3-2-1-2 الكينماتيك الدائري أو الزاوي Angular Kinematics :

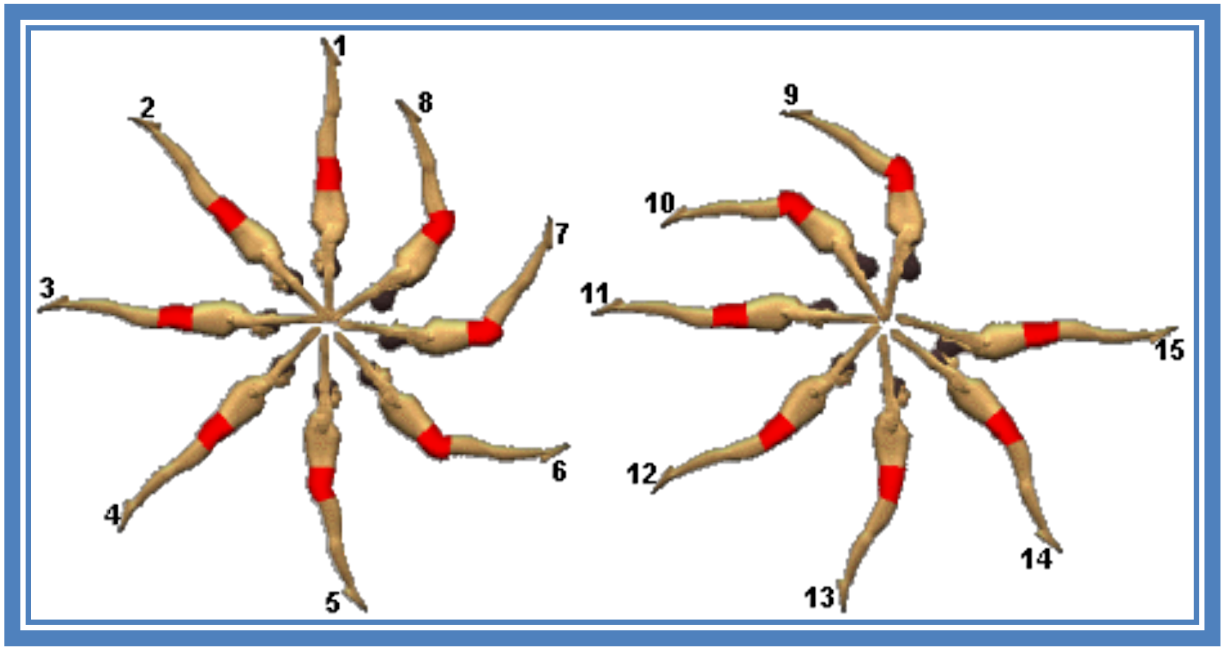
هو احد فروع علم البايوميكانيك والذي يعنى بدراسة وصفية للحركة التي تدور حول محور دوران من حيث زمانها ومكانها وبغض النظر عن القوى المسببة لحدوث الحركة . و بطبيعة الحال هناك اختلاف مابين الحركة الخطية والحركة الدائرية في كثير من الامور لعل ابرزها وحدات القياس المختلفة في الجانبين حيث تقاس المسافة في الحركات الخطية في وحدات (المتر والسنتمتر cm,m) أما في الحركات الدائرية فتقاس المسافة في وحدات (الدورة أو الدرجة أو القطاع) وهناك ايضا اختلاف في شكل الحركة ففي الحركات الخطية تأخذ شكل المستقيم أما في الحركات الدائرية فتأخذ شكل مسار على محيط دائرة او جزء منه وحول محور الدوران . ومع ذلك فأن تلك النوعين من الحركات متشابهات من حيث المفهوم الاساسي في البايو ميكانيك ودراسة الحركة من حيث شكلها الخارجي في متغيرات المسافة أو الازاحة والسرعة والتعجيل والزوايا .

المسافة أو الازاحة الدائرية (الزاوية)Angular Distance :

تعني الازاحة الدائرية بانها معدل التغيير الدائري بين نقطتي البداية والنهاية وهنا تعني مقدار الفرق بين زاويتي البدء و النهاية للحركة أي الزاوية الكبيرة – الزاوية الصغيرة كما في حركة مد مفصل اليد حيث المد تكون الزاوية بدرجة 180 نطرح منها زاوية الساعد مع العضد نحصل على المسافة الزاوية المقطوعة وهنا المفصل هو محور الدوران . وايضا في حركة لاعب الجمناستك على العقلة والتي تعتبر هي محور الدوران بالامكان معرفة المسافة الزاوية المقطوعة للجسم في أي لحظة من دوران الجسم حول العقلة الى أي نقطة اخرى يصلها الجسم في حركته هذه .

السرعة الزاوية والسرعة المحيطية:

قبل ان نتطرق الى القانونين والمفاهيم الخاصة بالسرعة الزاوية والسرعة المحيطية يجب ان نتذكر ان السرعتين تظهران في الحركة الزاوية او الدورانية حيث ان هذه الحركات شرط حدوثهما وجود محور للدوران وعليه لا بد من فهم بعض المتغيرات الخاصة بالحركة الدائرية كالزاوية ونصف قطر الدوران والقطاع .



يظهر من الشكل (35) ان الحركة الدورانية الكاملة من الرقم (1) والعودة الى رقم (1) = 360 درجة

من (7) الى (1) = 320 درجة

على اعتبار ان صورة (1) هي بداية الحركة والتي تمثل قدم اللاعب.

و السرعة تلعب دورا مهما في جميع الفعاليات الرياضية سواء في الحركات الخطية المستقيمة او الدائرية، وبما ان قياس السرعة يعبر عنه بالمسافة المقطوعة في

وحدة الزمن لذلك ينطبق ايضا على قياس السرعة المحيطية ويعبر عنها بالمسافة المقطوعة في وحدة الزمن على محيط دائرة.

اي أن السرعة المحيطية Peripheral Velocity:

P V=D / T ..... وتقاس بـ m/sc او cm

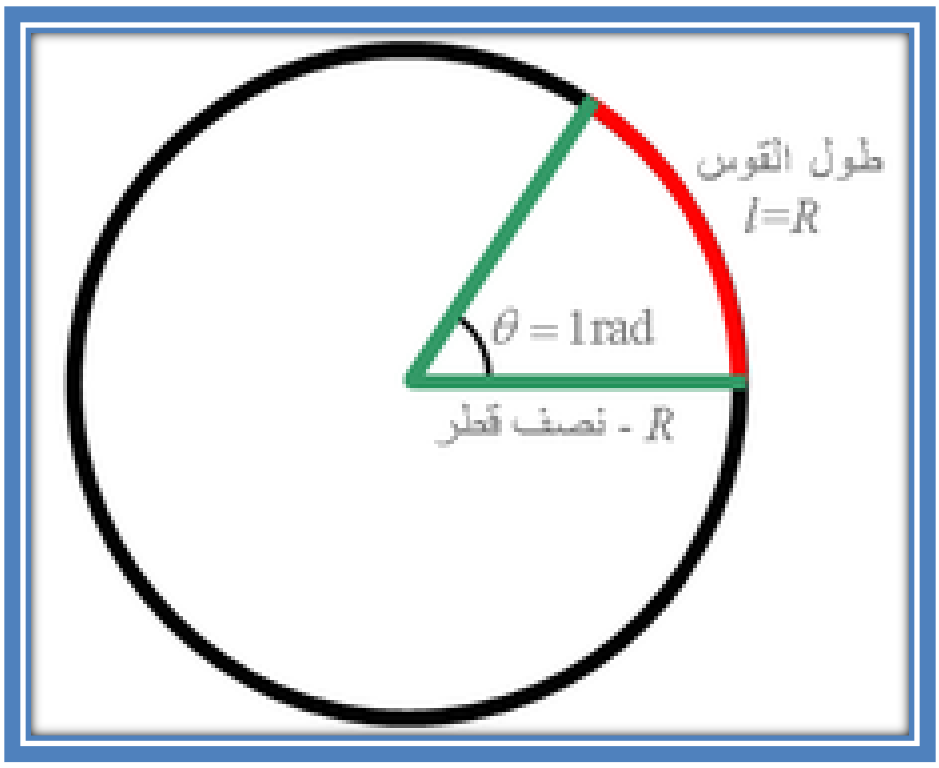
اما السرعة الزاوية Angular velocity وتعني معدل الانتقال الزاوي للجسم في وحدة الزمن ، او عبارة عن عدد الدرجات المقطوعة في وحدة الزمن.

اي أن (A V) تقاس بـ عدد الدرجات المقطوعة على الزمن

ان مقدار السرعة الزاوية يعبر عنه من خلال معرفة عدد الدرجات التي قطعها الجسم في زمن معين ، أي ان انتقال الجسم من نقطة A الى نقطة B يحسب مقدار التغير في الزاوية وزمن التغير . و لفهم العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة المحيطية لابد من التطرق الى مفهوم الزاوية النصف قطرية (اذا قطع جسم اثناء دورانه جزء من محيط دائرة مساوياً لطول نصف قطر الدائرة فأن الزاوية المقابلة لذلك الجزء تسمى بالزاوية النصف قطرية).

ومعروف ان الدورة الواحدة تعادل (360) درجة و تساوي (6,28) قطاعا وعلى هذا الاساس يمكن احتساب قيمة القطاع الواحد بالدرجات من خلال :

360 درجة/ 6,28 = 57,3 درجة



شكل (36)

الريدين Radian (rad) هو وحدة قياس الزاوية المستوية وهي الوحدة الرسمية المعتمدة ضمن النظام الدولي للوحدات المستخدمة في الرياضيات والفيزياء وتعرف بأنها الزاوية المركزية الموضوعة من مركز الدائرة والتي تحدد قوسا طوله مساوي لنصف قطر الزاوية ويعادل الريدان الواحد بالدرجات، أي بالتقريب . رسميًا، فإنّ الريدان هو مجرّد عدد. لذا فإنّ تدوين كلمة ريدان أو (rad)هو للإيضاح فقط ويجب ألاّ يفهم منه أنّ له مفهومًا فيزيائيًا. عندما تكتب الزاوية بدون أي علامة، يقصد بشكل عام أن القيمة هي بالريدين، بينما تضاف العلامة (^{o}) فوق الرقم للإشارة إلى الدرجة.

الزاوية المركزية مقدارها (واحد) ريديان تكون مقابلة لقوس طوله يساوي طول نصف قطر الدائرة ومقدار أي زاوية مركزية يحصرها نصفا قطر ما بالريدين

$$\theta = \frac{l}{R}$$

ان للعلاقة بين السرعة الزاوية للجسم اثناء دورانه وسرعته المحيطية اهمية كبيرة عند دراسة الحركات الرياضية، فمعظمها تتم بشكل دائري، حيث يمكن اشتقاق العلاقة بين السرعة المحيطية والسرعة الزاوية من خلال تتبع القوانين الآتية:

طول القوس

الزاوية النصف قطرية = ــــــــــــــــــــ

نصف القطر

اذن طول القوس = الزاوية النصف قطرية × نصف القطر

بما ان طول القوس يعبر عن المسافة التي يقطعها الجسم اثناء حركته وبفترة زمنية معينة من خلال المعادلة

س= م/ ن.

الزاوية النصف قطرية × نق

السرعة المحيطية = ــــــــــــــــــــــــــــ

الزمن

ولما كانت :

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{الزاوية النصف قطرية}}{\text{الزمن}}$$

نستنتج بأن السرعة لمحيطية = السرعه الزاوية × نصف القطر

مثال 1: لاعب جمناستك يؤدي حركات دورانية حول جهاز العقلة وكانت السرعة الزاوية للحركة 55 درجة / ثانية احسب السرعة المحيطية الى :

1- حركة الورك الدائرية حول محور الدوران (العقلة) اذا كان يبعد عن مركز الدوران 110 cm؟.

2- حركة القدمين اذا كانت تبعد عن محور الدوران 2م؟

الحل / يعد البعد عن مركز الدوران هو نصف القطر (R) .

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

$= 55 \times 110$

$= 6050$ cm/sc

واما السرعة المحيطية للقدمين:

$= 55 \times 100 \times 2$

$= 11000$ cm/sc

مثال 2: لاعب كرة قدم ركل الكرة برجله بسرعة زاوية بلغت (65) sc/degree، أحسب السرعة المحيطية لمفصل الكاحل اذا كان يبعد عن مفصل الورك بـ (90cm) ؟

الحل:

السرعة المحيطية للمفصل الكاحل= 65× 90

= 5850 cm/sc

مثال 3:

رامي مطرقة اثناء اداءه لاحدى رمياته في احدى السباقات وقبل الاطاحة بالمطرقة يحتاج الى تعجيل في سرعة المطرقة حيث يستخدم ثلاث دورات موازية بحركتها للارض (افقية) وبزمن بلغ (2.7) ، المطلوب حساب كم درجة تقطعها المطرقة في الثانية وايضا حساب عدد القطاعات المقطوعة في الثانية الواحدة ؟.

الحل : الدورة الكاملة = 360 لذلك 360×3 1080 درجة.

عدد الدرجات بالثانية الواحدة = 1080 ÷ 2.7

= 400 درجة.

عدد القطاعات في الثانية الواحدة = 400 ÷ 57.3

= 6.98 قطاعا.