


Επιστημονικά –  
Φιλοσοφικά

---





## Πώς γεννήθηκε η Χημεία



ΟΙ ΑΠΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ εντοπίζονται συνήθως, σε θεωρητικό τουλάχιστον επίπεδο, στην προσωκρατική φιλοσοφία –όπως αυτή αναπτύχθηκε στις ακτές της Ιωνίας, στη Μεγάλη Ελλάδα (Κάτω Ιταλία) και στη Θράκη– και αργότερα βέβαια στη φιλοσοφία του Αριστοτέλη, που είναι και ο πρώτος διανοητής ο οποίος χρησιμοποιεί τον όρο «φυσική». Η αριστοτελική φυσική δεν ταυτίζεται βέβαια εννοιολογικά με τη σημερινή επιστήμη της φυσικής: το γνωστικό της αντικείμενο είναι πιο διευρυμένο και εμπίπτει μάλλον στα ενδιαφέροντα της φυσικής επιστήμης όπως αυτή νοείται υπό τη γενικότερη έννοια των φυσικών επιστημών. Πιστεύω ωστόσο ότι η γλωσσική αυτή ταύτιση βοήθησε, εν μέρει, στην εδραίωση της άποψης για το αδιαμφισβήτητο ιστορικό προβάδισμα της φυσικής σε σχέση με τις άλλες επιστήμες και ιδιαίτερα με τη χημεία.

Η προσωκρατική όμως φιλοσοφία δεν σηματοδοτεί μόνο τη γέννηση της φυσικής –και γενικότερα των φυσικών επιστημών– αλλά και ορίζει πρωτίστως, σε θεωρητικό πάντοτε επίπεδο, την απαρχή της επιστήμης της χημείας, γεγονός που πρέπει να τονιστεί με ιδιαίτερη έμφαση, αφού ποτέ δεν γίνεται μια σαφής σχετική αναφορά στην ιστορία της φιλοσοφικής και επιστημονικής σκέψης. Πράγματι, τουλάχιστον όσον αφορά το σημείο εκκίνησής της, η χημεία αποτελεί, τόσο

---

Δημοσιεύθηκε στο «Βήμα», Νέες Εποχές (11/7/1999).

από πρακτική όσο και από θεωρητική σκοπιά –είτε ως πρωτόγονη ασύνειδη χημική εμπειρία των προανθρώπων είτε, πολύ αργότερα, ως φιλοσοφικός και επιστημονικός στοχασμός–, την πρώτη ουσιαστικά επιστήμη. Η άποψη αυτή, που στη συνέχεια θα προσπαθήσω να τεκμηριώσω, όχι μόνο δηλώνει την πρωτεύουσα επιστημολογική σημασία της χημείας, αλλά και ενισχύει συγχρόνως τη μεγάλη, ιστορικά και τεχνοεπιστημονικά εδραιωμένη σπουδαιότητά της.

Όπως μαρτυρούν αρχαιολογικές ανασκαφές σε οικισμούς προϊστορικών ανθρώπων, την πρώτη τους επαφή, με εμπειρική γνώση, που σχετίζεται με τη χημεία την είχαν οι πρόγονοι του ανθρώπου όταν απέκτησαν στις αρχές ή (κατ' άλλους) στα μέσα της Παλαιολιθικής Εποχής την τέχνη για την παραγωγή, τη διατήρηση και τη χρησιμοποίηση της φωτιάς. Έτσι, ο άνθρωπος πολιτισμός φαίνεται πως οφείλει το ξεκίνημά του σε μια άκρως πρακτική όσο και εξειδικευμένη χημική γνώση –έστω και αν αυτή υπήρχε αρχικά σε ένα εντελώς πρωτόγονο και εμπειρικό επίπεδο– αφού βέβαια η φωτιά δεν είναι τίποτε άλλο παρά μια διεργασία ταχείας καύσης, μια συγκεκριμένη δηλαδή χημική διεργασία οξειδωσης. Μια αναφορά άλλωστε στις επί μέρους διεργασίες (τριβή, ανάφλεξη κτλ.) της προμθηϊκής αυτής τέχνης θα άλλαζε απλώς τον χαρακτηρισμό της από «χημικής» σε «φυσικοχημικής».

Σε πιο οργανωμένη βάση, η χημεία ξεκινάει στην πράξη ως μεταλλουργία, με την παραλαβή μετάλλων από τα μεταλλεύματά τους. Τη μετάβαση από τη Νεολιθική Εποχή στην εποχή των μετάλλων θα μπορούσαμε να την τοποθετήσουμε χρονικά γύρω στο 3.000 π.Χ. Ο χαλκός είναι πάντως ένα από τα πρώτα μέταλλα που ανακαλύπτονται (γύρω στο 4.000 π.Χ.), ενώ ο χρυσός είναι μάλλον το πρώτο μέταλλο που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, γύρω στο 4.500 π.Χ. Άλλα χαρακτηριστικά παραδείγματα εμπειρικής χημικής γνώσης, με εφαρμογές στην καθημερινή ζωή των αρχαίων λαών, είναι η χρησιμοποίηση από τις γυναίκες της αρχαίας Ελλάδας του τοξικού θειούχου υδραργύρου HgS (κιννάβαρι) ως κόκκινου κραγιόν και του επίσης τοξικού τριθειούχου αντιμονίου Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (αντιμονίτης) για το βάψιμο, με μολυβδόφαιη ως σκουροπράσινη απόχρωση, των βλεφάρων.

Από την άλλη πλευρά, αφηρητικό σημείο της επιστημονικής σκέψης θεωρείται ο υλιστικός μονισμός της ιωνικής φιλοσοφίας, όπως αυτός εκφράστηκε από τους πρώτους μιλήσιους φιλοσόφους. Ο βασικός προβληματισμός των πρώτων αυτών στοχαστών επικεντρωνόταν στην αναζήτηση της πρωταρχικής ουσίας, του πρώτου «στοιχείου» από το οποίο προήλθε ο κόσμος. Τη σκέψη τους απασχολούσαν επίσης τα προβλήματα της σύστασης και της μεταβολής των ουσιών, ζητήματα δηλαδή με τα οποία ασχολείται η χημεία. Θα ήταν πάντως σκόπιμο να τονιστεί στο σημείο αυτό ότι η αναζήτηση της υλικής αρχής των πάντων, του πρώτου κοσμικού «στοιχείου», γινόταν πάνω σε μια εντελώς λανθασμένη και παραπλανητική εννοιολογική βάση, που αναντίρρητα δυσκόλεψε την εξέλιξη της ιδέας του χημικού στοιχείου και τη γενικότερη επομένως εξέλιξη της χημείας. Τον ορισμό του χημικού στοιχείου θα δώσει πολλούς αιώνες αργότερα, το 1661, ο φυσικοχημικός R. Boyle· ο χημικός A.-L. Lavoisier θα συμπληρώσει τελικά, το 1789, αυτόν τον ορισμό, που και σήμερα ακόμη θα μπορούσε να θεωρηθεί επαρκής. Έστω πάντως και σε λανθασμένη βάση, η προσωκρατική θεώρηση δεν παύει να αποτελεί μια χημική, κατ' ουσίαν, θεώρηση της φύσης.

Η κοσμολογία, για παράδειγμα, του μιλήσιου Αναξιμένη –που εκφράζεται κυρίως με τη θεωρία της συμπύκνωσης και αραιώσης του άπειρου και πρωταρχικού αέρα– έχει ένα χημικό υπόβαθρο, αφού πρωτίτως αναφέρεται σε χημικές διεργασίες, όπως τις εννοούμε σήμερα, και όχι σε καθαρά φυσικές μεταβολές. Μια χημική εξάλλου κοσμολογία, με έντονη την ποσοτική θεώρηση, ανέπτυξε και ο Εμπεδοκλής, που έζησε γύρω στο 495-435 π.Χ. στον Ακράγαντα της Σικελίας. Τα τέσσερα «στοιχεία» του –φωτιά, νερό, γη και αέρας–, που τα ονομάζει «πάντων ριζώματα», ενώνονται σε διάφορες αναλογίες και παράγουν έτσι το μεγάλο πλήθος των ουσιών. Κινούσες αιτίες, αλλά και πρωτογενείς επίσης «ουσίες», για τις κατ' εξοχήν χημικές αυτές διεργασίες είναι το «Νείκος» (η έχθρα, η άπωση) και η «Φιλότης» (η φιλία, η έλξη). Αξίζει ίσως να σημειωθεί ότι τη θεωρία των αναλογιών του Εμπεδοκλή, η οποία στη βάση της είναι μια πυθαγόρεια θεωρία, την ξαναβρίσκουμε,

με σύγχρονη πλέον διατύπωση, στη χημεία του 19<sup>ου</sup> αιώνα, ως Νόμο των σταθερών αναλογιών ή Νόμο του J.L. Proust.

Ο Αριστοτέλης δέχεται τα τέσσερα «στοιχεία» του Εμπειδοκλή ως τις απλούστερες υπαρκτές μορφές και εισάγει –στο έργο του «Περί γενέσεως και φθοράς»– τέσσερις θεμελιώδεις ιδιότητες (το θερμό, το ξηρό, το ψυχρό και το υγρό) με τις οποίες προσπαθεί να εξηγήσει τις διεργασίες της μεταβολής και μείξης των στοιχείων. Η αριστοτελική μείξη δεν είναι πάντως μια απλή μηχανιστική διεργασία αλλά μια ένωση, που σήμερα σίγουρα θα τη χαρακτηρίζαμε χημική. Το πλήθος των ουσιών στη φύση παράγεται τελικά, σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, από την ένωση της πρώτης ύλης (materia prima) με τις τέσσερις θεμελιώδεις ιδιότητες.

Η εμβέλεια των απόψεων αυτών φθάνει ουσιαστικά ως τον 16<sup>ο</sup> αιώνα. Η ανάπτυξη της χημείας στους αιώνες που ακολούθησαν ήταν ραγδαία. Τόσο για τη θετική όσο και για την αρνητική και πολύ επικίνδυνη πλευρά της ανάπτυξης αυτής, την αποκλειστική ευθύνη φέρει τελικώς ο άνθρωπος, με τη σκέψη και την πράξη του, με την ποιότητα δηλαδή της ύπαρξής του.

## Οι παράλληλοι βίοι Φυσικής και Χημείας



ΣΤΟ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟ ΑΡΘΡΟ ΜΟΥ («Το Βήμα», Νέες Εποχές, 11.7.1999) είχα αναφερθεί στις απαρχές της φυσικής επιστήμης, επικεντρώνοντας την προσοχή μου στη γέννηση της χημείας και σε ορισμένες αξιοσημείωτες ιδιαιτερότητές της, που αναμφίβολα της προσδίδουν ένα ιστορικό προβάδισμα και μια πρωτεύουσα επιστημολογική σημασία σε σχέση με τις άλλες φυσικές επιστήμες και κυρίως με τη συγγενή προς αυτήν επιστήμη της φυσικής. Στο κείμενο που ακολουθεί θα παρουσιάσω –μέσα από μια σύντομη ιστορική επισκόπηση– ορισμένες αξιοπρόσεκτες, ίσως, ομοιότητες αλλά και διαφορές που εμφανίζονται στην εξέλιξη των δύο αυτών επιστημών και θα εντοπίσω κάποιες σημαντικές, κατά τη γνώμη μου, επιστημονικές αλλά και κοινωνικές παραμέτρους που επηρέασαν με την παρουσία τους την εξέλιξη αυτή.

Θεωρώντας σημείο εκκίνησης την αρχαία ελληνική επιστήμη, είναι ίσως ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε κατ' αρχάς ότι οι πρώτες γνώσεις στη φυσική και στη χημεία –κατά το εμβρυϊκό αυτό στάδιο της επιστημονικής τους ανάπτυξης– αποκτήθηκαν κυρίως μέσα από τη στοχαστική διερεύνηση της φύσης και την ευφυή ίσως διαίσθηση των πρώτων ελλήνων φιλοσόφων και όχι μέσα από μια οργανωμένη πει-

---

Δημοσιεύθηκε στο «Βήμα», Νέες Εποχές (5/9/1999).

ραματική δουλειά. Η απέχθεια της αρχαιοελληνικής κοινωνίας προς τη χειρωνακτική εργασία, ο τρόπος της πολιτικής οργάνωσης της πόλης - κράτους και ο θεσμός της δουλείας ήταν σίγουρα καθοριστικοί παράγοντες, που δεν επέτρεψαν την ανάπτυξη της πειραματικής έρευνας. Η εκτέλεση κάποιων πειραμάτων, όπως για παράδειγμα από τον Πυθαγόρα, με το μονόχορδο και τις αριθμητικές σχέσεις για τα διαστήματα της μουσικής κλίμακας, ή από τον Αρχιμήδη, με τα βλητικά μηχανήματα, τους μοχλούς και την αρχή της άνωσης, είναι μάλλον περιστασιακή και σίγουρα δεν συνέβαλε στην ανάπτυξη μιας σοβαρής πειραματικής μεθόδου.

### **Οι πρακτικές δυσκολίες**

Θα ήταν πάντως χρήσιμο να αναφερθεί στο σημείο αυτό ότι η επινόηση και εκτέλεση ενός οποιουδήποτε χημικού πειράματος –ανάλυσης ή σύνθεσης– αλλά και η επιστημονική εξήγηση των αποτελεσμάτων του παρουσίαζε, στα πρώτα αυτά στάδια ανάπτυξης της χημείας, ανυπέβλητες θεωρητικές και πρακτικές δυσκολίες, πράγμα που δεν συνέβαινε αναγκαστικά με τη φυσική και τα πρώτα της, ιστορικά τεκμηριωμένα, πειράματα. Οι δυσκολίες αυτές είχαν κυρίως να κάνουν με τη φύση των χημικών φαινομένων και το «επίπεδο» υλοποίησής τους (μικρόκοσμος, δομή του ατόμου), για τα οποία βέβαια τίποτε ουσιαστικά δεν ήταν γνωστό. Έτσι, η κατανόηση των χημικών φαινομένων όχι μόνο δεν ήταν επιστημονικά δυνατή, αλλά οδηγούσε πολλές φορές και σε μια μαγική όσο και μυστικιστική αντιμετώπισή τους, που δεν ήταν καθόλου άσχετη με τον τρόπο που συχνά αυτά εκδηλώνονταν (μυστηριακή έκλυση ατμών, αλλαγή χρωμάτων κτλ.).

Η πίστη στη σχέση της χημείας με τις απόκρυφες τέχνες ισχυροποιήθηκε τελικά κατά τους ελληνιστικούς και ρωμαϊκούς χρόνους με την εμφάνιση και ανάπτυξη της αλχημείας. Σκοπός αυτής της ψευδοεπιστήμης, που άνθησε κυρίως από τον 10<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα ως τα μέσα του 17<sup>ου</sup> αιώνα πάνω στο πρόσφορο έδαφος του σκεπτικισμού, του νεοπλατωνισμού και του θρησκευτικού μυστικισμού, ήταν η ανακάλυψη της «φιλοσοφικής λίθου», με την οποία θα πραγματοποιούνταν



η μετατροπή οποιουδήποτε μετάλλου σε χρυσό αλλά και η παρασκευή του ελιξιρίου που θα παρέτεινε τη ζωή. Κατά τον 16<sup>ο</sup> και κυρίως στις αρχές του 17<sup>ου</sup> αιώνα η αλχημεία τίθεται στην υπηρεσία της ιατρικής και εμφανίζεται πλέον ως ιατροχημεία. Στην εξέλιξη αυτή σημαντική ήταν η επιρροή του Παράκελσου (1493-1541), που κατέλαβε ως καθηγητής την πρώτη στον κόσμο έδρα Χημείας, στο Πανεπιστήμιο της Βασιλείας, το 1527.

## Η συμβολή της αλχημείας

Η συμβολή της αλχημείας στη θεωρητική χημική γνώση δεν ήταν σημαντική. Η αναζήτηση της υλικής αρχής των πάντων, των πρώτων «στοιχείων», συνεχίζει να στηρίζεται, όλη αυτή την περίοδο, σε μια λανθασμένη και παραπλανητική εννοιολογική βάση, όπως ακριβώς συνέβαινε και με τη φιλοσοφία του Εμπεδοκλή και του Αριστοτέλη. Τα πρωταρχικά «στοιχεία» των αλχημιστών (το άλας, το θείο και ο υδράργυρος) δεν είχαν μόνο υλική υπόσταση αλλά και μεταφυσική.

Η συνεισφορά, αντιθέτως, της αλχημείας στην εργαστηριακή τεχνική και μεθοδολογία θα μπορούσε να χαρακτηριστεί αρκετά σημαντική. Πράγματι, ένα πλήθος απλών συσκευών της αλχημιστικής πρακτικής, όπως για παράδειγμα αποστακτήρες, συμπυκνωτές και φιάλες, χρησιμοποιούνται και σήμερα (με ελαφρές τροποποιήσεις) στα χημικά εργαστήρια, μαζί βέβαια με τις άλλες πολύπλοκες, πλέον, και πανάκριβες συσκευές της σύγχρονης χημικής έρευνας. Πολλές επίσης αλχημικές διεργασίες, όπως λ.χ. η απόσταξη, η συμπύκνωση, η κρυστάλλωση ή η εξάχνωση, βρίσκουν και σήμερα εφαρμογές –ασφαλώς σε ένα θεωρητικά και πρακτικά πιο εξελιγμένο επιστημονικό επίπεδο– στη χημική τεχνολογία και στη χημική μηχανική.

Η αλχημική βέβαια θεώρηση της φύσης είναι μάλλον ποιοτική παρά ποσοτική. Ακόμη όμως και η χημεία στο δεύτερο ήμισυ του 17<sup>ου</sup> αιώνα συνεχίζει –με τη μηχανοκρατική της αντίληψη– να απέχει σημαντικά από μια συγκροτημένη χημική θεωρία και από μια περιγραφή των φαινομένων της με ακριβείς μαθηματικούς όρους και συσχετισμούς. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και με τη φυσική, που παρουσιάζει

ζει την περίοδο αυτή ένα αισθητό προβάδισμα όσον αφορά τη μαθηματική της ορολογία και συγκρότηση. Παρ' όλες τις προκαταλήψεις και τις δεισιδαιμονίες, που και αυτή είχε εν μέρει να αντιμετωπίσει, αλλά και τη μηχανοκρατία, που είχε εμποτίσει την αντίληψή της, η φυσική κατόρθωσε με το μεγαλοφυές έργο του Κέπλερ (1571-1630) και του Γαλιλαίου (1564-1642) –που ουσιαστικά ήταν μια ολοκλήρωση του έργου του Κοπέρνικου (1473-1543)– και αργότερα με το έργο του Νεύτωνα (1642-1727) να εδραιώσει τη μαθηματική φυσική και να σηματοδοτήσει την επιστημονική επανάσταση των νεότερων χρόνων.

## Η θεώρηση της φύσης

Η έγκαιρη και στενή σχέση της φυσικής με τα μαθηματικά και το χαρακτηριστικό της γνώρισμα να ερευνά τα «φύσει όντα» στην αναπόσπαστή τους ενότητα με το φαινόμενο της κίνησης παρέχουν στην επιστήμη αυτή τα επιστημονικά εκείνα εκέγγυα που της επιτρέπουν τόσο τη μελέτη του μακρόκοσμου όσο και τη μελέτη του μικρόκοσμου αλλά και του μεγάκοσμου, και της προσδίδουν αδιαμφισβήτητα το απαιτούμενο ειδικό βάρος για μια ευρύτερη φυσική θεώρηση. Το γεγονός αυτό καθόλου βέβαια δεν υποβαθμίζει τη σημασία της χημείας, που είναι σίγουρα η επιστήμη που σχετίζεται άμεσα και οργανικά με το φαινόμενο της εμφάνισης και εξέλιξης της Ζωής. Μια ολιστική πάντως θεώρηση της φύσης θα πρέπει, κατά τη γνώμη μου, να επιχειρηθεί στη βάση ενός ελεύθερου φιλοσοφικού στοχασμού, απαλλαγμένου από το δογματικό θετικιστικό νατουραλισμό και τον ρηχό ανθρωπολογικό υλισμό.

Ολοκληρώνοντας τη σύντομη αυτή αναφορά μου στην ιστορία και στην εξέλιξη της φυσικής και της χημείας, θα ήθελα τέλος να σημειώσω ότι οι δύο αυτές επιστήμες έχουν ουσιαστικά ενοποιηθεί με την εμφάνιση της κβαντικής θεωρίας.