المجال : التطورات الرتيبة	الوحدة 5: تطور جملة ميكانيكية	المستوى : 3 ع ت+ ر + ت ر سلسلة رقم : 5

التمريـــــــــن 01 :

تعطى : $g = 10\ m.s^{-2}$ ، $\alpha = 30^0$ ، $AB = 2m$.

1 ـ يتحرك الجسم (S) ، الذي نعتبره نقطيا ، كتلته $m = 100\ g$ ، على المسار $ABCD$ (الشكل ـ 1)

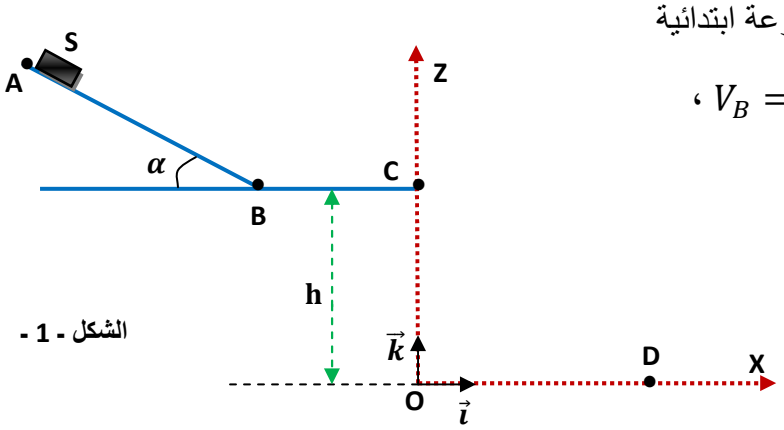
ينطلق الجسم (S) من الموضع A دون شرعة ابتدائية

ليصل إلى الموضع B بسرعة $V_B = 2m.S^{-1}$ ،

ثم إلى الموضع C بسرعة $\vec{V}_C$.

يخضع الجسم (S) لقوة احتكاك $\vec{f}$

ثابتة الشدة ومعاكسة لجهة الحركة



الشكل ـ 1 ـ

على المسار AB . تهمل قوى الاحتكاك على بقية المسار .

أ ـ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أوجد عبارة تسارع الحركة على المسار AB .

ب ـ أوجد قيمة هذا التسارع ثم استنتج شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

جـ ـ ما طبيعة الحركة على المسار BC ؟ علل إجابتك .

2 ـ يغادر الجسم (S) الموضع C الذي يقع على ارتفاع $h = 0,8\ m$ عن المستوي الأفقي الذي يشمل النقطتين O و D ، ليسقط في الهواء ويصل إلى النقطة D بسرعة $\vec{V}_D$.

باعتبار اللحظة التي يصل فيها الجسم (S) إلى الموضع C مبدأ للأزمنة $(t = 0)$ ، وبإهمال دافعة أرخميدس ومقاومة الهواء .

أ ـ بين أن معادلة مسار مركز عطالة الجسم (S) في المعلم $(o; \vec{i}, \vec{k})$ هي :

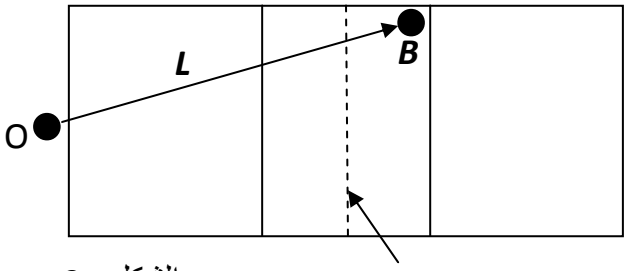
$$z = -\frac{g}{2V_C^2}\,x^2 + h$$

ب ـ حدد بعد النقطة D عن النقطة O (المسافة OD) .

جـ ـ احسب قيمة السرعة V_D .

التمريـــــــــن 02 :

ملعب التنس عبارة عن مستطيل طوله $23,8\ m$ وعرضه $8,23\ m$. وضعت في منتصفه شبكة ارتفاعها $0,92\ m$. عندما يرسل اللاّعب الكرة يجب أن تسقط في منطقة محصورة بين الشبكة وخط يوجد على مسافة $6,4m$ من الشبكة كما هو موضح بالشكل (2) .



الشبكة

الشكل - 2 -

في دورة رولان قاروس الدولية يريد اللاعب ندال إسقاط الكرة في النقطة B حيث $OB = L = 18,7m$. يرسل ندال الكرة نحو الأعلى ثم يضربها بمضربه من نقطة D توجد على ارتفاع $h = 2,2m$ من النقطة O . تنتطلق الكرة من النقطة بسرعة أفقية $v_0 = 126Km/h$ كما هو موضح بالشكل - 3 -

نهمل تأثير الهواء ونأخذ $g = 9,8\ m/s^2$.نعتبر أن الحركة تتم في معلم سطحي أرضي يعتبر غاليليا .

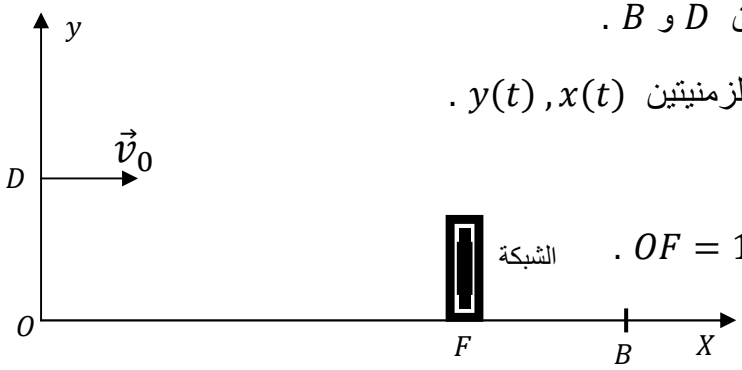
1 - مثل القوة المِؤثرة على الكرة خلال حركتها بين D و B .

2 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد المعادلتين الزمنيتين $x(t)$, $y(t)$.

3 - استنتج معادلة مسار الحركة .

4 - هل تمر الكرة فوق الشبكة ؟ علما أن : $OF = 12,2m$.

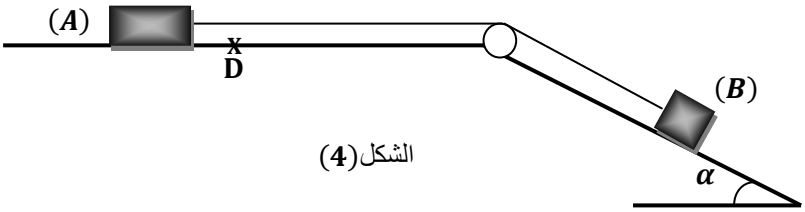
5 - هل نجح ندال في الارسال ؟



الشكل(3)

التمريـــــــــن 03 :

تتكون الجملة الموضحة بالشكل (4) من : عربتين (A) ، (B) نعتبرهما نقطيتين كتلتيهما $m_A = 300g$ و $m_B = 150g$ موصولتين بخيط مهمل الكتلة وعديم الامتطاط يمر على محز بكرة مهملة الكتلة ، والاحتكاك مهمل على المستوي المائل .



الشكل(4)

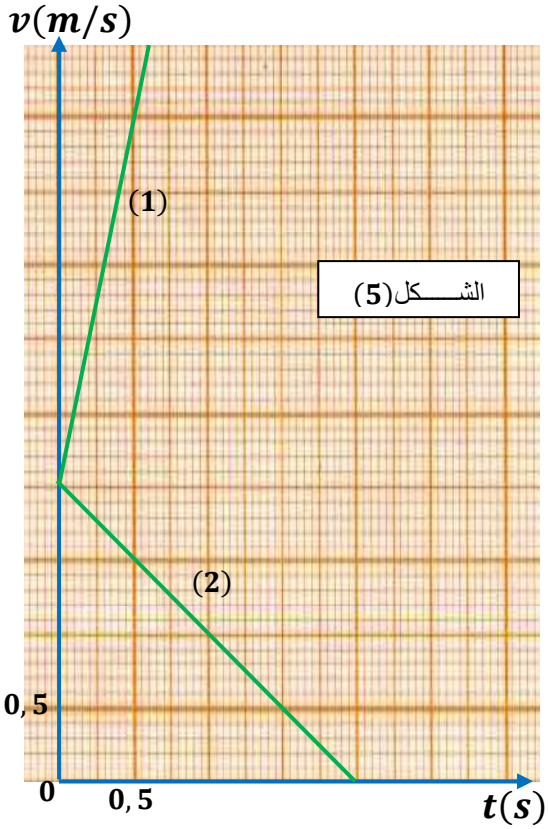
تحرر الجملة من السكون وتخضع العربة (A) خلال حركتها لقوة احتكاك $\vec{f}$ ثابتة .

تعطى $g = 10m/s$.

1 ـ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على كل عربة أثبت أن المعادلة التفاضلية لحركة الجملة تعطى بالعلاقة :

$\frac{dv}{dt} + \beta = 0$. حيث ثابت يطلب كتابة عبارته بدلالة :

α , m_A , m_B , g , f .



الشـــكل(5)

2 ـ عند بلوغ العربة (A) الموضع D ينقطع الخيط فجأة ، باستعمال تجهيز مناسب مكن من تسجيل سرعتي العربتين (A) ، (B) ابتداء من لحظة انقطاع الخيط .

بياني الشكل (5) يمثلان تغيرات سرعتي العربتين بدلالة الزمن .

أ ـ حدد المنحنى الموافق لسرعة كل عربة مع التعليل .

ب ـ اعتمادا على المنحنيين استنتج :

ـ تسارع حركة كل عربة .

ـ المسافة المقطوعة من طرف العربة (A) خلال هذه المرحلة .

جـ ـ استنتج شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$ ، وقيمة الزاوية α .

التمريـــــــــن 04 :

بمناسبة البطولة العالمية للتزلج على الجليد اختار المنظمون المسلك الموضح بالشكل (6) والمتكون من :

AB : مستوي مائل زاوية ميله $\alpha = 30^0$ وطوله $AB = 50m$.

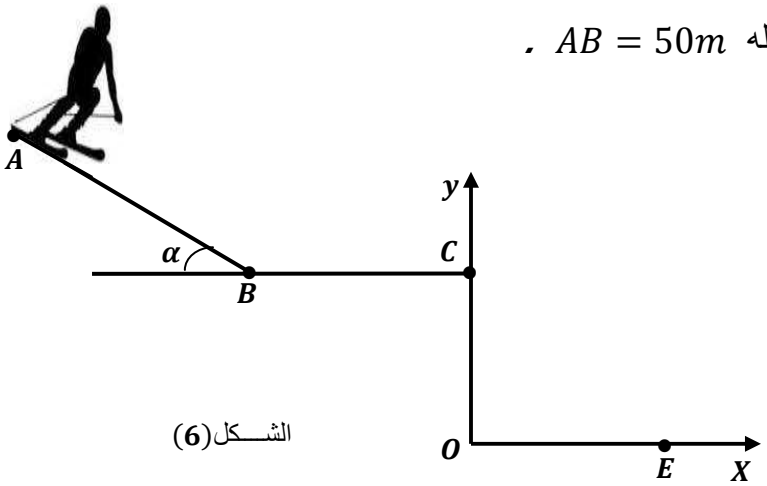
BC : مستوي أفقي .

CO : هوة ارتفاعها h عن سطح الأرض .

نفرض أن كتلة المتزحلق ولوازمه هي :

$m = 80\ kg$ ، $g = 10\ m/s$.

ينطلق المتبارون فرادى من قمة المستوي المائل دون سرعة ابتدائية .



الشـــكل(6)

1 ـ أ ـ بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (متزحلق) بين الموضعين A و B ، استنتج شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$ التي نعتبرها ثابتة على طول المسار ABC علما أنه يبلغ الموضع B بالسرعة $v_B = 20m/s$.

ب ـ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن حدد طبيعة الحركة على المسار AB واحسب تسارعها .

2 ـ يغادر المتزلج المستوي الأفقي BC عند الموضع C في لحظة نعتبرها مبدأ الأزمنة ليسقط في الموضع E .

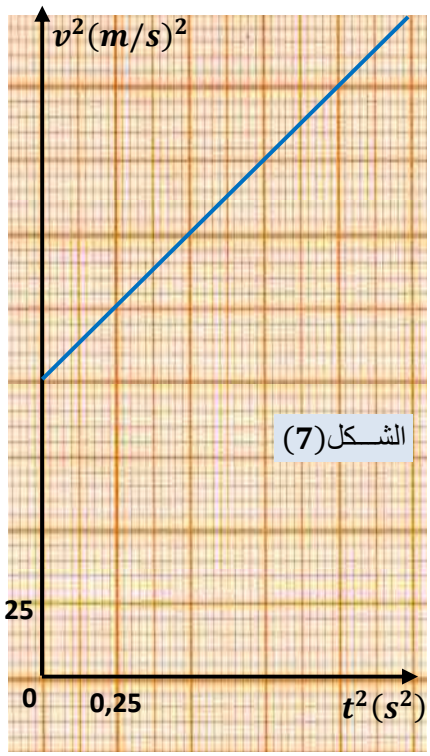
نهمل مقاومة الهواء ودافعة ارخميدس . بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة ، جد المعادلتين الزمنيتين للحركة $x(t)$ و $y(t)$ في المعلم $(ox\,,oy)$ المرتبط بمرجع غاليلي ، ثم استنتج معادلة المسار .

3 ـ بيان الشكل (7) يمثل تغيرات مربع سرعة المتزلج بدلالة مربع الزمن من لحظة مغادرة المستوي الأفقي حتى وصوله الموضع E .

أ ـ اكتب عبارة السرعة V بدلالة V_x و V_y ثم أوجد العلاقة النظرية بين v^2 و t^2 .

ب ـ استنتج بيانيا قيمة السرعة عند كل من الموضعين C و E .

جـ ـ احسب الارتفاع h .



التمريـــــــــن 05 :

في مرجع جيومركزي نعتبر حركة الأقمار الإصطناعية دائرية حول مركز الأرض التي نفرض أنها كرة متجانسة كتلتها M_T ونصف قطرها R .

نقبل أن القمر الاصطناعي في مداره يخضع لقوة جذب الأرض $\vec{F}_{T/S}$ فقط .

1) أ ـ عرف المرجع الجيومركزي .

ب ـ اكتب العبارة الشعاعية للقوة $\vec{F}_{T/S}$ بدلالة G (ثابت الجذب العام) ، M_T ، R ، m_s (كتلة القمر الاصطناعي) و h ارتفاعه عن سطح الأرض .

جـ ـ استنتج عبارة $\vec{a}$ شعاع تسارع حركة القمر الاصطناعي ، ما طبيعة الحركة ؟

2) الجدول التالي يعطي بعض خصائص حركة قمرين اصطناعيين حول الأرض .

القمر الاصطناعي	Alsat 1	Astra
$T(S)\times 10^3$	5 ,964	86,160
$H(m)\times 10^6$	0,70	35,65

أ ـ أحد القمرين الاصطناعيين جيو مستقرا ، عينه مع التعليل .

ب ـ احسب تسارع الجاذبية الأرضية (g) عند نقطة من مدار القمر الاصطناعي Alsat 1 . ماذا تستنتج ؟

جـ ـ بين اعتمادا على معطيات الجدول أن القانون الثالث لكبلر محقق .

د ـ استنتج قيمة تقريبية للكتلة M_T .

المعطيات : $G = 6{,}67 \times 10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$ ، $R = 6380km$ ، $1jour = 23h\,56min$

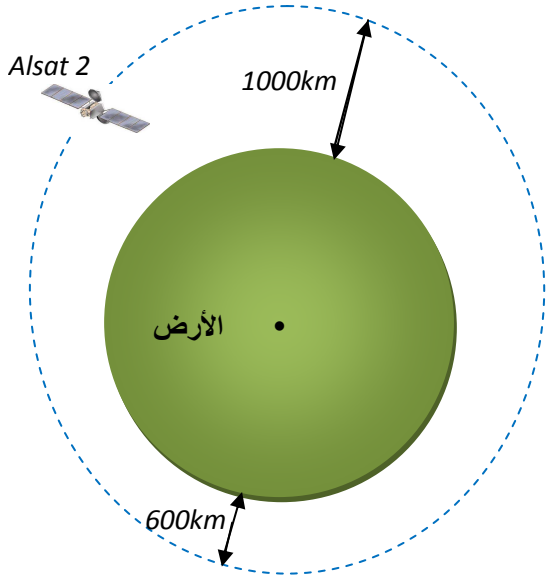
تسارع الجاذبية عند سطح الأرض : $g_0 = 9{,}8\,m.s^{-2}$

التمريـــــــــن 06 :

بتاريخ 12 جويلية 2010 تم إطلاق القمر الاصطناعي الجزائري الثاني *Alsat 2* الذي نرمز له بـ (S) حيث تم وضعه في مداره الاهليليجي بنجاح ، ليدور حول الأرض على ارتفاع عن سطحها محصوربين $600km$ و $1000km$

1 ـ يمثل الشكل ـ 8 ـ رسما تخطيطيا مبسطا لمدار (S) حول الأرض ، نعتبر (S) خاضعا لقوة جذب الأرض فقط

يعطى : نصف قطر الأرض $R_T = 6400km$ وكتلتها $M_T = 6 \times 10^{24}\ kg$ ودورحركتها حول محورها $T_T = 24h$.



الشكل ـ 8 ـ

أ ـ ماذا يمثل مركز الأرض بالنسبة لمدار هذا القمر الاصطناعي ؟

ب ـ مثل في وضع كيفي من المدارشعاع القوة التي يخضع لها (S) أثناء دورانه حول الأرض .

2 ـ نعتبر حركة (S) دائرية على ارتفاع متوسط ثابت $h = 800km$.

أ ـ هل شدة قوة جذب الأرض لـ (S) ثابتة ؟ علل .

ب ـ احسب شدة هذه القوة علما أن كتلة هذا القمر الاصطناعي هي $m = 130\ kg$.

3 ـ أ ـ اذكر خصائص القمر الاصطناعي الجيومستقر .

ب ـ هل يمكن اعتبار (S) قمرا اصطناعيا جيومستقرا ؟ لماذا ؟

جـ ـ احسب قيمة سرعة القمر الاصطناعي (S) .

4 ـ يمكن لقمر اصطناعي آخر نعتبره جيومستقرا أن يدور حول الأرض بحركة دائرية منتظمة على ارتفاع z من سطحها .

ـ جد الارتفاع z للقمر الاصطناعي الجيومستقر . يعطى : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}(SI)$

التمريـــــــــن 07 :

نعتبر قمرا اصطناعيا (S) كتلته m_S يدور حول الأرض في جهة دورانها بسرعة ثابتة (الشكل ـ 9ـ) .

1 ـ مثل القوى الخارجية المؤثرة على القمر الاصطناعي (S) .

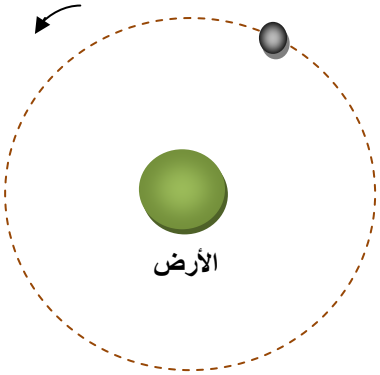
2 ـ ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي (S) ؟ عرفه .

3 ـ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، جد العبارة الحرفية لسرعة القمر الاصطناعي بدلالة :

ثابت الجذب العام G ، كتلة الأرض M_T ، نصف قطر الأرض R_T .

وارتفاع مركز عطالة القمر الاصطناعي عن سطح الأرض h ،

ثم احسب قيمتها .



الشكل - 9 -

4 - أ - جد عبارة دور القمر الاصطناعي بدلالة :

R_T ، h ، G ، M_T ثم احسب قيمته .

ب - هل يمكن اعتبار هذا القمر جيو مستقر ؟ علل .

5 - ذكر بالقانون الثالث لكبلر ، ثم بين أن النسبة : $\frac{T^2}{(R_T+h)^3} = k$ حيث : k ثابت يطلب حسابه .

يعطى : $\pi^2 = 10$ ، $R_T = 6400km$ ، $h = 35800km$ ، $M_T = 6{,}0 \times 10^{24}\ kg$ ،

$G = 6{,}67 \times 10^{-11}(SI)$

التمريـــــــــن 08 :

يتصور العلماء في الرحلات المستقبلية نحو كوكب المريخ وضع محطة لأجهزة الاتصالات مع الأرض على أحد أقمار هذا الكوكب ، مثلا على القمر فوبوس $Phobos$ (P) .

المعطيات : - ثابت التجاذب الكوني : $G = 6{,}67 \times 10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$.

- المسافة بين المريخ M والقمر P : $r = 9{,}38 \times 10^3 km$.

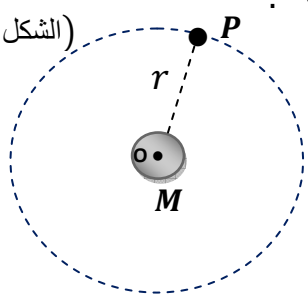
- كتلة المريخ : $m_M = 6{,}44 \times 10^{23} kg$ وكتلة $Phobos$: m_P .

- دور حركة دوران المريخ M حول نفسه : $T_M = 24h\ 37\min\ 22S$.

نفرض أن هذه الأجسام كروية الشكل وكتلتها موزعة بانتظام على حجومها وأن حركة هذا القمر دائرية وتنسب إلى مرجع غاليلي مبدؤه O مركز كوكب المريخ (الشكل - 10 -) .

1 - مثل على (الشكل - 10 -) القوة التي يطبقها الكوكب M على القمر فوبوس P .

2 - أ - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، بين أن حركة مركزعطالة هذا القمر دائرية منتظمة .



(الشكل -10-)

ب - استنتج عبارة سرعة دوران القمر P حول المريخ .

3 - جد عبارة دور حركة القمر T_P حول المريخ بدلالة المقادير r , G , m_M .

4 - أذكر نص القانون الثالث لكبلر وبين أن النسبة :

$\frac{T_P^2}{r^3} = 9{,}21 \times 10^{-13}\ s^2 .\ m^{-3}$ ، ثم استنتج قيمة T_P .

5 - أين يجب وضع محطة الاتصالات S لتكون مستقرة بالنسبة للمريخ ؟ ما قيمة T_S دور المحطة في مدارها حينئذ ؟

التمريـــــــــن 09 :

تسقط حبة برد كروية الشكل ، قطرها : $D = 3\ cm$ ، كتلتها : $m = 13g$ ، دون سرعة ابتدائية في اللحظة :

$t = 0$ من نقطة O ترتفع بـ $1500m$ عن سطح الأرض نعتبرها كمبدأ للمحور الشاقولي (Oz) .

أولا : نفرض أن حبة البرد تسقط سقوطا حرا .

1 ـ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، جد المعادلتين الزمنيتين لسرعة وموضع G مركز عطالتها .

2 ـ احسب قيمة السرعة لحظة وصولها إلى سطح الأرض .

ثانيا : في الواقع تخضع حبة البرد بالإضافة لقوة ثقلها $\vec{P}$ إلى قوة دافعة أرخميدس $\vec{\pi}$ وقوة احتكاك $\vec{f}$ المتناسبة طردا مع مربع السرعة ، حيث : $f = kv^2$.

1 ـ بالتحليل البعدي حدد وحدة المعامل k في النظام الدولي للوحدات .

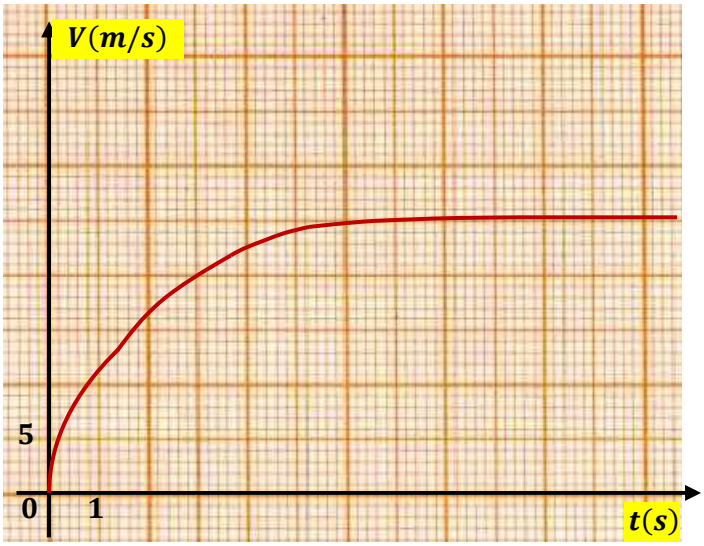
2 ـ اكتب عبارة قوة دافعة أرخميدس ، ثم احسب شدتها وقارنها مع شدة قوة الثقل . ماذا تستنتج ؟

3 ـ باهمال قوة دافعة أرخميدس $\vec{\pi}$:

أ ـ جد المعادلة التفاضلية للحركة ، ثم بين أنه يمكن كتابتها على الشكل : $\frac{dV}{dt} = A - B\,.V^2$

ب ـ استنتج العبارة الحرفية للسرعة الحدية V_l التي تبلغها حبة البرد .

جـ ـ جد بيانيا قيمة V_l السرعة الحدية ، ثم استنتج قيمة k . (الشكل ـ 11)



(الشكل ـ 11)

د ـ قارن بين السرعتين التي تم حسابهما في السؤالين (أولا ـ 2) و (ثانيا ـ 3 ـ جـ) . ماذا تستنتج ؟

المعطيات : حجم الكرة : $V = \frac{4}{3}\pi\, r^3$ ، الكتلة الحجمية للهواء : $\rho = 1{,}3\ kg\,.m^{-3}$ ، $g = 9{,}8\ m\,.s^{-2}$.

التمريـــــــــن 10 :

ندرس في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا حركة سقوط كرية في الهواء .

(الشكل ـ 12) يمثل تطور سرعة مركز عطالة الكرية v بدلالة الزمن t .

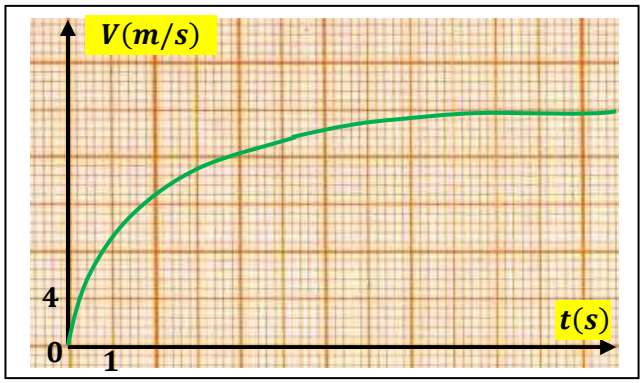
1 ـ من البيان :

أ ـ حدد المجال الزمني لنظامي الحركة .

ب ـ عين قيمة السرعة الحدية v_l .

جـ ـ احسب a_0 تسارع مركز عطالة الكرية في اللحظة $t = 0$. ماذا تستنتج ؟

د ـ ما هي قيمة التسارع لحظة وصول الكرية إلى سطح الأرض ؟



(الشكل - 12)

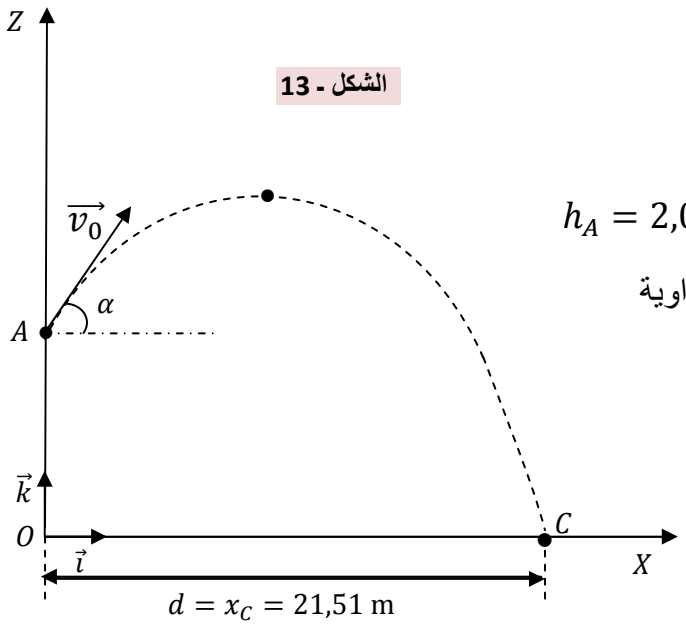
هـ ـ كم تكون قيمة الطاقة الحركية في اللحظة $t = 3s$.

2 ـ مثل كيفيا مخطط السرعة $v(t)$ لحركة السقوط الشاقولي لمركز عطالة الكرية في الفراغ .

تعطى : $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$ ، كتلة الكرة : $m = 30g$.

التمريـــــــــن 11 :

خلال منافسة رمي الجلة في الألعاب الأولمبية ببكين ، حقق الرياضي الذي فاز بهذه المنافسة النتيجة $d = 21{,}51\ m$ اعتمادا على الفيلم المسجل لعملية الرمي ولأجل معرفة قيمة السرعة v_0 التي قذفت بها الجلة ، تم استخراج بعض المعطيات أثناء لحظة الرمي :



الشكل - 13

قذفت الجلة من النقطة A الواقعة على ارتفاع $h_A = 2{,}00\ m$ بالنسبة لسطح الأرض وبالسرعة $\vec{v_0}$ التي تصنع الزاوية $\alpha = 45^0$ مع الخط الأفقي (الشكل - 13) .

ندرس حركة الجلة في المعلم المتعامد والمتجانس $(O, \vec{\imath}, \vec{k})$ ونختار اللحظة الابتدائية $t = 0$ هي اللحظة التي يتم فيها قذف الجلة من النقطة A .

نهمل احتكاكات الجلة مع الهواء ودافعة أرخميدس بالنسبة لقوة ثقل الجلة .

1 ـ جد المعادلتين الزمنيتين $x = f(t)$ و $z = h(t)$ المميزين لحركة الجلة في المعلم المختار ، ثم استنتج معادلة مسار الجلة $z = g(x)$ بدلالة المقادير h_A ، α ، g و v_0 .

2 ـ جد عبارة السرعة الابتدائية v_0 بدلالة h_A ، α ، g و d ، ثم احسب قيمتها .

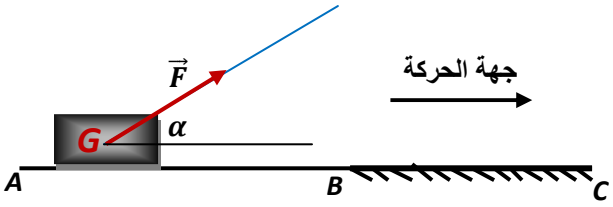
3 ـ جد المدة الزمنية التي تستغرقها الجلة في الهواء .

تعطى : $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$.

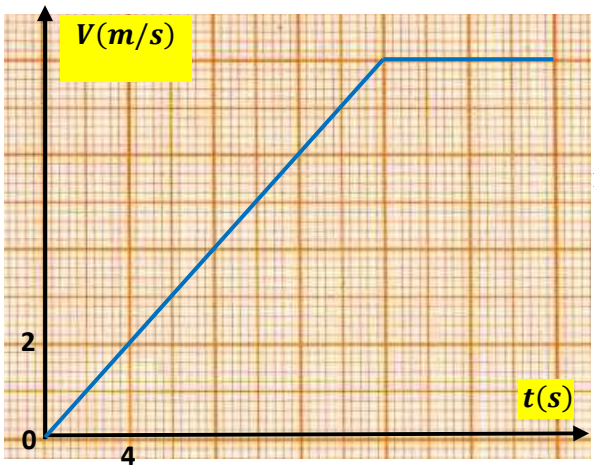
التمريـــــــــن 12 :

يجر حمزة صندوقا كتلته : $m = 10\ kg$ على طريق مستقيم أفقي (AC) ، مركز عطالة G بقوة $\vec{F}$ ثابتة حاملها يصنع زاوية $\alpha = 30^0$ مع المستوى الأفقي ، حيث الجزء (AB) أملس ، والجزء (BC) خشن (الشكل - 14)

التمثيل البياني (الشكل - 15) يمثل تغيرات سرعة G بدلالة الزمن t .



(الشكل - 14)



(الشكل - 15)

1 - أ - استنتج بيانيا طبيعة الحركة والتسارع لـ G لكل مرحلة .

ب - استنتج المسافة المقطوعة AC .

2 - أ - أكتب نص القانون الثاني لنيوتن .

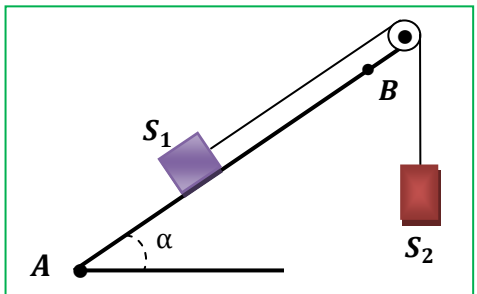
ب - جد عبارة شدة قوة الجر $\vec{F}$ ، ثم احسبها .

جـ - جد عبارة شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$ ، ثم احسبها .

د - فسر لماذا يمكن للسرعة أن تصبح ثابتة في المرحلة الأخيرة .

التمريـــــــــن 13 :

1 - تمثل الجملة المبينة في الشكل - 16 جسما صلبا (S_1) كتلته $m_1 = 400\ g$ ينزلق بدون احتكاك على سطح مستو مائل عن الأفق بزاوية $\alpha = 30^0$ ويرتبط بواسطة خيط مهمل الكتلة وعديم الامتطاط ويمر على محز بكرة مهملة الكتلة بجسم صلب (S_1) كتلته $m_2 = 400\ g$.



(الشكل - 16)

نترك الجملة عند اللحظة $t = 0$ فينطلق الجسم (S_1) من النقطة A بدون سرعة ابتدائية .

أ - مثل القوى الخارجية المؤثرة على كل من (S_1) و (S_2) .

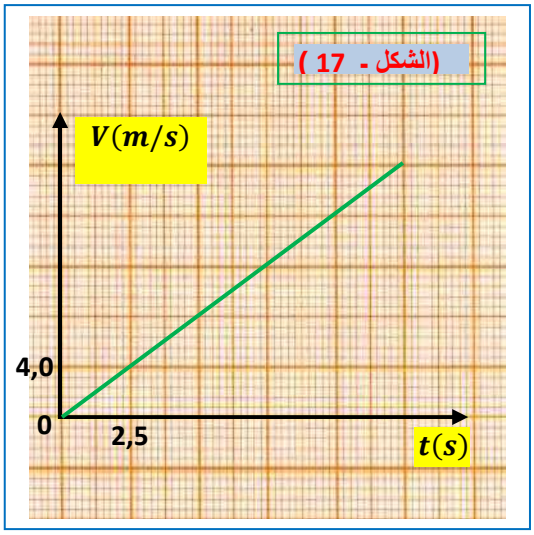
ب - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن حدد طبيعة حركة الجسم (S_1) ثم احسب قيمة تسارع مركز عطالته .

جـ ـ جد سرعة الجسم (S_1) عند النقطة B علما أن :

$AB = 1{,}25m$ ثم استنتج المدة المستغرقة لذلك .

2 ـ مكنت الدراسة التجريبية من رسم منحنى تغيرات سرعة الجسم

(S_1) بدلالة الزمن $v = f(t)$ (الشكل ـ 17) .



أ ـ من هذا المنحنى ، جد قيمة تسارع الجسم (S_1) وقارنها مع المحسوبة سابقا .

ب ـ فسر اختلاف قيمة التسارع في الحالتين .

جـ ـ بناء على هذا التفسير بين أن سرعة الجسم (S_1) تحقق المعادلة التالية :

$\frac{dv(t)}{dt} = \frac{g}{2}(1 - \sin\alpha) - \frac{f}{2m_1}$ حيث $\vec{f}$ قوة الاحتكاك التي يؤثر بها سطح المستوي المائل على (S_1).

د ـ استنتج قيمة كل من شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$ وشدة توتر الخيط $\vec{T}$.

يعطى : $g = 10\ m.s^{-2}$.

مع تمنياتي لكم بالتوفيق والنجاح في شهادة البكالوريا