

课时作业 41 用单摆测量重力加速度的大小

1. 多选 在“用单摆测定重力加速度”的实验中，下列说法正确的有（ ）
- A. 摆线要选择细些、伸缩性小些且尽可能短一些的
 - B. 摆球尽量选择质量大且体积小的
 - C. 将悬线的长度当成摆长，用公式法测得的重力加速度值偏小
 - D. 拉开摆球释放（摆角小于 5° ），当摆球振动稳定后，从平衡位置开始计时，记下摆球通过平衡位置 51 次的时间 Δt ，则单摆周期 $T = \frac{\Delta t}{51}$

【答案】BC

【解析】单摆的摆线要选择细些、伸缩性小些且适当长一些的，A 错误；为了减小摆球运动过程中受到的空气阻力的影响，摆球要尽量选择质量大且体积小的，B 正确；由单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可知，将悬线的长度当成摆长，测得的重力加速度值偏小，C 正确；一个周期内摆球经过平衡位置两次，故 D 错误。

2. [2020·课标 II 卷·34 (1)，5 分] 用一个摆长为 80.0cm 的单摆做实验，要求摆动的最大角度小于 5° ，则开始时将摆球拉离平衡位置的距离应不超过__cm（保留 1 位小数）。（提示：单摆被拉开小角度的情况下，所求的距离约等于摆球沿圆弧移动的路程）

某同学想设计一个新单摆，要求新单摆摆动 10 个周期的时间与原单摆摆动 11 个周期的时间相等。新单摆的摆长应该取为__cm。

【答案】6.9； 96.8

【解析】设开始时将摆球拉离平衡位置的最大距离为 d ，根据题意可知， d 约等于摆球沿圆弧移动的最大弧长 s ，根据 $s = \frac{\theta}{2\pi} \times 2\pi L$ ，有 $\frac{d}{2\pi L} \approx \frac{s}{2\pi L} = \frac{5^\circ}{360^\circ}$ ，解得 $d \approx 6.98\text{cm}$ ，取不大于 d 并保留 1 位小数的数值，则距离应不超过 6.9cm。

假设新单摆的周期为 T_1 ，原单摆的周期为 T_2 。根据 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ，得出 $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L}} = \frac{11}{10}$ ， $L_1 = 96.8\text{cm}$ 。

3. 在“用单摆测量当地的重力加速度”实验中：

(1) 摆线质量和摆球质量分别为 $m_{\text{线}}$ 和 $m_{\text{球}}$ ，摆线长为 l ，摆球直径为 d ，则_____。

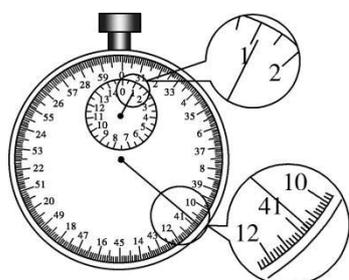
A. $m_{\text{线}} \gg m_{\text{球}}$ ， $l \ll d$

B. $m_{\text{线}} \gg m_{\text{球}}$ ， $l \gg d$

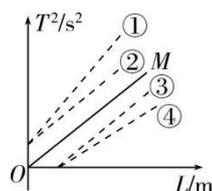
C. $m_{\text{线}} \ll m_{\text{球}}, l \ll d$

D. $m_{\text{线}} \ll m_{\text{球}}, l \gg d$

(2) 为了减小测量周期的误差, 在摆球经过最低点时开始计时, 若某次用秒表测量若干次全振动所用的时间如图甲所示, 则时间为 $t = \underline{\quad}$ s。



甲



乙

(3) 在“用单摆测量重力加速度”实验中: 甲同学用标准的实验器材和正确的实验方法测量出几组不同摆长 L 和周期 T 的数值, 画出如图乙所示 $T^2 - L$ 图像中的实线 OM ; 乙同学也进行了与甲同学同样的实验, 但实验后他发现测量摆长时忘了加上摆球的半径, 则该同学作出的 $T^2 - L$ 图像为 $\underline{\quad}$ 。

- A. 虚线①, 不平行于实线 OM B. 虚线②, 平行于实线 OM
 C. 虚线③, 平行于实线 OM D. 虚线④, 不平行于实线 OM

【答案】 (1) D

(2) 70.8

(3) B

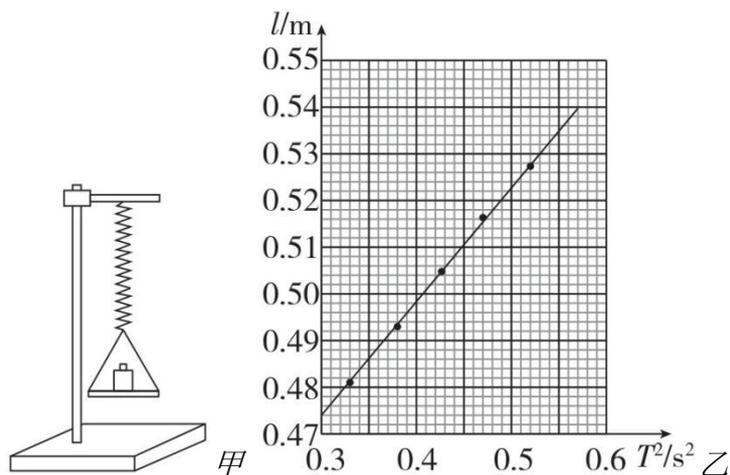
【解析】

(3) 根据 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可得 $T^2 = \frac{4\pi^2}{g}L$ 。若忘记加摆球的半径, 则 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L+r}{g}}$, 即 $T^2 = \frac{4\pi^2}{g}L + \frac{4\pi^2 r}{g}$, 则图像斜率不变且在纵轴正半轴上有截距, 故选 B。

4. [2024·湖北卷·12, 9分] 某同学设计了一个测量重力加速度大小 g 的实验方案, 所用器材有: 2g 砝码若干、托盘 1 个、轻质弹簧 1 根、刻度尺 1 把、光电门 1 个、数字计时器 1 台等。

具体步骤如下:

①将弹簧竖直悬挂在固定支架上, 弹簧下面挂上装有遮光片的托盘, 在托盘内放入一个砝码, 如图甲所示。



- ②用刻度尺测量平衡时弹簧的长度 l ，并安装光电门。
- ③将弹簧在弹性限度内拉伸一定长度后释放，使其在竖直方向振动。
- ④用数字计时器记录 30 次全振动所用时间 t 。
- ⑤逐次增加托盘内砝码的数量，重复②③④的操作。

该同学将振动系统理想化为弹簧振子。已知弹簧振子的振动周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$ ，其中 k 为弹簧的劲度系数， M 为振子的质量。

- (1) 由步骤④，可知振动周期 $T =$ _____。
- (2) 设弹簧的原长为 l_0 ，则 l 与 g 、 l_0 、 T 的关系式为 $l =$ _____。
- (3) 由实验数据作出的 $l - T^2$ 图线如图乙所示，可得

$g =$ _____ m/s^2 (保留 3 位有效数字, π^2 取 9.87)。

- (4) 本实验的误差来源包括 (双选, 填标号)。

- A. 空气阻力
- B. 弹簧质量不为零
- C. 光电门的位置稍微偏离托盘的平衡位置

【答案】 (1) $\frac{t}{30}$

(2) $l_0 + \frac{gT^2}{4\pi^2}$

(3) 9.65 (9.55 ~ 9.75 均可)

(4) AB

【解析】

(1) 30 次全振动所用时间为 t ，则振动周期 $T = \frac{t}{30}$ 。

(2) 弹簧振子的振动周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$, 可得振子的质量 $M = \frac{kT^2}{4\pi^2}$, 振子平衡时, 根据平衡条件有 $Mg = k\Delta l$, 可得 $\Delta l = \frac{gT^2}{4\pi^2}$, 则 l 与 g 、 l_0 、 T 的关系式为 $l = l_0 + \Delta l = l_0 + \frac{gT^2}{4\pi^2}$ 。

(3) 根据 $l = l_0 + \frac{gT^2}{4\pi^2}$ 整理可得 $l = l_0 + \frac{g}{4\pi^2} \cdot T^2$, 则 $l - T^2$ 图线的斜率 $k' = \frac{g}{4\pi^2} = \frac{0.54-0.474}{0.57-0.3} \text{m/s}^2$, 解得 $g \approx 9.65 \text{m/s}^2$ 。

(4) 本实验将振动系统理想化为弹簧振子, 从而测出重力加速度, 但由于空气阻力的存在, 振动系统做阻尼振动, 则空气阻力是实验的误差来源之一, A 正确; 根据弹簧振子周期公式可知, 振子的质量影响振动的周期, 通过光电门测量出的周期为考虑弹簧质量的真实周期, 而“ $l = l_0 + \frac{gT^2}{4\pi^2}$ ”是不考虑弹簧质量的关系式, 所以弹簧质量不为零是误差来源之一, B 正确; 根据简谐运动的特点可知, 周期与是否在平衡位置计时无关, C 错误。