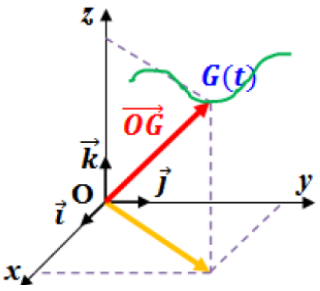
الدرس رقـــــــم 9 الجزء الرابع: الميكانيك	قوانين نيوتن Les lois de Newton	السنة الثانية بكالوريا الأستاذ: أســـــامة سطيع

I. متجهة السرعة ومتجهة التسارع

1. متجهة الموضع



تتطلب دراسة حركة جسم صُلب دراسة حركة جميع نقطه، غير أننا نَدْرُسُ فقط حركة مركز قصوره **G** لأنها تمكننا من معرفة حركته الإجمالية ويمكن معلمة نقطة متحركة **G** من جسم صلب، في معلم متعامد ممنظم $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ مرتبط بالجسم المرجعي في كل لحظة، بمتجهة الموضع $\vec{OG}$ بحيث:

$$\vec{OG} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$ ومنظمها $$\|\vec{OG}\| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

2. متجهة السرعة اللحظية

1.2 تعريف

تساوي متجهة السرعة اللحظية مشتقة متجهة الموضع بالنسبة للزمن:

$$\vec{v}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt}$$

2.2 تعبير متجهة السرعة اللحظية

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

أي ان $$\vec{v}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$$

بحيث $$\vec{v}_G\{v_x = \frac{dx}{dt}\ v_y = \frac{dy}{dt}\ v_z = \frac{dz}{dt}$$

منظم السرعة $$\|\vec{v}_G\| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

3. متجهة التسارع

1.3 تعريف

تساوي متجهة التسارع مشتقة متجهة السرعة (او مشتقة الثانية لمتجهة الموضع) بالنسبة للزمن:

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

2.3 تعبير متجهة التسارع في معلم ديكارتي

لدينا $\vec{OG} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ أي ان $\vec{v}_G = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$

نعلم ان $$\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt} = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j} + \frac{dv_z}{dt}\vec{k}$$

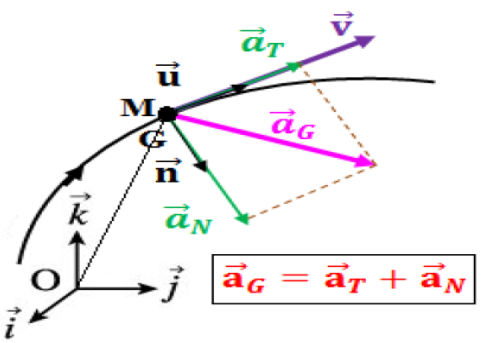
أي ان $$\vec{a}_G = \frac{d^2\vec{OG}}{dt^2} = \frac{d^2\vec{x}}{dt^2}\vec{i} + \frac{d^2\vec{y}}{dt^2}\vec{j} + \frac{d^2\vec{z}}{dt^2}\vec{k}$$

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

بحيث $$\vec{a}_G\{a_x = \frac{dv_x}{dt}\ a_y = \frac{dv_y}{dt}\ a_z = \frac{dv_z}{dt}$$

منظم التسارع $$\|\vec{a}_G\| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

3.3 تعبير متجهة التسارع في أساس فريني



معلم فريني $(M,\vec{u},\vec{n})$ معلم متعامد ممنظم ينطبق أصله في كل لحظة مع موضع النقطة المتحركة M بحيث:

$\vec{u}$ المتجهة المماسية الواحدية وتكون مماسة للمسار وموجهة في منحى الحركة،

$\vec{n}$ المتجهة المنظمية الواحدية وتكون متعامدة مع $\vec{u}$ وموجهة نحو تقعر المسار.

نعبر عن متجهة التسارع $\vec{a}_G$ في أساس فريني، بالنسبة لحركة مستوية كالتالي:

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

بحيث

a_T التسارع المماسي تعبيره $a_T = \frac{dv_G}{dt}$

a_n التسارع المنظمي تعبيره $a_n = \frac{v_G^{\ 2}}{\rho}$

مع ρ هو شعاع انحناء المسار في الموضع M

ملحوظة:

نحدد طبيعة حركة النقطة المتحركة من خلال الجداء السلمي للمتجهتين $\vec{a}_G$ و $\vec{v}_G$ حيث:

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

II. قوانين نيوتن

لجرد القوى المطبقة على جسم، نقوم بعزله عن باقي الأجسام المحيطة به، فيسمى المجموعة المدروسة.

القوة الخارجية هي القوة التي يطبقها جسم لا ينتمي إلى المجموعة المدروسة على هذه المجموعة.

القوة الداخلية هي القوة التي يطبقها جسم ينتمي إلى المجموعة المدروسة على جزء من هذه المجموعة.

1. قانون الأول لنيوتن: مبدأ القصور

في معلم غاليلي إذا كان المجموع المتجهي للقوى الخارجية المطبقة على جسم صلب يساوي متجهة منعدمة $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ فإن متجهة السرعة $\vec{v}_G$ لمركز القصور $\boldsymbol{G}$ للجسم الصلب تكون ثابتة $\vec{v}_G = \vec{Cte}$

أي ان $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v}_G = \vec{Cte} \{ Cte = 0 \; Cte \neq 0$

2. القانون الثاني لنيوتن: قانون الأساسي للتحريك

في معلم غاليلي يساوي المجموع المتجهي للقوى الخارجية المطبقة على جسم صلب جداء كتلة هذا الجسم ومتجهة التسارع لمركز قصوره G

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

ملحوظة

لتطبيق القانون الثاني لنيوتن نتبع المراحل التالية:

- تحديد المجموعة المدروسة
- جرد القوى وتمثيلها
- كتابة العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن
- اختيار معلم مناسب
- إسقاط العلاقة في هذا المعلم

3. القانون الثالث لنيوتن: مبدأ التأثيرات المتبادلة

عندما يحدث تأثير متبادل بين جسمين A و B سواء كان الجسمان في حالة حركة او سكون فإن القوة $\vec{F}_{\frac{A}{B}}$ التي يطبقها الجسم A على الجسم B

والقوة $\vec{F}_{\frac{B}{A}}$ التي يطبقها الجسم B على الجسم A تحققان العلاقة التالية:

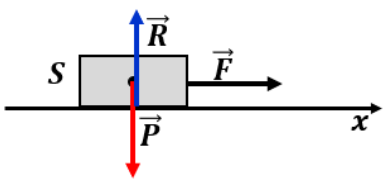
$$\vec{F}_{\frac{A}{B}} = -\vec{F}_{\frac{B}{A}}$$

III. تطبيقات

1. حركة جسم على مستوى افقي

1.1 حركة جسم على مستوى افقي بدون احتكاك

نعتبر جسم صلب S كتلته $m = 0,5\ kg$ يتحرك فوق مستوى افقي بدون احتكاك تحت تأثير قوة ثابتة شدتها $F = 2\ N$ كما يبين الشكل جانبه نعطي شدة مجال الثقالة $g = 10\ \frac{N}{kg}$



1. احسب التسارع a_G

المجموعة المدروسة { الجسم S }

$\vec{P}$ وزن الجسم

$\vec{R}$ تأثير السطح

$\vec{F}$ القوة المطبقة على الجسم S

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن لدينا: $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$

أي ان $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}_G \quad (1)$

نعتبر المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ معلم غاليلي

بإسقاط العلاقة (1) على المعلم xOy نجد:

أي ان $\{P_x + R_x + F_x = ma_x \; P_y + R_y + F_y = ma_y$

$\{0 + 0 + F = ma_x \quad -P + R + 0 = 0$

اذن $a_G = \frac{F}{m} = 4 \frac{m}{s^2}$

2. استنتج R شدة القوة المطبقة من طرف السطح؟

لدينا $R = P = mg = 5\ N$

3. حدد المعادلة الزمنية لحركة الجسم S علما ان الجسم انطلق عند اللحظة $t = 0$ من النقطة ذات الافصول $x = 5\ cm$ بسرعة $v_0 = 3 \frac{m}{s}$؟

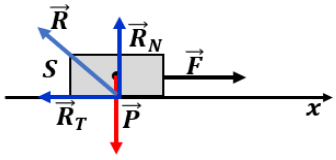
لدينا $a_x = 4$ بما ان $a_x = \frac{dv_x}{dt} = 4$

فإن المعادلة الزمنية لحركة الجسم S أي ان $v_x = 4t + v_{0x}$ $\quad v_x = 4t + 3$

بما ان $v_x = \frac{dx}{dt} = 4t + 3$

فإن المعادلة الزمنية لحركة الجسم S أي ان $x = \frac{1}{2}4t^2 + 3t + x_0$ $\quad x = 2t^2 + 3t + 0,05$

2.1 حركة جسم على مستوى افقي باحتكاك



نعتبر جسم صلب S كتلته $m = 0,5\ kg$ يتحرك فوق مستوى افقي باحتكاك تحت تأثير قوة ثابتة شدتها $F = 2\ N$ كما يبين الشكل جانبه نعطي شدة مجال الثقالة $g = 10 \frac{N}{kg}$ و $a_x = 6 \frac{m}{s^2}$

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن اوجد شدة القوة المطبقة من طرف السطح على الجسم S؟

المجموعة المدروسة { الجسمS }

$\vec{P}$ وزن الجسم

$\vec{R}$ تأثير السطح

$\vec{F}$ القوة المطبقة على الجسم S

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن لدينا: $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$

أي ان $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}_G \quad (1)$

نعتبر المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ معلم غاليلي

بإسقاط العلاقة (1) على المعلم xOy نجد:

أي ان $\{P_x + R_x + F_x = ma_x \; P_y + R_y + F_y = ma_y$

$\{R_T = F - ma_x = 2\ N \; R_N = P = mg = 5\ N$ وبالتالي $\{0 - R_T + F = ma_x \quad -P + R_N + 0 = 0$

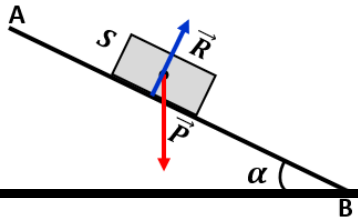
اذن $R = \sqrt{R_T^2 + R_N^2} = 5,38\ N$

2. حركة جسم على مستوى مائل

1.2 حركة جسم على مستوى مائل بدون احتكاك

نحرر جسم صلب S كتلته $m = 8\ kg$ فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha = 30°$ فينزلق نحو الأسفل بدون احتكاك كما يبين الشكل جانبه نعطي شدة مجال الثقالة $g = 10 \frac{N}{kg}$

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن احسب التسارع a_G وشدة القوة المطبقة من طرف السطح على الجسم S؟



المجموعة المدروسة { الجسمS }

$\vec{P}$ وزن الجسم

$\vec{R}$ تأثير السطح

www.physiqueschool.com

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن لدينا: $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$

أي ان $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}_G$ (1)

نعتبر المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ معلم غاليلي

بإسقاط العلاقة (1) على المعلم xOy نجد:

$\{P_x + R_x = ma_x \; P_y + R_y = ma_y$ أي ان $\{P\,sin\alpha + 0 = ma_x \; -P\,cos\alpha + R + 0 = 0$

وبالتالي $\{a_x = g\,sin\alpha = 5\ \frac{m}{s^2} \; R = mg\,cos\alpha = 69,28\ N$

2. حدد المعادلة الزمنية لحركة الجسم S علما ان الجسم انطلق عند اللحظة $t = 0$ من النقطة A بسرعة $v_A = 5\ \frac{m}{s}$؟

لدينا $a_x = 5$ بما ان $a_x = \frac{dv_x}{dt} = 5$

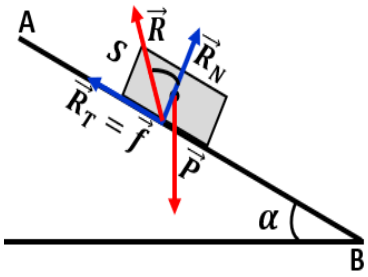
فإن المعادلة الزمنية لحركة الجسم S $v_x = 5t + v_{0x}$ أي ان $v_x = 5t + 5$

بما ان $v_x = \frac{dx}{dt} = 5t + 5$

فإن المعادلة الزمنية لحركة الجسم S $x = \frac{1}{2}5t^2 + 5t + x_0$ أي ان $x = 2,5t^2 + 5t$

2.2 حركة جسم على مستوى مائل باحتكاك

نحرر جسم صلب S كتلته $m = 8\ kg$ فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha = 30°$ فينزلق نحو الأسفل باحتكاك كما يبين الشكل جانبه نعطي التسارع الجسم وفق المحور Ox $a_x = 2\ m.s^{-2}$ وشدة مجال الثقالة $g = 10\ \frac{N}{kg}$



1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن اوجد شدة القوة المطبقة من طرف السطح على الجسم S؟

المجموعة المدروسة { الجسمS }

$\vec{P}$ وزن الجسم

$\vec{R}$ تأثير السطح

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن لدينا: $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$

أي ان $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}_G$ (1)

نعتبر المعلم $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ معلم غاليلي

بإسقاط العلاقة (1) على المعلم xOy نجد:

$\{P_x + R_x = ma_x \; P_y + R_y = ma_y$ أي ان $\{PSin(\alpha) - R_T = ma_x \; -PCos(\alpha) + R_N = 0$ وبالتالي

$\{R_T = mgSin(\alpha) - ma_x = 24\ N \; R_N = P = mgCos(\alpha = 69,28\ N$

اذن $R = \sqrt{R_T^2 + R_N^2} = 73,31\ N$