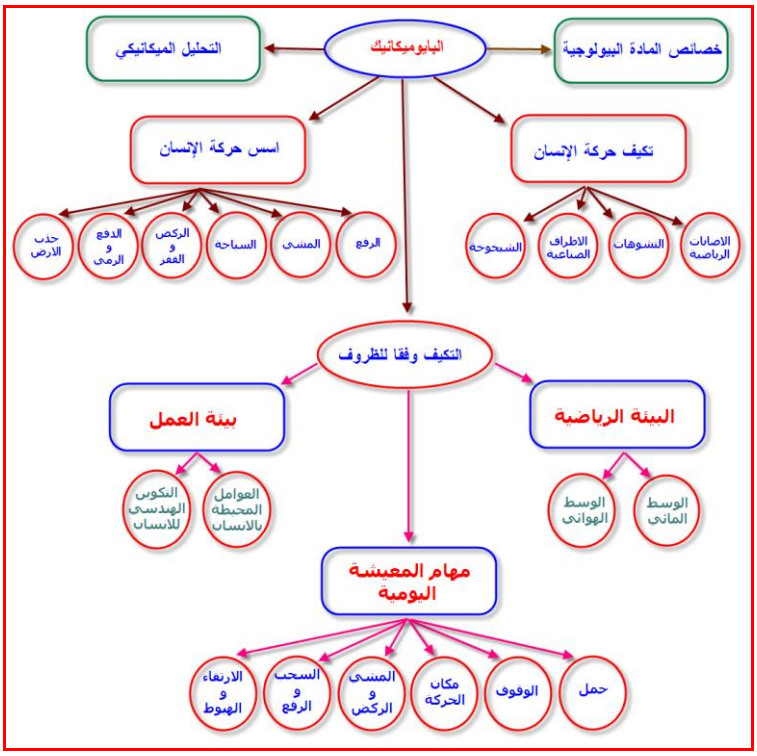
أ.د فردوس مجيد البياتي

الاسبوع الاول

البايوميكانيك

علم البايوميكانيك علم يبحث في حركة الإنسان او بعض أجزائه بطريقة موضوعية ملموسة سواء على سطح الأرض ، او في الماء ، او 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.



أ.د فردوس مجيد البياتي

يوضح التطبيقات البايوميكانيكية لحركة الإنسان

اما التحليل الحركي فهو جزء من دراسات البايوميكانيك ويقوم على اساس قياس كل من مصطلحات الزوايا والمسافات والازمنة والمسارات بغرض تطوير المهارات.

ويرتبط البايوميكانيك بعلاقة **مع علم التدريب الرياضي** من خلال قوانين نيوتن الثلاث وقانون الجاذبية التي هي من الامور الضرورية لفهم الاداء 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 اقسام 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. ايجاد 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 الاداة والرياضي
٦. وضع النماذج الميكانيكية المناسبة لغرض التعلم والتدريب
٧. وضع الحلول النهائية لتأهيل الاصابات الرياضية وتحسين القوام

أ.د فردوس مجيد البياتي

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 وتدربه على اكتشاف نقاط الضعف ويعمل على إصلاحها.

فروع البايوميكانيك

تم تقسيم علم البايوميكانيك الى فرعين رئيسين هما :

١) السكون او الاستاتيك (Static).

٢) المتحرك أو الديناميك (Dynamics).

(١) السكون او الاستاتيك

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 او ثبات ويتناول ظواهر مهمة في حياتنا اليومية كالعتلات ومركز ثقل الجسم .

(٢) المتحرك او 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 القوة والطاقة والتعجيل الحركي. او هو العلم الذي يهتم بدراسة الأجسام المتحركة بتعجيل تزايدي او تناقصي او الاثنين معا ، ويقسم هذا العلم الى قسمين مهمين هما :-

أ.د فردوس مجيد البياتي

(أ) الكينماتيك (Kinematics)

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

(ب) الكينتيك (Kinetics) :

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

الحركة

يطلق على جسم انه في حالة حركة من وجهة نظر البايوميكانيك عندما يغير مكانه خلال فترة زمنية ، ويدلل على حدوث الحركة بالمقارنة نسبة الى ثبات او حركة الاجسام في محيطه ويتم قياس اثر الحركة بالمقدار من خلال مصطلح المسافة اوالزاوية او الاثنان معا في وحدات مساحية او وحدات زمنية وينتج عن هذه الوحدات او المصطلحات مقادير للسرعة والتعجيل الخطي والزاوي.

- **<u>هناك شرطين أساسين للحركة هما</u>:**

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

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

أ.د فردوس مجيد البياتي

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 (تزايدي)، وحركة تعجيل متغير (تزايدي أو تناقصي).

ت-**الحركة الخطية (Linear motion)**: وفيها يتم انتقال الجسم أو مراكز ثقله أو أجزائه من وضع إلى أخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية متوازنة خلال انتقالها وان سرعة هذه الأجزاء متساوية وتحدث في خط مستقيم.(جمناستك الاكروبتيك ، 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 أجزاءه في حركته مسارات وخطوط دائرية ذات إنصاف أقطار غير متساوية وان أجزاء الجسم تنتقل هنا بسرعة مختلفة تبعا لاختلاف بعدها عن محور الدوران.

أشكال الحركات :

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

(١) أشكال الحركة من ناحية مسارها الهندسي :

(أ) الحركة بالمسار الخطي.

أ.د فردوس مجيد البياتي

في هذا النوع من الحركات يتم فيها انتقال الجسم او مراكز ثقله او أجزاءه من وضع الى اخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية خطية خلال انتقالها وان سرعة هذه الأجزاء تكون متساوية وتحدث في خط مستقيم بالاتجاه الافقي او العمودي. **ومن امثلة ذلك مسار مفصل الكاحل في التزلج على الجليد او مفصل الورك في الدراجات او في القفز العمودي.**

(ب) الحركة بالمسار المنحني.

في هذا النوع من الحركات يتم فيها انتقال الجسم او مراكز ثقله او أجزاءه من وضع الى اخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية منحية خلال انتقالها وان سرعة هذه الأجزاء تكون متساوية وتحدث في خط منحي بالاتجاهين الافقي والعمودي. **ومن امثلة ذلك مسار مفصل الورك في اجتياز الحواجز او الوثب الطويل**

(ج) الحركة بالمسار الدائري.

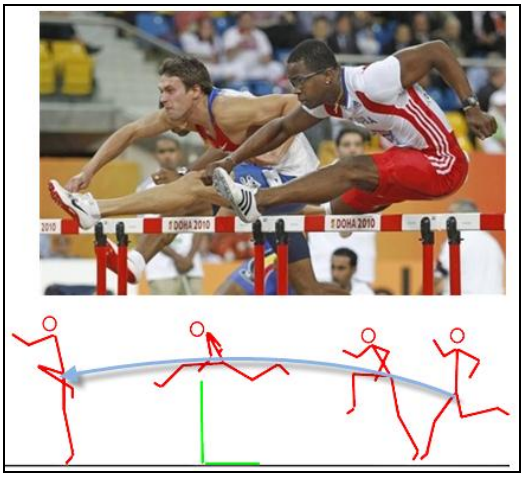
في هذا النوع من الحركات يتم فيها انتقال الجسم او مراكز ثقله او أجزاءه من وضع الى اخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية دائرية منتظمة او غير منتظمة وان سرعة هذه الأجزاء لاتكون متساوية وتحدث حول محور داخل الجسم او خارجه وان الجزء البعيد عن المحور يكون أسرع من الجزء القريب منه لأن المدى الحركي للجزء البعيد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

(د) الحركة بالمسار المتعدد:

في هذا النوع من الحركات يتم فيها انتقال اجزاء الجسم او مراكز ثقله من وضع الى اخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية دائرية منتظمة او غير منتظمة او خطية

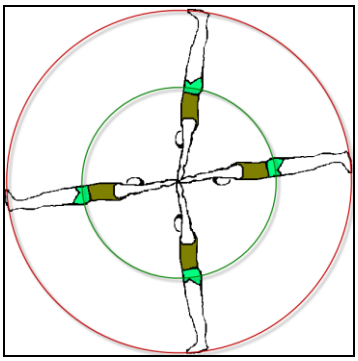
أ.د فردوس مجيد البياتي

او منحنية وان سرعة هذه الأجزاء لاتكون متساوية لتعدد مدياتها ، وربما ان الجزء نفسه ينتقل في الحركة نفسها من مسار الى اخر. ومثال ذلك مفصل القدم ومفصل الورك في الدراجات وكذلك مفصل اليد ومفصل الكتف في حركات الذراعين في السباحة حيث ان مسار مفصل اليد دائري في حين مفصل الكتف منحني ، **وكذلك مسار مفصل الورك في القفز على منصه القفز فهو شبه مستقيم في سرعة الركضة التقريبية ثم منحني الى الارتكاز باليدين على المنصه ثم دائري في حالة اداء دورة خلفية في الهواء وكذلك الغطس في السباحة.**

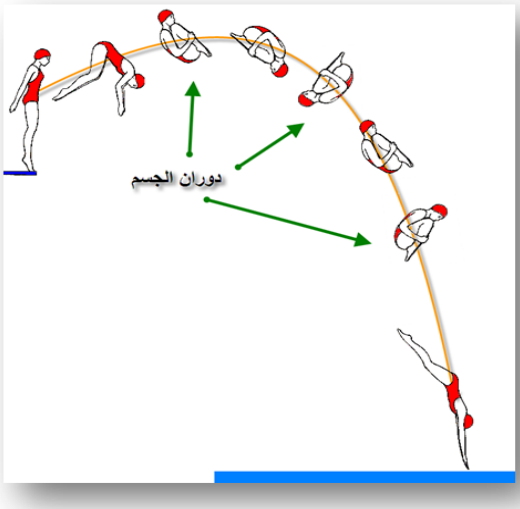


يوضح اجتياز الحواجز وهي حركة انتقالية منحنية

أ.د فردوس مجيد البياتي



يوضح الدورة العظمى في الجمناستك وهي حركة دائرية حول محور خارجي



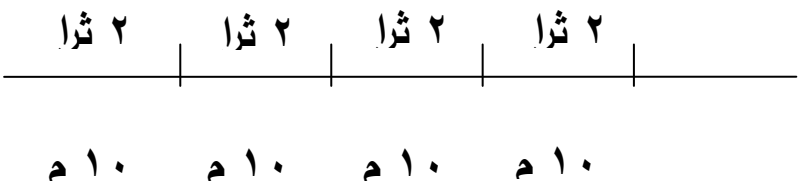
ذيوضح فعالية الغطس وهي حركة مركبة انتقالية ومنحنية مع دوران الجسم حول محور داخلي

أ.د فردوس مجيد البياتي

(٢) أشكال الحركات من ناحية المسار الزمني:

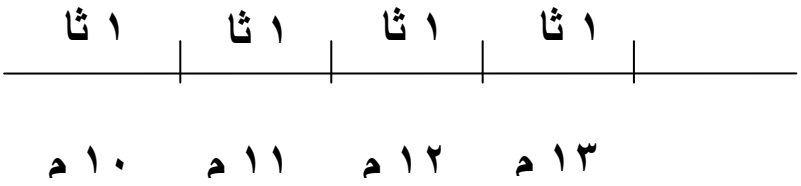
(أ) الحركة المنتظمة :

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



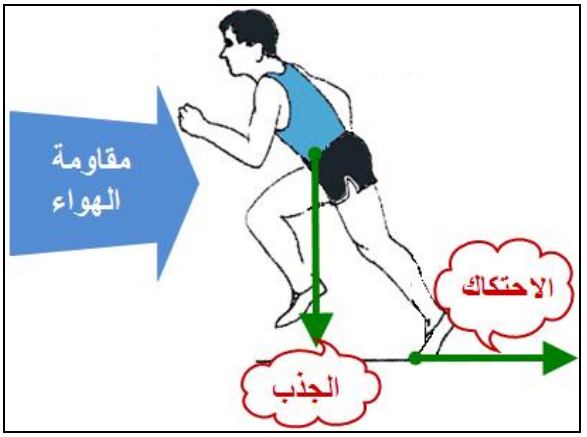
وتقسم الحركات غير المنتظمة الى :

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

أ.د فردوس مجيد البياتي

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 او قوى معوقة له ، فمثلا الماء الذي يعيق حركة الرياضي الى 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 الى الخلف ، كذلك نجد الهواء الذي يعيق حركة الرمح للأمام هو نفسه يساعد على حمل الرمح مسافة أبعد الى الأمام.



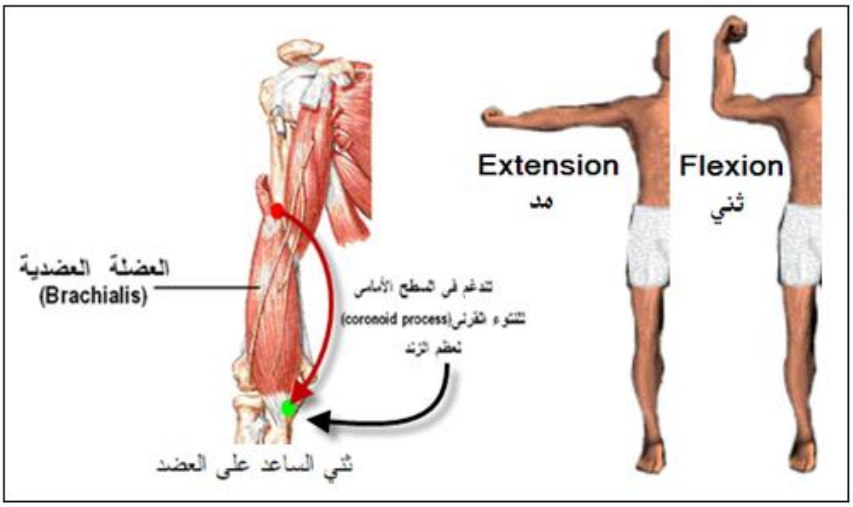
يوضح بعض القوى المؤثرة في الأداء

الحركات الأساسية في جسم الإنسان :

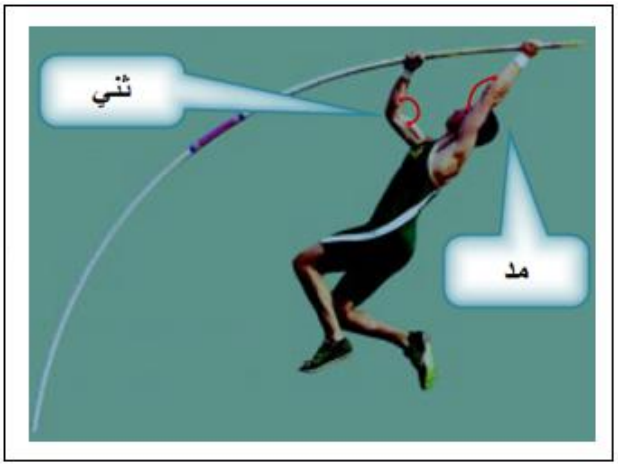
تظهر الحركة في المهارات الرياضية ويتم وصفها بمصطلحات تشريحية متفق عليها وهي حركات اساسية في جسم الانسان وادناه هذه الحركات:-

١- الثني : تقريب العظمين المتمفصلين الى بعضهما بحيث تصغر الزاوية بينهما. وتقوم العضلة العضدية (Brachialis) بثني الساعد على العضد.

أ.د فردوس مجيد البياتي



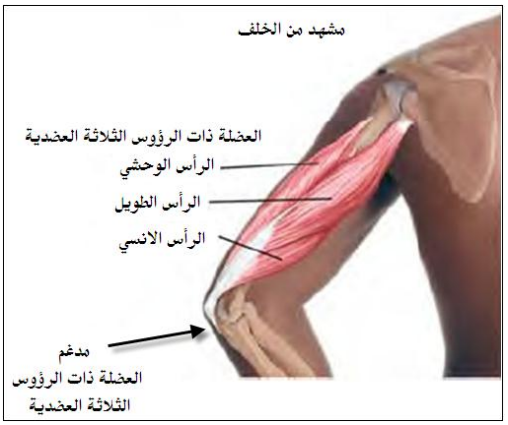
يوضح العضلات العاملة عند حركتي المد والثني



يوضح حركتي المد والثني في فعالية القفز بالعصا

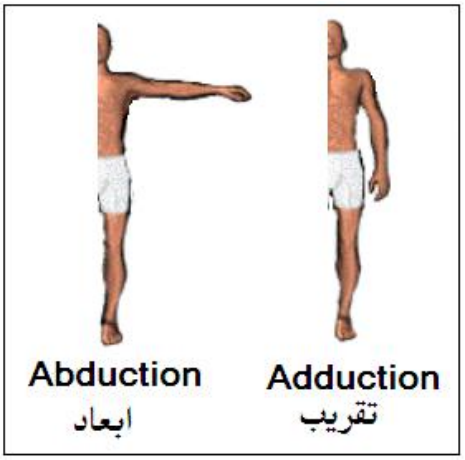
٢- المد : أبعاد العظمين المتمفصلين عن بعضهما بحيث تكبر الزاوية بينهما. وتقوم العضلة ذات الرؤوس الثلاثة (Triceps) بإبعاد الساعد عن عظم العضد.

أ.د فردوس مجيد البياتي



يوضح العضلة ذات الرؤوس الثلاث العضدية

٣- التقريب : تقريب أجزاء الجسم باتجاه المحور الشاقولي لـه. مثل تقريب الطرف العلوي او السفلي الى داخل الجسم.



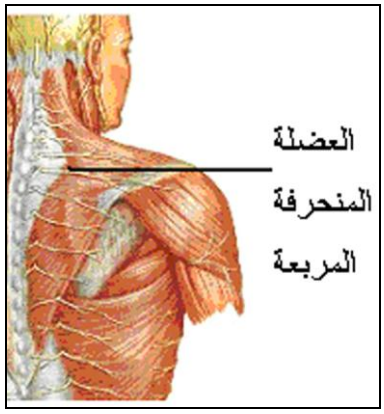
يوضح حركتي الابعاد والتقريب

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

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

أ.د فردوس مجيد البياتي

٦- الخفض : وهو خفض أجزاء الجسم الى الأسفل.تقوم العضلة المنحرفة المربعة (Trapezius) بمجموعة من الحركات الاساسية وتتواجد خلف العنق وفي أعلى الجذع وتنشأ من نتوء العظم المؤخرى ومن الرباط القفوى والنتؤات الشوكية(spines) للفقرات الصدرية والفقرة العنقية السابعة وتندغم فى الثلث الخلفى والوحشى للترقوة والحرف العلوي لشوكة عظم اللوح والحرف الأنسى للنتوء الاخرومى 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 الى الداخل والى الخارج.

٨- الكب: ويقصد بها تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق الى الداخل وحول المحور الطولي للساعد بحيث تواجه باطن اليد الأرض.

٩- البطح: ويقصد بها تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق الى الخارج بحيث يواجه ظهر اليد الأرض .

١٠- الدوران: ويقصد بها ان الجزء المتحرك برسم أثناء حركته دائرة وتشغل هذه الحركة مجموعة حركات الثني ، التبعيد ، المد والتقريب ، الرفع والخفض.

أ.د فردوس مجيد البياتي

نسبية الحركة

ان الأجسام في تحركاتها تقارن بالموجودات حولها ، فيمكن اكتشاف تحرك لاعب الوثب العريض بالمقارنة مع ثبات لوحة الارتقاء ، وكذلك عداء الموانع والحواجز بالمقارنة مع المانع او الحاجز ، كما يمكن ملاحظة ارتفاع لاعب الوثب العالي من خلال ثبات ارتفاع جهاز العالي. اذن فالحركة تحدث نسبة الى الموجودات المتحركة او الثابته.

ان المفهوم العام للحركة هو ان الجسم او أي جزء منه ينتقل من مكان الى اخر في فترة زمنية محددة ، فراكب الطائرة على سبيل المثال يشعر وكأن الطائرة واقفة لا تتحرك خلال الليل وفي الارتفاعات الشاهقة ، اما عندما ينظر من النافذة ويقارن وضعه الحركي في داخل الطائرة مع البيانات الموجودة يشعر بالحركة للطائرة . ان السبب في ذلك هو المقارنة بين النظام الثابت (البيانات على الأرض) مع حركة الطائرة . والعداء على سبيل المثال لا يمكن مقارنة سرعته عندما يركض لوحده ، إلا انه يمكن مقارنة سرعته عندما يتسابق مع آخرين حيث يتمكن من قياس سرعة حركته مع سرعة حركة الآخرين وبناءا لهذه المعلومات يمكن توزيع جهده كما يحدث في اركاض المسافات الطويلة من خلال اللاعب الارنب.

بناءا على ذلك فان الحركة ودراستها تتطلب معرفة النقطة الثابتة الدالة (نظام نسبي ثابت) او (منظومة الحساب) لمعرفة كمية واتجاه الحركة ، فخط البداية لعداء ١٠٠م يعتبر النقطة الثابتة على سبيل المثال .

أ.د فردوس مجيد البياتي

الاسبوع الثاني

الأبعاد الأساسية للحركة

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

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

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

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

يوضح نسبية الحركة وفقا للاعب زميل او لنقطة معينة في السباق

المستويات التي تحدث فيها الحركة

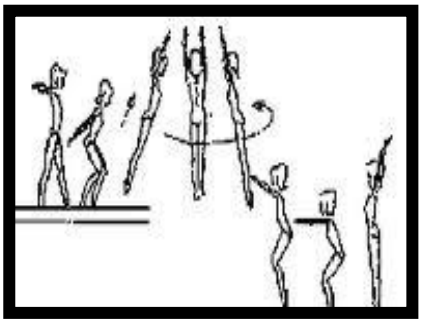
١- استنادا الى أبعاد الحركة او محاورها فانها أي الحركة تحدث في ثلاثة مستويات وهي:

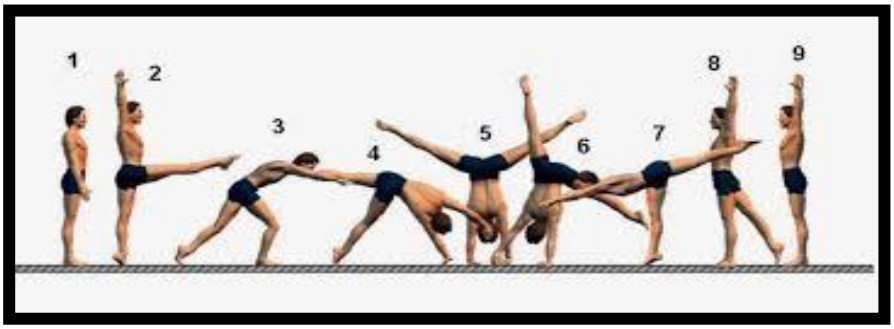
أ.د فردوس مجيد البياتي

١- المستوى (المسطح) الأمامي (Frontal plane) :هو المستوى الذي يقسم الجسم الى قسمين متساويين احدهما أمامي والآخر خلفي. **مثل(العجلة البشرية، القلبات والدحرجات الجانبية،القفز جانبا).**

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

٣- المستوى (المسطح) الجانبي (Profile plane) : هو المستوى الذي يقسم الجسم الى قسمين متساويين احدهما في اليمين والآخر في اليسار. **مثل(الدحرجات المكورة الأمامية والخلفية، القلبات في الغطس الأمامية والخلفية).**





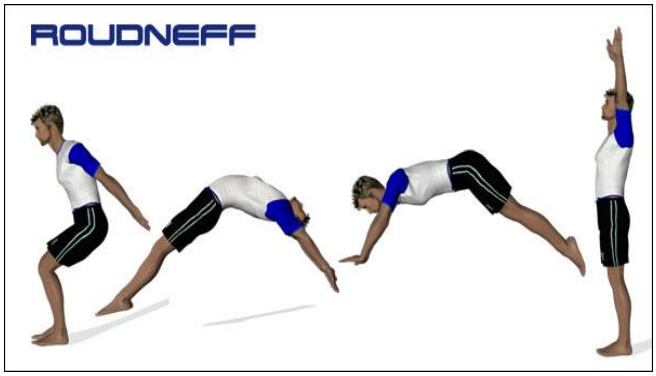
أ.د فردوس مجيد البياتي

المحور: <u>هو خط وهمي يمر أو يخترق الجسم</u>.

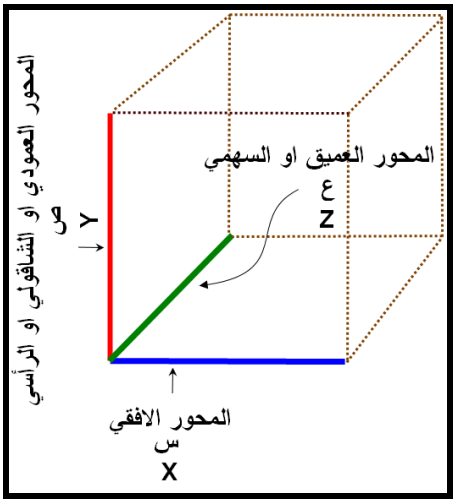
١- المحور الطولي (الشاقولي): وهو الخط الوهمي الذي يخترق أو (يمر) الجسم من قمة الرأس إلى أسفل الجسم.مثل(رامي القرص، رامي المطرقة، لاعب الجمناستك دوران حول نفسية في القلبات الهوائية).

٢- المحور الأفقي(العرضي): وهو الخط الوهمي الذي يخترق أو (يمر) من احد جانبي الجسم ويخرج من الجانب الأخر.مثل (حركات الثني والمد، دوران الجسم حول العقلة،دوران الجسم في الدحرجة 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، الدحرجات الجانبية)



أ.د فردوس مجيد البياتي

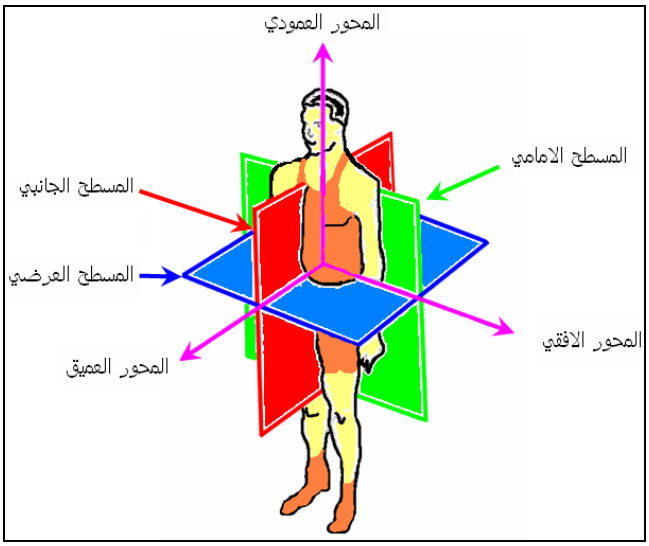


يوضح البعد الثلاثي (المحاور الثلاثة)

المحاور والمستويات في بعض الحركات

- ثني الرقبة أماما خلفا يحدث حول المحور الافقي ، وفي المستوى السهمي. الدحرجة 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)
- دوران الرقبة من اليمين الى اليسار يحدث حول المحور الصادي ، وفي المستوى العرضي. الدوران حول النفس (المحور عمودي والمسطح عرضي)

أ.د فردوس مجيد البياتي



يوضح المحاور والمسطحات التي تجرى عليها الحركات الرياضية

الحركة والعمل العضلي.

تتوقف القوة الناتجة لأداء حركة معينة على المجاميع العضلية المشتركة في الاداء فكلما ازدادت القوة المبذولة ازدادت كمية الحركة ، وتم تصنيف العضلات من حيث مشاركتها في الحركة الى اربع اصناف مهمة وهي:

(أ) العضلات المحركة الأساسية (Prime Movers):

هي العضلات المسئولة عن حدوث الحركة بشكل مباشر فمعظم حركات جسم الإنسان سببها عضلات محركة عديدة اما العضلات الأخرى التي تشارك كعضلات محركة بحكم انقباضها تحت ظروف خاصة تعد عضلات مساعدة .

(ب) العضلات المثبتة او الساندة (Stabilizing):

هي العضلات المسئولة عن تثبيت بعض أجزاء الجسم ضد شد العضلات المنقبضة او ضد القوى المتضادة ، واهم وظيفة تقوم بها هذه العضلات هي تثبيت طرق العظمة التي ترتبط فيها العضلة المنقبضة.

أ.د فردوس مجيد البياتي

(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 ان العضلة المحركة يؤدي انقباضها الى القبض والتقريب فان إحدى العضلات المسئولة عن التبعيد تعمل في هذه الحالة كعضلة معادلة لإلغاء الجزء الخاص بالتقريب كعمل غير مرغوب فيه .

(د) العضلات المضادة او المقابلة (Contra lateral) :

هي العضلات التي تعمل بعكس العضلات المحركة لوجودها في الجانب المقابل ، ويطلق عليها احيانا (الجاذبة العكسية او المقابلة) ، ان العمل العضلي اثناء ثني مفصل المرفق يؤدي الى 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 محركة ، اما دور العضلة ذات الرؤوس العضدية فتكون مضادة .

الفصل الثاني الاسبوع الثالث الكينماتك الخطي

المسافة والازاحة

المصطلح الانكليزي للمسافة (Distance) والإزاحة (Displacement) ، **وتعرف المسافة بأنها الفراغ المتاح بين نقطتين** اما **الإزاحة فتعرف بأنها الفراغ الموجود بين نقطتين** ، ويجب ان نفرق بين المتاح والموجود فالمتاح يعني عدم القدرة على تخطي الموانع و الحواجز الطبيعية او المصطنعة مباشرة إلا بالمرور من فوقها او تحتها او جوانبها مثلما يحدث في تمرينات الرشاقة (الجري المتعرج) ، اما الموجود فيعني تخطيها بالاحتفاظ على المسار نفسه ، أي المرور مستقيما او قطريا ولكن لا انحناء ولا تعرج ، وبذلك فان المسافة دائما اكبر من الإزاحة او تكون متساوية في بعض الأحيان ، وفي

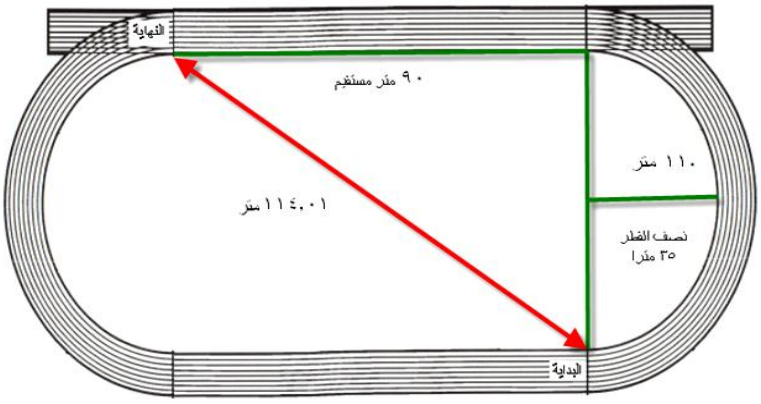
أ.د فردوس مجيد البياتي

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 اما في الأركاض فان الوصف الصحيح هي ازاحة ١٠٠ متر وليس مسافة ١٠٠ متر لان مسار مركز كتلة الجسم لا يسير مستقيما وإنما منحنيا وبذلك فأننا 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 اذا أخذنا بنظر الاعتبار مسافات المرور من فوق الحاجز، والأمر يختلف في ركض ٢٠٠ متر فاننا نركض ٢٠٠ متر على مقطعين احدهما منحني بنصف قطر والاخر مستقيم وبذلك فاننا نركض مسافة قدرها ٢٠٠ متر اما الإزاحة فيتم حسابها وفقا لما يأتي:

نصف القطر لمسار العداء ٣٥ × ٢ = ٧٠

مسافة المنحنى (القوس) هي ١١٠ متر والمستقيم ٩٠ متر يصبح المجموع ٢٠٠ متر اما 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 الأتي.



يوضح مجالات مسابقات فعاليات العاب الساحة والميدان

مربع الإزاحة = مربع ٧٠ متر + مربع ١٠٠ متر

الإزاحة = $\sqrt{\text{٧٠}^{\text{٢}} + \text{٩٠}^{\text{٢}}}$

الإزاحة = $\sqrt{\text{٤٩٠٠} + \text{٨١٠٠}}$

الإزاحة = ١١٤.٠١ متر

ان عداء الحواجز يعدو اكثر من ١١٠ متر وكذلك عداء ١٠٠ متر لان الجسم يرتفع فيكتسب مسافة عمودية وهذه الأجزاء غير محسوبة في مسافة الركض ، ولكنها محسوبة في الزمن. ان الفرق في المقدار ليس هو الفرق الوحيد بين المسافة والإزاحة فان الاتجاه هو الفرق الأخر بينهما ، والوحدة المستخدمة في الدلالة على المسافة او الإزاحة هي المتر وأجزائه. واذا اعتبرنا ان الازاحة في ركض ٤٠٠ متر هي صفر لان العداء يبدأ من نقطة البداية وينتهي اليها فاننا نتيقن ان السرعة المتجهة للعداء صفر أي ان اتجاهه لم يتغير اما معدل سرعته فيمكن حسابه من خلال المسافة المقطوعة في وحدة الزمن. وعلى هذا الاساس فاننا بتعويضنا لمصطلح الازاحة في معادلة السرعة فإنما هي للتعرف على الاتجاه فقط.

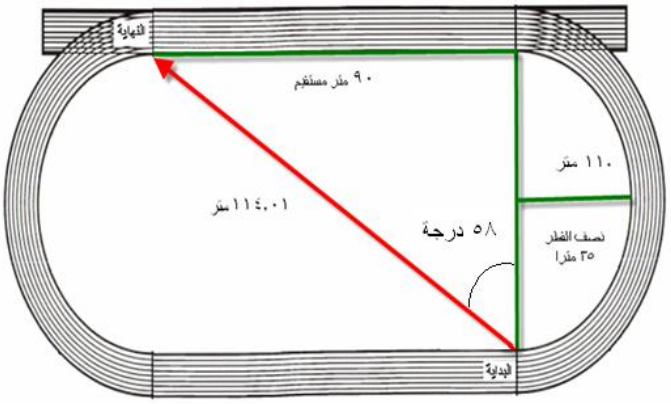
ومن مثالنا السابق ركض ٢٠٠ متر فان الاتجاه يمكن تقديره من خلال الدرجة أي مقدار ميلان المحصلة عن الخط الافقي او العمودي.

أ.د فردوس مجيد البياتي

جتا هـ = المجاور (٧٠ متر) / الوتر (١١٤.٠١)

جتا هـ = ٠.٦١٢

اتجاه الإزاحة = ٥٨ درجة عن الخط العمودي



يوضح اتجاه الازاحة في عدو ٢٠٠ متر

مثال

عداء ٢٠٠ متر يركض المسافة الحقيقية وعداء اخر سيركض الازاحة ويبدأن من المكان نفسه وبسرعة ٨ متراثانية ، احسب زمن كل عداء وحدد موقع العداء الاخر عندما ينهي احدهما السباق.

عداء المسافة سينهي السباق في زمن قدره

الزمن = المسافة / السرعة

$$\text{الزمن} = \frac{٢٠٠}{٨}$$

الزمن = ٢٥ ثانية

عداء الازاحة سيركض ازاحة قدرها

مربع الازاحة = مربع ٧٠ متر + مربع ٩٠ متر

$$\text{الازاحة} = \sqrt{٧٠^{٢} + ٩٠^{٢}}$$

$$\text{الازاحة} = \sqrt{٤٩٠٠ + ٨١٠٠}$$

الازاحة = ١١٤.٠١متر

عداء الازاحة سينهي السباق في زمن قدره

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

$$\text{الزمن} = \frac{١١٤.٠١}{٨}$$

الزمن = ١٤.٢٥ ثانية

أ.د فردوس مجيد البياتي

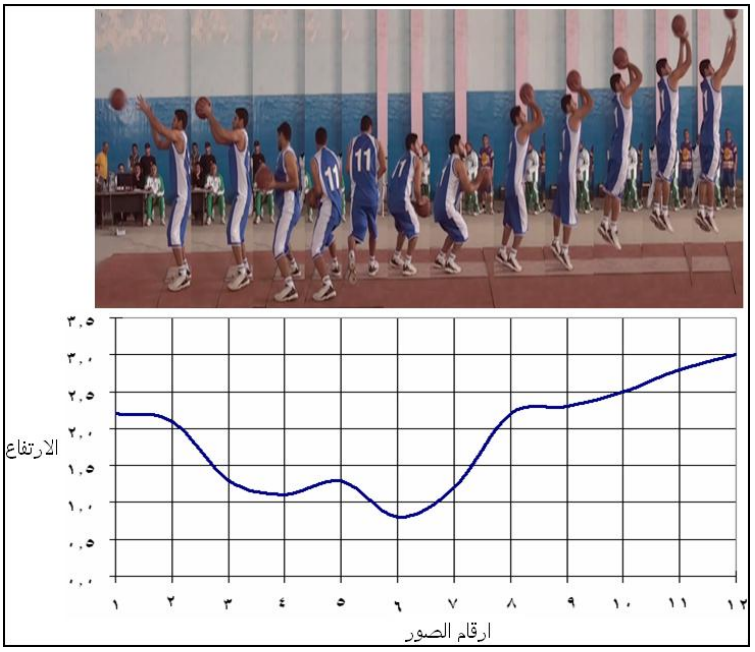
وعندما ينهي احد العدائين السباق يكون الاخر على بعد

الفرق = ٢٠٠-١١٤.٠١

الفرق = ٨٥.٩٩ متر موقع تواجد عداء المسافة محسوبة من خط النهاية

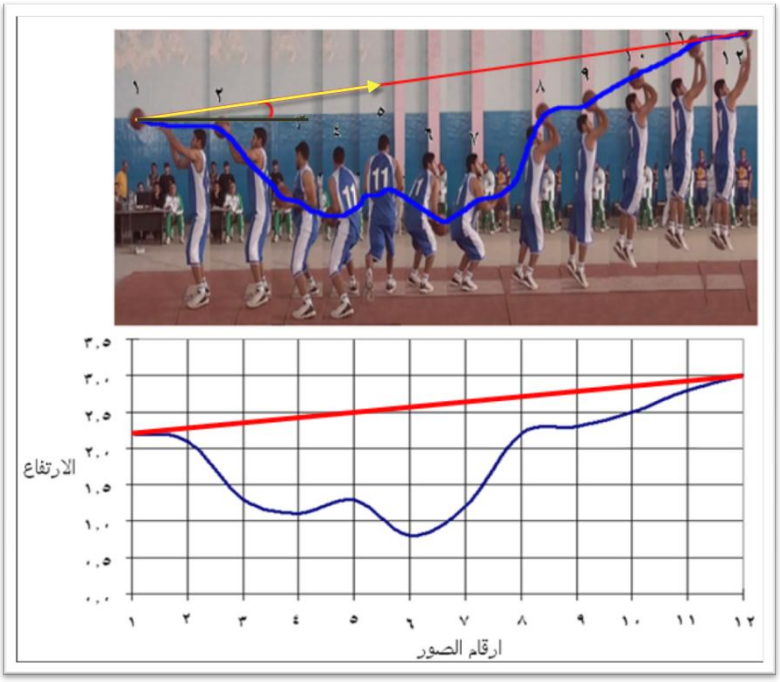
التمثيل البياني للمسافة او الازاحة

يكون المحور الافقي (س) للنقاط والمحور العمودي (ص) لقيم المسافة او الازاحة



يوضح التمثيل البياني للمسافة التي تقطعها كرة السلة من بداية الحركة وحتى اطلاقها

أ.د فردوس مجيد البياتي



يوضح التمثيل البياني للمسافة والازاحة التي تقطعها كرة السلة

السرعة

وفقا لمصطلحي المسافة والإزاحة فان للسرعة مصطلحين أيضا والسبب يعود الى ان السرعة هي العلاقة بين المسافة والزمن

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

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

أ.د فردوس مجيد البياتي

ان استعمال كلمة السرعة التي نتناولها دائما في المجال الرياضي هي ترجمة لكلمة (Speed) ويعبر هذا المصطلح عن كمية السرعة اما السرعة المتجهة (Velocity) فتمثل السرعة التي يتحرك بها الجسم إضافة الى اتجاهها وتعني السرعة المتجهة تغير الإزاحة في وحدة الزمن.

ويمكن تعريف السرعة على انها قدرة الانسان على اداء الحركات في اقل زمن ممكن ، وتعرف ميكانيكياً بانها المعدل الزمني للمسافة المقطوعة ، وتقاس بالمتر لكل ثانية ، ويمكن اعتبارها كمية قياسيه او متجهه عند ذكر مقدارها او 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 ..... س = ٢٠/٤ = ٥م/ثا سرعة الجسم

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

س = م/ن ..... = ٣٠/٥٠ = ١.٦٦ م/ثا سرعته

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

وعندما تتغير سرعة العداء من نقطة الى اخرى يتم احتساب السرعة وفقا للمعادلة ادناه

معدل السرعة = السرعة الاولى+ السرعة الثانية

أ.د فردوس مجيد البياتي

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

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{٢}$$

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؟

$$\text{سَ} = \frac{\text{س١} + \text{س٢}}{٢}$$

$$\text{سَ} = \frac{٦ + ١٠}{٢}$$

سَ = ٨ م/ ثا السرعة المتوسطة

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

معدل السرعة= السرعة النهائية - السرعة الابتدائية/٢

أي س٢ - س١ /٢ = ١٠- ٠ / ٢ = ٥ م/ثا

أو س٢ /٢

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

$$\text{السرعة اللحظية} = \frac{\text{التغير الحاصل في المسافة}}{\text{اقل فترة زمنية}} = \frac{\text{م٢} - \text{م١}}{\text{ن٢} - \text{ن١}}$$

أ.د فردوس مجيد البياتي

وتعرف السرعة في علم الفسلجة بانها قدرة الجهاز العضلي العصبي على اداء الحركات البدنية بأقل زمن ممكن ، وتقسم من النواحي الفنية الى مايلي:

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

*سرعة الحركة (كما في الالعاب الجماعية)

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

اما 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

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

مثال:

يقطع عداء ١٠٠ متر ٥٠ متر الاولى بزمن قدره ٦.١٢ ثانية و ٥٠ متر الثانية بزمن قدره ٥.١٨ ، احسب معدل سرعته في ركض ١٠٠ متر؟

$$\text{السرعة الاولى} = \frac{٥٠}{٦.١٢}$$

السرعة الأولى = ٨.١٧ م/ثا

أ.د فردوس مجيد البياتي

السرعة الثانية = ٥٠ / ٥.١٨

السرعة الثانية = ٩.٦٥ م/ثا

معدل السرعة = (السرعة الاولى + السرعة الثانية) / ٢

معدل السرعة = (٨.١٧ + ٩.٦٥) / ٢

معدل السرعة = ١٧.٨٢ / ٢

معدل السرعة = ٨.٩١ م/ثا

مثال: ينطلق عداء ١٠٠ متر من مكعبات البداية ليقطع ٥٠ متر الاولى بزمن قدره ٦.١٢ ثانية ، احسب معدل سرعته في ركض ٥٠ متر؟

أ.د فردوس مجيد البياتي

بما ان العداء ينطلق من الثبات فسرعته الابتدائية صفر

$$\text{السرعة النهائية} = \frac{٥٠}{٦.١٢}$$

السرعة النهائية = ٨.١٧ م\ثا

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{٢}$$

$$\text{معدل السرعة} = \frac{٨.١٧ - ٠}{٢}$$

معدل السرعة = ٤.٠٩ م\ثا

مثال:

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

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

$$\text{السرعة اللحظية} = \frac{\text{التغير الحاصل في المسافة}}{\text{اقل فترة زمنية}}$$

السرعة اللحظية = ٠.١٢ / ٠.٠٢

السرعة اللحظية = ٦ م\ثا

+ السرعة النسبية: هذا النوع من السرعة له علاقة بسرعة جسم ما نسبة إلى جسم أخر 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 ١٢٠كم ـــ ٢٠كم
- قطار يسير بسرعة ١٠٠ ضد قطار يسير بسرعة ١٢٠كم ـــ ٢٢٠
- شخص واقف مع قطار يسير بسرعة ١٠٠ كم ـــ١٠٠كم

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:

= (_٣٣) – (٣٠) = ٣م/ثا سرعة اللاعب الثاني نسبة إلى الأول.

٢- مثال: سباحتان احدهما بالاتجاه الشرقي والأخر بالاتجاه الغربي(بعد الدوران الأول) وكان سرعة السباحة الأولى (٢.٠م/ثا باتجاه الشرق) وسرعة السباحة الثانية (٢.٥٠م/ثا باتجاه الغرب).فما السرعة النسبية للسباحة الأولى نسبة إلى الثانية؟

السرعة النسبية= (+٢.٠م/ثا) – (-٢.٥٠م/ثا)= ٤.٥ م/ث السرعة النسبية بين السباحتين.

أ.د فردوس مجيد البياتي

(تعريفات وقوانين ميكانيكية)

- البايوميكانيك(biomechanics) : وعلم البايوميكانيك علم يبحث في حركة جسم الانسان او الحيوان او بعض أجزائه بطريقة موضوعية ملموسة سواء على سطح الارض ، او في الماء ، او في الفضاء ، بهدف تحديد التكنيك المثالي للحركة.
- ديناميكية الحركة(dynamic movement): وهو تاثر الحركة بالقوى الداخلية او الخارجية فعندما تتأثر الحركات بقوى الجاذبية ووضع مركز ثقل الجسم والقوة الناتجة من الانقباض العضلي ترتبط بأسس الميكانيكا وقوانينها.
- الاستاتيك ("static"): وهو علم السكون الذي يبحث في حالة استقرار وشروط واتزان الاجسام 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 الاجسام من جوانب الزمن والازاحة والانطلاق ويطبق على الحركات الخطية والدائرية .
- ألكينيتيك (kinetic) : وهو العلم الذي يدرس القوى التي تسبب الحركة وأنه يصف حركة الاجسام من جوانب الوزن والكتلة والزخم والقوة والشغل والطاقة.
- التحليل الحركي(movement analysis): هو تناول الظاهرة الحركية المراد دراستها بعد تجزئتها الى عناصرها الأولية الاساسية المؤلفة لها وقد يكون التحليل تشريحيا ، فسيولوجيا ، كيميائيا ، نفسيا ، تربويا ، ميكانيكيا.
- التحليل النوعي (quality analysis): هو تحليل يعتمد على الملاحظة البصرية او الفديوية والحكم من خلال تقييم الأداء بالوصف والتعرض الى نقاط القوة والضعف فمثلا يوجد ميلان زائد او زاوية الطيران قليلة او ارتفاع الطيران غير كافي ويمكن ان يعتمد على نتائج التحليل الكمي في وصف الأداء..

أ.د فردوس مجيد البياتي

- 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 او أي جزء منه من مكان الى مكان اخر 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 ، وتقسم الى : حركة بتعجيل ثابت (تزايدي او تناقصي) ، حركة بتعجيل متغير (تزايدي او تناقصي) .
- الحركة الخطية (linear motion): وفيها يتم انتقال الجسم او مراكز ثقله او أجزائه من وضع الى اخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية متوازنة خلال انتقالها وان سرعة هذه الاجزاء متساوية وتحدث في خط مستقيم .
- الحركة الدائرية(rotation motion): وهي الحركة التي يسير بها الجسم بشكل دائري حول محور داخل الجسم او محور خارجة بحيث يرسم الجسم ككل او مراكز ثقله او اجزاءه في حركته مسارات وخطوط دائرية ذات أنصاف أقطار غير متساوية وان اجزاء الجسم تنتقل هنا بسرع مختلفة تبعا لاختلاف بعدها عن محور الدوران .
- السرعة(speed) : هي المسافة المقطوعة في وحدة الزمن .
- السرعة المتجهة (velocity): هي الازاحة المقطوعة في وحدة الزمن .
- السرعة اللحظية (الآنية) : اقل مسافة ممكنة في اقل زمن ممكن .

أ.د فردوس مجيد البياتي

الاسبوع 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 متجهه

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

أ-اذا كانت السرعتان في اتجاه واحد فأن محصلتها هي عبارة عن مجموعهما هندسيا

س (المحصلة) =س١+س٢

=٤م/ثا +١م/ثا

=٥متر /ثا

يوضح جمع المتجهات

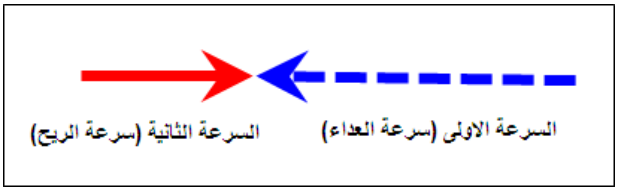
ب-اذا كانت السرعتين متعاكستين فأن محصلتهما النهائية هي الفرق بينهما .

السرعة المحصلة = س١-س٢

= ٤م/ثا -١م/ثا

= ٣م/ثا

أ.د فردوس مجيد البياتي



يوضح طرح المتجهات

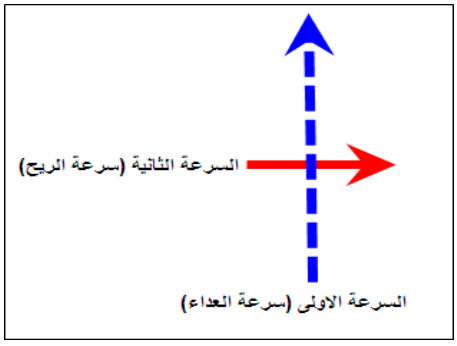
مثال/ قطع سباح مسافة ٥٠م سباحة وكانت سرعة الأولى ٢٥م/ثا إما سرعته الثانية فأبلغت ١٠م/ثا. جد مقدار محصلة السرعة المعاكسة؟

السرعة المحصلة = س١ ـ س٢

= ٢٥ ـ ١٠ = ١٥ م/ثا

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

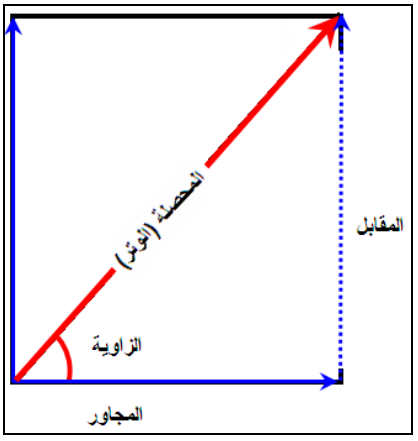
$$\text{محصلة السرعة} = \sqrt{\text{السرعة الاولى}^2 + \text{السرعة الثانية}^2}$$



يوضح تعامد المتجهات

أ.د فردوس مجيد البياتي

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



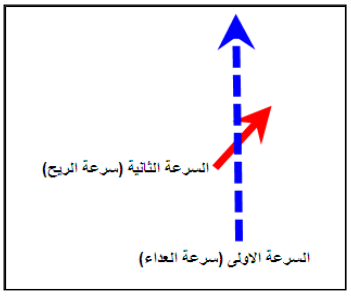
يوضح المحصلة عند تعامد المتجهات

المقابل

ظا هـ = _____

المجاور

د – اذا كانت الزاوية بين السرعتين حادة او منفرجة . فيتم إيجادها من خلال قانون متوازي المستطيلات ، ويجب الانتباه الى قيمة الزاوية فاذا كانت اقل من ٩٠ درجة فان المحصلة تميل الى (جمع الاحداثيين) واذا كانت اكبر من ٩٠ درجة فان المحصلة تميل الى (طرح الاحداثيين).



يوضح المتجهات بزوايا اقل او اكبر من ٩٠ درجة

محصلة السرعة = $\sqrt{\text{(سرعة اولى}^2 + \text{سرعة ثانية}^2) + (2 \times \text{سرعة اولى} \times \text{سرعة ثانية} \times \text{جتا الزاوية})}$

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

مثال:

اذا كانت الزاوية بين سرعتين ٤٥ درجة وكانت قيمة السرعة الاولى ٦ م\ثا والسرعة الثانية ٩ م\ثا فكم ستكون المحصلة ؟ وكم تكون المحصلة اذا زادت الزاوية الى ١٣٥ درجة.

بالنسبة الى الزاوية ٤٥ درجة

محصلة السرعة = $\sqrt{(٦^2 + ٩^2) + (٢ \times ٦ \times ٩ \times (+٠.٧٠٧))}$

محصلة السرعة = $\sqrt{(٣٦ + ٨١) + (+٧٦.٣٥٦)}$

محصلة السرعة = $\sqrt{١١٧ + ٧٦.٣٥٦}$

محصلة السرعة = $\sqrt{١٩٣.٣٥٦}$

محصلة السرعة = ١٣.٩١ م\ثا

أ.د فردوس مجيد البياتي

اما بالنسبة الى الزاوية ١٣٥ درجة فاننا سنجد ان الاشار لقيمة جيب التمام هي التي تغيرت فقط من الموجب الى السالب لان الزاوية كلما كبرت تميل المحصلة الى الطرح.

محصلة السرعة = $\sqrt{(٦^{٢} + ٩^{٢}) + (٢ \times ٦ \times ٩ \times (-٠.٧٠٧))}$

محصلة السرعة = $\sqrt{(٣٦ + ٨١) + (-٧٦.٣٥٦)}$

محصلة السرعة = $\sqrt{١١٧ - ٧٦.٣٥٦}$

محصلة السرعة = $\sqrt{٤٠.٦٤٤}$

محصلة السرعة = ٦.٣٨ م\ثا

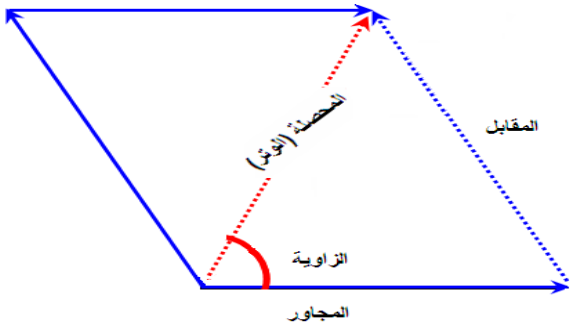
ولتحليل محصلة السرعة الى مركباتها العمودية والأفقية عندما تكون السرعة المحصلة معلومة القيمة والاتجاه .

السرعة العمودية = الوتر × جا الزاوية

السرعة الأفقية = الوتر × جتا الزاوية

اما الاتجاه فنجده من قانون الظل السابق

أ.د فردوس مجيد البياتي



يوضح حل المتجهات بطريقة متوازي المستطيلات

إذا كانت محصلة السرعة النهائية معلومة وكذلك اتجاهها وأردنا تحليلها إلى مركباتها العمودية والأفقية فيمكن حساب ذلك كما مبين بالطريقة الآتية:-

بما إن جا = المقابل / الوتر
إذن المقابل = الوتر × جا الزاوية
جتا الزاوية = المجاور / الوتر

١- مثال/ قافز عريض كانت سرعته الأفقية في لحظة القفز ٣٠ متر / ثانية احسب مقدار السرعة المحصلة والمركبة العمودية علما إن جا الزاوية ٣٠ = ٠,٥ وجتا الزاوية ٣٠ = ٠,٨؟

جتا الزاوية = المجاور / الوتر
٠,٨ = ٣٠ / س (الوتر)
س = ٣٠ / ٠,٨
س = ٣٧,٥ م/ثا
إذا المركبة العمودية = س × جا الزاوية
= ٣٧,٥ × ٠,٥
= ١٨,٧٥ المركبة العمودية

أ.د فردوس مجيد البياتي

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.

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

م س^{2} = $\sqrt{(٨)^{2} + (٦)^{2}}$

م س^{2} = $\sqrt{١٠٠}$

م س = ١٠ م / ثا سرعة القارب النهائية

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

$$\text{ظا} = \frac{٨}{٦}$$

ظا = ١,٣٣ ... إذا قيمة الزاوية هي ٥٣ تقريبا لان ظل الزاوية ٥٣ = ١,٣٣

٣- مثال / سباح يتأثر بسرعتين احدهما ٥ م / ثا والثانية سرعة تيار الماء ٤ م ثا وكانت الزاوية بين هاتين السرعتين ٤٥ ° اوجد السرعة النهائية للسباح واتجاهها؟علما ان جتا وجا الزاوية ٤٥ هي ٠,٧٠٧؟

م س^{2} = $\sqrt{\text{س}_{1}^{2} + \text{س}_{2}^{2} + ٢ \times \text{س}_{1} \times \text{س}_{2} \times \text{جتا} <\text{أ ب ج}}$

أ.د فردوس مجيد البياتي

$$= \sqrt{٢٥^{٢} + ٢٤^{٢} + ٢ \times ٥ \times ٤ \times \text{جتا } ٤٥}$$

$$= \sqrt{٢٥ + ١٦ + ٤٠ \times ٠,٧٠٧}$$

$$= \sqrt{٦٩,٢٨} \quad = ٨,٣٢ \text{ م/ثا السرعة النهائية للسباح}$$

إما اتجاهها فيكون كالأتي-:

$$\text{ظا} < = \frac{\text{س} \times \text{جا}}{\text{س} + \text{س} \times \text{جتا}} = \frac{٥ \times ٠,٧٠٧}{٤ + ٥ \times ٠,٧٠٧} = \frac{٣,٥٣٥}{٧,٥٣٥} = ٠,٤٦٩$$

$$\text{س}_{1} \quad \text{س}_{2}$$

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

٤- مثال/ إذا كانت محصلة السرعة ٨ م/ثا وكانت المحصلة تشكل زاوية ٤٠ مع الخط الأفقي فما هي قيمة المركبة الأفقية والمركبة العمودية ؟ علما إن جا الزاوية ٤٠ = ٠,٦٤٢ - وجتا الزاوية ٤٠=٠,٧٦٦ ؟

المركبة العمودية = الوتر × جا الزاوية ٤٠

اب = ٨ ×جا ٤٠

اب = ٨×٠,٦٤٢

أب= ٥و١٣٦ م/ثا السرعة العمودية

المركبة الأفقية = الوتر ×جتا الزاوية ٤٠

أج = ٨ × جتا ٤٠

أج= ٨×٠,٧٦٦
أج= ٦,١٢٨ م/ثا السرعة الأفقية

٥- مثال/ ثقل ينتقل بسرعة ٢٠ متر / ثانية وبزاوية قدرها ٤٥ مع الخط الأفقي احسب مقدار المركبتين الأفقية والعمودية لسرعة الثقل علما إن جا الزاوية ٤٥ وجتا ٤٥ = ٠,٧٠٧ ؟

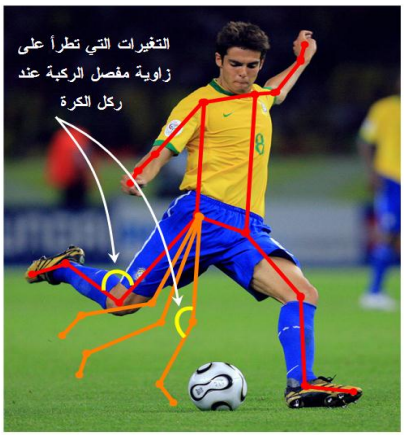
المركبة العمودية = س×جا الزاوية
= ٢٠ × ٠,٧٠ = ١٤

المركبة الأفقية= س ×جتا الزاوية
= ٢٠ ×٠,٧٠ = ١٤ د

*** السرعة على المنحنى**

إذا كانت حركة جسم ما على منحني فان مقدار سرعة الجسم يمكن احتسابه عن طريق قسمة المسافة التي يقطعها الجسم على المنحني على الزمن المستغرق.

إما تحديد الاتجاه فيكون دائما باتجاه المماس في حالة بطلان عمل قوى الجذب نحو المركز.



أ.د فردوس مجيد البياتي

يوضح الكيفية التي يتم بها ركل الكرة والمتغيرات الكينماتيكية

الاسبوع 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 ان معدل السرعة هو ناتج عن طول الخطوة وترددها .

ان معدل السرعة يمكن وضعه وفقا للشكل ادناه :

$$\text{معدل السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \times \frac{١}{١}$$

$$\text{معدل طول الخطوة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{عدد الخطوات}}$$

عدد الخطوات

معدل تردد الخطوة = _____

الزمن

ولتطبيق ذلك يتم قياس عدد الخطوات وايجاد معدل طول الخطوة بقسمة عددها على المسافة ولنفرض ان 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 ان وحدة قياس معدل طول الخطوة هي (متر\خطوة)

المسافة

معدل طول الخطوة = _____

عدد الخطوات

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) والناتج هو (٤.٥٠ خطوة\ثانية) أي ان 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 خطوةاثانية

أما معدل السرعة فيتم حسابها على الشكل الاتي:

متر خطوة

معدل السرعة = ٢.٢٢ _____ × ٤.٥٠ _____

خطوة ثانية

معدل السرعة = ٩.٩٩ ماثا (الاختلاف البسيط جدا يعود الى التجزئة في بعض الارقام)

٢- مثال/ ركض عداء مسافة ١٠٠م وانهي السباق بعدد (٣٥ خطوة) وبزمن قدرة ٩ثا إما العداء الثاني فقد أنهى السباق (٣٨ خطوة) وبزمن قدره ٩.٥ثا؟ جد معدل طول الخطوة ومعدل تردد الخطوة؟

معدل طول الخطوة = المسافة / عدد الخطوات

= ١٠٠ / ٣٥

= ٢.٨٥ م/خطوة

معدل تردد الخطوة = عدد الخطوات / الزمن

= ٣٥ / ٩

= ٣.٨٨ خطوة/ثا

اذن معدل السرعة = ٢.٨٥م/خطوة × ٣.٨٨ = ١١.٠٥ م/ثا

إما اللاعب الثاني

معدل طول الخطوة = المسافة / عدد الخطوات

= ١٠٠ / ٣٨

= ٢.٦٣ م/خطوة

أ.د فردوس مجيد البياتي

معدل تردد الخطوة = عدد الخطوات / الزمن

= ٣٨ / ٩.٥

= ٤ خطوة/ثا

إذن معدل السرعة = ٢.٦٣م/خطوة × ٤ = ١٠.٥٢ م/ثا

التعجيل (Acceleration)

يعرف بانه المعدل الزمني لتغير السرعة ، او المعدل الزمني للزيادة او النقصان في السرعة ويسمى بالتعجيل السلبي او الايجابي وهو من الكميات الميكانيكية المتجهة ووحدات قياسه هي م/ثا^{2} او سم/ثا^{2}

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

او

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

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

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

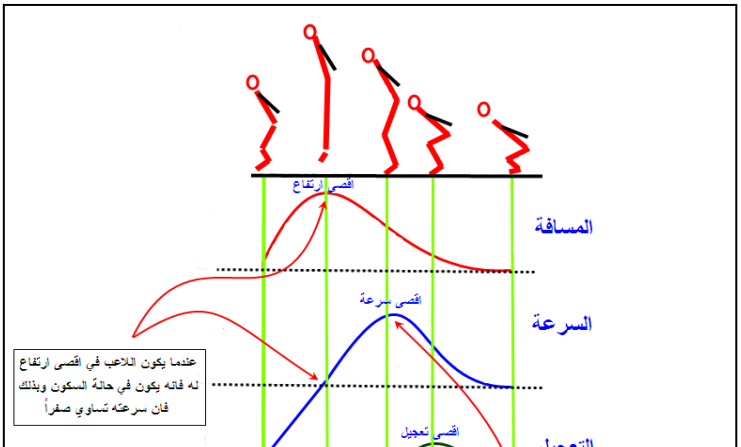
أ.د فردوس مجيد البياتي

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

والتعجيل كمية ميكانيكية متجهه يجب ذكر مقدارها واتجاهها ومن الممكن ان 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 الى الاعلى ثم يرجع الى نقطة البداية ، اما في حالة الركض او المشي من الثبات فان المسافة تقدر بالأمتار طولا وليس ارتفاعا وسنلاحظ ارتفاع وانخفاض في مسار نقطة الورك وفقا لمرحلتي الارتكاز الامامي والخلفي اذ ان مفصل الركبة ستنثني بعد وضعه على الارض وصولا الى اقصى 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 الى ارتفاع مسار نقطة الورك ، ولذلك فان مسار نقطة الورك سيكون على شكل منحني في تزايد وتناقص ووفقا لذلك فان السرعة ستظهر على شكل مسار منحني أي في المشي والركض نجد اكثر من منحني ويتناوب التعجيل وفقا لذلك.

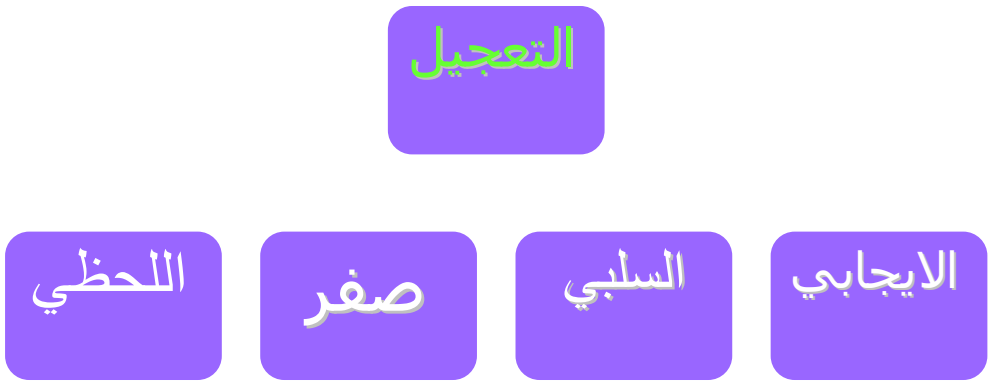


أ.د فردوس مجيد البياتي

يوضح العلاقة بين المسافة و السرعة والتعجيل

ونستنتج من الشكل السابق ان التعجيل يكون صفرا عندما تصل السرعة الى اقصاها، كما ان السرعة تكون صفرا عندما يحدث سكون للجسم في اعلى نقطة.

التعجيل: هو مقدار التغير بالسرعة في وحدة الزمن.



أنواع التعجيل

١- **<u>التعجيل الايجابي</u>:** هو تزايد السرعة تدريجيا خلال وحدة الزمن. مثل يبدأ عداء بالركض ويقطع (١٠م) الأولى بزمن قدره (٢ثا) و(١٠م) التي تليها بـ(١.٨ثا) بينما (١٠م)الثالثة بـ(١.٦ثا). أي المسافات متساوية في أزمنة تقل تدريجيا.(الأمتار الأولى).

أ.د فردوس مجيد البياتي

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

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

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.

التعجيل= السرعة / الزمن

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 المبارزة.

التعجيل اللحظي= التغير بالسرعة/التغير بالزمن

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

العلاقة بين السرعة والتعجيل

ان حركة اللاعب تتأثر بالتزايد او 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 الى أقصى درجة

أ.د فردوس مجيد البياتي

ممكنه وعند الوصول الى أقصى قدراته ألبدنيه يستمر بهذه السرعة ويحاول الحفاظ عليها قدر الإمكان وفي هذه الحالة تبدأ سرعته بالتناقص (في الجزء الأخير من السباق).

وحدة التعجيل

$$= \frac{\text{المتر}}{\text{الثانية}} \times \frac{\text{١}}{\frac{\text{الثانية}}{\text{الثانية}}} = \frac{\text{المتر}}{(\text{الثانية})^2} = \text{م/ثا}^2$$

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 (٨م/ثا) وكان زمن قطع المسافة هو(٢ثا). ما هو مقدار التعجيل؟

ج= س٢ – س١ / ن

= ٨ – ٤ / ٢ = ٢م/ثا^2 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^2 هي قيمة التعجيل ونوعه سالب لان السرعة تتناقص

أ.د فردوس مجيد البياتي

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؟

- التعجيل الأول(جـ١)= ٧-٣/٣=١.٣٣م/ث٢
- التعجيل الثاني(جـ٢)=٦-٢/٧=٠.٥م/ث٢

٤- مثال/ انطلق عداء مسافة ٥٠م من وضع الثبات فقطع ١٠م بزمن ٢ثا واستغرق بين (٢٠-٣٠)م بـ ٣ثا، إما زمن المستغرق من (٣٠-٥٠)م ٨ثا. احسب مقدار التعجيل خلال المراحل الثلاثة؟

ج= س٢- س١/ن

= ١٠ -٠/ ٢ = ٥م/ثا٢

س= ٢٠ / ٣ = ٦.٦٦م/ثا

ج= ٦.٦٦ - ١٠ / ٣ =-١.١١م/ثا٢

س= ٣٠/ ٨ = ٣.٧٥م/ثا

ج= ٣.٧٥ - ٦.٦٦ / ٨ = -٠.٣٦ م/ثا٢

& العلاقة بين التعجيل والمسافة التي يقطعها العداء وعلاقته بالزمن المستغرق &

- فان المسافة المقطوعة لجسم يتحرك بتعجيل منتظم هي:

$$م = \frac{١}{٢} (س١ + س٢) \times ن$$

ع ن٢

أ.د فردوس مجيد البياتي

م= س١ن + ع = (س١+س٢)
٢

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

م= ١/٢ (س١+س٢)X ن

م = ½ (٤+١٠)٨ = ½ (١٤)٨ = ٥٦م/ثا

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

م= ع ن^{٢} / ٢ (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} / ٢

م= ١٠ * (٦)^{٢} /٢ = ١٨٠ م/ثا

التعجيل اللحظي= التغير بالسرعة / التغير بالزمن.

التعجيل اللحظي= (السرعة النهائية - السرعة الابتدائية) / (ن٢-ن١)

جـ لحظي = السرعة / الزمن

الاسبوع السابع

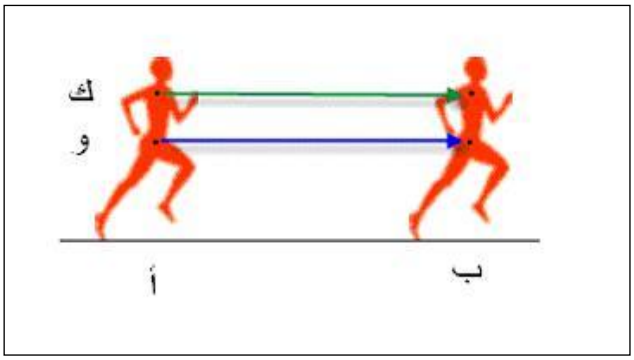
المسافة والازاحة الزاوية

أ.د فردوس مجيد البياتي

جميع الحركات التي تؤدى 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 (متر/ثانية) ، ولغرض توضيح السرعة المحيطية ومقارنتها بالسرعة الخطية فإننا نلاحظ المثال الأتي.

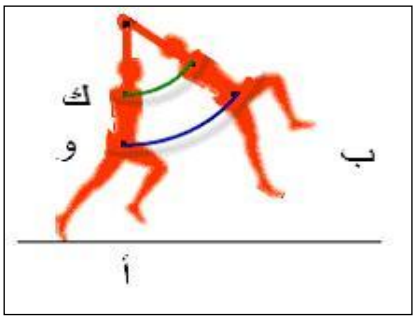


يوضح المسار الخطي لمفصل الورك والكتف في الركض

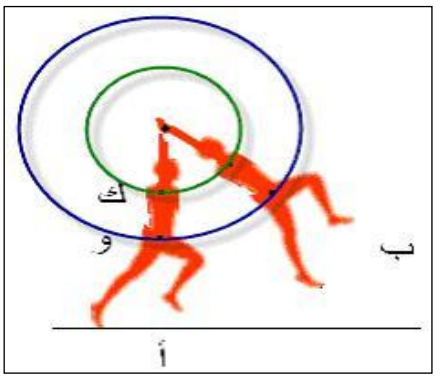
لو تحرك لاعب من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) وشخصنا نقطتان في جسم اللاعب وهما نقطة الورك (و) ونقطة الكتف (ك)، فان المسافة المقطوعة لكلتا النقطتين تكون متساوية وبما أن النقطتين تحركتا في الوحدة الزمنية نفسها فإننا نستطيع الجزم بان سرعة النقطتين متساوية، أي إن سرعة نقطة الورك تساوي سرعة نقطة الكتف.

أ.د فردوس مجيد البياتي

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



يوضح المسار الدائري لمفصل الورك والكتف في المرجحة على العقلة



يوضح الدوائر التي يمكن رسمها لمفصل الورك والكتف في المرجحة 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 ان سرعة النقطة (و) لا تساوي سرعة النقطة (ك)، وهذا هو الاختلاف الثاني بين

أ.د فردوس مجيد البياتي

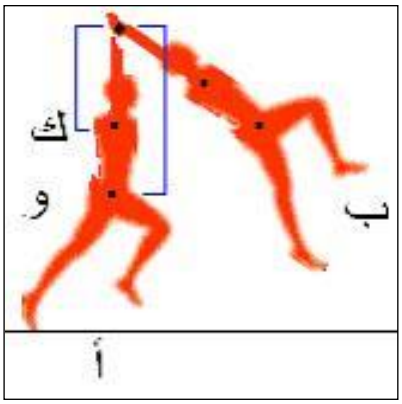
الحركات الخطية والحركات الدائرية، فالاختلاف الأول وجود المحور. اما الاختلاف الثاني فهو نصف القطر

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

١- مدى حركة (و) اكبر من مدى حركة (ك)

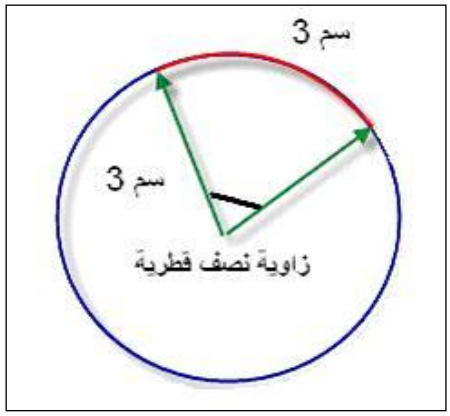
٢- بعد نقطة (و) اكبر من بعد نقطة (ك)

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

أ.د فردوس مجيد البياتي

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

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{قيمة الزاوية}}{\text{الزمن}} \quad \ldots\ldots (١)$$

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=(٣٦٠ X ٣=١٠٨٠درجة

إما الإزاحة الزاوية= (١X٣٦٠) 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

= ٨٥ / ٠.٢٥ = ٣٤٠ 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 (درجةاثانية)، فمن الأفضل الاستفادة 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.

أ.د فردوس مجيد البياتي

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

$$\text{الزاوية نصف قطرية} = \frac{\text{طول القوس}}{\text{نصف القطر}} \quad \ldots\ldots\ldots (٢)$$

وتعرف الزاوية نصف قطرية بانها 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 بالمتر أو السنتمتر وكذلك وحدة نصف القطر فتكون وحدة هذه الزاوية هي (م ÷ م =١). اما المساحة المحصورة بين ضلعي نصف القطر وطول القوس تسمى بالقطاع ، ونلاحظ وجود عدد (٦.٢٨) قطاعا في الدائرة الواحدة ، أي اذا 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 او قطاع ، وعند قياس الزاوية في كل مقطع سنجد انها تساوي (٥٧.٣٢٤ درجة) وهي قيمة الزاوية نصف القطرية.

ملاحظة:

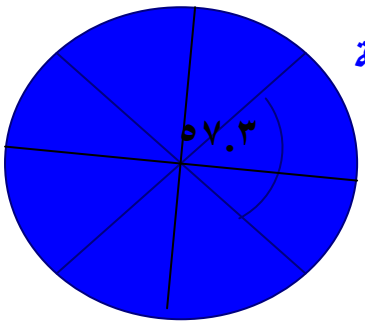
أ.د فردوس مجيد البياتي

- **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

٦.٢٨/٣٦٠=٥٧.٣٢٤ ويمكن تقريبه إلى ٥٧.٣ درجة



أي زاوية كل قطاع (ز نق) هي ٥٧.٣ ٦.٢٨

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 ٣٦٠ x ٣=١٠٨٠درجة

عدد الدرجات في الثانية الواحدة=١٠٨٠/٢.٥=٤٣٢ درجة

عدد القطاعات في الثانية الواحدة= ٥٧.٣/٤٣٢=٧.٥ قطاع

حساب المسافة على محيط الدائرة

توجد طريقتين اما عن طريق محيط الدائرة (النسبة الثابتة ٣.١٣) اذ علمنا ربع محيط الدائرة او نصفه وهكذا او عن طريق قيمة القطاع (٥٧.٣٢٤)

ركض عداء في منحنى أي نصف محيط دائرة وكانت لدينا نصف القطر فقط (٣١.٨٢ متر)

محيط الدائرة = ٢ × نصف القطر × النسبة الثابتة

= ٢ × ٣١.٨١ × (٢٢÷٧)

= ٢ × ٣١.٨١ × ٣.١٤

= ٢٠٠ متر تقريبا

نصف المسافة هي ١٠٠ متر

اما الطريقة الثانية فلو تحرك العداء من البداية الى نهاية المنحنى فانه قد قطع ١٨٠ درجة وعلى نصف قطر ٣١.٨١

المسافة = نصف القطر × الزاوية ÷ القطاع

المسافة = ٣١.٨١ × ١٨٠ ÷ ٥٧.٣٢٤

=٥٧٢٥.٨ ÷ ٥٧.٣٢٤

= ١٠٠ متر تقريبا

الاسبوع الثامن

علاقة السرعة المحيطية بالسرعة الزاوية

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

قيمة الزاوية (درجة)

السرعة الزاوية = ـــ

أ.د فردوس مجيد البياتي

الزمن (ثانية)

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

$$\text{السرعة الزاوية} = \frac{\text{الزاوية نصف قطرية}}{\text{الزمن}} = \frac{١}{\text{ثانية}} \quad \ldots\ldots (٣)$$

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 فان أفضل مقياس نعتمده هو نصف القطر. وهكذا فان وحدة السرعة الزاوية ستكون مساوية لوحدة السرعة المحيطية او بمعنى اخر ان

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

او ان

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

ويجب ان نفهم جيدا بان وحدة السرعة الزاوية الموجودة في المعادلة اعلاه هي (١\ثا) وليست (درجة\ثا)

من المعادلة أعلاه 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

أ.د فردوس مجيد البياتي

مثال: تحرك جسم من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) بزمن قدره (٠.٣ ثا) وقطع زاوية مقدارها (٩٠درجة) 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

$$\text{الزاوية} = \frac{\text{طول القوس}}{\text{نصف القطر}}$$

طول القوس = الزاوية × نصف القطر

طول القوس = ٩٠×٠.٠٦

= ٥.٤ درجة . م

نقسم الرقم أعلاه على زاوية القطاع ٥٧.٣٢٤ وهي ثابتة فنتخلص من وحدة الدرجة

$$\text{طول القوس} = \frac{٥.٤}{٥٧.٣}$$

طول القوس = ٠.٠٩ م

$$\text{قيمة الزاوية نصف قطرية} = \frac{٠.٠٩}{٠.٠٦}$$

قيمة الزاوية نصف قطرية = ١.٥ بدون وحدة

$$\text{السرعة المحيطية} = \frac{١.٥}{.} \times ٠.٠٦$$

٠.٣

السرعة المحيطية = ٠.٣٠ م/ثا

أما إذا كان نصف القطر (٠.٠٦×٢=٠.١٢)

طول القوس=٩٠×٠.١٢

طول القوس = ١٠.٨ درجة . م

$$\text{طول القوس} = \frac{١٠.٨}{٥٧.٣}$$

طول القوس = ٠.١٩ م

$$\text{قيمة الزاوية نصف قطرية} = \frac{٠.١٩}{٠.١٢}$$

قيمة الزاوية نصف قطرية = ١.٥٨ بدون وحدة

$$\text{السرعة المحيطية} = \frac{١.٥٨}{٠.٣} \times ٠.١٢$$

السرعة المحيطية = ٠.٦٣ م/ثا

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

أ.د فردوس مجيد البياتي

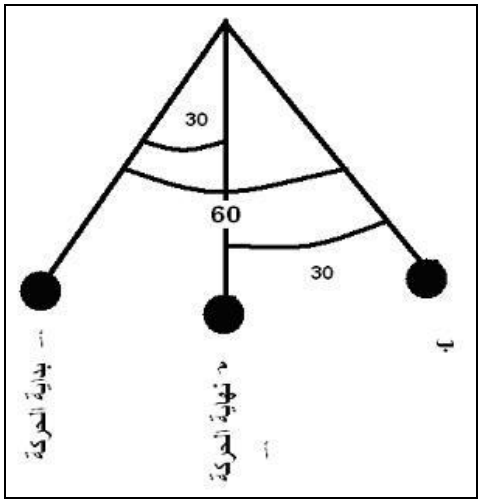
في الدائرة الواحدة فان الزاوية تساوي ٣٦٠ درجة لذلك فان أية مسافة زاوية ستكون مساوية للإزاحة الزاوية مثلما في ركض المستقيم (١٠٠ متر مثلا) باستثناء الدورة الكاملة فإنها تبدأ من نقطة الصفر وتنتهي في نقطة ٣٦٠ درجة فان إزاحتها (صفر) مثلما تحدث في ركض (٤٠٠ متر) ، وحتى الزاوية ٣٥٩ فان مسافتها الزاوية تساوي إزاحتها الزاوية ، فمثلا ان 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 ان مطرقة تدور ٣ دورات ، إذا علمنا إن كل دورة هي ٣٦٠ درجة فان المسافة الزاوية هي (٣٦٠ × ٣) أما الإزاحة الزاوية فهي (٣٦٠ × ١)

في البندول الأمر يختلف فإننا نمسك الخيط او 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 = (٣٠+٦٠)

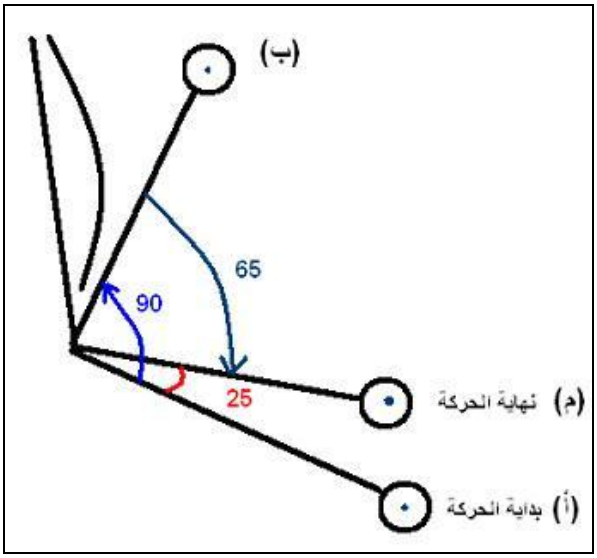
الازاحة الزاوية = ٣٠



أ.د فردوس مجيد البياتي

يوضح الزوايا المتوقعة في مرجحة حرة لجسم (بندول)

وكذلك فان تمرين (كيرل) ثني ومد الدمبلص من نقطة (أ) الى نقطة (ب) ثم الرجوع الى 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 (٩٠+٦٥) 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

أ.د فردوس مجيد البياتي

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= ٠.٤٠ X٦٠ =٢٤ م/ثا السرعة المحيطية للركبة.

- إما سرعة مفصل القدم المحيطية

س م= ٠.٨٠X٦٠ =٤٨ م/ثا السرعة المحيطية للقدم.

*** ملاحظة:**

- **في الدائرة الواحدة ٣٦٠° (أي المسافة زاوية تكون مساوية للإزاحة الزاوية).مثل ركض ١٠٠م.**
- **في الدورة الكاملة تبدأ من نقطة ٣٦٠° فان إزاحتها (صفر) مثل ركض ٤٠٠م 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 (٣٦٠ * ٣) إما إزاحته فهي (٣٦٠ * ١).**

(تعريفات وقوانين ميكانيكية)

- محصلات السرعة :(net speed)
- المحصلة: هو مقدار القيمة الناتجة من جمع اوطرح متجهات للسرعة او القوة سواء كانت على خط مسار واحد او متعامدة اوتشكل زاويا بينها

أ.د فردوس مجيد البياتي

- التعجيل (acceleration): هو التزايد او التناقص في السرعة ، وقد يكون التعجيل موجب (تصاعدي) او سالب (تناقصي) ، وقد يكون منتظم او غير منتظم .
- السرعة الزاوية(angular velocity): هي معدل الانتقال الزاوي للجسم .
- السرعة المحيطية : هي النسبة بين المسافة التي يقطعها الجسم على محيط دائرة الى الزمن المستغرق .
- الزاوية نصف القطرية : هي الزاوية المقابلة لقوس 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.

أ.د فردوس مجيد البياتي

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 ٤٥ ْ.

المقذوف: جسم حر الحركة في الهواء انطلق بتأثير القوة.

- **هو أي أداة أو جسم يكسر اتصاله مع شى أخر وبزاوية معينة. مثل(لاعب وثب الطويل يكسر اتصاله مع لوحة الارتقاء في مرحلة الارتقاء بزاوية 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).

قانون الجذب = السرعة / الزمن السرعة = الجذب x 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=٢٩.٤٣م/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.

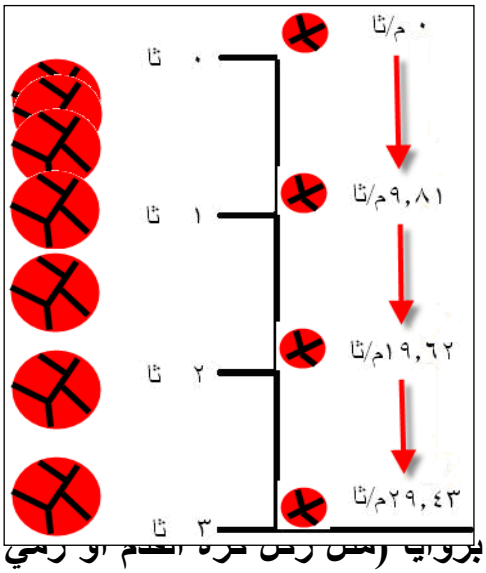
أ.د فردوس مجيد البياتي

■ يحسب 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.



<u>ملاحظات</u> على المقذوفات بزواية (مثل رمي كرة القدم أو رمي الرمح أو الوثب الطويل... الخ)

١- أي مقذوف يمتلك مصطلحين أولهما (المدى) ويقصد به المسافة الأفقية لمسار المقذوف. والمصطلح الأخر هو (للارتفاع) ويقصد به المسافة العمودية للمقذوف.
٢- زمن أقصى ارتفاع (المسافة العمودية) يختلف عن الزمن الكلي الذي استغرقه المدى أو المسافة الأفقية أو زمن الطيران.
٣- مصطلح الجذب الأرضي يتعامل مع الارتفاع العمودي وليس له علاقة بالمدى أو المسافة الأفقية.

أ.د فردوس مجيد البياتي

٤- إن العلاقة بين المسافة والزمن تحكمها مصطلح السرعة.

المسافة الأفقية أو العمودية	=	السرعة المحصلة × زمن المسافة الأفقية أو العمودية

٥- أن الارتفاع العمودي أو السرعة العمودية تحددها الجذب الأرضي فان زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع يتم حسابه بوجود الجذب الأرض.

$$\text{أقصى ارتفاع} = \frac{(\text{السرعة} \times \text{جيب الزاوية})^{٢}}{٢ \times \text{الجذب}}$$

أو

$$\text{أقصى ارتفاع} = \frac{\text{الجذب} \times (\text{الزمن})^{٢}}{٢}$$

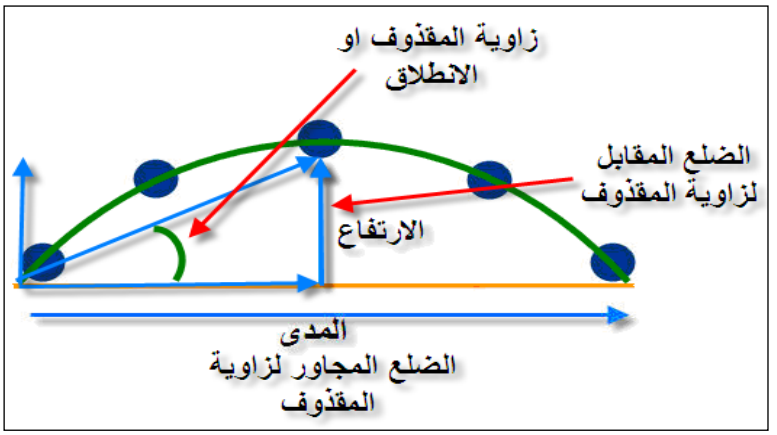
٦- أن الارتفاع العمودي هو الضلع المقابل لزاوية المقذوف وبذلك فان المسافة العمودية أو السرعة العمودية تعامل مع جيب الزاوية.

٧- عندما ينطلق جسم من الأسفل إلى الأعلى بسرعة معينة فانه يتحرك بتعجيل منتظم وبشكل تناقصي أي سرعته تقل تدريجيا بفعل الجاذبية الأرضية والبالغة (٩.٨م/ثا^{٢}،أو ٣٢قدم/ثا^{٢}،أو ٩٨٠سم/ثا^{٢}).فإذا كان المسافة بالأمتار تستخدم (٩.٨نت) أما إذا كانت المسافة بالسنتمترات نستخدم (٩٨٠داين) أما إذا كانت بالإقدام نستخدم (٣٢قدم).

٨- أن انسب زاوية لانطلاق المقذوف وتحقيق ابعد مسافة هي زاوي ٤٥°.لان مستوى الانطلاق بمستوى الهبوط.أي (تتساوى المركبة الأفقية مع المركبة العمودية بزاوية انطلاق ٤٥°).

أ.د فردوس مجيد البياتي

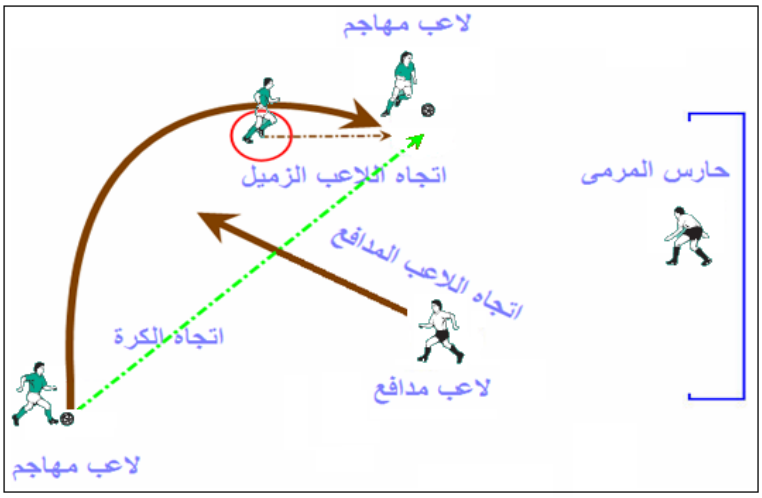
٩- عندما تكون زاوية (٩٠°) فان قيمة جا الزاوية هي (١)،إما في زاوية (٤٥°) فان قيمة جا الزاوية (٠.٥).(لماذا؟ .. لان القيمة نضربها في جا الزاوية (٩٠) تبقى إما عند ضربها بـ جا الزاوية (٤٥°) فان القيمة تقل إلى النصف). لذا أفضل زاوية محسوبة بـ (٢*جا الزاوية).



مثال :

في الشكل التالي لاعب مهاجم يحاول ان يعطي مناولة عالية الى زميله وهذا يعني ان الكرة ستصبح مقذوفا أي بحاجة الى سرعة وزاوية ، ومن وجهة فان زميله يجب ان يتحرك كما ان اللاعب المدافع قد اكتشف خطة المناولة فتحرك لحظة المناولة لقطع مسار الكرة فلو افترضنا ان اللاعب المدافع سيقطع مسار الكرة في منتصف المسافة أي يحتاج الى التوقيت المناسب وهذا يتطلب معرفة زمن وصول الكرة لاقصى ارتفاعها، ومن ناحية اخرى 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؟

أ.د فردوس مجيد البياتي



يوضح التخطيط لقطع الكرة في كرة القدم وفقا لقانون المقذوفات

$$\text{أقصى ارتفاع} = \frac{(\text{السرعة} \times \text{جيب الزاوية})^{٢}}{٢ \times \text{الجذب}}$$

$$\text{أقصى ارتفاع} = \frac{(١٢ \times ٠.٥٧٣٦)^{٢}}{٢ \times ٩.٨١}$$

$$\text{أقصى ارتفاع} = \frac{(١٢ \times ٠.٥٧٣٦)^{٢}}{٢ \times ٩.٨١}$$

أقصى ارتفاع = ٢.٤١ متر	المطلوب من اللاعب المدافع ان يرتفع اعلى من (٢.٤١ متر) لقطع مسار الكرة

أ.د فردوس مجيد البياتي

$$\text{زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع} = \frac{\text{السرعة} \times \text{جيب الزاوية}}{\text{الجذب}}$$

$$\text{زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع} = \frac{١٢ \times ٠.٥٧٣٦}{٩.٨١}$$

زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع	= ٠.٧٠ ثانية	المطلوب من اللاعب المدافع ان يصل خلال اقل من (٠.٧٠ ثانية) لاقصى ارتفاع للكرة

المقذوفات الأفقية :- تشمل حالتين:
أولا:- مستوى الهبوط اعلي من مستوى الانطلاق
ثانيا:- مستوى الانطلاق اعلي من مستوى الهبوط

علل ما يلي؟
إن انسب زاوية للطيران وتحقيق مسافة هي ٤٥ حيث ان 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.

أ.د فردوس مجيد البياتي

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 فأنه 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
- ❖ 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 تزايدي 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

أ.د فردوس مجيد البياتي

يمكن معرفة المسافة في المقذوفات الشاقولية من خلال:-

١- المسافة = التعجيل الأرضي× (الزمن)^{2} / ٢

م = ج × ن^{2} / ٢ يستخدم هذا القانون عندما يكون الزمن معلوم والسرعة مجهولة

٢- المسافة = س^{٢} / ٢ ج

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

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

س = $\sqrt{\text{٢ ج م}}$

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

مسافة = س^{٢}/ ٢ج

م = (٨٠)^{٢} / ٢ x ٣٢ = ١٠٠ قدم أقصى ارتفاع يبلغه الجسم(مسافة المقطوعة)

أما الزمن المستغرق فيمكن استخراجه من القانون الأتي:

م= ج ن^{٢} /٢

١٠٠ = ٣٢ x ن^{٢} / ٢

ن^{٢} = ٢٠٠ / ٣٢

ن^{٢} = ٦.٢٥

ن = ٢.٥ ثا زمن وصول إلى أعلى نقطة

أ.د فردوس مجيد البياتي

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^{٢}/ج٢)

س= $\sqrt{\text{٢ ج م}}$

س= $\sqrt{\text{٢ x ٣٢ x ١٨}}$

س= $\sqrt{\text{١١٥٢}}$

س= ٣٣.٩٤ قدم

م = ج × ن ^{٢} / ٢

١٨ = ٣٢ × ن ^{٢} / ٢

٣٢ × ن^{٢} = ١٨ × ٢

ن ^{٢}= ١٨ × ٢ / ٣٢

ن^{٢} = ١,١٢٥

إذا ..... ن = ١,٠٦ ثا

الأسبوع الحادي عشر

*** العوامل المؤثرة بالمقذوفات الأفقية**

١- زاوية الانطلاق/ تؤثر تأثيرا كبيرا فإذا كانت ٩٠ فسوف يكون المسار راسيا إما إذا كانت(١٠) فان 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.

أ.د فردوس مجيد البياتي

ولإيجاد المسافة أو السرعة أو الزمن للمقذوف الأفقي نستخدم القوانين الآتية

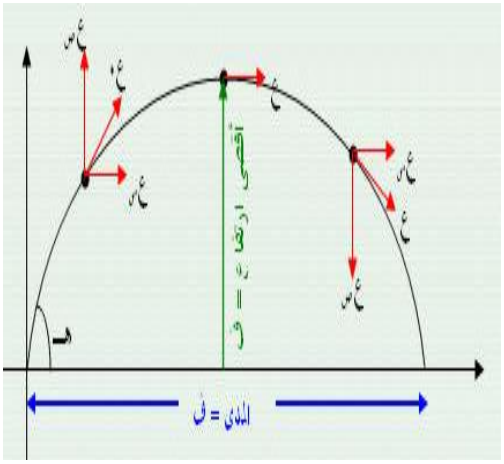
- المسافة = (السرعة)^{2} × جا ضعف الزاوية / التعجيل
(لاستخراج المسافة)

م = س^{2} × 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 فيتحدد 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

أ.د فردوس مجيد البياتي

المسافة = (السرعة)^{2} × جا ضعف الزاوية / التعجيل

$$م = \frac{(١٢)^{2} \times جا ٢ \times ٤١}{٩,٨}$$

م = ١٤٤ × ٠,٩٩٠٣ / ٩,٨

= ١٤,٥٥ مترا المسافة الأفقية التي يقطعها الثقل

مثال/ يقطع ثقل المسافة بين نقطة انطلاقة وهبوطه بفترة زمنية (٢ثا) وكانت زاوية انطلاقه مع الأفقي (٤٣ْ) احسب مقدار السرعة التي انطلق منها؟ جا٤٣ =٠.٦٨٢

الزمن= ضعف السرعة x جا الزاوية / التعجيل

ن = ٢س x جا < /ج
ن = ٢س x جا٤٣ / ٩.٨
٢ = ٢س x ٠.٦٨٢٠ / ٩.٨
س= ١٤.٣٦م/ثا سرعة انطلاقه الثقل

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

ن = ٢ س × جا < / ج
ن = ٢ ×١٤,٣٦ × ٠,٦٨٢ / ٩,٨
ن = ١٩,٥٨ / ٩,٨
ن = ١,٩٩ثا

أ.د فردوس مجيد البياتي

١- أن العلاقة بين المسافة والزمن تحكمها مصطلح السرعة.
مسافة الأفقية أو العمودية = السرعة المحصلة x زمن المسافة الأفقية أو العمودية.

٢- يتم حساب أقصى ارتفاع يصله المقذوف من خلال القانون الأتي:
أقصى ارتفاع = (السرعة x جيب الزاوية)^{٢} /٢ x الجذب

٣- يتم حساب زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع يصله المقذوف من خلال القانون الأتي.
زمن وصول إلى أقصى ارتفاع = السرعة x جيب تمام / الجذب

٤- يتم حساب المسافة الأفقية وفقا للقانون أدناه.
المسافة الأفقية = السرعة المحصلة x جيب تمام زاوية المقذوف x الزمن الكلي

كما يمكن معرفة اقصى ارتفاع بدلالة الزمن فاذا قفز لاعب خلال (٠.٧٠ ثا) بعد اطلاق الكرة لغرض قطع مسار الكرة فما هو الارتفاع المتوقع الذي يتم قطع مسار الكرة ؟

$$\text{الارتفاع} = \frac{\text{الجذب} \times (\text{الزمن})^{٢}}{٢}$$

$$\text{الارتفاع} = \frac{٩.٨١ \times (٠.٧٠)^{٢}}{٢}$$

$$\text{الارتفاع} = \frac{٩.٨١ \times ٠.٤٩}{٢}$$

أ.د فردوس مجيد البياتي

$$\text{الارتفاع} = \frac{٤.٨٠٦٩}{٢}$$

أقصى ارتفاع	= ٢.٤٠٣٤٥ متر	المطلوب من اللاعب المدافع ان يرتفع اعلى من (٢.٤١ متر) لقطع مسار الكرة

ان ارتفاع الكرة ثم هبوطها يعني ان الزمن الكلي هو ضعف احد الزمنين اما الارتفاع او الهبوط

الزمن الكلي (للمسافة الأفقية) = ٠.٧٠ × ٢

الزمن الكلي (للمسافة الأفقية)	= ١.٤٠ ثانية	المطلوب من اللاعب الزميل ان يصل الى المكان المتوقع لتواجد الكرة خلال (١.٤٠ ثانية)

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

المسافة الأفقية = ١٢ × ٠.٨١٩٢ × 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

$$\text{معدل سرعة الكرة} = \frac{١٣.٧٦ \text{ متر}}{١.٤٠ \text{ ثانية}}$$

= ٩.٨٣ م\ثا

أ.د فردوس مجيد البياتي

معدل السرعة المطلوبة للاعب المهاجم للتحرك إلى موقع سقوط الكرة لاستلامها، وهذه سرعة عالية مما يتطلب إن يكون اللاعب مستعدا ومتقدما لكي يستطيع الوصول إلى الموقع المطلوب بأقل سرعة ممكنة توفيرا للجهد واقتصادا بالقوة والطاقة الحركية.

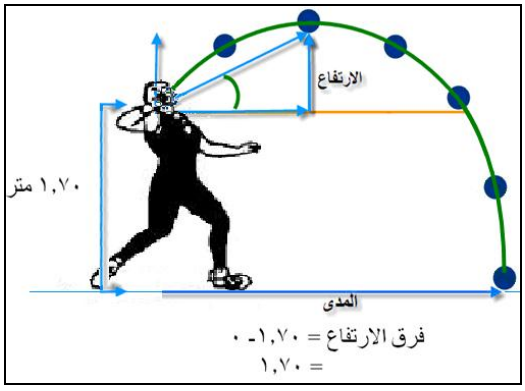
+ **تباين مستويات الانطلاق والهبوط:**

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

$$\text{الزمن الكلي} = \frac{\text{السرعة} \times \text{جيب الزاوية} + \sqrt{(\text{السرعة} \times \text{جيب الزاوية})^2 + (2 \times \text{الجذب} \times \text{فرق الارتفاع})}}{\text{الجذب}}$$

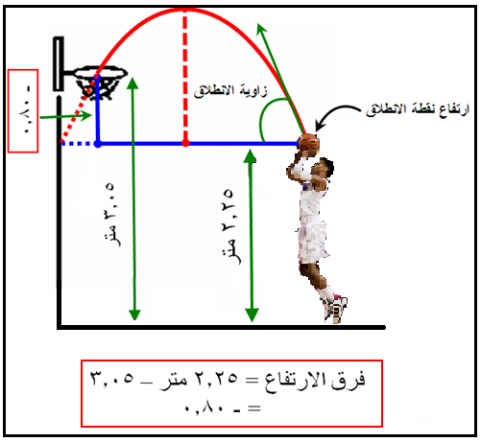
٢- يتم حساب المسافة وفقا للقانون:

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



يوضح نقطة ارتفاع المقذوف (الثقل) وفرق الارتفاع عن الأرض

أ.د فردوس مجيد البياتي



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

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

(تعريفات وقوانين ميكانيكية)

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

(١) المقذوفات الرأسية (vertical projection): هي المقذوفات التي تأخذ المسار العمودي (راسي) .

(٢) المقذوفات الأفقية (horsetail projection): هي المقذوفات التي تحدث مسارا أفقيا .

أ.د فردوس مجيد البياتي

الكينيتك (Kinetics).....k٢

- يمثل ألكينيتك القسم الثاني من أقسام البايوميكانيك.
- وهو العلم الذي يهتم بدراسة الأسباب التي تكمن وراء الحركة من حيث مقادير القوى المسببة لها لتفسير حدوث الحركة

أقسام ألكينيتك:

- الكينتيك الخطي
- الكينتيك الزاوي. والدائري
- **لقد درس العالم (اسحاق نيوتن) الحركة والقوة والعلاقة بينهما ووضعها على شكل قوانين ثلاثة اطلق عليها اسم قوانين نيوتن والتي تتعلق بالقصور الذاتي والتعجيل وقانون الفعل ورد الفعل .**

قوانين نيوتن في الحركات الخطية

القانون الأول: قانون القصور الذاتي

أن كل جسم يحاول الاستمرار في سكونه أو حركته ما لم تؤثر فيه قوة أخرى لتغير حالته.

أو.... قدرة الجسم على مقاومة التغير في الحركة على شرط أن تكون القوة المؤثرة في تغير الحركة هي قوة مركزية (أي تمر من مركز ثقل الجسم).

(يقصد بالقصور هو العجز إما الذات يعني الشئ نفسه أي إن الجسم قاصر على تحريك ذاته بذاته إلا بوجود قوة كذلك بإيقاف ذاته إلا بوجود القوة)

أ.د فردوس مجيد البياتي

فعداء المائة متر لا يمكنه الانطلاق من مسندي البداية إلا بتسليط قوة مع اتجاه الحركة ولا يستطيع بعد تحركه التوقف إلا بتسليط قوة معاكسة لاتجاه حركته، ويعتمد طول الفترة الزمنية وطول المسافة التي يتوقف فيها على مقدار القوة التي يستخدمها للإيقاف .

ملاحظات

- * أن مفهوم القصور الذاتي هو خاصية الأجسام المادية التي تظهر في التغيير التدريجي لسرعتها بمرور الزمن عندما تؤثر عليها قوة.
- أي.... (كمية القوة المقاومة للجسم) ستتناسب طرديا مع كتلة، مثل احتفاظ عداء السرعة بوضع التحضر وهو وضع ثابت(يتطلب بذل قوة تتناسب طرديا مع كتلة هذا اللاعب).
- أذن القصور الذاتي : هو ما يمثله الجسم من قوة مقاومه ضد القوة الخارجية المؤثرة عليه

أهم العوامل المؤثر في القصور الذاتي (الخطي)

١- الكتلة: كلما كانت الكتلة كبيرة كلما امتلك الجسم قصورا كبيرا.

أو ... هي مقياس القصور الذاتي للجسم في الحركة الانتقالية وتقاس بالنسبة بين مقدار القوة المطبقة وبين ما تسببه هذه القوة من حركة متغيرة أو ثابتة. مثل المصارعة أو السومر أو رفع الأثقال.

(كلما زادت كتلة الجسم كلما كان القصور الذاتي اكبر للتغلب على القوة التي تحاول إن تحرك الجسم)

أ.د فردوس مجيد البياتي

٢- طبيعة الأرض أو السطح الذي تتم عليه الحركة: يمتلك الجسم قصورا كبيرا على الأراضي الخشنة أي يصعب تحريكه بسهولة في حين يمتلك قصورا اقل في الأراضي الزلقة أو الجليدية.

٣- قاعدة الارتكاز:عند تحريك كتلة معينة وله قاعدة ارتكاز كبيرة يتطلب قوة كبيرة للتغلب عليه. وبالعكس. مثل المصارعة أمام الخصم.

أ.د فردوس مجيد البياتي

٤- وضعية الجسم الحركي:

القانون الثاني: قانون التعجيل

أن تعجيل الجسم يتناسب طرديا مع القوة المؤثرة وتحدث الحركة باتجاه القوة.

أو.. الدفع يساوي التغير في كمية الحركة.

كلما كانت القوة المستخدمة كبيرة كانت الحركة اكبر والعكس صحيح.

ملاحظة:

يكون التعجيل متناسب مع كمية القوة المبذولة وفي نفس ألاتجاهها. ويعتبر كتلة الجسم ثابت هذا التناسب.

القوة = الكتلة x التعجيل

ق = ك x ج

ق = وزن x ج الأرضي

ق = و x ٩.٨

التعجيل = القوة

الكتلة

ج = ق / ك

ملاحظة: إن اكتساب الجسم بفعل تأثير القوة يكون بنفس الاتجاه القوة ويبدأ الجسم بالحركة.

إما إذا كانت القوة اكبر من مقاومة الجسم ويكتسب تعجيلا.

إذن قانون كمية الحركة هي

كمية الحركة = الكتلة × السرعة

ق= ك × ج ..... بما إن ج = س٢-س١/ن

أ.د فردوس مجيد البياتي

اذن ق= ك×(س٢-س١)/ ن هنا العلاقة عكسية بين القوة والزمن

ق×ن= ك×(س٢-س١) .....

إن الطرف اليمين للمعادلة يعني القوة إما الطرف اليسار يعني (التغير في الزخم أو كمية الحركة).

دفع القوة = الزخم الثاني – الزخم الأول .... الزخم ك×س

ملاحظة:

أي أن كل فعل (قوة) يعادل التغير في تعجيل الجسم بثبات كتلته.

معنى التناسب الطردي نفرض أن القوة (ق١)= ١٠ نت

وأنها سببت تسارعا للجسم مقداره ٢م/ثا^{٢}

- ق١ =١٠نت فان جـ١ = ٢م/ثا^{٢}
- وإذا تضاعفت القوة لتصبح ق٢ = ٢٠نت، فان جـ٢= ٤م/ثا^{٢} وهكذا
- كمية الحركة = الكتلة x السرعة

مثال :انطلق لاعب كتلته ٦٠ كغم من الثبات من منقطة (أ) وبعد (٣ ثانية) مر من منقطة (ب) بسرعة مقدارها (٤م/ثا) احسب مقدار القوة التي بذلت للوصول إلى المنقطة (ب)

القوة = الكتلة × التعجيل

القوة = ٦٠ × ٤ ÷ ٣

القوة =٢٤٠ ÷ ٣

القوة =٨٠ نيوتن أي بمقدار (٨٠ ÷ ٩.٨١ = ٨.١٥ كغم) يضاف الى كتلة الجسم فتصبح ٦٨.١٥ كغم أي لتحريك جسم كتلته ٦٠ كغم لمدة ٣ ثواني نحتاج الى (٦٨.١٥ × ٩.٨١ = ٦٦٨.٥٥ نيوتن)

أ.د فردوس مجيد البياتي

وعند حساب المسألة وفقا للتغير في كمية الحركة

القوة × الزمن = ك × (س٢ – س١)

القوة × الزمن = (ك×س٢) – (ك×س١)

القوة × ٣ = ٦٠ × ٤ – ٦٠ × ٠

القوة = ٦٠ × ٤ ÷ ٣

القوة = ٢٤٠ ÷ ٣

القوة = ٨٠ نيوتن

اما لو انطلق اللاعب نفسه من منطقة قبل (أ) بذلك سيمر من المنطقة (أ) بسرعة معينة ولنفرض ١ م/ثا

القوة × الزمن = ك × (س٢ – س١)

القوة × الزمن = (ك×س٢) – (ك×س١)

القوة × ٣ = ٦٠ × ٤ – ٦٠ × ١

القوة × ٣ = ٢٤٠ – ٦٠

القوة = ١٨٠ ÷ ٣

القوة = ٦٠ نيوتن أي اقل بمقدار ٢٠ نيوتن والسبب في ذلك هو ان الجسم قد اكتسب الاستمرارية التي لا تحتاج إلى بذل قوة اكبر

مثال: جسم أثرت فيه قوة مقدارها ١٢٠ نت أكسبته سرعة مقدارها ٦م/ثا ولفترة زمنية ٣ثا، ما هو مقدار الكتلة ذلك الجسم؟

ق x ن = ك x (س٢ – س١)

ك x س

ق = الزمن

ك x ٦

١٢٠ = ٣

ك x ٦ = ١٢٠ x ٣

$$\frac{١٢٠ \text{ x } ٣}{٦}$$

ك = ك = ٦٠ كغم كتلة الجسم

مثال:احسب مقدار القوة التي يبذلها عداء كتلته ٩٠كغم لقطع مسافة ١٠٠م بزمن قدره ١٠ثا، وما هو مقدار القوة عندما تكون كتلته ١٠٠كغم؟

القوة = ك x ج ..... التعجيل = س/ ن

ق= ك x س/ن

ق= ٩٠x ١٠٠/١٠

ق= ٩٠ x١٠٠/١٠

القوة = ٩٠٠ نت

أما العداء ١٠٠كغم

ق= ١٠٠ x١٠٠/١٠

القوة = ١٠٠٠ نت

مثال: لاعب كتلته (٦٠ كغم) أراد أن يتحرك بسرعة (٦ م/ثا) من حالة الثبات خلال (٤ ثا)، ما مقدار القوة اللازمة لتحركه؟

القوة= ك x ج/ ن

ق = ٦٠x ٦ / ٤ = ٩٠ نت

أ.د فردوس مجيد البياتي

مثال: لاعب وثب عالي كتله (٦٠ كغم) يجري تدريبات القفز على صناديق القفز وتبلغ سرعته عند النزول (٦ م/ثا) ويدفع الأرض للحظة زمنية تقدر (٠.٢٥ ثا) ثم يرتفع مسافة (١.٥م)، احسب القوة الناتجة عن هذا الدفع؟

القوة = الكتلة x التعجيل

ق = ٦٠ كغم x ٦ م/ثا / ٠.٢٥ ث

ق = ١٤٤٠ نيوتن

بما أن الوزن الجسم هو ٦٠ كغم x ٩.٨ نت = ٥٨٨ نيوتن

دفعة الأرض لقوة تساوي أكثر من ضعف وزنه تقريبا

لان وزنه يساوي ٩.٨ × ٦٠ = ٥٨٨ نت بحوالي ٢٦٤ نت

مثال: كانت كتلة لاعب القفز (٧٠كغم) وكانت سرعته الأولى لحظة مس القدم الأرض قبل الارتقاء (٨م/ثا) والسرعة التي انطلق بها اللاعب بعد الاتقاء كانت (٥م/ثا) ما هي دفع القوة؟

دفع القوة = الزخم٢ – الزخم١..... الزخم = ك×س

= (٧٠×٥) – (٧٠×٨)

= -٢١٠كغم.م/ثا هنا تدل على إن الدفع غير مناسبة.

إما إذا كانت +٢١٠ تدل على إن الدفع القوة كان عاليا والحصول على تزايد في السرعة

أ.د فردوس مجيد البياتي

القانون الثالث:الفعل ورد الفعل

لكل فعل رد فعل يساويه في المقدر ويعاكسه في الاتجاه ويقعان على فعل واحد.

الاستفادة من المحيط في تعزيز رد الفعل فيتضح كثيرا في المجال الرياضي فقافز العريض يستخدم الارض لتعزيز ردود افعال التقلص المركزي للعضلات العاملة وكذلك يعمل القافز من منصة القفز في السباحة وفي الوقت الذي يعتبر الارض محيط صلب فان القفاز محيط ارتدادي والترامبولين كذلك وللماء محيط سائل ، فردود الافعال في المجال الرياضي قد لايأخذ المعنى المطابق لقانون نيوتن الثالث الا في حالات الاصطدام.

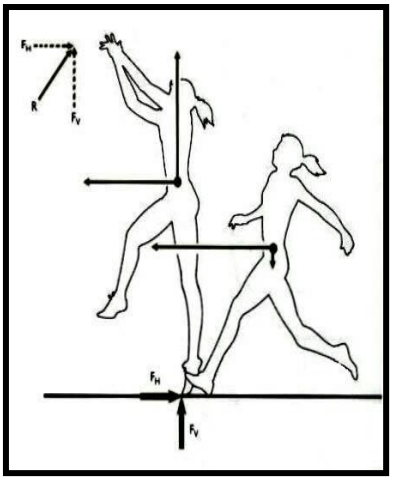
مثل قافز العريض= يستخدم الأرض لتعزيز ردود أفعال التقلص المركزي للعضلات العاملة.القافز السباحة من منصة القفز= يعتبر الأرض محيط صلب والقفاز محيط ارتدادي الترامبولين كذلك تأخذ بمعنى حالات الاصطدام لقانون الثالث

ملاحظة

- **عندما تتطابق خطوط عمل مركبات القوى وتقل قيمة المحصلة كلما كبرت الزاوية في هذه المركبات. إذن نقول أن مقدار المحصلة تتناسب عكسيا مع مقدار الزاوية.**

مثال: مرحلة عبور الحاجز في ركض الحواجز. الإرسال الساحق بكرة الطائرة. مرحلة عبور في قفزة الفوسبوري.

أ.د فردوس مجيد البياتي



الكتلة والوزن والجاذبية الأرضية

- قوة الجاذبية تمثل قوة الوزن.(احد أنواع القوة التي ترتبط بمقدار كتلة الجسم والتعجيل الارضي)
- إن كل ١كغم من كتلة أي جسم تساوي ٩.٨ نت من جذب الأرض.
- أي رياضي كتلته ٧٠كغم تساوي ٦٨٦ نت وهذا يعني إن

(وزن الجسم = ك الجسم كغم × ٩.٨نت)

- والقانون الذي يجدد هذا هو القوة = الكتلة × التعجيل

إن الكتلة (كمية قياسية) وتعني مقدار ما تحتويه الجسم من مادة إما الوزن فهو قوة الجاذبية التي تنتج من تلك الكتلة.

(إن تعريف الوزن يرتبط وهذا يعني إن الكتلة تبقى ثابتة في أي مكان، إما الوزن فيتغير موضع الجسم عن سطح البحر.

لذا الوزن يكون اقل في مرتفعات أعلى من سطح البحر عنها في مستوى سطح البحر.

الكتلة = ١كغم – اللاعب – السيارة

الوزن = ٩.٨نت – ٤٩٠نت – ٩٨٠٠نت

قوانين نيوتن في الحركات الدائرية (عزم القصور الذاتي) - القوة

قوانين نيوتن في الحركات الدائرية

- **الحركات الدائرية لا تحدث ألا بوجود محور.**
- **قانون القصور الذاتي في الحركات الدورانية نطلق عليه بعزم القصور الذاتي، وهو مقياس القصور الذاتي للجسم خلال الحركة الدورانية (الزاوية).**

س/ أن عزم القصور الذاتي في الحركات الدائرية تقابل القصور الذاتي في الحركات الخطية؟

لان مقاومة الحركة الدائرية لا يتوقف على الكتلة وإنما على بعد الجزء العمودي عن محور الدوران.

عزم القصور الذاتي = الكتلة x (نق)^{٢}

ملاحظ: قد يكون طول اللاعب في بعض الحركات هو نصف قطره .

علاقة عزم القصور الذاتي بالسرعة الزاوية تتناسب تناسبا عكسيا معها.

س/ تودي لاعبة الرقص على الجليد دوران وتقوم بتقريب أجزاء الجسم وبسرعة؟

وذلك لتقليل عزم القصور الذاتي فتزداد السرعة الزاوية بتقريب الجسم نحو محور الدوران. (لتقليل إنصاف الأقطار).

س/ يقوم لاعب التزلج على الجليد بفتح ذراعية عند أكمال الدوران؟

يساعد على تقليل سرعة الدوران بزيادة عزم القصور الذاتي (أي كبر نق).

أ.د فردوس مجيد البياتي

س/ أن لاعب الواثب الطويل يقوم بحركات بندوليه و دورانية للذراعين والرجلين في الطيران؟

وذلك لإيقاف الدوران حول المحور الجانبي ليحافظ على توازنه أثناء الطيران وكذلك المحافظة على وضع الجذع قبل الهبوط.

س/ عند المشي في الهواء تكون قيمة عزم القصور الذاتي مختلفة عما عليه في التعلق.

تعمل رجل النهوض والذراع المقابلة لها على إيقاف حركة الدوران للإمام.

إما النوع الأخر من المشي فان الفعل الأساسي لإيقاف الدوران هي حركة رجل النهوض والذراع الأخرى.(كمية الحركة الدورانية لحظة النهوض (الارتقاء) تنتج عن اتصال القدم مع سطح الأرض وحركة الذراعين تزيد من كمية الحركة الزاوية لحظة النهوض.

س/ يقوم لاعب الجمباز بفتح ذراعية للجانب عند الهبوط على الأرض أو عند الانتهاء من الحركة؟

بسبب زيادة القصور الذاتي للجسم من خلال زيادة أنصاف الأقطار لأجزاء الجسم أثناء الحركة مما يحقق اتزان. والعلاقة هنا طردية بين أنصاف الأقطار والقصور الذاتي.

س/ يأخذ المصارع وضعية فتح الرجلين في بداية النزال.

لزيادة مساحة قاعدة الاستناد وحسب قانون النيوتن الأول قانون القصور الذاتي.

+ تغير عزم القصور الذاتي بتغير أطوال الجسم وفق حركاته:

- عند تقليل من عزم القصور الذاتي عند تغير الاتجاه بكرة القدم.
- زيادة العزم لذراع اللاعب كرة اليد عند تهديف.
- زيادة مدى الرجلين عند أداء المرجحة على الحلق.

+ قانون الزخم الزاوي الذي له علاقة بعزم القصور الذاتي.

الزخم الزاوي = عزم القصور الذاتي x سرعة الزاوية (ز= ع ق ذ xس ز)

وبما أن كمية الحركة الدورانية هي نفس الزخم الزاوي وتساوي

كمية الحركة الدورانية = الكتلة x نق^{٢} x سرعة الزاوية

أ.د فردوس مجيد البياتي

ملاحظ: أن عزم القصور الذاتي يتناسب طرديا مع كتلة الجسم ومربع طولها.
وان الكتلة تتناسب عكسيا مع مربع الطول.

عزم القصور الذاتي: هو مقدار المقاومة التي يمتلكها الجسم للحفاظ على السكون أو الحركة ضد التغيير. إما عزمه فهو عبارة عن مجموع أجزاءه وهذا يتوقف على مقدار كتلة الجسم. **ويكون عزم القصور الذاتي كما يلي:**

- الزخم: عبارة عن كمية الحركة التي يمتلكها الجسم أثناء حركته.

- عزم الدوران: أن العزم هو حاصل ضرب القوة في المسافة العمودية بين خط عملها ومركز دوران الجسم ، ويعرف هذا الناتج في الاستاتيك عزم القوة أو عزم الانحناء. وينشأ عزم الدوران عند تأثير قوة جسم حر الحركة ويكون خط تأثيرها بمسافة عمودية عن مركز ثقل الجسم.

القوة – مواصفات القوة – محصل القوة

القوة

§ تعني كل ما يغير أو يحاول أن يغير من شكل الجسم أو حالته الحركية مقدارا أو اتجاها.

§ أو .... هي كل مؤثر يعمل أو يحاول أن يعمل على تغيير حاله الجسم من السكون إلى الحركة المنتظمة في خط مستقيم. وحدة قياس النيوتن – الداين – ثقل غرام – ثقل كغم.

§ (يؤثر بالحركة قوتين الداخلي العضلات والخارجي ما يحيط الرياضي).

* **يمكننا تقسيم تأثير القوة إلى:**

١- التأثير الديناميكي (الحركة): بتأثير القوة تحدث الحركة كما في حالة دفع الجسم أو تحريك جزء من أجزاء الجسم لأداء حركة معينة.

٢- التأثير الاستاتيك (الثابت): تستخدم قوة للتغلب على مقاومة كبيرة جدا بحيث لا تتمكن القوة من التغلب على القصور الذاتي لتلك المقاومة.مثل دفع الحائط.

أ.د فردوس مجيد البياتي

مواصفات القوة

١- مقدار القوة.

٢- خط عمل القوة.

٣- اتجاه القوة.

٤- نقطة تأثير القوة.

محصل القوة

§ القوة كمية متجهة وللتعبير عنها مقدارها واتجاهها.

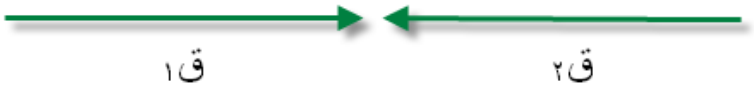
س/ أن محصلة القوة تستخرج حسب خط فعل القوى المؤثرة في ذلك الجسم وتنقسم إلى؟

١- إذا أثرت قوتان في جسم:كانت القوتان في اتجاه واحد فان الفعل التأثير لهما أي محصلة القوتان هي المجموع الجبري لهما.

م= ق١ + ق٢

٢- إذا أثرت قوتان في جسم: وكانت القوتان في اتجاه متعاكس فان محصلة القوتان أي الفعل التأثير لهما هي الفرق الجبري بينهما واتجاه المحصلة باتجاه القوة الكبيرة.

م = ق١ ـ ق٢



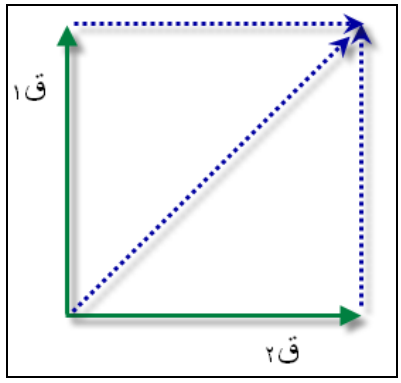
أ.د فردوس مجيد البياتي

٣- إذا أثرت قوتان في الجسم وبينهما زاوية قائمة فان محصلة هذه القوى يمكن الاستدلال عليها من خلال تطبيق نظرية فيثاغورس.

$$\text{المحصلة} = \sqrt{ق_{١}^{٢} + ق_{٢}^{٢} + ٢\ ق_{١} \times ق_{٢} \times \text{جتا}\ هـ}$$

ولان جتا الزاوية ٩٠ = صفرا فلا تبقى أهمية للشطر الثاني بعد علامة الجمع ، لذلك فان القانون يكتب على الشكل الأتي:

$$\text{المحصلة} = \sqrt{ق_{١}^{٢} + ق_{٢}^{٢}}$$

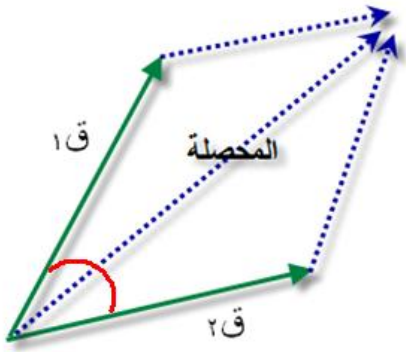


٤- إما إذا أثرت قوتان في جسم وكانت الزاوية بينهما حادة أو منفرجة فان محصلتهما يمكن استخرجها من القانون التالي:

- في الزاوية الحادة اقل من ٩٠°. أو أكثر من ٩٠° منفرجة تكون علامة جتا موجب.

$$\text{المحصلة} = \sqrt{ق_{١}^{٢} + ق_{٢}^{٢} + ٢\ ق_{١} \times ق_{٢} \times \text{جتا}\ هـ}$$

أ.د فردوس مجيد البياتي



وإذا جتا ٩٠ (عمودية) تكون قيمتها صفر.

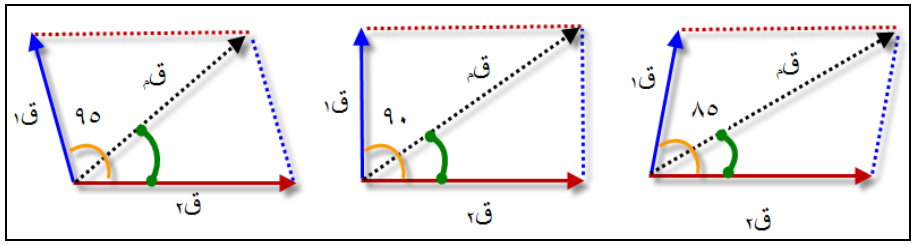
إما إذا كانت اكبر من ٩٠° قيمتها سالب.

لمعرفة عناصر المحصلة من خلال ما يلي.

- القوة المحصلة: تتمثل بوتر المستطيل المنشأ على القوتين والمار من نقطة التأثير.
- القوة الأولى(الأفقية): موازية للأرض مارة من نقطة التأثير ويمكن ملاحظتها عند لاعب التزحلق على الجليد.
- القوة الثانية(العمودية): عمودي على الأرض من نقطة التأثير.

مثال:أثرت قوتان (ق١،ق٢) وقيمتهما (٢٠ نيوتن،٣٠ نيوتن) في جسم وكانت الزاوية بينهما هي ٨٥ درجة، ثم أصبحت ٩٠ درجة، وبعدها أصبحت ٩٥ درجة. جد محصلة القوتين في الحالات الثلاثة؟

ملاحظة: في الحالات الثلاثة كلما كبرت الزاوية بين القوتين فان المحصلة تقل كون أن القوتين تميلان إلى الاتجاه المعاكس عن بعضهما.



أ.د فردوس مجيد البياتي

يوضح قيمة المحصلة واتجاهها في الزوايا التي تقل عن ٩٠ درجة وتساويها وتزيد عنها

١- قيمة المحصلة للزاوية ٨٥ درجة.(٠.٠٨٧)

$$\text{المحصلة} = \sqrt{\text{ق}_1^{\,2} + \text{ق}_2^{\,2} + 2 \times \text{ق}_1 \times \text{ق}_2 \text{ جتاه}}$$

$$= \sqrt{(20)^2 + (30)^2 + 2 \times 20 \times 30 \times (0.087)}$$

$$= \sqrt{400 + 900 + 96}$$

$$= \sqrt{1396}$$

$$= 37.36 \text{ نت}$$

٢- قيمة المحصلة للزاوية ٩٠ درجة (٠.٠٠)

$$\text{المحصلة} = \sqrt{(20)^2 + (30)^2 + 2 \times 20 \times 30 \times (0)}$$

$$= \sqrt{1300}$$

$$= 36.05 \text{ نت}$$

أ.د فردوس مجيد البياتي

٣- قيمة المحصلة للزاوية ٩٥ درجة (-٠.٠٨٧)

$$\text{المحصلة} = \sqrt{(٢٠)^{٢} + (٣٠)^{٢} + ٢ \times ٢٠ \times ٣٠ \times (-٠.٠٨٧)}$$

$$= \sqrt{١٤٠٤.٤}$$

م = ٣٤.٥٨ نت

مثال: عضلتان (س،ص) أعطت العضلة الأولى س قوة مقدارها ٦٠ نيوتن على العظم (أب) والعضلة ص قوة مقدارها ٨٠ نيوتن، وقد اشتركت العضلتان في عمل عضلي بزاوية قائمة، اوجد محصلة القوة للعضلتين؟

$$\text{المحصلة} = \sqrt{(ق١)^{٢} + (ق٢)^{٢}}$$

$$م = \sqrt{(٨٠)^{٢} + (٦٠)^{٢}}$$

$$م = \sqrt{٦٤٠٠ + ٣٦٠٠}$$

م= ١٠٠ نت محصلة القوتان

تحليل القوة – القوى الداخلية والخارجية في الحركات الرياضية

تحليل القوة:

أن عملية تحليل القوة هي عكس تركيبها أو جمعها.

أ.د فردوس مجيد البياتي

في هذه الحالة نحصل على تحليل القوة إلى مركباتها الأفقية والعمودية عندما تكون المحصلة المؤثرة في الجسم معلومة وكذلك الزاوية التي نعمل عليها.

* يمكن الحصول على كل من المركبة الأفقية والعمودية للقوة المطبقة على جسم ما إذا كانت محصلة النهائية والزاوية معروفة بدلالة القوانين الآتية:

- المركبة الأفقية للقوة = المحصلة x جتا الزاوية
- المركبة العمودية للقوة = المحصلة x جا الزاوية

مثال:إذا كانت القوة المحصلة للعضلة الفخذية الرافعة للفخذين عند رفعهما وهي ممدودة من مفصل الوركين وبشكل موازي للأرض هي ٤٠٠ نيوتن وكان زاوية اتجاه عمل هذه المحصلة هي ٥٥ درجة، فما مقدار كل من المركبة العمودية والأفقية لها؟ علما أن جتا٥٥= ٠.٥٧ ، وجا٥٥= ٠.٨١.

المركبة الأفقية =المحصلة x جتا الزاوية

= ٤٠٠ x ٠.٥٧= ٢٢٨ نت

المركبة العمودية للقوة = المحصلة x جا الزاوية

= ٤٠٠ x ٠.٨١ = ٣٢٤ نت

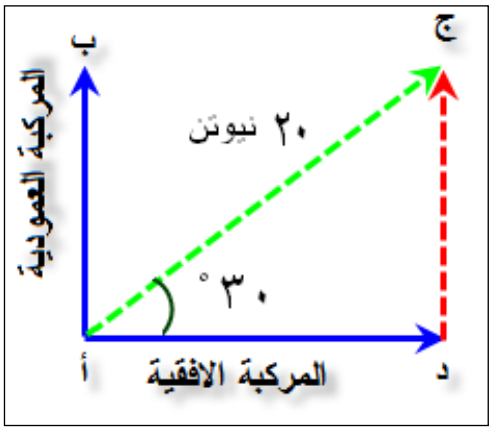
* يمكن استخراج المركبتين الأفقية والعمودية بالاعتماد على قوانين المثلثات كما يلي:

$$\text{جا الزاوية} = \frac{\text{المركبة العمودية}}{\text{المحصلة}} \qquad \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$$

أ.د فردوس مجيد البياتي

$$\text{جتا الزاوية} = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} \qquad \frac{\text{المركبة الأفقية}}{\text{المحصلة}}$$

مثال: إذا كانت محصلة قوة مؤثرة في جسم مقدارها (٢٠ نت) بزاوية مقدارها ٣٠° مع الخط الأفقي، المطلوب حساب مركباتها الأفقية والعمودية؟ علما أن جا٣٠= ٠.٥، جتا٣٠= ٠.٧٦



يوضح تحليل القوة المحصلة إلى مركباتها

$$\text{المركبة العمودية} = \frac{\text{جا الزاوية}}{\text{المحصلة}}$$

$$= \text{جا ٣٠} \times \text{الوتر}$$

$$= ٠.٥ \times ٢٠ = ١٠ \text{ نت}$$

$$\text{المركبة الأفقية} = \frac{\text{جتا الزاوية}}{\text{الوتر}}$$

$$\text{المركبة الأفقية} = \text{جتا ٣٠} \times \text{الوتر}$$

$$= ٠.٧٦ \times ٢٠ = ١٥.٢ \text{ نت}$$

القوة الخارجية والداخلية في الحركات الرياضية

١- القوة الخارجية: وهي القوى الخارجية التي تؤثر على الجسم وتتمكن من تغيير خط سير مركز ثقل الرياضي ومن أنواعها:

أ.د فردوس مجيد البياتي

+ أن القوة المؤثرة الخارجية على الجسم تقسم إلى:

*** الجاذبية الأرضية: (التي تعمل على السحب الجسم).**

*** قوة جسم أخر: (الزميل، الخصم، القفاز).**

*** قوة المقاومة من المحيط: (مقاومة الماء والهواء، الاحتكاك، رد فعل الارتكاز).**

+ تقسم القوى الخارجية من خلال تغيير خط سير مركز ثقل الرياضي.

- القوى الخارجية الايجابية: وهي تلك القوى التي تتمكن من أن تأتي بحركة كالجاذبية الأرضية، قوة الزميل، قوة الخصم، قوة مجرى الماء في النهر.

- القوى الخارجية السلبية: وهي تلك القوى التي تأتي على أساس رد فعل لقوى أخرى أو في أكثر الأحيان رد فعل لقوة عضلات الرياضي، كنقطة الارتكاز في القفز، قوة الاحتكاك في الركض، مقاومة الماء بالسباحة.

٢- القوة الداخلية: وهي التي تكون داخل الجسم ومن أنواعها:

*** قوة العضلات.**

*** قوة ردود الفعل الداخلية (مقاومة المفاصل والأوتار).**

*** قوة مقاومة الأجهزة والأعضاء الداخلية.(عزم القوة، دفع القوة).**

القوة الطاردة والقوة المركزية

إن حدوث الحركة هو عبارة عن مزيج من تأثيرات قوى معينة في الجسم إثناء حركته فمنها ما يؤثر بشكل ايجابي. وهنا يعمل الرياضي على تعزيز هذه القوى ورسم مسار حركته بما يتفق والطبيعة الايجابية لتلك القوى المؤثرة.

أ.د فردوس مجيد البياتي

ما يؤثر بشكل سلبي وهي القوى التي يحاول الرياضي إن يحد منها ، فنجد إن القوى المؤثرة في حركة الجسم **إثناء الحركة المستقيمة تكاد تكون متوازية مقارنة بتأثير القوى الخارجية** فيه إثناء حركة الدوران... **لماذا؟**

فنتيجة لدوران الجسم حول محور نجد إن الجسم يقع تحت تأثير قوة تحاول إبعاده من المسار الدائري إلى الخارج ، وبكي يستمر في مساره الدائري يجب عليه إن يوازن بين قوتي الفعل (المتمثلة بالقوة الطاردة) ورد الفعل (المتمثلة بدرجة الميلان) كشكل ظاهري إما الشكل الكيناتيكي فيتم حسابه أي حساب مقدار القوة من خلال القوة المتولدة تحت قدم اللاعب (الدفع المائل تجاه المركز) وهنا يتحقق قانون الفعل ورد الفعل فالقوة الطاردة (Centrifugal) تحاول إبعاد الجسم إما القوة الرادة لها فتتجه بعكس الاتجاه (نحو المركز كقوة مركزية Centripetal).

أن القوة الطاردة تكون سلبية على العداء في المنحنى وايجابية على رامي القرص والمطرقة.

<u>هي القوة المعيقة للأداء</u> لأنها تتناسب عكسيا مع سرعة الجسم وتعمل باتجاه مركز الدائرة التي يتحرك فيها اللاعب. مثل حالات الرمي من الدورانات كرمي المطرقة ورمي القرص وفي الاقتراب المنحني لقافز العالي بطريقة الفسبوري فلوب.

***<u>القوة المركزية</u>: هو القوة التي تحاول الحد من تأثير القوى اللامركزية (الطاردة)، أي التي تسحب الجسم إلى مركز الدوران.**

أ.د فردوس مجيد البياتي

*** القوة الطاردة: وهي قوة ناتجة من حركة الجسم بشكل دائري والتي تعمل على سحب الجسم إلى الخارج بعيدا عن المركز.**

س/ يقترب لاعب الدرجات بصدره من المقود ويميل إلى الداخل؟

س/ لاعب ٢٠٠م يغير من حركة ذراعية ويميل جسمه إلى الداخل؟

ج/ للتغلب على القوة المركزية.

س/أن القوى المؤثرة في حركة الجسم أثناء الحركة المستقيمة تكاد تكون متوازية مقارنة بتأثير القوى الخارجية فيه أثناء حركة الدوران؟

ج/ نتيجة دوران الجسم حول المحور نجد أن الجسم يقع تحت تأثير القوة الطاردة إلى الخارج.

هناك نوعين من القوة تنشأ خلال حركة الدوران عند أداء فعالية رمي المطرقة ، وهاتان القوتان مرتبطتان مع بعضهما طبقاً لقانون نيوتن من علاقة الارتباط بين الفعل ورد الفعل ، ويمكن ملاحظة ذلك بوضوح عند مهارة المطرقة ، فالمطرقة خلال الدوران المماسي تعمل على سحب الرياضي للخارج و كرد فعل يعمل الرياضي على سحب المطرقة باتجاه محور دورانه ، وفي الحالة الأولى يطلق عليها القوة الطاردة (اللامركزية) ، وفي الحالة الثانية تسمى بالقوة الجاذبة (المركزية) ، وتقاس وفقاً للعلاقة الرياضية التالية :

القوة المركزية (الطاردة) = الكتلة x س^{٢} /نق

ق ط = ك x س^{٢} /نق

إذ أن هاتين القوتين متساويتان في المقدار ومتعاكسين في الاتجاه.

ملاحظة: القوة الطاردة تتأثر بعاملين مهمين هما سرعة وكتلة المطرقة.

أ.د فردوس مجيد البياتي

ملاحظة: أن القوة الجاذبة أو القوة الطاردة تتناسب تناسبا طرديا مع كتلة الأداة المقذوف ومربع سرعتها. وان القوتين الجاذبة والطاردة تتناسبا عكسيا مع نصف القطر الدوران، لذا أن تقصير نصف القطر يؤدي إلى زيادة في القوة الجاذبة أو الطاردة.

نلاحظ العداء يحاول الحد من تأثير القوة الطاردة في جسمه وخاصة عند الركض في الأقواس من خلال ميل الجذع نحو الداخل وتوسيع مدى حركة الذراع الخارجية بالمقياس لحركة الذراع الداخلية ، وكلما كان منحنى القوس شديدا ازدادت شدة الميلان.

*** قانون لاستخراج درجة الميلان الجسم.**

ظل زاوية الميلان = (السرعة)^{٢} / التعجيل الارضي x نصف القطر

ظل زاوية الميلان = س^{٢} / ج x نق

مثال: يركض عداء بسرعة ٢٠م/ثا وكان نصف قطر المضمار (١٠٠) قدم، ما هي الزاوية التي يجب أن يميل بها الرياضي بجسمه نحو الداخل ليحافظ على توازنه؟

ظل زاوية الميلان = س^{٢} / ج x نق

ظل زاوية الميلان= (٢٠)^{٢} / ٣٢ x ١٠٠

= ١.٢٥ زاوية الميلان = ٧.١٢ درجة

مثال: احسب نصف قطر المنحني الذي يدور حوله عداء كتلته (٧٠كغم) وسرعته (٩م/ثا). علما أن مقدار القوة الطاردة المؤثرة فيه ٦٠ نيوتن؟

قط = ك x س^{٢} /نق

٦٠ نت = ٧٠كغم x (٩)^{٢} / نق

٦٠ = ٧٠ x ٨١ / نق

٦٠ x نق = ٧٠ x ٨١

نق = ٧٠ x ٨١/٦٠

نق = ٤.٥ م

التأثير المتبادل للقوى الخارجية والداخلية

عندما يسلط الرياضي قوة على الأرض للنهوض إلى الأعلى فهذا يعني أن رد فعل الأرض يساوي القوة المسلطة ويعاكسه في الاتجاه،

رد الفعل = قوة العضلات

وبما أن وزن الجسم في اتجاه معاكس لرد الفعل فأننا نستطيع أن نستنتج أن:

رد الفعل = قوة العضلات – وزن الجسم

مثال: أدى الرياضي حركة ثني مفصلي الركبتين من الوقوف بشكل غير مبالغ فيه (انسيابي) فهذا يعني تغلب وزن الجسم على قوة العضلات وافتراضا أن وزن الرياضي كان ١٠٠٠ نيوتن وكانت قوة العضلات في لحظة الثني ٨٠٠ نيوتن فان علامة رد الفعل ستكون سالبة لان:

رد الفعل = قوة العضلات – وزن الجسم

رد الفعل = ٨٠٠ – ١٠٠٠

رد الفعل = – ٢٠٠ نيوتن

نستنتج أن رد الفعل سيكون اقل من وزن الجسم في حالة الثني. إما العكس في حالة المد يكون رد الفعل اكبر من وزن الجسم.

أ.د فردوس مجيد البياتي

مثال: رياضي يقوم بمد مفصل الركبتين من وضع الجلوس فا تتغلب على وزن الجسم الذي مقداره ١٠٠٠ نت ولحظة المد كان ١٢٠٠ نت؟

رد الفعل = قوة العضلات – وزن الجسم

رد الفعل = ١٢٠٠ – ١٠٠٠ = ٢٠٠ نت

ملاحظة: أن رد فعل الأرض سيكون صفرا أو قريبا إلى الصفر إذا تساوت قوة العضلات مع وزن الجسم وسوف لن تكون هناك علامة (موجب أو سالبة لرد الفعل) مما يؤشر أو يدل على ثبات أو الاستقرار.

علل/ عدم استطاعة الأطفال من الوقوف على القدمين في سن مبكرة؟

بسبب ضعف العضلات (تغلب وزن الجسم على قوة العضلات)

من خلال القانون الثاني لنيوتن التعجيل.

القوة = الكتلة x التعجيل

التعجيل = القوة / الكتلة

بالتعويض القوة بالرد الفعل

التعجيل = رد الفعل / الكتلة

بما أن رد الفعل = قوة العضلات – وزن الجسم

إذن التعجيل = قوة العضلات – وزن الجسم /الكتلة ..... بوحدات م/ثا^{٢}

مثال: ما مقدار التعجيل لجسم وزنه (٨٠٠) نت يسلط على الأرض قوة مقدارها (٨٧٠) نت؟

التعجيل = قوة العضلات – وزن الجسم /الكتلة

أ.د فردوس مجيد البياتي

نجد كتلة الجسم من خلال قسمة وزن الجسم على الجذب (٩.٨١م/ثا٢)

ك= ق/ج

ك= ٨٠٠/٩.٨١ = ٨٢ كغم تقريبا

ج= قوة العضلات – وزن الجسم/ كتلة

ج= ٨٧٠ – ٨٠٠ /٨٢

ج= ٨٢/٧٠= ٠.٨٥م/ثا٢ بما أن التعجيل موجب فان الجسم في حالة مد.

إذا كان الدفع على سطح الأرض بشكل مائل مثلما هو واضح في مرحلة الارتكاز الخلفي فان القوة تتحلل إلى مركبتين (إذا كانت تمر بمركز كتلة الجسم) احديهما المركبة الأفقية والتي ستتعامل مع اتجاه الحركة إذ سيكون رد الفعل بعكس اتجاه الحركة أي لا تتعامل مع وزن اللاعب، والمركبة الأخرى ستكون عمودية وهي مثلما مر سابقا، أي:

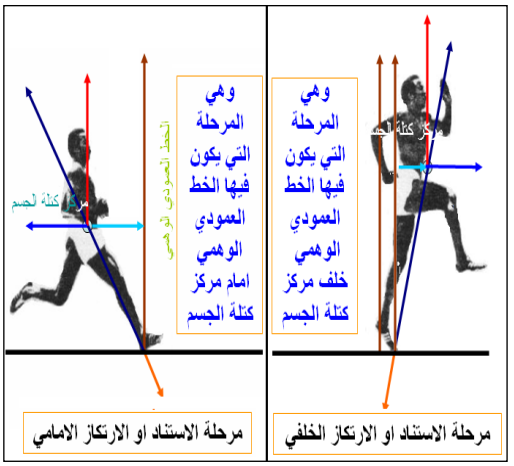
$$\text{التعجيل الأفقي} = \frac{\text{قوة العضلات}}{\text{الكتلة}}$$

على الأغلب فان التعجيل الأفقي سيتعامل مع قوة الاحتكاك والذي تم إهماله.

$$\text{التعجيل العمودي} = \frac{\text{قوة العضلات} - \text{وزن الجسم}}{\text{الكتلة}}$$

وعن طريق قانون فيثاغورس يمكننا من إيجاد المحصلة

أ.د فردوس مجيد البياتي



يوضح مرحلة الاستناد الأمامي والخلفي لحظة الارتقاء في الوثب العريض

الجاذبية الأرضية – قوة الاحتكاك وأنواعها – القوى المقاومة للحركة

الجاذبية الأرضية

قانون الجاذبية الأرضية: كل كتلة في الكون تجذب أي كتلة أخرى بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الكتلتين وعكسيا مع مربع البعد بين مركزهما.

تحدد بثلاثة نقاط وهي؟

١- المقدار.(يقصد به الكمية أو القيم للقوة ويقاس بالنيوتن).

٢- الاتجاه.(يقصد به اتجاه تأثير القوة على الجسم).

٣- نقطة التأثير.(يقصد به تأثير القوة في الجسم أو النظام).

+ ملاحظة: يأتي مقدار قوة الجاذبية الأرضية من كتلة الجسم في التعجيل الأرضي والتي تسمى الوزن.

قانون الوزن = الكتلة في التعجيل

+ تؤثر الوزن حسب الموقع الجغرافي:

- ◄ إذا كان على خط الاستواء فان التعجيل الأرضي يكون منخفض.(مقدار الجذب تساوي ٩.٧٧م/ث٢.
- ◄ إذا كان على القطبين فان التعجيل الأرضي مرتفع.(مقدار الجذب تساوي ٩.٨٣م/ث٢.
- ◄ إذا كان مقدار التعجيل بارتفاع المكان عن مستوى سطح البحر.

أ.د فردوس مجيد البياتي

ملاحظة:

- * الكتلة: هو مقدار ما يحتويه الجسم من مادة لذا فهو ثابت لا تتغير من مكان لأخر. الكتلة كمية قياسية وتقاس بوحدة (كغم).
- * الوزن:هو قوة جذب الأرض للجسم ويسمى أيضا (الثقل). كمية متجهة.

أي الوزن = الثقل = قوة جذب الأرض للجسم = ج X ك

(((ج) تسارع الجاذبية الأرضية وتساوي ٩.٨م/ثا٢ (ك) كتلة الجسم والوزن كمية متجهة ويقاس بوحدة (نيوتن) بواسطة زنبرك مدرج تسمى (الدينمومتر))).

* النيوتن: هو القوة التي تجذب بها الأرض جسما كتلته ١كغم تقريبا.

- أو قوة إذا أثرت على جسم كتلته ١كغم أكسبته تعجيلا مقداره ١م/ثا^{٢}
- أو هو القوة التي يجذب بها القمر جسما كتلته ٦ كغم تقريبا.

* تغير وزن الأجسام:

يختلف وزن الجسم حسب أمور ثلاثة:

- ١- حسب الكوكب الذي نزن عليه الجسم.
- ٢- حسب بعدُ الجسم عن مركز الكوكب.
- ٣- يختلف وزن الجسم من نقطة إلى أخرى على سطح الأرض.

*ملاحظة:

- - وزن الجسم عند مركز الأرض = صفر بسبب انعدام الجاذبية.
- - وزن الجسم على سطح القمر = سدس وزنه على سطح الأرض.

مثال:احسب مقدار القوة التي يبذلها عداء كتلته ٨٠ كغم لقطع مسافة ١٠٠م بزمن قدره ١٠ثا؟ وما هو مقدار القوة عندما تكون كتلته العداء ١٢٠كغم؟ لاستخراج سرعة العداء كلتا الحالتين؟

س = م / ن

= ١٠٠/١٠ = ١٠م/ثا

القوة التي يبذلها العداء ذو الكتلة ٨٠ كغم

= ك X س/ ن

= ٨٠ X١٠/١٠ = ٨٠ نت

القوة في حالة العداء ذو الكتلة ١٢٠ كغم

ق = ك X س/ ن

= ١٢٠ X١٠/١٠=١٢٠ نت

أ.د فردوس مجيد البياتي

مثال: ما مقدار القوة يجب تسليطها لتقليل سرعة جسم كتلته ٦٠ كغم من سرعة ١٦م/ثا إلى سرعة ٦م/ثا خلال زمن ٠.٥ثا.

القوة = ك X ج

ق = ٦٠ X ٦-١٦/٠.٥

ق = ٦٠ X -١٠/٠.٥

ق = ٦٠ X -٢٠

ق = ١٢٠٠ نت

مثال: تم دفع سيارة كتلته ٨٠٠ كغم بواسطة شخصين كانت قيمة القوة المسلطة (١٢٠٠ نت، ١٤٠٠نت) احسب السرعة النهائية للسيارة بعد مرور ١٠ ثانية؟

القوة = الكتلة X التعجيل

(١٢٠٠+١٤٠٠) = ٨٠٠ X س٢ – س١ /ن

٢٦٠٠ = ٨٠٠ X س٢ – صفر/١٠ثا

٢٦٠٠ = ٨٠٠ X س٢/١٠

٢٦٠٠ = ٨٠ س٢

س٢ = ٢٦٠٠ /٨٠

س٢ = ٣٢.٥ م/ثا

قوة الاحتكاك وأنواعها ـ القوة المقاومة للحركة

قوة الاحتكاك: وهي القوة الناشئة بين الجسم المتحرك والسطح الذي تتم عليه الحركة وتساوي هذه القوة، القوة الدافعة للجسم بالمقدار وتعاكسها في الاتجاه.

- ◄ الاحتكاك: قوة ميكانيكية تعمل بعكس اتجاه الحركة وتؤثر قوة الاحتكاك تأثيرا ايجابيا وسلبيا على الحركات الرياضية.

أو..... يدخل كقوة إجبارية ضرورية ضمن مكونات المعادلات التي تفسر عددا كبيرا من أداء الحركات الرياضية. سواء كانت هذه القوة عاملا معيقا أو مساعدا.

إذن الاحتكاك: يحدث عندما يقاوم جسم مادي حركة جسم مادي أخر يلامس له.

أ.د فردوس مجيد البياتي

+ ملاحظة: القوتين اللتين تسببان الاحتكاك.

- ◄ أن تكون متوازيتان ومتساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه وبدونه لا يمكن أن تمشي أو تجري أو نعمل على السيطرة على حركتنا بشكل عام.
- ◄ نعمل على زيادة الاحتكاك في معظم الحالات.... مثل استخدام الأحذية المطاطية في كرة السلة، أو الأحذية المسامير للاركاض السريعة.

& علل ما يلي:

- ◄ يستخدم العداء الأحذية ذات المسامير العالية بالنسبة للاركاض السريعة.

من اجل ضمان السيطرة على الجسم عن طريق زيادة الاحتكاك.

- ◄ يقوم لاعب الجمناستك باستخدام مسحوق المغنسيوم على جهاز العقلة عند أداء حركات الدوران..... – ..... أو عند استخدام الجلد؟

لأنه يساعد في تحسين مسك البار وتقليل الاحتكاك.

- ◄ يستخدم لاعب كرة اليد المواد اللاصقة على الأصابع – أو يستخدم الجليد للتدريب؟

لأنه يعمل على تقصير الخطوات من خلال الاستفادة من قلة الاحتكاك.

- ◄ يقوم لاعب السباحة بتحليق الشعر؟

للتغلب على مقاومة الماء من خلال الاحتكاك.

* أنواع الاحتكاك:

- الاحتكاك ألشروعي (الاحتكاك الساكن او السكوني)... وهو يعمل عند شروع الجسم الساكن بالحركة (عندما يكون احد الجسمين ثابتا كالأرض والأخر ساكنا قابلا للتحرك او هو الجسم الذي يتطلب منه الحركة كاللاعب).
- الاحتكاك ألانزلاقي و ألتدحرجي (الاحتكاك المتحرك أو الحركي).. وهما يتأتيان كمقاومين خلال الحركة (عندما يكون احد الجسمين ثابتا كالأرض والأخر متحركا كاللاعب).

وان قيمة معامل الاحتكاك تتراوح بين (٠-١) فيكون الجسم متلاصقا كلما كبرت القيمة

أ.د فردوس مجيد البياتي

- الاحتكاك المائع : ان مقاومة الماء من خلال حركة السباح هي بمثابة تحرك جسم صلب داخل سائل ولذلك يسمى معامل الاحتكاك هذا بمعامل احتكاك الموائع أو المائع.

يمكن تقدير كمية الطاقة المفقودة بسبب الاحتكاك المتحرك من خلال القانون

كمية الطاقة المفقودة = معامل الاحتكاك المتحرك × القوة العمودية × المسافة.

يوضح معامل الاحتكاك في رياضة التزحلق

معامل الاحتكاك: هي ناتج قسمة قوة الاحتكاك على مقدار الضغط الذي يسلطه الجسم على السطح. وان معامل الاحتكاك يختلف إذا كانت الجسم ساكنا أو متحركا، فإذا كان الجسم في حالة الثبات عندئذ يكون معامل الاحتكاك اكبر مما لو كان الجسم في حالة حركة.

قوة الاحتكاك = معامل الاحتكاك X القوة العمودية (الوزن)

$$ق_ح = مح \times ق_ع$$

حيث إن مح = معامل الاحتكاك

ويعتمد على نوع المساحتين المتماستين

$ق_ع$ = القوة العمودية.

- **ويعرف معامل الاحتكاك الساكن بين السطحين أو الحركي (نفس القانون)**
- **معامل الاحتكاك الساكن = قوة الاحتكاك الساكنة/القوة العمودية**

أ.د فردوس مجيد البياتي

مثال: إذا علمت أن معامل الاحتكاك بين الجليد وآلة التزحلق هي ٠.١٩ عند الشروع وان هذا يقل بالحركة ليصل إلى ٠.١٦ في الحركة وان وزن الرياضي يبلغ ٨٥٠ نت ووزن الآلة ٢٥ نت، احسب القوة اللازمة لتحريك الآلة والقوة اللازمة لاستمرارها في الحركة؟

القوة المطلوبة لتحريك الآلة = ٠.١٩ × (٨٥٠ + ٢٥)

= ١٦٦.٢٥ نيوتن

يجب بذل قوة اكبر من هذه القيمة

القوة المطلوبة لاستمرار الآلة = ٠.١٦ × (٨٥٠ + ٢٥)

= ١٤٠ نيوتن

يجب بذل قوة اكبر من هذه القيمة

+ ملاحظة: عند حصول اللاعب على زخم المطلوب يكون مقدار القوة المبذولة قليلة جدا بسبب تناقص في قيمة معامل الاحتكاك.

+ ملاحظة: يعتمد مقدار الاحتكاك على نوع المواد المتلامسة مع بعضها.

- ◄ خشونة سطوحها التماس.
- ◄ مقدار قوة الضغط المسلط على السطحين المتلامسين.

مثال: إذا كان جسم لاعب الثقل يسلط قوة على الأرض مقدارها ١٠٠نت ويحتاج لكي ينزلق على سطح الأرض قوة مقدارها ٢٠نت، جد مقدار معامل الاحتكاك؟

قوة الاحتكاك = معامل الاحتكاك X القوة العمودية (الوزن)

معامل الاحتكاك = قوة الاحتكاك/الوزن

= ٢٠/١٠٠=٠.٢ نت

مثال: متزلج يزن ٦٠ كغم (٦٠٠ نت) ينزلق على سطح أفقي ولكي يتزلج هذا الرياضي يحتاج إلى ٣٠ نت، جد مقدار معامل الاحتكاك؟

معامل الاحتكاك = ق/ و

= ٣٠/٦٠ = ٠.٥ نت

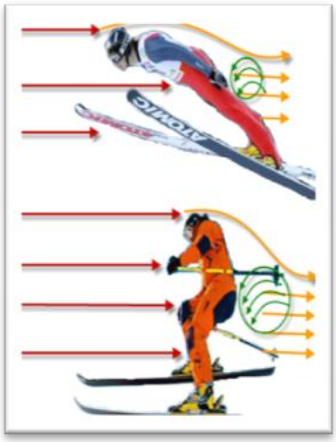
أ.د فردوس مجيد البياتي

ملاحظة: إذا كان معامل الاحتكاك = صفر (عندئذ لا يوجد احتكاك) إما إذا كان معامل الاحتكاك = ١ (عندئذ نقول أن الجسم ثابت).

القوة المقاومة للحركة

تؤثر القوة الخارجية سلبيا وايجابيا في الحركات الرياضية، ويختلف شكل القوى الخارجية من حيث بيئة العمل أو محيط أداء الحركة.

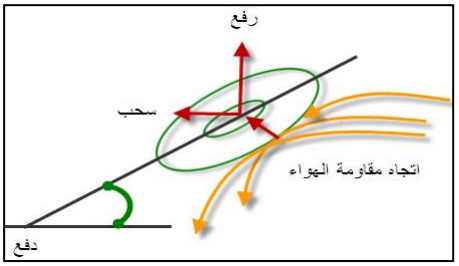
*** هناك نقاط في كيفية تقليل من تأثير المحيط في الحركات الرياضية:**



١- القفز على الثلج والغطس بالتكور: يفضل ميل الجسم إلى الإمام للتقليل من مقاومة الهواء. وفي الغطس يفضل أن يكون التكور أقصى ما يمكن.

الشكل يوضح مقاومة الهواء عند القفز على الثلج

٢- فعالية رمي القرص والرمح والسهم: ترمى الأدوات الرياضية في الهواء بزوايا مختلفة ومناسبة للمقذوف حيث ترفع الأدوات وفقا لاصطدامها بالهواء مما يكسب الأداة ارتفاعا مرغوبا أو غير مرغوبا تكون مقاومة الهواء قليلة فان الأداة تحلق مسافة اكبر.



الشكل يوضح تأثير الهواء على القرص

٣- السباحة والتجديف: تتربع مقاومة الماء بزيادة السرعة وعلى السباح معرفة كيفية توزيع الجهد على مسافات السباق.فكلما ازدادت سرعة اليد في حركتها ضد الماء كلما ازدادت مقاومة الماء لها.

٤- الركض والدراجات : فضلا عن مقاومتهم للهواء فان سرعة الرياح مؤثر في الاركاض والدراجات ولا تعتمد بعض الانجازات بسبب السرعة الكبيرة للرياح

أ.د فردوس مجيد البياتي

ووفقا لمستويات الجسم في المنحنيات فإنها اقل تعرضا إلى مقومة الرياح في حين تبقى مقاومة الهواء ثابتة.

٥- دوران الكرات: عند ضرب الكرة خارج مركز ثقلها أي من الجانب فان هذه القوة تحدث دورانا في الكرة حول احد محاورها فينزلق في الهواء بشكل أسرع.

العتلات أو الروافع:

هي أجسام تعتمد على محور في توازنها أو مقاومتها أو سرعة أدائها وتصنف إلى الحركات الدائرية لان لها إنصاف أقطار وهي من مصطلحات علم السكون.

*** العتلات:**

للعتلة ثلاثة نقاط الأولى نقطة المحور او المرتكز او الارتكاز والثانية نقطة القوة والثالثة نقطة المقاومة ، البعد بين المركز والقوة يسمى ذراع القوة والبعد بين المركز والمقاومة يسمى ذراع المقاومة

*** أنواعها:**

صنفت العتلات الى ثلاثة انواع وفقا للمكاسب المتحققة منها

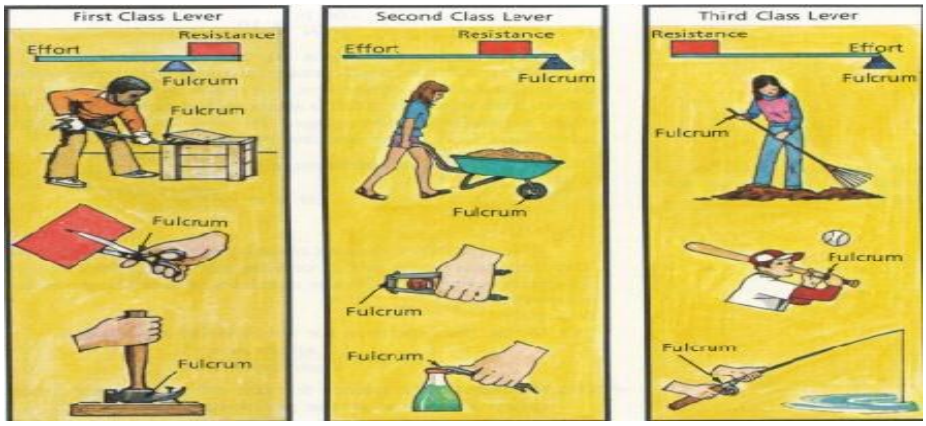
عتلة من النوع الاول (المحور في المنتصف وكل من القوة والمقاومة على طرفي الجسم)

عتلة من النوع الثاني (المقاومة في المنتصف وكل من المحور والقوة على طرفي الجسم)

عتلة من النوع الثالث (القوة في المنتصف وكل من المحور والمقاومة على طرفي الجسم)

أ.د فردوس مجيد البياتي

وكلما تغير طول العظام إثناء النمو وتوزيع أوزان الجسم يتغير معها نظام العتلات في الجسم مثال لاعبات الجمناستك



*** أنواع العتلات:**

النوع الأول : الارتكاز بالوسط

بين القوة والمقاومة:

يكون المحور أو المرتكز بوسط العتلة ونقطة تأثير القوة في نهاية ونقطة تأثير المقاومة في النهاية الأخرى.

مثل (المرجوحة ذو مقعدين، مقص، تمرين الثقل من خلف الرأس، تمرين صباح الخير).((إذا كان الذراعين متساويين فالهدف منه الاتزان وتغير الاتجاه)).

(متزامن)،(توازن)

قوة مقاومة

(ذراع القوة) (ذراع المقاومة)

ارتكاز

أ.د فردوس مجيد البياتي

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

- ذراع القوة:- هي المسافة بين نقطة تأثير القوة ونقطة الارتكاز
- ذراع المقاومة:- هي المسافة بين ذراع المقاومة ونقطة الارتكاز
- حالة التوازن:-عندما تتساوى ذراع المقاومة مع ذراع القوة

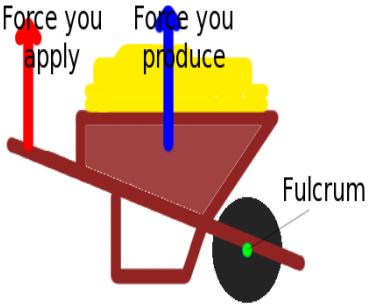
مثال: إذا كان: طول ذراع العتلة=٤ سم ، طول ذراع القوة= ٠.٠٣ سم، طول ذراع المقاومة= ٠.٥٠ سم، المقاومة (الثقل)= ٧.٢٦٠ غم

ق X ذ = مق X ذ

ق X٠.٠٣ = ٧.٢٦٠ X ٠.٥٠

ق = ٧.٢٦٠ X ٠.٥٠ /٠.٠٣

ق = ١٢١ N



النوع الثاني :-

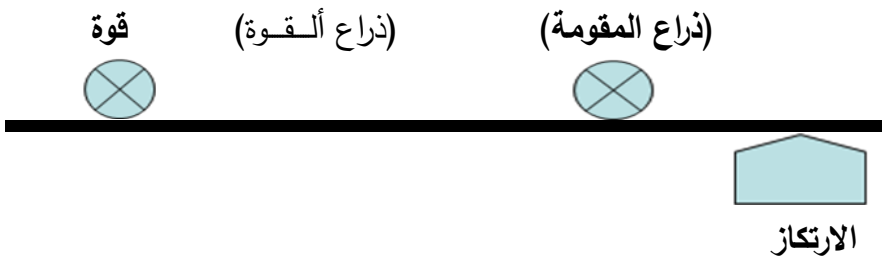
المقاومة بين الارتكاز والقوة

تكون فيه محور الدوران في احد نهايتي العتلة ونقطة تأثير المقاومة بالوسط ونقطة تأثير القوة في نهاية الأخرى للعتلة.

مثل (دفع العربة، كسارة جوز، دفع الثقل على الأكتاف برفع الأمشاط).

((إذا كان ذراع القوة اكبر فالهدف يكون اقتصاد بالقوة والجهد)).

(ربح بالقوة)



أ.د فردوس مجيد البياتي

مثال: احسب مقدار القوة المطلوبة لثبات عضلة ذات الرأسين العضدية عند مقاومتها لقوة مقدارها ٧٠ نيوتن (أهمل كتلة الذراع) تبتعد بمقدار ٠.٣٥ متر عن مفصل المرافق، إذا علمت أن مدغم العضلة تبتعد بمقدار ٠.٠٣ متر عن مفصل المرفق وبزاوية قائمة مع عظم الساعد؟

القوة X ذراعها = المقاومة X ذراعها

القوة = المقاومة X ذراعها / ذراع القوة

القوة = ٧٠ X ٠.٣٥ / ٠.٠٣

القوة = ٨١٦.٧ نيوتن أي أن التدريب بالقوة الثابتة اكبر من ٧٠ نيوتن

مثال/ إذا كان: طول ذراع العتلة=٤ متر ، طول ذراع القوة=١ متر ،طول ذراع المقاومة=٣ متر، المقاومة (الثقل)=٥٠ كغم

القوة×ذراعها=المقاومة ×ذراعها

القوة × ١ =٥٠ × ٣

القوة =١٥٠

مثال: ما مقدار القوة المطلوبة لاتزان عتلة من النوع الأول إذا علمت أن الوزن الموضع على الطرف (أ) يساوي (٢٠ نيوتن) ويبتعد بمقدار (١ متر) وان الطرف الأخر يبتعد بمقدار (٢ متر).

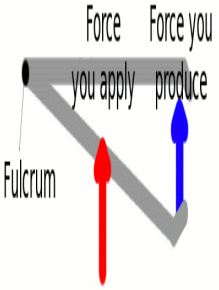
القوة X ذراعها = المقاومة X ذراعها

القوة X ٢ = ٢٠ X ١

القوة = ٢٠ X ١ / ٢

القوة = ١٠ نيوتن

أ.د فردوس مجيد البياتي



النوع الثالث:-

القوة بين المقاومة والارتكاز

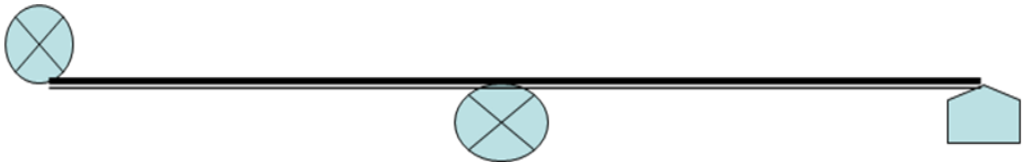
يكون محور الدوران في احد نهايتي العتلة ونقطة تأثير القوة بالوسط ونقطة تأثير المقاومة في النهاية الأخرى.

مثل (التجديف، الحرث، حمل ثقل بذراع واحد(انقباض)،سحب ثقل لحوض).

((إذا كان ذراع المقاومة اكبر من ذراع القوة فالفائدة من العتلة لتحقيق سرعة عالية في نهاية العتلة)).

(ربح بالسرعة)

ارتكاز قوة (ذراع المقـــاومـــة) مقاومة

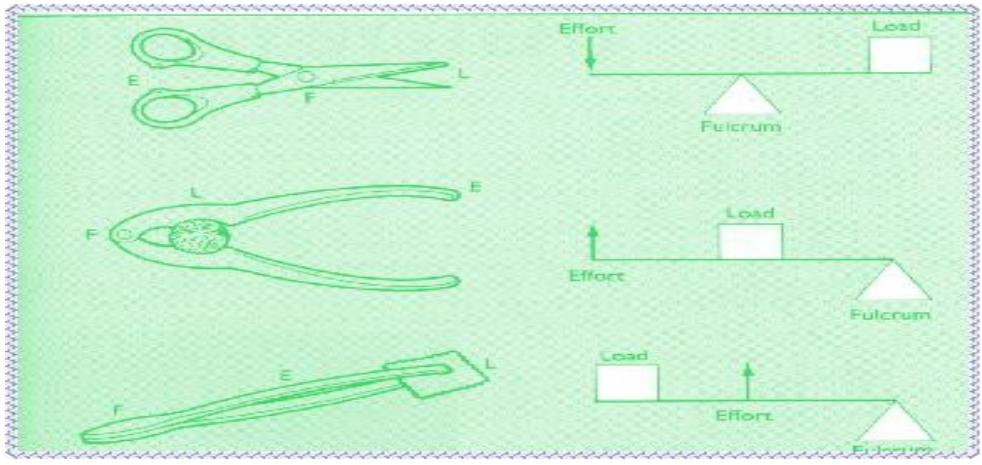


مثال: جسم وزنه (س) أريد تحريكه من مكانه باستخدام عتلة طولها (٤م) كانت نقطة الارتكاز تبعد (٣م) عن نقطة تأثير القوة؟ اوجد مقدار وزن الجسم إذا علمت أن القوة المسلطة على طرف العتلة هي (١٠٠نت).

ق X ذ = مق X ذ

١٠٠ X ٣ = س X ١

س = ٣٠٠ نت



أ.د فردوس مجيد البياتي

*** الأسس الذي يتكون منه نظام العتلات يتمثل في العلاقة التالية:**

– القوة X بعدها عن الارتكاز = المقاومة X بعدها عن الارتكاز

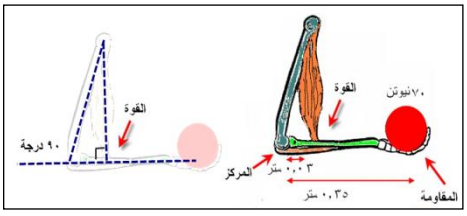
كل بعد نطلق عليه من الناحية الميكانيكية بـ (الذراع) لذا يكون:

القوة X ذراعها = المقاومة X ذراعها

كل قوة X ذراعها نطلق عليه عزم القوة،

وكل مقاومة X ذراعها نطلق عليه عزم المقاومة.

مثال:احسب مقدار القوة المطلوبة لثبات عضلة ذات الرأسين العضدية عند مقاومتها لقوة مقدارها ٧٠ نيوتن (اهمل كتلة الذراع) تبتعد بمقدار ٠.٣٥ متر عن مفصل المرفق اذا علمت ان مدغم العضلة تبتعد بمقدار ٠.٠٣ متر عن مفصل المرفق وبزاوية قائمة مع عظم الساعد.



عمل العضلة ذات الرأسين العضدية كعتلة من النوع الثالث

القوة × ذراعها = المقاومة × ذراعها

$$\text{القوة} = \frac{\text{المقاومة} \times \text{ذراعها}}{\text{ذراع القوة}}$$

$$\text{القوة} = \frac{٧٠ \times ٠.٣٥}{٠.٠٣}$$

القوة = ٨١٦.٧ نيوتن أي ان التدريب بالقوة الثابتة اكبر من ٧٠ نيوتن

تطبيقات الروافع (العتلات) على جسم الإنسان: (١٢٥)

أ.د فردوس مجيد البياتي

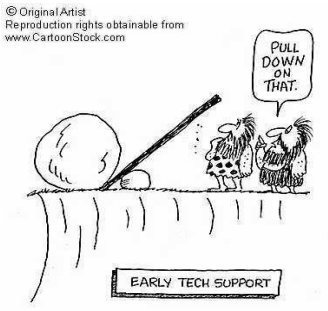
١- العتلة من النوع الأول لا توجد في جسم الإنسان لأنها عتلة محورها على العظم نفسه أي لا توجد عظم مثقوب من المنتصف.

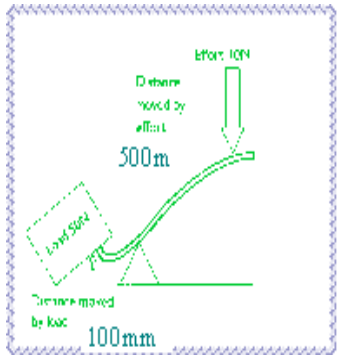
٢- العتلة من النوع الثاني موجود فقط في عضلات القدم ويعتمد ذلك على موقع الاتزان.

٣- جميع العضلات في جسم الإنسان تعمل مع العظام عتلات من النوع الثالث أي أن ذراع القوة فيها قصيرة فهي عتلة المدى الحركي أو عتلة السرعة.

الحالة الأولى

ذراع القوة أطول من ذراع المقاومة(للتغلب على مقاومة كبيرة) مثل رفع حجر كبير بواسطة عصا.





الحالة الثانية

ذراع المقاومة اكبر من ذراع القوة(لزيادة سرعة أو مدى الحركة) مثل مجداف القارب

أ.د فردوس مجيد البياتي

الحالة الثالثة

ذراع القوة يساوي ذراع المقاومة (لتغيير الاتجاه) عمل بعض الكمائن، فك البراغي ، تدوير المراجيح.

*** مركز كتلة الجسم:**

تستخدم العتلة من النوع الأول في إيجاد مركز كتلة الجسم أو الأجزاء.

*** الإبعاد والأوزان النسبية لاتزان أجزاء الجسم:**

حسب الدراسات التي توصل إليها العلماء في هذا المجال إلى موقع الاتزان كل عظم من عظام جسم الإنسان وكل كتلة مربوطة بمجموعة عظام كالرأس والجذع والكف والقدم.

واثبت الدراسات السابقة أن متوسط ارتفاع مركز كتلة الرجل في الوضع التشريحي هو ٥٦.٨% من طوله الطبيعي و٥٥.٤٤% من الطول الطبيعي للنساء.

*** <u>لإغراض إيجاد مركز كتلة الجسم وهي:</u>**

١- الرأس: تكون النقطة بين الحاجبين من الإمام ومن اليسار أو اليمين في منتصف المسافة بين الإذن والعين.

٢- الكف اليمين والكف اليسار: تكون النقطة في منتصف الكف طولا وعرضا.

أ.د فردوس مجيد البياتي

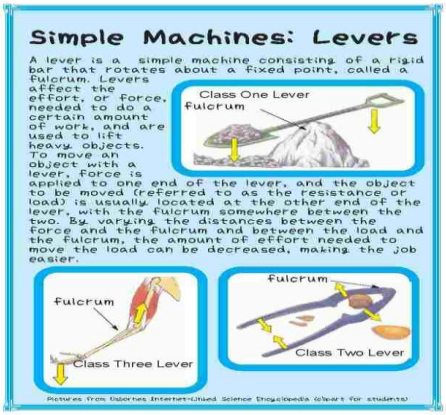
٣- القدمين اليمين واليسار: تكون النقطة على منتصف القدم طولا وعرضا.

*** أنواع العتلات في جسم الإنسان:**

١- تعمل القوتان في نفس الاتجاه ويقع محور الدوران بينهما مثل الرقبة والجذع.

٢- تعمل القوتان في اتجاهين مختلفين وتوجد نقطتا تأثيرهما في جهة واحدة من محور الدوران مثل حركة العضد والساعد والساق والفخذ عند المد.

٣- عند تعامل الإنسان مع ثقل خارجي يحمله بحيث تكون نقطة تأثير المقاومة في الوسط بين نقطة تأثير القوة ومحور الدوران.



زاوية السقوط - قياس درجات ثبات الجسم –
الاتزان (العوامل المؤثرة بالاتزان ، أنواع الاتزان) العزم

*** زاوية السقوط: ص١٣٤**

زاوية السقوط: وهي الزاوية التي تتكون من البعد العمودي لمركز ثقل الجسم عن سطح الارتكاز ومن بعد الأفقي له عندما يكون واقفا فوق حافة السقوط، وان لكل جسم زاوية سقوط ويمكن تحديدها بمعرفة ظلها.

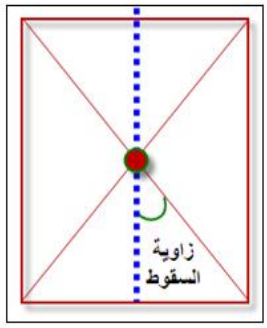
- وأيضا ... هي الزاوية المحصورة بين الخط العمودي الوهمي النازل من الأعلى إلى الأسفل مارا بمركز ثقل الجسم وبين الخط الواصل من مركز ثقل الجسم وحافة قاعدة الاستناد، كلما زادت قيمة هذه الزاوية كلما زاد اتزان الجسم.

س/ تتأثر زاوية السقوط بارتفاع مركز ثقل الجسم أو ابتعاده عن حافة القاعدة؟

ج/ لان كلما ارتفع مركز ثقل الجسم كلما قلت زاوية السقوط وكلما اقترب مركز ثقل الجسم من الحافة كلما قلت زاوية السقوط.

أ.د فردوس مجيد البياتي

يوضح زاوية السقوط



***التوازن والسكون: إن التوازن والسكون في الحركات الرياضية المختلفة يمكن معرفة عن طريق العلاقة بين الجاذبية وموضع مركز الثقل: إن التوازن يتم عندما تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة على الجسم تساوي صفرا.**

الاتزان: هو قابلية الفرد على التحكم بوضع جسمه ضمن محيط حركته.

§ ملاحظة:

الجسم يكون متزنا عندما تكون محصلة القوى المؤثرة فيه تساوي صفرا.(مثلا الأرض تجذب كتلة الجسم للأسفل والعضلات تسلط قوة نفسها نحو الأعلى فان المحصلة القوى المتعاكسة هي الطرح لذا نحصل على قيمة الصفر فيبقى الجسم متزنا.

* **التوازن:**

هو القدرة على الاحتفاظ بثبات الجسم عند أداء مختلف الحركات سواء من الحركة أو الثبات.

أو..... هي قدرة الفرد وسلامته للسيطرة على أوضاع أجزاء جسمه المختلفة من خلال قدرة الجهاز العصبي وسلامته للسيطرة على الجهاز العضلي.

+ **تحدد التوازن في جسم الإنسان من ناحيتين هما:**

١- الناحية الميكانيكية: وتتمثل في التوازن بين القوة الخارجية والداخلية.

٢- الناحية الفسيولوجية: تتمثل في سلامة الحواس والمستقبلات الحسية.

+ **العوامل التي تؤثر على الاتزان: (١٣٥)**

١- كتلة الجسم

٢- مساحة القاعدة (طولا وعرضا)

٣- زاوية السقوط (الابتعاد والارتفاع)

٤- معامل الاحتكاك (للأجسام المتحركة)

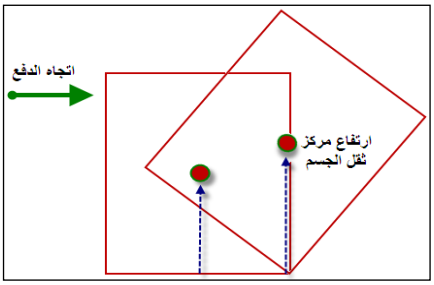
أ.د فردوس مجيد البياتي

+ أنواع الاتزان وفقا لوضع مركز ثقل الجسم: (١٣٥)

١- الاتزان المستقر: يحدث عند وجود زاوية سقوط كبيرة وعندما يكبر عزم الدوران عند محاولة إسقاط الجسم.

٢- الاتزان غير المستقر: يحدث عند وجود زاوية سقوط صغيرة جدا وعندما يقل عزم الدوران بانخفاض مركز ثقل الجسم يتطلب بان يتم الدفع من أسفل مركز ثقل الجسم كما يحدث في المصارعة عند دفع الخصم بالقدم.

٣- الاتزان المستمر أو المتعادل: يحدث في دحرجة الكرة أو الصندوق عندما يؤثر الدفع في مركز الأداة فلا يتغير موضع مركز ثقل الجسم.



يوضح تغير موقع مركز الثقل عند الإسقاط

*** الثبات:**

هو مقاومة الجسم للقوة الخارجية التي تحاول تغير حالته الراهنة.

أو.. هو مقدار القصور الذاتي للجسم إزاء القوة الخارجية المؤثرة فيه.

+ قياس درجات ثبات الجسم: (١٣٦)

هناك ثلاثة مقاييس لدرجات الثبات الأجسام:

١-المقياس الهندسي: باستخدام قيمة زاوية السقوط

٢-المقياس الديناميكي: من خلال مقارنة عزم وزن الجسم مع عزم القوة المطلوبة لإخلال التوازن

٣-مقياس الطاقة: باستخدام قانون الشغل من خلال قياس التغير الحاصل على مسافة مركز ثقل جسم الأداة من موضع لأخر عند محاولة تغيير اتزانه والقوة المطلوبة لذلك.

العزم

العزم :هو قوة تبعد بمسافة عن نقطة الدوران ولها نقطة تأثير واتجاه وهو قوة مدورة دائما....

أو يعني الجهد المتولد على المحور بسبب مسافة ابتعاد تأثير القوة المسلطة أي أن القوة في ذراعها يعني عزم القوة وذلك يقال للمقاومة.

§ ملاحظة:

عزم القوة أو المقاومة. يعرف بأنه قوة ميكانيكية لها مقدار واتجاه ونقطة تأثير وزمان وبعد وهي تعمل كفعل تدويري في الجسم حول محور الدوران.

أ.د فردوس مجيد البياتي

ـ هناك عوامل يتم من خلالها دراسة العزوم وهي:

١ـ يجب أن يكون هناك نقطة تأثير للقوة أو للمقاومة.
٢ـ يجب أن يكون محور دوران أو نقطة ارتكاز.
٣ـ يجب أن تبتعد نقطة تأثير القوة أو المقاومة بمسافة (بعُد) عن نقطة الدوران.
٤ـ يمكن أن يكون العزم للمقاومة أو عزم القوة وبنفس المواصفات.
٥ـ يمكن أن يكون محور الدوران في وسط العتلة بين نقطتي تأثير القوة والمقاومة أو في نهاية العتلة.

*** العضلة تكون في أقصى شد عندما تكون الزاوية ٩٠° بين نقطة اندغامها والعظم وذلك لثلاثة أسباب مهمة: (١٣٦ـ١٣٧)**

١– إن جيب الزاوية ٩٠ درجة هو ١ مما يعني إن أية قيمة تضرب في جيبها تبقى مثلما هي بعكس الزوايا اقل أو اكبر من ٩٠ درجة إذ تقل قيمها.

٢– إن المركبة في الزاوية ٩٠ درجة تكون عمودية في حين إن أية زاوية اقل من ٩٠ درجة أو اكبر تتحلل إلى مركبتين مما تضعف المركبة العمودية المطلوبة للاتزان.

٣– إن ذراع القوة تكون في أقصى امتداد لها إذا كانت الزاوية ٩٠ درجة إما إذا رفعنا الذراع أو خفضناها تغيرت قيمة الامتداد العمودي للمسافة بين القوة والمركز.

مثال:احسب العزم المتولد على مفصل إذا علمت أن الشد الموجود على العضلة ذات الرأسين العضدية تقدر ٣٧٠نت وبزاوية مائلة مع العظم الساعد بمقدار ٥٨° وان نقطة القوة تبتعد بمقدار ٠.٠٤ متر عن مفصل المرفق.(٥٨ = ٠.٧٩)

القوة العمودية = القوة العضلية × جيب الزاوية

العزم = القوة العمودية × ذراعها

عندما تكون الزاوية قائمة فأن القوة العضلية تساوي القوة العمودية

يوضح زاوية شد العضلة ذات الرأسين

القوة العمودية = ٣٧٠ × جيب ٩٠ درجة

العضدية = ٣٧٠ × ١

إما عندما تكون الزاوية بين العظم (جسم الرافعة) والقوة العضلية اقل او اكبر من ٩٠ درجة فان القوة العمودية تكون اقل من القوة العضلية.

القوة العمودية = ٣٧٠ × جيب ٥٨ درجة

٠.٧٩ × ٣٧٠=

= ٢٩٢.٣

العزم= ٢٩٢.٣ × ٠.٠٤

العزم = ١١.٦٩٢ نيوتن لكل متر العزم المتولد على مفصل المرفق

الدفع وكمية الحركة – الشغل

الدفع وكمية الحركة

كمية حركة الجسم عبارة عن حاصل ضرب كتلة في سرعته.

دفع القوة:هي القوة التي تؤثر في فترة زمنية معنية.

الدفع = ق × ن

القوة = ك × ج

أي ان :

الدفع = (ك × ج) × ن

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

اذن

$$\text{الدفع} = \text{ك} \times \frac{\text{س}}{\text{ن}} \times \text{ن}$$

بحذف ن

$$\text{الدفع} = \text{ك} \times \frac{\text{س}}{\cancel{\text{ن}}} \times \cancel{\text{ن}}$$

الدفع = ك × س

اذن

الدفع = كمية الحركة

أ.د فردوس مجيد البياتي

الشغل

الشغل: لو أثرت قوة معينة في جسم وتحرك بفعل تأثير القوة فإنها تكون قد أنجزت شغلا، ويقاس بالجول.

أو.... هو كمية فيزيائية غير متجهة تقاس بوحدة الجول.

الشغل = القوة x المسافة أو الإزاحة

ش = ق x م

من خلال هذا القانون فان الشغل يتناسب تناسبا طرديا مع القوة والمسافة.إزاحة

الجول: هو مقدار الشغل المبذول عندما تقوم قوة ثابتة مقدارها (١ نيوتن) بإزاحة جسم ما مسافة (١متر) واحد في اتجاه تأثير القوة.

(عندما يتغلب جسم على مقاومة ويستمر ولمسافة معينة فانه يكون قد بذل شغلا).

مثال: استخدمت قوة قدرها (٢٠٠) نت لتحريك عربة مسافة (٤٠) م. ما مقدار الشغل المنجز؟

الشغل = القوة x المسافة

ش = ٢٠٠ x ٤٠ = ٨٠٠٠ نت/م أو جول

مثال: ما مقدار الشغل الحادث نتيجة تأثير قوة مقدارها ١٠٠نت أدت إلى تحريك جسم مسافة ١٠م عن موضعه الأصلي، وما هو مقدار الشغل، إذا كانت المسافة التي تحركها الجسم هي ٢٥م؟

الشغل= ق x م

ش = ١٠٠ x ١٠

ش = ١٠٠٠ جول ..... في الحالة الأولى

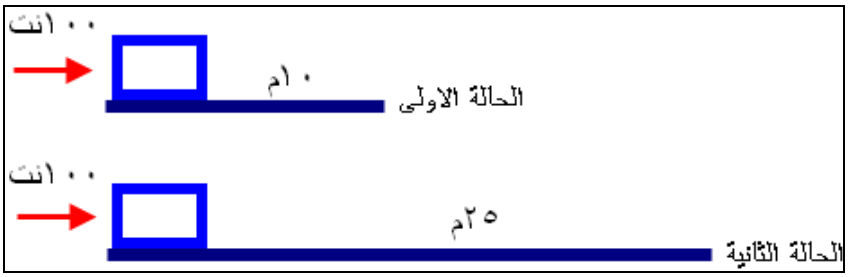
الشغل القوة x المسافة

ش= ١٠٠ x ٢٥

ش= ٢٥٠٠ جول ..... في الحالة الثانية

في الحالة الثانية اكبر الشغل من الحالة الأولى لان المسافة اكبر في الحالة الثانية اكبر.

أ.د فردوس مجيد البياتي



يوضح مدى اعتماد الشغل على المسافة

مثال: يتطلب من عداء (١٠٠) متر أن يصدر قوة مقدارها ضعف كتلته ويستمر حتى نهاية السباق علما أن كتلته (٨٢) كغم وانجازه (١٠.١٤ثا)، وعداء (٢٠٠) متر يصدر قوة مقدارها (٧٦٥ نت) وينهي السباق بزمن قدره (٢٢.٤٨ ثا).المطلوب حساب فيما أدناه لكل عداء .كمية الحركة،الشغل؟

كمية الحركة = الكتلة × السرعة

$$\text{كمية الحركة}_{١٠٠} = ٨٢ \times \frac{١٠٠}{١٠.١٤}$$

$$\text{كمية الحركة}_{٢٠٠} = \frac{٧٦٥}{٩.٨١} \times \frac{٢٠٠}{٢٢.٤٨}$$

الشغل = القوة × المسافة

$$\text{الشغل}_{١٠٠} = ٨٢ \times ٢ \times ٩.٨١ \times ١٠٠$$

$$\text{الشغل}_{٢٠٠} = ٧٦٥ \times ٢٠$$

مثال: ما مقدار الإزاحة التي يقطعها لاعب كرة السلة أثناء القفز عندما يسلط قوة مقدارها (١٢٠٠نت) ومحققا شغل مقداره ٢٦٠٠ جول؟

الشغل = ق x ز

٢٦٠٠= ١٢٠٠ x ز

ز = ٢٦٠٠ / ١٢٠٠ = ٢.١٦ م

أ.د فردوس مجيد البياتي

القدرة ـ الطاقة
التصادم والارتداد – زاوية السقوط وزاوية الارتداد

القدرة

هو الشغل المنجز في وحدة الزمن، وتقاس بوحدة ألواط.

هو كمية الشغل الميكانيكي المؤدى في زمن ويقاس بوحدة واط (أي كل ١ واط = ١ جول/ثانية).

((ينجز الشغل بفترة زمنية اقل أفضل من الذي ينجز الشغل نفسه ولكن بفترة زمنية أطول حيث يطلق على العلاقة بين الشغل والزمن بالقدرة))

القدر = الشغل / الزمن ..... نيوتن * متر (جول) / ثانية

تعريف القدرة ميكانيكيا: بأنها القابلية على انجاز شغل خلال زمن معين.

القدرة = القوة x المسافة / الزمن

القدرة = القوة x السرعة ....أو

أو.... القدرة = الكتلة x التعجيل x السرعة

مثال: ما هي القدرة للرياضي الذي ينجز شغلا مقداره (٦٠٠ جول) في رفع ثقل فوق رأسه بزمن قدره(١.٥ثانية)؟

القدرة = الشغل/الزمن

القدرة = ٦٠٠/١.٥

القدرة = ٤٠٠ واط قدرة الرياضي

مثال: قام لاعب بقذف الثقل كان ناتج القدرة (٨٠٠ واط) بحيث قطعت الكرة الحديدية (٦ م) خلال (٠.٥ ثا) . ما مقدار القوة المسلطة على الكرة الحديدية؟

القدرة = القوة x السرعة

٨٠٠ = القوة x ٦/٠.٥

٨٠٠ = القوة x ١٢

إذن القوة = ٨٠٠/١٢ = ٦٦.٦٦ نت

أ.د فردوس مجيد البياتي

مثال: عداء ١٠٠ متر وزنه ٨٢٠ نيوتن ينهي السباق في زمن قدره ١٠.١٤ ثانية ، لو انهى العداء نفسه سباق ٢٠٠ متر بزمن قدره ٢٢.٤٨ ثانية ، في أي السباقين يبذل زخما اكبر ؟ وفي ايهما يبذل شغلا اكبر ؟ ولماذا؟.

كمية الحركة = الكتلة × السرعة

$$\text{كمية الحركة}_{..١} = \frac{٨٢٠}{٩.٨١} \times \frac{١٠٠}{١٠.١٤}$$

$$\text{كمية الحركة}_{..١} = ٨٣.٥٩ \times ٩.٨٦$$

$$\text{كمية الحركة}_{..١} = ٨٢٤.٢٠ \text{ كغم.م/ثا}$$

$$\text{كمية الحركة}_{..٢} = \frac{٨٢٠}{٩.٨١} \times \frac{٢٠٠}{٢٢.٤٨}$$

$$\text{كمية الحركة}_{..٢} = ٨٣.٥٩ \times ٨.٩٠$$

$$\text{كمية الحركة}_{..٢} = ٧٤٣.٩٥ \text{ كغم.م/ثا}$$

الشغل = القوة × المسافة

$$\text{الشغل}_{..١} = ٨٢٠ \times ١٠٠$$

$$\text{الشغل}_{..١} = ٨٢٠٠٠$$

$$\text{الشغل}_{..٢} = ٨٢٠ \times ٢٠٠$$

$$\text{الشغل}_{..٢} = ١٦٤٠٠٠ \text{ جول}$$

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{القدرة}_{..١} = \frac{٨٢٠٠٠}{١٠.١٤}$$

$$\text{القدرة}_{..١} = ٨٠٨٦.٧٨ \text{ واط}$$

أ.د فردوس مجيد البياتي

$$\text{القدرة}_{٢٠..} = \frac{١٦٤٠٠٠}{٢٢.٤٨}$$

$$\text{القدرة}_{٢٠..} = ٧٢٩٥.٣٧ \text{ واط}$$

الطاقة

هي قابلية الجسم على انجاز شغل، وينص القانون العام للطاقة بأنه. الطاقة لا تفنى ولا تستحدث وإنما تتحول من شكل إلى أخر.

أو..... هي قدرة الجسم على انجاز شغل ما.

+ هناك نوعين من الطاقة وهي:

- الطاقة الحركية: وهي الطاقة المسببة للحركة في الجسم.

أو ... الطاقة الحركية بشكل العام : يعني حاصل ضرب نصف الكتلة الجسم في مربع السرعة (وتقاس الطاقة بوحدات كتلة (كغم) ووحدات سرعة (م/ثا) وتسمى بـ (الجول) أي وحدة قياس الشغل نفسها.

■ **الطاقة الحركية للجسم أثناء حركته الخطية....**

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{١}{٢} \times \text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^{٢}$$

أو

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^{٢}}{٢}$$

أ.د فردوس مجيد البياتي

الطاقة الحركية للجسم الدورانية....

$$\text{الطاقة الحركية الدورانية} = \frac{1}{2} \times \text{الكتلة} \times (\text{نصف القطر})^2 \times (\text{السرعة الزاوية})^2$$

$$\text{ط}_{\text{ح}} \text{ الدورانية} = \frac{1}{2} \times \text{ك} \times \text{نق}^2 \times \text{س}_{\text{ز}}^2$$

ويلاحظ بان

عزم القصور الذاتي = الكتلة × (نصف القطر)^2

مثال: عداء يركض إحدى أجزاء السباق بسرعة قدرها (١٠ م/ثا)، علمان أن كتلته (٨٦كغم) . احسب طاقة حركته؟

$$\text{ط}_{\text{ح}} = \frac{1}{2} \times \text{ك} \times \text{س}^2$$

$$\text{ط}_{\text{ح}} = ٨٦ \text{ x } (١٠)^2 / ٢$$

$$\text{ط}_{\text{ح}} = ٨٦٠٠ / ٢$$

الطاقة الحركية = ٤٣٠٠ جول

مثال:عداء يبذل طاقة مقدارها (٤٣٠٠ جول) خلال ركضه إحدى أجزاء السباق، علما أن كتلته (٨٦ كغم)، احسب سرعته؟

$$\text{ط}_{\text{ح}} = \text{ك} \text{ x } (\text{السرعة})^2 / ٢$$

بضرب الوسطين في الطرفين

$$\text{الطاقة الحركية} \text{ x } ٢ = \text{ك} \text{ x } (\text{السرعة})^2$$

$$(\text{السرعة})^2 = \text{الطاقة الحركية} \text{ x } ٢ / \text{ك}$$

أ.د فردوس مجيد البياتي

السرعة = $\frac{\text{الطاقة الحركية} \times ٢}{\text{الكتلة}}$

السرعة = $\frac{٤٣٠٠ \times ٢}{٨٦}$

السرعة = $\frac{٨٦٠٠}{٨٦}$

السرعة = ١٠٠

السرعة = ١٠ م/ثا

- الطاقة الكامنة أو طاقة الوضع: هي الطاقة التي يمتلكها الجسم في وضع معين أثناء الثبات (طاقة ميكانيكية).

أو.... يقصد بها الطاقة التي يمتلكها الجسم في وضع معين أثناء الثبات. ففي حالة رمي الثقل إلى الأعلى فانه يتحرك بطاقة حركية أو لاعب الطائرة أثناء الكبس.

الطاقة الكامنة = وزن الجسم x الارتفاع عن سطح الأرض

$$ط_ك = و \times ع$$

ملاحظة:

أن مقدار الطاقة الكامنة التي يمتلكها الجسم وهو على ارتفاع معين عن سطح الأرض يتناسب تناسبا طرديا مع ذلك الارتفاع.

أ.د فردوس مجيد البياتي

مثال : احسب سرعة الكرة قبل اصطدامها بالأرض اذا علمت إنها تسقط من ارتفاع (١.٥ متر) وان كتلتها (٢ كغم) .

ان تحول الطاقة من شكل الى اخر لايقلل من قيمة الطاقة الكلية وعليه فان

الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة = ثابت

الثابت = الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة

وبما ان الجسم عند اعلى نقطة لاتمتلك سرعة فان الطاقة الحركية تساوي صفرا

الثابت = صفر + (الوزن × الارتفاع)

الثابت = صفر + (٢× ٩.٨١ ×١.٥)

الثابت = صفر + ٢٩.٤٣

الثابت = الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة

$$\text{الثابت} = \frac{\text{الكتلة} \times (\text{السرعة})^2}{2} + \text{الوزن} \times \text{الارتفاع}$$

وبما ان الجسم عند السقوط لايمتلك ارتفاعا

$$٢٩.٤٣ = \frac{٢ \times (\text{السرعة})^2}{2} + ٢ \times ٩.٨١ \times \text{صفر}$$

$$٢٩.٤٣ = (\text{السرعة})^2$$

$$\text{السرعة} = \sqrt{٢٩.٤٣}$$

السرعة = ٥.٤٢ متر/ثانية

أ.د فردوس مجيد البياتي

التصادم والارتداد – زاوية السقوط وزاوية الارتداد

*** التصادم والارتداد:**

تقسم التصادم إلى.....

١- التصادم المباشر: يكون الجسمين المتصادمين متقابلين وعلى خط عمل واحد ويمر تأثير التصادم متعامدا بينهما وخلال مركزي ثقليهما وينتج عنهما حركة ارتداد خطية مثل ضرب الكرة بمقدمة القدم.

٢- التصادم غير مباشر: يكون عمل التصادم بين الجسمين بزاوية وينتج عن قوة التصادم هذه الحركة ارتداد دائرية مثل ضرب الكرة بجانب القدم.

*** ملاحظة:**

قانون حفظ الزخم: هو أن كمية حركة الأجسام الكلية عند تأثير بعضها في بعضها تكون ثابتة.

كمية الحركة قبل التصادم = كمية الحركة بعد التصادم

ك١ س١ + ك٢ س٢ = ك١ س٣ + ك٢ س٤

يوضح تحول كمية الحركة من جسم إلى أخر

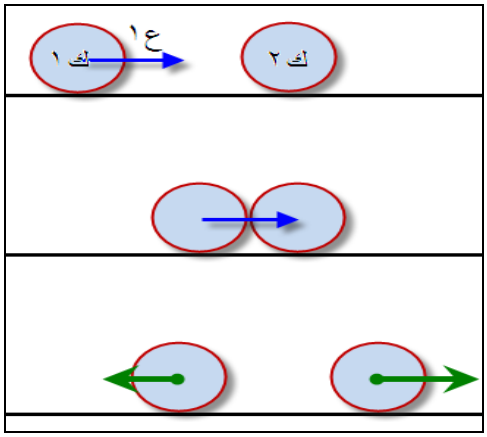
*** معامل الارتداد: هي النسبة بين سرعة الجسمين بعد التصادم إلى سرعتيهما قبل التصادم.**

معامل الارتداد = السرعة بعد التصادم / السرعة قبل التصادم

يمكن صياغة المعادلة بالنسبة للارتفاعات القبلية والبعدية

$$\text{معامل الارتداد} = \frac{\text{ارتفاع الارتداد}}{\text{ارتفاع السقوط}}$$

أ.د فردوس مجيد البياتي



يوضح بعض حالات الاصطدام والارتداد

مثال: سقطت كرة السلة من ارتفاع (٢ م) محسوبا من أسفلها وارتدت إلى ارتفاع (١.٢٢ متر)، جد معامل الارتداد؟

$$\text{معامل الارتداد} = \sqrt{\frac{\text{ارتفاع الارتداد}}{\text{ارتفاع السقوط}}}$$

$$\text{معامل الارتداد} = \sqrt{\frac{١.٢٢}{٢.٠٠}}$$

معامل الارتداد = ٠.٧٨١

زاوية السقوط وزاوية الارتداد

العوامل المؤثرة على زاوية السقوط.

١- زاوية سقوط الكرة بالنسبة للسطح المضروب.
٢- تركيب السطح المضروب.
٣- تركيب ومرونة الأداة.
٤- محيط وشكل السطح المضروب.
٥- دوران الجسم.

أ.د فردوس مجيد البياتي

*** ملاحظة:**

أن زاوية الارتداد تتناسب طرديا مع زاوية السقوط إلى اقل من ٩٠ْ.

العوامل المؤثرة على زاوية الارتداد

١- زاوية تصادم الكرة بالنسبة للسطح المضروب

٢- تركيب السطح المضروب

٣- تركيب ومرونة الاداة

٤- محيط وشكل السطح المضروب

٥- دوران الجسم

التعاريف

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

(٣) المقذوفات الرأسية (vertical projection): هي المقذوفات التي تأخذ المسار العمودي (راسي) .

(٤) المقذوفات الأفقية (horsetail projection): هي المقذوفات التي تحدث مسارا أفقيا .

- العتلات(levers): وهي سلسة عمل تحتوي على ثلاث نقاط هي نقطة الارتكاز ، نقطة تأثير القوة ، نقطة تأثير المقاومة ، ولكي تبقى العتلة في حالة توازن يجب ان يكون ذراع القوة مساويا الى ذراع المقاومة وعلى أساس المعادلة التالية :
- القوة (force): وتعني كل ما يغير او يحاول ان يغير من شكل الجسم او حالته الحركية مقدارا او اتجاها .
- القوة المركزية(central force): وهي القوى التي تحاول الحد من تأثير القوى اللامركزية (الطاردة) ، أي التي تسحب الجسم الى مركز الدوران .
- القوة الطاردة (centrifugal force): وهي القوة الناتجة من حركة الجسم بشكل دائري والتي تعمل على سحب الجسم الى الخارج بعيدا عن المركز .

أ.د فردوس مجيد البياتي

- النيوتن: قوة اذا أثرت على جسم كتلته ١ كيلوغرام اكسبته تعجيلا مقداره ١م/ثا٢.
- الداين : قوة اذا أثرت على جسم كتلته ١ غرام اكسبته تعجيلا مقداره ١سم/ثا٢.
- الشغل (work): لو أثرت قوة معينة في جسم وتحرك بفعل تأثير القوة فأنها تكون قد انحزت شغلا . ويقاس بالجول
- القدرة (power): وهي الشغل المنجز في وحدة الزمن . وتقاس بوحدة الواط .
- الطاقة(energy): هي قابلية الجسم على انجاز شغل . وينص القانون العام للطاقة بأنه :الطاقة لا تفنى ولا تستحدث وإنما تتحول من شكل الى اخر.
- الطاقة الحركية (motion energy) : وهي الطاقة المسببة للحركة في الجسم . ويعبر عنها في
- الطاقة الكامنة(energy latent) : وهي الطاقة التي يمتلكها الجسم في وضع معين اثناء الثبات (طاقة ميكانيكية) ويعبر عنها :
- قوة الاحتكاك(force friction): وهي القوة الناشئة بين الجسم المتحرك والسطح الذي تتم عليه الحركة وتساوي هذه القوة ، القوة الدافعة للجسم بالمقدار وتعاكسها في الاتجاه
- معامل الاحتكاك : هي ناتج قسمة قوة الاحتكاك على مقدار الضغط الذي يسلطهُ الجسم على السطح . وان معامل الاحتكاك يختلف اذا كانت الجسم ساكناً او متحركا ، فاذا كان الجسم في حالة الثبات عندئذ يكون معامل الاحتكاك اكبر مما لو كان الجسم في حالة حركة .
- عزم القصور الذاتي (moment of inertia) : يفهم من القصور الذاتي هو مقدار المقاومة التي يمتلكها الجسم للحفاظ على السكون او الحركة ضد التغيير . اما عزمه فهو عبارة عن مجموع اجزاءه وهذا يتوقف على مقدار كتلة الجسم ويكون عزم القصور الذاتي كما يلي :
- التصادم (impact): أي جسم في حالة حركة عند ملامسة لجسم اخر سواء كان كامنا او متحركا تطلق عليه التصادم .
- الزخم (moment): عبارة عن كمية الحركة التي يمتلكها الجسم اثناء حركته .

أ.د فردوس مجيد البياتي

- عزم الدوران : ان العزم هو حاصل ضرب القوة في المسافة العمودية بين خط عملها ومركز دوران الجسم . ويعرف هذا الناتج في الاستاتيك عزم القوة او عزم الانحناء . وينشأ عزم الدوران عند تأثير قوة على جسم حر الحركة ويكون خط تاثيرها بمسافة عمودية عن مركز ثقل الجسم .
- دفع القوة : هي القوة التي تؤثر في فترة زمنية معينة
- زاوية السقوط : وهي الزاوية التي تتكون من البعد العمودي لمركز ثقل الجسم عن سطح الارتكاز ومن البعد الافقي له عندما يكون وافقا فوق حافة السقوط ، وان لكل جسم زاوية سقوط ويمكن تحديدها بمعرفة ظلها .
- قانون الجاذبية الارضية : كل كتلة في الكون تجذب أي كتلة اخرى بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الكتلتين وعكسيا مع مربع البعد بين مركزيهما.
- التوازن والسكون : ان التوازن والسكون في الحركات الرياضية المختلفة ، يمكن معرفة عن طريق العلاقة بين الجاذبية وموضع مركز الثقل :ان التوازن يتم عندما تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة على الجسم تساوي صفرا. .