

Νέστορας βασιλιάς της Πύλου και νόμοι της φυσικής



Βασίλης Δικαιουλάκος- Φυσικός
Αντιπρόεδρος Ε.Ε.Φ Νομού Μεσσηνίας

Η Φυσική στην Αρχαία Ελλάδα

- Όπως σε όλες τις επιστήμες η συγκρότηση των φυσικών επιστημών σε αυτόνομο κλάδο της γνώσης ανήκει στους Αρχαίους Έλληνες με τις ιδιαίτερες πνευματικές δυνατότητες και αναπτυγμένη νοημοσύνη τους.
- Στη σκέψη των Ελλήνων οι φυσικές επιστήμες ελευθερώνονται από τη δεισιδαιμονία και υψώνονται πάνω από την τεχνολογία. Με την ελληνική σκέψη αρχίζει η επιστημονική αναγωγή των φυσικών φαινομένων σε φυσικά αίτια και η αντικατάσταση των υπερφυσικών δυνάμεων από τους φυσικούς νόμους. Ως θεωρητικές ερμηνευτικές και οντολογικές οι Φυσικές επιστήμες είναι γνήσια τέκνα της ελληνικής ιδιοφυΐας και γέννημα ελληνικό.
- Με τον όρο "φυσική" οι Αρχαίοι Έλληνες εννοούσαν το μέρος εκείνο της φιλοσοφίας που περιελάμβανε κάθε τι που δεν μπορούσε να υπαχθεί στη λογική, ή την ηθική. Παράλληλα εννοούσαν με τη λέξη αυτή όλες τις επιστήμες της φύσεως.
- Δυστυχώς ένα ελάχιστο μόνο μέρος των εργασιών των φυσικών επιστημόνων της Αρχαίας Ελλάδος έχει σωθεί.

Η πορεία εξέλιξης των Φυσικών επιστημών στην Αρχαία Ελλάδα

A. Πρώτη περίοδος (600 π.Χ. - 300 π.Χ.)

- α) Ιωνική Σχολή (Θαλής ο Μιλήσιος, Αναξίμανδρος, Αναξίμενης, Ίππων ο Σάμιος)
- β) Πυθαγόρειος Σχολή (Πυθαγόρας, Φιλόλαος, Αρχύτας, Ταραντίνος, Ίππασος, η Θεανώ, η Δαμώ)
- γ) Ελεατική Σχολή (Ξενοφάνης ο Κολοφώνιος, Παρμενίδης, Ζήνων ο Ελεάτης , Μέλισσος).
- δ) Ο Ηράκλειτος
- ε) Νέα Ιωνική Σχολή ή Ατομική Σχολή. (Εμπεδοκλής, Λεύκιππος , Δημόκριτος, Αναξαγόρας)
- στ) Η Σχολή του Πλάτωνα (Πλάτων, Σπεύσιππος, Ξενοκράτης, Φίλιππος ο Οπούντιος, Ηρακλείδης ο Ποντικός, ο Εύδοξος ο Κνίδιος).
- ζ) Η Σχολή του Αριστοτέλη (Αριστοτέλης, Θεόφραστος , Στράτων , Εύδημος ο Ρόδιος)
- στ) Η Σοφιστική Σχολή (Πρωταγόρας , Γοργίας , Καλλικλής , Αντιφών)
- ζ) Στωικοί Φιλόσοφοι (Κλεάνθης , Χρύσιππος , Παναίτιος)
- η) Επικούρειοι Φιλόσοφοι (Επίκουρος, Μητρόδωρος , Αθηναίος, Τιμοκράτης , Έρμαχος)

Η πορεία εξέλιξη των Φυσικών επιστημών στην Αρχαία Ελλάδα

B. Δεύτερη περίοδος (Αλεξανδρινή) (300 π.Χ. - 415 μ.Χ.)

α) Η Σχολή του Μουσείου (300πΧ – 85μΧ)

(Στην Αλεξάνδρεια ο Πτολεμαίος ο Σωτήρ (337 - 283 π.Χ.) ίδρυσε το "Μουσείον", ένα επιστημονικό ερευνητικό κέντρο με μία τεράστια βιβλιοθήκη από 490.000 (τόμους). Το Μουσείο πλαισιώθηκε από εκατοντάδες λόγιους που κατέφυγαν στην Αλεξάνδρεια από την Αθήνα).

β) Νεοπλατωνική Σχολή της Αλεξανδρείας (85μ.Χ. - 415μ.Χ.)

(Απολλώνιος ο Τυανεύς, Νικόμαχος ο Γερασηνός, Αμμώνιος Σακκάς), Πλωτίνος, Θέων ο Σμυρναίος, η Υπατία, ο Συνέσιος)

γ) Νεοπλατωνική Σχολή των Αθηνών (415 μ.Χ. - 525 μ.Χ.)

(Μετά τη δολοφονία της Υπατίας πολλοί αλεξανδρινοί φιλόσοφοι κατέφυγαν στην Αθήνα, όπου συγκρότησαν τη Νεοπλατωνική Σχολή των Αθηνών. Η σχολή αυτή διαλύθηκε το 526 με διαταγή του αυτοκράτορα Ιουστινιανού Εκπρόσωποι της Σχολής είναι ο φιλόσοφος, μαθηματικός, φυσικός και αστρονόμος Πρόκλος ο Διάδοχος, ο Αμμώνιος, ο Σιμπλίκιος, και ο Δαμάσκιος).

Η Φυσική στην Ομηρική Εποχή (900πΧ-700πΧ)

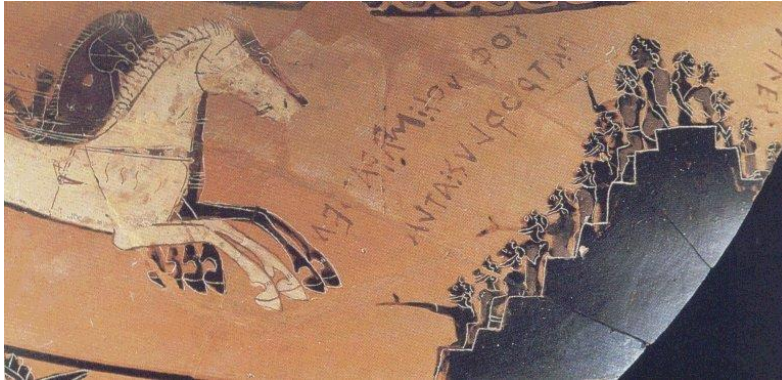
- Οι πρώτες φυσιογνωστικές γνώσεις των Αρχαίων Ελλήνων παρουσιάζονται μέσα από τα Ομηρικά Έπη και μέσα από τα ποιήματα του Ησιόδου. Η Ιλιάδα και η Οδύσσεια δίνουν πολλές πληροφορίες για φυτά και ζώα, για πέτρες και ορυκτά. Αναφέρονται όλα τα γνωστά μέταλλα της εποχής αυτής (σίδηρος, μόλυβδος, χαλκός, ορείχαλκος, χρυσός, άργυρος, λευκόχρυσος).
- Αναφέρονται ακόμα χρωστικές και απολυμαντικές ουσίες, καθώς και οι γνώσεις της τυροκομίας, της οινοποιίας, της αρωματοποιίας, της μεταλλουργίας κ.ά.

Ο Νέστορας, οι αρματοδρομίες και οι νόμοι της φυσικής.

Ομήρου Ιλιάδα : Ραψωδία Ψ' στίχοι 306-372

Στο Ψ' της Ιλιάδας αναφέρεται ότι ο Αχιλλέας, μετά τις νεκρώσιμες τελετές για τον φίλο του Πάτροκλο, οργανώνει αγώνες προς τιμήν του με σπουδαία βραβεία για τους νικητές. Μεταξύ των άλλων αγωνισμάτων προβλέπονταν και αρματοδρομία, στην οποία λαμβάνει μέρος και ο Αντίλοχος, γιος του Νέστορα, βασιλιά της Πύλου. Καθώς τα άλογα του Αντίλοχου φαίνονται να υστερούν απέναντι στα άλογα των ανταγωνιστών του, ο Νέστορας τον συμβουλεύει πώς να κερδίσει με τη γνώση μάλλον παρά με τη δύναμη των αλόγων του. Τα λόγια του Νέστορα είναι μια όντως εκπληκτική παράθεση των φυσικών νόμων, όπως τους γνωρίζουμε σήμερα και επιβεβαιώνουν πλήρως τη σκέψη του.

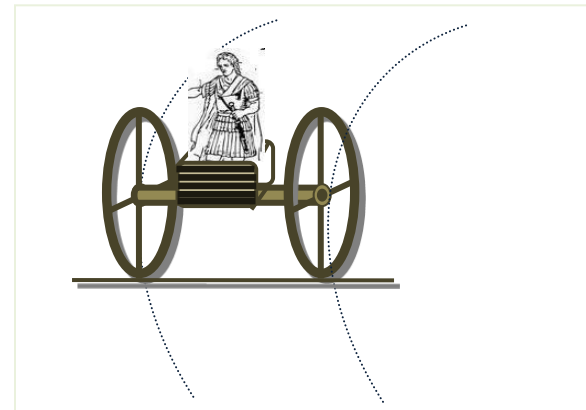
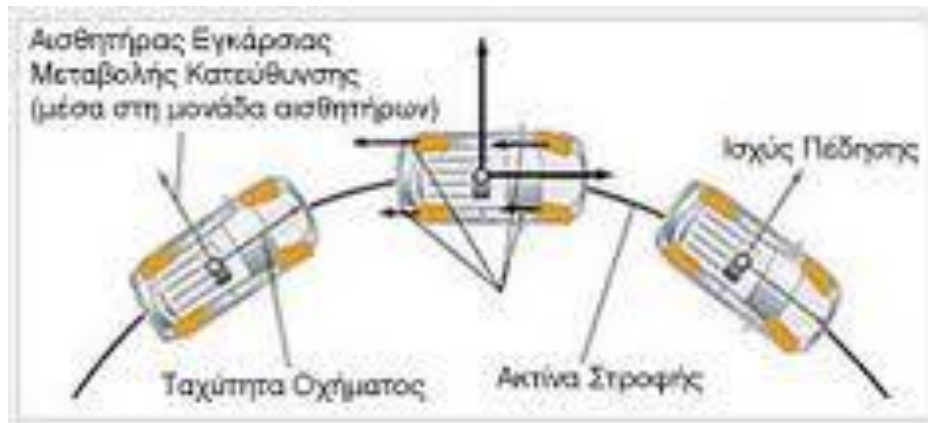
Οι αρματοδρομίες στην αγγειογραφία



Η αποτύπωση των αρματοδρομιών σε πλήθος αγγείων δηλώνει ένα διαδεδομένο και αγαπητό στην αρχαιότητα άθλημα

Ο Νέστορας, οι αρματοδρομίες και οι νόμοι της φυσικής (2)

- Ο Νέστορας στηρίχθηκε στην «απλή λογική του λέγοντος», την πείρα, τις προσεκτικές παρατηρήσεις και τη «σύνεση» που πρέπει να έχει ο ηνίοχος, για να διδάξει το γρήγορο πέρασμα με ασφάλεια του άρματος στη στροφή του ιπποδρόμου.
- Σήμερα η φυσική δημιούργησε ολόκληρη θεωρία για τη ασφαλή διέλευση των αυτοκινήτων στις στροφές και επέβαλε τη δημιουργία στροφών με κλίση



Από το άρμα της αρχαιότητας μέχρι τα σύγχρονα αυτοκίνητα οι στροφές ήθελαν την ίδια προσοχή ...γιατί πολύ απλά οι φυσικοί νόμοι είναι αιώνιοι και σταθεροί.

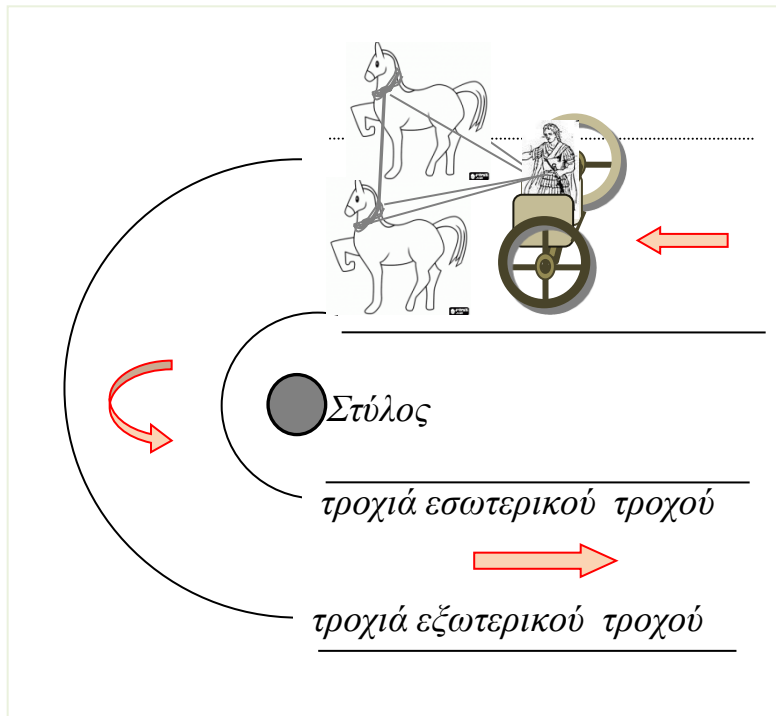
Ομήρου Ιλιάδα : Ραψωδία Ψ' στίχοι 306-372

Αντίλοχε, σε αγάπησαν βέβαια ο Δίας και ο Ποσειδώνας, παρ' ότι είσαι νέος, και σε δίδαξαν κάθε είδους ιππική τέχνη· για τούτο και δεν είναι καθόλου μεγάλη ανάγκη να σε διδάξω· **γιατί ξέρεις καλά να στρέφεις το άρμα στο τέρμα**· αλλά οι ίπποι σου είναι πάρα πολύ βραδείς για να τρέχουν· για τούτο ακριβώς νομίζω ότι θα συμβούν κακά πράγματα· οι ίπποι των άλλων είναι ταχύτεροι, αλλά βέβαια δεν ξέρουν αυτοί να σκεφτούν περισσότερα από σένα τον ίδιο· αλλά εμπρός λοιπόν εσύ, αγαπητέ μου, **βάλε μέσα στο νου σου κάθε είδους σύνεση**, για να μη σου ξεφύγουν τα πρώτα βραβεία· με τη σύνεση δε ο ξυλοκόπος είναι πιο πολύ ικανός παρά με τη δύναμη· με τη σύνεση δε πάλι ο κυβερνήτης σκουρόχρωμο πέλαγος διευθύνει γρήγορο πλοίο που παρασύρεται από τους ανέμους· **με τη σύνεση δε ο ηνίοχος ξεπερνάει τον άλλον ηνίοχο**. Αλλά όποιος μεν έχοντας εμπιστοσύνη στο άρμα, χωρίς σύνεση, σε μεγάλη έκταση τρέχει εδώ κι εκεί, τότε οι ίπποι περιπλανώνται στον ιππόδρομο και δεν τους συγκρατεί· όποιος όμως ξέρει αυτό που συμφέρει, παρ' ότι διευθύνει κατώτερους ίππους, αποβλέποντας συνεχώς προς το τέρμα, στρέφει το άρμα πολύ κοντά, και δεν του διαφεύγει πώς να βάλει από την αρχή σε καλπασμό με τα ηνία, αλλά κατευθείαν διευθύνει και αυτόν που τρέχει μπροστά τον παραφυλάει.....

Ομήρου Ιλιάδα : Ραψωδία Ψ' στίχοι 306-372 (2)

.... Θα σου πω δε ένα σημάδι πολύ ευδιάκριτο, ώστε δεν θα σου διαφύγει. Πάνω από τη γη βρίσκεται ξερό ξύλο περίπου μια οργιά ή από βελανιδιά ή από πεύκο· αυτό δεν σαπίζει από τη βροχή· δύο λίθοι λευκοί είναι χωμένοι στο έδαφος από τα δύο μέρη του στη συμβολή του δρόμου, ομαλός δε ιππόδρομος είναι γύρω-γύρω. Ή κάποιου θνητού που πέθανε προ πολλού (είναι το ξύλο) μνήμα ή αυτό ήταν η στροφή του ιπποδρόμου στους παλαιότερους ανθρώπους· και τώρα ο δυνατός στα πόδια θεός Αχιλλέας τοποθέτησε αυτό σαν τέρμα· **σ' αυτό εσύ αφού πας πάρα πολύ κοντά, να οδηγείς τα άρμα κοντά και τους ίππους, συ δε να κλίνεις στον ελαστικό δίφρο ελαφρά προς τα αριστερά αυτών·** το δεξιό ίππο αφού τον προτρέπεις με δυνατή φωνή, να τον χτυπάς με το μαστίγιο, και με τα χέρια να του χαλαρώνεις τα ηνία· ο δε ίππος ο αριστερός **ας περάσει πάρα πολύ κοντά στη στροφή για να φανεί το άκρο του καλοφτιαγμένου τροχού ότι έφτασε στην επιφάνεια· να αποφύγεις όμως να πλησιάσεις το λίθο, μήπως τραυματίσεις τους ίππους και συντρίψεις το άρμα,** πράγμα το οποίο είναι αντικείμενο χαράς για τους άλλους, για σένα όμως τον ίδιο θα είναι όνειδος· **αλλά, αγαπητέ μου, να είσαι προσεκτικός, με σύνεση.** Γιατί αν κοντά στο όριο βέβαια μπροστά από τους άλλους περάσεις τρέχοντας, δεν υπάρχει άλλος που θα σε φτάσει αφού τρέξει από πίσω....

Η αναστροφή του άρματος στο τέλος του ιπποδρόμου





Σύμφωνα με την αφήγηση στο Ψ' της Ιλιάδας ο ιππόδρομος είχε επίμηκες σχήμα. Κατά μήκος του έτρεχαν τα άρματα, τα οποία ξεκινούσαν από την αρχή, έφθαναν στο τέλος του και εκεί έπρεπε να εκτελέσουν στροφή 180° για να επιστρέψουν στην αφετηρία. Το τέλος του διαδρόμου οριοθετούσε ένας ξύλινος στύλος, γύρω από τον οποίο τα άρματα έπρεπε να εκτελέσουν αναστροφή, να κινηθούν δηλαδή πάνω σε ημικυκλική τροχιά, ώστε να κινηθούν προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Είναι φανερό ότι το σημείο αυτό της αγωνιστικής διαδικασίας ήταν και το πιο δύσκολο, επειδή απαιτούσε όχι μόνο γρηγοράδα των αλόγων, αλλά και μεγάλη δεξιοτεχνία από μέρους του ηνιόχου στον χειρισμό των δυνάμεων που αναπτύσσονται στην κυκλική κίνηση .

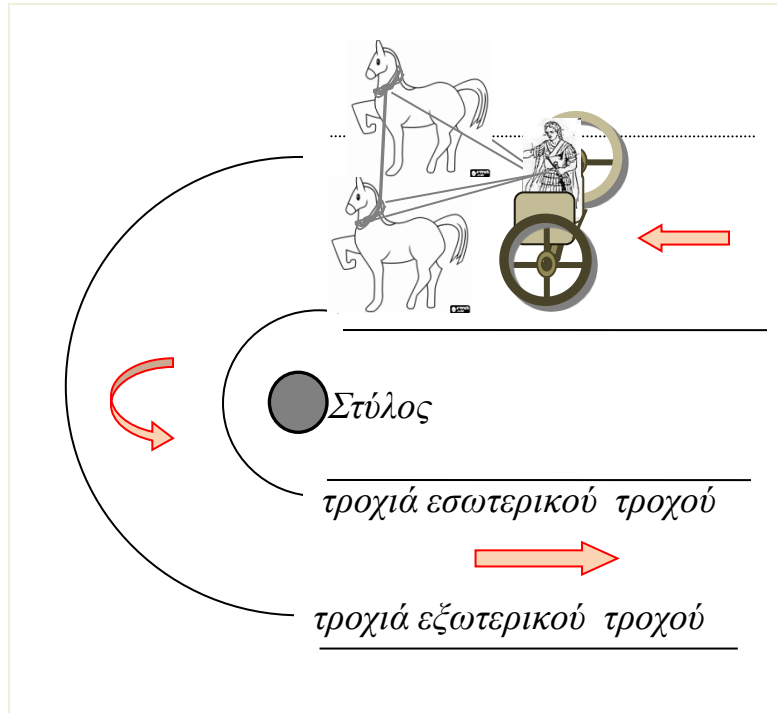
...το δύσκολο και κρίσιμο πέρασμα της στροφής...

Το άρμα κατά τον Νέστορα πρέπει να κάνει την αντιστροφή πιο γρήγορα από τα υπόλοιπα άρματα ... και με σύνεση.

Έτσι πρέπει:

1. Να κάνει την αντιστροφή διανύοντας το μικρότερο διάστημα στον μικρότερο χρόνο με την μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα.
2. Να έχει την μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα με ταυτόχρονη αποφυγή του κινδύνου:
 -  να ολισθήσει το άρμα προς τα έξω
 -  να ανατραπεί το άρμα προς έξω.

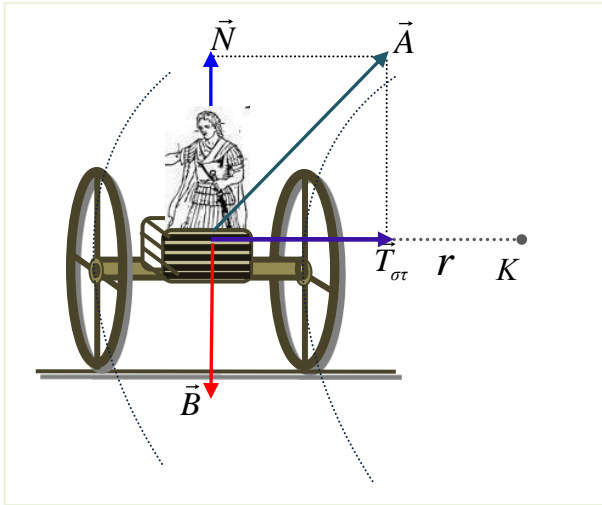
1η συμβουλή του Νέστορα: «στροφή πολύ κοντά στο στύλο»



Ο Νέστορας συμβουλεύει τον Αντίλοχο να κινηθεί όσο πιο κοντά στον στύλο γίνεται (όχι όμως τόσο κοντά, ώστε οι ρόδες του άρματος να προσκρούσουν στις δύο πέτρες που τον συγκρατούν όρθιο, διότι τότε το άρμα του θα ανατραπεί). **Πρόκειται για μια προφανή επιλογή, αφού το μήκος της ημικυκλικής τροχιάς είναι ανάλογο προς την ακτίνα της και όσο πιο κοντά στο στύλο γίνει η στροφή τόσο πιο μικρό θα είναι το διάστημα που θα διανύσει το άρμα.** Συγκεκριμένα, αν η ακτίνα της τροχιάς είναι R , το μήκος S είναι $S = \pi \times R$, όπου $\pi = 3,1416$, με άλλα λόγια διπλάσια ακτίνα σημαίνει διαδρομή πάνω από εξαπλάσια της αρχικής ακτίνας. Είναι δηλαδή ο γνωστός «εσωτερικός διάδρομος» των αγώνων δρόμου.

Ο κίνδυνος της ολίσθησης του άρματος στη στροφή

2η συμβουλή: Το εξωτερικό άλογο να κινείται πιο γρήγορα



Το άρμα στη στροφή τείνει ολισθήσει προς τα έξω, αλλά εμποδίζεται από την στατική τριβή... που αποτελεί και την κεντρομόλο δύναμη στην κυκλική κίνηση του άρματος. Από την φυσική επεξεργασία φαίνεται, ότι όσο μικρή είναι η ακτίνα στροφής τόσο πιο μικρή πρέπει να είναι και η ταχύτητα του άρματος. Αν η ταχύτητα αυτή περάσει την τιμή $v_{max} = \sqrt{\mu gr}$ το άρμα ολισθαίνει προς τα έξω. Επίσης φαίνεται ότι ο έξω τροχός που διαγράφει μεγαλύτερη ακτίνα πρέπει να έχει μεγαλύτερη ταχύτητα. Έτσι το έξω άλογο πρέπει να κινείται πιο γρήγορα. Για να διατηρηθούν και τα δύο άλογα πάνω στην ίδια ακτίνα (για να μην κινδυνέψουν να λυθούν από τον ζυγό), το εξωτερικό άλογο πρέπει, να επιταχύνει την πορεία του. Αυτό συνιστά και ο Νέστορας στον Αντίλοχο να επιδιώξει, «προτρέποντας με φωνή το άλογο, μαστιγώνοντάς το και αφήνοντάς χαλαρά τα ηνία του».

$$\Sigma \vec{F} = m \vec{a}_k \Rightarrow T_{\sigma\tau} = m \frac{v^2}{r} \quad (1)$$

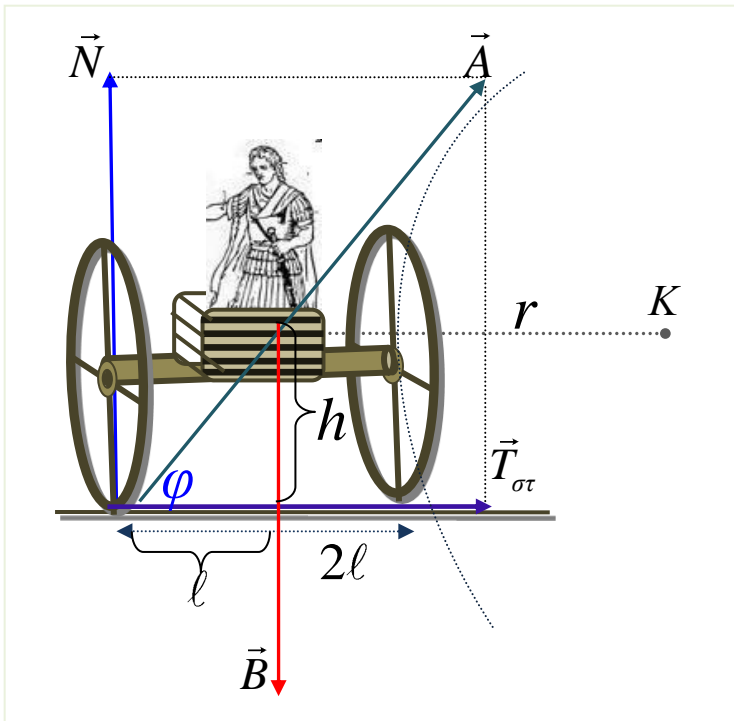
$$T_{\sigma\tau} \leq \mu N = \mu mg \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow m \frac{v^2}{r} \leq \mu mg \Rightarrow$$

$$\boxed{v \leq \sqrt{\mu gr}} \quad \text{ή} \quad \boxed{v_{max} = \sqrt{\mu gr}}$$

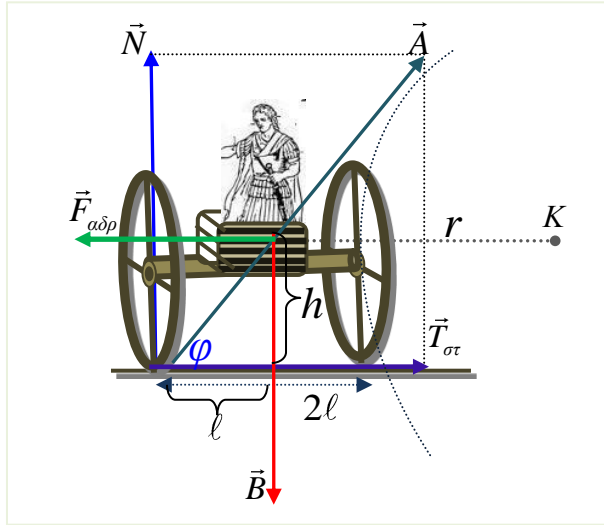
$$\text{ή} \quad \frac{v_{max}^2}{r} = \mu g = \text{σταθερά}$$

Το πρόβλημα της ανατροπής στη στροφή



Το βασικότερο πρόβλημα στη στροφή είναι ο κίνδυνος ανατροπής του άρματος προς τα έξω. Στο σχήμα φαίνεται το άρμα σε μια οριακή κατάσταση ανατροπής. Ουσιαστικά στηρίζεται στον εξωτερικό τροχό, ο οποίος δέχεται και όλη την δύναμη από το έδαφος. Για να μην υπάρξει ανατροπή πρέπει η ταχύτητα να είναι μικρότερη από μια τιμή που εξαρτάται από την απόσταση των τροχών και το πόσο ψηλά από το έδαφος είναι το κέντρο μάζας του συστήματος «άρμα-ηνίοχος»

Το πρόβλημα της ανατροπής στη στροφή (2)



- Στη στροφή η φυγόκεντρη αδρανειακή δύναμη $F_{\alpha\delta\rho}$ δημιουργεί ροπή προς τα έξω και τείνει να ανατρέψει το άρμα, ενώ το βάρος του άρματος και ηνιόχου δημιουργεί ροπή προς τα μέσα και θέλει να επαναφέρει το άρμα στην κανονική τροχιά.
- Από την φυσική επεξεργασία φαίνεται ότι, όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση των τροχών του άρματος $2l$ και όσο πιο χαμηλά είναι το κέντρο μάζας του συστήματος «άρμα-ηνιόχος», με τόσο πιο μεγάλη ταχύτητα μπορεί το άρμα να περάσει τα στροφή χωρίς ανατροπή.

$$\tau_B \geq \tau_{F_{\alpha\delta\rho}} \Rightarrow mgl \geq ma_k h$$

$$mgl \geq m \frac{v^2}{r} h \Rightarrow$$

$$v \leq \sqrt{\frac{grl}{h}} \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{grl}{h}}$$

Ο Νέστορας και η ανατροπή του άρματος

3η συμβουλή: Κλίση του σώματος προς τα μέσα

4η συμβουλή: οδήγηση στη στροφή με σύνεση



Εδώ ακριβώς ο Νέστορας δίδαξε Φυσική από την Ομηρική εποχή χωρίς να γνωρίζει του Φυσικούς νόμους που διατυπώθηκαν αιώνες μετά και τον επιβεβαιώνουν πλήρως. Εδώ ο Νέστορας συνιστά στον Αντίλοχο να κλίνει το σώμα του στον ελαστικό δίφρο προς τα μέσα. Έτσι:

- το κέντρο βάρους κατεβαίνει χαμηλότερα και μειώνεται η ροπή της φυγόκεντρης αδρανειακής που τείνει να ανατρέψει το «άρμα».
- το κέντρο βάρους μετατοπίζεται προς τα μέσα και αυξάνεται η ροπή του βάρους που τείνει να κρατήσει το «άρμα» στην τροχιά και να εμποδίσει την ανατροπή του.
- Μπορεί το «άρμα» να περάσει τη στροφή με μεγαλύτερη ταχύτητα και σε μικρότερο χρόνο με ταυτόχρονη μείωση του κινδύνου ανατροπής.

Τα συμπεράσματα από τη σοφία του Νέστορα για γρηγορότερη και ασφαλή στροφή

