

人教版

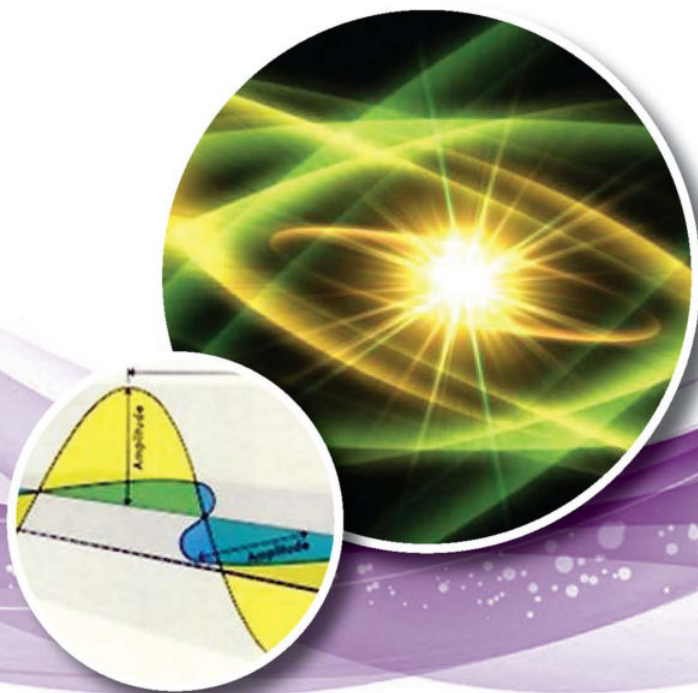
《实验指导与实验报告》编写组◎编

实验指导 与实验报告

高中 选修

3—4

物理



人教版

《实验指导与实验报告》编写组◎编

实验指导 与实验报告

高中 选修

3—4



CS 湖南教育出版社



目 录

<<<

高中物理选修3-4 (人教版)

实验探究一 探究单摆的周期与摆长的关系	1
实验探究二 探究用单摆测重力加速度	11
实验探究三 测定玻璃的折射率	21
实验探究四 探究用双缝干涉测光的波长的方法	31
模块实验综合测试	41
参考答案	47
附录一 光是粒子还是波	60
附录二 光速的测定	72
附录三 十大经典物理实验	75

实验探究一

探究单摆的周期与摆长的关系

自主准备

• 材料阅读 •

单摆等时性的发现

伽利略(1564—1642)是一位虔诚的天主教徒,每周都坚持到教堂做礼拜。1582年的一天,伽利略到教堂做礼拜。礼拜开始不久,一位修理工人不经意触动了教堂中的大吊灯,使它来回摆动。摆动的大吊灯映入了伽利略的眼帘,引起了他的注意。伽利略聚精会神地观察着,脑海里突然闪出测量吊灯摆动时间的念头,凭着学医的经验,伽利略把右手指按到左腕的脉搏上计时,同时数着吊灯的摆动次数。起初,吊灯在一个大圆弧上摆动,摆动速度较大,伽利略测算来回摆动一次的时间。过了一阵子,吊灯摆动的幅度变小了,摆动速度也变慢了,此时,他又测量了来回摆动一次的时间。让他大为吃惊的是,两次测量的时间是相同的。于是伽利略继续测量来回摆动一次的时间,直到吊灯几乎停止摆动时才结束。可是每次测量的结果都表明来回摆动一次需要相同的时间。通过这些测量使伽利略发现:吊灯来回摆动一次需要的时间与摆动幅度的大小无关,无论摆幅大小如何,来回摆动一次所需的时间是相同的。即吊灯的摆动具有等时性,这就是伽利略最初的发现。

伽利略带着初次发现的喜悦回到自己的房间,但是他并没有就此罢休。伽利略是一位十分认真又喜欢研究问题的人,根本不会满足只从一次实验中得到的结果。对于自然现象,他总是反复进行实验研究,通过严密推理探索客观规律,对单摆规律的研究也是如此。

伽利略回到房间后,到处寻找实验所需要的东西。他找来丝线、细绳、大小不同的木球、铁球、石块、铜球等实验用品,在他的桌子上堆满了这些“乱七八糟”的东西。

伽利略用细绳的一端系上小球,将另一端系在天花板上,这样就做成了一个单摆。用这套装置,伽利略继续测量摆的摆动周期。他先用铜球实验,然后又分别换用铁球和木球实验。实

实验使伽利略看到,无论用铜球、铁球,还是木球实验,只要摆长不变,来回摆动一次所用时间就相同。这表明单摆的摆动周期与摆球的质量无关。可是,摆动周期是由什么决定的呢?伽利略继续从实验中寻找答案。

伽利略首先做了两个摆长完全相等的单摆测量它们的周期,测量结果使他看到这两个单摆的周期完全相等。他又做了十几个摆长不同的摆,逐个测量它们的周期。实验表明:摆长越长,周期也越长。在实验基础上通过严密的逻辑推理,伽利略证明了单摆的周期与摆长的平方根成正比,与重力加速度的平方根成反比。这样,伽利略不但发现了单摆的等时性,而且发现了决定单摆周期的因素。

伽利略是一位善于解决问题的科学家。发现了单摆的等时性,他就提出了应用单摆的等时性测量时间的设想。此时伽利略想到医生治病时经常需要测量病人脉搏跳动的快慢,只凭经验测量往往出现较大误差。能不能用单摆计时测量脉搏呢?于是伽利略亲自制作了一个标准长度的单摆用于测量脉搏的跳动时间,使用这种装置测量比原来准确得多。于是伽利略建议医生诊脉时使用这种装置,不久这种装置在当时医学界就十分流行了。这就是世界上最早的“脉搏仪”,它是伽利略为医学做出的一个重要贡献。

阅读上述材料,你有什么感想?

自主准备

知识准备

- (1) 回复力是由_____提供的,方向指向_____。
- (2) 周期 T 与_____、摆球的_____无关,但与_____有关,摆长越长,周期越_____。
- (3) 单摆的等时性是_____首先发现的,周期公式是_____首先提出的。
- (4) 摆球做简谐运动的回复力是重力在_____方向的分力。

方法准备

1. 单摆振动的简谐性和周期性

剖析:(1) 在偏角很小的情况下(通常摆角 $\theta < 5^\circ$) 回复力为摆球重力沿切线方向的分量 $mg\sin\theta$, 课本在讨论单摆小摆角振动时,采用了物理学中常用的近似方法,在摆角很小时, $\sin\theta \approx \frac{x}{L}$, 所以单摆的回复力 $F = -\frac{mgx}{L} = -kx$, 单摆做简谐运动。需要

强调的是,在摆角较大的情况下,摆的回复力并不与位移成正比,所做的摆动不是简谐运动。

(2) 单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 是荷兰物理学家惠更斯在伽利略等时性基础上提出的,周期 T 与振幅、摆球质量无关,只与摆长 l 和所处地点重力加速度 g 有关,摆长 l 是指悬点到摆球球心间的距离。

2. 单摆运动中的等效问题

剖析:(1) 等效摆长,在图中,三根等长的绳 L_1 、 L_2 、 L_3 共同系住一密度均匀的小球 m ,球直径为 d , L_1 、 L_2 与天花板的夹角 $\alpha < 30^\circ$ 。若摆球在纸面内做小角度的左

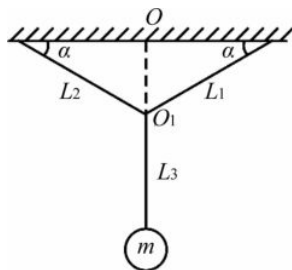
右摆动,则摆动圆弧的圆心在 O_1 处,故等效摆长为 $L_3 + \frac{d}{2}$, 周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L_3 + \frac{d}{2}}{g}}$;

若摆球做垂直纸面的小角度摆动,则摆动圆弧的圆心在 O 处,故等效摆长为 $L_3 +$

$L_2 \sin \alpha + \frac{d}{2}$, 周期 $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L_3 + L_2 \sin \alpha + \frac{d}{2}}{g}}$ 。

(2) 等效重力加速度,公式中的 g 由单摆所在的空间位置决定。

由 $G \frac{M}{R^2} = g$ 知, g 随地球表面不同位置、不同高度而变化,在不同星球上也不相同,因此应求出单摆所在处的等效值 g 代入公式,即 g 不一定等于 9.8 m/s^2 。



合作探究

探究指导

探究目标:

- (1) 通过实验探究单摆周期与摆长的关系。
- (2) 会使用游标卡尺和停表。

探究器材: 带孔小钢球一个、细丝线一条、毫米刻度尺一把、秒表、游标卡尺、

带铁夹的铁架台。

猜想与假设：

我们知道，伽利略发现了单摆运动的等时性，惠更斯得出了单摆的周期公式，并发明了摆钟。那么，我们可以设想，单摆运动的周期，是不是不与外界因素有关，只与单摆本身有关呢？

那到底是与单摆的摆球质量有关还是与单摆的摆长有关呢？你们探究小组的猜想支持哪种结论？说一说理由。

• 设计并进行探究 •

(1) 做单摆

取一段较长的细丝线穿过带孔的小钢球，并打一个比小孔大一些的结，然后把线的另一端用铁夹固定在铁架台上，并把铁架台放在实验桌边，使铁夹伸到桌面以外，让摆球自然下垂。

【思考】应该选用怎样的摆线和摆球？细线的上端应如何固定？如何保证小球在同一个竖直平面内摆动？

【思考】试证明，当偏角较小时，单摆的运动是简谐运动。

(2) 测摆长

用刻度尺量出摆线长 l (精确到毫米), 用游标卡尺测出小球直径 D (也精确到毫米), 则单摆的摆长 $l' = l + \frac{D}{2}$ 。

(3) 测周期

将单摆从平衡位置拉开一个角度 (小于 5°), 然后释放小球, 记下单摆做 30~50 次全振动的总时间, 算出平均每一次全振动的时间, 即为单摆的振动周期。反复测量三次, 再算出测得周期数值的平均值。

【思考】按下停表计时, 以小球最高点作为计时开始和终止的位置好, 还是以经过平衡位置为计时点好?

(4) 改变摆长, 重做几次实验, 将以上测量的数据记录在下表中。

实验次数	摆线长/m	摆球直径/m	摆长 l /m	总时间/s	振动次数	周期 T /s
1						
2						
3						

(5) 数据处理:

分析表中数据, 对周期 T 与摆长 l 的定量关系作出猜想, 例如可能是 $T \propto l$ 、 $T \propto l^2$ 或者 $T \propto \sqrt{l}$ 、 $T \propto \sqrt[3]{l}$ …… 然后按照猜测来确定纵坐标轴和横坐标轴。例如, 通过估算我们认为可能是 $T \propto l^2$, 那么可以用纵坐标表示 T , 横坐标表示 l^2 , 作出图象, 如果作出的图象是一条直线, 说明 $T \propto l^2$, 否则再做其他尝试。

• 探究结论 • ○○

实验结论: 单摆的运动是_____运动, 其周期 $T =$ _____, 与_____的大小及摆球的_____无关。

【 总结反思 】

1. 你的实验方案有没有不合理的地方? 怎样进一步完善? 你在实验过程中遇到了哪些问题? 有没有失误之处? 你是如何解决的? 你的测量结果是否可靠? 如何减小误差?

2. 通过实验你的收获是什么? 有哪些经验和教训? 在科学探究的过程中, 你还有什么其他感想体会愿意和同学分享? 你通过实验还发现了哪些值得研究的问题?

【 知识巩固 】

► 典例精析

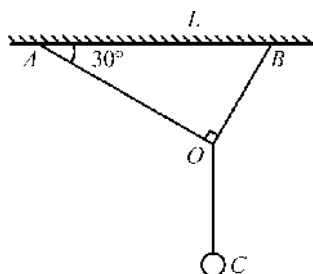
【例1】如图所示, 三根细线于 O 点处打结, A 、 B 端固定在同一水平面上相距为 L 的两点上, 使 AOB 成直角三角形, $\angle BAO = 30^\circ$, 已知 OC 线长是 L , 下端 C 点系着一个小球。下列说法中正确的是 ()

A. 让小球在纸面内振动, 周期 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

B. 让小球在垂直纸面方向振动, 其周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{3L}{2g}}$

C. 让小球在纸面内振动, 周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{3L}{2g}}$

D. 让小球在垂直纸面内振动, 周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$



【思路解析】让小球在纸面内摆动, 在摆角很小时, 单摆以 O 点为悬点, 摆长为 L , 周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, 选项 A 正确, C 错误。

让小球在垂直纸面内摆动, 摆球以 OC 的延长线与 AB 交点为中心摆, 摆长为 $L+\frac{L}{2}\cos 30^\circ=L+\frac{\sqrt{3}}{4}L$, 周期 $T'=2\pi\sqrt{\frac{(4+\sqrt{3})L}{4g}}$, 选项 B、D 均错误。

【答案】A

【例2】单摆的摆长不变, 摆球质量变为原来的4倍, 经过平衡位置时的速度变为原来的 $\frac{1}{2}$, 单摆的振幅是否发生改变?

【思路解析】对于同一个单摆而言, 机械能越大, 振幅也越大。

由机械能守恒定律, 摆球由最低点摆到最高点的过程中, 动能转化为势能, 即 $\frac{1}{2}mv^2=mgh$, 则 $h=\frac{v^2}{2g}$, 可见小球摆起的高度与质量无关, 只和小球在最低点时的速度有关, 依题意, 速度变为原来的 $\frac{1}{2}$, 摆起的最大高度减小, 因此振幅减小。

【答案】振幅减小。

【思路点拨】本题的错误分析是: 误认为单摆的机械能不变, 而振幅又是表征振动能量的物理量, 所以误认为振幅是不变的。

实验练习

1. (多选) 单摆是为研究振动而抽象出的理想化模型, 其理想化条件是 ()

- A. 摆线质量不计
- B. 摆线长度不伸缩
- C. 摆球的直径比摆线长度短得多
- D. 只要是单摆的运动就是一种简谐运动

2. 一个单摆, 在第一个行星上的周期为 T_1 , 在第二个行星上的周期为 T_2 , 若这两个行星的质量之比 $M_1:M_2=4:1$, 半径之比 $R_1:R_2=2:1$, 则 ()

- A. $T_1 : T_2 = 1 : 1$ B. $T_1 : T_2 = 4 : 1$ C. $T_1 : T_2 = 2 : 1$ D. $T_1 : T_2 = 1 : 2$

3. 一只钟从甲地拿到乙地, 它的钟摆摆动加快了, 则下列对此现象的分析及调准方法的叙述中正确的是 ()

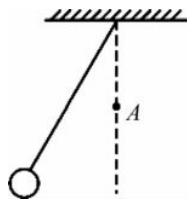
- A. $g_{\text{甲}} > g_{\text{乙}}$, 将摆长适当增长 B. $g_{\text{甲}} > g_{\text{乙}}$, 将摆长适当缩短
C. $g_{\text{甲}} < g_{\text{乙}}$, 将摆长适当增长 D. $g_{\text{甲}} < g_{\text{乙}}$, 将摆长适当缩短

4. 关于单摆的摆动在运动中所受的力, 下列说法正确的是 ()

- A. 摆球运动到平衡位置时, 重力与摆线拉力的合力为零
B. 摆球在运动过程中受到三个力的作用: 重力、摆线的拉力和回复力
C. 摆球在运动过程中, 重力和摆线拉力的合力等于回复力
D. 摆球在运动过程中, 重力沿圆弧切线方向的分力等于回复力

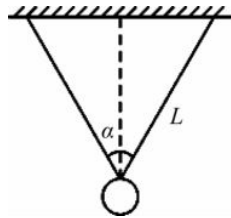
5. (多选) 细长轻绳下端拴一小球构成单摆, 在悬挂点正下方 $\frac{1}{2}$ 摆长处有一个能挡住摆线的钉子 A, 如图所示。现将单摆向左拉开一个小角度, 然后无初速地释放。对于以后的运动, 下列说法中正确的是 ()

- A. 摆球往返一次的周期比无钉子的单摆周期小
B. 摆球在左、右两侧上升的最大高度一样
C. 摆球在平衡位置左右两侧走过的最大弧长相等
D. 摆线在平衡位置右侧的最大摆角是左侧的两倍



6. 将在地球上校准的摆钟拿到月球上去, 若此钟在月球记录的时间是 1 h, 那么实际的时间应是 _____ h (月球表面的重力加速度是地球表面的 $\frac{1}{6}$)。若要把此摆钟调准, 应使摆长 L_0 调节为 _____。

7. 如图所示, 两根长度均为 L 的细线下端拴一质量为 m 的小球, 两线间夹角为 α , 今使摆球在垂直纸面的平面内做小幅度振动, 求其振动周期。



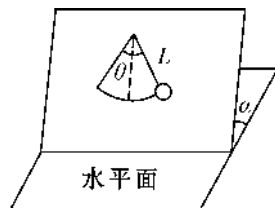
拓展提升

● 拓展启示 ●

1. 有一单摆在地面上一定时间内振动了 n 次, 将它移到某高山上, 在相同时间内

振动了 $(n-1)$ 次, 由此可粗略地计算出此山的高度约为地球半径的多少倍?

2. 如图所示, 一小球用长为 L 的细线系于与水平面成 α 角的光滑斜面内, 小球呈平衡状态, 若使细线偏离平衡位置, 且偏角 $\theta < 5^\circ$, 然后将小球由静止释放, 则小球一次运动到最低点所需的时间 t 为多少?



● 创新案例 ●

课本上安排了改变单摆的摆长对单摆周期影响的实验, 取摆长不同的单摆, 让学生观察、感受单摆振动快慢的变化, 并分别测出它们的周期。实验表明: 摆长变长, 周期变大; 摆长变短, 周期变小。

至于加速度 g 的变化对单摆周期的影响, 课本上未做这方面的实验安排。为了让学生更形象直观地感受加速度 g 对单摆周期的影响, 进一步加深对单摆周期公式的理解, 我们对单摆实验进行了研究和实践。

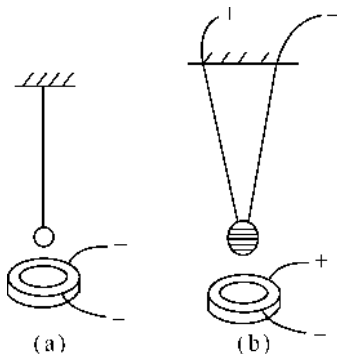
单摆在振动过程中, 摆球无论运动到什么位置, 始终受到竖直向下的重力 G 的作用 (地球吸引结果)。而周期公式中的加速度 g 就是摆球在所在位置受到的重力 G 产生的。我们知道, 力是产生加速度改变物体运动状态的原因, 那么只要想办法改变单摆在振动过程中竖直方向上的受力情况, 就相当于改变了摆球所在位置的加速度 g 。为此, 我们设计了如下两个实验。

【实验 1】 在演示用的圆形电磁铁 (教学用电磁铁起重机模型) 正上方悬挂 1 个单摆 (摆长约为 1 m, 摆球为小铁球), 静止时, 摆球与电磁铁相距 1 cm, 如图 (a)

所示。

(1) 拉开摆球使其从偏离平衡位置很小的角度 (小于 5°) 释放, 让摆球在空气中自由振动 (忽略空气阻力, 只在重力、拉力作用下), 观察单摆振动的快慢, 并测出周期。

(2) 在单摆自由振动过程中, 接通电磁铁电源, 观察单摆振动快慢的变化 (忽略空气阻力, 在重力、拉力、磁力作用下), 并测出周期。



由 (1) 到 (2) 的过程中, 摆长保持不变, 我们看到单摆在通电后的电磁铁上方振动比在空气中自由振动明显变快 (周期变小)。这是由于摆球受到了电磁铁强磁场的作用 (吸引), 改变了摆球在竖直方向上的受力情况, 这种改变相当于增大了摆球所在位置的加速度 g 。实验显示 g 变大, 单摆振动变快、周期变小, 与单摆振动规律相符。

【实验 2】 在演示用的圆形电磁铁的正上方悬挂 1 个电磁摆球 (自制或用 J2418 型小型电动机模型中电磁铁改制)。静止时, 摆球距圆形电磁铁 1 cm, 如图 (b) 所示。

调整好电磁摆球、圆形电磁铁中的电流方向让它们产生的磁性相互排斥。先让摆球在空气中自由振动, 观察振动快慢, 测出周期。

在自由振动过程中, 同时接通电磁摆球、圆形电磁铁电源, 我们看到摆球的振动立刻明显变慢了, 这是由于摆球受到了电磁铁强磁场的作用 (排斥), 改变了摆球在竖直方向上的受力情况。这种改变相当于在摆长不变的情况下, 减小了摆球所在位置的加速度 g 。实验显示, 单摆周期随着加速度 g 的减小而增大, 与单摆振动规律相符。另外, 改变电磁摆球或圆形电磁铁两者其中一个的电流方向, 让它们产生的磁性相互吸引, 即可演示与实验 1 中相同的现象。

以上两个实验, 在摆长不变的情况下, 改变摆球的受力情况, 从而得到相当于改变单摆所在位置的加速度 g , 演示了单摆周期随着加速度 g 的改变也随之发生变化, 实验现象明显。又因是在单摆自由振动过程中, 直接改变摆球的受力, 前后周期变化可比性较强。学生通过观察、感受、比较, 定性地验证了单摆运动规律, 加深了对单摆周期公式的理解, 并提高了运用能力。

实验探究二

探究用单摆测重力加速度

自主准备

• 材料阅读 •

惠更斯对摆的研究

克里斯蒂安·惠更斯 (Christiaan Huygens, 1629 年 04 月 14 日—1695 年 07 月 08 日), 荷兰物理学家、天文学家、数学家, 他是介于伽利略与牛顿之间一位重要的物理学先驱, 是历史上最著名的物理学家之一, 他对力学的发展和光学的研究都有杰出的贡献, 在数学和天文学方面也有卓越的成就, 是近代自然科学的一位重要开拓者。他建立向心力定律, 提出动量守恒原理, 改进了计时器。

对摆的研究是惠更斯所完成的最出色的物理学工作。

在 1668—1669 年英国皇家学会碰撞问题征文悬赏中, 他是得奖者之一。他详尽地研究了完全弹性碰撞问题 (当时叫“对心碰撞”)。这些研究成果在他去世后综合发表于《论物体的碰撞运动》(1703 年) 中, 包括 5 个假设和 13 个命题。他纠正了笛卡儿不考虑动量方向性的错误, 并首次提出完全弹性碰撞前后的守恒。他还研究了岸上与船上两个人手中小球的碰撞情况, 并把相对性原理应用于碰撞现象的研究。

惠更斯从实践和理论上研究了钟摆及其理论。1656 年他首先将摆引入时钟成为摆钟以取代过去的重力齿轮式钟。在《摆钟》(1658 年) 及《摆式时钟或用于时钟上的摆的运动的几何证明》(1673 年) 中提出著名的单摆周期公式, 研究了复摆及其振动中心的求法。通过对渐伸线、渐屈线的研究找到等时线、摆线, 研究了三线摆、锥线摆、可倒摆及摆线状夹片等。在研究摆的重心升降问题时, 惠更斯发现了物体体系的重心与后来欧拉称之为转动惯量的量, 还引入了反馈装置——“反馈”这一物理思想今天更显得意义重大。设计了船用钟和手表平衡发条, 大大缩小了钟表的尺寸。

用摆求出重力加速度的准确值，并建议用秒摆的长度作为自然长度标准。

阅读上述材料，你对惠更斯有了哪些了解？

• 自主准备 • ●●

知识准备

由单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ，可得 $g =$ _____，因此，通过实验方法测出 _____ 和 _____，即可计算得到当地的重力加速度的值。

方法准备

1. 实验注意事项

(1) 实验所用的单摆应符合理论要求，即线要细且弹性要小，摆球用密度和质量较大的小球，并且要在摆角小于 5° 的情况下进行实验。

(2) 要使单摆在竖直平面内振动，不能使其形成圆锥摆或摆球转动，方法是把摆球拉到一定位置后由静止释放。

(3) 测量摆长时，要从悬点一直量到球心。

(4) 测单摆周期时，应从摆球通过平衡位置开始计时，并且采用倒数到 0 开始计数的方法，即 4、3、2、1、0、1、2、3……在数“零”的同时按下秒表开始计时计数。

(5) 要注意进行多次测量，并取平均值。

2. 误差分析

(1) 本实验系统误差主要来源于单摆模型本身是否符合要求。即悬点是否固定，是单摆还是复摆，球、线是否符合要求，振动是圆锥摆还是在同一竖直平面内振动以及测量哪段长度作为摆长，等等。只要注意了上面这些方面，就可以使系统误差减小到远远小于偶然误差而忽略不计的程度。

(2) 本实验偶然误差主要来自时间（即单摆周期）的测量上。因此，要注意测准时间（周期）。要从摆球通过平衡位置开始计时，并采用倒数计时计数的方法，不能多记或漏记振动次数。为了减小偶然误差，应进行多次测量后取平均值。

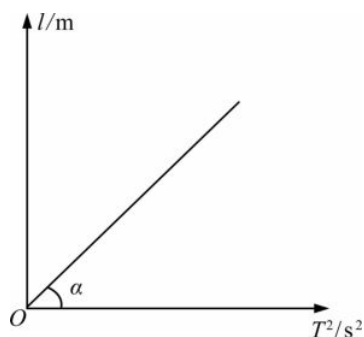
(3) 本实验中，长度（摆线长、摆球的直径）的测量，读数读到毫米位即可（即使用卡尺测摆球直径也只需读到毫米位）。时间的测量，秒表读数的有效数字的末位在“秒”的十分位即可。

3. 数据处理

(1) 用累积法测周期, 应在启动秒表同时数零, 以后计 1、2、3、 $\cdots$ 、 n 次, 则

$$T = \frac{t}{n}。$$

(2) 可用 $l-T^2$ 图象处理数据, 如图所示, 斜率 $k = \tan \alpha = \frac{l}{T^2} = \frac{g}{4\pi^2}$, 即 $g = 4\pi^2 k$ 。



【合作探究】

• 探究指导 • ○○

探究目标: 探究用单摆测当地重力加速度的方法。

探究器材: 长约 1 m 的细丝线一条, 球心开有小孔的金属小球一个, 带有铁夹的铁架台一个, 毫米刻度尺一把, 秒表一块, 游标卡尺等。

猜想与假设:

由单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, 可得 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$, 因此, 通过实验方法测出摆长 l

和周期 T , 是不是就可以计算得到当地的重力加速度的值?

说一说你的猜想及理由。

• 设计并进行探究 • ○○

1. 做单摆

由上次实验可知, 一个单摆要其做简谐运动, 其条件是怎样的? 如何做好单摆?

2. 与上次实验相比, 本次实验有哪些不同?

参考案例

1. 让线的一端穿过小球的小孔, 然后打一个比小孔大一些的线结, 做成单摆;
2. 把线的上端用铁夹固定在铁架台上, 把铁架台放在实验桌边上, 使铁夹伸到桌面以外, 让摆球自由下垂, 在单摆平衡位置处做上标记, 如图所示;

3. 用刻度尺量出悬线长 l_0 (准确到 1 mm), 用游标卡尺测出摆球的直径 d , 然后计算出悬点到球心的距离

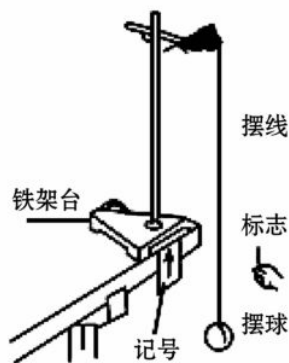
l , $l_0 + \frac{d}{2}$ 即为摆长;

4. 把单摆从平衡位置拉开一个很小的角度 (不超过 5°), 然后放开小球让它摆动, 用秒表测出单摆完成 30~50 次全振动的时间, 计算出平均完成一次全振动的时间, 这个时间就是单摆的振动周期;

5. 改变摆长, 重做几次实验;

6. 根据单摆的周期公式, 计算出每次实验的重力加速度, 求出几次实验得到的重力加速度的平均值, 即是本地的重力加速度的值;

7. 将测得的重力加速度数值与当地重力加速度数值加以比较, 分析产生误差的可能原因。



• 探究结论 • ○○

请将你的实验数据以表格形式记录在下面, 并算出你的实验得到的重力加速度。

总结反思

1. 某探究小组根据该实验的操作步骤, 分析在实验过程中应注意的问题, 他们认为: