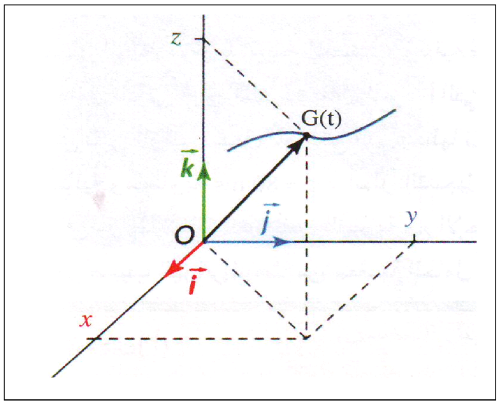
Les lois de Newton – قوانين نيوتن

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 الاجمالية
- نعلم نقطة متحركة من جسم صلب بواسطة متجهة مشكلة بين مركز المعلم و و موضع المتحرك عند اللحظة t تسمى متجهة الموضع $\vec{OG}$ تعبيرها

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

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

2- متجهة السرعة اللحظية

تعريف

في مرجع معين ، تساوي $\vec{v}_G$ متجهة السرعة اللحظية لـ G مركز القصور لجسم صلب في لحظة t ، مشتقة متجهة الموضع $\vec{OG}$ بالنسبة للزمن

في نفس اللحظة فنكتب : $\vec{v}_G(t) = \frac{d\vec{OG}}{dt}$ و حدتها في النظام العالمي للوحدات m/s

احداثيات متجهة السرعة اللحظية

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

$\vec{v}_G(t)$ تمثل احداثيات متجهة السرعة اللحظية $\{v_x(t) = \dot{x} = \frac{dx(t)}{dt}\ v_y(t) = \dot{y} = \frac{dy(t)}{dt}\ v_z(t) = \dot{z} = \frac{dz(t)}{dt}$

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

3- متجهة التسارع اللحظي

تعريف

في مرجع معين ، تساوي متجهة التسارع اللحظي $\vec{a}_G$ لمركز القصور G لجسم صلب في لحظة t ، مشتقة متجهة السرعة $\vec{v}_G$ بالنسبة للزمن في

نفس اللحظة فنكتب : $\vec{a}_G(t) = \frac{d\vec{v}_G}{dt}$ و حدتها في النظام العالمي للوحدات m/s^2

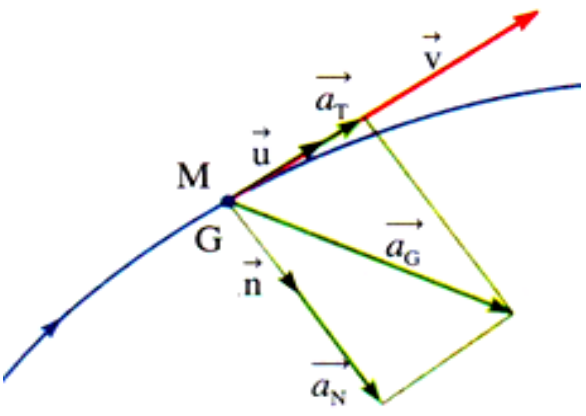
احداثيات متجهة التسارع اللحظي في معلم ديكارتي

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

$\vec{a}_G(t)$ تمثل احداثيات متجهة التسارع اللحظي $\{a_x(t) = \ddot{x} = \frac{dv_x(t)}{dt}\ a_y(t) = \ddot{y} = \frac{dv_y(t)}{dt}\ a_z(t) = \ddot{z} = \frac{dv_z(t)}{dt}$

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

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.

Www.AdrarPhysic.Com

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 $\vec{v}_G = \vec{Cte}$ ، 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 إلاَّ 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

تعريـف حركة المستقيمية المتغيرة بانتظام

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

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

ملحوظة

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

او * $\vec{a}_G.\vec{v}_G < 0$: 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 بـ : $\vec{OG} = x(t).\vec{i}$ مع $a_G = Cte$

$$\vec{a}_G = \frac{dv_x(t)}{dt}\vec{i} = a_x(t).\vec{i}$$

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

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

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

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

$$\vec{v}_G = \frac{d}{dt}\left(x(t).\vec{i}\right) = v_x(t).\vec{i}$$

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

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

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

Www.AdrarPhysic.Com