

Περικλής Δ. Ακρίβος  
Αναπληρωτής καθηγητής Α.Π.Θ.

# Στοιχεία Ιστορίας των Επιστημών & Επιστημολογίας

## *Χημεία*



ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

ISBN: 978-960-456-237-4

© Copyright: 2010, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Π. Ακρίβος

---

*Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.*

---

**Φωτοστοιχειοθεσία**

**Εκτύπωση**

**Βιβλιοδεσία**

**Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ**

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας

Τ.Θ. 4171 • Περαία Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19

Τηλ.: 2392.072.222 - Fax: 2392.072.229 • e-mail: info@ziti.gr



**www.ziti.gr**

**ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ:**

Αρμενοπούλου 27, 546 35 Θεσσαλονίκη

Τηλ.: 2310.203.720, Fax: 2310.211.305 • e-mail: sales@ziti.gr

**ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ - ΕΝΩΣΗ ΕΚΔΟΤΩΝ ΒΙΒΛΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ:**

Στοά του Βιβλίου (Πεσμαζόγλου 5), 105 64 Αθήνα • Τηλ.-Fax: 210.3211.097

**ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΘΗΝΩΝ - ΠΩΛΗΣΗ ΧΟΝΔΡΙΚΗ:**

Ασκληπιού 60, 114 71 Αθήνα

Τηλ.-Fax: 210.3816.650 • e-mail: athina@ziti.gr

**ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ:** www.ziti.gr

## Πρόλογος

Το σύγγραμμα αυτό έχει ως αποδέκτες, κατά κύριο λόγο, τους φοιτητές που ενδιαφέρονται για την εξέλιξη της επιστήμης της Χημείας από το σημείο που σχηματοποιήθηκε στον κορμό των φυσικών επιστημών καθώς και την αντίστοιχη πορεία των φιλοσοφικών σκέψεων που σχετιζόταν με τα φυσικά και χημικά φαινόμενα. Προφανώς βέβαια πρόκειται για αναγκαστική σύνοψη του αντικειμένου που πραγματεύεται ένα μάθημα αναφερόμενο στην ιστορία και επιστημολογία, αφού ούτε η εξέλιξη της Χημείας μπορεί να εξετασθεί διαχωρισμένη από τις λοιπές φυσικές επιστήμες και κυρίως τη φυσική, ούτε η εξέλιξη των επιστημών μπορεί να θεωρηθεί ως ανεξάρτητη των ιστορικών στοιχείων, κυρίως των κοινωνικών και πολιτιστικών, τα οποία συνοδεύουν τις κοινωνίες στις περιόδους κατά τις οποίες υπήρξε είτε ραγδαία εξέλιξη είτε ολοκληρωτική στασιμότητα των επιστημών, για τον λόγο αυτό και ο συγκεκριμένος τίτλος. Φυσικά, και οποιοσδήποτε άλλος έχει κάποιο ενδιαφέρον για μια στοιχειώδη ενημέρωση σχετικά με την ιστορική εξέλιξη της Χημείας μέσα από τον κορμό των Φυσικών επιστημών αλλά και την ιστορική επίδραση φιλοσοφικών ρευμάτων στην επιστημονική μεθοδολογία και πρακτική, αποτελεί ευπρόσδεκτο μέλος του συνόλου των αναγνωστών αυτού του πονήματος.

Όσον αφορά τη διερεύνηση της εξέλιξης των ιδεών, αντιλήψεων και θεωριών, η εστίαση βρίσκεται στις αντίστοιχες διαδικασίες που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή των επιστημών που καθορίζεται ως «Χημεία», ενώ προφανώς η φιλοσοφική προσέγγιση στην επιστημονική μέθοδο καθώς και η ανάλυση των μεθοδολογιών απόκτησης και διαχείρισης γνώσης δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι διαφέρουν ριζικά

για τη Χημεία σε σχέση με τις αντίστοιχες γενικές που ισχύουν στην περίπτωση όλων των Φυσικών επιστημών. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί μια γενική παρατήρηση που σχετίζεται με το γεγονός ότι οι χημικοί υπολείπονται κατά πολύ των συναδέλφων τους φυσικών στη δημιουργία επιστημολογικού υποβάθρου. Ακόμη και στην καθαρά ιστορική μελέτη, πολύ λίγες είναι οι προσωπικότητες επιστημόνων με κύρια χημικά ενδιαφέροντα, οι οποίες προσεγγίζονται από τους ιστορικούς της επιστήμης. Τα παραπάνω ίσως σχετίζονται με τον κυρίαρχο πειραματικό χαρακτήρα της Χημείας, αφού είναι καταγεγραμμένο πως και από τους φυσικούς, εκείνοι που είναι συγκεντρωμένοι στις πειραματικές μεθοδολογίες μικρή τάση παρουσιάζουν για επιστημολογική πραγμάτευση βασικών ερωτημάτων της επιστήμης τους. Συνεπάγεται κατά πολλούς, ότι είναι σχετικά δύσκολο για τους χημικούς να επιχειρήσουν μια εξαύλωση και γενίκευση των φαινομένων που παρατηρούν και καταγράφουν στον εργαστηριακό πάγκο. Ωστόσο υπάρχουν αναφορές σε κείμενα, ακόμη από τον 17<sup>ο</sup> αιώνα σχετικές με την καλούμενη «χημική φιλοσοφία». Επίσης υπάρχει μια πολύ μακρά χρονικά διάκριση της επιστήμης της χημείας σε «θεωρητική» και «πρακτική» αν και το περιεχόμενο των όρων φαίνεται να έχει μεταβληθεί στην πορεία του χρόνου.

Στο σημείο αυτό ας σημειωθεί ότι κατά την άποψη κάποιων, όπως και του συγγραφέα, η απόκτηση και η διαχείριση της γνώσης σχετικώς με οποιοδήποτε αντικείμενο, είναι κάτι εντελώς προσωπικό για τον καθένα και δεν υπόκειται σε γενικούς κανόνες και οριοθετήσεις. Ωστόσο φαντάζει ορθό και δίκαιο οι προτάσεις και οι σκέψεις κάποιων στοχαστών να παρουσιαστούν σε έκταση ικανή ώστε ο καθένας να μπορέσει να διαγνώσει μέσα από την περιγραφή τους και όχι από την κριτική τους μέσω του συγγράμματος, ποια είναι εκείνη στην οποία ο ίδιος «βρίσκει» τον εαυτό του. Άποψη του συγγραφέα είναι, αν και δεν προωθείται μέσω του κειμένου, ότι όπως και σε πολλές άλλες περιπτώσεις, η σύγχρονη επιστημονική προσέγγιση έχει και στο συγκεκριμένο αντικείμενο εφαρμογή, με τη γνωστή αρχή της επαλληλίας. Είναι άλλωστε καταγεγραμμένα παραδείγματα γνωστών επιστημόνων που ενώ είχαν ενός είδους αντιλήψεις στα περισσότερα

ζητήματα και άρα μπορούν να καταταγούν σε συγκεκριμένο «ρεύμα», σε ορισμένα, έστω περιορισμένης έκτασης αντικείμενα, είχαν αντιλήψεις που δεν χαρακτηρίζονται σύμφωνες με την προηγούμενη κατάταξη, αποδεικνύοντας τόσο την ελευθερία της σκέψης όσο και την υποκειμενικότητα και μη πληρότητα των προσπαθειών οριοθέτησής της.

Μεγάλο μέρος του υλικού που παρατίθεται, ειδικά όσον αφορά τις φιλοσοφικές προσεγγίσεις και απόψεις, αποτελεί στη βάση του το προϊόν της προσπάθειας για συγκέντρωση, καταγραφή και συνοπτική αλλά συνολική παρουσίαση των στοιχείων της επιστημολογίας κυρίως, από τον Γεώργιο Καψωμένο, ο οποίος με μεγάλη φροντίδα, επιμονή και προσοχή εκτέλεσε τις εργασίες αυτές και για περισσότερες από είκοσι ακαδημαϊκές χρονιές δίδαξε σε ακροατήρια φοιτητών του τμήματος Χημείας του Α.Π.Θ. το συγκεκριμένο αντικείμενο μέχρι και τη συνταξιοδότησή του. Αρκετά σημεία που εντοπίζονται σε μεγάλο μέρος του περιεχομένου του συγγράμματος είναι προϊόν των συνηθώς μακρών και πάντοτε εποικοδομητικών συζητήσεων που είχαμε κατά το μεγαλύτερο μέρος του διαστήματος αυτού τόσο στους χώρους εργασίας μας όσο και σε μερικούς χώρους ανάπαυλας που εντοπίζονται σε μικρή απόσταση από τους προηγούμενους.

Σημαντικό μέρος της έρευνας που παρατίθεται σχετικά με την ιστορική πορεία της επιστήμης της Χημείας οφείλεται στο κοινό ενδιαφέρον που είχαμε με τον αγαπητό συνάδελφο, φίλο και για σειρά ετών συνεργάτη, καθηγητή της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης Στέφανο Καραγεωργίου. Στα πλαίσια των «ανιχνεύσεων» μας την περίοδο της δεκαετίας του 1980 ασχοληθήκαμε για εκατοντάδες ώρες ερευνώντας τις βιβλιοθήκες και μέρος του μόχθου εκείνου είδε το φως της δημοσιότητας στη γενική έκδοση του περιοδικού της Ένωσης Ελλήνων Χημικών, ορισμένα δε τμήματα των κοινών κειμένων μας, με τις απαραίτητες προσθήκες και σημειώσεις, περιλαμβάνονται στο παρόν πόνημα.

Η ιστορική διερεύνηση της εξέλιξης της επιστήμης αποτελεί για αρκετούς από τους επιστήμονες ένα τρόπο εμπάθυνσης στις διαδικασίες κατανόησης εννοιών και διατύπωσης θεωριών. Συχνά μια τέτοια

μελέτη καταλήγει να περιλαμβάνει κυρίως προσωπικά στοιχεία ορισμένων επιστημονικών προσωπικοτήτων του παρελθόντος, σαν να μην υπήρχαν άλλοι και να μην επέδρασαν στην εξέλιξη της επιστήμης, ενώ δεν είναι σπάνιες και οι περιπτώσεις «εκτροπής» προς τη συγκέντρωση και παρουσίαση στοιχείων ανεκδοτολογικού χαρακτήρα. Έτσι, οι περισσότεροι καταλήγουμε να γνωρίζουμε για τον Newton ότι του ήρθε μια ιδέα μαζί με ένα μήλο που έπεσε στο κεφάλι του αν και κάποιες φορές δεν είμαστε σε θέση να περιγράψουμε την ιδέα αυτή ή τις μετέπειτα επεκτάσεις της, καθώς και για τον Galilei ότι ήταν κάποιος που πετούσε πράγματα από τον πύργο της Πίζας αν και μας διαφεύγει ο λόγος για τον οποίο ασχολήθηκε μ' αυτή την «διασκεδαστική» δραστηριότητα.

Οπωσδήποτε, όλοι εκείνοι που ασχολούνται με αντίστοιχα αντικείμενα (και τολμώ εδώ να περιλάβω και τον εαυτό μου) πρέπει σε κάθε ευκαιρία να εκφράζουμε την ευγνωμοσύνη μας για την εντελώς απαραίτητη, εξοντωτικά κοπιαστική και περίπου τέλεια προεργασία που έκαναν για λογαριασμό μας όλοι εκείνοι οι σκαπανείς του αντικείμενου όπως οι Partington, Brock, Sarton κ.λ.π. για τους οποίους πολύ μικρή φαντάζει η αναφορά των έργων τους στο παράρτημα της βιβλιογραφίας ή στα επιμέρους χωρία των επιστημόνων που «δανειζόμαστε» από τα κείμενά τους. Όσον αφορά την αρχαία Ελληνική φυσική φιλοσοφία, παρόλη την αντίληψη πολλών ξένων ερευνητών σχετικώς με την ασάφεια ή την πρωταρχικότητα του χαρακτήρα της καθώς και τη γενικότερη ιδέα ότι δεν σχετίζεται άμεσα με το αντικείμενο της Χημείας, τουλάχιστον όπως αυτή έχει ορισθεί και χρησιμοποιείται στη σύγχρονη εποχή, έχω τη γνώμη ότι πρέπει να αποτελεί μέρος της παιδείας όλων των επιστημόνων. Δυστυχώς, και στον τομέα αυτό, οι περισσότερες αξιόπιστες και κατανοητές πηγές, για έναν χημικό επιστήμονα, εντοπίζονται σε ξενόγλωσσα συγγράμματα ή σε σχετικές ιστοσελίδες του διαδικτύου, για τις οποίες όμως πρέπει να προσέχει καθένας που τις χρησιμοποιεί, τόσο την ιδιότητα όσο και την εγκυρότητα αυτού που υπογράφει κάθε σχετικό άρθρο, αφού η γενική τάση είναι να καταχωρεί ο καθένας περίπου ό,τι του αρέσει ή ό,τι προσπαθεί να προωθήσει. Τα στοιχεία πάντως για τη σύγχρονη

πορεία της Χημείας καθώς και του συνόλου των φυσικών επιστημών τα οποία περιγράφονται, έχουν συγκεντρωθεί σε διάρκεια πολλών χρόνων ενασχόλησης με το αντικείμενο, τόσο εντός όσο και εκτός των συνόρων της χώρας, και οι κύριες πηγές αναφέρονται στο τέλος του συγγράμματος στο παράρτημα της βιβλιογραφίας η οποία διακρίνεται στην ελληνική και την ξενόγλωσση ενώ περιλαμβάνεται και ένας κατάλογος δικτυακών τόπων όπου μπορεί να εντοπισθούν χρήσιμες και επιβεβαιωμένα αξιόπιστες πληροφορίες για τα επιμέρους αντικείμενα που πραγματεύονται στο ανά χείρας σύγγραμμα.

Η ιστορική εξέλιξη της επιστήμης της Χημείας, σε συσχέτιση με εξελίξεις στην επιστήμη γενικότερα καθώς και στον συγγενικό τομέα των τεχνολογικών προόδων, αποτελεί ένα αξιόλογο και σημαντικό αντικείμενο για τον χημικό όπως και για τον ιστορικό της Χημείας. Ωστόσο, μια εκτενής παρουσίαση τέτοιων συσχετίσεων, με τις απαραίτητες διασταυρώσεις των πηγών καθώς και νεότερων μελετών, ξεφεύγει από την έκταση και το περιεχόμενο ενός συγγράμματος όπως το παρόν. Για τον λόγο αυτό παρατίθεται στο παράρτημα μόνο ένας συνοπτικός πίνακας με τις κυριότερες χρονολογίες, όπου αυτές είναι γνωστές από άμεσες ή έμμεσες μαρτυρίες.

Τέλος, έγινε μια εκτενής και επίπονη προσπάθεια εντοπισμού και καταγραφής των βασικών στοιχείων όπως απεικόνιση και διάρκεια ζωής των επιστημόνων και φιλοσόφων που επέδρασαν σημαντικά στην εξέλιξη των επιστημών και κυρίως της Χημείας, χωρίς δυστυχώς να υπάρξει πλήρης κάλυψη όλων. Τα αποτελέσματα της προσπάθειας αυτής περιλαμβάνονται επίσης στο παράρτημα του συγγράμματος και αποτελούν ένα ακόμη στοιχείο για την χρήση του τόμου αυτού ως κάτι περισσότερο από βοήθημα για την επιτυχή εξέταση σε ένα μάθημα του προγράμματος σπουδών ενός τμήματος Χημείας.

# Περιεχόμενα

<b>1. Ορισμοί</b> .....	13
<b>2. Οι θεωρίες</b> .....	29
<b>2.1 Φιλοσοφικά ρεύματα</b> .....	31
2.1.1 Επιστημολογικές προσεγγίσεις .....	37
<b>2.2 Επιστημονικές θεωρίες</b> .....	43
2.2.1 Κλασικές επιστημονικές θεωρίες .....	43
2.2.2 Σύγχρονες επιστημονικές θεωρίες .....	49
<b>3. Ιστορική πορεία της Φιλοσοφίας</b> .....	59
<b>3.1 Οι αρχικές φιλοσοφικές αντιμετώπισεις της επιστήμης</b> ...	59
<b>3.2 Οι σύγχρονες φιλοσοφικές θεωρίες στην επιστήμη</b> .....	77
<b>3.3 Η κβαντική θεωρία και οι επιπτώσεις της</b> .....	101
<b>4. Ιστορική εξέλιξη των επιστημών και ειδικότερα της Χημείας</b> .....	117
<b>4.1 Η Ελληνική και Ελληνιστική περίοδος</b> .....	126
<b>4.2 Η αλχημιστική περίοδος της επιστήμης</b> .....	131
<b>4.3 Η επιστήμη στους μέσους χρόνους και την Αναγέννηση</b> .....	151
<b>4.4 Η θεμελίωση των σύγχρονων επιστημών</b> .....	166
<b>4.5 Η γέννηση και αποδέσμευση της Χημείας</b> .....	196
<b>4.6 Η Χημεία γίνεται ποσοτική επιστήμη</b> .....	211
<b>4.7 Οι πρόσφατες εξελίξεις στις Φυσικές Επιστήμες</b> .....	238



<b>Αντί επιλόγου</b> .....	267
<b>Παράρτημα</b> .....	271
1. Ιστορικά στοιχεία για τους σταθμούς της επιστήμης γενικά ..	271
2. Ιστορικά πρόσωπα στην επιστήμη και τη φιλοσοφία της .....	281
3. Βιβλιογραφία .....	297

# 1. ΟΡΙΣΜΟΙ

και εκάλεσεν Αδάμ ονόματα πάσι τοις κτήνεσι και πάσι τοις πετεινοίς  
του ουρανού και πάσι τοις θηρίοις του αγρού

Γένεσις, 2:20

**Σ**’ όλη την έκταση της Επιστήμης είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται με ακρίβεια και περίσκεψη οι όροι που αναφέρονται στην περιγραφή των φαινομένων καθώς και στα αποτελέσματα της παρατήρησής τους. Ειδικά στην περίπτωση κατά την οποία γίνεται αναφορά σε αφηρημένες έννοιες ή σε ιδεατά σχήματα πρέπει να υπάρχει κοινή αντίληψη όσων συμμετέχουν στην ανταλλαγή των πληροφοριών όσον αφορά το πλήρες και ακριβές περιεχόμενο των όρων που αναφέρονται. Για να γίνει λοιπόν κατανοητό το περιεχόμενο του υπόλοιπου συγγράμματος επιβάλλεται, στο σημείο αυτό, να δοθούν με έναν συγκεκριμένο και σαφή τρόπο οι καλύτεροι δυνατοί και οι ακριβέστεροι ορισμοί διαφόρων εννοιών, ειδικά επειδή ορισμένες από αυτές βρίσκουν χρήση και στην καθημερινή συζήτηση, όπου όμως έχουν διαφοροποιημένη σημασία σε σχέση με τη χρήση τους στην περιοχή των επιστημών. Επειδή η καταγραφή σε ένα γλωσσάριο συχνά μεταπίπτει από κουραστική σε απωθητική για τον αναγνώστη, επιχειρείται στη συνέχεια η παράθεσή τους μέσα από ένα εισαγωγικό κείμενο το οποίο προσπαθεί να πραγματευθεί σε συντομία το περιεχόμενο του όρου της επιστημολογίας καθώς και των εννοιών που έχουν σχέση και συνάφεια με αυτόν τον όρο ή προκύπτει η αναγκαιότητα για εξήγησή τους κατά την πορεία.

**Επιστημολογία** είναι ο κλάδος εκείνος της φιλοσοφίας που ασχολείται, όπως φανερώνει και το όνομά του, με τα ζητήματα της επιστήμης. Ο όρος είναι διεθνής (epistemology) και η πρώτη ίσως αναφορά σ’ αυτόν έγινε από τον Σκότο φιλόσοφο James Frederick Ferrier

(1808-1864). Αλλά, αφού υπάρχει η επιστήμη, δεν θα ήταν προφανές ότι αυτή η ίδια μπορεί να απαντήσει για τα ζητήματα που την αφορούν;

Ο επιστήμονας είναι ειδικός και γνώστης των θεωριών, των αντιλήψεων των δικών του και των συναδέλφων του, καθώς και χειριστής των οργάνων παρατήρησης και πειραματισμού που χρησιμοποιεί, ενώ έχει και την ικανότητα της εκτίμησης, ανάλυσης και τελικής αποτίμησης των αποτελεσμάτων των μετρήσεων που πραγματοποιεί. Συνήθως όμως, και ειδικά όταν ασχολείται ερευνητικά με ένταση σε κάποιο συγκεκριμένο αντικείμενο, η τάση του να ολοκληρώσει την πειραματική διαδικασία και να διατυπώσει τα αποτελέσματά της μπορεί να τον αποτρέψει από την εξαντλητική ανάλυση των επιμέρους σκέψεων, πράξεων και διαδικασιών που πραγματοποιεί κατά την ενασχόλησή του αυτή. Επιπλέον, ο επιστήμονας και κυρίως ο επιστήμονας που ασχολείται με τις φυσικές επιστήμες, συνηθίζει από σχετικά νωρίς σε μια διαδοχή διαδικασιών καθώς και σε ένα πλέγμα θεωριών και αντιλήψεων, ώστε δεν είναι εύκολο, εκτός αν προσπαθήσει αρκετά και με περισσή αυτοσυγκέντρωση, να διατυπώσει με ξεκάθαρο και απλό τρόπο τις αντιλήψεις αυτές και κυρίως τη λογική της διαδοχής των ενεργειών του ώστε να γίνει κατανοητό από τον καθένα μη επιστήμονα πως σκέφθηκε, πως και γιατί ενήργησε με συγκεκριμένο τρόπο, πώς και γιατί επέλεξε τη συγκεκριμένη διάταξη για την πειραματική του εργασία καθώς και τον τρόπο σκέψης για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνάς του.

Από την άλλη οι φιλόσοφοι έχουν την τάση για εκτενή ανάλυση, με βάση ένα πλέγμα ορισμών και αντιλήψεων, καθόλου άμεσων και κατανοητών στους «κοινούς θνητούς». Οι όροι αυτοί επιπροσθέτως μπορεί να έχουν διαφορετική σημασία στο στόμα ή το σύγγραμμα κάθε φιλοσόφου, σε βαθμό που τελικώς τα συμπεράσματά τους δεν γίνονται άμεσα αντιληπτά ακόμη και από τους επιστήμονες. Οι φιλόσοφοι επιπλέον, δεν έχουν συνήθως άμεση σχέση με το αντικείμενο της επιστήμης και μπορεί να μην κατανοούν ορισμένες διαδικασίες ή και θεωρίες που σχετίζονται με την έρευνα στο πεδίο αυτό. Δεν θα ήταν για παράδειγμα εύκολο να εξηγήσει κάποιος χημικός σε έναν

φιλόσοφο ότι στην προσπάθειά του να διαπιστώσει τη συμπεριφορά του ιόντος του δισθενούς χαλκού, πραγματοποιεί τη μέτρηση χρησιμοποιώντας ως πρότυπη ουσία τον υπερχλωρικό χαλκό και μάλιστα τον διαλύει όχι απλώς σε νερό αλλά σε υδατικό διάλυμα 0,1 Μ σε υπερχλωρικό οξύ. Το σύστημα φαντάζει ιδιαίτερα περίπλοκο χωρίς προφανή λόγο, αφού πουθενά στο αντικείμενο της μελέτης δεν φαίνεται να υπεισέρχεται ο παράγοντας «υπερχλωρικό» ενώ ο χαλκός ο οποίος αποτελεί τον στόχο του επιστήμονα αποτελεί το ελάχιστο τμήμα του όλου συστήματος. Από την άλλη, κι αν η παραπάνω εξήγηση γινόταν εν τέλει δυνατή, δεν είναι καθόλου σίγουρο ότι η εικόνα που θα σχηματιζόταν στο μυαλό του φιλοσόφου θα ήταν ακριβής ή έστω ικανοποιητικό αντίγραφο της εικόνας που ο επιστήμονας ήθελε να μεταδώσει. Επιπλέον, δεν προκύπτει ότι θα ήταν άμεσα κατανοητή η περιγραφή από μέρους του φιλοσόφου των λογικών, νοητικών και άλλων διαδικασιών που προτείνει ότι πραγματοποιούνται στον νου του επιστήμονα κατά τη σύλληψη της πειραματικής διαδικασίας και κυρίως κατά την εκτέλεσή της και την εξαγωγή συμπερασμάτων από τα αποτελέσματά της. Για τους φιλοσόφους δεν έχει γίνει ακόμη σαφές και παραδεκτό σε όλο το εύρος του το πρακτικό αποτέλεσμα της διάλυσης του υπερχλωρικού χαλκού στο παραπάνω διάλυμα (το είδος και η έκταση της συσχέτισης μεταξύ του μεταλλικού χαλκού με τις γνωστές μακροσκοπικές του ιδιότητες και του ιόντος του στο διάλυμα με τις σαφώς διάφορες ιδιότητες) καθώς και η ευρέως διαδεδομένη αντίληψη, τόσο υποκειμενική του καθενός πειραματιστή όσο και αντικειμενική, από την καταγραφή του ηλεκτρονιακού φάσματός του και το ανοικτό κυανό χρώμα του παραπάνω διαλύματος.

Οι επιστημολόγοι είναι εκείνοι οι φιλόσοφοι οι οποίοι ενδιαφέρονται για τα αντικείμενα της επιστήμης, όχι καθεαυτά αλλά όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο η επιστήμη δρα, συγκεντρώνει και διαχειρίζεται τη γνώση της. Ο επιστημολόγος δεν ενδιαφέρεται για το περιβάλλον στο οποίο ο χημικός μελετά το προηγούμενο σύμπλοκο αλλά στη γνωστική διαδικασία μέσω της οποίας αυτός θα επιχειρήσει να κατανοήσει τη φύση του μελετούμενου σώματος και θα συσχετίσει τη συμπεριφορά του με άλλα γνωστά πρότυπα. Ο επιστημολόγος

δηλαδή ενδιαφέρεται για τη φύση, τη μέθοδο απόκτησης, τα όρια καθώς και την εγκυρότητα της γνώσης που αποκομίζει ο επιστήμονας. Έτσι, προβληματίζεται για το αν ο επιστήμονας είχε προηγουμένη γνώση καθώς και πώς την απέκτησε, σχετικώς με τη συμπεριφορά των ιόντων των μετάλλων σε υδατικό διάλυμα, αν είχε προηγηθεί η μελέτη της οξεοβασικής συμπεριφοράς του εξαΰδατοσυμπλόκου του χαλκού και η συσχέτισή της με αντίστοιχες άλλων μετάλλων καθώς επίσης και το αν είχε προηγηθεί και σε ποιο βαθμό διερεύνηση της συμμετοχής του υπερχλωρικού ή και άλλων ανιόντων στην παραπάνω οξεοβασική συμπεριφορά, πριν επιλεγεί το σύστημα υπερχλωρικός χαλκός-υδατικό διάλυμα υπερχλωρικού οξέος για την καταγραφή της συμπεριφοράς του δισθενούς χαλκού.

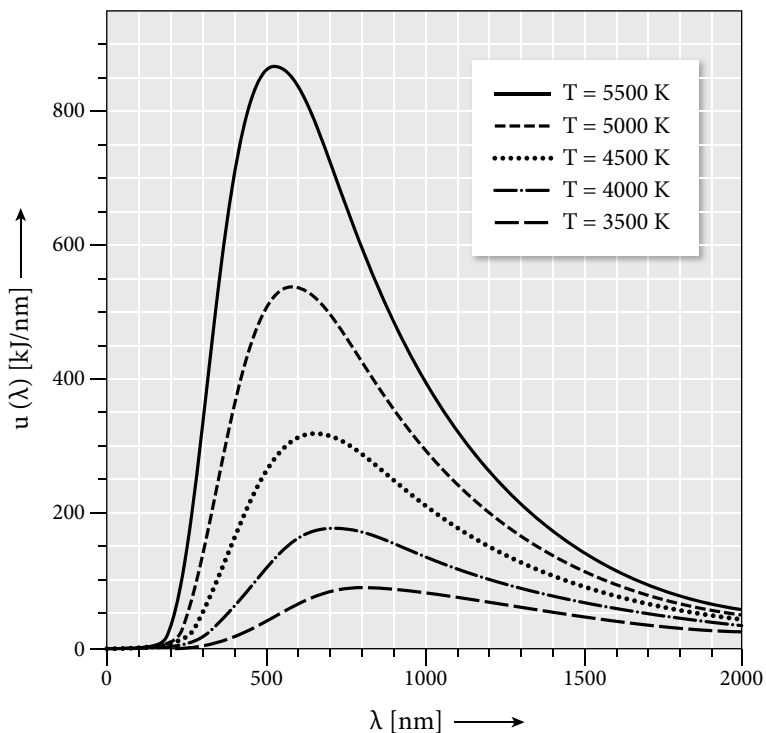
**Επιστήμη** (διεθνώς Science, από το λατινικό *scientia* που σημαίνει γνώση και προκύπτει από το ρήμα *scio* που σημαίνει γνωρίζω). Με τη στενή έννοια του όρου αναφέρεται σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα απόκτησης γνώσης μέσω της επιστημονικής μεθόδου καθώς και στο καθορισμένο σύνολο της γνώσης που αποκτήθηκε μέσω της μεθόδου αυτής. Οι επιστήμες διακρίνονται συνήθως στις φυσικές και τις κοινωνικές. Η **επιστημονική μέθοδος** (όσον αφορά τις φυσικές επιστήμες) αποτελεί μια συνολική διαδικασία μέσω της οποίας, η αρχική παρατήρηση της φύσης υπόκειται σε ενδελεχή έλεγχο κάτω από αυστηρά γνωστές και καθορισμένες συνθήκες πειράματος ώστε να επιχειρηθεί να γίνει κατανοητός ο τρόπος συμπεριφοράς της φύσης. Στη συνέχεια επιχειρείται να γίνει περιγραφή του τρόπου αυτής της συμπεριφοράς με τρόπο ώστε να υπάρξουν σαφείς διατυπώσεις για τους γενικούς νόμους και αρχές που τη διέπουν. Η εφαρμογή αυτών των νόμων και των αρχών, πολύ περισσότερο αν μπορούν να διατυπωθούν με μαθηματικές εξισώσεις, έχει ως στόχο την απόπειρα χρήσης τους από άλλους επιστήμονες οι οποίοι πραγματοποιώντας πειράματα κάτω από τις ίδιες συνθήκες θα έχουν πλήρη επαναληψιμότητα, ενώ αν εργασθούν σε συνθήκες σχετικώς διαφοροποιημένες θα έχουν τη δυνατότητα να κάνουν, βάσει των γενικών νόμων και αρχών που έχουν προκύψει, προβλέψεις για τη συμπεριφορά των συστημάτων που εξετάζουν.

Ειδικότερα τώρα, οι **Φυσικές Επιστήμες** χρονολογούν την αυτόνομη ύπαρξή τους από τις αρχές του 17<sup>ου</sup> αιώνα, οπότε άρχισε να θεμελιώνεται ή να παγιώνεται η σχετική μ' αυτές ορολογία, ενώ ως το σημείο εκείνο αποτελούσαν μέρος της συνολικής φιλοσοφίας η οποία διακρινόταν γενικά σε ηθική και φυσική φιλοσοφία.

Ένα ζήτημα που απασχολεί από πολύ καιρό τους επιστήμονες είναι η ταξινόμηση των Μαθηματικών και ιδιαίτερα της στατιστικής καθώς και της μαθηματικής λογικής (όπως, στα παλαιότερα χρόνια της **τυπικής λογικής**) στον χώρο των επιστημών. Αυτό συμβαίνει επειδή στη σύγχρονη περίοδο της επιστήμης, ο κύριος (και ταυτόχρονα ο πιο ικανοποιητικός και πιο καταληπτός) τρόπος διατύπωσης των φυσικών νόμων είναι μέσω εξισώσεων ή η ανάλυση των αποτελεσμάτων μέσω στατιστικών επεξεργασιών. Συνηθίζεται τα Μαθηματικά να ταξινομούνται σε μια ιδιαίτερη κατηγορία, την ονομαζόμενη **τυπική επιστήμη** (formal science). Η χρήση τους, όπως προαναφέρθηκε, είναι εκτεταμένη και σχεδόν αποκλειστική στην πορεία της διαμόρφωσης μοντέλων, της διατύπωσης υποθέσεων και θεωριών στον χώρο των Φυσικών Επιστημών.

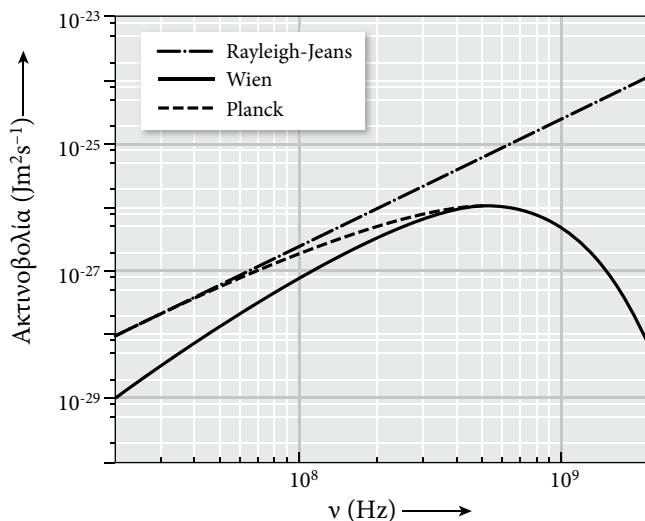
**Μοντέλο** στον χώρο της Επιστήμης χαρακτηρίζεται μια φυσική, μαθηματική ή λογική αναπαράσταση ενός συστήματος ή φαινομένου ή μιας διαδικασίας. Η εφαρμογή του μοντέλου στην πράξη, κάτω από καθορισμένες πειραματικές συνθήκες, ονομάζεται προσομοίωση και είναι η διαδικασία που φανερώνει τον τρόπο ακριβώς με τον οποίο συμπεριφέρεται ένα σύστημα ή πραγματοποιείται μια διαδικασία. Κάθε μοντέλο δίνει έμφαση σε ορισμένα σημεία του φαινομένου ή της διαδικασίας που απεικονίζει, σύμφωνα με την προτίμηση ή την προδιάθεση του επιστήμονα που το δημιουργεί, έτσι δεν είναι σπάνια η περίπτωση να υπάρχουν για ένα φαινόμενο περισσότερα από ένα μοντέλα τα οποία επιχειρούν να το αναπαραστήσουν.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ακτινοβολία του μέλανος σώματος και οι τρόποι αντιμετώπισής της. Καταρχήν το μέλαν σώμα είναι μια θεωρητική κατασκευή που προτάθηκε για να περιγραφεί η εκπομπή ακτινοβολίας από θερμά αντικείμενα. Η προσομοίωσή του στην πραγματικότητα των πειραματιστών είναι μια οπή μικρών δια-



Σχήμα 1. Τυπική γραφική παράσταση των καμπύλων εκπομπής από μέλαν σώμα σε διάφορες θερμοκρασίες θέρμανσής του. Είναι χαρακτηριστική η μετατόπιση του μεγίστου της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας αλλά και το σχήμα της καθεμιάς από τις καμπύλες που προκύπτουν.

στάσεων σε ένα κύβο από συμπαγές υλικό το οποίο θερμαίνεται εξωτερικά. Πραγματικά, η παρατήρηση της εκπεμπόμενης από τέτοιες κατασκευές ακτινοβολίας ήταν κάτι που απασχόλησε την επιστημονική κοινότητα από τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Σήμερα είναι γνωστό και σχετικά απλό να περιγραφεί το τυπικό διάγραμμα (σχ. 1) σύμφωνα με το οποίο, ανάλογα με τη θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται το μέλαν σώμα, διαφοροποιείται τόσο η ένταση όσο και το μέγιστο κύμα της εκπεμπόμενης από αυτό ακτινοβολίας.



Σχήμα 2. Μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν για την απόδοση της καμπύλης εκπομπής ακτινοβολιών από μέλαν σώμα.

Για την περιγραφή της ακτινοβολίας του μέλανος σώματος διατυπώθηκαν διάφορα μοντέλα, τα οποία είχαν τα εξής χαρακτηριστικά.

Σχέση του Wien (1896)  $I(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} e^{-\frac{h\nu}{kT}}$  πολύ καλή για τις μικρές τιμές μηκών κύματος.

Σχέση των Rayleigh-Jeans (1905)  $B_\lambda(T) = \frac{2ckT}{\lambda^4}$  πολύ καλή για μεγάλες τιμές μηκών κύματος

Σχέση του Planck (1901)  $I(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{-\frac{h\nu}{kT}} - 1}$ .

Διαγραμματικά φαίνεται στο σχήμα (2) η συσχέτισή τους ενώ η σύγκριση των καμπύλων κατανομής της ακτινοβολίας που προτείνον-



νται από αυτά, με τις πειραματικές καμπύλες του αμέσως προηγούμενου σχήματος, είναι ενδεικτικές του γεγονότος ότι τελικώς το μοντέλο του Planck είναι αυτό που πρέπει να υιοθετηθεί αν θέλουμε να υπάρξει μια ενιαία και ακριβής περιγραφή του φαινομένου αυτού.

Η αξιολόγηση ενός μοντέλου γίνεται πάντοτε με σημείο αναφοράς τα εμπειρικά αποκτώμενα δεδομένα σχετικά με το φαινόμενο ή τη διαδικασία που αυτό επιχειρεί να απεικονίσει. Η έννοια της εμπειρίας, στον σύγχρονο επιστημονικό κόσμο, πρέπει να αντικαταστήσει την αρχαία αλλά και μεσαιωνική, ακόμη και την αναγεννησιακή έννοια του όρου αφού πλέον ο επιστήμονας δεν αρκείται στις καταγραφές των απολύτων και μόνο αισθήσεών του, δηλαδή δεν «βλέπει» μόνο στο πολύ στενό ορατό τμήμα των ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών αλλά χρησιμοποιεί μια ποικιλία φασματομέτρων ώστε να μπορέσει να παρατηρήσει και να καταγράψει ακτινοβολίες πέραν των ορατών. Κάθε μοντέλο που αποκλίνει από τα πειραματικά δεδομένα (δηλαδή η αλήθεια των προτάσεών του δεν υποστηρίζεται από την εμπειρική παρατήρηση) είτε τροποποιείται είτε απορρίπτεται. Ωστόσο η σύγκλιση των δεδομένων με τις προβλέψεις ενός μοντέλου δεν αποτελεί τον μοναδικό παράγοντα για την αποδοχή του. Θα πρέπει το μοντέλο να είναι σε θέση να εξηγήσει παλαιότερες παρατηρήσεις, να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε μελλοντικές, να βρει εφαρμογή στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς του συστήματος ή της διαδικασίας που απεικονίζει και, κατά την άποψη ορισμένων επιστημόνων, να έχει τόσο απλότητα στη δομή του όσο και κομψότητα στη διατύπωσή του. Για παράδειγμα, η αποδοχή του μοντέλου του Lewis για την περιγραφή των οξέων και των βάσεων, μπορεί να πραγματοποιηθεί όχι μόνο επειδή απαντά πειστικά σε ορισμένα προβλήματα που αντιμετώπιζε το παλιότερο μοντέλο του Arrhenius αλλά και επειδή σύμφωνα με το μοντέλο αυτό η αμμωνία περιλαμβάνεται στις βάσεις και το υδροχλώριο στα οξέα, κάτι που συμφωνεί με την εμπειρική γνώση των χημικών και με τις ορθές προβλέψεις του προηγούμενου μοντέλου (του Arrhenius) το οποίο και αντικατέστησε. Το γεγονός ότι η αέρια αμμωνία και το αέριο υδροχλώριο περιγράφονται ως βάση και οξύ αντίστοιχα, αποτελεί μια «πρόοδο» σε σχέση με το προηγούμενο μο-

ντέλο για το οποίο ήταν απαραίτητη η ύπαρξη του υδατικού διαλυτικού μέσου στο οποίο θα διαδραματιζόταν μια διάσταση με τελικό αποτέλεσμα τον σχηματισμό ιόντων  $\text{OH}^-$  ή  $\text{H}^+$ , φορέων της βασικής και της όξινης ιδιότητας αντίστοιχα.

Εφόσον ένα μοντέλο παρέχει ικανοποιητική ταύτιση με τα πειραματικά δεδομένα, δίνει τη δυνατότητα στον επιστήμονα να διατυπώσει καταρχήν μια υπόθεση. Η **υπόθεση** είναι μια ολοκληρωμένη πρόταση που σκοπό έχει τη διευκρίνιση ενός φαινομένου ή μιας διαδικασίας ή ακόμη και την περιγραφή της σύνδεσης μεταξύ διαφορετικών φαινομένων ή διαδικασιών. Ο όρος δεν είχε πάντοτε το ίδιο νόημα στον επιστημονικό κόσμο, ειδικότερα στην περίοδο θεμελίωσης της σύγχρονης μορφής των επιστημών. Τότε, ως υπόθεση μπορούσε να θεωρηθεί οποιαδήποτε έξυπνη ιδέα ή μαθηματική προσέγγιση που παρέκαμπε διάφορες πρακτικές ή θεωρητικές δυσκολίες στον ακριβή υπολογισμό δεδομένων με την παραδοσιακή διαδικασία. Για παράδειγμα, όταν ο Galilei διατύπωσε την αρχή περί της κίνησης της γης σε τροχιά, κάτι που ερχόταν σε ευθεία αντίθεση με τις αντιλήψεις της Δυτικής Εκκλησίας, ως πρώτο βήμα προς τον φρονηματισμό του υιοθετήθηκε η άποψη πως μπορεί να παρουσιάζει αυτά που ισχυρίζεται, μόνον όμως ως μια απλουστευμένη υπόθεση, χωρίς να επιμένει πως έτσι ακριβώς έχουν τα πράγματα. Στον υποτιθέμενο απλουστευμένο αυτό διάλογο μεταξύ του επιστήμονα (θεωρείται ο Galilei ως ο πρώτος που εφάρμοσε πιστά και αποτελεσματικά τη διαδικασία που επικράτησε να λέγεται επιστημονική μέθοδος) και του ιερατείου, ο όρος «υπόθεση» βρίσκει τη διττή του χρήση που προαναφέρθηκε καθώς καθένα από τα δύο μέρη δείχνει να τον χρησιμοποιεί με τον οικείο προς αυτό τρόπο και κατά συνέπεια η συζήτηση δεν οδηγεί πουθενά. Πράγματι, κάτι τέτοιο αντιμετώπιστηκε στην πράξη καθώς σε μεταγενέστερο στάδιο κρίθηκε από την Ιερά Εξέταση απαραίτητος ο κατ' οίκον περιορισμός του πρωτοπόρου επιστήμονα με στόχο την αποφυγή της μαζικής διάδοσης από μέρους του των «υποθέσεών του».

Στη σύγχρονη επιστήμη φυσικά, όταν κάτι είναι γνωστό ως υπόθεση, αυτό σημαίνει ότι δεν έχει τύχει ακόμη πλήρους υποστήριξης και αποδοχής ενώ παράλληλα δεν έχει απορριφθεί ακόμη, πρέπει πριν

να γίνει ο,τιδήποτε από τα δύο προκειμένου να ελεγχθεί ως προς την ακρίβειά της. Εάν η υπόθεση επιβεβαιωθεί από τις πειραματικές διαδικασίες, σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο εύρος συνθηκών ή συγκεκριμένων περιπτώσεων, μπορεί να αποτελέσει μέρος μιας θεωρίας ή να αναπτυχθεί και με τον καιρό να εξελιχθεί σε αυτόνομη θεωρία. Ωστόσο, τυπικώς μια υπόθεση μπορεί πάντοτε να αποδειχθεί ότι δεν ισχύει, δηλαδή **να διαψευσθεί** (falsification) και αυτό αποτελεί πάντοτε μια πιθανότητα για όλες τις υποθέσεις ακόμη και στην περίπτωση κατά την οποία όλα τα μέχρι στιγμής δεδομένα συνηγορούν για την ισχύ της. Υπάρχει, για την περίπτωση αυτή, το γνωστό παράδειγμα ενός ξένου σε μια χώρα. Από τις πρώτες παρατηρήσεις του βλέπει στην εξοχή μόνο λευκά πρόβατα και υποθέτει ότι όλα τα πρόβατα αυτής της χώρας είναι λευκά. Η υπόθεσή του καταρρίπτεται ακόμη και αν ένας άλλος ταξιδιώτης δει μόνο ένα μαύρο πρόβατο. Προφανώς στο σημείο αυτό υπάρχει μια μικρή αλλά ουσιώδης αντίφαση ως προς τον χαρακτήρα και την έκταση των επιδιωκόμενων παρατηρήσεων και των συμπερασμάτων που αυτές μπορούν να προσφέρουν στην επιστήμη και ειδικότερα στη θεμελίωση ή τη διάψευση μιας επιστημονικής θεωρίας. Πράγματι, όπως φαίνεται και από το προηγούμενο απλοϊκό παράδειγμα, είναι πολύ εύκολο να γίνει μια σειρά παρατηρήσεων, οι οποίες να επιβεβαιώνουν την αλήθεια των θέσεων και άρα να υποστηρίζουν μια υπάρχουσα θεωρία που έχει ήδη καταξιωθεί από μια σειρά πολλών προηγούμενων αντίστοιχων παρατηρήσεων. Στην περίπτωση αυτή απλώς επιβεβαιώνεται ότι η ισχύουσα θεωρία εξακολουθεί να αποτελεί μια πολύ καλή βάση για την περιγραφή των συστημάτων ή των διαδικασιών στις συνθήκες στις οποίες πραγματοποιήθηκε η κάθε νέα παρατήρηση. Πολύ πιο δραματική είναι ωστόσο η εξέλιξη στην περίπτωση κατά την οποία οι εμπειρικές παρατηρήσεις (με την ευρεία έννοια της εμπειρίας που εκτέθηκε προηγουμένως) δεν συμβαδίζουν με την ισχύουσα θεωρία. Το φιλοσοφικό ερώτημα που τίθεται στο σημείο αυτό και που πιθανώς προηγείται του αντίστοιχου επιστημονικού είναι αν αρκεί το αποτέλεσμα της εμπειρικής αυτής παρατήρησης για την απόρριψη της θεωρίας ή αν πρέπει να ελεγχθεί η ακρίβεια των παρατηρήσεων που πραγματο-

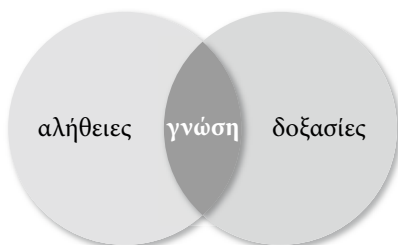
ποιήθηκαν. Για την περίπτωση του απλοϊκού παραδείγματος που περιγράφηκε προηγουμένως, αυτό σημαίνει ότι είτε η πρόταση περί του χρώματος των προβάτων πρέπει να απορριφθεί ως ψευδής οπότε καταρρίπτεται η θεωρία που προτάθηκε, είτε πρέπει να διαφοροποιηθεί, τροποποιώντας την πρόταση ώστε να εισηγείται ότι «το μεγαλύτερο μέρος των προβάτων της χώρας έχουν λευκό χρώμα». Ωστόσο στη δεύτερη αυτή περίπτωση ξεκινά ένας καθόλου απλός κύκλος διαφοροποιήσεων της αρχικής θεωρίας και η κάθε νέα «διαφοροποιημένη» θεωρία εμφανίζει κάποια νέα σημεία τα οποία πρέπει να ελεγχθούν με τις νέες παρατηρήσεις κ.ο.κ. Είναι προφανές ότι για σύνθετες «πραγματικές» επιστημονικές θεωρίες, οι οποίες περιγράφονται με μια ολόκληρη σειρά από προτάσεις που έχουν εσωτερική συνοχή, η πιθανή διάψευση μιας από τις προτάσεις αυτές (αρχές, θεωρήματα, αξιώματα κλπ) προκαλεί διαφορετική ανάγκη για τροποποίηση της θεωρίας, εξαρτώμενη από τη θέση της διαψευδόμενης πρότασης στο συνολικό οικοδόμημα της θεωρίας.

Για τη διαμόρφωση μιας υπόθεσης ο επιστήμονας πρέπει να λάβει υπόψιν του ορισμένους παράγοντες, όπως τη δυνατότητα ελέγχου της (και πιθανώς απόρριψής της), την απλότητα της διατύπωσης, την ευρύτητα της εφαρμογής της σε πληθώρα φαινομένων, την παραγωγικότητά της με την εφαρμογή της σε νέα φαινόμενα στο μέλλον και τη σταθερότητά της, δηλαδή τη δυνατότητα να συμπεριληφθεί σε υπάρχοντα και αποδεκτά σύνολα θεωριών.

Στις Φυσικές Επιστήμες ως **θεωρία** χαρακτηρίζεται μια μαθηματική ή λογική εξήγηση ή ένα μοντέλο που έχει ήδη υποστεί επιτυχή δοκιμασία και που αναφέρεται στον τρόπο αλληλεπίδρασης κάποιων φαινομένων. Η θεωρία μπορεί να προβλέπει μελλοντικά φαινόμενα του ίδιου είδους και μπορεί ακόμη να καθορίζει και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες τα φαινόμενα αυτά μπορεί να μην συμβούν. Ο όρος πρέπει να αντιδιαστέλλεται σαφώς προς την κοινή καθημερινή χρήση του που αναφέρεται στην προσωπική άποψη καθενός, ακόμη και αστήρικτη, η οποία μπορεί και να βασίζεται μόνο στις προσωπικές αντιλήψεις αυτού που τη διατυπώνει. Συνήθως μια θεωρία παρουσιάζεται με τη μορφή ενός μαθηματικού πλαισίου το οποίο παράγεται

από μια σειρά βασικών αρχών και το οποίο μπορεί να προβλέψει πειραματικά αποτελέσματα για μια ομάδα φυσικών φαινομένων. Ένα τυπικό παράδειγμα τέτοιας θεωρίας είναι η γνωστή ηλεκτρομαγνητική θεωρία η οποία διατυπώθηκε με τη μορφή μερικών εξισώσεων γνωστών ως εξισώσεις Maxwell. Η θεωρία εφαρμόστηκε με επιτυχία για περισσότερο από έναν αιώνα και η επιτυχία της, όσον αφορά τον μακρόκοσμο, είναι τόση ώστε πλέον διδάσκεται στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για να αποτελέσει μέρος της εικόνας του κόσμου που αποκτούν οι νέοι.

Όσον αφορά τη **γνώση**, αυτή αποτελεί το κύριο αντικείμενο της φιλοσοφίας γενικότερα και συγκεκριμένα από τη στιγμή που έκανε την εμφάνισή του ο Σωκράτης. Ο Πλάτων περιγράφει τις αντιλήψεις του δασκάλου του και για το συγκεκριμένο σημείο αναφέρει πως γνώση είναι η λογικά τεκμηριωμένη πίστη στην αλήθεια μιας συγκεκριμένης πρότασης. Αυτή είναι και η επικρατούσα άποψη μεταξύ των σύγχρονων επιστημολόγων, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν αντίθετες απόψεις. Ωστόσο, ακόμη κι αν περιοριστεί το ενδιαφέρον στην «τυπική επιστημολογία» που χρησιμοποιεί την παραπάνω προσέγγιση, δεν είναι καθόλου απλό να περιγραφεί με συνοπτικό και κατανοητό από όλους τρόπο το περιεχόμενο ούτε της «αλήθειας» ούτε της «πίστης» και προφανώς ούτε της γνώσης. Για την ακρίβεια, μπορούν να δοθούν από τον καθένα παραδείγματα που να αναφέρονται ή να περιγράφουν τους παραπάνω όρους αλλά όχι πλήρης και σαφής ορισμός. Η παραπάνω «παραδοσιακή» αντίληψη περιγράφεται σχηματικά στη συνέχεια. Αν θεωρηθούν δύο σύνολα, που αποτελού-



νται το ένα από τις προτάσεις που αληθεύουν και το άλλο από τις δοξασίες ενός ατόμου, δηλαδή από τις προτάσεις στην αλήθεια των οποίων το άτομο πιστεύει, τότε η τομή τους αποτελεί το σύνολο της γνώσης του συγκεκριμένου ατόμου.

Όπως και σε κάθε άλλη περίπτωση, δεν μπορούσε να μην επιχειρηθεί μια «τομή» στην παραπάνω κλασική αντιμετώπιση της γνώσης. Αυτή παρουσιάστηκε σχετικά πρόσφατα με μια σύντομη σε έκταση αλλά ριζοσπαστική σε θέσεις δημοσίευση (E. L. Gettier, *Is Justified True Belief Knowledge?*, *Analysis*, 23, 1963, 121). Σ' αυτήν εκτέθηκαν κάποιοι ενδοιασμοί για τα γενικώς αποδεκτά σχήματα μέσω των οποίων η γνώση συνδέεται με την αλήθεια και την πίστη ενός ατόμου. Τα τρία βασικά σχήματα έχουν ως εξής:

1. Ο άνθρωπος A γνωρίζει την πρόταση Π όταν
  - α) η Π αληθεύει
  - β) ο A πιστεύει στην αλήθεια της Π
  - γ) ο A έχει αιτιολογημένη την πίστη του στην Π
  
2. Ο άνθρωπος A γνωρίζει την πρόταση Π όταν
  - α) ο A δέχεται την αλήθεια της Π
  - β) ο A έχει ικανοποιητικά δεδομένα για την αλήθεια της Π
  - γ) η Π αληθεύει
  
3. Ο άνθρωπος A γνωρίζει την πρόταση Π όταν
  - α) η Π αληθεύει
  - β) ο A είναι βέβαιος για την αλήθεια της Π
  - γ) ο A έχει δίκαιο στην βεβαιότητά του αυτή

Η ένσταση που εγέρθηκε σχετίζεται με το ότι οι παραπάνω διαδοχές προτάσεων δεν οδηγούν απαραίτητα στο συμπέρασμα που προηγείται, ότι δηλαδή αναντίρρητα καταλήγουν στη γνώση της πρότασης Π από τον άνθρωπο A. Κριτική ασκήθηκε κυρίως στις εκφράσεις «αιτιολογημένο» και «βέβαιος» με την έννοια ότι κάποιος μπορεί να έχει μια αιτιολογημένη άποψη για κάτι που δεν είναι ορθό ή να είναι

βέβαιος καθώς έχει λίγα ή εσφαλμένα στοιχεία για το πράγμα που αποδέχεται ως ορθό. Έτσι, στο παραπάνω διάγραμμα απαιτείται ο σχηματισμός ενός μικρότερου υποσυνόλου (με τη μορφή για παράδειγμα ενός κύκλου) μέσα στον χώρο τομής των δύο ακραίων κύκλων, όπου περιορίζεται η αντικειμενική γνώση του ατόμου.

Πολλοί αντιστάθηκαν στην πρόταση αυτή, επειδή κατέρριπτε πολλά βασικά στοιχεία στα οποία είχε στηριχθεί όλη η προηγούμενη επιστημολογική διαδικασία. Κύριος τρόπος αντίδρασής τους ήταν η προσπάθεια νέου τρόπου ορισμού της γνώσης, κάτι που συχνά επιχειρήθηκε με την προσθήκη και μιας τέταρτης πρότασης στη διαδοχή των παραπάνω τριάδων προτάσεων, ώστε το σύνολό τους να αποτελεί αναγκαία συνθήκη για να υπάρχει γνώση του Α για το Β. Άλλοι, στάθηκαν στον τρόπο ορισμού της βεβαιότητας και πρότειναν όχι μια απλή βεβαιότητα αλλά την ανάγκη για ύπαρξη μιας αναντίρρητης βεβαιότητας έτσι ώστε να είναι αναγκαία συνθήκη για την αλήθεια της πρότασης. Όπως και σε κάθε ανάλογη περίπτωση, υπήρξαν και πολύ πιο ακραίες αντιρρήσεις ενώ και όσοι συντάχθηκαν με την παραπάνω «νέα» θέση, δεν έμειναν αμέτοχοι στην οργάνωση υποθετικών καταστάσεων στις οποίες η πίστη του Α στο Β δεν αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την αλήθεια του Β, μερικές από τις οποίες είναι τόσο εξεζητημένες ώστε δεν έχουν θέση σε ένα κείμενο της έκτασης και του στόχου του παρόντος.

Επιπλέον, στο σημείο αυτό μπορεί να γίνει μια διάκριση μεταξύ επιστήμης και επιστημολογίας, όσον αφορά το αντικείμενο που χαρακτηρίζεται ως γνώση. Η άποψη πολλών είναι ότι η επιστημολογία ενδιαφέρεται για τη γνώση του πως κάτι συμβαίνει ή υπάρχει (know that) ενώ ο στόχος της επιστήμης είναι να αποκαλύψει το γιατί και με ποιο τρόπο αυτό συμβαίνει και γιατί υπάρχει (know how). Στο σημείο αυτό εισάγεται και η διχογνωμία σχετικά με τον αντικειμενικό χαρακτήρα της γνώσης, του κατά πόσον δηλαδή ένα φαινόμενο γίνεται αντιληπτό από όλους τους παρατηρητές του με τον ίδιο τρόπο ή όχι καθώς και το αν η διαδικασία μέσω της οποίας πραγματοποιείται η επιβεβαίωση της αντικειμενικότητας αυτής είναι εσωτερική ή εξωτερική όσον αφορά τον καθένα από τους παρατηρητές.

Ακόμη, υπάρχει και η θεμελιώδης διάκριση μεταξύ των δύο «κατηγοριών» γνώσης που προαναφέρθηκαν. Υποστηρίζεται δηλαδή από πολλούς, ότι η γνώση του «πως συμβαίνει» κάτι δεν προϋποθέτει αντίστοιχα και γνώση του «ότι συμβαίνει» και τυπικό παράδειγμα είναι αυτό του φυσικού που γνωρίζει τα πάντα για τις κινήσεις των σωμάτων, τις τριβές και τις ροπές των δυνάμεων αλλά δεν έχει τη δυνατότητα να ανέβει σε ένα ποδήλατο και να μετακινηθεί μ' αυτό, ενώ αντίστροφα ένας πρωταθλητής της ποδηλασίας δεν είναι απαραίτητο να γνωρίζει τίποτε από το φυσικό υπόβαθρο της διαδικασίας που πραγματοποιεί όταν κινείται με το ποδήλατό του.