

Γιάννης Γιάκας

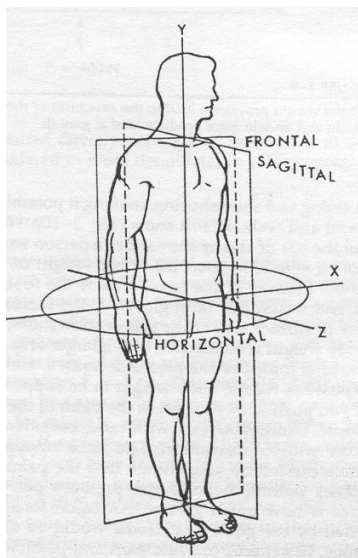
Ύλη προόδου

- Συστήματα αναφοράς και μονάδες μέτρησης
- Γραμμικά κινηματικά χαρακτηριστικά
- Γωνιακά κινηματικά χαρακτηριστικά
- Βλητική

Συστήματα Αναφοράς

- M.K.S. (m, Kg, sec)
- C.G.S. (cm, gr, sec)
- Αγγλοσαξονικό (feet, slug, sec).

Άξονες και επίπεδα στο ανθρώπινο σώμα

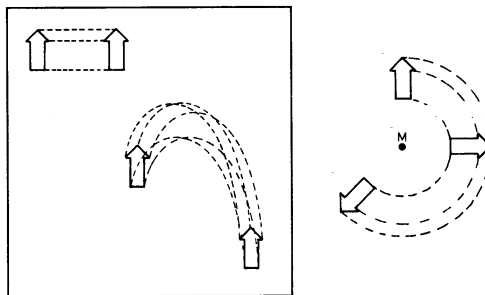


- Επίπεδα:
- Προσθιοπίσθιο ή οβελιαίο (καθορίζεται από τους άξονες X,Z).
- Μετωπιαίο (καθορίζεται από τους άξονες Y,Z).
- Εγκάρσιο (καθορίζεται από τους άξονες X,Y).

Κινηματική

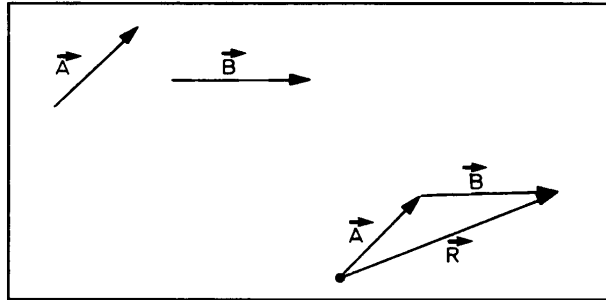
- Η κινηματική είναι ο κλάδος της μηχανικής που ασχολείται με την περιγραφή των χωρικών (του χώρου) και των χρονικών συνιστωσών της κίνησης.
- Μεταβλητές που εξετάζονται είναι η αλλαγή θέσης του κινητού (μετατόπιση), ο ρυθμός μεταβολής της θέσης του κινητού (ταχύτητα) και ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας (επιτάχυνση), χωρίς να γίνεται αναφορά στις δυνάμεις που προκαλούν την κίνηση.
- Οι τρεις παραπάνω παράμετροι μπορεί να είναι γραμμικές (να βασίζονται στη μετατόπιση που μετριέται σε μέτρα ή υποδιαιρέσεις τους) ή να είναι γωνιακές (να βασίζονται στη μετατόπιση που μετριέται σε μοίρες ή ακτίνια και τις υποδιαιρέσεις τους). Είναι διανυσματικά μεγέθη με αρχή, μέτρο, διεύθυνση και φορά.

Είδη κινήσεων



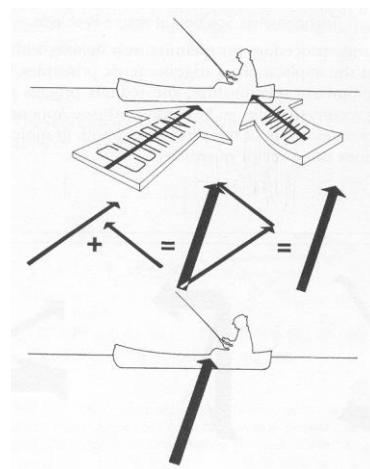
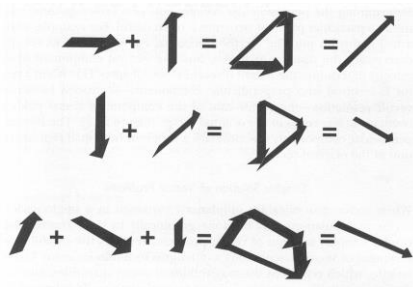
- **Μεταφορική:** όλα τα σημεία του σώματος διαγράφουν τις ίδιες, παράλληλα ή μία με την άλλη καμπύλες, δεν υπάρχει κάποια περιστροφή γύρω από τον άξονα του σώματος.
- **Καμπύλη ή περιστροφική:** όλα τα σημεία του σώματος διαγράφουν ομόκεντρους κύκλους γύρω από το σημείο περιστροφής. Το σημείο περιστροφής μπορεί να βρίσκεται τόσο εντός όσο και εκτός του σώματος.

Πρόσθεση διανυσμάτων

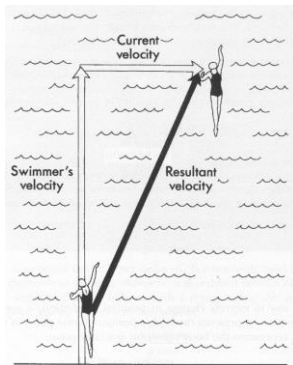
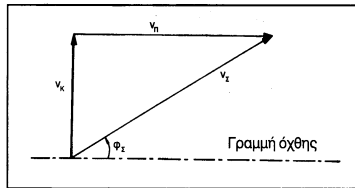


- Δεν προσθέτονται αριθμητικά αλλά γεωμετρικά.
- Τα διανύσματα διατηρούν τη διεύθυνσή τους, παρατάσσονται, στο τέλος του πρώτου τοποθετείται η αρχή του δεύτερου (αδιάφορο ποιο θα είναι πρώτο ή δεύτερο, αποτέλεσμα το ίδιο).
- Το συνιστάμενο διάνυσμα R έχει ως αρχή την αρχή του πρώτου και τέλος το τέλος του δεύτερου.

Πρόσθεση διανυσμάτων

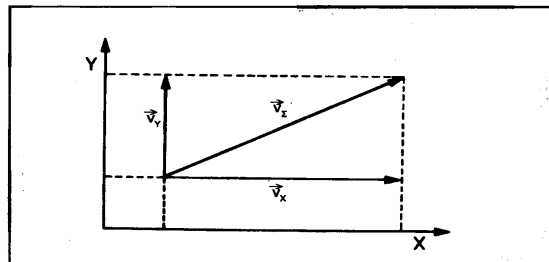


Πρόσθεση διανυσμάτων



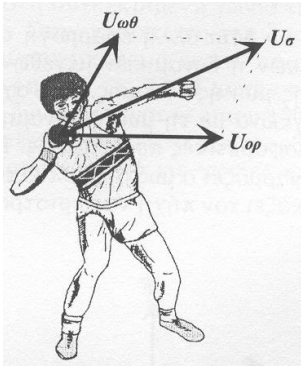
- Κολυμβητής διασχίζει το ποτάμι από τη μία όχθη ως την άλλη κάθετα στο ρεύμα.
- Στο πρώτο παράδειγμα η κάθετη ταχύτητα του κολυμβητή είναι $V_k = 2 \text{ m/sec}$ και η ταχύτητα του ρεύματος $V_\pi = 4 \text{ m/sec}$.
- Η συνισταμένη ταχύτητα του κολυμβητή είναι $V_\Sigma = (2^2 + 4^2)^{1/2} = (4 + 16)^{1/2} = 4,7 \text{ m/sec}$.
- Στο δεύτερο παράδειγμα είναι $V_k = 4 \text{ m/sec}$ και $V_\pi = 2 \text{ m/sec}$. Η συνισταμένη έχει το ίδιο μέτρο ($V_\Sigma = 4,7 \text{ m/sec}$), αλλά διαφορετική διεύθυνση.

Ανάλυση διανυσμάτων σε επιμέρους συνιστώσες



- Η ανάλυση γίνεται σε δύο κάθετες συνιστώσες.
- Στην περίπτωση του κολυμβητή, εδώ έχουμε ως δεδομένο τη συνισταμένη ταχύτητα V_Σ και την αναλύουμε στην ταχύτητα V_x του ρεύματος και την κατακόρυφη ταχύτητα V_y του κολυμβητή.
- Οι συνιστώσες ταχύτητες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.
- Η V_y ορίζει το χρόνο διάσχισης του ποταμού, η V_x επηρεάζει το σημείο άφιξης στην απέναντι όχθη.

Εφαρμογές



- Εύρεση του μέτρου και της διεύθυνσης της συνισταμένης
- Ο σφαιροβόλος κινείται με οριζόντια ταχύτητα $V_{op} = 2.5 \text{ m/s}$ και ωθεί τη σφαίρα προς τα πάνω και εμπρός με $V_{\omega\theta} = 3 \text{ m/s}$, και γωνία της $V_{\omega\theta}$ να είναι $\theta = 75^\circ$.
- $V_\sigma = (V_{op}^2 + V_{\omega\theta}^2 - 2 \cdot V_{op} \cdot V_{\omega\theta} \cdot \text{συν}\theta)^{1/2}$
όπου $\theta_\sigma = 180^\circ - 75^\circ = 105^\circ$.
- Έτσι το μέτρο της V_σ είναι 4.37 m/s .
- Η γωνία της V_σ με το οριζόντιο επίπεδο υπολογίζεται από την εξίσωση:
- $\text{συν}\theta = (V_{op}^2 + V_\sigma^2 - V_{\omega\theta}^2) / (2 \cdot V_{op} \cdot V_\sigma)$
- Άρα $\theta = 41.5^\circ$

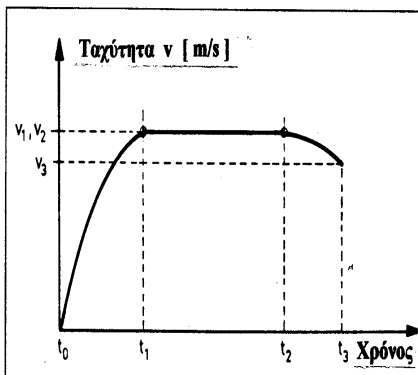
Ορισμός της ταχύτητας

- Ταχύτητα είναι το πηλίκο της διανυόμενης απόστασης δια του απαιτούμενου χρόνου.
- Στιγμιαία ταχύτητα είναι η ταχύτητα που παρατηρείται σε ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο (χρονική στιγμή).
- Μέση ταχύτητα είναι η ταχύτητα που προκύπτει από το μέσο όρο των ταχυτήτων σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Επιτάχυνση Ορισμός της ταχύτητας

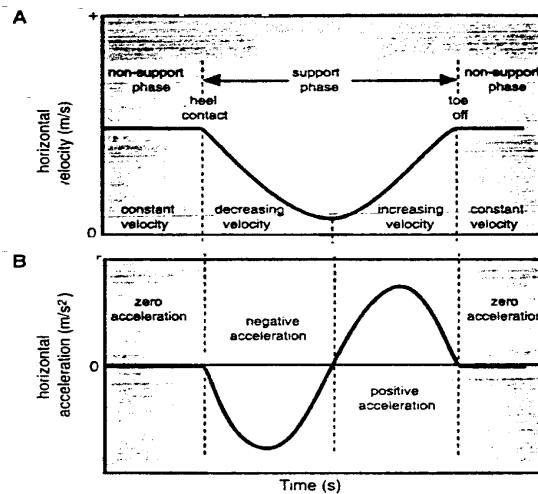
- **Ταχύτητα** είναι το πηλίκο της διανυόμενης απόστασης δια του απαιτούμενου χρόνου.
- **Στιγμιαία ταχύτητα** είναι η ταχύτητα που παρατηρείται σε ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο (χρονική στιγμή).
- **Μέση ταχύτητα** είναι η ταχύτητα που προκύπτει από το μέσο όρο των ταχυτήτων σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου (μεταβαλλόμενη επιτάχυνση)



- Η ταχύτητα σχηματίζει καμπύλη.
- $\alpha_1 = \Delta v_1 / \Delta t_1 = (v_1 - v_0) / (t_1 - t_0) = v_1 / t_1$
- $\alpha_2 = \Delta v_2 / \Delta t_2 = (v_2 - v_1) / (t_2 - t_1) = 0$
- $\alpha_3 = \Delta v_3 / \Delta t_3 = (v_3 - v_2) / (t_3 - t_2)$

Διάγραμμα ταχύτητας – χρόνου (στιγμαιαία επιτάχυνση)

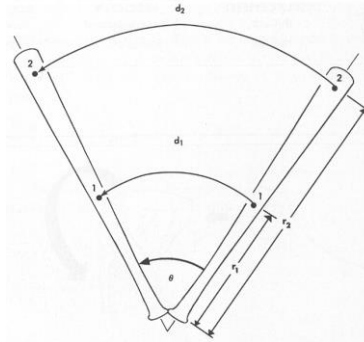
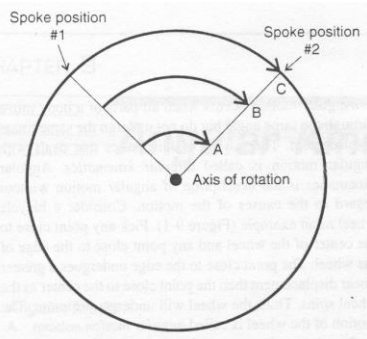


Changes in A) velocity and B) acceleration during the support phase of a running stride

Συχνότητα και περίοδος περιστροφής

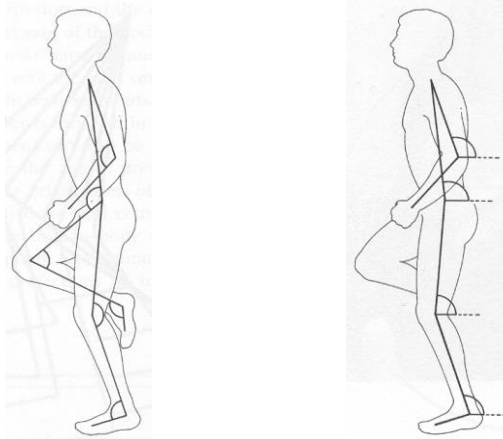
- Στην περιστροφική κίνηση ο χρόνος που χρειάζεται ένα κινητό για να διαγράψει μια ολόκληρη περιστροφή (360° ή $6,28\text{rad}$) λέγεται **περίοδος** και συμβολίζεται με T . Αν ο χρόνος μιας περιστροφής απαιτεί 5 sec , η κίνηση έχει περίοδο $T = 5\text{ sec}$.
- **Συχνότητα** (ν) της κίνησης είναι ο αριθμός των περιστροφών που γίνονται σε ένα δευτερόλεπτο.
- Έτσι $\nu = 1 / T = 1 / 5 = 0,2\text{ Hz}$ ($0,2$ κύκλοι το δευτερόλεπτο).
- Επίσης $\omega = 2\pi / T = 2\pi \nu$

Γωνιακή μετατόπιση



- Τα σημεία ενός περιστρεφόμενου σώματος μπορεί να έχουν την ίδια γωνιακή μετατόπιση, όμως η γραμμική μετατόπιση του καθενός (διαγραφόμενο τόξο) εξαρτάται από το μήκος της ακτίνας περιστροφής του. Όσο μεγαλύτερη η ακτίνα περιστροφής τόσο μεγαλύτερη η γραμμική μετατόπιση. Στις παραπάνω εικόνες τα σημεία C της ρόδας του ποδηλάτου και 2 του μπαστούνιού του μπίτζμπολ (μεγάλη ακτίνα περιστροφής) έχουν διαγράψει μεγαλύτερη γραμμική μετατόπιση από τα αντίστοιχα σημεία A και 1 (μικρή ακτίνα περιστροφής).

Γωνιακές μετατοπίσεις των μελών του σώματος



- Δύο τρόποι μέτρησης των γωνιών των μελών του σώματος υπάρχουν: οι σχετικές γωνίες (η γωνία που περιλαμβάνεται μεταξύ των επιμήκων αξόνων δύο μελών) και οι απόλυτες γωνίες (η γωνία κλίσης των μελών, ο προσανατολισμός τους στο χώρο).

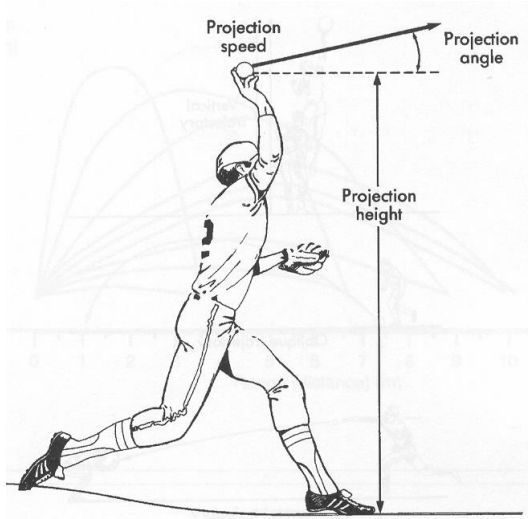
Γωνιακή ταχύτητα

- Είναι το πηλίκο της μεταβολής της γωνίας δια του απαιτούμενου χρόνου.
- Έχουμε : $\omega = \phi / t = \text{rad} / \text{sec}$
- Στη σταθερή γωνιακή ταχύτητα σε ίσους χρόνους διανύονται ίσες γωνιακές μετατοπίσεις.
- Στη μεταβαλλόμενη γωνιακή ταχύτητα διακρίνουμε τη μέση και τη στιγμιαία γωνιακή ταχύτητα.
- Η μέση είναι ίση με $\Delta\phi / \Delta t$ για ένα χρονικό διάστημα Δt .
- Όταν το Δt τείνει στο μηδέν μιλούμε για στιγμιαία γωνιακή ταχύτητα.

Εισαγωγή

- **Βλητική** είναι ο κλάδος της μηχανικής που εξετάζει τους παράγοντες των σωμάτων που βρίσκονται σε πτήση.
- Η βλητική εξετάζει πολλές από τις αθλητικές κινήσεις (άλματα, ρίψεις, δρόμοι, καταδύσεις, ποδόσφαιρο, μπίτζμπολ, γκολφ, μπάσκετ, κ.α.).
- *Οι παράγοντες που εξετάζονται σε αυτή την κατηγορία αθλητικών κινήσεων είναι:*
 - Οι παράγοντες που προκάλεσαν την πτήση (αρχική ταχύτητα, γωνία απογείωσης ή απελευθέρωσης, σχετικό ύψος απελευθέρωσης).
 - Η επιτάχυνση της βαρύτητας (που έλκει το σώμα προς το κέντρο της γης σε όλη τη διάρκεια της πτήσης).
 - Η αεροδυναμική αντίσταση (που άλλοτε επιβραδύνει και άλλοτε επιταχύνει ή υποβοηθά την κίνηση).
- Στην προσπάθειά τους για καλύτερες επιδόσεις οι αθλητές πρέπει να εκμεταλλεύονται θετικά αυτούς τους παράγοντες ή να μειώνουν την αρνητική τους επίδραση.

Εισαγωγή



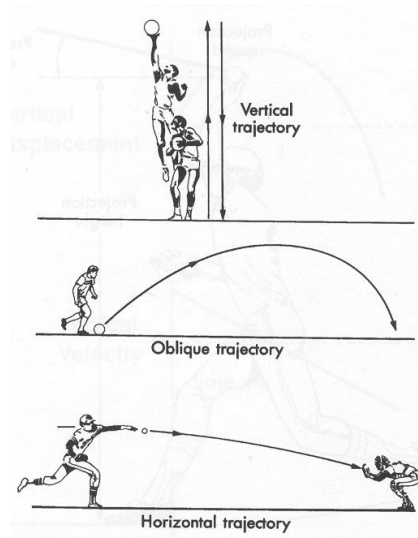
- **Οι παράγοντες που επηρεάζουν την πτήση**

- Ταχύτητα απελευθέρωσης
- γωνία απογείωσης ή απελευθέρωσης
- σχετικό ύψος απελευθέρωσης

Εισαγωγή

- **Βλητική** είναι ο κλάδος της μηχανικής που εξετάζει τους παράγοντες των σωμάτων που βρίσκονται σε πτήση.
- Η βλητική εξετάζει πολλές από τις αθλητικές κινήσεις (άλματα, ρίψεις, δρόμοι, καταδύσεις, ποδόσφαιρο, μπίτζμπολ, γκολφ, μπάσκετ, κ.α.).
- *Οι παράγοντες που εξετάζονται σε αυτή την κατηγορία αθλητικών κινήσεων είναι:*
 - **Οι παράγοντες που προκάλεσαν την πτήση** (αρχική ταχύτητα, γωνία απογείωσης ή απελευθέρωσης, σχετικό ύψος απελευθέρωσης).
 - **Η επιτάχυνση της βαρύτητας** (που έλκει το σώμα προς το κέντρο της γης σε όλη τη διάρκεια της πτήσης).
 - **Η αεροδυναμική αντίσταση** (που άλλοτε επιβραδύνει και άλλοτε επιταχύνει ή υποβοηθά την κίνηση).
- Στην προσπάθειά τους για καλύτερες επιδόσεις οι αθλητές πρέπει να εκμεταλλεύονται θετικά αυτούς τους παράγοντες ή να μειώνουν την αρνητική τους επίδραση.

Εισαγωγή



Η επίδραση της γωνίας απελευθέρωσης – απογείωσης στην τροχιά της πτήσης

Ελεύθερη πτώση

- Όταν ένα σώμα λόγω του βαρυτικού πεδίου πέφτει προς τα κάτω, χωρίς την αντίσταση του αέρα, υπόκειται μόνο στην επιτάχυνση της βαρύτητας και εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.
- Υπολογίζουμε :
- την ταχύτητα V από το χρόνο t
- την ταχύτητα V από το ύψος πτώσης h
- την απόσταση πτώσης h από τη διάρκεια πτώσης t

Ελεύθερη πτώση

- Υπό την επίδραση της σταθερής επιτάχυνσης g το σώμα μετά από παρέλευση χρόνου πτώσης t αποκτά ταχύτητα :
 - $V = g \cdot t$
- Μετά από χρόνο t διανύει απόσταση πτώσης :
 - $h = 1/2 g \cdot t^2$
- Μετά από απόσταση πτώσης h αποκτά ταχύτητα:
 - $V = (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$
- Για τη διάνυση της απόστασης h απαιτείται χρόνος:
 - $t = (2 h / g)^{1/2}$

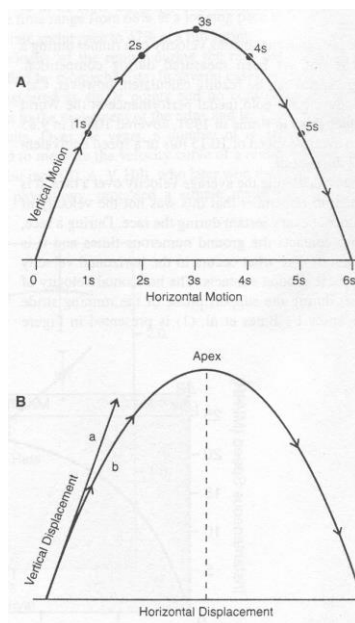
Κατακόρυφη βολή προς τα πάνω

- Ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση ($-g$).
- Απογείωση με αρχική θετική ταχύτητα V_0 .
- Βαθμιαία ελάττωση της ταχύτητας (λόγω $-g$) μέχρι το μηδενισμό της στο μέγιστο ύψος πτήσης (h_{\max}).
- Μετά το h_{\max} ακολουθεί κίνηση ελεύθερης πτώσης.
- Μετά από χρόνο t διανύει απόσταση :
 - $h = V_0 \cdot t - 1/2 g \cdot t^2$ (1)
- και πετυχαίνει ταχύτητα :
 - $V = V_0 - g \cdot t$ (2)

Κατακόρυφη βολή προς τα πάνω

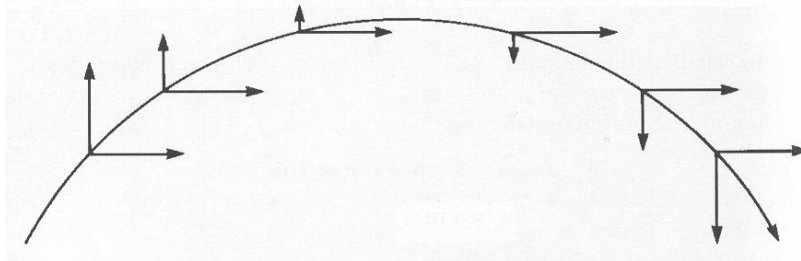
- Στο h_{\max} η $V = 0$ και συνεπώς η (2) γίνεται :
- $0 = V_0 - g \cdot t \Rightarrow g \cdot t = V_0 \Rightarrow t_{\max} = V_0 / g$ (3).
- Αυτός είναι ο χρόνος για να φτάσει το κινητό στο h_{\max} .
- Η (1) διαμορφώνεται :
- $h_{\max} = V_0 \cdot (V_0 / g) - [1/2 \cdot g \cdot (V_0 / g)^2] = V_0^2 / g - [1/2 \cdot g \cdot (V_0^2 / g^2)] = (V_0^2 / g) - [1/2 \cdot (V_0^2 / g)] \Rightarrow$
- $h_{\max} = V_0^2 / 2g$.
- Ο χρόνος ανάβασης είναι ίσος με το χρόνο κατάβασης και συνεπώς ο χρόνος πτήσης :
- $t_{\text{πτ}} = 2V_0 / g$

Πλάγια βολή

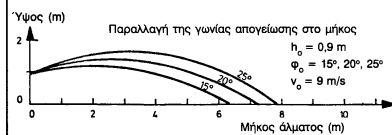
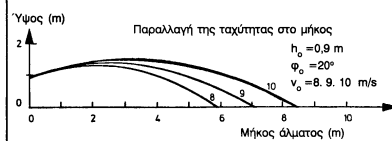
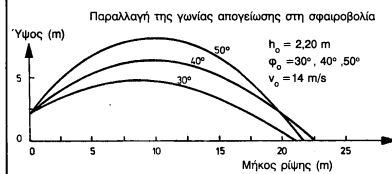
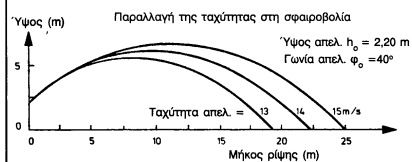


- A) Η παραβολική τροχιά στην πλάγια βολή
- B) Η πορεία α αντιπροσωπεύει την τροχιά της πτήσης που θα ακολουθούσε το κινητό αν δεν υπήρχε η επίδραση της βαρύτητας.
- Η πορεία b αντιπροσωπεύει την τροχιά (η πραγματική) με την επίδραση της βαρύτητας. Πρόκειται για μια παραβολική τροχιά.

Πλάγια βολή



- Παρουσιάζονται η οριζόντια και η κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας πτήσης.
- Η οριζόντια ταχύτητα είναι σταθερή, ενώ η κατακόρυφη ταχύτητα είναι σταθερά μεταβαλλόμενη (μειούμενη λόγω της $-g$).



- Πλάγια βολή και παραλλαγές χαρακτηριστικών μεγεθών της