

高中物理

京特教升指精
津级师学导华



天津科技翻译
出版公司

高中物理

主编

精 华

该丛书编委会由以下特级教师组成：

及树楠	王树凯	宁潜济
陈俊辉	袁克群	顾德希
邢永庆		

津新登字：(90)010 号

京津特级教师升学指导精华 高中物理
主编：袁克群 责任编辑：曹强利 陈 虹

天津科技翻译出版公司出版 邮编 300192
新华书店北京发行所发行
河北省三河印刷一分厂印刷

787×1092 1/32 13.25 印张 300 千字
1993 年 9 月第一版 1994 年 7 月第二次印刷

印数：1—7,000 册

ISBN7—5433—0523—2/G·109 定价：8.40 元

前 言

《京津特级教师升学指导精华》丛书共分 10 册，有：初中数学、初中物理、初中化学、初中语文、初中英语、高中数学、高中物理、高中化学、高中语文、高中英语。各册均由北京和天津的特级教师主编，是一套高层次的中学生学习指导书籍。

该丛书各册不仅适于初中或高中毕业班使用，也适合各年级学生随课程参考使用。

该丛书的特点是：突出知识要点，使课本中的难点和疑点简明化、通俗化。该丛书的练习题全部选自 1986—1993 年各地中考和全国高考试题，所以能有效地帮助教师和学生把握住中考或高考的要求。

我们组织编写这套丛书的目的是：让全国的中学生都拥有特级教师，通过特级教师的点拨，从繁重的学习中解脱出来，以高分顺利地升入高中或大学。

北京朝阳教科所副研究员李宝忱先生为该丛书的出版做了大量的工作，在此表示感谢。

作者的话

高中物理分册按现行教材顺序以章为单元编写,考虑到有些章内容相关性比较强,有些章内容又较少,为增强知识的系统性并有利于复习,适当作了些合并,每一单元均包括三个部分:

第一、学法指点。主要对重、难点知识,特别是重要物理概念、定律和定理的学习方法进行指导。

第二、例题精析。通过一二例题的解法分析,阐明运用物理知识和数学物理方法分析和研究物理问题的思维方法。

第三、高考试题选。这部分题选是从近年的全国普通高等学校招生统一考试试题、全国统一高考上海市考试试题、全国统一高考广东省标准化考试试题和实施会考制度后全国高考统一高考试题(在高考试题选中用*标记,如“1992,全国*”)共19份试卷的600多道试题中选择,从中可了解高考对各知识点的要求及其考核方法,帮助教师和学生把握住高考要求。

该书不仅适合于高三毕业班的高考总复习,也适合于高中各年级学生的阶段学习指导与检测。

帮助编写该书的有张立、肖东、孙勤、柯晓丽。

作者

1993年7月

目 录

第一章	力 物体的平衡	(1)
第二章	直线运动	(23)
第三章	运动定律	(37)
第四章	曲线运动 万有引力	(57)
第五章	机械能	(78)
第六章	动量	(100)
第七章	机械振动和机械波	(138)
第八章	分子运动论 内能 固体和液体的性质	(159)
第九章	气体的性质	(170)
第十章	电场	(201)
第十一章	稳恒电流	(228)
第十二章	磁场	(271)
第十三章	电磁感应	(294)
第十四章	交流电 电磁振荡和电磁波 电子技术	(327)
第十五章	几何光学	(356)
第十二章	光的本性	(378)
第十七章	原子结构 原子核	(392)
附 录	有关长度测量的高考试题选	(413)

第一章

力 物体的平衡

一、学法指点

1. 正确理解重力、弹力、摩擦力的概念

(1) 压力和重力. 它们是两个不同性质的力, 压力不一定由物体重力产生, 在数值上压力的大小也不一定和重力的大小相等.

(2) 接触力(弹力和摩擦力)的产生条件. 接触力是被动力, 它的产生是有条件的, 不能认为只要两个物体直接接触, 接触面上就一定有接触力.

(3) 弹力和摩擦力的方向. 特别要注意的是静摩擦力的方向不一定总和运动方向相反. 静摩擦力的方向判断比较困难. 准确地判断相对滑动趋势的方向, 是判断静摩擦力方向的关键. 可先假设摩擦力不存在, 判断物体将会向哪个方向滑动, 那么静摩擦力的方向就和上述滑动方向相反.

静摩擦力 f_s 的大小不遵守 $f = \mu N$ 的规律. 它有三个特点: 摩擦力的大小总是与使物体具有相对运动趋势的合外力等值异向; 随这个外力的增加而增加; 它的最大值叫最大静摩擦 f_m .

$$f_m = \mu_0 N$$

μ_0 为静摩擦系数.

静摩擦力的取值范围是 $0 \sim f_m$

方向:总是阻碍物体间的相对运动.因此,滑动摩擦力的方向总是和物体的滑动方向相反;而静摩擦力的方向总是和物体所具有的相对运动趋势的方向相反.

2. 作用力和反作用力作用在相互作用的两个物体上,要把一对作用力、反作用力和一对平衡力区分开.虽然它们都符合大小相等、方向相反、作用在同一直线上的条件,但作用力和反作用力是作用在两个物体上的力,而一对平衡力是作用在一个物体上的力.

3. 分析物体受力情况时要注意以下几个问题.

物体受力情况分析的基本方法——隔离法.所谓隔离法,就是把我们要分析的物体,从相关的物体系中假想地“隔离”出来(被隔离出来的物体称为隔离体),再考虑其它物体对它的作用,寻找它所受的力的分析方法.

(1) 要选好隔离物体,明确研究对象.作为研究对象的“隔离体”,既是受力体,也是施力体.要分析的是受力情况,而不是它施于周围物体的力的情况.所以,在做物体受力分析时,一定要分清“隔离体”所受的力和“隔离体”施于其它物体的力.

(2) 在“隔离体”的侧方做出运动状态的标记,便于进行对态分析(静止时不做标记,匀速直线运动时只做速度标记,变速运动时同时做速度和加速度标记).

(3) 分析力的一般思维顺序是:先找场力,后找接触力.而分析接触力时一定要注意它们的产生条件,防止错判.

(4) 分析力要从概念出发.想一想,你所找出的每一个力

的施力者是哪个物体,如果根本不存在施力物体,那么这个力就不可能存在,所以离开施力物体去分析力,就会产生错误.

(5) 力图要反映出物体原始受力情况. 如计算时需要把力分解或合成,则要在力图上用另一种颜色笔画出分解或合成的辅助力图.

物体受力情况的图示——力图. 利用力的图示法将物体所受的力画成简图,这种图叫做物体受力图,简称力图.

力图是物体受力情况的形象描述,画力图时要正确地画出物体的受力情况——受力的个数和每个力的三要素. 力图必须严格地和物体所处的运动状态相对应.

4. 深化对共点力作用下物体平衡条件的认识.

第一、共点力作用下物体的平衡条件,可以由牛顿第二定律推导得出,当物体处于平衡状态时,加速度 a 必定等于零. 根据 $F = ma$ 可知:只有当作用在物体上的外力的合力 $\Sigma \vec{F} = 0$ 时,加速度才等于零.

在共点力作用下物体平衡条件是合力等于零. 这个条件可以表述为

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

应用正交分解法,则可表达为

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

即作用在物体上的共点力同时满足 $\Sigma F_x = 0$ 和 $\Sigma F_y = 0$ 的条件,那么,这个物体将处于平衡状态.

第二、物体在三个共点力作用下处于平衡状态时,这三个力必定在同一平面内. 这是因为两个共点力的作用线决定

一个平面,并且它们合力也在这个平面内,第三个力是这个合力的平衡力,必与合力位于同一直线上.所以这三个共点力必定在同一平面上.

第三、当三个共点力平衡时,任意两个力的合力,大小一定和第三个力相等,方向相反,并且位于同一直线上,为平衡力.解题时常以此为依据.

第四、用共点力的平衡条件解题的关键在于准确地对处于平衡态的物体进行受力分析,正确画出力图,然后用平衡条件求解.

如果物体是在三个共点力作用下处于平衡状态,那么,在应用 $\Sigma \vec{F} = 0$ 的条件求解时,应仔细分析这三个力之间的关系:如果其中有两个力间夹角为直角,那么借助上述“第三”所叙述的关系,用直角三角函数求解十分简便;如果没有这种情况,那就得用正弦定理求解.所依据的“第三”讲述的内容,在解题中必须用文字说明.

在很多较为复杂的平衡问题中,物体受有三个以上的共点力作用,这类问题用正交分解法研究很方便.至于如何选取两个直角坐标轴,可以根据具体情况,以简化计算过程为准,不能套用某种模式.所以,要灵活应用知识,选择最佳解法.

5. 力矩和固定轴物体的平衡条件

(1) 要正确找出每一个力的力臂.力臂,是哪个力对哪个轴的力臂要搞清楚.同一个力对不同的轴当然会有不同的力臂,所以在找某个力的力臂时首要的问题就是先确定转动轴.

找力臂可按以下顺序进行:

第一,选取转动轴;

第二,延长力的作用线;

第三,从转动轴向力的作用线作垂线,该垂线即为力臂;

第四,标记力和力臂的从属关系.

一定要注意,力臂是轴到力的作用线的垂直距离,而不是由转轴到力的作用点的距离.

力偶臂是组成力偶的两个力作用线之间的距离,不是两个力的作用点的距离.

(2) 解决固定轴物体的平衡问题时,应先确定轴的位置,然后再找每一个力的力臂和力矩. 写力矩的平衡方程时,凡已知的力矩必须先判断其正、负后再代入方程;凡未知的力矩可先写“+”号,这个力矩的确切方向和大小可由解方程的结果同时表示出来.

判断某个力矩的正、负时,可先假定其它力矩不存在;这样,有固定轴的物体只在这个力矩作用下绕固定轴转动的方向便可判定出来.

(3) 固定轴物体在与轴垂直的平面内的力的力矩作用下,只能绕轴顺时针或逆时针转动;因此,力矩的正、负,只是表示在力矩作用下,物体绕轴转动的方向,并不是力矩矢量的方向.

(4) 分析和计算有固定转动轴的问题;要准确地区分物体的平衡是共点力平衡问题还是力矩平衡问题.

二、例题精析

例1 有一400千克的钢块,放在水平地面上,钢块和水平地面之间的滑动摩擦系数 $\mu = 0.22$. 要使钢块能沿水平路面做匀速直线运动,应该对它施加一个怎样的最小的力?

分析

钢块沿水平面做匀速直线运动,它所受的水平方向的外力的合力必须为零.

$$\begin{aligned}\text{而 } f &= \mu N \\ &= 0.22 \times 400 \times 9.8 \\ &= 862.4 (\text{牛顿})\end{aligned}$$

由此计算很容易想到,沿水平方向施加一个大小等于 862.4 牛顿,方向和滑动摩擦力方向相反的拉力就可以使钢块做匀速直线运动.但这个力是否是最小的呢?如果不是,那么所要求的拉力就应和水平地面有一夹角.所以,考虑此问题应从与水平地面夹 α 角施加拉力的一般情况出发,而不能从特殊情况考虑.

只要能找出 F 与 α 的函数式,再用求极值的方法便可求出 $F_{\min}$ 的大小.

解

设钢块在与水平面成 α 角的拉力 F 作用下沿水平面作匀速直线运动.受力情况如图 1—1 所示.

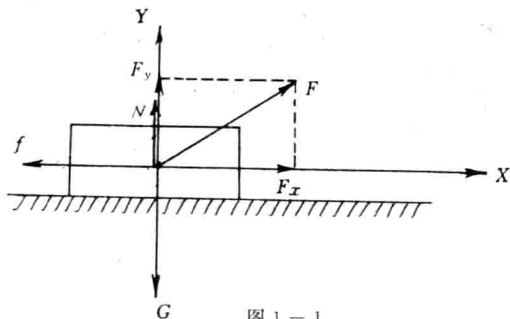


图 1—1

由图可知:

$$\begin{aligned}f &= \mu N \\ &= \mu(G - F_y) \\ &= \mu(G - F \cdot \sin\alpha)\end{aligned}$$

依题意, 钢块沿 X 方向做匀速直线运动时应满足

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_x = f$$

$$F \cos \alpha = \mu(G - F \cdot \sin \alpha)$$

$$\begin{aligned} F &= \frac{MG}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} \\ &= \frac{0.2 \times 400 \times 9.8}{\cos \alpha + 0.2 \sin \alpha} \end{aligned}$$

当 $\cos \alpha + 0.2 \sin \alpha$ 为极大值时, 即可求出 F 的最小值, 然后再找出这时的 α 角的值.

$$\text{令 } A = \cos \alpha + 0.2 \sin \alpha$$

$$\begin{aligned} \frac{dA}{d\alpha} &= -\sin \alpha + 0.2 \cos \alpha \\ &= -\cos \alpha (\tan \alpha - 0.2) \end{aligned}$$

$$\text{又因为 } \frac{d^2 A}{d\alpha^2} = -\cos \alpha - 0.2 \sin \alpha < 0$$

所以, 解方程 $-\cos \alpha (\tan \alpha - 0.2) = 0$ 可得 A 的极大值.

从上式分析, 若 $\alpha = 90^\circ$, $\cos \alpha = 0$, 此时, 拉力 F 垂直向上, 钢块不可能沿水平面移动, 故而 $\alpha \neq 90^\circ$.

$$\therefore \tan \alpha - 0.2 = 0$$

该式表明, 拉力 F 出现最小值时一定和水平面有一个夹角 α , 其夹角的正切为

$$\tan \alpha = 0.2$$

即当 $\tan \alpha = 0.2$ 时,

$\cos \alpha + 0.2 \sin \alpha$ 有极大值, F 有极小值.

$$\tan \alpha = 0.2 = \frac{1}{5}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{26}}, \quad \cos \alpha = \frac{5}{\sqrt{26}}$$

$$\therefore F_{\min} = \frac{MG}{\cos \alpha + 0.2 \sin \alpha}$$

$$= \frac{0.2 \times 400 \times 9.8}{\frac{5}{\sqrt{26}} + 0.2 \times \frac{1}{\sqrt{26}}}$$

$$= 768.91 (\text{牛顿})$$

$$\alpha = 11^\circ 19',$$

通过计算可说明为什么 $\alpha = 0^\circ$ 时, 拉力的值不是最小的.

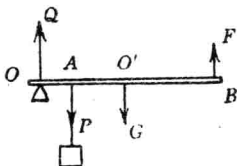
当 $\alpha = 0^\circ$ 时

$$F' = \frac{MG}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

$$= \frac{0.2 \times 400 \times 9.8}{1 + 0}$$

$$= 784 (\text{牛顿})$$

显然 $F' > F_{\min}$.



例 2 杠杆每长 1 米重 29.4 牛顿, 今将其一端支起, 现有物体 P 重 294 牛顿, 放在离支点 0.2 米处, 为使杠杆保持平衡, 当它多长时在杆的另一端用力最省?

解: 选杆为隔离体, 其受力情况如图 1-2 所示.

图 1-2

设杆长 1 米, 杆重 $G = 3l$ 千克, 因为杆是均匀的

$$\therefore OO' = \frac{1}{2}.$$

以 O 点为轴, 杆处于平衡状态时应满足 $\Sigma M = 0$, 即

$$-P \times \overline{OA} - G \times \overline{OO'} + F \cdot l = 0$$

$$-294 \times 0.2 - 29.4 \times \frac{l}{2} + Fl = 0$$

$$-58.8 - \frac{29.4}{2}l^2 + Fl = 0$$

$$29.4l^2 - 2Fl + 117.6 = 0$$

l 取实数根, 应满足 $4F^2 - 4 \times 29.4 \times 117.6 \geq 0$

$$\therefore F^2 \geq 3457.44$$

因此 F 的最小值 $F_{\text{小}} = 58.8$ (牛顿)

当 $F = 58.8$ 牛顿时, 杆长 l 应满足方程:

$$3l^2 - 12l + 12 = l^2 - 4l + 40 = 0$$

$$(l - 2)(l - 2) = 0$$

$$\therefore l = 2 \text{ (米)}.$$

三、高考题选

一、选择题

1. 如图 1-3 所示, m_1 和 m_2 两木块叠在一起以 v 的初速度被斜向上抛出去, 不考虑空气阻力, 抛出后 m_2 的受力情况是 ()

- (A) 只受重力作用.
- (B) 受重力和 m_1 压力作用.
- (C) 受重力、 m_1 的压力和摩擦力的作用.
- (D) 所受合力的方向与初速度方向一致.

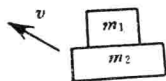


图 1-3

(1987, 广东)

2. 已知下列图 1-4 所示的情况中物体 A 都受有静摩擦力作用, 其中物体 A 所受静摩擦力的方向与它对地的速度方向相反的是哪一种? ()

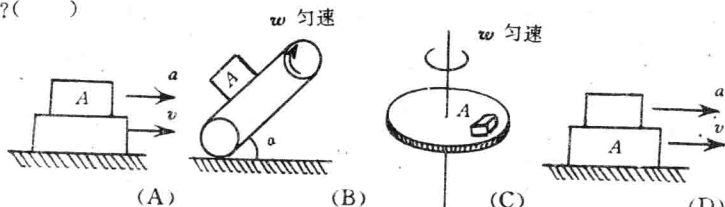


图 1-4

(1990, 广东)

3. 一物体静止在与水平面夹角为 θ 的粗糙斜面上. 如图 1-5 当 θ 逐渐增大而物体尚未发生滑动以前, 作用在物体上的摩擦力总是正比

于()

(A) θ . (B) $\tan \theta$.

(C) $\cos \theta$. (D) $\sin \theta$.

(1989, 广东)

4. 如图 1-6 所示, 物体 A 放在水平桌面上, 被水平细绳拉着处于静止状态. 则()

(A) A 对桌面的压力和桌面对 A 的支承力总是平衡的.

(B) A 对桌面的摩擦力方向是水平向右的.

(C) 绳子对 A 的拉力小于 A 受的静摩擦力.

(D) A 受重力和桌面对 A 的支承力是一对作用力和反作用力.

(1989, 广东)

5. 图 1-7 中 A 为电磁铁, C 为胶木秤盘, A 和 C (包括支架) 的总质量为 M , B 为铁片, 质量为 m , 整个装置用轻绳悬挂于 O 点, 当电磁铁通电, 铁片被吸引上升的过程中, 轻绳向上的拉力 F 的大小为()

(A) $F = Mg$.

(B) $Mg < F < (M + m)g$.

(C) $F = (M + m)g$.

(D) $F > (M + m)g$.

图 1-7

(1992, 上海)

6. 在倾斜 45° 的光滑斜面上有一圆球, 在球前竖直放一光滑挡板使球保持静止, 如图 1-8 所示, 此时球对斜面的正压力为 N_1 ; 若去掉挡板, 球对斜面的正压力为 N_2 , 则: ()

(A) $N_2 = \frac{1}{2} N_1$.

(B) $N_2 = N_1$.

(C) $N_2 = 2N_1$.

(D) $N_2 = \sqrt{2} N_1$.

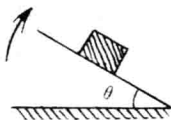


图 1-5

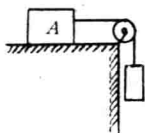


图 1-6

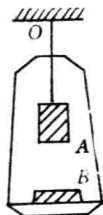


图 1-7

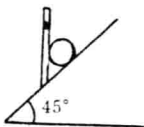


图 1-8

(1988, 广东)

7. 如图 1-9 所示, 电灯悬挂于两墙之间, 更换绳 OA , 使连接点 A 向上移, 但保持 O 点位置不变, 则 A 点向上移时, 绳 OA 拉力: ()

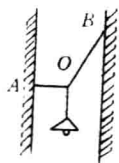
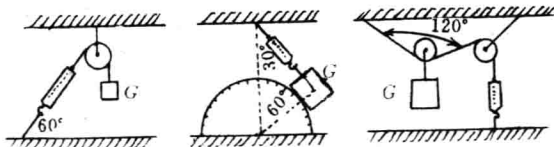


图 1-9

- (A) 逐渐增大.
- (B) 逐渐减小.
- (C) 先增大后减小.
- (D) 先减小后增大.

(1987, 广东)

8. 图 1-10 中弹簧秤、绳和滑轮的重量不计, 摩擦力不计, 物体重量都是 G .



(a)

(b)

(c)

图 1-10

在 (a)、(b)、(c) 种情况下, 弹簧秤的读数分别是 F_1 、 F_2 、 F_3 , 则 ()

- (A) $F_3 > F_1 = F_2$.
- (B) $F_3 = F_1 > F_2$.
- (C) $F_1 = F_2 = F_3$.
- (D) $F_1 > F_2 = F_3$.

(1986, 广东)

9. 如图 1-11 所示, 两块截面为三角形的铁块 A 和 B 并排在光滑水平面上. 现把一块截面为矩形的铁片 C , 轻轻地水平架在两铁块对的光滑斜面之间, 然后放手. 那么在放手后, ()

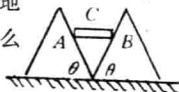


图 1-11

- (A) 铁片 C 保持平衡.
- (B) 铁片 C 能否保持平衡决定于铁块斜面的倾