

巧思 巧解

QIAOSIQIAOJIE



高中一年级

广西教育出版社



巧思 QIAOSIQIAOJIE 巧解

物 理

高中
一年
级

丁 钢 编著

广西教育出版社

巧思巧解丛书

物理

高中一年级

丁 钢 编著

☆

广西教育出版社出版

南宁市鲤湾路 8 号

邮政编码:530022 电话:5850219

全国新华书店经销 广西民族语文印刷厂印刷

*

开本 890×1240 1/32 6.625 印张 147 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-5 000 册

ISBN 7-5435-4344-3/G·3394 定价:12.00 元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与承印厂联系调换

前言

素质教育是大势所趋,提高自身素质是每个人的期望.高中物理以其极为丰富的内涵、广泛的应用以及特有的魅力激起了很多同学的学习兴趣,但在具体的问题面前可能又会因一时找不到入门的方法而徘徊在大门之外.本书的意图是帮助高中学生去取得能开启这些大门的钥匙,获得解决问题的途径和方法.

在研究和解决问题的过程中,不仅需要相应的知识,还需要运用科学方法;不仅要有解决问题的能力,还要有创新意识.但一个人的创新意识不是从天上掉下来的,而是在不断求索、不断进取的过程中逐渐培养出来的.本书特别注重通过对问题做多角度分析,总结思维方法和思维途径,以达到扩展思路,激发创新潜能的目的.

现在高中物理已全部使用了新教科书,本书力图反映新教学大纲和新教科书的要求和特点,体现新课程标准的理念,在选题、解题和评题上颇费了一番心思:(1)较多地选用有启发性的典型题,包括近年的高考试题,通过对这些题的分析求解以加深对知识的理解,熟悉各种科学方法的应用,提高运用物理知识分析问题和解决问题的能力;(2)选用了信息题、开放题等新题型,由此可以了解题型变化的动向,开阔视野,跟上形势;(3)在解题和评题中强化了知识和方法,注重了多种能力的培养,并适当补充了一些教科书外的知识和方法,以利于综合能力的提高.

如果本书能给读者一些有益的帮助,那将是作者最大的心愿.

希望读者在使用本书时,力求切实打好基础,重在理解和分析,在解决问题当中提高能力.

由于作者学识有限,书中疏误之处在所难免,请不吝赐教.

丁 钢

目 录

一、力	(1)
练习一	(14)
二、直线运动	(17)
练习二	(51)
三、牛顿运动定律	(52)
练习三	(78)
四、物体的平衡	(80)
练习四	(106)
五、曲线运动	(108)
练习五	(138)
六、万有引力定律	(140)
练习六	(155)
七、机械能	(157)
练习七	(200)
练习参考答案或提示	(202)

一、力



1. 如图 1-1 所示, 小球用细线系住, 细线保持竖直并被拉紧, 小球与光滑斜面接触并保持静止状态, 小球受到的弹力有()。

- A. 绳对小球的拉力
- B. 斜面对小球的支持力
- C. 小球对绳的拉力
- D. 小球对斜面的压力

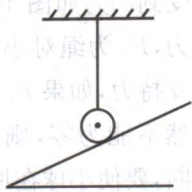


图 1-1

思路 1 拉力、支持力、压力等力的性质都属弹力, 弹力的产生条件是: 物体间相互接触且发生形变. 若物体间虽然接触但无形变, 则并无弹力产生. 在本题中, 弹性形变不明显, 观察不到, 要判断有无弹力, 可根据弹力是被动力, 与物体的运动状态有关这一特点判断. 判断时可假设没有弹力, 如果小球仍能保持静止, 则假设成立; 如果小球不能保持静止, 则假设不成立, 即可判断.

解法 1 用假设法判断.

假设绳对小球无拉力, 即为去掉绳时的情况, 由于这时小球受到的重力与斜面对小球的支持力不在一条直线上, 小球不可能仍保持静止, 即绳对小球应有拉力. 选项 A 正确.

假设斜面对小球无支持力, 即为撤去斜面时的情况, 这时小球仍可在原位置保持静止, 即斜面对小球应无支持力. 选项 B 错误.

小球对绳的拉力作用在绳的下端, 是绳受的力; 小球对斜面的压力作用在斜面上, 是斜面受的力. 这两个力都不是小球受的力,

巧思巧解

因而选项 C、D 均错误.

思路 2 可假设绳及斜面都对小球有弹力作用,再结合物体所处的静止状态分析判断即可.

解法 2 用假设法判断.

假设绳及斜面对小球都有弹力作用,小球受到的力如图 1-2 所示,其中 G 为小球受的重力, F_1 为绳对小球的拉力, F_2 为斜面对小球的支持力,如果 F_1 、 F_2 都存在,这三个力的合力显然不能为零,则小球不能保持静止. 很容易判断,要使小球在原位置保持静止, F_2 应为零,即选项 A 正确,选项 B 错误.

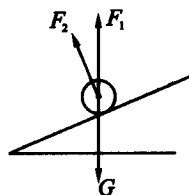


图 1-2

从解法 1 分析可知,选项 C、D 均错误.

所以,正确选项仅为 A.



除了弹簧等少数物体的形变很明显以外,大多数物体的形变都很小,难以观察到. 这时判断是否存在弹力,都可采用假设法,再结合物体的运动状态分析判断物体的弹力. 解法 1 假设无弹力存在,解法 2 是假设有弹力存在,都可得到相同的结论,都是常用的方法.

2. 如图 1-3 所示,小车上固定着一弯折后的曲杆,杆的另一端固定有一质量为 m 的小球,若小车处于静止状态,则杆对球的弹力方向().

- A. 应沿①方向 B. 应沿②方向
C. 应沿③方向 D. 应沿④方向

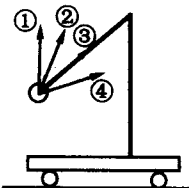


图 1-3

思路 1 杆中弹力的方向与绳中弹力的方向不同,较为复杂:杆除了可产生沿杆方向的拉力



或压力以外,也可产生不沿着杆方向的弹力.可根据物体所处的平衡状态判断弹力的方向.

解法 1 用二力平衡条件判断.

题中的小球只受到两个力的作用,即方向竖直向下的重力,杆对小球的弹力.

小球静止时,杆对球的弹力与球受的重力必是平衡力.由二力平衡条件可知,只有选项 A 正确.

思路 2 物体受二力作用时,如果这两个力不能平衡,则物体不能保持静止或匀速直线运动的状态.据此即可判断.

解法 2 用反证法判断.

因小球静止,杆对小球的弹力与小球受的重力必是一对平衡力.

当杆对小球的力分别沿图 1-3 中的②、③或④的方向时,杆对小球的力均不能与小球的重力平衡,即只有选项 A 正确.

思路 3 在不知杆对小球的力的方向时,可假设该力的方向不沿着杆,并把这个力分解为沿水平方向与沿竖直方向的两个分力,分别将这两个分力弄清后,即可判断其合力的方向,即杆对小球的弹力方向.

解法 3 分为水平和竖直两个方向判断.

设杆对小球的弹力为 F , 方向倾斜向上(并不一定沿杆的方向), 其竖直方向的分力为 F_1 , 水平方向的分力为 F_2 , 如图 1-4 所示.

因小球静止,沿竖直方向,由二力平衡条件,有

$$F_1 = mg$$

沿水平方向,小球应不受外力作用,即

$$F_2 = 0$$

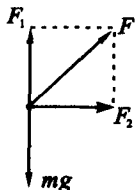


图 1-4

巧思巧解

可知,杆对小球的弹力即 F_1 , 方向竖直向上, 即只有选项 A 正确。



分析弹力的方向时,首先要知道:绳子只能产生拉力,且拉力的方向一定沿绳的方向;压力(支持力)的方向总是垂直于支持面。而对于具体问题中的弹力方向,还可以根据物体的运动状态去分析判断。本题三种解法都是依据“静止状态”进行分析,其中解法 3 分两个方向分别考虑,是解决物理问题的一种常用的方法。

本题最常见的错误是认为杆对球的弹力方向一定沿着杆的方向,这在小车保持静止或做匀速直线运动时是错误的,在小车沿水平方向做加速运动时也不一定是正确的。当你学习完牛顿运动定律后就会知道,随着小车向右运动的加速度逐渐增大,杆对小球的弹力方向会依次由沿②的方向到沿③的方向再到沿④的方向逐渐变化。

3. 如图 1-5 所示,有三个物块 A、B、C 叠放在一起,放置于水平地面上。当用大小为 F 的水平力作用于物块 B 时,三个物块都保持静止。求 A、B、C 三个物块受的摩擦力。

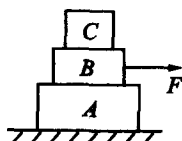


图 1-5

思路 因物块保持静止状态,所受的摩擦力为静摩擦力。产生静摩擦力有四个条件:物体相互接触;接触面不光滑;接触面间有正压力;物体间有相对运动的趋势。还可以根据物体处于静止状态时所受的合力为零以及物体间的相互作用力关系应符合牛顿第三定律,进行综合分析。分析时,可选取受力简单的对象入手。

解法 1 用力的平衡条件对各物体隔离求解。

先以 C 为研究对象,如 C 受到 B 施予的摩擦力,则 C 在水平

方向上所受的合力不为零, C 不可能保持静止, 与题意相矛盾, 即可判断 B 、 C 间无摩擦力。

以 B 为研究对象, 为使 B 保持静止, B 必受到 A 所施予的方向向左的摩擦力 $F_{\text{静}}$, 从二力平衡条件可知, 其大小为 $F_{\text{静}} = F$ 。如图 1-6 所示。

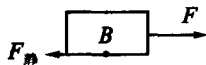


图 1-6

从牛顿第三定律可知, B 必对 A 有一方向向右的摩擦力 $F'_{\text{静}}$, 其大小为 $F'_{\text{静}} = F_{\text{静}} = F$ 。

以 A 为研究对象, 为使 A 保持静止, 地面必对 A 有一方向向左的摩擦力 $F_{\text{静}A}$, 其大小为 $F_{\text{静}A} = F'_{\text{静}} = F$ 。如图 1-7 所示。

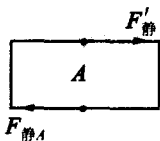


图 1-7

解法 2 用力的平衡条件, 对物体系统做部分隔离求解。

先以 B 、 C 整体为研究对象, 因 B 、 C 整体处于平衡状态, 从平衡条件可知, A 必对 B 、 C 整体(也就是对 B)有一方向向左的摩擦力 $F_{\text{静}}$, 用以平衡外力 F , 其大小为 $F_{\text{静}} = F$ 。如图 1-8 所示。

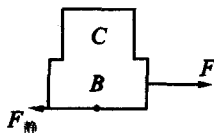


图 1-8

以 B 为研究对象, 因 F 与 $F_{\text{静}}$ 已为一对平衡力, 如图 1-6 所示, C 不能再对 B 施予摩擦力的作用, 即 B 、 C 间无摩擦力。

再按解法 1 的分析可知, A 所受的摩擦力如图 1-7 所示, 摩擦力的大小为 $F_{\text{静}A} = F'_{\text{静}} = F$ 。

解法 3 用力的平衡条件, 对系统用整体法求解。

先以 A 、 B 、 C 整体为研究对象, 因 A 、 B 、 C 整体处于平衡状态, 可知地面必对这一整体有一方向向左的摩擦力 $F_{\text{静}A}$, 其大小为 $F_{\text{静}A} = F$ 。如图 1-9 所示。

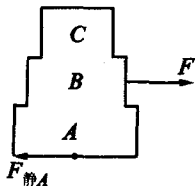


图 1-9

以 A 、 B 整体为研究对象, 因 F 与 $F_{\text{静}A}$ 已为

巧思巧解

一对平衡力, C 不能再对 A 、 B 整体施予摩擦力, 即 B 、 C 间无摩擦力, 如图 1-10 所示。

以 A 为研究对象, 为使 A 保持平衡, B 必对 A 有一方向向右的摩擦力 $F_{\text{静}}'$, 如图 1-7 所示, 其大小为 $F_{\text{静}}' = F_{\text{静}A} = F$ 。

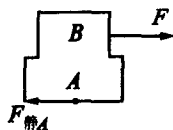


图 1-10

从牛顿第三定律可知, A 必对 B 有一方向向左的摩擦力 $F_{\text{静}}$ 的作用, 如图 1-6 所示, 其大小为 $F_{\text{静}} = F_{\text{静}}' = F$ 。



分析物体受力有三种思路: ①根据相互作用的性质(力的来源)进行分析; ②根据运动状态进行分析(如果是平衡状态, 其合力必为零; 如果有加速度, 其合力必不为零, 合力方向必与加速度方向相同); ③根据牛顿第三定律进行分析。熟练掌握这些方法是学好力学的首要条件。在本题的三种解法中, 分析受力时都是综合运用了平衡条件和牛顿第三定律。在方法上, 解法 1 用隔离法, 解法 2、3 用整体法。三种解法在入手时所选取的对象不同, 但这些对象都只有一个待求的摩擦力, 使得思路易于展开。在学习中注意总结和积累此类经验, 解题能力的提高就在其中了。

4. 如图 1-11 所示, 两根轻弹簧 AC 和 BD 的劲度系数分别为 k_1 和 k_2 , C 、 D 端固定在质量为 m 的物体上, A 、 B 端分别固定在物体正上方的支架和正下方的地面上, 当物体静止时, 上方的弹簧处于原长。若将物体的质量增加为原来的 3 倍, 弹簧仍在弹性限度内, 物体再次静止时, 相对第一次静止时位置下降了()。

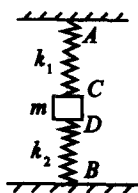


图 1-11

- A. $mg \frac{k_1 + k_2}{k_1 k_2}$ B. $2mg \frac{k_1 + k_2}{k_1 k_2}$
C. $2mg \frac{1}{k_1 + k_2}$ D. $3mg \frac{1}{k_1 + k_2}$

思路 1 由胡克定律, 弹簧弹力的大小跟弹簧的伸长量(或缩短量)成正比. 当只是下方弹簧被压缩时, 物体的重力必与下方弹簧的弹力平衡; 当上方弹簧同时被拉伸时, 物体的重力必与上、下方弹簧弹力的合力平衡, 分析出弹簧的伸长量(或缩短量)后即可求解.

解法 1 用胡克定律及力的平衡条件求解.

原物体静止时, 设下方弹簧的缩短量为 x_0 , 由二力平衡条件, 有

$$mg = k_2 x_0 \quad \text{①}$$

物体受的重力增为 $3mg$ 后, 再次静止时, 设物体下移为 x , 这时上方弹簧伸长量为 x , 弹力大小为 $k_1 x$; 下方弹簧缩短量为 $(x_0 + x)$, 弹力大小为 $k_2(x_0 + x)$.

因两弹簧对物体的弹力方向都向上, 静止时有

$$k_1 x + k_2(x_0 + x) = 3mg \quad \text{②}$$

由①、②式可解得

$$x = \frac{2mg}{k_1 + k_2}$$

即选项 C 正确.

思路 2 重力增加后, 弹簧的形变也增加, 弹力也随之增加. 当增加的弹力与增加的重力相等时, 物体将再次平衡. 据此即可求解.

解法 2 由胡克定律及补偿法求解.

多增加 $2mg$ 的重力后, 物体再次静止时, 上方弹簧将伸长 x , 下方弹簧将缩短 x , 有

$$k_1 x + k_2 x = 2mg$$

$$\text{解得 } x = \frac{2mg}{k_1 + k_2}$$

与解法 1 的结果相同.

思路 3 两根弹簧共同的效果可用一根弹簧来代替, 这根弹簧

巧思巧解

的劲度系数可叫做这两根弹簧的总劲度系数. 当两根弹簧连接如图 1-12 甲所示时(并联), 它们的伸长量相同, 可推得其总劲度系数 $k=k_1+k_2$; 当两根弹簧连接如图 1-12 乙所示时(串联), 它们的弹力相同, 可推得其总劲度系数的倒数 $\frac{1}{k}=\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}$.

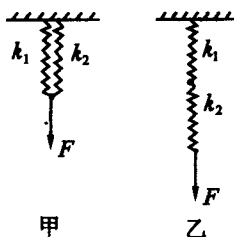


图 1-12

求出两根弹簧的总劲度系数后, 再用胡克定律求解.

解法 3 用胡克定律及等效弹簧求解.

重力增加后, 题中两根弹簧增加的形变量相同, 两弹簧对物体的弹力方向均向上, 这两根弹簧可等效于并联, 其总劲度系数

$$k=k_1+k_2 \dots\dots\dots ①$$

物体增加的重力为 $2mg$, 等效弹簧的形变量为 x , 由胡克定律, 有

$$2mg=kx \dots\dots\dots ②$$

由①、②式可解得

$$x=\frac{2mg}{k_1+k_2}$$

x 即为物体再次静止时, 相对第一次静止时位置的下降高度.



分析有弹簧的问题, 弄清弹簧相对于原长的伸长量(或缩短量)是极为重要的一步, 这往往需要画出图来帮助分析. 本题的特点是两弹簧增加的形变量是相同的, 三种解法各有所长. 解法 1 较常规, 关键是分析下方弹簧的缩短量; 解法 2 只考虑增加的重力所产生的影响, 突出了变化的部分; 解法 3 从等效的角度分析, 也是重要的一种思想方法.

5. 如图 1-13 所示, 力 F_1 的大小为 20 N, 力 F_2 的大小为

30 N, 它们间的夹角为 120° , 求这两个力的合力的大小和方向.

思路 1 以 F_1 、 F_2 为邻边, 按比例作出平行四边形, 其对角线即为所求合力.

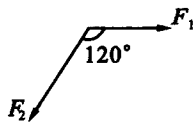


图 1-13

解法 1 用作图法求解.

作图比例取 $10 \text{ N}/10 \text{ mm}$.

作出图如图 1-14 所示. 在图中量得表示合力 F 的对角线长为 26 mm , 即合力大小为 26 N .

量得合力 F 与 F_1 的夹角为 $\varphi = 79^\circ$.

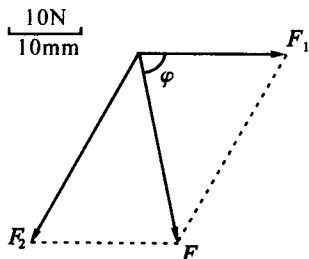


图 1-14

思路 2 以这两个力为邻边作出平行四边形后, 用几何知识即可求解.

解法 2 用几何知识求解.

作出平行四边形如图 1-15 所示, 其中

$$\theta = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$$

由余弦定理, 合力的大小为

$$\begin{aligned} F &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos\theta} \\ &= \sqrt{20^2 + 30^2 - 2 \times 20 \times 30 \times \cos 60^\circ} \\ &= 26.5 \text{ N} \end{aligned}$$

设合力与 F_1 的夹角为 φ , 由正弦定理, 有

$$\frac{F_2}{\sin\varphi} = \frac{F}{\sin\theta}, \text{ 即 } \frac{30}{\sin\varphi} = \frac{26.5}{\sin 60^\circ}$$

解得 $\sin\varphi = 0.98$, $\varphi = 79^\circ$

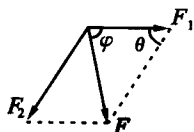


图 1-15

思路 3 在解决实际问题中, 我们常常把一个已知的力分解成两个互相垂直的分力, 这个方法叫做正交分解法. 求作用在物体上共点

巧思巧解

的几个互成角度的力的合力时,可以先把各个力都分解到同样的两个相互垂直的方向上,然后就能比较简便地求出合力的大小和方向.

解法 3 用正交分解法求解.

如图 1-16 所示建立直角坐标系,将 F_2 分解为 F_{2x} 和 F_{2y} , 有

$$F_{2x} = F_2 \cos 60^\circ = 15 \text{ N}$$

$$F_{2y} = F_2 \sin 60^\circ = 26 \text{ N}$$

x 方向的合力大小为

$$F_x = F_1 - F_{2x} = 5 \text{ N}$$

y 方向的合力大小为

$$F_y = F_{2y} = 26 \text{ N}$$

F_1 与 F_2 的合力大小为

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 26.5 \text{ N}$$

设合力 F 与 x 轴的夹角为 φ , 有

$$\tan \varphi = \frac{F_y}{F_x} = \frac{26.5}{5} = 5.3$$

$$\varphi = 79^\circ$$

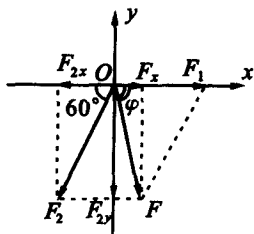


图 1-16



求两个力的合力必须依据平行四边形定则. 平行四边形定则的实质是将两个分力及其合力的关系用图形表示, 作出相应的图形后, 再将物理问题转化为数学问题, 就可用数学方法求解这个图形了. 解法 1 最为简单、直观, 结果的准确程度与所作的图有关; 解法 2 实际上是解任意三角形; 解法 3 用正交分解法, 将不在坐标轴上的力先分解再合成, 是解决互成角度的力的合成的重要方法.

正交分解法的优点是: 分力与合力可以组成直角三角形, 而解直角三角形的方法多且较为容易.



6. 如图 1-17 所示,有五个力作用于同一点 O ,表示这五个力的有向线段恰分别构成一个正六边形的两邻边和三条对角线. 已知 $F_1 = 10 \text{ N}$,则这五个力的合力大小为_____.

思路 1 从对称性可看出,这五个力的合力方向必在力 F_1 的方向上,分别求出 F_2 、 F_5 的合力以及 F_3 、 F_4 的合力后,再合成即可.

解法 1 用力的合成法则求解.

以 F_2 、 F_5 为邻边作出平行四边形,其对角线恰与 F_1 重合,即 F_2 、 F_5 的合力等于 F_1 . 如图 1-18 所示.

同理,以 F_3 、 F_4 为邻边作出平行四边形,其对角线也与 F_1 重合,其合力也等于 F_1 .

所以,这五个力的合力大小为 $3F_1 = 30 \text{ N}$.

思路 2 按思路 1 的分析,可分别求出 F_2 、 F_3 的合力以及 F_4 、 F_5 的合力后,再合成即可.

解法 2 用力的合成法则求解.

从图 1-18 可知, $F_2 = \frac{F_1}{2}$, $F_4 = \frac{\sqrt{3}}{2} F_1$.

如图 1-19 所示,以 F_2 、 F_3 为邻边,作出平行四边形,其合力沿 F_1 的方向,大小为 $F_2 = \frac{F_1}{2}$.

同理,可求得 F_4 、 F_5 的合力也沿 F_1 的方向,大小为 $\sqrt{3} F_4 = \frac{3}{2} F_1$.

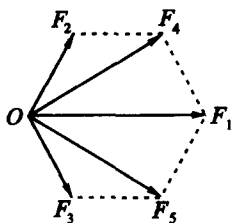


图 1-17

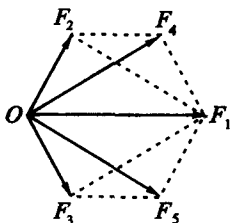


图 1-18

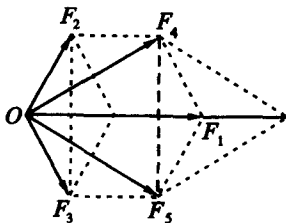


图 1-19