



北京 名师导学

BEIJING MINGSHI DAOXUE

●北大附中 ●人大附中 ●清华附中 ●北师大附中

特级高级教师联合编写

●丛书主编 刘强

高考物理

知识要点专题解析

●基础网络

●纵横联系

●课外延伸

●考题预测

●综合训练

●考前提升

九州出版社

注重素質教育
培養一代新人

北京名師導學

費孝通



前言

目前市场上各式各样的教辅书汗牛充栋,数以万计,使得许多学生、家长甚至教师在选择教辅读物时举棋不定,难分良莠。我们认为,面临新世纪的教育大变革,应该在新的理念下重新审视传统的教学行为和教辅书的策划思路,在发展的前提下力求实用和创新。学生需要教辅,好的教辅是教材的一种延伸,它应该既能帮助学生消疑解惑,巩固所学知识,又能激活创新思维,大大提高学习效率。因此,本丛书的策划编写,我们严格遵循了以下规律:

知识—能力—应试 新的考试形式下,命题以能力立意为主,直接来自课本的知识考查越来越少。但由此造成的误区,是很多教师和学生忽视了基础知识的学习,过多地强调了试题的难度和知识挖掘的深度,这种舍本逐末的倾向在广大中学师生中占有相当大的比例,也由此带来了许多深刻的教训。我们认为,中学教育是基础教育,基础知识是能力测试的载体,知识和能力,二者互为依存,相辅相成,是一个有机的统一体。学生不具备扎实的基础知识,就不会有较强的学科能力。因此,丛书的编写十分注重基础知识的讲解,使学生在牢固掌握基础知识的前提下,实现能力的形成和迁移,再通过能力的强化和学习方法的点拨,使学生形成较强的应试能力,提高考试成绩。

知识编排的层次性 一般的教辅书,在使用对象的定位上,存在一定的误区,不论是知识讲解,还是训练题的设计,都存在着层次性不强,过深过难的现象。本丛书在编写思路的定位上,既强调对重点、难点、热点问题要讲深讲透,更强调知识结构的层次性,由易到难,由浅入深,由基础到提高,由知识到能力,讲究知识讲解、例题设计、训练编排的梯度性和层次性。这样,各个层次的学生、各种档次的学校、各种层次的班级都能在我们的书中找到自己需要的内容和位置。该思路符合目前中学阶段分层次教学、“因材施教”的教育理论,从而避免了中学教育只是面向少数优等生的“精英”教育,实现了教育资源配置的最大化。

贯彻学科渗透思想 国家进行新一轮基础教育课程改革,制定了义务教育新课程标准,其中一个目标就是改革课程结构过于强调学科本位、门类过多和缺乏整合的现状,重视课程的均衡性、综合性和选择性。本丛书的编写,力争使学生在复习过程中,贯彻落实学科渗透的思想,有意识地培养学生的综合创新思维能力。学科渗透不仅体现在同一学科不同知识类型之间的渗透,还体现在不同学科之间的渗透上。

我们殚精竭虑,愿意把最新的教科研成果和最高的策划理念奉献给广大参加中、高考的中学生朋友,以祝君一臂之力。但由于时间仓促,舛漏之处在所难免,恳请广大读者和专家朋友不吝赐教,如有宝贵意见或建议,可来信或来电与我们联系,我们将不胜感激。

编者

2003年7月

目 录

第一章 力 物体的平衡	(1)	第六章 机械能	(60)
第1节 力的概念 重力 弹力 摩擦力	(1)	第1节 功 功率	(60)
第2节 物体的受力分析 力的合成 与分解	(3)	第2节 动能 动能定理	(62)
第3节 共点力作用下物体的平衡	(5)	第3节 机械能守恒定律	(64)
第4节 实验:长度的测量、探究弹力和弹簧伸 长的关系、验证力的平行四边形定则	(7)	第4节 动量和能量的综合应用	(67)
考前提升	(10)	第5节 实验:验证机械能守恒定律	(69)
第二章 直线运动	(12)	考前提升	(71)
第1节 描述运动的基本概念 匀速直线 运动	(12)	第七章 机械振动和机械波	(73)
第2节 匀变速直线运动	(14)	第1节 简谐运动 受迫振动 共振	(73)
第3节 自由落体和竖直上抛运动	(16)	第2节 机械波的概念及描述它的物理量	(77)
第4节 运动图象	(18)	第3节 波动图象的应用	(79)
第5节 实验:研究匀变速直线运动	(20)	第4节 波的现象、干涉、衍射、多普勒效应	(82)
考前提升	(23)	第5节 实验:用单摆测重力加速度	(85)
第三章 运动和力	(25)	考前提升	(88)
第1节 惯性 牛顿第一定律和牛顿第三 定律	(25)	第八章 热学	(91)
第2节 牛顿第二定律及其应用 超重和 失重	(26)	第1节 分子动理论 物体的内能	(91)
第3节 求解动力学问题的常用方法	(30)	第2节 热和功 热力学定律	(93)
考前提升	(33)	第3节 气体的状态和状态参量	(95)
第四章 曲线运动 万有引力	(35)	第4节 实验:用油膜法估测分子大小	(97)
第1节 曲线运动 运动的合成与分解	(35)	考前提升	(99)
第2节 平抛运动	(37)	第九章 电场	(101)
第3节 圆周运动	(39)	第1节 库仑定律	(101)
第4节 万有引力定律 人造卫星	(42)	第2节 电场强度 电场线	(102)
第5节 实验:研究平抛物体的运动	(43)	第3节 电势能、电势、电势差	(105)
考前提升	(47)	第4节 电容器、电容、带电粒子在电场中的 运动	(107)
第五章 动量	(49)	第5节 实验:用描迹法画出电场中平面上的等 势线	(109)
第1节 冲量和动量 动量定理	(49)	考前提升	(111)
第2节 动量守恒定律及简单应用	(51)	第十章 恒定电流	(113)
第3节 碰撞、爆炸、反冲类问题	(53)	第1节 基本概念和规律 串并联电路	(113)
第4节 实验:验证动量守恒定律	(55)	第2节 闭合电路的欧姆定律	(116)
考前提升	(58)	第3节 电阻的测量	(118)
		第4节 电路问题专题	(122)
		第5节 实验:测定金属丝的电阻率	(125)
		第6节 实验:描绘小灯泡的伏安特性曲线	(127)
		第7节 实验:把电流表改装成电压表	(129)
		第8节 实验:用电流表和电压表测电池的电动	

势和内阻	(131)	第十四章 光的反射和折射	(180)
第9节 实验:用多用电表探索黑箱内的电学元件		第1节 光的反射	(180)
练习使用示波器 传感器的简单应用 ...	(134)	第2节 光的折射、全反射	(183)
考前提升	(139)	第3节 棱镜 光的色散	(186)
第十一章 磁场	(142)	第4节 实验:测定玻璃的折射率	(188)
第1节 磁场及描述	(142)	考前提升	(190)
第2节 磁场对通电导线的作用	(144)	第十五章 光的本性	(192)
第3节 磁场对运动电荷的作用	(146)	第1节 光的干涉、衍射	(192)
第4节 带电粒子在复合场中的运动	(148)	第2节 光的电磁说 光的偏振 激光	(194)
考前提升	(152)	第3节 光电效应	(195)
第十二章 电磁感应	(154)	第4节 光的波粒二象性 物质波	(198)
第1节 感应电流的产生及方向判定	(154)	第5节 实验:用双缝干涉测光的波长	(199)
第2节 感应电动势的计算 自感	(156)	考前提升	(201)
第3节 电磁感应与力电综合	(160)	第十六章 原子 原子核	(204)
考前提升	(165)	第1节 原子结构 氢原子 能级	(204)
第十三章 交变电流 电磁场 电磁波 ...	(168)	第2节 天然放射现象	(206)
第1节 交变电流的产生和描述 电感和电容		第3节 核反应 核能	(208)
对交变电流的作用	(168)	考前提升	(211)
第2节 变压器 远距离输电	(171)	参考答案	(213)
第3节 电磁场 电磁波	(174)		
考前提升	(177)		

第一章 力 物体的平衡

第1节

力的概念 重力 弹力 摩擦力



基础网络

1 力的概念

(1)力的物质性:力是物体对物体的作用,离开物体,力是不存在的;

(2)力的相互性:施力物体同时也是受力物体,反之亦然;

(3)力的矢量性:力的三要素是大小、方向、作用点,通常用力的图示将力的三要素表示出来。

(4)力的分类:

按性质命名的力:重力、弹力、摩擦力、电场力等;

按效果命名的力:拉力、压力、动力、阻力、向心力等;

2 重力

(1)产生:由于地球吸引而使物体受到的力;

(2)大小: $G=mg$;

(3)方向:竖直向下,除赤道和两极外,重力的方向不指向地心;

(4)重心:重力的作用点,重心可能在物体上也可能在物体外。

3 弹力

(1)定义:发生弹性形变的物体,会对跟它接触的物体产生力的作用,这种力叫做弹力。

(2)产生条件:a. 直接接触;b. 发生弹性形变。

(3)方向:支持面的弹力方向,总是垂直于支持面指向受力物体;绳子拉力的方向沿绳且指向绳收缩的方向;

(4)大小:胡克定律:在弹性限度内,弹簧的弹力 F 跟弹簧伸长或缩短的长度 x 成正比。公式 $F=kx$, k 是弹簧的劲度系数,单位: N/m 。

4 摩擦力

(1)产生条件:a. 两物体间有弹力;b. 接触面粗糙;c. 两物体间有相对运动或相对运动趋势。

(2)方向:沿接触面切线方向,与物体相对运动或相对运动趋势的方向相反,与物体运动的方向可以相同也可以相反。

(3)大小:滑动摩擦力: $F=\mu F_N$; 其中 F_N 是正压力, μ 为动摩擦因数,无单位。

静摩擦力:可以在零和最大静摩擦力 F_M 之间取值,静摩擦力是一种被动力,与物体的受力和运动情况有关。求解静摩擦力的方法是用力学的平衡条件或牛顿运动定律。



纵横联系

5 有关重力的说明

说明 ①地球附近的物体都受到重力作用。②重力是由地球的吸引而产生,但不能说重力就是地球的吸引力。③重力的施力物体是地球。④在两极点时重力等于物体所受到的万有引力,在地球上其他位置时,重力不等于万有引力。⑤

在两极与在赤道上的物体,所受重力的方向指向地心。⑥如图 1-1 是地球表面上的物体所受重力的示意图。⑦重力的方向与当地的水平面垂直,即竖直向下,但不能说指向地心,也不能说永远不指地心。⑧重力的方向不受其他作用力的影响,与运动状态也没有关系。

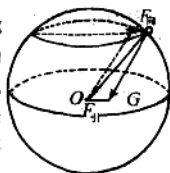


图 1-1

6 重心的确定

①质量分布均匀的物体的重心,只与物体的形状有关。形状规则的均质物体,它的重心就在物体的几何中心上。如:均匀直棒的重心,在棒的几何中心上。

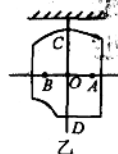
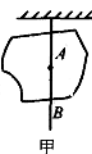


图 1-2

②质量分布不均匀的物体的重心与物体的形状、质量分布有关。③薄板形物体的重心,可用悬挂法确定(如图 1-2 甲、乙所示)。先在 A 点把板悬挂起来,物体静止时,物体所受的重力与悬绳的拉力在同一竖直线上,所以物体的重心一定在通过 A 点的竖直线 AB 上。然后在 C 点把物体悬挂起来,同理知,物体的重心一定在通过 CD 的竖直线上,则重心的位置一定是 AB、CD 的交点。

7 重力和万有引力的关系

当物体处在地球两极时,物体的重力与万有引力相等,在地球上其他位置,由于物体随地球自转,重力是万有引力的一个分力。重力在大小上小于等于地球对物体的万有引力的大小。

8 弹力是施力物体形变还是受力物体形变产生的?

答:弹力就是因为施力物体发生形变而给受力物体施加的力。

9 如何判定静摩擦力的方向

答:(1)根据“静摩擦力与物体相对运动趋势的方向相反”来判断。先利用“假设法”判断出物体相对运动趋势的方向,即先假定接触面光滑时,看两物体发生怎样的相对运动;

(2)根据物体的运动状态,用牛顿第二定律来判断;(3)利用牛顿第三定律来判断。



课外延伸

10 细绳、轻杆、轻弹簧产生弹力的区别

	方向	能否突变
细绳	沿着绳	能
轻杆	不一定沿杆	能
轻弹簧	沿着弹簧	不能

在其他星球表面上,物体亦受重力,此时公式 $G = mg$ 中的 g 则是该星球表面的重力加速度。如在月球表面 g 约为 1.6 m/s^2 。



考题预测

1. 夯实基础

例1 关于重力的说法正确的是()

- 重力的方向总是指向地心
- 重力的大小总是等于万有引力的大小
- 重力的大小可以用弹簧秤直接测量
- 重力的施力物体是地球

解析 答案选 C、D。

例2 如图 1-3 所示, A、B 两弹簧的劲度系数均为 KN/m , 两球所受重力均为 GN , 而弹簧的质量均不计, 则两弹簧的伸长长度之和为()

- $\frac{2G}{K} \text{ m}$
- $\frac{G}{K} \text{ m}$
- $\frac{3G}{K} \text{ m}$
- $\frac{G}{2K} \text{ m}$



图 1-3

解析 C. 对 B 有 $Kx_B = G$, $x_B = \frac{G}{K}$, 对 A 受三个力而平衡,

$$Kx_A = G + Kx_B = G + G = 2G, \therefore x_A = \frac{2G}{K}, \text{ 则 } x_A + x_B =$$

$$\frac{3G}{K}$$

例3 如图 1-4 所示, 一木块放在水平桌面上, 在水平方向共受三个力, F_1 、 F_2 和静摩擦力作用, 木块处于静止状态, 其中 $F_1 = 10 \text{ N}$, $F_2 = 2 \text{ N}$, 若撤去 F_1 , 则木块在水平方向受到合力为()

- 10 N 方向向左
- 6 N 方向向右
- 2 N 方向向左
- 零

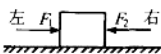


图 1-4

解析 D. 物体在水平方向受三力, F_1 、 F_2 以及静摩擦力的共同作用下静止, 则三力在水平方向上平衡, 因 $F_1 > F_2$, 地面对物体有水平向左的静摩擦力 8 N , 这样地面对物体的最大静摩擦力将不小于 8 N , 当 F_1 撤去后, 地面仍能施加 2 N 的静摩擦力与 F_2 平衡, 但此时静摩擦力的方向水平向右, 故物体仍处平衡状态, 其合力为零。

2. 更上层楼

例4 如图 1-5 所示, 小车上固定着一根弯成 α 角的曲杆, 杆的另一端固定一个质量为 m 的球, 试分析下列情况下杆对球的弹力的大小和方向: ①小车静止; ②小车以加速度 a 水平向右运动; ③小车以加速度 $a = g \tan \alpha$ 水平向右运动。

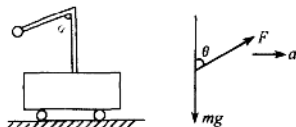


图 1-5

图 1-6

解析 ①根据物体平衡条件知, 杆对球产生的弹力方向竖直向上, 且大小等于球的重力 mg 。

②选小球为研究对象。假设小球所受弹力方向与竖直方向的夹角为 θ (图 1-6), 根据牛顿第二定律有 $F \sin \theta = ma$, $F \cos \theta = mg$ 。

$$\text{解得: } F = m \sqrt{g^2 + a^2} \quad \tan \theta = \frac{a}{g}.$$

③由②知 $F = m \sqrt{g^2 + a^2} = mg / \cos \alpha$,

$$\tan \theta = \frac{a}{g}, \theta = \alpha \text{ 即弹力方向沿杆向上。}$$

例5 长直木板的上表面的一端放有一铁块,

木板由水平位置缓慢向上转动 (即木板与水平面的夹角 α 变大), 另一端不动, 如图 1-7 所示, 写出木板转动过程中摩擦力与角 α 的关系式, 并分析随着角 α 的增大, 摩擦力怎样变化。 (设最大静摩擦力等于滑动摩擦力)

图 1-7

解析 物体受力分析如图 1-8 所示。

①转动较小角度时, 压力 $N' = N = mg \cos \alpha$ 较大, 最大静摩擦力较大, 而重力沿斜面向下的分力 $mg \sin \alpha$ 较小, 因此, 铁块受静摩擦力作用, 由力平衡条件知, 静摩擦力 $f_{\text{静}} = mg \sin \alpha$ 。显然, α 增大, $f_{\text{静}}$ 增大。

②随着 α 增大, 压力 $N' = N = mg \cos \alpha$ 减小, 最大静摩擦力减小, 而重力沿斜面向下的分力 $mg \sin \alpha$ 增大, 因此, 当角 α 超过某一值时, 重力沿斜面向下的分力, 大于最大静摩擦力, 铁块滑动, 则铁块受滑动摩擦力作用, 由 $f_{\text{滑}} = \mu N$ 知, $f_{\text{滑}} = \mu mg \cos \alpha$, α 增大, $f_{\text{滑}}$ 减小。 ($\alpha < 90^\circ$)

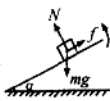


图 1-8

3. 高分突破

例6 把一重为 G 的物体用一个水平的推力 $F = kt$ (k 为恒量, t 为时间) 压在竖直的足够高的平整的墙上, 则在 $t = 0$ 开始所受的摩擦 f 随 t 的变化关系是图 1-9 中的哪一个? ()

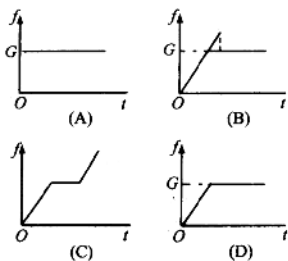


图 1-9

解析 B. 在开始一段时间内, 物体沿墙面向下滑, 则物体所受的摩擦力为滑动摩擦力, 且 $f_{\text{滑}} = \mu kt$, 当 $f_{\text{滑}} < G$ 时, 物体沿墙面加速下滑; 当 $f_{\text{滑}}$ 增至 G 时, 物体下滑的速度达到最大; 当 $f_{\text{滑}} > G$ 时, 物体沿墙面做减速运动; 当速度减至零时, 物体静止不再运动, 因为最大静摩擦力大于 G , 故物体所受的静摩擦力为 G .

例 7 一根大弹簧内套一根小弹簧, 大弹簧比小弹簧长, 小弹簧的一端平齐并固定, 另一端自由如图 1-10 甲所示, 当压缩此组合弹簧时, 测得力与压缩距离之间的关系图线如图 1-10 乙所示, 求这两根弹簧的倔强系数 k_1 和 k_2 .

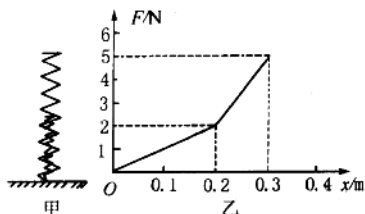


图 1-10

解析 由图乙可知: $0.2\text{m} \sim 0.3\text{m}$ 内图线的斜率 $\frac{\Delta F}{\Delta x}$ 比 $0 \sim 0.2\text{m}$ 内图线的斜率 $\frac{\Delta F}{\Delta x}$ 大, 可见压缩相同的距离, $0.2\text{m} \sim 0.3\text{m}$ 内增加的力比 $0 \sim 0.2\text{m}$ 内增加的力多, 说明在 $0 \sim 0.2\text{m}$ 内只有大弹簧发生了形变, 在 $0.2 \sim 0.3\text{m}$ 内大、小弹簧都发生了形变, 同时可得两弹簧处于原长时, 大弹簧比小弹簧长 0.2m .

根据题意, 当大弹簧的压缩量 $\Delta x_1 = 0.2\text{m}$ 时, 大弹簧的弹力 $F_1 = 2\text{N}$; 当大弹簧的压缩量 $\Delta x_2 = 0.3\text{m}$ 时, 大、小弹簧的弹力之和 $F = 5\text{N}$.

根据胡克定律可得

$$F_1 = k_1 \Delta x_1$$

$$F_2 = k_1 \Delta x_2 + k_2 (\Delta x_2 - \Delta x_1)$$

$$\text{代入数据得} \begin{cases} 2 = 0.2k_1 \\ 5 = 0.3k_1 + 0.1k_2 \end{cases} \text{解得} \begin{cases} k_1 = 10\text{N/m} \\ k_2 = 20\text{N/m} \end{cases}$$

第 2 节

物体的受力分析 力的合成与分解

基础网络

1 物体的受力分析

对物体进行受力分析是解决力学问题的关键, 是研究力学问题的重要方法, 受力分析的程序是: (1) 根据题意选取研究对象; (2) 把研究对象从周围物体中隔离出来. 一般先分析重力, 再分析接触力 (弹力、摩擦力等), 最后再分析其他场力 (电场力、磁场力等); (3) 每分析一个力, 都要想一想它的施力物体是谁, 避免“无中生有”. (4) 画完受力图后要进行定性检验, 看一看根据你画的受力图, 物体能否处于题目中所给的运动状态

2 力的合成与分解

(1) 合力与分力的关系是等效替代关系.

(2) 力的合成与分解都遵循平行四边形定则.

(3) 二力 (F_1 、 F_2) 合成的合力 (F) 的取值范围是

$$|F_1 - F_2| \leq F \leq (F_1 + F_2);$$

(4) 把一个已知力分解为两个互成角度的分力, 如果没有条件限制, 可以分解为无数对分力. 在实际问题中, 要根据力产生的实际作用效果或处理问题的方便来决定如何分解.



纵横联系

3 力的正交分解

在处理力的合成和分解的复杂问题上的一种较简便的方法——正交分解法.

求多个共点力的合成时, 如果连续运用平行四边形法则求解, 一般说来要求解若干个斜三角形, 一次又一次地求部分的合力的大小和方向, 计算过程显得十分复杂, 如果采用力的正交分解法求合力, 计算过程就简单多了.

正交分解法: 是把力沿着两个选定的互相垂直的方向分解, 其目的是便于运用普通代数运算公式来解决矢量的运算.

力的正交分解法步骤如下:

(1) 正确选定直角坐标系. 通常选共点力的作用点为坐标原点, 坐标轴方向的选择则应根据实际情况来确定, 原则是使坐标轴与尽可能多的力重合, 即是使需要向两坐标投影分解的力尽可能少. 在处理静力学问题时, 通常是选用水平方向和竖直方向的直角坐标. 当然在其他方向较为简便时, 也可选用.

(2) 分别将各个力投影到坐标轴上, 分别求 x 轴和 y 轴上各力的投影合力 F_x 和 F_y , 其中:

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots$$

(式中的 F_{1x} 和 F_{1y} 是 F_1 在 x 轴和 y 轴上的两个分量, 其余类推)

这样, 共点力的合力的大小可由公式: $F_{\text{合}} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ 求出. 设合力的方向与 x 轴正方向之间的夹角为 α ,

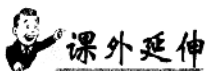
$$\tan \alpha = \frac{F_y}{F_x}$$

通过查数学用表, 可知 α 数值.

注意: 如果 $F_{\text{合}} = 0$, 可推出 $F_x = 0, F_y = 0$, 这是处理多个力作用下物体平衡问题的新办法, 以后会常常用到.

4. 力的矢量三角形

矢量三角形定则和平行四边形定则都是用来求已知力合力的运算法则. 对三力平衡问题, 这三个力一定构成封闭的矢量三角形. 如图 1-11(甲)所示. 如果 F_1, F_2 的合力为 F_3 , 则 F_1, F_2, F_3 构成矢量三角形如图 1-11(乙)所示.



5. 菜刀上的力学知识

观察菜刀, 刀把长短、刀刃等,

用菜刀切菜、切肉, 用公式 $p = \frac{F}{S}$

及力的分解, 解释刀刃薄, 刀身呈楔形的原因.



1. 夯实基础

例 1 均匀长棒一端搁在地面上,

另一端用细线系在天花板上, 如图 1-12 所示, 若细线竖直, 试分析棒的受力情况.

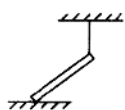


图 1-12

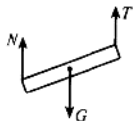


图 1-13

解析 取棒为研究对象, 它只受三个力的作用, 如图 1-13 其中重力 G 竖直向下, 支持力 N 垂直于地面竖直向上, 绳子拉力 T 沿绳垂直向上, 虽然地面不光滑, 棒并不受静摩擦力的作用, 因为重力 G , 支持力 N 和拉力 T 均沿竖直方向, 所以棒在水平方向上没有运动趋势, 也就不受静摩擦力了.

思考: (1) 若悬线不竖直, 棒的受力情况可能如何?

(2) 若水平面光滑, 悬线可能不竖直吗?

例 2 两个共点力的合力最大为 28N , 最小为 4N , 则这两个力的大小分别为 _____ 和 _____. 如果这两个力

的夹角是 90° , 则合力的大小为 _____.

解析 $16\text{N}, 12\text{N}, 20\text{N}$. 设这两个力分别为 F_1 和 F_2 , 且 $F_1 > F_2$, 则由题意有 $F_1 + F_2 = 28\text{N}, F_1 - F_2 = 4\text{N}$, 联立此二式解得 $F_1 = 16\text{N}, F_2 = 12\text{N}$. 当这两力夹角为 90° 时有: $F_{\text{合}} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 20\text{N}$

例 3 把一个力分解为两个力 F_1 和 F_2 , 已知合力 $F = 40\text{N}$, 分力 F_1 与 F 的夹角为 30° , 若 F_2 取某一数值, 可使 F_1 有两个大小不同的数值, 则 F_2 的取值是 _____.

解析 ($20\text{N}, 40\text{N}$). 作矢量如图 1-14,

由图可知要使 F_1 有两个大小不同的数值, 则 F_2 应满足 $F_2 >$

$$F \cdot \sin \alpha = 40\text{N} \times \frac{1}{2} = 20\text{N}; F_2 <$$

$F = 40\text{N}$, 也就是 F_2 的取值为 $20\text{N} < F_2 < 40\text{N}$.

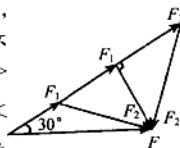


图 1-14

2. 更上层楼

例 4 如图 1-15 所示, 小车 M 在恒

力作用下, 沿水平地面做直线运动, 由此可判断 ()

- A. 若地面光滑, 则小车一定受三个力作用
- B. 若地面粗糙, 则小车可能受三个力作用
- C. 若小车做匀速运动, 则小车一定受四个力作用
- D. 若小车做加速运动, 则小车可能受三个力作用

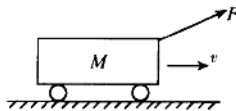


图 1-15

解析 先分析重力和已知力, 再分析弹力. 由于 F 的竖直分力可能等于重力, 因此地面可能对物体无弹力作用, 选项 A 错误; F 的竖直分力可能小于重力, 地面对物体有弹力作用, 若地面粗糙, 小车受摩擦力作用, 共四个力作用, 选项 B 错误; 若小车匀速运动, 那么水平方向上受摩擦力必与 F 的分力平衡, 这时小车一定受重力、恒力 F 、地面弹力、摩擦力四个力作用, 选项 C 正确. 若小车做加速运动, 当地面光滑时, 小车受重力和力 F 、地面弹力作用, 选项 D 正确.

例 5 如图 1-16 所示, 直角三角形楔子两直角边长度 $AB = 8\text{cm}, AC = 2\text{cm}$, 当用 $F = 200\text{N}$ 的水平推力将楔子推进物体时, 楔子对上侧面产生的推力为 _____ N , 对下表面产生的作用力为 _____ N .

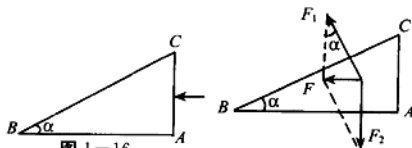


图 1-16

图 1-17

解析 如上右图 1-17 所示, 将力 F 按其作用效果分解为 F_1 和 F_2 , 图中, $\tan \alpha = \frac{AC}{AB} = \frac{1}{4}$, 由几何关系可知: $F_2 =$

$F/\tan\alpha=800\text{N}$, $F_1=F/\sin\alpha=825\text{N}$, 因此, 楔子对上侧面产生的推力 $N_1=F_1=825\text{N}$, 对下表面产生的作用力 $N_2=F_2=800\text{N}$.

3. 高分突破

例 6 压榨机的机械结构如图 1-18

所示, 其中 B 为固定铰链, 若在铰链 A 处作用一个水平力 F, 由于 F 的作用, 使滑块 C 压紧 D, 设 C 与 D 光滑接触, 不计

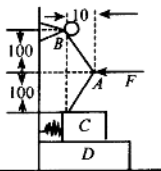


图 1-18

C 与杆的重量, 压榨机的尺寸如图(单位 cm), 求 D 处所受到的压力为多少?

解析 A 处作用力 F 以后, 杆 AB、AC 中都会

产生分力, 据图 1-19 可得 $F_1 = \frac{F/2}{\cos\alpha}$

再将 AC 杆中的弹力分解为水平和竖直两个方向, 则竖直方向的分力 $F_2 = F_1$

$$\sin\alpha = \frac{F}{2} \tan\alpha = \frac{F}{2} \times \frac{100}{10} = 5F$$

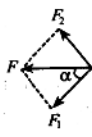


图 1-19

第 3 节

共点力作用下物体的平衡

基础网络

1 平衡状态

指的是静止或匀速直线运动状态. 特点: $a=0$.

2 平衡条件

共点力作用下物体的平衡条件是所受合外力为零, 即 $\sum F=0$.

3 平衡条件的推论

(1) 物体在多个共点力作用下处于平衡状态, 则其中的一个力与余下的力的合力等大反向;

(2) 物体在同一平面内的三个不平行的力作用下, 处于平衡状态, 这三个力必为共点力;

(3) 物体在三个共点力作用下处于平衡状态时, 图示这三个力的有向线段必构成闭合三角形.



纵横联系

4 解决共点力作用下物体的平衡问题思路

(1) 确定研究对象: 若是相连接的几个物体处于平衡状态, 要注意“整体法”和“隔离法”的综合运用;

(2) 对研究对象受力分析, 画好受力图;

(3) 恰当建立正交坐标系, 把不在坐标轴上的力分解到坐标轴上. 建立正交坐标系的原则是让尽可能多的力落在坐标轴上.

(4) 列平衡方程, 求解未知量.

5 求解共点力作用下物体的平衡问题常用的方法

(1) 有不少三力平衡问题, 既可从平衡的观点(根据平衡条件建立方程求解)——平衡法, 也可从力的分解的观点求解——分解法. 两种方法可视具体问题灵活运用.

(2) 相似三角形法: 通过力三角形与几何三角形相似求未知力. 对解斜三角形的情况更显优势.

(3) 力三角形图解法, 当物体所受的力变化时, 通过对几个特殊状态画出力图(在同一图上)对比分析, 使动态问题静态化, 抽象问题形象化, 问题将变得易于分析处理.



课外延伸

6 跨学科渗透点

(1)(化学) 气体反应中的平衡, 化学反应的移动方向

(2)(生物) 植物的新陈代谢

7 流水的“搬运”作用

风化侵蚀的产物有可能被风、流水、冰川和海浪挟带而离开原位置, 地理学家把这种现象叫做“搬运”. 在比较湿润的地区, 流水的搬运作用非常显著. 1995 年出版的高中《地理》课本上第 153 页写道: “流水推动物体的力量和水流速度的 6 次方成正比, 实验证明, 在水中被搬运的物体的重力与水流速度的 6 次方成正比. 如果某河流的水流速度是原来的 2 倍, 则它推动的物体重力是原来的 64 倍; 如果某河流的水流速度是原来的 1/2, 则它携带的物体重力是原来的 1/64.”

流体力学已经证明: 水流作用跟水流方向垂直的平板上的压力, 跟平板的面积成正比, 跟水流速度的平方成正比.

这是一个很有趣的力学问题, 在水中被搬运的物体重力与水流速度的 6 次方成正比.



考题预测

1. 夯实基础

例 1 如图 1-20 所示, 物体 M 在拉力 F 的作用下, 沿水平面向右作匀速直线运动. 由此可知, 物体 M 所受的摩擦力与拉力 F 的合力的方向一定是_____.

解析 竖直向上. 因物体沿水平面向右作匀速直线运动, 所以 F 的水平分量应与它受到的摩擦力大小相等, 方向相反. 即合力为零, 因此 F 与摩擦力的合力方向一定竖直向上.

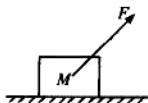


图 1-20

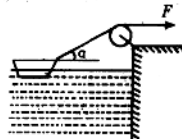


图 1-21

例2 如图1-21所示,在用力 F 拉小船匀速靠岸的过程中,

- 若水的阻力保持不变,下列叙述正确的是()
 A. 小船所受的合外力保持不变
 B. 绳子拉力 F 不断增大
 C. 绳子拉力 F 保持不变 D. 船的浮力不断减小

解析 ABD. 因为小船匀速靠岸故合外力不变,即A正确. 又因为拉船的绳与水平面的夹角在增大,要保持其水平分力大小等于水的阻力,即 $F = f / \cos\alpha$,故B正确,再因拉力的竖直分量与浮力之和等于重力,即 $F_{\text{浮}} = mg - F \cdot \sin\alpha = mg - f \cdot \tan\alpha$,将随 α 增大而减小,故D也正确. 因此本题应选A、B、D.

例3 如图1-22所示,在倾角为 α 的斜面上,一质量为 m 的小球被竖直的木板挡住,不计一切摩擦,则小球对斜面的压力为()

- A. $mg \cos\alpha$ B. $mg \tan\alpha$ C. $mg / \cos\alpha$ D. $mg / \sin\alpha$

图1-22

解析 C. 球受三个力作用,如图1-23作平行四边形,由直角三角函数关系得

$$\cos\alpha = \frac{G'}{N_2}, \therefore N_2 = \frac{G'}{\cos\alpha}, \text{而 } G' = G, \therefore N_2 = \frac{mg}{\cos\alpha}$$

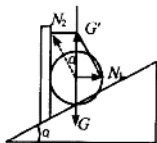


图1-23

2. 更上层楼

例4 有一直角支架AOB,AB水平放置,表面粗糙,OB竖直向上,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 ,两环间由一根质量可忽略、不可伸长的细绳相连,并在某一位置平衡,如图1-24所示.现将P环向左移一小段距离,两环再次达到平衡,那么将环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 和细绳上的拉力 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

解析 B. 先将P、Q视为一整体,如图1-25图,此整体受OA杆的支持力 N_1 、OA杆摩擦力 f 、OB杆支持力 N_2 、重力 $2mg$ 而平衡,显然,移动前后均有 $N_1 = 2mg$. 再以Q为对象,由平衡条件有: $T \cos\theta = mg$ P左移后, θ 变小,故 T 变大.

图1-24

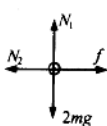


图1-25

例5 如图1-26所示,固定在水平面上的光滑半球,球心O的正上方固定一个小定滑轮,细绳一端拴一小球,小球置于半球面上的A点,另一端绕过定滑轮,如图所

示,今缓慢拉绳使小球从A点滑到半球顶点,则此过程中,小球对半球的压力大小 N 及细绳的拉力 T 大小的变化情况是()

- 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

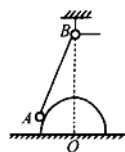


图1-26

解析 C. 小球受力如图1-27(甲), T 、 N 、 G 构成一封闭三角形.

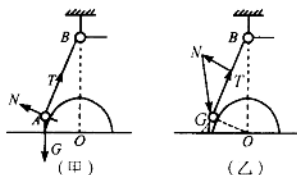


图1-27

由图1-27(乙)可见, $\triangle AOB \sim \triangle ANT$

$$\therefore T/AB = N/OA = G/OB$$

$$T = G \times AB/OB \quad N = G \times OA/OB$$

AB变短,OB不变,OA不变,故 T 变小, N 不变.

例6 如图1-28所示,AB两小球套在水平直杆上,相距 l ,两小球各用一长为 l 的轻绳连接小球C,三球质量均为 m ,则杆对小球A的作用力的大小为_____,方向_____.

图1-28

解析 $\frac{\sqrt{21}}{3}mg, \arctan \frac{\sqrt{3}}{9}$. 对C球进行受力分析后应用平衡条件有:

$$2T \cdot \cos 30^\circ = mg, T = \frac{\sqrt{3}}{3}mg$$

设杆对A球的作用力为 N ,则对A球如图1-29所示. N 为 F_1 与 F_2 合力,大小等于 mg 和 T 的合力,即:

$$N = \sqrt{(mg)^2 + T^2 + 2mgT \cos 30^\circ} = \sqrt{21}mg/3$$

$$\tan\alpha = \frac{T \cdot \sin 30^\circ}{mg + T \cos 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{9}$$

$$\alpha = \arctan \frac{\sqrt{3}}{9}$$



图1-29

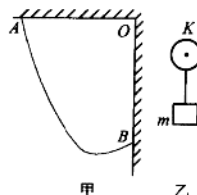


图1-30

3. 高分突破

例7 如图1-30(甲)所示,将一条轻而柔软的细绳一端固

定在天花板上的A点,另一端固定在竖直墙上的B点,A和B到O点的距离相等,绳长是OA的两倍,如图1-30(乙)所示为一质量和半径可忽略的动滑轮K,滑轮下悬挂一质量为m的重物,设摩擦力可忽略,现将动滑轮和重物一起挂到细绳上,在达到平衡时,绳所受的拉力多大?

平衡时,用 T_1, T_2, l_1, l_2 以及 θ_1, θ_2 分别表示两边绳的拉力、长度以及绳与水平面之间的夹角,如图1-31所示.因为绳与滑轮之间的接触是完全光滑无摩擦的,由此可知 $T_1 = T_2 = T$,由水平方向的平衡可知 $T \cos \theta_1 = T \cos \theta_2$,即 $\theta_1 = \theta_2 = \theta$,由题意与几何关系可知 $l_1 + l_2 = 2S, l_1 \cos \theta + l_2 \cos \theta = S$,由上

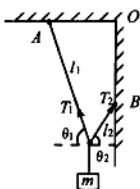


图 1-31

二式及 $\cos \theta = 1/2, \theta = 60^\circ$,由竖直方向力的平衡可知

$$2T \sin \theta = mg \quad \therefore T = mg / 2 \sin \theta = \frac{\sqrt{3}}{3} mg$$

例 8 测定病人的血沉有助于对病情的判断.血液由红血球和血浆组成,将血液放在竖直的玻璃管内,红血球会匀速下沉,其下沉的速度称为血沉,某人血沉为 v ,若把红血球看成半径为 R 的小球,它在血浆中下沉时所受阻力 $f = 6\pi\eta Rv$, η 为常数,则红血球半径 $R =$ _____.(设血浆密度为 ρ_0 ,红血球密度为 ρ)

解 红血球受到重力、阻力、浮力三个力作用处于平衡状态,由于这三个力位于同一竖直线上,故可得

$$mg = \rho_0 g V + f, \text{ 即 } \rho \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 g = \rho_0 g \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 + 6\pi\eta Rv$$

$$\text{得 } R = \sqrt{\frac{9\eta v}{2(\rho - \rho_0)g}}$$

第 4 节

实验:长度的测量、探究弹力和弹簧伸长的关系、验证力的平行四边形定则



基础网络

1 游标卡尺

(1)构造原理:游标卡尺由主尺和游标尺组成,可测量内径、外径、深度等.常用游标尺的主尺的最小分度为1mm,游标尺上有10、20、50等不同分度规格,但其工作原理相同.如10分度游标卡尺,它的精确度为 $\frac{1}{10} \text{ mm} = 0.1 \text{ mm}$,游标尺的刻度部分总长度为9mm,分成10等份,每份长度0.9mm,因此,每格与主尺上的最小分度差0.1mm.当游标尺零线与主尺零线对齐时,除游标尺的末线与主尺的9mm刻线重合,其余线均不重合.测量物体时,两尺零线间的距离即被测物体的长度.

(2)读数公式:读数 = 主尺读数 + 游标尺读数 = 主尺读数 + 精确度 $\times$ 对齐格数.

2 探究弹力和弹簧伸长的关系

(1)实验目的

探索弹力与弹簧伸长的定量关系,并学习所用的科学方法.

(2)实验原理

弹簧受到拉力会伸长,平衡时弹簧产生的弹力和外力大小相等.这样弹力的大小可以通过测定外力而得出(可以用悬挂砝码的方法给弹簧施加拉力);弹簧的伸长可用直尺测出.多测几组数据,用列表或作图的方法探索出弹力和弹簧伸长的定量关系.

(3)实验记录及数据的处理

弹簧的弹力用 F 来表示,弹簧原长(自然长度)用 l_0 来表示,弹簧现长用 l 来表示,弹簧的伸长用 x 来表示,则 $x = l - l_0$.

(a)数据记录:(弹簧原长 $l_0 =$ _____ cm)

	1	2	3	4	5	6	7
F/N							
l/cm							
x/cm							

(b)根据测量数据画出 $F-x$ 图象(以 F 为纵轴,以 x 为横轴)

(c)探索结论:

按照 $F-x$ 图中各点的分布与走向,尝试做出一条平滑的曲线(包括直线).所画的点不一定正好在这条曲线上,但要注意使曲线两侧的点数大致相同.尝试写出曲线所代表的函数,首先尝试 $F-x$ 是否为一次函数,如果不行则考虑二次函数……

在实验误差范围内,应得出弹力的大小与弹簧的伸长量成正比,即 $F=kx$,其中 k 的单位由 F 和 x 的单位决定.为了加深对 k 的理解,可以让学生用另外一个不同的弹簧重做这个实验,对比两个弹簧的结果会更好地认识 k ,即在伸长一定时, k 越大,弹力也就越大,它反映了弹簧的“劲度”.本实验是探索性实验,实验前并不知道上述规律,上述结论应由实验数据探索出来.

3 验证力的平行四边形定则

(1)实验目的

验证互成角度的两个共点力合成的平行四边形定则.

(2)实验原理

结点受三个共点力作用处于平衡状态,则 F_1 与 F_2 之合力必与橡皮条拉力平衡,改用一个拉力 F' 使结点仍到 O 点,则 F' 必与 F_1 和 F_2 的合力等效,以 F_1 和 F_2 为邻边作平行四边形求出合力 F ,比较 F' 与 F 的大小和方向,以验证互成角度的两个力合成时的平行四边形定则.

(3)实验器材

方木板,白纸,弹簧秤(两只),三角板,刻度尺,图钉(几个),细芯铅笔,橡皮条,细绳套(两个).

(4) 实验步骤

①用图钉把白纸钉在放于水平桌面的方木板上.

②用图钉把橡皮条的一端固定在A点,橡皮条的另一端拴上两个细绳套.

③用两只弹簧秤分别钩住细绳套,互成角度地拉橡皮条,将结点拉到某一位置O,如图1-32所示,记录两弹簧秤的读数,用铅笔描下O点的位置及此时两条细绳套的方向.

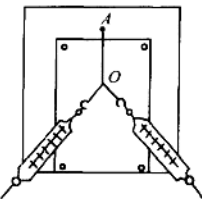


图 1-32

④用铅笔和刻度尺从结点O沿两条细绳方向画直线,按选定的标度作出这两只弹簧秤的读数 F_1 和 F_2 的图示,并以 F_1 和 F_2 为邻边用刻度尺和三角板作平行四边形,过O点画平行四边形的对角线,此对角线即为合力 F 的图示.

⑤只用一只弹簧秤钩住细绳套,把橡皮条的结点拉到同样的位置O,记下弹簧秤的读数 F' 和细绳的方向,用刻度尺从O点按同样的标度沿记录的方向作出这只弹簧秤的拉力 F' 的图示.

⑥比较一下,力 F' 与用平行四边形定则求出的合力 F 的大小和方向.

⑦改变两个力 F_1 与 F_2 的大小和夹角,重复实验两次.

(5) 重要注意事项

①同一实验中的两只弹簧秤的选取方法是:将两只弹簧秤钩好后对拉,若两只弹簧秤在拉的过程中,读数相同,则可选,若不同,应另换,直至相同为止,使用时弹簧秤应与板面平行.

②在满足合力不超过弹簧秤量程及橡皮条形变不超过弹性限度的条件下,应使拉力尽量大一些,以减小误差.

③画力的图示时,应选定恰当的标度,尽量使图画得大一些,但也不要太大而画出纸外.要严格按力的图示要求和几何作图法作出合力.

④在同一次实验中,橡皮条拉长的结点O位置一定要相同.

⑤由作图法得到的 F 和实际测量得到的 F' 不可能完全符合,但在误差允许范围内可认为 F 和 F' 符合即可.



纵横联系

4 各种规格的游标卡尺的参量及读数方法

游标尺(mm)			精度 (mm)	测量结果(游标尺上第n个格与主尺上的刻度线对齐时(mm))
刻度格数	刻度总长度	每小格与1mm差		
10	9	0.1	0.1	主尺上读的毫米数+0.1n
20	19	0.05	0.05	主尺上读的毫米数+0.05n
50	49	0.02	0.02	主尺上读的毫米数+0.02n

5 探究弹力和弹簧伸长的关系实验中的注意事项

①强调实验的探索性,即实验前并不知道弹力和弹簧的伸长有什么关系.

②如果是验证性实验,在坐标纸上描点以后所作直线的根据就是所验证的规律,但这是个探索性实验,实验前并不知道这个规律,所以描点以后作的曲线是试探性的,只是在分析了点的分布和走向以后才决定用直线来拟合这些点.

③做出直线之后要用初中学过的正比例函数(一次函数)的知识写出直线所代表函数的解析式,即写出 $F=kx$,然后选定一组 F 和 x ,从而确定 k 的值,也可照此求出几个 k 值后求平均值.但这个实验的重点在于它的探索性,比例系数的精确度不是重点.

④要认识系数 k 的物理意义,即在伸长一定时, k 越大,弹力也越大,它反映了弹簧的“劲度”.如果让学生用另一个弹簧重做这个实验,对比两个弹簧的结果会更好地认识这一点.

如果实验中不用弹簧的伸长而用弹簧的总长,得到的不是正比例函数,关系较为复杂,因此最好用弹簧的伸长,如果弹簧伸长的单位用米,弹性力的单位用牛,函数表达式中常数的单位是牛每米,即N/m.



课外延伸

6 刻度尺

(1)刻度尺又称米尺,常用米尺的最小分度为1mm,量程不等.

(2)注意事项

①测量时米尺的刻度线要紧贴待测物,避免视差.

②测量起点不一定选在“0”刻度线,只要操作尽量简便即可.

③毫米以下的数值靠目测估读一位,估计至最小刻度值的1/10.

④测量精度要求较高时,要进行重复测量后取平均值.

7 逆风行舟

做做看看:

你知道风帆能逆风行驶吗?你知道逆风行舟的原理吗?请你先做一个小实验.

找一块南瓜或土豆,切成如图1-33所示的直角三角形的形状,将其放在光滑的桌面上,手指放在斜面上,并让手指沿斜面向下滑,使斜面受到沿右下方的力的作用.如图1-34所示.你会发现这南瓜块或土豆块并不向右滑动,反而向左滑去了.如果是用冰块作该实验,则效果更好.

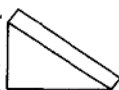


图 1-33

【知识链接】平行四边形定则、力的合成与分解

【想想】

为什么这块南瓜块或土豆块在受到沿右下方的力作用后,并不向右滑动,反而向左滑呢?这与逆风行舟有什么关联呢?



图 1-34



考题预测

1. 夯实基础

例1 某人用最小刻度为1毫米的刻度尺测

量某物体长度,测量的结果为5.60cm,若以米为单位,

应如何记录?

解 记为 $5.60 \times 10^{-2} \text{ m}$ 或 0.0560 m .

例 2 如图 1-35 所示,用游标卡尺测一根金属管的内径和外径时,卡尺上的游标位置分别如图(b)和图(c)所示.

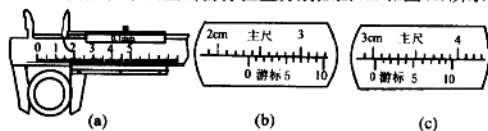


图 1-35

这根金属管内径读数是 _____ cm, 外径读数是 _____ cm, 管壁厚是 _____ cm.

解 3.03、2.37、0.33. 游标卡尺的游标上有 10 个小的等分刻度. 据游标卡尺的构造原理, 游标上每个小分格表示 0.1 mm. 在主尺上读得, 即游标尺的零刻度线对着主尺的 2.3 cm 多一点, 而游标上的第 7 个小分格与主尺上的刻度恰好对齐, 所以内径读数为 $2.30 + 0.01 \times 7 = 2.37 \text{ cm}$. 同理, 外径的读数为 $3.00 + 0.01 \times 3 = 3.03 \text{ cm}$, 管壁厚应等于外径与内径差的一半, 为: $(3.03 - 2.37) \div 2 = 0.33 \text{ cm}$.

2. 更上层楼

例 3 某同学在做“探索弹力和弹簧伸长的关系”的实验时, 弹簧的弹力用 F 表示, 弹簧未挂钩码时的长度用 l_0 表示, 弹簧挂上钩码后的长度用 l 表示, 弹簧的伸长量用 x 表示, 则 $x = l - l_0$, 该同学记录的数据如下表.

	1	2	3	4	5	6
F/N	0	0.98	1.96	2.94	3.92	4.90
l/cm	25.0	26.0	27.1	28.0	28.9	30.0
x/cm	0	1.0	2.1	3.0	3.9	5.0

请根据所记录的数据探索结论.

解 根据测量数据作出 $F-x$

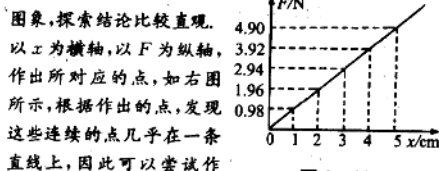


图 1-68

出一条直线. 若所画的点不都正好在这条直线上, 处理的方法是使这些点均匀分布在所画直线的两侧.

由于这些点在所画的通过坐标原点的直线上, 或在直线两侧附近, 在实验误差范围内, 我们可以认为这些点就在这条直线上. 因此可以得出结论: 弹力的大小跟弹簧伸长量成正比, 即 $F=kx$. 其中 k 称为弹簧的劲度系数, 简称劲度.

本实验的劲度系数可以根据图中的斜率求得.

例 4 用精密方法测得某工件长度为 1.63812 cm , 若用毫米刻度尺测该工件长度为 _____ cm, 用游标为 10 分度的游标卡尺测它的长度, 示数为 _____ cm. 用游标为 50 分度的游标卡尺测它的长度, 示数为 _____ cm.

解 1.63、1.63、1.638.

例 5 将橡皮筋的一端固定在 A 点, 另一端拴上两根细绳, 每根细绳分别连着一个量程为 5 N, 最小刻度为 0.1 N 的弹簧测力计, 沿着两个不同的方向拉弹簧测力计. 当橡皮筋的活动端拉到 O 点时, 两根细绳相互垂直, 如图 1-36(甲)所示, 这时弹簧测力计的读数可从图中读出.

(1) 由图中可读出两个相互垂直的拉力的大小分别 _____ N 和 _____ N. (只须读到 0.1 N)

(2) 在本题的方格纸上按作图法的要求画出这两个力及它们的合力

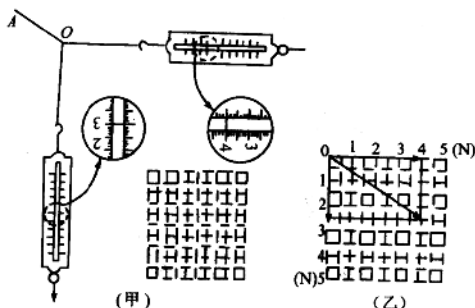


图 1-36

解 (1) 4.0 N, 2.5 N; (2) 如图 1-36(乙)所示.

注意: 在读数准确的基础上, 图形比例要正确, 并注明单位和刻度.

3. 高分突破

例 6 如图 1-37 所示是两位同学在做验证力的平行四边形定则的实验时得到的结果, 则其中哪一个实验结果比较符合实验事实? 在比较符合实验事实的一个结果中, 若 F' 是准确的, 则误差较大的原因可能是哪些?

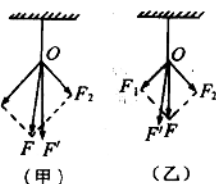


图 1-37

解 按本实验的符号规定: F 为 F_1 和 F_2 通过平行四边形定则所得合力; F' 为 F_1 和 F_2 的等效力, 即用一只弹簧秤拉时的力, 橡皮条在这个力的作用下, 其力的方向与橡皮条的伸长方向在一条直线上, 显然(乙)图不符合事实, 即实验结果比较符合实验事实的是(甲)图. (甲)图中 F 与 F' 误差较大的原因可能是: ① F_1 的方向比真实方向偏左; ② F_2 的大小比真实值偏小且方向比真实方向偏左; ③ 作图时两虚线不分别与 F_1 线和 F_2 线平行.

F 是按平行四边形定则作出的合力, 作为 F_1 和 F_2 的合力的理论值. 用一个弹簧秤拉时测出的力 F' 作为 F_1 和 F_2 的合力的实验值. 本实验就是要用现在的实验结果和理论结果或已有实验结果进行比较, 即比较 F' 和 F , 检查理论或已有的实验结论是否正确, 达到验证的目的.

考前提升

(分值:100分 时间:100分钟)

一、选择题(本题共10小题,每小题3分,共30分。在每小题给出的四个选项中,有的小题只有一个选项正确,有的小题有多个选项正确。全部选对的得3分,选不全的得1分,有选错或不答的得0分。)

1. 均匀长棒一端搁在地面上,另一端用细线系在天花板上,如下图1-38所示各受力分析示意图中,正确的是()

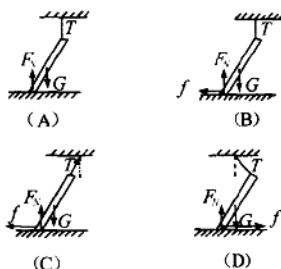


图1-38

2. 一物体在斜向上的力 F 的作用下,沿水平面向左匀速运动,物体所受合力 F 与地面对它的摩擦力的合力方向为()
 A. 竖直向上
 B. 竖直向下
 C. 向上偏左
 D. 不能确定
3. 如图1-39所示,物体静止于光滑水平面 M 上,力 F 作用于物体 O 点,现要使物体沿着 OO' 方向做加速运动(F 和 OO' 方向都在 M 平面内),必须同时再加一个力 F' , 这个力最小值是()
 A. $F \tan \theta$ B. $F \cos \theta$ C. $F \sin \theta$ D. $F \cot \theta$

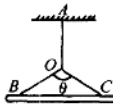
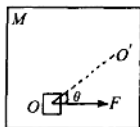


图1-40

4. 在图1-40中, AO 、 BO 、 CO 是三条完全相同的细绳,并将钢梁水平吊起。若钢梁足够重时,绳 AO 先断,则()
 A. $\theta = 120^\circ$ B. $\theta > 120^\circ$ C. $\theta < 120^\circ$
 D. 不论 θ 为何值, AO 总是先断
5. 如图1-41所示光滑球被细绳拴住,靠在竖直墙上,绳对球的拉力为 F , 墙对球的弹力为 F_N , 现在通过一个小滑轮缓慢向上拉绳,在这个过程中()
 A. F 增大 B. F_N 增大
 C. F 和 F_N 的合力增大
 D. F 和 F_N 的合力不变

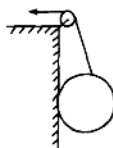


图1-41

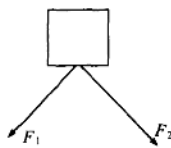


图1-42

6. 质量为 m 的物体放在水平面上,在大小相等、互相垂直的水平力 F_1 与 F_2 的作用下从静止开始沿水平面运动,如图1-42所示(图为俯视图)。若物体与水平面间的动摩擦因数为 μ , 则物体()
 A. 在 F_1 的反方向上受到 $f_1 = \mu mg$ 的摩擦力
 B. 在 F_2 的反方向上受到 $f_2 = \mu mg$ 的摩擦力
 C. 在 F_1 、 F_2 合力的反方向上受到摩擦力 $f_3 = \sqrt{2}\mu mg$
 D. 在 F_1 、 F_2 合力的反方向上受到摩擦力 $f = \mu mg$
7. 如图1-43, 质量为 m 的木块在置于桌面上的木板上滑行, 木板静止, 它的质量为 $M = 3m$ 。已知木块与木板间, 木板与桌面间的动摩擦因数均为 μ , 则木板所受桌面给的摩擦力大小为()

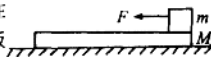


图1-43

- A. μmg B. $2\mu mg$ C. $3\mu mg$ D. $4\mu mg$
8. 如图1-44, 两绳下端结于 O 点, 上端固定, 现用一个力 F 作用于结点 O , F 与左绳夹角为 α , 其他如图, 不计绳本身的重量, 保持 F 的大小不变, 改变 α 角的大小。当 α 角为多大时, 两绳的张力相等()
 A. 150° B. 135°
 C. 120° D. 90°

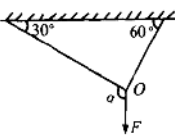


图1-44

9. 如图1-45所示, 质量为 M 的人用轻绳绕过定滑轮拉一个质量为 m 的物体, 斜绳的倾角为 α , 物体正在匀速下降, 则()
 A. 轮对轴的压力为 $Mg \sin \alpha + mg$, 方向竖直向下
 B. 人对绳的拉力小于 mg
 C. 人对地的压力一定小于 Mg , 大于 mg
 D. 地对人的摩擦力等于 $mg \cos \alpha$

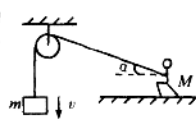


图1-45

10. 如图1-46, 氢气球受风力作用, 使拉住它的绳与地面成 θ 角。在把细绳剪断的瞬间, 气球所受外力的合力为()
 A. 与原来绳子的拉力方向相反, 大小相等

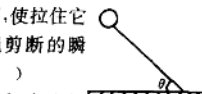


图1-46

- B. 沿风力方向,大小等于风力
C. 沿竖直方向向上,大于等于气球所受的浮力
D. 与原来细绳拉力方向相反,大小等于气球浮力和风力的合力

二、填空题(本题共6小题,每小题5分,共30分。将答案填在题中横线上或按要求作图。)

11. 把一个力分解为两个力 F_1 和 F_2 , 已知合力 $F=40\text{N}$, 分力 F_1 与合力 F 夹角为 30° , 若 F_2 取某一数值, 可使 F_1 有两个大小不同的数值, 则 F_2 的取值范围为_____。

12. 如图1-47所示, 轻绳的A端固定在天花板上, B端系一重为G的小球, 小球静止在固定的光滑大球面上, 已知AB绳长度为L, 大球半径为R, 天花板到大球顶点的竖直距离 $AC=d$, $\angle ABO > 90^\circ$, 则绳中张力大小为_____, 大球对小球的支持力大小为_____。(小球直径不计)



图1-47

13. 在倾角为 30° 的斜面上有一重为 6N 的物体, 被平行于斜面, 大小为 8N 的恒力 F 推着使其静止(如图1-48所示, 在推力 F 突然取消的瞬间, 物体受到的合力大小为_____。

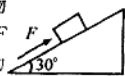


图1-48

14. 如图1-49为一光滑圆柱体的截面, 小球A、B通过一轻质的细线静止在圆柱体表面, 已知 $m_A=5\text{kg}$, $\theta=37^\circ$ (小球大小不计), 则绳中张力 $T=$ _____N, 球B的质量 $m_B=$ _____kg. (g 取 10m/s^2).

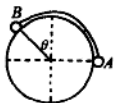


图1-49

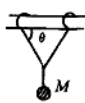


图1-50

15. 如图1-50所示, 一根水平的粗糙直横杆上, 套有两个质量均为 m 的铁环, 两铁环上系着两根等长的细线, 共同拴住一质量为 $M=2m$ 的小球, 若细线与水平横杆的夹角为 θ 时, 两铁环与小球均处于静止状态, 则水平横杆对其中一铁环的弹力 $N=$ _____, 摩擦力 $f=$ _____。

16. 鸵鸟是当今世界上最大的鸟, 有人说它不会飞是因为翅膀退化了, 如果鸵鸟长了一副与身体大小成比例的翅膀, 它是否就能飞起来呢? 这是一个令人极感兴趣的问题, 试阅读下列材料并填写其中的空白处。

飞翔的必要条件是空气的上举力 f 至少与体重 $W=mg$ 平衡, 鸟扇动翅膀获得上举的力可表示为 $f=cSv^2$, 式中 S 为翅膀的面积, v 为鸟飞行的速度, c 是恒量, 鸟类能飞起条件是 $f \geq W$, 即 $v \geq$ _____ 取等号时的速率为临界速率。

我们作一个简单的几何相似性假设, 设鸟的几何线度为 l , 质量 $m \propto \text{体积} \propto l^3$, $S \propto l^2$, 于是起飞的临界速度 $v \propto \sqrt{l}$, 燕子的滑翔速率最小大约为 20km/h , 而鸵鸟的体长 l 大约是燕子的25倍, 从而跑动起飞的临界速度为_____ km/h , 而实际上鸵鸟的奔跑速度大约只有 40km/h , 可见, 鸵鸟是飞不起来的, 我们生活中还可以看到, 像麻雀这样的小鸟, 只需从枝头跳到空中, 用翅膀拍

打一、两下, 就可以飞起来, 而像天鹅这样大的飞禽, 则首先要沿着地面或水面奔跑一段, 这是因为小鸟的_____, 而天鹅的_____。

三、计算题(本题共4小题, 共40分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位。)

17. (10分) 在电视节目中, 我们能看到一种精彩的水上运动——滑板运动, 如图1-51所示, 运动员在快艇的水平牵引力下, 脚踏倾斜滑板在水上滑行, 设滑板是光滑的, 滑板与水平方向的夹角为 θ , 水的密度为 ρ , 理论研究表明: 水对滑板的作用力大小 $N=\rho S v^2 \sin^2 \theta$, 式中的 v 为快艇的牵引速度。

若人的质量为 m , 求快艇的水平牵引速度 v 。

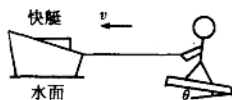


图1-51

18. (10分) 如图1-52所示, 重为 G 的木块, F 在力 F 的推动下沿着水平地面匀速滑动, 若木块与水平地面间动摩擦因数为 μ , F 与水平方向成 α 角, 试说明 α 超过某临界值时, 不论推力 F 多大, 木块都不可能发生滑动。

图1-52

19. (10分) 绳 OC 与竖直方向成 30° 角, C 为一定滑轮, 物体A与B用跨过定滑轮的细绳相连且均保持静止, 如图1-53所示, 已知B的重力为 100N , 地面对B的支持力为 80N , 绳的质量、滑轮质量、滑轮摩擦均不计, 试求:

图1-53

- (1) 物体A的重力。
- (2) 物体B与地面间的摩擦力。
- (3) 绳 OC 的张力。

20. (10分) 如图1-54所示, 长方形斜面倾角为 37° , 其长为 0.8m , 宽为 0.6m , 一重为 25N 的木块原先在斜面体上部, 它与斜面间的动摩擦因数 $\mu=0.6$, 要使木块沿对角线 AC 方向匀速下滑, 需对它施以平行于斜面多大的力 F ? (已知 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$)

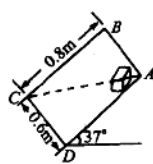


图1-54

第二章 直线运动

第1节

描述运动的基本概念 匀速直线运动



基础网络

1 机械运动

物体相对于其他物体的位置变化。

2 参考系

在描述一个物体的运动时,选来作为标准的另外的物体,叫做参考系;

同一个运动,如果以不同的物体作为参考系,观察结果可能不同。

3 质点

用来代替物体有质量的点叫质点,它是一种理想化模型。一个物体可不可以看作质点,要就具体情况和研究的需要而定。

4 时间与时刻

时刻是指某一瞬时,时间是两个时刻的间隔;时刻与物体在运动过程中的某一位置相对应,时间与物体在运动过程中的位移(路程)相对应。

5 路程和位移

(1)路程是实际物体运动轨迹的长度,是一个标量;

(2)位移是描述质点位置改变的物理量,是一个矢量。物体的位移是指从初位置指向末位置的有向线段。其大小就用此线段的长度来表示,方向从初位置指向末位置。

(3)这是两个明显不同的物理量,一个是标量,一个是矢量。位移的大小一定小于或等于路程,只有物体在做单方向的直线运动时,位移的大小才等于路程。

6 速度

是描述物体运动的方向和快慢的物理量;

(1)平均速度

在变速运动中,物体在某段时间内的位移与发生这段位移所用时间的比值叫做这段时间内的平均速度, $\bar{v} = \frac{s}{t}$, 单位: m/s。其方向与位移的方向相同。

(2)瞬时速度

运动物体在某一时刻(或某一位置)的速度,方向沿轨迹上某点的切线方向。其大小叫速率,速率是标量。

7 加速度

是描述速度变化快慢和方向的物理量: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, 单位是 m/s^2 。加速度是矢量,它的方向与速度变化(Δv)的方向相同。



纵横联系

8 速度与加速度

两者无直接关系,一个量增大、减小、为零,另一个量不一定增大、减小、为零。在直线运动中,若两者方向相同,则物体做加速运动,若两者方向相反,则物体做减速运动。

9 匀速直线运动

在任意相等时间内位移均相等的运动叫做匀速直线运动。特点: $a=0$, v 恒量。位移公式: $s=vt$ 。



课外延伸

10 天文学:光年;估算星体之间的距离

哈勃常数,星体退行速度;估算宇宙年龄;

生物:体育运动及生理过程;田赛、径赛。

11 质点概念中的科学思维

(1)质点是一种科学的抽象,是在研究物体运动时,抓住主要因素,忽略次要因素,对实际物体的近似,是一个理想化模型。

(2)一个物体是否可以视为质点,要具体情况具体分析。例如:一列火车从北京开往上海,在计算运行时间时,可以忽略列车的长短,可把它视为质点;但是同样这列火车,要计算它通过黄河铁路大桥所需时间时,必须考虑列车的长度,不可把列车视为质点。

12 求解运动学问题的两个技巧

平均速度与平均速率解题妙用

计算平均速度的公式有两个:一是定义式 $\bar{v} = \frac{s}{t}$, 普遍

适用于各种运动;二是 $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2}{2}$, 只适用于匀变速直线运动。应用公式解题时要特别注意速度是矢量,即速度的“+”, “-”代表方向。

平均速率不是平均速度的大小,平均速率等于路程与时间的比。所以在曲线运动和直线运动有往返的情况下,二者的大小是不同的。很多匀速直线运动的问题,利用平均速度和平均速率可使解题简便。

巧选参考系求解运动学问题

物体的运动都是相对一定的参考系而言的。研究地面上物体的运动,常以地面为参考系,有时为了研究的方便,也可以巧妙地选用其他物体做参考系(如两车的追及问题、同时开始的自由落体和竖直上抛运动问题等),从而可简化求解过程。