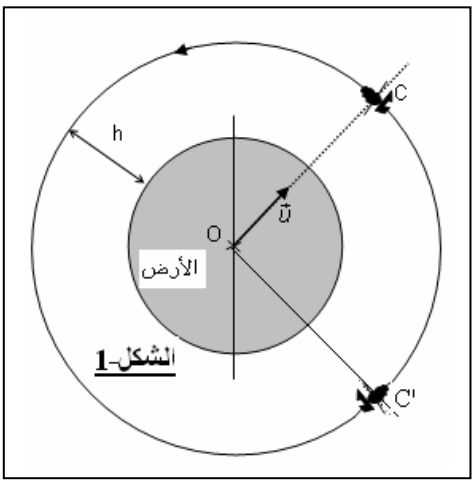
I- بواسطة منظاره الفلكي، اكتشف غاليلي سنة 1610 أن لكوكب المشتري أربعة أقمار طبيعية. ومن بينها القمران"يو- Io" و "كاليستو- Callisto" اللذين يرسمان مدارا دائريا أثناء دورانهما حول المشتري. نماثل القمرين بنقطتين ماديتين، ونعطي ثابتة التجاذب الكوني $G = 6,67.10^{-11} m^3.kg.s^{-2}$.

1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع غاليلي أصله مرتبط بمركز المشتري على القمر"كاليستو" ، بين أن حركة القمر منتظمة على مداره.

2) علما أن شعاع مدار القمر"كاليستو" هو $r_C = 1,88.10^6\ km$ ، وأنه ينجز دورة كاملة حول المشتري خلال $400,5 heures$. أحسب الكتلة M_j للمشتري.

3) عين شعاع مدار القمر"يو" علما أنه ينجز دورة كاملة حول المشتري خلال $42,5 heures$.

II- تدور مركبة فضائية C حول الأرض على علو h=830km وفق مسار دائري ينتمي إلى خط الاستواء. ندرس حركتها في المرجع المركزي الأرضي الذي نعتبره غاليليا. نماثل المركبة الفضائية بنقطة مادية.



1) حدد طبيعة المركبة C،واستنتج قيمة سرعة حركتها ودورها المداري.

2) تدور على نفس المدار ووفق نفس المنحى مركبة C' مماثلة للمركبة C وعلى مسافة ممعلة بالزاوية α=(COC')=45° (الشكل-1). قصد الالتحاق بالمركبةC يعمل رواد المركبة C' على رفع سرعة مركبتهم بمقدار 27km/h وذلك بتشغيل محرك المركبة. حدد المدة الزمنية اللازمة لالتحاق المركبة'C بالمركبة C .

نعطي:

ثابتةالتجاذب الكوني $G = 6,67\times10^{-11}\ m^3.kg^{-1}.s^{-2}$ وشعاع الأرض R_T=6380km

وكتلة الأرض M_T=5,98.10^{24}kg.

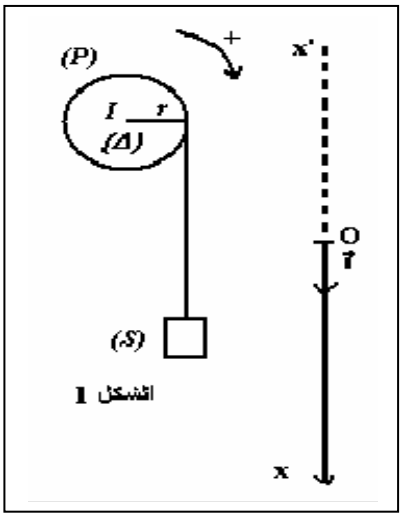
3) بعد إنجاز المهمة الموكولة إليها تعود المركبة'C إلى الأرض. عند دخولها الغلاف الجوي الأرضي،يتوقف محرك المركبة عن الاشتغال وتأخذ حركة سقوط رأسي. تنقص سرعة المركبة بفعل الاحتكاك مع الهواء. عند العلو h=20km يتم فتح مظلتين صغيرتين لتصل سرعة المركبة إلى $40m.s^{-1}$. ثم في مرحلة أخرى يتم فتح ثلاث مظلات لتصل السرعة النهائية $8m.s^{-1}$. نعتبر أن دافعة أرخميدس مهملة أمام التأثيرات الأخرى، ونتمذج شدة قوة الاحتكاك المائع المطبقة من طرف الهواء بالعلاقة التالية: $f = \frac{1}{2} C_x.\rho.S.v^2$ ومنحاها معاكس لمنحى الحركة، مع $C_x = 1,1$ معامل بدون وحدة يتعلق بشكل الجسم و $\rho = 1,3 kg.m^{-3}$ الكتلة الحجمية للهواء و S مساحة المظلتين و v سرعة المجموعة (المركبة+المظلات). نعتبر أن مجال الثقالة منتظم محليا انطلاقا من العلو h=20km , وأن قيمة شدة الثقالة هي $g = 9,8 m.s^{-2}$.

3-1- أوجد المعادلة التفاضلية لحركة المجموعة.

3-2- أعط تعبير v_L السرعة الحدية التي تبلغها المجموعة.

3-3- استنتج المساحة S للمظلات التي ينبغي استعمالها لتبلغ المجموعة النهائية للهبوط. نعطي كتلة المجموعة m=6.10^{3}kg.

III- تتكون المجموعة الممثلة في الشكل-1- من بكرة (P) متجانسة كتلتها $m = 0.4kg$ وشعاعها $r = 5cm$ ،



قابلة للدوران حول محورها Δ ، عزم قصورها هو $J_\Delta = \frac{1}{2} mr^2$ ، ومن خيط غير مدود كتلته مهملة وملفوف حول مجرى البكرة وطرفه الحر يرتبط بجسم(S) كتلته $m' = 0.2kg$. نحرر المجموعة بدون سرعة بدئية. نهمل جميع الاحتكاكات ونأخذ $g = 10 m.s^{-2}$.

1- أوجد تعبير التسارع الزاوي $\ddot{\theta}$ للبكرة بدلالة J_Δ, r و T (توتر الخيط).

2- بين أن التسارع a للجسم(S) هو: $a = \frac{m'}{m' + \frac{m}{2}} g$. أحسب قيمته.

4- أحسب السرعة الزاوية للبكرة بعدما يقطع الجسم(S) المسافة $h = 40cm$.

5- بعد قطعه للمسافة h يصل الجسم(S) إلى سطح الأرض ويفقد الخيط توتره، فينتج احتكاك بينه والبكرة. نقبل أن مجموع قوى الاحتكاك تكافئ مزدوجة تسمى: مزدوجة الاحتكاك عزمها M ثابت. تتوقف البكرة بعد إنجازها $n = 10$ دورات. أحسب قيمة M.