كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
الدراسات العليا/ الماجستير

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة المستنصرية

كينماتيك الحركة الدورانية
ANGULAR KINEMATICS

المسافة الزاوية والازاحة الزاوية
السرعة الزاوية والسرعة المحيطية
العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة المحيطية
التعجيل الزاوي
العمودي والمماسي

اعداد :

ا.م.د علي مناتي أحمد الحمراني

٢٠٢٠ - ٢٠٢١

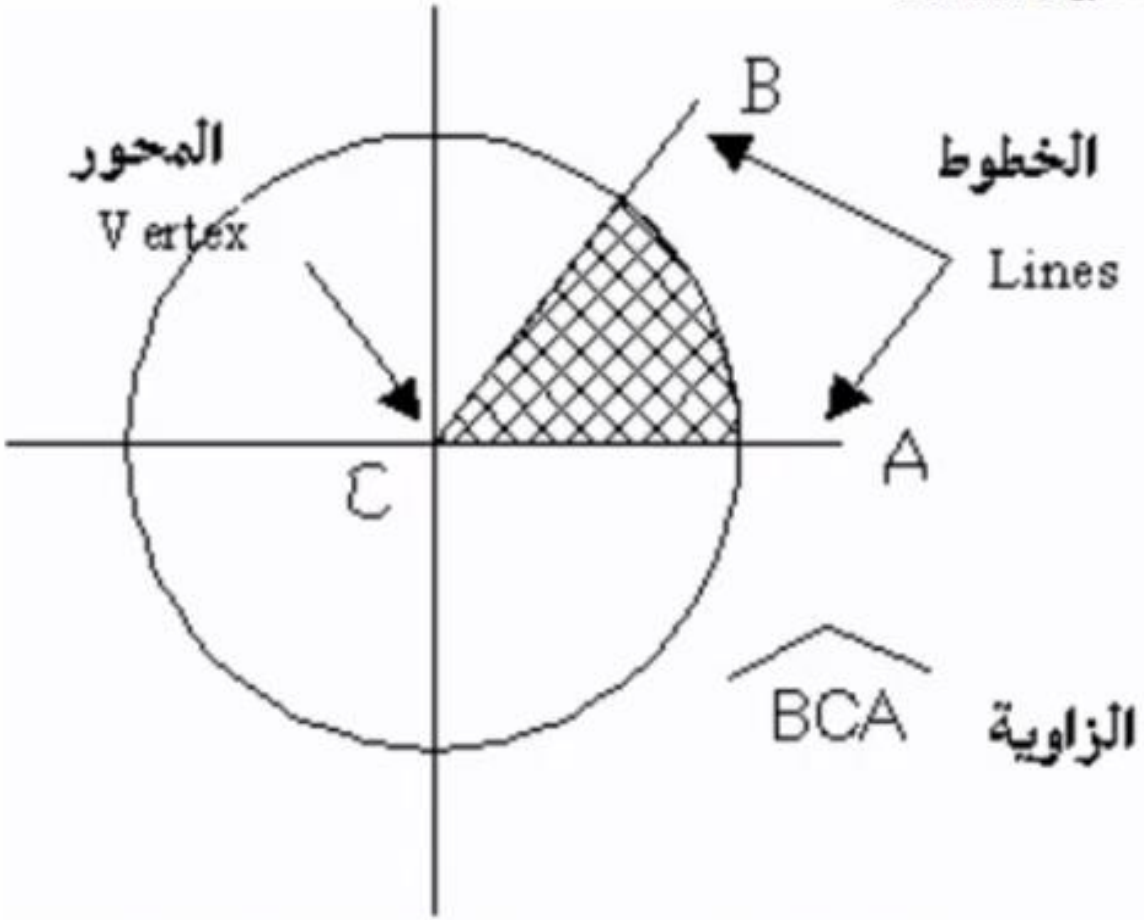
كينماتيكية الحركة الدورانيةAngular Kinematics

- عندما نقوم بتثبيت أي نقطة على النظام المتحرك (جسم انسان) بحيث يضطر الجسم للدوران حول هذه النقطة عند محاولة تحريكه تحت تأثير قوة فإن هذه النقطة تمثل **محوراً للدوران** وفي هذه الحالة تسمى الحركة دورانية أو زاوية.
- وفي الجسم البشري حيث تتصل الأطراف عن طريق المفاصل فإن المفاصل تمثل محاور للدوران تدور حولها الأطراف , وعلى ذلك فإن رفع ثقل عن طريق قبض مفصل المرفق لا يؤدي إلى تحريك المفصل , ولكنه يحرك الطرف البعيد(الساعد) حركة دورانية.
- وهذه الحركة تسمى حركة دورانية أو حركة زاوية ويعبر عن تغيير الوضع فيها بالإزاحة الزاوية ويرمز لها بالرمز (θ) ويقاس المسار الذي تحركه الثقل بالقياسات الزاوية كالدرجة بالتقدير الدائري أو بالتقدير النصف دائري.

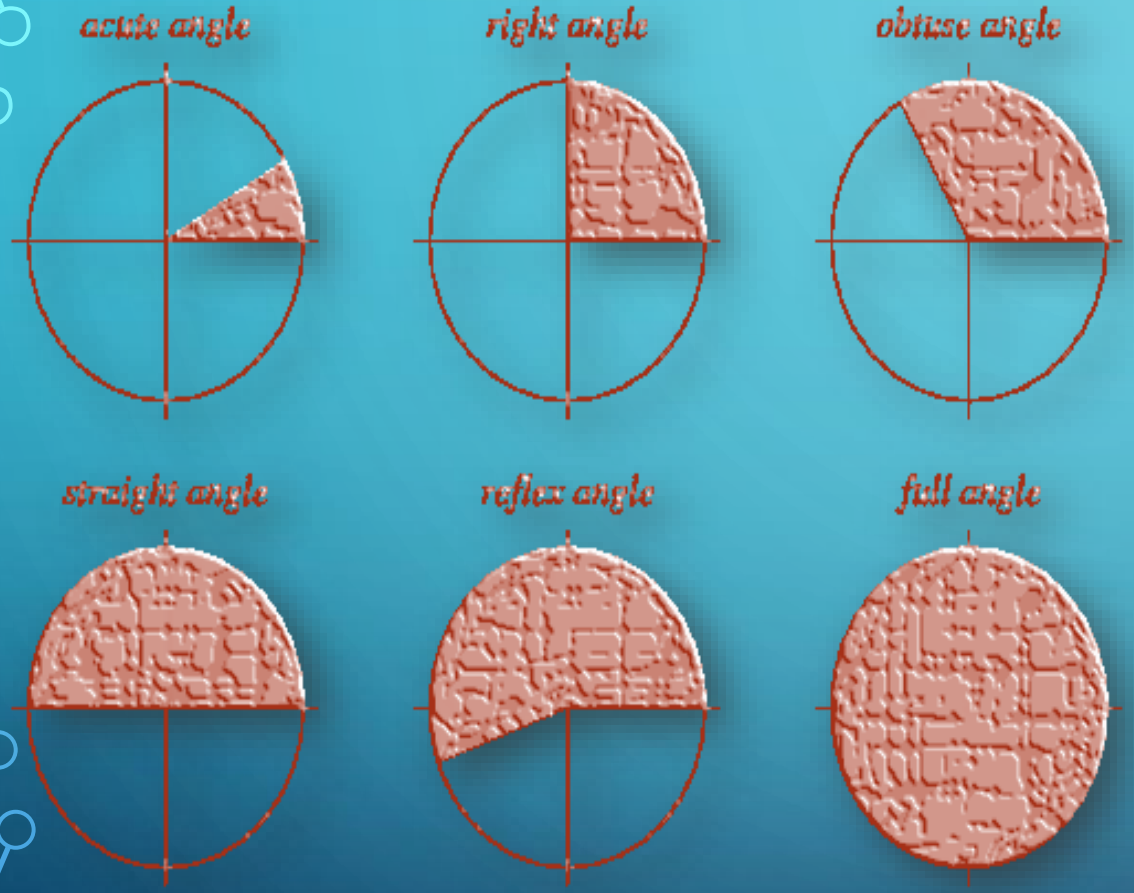
الحركة الدورانية

- تعني دوران الجسم حول محور , والمحور عبارة عن خط وهمي متعامد على السطح الفراغي الذي يدور فيه الجسم , ويتشابه ذلك مع محور العجلة في الدراجة أو السيارة , وكما هو الحال بالنسبة للحركة الخطية , فإن الحركة الدورانية مكون أساسي للحركة العامة .
- مثال الدورانات علي العقلة في الجمباز والدورانات في السباحة .

تعرف الزاوية بأنها التقاطع بين خطين AC - BC عند محور معين Vertex C.



الوحدة المستعملة في قياس الزاوية هي الدرجة (°) Degree



تقسم الدائرة الى 360 درجة، وتعرف الدائرة المغلقة بالزاوية الكاملة = 360 درجة

كما تعرف الزاوية 180 درجة، بالزاوية المسطحة = 180 درجة

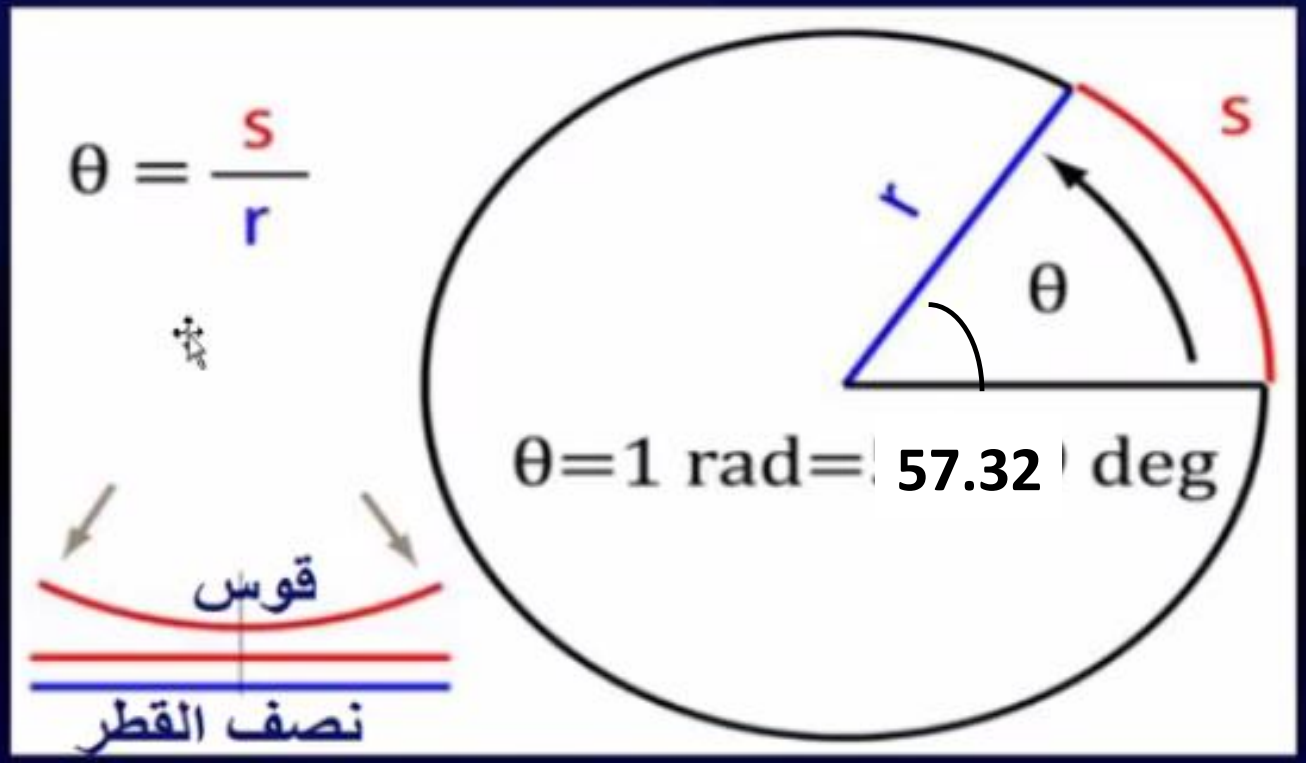
تعرف الزاوية 90 درجة، بالزاوية القائمة = 90 درجة

إذا كانت الزاوية أصغر من درجة 90، فهي زاوية حادة

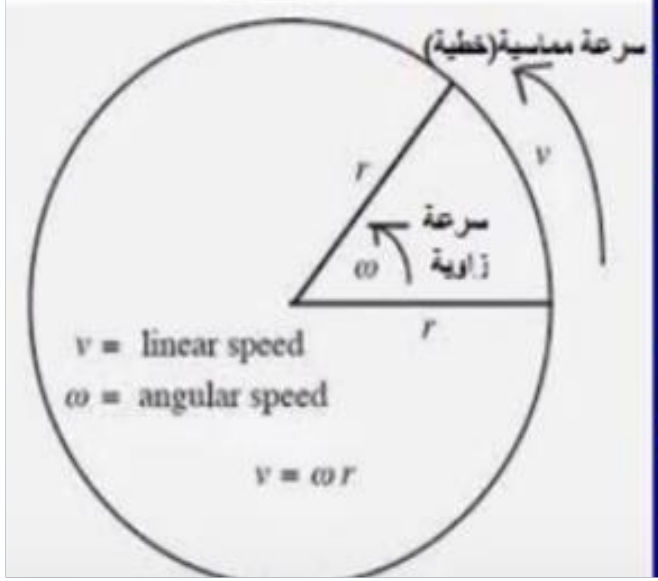
أما إذا كانت الزاوية أكبر من 90 درجة، فهي زاوية منفرجة

وإذا كانت أكبر من 180 درجة، فتعرف بزاوية الانعكاس

Radian القطاع



الرديان او القطاع هو متغير نسبي يعني طول القوس مقسم على نصف القطر والقوس هنا يقابل زاوية قدرها 57.32° بمعنى اخر ام القوس يساوى نصف القطر دائما فى هذه الزاوية



- ملحوظة " نسبة محيط الدائرة إلى طول القطر نسبة ثابتة تساوي (3.14)والزاوية المركزية التي تقابل قوس من الدائرة طوله نصف القطر تعادل 57.3 درجة بالتقدير الستيني ودرجة واحدة بالتقدير النصف قطري".
- ومن أمثلة الإزاحة الزاوية أو الدورانية : حركة عقارب الساعة , كما أن التعبير بالرفض عن طريق حركة الرأس ما هو إلا حركة دورانية للرأس حول المحور الطولي للرقبة.
- ونظراً إلى أن طبيعة تركيب الجسم البشري تعتمد على التمفصل بدرجة كبيرة , فإن معظم حركات الجسم تتم بشكل زاوي أو دوراني .

العلاقة الرياضية بين السرعة المحيطية والسرعة الزاوية

السرعة الزاوية = الزاوية نصف قطرية / الزمن

في الزاوية نصف قطرية دائما يكون طول القوس مساوي لنصف قطر الدائرة

اي ان الزاوية نصف قطر = طول القوس / نق

اي ان طول القوس = الزاوية نصف قطرية × نق

ومن خلال المعادلة السابقة نستطيع استخراج طول اي قوس يقطعه الجسم من خلال الزاوية التي يقطعها

وبمعلومية نصف القطر. واذا كان الزمن معلومة فان

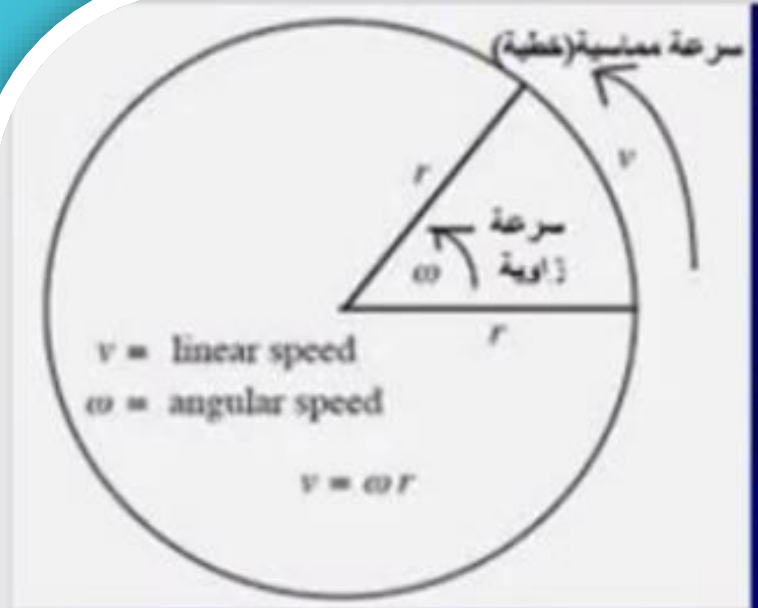
المعادلة اعلاه تكون

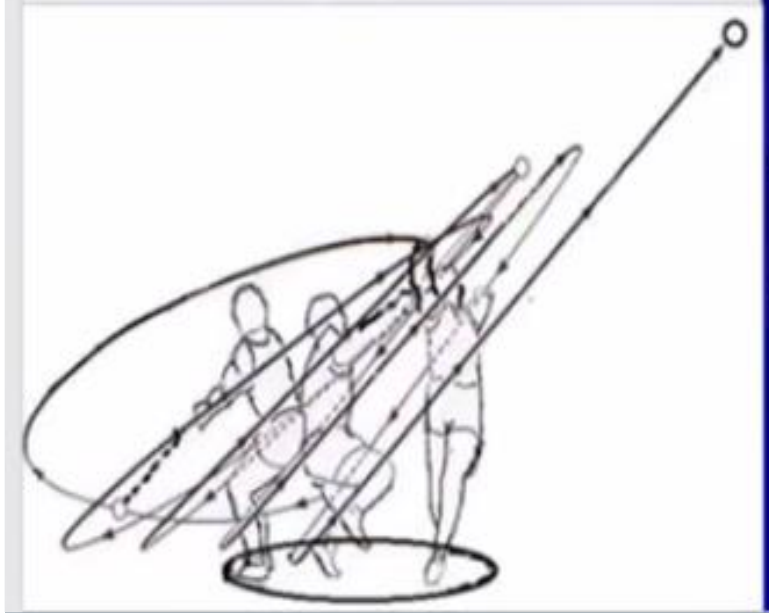
السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

والشئ المهم والسهل علينا ان نعرف اطوال اجزاء الجسم ومن ثم قياس الزاوية التي يتحرك بها ذلك الجزء لمعرفة طول القوس ومن ثم معرفة السرعة المحيطية

وبدون استخدام اي مقياس رسم

$$\frac{\text{س}}{\text{م}} = \text{س} \times \frac{\text{نق}}{\text{ز}}$$





ويطلق على المثلث أم ب بالقطاع وقيمته 57,32 درجة(وهي زاوية مركزية)، وقد وجد ان الدورة الكاملة الواحدة تساوي 6,28 قطاعا وعلى هذا الاساس فأن القطاع الواحد يمكن احتساب قيمته بالدرجات(ملاحظة جميع الزوايا يجب ان تحول الى قطاع عند حل المسائل الخاصة بالزوايا)

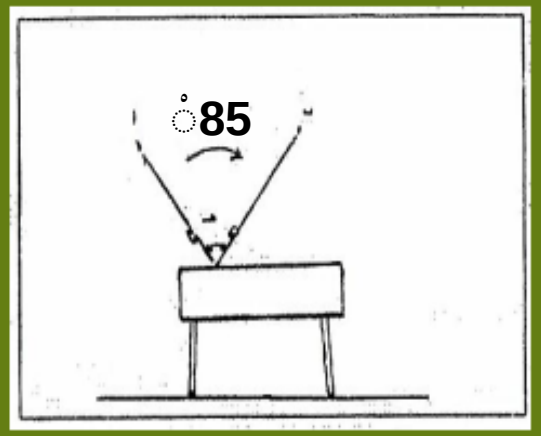
مثال: أثناء رمي المطرقة تدور المطرقة ثلاث دورات افقية بزمن قدره 2,5 ثانية احسب كم درجة تقطع المطرقة في الثانية وكذلك كم قطاعا في الثانية ؟

2.السرعة الزاوية والسرعة المحيطية:

نحن نعلم إن قياس سرعة الجسم أثناء الحركة الانتقالية هي عبارة عن المسافة المقطوعة في وحدة الزمن، وينطبق القول نفسه على المسافة التي يقطعها جسم على منحني وكمثال على ذلك سرعة الراكض على محيط دائرة.

السرعة المحيطية المتوسطة= $_1d - _2d$ / $_1t - _2t$

السرعة المحيطية.. هي النسبة بين المسافة التي يقطعها الجسم على محيط الدائرة الى الزمن المستغرق.
السرعة الزاوية.. هي معدل الانتقال الزاوي للجسم، وللتعبير عن مقدار السرعة الزاوية التي يتحرك بها الجسم أو جزء منه أثناء الحركة، يمكن من خلال معرفة عدد الدرجات التي يقطعها الجسم في فترة زمنية معينة.. كما هو الحال في انتقال لاعب جمباز من نقطة أ الى النقطة ب ويكون قد قطع زاوية معينة ولتكن (85°). لاحظ الشكل (2).

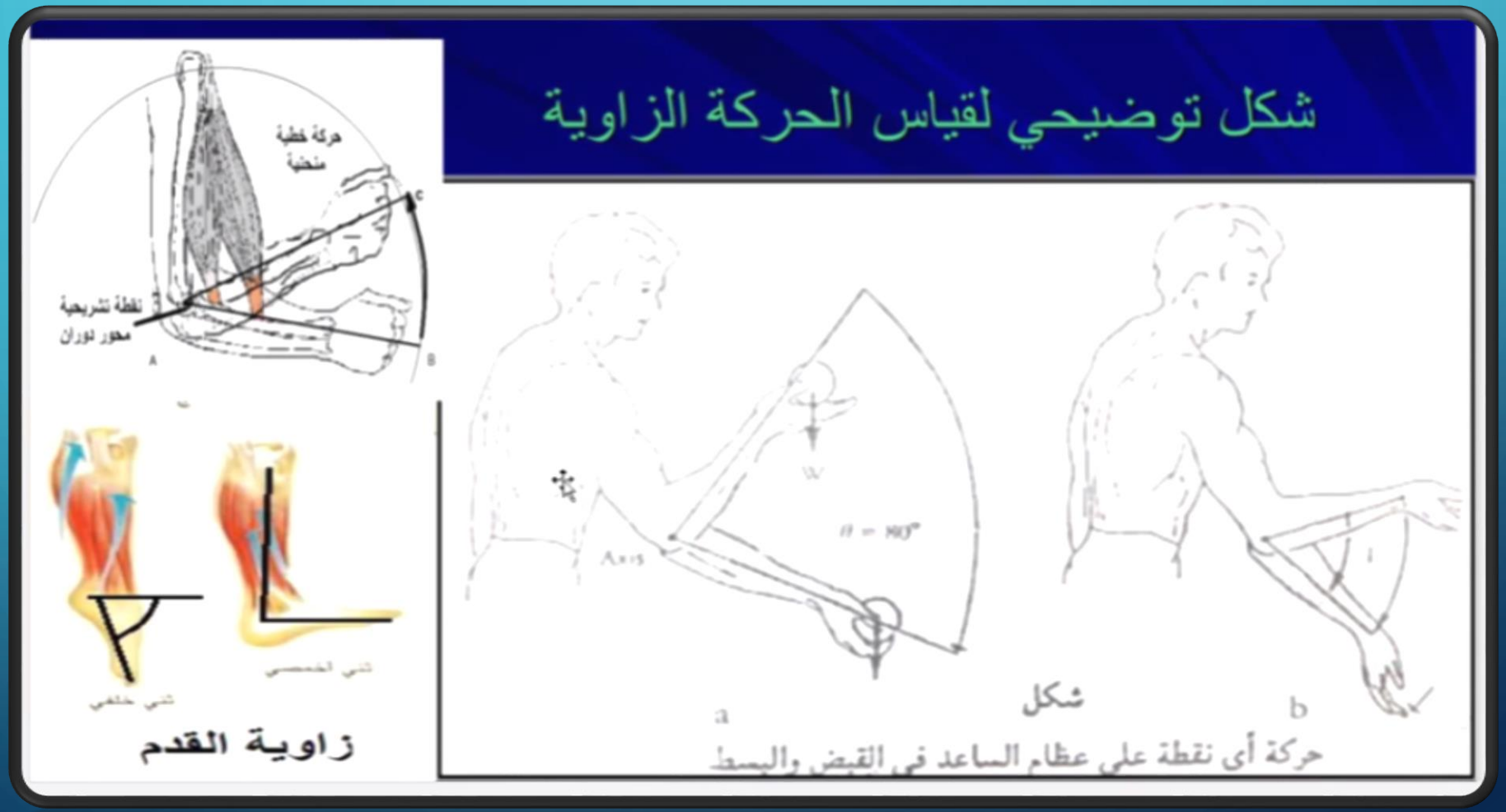


شكل (2)

المتغيرات الزاوية Angular Variables

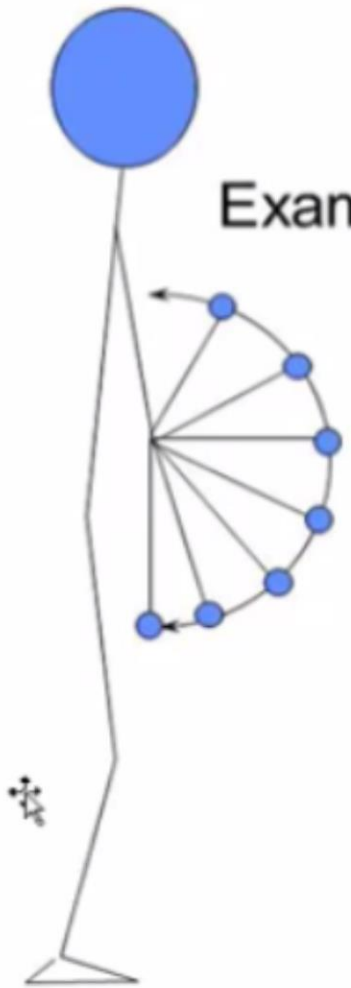
		الخطي Linear		الزاوي Angular	
التغير بالمكان	Position	m	s	deg. or rad.	θ
السرعة	Velocity	m/s	v	rad/s	ω
التعجيل	Acceleration	m/s^2	a	rad/s^2	α

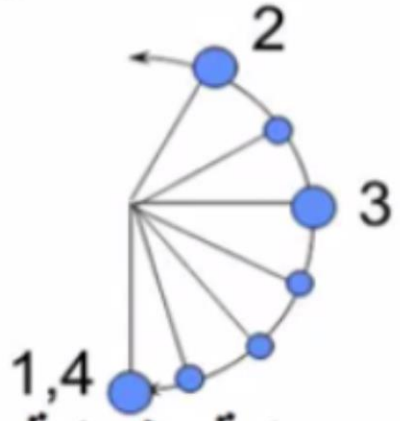
سبق وأن ذكرنا أن كل عضو من اعضاء الجسم له رأسين نهاية احدهما مقيد (مرتبط بمفصل) والاخر حر، ويرتبط كل عضو بعضلة تقوم بحركته، ويدور هذا العضو حول المفصل (المحور) ويقطع العضو زاوية عند حركته الدورانية لها علاقة بمحيط الدائرة الذي يقطعه.



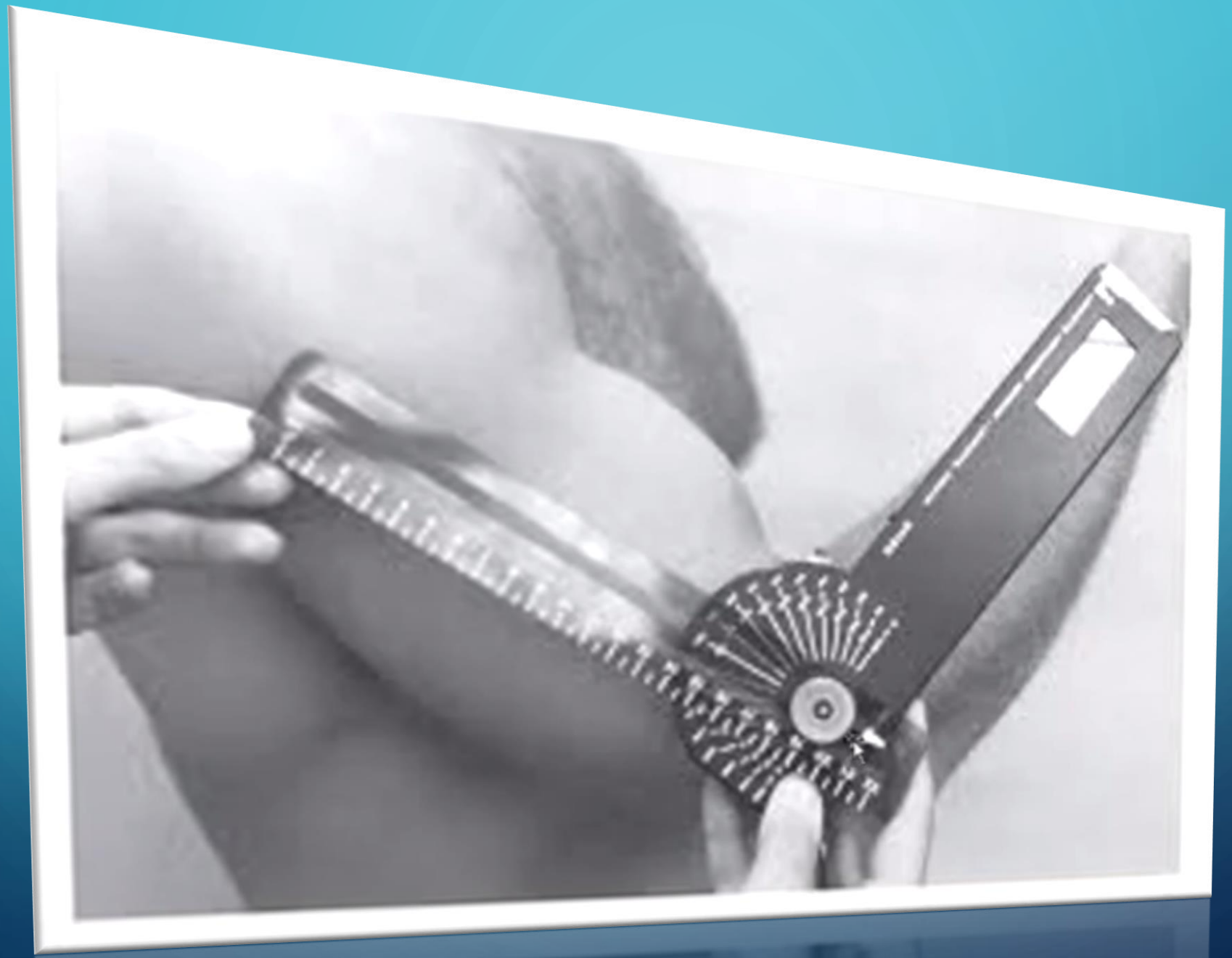
الحركة الزاوية
Angular Position

مثال : ثني الساعد (كير)
Example - Arm Curls





بداية ونهاية

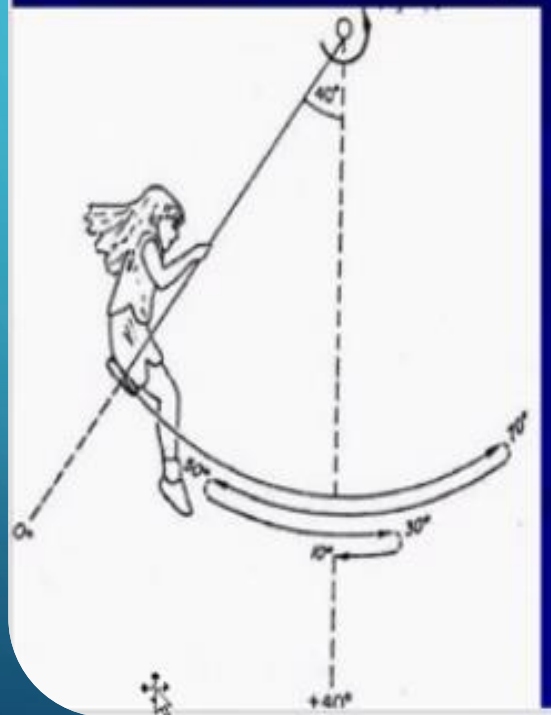


متغيرات الحركة الدورانية Angular distance and angular displacement

- يفسر كلاً من المسافة والإزاحة الزاوية بأنه:
- إذا نظرنا إلى بندول يتحرك , فسوف نجد أنه يدور حول محور مار بنقطة اتصاله وعمودياً على المستوى الفراغي الذي يتحرك فيه البندول . فإذا كان القوس الذي يتحرك فيه البندول هو قوس لزاوية مقدارها (60 درجة) , وهذا يعني أن المسافة الزاوية عبارة عن مجموع التغيرات الزاوية التي يحققها البندول

tdp HD
MASTERS WTA
MUGURUZA/SUÁREZ - HINGIS/MIRZA
FINAL 08:30
UNEVEN BARS
FINAL
#GLASGOW2015

- المسافة الدورانية والإزاحة الدورانية Angular Distance and Angular Displacement
- عندما يتحرك جسم بحركة دورا نية او قوسيه من موضع الى اخر, فان المسافة الدورانية التي يتحرك خلالها تكون مساوية لطول المسار الدوراني الذي يتبعه الجسم- أي مجموع الزوايا التي يتحركها خلال انتقاله من الوضعيه الابتدائية الى النهائية

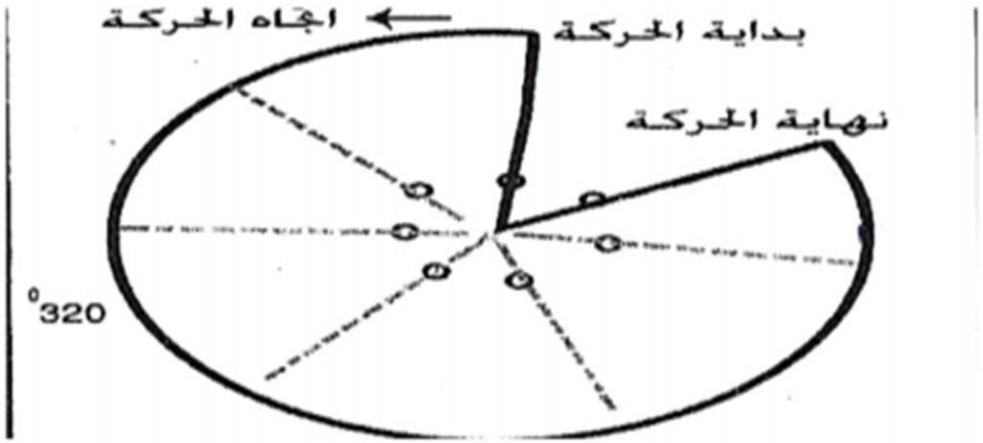


- مثال الطفل الذي يتأرجح من وضعية زاوية 40 درجة خلف
- المحور العمودي ,بعد ذلك تتأرجح اماما وخلفا قبل وصولها الى
- السكون ,فان المسافة
- الدورانية التي تحرك بها الطفل هي:
- (10+30+50+70)=160 درجة
- الازاحة الدورانية هي الفرق بين الوضعين الابتدائي والنهائي
- =+40-0=+40درجة

1.المسافة الزاوية والازاحة الزاوية:

المسافة الزاوية Angular Distance :وهي المسافة التي يقطعها الجسم اثناء حركته ويمكن حسابها من خلال الفرق بين الوضع الاولي الذي ابتدأ منه الجسم وصولاً الى الوضع النهائي وتحسب المسافة بعدد الدرجات التي يقطعها الجسم منذ بداية حركته الى نهايتها.

الإزاحة الزاوية Angular Displacement: وهي أقل مقدار للفرق بين وضعي الجسم بداية الحركة ونهايتها وتقاس ايضاً بالدرجات.



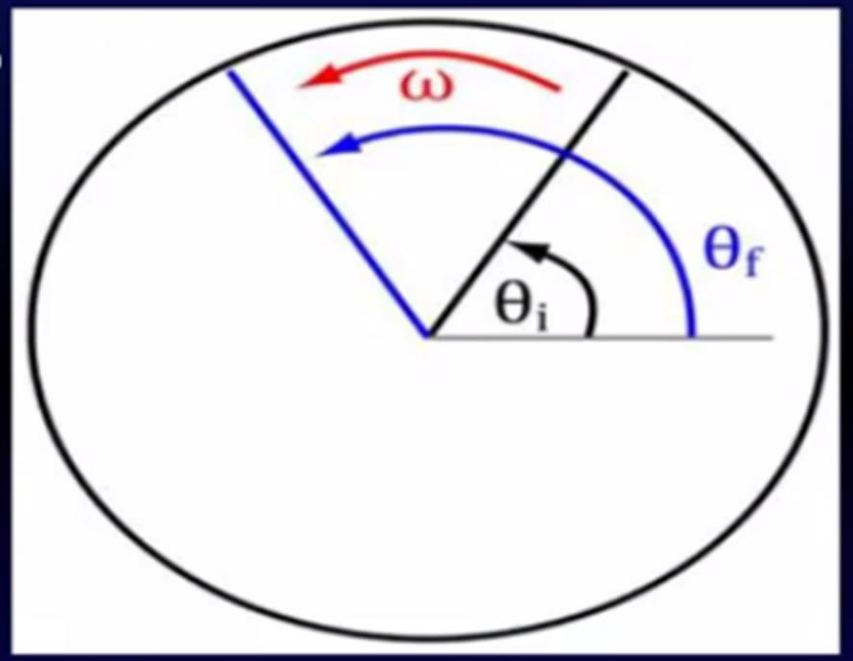
في الدائرة الواحدة فان الزاوية تساوي 360 oلذلك فان اية مسافة زاوية ستكون مساوية للازاحة الزاوية مثلما في ركض المستقيم (100 متر مثلا) باستثناء الدورة الكاملة فانها تبدأ من نقطة الصفر وتنتهي في نقطة 360o فان ازاحتها (صفر) مثلما تحدث في ركض (400 متر)، فمثلا ان الازاحة الزاوية لدرجة 90 هي نفسها . اما الدرجة 370 فان ازاحتها (370-360 = 10o)

Angular Velocity السرعة الزاوية

$$\omega = \frac{\theta_f - \theta_i}{t}$$

س ز = $\frac{\text{زاوية}_2 - \text{زاوية}_1}{\text{الزمن}}$

السرعة الزاوية هي معدل التغير بالزاوية التي يقطعها الجسم بنسبة الى المنحنى الزمني ، وتقاس (درجة /ث) او قطاع/ث

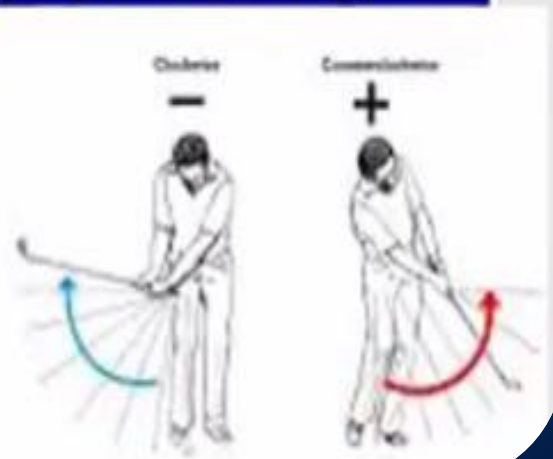


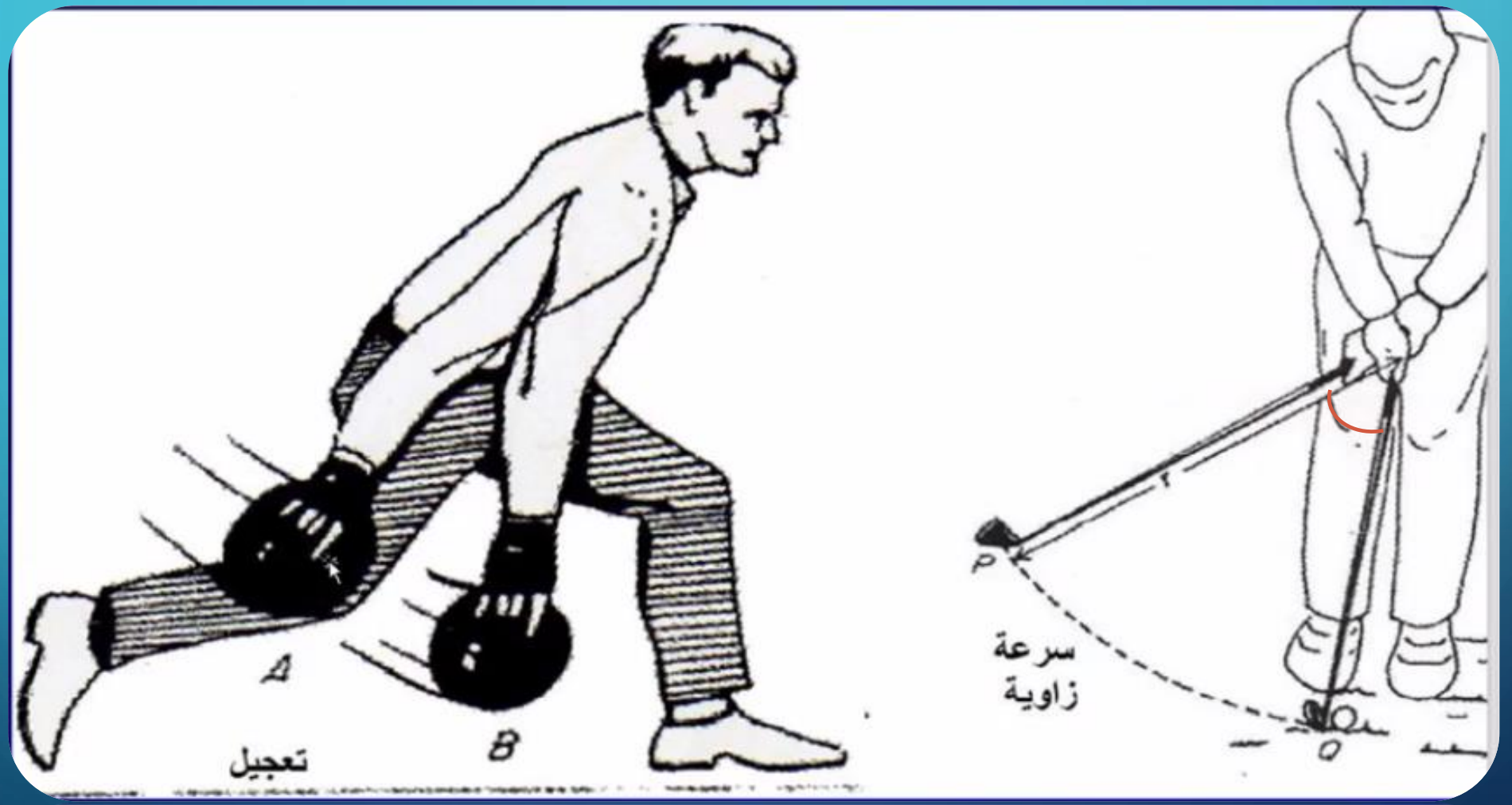
ويتم تحجيج متجهة السرعة الزاوية بقاعدة اليد اليمنى

The direction of the angular velocity vector is defined by the right hand rule.

لذا فان :

- س ، = المسافة الدورانية(الزاوية)/الزمن
- معدل التعجيل الدوراني (الزاوي) هو المعدل الذي تتغير به السرعة الدورانية المتجهة نسبة الى الزمن
- م ت ، =السرعة الزاوية النهائية –السرعة الزاوية الابتدائية/الزمن
- كما يستخدم لاعب الكولف المرجحة السريعة للأداة للحصول على اقصى سرعة لحظة التماس مع الكرة
- ويستخدم الرياضي المرجحة السريعة للذراع في الارسال والضرب الساحق لإكساب الكرة السرعه اللازمة,كذلك يمرجح رجله بسرعة لتحقيق اصطدام قوي مع الكرة

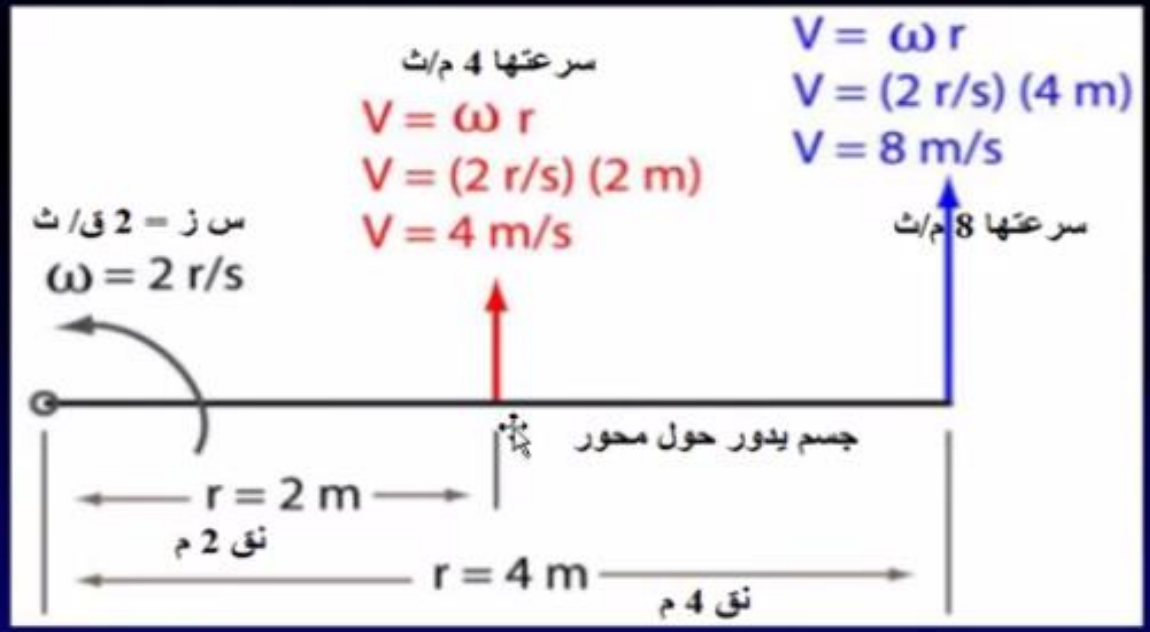



A
B
تعجيل
سرعة
زاوية

يتم تحديد العلاقة بين السرعة الخطية والسرعة الزاوية بالمعادلة ادناه . ويجب ان يكون قياس السرعة الزاوية هنا بالقطاع،(اي يجب تقسيم الزاوية على 57.32 د)

$v = \omega r$

السرعة الخطية =السرعة الزاوية(ق/ث) × نق



- مثال: لاعب مطرقة يقطع 3 دورات بزمن 1,2 ث . ما مقدار السرعة الزاوية للمطرقة؟
- السرعة الزاوية = الزاوية المقطوعة/ زمنها
- مقدار الزاوية = 3 دورات × 360 درجة = 1080 درجة
- السرعة الزاوية = 1080 / 1,2 = 900 درجة/ثانية
- مثال: لاعب كرة قدم أثناء ضربه للكرة كانت السرعة الزاوية للرجل 60 درجة / ثا احسب السرعة المحيطية لمفصل الركبة وكذلك السرعة المحيطية للقدم علما ان البعد بين محور الدوران (مفصل الورك) ومفصل الركبة هو 40 سم والبعد بين محور الدوران والقدم 80 سم

االسرعة المحيطية(الخطية)للقدم = 80×57.32÷60
= 8.37 م/ث

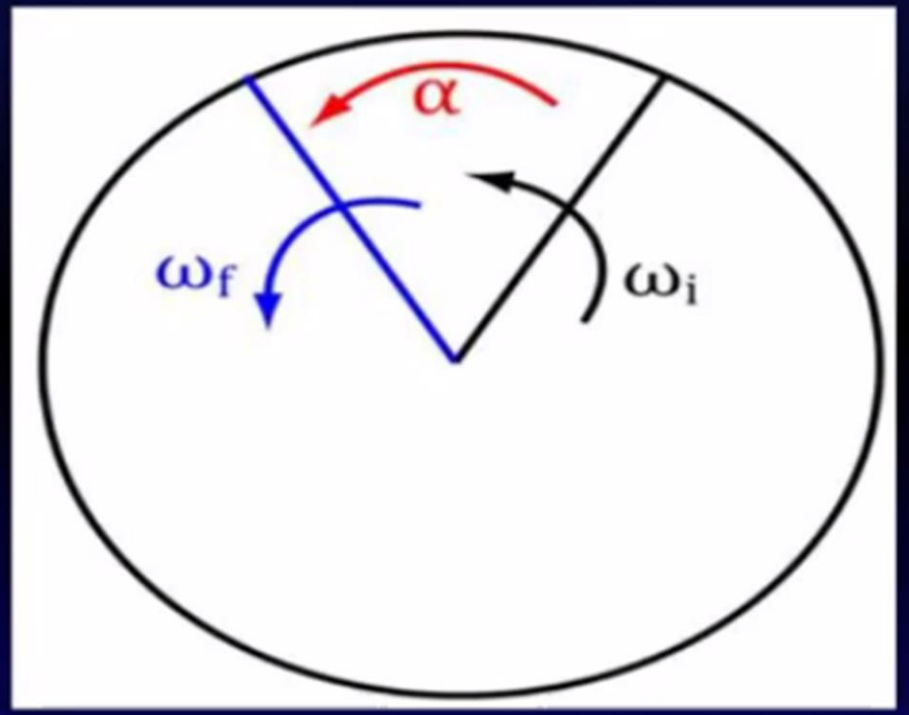
السرعة الخطية للركبة =40×57.32÷60=4.18م/ث

التعجيل الزاوي
Angular Acceleration

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{t}$$

$$\text{جـ ز} = \frac{\text{س ز2} - \text{س ز1}}{\text{ن}}$$

التعجيل الزاوي هو معدل التغير بالسرعة الزاوي نسبة الى الزمن
(وحدة قياسه د/ث2)



التعجيل الزاوي:

هو معدل التغيير في السرعة الزاوية الحادثة لمدة زمنية معينة، وهناك نوعين من التعجيل أثناء حركة الجسم حول محور وهما:

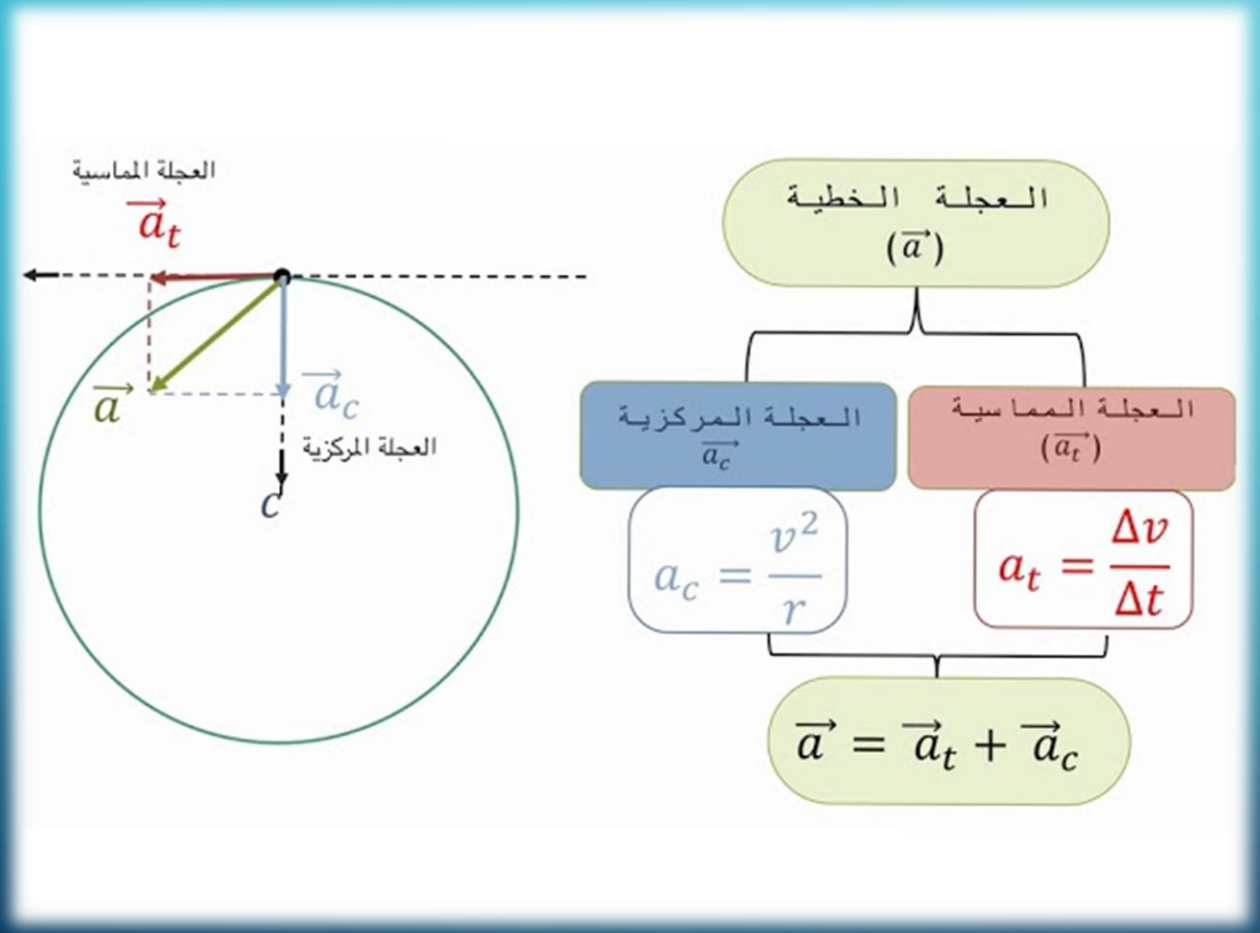
١. **التعجيل المماسي (المركبة المماسية).**
٢. **التعجيل القطري او العمودي (المركبة العمودية).**

التعجيل القطري أو العمودي: وهو التعجيل الناتج من عمل القوة التي يسلطها رامي القرص للسيطرة على القرص أثناء دورانه على مماس الدائرة ويكون باتجاه مركز دوران القرص (محور مفصل الكتف) ويمكن حساب قيمته من المعادلة التالية:

التعجيل القطري (العمودي) = سرعة القرص على مماس محيط الدائرة^{٢} / نصف القطر

$$\text{ع}_{\text{العمودي}} = \frac{\text{س}^{٢}}{\text{نق}}$$

مثال: أوجد مقدار المركبة العمودية للتعجيل لقرص أثناء دورانه في دائرة، علماً إن سرعته اللحظية على مماس الدائرة تساوي ١٥ قدم/ ثا وكان طول ذراع الرامي ٣قدم؟



الحل: ع العمودي = $\frac{\text{س}^2}{\text{نق}}$

= $\frac{(١٥)^2}{٣}$

= ٢٢٥ / ٣

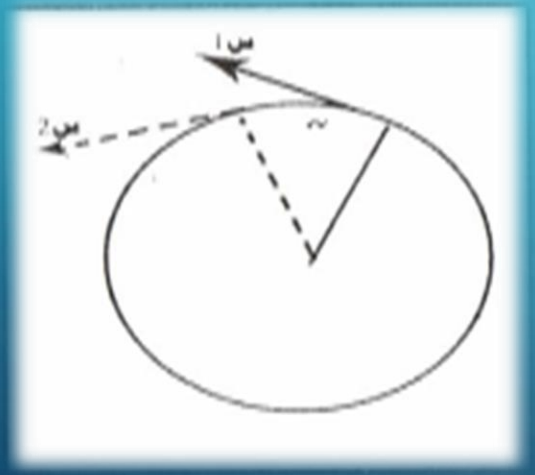
= ٧٥قدم/ثا^2

التعجيل المماسي : هو معدل تغير سرعة الجسم في موضعين مختلفين على محيط دائرة الدوران في فترة زمنية معينة.

التعجيل المماسي = السرعة النهائية – السرعة الابتدائية
الزمن

$$\text{ع}_{\text{المماسي}} = \frac{\text{س}_2 - \text{س}_1}{\text{ن}}$$

مثال: احسب المركبة المماسية لتعجيل قرص بلغت سرعته 6م/ثا في نقطة على محيط دائرة، وبعد فترة زمنية قدرها 0,5ثا، أصبحت سرعته 12م/ثا؟



الحل: $\text{ع}_{\text{المماسي}} = \frac{\text{س}_2 - \text{س}_1}{\text{ن}}$

$= \frac{12 - 6}{0,5}$

= 12 م/ثا

اشترك معنا على القناة فضلا وليس امرا

أشكر لكم حُسن الاصغاء