

## Αντιλήψεις πρωτοετών φοιτητών επτά τμημάτων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σχετικά με έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής

Γεώργιος Στύλος<sup>1</sup>, Γεώργιος Ευαγγελάκης<sup>1</sup> και Κωνσταντίνος Κώτσης<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, [geo\\_sty@hotmail.com](mailto:geo_sty@hotmail.com)

<sup>2</sup>ΠΤΔΕ, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, [kkotsis@cc.uoi.gr](mailto:kkotsis@cc.uoi.gr)

**Περίληψη:** Η παρούσα εργασία αυτή παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πρωτοετείς φοιτητές επτά Τμημάτων του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σε έννοιες και νόμους της Μηχανικής (Δύναμη, Νόμοι Νεύτωνα, και Μάζα-Βάρος). Όλοι οι φοιτητές, στις Πανεπιστημιακές τους σπουδές, θα παρακολουθήσουν μαθήματα με το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής. Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι οι φοιτητές, ουσιαστικά απόφοιτοι του Λυκείου, έχουν εσφαλμένες αντιλήψεις πάνω σ'αυτές τις έννοιες και αναδεικνύει προβλήματα στον τρόπο διδασκαλίας του γνωστικού αντικειμένου της Φυσικής στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

### Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται μια συστηματική προσπάθεια για την βελτίωση της διδασκαλίας της Φυσικής και γενικότερα των Φυσικών Επιστημών, διότι ο σωστός τρόπος διδασκαλίας των επιστημών της φύσης βοηθάει τους μαθητές να αποκτήσουν το επιστημονικό γίγνεσθαι, δηλαδή να κατακτήσουν την επιστημονική μέθοδο και να κατανοήσουν τη νοοτροπία του επιστήμονα. Τα στοιχεία αυτά είναι τελείως απαραίτητα για τη δημιουργία των επιστημονικά καλλιεργημένων πολιτών του μέλλοντος, που θα στηρίζουν τις αποφάσεις τους σε αντικειμενικά δεδομένα.

Όπως είναι γνωστό, τα παιδιά πριν ακόμη φοιτήσουν στο σχολείο έχουν διαμορφώσει άποψη για τα φυσικά φαινόμενα και έχουν δώσει την δική τους ερμηνεία γι' αυτά (Trowbridge and McDermott 1980, 1981). Οι ιδέες των μαθητών για τα φυσικά φαινόμενα έχουν μια παγκοσμιότητα και συγκροτούν ερμηνευτικά μοντέλα. Τα παιδιά διαμορφώνουν τις ιδέες τους μέσω των αλληλεπιδράσεων, την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα και με αυτές προσπαθούν να ερμηνεύσουν πώς λειτουργεί ο κόσμος. Επιπλέον αυτές τις ιδέες τις χρησιμοποιούν για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ότι υποκύπτει στην αντίληψη τους. Πλήθος ερευνών από το χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και της Γνωστικής Ψυχολογίας αποδεικνύουν ότι οι γνώσεις των μαθητών, σε διάφορους τομείς των Φυσικών Επιστημών, είναι συχνά ασυμβίβαστες με τις επιστημονικές (Κουλαϊδής, 1994).

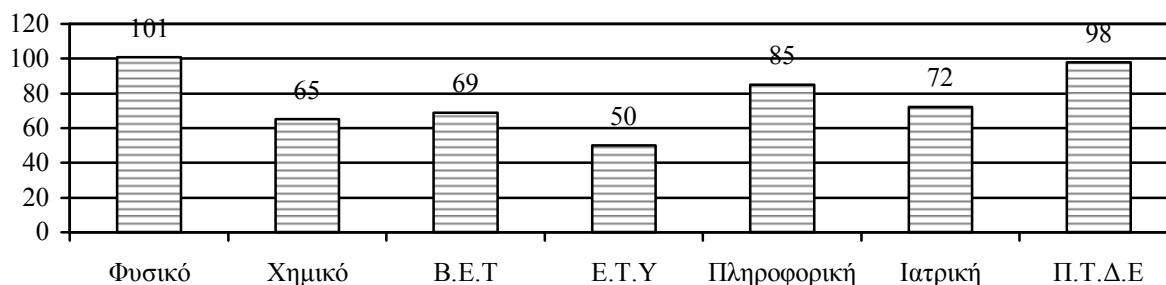
Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι πολλοί μαθητές όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης ακόμη και μετά την διδασκαλία διατηρούν αυτά τα ερμηνευτικά μοντέλα για τα φυσικά φαινόμενα (Gunstone, 1987), και έχουν σοβαρές δυσκολίες τόσο στην κατανόηση όσο και στην εφαρμογή των βασικών εννοιών σε απλές φυσικές διαδικασίες (Driver et al. 1993). Ανάλογες δυσκολίες έχουν παρατηρηθεί ακόμη και σε φοιτητές (Κώτσης 2002).

Το ερευνητικό ερώτημα της παρούσας έρευνας είναι να διαπιστώσει αν υπάρχουν εσφαλμένες αντιλήψεις μεταξύ των φοιτητών διαφόρων τμημάτων. Ερευνήθηκαν οι αντιλήψεις φοιτητών οι οποίοι, κατά την διάρκεια των πανεπιστημιακών σπουδών τους, θα παρακολουθήσουν το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής. Επίσης αυτοί οι φοιτητές είναι οι απόφοιτοι του Λυκείου και έχουν προετοιμασθεί για τις εισαγωγικές τους εξετάσεις στο

Πανεπιστήμιο στο μάθημα της φυσικής. Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι υπάρχουν σοβαρές παρανοήσεις και εσφαλμένες αντιλήψεις σε έννοιες της Νευτώνειας Φυσικής.

### Η Έρευνα

Η παρούσα εργασία αυτή παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την εμπειρική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πρωτοετείς φοιτητές του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Ο πληθυσμός της έρευνας είναι 540 πρωτοετείς φοιτητές και ο αριθμός φοιτητών ανά τμήμα είναι: 101 φοιτητές Φυσικού, 65 φοιτητές Χημικού, 69 φοιτητές Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών (B.E.T), 50 φοιτητές Επιστήμης και Τεχνολογίας των Υλικών (E.T.Y), 85 φοιτητές Πληροφορικής, 72 φοιτητές της Ιατρικής και 98 φοιτητές Π.Τ.Δ.Ε (Σχήμα 1). Όσον αφορά το φύλο, το 59% αποτελούνταν από κορίτσια και το 41% από αγόρια. Η επιλογή των τμημάτων έγινε ώστε οι φοιτητές να έχουν στο πρόγραμμα σπουδών τους το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής.



Σχήμα 1. Η κατανομή των φοιτητών ανά τμήμα

Η δειγματοληπτική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η απλή τυχαία δειγματοληψία. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή δεδομένων είναι το ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου και μοιράστηκε στις αρχές του ακαδημαϊκού έτους.

Οι ερωτήσεις που τέθηκαν στους φοιτητές είναι συνδεδεμένες, ως επί το πλείστον, με απλά φαινόμενα και καταστάσεις της καθημερινής ζωής και όχι ερωτήσεις με τις οποίες θα γινόταν στείρος έλεγχος των γνώσεων των φοιτητών.

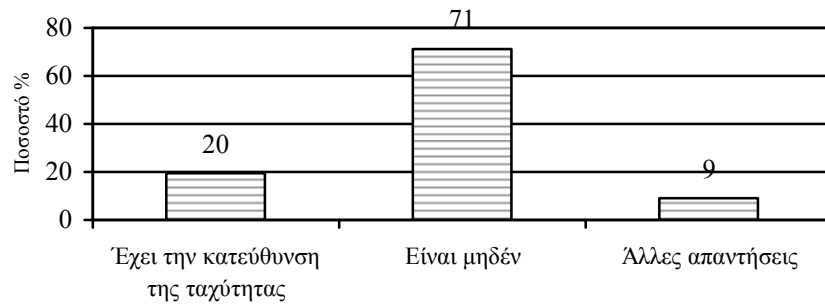
### Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται ανά ενότητα με τη μορφή ραβδογραμμάτων με τις απαντήσεις των φοιτητών. Για κάθε ερώτηση γίνεται ανάλυση και σχολιασμός των απαντήσεων:

Σκοπός της πρώτης ερώτησης αποτελούσε η ανίχνευση των αντιλήψεων των φοιτητών για την για τον ρόλο των δυνάμεων στην περίπτωση που ένα σώμα κινείται με σταθερή ταχύτητα.

*ΕΡΩΤΗΣΗ 1: «Ένα αυτοκίνητο κινείται σε ευθύγραμμο δρόμο με σταθερή ταχύτητα. Η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα είναι...».*

Ένα ποσοστό 20% πιστεύει πως έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας και το 71% δίνει την σωστή απάντηση, ότι δηλαδή η συνισταμένη των δυνάμεων είναι μηδέν.



Σχήμα 2. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 1

Από τα δεδομένα διαπιστώθηκε πως και μετά τη διδασκαλία του 1<sup>ου</sup> Νόμου αρκετοί φοιτητές (ένας στους πέντε) εξακολουθεί να έχει την «Αριστοτελική» αντίληψη για την σταθερή κίνηση ενός σώματος, ότι δηλαδή, είναι αποτέλεσμα μιας σταθερής δύναμης που έχει την κατεύθυνση της ταχύτητας.

Στην ίδια ενότητα τέθηκε το ακόλουθο ερώτημα:

*ΕΡΩΤΗΣΗ 2: «Όταν ένα αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα προς τα δεξιά, τότε η συνισταμένη δύναμη σε αυτό...».*

Οι απαντήσεις που αποτυπώνονται στο σχήμα 3 είναι εντυπωσιακές σε σχέση με το προηγούμενο ερώτημα. Το 53% των φοιτητών απαντά επιτυχώς ότι η συνισταμένη των δυνάμεων θα είναι μηδέν, το 36% θα έχει φορά προς τα δεξιά και το 11% θα έχει φορά προς τα αριστερά.



Σχήμα 3. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών Ερώτηση 2

Το πόσο ισχυρές είναι οι αντιλήψεις των φοιτητών και πόσο δύσκολα αλλάζουν ακόμα και μετά την διδασκαλία της συγκεκριμένης ενότητας γίνεται πιο εμφανές στο παραπάνω παράδειγμα, όπου, σχεδόν, μόνο ένας στους δύο φοιτητές αντιλαμβάνεται την ουσία τον 1<sup>ο</sup> Νόμο του Νεύτωνα. Ενώ, λοιπόν, η πρώτη ερώτηση τους παραπέμπει απευθείας στον 1<sup>ο</sup> Νόμο με το ποσοστό των ορθών απαντήσεων να κυμαίνεται στο 71%, στην δεύτερη ερώτηση αποκαλύπτεται η αδυναμία κατανόησής του, με το ποσοστό των ορθών απαντήσεων να πέφτει στο 56%. Τα αποτελέσματα αυτά βρίσκονται σε συμφωνία με αυτά που έχουν καταγραφεί στην διεθνή βιβλιογραφία (Viennot 1979).

Στη συνέχεια η έρευνα επικεντρώθηκε στην σχέση της μάζας με την ολική δύναμη που δρα σ' ένα σώμα. Οι ερωτήσεις που τέθηκαν είναι:

**ΕΡΩΤΗΣΗ 3:** «Τη στιγμή που ο εργάτης αρχίζει να ασκεί σταθερή οριζόντια δύναμη στο ακίνητο και άδειο αρχικά καρότσι, αρχίζει να πέφτει κατακόρυφα μέσα σε αυτό το νερό της βροχής. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή για την κίνηση του καροτσιού μέχρι αυτό να γεμίσει με νερό, αν οι τριβές θεωρηθούν αμελητέες;».



Από τις απαντήσεις των φοιτητών (σχήμα 4) το 8% θεωρεί πως η επιτάχυνση του καροτσιού είναι σταθερή, το 66% απαντά σωστά τονίζοντας πως η επιτάχυνση συνεχώς μειώνεται και σε ποσοστά 13% πως το καρότσι κινείται με σταθερή ταχύτητα και ομαλά επιταχυνόμενα.

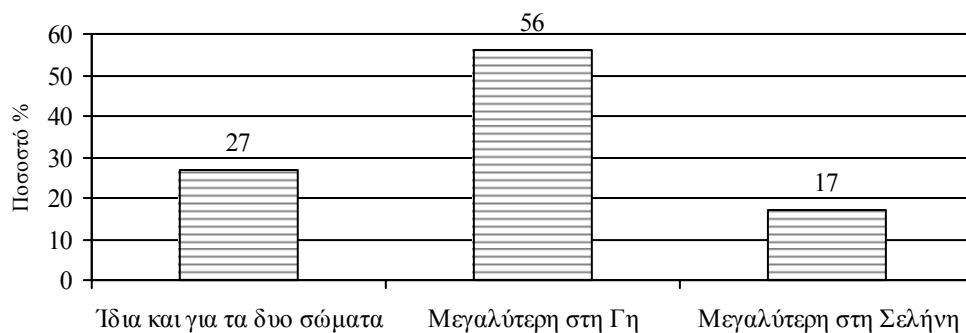


Σχήμα 4. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 3

Η «Αριστοτελική» αντίληψη της σταθερής ταχύτητας υπό την επίδραση σταθερής δύναμης που δρα στο καρότσι συνεχίζει να υπάρχει σε ένα μέρος των φοιτητών, ενώ αρκετοί είναι και εκείνοι που δεν λαμβάνουν υπόψη πως η μάζα του καροτσιού αυξάνει λόγω του νερού της βροχής, μ' αποτέλεσμα η επιτάχυνση, που είναι αντιστρόφως ανάλογη της μάζας, να μειώνεται και όχι να παραμένει σταθερή.

Η επόμενη ερώτηση στην ίδια ενότητα, έχει ως εξής:

**ΕΡΩΤΗΣΗ 4:** «Δύο πανομοιότυπα σώματα βρίσκονται πάνω σε λείες οριζόντιες επιφάνειες, το ένα στη Γη και το άλλο στη Σελήνη. Θέλουμε να δώσουμε και στα δυο σώματα την ίδια οριζόντια επιτάχυνση. Η απαιτούμενη δύναμη είναι...».



Σχήμα 5. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 4

Οι φοιτητές (σχήμα 5) μόνο σε ποσοστό 27% απάντησαν ορθά ότι, η απαιτούμενη δύναμη είναι ίδια και για τα δύο σώματα, ενώ το 56% ότι είναι μεγαλύτερη στη Γη και σε ποσοστό 17% ότι είναι μεγαλύτερη στη Σελήνη. Σε αυτό το ερώτημα μόνο ένας στους τέσσερις δείχνει να αντιλαμβάνεται σε βάθος την ουσία του 2<sup>ου</sup> Νόμου και να τον εφαρμόζει με επιτυχία. Προφανώς θεωρούν ότι το σώμα στην επιφάνεια της Γης έχει μεγαλύτερο βάρος

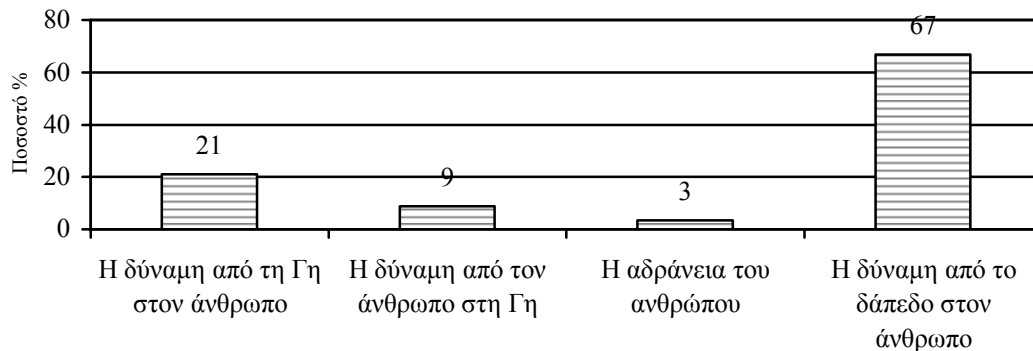
σε σχέση με την Σελήνη, μ' αποτέλεσμα και η απαιτούμενη δύναμη, ακόμη και για οριζόντια κίνηση θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη στη Γη.

Στη συνέχεια μελετάται ο 3<sup>ος</sup> Νόμος μέσα από μια σειρά ερωτήσεων.

Αρχικά οι φοιτητές ρωτήθηκαν:

*ΕΡΩΤΗΣΗ 5: «Ένας άνθρωπος ασκεί μια δύναμη  $F$  στο δάπεδο. Η αντίδραση αυτής της δύναμης είναι...».*

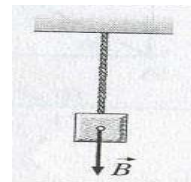
Από την κατανομή των απαντήσεων στο δεύτερο ερώτημα (σχήμα 6) διαπιστώθηκε ότι σε ποσοστό 21% οι φοιτητές πιστεύουν ως αντίδραση της δύναμης του ανθρώπου την δύναμη από τη Γη στον άνθρωπο, το 9% την δύναμη από τον άνθρωπο στη Γη, και το 67% δίνει την σωστή απάντηση την δύναμη δηλαδή από το δάπεδο στον άνθρωπο.



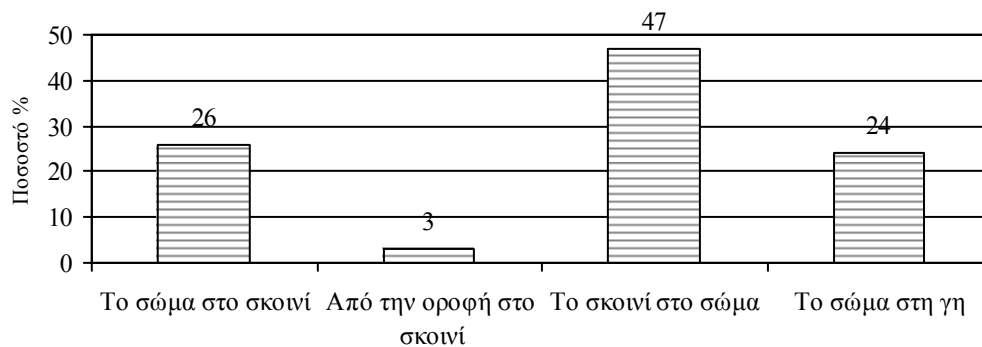
Σχήμα 6. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 5

Ενδιαφέρον, επίσης, παρουσιάζουν οι απαντήσεις στα επόμενα ερωτήματα. Συγκεκριμένα, ρωτήθηκε:

*ΕΡΩΤΗΣΗ 6: «Η αντίδραση του βάρους του σώματος που φαίνεται στο διπλανό σχήμα είναι η δύναμη που ασκείται από...».*



Το 26% των φοιτητών διαπιστώνει, σχήμα 7, ως αντίδραση του βάρους την δύναμη που ασκείται από το σώμα στο σκοινί, το 3% από την οροφή στο σκοινί και το 47% από το σκοινί στο σώμα. Η σωστή απάντηση, από το σώμα στη γη, δόθηκε μόλις από το 24% των φοιτητών.

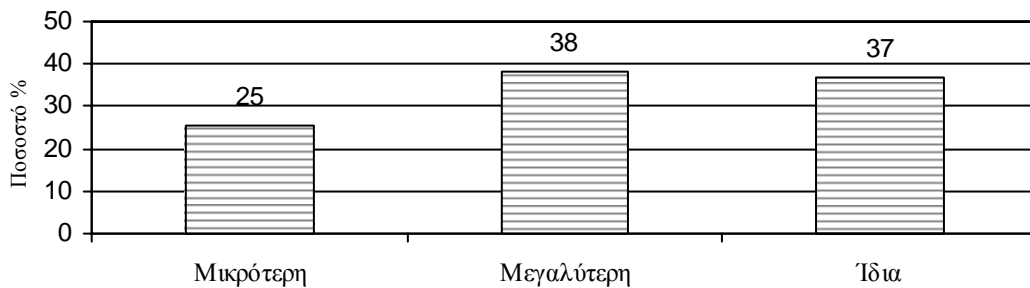


Σχήμα 7. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 6

Η εικονογράφηση για το πώς παρουσιάζεται μια φυσική κατάσταση είναι ένας λόγος που σχετίζεται με τις απαντήσεις των φοιτητών. Πιο συγκεκριμένα στην ερώτηση που αφορά το σώμα που κρέμεται, η Γη δεν εμφανίζεται στην εικόνα, με αποτέλεσμα οι φοιτητές να εστιάζουν την προσοχή τους μόνο σ' αυτό που τους δίνει η εικόνα και να μην κάνουν τους απαραίτητους νοητικούς συλλογισμούς (Levin et al, 1987) ώστε να εντοπίσουν την αντίδραση του βάρους του σώματος. Η απομνημονευτική διαδικασία μάθησης των νόμων της Φυσικής δεν επιτρέπει στους μαθητές ούτε να εμβαθύνουν αλλά ούτε και να υιοθετήσουν μόνιμα τις νέες ιδέες, με αποτέλεσμα, μετά από σύντομο χρονικό διάστημα να επιστρέφουν στις αρχικές αντιλήψεις τους. Ανάλογα ευρήματα έχουν αναφερθεί και σε διεθνές επίπεδο (Brown 1989)

Εξίσου, εντυπωσιακές είναι και οι απαντήσεις που έδωσαν οι πρωτοετείς φοιτητές και στην παρακάτω ερώτηση:

*ΕΡΩΤΗΣΗ 7: «Στέκεστε πάνω σε μια ζυγαριά φαρμακείου. Όταν τραβάτε προς τα πάνω τα κορδόνια των παπουτσιών σας η ένδειξη της ζυγαριάς σε σχέση με πριν θα είναι...».*



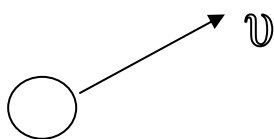
Σχήμα 8. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 7

Από την κατανομή των απαντήσεων που παρουσιάζονται στο σχήμα 8 η ένδειξη της ζυγαριάς θα είναι μικρότερη σε σχέση με πριν απάντησε το 25%, μεγαλύτερη το 38% και σωστά, δηλαδή η ίδια ένδειξη, το 37%. Παρατηρείται και σε αυτή την ερώτηση από τους πρωτοετείς φοιτητές αδυναμία κατανόησης του 3<sup>ου</sup> Νόμου σε πιο σύνθετη και αναλυτική περίπτωση.

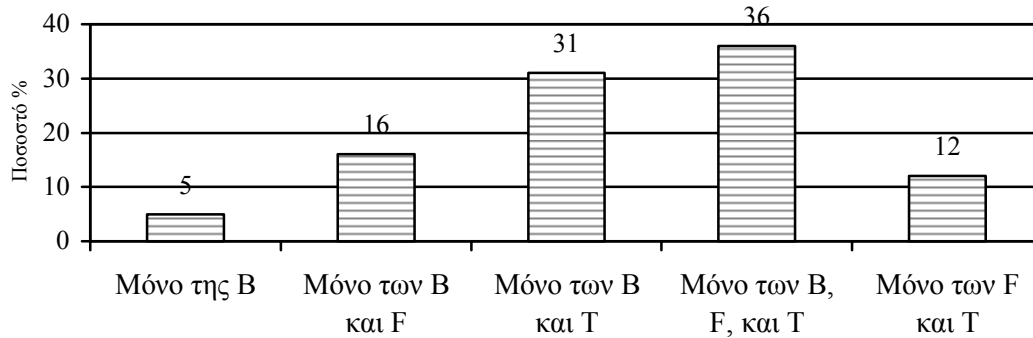
Η Νευτώνεια Μηχανική θα περίμενε κανείς να είναι σχετικά το ευκολότερο κεφάλαιο της Φυσικής, λόγω της λογικής δομής της και της εξοικείωσης των μαθητών με τα φαινόμενα που μελετά. Στην πράξη, όμως, παρατηρούνται δυσκολίες στην κατανόηση όχι τόσο ποσοτικά αλλά κυρίως ποιοτικά των φαινομένων της Μηχανικής.

Η επόμενη ερώτηση αναδεικνύει την δυσκολία των φοιτητών πάνω στην έννοια της δύναμης και έχει ως εξής:

*ΕΡΩΤΗΣΗ 8: «Ένα μπαλάκι του γκολφ κινείται στον αέρα όπως δείχνει το σχήμα. Ένας μαθητής υποστηρίζει ότι τρεις δυνάμεις ασκούνται στην μπάλα: η δύναμη βαρύτητας,  $B$ , η δύναμη του κτυπήματος,  $F$  και η δύναμη αντίστασης του αέρα,  $T$ .*



*Στην πραγματικότητα η δύναμη της μπάλας είναι η συνισταμένη...»*



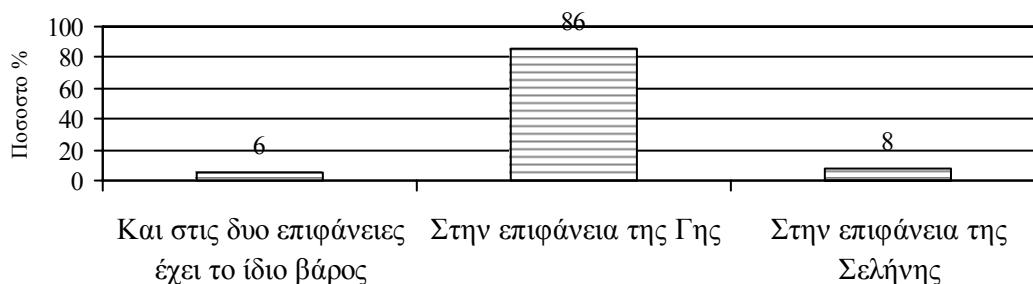
Σχήμα 9. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 8

Μόνο το 31% των φοιτητών απαντά σωστά θεωρώντας πως συνισταμένη δύναμη είναι αποτέλεσμα των Β και T (σχήμα 11). Το 5% των φοιτητών πιστεύει ότι η συνισταμένη δύναμη είναι μόνο της Β, ενώ οι υπόλοιποι θεωρούν ότι η συνισταμένη δύναμη περιλαμβάνει με τον έναν ή άλλο τρόπο και την δύναμη F.

Αναδεικνύεται έτσι η αντίληψη που έχουν οι φοιτητές για τη δύναμη και την ιδιότητα που της αποδίδουν, να συνεχίζει δηλαδή να δρα σε ένα σώμα ακόμη και όταν αυτή δεν εφαρμόζεται. Το 70% των φοιτητών, άσχετα με το αν απαντά σωστά ή όχι, περιλαμβάνει την δύναμη του κτυπήματος ως συνιστώσα της συνισταμένης δύναμης. Η άποψη αυτή, ότι δηλαδή ένα κινούμενο αντικείμενο έχει κατ' ανάγκη μια δύναμη κατά την διεύθυνση της κινήσεως και που ονομάζεται «θεωρία ωθήσεως» (Clement, 1982) είναι κοινή και μεταξύ φοιτητών σε πολλές χώρες (Τσαπαρλής, 1991).

Στην συνέχεια ερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των φοιτητών πάνω στις έννοιες της μάζας και του βάρους. Τους τέθηκαν το εξής ερώτημα:

**ΕΡΩΤΗΣΗ 9:** «Μια πέτρα ζυγίζεται στην επιφάνεια της Γης και η ίδια πέτρα ζυγίζεται στην επιφάνεια της Σελήνης. Που έχει το μεγαλύτερο βάρος;»

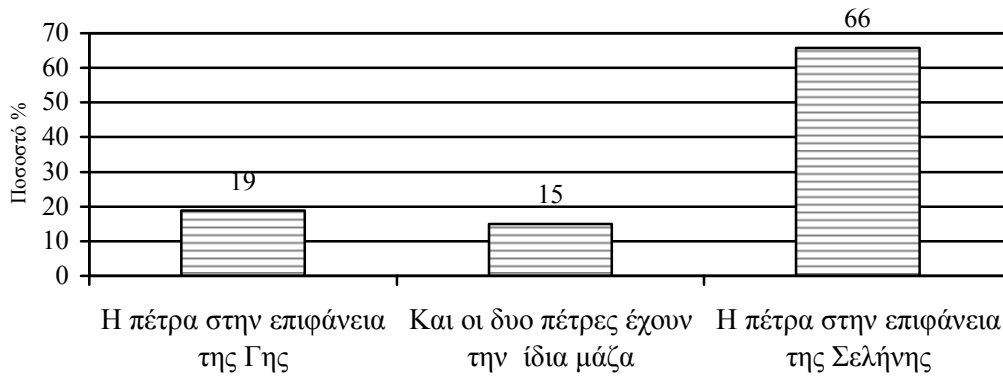


Σχήμα 10. Η κατανομή των απαντήσεων στην ερώτηση 9

Σε ποσοστό 6% οι φοιτητές (σχήμα 10) θεωρούν πως η πέτρα θα έχει το ίδιο βάρος και στις δύο επιφάνειες, το 86% πιστεύει σωστά πως το βάρος θα είναι μεγαλύτερο στην επιφάνεια της Γης, ενώ το 8% στην επιφάνεια της Σελήνης.

Στην ίδια ενότητα τέθηκε και η εξής ερώτηση:

**ΕΡΩΤΗΣΗ 10:** «Μια πέτρα πάνω στην επιφάνεια της Γης και μια άλλη στην επιφάνεια της Σελήνης ζυγίζονται και προκύπτει και για τις δύο το ίδιο βάρος. Ποια από τις δύο πέτρες έχει μεγαλύτερη μάζα;»

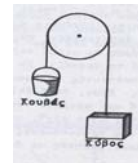


Σχήμα 11. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 10

Με βάση τις απαντήσεις (σχήμα 11) το 19% πιστεύει πως η πέτρα στην επιφάνεια της Γης έχει μεγαλύτερη μάζα, το 15% και οι δύο πέτρες έχουν την ίδια μάζα, ενώ σωστή απάντηση έδωσε το 66% θεωρώντας πως η πέτρα στην επιφάνεια της Σελήνης έχει την μεγαλύτερη μάζα.

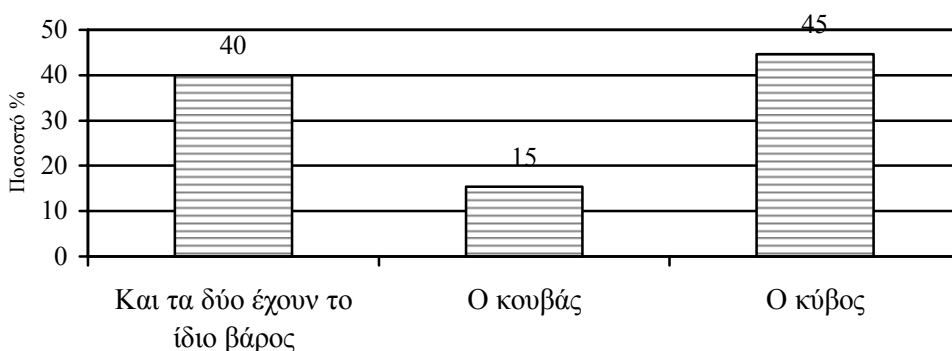
Με μια πρώτη ματιά και με βάση τις απαντήσεις στο ερώτημα 9, φαίνεται πως οι φοιτητές ξεχωρίζουν την διαφορά μεταξύ μάζας και βάρους, σε επίπεδο ορισμού. Οι απαντήσεις τους, όμως στο ερώτημα 10, ανατρέπουν μερικώς την αρχική εντύπωση και αναδεικνύουν τον μηχανιστικό τρόπο με τον οποίο οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις έννοιες.

Αδυναμία διαχωρισμού των εννοιών μάζας και βάρους διαπιστώνεται στις απαντήσεις της επόμενης ερώτησης:



**ΕΡΩΤΗΣΗ 11:** «Ο κουβάς και ο κύβος στο διπλανό σχήμα, έχουν ίσες μάζες, αλλά αιωρούνται (ισορροπούν) σε διαφορετικά ύψη πάνω από το πάτωμα. Ποιο από τα δύο έχει μεγαλύτερο βάρος;».

Σύμφωνα με τη Φυσική, η παραπάνω περίπτωση είναι κατάσταση «ασύμμετρης» ισορροπίας, για την οποία η συνισταμένη δύναμη είναι μηδέν.



Σχήμα 12. Η κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην Ερώτηση 11

Οι απαντήσεις των φοιτητών είναι πράγματι εντυπωσιακές (σχήμα 12). Το 40% υποστηρίζει σωστά πως τόσο ο κύβος όσο και ο κουβάς θα έχουν το ίδιο βάρος, το 15% ο κουβάς και το 45% ο κύβος. Οι λανθασμένες απαντήσεις κυμαίνονται σε ποσοστό το 60%. Οι φοιτητές θεωρούν ότι ενεργεί συνισταμένη δύναμη διάφορη του μηδενός, ίδιου «προσανατολισμού» με το παρατηρούμενο αποτέλεσμα, η οποία και το δικαιολογεί. «Προσανατολισμός» του αποτελέσματος στην παραπάνω περίπτωση είναι η θέση του



σώματος σε υψηλότερο ή χαμηλότερο σημείο σε σχέση με το έδαφος. Φαίνεται, δηλαδή, να αγνοούν την ισορροπία, παρατηρώντας μόνο τα ορατά χαρακτηριστικά (Κουμαράς κ.α. 1994). Ανάλογα ευρήματα έχουν δημοσιευθεί παλαιότερα (Gunstone and White, 1981) σε διεθνές επίπεδο.

### Συμπεράσματα

Ανακεφαλαιώνοντας τα αποτελέσματα της εμπειρικής έρευνας, μπορεί να διαπιστωθεί ότι ένας πολύ σημαντικός αριθμός φοιτητών, διατηρεί τις παρανοήσεις για τις έννοιες της Μηχανικής, τις οποίες δεν μπόρεσαν να τις τροποποιήσουν στο σχολείο.

Γενικά, οι απαντήσεις των φοιτητών στην παρούσα έρευνα, όπως και άλλες παρόμοιες έρευνες εμφανίζουν δύο γνώριμα χαρακτηριστικά, που διακρίνονται και στις αντιλήψεις των μαθητών όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης σε έννοιες της Φυσικής. Στηρίζονται αφενός σε δικά τους νοητικά σχήματα που έχουν διαισθητικό ή εμπειρικό χαρακτήρα και αφετέρου σε επιστημονικές γνώσεις που αποκόμισαν από τη διδασκαλία, οι οποίες έχουν αποφέρει σύγχυση αυτών των εμπειριών. Επειδή όμως πρόκειται για φοιτητές, δηλαδή για άτομα που έχουν περάσει από όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης το χαρακτηριστικό που επικρατεί είναι το δεύτερο, δηλαδή οι αντιλήψεις τους, έχουν διαμορφωθεί στα χρόνια της εκπαίδευσής τους, με γνώσεις από το επιστημονικό μοντέλο (Κώτσης, 2002).

Αναδεικνύεται από την έρευνα αυτή, ότι οι εσφαλμένες αντιλήψεις των μαθητών παραμένουν σε μεγάλο βαθμό καθ' όλη τη διάρκεια της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, χωρίς να γίνεται προσπάθεια, όπου απαιτείται, εννοιολογικής αλλαγής, σύμφωνα με το εποικοδομητικό μοντέλο μάθησης και διδασκαλίας της φυσικής. Αν αναλογισθεί κανείς ότι οι φοιτητές, οι οποίοι ερωτήθηκαν, είναι οι μαθητές, οι οποίοι ασχολήθηκαν περισσότερο με το γνωστικό αντικείμενο της φυσικής, για να εισαχθούν στο Πανεπιστήμιο, τότε σίγουρα εξάγεται το συμπέρασμα, ότι η πραγματική εικόνα στο σύνολο των μαθητών, είναι πολύ χειρότερη από ότι παρουσιάζεται σε αυτήν την εργασία.

Τέλος θεωρούμε ότι θα πρέπει να γίνει σοβαρή προσπάθεια από όλους τους φορείς της εκπαίδευσης, ώστε και στη χώρα μας να εφαρμοσθεί μια σύγχρονη μέθοδος διδασκαλίας της φυσικής στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση και να μην συνεχίζεται η γνωστή παραδοσιακή διδασκαλία, η οποία έχει αποδειχτεί ότι δεν μπορεί να επιφέρει εννοιολογικές αλλαγές στις παρανοήσεις των μαθητών. Επίσης πιστεύουμε ότι οι εκπαιδευτικοί της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, πριν τη διδασκαλία τους, θα πρέπει να λάβουν σοβαρά υπόψη τους το γνωστικό υπόβαθρο των φοιτητών τους.

### Βιβλιογραφία

- Κουλαΐδης, Β., (1994), Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου, Εκδ. Gutenberg, Αθήνα.
- Κουμαράς, Π., Καριώτογλου, Π., και Ψύλλος Δ., (1994) «Αιτιακοί Συλλογισμοί των Μαθητών: Η Περίπτωση της Μηχανικής», Σύγχρονη Εκπαίδευση, Τ 79,
- Κώτσης, Κ., (2002), «Κοινά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. για τις δυνάμεις του βάρους, της τριβής, της άνωσης των υγρών και της αντίστασης του αέρα», Θέματα στην Εκπαίδευση 3:2-3, 201-211
- Κώτσης, Κ., (2003), Διαμόρφωση των αντιλήψεων φοιτητών Π.Τ.Δ.Ε. στην έννοια της τριβής, από την εικονογράφηση της, σε Πανεπιστημιακά συγγράμματα Φυσικής Επιστημονική Επετηρίδα ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, 16, 103-115,
- Τσαπαρλής, Γ., (1991), Θέματα Διδακτικής Φυσικής και Χημείας στη Μέση Εκπαίδευση, Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
- Brown, D. E., (1989), Students' concept of force: The importance of understanding Newton's third law. Physics Education. 24 (11), 353-358.

- Clement, J., (1982), Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*. 50 (1), 66-71.
- Driver, R., Guesne, E., and Tiberghien, A., (1993). Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες. Ελληνική μετάφραση, έκδοση της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών και Τροχαλίας. Αθήνα.
- Gunstone, R. F., (1987), Student understanding in mechanics: A large population survey. *American Journal of Physics*. 55 (8), 691-696.
- Gunstone, R., F. & White R., (1981), Understanding of Gravity. *Science Education*. 65 (3), 291-299.
- Levin, J.R., Anglin, G.J. and Carney, R.N., (1987), On empirically validating functions of pictures in prose, In D. Willows and H. Houghton (Eds), *The Psychology of Illustration*, Springer-Verlag, Vol 1: Basic Research, 51-85.
- Trowbridge, D. E., McDermott, L. C., (1980), Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American Journal of Physics* 48 (12), 1020-1028.
- Trowbridge, D. E., McDermott, L. C., (1981), Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American Journal of Physics*. 49 (13), 242-253.
- Viennot, L., (1979), Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics. *European Journal of Science Education*. 1 (2), 205-221.