جامعة قسنطينة
قسم الفيزياء (LMD)

مقياس (فيزياء 1)
السنة الجامعية 2015/2014

السلسلة رقم 03 : التحريك

- التمرين 01: نقطة مادية كتلتها m تتحرك تحت تأثير قوة $\vec{F}(t)$ من الشكل:

$$\vec{F}(t) = (2t^2+1)\vec{i} + 4\vec{j} + 2t\vec{k}$$

1- احسب تغير كمية الحركة بين اللحظتين : $t_0=0$ و $t_1 = 2s$

2- عند t_0 كانت: $\overrightarrow{V(0)} = \frac{1}{m}(-4\vec{i} + 3\vec{j} + 4\vec{k})$: أوجد شعاع السرعة عند $t = 2s$

- التمرين 02: نعتبر قذيفة كتلتها m تقذف بسرعة ابتدائية $\vec{V_0}$ من النقطة O مبدأ المرجع $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ الذي نعتبره غاليلي. السرعة $\vec{V_0}$ تصنع زاوية α مع المحور الأفقي Ox في المستوي $(\vec{i},\vec{k})$. نهمل كل أنواع الإحتكاك.

1- جد معادلة المسار القذيفة ثم حدد الارتفاع الأعلى الذي تبلغه والمدى D الذي تصله عند سقوطها على المستوي الأفقي $z = 0$. لأي زاوية تكون D أعظمية. أحسب المسافة D والارتفاع الأعلى لهذه الزاوية عندما : $g=9.81\ m/s^2$, $V_0=30m/s$, $m=10Kg$.

نعتبر الأن أن القذيفة تتعرض لاحتكاك (مقاومة الهواء) من الشكل : $\vec{F} = -k\vec{V}$ زيادة على الثقل.

2- حدد مركبات السرعة $\vec{V}$ وشعاع الموقع $\overrightarrow{OM}$ للقذيفة في كل لحظة t.

3- حدد الارتفاع الأعلى للقذيفة وبين أن المسار يملك خط مقارب شاقولي يجب تحديد موقعه.

4- بين أن السرعة تؤول إلى قيمة حدية مطلوب تحديدها.

5- أرسم منحنى المسار لما: $\alpha = 45°$, $m=1Kg$, $k=0.1\ Kg\ s^{-1}$, $V_0=30\ ms^{-1}$.

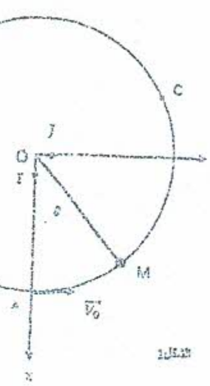
- التمرين 03 : يقفز رجل وزنه $m = 70\ Kg$ من فوق جسر باستعمال حبل مرن مثبت في قدميه. في ال 20 متر الأولى من القفز، يسقط الرجل سقوطا حرا من دون أي تأثير للحبل. بعد ذلك يبدأ تأثير الحبل المرن الذي يمكن اعتباره كنابض كتلته مهملة وطوله فارغا $L_0 = 20\ m$ ومعامل مرونته $K = 120\ Nm^{-1}$. نهمل كل قوى الإحتكاك.

1. أحسب سرعة الرجل عند نهاية السقوط الحر.
2. أحسب المسافة الكلية للسقوط.
3. حدد أكبر قيمة للتسارع الذي يتعرض له الرجل.

التمرين 04: كتلة m معلقة عند النقطة O بخيط عديم الكتلة طوله L وغير قابل للتمدد (شكل 1).

في البداية تكون الكتلة عند النقطة A في حالة التوازن ثم تقذف بسرعة ابتدائية أفقية $\vec{V_0}$،

نحدد موقع الكتلة باستعمال الزاوية θ حيث $\theta = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM})$.



الشكل 1

1- ما هي جملة الإحداثيات المناسبة لدراسة حركة الكتلة، أكتب فيها شعاع الموقع.

2- أكتب العلاقة الأساسية للتحريك في هذه الجملة ثم بين أن المعادلة التفاضلية للحركة تكتب: $\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{L}\sin\theta=0$ يمكن حل المعادلة بجدائها في $\frac{d\theta}{dt}$. استنتج عبارة $\frac{d\theta}{dt}$.

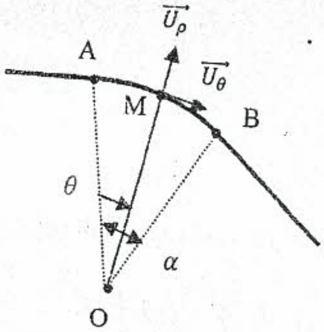
3- أوجد عبارة توتر الخيط T، أين تكون شدته عظمى وصغرى.

4- ما هي أصغر قيمة للسرعة $\vec{V_0}$ التي تسمح للكتلة برسم دائرة كاملة.

5- نفترض أن السرعة $\vec{V_0} = \sqrt{3gL}\vec{j}$. أوجد الزاوية θ_C للنقطة C التي تصبح الحركة بعدها غير دائرية. ما هي عبارة سرعة الكتلة عندها، مثلها على الرسم. كيف تصبح الحركة بعد النقطة C ؟

التمرين 05: تباشر سيارة، نعتبرها كنقطة مادية M كتلتها $m = 1000\ Kg$ ، منحدرا في النقطة A بسرعة إبتدائية $V_0 = 125\ Km/h$. الجزء AB عند بداية المنحدر (أنظر الشكل) عبارة عن قوس دائري مركزه O ونصف قطره

$R = 130m$ وزاويته $\alpha = 15°$. نعتبر قوة الدفع لمحرك السيارة مماسية للطريق وقيمتها الجبرية $\vec{F}$ ثابتة (موجبة أثناء التسريع وسالبة عند الكبح). نهمل كل قوى الاحتكاك.



1- أكتب معادلات الحركة للنقطة $M(R,\theta)$ باستعمال الجملة القطبية $(O, \vec{U_\rho}, \vec{U_\theta})$.

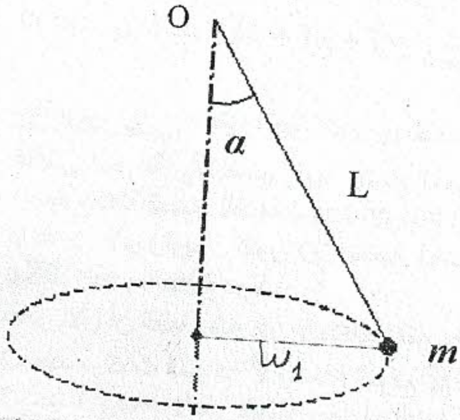
2- كامل المعادلة الناتجة عن الإسقاط على الاتجاه $\vec{U_\theta}$.

3- استنتج قوة رد الفعل R_N بدلالة: V_0 ، m ، g ، θ ، R و $\vec{F}$.

4- اوجد عبارة الزاوية θ_d التي تغادر السيارة عندها سطح الأرض.

5- أحسب هذه الزاوية عندما يوقف السائق المحرك عند النقطة A. ماذا تستنتج؟

6- أحسب قيمة V_0 التي تجعل السيارة تصل الى النقطة B من دون خطر.



<u>التمرين06 :</u> كتلة m معلقة بخيط طوله L، طرفه الآخر مثبت عند النقطة O ، تقوم بحركة دائرية منتظمة بسرعة زاوية ω_1 .

1- أوجد العلاقة بين ω_1 ، L ، g و $Cos\alpha$ ، ثم أحسب توتر الخيط

2- بين أن الحركة تكون ممكنة إذا كانت $\omega_1 \geq \omega_0$ ،عين هذه القيمة.

3- أحسب كمية الحركة $\vec{P} = m.\vec{V}$ و العزم الحركي $\vec{L}$ لهذه الكتلة، ثم أحسب عزم محصلة القوى بالنسبة للنقطة O و تحقق من نظرية العزم الحركي

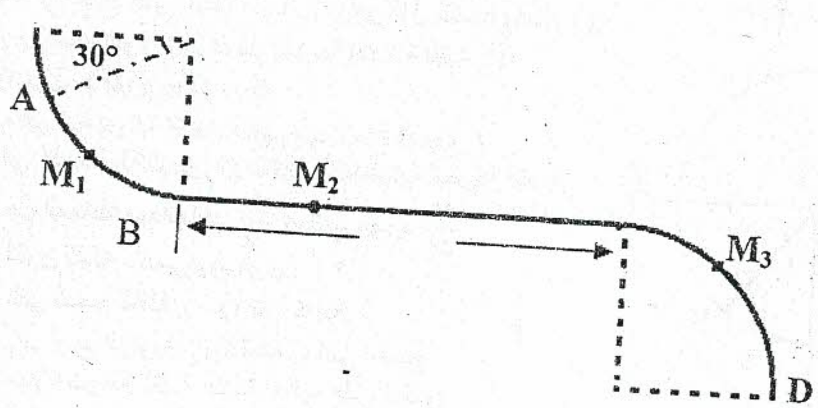
4- نفترض أن النقطة المادية تتحرك هذه المرة دون احتكاك على السطح الجانبي لمخروط نصف زاوية رأسه α، بسرعة زاوية ω_2 حيث $\omega_2 < \omega_1$ ، أحسب رد فعل المخروط . ماذا يحدث في حالة $\omega_2 > \omega_1$؟

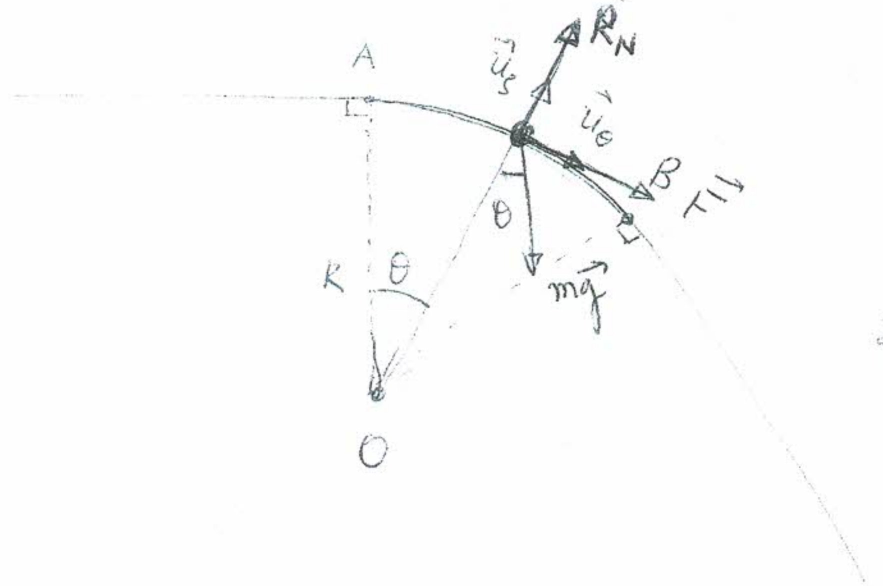
<u>التمرين 07 :</u> جسم كتلته m ينزلق خلى سطح موجه مشكل من ثلاثة أجزاء : **AB** جزء من دائرة نصف قطرها **R** ، و **BC** جزء مستقيم أفقي طوله **2R** ، و **CD** ربع آخر من دائرة لها نفس نصف القطر. ينزلق الجسم بدون احتكاك على الجزئين **AB** و **CD** و على الجزء **BC** باحتكاك معامله **f**. نترك الجسم عند النقطة **A** $(\theta = 30° , t = 0)$ بدون سرعة ابتدائية أوجد:

1- السرعة و رد الفعل عند نقطة كيفية M_1 من الجزء **AB** ، ثم استنتج السرعة عند النقطة **B**.

2- السرعة و رد الفعل عند نقطة كيفية M_2 من الجزء **BC** ، أحسب السرعة عند النقطة **C**

3- السرعة و رد الفعل عند نقطة كيفية M_3 من الجزء **CD** ، أوجد الزاوية التي يغادر بها الجسم هذا السطح.





التمرين 05 :

عند إعتبار المسار يمثل مباشرة المنحدر أملس والسرعة $\vec{v}$ دائما مماسية له فإنه يجب أن يكون OA و OB عموديان عليه في A و B طرفي الجزء الدائري.
OA هو إذن شاقولي مثل $m\vec{g}$.

1 . معادلة الحركة :

$$m\vec{g} + \vec{F} + \vec{R}_N = m\vec{\gamma}$$

مع : $\vec{F} = \bar{F}.\vec{u}_\theta$ ، $\vec{R}_N = R_N.\vec{u}_\rho$

$$m\vec{g} = \begin{cases} -mg\cos\theta.\vec{u}_\rho \\ +mg\sin\theta.\vec{u}_\theta \end{cases}$$

$$\vec{\gamma} = -R\dot{\theta}^2.\vec{u}_\rho + R\ddot{\theta}.\vec{u}_\theta$$

و $\vec{v} = R\dot{\theta}.\vec{u}_\theta$ ($v = R\dot{\theta}$.)

الإسقاط فوق $\vec{u}_\theta$ و $\vec{u}_\rho$ يعطينا:

$$\begin{cases} -mg\cos\theta + R_N = -mR\dot{\theta}^2 & (1) \\ \bar{F} + mg\sin\theta = m\ddot{\theta} & (2) \end{cases}$$

فوق $\vec{u}_\rho$ ←

فوق $\vec{u}_\theta$ ←

2- يمكن أن نكامل المعادلة (2) بعد جدائها في $\dot{\theta}$ أي $\frac{d\theta}{dt}$

وبعد : $mR\dot{\theta}\,d\dot{\theta} = [\bar{F} + mg\sin\theta]\,d\theta$

أو :

$$mR\int_{\dot{\theta}_0}^{\dot{\theta}} \dot{\theta}\,d\dot{\theta} = \int_0^{\theta} [\bar{F} + mg\sin\theta]\,d\theta$$

$$\frac{mR}{2}\left[\dot{\theta}^2 - \dot{\theta}_0^2\right] = \bar{F}.\theta + mg\left[1 - \cos\theta\right]$$

أو $\boxed{v^2 = 2\frac{\bar{F}}{m}R\theta + 2gR\left[1 - \cos\theta\right] + v_0^2}$

3- من المعادلة (1) نحصل على قوة رد الفعل R_N:

$$\boxed{R_N = mg\left[3\cos\theta - 2\right] - 2\bar{F}\theta - \frac{m v_0^2}{R}}$$

4- السيارة تغادر سطح الأرض لما تصير $R_N = 0$
و تكون عبارة θ_d معطاة بالعلاقة:

$$\boxed{mg\left[3\cos\theta_d - 2\right] - 2\bar{F}\theta_d - \frac{m v_0^2}{2} = 0}$$

5. $\bar{F} = 0$: نجد :

$$\theta_d = \text{Arccos}\left[2/3 + \frac{v_0^2}{3R}\right] = 0.18\ rd = 10.85°$$

6- تصل السيارة إلى B من دون خطر عندما لا تنعدم R_N
فوق $\overset{\frown}{AB}$ أي لا تغادر السيارة سطح الأرض.

أي على الأقل: $\theta_d = \alpha$. و نحصل على $\bar{F}$ في
هذه الحالة بالعلاقة:

$$mg\left[3\cos\alpha - 2\right] - 2\bar{F}\alpha - \frac{m v_0^2}{R} = 0$$

أي

$$\bar{F} = \left\{mg\left[3\cos\alpha - 2\right] - \frac{m v_0^2}{2}\right\} / 2\alpha$$

$$\bar{F} = -909\ N$$

أي:

إذن، لكي تصل السيارة إلى نهاية المنحدر من دون خطر يجب على السائق أن يكبح السيارة بقوة تساوي $909\ N$ على الأقل.