



重力加速度的方形管測量法

广东工业大学



报告人：牟中飞 朱道云

2022年8月13日

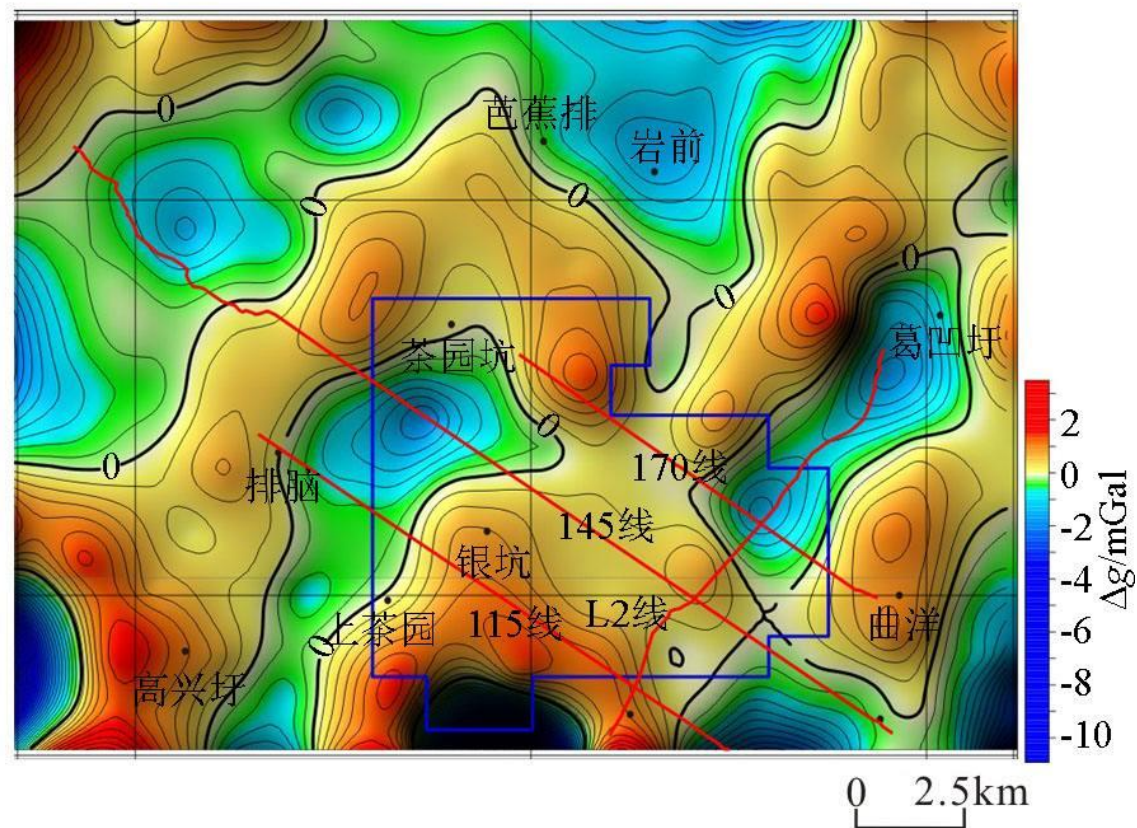
- 1 实验背景**
- 2 实验原理、步骤和结果**
- 3 实验特色和小结**

1 实验背景

测量重力加速度的重要性？

重力加速度是物理学中一个十分重要的物理量。在地球上不同地区，重力加速度有不同的值。

精确测量重力加速度的值，在资源勘探、环境与灾害监测、以及地球内部结构和地球动力学等方面有重要的应用价值。



普通物理实验测量重力加速度

① 用平衡法测“g”

分别用天平和弹簧测力计测出某物体的质量 m 和重力 G ,

$$\text{则有 } g = \frac{G}{m}。$$



② 用自由落体运动规律测“ g ”

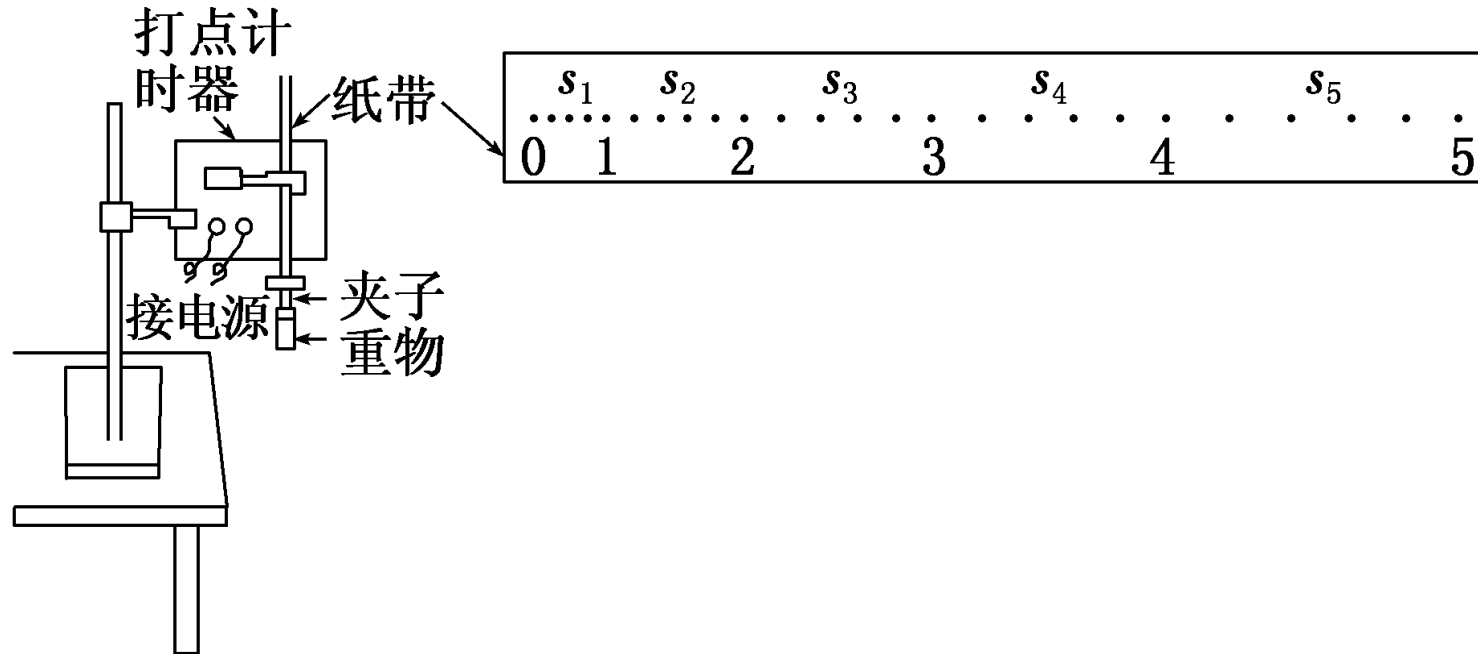
方法一：用落体法，将钢球从某一高度 h 处自由下落，用

秒表计时为 t ，则有 $g = \frac{2h}{t^2}$ 。



方法二：用打点计时器和纸带将打点计时器竖直固定放置，让重物带动纸带自由下落，利用打点计时器打出一系列自然点，测出相邻的等时间内的位移分别为 s_1 、 s_2 、 \dots 、 s_n 、 s_{n+1} ，则有 $g = \frac{(s_{n+1} - s_n)}{T^2}$ 。

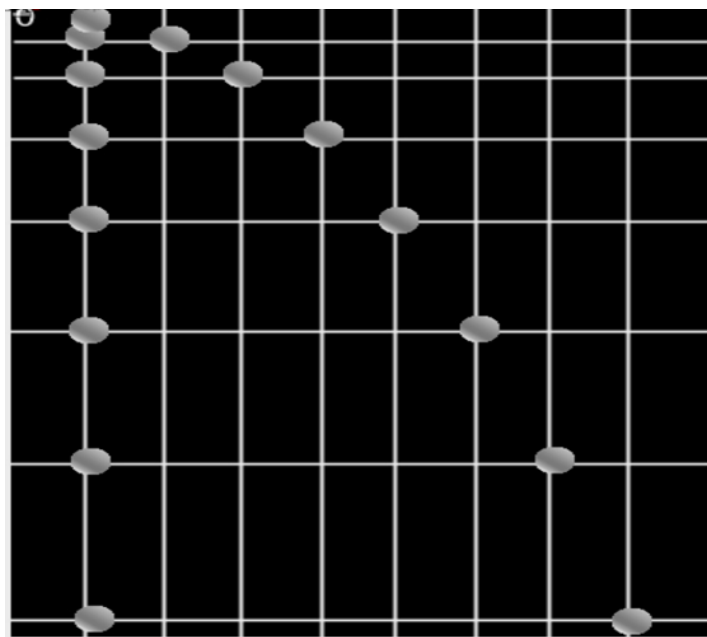
$$g = \frac{(s_{n+1} - s_n)}{T^2}$$



方法三：平抛运动

用闪光照相机对小球做平抛运动的全过程进行拍照，当闪光的频率为每秒 30 次时，由于小球在竖直方向上做匀加

速直线运动，设 Δy 为连续相等时间 $T = \frac{1}{30}$ s 内竖直方向



方法四：滴水法

调节水龙头，让水一滴一滴地流出，调整盘子的高度，使得耳朵刚好听到前一个水滴滴在盘上的声音的同时，下一个水滴刚好开始下落。首先测出水龙头口离盘子的高度 h ，再用秒表计时，计时方法是：

当听到某一水滴滴在盘子上的声音的同时，开始计时，并数“1”，以后每听到一声水滴声，依次数“2、3、4、……”，一直数到“ n ”时，按下秒表按钮，读出秒表的示数为 t ，则

$$\text{有 } g = \frac{2(n-1)^2 h}{t^2}。$$

③ 气垫导轨法

调节好气垫导轨的倾角 θ ，使得滑块 m 沿导轨运动时满足

$$mgsin \theta = ma$$

用计时器测得滑块在导轨上从静止开始移动 s 距离的时间 t

$$s = \frac{1}{2}at^2$$

由以上两式联立可得： $g = \frac{2s}{t^2 \sin \theta}$



④单摆或圆锥摆

使单摆的摆锤在水平面内做匀速圆周运动，
用直尺测量出 h (如图)，用秒表测出摆球 n

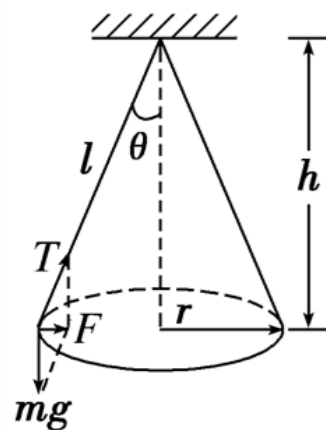
转所用的时间 t ，则摆球角速度 $\omega = \frac{2\pi n}{t}$ 。

摆球做匀速圆周运动的向心力 $F = mg \tan \theta$ ，

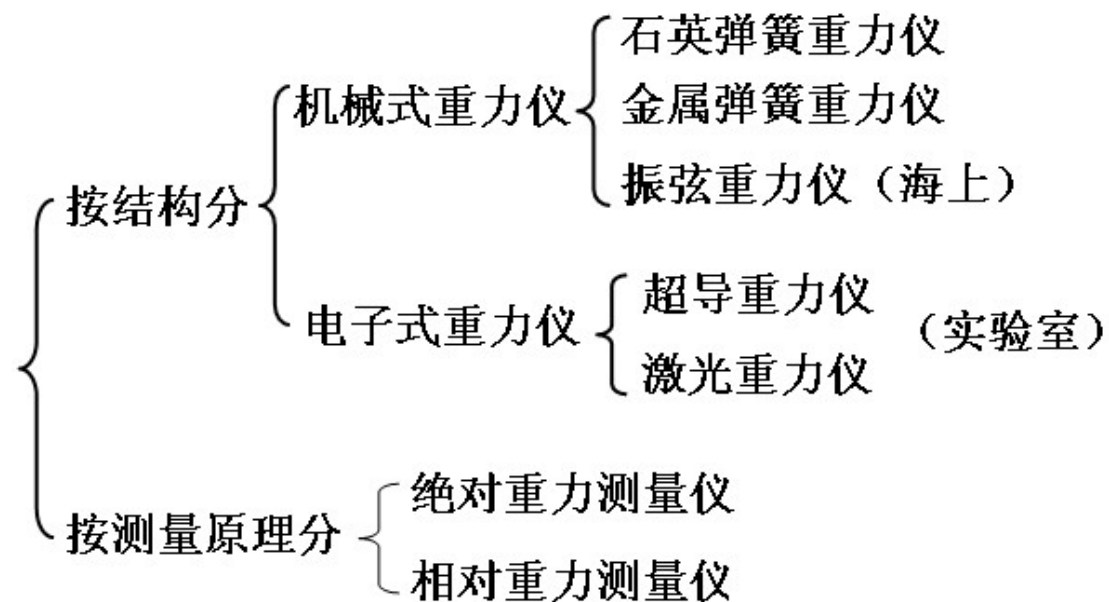
而 $\tan \theta = \frac{r}{h}$ ，所以 $mg \tan \theta = m\omega^2 r$ ，

由以上几式得：
$$g = \frac{4\pi^2 n^2 h}{t^2}$$

将所测的 n 、 t 、 h 代入即可求得 g 值。



科学家测量重力加速度？



华中科技大学引力中心：

1983年：成立以来，一直从事与引力有关的各种物理规律实验检验及相关理论问题研究。

2000年：引力与量子湖北省重点实验室；

2002年：基本物理量测量教育部重点实验室；

2006年：科技部引力与固体潮国家重点野外科学观测研究站；

2015年：精密重力测量国家重大科技基础设施。

广东工业大学本科生测量重力加速度

第十五届广州大学城校际实验综合技能邀请赛暨广东工业大学第十七届学生实验综合技能竞赛顺利举行

单位：实验室与设备管理处
5月29日，第十五届广州大学城校际实验综合技能邀请赛暨广东工业大学第十七届学生实验综合技能竞赛在大学城校区落下帷幕。本届竞赛共有670余支队伍2600多名同学参加了比赛。竞赛由实验室与设备管理处和校团委主办，机电工程学院、自动化学院、轻工化学院、信息工程学院、土木与交通工程学院、管理学院、计算机学院、材料与能源学院、环境科学与工程学院、实验教学部等单位承办。

本届竞赛共设20个竞赛项目，竞赛内容覆盖全校大部分理工科专业，涵盖机械、电子、计算机、化学、材料、信息技术、环境技术、企业管理等学科，遵循“源于实验，高于实验”的竞赛理念，在实验综合能力方面进行多重考核，充分考验了参赛选手的实验综合技能、现场应变能力和团队协作能力。比赛首次在揭阳校区开赛，与大学城校区同步举办5个项目的比赛，共有98名参赛队员参赛，队员们在比赛中均有不俗表现。

竞赛是在新冠肺炎疫情防控常态化形势下举办的，采用线上线下相结合的方式灵活举行，比如环境科学与工程学院的“某样地群落物种多样性指数测定”项目比赛，在前期准备充分的基础上，我校参赛队员参加现场比赛，外校参赛队员进行线上比赛；而实验教学部“铜丝扭转模量的测量”项目比赛，则是揭阳校区参赛学生在本校区现场参加比赛，评委在大学城校区进行线上评审，多种形式结合，既保障了参赛师生的健康安全，也保障了比赛的顺利开展。

实验综合技能竞赛是课堂教学的有效延展，是对专业知识学习的检阅，更是同学们锐意进取、奋发向上、展示才华、交流学习的机会，希望各参赛队伍通过比赛树立正确的学习态度，培养过硬的综合技能，提高专业综合素质。

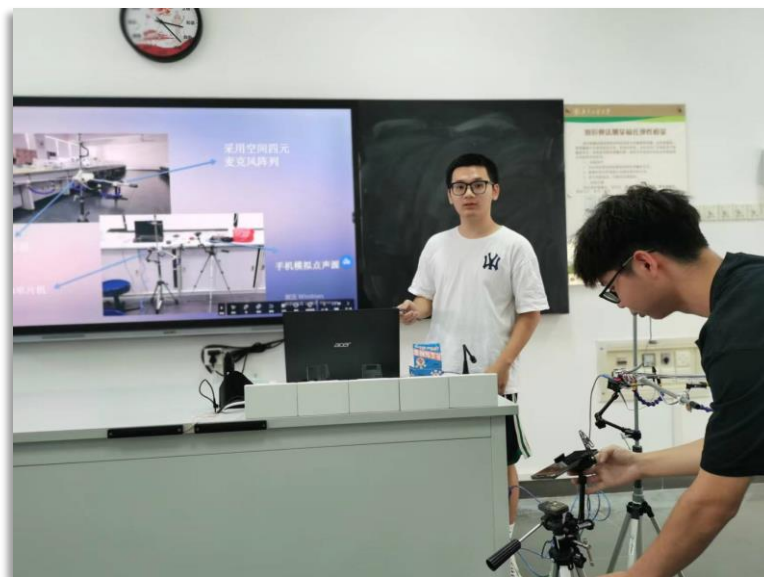
- 自2006年以来，广东工业大学每年举办一届学生实验综合技能竞赛及广州大学城校际实验技能邀请赛，已成为校园文化品牌，其指导思想是“以赛促教、以赛促学、以赛促创、以赛促业”。
- 推进了广州大学城优质实验资源共享。对深化实验教学改革、提高实验教学质量，加强实验室建设和推动高素质创新型应用人才的培养起到积极的促进作用。

推动“新工科”建设

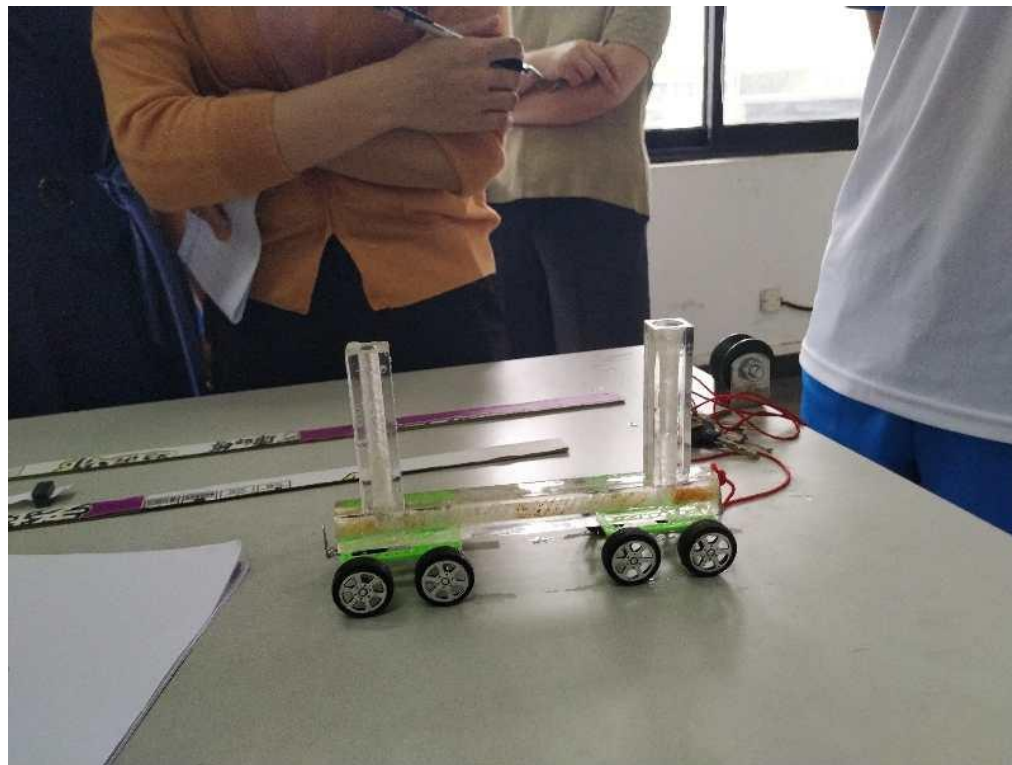
提高本科专业核心课程教学质量

承办每年一届的物理实验综合技能竞赛

大学物理实验中心



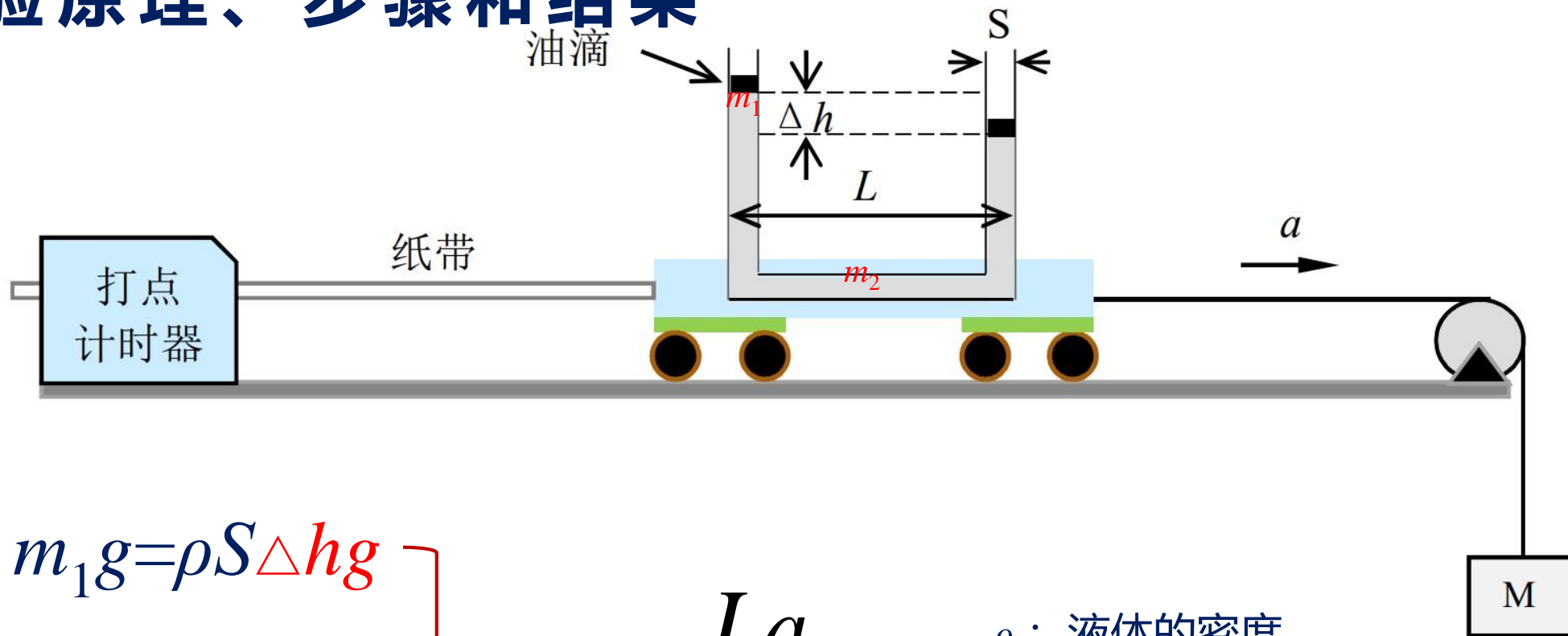
2020年竞赛题目：测量本地重力加速度



参赛题目：重力加速度的方形管测量法



2 实验原理、步骤和结果



$$m_1 g = \rho S \Delta h g$$

$$m_2 a = \rho S L a$$

$$m_1 g = m_2 a$$

$$g = \frac{L a}{\Delta h}$$

ρ : 液体的密度

S : 方形管的横截面积

g : 重力加速度



(1) 用游标卡尺测出竖直两管内壁左右外边缘之间的水平距离即为方形管底部的长度 L .

$$g = \frac{La}{\Delta h} \quad \rightarrow \quad L$$

(2) 向方形管中先装入适量的水，再用胶头滴管向左右两管中滴入等量的深色机油，以便记录小车运动过程中两管液面的高度差，连接好实验器材.

$$g = \frac{La}{\Delta h} \quad \rightarrow \quad \Delta h$$

(3) 接通打点计时器的电源，释放重物 M ，小车在重物 M 带动下做匀加速直线运动，记录方形管两边液面的高度差 Δh 和打点计时器记录在纸带上的点距（利用点距计算加速度 a ）.

$$g = \frac{La}{\Delta h} \quad \rightarrow \quad a$$

表1 方形管測量重力加速度數據表

測量次數 <i>i</i>	L_i/mm	$\Delta h_i/\text{mm}$	$a_i/\text{m s}^{-2}$	$g_i/\text{m s}^{-2}$	$\bar{g}/\text{m s}^{-2}$
1	158.22	18.5	1.111	9.767	
2	158.22	17.6	1.056	9.828	9.771
3	158.22	19.0	1.167	9.718	



算数平均偏差

$$\overline{\Delta g} = \frac{\Delta g_1 + \Delta g_2 + \Delta g_3}{3} = \frac{|g_1 - \bar{g}| + |g_2 - \bar{g}| + |g_3 - \bar{g}|}{3} = 0.04 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

相对误差

$$E = \frac{|\bar{g} - g_0|}{g_0} = \frac{|9.771 - 9.788|}{9.788} = 0.2\%$$

实验结果

$$g = \bar{g} \pm \overline{\Delta g} = 9.77 \pm 0.04 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

3 实验特色和小结



用游标卡尺测内径的方法测出竖直两管内壁左边缘和右边缘的水平距离 L ，提高了实验测量的精度。



实验中选用黏度系数大的深色机油滴入竖直两管，以清晰标记液面高度的变化痕迹，提高了 Δh 测量的便捷性及精确度。



利用打点计时器及纸带测量小车运动的加速度 a ，增强了实验的可操作性，也提供了判断小车是否做匀加速直线运动的条件。



利用方形管测量当地重力加速度：

- ①拓宽了重力加速度的实验测量方法，
- ②激发了学生的创新思维，
- ③提高了学生解决实际问题的能力。



敬請各位批評指正，
謝謝！

THANKS !

