



名师领航

高中解题方法·规律·技巧

物理

JIE TI FANG FA GUI LU JI QIAO

丛书主编：黄抗强 陈笑梅

丛书副主编：刘爱民 刘绍松

本册主审：彭大斌 赵尚志

本册主编：姜建平 傅飞跃 刘旭华 李 敏

本册副主编：蔡任湘 杜锡来 刘伟彦 王善远 吴亮耕

中国大地出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

高中解题方法·规律·技巧·物理/黄抗强,陈笑梅主编;姜建平等分册主编. —北京:中国大地出版社, 2006.3

ISBN 7-80097-823-0

I. 高... II. ①黄...②陈...③姜... III. 物理课—高中—解题 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 013665 号

责任编辑: 钟 远 张 琨
出版发行: 中国大地出版社
社址邮编: 北京市海淀区学院路 31 号 100083
电 话: 010—82329127(发行部) 010—82329008(编辑部)
传 真: 010—82329024
印 刷: 衡阳博艺印务有限责任公司
开 本: 787mm×1092mm 1/16
印 张: 45.25
字 数: 1335 千字
版 次: 2006 年 3 月第 1 版
印 次: 2006 年 3 月第 1 次印刷
印 数: 1—3000 册
书 号: ISBN 7-80097-823-0/G·147
定 价: 75.00 元(全套共 3 册)

(凡购买中国大地出版社的图书,如发现印装质量问题,本社发行部负责调换)

本册作者名单

(排名不分先后)

彭大斌	赵尚志	姜建平	傅飞跃	刘旭华	李 敏
蔡任湘	杜锡来	刘伟彦	吴亮耕	汤新文	朱孟德
刘光世	何宗罗	彭知文	戴绍南	阳其保	胡伟龙
罗志文	赵新连	陈 利	周应龙	赵春芳	赵立新
杨璐璐	陈 肯	及振成	周 谨	王善远	郑少华
张红娇	胡光辉	张士军	曾兰州	周国庆	黄玉宝
陈镜明	边秀文	郭释非	汪方桂	郭文教	王大权
赵守圣	李劲东	张香保	周平原	陈 海	杨汉俊
婁 勇	黄江敏	赵 思	朱加权	程悦康	胡雁军
陈许生	李友喜	梁安宁	陶国军	颜亚冰	高志强
谭金贵	胡国任				



——拥有  **名师领航** 《高中解题方法·规律·技巧》是您明智的选择！

前言

 **名师领航** 《高中解题方法·规律·技巧》是根据人民教育出版社普通高中课程标准实验教科书和全日制普通高级中学教科书及相关的高考《考试大纲》编写的。

编写宗旨 帮助学生在学习攻克教科书各章节的重点、难点、疑点和高考中的热点，传授解题的方法、规律、技巧，从而辐射到各个考点，以求达到举一反三、触类旁通的效果，进而达到“授人以渔”的目的。

体例实用 本书包括范例引导、名师小结、误区点拨、反馈训练、参考答案等栏目，一环扣一环，具有较强的针对性和实用性。

通过对本书的阅读、理解和练习，以期达到“知识、方法、能力”三到位，抓住重点、突破难点、提高学习效率，为每个学生的发展提供一个重要的平台，是本书作者的共同心愿。

本书适合高中各年级使用，尤其对高三学生和补习班学生来说，更是一本难得的备战高考和实现“读名师书，圆名校梦”的好书！

本书在编写过程中，得到了湖南师范大学主办的《湖南中学物理》杂志社和《中学生理化报》报社的热情指导，尤其是众多名校名师，强强联手，共同打造，将多年教学实践中积累的宝贵经验，汇集到这本精品之中，可谓集体智慧的结晶，借此书出版之际，谨向上述单位、同行、专家致以衷心的感谢！

由于水平有限，时间匆促，难免有疏漏之处，敬请广大师生指正，以便日后再版时修正，使其更加完美！

黄抗强

2006年2月于湖南大学

目 录

第一章 力 物体的平衡

1. 如何确定摩擦力的方向和大小(一)	1
2. 如何确定摩擦力的方向和大小(二)	3
3. 与静摩擦力有关的合外力来源问题	5
4. 受力分析的基本方法	7
5. 求解物体平衡的常用方法讨论(一)	8
6. 求解物体平衡的常用方法讨论(二)	11
7. 物体受力平衡时的动态分析(一)	14
8. 物体受力平衡时的动态分析(二)	15
9. 临界点的应用	17

第二章 直线运动

1. 速度、速率、平均速度、平均速率的理解与应用	20
2. 位移-时间图象的物理内涵分析	22
3. 加速度的方向及其对运动的影响	24
4. 匀变速直线运动的规律应用	26
5. 关联体速度的求解	28
6. 利用图象法处理运动学问题(一)	30
7. 利用图象法处理运动学问题(二)	33
8. 利用图象法处理运动学问题(三)	34
9. 灵活选取参考系简化运动过程	36

第三章 牛顿运动定律

1. 对惯性的理解及其应用技巧	38
2. 作用力与反作用力和一对平衡力的区别与应用	39
3. 动力学两类基本问题解法技巧	40
4. “叠放体”的处理方法	41
5. “连接杆”“叠放体”的处理方法	43
6. 超重与失重在解题中的应用	44
7. 巧用超失重观点分析和解决问题	46
8. 对传动装置的分析	48
9. 传送带上物体运动的分析	49
10. 单位制在物理计算中的应用	51



11. 力学单位制解析	52
-------------------	----

第四章 曲线运动 万有引力定律

1. 运动的独立性的应用	54
2. 合运动和分运动的确定	55
3. 圆周运动的动力学特征及应用	57
4. 求解圆周运动问题的方法	59
5. 研究平面上运动的物体的方法	61
6. 如何处理变速圆周运动	62
7. 竖直平面内圆周运动临界状态的分析和应用	64
8. 在竖直平面内做圆周运动的物体过最高点时临界状态的分析和应用	66
9. “ $g = G \frac{M}{R^2}$ ”的应用	68
10. 卫星的发射速度与运行速度的区别与联系	70
11. 卫星变轨的处理方法及参数的变化讨论	72
12. 如何从动力学角度认识同步卫星的运动规律	73
13. 质量分布均匀的球壳对球心处质点的万有引力的分析及应用	74

第五章 动 量

1. 系统动量定理的应用	76
2. 系统动量定理的应用例析	77
3. 巧用动量定理解答系统问题	78
4. 动量守恒定律的特性分析	80
5. 巧妙运用动量守恒定律解题	81
6. 动量守恒定律及其拓展的应用	84
7. 巧立“子弹打木块”模型	85
8. 子弹射击木块类问题的解答及推广	87

第六章 机械能

1. 从功的角度讨论问题的基本方法	89
2. 巧算变力的功	90
3. 利用 $P = F \cdot v$ 对汽车启动问题的讨论	92
4. 机车的两种起动方式分析及应用误区辨析	93
5. 用动能定理研究问题的基本方法	95
6. 物体碰撞过程中动量及机械能的关系问题	97
7. 机械能守恒定律的应用	99

第七章 机械振动与机械波

1. 简谐运动的对称性及其应用	102
2. 对单摆公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 中“ l ”和“ g ”的讨论	104
3. 突破“钟摆误差”问题	106
4. 简谐运动图象与波动图象的比较	107



5. 波动问题的多解性	109
-------------------	-----

第八章 热 学

1. 分子力、分子势能图象的规律应用	112
2. 如何理解物体内能的改变	114
3. 改变气体的状态参量对气体内能的影响	115
4. 热力学第二定律考点透析	116

第九章 电 场

1. 对电荷量子性的理解	118
2. 如何判断物体的带电性质	120
3. 如何利用电场线处理分析问题	122
4. 利用等势线与电场线的关系处理问题的方法	124
5. 利用对称性对均匀带电的圆环、球壳的分析及其利用	126
6. 平抛运动规律相似的模型	128
7. 用图象法处理带电粒子在电场中的运动	130
8. 带电粒子在电场中的运动	133
9. 利用对称性求解非常规电场	134
10. 电场与重力场的叠加处理	136
11. 影响电容器电容的物理量	139

第十章 恒定电流

1. 滑动变阻器的连接方式及应用(一)	141
2. 滑动变阻器的连接方式及应用(二)	143
3. 电源的输出功率与外电路电阻的 $P-R$ 曲线的应用	145
4. 关于电功和电功率问题的分析	146
5. 直流电路的动态分析	148
6. 等效电路的分析方法	149
7. 电路故障的分析方法	151
8. 电流表、电压表的非常规使用(一)	153
9. 电流表、电压表的非常规使用(二)	155

第十一章 磁 场

1. 磁感线的基本特点和应用	158
2. 电流与电流、电流与磁极、磁极与磁极的相互作用的分析	160
3. 带电粒子在电场中和磁场中偏转问题的分析比较	162
4. 带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的分析方法	164
5. 带电粒子在磁场中的动量变化 $\Delta P = qBd$ 问题的讨论和应用	167
6. 带电粒子在复合场中运动问题的分析方法	169
7. 复合场问题的处理方法	172

第十二章 电磁感应与交变电流

1. 分析磁通量变化时,注意磁感线的闭合性	174
-----------------------------	-----

2. $q = \frac{\Delta\phi}{R}$ 的应用	175
3. 电磁感应现象中的“对抗性”	177
4. 能量守恒在电磁感应中的应用	178
5. “ $E = Blv$ ”中 l 的含义	180
6. “ $F = kv$ ”的受力特点在电磁感应现象中的应用	182
7. 导轨类问题的分析与探讨	184
8. 电磁感应中导轨类问题的分析与讨论	186
9. “导轨单棒”专题	187
10. $E = BLv \sin\theta$ 与 $E = n \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 的区别及联系	189
11. 在自感现象中电流突变问题的分析(一)	191
12. 在自感现象中电流突变问题的分析(二)	193
13. 怎样确定自感现象中灯泡亮度的变化	195
14. 交变电流有效值问题	196
15. 交流电的有效值和平均值	198
16. 用等效法处理变压器问题	199
17. 变压器与远距离输电	201
18. 变压器类习题分析	202

第十三章 光学 原子物理学

1. 平面镜成像的动态分析	205
2. 光的折射与全反射的分析方法	207
3. 对光的干涉现象的理解	210
4. 如何理解爱因斯坦光电效应方程	212
5. 原子能级概念的应用和处理方法	214

第十四章 基本方法

1. 图象法	216
2. 对称法	218
3. 对称法应用	219
4. 巧用极限法分析临界问题	221
5. 整体法与隔离法	223
6. 等效法	225
7. 活用“等效法”巧解物理题	226

第十五章 关注社会热点

1. 能力与能力迁移(一)	229
2. 能力与能力迁移(二)	231
3. 生活与科学(一)	233
4. 生活与科学(二)	235

第一章

力 物体的平衡

1. 如何确定摩擦力的方向和大小(一)

摩擦力是高考的一个热点也是一个难点,其产生的条件是当两个相互挤压的物体之间有相对运动或相对运动的趋势时,在两个物体间的接触面上产生的阻碍相对运动或相对运动趋势的力。

→ 范 例 引 导

如图1所示,质量为 m ,横截面为直角三角形的物块ABC,AB边靠在竖直墙面上, F 是垂直于斜面BC且过物块重心的推力,物块静止,试讨论物块受的摩擦力情况?摩擦力的大小可能等于物块的重力吗?当 α 角为多大时,不论推力 F 多大,物块也不会向上运动,即出现自锁现象?

【解析】物块受到的除静摩擦力以外的其他力的情况如图2所示。

当 $F\sin\alpha < mg$ 时,摩擦力竖直向上;当 $F\sin\alpha = mg$ 时,摩擦力为零,当 $F\sin\alpha > mg$ 时,摩擦力的方向竖直向下,此时有:

$$F\sin\alpha = F_f + mg$$

当 $F\sin\alpha = 2mg$ 时
有 $F_f = mg$ 。假设物块在推力 F 作用下向上匀速运动,则有

$$F\sin\alpha = F_f + mg \quad ①$$

$$F\cos\alpha = F_N \quad ②$$

$$F_f = \mu F_N \quad ③$$

$$\text{可得: } F(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) = mg$$

由上式可知:当 $\sin\alpha - \mu\cos\alpha$ 趋于零,即 $\alpha \rightarrow$

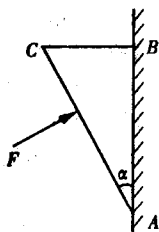


图1

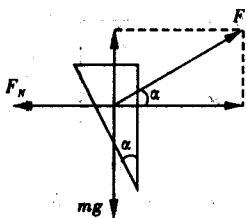


图2

$\tan^{-1}\mu$ 时, F 趋于无穷大,即无论用多大的推力,物块也不可能向上运动,也就是出现自锁现象。

【答案】摩擦力可能向上、向下,也可能为零,大小也可能等于重力,当 $\alpha = \tan^{-1}\mu$ 时出现自锁现象。

→ 名 师 小 结

判断静摩擦力的方向是一个难点,常用的方法有:

(1)表面光滑法:就是假设接触面光滑,判断物体有无相对运动的趋势,由相对运动的趋势来判断静摩擦力。

(2)对应关系法:由牛顿第二定律可知,物体的运动情况与受力情况是相互对应的,即:

合力为零 $\longleftrightarrow$ 静止或匀速

合力不为零 $\longleftrightarrow$ 变速运动

如果已知物体的运动情况由对应关系可判断物体的受力情况。

(3)先假设后矛盾法:可先假设出摩擦力的方向,然后由力与运动的对应关系来判断运动情况与受力情况是否矛盾,如矛盾则这个假设的摩擦力就不存在,如无矛盾则这个摩擦力的假设就是正确的。也可先假设无摩擦力,然后由力与运动的关系来判断是否矛盾。

(4)三力汇交法:如果在三个非平行力的作用下物体处于平衡状态,那么由图3可知,这三个力的作用线必汇交到一点,这就是三力汇交原理,也是判断摩擦力方向常用的一种方法。

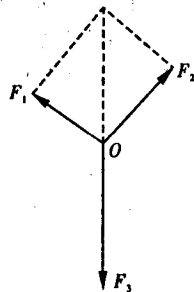


图3

(5)转换对象法:因为两物体间的摩擦力是相互的作用力与反作用力的关系,当B物体对A物体的摩擦力难以确定时,可以转而分析A物体对B物体的摩擦力,利用作用力与反作用力的关系来转化问题。

(6)整体分析法:当判断两个物体与第三个物体间的摩擦力时,只要这两个物体相对静止或相对匀速运动(相对加速度为零),就可以把它们当作一个整体来进行受力分析。如果相对加速度不为零,可对整体系统使用牛顿第二定律进行受力分析。

(7)力矩平衡法:有时用其他方法很难判断时,从力矩平衡的角度来判断可能会更简便。

以上这些方法在解题时可以联合使用,各方法的具体用法在反馈训练的解析中都有具体的介绍。

→ 误区点拨

解题时先分清是静摩擦力还是滑动摩擦力,其次要先分析摩擦力以外的其他力,最后利用以上介绍的几种方法来判断。在本例中很容易受思维定势的影响而认为在斜向上推力的作用下,物块一定有向上运动的趋势而得出摩擦力一定竖直向下的错误结论,另一点是对于本题的最后一问,看似难以入手的问题,用数学上的极限方法可以很好的解决,极限分析法是解物理问题的一种重要方法。

→ 反馈训练

1. 水平面上有一斜面体A,在A上放一物体B,若对B施加一沿斜面向上且由零逐渐增大的力F,A、B始终与地面保持相对静止,如图4,则 ()

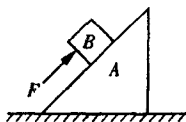


图4

- A. B受的摩擦力一定增大
B. B受的摩擦力可能不变
C. 地面对A的摩擦力一定增大
D. 地面对A没有摩擦力

2. 如图5、6所示,质量分别为m、M的物体A、B一起沿倾角为 α 的光滑斜面下滑,试求A对B的摩擦力的大小和方向。

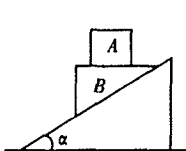


图5

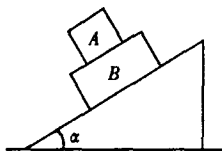


图6

3. 如图7所示,三个完全相同的圆柱体叠放在水平面上,将C放上去之前A、B两柱体间接触而无挤压,试分析C是否受摩擦力。

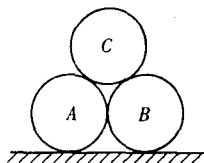


图7

→ 参考答案

1. C. 【解析】因为当 $F = m_B g \sin \alpha$ 时, $f_B = 0$,所以

当 $F < m_B g \sin \alpha$ 时, f_B 逐渐变小;当 $F > m_B g \sin \alpha$ 时, f_B 再逐渐变大。用整体法分析地面对A的摩擦力,整体除地面摩擦力以外的其他力如图8所示,由图可知地面对A的摩擦力大小为 $F \cos \alpha$ 逐渐增大,方向与 $F \cos \alpha$ 的方向相反。

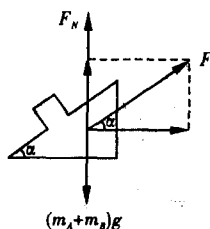


图8

2. 【解析】图5中A、B整体下滑的加速度为 $g \sin \alpha$,因为B是否受摩擦力难以确定,可用转换对象法转而分析A,A受的除摩擦力以外的其他力的情况和运动情况如图9所示,由对应关系法可知:要使A产生水平方向的加速度 a_x ,必然需要大小为 ma_x 、方向沿 a_x 方向的合力,而 F_N 和 mg 只

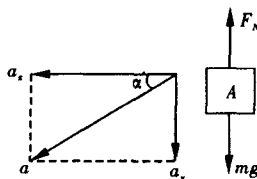


图9

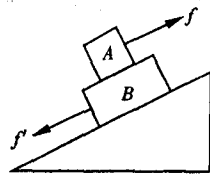


图10

能产生竖直方向的加速度,因此这个合力只能是摩擦力,且其大小应为 $f = ma_x = m a \cos \alpha = m g \sin \alpha \cos \alpha$,方向水平向左,由牛顿第三定律可知,B受的摩擦力的大小为 $m g \sin \alpha \cos \alpha$,方向水平向右。图6可用先假设后矛盾法来判断,先假设A、B间摩擦力的方向如图10所示,因为A、B的下滑所对应的加速度都为 $g \sin \alpha$,由图可知,A在摩擦力的作用下,加速度必然会小于 $g \sin \alpha$,而B在摩擦力的作用下,加速度必然会大于 $g \sin \alpha$,

从而使 A、B 间产生相对滑动，但这与 A、B 一起下滑矛盾，所以 A、B 间无摩擦力。

【答案】图 5 中 B 受的摩擦力大小为 $mg \sin \alpha \cos \alpha$ ，方向水平向右，图 6 中 B 物体不受摩擦力。

4. 【解析】直接分析 C 难以确定是否受摩擦力，可用转换对象法分析 A 或 B 受的摩擦力，除 A、C 间的摩擦力外，A 受的其他力如图 11 所示，以 O 点为转动轴则由力矩平衡法可知，C 对 A 的摩擦力如图 12 中的 f_2 所示，由牛顿第三定律可知 C 受的摩擦力沿接触面的切线向上。

【答案】C 受的摩擦力沿接触面向上

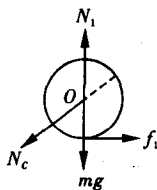


图 11

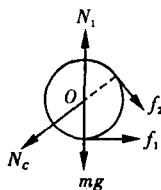


图 12

2. 如何确定摩擦力的方向和大小(二)

一个物体在另一物体表面上相对于另一个物体滑动(或静止，但有相对滑动趋势)时，要受到另一物体阻碍它相对滑动的力，这种力叫摩擦力。我们在中学主要学习的是滑动摩擦力和静摩擦力。

一、摩擦力方向的确定

摩擦力的方向总与相对运动或相对运动趋势的方向相反。可由“相对运动或相对运动趋势”或根据牛顿定律来确定。

→ 范 例 引 导

如图 1 所示，人在自行车上蹬车前进时，车的后两轮受到地面对它的摩擦力的方向：()

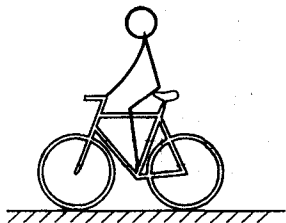


图 1

- A. 都向前
- B. 都向后
- C. 前轮向前，后轮向后
- D. 前轮向后，后轮向前

【解析】人在自行车上蹬车前进时，后轮是主动轮，前轮是从动轮。设车轮和地面之间无摩擦力，则人蹬自行车时，后轮由于打滑相对于地面就有逆时针转动趋势，即后轮与地面接触点有向后运动趋势，所以地面对后轮有向前的摩擦力，这就是自行车前进的动力；而前轮在后轮的推动下，相对于地面有向前滑动的趋势，所以地面对前轮有向后的摩擦力。

故选项 D 正确。

【答案】D

→ 名 师 小 结

摩擦力方向的确定，主要是确定“相对运动或相对运动趋势”。“相对”二字决定了参考系的选取。一般情况下是选地面或静止在地面上的物体做参考系，而在判断摩擦力的方向时，参考系不能任意选取。判断两物体间的摩擦力时，必须以其中之一做参照物。这里是判断车轮与地面之间的摩擦力，就以地面为参考系。

→ 误 区 点 拨

在不容易看出是否有相对运动趋势时，可用假设法，即假设没有摩擦力，想像一下两物体间有怎样的相对运动。

二、摩擦力大小的确定

在确定摩擦力的大小时，要特别注意物体间的摩擦力是静摩擦力还是滑动摩擦力，因为二者的大小变化情况是不同的。滑动摩擦力的大小跟压力 N 成正比，与引起滑动摩擦力的外力的大小无关；而静摩擦力的大小跟压力 N 无关，由引起这个摩擦力的外力决定，但最大静摩擦力的大小跟压力 N 有关。因此，在确定摩擦力的大小时，一般应由引起静摩擦力的外力的大小来确定，不能用 $f = \mu N$ 计算。

→ 范 例 引 导

如图 2 所示，质量为 m 的木块在置于桌面上的木板上滑行，木板静止，它的质量 $M = 3m$ 。已知木块与木板间、木板与桌面间的动摩擦因数均为 μ 。则木板所受桌面的摩擦力大小为 ()



图 2

- A. μmg B. $2\mu mg$ C. $3\mu mg$ D. $4\mu mg$

【解析】因为木块和木板运动情况不一样，故应用隔离法分别对它们受力分析。木块在木板上滑动，受到木板的滑动摩擦力 $f = \mu mg$ ，所以木板也受到木块的摩擦力 $f = \mu mg$ ，而木板静止，所以根据平衡条件知，木板受到桌面的摩擦力为 $f = \mu mg$ 。

【答案】A

名师小结

在计算摩擦力大小时，应首先明确是静摩擦力还是滑动摩擦力。对于滑动摩擦力，可直接应用 $f = \mu F_N$ 计算；对于静摩擦力，在没有达到最大静摩擦力的情况下，其数值与正压力无关，可在 $0 \sim f_m$ 之间按需要变化取值，求其大小应根据物体的实际状态运用平衡条件、牛顿运动定律等求解。

误区点拨

在该题中易错选 D。主要是应明确这里是静摩擦力，而不是滑动摩擦力。只要抓住“木板静止”这一条件，即可分析。

反馈训练

- 如图 3 所示，木板 M 在力 F 作用下沿光滑水平面向右运动时，m 与 M 相对静止，试求 M 和 m 受到的摩擦力的大小和方向。

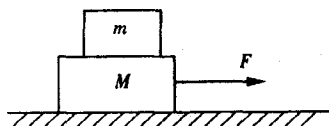


图 3

- 如图 4 所示，质量为 m 的物体 A 放在质量为 M 的物体 B 上，B 与弹簧相连，它们一起在光滑水平面上做简谐运动。运动过程中 A、B 间无相对运动。设弹簧的劲度系数为 k，当物体离开平衡位置的位移为 x 时，A、B 间的摩擦力大小等于 ()
A. 0 B. kx C. mkx/M D. $mkx/(M+m)$
- 如图 5 所示，两块相同的竖直木板 A、B 之间，有质量均为 m 的 4 块相同的砖，用两个大小相等的



图 4

水平力压木板，使砖静止不动。设所有接触面间的动摩擦因数均为 μ ，则第二块砖对第三块砖的摩擦力大小为 ()

- A. Mg B. 0 C. μF D. $2mg$

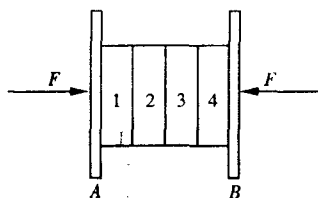


图 5

- A、B、C 三块质量分别为 M、m、 m_0 ，作如图 6 所示的连接，绳子不可伸长，且绳子和滑轮的质量、滑轮的摩擦均可不计。若 B 随 A 一起沿桌面做匀速运动，则可以判定 ()
A. 物块 A 与桌面间有摩擦力，大小为 $m_0 g$
B. 物块 A 与 B 间有摩擦力，大小为 $m_0 g$
C. 桌面对 A、A 对 B 都有摩擦力，两者方向相同，大小均为 $m_0 g$
D. 桌面对 A、A 对 B 都有摩擦力，两者方向相反，大小均为 $m_0 g$

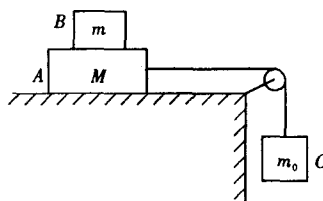


图 6

参考答案

- 【解析】先以 M 和 m 组成的整体为研究对象，应用牛顿第二定律得：
 $F = (M+m)a$ ，得 $a = F/(M+m)$
再以 m 为研究对象，水平方向只受静摩擦力， $f = ma$ ，所以 $f = mF/(M+m)$
方向向右。
由牛顿第三定律知 M 受到的静摩擦力大小也为 f，方向向左。

【答案】 M 和 m 受到的摩擦力的大小都是 $mF/(M+m)$
 M 受到 m 的静摩擦力的方向向左; m 受到 M 的静摩擦力的方向向右。

2. D. 【解析】当 A 、 B 一起做简谐运动离开平衡位置位移为 x 时,其回复力由弹簧的弹力提供,即 $F_{回}=kx$,其加速度为 $a=kx/(M+m)$,方向指向平衡位置。

使 A 随 B 一起做简谐运动的回复力只能来源于 B 对它的静摩擦力,其大小为 $f=ma=mkx/(M+m)$ 方向沿接触面指向平衡位置。故应该选D。

3. B. 【解析】用“整体法”可求出两木块对它们的摩擦力均为 $f=2mg$,方向向上。再把3、4看作一个整体,由于 B 对木板的摩擦力与3、4的重力平衡,故2对3无摩擦力。

4. A. 【解析】以 A 、 B 整体为研究对象,因是匀速运动,故受到桌面的滑动摩擦力等于绳的拉力,即等于 C 物体的重力 m_0g ,所以选出A。又 B 与 A 相对静止,且它们之间无相对运动趋势,故 A 、 B 之间无摩擦力,所以 B 、 C 、 D 均错。

3. 与静摩擦力有关的合外力来源问题

→ 范 例 引 导

两个相同的木块 A 和 B 放在转盘上,木块与转盘的最大摩擦力是重力的 k 倍,用长为 L 的细线连接 A 和 B 。

(1)若 A 放在轴心, B 放在距轴心 L 处,它们不发生相对滑动,角速度 ω 的取值范围如何?

(2)若 A 放在离轴心 R_1 处, B 放在同侧距轴心 R_2 处($R_2-R_1=L$),要使它们不发生相对滑动,角速度 ω 的最大值是多少?

(3)若 A 放在距轴心 R_1 处, B 放在异侧距轴心 R_2 处($R_2+R_1=L$),要使它们不发生相对滑动,角速度 ω 的最大值为多少?(假设绳不会断裂)

【解析】(1)如图1所示,当转盘转速很小时, B 随转盘一起转动所需的向心力由转盘对 B 的静摩擦力来提供,绳中的张力为零,由于 A 恰好位于轴心,所需向心力一直为零,不受摩擦力作用。如果转速再进一步增大,静摩擦力不足以提供木块 B 做圆周运动所需的向心力,剩余部分将由绳中的张力来提供,且不断增大, A 所受静摩擦力也从无到有,并不断增大(A 处于平衡状态),当绳中张力达到 A 所受的最大静摩擦时,转速再增大, A 将相对转盘向外滑动, B 由于提供的向心力不足以维持其做圆周运动,做离心运动。值得注意的是:在绳中出现张力至发生相对运动之前 B 所受摩擦力一直维持最大。

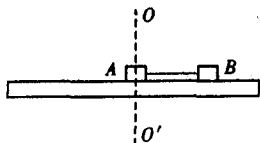


图1

A 、 B 不发生相对运动的临界条件是: A 、 B 所受的静摩擦力均达最大值,设 A 、 B 的质量均为 m ,对 A 利用平衡条件,绳中张力 $T=kmg$ 。

对 B 由牛顿第二、三定律及向心力公式,有 $T+kmg=m\omega^2L$

两式联列即可求解。

(2)如图2所示,当转盘转速很小时, A 、 B 随转盘一起转动所需要的向心力均由转盘对它们的静摩擦力来提供,绳中的张力为零。随着转速的增大, B 所受的静摩擦力先达到最大值,进一步增大转速,绳中将有张力,且不断增大,但 B 所受的摩擦力保持最大值不变;此过程中, A 所受的摩擦力一直增大,当绳中的张力达到 A 所受的最大静摩擦力时,再增大转速,摩擦力和绳中张力的合力无法提供 A 所需的向心力, A 将相对转盘向外滑动, B 也将向外滑动。

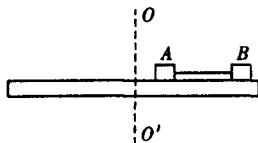


图2

A 、 B 不发生相对运动的临界条件是: A 、 B 所受的摩擦力均达到最大值。

对 A 由牛顿第二定律和向心力公式有: $kmg-T=m\omega^2R_1$

对 B 由牛顿第二、三定律及向心力公式有: $T+kmg=m\omega^2R_2$

两式联列即可求解。

(3)此问应分 $R_2>R_1$, $R_2=R_1$, $R_2<R_1$ 三种情况分析。

a) $R_2 > R_1$ (如图 3 所示)

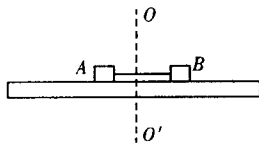


图 3

当转盘转速很小时, A、B 随转盘一起转动所需要的向心力均由转盘对它们的静摩擦力来提供, 绳中的张力为零。随着转速的增大, B 所受的静摩擦力先达到最大值, 进一步增大转速, 绳中将有张力, 如果 A 所受的摩擦力不改变方向, 显然, 张力已多余了, 因为对 A 而言, 摩擦力尚未达到最大值, 这种情况是不会发生的。事实上, 从 B 所受到的静摩擦力达到最大值的那一刻起, 转速再增大, A 所受的静摩擦力立即改变方向, 维持 A 继续做圆周运动, 直到 A 所受静摩擦也达到最大值, 此过程中 B 所受的静摩擦力维持在最大值。再增大转速, A 将做向心运动, B 做离心运动。

A、B 不发生相对运动的临界条件是: A、B 所受的摩擦力均达到最大值。

对 A 由牛顿第二定律和向心力公式有: $T - kmg = m\omega^2 R_1$

对 B 由牛顿第二、三定律及向心力公式有: $T + kmg = m\omega^2 R_2$

两式联立即可求解。

b) $R_2 = R_1$ (如图 4 所示)

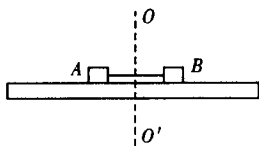


图 4

转速很小时, A、B 所需向心力均由转盘对它们的静摩擦力来提供, 随着转速增大, 静摩擦力同时达到最大值, 进一步增大转速时, 绳中出现张力, 且不断增大, 只要绳不断裂, A、B 都不会发生相对运动。

c) $R_2 < R_1$ (如图 5 所示)

情况与 $R_2 > R_1$ 类似, 结果是

$$\omega = \sqrt{2kg/(R_1 - R_2)}$$

【答案】(1) $\omega = \sqrt{2kg/L}$

(2) $\omega = \sqrt{2kg/(R_1 + R_2)}$

(3) 当 $R_2 > R_1$ 时, $\omega = \sqrt{2kg/(R_2 - R_1)}$; 当 $R_2 = R_1$ 时, ω 可趋向于无穷大; 当 $R_2 < R_1$

时, $\omega = \sqrt{2kg/(R_1 - R_2)}$

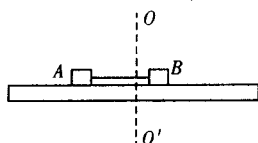


图 5

名师小结

在分析与静摩擦力有关的合外力来源问题时, 一定要全面分析物体的运动状态发生变化时, 静摩擦力的大小和方向的变化情况。具体方法是: 正确分析物体的运动状态发生变化时, 物体的运动情况和受力的可能情况, 抓住静摩擦力在提供合外力时的特点, 比较提供的合外力和需要的合外力的关系, 确定合外力的来源, 从而得出静摩擦力的变化规律。对于由相对静止向相对运动, 及相对运动(或趋势)方向变化中的临界问题的分析, 还需利用假设法进行判断(反馈训练第 3 小题)。

误区点拨

解答这类问题, 首先要清楚静摩擦力在提供合外力时的特点, 其次要能通过比较提供的合外力和需要的合外力的关系, 正确分析合外力的来源。如本题第(1)问中, 转速很小时, B 随转盘一起转动所需的向心力由转盘对 B 的静摩擦力来提供, 绳中的张力为零; 转速进一步增大, 静摩擦力不足以提供木块 B 做圆周运动所需的向心力, 剩余部分将由绳中的张力来提供, 且不断增大。

反馈训练

- 如图 6 所示, 物体 B 放在物体 A 的水平表面上。已知 A 的质量为 M, B 的质量为 m, 物体 B 通过劲度系数为 k 的弹簧跟 A 的右侧相连。当 A 在外力作用以加速度 a_0 向右做匀加速运动时, 弹簧 C 恰能保持原长 L 不变。增大加速度时, 弹簧将出现形变。求: 当 A 的加速度由 a_0 增大到 a 时, 物体 B 随 A 一起前进, 此时弹簧的伸长量 x 多大?

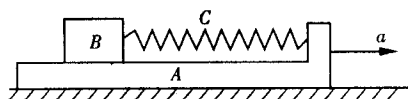


图 6

- 如图 7 所示, 在水平面上质量为 10 kg 的物体 A

拴在一被水平拉伸的弹簧的一端, 弹簧的另一端固定在小车上。当它们都处于静止状态时, 弹簧对物体的弹力大小为 3 N 。若小车以 $a=0.5\text{ m/s}^2$ 的加速度水平向右匀加速运动时可能出现的情况是 ()

- A. 物块 A 相对于小车仍然静止
B. 物块 A 受到的摩擦力方向不变
C. 物块 A 受到的摩擦力变小
D. 物块 A 受到弹簧的拉力将增大

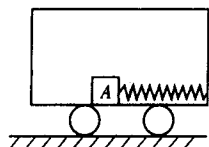


图 7

3. 如图 8 所示, 放在水平地面上的长木板 B 长为 1 m , 质量为 $m_B=2\text{ kg}$, B 与地面之间的动摩擦因数为 $\mu_1=0.2$, 一质量为 $m_A=3\text{ kg}$ 的小铅块 A 放在 B 的左端, A、B 之间的动摩擦因数为 $\mu_2=0.4$ 。当 A 以 $v_0=3\text{ m/s}$ 的初速度向右运动之后, 求最终 A 对 B 的位移。

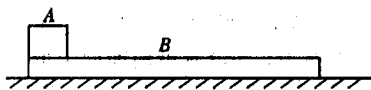


图 8

→ 参考答案

1. 【解析】当 A 以加速度 a_0 向右加速运动时, 弹簧 C “恰能”保持原长 L_0 不变, 可知 A 对 B 的最大静摩擦力刚好等于 ma_0 , 增大加速度时, 摩擦力不能提供物体 B 加速运动的合外力, B 将相对于 A 向左滑动, 弹簧被拉伸, 此时 B 所受的摩擦力仍为 ma_0 。

【答案】 $m(a-a_0)/k$

2. AC. 【解析】系统处于静止时, 弹簧对物体的弹力大小为 3 N , 可知物体所受的最大静摩擦力大于或者等于 3 N 。当小车向右匀加速运动时, 随速度的增大, 物体 A 所受的摩擦力先减小至零, 后反向增大, 达到最大静摩擦后, A 相对小车滑动, 弹簧的形变量发生变化。

3. 【解析】A 相对于 B 向右运动过程中, A 做匀减速运动, B 从静止开始向右做匀加速运动; 当两者达到共同速度时, 如果此后 AB 一齐运动, 共同加速度 $a=\mu_1 g=2\text{ m/s}^2$, A 运动需要提供的摩擦力 $F=m_A a=6\text{ N}$, 而 A、B 间的最大静摩擦力 $f_{\text{静max}}=\mu_2 m_A g=12\text{ N}$, 能提供所需的摩擦力。因此, 最终 A 和 B 一齐向右做匀减速运动直至停止。

【答案】 0.9 m

4. 受力分析的基本方法

有些物体受力很多, 造成在做受力分析时候往往容易出错, 所以必须按照一定的步骤来做。受力分析的一般步骤如下:

(1) 明确研究对象。研究对象可以是质点、结点、物体、物体系。

(2) 将研究对象从周围物体中隔离出来。

(3) 按照顺序分析物体受力。一般是先重力、后接触力(弹力、摩擦力)、其他场力(电场力、磁场力)。

(4) 正确画出受力图。若不考虑转动效果, 可以将力都平移到重心。

(5) 检验。看如此分析物体受力是否与运动状态相符。

→ 范例引导

如图 1 所示 A、B、C 三木块叠放在水平桌面上,

对 B 木块施加一个水平向右的恒力 F , 三木块共同向右匀速运动, 已知三木块的重力都是 G 。分别对三木块进行受力分析。

【解析】先从受力情况最简单的 A 开始分析, A 受力平衡, 竖直方向受向下的重力 G , B 对 A 的支持力 $F_{N1}=G$, 水平方向不受力, 如图 2 甲。然后依次向下分析, B 木块也

受力平衡, 竖直方向受三个力作用, 重力 G 、A 对 B 的压力 $F_{N1}'=G$ 、C 对 B 的支持力 $F_{N2}=2G$; 水平方向受两个力, 向右的恒力 F 和 C 对 B 的摩擦力 $f_{CB}=F$, 如图 2 乙所示。C 木块同样受力平衡, 竖直方向受三个力作用, 重力 G 、B 对 C 的压力 $F_{N2}'=2G$ 、桌面对 C 的支持力 $F_{N3}=3G$; 水平方向受两个力, B

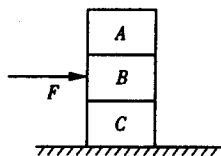


图 1

对C水平向右的静摩擦力 $f_{BC}=F$ ，桌面对C的摩擦力 $f_{\text{桌}C}=F$ ，如图2丙所示。

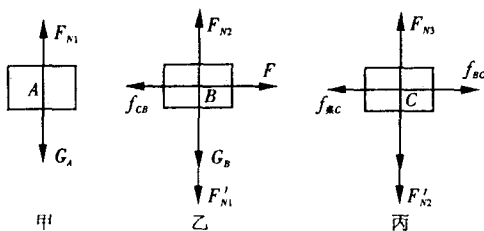


图2

名师小结

(1)例题对物体进行受力分析时是采用隔离法分析的。进行分析时采取先易后难，所以自上而下依次分析。

(2)对某个物体受力分析，一般先根据力的性质去分析。首先确定重力，再从和它接触的物体上找是否存在摩擦力和弹力，对于不易确定的，再根据运动情况，利用平衡条件或牛顿第二定律分析。

误区点拨

例题最容易出错是A物体的受力分析，认为有向右运动的趋势，所以受到B对A的向左的摩擦力，这是错误的。假设物体受到这样一个力，物体受力不平衡，不会处于静止状态，这与已知是矛盾的。所以物体不受摩擦力。

反馈训练

- 如图3所示，A、B、C三木块叠放在水平桌面上，在A上面再加一个作用力 F ，则C物体受到竖直向下的作用力除自身的重力之外还有 ()
A. 1个力 B. 2个力
C. 3个力 D. 4个力

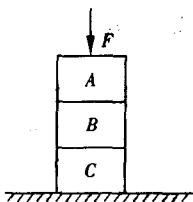


图3

- 分析图4中A物体的受力情况

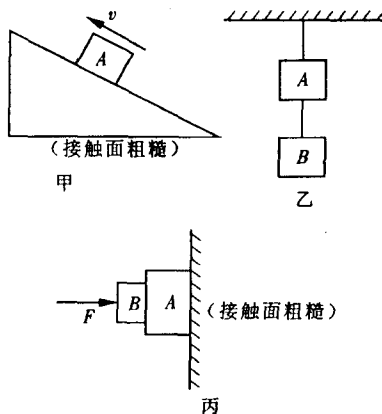


图4

参 考 答 案

- A. 【解析】将C隔离开，竖直方向受到B给C的压力，地面给C竖直向上的支持力，地球给C的重力，不能认为 F 经A、B传给了C，故除重力外，还有B对C的压力是竖直向下，即选A。
- 【解析】甲图：将A物体隔离开，受到竖直向下的重力，垂直斜面向上的斜面对A的支持力，沿斜面向下的摩擦力，并没有沿斜面向上的外力 F ，也就是说物体沿斜面向上运动并不一定受到向上的力。
乙图：将A物体隔离开，受到竖直向下的重力，上面绳对A向上的拉力，下面绳向下的拉力，注意A物体受到向下的力并不是B物体的重力。
丙图：A物体共受5个力的作用。竖直向下的重力，B对A向右的压力，B对A向下的静摩擦力（由于B静止，B受向下的重力和A对B向上的摩擦力而平衡，根据牛顿第三定律B对A的摩擦力应该是向下的），墙对A向左的支持力和墙对A向上的摩擦力。

5. 求解物体平衡的常用方法讨论(一)

所谓平衡问题是指物体处于静止或匀速直线运动状态，平衡的条件是物体所受合力为零(或 $F_{\text{合}x}=0$ ， $F_{\text{合}y}=0$)，求解物体平衡问题可以有多种方法。

范 例 引 导

如图1所示，悬线AO与天花板的夹角为 60° ，悬线OB水平，电灯的重力为 $G=20\text{ N}$ ，电灯处于静止状态。求悬线AO和BO的拉力 F_A 和 F_B 。

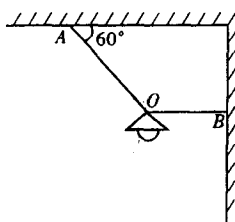


图 1

【解析】解决此类物体平衡问题有多种方法，具体如下：

方法一：力的合成

灯受力分析如图 2，由于灯处于静止灯所受合力为零，所以 F_A 和 F_B 的合力 F 与重力的大小相等方向相反，即 $F=20\text{ N}$ 。

根据平行四边形定则

$$F_A = F / \sin 60^\circ = 23.09\text{ N}$$

$$F_B = F / \tan 60^\circ = 11.54\text{ N}$$

方法二：正交分解

沿水平与竖直方向建立直角坐标系，将不在坐标轴上的力分解到坐标轴上，如图 3。

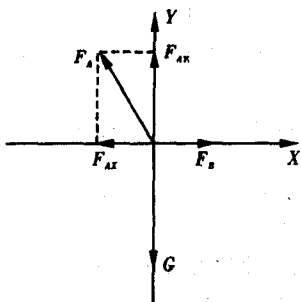


图 3

列方程得：

$$\begin{cases} F_{AY} - G = 0 \\ F_B - F_{AX} = 0 \\ F_{AX} = F_A \cos 60^\circ \\ F_{AY} = F_A \sin 60^\circ \end{cases}$$

解得： $F_A = 23.09\text{ N}$

$$F_B = 11.54\text{ N}$$

方法三：矢量三角法

物体受三个力而平衡，那么物体所受的力一定能组成首尾相接的封闭的三角形，如图 4，解三角形得：

$$F_A = G / \sin 60^\circ = 23.09\text{ N}$$

$$F_B = G / \tan 60^\circ = 11.54\text{ N}$$

【答案】 $F_A = 23.09\text{ N}$ $F_B = 11.54\text{ N}$

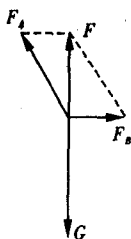


图 2

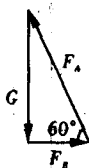


图 4

名师小结

(1) 用力的合成方法解决平衡问题适用于受力比较简单，若物体受力情况较复杂，用此种方法解决起来较困难。

(2) 正交分解法解决物体平衡问题没有任何限制条件，此种方法是最基本的解决平衡问题的方法，可以解决任何平衡问题。

(3) 矢量三角法解决平衡问题既简单又直观，尤其在解决动态平衡问题的时候应用更多。但是这种方法只适用于物体受三个力而平衡的情况且最好有一个直角。

(4) 若遇到两个或两个以上的物体平衡时称为连接体问题，在选择研究对象时可以选择整个物体系为研究对象，物体间的力为内力就不用再分析了，也可选单个物体为研究对象。此方法称为“整体、隔离法”。

隔离法：为了弄清系统(连接体)内某个物体的受力和运动情况，一般可采用隔离法。

整体法：当只涉及研究系统而不涉及系统内部某些物体的力和运动时，一般可采用整体法，整体法只是在研究对象的选择上有所不同，在解题时依然可用以上三种方法。

隔离法和整体法常常需要交叉运用，从而优化解题思路和方法，使解题思路简洁明快。

反馈训练

- 如图 5 所示，在宽为 20 m 的小河中央有一只小船，在岸上用两根长各为 26 m 的绳子拉船匀速行驶，若绳的拉力均为 1300 N，可知木船的阻力为 ()

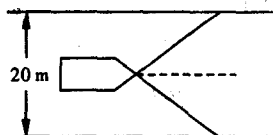


图 5

- 1200 N
 - 1300 N
 - 2400 N
 - 2600 N
- 如图 6 所示，将质量为 m 的物体置于固定的光滑斜面上，斜面的倾角为 θ ，水平恒力 F 作用在物体上处于静止状态。则物体对斜面的压力大小可以表示为(重力加速度为 g) ()

- $mg \cos \theta$
 - $F / \sin \theta$
 - $\sqrt{F^2 + (mg)^2}$
 - $mg \cos \theta + F \sin \theta$
- A. 只有②③正确 B. 只有③④正确