www.physique.eklablog.com

السقوط الرأسي لجسم صلب

تمرين 1 سقوط قطرة ماء في الهواء

قطرة ماء نفرضها كروية الشكل ذات شعاع R تسقط رأسيا في الهواء بدون سرعة بدئية ، و تخضع خلال حركتها إلى قوة احتكاك $\vec{f}$ معاكسة لمنحى سرعتها $\vec{v}$ و ذات قيمة $f = k\,v$ ، حيث k ثابتة.

المعطيات :

الكتلة الحجمية للماء : $\rho = 1000\ kg/m^{-3}$.

الكتلة الحجمية للهواء : $\rho_{air} = 1.3\ kg/m^{-3}$.

1- بين أن دافعة أرخميدس $\vec{F}_A$ مهملة أمام وزن القطرة $\vec{P}$ يعطى : $g = 9.8\ m/s^2$.

2- أوجد المعادلة التفاضلية للحركة و اكتبها على الشكل : $\frac{dv}{dt} + Av = B$ حيث a و b ثابتان .

3- ما هو الشرط اللازم لبلوغ السرعة الحدية ؟

4- أعط تعبير السرعة الحدية v_ℓ بدلالة m ، g ، k .

5- تحقق أن : $v = v_\ell(1-e^{-\frac{k}{m}t})$ هو حل للمعادلة التفاضلية السابقة .

6- أوجد قيمة الثابتة k ، علما أن : $v_\ell = 7.56 cm/s$ ، $R = 25\ \mu m$.

تمرين 2 نمذجة قوة الاحتكاك المائع

يهدف هذا التمرين إلى نمذجة قوة الاحتكاك المائع المطبقة من طرف الغليسيرول على جسم صلب وذلك بدراسة حركة السقوط الرأسي لكلة فلزية كتلتها m و شعاعها r داخل الغليسيرول.

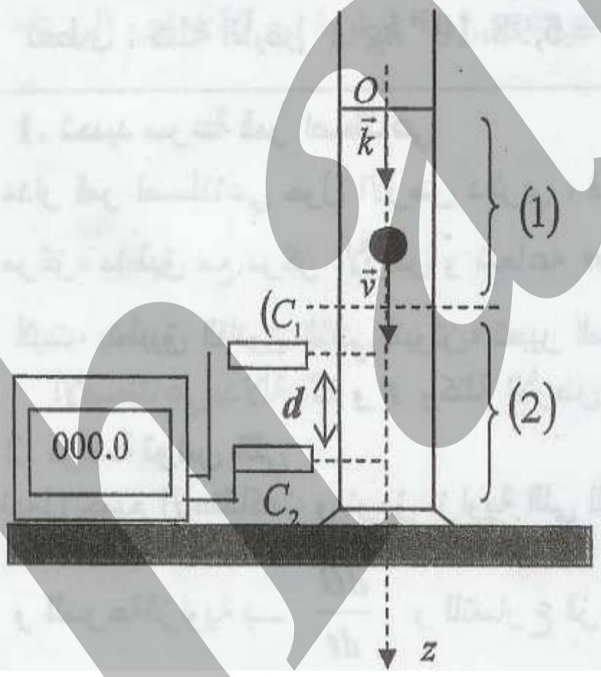
معطيات : - شعاع الكلة : $r = 1\,cm$ ؛ حجم الكلة : $V = \frac{4}{3}.\pi.r^3$

- الكتلة الحجمية:

* للفلز الذي تتكون منه الكلة : $\rho_1 = 2{,}7.10^3\ kg.m^{-3}$

*الغليسيرول : $\rho_2 = 1{,}26.10^3\ kg.m^{-3}$

- تسارع الثقالة : $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$.



عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ $(t_0 = 0)$، نحرر الكلة بدون سرعة بدئية من نقطة O أصل المحور الرأسي $(O,\vec{k})$ الموجه نحو الأسفل، فتتم حركتها داخل الغليسيرول الموجود في إناء زجاجي، على مرحلتين:

- (1): مرحلة النظام البدئي بين لحظتين t_0 و t_1 حيث تتزايد سرعة الكلة.
- (2): مرحلة النظام الدائم انطلاقا من اللحظة t_1 حيث تأخذ سرعة الكلة قيمة حدية ثابتة v_ℓ.

يمكن الجهاز المكون من ميقت وخليتين (C_1) و (C_2) من قياس المدة الزمنية Δt التي تستغرقها الكلة لقطع المسافة $d = 20\,cm$ خلال المرحلة (2) (انظر الشكل جانبه).

www.physique.eklablog.com

السقوط الرأسي لجسم صلب

نذكر أن شدة دافعة أرخميدس المطبقة على الكلة المغمورة كليا في الغليسيرول هي $F = \rho_2 . V . g$.

ننمذج قوة الاحتكاك التي تخضع لها الكلة أثناء السقوط داخل الغليسيرول بـ $\vec{f} = -9\pi . r . v^n . \vec{k}$

حيث n عدد صحيح و v سرعة مركز قصور الكلة.

1. حدد قيمة السرعة الحدية v_ℓ علما أن $\Delta t = 956\ ms$.
2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v لمركز قصور الكلة داخل السائل تكتب على الشكل :

$$\frac{dv}{dt} + A.v^n = B \quad \text{مع} \quad A = \frac{27}{4.\rho_1 . r^2} \quad \text{و} \quad B = g\left(\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1}\right)$$

3. أوجد،انطلاقا من المعادلة التفاضلية، تعبير v_ℓ^n بدلالة ρ_1 و ρ_2 و r و g .
4. استنتج العدد n.

تمرين 3

سقوط جسم صلب كروي الشكل في الهواء

جسم صلب كروي الشكل قطره d=3cm وكتلته m=13g يسقط رأسيا في الهواء انطلاقا من نقطة O توجد في ارتفاع h=1500m من سطح الأرض بدون سرعة بدئية.

المعطيات : $g = 9{,}8 m/s^2$ ، **الكتلة الحجمية للهواء** $\rho_{air} = 1{,}3 kg/m^3$ **حجم كرة شعاعها r :** $V = \frac{4}{3}\pi . r^3$.

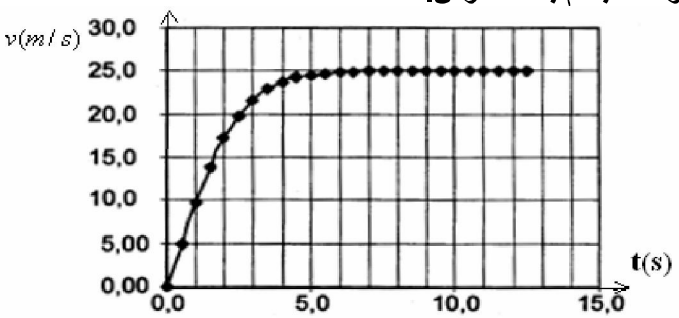
علما أن الجسم خلال سقوطه يخضع للتأثيرات التالية : وزنه $\vec{P}$ **، دافعة ارخميدس** $\vec{F}_A$ **و و قوة الاحتكاك :** $\vec{f}$ **بحيث** $f = kv^2$.

1- بين أن دافعة أرخميدس مهملة أمام وزن الجسم

2- بإهمال دافعة أرخميدس :

1-2- بين أن المعادلة التفاضلية لحركة الجسم تكتب"على النحو التالي : $\frac{dv}{dt} = A - B.v^2$.

2-2- يعطي الجدول أسفله بعض قيم سرعة الجسم وتسارعه بدلالة الزمن . باعتماد النتائج المحصل عليها باستعمال طريقة اولير حيث قيمة خطوة الحساب المعتمدة $\Delta t = 0{,}5 s$ **نعطى المنحنى الممثل لتغيرات سرعة الجسم بدلالة الزمن.**



t (s)	v(m.s^{-1})	a (m.s^{-2})
0,00	0,00	9,80
0,50	4,90	9,43
1,00	9,61	8,36
1,50	13,8	6,83
2,00	17,2	a_4
2,50	v_5	3,69
3,00	21,6	2,49

1-2-2 – أعط قيمة كل من التسارع البدئي a_o **والسرعة الحدية للجسم** v_ℓ **وثابتة الزمن** τ **المميز للكرية .**

2-2-2- أعط تعبير التسارع البدئي a_o **والسرعة الحدية للجسم** v_ℓ **بدلالة A و B .**

3-2-2- استنتج قيمة كل من A وB.

3-2 – باستعمال طريقة أولير احسب a_4 وv_5.