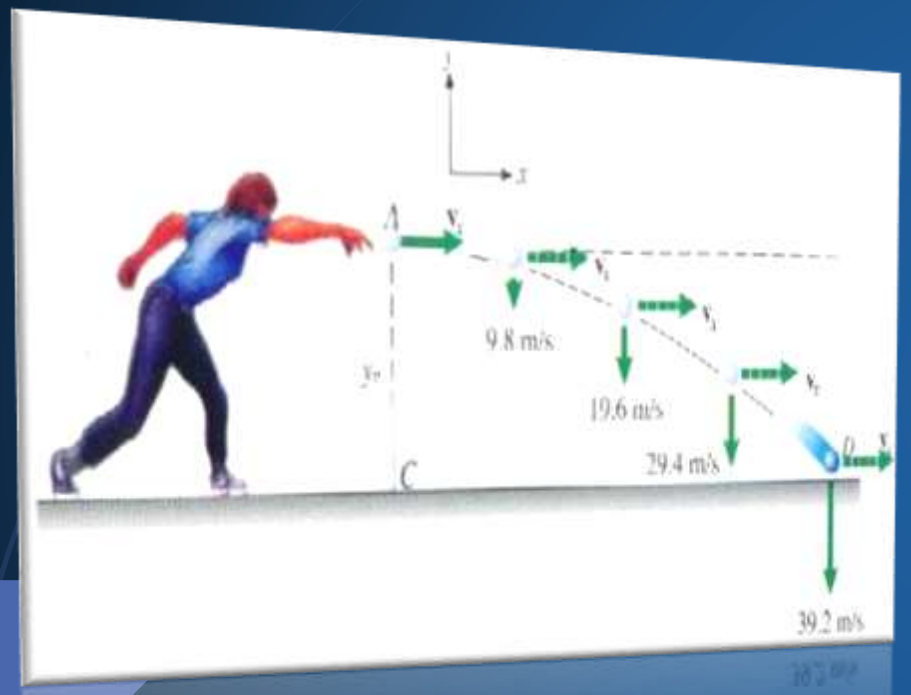
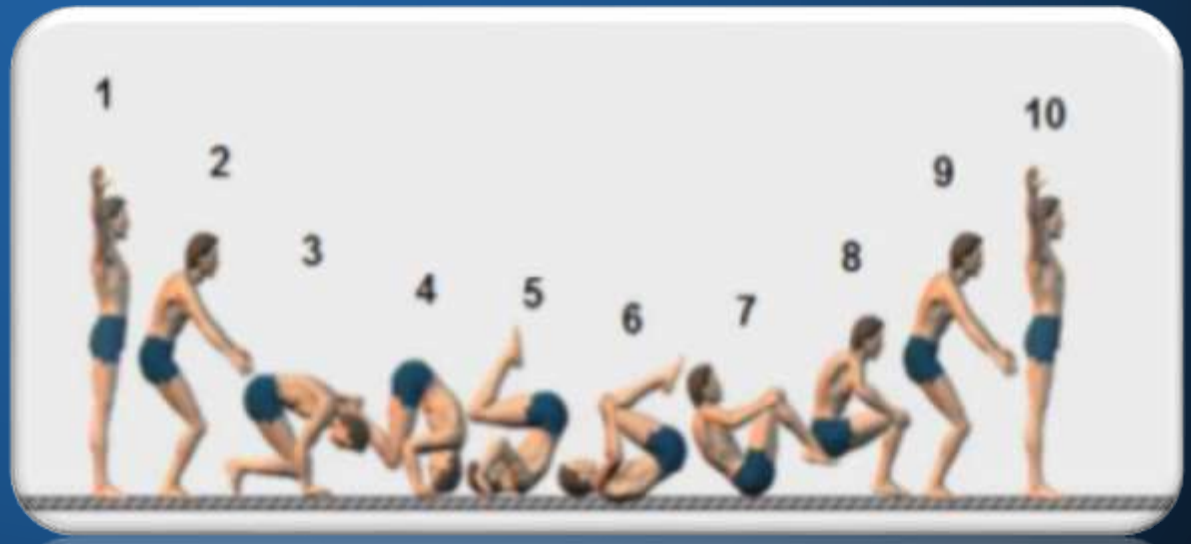
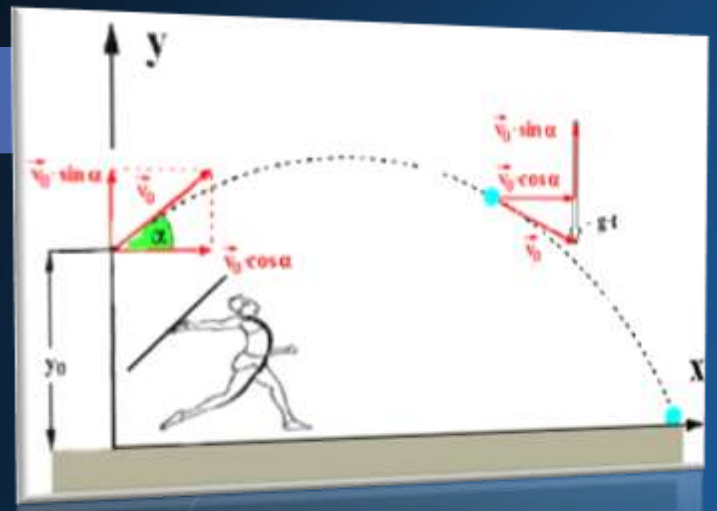
المحاضرة الخامسة: تتضمن:-

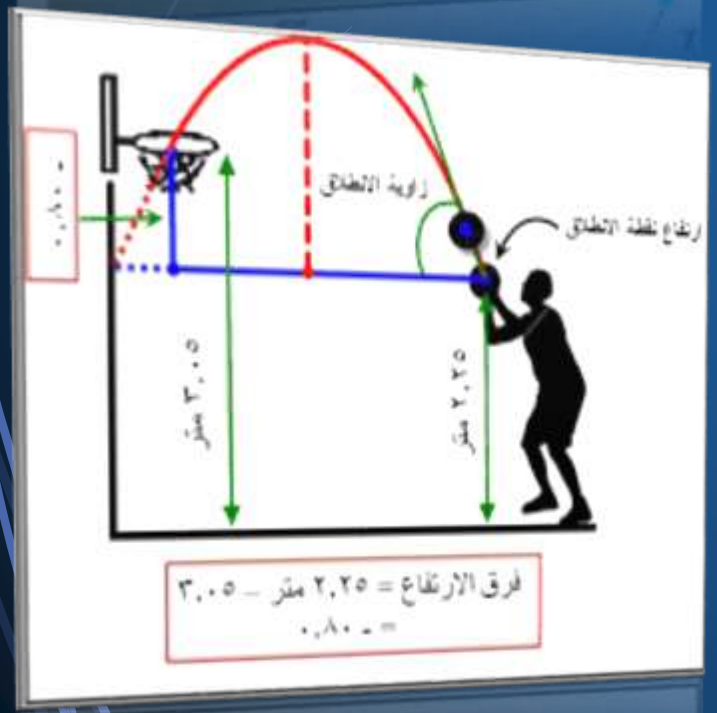
- حركة المقذوفات
- الكينماتيك الزاوي





إعداد:
أ.د. مها محمد صالح الانصاري





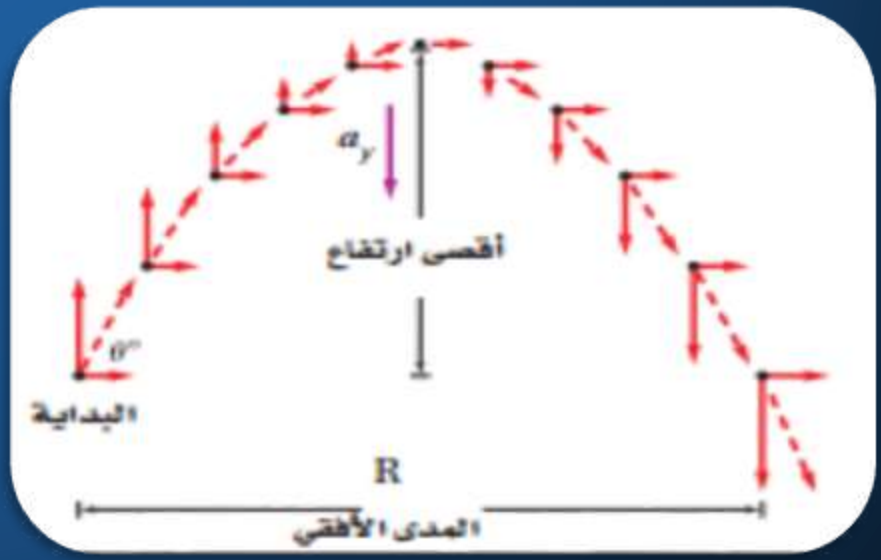
حركة المقذوفات:

- الأجسام المقذوفة سواء كانت الأدوات التي يستعملها الرياضي في بعض الفعاليات ، أو جسم الرياضي نفسه . وهي كل جسم يقطع اتصاله مع الأرض.

- إن الجسم الساقط يتحرك بفعل تأثير الجاذبية الأرضية باتجاه مركز الكرة الأرضية ، ويختلف مقدار الجذب الأرضي على الجسم من موقع إلى أخر .

- حركة الجسم الساقط إلى الأسفل أو الصاعد إلى الأعلى بأنها حركة تعجيل معين لان سرعته في تغير مستمر سواء أكان أثناء الصعود أو النزول .

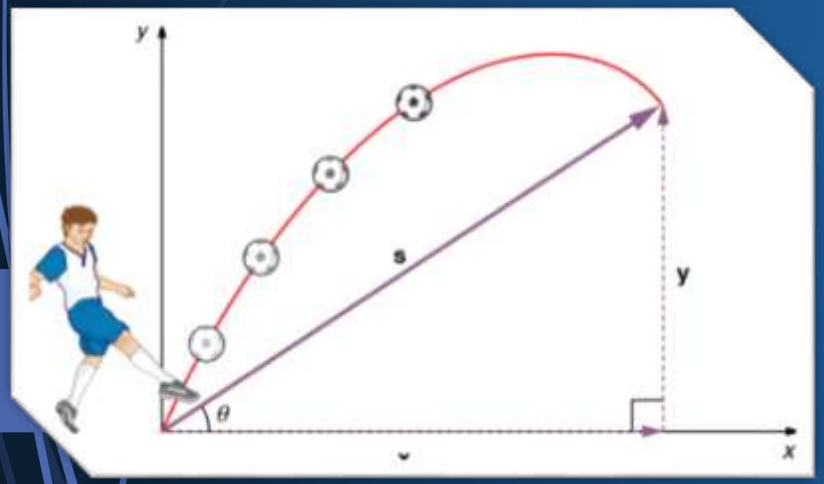
مثال / عندما ينتقل جسم من الأسفل باتجاه الأعلى وبسرعة معينة فانه يتحرك بتعجيل منتظم ولكن بشكل تناقصي أي أن سرعته تقل تدريجيا بفعل تعجيل الجاذبية الأرضية البالغ -980 سم / ثا^2 أو -32 ق /ثا^2 أو -9,8 م / ثا^2 إلى إن تصبح سرعته النهائية في أعلى نقطة يصلها الجسم عندئذ تصبح هذه السرعة صفرا ، وأما أن يبدأ الجسم بالنزول ثانية باتجاه الأرض حيث تبدأ سرعته بالازدياد تدريجيا ، حيث يكون تعجيل الجاذبية الأرضية موجبا في هذه الحالة 980 سم / ثا^2 أو 32 ق /ثا^2 أو 9,8 م / ثا^2 ، فنجد إن أقصى سرعة يبلغها الجسم أثناء النزول قبل ملامسته للأرض ، لو أخذنا الزمن المستغرق لارتفاع الجسم وبلوغه أعلى نقطة نجد إن ذلك الزمن يساوي الزمن نفسه الذي يستغرقه من أعلى نقطة إلى الأرض .



• المسافة التي يقطعها الجسم المقذوف:- المسافة = التعجيل الأرضي ×(الزمن)$_2$ /2

ويمكن حساب المسافة من المعادلة التالية:- المسافة = السرعة$_2$/ 2 التعجيل

مثال (7): كرة تنطلق إلى الأعلى بسرعة 80 قدم / ثا احسب أقصى ارتفاع تصله الكرة وكذلك الزمن الذي تستغرقه ؟



م = س$_2$/ 2 ج

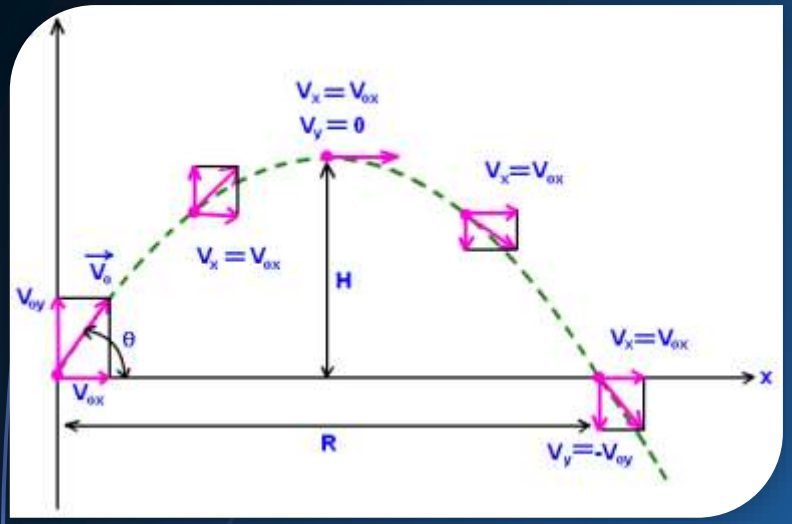
(80)$_2$ / 2 × 32 = 100 قدم أقصى ارتفاع تبلغه الكرة .

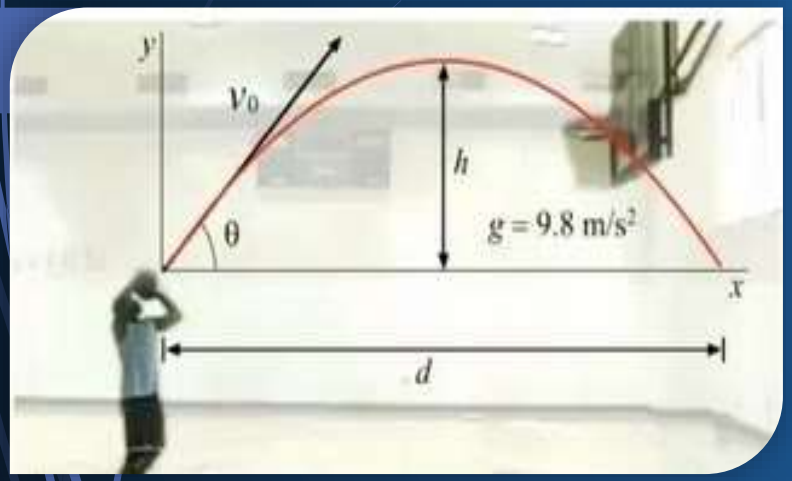
أما الزمن المستغرق فيمكن استخراجه على النحو الآتي :-

م = ج ن$_2$ / 2

100 = 32 × ن$_2$ / 2

ن$_2$ = 200 / 32 = 2.5 ثا الزمن الذي تستغرقه الكرة .



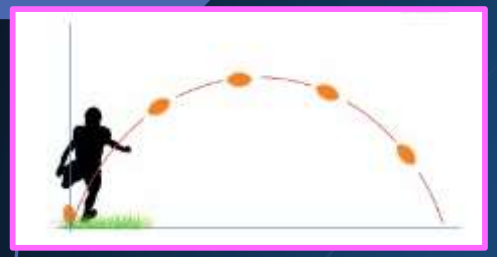


- العوامل الرئيسية التي تقرر المسافة في حركة المقذوفات :-

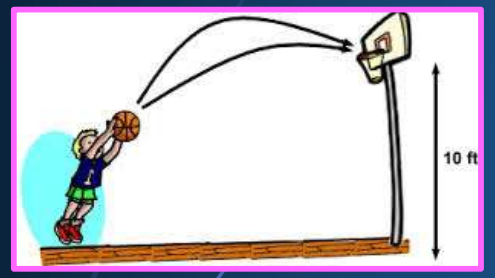
1. سرعة الطيران.
2. وزاوية الطيران.
3. ومقاومة الهواء.

وسرعة الطيران للأداة المقذوفة أو الجسم القافز بعد مغادرته الأرض تتكون من مركبتين احدهما أفقية باتجاه الأرض والأخرى عمودية تشكل مع الأولى زاوية قائمة ، ونتيجة لوقوع الجسم تحت تأثير الجاذبية الأرضية أثناء حركته نجد إن مقدار السرعة العمودية تقل تدريجيا أثناء حركة الجسم في الهواء إلى أن تصل صفرا تقريبا ، أما مركبة السرعة الأفقية فهي على عكس مركبة السرعة العمودية فتبقى بمقدارها نفسه من لحظة مغادرة الأرض لحين الهبوط .

إن انسب زاوية لانطلاق المقذوف ولتحقيق ابعد مسافة هي زاوية 45 ْحيث يكون مستوى الانطلاق بمستوى الهبوط . وإذ كان هنالك تباين بين هذين المستويين فعندئذ تختلف الزاوية ، ويعتمد هذا الاختلاف على عوامل عدة ، منها :-



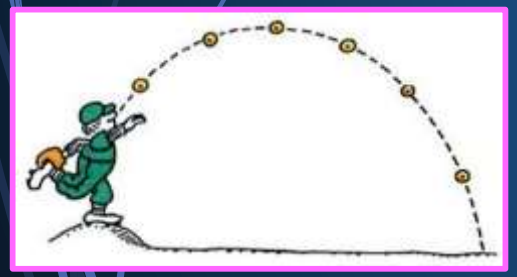
1. الفرق بين مستويات الانطلاق والهبوط .
2. وسرعة المقذوف .
3. ومقاومة الهواء .



ومما تقدم يمكن صياغة العوامل المؤثرة في طول المسافة الأفقية للجسم المقذوف بنفس مستوى الانطلاق والهبوط التي يقطعها المقذوف :-

المسافة = (السرعة)$_2$ × جا ضعف الزاوية / التعجيل

المسافة = س$_2$ × جا 2 / ج



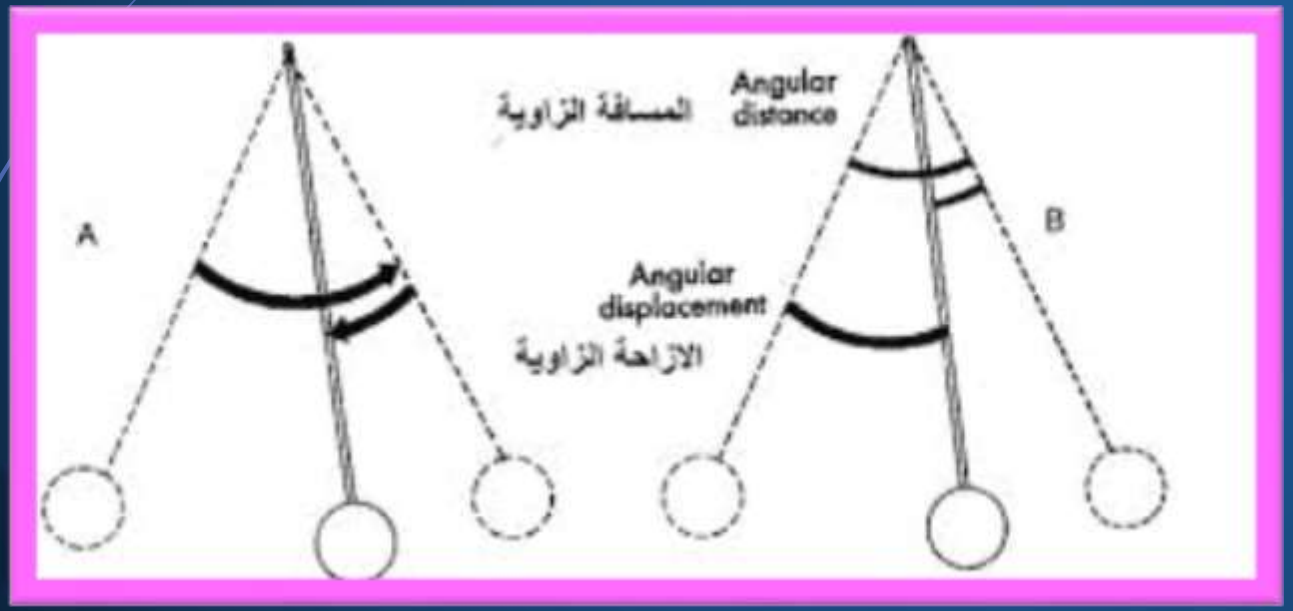
وان للزمن الذي يستغرقه المقذوف علاقة وثيقة بالسرعة التي ينطلق بها والمسافة الأفقية التي يقطعها وكذلك بالزاوية التي يشكلها مسار المقذوف مع الخط الأفقي ويمكن صياغة هذه العلاقة بالشكل الآتي :-

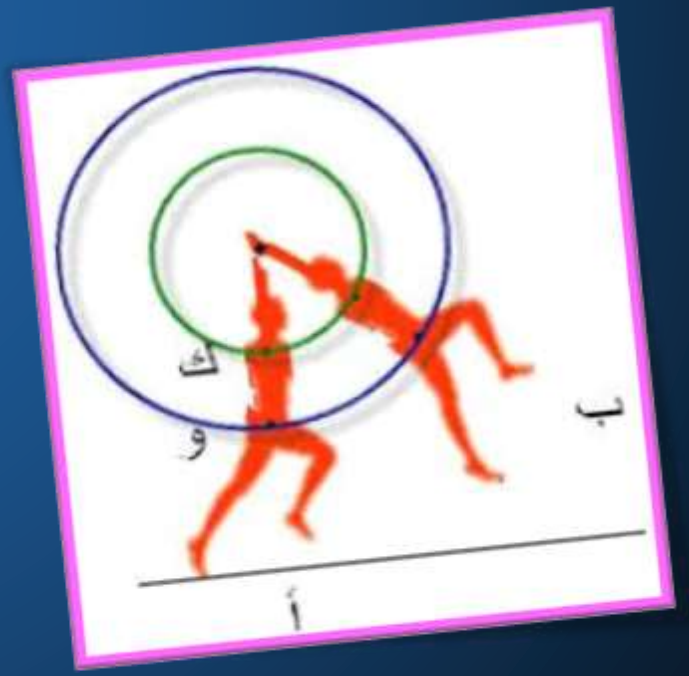
الزمن = ضعف السرعة × جا الزاوية / التعجيل

الزمن = 2 س × جا / ج

الكينماتيك الزاوي :-هو احد فروع علم البايوميكانيك والذي يعنى بدراسة الحركة التامة على محور للدوران دراسة وصفية من حيث زمانها ومكانها وبصرف النظر عن القوى التي تسبب حدوث الحركة .

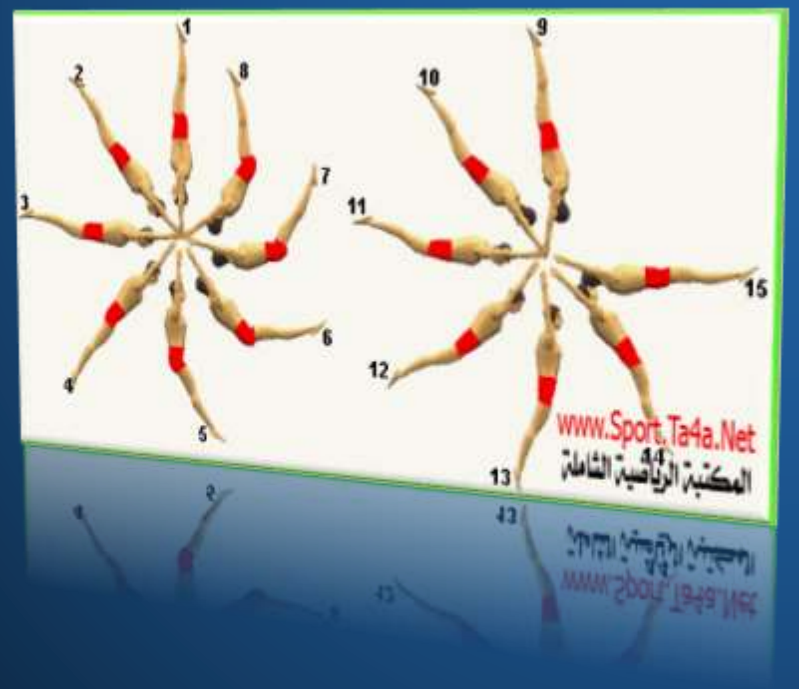
المسافة الزاوية والإزاحة الزاوية :- هي عدد الدرجات التي يتحركها الجسم حول محور دورانه ومنذ بداية حركته والى نهايتها وكما بالشكل.

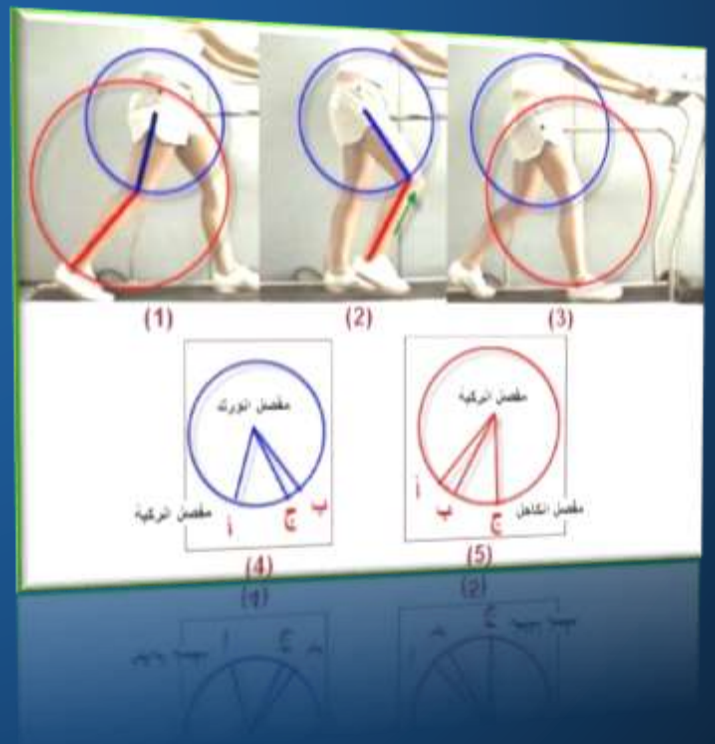




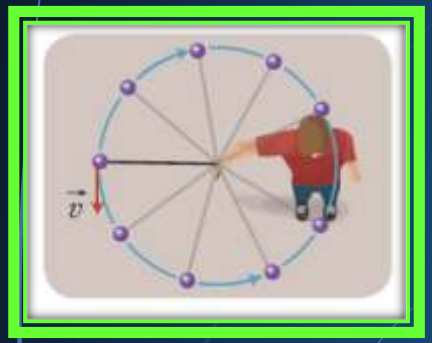
وعند مشاهدتنا لهذا الشكل فانه لو أكمل لاعب الجمباز دورة كاملة من بداية الحركة والعودة للنقطة نفسها فانه يكون قد أكمل 360º لكن المسافة التي قطعها اللاعب في هذه الحركة هي اقل من 360º ولتكن 315º فان هذه الكمية تعبر عن مقدار المسافة الزاوية التي قطعها جسم لاعب الجمباز .

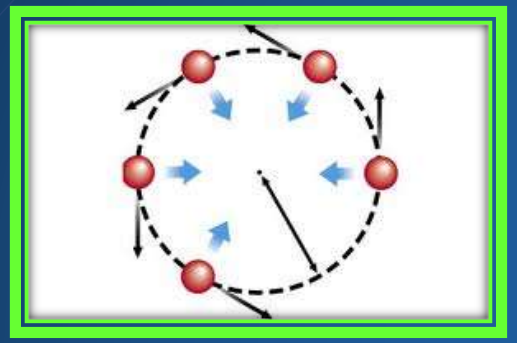
أما بالنسبة إلى مقدار الإزاحة الزاوية فبإمكاننا الاستدلال عنها من خلال الفرق بين وضعي الجسم في بداية الحركة ونهايتها وهو 360 º– 315 º =45 º.





السرعة المحيطية :- هي النسبة بين المسافة التي يقطعها الجسم على محيط الدائرة إلى الزمن المستغرق . ولاستخراج متوسط السرعة لعداء على محيط دائرة فيمكن ذلك من القانون الآتي:

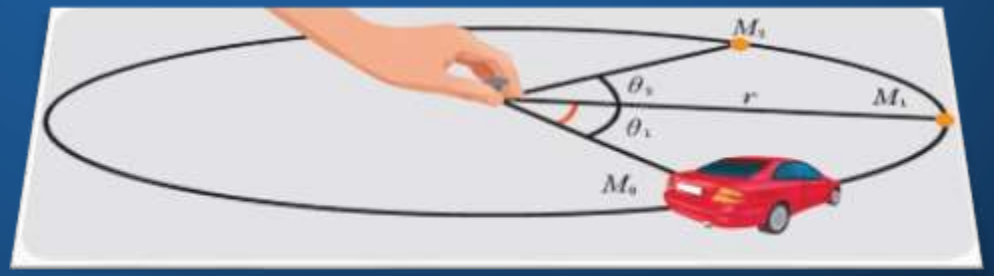




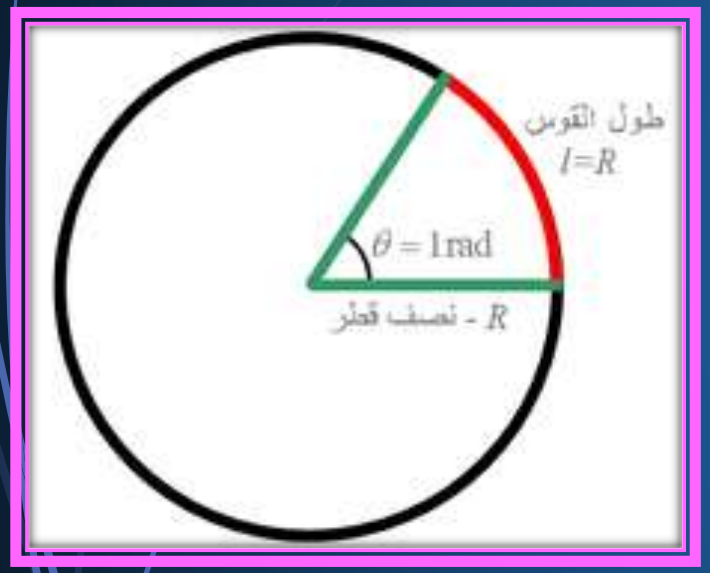
السرعة المحيطية المتوسطة = م 2 – م 1 / ن2 – ن1

والسرعة المحيطية اللحظية = م / ن

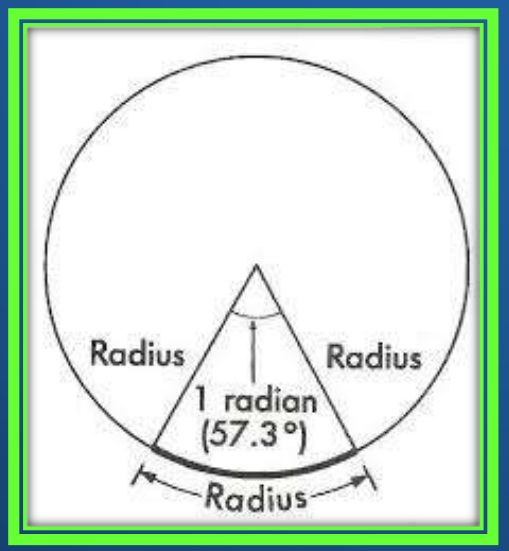
السرعة الزاوية :- هي معدل الانتقال الزاوي للجسم أو هي ما يقطعه الجسم أو جزء منه خلال حركته من عدد الدرجات في فترة زمنية معينة .



ملاحظة/ إن دوران الجسم حول العقلة دورة كاملة فان عدد الدرجات التي يقطعها ذلك الجسم هي 360 درجة، وإذا قطع الجسم جزءا من محيط الدائرة بحيث يساوي طول ذلك الجزء نصف قطر الدائرة فان الزاوية المقابلة لذلك الجزء تعرف بزاوية نصف قطرية كما في الشكل ويطلق على المثلث أ م ب بالقطاع .



وقد وجد إن الدورة الكاملة الواحدة تساوي 6,28 قطاعا.



وعلى هذا الأساس فان القطاع الواحد يمكن احتساب قيمته بالدرجات ويساوي:

360 ÷ 6,28 = 57,324

ويمكن تقريبه إلى57,3 درجة .

مثال/ أثناء رمي المطرقة تدور ثلاث دورات أفقية بزمن قدره 2.5 احسب كم درجة تقطع المطرقة في الثانية وكذلك كم قطاع في الثانية ؟

بما إن المطرقة تتحرك 3 دورات فهي تقطع 360 × 3 = 1080 درجة .

عدد الدرجات بالثانية الواحدة = 1080 ÷ 2.5 = 432 درجة .

عدد القطاعات في الثانية الواحدة = 432 ÷ 57,3 = 7,5 قطاع .

ولإيضاح علاقة السرعة الزاوية لجسم أثناء دورانه وسرعته المحيطية نأتي بالقانون التالي :

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

س م = س ز × نق

مثال/ لاعب كرة قدم أثناء ضربه للكرة كانت السرعة الزاوية للرجل 60 درجة / ثانية احسب السرعة المحيطية لكل من مفصل الركبة ومفصل القدم علما أن البعد بين محور الدوران (مفصل الورك) ومفصل الركبة هو 40 سم والبعد بين محور الدوران والقدم 80 سم ؟

س م = س ز × نق

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

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

التعجيل الزاوى :- هو الفرق بين السرعتين الزاويتين مقسوما على الزمن ، ووحدة قياسه درجة / ثا^2 .

التعجيل الزاوي = السرعة الزاوية النهائية – السرعة الزاوية الابتدائية / الزمن

ع ز = س 2 – س1 / ن وحدة قياسه درجة / ثا^2

مثال/ كانت السرعة الزاوية للاعب جمناستك أثناء حركة دورانه حول العقلة في نقطة أ تساوي 180 درجة / ثانية وفي نقطة ب 240 درجة / ثانية وكان هذا التغير في السرعة الزاوية قد حدث في فترة زمنية قدرها (0,2ثا) فما هو التعجيل الزاوي للاعب الجمناستك ؟

ع ز = س 2 – س 1 / ن

ع ز = 240 – 180 / 0.2 = 300 درجة / ثا^2

التعجيل المماسي = السرعة النهائية – السرعة الابتدائية / الزمن

ع المماسي = س 2 – س 1 / ن وحدة قياسه م/ ثا^2

مثال/ احسب التعجيل المماسي لقرص يتحرك بسرعة 6 م / ثا عند نقطة معينة على محيط الدائرة وعلى نقطة أخرى في لحظة أخرى 10 م / ثا وكانت الفترة الزمنية بين هاتين النقطتين 0.2 ؟

ع مماسي = س 2 – س 1 / ن

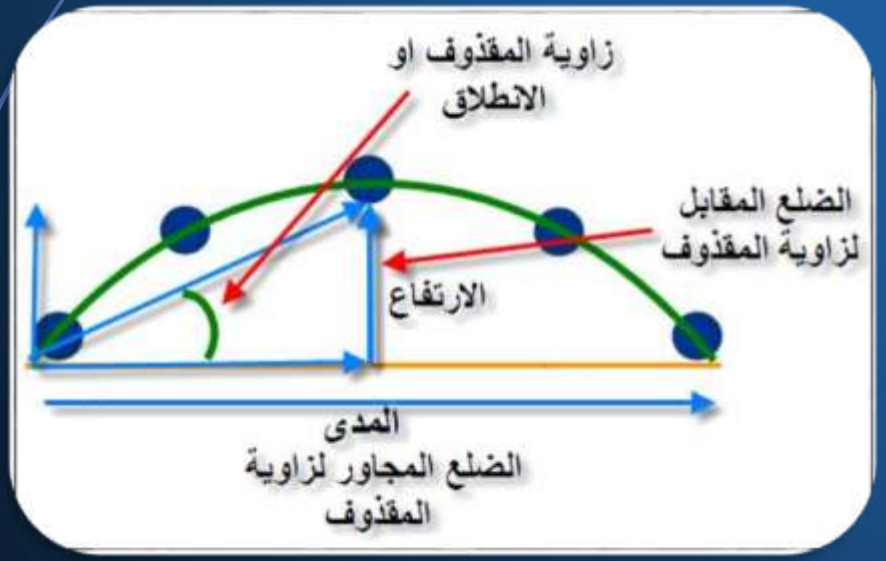
ع مماسي = 10 – 6 / 0,2 = 20 م / ثا^2 .

التعجيل القطري (العمودي) = (سرعة الجسم المماسية)^2 / نصف القطر

التعجيل القطري = (س)^2 / نق وحدة قياسه م/ ثا^2

أي أن هنالك علاقة عكسية بين التعجيل القطري ونصف القطر

مثال/ كانت سرعة القرص أثناء مرجحة الاستعداد للرمي وعند نقطة أ 20 قدم / ثا وكان البعد بين مركز القرص ومحور الدوران (مفصل الكتف) 2 قدم بحيث يكون هذا البعد بمثابة نصف قطر الدوران فكم هو مقدار التعجيل ؟



ع قطري = (س)^2 / نق

ع قطري = (20)^2 / 2 = 200 قدم / ثا^2 .

سؤال الامتحان اليومي

ما نوع العلاقة بين التعجيل القطري ونصف القطر؟