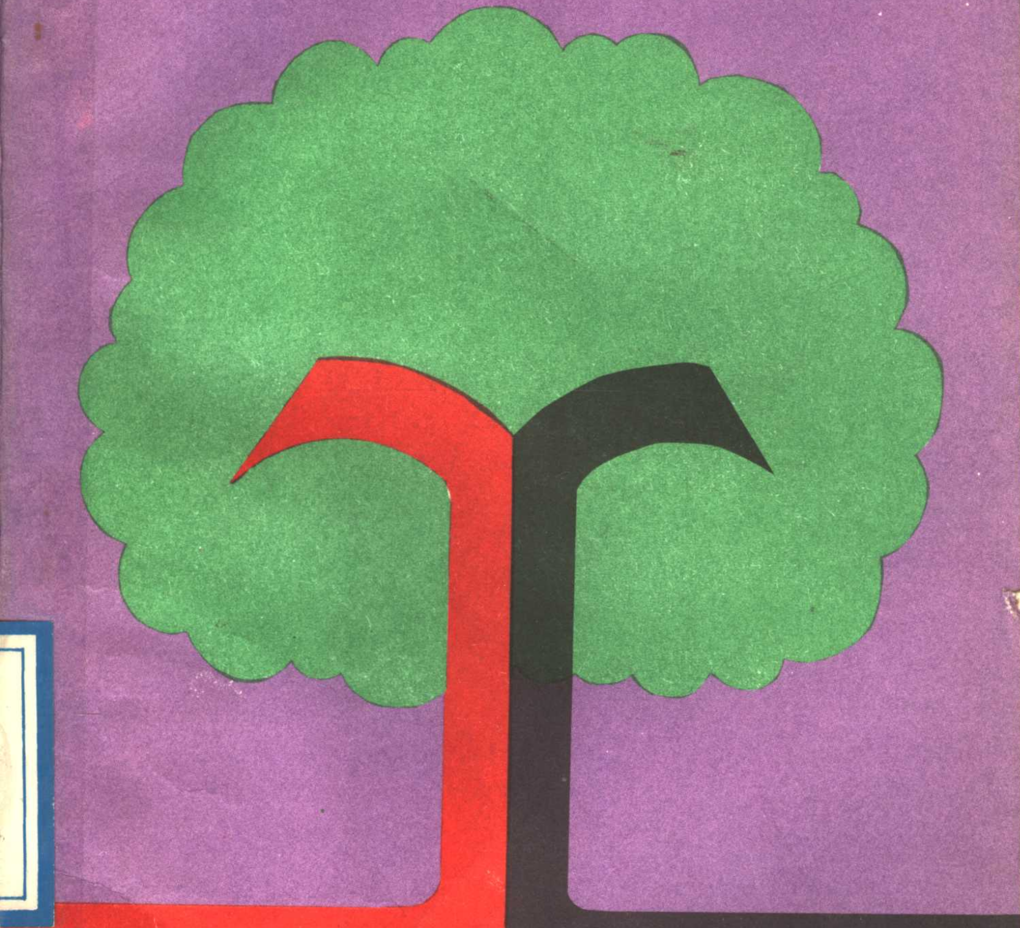
高中物理

测试命题与解题方法



北京市西城区教育教学研究中心　主编

中国集邮出版社

高中物理

测试命题与解题方法

高中物理测试命题与解题方法

北京市西城区教育教学研究中心　主编

中国集邮出版社

责任编辑：李智德
特约编辑：马凌风

高中物理测试命题与解题方法

中国集邮出版社出版
（北京市东长安街27号）
新华书店北京发行所发行
河北省张家口地区印刷厂印刷
字数：259千字　开本：787×1092　1/32　印张：11 8/32
1989年3月河北第一版　1989年3月河北第1次印刷
印　数：1—30050

ISBN 7-80048-084-4/G·029　定　价：3.75元

前　言

我们以新颁布的“高中物理教学大纲”为指针，以现行高中物理教材为依据，并参照我区近几年来为高三总复习编写的测试命题和解题原则，编写了这本书，本书可作为学生课外复习用书，也可作为教师教学参考书。

本书以帮助学生进一步了解测试命题的指导思想、原则、题型和掌握解题方法为目的，突出重点、难点，从命题和解题两个角度阐述测试命题的规律。根据近几年高考试题中的题型，本书着重阐述填空、选择、实验、综合四种题型。在每一种题型中，首先分析命题指导思想和命题原则，而后围绕教材中的重点、难点和考查点，精选例题分析讲解，帮助学生掌握解题方法。最后选一定数量的自测题，帮助学生巩固基础知识和提高解题的技能技巧。编选自测题时，考虑到对基本概念和基本规律的复盖率，题目有一定的难度。书后附有答案。

参加本书编写的有刘千捷、石有龙、周泉美、郭震仑、孙尚礼同志。由于作者水平有限，有不妥之处，欢迎批评指正。

编者　1988.12

目　　录

一、填 空 题

（一）概述

在物理学科的试卷中，常常是在题目所留的空白处，要求填入必要的文字或数值。这就是平常所说的填空题。

不能以为填空题，只是要求对基本概念或基本规律的直接复述。其实填空题无论从知识，还是从能力等方面，照样可以进行不同层次的考查。关于这一点，从近年来的高考试题中已是屡见不鲜。其中特别是对认知能力的考查，已经涉及对概念和规律的理解、应用、推理判断、综合分析以及使用数学工具解决物理问题等较高层次。此外由于填空题具有评分客观的优点，因此，在大规模考试（如统考、高考）中，愈来愈占有重要的地位。

在这一编里，将按现行教材所编排的知识体系，把全部内容分为力学、热学、电学、光学、原子物理等五大部分。逐部进行解题示例。同样，自测题亦按上述五大部分逐章编排，同时还配备了一些综合性的例题和相应的自测题，以帮助读者获得较为全面而系统、牢固而灵活的物理知识。

（二）解题指导

1. 力学

例 1 通常我们所说物体处于平衡状态，包括__________，__________，和__________。

分析与解答：

在力学中，所说的物体处于平衡状态，包括平动物体（常理想化为质点）的平衡态，和有固定转轴的物体（刚体）的平衡态。平动物体（质点）的平衡态，包括静止状态和匀速直线运动状态；而有固定转轴物体的平衡态，包括静止状态和匀速转动状态。当原来静止的物体（自由体）受到的合外力为零，或有固定转轴且原来静止的物体受到合力矩为零时，它们都保持静止状态。原来运动的物体受到合外力为零时则仍以原来的速度作匀速直线运动，而原来绕固定转轴转动的刚体，当其受到合力矩为零时，则仍以原来的转速作匀速转动。这就是物体在不同情况下所保持的平衡态，和与之相应的平衡条件。不能狭隘地把物体的平衡态理解为静止或作匀速直线运动，（这只能对自由体受共点力作用下的情况而言）对于有固定转轴的物体来说，还应包括匀速转动这一状态。

本题的答案为：<u>静止状态</u>，<u>匀速直线运动状态</u>，<u>绕物体上的固定转轴作匀速转动状态</u>。

例2 用手握住一个装满油的瓶子的颈部，使瓶子处于竖直位置而保持平衡，若瓶子和油的总重量为10牛顿，则手作用于瓶颈的摩擦力的大小为__________；若手作用于瓶颈的正压力加大为原来的2倍，则手作用于瓶颈的摩擦力的大小为__________。

分析与解答：

当我们把油和瓶子看成一个整体时，则它在竖直方向上受到向下的重力和向上的静摩擦力作用而平衡。不难求得向上的静摩擦力等于10牛顿。尽管作用在瓶颈上的正压力加大，但由于作用在油和瓶子上的重力不变，所以作用在瓶子上的摩擦力也仍然不变。因为如果摩擦力发生变化，那么瓶子将会产生加速度，显然这与事实不符。（这种解题方法称为逆向思维法，

在解题中经常用到）不过应该认识到，作用在瓶子上的正压力加大后，手对瓶子的最大静摩擦力会因之而加大，如果要把瓶子从手中向下拉出，那是需要更大的外力才行。这里，不能把最大静摩擦力和一般情况下的静摩擦力混淆，也不能把静摩擦力和滑动摩擦力混淆。

本题的答案为：10牛顿，10牛顿。

例 3 用细线拴着一个重量为G的球，线的另一端固定在竖直的墙壁上。如图 1—1 所示。球与墙壁无摩擦，已知线长与球半径相等，则平衡时，球对墙的压力大小为________；球对线拉力大小为________。

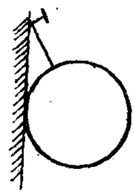


图 1—1

分析与解答：

由于球与墙壁无摩擦，则球平衡时拉力必然通过球的重心（即球心），否则球将会转动，直到满足上述条件为止。于是可知悬线的悬点到球心的距离为球半径的2倍，如图 1—2 中，$AO=2R$，又由于球半径OB与墙壁垂直，于是可知$\triangle AOB$为直角三角形。

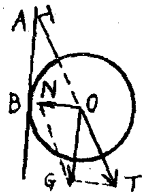


图 1—2

从力的作用效果可将重力G分解为沿AO方向的分力T，和垂直于墙的分力N。由图可知结构三角形AOB和G、T、N围成的矢量三角形相似，于是有：

$$\frac{T}{G}=\frac{AO}{AB}, \qquad \frac{N}{G}=\frac{OB}{AB},$$

$$T=G\frac{AO}{AB}=G\cdot\frac{2R}{\sqrt{3}R}=\frac{2\sqrt{3}}{3}G$$

$$N=G\cdot\frac{OB}{AB}=G\cdot\frac{R}{\sqrt{3}R}=\frac{\sqrt{3}}{3}G\cdot$$

球对线的拉力大小等于T，球对墙的压力大小等于N。

本题还可用三角函数法来解

由于直角三角形中 $OB=\frac{1}{2}AO$，可知$\angle OAB=30°$

于是有：

$$\frac{N}{G}=\mathrm{tg}30°,\ N=G\mathrm{tg}30°=\frac{\sqrt{3}}{3}G.$$

$$\frac{N}{T}=\sin 30°,\ T=\frac{N}{\sin 30°}=2N=\frac{2\sqrt{3}}{3}G.$$

以上两法（相似比法，三角函数法）均系力的分解的平行四边形法，所求的两个分力的大小和方向均可直接由答案得出。

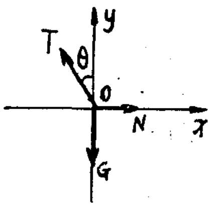


图 1—3

本题还可用坐标法求解：

对球进行受力分析，可画出受力图如图 1—3 所示。

把坐标原点设在球心，不难看出图中θ角为30°。

依$\Sigma F_x=0$，有$N-T\sin\theta=0$

则 $T=\frac{N}{\sin 30°}=2N$ ①

依$\Sigma F_y=0$，有$T\cos\theta-G=0$。

则 $T=\frac{G}{\cos\theta}=\frac{G}{\cos 30°}=\frac{2\sqrt{3}}{3}G$ ②

解①②两式可得：$N=\frac{\sqrt{3}}{3}G$.

需要注意的是，通过平衡法求得的解，不是题目所要求的答案。题目要求的是球对线的拉力和对墙的压力，而解得的是

线对球的拉力和墙对球的压力。不过题目要求的答案和求得的解正好是一对作用力和反作用力，它们等值反向而分别作用在相互作用的物体上。通过应用牛顿第三定律就可得到正确的答案而不致把两个分力的方向搞错。

本题还可以用下面的方法求解：

画出球的受力图，如图1—4所示，

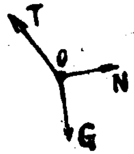


图 1—4

然后由三角形法求N和T的合力，即不改变T的方向和大小，将其向右平移，使其矢量尾端与N矢量的首端相接，连接N矢量尾端和T矢量首端的有向线段F即为矢量T和矢量N的合矢量，如图1—5所示。这就是矢量合成的三角形法（平行四边形法的推广）。由于N、T、G、平衡，显然F与G的合力为零。如果再把G不改变方向和大小地上移，则必然N、T、G正好组成一个封闭的三角形，如图1—6所示。

图 1—5

设N、T、G所对的角分别为α、β、γ。

由正弦定理可得：

$$\frac{N}{\sin\alpha}=\frac{T}{\sin\beta}=\frac{G}{\sin\gamma} \quad (1)$$

图 1—6

如果我们设N和T的夹角为A，N和G的夹角为B，T和G的夹角为C，如图1—7所示。比较图1—6和图1—7，不难看出：

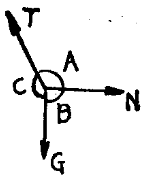


图 1—7

$\angle A=180°-\gamma$，$\angle\beta=180°-\beta$，$\angle C=180°-\alpha$。

这样（1）式可改写可：

$$\frac{N}{\sin C}=\frac{T}{\sin B}=\frac{G}{\sin A} \quad (2)$$

（2）式叫做拉密原理的表示式。

下面，我们用拉密原理来解例三。

对球进行受力分析，可画出图1—8所示的力图。根据题目条件，不难求得NT交角120°，NG交角为90°，TG交角为150°。

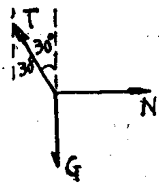


图 1—8

依拉密原理有：

$$\frac{N}{\sin 150°}=\frac{T}{\sin 90°}=\frac{G}{\sin 120°},$$

解上式可分别求得：

$$T=\frac{2\sqrt{3}}{3}G, \quad N=\frac{\sqrt{3}}{3}G.$$

所解出的T和N，仍然是线和墙对球的拉力和压力，而不是题目要求的答案。同样应该通过牛顿第三定律进一步求得题目所需要的答案。

本题的答案为：$\underline{\frac{2\sqrt{3}}{3}G}$，$\underline{\frac{\sqrt{3}}{3}G}$。

例 4、图1—9所示为一重量为G的均匀直棒，左端为固定转轴，右端用细线拴住。棒处于水平位置，细线与棒夹角30°保持静止，不计轴的摩擦。

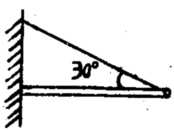


图 1—9

此时棒的右端受到大小等于______的拉力，棒的左端受到大小等于______的弹力。

分析与解答：

对直棒进行受力分析，可知直棒受到重力G，方向竖直向下。线的拉力T，方向沿线斜向上。由于不计轴的摩擦则左端只受轴的弹力。但这个弹力的方向需要认真仔细地分析，不能认为沿直棒水平向右.而是应该与棒交一定的角。因为当我们把转轴改设在棒的重心处时，不难看到：如果弹力的方向沿棒向右，则作用在棒上的合力矩将不能为零，棒将不会平衡。只有当弹力方向与棒交一个仰角时，才有可能使作用在棒上的合力矩为零。由于弹力的大小和方向都不知道，所以先把转轴设在左端，设棒长为l，由图1—10，依$\Sigma M=0$有：

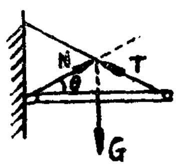


图 1—10

$Tl\sin 30°-G\cdot\frac{l}{2}=0$，可解得

$T=G$.

再将T正交分解为$T_x=T\cos 30°=\frac{\sqrt{3}}{2}T$.　　$T_y=T\sin 30°=\frac{G}{2}$.

将N分解为竖直向上的N_y和沿水平向右的N_x以棒为研究对象：

依　$\Sigma F_x=0$　有　$T_x-N_x=0$　$T_x=N_x=\frac{\sqrt{3}}{2}G$.

依$\Sigma F_y=0$　有　$T_y+N_y-G=0$　$G=T_y+N_y$

以棒重心为轴，依$\Sigma M=0$　有$T_y\cdot\frac{l}{2}-N_y\cdot\frac{l}{2}=0$.

$T_y=N_y=\frac{G}{2}$.

而 $N=\sqrt{N_x^2+N_y^2}=\sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}G\right)^2+\left(\frac{G}{2}\right)^2}=G$。

设N与棒交θ角（如图中所示）

则 $\frac{N_y}{N_x}=\mathrm{tg}\theta$ $\quad \mathrm{tg}\theta=\frac{1\,G}{\frac{\sqrt{3}}{\alpha}G}=\frac{\sqrt{3}}{3}$ $\quad \theta=30^\circ$

以上解法较为繁琐，可用坐标法求解较为简捷。

由题设条件可知，同一平面的三个不平行的力作用于同一物体处于平衡状态时，则三力必然汇交于一点。显然弹力必然通过拉力与重力汇交的点，棒才能平衡。据此可画出棒的受力图，如图1—11所示。将坐标原点设在三力汇交处。

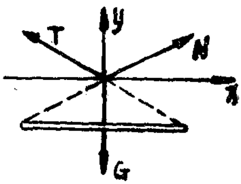


图 1—11

由$\Sigma F_x=0$ 有：

$N\cos30^\circ-T\cos30^\circ=0$，

可解得：$N=T$ ①

依$\Sigma F_y=0$ 有：

$N\sin30^\circ+T\sin30^\circ-G=0$，

得：$\frac{N}{2}+\frac{T}{2}=G$ ②

解：①、②得$G=N=T$。

本题若用拉密原理解答更为简捷。

依拉密原理有：

$\frac{T}{\sin120^\circ}=\frac{N}{\sin120^\circ}=\frac{G}{\sin120^\circ}$。则$T=N=G$。

本题的答案为：G，G。

例5 把一根弹簧的上端固定，在其下端悬挂一个重量为G的重物时，弹簧的长度为l_1，把同一根弹簧的下端固定，将同一物体置于弹簧的上端时，弹簧的长度为l_2，则弹簧的自由

长度为______；倔强系数为______。

分析与解答：本题的考查要点为胡克定律和二力平衡的综合应用。其中胡克定律表示式中的 x 是指弹簧的形变量，包括拉伸量和压缩量。而不是指弹簧的长度。

解：拉伸时，对物体进行受力分析，有：

$F_{弹}-G=0$，于是$F_{弹}=G$ ①

依胡克定律：$F_{弹}=kx=k(l_1-l)$ ②

解①、② 得：$G=k(l_1-l)$ ③

压缩时：对物体进行受力分析，有：

$F弹-G=0$，于是 $F_{弹}=G$ ④

依胡克定律：$F_{弹}=kx'=k(l-l_2)$ ⑤

解④、⑤得：$G=k(l-l_2)$ ⑥

由 $\dfrac{③}{⑥}$ 可得：$l=\dfrac{l_1+l_2}{2}$

由③＋⑥可得：$k=\dfrac{2G}{l_1-l_2}$。

本题的答案为：$\underline{\dfrac{l_1+l_2}{2}}$，$\underline{\dfrac{2G}{l_1-l_2}}$。

例6 质量为m的物块，放置在水平地面上，已知物与地面间的滑动摩擦系数为μ。今用一个与水平夹θ角的恒定外力拉着物块在地面上匀速运动，则此拉力的大小为______。

分析：本题的考查要点为共点力的平衡和摩擦定律，其中摩擦定律表示式中的N（正压力）不能认为是重力。

解：对物块进行受力分析，可画出物块的受力图，如图1—12。

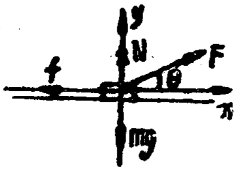


图 1—12

把坐标原点设在物块重心上，（如图）将拉力 F 进行正交分解，可得 $F_x=F\cos\theta \quad F_y=F\sin\theta$

依 $\Sigma F_x=0$ 有 $F\cos\theta-f=0$ ①

依 $\Sigma F_y=0$ 有 $N+F\sin\theta-mg=0$

得：$N=mg-F\sin\theta$ ②

依摩擦定律有：$f=\mu N$ ③

解①、②、③ $F\cos\theta-\mu(mg-\sin\theta)=0$

$$F=\frac{\mu mg}{\cos\theta+\mu\sin\theta}$$

本题答案为：$\underline{\dfrac{\mu mg}{\cos\theta+\mu\sin\theta}}$

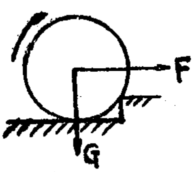


图 1—13

例 7 图1—13所示为质量分布均匀的压路滚筒，其重量为 G，半径为 R，用通过中心轴的水平力将其拉上一个高度为 h 的台阶，拉力至少为__________。

分析：本题的考查要点为有固定转轴物体的平衡。其中必须弄清力臂的概念。力臂是指转轴到力的作用线的距离，而不是转轴到力的作用点的距离。

对滚筒进行受力分析，可画出图1—14所示的受力图。

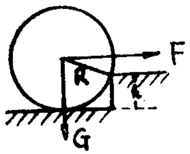


图 1—14

在滚筒转动的过程中，以图示位置时的水平拉力为最大，（此时拉力的力臂最小，而重力的力臂最大），求出此时力矩平衡时的水平拉力，即为题目要求的答案。

解：以台阶顶点为轴，

依 $\Sigma M=0$，

有：$G\sqrt{R^2-(R-h)^2}-F(R-h)=0$，

$$F=\frac{G\sqrt{h(2R-h)}}{R-h}。$$

本题的答案为：$\frac{G\sqrt{h(2R-h)}}{R-h}$。

例 8 一物体作匀加速直线运动，测得它在连续的 4 秒钟内的位移为12米，且前 2 秒内的位移为 4 米，则物体的加速度的大小为_______。

分析与解答：题目指出物体作匀加速直线运动，但并未指出初速度是否为零，所以不能简单地用总位移和总时间按初速度为零的匀加速运动的位移公式来求解加速度。根据题目条件可以判定物体在这段时间的运动属于初速不为零的匀加速运动，因为初速为零的匀加速运动体在相邻相等时间里通过的位移之比是自然数的连续奇数比（即 1∶3∶5……）而题目中的物体在前 2 秒的位移为 4 米，后 2 秒的位移为 8 米，这两个相邻相等时间内的位移之比为 1∶2。

对全程 $S=V_0t+\frac{1}{2}at^2$，

即：$12=V_0\times4+\frac{1}{2}a4^2=4V_0+8a$ ①