

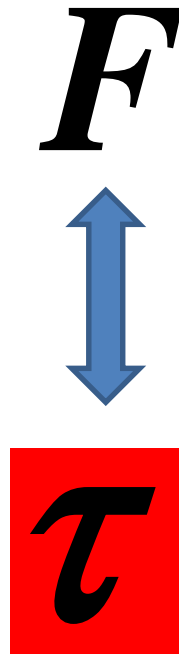
Ροπή δύναμης

Τι προκαλεί την επιτάχυνση ενός υλικού σημείου;

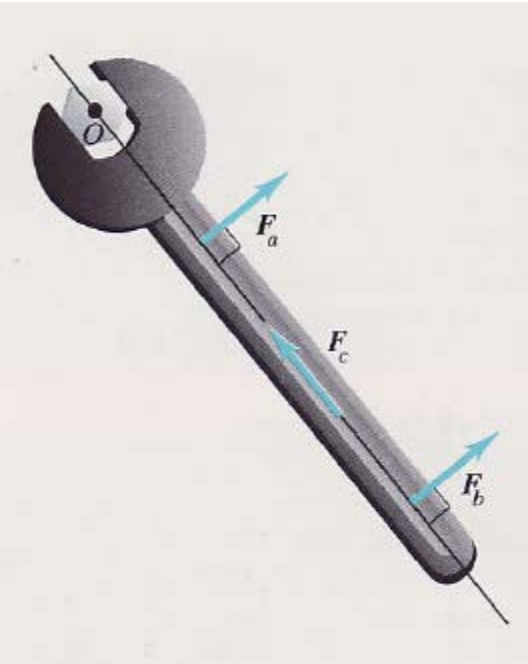
Η άσκηση δύναμης F πάνω του

Τι προκαλεί την γωνιακή επιτάχυνση ενός στερεού σώματος;

Η ροπή δύναμης τ



Ροπή δύναμης



Για να αλλάξουμε την περιστροφική κατάσταση ενός σώματος παίζουν ρόλο:

Το μέτρο της δύναμης που θα του ασκήσουμε.

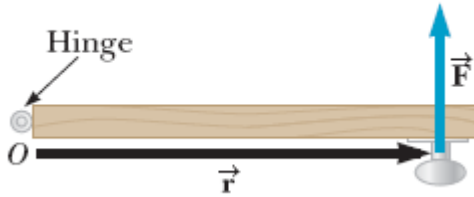
Η διεύθυνση της δύναμης.

Η απόσταση της διεύθυνσης της δύναμης από το σημείο γύρω από το οποίο θέλουμε να περιστρέψουμε το σώμα.

Το μέγεθος ροπή δύναμης μας δείχνει πόσο αποτελεσματικά μια δύναμη μπορεί να προκαλέσει την περιστροφή ενός σώματος.

Ροπή δύναμης

Έστω πόρτα που μπορεί να περιστραφεί γύρω από άξονα που περνά από το σημείο O . Ασκούμε δύναμη F όπως φαίνεται στο σχήμα. Η ροπή της δύναμης τ ως προς το O ορίζεται ως:



Ένα διάνυσμα που έχει μέτρο:

$$\tau = rF$$

Διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν τα \vec{r} και \vec{F}

Φορά εκείνη κατά την οποία θα προχωρήσει δεξιόστροφη βίδα αν την στρίψουμε από το \vec{r} προς το \vec{F} προς την πλευρά της μικρότερης γωνίας.

Ροπή δύναμης

Αν ασκήσουμε δύναμη όπως φαίνεται στο σχήμα κατά τη διεύθυνση του \vec{r} η πόρτα δε θα περιστραφεί.



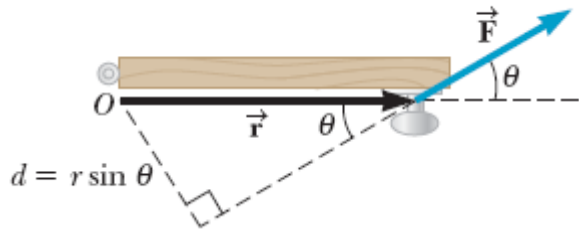
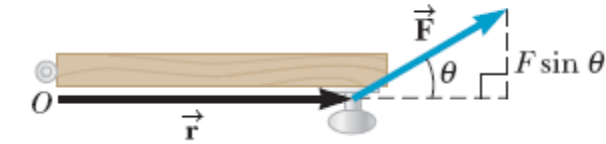
Η ροπή της δύναμης θα έχει μέτρο:

$$\tau = 0$$

Ροπή δύναμης

Αν ασκήσουμε δύναμη F όπως φαίνεται στο σχήμα, η συνιστώσα της η παράλληλη προς το \vec{r} δε θα δώσει ροπή ενώ η κάθετη συνιστώσα της στο \vec{r} θα δώσει ροπή που θα έχει μέτρο:

$$\tau = rF \sin(\theta)$$

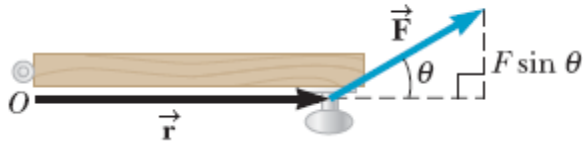


Προσέξτε ότι το $r \sin(\theta)$ είναι και η κάθετη απόσταση από τη διεύθυνση της δύναμης στο σημείο περιστροφής O.

Διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν τα \vec{r} και \vec{F}

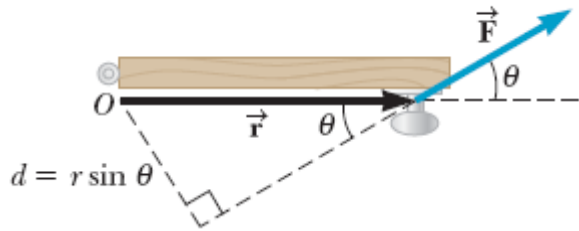
Φορά εκείνη κατά την οποία θα προχωρήσει δεξιόστροφη βίδα αν την στρίψουμε από το \vec{r} προς το \vec{F} προς την πλευρά της μικρότερης γωνίας.

Ροπή δύναμης



Γενικός ορισμός της ροπής:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$



Η ροπή είναι το εξωτερικό γινόμενο των παραπάνω διανυσμάτων

Διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν τα \vec{r} και \vec{F}

Φορά εκείνη κατά την οποία θα προχωρήσει δεξιόστροφη βίδα αν την στρίψουμε από το \vec{r} προς το \vec{F} προς την πλευρά της μικρότερης γωνίας.

Μονάδες ροπής;



Nm

Σχέση ροπής δύναμης και γωνιακής επιτάχυνσης

$$\mathbf{F} = ma$$



$$\boldsymbol{\tau} = I\boldsymbol{\alpha}_\gamma$$

Σχέση ροπής δύναμης και γωνιακής επιτάχυνσης

$$\tau = I \alpha_{\gamma}$$

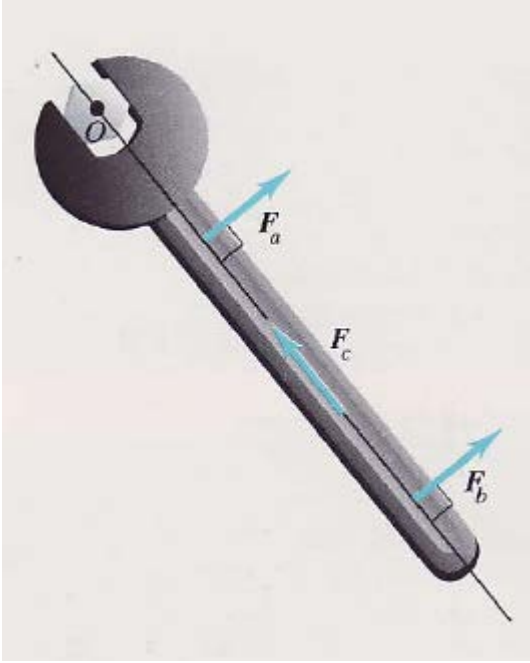


Τα διπλανά σώματα έχουν ίδια μάζα ίδια ακτίνα και ίδια γωνιακή ταχύτητα. Εφαρμόζουμε την ίδια επιβραδυντική ροπή και στα δύο. Ποιο θα σταματήσει τελευταίο και γιατί;

$$\tau = I_A \alpha_A = I_B \alpha_B$$

To B

Ροπή δύναμης

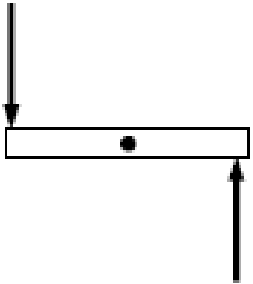


Θέλεις να ξεσφίξεις ένα παξιμάδι με το γαλικό κλειδί αλλά δεν τα καταφέρνεις. Εξήγησε γιατί θα πρέπει να πάρεις ένα άλλο κλειδί με μακρύτερο χερούλι.

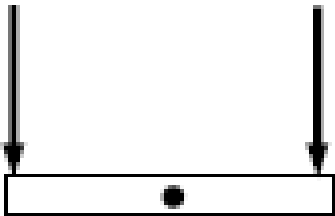


Θέλεις να ξεβιδώσεις μια ξυλόβιδα. Τι θα σε βοηθήσει περισσότερο ένα κατσαβίδι με χοντρό ή ένα με λεπτό χερούλι και γιατί;

Ροπή δύναμης

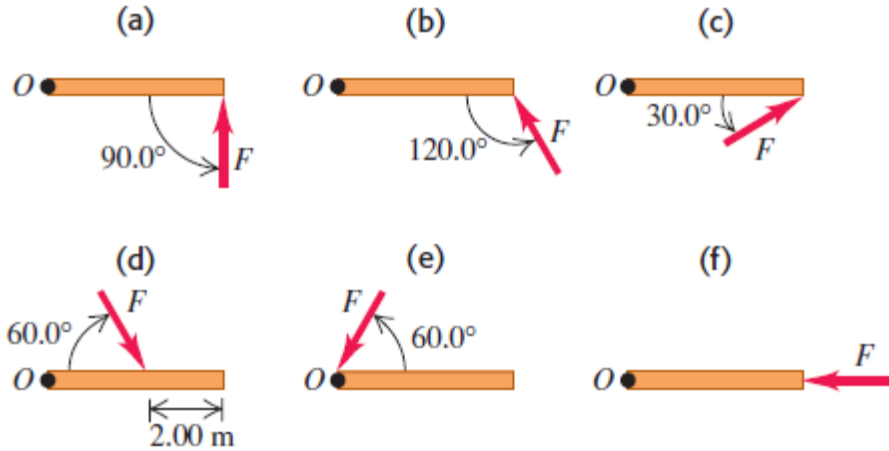


Αν η συνολική δύναμη σε ένα σώμα είναι μηδέν αυτό σημαίνει ότι και η συνολική ροπή είναι μηδέν; Εξήγησε.



Αν η συνολική ροπή σε ένα σώμα είναι μηδέν αυτό σημαίνει ότι και η συνολική δύναμη είναι μηδέν; Εξήγησε.

Ροπή δύναμης



Δύναμη $F=10\text{N}$, μήκος ράβδου 4m .
Βρείτε σε κάθε περίπτωση τη ροπή της δύναμης.

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

a) $\tau = rF \sin(\theta) = 4 \cdot 10 \cdot \sin(90^\circ) = 40\text{Nm}$

φορά προς τα έξω

b) $\tau = rF \sin(\theta) = 4 \cdot 10 \cdot \sin(120^\circ) = 34,6\text{Nm}$

φορά προς τα έξω

c) $\tau = rF \sin(\theta) = 4 \cdot 10 \cdot \sin(30^\circ) = 20\text{Nm}$

φορά προς τα έξω

d) $\tau = rF \sin(\theta) = 4 \cdot 10 \cdot \sin(60^\circ) = 17,3\text{Nm}$

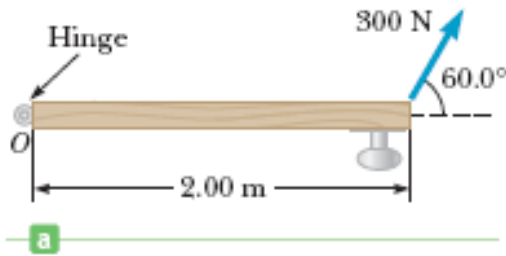
φορά προς τα μέσα

e) $\tau = rF \sin(\theta) = 0 \cdot 10 = 0\text{Nm}$

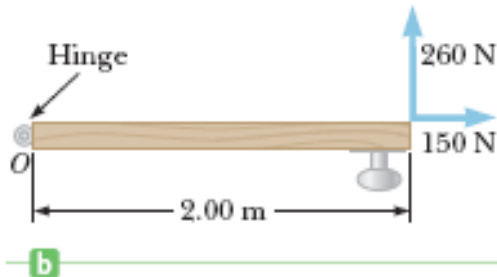
f) $\tau = rF \sin(\theta) = 4 \cdot 10 \cdot \sin(180^\circ) = 0\text{Nm}$

Σε όλες τις περιπτώσεις διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του σχήματος

Ροπή δύναμης



Ένας άνθρωπος σπρώχνει μια πόρτα με δύναμη 300N υπό γωνία 60° όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα και 2m από τους μεντεσέδες. Ποια η ροπή της δύναμης ως προς τον άξονα περιστροφής;



$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

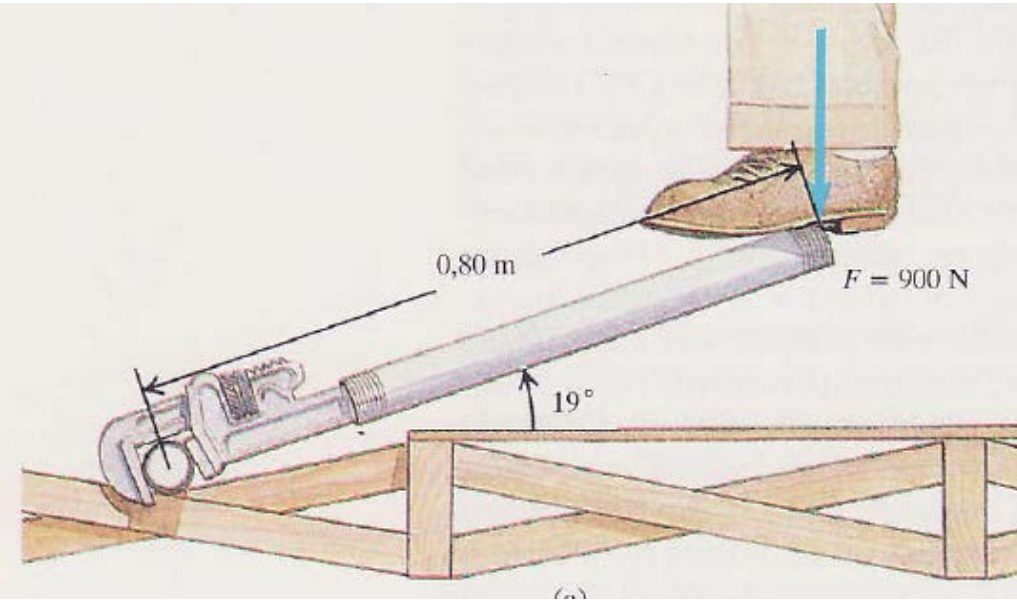
$$\tau = rF \sin(\theta) = 2 \cdot 300 \cdot \sin(60^\circ) = 520 \text{ Nm}$$

Διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του σχήματος και φορά προς τα έξω

Τοποθετούμε σφήνα στην άλλη πλευρά της πόρτας σε απόσταση 1,5 m από τους μεντεσέδες. Ποια η δύναμη που ασκεί η σφήνα αν η πόρτα δεν ανοίγει με την παραπάνω δύναμη;

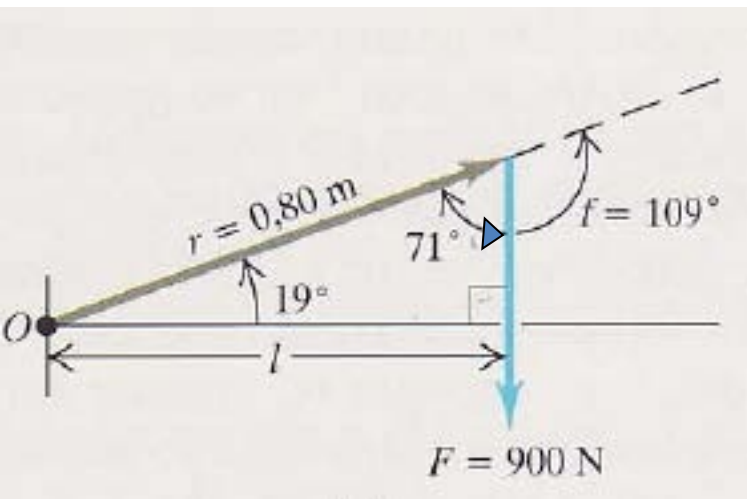
$$\vec{\tau}_{\text{μεντ}} + \vec{\tau}_{\text{σφ}} + \vec{\tau}_F = 0 \Leftrightarrow F_{\text{σφ}} 1,5 \sin(-90) + 520 \text{ Nm} = 0 \Leftrightarrow F_{\text{σφ}} = 347 \text{ N}$$

Υπολογισμός ροπής δύναμης



Ασκεί δύναμη 900N σε απόσταση 80cm από το κέντρο της βίδας και το χερούλι του κλειδιού σχηματίζει 19° με την οριζόντιο. Ποια η ροπή της δύναμης;

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

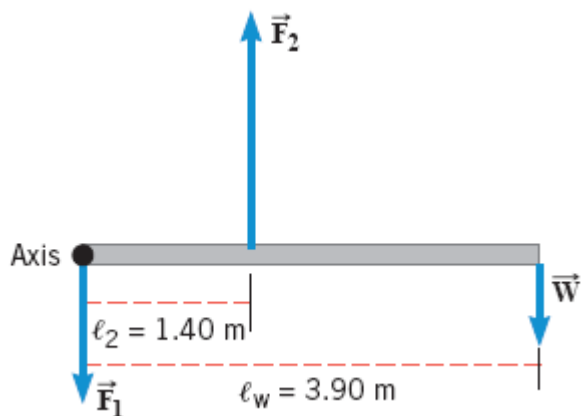
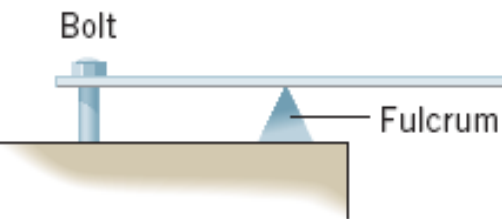


$$\tau = rF \sin(f) = 0,8 \cdot 900 \cdot \sin(109^\circ) = 680 Nm$$

Μεταφορική – περιστροφική ισορροπία



Γυναίκα βάρους 530N στέκεται στο δεξί άκρο βατήρα μήκους 3,9m. Αν ο βατήρας έχει αμελητέο βάρος, είναι στερεωμένος στο αριστερό άκρο και υπάρχει και υπομόχλιο σε απόσταση 1,4m από το άκρο στερέωσης, βρείτε τις τις δυνάμεις που ασκούνται από το υπομόχλιο και τον άξονα στερέωσης.



Αφού ο βατήρας δεν μετακινείται

$$\Sigma F_y = -F_1 + F_2 - W = 0$$

Αφού ο βατήρας δεν περιστρέφεται

$$\Sigma \tau = +F_2 \ell_2 - W \ell_w = 0$$

$$F_2 = \frac{W \ell_w}{\ell_2} = \frac{(530 \text{ N})(3.90 \text{ m})}{1.40 \text{ m}} = \boxed{1480 \text{ N}}$$

$$\boxed{F_1 = 950 \text{ N}}$$