

د. غزوان فيصل العباسي

الاسبوع الاولالياوميكانيك (Biomechanics)

((هو علم يبحث في حركة جسم الإنسان أو الحيوان أو بعض أجزائه بطريقة موضوعية ملموسة سواء على سطح الأرض أو في الماء أو في الفضاء بهدف تحديد التكنيك المثالي للحركة)) .
ويعرف الياوميكانيك: هو العلم الذي يبحث في الحركات الظاهرية التي يتصف بها جسم الإنسان وما يقوم به من حركات على أساس المسافات المقطوعة ومعدلات السرعة والتعجيل وزوايا الأداء الحركي..... أو

هو العلم الذي يهتم بدراسة وتحليل حركة الكائن البشري.

الياوميكانيك في مجال الرياضي:

هو العلم الذي يهتم بتحليل الحركة وفقا للوضع التشريحي للعضلات العاملة على تشخيص نقاط القوة والضعف بغرض تقويمها ووضع القوانين المناسبة لتحديد الحركة وتطويرها.

التحليل الحركي (Movement analysis)

هو تناول الظاهرة الحركية المراد دراستها بعد تجزئتها إلى عناصر الأولوية الأساسية المؤلفة لها وقد يكون التحليل تشريحيًا ، فسيولوجيًا ، كيميائيًا ، نفسيًا ، تربويًا ، ميكانيكيًا .
ويعرف التحليل الحركي: هو جزء من دراسات الياوميكانيك ويقوم على أساس قياس كل من مصطلحات الزوايا والمسافات والأزمنة والمسارات بغرض تطوير المهارات.

*إغراض الياوميكانيك (داخل الكتاب بايوميكانيك عدد النقاط (٩) ص ١٢ .

فروع الياوميكانيك

تقسم علم الياوميكانيك إلى فرعين رئيسيين هما:

١- السكون أو الاستاتيكا (Static's): ((هو علم السكون الذي يبحث في حالة استقرار وشروط اتزان الأجسام تحت تأثير القوى الدافعة بمستوى واحد والتي تتلاقى في نقطة ولما كان الجسم البشري جسم حي وعندما تطبق هذا العلم على الجسم الحي)) .

د. غزوان فيصل العباسي

أو هو علم الذي يبحث في حالة استقرار واتزان الأجسام وعندما يطبق هذا العلم على الجسم الحي تسمى البايوستاتيكية وهو الحفاظ على وظيفته الجسم وأجزائه على قاعدة الارتكاز في حالة ثبات. (مثل العتلات ومركز ثقل الجسم).

٢- المتحرك أو الديناميك (Dynamic Movement): ((هو تأثر الحركة بالقوى الداخلية أو الخارجية فعندما تتأثر الحركات بقوى الجاذبية ووضع مركز ثقل الجسم والقوة الناتجة من الانقباض العضلي ترتبط بأسس الميكانيكا وقوانينها)).
أو هو العلم الذي يهتم بدراسة الأجسام المتحركة بتعجيل تزايد أو تناقصي أو الاثنين معا (مثال ساحة ميدان)، ويقسم هذا العلم إلى قسمين هما:

أ- الكينماتيك (Kinematics): هو فرع من فروع الديناميك، يدرس الحركة ويصفها وصفا مجردا دون البحث في مسبباتها وهو يصف حركة الأجسام من جوانب الزمن والإزاحة والمسافة الانطلاق. ويطبق على الحركات الدائرية والخطية.
ب- الكينتك (Kinetic): وهو العلم الذي يدرس القوى التي تسبب الحركة وانه يصف حركة الأجسام من جوانب الوزن والكتلة والزخم والقوة والشغل والطاقة.
أو هو العلم الذي يدرس القوى التي تنتج أو تغير الحركة وانه يصف حركة الأجسام من جوانب الوزن والكتلة والزخم والقوة والشغل والطاقة ويقسم إلى الكينتك الخطي والكينتك الدائري.

الحركة (Movement)

تعني انتقال الجسم أو أي جزء منه من مكان إلى مكان آخر وباتجاه معين.
أو يطلق على جسم انه في حالة حركة من وجهة نظر البايوميكانيك عندما يغير مكانه خلال فترة زمنية.

- هناك شرطين أساسيين للحركة هما:

- ١- المكان: هو الحيز الذي يستغرقه الجسم لفترة زمنية معينة.
- ٢- الزمان: هو وسليه متصل لانفصل فواصل ويسجل تتابع الأحداث.

د. غزوان فيصل العباسي

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، وتقسّم إلى حركة بتعجيل ثابت (تزايدية)، وحركة تعجيل متغير (تزايدية أو تناقصية).

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

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

أشكال الحركة

أولاً: أشكال الحركة من ناحية مسارها الهندسي:

١- الحركة بالمسار الخطي: (الحركات الانتقالية المستقيمة): هذا النوع من الحركات يتم فيها انتقال الجسم أو مراكز ثقله أو أجزائه من وضع إلى آخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية خطية خلال انتقالها (على خط مستقيم بالاتجاه الأفقي أو العمودي). مثلا (التزلج على الجليد، حركة الهبوط بالمظلات، حركة سيارة السباق، حركة السهم في سباق رمي السهام، القفز العامودي).

أو... انتقال الجسم من مكان إلى آخر بكامل أجزائه ويكون الجسم مساراته متوازية مع بعضها.

٢- الحركة بالمسار المنحني: من الحركات التي يتم فيها انتقال الجسم أو مراكز أو أجزائه من وضع إلى آخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية منحنية خلال انتقالها وتحدث في خط منحني بالاتجاهين الأفقي والعمودي. مثل (مسار مفصل الورك في اجتياز الحواجز، الوثب الطويل).

د. غزوان فيصل العباسي

٣- الحركة بالمسار الدائري:(الحركات الانتقالية دورانية): من الحركات التي يتم فيها انتقال الجسم أو مراكز ثقله أو أجزاءه من وضع إلى آخر حيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية دائرية منتظمة أو غير منتظمة ولا تكون متساوية وتحدث حول محور داخل الجسم أو خارجه. مثل (الدوران حول العقلة، رمي القرص، مفصل القدم في الدرجات).

٤- الحركة بالمسار المتعدد:(الحركات المركبة): من الحركات التي يتم فيها انتقال أجزاء الجسم أو مراكز ثقله من وضع إلى آخر بحيث تقطع خطوطا ومسارات هندسية دائرية منتظمة أو غير منتظمة أو خطية أو منحنية وان سرعة هذه الأجزاء لا تكون متساوية لتعدد مدياتها. مثل (ركوب الدراجة الهوائية، حركة رامي المطرقة، مسار الحركة على منصة القفز).

ثانياً: أشكال الحركة من ناحية المسار الزمني:

١- حركة منتظمة: يقطع الجسم فيها مسافات متساوية في أزمنة متساوية. كما في انطلاق

١٠٠م.

٢ ثرا	٢ ثرا	٢ ثرا	٢ ثرا
١٠ م	١٠ م	١٠ م	١٠ م

٢- حركة غير منتظمة: يقطع الجسم فيها مسافات غير متساوية في أزمنة متساوية. كما في

قطع لاعب كرة اليد مسافة ١٥م بزمن ٣ثا ويطلب منه قطع مسافة ١٠م بنفس الزمن.

١ ثا	١ ثا	١ ثا	١ ثا
١٣ م	١٢ م	٨ م	١٠ م

د. غزوان فيصل العباسي

الحركات الأساسية في جسم الإنسان

- ١- الثني: هو عملية تقريب عظميين من بعضهما يتمفصلان من مفصل واحد (مرفق) ... أو هو تقريب العظميين المتمفصلين إلى بعضهما بحيث تصغر الزاوية بينهما. ثني الساعد (الزند) على العضد تقريب عظم العضد على عظم الساعد.
- ٢- المد: هو عملية أبعاد عظميين من بعضهما يتمفصلان من مفصل واحد (مرفق) أو أبعاد العظميين المتمفصلين عن بعضهما بحيث تكبر الزاوية بينهما. كما تقوم العضلة ذات الرؤوس الثلاثة بأبعاد الساعد عن عظم العضد.
- ٣- التقريب: هو عملية تحريك جزء من الجسم باتجاه محوره الطولي... أو هو تقريب أجزاء الجسم باتجاه المحور الشاقولي له. مثل تقريب الطرف العلوي أو السفلي إلى داخل الجسم.
- ٤- الإبعاد: هو عملية تحريك الجسم بعيدا عن المحور الطولي. أو المحور الشاقولي... أو إبعاد أجزاء الجسم بالاتجاه البعيد عن محور الشاقولي.
- ٥- الرفع: وهو رفع أجزاء الجسم إلى الأعلى. مثل حركة حزام الكتف.
- ٦- الخفض: وهو خفض أجزاء الجسم إلى الأسفل.
- ٧- التدوير: تتم الحركة حول المحور الطولي للعظم ويكون التدوير إلى الداخل وإلى الخارج.
- ٨- الكب: وهو تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق إلى الداخل وحول المحور الطولي للساعد بحيث تواجه باطن اليد الأرض.
- ٩- البطح: ويقصد بها تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق إلى الخارج بحيث يواجه ظهر اليد الأرض.
- ١٠- الدوران: ويقصد بها أن الجزء المتحرك يرسم أثناء حركته دائرة وتشغل هذه الحركة مجموعة حركات الثني، التبعيد، المد، والقريب، الرفع والخفض.

* نسبية الحركة:

المفهوم العام للحركة:

- هو أن الجسم أو أي جزء منه ينتقل من مكان إلى آخر في فترة زمنية محددة.
- إما نسبية الحركة هو مقارنة الجسم بأجسام أخرى.
- أو... تعني التغير المستمر الحاصل في موقع الجسم بالنسبة إلى موضع نفترضه ثابتا.

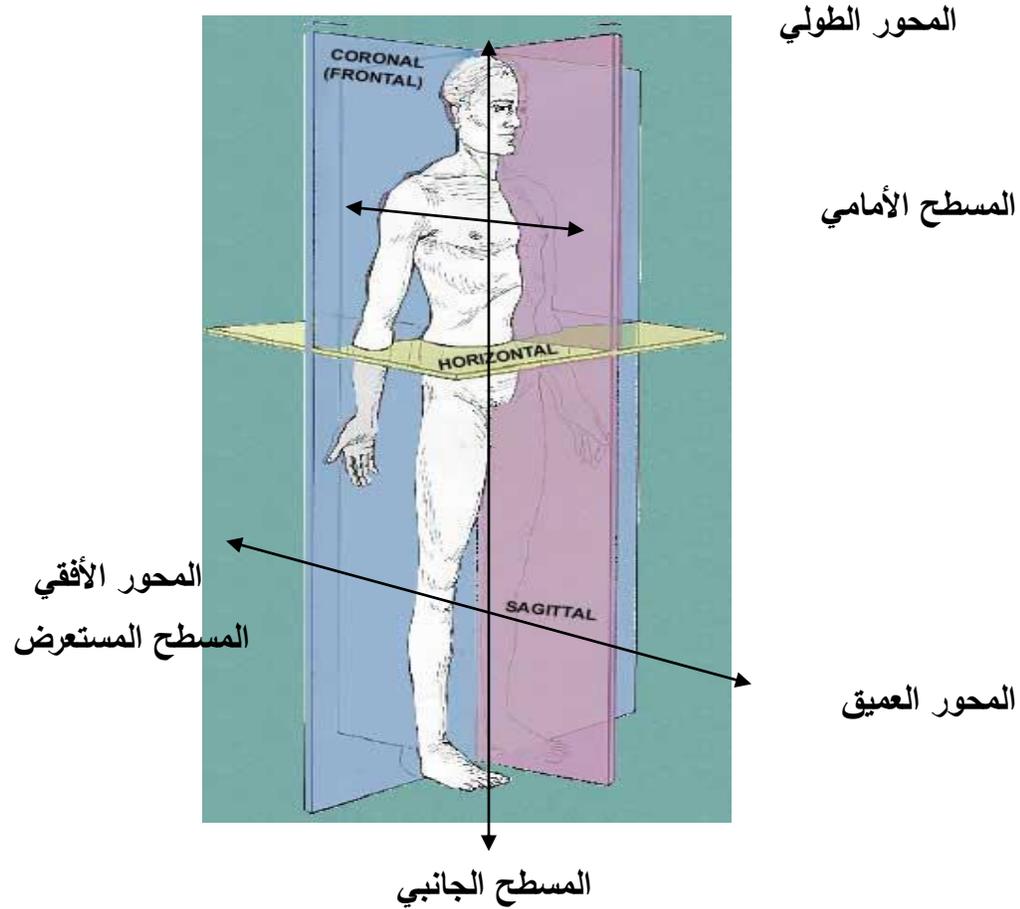
د. غزوان فيصل العباسي

الأسبوع الثاني

* الإبعاد الأساسية للحركة (المستويات أو المسطحات) ، المحاور:

المحاور والمسطحات

هي الأجزاء الوهمية في جسم الإنسان والتي تستخدم لوصف حركته إذ أن النقاء هذه المسطحات تمثل نقطة مركز ثقل الجسم. أي عند تمثيل الحركة يتم القول بان الحركة تتم حول المحور وتقع هذه الحركة في المسطح وكما في الشكل.



شكل المسطحات والمحاور

محاور دراسة الحركة س س ص

ان دراسة الحركة الرياضية من الناحية الميكانيكية ينبغي ان يتم من خلال ثلاثة محاور

١- عمودي — نحو الجاذبية الأرضية

٢- أفقي — الاتجاه نحو الحركة

٣- أفقي — اتجاه موازي لسطح الأرض

د. غزوان فيصل العباسي

أولاً: المحاور: وتتكون الجسم من ثلاثة محاور وهي:

المحور: هو خط وهمي يمر أو يخترق الجسم.

١- المحور الطولي (الشاقولي): وهو الخط الوهمي الذي يخترق أو (يمر) الجسم من قمة

الرأس إلى أسفل الجسم. مثل (رامي القرص، رامي المطرقة، لاعب الجمناستيك 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 الدرجة الأمامية والخلفية المكورة).

٣- المحور العميق: وهو الخط الوهمي الذي يخترق أو (يمر) من أمام الجسم ويخرج من

الخلف. ويحدث حول جميع الحركات الجانبية التي يؤديها الجسم. مثل (لاعب الجمناستيك

على حسان المقابض عند أداء حركات المرجحة الجانبية، العقلة البشرية، الدرجات

(الجانبية)



د. غزوان فيصل العباسي

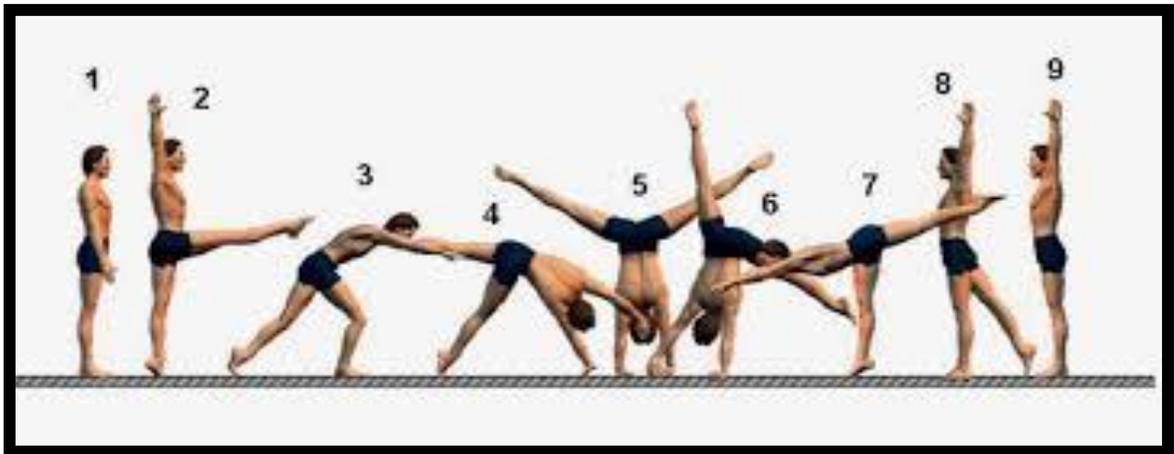
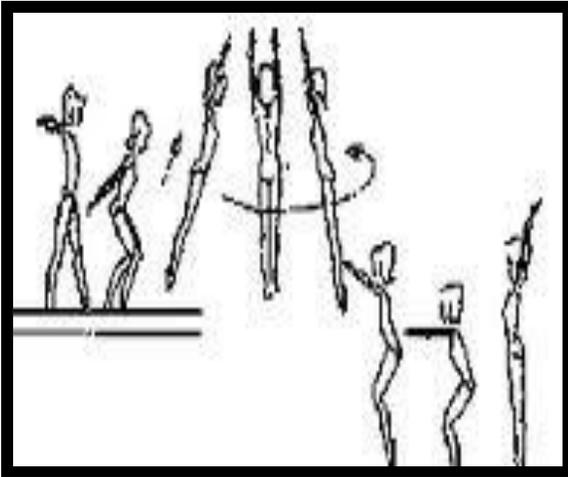
ثانيا:المسطحات (المستويات): تتكون الجسم من ثلاثة مستويات وهي:

المسطح: هو مستويات وهمية يقطع أو يقسم الجسم إلى نصفين أو قسمين متساوين.

١- المسطح العرضي (المستعرض): هو المسطح الذي يقسم الجسم إلى نصفين أو قسمين (متساوين) متساوين علوي وسفلي.مثل(دوران حول نفسه في التزلج وجمناستك ولاعب المطرقة).

٢- المسطح الجانبي: هو المسطح الذي يقسم الجسم إلى نصفين أو قسمين (متساوين) يمين ويسار.مثل(الدراجات المكورة الأمامية والخلفية، القلبات في الغطس الأمامية والخلفية).

٣- المسطح الأمامي: هو المسطح الذي يقسم الجسم إلى نصفين أو قسمين (متساوين) أمامي وخلفي.مثل(العجلة البشرية، القلبات والدراجات الجانبية،القفز جانبا).



د. غزوان فيصل العباسي

ملاحظة

- المسطح الأمامي المحور العميق.
- المسطح الجانبي المحور العرضي.
- المسطح العرضي المحور الطولي.

* الحركة والعمل العضلي:

تحدث الحركة وفق لعمل العضلات، أي كلما ازدادت القوة المبذولة ازدادت كمية الحركة وخاصة في الحركات الانتقالية إما بالحركات الدائرية (الزاوية) يعتمد على بعد نقطة تأثير القوة عن محور الدوران.

+ أصناف العضلات من حيث مشاركتها في الحركة.

١- العضلات المحركة الأساسية: وهي العضلات المسؤولة عن حدوث الحركة بشكل مباشر. فمعظم حركات جسم الإنسان سببها عضلات محركة عديدة، إما العضلات الأخرى التي تشارك كعضلات محركة بحكم انقباضها تحت ظروف خاصة تعد عضلات مساعدة.

٢- العضلات المثبتة أو الساندة: هي العضلات المسؤولة عن تثبيت بعض أجزاء الجسم ضد شد العضلات المنقبضة أو ضد القوى المتضادة. وظيفتها (تثبيت طرف العظمة التي ترتبط فيها العضلة المنقبضة).

٣- العضلات المعادلة (المكافئة): هي العضلات التي تعمل على تحديد عمل العضلات المحركة والتي تكون غير مرغوبة.

٤- العضلات المضادة أو المقابلة: هي العضلات التي تعمل بعكس العضلات المحركة لوجودها في الجانب المقابل، ويطلق عليها أحيانا (الجاذبة العكسية أو المقابلة).

د. غزوان فيصل العباسي

الأسبوع الثالث**& الكينماتيك &**

هو الجانب الذي يعنى بدراسة الحركة وصفيا أي من حيث زمانها ومكانها بصرف النظر عن القوى المسببة للحركة ...

هو احد أقسام الكينماتيك الذي يعد احد فروع علم البايوميكانيك يعني بدراسة الحركة دراسة وصفية من حيث زمانها ومكانها بصرف النظر عن القوى التي تسبب حدوث الحركة.

* الحركة: هو انتقال الجسم من مكان إلى آخر مثل

■ قطع الراكض مسافة معينة على الأرض

■ رفع الرجل للأعلى

■ سحب برميل من مكان إلى آخر

& المسافة والإزاحة &

المسافة بأنها الفراغ المتاح بين النقطتين.

إما الإزاحة فتعرف بأنها الفراغ الموجود بين النقطتين.

ويجب إن نفرق بين المتاح والموجود....

المتاح : يعني عدم القدرة على تخطي الموانع والحواجز الطبيعية أو المصطنعة مباشرة إلا بالمرور من فوقها أو تحتها أو جوانبها مثلما يحدث في تمرينات (الجري المتعرج).

إما الموجود: فيعني تخطيها بالاحتفاظ على المسار نفسه، أي المرور مستقيما أو قطريا ولكن لا انحناء ولا تعرج.

لذا فان المسافة دائما اكبر من الإزاحة أو تكون متساوية في بعض الاحيان.

المسافة

المسافة: هو المجال الحاصل عند انتقال جسم خطيا من مكان لآخر وتعد كمية قياسية وحدتها **متر وسم و كم.**

* أو... هي كمية قياسية تعبر عن مقدار انتقال أو حركة الجسم من مكان إلى آخر.

د. غزوان فيصل العباسي

* أو... هو مقدار البعد بين بداية ونهاية حركة الجسم وقد يكون هذا البعد مستقيم أو على شكل منحنى أو شكل قوس وتقاس بالمتر وأجزاؤه.

& الإزاحة &

هي اقصر بعد بين بداية ونهاية حركة الجسم ولها مقدار واتجاه وتقاس أيضا بالمتر وأجزاؤه. مثل ١٠٠م

أو... هي اقصر خط مستقيم يصل بين نقطتين وهي كمية متجهة وحدتها بالمتر.

أو... هي كمية متجهة تعبر عن مقدار انتقال أو حركة الجسم من مكان إلى آخر.

+ الجسم الذي يقطع مسافة من نقطة ويعود لنفس النقطة التي بدأ منها تكون أزاحته صفر.

**حالات
الإزاحة****الإزاحة
تساوي****الإزاحة لا
تساوي****الإزاحة
تساوي**

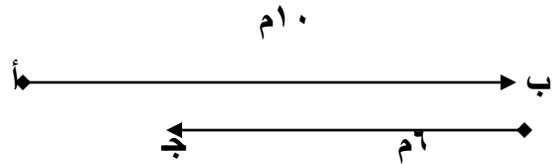
الإزاحة (displacement)	المسافة (distance)
- هي إزاحة جسم من نقطة إلى أخرى أو رجوعه للنقطة الأصلية وهي اقصر مسافة بين النقطتين) وهي اقصر بعد بين بداية ونهاية الحركة).	- هي انتقال جسم من مكان لآخر وقطعه مسافة.
- هي كمية متجهة تقاس بالسنتيمتر والكمتر	- هي كمية قياسية تقاس بالسنتيمتر والكيلومتر

الكميات القياسية	الكميات المتجهة
هي الكمية التي يكفي لتعريفها ذكر مقدارها فقط.	هي لكمية التي لا يكفي لتعريفها ذكر مقدارها فقط وإنما ينبغي ذكر اتجاهها أيضا.
أمثلة	أمثلة
<ul style="list-style-type: none"> ➤ درجة الحرارة - الكتلة ➤ المسافة - الزمن ➤ الطول - الشغل 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ القوة، كمية ميكانيكية - الوزن ➤ الإزاحة - التعجيل ➤ كمية الحركة - السرعة

- الكميات القياسية: وهي الكميات التي يكفي لتعريفها ذكر مقدارها فقط. مثل درجة حرارة الجو، كتلة الجسم، المسافة، الزمن، الطول، الشغل.

- الكميات المتجهة: وهي الكميات التي لا يكفي لتعريفها ذكر مقدارها فقط، بل ينبغي ذكر اتجاهها أيضا مثل القوة كمية ميكانيكية، الإزاحة، الوزن، كمية الحركة، السرعة، التسارع، التعجيل.

١- مثال: يتحرك لاعب كرة القدم من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) ثم يرجع إلى نقطة (ج) كما في الشكل.

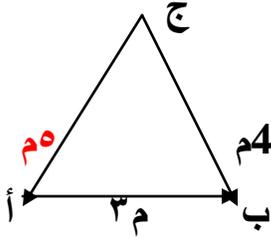


فان المسافة = $10 + 6 = 16$ م

بينما الإزاحة = $6 - 10 = -4$ م

د. غزوان فيصل العباسي

٢- مثال: عندما يتحرك جسم من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) ثم إلى نقطة (ج) كما في الشكل:



$$\begin{aligned} \text{فان المسافة} &= 3 + 4 = 7 \text{ م} \\ \text{بينما الإزاحة} &= \sqrt{3^2 + 4^2} \\ 5 \text{ م} &= \sqrt{25} \text{ م} \end{aligned}$$

& السرعة &

السرعة (Speed): هي المسافة المقطوعة في وحدة الزمن.

أو هي قدرة الإنسان على أداء الحركات في أقل زمن ممكن.

وتعرف ميكانيكياً = أنه المعدل الزمني للمسافة المقطوعة وتقاس بالمتري لكل ثانية.

هي المسافة المقطوعة في وحدة الزمن. وتقاس بوحدة م/ثا أو كم/ساعة.

والسرعة = **المسافة / الزمن** **س = م / ن**

معدل السرعة... يمكن حسابه من خلال المسافة المقطوعة في وحدة الزمن.

السرعة

عندما يتحرك جسم من مكان إلى آخر فإن حدوث الحركة يتم في وقت معين ويختلف الوقت من جسم إلى آخر.

حيث إن الجسم الذي يقطع مسافة ١٠٠ م بزمن قدره ١٢ ثانية هو أسرع من الجسم الذي يقطع ١٠٠ متر بزمن ١٧ ثانية

هناك مصطلحان للسرعة هما (مهم جداً)

❖ **velocity السرعة** / وهي كمية متجهة ناتجة عن قسمة الإزاحة على الزمن
(ز/ن)

❖ **Speed السرعة** / وهي كمية قياسية ناتجة عن قسمة المسافة على الزمن
(م/ن)

د. غزوان فيصل العباسي

بشكل عام فالسرعة في المجال الميكانيكي هي:-

(المسافة المقطوعة في وحدة الزمن) وغالبا هي متجهة.

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} \text{ م/ن}$$

$$\text{إذا } \text{م} = \text{س} \times \text{ن}$$

تتكون وحدة السرعة من وحدة المسافة ووحدة الزمن

أي (المتر والدقيقة) أو (السنتيمتر والثانية) أو (الكيلومتر والساعة)

➤ السرعة Velocity / السرعة المتجهة

➤ Speed / السرعة العامة الغير متجهة

السرعة المتجهة: هي الإزاحة المقطوعة في وحدة الزمن

أو..... هي مقدار الإزاحة المقطوعة خلال وحدة الزمن وهي كمية متجهة وحدتها م/ثا.

$$\text{السرعة المتجهة} = \frac{\text{الإزاحة}}{\text{الزمن}} \text{ س متجهة} = \text{ز/ن}$$

+ تكون السرعة صفر في حال سكون الجسم أو استقراره .

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

$$\text{س} = \frac{\text{م}}{\text{ن}} \text{ س} = \frac{٤}{٢٠} = ٥ \text{ م/ثا سرعة الجسم}$$

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

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

& معدلات السرعة &

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

معدل السرعة: المسافة المقطوعة في وحدة الزمن

أو مجموعة المسافة الكلية على الزمن الكلي.

د. غزوان فيصل العباسي

معدل السرعة = م / ن

متوسط السرعة: تساوي مجموعة السرعة المختلفة خلال مسافة معينة على عددها.متوسط السرعة = $\frac{س١ + س٢ + س٣ + \dots}{عددھا}$

متوسط السرعة

٣- مثال: عداء انطلق بسرعة ٥ م/ثا وانهي السباق بسرعة قدرها ٨ م/ثا.

فما هو متوسط سرعته؟

$$\frac{س١ + س٢}{٢}$$

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{٥ + ٨}{٢} = ٦.٥ \text{ م/ثا}$$

٤- مثال: عداء انطلق بسرعة ٥ م/ثا ثم أصبحت سرعته ٨ م/ثا وانهي السباق بسرعة قدرها ١٢ م/ثا.

فما هو متوسط سرعته؟

$$\frac{س١ + س٢ + س٣}{٣}$$

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{٥ + ٨ + ١٢}{٣}$$

$$= ٨.٣٣ \text{ م/ثا}$$

+ إما إذا كانت حركة الجسم من الثبات فان السرعة الابتدائية تساوي **صفر** يتم

استخراجها عن طريق المعادلة التالية.

متوسط السرعة أو معدل السرعة = السرعة النهائية - السرعة الابتدائية / ٢

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

متوسط السرعة أو معدل السرعة = السرعة النهائية - السرعة الابتدائية / ٢

$$\text{أي} \quad \frac{س٢ - س١}{٢}$$

$$= \frac{١٠ - ٠}{٢} = ٥ \text{ م/ثا}$$

أو $\frac{٢}{٢}$

د. غزوان فيصل العباسي

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

$$\frac{س١ + س٢}{٢} = س$$

$$\frac{١٠ + ٦}{٢} = س$$

$$س = ٨ م/ثا السرعة المتوسطة$$

+ يمكن احتساب السرعة خلال فترات معينة عند حصول زيادة أو نقصان فيها وتسمى **بالسرعة اللحظية**.

+ **السرعة اللحظية**: هي السرعة التي تحصل للحظة محددة والتي تعبر عن التغير في موقع الجسم في لحظة معينة. مثل لحظة الارتقاء في القفز أو لحظة التهديف بكرة القدم لذا نعتمد في قياس هذه السرعة اللحظية من خلال حساب المسافة اللحظية وزمنها.

السرعة اللحظية (الآنية): اقل مسافة ممكنة في اقل زمن ممكن.

$$\frac{س٢ - س١}{ن٢ - ن١} = \frac{\text{التغير الحاصل في المسافة}}{\text{اقل فترة زمنية}} = \text{السرعة اللحظية}$$

أو... هي سرعة الجسم في فترات لحظية قصيرة أي في لحظة معينة ولايجادها يجب معرفة اصغر مسافة في اصغر فترة زمنية

١- مثال: يتحرك عداء من نقطة (أ) باتجاه نقطة (ب) التي تبعد مسافة ٢٠ م ويقطعها بزمن قدره ٥ ثواني، ثم يستمر في حركته إلى نقطة (ج) التي تبعد عن (ب) مسافة ٣٠ م بحيث كان الزمن المستغرق الكلي ١١ ثانية؟

أن متوسط سرعة العداء بين ب، ج هي

$$\frac{س٢ - س١}{ن٢ - ن١} = \frac{٥٠ - ٢٠}{١١ - ٥}$$

$$س \text{ اللحظية} = \frac{٥٠ - ٢٠}{١١ - ٥} = ٥ م/ثا$$

د. غزوان فيصل العباسي

٢- مثال: لاعب كرة القدم يدحرج الكرة لمسافة لحظية تقدر بخطوة واحدة قد يكون طولها ١ م ويلحظة زمنه قدرها ٠.٢ ث. ما هي السرعة اللحظية لتحرك اللاعب؟
س اللحظية = $0.2/1 = 0.2$ م/ثا تمثل السرعة في لحظة تحرك لاعب كرة القدم أثناء دحرجته الكرة.

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

السرعة النسبية = سرعة الجسم الأول - سرعة الجسم الثاني

الإحساس بالحركة النسبية:

- قطار يسر بسرعة ١٠٠ كم مع قطار يسير بسرعة ١٢٠ كم - ٢٠ كم (نقص) طرح.
- قطار يسير بسرعة ١٠٠ ضد قطار يسير بسرعة ١٢٠ كم - ٢٢٠ كم (تزايد) جمع.
- شخص واقف مع قطار يسير بسرعة ١٠٠ كم - ١٠٠ كم

١- مثال: لاعبي دراجات هوائية سرعة اللاعب الأول (أ) هي (٣٠ م/ثا) واللاعب الثاني (ب) سرعته (٣٣ م/ثا) يتجهان نحو الغرب... (فان السرعة النسبية للاعب (ب) إلى اللاعب (أ) هي:
= (٣٣-) - (٣٠) = ٣ م/ثا سرعة اللاعب الثاني نسبة إلى الأول.

٢- مثال: سباحتان احدهما بالاتجاه الشرقي والآخر بالاتجاه الغربي (بعد الدوران الأول) وكان سرعة السباحة الأولى (٢٠ م/ثا باتجاه الشرق) وسرعة السباحة الثانية (٢٠ م/ثا باتجاه الغرب). فما السرعة النسبية للسباحة الأولى نسبة إلى الثانية؟
السرعة النسبية = (٢٠ م/ثا+) - (٢٠ م/ثا-) = ٤٠ م/ثا السرعة النسبية بين السباحتين.

الأسبوع الخامس

السرعة كمية متجهة – محصلة السرعة – التحليل الميكانيكي لسرعة الركض
السرعة كمية متجهة (محصلة السرعة)

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

السرعة كمية متجهة:

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

١- إذا كانت سرعتين في اتجاه واحد فان محصلتهما هي:

أي باتجاه واحد فان محصلة السرعة تكون بجمعها أي
 (مثل راكب القطار السائر باتجاه مقدمة القطار)
 س(المحصلة) = س١ + س٢

—————→ ————→
 السرعة الأولى (س العداء) السرعة الثانية (س الريح)

مثال/ ركض عداء مسافة ١٠٠ م وكانت سرعته الأولى ٤م/ثا، إما سرعته الثانية كانت ١م/ثا جد
 محصلة السرعة؟

$$٤ \text{ م/ث} + ١ \text{ م/ث} = ٥ \text{ م/ث} \text{ (المحصلة باتجاه السرعتين نفسه)}$$

٢- إذا كانت سرعتين متعاكستين فان محصلتهما النهائية هي الفرق بينهما. إي السرعتان باتجاهين

مختلفين فان محصلة السرعة تكون هي الفرق بين السرعتين والاتجاه يكون الاتجاه الأكبر أي
 (مثل راكب القطار السائر باتجاه مؤخرة القطار)

$$\text{السرعة المحصلة} = \text{س}١ - \text{س}٢$$

س المحصلة = ٤م/ث - ١م/ث = ٣م/ث (المحصلة باتجاه السرعة الكبرى).

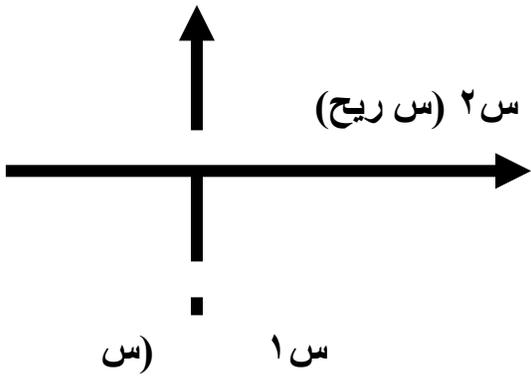
—————← ————→
 السرعة الأولى (س العداء) السرعة الثانية (س الريح)

د. غزوان فيصل العباسي

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

$$\begin{aligned} \text{السرعة المحصلة} &= \text{س} ١ - \text{س} ٢ \\ &= ١٠ - ٢٥ = ١٥ \text{ م/ثا} \end{aligned}$$

٣- إذا كانت سرعتين متعامدتين فيتم استخراج المحصلة عن طريق تطبيق نظرية فيثاغوس. أي وجود زاوية قائمة أي



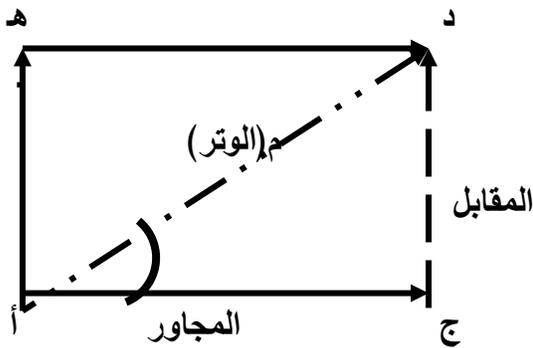
$$\text{محصلة السرعة} = \sqrt{\text{السرعة الاولى}^2 + \text{السرعة الثانية}^2}$$

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

ظا ز = المقابل / المجاور

(العداء)

يمكن حساب اتجاه الزاوية يتم من خلال حساب ظل الزاوية أو جا أو جتا:
ظا ز = المقابل / المجاور د ج / أ ج



$$\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = \frac{\text{د ج}}{\text{أ ج}} = \text{ظا ز}$$

مثال: انطلق العداء بسرعة ٨ م/ثا وكانت سرعة الرياح متعامدا ٦ م/ثا. جد محصلة السرعة؟

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

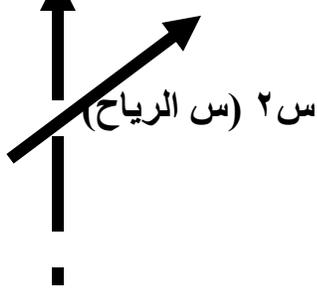
$$\sqrt{\text{م}^2 + \text{م}^2} = \sqrt{٦٤ + ٣٦} = \sqrt{١٠٠} = \text{م}^2 = ١٠ \text{ م/ثا}$$

٤- إذا كانت الزاوية بين سرعتين حادة أو منفرجة. فيتم إيجادها من خلال قانون متوازي المستطيلات.

$$\text{محصلة السرعة} = \sqrt{\text{سرعة الأولى}^2 + \text{سرعة الثانية}^2 + 2 \times \text{سرعة الأولى} \times \text{سرعة الثانية} \times \text{جتا الزاوية السرعة}}$$

مثال: قام لاعب الجمناستك بأداء مهارة الدوران على العقلة وكانت سرعته ٨ م/ثا وفي الدورة الثانية كانت سرعته ٦ م/ثا وبزاوية ٨٥°. جد محصلة السرعة؟ علما أن جتا ٨٥° = (٠.٠٨)

س١ (س العداء)



$$\text{م}^2 \text{س} = \sqrt{٠.٠٨ * ٦ * ٨ * ٢ + ٦^2 + ٨^2}$$

$$\text{م}^2 \text{س} = \sqrt{٧.٦٨ + ٣٦ + ٦٤}$$

$$\text{م}^2 \text{س} = \sqrt{١٠٧.٦٨} \quad \text{م س} = ١٠.٣٧ \text{ م/ثا}$$

إما الاتجاه فنجده من قانون الظل السابق
ظا = أب × جاب أ ج / أ ج + أب جتا ب أ ج

& المركبات العمودية والأفقية للسرعة &

ولتحليل محصلة السرعة إلى مركباتها العمودي والأفقية عندما تكون السرعة المحصلة معلومة القيمة والاتجاه.

السرعة العمودية = الوتر × جتا الزاوية

السرعة الأفقية = الوتر × جتا الزاوية

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

بما إن جتا = المقابل / الوتر

إذن المقابل = الوتر × جتا 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 $٣٠ = ٠,٨$ ؟

$$\begin{aligned} \text{جتا الزاوية} &= \text{المجاور} / \text{الوتر} \\ 0,8 &= ٣٠ / \text{س (الوتر)} \\ \text{س} &= ٣٠ / ٠,٨ \\ \text{س} &= ٣٧,٥ \text{ م/ثا} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{إذا المركبة العمودية} &= \text{س} \times \text{جا الزاوية} \\ &= ٣٧,٥ \times ٠,٥ \\ &= ١٨,٧٥ \text{ المركبة العمودية} \end{aligned}$$

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.

$$\begin{aligned} \sqrt{2\text{س} + 2\text{س}} &= \text{محصلة س} \\ \sqrt{2(٦) + 2(٨)} &= \text{م س} \\ \sqrt{١٠٠} &= 2\text{س} \end{aligned}$$

$$\text{م س} = ١٠ \text{ م / ثا سرعة القارب النهائية}$$

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

$$\frac{٨}{٦} = \text{ظا}$$

$$\text{ظا} = ١,٣٣ \dots \text{إذا قيمة الزاوية هي } ٥٣ \text{ تقريبا لان ظل الزاوية } ٥٣ = ١,٣٣$$

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 و جا الزاوية ٤٥ هي ٠,٧٠٧

$$\sqrt{\frac{س^2 + 2س \times ٢ + ٢س^2}{2}} = ٢س^2 \times \text{جتا} > \text{أ ب ج}$$

$$\sqrt{٤٥ \times ٤٠ + ١٦ + ٢٥} =$$

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

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

إما اتجاهها فيكون كالآتي:-

$$\frac{٣,٥٣٥}{٧,٥٣٥} = \frac{٠,٧٠٧ \times ٥}{٠,٧٠٧ \times ٥ + ٤} = \frac{س \times \text{جا} >}{س + ٢س \times \text{جتا}} = \text{ظا} = ٠,٤٦٩$$

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

$$\text{أب} = ٨ \times \text{جا} ٤٠$$

$$\text{أب} = ٨ \times ٠,٦٤٢$$

$$\text{أب} = ٥,١٣٦ \text{ م/ثا السرعة العمودية}$$

المركبة الأفقية = الوتر × جتا الزاوية ٤٠

$$\text{أج} = ٨ \times \text{جتا} ٤٠$$

$$\text{أج} = ٨ \times ٠,٧٦٦$$

د. غزوان فيصل العباسي

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

$$٠,٧٠ \times ٢٠ =$$

$$١٤ =$$

المركبة الأفقية = س × جتا الزاوية

$$٠,٧٠ \times ٢٠ =$$

$$١٤ =$$

*** السرعة على المنحني**

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

مستغرق.

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

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

يتميز الركض السريع بخاصتين ميكانيكيتين أساسيتين هما طول الخطوة وترددتها (التكرار في وحدة ومنية معينة).
الشروط الميكانيكية لأداء الخطوة هي:
- زمن الارتكاز وتكراره
- تردد الخطوة، زمن الطيران، وتكراره.
أذن معدل السرعة هو ناتج عن طول الخطوة وترددتها
معدل السرعة = المسافة / الزمن $\times 1$
معدل طول الخطوة = المسافة / عدد الخطوات م / عدد الخطوات
وحداته متر / خطوة
معدل تردد الخطوة = عدد الخطوات / الزمن عدد الخطوات /
وحداته خطوة / ثانية

١- مثال/ ركض عداء مسافة ١٠٠م وانهي السباق بعدد (٤٥ خطوة) وبزمن قدرة ١٠ثا؟ جد معدل طول الخطوة ومعدل تردد الخطوة؟
معدل طول الخطوة = المسافة / عدد الخطوات
 $100 / 45 =$
 2.22 م/خطوة =
معدل تردد الخطوة = عدد الخطوات / الزمن
 $45 / 10 =$
 4.5 خطوة/ثا =
إذن معدل السرعة = 2.22 م/خطوة $\times 4.5 = 9.99$ م/ثا

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
 $100 / 35 =$
 2.85 م/خطوة =
معدل تردد الخطوة = عدد الخطوات / الزمن

د. غزوان فيصل العباسي

$$9 / 35 =$$

$$= 3.88 \text{ خطوة/ثا}$$

$$\text{اذن معدل السرعة} = 2.85 \text{ م/خطوة} \times 3.88 = 11.05 \text{ م/ثا}$$

إما اللاعب الثاني

معدل طول الخطوة = المسافة / عدد الخطوات

$$= 38 / 100 =$$

$$= 2.63 \text{ م/خطوة}$$

معدل تردد الخطوة = عدد الخطوات / الزمن

$$= 9.5 / 38 =$$

$$= 4 \text{ خطوة/ثا}$$

$$\text{اذن معدل السرعة} = 2.63 \text{ م/خطوة} \times 4 = 10.52 \text{ م/ثا}$$

& التعجيل – العلاقة بين المسافة والسرعة والتعجيل &

التعجيل

عندما يقطع العداء مسافة معينة وتكون حركته منتظمة فان ذلك يعني إن سرعته في أي لحظة من لحظات الحركة هي ثابتة. إما إذا كانت حركته غير منتظمة فعندئذ تتغير سرعته من لحظة إلى أخرى ويطلق على مقدار التغير في السرعة (التعجيل).

١- التعجيل: هو التزايد أو التناقص في السرعة وقد يكون التعجيل موجب (تصاعدي) أو سالب

(تناقصي)، وقد يكون منتظم أو غير منتظم.

٢- التعجيل: هو المعدل الزمني لتغير السرعة، أو المعدل الزمني للزيادة أو النقصان في السرعة

ويسمى بالتعجيل السلبي أو الايجابي. وهو من الكميات الميكانيكية المتجهة ووحدات

قاسية هي **م/ثا^٢ أو سم/ثا^٢.**

التعجيل: هو مقدار التغير بالسرعة في وحدة الزمن.

التعجيل

اللحظي

صفر

السلبي

الايجابي

د. غزوان فيصل العباسي

أنواع التعجيل

١- **التعجيل الايجابي**: هو تزايد السرعة تدريجيا خلال وحدة الزمن. مثل يبدأ عداء بالركض ويقطع (١٠م) الأولى بزمن قدره (٢ثا) و(١٠م) التي تليها ب(٨.٨ثا) بينما (١٠م) الثالثة ب(٦.٦ثا). أي المسافات متساوية في أزمنة تقل تدريجيا.(الأمطار الأولى).

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

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

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

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

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 المباراة.

التعجيل اللحظي = التغير بالسرعة / التغير بالزمن**(السرعة النهائية-السرعة الابتدائية) / (ن٢-ن١)****وحدة التعجيل**

$$\frac{\text{المتر}}{\text{الثانية}} \div \frac{\text{المتر}}{\text{الثانية}} = \frac{\text{المتر}}{\text{الثانية}} \times \frac{\text{الثانية}}{\text{المتر}} = \frac{\text{م}^2}{\text{ث}^2}$$

التعجيل = السرعة النهائية - السرعة الابتدائية / الزمن
ع = س٢ - س١ / ن

د. غزوان فيصل العباسي

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؟

$$ج = س٢ - س١ / ن = ٨ - ٤ / ٢ = ٢ م/ثا^٢ \text{ قيمة التعجيل وهو تعجيل موجب لان السرعة تتزايد}$$

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

$$ع = س٢ - س١ / ن = ٤ - ٨ / ٢ = -٢ م/ثا^٢ \text{ قيمة التعجيل ونوعه سالب لان السرعة تتناقص}$$

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

$$\begin{aligned} \text{- التعجيل الأول (ج١)} &= ٣/٣ - ٧ = -٤ م/ثا^٢ \text{ (موجب)} \\ \text{- التعجيل الثاني (ج٢)} &= ٦/٢ - ٧ = -٥ م/ثا^٢ \text{ (سالب)} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} ج &= س٢ - س١ / ن \\ &= ١٠ - ٠ / ٢ = ٥ م/ثا^٢ \\ س &= ٣ / ٢٠ = ٦.٦٦ م/ثا \\ ج &= ٦.٦٦ - ٠ / ١٠ = ٠.٦٦٦ م/ثا^٢ \\ س &= ٨ / ٣٠ = ٢.٦٦ م/ثا \\ ج &= ٣.٧٥ - ٢.٦٦ / ٨ = ٠.٣٦ م/ثا^٢ \end{aligned}$$

د. غزوان فيصل العباسي

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

- فان المسافة المقطوعة لجسم يتحرك بتعجيل منتظم هي:

$$m = \frac{1}{2} X (2s + 1s) N$$

$$E N^2$$

$$m = s N + \frac{E N^2}{2} \quad E = (s + 1s) = 2$$

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

$$m = \frac{1}{2} X (2s + 1s) N$$

$$m = \frac{1}{2} (10 + 4) = 8(14) = 56 \text{ م/ثا}$$

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

$$m = \frac{E N^2}{2} \quad (s + 1s) \text{ هنا } s = 1 \text{ صفر}$$

٢- مثال: قام لاعب القرص بالرمي وكانت سرعته النهائية ١٠م/ثا وبزمين قدرة (٦م/ثا علما أن سرعته

الابتدائية كانت صفر. جد المسافة؟

$$m = \frac{E N^2}{2}$$

$$m = 10 * \frac{E}{2} = 180 \text{ م/ثا}$$

التعجيل اللحظي = التغير بالسرعة / التغير بالزمن.

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

جلحظي = السرعة / الزمن

د. غزوان فيصل العباسي

الأسبوع السابع

& (الكينماتيك الزاوي) المسافة والإزاحة الزاوية (الدائري) &

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

أو.. هو يدرس الحركة الدورانية من الناحية الوصفية ويطلق عليها أيضا بالحركة الزاوية والتي تتم حول نقطة ارتكاز (محور الدوران) يدور حوله الجسم وقد تكون نقطة ارتكاز داخل الجسم أو خارج الجسم. ملاحظات...

لأية دائرة بداية ونهاية.. أي تبدأ من الصفر بعكس عقرب الساعة وتنتهي في 360° .

النقطة التي تتحرك على محيط الدائرة تمتلك سرعة تسمى بالسرعة المحيطية أو الدائرية ووحدتها م/ثا.

& المسافة والإزاحة الزاوي &

+ ضمن تحدث محور تحسب المسافة التي يقطعها الجسم بعدد الدرجات التي يتحرك بها الجسم منذ بداية حركته إلى نهايته ونطلق عليها مسافة زاوية .

- المسافة المحيطية : هو مقدار ما يقطعه الجسم حول المسار المنحني وتقاس بالمتر .

- الإزاحة الزاوية : هو الخط المستقيم بين بداية ونهاية الحركة الدائرية .

١- مثال: أدى لاعب الجمناستك مهارة دوران على العقلة بمسافة (360°) ولكن اللاعب لم يكمل الدورة بمسافة (320°) بين بداية ونهاية الحركة بالمسافة الزاوية.

المسافة المقطوعة = 320°

إما الإزاحة = $360^\circ - 320^\circ = 40^\circ$ تمثل الإزاحة الزاوية

+ الفرق التي يمكن ملاحظتها بين نقطتي (القدمين) و (الورك) و (الكتف) يمكن إيجازها بما يأتي.

١- مدى حركة (القدمين) اكبر (الورك) والورك اكبر من مدى حركة (الكتف).

٢- بعد نقطة (الورك) اكبر من بعد نقطة (الكتف) عن محور الدوران.

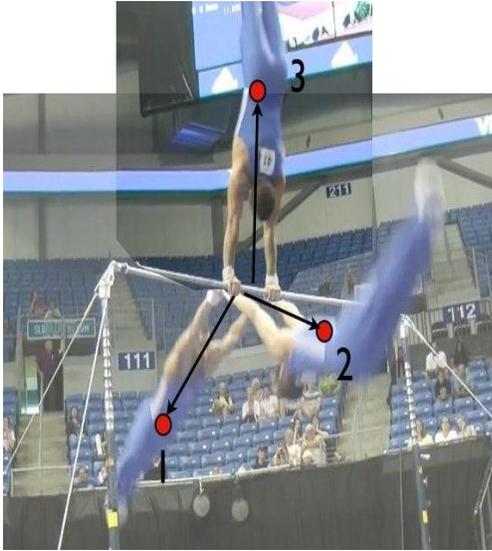
د. غزوان فيصل العباسي

٣- سرعة نقطة (القدمين) اكبر من نقطة (الورك) وسرعة الورك اكبر من سرعة نقطة (الكتف) وذلك لان زمن الانتقال واحد بالنسبة لمجمل الجسم. ويقاس بالمتر، إما محور الدوران نطلق عليه (نصف قطر) ويقاس بالمتر أيضا.

* مدى حركة الورك اكبر من مدى حركة الكتف

* بعد نقطة الورك اكبر من بعد نقطة الكتف

* سرعة نقطة الورك اكبر من سرعة نقطة الكتف



السرعة الزاوية : هي معدل الانتقال الزاوي للجسم.

● هو مقدار عدد الدرجات التي يقطعها الجسم خلال وحدة الزمن ووحدتها درجة/ثانية

● $س ز = قيمة الزاوية / الزمن$ بوحدات د/ثا

ملاحظة مهمة جدا: (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 = $(٣ \times ٣٦٠) = ١٠٨٠$ درجة

إما الإزاحة الزاوية = (١×٣٦٠) درجة

٢- مثال: لاعب كرة السلة طول ذراعه (٦٠ سم) نفذ رمية بزمن (٠.٢٥ ثا) قطعت خلالها ذراعه (٨٥

درجة). اوجد السرعة الزاوية.

$س ز = الإزاحة الزاوي / الزمن$

$= ٨٥ / 0.25 = ٣٤٠$ درجة/ثا

د. غزوان فيصل العباسي

- الزاوية نصف القطر: هي الزاوية المقابلة لقوس الدائرة الذي قطعة الجسم في حركته والذي يساوي طوله نصف قطر الدائرة.

الزاوية نق: أنها النسبة بين طول القوس ونصف القطر

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

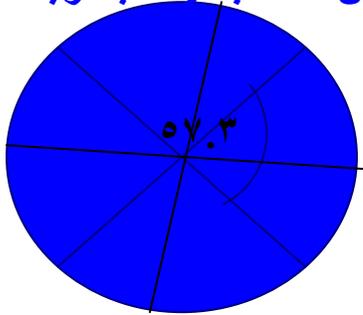
طول القوس وحدتها سم، المتر

ملاحظة:

- المساحة المحصورة بين ضلعي نق وطول القوس تسمى القطاع. وجد أن الدورة الكاملة الواحدة

تساوي (٦.٢٨) قطاعا وعلى هذا الأساس فان القطاع الواحد يمكن احتساب قيمته بالدرجات ويساوي

$$٦.٢٨ / ٣٦٠ = ٥٧.٣٢٤ \text{ ويمكن تقريبه إلى } ٥٧.٣ \text{ درجة}$$



٦.٢٨

أي زاوية كل قطاع (ز نق) هي ٥٧.٣

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 $٣ \times ٣٦٠ = ١٠٨٠$ درجة

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

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

د. غزوان فيصل العباسي

الأسبوع الثامن

(الكينماتيك الزاوي)

علاقة السرعة المحيطية بالسرعة الزاوية

لو فرضنا أن السرعة المحيطية = السرعة الزاوية

أي م / ثا = درجة / ثا

وهذا لا يجوز لان الوحدات يجب أن تكون متشابهة من الطرفين المعادلة.

بما أن السرعة الزاوية = قيمة الزاوية / الزمن ...

نستنتج من هذه المعادلة الزاوية ويكون

السرعة الزاوية = الزاوية نق / الزمن

إذن السرعة المحيطية = السرعة الزاوية * نق

ملاحظة (استنتاج المعادلة أعلاه)

- أن السرعة المحيطية تتناسب طرديا مع نصف القطر بثبات السرعة الزاوية

- أن السرعة المحيطية تتناسب طرديا مع السرعة الزاوية بثبات نصف القطر

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

نحول قيمة الزاوية من وحدة الدرجة إلى وحدة نق

قيمة الزاوية = طول القوس / نق

إذن: طول القوس = ٩٠ * ٠.٠٦ = ٥.٤ م. (نقسم الرقم على قيمة القطاع)

طول القوس = ٥٧.٣ / ٥.٤ = ٠.٠٩ م

قيمة الزاوية نق = طول القوس / نق

= ٠.٠٦ / ٠.٠٩ = ١.٥ بدون وحدة

السرعة المحيطية = زاوية نق / الزمن * نق

د. غزوان فيصل العباسي

$$= 1.5 / 0.3 * 0.06 = 0.3 \text{ م/ثا}$$

$$\text{إما إذا كان نق } (0.06 * 2 = 0.12)$$

$$\text{طول القوس} = 90 * 0.12 = 10.8 \text{ د.م. (.. نقسم الرقم على قيمة القطاع)}$$

$$\text{طول القوس} = 57.3 / 10.8 = 0.19 \text{ م}$$

$$\text{قيمة الزاوية نق} = 0.12 / 0.19 = 1.58 \text{ بدون وحدات}$$

$$\text{السرعة المحيطية} = 1.58 / 0.3 * 0.12$$

$$\text{السرعة المحيطية} = 0.63 \text{ م/ثا}$$

مثال: لاعب كرة القدم أثناء ضربه للكرة كانت السرعة الزاوية للرجل (٦٠ د/ثا). احسب السرعة المحيطية لكل مفصل الركبة ومفصل القدم. علما أن البعد بين محور الدوران (مفصل الورك) ومفصل الركبة هو (٠.٤٠ م) والبعد بين محور الدوران والقدم (٠.٨٠ م).

$$\text{س م} = \text{س ز} \times \text{س م}$$

$$\text{س م} = 60 \times 0.40 = 24 \text{ م/ثا السرعة المحيطية للركبة.}$$

■ إما سرعة مفصل القدم المحيطية

$$\text{س م} = 60 \times 0.80 = 48 \text{ م/ثا السرعة المحيطية للقدم.}$$

* ملاحظة:

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

ركض ١٠٠ م.

■ في الدورة الكاملة تبدأ من نقطة ٣٦٠° فإن إزاحتها (صفر) مثل ركض ٤٠٠ م حتى

درجة ٩٠ هي نفسها... إما الدرجة ٣٧٠° فإن إزاحتها (٣٦٠ - ٣٧٠ = ١٠ درجة).

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

إزاحته فهي (٣٦٠ * ١).

د. غزوان فيصل العباسي

الأسبوع العاشرة

(الكينماتيك الزاوي)

((المقذوفات في المجال الرياضي))

مصطلحات تتعلق بالمقذوفات

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

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

السرعة الابتدائية للمقذوف: هي السرعة التي ينطلق بها المقذوف

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

المقذوف: جسم حر الحركة في الهواء انطلق بتأثير القوة.

- هو أي أداة أو جسم يكسر اتصاله مع شئ آخر وبزاوية معينة. مثل (لاعب وثب الطويل يكسر اتصاله مع لوحة الارتقاء في مرحلة الارتقاء بزواوية 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 = ٢٩.٤٣ م/ثا

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

- تساوي نقطتي الانطلاق والهبوط.
- تباين النقطتين قد تكون نقطة الانطلاق أعلى من نقطة الهبوط. مثال : دفع الثقل أو رمي الرمح.
- وقد تكون نقطة الانطلاق ادني من نقطة الهبوط كما في التصويب بكرة السلة.
- 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.

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

- ١- أي مقذوف يمتلك مصطلحين أولهما (المدى) ويقصد به المسافة الأفقية لمسار المقذوف. والمصطلح الآخر هو (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.
- ٤- إن العلاقة بين المسافة والزمن تحكمها مصطلح السرعة.
- ٥- أن الارتفاع العمودي أو السرعة العمودية تحددها الجذب الأرضي فان زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع يتم حسابه بوجود الجذب الأرض.
- ٦- أن الارتفاع العمودي هو الضلع المقابل لزواوية 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 انصب زاوية لانطلاق المقذوف وتحقيق ابعده مسافة هي زاوية ٤٥°. لان مستوى الانطلاق بمستوى الهبوط أي (تتساوى المركبة الأفقية مع المركبة العمودية بزواوية انطلاق ٤٥°).

د. غزوان فيصل العباسي

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).

المقدوفات الأفقية :- تشمل حالتين:

أولاً:- مستوى الهبوط اعلي من مستوى الانطلاق
ثانياً:- 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

١- مقاومة الهواء

٢- سرعة المقذوف

٣- الفرق بين مستوى الانطلاق والهبوط.

أقسام المقذوفات

المقذوفات الشاقولية (العمودية)

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

- إن اتجاه المركبة الرأسية للسرعة يكون في النصف الأول من رحلة القذيفة إلى أعلى ، وبعكس قوة الجاذبية الأرضية ولذلك تتأثر بفعل قوة الجاذبية الأرضية ، وعندما تصل القذيفة إلى أعلى نقطة " أقصى ارتفاع " أو " 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 فإنه يتحرك بتعجيل تزايدى لان سرعته تزيد تدريجيا بفعل الجاذبية الأرضية

زمن صعود الجسم إلى أقصى ارتفاع = زمن هبوطه من أقصى ارتفاع
الزمن الكلي لتحليق الجسم = ضعف زمن الصعود = ضعف زمن الهبوط
يمكن معرفة المسافة في المقذوفات الشاقولية من خلال:-

١- المسافة = التعجيل الأرضي \times (الزمن)^٢ / ٢
 م = ج \times ن^٢ / ٢ يستخدم هذا القانون عندما يكون الزمن معلوم والسرعة مجهولة

٢- المسافة = س^٢ / ٢ ج
 م = س^٢ / ٢ ج يستخدم إذا كان الزمن مجهول والسرعة معلومة

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

$$\text{س} = \sqrt{٢ \times \text{ج} \times \text{م}}$$

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

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

$$\text{م} = (٨٠)^2 / ٢ \times ٣٢ = ١٠٠ \text{ قدم أقصى ارتفاع يبلغه الجسم (مسافة المقطوعة)}$$

أما الزمن المستغرق فيمكن استخراجها من القانون الآتي:

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

$$١٠٠ = ٣٢ \times \text{ن}^2 / ٢$$

$$\text{ن}^2 = ٣٢ / ٢٠٠$$

$$\text{ن} = ٦.٢٥$$

$$\text{ن} = ٢.٥ \text{ ثا زمن وصول إلى أعلى نقطة}$$

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

$$س = \sqrt{٢ ج م}$$

$$س = \sqrt{١٨ \times ٣٢ \times ٢}$$

$$س = \sqrt{١١٥٢}$$

$$س = ٣٣.٩٤ قدم$$

$$م = ج \times ن^2 / ٢$$

$$١٨ = ٣٢ \times ن^2 / ٢$$

$$٣٢ \times ١٨ = ٢ \times ن^2$$

$$٣٢ / ٢ \times ١٨ = ن^2$$

$$١,١٢٥ = ن^2$$

إذا ن = ١,٠٦ ثا

* 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.

ولإيجاد المسافة أو السرعة أو الزمن للمقذوف الأفقي نستخدم القوانين الآتية

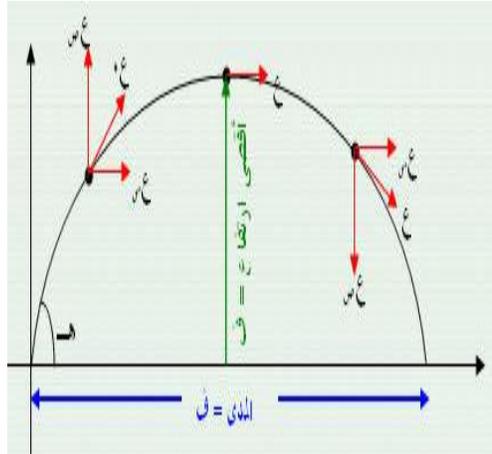
- المسافة = (السرعة)^٢ × جا ضعف الزاوية / التعجيل
(لاستخراج المسافة)

$$م = س^2 \times جا ٢ الزاوية / ج$$

$$ن = ٢ س \times جا > / ج (لاستخراج الزمن)$$

ملاحظة :-

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



مثال/ ينطلق ثقل بسرعة (١٢ م/ثا) وكانت الزاوية التي تنطلق بها تساوي (٤١). احسب المسافة التي سيقطعها الثقل؟ علما إن $\cos 41^\circ = 0.9903$.

المسافة = (السرعة)² × جتا الزاوية / التعجيل

$$\frac{(12)^2 \times \cos^2 41^\circ}{9.8} = \text{م}$$

$$144 \times 0.9903 / 9.8 = \text{م}$$

= 14,55 مترا المسافة الأفقية التي يقطعها الثقل

د. غزوان فيصل العباسي

مثال/ يقطع ثقل المسافة بين نقطة انطلاقة وهبوطه بفترة زمنية (٢ثا) وكانت زاوية انطلاقه مع الأفقي (٤٣°) احسب مقدار السرعة التي انطلق منها؟ جا٣ = ٠.٦٨٢.
الزمن = ضعف السرعة x جا الزاوية / التعجيل

$$ن = ٢س \times جا > / ج$$

$$ن = ٢س \times جا٤٣ / ٩.٨$$

$$٢ = ٢س \times ٠.٦٨٢ / ٩.٨$$

$$س = ١٤.٣٦ م/ثا سرعة انطلاقه الثقل$$

مثال/ يقطع ثقل المسافة الأفقية من نقطة انطلاقه وهبوطه بسرعة ١٤,٣٦ م وكانت الزاوية ٤٣° احسب الزمن؟ علما إن جا٤٣ = ٠,٦٨٢؟

$$ن = ٢س \times جا > / ج$$

$$ن = ٢ \times ١٤,٣٦ \times ٠,٦٨٢ / ٩,٨$$

$$ن = ١٩,٥٨ / ٩,٨$$

$$ن = ١,٩٩ ثا$$

- 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 الآتي:
أقصى ارتفاع = (السرعة x جيب الزاوية)² / ٢ x الجذب
- ٣- يتم حساب زمن الوصول إلى أقصى ارتفاع يصله المقذوف من خلال القانون الآتي.
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

مثال: (داخل الكتاب) ص ٧٥ - ٧٦

+ تباين مستويات الانطلاق والهبوط:

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

الزمن الكلي = $s \times \text{جاز} + (\text{السرعة} \times \text{جيب الزاوية}) + ٢ + (٢ \times \text{الجذب} \times \text{فرق الارتفاع}) / \text{الجذب}$

٢- يتم احتساب المسافة وفقاً للقانون.

المسافة الأفقية = سرعة المحصلة \times جيب تمام زاوية المقذوف \times الزمن الكلي

تمنياتي لكم بالتوفيق

مدرس المادة

د. غزوان فيصل العباسي