

## Βλέπω τη φυσική μέσα στις αθλητικές δραστηριότητες

(από την έννοια της <<αδράνειας>> στο λύγισμα των άκρων κατά το τρέξιμο)

Ηλίας Καλογήρου, Φυσικός, Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Υπεύθυνος Εργαστηριακού Κέντρου Φυσικών Επιστημών (ΕΚΦΕ) Ηλείας

Σημείωση: Η εργασία αυτή παρουσιάστηκε σε καθηγητές Φυσικής Αγωγής της ΔΔΕ Ανατολικής Αττικής στις 25/9/2015 κατά τη διάρκεια του επιμορφωτικού προγράμματος διδασκαλίας των διδακτικών αντικειμένων του αναλυτικού προγράμματος Φυσικής Αγωγής, με την εποπτεία της Σχολικής Συμβούλου Φυσικής Αγωγής Ανατολικής Αττικής Δρος Νέλλης Αρβανίτη.

### 1) Στόχοι

- α) Ανάδειξη της διαθεματικότητας ανάμεσα στα μαθήματα Γυμναστικής και Φυσικής.
- β) Παρουσίαση διδακτικού σεναρίου όπου καλλιεργείται η αλληλεπίδραση μεταξύ διδάσκοντος και διδασκομένων, ο εντυπωσιασμός των διδασκομένων, η διατύπωση υποθέσεων και η σχεδίαση πειραματικής διαδικασίας, η κριτική σκέψη, η λήψη αποφάσεων και η εξαγωγή συμπερασμάτων.
- γ) Σύνδεση της σχολικής γνώσης με τα φαινόμενα της καθημερινότητας

### 2) Διδακτικό σενάριο

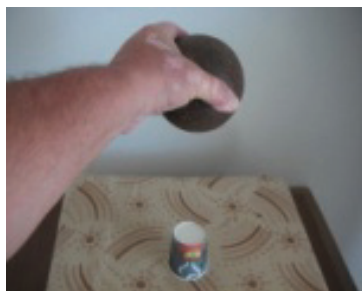
#### α) Η αδράνεια στην ευθύγραμμη κίνηση.

Η αδράνεια είναι η ιδιότητα της ύλης κατά την οποία τα υλικά αντικείμενα αντιστέκονται στη μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης και τείνουν να διατηρήσουν σταθερή τη ταχύτητά τους εφόσον δεν υπάρχει εξωτερική δύναμη για να προκαλέσει τη μεταβολή αυτή (κατά κάποιο τρόπο η ύλη παρουσιάζει μια <<τεμπελιά>> όταν την <<ενοχλούμε>> θέλοντας να της αλλάξουμε τη κινητική κατάσταση). Μάλιστα η αδράνεια είναι μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του αντικειμένου και όσο πιο γρήγορα γίνεται η μεταβολή. Έτσι όταν πλένουμε τα χέρια μας και τα τινάζουμε, θέτουμε τις σταγόνες του νερού σε κίνηση. Αν μετά το τίναγμα σταματήσουμε απότομα τα χέρια, οι σταγόνες συνεχίζουν να κινούνται λόγω αδράνειας (δεν υπάρχει κάποιο αίτιο να τις σταματήσει) κι έτσι απομακρύνονται από τα χέρια μας. Αν χτυπήσουμε με σφυρί μια σφαίρα τεσσάρων κιλών του σφαιροβόλου που στηρίζεται πάνω σε ένα χάρτινο κυπελλάκι του καφέ (εικόνα 1), θα δούμε ότι το κυπελλάκι δεν υποχωρεί (η μεγάλη αδράνεια της σφαίρας εμποδίζει το ξεκίνημά της έστω κι αν χτυπιέται με ένα σφυρί). Εάν παράλληλα κρατήσουμε στη παλάμη μας τη σφαίρα αυτή και κάποιος χτυπάει το σφυρί πάνω στη σφαίρα, θα διαπιστώσουμε ότι είναι ανεπαίσθητη η δύναμη που μεταφέρεται από τη σφαίρα στο χέρι μας, πέραν της δύναμης που ασκεί λόγω βάρους.



Εικόνα 1

Αν τώρα η ίδια σφαίρα αφηθεί από κάποιο ύψος να πέσει πάνω στο ίδιο κυπελλάκι (εικόνα 2), τότε η σφαίρα λόγω μεγάλης αδράνειας, όταν φτάσει στο κυπελλάκι, δεν μπορεί να σταματήσει κι έτσι το συνθλίβει (εικόνα 3)



Εικόνα 2



Εικόνα 3

Το άθικτο κυπελλάκι και το συμπιεσμένο είναι αποτέλεσμα της ίδιου αιτίου: της μεγάλης αδράνειας της σφαίρας.

### β) Η αδράνεια στη περιστροφή

Το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ύλης να αντιστέκεται στη μεταβολή της κινητικής κατάστασης εμφανίζεται ακόμη και στην περίπτωση όπου έχουμε περιστροφή του αντικειμένου γύρω από κάποιο άξονα π.χ. περιστροφή του ποδιού κατά τη βάδιση και το τρέξιμο γύρω από άξονα που διέρχεται από την άρθρωση του ισχίου, η περιστροφή του χεριού γύρω από άξονα που διέρχεται από την άρθρωση του ώμου, η περιστροφή της χορεύτριας γύρω από κατακόρυφο άξονα στο καλλιτεχνικό πατινάζ, η περιστροφή του δύτε κατά τη κατάδυση, η περιστροφή του αυγού γύρω από τον άξονά του για να βρεθεί αν είναι ωμό ή βρασμένο και πολλά άλλα.

Για να εξηγήσουμε την αδράνεια στη περίπτωση αυτή χρησιμοποιούμε την πιο κάτω πειραματική διάταξη. Από το πάνω μέρος ενός κεκλιμένου επιπέδου αφήνουμε την ίδια στιγμή δύο πανομοιότυπους δίσκους (εικόνα 4). Κατά τη διάρκεια της καθόδου παρατηρούμε ότι οι δίσκοι, περιστρεφόμενοι γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο τους, κατέρχονται με την ίδια ταχύτητα και φτάνουν την ίδια στιγμή στο κάτω μέρος του κεκλιμένου επιπέδου (εικόνα 5).



Εικόνα 4



Εικόνα 5

Ξεβιδώνουμε τη κεντρική βίδα του κάθε δίσκου οπότε ο δίσκος διαχωρίζεται σε δύο όμοια τμήματα. Σε κάθε δίσκο βάζουμε τέσσερις όμοιες μεταλλικές σφαίρες σε κατάλληλες θέσεις. Όμως στον ένα δίσκο οι σφαίρες τοποθετούνται κοντά στο κέντρο ενώ στον άλλον τοποθετούνται κοντά στη περιφέρεια (εικόνα 6). Κλείνουμε με τη βίδα τους δίσκους και επαναλαμβάνουμε το πείραμα με το κεκλιμένο επίπεδο. Παρατηρούμε τώρα ότι ο δίσκος που έχει τις μεταλλικές σφαίρες κοντά στο κέντρο φτάνει γρηγορότερα στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου (εικόνα 7). Άρα κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα απ' ότι ο άλλος.



Εικόνα 6



Εικόνα 7

Με άλλα λόγια παρατηρείται κάποια βραδύτητα (ή αντίσταση) στην έναρξη και την εξέλιξη της περιστροφής όταν τμήματα του σώματος απέχουν περισσότερο από τον άξονα περιστροφής. Ένα μέτρο αυτής της αντίστασης είναι η ροπή αδράνειας.

#### Σημείωση

Ένα σώμα θα έχει μεγάλη ροπή αδράνειας όταν τμήματα του σώματος απέχουν περισσότερο από τον άξονα περιστροφής. Π.χ. η χορεύτρια στο καλλιτεχνικό πατινάζ που περιστρέφεται γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το κέντρο βάρους της έχει μεγαλύτερη ροπή αδράνειας όταν εκτείνει τα χέρια της.

#### γ)Γιατί όταν τρέχουμε λυγίζουμε τα πόδια μας;

Όπως είπαμε , κατά τη βάρδια κάθε πόδι περιστρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από την άρθρωση του ισχίου. Όταν θέλουμε να τρέξουμε θα πρέπει η περιστροφή του ποδιού μπρος-πίσω να γίνεται γρήγορα ή με άλλα λόγια να υπάρχει μικρή αντίσταση στην εξέλιξη της κίνησης. Αυτό το πετυχαίνουμε μειώνοντας τη ροπή αδράνειας του ποδιού με το λύγισμα. Το τμήμα του ποδιού από το γόνατο και κάτω πλησιάζει τον άξονα περιστροφής κι έτσι η περιστροφή γίνεται γρηγορότερα. Στο πλαίσιο του εντυπωσιασμού του ακροατηρίου μας, έχουμε κατασκευάσει ομοίωμα των ποδιών του ανθρώπου παίρνοντας τα κάτω άκρα από το μοντέλο του ανθρώπινου σκελετού (εικόνα 8). Μέσω ενός σπάγκου το ένα πόδι είναι μόνιμα λυγισμένο. Αν απομακρύνουμε κατά την ίδια γωνία τα δύο πόδια , παρατηρούμε ότι το λυγισμένο περιστρέφεται γρηγορότερα.



Εικόνα 8

Μπορούμε τώρα να θέσουμε ερωτήσεις όπως γιατί ο αθλητής του βάδην δεν μπορεί να αναπτύξει μεγάλη ταχύτητα ή γιατί οι αιωρήσεις των ψηλών ποδιών της καμηλοπάρδαλης είναι πιο αργές από τις αντίστοιχες ενός πεκινουά.

δ) Γιατί όταν τρέχουμε λυγίζουμε τα χέρια μας;

Κατά τη βάδιση όταν το αριστερό πόδι προβάλλει τότε το αριστερό χέρι πηγαίνει προς τα πίσω. Συγχρόνως όταν το δεξί πόδι πηγαίνει προς τα πίσω, το δεξί χέρι πηγαίνει μπροστά. Με αυτό τον τρόπο το σώμα μας διατηρεί την ισορροπία του. Η ισορροπία αυτή πρέπει να διατηρείται και στη περίπτωση του τρεξίματος. Για να παρακολουθούν τα χέρια τις γρήγορες περιστροφές των ποδιών πρέπει να λυγίσουν ώστε να μειωθεί η ροπή αδράνειας τους ως προς τον άξονα περιστροφής που διέρχεται από την άρθρωση των ώμων. Επομένως και τα χέρια κινούνται μπρος πίσω με τον ίδιο ρυθμό με αυτό των ποδιών (εικόνα 9, όπου ο <<Δρομέας>> του Βαρώτσου δεν θα αισθανόταν άνετα κατά το τρέξιμο καθώς τεντώνει τα χέρια προς τα πίσω).

Σημείωση: Για λόγους ισορροπίας οι κόττες κατά τη βάδιση κινούν μπρος –πίσω το κεφάλι με το λαιμό.

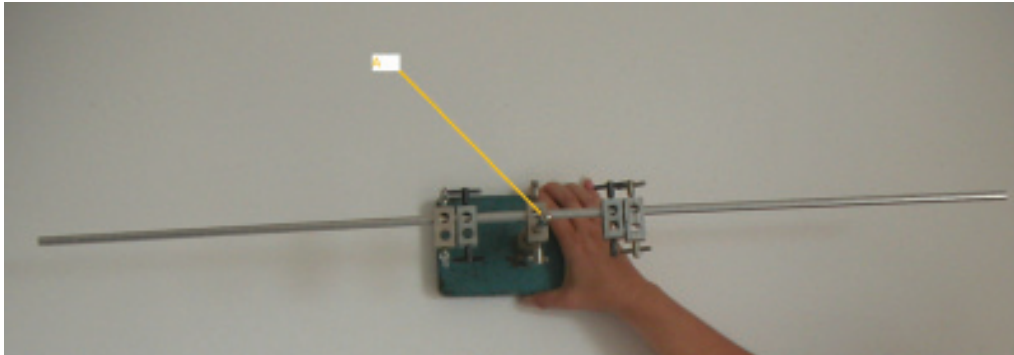


Εικόνα 9 (Φωτογραφία Associated Press)

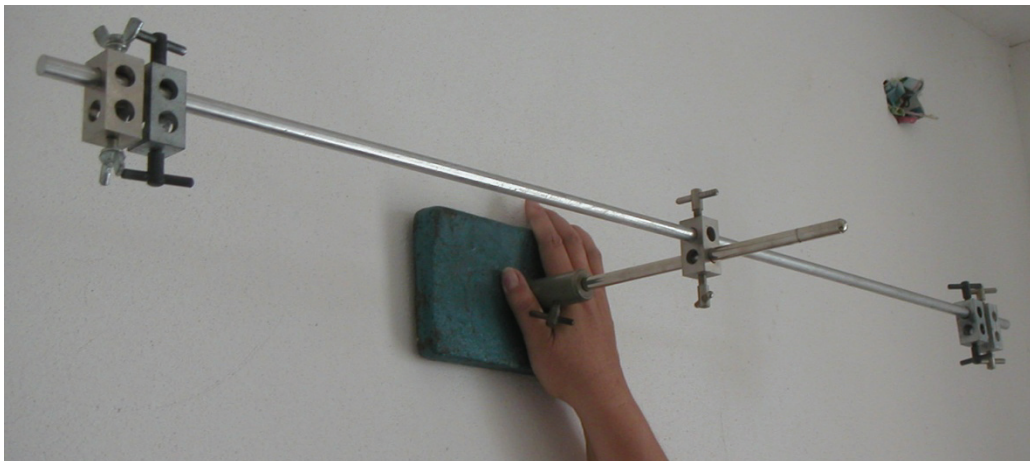
ε) Σχοινοβάτης

Προκειμένου να εξηγήσουμε το ρόλο της μακριάς και βαριάς ράβδου που κρατά ο schoiνοβάτης εκτελούμε το ακόλουθο πείραμα. Σε μια οριζόντια ράβδο που μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το μέσον της έχουμε στερεώσει δύο βαρίδια αριστερά και δύο

δεξιά σε ίσες αποστάσεις από το μέσον της. Αν δοκιμάσουμε να περιστρέψουμε τη ράβδο γύρω από τον άξονά της στο σημείο A (εικόνα 10) θα αισθανθούμε κάποια δυσκολία. Αν όμως οι μάζες απομακρυνθούν κι άλλο από το μέσον της ράβδου, τότε η δυσκολία περιστροφής αυξάνεται κατά πολύ (εικόνα 11).



Εικόνα 10



Εικόνα 11



Προφανώς στη δεύτερη περίπτωση η ροπή αδράνειας της ράβδου έχει μεγαλώσει και επομένως εμφανίζεται μεγαλύτερη αντίσταση κατά τη περιστροφή της. Έτσι η ράβδος του σχοινοβάτη είναι μεγάλου μήκους και βαριά ώστε να έχει μεγάλη ροπή αδράνειας και να αποφεύγεται η ανατροπή (εικόνα 12).

Εικόνα 12 Η μεγάλη στιγμή που ο Φίλιπ Πετίτ περπατά ανάμεσα στους δύο Πύργους - Φωτογραφία: AP



Όμοια για την αποφυγή της ανατροπής φέρνει τα χέρια του στην έκταση ο αθλητής πάνω στη δοκό.

### **3)Βιβλιογραφία**

- 1) Μάζης Ε. Αλκίνοος : Φυσική, Μηχανική-Ακουστική (τόμος 1<sup>ος</sup>), Βιβλιοπωλείον της <<ΕΣΤΙΑΣ>>, Αθήνα , 1965
- 2) Γκοτζαρίδης Β. Χρήστος: Κάνω γυμναστική και μαθαίνω φυσική, εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2001
- 3) Gerardo Giordano: The Physics of Warfare, The Physics Teacher, vol. 53, March 2015

### **4)Αναφορές στο διαδίκτυο**

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=i6bbI06nQss> (από το κανάλι tasosne του Τάσου Νέζη στο youtube)
- 2)Ισορροπία και οικονομία: Γιατί τα χέρια μας πηγαينوέρχονται όταν τρέχουμε . Δημοσίευση στο in.gr στις 17/7/2015 (Βαγγ. Πρατικάκης, ΔΟΛ)
- 3)<http://www.kathimerini.gr/832682/article/epikairothta/kosmos/o-sxoinovaths-twn-didymwn-pyrgwn>