

不等臂机械天平

郭义销 / 海南省海口市海南中学

指导教师 吴 敏 何秀杰

◎ 研究背景

初中实验室用的天平普遍是托盘天平。这种天平的感量较大，不够精密，不适宜精确操作。而电子天平和分析天平虽然比托盘天平精度高，但价格比较贵，不适宜在学校大规模使用。

于是我就想到了自己做一个天平。可如何克服普通机械天平感量大，不够精密的问题呢？经过思考，我想到，利用不等臂杠杆可以将力放大的特性进行微小测量，不就可以实现精确测量了么？于是我就自己买来材料，开始设计并制作高精度不等臂机械天平。

◎ 研究的基本思路与原理

利用不等臂天平将被测物体的重力进行放大，实现精确测量，3根不同放大倍数的杠杆可以分别实现粗测量、一般测量和精确测量的任务，将3个测量值经过计算就能得到被测物体的质量值。

本作品主要运用到了杠杆原理的相关知识。杠杆原理亦称杠杆平衡条件。要使杠杆平衡，作用在杠杆上的两个力矩（力与力臂的乘积）大小必须相等。即：动力 × 动力臂 = 阻力 × 阻

力臂，如图1所示。用代数式表示为 $F_1 \cdot L_1 = F_2 \cdot L_2$ 。

◎ 研究过程

③ 材料准备

根据设计思路和计划适用范围，我在超市购买了整个研究过程中会用到的棉线、吸管、竹签、筷子、大头针、牛奶盒、塑料盘等，并在五金店买了一些工具，后来又在物理老师的帮助下找到了粗细不同的2种漆包线和1台学校用的托盘天平进行设计和对比实验。我自己又用家里废弃柜子的柜脚制作了1个简单的框架。

③ 控制变量法实验的内容

◆ 除了要作为实验对象的材料，其他材料完全相同。

◆ 对于每个实验分别测量 3.5g、14g、45.5g 的物体和 1 枚针，根据实

验情况确定要使用的材料。

◆ 用作为实验对象的材料和其他不变的材料先制作 1 个天平，按照上述实验内容测量并记录数据。然后将实验材料换为另几种实验材料，再制作新的天平，同样按照上述实验内容测量并记录数据。最后综合实验情况得出结论和最终选择结果。

③ 比较和选择结果

我选择棉线作为本作品使用的线材。细漆包线阻力较大，精确度不够；粗漆包线由于直径更大，阻力也更大，因此不采用这两种材料。通过对比，我采用了在吸管内插入两根竹签作为杠杆，而采用棉线从吸管中穿过作为支点的设计；采用了使用传统方法制作的指针，但进行了改进，解决了之前出现的问题。在物理老师的指导下，我决定将 1 个砝码盘增加至 3 个砝码盘，分别挂

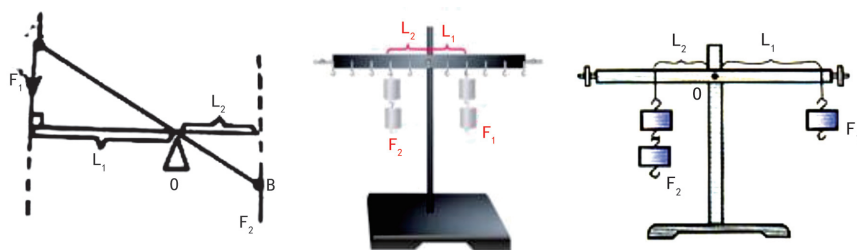


图1 杠杆原理示意

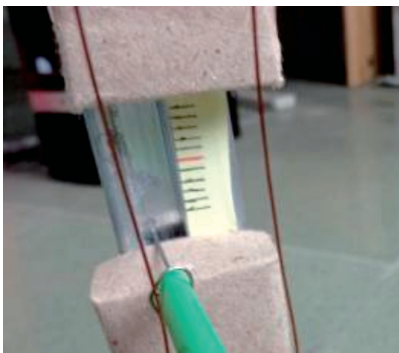


图2 指示盘局部

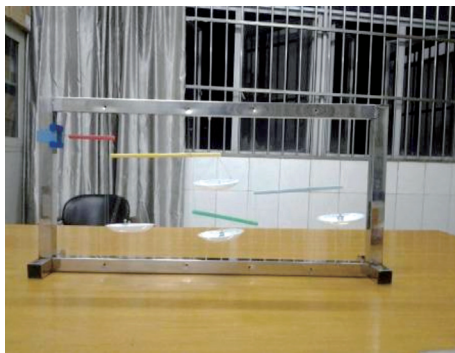


图3 最终制作完成后的天平

在3根杠杆上,3个砝码盘分别承担粗测量、一般测量和精确测量的任务。

⑤ 制作

◆ 用废弃柜子的柜脚经过清洗和用砂纸打磨制作出框架。

◆ 制作杠杆。先将竹签和吸管剪成要用的长度,然后把竹签插入吸管内,再根据设计好的距离在吸管上扎出孔并挂上托盘。

◆ 组装天平。先在框架上用锯条按照设计的长度割出凹槽,再用棉线穿过杠杆,绑在框架上。而杠杆之间的连接也用棉线穿过2个对应的孔,形成一定的联系。

◆ 制作指针、指示盘和限制装置。指针制作依然使用吸管和竹签制作。根据第1根杠杆的水平位置画出表示水平的1条线,然后分别在这条线上下各画上5条线,这就制成了指示盘,见图2。

◆ 为了防止天平晃动幅度过大,我在第1根杠杆的前后左右还设计了限制移动范围的限制装置。

⑥ 改进

我将这个天平给老师和同学们试用后,他们认为这个天平还存在一些问题:天平不够美观;体积过大,便携性较差;精确度还不够高;使用的时候易受到风

的影响。针对这些问题,我对天平又做了一些改进。

我到五金店用不锈钢制作了一个新的框架,并更换了新砝码盘。这样新天平体积减小了,比原来的设计美观多了。为了提高指示的精度,我在原设计的基础上,增加了1根杠杆,运用不等臂天平的特点,将指针的偏转幅度进行放大,以达到提升指示精确度的目的。我还在1张纸上画上刻度,贴在边框上,用它充当指示盘。限定装置则使用了乐高积木拼接成1个小框,用它限定指针晃动的幅度。用新材料新设计组装完成的天平见图3。组装完成后我对整个天平做了全面调试。

◎ 作品的创新点

◆ 制作材料便宜易得,制作方法简单,测量原理简单易懂。

◆ 测量精确度达到0.01g,感量小,结果准确,适用于精确测量质量较小的物体的质量。

◆ 制作成本低,适宜学校、家庭等多种不同场合使用。

◎ 进一步完善作品的设想

◆ 将作品的体积进一步缩小,外

观制作更细致,增强作品的便携性,改善外观。

◆ 采用更好的材料制作,进一步提高天平的精确度。

◆ 本天平使用的时候易受风的影响,可以加设防风装置确保精度。

◆ 可以增加游码和平衡螺母,增加实用性。

该项目获得第29届全国青少年科技创新大赛创新成果竞赛项目中学组物理学一等奖。

专家评语

为了测出1粒米的质量,项目小作者根据物理课上学到的杠杆原理知识,自己动手制作了1台不等臂长的机械天平,用较大的砝码测出了微小物体的质量。项目反映出小作者善于思考,勇于动手,能将书本知识用于实践的优秀品质。■