جامعة تكريت - كلية التربية للبنات - قسم الرياضيات

- المرحلة الأولى

-مادة الفيزياء الجامعية

- قوانين نيوتن

-أ.م.د. سروة عبدالقادر محمد صالح

srwa.muhammad@tu.edu.iq

قوانين نيوتن في الحركة و قوة الجاذبية

1- قوانين نيوتن في الحركة

لقد تعاملنا في المحاضرات السابقة مع حركة الأجسام و تم توضيح تلك الحركة من خلال مفاهيم الإزاحة و السرعة و التعجيل و تم التوصل إلى العلاقات و القوانين التي تربط بين تلك المفاهيم ، و لكننا لم نتطرق إلى ما يسبب الحركة فنحن نعلم أن أي جسم ساكن لا يمكن أن يتحرك ذاتيا أذا لم تؤثر علية قوة خارجية .

و من النادر و ربما من المستحيل أن نعثر على جسم معزول لا تؤثر علية قوة من القوى ، فكل جسم في الطبيعة تؤثر علية قوة واحدة أو أكثر و لكن مع ذلك ليس كل الأجسام في حالة حركة ، اذن حالات السكون و الحركة موجودة دائما مع وجود القوى و لكن متى يكون الجسم ساكنا و متى يكون متحركا و كيف تتغير حركته ؟ هذا ما ستجيب علية قوانين نيوتن الثلاثة و سوف نقتصر على الحركة الانتقالية فقط

أ – قانون نيوتن الأول في الحركة

يبقى الجسم الساكن على سكونه و المتحرك على حركته ما لم تؤثر علية قوة خارجية . و هذا يعني أن محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفر أي أن

$$\sum_{1}^{n} F = 0$$

ب – قانون نيوتن الثاني في الحركة

يتناسب تعجيل الجسم تناسبا طرديا مع محصلة القوى الخارجية المؤثرة علية و عكسيا مع كتلته و يكون بنفس اتجاه المحصلة أي أن

$$a \propto \frac{F}{m}$$

$$a = k \frac{F}{m}$$

حيث أن $K = 1$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$F = m\,a$$

ج – قانون نيوتن الثالث

ينص هذا القانون على أن لكل فعل رد فعل يساويه في المقدار يعاكسه في الاتجاه .

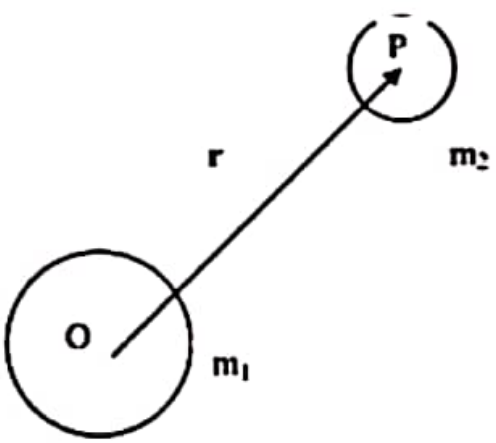
و بتعبير أخر أذا كان لدينا جسمان و اثر الجسم الأول على الجسم الثاني فان الجسم الثاني يؤثر بقوة مساوية بالمقدار على الجسم الأول و لكن بعكس الاتجاه و تكون القوتان واقعتين على الخط الواصل بين الجسمين .

2- قوة الجاذبية

أنصبت جميع جهود نيوتن في الميكانيك نحو هدف توضيح حركة المجرات حول الشمس و حركة القمر حول الأرض ، أن اسمي انجاز يقع في تعريف القوة التي سببت سقوط التفاحة على الأرض و القوة التي جعلت القمر في موضع في مدار حول الأرض .

ان قانون نيوتن في التجاذب العام ينص على (كل جسيم في الكون يجذب جسيما اخر بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما و عكسيا مع مربع المسافة بينهما).

فمن الشكل أدناه الذي يمثل كرتين مركزاهما O , P حيث يعد المركز P موضعا بالنسبة إلى O على انه أصل لموضع المتجه r لذا فالقوة المبذولة من قبل الكرة التي مركزها O على الكرة التي مركزها P و تعطى العلاقة رياضيا على النحو التالي



$$F_{OP} = (- G m_1 m_2) / r^2 \text{ ---------- (1)}$$

حيث ان m_1 و m_2 تمثل كتلتي الجسمين على التوالي .

أن الاشاره السالبة في المعادلة 1 ضرورية جدا حيث أن القوة تمثل قوة التجاذب و هذا يعني أن القوة من P إلى O في الاتجاه المعاكس إلى r ، أن ثابت التناسب في المعادلة أعلاه يدعى بثابت الجاذبية و قيمته هي

$G = 6.67 \times 10^{-11} (N . m^2) / kg^2$

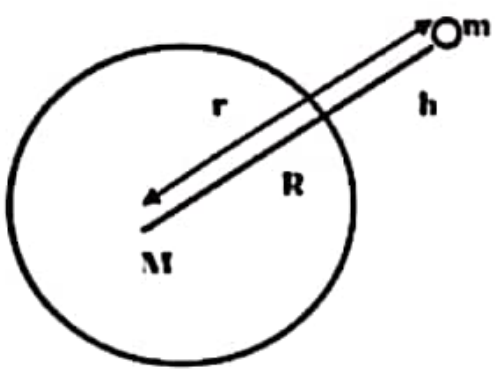
نفرض أن جسم كتلتة m يقع بالقرب من سطح الأرض أن الجاذبية المبذولة علية من قبل الأرض مقدارها

$F = (G M m) / r^2$ ---------- (2)

حيث أن M هي كتلة الأرض ، أن القيمة الصحيحة ل r التي تعوض في المعادلة 2 هي

$R = R + h$ ---------- (3)

اذ أن R هو نصف قطر الأرض و h هو ارتفاع الجسم على سطح الأرض و كما مبين في الشكل ادناه



و بما أن نصف قطر الأرض يساوي 6.37×10^6 m فيمكن اهمال الفرق بين r و R لجميع الارتفاعات الاعتيادية ل h و هكذا فان القوة التي تبذل من قبل الأرض على الجسم هي $G M m / R^2$ التي تعمل على تعجيل الجسم نحو سطح الأرض بتعجيل g و بذلك نحصل على

$F = G M m / R^2$

$F = m g$ ---------- (4)

حيث أن

$g = G M / R^2$ ---------- (5)

ان هذا هو تعجيل الجاذبية لاي جسم يقع بالقرب من سطح الارض و يعد ثابتا حيث يساوي 9.8 m/sec^2 و قيمته تتغير قليلا لسببين هما

1- ان نصف قطر الارض عند خط الاستواء يكون اطول من نصف قطر الارض عند القطبين .

2- و السبب الاخر يرجع الى ان الارض تدور حول محورها . و ان اقصى اختلاف هو 0.05 m / sec^2 .

ان القوه المبذوله على الجسم من قبل الارض تدعى بوزن الجسم و يرمز لة بالرمز W و باستخدام لمعادلة 4 يكون $W = m g$

مثال

ما مقدار تعجيل الجاذبية على ارتفاع 1000 km عن سطح الارض ؟

الحل

باستعمال قانون نيوتن الثاني يكون تعجيل الجاذبية على أي ارتفاع هي القوه المبذوله على أي جسم عند ذلك الارتفاع مقسوما على كتلة الجسم .

و هنا سوف نرمز للتعجيل بالرمز $\breve{g}$ لتميزة عن الرمز g تعجيل الجاذبية على سطح الارض ، و بذلك فان مقدار $\breve{g}$ يعطى بالقلاقة التالية

$$\breve{g} = G M / r^2 = G M / (R + h)^2$$
$$= (G M / R^2) (R / R + h)^2$$
$$= g (R / R + h)^2$$

ان المعادلة اعلاة تبين عن كيفية تغيير $\breve{g}$ مع الارتفاع باستعمال قيمة R المعرفة سابقا و التي تساوي $h = 10^6$ m نحصل على

$$\breve{g} = 9.8 \text{ m sec}^{-2} (6.37/7.37)^2 = 9.8 \text{ m sec}^{-2} \times 0.747$$

$$\breve{g} = 7.3 \text{ m sec}^{-2}$$

حتى عند هذه القيمة العالية يكون تعجيل الجاذبية كبير جدا