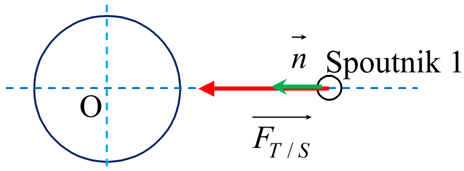
التمرين الأول من تمارين نحو الباكالوريا ص 294

1- أول قمر اصطناعي

-2-1

1.1.



$\overrightarrow{F_{T/S}} = \mathbf{G}.\dfrac{M_T \times m_S}{(R_T+h)^2}\ \vec{n}$ $\vec{n}$ شعاع وحدة موجه دائما نحو مركز الدوران

2-1- في معلم مركز أرضي و الذي نعتبره غاليليا تتلخص القوى الخارجية على القمر بقوة وحيدة : $\overrightarrow{F_{T/S}} = \mathbf{m_S}\,.\vec{a}$

$$\mathbf{G}.\frac{M_T \times m_S}{(R_T+h)^2}\ \vec{n} = \mathbf{m_S}\,.\vec{a}$$

$$\mathbf{G}.\frac{M_T}{(R_T+h)^2}\ \vec{n} = \vec{a}$$

2- الاقمار ذات المسارات الدائرية

2-1- دراسة حركة هابل بالنسبة للمعلم المركز أرضي

2-1-1 من اجل حركة دائرية لدينا $\vec{a} = \dfrac{\mathrm{dv}}{\mathrm{dt}}\vec{\tau} + \dfrac{\mathrm{v}^2}{(\mathrm{R_T}+\mathrm{h})}\vec{n}$ حيث $\vec{\tau}$ شعاع وحدة مماسي للمسارو $\vec{n}$ شعاع وحدة ناظمي موجه نحو مركز المسار.

حسب القانون الثاني لنيوتن شعاع التسارع له نفس منحى وجهة القوة المؤثرة $\overrightarrow{F_{T/S}}$ و الذي يستلزم $\dfrac{\mathrm{dv}}{\mathrm{dt}} = \mathbf{0}$ أي السرعة ثابتة.

2-1-2- يمكن أن نكتب $\vec{a} = \dfrac{\mathrm{v}^2}{(\mathrm{R_T}+\mathrm{h})}\vec{n}$ وباستعمال نتائج 1-2 نتحصل على المساوات التالية

$$\mathbf{G}.\frac{M_T}{(R_T+h)^2} = \frac{\mathrm{v}^2}{(\mathrm{R_T}+\mathrm{h})} \Rightarrow \mathbf{G}.\frac{M_T}{(R_T+h)} = \mathrm{v}^2 \Rightarrow \mathrm{v} = \sqrt{G.\frac{M_T}{(R_T+h)}}$$

2-1 -3- ينجز القمر مسافة محيط دائرة المسار, $2\pi(R_T+h)$ خلال الدور T

$$\mathrm{v} = \frac{2\pi(R_T+h)}{T} \Rightarrow \mathrm{T} = \frac{2\pi(R_T+h)}{v} \Rightarrow \mathrm{T}^2 = \frac{4\pi^2(R_T+h)^2}{v^2} \Rightarrow \mathrm{T}^2 = \frac{4\pi^2(R_T+h)^2}{\dfrac{G.M_T}{(R_T+h)}}$$

$$\mathrm{T}^2 = \frac{4\pi^2(R_T+h)^3}{G.M_T} \Rightarrow \frac{T^2}{(R_T+h)^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_T}$$ و هو القانون الثالث لكيبلر

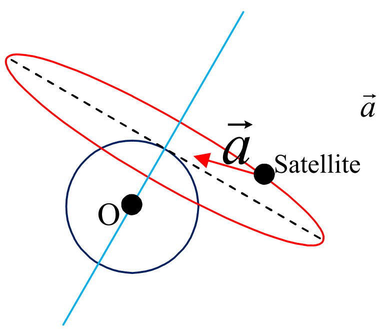
2-2 حالة قمر ثابت بالنسبة الى الأرض

2-2-1 هذا النوع من الأقمار ثابت بالنسبة لمعلم سطح أرضي .

2-2-2- الشكل الثاني لا يوافق القانون الثاني لنيوتن شعاع التسارع $\vec{a}$

يساير شعاع القوة $\overrightarrow{F_{T/S}}$ أي موجه نحو مركز الأرض .

2-2-2- الشكل **1** المسار الوحيد الذي يمكنه احتواء قمر ثابت



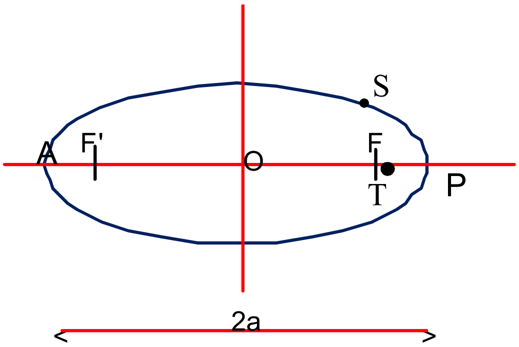
بالنسبة الرض.لأن مستوي المسار يمر بخط الاستواء ومنه يمكنه البقاء عموديا على نفس الموقع بحيث يجب أن يكون دوره هو نفس دور دوران الارض حول نفسها .

3-الاقمار ذا ت المدار الاهليجي:

3-1- القانون الاول لكيبلر:اذا خضع مركز عطالة قمر الى قوة جاذبة من طرف الارض ،وفي غياب الاحتكاكات فان مساره يكون اهليجيا حيث أحد بؤره مركز الارض.

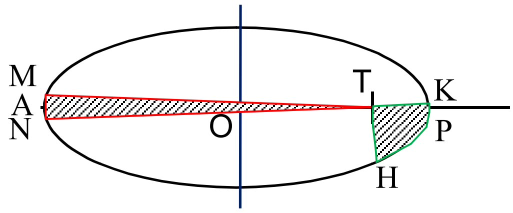
القانون الثالث:$T^2/a^3 = Cte$

3-2-



O = مركز المسار
F وF' = البؤر
2a = القطر الكبير
a = نصف القطر الكبير
T مركز عطالة الارض
A: 36000 km الارتفاع
P: 500 km الارتفاع

3-3- المساحتان المهشرتين متساويتاننلاحظ أن القمر يقطع مسافة كبيرة HK بينما في الثانية مسافة صغيرة MN و. حسب قانون المساحات فان المسافتين قطعتا في نفس المدة الزمنية τ ومنه فيستحيل أن تكون نفس السرعة للقمر.



3-4- السرعة عظمى في P و سرعة صغرى في A .

التمرين الثاني من تمارين نحو الباكالوريا ص295

1- السقوط الحر-

1-أ- قطعة البرد نعتبره جملة في معلم سطح أرضي يفترض غاليليا فالقوة الخارجية الوحيدة المؤثرة هي الثقل

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\vec{P} = m \times \vec{a}$

و $m \times \vec{g}_o = m \times \vec{a}$

أي $\vec{g}_o = \vec{a}$

بالاسقاط على المحورالشاقولي Oz نجد $a_z = g_0$

ولكن $a_z = \frac{dv_z}{dt}$ **بالتكامل نجد $v_z = g_0 \times t + v_{0z}$**

البرد ساقط دون سرعة ابتدائية أي: $v_{0z} = 0\ m.s^{-1}$ ومنه $v_z = g_0 \times t$

ومن جهة لدينا $v_z = \frac{dz}{dt}$ **بالتكامل نحصل $z = ½\ g_0 \times t^2 + z_0$**

مع العلم عند $t = 0\ s$ البرد عند الوضع 0 ومنه $z_0 = 0\ m$ فتصبح المعادلة $z = ½\ g_0 \times t^2$

1-ب- عند وصول البرد الأرض يكون $z = h = 1500\ m$ لنحسب زمن وصوله الأرض t

$h = ½\ g_0 \times t^2$ soit $t = \sqrt{\frac{2h}{g_o}}$

لحساب سرعة الوصول نعوض زمن الوصول في معادلة السرعة **$v_h = g_0.t =$** $g_o\sqrt{\frac{2h}{g_o}}$

$v_h = \sqrt{2h \times g_o} = \sqrt{2 \times 9{,}80 \times 1500}$ **$= 171\ m.s^{-1} = 617\ km.h^{-1}$**

حسب النص لا يمكن للبرد أن يصل الى سرعة 160 km/h اذن النتيجة المتوصل اليها نظرية ليست حقيقية.

2- السقوط الحقيقي

2-أ- لدينا $[K]=\frac{[F]}{[v^2]}$ و $F = m.a$ وحدتها توافق $kg.m.s^{-2}$ و السرعة وحدتها $m.s^{-1}$ ومنه

$$[K]=\frac{M.L.T^{-2}}{L^2.T^{-2}}=M.L^{-1}$$

ومنه K وحدتها $kg.m^{-1}$

2-ب- $F_A = \rho\times V\times g_0 = \rho\times\frac{4}{3}\pi\times r^3\times g_0$

$$F_A = \frac{4}{3}\pi\times\left(\frac{3,0}{2}.10^{-2}\right)^3\times 1,3\times 9,80 = \mathbf{1,8.10^{-4}\ N}$$

$$P = m\times g_o = 13.10^{-3}\times 9,80 = 0,13\ N$$

نلاحظ أن الثقل أكبر من قوة دافعة أرخميدس 700 مرة .ومنه يمكن اهمال دافعة أرخميدس.

3- نهمل دافعة أرخميدس

3- أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على البرد في معلم سطح أرضي مفترض غاليليا فالبرد خاضع لقوتين قوة ثقله وقوة احتكاك المائع

$\vec{P}+\vec{F}=m\times\vec{a}$ الثقل موجه عموديا نحو الاسفل بينما الاحتكاك عكسا

بالاسقاط على المحور Oz و الموجه نحو الأسفل $P - F = m\times a_z$

أي $m\times\frac{dv}{dt}=m\times g_o - K\times v^2$

ومنه $\frac{dv}{dt}=g_o-\frac{K}{m}\times v^2$ معادلة تفاضلية تطابق $\frac{dv}{dt}=A-B.v^2$

حيث $A = g_o$ و $B = K / m$

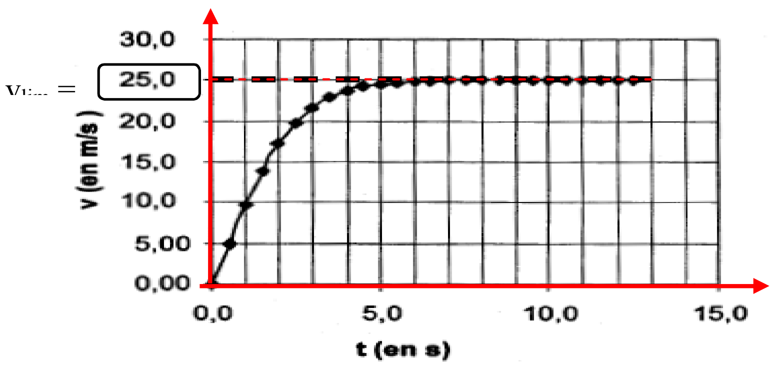
3-ب- $a_i = A - B\times v_i^2$ $\qquad a_4 = A - B\times v_4^2 = 9,80 - 1,56.10^{-2}\times 17,2^2 = 5,18\ m.s^{-2}$

$v_{i+1} = v_i + a_i\times\Delta t \qquad v_5 = v_4 + a_4\times\Delta t = 17,2 + 5,18\times 0,5 = 19,8\ m.s^{-1}$

3-ج- عند وصول السرعة الحدية فان قيمتها تثبت ويصبح $\frac{dv}{dt}=0$

$$A - B\times v_{lim}^2 = 0 \qquad v_{lim}=\sqrt{\frac{A}{B}}=\sqrt{\frac{9,80}{1,56\times10^{-2}}}=\mathbf{25\ m.s^{-1}}$$

3-د- نرسم الخط المقارب الأفقي



تمرين 3 من تمارين نحو الباكالوريا ص 296-
ميكانيك طيران منطاد استطلاع

1-ميكانيكية الطيران

1-1- شرط اقلاع المنطاد

1-1-أ- في مرجع سطح أرضي نعتبره غاليليا ندرس القوى الخارجية المطبقة على (منطاد+سلة):

-الثقل $\vec{P}$ شعاعه شاقولي وهو موجه نحو الأسفل.

-دافعة أرخميدس $\vec{F}_A$ لها نفس حمل الثقل و موجهة نحو الأعلى.

-قوة احتكاك الهواء $\vec{f}$ حاملها شاقولي و جهتها عكس جهة الحركة أي نحو الأسفل.

1-1-ب- دافعة أرخميدس تساوي الى كتلة الهواء المزاح منطرف المنطاد مع اهمال حجم السلة أمام المنطاد

. $F_A = \rho \times V_b \times g$

1-1-ج- $\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{f} = M \times \vec{a}$.

1-1-د- شعاع التسارع يكون موجه نحو الأعلى باسقط أشعة القوى على محور شاقولي(Oz) نحصل على :

- $M\times g - K\times\rho\times v^2 + \rho\times V_b\times g = M\times a_z$ ....(1)
- من أجل انطلاق المنطاد يكفي أن يكون $a_z > 0$ أي $-M\times g - K\times\rho\times v^2 + \rho\times V_b\times g > 0$ ومنه
- $M < \dfrac{\rho\times V_b\times g - K\times\rho\times v^2}{g}$ مع العلم عند الاقلاع قوة الاحتكاك مهملة ومنه $M < \rho\times V_b$

1-1-ه- كتلة الجملة مع التجهيزات العلمية $M' = m + m' + m_{max}$ للاقلاع يجب $M' < M$ اذا $M' < \rho\times V_b$ مع

. $m + m' + m_{max} = \rho\times V_b$ ومنه $m_{max} = \rho\times V_b - m - m'$ ومنه $m_{max} = 1{,}22\times 9 - 2{,}10 - 0{,}50 = 8{,}4\ kg$

1-2- صعود المنطاد

1-2-أ- لدينا من السؤال الأول $-M\times g - K\times\rho\times v^2 + \rho\times V_b\times g = M\times\dfrac{dv}{dt}$

$\dfrac{dv}{dt} = \dfrac{-K\times\rho}{M}\times v^2 + \dfrac{\rho\times V_b\times g - M\times g}{M}$ نضع $A = \dfrac{-K\times\rho}{M}$ و $B = \dfrac{\rho\times V_b\times g - M\times g}{M}$

الزمن t (s)	قيمة السرعة $v(t_n)$ $m.s^{-1}$	قيمة التسارع $a(t_n)$ $m.s^{-2}$	$\Delta v(t_n)$ $m.s^{-1}$ $\Delta v(t_n) = a(t_n).\Delta t$
$t_0 = 0{,}0$	0	13,6	$\Delta v(t_0) = (13{,}6\times 0{,}05)$ $\Delta v(t_0) = 0{,}68$
$t_1 = 0{,}05$	$v_1 = v_0 + \Delta v(t_0)$ $v_1 = 0{,}68$	$a(t_1) = A.v_1^2 + B$ $a(t_1) = -0{,}53\times(0{,}68)^2 + 13{,}6$ $a(t_1) = 13{,}4$	$\Delta v(t_1) = a(t_1).\Delta t$ $\Delta v(t_1) = 0{,}67$
$t_2 = 0{,}10$	$v_2 = v_1 + \Delta v(t_1)$ $v_2 = 1{,}35$		

1-3-السرعة الحدية للمنطاد

1-3-أ- عند وصول السرعة الحدية تكون $\dfrac{dv}{dt} = 0$ ومنه $A\times v^2 + B = 0$ و $v_l = \sqrt{\dfrac{-B}{A}}$

1-3-ب- $v_l = \sqrt{\dfrac{-13{,}6}{-0{,}53}} = 5{,}1\ m.s^{-1}$

1-3-ج- الخط المقارب الأفقي للبين يعطينا v_l أكبر بقليل من $5\ m.s^{-1}$ فالقيمة المتحصل عليها بطريقة اولر توافق السرعة الحدية المحسوبة بالمعادلة التفاضلية.

2- هل يتغير الثقل ودافعة أرخميدس مع الارتفاع؟:

2-1- الثقل:

$\dfrac{\Delta g}{g} = \dfrac{g_{9000} - g_0}{g_0} = \dfrac{9{,}7789 - 9{,}8066}{9{,}8066} = 0{,}28\% < 1\%$ من أجل قيمتين حديتين من الجدول فان تسارع الجاذبية الأرضية

يمكننا اعتباره ثابتا لأن الارتياب أقل من 1%.

2-2- دافعة أرخميدس:

$F_A = \rho\times V_b\times g$

أرخميدس يتغيران في اتجاهين متعاكسين و الثقل ثابت فلا يمكننا الاستنتاج فنقترح الاجابة –د-

التمرين 4 من تمارين نحو الباكالوريا ص -299-

المظلي و السقوط الحر
الجزءA ـ القفز الكبير

1- شدة الثقل عند بداية القفز:

1-1- $F = G.\dfrac{m.M_T}{(R_T+h)^2}$

1-2- $P = m.g$ نفرض أن $P = F$ ومنه $g = G.\dfrac{M_T}{(R_T+h)^2}$

1-3- $g = 6{,}67\times10^{-11}\times\dfrac{5{,}97\times10^{24}}{(6{,}37\times10^3\times10^3+40\times10^3)^2}$

$g = 9{,}7\ \mathrm{m.s^{-2}}$

السقوط الحر ـ بداية السقوط:

2-1- الجملة الخاضعة لقوة ثقلها فقط نقول عنها أنها في سقوط حر.

2-2- الجملة المظلي مع تجهيزاته و المرجع سطح الأرض الذي نعتبره غاليليا.الجملة خاضعة لثقلها فقط.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\vec{P} = m.\vec{a}$ و منه $\vec{a} = \vec{g}$

لنسقط الدراسة الحركية على محور Ox شاقولي و موجه نحو الأسفل و مبدؤه مركز عطالة الجملة عند بداية الزمن .

نطبق القانون الثاني لنيوتن حسب المحور Ox : $a_x = g$ حيث a_x مركبة شعاع التسارع.و قيمتها هي $a = \sqrt{a_x^2} = g$

2-3- بما أن $a_x = g = \dfrac{dv_x}{dt}$ فان $v_x = g.t + v_0$ و السرعة الابتدائية معدومة فتصبح العلاقة $v_x = g.t$

نتحصل على مركبة السرعة فتكون قيمة الرعة هي $v = \sqrt{v_x^2}$ و منه $v = g.t$

المظلي يتعدى سرعة الصوت*(1067 kilomètres/heure)* بعد 30 ثانية من انطلاقه من أجل $t_1 = 30\ s$ تكون $v_1 = g.t_1 = 9{,}7\times30 = 2{,}91\times10^2\ \mathrm{m.s^{-1}}$ ومنه $v = 1{,}05\times10^3\ \mathrm{km.h^{-1}}$ وهذه القيمة قريبة من القيمة المذكورة في النص (1067 km/h).

طريقة أخرى $t_1 = \dfrac{v_1}{g} = \dfrac{\frac{1067}{3{,}600}}{9{,}7} = 30{,}56\ s$ و منه $t_1 = 31\ s$ و هي قريبة من30 ثانية الذكورة في النص.

2-4- $v_x = \dfrac{dx}{dt} = g.t$ أي $x = \dfrac{1}{2}.g.t^2 + x_0$ و بما أننا اخترنا بداية الحركة هي بداية المعلم $x_0 = 0$ ومنه $x = \dfrac{1}{2}.g.t^2$

و منه $t_1 = \dfrac{v_1}{g}$ أي $x_1 = \dfrac{1}{2}.g.\dfrac{v_1^{\ 2}}{g^2}$ ومنه $x_1 = \dfrac{1}{2}.\dfrac{v_1^{\ 2}}{g}$ أي $x_1 = \dfrac{1}{2}\times\dfrac{(\frac{1067}{3{,}600})^2}{9{,}7} = 4528\ m$ أي $x_1 = 4{,}5\times10^3\ m$

المظلي في البداية كان على ارتفاع $h_0 = 40\ km$، بعد مدة زمنية t_1 و قطع مسافة حوالي $4{,}5\ km$ ومنه فالارتفاع يصبح $h_1 = h_0 - x_1 = 35\ km$

3-شروط درجة الحرارة:

3-1-

3-2- $v = k.T^{1/2}$ أي $v_0 = k.T_0^{1/2}$ و $v_1 = k.T_1^{1/2}$ اذا $\dfrac{V_1}{V_0} = \dfrac{T_1^{1/2}}{T_0^{1/2}}$ ومنه $T_1^{1/2} = \dfrac{V_1}{V_0}.T_0^{1/2}$ أين $\boxed{T_1 = \dfrac{V_1^2}{V_0^2}.T_0}$

و منه $T_1 = \dfrac{1067^2}{1193^2}\times273 = 218\ K = -55°C$

الجزء B :القفز الكلاسيكي

1-المرحلة الأولى:

1-1- $F = k.v^2$ اذا $k = \dfrac{F}{v^2}$ و $F = m.a$ اذا $[F] = M.L.T^{-2}$ و $[v^2] = [v].[v] = L^2.T^{-2}$ أي $[k] = \dfrac{M.L.T^{-2}}{L^2.T^{-2}}$ و منه

$[k] = M.L^{-1}$ ومنه وحدة k هي $kg.m^{-1}$

1-2- الجملة المظلي + تجهيزاته،المظلة مغلقة،المرجع سطح الأرض نعتبره غاليليا،

القوى المؤثرة على الجملة هما الثقل $\vec{P}$ و الاحتكاك مع الهواء $\vec{F}$

وحسب القانون الثاني لنيوتن $\vec{P} + \vec{F} = m.\vec{a}$ نسقط هذه العلاقة على محور شاقولي موجه نحو الأسفل: $P_x + F_x = m.a_x$.

$$P - F = m.a$$

$$m.g - k.v^2 = m.a = m.\frac{dv}{dt}$$

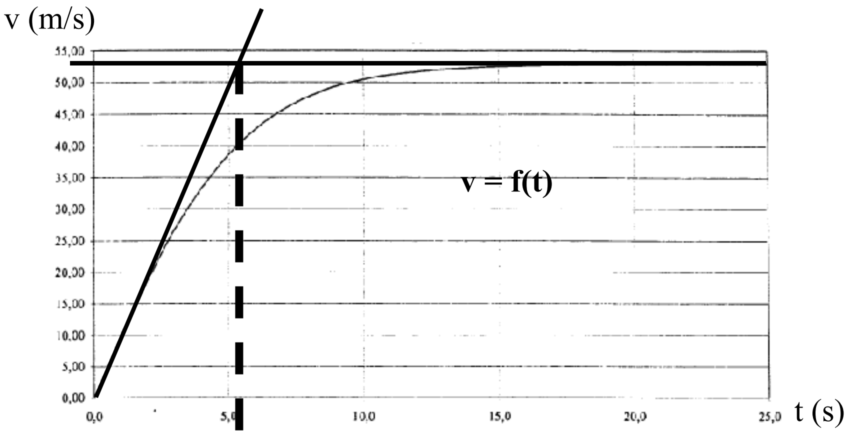
$$g - \frac{k}{m}.v^2 = \frac{dv}{dt}$$

بتطبيق عددي $9,8 - \frac{0,28}{80}.v^2 = \frac{dv}{dt}$ فنجد $\frac{dv}{dt} = 9,8 - 0,0035 \times v^2$

1-3-أ- السرعة الحدية قريبة من $53\ m.s^{-1}$.

نرسم مماس للمنحنى عند النقطة التي لها $t = 0\ s$ فانها تتقاطع مع الخط المقارب الأفقي في نقطة لها فاصلة $t = \tau$.

الزمن المميز $\tau = 5,3\ s$.



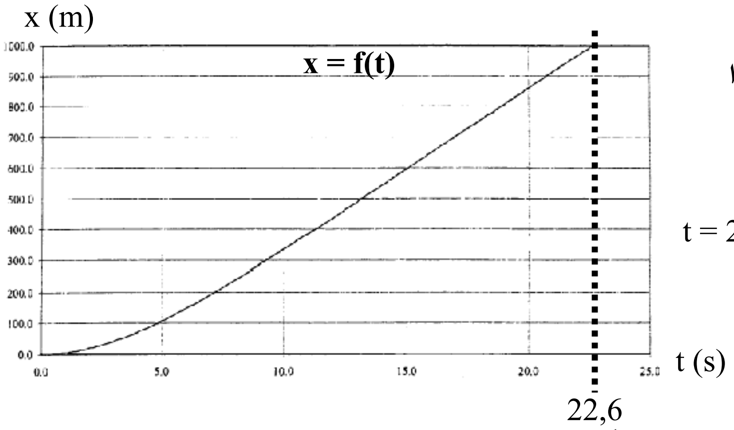
1-3-ب- المعادلة التفاضلية للحركة هي $g - \frac{k}{m}.v^2 = \frac{dv}{dt}$

من أجل زمن t كبير جدا فأن $v = v_{lim}$ و $\frac{dv}{dt} = 0$

فتصبح العلاقة $g - \frac{k}{m} v^2_{limite} = 0$ اذا $g = \frac{k}{m} v^2_{limite}$ و

منه الجاذبية: $g = 0,0035 \times (53)^2 = 9,8$

1-4-أ- الخطوة المستعملة $\Delta t = 0,10\ s$.



1-4-ب- من المعادلة التفاضلية للحركة $a = 9,8 - 0,0035 \times v^2$ اذا

$$a_4 = 9,8 - 0,0035 \times (3,92)^2 = 9,75\ m.s^{-2}$$

$$a_4 = 9,8 - 0,0035 \times v_4^2$$

$$v_5 = 3,92 + 9,75 \times 0,10 = 4,89\ m.s^{-1}$$

1-5- المظلي يلامس الأرض من أجل $x = 1000\ m$ وبيانيا نجد $t = 22,6\ s$

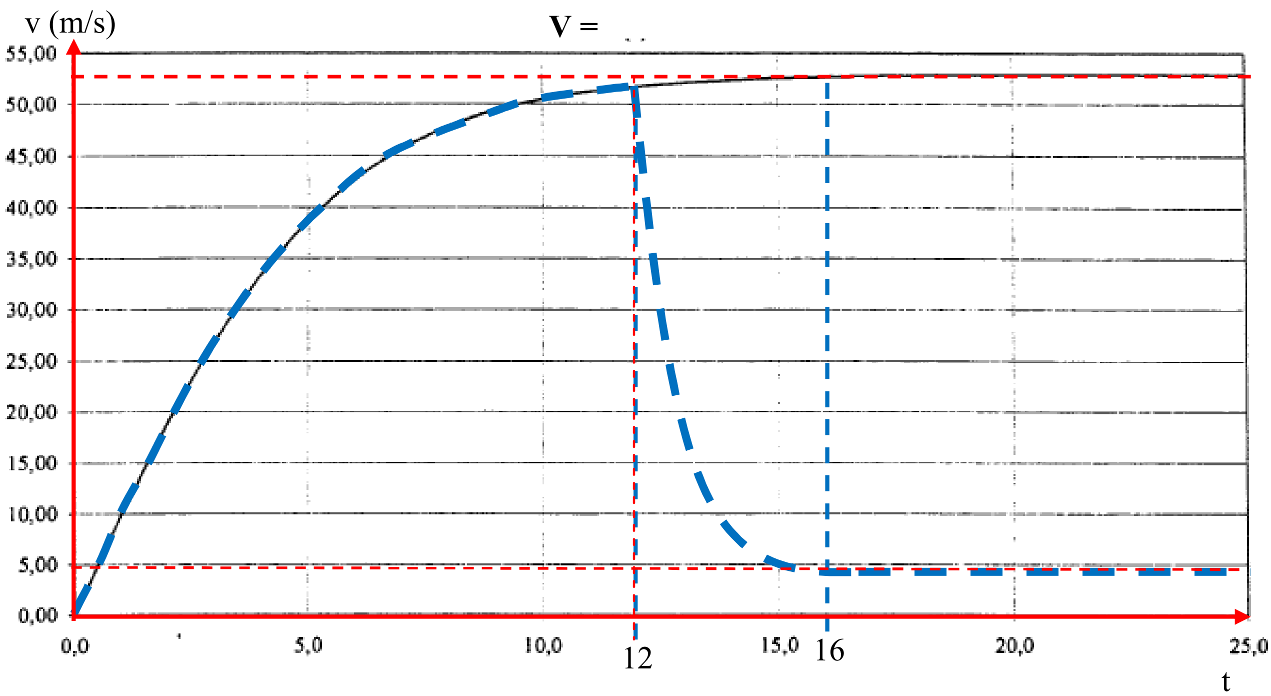
2-المرحلة الثانية

2-1- من اجل زمن كبير يكون $v = v_{lim}$ و $\frac{dv}{dt} = 0$

$g - \frac{k'}{m}.v^2_{limite} = 0$ اذا $g = \frac{k'}{m}.v^2_{limite}$ أي $k' = \frac{g.m}{v^2_{limite}} = \frac{9,8 \times 80}{(4,5)^2}$ و منه $k' = 39\ kg.m^{-1}$

-2-2

الملحق 2



التمرين 5 ص 301
من تمارين نحو الباكالوريا

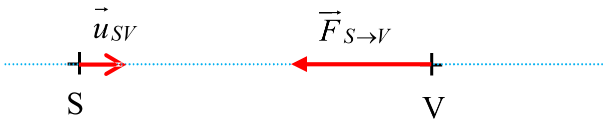
-1 دراسة مميزات حركة كوكب الزهراء

1-1-المرجع هو مركز عطالة الشمس و نسميه المرجع الهيليو مركزي .

2-1-نمثل $\vec{F}_{S\to V}$ للقوة المطبقة من طرف الشمس على الزهراء . نعرف شعاع الوحدة $\vec{u}_{SV} = \dfrac{\overrightarrow{SV}}{\|\overrightarrow{SV}\|}$ أين S مركز الشمس

و

V مركز الزهراء.التمثيل



يجب احترام الترميز المعطى والاشارة – ضرورية لأن شعاع القوة معاكس لشعاع الوحدة

$$\vec{F}_{S\to V} = -\,G\,.\,\frac{M_1\times M_2}{R_2^2}\,\vec{u}_{SV}$$

3-1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة الزهراء ،في المرجع الهيليو مركزي ال>ي نعتبره غاليليا : $\vec{F}_{S\to V} = M_2\,.\,\vec{a}$

أي $\vec{a} = \dfrac{\vec{F}_{S\to V}}{M_2}$ donc $\vec{a} = -\,G\,.\,\dfrac{M_1}{R_2^2}\,\vec{u}_{SV}$

4-1- الدراسة النظرية للسرعة المدارية لكوكب الزهراء :

1-4-1- في معلم فريني $\vec{a} = \dfrac{dv_2}{dt}.\vec{\tau} + \dfrac{v_2^2}{R_2}.\vec{n}$ مع $\vec{n}$ شعاع وحدة أين $\vec{n} = -\,\vec{u}_{SV}$ و $\vec{\tau}$ شعاع وحدة ،موجه في جهة الحركة

للكوكب.و عمودي على $\vec{n}$. باعتبار الحركة دائرية منتظمة اذا $\dfrac{dv_2}{dt} = 0$ ومنه تصبح عبارة تسارع الزهراء. $\vec{a} = \dfrac{v_2^2}{R_2}.\vec{n}$

خصائص شعاع التسارع $\vec{a}$:الجهة من الزهراء الى الشمس، المنحى المستقيم (SV)،الطويلة $\dfrac{v_2^2}{R_2}$

2-4-1- $\vec{a} = -\,G\,.\,\dfrac{M_1}{R_2^2}\,\vec{u}_{SV} = \dfrac{v_2^2}{R_2}.\vec{n}$ مع العلم أن $\vec{n} = -\,\vec{u}_{SV}$ اذا $G.\dfrac{M_1}{R_2} = v_2^2$ فنجد $v_2 = \sqrt{\dfrac{G.M_1}{R_2}}$

3-4-1- حذاري يجب تحويل المسافة ***R_2 الى المتر***

$$v_2 = \sqrt{\frac{6,6\times10^{-11}\times2,0\times10^{30}}{1,0\times10^{8}\times10^{3}}} = \sqrt{\frac{13,2\times10^{19}}{1,0\times10^{11}}} = \sqrt{13}\times\sqrt{\frac{10^{19}}{10^{11}}} = 3,6\times\sqrt{10^{8}} = 3,6\times10^{4}\ m.s^{-1}$$

5-1- دراسة دور الزهراء

1-5-1- T_2 هو الزمن اللازم لكوكب الزهراء لانجاز دورة كاملة حول الشمس.

2-5-1- دورة كاملة تعني قطع مسافة قدرها $d = 2\pi R_2$ خلال زمن قدره T_2.اذا $v_2 = \dfrac{2\pi R_2}{T_2}$ أي $T_2 = \dfrac{2\pi R_2}{v_2}$.

اذا $T_2 = \dfrac{2\pi\times1,0\times10^{8}\times10^{3}}{3,6\times10^{4}}$ ومنه $T_2 = \dfrac{2\pi}{3,6}\times10^{7} = 1,7\times10^{7}\ s$.

6-1-القانون الثالث لنيوتن

1-6-1- انطلاقا من -2-5-1- $T_2 = \dfrac{2\pi R_2}{v_2}$ اذا $T_2^2 = \dfrac{4\pi^2 R_2^2}{v_2^2}$ ندرج عبارة السرعة v_2 من -2-4-1- $v_2 = \sqrt{\dfrac{G.M_1}{R_2}}$

اذا $T_2^2 = \dfrac{4\pi^2 R_2^2}{\dfrac{G.M_1}{R_2}}$ أي $T_2^2 = 4\pi^2 R_2^2.\dfrac{R_2}{G.M_1}$ ومنه $T_2^2 = \dfrac{4\pi^2 R_2^3}{G.M_1}$ فنحصل في النهاية على القانون الثالث لكيبلر $\dfrac{T_2^2}{R_2^3} = \dfrac{4\pi^2}{G.M_1}$

-2-6-1 $M_1 = \dfrac{4\pi^2 R_2^3}{T_2^2 G}$

-2 استغلال مسار الزهراء

2-1-OE يساوي قطر الشمس و منه $OE = D_1 = 1{,}4\times10^6$ km و $AB = \dfrac{3}{4}.D_1$ ومنه

$AB = \dfrac{3\times1{,}4}{4}\times10^6 = \dfrac{4{,}2}{4}\times10^6 = 1{,}05\times10^6$ km و منه $AB = 1{,}1\times10^9$ m .

-2-2-1 $v_1 = \dfrac{A'B'}{t_{AB}}$ اذا يجب تحديد المسافة A'B' وحسب نظرية طاليس المطبقة على المثلث Q_1BA نجد $\dfrac{Q_1B'}{Q_1B} = \dfrac{A'B'}{AB}$.

ومن جهة أخرى لدينا $Q_1B = R_1$ et $Q_1B' = Q_1B - BB' = R_1 - R_2$ اذا $\dfrac{R_1 - R_2}{R_1} = \dfrac{A'B'}{AB}$ أي $A'B' = AB.\left(\dfrac{R_1 - R_2}{R_1}\right)$

$v_1 = \dfrac{AB}{t_{AB}}.\left(\dfrac{R_1 - R_2}{R_1}\right)$ و بالتعويض

$$v_1 = \frac{1{,}05\times10^6}{2{,}0\times10^4}\times\left(\frac{1{,}5\times10^8 - 1{,}0\times10^8}{1{,}5\times10^8}\right) = \frac{1{,}05\times10^2}{2{,}0}\times\frac{0{,}5}{1{,}5} = \frac{105\times0{,}5}{3} = \frac{52{,}5}{3} = 17{,}5\ km.s^{-1}$$

تقارب القيمة المقترحة $v_1 \approx 18$ km.s^{-1}

-2-2-2 سرعة الأرض $v_T = 30$ km.s^{-1} و $v_T = \dfrac{Q_1Q_2}{t_{AB}}$ اذا $Q_1Q_2 = v_T.t_{AB}$.

$Q_1Q_2 = 30\times2{,}0\times10^4 = 6{,}0\times10^5$ km هذه المسافة المقطوعة من طرف الأرض غير مهملة أمام المسافة AB

($AB = 1{,}05\times10^6$ km).فالأرض لا يمكن اعتبارها لا تتحرك أثناء عبور الزهراء.

-2-2-3 نلاحظ أن A'B'' > A'B'. الذي يفسر الخطأ السابق في سرعة الزهراء.