

会考高考成功的捷径

——物 理

余朝龙 翁豪英 编写

知 识 出 版 社

内 容 提 要

中学物理属于初级物理学的范围,但它包括了学生进入高等院校各有关专业所需的基础知识,也包括了有关物理学的基本观点、能力和方法。所以,它是高校招生理工科学生的必考科目。

高考试题既考察知识,又考察能力,那么高考成功的捷径在哪里?回答是:由于任何学科知识的学习和运用都是讲究方法的,而且方法又是知识和能力的体现,所以成功的捷径是把掌握方法做为物理总复习的重点。因此本书将侧重于谈方法,并采用例题分析的方式来加以具体的说明。

本书的安排是:第一章从总体来谈,以后各章按中学物理各部分去谈。

参加本书编写的还有:陶欣、王华茹、王新慧、王国生、陈双、李大龙。

丛书主编：焦平 翁豪英

副主编：马文志

目 录

第一章 中学物理的观点、能力、方法	(1)
第一节 贯穿全部物理学的基本观点	(1)
第二节 贯穿全部物理学的基本能力	(9)
第三节 贯穿全部物理学的基本方法	(20)
第四节 矛盾对立统一的观点与应用公式的“基本方法”	(28)
第五节 量变到质变的观点与“临界状态分析法”	(36)
第六节 规律的观点与“图像法”	(44)
第七节 逆向思维与“反证法”	(50)
第八节 创造思维与“虚设法”	(54)
第九节 物理相对性与物理计算	(58)
第十节 “整体法”与“隔离法”相辅相成	(65)
第二章 力学中的能力和方法	(72)
第一节 巧建坐标系能简化运算	(72)
第二节 “作图法”是处理质点受力的一种有效方法	(77)
第三节 使用“位移法”能简化运算过程	(82)
第四节 “隔离法”是应用牛顿第二定律的基本方法	(88)
第五节 “类比法”能简化对问题的处理	(94)
第六节 应用“能量分析法”灵活应用动能定理	(100)

第七节	应用“条件分析法”准确、灵活地应用动量定理·····	(109)
第八节	应用“系统分析法”准确、灵活地应用力学守恒定律·····	(116)
第九节	应用“通式法”能使解答全面·····	(124)
第三章	热学中的能力和方法·····	(144)
第一节	建立正确的“微观”和“宏观”概念,充分认识联系微观世界与宏观世界的“桥梁”,是学好热学知识的前提·····	(144)
第二节	“状态分析”是应用气态方程的基本方法·····	(147)
第三节	利用“假定比较法”是判断水银柱移动的有效方法之一·····	(161)
第四节	准确认识物理模型和物理条件,正确使用“估算”手段·····	(167)
第五节	利用气体图像是解答气体问题的一种有效方法·····	(169)
第四章	电学中的能力和方法·····	(176)
第一节	注意“初态分析”能减少对带电物体在场区里状态分析的失误·····	(176)
第二节	利用电力线是解答电场问题的有效方法之一·····	(181)
第三节	“电势分析法”是整理电路和分析电路的一种有效的方法·····	(188)
第四节	“等效法”是处理电学问题常用的一种方法·····	(196)

第五节	“减维图示法”是一种有效的简化处理手段·····	(202)
第六节	分析“电路效应”是正确进行“伏安法测量电路选择”的一种有效方法·····	(208)
第七节	深刻认识欧姆定律,熟练掌握基本电路特点,运用能量分析的方法,是提高对有关电路问题的解答能力的有效途径。·····	(222)
第八节	深刻认识“场力”的特点,提高对复合场中有关力学问题的解答能力 ·····	(237)
第九节	求实效,选方便,有效地用好法拉第电磁感应定律和灵活地认识电磁感应现象。·····	(255)
第十节	运用“矛盾对立统一”的观点,灵活应用楞次定律····· ·····	(261)
第五章 光学中的能力和方法·····		(266)
第一节	作图法是解答几何光学题目的一种基本方法 ····· ·····	(266)
第二节	利用“光路可逆性”是解答几何光学问题的一种有效的方法·····	(274)
第三节	“光路分析”是解答几何光学题目的关键·····	(277)
第四节	“频率分析”和“传播分析”是解答含有某些物理光学内容的题目的一种有效方法·····	(286)
附:各章小练习题的答案和提示 ·····		(291)

第一章 中学物理的观点、能力、方法

第一节 贯穿全部物理学的基本观点

从根本上说,对立统一的观点,是研究任何科学的根本观点。在物理学这特定研究领域,这根本观点又有其特定表现。

物理学是研究物质运动最普遍的形态和它们之间的相互转换以及物质的基本结构的科学。

任何一种形式的物质运动,必然存在着与之相应的能的形式。当物质运动的形态发生变化时,能量形态也必然发生相应的变化。因此,“运动、变化”的观点和“能量”的观点,就是贯穿全部物理学的基本观点。“能的转化和守恒定律”就是贯穿全部物理学的一条“红线”。

例如:在力学中,研究物体的机械运动,物体具有机械能。在只有重力对物体做功的条件下(这是计算的要求范围),有机械能守恒定律:

$$\Delta E_K + \Delta E_P = 0$$

这是能的转化和守恒定律,在力学中特定条件下的具体表现。

在热学中,研究分子运动,物体具有内能。在做功和热传递改变物体内能的条件下,有热力学第一定律

$$W + Q = \Delta E$$

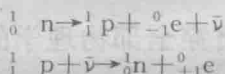
这是能的转化和守恒定律，在分子物理学中的具体表现。

在电磁学中的楞次定律和法拉第电磁感应定律，我们的课本上还特别写到它们“跟能的转化和守恒定律是相符的”。

在光学中，我们的课本上根据能的转化和守恒定律，写出了爱因斯坦光电效应方程

$$\frac{1}{2}mv_m^2 = h\nu - W$$

在原子物理学中，核反应方程式



不仅遵从能的转化和守恒定律，而且它们还反映着能的转化和守恒定律曾经接受过的一场严峻的考验。表明了能的转化和守恒定律也曾经历过一段“困难”的历程。而“困难”之后，能的转化和守恒定律更加光彩夺目地贯穿在全部物理学之中。

恩格斯曾经把能的转化和能量守恒定律称为“伟大的运动基本定律”，正是强调“能量观点”非同一般的最好说明。

正因为这样，在我们的教科书中，不仅有前面所述的物理学各部分的典型的概括性的能量分析，而且有对具体的物理运动的能量分析，例如对单摆和弹簧振子在振动过程中的能量分析。在讲了能的转化和守恒定律之后，教科书上还写了“能源的利用和开发”的专述。在对物质的研究上，非常注意研究物质的能的特性，例如对研究静电场就很重视对电势 $U = \frac{\epsilon}{q}$ 的学习，至于教科书上给出的爱因斯坦质能方程 $E = mc^2$ 或 $\Delta E = \Delta mc^2$ ，更是从高层次上应用能量观点来研究物质的运动、变化，指出物体的质量跟它的能量有一定的联系。

如果拿我们做过的成百上千道物理题来看，我们多次切身地

体会到能量观点的重要性，认识到“分析能源”和“分析能量分配”的方法，是分析物理题目的基本方法之一。为了帮助同学们加深“能量观点”，学会“应用能量观点处理物理问题”，在这里笔者选用几道常见于试卷和刊物的典型题目为例，再做如下分析。

【例 1】 一列整体质量为 M 的列车，在平直的长轨上匀速前进。突然尾部有质量为 m 的车箱脱钩，但等到司机发觉而关闭油门时，前部分列车已经行驶了一段长 L 的路程。设机车的牵引力不变，阻力与车重成正比，求前、后两部分（视为质点）停止点间的距离。

解：首先按题意物理过程，作出如图 1-1-1 所示的图示

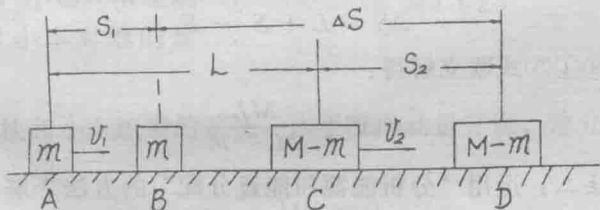


图 1-1-1

图 1-1-1 中：A 点为脱钩处，B 点为尾部车箱停止处，C 点为关闭油门处，D 点为前部列车停止处。

设：机车牵引力为 F ，阻力与车重的比例系数为 μ ，匀速运动时的速度为 v_1 （即脱钩时的速度），关闭油门时前部分列车速度为 v_2 ，尾部车箱脱钩后滑行距离为 S_1 ，前部分列车关闭油门后滑行距离为 S_2 ，前后两部分停止点间的距离为 ΔS 。

解法一：一般思路下应用动能定理来解。

整体列车匀速直线运动时合外力为零，则有：

$$F = \mu Mg \quad (1)$$

对尾部 (m)：从脱钩到停止，由动能定理得

$$-\mu mg S_1 = 0 - \frac{1}{2} m v_1^2 \quad (2)$$

对前部 ($M - m$)：从脱钩到关闭油门，由动能定理得

$$FL - \mu(M - m)gL = \frac{1}{2}(M - m)v_2^2 - \frac{1}{2}(M - m)v_1^2 \quad (3)$$

对前部 ($M - m$)：从关闭油门到停止，由动能定理得

$$-\mu(M - m)gS_2 = 0 - \frac{1}{2}(M - m)v_2^2 \quad (4)$$

再由各段距离的关系（见图 1-1-1）得

$$\Delta S = L + S_2 - S_1 \quad (5)$$

由①②③④⑤式联立解得：

$$\Delta S = \frac{ML}{M - m}$$

解法二：运用“分析能源和能量分配”的方法来解。

若脱钩时就关闭油门，则前、后两部分将停在一处。所以 FL 就是前部分多走 ΔS 克服阻力做功的能源。所以有

$$FL = \mu(M - m)g \cdot \Delta S \quad (1)$$

又因为整体列车匀速直线运动时有

$$F = \mu Mg \quad (2)$$

由①与②式得

$$\Delta S = \frac{ML}{M - m}$$

上述解法一和解法二，主要都是应用动能定理，就实质来讲都是运用了“能量观点”。但从思路上进行比较，解法二更具有能

量分析的特点，因此它更简洁。

【例 2】 如图 1-1-2 所示，在光滑的水平面上有一静止的小车，车上有一条轨道 ABC。轨道的 AB 部分是处在竖直平面内的 $\frac{1}{4}$ 圆弧形光滑轨道，其半径为 R ；轨道的 BC 部分是足够长水平不光滑轨道。现有一小物块从轨道的 A 点由静止开始下滑，它与轨道 BC 部分间的摩擦系数为 μ ，求物块在 BC 轨道上最多能滑行多远？

解法一：一般解法。

设小物块的质量为 m ，小车的质量为 M ，小物块滑到轨道 B 点时对地的速度为 v ，小物块滑地轨道 B 点时小车对地的速度为 V 。

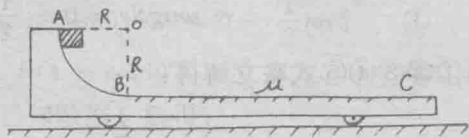


图 1-1-2

对滑块和小车组成的系统，水平方向动量守恒，建立向右为正的坐标，则

$$mv - MV = 0 \quad (1)$$

滑块从 A 点滑到 B 点的过程，系统（滑块、小车、地球）机械能守恒，则

$$mgR = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2 \quad (2)$$

根据滑块和小车组成的系统水平方向动量守恒，由于开始时系统总动量为零，所以当滑块停止滑动时小车也必定停止运动。以滑块滑到 B 点时 B 点对地的位置为坐标原点，设滑块停止时的位移为 S_1 ，小车停止时的位移为 S_2 ，如图 1-1-3 所示。设滑块在轨道 BC 部分最多能滑行的长度为 L ，则

$$L = S_1 + S_2 \quad (3)$$

按所建的坐标系，对滑块应用动能定理得：

$$-\mu mg S_1 = 0 - \frac{1}{2} m v^2$$

(4)

按所建的坐标系，对小车应用动能定理得：

$$-\mu mg S_2 = 0 - \frac{1}{2} M V^2 \quad (5)$$

由①②③④⑤式联立解得：

$$L = \frac{R}{\mu}$$

解法二：运用“分析能源和能量分配”来解。

由于物块停止时小车也停止，所以原有机机械能全用来克服摩擦力做功，则有

$$mgR = \mu mgL$$

所以

$$L = \frac{R}{\mu}$$

【例 3】如图 1-1-4 所示，AB 和 CD 是两个斜面，其上部足够长，下部分别与一个光滑的圆弧面的两端相切（O E 为整个轨道的对称轴），圆弧的圆心角为 120° ，半径 $R=2.0$ 米。现有一个物体在离圆弧底 E 的高度 $h=3.0$ 米处，以速率 $v_0=4.0$ 米/秒沿斜面运动。若物体与斜面的

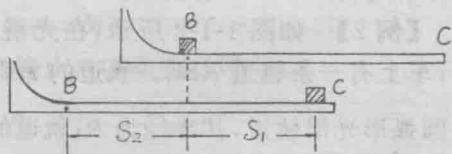


图 1-1-3

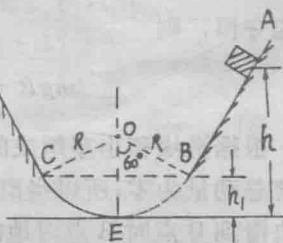


图 1-1-4

滑动摩擦系数 $\mu=0.02$, 求

(1) 物体在 AB 与 CD 斜面上 (除圆弧部分) 一共能走多长的路程?

(2) 物体最后的运动情况如何?

解: (1) 以 CB 水平面为零势能面, 设 CB 水平面距 E 水平面的高度为 h_1 , 则物体距 CB 面的高度为 $(h - h_1)$, 则物体能在 AB 和 CD 两个斜面上克服摩擦力而滑行的全部能源为 $mg(h - h_1)$ 。设物体能在两个斜面上能滑行的总路程为 S , 物体质量为 m , 则

$$mg(h - h_1) - \mu mg \cos 60^\circ \cdot S = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1)$$

$$h_1 = R(1 - \cos 60^\circ) \quad (2)$$

由①与②式联立, 并代入已知数据, 解得:

$$S = 2.8 \times 10^2 \text{ 米}$$

(2) 物体在 BEC 间运动时无机械能损失, 所以物体最后将沿弧面 BEC 做往复运动。

【例 4】 如图 1-1-5 所示的电路, 电源是两个相同的电池串联所组成, 每个电池的内阻 $r_1 = 0.3$ 欧。图中 $R_1 = 4$ 欧, $R_2 = 6$ 欧, 电源提供的总功率 $P_{\text{总}} = 40$ 瓦, 外电路上消耗的功率 $P_{\text{外}} = 37.6$ 瓦, 求

(1) A、B 两点间的电压 $U_{AB} = ?$

(2) 每个电池的电动势 $\epsilon_1 = ?$

解: (1) 电源是全电路的能源, 电源提供的能量分配在内、外电路上。因此有

$$P_{\text{外}} = P_{\text{总}} - I^2 r$$

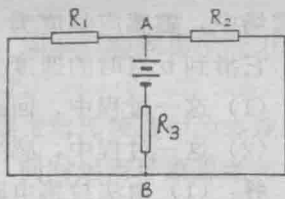


图 1-1-5

则

$$I = \sqrt{\frac{P_{\text{总}} - P_{\text{外}}}{r}} = \sqrt{\frac{40 - 37.6}{2 \times 0.3}} = 2(\text{安})$$

$$\begin{aligned} \therefore U_{AB} &= I \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ &= 2 \times \frac{4 \times 6}{4 + 6} = 4.8(\text{伏}) \end{aligned}$$

$$(2) P_{\text{总}} = I \epsilon_{\text{总}} = I \cdot n \epsilon_1$$

$$\therefore \epsilon_1 = \frac{P_{\text{总}}}{nI} = \frac{40}{2 \times 2} = 10(\text{伏})$$

【例 5】 如图 1-1-6 所示, ab 是半径为 L 、电阻不计的四分之一圆周的金属槽环, 固定于竖直平面内, 圆心为 O 。 oa 是质量不计的轻金属杆, 其电阻为 r , 它的一端挂在 O 点 (无摩擦), 另一端连一个金属小球, 小球的质量为 m , 跟金属槽环接触良好, 无摩擦。 ob 是一根竖直的与金属杆、金属槽环相连接的金属丝, 其电阻为 R 。上述整个装置置于水平方向垂直纸面向里的匀

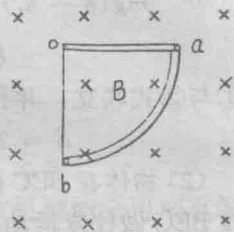


图 1-1-6

强磁场中, 磁感应强度为 B 。现将金属小球从 a 点由静止开始释放, 它滑到 b 点时的速度为 v , 所经历的时间为 t 。求

(1) 这一过程中, 回路的平均感生电动势多大?

(2) 这一过程中, 感生电动势的有效值多大?

解: (1) 由法拉第电磁感应定律得

$$\bar{\epsilon} = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{B}{t} \Delta S = \frac{B}{t} \cdot \frac{1}{4} \pi L^2 = \frac{\pi B L^2}{4t}$$

(2) 在这一过程中, 全部的能源就是刚释放时金属小球所具有的重力势能 mgL , 这些能量分配成两部分: 一部分是小球运动到 b 点时的动能, 另一部分是在这一过程中, 由于电流的热效应

而转化成的内能。而变化的电动势、电压、电流强度的有效值，正是由电流的热效应来规定的。设这一过程电动势的有效值为 ϵ ，根据能的转化和守恒定律得：

$$mgL = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{\epsilon^2}{R+r} \cdot t$$

$$\therefore \epsilon = \sqrt{\frac{(mgL - \frac{1}{2}mv^2)(R+r)}{t}}$$

第二节 贯穿全部物理学的基本能力

任何有志于事业而学习的人，都希望在 学习中培养和发展自己的智力（或者说能力——智力是各种认识能力的综合）。智力的内容是很丰富的，各家说法不一。有人认为智力包括：观察力、思维力、想象力、记忆力、操作力和创造力。并说：思维是“核心”，想象是“翅膀”。

根据上述理论，具体到物理学中，那么“物理思维能力”就是核心，是贯穿全部物理学的基本能力。

什么是“物理思维”呢？就是思维在物理领域中的表现。它是在观察物理现象、研究物理问题时，同时运用形象思维和抽象思维的思维活动。说得通俗一些，就是既要看到“物”，又要会说“理”，从“物”到“理”，统一为“物理”。

物理思维表现于物理学的方方面面，不同的方面，又有着不同的侧重内容。若就参加“会考”或“高考”来说，物理思维主要针对解答物理题目。因此，这里主要谈解题所牵涉的物理思维。“怎样解答物理题目？”这是中学生常问的一个问题，也是有的同

学觉得“物理难”的难点所在。那么，怎样才能提高解题能力呢？

解答物理题目是一个思维活动的过程，这个过程主要有三个阶段：一是“审题”过程，二是“解答”过程，三是“检验”过程。在这三个过程中，物理思维都有自己的侧重表现。在审题过程中，物理思维的主要内容是：按题意建立正确的“物理图像”和准确地“分析物理过程”；在解答过程中，物理思维的主要内容是：根据物理过程的特点，选择并运用物理规律；在检验过程中，物理思维的主要内容是：审查解答是否准确并判断所得结果是否有明确的符合实际的物理意义。这就是解答物理题目的正确思维过程，这就叫做运用物理思维来解答物理题目。若能有意识地这样来训练自己，那就是抓住了提高解题能力的根本。

提高解题能力是同学们非常关心的问题，笔者曾经写过一篇短文叫做“怎样运用物理思维解答物理题目”（载北京日报出版社《中学生应该怎样学习》），这里从中进行摘录，供同学们参考。

（一）审题

审题的正确与否，是能否正确解答的前提。那么，在审阅物理题目的时候，要注意些什么呢？

1. 审题要有耐心

审题不耐烦的现象，特别容易出现在叙述文字较长的题目上，有的同学说：“超过三行字我就不爱看”。因此，每次试卷讲评，总有人惊呼“哎呀，我看错题了！”或者叹惜“嗨，我没看见这句话！”。这种不耐烦的毛病，要从加强学习的责任感上来加以克服。

2. 审题要手脑并用

审题时有些同学不善于用手。所谓用手，就是要把题干的文字，尽量变成有助于思考的图形、图像或字母符号。这不仅有助于正确审题，而且对解答题目也会有启发。

前面所说的按题意建立正确的物理图像，用一句通俗的话来

说，就是要象看动画片一样，生动而具体地看见了物体们的表演。然而题目是文章，不是放电影，这动画片是由解题者自己制作出来的。手脑并用的审题过程，就是这个动画片的制作过程。

3. 审题要运用物理思维

物理思维在审题过程中，要解决的主要问题大致有下列三个方面。

(1) 明确研究对象

任何物理题目都有着被研究的对象，例如某物体、某气体、某电路、某光具等等。只有正确选定了研究对象，才是认准了动画片中的主角，才是迈开了解题的第一步。从“物理”的观点来看，如果连研究的“物”都不知道，那么又对谁去讲“理”呢？

(2) 弄清物理现象或物理事实，以及发生这些现象或形成这些事实的物理条件

凡是给出物理现象或物理事实的题目，必定有发生这些现象或形成这些事实的条件。任何物理现象或物理事实，必然是物理规律的反映，而几乎所有的物理规律都是有条件的，所以审题时弄清物理条件，实际上是为准确运用物理规律做准备。

在弄清物理条件的问题上，有一点要特别提一下，这就是要善于发现题目本身含有的，但又没有直接说出的“潜在条件”。能否发现潜在条件，常常考验着解题者物理思维的能力。

(3) 明确物理过程

任何物理现象的发生，任何物理事实的形成，都是有过程的。物理规律正是应用于这些物理过程当中。不同的题目，有不同的物理条件和物理过程。一道物理题，可能是单一的物理过程或某种物理现象的多个过程，也可能是多种物理现象的多个过程，还可能是多种物理现象的综合过程。若能弄清物理条件、正确分析物理过程，这算迈出了解题中有力的一步。