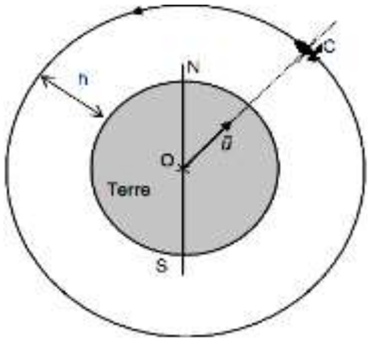
التمرين 01:



يدور قمر اصطناعي *SPOT4* كتلته m في مدار قطبي بسرعة ثابتة. وعلى هذا على ارتفاع $h = 830km$ من سطح الأرض وفق مسار دائري مركزه O مركز الأرض كتلتها M_T وبدور $T = 101\min$.

نعتبر القمر الاصطناعي *SPOT4* نقطيا، مركز عطالته C.تهمل جميع قوى الاحتكاك .

1- في أي مرجع تتم دراسة حركة هذا القمر الاصطناعي؟

2- أ- أعط العبارة الشعاعية للقوة المطبقة من طرف الأرض على *SPOT4* بدلالة المقادير المعطاة وشعاع الوحدة $\vec{u}$

ب- مثل هذه القوة على الرسم.

3- بين أن عبارة تسارع حركة مركز هذا القمر الاصطناعي تعطى بالعبارة التالية: $a = \dfrac{G.M_T}{(R_T + h)^2}$

4- مثل شعاع تسارع حركة مركز عطالة القمر بصورة كيفية على الرسم السابق.

5- أعط عبارة سرعة مركز عطالة القمر الاصطناعي بدلالة المقادير التالية h, R_T, T .

6- عبر عن الدور T لحركة مركز عطالة القمر الاصطناعي بدلالة المقادير M_T, h, R_T, G ثم استنتج القانون الثالث لكبلر المطبق على هذه الحركة الدائرية.

7- أحسب كتلة الأرض M_T.

التمرين 02:

قمر اصطناعي $Spot4$ كتلته $m = 2800Kg$ يرسم مسارا دائريّا نصف قطره r بالنّسبة لمركز الأرض حيث:$(r = 832 + R_T)$.

1- أذكر عبارة قوّة الجذب العام التي تُطبّقها الأرض على القمر الصناعي.

2- بيّن أنّ حركة القمر الصّناعي دائريّة منتظمة،ولماذا لا يسقط على الأرض.

3- بتطبيق القانون الثّاني لنيوتن في المرجع المركزي الأرضي ،أوجد العبارة الحرفيّة للسّرعة v للقمر الصناعي في مداره ثمّ أحسب قيمتها؟

4- هل سرعة القمر الصّناعي في مداره تتعلّق بكتلته أم بارتفاعه؟

5- أوجد عبارة دور هذا القمر الصناعي T بدلالة ثابت الجذب العام G وكذا كتلة الأرض M_T ونصف قطر مداره r،وهل يُمكن اعتباره قمرا جيومستقرا؟

6- ماهي مواصفات القمر الجيومستقرّ عند ئذ؟

7- ما هو القانون الذي يُمكن استنتاجه من عبارة الدّور السّابقة؟

المعطيات: $M_T = 6\times10^{24} Kg, R_T = 6400Km, G = 6.67\times10^{-11} N.m^2 / Kg^2$

التمرين 03:

اثبت العالم الفلكي يوهان كبلر في 1609 أن النظام الذي وضعه كوبرنيكس عن مركزية الشمس هو الوحيد الذي يعكس الحقيقة بدقة وعن طريق عمليات حسابية معقدة ومتعددة، وضع كبلر القوانين الثلاث الهامة فيما يتعلق بحركة الكواكب.

1- ذكّر بالقوانين الثلاث لكبلر.

2- ثلاثة كواكب a، b، c، كتلها m_a، m_b، m_c، تدور حول نجم E كتلته M_E في مدارات نعتبرها دائرية مركزها هو مركز النجم بحيث تخضع لتأثيراته فقط وهذا لتسهيل الدراسة.

ندرس حركة الكواكب الثلاثة في معلم مبدؤه مركز النجم، ونعتبر أن هذه الكواكب لا تخضع إلا لتأثير هذا النجم.

يشمل الجدول أدوار وأنصاف أقطار الكواكب الثلاثة حول هذا النجم.

$T_c = 84,4$	$T_b = 12,93$	$T_a = 5,366$	الدور $T\ (jours)$
$r_c = 2,54\times10^{-1}$	$r_b = 7,27\times10^{-2}$	r_a	نصف قطر الدوران $r(UA)$

UAهي الوحدة الفلكية، حيث $1UA = 1,5\times10^{11}m$.

يعطى قانون الجذب العام بالعلاقة: $F = G.\frac{m_1.m_2}{r^2}$ حيث G ثابت الجذب العام.

أ-باستعمال التحليل البعدي أوجد وحدة قياس الثابت G.

ب-بين أن حركة هذه الكواكب دائرية منتظمة، ثم احسب v_c سرعة الكوكب c.

ج-احسب قيمتي كل من r_a نصف قطر دوران الكوكب a و M_E كتلة النجم.

3-نعتبر حركة الأقمار الصناعية حول الأرض شبيهة بحركة الكواكب حول النجم، حيث نميز من بينها الأقمارالجيو مستقرة ولدراسة حركتها عادة ما نختار مرجعاً مناسباً.

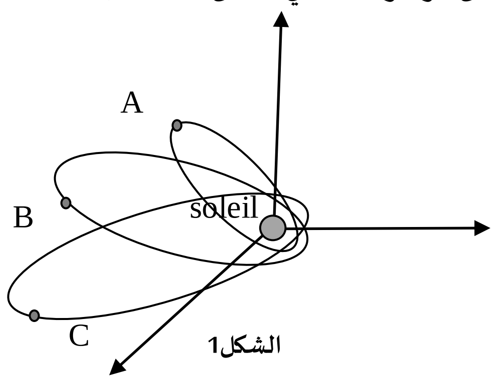
أ- حدّد هذا المرجع. عرفه .

ب- استنتج عبارة h ارتفاع هذا القمر الذي نعتبره نقطة مادية عن سطح الأرض واحسب قيمته.

يعطى: دور الأرض حول محورها $T = 24h$، $R_T = 6400\,km$، $G = 6,67\times10^{-11}SI$، $M_T = 6,0\times10^{24}kg$.

التمرين 04:

اثبت العالم الفلكي يوهان كبلر في 1609 أن النظام الذي وضعه كوبرنيكس عن مركزية الشمس هو الوحيد الذي يعكس الحقيقة بدقة وعن طريق عمليات حسابية معقدة ومتعددة، وضع كبلر القوانين الثلاث الهامة فيما يتعلق بحركة الكواكب.



الشكل1

1-الشكل (1) يعطي نموذجًا تقريبيًا لمدارات ثلاث كواكب $(C),(B),(A)$ من المجموعة الشمسية تدور حول الشمس في معلم هيليومركزي .

– هل القانون الأول لكبلر محقق حسب ما تعكسه الصورة ؟ علل.

2- الجدول التالي يحتوي على معلومات تخص الكواكب الثلاث بعضها مجهول حيث T دور الكوكب حول الشمس، a نصف طول المحور الكبير للاهليليج.

بالاعتماد على القانون الثالث لكبلر أوجد قيمتي كل من T_B , a_C.

الكوكب	$T\ (10^7 S)$	$a\,(10^8\,Km)$
A (الارض)	$3,16$	$1,50$
B(المريخ)	T_B	$2,28$
C(المشتري)	$37,4$	a_C

3 – نقبل من أجل تسهيل الدراسة أن حركة الكواكب الثلاث حول الشمس دائرية نصف قطرها r وأنها لا تخضع إلا لتأثيرها فقط. يعطى قانون الجذب العام لنيوتن بالعلاقة التالية: $F = G.\frac{m_1.m_2}{r^2}$

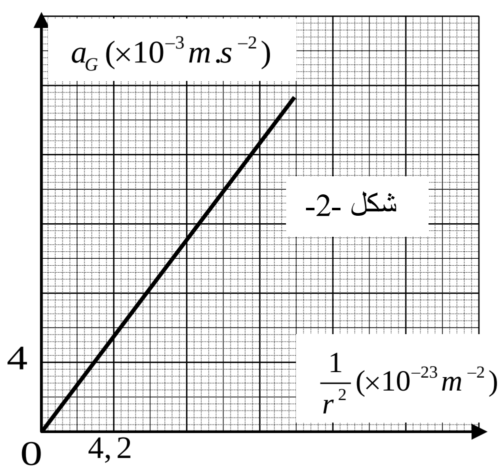
أ– مثل شعاع القوة التي تؤثر بها الشمس على أحد الكواكب وأعط عبارة شدتها بدلالة G و M_s (كتلة الشمس) و m_p (كتلة الكوكب) و r (البعد بين مركزي كل من الشمس والكوكب).

ب – إذا علمت أن شدة قوة جذب الشمس للأرض هي: $F_{S/T} = 3,56\cdot10^{22}\,N$.
أوجد كتلة الشمس.

4 –أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن عبارة a_G تسارع مركز عطالة الأرض حول الشمس يعطى بالعلاقة: $a_G = \alpha\cdot\frac{1}{r^2}$. حيث α ثابت يطلب تعيين عبارته.

ب - البيان الموضح في الشكل-2-يمثل تغيرات a_G بدلالة $\frac{1}{r^2}$.

- أعط العبارة التي يترجمها البيان.



جـ- بالاعتماد على العلاقتين النظرية والعملية استنتج كتلة الشمس.

د- هل تتوافق هذه القيمة مع القيمة المحسوبة سابقاً(3- ب).

تعطى: كتلة الأرض $M_T = 6,0 \cdot 10^{24}\, Kg$ ، البعد بين مركزي الشمس والأرض $\boldsymbol{r} = 1,5 \cdot 10^{11}\, \boldsymbol{m}$ ، $G = 6,67 \cdot 10^{-11} (SI)$.

التمرين 05:

1- دأبت وكالة الفضاء الجزائرية على تطوير مشاريع الأقمار الاصطناعية لخدمة الاتصالات، آخرها إطلاق القمر AlcomSat1 (**الشكل-1**) والذي يعتبر جزائري الصنع 100% بعلماء جزائريين في الداخل والخارج، وذلك يوم 10 ديسمبر 2017 على الساعة 17 و40 دقيقة من قاعدة شيشانغ Xichang بمقاطعة سيشوان بالصين. يسلك القمر AlcomSat1 مسارا اهليلجيا بعد مدة زمنية من اطلاقه، بعدها دخل في مداره الجيو مستقر Géostationnaire حيث أخذ الموضع الفلكي $24,8^\circ$.

الشكل-1

AlcomSat1 تم تركيبه على مستوى مركز تطوير الأقمار الاصطناعية ببئر الجير – ولاية وهران – من شأنه توفير خدمة الاتصالات والأنترنت، بث القنوات الاذاعية و التلفزيونية بدقة عالية..

أ- اشرح المصطلحات الواردة في النص: جيومستقر، إهليلجي.

ب- ذكر بنص القانون القانون الأول لكبلر.

ت- ارسم شكلا تخطيطيا للمسار الاهليلجي الذي اتخذه القمر موضحا عليه النقاط التالية: الأرض، نقطة الاوج، نقطة الحضيض، ومثل عليه كيفيا شعاع السرعة في النقطتين الأخيرتين.

2- نعتبر قمر صناعي (S) كتلته m يدور حول الأرض بحركة دائرية منتظمة ويرسم مسارا دائريا نصف قطره r حيث: $r = R_T + h$ ، h ارتفاعه عن سطح الأرض، R_T نصف قطر الأرض ومركزه O.

لدراسة هذا القمر الاصطناعي، نختار معلما مرتبطا بمعلم عطالي مناسب.

أ- اذكر المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي، عرفه ولماذا نعتبره عطاليا؟

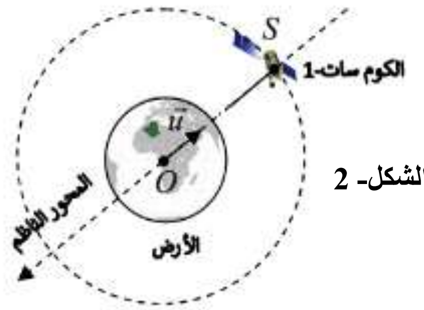
ب- مثل على (**الشكل-2**) كيفيا شعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$ التي تطبقها الأرض (T) على القمر الصناعي (S).

ت- اكتب العبارة الشعاعية لشعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$ بدلالة المقادير m ، G ، h ، R_T ، M_T وشعاع الوحدة $\vec{u}$.

حيث: M_T كتلة الأرض و G ثابت الجذب العام.

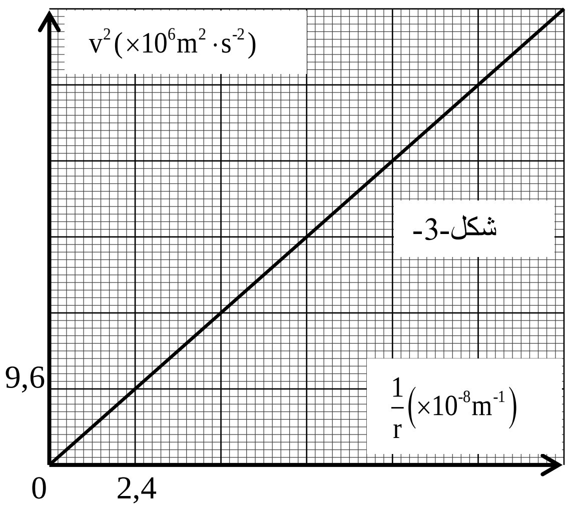
ث- باستخدام التحليل البعدي، حدد وحدة المقدار G.

ج- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في المرجع المختار، جد عبارة سرعة مركز عطالة القمر الاصطناعي v بدلالة G ، r و M_T.



الشكل -2

3- يمثل المنحنى البياني (**الشكل- 3**) المقابل تطور مربع السرعة المدارية للقمر الاصطناعي (S) بدلالة مقلوب البعد $v^2 = f(\frac{1}{r})$.



أ- اكتب معادلة المنحنى البياني واستنتج قيمة كتلة الأرض M_T.

ب- جد عبارة الدور T للقمر الاصطناعي (S) بدلالة G ، r و M_T.

4- يدور القمر الاصطناعي AlcomSat1 في مسار دائري على ارتفاع h= 36000 km في مستوى خط الاستواء باتجاه دوران الأرض حول محورها.

أ- استنتج السرعة المدارية للقمر الاصطناعي AlcomSat1 اعتمادا على (**الشكل-3**).

ب- احسب دور القمر الاصطناعي AlcomSat1.

ت- هل يمكن اعتباره جيو مستقر؟ علل.

ت- بين أن القانون الثالث لكبلر محقق.

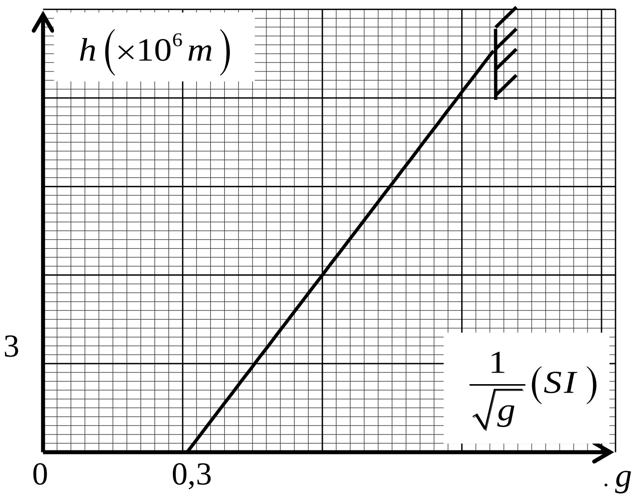
يعطى: $G=6,67\times10^{-11}(SI)\ ;\ R_T=6400\,km$

التمرين 06:

نعتبر الأرض كروية الشكل نصف قطرها R_T وكتلتها M_T ، حيث يدور قمر اصطناعي S كتلته m على ارتفاع h من سطحها ويتحرك بسرعة V.

1- أعط العبارة الحرفية لقوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي $F_{T/S}$ بدلالة: $G،m،M_T،h،R_T$

2- أوجد العبارة الحرفية للجاذبية g بدلالة : $G،M_T،h،R_T$.



3- انطلاقا من العبارة السابقة بين أن عبارة الارتفاع h يمكن أن تكتب على الشكل: $h=A\cdot\frac{1}{\sqrt{g}}+B$.حيث: A، B ثابتين يطلب تحديد عبارتهما.

4- البيان المقابل يمثل: $h=f\left(\frac{1}{\sqrt{g}}\right)$.

أ- أكتب العبارة البيانية .

ب- أحسب كتلة الأرض M_T.

ت- استنتج قيمة نصف قطر الأرض R_T.

ث- أوجد قيمة تسارع الجاذبية g_0 على سطح الأرض.

5- إذا علمت أن قيمة تسارع الجاذبية في مدار هذا القمر هي: $g=0,25(SI)$.

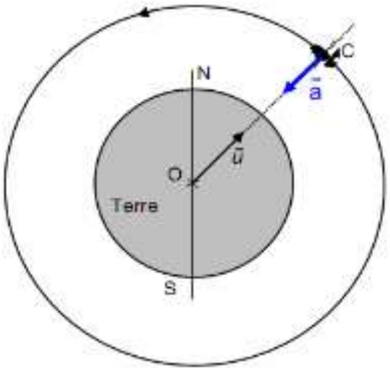
أ- أوجد ارتفاع القمر الاصطناعي h عن سطح الأرض.

ب- احسب سرعته V في مداره .

يعطى: ثابت الجذب العام $G=6,67\times10^{-11}(SI)$.

التصحيح النموذجي

التمرين 01:



1- تتم دراسة حركة القمر الاصطناعي في المرجع الجيو مركزي

2- العبارة الشعاعية للقوة المطبقة $\vec{F}_{T/S} = -G.\dfrac{m_T x m_S}{r^2}.\vec{u}$

3- عبارة تسارع القمر الاصطناعي:

$$\sum\vec{F} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/S} = m.\vec{a} \quad \Rightarrow F_{T/S} = m_S.a \quad \Rightarrow a = \frac{G.m_T}{(R_T+h)^2}$$

4- تمثيل شعاع التسارع $\vec{a}$:

5- عبارة سرعة مركز عطالة القمر الاصطناعي

القمر الاصطناعي يقطع مسافة $2.\pi.r$ خلال دور T بسرعة v فان: $v = \dfrac{2\pi r}{\mathrm{T}} \Rightarrow v = \dfrac{2\pi(R_T+h)}{\mathrm{T}}$

6- عبارة الدور T لحركة مركز عطالة القمر الاصطناعي

$$\begin{cases} \mathrm{T} = \dfrac{2\pi(R_T+h)}{v} \\ a = \dfrac{G.m_T}{(R_T+h)^2} = \dfrac{v^2}{R_T+h} \Rightarrow v = \sqrt{\dfrac{G.m_T}{R_T+h}} \end{cases} \Rightarrow \mathrm{T} = 2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{G.m_T}}$$

استنتج القانون الثالث لكبلر المطبق على هذه الحركة الدائرية

$$\mathrm{T}^2 = 4\pi^2\frac{(R_T+h)^3}{G.m_T} \Rightarrow \frac{\mathrm{T}^2}{(R_T+h)^3} = \frac{4\pi^2}{G.m_T} = Cte$$ و هو قانون كيبلر الثالث

7- كتلة الأرض

$$\frac{\mathrm{T}^2}{(R_T+h)^3} = \frac{4\pi^2}{G.m_T} \Rightarrow m_T = \frac{(R_T+h)^3\,4\pi^2}{G.\mathrm{T}^2} = \frac{\left((6400+830)10^3\right)^3 4\pi^2}{6,67.10^{-11}.(101.60)^2} \Rightarrow m_T = 6,1.10^{+24}kg$$

التمرين 02:

1- عبارة قوّة الجذب العامّ التي تُطبّقها الأرض على القمر: $F_{T/S} = G\times\dfrac{M_T.m}{r^2}$........(1)

2- بما أنّ القمر الصّناعي يخضع الى قوّة وحيدة جاذبة مركزيّة موجّهة نحو مركز الأرض وهي قوّة الجذب العام التي تُطبّقها الأرض،فالتّسارع المكتسب يكون ناظميّا $\left(\vec{a}_n\right)$ ومنه الحركة دائريّة منتظمة.لا يسقط القمر على الأرض لأنّ لديه سرعة مداريّة ولو توقّف لسقط

3- العبارة الحرفيّة للسّرعة:الجملة المدروسة هي القمر الصّناعي (S) والمرجع مركزي أرضي نعتبره غاليلي،تكون القوّة المطبّقة هي قوّة جذب الأرض للقمر:بتطبيق القانون الثّاني لنيوتن: $\sum\vec{F}_{ext} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/S} = m.\vec{a}$

بالإسقاط على النّاظم نجد أنّ: $G\times\dfrac{M_T.m}{r^2} = m.\dfrac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\dfrac{G.M_T}{r}} \rightarrow (2)$.

ت ع: $$v = \sqrt{\frac{6,67\times10^{-11}\cdot6\times10^{24}}{832\times10^3+6400\times10^3}} = 7,4km/s$$

4- حسب العلاقة (2) نلاحظ أنّ عبارة السّرعة لا تتعلّق بكتلة القمر بل بارتفاعه عن سطح الأرض لأنّ: $r = R+h$

5- عبارة دور القمر الصّناعي: $(3) \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{G.M_T}} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v}$ وبالتطبيق العددي نجد: $T = 1.70h$، لا يُمكناعتبار هذا القمر جيو مستقرًا لأنّ الدّور المداري له لا يُساوي $T = 24h$

6- مواصفات القمر الجيومستقرّ: *دوره $T = 24h$، *نفس جهة دوران الأرض، *يكون فوق خطّ الاستواء

القانون الممكن استنتاجه من عبار الدور: يمكن كتابة العلاقة (3) على النّحو التّالي: $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G.M_T} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \times \frac{r^3}{G.M_T}$ وهو قانون كبلر الثّالث

التمرين 03:

1-التذكير بالقوانين الثلاث لكبلر:

القانون الأول: قانون المسارات ....(تدور الكواكب حول الشمس في مدارات إهليليجية، بحيث توجد الشمس في أحد محارق هذه المدارات.

القانون الثاني: قانون المساحات.....(إن المحور الواصل بين مركزي الكوكب السيار والكوكب الجاذب يمسح مساحات متساوية في مدد زمنية متساوية.

القانون الثالث: قانون الأدوار.....(النسبة ثابتة بين مربع الأدوار ومكعب أنصاف الأقطار لأقمار تدور حول كوكب)

2-أ- التحليل البعدي: ايجاد وحدة قياس ثابت الجذب العام G: $[G] = \left[\frac{F.r^2}{m_1 m_2}\right] = \frac{MLT^{-2}L^2}{M^2} = L^3T^{-2}M^{-1}$ ومنه وحدة قياس G هي: $(m^3s^{-2}kg^{-1})$

2-بيان ان حركة هذه الكواكب منتظمة: لدينا: $\vec{F}_{E/a} = -G.\frac{m_a M_E}{r_a^2}.\vec{i}$

ولدينا: $\sum \vec{F}_{ext} = m_a.\vec{a}$ ومنه: $-G.\frac{m_a M_E}{r_a^2}.\vec{i} = m_a\vec{a}$ إذا: $\vec{a} = G.\frac{m_a M_E}{r_a^2}.\vec{i}$

بما أن: $\vec{a}$ و $\vec{i}$ متعاكسان مباشرة إذا $\vec{a}$ عبارة عن تسارع ناظمي فالحركة دائرية منتظمة

أو نقول: $a_T = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = C^{te}$ المسار دائري و $a = a_N = G.\frac{M_E}{r_a^2}$ التسارع ثابت فالحركة منتظمة.

نتيجة: حركة الكواكب دائرية منتظمة

حساب سرعة الكوكب c: $v_c = \frac{2\pi r_c}{T_c} = 3,3\times10^4 m/s$

ج-حساب قيمة r_a: من العبارة: $\frac{T_a^2}{r_a^3} = \frac{T_b^2}{r_b^3} = \frac{T_c^2}{r_c^3}$ ومنه: $r_a = r_b\sqrt[3]{\frac{T_a^2}{T_b^2}} = 0,04UA$

-حساب كتلة النجم (M_E): $a = \frac{v_c^2}{r_c} = G\frac{M_E}{r_c^2} \Leftrightarrow M_E = \frac{v_c^2 \times r_c}{G} \Rightarrow M_E = 6,2\times10^{29}kg$

3-المرجع المختار للدراسة: مرجع جيومركزي.

تعريفه: مبدؤه مركز الأرض ومحاوره الثلاثة متجهة نحو ثلاثة نجوم بعيدة ثابتة.

ب-ارتفاع هذا القمر الصناعي عن سطح الأرض:

لدينا: $T = 24h$ ولدينا: $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{GM_T}}$ ومنه: $h = \sqrt[3]{\frac{T^2GM_T}{4\pi^2}} - R_T = 36000km$

التمرين 04:

1 -أ- التذكير بقوانين كبلر الثلاث .

ب – نعم قانون كبلر محقق لان المسار اهليليج و الشمس تقع في أحد بؤرته.

2 –أ- حساب كل من : حسب قانون كلبر الثالث $\frac{T_c^2}{a_c^3}=\frac{T_b^2}{a_b^3}=\frac{T^2}{a^3}=\frac{4\pi^2}{GM_S}=K=C^{te}$

أي أن: $K=C^{te}=2,99\cdot10^{-19}$

ب – نحسب T_B نجده : $T_B=\frac{C^{te}}{a^3}=5,94\times10^7 s$

$a_c=7,78\times10^8 km$

3 – أ - تمثيل الشعاع $\vec{F}_{S/P}$:

ب- حساب كتلة الشمس: $M_s=\frac{F\cdot r^2}{G\cdot M_T}=2\cdot10^{30}Kg$

4-أ- عبارة تسارع مركز العطالة: لدينا $\sum\vec{F}_{ext}=M_p\cdot\vec{a}_G$ أي أن : $Ms\cdot a_G=\frac{G\cdot M_s\cdot M_p}{r^2}$

و منه : $a=G\cdot M_s\cdot\frac{1}{r^2}$

معادلة البيان : $a=\alpha\cdot\frac{1}{r^2}$

ب- بمطابقة العبارة $a=G\cdot M_s\cdot\frac{1}{r^2}$ ومعادلة البيان $a=\alpha\cdot\frac{1}{r^2}$ نجد: $\alpha=G\cdot M_s$

حساب قيمة الميل : $\alpha=1,33\times10^{20}$

ج- استنتاج كتلة الشمس من العلاقتين النظرية والعلمية نجد: $M_s=\frac{\alpha}{G}$

ومنه: $M_s=\frac{1,33\times10^{20}}{6,67\times10^{-11}}=2\times10^{30}Kg$

د- نعم تتوافق مع القيمة السابقة.

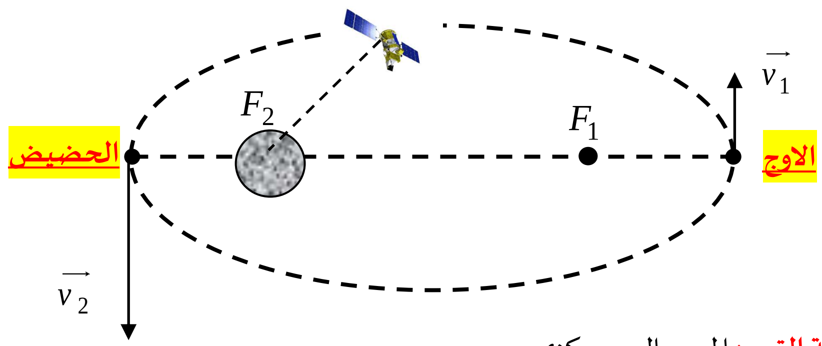
التمرين 05:

1-أ-شرح المصطلحات الواردة في النص:

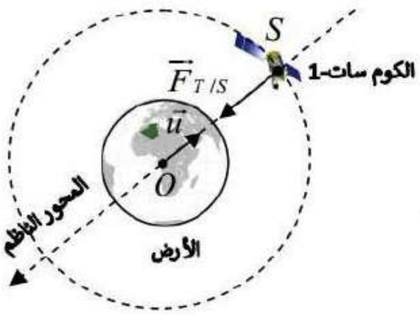
جيومستقر: خاصية قمر اصطناعي يدور حول الارض في مستوي خط الاستواء في نفس جهة دورانها وله نفس دور الارض حول نفسها.

إهليجي: هو مدار بيضوي متناظر يحتوي أحد محرقيه الكوكب المركزي (الارض)

ب- القانون الاول لكبلر: تدور الكواكب حول الشمس في مدارات اهليجية حيث تكون الشمس في أحد محارق هذه المدارات.



2- أ- المرجع المناسب لدراسة حركة القمر: المرجع الجيومركزي



تعريفه: هو مرجع مركزه الارض وله ثلاث محاور متجهة نحو ثلاث نجوم نعتبرها ثابتة .نعتبره عطاليا إذاكانت مدة دراسة حركة القمر الصناعي لا تسمح لمركز الارض أن يرسم قوسا حول مركز الشمس(يرسم مستقيما)

ب- تمثيل قوة جذب الارض للقمر: $\vec{F}_{T/S}$

ت- العبارة الشعاعية لشعاع القوة $\vec{F}_{T/S}$: $\vec{F}_{T/S} = -G \times \frac{M_T.m}{(R_T+h)^2}\vec{u}$

ث- التحليل البعدي: ايجاد وحدة قياس ثابت الجذب العام G:

$[G]=\left[\frac{F.r^2}{m_1 m_2}\right]=\frac{MLT^{-2}L^2}{M^2}=L^3T^{-2}M^{-1}$ ومنه وحدة قياس G هي: $(m^3s^{-2}kg^{-1})$

ج- عبارة سرعة مركز عطالة القمر الاصطناعي v بدلالة G، r و M_T.

- الجملة المدروسة :قمر اصطناعي .
- مرجع الدراسة :جيومركزي نعتبره عطاليا:
- بتطبيق القانون الثّاني لنيوتن: $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/S} = m.\vec{a}$

بالإسقاط على النّاظم نجد أنّ: $G \times \frac{M_T.m}{(R_T+h)^2} = m.\frac{v^2}{(R_T+h)} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G.M_T}{(R_T+h)}}$.

3-أ- معادلة البيان:البيان خط مستقيم معادلته: $v^2 = 4\times10^{14}.\frac{1}{r}..........(1)$

ب- استنتاج كتلة الارض M_T: لدينا $v^2=\frac{G.M_T}{(R_T+h)}........(2)$ علما أن: $r=R_T+h$

بمطابقة (1) و (2) نجد: $GM_T=4\times10^{14} \Rightarrow M_T=\frac{4\times10^{14}}{G}=\frac{4\times10^{14}}{6,67\times10^{-11}}=6\times10^{24}kg$

ت- عبارة الدور T للقمر الاصطناعي (S) بدلالة G، r و M_T: $T=\frac{2\pi r}{v}=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_T}}$

4-أ- استنتاج السرعة المدارية للقمر الاصطناعي : $r=R_T+h=6400+36000=42400km \Rightarrow \frac{1}{r}=2,4\times10^{-8}m^{-1}$

بالاسقاط على البيان نجد: $v^2=9,6\times10^6(m/s)^2 \Rightarrow v=3098,4m/s$

ب- حساب T دور القمر الاصطناعي: $T=\frac{2\pi r}{v}=\frac{2\pi\times424\times10^5}{3098,4}=85982,14s \approx 24h$

نعم يمكن اعتباره جيومستقر

التعليل: يدور في مستوي خط الاستواء وفي نفس اتجاه دوران الارض حول محورها ودوره يساوي $T=24h$

ث- تبيان أن القانون الثالث لكبلر محقق: $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_T}} \Leftrightarrow T^2=4\pi^2\frac{r^3}{GM_T} \Rightarrow \frac{T^2}{r^3}=\frac{4\pi^2}{GM_T}=C^{te}$

$\frac{T^2}{(R_T+h)^3}=K$ ومنه القانون الثالث لكبلر محقق.

التمرين 06:

1- العبارة الحرفية لقوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي $F_{T/S}$: $F_{T/S}=G\frac{m\cdot M_T}{(h+R_T)^2}$

2-العبارة الحرفية للجاذبية g بدلالة G،M_T،h،R_T: $P=F_{T/S} \Rightarrow mg=G\frac{m\cdot M_T}{(R_T+h)^2} \Rightarrow g=\frac{G\cdot M_T}{(R_T+h)^2}$

3- تبيان أن عبارة الارتفاع h تكتب على الشكل: $h = A\cdot\frac{1}{\sqrt{g}} + B$

لدينا: $g = \frac{G\cdot M_T}{(R_T+h)^2} \Rightarrow (R_T+h)^2 = \frac{G\cdot M_T}{g}$

$$\Rightarrow h = \sqrt{\frac{G\cdot M_T}{g}} - R_T \Rightarrow \left[h = \sqrt{G\cdot M_T}\cdot\frac{1}{\sqrt{g}} - R_T\right]$$

بالمطابقة نجد: $\begin{vmatrix} A = \sqrt{GM_T} \\ B = -R_T \end{vmatrix}$

4-أ- العبارة البيانية: معادلة البيان من الشكل: $h = a\cdot\frac{1}{\sqrt{g}} + b$ ايجاد الثابت a معامل توجيه

البيان: $a = \frac{\Delta h}{\Delta\left(\frac{1}{\sqrt{g}}\right)} = \frac{(13,6-0)\times10^6}{1-0,32} = 2\times10^7\ (SI)$

ايجاد الثابت b : $\frac{1}{\sqrt{g}} = 1 \Rightarrow h = 13,6\times10^6 m$

$$\Rightarrow 13,6\times10^6 = 2\times10^7\cdot1 + b \Rightarrow b = 2\times10^7 - 6\times10^6 \Rightarrow b = 6,4\times10^6$$

تصبح العبارة البيانية: $\left[h = 2\times10^7\cdot\frac{1}{\sqrt{g}} + 6,4\times10^6\right]$

ب- أحسب كتلة الأرض M_T:

لدينا: $h = 2\times10^7\cdot\frac{1}{\sqrt{g}} + 6,4\times10^6 ....(1)$

$$h = \sqrt{G\cdot M_T}\cdot\frac{1}{\sqrt{g}} - R_T ....(2)$$

بمطابقة (1) و (2) نجد $\sqrt{GM_T} = 2\times10^6 \Rightarrow M_T = \frac{(2\times10^6)^2}{G}$

$$\Rightarrow M_T = \frac{(2\times10^7)^2}{6,67\times10^{-11}} = 6\times10^{24} Kg$$

ت- استنتاج قيمة نصف قطر الأرض R_T: $\left[R_T = 6,4\times10^6 m\right]$

ث- قيمة تسارع الجاذبية g_0 على سطح الأرض: $h = 0 \Rightarrow g_0 = \frac{G\cdot M_T}{(R_T)^2} \Rightarrow g_0 = \frac{6,67\times10^{-11}\cdot6\times10^{24}}{(6,4\times10^6)^2} = 9,77 N/Kg$

5-أ- حساب ارتفاع القمر الاصطناعي h عن سطح الأرض: $h = 2\times10^7\cdot\frac{1}{\sqrt{g}} - 6,4\times10^6 \Rightarrow h = 2\times10^7\cdot\frac{1}{\sqrt{0,25}} - 6,4\times10^6$

$$\Rightarrow \left[h = 3,36\times10^7 m\right]$$

ب-حساب سرعة القمر الصناعي v في مداره: $v = \sqrt{\frac{GM_T}{h+R_T}} = \sqrt{\frac{6,67\times10^{-11}\cdot6\times10^{24}}{3,36\times10^7 + 6,4\times10^6}} = 3,16\times10^3 m/s$

التمرين 01:

بواسطة برمجية خاصة تمت المتابعة الزمنية لتطور سرعة حركة سقوط مركز عطالة كرة مطاطية ، كتلتها $m = 2,5\ g$ و نصف قطرها $r = 1,9\ cm$ في الهواء فتم الحصول على المنحنى البياني الموضح في الشكل.

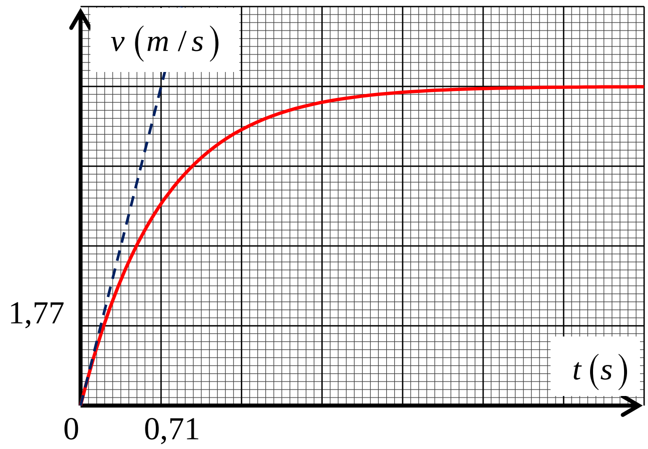
يعطى: حجم كرة $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ ؛ $\rho_{air} = 1,3\ kg \cdot m^{-3}$ ؛ $g = 10\ m \cdot s^{-2}$

-1 بيّن أن شدة دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$ المطبقة على الكرة مهملة أمام ثقلها.

-2 إذا علمت أن شدة محصلة قوى الاحتكاك المطبقة على الكرة من طرف الهواء هي: $f = k \cdot v^2$

أ- مثِّل القوى المطبقة على الكرة في لحظة t من بداية سقوطها.

ب- أوجد المعادلة التفاضلية لتطور سرعة حركة سقوط الكرة.



-3 عيّن السرعة الحدية للسقوط v_L.

-4 أ- أوجد عبارة الثابت k بدلالة: m ، g و v_L.

ب- باستعمال التحليل البعدي، حدّد وحدة k

ثم أحسب قيمته العددية.

ليكن τ هو الزمن المميز للحركة:

أ- ما هي قيمة ميل المماس للمنحني $v = f(t)$

عند المبدأ $(t = 0)$. ماذا يمثل هذا الميل؟

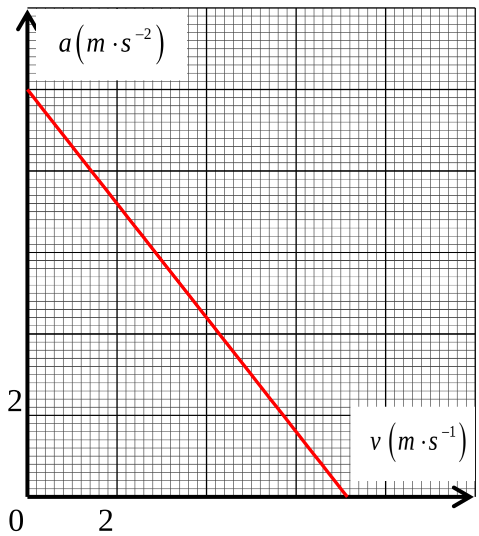
ب- أوجد عبارة الزمن المميز τ بدلالة v_L و g ثم أحسب قيمته العددية.

-5 بيَّن تسجيل الحركة أنه في اللحظة t_1، تكون سرعة الكرة $v_1 = 4,25\ m \cdot s^{-1}$ أحسب التسارع a_1 للكرة في اللحظة t_1.

التمرين 02:

كرة تنس كتلتها $m = 2,5g$ وقطرها $d = 3,8cm$ تسقط في الهواء بدون سرعة ابتدائية .

يعطى: الكتلة الحجمية للهواء $\rho_{air} = 1,3kg \cdot m^3$ ، حجم الكرة $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$



-1 احسب كتلة الهواء الذي تزيحه الكرة .

-2 احسب النسبة بين π و P. ماذا تستنتج؟

-3 مقاومة الهواء التي تتعرض لها الكرة أثناء السقوط من الشكل: $f = k \cdot v$.

أ- مثل تأثير القوى المطبق على الكرة .

ب- اكتب المعادلة التفاضلية لتطور سرعة الكرة.

-4 يمثل البيان تغيرات التسارع بدلالة الزمن .

بالاعتماد على البيان استنتج:

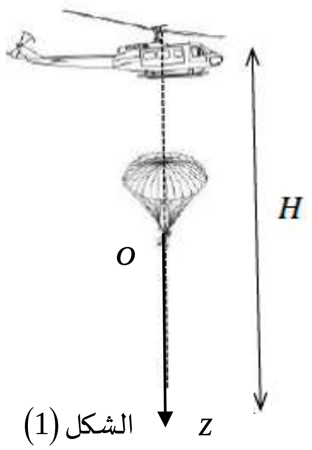
أ- السرعة الحدية $v_{\lim}$.

ب- الزمن المميز τ ومعامل الاحتكاك k.

ت- قيمة التسارع الابتدائي a_0.

التمرين03:

تستعمل الطائرات المروحية في بعض العمليات العسكرية التي تستدعي إنزالا للجنود بالمظلات من أجل تنفيذ مهمات قتالية محددة، غير أنها تعتبر أهدافا سهلة المنال للدفاعات الأرضية المضادة. **الشكل** (1)



الشكل (1)

I- دراسة السقوط الشاقولي للجندي في الهواء:

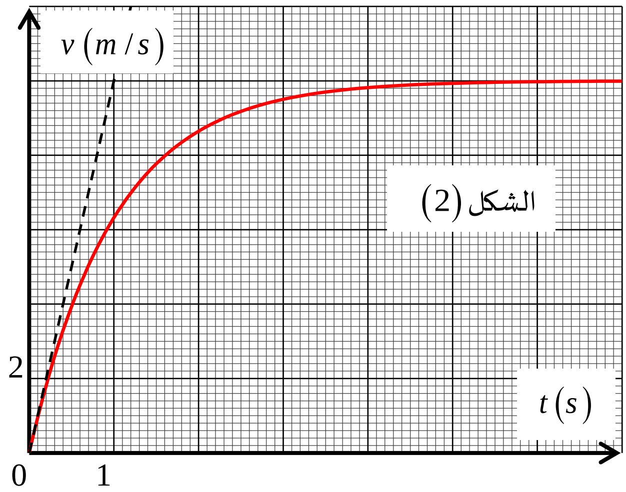
أثناء عملية الإنزال تبقى تبقى الطائرة المروحية ثابتة على ارتفاع $H = 405m$ من سطح الأرض.يسقط الجندي بدون سرعة ابتدائية فتفتح مظلته بشكل آني ،ويسقط في اتجاه شاقولي نحو الأرض، فيخضع لقوة احتكاك عبارتها من الشكل : $\vec{f} = -k\vec{v}$ ، ندرس حركة مركز عطالة الجملة (الجندي+ مظلته) في المعلم $(o;\vec{k})$ مرتبط بالأرض والذي نعتبره غاليليا.

يعطى:كتلة الجندي ولوازمه $m = 100kg$ ، $g = 10m \cdot s^{-2}$.

1- نهمل دافعة أرخميدس، وبتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

– أوجد المعادلة التفاضلية لتطور سرعة الجملة (الجندي+ مظلته).

2- يمثل المنحنى **الشكل** (2) تغيرات سرعة مركز عطالة الجملة المدروسة بدلالة الزمن، حدد بيانيا:



أ- الزمن المميز τ .

ب- السرعة الحدية $v_{\lim}$ للجملة المدروسة.

ت- التسارع الابتدائي a_0 .

3- أوجد قيمة الثابت k .

II- دراسة السقوط الحر للجندي :

يواجه الجندي أثناء سقوطه إلى خلل في فتح المظلة فيسقط سقوطا حرا بدون سرعة ابتدائية تحت تأثير ثقله فقط .

1- بتطبيق القاني لنيوتن. اكتب المعادلة التفاضلية لتطور سرعة الجندي.

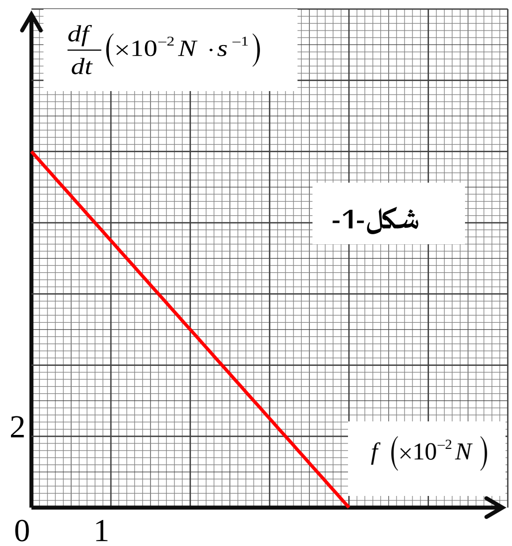
2- اكتب المعادلة الزمنية للحركة .

3- احسب سرعة الجندي لحظة ارتطامه بالأرض.ثم قارنها مع السرعة $v_{\lim}$ ف السؤال (2ب) ماذا تستنتج؟

التمرين 04:

نترك كريه كتلتها $m = 4g$ ونصف قطرها $r = 2cm$ ، تسقط شاقوليا في الهواء بدون سرعة ابتدائية $v_0 = 0$، تخضع الكريه إلى قوة احتكاك مع الهواء $f = kv$.

الدراسة التجريبية مكنت من رسم المنحنى البياني الموضح في **الشكل -1-** .



1- قارن بين قوة دافعة ارخميدس π وقوة ثقل الكريه P. ماذا تستنتج؟

2- بين أن المعادلة التفاضلية لتطور شدة قوة الاحتكاك المؤثرة على الكريه تكتب على الشكل: $\frac{df}{dt} = A \cdot f + B$.

حيث: A و B ثابتين يطلب تعيين عبارتيهما.

3- حدد قيم كلا من: الزمن المميز τ ، معامل الاحتكاك k والسرعة الحدية $v_{\lim}$.

4- جد المعادلة التفاضلية التفاضلية لتطور سرعة الكريه.

5- حل المعادلة التفاضلية من الشكل: $v(t) = A\left(1 - e^{B \cdot t}\right)$

حيث: A، B ثوابت يطلب إيجاد عبارة كل منهما،وما هو المدلول الفيزيائي للثابت A .

6- تأكد من قيمة السرعة الحدية $V_{\lim}$ المحسوبة سابقا في السؤال 3 .

يعطى: الكتلة الحجمية للهواء $\rho_{air} = 1,3 kg / m^3$، الجاذبية الأرضية $g = 10 m \cdot s^{-2}$، حجم الكرة $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

التمرين 05:

تستعمل الرافعات في ورشات البناء ،لنقل الحمولات الثقيلة بواسطة حبال فولاذية مرتبطة بأجهزة خاصة .

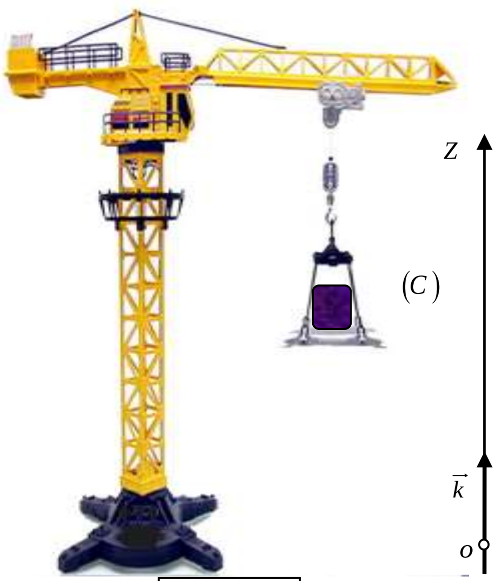
المعطيات: تسارع الجاذبية الأرضية $g = 9,8 m / s^2$

I- دراسة حركة الحمولة أثناء الرفع:

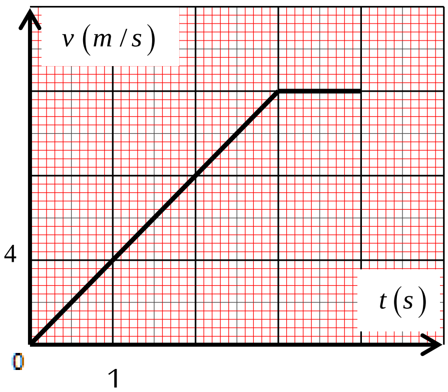
بأحد ورشات البناء ،تم تصوير حركة حمولة (C)، كتلتها $m = 400kg$ أثناء رفعها شاقوليا **(شكل -1-)**. خلال الحركة يطبق الحبل الفولاذي على الحمولة (C) قوة ثابتة $\vec{T}$.نهمل جميع الاحتكاكات.

ندرس حركة مركز عطالة الحمولة (C) في معلم $(o,\vec{k})$ مرتبط بسطح الأرض.

- بعد معالجة شريط حركة الحمولة (C) وبواسطة برنامج مناسب نحصل على المنحنى $v = f(t)$ **(شكل -2-)**.



شكل -1-



شكل -2-

1- أ- حدد أطوار الحركة.

ب- حدد طبيعة حركة مركز عطالة الحمولة في كل طور.

ت- احسب المسافة المقطوعة في كل طور،ثم استنتج المسافة الكلية.

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :أوجد شدة القوة $\vec{T}$ التي يطبقها الحبل الفولاذي في كل طور.

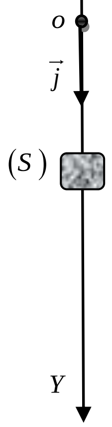
II- دراسة السقوط الشاقولي لجزء من الحمولة في الهواء:

تتوقف الحمولة عن الحركة عند ارتفاع معين.في لحظة $t = 0$، يسقط منها جزء (S) كتلته $m = 30kg$، بدون سرعة ابتدائية .

ندرس حركة مركز عطالة الجزء (S) في المعلم $(o,\vec{j})$ **شكل -3-**.

ننمذج تأثير الهواء على الجزء (S) أثناء حركته بالقوة: $\vec{f} = -k v^2 \vec{j}$.

حيث معامل الاحتكاك $k = 2,7(SI)$، نهمل تأثير دافعة أرخميدس .



شكل -3-

1- مثل تأثيرات القوى المطبقة على الجزء (S) عند اللحظات: $t = 0$ و $t \succ 0$.

2- اعتمادا على التحليل البعدي ، حدد وحدة الثابت k .

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ،أثبت أن المعادلة التفاضلية لتطور سرعة الجسم تكتب كما يلي: $\left(\frac{dv}{dt}\right)_t + 9\times10^{-2} v^2(t) = 9,8$

4- استنتج التسارع الابتدائي a_0 .

5- حدد قيمة السرعة الحدية $v_{\lim}$ للحركة .

التمرين 06:

تستعمل الطائرات المروحية في بعض العمليات العسكرية التي تستدعي إنزال الجنود بالمظلات من أجل تنفيذ مهام قتالية محددة.**شكل-1-**

يسقط مظلي ومظلته من مروحية ساكنة دون سرعة ابتدائية في اللحظة $t=0$ ، يخضع أثناء سقوطه لقوة احتكاك $f=-K_1 v$.

يعطى: كتلة مظلي ومظلته $m=80kg$ ، $g=10\,m/s^2$.

I- قبل فتح المظلة:

مثلنا تغيرات تسارع المظلي بدلالة شدة قوة الاحتكاك مع الهواء $a=g(f)$ كما **بالشكل-2-**

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة قوة الاحتكاك .

2- بين أن دافعة ارخميدس مهملة أمام القوى الأخرى.

3- اشرح لماذا تصبح قوة الاحتكاك ثابتة بعد فترة زمنية معينة، ثم أوجد شدة هذه القوة مستعينا بالبيان.

4- احسب ثابت الاحتكاك k_1 والثابت المميز للحركة علما أن سرعة المظلي تصل إلى قيمة حدية تساوي $50m/s$.

II- بعد فتح المظلة :

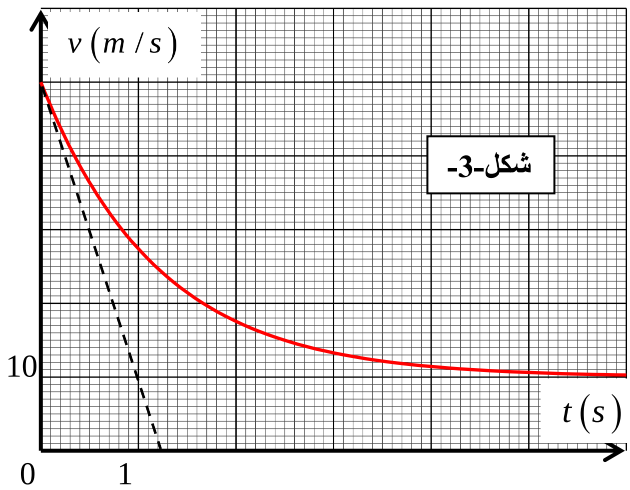
نهمل دافعة أرخميدس ، ونعتبر $t=0$ لحظة فتح المظلة. مثلنا سرعة المظلي ومظلته بدلالة الزمن ، و مماس البيان عند $t=0$ كما **بالشكل -3-**.تعطى قوة الاحتكاك التي تؤثر على المظلي مع مظلته بالعبارة $f=-K_2 v$.

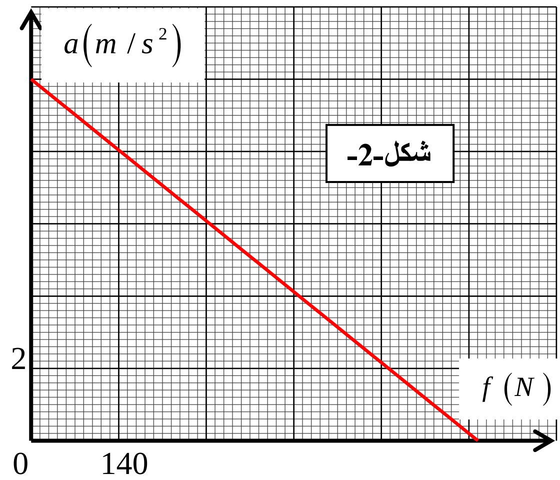
أ- مثل القوى المؤثرة على المظلي عند اللحظة $t=0$.

ب- أوجد كل من تسارع الجملة ، و شدة قوة الاحتكاك عند $t=0$.

ج- أوجد قيمة ثابت الاحتكاك k_2 بطريقتين مختلفتين .

د- مثل كيفيا مخطط تسارع الجملة بدلالة الزمن.



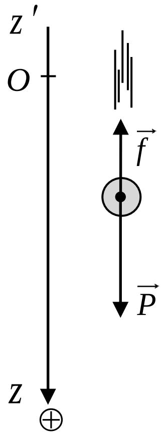


التصحيح النموذجي

التمرين 01:

1- مقارنة شدة دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$ بشدة قوة الثقل $\vec{P}$: بالتعريف: $P = 2,5\times10^{-2}\ N \xleftarrow[g=10\,m\cdot s^{-2}]{m=2,5\times10^{-3}\,kg} P = m\cdot g$

$$\Pi = 3,7\times10^{-4}\ N \xleftarrow[R=1,9\times10^{-2}\,m]{\rho_{air}=1,3\,kg\cdot m^{-3}} \Pi = \rho_{air}\cdot V\cdot g = \frac{4}{3}\pi\cdot\rho_{air}\cdot g\cdot R^3$$



بالتالي: $\frac{P}{\Pi} = \frac{2,5\times10^{-2}}{3,7\times10^{-4}} = 67,6$ و منه: يمكن إهمال شدة $\vec{\Pi}$ أمام شدة $\vec{P}$.

2- أ/ تمثيل القوى المطبقة في مركز عطالة الكرة في لحظة t من بداية سقوطها (ن. انتقالي):

لاحظ الشكل جانبه (يهمل تأثير دافعة أرخميدس).

ب/ المعادلة التفاضلية لتطور سرعة حركة سقوط الكرة:

-الجملة المدروسة: (كرة مطاطية) .

-مرجع الدراسة: سطحي لأرضي نعتبره غاليليا.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\sum \vec{F}_{ext} = m\cdot\vec{a}_G$: $\vec{P}+\vec{f} = m\cdot\vec{a}$

بالإسقاط على منحى الحركة الموجب: $\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}\cdot v^2 = g \Leftarrow m\cdot g - k\cdot v^2 = m\cdot\frac{dv}{dt}$

3- السرعة الحدية v_L للسقوط:

بيانياً: $v_L = 7,12\ m\cdot s^{-1}$

4- أ/ عبارة k بدلالة m، g و v_L: عند بلوغ النظام الدائم: $v = v_L = C^{te}$ و $\frac{dv}{dt} = 0$

بالرجوع إلى المعادلة التفاضلية: $k = \frac{m\cdot g}{v_L^2} \Leftarrow 0+\frac{k}{m}\cdot v_L^2 = g$

ب/ وحدة k ثم أحسب قيمته العددية:

وحدته: $[k] = kg\cdot m^{-1} \Leftarrow [k] = \frac{[m]\cdot[g]}{[v]^2} = \frac{kg\cdot\cancel{m}\cdot\cancel{s^{-2}}}{m^{\cancel{2}}\cdot\cancel{s^{-2}}} = \frac{kg}{m}$

قيمته: $k \approx 5\times10^{-4}\ kg\cdot m^{-1} \Leftarrow k = \frac{2,5\times10^{-3}\times10}{(7,12)^2} = 4,9\times10^{-4}\ SI$

5- أ/ قيمة ميل المماس للمنحنى $v = f(t)$ عند المبدأ $(t=0)$:

بيانياً: $\left(\frac{dv}{dt}\right)_{t=0} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{7,12}{0,712} = 10\ m\cdot s^{-2}$ و لدينا: $\left(\frac{dv}{dt}\right)_{t=0} = g \xleftarrow[v=0]{(t=0)} \frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}\cdot v^2 = g$

و منه: ميل المماس للمنحنى $v = f(t)$ عند المبدأ $(t=0)$ يمثل تسارع الثقالة الأرضية.

ب/ عبارة الزمن المميز τ بدلالة v_L و g و حساب قيمته العددية: معادلة المستقيم المماس عند المبدأ: $y = g\cdot t$

معادلة المستقيم المقارب: $y = v_L$

بالتعريف، الزمن المميز τ هو فاصلة نقطة تقاطع المستقيم المماس مع المستقيم المقارب.

بالتالي: $\tau = \frac{v_L}{g} \Leftarrow g\cdot\tau = v_L$

ت.ع: $\tau = 0,712\ s \Leftarrow \tau = \frac{7,12}{10} = 0,712\ s$

6- التسارع a_1 للكرة في اللحظة t_1: $\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}\cdot v^2=g \Leftarrow a_1+\frac{k}{m}\cdot v_1^2=g$ و منه: $a_1=g-\frac{k}{m}\cdot v_1^2$

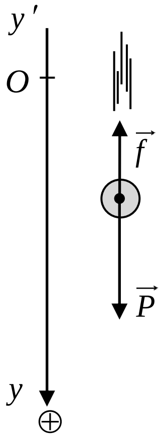
ت.ع: $a_1=10-\frac{5\times10^{-4}}{2,5\times10^{-3}}\times(4,25)^2=6,4\ m\cdot s^{-2}$

التمرين 02:

1- حساب كتلة الهواء الذي تزيحه الكرة: $m'=\rho_{air}.V=1,3\times\frac{4}{3}\times3,14\times\left(\frac{3,8\times10^{-2}}{2}\right)^2=37,33\times10^{6}kg$

2- حساب النسبة بين P و π: $\frac{P}{\pi}=\frac{m'.g}{m.g}=\frac{2,5\times10^{-3}}{37,33\times10^{-6}}=66,96$

نلاحظ أن $P\succ\pi$ ومنه يمكن إهمال قوة دافعة أرخميدس؟



3- أ-تمثيل القوى المطبقة على الكرة:

ب-كتابة المعادلة التفاضلية:

-الجملة المدروسة : كرة تنتس.

-مرجع الدراسة: سطحي أرضي نعتبره غاليليا.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\sum\vec{F}_{ext}=m\cdot\vec{a}_G$: $\vec{P}+\vec{f}=m\cdot\vec{a}$

بالإسقاط على منحى الحركة الموجب:

$$m\cdot g-k\cdot v=m\cdot\frac{dv}{dt}\Rightarrow\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}\cdot v=g\Rightarrow\left(\frac{dv}{dt}\right)_t+\frac{v}{\tau}=g$$

4- أ- السرعة الحدية $v_{\lim}$: $v_{\lim}=7m/s$

ب- الزمن المميز τ ومعامل الاحتكاك k: البيان مستقيم معادلته من الشكل: (1) ....$a=\frac{dv}{dt}=-1,43t+10$

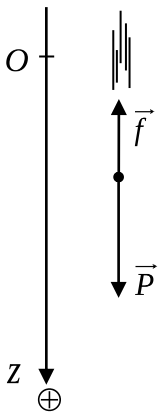
ولدينا من المعادلة التفاضلية: (2).........$\left(\frac{dv}{dt}\right)_t=-\frac{1}{\tau}\cdot v+g$

بمطابقة (1) و (2) نجد: $\frac{1}{\tau}=1,43\Rightarrow\tau=\frac{1}{1,43}=0,7s$

ونعلم أن: $\tau=\frac{m}{k}\Rightarrow k=\frac{m}{\tau}=\frac{2,5\times10^{-3}}{0,7}=3,57\times10^{-3}kg/s$

ث- قيمة التسارع الابتدائي a_0: $a_0=10m/s^2$

التمرين 03:



I- دراسة السقوط الشاقولي للجندي في الهواء:

-الجملة المدروسة: (الجندي+ مظلته) .

-مرجع الدراسة: سطحي لأرضي نعتبره غاليليا.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد: $\sum\overline{Fex}=m\cdot\vec{a}\Rightarrow\vec{P}+\vec{f}=m\cdot\vec{a}$

بالإسقاط على المحور OZ نجد :

$$P-f=m\cdot a\Rightarrow m\cdot g-kv(t)=m\cdot\frac{dv}{dt}$$

$$\Rightarrow\frac{dv}{dt}+\frac{k}{m}\cdot v(t)=g$$

2-أ- الزمن المميز τ: مماس المنحنى $\tau=1s$.

ب- السرعة الحدية $v_{\lim}$: $v_{\lim}=10m\cdot s^{-1}$.

ت- التسارع الابتدائي a_0: $a_0=\frac{v_{\lim}-0}{\tau-0}=\frac{10}{1}=10m\cdot s^{-2}$

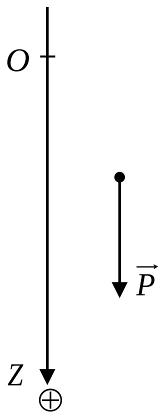
ث- قيمة الثابت k: $\tau=\frac{m}{k}\Rightarrow k=\frac{m}{\tau}=\frac{100}{1}=100kg\cdot s^{-1}$

II- دراسة السقوط الحر للجندي :

1- المعادلة التفاضلية لتطور سرعة الجندي:

-الجملة المدروسة: (الجندي+ مظلته) .

-مرجع الدراسة: سطحي لأرضي نعتبره غاليليا.



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد: $\sum\vec{Fex}=m\cdot\vec{a}$ $\Leftarrow$ $\vec{P}=m\cdot\vec{a}$

$$m\cdot g=m\cdot\frac{dv}{dt}\Leftarrow P=m\cdot a$$

بالإسقاط على المحور OZ نجد:

$$\frac{dv}{dt}=g\Leftarrow$$

2- المعادلة الزمنية للحركة :

$a_Z=\frac{dv_Z}{dt}=g$ $\Leftarrow$ $v_Z=\frac{dZ}{dt}=g\cdot t$ بالتالي: $Z(t)=\frac{1}{2}g\cdot t^2$

حركة مستقيمة متغيرة بانتظام ."

3- حساب سرعة الجندي لحظة ارتطامه بالأرض:

أ- ايجاد زمن السقوط : من المعادلة الزمنية $Z(t)=\frac{1}{2}g\cdot t^2=H$ $\Leftarrow$ $t=\sqrt{\frac{2H}{g}}$ $\Leftarrow$ $t=\sqrt{\frac{2\times405}{10}}=9s$

ب- حساب السرعة: نعوض الزمن في عبارة السرعة : $v_Z=g\cdot t$ $\Leftarrow$ $v_Z=10\cdot9=90m/s$

المقارنة: $v_z\succ\succ v_{\lim}$

الاستنتاج : في غياب مقاومة الهواء تزداد سرعة الجسم وفرصة نجاة الجندي من الموت منعدمة.

التمرين 04:

1-المقارنة بين قوة دافعة ارخميدس π وقوة ثقل الكريه P:

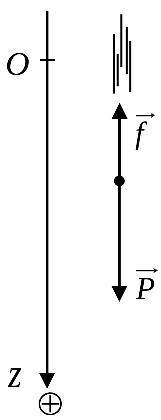
$$\left.\begin{array}{l}\pi=\rho\cdot V\cdot g=\rho\cdot\frac{4}{3}\cdot\pi\cdot r^3\cdot g=4{,}35\times10^{-4}N\\ P=m\cdot g=40\times10^{-3}N\end{array}\right\rangle\Rightarrow\frac{P}{\pi}=91{,}95$$

ومنه π مهملة أمام P.

2- تبيان أن المعادلة التفاضلية لتطور شدة قوة الاحتكاك تكتب على الشكل: $\frac{df}{dt}=A\cdot f+B$.

-الجملة المدروسة: كرة تنتس.

-مرجع الدراسة: سطحي لأرضي نعتبره غاليليا.



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد: $\sum\vec{F}_{ex}=m\cdot\vec{a}$

$\vec{P}+\vec{f}=m\cdot\vec{a}$ بالإسقاط على المحور oz نجد: $P-f=m\cdot a$

$$\Rightarrow m\cdot g-f=m\cdot\frac{dv}{dt}\Rightarrow g-\frac{f}{m}=\frac{dv}{dt}$$

بضرب طرفي المعادلة في k نجد : $\Rightarrow\frac{d(k\cdot v)}{dt}=k\cdot g-\frac{k}{m}\cdot f$

$\Rightarrow\frac{df}{dt}=k\cdot g-\frac{k}{m}\cdot f(t)...(1)$ بالمطابقة نجد: $\begin{bmatrix}A=-\frac{k}{m}\\ B=kg\end{bmatrix}$

3- تحديد قيم: τ ، معامل الاحتكاك k والسرعة الحدية $v_{\lim}$:

الزمن المميز τ: البيان خط مستقيم من الشكل: $\frac{df}{dt}=a\cdot f+b ...(2)$ حيث : a معامل توجيه المستقيم $a=\frac{\Delta\frac{df}{dt}}{\Delta f}=\frac{0-10}{4-0}=-2,5s$

بمطابقةالمعادلتين (1) و (2) نجد: $a=-\frac{k}{m}=-\frac{1}{\tau}\Rightarrow\tau=-\frac{1}{a}=0,4s$

معامل الاحتكاك k: $\tau=\frac{m}{k}\Rightarrow k=\frac{m}{\tau}=\frac{4\times10^{-3}}{0,4}=10^{-2}\,kg/s$

السرعة الحدية $v_{\lim}$: في النظام الدائم: $\frac{df}{dt}=0\Rightarrow f_{\lim}=C^{te}$ ومنه: $f_{\lim}=k\cdot v_{\lim}\Rightarrow v_{\lim}=\frac{f_{\lim}}{k}=\frac{4\times10^{-2}}{10^{-2}}=4m/s$

4- المعادلة التفاضلية لتطور السرعة :

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن نجد: $\sum\overrightarrow{F_{ex}}=m\cdot\vec{a}$

$\vec{P}+\vec{f}=m\cdot\vec{a}$ بالإسقاط على المحور oz نجد: $P-f=m\cdot a$

$$\Rightarrow m\cdot g-kv(t)=m\cdot\frac{dv}{dt}\Rightarrow\left[\frac{dv}{dt}+\frac{f}{m}v(t)=g\right]$$

5- حل المعادلة التفاضلية من الشكل: $v(t)=A\left(1-e^{B\cdot t}\right)$

$\Rightarrow\frac{dv}{dt}=-AB\cdot e^{Bt}$ ونعوض في المعادلة التفاضلية نجد: $\Rightarrow-AB\cdot e^{Bt}+\frac{k}{m}\cdot A\left(1-e^{B\cdot t}\right)=g$

$$\Rightarrow-AB\cdot e^{Bt}+\frac{k}{m}\cdot A-A\cdot\frac{k}{m}\cdot e^{B\cdot t}=g\Rightarrow A\cdot e^{Bt}\left(-B-\frac{k}{m}\right)+A\cdot\frac{k}{m}=g$$

$$-B-\frac{k}{m}=0\Rightarrow\left[B=-\frac{k}{m}\right]$$

$$A\cdot\frac{k}{m}-g=0\Rightarrow\left[A=\frac{m\cdot g}{k}\right]$$

المدلول الفيزيائي: $A=\frac{m\cdot g}{k}$ السرعة الحدية $v_{\lim}$ في النظام الدائم .

6- التأكد من قيمة السرعة الحدية $v_{\lim}$: $v_{\lim}=\frac{m\cdot g}{k}=\frac{4\times10^{-3}\cdot10}{10^{-2}}=4m/s$

التمرين 05:

I- دراسة حركة الحمولة أثناء الرفع:

1- أ- أطوار الحركة: - الطور الأول $[0,3s]$

- الطور الثاني $[3s,4s]$

ب- طبيعة الحركة : - الطور الأول $[0,3s]$ البيان معادلته من الشكل : $v(t)=at$ حيث $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=4m/s^2$

المسار مستقيم والتسارع ثابت إذن الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام $(av\succ0)$.

- الطور الثاني $[3s,4s]$: السرعة ثابتة $v=12m/s$ إذن الحركة مستقيمة منتظمة $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=0m/s^2$

ت- المسافة المقطوعة في كل طور:

-الطور الأول $[0,3s]$ $\quad d_1=$ مساحة مثلث $=\frac{3\times12}{2}=18m$

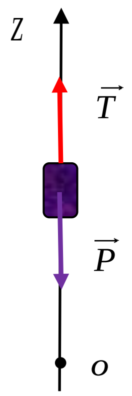
الطور الأول $[3s,4s]$ $\quad d_2=$ مساحة مستطيل $=1\times12=12m$

استنتاج المسافة الكلية: $d_{tot} = d_1 + d_2 = 18 + 12 = 30m$

2- شدة القوة $\vec{T}$ التي يطبقها الحبل الفولاذي في كل طور:

* **الجملة :** الحمولة (C)

* **المرجع :** سطحي أرضي نعتبره غاليلي .



* **القوى المؤثرة :** قوة الثقل $\vec{P}$ وقوة توتر $\vec{T}$.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F_{ex}} = m.\vec{a} \Leftarrow \vec{T} + \vec{P} = m.\vec{a}$

- الطور الأول $[0,3s]$: بالاسقاط على المحور (oz) نجد: $\Leftarrow T - P = m.a \Leftarrow T = m.a + m.g$

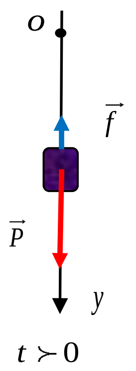
$\Leftarrow T = m(a+g) \Leftarrow T = 400(4+9,8) = 5,52\times10^3 N$

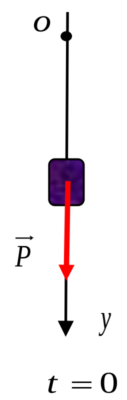
- الطور الأول $[3s, 4s]$: بالاسقاط على المحور (oz) نجد: $\Leftarrow T - P = 0$

$\Leftarrow T = P = m.g = 400\times9,8 = 3,92\times10^3 N$

II- دراسة السقوط الشاقولي لجزء من الحمولة في الهواء:

1- تمثيل تأثيرات القوى المطبقة على الجزء (S) عند اللحظات: $t = 0$ و $t \succ 0$.



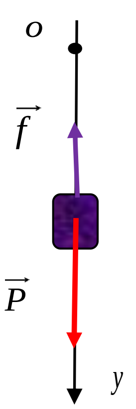


2- التحليل البعدي للثابت k :

لدينا: $f = k\,v^2$ إذن: $[F] = [k].[v^2] \Leftarrow [k] = \frac{[F]}{[v^2]}$ ....(1)

لدينا أيضا: $\begin{cases} F = m.a \\ a = \frac{dv}{dt} \end{cases}$ إذن: $\begin{cases} [F] = [M].[a] \\ [a] = \frac{[L]}{[T^2]} \end{cases}$ ومنه نستنتج : $[F] = [M].\frac{[L]}{[T^2]}$............(2) مع $[v] = \frac{[L]}{[T]}$......(3)

نعوض (2) و (3) في (1) نجد: $[k] = \frac{[M].\frac{[L]}{\cancel{[T^2]}}}{\frac{[L^2]}{\cancel{[T^2]}}}$ ومنه: $[k] = \frac{[M]}{[L]} = \frac{kg}{m}$



3- اثبات أن المعادلة التفاضلية لتطور سرعة الجسم تكتب كما يلي: $\left(\frac{dv}{dt}\right)_t + 9\times10^{-2} v^2(t) = 9,8$

الجملة : الجسم (S)

* **المرجع :** سطحي أرضي نعتبره غاليلي .

* **القوى المؤثرة :** قوة الثقل $\vec{P}$ وقوة الاحتكاك $\vec{f}$.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F_{ex}} = m.\vec{a} \quad \Leftarrow \quad \vec{f} + \vec{P} = m.\vec{a}$

بالاسقاط على المحور (oy) نجد: $\Leftarrow \quad P - f = m.\left(\frac{dv}{dt}\right)_t \quad \Leftarrow \quad mg - k.v^2(t) = m.\left(\frac{dv}{dt}\right)_t$

$$\Leftarrow \left(\frac{dv}{dt}\right)_t + \frac{k}{m}v^2(t) = g \Leftarrow \left(\frac{dv}{dt}\right)_t + \frac{2,7}{30}v^2(t) = 9,8 \Leftarrow \left(\frac{dv}{dt}\right)_t + 9\times10^{-2}v^2(t) = 9,8$$

4- استنتاج التسارع الابتدائي a_0: عند اللحظة $t=0$ تكون $v(0)=0$ ونعوض في المعادلة التفاضلية نجد:

$$a_0 = \left(\frac{dv}{dt}\right)_{t=0} = 9,8m/s^2$$

5- قيمة السرعة الحدية $v_{\lim}$: في النظام الدائم $v = v_{\lim} = C^{te} \Leftarrow \left(\frac{dv}{dt}\right) = 0$ بالتعويض في المعادلة التفاضلية نجد:

$$\Leftarrow 9\times10^{-2}v_{\lim}^2 = 9,8 \Leftarrow v_{\lim} = \sqrt{\frac{9,8}{9\times10^{-2}}} \Leftarrow v_{\lim} = 10,43m/s$$

التمرين 06:

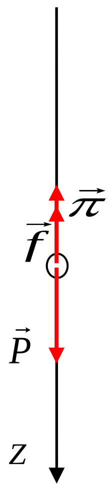
ا- قبل فتح المظلة:

1- ايجاد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة قوة الاحتكاك :

_ **الجملة :** المظلي +مظلته

- **المرجع :** سطحي أرضي نعتبره غاليلي .

- **القوى المؤثرة :** قوة الثقل $\vec{P}$ ، قوة دافعة أرخميدس $\vec{\pi}$ وقوة الاحتكاك $\vec{f}$.



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \rightarrow \vec{f} + \vec{p} + \vec{\pi} = m\vec{a}$

بالإسقاط على محور الحركة OZ نجد :

$$p - \pi - f = ma \rightarrow mg - f - \pi = m\frac{dv}{dt} \Leftarrow mg - f - \pi = m\frac{d(\frac{f}{k})}{dt}$$

$$\Leftarrow \quad \frac{df}{dt} + \frac{k_1}{m}f = k_1 g - \frac{k_1\pi}{m} = k_1 g\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_S}\right)$$

2- إثبات أن دافعة ارخميدس مهملة :

معادلة البيان : $a = A.f + B ....(1)$

ولدينا : $p - \pi - f = ma \rightarrow a = -\frac{1}{m}f + g - \frac{\pi}{m} ....(2)$

بمطابقة (1) و(2) نجد :

$$\{ \ A = -\frac{1}{m}$$

$$\{ \ B = g - \frac{\pi}{m} \quad \Leftrightarrow \pi = m(g - B) = 70(10 - 10) = 0N$$

ومنه دافعة أرخميدس مهملة .

3- أ- بما أن شدة قوة الاحتكاك تتناسب طرديا مع قيمة السرعة فان :

- عند اللحظة $t=0$ تكون $f = 0N$ لأن قيمة السرعة معدومة .

- في النظام الانتقالي تزداد قيمة f لأن قيمة السرعة تزداد بمرور الزمن .

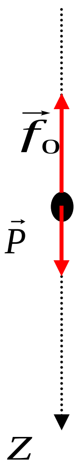
- في النظام الدائم تصل قيمة f إلى قيمة حدية ثابتة لأن قيمة السرعة تكون ثابتة .

ب - إيجاد شدة قوة الاحتكاك : من البيان ولما $a=0$ نجد : $f=700N$.

4- أ- حساب ثابت الاحتكاك k_1: في النظام الدائم يكون : $k_1=\frac{f_L}{v_L}=\frac{700}{50}=14Kg/s$

ب- حساب الثابت المميز للحركة : $\tau=\frac{m}{k_1}=\frac{70}{14}=5\ s$

II- بعد فتح المظلة :



1- تمثيل القوى المؤثرة على المظلي عند اللحظة $t=0$:

2- أ- إيجاد تسارع الجملة عند اللحظة $t=0$:

$$a_0=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{10-50}{1-0}=-40m/s^2$$

ب- إيجاد شدة قوة الاحتكاك عند اللحظة $t=0$:

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن عند اللحظة $t=0$ وبعد الاسقاط نجد :

$$\sum\vec{F}_{ext}=m\vec{a}_0\rightarrow\vec{f}_0+\vec{p}+\vec{\pi}=m\vec{a}_0$$

بالإسقاط على محور الحركة OZ نجد :

$$mg-f_0=ma_0$$
$$f_0=m(g-a_0)=70(10+40)=3500N$$

3- إيجاد قيمة ثابت الاحتكاك k_2 :

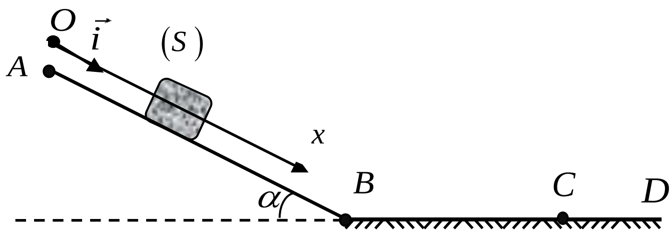
<u>طريقة 1</u> : من البيان نجد قيمة ثابت الزمن $\tau=1\,s$ ومنه : $k_2=\frac{m}{\tau}=\frac{70}{1}=70\ Kg/s$

<u>طريقة 2</u> : في النظام الدائم يكون : $P=f_L \Leftarrow mg=k_2v_L \Leftrightarrow k_2=\frac{mg}{v_L}=\frac{70\times10}{10}=70Kg/s$

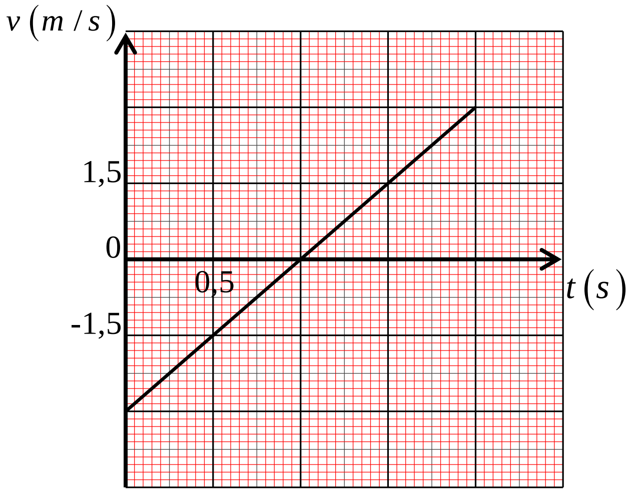
التمرين 01:

متحرك كتلته $m=800g$، ندفعه من أسفل مستوى مائل أملس (عديم الاحتكاك) ،يميل عن الأفق بزاوية α وبسرعة ابتدائية $\overrightarrow{v_B}$ يتحرك صعودا حتى النقطة A حيث تنعدم سرعته ،ليعود تحت تأثير ثقله فقط فيمر بالنقطة B مرة أخرى (**الشكل-1**) .

يمثل **الشكل-2-** مخطط سرعة مركز عطالة الجسم بدلالة الزمن $v=f(t)$.   **تعطى :** $g=10m/s^2$.

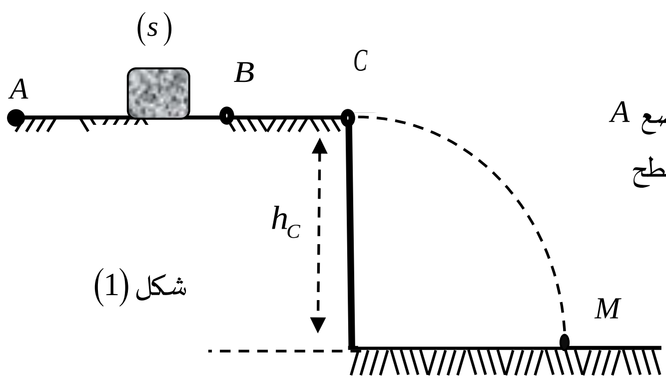


الشكل-1-



1- استنتج من البيان:
   - أ- السرعة الابتدائية v_B .
   - ب- مسافة الصعود BA .
2- أ- ذكر بنص القانون الثاني لنيوتن.
   - ب- باستخدام القانون الثاني لنيوتن أوجد عبارة التسارع أثناء مرحلة الصعود ثم استنتج طبيعة الحركة.
   - ت- احسب زاوية الميل α .
3- بين أن الجسم يعود إلى النقطة B بنفس السرعة التي دفع بها.
4- يلاقي الجسم أثناء رجوعه بعد مروره بالنقطة B مستوى أفقي خشن BD (وجود قوة احتكاك ثابتة) فتتباطأ حركته ليتوقف عند نقطة C تبعد عن B مسافة $1{,}8m$.
   - أ- مثل القوى الخارجية المؤثرة على الجسم خلال حركته على المقطع BD .
   - ب- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (جسم) بين الموضعين B و C، احسب شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$.
   - ت- احسب المدة الزمنية المستغرقة لقطع المسافة BC .
5- أعد رسم مخطط السرعة الموضح **بالشكل-2-** ثم مثل عليه ما تبقى من منحنى سرعة الجسم للمقطع BC .

التمرين 02:



شكل (1)

عند اللحظة $t=0s$ ندفع جسم صلب (S) كتلته $m=1Kg$ من الموضع A بسرعة ابتدائية ليصل إلى الوضع B بسرعة V_B، ليواصل حركته على سطح خشن BC، ثم يغادر المستوي الأفقي عند النقطة C. شكل (1)

يسمح تجهيز مناسب بقياس سرعة الجسم (S) في مواضع مختلفة على الجزء BC ورسم البيان $V^2=f(x)$ الشكل (2).

1- مثِّل القوى المؤثرة على (S) في وضع كيفي بين B و C.

2- اكتب معادلة البيان .

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ،أوجد عبارة تسارع مركز عطالة الجسم (S).

4- بين أن سرعة الجسم أثناء الانتقال على المسار BC تعطى بالعلاقة:

$$V^2 = V_B^2 - 2\frac{f}{m}\cdot x$$

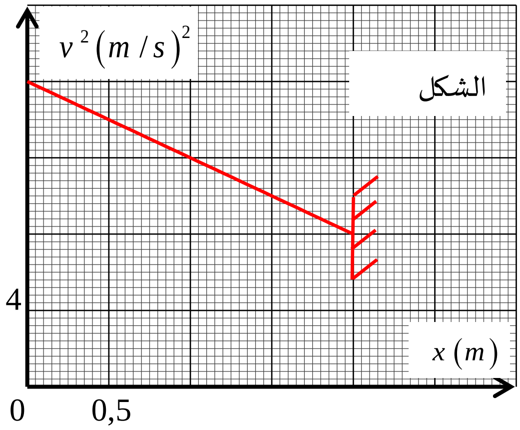
5- أوجد قيمة شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

6- بإهمال تأثير الهواء على الجسم (S) بعد مغادرته النقطة C:

- احسب سرعة الجسم (S) لحظة اصطدامه بالأرض في النقطة M ،

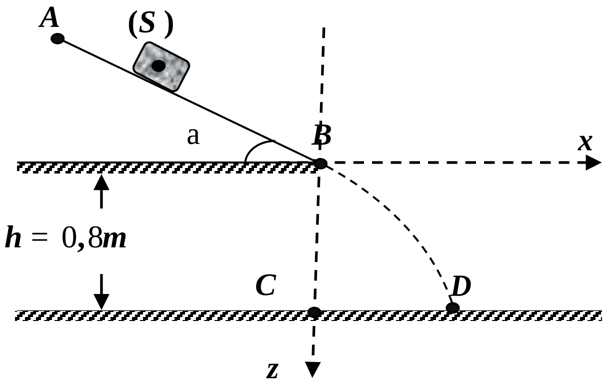
علما أنها ترتفع على المستوى الأفقي المار بالنقطة C بالمسافة $h_C = 20cm$.

تعطى: $g = 9,80 m/s^2$.



التمرين 03:

يتحرك جسم صلب نقطي (S) كتلته $m = 100$ g انطلاقا من نقطة A أعلى مستوى مائل يميل عن الأفق بزاوية $\alpha = 30^0$ دون سرعة ابتدائية باتجاه نقطة B.



يخضع الجسم (S) اثناء حركته على طول الجزء AB لقوة احتكاك لها نفس حامل شعاع السرعة وجهة معاكسة له ، شدتها $f = 0,3N$

1- مَثِّل القوى المؤثرة على (S) في وضع كيفي بين A و B.

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ،أوجد عبارة تسارع مركز عطالة الجسم (S).

3- أ/ حدد طبيعة حركة (S) على طول الجزء AB.

ب/ احسب سرعة v_B الجسم (S) عند الموضع B .

يعطى : $g = 10 m \times s^{-2}$ ، $AB = d = 1m$.

4- يغادر (S) المستوى المائل عند النقطة B في اللحظة $t = 0$. (تُهمل كل المقاومات)

يلامس الجسم (S) المستوى الأفقي المار بالنقطة C عند النقطة D .

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (جسم) بين الموضعين B و D. احسب سرعة الجسم (S) عند النقطة D.

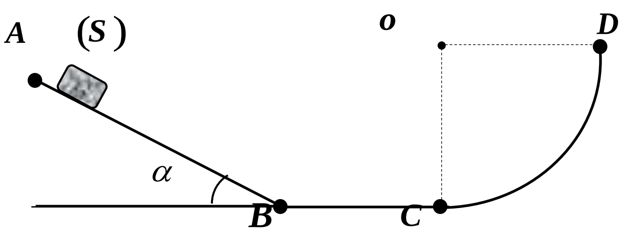
التمرين 04:

يتحرك جسم صلب نقطي (S) كتلته $m = 10kg$ انطلاقا من النقطة A دون سرعة ابتدائية مروراً بالنقاط B, C, D والتي تقع في مستوى شاقولي كما في الشكل (1) حيث :

(AB) مستوى يميل عن الأفق بزاوية α.

(BC) مستوي أفقي.

(CD) ربع دائرة مركزها (O) ونصف قطرها $r = 8,75m$.



الشكل (1)

1- نُنَمْذِج قوى الاحتكاك التي يخضع لها الجسم (S) أثناء حركته على طول المسار (AB) بقوة وحيدة $\vec{f}$ لها نفس حامل شعاع السرعة وجهة معاكسة له (تهمل بقية المقاومات) .

خلال هذه المرحلة تكون عبارة تسارع حركة (S) من الشكل : $a = 0,5\,g - 2$.

أ- مَثِّل القوى المؤثرة على (S) في وضع كيفي بين A و B.

ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن عَيِّن قيمتي كلا من: الزاوية α و شدة قوة الاحتكاك f.

2- يَصِل الجسم (S) إلى النقطة D بسرعة $V_D = 15\,m \times s^{-1}$. نهمل كل المقاومات في المسارين المتبقيين.

- باعتبار الجملة (جسم) وبتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة أوجد : V_B ، V_C قيمتي السرعة عند الموضعين B و C وكذا طول المسار $(AB = \ell)$.

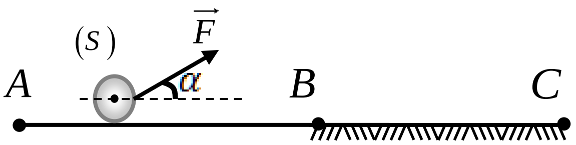
3- يُغَادِر (S) النقطة D التي نعتبرها مبدأ الفواصل في اللحظة $t = 0$. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

أ- أكتب المعادلة الزمنية لحركته.

ب- بعد كم من الزمن يعود (S) إلى النقطة D.

التمرين 05:

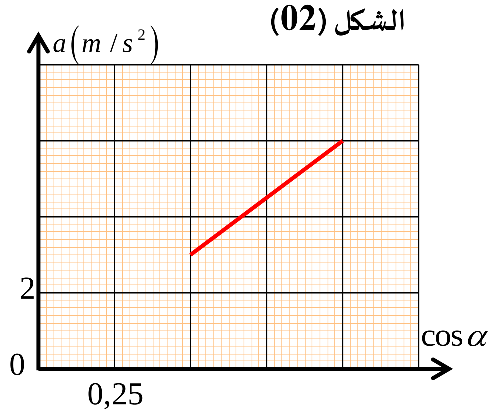
الشكل (01)



طريق أفقي مستقيم ABC ، حيث الاحتكاك على الجزء AB مهمل، أما على الجزء BC فهو مكافئ لقوة واحدة $\vec{f}$ ثابتة ومعاكسة لجهة الحركة. لدينا جسم (S) كتلته $m = 500g$. الشكل (01)

انطلاقا من السكون نسحب الجسم على الطريق بواسطة قوة ثابتة في الشدة $\vec{F}$ ابتداء من النقطة A ، حيث يصنع حامل القوة مع المستوي الأفقي AB . زاوية α يمكن تغييرها في كل تجربة، لما يصل الجسم إلى B تلغى القوة $\vec{F}$ تلقائيا.

الشكل (02)



نمثل بيانيا تسارع الجسم α بدلالة $\cos\alpha$ على الجزء AB . (الشكل (02))

1- مثل القوى المؤثرة على الجسم (S) خلال انتقاله على المسار AB ثم BC .

2- أنجز الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم (S)) خلال انتقاله على المسار AB .

3- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (جسم (S)).

أ- أثبت أن عبارة التسارع تكتب بالعلاقة التالية: $a = \dfrac{F}{m}.\cos\alpha$

ب- بين أن حركة الجسم بين A و B متسارعة بانتظام.

4- إعتمادا على الشكل (02)، أوجد شدة القوة $\vec{F}$.

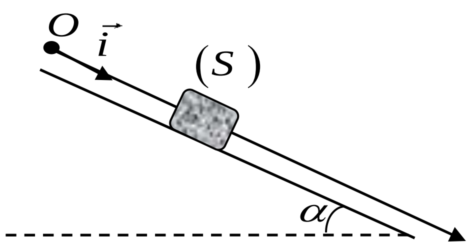
5- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، عبر عن تسارع الجسم (S) بين B و C بدلالة m و f.

6- باختيار التجربة التي تكون فيها $\alpha = 60°$:

أ- أحسب سرعة الجسم في النقطة B والزمن المستغرق بين A و B. علما أن: $AB = 1m$.

ب- أحسب شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$ على BC ، علما أن الجسم يتوقف بعد قطعه لمسافة $BB' = 0,75m$ بحيث B' تتواجد بين B و C.

التمرين 06:



الشكل-1-

تمكننا التجهيزات الحديثة من تسجيل بيانات السرعة وكذا بيانات الطاقة لبعض حركات الأجسام الصلبة ، والتي بواسطتها نتمكن من تحديد طبيعة الحركة ومعرفة بعض المقادير المميزة لها .

عند اللحظة $t = 0$ نترك جسما صلبا (S) كتلته $m = 0,2\,kg$ بدون سرعة ابتدائية من النقطة O فوق مستوي مائل بالزاوية $\alpha = 30^{\circ}$ بالنسبة للمستوي الأفقي (الشكل-1) .

يخضع الجسم أثناء حركته لاحتكاكات مطبقة من طرف المستوي المائل ننمذجها بقوة $\vec{f}$ ثابتة وفي عكس جهة الحركة .

لدراسة حركة مركز عطالة الجسم نختار معلما $(O, \vec{i})$ مرتبطا بسطح الأرض .

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

- بين أن عبارة التسارع لمركز عطالة الجسم تكتب بالعبارة :

$a = g.\sin\alpha - \frac{f}{m}$.

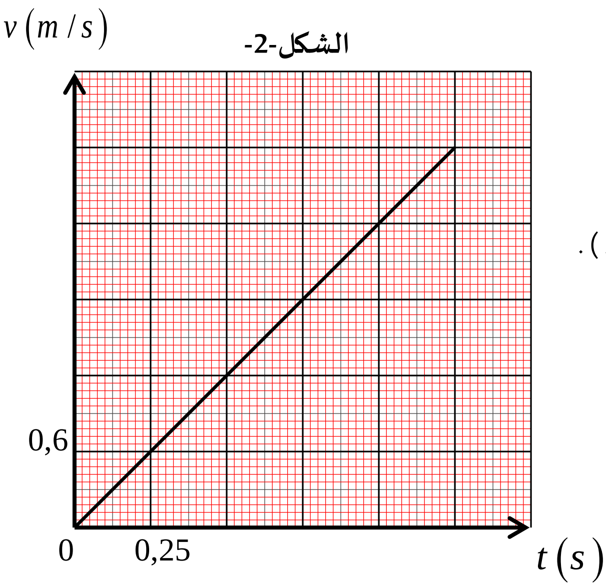
2- مكنت الدراسة التجريبية من الحصول على مخطط السرعة $v(t)$ (الشكل-2) .

- جد باستغلال مخطط السرعة قيمة التسارع a .

3- استنتج قيمة شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

4- أكتب المعادلة الزمنية $x(t)$ لهذه الحركة .

تعطى : $g = 10 m/s^2$.

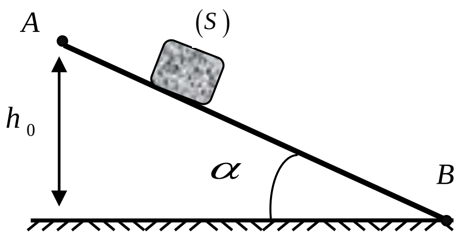


الشكل-2-

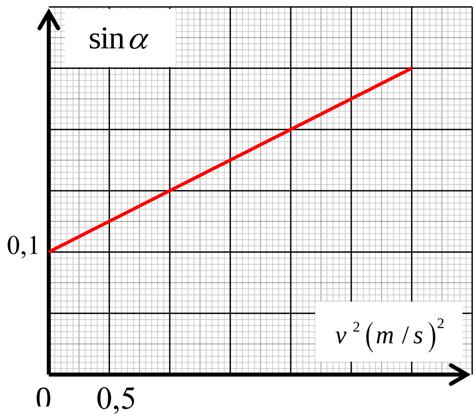
التمرين 07 :

نترك جسما (S) كتلته $m = 200g$ ينسحب على مستوي يميل على الأفق بزاوية α من الموضع A بدون سرعة ابتدائية .

- نعتبر قوى الاحتكاك تكافئ قوة وحيدة $\vec{f}$ شدتها ثابتة وعاكسة لجهة الحركة.
- نغير في كل مرة قيمة الزاوية α ونسجل السرعة v عند الموضع B وفق المسار $AB = d$.
- نمثل منحنى تغيرات $\sin\alpha$ بدلالة مربع السرعة v^2 فنحصل على البيان **شكل-2-**



شكل -1-



شكل -2-

1- اكتب معادلة البيان $\sin\alpha = f(v^2)$.

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ،أوجد عبارة تسارع مركز عطالة الجسم (S).

3- بين أن: $\sin\alpha = \frac{v_B^2}{2d} + \frac{f}{mg}$.

4- احسب المسافة المقطوعة d على طول المستوى المائل.

5- احسب شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

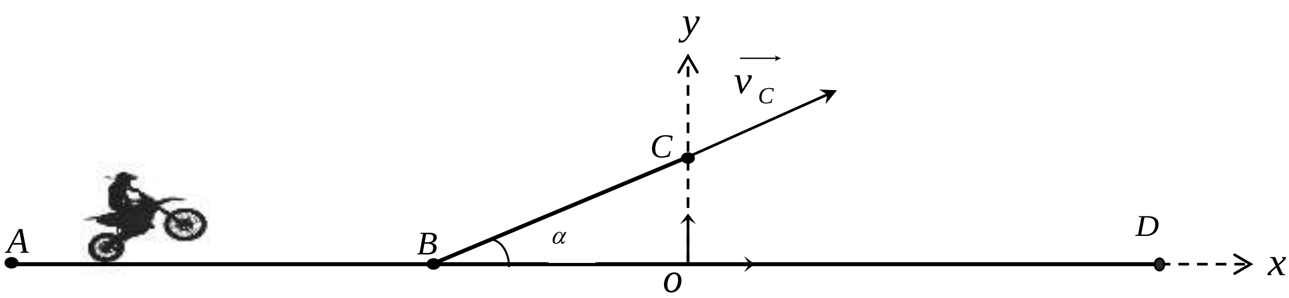
تعطى : $g = 10 m/s^2$

التمرين08:

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة الجملة دراجة نارية وسائقها ، لتجاوز بعض الحواجز على حلبة سباق .

تتكون حلبة السباق من مسار مستقيم AB وجزء مستوى مستقيم BC مائل بزاوية $\alpha = 10°$ بالنسبة للمستوى الأفقي . انظر الشكل :

تعطى : $g = 10 m/s^2$.

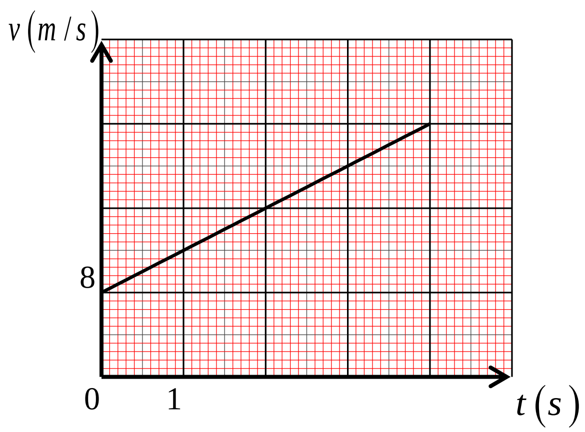


نعتبرالجملة (S) دراجة نارية وسائقها نقطة مادية كتلتها $m = 190 Kg$.

تخضع الجملة في الجزء ABC لقوة دفع المحرك $\vec{F}$، وقوة احتكاك شدتها $f = 100N$.

حركة الجملة على المسار AB:

تمر الجملة (S) بالموضع A في اللحظة $t = 0$، مكنت الدراسة التجريبية لسرعة الجملة (S) من رسم المنحنى $v = f(t)$:



1- أكتب معادلة البيان .

2- استنتج قيمة كلا من السرعة الابتدائية v_0 والتسارع a .

3- حدد طبيعة حركة الجملة (S).

4- احسب المسافة المقطوعة AB .

5- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أحسب شدة القوة $\vec{F}$.

حركة الجملة على المسار BC:

تصل الجملة (S) إلى الموضع B بسرعة $v_B = 24m/s$.

1- مثل القوى المؤثرة على الجسم (S) خلال انتقاله على المسار BC .

2- مثل الحصيلة الطاقوية بين الموضعين B و C.

3- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (S).احسب سرعة الجملة في الموضع C .

حركة الجملة خلال القفز على الحاجز:

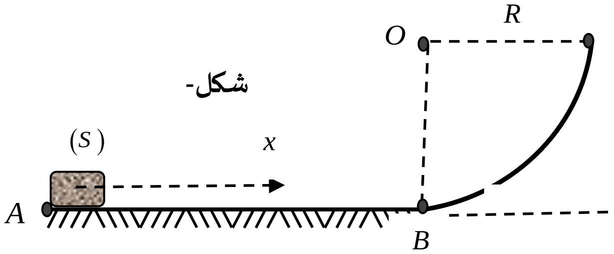
تصل الجملة (S) إلى النقطة C بسرعة $\vec{v}_C$، حيث تخضع الجملة (S) خلال عملية القفز إلى ثقلها فقط (نهمل تأثير الهواء) .

- احسب سرعة الجملة في الموضع D .

التمرين 09:

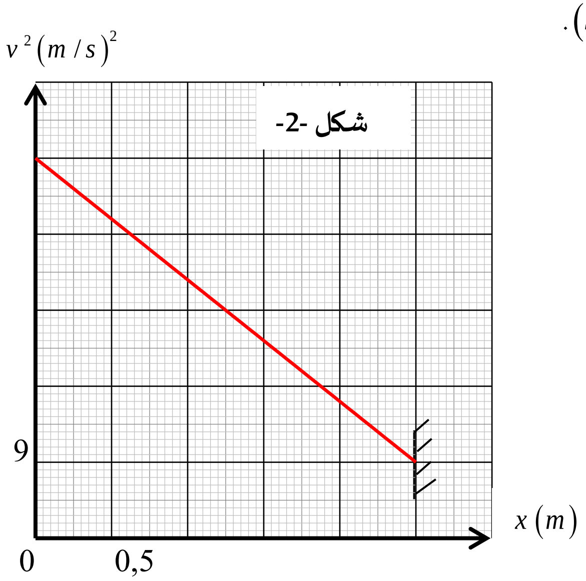
من الموضع A نقذف جسما (S) كتلته $m = 300g$ بسرعة أفقية $\vec{v}_A$ فيتحرك وفق المسار ABC فيتوقف تماما عند الموضع D، نقسم حركة الجسم على المسار السابق لجزئين كما هو موضح في **الشكل -1-**

الجزء AB: تتكون حركة الجسم على سطح أفقي خشن يتميز بقوة احتكاك ثابتة الشدة وحاملها منطبق على المسار AB وتعاكسه في الجهة.



الجزء BC: تكون حركة الجسم على سطح أملس وهو ربع نصف دائرة قطره $R=0,45m$.

I- الحركة على الجزء AB: الدراسة التجريبية لحركة الجسم تمكننا من رسم المنحنى البياني لتغيرات مربع السرعة v^2 بدلالة المسافة المقطوعة x على طول المسار AB كما هو موضح في الشكل -2-



1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد عبارة تسارع مركز عطالة الجسم (S).

2- بين أن: $v^2=v_A^2+\frac{-2f}{m}.x$

حيث: v سرعة الجسم بعد قطع المسافة x من المسار AB.

3- العلاقة الرياضية للبيان تكتب من الشكل $v^2=ax+b$ حيث AB: a و b ثابتين يطلب تعيين قيمة كل منها.

4- استنتج شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

5- اعتمادا على البيان جد قيمة كل من:

أ- v_A سرعة الجسم عند الموضع A.

ب- v_B سرعة الجسم عند الموضع B.

ت- طول المسار AB.

II- الحركة على الجزء BC:

باعتبار الجملة المدروسة (جسم)

1- مثل الحصيلة الطاقوية بين الموضعين B و C.

2- اكتب معادلة انحفاظ الطاقة.

3- احسب v_C قيمة سرعة الجسم في الموضع C.

تعطى: $g=10N/kg$

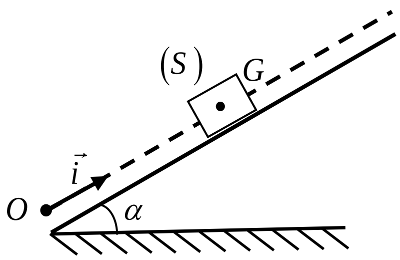
التمرين 09:

درس حركة جسم (S) كتلته $m=0,2kg$ ينسحب على مستوي مائل عن الافق بزاوية α متغيرة.

الجزء الأول

الاحتكاك مهمل

ندفع الجسم من نقطة A من المستوي المائل بسرعة ابتدائية $v_0=5m/s$ نحو الأعلى ونقيس المدة Δt اللازمة لعودة الجسم الى نفس النقطة نغير في كل تجربة قيمة الزاوية α ونسجل قيمة Δt الموافقة فنحصل على الجدول التالي:



الشكل-1

$\alpha(°)$	40	35	30	20	0
$\Delta t(s)$	1,54	1,74	2	2,92	∞
$\sin\alpha$					

1- أكمل الجدول.

2- ارسم البيان $\Delta t=f\left(\frac{1}{\sin\alpha}\right)$.

3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

- ادرس حركة الجسم صعودا وهبوطا على المستوي المائل وبين أن مدة الصعود متساوية مع مدة الهبوط.

4- اكتب العلاقة النظرية بين $sin\,\alpha$ و Δt وبين أنها تتوافق مع البيان .

5- استنتج بيانيا قيمة تسارع الجاذبية الأرضية.

6- كيف تفسر القيمة : $\Delta t = \infty$ و $\alpha = 0$

الجزء الثاني:

الاحتكاك على المستوي المائل ينمذج بقوة شدتها f ثابتة وجهتها عكس الحركة .

نثبت الزاوية α على القيمة $30°$ ونقذف الجسم (S) بسرعة ابتدائية v_0 نحو الأعلى وبالتصوير المتعاقب للحركة نسجل قيمة السرعة خلال لحظات زمنية مختلفة ومتتالية فنحصل على جدول القياسات التالي

$t\,(s)$	0	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
$v\,(m/s)$	v_0	5,6	4	0	-1	-2	-3	-4

1- ارسم البيان $v = f\,(t)$.

2- استنتج بيانيا قيمة v_0 و a تسارع الحركة اثناء الصعود واثناء الهبوط و اللحظة التي يغير فيها المتحرك اتجاهه.

3 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن استخرج عبارة التسارع صعودا وهبوطا وبرر الاختلاف في قيمتهما.

- احسب شدة قوة الاحتكاك f وتسارع الجاذبية الأرضية g .