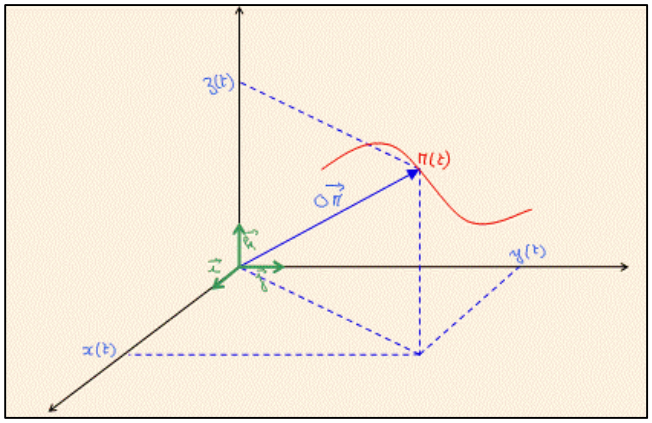
قوانين نيوتن

I-حركة مركز قصور جسم صلب :

1-تذكير :



في معلم الفضاء $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ نحدد G مركز قصور جسم صلب في حركة في كل لحظة بمتجهة الموضع :

$$\overrightarrow{OG} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

منظم متجهة الموضع :

$$(m) \leftarrow OG = \|\overrightarrow{OG}\| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

حيث : $x = f(t)$ و $y = g(t)$ و $z = h(t)$ تسمى المعادلات الزمنية للحركة .

2-متجهة السرعة اللحظية :

أ-تعريف متجهة السرعة :

تساوي متجهة السرعة اللحظية المشتقة بالنسبة للزمن لمتجهة الموضع : $\vec{V}_G = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$

ب-بتعبير متجهة السرعة :

$$\vec{V}_G = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$$

حيث :

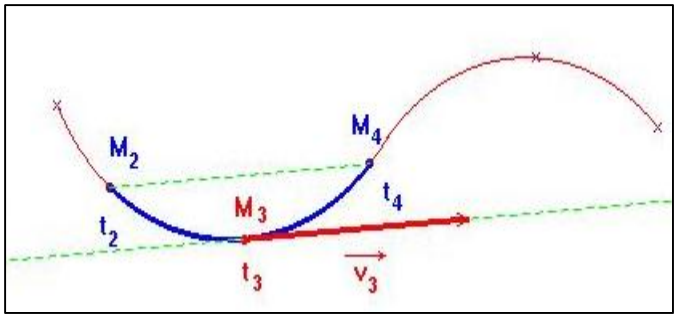
$$\vec{V}_G \begin{cases} v_x = \dot{x} = \dfrac{dx}{dt} \\ v_y = \dot{y} = \dfrac{dy}{dt} \\ v_z = \dot{z} = \dfrac{dz}{dt} \end{cases}$$

إحداثيات متجهة السرعة تساوي في كل لحظة المشتقات بالنسبة للزمن لإحداثيات متجهة الموضع .

منظم السرعة اللحظية :

$$(m.s^{-1}) \leftarrow V_G = \|\overrightarrow{OG}\| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

ج-تمثيل متجهة السرعة :



نعتمد على طريقة التأطير لتحديد متجهة السرعة اللحظية عند اللحظة t_i :

$$\overrightarrow{V_i} = \frac{d\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{2\tau}$$

3-متجهة التسارع :

أ-تعريف متجهة التسارع :

تساوي متجهة التسارع المشتقة بالنسبة للزمن لمتجهة السرعة أي المشتقة الثانية بالنسبة لمتجهة الموضع :

$$\vec{a}_G = \frac{d\vec{V}_G}{dt} = \frac{d^2\overrightarrow{OG}}{dt^2}$$

ب-تعبير متجهة التسارع :

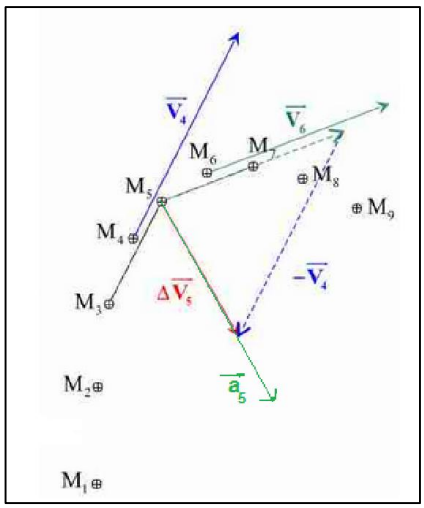
$$\vec{a}_G = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$$

حيث :

$$\vec{a}_G \begin{cases} a_x = \dot{v}_x = \ddot{x} \\ a_y = \dot{v}_y = \ddot{y} \\ a_z = \dot{v}_z = \ddot{z} \end{cases}$$

منظم التسارع يكتب :

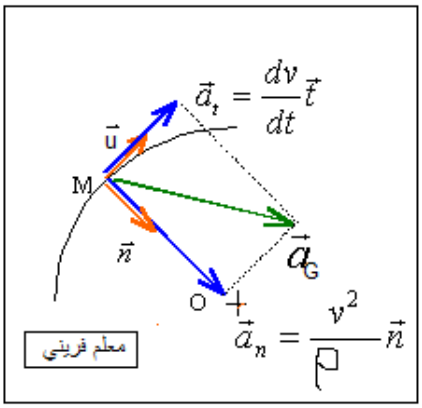
$$(m.s^{-2}) \leftarrow a = \|\vec{a}_G\| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$



ج-التمثيل المبياني لمتجهة التسارع :

بالإعتماد على تسجيل لمواضع مركز قصور الجسم خلال مدد زمنية متساوية τ يمكن تحديد متجهة التسارع في موضع ما بتطبيق علاقة التأطير :

$$\vec{a_i} = \frac{\Delta\vec{V_i}}{\Delta t} = \frac{\vec{V}_{i+1} - \vec{V}_{i-1}}{2\tau}$$



د-إحداثيات متجهة التسارع في معلم فريني :

معلم فريني $(G, \vec{u}, \vec{n})$ معلم وتعامد ممنظم بحيث :

-ينطبق أصله مع موضع النقطة المتحركة G .

-$\vec{u}$ متجهة واحدية اتجاهها هو اتجاه المسار ومنحاها منحى الحركة .

-$\vec{n}$ متجهة واحدية متعامدة مع $\vec{u}$ وموجهة نحو تقعر المسار .

متجهة التسارع تكتب :

$$\vec{a}_G = \vec{a}_t + \vec{a}_n$$

حيث: $\vec{a}_t$ المركبة المماسية للتسارع و $\vec{a}_n$ المركبة المنظمية

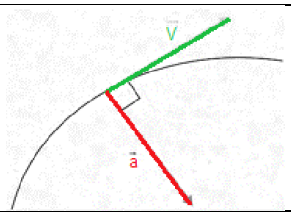
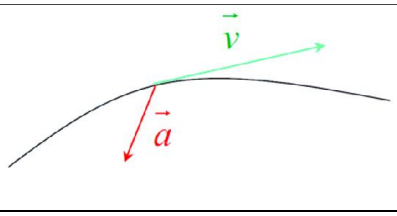
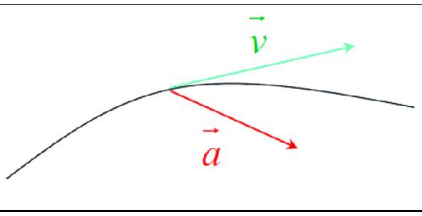
$$\vec{a}_G = a_t\vec{u} + a_n\vec{n}$$

$$\vec{a}_G \begin{cases} a_t = \frac{dV}{dt} = \dot{V} \\ a_n = \frac{V^2}{\rho} \end{cases}$$ المنظم: $a_G = \sqrt{{a_t}^2 + {a_t}^2}$

ملحوظة:

في حالة الحركة المنحنية متجهة التسارع دائما موجهة نحو تقعر المسار .

منحى متجهة التسارع وطبيعة الحركة :

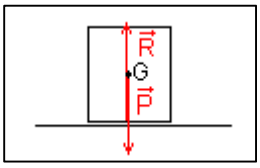
		
$\vec{a}.\vec{V}=0$ حركة منتظمة	$\vec{a}.\vec{V}<0$ حركة متباطئة	$\vec{a}.\vec{V}>0$ حركة متسارعة

II-قوانين نيوتن :

القانون الأول :مبدأ القصور

في معلم غاليلي ، إذا كان المجموع المتجهي للقوى الخارجية المطبقة على جسم صلب مجموع منعدم (جسم معزول أو شبه ميكانيكيا)فإن متجهة سرعة مركز قصوره G متجهة ثابتة والعكس صحيح .

$$\sum \vec{F}_{ext}=\vec{0} \Leftrightarrow \vec{V}_G=\overrightarrow{cte}$$



مثال:

الجسم الصلب يخضع لقوتان : $\vec{P}$ و $\vec{R}$ نكتب :

$$\vec{P}+\vec{R}=\vec{0}$$

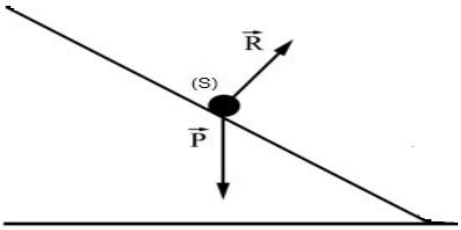
الجسم شبه معزول ميكانيكيا فهو يوجد في إحدى الحالتين:

- إما في حالة سكون : $\vec{V}_G=\vec{0}$
- أو في حركة مستقيمية منتظمة : $\vec{V}_G=\overrightarrow{cte}$

القانون الثاني لنيوتن : مبرهنة مركز القصور

في معلم غاليلي ، يساوي مجموع متجهات القوى الخارجية المطبقة على جسم صلب جداء كتلته ومتجهة تسارع مركز قصوره في كل لحظة :

$$\sum \vec{F}_{ext}=m.\vec{a}_G$$



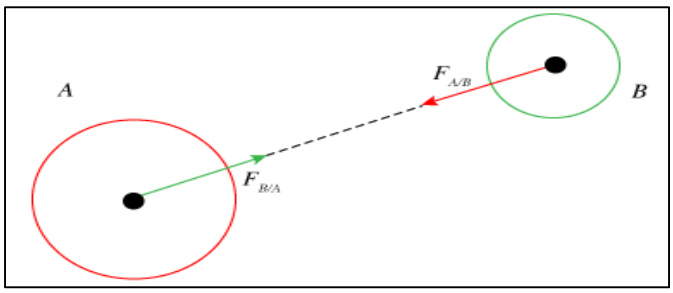
مثال:

الجسم (S) ليس معزلا ميكانيكيا القوتان $\vec{R}$ و $\vec{P}$ تحققان العلاقة : $\vec{R}+\vec{P}=m.\vec{a}_G$

القانون الثالث : مبدأ التأثيرات البينية

إذا كان جسمان A و B في تأثير بيني ، فإن القوة $\overrightarrow{F}_{A/B}$ التي يطبقها الجسم A على الجسم B و القوة $\overrightarrow{F}_{B/A}$ التي يطبقها الجسم B على A تحققان العلاقة المتجهية $\overrightarrow{F}_{A/B}=-\overrightarrow{F}_{B/A}$

كيف ما كانت حالة الحركة أو السكون للجسمين .



المراحل المتبعة لتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

- تحديد المجموعة المدروسة .
- جرد القوى الخارجية المطبقة عليها وتمثيلها .
- كتابة العلاقة المتجهية المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$.
- اختيار معلم غاليلي .
- اسقاط العلاقة المتجهية في هذا المعلم .

III-الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام :

تعريف :

تكون حركة G مركز قصور جسم صلب مستقيمية متغيرة بانتظام ، إذا كان مساره مستقيميا وتسارعه ثابتا : $\vec{a}_G = \overrightarrow{cte}$

المعادلات الزمنية :

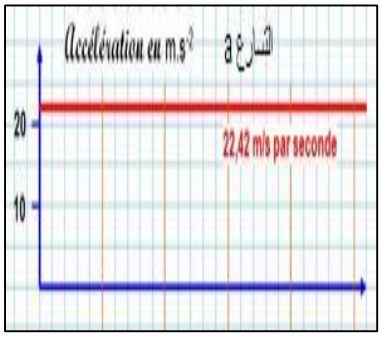
$$\begin{cases} a = cte & \text{التسارع} \\ v = at + V_0 & \text{معادلة السرعة :} \\ x = \frac{1}{2}at^2 + V_0 t + x_0 & \text{المعادلة الزمنية:} \end{cases}$$

V_0 و x_0 على التوالي السرعة والافصول عند $t = 0$ يحددان بالشروط البدئية للحركة.

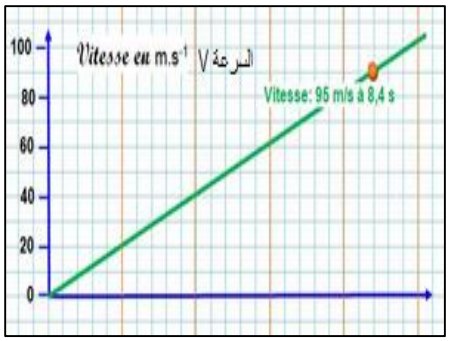
العلاقة المستقلة عن الزمن :

بإقصاء الزمن t بين الممعادلتين x و V نحصل على العلاقة المستقلة عن الزمن :

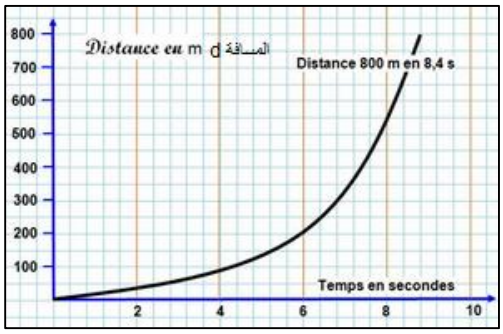
$$V_2^2 - V_1^2 = 2a(x_2 - x_1)$$



مخطط التسارع



مخطط السرعة



مخطط المسافات