

2020 年春季大学物理实验 (2) ——弹性球的非弹性碰撞

专业班级: 电气 1908 班 学号: u201912072 姓名: 柯依娃 日期: 2020 年 7 月 20 日

实验名称: 弹性球的非弹性碰撞

实验目的: 研究弹性球与地面的碰撞过程, 测量小球的入射速度和反弹速度, 计算每次碰撞的恢复系数; 了解智能手机内置传感器及 phyphox 软件的使用方法; 学习基本的数据处理分析方法。

实验仪器材料: 弹性小球 (乒乓球, 钢球)、面 (瓷砖地板、木地板)、智能手机及 phyphox 软件。

实验方案 (装置) 设计: 相关理论 (公式)、原理图、思路等

1. 垂直落到地板 (或桌面) 上的弹性球连续蹦跳若干次后静止下来。碰撞过程中, 可认为地面相对

$$e = \frac{v_{n+1}}{v_n}$$

小球保持静止, 每次碰撞的恢复系数为:

其中 v_n 、 v_{n+1} 分别为小球碰撞时的入射速度、反弹速度

根据运动学定理: $v_n = \frac{1}{2}gt_n$

其中 t_n 为小球碰撞前一次间隔的时间长度

由上一个实验测得重力加速度 $g = 9.806\text{m/s}^2$

综上, $e = \frac{t_{n+1}}{t_n}$, $v_n = \frac{1}{2}gt_n$, 从而可以画出各 e - v 图找到关系

实验过程: 实验步骤、实验现象观察、出现的问题及解决方法等

实验步骤:

1. 使用 phyphox 软件, 先调整适当声学阈值和延迟
2. 摆放手机, 按下开始, 释放小球, 导出数据, 重复 15 次
3. 数据处理, 得出结论

实验现象观察: 小球反复弹落, 高度减小, 时间间隔渐短

出现的问题: 1. 落点不集中

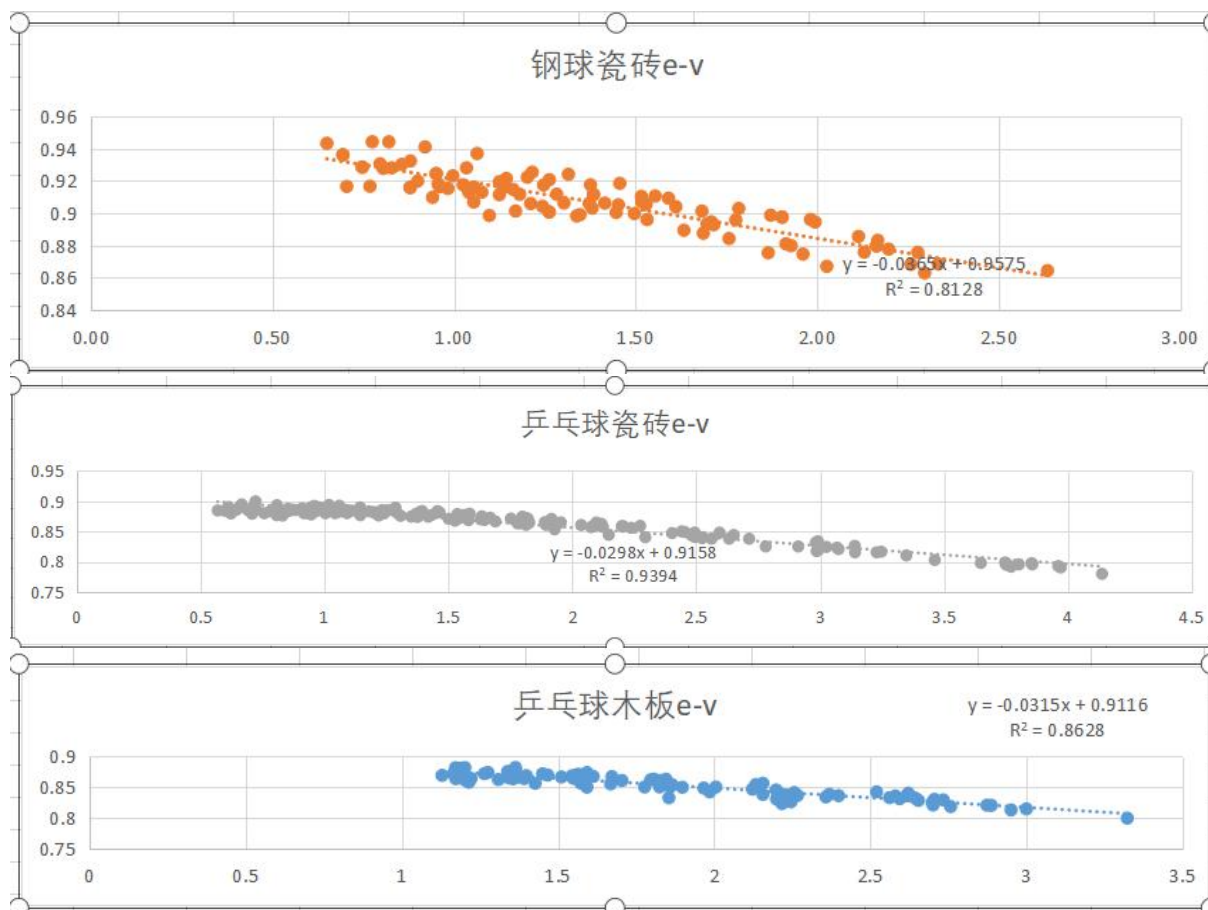
2. 存在背景噪音
3. 存在回旋
4. 小地砖接缝处影响实验

解决方法:

1. 释放小球尽可能静止释放, 使用尺子辅助, 使小球没有水平方向速度与自旋
2. 背景噪音较小时实验, 调整阈值减小影响
3. 在地砖正中央释放小球

数据分析处理: 数据记录 (表格)、计算过程及结果等

(由于数据记录高达数百条, 具体详细请见压缩包内表格文件, 截 e - v 散点图于此)



实验小结:

可以由上图看出，相同材质，随着速度的增大，恢复系数适当减小，但减小幅度不大；不同材质恢复系数不同，随速度的变化而产生的恢复系数的变化（斜率）也不同。

问题探究：试分析、估算空气阻力对测量结果的影响。

分析估算：

实验法：可以使用大体积同质量相同材质的小球（可以设置为不同空心程度）重复实验进行对比
分析法：

通过假设 $f = -kv$ 对牛顿第二定律 $-mg - kv = ma$ 进行积分即可获得结果

$$\begin{aligned}
 -mg - kv &= ma \\
 a + \frac{k}{m}v &= -g \\
 v &= Ae^{-\frac{k}{m}t} - \frac{mg}{k} \\
 \frac{v}{v_2} &= \frac{A}{v_2} e^{-\frac{k}{m}t} - \frac{mg}{kv_2} \\
 \Delta t: \text{when } v &= 0 \\
 v_2 &= \left(\frac{v_1}{v_2} + \frac{mg}{kv_2}\right) e^{-\frac{k}{m}\Delta t} - \frac{mg}{k} \\
 e &= \frac{v_1'}{v_2} \\
 \text{具体给值可详细给数据} \\
 \text{当取正值时影响不大}
 \end{aligned}$$

定性分析：由于在一次进展中实际入射速度偏高，实际回落速度偏低，使得测量 e 较实际偏大

注：实验报告不超过2面。可手写（拍照上传）、也可电脑上完成。

实验装置及材料，拍照，单独上传。

实验数据可以手制表格记录（拍照上传）、也可软件截图上传。