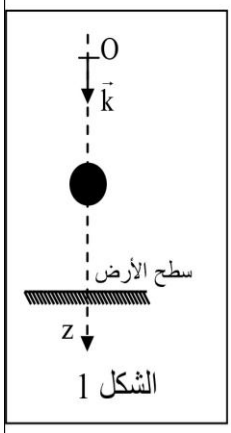
التمرين 3 (5 نقط): تطبيق القانون الثاني لنيوتن

يعتبر إسحاق نيوتن أول من ربط علاقات بين القوى المطبقة على جسم متحرك وطبيعة حركة مركز قصوره.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة السقوط الرأسي الحر لكرية وحركة المجموعة المتذبذبة {كرية ــ نابض}.

معطيات: جميع الاحتكاكات مهملة ؛ كتلة الكرية $m = 0,05\,kg$ ؛ $g = 10\,m.s^{-2}$.

1. السقوط الرأسي الحر لكرية حديدية



الشكل 1

عند اللحظة (t=0) ، نحرر بدون سرعة بدئية من موضع O يوجد على ارتفاع من سطح الأرض، كرية حديدية متجانسة كتلتها m. ندرس حركة الكرية في معلم $(O,\vec{k})$ مرتبط بالأرض (الشكل 1).

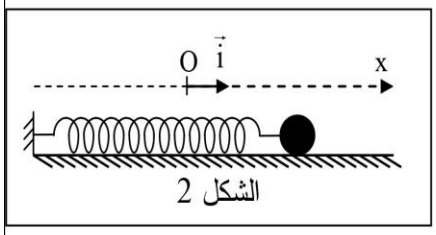
0.5 **1.1.** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها z_G أنسوب G مركز قصور الكرية في المعلم $(O,\vec{k})$.

0.25 **2.1.** استنتج طبيعة حركة G.

0.25 **3.1.** أكتب المعادلة الزمنية $z_G(t)$ لحركة G.

0.25 **4.1.** أحسب قيمة v_G سرعة G عند اللحظة $t = 2\,s$.

2. دراسة حركة المجموعة المتذبذبة {كرية ــ نابض}



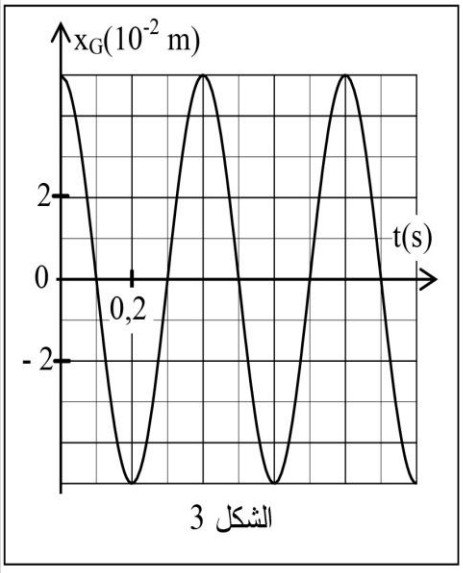
الشكل 2

نثبت الكرية بنابض أفقي لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته K (الشكل 2).

لدراسة حركة مركز القصور G للكرية، نختار معلما $(O,\vec{i})$ بحيث يكون أفصول G منعدما عند التوازن $(x_G = 0)$ والنابض غير مشوه. نزيح الكرية عن موضع توازنها ، ثم نحررها بدون سرعة بدئية عند اللحظة $(t_0=0)$. نعتبر مسار G مستقيميا. يمثل الشكل3 مخطط المسافات $x_G = f(t)$ لحركة G.

0.75 **1.2.** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها x_G أفصول G.

2.2. يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل: $x_G(t) = X_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}\cdot t + \varphi)$



الشكل 3

1 أ. عين مبيانيا قيمة كل من:
- ــ X_m وسع الحركة؛
- ــ T_0 الدور الخاص للمتذبذب؛
- ــ φ الطور عند اللحظة $(t_0=0)$.

0.5 **ب.** أحسب قيمة K صلابة النابض.

0.5 **ج.** أكتب تعبير $\dot{x}_G(t)$ إحداثي سرعة G.

0.5 **د.** استنتج قيمة $\dot{x}_G$ عند مرور الكرية لأول مرة من موضع توازنها.

0.5 **ه.** أحسب قيمة $\ddot{x}_G$ إحداثي تسارع G عند اللحظة $t = \frac{T_0}{2}$.