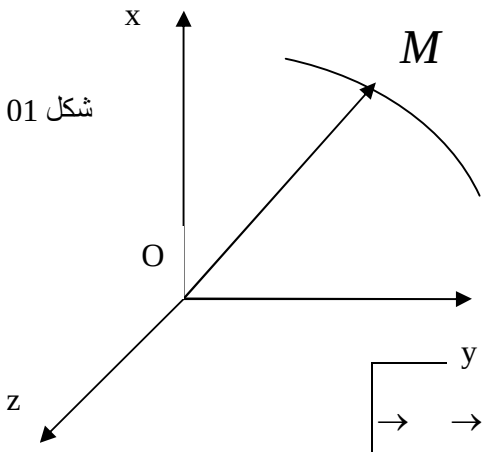
ملخص الوحدة

أولا) مقاربة تاريخية لميكانيك نيوتن

1) الحركة : من أجل دراسة أي حركة يجب إسنادها لمعلم (مرجع) عطالي (ساكن أو يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة) .

2) مميزات الحركة :



شكل 01

1-2) شعاع الموضع : $\overrightarrow{OM}$ $\quad \overrightarrow{r}=\overrightarrow{OM}=x\,\overrightarrow{i}+y\,\overrightarrow{j}+z\,\overrightarrow{k}$

طويلة شعاع الموضع : $r=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$

2-2) شعاع السرعة : $\overrightarrow{v}=\dfrac{d\,\overrightarrow{r}}{dt}$ $\Leftarrow$

$$\boxed{\overrightarrow{v}=v_x\overrightarrow{i}+v_y\,\overrightarrow{j}+v_z\,\overrightarrow{k}} \Leftarrow \overrightarrow{v}=\frac{dx}{dt}\overrightarrow{i}+\frac{dy}{dt}\overrightarrow{j}+\frac{dz}{dt}\overrightarrow{k}$$

طويلة شعاع السرعة: $v=\sqrt{{v_x}^2+{v_y}^2+{v_z}^2}$ ، يكون حامل شعاع السرعة مماسي للمسار ، وجهتها من جهة الحركة .

3-2) شعاع التسارع : $\overrightarrow{a}$ يعرف شعاع التسارع بأنه مشتق شعاع السرعة : $\overrightarrow{a}=\dfrac{d\,\overrightarrow{v}}{dt}$

أ) مركبات شعاع التسارع في الإحداثيات الكارتزية :

$$\boxed{\overrightarrow{a}=a_x\overrightarrow{i}+a_y\,\overrightarrow{j}+a_z\,\overrightarrow{k}} \Leftarrow \overrightarrow{a}=\frac{dVx}{dt}\overrightarrow{i}+\frac{dVy}{dt}\overrightarrow{j}+\frac{dVz}{dt}\overrightarrow{k}$$

طويلة شعاع التسارع: $a=\sqrt{{a_x}^2+{a_y}^2+{a_z}^2}$

يكون حامل وجهة التسارع باتجاه تقعر انحناء المسار .

ب) مركبتا شعاع التسارع في الإحداثيات المنحنية : $\boxed{\overrightarrow{a}=a_t\,\overrightarrow{e_T}+a_N\,\overrightarrow{e_N}}$

حيث: a_T التسارع المماسي يعرف بأنه مشتق طويلة السرعة : $\boxed{a_T=\dfrac{dv}{dt}}$

a_N : التسارع الناظمي $\boxed{a_N=\dfrac{v^2}{R}}$ حيث : R نصف قطر الإنحناء

3) أنواع الحركات:

1-3) تكون الحركة مستقيمة منتظمة عندما : $a=0$

2-3) تكون الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام (متسارعة) عندما : $a \cdot v > 0$

3-3) تكون الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام (متباطئة) : $a \cdot v < 0$

4) القوانين الثلاث لنيوتن :

1-4) القانون الأول لنيوتن : في معلم عطالي إذا كانت جملة ساكنة أو تتحرك بحركة مستقيمة منتظمة ، فإن مجموع القوى المؤثرة على هذه الجملة يساوي الشعاع المعدوم :

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

2-4) القانون الثاني لنيوتن : في معلم عطالي : إذا كانت جملة في حالة حركة فإن المجموع الجبري للقوى المؤثرة على هذه الجملة يساوي جداء تسارعها وكتلتها :

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

3-4) القانون الثالث لنيوتن : (مبدأ الفعلين المتبادلين)

عندما يؤثر جسم A بقوة $\vec{F}_{A/B}$ على جسم B ، فإن الجسم B يؤثر على الجسم A $\vec{F}_{B/A}$ تساويها في الشدة وتعاكسها في الإتجاه .

ثانيا) دراسة حركة الأقمار الإصطناعية والكواكب

1) تذكير : خصائص الحركة الدائرية المنتظمة

أ) المسار : دائري ب) السرعة : ثابتة في القيمة ومتغيرة في الإتجاه . جـ) التسارع : ناظمي (مركزي)

جـ) القوة : جاذبة مركزية : $\vec{F} = m\frac{v^2}{R}\vec{u}$ ، د) الدور T : هو الزمن اللازم لإنجاز دورة : $T = \frac{2\pi R}{v}$ حيث v : السرعة .

2) دراسة حركة الأقمار والكواكب:

في معلم عطالي هيليومركزي أو مركزي أرضي : يخضع كل كوكب (أو قمرصناعي) يدور حول الشمس (أو الأرض) لقوة جاذبة مركزية تعطى عبارتها : $F = \frac{GmM}{r^2}$ حيث: m كتلة القمر الصناعي (أو الكوكب) ، M : كتلة الأرض (أو الشمس) .

السرعة المدارية لكوكب : $v = \sqrt{\frac{GM_s}{r}}$ ، السرعة المدارية لقمر صناعي: $v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$

دور كوكب : $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_s}}$ ، دور قمر صناعي : $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_T}}$

3) قوانين كبلر:

أ) القانون الأول لكبلر : في معلم هيليومركزي ، يدور الكوكب حول الشمس في مدارات اهليليجية (شكل بيضوي) ، حيث الشمس هي أحد محارق هذه المدارات :

ب) القانون الثاني : يمسح الشعاع الواصل بين الشمس والكوكب مساحات متساوية خلال فترات زمنية متساوية .

جـ) القانون الثالث: يتناسب مربع الدور T^2 للكوكب حول الشمس مع مكعب نصف طول المحور الكبير a^3 حيث: $\frac{T^2}{a^3} = k$

ثالثا) دراسة حركة سقوط شاقولي لجسم صلب

1) دراسة القوى المؤثرة على الجسم أثناء سقوطه في الهواء:

كل جسم كتلته m يسقط في مائع (ماء أو هواء) يخضع لثلاث قوى :

أ) قوة الثقل $\vec{P}$: حاملها شاقولي وجهتها نحو الأرض . $\boxed{P=mg}$

ب) دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$: قوة حاملها شاقولي ، وجهتها معاكسة لجهة الحركة (نحو الأعلى)

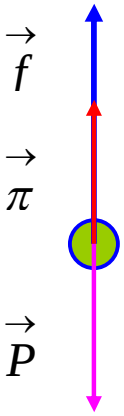
قيمتها $\boxed{\pi = \rho_0 Vg}$ حيث ρ_0 الكتلة الحجمية للمائع ، V: حجم المائع المزاح (حجم الجسم اذا كان مغمورا كليا)

ج) قوى احتكاك المائع $\vec{f}$: قيمتها $f=Kv^n$ حيث :

في حالة السرعات الصغيرة : $\boxed{f=Kv}$

في حالة السرعات الكبيرة : $\boxed{f=Kv^2}$

2) المعادلة التفاضلية للحركة : بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم الصلب أثناء السقوط :



$$\boxed{\vec{P}+\vec{f}+\vec{\pi}=m\vec{a}}$$

بالإسقاط على جهة الحركة نجد: $P-f-\pi=m\dfrac{dv}{dt}$ $\Leftarrow$ $\boxed{mg-kv^n-\rho_0 Vg=m\dfrac{dv}{dt}}$

الحركة تتم وفق نظامين :

النظام الإنتقالي : السرعة تزداد .

النظام الدائم : تصل السرعة إلى قيمة أعظمية ثم تثبت ، نسميها السرعة الحدية v_{lim}

يمكن إيجاد عبارة السرعة الحدية v_{lim} عندما يكون : $a=\dfrac{dv}{dt}=0$ نميز حالتين :

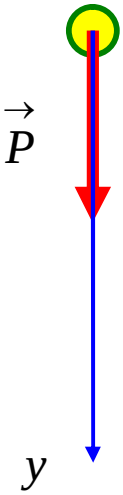
أ) في حالة السرعات الصغيرة : $\boxed{v_L=\dfrac{g}{k}\left(\rho-\rho_0\right)V}$ ، ب) في حالة السرعات الكبيرة: $\boxed{v_L=\sqrt{\dfrac{g}{k}\left(\rho-\rho_0\right)V}}$

رابعا) دراسة حركة السقوط الحر

عند إهمال مقاومة الهواء ودافعة أرخميدس ، الجسم أثناء سقوطه في الهواء يخضع فقط لثقله ، إذا تمت الحركة بدون سرعة ابتدائية ، فنسمي هذا النوع من الحركات **بالسقوط الحر** .

1) المعادلة التفاضلية للحركة : بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد : $\vec{P}=m\vec{a}$ ، بعد الإسقاط على جهة الحركة نجد: $mg=ma$

$\Leftarrow a=dv/dt \Leftarrow$ $\boxed{g=dv/dt}$ معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى .



2) المعادلات الزمنية المميزة:

وجدنا : $a=g$ $\Leftarrow$ طبيعة الحركة : حركة مستقيمة متغيرة بانتظام (متسارعة)

المعادلة الزمنية للحركة :(1)..... $\boxed{y=\frac{1}{2}gt^2}$ ،

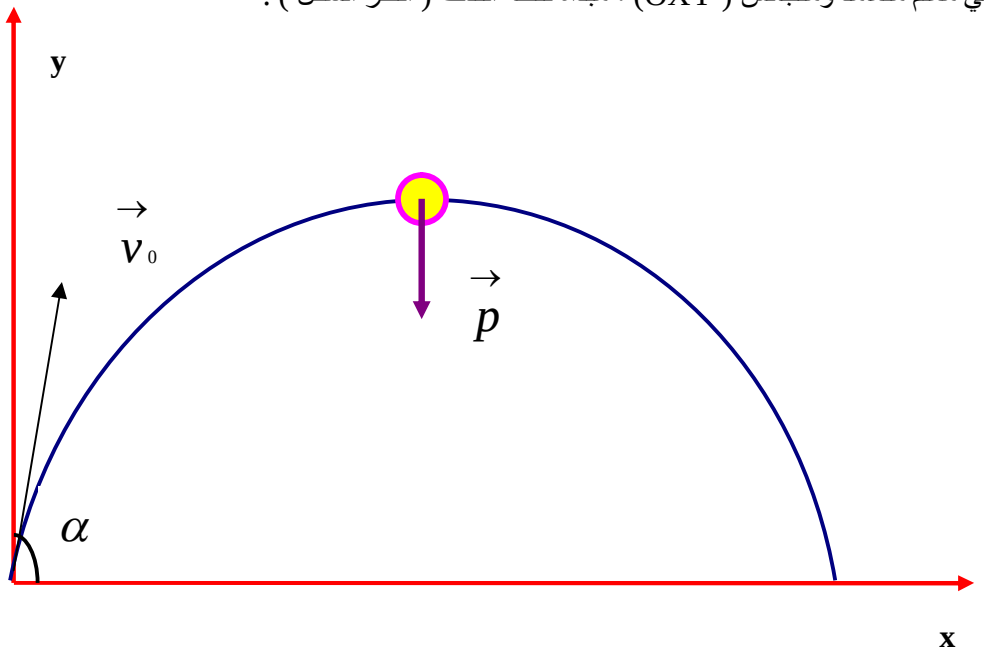
المعادلة الزمنية للسرعة :باشتقاق المعادلة الزمنية للحركة نجد (2)..... $\boxed{v=gt}$

من المعادلتين (1) و (2) نجد : (3)..... $\boxed{v^2=2gy}$

خامسا دراسة حركة قذيفة

نقذف جسم صلب كتلته m بسرعة ابتدائية غير شاقولية $\vec{v}_0$ حاملها يصنع زاوية α مع الأفق في حقل الجاذبية الأرضية g

ندرس الحركة في معلم متعامد ومتجانس (OXY) ، مبدأه نقطة القذف (انظر الشكل) .



نقوم بدراسة الحرحه بإهمال قوى الإحتكاك ودافعة أرخميدس

1) تحديد طبيعة الحركة: باستعمال القانون الثاني لنيوتن نجد $\vec{P}=m\vec{a}$ ، بالإسقاط نجد:

أ) على المحور OX: $0=ma$ (لا توجد حركة على هذا المحور) $\Leftarrow$ $a=0$ ،

وبالتالي طبيعة الحركة وفق هذا المحور حركة مستقيمة منتظمة .

ب) على المحور OY: $-P=ma \Leftarrow -mg=ma \Leftarrow \boxed{a=-g}$

وبالتالي طبيعة الحركة وفق هذا المحور حركة مستقيمة متغيرة بانتظام (متباطئة) .

2) المعادلات الزمنية المميزة :

أ) المحور OX : .....(1). $\boxed{x=v_0(\cos\alpha)t}$

ب) المحور OY: .....(2) $\boxed{y=-\frac{1}{2}gt^2+v_0(\sin\alpha)t}$

المعادلة الزمنية للسرعة وفق المحور OY :

$$v=-gt+v_0(\sin\alpha)$$ .....(3)

3) معادلة المسار : وهي معادلة مستقلة عن الزمن ، من المعادلة (1) نستخرج عبارة الزمن (t) ثم نعوض في المعادلة (2) فنجد :

$$y=\frac{-g}{2v^2\cos\alpha^2}x^2+(tg\alpha)x$$ ..... (4)

4) زمن أقصى ارتفاع : زمن أقصى ارتفاع يوافق انعدام السرعة وفق المحور OY، من المعادلة (3) نجد:

$$t_{max}=\frac{g}{v_0\sin\alpha}$$ ..... (5)

5) ذروة القذيفة (أقصى ارتفاع): نعوض عبارة زمن أقصى ارتفاع في المعادلة (2) فنجد : –

$$y_{max}=\frac{v_0^2\sin\alpha^2}{2g}$$ ..... (6)

6) مدى القذيفة (x) : وهو المسافة الأفقية بين نقطة القذف ونقطة سقوط القذيفة على الأرض ، المدى يوافق $y=0$ ، نعوض في معادلة المسار (4) فنجد:

$$x=\frac{v_0^2\sin2\alpha}{g}$$ .....(7)

ملاحظة : المدى الأعظمي يوافق زاوية قذف قدرها $\alpha=45^0$ $\Leftarrow$ $x_{max}=\frac{v_0^2}{g}$

طاقة الجملة(قذيفة – أرض):

$$E=E_C+E_{PP}=\frac{1}{2}mv^2+mgy$$

بتطبيق مبدا انحفاظ الطاقة على الجملة(قذيفة- ارض) وبأخذ بعين الاعتبار إهمال كل القوى المؤثرة على الجملة من طرف الهواء (دافعة ارخميدس وقوة الاحتكاك) يكون اثناء انتقال قذيفة من موضع A الى موضع B

$$E_{CA}+E_{PPA}=E_{CB}+E_{PP3}=cte$$

سادسا/ حدود ميكانيك نيوتن

1) مقدمة: ميكانيك نيوتن يصف حركة الجملة الميكانيكية ، وطاقتها التي تأخذ جميع القيم ، ولكنه عاجز على تفسير النظام المجهري الشبيه بالنظام الشمسي (ذرة – نواة) ، عندما ينتهي ميكانيك نيوتن عند حدود معينة تظهر الفيزياء الحديثة (ميكانيك الكم ، النسبية).

2) فرضية بلانك ـ انشتاين:

بين العالم بلانك أن الطاقة المحمولةعلى الموجات الضوئية تكون بشكل كمات ، ثم بين فيما بعد آنشتاين أن هذه الكمات محمولة من طرف جسيمات عديمة الشحنة وعديمة الكتلة تسمى **فوتونات** ، كل فوتون يحمل طاقة قدرها : $E=h\upsilon$ حيث : $\upsilon=\frac{c}{\lambda}$

h : ثابت بلانك ($6.62\times10^{-34}SI$) ، υ : تواتر الإشعاع (الهرتز hz) ، λ : طول الموجة (m)

C: سرعة الضوء (m/s).

3) فرضية بور (سويات الطاقة):

عند انتقال الإلكترون من مستوى طاقي إلى آخر فإنه يصدر أويمتص فوتون على شكل إشعاعات ضوئية وحيدة اللون ،وطاقة هذا الفوتون مساوية للفرق بين طاقتي السويتين :

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\upsilon$$

في حالة ذرة الهيدروجين : تعطى عبارة طاقة السوية بالعلاقة : $E_n = \frac{-13.6}{n^2}$ حيث n : رقم السوية .