جامعة بغداد
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة للبنات

الكينامتك الزاوي

المحاضرة التاسعة
اعداد

أ.د هدى شهاب أ.م.د ايمان صبيح

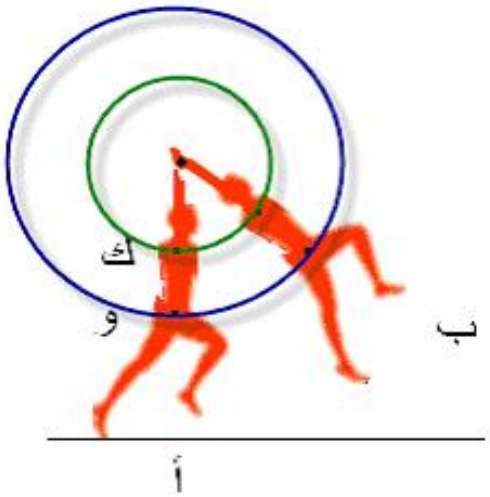
2024 – 2023

الكينماتك الزاوي (الدائري).

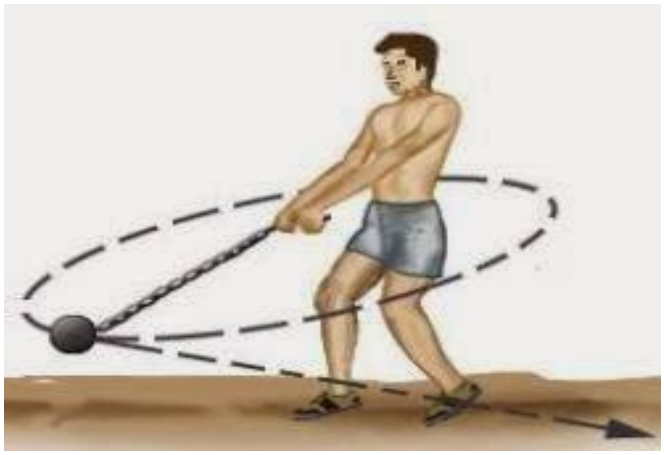
هو احد فروع البايوميكانيك الذي يختص بدراسة الحركات الدورانية (الزاوية) والذي يشترط بوجود محور للدوران خارجي او داخلي.

فعند دراسة الحركة بالقوانين الخاصة بالكينماتك الزاوي فانها مختلفة عن الدراسة بالكينماتك الخطي ، وذلك للاختلاف في نوعية الحركة الدورانية عن الحركة الخطية . فالكينماتك الزاوي يتناول دراسة الحركات التي يكون مسارها على محيط الدائرة وحول محور الدوران . أي انه يصف ويفسر الحركة الدورانية للاجسام من وجهة نظر المسافة والازاحة الزاوية والسرعة والتعجيل الزاوي بتطبيق القوانين ذات العلاقة بالزوايا التي يتحرك بموجبها الجسم الرياضي .

ان الفرق بين الحركة الانتقالية والتي تحدث على خط مستقيم والحركة الدورانية والتي تحدث على شكل دائرة او جزاء من دائرة بوجود محور دوران اما خارجي او داخلي , حيث يكون محور الدوران الخارجي هو مثلا عندما يتعلق لاعب الجمناستك بالعقلة ويقوم بمرجحات الى الامام وللخلف بحركات بندولية هنا يقع فيها المحور خارج الجسم كما يوضح الشكل ادنى .



اما محور الدوران الداخلي هو حركة دوران اللاعب حول محوره الطولي اثناء رمي المطرقة فان المحور يقع داخل الجسم وكما يوضح الشكل ادنى.

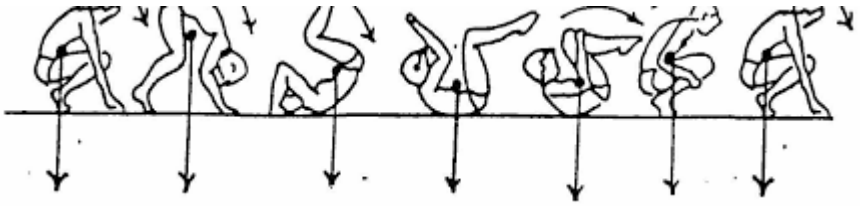


المسافة والازاحة الزاوية .

عند تحرك جسم الرياضي حول العقلة فان مساره يأخذ شكلاً دائرياً ويقطع خلال هذا المسار مسافة ما من نقطة الى اخرى تحسب بالزوايا لان حركة الجسم هنا تمثل حركة انصاف اقطار ،

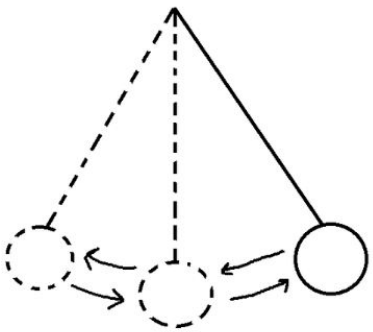
ووحدات القياس قد تكون بالدورة او بالدرجات او بالقطاعات . فاذا ما تمكن لاعب الجمناستك مثلاً من الدوران حول العقلة لمرة واحدة فاننا نقول ان المسافة هي دورة واحدة ، واذا عمل الدوران مرتين فانه يقطع مسافة مقدارها دورتين ولكن يمكن ان نقيس المسافة بالدرجة وكل دائرة مقدارها بالدرجات (360°) فاذا قطع لاعب الجمناستك حول العقلة مسافة دورة واحدة فهذا يعني بالدرجات انه قطع مسافة (360°) ، واذا كانت المسافة دورتين فان هذه المسافة بالدرجات تكون 360° × 2 = 720° .

وعليه فالمسافة الزاوية في الحركة الدورانية يمكن قياسها بالدرجات التي يقطعها الجسم في حركته حول المحور (محور الحركة) ، وقد يكون المحور الداخلي ضمن نظام الجسم كما هو الحال في مهارة الدحرجة الامامية على بساط الحركات الارضية بالجمناستك كما يوضح الشكل ادنى.

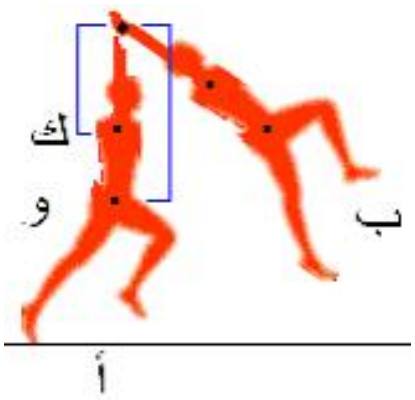


وقد يكون المحور خارجي كما في حركة الجسم الدورانية حول العقلة الموضح سابقا .

عندما يتحرك بندول الساعة نجد انه يدور حول محور (نقطة اتصاله برقاص الساعة) وعلى المستوى الفراغي الذي يتحرك فيه البندول ، فاذا ما تحرك بزاوية (30) درجة فهذا يعني ان المسافة الزاوية مقدارها (30) درجة ايضاً أي ان المسافة الزاوية تعني ((مجموع التغيرات الزاوية التي يحققها البندول)) والشكل ادنى يوضح حركة البندول الزاوية .



كذلك لاعب العقلة في حركته الدورانية حول العقلة اذا تحرك من نقطة الى اخرى فان المسافة الزاوية تحسب من بداية الحركة الى نهايتها بعدد الدرجات المقاسة لانتقال مفصل الكتف او مفصل الورك وكما موضح بالشكل ادنى .



الشكل يمثل حركة الجسم من (أ) الى (ب) والى (و) يمثل مفصل الورك اما (ك) فيمثل مفصل الكتف .

اما الازاحة الزاوية .

فانها تعني معدل الفراغ على محيط الدائرة بين الوضع الابتدائي والنهائي .
فهي الفرق بين وضعي البداية والنهاية فاذا كان دوران لاعب العقلة دورة كاملة أي بمعنى (360) درجة هنا تكون الازاحة الزاوية تساوي صفر. اما اذا تحرك من نقطة أ الى نقطة ب لمسافة (320) درجة فانها تعبر عن مقدار المسافة الزاوية التي قطعها حول العقلة فنستدل عليها من خلال الفرق بين وضعي الجسم من بداية الحركة ونهايتها أي هنا تكون الازاحة الزاوية تساوي :

الازاحة الزاوية = 360° - 320° = 40°

اذن الازاحة الزاوية تكون (40°) وعليه فان المسافة الزاوية هنا اكبر من الازاحة الزاوية والتي مقدارها (320°).
باستثناء الدورة الواحدة الكاملة فأنها تبدأ من الصفر وتنتهي بـ 360 فان ازاحتها = صفر , اما الدرجة 370 فان ازاحتها تساوي
(370 – 360 =10 درجة)
اذا تكررت هذه الدورة لعدة مرات فان الازاحة تكون لمرة واحدة فمثلاً مطرقة تدور 3 دورات كل دورة 360 المسافة الزاوية = 3 × 360 = 1080
درجة ، اما الازاحة الزاوية = 360 × 1
والازاحة الزاوية كمية متجهة يمكن تنسيبها الى حركات عقرب الساعة ، فالدوران في اتجاه عقرب الساعة يكون ذا قيمة موجبة (+) اما عكس عقرب الساعة فيكون سالبا (-).

السرعة الزاوية .

هي مقدار الزاوية التي يقطعها نصف القطر مقسوماً على الزمن . او هي معدل تغيير الانتقال الزاوي على اساس الزمن ، ويمكن ان تصاغ معادلة السرعة الزاوية كالتالي :

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{الازاحة الزاوية}}{\text{الزمن}}$$

ان وحدة قياس السرعة الزاوية هي وحدة طول وتقاس بالدورة او الدرجة او القطاع / وحدة الزمن . فاذا تابعنا حركة عقارب التوالي في الساعة فاننا نجد انها تدور (360°) في الدقيقة أي ان وحدة قياس السرعة هي (360) درجة / دقيقة ، ويكون دوران الجسم حول العقلة دورة كاملة والتي تساوي بالدرجات (360°) .

العلاقة بين السرعة الزاوية والسرعة الخطية .

توجد علاقة بين السرعتين المحيطية والدائرية وهذه العلاقة مهمة ومؤثرة في دراسة الحركات الداورانية الخاصة بالاداء الرياضي لمهارات الرمي او الضرب ...الخ ، وتعتمد هذه المسافات الخطية التي تتحركها النقاط على أي جسم او نظام خلال دورانه على المسافة بين هذه النقاط ومحور دوران الجسم ، والتي نطلق عليها بنصف قطر الدوران . والنقطة الابعد من محور الدوران هي النقطة التي يكون فيها نصف قطر الدوران كبيراً ، وبالتالي هي النقطة التي تتحرك حركة خطية اكبر كلما دار الجسم او الاداة ، وهذه المسافة يمكن ان نحصل عليها بضرب نصف القطر في الازاحة الزاوية وكالتالي :

المسافة = نصف القطر × الازاحة

ويمكن ان تحسب السرعة الخطية لأي نقطة تدور حول محور من خلال قيم السرعة الزاوية وفقاً للعلاقة التالية :

السرعة الخطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

ان المعادلة توضح علاقات التناسب الطردي بين السرعة الخطية وكل من السرعة الزاوية ونصف القطر . فاذا ما تضاعف نصف القطر فان السرعة الخطية تتضاعف ، وكذلك اذا ما تضاعفت السرعة الزاوية فان السرعة الخطية ستتضاعف ايضاً . لذلك فان رامي المطرقة او القرص يعمل على اطالة ومد الذراع الرامية للقرص الى ابعد نقطة خلال اللحظات الاخيرة لرمي القرص او المطرقة لزيادة نصف القطر ، وكذلك راقص الباليه يزيد من سرعته الزاوية خلال الدوران وذلك بتقريب ذراعيه الى صدره لكي يصغر من نصف قطر الدوران ، وعندما يريد التوقف يحاول ان يبعد ذراعيه للجانب لكي يزيد من نصف قطر الدوران وبالتالي يقلل من سرعته الزاوية لذلك يمكن ان نحدد العلاقات مما سبق وكما يلي :

1- تتناسب السرعة الخطية تناسباً طردياً مع السرعة الدائرية .
2- تتناسب السرعة الخطية تناسباً طردياً مع نصف القطر .
3- تتناسب السرعة الدائرية تناسباً عكسياً مع نصف القطر .

وللزيادة في الايضاح نأخذ ***المثال*** الآتي :

ضربت كرة القدم بسرعة زاوية مقدارها (60 درجة / ثا) وكان طول الساق (80 سم) . ما هو مقدار السرعة المحيطية (الخطية) للقدم ، وما هو مقدار السرعة المحيطية لمفصل الركبة الذي يبعد (40 سم) عن محور الدوران (مفصل الورك) .

الحل :

بما ان المسافة او البعد بين (مفصل الورك) وكل من مفصل القدم والركبة تمثل انصاف قطر للحركة الدائرية فيمكن حساب السرعة المحيطية لكل من مفصل القدم ومفصل الركبة كالتالي :

السرعة المحيطية للركبة = 60 × 40 = 2400 سم / ثا .

السرعة المحيطية للقدم = 60 × 80 = 4800 سم / ثا .

مما تقدم يمكن ملاحظة ان مقدار السرعة المحيطية للركبة نصف السرعة المحيطية للقدم ، وذلك لان مقدار طول نصف القطر للركبة يعادل نصف مقدار طول نصف قطر القدم .

ملاحظة مهمة

ان جميع نقاط الجسم تشكل مساراً دائرياً فيشكل دائرة او جزء منها وان سرعة اجزاء الجسم تختلف باختلاف بعدها عن محور الدوران فكلما ازداد نصف القطر ازدادت السرعة.