



东方教育
EAST EDUCATION

面向21世纪课程教材经典同步辅导丛书

物理学

第四版

同步辅导

普通高等教育国家规划教材研究中心

东方教育教材研发中心

赠学习卡
名校真题



新华出版社



五大特色 成就你的智慧之选

打开本书，你或许心存疑虑，这是符合我需要的书吗？

许多人面对书架上琳琅满目的各种辅导书时，失去了自己的方向。不过，很多同学在拥有本书后，发现选书其实很容易。问起他们一致选择本书的原因，看法惊人的一致……

专业权威

对于教辅书，最重要的莫过于对教材的研究与透彻领悟。为此我们除了邀请在对教材的编写有深入研究的普通高等教育国家规划教材研究中心和东方教育教材研发中心的专家外，还特地邀请北京大学、清华大学、同济大学、浙江大学等著名高校的知名教授参与编写本书，将他们多年的授课心得融入到本书中，确保符合教材精神、符合专业权威的要求。

正文高质量

质量是生存之本。我们为此制订了严格科学的图书编撰、校对、审核等流程标准。每本书的原稿必须是两位专家同时独立编写，二者择其优；每本书的稿件必须经过四次严格的专业校对，四次审核；最后完稿我们会将稿件送至少3位该课程的教授各自独立审核稿件；书中的每道题必须经过3位精通该课程的研究生各自独立的计算；其间任何一道流程没有符合要求，我们会不断的修改，一直改到符合我们的标准……

为了质量我们不惜花费时间、精力。正文高质量，是百万读者信任我们的最大奥秘。

结构详尽 内容丰富

一本好书的结构，需要考虑读者的全方位需求，需要有科学的结构设计。为此，我们在征求读者和一线教学老师的意见后，设置了科学合理的结构，透过书中的小栏目（如学习要求、知识网络图、内容概要、典型题型与解题技巧、考研真题链接等），你可以事半功倍地学习新知识、掌握新知识。



五大特色 成就你的智慧之选

网络学习卡

通过随书赠送的学习卡，只要登录东方教育网（www.dongfangedu.com.cn），就可以获得在线学习、在线下载、论坛交流、信息浏览等精彩服务内容。

超值赠送 超值服务

购买本书你可以随书获得如下超值回报和服务：

赠送名校历年期末真题；赠送期末模拟试题；可以增值至66元的学习卡。

知识链接：何谓优秀图书？

读者心中优秀图书的标准是什么？东方教育网历时一年对北京、上海、广州、西安、武汉等十几个城市100多所大学五万余名在校大学生进行了问卷调查，根据问卷结果，我们整理出了如下表格，希望你购书能有所帮助。

图书类别 对比项目	一般图书	较好图书	优秀图书
专业性权威性	内容东拼西凑，没有深入研究教材	内容专业性不强，无法理解教材的编写思想	内容全部由教材研究专家撰写，结合多年教学经验之精华，确保专业权威
正文质量	没有主次，结构混乱，错漏百出	重点不明显，结构不够科学，内容不够新颖	重点突出、主次分明，符合循序渐进的学习方法，有科学的审校流程体系
网络学习卡	无	无	有，资料丰富，在线答疑，互动交流，意见反馈等等
售后服务	无	有，但读者无法及时获得售后增值服务	读者可以通过读者调查表、电邮、网站论坛等方式与编者交流，及时发布最新信息

致 读 者

亲爱的读者：

非常感谢您购买和使用“东方教育教材研发中心经典同步辅导丛书”，并预祝您学习进步。

本系列丛书内容丰富，编排精美，深受广大读者的喜爱。为了使本系列丛书的质量更上一层楼，今后更好地为广大读者服务，我们精心设计了读者意见调查表，希望通过本调查表架起与您沟通的桥梁。相信您的参与和我们的努力会构建我们共同的成功。

只要您将“读者调查表”填写后及时回寄给我们，您就可以获得：

1. 学习卡增值至 66 元，使您能够获得更多的学习资料和信息。
2. 如果您的意见合理，并被我们采纳，我们将会给予您适当的奖励。

请您抽出宝贵的时间把自己的真实意见及建议填入此表，并寄至：

北京 100080—067 信箱 东方教育教材研发中心经典同步辅导丛书编写组(收)

邮编：100080

读者调查表

书名：物理学同步辅导

购买日期：_____

个人情况	姓 名：_____ 性 别：_____ 年 龄：_____ 学 历：_____
	所在学校：_____ 院 系：_____ 专 业：_____ E-mail：_____
	电 话：_____ 通信地址：_____ 邮 编：_____
以下三项请准确填写，否则无法为您的学习卡进行充值：	
用户名：_____ 密 码：_____ 学习卡上的充值码：_____	
学习调查	1. 您购买本书的目的是_____
	A. 为了辅导大学课程学习 B. 为了应付作业及考试 C. 为了考研
	2. 老师对这门课程的成绩考核方式有_____
	A. 作业 B. 期中考试 C. 期末考试
	3. 考试方式有_____
A. 开卷 B. 闭卷	
4. 你周围同学买辅导书的比例大约是多少_____	
A. 10%以下 B. 10%—20% C. 20%—40% D. 40%以上	
5. 据你所知，他们对辅导书的选择的依据包括_____	
A. 周围同学介绍 B. 自己挑选 C. 其他_____	

购 书 信 息	1. 本书吸引你的因素_____ A. 封面设计 B. 版式设计 C. 内容介绍 D. 内容结构 E. 印刷质量 F. 目录 G. 良好口碑 H. 价格 I. 其他_____ 2. 本书如改版,您所接受的价格是_____ A. 10-20 B. 20-25 C. 25-30 D. 无所谓 3. 您还用哪个出版社的书,有何优缺点? _____																																				
本 书 调 查	<table border="0"> <tr> <td>封面设计</td><td>A. 很好</td><td>B. 较好</td><td>C. 一般</td><td>D. 差</td><td>E. 较差</td></tr> <tr> <td>印刷、装订</td><td>A. 很好</td><td>B. 较好</td><td>C. 一般</td><td>D. 差</td><td>E. 较差</td></tr> <tr> <td>正文结构</td><td>A. 很好</td><td>B. 较好</td><td>C. 一般</td><td>D. 差</td><td>E. 较差</td></tr> <tr> <td>题目数量</td><td>A. 很多</td><td>B. 较多</td><td>C. 一般</td><td>D. 少</td><td>E. 较少</td></tr> <tr> <td>价格</td><td>A. 很高</td><td>B. 较高</td><td>C. 一般</td><td>D. 低</td><td>E. 较低</td></tr> <tr> <td>难易度</td><td>A. 很难</td><td>B. 较难</td><td>C. 一般</td><td>D. 易</td><td>E. 较易</td></tr> </table>	封面设计	A. 很好	B. 较好	C. 一般	D. 差	E. 较差	印刷、装订	A. 很好	B. 较好	C. 一般	D. 差	E. 较差	正文结构	A. 很好	B. 较好	C. 一般	D. 差	E. 较差	题目数量	A. 很多	B. 较多	C. 一般	D. 少	E. 较少	价格	A. 很高	B. 较高	C. 一般	D. 低	E. 较低	难易度	A. 很难	B. 较难	C. 一般	D. 易	E. 较易
封面设计	A. 很好	B. 较好	C. 一般	D. 差	E. 较差																																
印刷、装订	A. 很好	B. 较好	C. 一般	D. 差	E. 较差																																
正文结构	A. 很好	B. 较好	C. 一般	D. 差	E. 较差																																
题目数量	A. 很多	B. 较多	C. 一般	D. 少	E. 较少																																
价格	A. 很高	B. 较高	C. 一般	D. 低	E. 较低																																
难易度	A. 很难	B. 较难	C. 一般	D. 易	E. 较易																																
您 的 意 见	1. 本书正文内容有无不足或错误? 如有,请改正: _____ 2. 目前哪些课程的辅导书是您急需又买不到的? 您希望我中心编写何种图书? 书名及大概内容是什么? _____ 3. 您理想中的网站包括哪些功能? _____																																				

东方教育教材研发中心
经典同步辅导丛书编委会

主 任：清华大学 王 飞
副 主 任：清华大学 夏应龙
 清华大学 聂飞平

编 委(按姓氏笔画排序):

于志慧	王 焯	甘 露	朱凤琴
刘胜志	刘淑红	师文玉	吕现杰
李晓炜	李炳颖	李 冰	李燕平
李 波	李凤军	李雅平	李晓光
宋之来	宋婷婷	宋 猛	张 慧
张守臣	张旭东	张国良	张鹏林
周海燕	孟庆芬	韩艳美	韩国生

前言 / Preface



《物理学》是现代高等院校物理专业重要的基础课。东南大学等七所工科院校主编、马文蔚改编的《物理学》(第四版)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点成为这门课程的经典教材,被国内许多高等院校采用。为了帮助读者更好地学好这门课程,掌握更多知识,我们根据多年的教学经验编写了这本与此教材配套的《物理学同步辅导》。本书旨在使广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本解题方法与解题技巧,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、指导性和补充性的特点。考虑到读者的不同情况,我们在内容上做了以下安排:

1. 学习要求:根据考试大纲的要求,总结各章重要知识点。
2. 知识网络图:以图表的形式贯穿各章知识网络,提纲挈领,统领全章,使知识体系更加系统化。
3. 内容概要:串讲概念,总结性质和定理,知识全面系统。
4. 典型题型与解题技巧:精选各类题型,涵盖本章所有重要知识点,对题目进行深入、详细的讨论与分析,并引导学生思考问题,能够举一反三,拓展思路。
5. 考研真题链接:精选历年考研真题进行深入的讲解。
6. 同步自测:根据各章的学习要求,精选了适量的自测题目,并附有答案。读者可以通过这些自测题目进一步掌握本章的内容要领,巩固和加深对本章知识的理解,增强解决问题的能力,并检查自己对所学知识的掌握程度。

编写本书时,依据大学本科现行教材及教学大纲的要求,参考了清华大学、北京大学、同济大学、浙江大学、东南大学、复旦大学等高等院校的教材,并结合教学大纲的要求进行编写。

我们衷心希望本书提供的内容能够对读者在掌握课程内容、提高解题能力上有所帮助。同时,由于编者的水平有限,本书难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

东方教育教材研发中心

目 录 / Contents



第一章 质点运动学

1	学习要求
1	知识网络图
2	内容概要
5	典型题型与解题技巧
9	考研真题链接
12	同步自测
14	同步自测答案及解析



第二章 牛顿定律

16	学习要求
16	知识网络图
16	内容概要
18	典型题型与解题技巧
22	考研真题链接
25	同步自测
28	同步自测答案及解析



第三章 动量守恒定律和能量守恒定律

31	学习要求
31	知识网络图
32	内容概要
34	典型题型与解题技巧
38	考研真题链接
41	同步自测
43	同步自测答案及解析



第四章 刚体的转动

46	学习要求
46	知识网络图

46	内容概要
48	典型题型与解题技巧
51	考研真题链接
54	同步自测
56	同步自测答案及解析

第五章 万有引力场

58	学习要求
58	知识网络图
58	内容概要

第六章 热力学基础

61	学习要求
61	知识网络图
62	内容概要
65	典型题型与解题技巧
67	考研真题链接
70	同步自测
71	同步自测答案及解析

第七章 气体动理论

73	学习要求
73	知识网络图
73	内容概要
78	典型题型与解题技巧
81	考研真题链接
84	同步自测
84	同步自测答案及解析

第八章 静电场

86	学习要求
86	知识网络图
87	内容概要
89	典型题型与解题技巧

94	考研真题链接
99	同步自测
101	同步自测答案及解析

第九章 静电场中的导体与电介质

103	学习要求
103	知识网络图
103	内容概要
106	典型题型与解题技巧
110	考研真题链接
113	同步自测
115	同步自测答案及解析

第十章 恒定电流

118	学习要求
118	知识网络图
118	内容概要
121	典型题型与解题技巧
123	考研真题链接
124	同步自测
126	同步自测答案及解析

第十一章 稳恒磁场

128	学习要求
129	知识网络图
129	内容概要
132	典型题型与解题技巧
135	考研真题链接
137	同步自测
139	同步自测答案及解析

第十二章 磁场中的磁介质

141	学习要求
141	知识网络图

141	内容概要
143	典型题型与解题技巧
145	考研真题链接
147	同步自测
148	同步自测答案及解析

第十三章 电磁感应 电磁场

150	学习要求
151	知识网络图
151	内容概要
154	典型题型与解题技巧
157	考研真题链接
160	同步自测
163	同步自测答案及解析

第十四章 机械振动

164	学习要求
164	知识网络图
165	内容概要
168	典型题型与解题技巧
172	考研真题链接
176	同步自测
178	同步自测答案及解析

第十五章 机械波

180	学习要求
180	知识网络图
181	内容概要
184	典型题型与解题技巧
188	考研真题链接
193	同步自测
194	同步自测答案及解析

第十六章 电磁振荡和电磁波

196	学习要求
196	知识网络图
197	内容概要
199	典型题型与解题技巧
201	考研真题链接
202	同步自测
203	同步自测答案及解析

第十七章 波动光学

204	学习要求
205	知识网络图
205	内容概要
212	典型题型与解题技巧
221	考研真题链接
230	同步自测
234	同步自测答案及解析

第十八章 相对论

236	学习要求
236	知识网络图
237	内容概要
239	典型题型与解题技巧
242	考研真题链接
244	同步自测
246	同步自测答案及解析

第十九章 量子物理

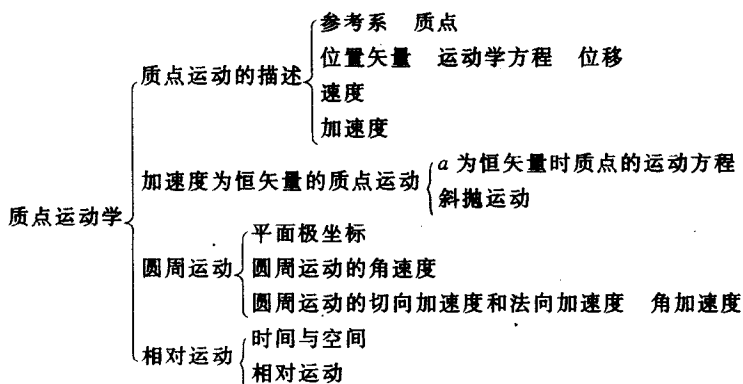
247	学习要求
248	知识网络图
248	内容概要
253	典型题型与解题技巧
257	考研真题链接
259	同步自测
260	同步自测答案及解析

质点运动学

学习要求

1. 了解质点、参考系、坐标系、时刻和时间等物理概念.
2. 掌握位矢、位移、速度和加速度等描述运动及其变化的一些物理量的定义和性质(相对性、矢量性、瞬时性),并能借助直角坐标系计算质点作平面运动时的上述这些物理量.
3. 掌握并会运用直线运动、抛体运动和圆周运动的基本规律,能运用 $x-t$ 、 $v-t$ 、 $a-t$ 图线讨论直线运动,理解圆周运动中角量与线量的关系.
4. 理解速度合成定理,并会求解简单的相对运动问题.

知识网络图



内容概要

一、质点运动的描述

1. 参照系

描述一个物体运动时用作参照的标准物。

2. 质点

当描述一个物体的运动,可以忽略它的大小、内部结构等时,这个物体便可视作质点。一个物体能否看做质点,主要决定于所研究问题的性质。

3. 位置矢量

在直角坐标系中,在时刻 t ,质点 P 在坐标系里的位置可用位置矢量 $r(t)$ 来表示。位置矢量简称位矢,它是一个有向线段,其始端位于坐标系的原点 O ,末端则与质点 P 在时刻 t 的位置相重合如图 1-1 所示。

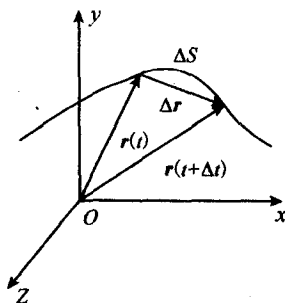


图 1-1

4. 运动学方程

表示质点位置随时间的变化

用直角坐标表示:

$$\begin{aligned} r &= r(t) \\ \begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases} \end{aligned}$$

用极坐标表示:

$$\begin{cases} r = r(t) \\ \varphi = \varphi(t) \end{cases}$$

用自然坐标表示:

$$s = s(t)$$

位移矢量(如图 1-1):

$$\Delta r = r(t + \Delta t) - r(t)$$

5. 位移

位移是描述质点位置变化大小和方向的物理量,它是从质点初始时刻位置指向终点时刻位置的有向线段。

6. 速度

速度是描述质点位置变化快慢和方向的物理量,即

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

7. 加速度

加速度是描述质点运动速度变化快慢和方向的物理量,可用公式表示为

$$\begin{aligned}\boldsymbol{a} &= \frac{d\boldsymbol{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt}\boldsymbol{i} + \frac{dv_y}{dt}\boldsymbol{j} + \frac{dv_z}{dt}\boldsymbol{k} \\ &= \frac{d^2x}{dt^2}\boldsymbol{i} + \frac{d^2y}{dt^2}\boldsymbol{j} + \frac{d^2z}{dt^2}\boldsymbol{k}\end{aligned}$$

位置矢量、位移、速度、加速度等都具有矢量性、瞬时性、叠加性和相对性。

二、加速度为恒矢量时的质点运动

1. $\boldsymbol{a}$ 为恒矢量时质点的运动方程

若 $\boldsymbol{a} = \text{常量}$, 由 $\int_{v_0}^v d\boldsymbol{v} = \int_{t_0=0}^t \boldsymbol{a} dt$ 得 $\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}_0 + \boldsymbol{a}t$

由 $\int_{r_0}^r d\boldsymbol{r} = \boldsymbol{v}_0 \int_{t_0=0}^t dt + \boldsymbol{a} \int_{t_0=0}^t t dt$ 得 $\boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}_0 + \boldsymbol{v}_0 t + \frac{1}{2}\boldsymbol{a}t^2$

2. 斜抛运动

斜抛运动的特征是物体以初速 v_0 沿与水平面上 Ox 轴的正向成 θ 角抛出, 且具有恒定的加速度 $\boldsymbol{g}$ (重力加速度), $\boldsymbol{g}$ 的方向铅直向下。在 $\boldsymbol{v}_0$ 与 $\boldsymbol{g}$ 两矢量组成的铅直平面内, 以抛射点 O 为原点, 作水平的 Ox 轴和铅直的 Oy 轴, 则在坐标系 Oxy 中, 便可给出其运动函数为

$$\begin{cases} x = (v_0 \cos \theta)t \\ y = (v_0 \sin \theta)t - \frac{1}{2}gt^2 \end{cases} \quad (1-1)$$

其中, v_0 是抛体的初速, θ 是抛射角 (见图 1-2)。式 (1-1) 表明, 抛体运动等价于抛体同时参与两种直线运动: 沿水平方向作匀速直线运动, 同时, 沿铅直方向以重力加速度 $\boldsymbol{g}$ 作匀变速直线运动。

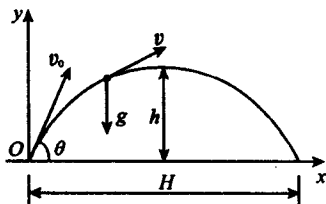


图 1-2

从式 (1-1) 中消去时间 t , 可得抛体的轨道方程为

$$y = x \tan \theta - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} x^2$$

三、圆周运动

1. 平面极坐标

设有一质点在 Oxy 平面内运动, 某时刻它位于点 A . 由坐标原点 O 到点 A 的有向线段 r 称为径矢, r 与 Ox 轴之间的夹角为 θ . 于是, 质点在点 A 的位置可由 (r, θ) 来确定. 这种以 (r, θ) 为坐标的参考系称为平面极坐标系. 而在平面直角坐标系内, 点 A 的坐标则为 (x, y) . 这两个坐标系的坐标之间的变换关系即为 $x = r\cos\theta$ 和 $y = r\sin\theta$.

2. 圆周运动的角速度 角加速度

当质点在圆周上运动时, 径矢 r 与 Ox 轴之间的夹角 θ 随时间改变. 如图 1-3 所示.

定义: 角坐标 $\theta(t)$ 随时间的变化率为角速度, 用符号 ω 表示, 有 $\omega = \frac{d\theta}{dt}$, 角速度随时间的变化

率为角加速度, 用符号 α 表示, 有 $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$.

圆周运动的速率和角速度的瞬时关系为 $v = r\omega$.

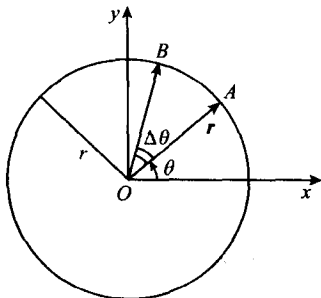


图 1-3 质点在平面上作圆周运动

3. 圆周运动的切向加速度和法向加速度

质点在圆周上运动时某点的速度可以写为 $v = v e_t$, e_t 为切向单位矢量.

加速度可以写为 $a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dt} e_t + v \frac{de_t}{dt} = a_t + a_n$

切向加速度 $a_t = \frac{dv}{dt} e_t = r \frac{d\omega}{dt} e_t = r \alpha e_t$

法向加速度 $a_n = v \frac{de_t}{dt} = v \frac{d\theta}{dt} e_n = r \omega^2 e_n = \frac{v^2}{r} e_n$, e_n 为法向单位矢量.

匀速率圆周运动 $a = r \omega^2 e_n$, $\theta = \theta_0 + \omega t$

匀变速圆周运动 $a = a_t + a_n$, $\alpha = \text{常量}$:
$$\begin{cases} \omega = \omega_0 + \alpha t \\ \theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \\ \omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha(\theta - \theta_0) \end{cases}$$

四、相对运动

物体相对于不同参考系运动时, 其间的关系可由速度合成定理表述, 即

$$v = u + v'$$

式中, v 称为绝对速度, 它是在基本参考系(视作“不动”) S 中观察到的物体速度; v' 是在另一个运动的参考系 S' 中观察到的物体速度, 称为相对速度; u 是参考系 S' 相对于基本参考系 S 运动的速度, 称为牵连速度.

在研究相对运动时, 首先应明确所研究的物体是哪个; 其次, 选取一个可视作“静止”的物体作为基本参考系 S (通常选取地球); 而与基本参考系有相对运动的物体作为运动参考系 S' .

典型题型与解题技巧

- 【例 1】** 有一物体作直线运动, 其运动方程为 $x = 6t^2 - 2t^3$ (SI), 试求: (1) 第 2 s 内的平均速度; (2) 第 3 s 末的速度; (3) 第 1 s 末的加速度; (4) 这物体做什么类型的运动?

解题分析 由已知的运动方程可求出质点在任何时刻的位置、速度和加速度, 这是运动学的第一类问题.

解题过程 $\because$ $x = 6t^2 - 2t^3$ ①

$\therefore$ $v = \frac{dx}{dt} = 12t - 6t^2$ ②

$a = \frac{dv}{dt} = 12 - 12t$ ③

(1) 利用式 ①, 第 2 s 内的平均速度为

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{(6t^2 - 2t^3)|_{t=2} - (6t^2 - 2t^3)|_{t=1}}{2 - 1} = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

(2) 第 3 s 末的速度; 将 $t = 3 \text{ s}$ 代入式 ② 得

$$v_3 = (12t - 6t^2)|_{t=3} = -18 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

负值表示物体此时的运动方向与 x 轴正向相反.

(3) 第 1 s 末的加速度; 将 $t = 1 \text{ s}$ 代入式 ③ 得

$$a_1 = (12 - 12t)|_{t=1} = 0$$

(4) 从式 ① ~ ③ 知, 物体的速度与加速度都是时间 t 的函数, 所以这个运动是一般的变速直线运动.

- 【例 2】** 一质点沿 Ox 轴作直线运动, 其运动函数为 $x = t^3 - 4t^2 + 10t + 1$ (式中, x 以 m 计, t 以 s 计). 求:

- (1) 质点在 $t = 0, 1 \text{ s}, 2 \text{ s}$ 时的位矢、速度和加速度以及 $t = 0$ 到 $t = 2 \text{ s}$ 内的平均速度;
(2) 质点的最小速度和相应的位置坐标, 并绘出 $v-t$ 图线.

解题分析 由已知可求得质点的加速度 a 随时间 t 而改变, 故质点作变速直线运动. 为此, 求平均速度时, 应从它的定义式 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ 入手, 切忌任意套用匀变速直线运动中求平均速度的公式 $v = \frac{v_1 + v_2}{2}$.

解题过程 (1) 由质点运动函数

$$x = t^3 - 4t^2 + 10t + 1 \quad ①$$

可相继对时间 t 求导, 使得质点的速度和加速度分别为

$$v = \frac{dx}{dt} = 3t^2 - 8t + 10 \quad ②$$

$$a = \frac{dv}{dt} = 6t - 8 \quad ③$$