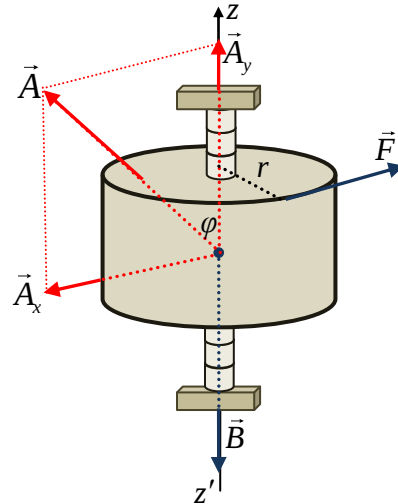


Η δύναμη της άρθρωσης και του άξονα περιστροφής .

Στα σχήματα φαίνονται δύο σώματα που εκτελούν μόνο στροφική κίνηση. Στο 1^ο σχήμα είναι ένας κύλινδρος που στρέφεται περί κατακόρυφο ακλόνητο άξονα και στο 2^ο μια ράβδος που στρέφεται περί ακλόνητο οριζόντιο άξονα. Και στις δύο περιπτώσεις ισχύει ο 2^{ος} νόμος Newton για την στροφική κίνηση $\Sigma \tau = I a_{\gamma\omega\nu}$. Τι γίνεται όμως με την συνισταμένη δύναμη; Αφού δεν υπάρχει μεταφορική κίνηση δεν θα ήταν λογικό να γράψουμε $\Sigma \vec{F} = 0$; ... και όμως δεν είναι!!



Η διαφορά στις δύο κινήσεις ...

α. Στην πρώτη περίπτωση ο κύλινδρος εκτελεί στροφική κίνηση εξαιτίας της ροπής της δύναμης $\vec{F}$ ως προς τον άξονα περιστροφής $z'z$, δεν μεταφέρεται και το κέντρο μάζας του (cm) παραμένει ακίνητο.

Εδώ θα ισχύουν οι σχέσεις $\Sigma \tau = I a_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow Fr = I a_{\gamma\omega\nu}$ και $\Sigma \vec{F} = 0$. Για να ισχύει η δεύτερη των σχέσεων πρέπει ο άξονας περιστροφής να ασκεί στον κύλινδρο δύναμη $\vec{A}$ τέτοιου μέτρου και διεύθυνσης ώστε σε κάθε χρονική στιγμή να ισχύει $\Sigma \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{A} + \vec{B} + \vec{F} = 0$ ή $\Sigma \vec{F}_x = 0 \Rightarrow A_x = F$ και $\Sigma \vec{F}_y = 0 \Rightarrow A_y = B$. Έτσι η δύναμη $\vec{A}$ του άξονα που ασκείται στο κύλινδρο είναι $\vec{A} = \vec{A}_x + \vec{A}_y \Rightarrow A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$ με $\varepsilon\phi\phi = \frac{A_x}{A_y}$.

Συμπερασματικά: Ένα στερεό που στρέφεται περί ακλόνητο άξονα περιστροφής και συνολικά δεν μεταφέρεται για να ισχύει $\Sigma \vec{F} = 0$ πρέπει ο άξονας περιστροφής να διέρχεται από το κέντρο μάζας, πρέπει όχι μόνο να μην μεταφέρεται το στερεό στο σύνολό του αλλά να ηρεμεί και το κέντρο μάζας.

β. Στη δεύτερη περίπτωση μια ράβδος είναι αρθρωμένη στο ένα άκρο της Ο και μπορεί να κάνει στροφική κίνηση γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το Ο. Η ράβδος αφήνεται από την θέση (1) και εκτελεί στροφική κίνηση. Η ράβδος στο σύνολό της δεν μεταφέρεται αλλά το

κέντρο μάζας της (cm) εκτελεί κυκλική κίνηση. Εδώ ισχύει η σχέση $\Sigma \tau_O = I a_{\gamma\omega\nu}$ αλλά $\Sigma \vec{F} \neq 0!!!$.

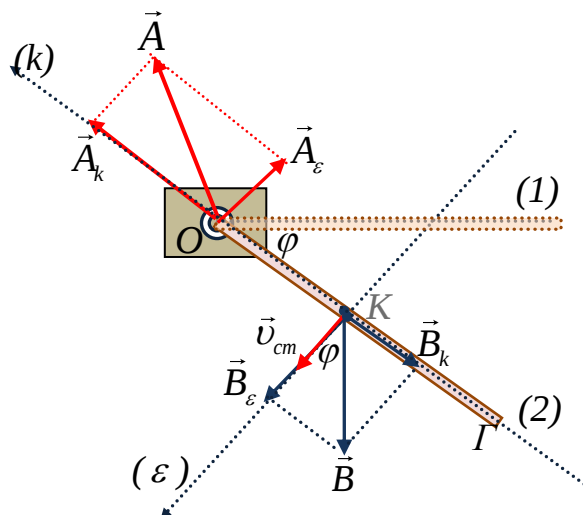
Ο υπολογισμός της δύναμης της άρθρωσης σε μια θέση (2) της ράβδου υπολογίζεται με την μελέτη του της κίνησης του κέντρου μάζας της ράβδου ...

Για την μελέτη αυτή του cm...

✚ Θεωρούμε όλη την μάζα της ράβδου στο cm και όλες τις ασκούμενες στη ράβδο δυνάμεις ως εφαρμοζόμενες στο cm. Στο παράδειγμα που μελετάμε αυτές είναι το βάρος της ράβδου και η δύναμη από τον άξονα περιστροφής.

✚ Αναλύουμε τις δυνάμεις αυτές σε δύο άξονες, τον ακτινικό (κ) με φορά προς το κέντρο -σημείο άρθρωσης O και τον εφαπτομενικό (ε) κάθετο στον (κ).

✚ Για κάθε άξονα εφαρμόζουμε τον 2^ο νόμο Newton.



$$\Sigma F_k = m a_k \Rightarrow A_k - B_k = m \frac{v_{cm}^2}{\ell/2} \Rightarrow A_k = mg \sin \varphi + m \omega^2 \frac{\ell}{2} \quad (1)$$

$$\Sigma F_\epsilon = m a_\epsilon \Rightarrow B_\epsilon - A_\epsilon = m a_{\gamma\omega\nu} \frac{\ell}{2} \Rightarrow A_\epsilon = mg \cos \varphi - m a_{\gamma\omega\nu} \frac{\ell}{2} \quad (2)$$

Τα ω και $a_{\gamma\omega\nu}$ που εμφανίζονται στις σχέσεις υπολογίζονται αντίστοιχα με διατήρηση μηχανικής ενέργειας ή με το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας και με εφαρμογή του 2^{ου} νόμου Newton ...

Έτσι η δύναμη του άξονα είναι $\vec{A} = \vec{A}_\epsilon + \vec{A}_k$ ή $A = \sqrt{A_\epsilon^2 + A_k^2} \dots$

Συμπερασματικά: Ένα στερεό που στρέφεται περί ακλόνητο άξονα περιστροφής και συνολικά δεν μεταφέρεται αλλά ο άξονας περιστροφής δεν διέρχεται από το κέντρο μάζας, τότε το cm διαγράφει κυκλική κίνηση και η συνισταμένη δύναμη είναι διάφορη του μηδενός $\Sigma \vec{F} \neq 0$ η δε μελέτη της γίνεται όπως ανωτέρω περιγράφεται.

Εφαρμογές στην περίπτωση αυτή μπορείτε να δείτε στο βιβλίο μου "Σύνθετα Θέματα Φυσικής Θετικής Γ' Λυκείου"