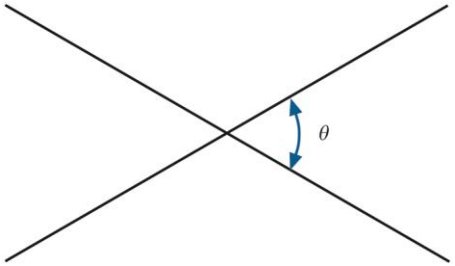
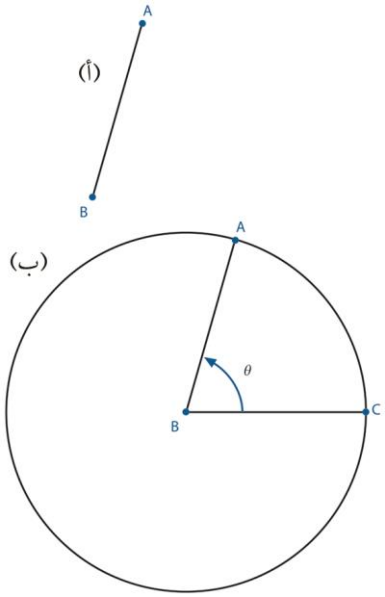
الكينيماتيكا الزاوية

وصف الحركة الزاوية للأجسام

الموقع الزاوي والإزاحة





الشكل (٦.٢). دائرة مستخدمة في وصف زاوية الخط (a) إذا توافق مركز الدائرة مع تقاطع الخطين المحيطين بالزاوية (b).

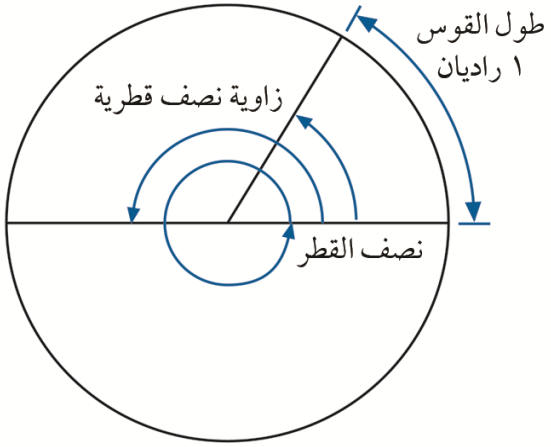
ما وحدات قياس الزوايا؟

	$\theta = \frac{arc\ lenght}{r} = \frac{l}{r}$	(٦,١)

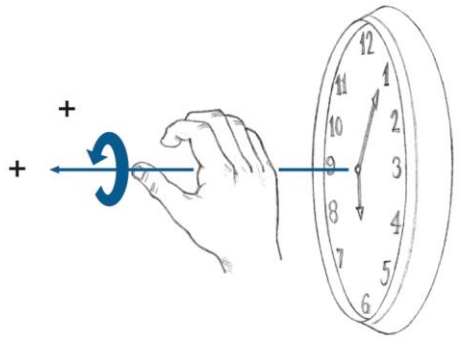
حيث
θ = القياس الدوراني بوحدات الراديان.
l = طول القوس.
r = زاوية نصف قطرية.
وحدة قياس الزاوية بالراديان (اختصارها rad) هي نسبة طول القوس مقسومة على نصف القطر.

الكينيماتيكا الزاوية

- **<u>الإزاحة الزاوية</u>**

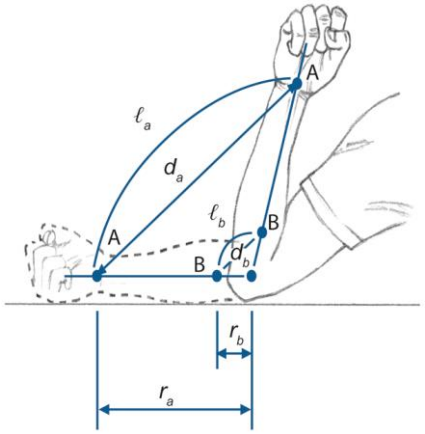


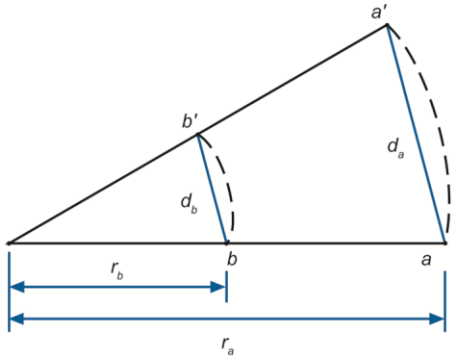
- **الشكل (٣,٦). العلاقة بين نصف القطر، وطول القوس على امتداد النصف قطرية.**



قاعدة أصبع إبهام اليد اليمنى. يشير الاتجاه الذي تلف فيه الأصابع إلى الاتجاه الدوراني الموجب إذا كان أصبع الإبهام الأيمن يشير إلى الاتجاه الخطي الموجب على امتداد محور الدوران.

الكينيماتيكا الزاوية





- **الإزاحة الزاوية والإزاحة الخطية**

$$\ni l = \Delta\theta r \qquad (٦,٤)$$

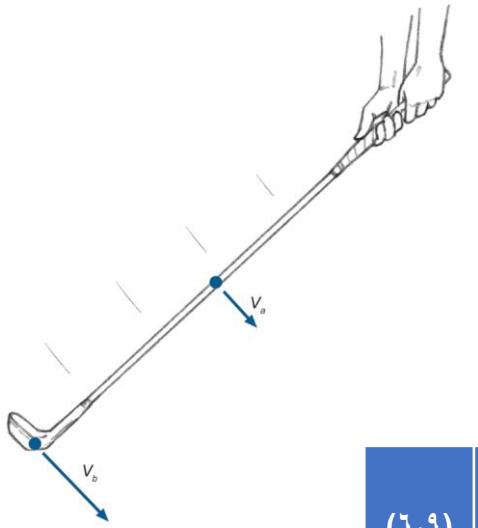
السرعة المتجهة الزاوية والخطية

$$\bar{s} = \bar{\omega} r \qquad (٦,٧)$$

حيث
l = طول القوس
r = نصف القطر
$\Delta\theta$ = الإزاحة الزاوية (مقاسة بالراديان)
t = الزمن
$\bar{s}$ = السرعة الخطية المتوسطة
$\bar{\omega}$ = السرعة المتجهة الزاوية المتوسطة (مقاسة بوحدات الراديان لكل ثانية).

الكينيماتيكا الزاوية

- **تطبيق العلاقة بين السرعة المتجهة الخطية والزاوية**



مقدار السرعة المتجهة الخطية لرأس المضرب (V_b) أكبر من مقدار السرعة المتجهة الخطية للنقطة على جسم المضرب (V_a) لأن رأس مضرب الجولف تقع بمسافة أبعد عن محور الدوران:

- **التسارع الدورانى**

$\bar{\alpha} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega_f - \omega_i}{\Delta t}$	(٦,٩)

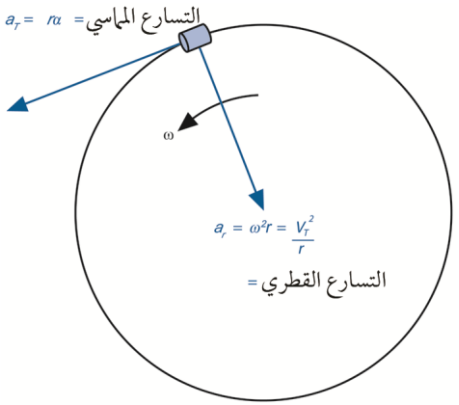
- **التسارع الدورانى والخطى**

$a_T = \alpha r$ (٦,١٠)

حيث
a_T = التسارع المماسي اللحظي
α = التسارع الدوراني اللحظي (مقاس بالراديان/ ث٢)
r = نصف القطر

الكينيماتيكا الزاوية

- **تسارع الجذب المركزي**

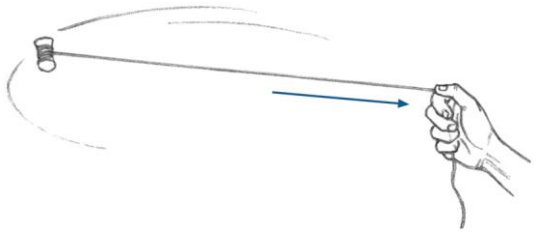


- **اتجاهات التسارع المماسي وتسارع الجذب المركزي لجسم يتحرك في مسار دائري.**

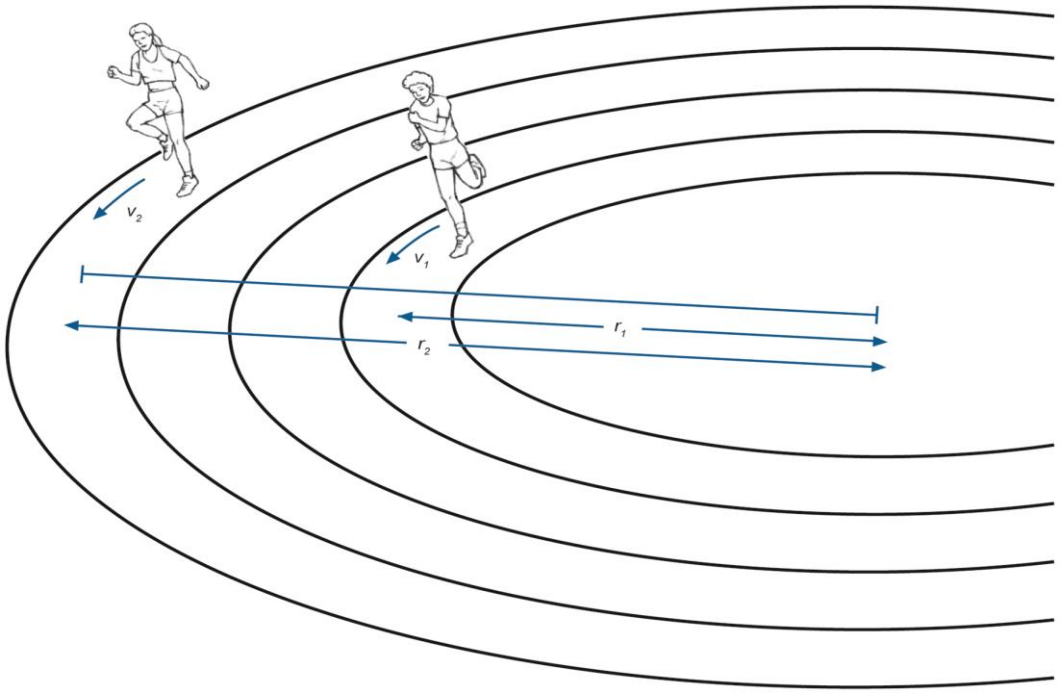
$$a_r = \frac{v_T^2}{r} \qquad (٦,١١)$$

$$a_r = \omega^2 r \qquad (٦,١٢)$$

حيث
a_r = تسارع الجذب المركزي
v_T = السرعة المتجهة المماسية
r = نصف القطر
ω = السرعة المتجهة الزاوية



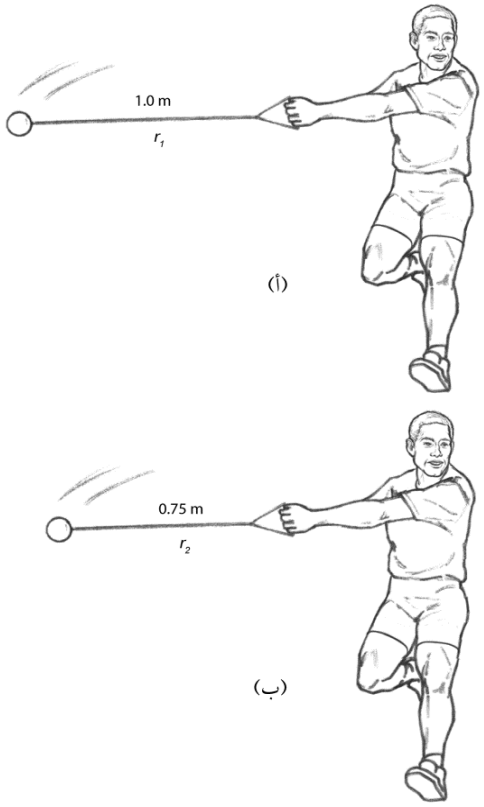
الكينيماتيكا الزاوية



). يجب أن يبذل لاعب العدو في الحارة الداخلية قوة جذب مركزية أكبر من خلال الاحتكاك عن لاعبة العدو في الحارة الخارجية إن تعادلت مقدار السرعة الخطية لهما ($a_{r1} > a_{r2}$ $_1 = v_2$). لذا يكون تسارع الجذب المركزي في الحارة الداخلية أكبر نتيجة إلى صغر نصف القطر ($r_1 < r_2$).

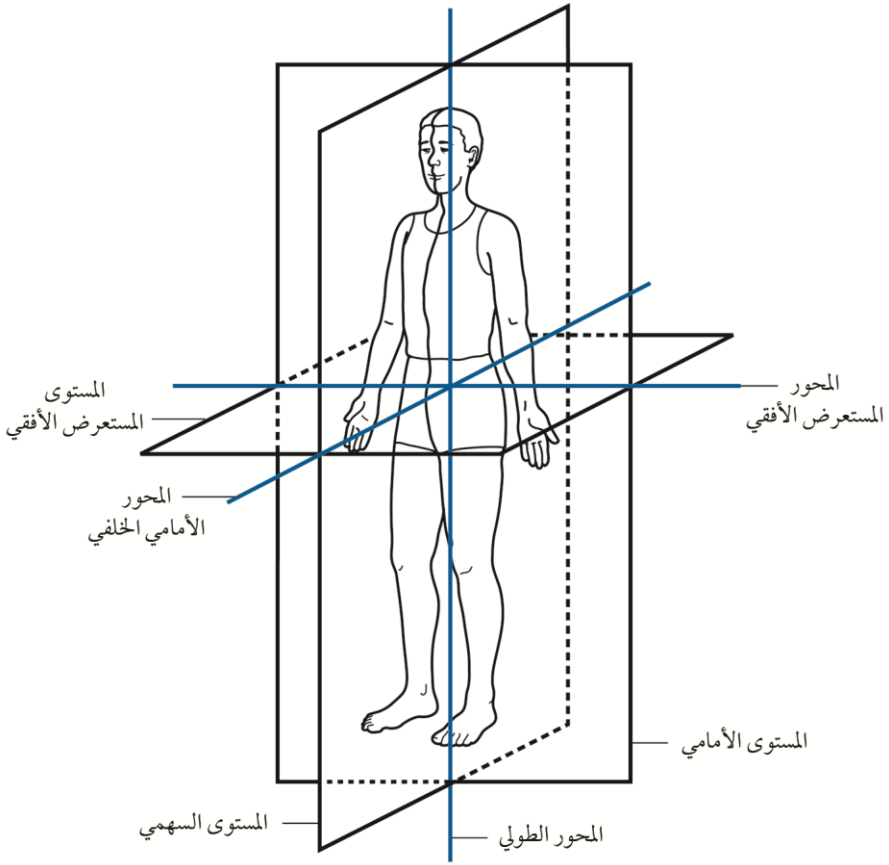
الكينيماتيكا الزاوية

. يجب أن يبذل لاعب الإطاحة المطرقة بطول سلسلة ١.٠ م (أ) قوة جذب مركزية أكبر من مطرقة بطول سلسلة ٠.٧٥ م (ب) إذا دارت المطرقتان بالمقدار نفسه لسرعة المتجهة الزاوية($\omega_2 = \omega_1$ $r_2 < r_1$ $a_{r2} > a_{r1}$). يكون مقدار تسارع الجذب المركزي أكبر في المطرقة ذات سلسلة ١.٠ سم نتيجة لكبر نصف القطر.



الكينيماتيكا الزاوية

مستويات ومحاور التشريح الأساسية للجسم.



المحور الأمامي الخلفي

(المحور الجانبي، أو المحور الجانبي العرضي أو محور عجلة العربة) هو عبارة عن خط تـخيلي يمتد من الأمام إلى الخلف ويتعامد مع المستويات الأمامية، وعادةً ما يتم اختصاره فـي AP. يُعرف المحور AP بتقاطع المستوى العرضي مع المستوى الجانبي؛ لذا يمكن أن نطلق عليه المحور الجانبي العرضي.

المحور العرضي

(المحور الجانبي، المحور الأمامي، المحور الوسط جانبي، والمحور الأمامي العرضي أو محور الشقلبات) هو عبارة عن خط تخيلي يمتد من اليسار إلى اليمين ويتعامد مـع المستويات الجانبية. يُعرف المحور العرضي بتقاطع المستوى العرضي مع المستوى الأمامي، لذا يمكن أن نطلق عليه المستوى الأمامي العرضي.

المحور الطولي

(المحور الرأسي، المحور الأمامي الجانبي أو محور الالتفاف) هو خط تخيلي يمتد من أعلى إلى أسفل ويتعامد على المستويات المستعرضة. يُعرف المحور الطولي بتقاطع المستوى الأمامي والمستوى الجانبي؛ لذا يمكن أن نطلق عليه المحور الأمامي الجانبي. تتعامد جميع محاور AP على المحاور العرضية، التي تتعامد بدورها على جميع المحاور الطولية. يعبر عدد غير محدود من تلك المحاور خلال الجسم. تظهر أمثلة للمحاور AP، والعرضية، والطولية في الشكل (٦.١٤).

الكيناتيكا الزاوية

- **<u>القصور الذاتي الزاوي</u>**

يُطلق على الكمية التي تصف القصور الذاتي الزاوي عزم القصور الذاتي، ويتم اختصارها بالحرف I. نظريًا يمكن التفكير في الجسم على أنه يتكون من جسيمات الكتل يمكن تعريف عزم القصور الذاتي لهذا الجسم حول المحو خلال مركز جاذبيته بالصيغة الرياضية كما يلي:

$$I_a = \sum m_i r_i^2 \qquad (٧,١)$$

حيث

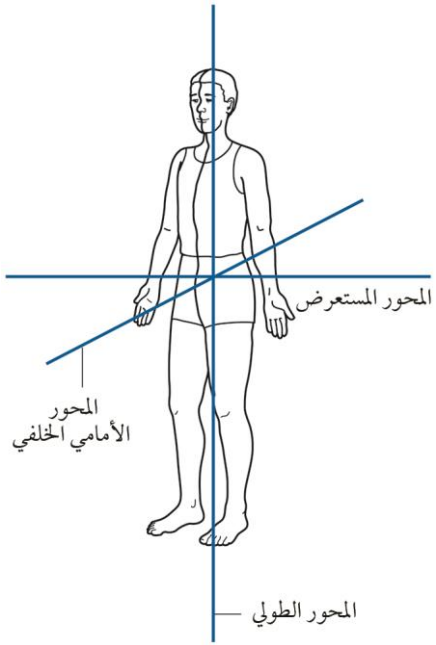
I_a = عزم القصور الذاتي حول المحور a خلال مركز الجاذبية.

$\sum$ = رمز الجمع.

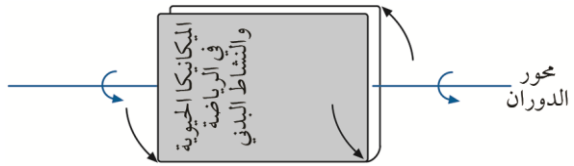
m_i = كتلة الجسيم i.

r_i = نصف قطر الدوران (المسافة) من الجسيم i إلى محور الدوران خلال مركز الجاذبية.

الكيناتيكا الزاوية



عزوم القصور الذاتي حول محاور مختلفة



حرك الكتاب في حركة دورانية حول محور الدوران بالتوازي مع ظهر الكتاب. هل هو من الأسهل أم من الأصعب القيام بتدوير الكتاب حول هذا المحور عن المحور المتعامد على غلافه؟

الكيناتيكا الزاوية

- كمية الحركة الزاوية
- ورد مفهوم كمية الحركة في الفصل الثالث. كانت كمية الحركة الخطية ناتج الكتلة والسرعة المتجهة.
- يمكن التعبير عن كمية الحركة الخطي بالصيغة الرياضية بالمعادلة (٣,٦).
- $L=mv$
- حيث
- L = كمية الحركة الخطية.
- m = الكتلة.
- v = السرعة المتجهة الخطية.
- تقيس كمية الحركة الخطية الحركة الخطية للجسم، وتقيس كمية الحركة الزاوية الحركة الزاوية للجسم.

الكيناتيكا الزاوية

- **<u>التفسير الزاوي لقانون نيوتن الأول للحركة</u>**
- يمكن التعبير عن المقابل الزاوي لقانون نيوتن الأول كالتالي: يظل مقدار كمية الحركة الزاوية للجسم مقدارا ثابتا إلا إذا تم بذل محصلة عزم دوران خارجية عليه.
- ينطبق هذا القانون على الجسم الصلب الذي له مقدار ثابت من عزوم القصور الذاتي ولا يتغير معدل دورانه أو محور دورانه إلا إذا أثر عليه عزم دوران خارجي.

الكيناتيكا الزاوية

- **<u>التفسير الزاوي لقانون نيوتن الثاني للحركة</u>**
- يمكن التعبير عن هذا القانون بالنسبة للجسم الصلب الذي له مقدار ثابت من عزوم القصور الذاتي كما يلي:
- $\sum T_a = I_a \alpha_a$
- حيث
- $T_a = \sum$ محصلة عزم الدوران الخارجية حول المحور a.
- $I_a =$ عزم القصور الذاتي للجسم حول المحور a.
- $\alpha_a =$ التسارع الزاوي للجسم حول المحور a

الكيناتيكا الزاوية

- **<u>الدفع الزاوي وكمية الحركة الزاوية</u>**
- $\sum \bar{T}_a \Delta t = (H_f - H_i)_a$

حيث
$\sum \bar{T}_a$ = محصلة عزم الدوران المتوسطة الخارجية حول المحور a.
Δt = الفترة الزمنية التي تحدث فيها القوة.
ΔH_a = التغير في كمية الحركة الزاوية حول المحور a.
H_f = كمية الحركة الزاوية النهائية حول المحور a.
H_i = كمية الحركة الزاوية الابتدائية حول المحور a.

الكيناتيكا الزاوية

- **<u>التفسير الزاوي لقانون نيوتن الثالث للحركة</u>**
- للمناقشة
- **الجدول (٧,١).مقارنة بين قيم الكيناتيكا الخطية والزاوية.**

الكمية	الرمز والمعادلة للتعريف	وحدات نظام القياس الدولي
الخطية		
القصور الذاتي (الكتلة)	m	kg
القوة	F	N
كمية الحركة الخطية	$L = mv$	$Kg.m/s$
قوة الدفع	$\sum \bar{F} \Delta t$	$N.s$
الزاوية		
عزم القصور الذاتي	$I = \sum mr^2 = mk^2$	$Kg.m^2$
عزم الدوران لعزم القوة	$T = F \times r$	Nm
كمية الحركة الزاوية	$H = I\omega$	$Kg.m^2/s$
قوة الدفع الزاوية	$\sum \bar{T} \Delta t$	$Nm.s$