

“金手杖”系列之一

海淀高考复习 内部讲义

物理

海淀区特高级教师编写组
编

北京大学出版社

海淀高考复习内部讲义

物 理

海淀区特高级教师编写组 编

北京大学出版社

书 名: 海淀高考复习内部讲义·物理

著作责任者: 刘千捷

责任编辑: 王原

标准书号: ISBN 7-301-03865-8/G·0480

出版者: 北京大学出版社

地址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

电话: 出版部 62752015 发行部 62559712 编辑部 62752032

排印者: 河北衡水冀峰印刷股份有限公司印刷

发行者: 北京大学出版社

经销者: 新华书店

850×1168毫米 32开本 11.5印张 291千字

1998年9月第一版 1998年9月第一次印刷

定 价: 13.00元

出版说明

北京是全国的政治文化中心，海淀区是北京的文化教育中心，从某种意义上讲，海淀区也是全国的文化教育中心。恢复高考 20 年以来，海淀区以其科学的教学方法、优异的教育成绩和高质量的学习资料赢得了全国师生的信赖。人们探究其成功的秘诀，希望得到海淀区的复习资料。为此，我们特组织海淀区的特高级教师编写了本套《海淀高考复习内部讲义》。该讲义从知识、能力和测试三个方面着手，使知识系统化、能力科学化、测试系列化。

本丛书根据不同学科的特点，每科编写时分成若干讲，以讲座形式出现，每讲均由以下三部分组成。

1. **知识体系**：高度概括本讲知识的内在体系（用图表或说明）及高考知识点、重点、难点、疑点等。

2. **能力培养**：综合概括（知识点的纵横、归纳、总结），概念辨析，思维迁移，实验设计，书写表达，一题多解，综合计算。

3. **单元测试**：针对该专题讲座配备的单元练习，以利巩固提高所学知识。

本书体现了 1998 年教育部调整后的高中最新教学内容和要求。对 1998 年的高考信息进行了全面消化，对 1999 年的高考进行了科学的预测。

本丛书是集体智慧的结晶，参加编写的均为从事一线教学和教研的特高级教师，他们是（排名不分先后）：

谷衍奎、冀幼华、赵文惠、刘传楣、胡杭生、褚群生、田福春、李长健、赵培英、姚家祥、刘黔俊、杨建宇、曹阳、何宗弟、陈颖、王建民、王江慈、王伟民、王淑英、傅敬良、陈楚炎、赵治中、范登晨、蒋嘉申、王人伟、傅崇武、曾龙、顾中行、刘千捷、王绍宗、王美文、程耀尧、冯树三、许维杨、李秉仁、李新黔、杨玲、唐云汉、阎梦醒、郭宝成、邵瑞葵、苑书博、刘庆海、屠良芳、万伟、杨公良、宋莲萱、王硕。

编者

1998年9月

目 录

第一讲 力与运动	(1)
知识要点.....	(1)
能力培养.....	(4)
能力训练 A 组	(34)
能力训练 B 组	(40)
第二讲 守恒定律 振动和波	(50)
知识要点	(50)
能力培养	(54)
能力训练 A 组	(89)
能力训练 B 组	(95)
第三讲 热学	(105)
知识要点.....	(105)
能力培养.....	(107)
能力训练 A 组	(137)
能力训练 B 组	(144)
第四讲 电场和恒定电流	(153)
知识要点.....	(153)
能力培养.....	(156)
能力训练 A 组	(197)
能力训练 B 组	(203)
第五讲 磁场和电磁感应 交流电和电磁振荡	(213)

知识要点·····	(213)
能力培养·····	(215)
能力训练 A 组 ·····	(254)
能力训练 B 组 ·····	(262)
第六讲 光学 原子和原子核 ·····	(272)
知识要点·····	(272)
能力培养·····	(276)
能力训练 A 组 ·····	(298)
能力训练 B 组 ·····	(304)
第七讲 实验 ·····	(314)
知识要点·····	(314)
能力培养·····	(315)
能力训练·····	(335)
附：能力训练参考答案 ·····	(336)

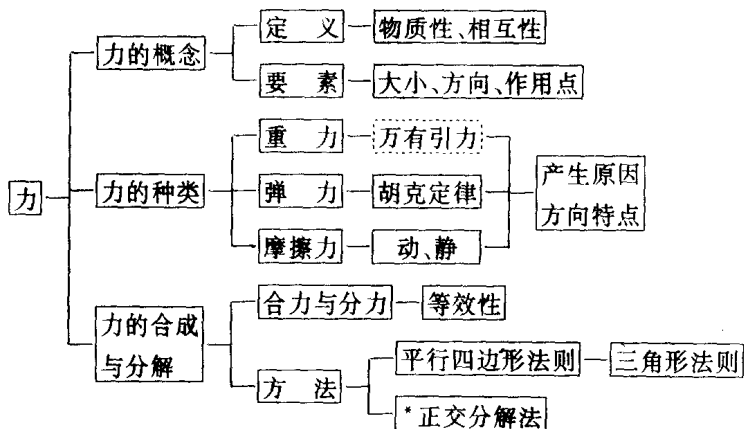
第一讲 力与运动

力与运动的关系、功和能的关系、冲量与动量的关系构成了几乎力学的全部内容,它们从不同侧面研究力的作用效果及其规律,其中力与运动的关系又是基础。

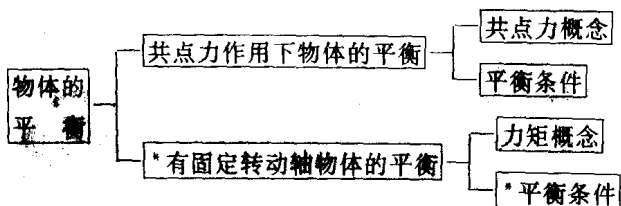
知识要点

一、知识要点

1. 力、物体的平衡



* 为不要求的内容(下同)。



2. 质点的运动

运动形式	基本特征	基本规律
匀速直线运动	$a = 0$	$s = vt, v = s/t$
匀变速直线运动	a 恒定 v_0, a 同线	$v_t = v_0 + at$ $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$
平抛运动	$a = g$ $a \perp v_0$	$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}, s = v_0 t$
匀速率圆周运动	$a \perp v$ ω 恒定	$v = \omega r, T = 2\pi/\omega = 2\pi r/v$ $a = v^2/r, a = \omega^2 r$
简谐振动	$a \propto x$ 方向相反	a, v 随时间(或 x) 周期性变化

3. 力与运动的关系

合力 F	F 与 v_0 的夹角	加速度 a		速度 v		运动形式	
		大小	方向	大小	方向		
恒力	0°	不变	不变	增加	不变	匀加速直线	
	180°	不变	不变	减小	不变*	匀减速直线	
	90°	不变	不变	增加	变化	平抛	匀变速
	任意	不变	不变	变化	变化	*斜抛	曲线
变力	向心力, 大小 不变, $F \perp v$	不变	变化 (向心)	不变	变化 (切向)	匀速率圆周	
	回复力 $F = -kx$	周期性变化		周期性变化		简谐振动	

(*)指速度减到零以前的情况。

二、重点说明

1. 关于力的概念

力是物体对物体的作用。力的这一定义,体现了力的物质性和相互性,即判断一个力是否存在,不但要有受力物体,同时还应有施力物体。力是矢量。

应从产生原因上认识力的概念,对于力学范围内涉及到的三种力,要从产生原因及方向特点上把握,见下表。

名称	产生原因	方向特点
重力	由于地球吸引	竖直向下
弹力	由于形变	使形变恢复,垂直界面
摩擦力	相互接触并挤压的物体间有相对运动(或趋势)	阻碍相对运动或相对运动趋势(切向)

此表中有两个问题需要明确。

其一,关于重力和万有引力。地球(质量 M)上的物体(质量 m)受到地球的万有引力 $F = GmM/r^2$, 物体随地球自转而作匀速圆周运动的向心力是物体所受万有引力的一个分力。但是由于这一分力极小;所以万有引力的另一分力——重力无论从大小和方向上都与万有引力相差无几。所以有

$$mg = G \frac{mM}{r^2}$$

式中 r 是物体到地心的距离,即 $r = R + h$ (R 为地球半径),由于地球半径 $R = 6.4 \times 10^3 \text{m}$,所以在地球表面附近重力加速度 g 值变化甚微,可视为不变,因此重力是地球表面附近的万有引力。这正是物理的重要研究方法,在足够精确的前提下,大胆近似、大胆理想化,可使问题大大简化。同样,说重力方向竖直向下,表明在不大的范围内,物体在各处受到的重力方向是平行的,依然是一种理想化处理方法。

其二,弹力与摩擦力均属“被动力”。接触仅是产生弹力和摩擦力的必要条件。判断相互接触的物体间是否有形变,是否有相对运动或相对运动趋势,往往需要参考运动状态及物体其它受力情况才能获得正确结论。具体问题详见“能力培养”部分的例题分析。

2. 关于力与运动的关系

应认识到:

(1)判断一个物体作什么运动,首先要看它的初速度 v_0 是否为零;然后看它受力是否为恒力;若为恒力,还要看它与 v_0 的夹角。这样才能准确地判断运动形式。

(2)同是匀加速运动,可以是直线,可以是曲线运动,虽然加速度都是恒定的,但速度大小可增可减,方向可变可不变。

同是加速运动,速度大小可以变化,也可以不变化,匀速圆周运动这个实例,应引起注意。

(3)表中从力与运动的关系角度分析了各种典型运动形式,还应从功能角度、冲量与动量角度对比各种运动形式的差异。

能力培养

一、把握力与运动关系,正确分析受力

力与运动的关系是力学中三个基本关系的基础,对功与能关系和冲量与动量的分析,也常要建立在对力与运动关系分析的基础上。

1. 力与运动的关系涉及牛顿运动定律和对各种典型运动形式的把握。根据前面给出的力与运动的关系,可以看出:

判断一个物体作什么运动,取决于物体的初速度 v_0 及受力情况,其中最基本的是:

当力 F 与物体的速度方向在一条直线上(夹角 0° 或 180°)时,物体作加速或减速直线运动,只改变物体速度的大小,而速度方向保持在同一直线上。

当力 F 与物体的速度方向垂直(夹角 90°)时,物体作加速运动,其加速度称为向心加速度,它只改变速度方向,而不改变速度大小,质点的匀速率圆周运动就是这样的典型实例。

有了上述两个基础,再看平抛运动就更清楚了。以速度 v_0 平抛,受恒定的重力作用,开始时重力方向与 v_0 垂直,只改变速度方向,不变其大小,到下一时刻,重力方向与速度方向夹角小于 90° 。

这时可把重力分解为两个分力,其中一个分力与速度方向夹角为 0° ,它使速度增大;另一个分力与速度垂直,产生向心加速度,使速度方向发生变化。所以质点的速度大小和方向都不断地变化。

2. 解决力与运动关系的问题,可概括为已知力求运动和已知运动求力两个方面,其核心是对物体的受力分析。

受力分析、状态分析和过程分析是分析物理问题的三个重要侧面。在力学问题中受力分析又是基础和关键。

受力分析的基本方法如下:首先确定研究对象——受力物;然后按照场力(重力)、弹力、摩擦力的顺序分析受力。要求它受的每个力都必须有施力物。

由于弹力和摩擦力是接触力,同时也是被动力,即接触并非产生弹力和摩擦力的充分条件。因此在不易确定它们是否存在时,可参考运动状态或看其反作用力是否存在。

例如,重分别为 G_1 和 G_2 的1和2两个长方体叠放静置在水平面上,如图1-1所示。现对物体2施水平力 F ,整个装置仍静止,试分析物体2所受的力。

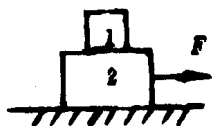


图 1-1

以物体2为研究对象,它受方向竖直向下的重力 G_2 ,已知的水平向右的力 F 。再分析接触力,物体2分别与物体1及水平面接触,不难确定物体1对物体2有压力 N_1 ,且 $N_1 = G_1$ 。物体1对物体2有静摩擦力吗?仅从物体2看是不能确定的。这时,可先看物体2对物体1是否有静摩擦力。于是研究对象就转移到物体1。静止的物体1受重力 G_1 及物体2对它的支持力 N'_1 ,且有 $N'_1 = G_1$ 。如果物体再受水平方向的摩擦力,就不可能静止了。因此两物体间无摩擦力。于是水平面对物体2一定有方向向左的静摩擦力 f , $f = F$,以及对物体2的支持力 $N = G_1 + G_2$ 。

上述分析过程实际上走了弯路。若选取两个物体组成的系统(整体)为研究对象,如图1-2所示,意思是不考虑它们之间的

相互作用力,把难点分散。这样,就先确定了水平面对物体 2 的摩擦力 $f = F$,再继续分析,两物体间无摩擦力的问题就解决了。

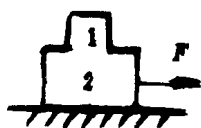


图 1-2

另外,先选取受力最简单的物体 1 为研究对象入手分析,也是常采用的方法。

又如,人站在自动扶梯上,随扶梯以加速度 a 一起沿扶梯向上运动,如图 1-3 所示,分析此人受力时,首先能确定他受重力 G 和扶梯对他竖直向上的支持力 N 。这两个力的合力只可能使他产生竖直(向上)方向的加速度,而此

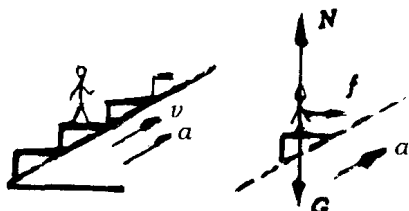


图 1-3

人的加速度方向是沿扶梯方向的,可见他一定受第三个力,只可能是静摩擦力,方向水平向右,见图 1-3。

物体受力分析问题,是下面各种能力要求的基础。

能正确地巧妙地选取研究对象,正确地转移研究对象,是提高分析问题和解决问题能力的重要环节。

二、解决共点力平衡问题的能力要求

共点力平衡问题,二力平衡是基础,三力平衡是重点。

1. 不在一条直线上的三个共点力平衡的分析

我们知道二力平衡,则这两个力一定在一条直线上,大小相等,方向相反。由于有力的合成和分解的方法,三力平衡问题可以转化为二力平衡问题处理,即三个力平衡,其中任意两个力的合力必与第三个力在一条直线上大小相等、方向相反。

如图 1-4 所示,力 F_1 、 F_2 和 F_3 共点于 A 且平衡。则任意两个力如 F_2 和 F_1 的合力必与第三个力如 F_3 在一直线上大小相等、方向相反。可以看出这三力的力图可构成一个三角形,因此可把三力平衡问题归结为解一个三角形的数学问题。依据已知条件

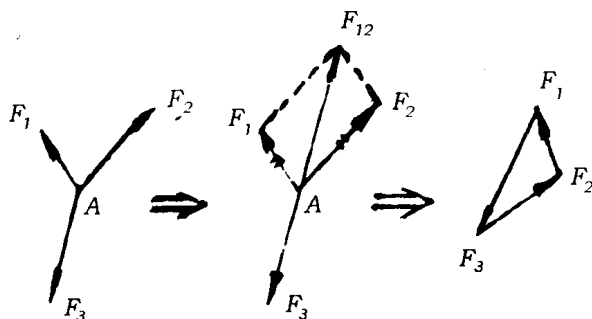


图 1-4

可采用正弦定理、余弦定理、相似三角形的方法来解决。但是学习的重点还是解直角三角形或等腰三角形的问题,它们都可以用解直角三角形的方法解。

例如,用轻绳悬挂一个质量为 m 的小球,若再对小球施一个力 F ,要求在绳与竖直方向成 θ 角时,小球处于平衡,如图 1-5 所示,力 F 在角 α 范围内,都有可能使小球平衡。再增加一个约束条件,就可以确定力 F 的大小和方向。

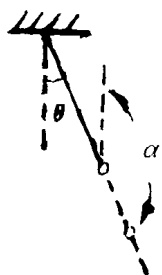


图 1-5

若要求力 F 与绳拉力 T 大小相等,则重力 mg 的反向延长线应是 F 与 T 夹角的平分线,如图 1-6(a)所示。于是 F 与竖直方向成 θ 角,

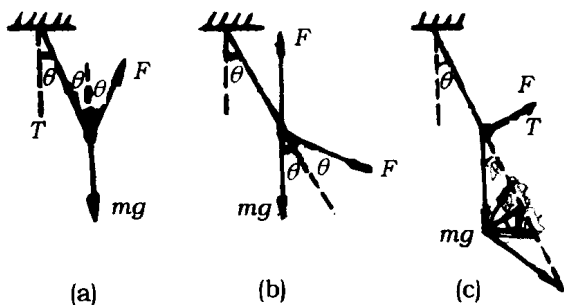


图 1-6

三力所构成的力的三角形是等腰三角形,可得 $F = T = mg/(2\cos\theta)$ 。

若要求力 F 与 mg 大小相等,同理 T 应是 F 与 mg 夹角的平分线,或 F 竖直向上,如图 1-6(b)所示。 F 竖直向上时, $T = 0$; F 与竖直方向成 2θ 斜向下时, $T = 2mg\cos\theta$ 。

若要求力 F 最小,又如何呢? 本题已知重力的大小和方向以及绳拉力 T 的方向,从力的三角形角度看,是已知三角形的一个边(mg)及与另一边(T)的夹角 θ ,第三个边(力 F 矢量)的一端(矢量箭尾)与重力矢量箭头重合,其另一端(箭头)随角度的变化在与绳重合的直线上“滑动”。当 F 方向与 T 的方向垂直时, F 最小,如图 1-6(c)所示。这时有 $F_{\min} = mg\sin\theta$, $T = mg\cos\theta$ 。

从这一变化规律还可以看出, $F_{\min}$ 是个界限,在它两侧可以找到一组组对称的大小相等的力 F ,例如上面分析过的要求 $F = mg$ 时的两个解。又如当力 F 成水平方向时, $F = mgtg\theta$,这时 $T = mg/\cos\theta$;若力 F 从水平方向逆时针转过 2θ 角,其大小仍等于 $mgtg\theta$,而对应的绳拉力却小了许多,在 $T = mg/\cos\theta$ 的基础上,减小了 $2mgtg^2\theta$ [参看图 1-6(c)]。

善于用力的三角形处理三力平衡的问题,对解题会带来方便,使思路清晰。

2. 应变能力

正确处理变化的物理过程,是解决物理问题必须具备的能力。

解决变化的问题,有它的基本程序和方法。让我们以一个实际问题为例,来说明对这一能力要求。

在倾角为 θ 的光滑斜面上放一个光滑重球,并用竖直挡板挡住。若要使挡板向左缓慢倾斜,直至成水平的各个阶段,重球都可以视为静止。试讨论重球所受各力的变化情况。

讨论时,首先弄清变化前的情况——初始条件,这是变化的基础。这个问题中,重球共受三个力(图 1-7);重力 G ,斜面的弹力 N 和挡板的弹力 T ,且有 $N = G/\cos\theta$, $T = Gtg\theta$ 。其次,明确变

化中不变的因素,只有确定了不变化的因素,才能依照变化的情况和规律,确定变量的变化规律。本题中不变化的是重球所受重力的大小和方向,弹力 N 的方向不变。另外重球始终处于静止,即受力平衡。最后确定自变量。这个问题的变化根本原因来自弹力 T 的方向(永远垂直直于挡板)发生了变化,或者说挡板与斜面间的夹角 α 发生了变化,其变化区间是: $(90^\circ - \theta) \leq \alpha \leq (180^\circ - \theta)$ 。

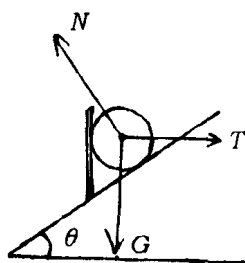


图 1-7

有了上述的准备,才能进入运用规律讨论 N 、 T 的变化的阶段,作为定性讨论,用受力图的方法来讨论,会更清晰。

三力平衡,则任意两个力的合力必与第三个力平衡。本题的“第三个力”就选定不变化的重力 G 。如图 1-8 所示, G' 是 N 与 T 的合力。变化后, N 的方向不变,新的 N_1 与 T_1 的合力仍然是 G' , 图中反映了这一变化规律。可以看出,弹力 N 一直在减小,直到减小为零,而弹力 T 先减小到最小, $T_0 = G \sin \theta$, 再逐渐增大到等于 G , 具体表现可用下表表示。

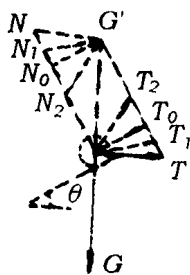


图 1-8

α	$90^\circ - \theta$	增大到 90°	增大到 $180^\circ - \theta$
T	$G \tan \theta$	减小到 $G \sin \theta$	增大到 G
N	$G / \cos \theta$	减小到 $G \cos \theta$	减小到零

例 1 如图 1-9, 一木块放在水平桌面上, 在水平方向共受到三个力即 F_1 、 F_2 和摩擦力作用, 木块处于静止状态, 其中 $F_1 = 10\text{N}$ 、 $F_2 = 2\text{N}$, 若撤去力 F_1 , 则木块在水平方向受到的合力为

()

- (A) 10N, 方向向左
- (B) 8N, 方向向右
- (C) 2N, 方向向左
- (D) 零



图 1-9

分析与解答 这是一道难度不高但

实际考试错误率又较高的试题, 发生错

误的主要原因是套用了“三力平衡若去掉其中一个力, 则剩余的两个力的合力与去掉的力大小相等、方向相反”结论, 错误地选 A, 这样的学生不注意上述结论的适用条件应是剩余的两个力不因去掉的力而变化, 事实上本题参与水平方向平衡的静摩擦力是被动力, 它的取值可以从零到最大值。开始时静摩擦等于 8N, 方向向左。去掉 $F_1 = 10\text{N}$ 的力后, 静摩擦力只需等于 2N, 方向向右, 即可使物体仍静止, 物体所受合力仍为零。

至于选 C 的学生则答的是摩擦力, 而不是试题要求的合力。犯了审题不细心的所答非所问的错误。

例 2 如图 1-10 所示, 以 B 为轴的杆 AB, 用通过定滑轮吊物的水平绳 AD 和倾斜绳 AC 使 AB 杆平衡成竖直。这时绳 AC 的拉力为 T , 杆 AB 受压力为 N 。若把 AC 绳加长, 使 C 点水平远离 B 轴, 仍使杆成竖直平衡。这时绳 AC 拉力变为 T' , 杆受压力为 N' 。则

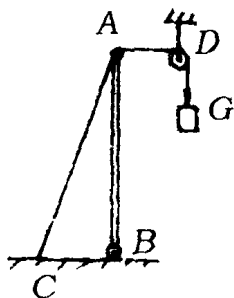


图 1-10

- (A) $N' < N, T' < T$
- (B) $N' < N, T' > T$
- (C) $N' > N, T' < T$
- (D) $N' > N, T' > T$

分析与解答 首先确定不变化的因素: 水平绳的拉力 F 的大小和方向不变(大小等于被吊物重 G), 杆 AB 受压力 N 的方向不变, 变化的是绳 AC 与杆的夹角(增大), 依照这样的分析, 水平绳