



高级中学课本

PHYSICS

物理

拓展型课程Ⅱ · 练习部分（试用本）



华东师范大学出版社

高级中学课本

物

拓展型课程
Ⅱ·练习部分

PHYSICS

理

华东师范大学出版社



责任编辑 刘万红

经上海市中小学教材审查委员会
准用号 II-GX-2008004

高级中学课本
物 理
拓展型课程 II · 练习部分
(试用本)
上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会

华东师范大学出版社出版
(上海市中山北路 3663 号, 邮政编码 200062)
浙江临安曙光印刷有限公司印刷 上海新华书店发行

开本 890×1240 16 开 印张 11
· 2008 年 7 月第一版
2009 年 5 月第二次印刷
ISBN 978-7-5617-6196-0/G·3591(课)

定价: 6.70 元
上海市物价局价格审查批准文号: 沪价商专(2008)21 号
全国物价举报电话: 12358

此书如有印、装质量问题, 请径向本社调换
华东师范大学出版社电话: 62232623
www.ecnupress.com.cn

ISBN 978-7-5617-6196-0

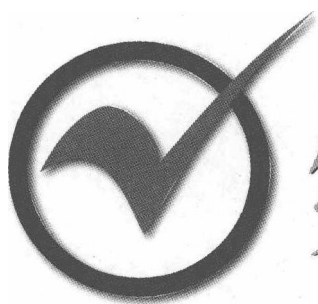


9 787561 761960 >

目 录

第一讲 运动的合成与分解 抛体运动(共同专题)	1
A 运动的合成与分解	2
B 平抛运动	6
*C 斜抛运动	14
第二讲 动能定理(共同专题)	20
A 动能定理	21
B 动能定理的应用	26
第三讲 动量(侧重理论专题)	33
A 动量和动量守恒定律	34
*B 冲量 动量定理	44
*第四讲 物体的平衡(侧重应用专题)	49
第五讲 人造地球卫星(侧重应用专题)	55
第六讲 匀强电场中场强与电势差的关系(共同专题)	62
第七讲 电磁感应定律(共同专题)	69
第八讲 带电粒子在电场和磁场中的运动(侧重理论专题)	81
A 带电粒子在电场中的运动	82
B 洛伦兹力	90
*C 带电粒子在磁场中的运动	96
第九讲 交流电(侧重应用专题)	102
A 交流电	103
B 变压器 高压输电	109
*C 电感器 电容器	116

*D 交流电路	119
第十讲 传感器及其应用(侧重应用专题)	122
第十一讲 光的折射(侧重应用专题)	126
A 光的折射	127
*B 全反射	134
*第十二讲 激光及其应用(侧重应用专题)	139
A 激光的特性	140
B 激光应用简介	143
*第十三讲 相对论简介(侧重理论专题)	146
A 光速不变原理	147
B 时间和空间的相对性	151
C 质速关系和质能关系	156
*第十四讲 量子论简介(侧重理论专题)	160
A 物质波	161
B 原子能级和量子跃迁	165



第一讲

运动的合成与分解 抛体运动 (共同专题)



[本讲学习提要]

1. 理解运动的合成与分解.
2. 掌握平抛运动. 会用运动的合成与分解方法分析平抛运动的规律, 导出平抛运动的基本公式, 了解平抛运动的特点和平抛运动的轨迹, 求解平抛运动问题.
- * 3. 理解斜抛运动. 会用运动的合成与分解方法分析斜抛运动的规律, 导出斜抛运动的基本公式, 了解斜抛运动的特点和斜抛运动的轨迹, 求解斜抛运动问题.

本章从拓展型课程 I 部分中初速不为零的匀变速直线运动出发, 介绍运动的合成与分解方法. 然后将这种方法应用于平抛运动和斜抛运动. 通过本章学习, 认识到某些较为复杂的曲线运动(如平抛和斜抛运动)的规律可通过简单的直线运动(如匀速直线运动和初速为零的匀变速直线运动)的规律来描述和掌握; 体会从特殊到一般、从简单到复杂的科学探究过程; 感悟科学分析和综合方法在人类认识和应用自然规律过程中的作用和价值.



运动的合成与分解

一、学习要求

理解运动的合成与分解. 学会用平行四边形定则解决运动的合成与分解问题. 通过运动的合成与分解方法的学习, 体验科学分析和综合方法的普遍性、简单性.

二、要点辨析

1. 什么是运动的合成与分解?

运动的合成与分解是指描写运动状态的物理量(包括位移、速度、加速度等)的合成与分解. 运动的合成与分解是针对同一个研究对象的运动进行的, 因此合运动以及它的各分运动中的时间参量是相同的.

2. 为什么要讨论运动的合成与分解?

将一个物体的运动(称为“合运动”)分解为两个或几个“分运动”的目的是, 通过已知的较为简单的分运动的规律性, 认识和掌握较为复杂的合运动的规律性. 运动的合成与分解方法是科学分析和综合方法在物理学中的体现.

3. 用“平行四边形定则”对运动进行合成或分解

速度、位移与力一样, 都是矢量, 他们的合成与分解都遵循平行四边形定则. 由同一起点作出表示两个分运动的速度或位移矢量的线段, 以它们为邻边作一平行四边形, 由起点所作的对角线即表示合运动的速度或位移矢量. 实际上, 矢量可理解为遵循平行四边形定则的量.

4. 在正交坐标系中对运动进行合成或分解

为了研究较复杂的运动而将它分解时, 常采用沿两个相互垂直的方向进行. 在正交坐标系中, 合运动的位移和速度与 x 轴和 y 轴方向上分运动的位移和速度之间的关系可运用直角三角形知识得到, 比较简单.

三、例题分析

示例 驾驶员希望将渡船自 O 点驶向正对岸的 A 处, 如图 1-1 所示. 河中水流湍急, 此时驾驶员应当怎样驾取这条渡船才能到达 A 处? 所用的时间是多少? 设河宽 L 为 90 m, 河

水流速 v_1 为 3 m/s, 船在静水中的行驶速率 v_2 为 4 m/s.

分析 为了达到使渡船沿 OA 方向做横渡运动的目的, 可将该运动视为如下两个分运动的合运动: 由流水引起的沿 OC 方向的分运动和由渡船动力系统引起的沿斜向上游 OD 方向的分运动. 问题于是可归纳为: 船的行驶速度 v_2 的大小一定时, 如何调节船头的方向, 即角度 θ , 使合速度 v 的方向与河岸垂直, 从而达到横渡目的.

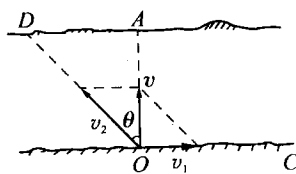


图 1-1

解答 根据平行四边形定则, 驾驶员应按下式调节船的航速 v_2 的方向 θ :

$$v_2 \sin \theta = v_1.$$

由此可得, $\sin \theta = \frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{4} = 0.75$, 因此 $\theta = 48.6^\circ$.

为了计算横渡时间 t , 需知道合速度 v . 因为 $v = v_2 \cos \theta$, 所以

$$t = \frac{L}{v} = \frac{L}{v_2 \cos \theta} = \frac{90}{4 \times \cos 48.6^\circ} \text{ s} = 34 \text{ s}.$$

讨论 从 $t = \frac{L}{v_2 \cos \theta}$ 可以看出, 横渡方案是一种路程最短的过河方案, 但并不是一种时间最短的过河方案. 在 v_2 不变的条件下, 当 $\cos \theta = 1$, 即 $\theta = 0^\circ$ 时, t 才最小.

四、基本训练

A 组

1. 某物体同时参与两个分运动. 这两个分运动在某段时间内位移的大小分别为 8 m 和 6 m, 则该段时间内 ()

- (A) 合运动的位移一定是 14 m (B) 合运动的位移可能是 15 m
(C) 合运动的位移可能是 1.5 m (D) 合运动的位移可能是 10 m

2. 一艘船沿着河流方向航行, 航速恒为 v_1 , 河水的流速恒为 v_2 ($v_1 > v_2$), 河边有两个码头 M 和 N, 相距为 L . 则 ()

- (A) 这艘船在 M、N 之间往返一次的时间大于 $\frac{2L}{v_1}$
(B) 这艘船在 M、N 之间往返一次的时间小于 $\frac{2L}{v_1}$
(C) v_2 愈小, 这艘船在 M、N 之间往返一次的时间愈短
(D) v_2 愈小, 这艘船在 M、N 之间往返一次的时间愈长

3. 集装箱码头吊车在 10 s 内沿水平方向匀速移动 3 m 的同时, 将所吊的货箱匀速放下 2 m. 则集装箱的位移的大小是 _____ m; 速度的大小是 _____ m/s.

4. 在一条玻璃生产线上, 宽 9 m 的成型玻璃板以 2 m/s 的速度连续不断地向前行进. 在切割工序处, 金刚石割刀的移动速度为 10 m/s. 为了使割下的玻璃板都呈规定尺寸的矩形, 割刀的轨迹与玻璃板平移方向的夹角应为 _____; 切割一次的时间为 _____ s.

5. 假定飞机在静止空气中的飞行速度是 150 m/s, 如果风速是 20 m/s, 那么飞机在顺

风、逆风,以及与风向垂直三种情况下对于地面的飞行速度各是多少?

6. 某船横渡时,若船身保持与河岸垂直的方向行进,则 2 min 后抵达正对岸下游 120 m 处.若船身保持跟河岸垂直方向成 30° 角逆流航行,则可直达正对岸.试求河水流速、船在静水及流水中的航速以及河的宽度.

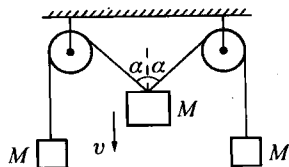
7. 用于航空测量的无人驾驶飞机以 90 km/h 的速度自 A 处向正北方向的 B 处飞行,A、B 两处相距 500 m.有风自西向东吹来,风速为 6 m/s.问:(1)为了使飞机抵达 B 处,应让它的机头对准什么方向飞行?(2)自 A 处飞抵 B 处需多少时间?

8. 在第 7 题中,若当无人驾驶飞机机头对准正北方向飞行时,恰能使它飞抵位于 B 处正东方向的 C 处.问:(1)B、C 两处的距离是多少?(2)自 A 处飞抵 C 处需多少时间?

B 组

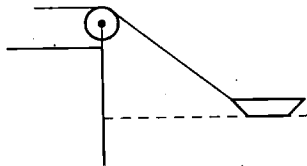
9. 河宽 300 m,河水流速 1 m/s,已知船的动力所能产生的速度为 3 m/s.(1)如果船要以最短的时间过河,航向如何?过河的位移和时间分别是多少?(2)如果船要以最短的路程过河,航向又如何?过河的位移和时间又分别是多少?

10. 如图所示,轻绳中间悬挂一个质量为 M 的物体,绳的两端经过定滑轮也分别挂有质量为 M 的物体.当中间的物体在图示的位置以速度 v 下降时,求此刻两侧物体的上升速度.



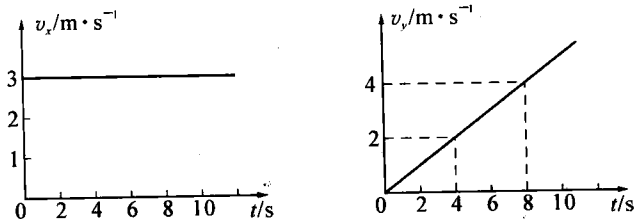
第 10 题图

11. 如图所示,在离水面 20 m 的岸边有人用绳子通过定滑轮拉船靠岸.船在离岸 $20\sqrt{3}$ m 处时,工人用 3 m/s 的速率将绳子收短.试求:(1)开始收短绳子时船的速度是多少?(2)5 s 末,该船的速度是多少?



第 11 题图

12. 某物体在水平面上运动,其分速度 v_x 和 v_y 随时间变化的图线如图所示, x 和 y 方向垂直.求:(1) $t=0$ 时物体的速度;(2) $t=8$ s 时物体的速度;(3) $t=0\sim 4$ s 内物体的位移的大小;(4)物体运动轨迹方程.



第 12 题图



平抛运动

一、学习要求

掌握平抛运动. 理解平抛运动可看作是水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动的合运动; 学会用运动的合成与分解方法分析平抛运动的规律, 导出平抛运动的基本公式, 了解平抛运动的特点和平抛运动的轨迹; 会用平抛运动的规律求解有关问题. 通过平抛运动的学习, 认识观察和实验、分析和综合、推理和归纳等科学方法. 通过从直线运动到曲线运动规律的学习, 体验认识逐步深化、思路逐步拓宽的学习乐趣.

二、要点辨析

1. 平抛运动是一种怎样的运动?

以一定速度沿水平方向抛出的物体当忽略空气阻力时的运动称为平抛运动. 平抛运动是一种曲线运动, 它可看成是两个互相垂直的直线运动, 即水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动的合运动.

2. 平抛运动的规律

平抛运动的规律可用两个分运动的基本公式, 包括速度公式和位移公式的简单组合来表示:

$$\begin{cases} v_x = v_0, \\ v_y = gt. \end{cases} \quad \begin{cases} x = v_0 t, \\ y = \frac{1}{2}gt^2. \end{cases}$$

平抛运动的两个分运动是彼此独立的. 但它们是同一个运动的两个分运动, 因此式中的时间 t 是相同的. 这两个分运动之间正是通过这个时间参量 t 建立了联系.

3. 平抛运动物体的飞行时间和射程

平抛运动物体的飞行时间由竖直方向分运动的规律确定. 由竖直分运动的位移公式 $y = \frac{1}{2}gt^2$ 可知, 平抛运动物体的飞行时间为 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, 它仅与抛出时物体的高度 h 有关, 而与初速度 v_0 无关.

平抛运动物体的射程 L 可通过联立水平和竖直分运动的位移公式: $x = v_0 t$, $y = \frac{1}{2}gt^2$,

消去 t 得到, 结果为 $L = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

4. 平抛运动物体的速度

平抛运动是一种曲线运动, 它的速度随时间变化的规律很难用一个简洁的数学公式表示. 但是如果运用速度的合成与分解方法, 将它看成是两个互相垂直的直线运动的合运动, 问题就变得简单了, 因为这两个直线运动的速度和位移随时间变化的规律都可用简洁的数学公式表示.

平抛物体的分速度 v_x 和 v_y 与合速度的大小 v 和方向 θ (与 x 轴正方向的夹角) 的关系显示在下表中.

已知分速度求合速度	已知合速度求分速度
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ $\tan \theta = \frac{v_y}{v_x}$	$v_x = v \cos \theta$ $v_y = v \sin \theta$

对于平抛物体的位移, 可作类似的讨论.

三、例题分析

示例 1 如图 1-2 所示, 两层台阶的高度分别为 $h_1 = 1.25 \text{ m}$ 和 $h_2 = 1.95 \text{ m}$, 第一层台阶的宽度为 $l = 1.5 \text{ m}$. 现以 $v_0 = 4 \text{ m/s}$ 的初速度从台阶上层水平抛出一只小球, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$, 忽略空气阻力. 问小球将落在何处?

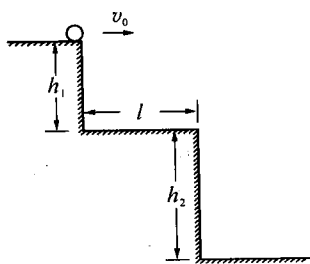


图 1-2

分析 小球可能落在第一层台阶平台上, 也可能落在地面上, 这取决于小球的初速度和它在空中的飞行时间, 而后者需通过讨论才能确定. 例如, 可先确定小球下落 h_1 高度所需时间, 然后考察在这段时间内小球的水平位移是否超过 l , 如是, 则小球将下落至地面; 若否, 则小球将落在第一层平台上.

解答 小球下落高度 h_1 所需时间 t_1 由竖直分运动(自由落体运动)的位移公式 $y_1 = \frac{1}{2}gt^2$ 确定:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.25}{10}} \text{ s} = 0.5 \text{ s}.$$

在此时间内, 小球的水平分位移为

$$s_1 = v_0 t_1 = 4 \times 0.5 \text{ m} = 2 \text{ m} > l.$$

可见, 做平抛运动的小球将越过第一层台阶落至地面. 下落的总时间为

$$t = \sqrt{\frac{2(h_1 + h_2)}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times (1.25 + 1.95)}{10}} \text{ s} = 0.8 \text{ s},$$

水平总位移是

$$s = v_0 t = 4 \times 0.8 \text{ m} = 3.2 \text{ m},$$

即小球将落在离下层台阶底边为 $d = s - l = (3.2 - 1.5) \text{ m} = 1.7 \text{ m}$ 处的地面上。

示例 2 放置在水平地面上的一张长桌, 高 0.8 m , 长 1.8 m . 一物体从桌面的一端以 6 m/s 的速度滑向另一端, 然后落到地面, 落地点离桌边的水平距离为 1.2 m . 问这物体在桌面上滑动时的摩擦因数为多大? (忽略空气阻力, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

分析 物体在桌面上的滑行过程可认为是匀减速运动过程, 其加速度为 $a = \mu g$, 其中 μ 为摩擦因数. 利用匀减速直线运动的公式 $v^2 - v_0^2 = -2as = -2\mu gs$, 可算出该物体与桌面间的动摩擦因数 μ , 其中 $v_0 = 6 \text{ m/s}$, $s = 1.8 \text{ m}$, 而 v 则可根据物体滑出桌面做平抛运动的规律, 由已知平抛物体初始时的高度 $h = 0.8 \text{ m}$ 及射程 $x = 1.2 \text{ m}$ 确定.

解答 平抛物体从桌面落到地面的时间 t 取决于桌面的高度, 为

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.8}{10}} \text{ s} = 0.4 \text{ s}.$$

物体从桌面滑出时的水平初速度由 $x = vt$ 可得, 为

$$v = \frac{x}{t} = \frac{1.2}{0.4} \text{ m/s} = 3 \text{ m/s}.$$

物体在桌面上做匀减速运动, 其加速度的大小可利用公式 $v^2 - v_0^2 = -2as$ 算出. 结果为

$$a = \frac{v_0^2 - v^2}{2s} = \frac{6^2 - 3^2}{2 \times 1.8} \text{ m/s}^2 = 7.5 \text{ m/s}^2.$$

再由 $a = \mu g$, 可算出该物体与桌面间的动摩擦因数.

$$\mu = \frac{a}{g} = \frac{7.5}{10} = 0.75.$$

讨论 本例还应用了拓展型课程 I 中学过的一些知识, 如匀变速运动的规律、牛顿第二定律、摩擦力和摩擦因数等.

四、基本训练

(以下各题中均忽略空气阻力, 取 $g = 10 \text{ m/s}^2$)

A 组

1. 一颗子弹从步枪口水平射出, 在同一时刻另一颗子弹从同一高度落下, 下列说法中错误的是 ()

- (A) 任一时刻两颗子弹的加速度相同
- (B) 射出的子弹先落到地面
- (C) 射出的子弹所通过的位移较大
- (D) 任一时刻两颗子弹在竖直方向的速度相同

2. 某人从离地面同样的高度上,以不同的水平速度分别抛出甲、乙两个物体. 已知 $m_{\text{甲}} > m_{\text{乙}}$, $v_{\text{甲}} < v_{\text{乙}}$. 下列说法中正确的是 ()

- (A) 两物体的落地时间相同
- (B) 两物体落地时的速率可能相同
- (C) 两物体落地时速度的变化率相同
- (D) 两物体落地时位移的水平分量可能相同

3. 有 A、B、C、D 四个小球,它们分别从不同的高度 h 以不同的初速度 v 水平抛出. 根据下表所给出的值,判断哪个小球落地前的瞬时速度与竖直方向之间的夹角为最大? ()

小球	A	B	C	D
$h(\text{m})$	5	5	10	10
$v(\text{m/s})$	5	10	5	10

4. A、B 两物体都做平抛运动. 设它们离地的高度分别为 $\frac{1}{3}h$ 和 h , 初速度之比为 3 : 2, 则它们的飞行时间之比为_____, 水平方向的位移之比为_____, 落地时水平方向的速度之比为_____, 落地时竖直方向的速度之比为_____.

5. 飞机以 120 m/s 的速度在高度为 250 m 的上空做水平飞行, 投下草捆, 救济被大雪围困的牧民. 忽略空气阻力, 问: (1) 草捆到达地面需多少时间? (2) 当草捆落地时, 飞机飞行了多少距离? (3) 草捆落地时速度的大小和方向如何?

6. 以 10 m/s 的速度从 150 m 高的悬崖上水平抛出一物体, 求: (1) 抛出后 4 s 末的瞬时速度; (2) 此时该物体离开抛出点的位移.

7. 小实验:用一把尺测量玩具手枪子弹的出射速度. 写出计算公式;用玩具手枪试一试.

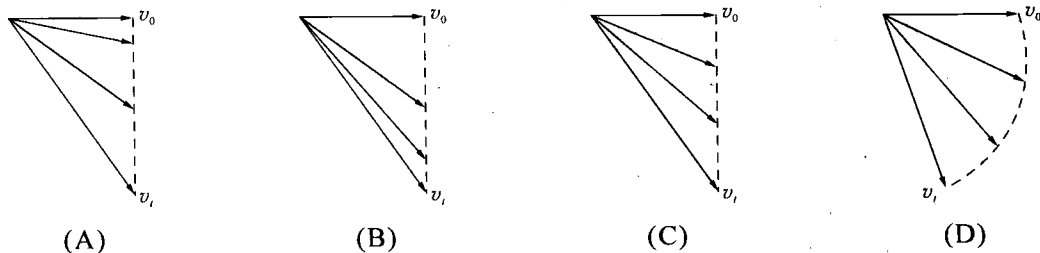
8. 排球场总长为 18 m, 假定网高 2 m, 运动员站在离网 3 m 处竖直跳起并沿水平方向将球击出. 设击球点的高度为 2.5 m. 那么水平速度在怎样的范围内才能使球既不触网, 也不出界?

B 组

9. 以速度 v_0 沿水平方向抛出一物体, 问: (1) 抛出多少时间后物体的水平分速度和竖直分速度大小相等? 此时速度的大小和方向如何? (2) 抛出多少时间后物体的水平分位移和竖直分位移大小相等? 此时位移的大小和方向如何?

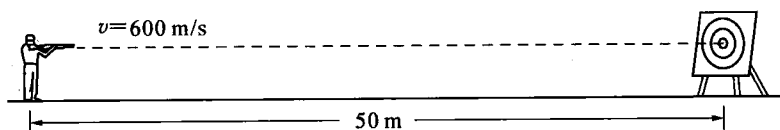
10. 一小球水平抛出, 落地时的速度为 25 m/s, 其方向与竖直方向成 53° 角, 则该小球的初速度大小为 _____ m/s, 小球飞行的水平距离为 _____ m.

11. 水平抛出一个小球, 抛出时的速度为 v_0 , 落地时的速度为 v_t . 忽略空气阻力, 图中能正确表示在相等时间内速度矢量的变化情况的是 ()



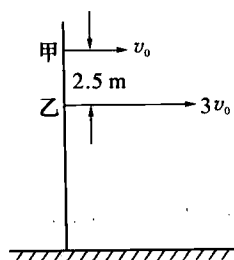
第 11 题图

12. 如图所示,气步枪射击运动员沿水平方向瞄准 50 m 远处一直径为 7 cm 的圆形靶的中心。(1)如果子弹出膛速度为 600 m/s,能否击中目标?(2)如果子弹出膛速度为 400 m/s,能否击中目标?(3)怎样才能取得好成绩?(4)了解一下实际枪支瞄准部分的构造。



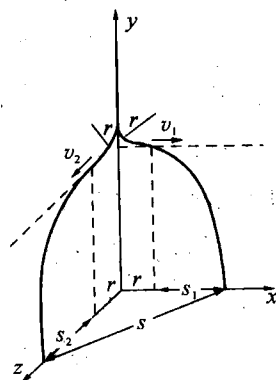
第 12 题图

13. 如图所示,甲乙两人在同一竖直线上相距 2.5 m 处沿相同方向分别以 v_0 和 $3v_0$ 的初速度水平抛出一物体.那么甲必须比乙早多少时间抛出才能使这两个物体相遇?如果 v_0 为 40 m/s,则相遇点离抛出点的水平距离为多少?



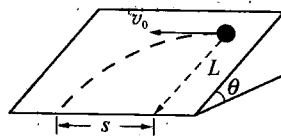
第 13 题图

14. 两个质量不同的小球自静止开始同时分别从两个半径为 r 的 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧槽的上端滑下,并从槽口沿水平方向滚出,如图所示,槽口在同一水平高度上并相互垂直.问:(1)两球是否同时落地,为什么?(2)若槽口高度为 $9r$,两球落地点之间的距离是多少?



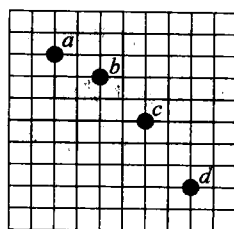
第 14 题图

15. 如图所示,光滑斜面的倾角为 θ ,在斜面上距底边 L 处将一物体沿水平方向以速度 v_0 向前滑出.问该物体滑到斜面底端时,其位移的水平分量 s 是多少?



第 15 题图

16. 在研究平抛运动的实验中,用一张印有小方格的纸记录轨迹,小方格的边长为 $l=1.25\text{ cm}$,小球在平抛运动过程中的几个位置如图中的 a 、 b 、 c 、 d 所示.试计算该小球的初速度.



第 16 题图

五、[学生实验] 描绘平抛运动的轨迹

1. 实验目的 (1)利用有连续摄像功能的数码相机或摄像机获得平抛运动的轨迹;
(2)利用 DIS 实验研究平抛物体的飞行时间 t 与下落高度 h 、初速度 v_0 之间的关系;平抛物体的射程 d 与 v_0 、 t 之间的关系.

2. 实验器材 有连续摄像功能的数码相机或摄像机,以及斜面滑槽和支架、金属小球、光电门传感器、碰撞传感器等组成的 DIS 平抛运动实验装置.

3. 实验步骤

实验装置如图 1-3 所示.

(1) 在斜槽导轨的水平槽口高度保持一定时,让小球从斜槽的不同高度处滚下,以 4 种不同的速度冲出水平槽口在空中做平抛运动.利用安置在槽口的光电门传感器测量小球平抛运动的初速度 v_0 ,利用安置在底板上的碰撞传感器测量小球的飞行时间 t_0 ,落地点的水平距离 d 由底座上的标尺读出,物体抛出时的高度 h 由直尺测量.将这些数据记录在预先设计好的表格中.

(2) 改变斜槽水平槽口的高度,重复(1)中的实验,将显示在计算机屏幕上的这些数据记录在预先设计好的第二张表格中.

(3) 利用数码相机的连拍功能(或摄像机),在

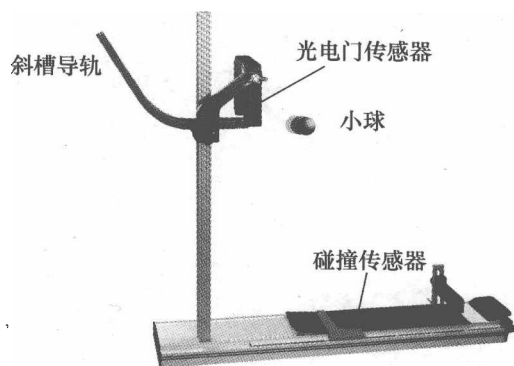


图 1-3