**实　验　报　告** 评分：

11 系 2020 级 姓名 黄瑞轩 日期 2021年4月2日 №

实验题目：测量当地重力加速度

实验目的：利用单摆法测量当地重力加速度（不确定度小于1%）

实验原理：

在摆角很小时，我们有近似公式，因此真空中的单摆动力学方程在摆角很小时可改写为，该方程的通解是



这是简谐运动，因此周期



上式仅对理想单摆成立，要求，这在实际上是不存在的。在实际的单摆实验中，悬线也有质量，因此其转动惯量不为0；摆球是有质量有体积的刚性小球，摆角也不可能为零，摆球的运动还受到空气的影响。实际的单摆周期公式为



式中，为单摆的周期，为单摆摆线长度和质量，分别为摆球的直径、质量和密度，为空气密度，为摆角。

一般情况下，摆球几何形状、摆的质量、空气浮力、摆角对的修正都小于1‰。若实验精度要求在1‰以内，则这些修正项都可以忽略不计，此时的周期公式为



可以通过测量小球摆动的周期，再通过上式来计算当地重力加速度。

[不确定度原理分析]

本实验需要事先测量的量有：单摆摆长、单摆的周期、摆球的直径。其中单摆的周期可用秒表以累积法测出。由于



其中修正摆长，按最大不确定度公式估算，有



根据不确定度均分原理有，，将和的粗测值（、、）代入有：

，

由于钢卷尺的最大允差为0.2cm，所以测量摆长应当使用钢卷尺、测量小球直径应当使用游标卡尺；测量周期应当使用秒表。

注意，应当满足，至少要使，上面粗测值选取了；由于，在实验室允许的范围内增长摆长不会提高精度。

根据统计分析，实验人员开启或停止秒表的反应时间为0.1s左右，所以实验人员测量时间的精度近似为。

设应当累计测量次周期，应当满足关系式



解得，近似取，即要累计合并50个周期进行测量。

[思考题]

1. 在实际工作中，为什么利用很难精确测量重力加速度*g*？

首先，从起点开始下落距离不易测准，因为小球下落的起始和终止位置不明确；其次，从起点开始下落时间不易测准，这是由于电磁铁有剩磁。

1. 为了提高测量精度，光电门1和光电门2的位置应如何选取？

光电门1应当固定在离起点稍远的地方，最大可能减少剩磁影响，并且使得固定。光电门2应当多选取几个位置，获得足够多的数据，而且离光电门1的距离应适当远。

1. 利用本实验的装置，如何测量小球下落到某个位置的瞬时速度？

调节光电门为测量遮光时间模式，测出小球遮光时间，再利用游标卡尺测出小球直径，则瞬时速度可用平均速度代替，为。

1. 利用本实验装置，你还能提出其他测量重力加速度*g*的实验方案吗？

利用3的结论，测量两个位置的瞬时速度和相对位置，利用公式计算重力加速度*g*。

1. 分析基本误差的来源，提出进行改进的方法。

测量会有误差；并且人眼观察来控制秒表也会有较大误差，所以可以尝试录制视频，通过视频编辑软件确定。