

怎样解 高中物理题

ZENYANG JIE GAOZHONG WULI TI

不用急，不用怕，
学好物理并不难

董德珍 编著

广州出版社

怎样解 高中物理题

Zengyang Jie Gaozhong Wuli Ti

董德珍 编著

广 州 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

怎样解高中物理题/董德珍编著. —广州: 广州出版社, 2006. 9

ISBN 7-80731-170-3

I. 怎… II. 董… III. 物理课—高中—解题 IV. G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 038605 号

书 名 怎样解高中物理题

出版发行 广州出版社

(地址: 广州市人民中路同乐路 10 号

邮政编码: 510121)

责任编辑 冯少贞

责任校对 绿 杨

装帧设计 黎海东

印 刷 广州市官侨彩印有限公司

(地址: 广州市番禺区石楼镇

邮政编码: 511447)

规 格 889 毫米×1194 毫米 1/32

印 张 12.75

字 数 341 千

印 数 1~8000 册

版 次 2006 年 9 月第 1 版

印 次 2006 年 9 月第 1 次

书 号 ISBN 7-80731-170-3/G·77

定 价 18.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与承印厂联系调换。

学好物理并不难

——写在前面的话

学生（特别是女生）普遍反映物理难学，即“一看就会，一听就懂，一做就错”，自己拿着题不知从何下手，尤其是对那些综合题。老师说：要数学好，要审好题，还要多做题（题海战术）。其实，物理科只要归纳好学习内容，掌握好解题方法（即“上了路”）就不难学。基于这点，笔者结合自己二十多年的教学经验和对物理高考题解法的研究，写成了这本书。书中对整个高中阶段的物理内容进行了归纳，举例严格按照高考要求规范，并按“三步法”解题（特别适合学生解高考中高分值的综合题）。书中所述的方法可为学生在短时间里学好物理，跳出茫茫“题海”，减轻负担，提高学习成绩提供参考。

看完此书后，笔者相信你会同意这个观点——学好物理并不难！

目 录

第一部分 熟悉物理规律

一、运动学规律	3
1 匀速直线运动规律	3
2 匀变速直线运动规律	4
3 运动的独立性原理	9
4 平抛运动规律	13
5 匀速圆周运动规律	17
6 行星运动的基本定律（开普勒定律）	19
7 简谐运动的规律	20
8 机械波规律	25
9 波的叠加原理（包括干涉和衍射现象）	31
10 分子运动规律	36
11 光的传播规律	39
二、场的规律	44
1 重力场的规律	44
2 电场的规律	45
3 磁场的规律（包括安培定则）	49

三、动力学规律	52
1 胡克定律	52
2 滑动摩擦定律	54
3 万有引力定律	55
4 分子力的定律	57
5 库仑定律	59
6 安培力公式	60
7 洛伦兹力公式	62
8 左手定则	63
9 核力规律	65
10 平行四边形定则	65
11 牛顿第一定律	68
12 牛顿第三定律	69
13 牛顿第二定律	70
四、动量的规律	76
1 动量定理 (包括各种力的冲量及变力冲量)	76
2 动量守恒定律	81
五、能量的规律	89
1 动能定理 (包括各种力的功及变力做功)	89
2 功能原理 (包括各种势能及能量)	98
3 机械能守恒定律	102
4 能量转化和守恒定律	108
5 热力学第一定律	111
6 热力学第二定律	112
7 机械能与电势能的转化和守恒定律	115

8 闭合电路中能量转化和守恒定律	118
9 理想变压器中能量转化和守恒定律	121
10 光电效应方程	124
11 原子跃迁规律	127
12 核能方程	130
六、电流的规律	132
1 电流公式	132
2 电阻定律	132
3 部分电路欧姆定律	134
4 闭合电路欧姆定律	136
5 法拉第电磁感应定律	140
6 楞次定律	151
7 右手定则	155
8 理想变压器中电流和电压规律	158
9 通过导体中电量公式（包括电荷守恒定律）	160
10 光电效应规律	166

第二部分 解题三步法

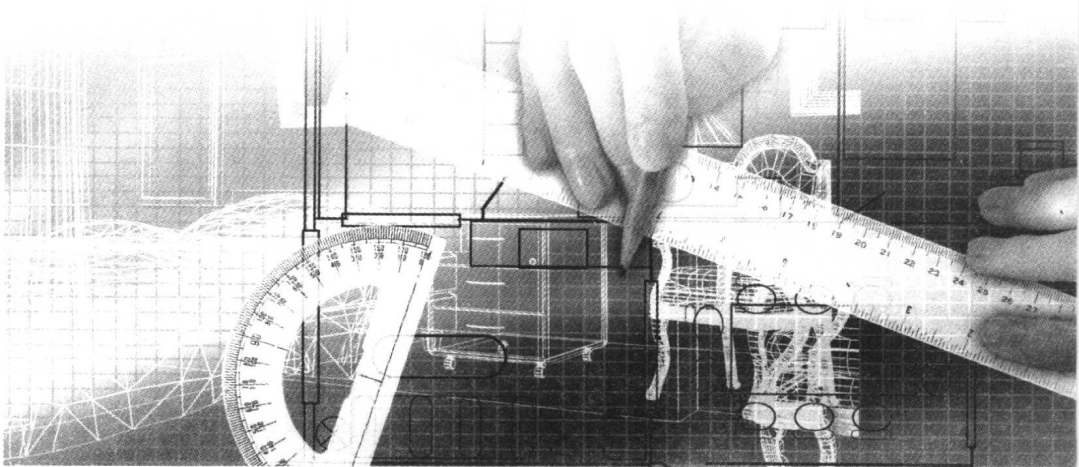
一、第一步：分析物理情景——“景”	171
1 弄清已知条件	171
2 明确问题目标	204
3 确定研究对象	206
4 分析物理过程和状态	217
二、第二步：画好物理图形——“形”	228

1 画受力图	228
2 画过程或运动轨迹图	238
3 画波形图	245
4 画电路图或等效电路图	247
5 画光路图	253
6 画电场线及等势面和磁感线分布图	256
7 立体图转化为平面示意图	259
三、第三步：选择物理规律，运用数学知识求解——“数”	262
1 静止或匀速直线运动	264
2 匀变速直线运动	271
3 非匀变速直线运动	284
4 匀变速曲线运动（平抛、斜抛运动）	294
5 匀速圆周运动	306
6 变速圆周运动	323
7 椭圆运动	334
8 一般曲线运动	337
9 简谐运动（弹簧振子、单摆）	340
10 人船模型	355
11 碰撞模型	365
12 子弹打木块模型	381
参考答案	397

第一部分

熟悉物理规律

物理规律是物质的结构和运动的基本规律，是对物理现象、物理过程的抽象和概括，是物理基础知识的核心内容和联系纽带，是分析物理问题所应遵循的准则。物理规律可分为物理定律（在实验事实和数据的基础上，通过加工总结，概括出物理规律）和物理定理（在已有物理概念和定律的基础上，运用数学工具推导出新的物理规律），至于物理定则、原理、方程（或公式）等，这些物理规律隶属于物理定律或物理定理。熟悉物理规律，准确把握规律叙述的内容、物理意义、适用范围和条件，以及规律之间的联系，才能在解题时做到快速、准确地选择和运用物理规律求解物理问题。





运动学规律

1 匀速直线运动规律

①公式：速度 v = 恒量；加速度 $a = 0$ ；位移 $s = vt$ 。

②速度图象表达： $v-t$ 图表示质点做匀速直线运动的速度随时间变化的规律。如图 1-1-1 所示，图线是一条平行时间轴直线，图线斜率为零（即 $a = 0$ ）；图线与坐标轴包围的“面积”是位移。

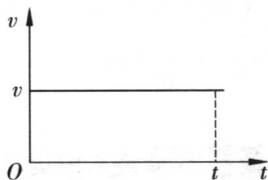


图 1-1-1

【例 1】 天文观察表明，几乎所有远处的恒星（或星体）都在以各自的速度背离我们而运动，离我们越远的星体，背离我们的速度（称为退行速度）越大，也就是说，宇宙在膨胀。不同星体的退行速度 v 和它们离我们的距离 r 成正比，即 $v = Hr$ ，式中 H 为一常量，称为哈勃常数，已由天文观察测定。为解释上述现象，有人提出一种理论，认为宇宙是从一个大爆炸的火球开始的。假设大爆炸后各星体都以不同速度向外匀速运动，并设想我们就位于其中心，则速度越大的星体现在离我们越远，这一结果与上述天文观测一致。由上述理论和天文观察结果，可估算宇宙年龄 T ，其计算公式为 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ 。根据近期观察，哈勃常数 $H = 3 \times 10^{-2} \text{ m}/(\text{s} \cdot \text{光年})$ ，其中光年是光在一年中行进的距离，由此估算宇宙的年龄约为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 年。

解析 宇宙大爆炸后星体的运动为匀速直线运动，设宇宙年龄为 T ，星球离我们距离为 r ，根据位移公式有 $r = vT$ ，而 $v = Hr$ ，故 $T = \frac{r}{v} = \frac{r}{Hr} = \frac{1}{H} = \frac{1}{3 \times 10^{-2} \text{ m}/(\text{s} \cdot \text{光年})} = \frac{1 \text{ s} \cdot \text{光年}}{3 \times 10^{-2} \text{ m}} =$

$$\frac{1 \text{ s} \cdot 3 \times 10^8 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ 年}}{3 \times 10^{-2} \text{ m}} = 10^{10} \text{ 年}.$$

练习 1

天空有近似等高的浓云层. 为了测量云层的高度, 在水平地面上与观察者的距离为 $d=3.0 \text{ km}$ 处进行一次爆炸, 观察者听到由空气直接传来的爆炸声和由云层反射来的爆炸声时间上相差 $\Delta t=6.0 \text{ s}$. 试估算云层下表面的高度. 已知空气中的声速 $v=\frac{1}{3} \text{ km/s}$.

2 匀变速直线运动规律

① 公式: $v_t = v_0 + at$ (缺 s); $s = \frac{v_0 + v_t}{2} \cdot t$ (缺 a); $s = v_0 t +$

$$\frac{1}{2} at^2 \text{ (缺 } v_t \text{)}; v_t^2 - v_0^2 = 2as \text{ (缺 } t \text{)}; s = v_t \cdot t - \frac{1}{2} at^2 \text{ (缺 } v_0 \text{)}.$$

说明 (1) 以上五个公式是矢量过程方程, 只涉及五个物理量, 且只有两个公式是独立的, 即由任意两式可推出另外三式. 在选择公式时, 如果缺少哪个物理量, 就选择该公式求解. 运用公式时, 除 t 是标量外, 其余四个均是矢量, 取 v_0 的方向为正方向, v_t 、 a 、 s 用“+”和“-”表示其方向, 由代数运算代替矢量运算.

(2) 以上公式中各量(除时间 t 外)都是相对同一参考系的, 如在追及和相遇问题中, 可选取其中一个物体为参考系(相对运动法). 例如选 2 为参考系, 则有 $\vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$, $\vec{a} = \vec{a}_1 - \vec{a}_2$, $\vec{s} = \vec{s}_1 - \vec{s}_2$. 对直线运动来说, 可确定一个正方向, $\vec{v}$ 、 $\vec{a}$ 、 $\vec{s}$ 用“+”和“-”表示其方向.

(3) 自由落体运动, 取 $v_0=0$, $a=g$; 竖直上抛运动, 取 $a=-g$, 且具有对称性: a. 对应竖直上抛运动质点运动的同一段竖直高度, 上行和下行的时间相等. b. 上升到同一高度时即时

速度和下落至该位置时的即时速度等大反向。

(4) 推论:

a. 任意两个连续相等的时间间隔 (T) 内, 相邻位移之差是常数, 即 $\Delta s = s_2 - s_1 = aT^2$; 或第 n 个时间间隔 (T) 内位移 s_n 与第 m 个时间间隔 (T) 内位移 s_m 之差有 $s_n - s_m = (n-m)aT^2$, 其中 $n > m$.

b. 在一段时间 t 内, 中间时刻的瞬时速度 $v_{\frac{t}{2}}$ 等于这段时间内的平均速度, 即 $v_{\frac{t}{2}} = \frac{s}{t} = \frac{v_0 + v_t}{2}$.

c. 若运动物体经过某段位移初速度是 v_0 , 经过末位置的速度是 v_t , 那么它经过位移中点的即时速度是 $v_{\frac{s}{2}} = \sqrt{\frac{v_0^2 + v_t^2}{2}}$, 且 $v_{\frac{s}{2}} \geq v_{\frac{t}{2}}$.

d. 初速度为零的匀加速直线运动中的比例关系:

(I) 每 T 秒末的速度比. $v_1 : v_2 : v_3 : \dots : v_n = 1 : 2 : 3 : \dots : n$.

(II) 前 nT 秒内的位移比. $d_1 : d_2 : d_3 : \dots : d_n = 1 : 4 : 9 : \dots : n^2$.

(III) 每 T 秒内的位移比. $s_1 : s_2 : s_3 : \dots : s_n = 1 : 3 : 5 : \dots : (2n-1)$.

(IV) 每 s 米内的时间比. $t_1 : t_2 : t_3 : \dots : t_n = 1 : (\sqrt{2}-1) : (\sqrt{3}-\sqrt{2}) : \dots : (\sqrt{n}-\sqrt{n-1})$.

(5) 逆向法: 初速度为 v_0 , 加速度大小为 a 的匀减速直线运动, 直到停止, 可看成初速度为 0, 加速度为 a , 末速度为 v_0 的匀加速直线运动。

②速度图象表达. $v-t$ 图表示质点做匀变速直线运动的速度随时间变化的规律. 如图 1-1-2 所示, 图线是一条倾斜直线, 图线与 v 轴截距为初速度 v_0 ; 斜率 $\tan \alpha$ 为加速度大小; 图线与坐标轴包围的“面积”为位移 (t 轴上方包围的“面积”为正, t 轴下方包围的“面积”为负).

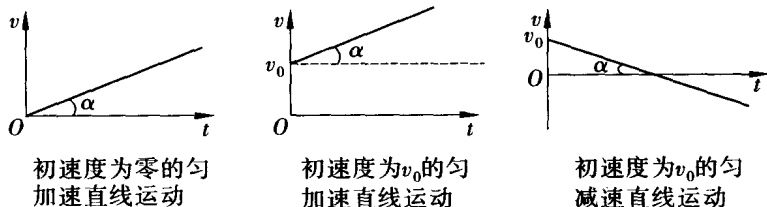


图 1-1-2

③适用范围. 以上公式只适用于匀变速直线运动, 求解运动量 (v_0 、 v_t 、 a 、 s 、 t).

【例 2】 一物体做匀变速直线运动, 某时刻速度大小为 4 m/s, 1 s 后速度大小为 10 m/s, 在这 1 s 内该物体的 ()

- A. 位移大小可能小于 4 m.
- B. 位移大小可能大于 10 m.
- C. 加速度的大小可能小于 4 m/s^2 .
- D. 加速度的大小可能大于 10 m/s^2 .

解析 取 $v_0 = 4 \text{ m/s}$ 的方向为正方向, 若 $v_t = 10 \text{ m/s}$, 则物体做匀加速直线运动, 由运动学公式有 $a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{10 - 4}{1} \text{ m/s}^2 = 6 \text{ m/s}^2$; $s = \frac{v_0 + v_t}{2} t = \frac{4 + 10}{2} \times 1 \text{ m} = 7 \text{ m}$. 若 $v_t = -10 \text{ m/s}$, 则物体做匀减速直线运动 (类竖直上抛运动), 由运动学公式有 $a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{(-10) - 4}{1} \text{ m/s}^2 = -14 \text{ m/s}^2$; $s = \frac{v_0 + v_t}{2} \cdot t = \frac{4 + (-10)}{2} \times 1 \text{ m} = -3 \text{ m}$. 由此可知 A、D 选项正确.

【例 3】 一个物体从 45 m 高的地方自由下落, 在下落的最后 1 s 内的位移是多少? (g 取 10 m/s^2).

解析 作出示意图. 如图 1-1-3 所示. 物体从 $H = 45 \text{ m}$ 高的 A 点自由下落到地面 E 点, 所经历的时间 $t_{AE} = \sqrt{\frac{2H}{g}} =$

$\sqrt{\frac{2 \times 45}{10}} \text{ s} = 3 \text{ s}$. 设下落的最最后 1 s 从位置 C 点开始, 物体在这 1 s 内位移为 Δs .

解法 1 运用匀变速直线运动公式求解.

$$(1) t_{AC} = t_{AE} - t_{CE} = 2 \text{ s}, \quad \Delta s = s_{AE} - s_{AC} = H - \frac{1}{2}$$

$$gt_{AC}^2 = 45 - \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 25 \text{ (m)}.$$

(2) 通过 C 点的速度 $v_C = gt_{AC} = 10 \times 2 \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$, 则 $\Delta s = v_C t_{CE} + \frac{1}{2} g t_{CE}^2 = 20 \times 1 + \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 25 \text{ (m)}$.

(3) 通过 E 点的速度 $v_E = gt_{AE} = 10 \times 3 \text{ m/s} = 30 \text{ m/s}$, 则 $\Delta s = v_E t_{CE} - \frac{1}{2} g t_{CE}^2 = 30 \times 1 - \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 25 \text{ (m)}$.

解法 2 运用逆向思维求解. 物体做自由落体运动的过程是竖直上抛运动的逆过程, 即物体由 E 点竖直上抛至 C 点, 上抛的初速度 $v_E = 30 \text{ m/s}$, 则 $\Delta s = v_E t_{CE} - \frac{1}{2} g t_{CE}^2 = 30 \times 1 - \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 25 \text{ (m)}$.

解法 3 运用 $v-t$ 图求解. 作出物体运动的 $v-t$ 图象. 如图 1-1-4 所示, 其图线斜率 $\tan \alpha = g$, 则 $\overline{AD} = v_C = \tan \alpha \cdot \overline{OD} = g \cdot \overline{OD} = 10 \times 2 \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$, $\overline{BC} = v_E = \tan \alpha \cdot \overline{OC} = g \cdot \overline{OC} = 10 \times 3 \text{ m/s} = 30 \text{ m/s}$, 而在 3 s 内的位移大小等于 $\triangle OBC$ 的面积, 故在最后 1 s 内的位移的大小为梯形 $ABCD$ 的面积, 即 $\Delta s = \frac{(\overline{AD} + \overline{BC})}{2} \times \overline{DC} = \frac{(20 + 30)}{2} \times 1 \text{ m} = 25 \text{ m}$.

解法 4 运用推论求解.

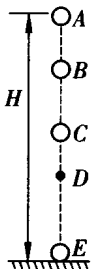


图 1-1-3

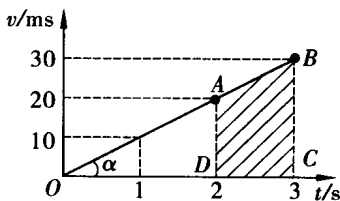


图 1-1-4

(1) 推论 a 中, $s_n - s_m = (n-m) a T^2$ ($n > m$), 本题中 $n=3$, $m=1$, $a=g$, $T=1$ s. $s_1 = s_{AB} = \frac{1}{2} g t_{AB}^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2$ m = 5 m. $s_3 = s_{CE} = \Delta s$, 则 $s_3 - s_1 = (3-1) g T^2$. $\Delta s = s_1 + 2 g T^2 = 5 + 2 \times 10 \times 1^2 = 25$ (m).

(2) 推论 b 中, 物体从 C 点运动到 E 点, 这段时间为 1 s, 对应的中间时刻 D 点, 即 $t_{AD} = 2.5$ s, 则 $v_D = \bar{v}_{CE} = \frac{\Delta s}{t_{CE}} = g t_{AD}$. $\Delta s = g t_{AD} \cdot t_{CE} = 10 \times 2.5 \times 1$ m = 25 m.

(3) 推论 d (II) 中, $d_2 : d_3 = 4 : 9$, 而 $d_2 = s_{AC}$, $d_3 = H$, $s_{AC} : H = 4 : 9$, $s_{AC} = \frac{4}{9} H = \frac{4}{9} \times 45$ m = 20 m, $\Delta s = H - s_{AC} = 45 - 20 = 25$ (m).

(4) 推论 d (III) 中, $s_1 : s_2 : s_3 = 1 : 3 : 5$, 而 $s_1 = s_{AB}$, $s_2 = s_{BC}$, $s_3 = s_{CE} = \Delta s$, 故 $(s_1 + s_2 + s_3) : s_3 = (1+3+5) : 5$. $H : \Delta s = 9 : 5$, 解得 $\Delta s = 25$ m.

【例 4】 原地起跳时, 先屈腿下蹲, 然后突然蹬地, 从开始蹬地到离地是加速过程 (视为匀加速), 加速过程中重心上升距离称为“加速距离”. 离地后重心继续上升, 在此过程中重心上升的最大距离称为“竖直高度”. 现有下列数据: 人原地起跳的“加速距离” $d_1 = 0.5$ m, “竖直高度” $h_1 = 1.0$ m; 跳蚤原地起跳的“加速距离” $d_2 = 0.00080$ m, “竖直高度” $h_2 = 0.10$ m. 假想人具有与跳蚤相等的起跳加速度, 而“加速距离”仍为 0.50 m, 则人起跳的“竖直高度”是多少?

解析 跳蚤的上升运动分为两个过程: 先是加速度为 a 的匀加速上升, 其“加速距离”为 d_2 , 后又做竖直上抛运动, 到达最大高度, 其“竖直高度”为 h_2 . 由运动学公式有 $v_2^2 = 2 a d_2 \cdots \cdots$ ①, $v_2^2 = 2 g h_2 \cdots \cdots$ ②. 人的上升同样也分为两个过程: 假想人具有与跳蚤相等的起跳加速度, 先是以加速度为 a 的匀加速上升, 其“加速距离”为 d_1 , 后又做竖直上抛运动, 到达最大高度, 其

“竖直高度”为 h_1 . 由运动学公式有 $v_1^2 = 2ad_1 \cdots \cdots ③$, $v_1^2 = 2gh_1 \cdots \cdots ④$. 由以上各式联立解得 $h_1 = \frac{d_1}{d_2} h_2 = \frac{0.50 \times 0.10}{0.00080} \text{ m} = 63 \text{ m}$ (其中 $h_1 = 1.0 \text{ m}$ 为多余条件).

练习 2 某同学身高 1.8 m , 在运动会上他参加跳高比赛, 起跳后身体横着越过了 1.8 m 的横杆, 据此可估算出他起跳时竖直向上的速度大约为 (取 $g = 10 \text{ m/s}^2$) ()

- A. 2 m/s . B. 4 m/s . C. 6 m/s . D. 8 m/s .

练习 3 刹车后的汽车做匀减速直线运动, 最后停下来.
①求它前半程与后半程的平均速度之比; ②求它前一半时间和后一半时间的平均速度之比.

练习 4 在一架电梯内, 用绳子将一只小球悬挂在顶板上, 小球离底板高 $h = 2.5 \text{ m}$, 使电梯从静止开始, 以加速度 $a = 10 \text{ m/s}^2$ 竖直向上运动, 在电梯运动过程中, 悬挂小球的绳突然断掉, 求小球落到底板所需要的时间是多少. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

3 运动的独立性原理

一个物体同时参与几种运动, 各分运动都可看作是独立进行, 互不影响, 而物体的合运动是由物体同时参与的几个互相独立的分运动叠加的结果.

说明 (1) 分运动各自独立, 互不影响, 分运动的规律就像没有另外的分运动一样. 运动物体在某一段时间内的位移及某一时刻的速度、加速度均由分运动的对应量叠加而成, 这种叠加遵循平行四边形定则. 合运动和各个分运动的时间相同, 即合运动与分运动同时开始, 同时进行, 同时结束.