

九章
丛书

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

教你用更多的自信面对未来!

一书两用
同步辅导+考研复习

普通物理学

(第七版·上册)

同步辅导及习题全解

主 编 付建明

习题超全解
名师一线经验大汇集, 解题步骤超详细, 方法技巧最实用

新版



扫码在线阅读,
让你的学习更简单!



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是与高等教育出版社出版,程守洙、江之永主编,胡盘新、汤毓骏、钟季廉、胡其图、钟宏杰修订的《普通物理学》(第七版·上册)一书配套的同步辅导和习题解答,共有9章:力和运动、运动的守恒量和守恒定律、刚体和流体的运动、相对论基础、气体动理论、热力学基础、静止电荷的电场、恒定电流的磁场、电磁感应 电磁场理论。

本书按教材内容安排全书结构,各章均包括本章知识要点、知识点归纳、复习思考题解答、习题全解四部分,思路清晰、逻辑性强,循序渐进地帮助读者分析并解决问题,内容详尽、简明易懂,可作为高等院校学生学习“普通物理学”课程的辅导教材,也可作为考研人员复习备考的参考资料,还可供教师备课命题参考。

图书在版编目(CIP)数据

普通物理学(第七版·上册)同步辅导及习题全解 / 付建明主编. — 北京:中国水利水电出版社,2017.10
(高校经典教材同步辅导丛书)
ISBN 978-7-5170-5966-0

I. ①普… II. ①付… 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(2017)第257173号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:周益丹 加工编辑:焦艳芳 任红歌 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(第七版·上册)同步辅导及习题全解 PUTONG WULIXUE (DI-QI BAN · SHANGCE) TONGBU FUDAO JI XITI QUANJIE
作 者 出版发行	主 编 付建明 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
经 售	电话:(010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水) 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 16印张 371千字
版 次	2017年10月第1版 2017年10月第1次印刷
印 数	0001—8000册
定 价	28.80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

前言

程守洙、江之永主编，胡盘新、汤毓骏、钟季廉、胡其图、钟宏杰修订的《普通物理学》(第七版·上册)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出等特点成为这门课程的经典教材，被全国许多院校采用。为了帮助读者更好地学习这门课程、掌握更多的知识，我们根据多年的教学经验编写了这本配套辅导书，旨在帮助读者理解基本概念、掌握基本知识、学会基本解题方法与解题技巧，进而提高应试能力。

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。考虑到“普通物理学”这门课程的特点，我们在内容上作了以下安排：

1. 本章知识要点。对本章的重要知识点、计算公式、定理等作一个总体归纳，做到一目了然。

2. 知识点归纳。对每章知识点进行简练概括，梳理各知识点之间的脉络联系，突出各章主要定理及重要公式，使读者在各章学习过程中目标明确、有的放矢。

3. 复习思考题解答。对章后的问题逐题进行详细阐述，使读者能够更加深刻地理解和掌握本章内容。

4. 习题全解。对每一道习题都作了尽可能详尽的解答，解题中所用到的知识点均予以说明，让读者能够充分了解每章习题的类型和考查的知识点，从而在做题中得到充分锻炼。

由于时间仓促及编者水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请各位同行和读者批评指正(邮箱：yapai2004@126.com 或微信：JZCS15652485156)。

编者
2017年8月

前言

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	6
习题全解	9
第二章 运动的守恒量和守恒定律	39
本章知识要点	39
知识点归纳	39
复习思考题解答	41
习题全解	45
第三章 刚体和流体的运动	74
本章知识要点	74
知识点归纳	74
复习思考题解答	76
习题全解	78
第四章 相对论基础	94
本章知识要点	94
知识点归纳	94
复习思考题解答	97
习题全解	99
第五章 气体动理论	109
本章知识要点	109
知识点归纳	109

目录

contents

复习思考题解答	114
习题全解	118
第六章 热力学基础	128
本章知识要点	128
知识点归纳	128
复习思考题解答	131
习题全解	135
第七章 静止电荷的电场	149
本章知识要点	149
知识点归纳	149
复习思考题解答	153
习题全解	158
第八章 恒定电流的磁场	193
本章知识要点	193
知识点归纳	193
复习思考题解答	197
习题全解	201
第九章 电磁感应 电磁场理论	226
本章知识要点	226
知识点归纳	226
复习思考题解答	231
习题全解	235

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
$$\boldsymbol{r} = x\boldsymbol{i} + y\boldsymbol{j} + z\boldsymbol{k}$$

2. 运动方程

质点的位置随时间变化的函数关系式 $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(t)$ 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
$$\boldsymbol{r}(t) = x(t)\boldsymbol{i} + y(t)\boldsymbol{j} + z(t)\boldsymbol{k}$$

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一段时间内的位移,由质点的初始位置指向末位置的矢量来表示

$$\Delta \boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(t + \Delta t) - \boldsymbol{r}(t)$$

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

4. 路程

路程指质点运动时沿轨迹实际通过的路径长度,用 s 表示,一般情况下, $|\Delta \boldsymbol{r}| \neq s$.

5. 速度

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

在直角坐标系中表示为

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

速度的大小称为速率,速率是标量,并且

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

6. 加速度

加速度指质点运动速度对时间的一阶导数

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

在直角坐标系中表示为

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

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 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. 加速度在自然坐标系中的表示

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

3. 圆周运动的角量描述

角位置 $\theta = \theta(t)$

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

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)

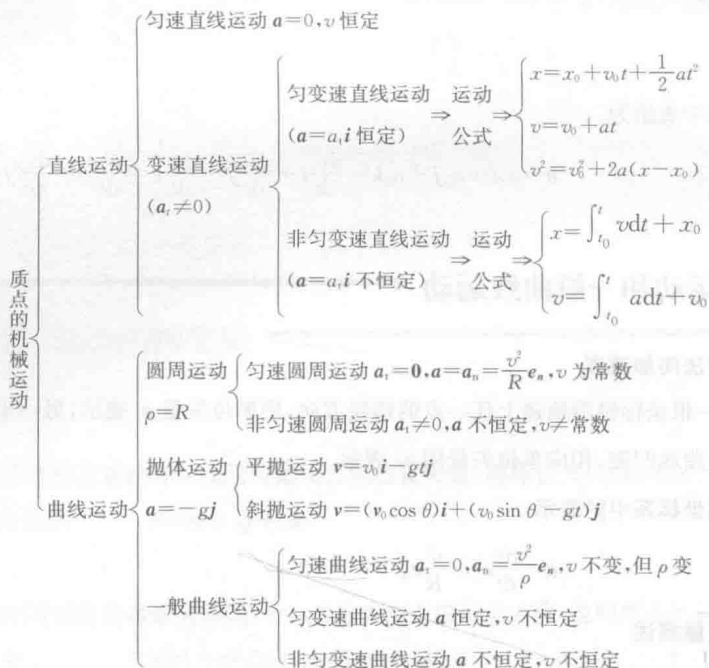
五、抛体运动的矢量描述

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

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

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

六、几种运动速度与加速度的特点



七、相对运动 常见力和基本力

1. 相对运动

伽利略坐标变换

$$r=R+r'$$

速度变换与加速度变换

$$v_{PK}=v_{PK'}+v_{K'K}, a_{PK}=a_{PK'}+a_{K'K}$$

2. 常见力

重力

弹力

摩擦力

万有引力

$$F=-kx$$

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

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

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.

$$F=ma$$

牛顿第二定律的微分形式

$$F=\frac{dp}{dt}, p=mv, Fdt=dp$$

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

相对地面参考系作变速运动的参考系都是非惯性系.

4. 惯性力

$$F_{\text{惯}}=-ma$$

复习思考题解答

物理学(第7版)·上册

1-1-1 **解题过程** (1)可能.例如物体上抛时,在顶点物体速度为零,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,而速度的大小和方向都会发生改变.

1-1-2 **解题过程** (1)位移是矢量,路程是标量,位移是物体初末位矢之差,是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,当物体作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 $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$;而平均速率是路程与时间之比,即 $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$,二者一般情况下不相等,只有当 $|\Delta \vec{r}| = \Delta s$,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 $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$,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 $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$,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.

1-1-3 **解题过程** (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 **解题过程** 后者正确.因为 $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j}$,而 $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}\vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\vec{j}$

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

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.

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

知第一种方法确实错了.

1-3-1 解题过程 (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.

1-3-2 解题过程 (1) 正确. 由 $a = a_n + a_t$ 知, 切向加速度 a_t 是由物体速度大小改变引起的, 而法向加速度 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 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 $a_n = \frac{v^2}{\rho}$ 知, 法向加速度不为零 (其中 ρ 是指该点处的曲率半径).

1-3-3 解题过程 若 $\frac{dr}{dt} \neq 0, \frac{d^2r}{dt^2} = 0$, 质点作圆周运动; 若 $\frac{dv}{dt} \neq 0, \frac{d^2v}{dt^2} = 0$, 质点作匀速率曲线运动, 如匀速圆周运动.

1-3-4 解题过程 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.

1-3-5 解题过程

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 $a = a_n + a_t = \frac{v^2}{\rho} e_n + \frac{dv}{dt} e_t$ 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 $a_n \neq 0$. 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.

1-5-1 解题过程 (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, 此时所受合外力不为零.

(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.

1-5-2 解题过程 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.

1-5-3 解题过程 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, 而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.

1-5-4 解题过程 绳的拉力和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.

1-5-5 解题过程 如答 1-5-5 图所示.

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

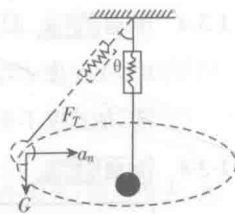
(2) 物体在一水平面内作匀速圆周运动, 设测力计与竖直位置夹角为

θ , 物体运动角速度为 ω , 则 $\begin{cases} F'_T \cos\theta = mg \\ F'_T \sin\theta = m\omega^2 R \end{cases}$ 所以得 $F' = F'_T$

$> mg$

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.



答 1-5-5 图

1-5-6 解题过程 前者对, 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, 而向心力指向圆心, 故在重力方向上分解各外力时, 有 $F_T \cos\theta - mg = 0$.

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

习题全解

1-1 解题过程

(1) 由 $x=4t-2t^3$, 知 $x_2=4 \times 2-2 \times 2^3=-8\text{m}$, $x_0=0$, $\Delta t=2\text{s}$

$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_0}{\Delta t} = -4\text{m/s}$$

由 $x=4t-2t^3$, 有 $v = \frac{dx}{dt} = 4-6t^2$, 故 $v_2 = (4-6 \times 2^2)\text{m/s} = -20\text{m/s}$

(2) $s_{13} = x_3 - x_1 = (4 \times 3 - 2 \times 3^3) - (4 \times 1 - 2 \times 1^3) = -44\text{m}$, $\Delta t_{13} = 2\text{s}$

$$\bar{v}_{13} = \frac{s_{13}}{\Delta t_{13}} = -22\text{m/s}$$

(3) $v_1 = (4-6t^2)|_{t=1} = -2\text{m/s}$, $v_3 = (4-6t^2)|_{t=3} = -50\text{m/s}$

$$\bar{a} = \frac{v_3 - v_1}{\Delta t} = -24\text{m/s}^2$$

由 $v=4-6t^2$, 得 $a=-12t$, $t=3\text{s}$

所以 $a_1 = -12\text{m/s}^2$, $a_3 = -36\text{m/s}^2$

而 $\frac{a_1 + a_3}{2} = -24\text{m/s}^2$, 但 \bar{a} 与 $\frac{a_1 + a_3}{2}$ 表示的物理意义完全不同, \bar{a} 表示平均加速度,

而 $\frac{a_1 + a_3}{2}$ 表示加速度的平均值, 切记不能混为一谈.

(4) 由 $a=-12t$, $t=3\text{s}$ 有 $a_3 = -36\text{m/s}^2$.

1-2 解题过程

如题 1-2 图解所示.

(1) $x=5+3t^2-t^3$

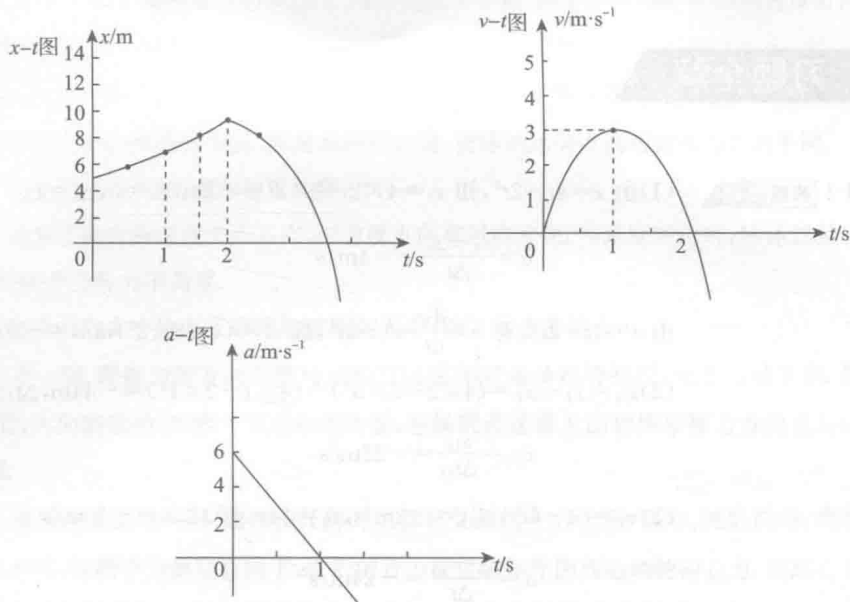
$v = \frac{dx}{dt} = 6t - 3t^2$ 当 $t=0$ 或 $t=2$ 时, $v=0$, 当 $0 < t < 2\text{s}$ 时, $v > 0$, 当 $t > 2\text{s}$ 时, $v < 0$

$a = \frac{dv}{dt} = 6 - 6t$, 当 $t=1$ 时 $a=0$, 当 $0 < t < 1\text{s}$ 时, $a > 0$, 当 $t > 1\text{s}$ 时, $a < 0$

故当 $0 < t < 1\text{s}$ 时, $a > 0$, $v > 0$, 质点作正向加速运动,

当 $1 < t < 2\text{s}$ 时, $a < 0$, $v > 0$, 质点作正向减速运动,

当 $t > 2\text{s}$ 时, $a < 0$, $v < 0$, 质点作负向加速运动.



题 1-2 图解

$$(2) \text{平均速度} = \frac{\text{位移}}{\text{时间}}$$

$$\text{平均速率} = \frac{\text{路程}}{\text{时间}}$$

4s 内的位移可以通过速度的积分求得

$$x_1 = \int_0^4 (6t - 3t^2) dt = (3t^2 - t^3) \Big|_0^4 = -16 \text{m}$$

$$\text{故平均速度 } v = \frac{x_1}{t} = -4 \text{m/s}$$

$$4\text{s 内的路程: 当} \begin{cases} t=0 \text{ 时, } x_2=5\text{m} \\ t=2 \text{ 时, } x_3=9\text{m} \\ t=4 \text{ 时, } x_4=-11\text{m} \end{cases}$$

$$\text{故 4s 内的路程为 } s_1 = 2 \times (9 - 5) + 11 + 5 = 24 \text{m}$$

$$\text{平均速率 } \bar{v} = \frac{s_1}{t} = \frac{24}{4} = 6 \text{m/s}$$

因此,最初 4s 内质点的平均速度为 -4m/s

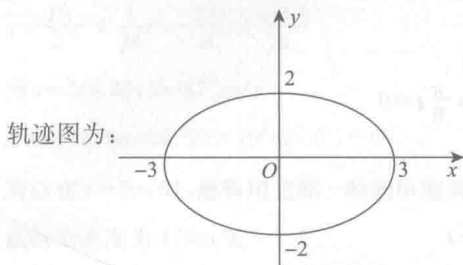
平均速率为 6m/s

1-3 解题过程

$$\vec{r} = (3 \cos \frac{\pi}{6} t) \vec{i} + (2 \sin \frac{\pi}{6} t) \vec{j}$$

$$(1) \begin{cases} x = 3\cos \frac{\pi}{6} t \\ y = 2\sin \frac{\pi}{6} t \end{cases} \xrightarrow{\text{消去 } t} \left(\frac{x}{3}\right)^2 + \left(\frac{y}{2}\right)^2 = 1$$

质点的轨迹方程为 $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$



$$(2) \vec{r}_1 = \frac{3}{2}\sqrt{3}\vec{i} + \vec{j}$$

$$\vec{r}_2 = \frac{3}{2}\vec{i} + \sqrt{3}\vec{j}$$

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = \frac{3}{2}(1-\sqrt{3})\vec{i} + (\sqrt{3}-1)\vec{j}$$

$$\Delta\vec{r} \text{ 的大小为 } \sqrt{\frac{9}{4}(1-\sqrt{3})^2 + (\sqrt{3}-1)^2} = \sqrt{\frac{13}{4}(1-\sqrt{3})^2} \approx 1.32\text{m.}$$

$$\text{方向 } \tan\theta = \frac{y}{x} = \frac{\sqrt{3}-1}{\frac{3}{2}(1-\sqrt{3})} = \frac{-2}{3}, \theta = \arctan\left(-\frac{2}{3}\right) \approx 146.3^\circ$$

$$\begin{aligned} \Delta|\vec{r}| &= |\vec{r}_2| - |\vec{r}_1| = \sqrt{\frac{9}{4} + 3} - \sqrt{\frac{9}{4} \times 3 + 1} \\ &= \frac{\sqrt{21} - \sqrt{31}}{2} \approx -0.49\text{m} \end{aligned}$$

$$(3) \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \left(-\frac{\pi}{2}\sin \frac{\pi}{6} t\right)\vec{i} + \left(\frac{\pi}{3}\cos \frac{\pi}{6} t\right)\vec{j}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \left(-\frac{\pi}{12}\cos \frac{\pi}{6} t\right)\vec{i} - \left(\frac{\pi^2}{18}\sin \frac{\pi}{6} t\right)\vec{j}$$

$$\text{在 } t=1\text{s} \text{ 时, 速度 } \vec{v}_1 = -\frac{\pi}{4}\vec{i} + \frac{\sqrt{3}\pi}{6}\vec{j}, \text{ 大小为 } 1.21\text{m/s}, \text{ 方向 } 131^\circ$$

$$\text{加速度 } \vec{a}_1 = -\frac{\sqrt{3}}{24}\pi^2\vec{i} - \frac{\pi^2}{36}\vec{j}, \text{ 大小为 } 0.76\text{m/s}^2, \text{ 方向 } 201^\circ$$

$$\text{在 } t=2\text{s} \text{ 时, 速度 } \vec{v}_2 = -\frac{\sqrt{3}}{4}\pi\vec{i} + \frac{\pi}{6}\vec{j}, \text{ 大小为 } 1.46\text{m/s}, \text{ 方向 } 159^\circ$$