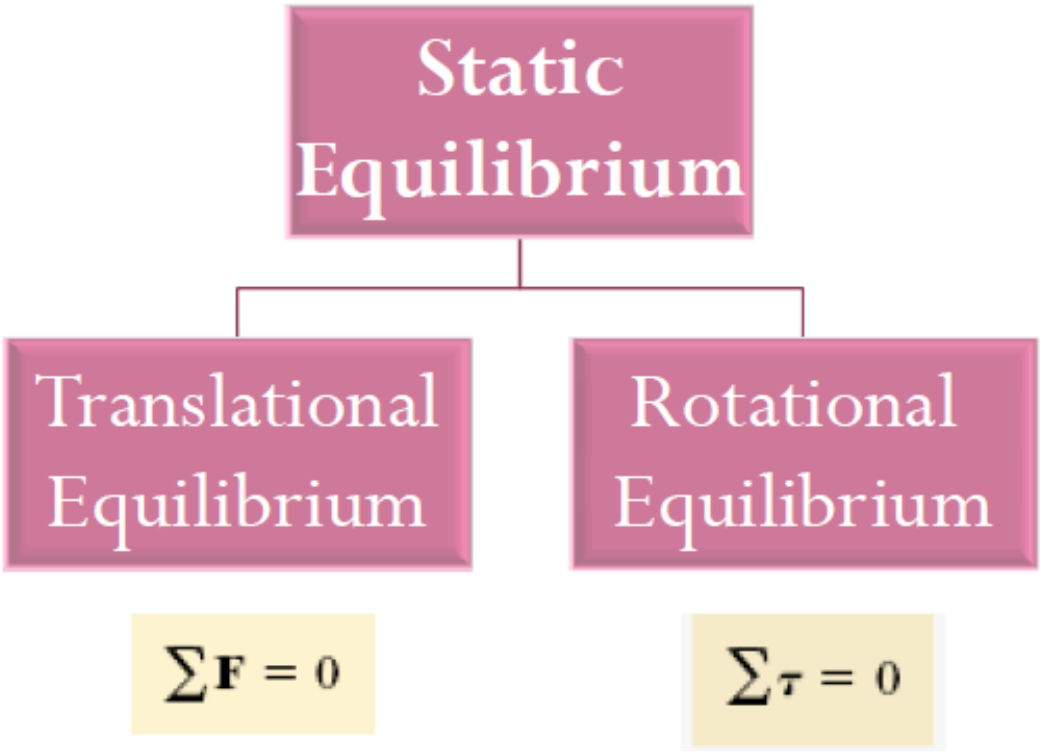
General Physics

Lecture 4

Dr. Mohammed Deia Noori



شرطا الاتزان التام :

1- إذا كانت محصلة القوى المؤثرة في جسم تساوي الصفر فالجسم في حالة اتزان انتقالي .

2- إذا كانت محصلة العزوم لهذه القوى يساوي الصفر يكون الجسم في حالة اتزان دوراني .

3- ليكون الجسم في حالة اتزان تام يجب ان تكون محصلة القوى تساوي الصفر وكذلك محصلة العزوم تساوي الصفر .

Net torque = 0, net force ≠ 0

The rod will accelerate upward under these two forces, but will not rotate.

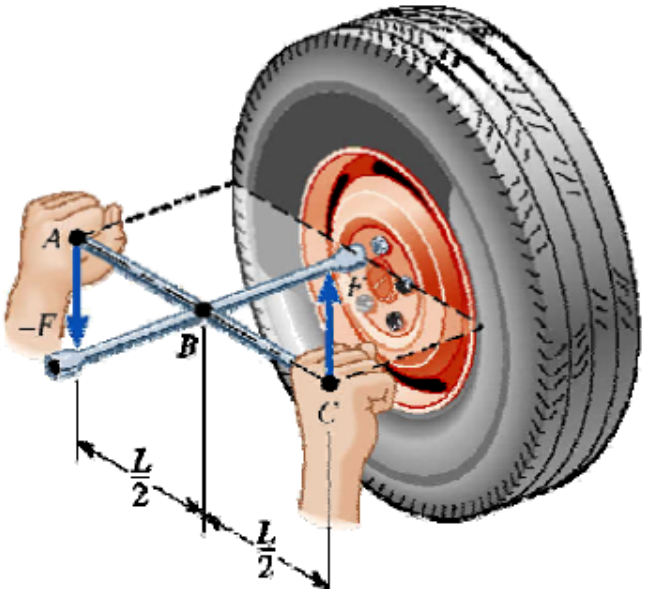
Net Force = 0 , Net Torque ≠ 0

- The net force = 0, since the forces are applied in opposite directions so it will not accelerate.
- However, together these forces will make the rod rotate in the clockwise direction.

Torque

- When object is subjected to equal opposite forces. The net force is zero (the object is in translational equilibrium) But it may not in rotational equilibrium.

For example when the line of action of the two opposite force are not on the same line, then the object will rotate.



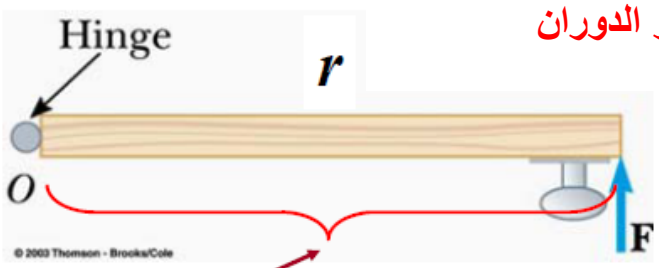
Torque

عزم القوة : هو الأثر الدوراني للقوة.

Torque, τ, is the force to rotate an object about some axis

ذراع القوة : هو المسافة العمودية بين خط عمل القوة ومحور الدوران

Door example:



$$\tau = Fr$$

SI unit: [N m]

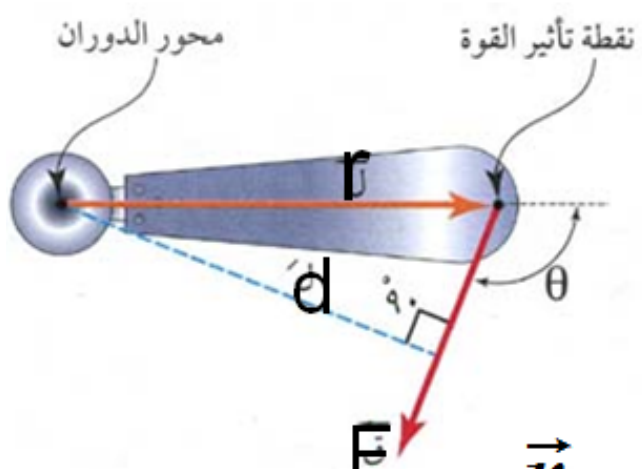
- τ is the torque
- r is the *lever arm* (or moment arm)
- F is the force

يحسب عزم القوة من الضرب ألاتجاهي لمتجه القوة ومتجه الموقع.

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

$$\tau = rF \sin\theta$$

r :متجه الموقع لنقطة تأثير القوة، نسبة إلى محور الدوران كنقطة إسناد؛



$$\tau = dF$$

θ الزاوية المحصورة بين $\vec{r}$, $\vec{F}$

$$d = r\sin\theta$$

اذن العزم يعتمد على:

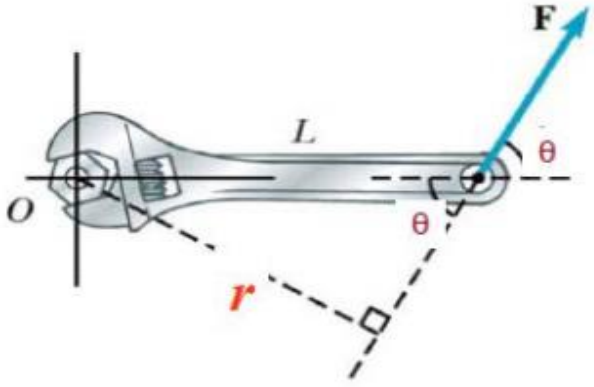
1- مقدار القوة F

2- وبعد نقطة تأثير هذه القوة عن محور الارتكاز.

•**The lever arm is the distance between the axis of rotation and the "line of action".**

The lever arm, r, is the shortest *(perpendicular)* distance from the axis of rotation to a line drawn along the direction of the force

$$r = L \sin \theta$$

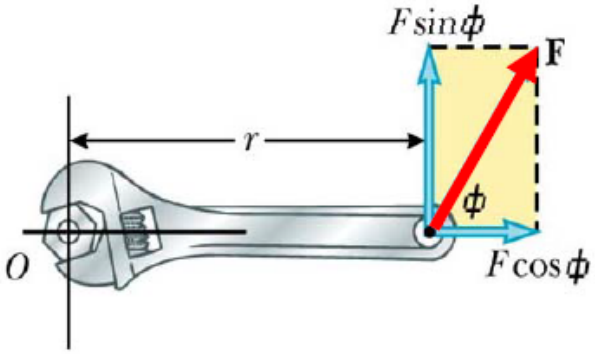


It is not necessarily the distance between the axis of rotation and point where the force is applied

An Alternative Look at Torque

The force could also be resolved into its x- and y-components

- The x-component, F cosθ, produces 0 torque
- The y-component, F sinθ, produces a non-zero torque

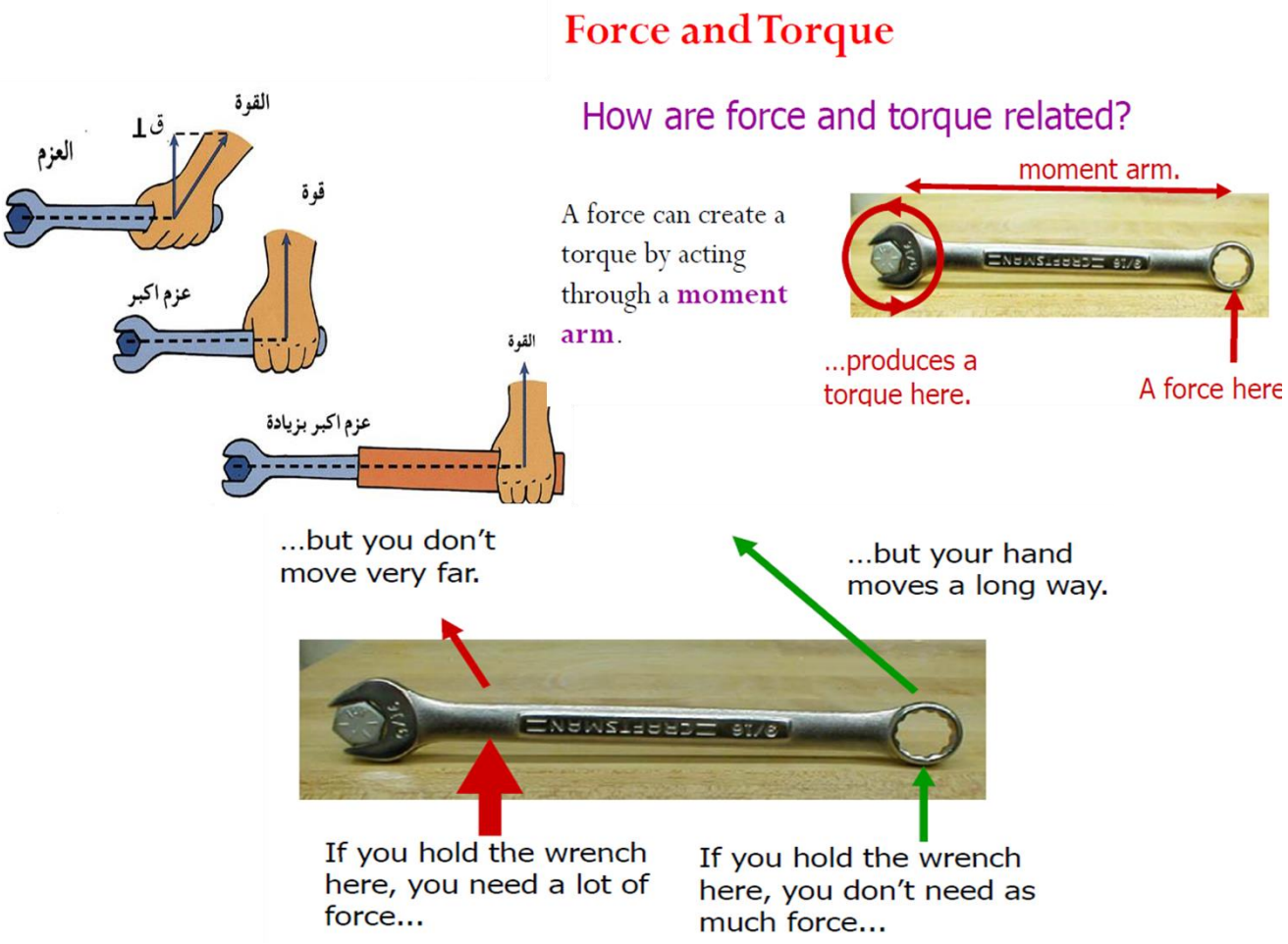


$$\tau = rF \sin \theta$$

r is the distance along the object

F is the force

θ is the angle between force and object



أن القوة المؤثرة في الجسم القابل للدوران حول محور ، لا تستطيع تدويره في حالتين أي إن عزم القوة يساوي صفر :

1 - إذا كانت القوة أو خط عمل القوة يمر بمحور الدوران ، أي أن طول ذراع القوة يساوي صفر

2 - إذا كان خط عمل القوة يوازي محور الدوران ، أي أن الزاوية بين القوة ومحور الدوران تساوي صفر.

العزم

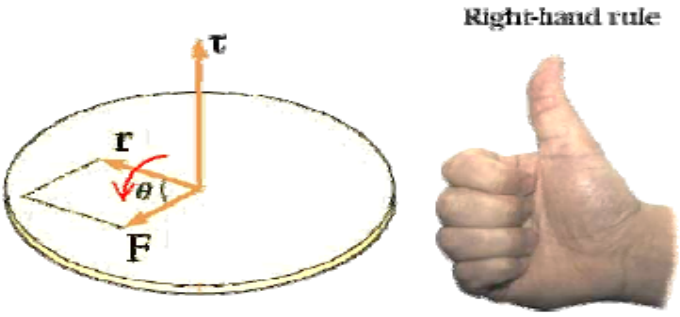
صفر إذا كانت الزاوية =صفر

له قيمة عظمى إذا كانت الزاوية =90

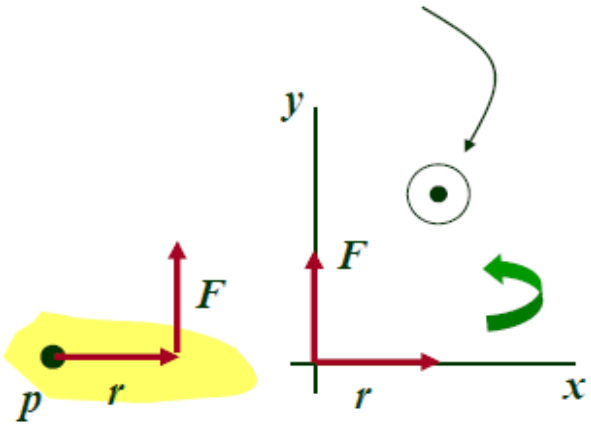
- The torque is a vector quantity and its direction is determine by the right hand rule,

If the turning tendency of the force is counterclockwise, the torque will be positive

If the turning tendency is clockwise, the torque will be negative

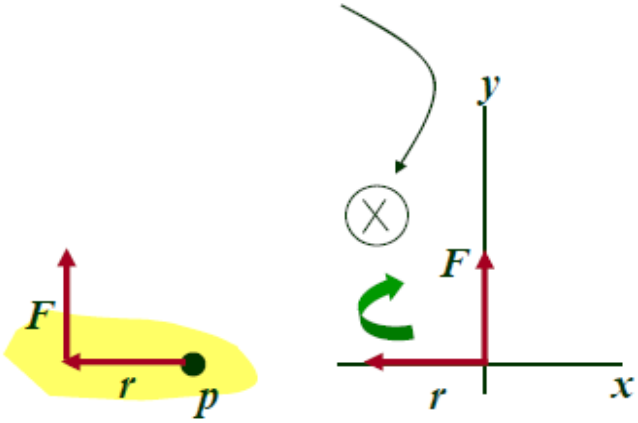


Torque is out of Page



Torque is +ve

Torque is into Page



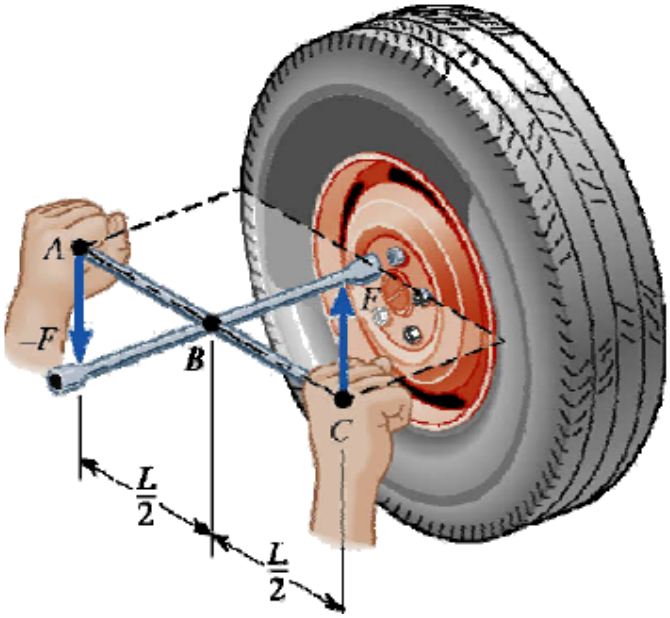
Torque is -ve

Couples

- Is a pair of forces with equal magnitudes but opposite directions acting along different lines of action.

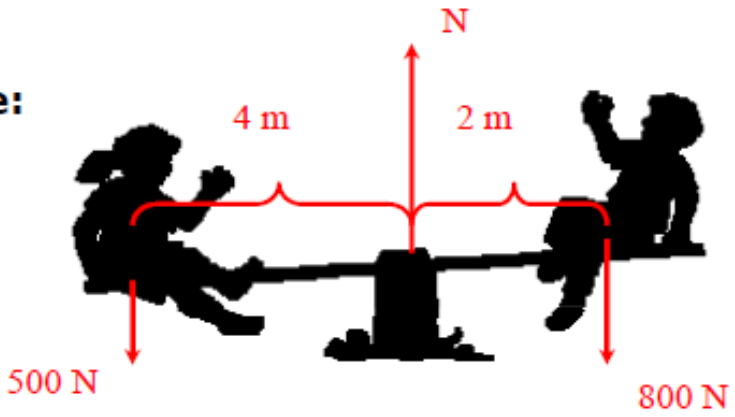
Couples do not exert net force on an object

Couples produce torque, that is independent of the point of the point P



Example 1

Determine the net torque:



Given:

weights: $w_1 = 500\ N$
$w_2 = 800$ N
lever arms: $d_1 = 4\ m$
$d_2 = 2\ m$

Find:

$\Sigma\tau = ?$

1. Draw all applicable forces

$$\sum \tau = (500\,N)(4\,m) + (-)(800\,N)(2\,m)$$
$$= +2000\,N \cdot m - 1600\,N \cdot m$$
$$= +400\,N \cdot m \quad \checkmark$$

Rotation would be CCW

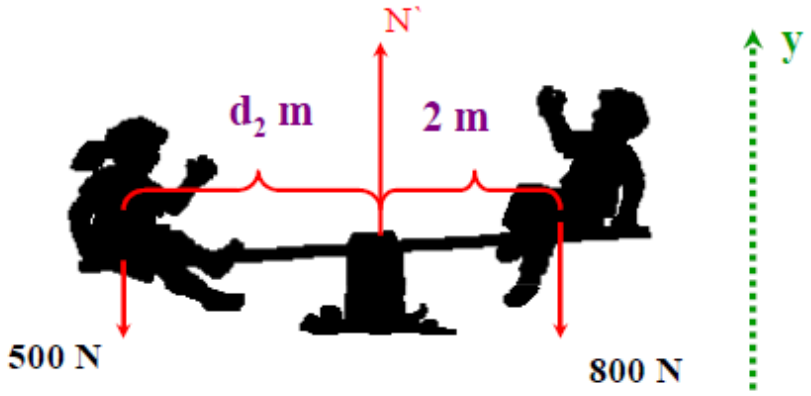
Example 2

Given:

weights: $w_1 = 500\ N$
$w_2 = 800$ N
lever arms: $d_1 = 4\ m$
$\Sigma\tau = 0$

Find:

$d_2 = ?$



1. Draw all applicable forces and moment arms

$$\sum \tau_{RHS} = -(800\,N)(2\,m)$$

$$\sum \tau_{LHS} = (500\,N)(d_2\,m)$$

$$-800 \cdot 2\,[N \cdot m] + 500 \cdot d_2\,[N \cdot m] = 0 \quad \Rightarrow \quad d_2 = 3.2\,m$$ ✓

According to our understanding of torque there would be no rotation and no motion!