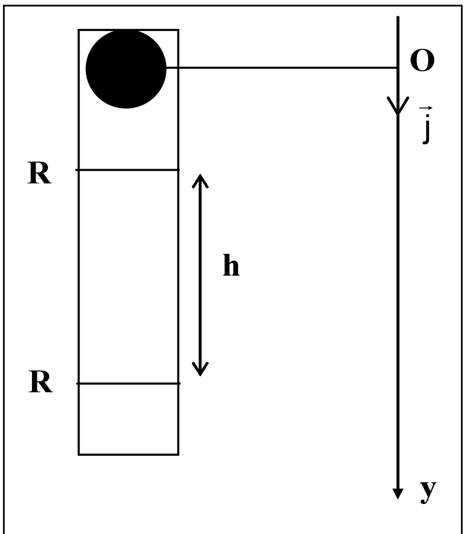
1– نذكر أن لزوجة سائل هي مقدرة هذا السائل على السيلان أو التدفق، وأن اللزوجة تتعلق بشدة بدرجة الحرارة. لقياس لزوجة الغليسرين، نستعمل جهاز قياس اللزوجة ل" هاوبلير" . يتكون هذا الجهاز من أنبوب زجاجي طويل رأسي حيث يتم ملأه بالسائل المدروس ثم نسقط كرة فولاذية ذات قطر معير.

بواسطة ميقت موصول بلاقطين إلكترونيين نقيس زمن السقوط $\Delta t'$ الموافق لارتفاع h نمعلم اللاقطين بالموضعين R_1 و R_2

معطيات:

شعاع الكرة	$r = 5{,}00\ mm$
الكتلة الحجمية للكرة	$\rho = 7{,}80.10^3\ kg.m^{-3}$
الكتلة الحجمية للغليسرين	$\rho_0 = 1.26.10^3\ kg.m^{-3}$
شدة الثقالة	$g = 9{,}81\ m.s^{-2}$
حجم كرة	$V = \frac{4}{3}\pi r^3$



الشكل 1

1) ندرس حركة الكرة في المرجعي الأرضي (الذي نعتبره غاليليا) والذي نقرن بهمعلما $(O,\vec{j})$ متجهته الواحدية $\vec{j}$ رأسية.نغمر الكرة كليا في السائل وندعها تسقط بدون سرعة بدئية .

خلال سقوطها، تصل الكرة بسرعة سرعتها الحدية v_{lim} قبل مرورها من مستوى النقطة المعلمية R_1

1-1- ما طبيعةحركة الكرة بين النقطتين R_1 و R_2 ؟ علل جوابك

1-2- ما العلاقة المتجهية التي تربط القوى المسلطة على الكرة؟ علل جوابك.

1–3– في حالة المائع المدروس، تتناسب قوة الاحتكاك اطرادا و سرعة سقوط الكرة: $\vec{f} = -6\pi\eta r\vec{v}$ حيث η معامل اللزوجة للغليسرين.با ستعمالك معادلة تحليل الأبعاد، حدد وحدة η

1–4– بين أنه يمكن كتابة تعبير اللزوجة للمائع المدروس على الشكل التالي: $\eta = \frac{2r^2g(\rho-\rho_0)}{9v_{lim}}$

1–5– نقيس مدة سقوط الكرة حسب حركة مستقيمية رأسية منتظمة بين النقطتين R_1 و R_2 واللتين يفصلهما الارتفاع $h=40{,}0cm$، نجد $\Delta t' = 1{,}66s$ عند درجة الحرارة $\theta = 20°C$. استنتج القيمة التجريبية لمعامل اللزوجة η للغليسرين .

1-6- القيمة النظرية لمعامل اللزوجة للغليسرين هي $\eta_{th} = 1{,}49SI$. قارن القيمتين التجريبية و النظرية وذلك بحساب الفارق النسبي.

2) <u>الدراسة النظرية لحركة الكرية</u>

عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ ندع الكرية تسقط بدون سرعة بدئية من النقطة **O**.

2-1- باستعمال القانون الثاني لنيوتن، بين ان المعادلة التفاضلية التي تربط سرعة الكرية ومشتقتها بالنسبة للزمن هي على الشكل التالي: $\frac{dv}{dt} + Av = B$ مع $A = 34{,}4\ s^{-1}$ و $B = 8{,}23\ m.s^{-2}$

2-2- استنتج قيمة السرعة الحدية التي تصلها الكرية. قارن هذه القيمة مع قيمتها التجريبية (السؤال 1-6-1).

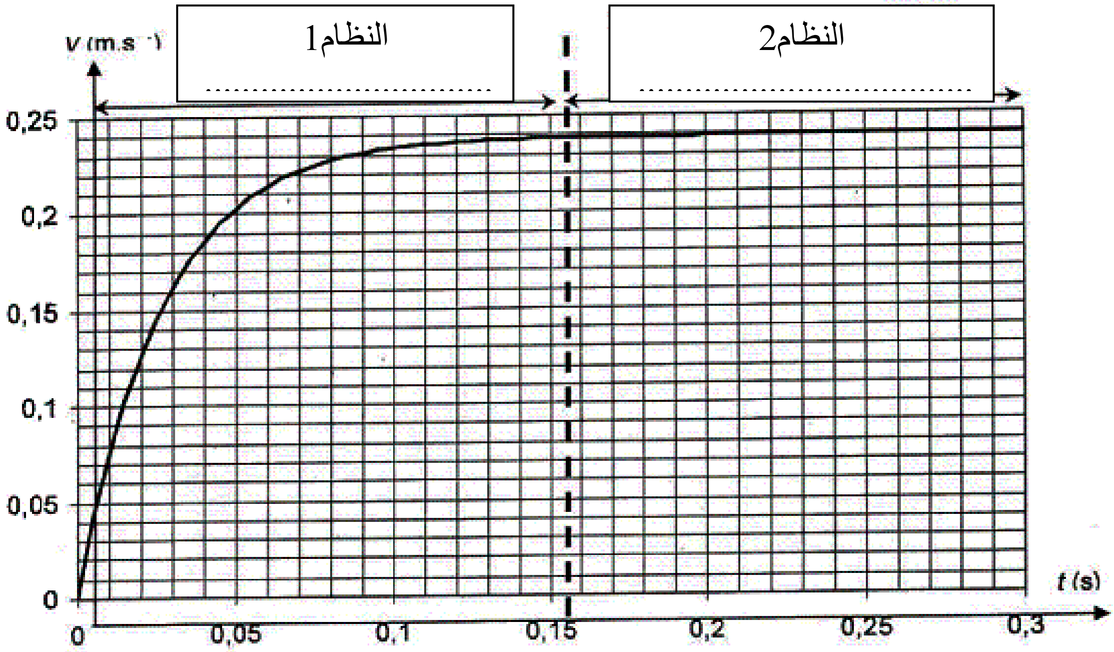
2-3- ما هو المقدار الفيزيائي الذي يوافق المقدار 1/A؟ نفس السؤال بالنسبة للمقدار B .

2-4- يمثل الشكل في الوثيقة المرفقة منحنى تغيرات السرعة بدلالة الزمن. تم الحصول عليه بحل المعادلة التفاضلية السابقة حسب طريقة الحسابية لأولير. تمكن هذه الطريقة بحساب، خطوة بخطوة وبكيفية تقريبية، قيمتي السرعة اللحظية v_i والتسارع اللحظي $a_i = \frac{dv_i}{dt}$ لحساب هاتين القيمتين عند اللحظة t_i ، نستعمل العلاقتين التاليتين: $v(t_i) = v(t_{i-1}) + a(t_{i-1}).\Delta t$ و $a(t_i) = B - Av(t_i)$

حيث Δt يمثل خطوة الحساب. يمثل الجدول الموالي جزء من ورقة الحساب.

$t_i(s)$	$v(m.s^{-1})$	$a\ (m.s^{-2})$
0,020	0127	3,86
0,025	0,146	3,20
0,030		2,65
0,035	0,175	
0,040	0,186	1,82

2-4-1- حدد خطوة الحساب Δt المستعمل في الحسابات.
2-4-2- باستعمال طريقة أولير، أحسب السرعة v_6 في اللحظة $t_6=0,030s$ و التسارع a_7 في اللحظة $t_7=0,035s$.
2-5- يمكن المنحنى الممثل في الوثيقة المرفقة من إبراز نظامين مميزين لحركة الكرية حيث تم فصل النظامين بخط رأسي متقطع
2-5-1- املأ الخانتين على الشكل متعرفا على النظامين
2-5-2- أوجد مبياتيا الزمن المميز τ موضحا الطريقة المتبعة.



2- تستعمل الطائرات المروحية في بعض العمليات العسكرية التي تستدعي إنزال الجنود بالمظلات من أجل تنفيذ مهام قتالية محددة، غير أنها تعتبر أهدافا سهلة المنال للدفاعات الأرضية المضادة.

الجزء الأول: دراسة السقوط الرأسي باحتكاك

أثناء عملية الإنزال تبقى المروحية ساكنة على ارتفاع **H=400m** من سطح الأرض. يرتمي الجندي ومظلته التي تفتح بشكل آني، بدون سرعة بدئية، ويسقط وفق اتجاه رأسي نحو الأرض (الشكل-1). ننمذج قوة الاحتكاك المائع بالعلاقة $\vec{f}=-k\,\vec{v}$ مع $\vec{v}$ متجهة سرعة مركز قصور المجموعة في المعلم $(o,\vec{i},\vec{j})$. نهمل دافعة أرخميدس أمام التأثيرات الأخرى. نعطي: كتلة الجندي ولوازمه **M=100kg** و **$g=9,8m.s^{-2}$**.

1- بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة مركز قصور المجموعة المعلم $(o,\vec{i},\vec{j})$ تكتب على الشكل التالي: $\frac{dv}{dt}+Bv=A$ مع إيجاد تعبيري الثابتتين A وB.

2- ما المدلول الفيزيائي لكل من المقدارين A و $\frac{1}{B}$؟ علل جوابك.

3-يمثل منحنى الشكل-2 تغير سرعة مركز القصور G المجموعة بدلالة الزمن. يبرز هذا المنحنى نظامين لحركة G.
3-1- أبرز هذين النظامين على منحنى الشكل-2 .
3-2- حدد مبيانيا الزمن المميز τ للسقوط. استنتج قيمة المعامل k.
4- ندون في الجدول أسفله قيم السرعة v_i والتسارع a_i في لحظات زمنية مختلفة t_i، المحصلة باستعمال طريقة أولير.

$t_i(s)$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4
$v_i(m/s)$	0.0	0.98	1.86	v_3	3.37
$a_i(m/s^2)$	9.8	8.82	7.94	a_3	6.43

حدد قيمتي السرعة v_3 والتسارع a_3.

الجزء الثاني: قصف المروحية بقذيفة مضادة

عند رصد المروحية من طرف أجهزة الدفاع الأرضية، تم تصويب مدفع القذائف المضادة للطائرات نحو الهدف. يكون اتجاه المدفع زاوية α مع المحور $(o,\vec{i})$. تنطلق القذيفة بسرعة بدئية $V_0=200m.s^{-1}$، انطلاقا من O أصل المعلم $(o,\vec{i},\vec{j})$، نحو الهدف(أنظر الشكل-2). نهمل تأثير الهواء.
1- أوجد تعبير معادلة المسار القذيفة في مجال الثقالة الذي نعتبره منتظما محليا.

2- بين أن هناك قيمتين مختلفتين للزاوية α تتيحان إصابة الهدف؟ نعطي:**D=1600m**. (نذكر بأن $\frac{1}{\cos^2\alpha}=1+\tan^2\alpha$).

3- أعط تعبير الإحداثيتين x_F و y_F لقمة المسار في المعلم $(o,\vec{i},\vec{j})$. أحسب قيمتيهما الموافقتين لكل قيمة من قيمتي الزاوية **α**.

4- استنتج زاوية القذف الملائمة لقصف الهدف.