



高考物理 百题大过关

陈延文 主编

上册

百题帮你过**高考大关**
百题助你创人生辉煌



华东师范大学出版社

主 编：陈延文

高考物理

百题大过关

上 册



华东师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高考物理百题大过关. 上册 / 陈延文主编. —上海:
华东师范大学出版社, 2005. 3
ISBN 7-5617-4176-6

I. 高... II. 陈... III. 物理课-高中-习题-升
学参考资料 IV. G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 025828 号

高考物理百题大过关·上册

主 编 陈延文
策划组稿 李金凤 郑国雄
责任编辑 审校部编辑工作组
特约编辑 徐志庆 葛剑浩
封面设计 卢晓红
版式设计 蒋 克

出版发行 华东师范大学出版社
市场部 电话 021-62571961
门市(邮购)电话 021-62869887
门市地址 华东师大校内先锋路口
业务电话 上海地区 021-62232873
华东 中南地区 021-62458734
华北 东北地区 021-62571961
西南 西北地区 021-62232893
业务传真 021-62860410 62602316
<http://www.ecnupress.com.cn>
社 址 上海市中山北路 3663 号
邮编 200062

印 刷 者 如东县印刷厂有限公司
开 本 787×1092 16 开
印 张 14.5
字 数 315 千字
版 次 2005 年 6 月第一版
印 次 2005 年 6 月第一 次
印 数 11 000
书 号 ISBN 7-5617-4176-6/G·2401
定 价 17.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)

丛书前言

目前，市面上有关中高考复习的训练用书不胜其多，但不少书的训练题或失之偏少，或庞杂无度。如果选择几种资料同时用，人们又发现重复者不少，而空白点依然多多。结果既费钱又费时，还未必能完全过关。怎样在有限的时间内让学生得到充分而全面的训练，怎样使这种训练既达到一定的量又保证相当高的质，这成为不少有识之士经常想到的问题。根据不少有经验的初三和高三老师的反映，如果在每一个中高考训练点，精心设计百把道互不重复且有一定梯度的训练题，那么，该训练点的要求就可以到位、可以过关了。为此，我们组织编写了这样一套中高考“百题大过关”。

丛书共21种，《中考百题大过关》9种，《高考百题大过关》12种，涵盖中高考语文、数学、英语、物理、化学五个主要学科。这套丛书，我们力求体现四个特点：

一是丰富性。丛书涉及的内容囊括了中高考所有知识点，所有知识点均由百把道题目组成。其覆盖面之广，内容之丰富，都是许多丛书所没有的。

二是层次性。题目不是杂乱无章地随意排列，而是富有层次性的。每个知识点的题目的安排一般分为三个层次：第一层次是精选1990年以来的相关中高考题，第二个层次是难度稍小一点的训练题，第三层次是难度稍大一点的训练题。这样，既能让读者了解近年来的中高考命题特点及其走向，又能得到渐次加深的足够量的训练。

三是指导性。为了方便使用本丛书的老师和同学，对有一定难度的题目，丛书不仅提供准确的答案，还力求作最为详尽的解说，目的在于让读者知其然更知其所以然。同学们有了这套书，就等于请回了一位不走的辅导老师。

四是权威性。丛书的编写者都是国内名校骨干教师，有些还是参加国家教育部“名师工程”的著名特级教师，在省市区享有盛名。凝聚了这样一批既有丰富的实践经验，又有深厚理论修养的优秀教师群体的智慧，是本丛书高质量得以保证的重要原因。

愿这套丛书，能帮助我们的考生闯过中高考大关，也愿我们的考生能以中高考为新起点，创造美好的未来。

华东师范大学出版社

使用说明

本书内容的选编遵循三个原则：1. 时效性：本书选编时特别关注到这几年高考改革中出现的新趋势，选入了新出现的题目、题型，并力图对高考的趋势有所预测；2. 经典性：本书选编时参考了历年高考试题和近几年全国各地省考、市考的试题，选入了经典的题目、题型，力图突出经典题目对知识掌握、能力提高的有效帮助；3. 针对性：本书选编时注意到同学们在学习经常出现理解上的难点、思维上的障碍点，选入了针对性强的题目，力求帮助同学突破知识难点、破除思维障碍，在对知识的理解、运用上再上一个新台阶。

近年来，高考从内容到题型都发生了一系列的变化，但不变的是，考查的仍然是知识、能力、方法。知识即考纲中所列出的各知识点。那么，能力和方法呢？下面结合本书的使用谈谈高考对能力和方法的要求。

一、能力篇

能力并不只是抽象的，而是体现在解题的全过程。从审题、分析题意、理解物理情景、构建物理模型到数学知识应用的全过程，无不以知识为载体体现出来。高考命题中考查基础知识的同时侧重能力考查的原则，应理解为以知识为基础，在知识基础上考查能力。教学目标中明确要考查的是六种能力：理解能力、推理能力、获取知识的能力、分析综合能力、应用数学知识的能力和实验能力。

1. 理解能力

学习重在理解，物理学习也是这样，理解能力不足，其他方面如推理能力、分析综合能力也就失去了基础。高考物理试卷中历来都有相当数量的试题考查学生的理解能力，体现在“两种形式、三个方面”。“两种形式”是：(1) 直接考查对某个具体物理概念、规律的理解；(2) 考查对物理概念、规律的运用。“三个方面”是：(1) 考查对物理概念、规律确切含义及适用条件的理解；(2) 考查对物理概念、规律的表述形式，包括文字表述和数学表述是否掌握；(3) 考查是否理解相关知识的区别与联系，鉴别关于概念和规律的似是而非的说法。

例1 关于人造近地卫星和地球同步卫星，以下几种说法正确的是()。

- (A) 近地卫星可以在北京地理纬度圈所决定的平面上做匀速圆周运动
- (B) 近地卫星可以在与地球赤道平面有一定倾角且经过北京上空的平面上运行
- (C) 近地卫星或地球同步卫星上的物体，因“完全失重”，它的重力加速度为零
- (D) 地球同步卫星可以在地球赤道平面上的不同高度运行

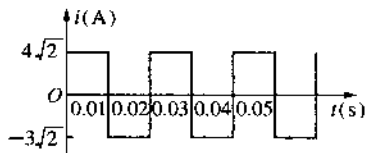
解析：物体做匀速圆周运动的必备条件之一是所受的合力必须指向圆心，人造卫星只受到地球对卫星的万有引力作用，力的方向指向地心，并不指向纬度平面与地轴相交的轴心上，因此，选项 A 错。选项 B 所述的卫星具备上述条件，可以以适当的速度发射成功此类卫星。对于选项 C，“完全失重”是一种物理现象，表现为物体对支持物(如磅秤)的压力(或对悬挂物的拉力)为零，不是按字面理解为失去重力。如果重力仅指物体所受地

球吸引的力,由于人造卫星仍受地球引力作用,那么其重力加速度 $g = a = \frac{F_{引}}{m} = \frac{GM}{r^2} \neq 0$, 本现象中重力加速度就是做圆周运动的向心加速度,因此,选项 C 错误. 对于选项 D, 因为地球同步卫星的运行周期需和地球自转周期相同,地球的质量是确定值,其轨道半径 r 和周期 T_0 、地球质量 M 有定量的制约关系: $\frac{GM}{r^2} = \frac{4\pi^2}{T_0^2}r$, 因此轨道半径 r 是确定值,所以 D 项错误. 因此本题正确答案只有 B 项.

点评: 本题考查的是对物理概念、定律,对物理现象产生的条件和现象的特征,对物理定律应用的条件的正确认识. 要正确解答本题,必须正确理解人造近地卫星和地球同步卫星正常运行的条件和特征,以及“完全失重”的含义,才能正确认识所述现象内部的相互联系及制约关系,判断各选项的正误.

例 2 如图所示为一交流电的电流随时间变化的图象,此交流电流的有效值是().

- (A) $5\sqrt{2}$ A (B) 5 A
(C) $3.5\sqrt{2}$ A (D) 3.5 A



解析: 此题目是求解图示方波交流电的有效值,而交流电有效概念是“如果让交流电和某一直流电通过相同阻值电阻在相同时间内产生相同热量,就把这一直流电的数值叫交流电的有效值”,正确理解此概念应为,交流电有效值是用其热效应与直流电热效应相比较而定义的,若两者热效应相同则交流电的电压有效值就等于直流电的电压. 同样交流电的电流有效值就等于这一直流电流. 对此题交流电是在每个周期 T 内的前 $\frac{T}{2}$ 和后 $\frac{T}{2}$ 两个反向且大小不等的直流,因而其热效应可由前 $\frac{T}{2}$ 和后 $\frac{T}{2}$ 内分段直流热效应的和 Q_1 表示出. 而此热效应可同一个 T 内其恒定直流 I 的相同热效应 Q_2 表达,即

$$Q_1 = (4\sqrt{2})^2 \cdot R \cdot \frac{T}{2} + (3\sqrt{2})^2 \cdot R \cdot \frac{T}{2} = 25RT,$$

$$Q_2 = I^2 \cdot R \cdot T.$$

由 $Q_1 = Q_2$, 得 $I = 5$ A.

因而,此交流电有效值即为 $I = 5$ A, 答案 B 正确.

点评: 本题在要求正确理解概念、规律的基础上,力求进一步明确内涵,更深入认识知识间的联系. 要正确解答本题,必须在充分理解“交流电的有效值”这一概念的基础上,灵活应用,掌握知识在不同条件下的迁移.

例 3 一粒钢珠从静止状态开始自由下落,然后陷入泥潭中,若把在空气中下落过程称为过程 I, 进入泥潭直到停住的过程称为过程 II, 则().

- (A) 过程 I 中钢珠动量的改变量等于重力的冲量
(B) 过程 II 中阻力冲量的大小等于过程 II 中重力冲量的大小
(C) 过程 II 中钢珠克服阻力所做的功等于过程 I 和过程 II 中钢珠所减小的重力势能之和
(D) 过程 II 中损失的机械能等于过程 I 中钢珠所增加的动能

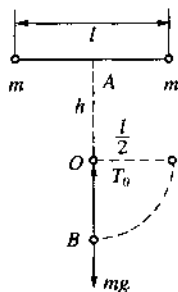
解析: 此题考查的概念有动量、冲量、机械能等,规律有动量定理和功能关系原理. 在确切理解上述概念和规律的基础,才能鉴别每个选项的是非,此题正确选项为 A 和 C.

点评：本题考查的是知识间的区别联系，只有掌握概念、规律的确切含义，深入理解，并能运用来分析问题，才能对似是而非的问题做出正确的判断。

2. 推理能力

推理能力是指根据已知规律，经过推导论证得出新形式的规律的能力，或者根据已知的知识和给出的事实、条件等进行逻辑推理，以此得出结论、做出判断的能力。高考命题中主要从几个方面考查推理能力：(1) 根据已知的知识和所给出的物理事实与条件，对物理问题进行逻辑推理和论证，得出正确结论或做出正确判断；(2) 能将推理过程正确地表述出来；(3) 应用必要的数学知识进行推导。

例4 如图，两个质量均为 m 的小球，用长为 l 的不可伸长的轻线相连，现将轻线水平拉直，并让两球由静止开始同时自由下落，两球下落 h 高度后，线的中点碰到水平放置的钉子 O 上，如果该线所能承受的最大张力为 T_0 ，要使线拉断，最初线与钉子的距离 h 至少为多大？



解析：研究对象是两只小球，因为两球情况完全等同，故只需考虑其中一只球。从题意中可推断，小球的质量为 m ，可视为质点，且线的质量不计，从题给的物理情境来分析，小球的运动可分为两个阶段[如图所示]，从 A 到 O 过程小球只受重力作用，做自由落体运动；从 O 到 B 过程小球受重力和线的拉力作用，绕钉子做半径为 $\frac{l}{2}$ 的变速圆周运动，在运动全过程中，只有重力做功，所以机械能守恒。根据所学知识还可推断，当小球在最低点 B 时，线的张力最大即为 T_0 。根据机械能守恒定律，从 A 到 B 过程中一只小球：

$$mg\left(h + \frac{l}{2}\right) = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

根据牛顿第二定律：

$$T_0 - mg = \frac{mv^2}{\frac{l}{2}} \quad (2)$$

$$\text{从①②式可以得出高度 } h = \frac{(T_0 - 3mg)l}{4mg} = \left(\frac{T_0}{4mg} - \frac{3}{4}\right)l.$$

点评：在从题目情景出发进行推理时，一定要注意已知条件的分析。推理的每一步，都要以物理理论和题给事实为依据，决不能凭空臆造或进行不合理的逻辑推理。因此，透彻理解和熟悉概念、规律，认真分析题给事实和条件，才是进行正确推理的前提和基础，同时，还要提高思维的逻辑性和严密性。

3. 获取知识的能力

近年来，高考命题中出现了一类所谓的“信息题”，题目往往花费大量的篇幅描述涉及的知识背景，其解答又往往是十分简单，但考生在考试中又往往得分情况不理想。要解决此类问题，一定要注意提高阅读能力，迅速从知识背景中检索出解答问题必需的条件，联系学过的知识，构建出解题的物理模型。

例5 天文观测表明，几乎所有远处的恒星(或星系)都在以各自的速度背离我们而运动，离我们越远的星体，背离我们运动的速度(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形成的.假设大爆炸后各星体即以不同的速度向外匀速运动,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测结果,可估算宇宙年龄 T ,其计算式为 $T = \underline{\hspace{2cm}}$. 根据近期观测,哈勃常数 $H = 3 \times 10^{-2} \text{ m/s} \cdot (\text{s} \cdot \text{光年})$,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: 设某星体离我们的距离为 r ,则其退行速度 $v = Hr$,运行时间是 $T = \frac{r}{v} = \frac{r}{Hr} = \frac{1}{H}$,即宇宙年龄.

将 $H = 3 \times 10^{-2} \text{ m/s} \cdot \frac{1}{3 \times 10^8 \text{ m/s} \times 1 \text{ 年}} = \frac{1}{10^{10} \text{ 年}}$ 代入 $T = \frac{1}{H}$ 中,得 $T = 10^{10} \text{ 年}$.

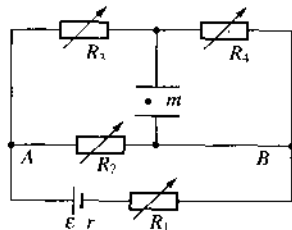
点评: 本题在复杂的知识背景上,提出一个假设的理想化模型,能否在阅读中迅速检索出来,是解题的关键.

4. 分析综合能力

所谓分析,就是把复杂事物或现象分解成若干部分并对每部分进行研究,分析其中的主要因素和次要因素,抓住主要因素解决问题;综合则是在处理问题时,把个别的事物或现象联系成一个整体来考虑.分析和综合是相互结合,相互统一的.

例 6 如图所示的电路中,平行板电容极板水平放置,板间有一质量为 m 的带电油滴悬浮在两板间静止不动,要使该油滴向上运动,可采用的方法是().

- (A) 只把电阻 R_1 的阻值调大
- (B) 只把电阻 R_2 的阻值调大
- (C) 只把电阻 R_3 的阻值调大
- (D) 只把电阻 R_4 的阻值调大



解析: ① 隐含条件:带电的油滴在两板间静止不动,从力的平衡原理知道油滴的重力与受到的竖直向上的电场力平衡.若油滴从静止开始向上运动,说明油滴受到的电场力将大于重力.② 解题方向:分析电容器两极板的电压变化.因为电容器是与 R_4 并联在一起,也就是讨论使 R_4 上的电压增大的一些方法.③ 相关物理量变化如下:

如果只把 R_1 的阻值调大,电路总电阻增大,干路电流减小,AB 间电压减小导致 R_4 上电压减小.这种方法不可行.

如果只把电阻 R_2 阻值调大,电路总电阻增大,干路电流减小,路端电压增大,由于 R_1 的电压减小,AB 间电压增大, R_4 上的电压也随之增大.这种方法可行.

如果只把电阻 R_3 的阻值调大,AB 间电压也会增大,但由于 R_2 上的电流要增大,而电路的干路电流是减小的,因此 R_3 、 R_4 支路的电流就必定要减小.而 R_4 上的电压 $U_4 = I_4 \cdot R_4$,所以 R_4 的电压减小,这种方法不可行.

如果只把 R_4 阻值调大,干路电流减小,路端电压增大,AB 间电压增大, R_2 支路电流增大,使 R_3 、 R_4 支路上电流减小,因此 R_3 上电压减小使得 R_4 上的电压增大.这种方法是可行的.所以正确选择为 B、D.

点评: 分析得合理、透彻,才能顺理成章地进行综合.分析中应明确分析目标:(1) 找出合理的研究对象;(2) 找出直接和隐含的条件;(3) 确定解题思路,联想相应的知识、规律;(4) 找出相应物理量的变化关系.

例7 如图所示,质量为 m 的物体 A 放置在质量 M 的物体 B 上, B 与弹簧相连,它们一起在光滑水平面上做简谐运动,振动过程中 AB 之间无相对运动. 设弹簧的劲度系数为 k , 则当物体离开平衡位置的位移为 x 时, A、B 间的摩擦力的大小等于().



- (A) 0 (B) kx (C) $\left(\frac{m}{M}\right)kx$ (D) $\left(\frac{m}{M+m}\right)kx$

解析: A、B 间无相对运动即指它们的速度、加速度始终保持相同,可以当作一个整体来看待,这个整体在离开平衡位置的位移为 x 时,只受弹簧的弹力 $F = kx$, 因此有:

$kx = (M+m) \cdot a \cdots \textcircled{1}$, 单独分析物体 A, 此时水平方向上只受 B 对它的摩擦力 f , 有 $f = m \cdot a \cdots \textcircled{2}$, 单独分析物体 B, 此时受到弹力 F 与 A 对 B 的摩擦力 f , 根据牛顿第三定律可知 f 大小与 f 相等, 因此有 $F - f = M \cdot a \cdots \textcircled{3}$ 成立.

综合: 物体 A、B 的加速度相同, 有 $a = \frac{kx}{M+m}$.

要求它们间摩擦力大小, 只要再选 A 为研究对象, 就可以较轻松地得到 $f = ma = \frac{m}{M+m} \cdot kx$ 这个单选答案. 若选用 B 为研究对象, 则也可得

$$f = F - Ma = kx - M\left(\frac{kx}{M+m}\right) = \frac{m}{M+m} \cdot kx,$$

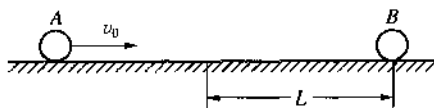
但较为麻烦.

点评: 在本题中, 把一个复杂问题分解成若干问题进行分析, 再加以综合, “整体法”、“隔离法”交替使用, 正是分析综合能力应用的一个体现.

5. 应用数学知识的能力

应用数学工具解决物理问题的能力, 主要指两个方面: (1) 从物理现象与过程出发, 经过概括、抽象, 把物理问题转化为数学问题; (2) 综合运用数学知识, 如比例关系、函数关系、不等式关系、递推法、数学归纳法等, 正确地进行问题的计算.

例8 如图所示, 在光滑的水平轨道上两个半径都是 r 的小球 A 和 B, 质量分别为 m 和 $2m$, 当两球心间的距离大于 L (L 比 $2r$ 大得多) 时, 两球之间无相互作用力; 当两球心的距离



等于或小于 L 时, 两球间存在相互作用的恒定斥力 F , 设 A 球从远离 B 球处以速度 v_0 沿球心连线向原来静止的 B 球运动, 欲使两球不发生接触, v_0 必须满足什么条件?

解析: 根据题意, 当 A、B 间距离小于 L 时有:

$$a_A = -\frac{F}{m}, a_B = \frac{F}{2m}, s_A = v_0 t - \frac{F}{2m} t^2, s_B = \frac{F}{4m} t^2.$$

设某时刻 t 两球相距为 d , 则: $d = s_B + L - s_A = \frac{3Ft^2}{4m} - v_0 t + L$, 由二次函数极值理论知, 当 $t = -\frac{b}{2a} = \frac{2mv_0}{3F}$ 时, d 有极小值, 最小值为 $d_{\min} = \frac{3FL - mv_0^2}{3F}$, 欲使两球不发生接触, 则 $d_{\min} > 2r$, 即 $\frac{3FL - mv_0^2}{3F} > 2r$ 得:

$$v_0 < \sqrt{\frac{3F(L-2r)}{m}}.$$

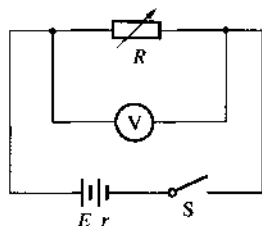
点评: 把物理问题转化成数学问题,并正确运用数学工具解题,是本题的关键.应用数学工具来解题,有以下基本思路:(1)对物理问题进行分析,建立物理模型,根据物理规律建立物理量之间的数学关系;(2)运用数学工具进行运算、推导、求解;(3)对运用数学工具所得的结果进行分析、讨论,把数学结果转化为物理内容.

6. 实验能力

当前有关物理实验的高考命题已从知识立意转变为能力立意,同时将学科能力与一般能力也作为考试的核心.其中一般能力包括:(1)获取信息提出问题的能力;(2)处理信息寻找解答的能力;(3)加工信息形成设想的能力;(4)运用信息联系实际的能力;(5)创造信息构建知识体系的能力.而物理学科能力则包括:观察、实验以及分析、综合、归纳、推理等思维能力.物理实验能力考查涉及以下几个方面的要求:(1)理解实验的设计思想,掌握实验原理,了解实验步骤和方法;(2)知道常用仪器、仪表的使用方法和读数,包括有效数字;(3)根据要求选用合适实验器材,设计简单实验;(4)能分析处理实验数据,选择较好的数据处理方法,如列表、作图象等,分析得出的结论;(5)能分析和判断一般的故障,定性讨论实验误差,知道减少误差的方法.

例9 要求测量由两节干电池串联而成的电池组的电动势 E 和内阻 r (约几欧),提供下列器材:电压表 V_1 (量程 3 V,内阻 1 k Ω)、电压表 V_2 (量程 15 V,内阻 2 k Ω)、电阻箱 (0~9 999 Ω)、电键、导线若干.

某同学用量程为 15 V 的电压表连接成如图所示的电路.实验步骤如下:



(1) 合上电键 S ,将电阻箱 R 阻值调到 $R_1 = 10 \Omega$, 读得电压表的读数为 U_1 .

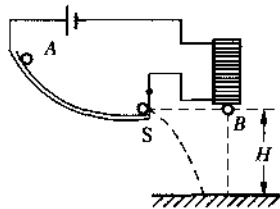
(2) 将电阻箱 R 阻值调到 $R_2 = 20 \Omega$, 读得电压表的读数为 U_2 .

由方程 $U_1 = E - \frac{U_1}{R_1}r$ 、 $U_2 = E - \frac{U_2}{R_2}r$ 解出 E 、 r ,为了减少实验误差,上述实验在选择器材和实验步骤中,应做哪些改进?

解析: 本题中出现两处明显的不当:电压表的量程选择不当,两节干电池串联,电动势 $E = 3 \text{ V}$,选用 15 V 的量程,读数误差太大,应选用量程为 3 V 的电压表;数据处理方法不当,题中只有两组数据,列方程求解,误差太大,应改变电阻箱的阻值,多测几组数据,根据欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$ 得出 I ,作出 $U-I$ 图象,由图象来求 E 和 r .

点评: 本题是来源于课本又高于课本的题目,考查学生分析和处理数据、减少误差的能力.只有从设计原理和操作细节等多方面考虑,掌握数据处理方法,具备数形转换能力,才能做出正确的数据分析及误差处理.

例10 如图所示,在研究平抛运动时,小球 A 沿轨道滑下,离开轨道末端(末端水平)时撞开轻质接触式开关 S ,被电磁铁吸住的小球 B 同时自由下落.改变整个装置的高度 H 做同样的实验,发现位于同一高度的 A 、 B 两球总是同时落地.该实验现象说明了 A 球在离开轨道后().



(A) 水平方向的分运动是匀速直线运动

- (B) 水平方向的分运动是匀加速直线运动
(C) 竖直方向的分运动是自由落体运动
(D) 竖直方向的分运动是匀速直线运动

解析：联系平抛运动的特点进行判断，A、B 两球总是同时落地，说明 A 球在竖直方向的分运动是自由落体运动，不能说明水平方向的运动情况，C 正确。

点评：本题本源于课本演示实验的改进。对于课文涉及的演示实验的观察，要注意些什么呢？一般来说，应抓住几个要点：(1) 演示什么？要观察什么？(2) 如何观察演示实验？静态观察还是动态观察？重点观察过程还是结果？在不限定的开放情况下，如何抓住要点？(3) 如何获取结论？演示实验说明了什么？(4) 如何进行“细节”观察？

二、方法篇

物理题目涉及的方法主要有物理模型法、等效法、图象法、估算法、极端假设法。

1. 物理模型法

物理模型是物理规律和物理理论赖以建立的基础，是抽象化了的物理研究对象、物理过程，这种对研究对象本质因素进行抽象的方法，就是模型法。常见的物理模型有以下几种：(1) 物理对象模型，即把物理问题的研究对象模型化，如“质点”模型、“点电荷”模型、“单摆”模型等等；(2) 物理过程模型，即把研究对象的实际运动过程进行近似处理，摒弃次要因素，使之成为理想化的典型过程。

例 11 一半径为 R 的绝缘球壳上均匀带有电量为 $+Q$ 的电荷，另一电量为 $+q$ 的点电荷放在球心 O 处，由于对称性，点电荷受电场力为零，再在球壳上挖去半径为 r ($r \ll R$) 的一个小圆孔，则此时置于球心的电荷所受电场力的大小为_____，方向为_____。

解析：在本题中因为电荷分布在球壳上，且要求其对球心所在处的 q 所受的作用力，显然，在此问题中不能把球壳当作点电荷看待，因此问题的关键就是把面电荷转化成点电荷模型，转化的方法就是用微分法把球壳切割成 N 份 ($N \rightarrow \infty$)，这样每一小块的面积 $\Delta S \rightarrow 0$ ，这样每一小块带电的小面积球壳也就可以看成点电荷了，根据对称性，只有与圆孔对应的半径为 r 的这一带电面积尚未抵消，所以 $+q$ 所受力 $F = k \frac{Qqr^2}{4R^4}$ ，方向沿它们连线向外。

例 12 宇航员站在一星球表面上的某高处，沿与星球表面平行方向抛出一个球，经过时间 t ，小球落到星球表面，测得抛出点与落地点之间的距离为 L ，若抛出时的初速度增大到 2 倍，则抛出点与落地点之间的距离为 $\sqrt{3}L$ 。已知两落地点在同一平面上，该星球的半径为 R ，引力常数为 G ，求该星球的质量 M 。

解析：首先须建立物理模型：设该星球表面有一个质量为 m 的物体，若星球表面的引力加速度为 g ，则由万有引力定律可得：

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg,$$

即为

$$M = R^2 g/G.$$

若能求得 g ，便可据此式求得 M ，于是要对题设的平抛运动加以研究。这就需要将地面上的平抛运动模型进行移植，把地球上的平抛运动的规律在星球平抛运动中加以应用。

设抛出点的高度为 h , 第一、二次平抛的水平射程分别为 x 、 $2x$, 则有

$$x^2 + h^2 = L^2,$$

$$(2x)^2 + h^2 = (\sqrt{3}L)^2,$$

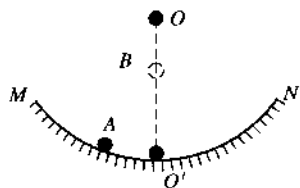
$$h = \frac{1}{2}gt^2.$$

由上述三式可得 $g = \frac{2L}{\sqrt{3}t^2}$, 综合上述讨论可得 $M = \frac{2\sqrt{3}LR^2}{3Gt^2}$.

2. 等效法

物理问题中, 如果物理过程的发展或物理状态的确定与多个因素有关, 且某些因素与另外的因素所起的作用效果相同, 则称它们是等效的, 可以互相代替而对过程的发展或状态的确定没有影响, 这种以等效为前提而使某些因素互相代替来研究问题的方法就是等效法. 常见的等效方法有模型等效、过程等效、电路等效等.

例 13 如图, MN 为一光滑球面, O 为球心, O' 为球面的最低点, 一小物体 A 自偏离 O' 点少许的位置由静止开始沿球面滑向 O' 点, 同时有另一小物体 B 自球心 O 处由静止下落, 问谁先到达 O' 点.



解析: 小物体 A 沿球面滑动中, 仅受到球面对它的弹力(总指向球心)和重力作用, 这和一个以 O 为悬点以球面半径 R 为摆长的单摆摆球运动中受力情况完全一样, 因此, A 的运动与一个摆长为 R 的单摆的摆球运动情况相同, 则 A 自出发到到达 O' 点所用时间为对应单摆周期的 $1/4$, 即

$$t_A = \frac{1}{4}T = \frac{1}{4} \cdot 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{R}{g}}.$$

而 B 球做自由球体运动, 其到达 O 点所用的时间为 $t_B = \sqrt{\frac{2R}{g}}$.

比较以上两式可见 $t_A > t_B$, 即 B 物体先到达 O' 点.

例 14 如图所示, 电路由 8 个不同的电阻组成, 已知 $R_1 = 12\ \Omega$, 其余电阻阻值未知, 测得 A 、 B 间总电阻为 $4\ \Omega$, 今以 $6\ \Omega$ 的电阻替代 R_1 , 则 A 、 B 间的总电阻变为多少?

解析: 设除 R_1 处其他七个电阻串并联后的总电阻为 R' , 则电路化简为如图所示, 故:

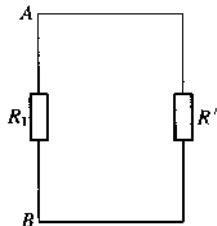
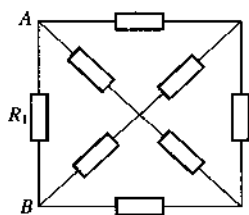
$$R_{AB} = \frac{R_1 R'}{R_1 + R'}.$$

所以 $R_1 = 12\ \Omega$ 时, 有

$$4 = \frac{12R'}{12 + R'};$$

当 $R_1 = 6\ \Omega$ 时, 有

$$R_{AB} = \frac{6R'}{6 + R'};$$



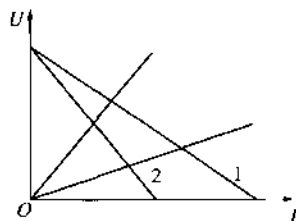
解得

$$R_{AB} = 3 \Omega.$$

3. 图象法

数学图象可以直观地揭示物理规律及物理量之间的相互关系,应用数学图象既可以对物理过程及其变化趋势做出定性分析,得出结论,也可以用来进行定量的计算.

例 15 两个电源 $U-I$ 图象,如图中直线 1、2 所示,把这两个电源分别接入两个电路,两电路外电阻各为 R_1 、 R_2 ,路端电压分别为 U_1 、 U_2 ,电源总功率分别为 P_1 、 P_2 ,则下列说法中正确的是().



- (A) 若 $R_1 = R_2$, 则一定有 $U_1 > U_2$
- (B) 若 $R_1 = R_2$, 则一定有 $P_1 > P_2$
- (C) 若 $R_1 > R_2$, 则一定有 $P_1 > P_2$
- (D) 若 $R_1 < R_2$, 则一定有 $P_1 > P_2$

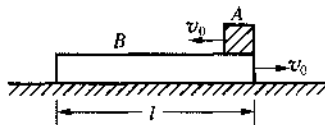
解析: 两个电源电动势 ε 相同, $r_1 < r_2$, 当 $R_1 = R_2$ 时, 是同一条过原点直线与直线 1、2 相交, 交点坐标一定有前者大于后者, 即: $U_1 > U_2$, $P_1 > P_2$ (因 $P = I\varepsilon$); 当两电阻值不等, $R_1 > R_2$ 时对应的 I_1 可能大于 I_2 , 也可能小于 I_2 , 但 $R_1 < R_2$ 时, 对应的 I_1 一定大于 I_2 , 故 A、B、D 正确, C 错误.

例 16 如图所示, 一质量为 M , 长为 l 的长方形木板 B 放在光滑水平地面上, 其右端放一质量为 m 的小木块 A , $m < M$. 现以地面为参照系, 给 A 和 B 以大小相等、方向相反的初速度, 使 A 开始向左运动, B 开始向右运动, 但最后 A 刚好没有滑离 B 板. 以地面为参照系, (1) 若已知 A 和 B 的初速度的大小, 求它们最后的速度大小和方向. (2) 若初速度的大小未知, 求小木块 A 向左运动到达的最远处 (从地面看) 离出发点的距离.

解析: (1) 由系统动量守恒得

$$Mv_0 - mv_0 = (M+m)v,$$

$$v = \frac{M-m}{M+m}v_0;$$



因 $M > m$, 可知 v 的方向水平向右.

(2) A 、 B 运动的 $v-t$ 图象如图所示, 当 A 到达 B 的左端时, A 相对 B 运动的距离应为 $\triangle abc$ 的面积, 即

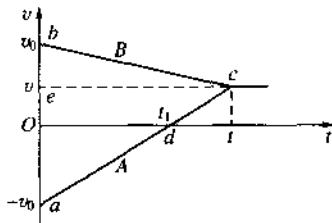
$$l = \frac{1}{2}(2v_0)t = v_0 t.$$

当 A 向左运动对地速度为零时, 到达最远处, 且离出发点的距离 s 对应 $\triangle aod$ 的面积, 即

$$s = \frac{1}{2}v_0 t_1;$$

由图可知 $\triangle aod \sim \triangle aec$, 则

$$\frac{t_1}{t} = \frac{v_0}{v_0 + v}.$$



联立以上各式解得:

$$s = \frac{M+m}{4M} \cdot L$$

4. 估算法

物理题中有一些题目只要求对物理量的数量级进行大致估算,这类题称为估算题。估算题往往有文字简洁,已知条件少,待求量和已知量间的关系隐蔽等特点,造成求解困难。因此解答时要能够抓住主要因素,重“理”轻“数”,即不追求数量的精确而追求方法的正确。常见的估算题解法有以下几种:(1)建立理想化模型估算;(2)利用物理常数和物理常识估算;(3)利用生活常识估算。

例 17 在英国曾发生过战斗机与鸟相撞而坠毁的事故。若鸟的质量 $m = 1 \text{ kg}$, 鸟体长 $L = 30 \text{ cm}$, 战斗机的飞行速度为 $v = 800 \text{ m/s}$, 试估算鸟对飞机的撞击力。(结果取一位有效数字)

解析: 因为鸟的飞行速度远小于飞机飞行速度,碰撞前鸟的速度可忽略;鸟的质量也远小于飞机质量,碰撞后鸟留在飞机中,两者共同速度仍约为 v ,即碰撞过程中飞机的运动理想化成匀速运动。

鸟体长 $L = 30 \text{ cm}$, 则碰撞时间为

$$\Delta t = \frac{L}{v}$$

取鸟为研究对象,根据动量定理

$$F \cdot \Delta t = mv$$

平均撞击力 $\bar{F} = \frac{mv}{\Delta t} = \frac{mv^2}{L} = \frac{1 \times 800^2}{0.3} \approx 2 \times 10^6 \text{ N}$, 冲击力是变力,其最大值远大于上述平均值,足见鸟对飞行安全的威胁之大。

例 18 已知每秒钟从太阳辐射到地球上垂直于太阳光的每平方米截面上的辐射能为 $1.4 \times 10^3 \text{ J}$, 其中可见光部分约占 45%, 假设可见光的波长 $0.55 \mu\text{m}$, 太阳向各个方向的辐射是均匀的, 日地间距离 $R = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$, 普朗克常数为 $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 由此估算出太阳每秒钟辐射的可见光光子数约为 _____ 个。(取两位有效数字)

解析: 以 $R = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ 为半径作一个球面, 面积为 $S = 4\pi R^2 = 2.83 \times 10^{23} \text{ m}^2$, 太阳每秒辐射到这个球面的总能量 $E = 1.4 \times 10^3 \cdot S = 3.96 \times 10^{26} \text{ J}$, 其中 45% 为可见光, 可见光能量为 $E' = E \cdot 45\% = 1.78 \times 10^{26} \text{ J}$ 。

可见光光子能量

$$E_0 = h\nu = h \frac{C}{\lambda} = 6.6 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{0.55 \times 10^{-6}} = 3.6 \times 10^{-19} \text{ J}.$$

所以太阳每秒钟辐射可见光光子数为

$$n = \frac{E'}{E_0} = \frac{1.78 \times 10^{26}}{3.6 \times 10^{-19}} \approx 4.9 \times 10^{44} \text{ 个}.$$

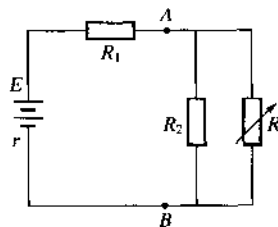
5. 极端假设法

研究物理问题时,如果物理量间的关系为单调变化关系,通过研究其取极端值的情况,从而做出判断或得出结论的方法,叫做极端假设法,也叫外推法。著名的伽利略的理想斜面实验,就是外推法应用的实例。

外推法在解选择题时尤为有效,解题关键是选好变量,选出的变量在变化过程中要存在极值.

例 19 在图中所示的电路中,当可变电阻 R 的阻值增大时().

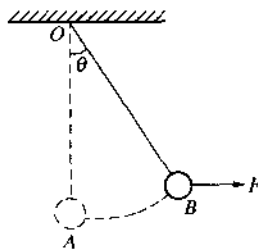
- (A) A、B 两点间的电压 U 增大
- (B) A、B 两点间的电压 U 减小
- (C) 通过 R 的电流 I 增大
- (D) 通过 R 的电流 I 减小



解析: 可变电阻 R 的变化范围在零到无穷大之间. 当 $R \rightarrow 0$ 时, A、B 间短路: $U \rightarrow 0$, $I \rightarrow \frac{E}{R_1 + r}$; 当 $R \rightarrow \infty$ 时, R

断路: $I \rightarrow 0$, $U \rightarrow \frac{ER_2}{R_1 + R_2 + r}$, 由此可见, 当 R 增大时, U 增大而 I 减小, 所以选项 A、D 正确.

例 20 一质量为 m 的小球, 用长为 l 的轻绳悬挂于 O 点, 小球在水平拉力 F 作用下, 从平衡位置 A 点缓慢地移动到 B 点, 如图所示, 则力 F 所做的功为().



- (A) $mg/\cos \theta$
- (B) $mg l (1 - \cos \theta)$
- (C) $F l \sin \theta$
- (D) $F l \theta$

解析: 小球缓慢移动, 则力 F 所做的功等于小球重力势能的增加量. 若 $\theta \rightarrow 0$, 则 $\Delta E_p \rightarrow 0$; 若 $\theta \rightarrow \frac{\pi}{2}$, 则 $\Delta E_p \rightarrow mgl$, 考察四个选项, 显然只有选项 B 满足上述情况, 故选 B.

希望本书能对同学们在总复习中的能力培养、方法掌握有所帮助. 这是编者最大的心愿.

目 录

一、力 物体的平衡

- 1.1 力的概念 常见的三种力 3
- 1.2 受力分析 力的合成与分解 7
- 1.3 共点力作用下物体的平衡 11

二、直 线 运 动

- 2.1 基本概念 匀速直线运动 19
- 2.2 匀变速直线运动规律及应用 22
- 2.3 运动图象 追遇问题 26

三、牛顿运动定律

- 3.1 牛顿第一定律 惯性 牛顿第三定律 35
- 3.2 牛顿第二定律 37
- 3.3 牛顿运动定律的应用 超重和失重 45

四、曲线运动 万有引力定律

- 4.1 运动的合成与分解 平抛物体的运动 53
- 4.2 圆周运动 58
- 4.3 万有引力定律和天体运动 64

五、机 械 能

- 5.1 功和功率 73
- 5.2 功和能 动能定理 77
- 5.3 机械能守恒定律及其应用 81

六、动 量

- 6.1 冲量 动量 动量定理 89
- 6.2 动量守恒定律及其应用 91
- 6.3 力学规律的综合应用 97

七、机械振动和机械波

- 7.1 机械振动 105
- 7.2 机械波 108

八、热 学

8.1 分子运动理论 内能 热力学定律	115
8.2 能量守恒 气体	117

九、力学、热学实验

实验一：长度的测量	125
实验二：探索弹力和弹簧伸长的关系	126
实验三：验证力的平行四边形定则	128
实验四：练习使用打点计时器 研究匀变速直线运动	130
实验五：研究平抛物体的运动	132
实验六：验证动量守恒定律	134
实验七：验证机械能守恒定律	136
实验八：用单摆测定重力加速度	138
实验九：用油膜法估测分子的大小	140

参考答案与提示	142
---------------	-----