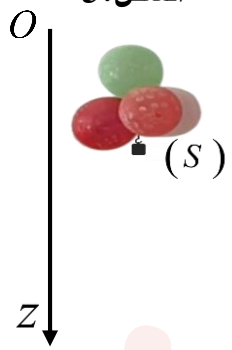
تمرين مقترح رقم 15 — مستوى الصعوبة: ★★★

تعتبر دراسة حركة سقوط الأجسام من طرف غاليلي، ثم من بعده نيوتن، هي نقطة الانطلاق نحو اكتشاف قوانين الحركات، فحسب غاليلي فإن الحركة يمكن أن تتغير حسب طبيعة الوسط الذي تتم فيه حركة السقوط.

يهدف التمرين إلى دراسة حركة سقوط 4 بالونات معلق بها جسم في الهواء.

الشكل.5



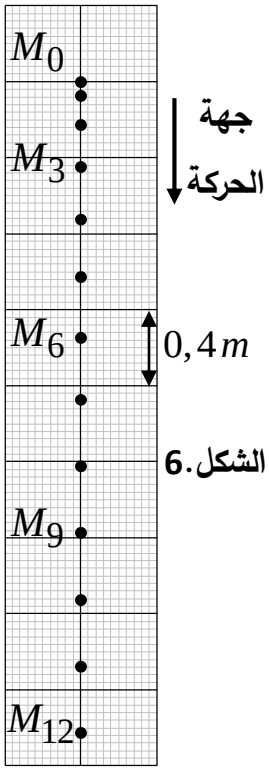
من أجل هذا الغرض نقوم بتصوير حركة سقوط الجملة (S) (أربع بالونات + جسم) كتلها m_S وحجمها V_S في الهواء بدون سرعة ابتدائية. ننسب حركة الجملة لمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا مزود بمحور (Oz) موجه نحو الأسفل، ومبدؤه O بمركز عطالة الجملة لحظة تركها. (الشكل.5).

تمت معالجة الفيديو بواسطة برنامج *Avistep* وتحصلنا على التصوير المتعاقب (الشكل.6) وذلك خلال مجالات زمنية متعاقبة $\Delta t = 0,2\,s$، بعد حساب السرعات دونا النتائج في الجدول التالي:

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}
$t(s)$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$v(m.s^{-1})$	0	0,60	0,95	...	1,45	1,55	1,60	1,65	...	1,75	1,75

المعطيات:

- شدة حقل الجاذبية الأرضية: $g = 9,8\,m.s^{-2}$ - الكتلة الحجمية للهواء: $\rho_{air} = 1,3\,kg.m^{-3}$
- كتلة الجملة: $m_S = 22\,g$ - عبارة قوة الاحتكاك: $\vec{f} = -k.v.\vec{j}$ حيث k يمثل معامل الاحتكاك.



الشكل.6

I. دراسة حركية:

1. أكمل الجدول وذلك بحساب قيم السرعة اللحظية في المواضع M_3 و M_8.
2. ارسم منحنى تغيرات السرعة v بدلالة الزمن t باستعمال سلم الرسم التالي:

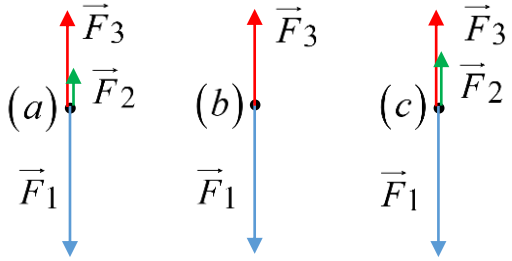
$1cm \rightarrow 0,2\,s$
$1cm \rightarrow 0,175\,m/s$

3. استنتج طبيعة حركة مركز عطالة الجملة خلال أطوار الحركة، معللا جوابك.
4. حدد قيمة τ الزمن المميز للحركة.
5. بين أن دافعة أرخميدس ليست مهملة.

II. دراسة ميكانيكية:

قدم الأستاذ لتلاميذ القسم وثيقة (الشكل.7) تحتوي على تمثيل القوى المؤثرة على الجملة في أزمنة مختلفة $t_1 = 0\,s$، $t_2 = 0,6\,s$ و $t_3 = 1,8\,s$.

الشكل.7



قانون حساب السرعة اللحظية:

$$v_i = \frac{\overline{M_{i-1}M_{i+1}}}{2.\Delta t}$$

1. تعرف على القوى $\vec{F}_1$، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ ثم أرفق كل تمثيل باللحظة الزمنية الموافقة له، مع التبرير.
2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجملة (S)، أثبت أن المعادلة التفاضلية لتطور سرعة مركز عطالتها تكتب من الشكل: $\frac{dv}{dt} = A.v + B$ حيث A و B ثابتين يطلب تحديد عبارة كل منهما.
3. جد عبارة كل من a_0 التسارع الابتدائي، v_{lim} السرعة الحدية.
4. أحسب حجم الجملة V_S.

III. دراسة طاقوية:

1. ذكر بنص مبدأ انحفاظ الطاقة.
2. بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين الموضعين M_8 و M_{12}، أحسب قيمة عمل قوة الاحتكاك.
3. أستنتج f شدة قوة الاحتكاك بين الموضعين M_8 و M_{12}.