# كينيماتيكا الحركة

**تمهيد:**

ذكرنا أن دراسة أنواع الحركة في الميكانيكا الحيوية تتخذ مسارين، أحدهما دراسة حركة الجسم من حيث؛ الشكل الظاهري الموصوف للحركة بمدلولات كالإزاحة، والمسافة، والسرعة، والزمن، والتعجيل، وهو ما يطلق عليه مصطلح الكينيماتيكا الحيوية، وهنا نميز نوعين الكينيماتيكا وهما:الكينيماتيكا الخطية والكينيماتيكا الزاوية، وهذا ما سوف نتطرق إليه في المحور التالي.

## كينيماتيكا الحركة الانتقالية أو الكينيماتيكا الخطية

الحركة الانتقالية وهي الحركة التي يخذ فيها مركز ثقل الجسم المتحرك مسارا هندسيا يشكل خطا مستقيما أو منحنيا، وعليه فدراسة حركة الجسم من الناحية كينيماتيكية يكون بمدلولات كالإزاحة والمسافة والسرعة والزمن والتعجيل، فعند تحرك جسم وانتقاله في حركة خطية فإنه يقطع مسافة وتنتقل بمقدار معين من الإزاحة، وفي مدة زمنية معينة، وتكون هذه الحركة إما ثابتة السرعة أومتغرة السرعة، وعليه سوف نتطرق في هذا المبحث إلى هذه الكميات الكينيماتيكية والقوانين التي تحكمها.( جيمس، 2007، 15، 20)

**المسافة:** Distance وهي مسار الجسم المتحرك بين نقطتي بداية الحركة ونهايتها.

**الإزاحة:** Displacement وهي الفراغ أو البعد الموجود بين نقطتي بداية الحركة ونهايتها. أو هي أقصر بعد بين نقطتي البداية والنهاية للحركة في خط مستقيم، كما في المعادلة التالية:

موقع النهاية (م2) – موقع البداية (م1) أي الإزاحة (ح) = م2 – م1 وتقاس بالمتر.

**الفرق بين السافة والإزاحة:**

- إذا كانت الحركة في خط مستقيم من بدايتها (أ) إلى نهايتها (ب)، وفي اتجاه واحد، فإن المسافة هي نفسها كمية الانتقال أو الازاحة. **ب** أ

كما في الشكل (17).

**الشكل (17)**

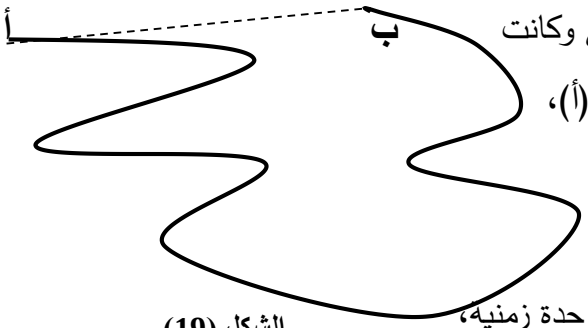
- إذا كانت الحركة في خط مستقيم من بدايتها إلى نهايتها، وفي اتجاهات مختلفة، فإن المسافة أكبر من كمية الانتقال أو الازاحة، كما في الشكل (18) والشكل (19).

أ ب

**الشكل (18)**

- الازاحة في الشكل (19) هي الخط المستقيم الرابط بين نقطتي بداية الحركة ونهايتها أ و ب، بينما المسافة هي الخط المتعرج الرابط بين نقطتي بداية الحركة ونهايتها أ و ب.

- إذا كانت الحركة في خط مستقيم أو منحني وكانت نقطة نهايتها (ب) هي نفسها نقطة بدايتها (أ)، فإن الازاحة معدومة أي تساوي صفر.



الشكل (19)

**السرعة الخطية:** Linear Velocity

تعرف السرعة بأنها المسافة المقطوعة في وحدة زمنية، في مسار هندسي مستقيم أو منحني، وهي بذلك تتناسب طرديا مع المسافة وعكسيا مع الزمن، أو هي معدل التغير في المسافة بالنسبة للتغيرفي الزمن، ويعبرعنها بالمعادلة التالية: $v = (d_2-d_1)/(t_2-t_1)$

أي $v = \Delta d/\Delta t$ وهناك عدة أنواع من السرعة وهي كالتالي:

**1-السرعة المنتظمة:** تكون في الحركة الانتقالية المنتظمة والتي يكون تعجيلها مساويا لصفر، ووحدة قياس السرعة هي المتر / الثانية (m/s) . وتكون معادلتها كالأتي: $v = d/t$ حيث؛ v : سرعة الجسم التحرك و d : المسافة المقطوعة للجسم المتحرك، و t : الزمن المستغرق لقطع مسافة تحرك الجسم.

**2-السرعة المتوسطة:** نادرا ما يتحرك الجسم البشري بسرعة ثابتة أو مننتظمة، فهو يغير من سرعته في كل لحظة، وعليه فالسرعة المتوسطة هي المسافة الكلية المقطوعة على الزمن الكلي، كما في المعادلة التالية: $v = (d_2-d_1)/(t_2-t_1)$ ، فمثلا عداء 100م يقطع المسافة في زمن قدره 9.22ث، فإن سرعته المتوسطة: $v = 100/ 9.22$، ومنه: $v = 10.85$ m/s

وفي حالات أخرى تتمثل السرعة المتوسطة في مجموع السرعات لنفس الحركة بالنسبة إلى عددها، كما في المعادلة التالية: $v= (v_1 +v_2)/2$

**3-السرعة اللحظية:** المسافة المقطوعة في أصغر وحدة زمنية، ويمكن قياسها بالتصوير السنيمائي مما يعطينا التغيرات الدقيقة والحقيقية للأداء الحركي. وتستعمل عند دراسة التحليل الحركي للمهارة الرياضية.

**4-السرعة المتجهة:** تغير موقع الجسم (الازاحة) بالنسبة للتغيير في الزمن باعتبار متجه الحركة، وتقاس بالمعادلة التالية: ع = الازاحة / الزمن وتقاس بالمتر / الثانية.

**التسارع الخطي:** Linear Acceleration

في حركة الجسم المستقيمة غير المنتظمة تتغير السرعة زيادة أو نقصان مع تغير الزمن، وهذا ما يطلق عليه بالتعجيل أو التسارع. والمعادلة التالية توضح ذلك:

التعجيل الخطي= الفرق في السرعة/ الفرق في الزمن، أي $a = \Delta v/\Delta t$

**أو يكتب بالمعادلة التالية:**

$a = (v_2 - v_1)/ t$ ، ويقاس التسارع أو التعجيل الخطي بالمتر / الثانية مربع ($m/s^2$). حيث:

**a** : تسارع حركة الجسم المتحرك، و $v_2$ : السرعة النهائية للجسم المتحرك، و $v_1$ : السرعة الإبتدائية للجسم المتحرك، و **t** : الزمن المستغرق لقطع مسافة تحرك الجسم.

تطبيق: احسب متوسط السرعة ومقدار الإزاحة المتنقلة لكل من العدائين الثلاث على مضمار السباق؟

-عداء 100م قطع المسافة في زمن قدره 11.42 ثانية، وعداء 200م قطع المسافة في زمن قدر 23.12 ثانية، وعداء 400م قطع المسافة في زمن قدره 45.09 ثانية.

**حساب متوسط السرعة لكل عداء، ومقدار الإزاحة المتنقلة**

-متوسط السرعة لعداء 100م هي كالتالي: السرعة (v) هي حاصل قسمة المسافة (d) على الزمن (t).

أي $v = d / t$، حيث ومنه $v = 100 / 11.42$، **$v = 8.76$ m/s**

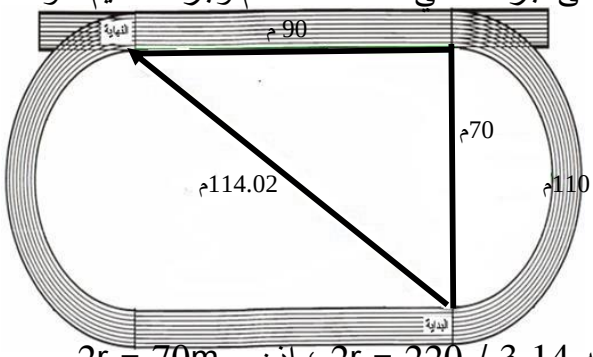
- مقدار الإزاحة: سباق 100م يتم على خط مستقيم بالمضمار، مما يعني أن مقدار الإزاحة الخطية هي نفسها المسافة المقطوعة من العداء، أي مقدار الازاحة الخطية هو **100م**.

- متوسط السرعة لعداء 400م هي كالتالي: $v = 400 / 45.09$، **$v = 8.87$ m/s**

- مقدار الإزاحة: سباق 400م يتم على طول المضمار، أي اتمام دورة بالمضمار ، مما يعني أن نقطة بداية السباق هي نفسها نقطة نهاية السباق، وهذا يعني أن مقدار الإزاحة المتنقلة هو **0م**

- متوسط السرعة لعداء 100م هي كالتالي: $v = 200 / 23.12$، **$v = 8.65$ m/s**

- مقدار الإزاحة: في هذا السباق يقوم العداء بالجري على جزء منحني مسافته 110م وجزء مستقيم طوله 90م، والذي في مجمله يساوي مسافة السباق(200م) كما في الرسم؛ فمقدار الإزاحة الخطية في الجزء المنحني (والذي يمثل نصف محيط دائرة) هي نفسها قطر الدائرة، علما أن محيط الدائرة هو $c = 2\pi r$




وبالتعويض في المعادلة: $220 = 2r \times 3.14$، ومنه $2r = 220 / 3.14$ ؛ إذن $2r = 70m$ ، ومنه مقدار الازاحة الخطية في الجزء المنحني هو 70م. أما مقدار الإزاحة بالجزء المستقيم هو 90 م. ومقدار الازاحة الخطية للعداء في سباق 200م هي مسافة الخط المستقيم الرابط بين نقطتي البداية والنهاية، والذي يمثل وتر مثلث قائم الزاوية، وبتطبيق قانون فيتاغورس وبالتعويض في المعادلة نجد:

الوتر$^2 = 90^2 + 70^2$ ، ومنه مقدار الإزاحة هو **114.02م**