علم الميكانيك

- يدرس علم الميكانيك حركة الأجسام والمقادير الفيزيائية المتعلقة بها من قوى وطاقة وعزوم وسرعة وتسارع وزمن ومسافات.... الخ.
- تتناول دراسة علم الميكانيك ثلاثة محاور أساسية:

1- علم الحركة.
2- علم التحريك.
3- علم التوازن.

علم الحركة:

- يصف الحركة من خلال مقادير (الفاصلة، السرعة، التسارع، الزمن).
- يدرس حركة الأجسام وأنواعها دون النظر إلى الأسباب التي تؤدي إلى الحركة.

المقادير الفيزيائية:

المقادير الحسابية:	المقادير السلمية:	المقادير الشعاعية:
يعبر عنها بقيمة عددية و وحدة قياس فقط.	يعبر عنها بعدد جبري (سالب أو موجب) ووحدة قياس.	يعبر عنها بمقدار سلمي واتجاه (بشعاع ووحدة قياس)
منها: -الكتلة (m) واحدتها (kg). -الفاصلة (x) واحدتها (m). -الزمن (t) واحدتها (s).	منها: -التدفق المغناطيسي $\overline{\Phi}$ واحدته $webr$. -عمل القوة $(\overline{W})$ واحدته (J)	منها: -شعاع الإزاحة $\vec{x}$، شعاع السرعة $\vec{v}$، شعاع التسارع $\vec{a}$ ، شعاع القوة $\vec{F}$.

مفهوم الإزاحة:

مقدار شعاعي يعبر عن تغير موضع المتحرك بين لحظتين.

شعاع السرعة:

مشتق شعاع الإزاحة بالنسبة للزمن

$$\vec{v} = (\vec{x})'_t$$

- **محمول على المماس للمسار**
- **بجهة الحركة**

شعاع التسارع:

مشتق شعاع السرعة بالنسبة للزمن

$$\vec{a} = (\vec{v})'_t$$

ملاحظات:

- ✓ نقول عن حركة أنها متسارعة إذا كان مشتق مربع شعاع السرعة موجباً بالنسبة للزمن
- ✓ نقول عن حركة أنها متباطئة إذا كان مشتق مربع شعاع السرعة سالباً بالنسبة للزمن

يتناول علم الحركة دراسة

- الحركة المستقيمة المنتظمة
- الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام
- الحركة الدائرية

KENANA SHAMMOUT

	الحركة المستقيمة المنتظمة	الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام
مسارها:	مستقيم	مستقيم
سرعتها:	ثابتة	قيمة سرعتها تتغير بمعدل ثابت بمرور الزمن
تسارعها:	معدوم	ثابت
توابعها:	التابع الزمني للفاصلة: $x = vt + x_0$ حيث: x الفاصلة في اللحظة t x_0 الفاصلة الابتدائية في اللحظة t_0	توابعها: $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ $v = at + v_0$ $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

الحركة الدائرية:

مسارها دائري أي أن المتحرك يتحرك وفق مسار دائري.

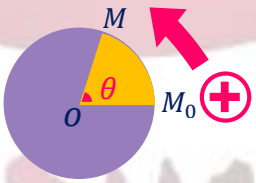
نميز فيها نوعين من القيم:

1- قيم خطية

2- قيم زاوية

1-القيم الخطية:

1. الفاصلة الدائرية:



هي القياس الجبري لطول القوس M_0M

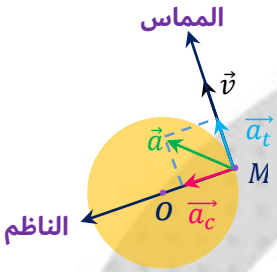
ووحدتها متر(m)

KENANA SHAMMOUT

2. السرعة الخطية $\vec{v}$:

وهي مماس للمسار الدائري ووحدتها $m.s^{-1}$ وتكون عمودية على نصف القطر.

3. التسارع الخطي $\vec{a}$:



يتجه دوماً نحو داخل التقعر ويكون له مركبتان هما:

المركبة الأولى: التسارع المماسي: $(\vec{a}_t)$

ويكون محمول على المماس للمسار في النقطة M ويعبر عن تغير القيمة الجبرية لشعاع السرعة بتغير الزمن. $\overline{a}_t = \frac{d\overline{v}}{dt}$

زبدة القول: أي عندما تكون قيمته معدومة فالسرعة ثابتة وعندما تكون قيمته غير معدومة فالسرعة تزداد أو تنقص.

المركبة الثانية: التسارع الناظمي: $\vec{a}_c$

يكون محمول على الناظم في النقطة المدورسة M ويعبر عن تغير حامل شعاع السرعة بتغير الزمن.

$a_c = \frac{v^2}{r}$ **حيث r نصف قطر المسار الدائري.**

زبدة القول: أي عندما تكون قيمته معدومة فحامل شعاع السرعة لا يتغير أي الحركة مستقيمة وعندما تكون قيمته غير معدومة فحامل شعاع السرعة يتغير وهذا يعني أن مسار الحركة لا يحافظ على الاستقامة وهو منحني.

فيكون:

$$\vec{a} = \vec{a}_c + \vec{a}_t$$

$$a^2 = a_c^2 + a_t^2$$

$$a = \sqrt{a_c^2 + a_t^2}$$

KENANA SHAMMOUT

2-القيم الزاوية:

1. **الفاصلة الزاوية $\bar{\theta}$: وحدتها rad**

2. **السرعة الزاوية $\bar{\omega}$: هي المشتق الأول لتابع الفاصلة الزاوية بالنسبة لزمن.**

$$\bar{\omega} = \frac{d\bar{\theta}}{dt} = (\bar{\theta})'_t$$

3. **التسارع الزاوي $\bar{a}$: هو المشتق الأول لتابع السرعة الزاوية الأنية بالنسبة للزمن وهو المشتق الثاني لتابع الفاصلة الزاوية بالنسبة للزمن.**

الحركة الدائرية المنتظمة:

هي الحركة التي يكون مسارها دائري يحافظ شعاع سرعتها $\vec{v}$ على شدة ثابتة (طويلة ثابتة)، أو يقطع فيها المتحرك أقواساً متساوية خلال أزمنة متساوية، وتكون سرعتها الزاوية ثابتة أيضاً.

توابع الحركة الدائرية المنتظمة:

$$\bar{\theta} = \bar{\omega}t + \overline{\theta_0}$$

$$\bar{S} = \bar{v}t + \bar{S}_0$$

العلاقات التي تربط القيم الخطية مع القيم الزاوية:

$$\bar{s} = r\bar{\theta}$$

$$\bar{v} = r\bar{\omega}$$

$$\bar{a}_t = r\bar{a}$$

$$a_c = r\omega^2$$

KENANA SHAMMOUT

التسارع في الحركة الدائرية المنتظمة:

التسارع الخطي وله مركبتان:

التسارع المماسي:

$$\bar{a}_t = (\bar{v})'_t = 0$$

لأن السرعة ثابتة ومشتق الثابت يساوي الصفر.

التسارع الناظمي:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

التسارع الزاوي:

$$\bar{a} = (\bar{\omega})'_t = 0$$

لأن السرعة الزاوية ثابتة ومشتق الثابت يساوي الصفر.

الحركة	التسارع المماسي	التسارع الناظمي
مستقيمة متغيرة بانتظام	✓	×
دائرية متغيرة بانتظام	✓	✓ ثابت
مستقيمة منتظمة	×	×
دائرية منتظمة	×	✓ ثابت

الدور والتواتر:

الدور T: هو الزمن اللازم لإنجاز دورة واحدة (هزة واحدة). وواحدته في الجملة الدولية هي الثانية. $T = \frac{\text{زمن الهزات}}{\text{عدد الهزات}}$

التواتر f: هو عدد الدورات التي ينجزها المتحرك في واحدة الزمن وواحدته في الجملة الدولية Hz $f = \frac{\text{عدد الهزات}}{\text{زمن الهزات}}$

العلاقة بين الدور والتواتر: $f = \frac{1}{T}$, $T = \frac{1}{f}$ ولكن $\omega = \frac{2\pi}{T}$ $\Longleftarrow$ $\omega = 2\pi f$

علم التحريك:

يدرس مسببات الحركة والسكون (القوى وعزومها)، ويتناول قوانين نيوتن وعمل القوة والطاقة.

قانون نيوتن الأول: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

قانون نيوتن الثاني: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

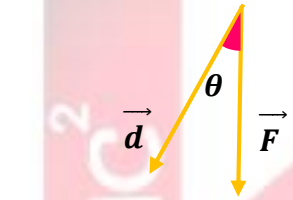
قانون نيوتن الثالث: لكل فعل رد فعل يساويه بالمقدار ويعاكسه بالاتجاه.

- **عمل القوة:**

$$\bar{W} = \vec{F}.\vec{d} = F.d.\cos\theta$$

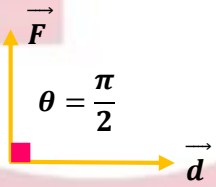
وحدة قياس العمل في الجملة الدولية (J)

θ حادة ⟸ عمل محرك موجب.



θ منفرجة ⟸ عمل مقاوم سالب.

θ قائمة ⟸ العمل معدوم.



عمل قوة الثقل: $\bar{W}_{\vec{w}} = Wh = mgh$

- **الاستطاعة الميكانيكية:** $P = \frac{W}{t}$
- **الطاقة الحركية:** $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ (إذا كانت الحركة انسحابية)

$E_k = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$ (إذا كانت الحركة دورانية)

- **الطاقة الكامنة الثقالية:** $E_P = Wh = mgh$

- **الطاقة الكامنة المرونية:** $E_P = \frac{1}{2}kx^2$ (إذا كانت الحركة انسحابية)

$E_p = \frac{1}{2}k\theta^2$ (إذا كانت الحركة دوارنية)

- **الطاقة الكلية:** $E = E_p + E_k$

- **نظرية الطاقة الحركية:** $\Delta \bar{E}_K = \sum \bar{W}_{\vec{F}}$

- **عزم القوة:** يعطى عزم القوة بالعلاقة:

$$\Gamma = d.F$$

تذكرة:
تعريف ذراع القوة: هو البعد العمودي بين حامل القوة ومحور الدوران.

حيث:

Γ عزم القوة ويقدر في الجملة الدولية $m.N$

d ذراع القوة ويقدر في الجملة الدولية ب m

F شدة القوة وتقدر في الجملة الدولية ب N

ملاحظة:

1- يكون عزم القوة موجباً: إذا استطاعت القوة تدوير الجسم بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة.

2- يكون عزم القوة سالباً: إذا استطاعت القوة تدوير الجسم مع اتجاه دوران عقارب الساعة.

- **عزم مزدوجة الفتل:** تنشأ في سلك الفتل مزدوجة القتل $\vec{\eta}$ تعمل على إعادة الساق إلى وضع توازنها.

$$\bar{\Gamma}_{\vec{\eta}} = -k\bar{\theta}$$

$\bar{\Gamma}_{\vec{\eta}}$ عزم مزدوجة الفتل ويدعى (عزم إرجاع)

k: ثابت الفتل

$\bar{\theta}$: زاوية الفتل

يتناسب عزم مزدوجة الفتل $\bar{\Gamma}_{\vec{\eta}}$ طرداً مع زاوية الفتل ويعاكسها بلاشارة.

❖ **مفهوم عزم العطالة:**

في الحركة الدورانية للجسم عزم عطالة وهو يعبر عن ممانعة الجسم لتغير شعاع سرعته الزاوية، حيث تزداد ممانعة الجسم لتغيير سرعته الزاوية بزيادة كتلته. ويرمز لعزم العطالة بالرمز I_Δ.

❖ **عزم عطالة نقطة مادية:**

إن عزم عطالة نقطة مادية حول محور دوران ثابت يتناسب طرداً مع كتلة النقطة m ومع مربع بعدها عن محور الدوران r ومن هنا نعرف عزم عطالة نقطة بالنسبة لمحور ثابت Δ بالعلاقة:

$$I_\Delta = mr^2$$

❖ **نظرية هايغنز:** عزم العطالة $I_{\Delta'}$ لجسم صلب بالنسبة إلى محور Δ' لا يمر من مركز عطالته يساوي عزم عطالته I_Δ حول محور دوران Δ يوازي Δ' ويمر من مركز عطالته، مضافاً إليه جداء كتلة الجسم m في مربع البعد بين المحورين d

ويعبر عنها رياضياً بالعلاقة الآتية:

$$I_{\Delta'} = I_\Delta + md^2$$

-نص نظرية التسارع الزاوي:

إذا دار جسم صلب حول محور ثابت كان العزم الحاصل للقوى الخارجية المؤثرة فيه بالنسبة للمحور مساوياً جداء تسارعه الزاوي في عزم عطالته حول ذلك المحور

$$\sum \bar{\Gamma} = I_\Delta \bar{\alpha}$$

علم التوازن:

شرط التوازن الانسحابي: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

شرط التوازن الدوراني: $\sum \bar{\Gamma} = 0$

-قانون هوك: نؤثر على النابض بقوة شدتها مما يسبب استطالة النابض أو انضغاطه.

$\bar{F} = k\bar{x}$

k : ثابت صلابة النابض
$\bar{x} > 0$ استطالة النابض
$\bar{x} < 0$ انضغاط النابض
F : شدة القوة المؤثرة على النابض

الواحدات:

المقدار	الواحدة
الكتلة	kg
الفاصلة الخطية	m
السرعة الخطية	$m.s^{-1}$
التسارع الخطي	$m.s^{-2}$
الفاصلة الزاوية	rad
السرعة الزاوية	$rad.s^{-1}$
التسارع الزاوي	$rad.s^{-2}$
القوة	N
عزم القوة	$m.N$
كمية الحركة	$kg.m.s^{-1}$
العزم الحركي	$kg.m^2.rad.s^{-1}$
الطاقة	$Joul$
الاستطاعة	$Watt$
ثابت صلابة النابض	$N.m^{-1}$

KENANA SHAMMOUT

مقارنة بين القيم الخطية والقيم الزاوية	
القيم الخطية	القيم الزاوية
الفاصلة الخطية $(m)\bar{x}$	الفاصلة الزاوية $(rad)\bar{\theta}$
السرعة الخطية $(m.s^{-1})\bar{v}$	السرعة الزاوية $(rad.s^{-1})\bar{\omega}$
التسارع الخطي $(m.s^{-2})\bar{a}$	التسارع الزاوي $(rad.s^{-2})\bar{\alpha}$
كتلة نقطة مادية $(kg)m$	كتلة نقطة مادية $(kg.m^2)I_\Delta$
العلاقات في التحريك الانسحابي	العلاقات في التحريك الدوراني
العلاقة الأساسية في التحريك الانسحابي: $\sum \vec{F} = m.\vec{a}$	العلاقة الأساسية في التحريك الدوراني: $\sum \bar{\Gamma} = I_\Delta.\bar{a}$
شروط التوازن الانسحابي: $\sum \vec{F} = \vec{0}$	شروط التوازن الدوراني: $\sum \bar{\Gamma} = 0$
عمل القوة $\bar{W} = \vec{F}.\vec{d}$	عمل القوة $\bar{W} = \bar{\Gamma}.\bar{\theta}$
الطاقة الحركية $E_k = \frac{1}{2}mv^2$	الطاقة الحركية $E_k = \frac{1}{2}I_\Delta\omega^2$

"انتهى"

****

KENANA SHAMMOUT