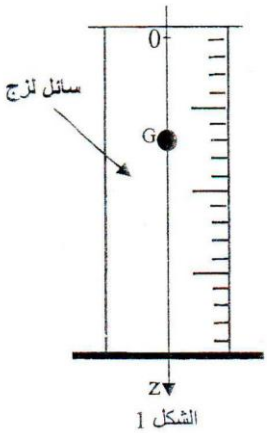
الميكانيك (5,5 نقط) :

تُمكّن دراسة سقوط جسم صلب متجانس في سائل لزج من تحديد بعض المقادير الحركية ولزوجة السائل المستعمل.



الشكل 1

نملأ أنبوبا مدرجا بسائل لزج وشفاف كتلته الحجمية ρ ثم نُسقط فيه كرية متجانسة كتلتها m ومركز قصورها G بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$.

ندرس حركة G بالنسبة لمعلم أرضي نعتبره غاليليا .

نعلم موضع G عند لحظة t بالأنسوب z على محور $\overrightarrow{Oz}$ رأسي موجّه نحو الأسفل (الشكل1).

نعتبر أن موضع G منطبق مع أصل المحور $\overrightarrow{Oz}$ عند أصل التواريخ وأن دافعة أرخميدس $\vec{F}$ غير مهملة بالنسبة لباقي القوى المطبقة على الكرية.

ننمذج تأثير السائل على الكرية أثناء الحركة بقوة احتكاك $\vec{f}=-k\vec{v}_G$ ، حيث $\vec{v}_G$ متجهة سرعة G عند لحظة t و k معامل ثابت موجب .

المعطيات :

- شعاع الكرية : $r=6,00.10^{-3}m$ ؛
- كتلة الكرية : $m=4,10.10^{-3}\,kg$.

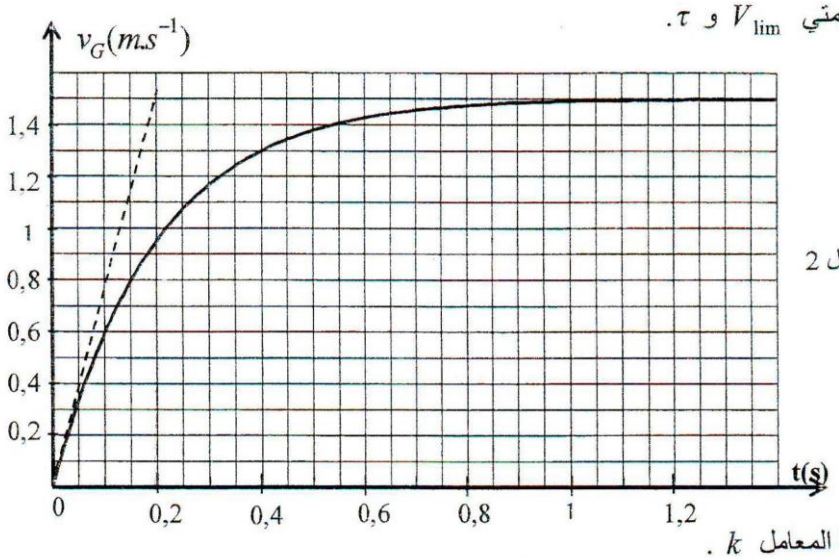
نذكر أن شدة دافعة أرخميدس تساوي شدة وزن الحجم المزاح للسائل.

1 | 1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أن المعادلة التفاضلية لحركة G تكتب على الشكل $\frac{dv_G}{dt}+A.v_G=B$ محدّدا تعبير A بدلالة k و m وتعبير B بدلالة شدة الثقالة g و m و ρ و V حجم الكرية.

0,75 | 2- تحقق أن التعبير $v_G(t)=\frac{B}{A}(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ حل للمعادلة التفاضلية ، حيث $\tau=\frac{1}{A}$ الزمن المميز للحركة .

0, 5 | 3- اكتب تعبير السرعة الحدية V_{lim} لمركز قصور الكرية بدلالة A و B .

1 | 4- نحصل بواسطة عدة معلوماتية ملائمة على منحنى الشكل 2 ، الذي يمثل تغير السرعة v_G بدلالة الزمن ؛ حدد مبيانيا قيمتي V_{lim} و τ.



الشكل 2

1 | 5- أوجد قيمة المعامل k .

0,25 | 6- يتغير المعامل k مع شعاع الكرية و معامل اللزوجة η للسائل وفق العلاقة التالية : $k=6\pi\eta r$.
حدد قيمة η للسائل المستعمل في هذه التجربة .

1 7- تكتب المعادلة التفاضلية لحركة G كالتالي : $\frac{dv_G}{dt} = 7,57 - 5\ v_G$ ؛ باعتماد طريقة أولير ومعطيات الجدول أوجد قيمتي a_1 و v_2 .

t (s)	v ($m.s^{-1}$)	a ($m.s^{-2}$)
0	0	7,57
0,033	0,25	a_1
0,066	v_2	5,27