

全国师范大学附中教研联盟

高中物理

综合·应用·创新

导向研练

(高一分册)

孟繁伟 金帮强 李生滨 编著

姜天云 郭伟强
周春山 王福成
姜祥苓 刘旭
胡春海 方艳梅

参编

北京工业大学出版社

高中物理综合·应用·创新导向研练

编委会

(按姓氏笔画排序)

南京师范大学附中	高级教师	方华铭
西南师范大学附中	高级教师	邓晓鹏
北京师范大学二附中	特级教师	阮国杰
湖南师范大学附中	高级教师	汤正良
陕西师范大学附中	高级教师	辛宇
华东师范大学附中	特级教师	陆继椿
东北师范大学一附中	高级教师	罗瑞兰
首都师范大学附中	特级教师	唐朝智
辽宁师范大学附中	高级教师	高体柱
华中师范大学附中	特级教师	章英
华南师范大学附中	特级教师	彭国雄

目 录

第一章	力	1
一、力		2
二、重力		2
三、弹力		6
四、摩擦力		10
五、力的合成		16
六、力的分解		20
实验	长度的测量	26
实验	验证力的平行四边形定则	29
总结	知能升华	33
总结	导向研练	37
第二章	直线运动	42
一、机械运动		42
二、位移和时间的关系		47
三、运动快慢的描述	速度	52
四、速度和时间的关系		58
五、速度改变快慢的描述	加速度	63
六、匀变速直线运动的规律		68
七、匀变速直线运动规律的应用		73
八、自由落体运动		84

实验	练习使用打点计时器	90
实验	研究匀变速直线运动	94
总结	知能升华	98
总结	导向研练	105
第三章	牛顿运动定律	109
一、牛顿第一定律		110
二、物体运动状态的改变		113
三、牛顿第二定律		117
四、牛顿第三定律		122
五、力学单位制		127
六、牛顿定律的应用		129
七、失重和超重		143
总结	知能升华	148
总结	导向研练	152
第四章	物体的平衡	160
一、共点力作用下物体的平衡		161
二、共点力平衡条件的应用		166
三、有固定转动轴物体的平衡		175
四、力矩平衡条件的应用		180
总结	知能升华	185
总结	导向研练	187
第五章	曲线运动	193
一、曲线运动		194
二、运动的合成和分解		197
三、平抛物体的运动		203
四、匀速圆周运动		209
五、向心力 向心加速度		212
六、匀速圆周运动的实例分析		218
七、离心现象及其应用		224

实验	研究平抛物体的运动	231
总结	知能升华	236
总结	导向研练	241
第六章	万有引力定律	246
一、行星的运动		246
二、万有引力定律		249
三、引力常量的测定		253
四、万有引力定律在天文学上的应用		255
五、人造卫星 宇宙速度		259
六、行星 恒星 星系和宇宙		259
总结	知能升华	265
总结	导向研练	269
第七章	动量	273
一、冲量和动量		273
二、动量定理		280
三、动量守恒定律		288
四、动量守恒定律的应用		295
五、反冲运动 火箭		305
实验	验证动量守恒定律	311
总结	知能升华	317
总结	导向研练	321
第八章	机械能	327
一、功		327
二、功率		334
三、功和能		341
四、动能 动能定理		344
五、重力势能		352
六、机械能守恒定律		355

七、机械能守恒定律的应用	362
八、伯努利方程	366
实验 验证机械能守恒定律	367
总结 知能升华	371
总结 导向研练	377
第九章 机械振动	384
一、简谐振动	385
二、振幅 周期和频率	389
三、简谐运动的图象	396
四、单摆	402
五、相位	410
六、简谐振动的能量 阻尼振动	412
七、受迫振动 共振	416
实验 探索弹力和弹簧伸长的关系	
.....	420
实验 用单摆测定重力加速度	422
总结 知能升华	427
总结 导向研练	429

第 一 章

力

本章重点介绍力的概念,并依力的性质和作用效果将力分为性质力和效果力.性质力有重力、弹力、摩擦力等;效果力有动力、阻力、压力、拉力、浮力等.在学习中,通过对物体进行受力分析,理解力的物质性、相互性、矢量性、独立性、瞬时性等性质.认真体会力的独立性和相互性,是学习后继课程牛顿第二定律和牛顿第三定律的前提.

力作为高中物理的基本概念,既有其普遍存在的现实性,更有极强的抽象性.因此,从生活实际出发,将生活中对力的感受理想化为物理学中对力的升华,是学好本章知识的关键.

对力的认识过程是一个由简单到复杂,从亲历到模拟再现的过程.所以,先要学习普遍意义上的力,再依次学习重力、弹力、摩擦力.随着对力的认识的逐步加深,力的分析逐渐增多,分析物体受力的条件也变得越来越复杂.

本章知识的重点和难点是对物体进行受力分析.一般的分析步骤为:1.选取正确的研究对象,通常需要隔离物体;2.先分析性质力,再分析效果力,即按力的主动性和被动性进行分析;3.将力的示意图及物理量符号标识清楚,有时还须计算.

在实际问题中,作用于一个物体上的力往往不止一个,而是几个或更多.处理这类问题时,要先对物体所受的力进行合成.如果讨论某个力在某一方向上的效果时,往往须将这个力分解.因此,力的合成和力的分解都是在解题过程中所采用的物理方法.在不特殊指明的情况下,通常采用力的正交分解法处理问题.力的分解的目的是为了更方便地进行力的合成,更直观地采用等效替换法解题.

一 力 二 重力

【研 练 指 要】

力的概念是从生活、生产等大量的实践活动中概括、抽象出来的。力是所有物体间相互作用的物质因素,因此说,力是物体间的相互作用,与物体的大小、属性、有无生命无关。

任何力都有两个基本属性,即物质性和相互性。也就是说,任何力都不能离开物体而独立存在。只要有力的作用,就一定有施力物体和受力物体。力是受力物体和施力物体间的相互作用,离开了施力物体或受力物体,力就失去了它赖以存在的物质基础。力是矢量,所以,要表示一个力,就不能离开它的三要素。

力的作用效果可以表示为静态效果和动态效果。静态效果指力可以使物体发生形变,如把物体拉伸、压缩、扭转等;动态效果指力可以改变物体的运动状态,如可以使物体由静变动或由动变静,或使物体的运动方向发生变化,或使物体发生转动。

重力是由于地球对物体的吸引而使物体受到的力。它的方向竖直向下,大小用 G 表示, $G = mg$ 。竖直向下的方向即为重垂线的方向,与垂直水平面向下不完全是一回事。重力的作用点在物体的重心上。重心是用等效法替换出来的理想化的点,可以在物体上,也可以在物体外。学会用悬挂法测定薄板的重心位置,该方法所依据的实验原理是二力平衡原理。物体的重心位置除与物体的形状有关外,还与物体的质量分布有关。只有质量分布均匀,几何形状规则的物体的重心才在它的几何中心。

【典 例 解 析】

例 1 下列关于重力的说法,正确的是()。

- A. 只有静止在地面上的物体才会受到重力
- B. 重力是由于地球的吸引而产生的
- C. 质量大的物体受到的重力一定比质量小的物体受到的重力大
- D. 物体对支持面的压力必定等于物体的重力

分析 (1)地球周围的任何物体,都会受到重力作用。跟物体的运

动状态无关 A 项错 .

(2)物体由于地球的吸引而使它受到力,叫重力 .地球对物体的引力方向指向地心,物体所受重力的方向竖直向下 .则 B 选项正确 .

(3)在不同地方时,因 g 值不同,质量大的物体受到的重力不一定比质量小的物体受到的重力大 .C 项错 .

(4)当支持面倾斜时,物体对支持面的压力就不等于重力 .故 D 项错 .

解答 B .

误区 日常生活中,人们经常对重力有一种错误的说法,例如:“你有多‘重’?”这里说的‘重’指的是质量,千万别把它误认为是重力 .

说明 解答判断概念的题目,关键是对定义的理解,应从以下几个方面理解:

(1)重力的方向,应叙述为竖直向下,

(2)任何物体都有重力,跟物体的运动状态无关 .

(3)物体受到的重力与物体的支持力无关 .

例 2 关于重心的叙述,正确的是() .

A .物体所受重力的作用点叫重心

B .只有物体的重心处才受重力作用

C .质量分布均匀的圆柱体的重心在其轴线的中点

D .球体的重心总在球心

分析 物体各部分所受重力可以看成是作用在重心这一点上,重心是物体所受重力的作用点,故 A 对,B 错;质量分布均匀,有规则形状的物体,重心才在几何中心,故 C 对,D 错 .

解答 A、C .

说明 重心的概念:一个物体的各个部分都受到重力的作用 .从效果上看,可以认为各部分受到的重力作用集中于一点,这一点叫物体的重心 .重心是物体所受重力的作用点 .

不能认为只有‘重心’这一点才受重力作用,而物体的其它点不受重力作用 .

例 3 关于重力的叙述,正确的是() .

A. 重力就是地球对物体的引力

- B. 物体本身就有重力,所以重力没有施力物体
- C. 将物体从高处释放,物体在下落过程中不再受到重力作用
- D. 一个物体无论静止还是运动,无论怎样运动,受到的重力都是一样的

分析 重力是由于地球的吸引而使物体受到的力,但不是地球对物体的引力,故 A 错;力是物体间的相互作用,有受力物体必定有施力物体,重力也不例外,重力的施力物体是地球,故 B 错;重力与物体的运动状态无关,故 C 错,D 对.

解答 D.

说明 重力的定义看似很含糊,其实是相当严谨的,从性质上更清楚地认识重力,需等到学习万有引力定律以后,要深刻理解,而不要死记硬背.

【拓展研练】

一、选择题:(每题至少有一个正确答案)

1. 关于重心的说法,下列叙述中正确的是().
 - A. 一个物体只有重心处才受重力作用
 - B. 物体的重心一定在物体上
 - C. 质量均匀分布、形状规则的物体,其重心可能在物体上,也可能在物体外
 - D. 物体重心的位置是跟物体的质量分布和物体的形状有关的
2. 下列说法中正确的是().
 - A. 力不可能脱离物体而独立存在
 - B. 有物体存在就一定存在力
 - C. 只要有施力物体,不论是否有受力物体存在,力都会产生
 - D. 只要力存在,就一定存在施力物体和受力物体
3. 下列说法中正确的是().
 - A. 物体的运动方向改变了,则该物体一定受到力的作用
 - B. 只有在力的作用下,物体才能运动
 - C. 静止在地球上不动的物体,一定不受任何外力作用
 - D. 物体的形状没有改变,说明该物体一定不受力的作用
4. 关于物体的重力,下列说法中正确的是().
 - A. 物体的重力是由于地球的吸引而产生的
 - B. 物体所受重力的大小就等于地球对物体的吸引力大小
 - C. 物体的重力大小始终等于物体质量的 9.8 倍

D. 同一地点同一高度、质量相同的两个物体,其重力也一定相等

5. 关于重力,下列说法中正确的是().

A. 密度越大的物体所受重力越大

B. 重力的大小可以用弹簧秤称出

C. 重力的作用点在物体的重心处

D. 运动着的物体的重力比静止的物体所受重力大

6. 关于物体重心的叙述,正确的是().

A. 物体升高或降低时,物体的重心的位置也升高或降低

B. 物体的形状改变时,其重心的位置必然改变

C. 物体的重心的位置只与物体的形状有关,而与物体内的质量分布无关

D. 重心在物体内的位置不随物体的旋转方式的改变而改变

【研 练 反 思】

“重力”的习题有以下几个考查内容:

(1)重力的产生,它是由地球的吸引而使物体受到的力,但它绝不等于这个引力.

(2)重力的方向,不一定指向地心,应为竖直向下.

(3)重心的概念:

物体的重心位置除与物体的形状有关外,还与各部分的质量分布有关;

只有质量分布均匀、形状规则的物体的重心才在物体的几何中心;

物体的重心位置,可以在物体上,也可以在物体外.

综上所述,总结如下:

物体的重力由地球的吸引而产生,但重力不等于引力.两者的区别初步可归纳为以下几点:

(1)物体的重力仅是物体所受引力的一部分,当物体位于南、北两极点时,物体的重力才等于引力.

(2)物体的重力随所在位置的变化而变化,同一物体从两极附近向赤道移动时,重力逐渐变小.当把地球看作一个均匀球体时,同一物体在地面上各处所受引力大小不变.

(3)物体的重力方向始终竖直向下,即垂直于当地的水平面.物体所受引力的方向则始终沿半径指向地心.

【参 考 答 案】

1 .CD 2 .AD 3 .A 4 .AD 5 .BC 6 .D

三 弹力

【研 练 指 要】

1 .弹力的产生

弹力是发生弹性形变的物体,由于要恢复原状,对跟它接触的物体产生力的作用,这种力叫弹力.由于弹力是一种被动力,而且通常物体的形变往往难以直接察觉,因此判断是否产生弹力可依据以下两点:

- (1)物体间是否直接接触;
- (2)接触处是否有相互挤压或拉伸的作用.

2 .弹力的方向

弹力的方向总是与使物体发生形变的外力方向相反.

(1)弹力方向的判断步骤:

确定产生弹力的物体→明确使该物体发生形变的外力方向→确定该物体产生弹力的方向.

(2)弹力方向:

平板的弹力垂直于板面指向被支持的物体;

曲面的弹力垂直于该曲面的切平面指向被支持的物体;

支承点的弹力垂直于跟它接触的平面(或曲面的切平面)指向被支持的物体;

绳索的弹力沿着绳子指向绳收缩的方向.

3 .弹力存在的判断

弹力是接触力,弹力只存在于物体间相互接触处,但相互接触的物体之间并不一定有弹力作用.所以,一是看物体是否接触,二是看接触处是否有形变.即将该物体的约束物撤掉,看该物体是否发生形变或运动状态变化,方可确定物体是

图 1-1

否受弹力作用.如图 1-1 中物体 A 受 B 平面和 C 平面的约束(B、C 平面均光滑),将 B 平面撤掉时,A 物体运动状态没有变化,B 平面对 A 物体没有弹力作用;将 C 约束面撤掉,A 物体的状态将发生变化,C 平面对 A 物体有弹力作用.所以,可以判知 A 物体只受一个弹力作用.

关于 A 与 B 间是否有弹力的作用,也可以用假设法(待学完摩擦力和物体平衡后再加深理解):设 B 对 A 有向右的弹力作用,根据二力平衡条件可知, A 必受到 C 作用于 A 的摩擦力的作用,摩擦力的方向向左.由于 C 平面光滑, C 对 A 无摩擦力作用,所以假设 B 对 A 有向右的弹力作用是错误的.

【典例解析】

例 1 一物体静止在水平桌面上,以下说法正确的是().

- A. 物体对桌面的压力就是重力
- B. 物体对桌面的压力使桌面产生了形变
- C. 桌面形变产生了对物体的支持力
- D. 桌面对物体的支持力使物体产生形变

分析 弹力和重力的施力物体不同,作用点也不相同,故 A 错;弹力的施力物体是已发生形变的物体,弹力是施力物体对使其发生形变的物体的作用.故 B、C、D 正确.

解答 B、C、D.

误区 把物体的重力与支持面所受压力当作一对因果关系,认为弹力是由物体的重力产生的.

说明 弹力和重力是两种不同性质的力,正确认识重力和弹力产生的原因,即重力的产生是由于地球对物体的吸引,而弹力的产生是由于接触物体之间的弹性形变.

例 2 按下列要求画出弹力的方向:

(1) 搁在光滑竖直墙与粗糙水平地面的棒在 A 、 B 两处受到的弹力(图 1-2)

(2) 搁在光滑半球形槽内的棒在 C 、 D 两处受到的弹力(图 1-3);

(3) 用细绳悬挂、靠在光滑竖直墙上的小球受到的弹力(图 1-4).

分析 (1) 棒在重力作用下对 A 、 B 两处都有挤压作用,因 A 、 B 两处的支持物都为平面,所以其弹力垂直平面分别向上和向右.

(2) 棒对 C 、 D 两处有挤压作用,因 C 处为曲面, D 处为支承点,所以 C 处弹力垂直其切平面指向被支持的物体——沿球半径指向球心; D 处弹力垂直跟它接触的平面指向被支持的物体——垂直棒斜向上.

图 1-2

图 1-3

图 1-4

(3)球在重力作用下挤压墙壁,拉引绳子,所以墙产生的弹力垂直墙面指向球;绳子产生的弹力沿着绳子向上.

解答 (1) A 、 B 两处弹力方向如图 1-5 所示;

(2) C 、 D 两处弹力方向如图 1-6 所示;

(3)小球受到的弹力方向如图 1-7 所示.

图 1-5

图 1-6

图 1-7

说明 有的同学把(1)、(2)两题中 A 点与 C 点的弹力画成沿棒的方向,这是不正确的,因为弹力是被动力,它是物体在受外力的作用产生形变后产生的,在 A 、 C 两处产生形变的压力分别是垂直向下压向地面和沿半径方向压向槽壁的.

例 3 在图 1-8 中, a 、 b 间一定有弹力的是().

图 1-8

分析 若将 a 撤掉, A 、 C 、 D 中 b 的状态不变,则知 A 、 C 、 D 中 a ,

b 间不存在弹力, 而 B 中的 b 状态将变化, 故 B 中 a, b 间一定存在弹力.

解答 B.

误区 判断弹力时, 两物体接触是产生弹力的必要条件, 但不是充分条件. 物体间有弹力时, 必须有形变.

说明 判断弹力有无的重要方法是假设法, 一般的方法是先假设有弹力, 然后判断物体的运动状态是否会被改变, 如果运动状态没发生改变, 则假设是错误的, 证明物体间没有弹力. (参看[研练指要]3. 弹力存在的判断)

【拓展研练】

1. 关于弹力, 下列说法中正确的是().
 - A. 相互接触的物体间一定有弹力
 - B. 只有受弹簧作用的物体才受弹力作用
 - C. 只有发生形变的物体, 才会对它接触的物体产生弹力
 - D. 物体的弹力等于物体的重力
2. 关于弹力大小, 下列说法中正确的是().
 - A. 一个物体形变量越大, 产生的弹力也越大
 - B. 两个物体都发生形变, 形变量大的物体产生的弹力也一定大
 - C. 任何物体产生的弹力大小, 都遵循胡克定律
($F = kx$)
 - D. 物体所受弹力的大小与物体受力情况和运动情况有关

图 1-9

3. 如图 1-9 所示, 用力 F 把一根木棒斜向抵着地面时, 地面产生的弹力方向正确的是图 1-10 中().

图 1-10

4. 画出下列物体在接触点所受的弹力, (接触面光滑) 如图 1-11 所示.
5. 一木块重 $G = 30\text{N}$, 按图 1-12 中四种方法旋转时施加的外力分别为 $F_{N_1} = 10\text{N}$, $F_{N_2} = 20\text{N}$, $F_{N_3} = 30\text{N}$, $F_{N_4} = 40\text{N}$, 则木块与接触面之间的压力分别为 F_{N_1}

图 1-11

$= \underline{\hspace{2cm}}, F_{N_2} = \underline{\hspace{2cm}}, F_{N_3} = \underline{\hspace{2cm}}, F_{N_4} = \underline{\hspace{2cm}} .$

图 1-12

6. 两个物体 A 和 B, 质量分别为 M 和 m , 用跨过定滑轮的轻绳相连, A 静止于水平地面上, 如图 1-13 所示. 不计摩擦, A 对绳的作用力的大小与地面对 A 的作用力的大小分别为 () .

A. $mg, (M - m)g$

B. mg, Mg

C. $(M - m)g, Mg$

D. $(M + m)g, (M - m)g$

图 1-13

【研 练 反 思】

正确分析物体所受弹力的方向, 是学好物理的基础. 我们在把握弹力定义的时候, 一定注意产生弹力的条件: 其一, 两物体必须接触, 其二物体间必须有弹性形变, 二者缺一不可.

掌握几种接触面弹力方向的画法, 即:

(1) 面与面接触, 弹力垂直于面.

(2) 点与面接触, 弹力的方向过点, 垂直于该面.

(3) 点与曲面接触, 弹力的方向过点垂直于该曲面的切面.

(4) 面与曲面接触, 过切点做曲面的切面, 垂直于切面方向即为弹力方向

【参 考 答 案】

1. C 2. A 3. C 4. 略 5. 30N, 10N, 0, 40N 6. A

四 摩擦力

【研 练 指 要】

互相接触且相互挤压的两个物体, 若接触面不光滑, 当它们之间有

相对运动或相对运动趋势时,在接触面上产生阻碍相对运动或相对运动趋势的力叫摩擦力.依摩擦的性质不同,摩擦力又分为滑动摩擦力和静摩擦力(滚动摩擦在高中不涉及).

1.摩擦产生的条件

- (1)两个物体间的接触面不光滑,即动摩擦因数或静摩擦因数 $\mu \neq 0$;
- (2)两个物体间必须存在相互挤压,即 $F_N \neq 0$;
- (3)两个物体间必须存在相对运动或相对运动趋势.

2.摩擦力的大小和方向

摩擦力的种类不同,其大小的计算方法也不同.滑动摩擦力的大小 $F = \mu F_N$;静摩擦力的大小等于使它有运动趋势的外力的大小.一般来讲,静摩擦力的大小不能由公式给出,须依物体的平衡条件确定.计算时满足二力平衡原理.静摩擦力的大小有取值范围:

$$0 \leq F \leq F_m$$

其中 F_m 是静摩擦力的最大值,叫最大静摩擦力.

摩擦力的方向总跟接触面相切,并且跟物体相对滑动或相对滑动的趋势方向相反.若物体在地面上运动,物体与地面间滑动摩擦力方向与物体运动速度方向相反,静摩擦力的方向与使物体产生相对运动趋势的外力方向相反.

【典例解析】

例 1 如图 1-14,在水平桌面上放一木块,用从零开始逐渐增大的水平拉力 F 拉着木块沿桌面从静止开始运动,则木块所受到的摩擦力 F_f 随拉力 F 变化的图象(图 1-15)正确的是().

图 1-14

图 1-15

分析 当木块不受拉力时 ($F = 0$),桌面对木块没有摩擦力