

قوانين نيوتن

1- حركة مركز قصور جسم صلب :

1-تذكير :

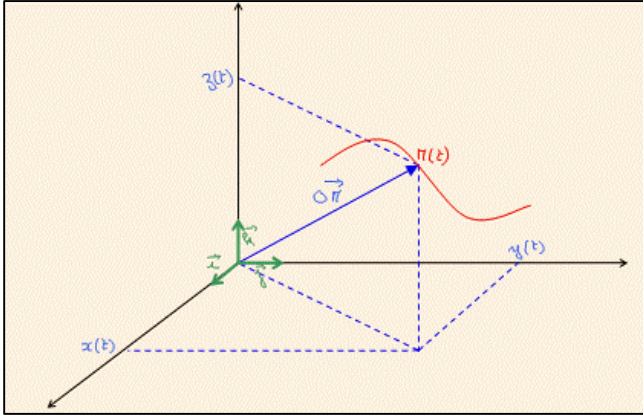
في معلم الفضاء $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ نحدد G مركز قصور جسم صلب في حركة في كل لحظة بمتجهة الموضع :

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

منظم متجهة الموضع :

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

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 : $\vec{V}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt}$

ب-بتعبير متجهة السرعة :

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

حيث :

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

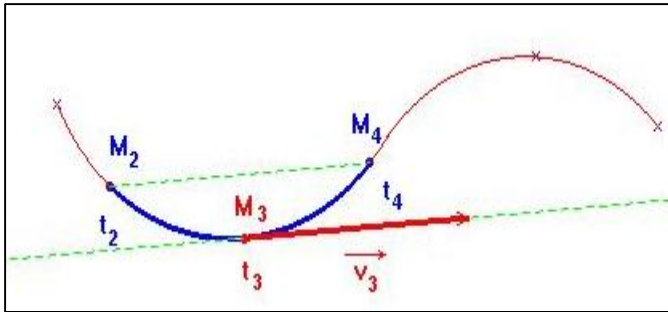
إحداثيات متجهة السرعة تساوي في كل لحظة المشتقات بالنسبة للزمن لإحداثيات متجهة الموضع .
منظم السرعة اللحظية :

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

ج-تمثيل متجهة السرعة :

نعمد على طريقة التآطير لتحديد متجهة السرعة اللحظية عند اللحظة : t_i

$$\vec{V}_i = \frac{dM_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$$



3- متجهة التسارع :

أ- تعريف متجهة التسارع :

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

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

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 :

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

ج- التمثيل المبياني لمتجهة التسارع :

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

$$\vec{a}_t = \frac{\Delta\vec{V}_t}{\Delta t} = \frac{\vec{V}_{t+1} - \vec{V}_{t-1}}{2\tau}$$

د- إحدائيات متجهة التسارع في معلم فريني :

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

- ينطبق أصله مع موضع النقطة المتحركة G .
 - \vec{u} متجهة واحدة اتجاهها هو اتجاه المسار ومنحها منحى الحركة .
 - \vec{n} متجهة واحدة متعامدة مع \vec{u} وموجهة نحو تقعر المسار .
- متجهة التسارع تكتب :

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

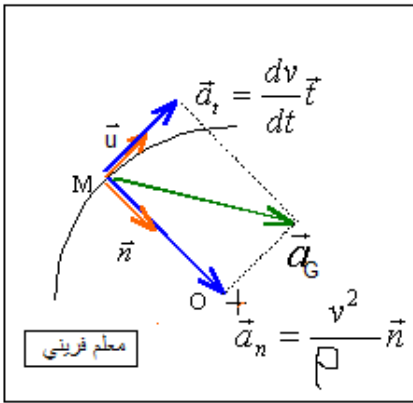
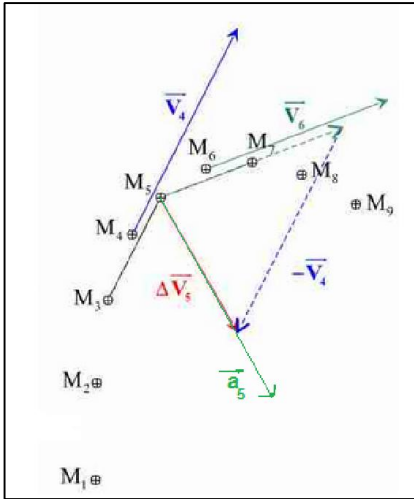
حيث: \vec{a}_t المركبة المماسية للتسارع و \vec{a}_n المركبة المنظمية

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

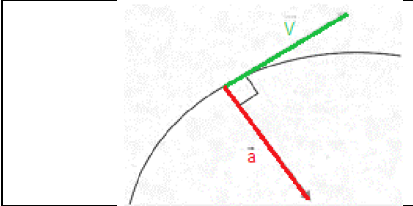
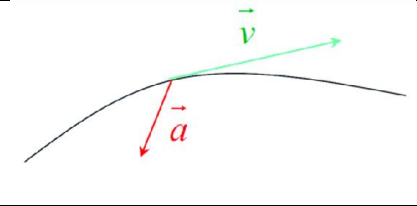
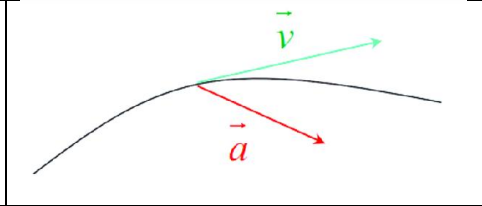
$$a_G = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} \quad \text{المنظم} \quad \vec{a}_G \begin{cases} a_t = \frac{dv}{dt} = \dot{V} \\ a_n = \frac{v^2}{\rho} \end{cases}$$

ملحوظة:

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



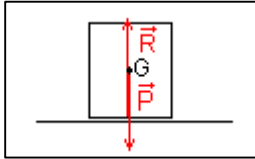
منحى متجهة التسارع وطبيعة الحركة :

		
$\vec{a} \cdot \vec{v} = 0$ حركة منتظمة	$\vec{a} \cdot \vec{v} < 0$ حركة متباطئة	$\vec{a} \cdot \vec{v} > 0$ 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 ميكانيكا) فإن متجهة سرعة مركز قصوره G متجهة ثابتة والعكس صحيح .



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

مثال:

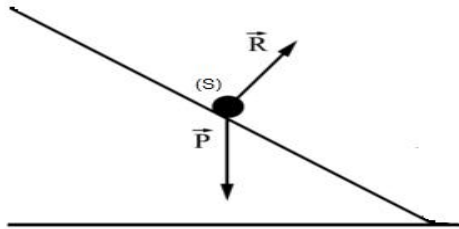
الجسم الصلب يخضع لقوتان \vec{P} و \vec{R} نكتب :

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

الجسم شبه معزول ميكانيكا فهو يوجد في إحدى الحالتين:

$$\vec{V}_G = \vec{0} \quad \text{إما في حالة سكون}$$

$$\vec{V}_G = \vec{cte} \quad \text{أو في حركة مستقيمة منتظمة}$$



القانون الثاني لنيوتن : مبرهنة مركز القصور

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

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

مثال:

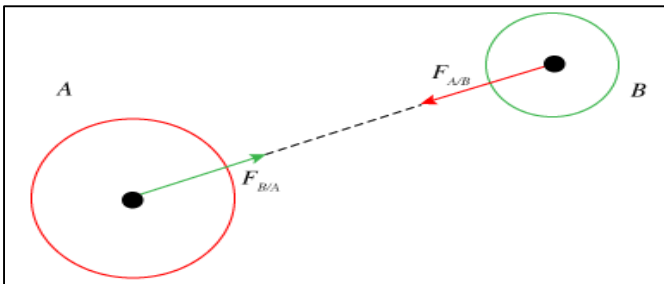
الجسم (S) ليس معزولا ميكانيكا القوتان \vec{R} و \vec{P} تحققان العلاقة : $\vec{R} + \vec{P} = m \cdot \vec{a}_G$

القانون الثالث : مبدأ التأثيرات البينية

إذا كان جسمان A و B في تأثير بيني ، فإن القوة $\vec{F}_{A/B}$ التي يطبقها

الجسم A على الجسم B و القوة $\vec{F}_{B/A}$ التي يطبقها الجسم B على A

تحققان العلاقة المتجهية $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ 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 $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_G$.
- اختيار معلم غاليلي .
- اسقاط العلاقة المتجهية في هذا المعلم .

III- الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام :

تعريف :

تكون حركة **G** مركز قصور جسم صلب مستقيمة متغيرة بانتظام ، إذا كان مساره مستقيما وتسارعه ثابتا : $\vec{a}_G = \overline{cte}$

المعادلات الزمنية :

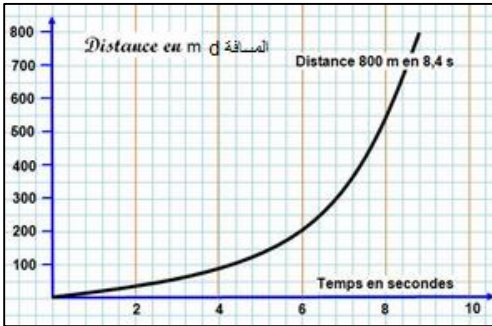
$$\begin{cases} a = cte & \text{التسارع} \\ v = at + V_0 & \text{معادلة السرعة :} \\ x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0 & \text{المعادلة الزمنية :} \end{cases}$$

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

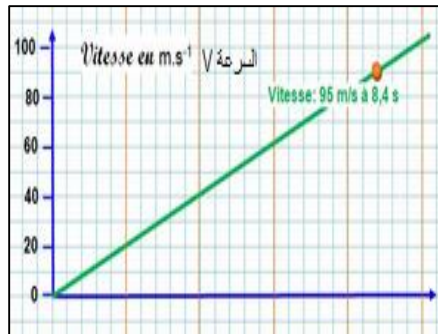
العلاقة المستقلة عن الزمن :

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

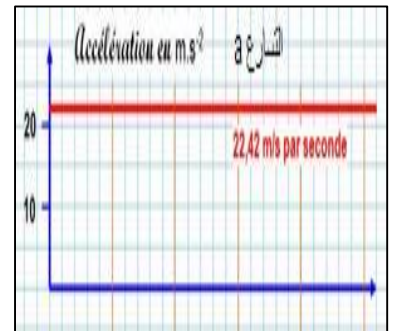
$$V_2^2 - V_1^2 = 2a(x_2 - x_1)$$



مخطط المسافات



مخطط السرعة



مخطط التسارع