

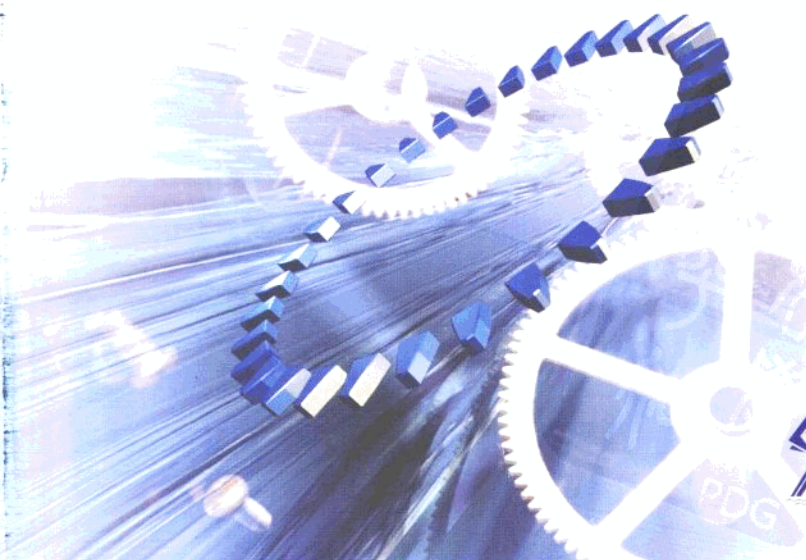
普通高中课程标准实验教材辅导丛书

实验探究报告

实验探究报告编写组 编

物理 必修2

配人教版



北京出版社出版集团
北京教育出版社

普通高中课程标准实验教材辅导丛书

实验探究报告

实验探究报告编写组 编

物理 必修2

配人教版

主	编	马麟驹		
编	委	马麟驹	陈	行
		张杰	朱	炜
		许兴元		

 北京出版社出版集团

 北京教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

实验探究报告:通用版. 物理. 2:必修/《实验探究报告》编写组编. —北京:北京教育出版社, 2008. 11

ISBN 978-7-5303-6788-9

I. 实… II. 实… III. 物理课—高中—实验报告 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 155738 号

实验探究报告 物理 必修 2(配人教版)

出版发行 北京出版社出版集团·北京教育出版社

地 址 北京北三环中路 6 号 邮编:100011

印 刷 北京顺义康华福利印刷厂

经 销 各地新华书店

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 5

字 数 80 千字

版 次 2008 年 11 月第 1 版 2008 年 11 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5303-6788-9/G·6707

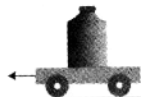
定 价 8.00 元

质量投诉电话:010-82755753

目 录

实验基础知识.....	1
一、怎样编排实验步骤.....	1
二、实验记录表格的设计.....	1
三、怎样描绘实验图线.....	2
实验探究	3
第五章 曲线运动	3
【演示实验】 研究曲线运动的速度方向	3
【演示实验】 研究物体做曲线运动的条件	6
【演示实验】 在平面直角坐标系中研究红蜡块的运动	8
【生活实验室】 比较平抛小球与自由落体小球的运动	11
【学生实验】 研究平抛运动	13
【学生实验】 用圆锥摆粗略验证向心力的表达式	19
【生活实验室】 感受向心力	21
【生活实验室】 验证向心力的表达式	23
【生活实验室】 研究离心运动	25
链接高考	27
第六章 万有引力与航天	30
【生活实验室】 画椭圆体验行星运动的特点	30

【生活实验室】 通过 GPS 体会航天技术对生活的影响	33
链接高考	35
第七章 机械能守恒定律	36
【学生实验】 探究功与速度变化的关系	36
【学生实验】 验证机械能守恒定律	39
【生活实验室】 研究小球摆动过程中高度与动能、势能的关系	43
链接高考	46
实验测试	49
实验测试(1)	49
实验测试(2)	57
参考答案	65



实验基础知识

一、怎样编排实验步骤

实验步骤是进行实验的操作顺序,因此,在阅读教材的基础上编排实验步骤,是进行实验前必不可少的准备工作,它是实验的理论方案转变为实际操作的桥梁。编排实验步骤的依据,一是实验目的,二是实验原理,三是仪器的使用规则。

例如,在“研究匀变速直线运动”的实验中,我们的目的是测定做匀变速直线运动物体的加速度。因为力是物体产生加速度的原因,所以必须满足使物体受到的合力不为零的条件,才有可能使物体产生加速度,由此可知,实验必须提供使物体产生加速度的条件。

其次,必须根据实验原理确定分别要测量的量,从理论上讲,测定物体做匀变速直线运动的加速度有多种方法,但我们在这里选定的方法是根据“只要物体做的是匀变速运动,它在任意两个连续相等的时间里的位移之差就一定相等”,进而推出: $s_4 - s_1 = s_5 - s_2 = s_6 - s_3 = \dots = 3aT^2$ 。由此确定,实验必须测定位移 s 及时间 T ,再测算出加速度 a 。

这些问题明确以后,再研究使用仪器的要求,这个实验我们采用电火花打点计时器或电磁打点计时器来测定时间,使用仪器总要按照这样的顺序进行:先安装仪器,再进行预备调整,然后才能进行正式测量。

最后,则是对测试数据的分析、处理。

在考虑上述问题的基础上编排了实验步骤以后,再看看它们是否正确,是否有遗漏,是否有顺序不合理的地方,是否有可不要的步骤。经检查、修改后,就可按照设计的步骤进行实验。

二、实验记录表格的设计

在初中物理实验中,我们曾学习设计过一些简单的实验表格,对于较为复杂的表格应当如何设计呢?下面给同学们作以下介绍:。

表格设计没有固定不变的模式,需要根据不同的实验内容和要求来考虑,它的一般要求是:

1. 要说明条件;
2. 要有原始数据(即直接测量的数据)的记录栏;
3. 数据表示要完整,如每个物理量应注明名称、符号和单位;
4. 表格设计要简明,要便于总结物理规律或得到某些结论。

设计表格之前首先要理解实验原理,设计及确定合理、科学的实验步骤,然后根据实验步骤确定需要记录的测量量及有关数据。

一般可把不变的实验条件和某些常数记在表格上方。

表格多为双向(纵、横两向),往往一向表示实验次数,另一向表示物理量。若次数较物理量少,可把横向作为物理量栏目,纵向表示次数;反之,交换一下。考虑物理量栏目的排列时,应将同类的靠在一起,按照实验步骤进行排列,先排直接测量的,后排间接测量的。



三、怎样描绘实验图线

处理实验数据的常用方法之一是图象法,运用图象处理数据有很多优点。例如,能直观地表达物理规律,能够减小偶然误差对结果的影响,能够较方便地获得某些未经测量或无法直接测量的物理量的数值,这里我们着重介绍一下怎样描绘实验图线。

首先,描绘图线时,一般以横坐标代表自变量,以纵坐标代表因变量,在轴的末端箭头旁注明该轴代表的物理量及其单位。例如,要描绘做匀变速直线运动物体的速度—时间图象,即以时间为横坐标,以瞬时速度为纵坐标,在纵轴和横轴末端箭头旁分别注明 $v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$ 和 t/s (如图 1 所示)。

t/s	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
$v/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	0	0.10	0.21	0.30	0.39	0.50

其次,根据实验测量的数据,选取适当的坐标轴的标度(即每格所代表的量值),使横轴和纵轴的全长(表示数据最大值的长度)接近相等。图线大致分布在以坐标原点为顶点,以横坐标为一条边的 $40^\circ \sim 60^\circ$ 角之间,并尽可能使最小分度与测量的准确程度相一致。例如在绘制速度—时间图象的实验数据中(见上表),最大数值为时刻 $t=5.0 \text{ s}$,速度 $v=0.50 \text{ m/s}$,则我们在横轴 1 格表示 1 s,在纵轴上取 1 格表示 0.10 m/s,横轴和纵轴的全长都占 5 格,且测量的准确值在图上也能确切标出。

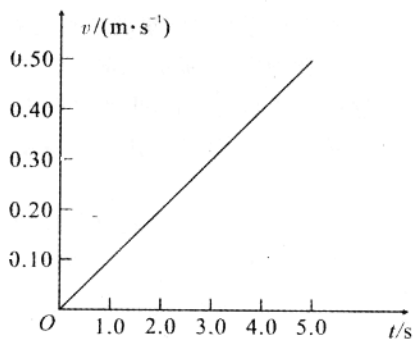
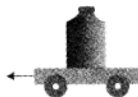


图 1

当图线不通过坐标原点时,坐标的原点可以不从零开始,这样可以使图线分布均匀。例如,上述速度—时间图象中,如果 $t=0, v=0.20 \text{ m/s}$,则纵轴的原点就可以从 0.20 开始。

第三,描点和连线。依据实验数据用铅笔在图上描出对应的点,用“ $\times$ ”或“ $\cdot$ ”标明,并将这些点用光滑的线连起来,描线时用直尺或曲线板,描出的点就是光滑的直线或曲线。因为测量值总存在一定的误差,描绘出的图线不通过全部点是正常现象,但连线时应尽量使图线通过或接近数据点,个别严重偏离的点应舍弃(因为这些点对应的实验数据误差较大,甚至有可能是在实验时产生了一定的错误而造成的),应使其余的点尽量比较均匀地分布在图线的两侧。



实验探究

第五章 曲线运动

【演示实验】 研究曲线运动的速度方向

_____年_____月_____日

活动目标

研究曲线运动的速度方向。

方案一

采用教材推荐的方法,该方案研究同一小球在曲线上不同位置的速度方向。

实验准备

1. 相关知识

让一个小球从一个具有普遍意义的任意曲线轨道滚出,小球在脱离轨道后,沿切线方向运动,从而说明曲线运动中质点在某点的瞬时速度方向,就是质点从该点脱离曲线后自由运动的方向,也就是曲线上这一点的切线方向。

2. 实验器材

一个曲线轨道,一个钢球,一张白纸,一瓶墨水,一个斜面或一根弹簧。

实验过程

1. 实验步骤

观察钢球所做的曲线运动

如图 1 所示,水平桌面上摆一条曲线轨道,它是由几段稍短的圆弧形轨道组合而成的。钢球由轨道的 C 端滚入(通过压缩弹簧射入或通过斜面滚入),在轨道的束缚下做曲线运动。在轨道的下面放一张白纸,蘸有墨水的钢球从出口 A 离开轨道后在白纸上留下一条运动的痕迹,它记录了钢球在 A 点的运动方向。

拆去一段轨道,钢球的轨道出口改在图中 B。用同样的方法可以记录钢球在轨道 B 点的运动方向。

2. 结果分析

白纸上的墨迹与轨道(曲线)有什么关系呢?

蘸有墨水的钢球从出口 A 离开轨道后在白纸上留下的一条运动痕迹与轨道曲线在 A 处的切线一致,而从出口 B 离开轨道后在白纸上留下的一条运动痕迹则与轨道曲线在 B 处的切线一致。

由此可见,曲线运动中质点在某点的瞬时速度方向,就是质点从该点脱

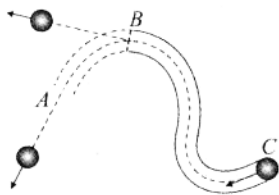


图 1

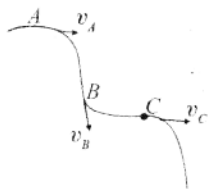


图 2



离曲线后自由运动的方向,也就是曲线上这一点的切线方向,如图 2 所示。

3. 注意事项

- (1) 曲线轨道最好用透明的、内壁光滑的塑料管,这样便于观察钢球的运动。
- (2) 钢球上蘸有的墨水要适量,这样钢球滚出时墨迹比较清晰。

方案二

采用自制的教具,该方案研究多个小球在同一时刻、不同位置的速度方向。

实验准备

1. 相关知识

让几个小球沿同一个圆周运动,在同一时刻解除对这些小球的约束,小球从解除约束的时刻起都是做直线运动,运动的方向都是沿该时刻的圆周的切线方向,从而说明曲线运动中质点在某点的瞬时速度方向,就是质点从该点脱离曲线后自由运动的方向,也就是曲线上这一点的切线方向。

2. 实验器材

一个带有手柄的透明塑料圆盘,圆盘上打了六个孔,每个孔中安装一个用硬纸板制成的空心圆柱(见图 3),六个伴有红色印泥的钢球(见图 4),一张白纸。

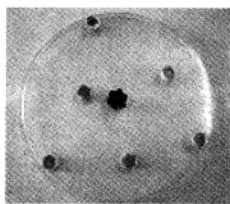


图 3



图 4

实验过程

1. 实验步骤

在水平桌面上放一白纸,把塑料圆盘压在白纸上,再把六个拌了红色印泥的钢球分别放在空心圆柱内,转动圆盘使六个小球都跟着圆盘转动,钢球上的红色印泥在白纸上画出三个圆,见图 5;突然提起圆盘,观察圆盘提起后各个钢球的运动轨迹。

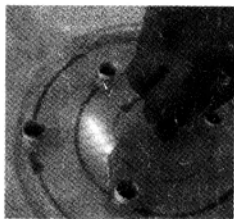


图 5

2. 结果分析

六个钢球在各自的圆孔内做圆周运动,突然提起圆盘,就在同一时刻解除对这些钢球的约束,钢球从解除约束的时刻起的运动轨迹见图 6,由图可知,钢球解除约束后的运动都是直线运动,直线的起点都是在各自的圆周上,运动的方向都是沿着过起点的圆周的切线方向,从而说明曲线运动中质点在某点的瞬时速度方向,就是质点从该点脱离曲线后自由运动的方向,也就是曲线上这一点的切线方向。

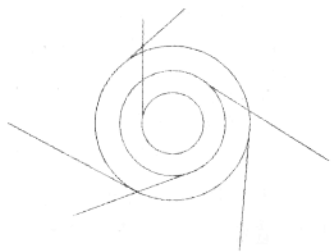


图 6



3. 注意事项

(1)先转动圆盘一周,让钢球在白纸上画出一个完整的圆,再让学生看一看,知道有三个钢球在一个大圆上做圆周运动,有两个钢球在中圆上做圆周运动,有一个钢球在小圆上做圆周运动。

(2)在转速较大时突然提起圆盘,动作要迅速,提圆盘时要向上提,圆盘不能有水平方向的位移。

(3)平板的四周要有收集钢球的凹槽,以防钢球从边上反弹回来,划出另外一些直线干扰实验结果的观察与分析。

● 实验作业 ●

1. 上面的两个方案中,钢球脱离曲线轨道后做什么运动?

2. 从速度这个物理量来看,曲线运动是什么性质的运动?



【演示实验】 研究物体做曲线运动的条件

____年____月____日

活动目标

研究物体做曲线运动的条件。

实验准备

1. 相关知识

水平玻璃板上放一斜面,让小钢球从斜面上由静止开始滚下,小钢球就在玻璃板上做直线运动。在此直线的一侧放一条形磁铁,使小钢球再次从斜面上同一高度由静止释放,观察小钢球的运动情况。

2. 实验器材

一块水平玻璃板,一个斜面,一个小钢球,一根条形磁铁。

实验过程

1. 实验步骤

观察小钢球在两种不同情况下所做的运动。没有磁铁的引力作用,小钢球在水平玻璃板上做直线运动,在直线的一侧放上磁铁,小钢球就会偏离原来的直线运动的方向,如图1所示。

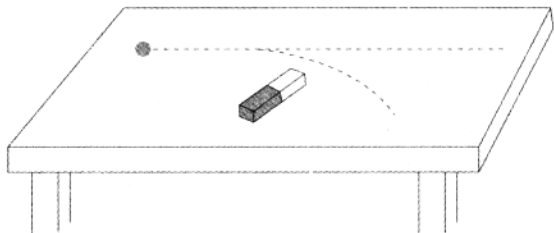


图 1

2. 结果分析

小钢球偏离原来的直线运动的方向的原因是什么呢?

是因为磁铁对小钢球的引力作用。

是不是只要有引力就可以使小钢球偏离原来的直线运动的方向呢?

改变磁铁的位置,多做几次实验,可以发现:如果引力的方向与小钢球的速度在同一直线上,小钢球不会偏离原来的直线运动的方向,只有在磁铁对小钢球的引力方向与小钢球的速度方向不在同一直线上时,磁铁的引力才能使小钢球偏离原来的直线运动的方向。

3. 注意事项

(1)磁铁与直线的距离要反复调整,距离太小钢球会被磁铁吸住;距离太大则不能看到钢球运动方向的改变。在调整好的位置要作一记号。

(2)在小钢球由静止释放的位置也要作一记号,每次释放都要从这一记号处释放,这样可



以保证每次实验时小钢球在玻璃板上运动的初速度相同。

● 实验作业 ●

1. 玻璃板对小钢球的弹力方向与小钢球的速度方向垂直,为什么这一弹力没有改变小钢球的运动方向呢?

2. 你认为物体做曲线运动的条件是什么?

3. 当你看到玩具小汽车在水平面上做直线运动时,你能利用这个小汽车设计一个实验,来说明物体做曲线运动的条件吗?与其他同学商量一下,写出方案。

● 发散思维 ●

课外小实验:到医务室取一套用过的吊盐水器材,空瓶内装自来水;让自来水形成一竖直向下的水流,调节水流使流动方向竖直向下,流线较细;用一与毛皮摩擦过的橡胶棒靠近细水流,观察细水流的运动情况,了解物体做曲线运动的条件。

细水流本来做直线运动,当带电的橡胶棒靠近细水流时,由于带电体有吸引轻小物体的性质,橡胶棒对细水流的侧向吸引力使细水流改变了原来的直线运动状态做曲线运动。

这一实验操作简单,成功率很高,能见度大,易于长时间观察,仪器也容易找到。



【演示实验】 在平面直角坐标系中研究红蜡块的运动

____年____月____日

活动目标

以红蜡块的运动为例,体会在平面直角坐标系中研究物体运动的方法。

实验准备

1. 相关知识

本实验创设了红蜡块在竖直方向和水平方向上的两个运动,并选择合适的直角坐标系来研究红蜡块的运动,从而研究蜡块的位置、蜡块的轨迹和蜡块的速度。

2. 实验器材

一根注满清水的长约 1 m 的玻璃管,一块直径略小于玻璃管的圆柱形小蜡块,一个可封住玻璃管口的橡皮塞。

实验过程

1. 实验步骤

(1) 在一端封闭、长约 1 m 的玻璃管内注满清水,水中放一个红蜡做的小圆柱体 R ,将玻璃管的开口端用橡胶塞塞紧(图 1 甲)。

(2) 将这个玻璃管倒置(图 1 乙),蜡块 R 就沿玻璃管上升。如果在旁边竖立一个米尺,可以看到蜡块上升的速度大致不变,即蜡块做匀速直线运动。

(3) 再次将玻璃管上下颠倒,在蜡块上升的同时将玻璃管水平向右匀速移动,观察蜡块的运动。

注意:这个实验中,蜡块既向上做匀速运动,又由于玻璃管的移动而向右做匀速运动,在黑板的背景前我们看出蜡块是向右上方运动的。

2. 结果分析

(1) 蜡块既向上做匀速运动,又由于玻璃管的移动而向右匀速运动,蜡块相对于黑板的运动是直线运动吗?

在这个实例中,为研究蜡块的运动,我们以运动开始时蜡块的位置为坐标系的原点 O ,以沿玻璃管向上的方向为 y 轴的方向,以玻璃管的水平运动方向为 x 轴的方向,建立平面直角坐标系。有了这一直角坐标系,我们可以确定蜡块运动的性质。

(2) 如何确定蜡块的位置、运动轨迹、位移和速度?

① 蜡块的位置:

建立如图 2 所示的直角坐标系:运动开始时蜡块的位置为原点,水平向右的方向和竖直向

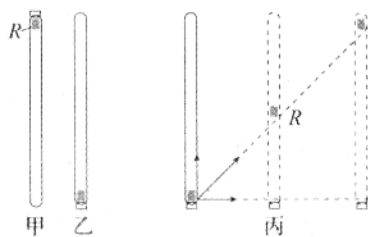


图 1



上的方向分别为 x 轴和 y 轴的方向。

蜡块沿玻璃管匀速上升的速度设为 v_y , 玻璃管向右移动的速度设为 v_x , 从蜡块开始运动的时刻计时。于是, 在时刻 t , 蜡块的位置可以表示为: $x = v_x t$; $y = v_y t$ 。

②蜡块的运动轨迹:

蜡块的轨迹是什么样的? 在数学上, 可用关于 x 、 y 两个变量的关系式描述一条曲线(包括直线), 而上面 x 、 y 的关系式中, 除了 x 、 y 之外还有一个变量 t , 所以我们应该从这两个式子中消去 t , 于是得到: $y = \frac{v_y}{v_x} x$ 。

由于 v_y 和 v_x 都是常量, 所以 $\frac{v_y}{v_x}$ 也是常量, 可见, $y = \frac{v_y}{v_x} x$ 代表的是一条过原点的直线, 也就是说, 蜡块相对于黑板的运动轨迹是直线。

③蜡块的位移:

从计时开始到时刻 t , 蜡块运动位移的大小是: $OP = \sqrt{x^2 + y^2} = t \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ 。

位移是矢量, 不仅有大小, 还有方向。我们求出图中 θ 的正切 $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$, 这样就能求出 θ , 从而得知位移的方向。

④蜡块的速度:

在蜡块位移大小的表达式 $OP = t \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ 中, $\sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ 是个常量, 这个常量与时间的乘积等于位移的大小, 所以 $\sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ 代表蜡块的速度 v , 即 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$, 根据三角函数关系, 还可以确定速度方向与 x 轴的夹角 α , $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$ 。可见速度方向与位移方向一致, 蜡块的运动是直线运动。

3. 注意事项

(1) 为使红蜡块能在玻璃管中匀速上升, 一般已预先对红蜡块作了一些处理: 把蜡块的形状加工成直径略小于玻璃管内径的圆柱体, 这样, 可使蜡块基本处于直立状态, 运动较平稳。

假如红蜡块的实际加速度较大, 我们可在蜡块的底部插上一枚轻重适当的小铁钉, 使蜡块所受合外力方向向上, 但大小接近于零。

(2) 移动玻璃管时, 动作要平缓, 速度大小要适当(与蜡块向上运动的大小较接近), 这样实验现象较明显。

(3) 首先保持玻璃管竖直不动, 让蜡块沿玻璃管匀速上升; 然后让竖直的玻璃管水平匀速运动; 最后再演示蜡块向上运动的同时玻璃管水平匀速运动。目的是强化两个方向的运动情景的印象。

(4) 操作本实验时, 可在水平方向上做加速运动, 观察蜡块的运动轨迹。

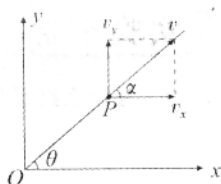


图 2



实验作业

1. 为什么红蜡块在玻璃管中的运动可近似看成是匀速运动?

2. 如果蜡块在 x 轴方向的运动的时间为 t , 那么它在 y 轴方向的运动的时间是多少? 它沿着与 x 轴成 $\theta = \alpha$ 角的直线运动的时间是多少?

3. 本实验中, 如果红蜡块在 y 轴方向上的运动仍然是匀速直线运动, 但是它随玻璃管在 x 轴方向做初速为零的匀加速直线运动, 红蜡块相对于黑板的运动轨迹是不是直线? 简述理由。试在图 3 的平面直角坐标系中画出红蜡块运动轨迹的大致形状。

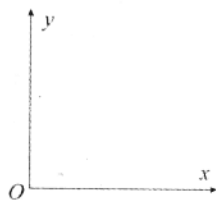


图 3



【生活实验室】 比较平抛小球与自由落体小球的运动

_____年_____月_____日

● 活动目标 ●

比较小球的平抛运动与小球的自由落体运动。

● 实验准备 ●

1. 相关知识

让 A、B 两个小球从同一高度同时开始运动，B 球自由下落，A 球水平抛出，如图 1 所示。比较 A、B 两球的落地时间。了解自由落体运动与平抛运动的联系。

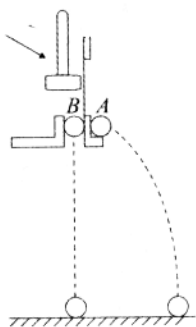


图 1

2. 实验器材

两个钢球，一个支架，一个铁锤。

● 实验过程 ●

1. 实验步骤

(1) 如图 1 所示，用铁锤水平打击夹持 B 球的钢板，使 A、B 两个小球从同一高度同时开始运动，B 球自由下落，A 球水平抛出，观察两钢球哪个先落地。

(2) 改变高度，不改变打击力度，重复上述的实验，再观察两钢球哪个先落地。

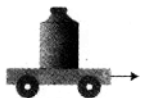
(3) 改变打击力度，不改变高度，重复上述的实验，再观察两钢球哪个先落地。

注意：上述实验也可以用耳朵“听”来判断两球落地的先后。

2. 结果分析

上述实验现象是不管运动起点的高度如何变化，也不管打击的力度如何变化，两个小球总是同时着地。

这一实验现象可以说明什么问题呢？请把你的想法写出来。



3. 实验反思

上述实验操作把平抛运动与自由落体运动进行比较,能不能把平抛运动与水平方向的匀速运动和竖直方向的自由落体运动同时进行比较呢?

使用图 2 所示的平抛演示仪可以达到上述目的。

平抛演示仪有三个电磁铁,实验开始前三个电磁铁分别吸住了 A、B、C 三个小钢球,A、C 两球位于高度相同的斜面上,断开吸引 A、C 两球的电磁铁的开关,A、C 两球就同时开始运动,A 球离开斜面后做平抛运动,C 球运动到斜面底端开始沿水平轨道做匀速运动,由于 A、C 两球从同样高的斜面上开始运动,所以 A 球做平抛运动水平方向的速度与 C 球的速度相等;A 球到达斜面底端时撞开了吸引 B 球的电磁铁的开关,所以在 A 球开始做平抛运动的同时,B 球开始做自由落体运动,这样比较 A、B、C 三个钢球的运动,就可以比较平抛运动与自由落体运动和水平方向的匀速运动之间的关系了。

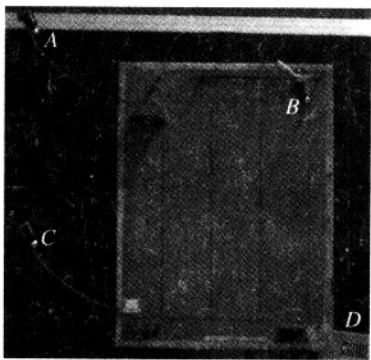


图 2

实验作业

1. 用上述的平抛演示仪做实验时,如果看到 A、B、C 三个球同时到达塑料盒 D 中,这能说明什么?

2. 由图 2 可知,B 球的初始位置是可以改变的,但是 C 球的运动轨道是不能移动的。如果实验时,改变了 B 球的初始位置(向左移),重复上述的实验,在 A 做平抛运动的过程中 A、B、C 三个球中还会有相遇的机会吗?