίσης

¹ Τα απαιτούμενα ποσά ενεργείας προς δέσμευσιν 50,000 τόννων αζώτου κατά τας ανωτέρω μεθόδους είνε:

- | | |
|---|---------------|
| 1) καύσις αζώτου διά του ηλεκτρικού τόξου | 450.000 ίπποι |
| 2) παρασκευή κυαναμίδης | 180.000 " |
| 3) Διά του βωξίτου | 90.000 " |
| 4) Καταλυτική σύνθεσις αμμωνίας | 16.000 " |

επιτυγχάνεται η καλλιτέρα παρασκευή διαφόρων αποχρωστικών χλωριούχων ενώσεων, υπερθεικών και υπερβορικών αλάτων, οξυγόνου και υδρογόνου, ως και η παρασκευή και ο καθαρισμός πολλών μετάλλων.

Εις δε την οργανική Χημείαν μεγάλην ευρίσκει εφαρμογήν η ηλεκτρολυτική αναγωγή πολλών νιτροενώσεων, η ηλεκτρολυτική οξείδωσις, ως η οξείδωσις του ανθρακενίου εις ανθρακινόνην, κατά την παρασκευήν της αλιζαρίνης και η ηλεκτρολυτική παρασκευή διαφόρων οργανικών ενώσεων, ως του ιωδοφορμίου, της βενζιδίνης και άλλων.

Η συντομοτάτη αύτη περιγραφή της νεωτάτης εξελίξεως της χημικής βιομηχανίας, σαφέστατα δεικνύει την μεγίστην επίδρασιν της χημικής Επιστήμης επ' αυτής.

Η χημική βιομηχανία σήμερον επί των μεγάλων ανακαλύψεων της θεωρητικής χημείας προβαίνει, εις την λύσιν σπουδαιοτάτων βιομηχανικών ζητημάτων, τα οποία άνευ της αμέσου βοήθειας των ανακαλύψεων τούτων και των μεθόδων της νεωτέρας χημικής Επιστήμης, θα παρέμενον ακόμη άλυτα.

Η επίδρασις της χημικής Επιστήμης επί της Βιομηχανίας συνέδεσεν αδιαρρήκτως αυτά και επέφερε τα εξαιρετικά αποτελέσματα, όχι μόνον υπό την πρακτικήν έποψιν, αλλ' υπό πάσαν έποψιν ενδιαφέρουσαν την πρόοδον της ανθρωπότητος, και των οποίων η σπουδαιοτάτη σημασία δεν εξεδηλώθη ακόμη τελείως.

Η εφαρμογή των νεωτάτων χημικο-βιομηχανικών μεθόδων διανοίγει τόσον ευρύν ορίζοντα, εις τας δυνατάς μεταβολάς της ύλης, διά την προσαρμογήν αυτής εις τας ανάγκας μας, ώστε μας δίδει το δικαίωμα να θεωρήσωμεν αυτήν, ως τον σπουδαιοτάτον παράγοντα της μελλούσης εξελίξεως της ανθρωπότητος.

Εις την στενήν συνεργασίαν μεταξύ Επιστήμης και Βιομηχανίας, γράφει ο διάσημος άγγλος χημικός Sir William Ramsay ⁽¹⁾, πρέπει να αποδοθούν αι μεγάλοι επιτυχίαι της νεωτέρας βιομηχανίας. Ο δε καθηγητής W. H. Dawson ⁽²⁾ εις μελέτην εσχάτως δημοσιευθείσαν, λέγει, ότι η αγγλική βιομηχανία το μέλλον της πρέπει να αναζητήσει μόνον εις την Επιστήμην και την Εκπαίδευσιν.

Εις την επιστημονικήν αυτήν μορφήν οφείλει και η γερμανική χημική βιομηχανία την υπεροχήν της. Τα χημικά εργοστάσια της διευθύνονται υπό άριστων επιστημόνων, από τους οποίους πολλοί διετέλεσαν ήδη καθηγηταί εις Πανεπιστήμια και Πολυτεχνεία. Πλησίον των υπάρχει ομάς όλη τεχνικών συνεργατών, οι οποίοι παρακολουθούσαν πάσαν πρόοδον και καταγίνονται εις τελειοποιήσεις της βιομηχανίας. Ένα και μόνο εργοστάσιον παρασκευής χημικών προϊόντων, το εργοστάσιον ανιλίνης και σόδας της Βάδης, χρησιμοποιεί, ως τεχνικούς συνεργάτας, υπέρ τους 200 ακαδημαϊκούς μορφωθέντας χημικούς και δαπανά ετησίως υπέρ τας 700.000 φράγκων διά χημικάς ερεύνας.

Αι μεγάλοι πρόοδοι των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής εις την χημικήν βιομηχανίαν κατά τα τελευταία έτη οφείλονται εις τον αυτόν λόγον. «Τον θαυμασμόν προκαλεί, γράφει ο καθηγητής A. P. Flemming, η τελειότης της οργανώσεως των εργοστηρίων ερευνών, διά τα χημικά εργοστάσια των Ηνωμένων Πολιτειών, η οποία επιτρέπει εις πολλές περιστάσεις την δοκιμήν εις μεγάλην κλίμακα, των ανακαλυφθεισών νέων μεθόδων ή τροποποιήσεων, συνάμα δε η

¹ Revue scientifique 1914.

² Fortnightly Review 1914.

έντονος απασχόλησις εις καθαρώς επιστημονικάς ερεύνας, αποτελούσας σήμερον τον πρόδρομον πάσης βιομηχανικής ερεύνης».

Και εις τα άλλα μεγάλα βιομηχανικά Κράτη μείστη είνε η κίνησις, η οποία ήρχισε να γίνεται, ιδίως από της ενάρξεως του μεγάλου πολέμου, προς την όσον το δυνατόν επιστημονικωτέραν και τελειότεραν διοργάνωσιν της βιομηχανίας των. Τα παλαιά εργοστάσια συμπληρούνται και νέα ιδρύονται. Το τμήμα των χημικών ερευνών προσλαμβάνει ολονέν μεγαλειτέρας διαστάσεις και η διεύθυνσις αυτών ανατίθεται εις χημικούς πραγματικής επιστημονικής μορφώσεως.

Η βιομηχανική εξέλιξις συμβαδίζει πάντοτε με την εξέλιξιν της Επιστήμης και τα έθνη εις τα οποία η επιστημονική παραγωγή είνε η περισσότερον έντονος και η καλλιτέρα χρησιμοποιουμένη, θα έχουν πάντοτε την βιομηχανικήν υπεροχήν»⁽¹⁾.

Δυστυχώς εις την χώραν μας, η μέχρι σήμερον επίδρασις της χημικής Επιστήμης επί της χημικής βιομηχανίας είνε μικρά.

Ο Έλλην βιομήχανος, παρά το εκτάκτως ανεπτυγμένον επιχειρηματικόν πνεύμα του, παρουσιάζει πολλάκις ένα σημαντικόν ελάττωμα. Νομίζει όλα τα βιομηχανικά ζητήματα, απλούστερα από ότι είνε, ή ζητεί να τα καταστήση, κατά την γνώμην του, απλούστερα. Αγνοεί εκτός σπανίων εξαιρέσεων, ότι ουδεμία αυθαίρετος οικονομία επιτρέπεται εις την βιομηχανίαν και ότι πάσα τελειότερα μελέτη αυτής, παρά την απαιτουμένην δαπάνην, αποτελεί την αληθινήν οικονομικήν βάσιν της επιχειρήσεώς του.

Οι Dubois και Kergomard⁽²⁾, εις την οικονομολογικήν αυτών Γεωγραφίαν γράφουν: «οι Έλληνες, την υπεροχήν των εις την Ανατολήν, οφείλουν εις την *εμπορικήν των μεγαλοφυΐαν*» και κατωτέρω «η βιομηχανία ήρχισε να αναπτύσσεται εις την Ελλάδα, αν και φαίνεται ότι οι Έλληνες, δεν έχουν ακόμη πλήρη συναίσθησιν του εκμεταλλευσίμου πλούτου της χώρας των».

Και πράγματι, ο Έλλην βιομήχανος διεξάγων την βιομηχανίαν, κατέχει συνήθως την αντίληψιν του εμπόρου. Η βιομηχανική αντίληψις του είνε περιορισμένη. Δεν αποβλέπει συνήθως, παρά εις την άμεσον ωφέλειαν και θυσιάζει πολλάκις το μέλλον της επιχειρήσεώς του, διά προσωρινόν κέρδος.

Σπανίως προσλαμβάνει τεχνικούς συνεργάτας και όταν προσλαμβάνη αυτούς, τους αμείβει γενικώς ελάχιστα και τούτο επιδρά τα μέγιστα επί της ποιότητος της εργασίας των και παρακωλύει την εκδήλωσιν του προσωπικού των ενδιαφέροντος.

Κατά την γενομένην, προ ολίγου χρόνου, διά πρώτην φοράν εις την χώραν μας, τεχνικήν επεξεργασίαν της βιομηχανικής στατιστικής υπό του συναδέλφου κ. Α. Σκιντζοπούλου, επιθεωρητού της βιομηχανίας, επί 2,213 ελληνικών εργοστασίων, το τεχνικόν προσωπικόν ανέρχεται μόνον εις 636 και εκ τούτων πολλοί δεν είνε απόφοιτοι ανωτέρων τεχνικών σχολών.

Η τοιαύτη αντίληψις του έλληνος βιομηχάνου, η κυρίως παρεμποδίζουσα την θετικήν ανάπτυξιν της χημικής μας βιομηχανίας, θα καταπολεμηθούν μόνον διά της υπάρξεως χημικών τελείως διά την χημικήν βιομηχανίαν κατηρτισμένων, οι οποίοι σαφώς θα δύνανται να υποδείξουν και να πείσουν τους βιομηχάνους, διά τας ωφελείας, τας οποίας θα πορισθούν διά της επιστημονικής τεχνικής μελέτης και διεξαγωγής της βιομηχανίας των, συνάμα δε να υποδείξουν εις τους διαθέτοντας τα προς τούτο μέσα – το αναγκαίον κεφάλαιον – πλείστας νέας χημικάς βιομηχανίας, αι οποίαι δύνανται να ευδοκιμήσουν εις την χώραν μας.

Την δημιουργίαν των χημικών τούτων, αποσκοπεί κυρίως η ίδρυσις της χημικοτεχνικής σχολής, εις το ανώτατον τούτο εκπαιδευτικόν ίδρυμα.

¹ Πρβλ. Haller, Chimie et Industrie 1918.

² Dubois et Kergomard, Géographie économique, Paris 1909.

Η συνένωσις τότε, του επιχειρηματικού και εφευρετικού ελληνικού πνεύματος, μετ' αληθώς επιστημονικής τεχνικής μορφώσεως, θα επιφέρει την μεγάλην ανάπτυξιν της χημικής μας βιομηχανίας.

Όπως όμως τούτο κατορθωθεί, μεγίστη είνε η προσοχή η οποία οφείλεται εις την οργάνωσιν της ανωτάτης χημικοτεχνικής σχολής εις το σύνολον και τας λεπτομερείας αυτής.

Αι ανώτεροι χημικοτεχνικοί σχολαί δεν έχουν σκοπόν να καταρτίσουν χημικούς ειδικούς δι' ωρισμένας βιομηχανίας, αλλ' είνε γενικωτέρας σημασίας· προτίθενται να μορφώσουν χημικούς χωρίς ωρισμένην ειδικότητα, αλλά δυναμένους να προσφέρουν την συνεργασίαν των εις οιαδήποτε χημικήν βιομηχανίαν.

Η διδασκαλία εις αυτάς πρέπει να στρέφεται κυρίως εις την εκμάθησιν της χημικής Επιστήμης, εις αυτό το χημικόν εργαστήριον. Η χημική ανάλυσις, η χημική σύνθεσις, και αι φυσικοχημικά μέθοδοι, να είνε αι βάσεις αυτής.

Η *αναλυτική Χημεία*, αποτελεί την βάση του ελέγχου της πορείας πάσης βιομηχανίας. Μετά την πρακτικήν πλήρη εξάσκησιν, εις γενικάς αναλύσεις ανοργάνους και οργανικάς, ο σπουδαστής πρέπει να εργασθή εις ειδικάς αναλύσεις απαραίτητους διά την σημερινήν βιομηχανίαν: εις την ανάλυσιν καυσίμων υλών, αερίων, κονιών και σιμέντων και ποικίλων άλλων βιομηχανικών προϊόντων.

Μετά την εκμάθησιν, την όσον το δυνατόν τελειότεραν των διαφόρων αναλυτικών μεθόδων, ο σπουδαστής θα ασχοληθή εις την *χημικήν σύνθεσιν*, δια της παρασκευής σειράς όλης ανοργάνων και ιδίως οργανικών προϊόντων.

Η διδασκαλία των συνθετικών μεθόδων, η οποία κατ' αρχάς θα γίνεται επί απλών παραδειγμάτων, βαθμηδόν θα εξελίσσεται μέχρι της παρασκευής βιομηχανικών προϊόντων εκ των πρώτων υλών και θα φθάση τέλος μέχρι της παρασκευής χημικών προϊόντων, επί τη βάσει ατελών οδηγιών, ως π.χ. των αναγραφομένων εις τα διάφορα προνόμια ευρεσιτεχνίας, τα οποία συνήθως αναγράφουν ασαφείς ή περί τελειοποιήσεως παλαιότερων μεθόδων.

Διά των συνθετικών τούτων μελετών, ο σπουδαστής θα αντιληφθή σαφώς, τας παρουσιαζόμενας κατά την εφαρμογήν δυσκολίας και τους διαφόρους παράγοντας, τους οποίους πρέπει να έχη υπ' όψιν του, ιδίως δε την απόδοσιν εις τελικόν προϊόν, η οποία έχει μεγίστην διά την βιομηχανίαν σημασίαν.

Ιδιαίτερος δε διδακτική, θα είνε διά τον έλληνα σπουδαστήν, η μελέτη παρασκευής χημικών προϊόντων εκ πρώτων υλών της ελληνικής χώρας.

Η μελέτη, τέλος των *φυσικοχημικών μεθόδων* απαιτεί ιδιαίτεραν προσοχήν. Διά της εφαρμογής αυτών, μελετώνται και λύονται σήμερον πλείστα βιομηχανικά προβλήματα, των οποίων άλλοτε η λύσις ήτο αδύνατος.

Αι φυσικοχημικά μέθοδοι δύνανται να δώσουν την καταλληλοτέραν λύσιν εις περιπτώσεις εφαρμογής εις την βιομηχανίαν, χημικών δράσεων ατελών, εκείνων ακριβώς, αι οποίαι παρουσιάζουν σήμερον το μεγαλείτερον βιομηχανικόν ενδιαφέρον.

Η γνώσις και η εξάσκησις τέλος εις τας ηλεκτροχημικάς μεθόδους παρέχει εις τον χημικόν νέας οδούς, προς παρασκευήν πλείστων χημικών προϊόντων εις καλλιτέρας αποδόσεις και εις καλλιτέρας ποιότητας.

Απαραίτητος, προσέτι είνε η διδασκαλία τεχνικών μαθημάτων εις τας ανωτέρας χημικοτεχνικάς σχολάς. Εις λόγον του, εκφωνηθέντα προ όλιγου χρόνου, ενώπιον της χημικής εταιρείας του Λονδίου, ο καθηγητής Henderson ⁽¹⁾ έλεγε τα εξής:

¹ G. C. Henderson, Les nouveaux progress de la chimie appliquée, Revue scientifique 1917

«Πολλάκις εξέφρασα την γνώμην, ότι οι χημικοί, οι προωρισμένοι διά την βιομηχανίαν, έπρεπε κατά την διάρκειαν των σπουδών των εκπαιδευόντων και εις την τέχνην του μηχανικού εφηρμοσμένην εις την χημείαν, ακολουθούντες μαθήματα και πρακτικάσ ασκήσεις, εις εργαστήρια προς τον σκοπόν τούτον κατηρτισμένα. Η πρακτική ωφέλεια των ασκήσεων τούτων, ανεγνωρίσθη ήδη και η πείρα μου έδειξεν ότι οι ακολουθήσαντες τοιαύτην εκπαίδευσιν, παρέχουν μεγαλειτέρας υπηρεσίας εις τα χημικά εργοστάσια, από τους εκπαιδευθέντας μόνον εις την «κατά παράδοσιν» καθαράν χημείαν. – Μεταχειρίζομαι επίτηδες την φράσιν «κατά παράδοσιν» επειδή, κατά την γνώμην μου, ουδέν όριον διαχωρισμού υπάρχει μεταξύ της καθαράς και της εφηρμοσμένης Χημείας».

Ιδίως όμως εις την χώραν μας, η διδασκαλία των τεχνικών μαθημάτων είναι αναγκαιότερα ή αλλαχού, διότι πολλάκις ο χημικός, μέσα εις το χημικόν εργοστάσιον, ευρίσκειται εις την ανάγκην να ασχοληθή και εις άλλα τεχνικά ζητήματα, τα οποία δεν είναι αποκλειστικώς της ειδικότητός του, ενώ εις άλλα μάλλον ανεπτυγμένα βιομηχανικά κράτη, θα υπήρχον δια τα ζητήματα ταύτα εις τα εργοστάσια, άλλοι ειδικοί τεχνικοί επιστήμονες.

Η από της έδρας διδασκαλία πάντων των μαθημάτων και ιδίως των βοηθητικών, πρέπει να είναι πολύ σύντομος και να αποβλέπη κυρίως εις τας εφαρμογάς, να υπολείπεται δ' ο περισσότερος χρόνος, δια την εξάσκησιν του σπουδαστού εις το χημικόν εργαστήριον, ένθα μόνον διδάσκειται πράγματι η Χημική Επιστήμη.

Το κυριώτερον όμως μέρος της χημικής εκπαίδευσεως, πρέπει να είναι, η διείσδυσις του σπουδαστού εις το πνεύμα και τας μεθόδους της επιστημονικής ερεύνης. – Εις το σημείον τούτο, πρέπει να δοθή εξαιρετική προσοχή, διότι είναι αδύνατον να μορφωθούν τεχνικοί χημικοί πραγματικής αξίας, αν δεν αποκτήσουν κατά βάθος το επιστημονικόν πνεύμα. Το να σκέπτεται τις επιστημονικώς διαφέρει σημαντικώς από τον κοινόν τρόπον σκέψεως. Η επιστημονική σκέψις πρέπει να είναι πλήρης, να εξετάζη πάντα τα επιχειρήματα θετικά και αρνητικά και εκ της πραγματικής αξίας των και των μεταξύ των σχέσεων, να συνάγη τα συμπεράσματα, περί του δυνατού της εκτελέσεως μιάς μεθόδου ή τροποποιήσεων αυτής, τας οποίας θέλει να επιφέρη.

Αι μέθοδοι ερεύνης της καθαράς Χημείας, δεν διαφέρουν καθόλου, από εκείνας της εφηρμοσμένης Χημείας. Το επιστημονικόν πνεύμα ερεύνης εφαρμόζεται αδιαφόρως αν πρόκειται περί προβλήματος της θεωρητικής ή πρόκειται περί προβλήματος της τεχνικής Χημείας (¹)

Μόνον κατά τας αρχάς της εξελίξεως της χημικής βιομηχανίας, εγένοντο ανακαλύψεις και τελειοποιήσεις δι' εμπειρικών μεθόδων, σήμερα όμως απαιτείται αληθής επιστημονικός πειραματισμός, όπως καταλήξωμεν εις τεχνικώς ωφέλιμα αποτελέσματα. Διά την διείσδυσιν του σπουδαστού εις το πνεύμα και τας μεθόδους της επιστημονικής ερεύνης, απαιτούνται εξαιρετικά προσόντα του διδάσκοντος. Παρά την διδακτικήν του ικανότητα, πρέπει να έχη μεγάλην πειραματικήν δεξιότητα και εκτεταμένον ερευνητικόν πνεύμα.

Το πρώτιστον προσόν, το οποίον πρέπει να ζητείται σήμερα, από τους μέλλοντας να διδάξουν την τεχνικήν Χημείαν, είναι να είναι οι ίδιοι *πραγματικοί ερευνηταί*. Να έχουν δείξει, δι' επιστημονικών δημοσιευμάτων, ότι κατέχουν πράγματι το *επιστημονικόν πνεύμα της ερεύνης* και την *αληθινήν επιστημονικήν κριτικήν αντίληψιν*.

¹ Πρβλ. E. Grandmougon, L' enseignement de la chimie industrielle en France, Paris 1947

Το χημικόν εργαστήριον, θα είνε διά τον τοιαύτα προσόντα έχοντα διδάσκαλον, το πραγματικόν διδακτικόν πεδίον. Εις το εργαστήριον, διά καθημερινής πνευματικής επικοινωνίας μετά των σπουδαστών, θα δώση εις αυτούς τας βάσεις της διειδύσεως εις τας μεθόδους της επιστημονικής ερεύνης και περαιτέρω θα διεγείρη την επιστημονικήν αυτενέργειάν των, διά της αναθέσεως εις αυτούς της εκτελέσεως πρωτοτύπων επιστημονικών ερευνών.

Η εκλογή θέματος πρωτοτύπου ερεύνης, η οποία θα δοθή προς εκτέλεσιν εις τον σπουδαστήν, παρουσιάζει *μεγάλην λεπτότητα*. Πρέπει να συμφωνή προς τα πνευματικά χαρίσματα και την πειραματικήν ιδιοφυΐαν εκάστου. Η διάρκεια της όλης εργασίας, να μην είνε πολύ μακρά, περί το ένα έτος περίπου, και να είνε δυνατόν αύτη να καταλήξη εις θετικόν αποτέλεσμα, διότι μία αποτυχία μετά μακράν και επίπονον εργασίαν θα ήτο δυνατόν να επιφέρη την απογοήτευσιν του πρώτην φοράν εργαζομένου εις επιστημονικάς ερέυνας, ενώ τουναντίον επιτυχής λύσις, δεν δύναται, παρά να τον ενθαρρύνη εις την περαιτέρω εξακολούθησιν αυτών.

Προκειμένου δε περί των σπουδαστών, οι οποίοι εκ των προτέρων γνωρίζουν, ότι θα ασχοληθούν βραδύτερον εις την καθωρισμένην βιομηχανίαν, το θέμα της ερεύνης, ωφελιμώτερον είνε, να συνδέεται με τας εφαρμοζομένας εις τοιαύτην μεθόδους.

Μεταξύ των στοιχείων της επιτυχούς εκτελέσεως επιστημονικής ερεύνης είνε και το επικρατούν εις το εργαστήριον επιστημονικόν πνεύμα. Είνε μεγίστη η σημασία του περιβάλλοντος. Διά να γίνη τι καλόν, πρέπει να γίνεται ευχαρίστως. Η πραγματική δε πνευματική επικοινωνία και ειλικρινής συνεργασία όλων των εργαζομένων εις το χημικόν εργαστήριον καθιστά την εκτέλεσιν πολυπλόκων και επιμόνων ερευνών, αληθινά ευχάριστον.

Εις την διαμόρφωσιν δε πραγματικού επιστημονικού περιβάλλοντος κυρίως θα συμβάλη η υπό του διευθυντού του χημικού εργαστηρίου πρόσληψις συνεργατών, των οποίων κύριον προσόν θα είνε πάλιν η αγάπη και η αφοσίωσις προς την επιστημονικήν έρευναν.

Κατά την εκτέλεσιν της επιστημονικής ερεύνης πρέπει να ενθαρρύνεται, όσον το δυνατόν η αυτενέργεια του σπουδαστού, υπό του διευθυντού του εργαστηρίου. Γενικώς, πρέπει να μην υποβάλλη την λύσιν χημικού ζητήματος, την οποίαν αυτός διαβλέπει, αλλά να αφήνη τον σπουδαστήν μόνον του εις ανεύρεσιν αυτής, όπως ούτω δυνηθή να εκδηλώση την πραγματικήν ερευνητικήν ικανότητά του. Να επεμβαίνη δε τότε μόνον, όταν βλέπη, ότι η υπό του σπουδαστού ακολουθουμένη οδός, θα φέρη μόνον απώλειαν χρόνου, άνευ θετικού αποτελέσματος.

Ούτω μόνον ο σπουδαστής θα λάβη την ευκαιρίαν, να αναπτύξη εις κάθε βήμα, κατά την εκτέλεσιν της επιστημονικής ερεύνης, την αυτοβουλίαν και την αυτενέργειάν του και μόνος θα προσπαθή να λύση τα χημικά ζητήματα, τα οποία θα του προβάλλωνται. Συγχρόνως δε ανατρέχων κατ' ανάγκην εις την βιβλιογραφίαν του θέματός του, θα γίνη κάτοχος της μεθόδου της βιβλιογραφικής ερεύνης, της τόσον σήμεραν απαραίτητον διά την βιομηχανίαν.

Η μετέπειτα δημοσίευσις των αποτελεσμάτων της επιστημονικής ταύτης ερεύνης, θα αναγκάση τον σπουδαστήν, να ελέγχη με μεγίστην ευσυνειδησίαν και υπομονήν κάθε νέον δεδομένον, ώστε να δύναται να υποστή ακολούθως, οιονδήποτε επιστημονικόν έλεγchon.

Αύτη, είνε εις γενικάς γραμμάς, η οδός την οποίαν οφείλομεν να ακολουθήσωμεν, όπως καταρτίσωμεν χημικούς ανταποκρινομένους εις τας ανάγκας της σημερινής χημικής βιομηχανίας και πολυτίμους οδηγούς διά την περαιτέρω εξέλιξιν αυτής.

Η οργάνωσις της χημικοτεχνικής εκπαιδεύσεως θα απαιτήση την ίδρυσιν εργαστηρίων, τελείως κατηρτισμένων και πλουτισμένων δι' όλων των νεωτέρων ιδίως οργάνων της χημικής ερεύνης.

Προς ίδρυσιν αυτών θα απαιτηθή σημαντικωτάτη δαπάνη, η οποία όμως όσον μεγάλη και αν είνε, ποτέ δεν θα εξισωθή προς την εξ αυτής αναμενομένην ηθικήν και υλικήν ωφέλειαν της ημετέρας πατρίδος.

Δεν ευρίσκω λέξεις διά να τονίσω την σημασίαν των χημικών διά το μέλλον της χημικής βιομηχανίας, γράφει ο καθηγητής Granmougin ⁽¹⁾, εις εσχάτως δημοσιευθείσαν μελέτην του.

Η αναγέννησις της γαλλικής βιομηχανίας, δεν χρειάζεται παρά χημικούς μόνον, ο χημικός θα επιφέρη την πρόοδόν της. – Εις τους χημικούς, ας ανατεθούν αι χημικαί βιομηχανίαι και τότε θα έχωμεν βιομηχανίαν, μεγάλην, ισχυράν και ευδοκιμούσαν.

Ας επέλθη η βασιλεία της χημείας!

Ορθότατα προνοεί ο οργανισμός του Εθνικού Πολυτεχνείου περί της διδασκαλίας του μαθήματος της χημικής τεχνολογίας και εις τας άλλας ανωτάτας σχολάς αυτού, των μηχανολόγων – ηλεκτρολόγων, των πολιτικών μηχανικών και των αρχιτεκτόνων.

Εις τα σχολάς ταύτας το μάθημα τούτο θα διδάσκεται, ως βοηθητικόν, συντομώτερα και απλούστερα ή εις την χημικήν σχολήν.

Εις τους σπουδαστάς της σχολής των μηχανολόγων-ηλεκτρολόγων, θα παρέχωνται τα στοιχεία της χημικής τεχνολογίας σχεδόν ολοκλήρου, διότι σήμερον η μηχανολογία και η ηλεκτρολογία συνδέονται στενώτατα με όλας σχεδόν τας χημικάς βιομηχανίας και οι χημικοί εις τους αποφοίτους της σχολής ταύτης θα ζητούν τους συνεργάτας των, προς λύσιν πολλών τεχνικών ζητημάτων και ιδίως της εγκαταστάσεως νέων βιομηχανιών.

Άλλοτε, τα χημικά εργοστάσια ηρκούντο εις απλάς εγκαταστάσεις, σήμερον όμως η χημική βιομηχανία έχει ανάγκην τελειοτάτων μηχανημάτων και ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, τας οποίας μόνον καταλλήλως κατηρτισμένοι επιστήμονες δύνανται να πραγματοποιήσουν.

Η μελέτη των μετάλλων και των κραμάτων παρουσιάζει ιδιαίτερον ενδιαφέρον δια τους μηχανολόγους. Η υπό του μεγάλου αμερικανού William Gibbs, ιδρυθείσα θεωρία των φάσεων, ήνοιξε ευρυτάτας οδούς εις την μελέτην αυτών. Τα ευρεθέντα νέα πορίσματα με την μικροσκοπικήν εξέτασιν των μετάλλων και των κραμάτων, απετέλεσαν νέον όλως κλάδον εφαρμοσμένης χημικής επιστήμης, την μεταλλογραφίαν.

Η μεταλλογραφία, η οποία ευρίσκει σήμερον μεγάλην εφαρμογήν εις τας βιομηχανικάς μελέτας και χρησιμεύει, ως άριστος οδηγός εις την παρασκευήν μετάλλων και κραμάτων με ωρισμένας ιδιότητας, επέφερε σημαντικωτάτην βελτίωσιν εις τη κατασκευήν των μηχανημάτων, διά του δυνατού της παρασκευής επί τη βάσει των μεταλλογραφικών ερευνών των διαφόρων και ποικίλων μετάλλων και κραμάτων των καταλληλοτέρων δι' αυτά.

Ευτυχώς, και εις την χώραν μας κατενοήθη η σημασία του κλάδου τούτου της εφαρμοσμένης Χημείας διά τους μηχανολόγους και χάρις εις την πρωτοβουλίαν του αξιοτίμου συναδέλφου κ. Βουρνάζου από τινων ετών εισήχθη η διδασκαλία της μεταλλογραφίας εις την σχολήν των μηχανολόγων του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου.

¹ E. Grandmougin, L' essor des industries chimiques en France, Paris 1917.

Διά τους πολιτικούς μηχανικούς και τους αρχιτέκτονας ωρισμένα μέρη της χημικής τεχνολογίας έχουν μεγάλην σημασίαν, ιδίως η διδασκαλία της χημικής τεχνολογίας των δομησίμων υλών. Η σημαντική πρόοδος εις την αρτίαν βιομηχανικήν παρασκευήν κονιών και σιμέντων, οφείλεται εις την Χημείαν. Διά των νεωτέρων τούτων υλικών, όχι μόνον καταωρθώθη, η καλλιτέρα, ταχύτερα και απλουστέρα κατασκευή τεχνικών έργων και οικοδομών, αλλά και τοιούτων των οποίων η εκτέλεσις άλλως θα ήτο αδύνατος. Και εις αυτήν την δημιουργίαν νέων αρχιτεκτονικών ρυθμών επέδρασεν η παρασκευή των νεωτέρων δομησίμων υλών.

Η γνώσις της χημικής συστάσεως, των μεθόδων παρασκευής και δοκιμασίας διαφόρων δομησίμων υλών είνε σήμερον απαραίτητος διά τον πολιτικόν μηχανικόν και τον αρχιτέκτονα.

Το πρόγραμμα το οποίον ανωτέρω συντόμως εξεθέσαμεν περί της διδασκαλίας της χημικής τεχνολογίας, εις τας ανωτάτας σχολάς του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, είνε ευρύτατον. Θα απαιτήση διά την εφαρμογήν, όπως κάθε αρχή οργανώσεως, μεγάλας φροντίδας και πολλήν εργασίαν και κόπον.

Η πολιτεία η ιδρύσασα την ανωτάτην χημικοτεχνικήν σχολήν, είμεθα βέβαιοι, ότι θα δώση αμέριστον την προστασίαν της.

Με τας ημετέρας μικράς δυνάμεις, θα προσπαθήσωμεν να συμβάλωμεν εις την ευόδωσιν του μεγάλου τούτου έργου, έχοντες πάντοτε προ οφθαλμών, ότι πρόκειται να δημιουργηθούν αι αληθείς βάσεις της περαιτέρω εξελίξεως της χημικής μας βιομηχανίας, προς μέγιστον αγαθόν της ημετέρας πατρίδος.

Ας ελπίσωμεν, ότι θα ευρεθώμεν προ της χαραυγής νέας ευτυχούς περιόδου, διά την χημικήν μας βιομηχανίαν και διά την αγαπητήν μας πατρίδα!