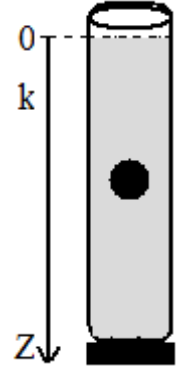
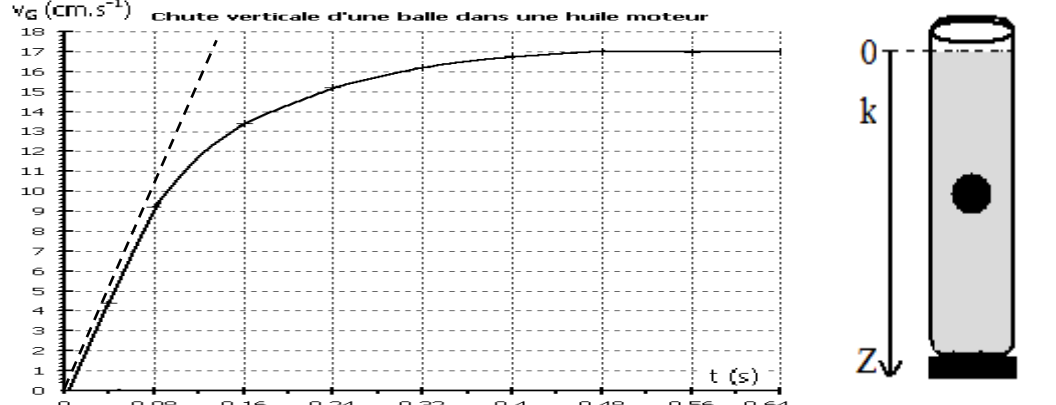


I- السقوط الرأسى لجسم صلب في مائع

في من مخيار مدرج مملوء بزيوت محرك من نوع SAE50 كتلته الحجمية  $\rho = 0,910 \text{ g.cm}^{-3}$ . نطلق كرية فولاذية كتلتها  $m = 35,0 \text{ g}$  و شعاعها  $R = 2,00 \text{ cm}$  و حجمها  $V = 33,5 \text{ cm}^3$ . 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 منحني تغيرات السرعة  $v$  لمركز قصور الكرية التالي: نعطي معامل الاحتكاك  $\rho_{\text{air}} = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$ ،  $K=0,264 \text{ S.I.}$



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 الزمنى للنظام الانتقالي و النظام الدائم مبرزا طبيعة حركة G
- 2-1: حدد قيمة  $\tau$  (الزمن المميز) و  $V_{\text{lim}}$  قيمة السرعة الحدية
- 3-1: هل تتزايد a أم تتناقص خلال الحركة؟ علل جوابك.
- 4-1: ما قيمة  $a_0$  إحدائية  $\bar{a}_G$  على المحور الرأسى  $(O; \vec{k})$  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  $m_f$  و  $m_s$  و  $k$  و  $g$ .
- 4-2: حدد تعابير المقادير المميزة للحركة \* السرعة الحدية  $V_{\text{lim}}$  (القصوية) اي السرعة في النظام الدائم \* التسارع البدني  $a_0$  اي عند  $t=0$  \* الزمن المميز للحركة  $\tau$  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 البدنية و اختيار خطوة حساب ملائمة.

t (s)	0	0,080	?	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56
a (m.s <sup>-2</sup> )	?	?	?	?	0,030	0,020	0,00	0,00
v (m.s <sup>-1</sup> )	?	?	?	?	0,165	0,167	0,169	0,169

علما ان  $n=1$ ، اتم ملء الجدول و قارن النتائج

ملحوظة

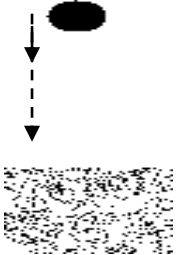
- كلما كانت  $\Delta t$  صغيرة كلما كانت القيم النظرية أقرب إلى النتائج التجريبية.
- تمكن طريقة أولير Euler من الحكم على مدى ملائمة النموذج المعتمد في تعبير قوة الاحتكاك المانع: حيث أن تطابق المنحنيين (النظري و التجريبي) يَزَكِّي صلاحية النموذج، و العكس صحيح.
- عموما نأخذ  $\Delta t = \tau/10$  خطوة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

II - السقوط الرأسى الحر لجسم صلب

- نترك جسما صلبا كتله m يسقط بدون سرعة بدنية في مجال الثقالة المنتظم. نعتبر أن هذا الجسم له شكل انسيابي و له كثافة عالية. ندرس هذا السقوط في معلم متعامد و منظم 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  $P/F_g$  و استنتج
  - 3- عرف السقوط الرأسى الحر
  - 4- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة الجسم في كل لحظة.
  - 5- استنتج طبيعة الحركة، و اكتب تعبير المعادلات الزمنية للحركة.
  - 6 احسب مدة السقوط الموافقة لارتفاع  $h=20\text{m}$
- الكتلة الحجمية: للهواء  $\rho = 1,3 \text{ Kg/m}^3$ ، للجسم الصلب  $\rho' = 1000 \text{ Kg/m}^3$

تمرين 1:

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

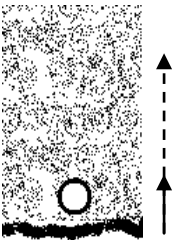


نعطي الكتلة الحجمية للماء  $\rho_{\text{air}} = 1 \text{ kg.L}^{-1}$

- 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
- 2- دراسة السقوط الرأسى باحتكاك في الماء
  - يتابع الجسم حركته في الماء بسرعة بدنية رأسية و نعتبر لحظة دخول الجسم في الماء أصلا جديدا للتواريخ يخضع الجسم الى قوة احتكاك شتتها  $f = 0,5.V^2$
  - 1-2: او جد المعادلة التفاضلية و بين انها تكتب على شكل  $\frac{dv}{dt} = A - B.V^2$  حدد تعبير A و B
  - 2-2: احسب قيمة السرعة الحدية  $V_{\text{lim}}$  و  $\tau$  الزمن المميز
  - 3-2: باعتماد طريقة أولير Euler مثل منحى تغيرات السرعة بدلالة الزمن

تمرين 2:

في اسفل بحيرة هادنة تتصاعد فقاعة كروية الشكل من غاز شعاعها  $r=2\text{mm}$  و كتلتها الحجمية  $\rho=0,72\text{g/L}$  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  $\rho(\text{الماء}) = 1 \text{ g/mL}$



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