

الفيزياء

خواص المادة

الجاذبية

م. أدهم أسامة



الجاذبية

قانون نيوتن للجذب العام.

$$m_1 \quad m_2 \quad r$$

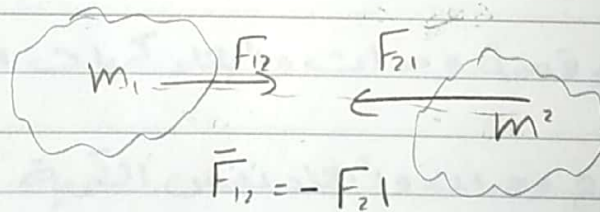
$$F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

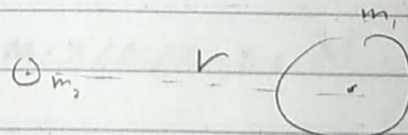
"G" ثابت الجذب العام.

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{Kg}^2$$

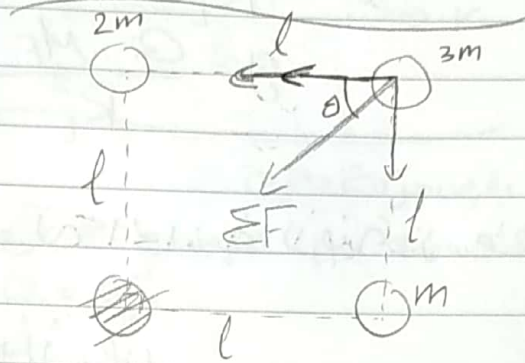
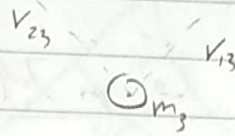
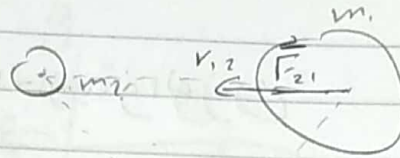
"قوى الجذب قوى مركزية"
تعمل على القوة يصل بين مركزيهما
"القوى متبادلة"



العلاقة بين الأجسام النقطية (١) النقطية (٢) بعد ما يتغير بالنسبة إلى r
(٣) التوزيع الكروي متساوي



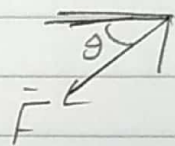
يمكن تطبيقه على تلك غير متساوية بشرط أن اتجهوا هم أكثر كثيراً من الشكل



$m = 2 \text{ kg}$, $l = 1 \text{ m}$

$$\Sigma \vec{F}_3 = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$$

القوى على 3m



$$F = \frac{G \cdot m_1 \cdot 3m}{l^2} = \frac{G \cdot 3m}{l^2} = 3G$$

$$F_2 = 6G$$

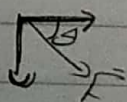
$$\Sigma F = \sqrt{9 + 36} = 3\sqrt{5}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{3G}{6G} = \tan^{-1} \frac{1}{2}$$

القوى على 2m

$$F_3 = 6G \quad F_4 = G$$

$$F_x = F_3 + F_4 \cos 45 = 6G + \frac{G}{\sqrt{2}} = 6,71G \rightarrow$$



$$F_y = F_4 \cos 45 = 0,71G \downarrow$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} =$$

$$\theta = \tan^{-1} = \frac{0,71}{6,71}$$

عجلة الجاذبية والوزن

$$F = \frac{G \cdot m \cdot M_E}{R_E^2} = W = m \cdot g$$

$$g = \frac{G \cdot M_E}{R_E^2}$$

عجلة الجاذبية الأرضية عند سطح الأرض

على ارتفاع h من سطح الأرض

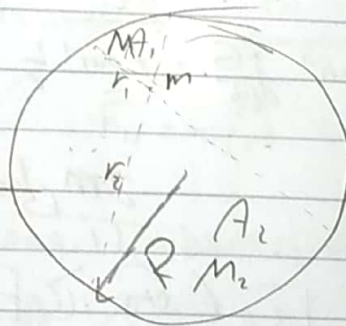
$$g = \frac{G \cdot M_E}{(R_E + h)^2}$$

عجلة الجاذبية الأرضية على ارتفاع h

بالنسبة لقشرة كتلتها M ونصف قطرها R

$$F_2 = G \frac{m \cdot M_1}{r_2^2}$$

$$F_2 = G \frac{m}{r^2}$$



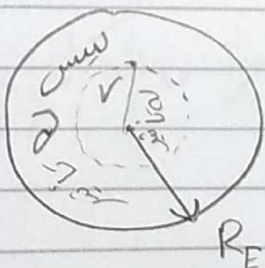
$$M \propto A$$

$$A \propto r^2 \Rightarrow M \propto r^2$$

$$F_1 = G \frac{m \cdot M_1}{r_1^2}$$

$$F_1 = \frac{G \cdot m}{K}$$

عجلة الجاذبية داخل الكرة الأرضية



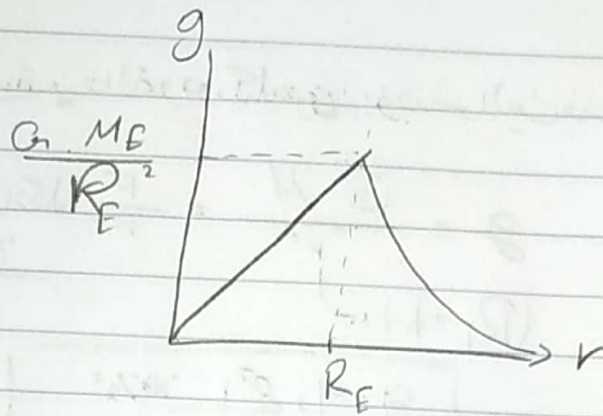
$$g = \frac{G \cdot M}{r^2} \quad (1)$$

$$M \rightarrow \frac{4}{3} \pi r^2$$

$$M_E \rightarrow \frac{4}{3} \pi R_E^2$$

$$M = \frac{M_E R_E^2}{R^2} \quad (2)$$

$$g = \frac{G M_E R_E^2}{R_E^3} = \frac{G \cdot M_E}{R_E}$$



بفرض حركة دائرية

$$\vec{v} \neq \text{const.} \quad v = \text{const.}$$

عجلة
لـ مركزية

$$a = \frac{v^2}{r}$$

$$F = ma$$

$$\frac{G \cdot M \cdot M_E}{r^2} = M \cdot a$$

$$\frac{G \cdot M_E}{r^2} = \frac{v^2}{r}$$

$$\frac{G \cdot M_E}{r} = v^2$$

السرعة المدارية

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_E}{r}}$$

orb

$$r = R_E + h$$

أي كتلة حولها مجال جاذبية في حالة وجود كتلتيه يوجد مجالين فضاء قوة

$$g = \frac{G \cdot M}{r^2} = \frac{F}{m} \quad \text{القوة المؤثرة على وحدة الكتلة}$$

(R_E + h)

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

عند سطح الأرض

مجموع التغير في الوضع والحركة = صفر

بذل شغل مع المجال = طاقة الوضع تقل
 " " عند انجذاب = طاقة الوضع تزيد

$$W_{ext} = \Delta U + \Delta K + \Delta \dots$$

$$W_{ext} = -W_{field}$$

if $K = \text{const} \therefore \Delta K = 0 \therefore \Delta U = W_{ext}$

$$\begin{aligned} \int_{\infty}^U W_{ext} &= \int_{\infty}^r \vec{F} \cdot d\vec{r} \\ &= \int_{\infty}^r \frac{G m M_E}{r^2} \cdot \hat{r} \cdot d\vec{r} \\ &= \int_{\infty}^r \frac{G m M_E}{r^2} dr \\ &= M_E \cdot G \cdot m \left[-\frac{1}{r} \right]_{\infty}^r \\ U &= - \frac{G \cdot m \cdot M_E}{r} \end{aligned}$$

$$U = \frac{G \cdot M \cdot m}{(R_E + h)}$$

عند ارتفاع h .

$$U = \frac{-G \cdot m \cdot M_E}{R_E}$$

عند سطح الأرض .

عند رفع جسم

$$\Delta U = U_f - U_i$$

$$\begin{aligned} &= -\frac{G \cdot m \cdot M_E}{R_E + h} + \frac{G \cdot m \cdot M_E}{R_E} \\ &= G \cdot m \cdot M_E \left(\frac{1}{R_E} - \frac{1}{R_E + h} \right) \\ &= G \cdot m \cdot M_E \times \left(\frac{h}{R_E (R_E + h)} \right) \end{aligned}$$

$$= \frac{G \cdot m \cdot M_E \cdot h}{R_E (R_E + h)}$$

if $R_E \gg h$

$$g \leftarrow \Delta U \approx \frac{G \cdot m \cdot M_E \cdot h}{R_E^2}$$

$$\Delta U \approx m \cdot g \cdot h$$

أي مجال جاذبية إلى أقل طاقة الوضع

$$F = ma$$

$$\frac{G \cdot m \cdot M_E}{r^2} = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$\frac{G \cdot M_E}{r} = v^2$$

$$v_{orb} = \sqrt{\frac{G \cdot M_E}{r}}$$

$$K = \frac{1}{2} m v_{orb}^2 = \frac{1}{2} m \times \frac{G \cdot M_E}{r} = \frac{1}{2} \frac{G \cdot M_E \cdot m}{r}$$

الطاقة الكلية
(الميكانيكية)

$$E = U + K = \frac{G \cdot M_E \cdot m}{r} \left(-1 + \frac{1}{2} \right)$$

$$E = -\frac{1}{2} \times \frac{G \cdot M_E \cdot m}{r}$$

$$m = 200 \text{ kg}$$

$$h = R_E$$

قمر صناعي ..

$$W = ??$$

$$W_{\text{ext}} = \Delta U + \Delta K$$

$$= \Delta E$$

$$E_i = K_i + U_i$$

$$= -\frac{G \cdot m \cdot M_E}{R_E} + \frac{1}{2} \frac{m v_i^2}{1}$$

$$E_f = -\frac{G \cdot m \cdot M_E}{2 R_E \times 2}$$

$$W = E_f - E_i = 0$$

$$E_f - E_i$$

سرعة الإفروب ١ - سرعة الإفروب تساوي سرعة الإفروب على سطح الأرض (لأنه لا يوجد مجال الجاذبية)

$$E_f = 0$$

$$E_i = -\frac{G \cdot m \cdot M_E}{R_E} + \frac{1}{2} m v_{\text{esc}}^2 = 0$$

$$v_{\text{esc}}^2 = \frac{2 G M_E}{R_E}$$

$$v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2 G M_E}{R_E}}$$

بالنسبة للأرض ..

$$v_{\text{esc}} = 11,2 \text{ km/s}$$

750 : مثال ۱-۲

احسب السرعة والزمن الدوري والعتلة الزمنية لشمس ^{التي تدور في مدارها} ~~تدور~~ ^{تدور} في مدارها 400 km من ^{ال} ~~ال~~ الأرض

$$V_{orb} = \sqrt{\frac{G \cdot m_c}{(R_f + h)}}$$

$$= \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times (\dots)}{(\dots + 400) \times 10^3}}$$

$$= 7690 \text{ m/s}$$

$$T = \frac{2\pi(R_E + 400)}{7690} = 93 \text{ min}$$

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{Q \cdot M_E}{r^2} = 8,7 \text{ m/s}^2$$

$$m, M, R, 3R$$

مسائل :-

$$W = \Delta E$$

$$= \frac{E_g - E_i}{OR} + \frac{3 G \cdot m \cdot M}{OR}$$

$$= \frac{2G \cdot m \cdot M}{6R} = \frac{G \cdot m \cdot M}{3R}$$