

إعدادي 2020

فِيزياء الجاذبية - الجزء الأول سنتر فيوتشر



سنتر فيوتشر

Subject: ضرائب الارض

Chapter: "الجزء الاخير" في زمـن

Mob: 0112 3333 122

0109 3508 204

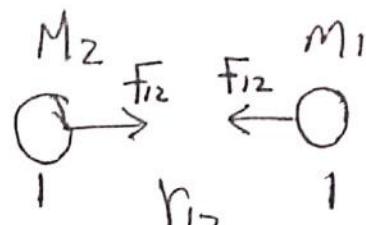
①

"الجاذبية"

"قانون الجذب العام لنيوتن" :-

" M_1, M_2 " يوجد جذب متبادل بين أي جسمين
تناسب طردياً مع كثافة كل جسم وعكسياً مع المسافة بينهم

$$\sum F \propto M_1, M_2, \frac{1}{r}$$



$$|F_{12}| = F = G \frac{M_1 M_2}{r_{12}^2}$$

كتلة الأجرام $\rightarrow M_1, M_2$

المسافة بين "مرزى الكتل" \rightarrow متى

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

قوة الجذب العام

لاحظ:- هنا القوة تطبق على أي كتلة دائرة وهو مماثل قانون كولوم للقوة

$$F_{12} = \frac{G M_1 M_2}{r_{12}^2} \quad \text{و} \quad F = G \frac{M_1 M_2}{r_{12}^2}$$

هنا القوة بمحاذيب فقط

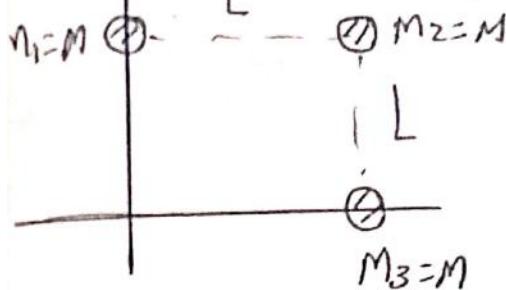
- أوجه القوتان للداخل في أجاهات الكتل.

- التعامل مع القانون زي قانون كولوم

$$R_E = 6.37 \times 10^6 \text{ m} \quad \text{نصف قطر الأرض المترضحة}$$

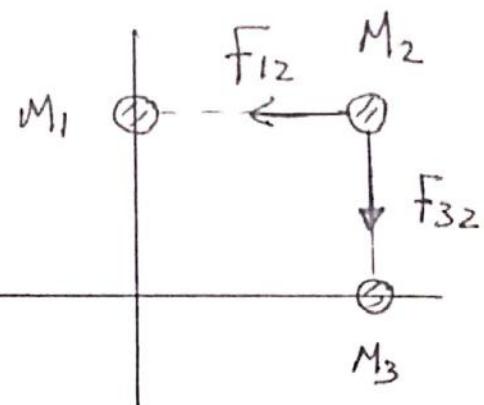
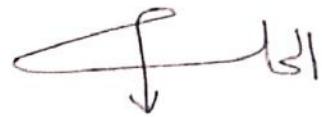
$$M_E = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg} \quad \text{كتلة الأرض}$$

مثال (١) احسب القوة بين الموجتين (L, L)



$$L = 1 \text{ m}$$

$$M = 1 \text{ kg}$$



$$\bar{F}_T = F_x \hat{i} + F_y \hat{j}$$

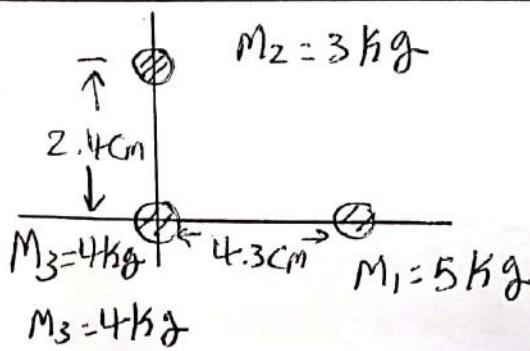
$$\bar{F}_x = 0 - F_{12} \Rightarrow \hat{i}$$

$$\bar{F}_y = 0 - F_{32} \Rightarrow \hat{j}$$

$$F_{12} = G \frac{M_1 M_2}{r_{12}^2} = 6.67 \times 10^{-11} \frac{1 \cdot 1}{1^2} = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N}$$

$$F_{32} = G \frac{M_3 M_2}{r_{32}^2} = 6.67 \times 10^{-11} \frac{1 \cdot 1}{1^2} = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N}$$

$$\bar{F}_T = -6.67 \times 10^{-11} \hat{i} - 6.67 \times 10^{-11} \hat{j}$$



مثال (٢) احسب القوة على ايسام M_3



$$\bar{F}_T = F_x \hat{i} + F_y \hat{j}$$

$$F_x = F_{13} = G \frac{M_1 M_3}{r_{13}^2} = G \frac{5 \cdot 4}{4.3} = 5.8 \times 10^{-7} \text{ N}$$

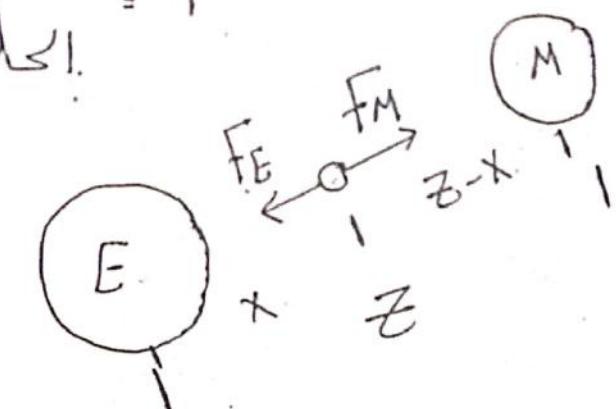
$$F_y = F_{23} = G \frac{M_2 M_3}{r_{23}^2} = G \frac{3 \cdot 4}{2.4} = 1.4 \times 10^{-6} \text{ N}$$

$$\bar{F}_T = 5.8 \times 10^{-7} \hat{i} + 1.4 \times 10^{-6} \hat{j}$$

(٣) مثال (٣) عدد المكابن الذي تزعم قبالت العوّة على قمر صناعي بين المريخ فالقمر إذا أطلقناه كتلة المرض $5.8 \times 10^{24} \text{ kg}$ ، والمسافة بينهم هي $6.4 \times 10^{23} \text{ m}$.

نفرض المسافة بين المريخ
والفلك الصناعي هو x

$$F_E = F_M$$



العوّة تزعم على القمر

$$\frac{G \cdot M_E M}{x^2} = \frac{G M_M m}{(z-x)^2}$$

$$\frac{x^2}{(z-x)^2} = \frac{M_E}{M_M}$$

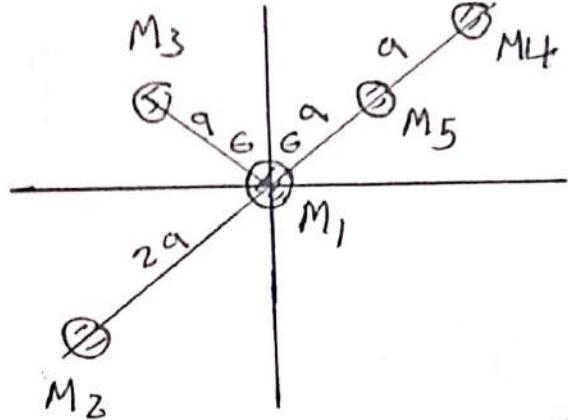
$$\frac{x}{z-x} = \sqrt{\frac{M_E}{M_M}} = \sqrt{\frac{5.98 \times 10^{24}}{6.42 \times 10^{23}}} \approx 3$$

$$x = 3z - 3x$$

$$x = \frac{3}{4} z$$

[٤] إن القمر الصناعي يكون أقرب إلى القمر

(٤)



مثال (٤) اوجد القوة على M1

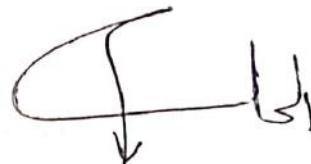
$$M_1 = 8 \text{ kg}$$

حيث ان

$$M_2 = M_3 = M_4 = M_5 = 2 \text{ kg}$$

$$q = 2 \text{ cm}$$

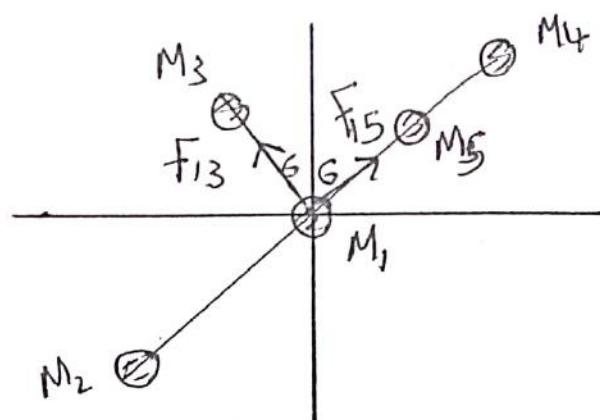
$$\theta = 30^\circ$$



$M_2 < M_4$ من السرعة المثلثة

كل منها متساوية ويعادل نفس البعد من M_1

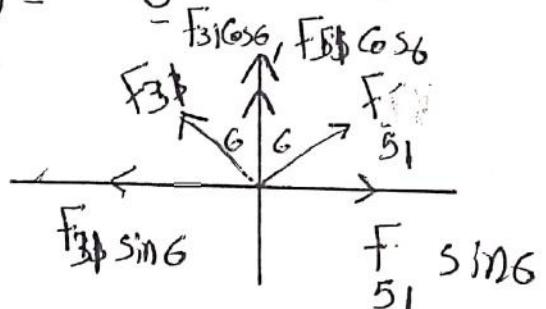
ويؤثرها بنفس القوة عليها وفي أيجاها تتدفقاً



$M_2 < M_4$ يذكر سؤالاً في

$$F_x = F_{51} \sin \theta - F_{31} \sin \theta$$

$$F_y = F_{51} \cos \theta + F_{31} \cos \theta$$

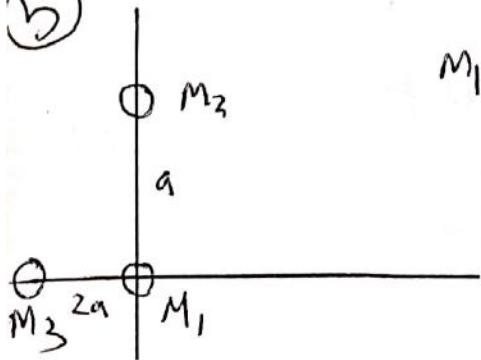


$$F_{31} = F_{51} = G = \frac{M_1 M_5}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{2 \times 8}{(2 \times 10^{-2})^2} = 4.6 \times 10^{-8}$$

$$F_x = \text{zero}$$

$$\therefore F_t = 4.6 \times 10^{-8} \text{ N}$$

5



احسب مقدار واتجاه المؤقة (o) مثال

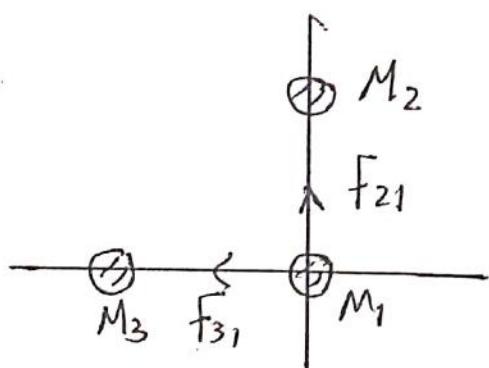
$$a = 2 \text{ cm}$$

$$M_1 = 6 \text{ kg} \quad M_2 = M_3 = 4 \text{ kg}$$



$$F_{21} = G \frac{M_2 M_1}{r_{21}^2} = 6.67 \times 10^{-11} \frac{4 \times 6}{(2 \times 10^{-2})^2}$$

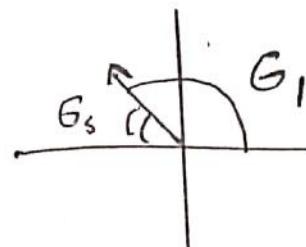
$$= 4 \times 10^{-6} \text{ N}$$



$$F_{31} = G \frac{M_3 M_1}{r_{31}^2} = 6.67 \times 10^{-11} \frac{4 \times 6}{(2 \times 10^{-2})^2} = 1 \times 10^{-6} \text{ N}$$

$$|F_r| = \sqrt{F_{21}^2 + F_{31}^2} = \sqrt{(4 \times 10^{-6})^2 + (1 \times 10^{-6})^2} = 4.12 \times 10^{-6} \text{ N}$$

$$G_s = \tan^{-1} \frac{F_{21}}{F_{31}} = \tan^{-1} \frac{4 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-6}} = 76$$



$$G_1 = 180 - G_s = 180 - 76 = 104^\circ$$

$$\therefore |F_r| = 4.12 \times 10^{-6} \quad , G = 104^\circ$$

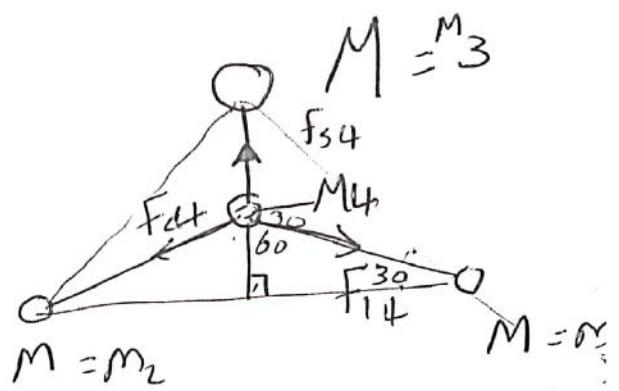
• X بحثي موجي

٧) لترى ان كل ثلات مركبات القوة متساوية الا في زاوية M_4 عند مركز اثنتين فاذا انعدمت القوة كل الاتجاهات احسنت M_3 لو اذا اذكرنا قيم القوة في زاوية M_4 فما هي قيمة القوة المفترضة كلها؟

$$r_{34} = r_{14} = r_{24} = r$$

$$f_x = f_y = 6$$

القوة تزوج



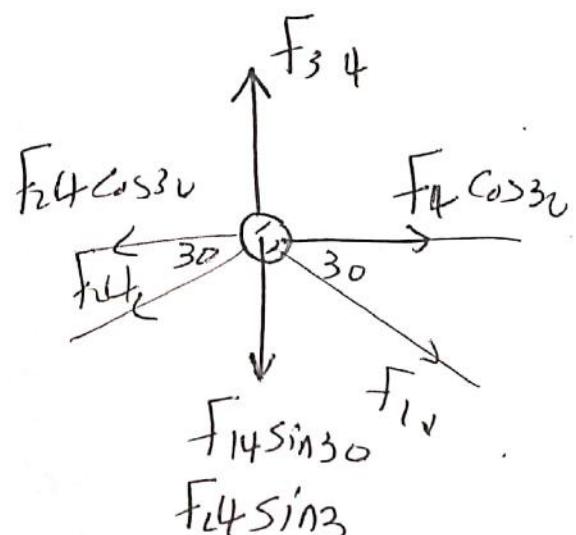
$$F_{s4} = F_{14} \sin 30 + F_{24} \sin 30$$

$$F_{34} = 2 F_{14} \sin 30$$

$$\frac{M M_4}{F^2} = \frac{\sum M M_4}{F^2} \times \frac{1}{2}$$

$$M = M$$

لو غيرنا M_4 الى M_4' كي يصيغ



"مجال الجاذبية"

و

- لدى كتلة تأثير حولها يسمى ذلك التأثير "مجال الجاذبية".
حولها وهذا التأثير يسمى "مجال الجاذبية".

- مجال أي كتلة هو تأثير يقابله بجذب المقدمة الحس

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

- ولهذه المجال دائريا يكون اتجاهه ناحية "في اتجاه
الخطاف الدوّري".

- إذا وُكِّدَت كتلة أخرى M_2 في مجال كتلة أولى M_1 فإن تأثير

$$F_G = g \cdot M_2$$

بعده مقدارها

$$g = \frac{G M_1}{r^2}$$

$$g = \frac{F_G}{M_2} = \frac{N}{kg}$$

فقط

$$g = \frac{N}{kg} = N/s^2$$

وحدة قياس المجال g

من كتلته المقدمة الحس

٨

حالات السقوط الحر وقوة الجاذبية

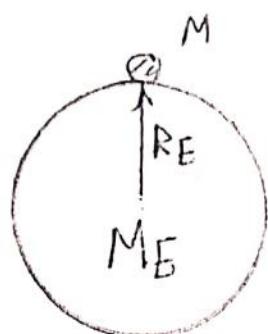
قانون نيوتون

$$F_w = M * g$$

[كتاب]

- أي جسم في الفضاء =

حالات السقوط الحر تختلف في
النقطة "مكان"



- لو في هنا وجود جسم على سطح الأرض مباشرةً

$$F = h = 0 \quad \text{وَقُوَّةُ جُذُبِ الْأَرْضِ لِلْجَسْمِ} =$$

$$F = G \frac{M_E M}{R_E^2} \quad \text{وَهُوَ أَيْضًا وزن الجسم}$$

$$Mg = F = \frac{M_E M}{R_E^2}$$

قانون حالات السقوط الحر
عند نقطة على سطح الأرض

$$RE = 6.37 \times 10^6 \text{ m} \quad g = G \frac{M_E}{R_E^2}$$

$$M_E = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$g = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{5.98 \times 10^{24}}{(6.37 \times 10^6)^2} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

الجواب

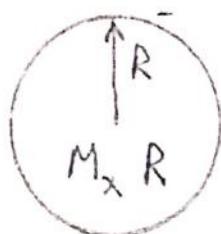
ولذلك تلك الحالات فقط

ولكن تلك الحالات ليس تمامًا إذا كان الجسم على (أي) بُعد عن من

الارض أو على أي كوكب آخر.

الجاذبية على ارتفاع = (نسبة الجاذبية على سطح الارض)

$$f_g = G \frac{M_x M}{r^2} = G \frac{M_x M}{(R+h)^2} = mg'$$



$$g' = \frac{G M_x}{(R+h)^2} = G \frac{M_x}{r^2}$$

أي كوكب
M_x ممكناً

نفس قطر الكوكب

جاذبية الجزء على اي بعد من اي كوكب

$M_x \rightarrow$ كوكب أو كوكب

$h \rightarrow$ ارتفاع الجسم عن سطح الكوكب

لما تعلمت ارتفاع "h" لما تعلمت السقوط اخر

مثال (A) محطة فضاء وزنتها على سطح الارض $5 \times 10^6 N$ ما هو وزنها على ارتفاع $350 km$ من سطح الارض



$$F = M g = 5 \times 10^6 = M * g \cdot g = \frac{F}{M}$$

$$M = 5.1 \times 10^5 kg$$

على بعد $350 \times 10^3 m$ العجلة

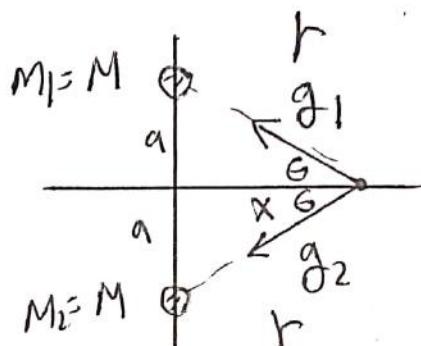
$$F' = Mg' = 5.1 \times 10^5 * \frac{MEG}{(RE+h)^2}$$

$$= 5.1 \times 10^5 \frac{5.98 \times 10^{24} * 6.67 \times 10^{-11} G}{(6.37 \times 10^6 + 350 \times 10^3)^2} = 4.5 \times 10^6 N \Rightarrow F'$$

مثال (A) أحسب قيمت وتجاه حمال الجاذبية عن نقطتين
لواقعها على بعد x منتصف المسافة بين كتلتين متساويتان
المسافات بينهم $2a$ وتبعد عن الخط الممتد لخطي x لـ $\frac{a}{2}$



$$r = \sqrt{x^2 + a^2}$$



$$\bar{g}_x = 0 - [g_1 \cos \theta + g_2 \cos \theta] \quad ;$$

$$\bar{g}_y = g_1 \sin \theta - g_2 \sin \theta \quad \hat{f}$$

$$g_1 = g_2 = G \frac{M}{r^2}$$

$$M_1 = M_2 \\ r_1 = r_2$$

$$g_x = -2g_1 \cos \theta = 2G \frac{M}{r^2} \cdot \cos \theta$$

$$g_y = 0$$

$$\bar{g}_x = -\frac{2GM}{(x^2 + a^2)} * \frac{x}{\sqrt{x^2 + a^2}} \quad ; \quad \cos \theta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

$$\bar{g}_x = -2 \frac{GMx}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \quad ;$$

$$\bar{g}_y = -\frac{2GMx}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \quad ;$$

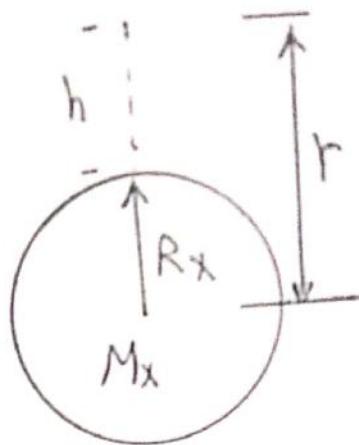
١١

حالات الجاذبية الناتجة من كتلة لها ارتفاع h وقطر r

* حال الكثافة = حال الجاذبية = حال السقوط الحر للكائن

$$g = G \frac{M_x}{r^2} = G \frac{M_x}{(R_x+h)^2}$$

$\approx \sqrt{G}$



لولارخ

For Earth.

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

$h \approx 0$

فلو تردد من سطح الأرض

$$g_E = G \frac{M_E}{R_E^2} = 6.67 \times 10^{-11} \frac{5.98 \times 10^{24}}{(6.37 \times 10^6)^2} \approx 9.8 \text{ m/s}^2$$

لذا بالقرب من سطح الأرض حالات جاذبية

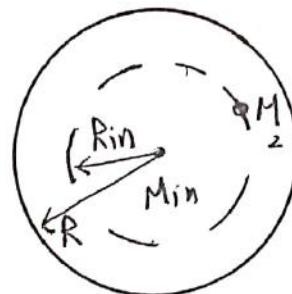
$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

12

استنتاج مجال الجاذبية داخل كره ممتدته "داخل الأرض"

-الكتلة موزعة على الكرة كلها.

- لو فرضنا كثافة الماء M_2 متساوية للكسرة .



هناك نكبة قوى مؤشرة على M_2

فُوَّهَ الْجَرْبَ لِلرَّاحِلَةِ الْكَرْبَلَى

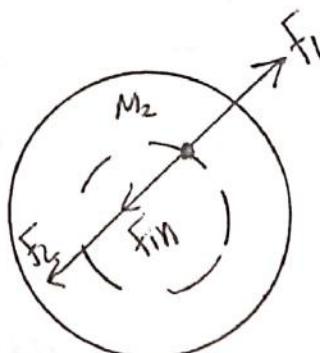
$$f_1 \leftarrow f_{\text{out}} \leftarrow \min_{f_2} \text{force}$$

$$f_2 = f_1 \text{ سوندر جد ام}$$

$$F_T = F_{\text{in}} + F_2 - F_1$$

$$f_2 = f_1$$

$$fT = f \ln$$



$$F \propto \frac{M}{r}$$

$$M_1 \rightarrow \sigma \cancel{\mu} \\ Y_1 \rightarrow \cancel{\mu} \rho$$

$$f_2 = f_1 \text{ CW}$$

$$B) \text{ كثافة الكواكب} = \frac{\rho M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \rho$$

$$M_{in} = \rho \cdot V_{in} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \cdot \frac{4}{3}\pi R_{in}^3$$

$$M_{in} = \left(\frac{R_{in}}{R}\right)^3 M \rightarrow ①$$

$$F = \frac{G m M_{in}}{R_{in}^2} \rightarrow ②$$

② من ①

$$F = \frac{G m M}{R^3} R_{in}$$

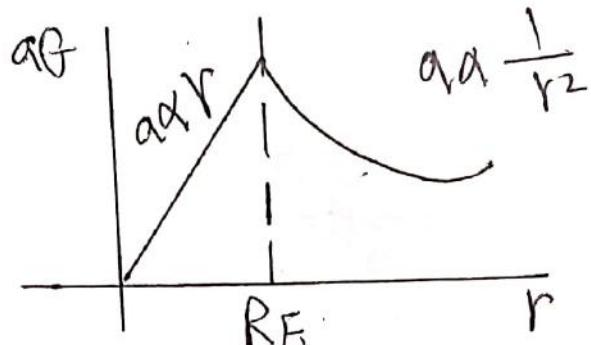
لذلك

$F = Mg_{in}$ - لو حسناً فعله الجاذبية داخل الكوكب

$$g_{in} = \frac{G M}{R^3} R_{in} = \frac{G M}{R^3} r$$

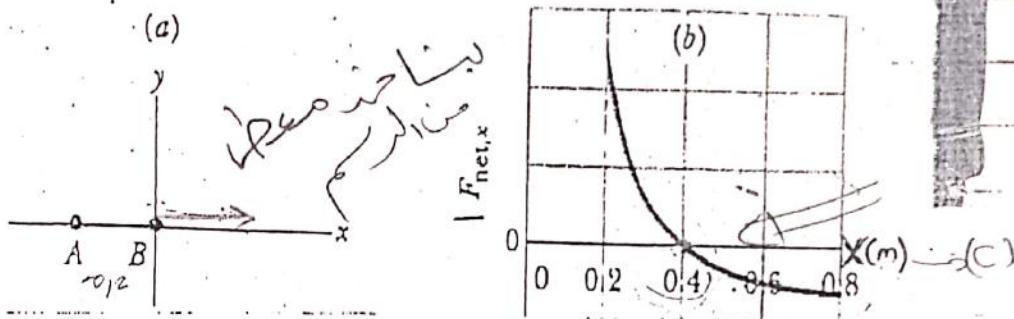
- فعل ذلك جناب عليه الجاذبية كما في الصورة

$$g = G \frac{M}{r^2}$$



مثال (٩)

الشكل (a) يوضح جسم A مثبت على محور x وعلى بعد 0.2m من نقطة الأصل بينما الجسم B الذي كتلته 1kg مثبت عند نقطة الأصل. الجسم C (غير موضح بالرسم) يتحرك على محور x من نقطة الأصل وحتى $x = \infty$. بينما يوضح شكل (b) قيمة قوة الجذب التي يوفر بها الجسمان C, A على الجسم B كدالة في المسافة x . علماً بأن قيمة قوة الجذب تساوى $N = 4.17 \times 10^{-10}$ عندما تزول x إلى مالانهاية . احسب كتلة كل من الجسمين C, A



عندما تكون x عند اليمين فهذا معنـاة ان C في اليمين وبالتالي القـة المـائـدة

عندـى حـضـر دـلـهـا تـكـرـرـ الفـرـقـ اـعـطـاهـ بـيـنـ B, C

$$G \frac{M_A M_B}{(0.2)^2} = 4.17 \times 10^{-10} \text{ N}$$

$$(2)$$

$$G \frac{M_A M_B}{(0.2)^2} = 4.17 \times 10^{-10}$$

$$M_A = 0.25 \text{ kg}$$

ومن الرسم البياني عند $x = 1\text{m}$

إذ أنتـائـيـنـ بـيـنـ B نـفـسـ تـائـيـنـ علىـ A

$$G \frac{M_A M_B}{(0.2)^2} = G \frac{M_C M_B}{(1)^2}$$

$$M_C = 1 \text{ kg}$$

(15)

(١) أجد عدد القاطط التي مجال الجذب لها $\frac{1}{3}$ امجال الجذب عندما تكون القاطط :-

① خارج الارض

② داخل الارض



امجال على سطح الارض

٢ خارج الارض (P)

$$g = G \frac{M_e}{R_e^2}$$

$$g = G \frac{M_e}{r^2}$$

$$g_r = \frac{1}{3} g_e$$

$$\frac{G M_e}{r^2} = \frac{1}{3} \frac{G M_e}{R_e^2}$$

$$r = \sqrt{3} R_e$$

٣) داخل الارض :-

$$\frac{G M_e r}{R_e^3} = \frac{1}{3} \frac{G M_e}{R_e^2}$$

$$r = \frac{R_e}{3}$$

الحرَّكات الدُّورانِيَّة حول المَرْفَن أوَّلَى كُوكُبِي

- من قَانُون نيوتن للحرَّكات اهـ :-

الجَسْم السَّالِك بِضَلَال سَالِك وَامْتَحِنَ مَهْرَك حَالِم بِوَتْرِهِ

قوَّة خَارِجيَّة تَعْدِي مِنَ الْحَالَاتِ .

- الْأَوَّلَى الَّتِي تَدْوَر حَوْلَ السُّسْسِي وَذَلِك الْأَفْعَار حَوْلَ الْأَوَّلَى فِي مَدَارَاتِ دَائِرَى يَأْتِي أَوْ بِصَلَوَاتِ لَذَا لَكِ بِدِ اِمْتَالِك قَوَى تَسْبِيبِهِ فِي ذَلِكَ الْمَدَارِ

وَذَلِكَ كَانَ سُونَى لَسْبِيرِي خَطْوَهُ مُسْتَقِيَّة بِسَبِيلِ الْجَازِيَّة فَاصِيَّة الْأَوَّلَى أَوَّلَى السُّسْسِي "وَهَذَا لَيَدِي".

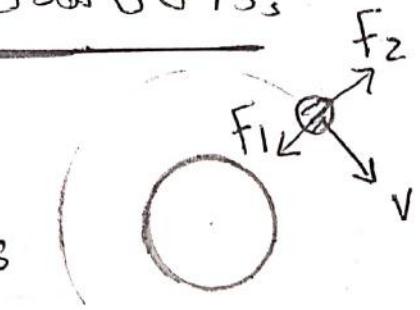
وَلَكِنْ عَذْرِي حَالَاتِهِ :- "يَعْدِي مِنْ سَطْحِ المَرْفَن" & عَلَى سَطْحِ المَرْفَن "

إِذَا كَانَ هَنَاكَ جَسْمٌ يَدْوَر يَعْدِي مِنْ سَطْحِ المَرْفَن

أَيْ جَسْمٌ يَدْوَر حَوْلَ جَسْمٍ أَخْرِي هَنَاكَ تَقْوِيَّاتٍ تَوْتِرَاتِهِ

$F_1 \rightarrow$ كُوَّةِ الْجَزْبِ الْمُنْزَلِيَّ

$F_2 \rightarrow$ كُوَّةِ الْعَرْدِ الْمُنْزَلِيَّ "تَأْجِفُ مِنْ السُّرْعَةِ"

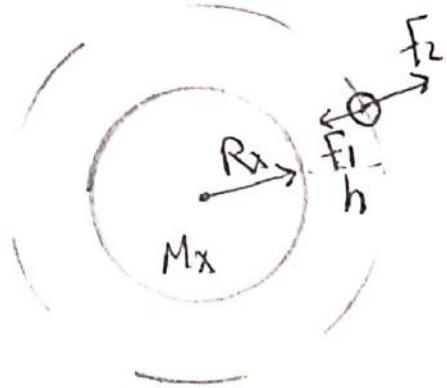


$$F_1 = G \frac{M_1 M_2}{r_{12}^2}, \quad F_2 = M_2 a_r \rightarrow$$

قوَّةُ الْعَرْدِ الْمُنْزَلِيَّ

17

$$G \frac{M_x M_2}{r^2} = M a_r$$



$$G \frac{M_x}{(R_x + h)^2} = a_r$$

$$a_r = G \frac{M_x}{(R_x + h)^2} = \frac{V^2}{r}$$

العلاقة الدوراست بين مدار كوكب M_x ودورة حول كوكب M_2 على سطحه الكوكب

$$a_r = G \frac{M_x}{(R_x + h)^2} = \frac{V^2}{r}$$

لـ حلـ مـ هنا القـوة عـى الجـسـم M_2

$$F = M a_r = M G \frac{M_x}{(R_x + h)^2} = M \frac{V^2}{(R_x + h)}$$

$$\therefore V^2 = \frac{G M_x}{r} = \frac{G M_x}{R_x + h}$$

$$r = R_x + h$$

سرقة دورة M_x حول كوكب M_2 ومداره

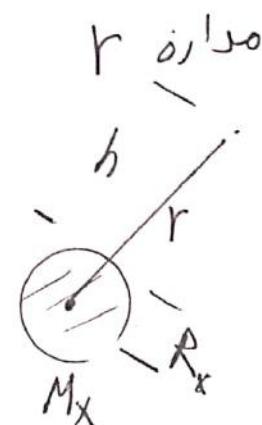
(18)

عند دوران جسم حول أى كوكب في مسافة دائريّة متساوية، يُ叫做 السرعة وكم

$$V_{orb} = \sqrt{\frac{GM_X}{r}} = \sqrt{\frac{GM_X}{R+h}}$$

السرعة المدارية

السرعة الدورانية التي يقطعها ذلك المدار



$$a_C = \frac{V_{orb}^2}{r} = \frac{GM_X}{r^2} = \frac{GM_X}{R_X+h}$$

السرعة الدورانية

$$V = Wr = \frac{2\pi r}{T} \quad W = \frac{2\pi}{T}$$

(مثال ١١)

إذا كانت المسافة بين كوكب الأرض والقمر 3.84×10^8 و المدار دور حول الأرض 27.3 ذو

السرعة القمرية

$$V = \frac{x}{t} = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi (3.84 \times 10^8)}{27.3 \times 24 \times 60 \times 60} = 1 \times 10^3 \text{ m/s}$$

(مثال ١٢)

أعلمك سفينتك وضياء بارتفاع h عن الأرض لسرعة مدارية $3.8 \times 10^3 \text{ m/s}$ احسب

السرعة المدارية للقمر

$$V = \sqrt{\frac{GM_E}{r}} = \sqrt{\frac{GM_E}{R_E+h}} = 3.8 \times 10^3 = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{6.56 \times 10^6 + h}}$$

$$\therefore h = 21 \times 10^6 \text{ m}$$

$$V = Wr = 3.8 \times 10^3 = W \times (6.56 \times 10^6 + 21 \times 10^6)$$

$$W = 1.28 \times 10^{-4} \text{ rad/s}$$

18

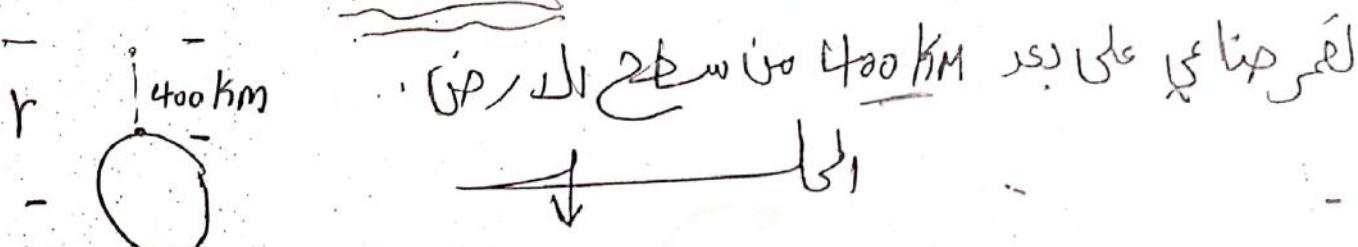
$$V = WR$$

$$R = R_E + h$$

$$W = \frac{V}{R} = \frac{3.8 \times 10^3}{6.63 \times 10^6 + 21 \times 10^3} = 1.38 \times 10^{-4} \text{ rad/s}$$

$$N = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi (R_E + h)}{T}$$

مثال (18) أحسب السرعة المدارية والزمن الدوري والعاليات المركبة لـ



$$a_r = G \frac{M_E}{(R_E + h)^2} = 6.67 \times 10^{-11} \frac{5.98 \times 10^{24}}{(6.63 \times 10^6 + 400 \times 10^3)} = 8.7 \text{ m/s}^2$$

$$a_r = \frac{V^2}{r}$$

$$V^2 = \frac{G M_E}{r}$$

$$8.7 = \frac{V^2}{6.63 \times 10^6 + 400 \times 10^3}$$

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

$$V = \frac{\Delta s}{t} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{2\pi r}{V} = \frac{2\pi (6.63 \times 10^6 + 400 \times 10^3)}{7690}$$

$$T = 5580 \text{ sec}$$

٢٥

$$F = m a$$

مِنَاقِبُنَى نَوْتَنَ لِلْفَوَّةِ الْعَامِ

$$\rightarrow a$$

العِلْمُ عَامَّه لِهَا نَوْتَنَ

مِنَاقِبُنَى خَطَابَ

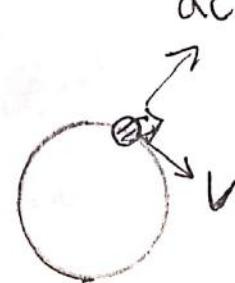
$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{v}{t}$$

العِلْمُ الدُّرَاسَةَ

عِلْمُ الدُّرَاسَةَ

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

فِي الْحَرَكَةِ الْخَطَابِ



فِي الْحَرَكَةِ الدُّرَاسَةَ

سُعَادَةَ فِي الْحَرَكَةِ الدُّرَاسَةَ

عِوْنَاتِ عَلَى اجْمَاهِ السُّرِيعَ

دُفُقَ قَطْرِ الْمَدَارِ →

$$v_{orb} = \frac{x}{t} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\frac{2\pi}{T} = w$$

$$v_{orb} = w r$$

دُفُقَ قَطْرِ الْمَدَارِ

السُّرِيعَ الزَّاوِيَةَ

السُّرِيعَ اِمْدَارَتِ

الْجَسَمُ الَّذِي يَدْوِرُ حَوْلَ الْكَوكَبِ لِدِينَجِزِهِ أَوْ يَجِدُهُنَّ الْكَوكَبِ

الْفَوَّةُ كَلِيلَتِ لِدَرِ الْكَوكَبِ مَسَاوِيَةَ

$$F_1 = F_2$$

مطابقات الوضع تجاه قوى الجاذبية :

- في الساقutan نعتبر أولاً جسم بعيد عن سطح الأرض
أرتفاعه طبقات ووضعه ثابت (تساوي)

$$U = mgh$$

حين كانت "g" بقيتها أو مجال الجاذبية ثابتة ولكن سوها يتغير ذلك.

- العلاقة $U = mgh$ صحيحة فقط عندما يأوا الجسم إلى سطح الأرض ولكن لما يندرنا عن سطح الأرض ليس في مكانه وإنما يتغير القوة وأيضاً يتغير المجال لذلك لابد من استنتاج قانونه جديد.

النسبات

$$\neq dr$$

 r_f 

أولاً فنجد وجود جسم ما يغير "ليس له دفع قدر" سوها يقدّرها من الموضع r_f إلى ماله نهاية "dr".

بعد "dr" عن سطح الأرض.

لزيادة مطابقة الوضع \rightarrow نحسب التكامل الخارجي المبذول ولساواه بـ W

القوة المؤثرة على الآخرة = قوى الجاذبية لونتها \rightarrow لونها

$$W = \int_{r_f}^{\infty} F \cdot dr = \int_{r_f}^{\infty} G \frac{M \cdot EM}{r^2} dr$$

$$W_{ext} = G \cdot MEM \left[-\frac{1}{r} \right]_{r_f}^{\infty} = \frac{G \cdot MEM}{r_f} - 0$$

$$W = \Delta U = U_f - U_i = U_0 - U_f$$

.. التكامل الخارجي

$$\therefore U_f = -G \frac{MEM}{r_f}$$

طاقة الحركة للنظام :-

$$E_K = \frac{1}{2} M V^2$$

- لذا لابد من أن نأتي بالسرعة V في

نعتبر جسم كثيف M_1 يتحرك بسرعه V حول جسم آخر كثيف M_2 مثل الأرض والشمس.

$$\sum F_E = M a_C$$

$$G \frac{M_1 M_2}{r^2} = M_2 \frac{V^2}{r}$$

$$V^2 = \frac{G M_1}{r}$$

$$E_K = \frac{1}{2} M_2 \frac{G M_1}{r} = \frac{1}{2} G \frac{M_1 M_2}{r} \quad \#$$

الطاقة الكلية للنظام

$$E_T = U + E_K = -G \frac{M_1 M_2}{r} + \frac{1}{2} G \frac{M_1 M_2}{r}$$

$$\therefore E_T = -\frac{1}{2} G \frac{M_1 M_2}{r}$$

للحظة ا

الطاقة لوسائلت \rightarrow قوى ترابط $[U]$, $E_K \rightarrow$ بجاذب

" " موجبة \rightarrow قوى بعراجم " E_K " \rightarrow تناهى

\leftarrow الطاقة الكلية لوسائلت \rightarrow طاقة تربط الأشياء بعضهم

\leftarrow لما ابتعدنا عن الأرض الطاقة الكلية \rightarrow تزداد، "بالسلبية حتى يصل العرض

عند وجود أكثر من ثلاثة جسيمات فيهم فإنه يكون هناك :-

① طاقة وضع

$$U = -G \frac{M_1 M_2}{r_{12}}$$

* لو ساختنا بس

$$U_T = U_{12} + U_{13} + \dots + U_{23} + \dots$$

الشكل المessler الخارجي

② طاقة الحركة

لولي جسم يدور حول جسم يدهن في طاقة وضع وكمان حركة

$$E_K = \frac{1}{2} M V^2 = + \frac{1}{2} G \frac{M_1 M_2}{r_{12}} = -\frac{1}{2} U$$

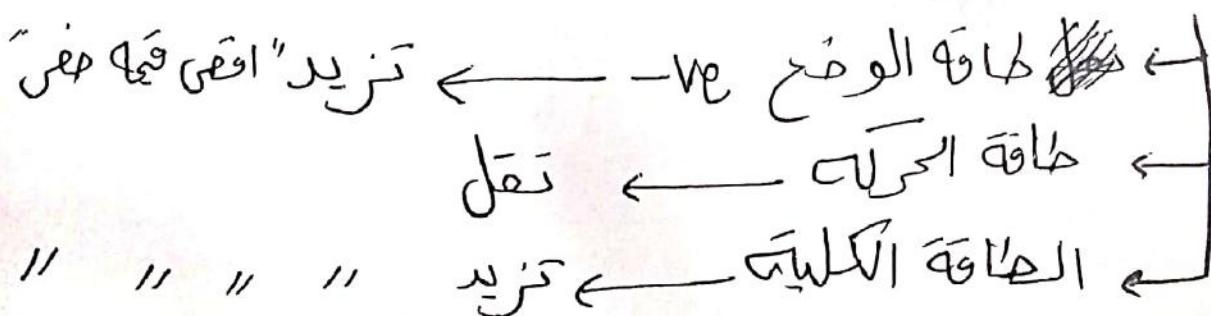
* الطاقة الكلية

$$E_T = U + E_K = -\frac{1}{2} G \frac{M_1 M_2}{r} \leftarrow \text{طاقة كلي}$$

الطاقة لو V_E ← فوري ترابط
+ V_H ← " تنافر

$$W = \Delta E_f = E_{f_f} - E_{i_i}$$

لما ايندر داعي الأرض



(22)

$$U = -G \frac{M_1 M_2}{r_{12}}$$

.. حاصل الوضع بين كتلتين على بعد r من بعضهما

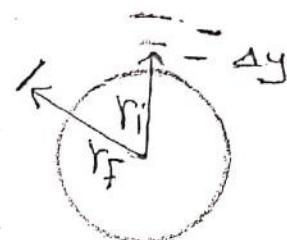
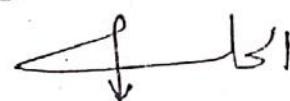
- حاصل الوضع للكرة سهان

$$U_F = U_{12} + U_{13} + \dots$$

جمع فنياً \rightarrow ; الجهد بالطريق

مثال (13) جسم كتلتين M يتحرك رأسياًقطع مسافة Δy بالقرب من سطح الأرض أثبت أن التغير في حاصل الوضع ΔU

$$U = -G \frac{M_1 M_2}{r}$$



$$U_i = -G \frac{M_E M}{r_i}, \quad U_f = -G \frac{M_E M}{r_f}$$

$$\Delta U = U_f - U_i = -G \frac{M_E M}{r_f} + G \frac{M_E M}{r_i}$$

$$= G M_E M \left[\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f} \right] = G M_E M \left[\frac{r_f - r_i}{r_i r_f} \right]$$

$$\leftarrow \text{فرق الارتفاع} \leftarrow r_f - r_i = \Delta y$$

$$h_i = h_f = h_{\infty} \quad \text{وهي نفس القيمة} \quad \left[\begin{array}{l} r_f = R_E + h_f = R_E \\ r_i = R_E + h_i \approx R_E \end{array} \right]$$

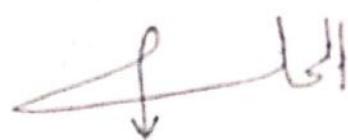
$$\Delta U = G M_E M \frac{\Delta y}{R_E^2}$$

$$g_E = \frac{G M_E}{R_E^2}$$

$$\Delta U = M g_E \Delta y *$$

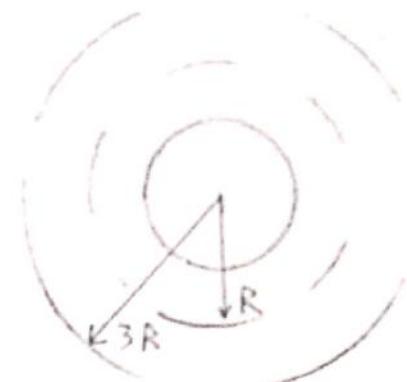
(25)

مثال (15) سفينتين دفعناد كتلتها M_1 و M_2 بـ 50 ميل^2 ، دافعى دفع و قطر R احسن الطاقة E_T والثانية احسن الطاقة E_{T2} دفع و قطر $3R$



قال يدور طاقه حركت
لهم كتلته "وبح" ← طاقه كلبي

$$E_T = U + E_K = -G \frac{M_1 M_2}{2R} \quad \therefore \text{الطاقة الكلبي}$$



$$\text{at } 1 \rightarrow r=R \quad E_{T1} = -G \frac{M_1 M_2}{2R}$$

$$\text{at } 2 \rightarrow r=3R \quad E_{T2} = -G \frac{M_1 M_2}{6R}$$

$$\Delta E = -G \frac{M_1 M_2}{6R} + G \frac{M_1 M_2}{2R} = G \frac{M_1 M_2}{3R}$$

(26)

لأحسب قيمة السفن الكروم لنقل جسم كثافة 1000 kg / m³ من الفضاء الخارجي ؟

المسطح القمر على ارتفاع h يقدر بالفوت 1.74 × 10⁶ و كثافة 7.36 × 10² كجم / m³

$\frac{1}{2} \rho V g$

لها سفن " مجال "

$$W_f = -AU$$

$$U_i = -G \frac{M_1 M_2}{r^2} = -G \frac{M_1 M_2}{R_E + h} = 0 \quad h = \infty \text{ في الفضاء}$$

$$U_f = -G \frac{M_m M}{R_m} = -6.67 \times 10^{-11} \frac{1000 \times 7.36 \times 10^{22}}{1.74 \times 10^6} = -2.82 \times 10^9 \text{ ج$$

$$W_f = 2.82 \times 10^9 \text{ ج } \times$$

(27) أطلق جسم من السكون من ارتفاع h فوق سطح الأرض انت ابراهيم

$$V = \sqrt{2GM_E \left(\frac{1}{R_E+h} - \frac{1}{R_E} \right)}$$

على بعد h من سطح الأرض يعطى بالعادم

$$R_E < r < R_E + h$$

$$E_i = E_f \Rightarrow \frac{1}{2} M v_i^2 - \frac{G M m}{R_E + h} = \frac{1}{2} M v_f^2 - \frac{G M m}{R_E + h}$$

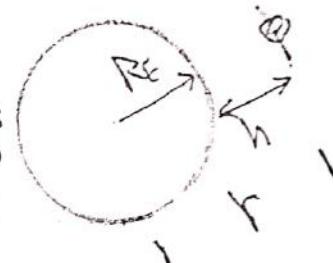
$$\frac{G M}{R_E + h} = \frac{1}{2} M v_f^2 - \frac{G M m}{R_E + h}$$

$$v_f^2 = \sqrt{2GM_E \left(\frac{1}{R_E+h} - \frac{1}{R_E} \right)}$$

مثال (١٨) دوران صناعي للكائن 100 kg حول الأرض وعلى ارتفاع $2 \times 10^6 \text{ m}$
ما طاقة الوضع لهذا النظام وما هي قوّة الجاذبية على القمر؟



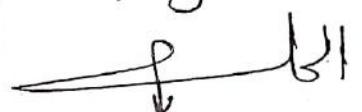
$$U = -G \frac{M_E M}{r} = -\frac{G M_E M}{R_{Earth}} = -6.67 \times 10^{-11} \frac{5.98 \times 10^{24} \times 10^3}{6.37 \times 10^6 + 2 \times 10^6} \\ = -4.8 \times 10^9 \text{ Joule}$$



$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2} = 569.1 \text{ N}$$

مثال (١٩) أثبت أن الطاقة المزدوجة لجذب حجم الكائن M على سطح الأرض

$$\Delta U = \frac{2}{3} mg RE \quad (١)$$



طاقة وضع بس

$$U = -G \frac{M_E M}{r}$$

$$U_i = -G \frac{M_E M}{R_E}, \quad U_f = -G \frac{M_E M}{3R_E}$$

$$U_f - U_i = \Delta U = -G \frac{M_E M}{3R_E} + G \frac{M_E M}{R_E}$$

$$= G M_E M \left[\frac{1}{R_E} - \frac{1}{3R_E} \right] = \frac{2}{3} G \frac{M_E M}{R_E} * \frac{R_E}{3R_E}$$

$$= \frac{2}{3} G \frac{M_E}{R_E^2} * M R_E$$

$$g_E = G \frac{M_E}{R_E^2}$$

$$\Delta U = \frac{2}{3} g_E M R_E$$

$$W = \Delta U$$

لأن حجم سائل

آفلا، مسائل الجاذبية من كتاب دعايل

١) ماروخ يكتلى في حالة السلوون لساور (M) فما هي قيمة العدالة المزدوجة؟

١) افع الماء ونحوه (بـ) ارتفاع متساوي RE عن سطح الارض.

۱۰ نظریه ایجاد

1 B1

$$E_T = E_{k+} U_i = 0 + U_i$$

على سطح الماء

$$U_1 = -G \frac{M_E M_X}{R_E}$$

١) لم يحد في سلوان

$$E_f = E_{kf} + U_f = \sigma + U_f$$

$$E_2 = -G \frac{MEM}{2RF}$$

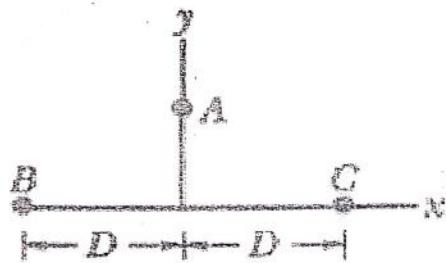
$$\therefore W = \Delta E = E_2 - E_1 = -\frac{GM_{EM}}{2RE} + \frac{GM_{EM}}{RE} = +\frac{GM_{EM}}{2RE}$$

$$E_3 = E_{k_3} + U_3 = -\frac{G M \rho M}{2(2R_E)}$$

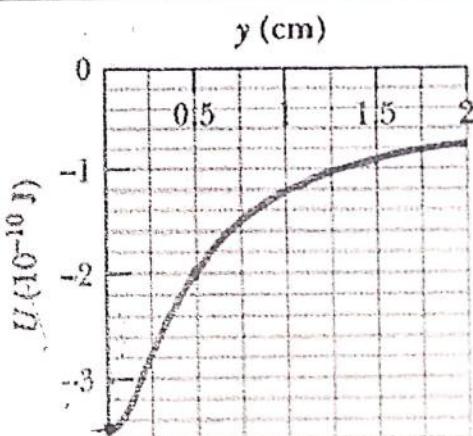
لکوہنگاڈ، درہان ⑤

$$W = E_3 - E_1 = -\frac{GM_{EM}}{4RE} + \frac{GM_{EM}}{RE} = + \frac{3GM_{EM}}{4RE}$$

مثال [2] يوضح شكل (a) يتحرك جسم A على محور y من مالانهاية حتى نقطة الأصل، نقطة الأصل في منتصف المسافة بين الجسيمين C,B (الجسيمان C,B لهما نفس الكتلة) ويمثل محور y المحور العمودي بينهما حيث المسافة $D=0.3057\text{cm}$ بينما يوضح الشكل (b) طاقة الوضع U للنظام المكون من الثلاث جسيمات كدالة في الازاحة نتيجة حركة الجسم A على محور y ويمتد المنحنى لليمين ويقترب من $-2.7 \times 10^{-11}\text{J}$ عندما تقترب قيمة y من مالانهاية . أوجد قيم الكتل الثلاث.



مراجعة د.أيمن بسام



30

$$U_T = U_{12} + U_{13} + U_{23}$$

$$U_T = U_{AB} + U_{BC} + U_{AC}$$

$$U_{12} = -G \frac{M_1 M_2}{r_{12}}$$

$$U_T = -G \left[\frac{M_A M_B}{r_{AB}} + \frac{M_B M_C}{r_{BC}} + \frac{M_A M_C}{r_{AC}} \right]$$

$$M_B = M_C$$

$$\text{at } y=0 \quad U_T = U_{BC}$$

$$U_T = -G \left[\frac{M_B M_C}{r_{BC}} \right] = -2.7 \times 10^{-11} \quad r_{BC} = 2D$$

$$-2.7 \times 10^{-11} = -G \frac{M_B^2}{2 \times 0.3057 \times 10^{-2}}$$

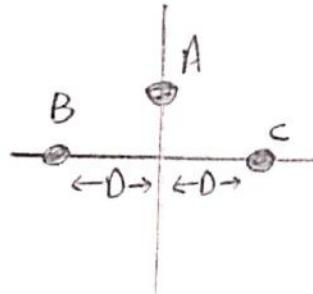
$$M_B = M_C = 0.497 \text{ kg}$$

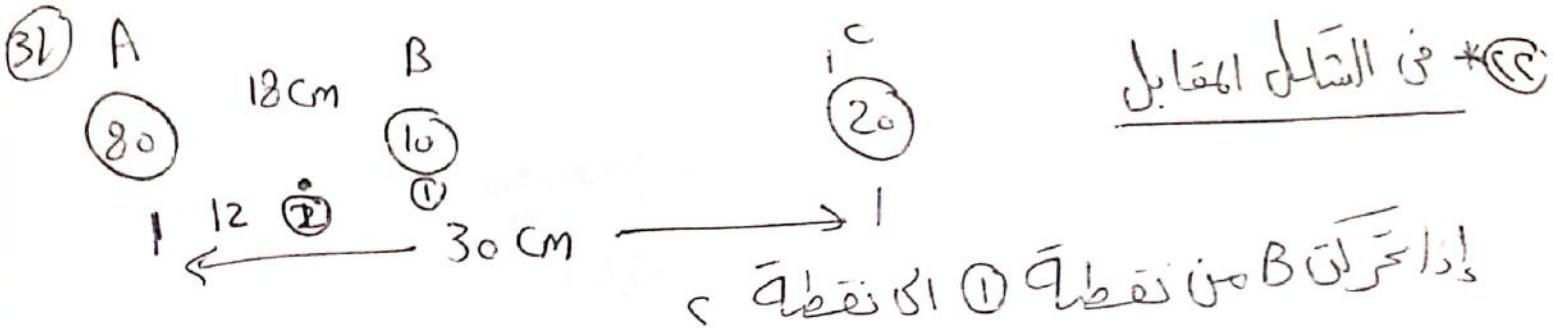
From draw at $y=0$ $U_T = -3.5 \times 10^{-10}$ Joule

$$U_T = -G \left[\frac{M_A M_B}{\sqrt{D^2 + y^2}} + \frac{M_B M_C}{2D} + \frac{M_A M_C}{\sqrt{D^2 + y^2}} \right] \quad y=0$$

$$= -G \left[\frac{2M_A M_B}{D} + \frac{M_B M_C}{2D} \right] = -3.5 \times 10^{-10}$$

$$M_A = 1.5 \text{ kg.}$$





احسب السائل المبزول ← اشاره جمال

الى ↓

$$W_{ext} = \Delta U = U_f - U_i$$



$$U_i = U_{12} + U_{13} + U_{23} = \cancel{U_{12}} + U_{23}$$

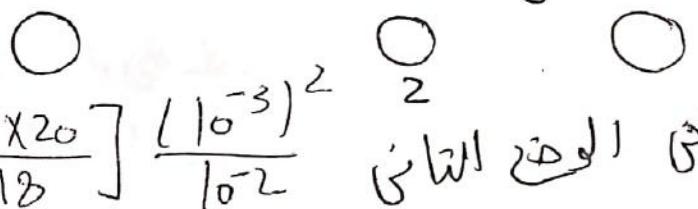
في الواقع الدل

$$= -G \frac{M_1 M_2}{r_{12}} - G \frac{M_1 M_3}{r_{13}} - G \frac{M_2 M_3}{r_{23}}$$

$$= -G \left[\frac{80 \times 10}{18} + \frac{80 \times 20}{30} + \frac{10 \times 20}{12} \right] \frac{(10^{-3})^2}{10^{-2}}$$

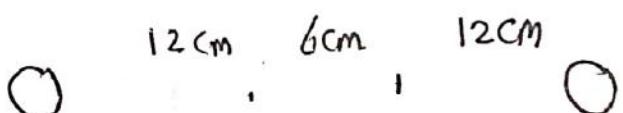
$$= -7.64 \times 10^{-13} \text{ J}$$

18 18



$$U_f = -G \left[\frac{80 \times 10}{12} + \frac{80 \times 20}{30} + \frac{10 \times 20}{12} \right] \frac{(10^{-3})^2}{10^{-2}}$$

$$= -8.75 \times 10^{-13} \text{ J}$$



$$W_{ext} = -1.15 \times 10^{-13} \text{ J}$$

1 30 1

$$W_f = -W_{ext} = 1.15 \times 10^{-13} \text{ J}$$

احسب قيمة السريل الدارم لنقل جسم كثافة 100kg/m^3 من الفضاء إلى سطح القمر
لما يابان دفع قطر القمر 1.74×10^6 وكتلة 7.36×10^{22} كجم

\downarrow
اكتب

هذا الطاقة ودفع يصل إلى مقدمة حركة

$$W_{ext} = \Delta U = U_f - U_i$$

$$= -\frac{G M_1 M_2}{R_M} + \frac{G M_1 M_2}{R_M + \infty}$$

$$h_j = \infty$$

$$= -6.67 \times 10^{-11} \frac{100 \times 7.36 \times 10^{22}}{1.74 \times 10^6} = -2.82 \times 10^9 \text{ J}$$

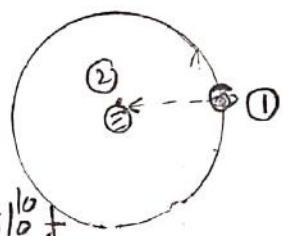
لهو سهل مجال عساف طلخ سالب

غير صناعي كثافة 500kg/m^3 يدور في مسار دائري على ارتفاع من سطح الأرض 500km نتيجة
الاستكاك مع الهواء يسقط على الأرض فإذا كانت سرعته قبل السقوط 2km/s

احسب الطاقة المضافة "السريل"

\downarrow
اكتب

في نقطتين ① و ② دفع و حركة



$$E_T = -\frac{1}{2} \frac{G M_1 M_2}{r} = -\frac{1}{2} 6.67 \times 10^{-11} \frac{5.98 \times 10^6 \times 500}{6.37 \times 10^6 + 500 \times 10^3} = -145 \times 10^9 \text{ J}$$

في نقطتين ① و ② احسب طاقة الوضع لوحدات
 $\frac{1}{2} m v^2$ اجزأة من

$$U = -\frac{G M_1 M_2}{r = R_E} = -6.67 \times 10^{-11} \frac{5.98 \times 10^6 \times 500}{6.37 \times 10^6} = -3.1 \times 10^{-8} \text{ J}$$

$$E_{K2} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 500 \times (2 \times 10^5)^2 = 1 \times 10^9 \quad \therefore E_T = U_2 + E_{K2}$$

$$\therefore AF - F \cdot F = 1.25 \times 10^{10} + \dots = 1 \times 10^9$$

٣٩
⑤ كتلتان لهما مasses 100 kg ملحوظ العجلات الدسمانية لهم إذا كان امساكه بينهم 1 m وما هي سرعة كل منهما يكون على بعد 0.5 m بعد



(a)

$$F = G \frac{M_1 M_2}{r^2} = M_1 a$$

$$a = \frac{G M}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \cdot \frac{100}{1^2} = 6.67 \times 10^{-9} \text{ m/s}^2$$

(b)

$$U_i + E_{k_i} = U_f + E_{k_f}$$

قانون حفاظ الطاقة

في البداية كلانا سرعتهم = صفر

$U_i + E_{k_i} = U_f + E_{k_f}$ بتطبيق قانون حفاظ الطاقة على جسم كل هم.

$$0 - G \frac{M_1 M_2}{r_1} = \frac{1}{2} M_1 V_1^2 - \frac{G M_1 M_2}{r_2}$$

$$G M \left[\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right] = V_1^2$$

$$\therefore V = 8.167 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

- شروط قوانين :-

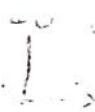
- السرعة المدارية = السرعة الخطية

لجسم دور على ارتفاع معين من سطح الكوكب الذي تلته M_X

$$V^2 = \frac{GM_X}{r} = \frac{GM_X}{R_E + h}, \quad V = WR$$

- العجل المركب به

$$a_c = \frac{V^2}{r}$$



* السرعة الزاوية لجسم $\rightarrow \omega$

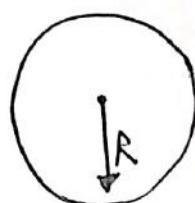
$$V = \omega \cdot r$$

* مجال جذب كتلة لرياح خارجية

$$g = GM \frac{1}{r^2}$$

* مجال جذب كتلة لرياح داخلها

$$g = \frac{GM}{r^3}$$



$$W = \Delta U + \Delta E_{kz} = \Delta E$$

دلوطاوت الحركة = مغير

$$W = \Delta U$$