

高中物理

从入门到精通

力学笔记

陈子涵 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是基于作者多年一线教学教案,提炼教材中的核心知识,并结合各地新高考的重难点,整理出的同步学习笔记。全套笔记分为三本:力学笔记,电磁学笔记,热、光、近代物理学笔记,包含基本原理、公式及其推导过程、例题与解析、解题思路与方法、易错点等,并配有全套的免费视频课程。为方便学生巩固知识,加深理解,本书按照笔记内容配备了同步练习题,习题以基础题和中等题为主,每题均有详细答案解析。希望本书能为学生提供简明的学习路径,助力高中物理的入门。

本书适合高一、高二同学初学或自学使用,也适合高三同学在复习时快速“捡回”知识点,能够为学生精通高中物理打下坚实基础。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。举报:010-62782989,beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

高中物理从入门到精通.力学笔记/陈子涵主编.

北京:清华大学出版社,2024.7.—ISBN 978-7-302

-66569-4

I. G634.73

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024LM7300 号

责任编辑:汪 操

封面设计:常雪影

责任校对:赵琳爽

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <https://www.tup.com.cn>, <https://www.wqxuetang.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-83470000 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:保定市画美凯印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:210mm×285mm 印 张:26.25 字 数:655 千字

版 次:2024 年 7 月第 1 版 印 次:2024 年 7 月第 1 次印刷

定 价:89.00 元(全两册)

产品编号:102697-01

前言

在高中物理学习的过程中，很多时候同学们会有这些疑惑和困难：课前，光看课本往往不知道重点是什么；课上，过度注重抄笔记导致分散注意力，无法专注于思考和理解所学内容；课后，迷失在“题海”中而忽略了物理的本质。其实，学好物理，关键在于对知识的提炼、理解和内化，而这并非易事。因此，一本由老师精心整理的笔记将会是同学们预习、学习和复习时的重要抓手。

全套笔记分为三本：力学笔记，电磁学笔记，热、光、近代物理学笔记，新教材、新高考适用。每本包含两册内容，一册是与课程板书一致的手写笔记，基于教材脉络设置章节顺序，整合知识点，详细总结归纳了基本原理、公式及其推导过程、物理模型、例题与解析、解题思路与方法、易错点等，为同学们提供了简明的学习路径，使同学们在学习的过程中能够更好地把握高中物理的核心思想。另一册是包含一系列代表性题目的习题册，精选了适量与笔记知识点对应的练习题。题目难度适中，面向高考，旨在帮助同学们通过练习巩固所学知识，加深理解。每一道习题都配备了详细的答案解析，方便同学们自我检验和查漏补缺。

这套笔记是由我在清华附中多年教学的手写教案提炼而成。在出版这套笔记的过程中，我力求保持原汁原味的手写风格，让同学们能够感受到我的教学思路和课堂氛围。同时，我也对笔记进行了精心的加工和整理，以便让同学们更加清晰地理解和记忆其中的内容。我相信，这套手写笔记将成为大家学习物理的重要伙伴，陪伴大家走向更深远的物理世界。

这套笔记的一大特色在于配备了完整的免费视频课程，全网播放量超过千万次。从2018年开始，我陆续在网上发布教学类课程。一开始只是作为日常教学的记录，随着课程内容越来越完整，很多同学在新冠疫情期间通过我的线上课程学习，也有很多在校同学通过这些课程补习课上没完全掌握的知识。渐渐地，我的“云学生”遍布全国，毕业了一届又一届。制作、发布视频的初衷是分享中学物理知识和学习经验，帮助更多的学生，这些视频竟陪伴了大家如此长的时间，成为大家物理学习道路上的助力，这让我感到无比欣慰和自豪。令我感动的是，有些学生大学毕业后成为了老师，在备课时，还会回顾我的视

频,从中汲取知识和灵感。这种传承让我深感责任重大。这也证明了这套课程经受住了多届学生的考验。如今大家可以笔记和课程配合使用,夯实基础,查缺补漏,因此这不仅是一套教辅,更是一个完整的高中物理学习系统。

这套笔记难度适中,适合高一、高二学生初学、复习使用,也适合高三学生查缺补漏。本书力求全面覆盖高中物理知识且有适当拓展,但不过度总结技巧,为学生后续“拔高”打下坚实的基础。这套笔记同样适合青年教师学习新课教学使用。

最后,感谢大家的选择与支持,书中若有瑕疵,欢迎指正,我们感谢每一条对我们有帮助的意见和建议。大家可以扫描下方二维码查看配套视频。

编 者

2024年7月于清华园



目 录

第一章 运动的描述	1
1.1 质点、参考系	1
1.2 时间和位移	2
1.3 速度	5
1.4 加速度	7
第二章 匀变速直线运动的研究	9
2.1 匀变速直线运动 v 与 t 的关系	9
2.2 匀变速直线运动 x 与 t 的关系	10
2.3 匀变速直线运动 v 与 x 的关系	13
2.4 实验:探究小车 v 随 t 的变化规律	16
2.5 自由落体运动	18
2.6 匀变速直线运动规律的应用	21
第三章 相互作用——力	24
3.1 重力与弹力	24
3.2 摩擦力	29
3.3 牛顿第三定律	32
3.4 力的合成与分解	34
3.5 共点力的平衡	37
第四章 运动和力的关系	41
4.1 牛顿第一定律	41
4.2 实验:探究加速度与力、质量的关系	43
4.3 牛顿第二定律	45
4.4 力学单位制	47
4.5 牛顿第二定律的两类问题	48
4.6 超重和失重	50
4.7 牛顿运动定律综合应用	52
4.8 质点系牛顿第二定律(系统牛顿第二定律)	63
第五章 抛体运动	65
5.1 曲线运动	65
5.2 运动的合成与分解	67
5.3 实验:探究平抛运动的特点	69
5.4 抛体运动的规律	70

第六章 圆周运动	74
6.1 圆周运动	74
6.2 向心加速度与向心力	76
6.3 圆周运动的应用	77
6.4 生活中的圆周运动	80
第七章 万有引力与航天	82
7.1 行星的运动	82
7.2 万有引力定律	83
7.3 万有引力理论的成就	88
7.4 宇宙航行	90
第八章 机械能守恒定律	94
8.1 功和功率	94
8.2 重力势能	98
8.3 动能和动能定理	100
8.4 机械能守恒定律	105
8.5 实验:验证机械能守恒定律	107
8.6 能量综合	108
第九章 动量守恒定律	112
9.1 冲量	112
9.2 动量定理与动量	113
9.3 动量守恒定律	116
9.4 弹性碰撞和非弹性碰撞	121
9.5 实验:验证动量守恒定律	127
9.6 动量与能量综合	128
第十章 机械振动	131
10.1 简谐运动的描述	131
10.2 简谐运动的回复力和能量	133
10.3 单摆	136
10.4 实验:用单摆测量重力加速度	137
10.5 受迫振动与共振	138
第十一章 机械波	139
11.1 波的形成	139
11.2 波的描述	140
11.3 波的反射、折射和衍射	144
11.4 波的干涉	145
11.5 多普勒效应	146

第一章 运动的描述

1.1 质点、参考系

1 机械运动

一个物体相对另一个物体的位置发生变化。

2 质点

(1) 只有质量, 没有大小、形状的点;

(2) 理想化模型 (现实不存在);

在物理学中, 突出问题的主要因素, 忽略次要因素, 从而简化问题, 建立理想化的“物理模型”。

(3) 相对性: 当物体的大小、形状对所研究问题的影响可忽略时, 可将其看作质点。

能否将某一物体看作质点, 与物体本身的大小、是否转动无关。

例1 在研究地球公转时, 是否可以将地球当作质点?

解析: 如图 1-1 所示, 因为地球的自转半径远小于公转半径, 所以可忽略地球的大小与自转, 将其当作质点。

$R \approx 6371 \text{ km}$

日地距离 $1 \text{ AU} \approx 1.5 \times 10^8 \text{ km}$

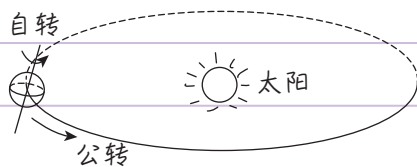


图 1-1

3 参考系

推广 参照物

实际上太阳不动, 是地球在自转。

通常默认以地面为参考系, 如太阳东升西落。

例2 在高纬度地区坐飞机时为什么可能看见太阳西升东落?

解析: 如图 1-2 所示, 设飞机相对地球表面的速度为 $v_{\text{飞}}$, 地表某处相对地心自转的速度为 $v_{\text{转}}$, 地区的纬度越高, $v_{\text{转}}$ 越小, 因此当高纬度地区 $v_{\text{转}} < v_{\text{飞}}$ 时, 飞机相对地心自东向西运动, 就有可能看到太阳西升东落。

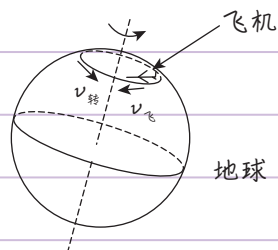
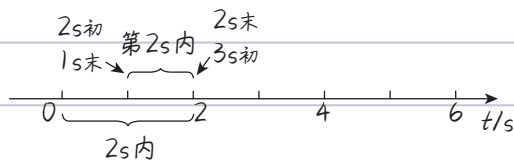


图 1-2

笔记区

1.2 时间和位移

1 时间间隔和时刻(图1-3)



时间轴(用一维坐标系定量描述时间)

图 1-3

时间间隔:在时间轴上的一段线段,对应过程量。

时刻:在时间轴上的某个点,对应状态量。

过程量与状态量的区别贯穿于整个高中物理学习过程中,在后面引入每一个物理量时都应考虑。

2 位置和位移

(1) 位置:为定量描述位置及其变化,

在参考系上建立坐标系。如图1-4所示,A、B、C的

位置分别为 $x_A = 0$ 、 $x_B = 3\text{m}$ 、 $x_C = -1\text{m}$ 。



图 1-4

对于非一维情况,可引入其他坐标系描述。

	二维	三维
坐标系	直角坐标系	柱坐标系
	极坐标系	球坐标系
	自然坐标系	

(2) 位移:能够描述位置变化的大小和方向。

位移是初位置指向末位置的有向线段 $\Rightarrow$ 矢量 $\left\{ \begin{array}{l} \text{方向} \\ \text{模长} \end{array} \right.$

初位置+位置变化(位移)=末位置

$\Rightarrow$ 位移=末位置-初位置

注:虽然位移是矢量,但在高中物理通常略去符号“—”。

如果位置变化没有方向,是无法确定末位置的,因此位移是矢量。

例1 如图1-5所示,分别求解A到B、B到C、A到C的位移。



图 1-5

解析: A $\rightarrow$ B位移: $\Delta x_1 = x_B - x_A = 3\text{m}$ 。

“ Δ ”表示变化量,总是“末减初”。

$B \rightarrow C$ 位移: $\Delta x_2 = x_C - x_B = -1\text{m} - 3\text{m} = -4\text{m}$ 。

位移为负, 表示方向与正方向相反。

▲ 矢量可用正负号表示方向。(难点)

$A \rightarrow C$ 位移: $\Delta x_3 = x_C - x_A \Rightarrow$ 只和初末位置有关

$$= (x_C - x_B) + (x_B - x_A)$$

$$= \Delta x_2 + \Delta x_1$$

$$= -1\text{m}$$

符合矢量的三角形法则。

注意: Δx_2 是负的, 因此将 Δx_1 与 Δx_2 直接相加即可。

由于位置用 x 表示, 所以位置变化即位移常用 Δx 表示, 当起点为零时 $x = \Delta x$, 因此我们有时也用 x 表示位移。

在非一维情况下, 如在曲线运动中, 用 x 表示位移就不太合适, 因此也常用 s 表示位移。

(3) 路程: 运动轨迹的长度。

▲ 路程与位移的区别(图 1-6):

① 路程只有大小, 没有方向 $\Rightarrow$ 标量;

② 路程与路径有关;

③ 通常 $s \geq |x|$, 当且仅当质点做单方向直线运动时, 等号成立。

$\Downarrow$
路程总大于等于位移的大小

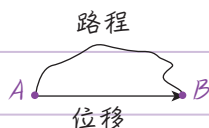


图 1-6

例 2 如图 1-7 所示, 一人绕 400m 操场跑一圈, 位移与路程分别为多少?

解析: 路程为运动轨迹的长度, 为 400m。位移是初位置指向

末位置的有向线段, 由于初末位置在同一点, 因此位移

为零。

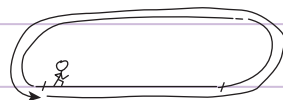


图 1-7

3 数学补充 —— 矢量基础

数学的平面向量章节的学习进度往往滞后于物理, 因此在此提前补充一些向量(即矢量)的相关知识。

(1) 矢量与标量

标量: 只有大小, 如路程、时间等。

矢量: 既有大小, 又有方向, 如位移、力等。

▲ 两个矢量相等需要二者大小、方向都相同。

如图 1-8 所示, $\vec{a}$ 、 $\vec{b}$ 两个矢量大小相等, $|\vec{a}| = |\vec{b}|$ 模长相等,

但方向不同, 则 $\vec{a} \neq \vec{b}$ 。

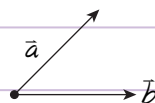


图 1-8

笔记区

(2) 矢量运算法则

满足矢量运算法则的物理量才是矢量。电流虽然有大小也有方向,但不符合平行四边形法则,是标量。

① 加法, 平行四边形法则或三角形法则。(图 1-9)

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$$

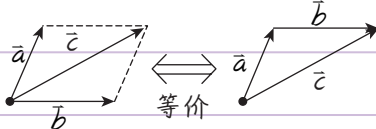


图 1-9

② 减法, 结果指向被减矢量。(图 1-10)

$$\vec{a} - \vec{b} = \vec{c}$$

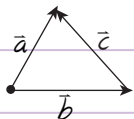


图 1-10

③ 负向量, 表示二者方向相反。(图 1-11)

$$\vec{b} = -\vec{a}$$

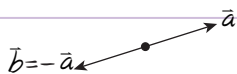


图 1-11

④ 数乘, 标量 · 矢量 = 矢量。(图 1-12)

$k\vec{a} = \vec{b}$, 矢量方向不变, 大小变为 k 倍。



图 1-12

⑤ 点乘(内积), 矢量 · 矢量 = 标量。(图 1-13)

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \theta$$

投影长度

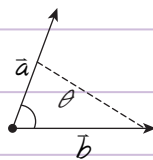


图 1-13

例如, 做功, $W = F \cdot s \cos \theta$ 。

* ⑥ 叉乘(外积), 矢量 × 矢量 = 矢量。

本书中“*”表示高中不要求掌握, 注意高中阶段矢量相乘一定不能写“×”。

例如, 如图 1-14 所示, 通电导线在磁场中受力,

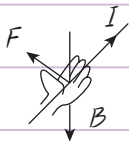


图 1-14

$$F = ILB$$

$$\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}$$

物理中一般略去“—”表示矢量, 因此字母“s”既可能是标量路程, 也可能是矢量位移, 还可能是位移的大小。

1.3 速度

1 速度

描述物体位置变化快慢 $\Rightarrow$ 位置变化率

$$\text{定义: } v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \begin{array}{l} \rightarrow \text{矢量} \\ \downarrow \rightarrow \text{标量} \end{array}$$

单位: m/s ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), km/h ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)

换算关系: $1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$

矢量, 方向与 Δx 相同。

2 平均速度和瞬时速度

粗略描述一个过程。精确描述某时刻、某位置(也称某状态)。

$$\bar{v} = \frac{x}{t} \text{ 矢量} \quad v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Big|_{\Delta t \rightarrow 0} \text{ 矢量}$$

瞬时速度定义引入了极限的想法, 其描述的时间既是一段时间 Δt , 又是那个时刻, 大家可以通过 $0.\dot{9} = 1$ 体会极限的含义。(证: $0.\dot{3} = \frac{1}{3}$ 左右同乘 3, 则 $0.\dot{9} = \frac{1}{3} \times 3 = 1$ 。)

例1 质点在单向直线运动中, 若:

(1) 前一半时间平均速度为 $\bar{v}_1$, 后一半时间平均速度为 $\bar{v}_2$, 求全程平均速度 $\bar{v}$;

(2) 前一半位移平均速度为 $\bar{v}'_1$, 后一半位移平均速度为 $\bar{v}'_2$, 求全程平均速度 $\bar{v}'$ 。

解析: (1) 设总位移为 x , 总时间为 $2t$, 则 $\bar{v} = \frac{x}{2t} = \frac{\bar{v}_1 \cdot t + \bar{v}_2 \cdot t}{2t} = \frac{\bar{v}_1 + \bar{v}_2}{2}$ 。

$$(2) \text{ 设总位移为 } 2x, \text{ 总时间为 } t, \text{ 则 } \bar{v}' = \frac{2x}{t} = \frac{2x}{\frac{x}{\bar{v}'_1} + \frac{x}{\bar{v}'_2}} = \frac{2\bar{v}'_1\bar{v}'_2}{\bar{v}'_1 + \bar{v}'_2}。$$

3 瞬时速率和平均速率

瞬时速率: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Big|_{\Delta t \rightarrow 0}$, 瞬时速率就是瞬时速度的大小。

标量

路程, 标量

初中和小学的“速度”实际上是“速率”, 而真正的“速度”直到学过矢量后, 才能明确。

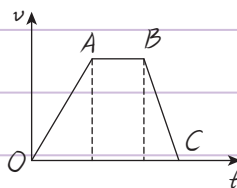
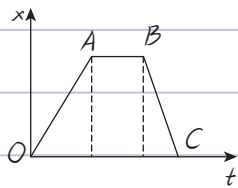
平均速率: $\bar{v} = \frac{s}{t}$, 平均速率通常不是平均速度大小。

二者与位移和路程的关系相同, 只有做单向直线运动的物体的平均速率等于平均速度大小。

笔记区

4 初识 $x-t$ 、 $v-t$ 图

如图 1-15 所示, x 、 v 是矢量, 因此默认图像描述的运动为直线运动。



OA: 匀速直线运动;

OA: 匀加速直线运动;

AB: 静止;

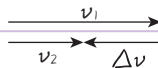
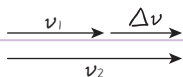
AB: 匀速直线运动;

BC: 负方向匀速直线运动。

BC: 正方向匀减速直线运动。

图 1-15

5 速度变化量 $\rightarrow$ 矢量 (图 1-16)



加速直线运动的 Δv 与 v 同向。 减速直线运动的 Δv 与 v 反向。

图 1-16

▲ 运动状态 $\Rightarrow$ 速度

运动状态改变 $\Rightarrow$ 速度改变

- 大小改变
- 运动方向改变
- 大小、方向都改变

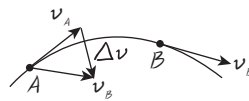


图 1-17

如图 1-17 所示, 匀速圆周运动是 变速 运动。

▲ 区别

- 速度变化量的大小: 先做矢量差, 再取模长。
- 速度大小的变化量: 先取模长, 再大小相减。

通常不相等

例 2 初速度 $v_0 = 3\text{m/s}$, 方向向右, 末速度 $v_t = 4\text{m/s}$, 方向向上, 则速度变化量大小和速度大小的变化量分别是多少?

解析: 如图 1-18 所示, 速度变化量大小 $\Delta v = 5\text{m/s}$, 速度大小的变化量 $\Delta v' = 1\text{m/s}$ 。

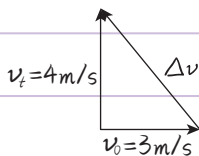


图 1-18

1.4 加速度

1 加速度

描述速度变化的快慢 $\Rightarrow$ 速度变化率。

$$\text{定义: } a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

如图 1-19 所示, a 与 Δv 同方向。

单位: m/s^2 ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

易错点:

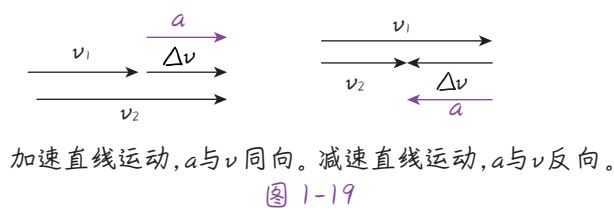


图 1-19

(1) v 与 a 的大小无关 $\begin{cases} v=0, a \text{ 大。} (\text{火箭刚发射}) \\ v \text{ 大, } a=0. (\text{在高速公路, 匀速直线运动的汽车}) \end{cases}$

(2) v 与 a 的方向无关 $\begin{cases} v \text{ 与 } a \text{ 同向: 加速直线运动。} (\text{起跑}) \\ v \text{ 与 } a \text{ 反向: 减速直线运动。} (\text{刹车、制动}) \\ v \text{ 与 } a \text{ 不共线: 曲线运动。} (\text{见第五章}) \end{cases}$

例 1 如图 1-20 所示, 为测定气垫导轨上滑块的加速度, 在滑块上安装了宽度为 2cm 的遮光条。滑块在牵引力作用下先后通过两个光电门, 配套的数字计时器记录了遮光条分别通过两个光电门的时间 $\Delta t_1 = 0.20\text{s}$ 、 $\Delta t_2 = 0.05\text{s}$, 从第一个光电门被遮住到第二个光电门被遮住的时间 $t = 2.5\text{s}$ 。请估算滑块加速度。

解析: 光电门很窄, 遮光条在通过光电门时

可近似认为做匀速运动。

$$v_1 = \frac{d}{\Delta t_1} = 0.1\text{m/s}$$

$$v_2 = \frac{d}{\Delta t_2} = 0.4\text{m/s}$$

由于 t 远大于 Δt_1 和 Δt_2 , 所以可以忽略遮

光条通过光电门的时间, 因此

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t} = 0.12\text{m/s}^2, \text{方向与 } v \text{ 相同。}$$

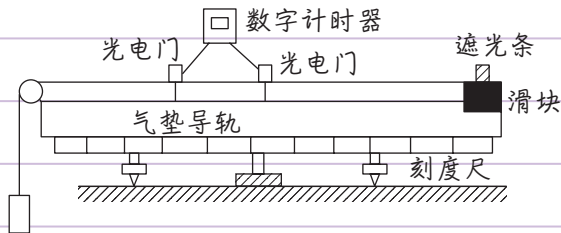


图 1-20

例 2 在桌球比赛中, 某球以 1.6m/s 的速度垂直撞击边框后, 以 1.3m/s 的速度反向弹回, 球与边框接触的时间 Δt 为 0.08s , 求球在该过程的加速度。

解析: $a = \frac{v_2 - (-v_1)}{\Delta t} = \frac{2.9\text{m/s}}{0.08\text{s}} = 36.25\text{m/s}^2$

方向与末速度方向相同。

易错点: 忘记考虑 v 方向的变化。

加速度是矢量应注明方向。若题目是问加速度的大小或加速度多大, 可以不写方向。同理位移、速度、力等矢量在计算题结果中同样需注意要不要写方向。

笔记区

2 再识 $x-t$ 、 $v-t$ 图 (图 1-21)

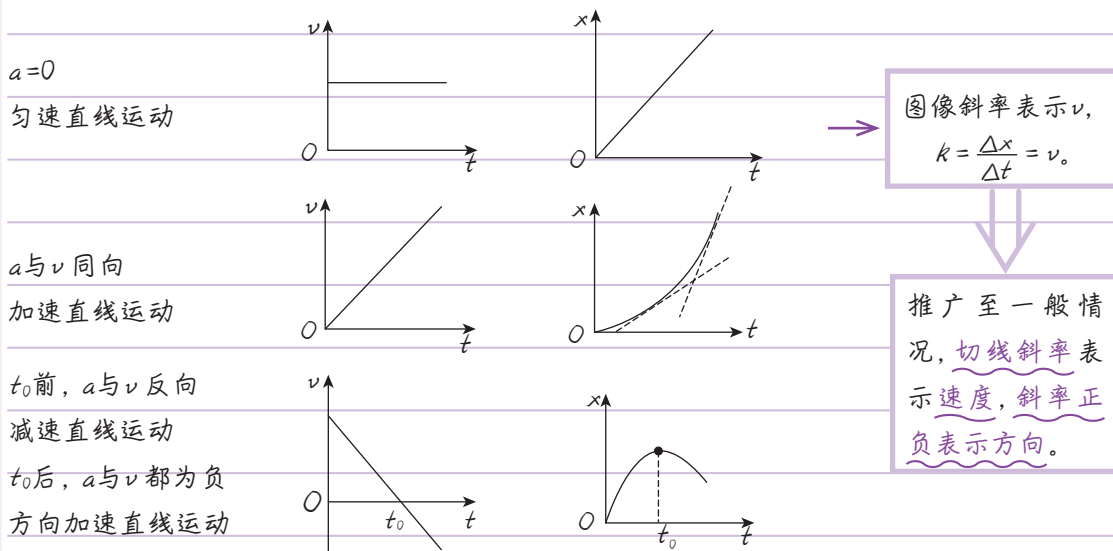


图 1-21

应注意看清纵坐标是 x 还是 v , 二者有着本质的差别。

难点: 一维情况用正负号表示方向, a 若是负的, 表示其方向与 正方向相反。

例3 如图 1-22 所示, 试分析 OA 、 AB 、 BC 、 CD 的运动。

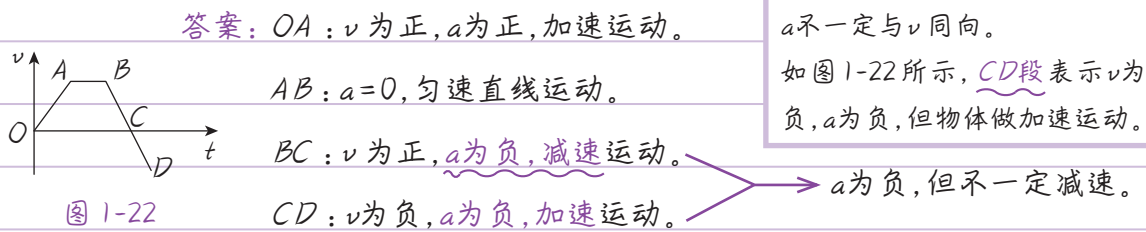


图 1-22

▲ 运动方向是 v 的方向, 注意区别 a 的方向。

例4 已知某物体直线运动的 $x-t$ 图如图 1-23 所示, 请作出 $v-t$ 图。

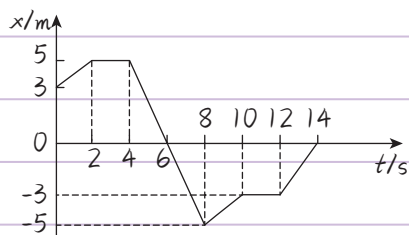
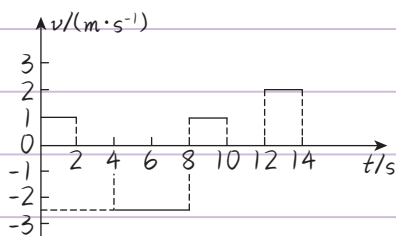


图 1-23

答案:



$v-t$ 图是运动学最重要的分析工具, 这是由于 $v-t$ 图中有着更多的信息, 如斜率 $\rightarrow$ 加速度, 包围面积 $\rightarrow$ 位移, 以后 $x-t$ 图会逐渐淡出, 会更多地使用 $v-t$ 图。

第二章 匀变速直线运动的研究

2.1 匀变速直线运动 v 与 t 的关系

1 什么是匀变速直线运动

轨迹直线。

$a \neq 0$, 且 a 不变。

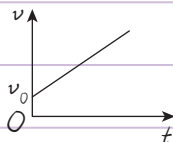


图 2-1

2 v 与 t 的关系(图 2-1)

a 的定义: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$\because a$ 不变, Δt 可取一段时间 t ,

$$\therefore a = \frac{v_t - v_0}{t} \Rightarrow v_t = v_0 + at.$$

▲难点: 用正负号表示方向。

类比 $y = kx + b$, 截距 $b = v_0$, 斜率 $k = a$, 既包含大小, 也包含方向。

可推广至非匀变速情况, 切线斜率表示加速度。

例1 如图2-2所示, 一质点初速度为 v_0 , 减速阶段加速度大小为 a , 做匀变速直线运动, 问 t 时刻其速度的大小是多少?

A. $v_0 + at$

B. $v_0 - at$

C. $-v_0 + at$

D. $-v_0 - at$

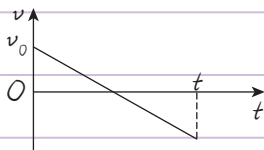


图 2-2

解析:

法一: $0 \rightarrow t_0$ 过程中质点做匀减速运动, 法二: 全过程中,

$$0 = v_0 - at_0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{a}$$

$$-v = v_0 - at \Rightarrow v = at - v_0$$

$t_0 \rightarrow t$ 过程中质点做匀加速运动,

$$v = 0 + a(t - t_0) = at - v_0$$

因此, 答案选C。

▲默认 v_0 为正方向,

则 $-v > 0$ 。

若设 v 为正方向,

则 v_0 为负方向。

$$v = -v_0 + at.$$

因此, 答案选C。

a 可以表示加速度, 但有时也只表示其大小, 应注意区别。

$v = v_0 + at$ 既可用于匀加速运动, 也可用于匀减速运动, 甚至可用于匀减速运动后反向匀加速运动, 关键在于理解用正负号表示方向。可结合上述例题体会。

笔记区

2.2 匀变速直线运动 x 与 t 的关系

1 微元法(图2-3)

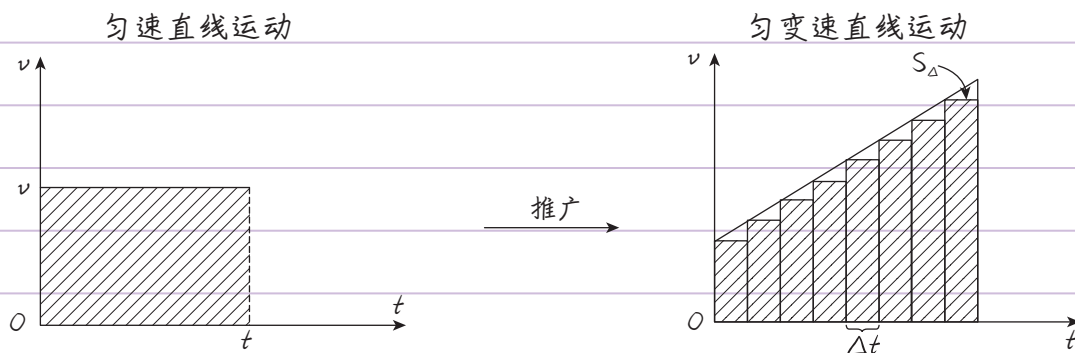


图 2-3

注意微元的对象是 t , 而非 v , 微元 v , 即 $\sum t \cdot \Delta v$ 没有意义。

因为位移 $x = v \cdot t$, 所以 $v-t$ 图像包围的面积即位移。

将运动分割为 n 个匀速直线运动, 每一小段运动的位移记为 ΔS , 时间记为 Δt 。

$\sum$ 为数学上的求和符号

$$S = \sum \Delta S = \sum S_{\Delta}$$

$v-t$ 图面积

所有小长方形面积之和

上方小三角形面积之和

从运动上看, 当 $\Delta t \rightarrow 0$ 时, 无数瞬间的匀速直线运动相当于匀变速直线运动。

从图像上看, 当 $\Delta t \rightarrow 0$, 即 $n \rightarrow \infty$ 时, $\sum S_{\Delta} \rightarrow 0$ (趋于 0) 则 $S = \sum \Delta S$, 即梯形面积等于长方形面积之和。

总结:

匀变速直线运动位移

对应

$v-t$ 图包围的面积

无数瞬间的匀速直线运动位移之和

长方形面积之和

“ $v-t$ 图像包围的面积表示位移”可推广至一般直线运动。

面向高考, 你可以直接背“ $v-t$ 图面积表示位移”, 因为这个内容太“数学”了, 不过微元法作为积分的简化版, 还是值得在高一初学时认真体会的。