المحاضرة الثالثة

الكينماتيكا: علم وصف الحركة

علم الميكانيكا من العلوم الواسعة التي تهتم بحركة الأجسام ومسبباتها، ويتفرع من هذا العلم فروع أخرى مثل الكينماتيكا Kinematics و الديناميكا. Dynamics وعلم الكينماتيكا يهتم بوصف حركة الأجسام دون النظر إلى مسبباتها، أما علم الديناميكا Dynamicsفهو يدرس حركة الأجسام ومسبباتها مثل القوة والكتلة. وسنقوم بدراسة حركة الأجسام وعلاقتها بكل من الإحداثيات المكانية والزمنية. ثم سندرس الفرع الثاني وهو علم الديناميكا.

الحركة

هي احدى اكثر الظواهر الفيزيائية وضوحا على الطلاق ، ولكن قبل ان تسطيع دراسة الحركة ، علينا ان نفهم كمية وصفها كميا وهذا الوصف الكمي للحركة لم يكون ممكنا الابعد تعريف بعض خواصها الاساسية مثل الازاحة والسرعة والتعجيل بدلالة ابعاد الطول والزمن ،ويسمى علم وصف الحركة كميا دون الرجوع الى اسبابها الفيزيائية بالكينماتيكا

الحركة المستقيمة

ما المسافة التي تقطعها طائرة على مدرج المطار حتى تصل الى سرعة الاقلاع ، وعدما ترمي كرة في الهواء شاقوليا نحو الاعلى ، فما الارتفاع الذي سوف تصل اليه ، وعندما يسقط كاس من يدك فهل يكون لديك مايلزم من وقت حتى تلتقطه قبل ان ينكسر ، تتعلم الاجابة على هذه الاسئلة من خلال دراسة العلاقة بين القوى والمادة والحركة .

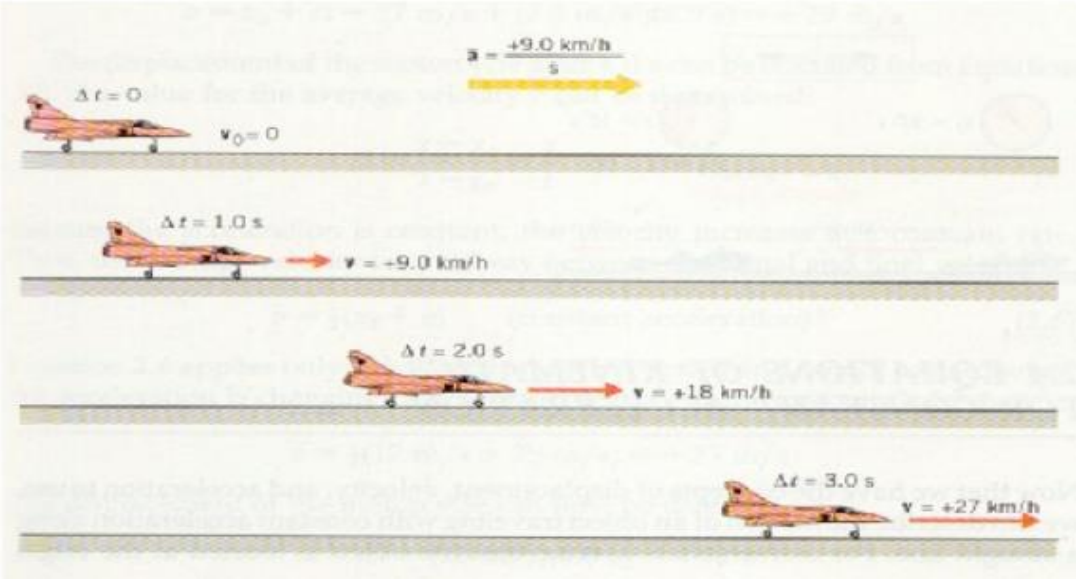
- مفاهيم لحركة الجسم على خط مستقيم في بعد واحد
- **الحركة** : هو التغير المستمر لموضع الجسم بالنسبة لنقطعة معينة
- **المسافة** : هي طول المسار الكلي الذي يقطعه الجسم وهو كمية عددية وتقاس بالمتر
- **الازاحة** هي طول المسار المستقيم بين نقطتين
- **الانطلاق** :هو المعدل الزمني للسمافة المقطوعة ويقاس (m/s)
- **السرعة** : هو المعدل الزمني للازاحة المقطوعة وهي كمية اتجاهية
- **التعجيل** : هو المعدل الزمني للسرعة المقطوعة وهو كمية اتجاهية ويقاس بوحدات (m/s^2)

الحركة في بعد واحد بتعجيل ثابت

عند انتقال الجسم من موضع البداية عند الزمن t1 إلى موضع النهاية t2 بسرعة ابتدائية v1 وعند النهاية كانت السرعة v2 فإن معدل تغير السرعة بالنسبة إلى الزمن يعرف باسم التسارع Acceleration أو متوسط التسارع Acceleration Average ،ويكون التسارع اللحظي acceleration Instantaneous هو السرعة اللحظية على الزمن.

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t} \qquad a=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}$$

لنفترض طائرة تبدأ الحركة من السكون أي vo = 0عند زمن to= 0 كما في الشكل أدناه . وبعد فترة زمنية قدرها 29s تصل الطائرة إلى سرعة h/260k فإن العجلة المتوسطة للطائرة هي 9km/h/s



يوضح الشكل أعلاه تأثير العجلة على زيادة سرعة الطائرة للأربع ثوان الأولى من انطلاقها حيث تكون السرعة بعد زمن قدره ثانية يساوي h/9km وبعد زمن ثانيتين تصل السرعة إلى h/18km وهكذا....

سندرس الآن الحركة في بعد واحد وذلك فقط عندما تكون العجلة ثابتة constant acceleration . وفي هذه الحالة تكون العجلة اللحظية Instantaneous acceleration تساوى متوسط العجلة. acceleration Average ونتيجة لذلك فإن السرعة إما أن تتزايد أو تتناقص بمعدلات متساوية خلال الحركة .ويعبر عن ذلك رياضياً على النحو التالي-:

$$a = a_{ave} = \frac{v - v_\circ}{t - t_\circ} \quad \text{.....(2)}$$

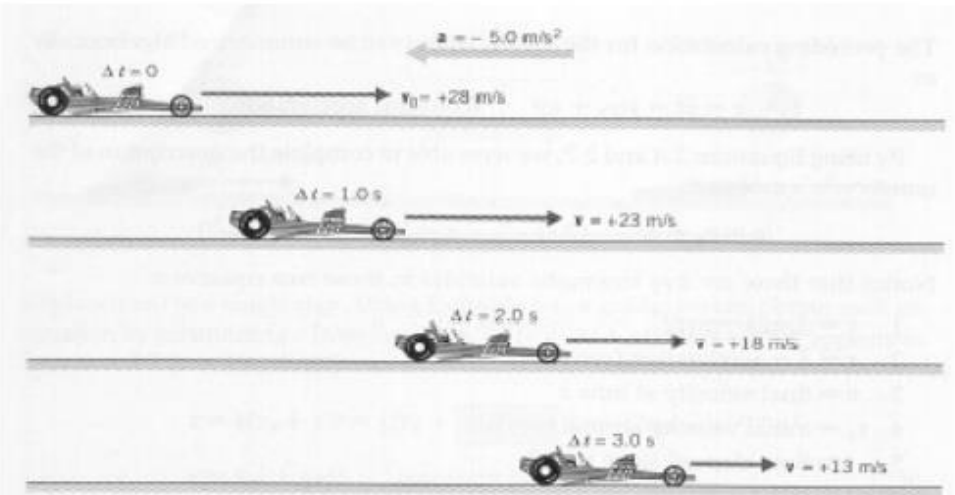
$t_\circ = 0$

$$a = \frac{v - v_\circ}{t}$$

$$v - v_\circ = at \quad \text{.....(3)}$$

$$v = v_\circ + at \quad \text{.... (4)}$$

من المعادلة ***(4)*** **التي تمثل المعادلة الاولى الحركة في بعد واحد** يمكن إيجاد السرعة **(v)** عند أي زمن **(t)** إذا عرفنا السرعة الابتدائية **(vo)** والعجلة الثابتة **(a)** التي يتحرك بها الجسم. وإذا كانت العجلة تساوي صفراً فإن السرعة لا تعتمد على الزمن، وهذا يعني أن السرعة النهائية تساوي السرعة الابتدائية. لاحظ أيضاً أن كل حد من حدود المعادلة السابقة له بعد السرعة (m/s)



يوضح الشكل أعلاه تأثير عجلة ثابتة مقدارها -5m/s في تقليل السرعة بمقدار 5 m/s كل ثانية

$$v = \frac{dx}{dt} \qquad \ldots.(1)$$

نعوض معادلة (1 في المعادلة السابقة

$$v = v_\circ + at$$

$$\frac{dx}{dt} = v_\circ + at \qquad \ldots\ldots.(2)$$

$$dx = v_\circ dt + atdt \qquad \ldots\ldots\textbf{(3)}$$

$$\int_{x_\circ}^{x} dx = \int vdt + a\int tdt \qquad \ldots..\textbf{(5)}$$

$$x - x_\circ = v_\circ t + \frac{1}{2}at^2 \qquad \ldots..\textbf{(6)}$$

When $x_\circ$=0

$$x = v_\circ t + \frac{1}{2}at^2 \qquad \ldots..\textbf{(7)}$$

المعادلة (7،6) تمثل المعادلة الثانية لحركة الجسم في بعد واحد ، نلاحظ ان المسافة المقطوعة ($x - x_\circ$) تساوي المسافة المقطوعة نتيجة السرعة الابتدائية وهو الحد($v_\circ t$) بالاضافة الى المسافة نتيجة التعجيل الثابت وهذا يظهر في الحد الاخير من المعادلة($\frac{1}{2}at^2$) واذا كان التعجيل يساوي صفر فان المسافة المقطوعة تساوي السرعة في الزمن $x = v_\circ t$ وعندما $v_\circ$=0 فان $x = \frac{1}{2}at^2$.

في حال تغيرت السرعة خطيًا بمرور الوقت يمكننا التعبير عن

متوسط السرعة

$$\Delta v_{ave} = (\frac{v+v_\circ}{2}) \quad \text{.....(2)}$$

$$\text{at} \quad \Delta x = \Delta v_{ave} t = (\frac{v+v_\circ}{2}) t \quad \text{....(2)}$$

$$x - x_\circ = (\frac{v+v_\circ}{2}) t \quad \text{.....(4)}$$

$$t = \frac{v-v_\circ}{a} \text{.....(5)}$$

نعوض (5) في (4)

$$x - x_\circ = (\frac{v+v_\circ}{2}) (\frac{v-v_\circ}{a}) \text{.....(5)}$$

$x_\circ$ **=0**

$$x = (\frac{v+v_\circ}{2}) (\frac{v-v_\circ}{a}) \text{.....(6)}$$

$$2ax = v^2 - v_\circ^2 \quad \text{.....(7)}$$

$$v^2 = v_\circ^2 + 2ax \quad \text{.....(8)}$$

المعادلة (8) تمثل المعادلة الثالثة لحركة الجسم في بعد واحد