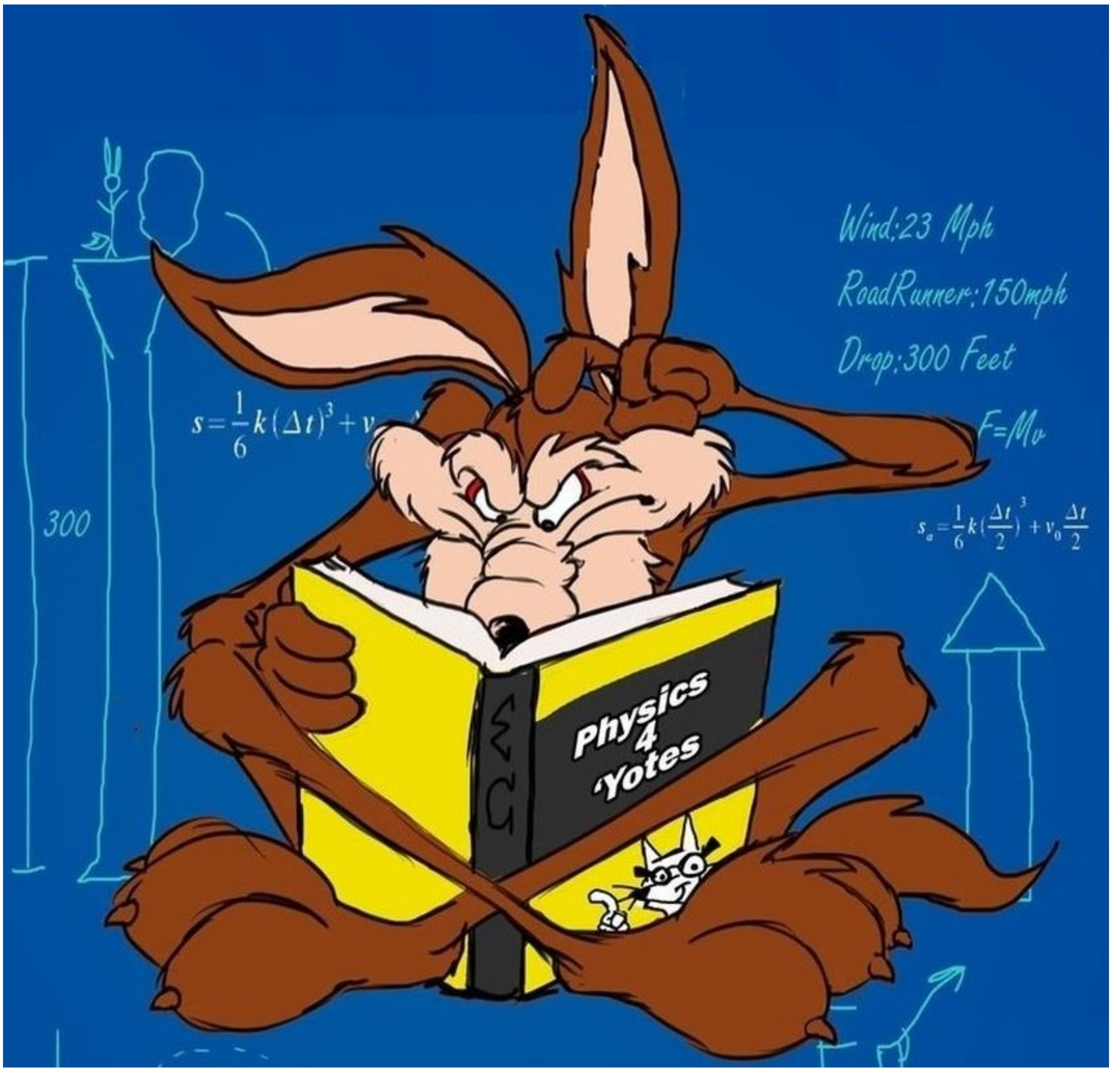


Οι σημειώσεις αυτές «υποστηρίζουν» το μάθημα της Φυσικής διδάσκοντας Μηχανική στο λύκειο. Προφανώς οι διδακτικές παρεμβάσεις δεν είναι μονοσήμαντες και ο κάθε διδάσκων/σουσα προσθέτει τη δικιά του πινελιά στην καθημερινή εκπαιδευτική πράξη. Ο υποφαινόμενος απλά καταθέτει την δική του άποψη για κάποια γνωστικά αντικείμενα της Μηχανικής μέσα από την πολύχρονη εμπειρία του στον πίνακα και το εργαστήριο. Ναι το εργαστήριο! (το συνήθως κλειδωμένο)!

Καλό ταξίδι λοιπόν στη μεγάλη πρόκληση διδασκαλίας της Φυσικής. Η Ιθάκη της κατανόησης από τους μαθητές μας, φαντάζει ακόμη μακριά.

Βασίλης Παππάς – ΓΕΛ Καλαμπάκας

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΗ

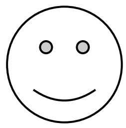
(εισαγωγικό κεφάλαιο)

Βοήθημα που αποσκοπεί στο να μην ξαναενοχλήσετε τους φυσικούς για μονάδες, τριγωνομετρικές σχέσεις, διανύσματα, γραφικές παραστάσεις κλπ.

Μετατροπές μονάδων

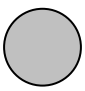
Μήκος s	$1\ m = 10^2\ cm = 10^3\ mm = 10^{-3}\ Km$ $1\ cm = 10^{-2}\ m$
Εμβαδόν S ή A	$1\ m^2 = 10^4\ cm^2 = 10^6\ mm^2$ $1\ cm^2 = 10^{-4}\ m^2$
Όγκος V	$1\ m^3 = 10^3\ L = 10^6\ cm^3$ (ml) $1cm^3 = 1\ ml = 10^{-6}\ m^3$ $1\ ml = 10^{-3}\ L$ $1\ L = 10^{-3}\ m^3$
Μάζα M	$1\ Kg = 10^{\ 3}\ g = 6{,}23.10^{26}$ amu (πυρηνική φυσική) $1\ g = 10^{-3}\ Kg$
Πυκνότητα ρ	$1\ Kg/m^3$ 1 g/ml
Δύναμη F	1 Kp = 9,81 N

Πολλαπλάσια	**Υποπολλαπλάσια**
$1\ K : 10^3$	$1\ m : 10^{-3}$
$1\ M : 10^6$	$1\ μ : 10^{-6}$
$1\ G : 10^9$	$1\ n : 10^{-9}$
$1\ T : 10^{12}$	$1\ p : 10^{-12}$



Θεμελιώδεις γνώσεις από τη γεωμετρία και την τριγωνομετρία

<u>ΚΥΚΛΟΣ</u>

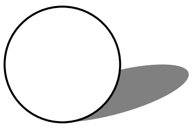


περιφέρεια : $L = 2π.r = π.Δ$

εμβαδόν : $S = π\ r^2 = π\ δ^2/4$

επίκεντρη γωνία $φ = S_{τόξο} / r$ (rad)

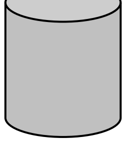
<u>ΣΦΑΙΡΑ</u>



Επιφάνεια σφαίρας : $S = 4π.r^2$

όγκος σφαίρας : $V = 4/3\ π\ r^3$

<u>ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ</u>

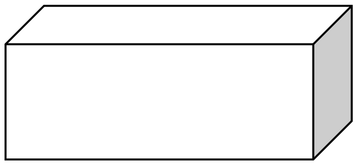


Επιφάνεια : $S = 2π.r^2 + H.\ 2π.r$

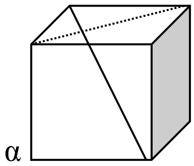
όγκος : $V = (π.r^2).\ H$

ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΠΙΠΕΔΟ

Όγκος : α. β. γ



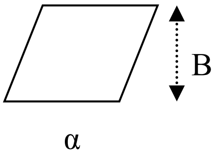
ΚΥΒΟΣ



Διαγώνιος πλευράς : $α.\sqrt{2}$

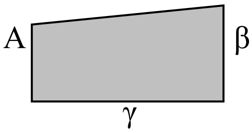
διαγώνιος στο χώρο : $α.\sqrt{3}$

ΟΡΘΟΓΩΝΙΟ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΓΡΑΜΜΟ



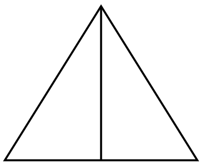
εμβαδόν : S = α. β

ΤΡΑΠΕΖΙΟ

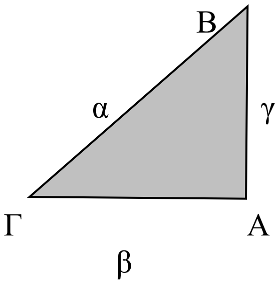


εμβαδόν : S = (α+β)/2 . γ

ΤΡΙΓΩΝΟ



Εμβαδόν τριγώνου : Σ = ½ βάση . ύψος



ημΓ = γ/α , απέναντι : γ = α.ημΓ

συνΓ = β/α , προσκείμενη : β = α.συνΓ

εφΓ = γ/β

Βασικές τριγωνομετρικές σχέσεις

$ημ^2χ + συν^2χ = 1$

εφχ . σφχ = 1

ημ2χ = 2ημχ.συνχ

$συν2χ = συν^2χ – ημ^2χ = 2συν^2χ – 1 = 1 – 2ημ^2χ$

$εφ2χ = 2εφχ / (1-εφ^2χ)$

Νόμος ημιτόνων : α/ημΑ = β/ημΒ = γ/ημΓ = 2R

Νόμος συνημιτόνων : $\alpha^2 = \beta^2 + \gamma^2 - 2.\beta.\gamma.\sigma\upsilon\nu A$

Τριγωνομετρικοί αριθμοί αθροίσματος

ημ(α+β) = ημα.συνβ + ημβ.συνα
ημ(α-β) = ημα.συνβ - ημβ.συνα
συν (α+β) = συνα.συνβ – ημα.ημβ
συν (α-β) = συνα.συνβ + ημα.ημβ

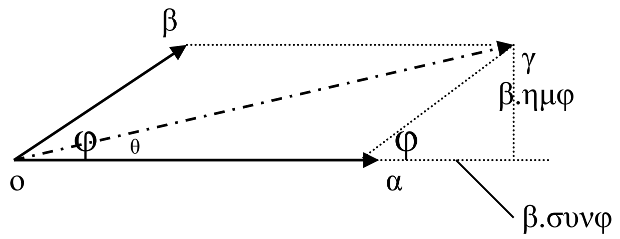
Βασικές τριγωνομετρικές εξισώσεις

ημχ = ημα χ = 2κπ + α
χ = (2κ+1)π – α

συνχ = συνα χ = 2κπ $\pm$ α

εφχ = εφα χ = κπ + α

Πρόσθεση διανυσμάτων



μέτρο : γ = ($\alpha^2 + \beta^2$ + 2.α.β.συνφ) $^{1/2}$ κατεύθυνση : εφθ = β.ημφ / (α+β.συνφ)

Αφαίρεση διανυσμάτων : Για να αφαιρέσουμε το διάνυσμα β από το α, προσθέτουμε το αντίθετό του :

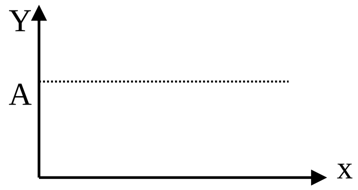
$$\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$$

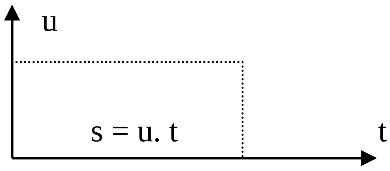
Ιδιότητες φυσικών λογαρίθμων (με βάση το e)

$e^x = a \rightarrow \ln a = x$
$\ln(a.b) = \ln a + \ln b$
$\ln(a:b) = \ln a - \ln b$
$\ln a^x = x.\ln a$
$\ln e^x = x$, $\ln e = 1$, $\ln 1 = 0$, ln0 = δεν ορίζεται
$\ln\sqrt{x} = \ln x^{½} = ½ .\ln x$
$e^{\ln x} = x$
$e^{-\ln x} = 1/x$

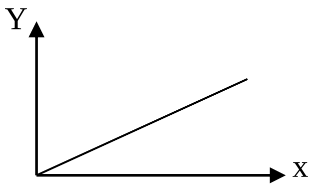
Στοιχειώδεις γραφικές παραστάσεις

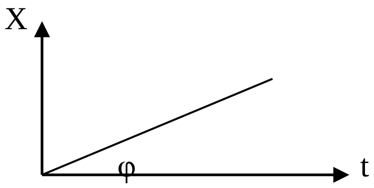
Y = a





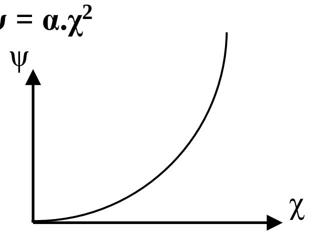
Y = a. x



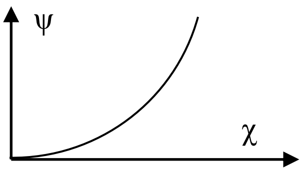


εφφ = u = X / t

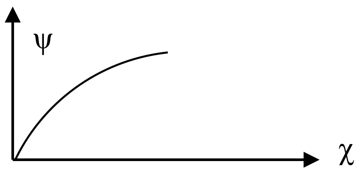
$\psi = \alpha.\chi^2$



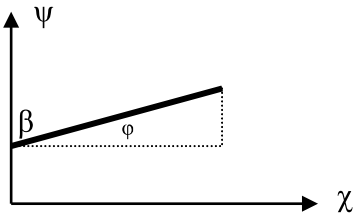
$\psi = \alpha.\chi + \beta.\chi^2$



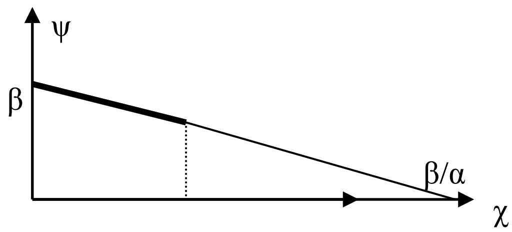
$\psi = \alpha.\chi - \beta.\chi^2$



$\psi = \beta + \alpha.\chi$

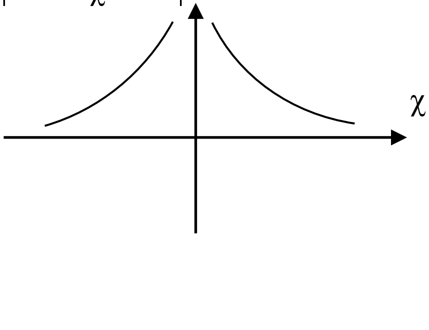


$\psi = \beta - \alpha.\chi$



κλίση : εφφ = Δψ/Δχ

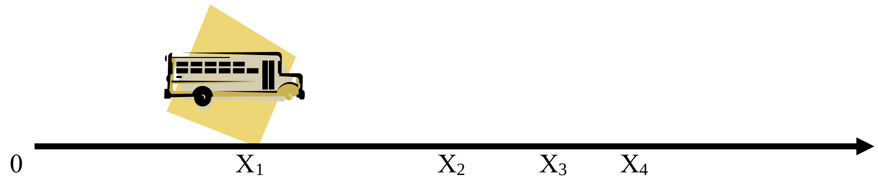
$\psi = \alpha / \chi^2$



Εισαγωγή στην έννοια της θέσης , της μετατόπισης και του διανυόμενου διαστήματος στην ευθύγραμμη κίνηση.

Θέση κινητού (ή υλικού σημείου)

Για να προσδιορίσουμε τη θέση ενός κινητού που βρίσκεται ή κινείται πάνω σε ευθεία γραμμή πρέπει να ορίσουμε μια αρχή (σημείο αναφοράς) για τις μετρήσεις μας. Συνήθως «βολεύει» το καρτεσιανό σύστημα αξόνων.



Μετατόπιση

Η μετατόπιση είναι ένα διάνυσμα που έχει αρχή τη θέση X_1 του κινητού και πέρας τη θέση X_2 .

Πρακτικά η μετατόπιση είναι : $\Delta X = X_2 - X_1$.

Από τον ορισμό της μετατόπισης βλέπουμε ότι η μετατόπιση μπορεί να έχει θετικές ή αρνητικές τιμές.

Θετική μετατόπιση έχουμε όταν $X_2 > X_1$, δηλαδή όταν η συντεταγμένη της τελικής θέσης είναι μεγαλύτερη από εκείνη της αρχικής θέσης.

Αρνητική μετατόπιση έχουμε όταν $X_2 < X_1$, δηλαδή όταν η συντεταγμένη της τελικής θέσης είναι μικρότερη από εκείνη της αρχικής θέσης.

Παραδείγματα……………………………………

Προσοχή. Το κινητό στο παράδειγμά μας μπορεί να ακολούθησε ότι διαδρομή «ήθελε». Π.Χ. από τη θέση X_1 στην X_3 και μετά επέστρεψε στην X_2 . Η μετατόπιση από τη θέση X_1 μέχρι τη θέση X_2 είναι πάντοτε:

Μετατόπιση = Τελική Θέση – Αρχική Θέση = $X_2 - X_1$

Διανυόμενο διάστημα (συνολική απόσταση)

Στο παραπάνω παράδειγμα το $S_{ολ} = S_1 + S_2 + S_3$ = η περιπέτεια του κινητού στο χώρο, ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό των αξόνων.

Χρονική στιγμή – χρονική διάρκεια.

Η χρονική στιγμή αντιστοιχεί στην ένδειξη του ρολογιού ή του χρονομέτρου (ένα τικ).

Η θέση ενός κινητού αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Προσοχή !!! Η ίδια χρονική στιγμή αντιστοιχεί σε μια και μόνο θέση, ενώ μια θέση μπορεί να αντιστοιχεί σε δύο χρονικές στιγμές κίνησης του κινητού. Στον άξονα Καλαμπάκα Τρίκαλα μια χρονική στιγμή αντιστοιχεί στην θέση «Βασιλική» καθώς το κινητό κατευθύνεται προς Τρίκαλα, και η άλλη χρονική στιγμή στη θέση «Βασιλική» επιστρέφοντας.

Η χρονική διάρκεια καταγράφει το συμβάν (γεγονός) μεταξύ δύο χρονικών στιγμών.

Η μετατόπιση αναφέρεται πάντοτε σε χρονική διάρκεια (χρονικό διάστημα).

Οι κινήσεις συνήθως αναφέρονται σε χρονική διάρκεια με $\Delta t = t_2 - t_1$.

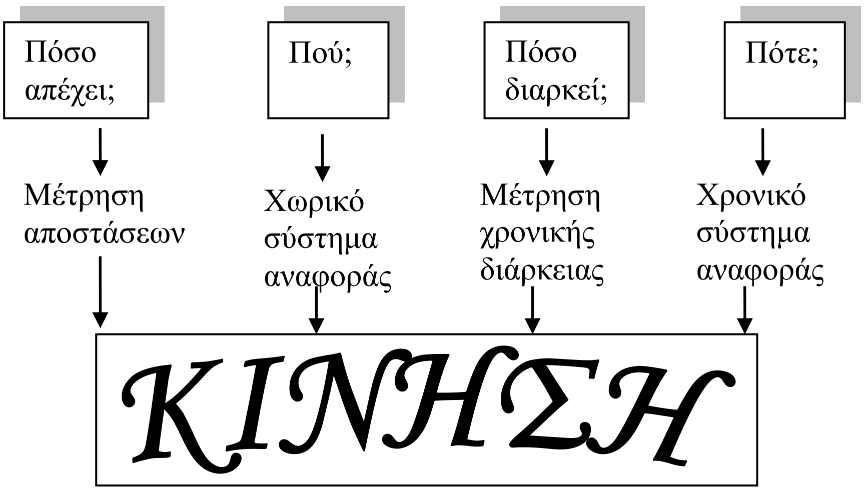
Σε κινήσεις : $\Delta t = t - t_0 = t$, αν $t_0 = 0$ s .

Ο χώρος ο χρόνος και η κίνηση

Η μύγα και ο Καρτέσιος

Ξαπλωμένος στο κρεβάτι του, όπως συνήθιζε, παρατηρούσε μια μύγα που πέταγε μέσα στο δωμάτιο. Αναζητώντας έναν τρόπο με τον οποίο θα μπορούσε να προσδιορίζει τη θέση της σε κάθε χρονική στιγμή, συνέλαβε την ιδέα ότι η θέση της μύγας θα μπορούσε να δίνεται με τρεις αριθμούς. Τις τρεις αποστάσεις από τα επίπεδα των δύο προσκείμενων τοίχων και το επίπεδο του ταβανιού.

Τα τέσσερα βασικά ερωτήματα



Ιχνηλασία της κίνησης

Το φύλο καθώς πέφτει (φθινόπωρο γαρ) προς το άνυδρο έδαφος ακολουθεί μια διαδικασία κίνησης.

Μπορούμε να την περιγράψουμε;

Με ποιητικούς όρους πιθανόν, με όρους κλασσικής φυσικής όχι.

Σε αντίθεση με το φύλο η πτώση μιας κιμωλίας είναι με όρους επιστημονικής πρακτικής ποιο εύκολο να περιγραφεί. Η μελέτη μιας κίνησης έχει ανάγκη από ίχνη.

Η όλη δραστηριότητα μας φέρνει στο νου τα ίχνη που αφήνουν στην άμμο οι βηματισμοί ενός περιπατητή δίπλα στη θάλασσα λίγο πριν τα σβήσει το επερχόμενο κύμα. ΄Η τα ίχνη των συμπυκνωμένων καυσαερίων των αεροπλάνων.

Είναι επιβεβλημένο να καταγράψουμε το ίχνος της κίνησης με τον ηλεκτρικό χρονομετρητή και τη χαρτοταινία ώστε να δώσουμε στους μαθητές μας κάτι πιο χειροπιαστό από την αφηρημένη έννοια της τροχιάς.

<u>Περιγραφή</u> της κίνησης = θέση + χρονική διάρκεια

***<u>Αποτύπωμα</u>* της κίνησης στο χώρο = τροχιά - σύστημα αναφοράς**

<u>Πρόβλεψη</u> μιας κίνησης στο μέλλον = εξισώσεις κίνησης : X=f (t)

Το επόμενο βήμα είναι να εισάγουμε το μαθητή στα αλγεβρικά πρόσημα!!!

Είναι σημαντικό να καθοδηγήσουμε τους μαθητές να κατανοήσουν πως εμφανίζονται για πρώτη φορά τα αλγεβρικά πρόσημα στη φυσική. Η χημεία και η βιολογία δεν έχουν ανάγκη τέτοιων μαθηματικών προσεγγίσεων!!!

΄Οσο προφανές κι αν είναι για μας ότι τα πρόσημα εμφανίζονται εξαιτίας της σύνδεσης της ευθείας των αριθμών με την κλίμακα των θέσεων, οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονται αυτό το γεγονός ούτε το διατυπώνουν με σαφήνεια αυτόματα. Πρέπει να τους καθοδηγήσουμε να ανακαλύψουν ότι το πρόσημο της ταχύτητας προσδιορίζεται από τη μετατόπιση Δx ενώ το Δt είναι εξαρχής και ΠΑΝΤΟΤΕ θετικό. Πρέπει να κατανοούν ότι το πρόσημο στο Δx εμφανίζεται γιατί εμείς αποφασίσαμε να εισάγουμε την προσανατολισμένη ευθεία των αριθμών. Οι περισσότεροι μαθητές δεν διακρίνουν ότι η εν λόγω ερμηνεία είναι προσωπική μας υπόθεση. Απομνημονεύουν την ερμηνεία των προσήμων ως κάποιο νέο κανόνα που υπάρχει στα βιβλία, ή επιβάλλεται από τον καθηγητή, χωρίς να εξετάζουν την προέλευσή τους. Η έλλειψη βαθύτερης επίγνωσης εμποδίζει σχεδόν ολοκληρωτικά την ερμηνεία και κατανόηση του προσήμου του Δυ, συνεπώς η τυφλή και άκριτη απομνημόνευση συνεχίζεται.

Ταυτότητα ταχύτητας

Πόσο ;
«γρηγοράδα»: (speed)
ταχύτητα καθημερινής
γλώσσας

Προς τα πού ;
«στρίβει»
αλλάζει κατεύθυνση

Velocity : ταχύτητα στη γλώσσα της φυσικής

Σε αρκετές περιπτώσεις η γλώσσα της καθημερινότητας αποτελεί τον κυρίαρχο αντίπαλο στη διδακτική της Φυσικής. Οι μαθητές χρησιμοποιούν τη γλώσσα που έχει νόημα γι' αυτούς. Η ταχύτητα της εμπειρίας δεν είναι παρά μια ποσότητα που απαντά στο ερώτημα «πόσο γρήγορα κινείται ένα σώμα». Καθώς μια μοτοσικλέτα παίρνει στροφή με το κοντέρ κολλημένο στα «εκατό χιλιόμετρα», αυτή είναι μια ταχύτητα που παραμένει «σταθερή». Μόνον που οι μαθητές αναφέρονται στη γρηγοράδα – speed που έχει το κινητό, ένα καθαρά ποσοτικό μέγεθος.
Οι καθηγητές και τα βιβλία που μετασχηματίζουν την επιστημονική γνώση σε έγκυρη γνώση σύμφωνη με το Αναλυτικό Πρόγραμμα πρέπει να εισάγουν τους διδασκόμενους το γεωμετρικό στοιχείο «κατεύθυνση» με το οποίο δίνεται η απάντηση στο ερώτημα «προς τα πού κινείται το κινητό» .

Η εισαγωγή της έννοιας «μέση ταχύτητα»

Διατύπωση βιβλίου: Ορίζουμε μέση ταχύτητα το πηλίκο…
Στους περισσότερους μαθητές δημιουργείται η εντύπωση ότι ο όρος «ταχύτητα» είναι κάτι πρωταρχικό, είναι ένα θεμελιώδες μέγεθος , είναι και στην αρχή του βιβλίου!!!

Πρώτα η ιδέα και μετά η ονομασία !!!

Δημιουργούμε την εικόνα της θέσης ενός δρομέα πάνω σε μια προσανατολισμένη ευθεία σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

Ερώτημα: Πως μπορούμε να επινοήσουμε μια μαθηματική σχέση που να συνδέει τη θέση Χ του δρομέα στις αντίστοιχες χρονικές στιγμές;
Αυτό μας παρακινεί να εξετάσουμε το πηλίκο Δx / Δt , με συγκεκριμένα αριθμητικά παραδείγματα της κίνησης του δρομέα και καθοδηγούμε τους μαθητές να υπολογίσουν τα πηλίκα αυτά (μεγάλες τιμές, μικρές τιμές, αλγεβρικές τιμές κλπ.). Αφού, λοιπόν, αναδειχθεί η χρησιμότητα και το νόημα του συγκεκριμένου πηλίκου, θα προχωρήσουμε στην ονοματοδοσία = μέση ταχύτητα

Η προηγούμενη προσέγγιση φέρνει τους μαθητές άμεσα αντιμέτωπους με το ότι οι επιστημονικές έννοιες δεν είναι αντικείμενα που τα «ανακαλύπτει» ο ερευνητής, αλλά αφαιρέσεις που τις επινοεί ή τις ανακαλύπτει η ανθρώπινη ευφυϊα μετά από επίμονο τοκετό.

Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει την παρουσίαση της οικοδόμησης ενός λειτουργικού ορισμού με σαφήνεια.

Από τη μέση ταχύτητα στη στιγμιαία ταχύτητα

…πρέπει να δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να έρχονται σιγά σιγά σε επαφή με τις συγκεκριμένες ιδέες μέσα από μια σειρά πολλών «επεισοδίων» με επαναλήψεις. ΄Ετσι οι μαθητές ξανασυναντούν και επιβεβαιώνουν τις ιδέες αυτές, καθώς προχωρά η μελέτη της κινηματικής. Ελάχιστοι τις αφομοιώνουν την πρώτη φορά που τις συναντούν. ΄Όμως σε κάθε «επεισόδιο», όλο και περισσότεροι ξεπερνούν το εμπόδιο (Arnold B. Arons)

Το κοντέρ του αυτοκινήτου ή ο ταχογράφος είναι ένα καλό παράδειγμα εισαγωγής της νέας έννοιας. Εδώ δεν μπορούμε να κάνουμε θαύματα ειδικά σε επίπεδο β΄ γυμνασίου! Δεν μπορούμε σε μια διδακτική ώρα να περιγράψουμε με επάρκεια το νέο φυσικό μέγεθος, όταν το αντίστοιχο πρόβλημα ταλαιπώρησε την επιστημονική κοινότητα περί τους τέσσερις αιώνες. ΄Ηδη από την εποχή του Γαλιλαίου το ζήτημα της στιγμιαίας ταχύτητας ήταν ένα από τα δύσκολα προβλήματα της εποχής. ΄Ηταν σε χρήση μόνο η λογική της μέσης ταχύτητας που δίνει το ρυθμό μετακίνησης σε μια χρονική διάρκεια. Το πρόβλημα ήταν το «πώς» θα μπορούσε να δημιουργηθεί ένα μέγεθος ικανό να περιγράψει το ρυθμό μετακίνησης σε μια χρονική στιγμή. Λύση που δόθηκε στα τέλη του 17^{ου} αιώνα με την επινόηση της παραγώγου.

Μερικές επισημάνσεις ακόμα!

- Το εργαστήριο και ειδικά ο ηλεκτρικός χρονομετρητής (tiquer timer) είναι απαραίτητο στην κατανόηση των ίσων μετατοπίσεων ανά τικ.
- Οι νέες τεχνολογίες και η χρήση λογισμικών δίνουν πολλές φορές τη δυνατότητα και στον αμελή μαθητή να ενδιαφερθεί για το θέμα (δεν γνωρίζω αν συμβαίνει στον ίδιο βαθμό και για τις μαθήτριες).
- Ας μην μαθηματικοποιούμε τη φυσική και την περιγραφή των φυσικών φαινομένων. Πολλές φορές από την πίεση του χρόνου η λύση ενός προβλήματος στηρίζεται στη χρήση του κατάλληλου μαθηματικού εργαλείου και μόνον, οπότε οι μαθητές επιλύουν ακόμη μια μαθηματική εξίσωση. Η επίλυση ενός προβλήματος στον μαυροπίνακα **ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ** να συνοδεύεται από το κατάλληλο σχήμα.
- Οι διαδοχικές θέσεις ενός κινητού πάνω σε έναν προσανατολισμένο άξονα καλό είναι να συνοδεύονται και από ζωγραφισμένα χρονόμετρα με τους δείκτες σε διακριτές θέσεις, ώστε ο μαθητής να έχει μια πρώτη εποπτεία της εξέλιξης του φαινομένου.
- Οι εναλλακτικές ιδέες / λάθη των μαθητών μας στηρίζονται σε νοητικά σχήματα αριστοτελικής φυσικής και όχι σε αντιλήψεις – προκαταλήψεις που και εμείς οι διδάσκοντες χρησιμοποιούμε (δεν του κόβει και άλλα τέτοια παιδαγωγικά ευτράπελα!). Θα πρέπει **ΠΑΝΤΟΤΕ** να θυμόμαστε ότι το πέρασμα από την αριστοτελική στην νευτώνεια φυσική πραγματοποιήθηκε σε 2000 χρόνια. Εμείς, αλήθεια, πόσες ώρες έχουμε στη διάθεσή μας;

Κίνηση (ένα σύντομο σχέδιο μαθήματος)

Περιγραφή της κίνησης = θέση + χρονική διάρκεια

Αποτύπωμα της κίνησης στο χώρο = τροχιά - σύστημα αναφοράς

Πρόβλεψη μιας κίνησης στο μέλλον = εξισώσεις κίνησης : X=f (t) .

Ταυτότητα ταχύτητας

Πόσο ? - «γρηγοράδα»: ταχύτητα καθημερινής γλώσσας (speed)
Προς τα πού ? «στρίβει» : αλλάζει κατεύθυνση

↓

Velocity : ταχύτητα στη γλώσσα της φυσικής

Κίνηση με σταθερή ταχύτητα

Μετατόπιση : μεταβολή θέσης (σε μια διάσταση). Διανυσματικότητα μεγέθους .
Περιγραφή της κίνησης : εξίσωση θέσης - χρόνου

Πόσο γρήγορα κινείται : μέτρο
Προς τα που : κατεύθυνση

Περιγραφή-ερμηνεία-πρόβλεψη

Εισαγωγή της έννοιας στιγμιαία ταχύτητα

Κίνηση αυτοκινήτου
Τι «δείχνει» το κοντέρ ;

$$\vec{u} = \frac{\Delta\vec{X}}{\Delta t} \quad 1\mathrm{m/s}$$

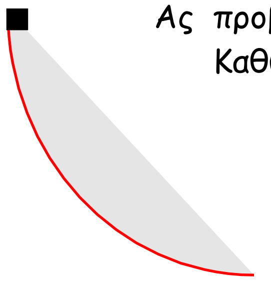
Σε κάθε χρονική στιγμή υπάρχει μία ταχύτητα (μπορεί και διαφορετική) = ρυθμός μεταβολής της θέσης κατά τη στιγμή εκείνη = «γρηγοράδα» στην αλλαγή θέσης .

Ορισμός μέσης ταχύτητας

Η μέση ταχύτητα ως μονόμετρο μέγεθος χρησιμοποιείται στη καθημερινή ζωή, αλλά δεν παρουσιάζει το παραμικρό ενδιαφέρον για την επιστήμη .

Επιτάχυνση ή «πόσο σύντομα αλλάζει το πόσο γρήγορα (= υ)»

Ο κόσμος χρειάστηκε σχεδόν 2000 χρόνια από την εποχή του Αριστοτέλη ,για να κατανοήσει καθαρά την κίνηση . Κάνετε, λοιπόν , υπομονή , αν δείτε πως χρειάζεστε λίγες ώρες για να πετύχετε κάτι ανάλογο !!!



Ας προβληματιστούμε:

Καθώς το σώμα ολισθαίνει προς τα κάτω στην πλαγιά του λόφου :

α. η ταχύτητά του αυξάνεται και η επιτάχυνσή του ελαττώνεται ,
β. η ταχύτητά του ελαττώνεται και η επιτάχυνσή του αυξάνεται ,
γ. και τα δύο αυξάνονται ,
δ. και τα δύο παραμένουν σταθερά ,
ε. και τα δύο ελαττώνονται ;

Ας προβληματιστούμε :

Ενώ ανεβαίνετε με αυτοκίνητο σε ανηφορικό δρόμο, βάλτε «νεκρό» και αφήστε το ελεύθερο . Τη στιγμή που θα μηδενιστεί η ταχύτητα, πατήστε απότομα το φρένο: Θα αισθανθείτε ένα ισχυρό τράνταγμα (το πείραμα δεν πρέπει να εκτελεστεί σε πολύ απότομη ανηφόρα) . Αν επαναλάβετε το πείραμα σε οριζόντιο δρόμο και πατήσετε το φρένο τη στιγμή που μηδενίζεται η ταχύτητα , δεν θα αισθανθείτε το τράνταγμα . Γιατί ;;;

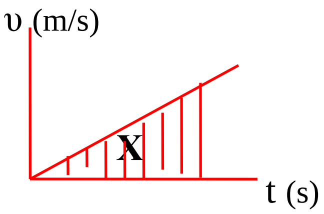
΄Οποιος έχει σταθεί όρθιος σε γεμάτο λεωφορείο, έχει νοιώσει τη διαφορά μεταξύ ταχύτητας - επιτάχυνσης . Μπορεί κανείς να σταθεί όρθιος στο λεωφορείο που κινείται με σταθερή ταχύτητα χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια, αδιαφορώντας πόσο γρήγορα τρέχει. Μόνο όταν το λεωφορείο επιταχύνεται - αυξάνοντας ή ελαττώνοντας την ταχύτητα ή κάνοντας στροφή - θα νοιώσεις δυσκολία .

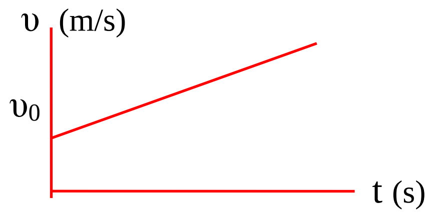
ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ = ΡΥΘΜΌΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

$$\text{επιτάχυνση} = \frac{\text{μεταβολή διανυσματικής ταχύτητας}}{\text{χρόνος}}$$

εξίσωση στιγμιαίας ταχύτητας : υ = f (t)

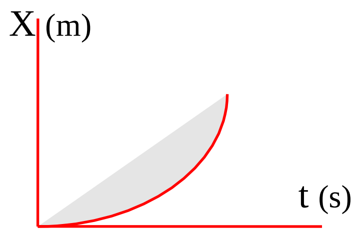
$\upsilon = \alpha .\, t$ $\qquad\qquad$ $\upsilon = \upsilon_0 .t + \alpha \,.\, t$





εξίσωση μετατόπισης : X = f (t)

$X = ½.\alpha\, t^2$ $\qquad\qquad$ $X = \upsilon_0 .t + ½ \,.\alpha\, t^2$



Εξισώσεις και γραφήματα στις ευθύγραμμες κινήσεις

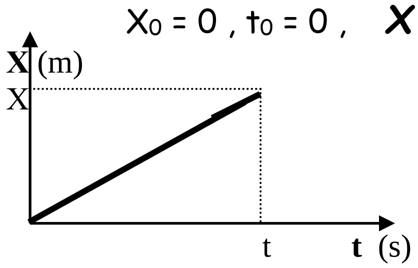
Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

Ταχύτητα (ορισμός) : $\vec{u}$ = $\Delta\vec{x}$ / Δt , όπου $\Delta\vec{x}$ ο ρυθμός μεταβολής της θέσης

Γενικά : $\upsilon = (X - X_0) / (t - t_0)$ και $\boldsymbol{X = X_0 + \upsilon(t - t_0)}$

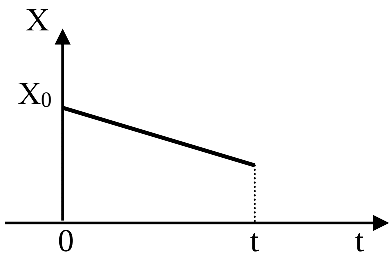
Η παραπάνω σχέση είναι η συνάρτηση που παρέχει τη θέση του κινητού, κάθε χρονική στιγμή στη διάρκεια της κίνησης .

$X_0 = 0$, $t_0 = 0$, $\boldsymbol{X = \upsilon t}$



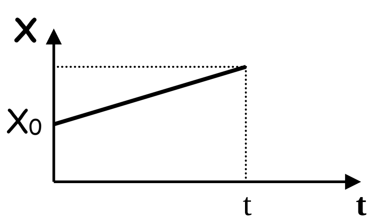
Το κινητό μετατοπίζεται προς τα θετικά του άξονα και έχει υ με θετική αλγεβρική τιμή. Η θέση του κινητού συνέχεια αυξάνεται

$t_0 = 0$, X_0 $\underline{\boldsymbol{X = X_0 - \upsilon t}}$



Το κινητό μετατοπίζεται προς τα αρνητικά του άξονα και έχει υ με αρνητική αλγεβρική τιμή. Η θέση του κινητού συνέχεια μειώνεται σε σχέση με το X_0 .

Είναι προφανές ότι οι αντίστοιχες κλίσεις = **εφφ** = **υ** (αλγεβρικές τιμές ταχύτητας) .



$\underline{\boldsymbol{X = X_0 + \upsilon\, t}}$

$X_0 > 0$ και $\upsilon > 0$ (αύξουσα)
$\upsilon < 0$ (φθίνουσα)

Μέση ταχύτητα:

Μέση αριθμητική ταχύτητα ενός κινητού ($\bar{u}$) , ονομάζεται το πηλίκο του διαστήματος που διέτρεξε το κινητό , σε ορισμένη χρονική διάρκεια, προς αυτή τη χρονική διάρκεια.
(το διάστημα είναι πάντοτε θετικό , άρα και η υ πάντοτε θετική).

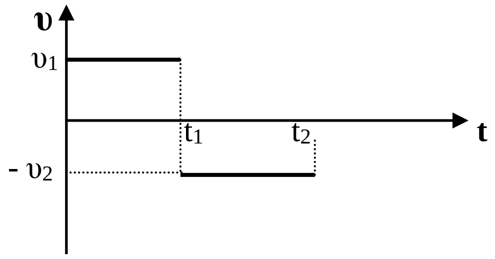
$\bar{u}$ = **$S_{ολ}$ / $t_{ολ}$**

Η μετατόπιση σχετίζεται πάντοτε με τη διανυσματική ταχύτητα.

Μέση διανυσματική ταχύτητα ενός κινητού ($\vec{u}_{\mu}$) ονομάζεται το πηλίκο της μετατόπισης του κινητού σε ορισμένη χρονική διάρκεια, προς τη χρονική διάρκεια.

$$\vec{u}_{\mu} = \Delta\vec{x} / \Delta t = (\vec{X}_2 - \vec{X}_1) / (t_2 - t_1)$$

Γράφημα ταχύτητας – χρόνου . Τι εκφράζει;



Το εμβαδόν στο γράφημα υ – t εκφράζει τη μετατόπιση. Στο 1ο χωρίο η μετατόπιση είναι θετική και στο 2ο αρνητική.

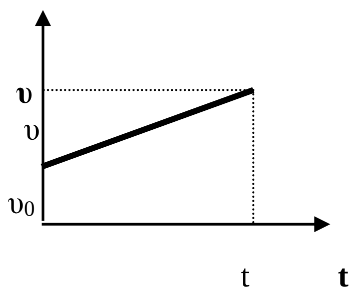
Ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση.

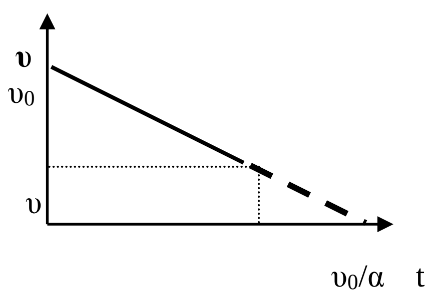
Επιτάχυνση = ρυθμός μεταβολής διανυσματικής ταχύτητας : $\vec{a} = \Delta\vec{u} / \Delta t$.

Στην ευθύγραμμη ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση, η επιτάχυνση του κινητού παραμένει σταθερή και η τιμή της υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\alpha = \Delta\upsilon / \Delta t = (\upsilon - \upsilon_0) / t - t_0$$

σχέση ταχύτητας – χρόνου : $\upsilon = \upsilon_0 + \alpha (t - t_0)$ **και** $\underline{\upsilon = \upsilon_0 + \alpha t}$



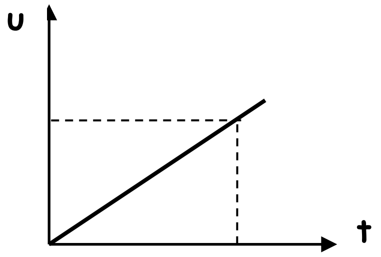


$\upsilon = \upsilon_0 + \alpha.t$

$\upsilon = \upsilon_0 - |\alpha|.t$

Η κλίση στο γράφημα υ – t δίνει την αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης.

Αν ***$υ_0$ = 0 τότε το γράφημα υ – t είναι:***



Το εμβαδόν του τριγώνου δίνει της αντίστοιχη μετατόπιση στον χρόνο t.

$$\Delta x = \tfrac{1}{2}\, \alpha\, t^2$$

$$\chi - \chi_0 = \tfrac{1}{2}\, \alpha\, t^2$$

για $x_0 = 0$ $\quad x = \tfrac{1}{2}\, \alpha\, t^2$

σχέση θέσης – χρόνου X – t

Τα αντίστοιχα εμβαδά (τραπεζίων – τριγώνων) καθορίζουν τη θέση του κινητού σε συνάρτηση με το χρόνο.
Από το γράφημα **$υ = υ_0 + α\, t$**, έχουμε για τη μετατόπιση (εμβαδόν τραπεζίου):

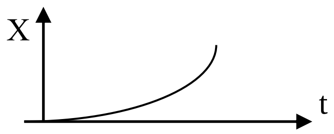
$$\Delta x = υ_0\, t + \tfrac{1}{2}\, \alpha\, t^2$$

$$\chi = \chi_0 + υ_0\, t + \tfrac{1}{2}\, \alpha\, t^2$$

Η γραφική παράσταση του x (της θέσης του κινητού) είναι παραβολή.

Αν $t_0 = 0$ τότε $x = x_0 + υ_0 t + \tfrac{1}{2}\, α\, t^2$

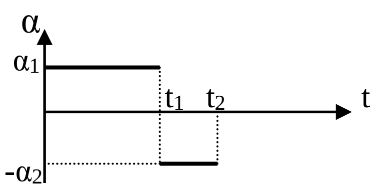
Αν $t_0 = 0$, $x_0 = 0$ τότε $x = υ_0 t + \tfrac{1}{2}\, α\, t^2$



α>0

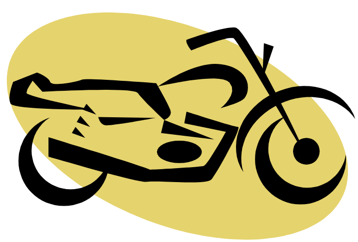
α<0

Γράφημα επιτάχυνσης – χρόνου. **α – t**



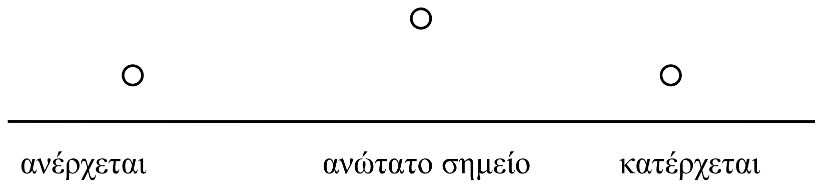
Τα αντίστοιχα εμβαδά δίνουν την μεταβολή της ταχύτητας, θετική (0-t_1) , αρνητική (t_1-t_2).

Μέσω της αλγεβρικής τιμής της Δυ , μπορούμε να κάνουμε το γράφημα ταχύτητας – χρόνου, και κατόπιν με τα εμβαδά (υ-t) τις μετατοπίσεις !!!



Εναλλακτικές ιδέες στην ελεύθερη πτώση των σωμάτων
(ένα εισαγωγικό σχέδιο μαθήματος)

1. Πετάμε ένα σώμα προς τα πάνω και θεωρούμε τρία στάδια αυτής της κίνησης όταν ανεβαίνει ,όταν βρίσκεται στο ανώτατα σημείο και όταν κατέρχεται . Να σχεδιάσετε τα διανύσματα της επιτάχυνσης και της ταχύτητας του σώματος σε κάθε περίπτωση, αγνοώντας τις αντιστάσεις .



2. Πετάμε ένα σώμα προς τα πάνω και θεωρούμε ότι η κίνησή του γίνεται σε τρία στάδια , όταν ανεβαίνει , όταν βρίσκεται στο ανώτατο σημείο του και όταν κατέρχεται . Βάλτε σε κύκλο το κατάλληλο γράμμα σε κάθε περίπτωση , αγνοώντας τις αντιστάσεις.

- Όταν ανέρχεται η επιτάχυνση είναι :
  α. προς τα πάνω
  β. προς τα κάτω
  γ. μηδέν
- Όταν βρίσκεται στο ανώτατο σημείο η επιτάχυνση είναι :
  α. προς τα πάνω
  β. προς τα κάτω
  γ. μηδέν
- Όταν κατέρχεται η επιτάχυνση είναι :
  α. προς τα πάνω
  β. προς τα κάτω
  γ. μηδέν

3. Πετάμε από κάποιο ύψος στη γη ένα σφυρί και ένα πούπουλο . Το σφυρί είναι «βαρύ» και το πούπουλο «ελαφρύ». Γιατί στη γη το σφυρί πέφτει πιο γρήγορα σε σχέση με το πούπουλο;

Το ίδιο πείραμα το εκτέλεσε το 1970 ο αστροναύτης David R. Scott, πατώντας στο σεληνιακό έδαφος .΄Αφησε ταυτόχρονα από τα χέρια του ένα σφυρί και ένα πούπουλο. Τα δύο σώματα συνάντησαν την ίδια χρονική στιγμή το σεληνιακό έδαφος . Γιατί και τα δύο σώματα στη σελήνη πέφτουν εξ' ίσου γρήγορα ;

4.Από το τετράδιό σας κόβετε δύο όμοια φύλλα χαρτιού. Προφανώς έχουν το ίδιο βάρος . Παίρνετε το ένα και το τσαλακώνετε δίνοντάς του το σχήμα μπάλας . Κατόπιν αφήνετε και τα δύο χαρτιά από το ίδιο ύψος Η. Πέφτουν και τα δύο συγχρόνως ; αν όχι πιο πέφτει γρηγορότερα και γιατί ;

Ελεύθερη πτώση

Αν αφήσουμε από το ίδιο ύψος και την ίδια στιγμή ένα πλατανόφυλλο και μια μπάλα του μπιλιάρδου, η μπάλα σε σύγκριση με το φύλλο θα κινηθεί προς το έδαφος πολύ πιο γρήγορα.
Ερώτημα: Γιατί η μπάλα πέφτει πιο γρήγορα;
Η αυθόρμητη απάντηση (καθώς βρίσκεται κοντά στην κοινή λογική) : πέφτει πιο γρήγορα γιατί είναι βαρύτερο.

΄Ενας "διάλογος" που ποτέ δεν πραγματοποιήθηκε

Αριστοτέλης : Η επιστημονική μου σκέψη αγαπητέ μικρέ αμφισβητία Γαλιλαίε, κυριαρχεί 2000 χρόνια. Στηρίζεται στην καθημερινή εμπειρία και κοινή λογική. Κανείς δεν παρατήρησε το μήλο και το φύλλο της μηλιάς να πέφτουν και να φθάνουν ταυτόχρονα στο έδαφος.

Γαλιλαίος: Δάσκαλε Αριστοτέλη, δεν τολμώ να σε αμφισβητήσω, αλλά επέτρεψέ μου, με όλο το σεβασμό που έχω στο κολοσσιαίο έργο σου να θέσω μερικά ερωτήματα καθώς παρατηρεί κάποιος τον πίνακα της φύσης που παρουσιάζεται μπροστά μας.

Α.: Πρέπει να σε επαναφέρω στην τάξη. Γνωρίζεις από τα φοιτητικά σου χρόνια τότε στην Πίζα στα 1580, ότι το υλικό όλων των επίγειων σωμάτων προέρχεται από την ανάμειξη τεσσάρων «πρωταρχικών» στοιχείων. Αυτά (η Γη, το Ύδωρ, ο Αήρ, το Πύρ) οικοδομούν το σύμπαν κάνοντας τα σώματα να κινούνται προς τη φυσική τους θέση, στο έδαφος.

Γ.: Η επιστήμη πρέπει να εστιάσει την προσοχή της στα ζητήματα εκείνα που επιδέχονται μέτρηση, υπολογισμό και επαλήθευση. Αυτά τα στοιχεία και οι ιδιότητές τους που όπως λέγεις κτίζουν το σύμπαν δεν υπάρχουν στην πραγματικότητα. Οι γεύσεις, τα χρώματα, οι ήχοι, οι οσμές δεν θα αναδεικνύονταν αν οι άνθρωποι δεν τύχαινε να είναι εφοδιασμένοι με μύτες και αυτιά, γλώσσες και μάτια. Τουναντίον το σχήμα, το μέγεθος, η ποσότητα και η κίνηση είναι πειραματικά μετρήσιμα μεγέθη και αυτά πρέπει να εξετάζει ο επιστήμονας στις έρευνές του.

Α.: Και όμως δεν χρειάζονται μετρήσεις. Κάθε αλλαγή είναι αποτέλεσμα κίνησης. Η πτώση των σωμάτων υπακούει σε κάποιες πρώτες «θείες αρχές», γιατί δεν θα μπορούσε να είναι διαφορετικά και γιατί είναι καλύτερα έτσι.

Γ.: Διαφωνώ. Οι μετρήσεις και η πειραματική προσέγγιση των φαινομένων σιγά σιγά εδραιώνονται στην επιστημονική σκέψη. Τα πολιτισμικά δεδομένα της εποχής, επιβάλλουν νέα θεώρηση των πραγμάτων. Οι αστρονομικές παρατηρήσεις που καθοδηγούν τους θαλασσοπόρους, η μελέτη της βλητικής τροχιάς των κανονιών, οι υδραυλικές μηχανές κ.ά. περιγράφονται από μεγέθη τα οποία ορίζονται με μαθηματικά και συσχετίζονται με ορισμένες αναλογίες.

Α.: Ναι, αλλά η ελεύθερη πτώση ενός σώματος είναι κλασσικό παράδειγμα φυσικής αυθόρμητης κίνησης προς το κέντρο του κόσμου, τη Γη. Και η εμπειρία, αυτό το καθημερινά επαναλαμβανόμενο έργο που εξελίσσεται μπροστά μας, λέει ότι τα βαρέα σώματα καθώς πέφτουν, κινούνται γρηγορότερα από τα ελαφρύτερα.

Γ.: *Αυτό που θεωρείς αγαπητέ Δάσκαλε αναμφισβήτητο, μπορεί να αμφισβητηθεί. Η παρουσία του αέρα είναι υπεύθυνη για την ανορθόδοξη κίνηση του πλατανόφυλλου και της νιφάδας χιονιού. Μπορείς να φανταστείς την κίνηση στο κενό, πέρα από τις κρυστάλλινες σφαίρες που περιβάλλουν το στερέωμα;*

Α.: Ναι αλλά το περίφημο πείραμα της Πίζας δεν πιστεύω Γαλιλαίε ότι στέφθηκε με επιτυχία. Κανείς εκτός από σένα δεν μιλά γι' αυτό. Μάλλον είναι μύθος. Είναι «νοητό πείραμα» το οποίο στήθηκε και υλοποιήθηκε μόνον στο μυαλό σου.

Γ.: Μύθος; Χμ ναι, (ξύνει το κεφάλι του). Σε αυτό μπορεί να έχεις και δίκιο. *Αλλά φαντάσου ότι από ένα ψηλό πύργο ρίχνουμε δύο μολυβένιες σφαίρες που η μια είναι εκατό φορές μεγαλύτερη από την άλλη. Αν η ταχύτητα είναι ανάλογη του βάρους, καθώς ισχυρίζεσαι, η μία σφαίρα θα πέσει με εκατονταπλάσια ταχύτητα σε σχέση με την άλλη. Μα είναι παράλογο και δεν επιβεβαιώνεται από καμιά πειραματική μαρτυρία.*

Α.: …

Γ.: Τι σκέπτεσαι;

Α.: *Θα σου πω.* Υποθέτω ότι παρακολουθώ τη λογική σου και εκτελώ πειράματα πτώσης των σωμάτων. Δεν υπάρχει όμως κανένα ρολόϊ το οποίο να καταγράφει τους χρόνους κίνησης, να καταγράφει τη διαρκώς αυξανόμενη «γρηγοράδα» σ' αυτήν την κίνηση.

Γ.: Πράγματι έχεις δίκιο… αδιέξοδο; (σιωπή και αμηχανία). Ε όχι, το βρήκα. *Θα χρησιμοποιήσω ένα κεκλιμένο επίπεδο.* Διαισθάνομαι ότι ο τρόπος κίνησης μιας σφαίρας που κυλά πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο είναι ίδιος με εκείνον *της σφαίρας που πέφτει ελεύθερα. Θα* μπορώ να επαναλάβω το πείραμα όσες φορές θέλω (χωρίς να ανεβοκατεβαίνω στον Πύργο της Πίζας – έχω και κάποια ηλικία) και μεταβάλλοντας τα αρχικά δεδομένα θα μπορώ να προβλέπω κάθε φορά το αντίστοιχο αποτέλεσμα.

Α.: Νεαρέ Γαλιλαίε. Κάπου στο βάθος του επίμονου μυαλού σου βλέπω κάτι το συνταρακτικό να ανατέλλει. Πρόσεχε όμως τους Σχολαστικούς οι οποίοι στο όνομα της αριστοτελικής φυσικής σκέψης, στο όνομα της παράδοσης και της θεολογίας, διαστρεβλώνουν και παραμορφώνουν τον πίνακα της φύσης, χωρίς να κοπιάζουν και να αναρωτούνται

Γ.: Δάσκαλε. Κανείς δεν μπορεί να αμφισβητήσει την φυσική σου σκέψη. *Αντιμάχομαι όμως τις παρανοήσεις που πολλοί στο όνομά σου επιφέρουν στην επιστήμη.* Η φυσική επιστήμη δεν μπορεί να είναι στατική. Τα νέα προβλήματα επιβάλλουν και νέες προσεγγίσεις. Πιστεύω ακράδαντα ότι αν ζούσες σήμερα μαζί μας, εραστής του ανήσυχου πως ο χρωστήρας δημιούργησε αυτή την πανδαισία χρωμάτων.

πνεύματος και κριτής της φύσης, δεν θα αργούσε η ημέρα που και εσένα θα σε καλούσαν σε απολογία!

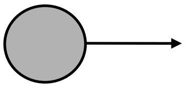
Εν κατακλείδι :

Η ανάπτυξη της έννοιας της επιτάχυνσης, όπως και της αντίστοιχης επιτάχυνσης της βαρύτητας, είναι ένα παράδειγμα του ότι οι επιστημονικές έννοιες είναι δημιουργήματα της ανθρώπινης φαντασίας και ευφυίας μετά από επώδυνο τοκετό. Ο Γαλιλαίος στο βιβλίο του «Δύο Νέες Επιστήμες» είχε συλλάβει δύο πιθανούς τρόπους περιγραφής της αλλαγής της ταχύτητας. Θα λέγαμε (με σύγχρονη φυσική θεώρηση) ότι πρόκειται για τα μεγέθη $\Delta\upsilon/\Delta s$ και $\Delta\upsilon/\Delta t$. Ο Γαλιλαίος απορρίπτει το πρώτο για λόγους όχι τόσο σαφείς. Υιοθετεί , όμως, το δεύτερο, επειδή διαισθάνεται ότι η ελεύθερη πτώση είναι ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση ως προς το $\Delta\upsilon/\Delta t$ και όχι ως προς $\Delta\upsilon/\Delta s$. Βέβαια έρχεται ο Newton 100 περίπου χρόνια αργότερα να συλλάβει την έννοια «ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας» και να διατυπώσει με εκπληκτική ακρίβεια το περιεχόμενό της .

Το συγκεκριμένο γεγονός δείχνει σαφώς το ρόλο της επινόησης και τη δυνατότητα ύπαρξης εναλλακτικών τρόπων περιγραφής ενός φαινομένου. Δείχνει, επίσης, ότι ορισμένες φορές η επιλογή υπαγορεύεται από κριτήρια κομψότητας και απλότητας, μια ιδέα, που διαπερνά τη φυσική επιστήμη από την δυναμική του Νεύτωνα μέχρι τη κβαντομηχανική και τη γενική θεωρία της σχετικότητας .

//

***ΔΥΝΑΜΗ* :** Δράση που ασκείται από άλλα σώματα σε συγκεκριμένο σώμα και μεταβάλλει την ταχύτητα $\vec{u}$ του σώματος .



$\vec{F}$, εξασκείται στο συγκεκριμένο σώμα

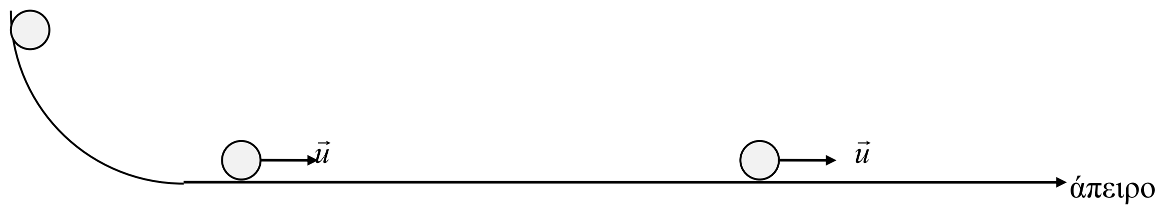
ΔΥΝΑΜΗ : δεν κινεί ένα σώμα ,
δεν βρίσκεται σε ένα σώμα ,
δεν δίνεται , δεν ανήκει , δεν διαμένει ,
δεν υπερνικά την αδράνεια του σώματος , οπότε αρχίζει να το κινεί :

η ΑΔΡΑΝΕΙΑ δεν είναι δύναμη !!!
δεν επενεργεί στα σώματα ! η επενέργεια δημιουργεί εννοιολογική σύγχυση με την ενέργεια .

οι ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΔΡΟΥΝ : ΑΠΟ ⟶ ΠΡΟΣ

αδράνεια και 1ος νόμος του Newton.

Τι κάνουν τα αντικείμενα όταν δεν ασκείται πάνω τους καμιά δύναμη ;



Γαλιλαίος : Καμιά δύναμη δεν είναι απαραίτητη για να διατηρείται ένα σώμα σε ευθύγραμμη ομαλή κίνηση .

Η αδράνεια ως «ΔΙΚΑΙΩΜΑ»

Αδράνεια: Το ΔΙΚΑΙΩΜΑ των σωμάτων στο να αντιστέκονται στη μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης
Αν κινούνται ευθύγραμμα και ομαλά εξακολουθούν και κινούνται με την ίδια ταχύτητα ή αν είναι ακίνητα παραμένουν ακίνητα.
Η ποσοτικοποίηση της αδράνειας πραγματοποιείται με την **ΑΔΡΑΝΕΙΑΚΉ ΜΆΖΑ.**

Η Αδράνεια (εισαγωγικό φύλλο εργασίας)

Γιατί η μοτοσικλέτα μεταβάλλει πιο γρήγορα (ποιο απότομα) την ταχύτητά της ;
Γιατί στην αλλαγή «δυσφορεί» λίγο στην μεταβολή της κινητικής της κατάστασης;
(Μπορείτε να πειραματιστείτε με μια βάρκα στη θάλασσα)

Γιατί το τρένο μεταβάλλει πιο αργά την ταχύτητά του ;
Γιατί στην αλλαγή «δυσφορεί» πολύ στην μεταβολή της κινητικής του κατάστασης;
(μπορείτε να πειραματιστείτε με ένα μεγάλο καΐκι στη θάλασσα) .

Ποιό μέγεθος εκφράζει αυτή τη δυσφορία;

Αδρανειακή μάζα και 1ος νόμος του NEWTON

1. 1972 Ακρωτήριο Κανάβεραλ 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0 . Εκτόξευση της διαστημικής συσκευής PIONNER στο διάστημα. Ο PIONNER είναι ένα διαστημικό σκάφος που δεν περιστρέφεται γύρω από τη γη ούτε κατευθύνεται προς τη σελήνη. Τώρα 55 περίπου χρόνια αργότερα βρίσκεται εκτός του πλανητικού μας συστήματος και κατευθύνεται , εξερευνώντας, άλλα πιθανά πλανητικά συστήματα. Με τι καύσιμο κινείται τώρα το διαστημικό σκάφος ?

Α) βενζίνη ?

Β) πυρηνική ενέργεια ?

Γ) ηλιακή ακτινοβολία ?

Δ) τίποτα ?

Ε) ατμό ?

2. Βρίσκεστε σε μια τεράστια σάλα (HALL) του καλλιτεχνικού πατινάζ. Στην παγωμένη πίστα, κάτω από τους εκτυφλωτικούς προβολείς , ένας πατινέρ κινείται αργά αλλά με σταθερή ταχύτητα από την μια προς την άλλη άκρη της πίστας. Ποια δύναμη κινεί τον πατινέρ ?

Α) το βάρος του ?

Β) μια δύναμη (ώθηση) στην κατεύθυνση της κίνησης?

Γ) καμμιά δύναμη .

3. Ένα χειμωνιάτικο πρωινό ο μαθητής του λυκείου Πελοπίδας στέκεται στο διάδρομο του μαθητικού λεωφορείου που τον μεταφέρει στο λύκειο. Είναι αγουροξυπνημένος και κακόκεφος αφού θα αντιμετωπίσει σε λίγο το πρωινό <γαύγισμα> του φυσικού καθώς θα προσπαθεί να ανεβάσει την αδρεναλίνη του με τους νόμους του NEWTON. Ξαφνικά εκεί που είναι αφηρημένος ένα ξαφνικό φρενάρισμα τον εκτοξεύει από το βάθος και τον προσγειώνει φαρδιά πλατιά στην αρχή του διαδρόμου στα πόδια της Μάρως . Τι ευτυχία ! Από παλαιά ήθελε να της μιλήσει , τώρα λοιπόν είναι η ευκαιρία .....Αλήθεια **τι** εκτόξευσε τον Πελοπίδα προς τα εμπρός ?

Οι δυνάμεις δεν κινούν !!!
Οι δυνάμεις ***ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΥΝ*** την κίνηση (κινητική κατάσταση) των σωμάτων.

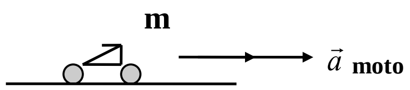
2ος νόμος του Newton

(η αδράνεια ως δυσφορία)

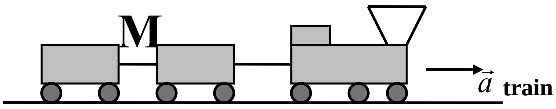
$$\vec{a} = \vec{F}_{ολ} / m \longrightarrow \vec{F}_{ολ} = m.\,\vec{a}$$

ΑΙΤΙΟ : δύναμη
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ : επιτάχυνση

΄Οσο μεγαλύτερη η δύναμη που ασκείται στο σώμα ,τόσο μεγαλύτερη η επιτάχυνση που αποκτά ,αλλά όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του ,τόσο περισσότερο αυτό ανθίσταται (δυσφορεί) στη προσπάθεια επιτάχυνσής του (= μεταβολής της κινητικής του κατάστασης)

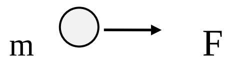


μικρή αδράνεια (moto) ευκολότερα μεταβάλλεται η κινητική κατάσταση

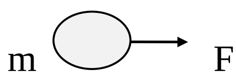


μεγάλη αδράνεια (train) δυσκολότερα μεταβάλλεται η κινητική κατάσταση

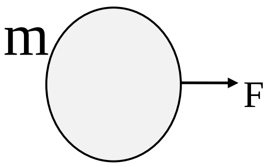
επιτάχυνση $\propto$ 1 / μάζα (για $\vec{F}$ = **σταθερή**)



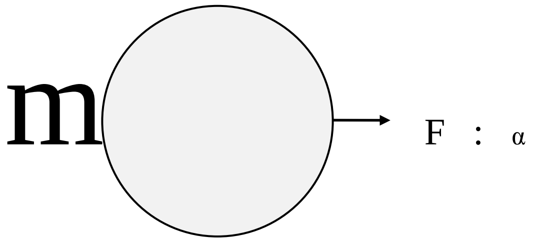
: α



: α

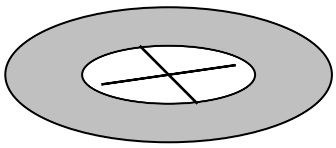


: α

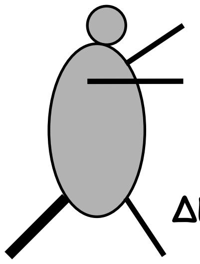


το μήλο και η σελήνη

Το βάρος Β , είναι η βαρυτική έλξη που ασκείται στο σώμα .Το βάρος μεταβάλλεται ανάλογα με τη θέση που βρισκόμαστε. Στο διάστημα για παράδειγμα το βάρος μπορεί να είναι και μηδέν . Η μάζα όμως παραμένει ίδια οπουδήποτε και να πάμε .



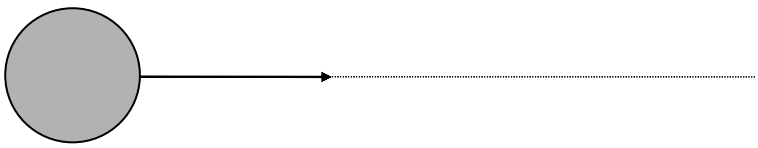
Διαστημικό κέντρο Αδυνατίσματος



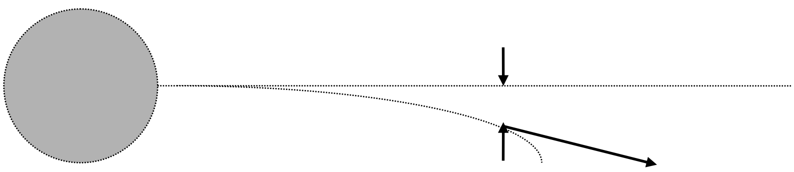
ΕΠΙΤΕΛΟΥΣ !!!
ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΌ
ΑΔΥΝΑΤΙΣΜΑ

ΔΕΝ ΖΥΓΙΖΩ ΤΙΠΟΤΑ !!!

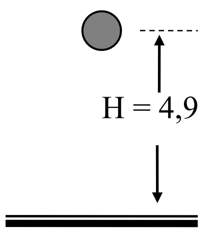
τροχιά της σελήνης



χωρίς βαρύτητα η σελήνη θα κινείται ευθύγραμμα και ομαλά = ΑΔΡΑΝΕΙΑ



σε 1 s η σελήνη «πέφτει» περίπου κατά 1 mm σε σχέση με την ευθύγραμμη τροχιά .

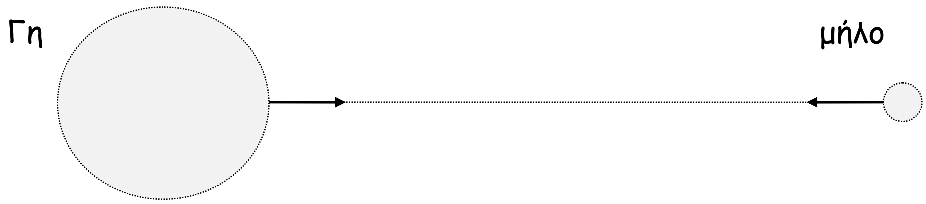


H = 4,9 m σε χρόνο πτώσης 1 s

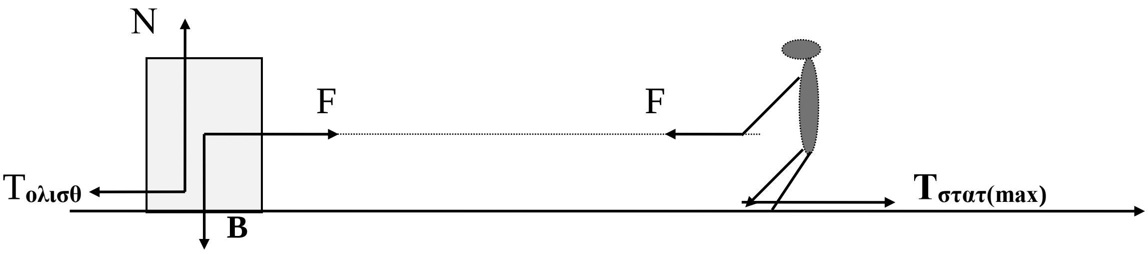
Η διαφορετική μετατόπιση οφείλεται στη διαφορά της βαρυτικής έλξης μεταξύ Γης - Σελήνης , Γης - μήλου .

$3^{ος}$ νόμος του Newton

΄Όταν ένα σώμα ασκεί δύναμη σε ένα άλλο ,τότε και αυτό ασκεί μια ίση κατά μέτρο , αλλά αντίθετη κατά φορά δύναμη στο πρώτο .

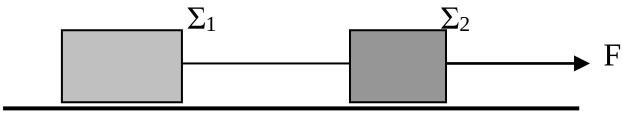


$F = M \cdot a$ $\qquad$ $F = m \cdot \alpha$



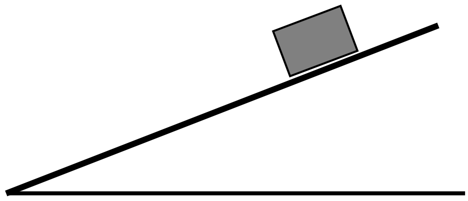
Προσοχή στη σχεδίαση των δυνάμεων .
Αναφερόμαστε σε δύο διαφορετικές δυνάμεις (F) , που καθεμιά ασκείται σε διαφορετικό σώμα .
Οι δυνάμεις (F) είναι αντίθετες αλλά δεν έχουν συνισταμένη μηδέν, αφού εξασκούνται σε διαφορετικά σώματα.

Εφαρμογή (Ι)



Να σχεδιαστούν οι δυνάμεις που εξασκούνται στα σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$ (επαφής και από απόσταση)

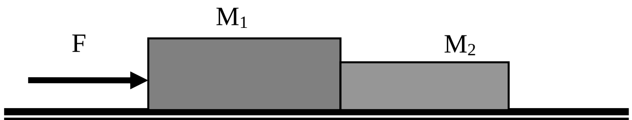
Εφαρμογή (ΙΙ)



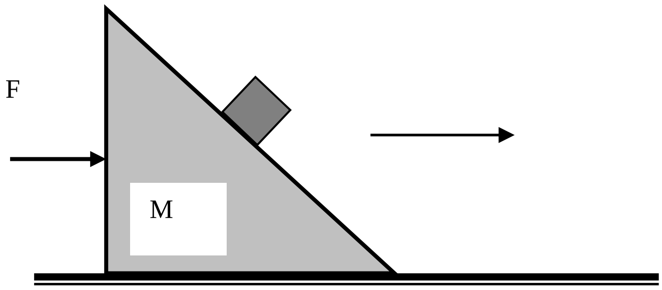
Πως μπορεί το σώμα να ηρεμεί στο κεκλιμένο επίπεδο;

«Παίζοντας» και «υπολογίζοντας» με τους νόμους του Newton

1. Οι δύο κύβοι του σχήματος βρίσκονται σε λείο τραπέζι και εφάπτονται μεταξύ τους. Μια οριζόντια δύναμη F ασκείται στον κύβο μάζας M_1 όπως στο σχήμα. Αν $M_1 = 2$ Kg, $M_2 = 1$ Kg , F = 3 N , να βρεθούν:
A) η δύναμη F_1 που ασκείται μεταξύ των κύβων στην επαφή τους.
B) υπολογίστε την δύναμη F_2 στην επαφή των κύβων αν η δύναμη F ασκηθεί στην M_2 αντί στην M_1



2. Το ορθογώνιο τριγωνικό πρίσμα του σχήματος έχει γωνία φ = 30^0 και μάζα M = 3 Kg. Στην υποτείνουσα του τριγωνικού πρίσματος βρίσκεται σώμα μάζας m = 1 Kg. Ποια οριζόντια δύναμη F πρέπει να ασκείται στο M, έτσι ώστε το m να μένει ακίνητο πάνω στο πρίσμα. ΄Ολες οι επιφάνειες να θεωρηθούν λείες. (g = 10 m/s^2).



Υπόδειξη. Να βρεθεί πρώτα η επιτάχυνση της m που είναι προφανώς και κοινή επιτάχυνση και των δύο σωμάτων.

3. Σώμα μάζας M = 2 Kg βάλλεται (εκτοξεύεται) προς τα πάνω κατά μήκος κεκλιμένου επιπέδου, γωνίας κλίσης φ = 30^0 με αρχική ταχύτητα u_0 = 20 m/s. Αν ο συντ. τριβής ολίσθησης μεταξύ σώματος και επιπέδου είναι μ = $\sqrt{3}$/5, να βρείτε:
α) τη δύναμη τριβής,
β) την επιβράδυνση του σώματος καθώς ανέρχεται,
γ) τη συνολική μετατόπιση του σώματος μέχρι να σταματήσει,
δ) το σώμα επιστρέφει προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου; (g = 10 m/s^2).

4. Τα σώματα $Σ_1$, $Σ_2$ του σχήματος έχουν μάζες m_1 = 40 Kg , m_2 = 80 Kg και συνδέονται με ελατήριο σταθεράς K = 800 N/m . Τα σώματα με την επίδραση σταθερής δύναμης F κινούνται με σταθερή επιτάχυνση α = 2 m/s^2.

Βρείτε:
A) τη δύναμη F
B) την παραμόρφωση (επιμήκυνση) του ελατηρίου από το φυσικό του μήκος.
(Το δάπεδο είναι λείο. Το ελατήριο θεωρείται αβαρές.

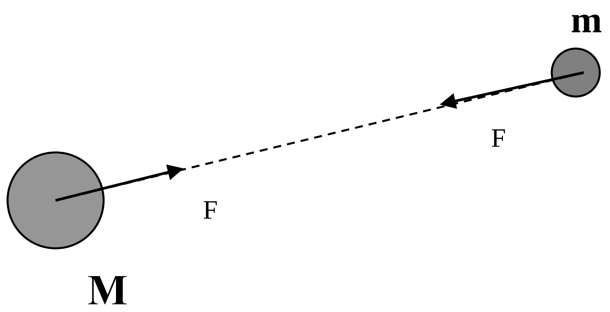
Ορμή και β΄ νόμος του Newton

Ορμή = μάζα Χ ταχύτητα $\vec{P}$ = m $\vec{u}$

Όταν συνδυάζουμε τις έννοιες της αδράνειας (**M**) και της κίνησης (**υ**) , πραγματευόμαστε την **ορμή** , η οποία αφορά τα κινούμενα σώματα.

΄Ενα φορτηγό κινούμενο με μικρή ταχύτητα και ένα βλήμα κινούμενο με πολύ μεγάλη ταχύτητα όταν συγκρουστούν σε τοίχο δίνουν το ίδιο αποτέλεσμα ;

Από το σύστημα σωμάτων στο σώμα



Και τα δύο σώματα δέχονται τις ίδιες κατά μέτρο δυνάμεις

Δυνάμεις από απόσταση (δύναμη παγκόσμιας έλξης) της μορφής Δράση – Αντίδραση (γ΄ Newton).

Να μελετήσουμε το αποτέλεσμα της δύναμης στο ένα από τα δύο σώματα. Π.χ. στο σώμα μάζας m.

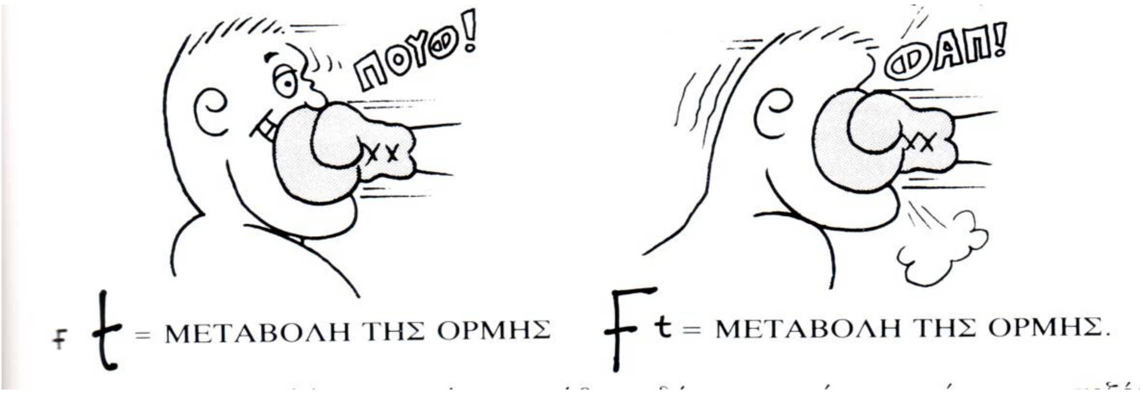
Το σώμα m αποκτά επιτάχυνση **α** = $\frac{F}{m}$

το σώμα μάζας Μ.   α = $\frac{F}{M}$

Το πόσο γρήγορα όμως κινείται τελικά, εξαρτάται από κάτι ακόμη, πλην της μάζας και της ασκούμενης δύναμης. Η τελική ταχύτητα εξαρτάται από το χρόνο που υπεισέρχεται στη διαδικασία. Μια δύναμη που εξασκείται για μεγάλο χρονικό διάστημα θα κάνει το σώμα να αποκτήσει μεγαλύτερη ταχύτητα.

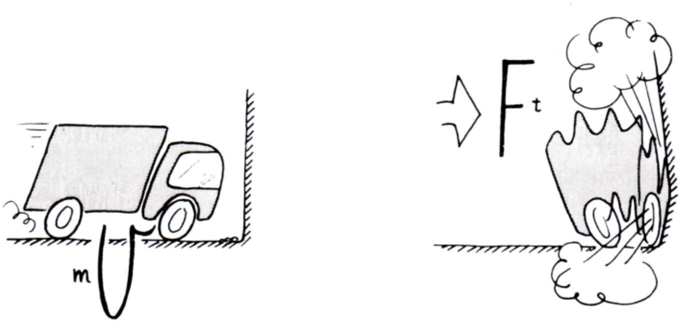
Ο β΄ Newton μπορεί να διατυπωθεί με άλλο τρόπο, ώστε να «μπει στο παιγνίδι» και ο παράγοντας χρόνος – η χρονική διάρκεια επενέργειας της δύναμης.

Στο παράδειγμα της κρούσης του φορτηγού ή του βλήματος εκτός από τον παράγοντα ορμή υπεισέρχεται και το μέγεθος χρόνος



΄Ένα γινόμενο που μπορούμε να μεταβάλουμε : F . t

Και στις δύο περιπτώσεις η επενέργεια της δύναμης στον αντίστοιχο χρόνο δράσης της από το σαγόνι του μποξέρ μικραίνει την ορμή της γροθιάς.
(α) Ο μποξέρ απομακρύνεται, όταν τον χτυπά το γάντι και έτσι παρατείνει το χρόνο επαφής. Δέχεται λοιπόν στο σαγόνι του μικρή δύναμη.
(β) Ο μποξέρ κινείται προς το γάντι και γι' αυτό μειώνει το χρόνο επαφής. Δέχεται μεγάλη δύναμη.
Και άλλο παράδειγμα:



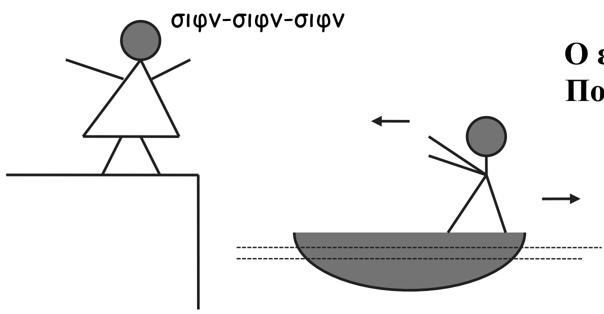
Μεγάλη μεταβολή της ορμής με μικρή χρονική διάρκεια απαιτεί μεγάλη δύναμη.

Μεγάλη μεταβολή της ορμής με μεγάλη χρονική διάρκεια απαιτεί μικρή δύναμη.

Κάποιος που πηδά στο πάτωμα από υπερυψωμένη θέση κάμπτει τα γόνατά του, τη στιγμή που προσγειώνεται στο έδαφος, παρατείνοντας το χρόνο πρόσκρουσης με συνέπεια την ελάττωση της δύναμης που δέχεται από το έδαφος. Είναι καλύτερα να πηδάμε σε ξύλινο πάτωμα παρά σε τσιμεντένιο. Το σκάμμα εξυπηρετεί το ίδιο αποτέλεσμα, όπως και τα στρώματα που πέφτουν οι αθλητές.

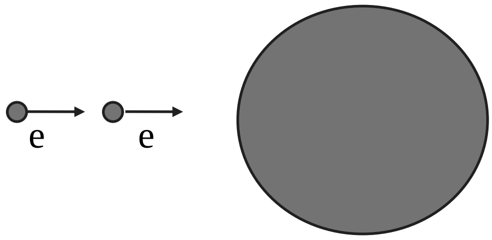
ΟΡΜΗ

«ΚΑΤΙ» στη φύση που διατηρείται

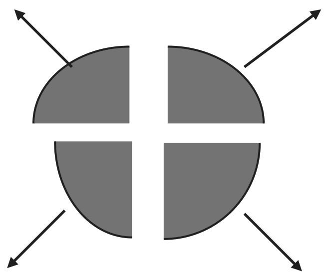


Ο ερωτευμένος Πελοπίδας και η δυστυχής Πολυξένη (προσπαθώντας να πλησιάσει)

Ερώτημα : **Ο Πελοπίδας θα φθάσει στην αποβάθρα ;**

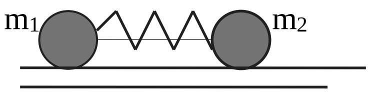


Πυρήνας

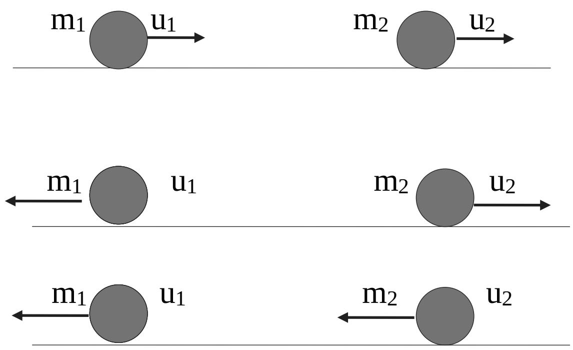


Ωχ - Ωχ διασπάσθηκα !!!

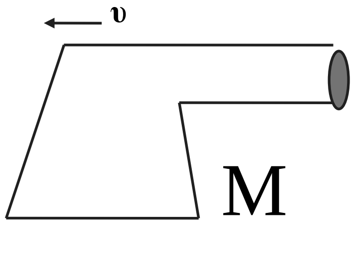
Ερώτημα : υπάρχει **«κάτι»** που παραμένει **αναλλοίωτο ;**



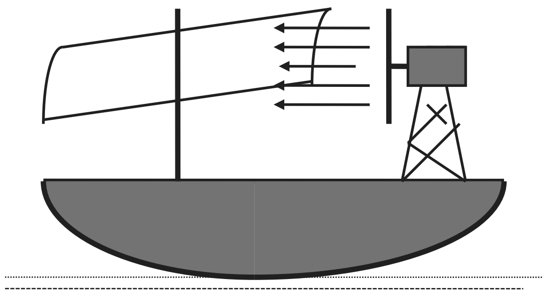
συσπειρωμένο ελατήριο μέσω νήματος
κόβουμε το νήμα



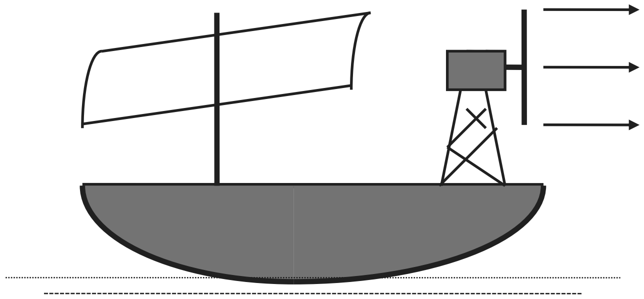
Τι λέτε να συμβεί ;;;



εκπυρσοκρότηση πυροβόλου



Ο ανεμιστήρας βρίσκεται πάνω στη βάρκα και στέλνει ριπές αέρα προς το πανί που «φουσκώνει» .
Θα κινηθεί και προς τα που η βάρκα ;;;



Στη δεύτερη περίπτωση οι ριπές του αέρα στέλνονται προς τα έξω (εκτός συστήματος). Τι θα συμβεί;;;
Δηλαδή : η ορμή δεν αλλάζει;
η ορμή δεν πληρώνει φόρο;
η ορμή δεν έχει διακυμάνσεις;
η ορμή είναι παντοτινή;
η ορμή δεν είναι χρηματιστήριο;
η ορμή είναι θάνατος;
Τα μόνα σίγουρα πράγματα σ' αυτόν τον κόσμο είναι ο θάνατος και η ορμή!

παγκόσμιος νόμος στη φύση : Η ΟΡΜΗ ΔΙΑΤΗΡΕΙΤΑΙ
(για μονωμένα συστήματα)

Η διατήρηση της ορμής είναι συνέπεια του τρίτου νόμου του Newton .
Οι δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των θραυσμάτων του πυρήνα ή στο πυροβόλο ή στη βάρκα και τον ανεμιστήρα ονομάζονται εσωτερικές . Οι εσωτερικές δυνάμεις εμφανίζονται στη φύση ανά ζεύγη . Στο κάθε κομμάτι του συστήματος (π.χ. θραύσμα) ασκείται δύναμη που μεταβάλλει την κινητική του κατάσταση (β΄ νόμος του Newton) . Κάθε δύναμη στο ένα θραύσμα αντισταθμίζεται από μια αντίθετη δύναμη σε ένα άλλο.

Επομένως **οι εσωτερικές δυνάμεις δεν προκαλούν μεταβολή της ολικής ορμής του συστήματος** . (εκρήξεις , διασπάσεις , κρούσεις).

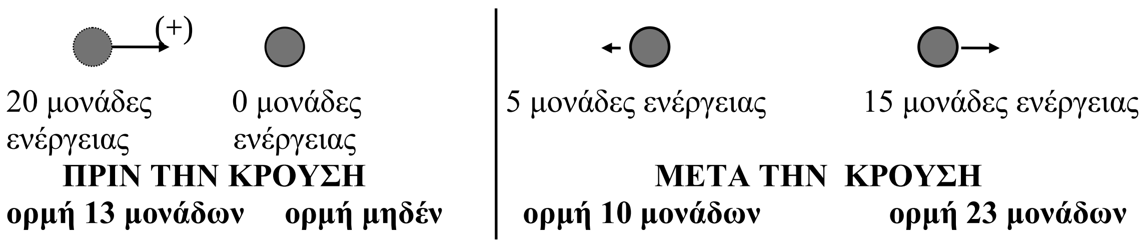
Χαρακτηριστικά των τριών θεμελιωδών μεγεθών της μηχανικής

Ενέργεια	Ορμή	Δύναμη
Περιγράφει ένα σύστημα	**Περιγράφει ένα σύστημα**	**Περιγράφει το μεταξύ - συστημάτων** (Αμοιβαιότητα)
Μονόμετρο μέγεθος	**Ανυσματικό** μέγεθος	
Πολύμορφη	**Ομοιόμορφη**	**Ανυσματικό** μέγεθος
Μεταφερόμενη	**Μεταφερόμενη**	**Ομοιόμορφη**
-πολύμορφη μεταφορά -κατεύθυνση μεταφοράς	-ομοιόμορφη μεταφορά	**Δεν μεταφέρεται**
Διατηρείται	***Διατηρείται***	
Υποβαθμίζεται	***Δεν υποβαθμίζεται***	***Δεν διατηρείται***

Μπορούμε να δίνουμε περισσότερα από όσα έχουμε ;;;

Γιατί $1+1=$ 2 ή 0 ή $\sqrt{2}$ ή ..... ή ......

Διανυσματικός χαρακτήρας της ορμής



$$P_{(ολ)\ πριν} = 13 + 0 \quad = \quad P_{(ολ)\ μετα} = 23 + (-10) = 13$$

Η πραγματικότητα πολλές φορές είναι αρκετά πολύπλοκη !!!

Τα διανύσματα δεν είναι ποσότητες στις οποίες «ένα και ένα κάνουν δύο» ,όπως συμβαίνει με τα χρήματα ,τις πιστωτικές κάρτες και με τους θετικούς αριθμούς . Μια ορμή 23 μονάδων προστιθέμενη με μια ορμή 10 μονάδων μπορεί να δώσει 33 , 13, 30, 25,... μονάδες ορμής. Το αποτέλεσμα εξαρτάται από τις κατευθύνσεις τους.

Το μηδέν γεννά διανύσματα

Κατά την ανάκρουση ενός πυροβόλου η αρχικά μηδενική ορμή του πυροβόλου «γεννά» κομμάτια ορμής .Αυτά τα «κομμάτια ορμής» έχουν άθροισμα μηδέν .

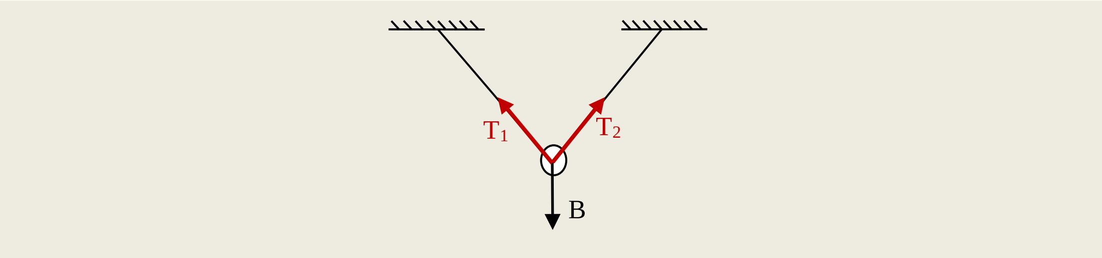
«Παράδοξο πρώτο» : το μηδέν γεννά διανύσματα .

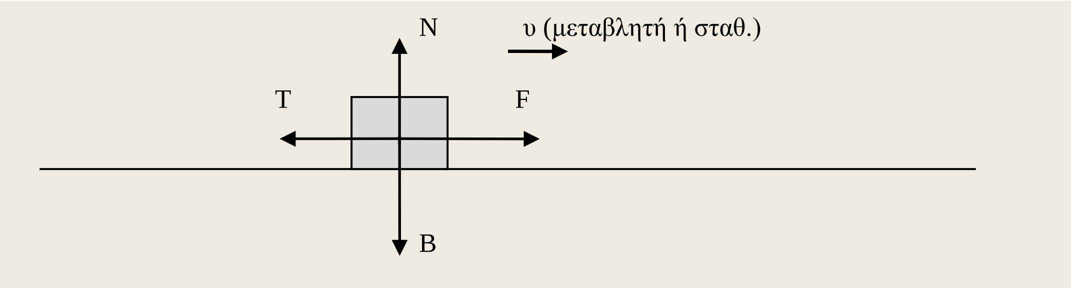
«Παράδοξο δεύτερο» : Παρότι τα δύο κομμάτια βρίσκονται σε κίνηση η ορμή του συστήματος παραμένει μηδέν . Κάτι που δεν συμβαίνει με την κινητική ενέργεια του συστήματος , που σίγουρα είναι διάφορη του μηδενός , ως προς συγκεκριμένο σύστημα αναφοράς .

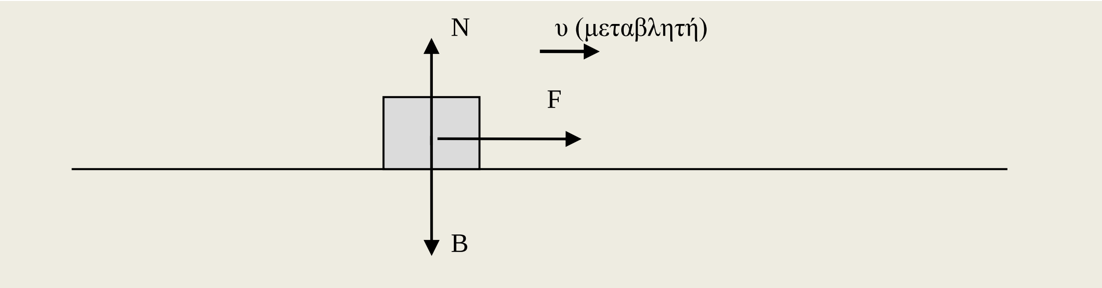
Τι **«ακίνητο»** υπάρχει , ώστε να δικαιολογείται το μηδέν;;;

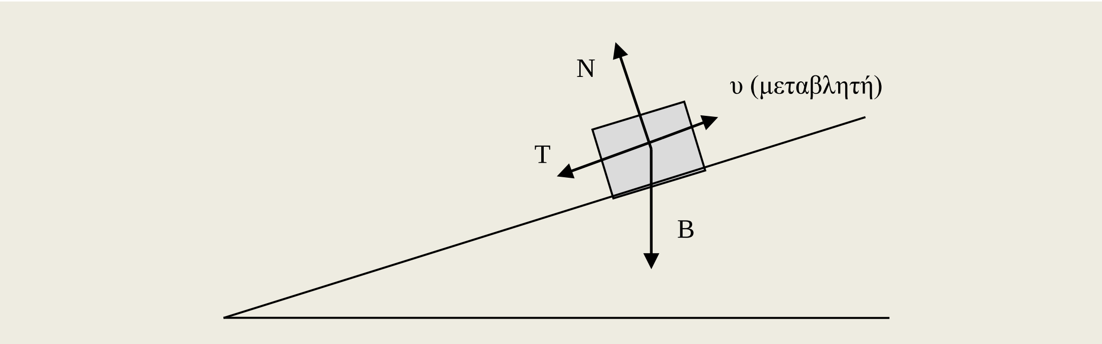
Το κέντρο μάζας του συστήματος παραμένει ακίνητο .

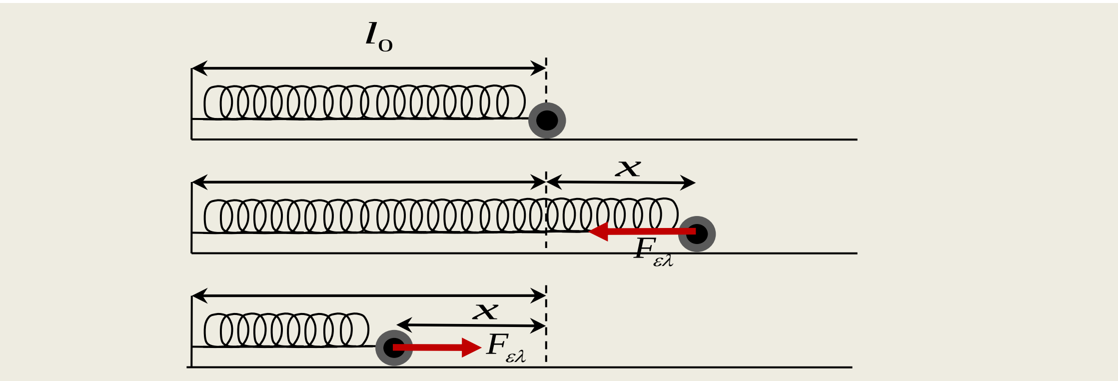
Παράρτημα


T1
T2
B


N
υ (μεταβλητή ή σταθ.)
T
F
B


N
υ (μεταβλητή)
F
B


N
υ (μεταβλητή)
T
B


lo
x
Fελ
x
Fελ

Τι είναι η ενέργεια ;

Μην είναι **οι ηλιακές ακτίνες** που δεχόμαστε στην παραλία ;
Μην είναι **το νερό της υδατόπτωσης** , καθώς πέφτει στη φτερωτή του μύλου;
Μην είναι **το θρόισμα των φύλλων** καθώς ο αέρας διέρχεται μέσα απ' αυτά ;
Μην είναι **το «μπαμ» της πυρίτιδας** καθώς αναφλέγεται ;
Μην είναι **η βενζίνη** στο αυτοκίνητο που το κάνει και κινείται ;
Μην είναι **η αίσθηση της κούρασης** όταν τρέχουμε σε έναν ανηφορικό δρόμο ;
Μην είναι **το φώς** που εκπέμπει η πυγολαμπίδα το σούρουπο στις αρχές του καλοκαιριού ;
Μην είναι **το «τσαφ-τσουφ» των ατμομηχανών** στο μακρινό West με τους Caw-Boys και τους δυστυχείς Ινδιάνους ;
Μην είναι **η περιστροφή των βαγονιών** στο λούνα -πάρκ, καθώς ανεβαίνετε ψηλά και νομίζετε ότι θα φύγετε από τις ράγες ;
Μην είναι **το ψήσιμο του κέικ** στο φούρνο της κουζίνας , με την ευωδιά να πλημμυρίζει το σπίτι ;
Μην είναι **η διάσπαση του ατόμου** που οδήγησε στην ατομική βόμβα και το ολοκαύτωμα στη Χιροσίμα ;
Μην είναι **η επίστρωση του film** στη φωτογραφική μηχανή ,και η καταγραφή αγαπημένων στιγμιότυπων ;
Μην είναι η **θερμότητα** που εκλύεται από μια ηλεκτρική θερμάστρα;
Μην είναι το **ηλεκτρομαγνητικό κύμα** που εκπέμπει ή δέχεται το κινητό μας;

<u>Όλα αυτά είναι ενέργεια</u>

Με τις καλές και τις κακές της μορφές . Με τις χρήσιμες και τις καταστροφικές της συνέπειες .
Μέσω των ενεργειακών μεταβολών πορεύεται η ανθρωπότητα .
Υπάρχει με πολλές μορφές , την καταλαβαίνουμε όταν μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη , αλλά η φυσική ποτέ δεν μπόρεσε να δώσει ορισμό στο τι είναι η *ΕΝΕΡΓΕΙΑ !!!*

Μέσω των ενεργειακών μεταβολών ζει και δημιουργεί η ανθρωπότητα. Είτε προοδεύοντας (*τεχνολογικός πολιτισμός*) είτε καταστρέφοντας (*βιομηχανική ρύπανση, τοξικά, φαινόμενο θερμοκηπίου, ραδιενέργεια)* .

Εισαγωγή στην έννοια της ενέργειας

Ο $18^{ος}$ αιώνας σημαδεύεται από την ιστορικής σημασίας αλλαγή που έχει επικρατήσει να χαρακτηρίζεται ως Βιομηχανική Επανάσταση. Είναι η μετάβαση από τη χειρωνακτική εργασία στη μηχανική βιομηχανία, η οποία άλλαξε ολοκληρωτικά το ρόλο που μέχρι τότε έπαιζε ο άνθρωπος στη παραγωγή υλικών και πνευματικών αξιών.

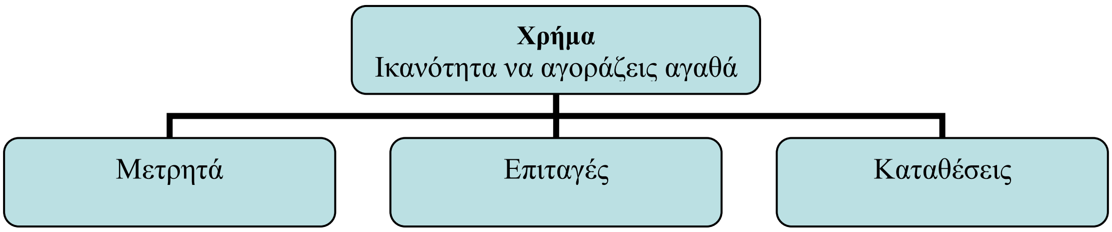
Μια από τις βασικές συνιστώσες της Βιομηχανικής Επανάστασης είναι η ανακάλυψη της μηχανής του ατμού, η οποία αξιοποιούσε «κάτι» που κρυβόταν μέσα στο κάρβουνο. Αυτό το «κάτι» δεν μπορούσε να αναλυθεί με τους όρους που έθετε η Νευτώνεια Μηχανική. Ούτε μπορούσε να εξηγηθεί με ακριβή και σαφή τρόπο «δύναμη» του ατμού και η καλύτερη απόδοσή του. Οι νόμοι του Newton, η κινηματική και η δυναμική, όπως επίσης και η ορμή δεν μπορούσαν να εξηγήσουν την εργασία που εκτελούσε μια ατμομηχανή ή ένας ανεμόμυλος ή ένας υδρόμυλος. Τι ήταν αυτό το «κάτι» που κουβαλούσε ο αέρας και έκανε το μύλο να περιστρέφεται ή το «κάτι» που κουβαλούσε στην υδατόπτωση το νερό και οι μυλόπετρες άλεθαν το σιτάρι;

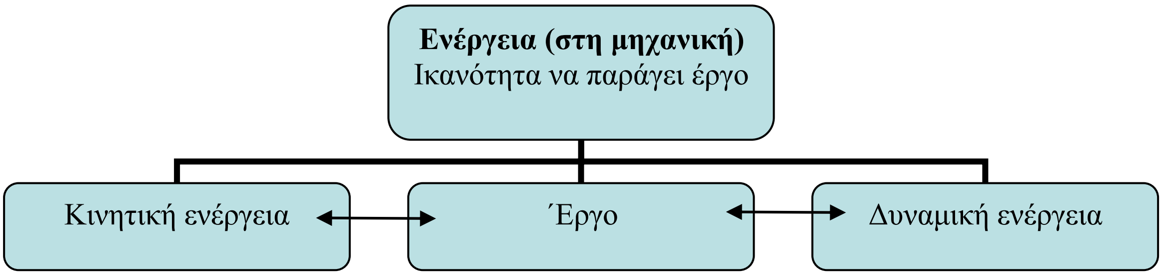
Αυτό το «κάτι» είναι : Μεταβιβαζόμενη Ενέργεια

Πρέπει λοιπόν να βρούμε μια μέθοδο να μετράμε την μεταβιβαζόμενη ενέργεια από ένα σύστημα σε ένα άλλο. Και αυτός ο τρόπος είναι η χρήση ενός νέου φυσικού μεγέθους :

Το **ΕΡΓΟ** είναι ποσότητα μεταβιβαζόμενης ενέργειας (στη μηχανική και όχι μόνο!!!)

Νοησιακό μοντέλο αναλογίας χρήματος – ενέργειας

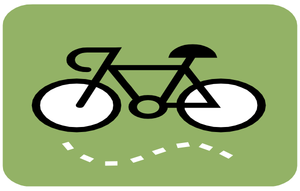




Η έννοια του έργου μπορεί να εισαχθεί ως ο μηχανικός τρόπος μεταφοράς ενέργειας από ένα σύστημα σε ένα άλλο, μέσω ωθήσεων ή έλξεων, δηλαδή με την κατάλληλη εφαρμογή εξωτερικών δυνάμεων. (βλέπετε ότι στο παιγνίδι ξαναμπαίνουν οι δυνάμεις, όχι όμως με τη μορφή που τις ξέρουμε – νόμοι του Νεύτωνα).

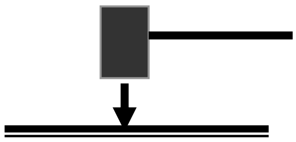
Πριν ασχοληθούμε με την «περίεργη» έννοια – φυσικό μέγεθος έργο δύναμης, ας δούμε μερικές μορφές ενέργειας στη μηχανική (και όχι μόνον!!!).

Κινητική ενέργεια : $K = \frac{1}{2} m u^2$



Θα την χαρακτηρίζαμε απλούστερη μορφή ενέργειας. ΄Ένα σώμα έχει κινητική ενέργεια λόγω της κίνησής του. (Με τον όρο κίνηση εννοούμε εδώ τη «μηχανική κίνηση» δηλαδή την απλή μετάθεση στο χώρο). Επειδή η κίνηση είναι σχετική, η τιμή της ταχύτητας εξαρτάται από το σύστημα αναφοράς για τούτο και η τιμή της κινητικής ενέργειας που έχει ένα σώμα θα είναι διαφορετική στα διαφορετικά συστήματα αναφοράς.

Η φυσική σημασία της έννοιας σχετίζεται οπωσδήποτε και με την ανθρώπινη εμπειρία. Και η εμπειρία μας διδάσκει ότι κάθε κινούμενο αντικείμενο «κρύβει» μια δυνατότητα. Το σφυρί για παράδειγμα καθώς καρφώνουμε την πρόκα έχει κινητική ενέργεια. Την οποία στη συνέχεια τη μεταβιβάζει με τη βοήθεια της δύναμης και εκτελεί έργο στο καρφί.

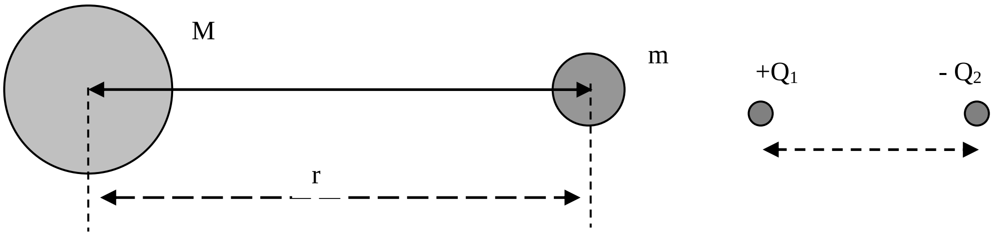


Προσοχή το δάκτυλό σας !!!

Εξυπακούεται ότι κινητική ενέργεια έχει και ένα περιστρεφόμενο στερεό (π.χ. μια ρόδα ποδηλάτου), αλλά η τιμή της δεν υπολογίζεται από την εξίσωση αυτή. Πάντως όσο πιο γρήγορα στρέφεται ένας τροχός τόσο μεγαλύτερη θα είναι η κινητική του ενέργεια.

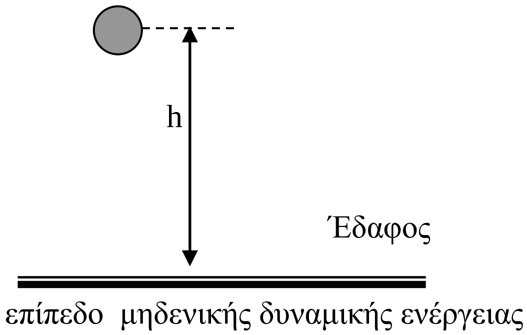
Δυναμική ενέργεια

Αναφέρεται συνήθως σε σύστημα μαζών που βρίσκονται σε κάποια ικανή απόσταση μεταξύ τους ή στη σε σύστημα ηλεκτρικών φορτίων για τον ίδιο λόγο.



Παράλληλα δεν μπορούμε να αγνοήσουμε την δυναμική ενέργεια λόγω ελαστικής παραμόρφωσης στο ιδανικό ελατήριο: $U = \frac{1}{2} K X^2$

΄Οταν το σύστημα μαζών είναι σώμα μάζας m σε κάποιο ύψος H πάνω από την επιφάνεια της γης και η γη, τότε «αγνοείται» η γη και έχει επικρατήσει η διατύπωση της δυναμικής βαρυτικής ενέργειας σώματος σε σχέση με την επιφάνεια της γης. Και τούτο διότι οι μετακινήσεις του «μικρού» σώματος δεν επηρεάζουν την κίνηση της γης, λόγω της τεράστιας μάζας της. Η τιμή της εξαρτάται από το βάρος του σώματος (βαρυτική αλληλεπίδραση) και από το ύψος H (μεταξύ τους απόσταση) πάνω από την επιφάνεια που θεωρούμε σύστημα αναφοράς. Μπορούμε να λέμε βαρυτική δυναμική ενέργεια ως προς την επιφάνεια ενός τραπεζιού, μιας ταράτσας ή και – όπως κάνουμε συνηθέστερα – ως προς το έδαφος.



Δυναμική (βαρυτική) ενέργεια σώματος : $U = m\,g\,H$

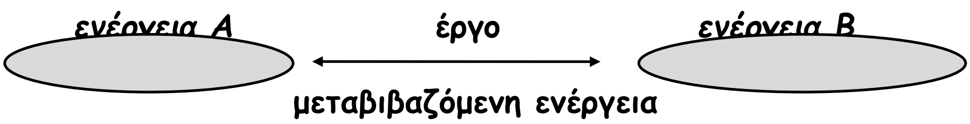
Να συνοψίσουμε : ΄Εχουμε τη **δυναμική ενέργεια λόγω θέσης** ενός υποθέματος (μάζα ή φορτίο) σε συντηρητικό πεδίο δυνάμεων (βαρυτικό ή ηλεκτροστατικό) και ακόμη τη **δυναμική ενέργεια λόγω κατάστασης** (λόγω ελαστικής παραμόρφωσης των σωμάτων).

Μηχανική ενέργεια : Το άθροισμα της κινητικής και δυναμικής ενέργειας ενός σώματος σε μακροσκοπικό επίπεδο συνηθίσαμε να το ονομάζουμε «μηχανική ενέργεια».

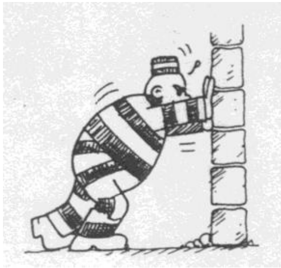
Ας μεταβιβάσουμε ενέργεια (στη μηχανική)

΄Εργο σταθερής δύναμης

΄Εργο (δύναμης) = Δύναμη Χ απόσταση = μεταβιβαζόμενη ενέργεια



Μεταβιβαζόμενη ενέργεια : ΄Ένα γινόμενο που δεν μπορούν να το μεγαλώσουν οι μηχανές .



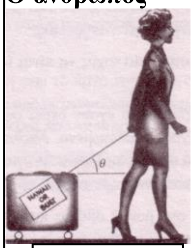
Ο κατάδικος καταναλώνει χημική ενέργεια; Παράγει έργο ;

F, F, F, F, F, F, F, F, F, F, F...
X, X, X, X, X, X, X, X...

Η φύση μας επιτρέπει να αυξάνουμε τις δυνάμεις , αλλά όχι απεριόριστα

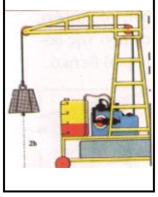
Η φύση δεν μπορεί να μεγαλώσει το γινόμενο **δύναμη Χ απόσταση** (όσο θέλουμε !)

Ο άνθρωπος



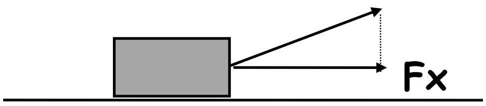
Το γινόμενο : **δύναμη Χ απόσταση** αποτιμά την ανθρώπινη εργασία .
Η κυρία τραβά με κάποια δύναμη τη βαλίτσα σε απόσταση χ.

Ο γερανός



Το γινόμενο : **δύναμη Χ απόσταση** μετριέται με την ποσότητα του καυσίμου που καταναλώνει η μηχανή

Εργο σταθερής δύναμης:
W = F.x.συνθ



Σημείωση για το πρόσημο του έργου (μονόμετρο μέγεθος)

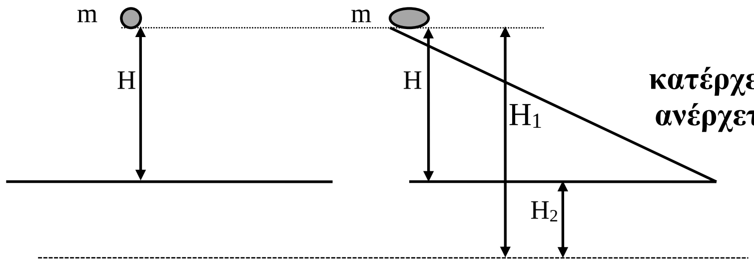
W = F.x.συνθ

- **0≤θ<π/2 , συνθ > 0 , W > 0** (η F συμμετέχει στην κίνηση, προσφέρει ενέργεια στο σύστημα = παραγόμενο έργο)

- **θ = π/2 , συνθ = 0 , W = 0** (η F κάθετη στην μετατόπιση , δεν παράγει έργο)

- **π/2 <θ ≤0 ,συνθ < 0 , W < 0** (η F αντιτίθεται στην κίνηση , π.χ. Τριβή ολίσθ. Μεταφέρει ενέργεια από το σύστημα στο περιβάλλον = καταναλισκόμενο έργο).

΄Εργο βάρους



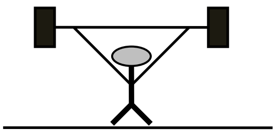
κατέρχεται : W = mgH
ανέρχεται : W = - mgH

επίπεδο αναφοράς, μηδενικής δυναμικής ενέργειας

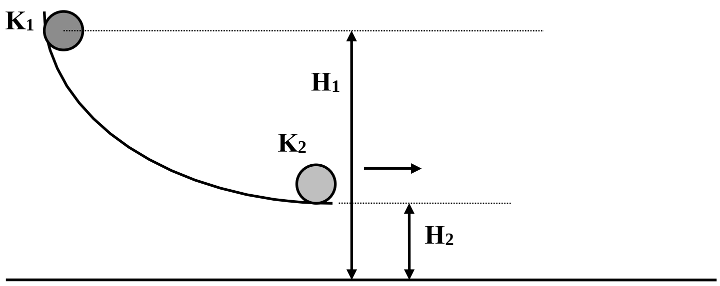
$$W = mg(H_1 - H_2) = U_{\alpha\rho\chi} - U_{\tau\epsilon\lambda}$$

$$= - \Delta U$$

Μεταβολή Δυναμικής ενέργειας



Ο Πύρος Δήμας και η άρση βαρών

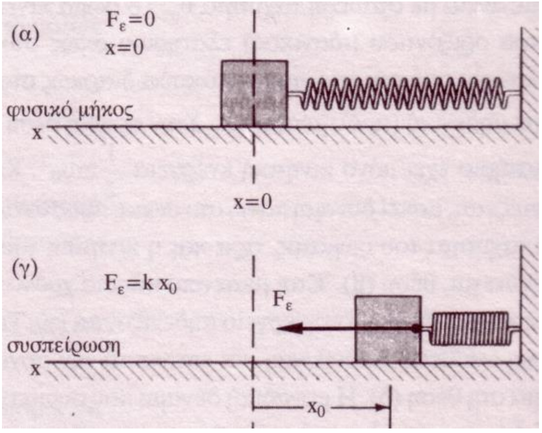


$$W = mg.(H_1 - H_2) = K_2 - K_1 = -\Delta U_{o\lambda} = -(U_2 - U_1)$$

Η δυναμική ενέργεια αναφέρεται πάντοτε ως ενέργεια αλληλεπίδρασης μεταξύ των σωμάτων σε σχέση με συγκεκριμένο σύστημα αναφοράς .Για χάριν ευκολίας όταν αναφερόμαστε σε σώμα κοντά στην επιφάνεια της γης το επίπεδο αναφοράς μηδενικής δυναμικής ενέργειας είναι η επιφάνεια της γης και η δυναμική ενέργεια ουσιαστικά είναι η δυναμική ενέργεια του σώματος λόγω της συγκεκριμένης θέσης που έχει σε σχέση με το έδαφος .

΄Εργο τριβής ολίσθησης : $W_T = -T.X$ (πάντοτε καταναλισκόμενο)

΄**Εργο** δύναμης (ιδανικού) **ελατηρίου** :

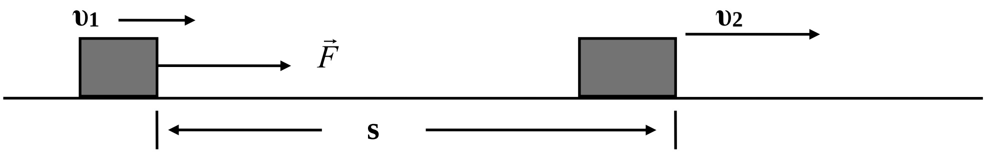


$$W = \tfrac{1}{2}.\ K.X^{2}$$

Το θεώρημα μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας

(΄Εργο «συνεργασίας» των δυνάμεων)

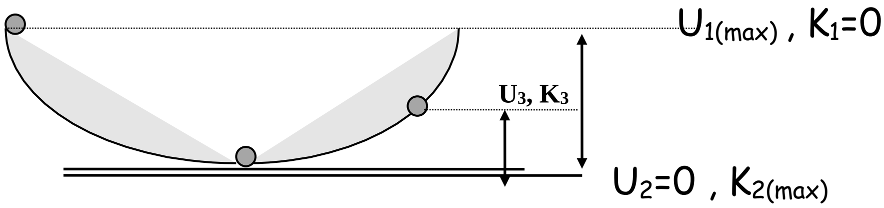
ή η περιπέτεια του κινητού στο χώρο !!!



$$K_{τελική} - K_{αρχική} = W_{ολ} = F\ .\ S$$

Η διατήρηση της Μηχανικής ενέργειας

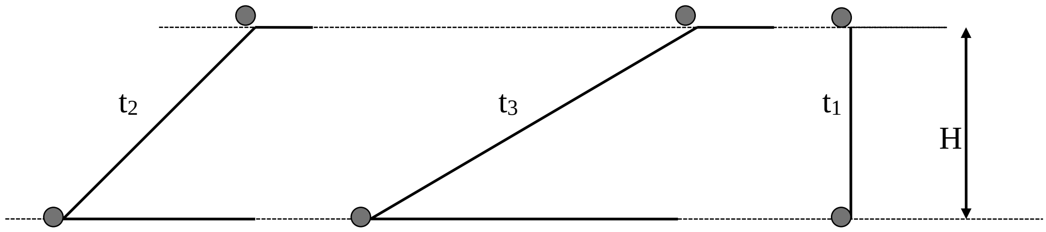
Σε κάθε κλειστό σύστημα ,στο οποίο εμφανίζονται μόνο εσωτερικές δυνάμεις διατηρητικές ,το άθροισμα κινητικής και δυναμικής ενέργειας διατηρείται σταθερό .



επίπεδο αναφοράς **U** $_{δυν}$ **= 0**

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2 = K_3 + U_3 = ...=Kν + Uν = σταθερό$$

Ισχύς



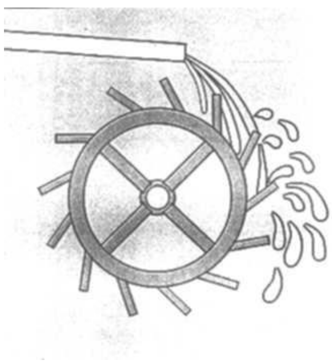
Είναι προφανές ότι κατά την ανύψωση του σώματος Μ στο ύψος Η και στις τρεις περιπτώσεις το έργο του βάρους είναι : W = - mg.H

Τι διαφοροποιεί την κίνηση αυτή ; **Η διαφορετική κατανάλωση ισχύος**

$$\mathbf{P = W/t \quad , 1 \ \ Watt = 1\ J/s \ \ (1W)}$$

επειδή $t_1 < t_2 < t_3 \longrightarrow P_1 > P_2 > P_3$

σημείωση . Μονάδα ενέργειας : **1 Joule (1 J)** = 1 N.m
Μονάδα ισχύος : **1 Watt (1W)** = 1 J / s



Αναφορές

1. Arnold, B. Arons (1992). *Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής*, Αθήνα, Τροχαλία.
2. Nersessian, N. (1994). "Εννοιολογική δόμηση και διδασκαλία: Ένας ρόλος για την ιστορία στη διδακτική των φυσικών επιστημών». Στο Βασ. Κουλαϊδή (Επιμ.), *Αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου* (σελ. 115 – 130), Αθήνα, Gutenberg.
3. Δαπόντες, Ν. Κασσέτας, Α. Μουρίκης, Σ. & Σκιαθίτης, Μ. (1996), *Φυσική – Α΄ τάξη Ενιαίου Πολυκλαδικού Λυκείου*, Αθήνα, ΟΕΔΒ.
4. Κασσέτας, Α. (1996). *Το μακρόν Φυσική προ του βραχέος διδάσκω*, Αθήνα , Σαββάλας.
5. Κασσέτας Α., (2004), Το Μήλο και το Κουάρκ. Διδακτική της Φυσικής, Αθήνα, Σαββάλας.
6. Κόκκοτας, Π. (1989). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Αθήνα, Γρηγόρη.
7. Κολιόπουλος, Δ. & Ψύλλος, Δ. (1982). *Ένα πολυδιάστατο εργαλείο της διδασκαλίας και μάθησης της φυσικής: Η Ιστορία της Φυσικής*. Σύγχρονη Εκπαίδευση, τ. 9, σελ. 93 – 98.
8. Σέρογλου, Φ. & Κουμαράς, Π. (1998). «Προτάσεις για τη διδακτική αξιοποίηση της Ιστορίας της Φυσικής» , Πρακτικά. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο: *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σελ.384 - 390), Θεσσαλονίκη, Χριστοδουλίδη.
9. Προγράμματα Σπουδών Πρωτοβάθμιας & Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (1999), *Φυσικές Επιστήμες*, Αθήνα, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
10. Hewitt Paul, (1992), Οι Έννοιες της Φυσικής, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, τόμος 1.

ΔΟΜΗ και ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ της ΝΕΥΤΩΝΙΚΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ

1ος νόμος της κίνησης
(νόμος της αδράνειας)

η αδράνεια ως «δικαίωμα» κάθε σώματος να κινείται «χωρίς λόγο»

2ος νόμος της κίνησης
(θεμελιώδης νόμος
$\Sigma F = \Delta J / \Delta t$)

& $\Sigma F = m.a$

η αδράνεια ως ιδιαίτερη δυσφορία του κάθε σώματος
«αδρανειακή μάζα»

Ορισμός της έννοιας: ΄Ωθηση δύναμης
Θεώρημα ώθησης-ορμής
(περιπέτεια του κινητού στο χρόνο)

Ορισμός της έννοιας: έργο δύναμης
Θεώρημα έργου - κινητικής ενέργειας
(περιπέτεια του κινητού στο χώρο)

Ορισμός της έννοιας :
«Δυναμική ενέργεια συστήματος»

Ορισμός της έννοιας ΔΥΝΑΜΗ

3ος νόμος της κίνησης
(νόμος δράσης-
αντίδρασης)

Αρχή διατήρησης της ορμής
$P_{ολ}$ = σταθ. (μονωμένο σύστημα)

Στερεό σώμα

Η έννοια/μέγεθος «ροπή»

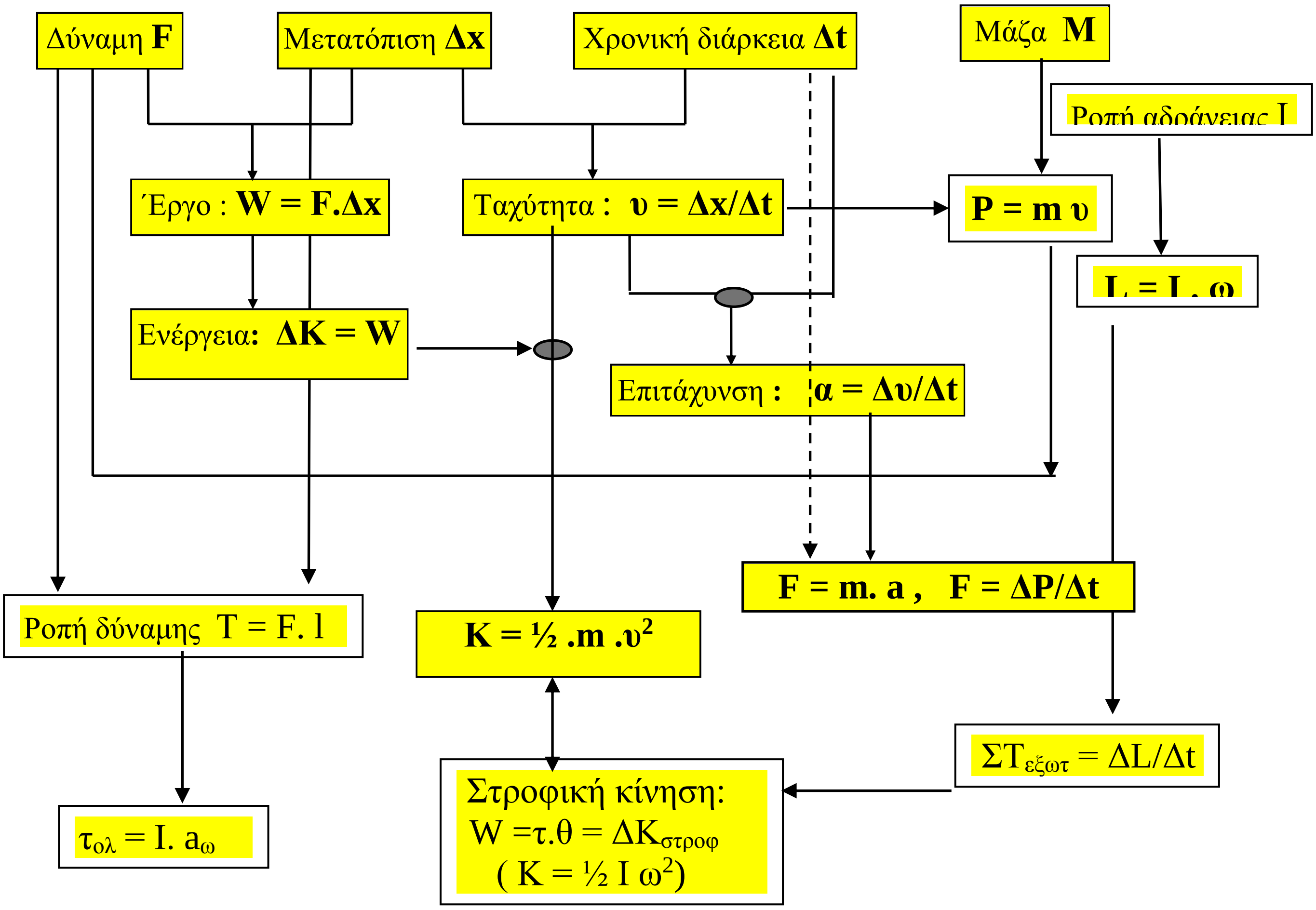
Αρχή διατήρησης
«στροφορμής»
$M_{ολ} = \Delta P / \Delta t$

Διανυσματικότητα μεγεθών
νόμος παραλληλογράμμου

θεώρημα των ροπών

Εννοιολογικός χάρτης φυσικών μεγεθών στη μηχανική

(περιοδικό JOURNAL OF PHYSICS)



Οι σημειώσεις αυτές υποστήριξαν/υποστηρίζουν τη διδασκαλία των γνωστικών αντικειμένων της μηχανικής στο ΓΕΛ Καλαμπάκας.

Βασίλης Παππάς – φυσικός – Med στην εκπαίδευση