



我们倡导的是：
以高考的眼光来对待平时每一课程的学习！

新**双测**好题

XIN HUANGGE HAOTI

高中物理综合能力训练

- 精讲精练丛书
- JINGJIANG JINGLIAN CONGSHU

总主编 徐延觉 纪耀明
江苏省著名重点中学特高级教师 编写
东北师范大学出版社





WUANGGE HAOTI

高中物理综合能力训练

■ **2010年10月10日** 星期四
 ■ **2010年10月10日** 星期四



新双测好题

KIN HUANGCE HAOTI

高中物理综合能力训练

■ 精讲精练丛书
■ JINGJIANG JINGLIAN CONGSHU

总主编 徐延觉 纪耀明
江苏省著名中学特高级教师 编写
东北师范大学出版社·长春



图书在版编目(CIP)数据

新双测好题. 高中物理综合能力训练/卜美平, 杨清华主编. —长春: 东北师范大学出版社, 2004.6
ISBN 7-5602-3690-1

I. 新... II. ①卜... ②杨... III. 物理课—高中—习题 IV.G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 025677 号

☐责任编辑: 王红娟 ☐责任校对: 张 新
☐封面设计: 唐峻山 ☐责任印制: 栾喜湖

东北师范大学出版社出版发行

长春市人民大街 5268 号 (130024)

电话: 0431—5695744 5688470

传真: 0431—5695734

网址: <http://www.nenup.com>

电子函件: sdcbs@mail.jl.cn

广告许可证: 吉工商广字 2200004001001 号

东北师范大学出版社激光照排中心制版

延边新华印刷有限公司印装

吉林省延吉市河南街 30 号 (133001)

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 12.25 字数: 384 千

印数: 00 001 — 20 000 册

定价: 12.50 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 可直接与承印厂联系调换

《新双测好题》对您说：

●《好题》透视高考——让您知己知彼，百战不殆！

高考不同于平时的学习测试，也不同于毕业会考，因为高考毕竟是选拔性的考试，高考试题的难度和覆盖面，测试的角度和形式，足以令每个考生心生踌躇。本丛书“试题抽样”栏目把历年高考试题按知识点归位，条分缕析，便于您在系统复习的同时，了解高考，把握高考，消除畏惧，提升信心。

《好题》倡导：以高考的眼光对待平时每一课程的学习！《好题》在详解细剖高考试题的同时，为更多的高一、高二学生提供了一种学习方法，即以高考命题者的眼光来审视所学内容，这样，您的学习效果必定超越以往，超越他人！

●《好题》双测双赢——助您题海淘金，游刃有余！

俗话说“百炼出精钢”。但学生的时间是宝贵的，“题海”战术是不可取的。基于此，《好题》为您精心设计了“单元测试+综合测试”的最佳“二级跳”模式：“单元测试”对知识点各个击破，围歼难点、疑点、盲点；“综合测试”整合能力，为您进行高考热身。

《好题》通过双测助您双赢——赢得时间，赢得分数！

●《好题》强势阵容——令您受益匪浅，信心百倍！

作者权威：我们特别聘请教育强省江苏省南京市著名重点中学的特级、高级教师，结合他们的教学经验和感受，在分析历年来高考试题的基础上编写《好题》，所有参编作者均有带过高三两轮以上的经历，教学与指导复习的经验相当丰富。

内容适用：《好题》各科均仿照近年高考试题对知识能力的要求、试题题型功能、试题结构及命题趋向，在逐章节独立训练的基础上，适当增加综合内容，提高难度，以适应高考对学生综合能力的考查要求，训练学生的基本知识和技能，增强学生的应试能力。

好马配好鞍，良师伴您行！

编 委 会

《新双测好题》编委会

王栋生	南京师范大学附属中学特级教师	曹云军	南京师范大学附属中学高级教师
徐志伟	南京师范大学附属中学高级教师	李 柯	南京市第一中学高级教师
叶国华	南京市中华中学高级教师	卜美平	南京师范大学附属中学高级教师
纪耀明	南京师范大学附属中学高级教师	杨清华	江苏省教育学院附属中学高级教师
董林伟	南京师范大学附属中学江宁分校高级教师	鞠 和	南京师范大学附属中学高级教师
徐延觉	南京师范大学附属中学高级教师	丁志兴	南京师范大学附属中学高级教师
杨应国	南京市第一中学高级教师	张苏皖	南京师范大学附属中学高级教师
程 鸣	南京师范大学附属中学高级教师	葛翠兵	南京师范大学附属中学高级教师
贺东亮	南京外国语学校高级教师	沈翠华	南京市中华中学高级教师
陈一之	南京市中华中学高级教师		

《新双测好题》撰稿人

卜美平	蔡文锁	蔡 蕾	常 虹	曹云军	巢丽敏	陈汇祥	陈金贵	陈明刚	陈素芳	陈一之
陈玉洁	程 鸣	丁志兴	董林伟	高卫云	高 敏	葛翠兵	葛 玮	顾 萍	龚修森	龚国祥
韩宏兵	韩 晖	郝 彧	何炳均	何丽延	贺东亮	霍晓华	纪耀明	蒋子文	鞠 和	兰松斌
李建华	李韦唯	李 柯	刘纯晓	刘少青	刘晓影	刘梓涛	刘 畅	路 宽	吕 莉	倪 峰
欧朝虹	潘永志	潘 丹	庞 然	骈小荣	祁龙云	钱汉平	石贤彬	施 江	沈翠华	孙 娴
汤春妹	汪洋洋	汪永亮	王栋生	王小平	王 雷	王 峰	王 惟	吴国锋	夏 青	夏 群
夏 涛	夏 雁	谢嗣极	徐延觉	徐志伟	严龙文	姚玉琴	杨清华	杨 军	杨应国	杨 弟
叶国华	叶伟国	叶 红	叶 蕾	张海明	张苏皖	张娴婕	张跃红	张征燕	张 蕾	张 南
张 茹	张 云	周春梅	周德根	周琦峰	周 斌					

《新双测好题》编辑群

才广林 王红娟 历杏梅 石 斌 曲春波 汲 明 张利辉 郑东宁 侯文富 薛红梅

目 录

第一章 力 物体的平衡	1
1 力 常见的三种力	1
2 力的合成和分解	4
3 物体的平衡	7
4 综合测试	9
第二章 直线运动	11
1 描述运动的基本物理量	11
2 匀变速直线运动的规律	14
3 自由落体运动和竖直上抛运动	18
4 综合测试	20
第三章 牛顿运动定律	22
1 牛顿运动定律	22
2 牛顿运动定律的应用	26
3 综合测试	32
第四章 曲线运动 万有引力定律	35
1 曲线运动 运动的合成和分解	35
2 平抛运动	37
3 匀速圆周运动	38
4 万有引力定律	41
5 综合测试	43
第五章 动 量	45
1 动量 动量定理	45
2 动量守恒定律及其应用	49
3 综合测试	54

第六章 机械能	57
1 功 功和能 动能定理	57
2 重力势能 机械能守恒定律	62
3 综合测试	68
第七章 机械振动和机械波	70
1 简谐运动	70
2 单 摆	73
3 振动的能量、受迫振动和共振	75
4 机械波	76
5 综合测试	79
第八章 分子动理论 热和功 气体状态参量	81
1 分子动理论	81
2 热和功 气体的状态参量	83
3 综合测试	85
第九章 电 场	87
1 库仑定律 电场强度 电场线 静电屏蔽	87
2 电势差 电势 等势面 电势差与电场强度的 关系	92
3 电容器 电容	95
4 带电粒子在电场中的运动	97
5 综合测试	100
第十章 恒定电流	102
1 电流 电阻 半导体 超导现象	102
2 电功 电热 电功率	104
3 闭合电路欧姆定律	106
4 电路的分析和计算	108
5 电压表和电流表 伏安法测电阻 多用表的 使用	111
6 电学实验	114
7 综合测试	117
第十一章 磁 场	118
1 磁场、磁感线、磁感应强度	118
2 安培力 左手定则	119
3 洛伦兹力 带电粒子在匀强磁场中的运动	122
4 带电粒子在复合场中的运动	125
5 综合测试	128

第十二章 电磁感应	130
1 磁通量、楞次定律	130
2 法拉第电磁感应定律、自感现象	133
3 电磁感应中的综合问题	138
4 电磁感应中的图像	141
5 综合测试	143
第十三章 交变电流 电磁场和电磁波	145
1 交变电流的变化规律	145
2 理想变压器 电能的输送	148
3 电磁场和电磁波	151
4 综合测试	152
第十四章 光的反射和折射 光的本性	153
1 光的直线传播 光的反射 平面镜	153
2 光的折射 全反射 光的色散	157
3 光的干涉和衍射	161
4 光的电磁说 光的偏振 激光	165
5 光电效应 光的波粒二象性	168
6 综合测试	170
第十五章 原子 原子核	172
1 原子的核式结构 原子核	172
2 玻尔理论 能级 物质波	174
3 原子核的组成 核能	175
4 综合测试	180
参考答案	182

第一章 力 物体的平衡

1 力 常见的三种力

1.1 力 重力 弹力

●重点细说

1. 力

力是物体间的相互作用。

(1) 意义：物质性——力不能离开物体而存在（施力物体与受力物体同时存在）。

相互性——力是物体与物体间的相互作用。

(2) 矢量：既有大小，又有方向。

(3) 力的图示：用带箭头的线段表示并体现三要素（大小、方向和作用点）。

(4) 单位：N。

(5) 力的作用效果：使作用双方产生形变或加速度。

2. 重力

重力是地球对物体的万有引力的一个分力，另一个分力提供物体随地球自转的向心力，因此重力不一定等于万有引力。

大小： $G=mg$ ；方向：竖直向下；作用点：重心。

重力是物体在地球表面附近所受到的地球对它的引力。

3. 弹力

两个相互接触的物体由于发生弹性形变而要恢复原来形状所产生的力。

弹力产生的条件：直接接触，弹性形变。

弹力的大小：与形变量有关，形变越大，弹力越大。

特例——弹簧（胡克定律）： $F=kx$ 。

方向：始终跟使物体发生形变的外力的方向相反。

●难点剖析

根据弹力产生的条件判断弹力是否存在时，首先要看物体是否直接接触。不易断定物体是否发生弹性形变时，可以用假设法判断。假设把跟研究对象相接触的物体撤去，若研究对象状态改变，则该物体与研究对象之间一定有弹力作用；若研究对象仍保持原来的状态不变，则该物体与研究对象之间无弹力作用。

●例题详解

例题 如图 1-1 所示， a ， b ， c 为三个物块， M ， N 为两个轻质弹簧， R 为跨过光滑定滑轮的轻绳，若它们处于平衡状态，下列说法正确的是（ ）。

- A. 有可能 N 处于拉伸状态， M 处于压缩状态
- B. 有可能 N 处于压缩状态， M 处于拉伸状态
- C. 有可能 N 处于不伸不缩状态， M 处于拉伸状态
- D. 有可能 N 处于拉伸状态， M 处于不伸不缩状态

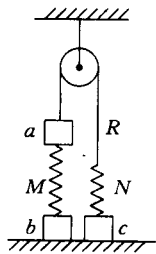


图 1-1

解析：对弹簧 N ：上端连接的是轻绳，只能拉不能压，所以 N 只能处于拉伸状态。对弹簧 M ：上端连接的是物块 a ，当物块 a 受到的重力与绳子的拉力大小相等时， M 处于不伸不缩状态；当物块 a 受到的重力大于绳子的拉力时， M 处于压缩状态。

答案：A、D。

总结评述：轻绳只能承受拉力；轻弹簧既可以承受拉力，也可以承受压力。

● 试题抽样

例 1 有一批记者乘飞机从上海到西藏旅游，他们托运的行李与在上海比较，质量将_____，所受的重力将_____。（填“变大”、“不变”或“变小”）

（2002 年上海春季卷）

解析：物体（行李）的质量是指物体所含物质的多少，与地理位置和高度无关。物体的重力与高度有关，高度越高，重力越小。

答案：不变；变小。

总结评述：题目设计的是从上海到西藏，应考虑到高度的变化。

例 2 如图 1-2 所示， S_1 和 S_2 是两根相同的轻弹簧，劲度系数为 $k=4 \times 10^2 \text{ N/m}$ ，悬挂的重物的质量分别为 $m_1=2 \text{ kg}$ ， $m_2=4 \text{ kg}$ 。若不计弹簧质量，取 $g=10 \text{ m/s}^2$ ，则平衡时弹簧 S_1 和 S_2 的伸长量分别为（ ）。

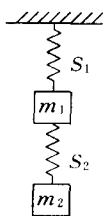


图 1-2

- A. 5 cm, 10 cm B. 10 cm, 5 cm
C. 15 cm, 10 cm D. 10 cm, 15 cm

（2001 年北京、安徽春季卷）

解析：轻弹簧 S_1 和 S_2 均处于拉伸状态，应用胡克定律可求出结果。对 m_1 和 m_2 整体： $kx_1 = (m_1 + m_2)g$ ， $x_1 = 15 \text{ cm}$ ；对 m_2 ： $kx_2 = m_2g$ ， $x_2 = 10 \text{ cm}$ 。

答案：C。

总结评述：解决弹簧问题时必须判断弹簧的形变情况：一是弹簧如何形变（拉伸还是压缩）；二是弹簧形变量之间的几何关系。

1.2 摩擦力

● 重点细说

1. 摩擦力

相互接触的物体有相对运动或有相对运动的趋势时，在接触面间产生的阻碍物体相对运动的作用力叫做摩擦力。

2. 摩擦力产生的条件

- (1) 两物体之间的接触面不光滑；
- (2) 两物体要有相互挤压，即两物体之间有正压力；
- (3) 两物体之间有相对运动或相对运动的趋势。

说明：以上三个条件缺少任意一个都不会产生摩擦力。

3. 摩擦力的大小

在确定摩擦力的大小之前，必须先分析物体所处的状态，判断物体受到的是滑动摩擦力还是静摩擦力。

(1) 静摩擦力的大小：随着相对运动趋势的增大，静摩擦力逐渐增大，但不能一直增大。静摩擦力的大小介于零和最大静摩擦力之间，一般应根据物体的运动状态（静止、匀速运动或加速运动），利用平衡条件或动力学方程求解。

(2) 滑动摩擦力的大小：应根据公式 $F = \mu F_N$ 计算，其中 μ 叫做动摩擦因数，它跟两物体的材料和接触面的粗糙程度有关； F_N 是接触面间的正压力，垂直于接触面，与物体的重力不同。

4. 摩擦力的方向

沿接触面的切线方向，并与物体相对运动方向或相对运动趋势方向相反。

注意：是相对运动或相对运动趋势方向，不是运动方向或运动趋势方向。

● 难点剖析

1. 判断两个物体相对静止或相对运动的方法

选这两个物体中的一个作为参照物，若另一个物体相对参照物不动，则这两个物体相对静止；若另一个物体相对参照物运动，则这两个物体做相对运动。

2. 判断静摩擦力方向的方法

(1) 假设法：首先假设两物体的接触面光滑，若两物体不发生相对运动，说明它们原来没有相对运动趋势，也没有静摩擦力；若两物

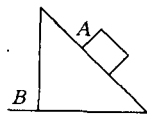


图 1-3

体发生相对运动,说明它们原来有相对运动趋势,并且原来相对运动趋势的方向跟假设接触面光滑时相对运动的方向相同,然后根据静摩擦力的方向与物体相对运动趋势的方向相反确定静摩擦力的方向.如图1-3所示,物体A静止在斜面B上,B固定在水平地面上,要判断A所受静摩擦力的方向,可以假设A和B的接触面光滑,这时A相对B沿斜面向下滑动,即原来静止时A相对B运动趋势的方向沿斜面向下,所以A所受静摩擦力的方向沿斜面向上.

(2)平衡法:根据二力平衡条件可以判断静摩擦力的方向.

3. 摩擦力可以是阻力,也可以是动力



例如水平飞行的子弹射入静止在平台上的木块中时,如图1-4所示,木块对子弹的摩擦力是阻力,阻碍子弹的运动;子弹对木块的摩擦力是动力,使木块加速运动.故摩擦力并不一定阻碍物体的运动,但摩擦力一定阻碍物体间的相对运动.

图1-4

●例题详解

例1 如图1-5甲所示,物块ABC的质量为 m ,横截面为直角三角形, $\angle ABC=\alpha$,AB边靠在竖直墙面上, F 是垂直于斜边BC的推力.现物块静止,则摩擦力的大小为_____.

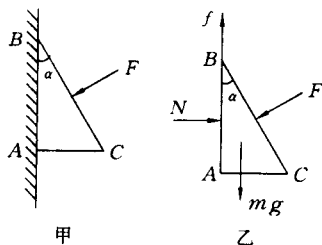


图1-5

解析:物块静止,所以所受的摩擦力为静摩擦力,可由竖直方向的方程解得.物块ABC的受力如图乙所示,竖直方向有 $f=mg+F\sin\alpha$.

答案: $mg+F\sin\alpha$.

总结评述:在求摩擦力时,首先要判断是滑动摩擦力还是静摩擦力.

例2 如图1-6所示为皮带运输机,当传送带把物块匀速送往高处时,物块所受摩擦力的方

向().

- A. 沿传送带向下
- B. 沿传送带向上
- C. 因物体匀速运动,所以摩擦力为零
- D. 摩擦力的方向与传送带运行速度大小有关,故无法判断

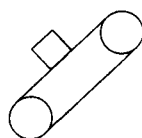


图1-6

解析:利用假设法分析.

如果物块不受摩擦力作用,仅受重力和弹力作用,二力不可能平衡,物块也不会匀速上升,所以必定受摩擦力.物块相对传送带的运动或运动趋势方向沿传送带向下,故摩擦力方向沿传送带向上.

答案:B.

●试题抽样

例题 如图1-7所示,物体A、B和C叠放在水平桌面上,水平力 $F_b=5\text{ N}$ 和 $F_c=10\text{ N}$ 分别作用于物体B和C上,A、B和C仍保持静止.以 f_1 、 f_2 、 f_3 分别表示A与B、B与C、C与桌面间的静摩擦力的大小,则().

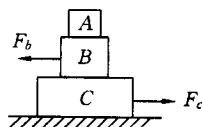


图1-7

- A. $f_1=5\text{ N}$, $f_2=0$, $f_3=5\text{ N}$
- B. $f_1=5\text{ N}$, $f_2=5\text{ N}$, $f_3=0$
- C. $f_1=0$, $f_2=5\text{ N}$, $f_3=5\text{ N}$
- D. $f_1=0$, $f_2=10\text{ N}$, $f_3=5\text{ N}$

(2002年江苏卷)

解析:A与B之间无相对滑动趋势,故 $f_1=0$;根据物块B水平方向的平衡条件可判定 $f_2=5\text{ N}$;再分析C的平衡条件,则得出 $f_3=5\text{ N}$.即选项C正确.

答案:C.

总结评述:物块A的受力情况最简单,故从A入手,逐一判断.

●单元测试

一、选择题.

- 关于重心,下列说法正确的是().
 - A. 物体的重心一定在其几何中心
 - B. 重心是物体各部分所受重力的合力的作用点
 - C. 形状规则的物体的重心必在其几何中心上
 - D. 重心可能在物体上,也可能在物体外
- 如图1-8所示,重为 G 的均匀球放在互成 120° 角

的两光滑平面间，平面 ON 是水平的，球与 OM 面的接触点为 A ，与 ON 面的接触点为 B ，则球对 OM 的压力是()。

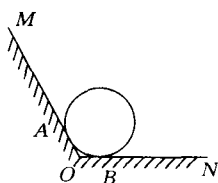


图 1-8

A. $\frac{\sqrt{3}}{2}G$ B. 0

C. $\frac{1}{2}G$ D. G

3. 如图 1-9 所示， C 是水平地面， A 和 B 是两个长方形物块， F 是作用在物块 B 上沿水平方向的力，物块 A 和 B 以相同的速度做匀速直线运动，由此

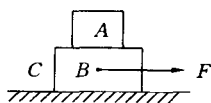


图 1-9

可知， A 、 B 间的动摩擦因数 μ_1 和 B 、 C 间的动摩擦因数 μ_2 有可能是()。

A. $\mu_1=0, \mu_2=0$ B. $\mu_1=0, \mu_2 \neq 0$

C. $\mu_1 \neq 0, \mu_2=0$ D. $\mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0$

4. 如图 1-10 所示，水平力 F 压着质量为 m 的物块，物块沿竖直墙壁下滑，物块与墙壁间的动摩擦因数为 μ ，则它与墙壁间的摩擦力为()。

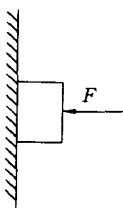


图 1-10

A. μmg B. mg

C. μF D. 0

5. 三个相同的支座上分别搁着三个

质量和直径都相等的光滑圆球 a, b, c ，支点 P 和 Q 在同一水平面上， a 球的重心 Q_a 位于球心， b 球和 c 球的重心 Q_b, Q_c 分别位于球心的正上方和球心的正下方，如图 1-11 所示，三球均处于平衡状态。若支点 P 对 a 球的弹力为 N_a ，对 b 球和 c 球的弹力分别为 N_b, N_c ，则()。

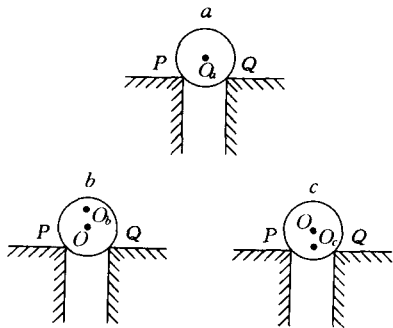


图 1-11

A. $N_a=N_b=N_c$

B. $N_b>N_a>N_c$

C. $N_b<N_a<N_c$

D. $N_a>N_b=N_c$

二、解答题.

6. 如图 1-12 所示，画出图中木杆 AB 受到的弹力。

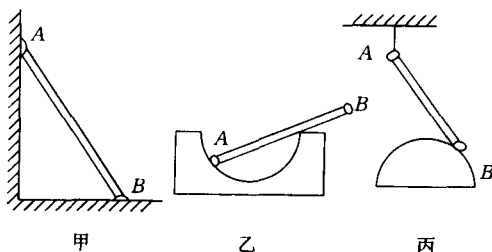


图 1-12

7. 一个轻弹簧下端挂重力为 5 N 的物体，弹簧伸长 0.6 cm ，要使弹簧伸长 1.5 cm ，应挂多重的物体？若改挂重为 1 kg 的物体，则弹簧的伸长量为多少？
8. 如图 1-13 所示，在 $\mu=0.2$ 的粗糙水平面上，有一质量为 10 kg 的物体以一定的速度向右运动，同时还有一水平向左的力 F 作用在物体上，其大小为 10 N ，求物体受到的摩擦力。

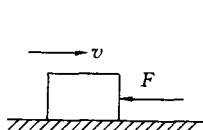


图 1-13

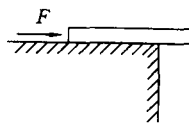


图 1-14

9. 一均匀长木板的质量为 m ，长为 l 。今用一水平推力推动木板，使其 $\frac{l}{3}$ 伸出水平桌面，如图 1-14 所示，若木板与桌面间的动摩擦因数为 μ ，则木板此时受到的摩擦力大小是多少？

2 力的合成和分解

●重点细说

1. 力的合成

求已知几个力的合力的过程叫力的合成。力的合成的结果唯一。

2. 力的分解

求一个已知力的分力的过程叫力的分解。力的分解的结果不唯一，要有附加条件，方可得唯一解。

3. 力的合成和力的分解互为逆运算。力的合成

和力的分解都遵从平行四边形定则。

●难点剖析

1. 等效性

力的合成与分解是一种等效思维，合力与分力作用在物体上产生的效果相同。合力是虚设的等效力，并非真实存在的力，合力和它的分力可以等效替代，但不能共存。

2. 同一性

只有同时作用在同一物体上的力才能合成。

3. 合成与分解的方法

(1) 解析法：利用直角三角形、三角函数、正弦定理及余弦定理求解。

(2) 正交分解法：选取坐标系应以简单为原则（在静力学问题中一般选力多的方向为一个坐标轴的方向，在动力学问题中一般选加速度方向为一个坐标轴的方向），且选用不同坐标系结果是相同的。

(3) 图解法：注意表示力的大小的标度的确定。

4. 一个力的分解有确定解的几种情况

(1) 已知合力和两个分力的方向，求两个分力的大小（有一组解）。

(2) 已知合力和一个分力的大小与方向，求另一个分力的大小和方向（有一组解）。

(3) 已知合力 F 、一个分力 F_1 的大小与另一个分力 F_2 的方向，求 F_1 的方向和 F_2 的大小（有一组解或两组解）。

●例题详解

例 1 关于合力和分力，下列说法正确的是（ ）。

- A. 合力的大小一定大于每个分力的大小
- B. 合力的大小至少大于其中的一个分力
- C. 合力的大小可以比两个分力都大，也可以比两个分力都小
- D. 合力的大小不可能与其中的一个分力相等

解析：因为两个力 F_1 和 F_2 的合力范围为 $|F_1 - F_2| \leq F_{\text{合}} \leq F_1 + F_2$ ，可见，合力可能比两个分力都大，也可能比两个分力都小，还可能比一个分力大，比另一个分力小，有时还可以与其中一个分力大小相等，甚至与两个分力都相等。

答案：C。

总结评述：合力和分力的关系符合平行四边形定则，不能简单地认为合力一定大于分力。合力的大小还与两个分力的夹角有关。

例 2 已知一个力 $F=100\text{ N}$ ，把它分解成两个力，其中一个分力 F_1 与 F 的夹角为 30° ，则另一个分力 F_2 的最小值为多少？

解析：已知合力的大小、方向和一个分力的方向，求另一个分力的最小值，可用图解法表示。

答案：如图 1-15 所示，过 F 的顶点作 F_1 方向的平行线，另一个分力由 O 点起，其末端必定在这条平行线上（这样才能符合平行四边形定则）。当 F_2 如图所示时，可知当 F_2 垂直于 F_1 时， F_2 有最小值 $F_{2\min}$ 。

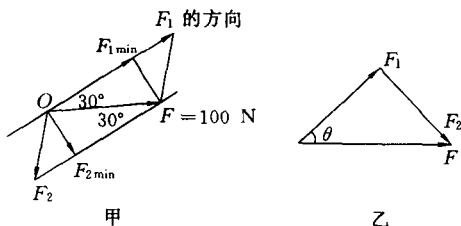


图 1-15

$$F_{2\min} = F \sin 30^\circ = 50\text{ N}.$$

总结评述：如用图解法， F_1 ， F_2 ， F 也可表示为三角形，如图乙所示。

例 3 有三个共点力 F_1 ， F_2 ， F_3 ，其中 $F_1 = 1\text{ N}$ ，方向正西， $F_2 = 1\text{ N}$ ，方向正北。若三个力的合力是 2 N ，方向正北，则 F_3 应是（ ）。

- A. 1 N ，东北
- B. 2 N ，正南
- C. 2 N ，东北
- D. $\sqrt{2}\text{ N}$ ，东北

解析：合力的方向与 F_2 的方向相同，说明 F_3 的一个分力一定与 F_1 大小相等，方向相反，另一个分力方向正北，大小为 1 N 。根据题意作图，如图 1-16 所示，有

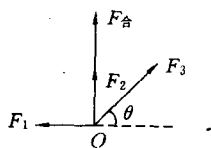


图 1-16

$$F_3 \cos \theta = F_1$$

$$F_3 \sin \theta + F_2 = F_{\text{合}}$$

$$\text{解得 } F_3 = \sqrt{2}\text{ N}, \theta = 45^\circ.$$

即 F_3 大小为 $\sqrt{2}\text{ N}$ ，方向东北。

答案：D。

●试题抽样

例 1 如图 1-17 所示，重物的质量为 m ，轻细

线 AO 和 BO 的 A, B 端是固定的, 平衡时 AO 是水平的, BO 与水平面的夹角为 θ , 则 AO 的拉力 F_1 和 BO 的拉力 F_2 的大小是()。

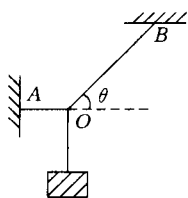


图 1-17

- A. $F_1 = mg \sin \theta$
- B. $F_1 = mg \cot \theta$
- C. $F_2 = mg \sin \theta$
- D. $F_2 = \frac{mg}{\sin \theta}$

(1997 年全国卷)

思路: 结点 O 受三个力: 向下的拉力, 大小为 mg , AO 的拉力 F_1 , BO 的拉力 F_2 。可以把其中两个力合成为一个力, 与第三个力大小相等; 也可以把其中一个力沿另外两个力的方向分解为两个力, 两两大小相等。

解法 1 (合成法): 将 mg 和 AO 的拉力 F_1 合成, 合力与 F_2 大小相等, 方向相反, 在一条直线上, 有 $F_1 = mg \cot \theta$, $F_2 = \frac{mg}{\sin \theta}$ 。

解法 2 (分解法): 将 BO 的拉力 F_2 沿 mg 的方向 (竖直方向) 和 AO 的拉力 F_1 的方向 (水平方向) 分解, 有 $F_2 \sin \theta = mg$, $F_2 \cos \theta = F_1$, 解得 $F_2 = \frac{mg}{\sin \theta}$, $F_1 = mg \cot \theta$ 。

答案: B, D。

例 2 如图 1-18 所示, 有一个直角支架 AOB, AO 水平放置, 表面粗糙, OB 竖直向下, 表面光滑。AO 上套有小环 P, OB 上套有小环 Q, 两环质量均为 m , 由一根质量可忽略且不可伸长的细绳相连, 并在某一位置

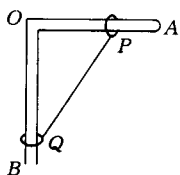


图 1-18

平衡。现将 P 环向左移一小段距离, 两环再次达到平衡。那么移动后的平衡状态和原来的平衡状态比较, AO 杆对 P 环的支持力 N 和细绳的拉力 T 的变化情况是()。

- A. N 不变, T 变大
- B. N 不变, T 变小
- C. N 变大, T 变大
- D. N 变大, T 变小

(1998 年上海卷)

解析: Q 环受绳的拉力 T 、重力 mg 和杆 OB 对它的正压力 N , 可将拉力 T 正交分解。如图

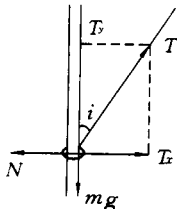


图 1-19

1-19 所示, $T \sin i = N$, $T \cos i = mg$, 所以 $T = \frac{mg}{\cos i}$ 。当角 i 由于 P 环左移而减小时, T 变小。把 P 和 Q 看成一个整体, AO 杆对 P 环的支持力 $N = 2mg$, 故不变。

答案: B。

总结评述: 本题在讨论细绳上的拉力 T 的时候, 隔离 Q 环; 在讨论 AO 杆对 P 环的支持力 N 的时候, 把 P 和 Q 看成一个整体。这种把整体法和隔离法结合起来的方法, 在解题时经常使用。

● 单元测试

一、选择题。

- 大小不变的力 F_1 和 F_2 的合力为 F , 则()。
A. 合力一定大于任一分力
B. 合力既可以等于 F_1 , 也可以等于 F_2
C. 合力有可能小于任一个分力
D. 合力随分力间夹角的增大而减小
- 用两根绳子吊起一重物, 使重物保持静止, 逐渐增大两绳之间的夹角, 在增大夹角的过程中, 两绳对重物拉力的合力将()。
A. 不变
B. 减小
C. 增大
D. 先减小后增大
- 有两个共点力, 一个是 20 N, 另一个是 F , 它们的合力是 50 N, 则 F 的大小可能是()。
A. 20 N
B. 40 N
C. 50 N
D. 80 N
- 如图 1-20 所示, a, b, c 三根绳子完全相同, 其中 b 绳水平, c 绳下挂一重物。若使重物加重, 则这三根绳子中最先断的是()。
A. a 绳
B. b 绳
C. c 绳
D. 无法确定

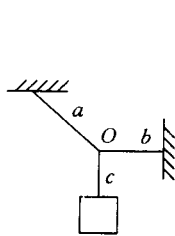


图 1-20

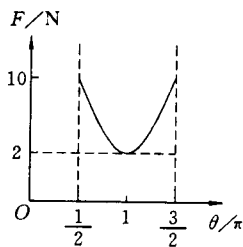


图 1-21

- 在研究共点力合成实验时得到如图 1-21 所示的合力 F 与两分力夹角 θ 的关系图线, 下列说法正确的是()。
A. $2 \text{ N} \leq F \leq 14 \text{ N}$
B. $2 \text{ N} \leq F \leq 10 \text{ N}$
C. 两分力大小分别为 2 N 和 8 N

D. 两分力大小分别为 6 N 和 8 N

6. 一个成人与一个小孩分别在河两岸沿河岸拉一条船前进, 大人的拉力为 $F_1 = 400$ N, 方向如图 1-22 所示 (小孩的拉力在图中未画出), 要使船在河流中平行河岸行驶, 则小孩对船施加的最小力的大小和方向分别为().

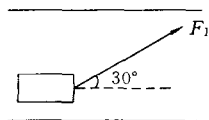


图 1-22

- A. 200 N, 垂直于河岸 B. 100 N, 垂直于河岸
C. 50 N, 垂直于河岸 D. 30 N, 垂直于河岸

二、解答题.

7. 六个共点力的大小分别为 1 N, 2 N, 3 N, 4 N, 5 N 和 6 N, 相互之间的夹角为 60° , 如图 1-23 所示, 求它们合力的大小和方向.

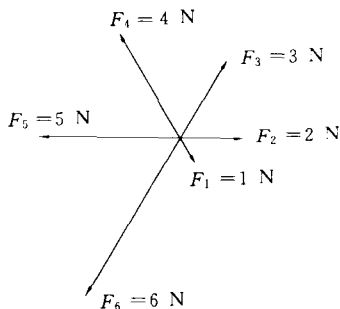


图 1-23

8. 物体受到三个力的作用, 其中两个力的大小为 5 N 和 7 N, 这三个力的合力的最大值为 21 N, 则第三个力的大小为多少? 这三个力的合力的最小值是多少?

3 物体的平衡

●重点细说

1. 静态平衡与动态平衡

所谓物体的平衡, 就是物体的运动状态不随时间而改变. 物体的平衡可以分为静态平衡和动态平衡两种. 物体对地球保持静止状态称为物体处于静态平衡; 物体对地球的运动速度 (或角速度) 不为零, 但保持不变, 则称物体处于动态平衡. 如物体做匀速运动, 绕过物体重心的轴匀速运动, 活塞在汽缸中缓慢运动, 以上都是动态平衡.

2. 共点力概念的扩展

几个外力, 若有共同的作用点, 则称为共点力.

这个概念还可以扩展到以下两种情况: (1) 物体所受几个外力的作用线相交于一点; (2) 当物体可以忽略自身的大小和形状, 即不考虑物体是否会转动的情况时, 也可以把物体所受外力视为共点力. 共点力必须是同时作用在同一物体上的力. 先后作用在同一物体或同时作用在不同物体上的力, 即使作用线相交于一点, 也不能称为共点力.

判断物体所受外力是否为共点力, 对于区分物体属于何种类型的平衡是很重要的.

3. 共点力作用下物体的平衡条件

(1) 三个共点力平衡条件的几种等效表述:

① 三个力的合力为零, 即 $F_{\text{合}} = 0$.

② 任意两个力的合力与第三个力大小相等, 方向相反, 作用在同一直线上.

③ 应用正交分解法: 物体在 x 方向的合力 $F_{\text{合}x} = 0$, 在 y 方向的合力 $F_{\text{合}y} = 0$.

④ 三个力矢量组成一个封闭三角形.

注意: 因为三个共点力平衡时三个力矢量一定组成一个封闭的三角形, 所以学会画出这个受力三角形, 往往是解决此类问题的关键.

(2) 多力 (n 个) 作用下物体的平衡条件的几种表述:

① n 个力的合力为零, 即 $F_{\text{合}} = 0$.

② $n-1$ 个力的合力与第 n 个力大小相等, 方向相反, 作用在同一直线上.

③ 应用正交分解法: 物体在 x 方向的合力 $F_{\text{合}x} = 0$, 在 y 方向的合力 $F_{\text{合}y} = 0$.

④ n 个力矢量组成一个封闭多边形.

注意: 多力 (n 个) 作用下物体的平衡问题, 经常应用正交分解法求解.

●难点剖析

解共点力作用下物体平衡问题的一般思路: 选择研究对象→进行受力分析→判别平衡类型→建立平衡方程.

这里所说的判别平衡类型, 是指三力平衡或多力平衡. 对于三个共点力的平衡问题, 一般是画出封闭的受力三角形, 然后根据平衡方程和几何关系 (如直角三角函数、勾股定理、相似三角形) 列出平衡方程; 对于多力作用下物体的平衡问题, 经常应用正交分解法求解, 即建立坐标系, 将各力在坐标系上正交分解后, 建立平衡方程. 不难看出, 解决此类问题的关键是分析研究对象的受力情况.

●例题详解

例 1 如图 1-24 所示, 用两根细绳系住一个小球, 绳 OA 与天花板的夹角 θ 不变. 当用手拉住绳 OB, 使绳 OB 由水平逆时针转向竖直的过程中, 绳 OB 的张力将如何变化?

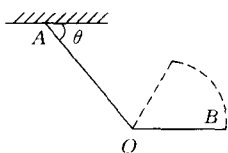


图 1-24

思路: 小球受到三个力的作用始终保持平衡状态, 其中重力 G 的大小和方向均不变, 绳 OA 张力 T_A 方向不变, 大小发生变化, 绳 OB 张力 T_B 大小和方向均发生变化. 本题可以根据共点力平衡条件求解.

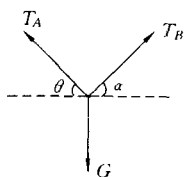


图 1-25

解法一: 设 OB 绳转到与水平方向夹角为 α , 作出小球受力情况, 如图 1-25. 根据力的正交分解, 得出小球在水平和竖直方向上的平衡条件.

$$\text{在水平方向 } T_A \cos \theta = T_B \cos \alpha$$

$$\text{在竖直方向 } T_A \sin \theta + T_B \sin \alpha = G$$

$$\text{联立解得 } T_B = \frac{G \cos \theta}{\sin(\alpha + \theta)}$$

由上式可知, 由于 θ 不变, 当 $\sin(\alpha + \theta) = 1$, 即 $\alpha + \theta = 90^\circ$ 时, T_B 有极小值. 于是可以判定, 当绳 OB 由水平逆时针转向竖直的过程中, OB 绳的张力 T_B 先减小后增大.

解法二: 用作图法来判断, 如图 1-26 所示.

小球受到三个力 G , T_A , T_B 作用始终处于平衡状态, 因此这三个力应该始终能构成一个封闭的三角形. 这三个力中, G 的大小和方向都不变,

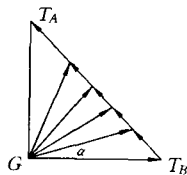


图 1-26

T_A 的方向确定, 当 α 角逐渐增大时, 从图中很容易看出, T_B 先减小后增大.

总结评述: 在讨论动态中的三力平衡问题时, 用图解法比较简便和直观, 避免了复杂的数学运算, 不容易出错. 应用图解法解决三个共点力作用下物体的动态平衡问题时, 三个力组成的矢量三角形中一定有两个定点, 而动点一定沿方向不变的力的作用线移动, 否则图解法不成立.

例 2 如图 1-27, 光滑半球固定在水平面上, 球心 O 的正上方固定一小定滑轮, 细线一端拴一小球 A, 另一端绕过定滑轮. 今将小球从图示的初位置

缓慢地拉至 B 点, 在到达 B 点前的过程中, 小球对半球的压力 N 及细线的拉力 T 的大小变化是().

- A. N 变大, T 变大
- B. N 变小, T 变大
- C. N 不变, T 变小
- D. N 变大, T 变小

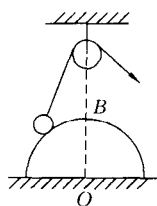


图 1-27

解析: 利用力的三角形与长度三角形相似求解. 小球受力如图 1-28 所示, 因小球缓慢移动, 所以所受合力为零, 作出 N 与 T 的合力 mg 的图示, 由平行四边形的一半, 即由 N , T , mg 构成一个封闭的力的矢量三角形. 由图看出, 力的矢量三角形

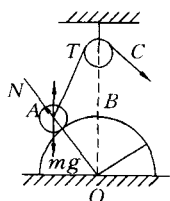


图 1-28

与 $\triangle AOC$ 相似, 即 $\frac{N}{OA} = \frac{mg}{OC} = \frac{T}{AC}$, 不难判断 N 不变, T 变小.

答案: C.

●试题抽样

例题 物体从高空下落时, 空气阻力随速度的增大而增大, 因此经过一段距离后将匀速下落, 这个速度称为此物体下落的终极速度. 已知球形物体速度不大时所受的空气阻力正比于速度 v , 且正比于球半径 r , 即阻力 $f = krv$, k 是比例系数. 对于常温下的空气, 比例系数 $k = 3.4 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{s/m}^2$, 已知水的密度 $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$. 试求半径 $r = 0.10 \text{ mm}$ 的球形雨滴在无风情况下的终极速度 v_r . (结果保留两位有效数字)

(2003 年江苏卷)

解析: 雨滴下落时受两个力作用: 重力, 方向向下; 空气阻力, 方向向上. 当雨滴达到终极速度 v_r 后, 两个力平衡. 用 m 表示雨滴的质量, 有 $mg - krv_r = 0$, 而 $m = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho$, 解得 $v_r = \frac{4 \pi r^2 \rho g}{3k} = 1.2 \text{ m/s}$.

总结评述: 雨滴达到终极速度 v_r , 即运动状态不再改变, 隐含了物体受力平衡的条件.

●单元测试

一、选择题.

- 如图 1-29 所示, AO , BO , CO 是三根完全相同的细绳, 将钢梁水平吊起, 若钢梁足够重时, 绳