

高校经典教材同步辅导丛书
配套高教版·程守洙 江之永主编

九章丛书

Physics

普通物理学

(第六版·上册)

同步辅导及习题全解

主 编 黄淑森 焦艳芳

◆ 知识点窍 ◆ 逻辑推理 ◆ 习题全解
◆ 全真考题 ◆ 名师执笔 ◆ 题型归类



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

新版

高校经典教材同步辅导丛书

普通物理学（第六版·上册）

同步辅导及习题全解

主 编 黄淑森 焦艳芳



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内容提要

本书是为了配合高等教育出版社出版,程守洙、江之永主编,胡盘新、汤毓骏、钟季康修订的《普通物理学》(第六版)教材而编写的配套辅导书。

本书按教材内容,对各章的重点、难点进行较深刻的分析。针对各章节的全部习题给出详细的解题过程,并附以知识点窍和逻辑推理,思路清晰、逻辑性强,循序渐进地帮助读者分析并解决问题。

本书可作为高等学校理工科非物理学专业学生学习《普通物理学》(第六版)的教学辅导材料和复习参考用书,也可作为学生考研强化复习的指导书及授课教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

普通物理学(第六版·上册)同步辅导及习题全解
黄淑森,焦艳芳主编. — 北京:中国水利水电出版社,
2011.2

(高校经典教材同步辅导丛书)

ISBN 978-7-5084-8328-3

I. ①普… II. ①黄… ②焦… III. ①普通物理学—
高等学校—教学参考资料 IV. ①04

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第008145号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:宋俊娥 封面设计:李佳

书 名	高校经典教材同步辅导丛书 普通物理学(第六版·上册)同步辅导及习题全解
作 者	主 编 黄淑森 焦艳芳
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京正合鼎业印刷技术有限公司
规 格	170mm×227mm 16开本 15.75印张 410千字
版 次	2011年2月第1版 2011年2月第1次印刷
印 数	0001—7000册
定 价	19.80元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编 委 会

(排名不分先后)

程丽园

李国哲

陈有志

苏昭平

郑利伟

罗彦辉

邢艳伟

范家畅

孙立群

李云龙

刘 岩

崔永君

高泽全

于克夫

尹泉生

林国栋

黄 河

李思琦

刘 闯

侯朝阳

前 言

由高等教育出版社出版，程守洙、江之永主编，胡盘新、汤毓骏、钟季康修订的《普通物理学》(第六版)是一本在高校广为使用的教科书。为了更好地配合该教材的使用，帮助广大读者学好该课程，我们编写了这本辅导书。

本书作为一种辅助性的教材，具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性的特点。考虑到读者的不同情况，本辅导书以教材内容为依据，对教材的主要内容、基本公式进行知识点归纳，并对教材的课后习题进行全面解答。

本书在内容上做了以下安排：

本章知识要点：对本章的重要知识点、计算公式、定理等作一个总体的归纳，让读者对本章的要点一目了然。

复习思考题解答：对本章的思考题都逐题进行详细的阐述，使读者能够更加深刻地理解和掌握本章内容。

习题全解：对每一道习题都进行尽可能详尽的解答，解题中用到的知识点都予以说明，让读者能够充分了解到每章习题的类型和考查的知识点，从而在做题中得到锻炼，以便解题时能得心应手。为了方便起见，这两部分的题号与《普通物理学》(第六版)保持一致。

由于时间较仓促，编者水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请各位同行和读者给予批评、指正。

编者

2010年12月

目 录

第一章 力和运动	1
本章知识要点	1
知识点归纳	1
复习思考题解答	5
习题全解	10
第二章 运动的守恒量和守恒定律	37
本章知识要点	37
知识点归纳	37
复习思考题解答	39
习题全解	43
第三章 刚体和流体的运动	71
本章知识要点	71
知识点归纳	71
复习思考题解答	73
习题全解	75
第四章 相对论基础	92
本章知识要点	92
知识点归纳	92
复习思考题解答	94
习题全解	97
第五章 气体动理论	105
本章知识要点	105
知识点归纳	105
复习思考题解答	109
习题全解	113
第六章 热力学基础	123
本章知识要点	123

知识点归纳	123
复习思考题解答	125
习题全解	130
第七章 静止电荷的电场	147
本章知识要点	147
知识点归纳	147
复习思考题解答	151
习题全解	157
第八章 恒定电流的磁场	191
本章知识要点	191
知识点归纳	191
复习思考题解答	194
习题全解	199
第九章 电磁感应 电磁场理论	223
本章知识要点	223
知识点归纳	223
复习思考题解答	227
习题全解	232

第一章

力和运动

本章知识要点

1. 质点、参考系、坐标系、空间、时间的概念.
2. 描述质点运动各物理量的表达式.
3. 圆周运动及一般曲线运动的描述.
4. 牛顿运动定律及应用.
5. 伽利略相对性原理的内容及惯性力、非惯性力的概念.

知识点归纳

一、质点、参考系和坐标系

1. 质点

质点指只有质量而忽略其大小和形状的理想物体.

2. 参考系

参考系指描述物体运动时用作参考的其他物体.

3. 坐标系

坐标系指为定量描述物体的位置而在参考系中建立固定物坐标系,最常用的坐标系是笛卡尔直角坐标系.

二、空间和时间

1. 空间

空间反映物质的广延性,与物体的体积、位置变化联系在一起.

2. 时间

时间反映物质事件的顺序性和持续性.

三、描述质点运动的物理量

1. 位矢

从原点指向质点所在位置的有向线段叫做质点的位置矢量,简称位矢,也叫径矢.

在直角坐标系中位矢 $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$

2. 运动方程

质点的位置随时间变化的函数关系式 $\mathbf{r} = \mathbf{r}(t)$ 称为质点的运动方程,也叫质点的运动函数.

在直角坐标系中 $\mathbf{r}(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k}$

其中 $x(t)$ 、 $y(t)$ 、 $z(t)$ 表示质点在 x 、 y 、 z 轴方向的运动.

3. 位移

质点在一段时间内位置的改变叫做它在这段时间内的位移.由质点的初始位置指向末位置的矢量来表示 $\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r}(t + \Delta t) - \mathbf{r}(t)$

在直角坐标系中表示为 $\Delta\mathbf{r} = \Delta x\mathbf{i} + \Delta y\mathbf{j} + \Delta z\mathbf{k}$

4. 路程

路径指物体运动时沿轨迹实际通过的路径长度,用 s 表示,一般情况下, $|\Delta\mathbf{r}| \neq s$.

5. 速度

速度是质点位矢对时间的一阶导数 $\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$

在直角坐标系中表示为

$$\mathbf{v} = v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j} + v_z\mathbf{k} = \frac{dx}{dt}\mathbf{i} + \frac{dy}{dt}\mathbf{j} + \frac{dz}{dt}\mathbf{k}$$

速度的大小称为速率,速率是标量,并且

$$v = |\mathbf{v}| = \left| \frac{d\mathbf{r}}{dt} \right| = \left| \frac{ds}{dt} \right|$$

6. 加速度

加速度指质点运动速度对时间的一阶导数

$$\mathbf{a} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}$$

在直角坐标系中表示为

$$\mathbf{a} = a_x\mathbf{i} + a_y\mathbf{j} + a_z\mathbf{k} = \frac{dv_x}{dt}\mathbf{i} + \frac{dv_y}{dt}\mathbf{j} + \frac{dv_z}{dt}\mathbf{k} = \frac{d^2x}{dt^2}\mathbf{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\mathbf{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\mathbf{k}$$

四、圆周运动和一般曲线运动

1. 切向加速度和法向加速度

自然坐标系:一根坐标轴沿轨迹上任一点的切线方向,用单位矢量 $\mathbf{e}_t$ 表示,另一坐标轴沿该点

轨迹的法线并指向曲线凹侧,相应单位矢量用 e_n 表示.

2. 加速度在自然坐标中的表示

$$a = \frac{dv}{dt} e_t + \frac{v^2}{R} e_n$$

3. 圆周运动的角量描述

角位置 $\theta = \theta(t)$

角位移 $\Delta\theta = \Delta\theta(t + \Delta t) - \theta(t)$

角速度 $\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{v}{R}$

角加速度 $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$

法向(向心)加速度 $a_n = \frac{v^2}{R} = R\omega^2$ (指向圆心)

切向加速度 $a_t = \frac{dv}{dt} = R\alpha$ (沿切线方向)

五、抛体运动的矢量描述

$$a_x = 0, a_y = -g$$

$$v_x = v_0 \cos \theta, v_y = v_0 \sin \theta - gt$$

$$x = v_0 \cos \theta \cdot t, y = v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

六、几种运动速度与加速度的特点

质点的机械运动	直线运动	匀速直线运动 $a=0, v$ 恒定
		变速直线运动 $(a_t \neq 0)$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{匀变速直线运动 } (a = a_t i \text{ 恒定}) \Rightarrow \text{运动公式} \Rightarrow \begin{cases} x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \\ v = v_0 + at \\ v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \end{cases} \\ \text{非匀变速直线运动 } (a = a_t i \text{ 不恒定}) \Rightarrow \text{运动公式} \Rightarrow \begin{cases} x = \int_{t_0}^t v dt + x_0 \\ v = \int_{t_0}^t a dt + v_0 \end{cases} \end{array} \right.$
		圆周运动 $\rho = R$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{匀速圆周运动 } a_t = 0, a = a_n = \frac{v^2}{R} e_n, v \text{ 为常数} \\ \text{非匀速圆周运动 } a_t \neq 0, a \text{ 不恒定}, v \neq \text{常数} \end{array} \right.$
	曲线运动	抛体运动 $a = -gj$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{平抛运动 } v = v_0 i - gt j \\ \text{斜抛运动 } v = (v_0 \cos \theta) i + (v_0 \sin \theta - gt) j \end{array} \right.$
		一般曲线运动 $\left\{ \begin{array}{l} \text{匀速曲线运动 } a_t = 0, a_n = \frac{v^2}{\rho} e_n, v \text{ 不变, 但 } \rho \text{ 变} \\ \text{匀变速曲线运动 } a \text{ 恒定}, v \text{ 不恒定} \\ \text{非匀变速曲线运动 } a \text{ 不恒定}, v \text{ 不恒定} \end{array} \right.$

七、相对运动 常见力和基本力

1. 相对运动

伽利略坐标变换

$$\mathbf{r} = \mathbf{R} + \mathbf{r}'$$

速度变换与加速度变换

$$\mathbf{v}_{PK} = \mathbf{v}_{PK'} + \mathbf{v}_{K'K}, \mathbf{a}_{PK} = \mathbf{a}_{PK'} + \mathbf{a}_{K'K}$$

2. 常见力

重力

弹力

$$F = -kx$$

摩擦力

$$F_s = \mu_s F_N, F_k = \mu_k F_N$$

万有引力

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

3. 基本力

电磁力、强力、弱力.

八、牛顿运动定律

1. 第一定律

任何物体都保持静止或匀速直线运动状态,直到作用在物体上的力迫使它改变这种状态为止.

2. 第二定律

物体受到外力作用时,它获得的加速度大小与外力的大小成正比,与物体的质量成反比.加速度的方向与外力方向相同.

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

牛顿第二定律的微分形式

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt}, \mathbf{p} = m\mathbf{v}, \mathbf{F}dt = d\mathbf{p}$$

3. 第三定律

两物体间的作用力与反作用力,在同一直线上,大小相等,方向相反.

作用力和反作用力同时出现,同时消失,性质相同,分别作用在两个物体上.

九、伽利略相对性原理 非惯性系 惯性力

1. 伽利略相对性原理

在一个惯性系的内部所作的任何力学实验都不能确定这一惯性系本身是静止的状态还是在作匀速直线运动.

2. 经典力学的时空观

$$a = a', F = ma, F' = ma'$$

3. 非惯性系

对地面参考系作加速运动的物体都是非惯性系。

4. 惯性力

$$F_{\text{惯}} = -ma$$

复习思考题解答

1-1-1 回答下列问题:

- (1) 一物体具有加速度而其速度为零,是否可能?
- (2) 一物体具有恒定的速率但仍有变化的速度,是否可能?
- (3) 一物体具有恒定的速度但仍有变化的速率,是否可能?
- (4) 一物体具有有沿 Ox 轴正方向的加速度而有沿 Ox 轴负方向的速度,是否可能?
- (5) 一物体的加速度大小恒定而其速度的方向改变,是否可能?

答:(1)可能.例如物体上抛时,在定点物体速度为零,而加速度不为零。

(2)可能.速率是标量,速度是矢量,速度的变化是大小或方向改变,而速率仅表示速度的大小。例如,做匀速圆周运动的物体,速率恒定,而速度是变化的。

(3)不可能.速度是矢量,包含大小与方向,速率是速度的大小,速度恒定,速率肯定不变。

(4)可能.做减速运动的物体。例如,物体在上抛时,加速度与速度方向相反。

(5)可能.上抛物体后,加速度大小恒为重力加速度,而速度会发生改变。

1-1-2 回答下列问题:

(1)位移和路程有何区别?在什么情况下并不相等?

(2)平均速度和平均速率有何区别?在什么情况下两者的量值相等?瞬时速度和平均速率的关系和区别是怎样的?瞬时速度和平均速度的关系和区别又是怎样的?

答:(1)位移是矢量,路程是标量,位移是物体初末位矢之差,由起点指向末点的有向线段,而路程是物体位置改变中实际经过的路径。二者一般情况下不同,当物体做直线运动并且速度方向不发生改变时,位移和路程大小相等。

(2)平均速度是位移与时间之比,即 $v = \frac{\Delta r}{\Delta t}$;而平均速率是路程与时间之比,即 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$,二者一般情况下不相等,只有当 $|\Delta r| = \Delta s$,即位移与路程量值相等时,平均速率和平均速度才在大小上相等。

瞬时速度定义 $v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t}$,描述了质点每一瞬间的运动状态,而平均速度是物体在一段时间内的位矢的平均变化率,当物体做匀速直线运动时,二者大小相等。

瞬时速率定义 $v = \frac{ds}{dt}$,平均速率 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$,瞬时速率是瞬时速度的大小,描述质点路程的瞬时变

化率,它与平均速率的关系如同瞬时速度和平均速度的关系一样。

1-1-3 回答下列问题。

(1)有人说:“运动物体的加速度越大,物体的速度也越大”,你认为对不对?

(2)有人说:“物体在直线上运动前进时,如果物体向前的加速度减小,物体前进的速度也就减小了”,你认为对不对?

(3)有人说:“物体加速度的值很大,而物体速度的值可以不变,是不可能的”,你认为如何?

答:(1)不对。加速度 $a = \frac{dv}{dt}$ 表示物体速度的变化率,与速度大小无关,加速度大,速度不一定大。例如刚开始启动的汽车比正在匀速行驶的汽车加速度大,而此时速度小。

(2)不对。由 $a = \frac{dv}{dt}$ 知 $v = \int a dt$,只要速度与加速度方向相同,速度就会增大,否则速度减小,加速度大小是用来衡量速度变化快慢的物理量。

(3)可能。速度是矢量,速度的值也就是速度的大小是标量,物体有加速度,速度就一定会改变,但是可以只改变速度方向而不改变其大小。例如,匀速圆周运动物体,具有加速度,但是速度大小即速度值不变。

1-1-4 设质点的运动学方程为 $x = x(t)$, $y = y(t)$,在计算质点的速度和加速度时,有人先求出 $r = \sqrt{x^2 + y^2}$,然后根据 $v = \frac{dr}{dt}$ 及 $a = \frac{d^2r}{dt^2}$ 而求得结果;又有人先计算速度和加速度的分量,再合成求得结果,即 $v = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$ 及 $a = \sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2}$ 。你认为两种方法哪一种正确?两者差别何在?

答:后者正确。因为 $v = \frac{dr}{dt} = \frac{dx}{dt}i + \frac{dy}{dt}j$,而 $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}i + \frac{d^2y}{dt^2}j$

$$\text{故 } v = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}, a = \sqrt{\left(\frac{d^2x}{dt^2}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{dt^2}\right)^2}$$

而第一种方法 r 是矢量这一个特性没有体现出来,仅把 r 作为标量来处理。

$$\text{由 } v = \frac{dr}{dt} = \frac{dr}{dt}e_r = \frac{dr}{dt}e_r + r\frac{de_r}{dt}$$

知第一种方法确实错了。

1-2-1 试回答下列问题:

(1)匀加速运动是否一定是直线运动?为什么?

(2)在圆周运动中,加速度方向是否一定指向圆心?为什么?

答:(1)不一定。匀加速运动不一定是直线运动,当加速度方向与速度方向在一条直线上时,是直线运动;当两者方向不在一条直线上时,是曲线运动。例如物体的平抛运动。

(2)不一定。圆周运动中 $a = a_n + a_t$, a_n 是法向加速度指向圆心,而 a_t 是切向加速度垂直于半径方向。故当 a_t 不为零时,即圆周运动的速率改变时加速度方向不指向圆心,只有匀速圆周运动的加速度方向才指向圆心。

1-2-2 对于物体的曲线运动有下面两种说法:

(1) 物体作曲线运动时,必有加速度,加速度的法向分量一定不等于零;

(2) 物体作曲线运动时速度方向一定在运动轨道的切线方向,法向分速度恒等于零,因此其法向加速度一定等于零。

试判断上述说法是否正确,并讨论物体作曲线运动时的速度、加速度的大小、方向及其关系。

答:(1) 正确。由 $\mathbf{a} = \mathbf{a}_n + \mathbf{a}_t$ 知,切向加速度 $\mathbf{a}_t$ 是由物体速度大小改变引起的,而法向加速度 $\mathbf{a}_n$ 是由物体的速度方向改变而引起的,物体作曲线运动,速度方向改变,因此法向加速度 $\mathbf{a}_n$ 一定不等于零。

(2) 不完全正确。物体做曲线运动,速度方向一定沿轨道切线方向,法向分速度恒等于零,但是由 $\mathbf{a}_n = \frac{v^2}{\rho}$ 知,法向加速度不为零(其中 ρ 是指改点处的曲率半径)。

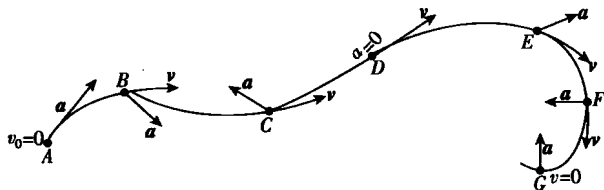
1-2-3 一个作平面运动的质点,它的运动表达式是 $\mathbf{r} = \mathbf{r}(t)$, $\mathbf{v} = \mathbf{v}(t)$, 如果(1) $\frac{d\mathbf{r}}{dt} = 0$, $\frac{d\mathbf{r}}{dt} \neq 0$, 质点作什么运动? (2) $\frac{d\mathbf{v}}{dt} = 0$, $\frac{d\mathbf{v}}{dt} \neq 0$, 质点作什么运动?

答:若 $\frac{d\mathbf{r}}{dt} \neq 0$, $\frac{d\mathbf{r}}{dt} = 0$, 质点作圆周运动;若 $\frac{d\mathbf{v}}{dt} = 0$, $\frac{d\mathbf{v}}{dt} \neq 0$, 质点作匀速率曲线运动,如匀速圆周运动。

1-2-4 圆周运动中质点的加速度是否一定和速度方面垂直? 任意曲线运动加速是否一定不与速度方向垂直?

答:圆周运动中质点的加速度不一定和速度方向垂直。只有当质点作匀速圆周运动时,加速度才与速度方向垂直,如质点作变速圆周运动时,切向加速度和法向加速度均不为零,加速度不垂直于速度方向。

1-2-5 一质点沿轨道 ABCDEFG 运动,试分析图中各点处的运动,把答案填入下表。



思考题 1-2-5 图

各点情况	A	B	C	D	E	F	G
运动是否可能	可能	可能	可能	不可能	不可能	可能	不可能
速度将增大还是减小	增大	增大	减小			不变	
速度方向将变化否	不变	变化	变化		变化		

【分析】 现逐点分析各点的运动. 由 $\mathbf{a} = \mathbf{a}_n + \mathbf{a}_t = \frac{v^2}{\rho} \mathbf{e}_n + \frac{dv}{dt} \mathbf{e}_t$ 知, A 点可能, 质点由静止开始运

动,此时 $a_n = 0, a_t \neq 0$. B 点可能,并且 a_t 与 v 方向相同,速度增大, $a_n \neq 0$,方向肯定变化.同理可得出 C 点的运动.而 D 点 $v \neq 0$,所以 $a_n \neq 1$.故加速度 $a \neq 0$.对于 E 点,法向加速度 a_n 指向曲率半径的方向,而图中 a 的法向分量背离曲率半径,故不可能.对于 F 点, a 与 v 垂直,即表示 $a_t = 0$,质点在这一瞬时做匀速率运动.对于 G 点不可能,由于 $v = 0, a_n = 0$,加速度方向只能沿速度方向,即轨迹切线方向.

1-3-1 一人在以恒定速度运动的火车上竖直向上抛出一石子,此石子能否落回人的手中?如果石子抛出后,火车以恒定加速度前进,结果又将怎样?

答:若火车以恒定速度运动,石子必然会落回人的手中.以火车为参考系,人与火车相对静止,相当于人站在静止地面上竖直上抛石子.若火车以恒定加速度加速,石子不会落回到人手中.同样以火车为参考系,人与火车相对静止,而石子在抛出后具有了与火车加速度相反的加速度,因此会落到人后面,不会落回到人的手中.

1-3-2 装有竖直遮风玻璃的汽车,在大雨中以速度 v 前进,雨滴则以速度 v' 坚直下降,问雨滴将以什么角度打击遮风玻璃?

答:本题关键是选择参考系,选汽车为参考系分析雨点运动,则 $v' = v + v_e$,其中 v_e 表示在汽车参考系中雨点速度,则 $v_e = v' - v$.又汽车速度 v 与雨滴速度垂直,故雨滴以与挡风玻璃成 $\alpha = \arctan \frac{v}{v'}$ 角度打击.

1-3-3 一斜抛物体的水平初速度是 v_0 ,它的轨迹的最高点处的曲率半径是多大?

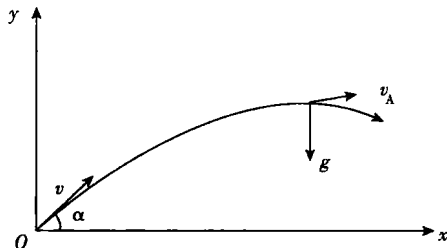
答:如答 1-3-3 图所示,设斜抛物体初速度为 v ,抛射角 α ,则依题意,有 $v_0 = v \cos \alpha$.

设最高点为 A ,此时速度为 $v_A = v_{Ax} + v_{Ay}$

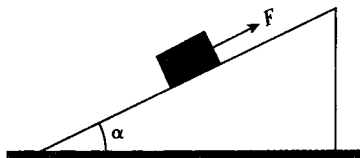
质点处于最高点 $v_{Ay} = 0$,水平方向物体不受力,水平方向动量守恒,水平速度不变,即 $v_{Ax} = v_0$.

所以 $v_A = v_0$,方向水平

$$\text{由法向加速度 } a_n = \frac{v_A^2}{\rho} = \frac{v_0^2}{\rho} = g \quad \text{得 } \rho = \frac{v_0^2}{g}$$



答 1-3-3 图



思考题 1-3-4

1-3-4 物体 A 在外力作用下静止在斜面上,如图所示,试分析作用在物体上的静摩擦力的方向.

答:若 $G \sin \alpha = F$,物体 A 没有运动趋势,此时静摩擦力为零.

1-3-5 两个物体相互接触,或有联系时,彼此间是否一定存在弹性力?

答:不一定.弹力产生的条件有两个,第一要相互接触,第二要有弹性形变.只相互接触,没有

弹性形变的两个物体是不存在弹性力的。

1-4-1 回答下列问题:

- (1) 物体的运动方向和合外力方向是否一定相同?
- (2) 物体受到几个力的作用,是否一定产生加速度?
- (3) 物体运动的速率不变,所受合外力是否也很大?
- (4) 物体速度很大,所受到的合外力是否也很大?

答:(1)不一定。物体的运动方向与速度方向相同,而合外力方向与加速度方向相同,二者不一定相同。例如,物体的平抛、斜抛和圆周运动,物体的运动方向与合外力方向不同。

(2)不一定。如果合外力为零,则加速度为零。

(3)不一定。速率不变是指速度大小不变,但速度方向有可能变化。当速度变化时,物体就具有加速度,此时所受合力不为零。

(4)不一定。合外力的大小决定了物体加速度的大小,而不是速度的大小。

1-4-2 物体所受摩擦力的方向是否一定和它的运动方向相反? 试举例说明。

答:不一定。摩擦力的方向与相对运动方向或相对运动趋势相反,而非运动方向。例如,人走路时,人向前运动,摩擦力方向也是向前;卷扬机传送带上的物体摩擦力方向也与运动方向相同。

1-4-3 用绳子系一物体,在竖直平面内作圆周运动,当物体达到最高点时,(1)有人说:“这时物体受到三个力:重力、绳子的拉力以及向心力”;(2)又有人说:“因为这三个力的方向都是向下的,但物体不下落,可见物体还受到一个方向向上的离心力和这些力平衡着”。这两种说法对吗?

答:这两种说法均不对。物体在任何时刻都只受到两个力作用:重力、绳的拉力。当物体达到最高点时,这两个力都竖直向下,它们的合力提供物体作圆周运动的向心力。至于离心力是虚拟的作用于物体上的力,不是真实的力,它与向心力大小相等,方向相反。

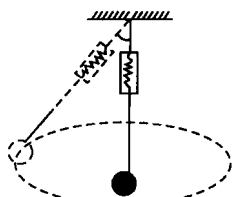
1-4-4 绳子的一端系着一金属小球,另一端用手握着使其在竖直平面内作匀速圆周运动,问球在哪一点时绳子系着一金属小球,在哪一点时绳子的张力最大? 为什么?

答:绳的拉力及重力沿绳方向的分力,二者的合力提供小球作圆周运动的向心力,而 $F_n = m \frac{v^2}{R}$ 。

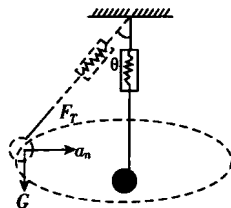
当小球在最低点时,绳的拉力与重力方向相反,则 $F_T - mg = m \frac{v^2}{R}$,显然,此时拉力 F_T 最大。而当小

球在最高点时,绳的拉力与重力方向相同,则 $F'_T + mg = m \frac{v^2}{R}$,此时拉力最小。

1-4-5 在弹簧测力计的下面挂着一个物体,如图所示,试判别在下列两种情况下,测力计所指出的计数是否相同? 如果不同,则在哪种情况下读数较大?



思考题 1-4-5 图



答 1-4-5 图

- (1) 物体竖直地静止悬挂;
 (2) 物体在一水平面内作匀速圆周运动.

答:(1) 物体竖直静挂, 则弹簧所受拉力 $F_T = mg$, 弹簧测力计读数 $F = F_T = mg$.

(2) 物体在一水平面内作匀速圆周运动, 设测力计与竖直位置夹角为 θ , 物体运动角速度为 ω

$$\text{则} \begin{cases} F'_T \cos \theta = mg \\ F'_T \sin \theta = m\omega^2 R \end{cases} \quad \therefore \text{得 } F' = F'_T > mg$$

故 $F' > F$

故两种情况下测力计读数不同, 物体在水平面内作匀速圆周运动时, 读数较大.

1-4-6 如图所示, 一个用绳子悬挂着的物体在水平面上作匀速圆周运动, 有人在重力的方向上求合力, 写出

$$F_T \cos \theta - G = 0$$

另有人沿绳子拉力 F_T 的方向求合力, 写出

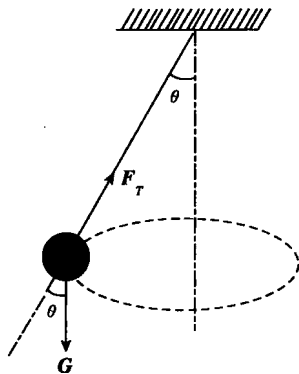
$$F_T - G \cos \theta = 0$$

显然两者不能同时成立, 试指出哪一个式子是错的, 为什么?

答: 前者对, 而后者错.

小球受绳的拉力和重力的作用, 这二者的合力提供小球作匀速圆周运动的向心力, 而向心力指圆心, 故在重力方向上分解各外力时, 有 $F_T \cos \theta - G = 0$.

若沿绳的方向分解, 则有 $F_T - G \cos \theta = ma_n \sin \theta \neq 0$, 故前者对, 后者错.



思考题 1-4-6 图

习题全解

1-1 质点按一定规律沿 Ox 轴作直线运动, 在不同时刻的位置如下表所示:

t/s	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
x/m	3.00	3.14	3.29	3.42	3.47

- (1) 画出位置对时间的曲线;
 (2) 求质点在 1 s 末到 3 s 末这段时间内的平均速度;
 (3) 求质点在 $t=0$ 时的位置.

解:(1) $x-t$ 曲线如图 1-1. 由此图可以判断, 质点作匀速直线运动.

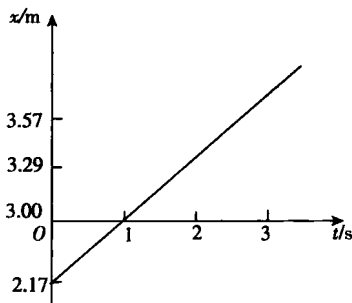
(2) 由平均速度定义, 得

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3.57 - 3.00}{3 - 1} \text{ m/s} = 0.285 \text{ m/s}$$

(3) 由图 1-1 可见, $t=0$ 时 $x_0 = 2.71 \text{ m}$

或由直线运动规律

$$x = x_0 + \bar{v}t$$



习题 1-1 图