

φάσεις τῆς ἐξέλιξης τοῦ σύμπαντος: τίς δομές καί τούς εἰδικούς νόμους πού τίς χαρακτηρίζουν. Ἡ μεταβολή καί ἡ ἐξέλιξη θά εἰσχωρήσουν ἴσως στήν περιοχή πού θεωρήθηκε ἀνέκαθεν σάν τό σημεῖο τῆς αἰωνιότητας στήν ἐπιστήμη: στίς «παγκόσμιες σταθερές».

5.4 Γιά τίς ἔννοιες τῆς μάζας καί τῆς ἐνέργειας

Οἱ προηγούμενες σκέψεις μᾶς ὀδηγοῦν νά ἀντιμετωπίσουμε ἕνα ἐρώτημα παλαιό, ἀλλά ἀνοιχτό πάντοτε: τό πρόβλημα τοῦ ὀρισμοῦ τῆς μάζας καί τῆς ἐνέργειας καί μέσα ἀπό κεῖ, τό μή νόμιμο ἴσως ἐρώτημα, γιά τό μέτρο τῆς ὕλης.

Ἄλλο Νεύτωνας ταύτιζε τή μάζα καί τήν ὕλη, ἀνοίγοντας ἔτσι τό δρόμο στή διχοτομία μάζα-ὕλη, ἐνέργεια καί σέ μιά στατική ἀντίληψη γιά τή μάζα.

Ἄλλο Νεύτωνας κάνει αὐτή τήν ταύτιση στήν ἀρχή τῶν Principia, ὅπου καθορίζει ἐπίσης ὅτι ἡ ποσότητα τῆς ὕλης μετρίεται ἀπό τήν πυκνότητα καί τόν ὄγκο¹⁸.

Ἄλλο ὀρισμός αὐτός προϋποθέτει τήν ταύτιση μιᾶς ἐπιστημονικῆς ἔννοιας, τῆς μάζας, μέτρο τῆς ἀδράνειας ἑνός σώματος, μέ τή φιλοσοφική κατηγορία τῆς ὕλης, γιά τήν ὁποία θά ἦταν δύσκολο νά βρεθεῖ κάποιο μέτρο, ἂν ὑποθέσουμε ὅτι ἡ ἐρώτηση ἡ ἴδια εἶναι νόμιμη.

Ἄλλο ὀρισμός τοῦ Νεύτωνα δέν εἶναι ἱκανοποιητικός, οὔτε ἀπό φυσική ἄποψη. Ἄλλο Mach τόν ἐπέκρινε μέ αὐστηρότητα, ἀνοίγοντας ἔτσι τό δρόμο γιά τή σχετικότητα. Ἐγραφε λοιπόν στή *Μηχανική* του: «Ἄλλο ὀρισμός I, δέν εἶναι παρά κατ' ἐπίφαση ὀρισμός. Ἡ ἔννοια τῆς μάζας δέν εἶναι σαφέστερη, ἐπειδή τήν ὀρίζει κανείς σά γινόμενο τοῦ ὄγκου ἐπί τήν πυκνότητα, γιατί ἡ πυκνότητα ἡ ἴδια δέν ἀντιπροσωπεύει παρά τή μάζα τῆς μονάδας τοῦ ὄγκου. Ἄλλο πραγματικός ὀρισμός τῆς μάζας δέν μπορεῖ νά προκύψει παρά ἀπό τίς δυναμικές σχέσεις τῶν πραγμάτων»¹⁹.

Ἄλλο μάζα, κατά τόν Νεύτωνα, εἶναι ἀμετάβλητο μέγεθος. Ἄλλο ἀδράνεια εἶναι κατά συνέπειαν ἐνδογενῆς καί ἀμετάβλητη ιδιότητα. Ἄλλο ὅσο ὁ τύπος τῆς σχετικότητας ἐκφράζει τή μεταβλητότητα τῆς ἀδράνειας μέ τήν ταχύτητα. Ἄλλο ἐπιπλέον δεχτοῦμε ὅτι ἡ ἀδράνεια ἑνός σώματος εἶναι συνάρτηση τῶν μαζῶν πού βρίσκονται στήν περιοχή της (ἢ στή γλώσσα τῆς γενικῆς σχετικότητας, ὅτι καθορίζεται ἀπό τήν καμπυλότητα τοῦ γύρω χώρου), τότε τό μέγεθος αὐτό χάνει τόν ἀπόλυτο χαρακτήρα του, καί γίνεται μέγεθος *δυναμικό* καί *σχετικό*.

18. Newton, Principia, op. cit. Ἄλλο ὀρισμός I

19. E. Mach, Mécanique, Hermann, Paris . 1904

Ἡ ἔννοια τῆς μάζας εἶναι ἐπιστημονική, ἄρα λειτουργική ἔννοια. Ἀλλά δέν ὑπάρχει κάποια λειτουργική ἔννοια τῆς ὕλης, γιατί ἡ ὕλη εἶναι φιλοσοφική κατηγορία. Δέν ὑπάρχει συνεπῶς θέμα νά ταυτίσουμε τή μάζα μέ τήν ὕλη. Ὡστόσο οἱ φυσικοὶ χρησιμοποιοῦν συνεχῶς τόν ὄρο ὕλη, γιά νά προσδιορίσουν, ὄχι μόνο ἕνα φυσικό σῶμα, ἢ ἕνα σύνολο φυσικῶν σωμάτων, ἀλλά ἐπίσης τό πᾶν πού ἀποτελεῖ ἕνα σῶμα (πρωτόνια, νετρόνια, ἠλεκτρόνια, κλπ.). Τό «ὄλον» αὐτό διατηρεῖται καί θά μπορούσαμε νά μιλήσουμε γιά διατήρηση τῆς ὕλης, μ' αὐτή τήν περιορισμένη ἔννοια. Ἀλλά δέ θά ἔπρεπε νά ταυτίζουμε αὐτή τή διατήρηση, μέ τή φιλοσοφική ἀρχή τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης.

Ἄς ἐπιχειρήσουμε λοιπόν νά ἀναλύσουμε πió λεπτομερειακά αὐτό τό πρόβλημα.

Ὁ ὀρισμός τοῦ Νεύτωνα ὑπῆρξε τό ἀφειτηριακό σημεῖο τῆς διχοτομίας γιά τήν ὁποία μιλήσαμε προηγούμενα: μάζα= ὕλη, ἐνέργεια= αὐλή ὄντοτητα(;), αἰτία τῆς κίνησης. Οἱ δύο μεγάλοι κλασικοὶ νόμοι διατήρησης εἶναι ἡ τυπική ἔκφραση αὐτῆς τῆς ἀντίθεσης.

Ὡστόσο ὁ τύπος τοῦ Einstein ($E= mc^2$) συσχέτισε τή μάζα μέ τήν ἐνέργεια. Ἡ σχέση αὐτή ἐρμηνεύτηκε, μέ ἕνα προ-ρελατιβιστικό πνεῦμα, σά σχέση ἰσοδυναμίας ἀνάμεσα στή μάζα καί τήν ἐνέργεια. Καί ἐκεῖνοι πού θεωροῦν τή μάζα σάν ὕλη καί τήν ἐνέργεια σάν ὄντοτητα διαφορετική, κατέληξαν στό συμπέρασμα ὅτι οἱ δύο παλαιοὶ νόμοι συγχωνεύονται σέ ἕναν: στό νόμο τῆς διατήρησης τῆς μάζας - ἐνέργειας. Τό ἐπόμενο βῆμα ἦταν ἀναπόφευκτο: νά τεθεῖ τό ἐρώτημα τῆς πρωταρχικῆς οὐσίας τοῦ κόσμου, ἄρα νά ἀναχθεῖ ἡ ὕλη στήν ἐνέργεια (ἐνεργητισμός), εἴτε ἡ ἐνέργεια στήν ὕλη (ἀπλοϊκός ὕλισμός).

Εἶναι γνωστοί οἱ ἔντονοι ἰδεολογικοὶ ἀγῶνες πού ἔγιναν γύρω ἀπό αὐτό τό ψευδοπρόβλημα, πού δημιούργησε ἡ μηχανιστική - πνευματοκρατική σκέψη²⁰. Ἔτσι, ὁ ὀρισμός τοῦ Νεύτωνα, προκάλεσε μέ τόν ἐρχομό τῆς σχετικότητας μιά μεγάλη ἐπιστημολογική καί τελικά ὄντολογική σύγκριση²¹.

Γιά νά βγοῦμε ἀπό αὐτό τό φαῦλο κύκλο, θά πρέπει νά ἐγκαταλείψουμε τό κλασικό ἐννοιολογικό πλαίσιο καί νά δεχτοῦμε τό

20. Βλ., π.χ. Ε. Μπιτσάκη, *Τό Εἶναι καί τό Γίγνεσθαι*, Δωδώνη, 1975, Κεφαλ. 3 καί 4.

21. Ἡ βιβλιογραφία γι' αὐτό τό θέμα εἶναι τεράστια. Ὑποδεικνύουμε λοιπόν ἐδῶ, μόνο μερικά χαρακτηριστικά βιβλία 1) G. Bachelard, *L'Activite Rationnelle de la Physique contemporaine* 2) E. Cassirer, *Substance and Function* 3) W. Heisenberg, *Physics and Philosophy* 4) P. Langevin, *La pensée et l'action* 5) Y. Terletski, *Paradoxes in the theory of Relativity* 6) P. Teilhard de Chardin, *Le Phénomene Humain*, Seuil 1975.

ρελατιβιστικό. Στο τελευταίο, ή μάζα δέν είναι ύλη, αλλά μέτρο μιᾶς ἀπό τίς ιδιότητές της: τῆς ἀδράνειας. Ἀντίστοιχα ή ἐνέργεια δέν είναι «ὄντότητα» («ὕλική» ἢ ὄχι), αλλά τό μέτρο μιᾶς ἄλλης ιδιότητας: τῆς κίνησης. Τό φωτόνιο, π.χ., δέν είναι ἐνέργεια, αλλά μορφή ὕλης προικισμένη μέ μιά ὀρισμένη ποσότητα κίνησης, καί μέ ἄλλες καθορισμένες φυσικές ιδιότητες.

Τό σύνολο τῶν μορφῶν τῆς «ὕλης» («ὕλικά» σωμάτια καί φωτόνια, νετρίνο, βαρυτόνια) διατηρεῖται ἀπό ποσοτική ἄποψη. Ἡ διατήρηση αὐτή ἐκφράζεται τυπικά ἀπό τήν ἀμεταβλητότητα τοῦ «μήκους» τοῦ τετραδιανύσματος ὀρμῆς - ἐνέργειας, γιά ἕνα ἀπομονωμένο σύστημα. Στο τετραδιάνυσμα αὐτό ἀντιπροσωπεύονται, καθώς ἔχουμε σημειώσει, ὅλες οἱ γνωστές μορφές ὕλης: τά λεγόμενα ὕλικά σωμάτια καί τά πεδία (ἢ κβάντα) τῆς «ἐνέργειας».

Ἡ ἀμεταβλητότητα τοῦ «μήκους» τοῦ τετραδιανύσματος ὀρμῆς - ἐνέργειας, ἐκφράζει τή διατήρηση τῆς «ὕλης» τοῦ συστήματος. Θά μπορούσαμε νά ποῦμε, γενικεύοντας, ὅτι ή ἀμεταβλητότητα αὐτή ἐκφράζει τή διατήρηση τῆς ὕλης τοῦ σύμπαντος (ἂν θεωρήσουμε τό σύμπαν σάν ἐνιαῖο καί πεπερασμένο σύστημα, πράγμα πού δέν ἔχει νόημα, οὔτε ἀπό φυσική, οὔτε ἀπό φιλοσοφική ἄποψη). Ἡ διατήρηση αὐτή δέν πρέπει νά μᾶς ὀδηγεῖ στήν ἐπανάληψη τοῦ σφάλματος τοῦ Νεύτωνα: τό «μέτρο τῆς ὕλης» πού χρησιμοποιήσαμε, ἀφορᾷ τίς μορφές ὕλης πού είναι γνωστές στό σημερινό στάδιο τῆς ἐπιστημονικῆς γνώσης. Καί προπαντός, ή ἔννοια αὐτή είναι ἀόριστη, χωρίς ἐπιστημονική νομιμότητα.

Τό «μέτρο» λοιπόν αὐτό είναι ἴσως σχετικό. Ἐπίσης, δέν μπορεί νά θεωρηθεῖ σάν ἐπαλήθευση ἢ σάν ἀπόδειξη τῆς φιλοσοφικῆς ἀρχῆς τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης. Οἱ φυσικές μέθοδοι δέν ἔδωσαν κι οὔτε μποροῦν νά δώσουν ἕνα μέτρο τῆς ὕλης. Ἐπίσης οὔτε ἀπέδειξαν, οὔτε θά ἀποδείξουν τήν ἀφθαρσία της.

Ἄλλες μορφές ὕλης θά ἀνακαλυφθοῦν στό μέλλον καί ἀσφαλῶς θά διατυπωθοῦν ἄλλοι νόμοι διατήρησης καί ἄλλα ἐννοιολογικά πλαίσια. Ἄς ἀποφύγουμε λοιπόν τήν ἀφέλεια νά ταυτίσουμε τήν ὕλη μέ αὐτό πού γνωρίζουμε, χειριζόμαστε καί μετροῦμε, στά σημερινά μας ἐργαστήρια.

Ἐπειτα ἀπ' ὅλες αὐτές τίς ἐπιφυλάξεις, θά μπορούσαμε ἀκόμα νά μιλάμε γιά νόμο διατήρησης τῆς μάζας καί γιά νόμο διατήρησης τῆς ἐνέργειας: Διατήρηση τῆς ὀλικῆς μάζας ἐνός ἀπομονωμένου συστήματος (στό μέτρο πού ἕνα τέτοιο σύστημα ὕπάρχει καί στά ὄρια τῶν σημερινῶν πειραματικῶν δυνατοτήτων) καί διατήρηση τῆς ὀλικῆς ἐνέργειας (μέ τίς ἴδιες ἐπιφυλάξεις). Οἱ δύο αὐτοί νόμοι προκύπτουν ἀπό τό νόμο διατήρησης τῆς «ὕλης» μέ τήν ἔννοια πού ὀρίσαμε

προηγούμενα, αλλά είναι νόμοι επιστημονικοί και υπόκεινται στη δοκιμή της επιστημονικής πράξης.

Αλλά οι προηγούμενες βεβαιώσεις απαιτούν όρισμένες διευκρινίσεις. Ολική μάζα σημαίνει πραγματική και δυνάμει μάζα. Άρα $M_0 = m_0 + \frac{h\nu}{c^2}$ με τό σχῆμα: «ὕλη» και ἠλεκτρομαγνητικό πεδίο. Ἐπίσης, ὀλική ἐνέργεια, σημαίνει πραγματωμένη και δυνάμει ἐνέργεια: $E_{\text{ὀλ.}} = E + m_0 c^2$. Οἱ δύο αὐτοὶ νόμοι διατήρησης ἐκφράζουν, σέ καθορισμένα ὅρια, τῆ διατήρηση δύο ἀντίθετων φυσικῶν μεγεθῶν (μάζας και ἐνέργειας).

Ἡ μάζα και ἡ ἐνέργεια εἶναι μεγέθη ἀξεχώριστα, και διαφορετικά ἀπό ποιοτική ἀποψη. Ἡ κατάσταση αὐτῆ ἐκφράζεται τυπικά ἀπό τό γεγονός ὅτι ἡ ἐνέργεια εἶναι ἡ χρονική συνιστώσα τοῦ τανυστῆ ὀρμῆς - ἐνέργειας, ἐνῶ ἡ ὀρμή, πού συνδέεται μέ τῆ μάζα, ἀντιστοιχεῖ στίς τρεῖς χωρικές συνιστώσες. Ἡ ἐνέργεια ἀντιστοιχεῖ στήν «προβολή» τοῦ τετραδιανύσματος στόν ἄξονα τοῦ χρόνου, και ἡ μάζα, στούς ἄξονες τοῦ χώρου. Οἱ μεταβολές τῆς ταχύτητας συνεπάγονται μεταβολές στή μάζα και στήν ἐνέργεια τοῦ συστήματος. Οἱ μεταβολές αὐτές δέν σημαίνουν ὅτι ἡ μάζα μετατρέπεται σέ ἐνέργεια και ἀντίστροφα. Σημαίνουν ὅτι ἡ ἀδράνεια τοῦ συστήματος μεταβάλλεται μέ τήν ταχύτητα, καθώς και ἡ κίνησή του, πού μετριέται μέ τήν ἐνέργειά του. Μποροῦμε τώρα νά διακρίνουμε δύο ὀριακές περιπτώσεις. Πρῶτα, ἂν ἡ ὀρμή τοῦ σωματίου εἶναι μηδενική, ὅλη του ἡ ἐνέργεια παραμένει σέ λανθάνουσα (δυνάμει) μορφή, και ἡ μάζα του, εἶναι ἡ μάζα ἡρεμίας m_0 . Στήν ἄλλη ἀκραῖα περίπτωση, ἡ ταχύτητα τοῦ σωματίου εἶναι ἴση μέ c . Ἡ μάζα ἡρεμίας του εἶναι τότε μηδενική και ὅλη του ἡ ἐνέργεια εἶναι πραγματωμένη.

Γιά κάθε μαζικό σωματίο, τό «μῆκος» τοῦ τετραδιανύσματος ὀρμῆς - ἐνέργειας παραμένει σταθερό και ἴσο μέ τῆ μάζα ἡρεμίας του, πολλαπλασιασμένη μέ τό τετράγωνο τῆς ταχύτητας τοῦ φωτός²². Γιά τό φωτόνιο και τά ἄλλα σωματία πού κινουῦνται μέ τήν ταχύτητα c , ἔχουμε $m_0 = 0$. Γιά νά σώσουμε τήν ἀρχή τῆς ἀμεταβλητότητας τῆς συνολικῆς μάζας κατά τῆ διάρκεια τῶν μετασχηματισμῶν τῶν σωματίων, θά ἔπρεπε, ὅπως εἶπαμε, νά ἀποδώσουμε στό φωτόνιο μιά δυνάμει μάζα, ἴση μέ $m_0 = \frac{h\nu}{c^2}$. Οἱ ὑπολογισμοὶ μποροῦν νά γίνουν και μέ βάση τήν ἐνέργεια: ἀρκεῖ νά πολλαπλασιάσουμε τίς μάζες μέ τόν παράγοντα c^2 . (Καθώς εἶναι γνωστό ἡ δυνατότητα αὐτῆ χρησιμοποιήθηκε σάν ἀπόδειξη ὑπέρ τοῦ ρελατιβιστικοῦ ἐνεργητισμοῦ: ἡ συμβατότητα αὐτῆ δέν εἶναι τόσο ἀθῶα ἀπό ἰδεολογική ἀποψη).

Ἡ συντηρητικός χαρακτήρας, τέλος, τοῦ τανυστῆ ὀρμῆς - ἐνέργειας

22. Ἐχουμε: $pc^2 = \sqrt{E^2 - (pc^2)^2}$. Τό μέγεθος αὐτό εἶναι ἀμετάβλητο.

για ένα απομονωμένο σύστημα, είναι μία άλλη έκφραση της διατήρησης της «ύλης», με τρεις μορφές που περιλαμβάνονται σ' αυτό τον τανυστή.

Ἡ ἐνότητα τῶν μορφῶν τῆς ὕλης καί ἡ διατήρησή τους, δέν μπορεῖ νά ἀφήσει ἔξω τή βαρυτική ἀλληλεπίδραση. Σημειώσαμε ἤδη τρεῖς ὄψεις τῆς συγγένειας ἀνάμεσα στή βαρύτητα καί τόν ἠλεκτρομαγνητισμό. Ἡ ἐννοια τῆς δυνάμει μάζας μπορεῖ νά ἀποδοθεῖ καί στά βαρυτικά κύματα (ἢ τά βαρυτόνια, ἂν ὑπάρχουν). Εἶναι γνωστό π.χ., ὅτι κατά τή βαρυτική κατάρρευση ἕνα σημαντικό μέρος ἀπό τή μάζα τοῦ ἀστέρα (μέχρι 5%) «χάνεται» μέ τή μορφή κυμάτων βαρύτητας. Καί στήν περίπτωση αὐτή ἐπίσης, ἡ μάζα μετατρέπεται σέ κύματα (ἢ σωμάτια) μέ μηδενική ἴσως μάζα ἠρεμίας. Μποροῦμε ὥστόσο νά δεχτοῦμε ὅτι ἡ μάζα ἠρεμίας ὑπάρχει δυνάμει καί ὅτι μπορεῖ νά γίνει «ἐνεργεία» σέ κατάλληλες συνθήκες. Αὐτή ἡ δυνάμει μάζα θά πρέπει νά εἶναι ἴση μέ τή μάζα ἠρεμίας πού ἔχασε τό ἄστρο, καί θά μποροῦσε νά πραγματοποιηθεῖ μέ τή μετατροπή τῶν βαρυτικῶν κυμάτων σέ μαζικά σωμάτια. (Μποροῦμε ἄλλωστε νά ἀποδώσουμε στά κύματα βαρύτητας, ὅπως καί στά ἠλεκτρομαγνητικά, μιά μάζα $M = E/c^2$. Ὡστόσο ἡ μάζα αὐτή δέν ἔχει ὅπως εἶπαμε λειτουργικό νόημα, γιατί ὁ νόμος τῆς ἀδράνειας δέν ἰσχύει γιά σωμάτια μέ ταχύτητα c).

Ἄλλά οἱ προηγούμενες ὄψεις τῆς ἐνότητας, δέν πρέπει νά καλύπτουν τρεῖς βαθύτατες διαφορές ἀνάμεσα στίς δύο μεγάλες κατηγορίες σωματίων: τά φερμιόνια καί τά μποζόνια. Τά πρῶτα εἶναι μαζικά σωμάτια, ἔχουν «κυματική» συνάρτηση ἀντισυμμετρική, εἶναι κατά βάση συστατικά τῶν ἀτόμων (πρωτόνια, νετρόνια, ἠλεκτρόνια) καί ὑπακούουν σέ ἀπόλυτους νόμους διατήρησης: τούς νόμους τῆς διατήρησης τοῦ λεπτονικοῦ καί τοῦ βαρυτονικοῦ ἀριθμοῦ. Γι' αὐτό τά σωμάτια αὐτά γεννιοῦνται καί καταστρέφονται κατά ζεύγη σωματίων - ἀντισωματίων, ἔτσι πού ὁ συνολικός ἀριθμός τους στό «σύμπαν» νά παραμένει ἀμετάβλητος. Τά μποζόνια ἀντίθετα (φωτόνια, μεσόνια, βαρυτόνια) εἶναι συχνά μή μαζικά σωμάτια, ἔχουν «κυματική» συνάρτηση συμμετρική, δέν μετέχουν στή σύσταση τῶν ἀτόμων καί εἶναι συνήθως φορεῖς τῶν φυσικῶν ἀλληλεπιδράσεων. Τά σωμάτια αὐτά δέν ὑπακούουν σέ νόμους διατήρησης: μποροῦν νά γεννιοῦνται καί νά καταστρέφονται σέ ἀπεριόριστους ἀριθμούς.

Ἡ ἐνότητα συνεπῶς δέν εἶναι ἐπίπεδη: χωρίς διαφορές. Ἀντίθετα σήμερα βρισκόμαστε μακριά ἀπό τή μηχανιστική ἀπλούστευση τῶν «ἐσχάτων δομικῶν λίθων», καί τό πρόβλημα τῶν συστατικῶν τῆς ὕλης, τῆς ἐνότητας καί τῶν διαφορῶν τους, γίνεται ὅλο καί πιο συγκεκριμένο, ἀλλά καί γι' αὐτό πιο περίπλοκο. Ὡστόσο, παρά τρεῖς διαφορές καί τρεῖς ἀντιθέσεις, ἔχουμε συγκεκριμένες ἐνδείξεις ἐνότητας τῶν διαφορετικῶν

μορφῶν. Καί ἡ σημαντικότερη ἀπ' αὐτές εἶναι ἡ δυνατότητα μετατροπῆς τῶν σωματίων σέ ἀντισωματῖα καί ἀντίστροφα. Σ' αὐτό τό ἐπίπεδο τῆς φυσικῆς πραγματικότητος, οἱ ἀντιθέσεις δέν εἶναι τυπικές.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΡΕΥΝΩΝ ΝΕΟΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: ΕΠ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Θ. ΠΕΤΣΙΟΣ