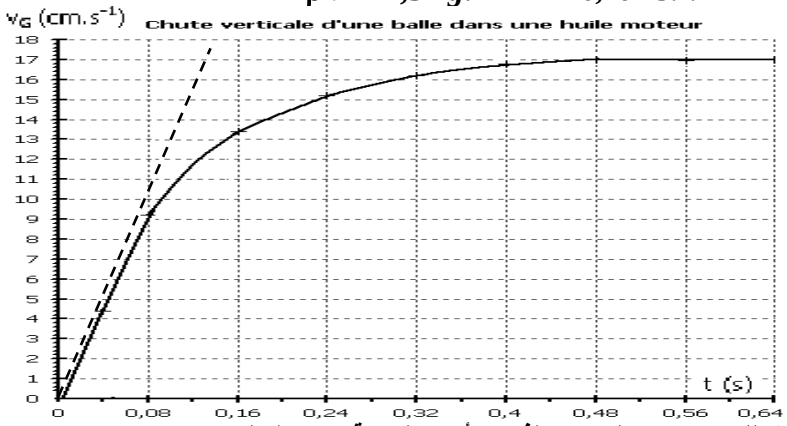
I-السقوط الرأسي لجسم صلب في مائع

في من مخبار مدرج مملوء بزيت محرك من نوع SAE50 كتلته الحجمية $\rho = 0{,}910\ g.cm^{-3}$. نطلق كرية فولاذية كتلتها $m = 35{,}0\ g$ و شعاعها $R = 2{,}00\ cm$ و حجمها $V = 33{,}5\ cm^3$. نسجل حركة الكرية في السائل بواسطة كاميرا رقمية و نحفظ الشريط المسجل لحركة الكرية في ملف من نوع(avi) . بمساعدة برنامج Avimeca و راسم المنحنيات regressi ، نتمكن من الحصول على منحنى تغيرات السرعة v لمركز قصور الكرية التالي.نعطي معامل الاحتكاك K=0,264 S.I. ، $\rho_{air} = 1{,}3\ kg.m^{-3}$



نأخذ بداية سقوط الكرية اصلا للزمن t=0 و الموضع الذي تبدأ منه الحركة هو اصل المحور (oz): z=0

1- الدراسة التجريبية

1-1: عين على المنحنى $v = f(t)$ ، مجال الزمني للنظام الانتقالي و النظام الدائم مبرزا طبيعة حركة G

2-1: حدد قيمة τ (الزمن المميز) و V_{lim} قيمة السرعة الحدية

3-1:. هل تتزايد a أم تتناقص خلال الحركة ؟ علل جوابك.

4-1: ما قيمة a_0 إحداثية $\vec{a}_G$ على المحور الرأسي$(O;\vec{k})$ عند اللحظة t=0 ؟

2- الدراسة النظرية

1-2: أجرد القوى المطبقة على الكرية أثناء حركتها. تم عرف بكل قوة

2-2: بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الكرية أثناء سقوطها في زيت المحرك ، بين المعادلة التفاضلية لحركة G مركز قصور الكرية تكتب على شكل $\frac{dV}{dt} = A - B.V^n$. ، عبر عن A و B بدلالة m_S و m_f و k و g .

4-2-حدد تعابير المقادير المميزة للحركة * السرعة الحدية V_{lim} (القصوية) اي السرعة في النظام الدائم
* التسارع البدئي a_0 اي عند t=0
* الزمن المميز للحركة τ اي ثابتة الزمن

5-2- حل المعادلة التفاضلية للحركة بتطبيق طريقة (أولير - Euler) - مبدأ طريقة أولير:
" طريقة رقمية تكرارية تقتضي حساب سرعة مركز القصور G في مرحلتين ، و تتطلب معرفة سرعة G في لحظة t و هي غالبا v_0 السرعة البدئية و اختيار خطوة حساب ملائمة .

علما ان n=1، اتمم ملء الجدول و قارن النتائج

t (s)	0	0,080	?	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56
a (m.s⁻²)	?	?	?	?	0.030	0.020	0.00	0.00
v (m.s⁻¹)	?	?	?	?	0,165	0,167	0,169	0,169

ملحوظة

- كلما كانت Δt صغيرة كلما كانت القيم النظرية أقرب إلى النتائج التجريبية.
- تمكن طريقة أولير Euler من الحكم على مدى ملائمة النموذج المعتمد في تعبير قوة الاحتكاك المائع : حيث أن تطابق المنحنيين(النظري و التجريبي) يُزَكّي صلاحية النموذج ، و العكس صحيح .
- عموما نأخذ $\Delta t = \tau/10$ خطوة الحساب

II - السقوط الرأسي الحر لجسم صلب

نترك جسما صلبا كتلته m يسقط بدون سرعة بدئية في مجال الثقالة المنتظم. نعتبر أن هذا الجسم له شكل انسيابي و له كتافه عالية. ندرس هذا السقوط في معلم متعامد و ممنظم محوره $(O;\vec{k})$ موجه نحو الأسفل

1- ما طبيعة مسار G مركز قصور الجسم الصلب خلال السقوط
2- أجرد القوى المطبقة على الجسم أثناء حركته. تم احسب النسبة P/F_a و استنتج
3- عرف السقوط الرأسي الحر
4- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة الجسم في كل لحظة.
5- استنتج طبيعة الحركة ،واكتب تعبير المعادلات الزمنية للحركة.
6 احسب مدة السقوط الموافقة لارتفاع h=20m

الكتلة الحجمية :للهواء $\rho = 1{,}3Kg/m^3$ ، للجسم الصلب $\rho' = 1000\ Kg/m^3$

تمرين 1:

على ارتفاع h=10m من سطح بركة مائية نطلق جسم كروي الشكل قطره d=3cm وكتلته m=130g من نقطة O، نأخذ النقطة O أصل المعلم (OZ) موجه نحو الأسفل,

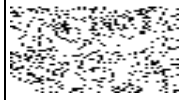
نعطي الكتلة الحجمية للماء $\rho_{air} = 1kg.L^{-1}$

1- دراسة السقوط الحر نعتبر ان الجسم في سقوط حر بين النقطة O و سطح الماء

1-1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن حدد تعبير a_z ، V_z و $z(t)$

2-1- اعط تعبير لحظة وصول الجسم الى سطح الماء بدلالة g و h ، *احسب قيمتها*

3-1- احسب قيمة السرعة التي سيصل بها الجسم إلى سطح الماء



ماء

2- دراسة السقوط الرأسي باحتكاك في الماء

يتابع الجسم حركته في الماء بسرعة بدئية رأسية و نعتبر لحظة دخول الجسم في الماء أصلا جديدا للتواريخ يخضع الجسم الى قوة احتكاك شدتها $f = 0{,}5.V^2$

1-2- او جد المعادلة التفاضلية وبين انها تكتب على شكل $\frac{dV}{dt} = A - B.V^2$ حدد تعبير A و B

2-2- احسب قيمة السرعة الحدية V_{lim} و الزمن المميز τ

3-2- باعتماد طريقة اولير Euler مثل منحى تغيرات السرعة بدلالة الزمن

تمرين 2:

في اسفل بحيرة هادئة تتصاعد فقاعة كروية الشكل من غاز شعاعها r=2mm و كتلتها الحجمية ρ=0,72g/L تخضع الكرية لقوة احتكاك شدتها f=$\beta.V$، نعتبر ان درجو حرارة الماء ثابتة الامر الذي يمكننا من اعتبار شعاع الفقاعة ثابت خلال حركتها. نعطي $\rho_{(الماء)} = 1g/mL$

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن اوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة الفقاعة
2- اعط حل المعادلة التفاضلية علما أن الفقاعة تبدأ حركتها بدون سرعة بدئية
3- علما ان السرعة الحدية للفقاعة هي V_{lim}=0,2m/s احسب قيمة β معامل الاحتكاك
4- احسب قيمة لزوجة ماء البحيرة
5- احسب المسافة التي تقطعها الفقاعة لحظة تحقق العلاقة $V=0{,}63V_{lim}$
6- احسب المدة الزمنية لكي تصل الفقاعة الى سطح البحيرة علما ان عمقها هو H=25m