"The forces" القوى

تعرف القوة (force) في الفيزياء على انها مؤثر يؤثر على الجسم فيسبب تغيراً في حالة الجسم الحركية أو اتجاهه.

والقوة كمية اتجاهية (لها مقدار واتجاه) وتسبب في تعجيل الجسم بمقدار معين.

والقوة هي نسبة تغير الزخم (كمية الحركة) بالنسبة للزمن

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} = m\vec{a} \qquad \begin{matrix} kg.m/s^2 \ (N) \\ gm.cm/s^2 \ (dyne) \end{matrix}$$

واحياناً تستخدم وحدة Kilogram-force (kg.f) حيث

"1Kg = 9.8N"

القوى المتلاقية في نقطة واحدة (Concurrent forces)

القوى المتلاقية في نقطة واحدة (أو القوى المتزامنة) هي مجموعة قوى مسلطة على نفس النقطة في نفس اللحظة ومحصلتهم هي الجمع الاتجاهي لتلك القوى.

$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \cdots + \vec{F_n}$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \vec{F_i}$$

ويكون الجسم في حالة توازن ميكانيكي اذا كان المجموع الاتجاهي للقوى المسلطة يساوي صفر

$$\sum_i \vec{F_i} = 0$$

$$\sum_i F_{ix} = 0 \ , \ \sum_i F_{iy} = 0 \ , \ \sum_i F_{iz} = 0$$

If the forces are coplaner (x-y)

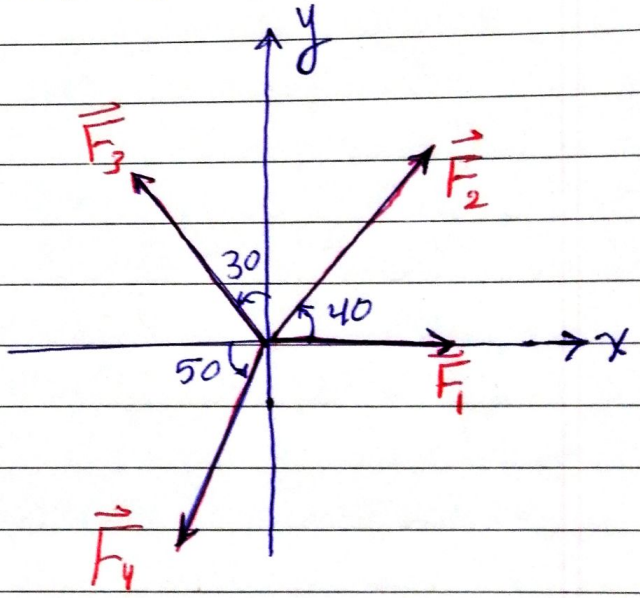
$\vec{F} = \hat{i}F_x + \hat{j}F_y$

$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ magnitude of $\vec{F}$

the direction of $\vec{F}$ is $\tan\alpha = \frac{F_y}{F_x}$

Ex1: Find the resultant of the following forces acting on body at "O"

$F_1 = 1200N$ $F_2 = 900N$ $F_3 = 300N$
$F_4 = 800N$ and the directions as shown in figure below:



Sol

$\vec{F_1} = 1200\,\hat{i}$

$\vec{F_2} = 900\cos(40)\,\hat{i} + 900\sin(40)\,\hat{j}$

$\vec{F_3} = -300\cos(30)\,\hat{i} + 300\sin(30)\,\hat{j}$

$\vec{F_4} = -800\cos(50)\,\hat{i} - 800\sin(50)\,\hat{j}$

$\sum F_{ix} = 1200 + 900\cos(40) - 300\cos(30) - 800\cos(50)$

$= 1225.2\ N$

$\sum F_{iy} = 900\sin(40) + 300\sin(30) - 800\sin(50)$

$\Sigma F_y = 225.5\ N$

$\vec{F} = 1225.2\,\hat{i} + 225.5\,\hat{j}$

$F = (F_x^2 + F_y^2)^{\frac{1}{2}} = 1245.78\ N\ (or\ Kg.f)$

$\tan\alpha = \frac{225.5}{1225.2} = 0.184$

$\alpha = \tan^{-1}(0.184) = 10.42^{\circ}$

"Torque" عزم الدوران

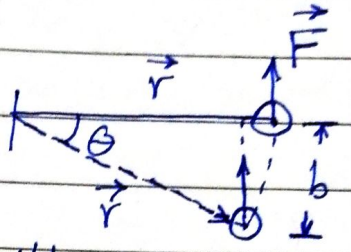
When a force acts on an extended body (جسم ممتد),

the body does not merely move in the direction of the force but usually change its orientation by turning.

عندما تؤثر قوة على جسم ممتد فإنه لا يسير باتجاه القوة فقط

Torque = force x lever arm

$\tau = Fb$ (N.m)



$b = r\sin\theta$

$\tau = Fr\sin\theta$ comparing with cross product.

$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ $\vec{r}$ - position vector متجه الموضع

عزم الدوران في الفيزياء هو متجه لقياس مدى قدرة قوة ما على تدوير جسم حول محور ما. ويعرف مقدار عزم الدوران على أنه حاصل ضرب القوة بطول الذراع ويكون اتجاهه عمودي على مستوى القوة والموضع.

In xy-plane:

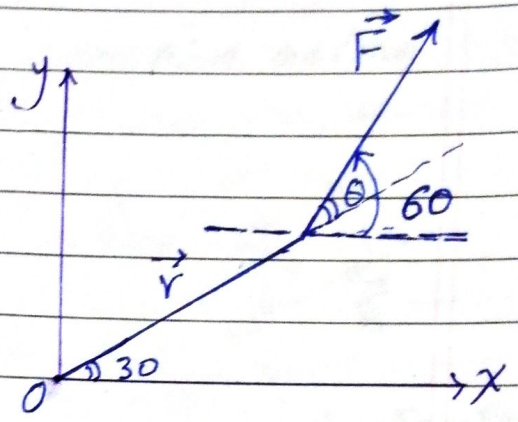
$$\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y, \quad \vec{F} = \hat{i}F_x + \hat{j}F_y$$

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ x & y & 0 \\ F_x & F_y & 0 \end{vmatrix} = \hat{k}(xF_y - yF_x)$$

Ex: Find the torque applied to the body in figure below

$F = 10\,N$, $r = 50\,cm$

Sol 1. Scalar method



$\tau = Fr\sin\theta$

$r = 50\,cm = 0.5\,m$

$\theta = 60 - 30 = 30°$

$\tau = 10(0.5)\sin(30)$

$= 2.5\ N.m$

2. Vector method

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

$\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y$, $x = r\cos\theta = 0.5\cos(30) = 0.433$

$y = r\sin\theta = 0.5\sin(30) = 0.25$

$\vec{F} = \hat{i}F_x + \hat{j}F_y$, $F_x = F\cos\theta = 10\cos(60) = 5\,N$

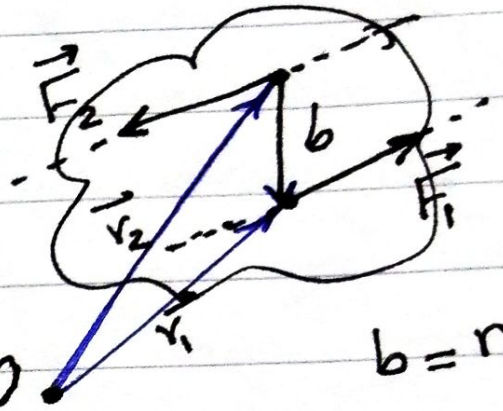
$F_y = F\sin\theta = 10\sin(60) = 8.66\,N$

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0.433 & 0.25 & 0 \\ 5 & 8.66 & 0 \end{vmatrix} = \hat{k}(3.75 - 1.25)$$

$= 2.5\,\hat{k}\ N.m$

Simple Couple — الازدواج البسيط

System of two forces of equal magnitude but opposite direction acting along parallel lines.



$b = r_1 - r_2$

$$\vec{F}_T = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$$

$$\vec{F}_2 = -\vec{F}_1$$

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 = \vec{r}_1 \times \vec{F}_1 + \vec{r}_2 \times \vec{F}_2$$

$$= \vec{r}_1 \vec{F}_1 - \vec{r}_2 \vec{F}_1 = (\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \times \vec{F}_1 = \vec{b} \times \vec{F}_1$$

$\vec{\tau} = \vec{b} \times \vec{F}$ عزم الازدواج where $\vec{b} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$ ذراع الازدواج

$F = F_1 = F_2$