

与人教版·全日制普通高级中学教科书（试验修订本·必修）·同步配套

新教材导学

（高中一年级·下学期用）

物理

第一册

新教材研究室 编著



WULI

中央民族大学出版社

与人教版·全日制普通高级中学教科书(试验修订本·必修)同步配套

新教材导学

●高中一年级·下学期用●

物理

第一册

新教材研究室 编著

顾问 费孝通
策划 张正武
主编 刘锐诚

本册主编 周永龄

本册编者 周永龄 苏小联



+ 中央民族大学出版社

责任编辑: 宁 玉

封面设计: 燕儿飞

责任校对: 陈长元 牛红玲 李福利

图书在版编目(CIP)数据

新教材导学·高一物理/刘锐诚主编. -北京: 中央
民族大学出版社, 2002. 8

ISBN 7-81056-664-4

I. 新... II. 刘... III. 物理课-高中-教学参考
资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 053520 号

新教材导学(高中卷)

出 版 者: 中央民族大学出版社

中国北京市海淀区白石桥路 27 号 邮编: 100081

电话: 68472815 68932751 传真: 68932447

印 刷 者: 北京市朝阳区飞达印刷厂

发 行 者: 新华书店

开 本: 890×1194(毫米) 1/16 印张: 6.75 字数: 108 千字

版 次: 2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-81056-664-4/G·155

印 数: 1-5000 册

全 套 定 价: 243.90 元(本册定价: 8.50 元)

版权所有 翻印必究

开卷有益
创新求实

费孝通



二〇〇五年六月

前言

《新教材导学》丛书是配套 2000 年秋季开始正式使用的人教版最新初、高中教材而编写的辅导与练习丛书。本丛书较好地体现了最新大纲的精神,而且与最新教材的内容和进度同步,既重视了基础知识和基本技能的落实,又照顾到了优等生拓宽拔高的特殊需要。整套丛书的编写强调了科学性与实用性的统一,旨在帮助学生掌握系统的基础知识,训练有效的学习方法,培养思维能力、应用能力和创新能力,全面提高学生的综合素质。

本书《物理·新教材导学》(第一册)主要分为“知识精讲”和“能力训练”两大部分。

一、“知识精讲”主要有两个栏目:

【学习指导】 主要是对本节教材中的知识点进行精要的阐述和说明,力求使学生对物理概念的内涵和外延,对物理规律的内容与数学表达式以及适用条件等,能有较为全面准确的认识和理解,为正确应用知识打好基础。

【巧学妙思】 主要是通过对典型例题的精讲与方法点拨,启发思维,拓宽视野,提高应用知识的本领,形成正确的解题思路。

二、“能力训练”主要有两个栏目:

【双基过关】 是编者精心选编的基础训练题,其中无偏题、怪题,难度适中,这部分练习题既可以用于当堂巩固练习,也可以用于同学自行检测学习目标的达标程度。

【拔高挑战】 是编者选编的相对而言难度较大或综合程度较高的题目。它对培养学生的思维能力,分析问题和解决问题的能力,以及应用数学解决物理问题的能力都具有重要作用,取名拔高挑战,意在激励学生。

各章综合检测试题以及期中和期末综合检测试题采用标准题型,便于学生进行阶段自测和考前热身。

书后集中附有训练题和检测题的参考答案及解题思路点拨,便于练习后及时反馈;也可将答案预先统一撕掉,以供老师们在课堂上统一讲用。

参加本书编写工作的全部人员都是亲自教过这套新教材(实验本)而且教学成绩优秀的教师,他们把教学这套新教材中的丰富经验融入了本书的编写工作中,更增加了本书的实用性和科学性。



我们真诚地希望本丛书能成为广大新教材学习者的良师益友，同时也恳请广大师生批评指正。

编者
2002年7月

目 录

第五章 曲线运动.....(1)

第一节 曲线运动.....(1)

第二节 运动的合成和分解.....(2)

第三节 平抛物体的运动.....(5)

第四节 匀速圆周运动.....(8)

第五节 向心力 向心加速度.....(10)

第六节 匀速圆周运动的实例分析.....(13)

第七节 离心现象及其应用.....(17)

第五章综合检测试题.....(19)

第六章 万有引力定律.....(21)

第一节 行星的运动.....(21)

第二节 万有引力定律.....(23)

第三节 引力常量的测定.....(27)

第四节 万有引力定律在天文学上的应用.....(29)

第五节 人造卫星 宇宙速度.....(32)

第六章综合检测试题.....(37)

期中综合检测试题.....(39)

第七章 动量.....(42)

第一节 冲量和动量.....(42)

第二节 动量定理.....(44)

第三节 动量守恒定律.....(46)

第四节 动量守恒定律的应用.....(49)

第五节 反冲运动 火箭.....(51)

第七章综合检测试题.....(54)

第八章 机械能.....(56)

第一节 功.....(56)

第二节 功率	(59)
第三节 功和能	(61)
第四节 动能 动能定律	(61)
第五节 重力势能	(65)
第六节 机械能守恒定律	(67)
第七节 机械能守恒定律的应用	(70)
* 第八节 伯努利方程	(72)
第八章综合检测试题	(73)
第九章 机械振动	(76)
第一节 简谐运动	(76)
第二节 振幅、周期和频率	(78)
第三节 简谐运动的图像	(80)
第四节 单摆	(82)
* 第五节 相位	(85)
第六节 简谐运动的能量 阻尼振动	(86)
第七节 受迫振动 共振	(88)
第九章综合检测试题	(90)
期末综合检测试题	(93)
附录:能力训练与综合检测试题参考答案	(96)

第五章

曲线运动

第一节 曲线运动

知识精讲



【学习指导】

1. 曲线运动

物体运动的轨迹是一条曲线,这样的运动就是曲线运动.曲线运动是常见的一种运动.被抛出铅球的运动,各种车辆拐弯时的运动以及天体的运动等等都是曲线运动.

2. 曲线运动的速度方向

物体做曲线运动时,速度的方向时刻在变化,做曲线运动的物体运动至某一位置时即时速度的方向就是过曲线上该位置(该点)的切线方向.

速度是矢量,由于做曲线运动的物体的速度方向时刻在改变,也就是速度时刻发生变化,所以,物体做曲线运动时,一定是一种变速运动.

3. 物体做曲线运动的条件

曲线运动是变速运动,凡物体做变速运动必有加速度,而加速度是由于力的作用产生,因而,任何曲线运动在任何时刻所受合外力皆不为零,不受力的物体就不可能做曲线运动.

当物体受到的合外力的方向与运动方向在一条直线上时,运动方向(速度方向)只能沿该直线(或正或反),其运动依然是直线运动.

当物体受到合外力方向跟物体的速度方向不在一条直线上,而是成一定角度,合外力产生的加速度方向跟速度方向也成一定角度,一般情况下,这时的加速度不仅反映了速度大小的变化,还包含了速度方向的改变,所以物体做曲线

运动.



【巧学妙思】

曲线运动的条件、特点

- (1)物体做直线运动还是曲线运动,不取决于物体受到的力是恒力还是变力;而是取决于物体所受到的力的方向与运动方向是在一条直线上,还是不在一条直线上.
- (2)当物体做曲线运动时,物体所受的合外力与速度方向始终不在一条直线上,运动的轨迹始终处在合外力方向与速度方向的夹角之中,并且合外力 F 的方向一定指向轨迹的凹向.

[例 1] 关于运动的性质,以下说法正确的是 ()

- A. 曲线运动一定是变速运动
- B. 曲线运动一定是变加速运动
- C. 曲线运动的速度大小一定是时刻变化的
- D. 运动物体的加速度的大小、速度的大小都不变的运动是直线运动

解析:

做曲线运动的物体速度方向时刻改变,所以是变速运动,故 A 对. 物体运动是否是变加速运动,取决于它所受的合外力是否变化,若合外力是恒力,则是匀变速运动,故 B 错. 若合外力的方向与速度方向始终垂直,则速度的大小不会改变,故 C 错. 若合外力的大小始终不变,而方向始终与速度方向垂直,则物体的运动是加速度大小和速度大小都不变的曲线运动,故 D 错.

[例 2] 如图 5-1 所示,物

体在恒力 F 作用下沿曲线从 A 运动到 B,这时,突然使它

所受反力,大小不变,即由 F 变为 $-F$. 在此力作用下,物体以后的运动情况,下列说法中正确的是 ()

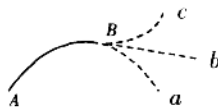


图 5-1

- A. 物体不可能沿曲线 Ba 运动
 B. 物体不可能沿曲线 Bb 运动
 C. 物体不可能沿曲线 Bc 运动
 D. 物体不可能沿曲线由 B 返回 A

解析:

根据物体做曲线运动的条件,物体由 A 到 B 的运动过程中, F 的方向与速度的方向总交某一角度

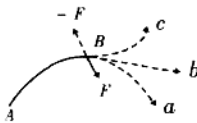


图 5-2

(不等于零和不等 180°), 并且 F 的方向一定指向轨迹的凹向, 当物体运动到 B 点时, F 一定指向 B 点的切线下方, 其可能的方向如图 5-2 所示, F 反向后, $-F$ 与 v_B 之间只有曲线 Bc , 故物体的运动轨迹可能为 Bc , $-F$ 与 v_B 不在一条直线上, 沿运动轨迹直线 Bb 显然是不可能的. 故正确答案应选 A、B、D.

能力训练



【双基过关】

一、选择题

- 关于曲线运动的叙述正确的是 ()
 A. 物体的速度大小一定变化
 B. 物体位移的方向一定变化
 C. 物体不一定有加速度
 D. 物体速度方向一定变化
- 关于曲线运动的说法中正确的是 ()
 A. 曲线运动是一种变速运动
 B. 变速运动一定是曲线运动
 C. 物体做曲线运动时, 所受外力一定是变力
 D. 物体做曲线运动时, 所受外力的方向与速度方向不在一条直线上
- 物体受到几个外力的作用而做匀速直线运动, 如果突然撤掉其中的一个力, 它可能做 ()
 A. 匀速直线运动
 B. 匀加速直线运动
 C. 匀减速直线运动
 D. 曲线运动

二、填空题

- 做曲线运动的物体在某一点的瞬时速度的方

向就是通过这一点的曲线的 _____ 方向, 因而做曲线运动的物体速度的方向 _____, 所以曲线运动是一种 _____ 运动.



【拔高挑战】

- 一个质点在恒力 F 作用下, 在 xoy 平面内从 o 点运动到 A 点的轨迹如图 5-3 所示, 且在 A 点时的速度方向与 x 轴平行, 则恒力 F 的方向不可能是 ()
 A. 沿 $+x$ 方向
 B. 沿 $-x$ 方向
 C. 沿 $+y$ 方向
 D. 沿 $-y$ 方向

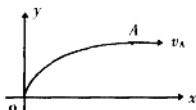


图 5-3

第二节 运动的合成和分解

知识精讲



【学习指导】

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, 水又载船流动. 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.

2. 运动的合成与分解

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.

3. 运动合成与分解的基本原理

(1) 运动的独立性原理

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。

(2)运动的等时性原理

一个物体同时参与几个分运动,合运动与各分运动同时发生、同时进行、同时结束,经历相等的时间,这就是运动的等时性原理。

以上两点是运动的合成和分解的理论基础。在分析有关问题时要始终记住它。

4. 运动合成与分解的法则

运动的合成实际就是已知分运动的位移、速度、加速度,求合运动的位移、速度、加速度。而运动的分解则相反。由于这些物理量都是矢量,所以它们跟力的合成和分解一样,都遵守平行四边形法则。

研究运动的合成与分解,目的在于把一些复杂的运动简化为比较简单的直线运动,这样就可以应用已经掌握的有关直线运动的规律,来研究一些复杂的曲线运动。

5. 合运动的性质和轨迹

两直线运动合成,合运动的性质和轨迹由分运动的性质及合初速度与合加速度的方向关系决定:

- (1)两个匀速直线运动的合运动仍然是匀速直线运动。
- (2)一个匀速直线运动和一个匀变速直线运动的合运动仍然是匀变速运动:二者共线时为匀变速直线运动,二者不共线时为匀变速曲线运动。
- (3)两个匀变速直线运动的合运动仍然为匀变速运动:当合初速度与合加速度共线时为匀变速直线运动,当合初速度与合加速度不共线时为匀变速曲线运动。



【巧学妙思】

在进行运动的合成与分解时要注意的事项

- (1)运动的合成与分解遵循平行四边形法则,合运动是平行四边形的对角线,而分运动是平行四边形的两条边,因此在具体讨论问题时,先要抓住哪个是合运动,哪个是分运动。特别是在运动的分解时,应注意各分运动的实际物理意义,绝不能脱离实际,凭主观臆想画平行四边形。在实际问题中,运动的分解具有惟一性。

- (2)在讨论运动合成与分解的问题时,始终明确合运动与组成它的各个分运动是在同一个时间内完成的,即具有等时性,它们之间不存在先后的问题,保持着严格的对应关系。

[例1]如图5-4所示,

纤绳以恒定的速率 v , 沿水平方向通过定滑轮牵引小船向岸边运动,则船向岸边运动的即时速率 v_0 与 v 的大小关系是

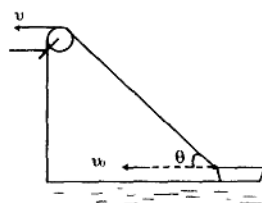


图 5-4

- A. $v_0 > v$ B. $v_0 < v$
C. $v_0 = v$ D. 以上答案都不对

解析:

首先要分析小船的运动与纤绳的运动之间有什么样的关系,即哪个是合运动,哪个是分运动。设某一时刻船的即时速率 v_0 与纤

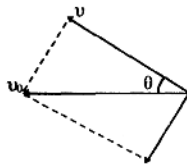


图 5-5

绳的夹角为 θ , 根据小船的实际运动方向就是合速度的方向可知, v_0 就是合速度, 所以小船的运动(即绳的末端的运动)可以看做两个分运动的合成:一是沿绳的方向被牵引,绳长缩短,绳长缩短的速度即等于 v ;二是垂直于绳以定滑轮为圆心的摆动,它不改变绳长,只改变角度 θ 的值。这样就可以将 v_0 按图 5-5 方向进行分解,很容易求得: $v_0 = \frac{v}{\cos\theta}$ 。可见,小船向岸行驶的即时速度为

$v_0 = \frac{v}{\cos\theta} > v$, 所以答案应选 A。

由上面分析可知,在进行速度分解时,要分清合速度与分速度。合速度就是物体实际运动的速度,是平行四边形的对角线,虽然分速度的方向具有任意性,但只有按照分运动的实际效果分解时,才能得到合速度与分速度的正确关系。上述问题中,若不对小船的运动认真分析,就很容易得出 $v_0 = v \cos\theta$ 的错误结论。

[例2]小船在 200m 宽的河中横渡,水流速度为 2m/s,船在静水中的航速是 4m/s,求:

- ①当小船的船头始终正对对岸时,它将在何

时、何处到达对岸？

②要使小船到达正对岸，应如何行驶？耗时多少？

解析：

小船参与了两个运动，随水漂流和船在静水中的运动。因为分运动之间是互不干扰的，并且具有等时性，故：

①小船渡河时间等于垂直河岸的分运动时间：

$$t = t_1 = \frac{d}{v_{\text{船}}} = \frac{200}{4} \text{ s} = 50 \text{ s}$$

小船沿河流方向的位移：

$$S_{\text{水}} = v_{\text{水}} t = 2 \times 50 \text{ m} = 100 \text{ m}$$

即在正对岸下游 100m 处靠岸。

②要使小船垂直过河，小船的合速度应垂直河岸，如图 5-6 所示，则

$$\cos\theta = \frac{v_{\text{水}}}{v_{\text{船}}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

所以 $\theta = 60^\circ$ ，即航向与岸成 60° 角。

$$\text{渡河时间 } t = t_1 = \frac{d}{v_{\text{合}}} = \frac{d}{v_{\text{船}} \sin\theta} = \frac{200}{4 \sin 60^\circ} = \frac{100}{\sqrt{3}} =$$

57.7s

请同学们再思考下面两个问题：

(1)小船怎样过河位移最小，最小位移是多少？(小船航向与岸成 60° ，偏向上游，最小位移即河宽为 200m)

(2)小船怎样过河时间最短，最短时间是多少？(因为 $t = \frac{d}{v_{\text{船}} \sin\theta}$ ，当 $\theta = 90^\circ$ 时， $\sin\theta = 1$ 为最大， t 最小，即小船的船头垂直河岸航行时，时间最短，

$$t_{\text{min}} = \frac{d}{v_{\text{船}}} = \frac{200}{4} = 50 \text{ s})$$

解决这类问题时，首先要明确哪个是合运动，哪个是分运动，然后根据平行四边形法则和等时性原理理解。解题时要注意画好有关的示意图。

能力训练



【双基过关】

一、选择题

1. 关于运动的合成，下列说法中正确的是 ()

- 合运动的速度一定比每一个分运动的速度大
- 两个匀速直线运动的合运动也一定是匀速直线运动
- 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
- 两个分运动的时间一定与它们合运动的时间相等

2. 对于两个分运动的合运动，下列说法正确的是 ()

- 合运动的速度一定大于两个分运动的速度
- 合运动的速度一定大于一个分运动的速度
- 合运动的方向就是物体实际运动的方向
- 由两个分速度的大小就可以确定合速度的大小

3. 一轮船以一定的速度垂直河岸向对岸开行，当河水流速均匀时，轮船所通过的路程、过河所用的时间与水流速度的正确关系是 ()

- 水速越大，路程越长，时间越长
- 水速越大，路程越长，时间越短
- 水速越大，路程和时间都不变
- 水速越大，路程越长，时间不变

4. 如图 5-7 所示，在河岸上用细绳拉船，为了使船匀速靠岸，拉绳的速度必须是

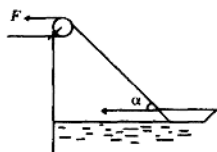


图 5-7

- 加速拉
- 减速拉
- 匀速拉
- 先加速后减速拉

二、填空题

5. 如图 5-8 所示，汽车以速度 v 匀速行驶，当汽车到达 P 点时，绳子与水平方向的夹角为 θ ，此时物体 M 的速度大小为 _____。

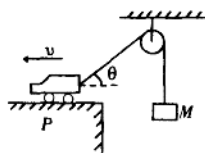


图 5-8

三、计算题

6. 小船匀速横渡一条河流，当船头垂直对岸方向开行时，在出发后的 10min 到达对岸下游 120m 处；若船头保持与河岸成 α 角向上游开行，在

出发后 12.5min 时到达正对岸.求:①水流的速度;②船在静水中的速度;③河的宽度;④船头与河岸的夹角 α .



【拔高挑战】

7. 如图 5-9 所示, A、B 两船渡河, A 船向下游沿着与河岸成 α 角的方向开出, B 船向上游与河岸成 β 角方向开出. 已知两船对静水的船速均为 v , 河水流动速度为 u , α 和 β 均为锐角, 且 $v \cos \beta > u$. 试分析:

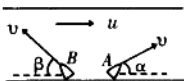


图 5-9

- ①要使两船渡河时间相等, α 和 β 应满足的条件.

- ②要使两船渡河位移大小相等, α 和 β 应满足的条件.

8. 甲、乙两船在静水中航行速度分别为 $v_{甲}$ 和 $v_{乙}$, 两船从同一渡口向河对岸划去, 已知甲船想以最短时间过河, 乙船想以最短航程过河, 结果两船抵达到岸的地点恰好相同, 则甲乙两船渡河所用时间之比 $t_{甲}:t_{乙} =$ _____.

第三节 平抛物体的运动

知识精讲



【学习指导】

1. 平抛运动的定义

将物体以一定的初速度沿水平方向抛出, 物体只在重力作用下所做的运动, 叫做平抛运动.

2. 平抛运动的性质

物体做平抛运动时, 由于只受重力作用, 所以物体的加速度是重力加速度 g , 而物体的初速度 v_0 沿水平方向, 故平抛运动是匀变速曲线运动. 轨迹是抛物线. 在运动过程中任何相等时间 Δt 内, 速度的变化量均相等, 均为 $\Delta v = g\Delta t$, 并且速度变化方向始终是竖直向下的.

3. 平抛运动的处理方法

与直线运动相比, 抛体运动是复杂的曲线运动. 对抛体运动的研究, 采用的是将复杂的曲线运动分解成两个直线运动这种研究方法. 对于平抛运动, 就是将其分解成水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动.

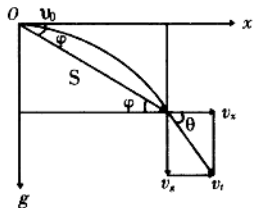


图 5-10

如图 5-10 所示, 用公式把平抛运动的规律表示出来, 可以写为:

速度公式:

$$v_x = v_0 \quad v_y = gt \quad v_t = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0} \quad (\theta \text{ 为瞬时速度与水平方向的夹角})$$

位移公式:

$$x = v_0 t \quad y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$S = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{y}{x} = \frac{\frac{1}{2} g t^2}{v_0 t} = \frac{g t}{2 v_0} \quad (\varphi \text{ 为合位移与水平方向的夹角})$$

飞行时间和水平射程:

由 $y = \frac{1}{2} g t^2$ 得 $t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$, 根据“等时性”知道平抛运动的飞行时间只与抛出时的高度 y 有关, 与 v_0 等其他因素无关; 水平射程 $x = v_0 \sqrt{\frac{2y}{g}}$, 与抛出时的速度和高度有关。

由 $\tan \theta = \frac{g t}{v_0}$ 和 $\tan \varphi = \frac{g t}{2 v_0}$ 可知, 平抛运动中速度和位移的方向并不一致, 这是很容易忽视的地方, 应该引起注意。



【巧学妙思】

在研究平抛物体运动时应注意的事项

- (1) 将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, 时间相同是两分运动联系的桥梁。求解时往往根据竖直方向的分运动求时间。
- (2) 要注意利用合运动和分运动构成的位移关系及速度关系的几何条件。但要区分平抛运动中的位移方向和速度方向。

[例 1] (1991 年全国高考题) 如图 5-11 所示, 以 9.8 m/s 的水平初速度 v_0 抛出的物体, 飞行一段时间后垂直地撞在倾角 θ 为 30° 的斜面上, 可知物体完成这段飞行的时间是 ()

- A. $\frac{\sqrt{3}}{3}$ s B. $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ s C. $\sqrt{3}$ s D. 2 s

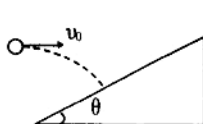


图 5-11

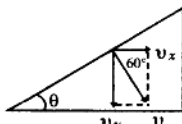


图 5-12

解析:

平抛运动是由水平方向的匀速直线运动和竖直方向的自由落体运动合成的。平抛运动在运动

过程中任意时刻的即时速度 v_t 都可以看做是水平速度 v_x 与竖直速度 v_y 合成的。平抛物体垂直撞在斜面上的瞬时速度如图 5-12 所示, 运用速度的分解, 可知其水平分量和竖直分量分别为:

$$v_x = v_0 \quad v_y = g t$$

由速度矢量构成的几何关系可知:

$$\frac{v_y}{v_x} = \tan 60^\circ = \sqrt{3}$$

$$\text{由此解出: } \frac{g t}{v_0} = \sqrt{3} \quad t = \frac{\sqrt{3} v_0}{g} = \sqrt{3} \text{ s}$$

因为分运动与合运动等时, 故物体飞行时间是 $\sqrt{3}$ s, 所以正确答案应选 C。

[例 2] 如图 5-13 所示,

AB 为斜面, 倾角为 30° , 小球从 A 点以初速度 v_0 水平抛出, 恰好落到 B 点, 求:

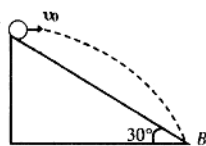


图 5-13

- ① AB 间的距离;
- ② 物体在空中飞行的时间;
- ③ 从抛出开始经多少时间小球与斜面间的距离最大?

解析:

①② 将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, 则它们的位移公式分别为:

$$x = v_0 t \quad y = \frac{1}{2} g t^2$$

由位移矢量构成的几何关系可知:

$$x = l_{AB} \cos 30^\circ \quad y = l_{AB} \sin 30^\circ$$

$$\text{所以 } v_0 t = l_{AB} \cos 30^\circ$$

$$\frac{1}{2} g t^2 = l_{AB} \sin 30^\circ$$

$$\text{解得 } t = \frac{2 v_0}{g} \tan 30^\circ = \frac{2\sqrt{3}}{3} \frac{v_0}{g}$$

$$l_{AB} = \frac{4 v_0^2}{3 g}$$

③ 当物体在垂直于斜面方向速度为零时, 即只有平行于斜面的速度时, 与斜面距离最大, 由图 5-14 中的速度矢量的关

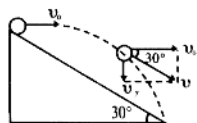


图 5-14

系可知:

$$\tan 30^\circ = \frac{v_y}{v_0} \quad \text{即} \quad \frac{gt}{v_0} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\text{所以} \quad t = \frac{\sqrt{3}}{3g} v_0$$

由上面的例题可以看出:平抛运动是一种平面运动,研究方法是将其分解在水平与竖直方向上.水平位移与竖直位移、水平速度与竖直速度都通过时间联系在一起,找出它们的关系建立运动学方程和几何关系方程就可以求得正确的结果.

能力训练



【双基过关】

一、选择题

- 平抛运动是 ()
 - 匀速率曲线运动
 - 加速度不断变化的曲线运动
 - 加速度恒为重力加速度的曲线运动
 - 匀变速曲线运动
- 决定一个平抛运动总时间的因素是 ()
 - 抛出时的初速度
 - 抛出时的竖直高度
 - 抛出时的竖直高度和初速度
 - 以上均不正确
- 一个物体从某一确定的高度以 v_0 的初速度水平抛出,已知它落地时的速度为 v_1 ,那么它的运动时间是 ()
 - $\frac{v_1 - v_0}{g}$
 - $\frac{v_1 - v_0}{2g}$
 - $\frac{v_1^2 - v_0^2}{2g}$
 - $\frac{\sqrt{v_1^2 - v_0^2}}{g}$
- 物体在平抛运动过程中,在相等的时间内,下列哪个量是相等的 ()
 - 速度的增量
 - 加速度
 - 位移
 - 平均速率

二、计算题

- 炮台高出海面 45m,水平射击一个以 36km/h 的速度沿射击方向直线逃离的敌舰,如果炮弹的出膛速度是 610m/s,问敌舰距我水平距离多大

时开炮才能命中? ($g = 10\text{m/s}^2$)



【拔高挑战】

- (1995 年全国高考题)在研究平抛物体运动的实验中,用一张印有小方格的纸记录轨迹,小方格的边长 $l = 1.25\text{cm}$.若小球在平抛运动途中的几个位置如图 5-15 中的 a 、 b 、 c 、 d 所示,则小球平抛的初速度的计算式为 $v_0 =$ _____ (用 l 、 g 表示),其值是 _____ (取 $g = 9.8\text{m/s}^2$)

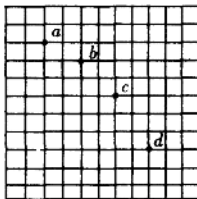


图 5-15

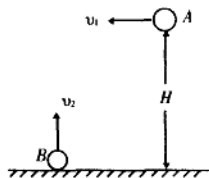


图 5-16

- 如图 5-16 所示,在高 H 处有个小球 A ,以速度 v_1 水平抛出,与此同时,地面上有个小球 B ,以速度 v_2 竖直向上抛出,两小球在空中相遇,则 ()
 - 从抛出到相遇所需的时间为 H/v_1
 - 从抛出到相遇所需的时间为 H/v_2
 - 两球抛出时的水平距离为 $v_1 H/v_2$
 - 两球抛出时的水平距离为 H
- 如图 5-17 所示,在倾角为 α 的斜面上的 A 点,以水平速度 v_0 抛出一小球,落在斜面上的 B 点,求:
 - A 、 B 两点间的距离 S 等于多少?
 - 小球落在 B 点的速度大小是多大?

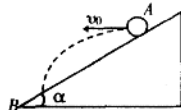


图 5-17

第四节 匀速圆周运动

知识精讲



【学习指导】

1. 匀速圆周运动的定义

质点做圆周运动时,如果在相等的时间内通过的圆弧长度都相等,这种运动就叫做匀速圆周运动.匀速圆周运动是曲线运动部分的重点内容,又是曲线运动的一个重要特例,也是研究任意的圆周运动和定轴转动的基础.

匀速圆周运动的速度大小是恒定的,但是速度的方向是时刻改变的,说明匀速圆周运动不是匀速运动,而是变速运动,或者说它是一种匀速率变速度运动.做匀速圆周运动的物体处于非平衡状态.

2. 描述圆周运动快慢的几个物理量

(1) 线速度

线速度是描述做圆周运动的质点运动快慢的物理量.线速度的大小等于质点做匀速圆周运动时通过的弧长跟通过这段弧长所用时间的比值,即

$$v = \frac{s}{t}$$

式中的 s 表示弧长, t 表示对应的时间.

在匀速圆周运动中,速度的大小不变,所以弧长和对应时间的比值,在数值上反映了瞬时速度的大小.圆周运动的线速度就是它的瞬时速度.

线速度是矢量,它的方向时刻在变.物体在某一时刻或某一位置的速度方向就是物体运动到圆周上某点的切线方向.

线速度只是反映了物体运动的快慢,并不能完全说明它转动的快慢.为了描述转动的快慢,必须引入角速度、周期和转速等物理量.

(2) 角速度

角速度是描述圆周运动的特有概念.连

接运动质点和圆心的半径转过的角度和所用时间的比值,叫做匀速圆周运动的角速度,即

$$\omega = \frac{\varphi}{t}$$

公式中角度 φ 的单位必须是弧度(rad),所以角速度的单位是弧度/秒(rad/s).角速度越大,表明质点绕圆心转动的越快.

匀速圆周运动的角速度不变.

(3) 周期

做匀速圆周运动的物体运动一周所用的时间叫周期,周期用 T 表示,其国际制单位为秒(s).周期也是描述匀速圆周运动快慢的物理量,周期长说明物体运动的慢,周期短说明物体运动的快.

(4) 频率

做匀速圆周运动的物体在 1s 内转的圈数叫做频率.用 f 表示,其单位为转/秒(或赫兹),符号为 r/s(或 Hz),显然 f 与 T 互为倒数,即

$$f = \frac{1}{T}$$

频率高说明物体运动的快,频率低说明物体运动的慢.

在实际中也常用转速来描述匀速圆周运动的快慢.转速不是物理学名词,是机械、工程中表示转动快慢的一个量,如电动机、发电机转子的转速等.所谓转速是指做匀速圆周运动的物体每分钟转过的圈数.如鼠笼式感应异步电动机的转速为 2800 转/分等.

在国际单位制中时间的基本单位是秒,如果把转速的单位转/分(r/min)改为转/秒(r/s),则与物理量频率的概念就统一了.转速记作 n .

3. 线速度、角速度、周期间的关系

线速度、角速度和周期都可以用来描述匀速圆周运动的快慢,它们之间的关系为:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$$v = r\omega$$

注意:

ω 、 T 、 f 三个量中任意一个确定,其余两个也

就确定,但 v 还和 r 有关.



【巧学妙思】

1. 线速度大的质点并不一定角速度也大

必须指出的是运动快的物体并不一定旋转快,或说转动慢的物体其线速度并不一定慢.

线速度是描述物体运动快慢的物理量,若比较两物体做匀速圆周运动的快慢,则只看其线速度的大小即可.角速度、周期和转速都是描述物体转动快慢的物理量.物体做匀速圆周运动时,角速度越大、周期越短、转速越大,则物体转动越快,反之则越慢.由于线速度和角速度的关系为 $v = \omega r$,所以在半径不确定的情况下,不能由角速度大小判断线速度大小,也不能由线速度大小判断角速度大小.

[例1]甲物体以 10m/s 的速率在半径为 100m 的圆周上运动;乙物体的 1m/s 的速率在半径为 1m 的圆周上运动.试讨论甲和乙谁旋转的更快?

解析:

要知道谁转动的快必须求出两者的角速度或转速.

$$\omega_{\text{甲}} = \frac{v_{\text{甲}}}{r_{\text{甲}}} = \frac{10}{100} = 0.1 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{\text{乙}} = \frac{v_{\text{乙}}}{r_{\text{乙}}} = \frac{1}{1} = 1 \text{ rad/s}$$

显然乙转动的比甲快,尽管它的线速度比甲要小.

另一个很有意思的例子,就是我们地球绕太阳公转的运动速度很快,差不多是 30km/s ,但它转动的却不快,即角速度并不大,因为它一年才转动一周.

2. 怎样分析传动装置的各物理量之间的关系

首先要明确哪些量是相等的,哪些量是不相等的.在通常情况下,同轴物体上的各点角速度 ω 、转速 n 和周期 T 相等,而线速度 $v = \omega r$ 与半径成正比.在认为皮带不打滑的情况下,传动皮带和与皮带连接的轮子的边缘的各点线速度的大小相等,而角速度 $\omega = \frac{v}{r}$ 与半径 r 成反比.

[例2]如图 5-18 所示的传动装置中, B 、 C 两轮固定在一起绕同一轴转动, A 、 B 两轮用皮带传动,三个轮的半径关系是 $r_A = r_C = 2r_B$.若皮

带不打滑,求 A 、 B 、 C 轮边缘的 a 、 b 、 c 三点的角速度之比和线速度之比.

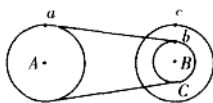


图 5-18

解析:

因为 B 、 C 两轮固定在一起绕同一轴转动,所以 B 、 C 两轮的角速度相同,即

$$\omega_b = \omega_c = 1:1 \quad (1)$$

A 、 B 两轮通过皮带传动,皮带不打滑,则 A 、 B 两轮边缘的线速度大小相等,即

$$v_a : v_b = 1:1 \quad (2)$$

$$\text{由于 } \omega = \frac{v}{r} \quad v_a = v_b \quad r_A = 2r_B$$

$$\text{所以 } \omega_a : \omega_b = r_B : r_A = 1:2 \quad (3)$$

$$\text{由于 } v = r\omega \quad \omega_b = \omega_c \quad r_c = 2r_B$$

$$\text{所以 } v_b : v_c = 1:2 \quad (4)$$

由①和③得:

$$\omega_a : \omega_b : \omega_c = 1:2:2$$

由②和④得:

$$v_a : v_b : v_c = 1:1:2$$

能力训练



【双基过关】

一、选择题

- 对于做匀速圆周运动的物体,下面说法正确的是 ()
 - 相等的时间里通过的路程相等
 - 相等的时间里通过的弧长相等
 - 相等的时间里发生的位移相同
 - 相等的时间里转过的角度相等
- 关于做圆周运动物体的线速度、角速度和周期的关系,以下说法中正确的是 ()
 - 线速度大的角速度一定大
 - 线速度大的周期一定小
 - 角速度大的半径一定小
 - 角速度大的周期一定小
- 地球绕轴自转,地球上任意两点 A 和 B 的纬度分别为 ϕ_1 和 ϕ_2 ,则关于其线速度和角速度,下列说法中可能正确的是 ()