



同步课程

TONG BU XUE CHENG
高中新课程

物理

必修 2

高中

同步 学程

高中新课程

物理

必修2

同步学程

物理

必修2

※

明天出版社出版发行

(济南市经九路胜利大街39号)

<http://www.sdpress.com.cn>

<http://www.tomorrowpub.com>

各地新华书店经销 山东省无棣县教育实业公司印刷厂印刷、

※

787×1092毫米 16开 6.5印张 170千字

2009年1月第1版 2009年1月第1次印刷

ISBN 978-9-5332-5983-9

定价:5.50元

如有印装质量问题 请与出版社联系调换



为了更好地贯彻素质教育要求,落实《山东省普通高中课程设置及教学指导意见(试行)》,帮助广大师生准确理解和把握实验教材的内容和要求,全面提高学生的自主学习能力,我们依据教育部颁布的《普通高中课程方案(实验)》、各学科课程标准和现行教材,组织部分一线骨干教师和教学研究人员编写了这套《同步学程》丛书,主要供高中学生同步学习使用。这套丛书对指导普通高中新课程实验,提高学生的综合素质,都将起到积极的促进作用。

这套丛书包括思想政治、语文、数学、英语、物理、化学、生物、历史、地理共九个学科的所有必修模块和部分选修模块,并根据教学进度同步发行。各模块根据新课程的内容特点按单元(节、课)编写,指导学生在规定的课时内完成学习任务,提高学习效率。

这套丛书有以下几个方面的特点:

1. 注重体现普通高中课程改革的理念和要求,帮助师生进行课程实验,用好用活教材;
2. 注重体现“知识和能力、过程和方法、情感态度和价值观”的三维目标要求,在帮助学生牢固掌握基础知识的前提下,努力提高学生的应用能力;
3. 注重设置问题情境,拓宽知识背景,指导学生掌握科学的学习方法,自主探索未知领域,培养学生的探索精神和创新能力;
4. 注重与新课程实验的同步性,紧密配合各学科的学习,按单元(节、课)分配学习课时,组织学习训练内容,既便于教师指导又便于学生自学。

参加《同步学程·物理》(必修2)编写工作的老师及分工情况:成树明、黄本武(第五章)、杨洪杰(第六章)、王帅成、陈新海(第七章1~5节)、胡新峰、刘建华(第七章6~10节、综合测试A)、成树明(综合测试B)。时玉义老师负责统稿。

希望这套《同步学程》丛书能够帮助同学们学好新课程,打牢基础,提升素质,实现理想。

2009年1月



第五章 曲线运动

第1节 曲线运动	(1)
第2节 质点在平面内的运动	(3)
第3节 抛体运动的规律	(8)
第4节 实验:研究平抛运动	(11)
第5节 圆周运动	(15)
第6节 向心加速度	(18)
第7节 向心力	(22)
第8节 生活中的圆周运动	(25)
章末总结	(29)
章末检测	(32)

第六章 万有引力

第1节 行星的运动	(34)
第2节 太阳与行星间的引力	(36)
第3节 万有引力定律	(38)
第4节 万有引力理论的成就	(40)
第5节 宇宙航行	(42)
第6节 经典力学的局限性	(45)
章末总结	(46)
章末检测	(48)

第七章 机械能守恒定律

第1节 追寻守恒量	(50)
第2节 功	(53)
第3节 功率	(56)
第4节 重力势能	(60)
第5节 探究弹性势能表达式	(63)
第6节 实验:探究功与速度变化的关系	(66)
第7节 动能和动能定理	(67)
第8节 机械能守恒定律	(71)
第9节 实验:验证机械能守恒定律	(75)
第10节 能理守恒定律与能源	(78)
章末总结	(81)
章末检测	(83)
综合测试(A)	(86)
综合测试(B)	(89)



第五章

曲线运动

第1节 曲线运动



自主学习

1. 运动轨迹是_____的运动叫做直线运动,运动轨迹是_____的运动叫曲线运动。

2. 做曲线运动的物体,不同时刻的速度具有不同的_____;在曲线轨道实验中,蘸有墨水的钢球从出口离开轨道后,在白纸上的墨迹与轨道的关系是_____。

3. 关于钢球在磁铁吸引下的运动,如果磁铁放在钢球运动路线的旁边,钢球的运动轨迹是_____,此时钢球所受磁铁的吸引力方向与速度方向_____。

4. 物体做曲线运动的条件:物体所受合力的方向跟它的速度方向_____。

5. 做曲线运动的物体,在某一点瞬时速度的方向沿曲线在该点的_____方向,可见它的速度方向不断_____,所以曲线运动一定是_____运动。

6. 若物体所受的合力的方向与物体的速度方向在同一条直线上,物体做_____运动;若物体所受的合力的方向与物体的速度方向不在一条直线上,物体做_____运动。



理解与应用

一. 曲线运动的方向

【例1】下列说法正确的是

A. 曲线运动的速度大小可以不变,但速度方向一定改变

B. 曲线运动的速度方向可以不变,但速度大小一定改变

C. 做曲线运动的物体的速度方向不是物体的运动方向

D. 做曲线运动的物体在某点的速度方向即为该点的切线方向

【解析】在曲线运动中,物体在任何一点的速度方向就是通过这一点曲线的切线方向,所以曲线运动的速度方向一定变化,但曲线运动的速度大小可以不变,也可以变化,做曲线运动的物体的速度方向就是物体的运动方向。

【答案】AD

【点拨】做曲线运动的物体,其速度方向是不断变化的,由于速度是矢量,因此曲线运动是变速运动。

二. 物体做曲线运动的条件

(1) 曲线运动是变速运动,凡物体做变速运动必存在加速度,而加速度是由于力的作用产生的,因而做曲线运动的物体在任何时刻所受合力皆不为零,物体处于非平衡状态。

(2) 当物体受到的合力的方向与物体的速度方向在同一直线上时,产生的加速度也在这条直线上,物体做直线运动。

(3) 当物体受到的合力的方向跟速度方向不在同一直线上时,产生的加速度就和速度成一夹角,这时,合力不但可以改变速度的大小,而且还可以改变速度的方向,物体做曲线运动。

【例 2】如图 5-1-1 所示,小钢球以初速度 v_0 在光滑水平面上运动,受到磁铁的侧向作用而沿图示的曲线运动到 D 点,由此可知

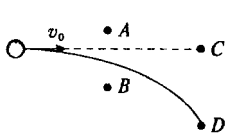


图 5-1-1

- A. 磁铁在 A 处,靠近小钢球的一定是 N 极
- B. 磁铁在 B 处,靠近小钢球的一定是 S 极
- C. 磁铁在 C 处,靠近小钢球的一定是 N 极
- D. 磁铁在 B 处,靠近小钢球的磁极极性无法确定

【解析】物体所受外力的方向与速度方向不在同一直线上时,物体做曲线运动,且运动轨迹偏向外力方向。小钢球受磁铁的吸引力而做曲线运动,运动方向只会向所受吸引力的方向偏转,因而磁铁位置只可能在 B 处,不可能在 A 处或 C 处,又磁铁的 N 极或 S 极对小钢球都有吸引力,故靠近小钢球的极性无法确定。正确选项为 D 。

【答案】 D

【点拨】无力不拐弯,拐弯必有力。曲线运动的轨迹始终夹在合外力方向与速度方向之间,而且向合外力的方向弯曲,即合外力指向轨迹凹侧。



训练与提高

A 组

1. 机械运动按轨迹分为直线运动和曲线运动,按运动的性质(加速度)又分为匀速运动和变速运动。下列判断正确的有
 - A. 匀速运动都是直线运动
 - B. 匀变速运动都是直线运动
 - C. 曲线运动都是变速运动
 - D. 曲线运动不可能是匀变速运动
2. 关于物体的运动,下列说法正确的是
 - A. 曲线运动一定是变速运动
 - B. 变速运动一定是曲线运动
 - C. 曲线运动一定是变加速运动
 - D. 运动物体的速度大小都不变的运动一定是

直线运动

3. 下列说法正确的是

- A. 做曲线运动的物体速度方向必定变化
- B. 速度变化的运动必定是曲线运动
- C. 加速度恒定的运动不可能是曲线运动
- D. 加速度变化的运动必定是曲线运动

4. 某质点做曲线运动时

- A. 在某一点的速度方向是该点曲线的切线方向
- B. 在任意时间内位移的大小总是大于路程
- C. 在任意时刻质点受到的合力不可能为零
- D. 速度的方向与合力的方向必不在一条直线上

5. 某物体在一足够大的光滑平面上向东运动,当它受到一个向南的恒定外力作用时,物体运动将是

- A. 曲线运动,且加速度方向不变,大小不变,是匀变速曲线运动
- B. 直线运动,且是匀变速直线运动
- C. 曲线运动,但加速度方向改变,大小不变,是非匀变速曲线运动
- D. 曲线运动,加速度大小和方向均改变,是非匀变速曲线运动

6. 一质点做曲线运动,运动到某一位置时,速度方向、加速度方向以及所受的合力的方向的关系是

- A. 速度、加速度、合力的方向有可能都相同
- B. 加速度方向与合力的方向一定相同
- C. 加速度方向与速度方向一定相同
- D. 速度方向与合力方向可能相同,也可能不同

B 组

7. 一个物体在光滑水平面上以初速度 v_0 做曲线运动,已知在此过程中只受一个恒力 F 作用,运动轨迹如图 5-1-2

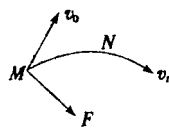


图 5-1-2

所示,则由 M 到 N 的过程中,速度大小的变

化为

- A. 逐渐增大 B. 逐渐减小
C. 先增大后减小 D. 先减小后增大
8. 做匀变速曲线运动的物体,随着时间的延续,其加速度与速度方向间的夹角将
A. 可能增大 B. 一定减小
C. 一定增大 D. 无法判断变化情况
9. 一个质点受两个互成锐角的恒力 F_1 和 F_2 的作用,由静止开始运动,若运动过程中保持二力方向不变,但 F_1 突然增大到 $F_1 + \Delta F$,则质点以后
A. 一定做匀变速曲线运动
B. 在相等时间内速度的变化一定相等
C. 可能做匀速直线运动
D. 可能做变加速曲线运动

10. 如图 5-1-3 所示,汽车在一段弯曲水平路面上行驶,关于它受到的水平方向的作用力方向的示意图(图 5-1-4),可能正确的是(图中 F 为地面对它的静摩擦力, f 为它行驶时所受的阻力)



图 5-1-3

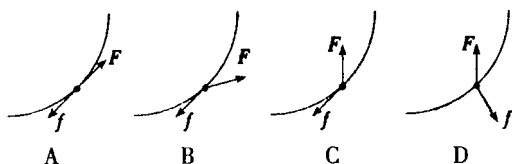


图 5-1-4

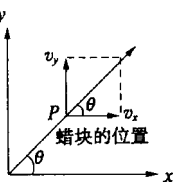
第 2 节 质点在平面内的运动



自主学习

1. 研究物体运动时,坐标系的选取很重要。对于直线运动,最好建立一个_____坐标系;对于研究在平面内运动的质点,最好建立_____坐标系。

2. 如图 5-2-1 所示,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 P 的坐标为 $x_P =$ _____, $y_P =$ _____;其轨迹方程为 $y =$ _____;蜡块的速度为 $v =$ _____。



在直角坐标系中研究蜡块的运动

图 5-2-1



理解与应用

一、蜡块在平面内的运动

【例 1】如图 5-2-2 所示,竖直放置的两端封闭的玻璃管中注满清水,内有一个红蜡块能在水中以速度 v 匀速上浮。现当红蜡块从玻璃的

下端匀速上浮的同时,使玻璃管水平匀加速向右运动,则蜡块运动的轨迹可能是

- A. 直线 P B. 曲线 Q
C. 曲线 R D. 无法确定

【解析】红蜡块参与了竖直方向的匀速直线运动和水平方向的匀加速直线运动两个分运动,实际运动的轨迹即合运动轨迹。由于它在任一点的合速度方向是向上或斜向右上方的,而合加速度就是水平方向的加速度,方向是水平向右的,它们之间有一定夹角,故轨迹是曲线。又因为物体做曲线运动时总向加速度方向偏折(或加速度方向总是指向曲线的凹向),故选项 B 正确。

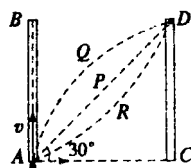


图 5-2-2

【答案】B

【点拨】蜡块在平面内的运动,可分解为相互垂直的两个方向的运动,该思想和方法对其他平面内的运动也是适用的。

二、运动的合成与分解

(1) 合运动和分运动

在现实生活中常常看到这样的物体,它同时参与了几种运动。比如,船在水中划行,水又相对河岸流动。我们就可以根据船对水(静水)的运动和水对岸的运动求出船对岸的运动。船对水、水对岸的运动叫分运动,船对岸的运动叫合运动。合运动就是物体的实际运动。物体实际运动(合运动)的位移、速度、加速度就是它的合位移、合速度、合加速度,而分运动的位移、速度、加速度就是它的分位移、分速度、分加速度。

已知物体的几个分运动,求其合运动叫做运动的合成;已知合运动求分运动叫做运动的分解。

(2)合运动和分运动的关系

①等时性:合运动与分运动同时开始,同时结束,经历的时间相等。

②独立性:一个物体同时参与几个运动,其中的任一个运动并不因为有其他运动而有所改变,合运动是这些相互独立的运动的叠加,这就是运动的独立性原理,或叫做运动的叠加原理。各分运动独立进行,各自产生效果($v_{分}$ 、 $s_{分}$)互不干扰。

③等效性:合运动是由各分运动共同产生的总运动效果,合运动与各分运动总的运动效果可以相互替代,即等效性。也就是说,合运动的位移 $s_{合}$ 、速度 $v_{合}$ 、加速度 $a_{合}$ 分别等于对应各分运动的位移 $s_{分}$ 、速度 $v_{分}$ 、加速度 $a_{分}$ 的矢量和。

④同一性:各分运动与合运动是指同一物体参与的分运动和实际发生的运动,不是几个不同物体发生的不同运动。

【例2】下列关于运动的合成与分解的说法中正确的是

- A. 两个直线运动的合位移一定比分位移大
- B. 运动的合成与分解都遵循平行四边形定则
- C. 两个分运动总是同时进行的
- D. 某个分运动的规律不会因另一个分运动而改变

【解析】位移的合成遵循平行四边形定则,平

行四边形的对角线不一定比邻边长,故对应合位移不一它比分位移大,故 A 选项错。运动的合成与分解,其实质是对应物理量(位移、速度、加速度矢量)的合成与分解,遵循矢量运算法则——平行四边形定则,故 B 选项正确。两个分运动与合运动同时发生,同时结束,彼此间具有等时性,故 C 选项正确。且分运动间彼此独立,互不干扰,具有独立性,故 D 选项正确。

【答案】BCD

【点拨】要明确分运动与合运动的关系。

三、两个分运动合成的分类

(1)两个同一直线上的分运动的合成。

两个分运动在同一直线上,无论是方向是同向的还是反向的,无论是匀速的还是变速的,其合运动一定是直线运动。

(2)两个互成角度的分运动的合成。

①两个匀速直线运动的合运动一定是匀速直线运动。当 v_1 、 v_2 同向时, $v_{合} = v_1 + v_2$; 当 v_1 、 v_2 反向时, $v_{合} = v_1 - v_2$; 当 v_1 、 v_2 互成角度时, $v_{合}$ 由平行四边形定则求解。

②两个初速度均为零的匀加速直线运动的合运动一定是匀加速直线运动,并且合运动的初速度为零, $a_{合}$ 由平行四边形定则求解。

③一个匀速直线运动和另一个匀变速直线运动的合运动一定是匀变速曲线运动,合运动的加速度即为分运动的加速度。

④两个匀变速直线运动的合运动,其性质由合加速度方向与合初速度方向的关系决定,当合加速度与合初速度共线时,合运动为匀变速直线运动;当合加速度与合初速度斜交(互成角度)时,合运动为匀变速曲线运动。

(3)两个相互垂直的分运动的合成。

如果两个分运动都做匀速直线运动,且互成角度为 90° , 其分位移为 l_1 、 l_2 , 分速度为 v_1 、 v_2 , 则其合位移和合速度 v 可以运用解直角三角形的方法求得,如图 5-2-3 所示。

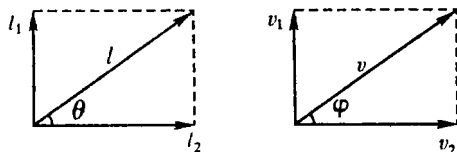


图 5-2-3

合位移大小和方向为:

$$l = \sqrt{l_1^2 + l_2^2}, \tan\theta = \frac{l_1}{l_2}$$

合速度大小和方向为:

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}, \tan\varphi = \frac{v_1}{v_2}$$

【例3】下列说法中正确的是

- A. 两匀速直线运动的合运动的轨迹是直线
- B. 两匀变速直线运动的合运动的轨迹是直线
- C. 一个匀变速直线运动和一个匀速直线运动的合运动的轨迹一定是曲线
- D. 两个初速度为零的匀变速直线运动的合运动的轨迹一定是直线

【解析】物体做曲线运动的条件是所受的合外力方向与初速度方向不在一条直线上,而物体所受合外力方向与初速度方向在一条直线上则做直线运动。物体做匀速直线运动时,合外力为零,两个匀速直线运动合成时,合外力仍为零,物体仍做匀速直线运动,A正确。物体做匀变速直线运动时,受到的合外力是恒力,两个匀变速直线运动合成时合外力也是恒力,若合外力与合初速度方向不在一条直线上时,合运动的轨迹就是曲线,B错。当两个分运动在一条直线上时,即合力与合初速度在一条直线上,合运动的轨迹仍是一条直线,C错。两个初速度为零的匀变速直线运动合成时,合外力是一恒力,由于合初速度为零,所以一定沿合力方向运动,其轨迹一定是一条直线,D正确。

【答案】AD

【点拨】判断合运动是否为直线运动,关键是看物体所受合外力与合速度方向是否在同一直线上,若不共线,则做曲线运动。

4. 渡河问题

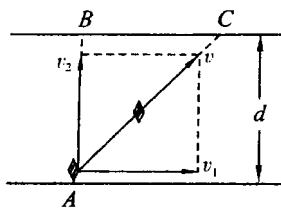


图 5-2-4

如图 5-2-4 所示,船过河时,船的实际运动(即相对于河岸的运动)可以看成是随水以速度 v_1 漂流的运动和以 v_2 相对于静水的划行运动的合运动。随水漂流和划行这两个分运动互不干扰,各自独立而具有等时性。

(1)最短时间:根据等时性可用船对水分运动时间代表渡河时间,由于河宽一定,只有当船对水速度 v_2 垂直河岸时,垂直河宽的分速度最大,所以必有

$$t_{\min} = \frac{d}{v_2}$$

如图 5-2-4 所示,但此时实际位移 l 不是最短, $l > d$ 。

(2)船头偏向上游一定角度时,船通过的实际位移最短。

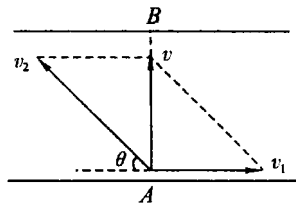


图 5-2-5

当 $v_2 > v_1$ 时,若要位移最短,则船应到达正对岸,应使合运动的速度方向垂直河岸。如图 5-2-5 所示,合速度 $v = v_2 \sin\theta < v_2$,所以此时合位移最小为河宽 d ,而渡河时间为:

$$t = \frac{d}{v} = \frac{d}{v_2 \sin\theta} > t_{\min}$$

并且要求角度 θ 合适(一定),即

$$\cos\theta = \frac{v_1}{v_2}$$

当 $v_2 < v_1$ 时,无论船的航向如何,合速度均不可能垂直于河岸,船不可能到达正对岸 B 点,无论如何均会被冲向下游。

根据 v_1 、 v_2 和 v 之间满足平行四边形定则,其中 v_1 确定, v_2 大小确定,方向可调,画出 v_2 所有可能方向,从中选择 v 与河岸夹角最大的方向,即为最短位移。

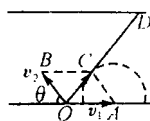


图 5-2-6

如图 5-2-6 所示,先作 OA 表示水流速度 v_1 ,然后以 A 为圆心,以 v_2 的大小为半径作圆,过 O 作圆的切线 OC 与圆相切于 C ,连接 AC ,再过 O 作 AC 的平行线 OB ,过 C 作 OA 的平行线交于 B ,则 OB 表示船对水的速度 v_2 和船的航向。从图不难看出,船沿 OCD 行驶到对岸的位移最短。此时 v_2 与河岸的夹角 θ 满足

$$\cos\theta = \frac{v_2}{v_1}$$

即船的航向与河岸上游方向的夹角为 θ 时,渡河位移最短,船的实际位移为: $l = \frac{d}{\cos\theta}$

船渡河所需时间为:

$$t = \frac{l}{v} = \frac{l}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}} = \frac{d}{\cos\theta \sqrt{v_2^2 - v_1^2}}$$

【例 4】小船匀速横渡一条河流,当船头垂直对岸方向航行时,在出发 10min 到达对岸下游 120m 处;若船头保持与河岸成 θ 角向上游航行,在出发后 12.5min 到达正对岸,求:

- (1) 水流速度大小 v_1 ;
- (2) 船在静水中的速度大小 v_2 ;
- (3) 河的宽度 d ;
- (4) 船头与河岸的夹角 θ 。

【解】如图 5-2-7 所示,

$$v_1 t_1 = 120\text{m} \quad \text{①}$$

$$v_2 t_1 = d \quad \text{②}$$

如图 5-2-8 所示,据题意有

$$d = v_2 t_2 \sin\theta \quad \text{③}$$

$$v_2 \cos\theta = v_1 \quad \text{④}$$

由①②③④式联合求解得:

$$v_1 = 0.2\text{m/s}, d = 200\text{m}, v_2 = \frac{1}{3}\text{m/s}, \theta = 53^\circ$$

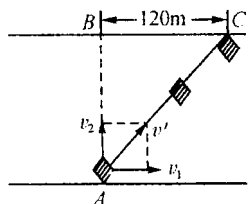


图 5-2-7

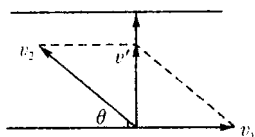


图 5-2-8

【点拨】本题一定要画出草图来,再照图列

式。



训练与提高

A 组

1. 关于运动的合成,下列说法中正确的是
 - A. 合运动的速度不一定比每一个分运动的速度大
 - B. 两个匀速直线运动的合运动也一定是直线运动
 - C. 只要两个分运动是直线运动,那么合运动也一定是直线运动
 - D. 两个分运动的时间一定与它们合运动的时间相等
2. 关于互成角度的两个初速度不为零的匀变速直线运动的合运动,下列说法正确的是
 - A. 一定是直线运动
 - B. 一定是曲线运动
 - C. 可能是直线运动,也可能是曲线运动
 - D. 以上都不对
3. 关于运动的合成与分解,以下说法正确的是
 - A. 由两个分运动求合运动,合运动是唯一确定的
 - B. 由合运动分解为两个分运动,可以有不同的分解方法
 - C. 物体做曲线运动时,才能将这个运动分解为两个分运动
 - D. 任何形式的运动,都可以用几个分运动代替
4. 某人站在自动扶梯上,经过时间 t_1 从一楼升到二楼,如果自动扶梯不运动,人沿着扶梯从一楼走到二楼的时间为 t_2 ,现使自动扶梯正常运转,人也保持原有速度沿扶梯向上走,则人从一楼到二楼的时间是
 - A. $t_2 - t_1$
 - B. $\frac{t_1 t_2}{t_2 - t_1}$
 - C. $\frac{t_1 t_2}{t_2 + t_1}$
 - D. $\sqrt{\frac{t_1^2 + t_2^2}{2}}$
5. 水面很宽的一条河,越靠近河中心,水的流速

越大,小船渡河时垂直河岸的速度不变,则小船

- A. 渡河的轨迹为曲线
 - B. 渡河的轨迹为直线
 - C. 到河中心时速度最大
 - D. 到河对岸时速度最大
6. 游泳运动员以恒定的速率垂直河岸横渡,当水速突然增大时,对运动员横渡所经历的路程、时间发生的影响
- A. 路程增长,时间不变
 - B. 路程增长,时间缩短
 - C. 路程增长,时间增长
 - D. 路程与时间均与水速无关

B 组

7. 火车以 20m/s 的速度向东行驶,忽然,天降大雨,雨点以 15m/s 的速度竖直下落,车厢中乘客所观察到的雨点速度如何?

8. 在抗洪抢险中,战士驾驶摩托艇救人,假设江岸是平直的,洪水沿江向下游流去的水流速度为 v_1 ,摩托艇在静水中的速度为 v_2 ,战士救人地点 A 离岸边最近处 O 的距离为 d ,如战士想在最短时间内将人送上岸,则摩托艇登陆的地点离 O 点的距离为多少?

9. 将一氢气球系在细长线上。开始无风,放出氢气球,气球升至某高处时恰能匀速上升,测得此时 1s 内要放长了细线 0.8m ;过一会起风了,当气球升至同一高度处,气球也能匀速运动,测得每 1s 内要放长细线 1m ,设风速方向水平,由此可求出风速的大小约为多少?

10. 如图 5-2-9 所示,货车正以 $a_1=0.1\text{m/s}^2$ 的加速度向左匀加速启动。同时,一只壁虎以 $v_2=0.2\text{m/s}$ 的速度在货车壁上向上匀速爬行。经过 2s 后,壁虎对地速度和位移各是多大?

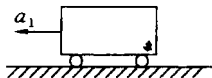


图 5-2-9

第3节 抛体运动的规律

自主学习

1. 以一定的_____将物体抛出,在_____的情况下,物体所做的运动叫抛体运动。其加速度_____,均为_____。

2. 平抛运动的位置:

水平方向: $x = \underline{\hspace{2cm}}$

竖直方向: $y = \underline{\hspace{2cm}}$

合位移: $s = \underline{\hspace{2cm}}$

合位移的方向: _____

3. 平抛运动的速度:

水平方向: $v_x = \underline{\hspace{2cm}}$

竖直方向: $v_y = \underline{\hspace{2cm}}$

合速度: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$

合速度方向: _____

4. 平抛运动的规律:

(1) 运动时间 $t = \underline{\hspace{2cm}}$, 即平抛物体在空中飞行时间仅由_____决定, 与初速度 v_0 无关。

(2) 落地时水平距离 $x = v_0 t = \underline{\hspace{2cm}}$, 即水平距离与_____和_____有关, 与其他因素无关。

(3) 落地时的竖直分速度 $v_y = \underline{\hspace{2cm}}$, 所以落地时的速度为 $v = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$, 即落地速度大小只与_____和_____有关。

5. 平抛运动的轨迹是_____。

6. 将物体以一定的_____斜向上或斜向下抛出, 只受_____作用的运动, 水平方向做_____, 竖直方向做加速度大小为_____的匀变速直线运动。

理解与应用

一、平抛运动规律的应用

【例1】以初速度 v_0 水平抛出一物体, 不计空气阻力, 以抛出点为坐标原点, 当物体的水平

位移大小等于竖直位移的大小时, 则

A. 此时水平分速度 v_x 的大小等于竖直分速度 v_y 的大小

B. 此时的速度大小为 $\sqrt{2}v_0$

C. 此时的速度大小为 $\sqrt{5}v_0$

D. 从抛出点到该点的位移大小为 $\frac{2\sqrt{2}v_0^2}{g}$

【解析】因为 $x = v_0 t$, $y = \frac{1}{2}gt^2$, 由题知

$x = y$, 即 $v_0 t = \frac{1}{2}gt^2$, 得到 $t = \frac{2v_0}{g}$, 则 $v_x = v_0$,

$v_y = gt = 2v_0$, 合速度 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

$= \sqrt{v_0^2 + (2v_0)^2} = \sqrt{5}v_0$, 故 A、B 错误, C 正确;

$x = v_0 t = v_0 \cdot \frac{2v_0}{g} = \frac{2v_0^2}{g}$, 离抛出点的位移

$s = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{2x^2} = \sqrt{2}x = \frac{2\sqrt{2}v_0^2}{g}$, 故 D

正确。

【答案】CD

【点拨】平抛运动分解为水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动, 两分运动具有等时性, 时间相同是两分运动联系的桥梁。

2. 斜面上的平抛运动

【例2】小球以 15m/s 的水平初速度向一倾角为 37° 的斜面抛出, 飞行一段时间后, 恰好垂直撞在斜面上, 求:

(1) 小球在空中的飞行时间;

(2) 抛出点距落球点的高度。(g 取 10m/s^2)

【解析】将球将要到达落地点时的速度分解, 如图 5-3-1 所示。

由图可知 $\theta = 37^\circ$,

$\varphi = 90^\circ - 37^\circ = 53^\circ$

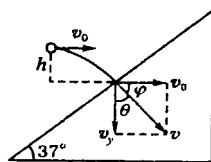


图 5-3-1

$$(1) \tan \varphi = \frac{gt}{v_0}, \text{ 由 } t = \frac{v_0}{g} \cdot \tan \varphi = \frac{15}{10} \times \frac{4}{3} \text{ s} \\ = 2 \text{ s}$$

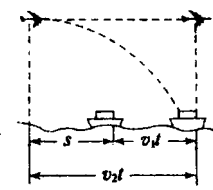
$$(2) h = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 \text{ m} = 20 \text{ m}$$

【点拨】小球恰好垂直撞在斜面上说明此时物体的瞬时速度方向与斜面垂直,从而本题就从速度的分解入手。斜面的平抛运动,往往要根据几何关系,确定速度或位移的方向。

3. 平抛运动的综合应用

【例 3】一艘敌舰正以 $v_1 = 12 \text{ m/s}$ 的速度逃跑,执行追击任务的飞机,在距水面高度 $h = 320 \text{ m}$ 的水平线上以速度 $v_2 = 105 \text{ m/s}$ 同向飞行。为击中敌舰,应“提前”投弹。如空气阻力可以不计,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,飞机投弹时,沿水平方向它与敌舰的距离应为多少?如投弹后飞机仍以原速度飞行,在炸弹击中敌舰时,飞机与敌舰的位置有何关系?

【解】如图 5-3-2 所示,



由 $h = \frac{1}{2} g t^2$

$$\text{得 } t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 320}{10}} \text{ s}$$

$= 8 \text{ s}$

$$\text{则 } x_1 = v_1 t \quad x_2 = v_2 t$$

$$S = x_2 - x_1 = (v_2 - v_1) t = (105 - 12) \times 8 \text{ m} \\ = 744 \text{ m}$$

在 $t = 8 \text{ s}$ 时间内,炸弹与飞机沿水平方向的运动情况相同,都以速度 v_2 做匀速运动,水平方向上运动的距离都是 $x_2 = v_2 t = 840 \text{ m}$ 。所以,炸弹击中敌舰时,飞机恰好从敌舰的正上方飞过。

【点拨】此类题目解决的关键是结合草图找出它们的位移关系。

训练与提高

A 组

1. 下列关于平抛运动的说法中正确的是

A. 平抛运动是非匀变速运动

B. 平抛运动是匀速运动

C. 平抛运动是匀变速曲线运动

D. 平抛运动是加速度方向不变、大小变化的曲线运动

2. 质点从同一高度水平抛出,不计空气阻力,下列说法正确的是

A. 质量越大,水平位移越大

B. 初速度越大,落地时竖直方向速度越大

C. 初速度越大,空中运动时间越长

D. 初速度越大,落地速度越大

3. 如图 5-3-3 所示,在光滑水平面上有一小球 a 以 v_0 的初速度向右运动,同时在他正上方有一小球 b 也以 v_0 的初速度水平向右抛出,并落于 C 点,则

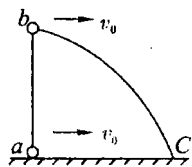


图 5-3-3

A. 小球 a 先到达 C 点

B. 小球 b 先到达 C 点

C. 两球同时到达 C 点

D. 不能确定

4. 一架飞机水平匀速飞行,从飞机上每隔 1 s 释放一个铁球,先后共释放 4 个,若不计空气阻力,则这 4 个球

A. 在空中任何时刻总是排列成抛物线,它们的落地点是等间距的

B. 在空中任何时刻总是排列成抛物线,它们的落地点是不等间距的

C. 在空中任何时刻总是在飞机的正下方排列成竖直的直线,它们的落地点是等间距的

D. 在空中任何时刻总是在飞机的正下方排列成竖直的直线,它们的落地点是不等间距的

5. 关于做平抛运动的物体,下列说法中正确的是

A. 物体在运动过程中速度越来越大

B. 物体在运动过程中其竖直方向速度保持不变

C. 物体在运动过程中其水平方向速度保持不变

D. 物体在运动过程中速度方向与水平方向的夹角越来越大

6. 一个物体从某一高度处以初速度 v_0 水平抛出, 已知它落地的速度为 v , 那么它在空中飞行的时间为

A. $\frac{v-v_0}{g}$ B. $(v-v_0)/2g$
C. $\frac{\sqrt{v^2-v_0^2}}{g}$ D. $\frac{v^2-v_0^2}{g}$

B 组

7. 一列火车正在做高速直线运动, 一乘客违规向车窗外放下一个鸡蛋, 车窗离地面的高度 $h=1.8\text{m}$, 火车行驶速度 $v=108\text{km/h}$, 求该鸡蛋打在地面上的速度多大?

8. 在一次高楼抛物导致人员受伤的事故中, 根据受伤程度, 计算出物体击中人体时的速度大小是 22.3m/s , 已知物体落点距楼 $x=20\text{m}$, 请你通过计算判断该物体是从几楼抛下的, 楼层高约 3m , 并认为物体是水平抛出的。

9. 如图 5-3-4 所示, 在倾角为 37° 的斜坡上, 从 A 点水平抛出一个物体, 物体落在斜坡上的 B 点, 测得 A、B 两点间的距离是 75m , 求物体抛出时初速度的大小, 并求落到 B 点时的速度的大小。(g 取 10m/s^2)

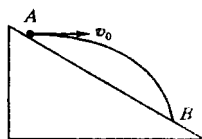


图 5-3-4

10. 如图 5-3-5 所示, 是测量子弹离开枪口时速度的装置, 子弹从枪口水平射出, 在飞行途中穿过两块竖直的薄板 P、Q, 两板相距为 L , P 板距枪口为 s , 测

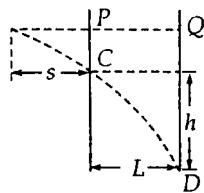


图 5-3-5

出子弹穿过两薄板时留下的 C、D 两孔间的高度差为 h , 不计空气及薄板阻力, 根据以上给出的数据, 求出子弹离开枪口的速度 v_0 。

第4节 实验:研究平抛运动

 自主学习

1. 实验目的:描绘平抛运动的轨迹,测量水平初速度。

2. 实验原理:利用实验室的斜面小槽等器材装配如图 5-4-1 所示的装置。钢球从斜槽上同一位置滚下,钢球在空

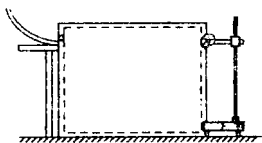


图 5-4-1

中做平抛运动的轨迹就是一定的。设法用铅笔描出小球经过的位置,通过多次实验,在竖直白纸上记录钢球所经过的多个位置,连起来就得到钢球做平抛运动的轨迹。

3. 实验器材:带金属小球的斜槽,木板及竖直固定支架,白纸,图钉,刻度尺,三角板,重锤,铅笔等。

4. 实验步骤:

(1) 安装调整斜槽:

用图钉把白纸钉在竖直板上,在木板的左上角固定斜槽,可用平衡法调整斜槽,即将小球轻放在斜槽平直部分的轨道上,如小球能在任意位置静止,就表明水平程度已调好。

(2) 调整木板:

用悬挂在槽口的重垂线把木板调整到竖直方向,并使木板平面与小球下落的竖直面平行,然后把重垂线方向记录钉在木板上的白纸上,固定木板,使在重复实验的过程中,木板与斜槽的相对位置保持不变。

(3) 确定坐标原点:

把小球放在槽口处,用铅笔记下小球在槽口时球心在木板上的水平投影点 O , O 即为坐标原点。

(4) 描绘运动轨迹:

用铅笔的笔尖轻轻地靠在木板的平面上,不断调整笔尖的位置,使从斜槽上滚下的小球正好

碰到笔尖,然后就用铅笔在该处白纸上点上一个黑点,这就记下了小球球心所对应的位置。保证小球每次从槽上开始滚下的位置都相同,用同样的方法可找出小球平抛轨迹上的一系列位置。取下白纸,用平滑的曲线把这些位置连接起来,得小球做平抛运动的轨迹。

(5) 求水平初速度:

在轨迹上任取一点,测出该点离原点的水平位移 x 及竖直位移 y ,就可求出初速度 v_0 。

$$\text{因 } x = v_0 t, y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{故 } v_0 = x \sqrt{\frac{g}{2y}}$$

5. 注意事项:

(1) 实验中必须保证通过斜槽末端点的切线水平,方木板必须处在竖直平面内,且与小球运动轨迹所在竖直平面平行,并使小球的运动靠近木板但不接触。

(2) 小球必须每次从斜槽上同一位置由静止开始滚下,为此,可以在斜槽上某一位置固定一个挡板。

(3) 坐标原点(小球做平抛运动的起点)不是槽口的端点,而应是小球在槽口时球的球心在木板上的水平投影点,位于槽口末端上方 r 处(r 为小球半径)。

(4) 应在斜槽上适当的位置释放小球,使它以适当的水平速度抛出,其轨迹由木板的左上角到达右下角,这样可以使实验误差较小。

(5) 须在斜槽末端用重垂线检查白纸上所画 y 轴是否竖直。

 理解与应用

一、平抛运动实验

【例 1】在“探究平抛运动的运动规律”的实验中,可以描绘出小球平抛运动的轨迹,实验简要步骤如下:

A. 让小球多次从_____位置上滚下,记下小球碰到铅笔笔尖的一系列位置;

B. 按图安装好器材,注意_____,记下平抛初位置 O 点和过 O 点的竖直线;

C. 取下白纸,以 O 点为原点,以竖直线为 y 轴建立坐标系,用平滑曲线画平抛运动物体的轨迹。

(1) 完成上述步骤,将正确的答案填在横线上;

(2) 上述实验步骤的合理顺序是_____。

【解析】(1) 步骤 A 中为了保证小球每次平抛初速度相同,轨迹重合,应让小球从同一位置滚下;步骤 B 中为了保证小球做平抛运动,要注意斜槽末端切线水平。

(2) 上述实验步骤的合理顺序是 BAC。

【答案】(1) 同一 斜槽末端切线水平

(2) BAC

【点拨】规范实验装置的安装操作,明确实验步骤是解决本题的关键。

【例 2】某同学在做研究平抛运动的实验时,忘记记下斜槽末端位置,图 5-4-2 中的 A 点为小球运动一段时间后的位置,他便以 A 点为坐标原点,建立了水平方向和竖直方向的坐标轴,得到如图所示的图象,试根据图象求出小球做平抛运动的初速度。(g 取 10m/s^2)

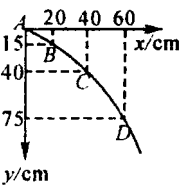


图 5-4-2

【解】由 $\Delta y = gt^2$

$$\text{得 } t = \sqrt{\frac{\Delta y}{g}}$$

$$= \sqrt{\frac{(0.75 - 0.40) - (0.40 - 0.15)}{10}} \text{ s}$$

$$= 0.10 \text{ s}$$

$$\text{由 } x_0 = v_0 t$$

$$\text{得 } v_0 = \frac{x_0}{t} = \frac{0.20}{0.10} \text{ m/s} = 2.0 \text{ m/s}$$

【点拨】由 $\Delta y = gt^2$ 及 $x_0 = v_0 t$ 求 v_0 ,也是求平抛运动初速度的常用方法。

二、平抛运动实验创新设计

【例 3】某同学设计了一个研究平抛运动的实验。实验装置示意图如图 5-4-3 所示, A 是一块平面木板,在其上等间隔地开凿出一组平行的插槽(如图 5-4-3 中 P_0P_0' 、 P_1P_1' 、 $\dots$),槽间距离均为 d ,把覆盖复写纸的白纸铺贴在硬板 B 上,实验时依次将 B 板插入 A 板的各插槽中,每次让小球从斜轨的同一位置由静止释放。每打完一点后,把 B 板插入后一槽中并同时向纸面内侧平移距离 d 。实验得到小球在白纸上打下的若干痕迹点,如图 5-4-4 所示。

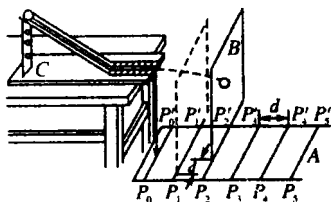


图 5-4-3

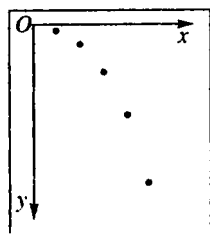


图 5-4-4

(1) 实验前应对实验装置反复调节,直到_____。每次让小球从同一位置由静止释放,是为了_____。

(2) 每次将 B 板向内侧平移距离 d ,是为了_____。

(3) 在图 5-4-4 中绘出小球做平抛运动的轨迹。

【解析】(1) 研究平抛运动的规律,首要的一点是使小球沿水平方向抛出。所以实验前要反复调节斜槽,使斜槽的末端处于水平状态,并使板 A 水平,插槽 P_0P_0' 垂直斜轨并在斜轨末端正下方。释放小球时,每次要使小球从斜槽的同一位置滑下的主要原因是为了使小球每次抛出时具有同样的水平初速度 v_0 。

(2) 实验过程中,竖直木板在后移 d 的同时也平行移动 d ,是为了让每次的小球落点不在记录纸面的竖直直线上,而在侧移了的平板上,使记录纸上每两点之间的水

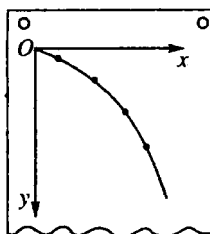


图 5-4-5