المحاضرة الخامسة

الكينماتيك

1- مفهوم الكينماتيك :

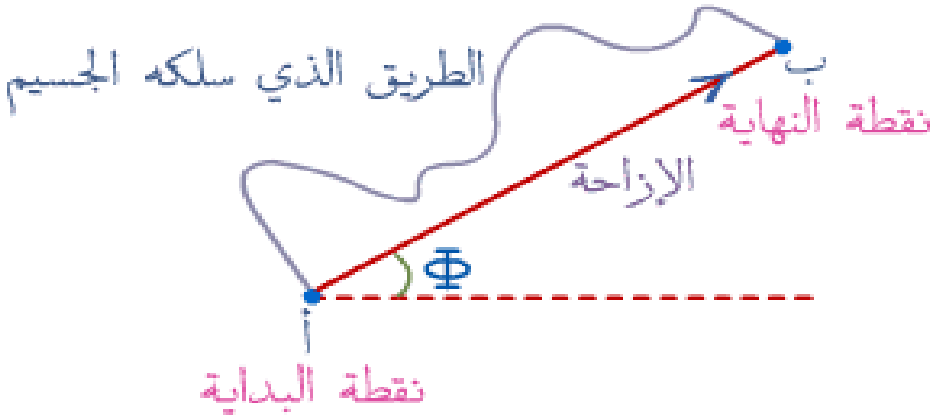
الكينماتيكا هي ببساطة الوصف الرياضي للحركة، دون الرجوع إلى القوى التي تسببِ الحركة . ومن ثمَّ،فإن الكينماتيكا تمنحنا الإطار الرياضي الذي يمكن من خلاله صياغة قواني نالفيزياء بطريقة دقيقة.

وهو احد فروع علم البايوميكانيك وهو المادة العلمية التي تهتم بدراسة العلاقة بين حركة جسم ما وبين زمنها ومكانها دون البحث عن القوى التي تسبب هذه الحركة . فهي تعنى بوصف أنواع الحركات المختلفة وذلك بمساعدة اصطلاحات السرعة والتعجيل والتغيرات الخاصة بهما والتي تربط مقدار انطلاق الجسم باتجاه حركاته وتقوم على أساس قياس المسافة والزمن فهي توضح الحركة توضيحا مجردا دون البحث عن القوى المسببة لها .) الانصاري مها محمد صالح(2017 ,

2- أقسام الكينماتيك :- 1- الكينماتيك الخطي المستقيم . 2- الكينماتيك الزاوي .

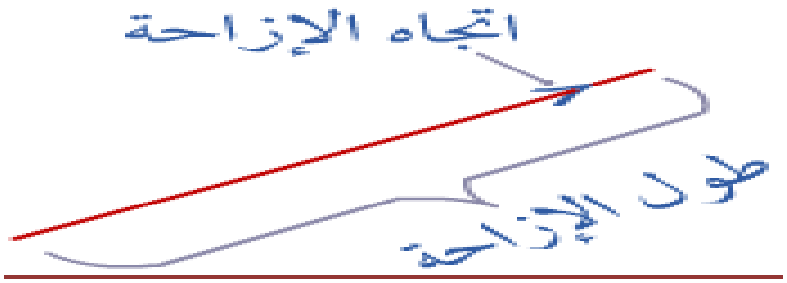
الكينماتيك الخطي (المستقيم) :- هو احد أقسام الكينماتيك الذي يعد احد فروع علم البايوميكانيك ، يعنى بدراسة الحركة دراسة وصفية من حيث زمانها ومكانها بصرف النظر عن القوى التي تسبب حدوث الحركة .

أ- المسافة والتنقل(الإزاحة) Distance et Déplacement المسافة هي كمية عددية (قياسية) تعبرعن طول الطريق الفعلي الذي سلكه الجسم ويمكن وصفه اباستخدام رقم ووحدة فيزيائية فعلى سبيل المثال نقول المسافة، ف 1 تساوي 10 متر . في حين إن الإزاحة هي كمية متجهة تعبر عن بعد الجسم عن نقطة مرجعية ،ويمكن وصفها باستخدام رقم ووحدة فيزيائية واتجاه، فلو تحرك عداء مسافة 100 متر فنقول أن العداء قد قطع مسافة 100 متر وبنفس الوقت قد قطع أزاحة مقدارها 100 متر وهنا أوغربا لابد من تحديد الاتجاه كأن يكون شرقا فعلى سبيل المثال نقول الإزاحة 10 = مترغربا . وللتفريق بين مفهومي الإزاحة والمسافة إليك المثال التالي:



شكل رقم 16 يبين الإزاحة

في الشكل أعلاه بدأ جسم ما الحركة من نقطة البداية (أ) وسلك الطريق المتعرج إلى(ب)وبهذا فإن المسافة الت يقطعها الجسم هي طول الطريق المتعرج الذي قطعه الجسم .نقول أن الإزاحة هي الخط المستقيم الذي يصل بين نقطتي البداية (أ) والنهاية (ب .)ويمكن تمثيل الإزاحة بمتجه يتناسب طوله مع قيمة الإزاحة واتجاهه هو اتجاه إزاحته.



شكل رقم 17 يبين طول واتجاه الإزاحة

تعين المسافة بمقداره افقط ولذ افهي كمية قياسية (عددية.)

تعين الإزاحة بمقداره او اتجاهها، لذا فهي كمية متجهة.

لاستخراج التنقل(الإزاحة)حسب نظرية فيثاغورس نستخدم القانون التالي:

$(AC)^2 = {}^2$**(ب ج)** $+ {}^2$**(أب)** $= {}^2$**(أج)** $(AB)^2 + (BC)^2$

<u>مثال:</u>

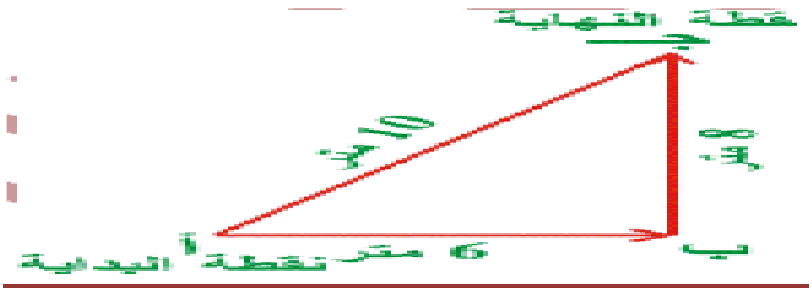
يتحرك جسم من النقطة أ الى النقطة ج مرورا بنقطة ب كما بالشكل:

<u>جد:</u>

1- المسافة التيقطعها الجسم.

2- التنقل (الإزاحة).

3- التنقل(الإزاحة)عندما يعود الجسم الى النقطة أ



شكل رقم 18 يمثل المسافة المقطوعة من طرف جسم

الحل

1- 1- المسافة الت يقطعها الجسم = أب + بج = 8 + 6 = 14 متر.

2- التنقل (الإزاحة) حسب نظرية فيثاغورس

$(أج)^2$ = أب $(أب)^2$ + $(بج)^2$

$= (6)^2 (+ 8)^2$

= 36 + 64

$100 = (أج)^2$

أج 10 = مترالازاحة.

3- (الإزاحة) = صفر (لأنه عاد الى نقطة البداية) (ضرغام عبد السلام نعمة، 2017)

- المسافة الخطية :- هي كمية قياسية تعبر عن مقدار انتقال أو حركة الجسم من مكان إلى أخر .
- الإزاحة الخطية :- هي كمية متجهة تعبر عن مقدار انتقال أو حركة الجسم من مكان إلى أخر.

ولتوضيح العلاقة بين المسافة والإزاحة الخطية :-

مثال (1) :- إن عداء تحرك من خط البداية وقطع مسافة 50 م باتجاه خط النهاية وبذلك فان إزاحته تكون بمقدار المسافة التي قطعها العداء .

مثال (2) :- عندما يتحرك جسم لقطع مسافة معينة في زمن معين وبعد فترة يعود إلى النقطة التي بدا منها فيمكن القول أن الجسم قد قطع مسافة محددة ، ولكن إزاحة الجسم في هذه الحالة هي صفر ، أي بمعنى عدم إزاحته عن موضعه الأصلي بأي مقدار وأي اتجاه في نهاية الحركة . بداية 200م

مثال (3) :- وللتفريق بين المسافة ككمية قياسيـــة والإزاحة ككمية متجهة ، ففي سباق ركض 200 متر. يقطع العداء مسافة 200م والتي تم حسابها على أساس المسافة التي قطعهـــا العداء بالأمتار أما الإزاحة فتختلف عن المسافـــــة، فالإزاحة هنا تمثل الخط المستقيم والمتجه من نقطة نهاية 200م المسافة البداية حتى نقطة النهاية .

ب- **السرعة (speed) :-** وهي المسافة المقطوعة في وحدة الزمن ، وتقاس بوحدة م / ثا او كم / ساعة

السرعة = المسافة / الزمن وبالرمز س = م / ن أو م = س × ن

- **السرعة المتجهة (velocité) :-** وهي الإزاحة المقطوعة في وحدة الزمن . وهي كمية متجهة تقاس بوحدة م / ثا أو كم / ساعة .

السرعة = الإزاحة / الزمن وبالرموز س = ز / ن أو ز = س × ن

مثال (1):- تحرك جسم من نقطة أ باتجاه نقطة ب وبعد بلوغه نقطة ب يعود ثانية إلى أ وكانت المسافة بين النقطتين 30 م وكان الزمن المستغرق هو 10 ثانية احسب السرعة والسرعة المتجهة لذلك الجسم .

السرعة = المسافة / الزمن = 10 / 60 = 6م / ثا .

السرعة المتجهة = الإزاحة / الزمن = صفر / 10 = صفر

- متوسط السرعة = (السرعة الابتدائية + السرعة النهائية) / 2

سَ = (س1 + س2) / 2

- عندما يتحرك الجسم لقطع مسافة معينة وكانت منتظمة:-

مثال (2) :- سرعة عداء عند نقطة أ 6م/ثا وعند بلوغه نقطة ب بلغت 10م/ثا ما هو معدل أو متوسط السرعة له ؟

سَ = 6 + 10 / 2 = 8 م / ثا متوسط السرعة.

مثال (3) :- إذا تحرك عداء من وضع الثبات وكانت سرعته منتظمة وبعد مسافة معينة بلغت سرعته 10 م / ثا فإن متوسط سرعة العداء

سَ = صفر + 10 / 2 = 5 م / ثا متوسط السرعة.

- أما إذا كانت سرعة الجسم غير منتظمة أي إن سرعته تتغير باستمرار على طول المسافة المقطوعة:-

مثال (4 -:) يتحرك عداء من نقطة أ باتجاه نقطة ب التي تبعد مسافة 20 م ويقطعها بزمن قدره 5 ثوان ثم يستمر في حركته إلى نقطة ج التي تبعد عن ب مسافة 30 م بحيث كان الزمن المستغرق الكلي 11 ثانية ؟

إن متوسط سرعة العداء بين ب ، ج هي

سَ = (م2 – م1) / ن2- ن1=

5 = 5 – 11 / (20 – 50)م / ثا

وفي بعض الأحيان تتغير سرعة الجسم في فترات زمنية قصيرة ، فلتحديد سرعة ذلك الجسم في لحظة معينة يجب معرفة مقدارها في اصغر مسافة مقطوعة وفي اصغر فترة زمنية عندئذ تسمى السرعة اللحظية أو الآنية-:

السرعة اللحظية = اصغر فرق في المسافة / اصغر فرق في الزمن

س اللحظية = (م 2 – م 1) / ن2 – ن1 = م / ن

مثال (5 -:) س اللحظية = م2 – م1 / ن2 – ن1=

= 5 – 25,03 / 5,01 – 5

3 = 0,01 / 0,03م / ثا

3- **السرعة كمية متجهة -:** يجب فيها أن نذكر مقدارها بالاظافة إلى اتجاهها، حيث يمكن تمثيل هذه الكمية الميكانيكية بسهم يمثل طول المستقيم فيه مقدار السرعة، بينما يمثل تأشير السهم اتجاهها.

أ – يمثل سرعة جسم 50م / ثا وبالاتجاه الأفقي

ب – يمثل سرعة جسم 40 م / ثا وبزاوية 30 مع المستوى الأفقي .

م / وبما إن السرعة كمية متجهة فيمكن جمعها هندسيا لاستخراج محصلتهما-:

– 1- السرعة في اتجاه واحد س 1 + س 2 = المحصلة باتجاه السرعتين نفسه

س1 30 م / ثا + س 2 50 م / ثا =80 م / ثا

– 2- السرعتان في اتجاهات مختلفة وعلى خط عمل واحد.

س 1 30 م / ثا – س 2 80 م / ثا =50 م / ثا

– 3 - السرعتان متعامدتان فيها يتم استخراج المحصلة وهي سرعة الجسم من المعادلة التالية:

م2 =(أب)2 + (أ ج)2

أما لحساب اتجاه الزاوية فيتم من خلال حساب ظل الزاوية-:

ظل = المقابل / المجاور = د ج / أ ج

مثال (6):قارب يحاول عبور نهر وكما بالشكل بسرعة 8 م / ثا وكان اتجاه تيار الماء أفقيا بسرعة 6 م/ثا ،احسب مقدار سرعة القارب النهائية وما هو مقدار الزاوية التي يشكلها خط سيره مع الخط الأفقي ؟

ب

م2 = (ا ب) ^{2} + (ا ج) ^{2} 8م/ثا

م2 = (6) ^{2} + (8) ^{2} =

100 = (36) + (64)

م = 10 م / ثا سرعة القارب النهائية

أ ج 6 م/ثا

ظا = المقابل / المجاور = د ج / أ ج = 6 / 8 = 1,33

فإن مقدار الزاوية = 53 تقريبا لان ظل الزاوية 53 = 1,3280

– 4- السرعتان غير متعامدتان كما في الشكل فان المحصلة يمكن استخراج قيمتها من خلال المعادلة التالية-:

م = أب + أ ج + 2 × أب × أ ج × جتا الزاوية ب أ ج

أما لحساب اتجاه الزاوية فيتم من خلال حساب ظل الزاوية-:

ظا = أ ب جا الزاوية ب أ ج / أ ج + ا ب جتا الزاوية ب أ ج

-5 - إذا كانت حركة الجسم على خط منحني فان مقدار سرعة الجسم يمكن احتسابها عن طريق قسمة المسافة التي يقطعها الجسم على المنحني على الزمن المستغرق كما في الشكل ولتحديد اتجاه السرعة على منحني فان الجسم يميل دائما إلى الحركة باتجاه المماس في حالة بطلان عمل

قوة الجذب نحو المركز ، وعلى هذا الأساس فان سرعة الجسم تكون في أي لحظة باتجاه طول المماس ولكنها في اتجاه الحركة النهائية.

أ- **التعجيل** -:هو التغير في مقدار السرعة خلال وحدة الزمن ، ووحدة قياسه م/ ثا^2

- في حال حركة الجسم تكون غير منتظمة يكون لدينا:

التعجيل الموجب :- هو تزايد السرعة تدريجيا خلال وحدة الزمن.

التعجيل السالب :- هو تناقص السرعة تدريجيا خلال وحدة الزمن.

- وفي حالة حركة الجسم تكون منتظمة يكون التعجيل مساويا للصفر.

التغير بالسرعة = السرعة النهائية – السرعة الابتدائية

التعجيل = (السرعة النهائية – السرعة الابتدائية) / الزمن ع = س 2 ــ س 1 / الزمن.

مثال (7) :ينطلق عداء من نقطة أ وسرعته 4م/ثا عندما يصل إلى نقطة ب تبلغ سرعته 8 م/ثا وكان زمن قطع المسافة هو 2 ثا فما هو مقدار التعجيل ؟

ع = (8 – 4) / 2 = 2 م / ثا^2

➢ التعجيل الآني أو اللحظي -: هو تتغير سرعة الجسم بفترة قصيرة جدا

ع اللحظي = (س 2 – س 1) / ن2 – ن1 ع اللحظي = س / ن