

本书编写组
编



新编 中学物理题典



上海科学技术出版社

新编中学物理题典

本书编写组 编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编中学物理题典/《新编中学物理题典》编写组编.
上海:上海科学技术出版社,2002.12

ISBN 7-5323-5556-X

I. 新... II. 新... III. 物理课—中学—习题
IV. G634.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 091335 号

责任编辑 钱锡鸿 乐守琪 闵珏

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所经销 苏州市望电印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 30.75 插页 4 字数 1 123 000

2002 年 12 月第 1 版 2002 年 12 月第 1 次印刷

印数:1-3 000

ISBN 7-5323-5556-X/G·1259

定价:48.60 元

出版说明

《新编中学物理题典》主要供各类中等学校及各地物理奥林匹克学校教师教学时使用,也可供物理爱好者及中等学校的高年级学生参考.

本题典包括力学、热学、电磁学、光学、原子物理学和物理实验六部分.

编纂本题典时,贯彻如下原则:

1. 从实际出发,立足物理教学大纲的精神,紧密联系现行课本,在能力方面又不拘泥于大纲,以期符合我国国情.

2. 力求做到选题面广、题型齐全、题目精当,注重题材的广泛性、代表性、典型性.为扩展知识面,参照大学物理有关资料编写部分试题.

3. 注重物理概念的运用,不搞数学游戏,重视培养思维能力、创新能力和应用理论知识解决实际问题的能力,以适应素质教育和高考、竞赛对能力考查的要求.

4. 注意知识体系的科学性、题材归类的合理性,题目编排次序由浅入深,由简及繁的原则,逐步深入提高.

本题典尽可能筛选收录我国历届高等学校入学试题(包括副题)以及近年来上海、广州等地高等学校入学试题,国内、外物理解题工具书、我社编印的《中学物理解题大全》、各种有关资料中的优秀物理命题,以及中等物理范围内传统的知名题.其中光学和原子物理学部分由石斯智、周瑞杰、谭玉美编写,近年来各地高考试题部分资料由

石斯智、陶颐德、史宗祖、罗会甲、李林高提供和编写。

本题典主编为石斯智、陶颐德。

限于编写和审稿人员水平，本题典的缺点和错误一定不少，恳切希望广大读者多多提出宝贵意见。

本书编写组

2002年6月

凡 例

1. 本题典按力学、热学、电磁学、光学、原子物理学和物理实验分类汇编。

2. 题目按本学科传统知识体系的章节编序,每节所收的题目按题型分类.题型出现的先后是:选择题、说理题、计算题、论证题。

3. 在各章开头都有重要公式表、概念辨析、解题规律等栏目,提供解题或证题所需要的物理定律、法则、公式等知识提要,作为解题的依据。

4. 对典型题或较难的题目,以〔分析〕的形式提示解题的关键和基本思考方法;另以〔说明〕的形式总结有关解题规律,分析常见的错误。

5. 题目解答一般是一题一解,注重物理概念的运用,部分题目有其他较好解法的,则一题多解.本书中已收录题目的结论,在其他题目引用时,一般不再重复。

6. 本题典涉及的物理知识,基本上按照现行中等学校教学大纲的要求.超出大纲要求的知识以及部分难度较高的题目,可供教师参考。

目 录

凡例	1
力 学	
第一章 力 物体的平衡	1
§ 1 力的基本概念	5
§ 2 在共点力作用下物体的平衡	20
§ 3 有固定转动轴的物体的平衡	38
第二章 直线运动	58
§ 1 基本概念 匀速直线运动	61
§ 2 变速直线运动 匀变速直线运动	66
§ 3 匀变速直线运动的两个特例 ——自由落体运动和竖直上抛运动	86
第三章 运动定律	99
§ 1 牛顿第一、第二定律	101
§ 2 牛顿运动定律的应用	105
§ 3 牛顿运动定律的应用(续)	135
第四章 曲线运动 万有引力	156
§ 1 基本概念 运动的合成和分解	160
§ 2 平抛运动和斜抛运动	166
§ 3 圆周运动	182
§ 4 万有引力定律	197
第五章 机械能	209
§ 1 功和功率	212
§ 2 动能 动能定理	227
§ 3 重力做功的特点 动能定理(续)	236

§ 4 势能 机械能守恒	244
§ 5 功和能	260
第六章 动量	266
§ 1 动量 冲量 动量定理	269
§ 2 动量守恒定律	283
§ 3 碰撞	303
第七章 机械振动和机械波	326
§ 1 机械振动	328
§ 2 机械波	352
§ 3 声音的初步知识	361

热 学

第一章 物质分子动理论基础	367
第二章 内能 能的转化和守恒定律	372
第三章 气体的性质	379
§ 1 理想气体的状态方程	382
§ 2 克拉珀龙方程	403
§ 3 气体分子运动的特点 理想气体的内能	415
第四章 固体和液体的性质	424
§ 1 晶体和非晶体 晶体的空间点阵	427
§ 2 液体的微观结构和表面现象	429
§ 3 浸润和不浸润 毛细现象	436
第五章 物态变化	444
§ 1 熔化和凝固	446
§ 2 液体的汽化 饱和蒸气	453
§ 3 气体的液化 湿度和露点	464

电 磁 学

第一章 电场	469
§ 1 库仑定律 电场强度	473
§ 2 电场中的导体 电势能 电势和电势差	483

§ 3 带电粒子在电场中的运动	500
§ 4 电容和电容器的连接	515
第二章 恒定电流	529
§ 1 欧姆定律 电阻定律 串、并联电路	533
§ 2 电动势 闭合电路的欧姆定律	549
§ 3 电功 电功率 焦耳定律	567
§ 4 电阻的测定	582
第三章 物质的导电性	592
§ 1 金属、液体和气体的导电性	594
§ 2 半导体 晶体二极管 晶体三极管	601
第四章 磁场	605
§ 1 磁场	608
§ 2 磁场对通电导体的作用	612
§ 3 磁场对运动电荷的作用	630
第五章 电磁感应	661
§ 1 电磁感应 楞次定律	664
§ 2 法拉第电磁感应定律	673
§ 3 电磁感应现象中能量的转化	705
§ 4 自感涡流	720
第六章 交流电	729
§ 1 交流电的基本概念	733
§ 2 交流电路 交流电的功率	746
§ 3 变压器 整流 滤波 三相交流电	753
第七章 电磁振荡和电磁波	765

光 学

第一章 几何光学	775
§ 1 光的直线传播 光的反射和折射	781
§ 2 面镜	796
§ 3 透镜	804
第二章 光的本性	837

§ 1 光的波动性	840
§ 2 光的粒子性	852

原子物理学

第一章 原子结构	863
第二章 原子核	875
§ 1 原子核的天然衰变	877
§ 2 原子核的人工转变	880
§ 3 原子核的结合能	888

物理实验

第一章 物理实验的数据处理和常用仪器	895
§ 1 数据处理	896
§ 2 常用仪器	899
第二章 分类实验	907
§ 1 力学	907
§ 2 热学	930
§ 3 电磁学	937
§ 4 光学	967

学 光

(分类)

力 学

第一章 力 物体的平衡

重要公式表

名 称	公 式	使用范围或 注意事项	符 号 说 明
胡克定律	$f=kx$	弹簧的形变在弹性限度内	f ——弹簧弹力(N) k ——弹簧劲度系数(N/m) x ——弹簧伸长(或缩短)的长度(m)
静摩擦力	$0 \leq f \leq f_m = \mu_s N$	两个相互接触物体,有相对运动趋势	f ——静摩擦力(N) f_m ——最大静摩擦力(N) μ_s ——静摩擦因数 N ——接触面之间的压力(N)
滑动摩擦力	$f = \mu N$	两个相互接触物体有相对滑动	f ——滑动摩擦力(N) μ ——动摩擦因数 N ——接触面之间的压力(N)
牛顿第三定律	$F_1 = -F_2$	宏观物体的低速运动	F_1 ——物体受到的作用力(N) F_2 ——施力物体受到的反作用力(N)
共点力的合力	$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$ $\tan\varphi = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}$	F_1, F_2 作用于物体的同一点,或它们的作用线交于同一点	F_1, F_2 ——作用于物体上的共点力(N) F —— F_1, F_2 的合力(N) θ ——力 F_1, F_2 之间的夹角(rad) φ ——合力 F 与 F_2 之间的夹角(rad)

(续表)

名 称	公 式	使用范围或 注意事项	符 号 说 明
力矩	$M=FL$	先确定转动轴	L ——力 F 对转动轴的力臂(m) M ——力 F 对转动轴的力矩($N \cdot m$)
物体平衡 条件	$F_{\text{合}} = 0$ (或 $\sum_i F_i = 0$) *	物体受 共点力作用	$F_{\text{合}}$ —— 物体受到的共点力的合力(N) F_i —— 物体受到的第 i 个力(N)
	$M'_1 + M'_2 + \dots$ $= M''_1 + M''_2 + \dots$ (或 $\sum_i M_i = 0$ $M_{\text{合}} = 0$)	物体有 固定转动轴	$M'_1, M'_2, \dots$ —— 使物体顺时针方向转动的力矩的大小($N \cdot m$) $M''_1, M''_2, \dots$ —— 使物体反时针方向转动的力矩的大小($N \cdot m$)
	$\sum_i F_i = 0$ $M'_1 + M'_2 + \dots$ $= M''_1 + M''_2 + \dots$ (或 $\sum_i M_i = 0$ $M_{\text{合}} = 0$)	物体所 受力在同一 平面上	M_i —— 第 i 个力的力矩的代数值(使物体反时针方向转动为正, 顺时针方向转动为负)($N \cdot m$) $M_{\text{合}}$ —— 合力矩($N \cdot m$)

* $\sum_i$ 为求和符号, 如: $F_1 + F_2 + \dots + F_i + \dots + F_n$ 可记为 $\sum_{i=1}^n F_i$.

概 念 辨 析

1. 标量和矢量

(1) 标量是只有大小没有方向的量, 两个同类标量只要数值和单位相同就相等. 矢量既有大小又有方向. 两个同类矢量大小相等但方向不同, 这两个矢量就不相等.

(2) 同类标量只要单位相同就可代用代数加减法运算, 而矢量的合成和分解遵守平行四边形法则. 如果被运算的矢量在一条直线上, 在规定的了一个正

向后,可以用正负号表示矢量的方向,它们的运算可以简化为代数运算.

2. 重力和弹力

(1) 重力是物体由于地球吸引而受到的力.弹力是发生形变的物体,由于要恢复原状,对跟它接触的物体产生的力.

(2) 由关系式 $G=mg$ 可知,重力 G 的大小跟物体的质量 m 和重力加速度 g 有关.弹力的大小与物体的形变有关,它随外力的变化而变化,实际中常遇到的弹力(如支持面的支持力和绳的拉力)的大小一般事先不能确定,是待求的,不能认为支持力、拉力的大小总等于重力的大小.

(3) 重力的方向总是竖直向下,支持力的方向总是垂直于支持面并指向被支持物体,绳的拉力的方向总是沿绳并指向绳收缩的方向.

3. 静摩擦力和滑动摩擦力

(1) 发生静摩擦的两个物体相对静止,静摩擦力的方向跟物体相对运动趋势的方向相反(设想失去摩擦时物体将沿哪个方向发生相对运动,这个方向就是实际有摩擦时,物体相对运动趋势的方向).发生滑动摩擦的两个物体有相对运动,滑动摩擦力的方向与相对运动方向相反.

必须注意摩擦力的方向不一定与物体实际运动的方向相反.

(2) 静摩擦力的大小在零和最大静摩擦力 f_m 之间,它由物体受力情况和运动状态决定.静摩擦力的大小通常可以由物体平衡条件或其他物理规律(如牛顿第二定律,详见第三章)求出.只有最大静摩擦力 f_m 的大小,才可由式 $f_m=\mu_s N$ 算出,式中 μ_s 为静摩擦因数, N 为接触面之间的压力.

滑动摩擦力的大小 f 可由式 $f=\mu N$ 求出,式中 μ 为动摩擦因数.

μ_s 和 μ 与物体的材料、接触面的粗糙程度有关.

4. 静止和平衡

保持静止的物体是处于平衡状态,但保持平衡状态的物体可能静止,也可能做匀速直线运动或匀速转动.

5. 一对作用力、反作用力和一对平衡力

(1) 一对平衡力是作用在同一个物体上的.一对作用力反作用力是物体间的相互作用,它们分别作用在不同的物体上,根本不存在相互平衡的问题.

(2) 一对平衡力可以是两个性质不同的力(如一个是重力另一个是弹力).一对作用力反作用力是同一种性质的力(如两个都是弹力或两个都是摩擦力).

(3) 一对作用反作用力必同时产生、同时存在、同时消失.一对平衡力没有这样的依存关系.

解 题 规 律

1. 物体受力情况分析

(1) 解题步骤:明确研究对象→分析物体受其他物体作用的情况和物体的运动状态→结合有关规律(胡克定律、摩擦力定律、平衡条件等)确定物体受几个力,这些力的性质、大小、方向如何。

(2) 注意事项

① 分析物体受力情况时一定要明确被研究对象,并把它从周围物体中隔离出来。

② 注意研究对象的周围,哪些物体对它施加力、是什么性质的力,力的大小和方向。

③ 不要无中生有,任意添加多余的力。研究对象对其他物体的作用力一般不要画到物体受力图上。

④ 不要遗漏某些物体施加的力。一般先考虑重力,根据跟哪些物体接触并有无形变来判定弹力的有无和方向,再根据对这些与它接触的物体有否相对运动(或相对运动趋势)判定摩擦力的有无和方向。

⑤ 由运动状态确定物体的受力情况是力学中常见的一类问题。例如物体做变速运动,则由此可知作用于物体上的合力不等于零。因此必须重视物体运动状态的分析。

2. 受共点力作用的物体的平衡

(1) 解题步骤:确定作为研究对象的平衡物体→分析对象的受力情况→应用平衡条件。

(2) 注意事项

① 如果平衡物体受三个力,则其中两个力的合力跟另外一个力一定大小相等、方向相反。解题时要善于运用这个结论。

② 当物体受两个以上不在一直线上的力作用时,可以把力沿两个垂直的方向分解,然后分别在这两个方向上应用平衡条件。

3. 有固定转动轴的物体的平衡

(1) 解题步骤:明确研究对象和转动轴→分析研究对象(除转动轴处以外)所受的力,以及这些力对转动轴的力臂、力矩的方向和大小→应用平衡条件。

(2) 注意事项

① 要正确计算力矩,注意不要把力臂理解为转动轴到力的作用点的连线的长度。

② 当力的作用线通过转动轴或平行于转动轴时,力矩等于零,因此在讨

论有固定转动轴物体的平衡时,可以不必分析转动轴处的作用力的情况.

§1 力的基本概念

【选择题】

1. 下面的叙述中,正确的是

A. 支持物受到的压力和绳受到的拉力从力的效果来看不是同一类力,但从力的性质来看却是同一类力;

B. 一个物体受到力的作用时,不一定存在施力物体;

C. 在弹性限度内,弹性物体的形变越大,弹力也越大,形变消失,弹力也消失;

D. 只要物体与物体间存在着相互作用,不论两个物体是否接触,它们之间总有弹力存在.

〔分析〕 压力和拉力都是由于物体形变而产生的力,所以都是弹力,因此从力的性质来看是属于同一类力,A 正确. 根据胡克定律,弹力和形变成正比,如果形变消失则弹力也消失,C 正确. 力是物体之间的相互作用,但只有两个物体相互接触时才可能产生弹力,D 错.

〔答〕 A、C.

2. 两个物体 A 和 B,质量分别为 M 和 m ,用跨过定滑轮的轻绳相连,A 静止于水平地面上,如图所示. 不计摩擦,A 对绳的作用力的大小与地面对 A 的作用力的大小分别为

A. $mg, (M-m)g$;

B. mg, Mg ;

C. $(M-m)g, Mg$;

D. $(M+m)g, (M-m)g$.

〔分析〕 物体 B 所受的重力为 mg ,它的平衡力就是 A 对绳的作用力,大小为 mg ;A 处于平衡状态,它受到三个力的作用:重力 Mg 、绳对 A 的作用 mg 以及地面对 A 的作用力 N ,它们的合力为零,即 $Mg = mg + N, N = (M-m)g$.

〔答〕 A.

3. 三个相同的支座上分别搁着三个质量和直径都相等的光滑圆球 a、b、c,支点 P、Q 在同一水平面上,a 球的重心 O_a 位于球心,b 球和 c 球的重心 O_b 、 O_c 分别位于球心 O 的正上方和球心的正下方,如图所示. 三球均处于平衡状态. 支点 P 对 a 球的弹力为 N_a ,对 b 球和 c 球的弹力分别为 N_b 和 N_c ,则

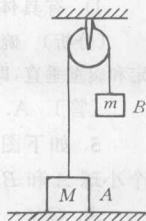
A. $N_a = N_b = N_c$;

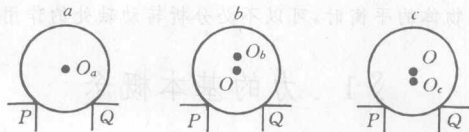
B. $N_b > N_a > N_c$;

C. $N_b < N_a < N_c$;

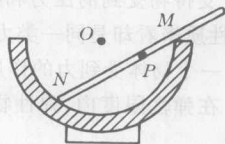
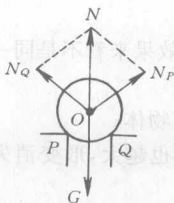
D. $N_a > N_b = N_c$.

〔分析〕 如图所示,由于球表面光滑,因此在三种情况下,支点 P 和 Q 对球的弹力 N_P 和 N_Q 均指向球心,它们的合力 N 与球所受的重力 G 平衡.





〔答〕 A.



4. 一根长为 L 的均匀光滑棒, 重为 G , 重心位于 P 点放在半径为 R 的半球形的光滑碗内, 如上右图所示. 已知 $R < \frac{L}{2} < 2R$, 如 O 为碗的球心, 碗壁 N 点对棒的弹力为 F_N , 那么, 弹力 F_N 的方向是

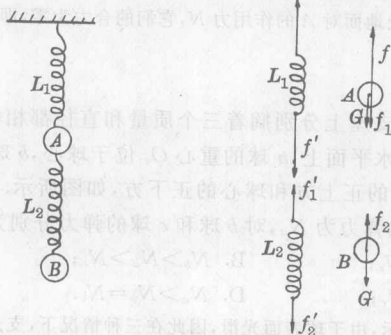
- A. 指向碗的球心 O ;
- B. 沿棒的轴线斜向上;
- C. 与棒垂直;
- D. 有具体方向, 但要根据 G 、 R 和 L 的具体情况才能确定.

〔分析〕 碗壁光滑, 对棒没有摩擦. 碗壁在 N 点对棒的支持力(弹力) F_N 的方向一定和碗壁垂直, 即与过 N 点的球面垂直, 方向指向碗的球心 O .

〔答〕 A.

5. 如下图所示, L_1 和 L_2 是两根完全相同的轻弹簧, 劲度系数均为 k , 两个小球 A 和 B 重均为 G , 在平衡时, 两个弹簧伸长之和应为

- A. G/k ;
- B. $2G/k$;
- C. $3G/k$;
- D. $4G/k$.



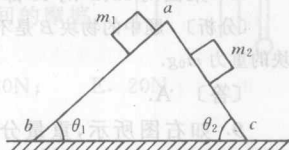
〔分析〕 小球 B 受重力 G 和弹簧弹力 f_2 作用, 由于处于平衡状态, 因此 $f_2 = G$. 弹

簧 L_2 受小球 A 和 B 的拉力 f'_1 、 f'_2 的作用,也处于平衡状态,由于 f_2 和 f'_2 是一对作用力和反作用力,故 $f_2 = f'_2$, 根据胡克定律, L_2 的伸长 $x_2 = \frac{f'_2}{k} = \frac{G}{k}$. 小球 A 受重力 G , 弹簧 L_1 、 L_2 的弹力 f 、 f_1 的作用,由平衡条件得 $f = G + f_1 = 2G$. 而弹簧 L_1 所受小球 A 的拉力 f' 与 f 也为一对作用力和反作用力,因此 $f' = 2G$. 弹簧 L_1 在 f' 的作用下伸长 $x_1 = \frac{f'}{k} = \frac{2G}{k}$. 两弹簧伸长之和 $x = x_1 + x_2 = \frac{3G}{k}$.

〔答〕 C.

〔说明〕 在分析一个物体的受力情况时,必须把物体从周围物体中隔离出来,分析周围有哪些物体对它施加力的作用,必须注意,没有施力物体的力是不存在的.

6. 在粗糙水平面上有一个三角形木块 abc , 在它两个粗糙斜面上分别放两个质量 m_1 和 m_2 的木块, $m_1 > m_2$, 如图所示. 已知三角形木块和两小木块都是静止的, 则粗糙水平面对三角形木块



- A. 有摩擦力的作用,摩擦力的方向水平向右;
- B. 有摩擦力的作用,摩擦力的方向水平向左;
- C. 有摩擦力的作用,但摩擦力的方向不能确定,因为 m_1 、 m_2 、 θ_1 、 θ_2 的数值并未给出;
- D. 以上结论都不对.

〔分析〕 将三角形木块和两个小木块看作一个整体,它相对于水平面是静止的,所以没有摩擦力.也可以从两木块对三角形木块的作用都是竖直向下的,不会使三角形木块产生水平方向上的运动或运动趋势.

〔答〕 D.

7. 粗细均匀直铁棒,下端置于粗糙的水平地面上,上端用线拴着并被提起,线保持竖直方向,如下左图.铁棒处于静止状态,铁棒下端受到的摩擦力

- A. 不为零,方向向左;
- B. 不为零,方向向右;
- C. 不为零,方向无法判断;
- D. 为零.



〔分析〕 铁棒受重力 G , 绳子的张力 T 及地面的支持力 N 的作用,如上右图. 由于这些力均是竖直方向的,因此棒沿水平方向没有滑动趋势,所以棒与地面之间不存在摩擦.

〔答〕 D.