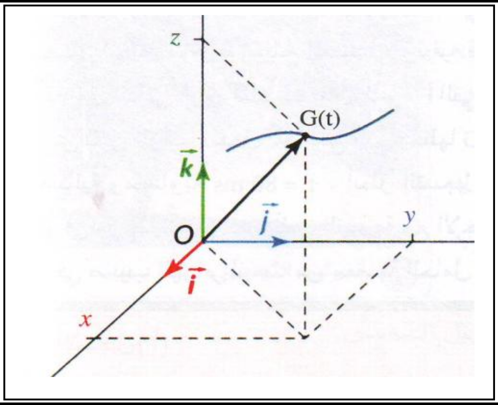
Les lois de Newton – قوانين نيوتن

1- متجهة الموضع



- حركة الأجسام تكون "نسبية"، أي أنها تتعلق بجسم مرجعي يتم اختياره ، لذلك عند دراسة جسم معين نختار معلما للفضاء $\Re(o,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ و آخر للزمن نربطهما بالجسم المرجعي .
- بما أن G متحركة فإن مجموعة المواضع المتتالية ل G خلال الزمن تكون "مسار" النقطة G.
- نقتصر في دراسة حركة جسم صلب ما في جسم مرجعي ما على حركة G مركز قصوره والتي تمكننا من معرفة حركته الإجمالية
- نمعلم نقطة متحركة من جسم صلب بواسطة متجهة مشكلة بين مركز المعلم و موضع المتحرك عند اللحظة t تسمى متجهة الموضع $\overrightarrow{OG}$ تعبيرها

$$\overrightarrow{OG} = x(t).\vec{i} + y(t).\vec{j} + z(t).\vec{k}$$

حيث $(x(t);y(t);z(t))$ تسمى احداثيات متجهة الموضع

2- متجهة السرعة اللحظية

تعريف

في مرجع معين ، تساوي $\overrightarrow{v_G}$ متجهة السرعة اللحظية لـ G مركز القصور لجسم صلب في لحظة t ، مشتقة متجهة الموضع $\overrightarrow{OG}$ بالنسبة للزمن في نفس اللحظة فنكتب : $\overrightarrow{v_G}(t) = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$ و حدتها في النظام العالمي للوحدات m/s

احداثيات متجهة السرعة اللحظية

$$\overrightarrow{v_G} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(x(t).\vec{i} + y(t).\vec{j} + z(t).\vec{k}\right) = \frac{dx(t)}{dt}\vec{i} + \frac{dy(t)}{dt}\vec{j} + \frac{dz(t)}{dt}\vec{k} = v_x(t).\vec{i} + v_y(t).\vec{j} + v_z(t).\vec{k}$$

$$\begin{cases} v_x(t) = \dot{x} = \frac{dx(t)}{dt} \\ v_y(t) = \dot{y} = \frac{dy(t)}{dt} \\ v_z(t) = \dot{z} = \frac{dz(t)}{dt} \end{cases}$$

تمثل احداثيات متجهة السرعة اللحظية $\overrightarrow{v_G}(t)$

منظم متجهة السرعة اللحظية : $\|\overrightarrow{v_G}(t)\| = \sqrt{[v_x(t)]^2 + [v_y(t)]^2 + [v_z(t)]^2}$

3- متجهة التسارع اللحظي

تعريف

في مرجع معين ، تساوي متجهة التسارع اللحظي $\overrightarrow{a_G}$ لمركز القصور G لجسم صلب في لحظة t ، مشتقة متجهة السرعة $\overrightarrow{v_G}$ بالنسبة للزمن في نفس اللحظة فنكتب : $\overrightarrow{a_G}(t) = \frac{d\overrightarrow{v_G}}{dt}$ و حدتها في النظام العالمي للوحدات m/s^2

احداثيات متجهة التسارع اللحظي في معلم ديكارتي

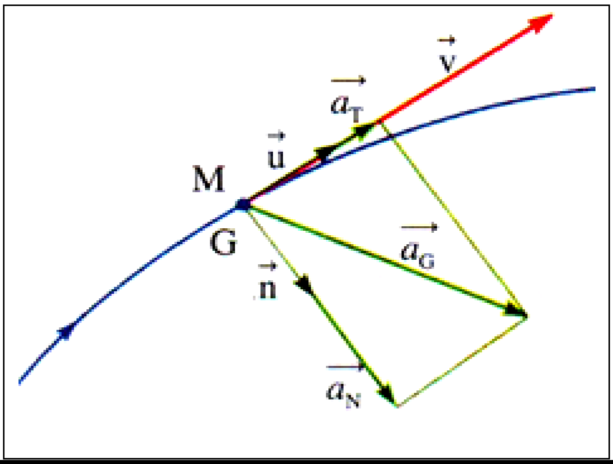
$$\overrightarrow{a_G} = \frac{d\overrightarrow{v_G}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(v_x(t).\vec{i} + v_y(t).\vec{j} + v_z(t).\vec{k}\right) = \frac{dv_x(t)}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y(t)}{dt}\vec{j} + \frac{dv_z(t)}{dt}\vec{k} = a_x(t).\vec{i} + a_y(t).\vec{j} + a_z(t).\vec{k}$$

$$\begin{cases} a_x(t) = \ddot{x} = \frac{dv_x(t)}{dt} \\ a_y(t) = \ddot{y} = \frac{dv_y(t)}{dt} \\ a_z(t) = \ddot{z} = \frac{dv_z(t)}{dt} \end{cases}$$

تمثل احداثيات متجهة التسارع اللحظي $\overrightarrow{a_G}(t)$

منظم متجهة التسارع اللحظي في معلم ديكارتي : $\|\overrightarrow{a_G}(t)\| = \sqrt{[a_x(t)]^2 + [a_y(t)]^2 + [a_z(t)]^2}$

احداثيات متجهة التسارع اللحظي في معلم فريني



☜ معلم فريني $G(\vec{u};\vec{n})$، معلم متعامد و ممنظم ، يتطابق أصله في كل لحظة مع موضع المتحرك حيث :

$\vec{u}$: مماسة للمسار في نفس منحى الحركة : " المتجهة المماسية الواحدية"

$\vec{n}$: متعامدة مع $\vec{u}$ و موجهة نحو مركز القوس : " المتجهة المنظمية الواحدية"

$$\vec{a}_G = \vec{a}_T + \vec{a}_N \Rightarrow \vec{a}_G = a_T.\vec{u} + a_N.\vec{n}$$

- $\vec{a}_T = a_T.\vec{u}$: متجهة التسارع المماسي : $a_T = \frac{dv_G}{dt}$

- $\vec{a}_N = a_N.\vec{n}$: متجهة التسارع المنظمي : $a_n = \frac{V_M^2}{\rho}$ مع ρ : شعاع انحناء المسار في الموضع المعين .

3- قوانين نيوتن

القانون الأول لنيوتن مبدأ القصور

في مرجع غاليلي ، إذا كان مجموع القوى الخارجية المطبقة على جسم صلب يساوي متجهة منعدمة $\left(\sum \vec{F}_{ex}=\vec{0}\right)$ ، فإن متجهة السرعة $\vec{v}_G(t)$ لمركز القصور G للجسم الصلب تكون ثابتة . و في المقابل ، إذا كانت متجهة السرعة لمركز قصور الجسم الصلب ثابتة $\vec{v}_G=\overrightarrow{Cte}$ ، فإن مجموع القوى الخارجية المطبقة على الجسم مجموعة منعدم.

القانون الثاني لنيوتن. القانون الأساسي للتحريك

في مرجع غاليلي ، يساوي مجموع القوى الخارجية المطبقة على جسم صلب جُداء كتلة هذا الجسم و متجهة التسارع لمركز قصوره G : $\sum \vec{F}_{ex}=m.\vec{a}_G$."

ملحوظة: لا يطبق القانون الثاني لنيوتن إلاّ في مرجع غاليلي

القانون الثالث لنيوتن: مبدأ التأثيرات البينية

" نعتبر جسمين A و B في تأثير بيني ، لتكن $\vec{F}_{A/B}$ القوة التي يطبقها (A) على (B) و $\vec{F}_{B/A}$ القوة التي يطبقها (B) على (A) . سواء كان الجسمان في حركة أو في سكون فإن القوتين $\vec{F}_{A/B}$ و $\vec{F}_{B/A}$ تحققان المتساوية : $\vec{F}_{A/B}=-\vec{F}_{B/A}$."

4- الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام

تعريــف حركة المستقيمية المتغيرة بانتظام

يكون G مركز قصور جسم صلب في حركة مستقيمية متغيرة بانتظام ، إذا كان :

- مسار G مستقيما
- $\vec{a}_G$ متجهة التسارع للنقطة G ثابتة خلال الحركة.

ملحوظة

مع : $\vec{a}_G=\overrightarrow{Cte}$ * $\vec{a}_G.\vec{v}_G \succ 0$: حركة G مستقيمية متسارعة بانتظام .

او * $\vec{a}_G.\vec{v}_G \prec 0$: حركة G مستقيمية متباطئة بانتظام .

المعادلات الزمنية للحركة حركة المستقيمية المتغيرة بانتظام

نعتبر أن جسما S في حركة مستقيمية المتغيرة بانتظام ، في معلم $\Re\left(o,\vec{i}\right)$ ،

نمعلم مركز قصوره G في كل لحظة ب: $\overrightarrow{OG}=x(t).\vec{i}$ مع $a_G=Cte$

$$\overrightarrow{a_G}=\frac{dv_x(t)}{dt}\vec{i}=a_x(t).\vec{i}$$

$$v_x(t)=\int a_x dt$$

$$v_x(t)=a_x.t+C$$

عند t=0 انطلق بسرعة بدئية $v_x(t=0)=v_{0x}$

$$v_x(t)=a_x.t+v_{0x}$$

$$\overrightarrow{v_G}=\frac{d}{dt}(x(t).\vec{i})=v_x(t).\vec{i}$$

$$x(t)=\int v_x(t)dt=\int (a_x.t+v_{0x})dt$$

$$x(t)=\frac{1}{2}.a_x.t^2+v_{0x}.t+C'$$

عند t=0 انطلق الجسم من موضع $x(t=0)=x_0$

$$x(t)=\frac{1}{2}.a_x.t^2+v_{0x}.t+x_0$$

العلاقة المستقلة عن الزمن

نعتبر أن جسما S في حركة مستقيمية متغيرة بانتظام ، عند لحظة t_A يمر بموضع A افصوله x_A بسرعة v_A ليصل موضعا B افصوله x_B بسرعة v_B

بإقصاء الزمن t بين المعادلتين نحصل على علاقة تسمى العلاقة المستقلة عن الزمن و هي:

$$v_B^2-v_A^2=2.a_x.(x_B-x_A)$$

مبرهنة الطاقة الحركية :

في معلم غاليلي ، يساوي تغير الطاقة الحركية لجسم صلب غير قابل للتشويه في إزاحة ، بين لحظتين ، المجموع الجبري لأشغال كل القوى الخارجية المطبقة على الجسم بين هاتين اللحظتين .

$$\Delta E_C=\frac{1}{2}.m.v_B^2-\frac{1}{2}.m.v_A^2=\sum W(\vec{F}_{ext})$$

انتهى