

جامعة ديالى
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
فرع العلوم النظرية

علم الياوميكانيك الرياضي

المرحلة الثانية

إعداد

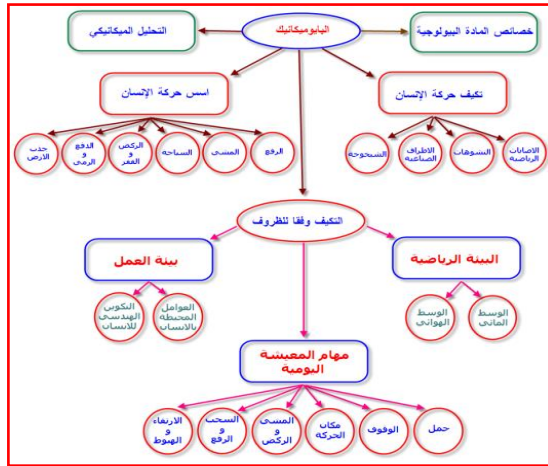
أ.د. فردوس مجيد امين

الأسبوع الأول

البايوميكانيك

علم البايوميكانيك علم يبحث في حركة الإنسان أو بعض أجزائه بطريقة موضوعية ملموسة سواء على سطح الأرض ، أو في الماء ، أو في الفضاء ، بهدف تحديد التكنيك المثالي للحركة ، ومصطلح البايوميكانيك يتكون من مقطعين يونانيين الأولى (Bio) أي الجانب العضوي الذي له التأثير المباشر في الحركة (الحياة) والثاني (Mechanic) أي الجانب الميكانيكي، أي القوانين الميكانيكية الثابتة التي تحد من الحركة وتعني (الآلة) .

ويمكننا وضع تعريف شامل للبايوميكانيك في المجال الرياضي فهو العلم الذي يهتم بتحليل الحركة وفقا للوضع التشريحي للعضلات العاملة ويعمل على تشخيص نقاط القوة والضعف بغرض تقويمها ووضع القوانين المناسبة لتحديد هدف الحركة وتطويرها.



يوضح التطبيقات البايوميكانيكية لحركة الإنسان

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٣)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

إما التحليل الحركي فهو جزء من دراسات البايوميكانيك ويقوم على أساس قياس كل من مصطلحات الزوايا والمسافات والأزمنة والمسارات بغرض تطوير المهارات.

ويرتبط البايوميكانيك بعلاقة مع علم التدريب الرياضي من خلال قوانين نيوتن الثلاث وقانون الجاذبية التي هي من الأمور الضرورية لفهم الأداء الحركي وهي بالتالي ملائمة لوصف الحركات عن طريق الأمثلة . كما ويرتبط بالتعلم الحركي من خلال استخدام مصطلحات مظاهر الحركة في الإيقاع الحركي والانسيابية والتوزيع الديناميكي للحركة على أقسام الحركة الثلاثة وطبيعة الفراغ الذي تتم فيه الحركة والمستوى والعوامل المؤثرة في الحركة وزمان حدوثها

أغراض البايوميكانيك

في المجال الرياضي نستفاد من علم البايوميكانيك في:

١. إيجاد الحلول البايوميكانيكية المناسبة لتحقيق الهدف من الحركة.
٢. التشخيص البايوميكانيكي للاختبارات والقياسات لغرض إيجاد التمارين الرياضية المناسبة في تطوير البناء البدني والمهاري.
٣. وضع القوانين الميكانيكية المناسبة لتقنين بعض مكونات الحمل في علم التدريب الرياضي كالشدة والحجم.
٤. توفير المعلومات العلمية باستخدام التقنيات الحديثة من نتائج المقارنات بين الفئات العمرية المختلفة ونتائج المقارنات بين المواصفات الجسمية المختلفة ونتائج اختلاف والجنس.
٥. تشخيص العلاقة الميكانيكية بين الأداة والرياضي.
٦. وضع النماذج الميكانيكية المناسبة لغرض التعلم والتدريب.

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٤)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

٧. وضع الحلول النهائية لتأهيل الإصابات الرياضية وتحسين القوام.
٨. توفر للرياضي المعلومات المناسبة لتطبيق مبادئ التشريح وقوانين الميكانيك على الحركات المطلوبة مع استمرار التدريب المناسب فيها.
٩. توفر للمدرب أساس علمي سليم لتحليل الحركات والمهارات وتدريبه على اكتشاف نقاط الضعف ويعمل على إصلاحها.

فروع البايوميكانيك

تم تقسيم علم البايوميكانيك إلى فرعين رئيسيين هما :

(١) السكون أو الاستاتيک (Static).

(٢) المتحرك أو الديناميك (Dynamics).

(١) السكون أو الاستاتيک

وهو العلم الذي يبحث في حالة استقرار واتزان الأجسام وعندما يطبق هذا العلم على الجسم الحي تسمى البايوستاتيكية وهو الحفاظ على وضعية الجسم وأجزائه على قاعدة الارتكاز في حالة ثبات.

وقد عرف بأنه العلم الذي يغطي الحالات التي تكون فيها جميع القوى المؤثرة في الجسم متوازنة والجسم في حالة سكون أو ثبات ويتناول ظواهر مهمة في حياتنا اليومية كالعتلات ومركز ثقل الجسم .

(٢) المتحرك أو الديناميك

هو ذلك العلم الذي يبحث في حركة الجسم من حيث طبيعة القوى المحركة وغير الموازنة والتي تسبب تغيرا في سرعته واتجاهه ويتناول قوانين مهمة في حياتنا كقوانين

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٥)

أ.د. فهد موسى مجيد أمين

القوة والطاقة والتعجيل الحركي. أو هو العلم الذي يهتم بدراسة الأجسام المتحركة بتعجيل تزايدى أو تناقصى أو الاثنين معا، ويقسم هذا العلم إلى قسمين مهمين هما :-

(أ) الكينماتيك (Kinematics)

يشير هذا العلم إلى هندسة الحركة ويصفها وصفا مجردا دون البحث في مسبباتها وهو يصف حركة الأجسام من جوانب الزمن والإزاحة والمسافة والزوايا والسرعة والتعجيل، ويدرس قسم الكينماتيك الحركي انتقاليا مستقيما ويسمى (الكينماتيك الخطي) أو حول محور ثابت ويسمى (الكينماتيك الدائري) .

(ب) الكينيتك (Kinetics) :

وهو العلم الذي يدرس القوى التي تنتج أو تغير الحركة وانه يصف حركة الأجسام من جوانب الوزن والكتلة والزخم والقوة والشغل والطاقة ، وقد يكون الكينيتك خطا مستقيما ويسمى (الكينيتك الخطي) أو دائريا يسمى (الكينيتك الدائري).

الحركة

يطلق على جسم انه في حالة حركة من وجهة نظر البايوميكانيك عندما يغير مكانه خلال فترة زمنية ، ويدل على حدوث الحركة بالمقارنة نسبة إلى ثبات أو حركة الأجسام في محيطه ويتم قياس اثر الحركة بالمقدار من خلال مصطلح المسافة أو الزاوية أو الاتنان معا في وحدات مساحية أو وحدات زمنية وينتج عن هذه الوحدات أو المصطلحات مقادير للسرعة والتعجيل الخطي والزاوي.

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٦)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

- هناك شرطين أساسين للحركة هما:

١- المكان: هو الحيز الذي يستغرقه الجسم لفترة زمنية معينة.

٢- الزمان: هو وسليته متصل لانفصل فواصل ويسجل تتابع الأحداث.

وهناك أنواع من الحركة وهي

أ- **الحركة المنتظمة (uniform motion):** وهي الحركة التي يتحرك فيها جسم بشكل منتظم أي يقطع نفس الوحدات المكانية في نفس الوحدات الزمانية، أي يتحرك بمعدل سرعة متساوي بحيث لا يحدث تغير في سرعته.

ب- **حركة غير منتظمة:** وهي الحركة التي يقطع الجسم مسافات غير متساوية في نفس الوحدات الزمانية، وتقسم إلى حركة بتعجيل ثابت (تزايدية)، وحركة تعجيل متغير (تزايدية أو تناقصية).

ت- **الحركة الخطية (Linear motion):** وفيها يتم انتقال الجسم أو مراكز ثقله أو أجزائه من وضع إلى آخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية متوازنة خلال انتقالها وان سرعة هذه الأجزاء متساوية وتحدث في خط مستقيم. (جمناستك الاكروباتيك , سباحة ٥٠م)

ث- **الحركة الدائرية (rotation motion):** وهي الحركة التي تسير بها الجسم بشكل دائري حول محور داخل الجسم أو محور خارجة بحيث يرسم الجسم ككل أو مراكز ثقله أو أجزائه في حركته مسارات وخطوط دائرية ذات إنصاف أقطار غير متساوية وان أجزاء الجسم تنتقل هنا بسرعة مختلفة تبعا لاختلاف بعدها عن محور الدوران.

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٧)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

الأسبوع الثاني

أشكال الحركات :

توصف الحركة في البايوميكانيك بشكلين مهمين هما المسار الهندسي للحركة أولاً والمسار الزماني ثانياً وأدناه الحركات وأشكالها .

(١) أشكال الحركة من ناحية مسارها الهندسي :

(أ) الحركة بالمسار الخطي.

في هذا النوع من الحركات يتم فيها انتقال الجسم أو مراكز ثقله أو أجزائه من وضع إلى آخر بحيث تقطع خطوطاً ومسارات هندسية خطية خلال انتقالها وإن سرعة هذه الأجزاء تكون متساوية وتحدث في خط مستقيم بالاتجاه الأفقي أو العمودي. ومن أمثلة ذلك مسار مفصل الكاحل في التزلج على الجليد أو مفصل الورك في الدرجات أو في القفز العمودي.

(ب) الحركة بالمسار المنحني.

في هذا النوع من الحركات يتم فيها انتقال الجسم أو مراكز ثقله أو أجزائه من وضع إلى آخر بحيث تقطع خطوطاً ومسارات هندسية منحنية خلال انتقالها وإن سرعة هذه الأجزاء تكون متساوية وتحدث في خط منحي بالاتجاهين الأفقي والعمودي. ومن أمثلة ذلك مسار مفصل الورك في اجتياز الحواجز أو الوثب الطويل

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٨)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

(ج) الحركة بالمسار الدائري.

في هذا النوع من الحركات يتم فيها انتقال الجسم أو مراكز ثقله أو أجزاءه من وضع إلى آخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية دائرية منتظمة أو غير منتظمة وان سرعة هذه الأجزاء لأتكون متساوية وتحدث حول محور داخل الجسم أو خارجه وان الجزء البعيد عن المحور يكون أسرع من الجزء القريب منه لأن المدى الحركي للجزء البعيد اكبر من المدى الحركي للجزء القريب . ومثال ذلك مسار مفصل القدم في الدرجات ومفصل الورك في الدائرة حول العقلة أو في رمي القرص

(د) الحركة بالمسار المتعدد:

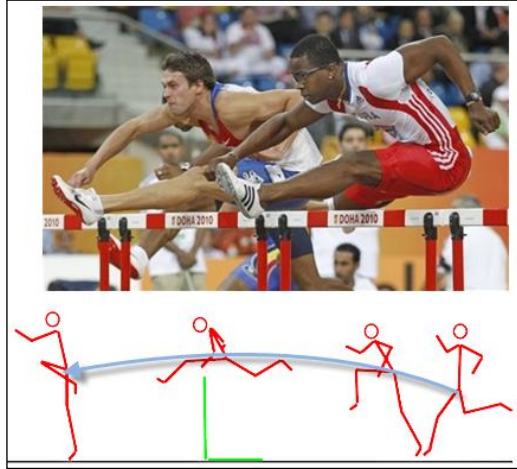
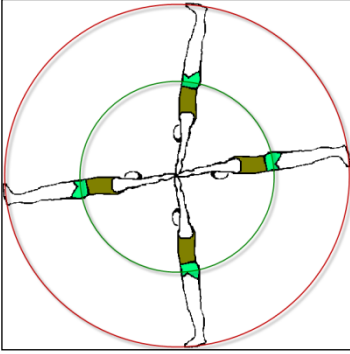
في هذا النوع من الحركات يتم فيها انتقال أجزاء الجسم أو مراكز ثقله من وضع إلى آخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية دائرية منتظمة أو غير منتظمة أو خطية أو منحنية وان سرعة هذه الأجزاء لا تكون متساوية لتعدد مدياتها ، وربما إن الجزء نفسه ينتقل في الحركة نفسها من مسار إلى آخر. ومثال ذلك مفصل القدم ومفصل الورك في الدرجات وكذلك مفصل اليد ومفصل الكتف في حركات الذراعين في السباحة حيث إن مسار مفصل اليد دائري في حين مفصل الكتف منحنى ، وكذلك مسار مفصل الورك في القفز على منصة القفز فهو شبه مستقيم في سرعة الركضة التقريبية ثم منحنى إلى الارتكاز باليدين على المنصة ثم دائري في حالة أداء دورة خلفية في الهواء وكذلك الغطس في السباحة.

الفصل الأول & الفصل الثاني (٩)

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

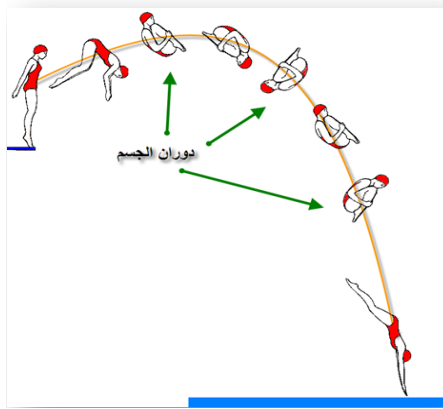
أ.د. فهدوس مجيد أمين

يوضح اجتياز الحواجز وهي حركة انتقالية منحنية



يوضح الدورة العظمى في الجمناستيك

وهي حركة دائرية حول محور خارجي



يوضح فعالية الغطس وهي حركة مركبة انتقالية ومنحنية مع دوران الجسم حول محور داخلي

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

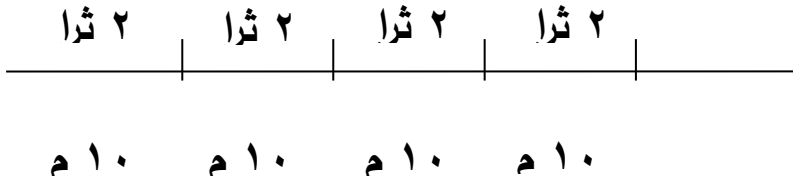
الفصل الأول & الفصل الثاني (١٠)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

(٢) أشكال الحركات من ناحية المسار الزمني:

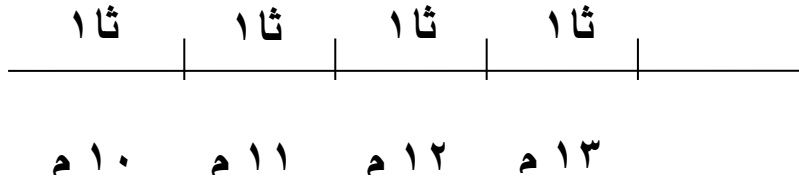
(أ) الحركة المنتظمة :

ويقطع فيها الجسم مسافات متساوية في أزمنة متساوية ، كما في مرحلة السرعة القصوى في عدو ١٠٠ متر. أي انه يتحرك بمعدل سرعة متساوي.



(ب) الحركة غير المنتظمة :

ويقطع الجسم فيها مسافات غير متساوية في أزمنة متساوية ، كما في حركة العداء الذي ينطلق من الثبات حيث تزداد سرعته تدريجيا لحين وصوله السرعة القصوى ، وفي هذه الحالة تكون حركته تزايدية.

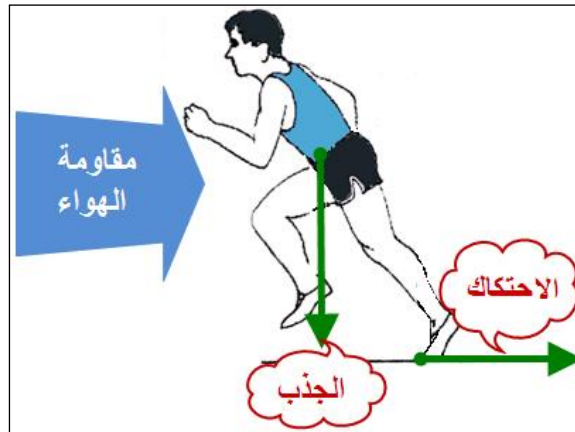


وتقسم الحركات غير المنتظمة إلى :

- حركة بتعجيل ثابت (موجبة أو سالبة) .
- حركة بتعجيل متغير (موجبة أو سالبة) .

العوامل المؤثرة في نوع الحركة:

فضلا عن قوة العضلات فان هناك قوى خارجية تؤثر في الحركة ومن هذه القوى (الاحتكاك ، مقاومة الماء ، مقاومة الهواء) ، وان هذه القوى يمكن ان تكون قوى مساعدة للرياضي أو قوى معوقة له ، فمثلا الماء الذي يعيق حركة الرياضي إلى الأمام في السباحة مثلا هو نفسه عامل مساعد لذلك الرياضي في حركته للأمام ، لأن الرياضي لا يستطيع الحركة للأمام بدون دفع الماء له كرد فعل لدفع يديه إلى الخلف ، كذلك نجد الهواء الذي يعيق حركة الرمح للأمام هو نفسه يساعد على حمل الرمح مسافة أبعد إلى الأمام.



يوضح بعض القوى المؤثرة في الأداء

الفصل الأول & الفصل الثاني (١٢)

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

أ.د. فهدوس مجيد أمين

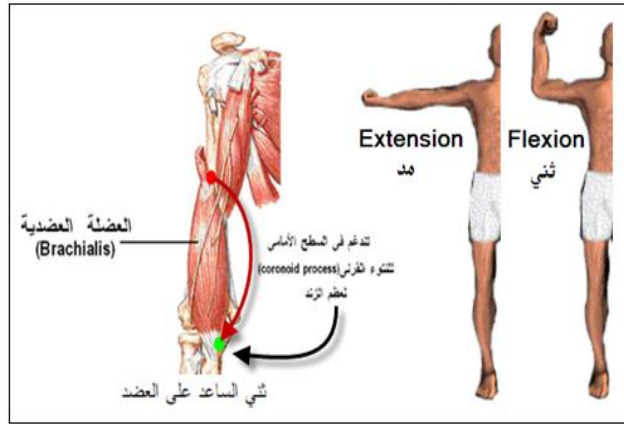
الحركات الأساسية في جسم الإنسان :

تظهر الحركة في المهارات الرياضية ويتم وصفها بمصطلحات تشريحية متفق

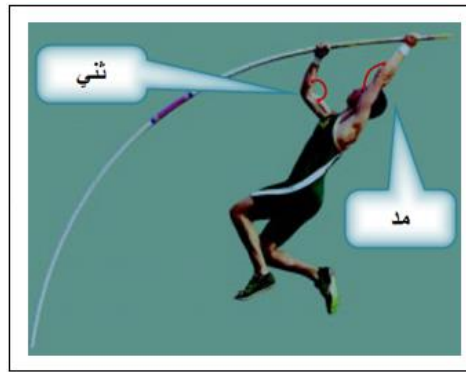
عليها وهي حركات أساسية في جسم الإنسان وأدناه هذه الحركات:-

١- الثني : تقريب العظميين المتمفصلين إلى بعضهما بحيث تصغر الزاوية بينهما.

وتقوم العضلة العضدية (Brachialis) بثني الساعد على العضد.



يوضح العضلات العاملة عند حركتي المد والثني



يوضح حركتي المد والثني في فعالية القفز بالعصا

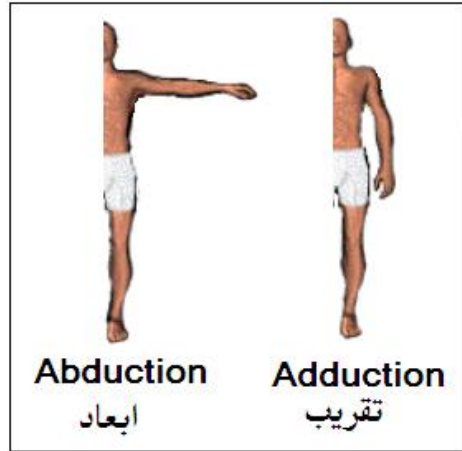
أ.د. فهدوس مجيد أمين

٢- المد : أبعاد العظميين المتمفصلين عن بعضهما بحيث تكبر الزاوية بينهما. وتقوم العضلة ذات الرؤوس الثلاثة (Triceps) بإبعاد الساعد عن عظم العضد.



يوضح العضلة ذات الرؤوس الثلاث العضدية

٣- التقريب : تقريب أجزاء الجسم باتجاه المحور الشاقولي له. مثل تقريب الطرف العلوي أو السفلي إلى داخل الجسم.



يوضح حركتي الإبعاد والتقريب

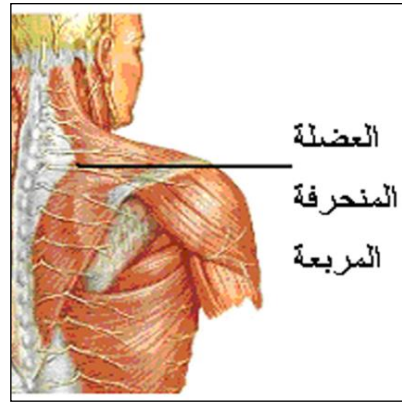
٤- الإبعاد : أبعاد أجزاء الجسم بالاتجاه البعيد عن محوره الشاقولي.

٥- الرفع : وهو رفع أجزاء الجسم إلى الأعلى. مثل حركة حزام الكتف. مثل حركة حزام الكتف أي رفع الكتفين إلى الأعلى مع ثبات الرأس

٦- الخفض : وهو خفض أجزاء الجسم إلى الأسفل. تقوم العضلة المنحرفة المربعة (Trapezius) بمجموعة من الحركات الأساسية وتتواجد خلف العنق وفي أعلى

أ.د. فهدوس مجيد أمين

الجدع وتنشأ من نتوء العظم المؤخرى ومن الرباط القفوى والنتوءات الشوكية (spines) للفقرات الصدرية والفقرة العنقية السابعة وتتدغم في الثلث الخلفي والوحشي للترقوة والحرف العلوي لشوكة عظم اللوح والحرف الأنسى للنتوء الاخرى وعمل هذه العضلة هو رفع الكتف بواسطة أليافها العليا وخفضه بواسطة أليافها السفلى أما الألياف الوسطى فتقرب اللوح للخط الأوسط من الجسم.



يوضح حركتي العضلة المنحرفة المربعة

- ٧- التدوير: تتم الحركة حول المحور الطولي للعظم ويكون التدوير إلى الداخل وإلى الخارج.
- ٨- الكب: ويقصد بها تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق إلى الداخل وحول المحور الطولي للساعد بحيث تواجه باطن اليد الأرض.
- ٩- النطح: ويقصد بها تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق إلى الخارج بحيث يواجه ظهر اليد الأرض .
- ١٠- الدوران: ويقصد بها إن الجزء المتحرك يرسم أثناء حركته دائرة وتشغل هذه الحركة مجموعة حركات الثني ، التبعيد ، المد والتقريب ، الرفع والخفض.

الأسبوع الثالث

الأبعاد الأساسية للحركة

تشاهد الحركة في ثلاثة أبعاد أو محاور ويمكن الحكم عليها من بعدين إلا إن البعد الثالث وجد لتحليل المشاهد غير القابلة للرؤية ، وهذه الأبعاد أو المحاور هي:

١- (البعد السيني) أي المحور الأفقي الأول ، وهذا المحور يوازي الأفق من اليمين إلى اليسار ، ويلخص بالحرف (س) أو (X).

٢- (البعد الصادي) أي المحور العمودي ، وهذا المحور يوازي خط الاتجاه مع الجذب الأرضي ، ويلخص بالحرف (ص) أو (Y).

٣- (البعد العيني) أي المحور الأفقي الثاني ، وهذا المحور يوازي الأفق من الأمام إلى الخلف ، ويلخص بالحرف (ع) أو (Z).

يوضح نسبة الحركة وفقا للاعب زميل أو
لنقطة معينة في السباق



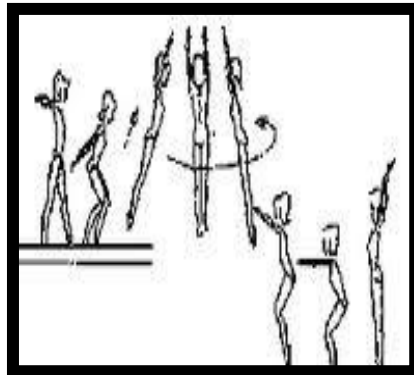
المستويات التي تحدث فيها الحركة

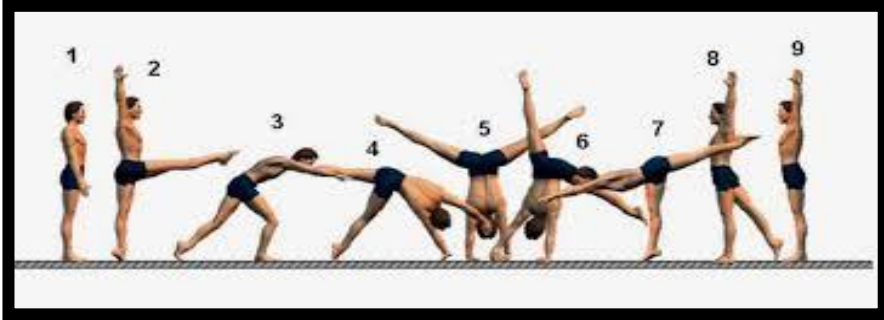
١- استنادا إلى أبعاد الحركة أو محاورها فإنها أي الحركة تحدث في ثلاثة مستويات وهي:

١- المستوى (المسطح) الأمامي (Frontal plane): هو المستوى الذي يقسم الجسم إلى قسمين متساويين أحدهما أمامي والآخر خلفي. مثل (العجلة البشرية, القلبات والدرجات الجانبية, القفز جانبا).

٢- المستوى (المسطح) العرضي (Transverse plane): هو المستوى الذي يقسم الجسم إلى قسمين متساويين أحدهما علوي والآخر سفلي. مثل (دوران حول نفسه في التزلج جمناستك ولاعب المطرقة).

٣- المستوى (المسطح) الجانبي (Profile plane): هو المستوى الذي يقسم الجسم إلى قسمين متساويين أحدهما في اليمين والآخر في اليسار. مثل (الدرجات المكورة الأمامية والخلفية, القلبات في الغطس الأمامية والخلفية).

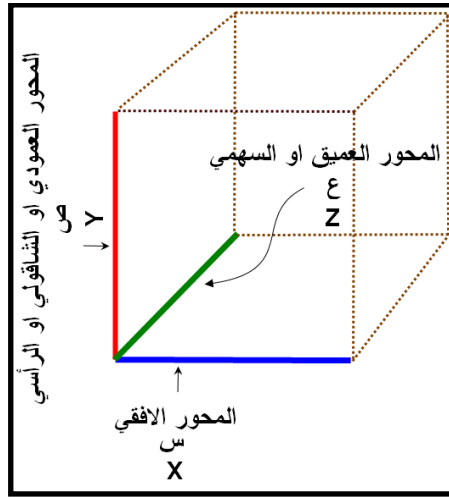




المحور: هو خط وهمي يمر أو يخترق الجسم.

- ١- المحور الطولي (الشاقولي): وهو الخط الوهمي الذي يخترق أو (يمر) الجسم من قمة الرأس إلى أسفل الجسم. مثل (رامي القرص، رامي المطرقة، لاعب الجمناستك دوران حول نفسية في القلبات الهوائية).
- ٢- المحور الأفقي (العرضي): وهو الخط الوهمي الذي يخترق أو (يمر) من احد جانبي الجسم ويخرج من الجانب الآخر. مثل (حركات التثني والمد، دوران الجسم حول العقلة، دوران الجسم في الدرجة الأمامية والخلفية المكورة).
- ٣- المحور العميق: وهو الخط الوهمي الذي يخترق أو (يمر) من أمام الجسم ويخرج من الخلف. ويحدث حول جميع الحركات الجانبية التي يؤديها الجسم. مثل (لاعب الجمناستك على حصان المقابض عند أداء حركات المرجحة الجانبية، العجلة البشرية، الدرجات الجانبية)





يوضح البعد الثلاثي (المحاور الثلاثة)

المحاور والمستويات في بعض الحركات

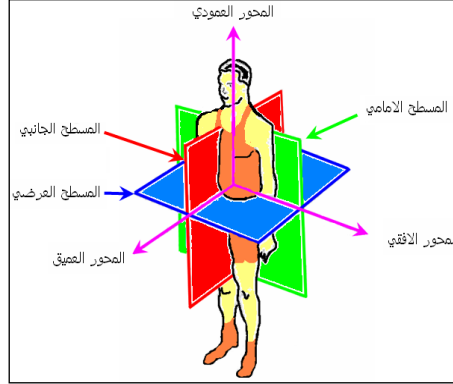
- ثني الرقبة أماما خلفا يحدث حول المحور الأفقي ، وفي المستوى السهمي. الدرجة الأمامية المتكورة (حول المحور الأفقي وفي المستوى الجانبي)
- ثني الرقبة يمينا ويسارا يحدث في حول المحور العميق ، وفي المستوى الأمامي. العجلة البشرية (حول المحور العميق وفي المسطح الأمامي)

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (١٩)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

- دوران الرقبة من اليمين إلى اليسار يحدث حول المحور الصادي ، وفي المستوى العرضي. الدوران حول النفس (المحور عمودي والمسطح عرضي)



يوضح المحاور والمسطحات التي تجرى عليها الحركات الرياضية

الحركة والعمل العضلي:

تتوقف القوة الناتجة لأداء حركة معينة على المجاميع العضلية المشتركة في الأداء فكلما ازدادت القوة المبذولة ازدادت كمية الحركة ، وتم تصنيف العضلات من حيث مشاركتها في الحركة إلى أربع أصناف مهمة وهي:

(أ) **العضلات المحركة الأساسية (Prime Movers):** هي العضلات المسؤولة عن حدوث الحركة بشكل مباشر فمعظم حركات جسم الإنسان سببها عضلات محركة عديدة إما العضلات الأخرى التي تشارك كعضلات محركة بحكم انقباضها تحت ظروف خاصة تعد عضلات مساعدة .

أ.د. فهدوس مجيد أمين

(ب) العضلات المثبتة أو الساندة (Stabilizing): هي العضلات المسؤولة عن تثبيت بعض أجزاء الجسم ضد شد العضلات المنقبضة أو ضد القوى المتضادة ، واهم وظيفة تقوم بها هذه العضلات هي تثبيت طرق العظمة التي ترتبط فيها العضلة المنقبضة.

(ج) العضلات المعادلة (المكافئة) (Guiding and synergist): هي العضلات التي تعمل على تحديد عمل العضلات المحركة والتي تكون غير مرغوبة ، فإذا كان الغرض هو القبض فقط في حين إن العضلة المحركة يؤدي انقباضها إلى القبض والتقريب فان إحدى العضلات المسؤولة عن التباعد تعمل في هذه الحالة كعضلة معادلة لإلغاء الجزء الخاص بالتقريب كعمل غير مرغوب فيه.

(د) العضلات المضادة أو المقابلة (Contra lateral): هي العضلات التي تعمل بعكس العضلات المحركة لوجودها في الجانب المقابل ، ويطلق عليها أحيانا (الجاذبة العكسية أو المقابلة) ، إن العمل العضلي إثناء ثني مفصل المرفق يؤدي إلى انقباض العضلة ذات الرأسين العضدية مركزيا أي اقتراب نهايتهما من بعضهما وفي نفس الوقت تبتعد نهايتا العضلة ذات الثلاث الرؤوس العضدية عن مركز العضلة ، وفي هذه الحالة يطلق على العضلة ذات الرأسين العضدية عضلة محرركة ، إما دور العضلة ذات الرؤوس العضدية فتكون مضادة .

الفصل الثاني

الكينماتيك الخطي

المسافة والإزاحة

المصطلح الانكليزي للمسافة (Distance) والإزاحة (Displacement) ، وتعرف المسافة بأنها الفراغ المتاح بين نقطتين إما الإزاحة فتعرف بأنها الفراغ الموجود بين نقطتين ، ويجب إن نفرق بين المتاح والموجود فالمتاح يعني عدم القدرة على تخطي الموانع و الحواجز الطبيعية أو المصطنعة مباشرة إلا بالمرور من فوقها أو تحتها أو جوانبها مثلما يحدث في تمرينات الرشاقة (الجري المتعرج) ، إما الموجود فيعني تخطيها بالاحتفاظ على المسار نفسه ، أي المرور مستقيما أو قطريا ولكن لا انحناء ولا تعرج ، وبذلك فان المسافة دائما اكبر من الإزاحة أو تكون متساوية في بعض الأحيان ، وفي المجال الرياضي فان المسار الحركي (المسافة) هي المهمة لأنها تفسر الحركة الصحيحة المتاحة.

ونرى بان المسافة والإزاحة متساوية عند ركض مستقيم طوله (١٠٠ مترا) لمتسابق الدراجات إما في الاركاض فان الوصف الصحيح هي إزاحة ١٠٠ متر وليس مسافة ١٠٠ متر لان مسار مركز كتلة الجسم لا يسير مستقيما وإنما منحنيا وبذلك فأنا نشترط المسار المتاح أصلا في التحليل وكذلك في ركض الحواجز فان الزمن المسجل لمسافة ١١٠ متر حواجز هو في الحقيقة زمن مسجل لمسافة اكبر من ١١٠ متر إذا أخذنا بنظر الاعتبار مسافات المرور من فوق الحاجز، والأمر يختلف في ركض ٢٠٠ متر فإننا نركض ٢٠٠ متر على مقطعين احدهما منحنى بنصف قطر والأخر مستقيم وبذلك فإننا نركض مسافة قدرها ٢٠٠ متر إما الإزاحة فيتم حسابها وفقا لما يأتي:

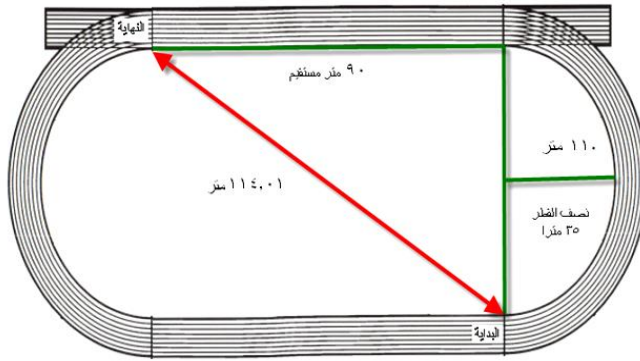
الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٢٢)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

$$70 = 2 \times 35$$

مسافة المنحنى (القوس) هي ١١٠ متر والمستقيم ٩٠ متر يصبح المجموع ٢٠٠ متر إما قيمة الإزاحة للمنحنى (القوس) فهي ٧٠ مترا والمستقيم ٩٠ متر وبذلك نجد نفسنا أمام مثلث قائم الزاوية وتكون الإزاحة هي الوتر وفقا لقانون فيثاغورس يصبح المجموع على



الشكل الآتي.

يوضح مجالات مسابقات فعاليات العاب الساحة والميدان

$$\text{مربع الإزاحة} = \text{مربع } 70 \text{ متر} + \text{مربع } 90 \text{ متر}$$

$$\begin{aligned} & \sqrt{90^2 + 70^2} = \text{الإزاحة} \\ & \sqrt{1100 + 4900} = \text{الإزاحة} \\ & 114.01 \text{ متر} = \text{الإزاحة} \end{aligned}$$

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

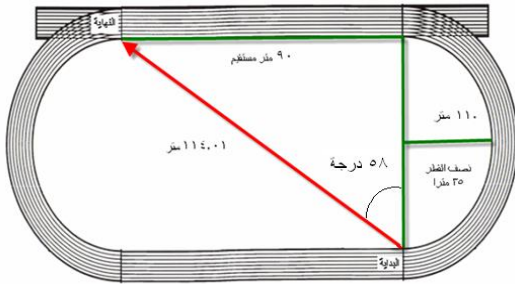
الفصل الأول & الفصل الثاني (٢٣)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

إن عداء الحواجز يعدو أكثر من ١١٠ متر وكذلك عداء ١٠٠ متر لأن الجسم يرتفع فيكتسب مسافة عمودية وهذه الأجزاء غير محسوبة في مسافة الركض ، ولكنها محسوبة في الزمن. إن الفرق في المقدار ليس هو الفرق الوحيد بين المسافة والإزاحة فإن الاتجاه هو الفرق الآخر بينهما ، والوحدة المستخدمة في الدلالة على المسافة أو الإزاحة هي المتر وأجزائه. وإذا اعتبرنا إن الإزاحة في ركض ٤٠٠ متر هي صفر لأن العداء يبدأ من نقطة البداية وينتهي إليها فإننا ننتيقن إن السرعة المتجهة للعداء صفر أي إن اتجاهه لم يتغير إما معدل سرعته فيمكن حسابه من خلال المسافة المقطوعة في وحدة الزمن. وعلى هذا الأساس فإننا بتعويضنا لمصطلح الإزاحة في معادلة السرعة فإنما هي للتعرف على الاتجاه فقط.

ومن مثالنا السابق ركض ٢٠٠ متر فإن الاتجاه يمكن تقديره من خلال الدرجة أي

مقدار ميلان المحصلة عن الخط الأفقي أو العمودي.



يوضح اتجاه الإزاحة في

عدو ٢٠٠ متر

المجاور (٧٠ متر)

$$\frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \text{جتا ه}$$

الوتر (١١٤.٠١)

$$\frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \text{جتا ه}$$

$$\text{الوتر} = \frac{\text{المجاور}}{\text{جتا ه}}$$

٥٨ درجة عن الخط العمودي

أ.د. فهدوس مجيد أمين

مثال: عداء ٢٠٠ متر يركض المسافة الحقيقية وعداء آخر سيركض الإزاحة وابدأن من المكان نفسه وبسرعة ٨ متراتانية ، احسب زمن كل عداء وحدد موقع العداء الأخر عندما ينهي احدهما السباق.

عداء المسافة سينهي السباق في زمن قدره

المسافة

$$\text{_____} = \text{الزمن}$$

السرعة

٢٠٠

$$\text{_____} = \text{الزمن}$$

٨

$$\text{الزمن} = ٢٥ \text{ ثانية}$$

عداء الإزاحة سيركض إزاحة قدرها. (مربع الإزاحة = مربع ٧٠ متر + مربع ٩٠ متر)

$$\sqrt{٢٩٠ + ٢٧٠} = \text{الإزاحة}$$

أ.د. فهدوس مجيد أمين

$$8100 + 4900 = \text{الإزاحة}$$

عداء الإزاحة سينهي السباق في زمن قدره

$$\text{الإزاحة} = 114.01 \text{ متر}$$

الإزاحة

$$\text{الزمن} = \frac{\text{الإزاحة}}{\text{السرعة}}$$

السرعة

$$114.01$$

$$\text{الزمن} = \frac{114.01}{8}$$

8

$$\text{الزمن} = 14.25 \text{ ثانية}$$

وعندما ينهي احد العدائين السباق يكون الآخر على بعد

$$\text{الفرق} = 200 - 114.01$$

$$\text{الفرق} = 85.99 \text{ متر}$$

تواجد عداء المسافة محسوبة من خط النهاية

الأستيعاب
الرياضي
الأمتحن
الأول

الأسبوع الخامس

السرعة

وفقا لمصطلحي المسافة والإزاحة فان للسرعة مصطلحين أيضا والسبب يعود إلى إن

السرعة هي العلاقة بين المسافة والزمن

المسافة

_____ = السرعة

الزمن

الإزاحة

_____ = السرعة المتجهة

الزمن

إن استعمال كلمة السرعة التي نتناولها دائما في المجال الرياضي هي ترجمة لكلمة

(Speed) ويعبر هذا المصطلح عن كمية السرعة إما السرعة المتجهة (Velocity)

فتمثل السرعة التي يتحرك بها الجسم إضافة إلى اتجاهها وتعني السرعة المتجهة تغير

الإزاحة في وحدة الزمن.

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٢٨)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

ويمكن تعريف السرعة على أنها قدرة الإنسان على أداء الحركات في اقل زمن ممكن ، وتعرف ميكانيكياً بأنها المعدل الزمني للمسافة المقطوعة ، وتقاس بالمترا لكل ثانية ، ويمكن اعتبارها كمية قياسية أو متجهه عند ذكر مقدارها أو مقدارها واتجاهها .

مثلا: يتحرك جسم من نقطة (أ) باتجاه نقطة (ب) وكانت المسافة بين النقطتين ٢٠م والزمن المستغرق لقطع هذه المسافة هي ٤ ثا. احسب سرعة ذلك الجسم؟

$$س = م/ن \quad \dots \quad س = ٤/٢٠ = م/ثا \quad \text{سرعة الجسم}$$

مثال: سباح يقطع ٥٠م سباحة حرة ب (٣٠ثا)، فما معدل سرعته لهذه المسابقة؟

$$س = م/ن \quad \dots \quad س = ٣٠/٥٠ = ١.٦٦ م/ثا \quad \text{سرعته}$$

وهناك مصطلحات مهمة تستخدم في السرعة مثل السرعة الآنية (اللحظية) ومتوسط السرعة (معدل السرعة) والسرعة الابتدائية والسرعة النهائية والسرعة الأولى والسرعة الثانية ، وغيرها.

وعندما تتغير سرعة العداء من نقطة إلى أخرى يتم احتساب السرعة وفقا للمعادلة أدناه

السرعة الأولى + السرعة الثانية

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\text{السرعة الأولى} + \text{السرعة الثانية}}{2}$$

٢

أما إذا كانت حركة الجسم من الثبات فأن السرعة الابتدائية تساوي صفر فيمكن استخراجها عن طريق العلاقة التالية.

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٢٩)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

السرعة النهائية - السرعة الابتدائية

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن}}$$

٢

١- مثال/ يتحرك جسم لقطع مسافة معينة وكانت سرعته منتظمة حيث كانت سرعته عند نقطة أ ٦ م/ثا وبعد بلوغه نقطة ب بلغت ١٠ م / ثا فكم قيمة معدل السرعة؟

$$\frac{١٠ \text{ م} + ٦ \text{ م}}{٢ \text{ س}}$$

$$= \frac{١٦ \text{ م}}{٢ \text{ س}} = ٨ \text{ م/ثا}$$

$$١٠ + ٦$$

$$= \frac{١٦ \text{ م}}{٢ \text{ س}}$$

$$\text{س} = ٨ \text{ م/ثا السرعة المتوسطة}$$

٢- مثال: انطلق عداء من الثبات وكانت سرعته النهائية ١٠ م/ثا. جد متوسط السرعة؟

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{أي} \quad ٢ \text{ س} - ١ \text{ س} = \frac{١٠ \text{ م} - ٠ \text{ م}}{٢ \text{ س} - ١ \text{ س}} = ١٠ \text{ م/ثا}$$

$$\text{أو} \quad ٢ \text{ س} / ٢ = ١ \text{ س}$$

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٣٠)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

ويمكن حساب السرعة خلال فترات معينة عند حصول زيادة أو نقصان فيها وتسمى بالسرعة اللحظية.

$$\frac{\text{التغير الحاصل في المسافة}}{\text{٢م - ١م}}$$

$$\text{السرعة اللحظية} = \text{اقل فترة زمنية} = \text{٢ن - ١ن}$$

وتعرف السرعة في علم الفسلجة بأنها قدرة الجهاز العضلي العصبي على أداء الحركات البدنية بأقل زمن ممكن ، وتقسم من النواحي الفنية إلى مايلي:

*سرعة رد الفعل (كما في بداية السباقات للمسافات القصيرة)

*سرعة الحركة (كما في الألعاب الجماعية)

*سرعة الانتقال (كما في سباقات الركض، طول وتردد الخطوة)

إما عند مراحل سباقات الركض فتحدد ذلك نوع السباق ويطلق عليها بالمراحل الفنية

للسباقات كما في ١٠٠ متر مثلا

١- مرحلة سرعة رد الفعل

٢- مرحلة التدرج في السرعة

٣- مرحلة السرعة القصوى

٤- مرحلة تحمل السرعة

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٣١)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

إن السرعة التي نقيسها لدى عداء ١٠٠ متر في الحقيقة هي معدل السرعة وذلك لأننا نقسم مسافة السباق على الزمن (الانجاز) مما يعني إننا نفترض إن الحركة منتظمة

مثال: يقطع عداء ١٠٠ متر ٥٠ متر الأولى بزمن قدره ٦.١٢ ثانية و

٥٠ متر الثانية بزمن قدره ٥.١٨ ، احسب معدل سرعته في ركض ١٠٠

متر؟

٥٠

السرعة الأولى = _____

٦.١٢

٨.١٧ مآثا = السرعة الأولى

٥٠

السرعة الثانية = _____

٥.١٨

السرعة الثانية = ٩.٦٥ مآثا

السرعة الأولى + السرعة الثانية

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٣٢)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

$$\text{معدل السرعة} = 2$$

$$9.65 + 8.17$$

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$2$$

$$17.82$$

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$2$$

$$\text{معدل السرعة} = 8.91 \text{ م/ثا}$$

مثال: ينطلق عداء ١٠٠ متر من مكعبات البداية ليقطع ٥٠ متر الأولى بزمن قدره

٦.١٢ ثانية ، احسب معدل سرعته في ركض ٥٠ متر؟

بما إن العداء ينطلق من الثبات فسرعته الابتدائية صفر

$$50$$

$$\text{السرعة النهائية} = \frac{\quad}{\quad}$$

$$6.12$$

$$\text{السرعة النهائية} = 8.17 \text{ م/ثا}$$

السرعة النهائية - السرعة الابتدائية

$$\text{معدل السرعة} = 2$$

$$0 - 8.17$$

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\quad}{2}$$

$$2$$

$$\text{معدل السرعة} = 4.09 \text{ م/ثا}$$

مثال: تبين إن اقل زمن يستغرقه الثقل عند انطلاقه من يد الرامي إلى لحظة اجتيازه مسافة بقدر قطره قد بلغ ٠.٠٢ ثانية ، احسب السرعة اللحظية لانطلاق الثقل.

بما إن قطر الثقل (١٢ سم) أي (٠.١٢ متر) فان السرعة اللحظية ستبلغ

التغير الحاصل في المسافة

$$\text{السرعة اللحظية} = \frac{\quad}{\quad}$$

اقل فترة زمنية

$$\frac{0.12}{\quad}$$

$$0.02$$

$$\text{السرعة اللحظية} =$$

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٣٤)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

٦ مآثا

السرعة اللحظية =

+ السرعة النسبية: هذا النوع من السرعة له علاقة بسرعة جسم ما نسبة إلى جسم آخر متغير الحركة مع الأخذ بنظر الاعتبار اتجاه سرعة كل جسم, وقانون هذه السرعة هو:

السرعة النسبية = سرعة الجسم الأول - سرعة الجسم الثاني

الإحساس بالحركة النسبية:

- قطار يسر بسرعة ١٠٠ كم مع قطار يسير بسرعة ١٢٠ كم — ٢٠ كم
- قطار يسير بسرعة ١٠٠ ضد قطار يسير بسرعة ١٢٠ كم — ٢٢٠
- شخص واقف مع قطار يسير بسرعة ١٠٠ كم — ١٠٠ كم

١- مثال: لاعبي دراجات هوائية سرعة اللاعب الأول (أ) هي (٣٠م/ثا) واللاعب الثاني (ب) سرعته (٣٣م/ثا) يتجهان نحو الغرب... (فان السرعة النسبية للاعب (ب) إلى اللاعب (أ) هي:

$$= (33_-) - (30) = 3\text{م/ثا سرعة اللاعب الثاني نسبة إلى الأول.}$$

٢- مثال: سباحتان احدهما بالاتجاه الشرقي والآخر بالاتجاه الغربي (بعد الدوران الأول) وكان سرعة السباحة الأولى (٢٠م/ثا باتجاه الشرق) وسرعة السباحة الثانية (٢٠٠م/ثا باتجاه الغرب). فما السرعة النسبية للسباحة الأولى نسبة إلى الثانية؟

$$\text{السرعة النسبية} = (20\text{م/ثا} +) - (200\text{م/ثا} -) = 4.5\text{ م/ثا السرعة النسبية بين}$$

السباحتين.

(تعريفات وقوانين ميكانيكية)

- البايوميكانيك (biomechanics) : وعلم البايوميكانيك علم يبحث في حركة جسم الإنسان أو الحيوان أو بعض أجزائه بطريقة موضوعية ملموسة سواء على سطح الأرض ، أو في الماء ، أو في الفضاء ، بهدف تحديد التكنيك المثالي للحركة.
- ديناميكية الحركة (dynamic movement): وهو تأثر الحركة بالقوى الداخلية أو الخارجية فعندما تتأثر الحركات بقوى الجاذبية ووضع مركز ثقل الجسم والقوة الناتجة من الانقباض العضلي ترتبط بأسس الميكانيكا وقوانينها.
- الاستاتيكا ("static"): وهو علم السكون الذي يبحث في حالة استقرار وشروط واتزان الأجسام تحت تأثير القوى الدافعة بمستوى واحد والتي تتلاقى في نقطة ولما كان الجسم البشري جسم حي وعندما تطبق هذا العلم على الجسم الحي.
- الكينماتيك (kinematics): فرع من فروع الديناميك ، يدرس الحركة ويصفها وصفا مجردا دون البحث في مسبباتها وهو يصف حركة الأجسام من جوانب الزمن والإزاحة والانطلاق ويطبق على الحركات الخطية والدائرية .
- الكينيتيك (kinetic) : وهو العلم الذي يدرس القوى التي تسبب الحركة وأنه يصف حركة الأجسام من جوانب الوزن والكتلة والزخم والقوة والشغل والطاقة.
- التحليل الحركي (movement analysis): هو تناول الظاهرة الحركية المراد دراستها بعد تجزئتها إلى عناصرها الأولية الأساسية المؤلفة لها وقد يكون التحليل تشريحيًا ، فسيولوجيًا ، كيميائيًا ، نفسيًا ، تربويًا ، ميكانيكيًا.
- التحليل النوعي (quality analysis): هو تحليل يعتمد على الملاحظة البصرية أو الفديوية والحكم من خلال تقييم الأداء بالوصف والتعرض إلى نقاط القوة والضعف فمثلا يوجد ميلان زائد أو زاوية الطيران قليلة أو ارتفاع الطيران غير كافي ويمكن إن يعتمد على نتائج التحليل الكمي في وصف الأداء..

أ.د. فهدوس مجيد أمين

- التحليل الكمي (quantity analysis): هو التحليل الذي يعتمد على الحكم من خلال القيم الرقمية المؤثرة فيها ومدى الترابط بين هذه القيم وتشمل قيم الزوايا والأزمنة والمسافات والمصطلحات التي تشتق منها.
- الحركة (movement): وتعني هي انتقال الجسم أو أي جزء منه من مكان إلى مكان آخر وباتجاه معين .
- الحركة المنتظمة (uniform motion): وهي الحركة التي يتحرك فيها الجسم بشكل منتظم أي يقطع نفس الوحدات المكانية في نفس الوحدات الزمانية ، أي يتحرك بمعدل سرعة متساو بحيث لا يحدث تغير في سرعته .
- الحركة غير المنتظمة : وهي الحركة التي يقطع فيها الجسم مسافات غير متساوية في نفس الوحدات الزمانية ، وتنقسم إلى : حركة بتعجيل ثابت (تزايدى أو تناقصى) ، حركة بتعجيل متغير (تزايدى أو تناقصى) .
- الحركة الخطية (linear motion): وفيها يتم انتقال الجسم أو مراكز ثقله أو أجزائه من وضع إلى آخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية متوازنة خلال انتقالها وان سرعة هذه الأجزاء متساوية وتحدث في خط مستقيم .
- الحركة الدائرية (rotation motion): وهي الحركة التي يسير بها الجسم بشكل دائري حول محور داخل الجسم أو محور خارجة بحيث يرسم الجسم ككل أو مراكز ثقله أو أجزائه في حركته مسارات وخطوط دائرية ذات أنصاف أقطار غير متساوية وان أجزاء الجسم تنتقل هنا بسرعة مختلفة تبعا لاختلاف بعدها عن محور الدوران .
- السرعة (speed): هي المسافة المقطوعة في وحدة الزمن .
- السرعة المتجهة (velocity): هي الإزاحة المقطوعة في وحدة الزمن .
- السرعة اللحظية (الآنية): اقل مسافة ممكنة في اقل زمن ممكن .

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٣٧)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

الأسبوع الخامس

السرعة كمية متجهة – محصلة السرعة – التحليل الميكانيكي لسرعة
الركض

السرعة كمية متجهة (محصلة السرعة)

المحصلة: هو مقدار القيمة الناتجة من جمع أو طرح متجهات للسرعة أو القوة سواء كانت على خط مسار واحد أو متعامد أو تشكل زوايا بينها.

السرعة كمية متجهة

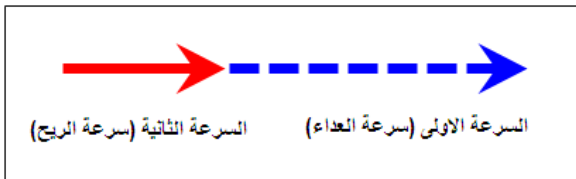
يمكن تمثيل هذه الكمية الميكانيكية بسهم يمثل طوله مقدار السرعة فيما يمثل تأثير السهم اتجاهه.

أ- إذا كانت سرعتان في اتجاه واحد فإن محصلتها هي عبارة عن مجموعهما هندسيا

س (المحصلة) = س١ + س٢

$$= ٤م/ثا + ١م/ثا$$

$$= ٥متر /ثا$$



يوضح جمع المتجهات

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٣٨)

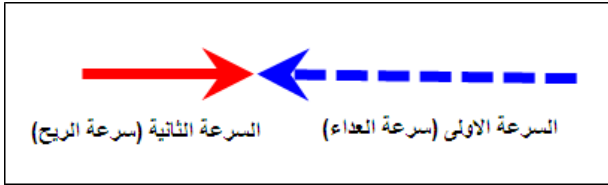
أ.د. فهدوس مجيد أمين

ب- إذا كانت السرعتين متعاكستين فأن محصلتهما النهائية هي الفرق بينهما .

السرعة المحصلة = س١ - س٢

$$= ٤م/ثا - ١م/ثا$$

$$= ٣م/ثا$$



يوضح طرح المتجهات

مثال/ قطع سباح مسافة ٥٠ م سباحة وكانت سرعة الأولى ٢٥م/ثا إما سرعته الثانية فأبلغت ١٠م/ثا. جد مقدار محصلة السرعة المعاكسة؟

السرعة المحصلة = س١ - س٢

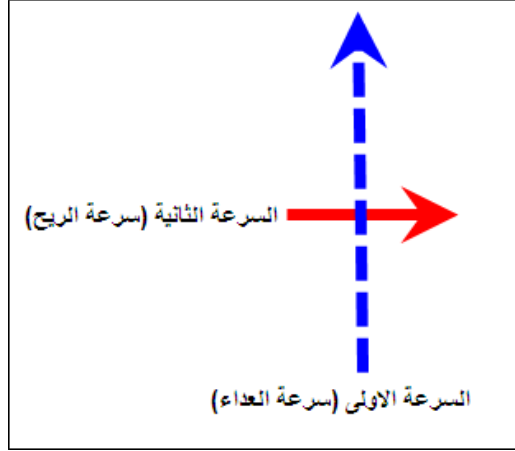
$$= ٢٥ - ١٠ = ١٥ م/ثا$$

ج- إذا كانت السرعتين متعامدتين فيتم استخراج المحصلة عن طريق تطبيق نظرية

فيثاغوس

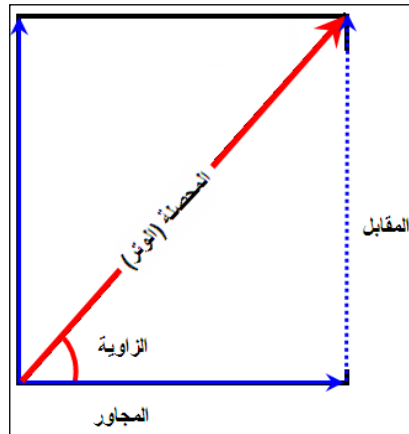
$$\text{محصلة السرعة} = \sqrt{\text{السرعة الاولى}^2 + \text{السرعة الثانية}^2}$$

أ.د. فهد موسى مجيد أمين



يوضح تعامد المتجهات

ويمكن حساب الاتجاه من خلال ظل الزاوية أو جيبها أو جيب تمامها



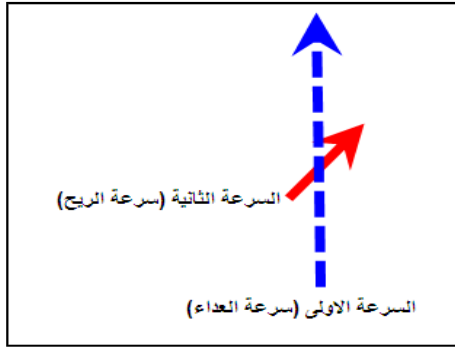
يوضح المحصلة عند تعامد المتجهات

المقابل

ظا ح = _____

المجاور

د - إذا كانت الزاوية بين سرعتين حادة أو منفرجة . فيتم إيجادها من خلال قانون متوازي المستطيلات ، ويجب الانتباه إلى قيمة الزاوية فإذا كانت اقل من ٩٠ درجة فان المحصلة تميل إلى (جمع الاحداثيين) وإذا كانت اكبر من ٩٠ درجة فان المحصلة تميل إلى (طرح الاحداثيين).



يوضح المتجهات بزوايا اقل أو اكبر من ٩٠ درجة

$$(سرعة اولى^2 + سرعة ثانية^2) + (٢ \times سرعة اولى \times سرعة ثانية \times جتا الزاوية)$$

محصلة

السرعة

=

أ.د. فهدوس مجيد أمين

إن جيب تمام الزاوية ٩٠ درجة هي (صفر) وكلما قلت الدرجة عن ٩٠ كانت قيمة الدرجة بالموجب فجيب تمام الزاوية ٨٩ درجة هي (+ ٠.٠١٧) إما جيب تمام الزاوية ٩١ درجة فهي (- ٠.٠١٧) وأدناه مثال

مثال: إذا كانت الزاوية بين سرعتين ٤٥ درجة وكانت قيمة السرعة الأولى ٦ م/ثا والسرعة الثانية ٩ م/ثا فكم ستكون المحصلة؟ وكم تكون المحصلة إذا زادت الزاوية إلى ١٣٥ درجة.

بالنسبة إلى الزاوية ٤٥ درجة

$$((0.707+) \times 9 \times 6 \times 2) + (9^2 + 6^2) = \text{محصلة السرعة}$$

$$(76.306+) + (81 + 36) = \text{محصلة السرعة}$$

$$76.306 + 117 = \text{محصلة السرعة}$$

أ.د. فهد موسى مجيد أمين

$$193.356 = \text{محصلة السرعة}$$

$$13.91 \text{ م/ثا} = \text{محصلة السرعة}$$

إما بالنسبة إلى الزاوية ١٣٥ درجة فإننا سنجد إن الاشار لقيمة جيب التمام هي التي تغيرت فقط من الموجب إلى السالب لان الزاوية كلما كبرت تميل المحصلة إلى الطرح.

$$((0.707-) \times 9 \times 6 \times 2) + (9^2 + 6^2) = \text{محصلة السرعة}$$

$$(76.356-) + (81 + 36) = \text{محصلة السرعة}$$

$$76.356 - 117 = \text{محصلة السرعة}$$

$$40.644 = \text{محصلة السرعة}$$

أ.د. فهدوس مجيد أمين

$$\text{محصلة السرعة} = 6.38 \text{ م/ثا}$$

٢- مثال / قارب يحاول عبور نهر بسرعة ٨ م / ثا وكان اتجاه تيار الماء أفقيا بسرعة ٦ م / ثا احسب مقدار سرعة القارب النهائية وما هو مقدار الزاوية التي يشكلها خط سيره مع الخط الأفقي؟ علما إن ظل الزاوية ٥٣ هو ١,٣٣.

$$\sqrt{2\text{س} + 2\text{س}} = \text{محصلة س}^2$$

$$\sqrt{2(6) + 2(8)} = \text{م س}^2$$

$$\sqrt{100} = \text{م س}^2$$

$$\text{م س} = 10 \text{ م / ثا سرعة القارب النهائية}$$

مقدار الزاوية يتم إيجاده من خلال قانون الـ ظا الزاوي = المقابل / المجاور

٨

_____ = ظا

٦

$$\text{ظا} = 1,33 \dots \text{إذا قيمة الزاوية هي } 53 \text{ تقريبا لان ظل الزاوية } 53 =$$

١,٣٣

إذا اتجاه محصلة السرعة الزاوية = ٢٥ تقريبا لان ظا زاوية ٢٥ هو قريب لـ ٠,٤٦٩

الأسبوع السادس

& التحليل الميكانيكي لسرعة الركض & التعجيل – العلاقة بين المسافة والسرعة والتعجيل

التحليل الميكانيكي لسرعة الركض

يتميز الركض السريع بخاصيتين ميكانيكيتين أساسيتين هما طول الخطوة وترددها (التكرار في وحدة زمنية معينة) ، ويرتبط بالعديد من الشروط الميكانيكية لأداء الخطوة وهي زمن الارتكاز وتكراره (تردد الخطوات ، وزمن الطيران ، وتكراره) هذا ويمكن القول إن معدل السرعة هو ناتج عن طول الخطوة وترددها.

إن معدل السرعة يمكن وضعه وفقا للشكل أدناه:

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

أ.د. فهدوس مجيد أمين

المسافة

_____ = معدل طول الخطوة

عدد الخطوات

عدد الخطوات

_____ = معدل تردد الخطوة

الزمن

ولتطبيق ذلك يتم قياس عدد الخطوات وإيجاد معدل طول الخطوة بقسمة عددها على المسافة ولنفرض إن عداء استطاع إنهاء السباق بعدد (٤٥ خطوة) وعند قسمة المسافة (١٠٠ متر) على عدد الخطوات نحصل على (٢.٢٢ متر/خطوة) معدل طول الخطوة، ويلاحظ إن وحدة قياس معدل طول الخطوة هي (متر/خطوة).

المسافة

_____ = معدل طول الخطوة

عدد الخطوات

أ.د. فهدوس مجيد أمين

١٠٠

معدل طول الخطوة = _____

٤٥

معدل طول الخطوة = ٢.٢٢ متر خطوة

أما تردد الخطوات فهو عدد الخطوات في وحدة الزمن أي نقسم عدد الخطوات

على الزمن النهائي (الانجاز) والنتاج هو (٤.٥٠ خطوة/ثانية) أي إن اللاعب يقطع (٤)

خطوات ونصف الخطوة في كل ثانية

عدد الخطوات

معدل تردد الخطوة = _____

الزمن

٤٥

معدل تردد الخطوة = _____

١٠

معدل تردد الخطوة = ٤.٥ خطوة/ثانية

أما معدل السرعة فيتم حسابها على الشكل الآتي:

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٤٨)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

خطوة متر

$$\text{معدل السرعة} = 2.22 \times \frac{4.50}{\text{خطوة}}$$

خطوة ثانية

معدل السرعة = ٩.٩٩ م/ثا (الاختلاف البسيط جدا يعود إلى التجزئة في بعض الأرقام)

٢- مثال/ ركض عداء مسافة ١٠٠ م وانهي السباق بعدد (٣٥ خطوة) وبزمن قدره ٩,٥ ثا؟ جد معدل طول الخطوة ومعدل تردد الخطوة؟

معدل طول الخطوة = المسافة / عدد الخطوات

$$35 / 100 =$$

$$= 2,85 \text{ م/خطوة}$$

معدل تردد الخطوة = عدد الخطوات / الزمن

$$9 / 35 =$$

$$= 3,88 \text{ خطوة/ثا}$$

$$\text{إذن معدل السرعة} = 2,85 \text{ م/خطوة} \times 3,88 = 11,05 \text{ م/ثا}$$

إما اللاعب الثاني

معدل طول الخطوة = المسافة / عدد الخطوات

$$38 / 100 =$$

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٤٩)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

$$= 2,63 \text{ م/خطوة}$$

معدل تردد الخطوة = عدد الخطوات / الزمن

$$= 38 / 9,5$$

$$= 4 \text{ خطوة/ثا}$$

$$\text{إذن معدل السرعة} = 2,63 \text{ م/خطوة} \times 4 = 10,52 \text{ م/ثا}$$

التعجيل (Acceleration)

يعرف بأنه المعدل الزمني لتغير السرعة ، أو المعدل الزمني للزيادة أو النقصان في

السرعة ويسمى بالتعجيل السلبي أو الايجابي وهو من الكميات الميكانيكية المتجهة

وحدات قياسه هي م/ثا² أو سم/ثا²

السرعة

التعجيل = _____

الزمن

أو

السرعة النهائية - السرعة الابتدائية

= التعجيل

الزمن

إن وحدة التعجيل هي عبارة عن وحدة سرعة مقسومة على وحدة زمن.

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٥٠)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

وهناك بعض المصطلحات التي ترافق التعجيل منها سرعة التعجيل وهي تختلف من سباق إلى آخر وفقا للجهد الذي يبذله الرياضي من جهد حقيق .

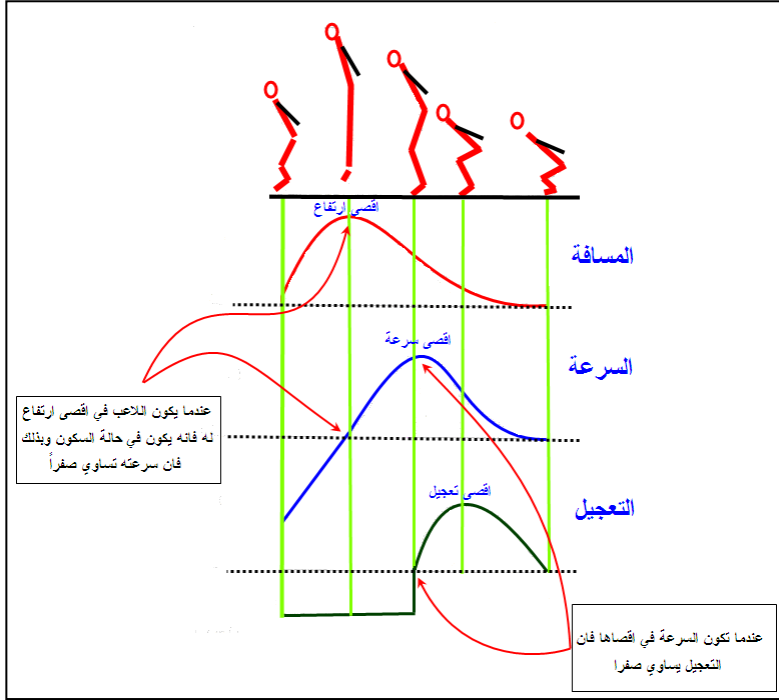
أما قوة التعجيل يشار به إلى المرحلة التي تبذل فيها القوة للوصول إلى بداية التعجيل بعد الانطلاق من الثبات

والتعجيل كمية ميكانيكية متجهه يجب ذكر مقدارها واتجاهها ومن الممكن إن يكون التعجيل ثابتا أو متغيرا ، فالتعجيل الثابت تكون السرعة بمقادير متساوية خلال فترات زمنية أي بسرعة ثابتة أو متساوية التزايد وبزمن معلوم عند ذلك يكون مسار التعجيل ثابتا .

العلاقة بين المسافة والسرعة والتعجيل

في الشكل التالي يتم توضيح اختبار القفز العالي من الثبات ويلاحظ بان مسار نقطة مفصل الورك سيتحرك إلى الأعلى ثم يرجع إلى نقطة البداية ، إما في حالة الركض أو المشي من الثبات فان المسافة تقدر بالأمتار طولا وليس ارتفاعا وسنلاحظ ارتفاع وانخفاض في مسار نقطة الورك وفقا لمرحلتي الارتكاز الأمامي والخلفي إذ إن مفصل الركبة ستنتهي بعد وضعه على الأرض وصولا إلى أقصى انثناء ثم تبدأ هذه الزاوية بالانفراج وفي لحظة اجتياز مركز كتلة الجسم للخط العمودي الوهمي القائم على رجل الاستناد وزيادة الانفراج في زاوية الركبة تؤدي إلى ارتفاع مسار نقطة الورك ، ولذلك فان مسار نقطة الورك سيكون على شكل منحنى في تزايد وتناقص ووفقا لذلك فان السرعة ستظهر على شكل مسار منحنى أي في المشي والركض نجد أكثر من منحنى ويتناوب التعجيل وفقا لذلك .

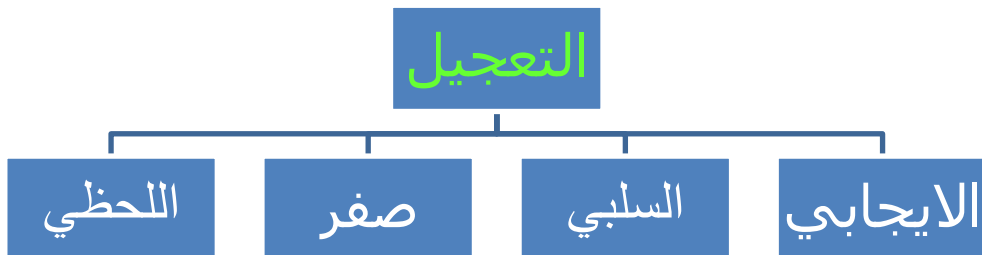
أ.د. فهد موسى مجيد أمين



يوضح العلاقة بين المسافة و السرعة و التعجيل

ونستنتج من الشكل السابق إن التعجيل يكون صفراً عندما تصل السرعة إلى أقصاها ، كما إن السرعة تكون صفراً عندما يحدث سكون للجسم في اعلي نقطة.

التعجيل: هو مقدار التغير بالسرعة في وحدة الزمن.



أنواع التعجيل

١- التعجيل الإيجابي: هو تزايد السرعة تدريجيا خلال وحدة الزمن. مثل يبدأ عداء بالركض ويقطع (١٠م) الأولى بزمن قدره (٢ثا) و(١٠م) التي تليها (٨,٨ثا) بينما (١٠م) الثالثة ب(٦,٦ثا). أي المسافات متساوية في أزمنة تقل تدريجيا. (الأمطار الأولى).

٢- التعجيل السلبي: هو تناقص السرعة تدريجيا خلال وحدة الزمن. لمثال السابق المسافات متساوية ولكن بأزمنة متزايدة. (آخر ١٠ أمتار للعداء).

٣- التعجيل مساويا صفر: أي أن حركة الجسم تكون منتظمة, المسافات متساوية مع أزمنة متساوية. (٤٠-٦٠م).

التعجيل = يكون صفرا عندما تصل السرعة أقصاها. كما أن السرعة تكون صفرا عندما يحدث سكون للجسم في أعلى نقطة.

٤- التعجيل الثابت: تكون السرعة بمقادير متساوية خلال فترة زمنية أي بسرعة ثابتة أو متساوية التزايد وبزمن معلوم عندما يكون مسار التعجيل ثابتا.

$$\text{التعجيل} = \text{السرعة} / \text{الزمن}$$

أ.د. فهدوس مجيد أمين

٥- التعجيل اللحظي: مهم التعجيل الذي يحدث في لحظات معينة, من لحظة بداية الحركة إلى نهايتها. مثل انطلاق القرص, الضربة الساحقة بالكرة الطائرة, لحظة رفع الأثقال من الأرض إلى مستوى الكتف, لحظة الهجوم في المباراة.

التعجيل اللحظي = التغير بالسرعة / التغير بالزمن

(السرعة النهائية-السرعة الابتدائية) / (ن٢-ن١)

العلاقة بين السرعة والتعجيل

إن حركة اللاعب تتأثر بالتزايد أو النقصان تحت تأثير أنواع مختلفة من القوى لذلك من المهم معرفة متغيرات السرعة على أساس فترات زمنية محددة . ومن أمثلة ذلك عداء ١٠٠ متر يبدأ بالانطلاق عند سماع إشارة البدء ثم يبدأ بزيادة سرعته إلى أقصى درجة ممكنه وعند الوصول إلى أقصى قدراته ألدنيه يستمر بهذه السرعة ويحاول الحفاظ عليها قدر الإمكان وفي هذه الحالة تبدأ سرعته بالتناقص (في الجزء الأخير من السباق).

وحدة التعجيل

المتري الثانية

١ ÷ الثانية

المتري ١ المتري

$$= \frac{\text{المتري}}{\text{الثانية}} = \frac{\text{المتري}}{\text{م}^2/\text{ث}^2} =$$

التعجيل = السرعة النهائية - السرعة الابتدائية / الزمن

$$ع = س٢ - س١ / ن$$

١- مثال/ ينطلق عداء من نقطة (أ) وبسرعة (٤ م/ثا) وعندما وصل إلى نقطة (ب) بلغت سرعته (٨ م/ثا) وكان زمن قطع المسافة هو (٢ثا). ما هو مقدار التعجيل؟

$$ج = س٢ - س١ / ن$$

= ٨ - ٤ / ٢ = ٢ م/ثا^٢ قيمة التعجيل وهو تعجيل موجب لان السرعة تتزايد

٢- مثال / ينطلق عداء من نقطة أ وكانت سرعته ٨ م / ثا وعندما وصل نقطة ب أصبحت سرعته ٤ م/ثا فكم قيمة التعجيل ؟ وما نوعه؟

$$ع = س٢ - س١ / ن$$

= ٤ - ٨ / ٢ = -٢ م/ثا^٢ هي قيمة التعجيل ونوعه سالب لان السرعة تتناقص

٣- مثال/ انطلق متسابق بسرعة بلغته (٣م/ثا), وبعد (٣ثا) بلغت سرعته (٧م/ثا) وبعد (٢ثا) بلغت سرعته (٦م/ثا), ما مقدار التعجيل لكل مرحلة زمنية؟

$$- \text{التعجيل الأول (ج١)} = ٧ - ٣ / ٣ = ٤,٣٣ \text{ م/ثا}^٢$$

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٥٦)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

$$م = س١ ن + ٢ \quad ع = (س١ + س٢) ن$$

١- مثال: انطلق عداء بسرعة ٤م/ثا وكانت سرعته النهائية ١٠م/ثا بزمن ٨م/ثا. جد المسافة؟

$$م = ١/٢ (س١ + س٢) ن$$

$$م = ٨(١٠ + ٤) 1/2 = ٨(١٤) 1/2 = ٥٦ م/ثا$$

إما إذا كانت سرعة العداء الابتدائية تساوي صفرا فان المعادلة تصبح كالآتي:

$$م = ع ن / ٢ \quad (س١ + س٢) هنا س١ صفر$$

٢- مثال: قام لاعب القرص بالرمي وكانت سرعته النهائية ١٠م/ثا وبزمن قدرة (٦م/ثا علما أن سرعته الابتدائية كانت صفر. جد المسافة؟

$$م = ع ن / ٢$$

$$م = ١٠ * (٦) / ٢ = ١٨٠ م/ثا$$

التعجيل اللحظي = التغير بالسرعة / التغير بالزمن.

$$\text{التعجيل اللحظي} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{ن} - \text{ن}١}$$

$$\text{ج لحظي} = \frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$$

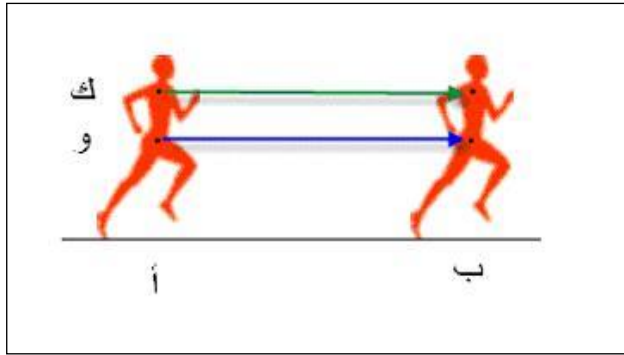
الأسبوع السابع

المسافة والإزاحة الزاوية

جميع الحركات التي تؤدي على محور وهمي أو حقيقي، خارجي أو داخلي فإنها حركات دائرية.

إن لأية دائرة بداية ونهاية، ومن المعروف أن زاوية أية دائرة هي (٣٦٠ درجة) تبدأ من (الصفر) بعكس عقرب الساعة وتنتهي في (٣٦٠ درجة).

النقطة التي تتحرك على محيط الدائرة تمتلك سرعة تسمى بالسرعة المحيطية أو الدائرية ووحدتها تماثل وحدة السرعة الخطية (مترًا ثانية) ، ولغرض توضيح السرعة المحيطية ومقارنتها بالسرعة الخطية فإننا نلاحظ المثال الآتي.



يوضح المسار الخطي لمفصل الورك والكتف في الركض

لو تحرك لاعب من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) وشخصنا نقطتان في جسم اللاعب وهما نقطة الورك (و) ونقطة الكتف (ك)، فإن المسافة المقطوعة لكلتا النقطتين تكون متساوية

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

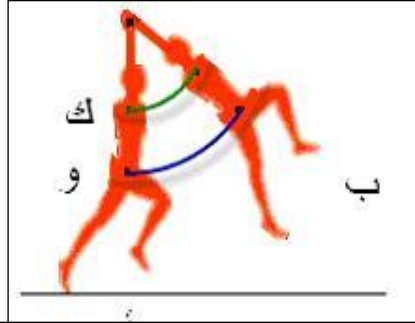
الفصل الأول & الفصل الثاني (٥٨)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

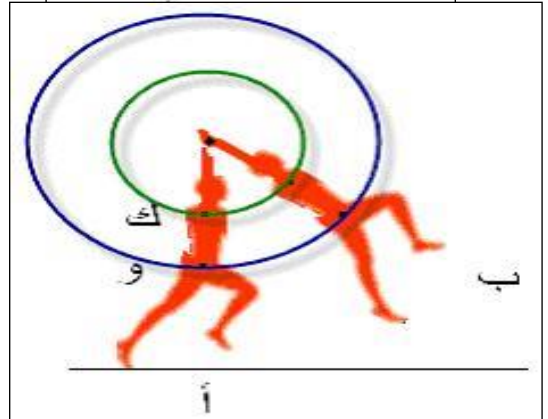
وبما أن النقطتين تحركتا في الوحدة الزمنية نفسها فإننا نستطيع الجزم بان سرعة النقطتين متساوية، أي إن سرعة نقطة الورك تساوي سرعة نقطة الكتف.

أما إذا راقبنا هاتين النقطتين على اللاعب نفسه وهو يؤدي المرحجة على جهاز العقلة وكما في الشكل التالي ، فإننا نلاحظ اختلاف في مدى حركة النقطتين فالمدى الحركي لنقطة الورك اكبر من المدى الحركي لنقطة الكتف أو بصياغة أخرى فان المسافة التي تحركها نقطة الورك اكبر من المسافة التي تحركها نقطة الكتف، قارن الإشكال التالية .

يوضح المسار الدائري لمفصل الورك والكتف في المرحجة على العقلة



يوضح الدوائر التي يمكن رسمها لمفصل الورك والكتف في المرحجة على العقلة



فلو تحركت نقطة (و) من منطقة (أ) ووصلت إلى منطقة (ب) فإنها ستكون قطعت مسافة اكبر من مسافة نقطة (ك)، ورغم أن النقطتين تحركتا في الوحدة الزمنية نفسها الا إن سرعة النقطة (و) لا تساوي سرعة النقطة (ك)، وهذا هو الاختلاف الثاني بين

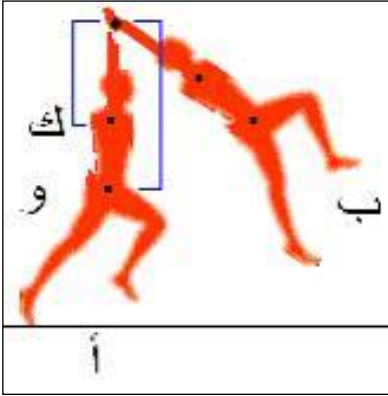
الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٥٩)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

الحركات الخطية والحركات الدائرية، فالاختلاف الأول وجود المحور. إما الاختلاف الثاني فهو نصف القطر

إن الفروق التي يمكن ملاحظتها بين النقطتين (و) و (ك) يمكن إيجازها بما يأتي



١- مدى حركة (و) اكبر من مدى حركة (ك)

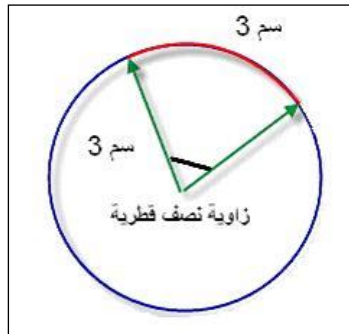
٢- بعد نقطة (و) اكبر من بعد نقطة (ك)

٣- سرعة نقطة (و) اكبر من سرعة نقطة (ك)

يوضح اختلاف ابتعاد لمفصل الورك والكتف من محور العقلة

وهناك اتفاق واحد بين النقطتين وهي أنهما تتحركان في الزاوية نفسها (هـ)، كما موضح

في الشكل أدناه.



يوضح موقع الزاوية نصف القطرية

والتساؤل المهم ، هل يمكن حساب سرعة هاتين النقطتين ؟ الجواب: نعم ، إذ سيتم دراستها وفقا للزوايا وتسمى السرعة التي تقيس الزاوية في وحدة الزمن بالسرعة الزاوية

وقانونه :

قيمة الزاوية

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{..... (١)}}{\text{الزمن}}$$

الزمن

ملاحظة:

(إذا تكررت الدورة مثلا لعدة مرات فان الإزاحة الزاوية تكون لمرة واحدة).

١- مثال: مطرقة تدور ٣ مرات؟ ما هي مسافة الزاوية وإزاحة الزاوية.

المسافة الزاوية = $3 \times 360 = 1080$ درجة

إما الإزاحة الزاوية = (1×360) درجة

٢- مثال: لاعب كرة السلة طول ذراعه (٦٠ سم) نفذ رمية بزمن (٠,٢٥ ثا)

قطعت خلالها ذراعه (٨٥ درجة). اوجد السرعة الزاوية.

س ز = الإزاحة الزاوي / الزمن

$$= 85 / 0,25 = 340 \text{ درجة/ثا}$$

وهذا القانون لا يكون صحيحا في إجراء المقارنة بين سرعتي النقطتين لأنهما يحدثان على نفس الزاوية وفي الزمن نفسه أي أن سرعتهما الزاوية هي نفسها وبوحدة (درجة اثنائية)، فمن الأفضل الاستفاده من الاختلافات بين النقطتين، أي أن نستخدم (طول القوس) لأنه متباين عند النقطتين وكذلك (نصف القطر) أي البعد عن المحور وهو أيضا متباين لدى النقطتين.

سنلجأ إلى الزاوية نصف القطرية لأنها تعرف بأنها (النسبة بين طول القوس ونصف

القطر)

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٦١)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

طول القوس

الزاوية نصف قطرية = (٢)

نصف القطر

وتعرف الزاوية نصف قطرية بأنها الزاوية التي تقابل قوسا طوله يساوي طول نصف

القطر.

إذا استخدمنا الزاوية هذه بدلا من الزاوية في القانون (١) سنحصل على مكسبين أولهما أننا سنعطي وبدقة تحرك كل نقطة وفقا لمداها وبعدها ، وثانيا إن الوحدة الحالية لقيمة الزاوية سوف لن تكون بوحدة الدرجة وهذا سيساعدنا (لاحقا) في اشتقاق معادلة للسرعة المحيطية.

إن وحدة الزاوية في المعادلة رقم (١) بالدرجة أما قيمة الزاوية في المعادلة رقم (٢) فإنها بدون وحدة لان طول القوس بالمتري أو السنتيمتر وكذلك وحدة نصف القطر فتكون وحدة هذه الزاوية هي (م ÷ م = ١). إما المساحة المحصورة بين ضلعي نصف القطر وطول القوس تسمى بالقطاع ، ونلاحظ وجود عدد (٦.٢٨) قطاعا في الدائرة الواحدة ، أي إذا اخذنا نصف قطر معين ووضعنا بقدر ذلك مسافات على محيط الدائرة فان عدد المقاطع ستساوي (٦) مع بقاء مقطع صغير يتم تقسيمه على المقاطع الاخرى لتصبح (٦.٢٨) مقطع أو قطاع ، وعند قياس الزاوية في كل مقطع سنجد أنها تساوي (٥٧.٣٢٤ درجة) وهي قيمة الزاوية نصف القطرية.

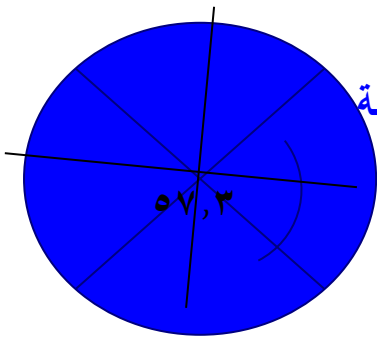
ملاحظة:

● المساحة المحصورة بين ضلعي نق وطول القوس تسمى القطاع.

وجد أن الدورة الكاملة الواحدة تساوي (٦,٢٨) قطاعا وعلى هذا الأساس

فان

القطاع الواحد يمكن احتساب قيمته بالدرجات ويساوي



$6,28/360 = 0,00174$ ويمكن تقريبه إلى $0,7,3$ درجة

أي زاوية كل قطاع (ز نق) هي $0,7,3$

٣- مثال: أثناء رمي مطرقة تدور ثلاثة دورات أفقية بزمن قدره (٢,٥ ثا).

احسب كم درجة تقطع المطرقة في الثانية وكذلك كم قطاع, في الثانية.

بما أن المطرقة تتحرك ٣ دورات فهي تقطع $3 \times 360 = 1080$ درجة

عدد الدرجات في الثانية الواحدة $= 1080 / 2,5 = 432$ درجة

عدد القطاعات في الثانية الواحدة $= 432 / 0,7,3 = 7,5$ قطاع

حساب المسافة على محيط الدائرة

توجد طريقتين إما عن طريق محيط الدائرة (النسبة الثابتة ٣.١٤) إذ علمنا ربع

محيط الدائرة أو نصفه وهكذا أو عن طريق قيمة القطاع (٥٧.٣٢٤)

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٦٣)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

ركض عداء في منحنى أي نصف محيط دائرة وكانت لدينا نصف القطر فقط

(٣١.٨٢ متر)

محيط الدائرة = ٢ × نصف القطر × النسبة الثابتة

$$= ٢ \times ٣١.٨١ \times (٧ \div ٢٢)$$

$$= ٣.١٤ \times ٣١.٨١ \times ٢$$

$$= ٢٠٠ \text{ متر تقريبا}$$

نصف المسافة هي ١٠٠ متر

إما الطريقة الثانية فلو تحرك العداء من البداية إلى نهاية المنحنى فانه قد قطع ١٨٠

درجة وعلى نصف قطر ٣١.٨١

المسافة = نصف القطر × الزاوية ÷ القطاع

$$\text{المسافة} = ٣١.٨١ \times ١٨٠ \div ٥٧.٣٢٤$$

$$= ٥٧٢٥.٨ \div ٥٧.٣٢٤$$

$$= ١٠٠ \text{ متر تقريبا}$$

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٦٤)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

الاسبوع الثامن الامتحان الثاني

الأسبوع التاسع

علاقة السرعة المحيطية بالسرعة الزاوية

لا نستطيع إن نفترض بان (السرعة المحيطية = السرعة الزاوية) وذلك لاختلاف وحدات كل مصطلح ، فوحدة السرعة المحيطية هي م / ثا إما وحدة السرعة الزاوية فهي درجة / ثا ، ولكي تكون هناك علاقة فعلية بين المصطلحين فإننا نقوم بمجموعة من الإجراءات منها إننا نستخدم الزاوية نصف قطرية بدون وحدة بدلا من الزاوية بوحدة الدرجة

$$\text{السرعة الزاوية} = \text{قيمة الزاوية (درجة)}$$

الزمن (ثانية)

قيمة الزاوية التي سنعتمدها فهي الزاوية الموجودة في المعادلة رقم (٢) أي الزاوية النصف قطرية

الزاوية نصف قطرية ١

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{.....}}{\text{الزمن}} \text{ (٣)}$$

ثانية

الزمن

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٦٦)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

نحتاج إلى قياس بوحدة المتر أو السنتمتر، تحدثنا سابقا إننا لا نستطيع مقارنة نقطتان تبتعدان عن بعضيهما على نفس المحور وعلى نفس خط العمل بسبب اختلاف أنصاف الأقطار، إذن يمكننا اعتماد نصف القطر في المعادلة وطالما إن نصف القطر تتناسب طرديا مع السرعة فإن أفضل مقياس نعتمده هو نصف القطر. وهكذا فإن وحدة السرعة الزاوية ستكون مساوية لوحدة السرعة المحيطية أو بمعنى آخر إن

$$\text{السرعة المحيطية} = \frac{\text{الزاوية نصف قطرية}}{\text{الزمن}} \times \text{نصف القطر} \dots\dots\dots (٤)$$

الزمن

$$\text{أو إن} \dots\dots\dots \text{السرعة المحيطية} = \text{السرعة الزاوية} \times \text{نصف القطر}$$

ويجب إن نفهم جيدا بان وحدة السرعة الزاوية الموجودة في المعادلة اعلاه هي (١ اثا) وليست (درجة اثا)

من المعادلة اعلاه نستنتج ما يأتي

١- إن السرعة المحيطية تتناسب طرديا مع نصف القطر بثبات السرعة الزاوية

٢- إن السرعة المحيطية تتناسب طرديا مع السرعة الزاوية بثبات نصف القطر

مثال: تحرك جسم من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) بزمن قدره (٠.٣ ثا) وقطع زاوية مقدارها (٩٠ درجة) وكان بعد هذا الجسم عن محور الدوران (٠.٠٦ متر). احسب السرعة المحيطية واحسب السرعة المحيطية عند مضاعفة نصف القطر.

نحول قيمة الزاوية من وحدة الدرجة إلى وحدة نصف قطرية

الفصل الأول & الفصل الثاني (٦٧)

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

أ.د. فهدوس مجيد أمين

طول القوس

_____ = الزاوية

نصف القطر

طول القوس = الزاوية \times نصف القطر

طول القوس = 0.06×90

= 5.4 درجة . م

نقسم الرقم أعلاه على زاوية القطاع 57.324 وهي ثابتة فنتخلص من وحدة الدرجة

0.09

0.06

قيمة الزاوية نصف قطرية =

$0.09 = 57.3 / 0.4$ م

طول القوس =

قيمة الزاوية نصف قطرية = 1.5 بدون

وحدات

أما إذا كان نصف القطر $(0.12 = 2 \times 0.06)$

طول القوس $= 0.12 \times 90$

طول القوس $= 10.8$ درجة . م

طول القوس $= 0.19$ م

0.19

قيمة الزاوية نصف قطرية = _____

0.12

قيمة الزاوية نصف قطرية $= 1.08$ بدون وحدة

1.08

السرعة المحيطية $=$ _____ \times 0.12

0.3

السرعة المحيطية $= 0.63$ م/ثا

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٦٩)

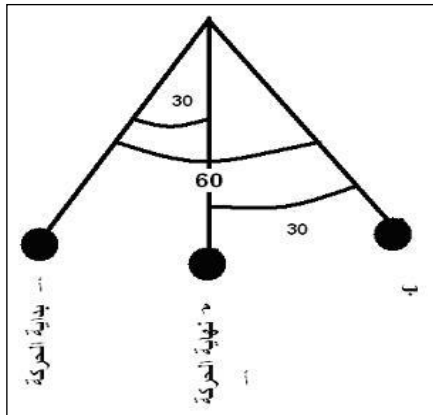
أ.د. فهدوس مجيد أمين

أي بمضاعفة نصف القطر تتضاعف السرعة المحيطية ، ولاحظ بان قيمة الزاوية نصف قطرية بقيت كما هي

في الدائرة الواحدة فان الزاوية تساوي ٣٦٠ درجة لذلك فان أية مسافة زاوية ستكون مساوية للإزاحة الزاوية مثلما في ركض المستقيم (١٠٠ متر مثلا) باستثناء الدورة الكاملة فإنها تبدأ من نقطة الصفر وتنتهي في نقطة ٣٦٠ درجة فان إزاحتها (صفر) مثلما تحدث في ركض (٤٠٠ متر) ، وحتى الزاوية ٣٥٩ فان مسافتها الزاوية تساوي إزاحتها الزاوية ، فمثلا إن الإزاحة الزاوية لدرجة ٩٠ هي نفسها . أما الدرجة ٣٧٠ فان إزاحتها (٣٦٠ - ٣٧٠ = ١٠ درجة)

أما إذا تكررت هذه الدورة مثلا لعدة مرات فان الإزاحة الزاوية تكون لمرة واحدة فلو إن مطرقة تدور ٣ دورات ، إذا علمنا إن كل دورة هي ٣٦٠ درجة فان المسافة الزاوية هي (٣ × ٣٦٠) أما الإزاحة الزاوية فهي (١ × ٣٦٠)

في البندول الأمر يختلف فإننا نمسك الخيط أو الجزء الذي سيتأرجح ثم نطلقه فيذهب من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) مارا من منتصف المسافة (م) وسيتكرر ذلك ولكن البندول سيستقر في (م) فان الإزاحة الزاوية هي (أ إلى م) أما المسافة الزاوية فهي كل المدى



المسافة الزاوية = (٦٠ + ٣٠)

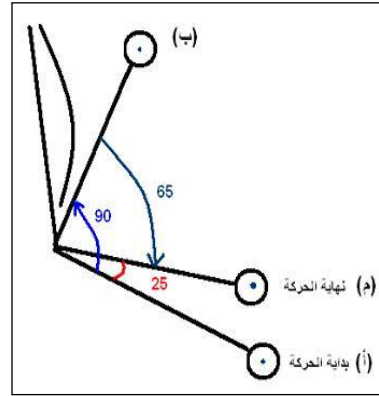
الإزاحة الزاوية = ٣٠

يوضح الزوايا

المتوقعة في مرجحة

حرة لجسم (بندول)

وكذلك فان تمرين (كيرل) تني ومد الدمبلص من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) ثم الرجوع إلى النقطة (م) فان الإزاحة الزاوية تحسب حسب مسألة البندول.



يوضح الزوايا المتوقعة في تمرين رفع الثقل على

الذراع (كيرل)

الذراع تبدأ بالثني من نقطة (أ) بداية الحركة فتصل إلى أقصى ثني في نقطة (ب) نهاية الثني تكون قد قطعت زاوية مقدارها (٩٠ درجة) ثم ترجع إلى الزاوية ٦٥ درجة نهاية الحركة وبذلك تكون قد قطعت مسافة زاوية مقدارها (٦٥+٩٠) أما الإزاحة الزاوية فهي (٢٥ درجة) وهي قيمة الزاوية بين بداية الحركة ونهايتها. أي اننا نحدد نقطتين هما بدأ الحركة ثم انتهائها.

مثال: لاعب كرة القدم أثناء ضربه للكرة كانت السرعة الزاوية للرجل (٦٠

د/ثا). احسب السرعة المحيطية لكل مفصل الركبة ومفصل القدم. علما أن

البعد بين محور الدوران (مفصل الورك) ومفصل الركبة هو (٠,٤٠ م)

والبعد بين محور الدوران والقدم (٠,٨٠ م).

$$س م = س ز X نق$$

$$س م = ٦٠ X ٤٠,٤٠ = ٢٤ م/ثا السرعة المحيطية للركبة.$$

■ إما سرعة مفصل القدم المحيطية

$$س م = ٦٠ X ٨٠,٨٠ = ٤٨ م/ثا السرعة المحيطية للقدم.$$

* ملاحظة:

■ في الدائرة الواحدة ٣٦٠° (أي المسافة زاوية تكون مساوية للإزاحة الزاوية). مثل ركض ١٠٠ م.

■ في الدورة الكاملة تبدأ من نقطة ٣٦٠° فان إزاحتها (صفر) مثل ركض ٤٠٠ م حتى درجة ٩٠ هي نفسها... إما الدرجة ٣٧٠° فان إزاحتها (٣٦٠ - ٣٧٠ = ١٠ درجة).

■ إما إذا تكررت هذه الدورة لعدة مرات مثلا ٣ مرات تكون المسافة (٣ * ٣٦٠) إما إزاحته فهي (٣ * ٣٦٠).

(تعريفات وقوانين ميكانيكية)

- محصلات السرعة: (net speed)
- المحصلة: هو مقدار القيمة الناتجة من جمع أو طرح متجهات للسرعة أو القوة سواء كانت على خط مسار واحد أو متعامدة أو تشكل زاويا بينها
- التعجيل (acceleration): هو التزايد أو التناقص في السرعة ، وقد يكون التعجيل موجب (تصاعدي) أو سالب (تناقصي) ، وقد يكون منتظم أو غير منتظم .
- السرعة الزاوية (angular velocity): هي معدل الانتقال الزاوي للجسم .
- السرعة المحيطية : هي النسبة بين المسافة التي يقطعها الجسم على محيط دائرة إلى الزمن المستغرق .
- الزاوية نصف القطرية : هي الزاوية المقابلة لقسوس الدائرة الذي قطعه الجسم في حركته والذي يساوي طوله نصف قطر الدائرة .
- التعجيل القطري (العمودي) : هي مركبة التعجيل التي تتأثر بنصف القطر .

الأسبوع العاشرة

(الكينماتيك الزاوي)

((المقذوفات في المجال الرياضي))

مصطلحات تتعلق بالمقذوفات

أقصى ارتفاع ذروة المسار: هو أعلى نقطة (موضع) يصل إليها المقذوف عن المستوى الأفقي المار بنقطة القذف ، وعندها تكون سرعته الرأسية تساوي صفر.

زاوية القذف: هي الزاوية المحصورة بين متجه السرعة الابتدائية ومحور السينات.

السرعة الابتدائية للمقذوف: هي السرعة التي ينطلق بها المقذوف

المدى: وهي المسافة بين نقطة القذف والنقطة التي يلاقي فيها الجسم المستوى الأفقي الذي قذف منه ، ويكون المدى الأفقي أكبر ما يمكن عندما تكون زاوية القذف تساوي 45° .

المقذوف: جسم حر الحركة في الهواء انطلق بتأثير القوة.

■ هو أي أداة أو جسم يكسر اتصاله مع شيء آخر وبزاوية معينة. مثل (لاعب وثب

الطويل يكسر اتصاله مع لوحة الارتقاء في مرحلة الارتقاء بزوايا معينة).

■ المقذوفات الأفقية مثل (رمي الثقل، رمي المطرقة، رمي القرص). أما المقذوفات العمودية

مثل (لاعب الترامبولين، الضرب الساحق، بداية الشوط لكرة السلة بالرمي). ولكن هناك

أنواع لا تعتبر مقذوف مثل (الصواريخ، الطائرات ذات محركات).

السرعة = الجذب x الزمن

قانون الجذب = السرعة / الزمن

كرة السلة عند سقوطها من السكون فان سرعتها ستبلغ بعد ثانية واحدة (٩,٨١) م/ثا وفي الثانية تصبح سرعتها (٩,٨١+٩,٨١=١٩,٦٢). فلو استغرقت الكرة عند سقوطها زمنا قدره (٣ثا) فإنها ستصطدم الأرض بسرعة مقدارها (٢٩,٤٣ م/ثا). وفقا للقانون:

السرعة = الجذب x الزمن

السرعة = ٩,٨١ x ٣ = ٢٩,٤٣ م/ثا

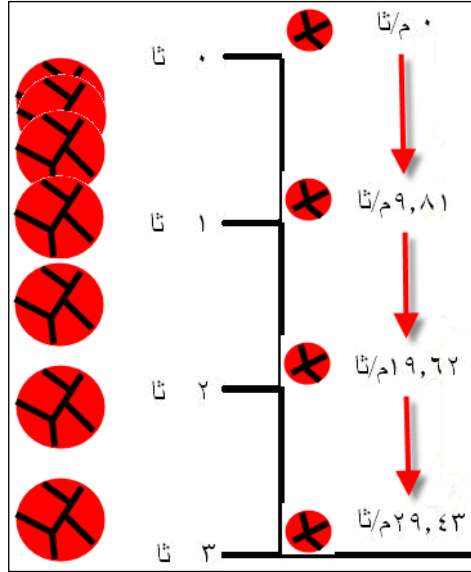
ملاحظة: في المقذوفات تكون الزوايا اقل من القائم تحدث بشكلين.

- تساوي نقطتي الانطلاق والهبوط.
- تباين النقطتين قد تكون نقطة الانطلاق أعلى من نقطة الهبوط. مثال : دفع الثقل أو رمي الرمح.
- وقد تكون نقطة الانطلاق ادني من نقطة الهبوط كما في التصويب بكرة السلة.
- بحسب فرق الارتفاع (ارتفاع نقطة الانطلاق – ارتفاع نقطة الهبوط) لذا في حالة الأولى دفع الثقل موجب وفي حالة الثانية تصويب بكرة السلة يكون الارتفاع سالب.

* العوامل أو المتغيرات المؤثر في حركة المقذوفات:

- الزمن الذي يستغرقه المقذوف.
- أقصى ارتفاع يبلغه الجسم المقذوف
- المسافة الأفقية التي يقطعها الجسم المقذوف.
- المقذوفات الراسية: هي المقذوفات التي تأخذ المسار العمودي (راسي).
- المقذوفات الأفقية: هي المقذوفات التي تحدث مسارا أفقيا.

أ.د. فهد موسى مجيد أمين



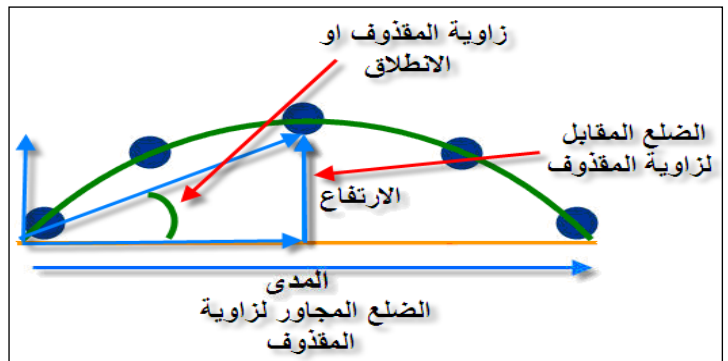
يوضح السقوط الحر لكرة السلة

ملاحظات على المقذوفات بزوايا (مثل ركل كرة القدم أو رمي الرمح أو الوثب الطويل... الخ)

١- أي مقذوف يمتلك مصطلحين أولهما (المدى) ويقصد به المسافة الأفقية لمسار المقذوف، والمصطلح الآخر هو (الارتفاع) ويقصد به المسافة العمودية للمقذوف.

٢- لكل من المصطلحين زمنين مختلفين فزمن الوصول إلى أقصى ارتفاع (المسافة العمودية) يختلف عن الزمن الكلي الذي استغرقه المدى أو المسافة الأفقية أو زمن الطيران.

شكل رقم (٣٢-٢) : يوضح مصطلحات المقذوف



الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٧٦)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

٣- إن العلاقة بين المسافة والزمن تحكمها مصطلح السرعة ، وبذلك فإن

$\text{المسافة الأفقية} = \text{السرعة المحصلة} \times \text{زمن المسافة الأفقية أو العمودية}$ <p>أو العمودية</p>

٤- مصطلح الجذب الأرضي يتعامل مع الارتفاع العمودي وليس له علاقة بالمدى أو المسافة الأفقية.

٥- طالما إن الارتفاع العمودي أو السرعة العمودية تحددها الجذب الأرضي فإن زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع (الارتفاع العمودي) يتم حسابه بوجود الجذب الأرضي.

٦- إن الارتفاع العمودي هو الضلع المقابل لزاوية المقذوف وبذلك فإن المسافة العمودية أو السرعة العمودية تتعامل مع جيب الزاوية.

٧- إن المدى الأفقي هو الضلع المجاور لزاوية المقذوف وبذلك فإن المسافة الأفقية أو السرعة الأفقية تتعامل مع جيب تمام الزاوية.

٨- يتم حساب أقصى ارتفاع يصله المقذوف من خلال القانون الآتي

$$\text{أقصى ارتفاع} = \frac{(\text{السرعة} \times \text{جيب الزاوية})^2}{2 \times \text{الجذب}}$$

أو

أ.د. فهد موسى مجيد أمين

$$\frac{\text{الجذب} \times (\text{الزمن})^2}{2} = \text{أقصى ارتفاع}$$

٩- يتم حساب زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع يصله المقذوف من خلال القانون الآتي:

السرعة × جيب الزاوية

$$\frac{\text{زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع}}{\text{الجذب}} =$$

١٠- من المتوقع إن أقصى ارتفاع يكون في منتصف المدى على اعتبار إن للمقذوف مسار على شكل قطع مكافئ ، وعليه فأن زمن طيران الأداة يحسب من الفقرة (٩) وذلك بضربها في (٢) وهو زمن المسافة الأفقية أو الطيران. وعليه فان الزمن يحسب وفقا للقانون أدناه

السرعة × جيب الزاوية

$$\frac{\text{زمن الطيران أو زمن المسافة الأفقية}}{\text{الجذب}} \times 2 =$$

أو

$$\text{زمن الطيران أو زمن المسافة الأفقية} = 2 \times \text{زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع}$$

١١- يتم حساب المسافة الأفقية وفقا للقانون أدناه:

المسافة الأفقية = السرعة المحصلة × جيب تمام زاوية المقذوف × الزمن الكلي

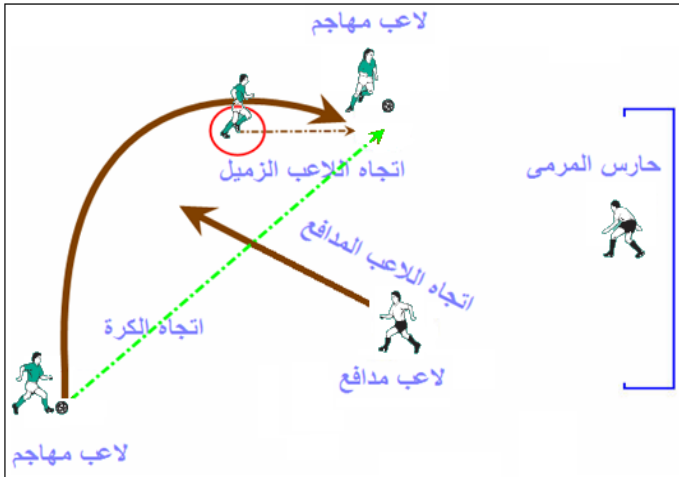
١٢- عندما تكون زاوية المقذوف (٩٠ درجة) فان قيمة جيب الزاوية هي (١)

وعندما تكون زاوية المقذوف (٤٥ درجة) فان قيمة جيب الزاوية تعود إلى (١)

عند ضربها في (٢)، وعليه فان أفضل زاوية للحصول على أفضل مسافة أفقية

محسوبة بـ (٢ × جيب الزاوية).

مثال : في الشكل التالي لاعب مهاجم يحاول إن يعطي مناولة عالية إلى زميله وهذا يعني إن الكرة ستصبح مقذوفا أي بحاجة إلى سرعة وزاوية ، ومن وجهة فان زميله يجب إن يتحرك كما إن اللاعب المدافع قد اكتشف خطة المناولة فتتحرك لحظة المناولة لقطع مسار الكرة فلو افترضنا إن اللاعب المدافع سيقطع مسار الكرة في منتصف المسافة أي يحتاج إلى التوقيت المناسب وهذا يتطلب معرفة زمن وصول الكرة لأقصى ارتفاعها ، ومن ناحية أخرى فان المطلوب من اللاعب المهاجم هو القفز لقطع المسار لان مسار الكرة عالي . فلو بلغت السرعة الابتدائية للكرة (١٢ م/ثا) وبزاوية (٣٥ درجة) . ما هو



المطلوب من اللاعب المدافع؟

يوضح التخطيط لقطع الكرة في كرة القدم وفقا لقانون المقذوفات

أ.د. فهد موسى مجيد أمين

(السرعة × جيب الزاوية)^٢

$$\text{أقصى ارتفاع} = \text{_____}$$

$$٢ \times \text{الجذب}$$

$$٢(٠.٥٧٣٦ \times ١٢)$$

$$\text{أقصى ارتفاع} = \text{_____}$$

$$٩.٨١ \times ٢$$

$$٢(٠.٥٧٣٦ \times ١٢)$$

$$\text{أقصى ارتفاع} = \text{_____}$$

$$٩.٨١ \times ٢$$

المطلوب من اللاعب

المدافع ان يرتفع

اعلي من (٢.٤١ متر)

لقطع مسار الكرة

$$\text{أقصى ارتفاع} = ٢.٤١ \text{ متر}$$

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٨٠)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

السرعة × جيب الزاوية

زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع =

الجذب

$$0.5736 \times 12$$

زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع =

$$9.81$$

المطلوب من اللاعب المدافع ان

زمن الوصول إلى = ٠.٧٠ ثانية يصل خلال اقل من (٠.٧٠ ثانية)

أقصى ارتفاع

لأقصى ارتفاع للكرة

كما يمكن معرفة أقصى ارتفاع بدلالة الزمن فإذا قفز لاعب خلال (٠,٧٠ ثا) بعد إطلاق الكرة لغرض قطع مسار الكرة فما هو الارتفاع المتوقع الذي يتم قطع مسار الكرة ؟

الجذب × (الزمن)^٢

الارتفاع =

أ.د. فهد موسى مجيد أمين

$$\frac{(0,70)^2 \times 9,81}{2} = \text{الارتفاع}$$

$$\frac{0,49 \times 9,81}{2} = \text{الارتفاع}$$

$$\frac{4,8069}{2} = \text{الارتفاع}$$

المطلوب من اللاعب المدافع إن يرتفع أعلى من (٢,٤١ متر) لقطع مسار الكرة	= ٢,٤٠٣٤٥ متر	أقصى ارتفاع
---	---------------	-------------

إن ارتفاع الكرة ثم هبوطها يعني إن الزمن الكلي هو ضعف احد الزمنين إما الارتفاع أو الهبوط

$$\text{الزمن الكلي (للمسافة الأفقية)} = 2 \times 0,70$$

أ.د. فهد موسى مجيد أمين

المطلوب من اللاعب الزميل إن يصل
الزمن الكلي (للمسافة) = ١,٤٠ ثانية إلى المكان المتوقع لتواجد الكرة خلال
(الأفقية)
(١,٤٠ ثانية)

المسافة الأفقية = السرعة المحصلة × جيب تمام زاوية المقذوف × الزمن الكلي

$$\text{المسافة الأفقية} = ١٢ \times ٠,٨١٩٢ \times ١,٤٠$$

المسافة الأفقية = ١٣,٧٦ متر ، الكرة ستقطع مسافة قدرها (١٣,٧٦ مترا) هل هذه
مسافة كافية لكي يستلم الزميل الكرة دون مشاكل من اللاعب المدافع

١٣,٧٦ متر

$$\text{معدل سرعة الكرة} = \frac{\text{مسافة}}{\text{زمن}} = \frac{١٣,٧٦}{١,٤٠} = ٩,٨٣ \text{ م/ثا}$$

١,٤٠ ثانية

المقذوفات الأفقية :- تشمل حالتين:

أولاً:- مستوى الهبوط اعلي من مستوى الانطلاق

ثانياً:- مستوى الانطلاق اعلي من مستوى الهبوط

علل ما يلي؟

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٨٣)

أ.د. فرحوس مجيد أمين

إن انسب زاوية للطيران وتحقيق مسافة هي ٤٥ حيث إن مستوى الهبوط يساوي مستوى الطيران

وعند اختلاف زاوية الطيران عن زاوية الهبوط تكون بسبب عوامل مثل مقاومة الهواء وسرعة المقذوف والفرق بين مستوى الانطلاق والهبوط.

أقسام المقذوفات

المقذوفات الشاقولية (العمودية)

أي إن الحركة في الاتجاه الرأسي وتشمل الأجسام التي تؤثر عليها الجاذبية الأرضية والتي تؤثر بتعجيل رأسي فعندما يرتفع جسم إلى الأعلى فإنه يهبط إلى الأسفل بنفس السرعة في أي نقطتين متقابلتين في إثناء القذف إلى الأعلى وهي حركة معجلة بانتظام في الاتجاه الرأسي أي أن المقذوف يتحرك بسرعة متغيرة بانتظام تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية (ج) وعلى هذا المحور فقط تنطبق معادلات الحركة الثلاث.

- إن اتجاه المركبة الرأسية للسرعة يكون في النصف الأول من رحلة القذيفة إلى أعلى ، وبعكس قوة الجاذبية الأرضية ولذلك تتأثر بفعل قوة الجاذبية الأرضية ، وعندما تصل القذيفة إلى أعلى نقطة " أقصى ارتفاع " أ و " الذروة " تكون سرعتها الرأسية صفر ، في حين تبقى سرعتها الأفقية ثابتة .

حركة المقذوفات

- ❖ إن أي جسم إثناء انطلاقه في الهواء يكون خاضعا لقوانين ثابتة تحدد خط سيره وكذلك المسافة التي يقطعها او الزمن الذي يستغرقه
- ❖ تمت دراسة حركة الأجسام الساقطة منذ إن وضع العالم الانكليزي نيوتن المفاهيم الأساسية للحركة واكتشافه قانون الجاذبية

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٨٤)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

- ❖ يطلق على الجسم الساقط للأسفل أو الصاعد للأعلى حركة تعجيل لا سرعته في تغير مستمر
- ❖ إن الجسم الذي ينطلق من الأسفل إلى الأعلى يتحرك بتعجيل تناقصي لان سرعته تقل تدريجيا بفعل تعجيل الجاذبية الأرضية
- ❖ إما الجسم الذي ينطلق من الأعلى إلى الأسفل فانه يتحرك بتعجيل تزايدى لان سرعته تزيد تدريجيا بفعل الجاذبية الأرضية

زمن صعود الجسم إلى أقصى ارتفاع = زمن هبوطه من أقصى ارتفاع

الزمن الكلي لتحليق الجسم = ضعف زمن الصعود = ضعف زمن الهبوط

يمكن معرفة المسافة في المقذوفات الشاقولية من خلال:-

$$١- المسافة = التعجيل الأرضي \times (\text{الزمن})^2 / ٢$$

م = ج \times ن $^2 / ٢$ يستخدم هذا القانون عندما يكون الزمن معلوم والسرعة مجهولة

$$٢- المسافة = س $^2 / ٢$ ج$$

م = س $^2 / ٢$ ج يستخدم إذا كان الزمن مجهول والسرعة معلومة

$$٣- السرعة = \sqrt{٢ \times \text{التعجيل الأرضي} \times \text{المسافة المقطوعة}}$$

$$س = \sqrt{٢ ج م}$$

١ - مثال: كرة تنطلق إلى الأعلى بسرعة ٨٠ قدم / ثا احسب أقصى ارتفاع تصله الكرة وكذلك الزمن الذي تستغرقه؟

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٨٥)

أ.د. فهد موسى مجيد أمين

$$\text{مسافة} = \text{س}^2 / ٢ \text{ ج}$$

$$\text{م} = (٨٠) / ٢ \times ٣٢ = ١٠٠ \text{ قدم أقصى ارتفاع يبلغه الجسم (مسافة المقطوعة)}$$

أما الزمن المستغرق فيمكن استخراجها من القانون الآتي:

$$\text{م} = \text{ج}^2 \text{ ن} / ٢$$

$$١٠٠ = ٣٢ \times \text{ن} / ٢$$

$$\text{ن} = ٢٠٠ / ٣٢$$

$$\text{ن} = ٦,٢٥$$

ن = ٦,٢٥ ثا زمن وصول إلى أعلى نقطة

٢- مثال/ قافز زانة يسقط باتجاه البساط بعد عبور العارضة بحيث كانت المسافة العمودية بين العارضة والسطح العلوي للبساط ١٨ قدما فما هي سرعة هبوط القافز عند ملامسته للبساط؟ وكم الزمن المستغرق؟ أو قانون (س/ج^٢)

$$\text{س} = \sqrt{٢ \text{ ج م}}$$

$$\text{س} = \sqrt{٢ \times ٣٢ \times ١٨}$$

$$\text{س} = \sqrt{١١٥٢}$$

$$\text{س} = ٣٣,٩٤ \text{ قدم}$$

$$\text{م} = \text{ج} \times \text{ن} / ٢$$

$$١٨ = ٣٢ \times \text{ن} / ٢$$

أ.د. فهدوس مجيد أمين

$$2 \times 18 = 2^2 \times 32$$

$$32 / 2 \times 18 = 2^2$$

$$1,125 = 2^2$$

إذا ن = ١,٠٦ ثا

الأسبوع الحادي عشر

* العوامل المؤثرة بالمقدوفات الأفقية

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٨٧)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

١- زاوية الانطلاق/ تؤثر تأثيرا كبيرا فإذا كانت ٩٠ فسوف يكون المسار راسيا إما إذا كانت (١٠) فإن المسار يكون طويلا ومنخفضا باتجاه أفقي.

٢- سرعة الانطلاق/ كلما زادت سرعة الانطلاق كلما زادت المسافة وتأتي أهميتها في فعاليات الوثب والقفز العالي.

٣- ارتفاع نقطة الانطلاق / وتأتي أهميتها في فعاليات الرمي.

٤- الجاذبية الأرضية.

٥- مقاومة الهواء.

ولإيجاد المسافة أو السرعة أو الزمن للمقدوف الأفقي نستخدم القوانين الآتية

- المسافة = (السرعة)² × جا ضعف الزاوية / التعجيل

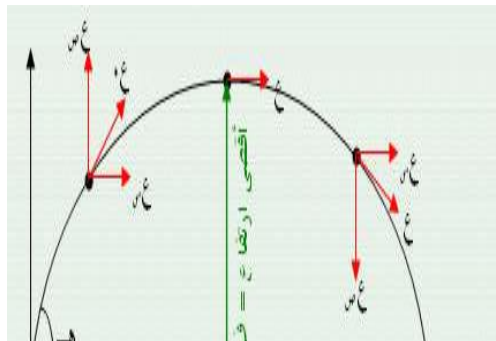
(لاستخراج المسافة)

م = س² × جا ٢ الزاوية / ج

ن = ٢ س × جا > / ج (لاستخراج الزمن)

ملاحظة :-

- إن تطبيق هذا القانون يمكن اعتماده فقط عندما تكون نقطة انطلاق الجسم بنفس مستوى هبوطه أو عندما يشار إلى سرعة مركز ثقل الجسم فالمسافة المقصود بها و هنا هي المسافة الأفقية من نقطة انطلاقه إلى حين بلوغه مسافة أفقية بنفس المستوى.
- إما اتجاه القذيفة عند أية لحظة فيحدد بالزاوية التي يصنعها متجه السرعة مع الأفقي ،



مثال/ ينطلق ثقل بسرعة (١٢م/ثا) وكانت الزاوية التي تنطلق بها تساوي (٤١°). احسب المسافة التي سيقطعها الثقل؟ علما إن جا ٨٢ = ٠,٩٩٠٣

المسافة = (السرعة)² x جا ضعف الزاوية / التعجيل

$$\frac{(12) \times 2 \times \text{جا } 41}{9,8}$$

$$= \text{م} \quad 9,8$$

$$\text{م} = 144 \times 0,9903 / 9,8$$

$$= 14,55 \text{ مترا المسافة الأفقية التي يقطعها الثقل}$$

مثال/ يقطع ثقل المسافة بين نقطة انطلاقة وهبوطه بفترة زمنية (٢ثا) وكانت زاوية انطلاقه مع الأفقي (٤٣°) احسب مقدار السرعة التي انطلق منها؟ جا ٤٣ = ٠,٦٨٢

الزمن = ضعف السرعة x جا الزاوية / التعجيل

$$\text{ن} = 2 \times \text{س} \times \text{جا } > /$$

$$\text{ن} = 2 \times \text{س} \times \text{جا } 43 / 9,8$$

$$2 = 2 \times \text{س} \times 0,682 / 9,8$$

$$\text{س} = 14,36 \text{ م/ثا سرعة انطلاقه الثقل}$$

الكورس الأول / علم البايوميكانيك الرياضي

الفصل الأول & الفصل الثاني (٨٩)

أ.د. فهدوس مجيد أمين

مثال/ يقطع ثقل المسافة الأفقية من نقطة انطلاقه وهبوطه بسرعة ١٤,٣٦ م وكانت الزاوية ٤٣ احسب الزمن؟ علما إن جا ٤٣ = ٠,٦٨٢

$$ن = ٢ س \times جا > / ج$$

$$ن = ٢ \times ١٤,٣٦ \times ٠,٦٨٢$$

$$ن = ١٩,٥٨ / ٩,٨$$

$$ن = ١,٩٩ ثا$$

+ تباين مستويات الانطلاق والهبوط:

١- حساب الزمن: ويستخدم إذا كان فرق الارتفاع صفرا أي أن مستوى الانطلاق يساوي مستوى الهبوط.

(السرعة \times جيب الزاوية)^٢ + (٢ \times الجذب \times فرق الارتفاع)

السرعة \times جيب الزاوية +

الزمن الكلي

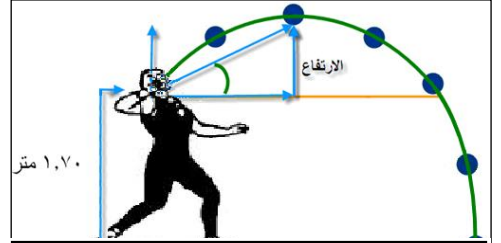
=

الجذب

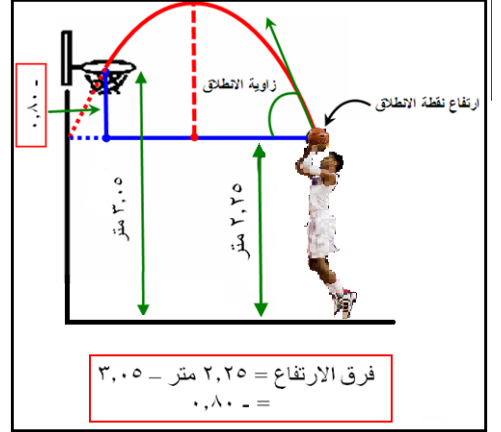
٢- يتم حساب المسافة وفقا للقانون:

المسافة لأفقية = السرعة المحصلة \times جيب تمام زاوية المقذوف \times الزمن الكلي

يوضح نقطة ارتفاع المقذوف (الثقل) وفرق الارتفاع
عن الأرض



يوضح نقطة ارتفاع المقذوف (كرة السلة) وفرق
الارتفاع عن الأرض



في تحليل الحركات يفضل إن يتم حساب زاوية الانطلاق بعد اجتياز الكرة لقطرها أي عند تحديد النقطة الثانية وذلك بمد خط بين النقطتين لاعتبارهما ضلعا لتحديد الزاوية ، ويجب الانتباه إلى حساب مركز ثقل الجسم فيفضل اجتياز نصف مساحة الورك عند رسم النقطة الثانية إلى الأعلى أو الأسفل ويمكن استخدام المماس.

(تعريفات وقوانين ميكانيكية)

- المقذوف :جسم حر الحركة في الهواء انطلق بتأثير قوة .

أ.د. فهدوس مجيد أمين

- (١) المقذوفات الرأسية (vertical projection): هي المقذوفات التي تأخذ المسار العمودي (راسي) .
- (٢) المقذوفات الأفقية (horsetail projection): هي المقذوفات التي تحدث مسارا أفقيا .

تمنيتي لكم بالتوفيق

الامتحان الثالث والختامي للكورس الأول