物 理 实 验

牛顿管实验的三重境界

刘金易,蔡伊雯,葛诗蕙,赵 求

南通市天星湖中学,江苏 南通 226010

摘 要:在文献[1] [2] [3] [4]中都讲述了用一般常规方法进行牛顿管实验的内容,有着一开始就沿着管壁滑落、时间极快、分散学生注意力、效果不佳的缺陷,为此笔者对所有文献进行了研读对比,将文献中各种优点相结合,并且在此基础上进行了优化升级,使实验可视性更高,效果更明显。

关键词:牛顿管;磁铁;电磁铁;双头电磁铁

中图分类号:G633.7 **文献标识码**:A **文章编号**:1003-6148(2012)6(S)-0056-2

1 简 述

我们在演示牛顿管实验时,必须快速转动管子,然而在此过程开始时,物体就已经沿着玻璃管壁下滑,不是真正的自由落体运动。

同时,因为牛顿管只有1.5m左右,根据公式 $h=\frac{1}{2}gt^2$。

求得物体下落时间大概为0.54s,而实际上有效观察时间还不到这么多,人的反应时间为0.2s,由于人眼不是复眼,物体在动态变化时不易观察,所以只有等牛顿管静止下来才能很好分辨清楚物体的运动状态,也就是观察时间非常短,效果也很不明显。

为此笔者查阅了论文数据库,找到4篇解决此问题的文章,并对文章进行了研读,并且作比。选择了其中精华性的操作方法,并且加以改良。

这里不对演示过程作详细阐述,只对演示过程中的方法以及技巧作相关说明。

2 比 较

下表分别从一元硬币(铁片)和羽毛下落的控制方式以及羽毛的吸固方式对4篇文献做了对比(表1):

表1

方式 / 文献来源	控制方式	羽毛吸固方式
文献[1]	永久磁铁、放置顶部	无铁丝
文献[2]	永久磁铁、放置顶部	有铁丝
文献[3]	电磁铁、中间阀门式	无铁丝
文献[4]	电磁铁、放置顶部	无铁丝(有铁丝笔略)

在一般情况下,硬币是可以被磁铁吸引的,然而羽毛却不会。文献[1] [3] [4]都没有做改进,只是采用硬币压住羽毛的方式,这就有带来一些缺陷:

(1)要多次翻动牛顿管,才能将硬币压到羽毛上,并且用磁铁吸引硬币的时候不能有抖动,只能沿着管壁慢慢上移,这就大大增加了演示实验的难度和时间。

(2)虽然感觉一起落下,可是就形成一种不真实感,羽毛和硬币就是贴在一起落下的,区分度不高。

(3)有同学就会问:“也许是硬币和羽毛翻了一个身,是硬币把羽毛压下来的!”

而文献[2]就采取了用一小段铁丝裹住羽毛根部的方式,这样羽毛也会像硬币一样被磁铁“吸引”起来,大大减少了以上的缺陷。

在控制方式上,文献[1] [2]用的是永久磁铁,并且放置在牛顿管封闭端的顶部,但是也有一个小缺陷,当用手将磁铁刚刚抽开的那一小段时间,硬币和小铁丝所受到的磁场还较强,所以刚开始下落就不是纯粹的自由落体。

同时,手抽开磁铁的时候,方向也不一定完全是竖直向上,在水平方向总会有一点分力,那么自由落体的物体就具有了水平方向的初速度,这就变成了微小的平抛运动。

文献[4]就克服了这样的缺陷,当断开电路时,电磁铁的磁性是一下子消失的,那物体就是做自由落体运动的。

文献[3]虽然用的是电磁铁的原理,不过小合页在打开的时候,硬币和羽毛在薄铁片做成的阀门上面会发生摩擦,并且硬币和羽毛与铁皮的摩擦系数也不同,同时下滑的起始点也可能不同,

中国知网 https://www.cnki.net

也就是最初下滑的时间不同步。所以这个虽然很好地控制了物体的运动,但是在控制变量的原则上出现了一些瑕疵。

而且,物体下落的时候,正好顺着合页张开的方向下落的,也就是顺羽方向;而要把物体送回牛顿管的顶端,就变成了逆羽方向,不容易进入,需要做一点小小的改进。

3　三重境界

通过上面的比较分析,不难发现,我们可以在原始实验的基础上做三次改进:

(1)用磁铁吸引硬币来压住羽毛,就可以实现两物体同时下落。

(2)当在羽毛根部绑上一小段铁丝,就可以轻松地将两物体同时吸引住,节省了演示实验的时间。

(3)用电磁铁代替传统的永久性磁铁,更好地实现了两物体的吸引和释放的控制。

4　自我反思

最后用电磁铁来控制硬币和根部绑小铁丝的羽毛,虽然做了很大的改进,可是下落过程中,硬币和羽毛是重叠在一起的,学生根本分不清楚硬币和羽毛。

相对于伽利略在比萨斜塔上做的铁球落地的实验而言,硬币和羽毛就相对微小了,而且后面的学生未必能看得清楚。

所以,能否将两个物体给分开,也就是不吸在一起。

5　再次优化

在物理实验上“对比法”是经常使用的,然而这里不能使用两个牛顿管,因为必须要同一真空环境中实验,所以就想到了用两个电磁铁,分开来吸引小物体,这样小物体不就可以分开来了吗?

一开始在双“磁头”上面绕上一根线圈Ⅲ,如图1中电磁铁的下部所示。并且线圈的绕行方向一致,两“磁头”底部所产生的磁极是一样的,这样又能确保两个物体是相互排斥的,不会出现上面重叠在一起的现象。

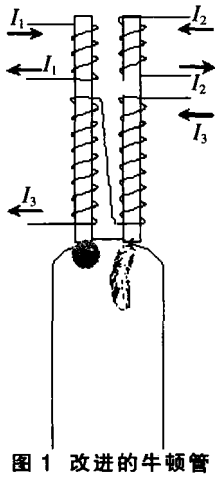


图1　改进的牛顿管实验装置示意图

如果要在用双“磁头”吸引物体时更具有次序性,后来又在两“磁头”的上部绕上同一方向的两根线圈Ⅰ和Ⅱ,并且分别用三个开关控制。

(1)将线圈Ⅰ的开关打开,并且将牛顿管连同电磁铁向左倾斜90°,让其中一个物体先吸在“磁头Ⅰ”上面。

(2)然后将牛顿管连同电磁铁,沿着长轴方向顺时针转动180°,打开线圈Ⅱ的开关,让剩下的另一个物体吸在“磁头Ⅱ”上面。

(3)最后再打开线圈Ⅲ的开关,让“磁头Ⅰ”和“磁头Ⅱ”同时具有磁性,再把线圈Ⅰ Ⅱ的开关断开。

(4)将牛顿管竖立起来,这个时候就发现,硬币和羽毛分别被两个“磁头”给吸引,这样就很容易被区分清楚。

(5)然后可以使用慢慢抽空空气,也可以先抽成真空,然后慢慢放入空气,来释放硬币和羽毛作对比。不管是哪种方式,只要将牛顿管竖直放置好,断开线圈Ⅲ的开关即可。

6　总　结

虽然,此次改进在原有文献基础上效果提升不是太多,然而给学生树立了一个的科学治学的榜样,激励学生在科学探究的道上不断进取,精益求精。

参考文献:

[1] 李健华.演示牛顿管实验的操作技巧[J].物理教学探讨,2007,(1):64

[2] 李焱. 牛顿管实验的小改进 [J]. 中学物理教学参考,1998,(6):2

[3] 范淑美.牛顿管实验的改进[J].实验教学与仪器,2000,(2):34

[4] 李一新.对“牛顿管实验”的改进[J].实验教学与仪器,2002,(2):27

(栏目编辑　王柏庐)

中国知网　https://www.cnki.net