

تذكير

الجملة الميكانيكية: هي جسم أو جزء من جسم أو مجموعة من الأجسام المحددة لغرض الدراسة، تحديدها يسمح بتصنيف القوى إلى داخلية وخارجية.

الجسم الصلب: هي الجملة التي لا يتغير شكلها أثناء حركتها.

المرجع: هو كل جسم صلب تنسب إليه الحركة.

أنواع المراجع العطالية:

فيزياء تاشة
BAC 2020

المرجع الهيليو مركزي (مركزي الشمسي): اسمه مشتق من كلمة هيلوس والتي تعني الشمس باليونانية.

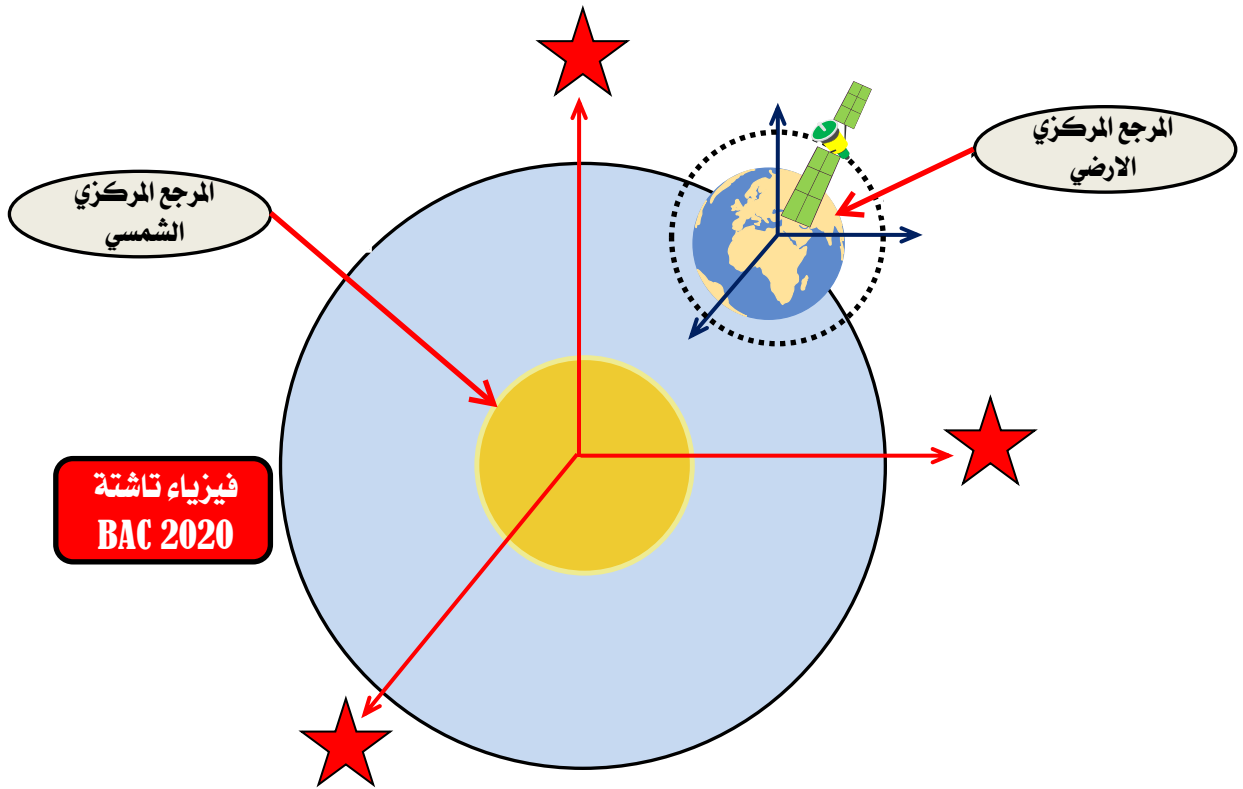
هو مرجع مزود بمعلم ذو ثلاث محاور موجهة نحو ثلاث نجوم نعتبرها تقريبا ساكنة و مبدؤه منطبق على مركز الشمس.

يستعمل في دراسة حركة الكواكب والمذنبات وبعض المركبات الفضائية.

المرجع الجيو مركزي (مركزي الأرضي): مرجع مزود بمعلم مبدؤه منطبق على مركز الأرض ومحاوره ثلاثية موازية لمحاور

المعلم الهيليو مركزي.

يستعمل في دراسة حركة الأقمار الاصطناعية وقمر الأرض.



المرجع السطحي الأرضي: مرجع مرتبط بسطح الأرض (شجرة، رصيف، حافلة... الخ)، يستعمل لدراسة معظم حركات الأرضية التي تتم في مدة زمنية قصيرة مقارنة بمدة دوران الأرض حول نفسها.

النقطة المادية: يمكن اعتبار جملة ميكانيكية نقطة مادية إذا كانت أبعادها مهملة أمام أبعاد المرجع، وكتلة هذه النقطة هي كتلة الجملة.

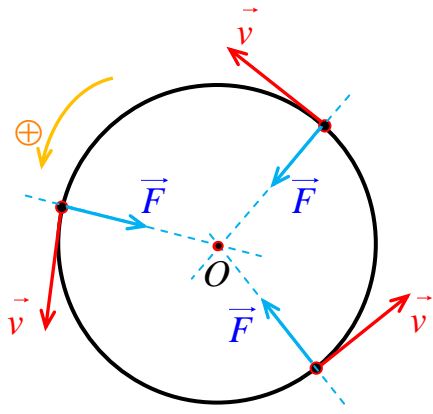
فيزياء تاشة
BAC 2020

شرح حركة الكواكب و الأقمار الاصطناعية

الحركة الدائرية المنتظمة:

نقول عن جملة ميكانيكية مركز عطالتها G أنها تتحرك حركة دائرية منتظمة إذا كان مسارها دائري وسرعتها **ثابتة** في الشدة و **متغيرة** في الاتجاه في كل لحظة.

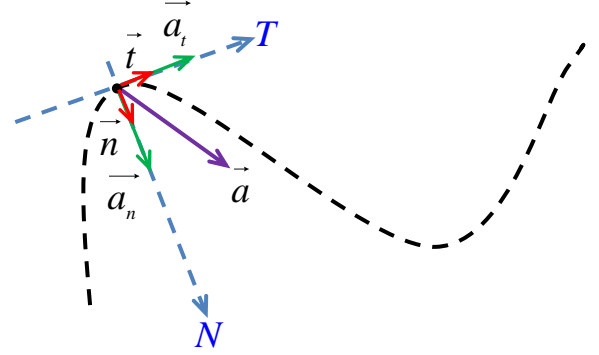
في الحركة الدائرية المنتظمة تخضع الجملة الميكانيكية إلى قوة جاذبة مركزية \vec{F} حاملها عمودي على شعاع السرعة في كل لحظة.



التسارع المماسي

شعاع التسارع \vec{a}

$$\vec{a} = a_n \vec{n} + a_t \vec{t}$$



فيزياء تاشطة
BAC 2020

التسارع الناظمي

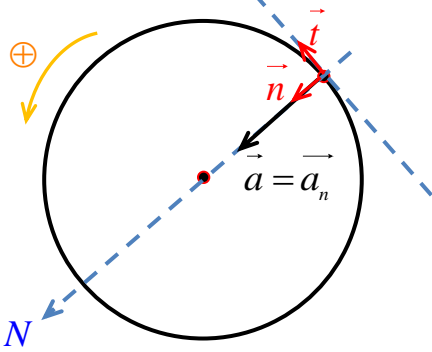
$$\vec{a} = \frac{v^2}{r} \vec{n} + \frac{dv}{dt} \vec{t} \quad \text{ومنه:}$$

$$\begin{cases} a_n = \frac{v^2}{r} \\ a_t = \frac{dv}{dt} \end{cases} \quad \text{حيث:}$$

في الحركة الدائرية المنتظمة شعاع التسارع يكون ناظميا

ووجه نحو مركز المسار الدائري $\vec{a} = a_n \vec{n}$ ومنه: $\vec{a} = a_n \vec{n} = \frac{v^2}{r} \vec{n}$

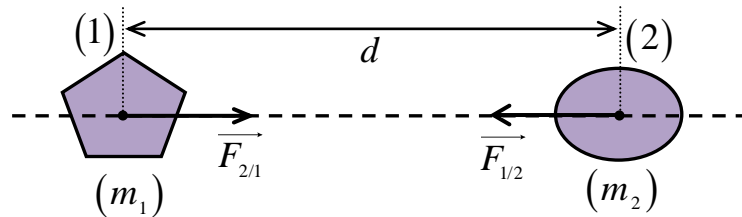
حيث: $a_t = \frac{dv}{dt} = 0$ و v ثابت ومنه: $a_t = \frac{dv}{dt} = 0$



قانون الجذب العام لنيوتن:

>> أي جسمين كتلتها m_1 و m_2 يتجاذبان بقوة تتناسب طرذا مع جداء كتلتيهما و عكسا مع مربع المسافة بين مركزيهما <<.

فيزياء تاشطة
BAC 2020



$$F_{1/2} = F_{2/1} = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

حيث: d تقدر بـ (m) ، m_1 و m_2 تقدر بـ (kg) ، G ثابت الجذب العام: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

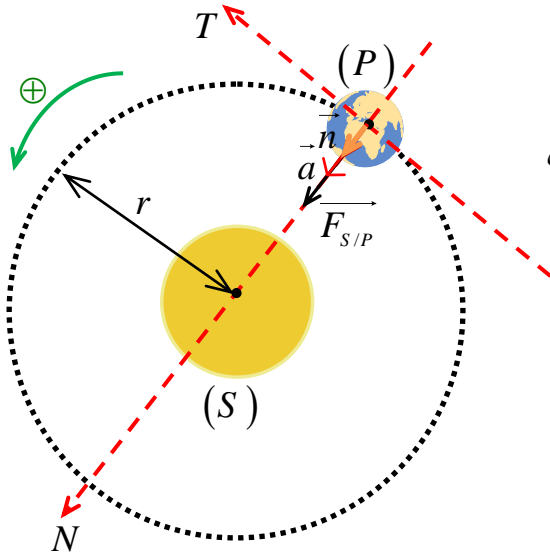
التحليل البعدي لثابت الجذب العام G : لدينا $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$ ومنه: $G = \frac{F d^2}{m_1 m_2}$

فيزياء تاشطة
BAC 2020

$$[G] = \frac{[F][d]^2}{[m]^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} = \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$$

الحركة الدائرية المنتظمة لكوكب

نعتبر كوكب (P)، كتلته (m_p)، يتحرك بحركة دائرية منتظمة حول الشمس (S) كتلتها (m_s) والبعد بينهما (r).



الجملة المدروسة: الكوكب (P).

المرجع المناسب: المرجع الهليو مركزي (المركزي الشمسي).

القوى الخارجية المؤثرة على الجملة: قوة جذب الشمس للكوكب

عبارة تسارع الكوكب (P)

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة المدروسة نجد:

$$\sum \vec{F}_{ext} = m_p \vec{a} \quad \text{ومنه: } \vec{F}_{S/P} = m_p \vec{a}$$

بالإسقاط وفق المحور الناطمي نجد: $F_{S/P} = m_p a_n$

$$\text{ومنه: } G \frac{m_p M_s}{r^2} = m_p a_n \quad \text{ومنه: } a_n = G \frac{M_s}{r^2}$$

عبارة السرعة المدارية للكوكب (P)

$$\text{لدينا: } a_n = G \frac{M_s}{r^2} \quad \text{ونعلم أن: } a_n = \frac{v^2}{r} \quad \text{ومنه: } \frac{v^2}{r} = G \frac{M_s}{r^2} \quad \text{وعليه: } v^2 = G \frac{M_s}{r}$$

فيزياء تاشطة
BAC 2020

$$v = \sqrt{G \frac{M_s}{r}}$$

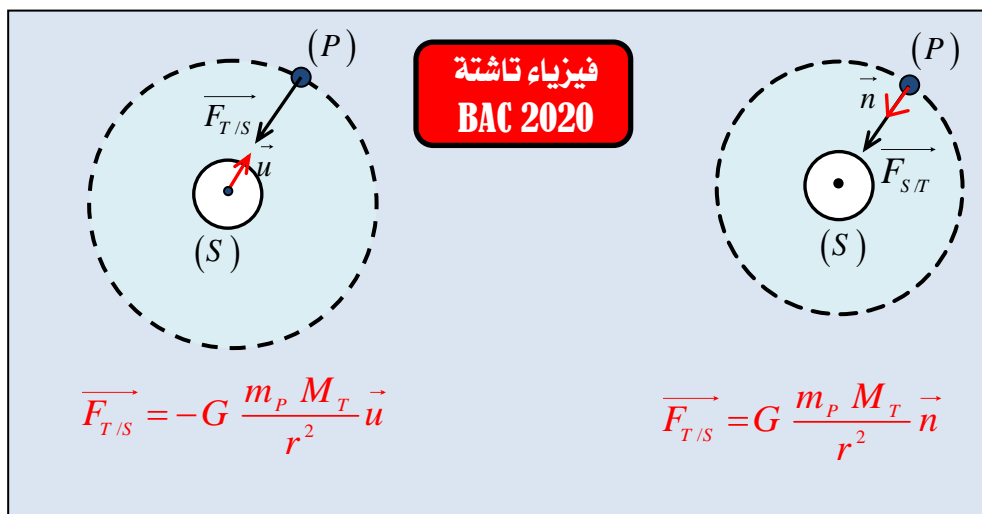
عبارة الدور المداري للكوكب (P)

تعريف: هو المدة الزمنية اللازمة لإنجاز الكوكب دورة كاملة حول الشمس.

$$T = \frac{x}{v} \quad \text{حيث: } x \text{ : المسافة المقطوعة خلال الزمن الدوري } T \text{ وتمثل محيط المسار الدائري: } x = 2\pi r$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad \text{ومنه: } T = \frac{2\pi r}{\sqrt{G \frac{M_s}{r}}} \quad \text{وعليه: } T = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{G M_s}} \quad \text{ومنه: } T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{G M_s}}$$

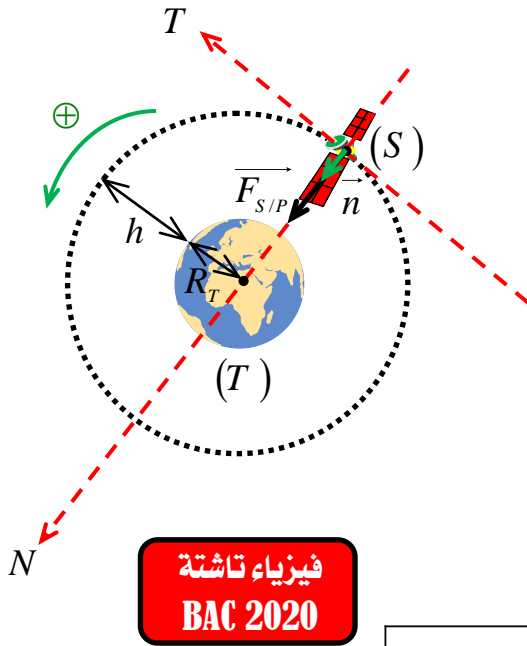
ملاحظة:



$$\vec{F}_{T/S} = -G \frac{m_p M_T}{r^2} \vec{u}$$

$$\vec{F}_{T/S} = G \frac{m_p M_T}{r^2} \vec{n}$$

نعتبر قمر اصطناعي (S)، كتلته (m_s) موجود على ارتفاع h من سطح الأرض (T) ويدور حولها وفق مسار دائري بسرعة شدتها ثابتة.



الجملة المدروسة: القمر الاصطناعي (S).

المرجع المناسب: المرجع الجيو مركزي (المركزي الأرضي).
القوى الخارجية المؤثرة على الجملة: قوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي.

عبارة تسارع القمر الاصطناعي (S)

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة المدروسة نجد:

$$\vec{F}_{T/S} = m_s \vec{a} \text{ ومنه } \sum \vec{F}_{ext} = m_s \vec{a}$$

بالإسقاط وفق المحور الناطمي نجد: $F_{T/S} = m_s a_n$

$$a_n = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \text{ ومنه } G \frac{m_s M_T}{(R_T + h)^2} = m_s a_n$$

تسارع الجاذبية الأرضية g

$$P = F_{T/S} \text{ ومنه } m_s g = G \frac{m_s M_T}{(R_T + h)^2} \text{ ومنه } g = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$$

عبارة السرعة المدارية للقمر الاصطناعي (S)

$$a_n = G \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \text{ ونعلم أن: } a_n = \frac{v^2}{R_T + h} \text{ وعليه: } v^2 = G \frac{M_T}{R_T + h}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M_T}{R_T + h}}$$

عبارة الدور المداري للقمر الاصطناعي (S)

$$T = \frac{2\pi r}{v} \text{ ومنه } T = \frac{2\pi (R_T + h)}{\sqrt{G \frac{M_T}{R_T + h}}} \text{ وعليه: } T = 2\pi (R_T + h) \sqrt{\frac{R_T + h}{G M_T}}$$

فيزياء تاشطة
BAC 2020

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G M_T}} \text{ ومنه}$$

شروط استقرار قمر اصطناعي:

نقول عن قمر اصطناعي أنه جيو مستقر إذا بقي ساكنا بالنسبة لملاحظ سطحي أرضي ولكي يبقى في مداره يجب أن تتوفر الشروط التالية:

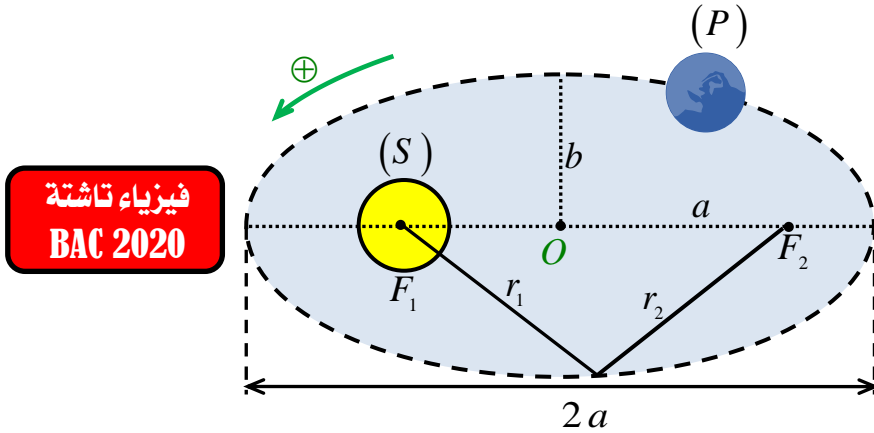
- الدور المداري للقمر الاصطناعي يساوي الدور الذاتي للأرض ($T \approx 24 h$).
- يقع في المستوي الذي يشمل خط الاستواء.
- يواجه مدار هذا القمر في نفس اتجاه دوران الأرض حول نفسها.

قوانين كيبلر

أثبت العالم الفلكي يوهان كبلر في 1609 أن النظام الذي وضعه كوبرنيك عن مركزية الشمس هو الوحيد الذي يعكس الحقيقة بدقة، وعن طريق عمليات حسابية معقدة ومتعددة، وضع كبلر القوانين الثلاثة الهامة فيما يتعلق بحركة الكواكب حول الشمس وهذه القوانين هي :

القانون الأول: قانون المسارات

في المرجع المركزي الشمسي تتحرك الكواكب حول الشمس في مسارات إهليلجية وتمثل الشمس أحد محرقيه (بؤرتيه).



فيزياء تاشة
BAC 2020

F_1, F_2 : بؤرتي المسار الإهليلجي.

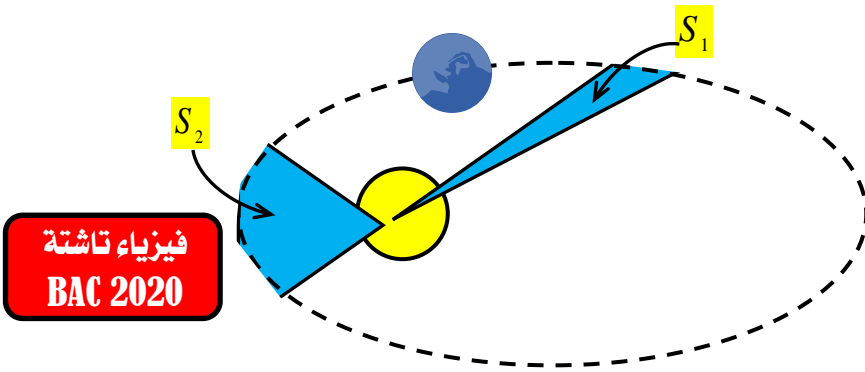
a : نصف طول المحور الكبير.

b : نصف طول المحور الصغير.

$$r_1 + r_2 = 2a$$

القانون الثاني: قانون المساحات

يمسح المستقيم الواصل بين الشمس و الكوكب مساحات متساوية خلال مجالات زمنية متساوية.



فيزياء تاشة
BAC 2020

إذا كان: $S_1 = S_2$ فإن $\Delta t_1 = \Delta t_2$

القانون الثالث: قانون الدور الفلكي

مربع الدور (T) لكوكب خلال حركته حول الشمس يتناسب طرذا مع مكعب نصف طول المحور الكبير (a) للمدار

الإهليلجي ونكتب: $\frac{T^2}{a^3} = K$.

- في حالة مسار دائري: $\frac{T^2}{r^3} = K$ من عبارة الدور: $T^2 = 4\pi^2 \frac{r^3}{G M_s}$ ومنه: $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G M_s}$

$$\boxed{K = \frac{4\pi^2}{G M_s}} \text{ ومنه:}$$

الثابت K يتعلق فقط بكتلة الجسم المركزي.

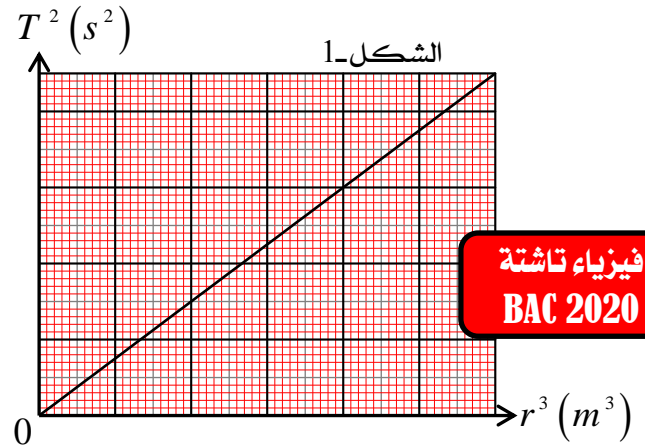
حساب كتلة الشمس أو القمر الاصطناعي باعتماد على المنحنى البياني $T^2 = f(r^3)$

العلاقة النظرية: $T^2 = K r^3 = \frac{4\pi^2}{G M} r^3$

العلاقة البيانية: البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ
معادلته: $T^2 = a r^3$ حيث a يمثل معامل توجيه البيان.

بالمطابقة بين العلاقة النظرية و البيانية نجد: $a = \frac{4\pi^2}{G M}$

ومنه: $M = \frac{4\pi^2}{a G}$



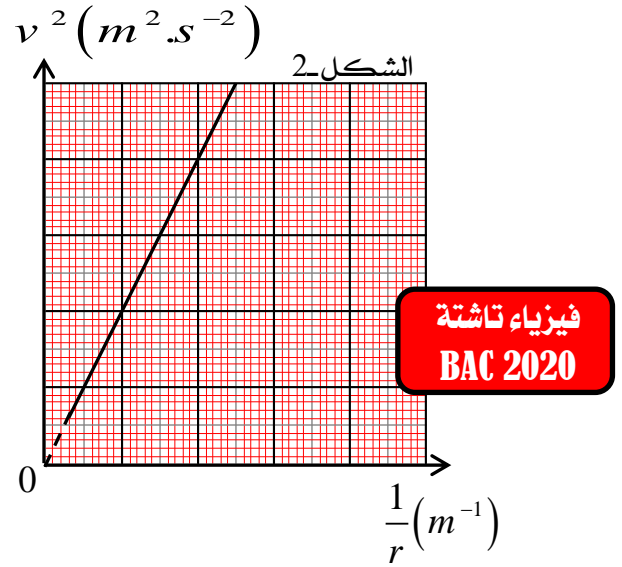
حساب كتلة القمر الاصطناعي باعتماد على المنحنى البياني $v^2 = h\left(\frac{1}{r}\right)$

العلاقة النظرية: $v^2 = G M_T \frac{1}{r}$

العلاقة البيانية: البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ
معادلته: $v^2 = b \frac{1}{r}$ حيث b يمثل معامل توجيه البيان.

بالمطابقة بين العلاقة النظرية و البيانية نجد: $b = G M_T$

ومنه: $M_T = \frac{b}{G}$



للمزيد من الدروس و المواضيع زر صفحتنا
على الفايس بوك
اسم الصفحة: **فيزياء تاشة**
BAC 2020