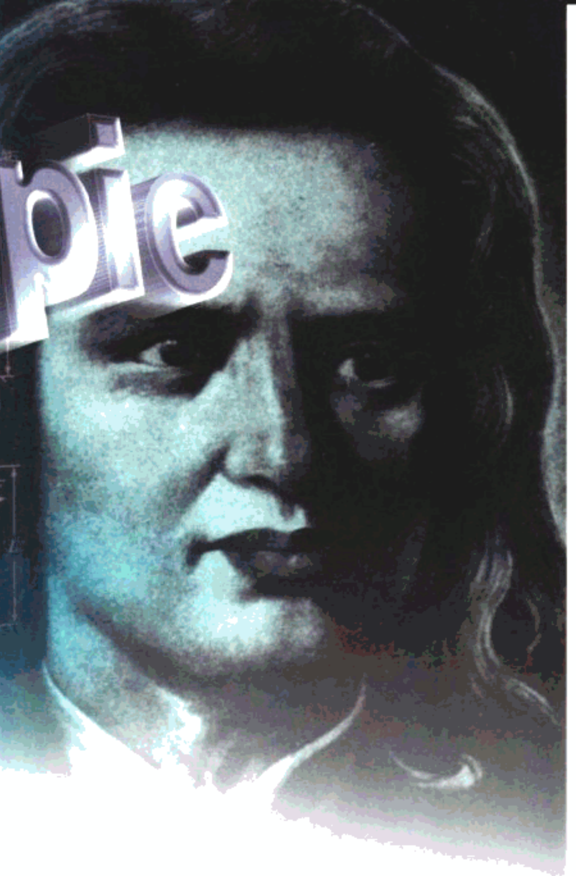
Olympic

学科奥林匹克系列丛书



高中物理

华南师范大学附属中学
广东奥林匹克学校
合编

主编＼吴颖民

副主编＼杨小村＼黄启林

本书主编＼周青松

广东教育出版社

Olympic

学科奥林匹克系列丛书

高中物理

华南师范大学附属中学
广东奥林匹克学校 合编

主编＼吴颖民
副主编＼杨小村＼黄启林
本书主编＼周青松

广东教育出版社

图书在版编目（CIP）数据

学科奥林匹克系列丛书. 高中物理/吴颖民主编；周青松分册主编. —广州：广东教育出版社，2002. 2
ISBN 7-5406-4650-0

Ⅰ. 学… Ⅱ. ①吴…②周… 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（2001）第 038548 号

广东教育出版社出版发行
（广州市环市东路水荫路 11 号）
邮政编码：510075
广东新华发行集团股份有限公司经销
南海市彩印制本厂印刷
（南海市桂城叠南）
787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 11.75 印张 242 000 字
2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月第 1 次印刷
印数 1-5 000 册
ISBN 7-5406-4650-0/G·4213
定价：15.10 元

前言

全国中学生物理竞赛是一项全国性的活动，它促进了学校物理课外活动的开展，为优秀中学生学习的主动性和创造性提供了帮助．在多年的物理竞赛活动中，发现了许多有突出才能的青少年．

本书以全国中学生物理竞赛委员会公布的“物理竞赛内容”提要为线索编写，包括力学、热学、电磁学、光学、原子物理学等内容共十二章．每章分“知识介绍”、“典型例题分析”、“习题和答案”三部分，对竞赛内容所要求的物理概念和物理规律，作了较为精辟的阐述，并挑选了典型例题进行分析．根据我们多年辅导学生参加全国中学生物理奥林匹克的经验，相信这本书对参加物理竞赛的学生会有具体、实在的帮助．

本书由周青松主编．参加编写的人员有周青松（1～5章）、叶正波（7～10章）、黄爱国（6、11、12章）．

序

吴颖民

我校于20世纪90年代初，经广东省人民政府批准承办广东奥林匹克学校．办奥校主要的目的有两个：一是为我国参加国际学科奥林匹克竞赛输送一批苗子，二是为高素质创新人才的培养打下良好的基础．经过近十年的艰苦创业，我们的劳动终于结出了硕果：我校学生在国际学科奥林匹克竞赛中取得了四枚金牌、一枚银牌、一枚铜牌的好成绩；我们的年轻教师在培养拔尖人才的磨炼中逐步成熟起来，涌现出一批在培养拔尖人才方面颇有造诣的优秀教师；编写了大量教材、讲义和训练习题，逐步形成了有华南师范大学附中特色的学科奥林匹克教程；还逐步地摸索并初步掌握了培养学科竞赛拔尖人才和创新型高素质人才的规律，孕育出一批论著和科研成果．这次由广东教育出版社编辑、出版的《学科奥林匹克系列丛书》，就是近十年来我校在学科奥林匹克的培训实践中所取得的丰硕成果之一．

我国是在20世纪80年代中期陆续派队参加国际中学生学科奥林匹克竞赛的．无论是数学、物理、化学，还是生物、信息学的竞赛，我国选手都取得了让人刮目相看的好成绩．这从一个侧面说明，虽然我国人口多，地区差异大，发展不平衡，总体水平不高，但在培养学科拔尖人才和创新型人才方面，是有一套好办法的，是值得肯定的．

社会上对学生参加奥林匹克竞赛的看法各异，褒贬不一．其实，就我们的经验看，学科奥林匹克活动是一项有利于学生创新思维的培养、有利于学生对知识的深刻理解与灵活运用、有利于提高学生运用基础知识分析问题和解决问题能力的"思维体操"．如果说，培养学生的创新精神和实践能力是素质教育的重点，那么，开展学科奥林匹克活动，则是实施素质教育的一项具体实践．

为了实现在21世纪中叶建成社会主义现代化强国的宏伟目标，我国正在实施科教兴国的战略，大力发展教育事业和科学事业．科学事业的发展，在很大程度上依赖教育事业为其培养和输送一大批有创新能力的拔尖人才．因此，我们一方面要为普及九年义务教育而努力，为提高全民族科学文化素质而努力；另一方面也要为培养一批又一批有创新精神和实践能力，能攻克科学技术难关的拔尖人才作贡献．我们认为，提高广大群众的科学文化水平和培养少数拔尖人才，是并行不悖的，都关乎国家和民族的生存与发展的大计．因此，要理直气壮地培养拔尖人才．

我们十分感谢广东教育出版社的领导和编辑对这套书出版的关心和支持！我们祈望这套书的出版，能对教育界摒弃应试教育的弊端，能对优秀的青少年学生的成长产生积极的影响．

2001年6月

目录

第一章 运动学

知识介绍

一、参照系、质点位置的确定和位移

世界上的一切物体都处于不停的运动之中，物体的运动是绝对的，静止是相对的，因此物体在空间的位置只能相对另一物体来确定．为了描述物体的位置，必须选择另一物体作参考，这个被选定的作参考的另一物体，就叫做参照物．参照物的选择主要由研究问题的方便来确定．一般情况下，我们以地球作为参照物．

为了能准确地描述物体相对参照物的位置，就需要建立坐标系，参照系是参照物的数学抽象，被想象为坐标系和参照物固联在一起，这样，物体的位置就可以用它在坐标系中的坐标来表示了．质点运动时，它们可以分别表示为时间的函数．

任何物体都有一定的大小和形状，但当物体的大小和形状在所研究的问题中可以忽略时，就可以不计物体各部分运动状况的差别，而把物体看成一个具有质量但没有大小的几何点，这样的物体就称为质点．

参照系确定之后，要把质点在各个时刻的位置定量地表示出来，还需要建立适当的坐标系，在直角坐标系中，质点的位置可以用三个坐标 x，y，z 来表示．质点运动时，它们可以分别表示为时刻 t 的函数

$$x=x(t),\ y=y(t),\ z=z(t)$$

此即质点的运动学方程．如果在方程中消去 t，可得质点的轨道方程．

研究质点的运动，不仅要知道它的位置，还必须知道它的位置变化情况，运动物体的位置变化，用位移来描述．位移是矢量，运动物体在一段时间的位移的大小就是从初位置到末位置的距离，位移的方向规定为：总是初位置指向末位置．

二、直线运动

1. 直线运动的速度

变速直线运动中，各时刻物体运动的快慢不同，可用平均速度粗略地描述一段时间内物体运动的快慢．在一段时间 Δt 内，物体的位移为 Δs，那么，位移 Δs 与时间 Δt 的比值，称为平均速度：

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

质点运动的平均速度只能粗略地反映一段时间内运动的平均快慢情况，为了能反映质点在某一时刻运动的快慢，应该把 Δt 取得很短，越短，越接近客观的真实情况，$\Delta t\to 0$ 时，平均速度的极限值，叫做运动质点在 t 时刻的即时速度：

$$v=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta s}{\Delta t}$$

2. 直线运动的加速度

在变速直线运动中，速度改变的快慢一般是不相同的，为了研究速度随时间而改变的特征，要引入加速度这个概念：速度的变化量和所用时间的比值叫做加速度．

从前面定义速度的方法可知，如果运动的物体在 Δt 时间内速度的变化量为 Δv，则

$$\bar{a}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

称为这段时间内的平均加速度．

平均加速度只能粗略地描述速度变化的快慢程度．选取很短的一段时间 Δt，当 Δt 趋近于零时，平均速度的极限值，称为 t 时刻的即时加速度．表示为

$$a=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta v}{\Delta t}$$

加速度 a 精确地反映了质点运动速度在各时刻变化的快慢情况．加速度保持不变的直线运动称为匀变速直线运动，作匀变速直线运动的质点的位移 s、速度 v、加速度 a 与时间 t 之间的关系满足以下公式：

$$v_t=v_0+at$$

$$v_t^2=v_0^2+2as$$

$$s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$$

三、曲线运动

1. 运动的合成和分解

(1) 标量和矢量

只有大小没有方向的物理量称为标量，例如：质量、温度、路程等．标量的运算遵从代

数法.

既有大小又有方向的物理量称为矢量，速度、加速度、位移都是矢量. 矢量的运算遵从平行四边形法则或三角形法则. 求同一直线上矢量的加减时，规定正方向后，可转化为代数运算. 不在同一直线上的矢量运算可通过正交分解法，把各个矢量向互相正交的坐标轴分解，分别求得两个方向的分量和后，再求合矢量.

(2) 运动的合成和分解

位移、速度、加速度等矢量的合成和分解遵从平行四边形法则. 一个物体同时参与两个运动，它的合运动的位移、速度、加速度是以分运动的位移、速度、加速度为边的平行四边形的对角线. 一般有如下的关系：

$$\vec{s}_{AB} = \vec{s}_{AC} + \vec{s}_{CA}$$

2. 圆周运动

运动轨迹是一个圆的运动称为圆周运动，做圆周运动的质点每时每刻的位置、速度矢量和加速度矢量都在同一平面内. 描述做圆周运动质点的位置时，常用自然坐标系. 在自然坐标系中，质点的位置可以用距轨迹曲线上某一点的曲线的长度来确定. 自然坐标系中的矢量，常沿切线方向和法线方向进行正交分解，用其切向分量和法向分量来表示.

设质点作半径为 R 的圆周运动，在时刻 t 质点的速度为 v，则圆周运动的加速度为

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t = \frac{v^2}{R}\vec{n} + a_t\vec{t}$$

式中，$\vec{a}_n$称为法向加速度，也称向心加速度. $\vec{a}_t$称为切向加速度，$a_t = \lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$就是质点运动速率对时间的变化率. $\vec{n}$和$\vec{t}$分别为法线方向的单位矢量和切线方向的单位矢量. 若质点作匀速圆周运动，其速率不随时间发生变化，即 $a_t = 0$，则质点的运动加速度就是法向加速度 $\vec{a} = \vec{a}_n = \dfrac{v^2}{R}\vec{n}$，其大小不变，方向始终指向圆心.

圆周运动是曲线运动的特例，当质点作一般曲线运动时，其加速度也可分解为法向加速度和切向加速度两个分量，即

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t = \frac{v^2}{\rho}\vec{n} + a_t\vec{t}$$

式中 ρ 为轨迹曲线上某点的曲率半径，当轨迹为圆时，曲率半径 ρ 就是该圆的半径 R.

3. 抛体运动

将质点以一定的初速度抛出去，抛出后只在重力作用下的运动叫抛体运动. 抛体运动可分为以下几种：

(1) 竖直上抛运动

竖直上抛运动可以看作是竖直向上的匀速直线运动和自由落体运动的合成. 以抛出点为原点，竖直向上的方向为正方向，竖直上抛运动的公式是

$$v_t = v_0 - at$$

$$h = v_0 t - \frac{1}{2}at^2$$

(2) 平抛运动

质点以初速 v_0 沿水平方向抛出后，仅受重力即不受空气阻力的曲线运动，称为平抛运动. 平抛运动是一种匀变速曲线运动，可以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，平抛运动的质点在空中的运动轨迹是一条抛物线. 据此，我们可以得到平抛运动的分速度、速度、分位移、位移公式：

$$v_x = v_0$$

$$v_y = gt$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$\mathrm{tg}\theta = \frac{v_x}{v_y}$$

其中，θ 是 v 和 v_x 之间的夹角.

$$x = v_0 t$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

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

$$\phi = \frac{y}{x}$$

ϕ 是位移 s 和 x 之间的夹角.

在曲线运动中，质点的位移和轨迹是不同的，位移是直线，而轨迹是曲线. 做曲线运动的质点，在任一时刻的速度方向，总沿该时刻所在处的曲线的切方向.

(3) 斜抛运动

质点以一定的初速度斜向抛出，抛出后只在重力作用下的运动叫做斜抛运动. 斜抛运动的速度分量公式和速度公式分别是：

$$v_x = v_0\cos\theta$$

$$v_y = v_0\sin\theta$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$\mathrm{tg}\theta = \frac{v_x}{v_y}$$

位移的分量公式和位移公式分别是：

$$x = v_0\cos\theta t$$

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

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

斜抛运动也可看作是沿初速度 v_0 方向的匀速直线运动和自由落体运动的合成，这种分解方法便于画出斜抛运动的轨迹.

典型例题

例1 升降机天花板上悬一小球，离地板高 $h=2.5\text{m}$，升降机以 $v_0=10\text{m/s}$ 的速度上升，从某一时刻起升降机以 $a=2\text{m/s}$ 的加速度上升，此刻悬吊小球的绳断，问小球经多长时间落到升降机地板上？

解析 绳断时刻，小球和升降机地板初速度相同为 v_0，但两者加速度不同．可建立坐标系后分别列出每个物体的运动方程．

以绳断时升降机地板的位置为坐标系的原点，竖直向上为坐标轴 oy 的正方向．小球的运动方程为

$$y_1=h+v_0t-\frac{1}{2}gt^2 \quad ①$$

地板的运动方程为

$$y_2=v_0t+\frac{1}{2}at^2 \quad ②$$

小球落到地板上时

$$y_1=y_2 \quad ③$$

以上方程联立，解得

$$t=\sqrt{\frac{2h}{a+h}}=\sqrt{\frac{2\times2.5}{2.5+10}}\text{s}=0.63\text{s}$$

例2 一质点由 A 点从静止出发，沿直线 AB 运动，先以加速度 a_1 作匀加速运动，接着又以加速度 a_2 作匀减速运动，到达 B 点时恰好停下，且 AB 长为 s．求质点从 A 运动到 B 所用时间．

解析 根据两段运动特点，分别求出对应时间即可．

设质点作匀加速运动的时间为 t_1，作匀减速运动的时间为 t_2，则对应的位移分别为

$$s_1=\frac{1}{2}a_1t_1^2 \quad ①$$

$$s_2=vt_2-\frac{1}{2}a_2t_2^2 \quad ②$$

且

$$a_1t_1=v=a_2t_2 \quad ③$$

故

$$s=s_1+s_2=\frac{1}{2}a_1t_1^2+\frac{1}{2}a_2t_2^2 \quad ④$$

由③式可得

$$t_2=\frac{a_1}{a_2}t_1 \quad ⑤$$

将⑤代入④有

$$t_1=\sqrt{\frac{2sa_2}{a_1(a_1+a_2)}}$$

将⑥代入⑤得

$$t_2=\sqrt{\frac{2sa_1}{a_2(a_1+a_2)}}$$

所求时间为

$$t=t_1+t_2=\sqrt{\frac{2s(a_1+a_2)}{a_1a_2}}$$

例 3　从 h 高的平面上以速度 v_0 水平抛出一球，落到平地后反跳作斜抛运动．设每次与地面碰撞后，竖直分速度变为碰撞前的 e 倍（$e<1$），而水平分速度不变．不计空气阻力．求：

（1）小球与地面第 n 次与第 $n+1$ 次碰撞之间的射高和水平射程．

（2）小球与地面作第 $n+1$ 次碰撞时，到出发点的水平距离和经过的时间．

解析　斜抛物体的射高为 $\frac{v_{oy}^2}{2g}=\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}$，水平射程为 $v_{ox}\times 2T=2\frac{v_{ox}v_{oy}}{g}=\frac{v_0^2\sin 2\alpha}{g}$．小球每次与地面碰撞后水平分速度不变，竖直分速度发生变化．

（1）小球与地面第一次碰撞前的竖直分速度大小为 $\sqrt{2gh}$，碰后的竖直分速度为

$$v_1=e\sqrt{2gh} \qquad ①$$

小球碰前和碰后的水平分速度为 v_0 保持不变．

第二次碰地前的竖直分速度大小为 v_1，碰后为

$$v_2=ev_1=e^2\sqrt{2gh} \qquad ②$$

水平分速度仍不变．

可以推得第 n 次与地面碰撞后反跳的竖直分速度为

$$v_n=e^n\sqrt{2gh} \qquad ③$$

根据射高和水平射程公式可知第 n 次与地面碰撞后，小球的射高和水平射程分别为

$$H_n=\frac{v_n^2}{2g}=e^{2n}h$$

$$L_n=\frac{2v_0v_n}{g}=2v_0e^n\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

（2）小球第 $n+1$ 次与地面碰撞时，与出发点的水平距离为

$$L=L_0+L_1+L_2+\cdots+L_n$$

其中 L_0 为小球被水平射出时的位置到落地点的水平距离，

$$L_0=v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

同理可求得 L_1、L_2、…表达式，故

$$L=v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}+2v_0e\sqrt{\frac{2h}{g}}+2v_0e^2\sqrt{\frac{2h}{g}}+\cdots+2v_0e^n\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$= v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}\ (1+2e+2e^2+\cdots+2e^n)$$

从射出小球到小球与地面作 $n+1$ 次碰撞所经历的时间为

$$t=\frac{L}{v_0}=\sqrt{\frac{2h}{g}}\ (1+2e+2e^2+\cdots+2e^n)$$

例 4 如图 1－1 所示，一滑雪运动员自 H 为 50m 高处滑至 O 点，由于运动员的技巧，运动员在 O 点保持速率 v_0 不变（阻力不计），并以仰角 θ 起跳，滑至 B 点，令 OB 为 L. 试问 α 为 30°时，L 的最大值是多少？当 L 取极值时 θ 角为多大？

解析 运动员在起跳后，做斜抛运动，建立如图 1－1 所示的坐标系，O 为原点，运动员运动的轨迹在坐标系所在的平面内. 列出运动员在 x、y 方向分运动的方程，然后求解.

设 B 点的坐标为 x、y，OB 长为 L，有

$$x=L\cos\alpha=v_0\cos\theta t \qquad ①$$

$$y=-L\sin\alpha=v_0\sin\theta t-\frac{1}{2}gt^2 \qquad ②$$

由上两式消去 t 后得

$$-\sin\alpha=\cos\alpha\,\mathrm{tg}\theta-\frac{gL\cos^2\alpha}{2v_0^2\cos^2\theta} \qquad ③$$

③式可变成

$$L=\frac{v_0^2}{g\cos^2\alpha}[\sin(\alpha+2\theta)+\sin\alpha] \qquad ④$$

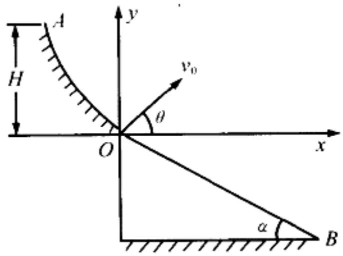


图 1－1

运动员由 A 到 B，只有重力做功，机械能守恒，故有

$$\frac{1}{2}mv_0^2=mgH \qquad ⑤$$

$$v_0^2=mgH \qquad ⑥$$

联立⑤⑥④式并代入 $\alpha=30°$，得

$$L=\frac{2H}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}[\sin(30°+2\theta)+\sin30°]$$

要使 L 有极大值，有

$$\sin(30°+2\theta)=1$$

即

$$30°+2\theta=90°$$

$$\theta=30°$$

$$L_{\max}=\frac{8}{3}H\left(1+\frac{1}{2}\right)=4H$$

$$=200\text{m}$$

例 5 近似地认为各行星以不同的半径绕太阳作圆轨道运动. 根据开普勒定律证明各行星的加速度与到太阳的距离的平方成反比.

解析 开普勒定律指出各行星绕太阳运动的面积速度不变.

开普勒第三定律指出各个行星的运动周期的平方与轨道的立方之比为一恒量．本题可以利用开普勒第三定律和做匀速圆周运动的物体向心加速度公式证明结论．

设各行星的半径和角速度分别为 r_1，$r_2\cdots$；ω_1，$\omega_2\cdots$

运行的周期

$$t=\frac{2\pi}{\omega}$$

故有

$$\frac{t^2}{r^3}=\frac{4\pi^2}{r^3\omega^2}$$

由开普勒第三定律

$$4\pi^2/r_1^3\omega_1^2=4\pi^2/r_2^3\omega_2^3=\cdots=4\pi^2/GM$$

设各行星作匀速圆周运动的向心加速度分别为 a_1、$a_2\cdots$，则

$$a_1=r_1\omega_1^2,\quad a_2=r_2\omega_2^2,\quad\cdots$$

联立上两式，可得

$$r_1^2a_1=r_2^2a_2=\cdots=GM$$

可见，各行星的半径的平方与加速度之积等于常数 GM，即加速度与到太阳的距离的平方成反比．

例 6　有一只狐狸以不变速率 v_1 沿着直线 AB 逃跑，一只猎犬以不变的速率 v_2 追击，其运动方向始终对准狐狸．某时刻狐狸在 F 处，猎犬在 D 处，$FD\perp AB$，且 $FD=L$，如图 1－2 所示，求此时猎犬加速度的大小．

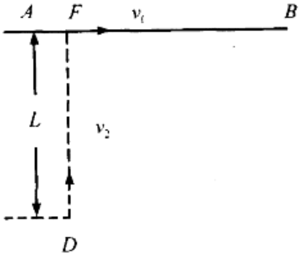


图 1－2

解析　狐狸做匀速直线运动，猎犬做匀速率曲线运动，加速度的大小和方向都在不断变化．考虑在所求时刻之后一段很短的时间 Δt 内，猎犬运动轨迹的曲率半径为 ρ，则其向心加速度为

$$a=a_n=\frac{v_2^2}{\rho}\qquad ①$$

在 Δt 时间内，狐狸和猎犬分别到达了 F' 和 D' 处，如图 1－3所示，这段时间猎犬的运动方向转过的角度

$$\alpha=\frac{DD'}{\rho}=\frac{v_2\Delta t}{\rho}\qquad ②$$

因为 Δt 很小，所以狐狸运动的距离

$$v_1\Delta t=\alpha L\qquad ③$$

由②③式可得

$$\rho=\frac{Lv_2}{v_1}$$

所以

$$a=a_n=\frac{v_2^2}{\rho}=\frac{v_1v_2}{L}$$

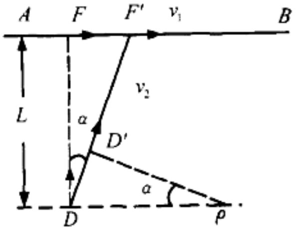


图 1－3

习题和答案

1. 火车以速率 v_1 向前行驶，司机忽然发现，在前方同一轨道上距车为 s 处有另一辆火车，它正沿相反的方向以较小的速率 v_2 作匀速运动．于是他立即使车作匀减速运动，加速度的大小为 a．要使两车不致相撞，则 a 应满足什么条件？

2. A、B 两物体从同一处同时向同一方向开始运动，A 作初速 $v_{10}=10\text{m/s}$，加速度 $a_1=-0.2\text{m/s}^2$ 的匀减速直线运动；B 作初速度 $v_{20}=0$，加速度 $a_2=0.3\text{m/s}^2$ 的匀加速直线运动，出发后，在 B 追上 A 之前，它们之间的最大距离是多少？

3. 暂停在路上的摩托车驾驶员，突然发现操纵失灵的汽车 v_0 从后面相距为 l 处向他撞来，他立即起动以加速度 a 行驶来躲避车祸．求摩托车与汽车之间的最小距离．

4. 装在小车上的弹簧发射器射出一小球，根据小球相对于地的水平射程和射高的测量得知：小球被射出时相对于地的速度为 10m/s，小车的反冲速度为 2m/s．求小球被射出时相对于小车的速度大小．已知该弹簧发射器的仰角为 30°.

5. 一架飞机从 A 地向正北方向飞到相距为 L 的 B 地，然后立即飞回 A 地，当无风时，共需时间 t_0．

（1）如果风速 v 向正北方向，而飞机相对于空气的飞行速度 u 不变．求飞机来回飞行所需的时间．

（2）如果风速 v 向正东方向，而飞机相对于空气的飞行速度 u 不变．求飞机来回飞行所需时间．

6. 做匀变速运动的甲、乙两车同时、同向经过同一地点，经过该点时甲车速度为12m/s，加速度为 -1.5m/s^2；乙车速度为 4m/s，加速度为 0.5m/s^2，求：

（1）何时两车相距最远？最远距离多大？

（2）乙车何时追上甲车？

7. 炮兵由山顶向海上目标射击．发现同一门炮以仰角 α_1 和 α_2 发射相同炮弹，都能准确命中海面上位置不变的同一个靶标．已知这种炮弹的初速度为 v_0．求此山的海拔高度（不计空气阻力）．

8. 足球运动员在 11m 远处罚球点将球准确地从横梁下边沿离地高度为 $h=2.5\text{m}$．足球质量为 $m=0.5\text{kg}$，空气阻力不计．为此必须传递给这个足球的最小能量是多小？

9. 一个巨大的圆柱，质量为 M，半径为 R，放在两个同样高的台阶上，如图 1-4 所示，一个台阶固定不动，另一个台阶沿水平面以速度 $\vec{v}$ 运动．求当两支持点之间距离等于 $R\sqrt{2}$ 时，圆柱对固定台阶的支持点的压力 N 的表达式是怎样的？不计摩擦，在初始时刻，两台阶彼此相距很近．

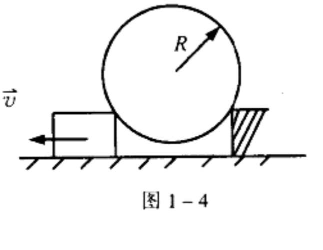


图 1-4

10. 细直棍 AB 以其两端沿直线滑槽 ox 与 oy 滑动；B 端作匀速运动，速度为 v_B. 求棍的 A 端及棍上 M 点的速率. 已知 $MA = a$，$MB = b$，$\angle OBA = Q$，如图 1－5 所示.

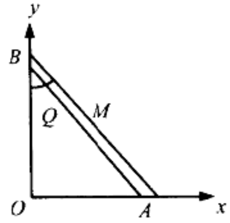


图 1－5

参考答案

1. $a > \frac{(v_1 - v_2)^2}{2s}$　2. 100m　3. $l - v_0^2/2a$　4. 11.8m/s，与水平方向夹角 35.7°　5. （1）$t_0/\left(1-\frac{v^2}{u^2}\right)$，（2）$t_0/\sqrt{1-\frac{v^2}{u^2}}$　6. （1）4s 末，16m，（2）8s 末　7. $\frac{2v_0^2}{g}\cdot\frac{\mathrm{ctg}(\alpha_1+\alpha_2)}{\mathrm{tg}\alpha_1+\mathrm{tg}\alpha_2}$　8. 34J　9. $M\left(\frac{g}{\sqrt{2}}-\frac{v^2}{2R}\right)$　10. $v_B\mathrm{ctg}\theta$

第二章 静力学

知识介绍

一、惯性参考系

所谓参考系，是指与参照物固连在一起的整个延伸空间．对某个物体总保持相对静止的空间，就叫做与该物体固连的空间，此空间中所有各点，对该物体的方位和距离总是保持不变．

惯性参考系就是对惯性定律成立的参考系，惯性参照系又简称为惯性系．与某个惯性系相对静止或作匀速直线运动的参考系，也是惯性系．

物体的平衡是指质点和刚体在外力作用下相对于惯性参照系如地球保持静止或匀速直线运动状态．

二、力的种类

1．重力

在地面附近的物体都受重力，重力是由于地球吸引而产生的力．重力的方向竖直向下，作用点是物体的重心．

重力实际上是万有引力的一个分力．物体受到地球的万有引力的作用，按照力的作用效果进行分解，一个分力是使物体随地球自转做匀速圆周运动的向心力，另一个分力就是物体受到的重力，粗略计算时可以认为物体所受的重力就等于它受到的万有引力．

2．弹力

弹力是物体由于形变而产生的力，产生弹力的条件是两个物体接触，并且发生形变．弹力的作用点在两个物体的接触处，方向和物体形变的方向相同，弹力的大小和物体的形变的大小有关．

固体的形变超过一定的限度时，引起形变的力撤消后，物体就不能完全恢复原来的形状