

HuoXueQiaoLian
桂壮红皮书系列

●丛书主编/陈桂壮



活学巧练

根据人教版最新教材编写

第1次修订

黄冈、海淀、启东、南京、孝感、荆州等地
二十多所重点中学联合编写

高一物理 上



北京大学出版社

桃子红入





桂壮红皮书系列

根据人教社最新教材编写

活学巧练

第一次修订

高一物理

(上)

丛书主编 陈桂壮

本册主编 黄诗登

编委 吴光涛 黄诗勤 郝才强

黄冈、海淀、启东、南京、孝感、荆州等地二十多所全国重点中学

联合编写

北京大学出版社

内 容 提 要

本书自 2003 年出版以来,得到师生的一致好评。为答谢各地师生的厚爱,我们组织阵容强大的策、编队伍对本书进行了全面修订。本书符合最新教学大纲、考纲的要求,与人教版最新教材同步,并由黄冈、海淀著名特、高级教师策划,黄冈、海淀、启东、南京、孝感、荆州等地二十多所重点中学的学科带头人和教研组长联合编写。书中例题选用近三年来具有代表性的高考真题,训练题按照教学大纲和考纲的要求分梯度编写。作为同步教学辅导用书,“学习目标”、“要点透视”、“能力拓展”、“活学巧练”、“高考链接”、“各章小结”和“答案与导解”等主要栏目,真正实现了学、练、考的完美统一,必将成为师生提高工作和学习效率的得力助手。

图书在版编目(CIP)数据

活学巧练·高一物理(上)/黄诗登主编.——北京:北京大学出版社,2003.5
ISBN 7-301-06266-4

I. 活… II. 黄… III. 物理课—高中—解题 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 032068 号

书 名: 活学巧练·高一物理(上)

著作责任者:黄诗登主编

责任编辑:王兴海

标准书号:ISBN 7-301-06266-4/G·0842

出版发行者:北京大学出版社

地 址:北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址:<http://cbs.pku.edu.cn>

电 话:邮购部 01062752015 发行部 01062750672 编辑部 01051893283

电子信箱:zpup@pup.pku.edu.cn

排 版 者:北京科文恒信图书经销有限公司

印 刷 者:北京顺义后沙峪印刷厂

经 销 者:新华书店

890 毫米×1194 毫米 16 开 9.5 印张 290 千字

2004 年 6 月第 2 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

定 价:12.80 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究

前 言

将一线名师丰富的教学经验和新的教学理念有机结合,几经酝酿,数易其稿,本书修订版终于面世了。作为人民教育出版社新教材的同步教学辅导用书,它符合新教学大纲的要求,适合 2004 年秋季全国高一年级师生使用。

本着“一切为了学生,为了一切学生,为了学生一切”的原则,本书以教材为本,从知识讲解到例题演示、习题精练,都遵循从易到难、由浅入深的规律;按照知识的内在联系、学生思维的发展过程,进行方法归纳,规律总结;设置原创题,引用高考原题,引进改编题;展示剖析问题、研究问题的核心过程,体现出“活、新、透、变”的特色。

【学习目标】 归纳知识点,将抽象的教学大纲要求具体化,使读者一开始就对本部分知识预先有个宏观的了解,明确学习重点、难点及要达到的目标。

【要点透视】 以节为单位,对各节的重点、难点进行全面详细的梳理;讲解详细,举例科学,材料新颖,题型多样,材料鲜活,知识点全面;侧重于强化基础知识和基本技能,促进形成良好的学习习惯,激发学习的原动力。例题中的“要点精析”部分,对“活题”(即材料新颖,设问灵活的典型题目)进行精析,思路清晰,语言精练,切中要害,可以很好地帮助提高解题技巧,训练思维能力。

“拓展点悟”部分从学习者的角度出发,对在解题的过程中容易出现思维偏差进行针对性的分析,正确引导学生的解题思路,培养思维发散能力,既防“误入歧途”,又使得综合素质得到发展。

【能力拓展】 主要选择与各节的重点、难点紧密相关的,在各节的基础知识之上具有一定思维拓展性的试题。例题中的“要点精析”和“拓展点悟”栏目,直击要害,指点迷津,训练思维能力。

【活学巧练】 以巩固基础知识和培养基本能力为主,解决学习与时间之间的矛盾,“活”学“巧”练,以求达到事半功倍的效果。

【高考链接】 精选精编符合最新高考考试说明的试题,既起到巩固各节知识的作用,又能增强学生的自信心,消除对高考的陌生感。

【知识整合】 详细梳理各章的知识点,巧妙总结,归纳整合,使之成为一个有内在逻辑性的网状知识结构;使学生在微观上牢固掌握各个知识点,在宏观上明

确各个知识点之间的联系。

【活学指导】 对各章的重点知识,特别是难点知识进行专题性和规律性的总结,对重点题型解法进行集中归纳,使读者对此类题型形成一个清晰的印象,规范解题步骤,提高思维能力。

【过关检测】 为每章设计一套测试题,题型、难易度基本与高考试题一致。如果充分利用本部分内容,一方面可对本章知识进行系统梳理,另一方面还可以给自己准确定位,合理安排下一步的学习及复习计划,提高学习效率。

【答案与导解】 题目做错了,错在哪儿?题目做对了,充分理解了吗?是否学得“活”且练得“巧”呢?答案中有详细且必要的解题过程及思路分析,一举解决所有的遗留问题。

考虑到高一教学由初中向高中过渡的特殊性,本书在语言上尽量做到深入浅出、简洁明了,还注重总结规律、提炼方法,使高一新生尽快完成自己的角色转换。此外,适当强调了现阶段学习与高考的联系,使学生对高考有一个逐渐认识的过程。

对广大师生来说,时间宝贵,效率第一。本书此次修订,策划更加科学,编校更加严谨,质量更上一层楼;既能减轻学生负担,提高效率,又方便教师教学,使教与学得到和谐的统一。

我们在全二十多个教改先进地区进行了为期五十多天的深入调研,许多专家、教师、学生对本书给予了高度评价,并为本书的再版提出了极其宝贵的建议,在此深表感谢。

《活学巧练》丛书编委会高一物理编写组

2004年5月

Contents

目



录

第一章	力	(1)
第一节	力	(1)
第二节	重 力	(4)
第三节	弹 力	(6)
第四节	摩 擦 力	(10)
第五节	专题:物体的受力分析	(14)
第六节	力的合成	(16)
第七节	力的分解	(19)
第八节	专题:求合力与分力的方法	(23)
第九节	实验:长度的测量	(26)
第十节	实验:验证力的平行四边形定则	(28)
	本章小结	(30)
第二章	直线运动	(33)
第一节	几个基本概念	(33)
第二节	位移和时间的关系	(36)
第三节	运动快慢的描述 速度	(39)
第四节	速度和时间的关系	(42)
✓第五节	速度改变快慢的描述 加速度	(45)
✓第六节	匀变速直线运动的规律	(48)
✓第七节	匀变速直线运动规律的应用	(51)
✓第八节	自由落体运动	(55)
第九节	专题:图像法在运动学中的应用	(58)
第十节	专题:追及与避碰问题	(61)
第十一节	实验:练习使用打点计时器	(64)
第十二节	实验:研究匀变速直线运动	(67)
	本章小结	(70)
	期中测试题	(74)
第三章	牛顿运动定律	(77)
第一节	牛顿第一定律	(77)
第二节	物体运动状态的改变	(79)
第三节	牛顿第二定律	(81)
第四节	牛顿第三定律	(85)
第五节	力学单位制	(87)
第六节	牛顿运动定律的应用	(89)
第七节	专题:用整体法和隔离法解连接体问题	(93)
第八节	专题:临界问题和瞬时问题	(97)
第九节	超重和失重 牛顿运动定律的适用范围	(100)
	本章小结	(103)
第四章	物体的平衡	(107)
第一节	共点力作用下物体的平衡	(107)
第二节	共点力平衡条件的应用	(109)
第三节	有固定转轴物体的平衡 力矩平衡条件的应用	(114)
	本章小结	(117)
	期末测试题	(122)
	答案与导解	(125)

第一章

力

第一节 力

学习目标

1. 力的概念,包括力的定义、力的性质和力的效果,在具体问题中能找出施力物体和受力物体。
2. 力的表示,知道力的大小和方向,在具体问题中能画出力的图示或力的示意图。
3. 力的分类,按命名方式的不同分类。

要点透视

一、力的概念

1. 定义

力是物体之间的相互作用。

2. 单位

在国际单位制中力的单位是牛顿,简称:牛,符号:N。

3. 性质

(1)物质性:力是不能离开物体而独立存在的,只要有力,就有施力物体和受力物体,没有物体,则谈不上力的作用。

(2)相互性:力存在于施力物体和受力物体之间。力的作用是相互的,一个物体谈不上力的作用。施力物体同时也是受力物体,不存在有施力物体而没有受力物体,也不存在只有受力物体而没有施力物体的力。

(3)矢量性

力不仅有大小,而且有方向,力是矢量。

4. 力的作用效果

力的作用效果有不同的表现形式,可以通过某种效果而判断力是否存在。力的作用效果主要有两个:一是使物体发生形变,二是改变物体的运动状态。例如,我们用力挤压排球,改变了排球的形状;用力拉橡皮条,使其长度变长。

二、力的图示

1. 图示法

用一根带箭头的线段来表示,线段是按一定比例(标度)画出的,长短表示力的大小,指向表示力的方向,箭头或箭尾表示力的作用点。图示法使抽象的力具体化、直观化。

2. 力的三要素

大小、方向、作用点。力的任一要素发生变化,力的作用效果会随之改变。

3. 力的示意图

只在力的方向,表示物体在这个方向上受到了力。

4. 力的图示与力的示意图的区别

力的示意图侧重于力的方向和作用点,主要是对物体进行

受力分析中用到。

三、力的种类

1. 根据力的不同性质命名的力有:重力、弹力、摩擦力(力学中经常遇到的三种力)、分子力(热学中)、电场力、磁场力(电学中)等。

根据力对物体作用的效果命名的力有:拉力、压力、支持力、动力、阻力等。

2. 效果不同的力,性质可以相同。例如压力、支持力都是弹力。效果相同的力,性质可能不同。例如动力可以是弹力,也可以是重力。

同一性质的力可以产生不同的作用效果。例如摩擦力有时充当阻力,有时充当动力。不同性质的力也可以产生相同的效果,例如重力和摩擦力是不同性质的力,但它们都可以充当动力(或阻力)等。

3. 对物体进行受力分析时,分析的是物体受到哪些“性质力”(按性质命名的力),不要有“效果力”与“性质力”混淆,重复分析。

【例1】下列说法中正确的是(D)

- A. 力的产生离不开施力物体,但可以没有受力物体
- B. 没有施力物体和受力物体,力照样可以独立存在
- C. 有的物体自己就有力,这个力不是另外的物体施加的
- D. 力不能离开施力物体和受力物体而单独存在

【答案】D

【要点精析】由力的物质性力是不能离开物体而存在的,故选项A错;由力的相互性知,力不能离开施力物体和受力物体而存在,故选项B错;一个物体不能自己既是施力物体又是受力物体,其实质是违背力的相互性,故选项C错;由以上分析知选项D正确。

【拓展点悟】本题考查对力的概念和理解,考查力的物质性和相互性,力是物体对物体的作用,任何一个力都与两个物体相联系,如果找不到施力物体,这个力是不存在的。

【例2】下列说法正确的是(D)

- A. 甲用力把乙推倒而自己不倒,说明只是甲对乙有力的作用,乙对甲没有力的作用
- B. 只有有生命或有动力的物体才会施力,无生命或无动力的物体只会受到力,不会施力
- C. 只有运动的物体才会受到力的作用
- D. 不直接接触的物体间可以有力的作用

【答案】D

【要点精析】按力的定义,力是物体之间的相互作用,甲对乙有作用力,乙对甲就一定有力的作用,也可以说只要物体间存在相互作用,物体就既是施力物体,也是受力物体,所以选项A错;物体间的相互作用既可以存在于有生命的物体间,也可以存在于无生命物体间,所以选项B错;不运动的物体也可

以有力的作用,故选项 C 错;两个物体发生力的作用时,不一定需要直接接触,如磁铁隔着一段距离吸引铁屑,故选项 D 正确。

[拓展点悟] 本题易混淆的是选项 B,实际上,力的作用确有主动、被动之分。如手拉一根绳子,手对绳施加的拉力是主动的,但同时绳也施加一拉力作用于手,这一因果关系不能错误理解为绳不会施力于手。

[例 3] 根据下列要求用图示法画出力:

(1)水平桌面对桌面上的书产生的 30 N 的支持力;

(2)用 1600 N 的力与水平方向成 30° 角向斜上方拉车;

[要点精析] (1)水平桌面对书的支持力竖直向上,作用点通常可认为在物体的中部,若取 1 cm 长的线段表示 10 N,则书受支持力如图 1-1-1(a)所示。

(2)因拉车的力较大,可取 1 cm 长的线段表示 400 N,设作用在车的 B 点,则车所受拉力如图 1-1-1(b)所示。

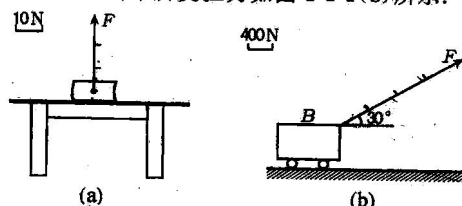


图 1-1-1

[拓展点悟] 作用力的图示包括大小、方向和作用点,在画大小时,要注意选取标度,选取标度应根据力的大小合理设计。一般情况下,线段分段应在 2~5 段,不宜太多,太多了图不清晰;也不可太少,不能少于两段。

[例 4] 如图 1-1-2(a)所示,物体 A 对物体 B 的压力是 10 N,试画出这个力的图示。

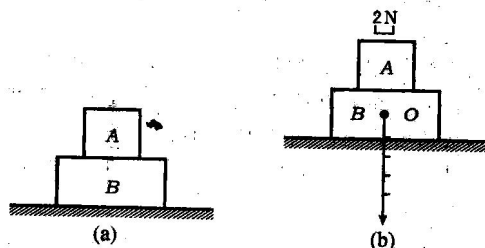


图 1-1-2

[要点精析] 画力的图示,按以下步骤进行。

①选定标度,此题可选 2 mm 长的线段表示 2 N 的力;

②从作用点向力的方向画一线段,线段长短根据选定的标度和力的大小画,线段上加刻度,如图 1-1-2(b)从 O 点竖直向下画一段 5 倍于标度(2 mm)的线段;

③在线段上加箭头表示力的方向。

[拓展点悟] 正确作出力的图示,既是学习力学的一项基本功,也是培养良好习惯的途径。首先应确定受力物体,把力的图示画在受力物体上。画力的图示最容易遗忘画力的标度,一定要引起重视。

对于规则物体(如球、正方体、长方体),力的作用点一般画在受力物体的几何中心。

[例 5] 下列各组力的命名,其中按力的效果命名的是 (B)

A. 重力、支持力、压力

B. 阻力、支持力、拉力

C. 分子力、电场力、动力

D. 摩擦力、支持力、浮力

[答案] B

[要点精析] 重力、摩擦力、分子力、电场力都是按性质命名的力,故选项 A、C、D 错误;动力、阻力、支持力、压力、拉力、浮力是按效果命名的力,所以选项 B 正确。

[拓展点悟] 按力的效果命名是通过力的作用可观察力产生的某些效果而得名。拉伸、挤压、支持是看到的结果,动力、阻力、浮力是看到的效果。



能力拓展

[例] 下列说法中正确的是 (A)

A. 马拉车前进,马对车有拉力,车对马也有拉力作用

B. “力”就是我们平时所说的“力量”

C. 拳击手一拳出击,没有击中对方,这时只有施力物体,没有受力物体

D. 运动员将足球踢出来,球在空中飞行是因为球受到一个向前的冲力

[答案] A

[要点精析] 由力的相互性知选项 A 正确;力是物体间的相互作用,而力量指的是能力,故选项 B 错;拳击手出拳未击中对方,说明拳击手与对方之间没有相互作用,因为没有受力物体的力是不存在的,所以此时也不存在说拳击手是施力物体,故选项 C 错;踢出去的球之所以向前运动,是物体具有惯性的原因,而不是受到向前的冲力,故选项 D 错误。

[拓展点悟] 力是物体间的相互作用,有力的产生,就必定同时有施力物体和受力物体,一个物体谈不上力的作用。利用力的物质性,可以判断力是否存在。



活学巧练

1. 关于力的下述说法错误的是 (B、C、D)

A. 力是物体对物体的作用

B. 只有直接接触的物体之间才有力的作用

C. 由有一定距离的磁铁间有相互作用力可知,力可以离开物体而独立存在

D. 力的大小可以用天平测量

2. 下列说法正确的是 (C、D)

A. 甲用力把乙推倒而自己不倒,说明只是甲对乙有力的作用,乙对甲没有力的作用

B. 只有运动物体才会受到力的作用

C. 找不到施力物体的力是不存在的

D. 力离不开施力物体和受力物体而独立存在

3. 对于被射出的箭,下列说法正确的有(空气阻力不能忽略)

(A、B、C)

A. 箭受到冲力

B. 箭受到空气的阻力

C. 箭受到重力

D. 箭不受任何作用力

4. 关于力的作用效果的叙述中,正确的是 (A)

A. 物体的运动状态发生变化,一定受到力的作用

- B. 物体的运动状态不发生变化,一定不受到力的作用
C. 物体受力的作用后,一定同时出现形变和运动状态发生变化的现象
D. 力对物体的作用效果完全由力的大小决定
5. 下列各组力中,全部以效果命名的是 ()
A. 弹力、阻力、动力
B. 重力、弹力、摩擦力
C. 浮力、拉力、斥力
D. 磁力、阻力、拉力
6. 关于力的说法,正确的是 ()
A. 力是由施力物体产生,被受力物体接受
B. 力可以离开物体而独立存在
C. 有受力物体必有施力物体
D. 施力物体是主动,受力物体是被动
7. 力是 物体对物体 的作用,力不能脱离 物体 而独立存在. 在国际单位制中,力的单位是 N, 符号是 N, 测量力的工具是 弹簧测力计.
8. 如图 1-1-3 所示,用手按图钉对墙壁产生 20 N 的压力,这个压力的施力物体是 图钉, 受力物体是 墙壁.

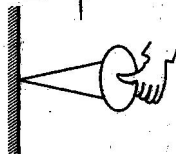
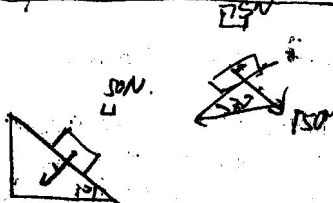


图 1-1-3

9. 根据下列要求用图示法画出力:
放在倾角为 30° 的斜面上的物体对斜面产生 150 N 的压力.



10. 如图 1-1-4 所示,物体 B 对物体 A 的支持力是 50 N,试画出这个力的图示,并说明施力物体和受力物体.



图 1-1-4

11. 力作用在物体上,使物体改变了形状,仅与力的大小有关吗? 为什么?

不是,还与力的作用点和方向有关

12. 一位同学在回家的路上只顾回头看路边一只小狗在玩耍,头撞在了路旁的树干上,很快头起了一个包,并感觉很痛. 解释一下他撞树,他给树一个作用力,为什么他还感觉自己痛呢?

因为力的作用是相互的

13. 火车头拉着车厢在平直的铁路上行驶,这时车头对相邻的车厢有一个拉力. 车头对车厢的拉力是按什么进行命名的? 如果说车头对车厢施加一个动力,这个动力又是根据什么命名的?

效果



高考链接

14. 下列说法中,正确的是()
- 力只能产生在相互接触的物体之间
 - 有受力物体,就必定有施力物体
 - 施力物体施力在先,受力物体受力在后
 - 力是一个物体就能产生的,并不需要其他物体的存在
15. 下列说法中,正确的是()
- 根据效果命名的不同名称的力,性质可能相同
 - 根据效果命名的同一名称的力,性质一定相同
 - 重力和压力都是按力的性质命名的力
 - 动力和阻力都是根据力的效果命名的力

第二节 重力



学习目标

- 知道重力是地面附近的物体由于受到地球的吸引而产生的。
- 知道重力的大小和方向,知道用悬绳挂着的静止物体,用水平支持物支持的静止的物体,对竖直悬绳的拉力或对水平支持物的压力,大小等于物体受到的重力。学会用公式 $G=mg$ ($g=9.8\text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$) 计算重力。
- 知道重心的概念以及均匀物体重心的位置。
- 了解万有引力的概念。



要点透视

一、重力

1. 定义

重力是由于地球的吸引而使物体受到的力。

2. 产生原因

重力是由于地球的吸引而产生的。地球周围的物体,无论是静止的还是运动的,都要受到地球的吸引力,因此任何物体都受到重力的作用。但重力并不是地球对物体的吸引力。

3. 方向

竖直向下。

“竖直向下”是悬挂物体的绳子静止时下垂的方向,也是由静止开始落向地面物体的运动方向。

“竖直向下”不能等同为“垂直向下”,也不能等同为“指向地心”。

4. 大小

$$G=mg,$$

式中, $g=9.8\text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$, 表示质量是 1 kg 的物体受到的重力是 9.8 N 。

二、重力与质量的联系与区别

1. 联系

在同一地点,重力的大小与质量成正比。

2. 区别

质量是物体所含物质的多少,是标量,可用天平测量,它不随物体的地理位置的改变而改变;重力是由于地球对物体的吸引而使物体所受的力,是矢量,用弹簧秤测量,物体所受的重力随物体的地理位置的改变而改变。

三、重心

1. 定义

物体所受重力的作用点叫物体的重心。

2. 研究方法

一个物体的各部分受到重力的作用对物体产生的总效果,与重力集中作用在某一点产生的效果相同,可等效地认为重力集中作用在重心上。

3. 任何一个物体有且只有一个重心。

四、重心的位置

1. 物体重心的位置与物体的形状及质量分布有关,与物体怎样放置无关。

2. 形状规则、质量分布均匀的物体,重心就在其几何中心上。

3. 物体的重心可以不在物体上,如呼拉圈。

4. 确定物体重心位置的方法:悬挂法。

当物体处于平衡时,由二力平衡条件知道,物体所受的重力跟悬绳的拉力在同一直线上。换个点悬挂,又得到一条竖直方向的直线,两直线的交点即为物体的重心。

[例1] 下列关于重力的说法中,正确的是()

- 只有静止的物体才受到重力作用
- 一个挂在绳子上的物体,它受到的重力就是绳子对它的拉力
- 重力没有施力物体
- 在地面上同一地点,质量大的物体受到的重力大

[答案] D

[要点精析] 重力是由于地球的吸引而使物体受到的力,无论物体静止还是运动都要受到重力,故选项 A 错误。当把物体挂在绳子上时,绳子对它的拉力是弹力,方向竖直向上,而重力是场力,方向竖直向下,这是两种不同性质的力,故选项 B 错误。重力的施力物体是地球,在同一地点 g 恒定,重力与质量成正比,故选项 C 错误,选项 D 正确。

[拓展点睛] 本题考查重力的基本概念,重力产生的原因、方向、施力物体和受力物体。

[例2] 关于重力的大小,下列说法中正确的是()

- 物体的重力大小总是恒定的
- 同一地点,物体的重力与物体的质量成正比
- 物体落向地面时,它受到的重力大于它静止时所受到的重力
- 物体的重力总等于它对悬绳的拉力

[答案] B

[要点精析] 物体重力的计算公式为 $G=mg$, 物体的质量 m 是恒定的,但 g 的取值与地理位置有关。对同一地点, g 的取值相同,随着物体所处的地理位置的纬度的增大, g 值将增大;随高度的增大, g 值将减小。因此,不能认为物体的重力是恒定的,故选项 A 错误,选项 B 正确。由公式可知,物体所受的重力只与物体的质量及 g 值有关,与物体是否受其他力及

运动状态均无关,故选项 C 错误.用悬绳挂着的静止的物体,物体对悬线的拉力才等于其重力,故选项 D 错误.

【拓展点悟】 关于重力的大小,应注意其决定因素是物体的质量和 g 值,与其他受力因素及运动因素无关;关于重力的测量应注意其条件是物体处于平衡状态.

【例 3】 关于物体的重心,下列说法中正确的是()

- A. 重心就是物体内最重的一点
- B. 重心是物体各部分所受重力的合力的作用点
- C. 任何有规则形状的物体,它的重心必在其几何中心上
- D. 重心是物体所受重力的作用点,所以重心总是在物体上,不可能在物体外

【答案】 B

【要点精析】 一个物体的各部分都要受到地球对它的吸引力,我们可以认为重力的作用集中于一点,这一点叫做物体的重心,因此重心不是物体上最重的一点.质量均匀分布的物体,重心的位置只跟物体的形状有关.有规则形状的质量均匀分布的物体,如均匀圆柱体,其重心就在其几何中心上;对不规则的均匀物体,其重心和几何中心就不一定重合.物体的重心可以不在物体上,如均匀球壳,重心就不在球壳上,而在其几何中心(球心)上.

【拓展点悟】 我们常把质量均匀分布的球体的重心画在球心上,受这个模型的影响,错选 C、D.既然物体的每一部分都受到重力的作用,想当然地认为重心就是物体上最重的一点,错选 A.

【例 4】 如图 1-2-1 所示,一个空心均匀球壳里面注满水,球的正下方有一个小孔,当水由小孔慢慢流出的过程中,空心球壳和水的共同重心将会()



图 1-2-1

- A. 一直下降
- B. 一直上升
- C. 先升高后降低
- D. 先降低后升高

【答案】 D

【要点精析】 重心的位置跟物体的形状和质量分布有关.当注满水时,重心必在球心,随着水的流出,重心慢慢下降,当水流出一定量时,重心又慢慢上升,直至水流完时,重心又回到球心.故球壳和水的共同重心将先降低后升高.

【拓展点悟】 考查重心变化过程,掌握初、末状态时重心的位置及在此过程中重心的位置变化.



能力拓展

【例 1】 用悬挂法确定如图 1-2-2(a)所示薄板状物体的重心.

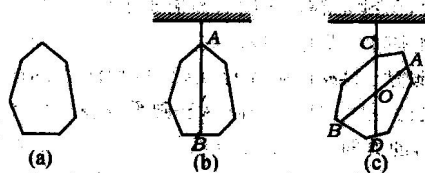


图 1-2-2

【要点精析】 用细线将物体悬挂,如图 1-2-2(b)所示,待

物体静止时,绳对物体的拉力与重力平衡,作用线必在同一直线上,此时沿绳的方向在板上划出竖直线 AB,则重心必在 AB 上.然后再另选一点 C,再次悬挂,同理划出竖直线 CD,如图 1-2-2(c)所示.薄板的重心既在 AB 线上,又在 CD 线上,因此薄板的重心就在 AB 与 CD 线的交点 O 上.

【拓展点悟】 用悬挂法确定重心的原理是二力平衡原理.从理论上讲,任何物体的重心都是沿两悬线的直线的交点,但在实际操作中,只有薄板状物体才能画出此两条线,故悬挂法只能确定薄板状物体的重心.

【例 2】 关于重力,下列说法正确的是()

- A. 重力就是地球对物体的吸引力
- B. 绕地球运转的人造地球卫星不受重力
- C. 地球本身不受重力
- D. 同一物体无论向上或是向下运动都受到重力

【答案】 CD

【要点精析】 重力只是地球引力的一个分力,重力不同于万有引力,故选项 A 错误.地球周围的物体,无论与地球接触与否,即使是人造地球卫星,都要受到地球的吸引力,都要受到重力的作用,故选项 B 错误.地球本身不受重力,若地球受重力,施力物体是谁?所以选项 C 正确.无论物体运动状态如何,总是受重力作用,所以选项 D 正确.

【拓展点悟】 正确理解重力与引力的联系和区别,重力的产生以及重力与物体运动状态的关系,是解此题的关键.



活学巧练

- 下列说法中,正确的是(C)
 - A. 重力是物体的固有属性
 - B. 重力的方向总是垂直于支持面
 - C. 天平不是称量物体重力的仪器
 - D. 千克是重力的一种单位
- 放在水平桌面上的书,它对桌面的压力和它的重力之间的关系是(C)
 - A. 压力就是重力
 - B. 压力和重力是一对平衡力
 - C. 压力的施力物体是重力的受力物体
 - D. 压力的受力物体是重力的施力物体
- 关于重力,下列说法中正确的是(D)
 - A. 只有静止的物体才受到重力
 - B. 只有在空中运动的物体才受到重力
 - C. 在空中运动的物体离开了地球,它不受重力
 - D. 在地球上的任何物体均受重力,与物体和地球是否接触无关
- 用弹簧秤竖直悬挂一小球,下列说法正确的是(BCD)
 - A. 小球对弹簧秤的拉力就是小球的重力
 - B. 静止时,小球对弹簧秤的拉力大小等于小球的重力
 - C. 小球的重力的施力物体是地球
 - D. 小球受到的重力的方向是垂直向下的
- 下列说法中正确的是(C)
 - A. 重力就是地球引力
 - B. 质量大的物体受到的重力一定比质量小一些物体受

到的重力大

- C. 物体所受的重力与物体的运动状态无关
D. 物体对支持面的压力必定等于物体的重力
6. 关于重力, 下列说法正确的是 (B)
- A. 风筝升空后, 越升越高, 说明风筝受到的重力越来越小
B. 在天空飞行的飞机受重力作用
C. 浮在水面上的小木块, 由于受到水的浮力作用, 其重力将变小
D. 重力的方向总是垂直于地面
7. 关于物体的重心, 下列说法中正确的是 (CD)
- A. 物体的重心一定在物体上
B. 质量分布均匀、形状规则的物体的重心一定在物体上
C. 用线悬挂的物体静止时, 悬线方向一定通过物体的重心
D. 舞蹈演员在做各种优美动作时, 其重心位置不断变化
8. 一个重 20 N 的物体沿着斜面下滑, 在图 1-2-3 所示中, 关于物体受到的重力的图示正确的是 (AD)

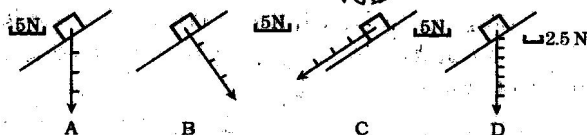


图 1-2-3

9. 某人在地球上重 588 N, 则该人的质量为 $m = 58.8$ kg; 若同一物体在月球表面的重力是在地球表面的 $1/6$, 那么, 该人在月球表面的重力大小为 98 N, 此时他的质量为 9.8 kg.
10. 把一条盘放在地面上的长为 l 的匀质铁链向上刚好拉直时, 它的重心位置升高了多少? 把一个边长为 l 的匀质立方体, 绕 bc 棱翻转使对角面 $AbeD$ 处于坚直 (如图 1-2-4 所示), 重心位置升高了多少?

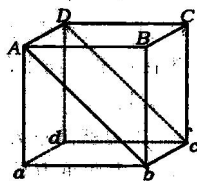


图 1-2-4

高考链接

11. 如果地面上一切物体受到的重力消失了, 则可能出现的现象是 (不考虑地球自转) (ABC)
- A. 江河的水不会流动
B. 鸡毛和铁球都可悬浮在空中
C. 天不会下雨
D. 一切物体的质量都变为零

12. 一匀质长方形的薄板, 边长 $AB = 30$ cm, $BC = 16$ cm. 用绳拴于 AB 边上某点 E , 然后吊起, 如图 1-2-5 所示, $BE = 21$ cm, 则 AB 边与竖直绳 OE 夹角 $\alpha =$ _____.

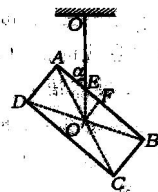


图 1-2-5

第三节 弹力

学习目标

1. 知道什么是弹力以及弹力产生的条件.
2. 知道压力、支持力、绳的拉力都是弹力, 能在力的图示和力的示意图中正确画出它们的方向.
3. 知道如何显示微小形变.
4. 知道在各种形变 (拉伸或压缩形变, 弯曲形变, 扭转型变) 中, 形变越大, 弹力越大. 对一根弹簧, 会用公式 $F = kx$ 进行计算.

要点透视

一、形变

1. 定义

物体在力的作用下发生的形状或体积的改变叫形变.

2. 形变的种类

物体的形变可分为三种: 第一种是物体的长度变化时发生的形变叫拉伸 (或压缩) 形变; 第二种是物体弯曲发生的形变叫弯曲形变; 第三种是物体扭转时发生的形变叫扭转型变. 本节主要讨论第一种形变.

3. 弹性形变

在外力停止作用后, 能够恢复原状的形变.

4. 弹性限度

如果物体的形变过大, 超过一定限度, 在撤去外力后, 形变不能完全恢复, 这个限度就叫弹性限度.

二、弹力

1. 定义

发生弹性形变的物体, 由于要恢复原状对与之接触的物体会产生力的作用, 这种力叫弹力.

2. 弹力产生的条件

物体直接接触且发生弹性形变.

直接接触的物体间不一定存在弹力, 相互接触的物体间是否存在弹力, 关键是看物体间有没有形变. 因此判断时, 首先判断接触的物体间有没有因挤压或拉伸而产生形变; 若形变不明显, 可用假设法, 假设该弹力存在, 分析物体的状态, 若状态与题中所给条件一样, 即弹力存在, 否则不存在.

3. 弹力的方向

弹力的方向和物体形变方向相反, 或者说和使物体发生形变的外力方向相反. 支持力的方向总是垂直支持面指向被支持的物体, 绳的拉力的方向总是沿着绳而指向绳收缩的方向. 接

触面是平面的弹力(压力或支持力)垂直于平面,接触面是曲面的弹力垂直于曲面该处的切面。

4. 弹力的大小

不论哪种形式的形变,形变越大,弹力越大;形变消失,弹力消失。

在拉伸(或压缩)形变中,弹力的大小与形变大小间有简单的定量关系。

三、微小形变

1. 微小形变的显示法

教材中演示实验及课外小实验中显示微小形变的方法都是将形变的效果“放大”,便于观察,从而分析有形变产生的原因。

2. 理想化模型

许多物体在受力时发生的形变极其微小,它们和受力发生明显形变的物体一样会产生弹力。为了处理问题方便,物理学上建立起相应的理想模型。例如,杆受力后产生的形变极其微小,就可以看成刚性杆;绳子受力后的伸长极其微小,就可以把绳子看成是不可伸长的。这些理想模型在以后的学习中经常用到,但是我们应该记住,它们产生的弹力并不因为取理想化模型而有所不同。

四、胡克定律

1. 内容

在弹性限度内,弹力的大小跟弹簧伸长(或压缩)的长度 x 成正比。

2. 公式

$$F = kx$$

式中, k 叫劲度系数,在国际单位制中, k 的单位是 $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$,其大小由弹簧的长度、材料、粗细等决定,反映弹簧本身的属性,在数值上等于弹簧伸长(或压缩)单位长度时的弹力, $x = |L - L_0|$,其中 L_0 为弹簧原长, L 为形变后的长度。

[例 1] 关于弹力,下列说法正确的是()

- A. 相互接触的物体间一定有弹力
- B. 相互接触的物体间不一定有弹力
- C. 先有弹性形变,后有弹力
- D. 不接触的两物体之间不可能发生相互的弹力作用

[答案] BD

[要点精析] 弹力是发生弹性形变的物体由于要恢复原状,而对与之接触的物体产生的力,即弹力是接触力,因此,选项 D 正确。但相互接触是弹力产生的必要条件,而不是充分条件,因为两物体相互接触,在接触面处不一定发生弹性形变,因而也就不一定产生弹力,故选项 A 错误。选项 B 正确。弹力随形变的产生而产生,随形变的消失而消失,不存在先后关系,故选项 C 错误。

[拓展点悟] 关于弹力产生的条件必须注意,相互接触才能产生弹力,但是否产生弹力还要看接触处是否发生了弹性形变。

[例 2] 关于弹力,下列说法中正确的是()

- A. 形变微小时,弹力很小
- B. 形变量越大,弹力就越大,弹力大小总是与形变量成正比的
- C. 放在水平桌面上的书对桌面的压力就是物体所受的重力

D. 通常所说的压力、支持力和绳的拉力都是弹力

[答案] D

[要点精析] 弹力的大小与形变量有关,形变量越大,弹力就越大,但弹力与形变量的定量关系一般都很复杂,不一定是简单的正比关系,故选项 B 错误。形变的大小是相对而言的,有的物体容易发生形变,形变量大,但产生的弹力可能小,而有的物体不容易发生形变,形变量微小,但产生的弹力可能很大,故选项 A 错误。通常所说的压力、支持力和绳的拉力都是由弹性形变而产生的,因此都是弹力,故选项 D 正确。书对桌面的压力在大小和方向上都与重力相同,但它们不是同一性质的力,压力是弹力,而且,它们的产生也不相同,压力是书发生形变而对桌面产生的力,它发生在书与桌面之间;重力是由于地球对物体的吸引而使物体所受的力,它发生在书与地球之间,故这两个力不是同一个力。即选项 C 错误。

[拓展点悟] 接触面处形变微小,不能说产生的弹力很小。同样,我们观察不到接触面处的形变,不能因此而否认形变的存在,因为有些形变必须借助仪器或其他显示方法才能观察到。另外,物理量之间的同增同减的关系,不一定是简单的正比关系,有的是一次函数的关系,有的是其他的关系。

[例 3] 画出图 1-3-1 中所示各静止物体所受到弹力的方向(各接触面均光滑, O 点为球心, P 点为重心)。

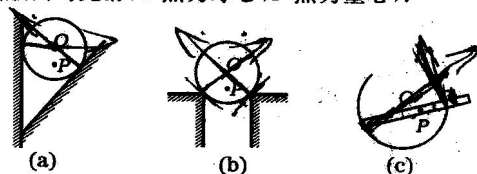


图 1-3-1

[要点精析] 物体所受弹力的方向总是垂直于接触面并指向受力物体。图 1-3-1(a) 是平面与曲面接触型,弹力的方向应垂直于平面,而平面也是球的切平面,故弹力 N_1 和 N_2 均过球心 O ,如图 1-3-2(a) 所示。图 1-3-1(b) 是曲面与点接触型,弹力的方向过接触点及球心,如图 1-3-2(b) 所示。图 1-3-1(c) 是点与曲面接触型及点与平面接触型, N_1 的方向应过接触点及球心, N_2 的方向应与接触面垂直如图 1-3-2(c) 所示。

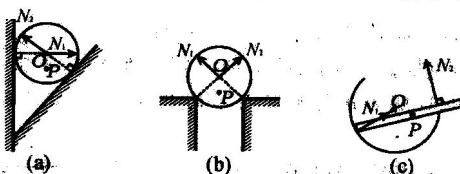


图 1-3-2

[拓展点悟] (1) 关于接触面处的弹力方向的确定,总是先找到接触面(如图 1-3-2(c) 中 N_2 的方向的确定,其接触面是杆的平面,而不是球面,也不是水平面),则弹力的方向必与这个面垂直且指向受力物体。

(2) 球体所受弹力方向一定在过接触点与球心的连线上,与球的重心位置无关。

[例 4] 如图 1-3-3 所示,弹簧的劲度系数为 k ,小球的质量为 m ,弹簧悬挂小球静止时在 A 位置。今用力 F 把小球向下拉长 x 到 B 位置,则此时弹簧的弹力是()



图 1-3-3

A. kx

B. $kx+mg$

C. $kx-mg$

D. mg

[答案] B

[要点精析] 小球静止在 A 位置时, 拉力大小等于小球的重力, 设此时弹簧伸长了 x_1 , 拉力大小为 F_1 .

由胡克定律, 有 $F_1 = kx_1$, 这里 $F_1 = mg$, 故 $x_1 = F_1/k = mg/k$.

在 F 力作用下, 小球向下运动了 x , 设在 B 点弹簧伸长了 x_2 , 则 $x_2 = x_1 + x$. 由胡克定律得, 弹力 $F_2 = kx_2 = k(x_1 + x) = kx_1 + kx = mg + kx$.

[拓展点悟] 弹簧的弹力与弹簧的形变量成正比, 弹簧的形变量是指形变后弹簧的长度与原长的差值. 此题中, 小球在 A 位置时, 弹簧的长度不等于原长, 所以 x 不是 B 点的形变量.



能力拓展

[例 1] 一根弹簧受 30 N 拉力时, 长度为 20 cm, 当受 20 N 压力时, 长度为 15 cm, 则该弹簧的原长是多少? 劲度系数又是多少?

[要点精析] 我们假设弹簧原长为 l_0 cm, 劲度系数为 k N · cm⁻¹.

在 $F_1 = 30$ N 的拉力作用下, 伸长到 $l_1 = 20$ cm, 伸长了 x_1 , $x_1 = l_1 - l_0$.

由胡克定律, 有 $F_1 = kx_1$, 得

$$F_1 = k(l_1 - l_0), \quad (1)$$

在 $F_2 = 20$ N 的压力作用下, 压缩到 $l_2 = 15$ cm, 压缩了 x_2 , 则 $x_2 = l_0 - l_2$.

由胡克定律, 有 $F_2 = kx_2$, 得

$$F_2 = k(l_0 - l_2), \quad (2)$$

联立①②两式, 解得

$$l_0 = (F_1 l_2 + F_2 l_1) / (F_1 + F_2) = 850 / 50 \text{ cm} = 17 \text{ cm} = 0.17 \text{ m},$$

$$k = (F_1 + F_2) / (l_1 - l_2) = 50 / 5 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-1} = 10 \text{ N} \cdot \text{cm}^{-1} = 10^3 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}.$$

故弹簧的原长是 0.17 m, 劲度系数为 $10^3 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$.

[拓展点悟] 此题考查了胡克定律的应用, 要注意题目给出的长度应理解为弹簧形变之后的长度, 而不能理解为形变量.

[例 2] 如图 1-3-4 所示, k_1, k_2 两根弹簧的劲度系数是 k , A 和 B 两小球的质量都是 m , 弹簧的质量不计, 下面说法中正确的是()

- A. k_1, k_2 两根弹簧的伸长量相等
- B. 两根弹簧伸长量之和等于 mg/k
- C. 两根弹簧伸长量之和等于 $2mg/k$
- D. k_1 弹簧的伸长量是 k_2 弹簧伸长量的两倍

[答案] D

[要点精析] 对于下面一根弹簧, 由二力平衡知道, 弹力大小等于 mg , 易求得形变量 $\Delta x_1 = mg/k$.



图 1-3-4

对于上面一根弹簧, 由于 A 小球除自身存在重力外, 还要受到向下的拉力, 上面弹簧的弹力应为 $2mg$, 易求得形变得 $\Delta x_2 = 2mg/k$, 故弹簧的总伸长量 $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 3mg/k$, 故 D 正确.

[拓展点悟] 两根弹簧串联时, 各自的弹力不一定相等, 串联后弹簧的形变量等于两根弹簧的形变量之和.



活学巧练

- 对于弹力产生的条件, 下列说法正确的是()
 - A. 相互接触的物体之间一定有弹力产生
 - B. 物体之间不直接接触也可能产生弹力
 - C. 相互接触且发生形变的物体才产生弹力
 - D. 任何物体只要有形变就一定产生弹力
- 物体静止在水平桌面上, 关于物体对水平桌面的压力 F , 下列说法正确的是()
 - A. F 是由于桌面发生形变产生的
 - B. F 的作用点在物体上
 - C. F 与桌子对物体的支持力是一对平衡力
 - D. F 的大小与物体重力的大小相等
- 一弹簧长 35 cm, 当在其下端挂 4 N 重的物体时, 可使它伸长 12 cm, 需要使它的长度为 42.5 cm, 需从所挂物体中取出重力是()
 - A. 2.2 N
 - B. 1.5 N
 - C. 2.5 N
 - D. 3.0 N
- 如图 1-3-5 所示, 悬挂小球与光滑斜面接触, 悬绳方向竖直, 小球静止, 则小球受到的力为()
 - A. 重力、绳的拉力
 - B. 重力、绳的拉力和斜面的弹力
 - C. 重力、绳的拉力、斜面的弹力和斜面的阻力
 - D. 重力、斜面的弹力
- 关于弹力, 下列说法错误的是()
 - A. 通常所说的压力、支持力和绳的拉力都是弹力
 - B. 压力和支持力的方向总是垂直于接触面
 - C. 轻杆一端所受弹力的作用线一定与轻杆重合
 - D. 轻绳一端所受弹力的作用线一定与轻绳重合
- 下列说法中, 正确的是()
 - A. 闹钟是由发条的弹力带动指针走动的
 - B. 用细杆拨动水中的木头, 木头受到的弹力是由于木头发生形变而产生的
 - C. 绳对物体拉力的方向总是沿绳而指向绳收缩的方向
 - D. 木块放在桌面上受到向上的弹力, 是由于木块发生微小形变而产生的
- 木块放在斜面上处于静止状态, 斜面对木块的弹力方向()

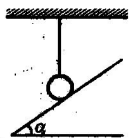


图 1-3-5

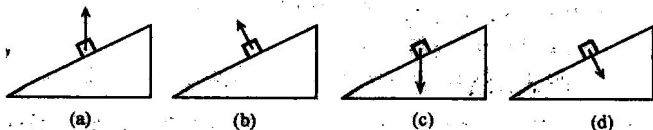


图 1-3-6

- A. 如图(a) B. 如图(b)
C. 如图(c) D. 如图(d)
8. 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 1-3-7 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. $(M+m)g, (M-m)g$

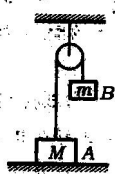


图 1-3-7

9. 如图 1-3-8 所示, 光滑的长直木板表面上有一固定的光滑的挡板, 在挡板旁有一质量为 m 的物块放在木板上, 当木板由水平位置缓慢向上转动 (由于挡板的原因, 物块可在木板上始终保持相对静止). 设物块与木板间的弹力为 N_1 , 物块与挡板间的弹力为 N_2 , 则图 1-3-9 所示的四个图, 它们分别表示的是 ()

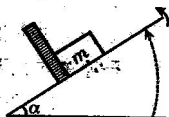


图 1-3-8

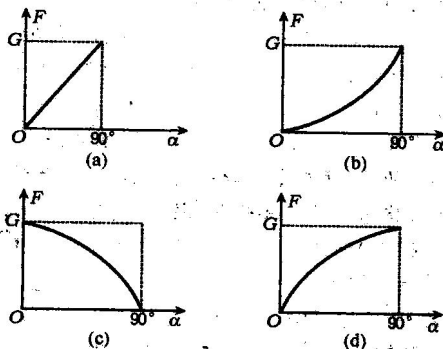


图 1-3-9

- A. (a) 图表示物块与木板间的弹力, (b) 图表示物块与挡板间的弹力
B. (b) 图表示物块与木板间的弹力, (c) 图表示物块与挡板间的弹力
C. (c) 图表示物块与木板间的弹力, (d) 图表示物块与挡板间的弹力
D. (d) 图表示物块与木板间的弹力, (a) 图表示物块与挡板间的弹力
10. 两物体的重力分别为 $G_A = 3 \text{ N}$, $G_B = 4 \text{ N}$, 中间以轻弹簧相连, A 用细绳悬吊在天花板上, B 与水平地面接触, 如图 1-3-10 所示. 已知弹簧的弹力为 2 N , 设细绳的拉力为 T , 物体 B 对地面的压力为 N , 下面数据可能正确的是 ()
- A. $T = 7 \text{ N}, N = 0$
B. $T = 2 \text{ N}, N = 5 \text{ N}$
C. $T = 5 \text{ N}, N = 2 \text{ N}$
D. $T = 1 \text{ N}, N = 6 \text{ N}$

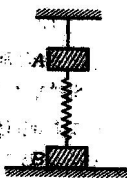


图 1-3-10

人受到 _____ 力、_____ 力和 _____ 力的作用, 其大小分别为 _____ N, _____ N 和 _____ N.

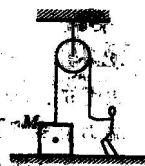


图 1-3-11

12. 把 10 N 重的物体挂在弹簧的自由端, 弹簧长 25 cm , 再加挂一个 5 N 重的砝码, 弹簧又伸长 2 cm , 则弹簧的劲度系数为 _____ $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$, 弹簧原长为 _____ cm .
13. 画出图 1-3-12 小球和杆所受的弹力方向.

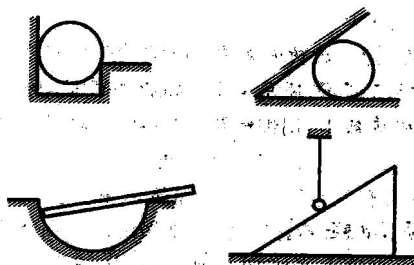


图 1-3-12

14. 如图 1-3-13 所示, 两根轻弹簧 a, b 串联在一起, 其自然长度分别为 8 cm 和 12 cm , 劲度系数分别为 $100 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ 和 $200 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$. 今在 b 的一端施加一个大小为 5 N 的水平拉力 F , 则两根弹簧的总长是多少?

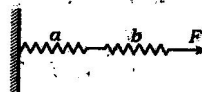


图 1-3-13

15. 找一块圆柱形橡皮, 在圆柱面上画出正方形格子线, 如图 1-3-14 所示. 用力使圆柱形橡皮拉伸、压缩、弯曲、扭转, 观察圆柱面上格子的形变, 说出拉伸、压缩、弯曲、扭转四种形变各自的特点和它们的差别.



图 1-3-14

高考链接

16. 如图 1-3-15 所示, 一根弹簧其自由端 B 在未悬挂重物时指针正对刻度 5, 在弹性限度内, 当挂上 80 N 重物时指针正对刻度 45. 若要指针正对刻度 20 应挂重物是 ()
- A. 40 N
B. 30 N
C. 20 N
D. 弹簧的劲度系数 k 未知, 无法计算

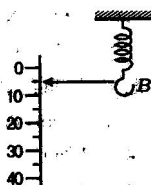


图 1-3-15

17. 如图 1-3-16 所示, 质量为 m 的物体 A 压在放在地面上的竖直轻弹簧 B 上, 用细绳跨过定滑轮与物体 A 相连, 另一端与轻弹簧 C 连接, 当弹簧 C 处在水平位置且右端位于 a 点时, 它没有发生形变. 已知弹簧 B 和弹簧 C 的劲度系数分别为 k_1 和 k_2 , 不计定滑轮、细绳的质量和摩擦. 将弹簧 C 的右端 a 点沿水平方向拉到 b 点时, 弹簧 B 刚好没有形变. 求 a、b 两点间的距离.

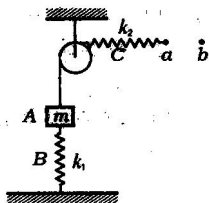


图 1-3-16

第四节 摩擦力

学习目标

1. 知道滑动摩擦力产生的条件, 会判断滑动摩擦力的方向.
2. 会利用公式 $f = \mu N$ 进行计算, 知道滑动摩擦力的大小跟什么因素有关, 知道滑动摩擦力跟正压力成正比.
3. 知道静摩擦力产生的条件, 会判断静摩擦力的方向.
4. 知道最大静摩擦力的概念, 知道最大静摩擦力跟两物体间的压力成正比.

要点透视

一、滑动摩擦力

1. 定义

一个物体在另一个物体表面上相对滑动时, 要受到另一个物体阻碍它相对滑动的力, 这种力叫做滑动摩擦力.

2. 产生条件

- (1) 两物体必须相互接触且挤压, 即存在正压力.
- (2) 接触面不光滑.
- (3) 两物体有相对运动.

以上三个条件必须同时满足才一定有滑动摩擦力. 发生相对运动的两个物体中可能有一个物体对地是静止的, 而对另一个物体是运动的, 因此静止的物体也可以受到滑动摩擦力的作用.

3. 方向

滑动摩擦力的方向与物体相对运动方向相反.

滑动摩擦力的作用效果是阻碍物体间的相对运动 (而不是阻止物体间的相对运动). 物体间相接触时发生的相对运动一定是沿着接触面进行的, 因此摩擦力的方向一定与接触面相切.

4. 大小

滑动摩擦力跟压力成正比, 也就是跟一个物体对另一个物体表面的垂直作用力成正比, 用 f 表示滑动摩擦力的大小, 用 N 表示压力的大小, 则有 $f = \mu N$.

式中, μ 是比例常数, 叫做动摩擦因数, 它的数值跟相互接触的两个物体的材料和接触面的粗糙程度有关.

二、静摩擦力

1. 定义

当一个物体在另一个物体的表面上有相对运动趋势时, 所受到的另一个物体对它的阻碍作用, 叫静摩擦力.

2. 产生条件

- (1) 两物体接触且挤压, 即存在压力.
- (2) 接触面不光滑.
- (3) 两物体接触面间有相对运动趋势.

所谓相对运动趋势是指假如接触面是光滑的, 所研究的物体将发生相对运动的趋向. 例如, 一个物体放在斜面上处于静止状态, 如果假设接触面是光滑的, 则物体将沿斜面向下滑动, 这样我们就说物体有沿斜面向下滑动的趋势.

3. 方向

与接触面相切, 跟物体的相对运动趋势方向相反.

4. 大小

等于使物体产生运动趋势的外力的大小. 随着沿相对运动趋势方向的外力 F 的增大而增长, 但有一个最大值.

最大静摩擦力: 静摩擦力的最大值 f_m , 其大小等于物体刚要运动时所需要的沿相对运动趋势方向的最小外力.

两物体间实际发生的静摩擦力 f 在零与最大静摩擦 f_m 之间, $0 < f \leq f_m$.

三、比较滑动摩擦力和静摩擦力

1. 产生条件

相同之处是: 两物体接触且挤压, 接触面不光滑.

不同之处是:滑动摩擦力是产生相对滑动的两物体之间,而静摩擦力是产生在两相对静止但有相对运动趋势的两物体之间。

2. 方向

相同之处是:都与接触面相切。

不同之处是:滑动摩擦力的方向与相对运动方向相反,而静摩擦力的方向与物体间相对运动趋势方向相反。

3. 大小

滑动摩擦力由 $f = \mu N$ 确定;静摩擦力可以是变力,其范围是 $0 < f \leq f_m$ 。

4. 效果

两者既可以是动力,也可以是阻力,但一定是阻碍两物体间的相对运动或相对运动趋势。

[例 1] 关于摩擦力,下列说法正确的是()

- A. 滑动摩擦力总是阻碍物体的运动,其方向一定与物体的运动方向相反
B. 静摩擦力的方向与物体的相对运动趋势方向相反
C. 受静摩擦力作用的物体一定是静止的
D. 作用在运动物体上的摩擦力一定是滑动摩擦力

[答案] B

[要点精析] 受滑动摩擦力、静摩擦力作用的物体可以静止,也可以运动,两种摩擦力的方向可以与物体的运动方向相反,也可以与物体运动的方向相同。

[拓展点悟] 相对运动、相对运动趋势和运动不是同一概念,甲、乙两物体有相对运动(或相对运动趋势),把甲当作静止的(即在甲上观察乙),乙对甲的运动方向即相对运动方向,乙受到的摩擦力方向和此方向相反;考虑甲受到的摩擦力方向,只需要在乙上观察甲就可以了。

[例 2] 如图 1-4-1 所示,木块与水平面间的滑动摩擦力大小为重力的 0.1 倍,木块的质量 2 kg。在木块向右运动方向的过程中,还受到一个水平向左的大小为 10 N 的拉力的作用,则木块所受的滑动摩擦力大小为 2 N,方向 向右,地面所受滑动摩擦力的方向 向左。(g 取为 $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$)

[答案] 2 N 向右 向左

[要点精析] 滑动摩擦力 $f = \mu N$,由竖直方向二力平衡得 $F_N = 20 \text{ N}$, $f = 2 \text{ N}$,木块相对水平面向右运动,木块所受的滑动摩擦力方向向左。地面相对木块向左运动,地面所受滑动摩擦力方向向右。

[拓展点悟] 本题干扰因素是木块受到一个水平向左的大小为 10 N 的拉力的作用,学生容易错误认为滑动摩擦力大小为 10 N,方向水平向右。滑动摩擦力的大小只决定于 μ 和 N ,方向只决定于相对运动方向,与其他力的大小、方向无关。地面是静止的,但在木块上观察,地面相对木块向左运动,故地面所受滑动摩擦力方向向右。

[例 3] 如图 1-4-2 所示,在两块木板中间夹着一个重 50 N 的木块 A,左、右两边对木板的压力 F 均为 150 N,木板和木块间的动摩擦因数为 0.2。如果想从下面把这木块拉出来,需要多大的

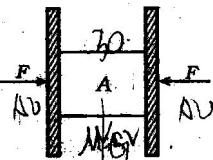


图 1-4-2

力? 如果想从上面把它拉出来,需要多大的力?

[答案] 10 N; 110 N

[要点精析] (1) 从下面把木块拉出来,受力如图 1-4-3 所示,这时摩擦力 f 向上,左、右两侧均为 $f = \mu F = 0.2 \times 150 = 30 \text{ (N)}$

则有 $G + F_1 = 2f$, 所以

$$F_1 = 2f - G = 2 \times 30 - 50 = 10 \text{ (N)}$$

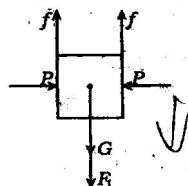


图 1-4-3

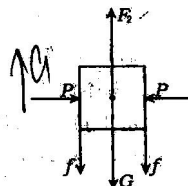


图 1-4-4

(2) 从上面把木块拉出来,受力如图 1-4-4 所示,这时摩擦力向下,左、右两侧均为 $f = 30 \text{ N}$, 有

$$F_2 = 2f + G = 2 \times 30 + 50 = 110 \text{ (N)}$$

[拓展点悟] 本题考查滑动摩擦力的计算。不管是向上还是向下拉出木块,木块均受到两个摩擦力,根据平衡条件可知,要拉出木块,至少要使木块所受向上的力等于向下的力的和。

[例 4] 重为 400 N 的木箱放在水平地面上,木箱与地面间的最大静摩擦力是 120 N,动摩擦因数是 0.25。如果分别用 70 N 和 150 N 的水平力推木箱,木箱受到的摩擦力分别是多少? 方向如何?

[答案] 70 N; 100 N; 方向均与水平推力方向相反。

[要点精析] 由于 70 N 小于最大静摩擦力 120 N,木箱没有运动,由水平方向二力平衡知木箱所受静摩擦力大小为 70 N,方向与水平推力方向相反。当用 150 N 的水平力推时,木箱相对地面运动,此时滑动摩擦力为: $f = \mu N$,由竖直方向二力平衡知 $N = 400 \text{ N}$, $f = 0.25 \times 400 \text{ N} = 100 \text{ N}$,方向与水平推力方向相反。

[拓展点悟] 计算摩擦力时应先判断出是静摩擦力还是滑动摩擦力,滑动摩擦力用公式 $f = \mu N$ 计算;二力平衡时,静摩擦力决定于作用于同一物体上的其他力的大小。本题中只要推力小于 120 N,则静摩擦力就与推力大小相等、方向相反。从某种意义上,可理解静摩擦力是“被动”的。



能力拓展

[例 1] 如图 1-4-5 所示皮带传动装置中,甲为主动轮,乙为从动轮,皮带和轮之间不打滑,传动方向如图中箭头所示,试分析在 A、B 两处皮带和轮所受摩擦力的方向。

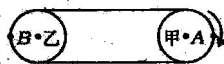


图 1-4-5

[答案] 在 A 处,皮带所受摩擦力向下,轮受摩擦力向上;在 B 处,皮带所受摩擦力向下,轮受摩擦力向上。

[要点精析] 皮带与轮之间不打滑,故为静摩擦力。下面用假设法去分析静摩擦力的方向。

先分析主动轮,假设无摩擦,主动轮转动而皮带不动,在 A 点处,皮带轮相对皮带向下运动,故轮受摩擦力向上;皮带相对轮向上运动,故皮带所受的静摩擦力向下。