

大学物理概念题 解答指南

邓法金 编著



华南理工大学出版社

04-44

D336

447415

大学物理概念题 解答指南

邓法金 编著

华南理工大学出版社

· 广州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

大学物理概念题解答指南/邓法金编著. —广州: 华南理工大学出版社, 1996. 5

ISBN 7-5623-0943-4

I. 大…

II. 邓…

III. 大学-物理-解题-指南

IV. O4

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山·邮码 510641)

番禺市印刷厂印装

1996年5月第1版 1996年5月第1次印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 10.125 字数: 226千

印数: 1—6000册

定价: 12.00元

前 言

本书选编了 500 多道选择题、填空题，内容包括：运动学、动力学、机械振动和机械波、分子物理学和热力学、电磁学、光学及近代物理。选编的题目与授课内容密切配合，读者听完课后，可以边复习边做这些概念题。这样，可以使你及时巩固所学的基本理论，可以帮助你加深理解基本概念、基本定律，并有助于做好习题。

本书的特点是：启发读者思考问题，书中每道题均作出提示，并附有答案，其中不少题目还作出读者常见错误分析，以帮助读者掌握基本概念。故若读者手持本书，犹如教师亲临身旁指导一样，令你受益匪浅。

本书可供大学本科生、大专、电大、函授生参考。

作 者

1994 年 12 月于华南理工大学

目 录

第一篇 力学的物理基础	(1)
第一章 质点运动学.....	(1)
第二章 质点动力学	(25)
第三章 刚体力学	(60)
第二篇 机械振动和机械波	(74)
第四章 机械振动	(74)
第五章 机械波	(99)
第三篇 分子物理学和热力学	(123)
第六章 气体分子运动论.....	(123)
第七章 热力学的物理基础.....	(137)
第四篇 电学	(152)
第八章 静电场.....	(152)
第九章 静电场中的导体和电介质.....	(175)
第十章 电流的磁场.....	(197)
第十一章 磁场对电流的作用.....	(208)
第十二章 电磁感应.....	(225)
第十三章 物质的磁性.....	(241)
第十四章 电磁场理论的基本概念 电磁振荡 电磁波.....	(246)
第五篇 波动光学	(256)
第十五章 光的干涉.....	(256)
第十六章 光的衍射.....	(271)
第十七章 光的偏振.....	(278)

第六篇 近代物理学基础..... (285)

 第十八章 狭义相对论基础..... (285)

 第十九章 光的量子性..... (293)

 第二十章 原子的量子理论..... (301)

第一篇 力学的物理基础

第一章 质点运动学

1-1 已知质点的运动方程为

$$x=3t$$

$$y=2t^2$$

则质点在第 2s 内的位移 $\Delta \mathbf{r} =$ _____。

提示 ①依题意,先写出运动方程 $\mathbf{r}=\mathbf{r}(t)$; ②质点在第 2s 内的位移 $\Delta \mathbf{r}=\mathbf{r}_2-\mathbf{r}_1$ 式中 $\mathbf{r}_2$ 为质点在第 2s 末的位置矢量, $\mathbf{r}_1$ 为质点在第 1s 末的位置矢量。

答案 ① $\mathbf{r}=3ti+2t^2\mathbf{j}$; ② $\mathbf{r}_2|_{t=2s}=6\mathbf{i}+8\mathbf{j}$; $\mathbf{r}_1|_{t=1s}=3\mathbf{i}+2\mathbf{j}$; $\Delta \mathbf{r}=3\mathbf{i}+6\mathbf{j}$

1-2 一物体在某瞬时,以初速度 $\mathbf{v}_0$ 从某点开始运动,在 Δt 时间内,经一长度为 s 的曲线路径后,又回到出发点,此时速度为 $-\mathbf{v}_0$,则在这段时间内

(1) 物体的平均速率是 _____。

(2) 物体的平均加速度是 _____。

提示 对第二问 ①物体的平均加速度 $\bar{\mathbf{a}}=\frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t}$; ②依题意,在 Δt 时间内,速度的增量 $\Delta \mathbf{v}=\mathbf{v}_2-\mathbf{v}_1=-2\mathbf{v}_0$

答案 $\bar{v} = \frac{s}{\Delta t}$; $\bar{a} = \frac{-2v_0}{\Delta t}$

1-3 已知一质点在 XOY 平面内运动, 其运动方程为 $r = 3\cos \frac{\pi}{6}ti + 3\sin \frac{\pi}{6}tj$, 则质点的瞬时速度 $v =$ _____; 加速度 $a =$ _____。

提示 求 v 方法一: $v = v_x i + v_y j$ 式中 $v_x = \frac{dx}{dt}$, $v_y = \frac{dy}{dt}$; 方法二: $v = \frac{dr}{dt} = \frac{d}{dt} (3\cos \frac{\pi}{6}ti + 3\sin \frac{\pi}{6}tj)$ 。

求 a 方法一: $a = a_x i + a_y j$ 式中 $a_x = \frac{dv_x}{dt}$, $a_y = \frac{dv_y}{dt}$;

方法二: $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} (-\frac{\pi}{2}\sin \frac{\pi}{6}ti + \frac{\pi}{2}\cos \frac{\pi}{6}tj)$;

答案 $v = -\frac{\pi}{2}\sin \frac{\pi}{6}ti + \frac{\pi}{2}\cos \frac{\pi}{6}tj$;

$$a = -\frac{\pi^2}{12}\cos \frac{\pi}{6}ti - \frac{\pi^2}{12}\sin \frac{\pi}{6}tj = -\frac{\pi^2}{36}r$$

1-4 一质点的运动方程为

$$x = \omega Rt - R \sin \omega t$$

$$y = R - R \cos \omega t$$

式中 ω, R 为常量。当 $t = \frac{\pi}{\omega}$ 时, 质点的位置矢量 $r =$ _____;

速度 $v =$ _____; 加速度 $a =$ _____。

提示 对求 r $r = xi + yj$, 先求 $x|_{t=\frac{\pi}{\omega}}$ 、 $y|_{t=\frac{\pi}{\omega}}$ 。

对求 v $v = v_x i + v_y j$, 先求 $v_x|_{t=\frac{\pi}{\omega}}$ 、 $v_y|_{t=\frac{\pi}{\omega}}$ 。

对求 a $a = a_x i + a_y j$, 先求 $a_x|_{t=\frac{\pi}{\omega}}$ 、 $a_y|_{t=\frac{\pi}{\omega}}$ 。

答案 $r = \pi Ri + 2Rj$; $v = 2\omega Ri$; $a = -\omega^2 Rj$

1-5 一质点在 XOY 平面上运动, 运动方程为

$$x = 3t + 5$$

$$y = \frac{1}{2}t^2 + 2t - 4 \text{ (SI)}$$

则 $t=2\text{s}$ 末的速率 $v=$ _____。

提示 质点在平面上作曲线运动时,任一时刻的速率为
 $v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}$ 式中 $v_x=\frac{dx}{dt}$, $v_y=\frac{dy}{dt}$ 。

答案 $v_x|_{t=2\text{s}}=3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; $v_y|_{t=2\text{s}}=4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;
 $v=5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

1-6 一物体从某一确定高度以 v_0 的速度水平抛出,已知它落地时的速度为 v_t ,那么它运动的时间是()。

- A. $\frac{v_t-v_0}{g}$; B. $\frac{v_t-v_0}{2g}$;
C. $\frac{(v_t^2-v_0^2)^{\frac{1}{2}}}{g}$; D. $\frac{(v_t^2-v_0^2)^{\frac{1}{2}}}{2g}$ 。

提示 ①物体运动的时间为 $t=\frac{v_y}{g}$; ②依题意,有 $v_t^2=v_0^2+v_y^2$

答案 C

1-7 人站在地面上抛出一球,球离手时的初速度为 v_i ,落地时的末速度为 v_f 。忽略空气阻力,图 1-1 中哪一个分图正确地表示了速度矢量的演变过程?()。

- A. a); B. b); C. c); D. d); E. e)

提示 ①依题意,球在空间作抛物线运动,如图 1-2 所示。球在任一点的速度均可分解为 v_x 与 v_y ,分析球在运动过程中 v_x 、 v_y 的变化; ②球在上升阶段, v_y 逐渐减小至零;球在下降阶段, v_y 又从零逐渐增加,而 v_x 始终不变。

答案 E

1-8 如图 1-3 所示,路灯距地面高度为 H ,行人身高为 h ,若人以匀速 v 背向路灯行走,则人头的影子移动的速度 v' 等于()。

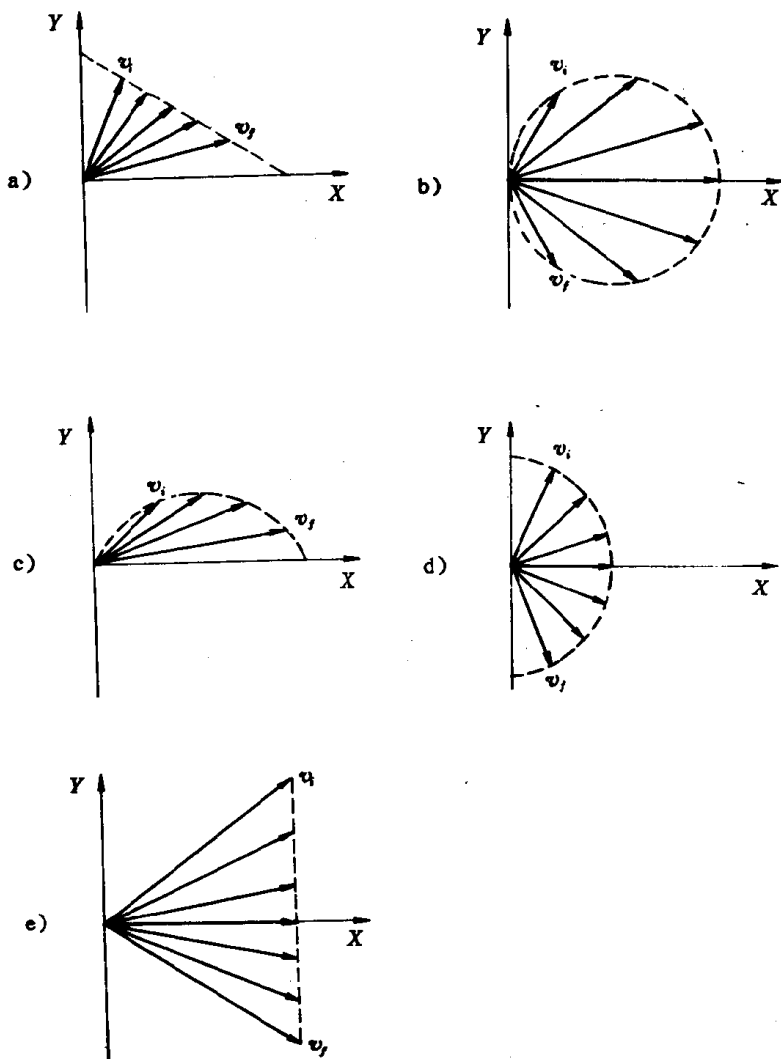


图 1-1 题 1-7 答案选择图

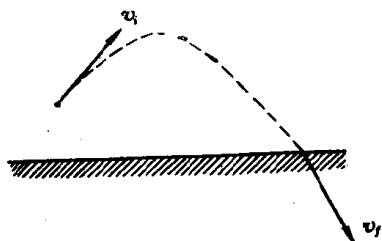


图 1-2 题 1-7 提示图

- A. $\frac{H-h}{H} \frac{ds}{dt}$; B. $\frac{H}{H-h} \frac{ds}{dt}$; C. $\frac{h}{H} \frac{ds}{dt}$; D. $\frac{H}{h} \frac{ds}{dt}$ 。

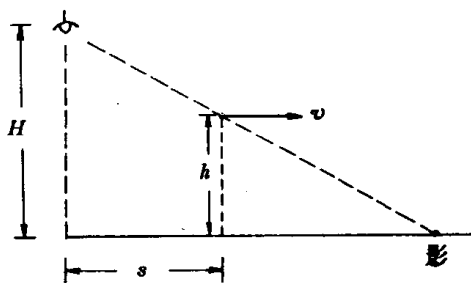


图 1-3 题 1-8 图

提示 ①人往前行走 ds , 头影往前移动 dl , 则 $v = \frac{ds}{dt}$ 为人行走的速度, $v' = \frac{dl}{dt}$ 为头影移动的速度;

②图示 ds 、 dl , 以求出 $l = l(s)$; ③如图 1-8 所示, 有 $\frac{H}{h} = \frac{l}{l-s}$ 。

答案 B

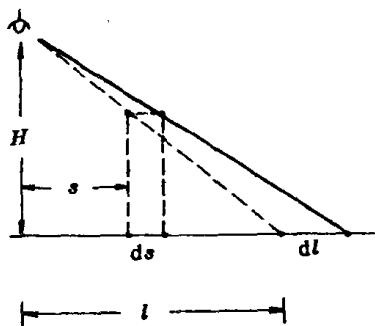


图 1-4 题 1-8 提示图

1-9 如图 1-5 所示, 在 Δt 时间内, 质点由 $A \rightarrow B \rightarrow A \rightarrow O$, 则质点在 Δt 时间内所走过的路程 $s = \underline{\hspace{2cm}}$ m, 位移 $\Delta x = \underline{\hspace{2cm}}$ m。

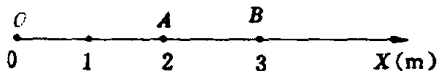


图 1-5 题 1-9 图

提示 路程表示质点走过轨迹的总长; 位移表示初始时刻和终止时刻质点位置变化的大小和方向。

答案 $s = 4\text{m}$, $\Delta x = -2\text{m}$, 式中 2m 表示质点位置变化的大小, 负号表示位置变化的方向, 即质点的位置是沿 X 轴负向变化的。

1-10 质点作自由落体的运动方程为 $y = \frac{1}{2}gt^2$, 则在第 4s 内的平均速度 $\bar{v} = \underline{\hspace{2cm}}$, 在第 4s 初的瞬时速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$, 在第 4s 末的瞬时速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

提示 求 $\bar{v}$ ①如图 1-6, $\bar{v} = \frac{\Delta y}{\Delta t}$; ② $\Delta y = y_2 - y_1$ 依题意, $y_2|_{t=4s} = \frac{1}{2}gt^2$, $y_1|_{t=3s} = \frac{1}{2}gt^2$

求 4s 初的速度 依题意, $v = \sqrt{2gy_{t=3s}}$

求 4s 末的速度 依题意, $v = \sqrt{2gy_{t=4s}}$

答案 $\bar{v} = 34.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;

$$v_{4s\text{初}} = 29.4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1};$$

$$v_{4s\text{末}} = 39.2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$



图 1-6

题 1-10 提示图

1-11 一质点沿 y 轴作直线运动, 它在 t 时刻的坐标是 $y = 4.5t^2 - 2t^3$ (SI), 则第 2s 内质点所通过的路程是 ()。

A. 0.50m; B. 0.875m; C. 1.375m; D. 2.25m.

提示 ①先分析质点在 Δt 时间内的运动情况; ②质点沿 Y 轴运动时, 分析质点运动的方向有无改变; ③令 $\frac{dy}{dt} = 0$ 进行分析; ④第 2s 内质点所通过的路程为 $s_{1-2s} = \Delta y_{1-1.5s} + |\Delta y_{1.5-2s}|$

答案 D

1-12 一小球沿斜面向上运动, 其运动方程为 $s = 5 + 4t - t^2$ (SI), 则小球运动到最高点的时刻是 ()。

A. $t = 4s$; B. $t = 2s$; C. $t = 8s$; D. $t = 5s$ 。

提示 ①最高点速度 $v = 0$; ②依题意, 速度 $v = \frac{ds}{dt}$ 。

答案 B

1-13 一质点沿 X 轴运动, 其运动方程为

$$x = 3t^2 - 2t^3 \text{ (SI)}$$

当质点的加速度为零时，其速度的大小 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

提示 ①依题意， $v = \frac{dx}{dt}$ ；② $a = \frac{dv}{dt}$ ，由 $a = 0$ 求 t 。

答案 $v = 1.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

1-14 一石块以 $4.9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 初速向上抛出，经 2s 后，石块的位移 $\Delta y = \underline{\hspace{2cm}}$ ，路程 $s = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

提示 求位移 ①定坐标，根据位移公式求；②如图 1-7a，依题意，有 $y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ 。

求路程 ①先求石块上升的高度 h ；②路程 s 为石块在 2s 钟内所走过的轨迹的总长；③依题意，有 $s = 2h + 9.8$ 。

答案 $\Delta y = -9.8 \text{ m}$ (负号表示石块位移的方向与 y 轴正向相反)； $h = 1.225 \text{ m}$ ； $s = 12.25 \text{ m}$

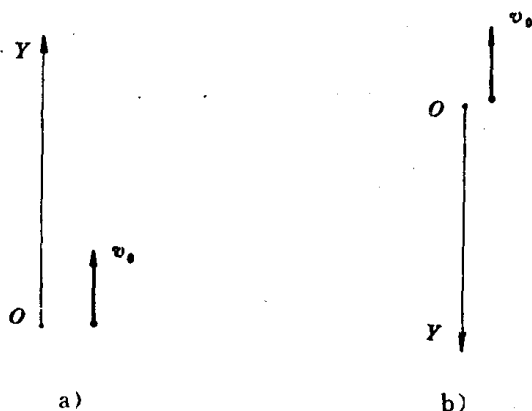


图 1-7 题 1-14 提示图

位移、速度、加速度均为矢量，应用矢量公式解题时，应
先定坐标。定坐标原则是：①根据题意；②便于计算。若本

题取竖直向下的方向定为坐标轴的正向,如图 1-7b 所示,则
 $y_{t=2s} = -v_0t + \frac{1}{2}gt^2 = 9.8\text{m}$ (+表明石块位移的方向与 Y 轴正向一致)。

1-15 一质点在平面上运动,已知质点位置矢量的表示式为 $\mathbf{r} = at^2\mathbf{i} + bt^2\mathbf{j}$ (其中 a 、 b 为常量),则该质点作()。

- A. 匀速直线运动; B. 变速直线运动;
 C. 抛物线运动; D. 一般曲线运动。

提示 ①先判辨质点运动的轨迹;②求出质点运动的轨迹方程进行判辨;③以 $x=x(t)$, $y=y(t)$ 表示质点的运动方程,并消去时间参量 t ($y = \frac{b}{a}x$, 故质点作直线运动)。

④求出质点运动的速率 v , 以判辨运动的性质 ($v = \frac{t}{2} \sqrt{a^2 + b^2}$, 故质点作变速直线运动, 又加速度 $a = \frac{dv}{dt} = \frac{1}{2} \sqrt{a^2 + b^2}$, 表明质点作匀变速直线运动)。

答案 B

1-16 质点沿 X 轴正向运动,其加速度随位置的变化关系为 $a = \frac{1}{3} + 3x^2$ 。如在 $x=0$ 处,速度 $v_0 = 5\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 那么, $x = 3\text{m}$ 处的速度为()

- A. $9\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; B. $8\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;
 C. $7.8\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; D. $7.2\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

提示 ①依题意,求出函数 $v=v(x)$;②加速度 $a = \frac{dv}{dt}$, 已知 $a = \frac{1}{3} + 3x^2$, 由此入手,寻找 v 与 x 的函数关系;③作微分变换,将 a 由 $\frac{dv}{dt}$ 变为 $\frac{dv}{dx}$;④ $a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt}$ 。

答案 A

1-17 试指出下列哪一种说法是错的 ()。

- A. 一物体具有恒定速率但仍有变化的速度；
- B. 一物体具有恒定的速度但仍有变化的速率；
- C. 一物体具有加速度而其速度可以为零；
- D. 一物体可以具有向东的加速度同时又具有向西的速度。

提示 速度恒定，即速度的大小及方向都保持不变，所以选择 B 的说法是错的。当质点作匀速圆周运动时，速率恒定，但速度的方向却时刻在改变，这说明选择 A 的说法是对的。由加速度的定义 $a = \frac{dv}{dt}$ 可知，质点在空间某点的加速度 a ，是质点在该点的速度 v 随时间的变化率，它与速度的大小没有直接的关系。例如，垂直上抛物体到达最高点时，速度为零，它却有重力加速度；又如物体沿 X 轴作简谐振动，当位移 $x=A$ 时，速度 $v=0$ ，而加速度 $a=\omega^2 A$ 却达到最大值。这表明选择 C 的说法正确。当物体沿 X 轴正向作减速运动时， $\Delta v < 0$ ，即加速度的方向沿 x 轴负向。足球场上的地滚球就属于速度与加速度反向的情况。

答案 B

1-18 一质点沿直线运动，其速度为 $v = v_0 e^{-kt}$ (式中 k 、 v_0 为常量)，当 $t=0$ 时，质点的坐标为 $x=0$ ，则此质点的运动方程为 ()。

- A. $x = \frac{v_0}{k} e^{-kt}$;
- B. $x = -\frac{v_0}{k} e^{-kt}$;
- C. $x = \frac{v_0}{k} (1 - e^{-kt})$;
- D. $x = -\frac{v_0}{k} (1 - e^{-kt})$ 。

提示 ①依题意，有 $v = \frac{dx}{dt}$ ， $dx = v dt$ ；②积分，得 $x =$

$-\frac{v_0}{k}e^{-kt}+c$ 积分常量 c 由初始条件 ($t=0, x=0$) 确定。

答案 C

1-19 一质点沿 X 轴运动, 其速度与时间的关系式为 $v=4+t^2$, 式中 v 的单位为 $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$, t 的单位为 s 。当 $t=3\text{s}$ 时质点位于 $x=9\text{cm}$ 处, 则质点的位置与时间的关系为 ()。

A. $x=4t+\frac{1}{3}t^3+12 \text{ (cm)}$;

B. $x=4t+\frac{1}{3}t^3-12 \text{ (cm)}$;

C. $x=4t+\frac{1}{2}t^2 \text{ (cm)}$;

D. $x=2t \text{ (cm)}$ 。

提示 ①依题意, 已知 $v=v(t)$, 已知速度 v 求运动方程 $x=x(t)$, 是积分问题。②依题意, 有 $v=\frac{dx}{dt}$; ③依积分式 $dx=vdt$, 得 $x=4t+\frac{1}{3}t^3+c$ 式中积分常量 c 由初始条件 ($t=3\text{s}, x=9\text{cm}$) 确定。

答案 B

1-20 质点作直线运动, 其速度 v 随时间 t 的变化规律如图 1-8 所示, 则质点在 2s 内的位移为 ()。

A. 0; B. 2m ;

C. 4m ; D. 1m 。

提示 位移 $\Delta x = S_{OG1} +$

S_{1G2}

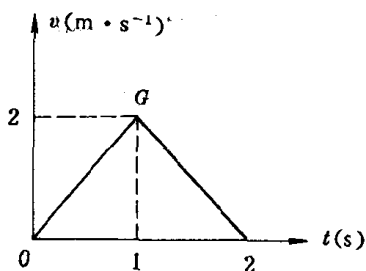


图 1-8 题 1-20 图

答案 B

1-21 一质点沿 X 轴运动, 它的速度 v 和时间 t 的关系