

前言

QIAN YAN

有位大学校长曾说过：“我们教育学生就象猎人学打猎一样，要教会他们如何使用猎枪，而不是老让他们带‘干粮’”。教学的根本目的是让学生掌握知识，将知识转化为一种工具，并最终运用这个工具去解决实际问题。如果说“熟练使用猎枪”是猎人生存的基本保证，那么“灵活运用知识”一定是学习成功的必然要求。

修订后的《课程标准》和《考试说明》要求，教学应以教会学生如何学、学会如何用为主要任务，高考以考查学生能力为目标。提高素质，训练能力是新世纪人才培养的基本要求。

“学案”即是以“学”为主的学习辅导方案。它的科学之处在于以学生为本，充分调动学生的学习积极性，发挥学生的主体作用，全面培养学生的兴趣，挖掘学生的学习潜能。让学生在主动研究、思考和探索的情境中学习，使学生能准确理解和牢固掌握理论知识，并最终形成灵活运用知识的能力。

《高中同步测控优化设计》系列丛书以其独到的设计理念、对新教材的准确把握和高效实用的性能受到广大师生的厚爱，品牌地位已经确立。策编人员与时俱进，开拓创新，经过共同努力，新版丛书又将呈现出更高的品位和全新的面貌。新版《高中同步测控优化设计》丛书，以“学案”式理论为指导，推广和实施科学、高效的最新学习辅导方略。学习的关键是学生如何学，“教会学生如何学、如何用”是教学的最终要求，也是本丛书策划设计的基本点。

本次修订有以下创新：第一、对原“学习目标”栏目进行改造，由过去对大纲要求的简单陈述，改之以问题的方式设置一些思考性、探索性、实用性的课前问题。第二、“知识梳理”要求将要点内容以框架形式列出，对其重要概念、规律和方法设计成填空或填表，由学生在预习课本，复习教材的基础上完成。第三、根据各学科特点，分别增设“问题探索”、“研究性学习”、“导学诱思”、“自学导引”、“创新训练”、“语篇领悟”、“提纲优化”、“要点扫描”、“学后反思”等自学性、研究性、开放性栏目。

本次修订凸显以下特色：

吸引新成果 创设新模型 传统教辅模式存在“重教轻学”的弊端，栏目设置往往忽视对学生的学习积极性的培养，缺乏学习方法的研究与指导。本次修订力求保留成熟而稳定的“优化设计”特色，在广泛听取读者建议，吸纳最新教研成果的基础上，成功地将“学案”式教辅理论用于指导丛书的策划和设计，旨在为广大师生提供一套实用、创新、科学和高效的教学辅导精品。

尊重学习规律 精心设置梯度 本丛书力求遵照同步教学的客观规律，在体例设置、内容安排、方法应用、训练考查等方面都充分考虑学生的实际，由浅入深，循序渐进，逐步提高，并适度、战略性地把握高考动向和要求，在同步教学中逐步渗透高考意识。

着眼教学实际 力求科学实用 本丛书紧密结合新教材实际，内容设计、章节划分均符合教学使用习惯，充分体现“同步”意义。各科均增加了课后或章后训练习题，并严格控制各种试题的难度和深度，力求更大程度地满足不同层次学生的训练需求。同时，“1+1”（《学生用书》+《教师用书》）设计模式，为广大教师的课堂教学及课后辅导都提供了有益的参考和帮助。



本书为高一物理上册。本书以单元为编写单位,设置以下主要栏目:

[诱思导学]以设问方式提出一些源于课本,又不拘于教材范围的开放性、运用性、趣味性问题。引导学生学习,启发学生思考,通过问题培养自主探索,学用结合的能力。

[知识回顾]系统梳理本节知识框架,将知识要点或重要规律设计成填空,由学生在预习课本的基础上,归纳完成。旨在训练学生主动、自觉学习的良好习惯。

[疑难辨析]提炼学习中常见的疑点、难点问题,并引导学生展开分析思辨。力争对问题抓得住,讲得清,最终突破难点、扫清障碍。

[应用指导]精选典型例题,展示实际应用,点拨思路,讲清方法,给出规范解答。题后点评或小结能总结规律,扩充变式,适度延伸,举一反三,学会应用。

[同步练习]分设“巩固性”与“提高性”题组。“巩固性题组”功能是巩固基础,加深理解,简单应用。“提高性题组”则注重运用,适度综合,培养与提高学生分析解决问题的能力。

[阅读思考]精选科技、生产、生活中的物理知识和现象,展示理论应用水平。激发学生的学习兴趣,拓展视野。

[教学建议]指出本节教学思路和意图,建议教学方法和应注意的问题,为教师备课提供参考。

全体策编人员殷切期待广大读者对丛书提出宝贵意见。无边的学海仍然警示着我们,只有不懈努力,才会不断前进。

编 者

2002 年 7 月

目
录

第一章 力	001
一、力	001
二、重力	003
三、弹力	006
四、摩擦力	009
五、力的合成	014
六、力的分解	017
七、实验 :长度的测量	020
八、实验 :验证力的平行四边形定则	022
九、章末复习讲练评	024
阅读与思考	028
第二章 直线运动	030
一、机械运动	030
二、位移和时间的关系	033
三、运动快慢的描述 速度	036
四、速度和时间的关系	039
五、速度改变快慢的描述 加速度	042
六、匀变速直线运动的规律	045
七、匀变速直线运动规律的应用	048
八、自由落体运动	052
九、实验 练习使用打点计时器	055
十、实验 测定匀变速直线运动的加速度	056
十一、章末复习讲练评	058
阅读与思考	063
期中试题	065
第三章 牛顿运动定律	068
一、牛顿第一定律	068
二、物体运动状态的改变	071
三、牛顿第二定律	073
四、牛顿第三定律	078
五、力学单位制	081
六、牛顿运动定律的应用	083
七、超重和失重	088
* 八、惯性系和非惯性系	091



目
录

九、牛顿运动定律的适用范围	(091)
十、章末复习讲练评	(092)
阅读与思考	(097)
第四章 物体的平衡	(098)
一、共点力作用下物体的平衡	(098)
二、共点力平衡条件的应用	(102)
三、有固定转动轴物体的平衡	(106)
四、力矩平衡条件的应用	(110)
五、章末复习讲练评	(113)
阅读与思考	(117)
第五章 曲线运动	(118)
一、曲线运动	(118)
二、运动的合成与分解	(120)
三、平抛物体的运动	(123)
四、匀速圆周运动	(127)
五、向心力 向心加速度	(130)
六、匀速圆周运动的实例分析	(134)
七、离心现象及其应用	(137)
八、实验 研究平抛物体的运动	(139)
九、章末复习讲练评	(141)
阅读与思考	(147)
期末试题	(148)

第一章 力

一、力

诱思导学

1. 力能离开物体而独立存在吗？

提示：力是物体间的相互作用，因此，对任何一个力都必定有其对应的施力物体和受力物体，没有施力物体的力或没有受力物体的力是不存在的。在分析力的时候，对于每一个力都应明确它的施力物体和受力物体各是哪个，这既是肯定这个力存在的必要条件，也是进一步清楚研究此力作用效果的前提。

2. 为什么说“大小、方向、作用点”是力的三要素？

提示：因为力的作用效果既跟力的大小有关，也跟力的方向有关，还跟作用点有关。具有相同方向和作用点，大小不同的力，其作用效果显然不同；具有相同大小和作用点，方向不同的力产生的效果也不同；即使力的大小和方向均相同，如果作用点不同，其效果往往也不同。所以，把力的大小、方向、作用点作为力的三要素。

3. 只有接触的物体才有力的作用吗？

提示：力的作用既可以通过直接接触产生，如弹力和摩擦力，也可以物体间不直接接触而产生力的作用，如重力、电磁力等。

4. 为什么说施力物体一定也是受力物体？

提示：因为物体间的力的作用是相互的。

5. “孤掌难鸣”有什么力学道理？

提示：对任何一个力既有施力物体，也有受力物体，只有施力物体没有受力物体的力是不存在的。

知识回顾

1. 力的定义：力是物体之间的相互作用。

2. 力的三要素：大小、方向、作用点。

(1) 力的大小用测力计（弹簧秤）测量。在国际单位制中，力的单位是牛顿，简称牛，符号是N。

(2) 力不仅有大小，而且有方向。要把一个力完全表达出来，既要说明它的大小，又要说明它的方向。

(3) 大小和方向都相同的力，作用在物体上的不同位置，即力的作用点不同，产生的效果一般不同。

3. 力的图示：用一带箭头的线段把力的大小、方向和作用点都表示出来的方法。

4. 力的示意图：用一带箭头的线段把力的方向和作用点表示出来的方法。

5. 力的分类：各种力可以从两个不同的角度来分类。

(1) 按力的性质分类：如重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力等。

(2) 按力的作用效果分类：如拉力、压力、支持力、动力、阻力等。

疑难辨析

施力物体同时也一定是受力物体吗？

我们知道力是物体间的相互作用，即物体 A 对物体 B 施加力的作用的同时，必然受到 B 对 A 的作用力。对于 A 对 B 施加的作用力来说，A 是施力物体，B 是受力物体，而对 B 施加于 A 的力来说，B 是施力物体，A 变为受力物体，因此说施力物体同时也一定是受力物体。例如，人站在地面上，人对地面施加了压力，人是施力物体，地面是受力物体，而地面同时对人施加了支持力，地面是施力物体，而人是受力物体。

应用指导

[例题] 如图 1—1—1 甲所示，静止木块对桌面的压力为 6 N，试画出压力的图示，说明施力物体和受力物体；并画出木块所受重力和支持力的示意图。

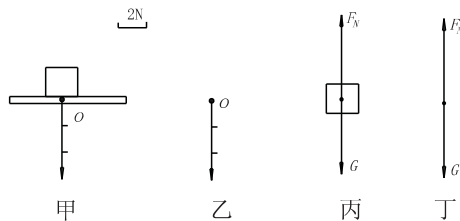


图 1—1—1

解析：画力的图示时，要按照以下步骤进行：

(1) 选标度：本题选 5 mm 的线段表示 2 N 的力；(2) 从作用点沿力的方向画一线段，线段长短按标度和力的大小来画，线段标上刻度。如图 1—1—1 甲所示，从 O 点竖直向下画一条三倍于标度（15 mm）的线段；(3) 在线段上加箭头表示力的方向。为了简便，也可以照图

备
课
札
记

1—1—1 乙来画. 压力的施力物体是木块, 受力物体是桌子.

画力的示意图时, 只需画出力的作用点和方向, 对线的长短没有严格要求. 如图 1—1—1 丙为木块所受重力和支持力的示意图, 也可以照图 1—1—1 丁那样用一点表示木块, 画出重力和支持力的示意图.

小结: (1) 力的图示反映了力的三要素, 以后用作图法解决力的问题时经常用到; 力的示意图只反映力的作用点和方向, 在分析物体的受力时经常用到.

(2) 用力的图示或力的示意图把力表示出来, 这是一种科学方法. 通过这种方法, 把力译成几何语言, 为今后应用几何知识解决力学问题奠定了基础.

同步练习

巩固性题组

- 1. 力是_____作用, 一个物体受到力的作用, 一定有_____对它施加这种作用. 力是不能离开_____而独立存在的.

答案: 物体之间的相互 另一个物体 物体

- 2. 在国际单位制中, 力的单位是____; 符号是____.

答案: 牛顿 N

- 3. 下列关于力的说法正确的是 …………… ()

- A. 磁铁间有作用力, 说明力可以离开物体而独立存在
B. 只有接触的物体间才有力的作用
C. 一个力必定与两个物体相联系
D. 力可以用天平测量

解析: 力是物体对物体的作用, 力的作用可以通过物体直接接触产生, 也可以产生在不直接接触的物体间, 譬如重力、磁力等. 施力物体和受力物体同时存在

答案: C

- 4. 下列说法正确的是 …………… ()

- A. 甲用力把乙推倒而自己并未倒下, 说明只是甲对乙施加了推力, 而乙对甲没施加推力
B. 甲对乙施加了力的作用, 甲是施力物体, 同时也是受力物体
C. 带正电的甲球吸引带负电的乙球, 那么乙球也吸引甲球, 但是磁铁吸引铁块, 而铁块不会吸引磁铁
D. 力不能离开物体单独存在

解析: 力的作用是相互的, 施力物体必然同时也是受力物体.

答案: BD

- 5. 下述各力中, 根据力的性质命名的是 ()

- A. 重力 B. 拉力 C. 阻力 D. 摩擦力

答案: AD

- 6. 在图 1—1—2 甲中木箱的 P 点, 用与水平方向

成 30° 角斜向上的 150 N 的力拉木箱; 在图 1—1—2 乙中木箱的 Q 点, 用与竖直方向成 60° 角斜向上的 20 N 的力把木箱抵在墙壁上. 试作出甲、乙两图中所给力力的图示, 并作出丙图中电灯所受重力和拉力的示意图.

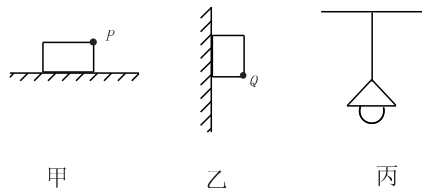
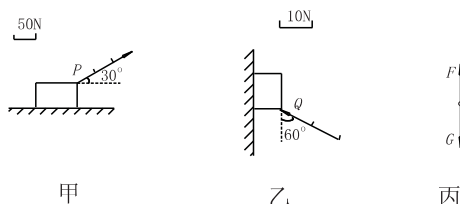


图 1—1—2

答案: 如图所示



提高性题组

- 7. 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____, 受力物体是____.

解析: 这里存在两对相互作用力: 手和图钉间的相互作用力及图钉跟墙壁之间的相互作用力, 手对图钉的作用力施力物体是手, 受力物体是图钉. 图钉对墙壁的作用力施力物体是图钉, 受力物体是墙壁. 本题讨论的是图钉对墙壁的作用力.

答案: 图钉, 墙壁

- 8. 射出的箭飞速前进, 它是否受到向前的冲力? 为什么?

解析: 箭射出前, 弦对它的作用力使它从静止开始运动, 获得了很大的速度, 箭离开弦以后靠惯性飞速前进, 并不受向前的冲力.

答案: 箭不受向前的冲力, 因为没有施力物体.

教学建议

1. 讲力的概念时, 应多列举些学生熟悉的“力”的实例, 然后引导学生从中抽象概括得出

“物体 1 $\xleftrightarrow{\text{力}}$ 物体 2”的理性认识. 这既有助于学生加深对力的概念的理解, 又有利于培养学生的归纳概括能力.

2. 力有大小, 是学生早已熟知的内容, 力的方向性, 学生才略有接触. 建议多举实例, 加深学生对力的方向的理解. 力的图示是初中已学过的内容, 要注意纠正学生容易犯的错误——忘记画标度、把箭头画在线段之外或线段中间. 要讲清力的示意图与力的图示的区别. 本节例题和[同步练习]第 6 题是为帮助学生掌握力的图示和力的示意图而设置的.

二、重力

诱思导学

1. 请根据初中所学二力平衡的知识,说明在什么条件下弹簧秤的示数等于所测物体的重力?

提示:(1) 物体必须处于平衡状态——静止或匀速运动,(2) 物体必须只受两个力:重力和弹簧秤的拉力或支持力。

2. 哪些现象说明重力总是竖直向下?

提示:用一根悬绳悬挂的物体静止时,悬绳总是竖直,由二力平衡的知识得,这时重力跟绳的拉力方向相反,在一条直线上,所以这种现象说明重力总是竖直向下。由静止自由释放的物体,只在重力作用下,总是竖直向下运动,也说明重力总竖直向下。

3. 重心一定在物体上吗?

提示:重心并非重力的实际作用点,而是物体各部分所受重力的等效作用点,所以重心不一定在物体上。

4. 形状规则的物体的重心一定在其几何中心吗?

提示:物体的重心由物体的几何形状和质量分布共同决定,只有质量分布均匀,形状规则的物体的重心才一定在其几何中心。

5. 为什么用悬挂法可确定薄模板的重心?

提示:根据二力平衡,悬线的拉力跟重力作用在一条直线上,每次悬挂在薄板上画出悬线所在的直线,两次实验,所画直线的交点即为重心。

知识回顾

1. 重力的定义:由于地球的吸引而使物体受到的力叫重力。重力也叫重量。

地球上的一切物体,不管是静止的还是运动的,都受地球的吸引,因此,都受到重力作用。

2. 重力的大小:用弹簧秤测量。 $G = mg$, $g = 9.8 \text{ N/kg}$ 。

(1) 在静止的情况下,物体对竖直悬绳的拉力的大小等于物体受到的重力,但拉力不是重力。拉力的施力者是物体,受力者是悬绳;重力的施力者是地球,受力者是物体。拉力和重力是两个力。

(2) 在静止的情况下,物体对水平支持面的压力的大小等于物体受到的重力,同理,压力也不是重力。

3. 重力的方向:重力的方向竖直向下,不要说成垂直向下,建筑工人利用重锤线检查墙角砌的是否竖直就是利用重力方向竖直向下的道理。

4. 重心:一个物体的各部分都要受到重力的

作用,从效果上看,我们可以认为各部分受到的重力作用集中于一点,这一点叫做物体的重心。

疑难辨析

物体的重心是物体上各点所受重力的等效的集中作用点,即物体上各点所受的重力可等效为作用于物体重心的一个重力。

均匀物体的重心位置,只与物体的几何形状有关。有规则形状的均匀物体,它的重心就在其几何重心。

质量分布不均匀的物体,其重心的位置与物体的几何形状和质量分布都有关系。

要注意,由于物体的重心不是重力的实际作用点,而是重力的等效作用点,所以物体的重心不一定都在物体上,例如质量分布均匀的直角拐尺,质量分布均匀的圆形铁环,它们的重心都不在物体上。

应用指导

[例1] 已知图 1—2—1 中 A、B 两物体都静止不动,试在图上分别画出它们所受重力的示意图。

解析:力的示意图与力的图示不同,它只需要画出力的作用点和方向,不必将力的大小严格画出。因此,画力的示意图时,首先明确受力物体,即确定力的作用点,然后找出物体所受力的方向。本题中 A、B 两物体所受重力的示意图如图 1—2—1 乙所示。

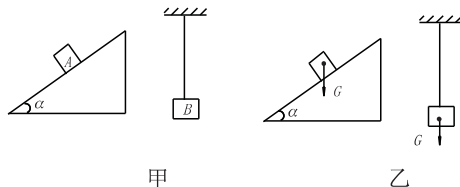


图 1—2—1

[例2] 已知图 1—2—2 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

- 一直下降
- 一直上升
- 先升高后降低
- 先降低后升高

解析:重心的位置跟物体的形状和质量分布有关,当注满水时,球壳和水球的重心均在球心,

图 1—2—2

备
课
札
记



故它们共同的重心在球心.随着水的流出,球壳的重心虽然仍在球心,但水的重心逐渐下降,开始一段时间内,球壳内剩余的水较多,随着水的重心的下降,球壳和水共同的重心也下降;后一段时间内,球壳内剩余的水较少,随着水的重心的下降,球壳和水共同的重心都升高;最后,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,D选项正确.

小结:1. 物体的重心与物体的形状和质量分布有关,形状和质量分布发生变化时,将会引起重心的变化.

2. 本题分析时注意两点,一是抓住两个特殊状态:装满水时和水流完时,重心均在球心;二是分析由于水的流出重心先如何变化——降低,综合两方面就可得到其重心先降低后升高.

同步练习

巩固性题组

- 1. 下列关于重力的叙述正确的是…… ()

- A. 重力就是地球对物体的吸引力
B. 重力的方向总是垂直向下的
C. 重力的大小可以用天平直接测量
D. 重力是由于物体受到地球的吸引而产生的

答案:D

- 2. 关于重心的说法,正确的是…… ()

- A. 物体的重心一定在物体上
B. 形状规则的物体的重心一定在其几何重心
C. 物体的重心位置跟物体的质量分布情况和物体的形状有关
D. 用线悬挂的静止物体,细线方向一定通过物体的重心

解析:物体的重心可能在物体上,也可能不在物体上,A选项错,物体的重心跟物体的形状和质量分布有关,形状规则且质量分布均匀的物体的重心才一定在其几何中心,B选项错.用线悬挂物体处于静止状态,线的拉力和物体的重力是一对平衡力,所以,线的延长线一定通过物体的重心,选项D正确.

答案:CD

- 3. 关于重力的方向,以下说法正确的是…… ()

- A. 一定垂直于地面 B. 一定垂直于平面
C. 一定指向地心 D. 一定竖直向下

解析:重力不同于地球的引力,引力方向指向地心,重力的方向不一定指向地心,但一定竖直向下,垂直于水平面.

答案:D

- 4. 用弹簧秤竖直悬挂一个静止的小球,下面说法正确的是…… ()

- A. 小球对弹簧秤的拉力就是小球的重力
B. 小球对弹簧秤的拉力大小等于小球的重力大小
C. 小球的重力的施力物体是弹簧秤
D. 小球的重力的施力物体是地球

答案:BD

- 5. 下列叙述中正确的是…… ()

- A. 只有静止的物体才受重力
B. 空中飞行的子弹受重力作用
C. 重力就是物体对水平桌面的压力
D. 静止时物体对水平桌面的压力大小等于重力

解析:运动的物体也受重力.

答案:BD

- 6. 重力与质量的关系式为_____;一个60 kg的人,其重力为_____;如果这个人在 $g' = g/6$ 的月球上,他的重力变为_____.

答案: $G = mg$ 588 N 98 N

- 7. 试画出图1—2—3中各物体所受重力的示意图,并用G表示出来.

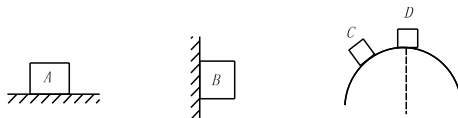
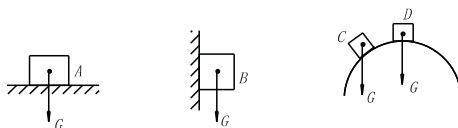


图1—2—3

答案:重力的方向总是竖直向下的.



提高性题组

- 8. 把一条盘在地上,长为L的质量分布均匀的软绳向上提起,当绳刚好拉直时,它的重心位置升高了_____;把一边长为L的正方形均匀质薄板ABCD(图1—2—4所示)绕C点翻到对角线AC处于竖直位置时,其重心升高了_____.

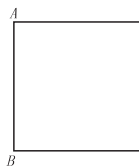


图1—2—4

解析:当软绳在地面上时,重心高度为零,当绳刚好拉直时,重心在距地面高为 $\frac{L}{2}$ 处;当薄板没有翻转时,重心高为 $\frac{L}{2}$,当薄板绕C点翻转到对角线AC处于竖直位置时,重心高为 $\frac{\sqrt{2}}{2}L$.

答案: $\frac{L}{2}$ $\frac{\sqrt{2}-1}{2}L$

- 9. 如图1—2—5所示,n块厚度为d的相同的砖块,靠在一起平放在

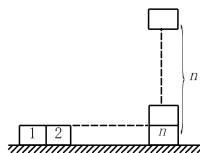


图1—2—5



地面上,今将它们一块一块向上迭起来,这堆砖的重心升高了多少?

解析:砖平放在地面上时,其重心距地面的高度为 $\frac{d}{2}$,迭起后,其重心距地面 $\frac{nd}{2}$,所以重心升高了 $\frac{n-1}{2}d$.

答案: $\frac{n-1}{2}d$



教学建议

1. 关于重力的定义,可让学生比较以下的两种说法:(1) 由于地球的吸引而使物体受到的力叫做重力。(2) 地球对物体的引力就叫做物体的重力. 在学生对这两种关于重力的说法认真比较、

体会后,告诉学生第(1)种说法虽显得笼统些,但却严谨;第(2)种说法是不正确的. 向学生强调:重力是由于地球的吸引而产生的,但却不等于地球对物体的引力. 至于为什么,鉴于学生的知识基础和课程要求,不宜多讲.

2. 由初中的学习,学生对重力的方向竖直向下已很容易接受. 但容易出现错误是把竖直向下与垂直向下混淆在一起. 建议通过本节例题和[同步练习]第3、7题弄清“竖直向下”和“垂直向下”的区别,为今后对物体进行受力分析做准备.

3. 建议通过实例让学生知道重心是等效作用点,可以不在物体上;知道质量分布均匀的形状规则物体的重心在其几何重心处.[同步练习]第8题就是为此而设置的.



随感录

备课札记



三、弹 力

诱 思 导 学

1. 接触的物体间一定有弹力作用吗?

提示:接触仅是物体间产生弹力的必要条件,并不是充分条件,相互接触的物体发生了弹性形变,才会产生弹力的作用.

2. 弹力是由施力物体的形变产生还是由受力物体的形变产生?

提示:任何一个弹力,都是由施力物体发生形变产生的.

3. 有同学说:静止放在水平桌面上的书,它对桌面的压力就是书的重力.这种说法对吗?

提示:书静止放在水平桌面上,它对水平桌面的压力跟它的重力大小相等,方向相同,但不能说重力就是压力.重力和压力无论是性质还是施力体、受力体均不同.

4. 为什么说压力、支持力、拉力均是弹力?

提示:因为压力、支持力、拉力均是相互接触的物体间由于形变而产生的,所以,它们都是弹力.

知 识 回 顾

1. 形变:物体的形状或体积的改变叫形变.

在外力停止作用后,能够恢复原状的形变叫弹性形变.课本中提到的形变,一般是指弹性形变.

物体的弹性形变按其形状变化情况分为拉伸或压缩形变、弯曲形变及扭转型变.

2. 弹力的定义:发生形变的物体,由于要恢复原状,会对跟它接触的物体产生力的作用,这种力叫弹力.

压力、支持力、拉力都是由于物体发生形变而产生的,所以它们都是弹力.

从弹力的定义可知,发生形变的物体是施力物体,与之接触的物体是受力物体,即每一个弹力都是由于施力物体发生形变产生的.例如,书放在桌面上,书对桌面的压力是由于书的形变产生的,反过来,桌子对书也产生了支持力,它是由于桌子的形变而产生的.

3. 弹力的产生条件:① 物体间直接接触,② 物体发生形变.

4. 弹力的方向:总体讲,弹力的方向总与施力物体的形变方向相反,总与受力物体的形变方向相同.

具体某种弹力的方向如下:

压力或支持力的方向总是垂直于接触面而指

向被压或被支持的物体;绳的拉力的方向总是沿着绳而指向绳收缩的方向.在平面上产生的弹力(压力或支持力)垂直于平面,在曲面处产生的弹力垂直于曲面该处的切平面,在一个点产生的弹力垂直于跟它接触的平面(或曲面的切平面).

5. 弹力的大小:

(1) 弹力的大小与物体形变的大小有关,形变越大,弹力也越大,形变消失,弹力就随着消失.

(2) 在本章中,一般根据二力平衡求弹力的大小.

疑 难 辨 析

相互接触的物体,当相互挤压或拉伸产生形变时,则在接触处产生弹力,若仅是接触,而不互相挤压或拉伸,没有发生形变,则无弹力产生.然而,如何判断接触的物体是否发生了形变从而判断它们间是否有弹力呢?下面介绍两种常用的判断方法.

1. 利用假设法判断

要判断物体在某一接触处是否受到弹力作用,可假设在该处将与物体接触的另一物体去掉,看物体是否在该位置保持原来的状态,从而判断物体在该处是否受到弹力作用.例如,如图 1—3—1 所示,一球放在光滑水平面 AC 上,并和 AB 光滑面接触,球静止,分析球所受的弹力.假设去掉 AB 面,球仍保持原来的静止状态,可判断出在球与 AB 面的接触处没有弹力;假设去掉 AC 面,球将向下运动,故在与 AC 面的接触处球受到弹力,其方向垂直于 AC 面竖直向上.

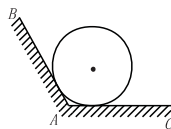


图 1—3—1

2. 根据物体的运动状态判断

在图 1—3—1 所示的情况下,若 AC 面和 AB 面对球都有弹力,这两个弹力方向分别垂直于 AC 和 AB 面,则球所受的力如图 1—3—2 所示,由于 AB 面对球的弹力 F_{N_2} ,使球不能静止在原来位置,与球处于静止状态的实际情况不相符,故 AB 面对球的弹力 F_{N_2} 不存在.

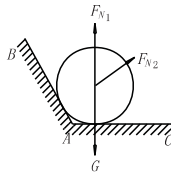


图 1—3—2

应 用 指 导

[例 1] 在图 1—3—3 中画出均匀木杆受到的重力和

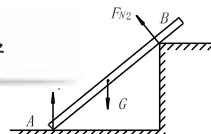


图 1—3—3

弹力。

解析:均匀木杆所受重力的作用点在木杆中心,方向竖直向下。分析木杆受到的弹力,首先应分析有哪些物体跟它接触,然后再确定接触面。由图可知:跟木杆接触的是水平面上的A点和台阶上的B点,假设木杆滑动,则A点只能在水平面上移动,而B点只能在杆上移动,因此水平面和杆上的平面分别为A和B的接触面。(这种方法叫“滑移法”)。由此可判断木杆在A点所受弹力方向垂直于水平面,在B点所受弹力方向垂直于木杆。木杆所受重力和弹力如图1—3—3所示。

小结:利用“滑移法”判断接触面,是很有效的一种方法。

[例2] 画出图1—3—4中A球受到的支持力或压力。

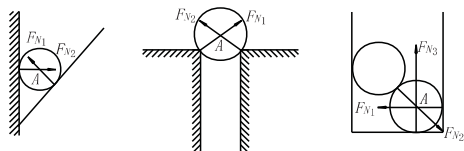


图1—3—4

解析:以上几个图的A球与另外物体的接触都是切点接触,压力或支持力的方向与过切点的切面垂直,所以应该沿球A的半径方向,分别画压力或支持力如图所示。

小结:面接触时的压力和支持力与接触面垂直,但不一定竖直,点接触的压力和支持力与过切点的切面垂直,沿球面的半径方向。

[例3] 在图1—3—5中画出A点受到的弹力。

解析:在图1—3—5中,A为杆AB和AC、绳的结点。绳挂重物时将被拉伸,对A点的拉力竖直向下;对AB杆,假设

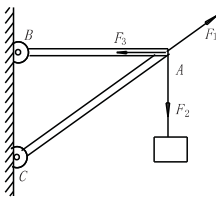


图1—3—5

此杆不存在,则AC杆将以C为轴顺时针转动,AB间距变大;再设想AB中间有一小弹簧,小弹簧将被拉长,故挂重物时AB杆将被拉伸,对A点弹力沿AB方向指向B点。对AC杆,假设此杆不存在,则AB杆将以B为轴顺时针转动,AC间距变小;再设想AC中间有一小弹簧,小弹簧将被压缩,故挂重物时AC杆将被压缩,对A点的弹力沿CA方向向外。A点所受弹力如图1—3—5所示。

小结:(1)用“假设法”判断物体间有无形变,是一种有效的方法。

(2)图1—3—5属于三角形支架(或三力杆)问题。无论AB杆和AC杆与竖直墙壁组成什么样的三角形(如锐角三角形),只要两杆的质量不计(即轻杆),上方的杆总是对A点施加沿杆方向的拉力(此杆可用绳子代替),下方的杆总是对A点施加沿杆方向的支持力(此杆不可用

绳子代替)。

同步练习

巩固性题组

►1. 下列关于弹力产生条件的叙述正确的是 …………… ()

- A. 只要两个物体接触就一定产生弹力
- B. 两个接触的物体间不一定产生弹力
- C. 发生形变的物体才产生弹力
- D. 相互接触的两个物体间可能产生弹力

解析:直接接触且发生形变的物体间才有弹力。

答案:BCD

►2. 关于物体对水平支持面的压力 F ,下列说法正确的是 …………… ()

- A. F 就是物体的重力
- B. F 是由于支持面发生微小形变产生的
- C. F 的作用点在物体上
- D. F 的作用点的支持面上

解析:压力 F 是水平支持面受的力,是物体发生形变产生的弹力。

答案:D

►3. 下列说法正确的是 …………… ()

- A. 木块放在桌面上受到向上的支持力,这是由于木块发生微小形变而产生的
- B. 用一根细竹竿拨动水中的木头,木头受到竹竿的推力,这是由于木头发生形变而产生的
- C. 绳对物体的拉力方向总是竖直向上
- D. 挂在电线下面的电灯受到向上的拉力,是由于电线发生微小形变而产生的

解析:弹力是由施力物体发生形变产生的,所以,A、B选项均错,而D选项正确,绳对物体的拉力总是沿绳指向绳收缩的方向,但不一定沿竖直方向,所以C错。

答案:D

►4. 下列叙述中错误的是 …………… ()

- A. 压力、支持力和拉力都是弹力
- B. 压力和支持力的方向总是垂直接触面
- C. 轻绳、轻杆上产生的弹力方向总是在沿着绳、杆的直线上
- D. 轻杆不同于轻绳,弹力的方向可以不在杆的直线上

解析:杆不同于绳,杆可以发生拉伸形变、压缩形变和弯曲形变,所以杆的弹力方向不一定沿杆,要具体情况具体分析。

答案:C

►5. 在半球形光滑容器内,放置一细杆,如图1—3—6所示,细杆与容器的接触点分别为A、B两点,则容器上A、B两点对细杆 m 的作用力的方向分

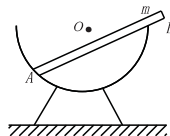


图1—3—6

备
课
札
记



四、摩擦力

诱思导学

1. 只有运动的物体才受到滑动摩擦力作用吗?

提示:产生滑动摩擦力的条件要求相互接触的物体间要有相对滑动,并不要求物体一定运动,所以,静止的物体也可以受到滑动摩擦力作用.

2. 只有静止的物体才受到静摩擦力的作用吗?

提示:产生静摩擦力的两物体间保持相对静止,但它们可以一起运动,所以,运动的物体也可以受到静摩擦力作用.

3. 摩擦力一定是阻力吗?

提示:摩擦力总是阻碍物体间的相对运动,但不一定阻碍物体的运动,可以是动力.

4. 摩擦力一定跟压力成正比吗?

提示:滑动摩擦跟压力成正比,静摩擦力大小跟压力大小无关(最大静摩擦力除外).

5. 在两个物体的接触面上有压力一定有摩擦力吗?有摩擦力一定有压力吗?

提示:产生摩擦力的条件是在产生弹力的条件上又加了两物体有相对运动或相对运动趋势,所以,在两物体的接触面上产生了弹力,不一定产生摩擦力,但若产生了摩擦力,就必然有弹力.

6. 在同一接触面上产生的弹力和摩擦力有什么关系?

提示:方向垂直.若是滑动摩擦力,它们大小成正比.

7. 人走路时,路面对脚的摩擦力是静摩擦力还是滑动摩擦力?这一摩擦力是动力还是阻力?

提示:人走路时路面对脚的摩擦力是静摩擦力,且是动力.

8. 汽车运动时所受的牵引力是什么性质的力?

提示:是地面对车轮(主动轮)的静摩擦力.

9. 试想:如果没有摩擦力,世界会是什么样子?

提示:物体将难保持相对静止……

知识回顾

1. 滑动摩擦力:一个物体在另一个物体表面上相对于另一个物体滑动的时候,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.

(1) 滑动摩擦力产生的条件

① 接触面粗糙;② 两物体相互接触且存在弹力;③ 两物体间有相对运动.

(2) 滑动摩擦力的方向

总是沿着接触面的切线方向,且与相对运动的方向相反.

(3) 滑动摩擦力的大小——滑动摩擦定律

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.

$$F = \mu F_N$$

μ 为动摩擦因数,取决于两物体的材料和接触面的粗糙程度,与接触面的面积无关.

计算动摩擦因数可运用 $\mu = \frac{F}{F_N}$. 动摩擦因数

是两个力的比值,没有单位.动摩擦因数是属性物理量,与公式中的摩擦力 F 及压力 F_N 无关,不能说成 μ 与 F 成正比,与 F_N 成反比.

2. 静摩擦力: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.

(1) 静摩擦力产生的条件

① 接触面粗糙;② 两物体接触且存在弹力;③ 两物体间有相对运动趋势.

(2) 静摩擦力的方向

沿着接触面的切线,跟物体相对运动趋势的方向相反.

(3) 静摩擦力的大小

静摩擦力的大小随着外力的增大而增大,当外力增大到使物体处于将动未动的状态时,静摩擦力达到最大值——最大静摩擦力 F_m . 故静摩擦力 F 随着外力的变化而在 $0 < F \leq F_m$ 的范围内变化.静摩擦力与压力并不成正比,最大静摩擦力才与压力成正比.本章的问题中,物体都处于平衡状态,通常用二力平衡的知识来求解静摩擦力的大小.

计算静摩擦力的大小时,切记一定不能用 $F = \mu F_N$.

疑难辨析

1. 在理解摩

擦力的概念和判断摩擦力的方向

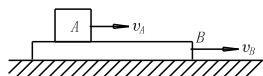


图 1—4—1

时,要注意“相对”二字.(1)从产生条件看,滑动摩擦力产生在相互挤压且相对滑动的物体之间,那么并非只有运动的物体才受到滑动摩擦力作用,静止的物体也可以受到滑动摩擦力.例如,一物体在静止的桌面上滑动,不仅运动的物体受到

备
课
札
记

了滑动摩擦力作用,静止的桌面也受到了滑动摩擦力的作用.从力的方向看,滑动摩擦力的方向沿接触面的切线,总跟相对运动方向相反,并非总跟运动方向相反.例如,如图 1—4—1 所示,木块 A 沿木板 B 表面以速度 v_A 向右滑动,木板 B 沿光滑地面以速度 v_B 向右滑动, $v_A > v_B$,则 A 相对于 B 向右滑动,所以它所受的摩擦力方向向左,阻碍 A 相对 B 的滑动,而 B 相对于 A 向左滑动, B 所受的滑动摩擦力向右,也是阻碍 B 相对于 A 的运动,但对 B 向右的运动来说,这一摩擦力却是动力.可见,滑动摩擦力的方向可能和物体的运动方向相反,充当阻力;也可能和物体的运动方向相同,充当动力;还可能和物体的运动方向不在一条直线上.总之,滑动摩擦力的方向跟物体的运动方向间不存在必然的关系,跟物体的相对运动方向才有必然关系.

(2) 静摩擦力产生在相互接触挤压且有相对运动趋势的物体之间,但并非只有静止的物体才受到静摩擦力作用,例如,如图 1—4—2 所示, A、B 两物体叠放在一起,在 A 上施加一水平拉力,使 A、B 一起沿水平地面匀速运动,则 A 相对 B 有向右滑动的趋势,故它受到向左的静摩擦力,而 B 相对于 A 有向左滑动的趋势,故 B 受到向右的静摩擦力.从该例可以看出,运动的物体也可以受到静摩擦力作用,静摩擦力可以是阻力,也可以是动力.跟滑动摩擦力一样,静摩擦力的方向和物体的运动方向也没有必然关系,跟物体相对运动趋势的方向才有必然关系(总是相反).

2. 静摩擦力方向的判断

静摩擦力的方向沿着两物体接触面的切线,与相对运动趋势相反,而相对运动趋势的方向又难以判断,这就使静摩擦力方向的判断成为一个难点.同学们可以采用下列方法判断静摩擦力的方向:

(1) 用假设法判断静摩擦力的方向

我们可以假设接触面是光滑的,判断物体将向哪滑动,从而确定相对运动趋势的方向,进而判断出静摩擦力的方向.

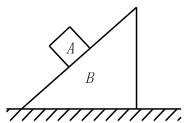


图 1—4—3

例如,如图 1—4—3 所示,物体 A 静止在斜面 B 上,要判断 A 所受静摩擦力的方向,可以假设斜面光滑,则物体将沿斜面下滑.说明物体静止在斜面上时有相对斜面向下滑的趋势,从而判定 A 所受的静摩擦力方向沿斜面向上.

(2) 根据物体的运动状态判断静摩擦力的方向

例如,如图 1—4—4 所示,在拉力 F 作用下, A、B 一起在水平地面上做匀速运动,对 A 来说,它在水

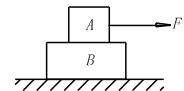


图 1—4—4

平方向受到向右的拉力 F 而处于平衡状态,根据平衡条件知, A 必然受沿 A、B 接触面向左的静摩擦力作用.由于物体 B 相对地面向右滑动,所以 B 在地面上受到向左的滑动摩擦力作用,根据平衡条件可知在 A、B 接触面上, B 受到向右的静摩擦力作用.



应用指导

[例 1] 如图 1—4—5 所

示,一辆汽车在平直公路上,车上有一木箱,试判断下列情况

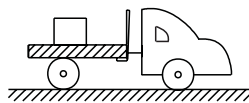


图 1—4—5

中,木箱所受摩擦力的方向.

- (1) 汽车由静止加速运动时(木箱和车面无相对滑动);
- (2) 汽车刹车时(二者无相对滑动);
- (3) 汽车匀速运动时(二者无相对滑动);
- (4) 汽车刹车,木箱在车上向前滑动时;
- (5) 汽车在匀速过程中突然加速,木箱在车上滑动时.

解析:(1) 木箱随汽车一起由静止加速运动时,假设二者的接触面是光滑的,则汽车加速时,木箱由于惯性要保持原有静止状态.因此它将相对于汽车向后滑动,而实际木箱没有滑动,说明木箱有相对汽车向后滑动的趋势,所以,木箱受到向前的静摩擦力.

(2) 汽车刹车时,速度减小,假设木箱与汽车的接触面是光滑的,则木箱将相对汽车向前滑动,而实际木箱没有滑动,说明木箱有相对汽车向前滑动的趋势,所以木箱受到向后的静摩擦力.

(3) 木箱随汽车一起匀速运动时,二者无相对滑动,假设木箱受水平向右的摩擦力,则其受力如图 1—4—6 所示,跟木箱接触的物体只有汽车,汽车最多能对它施加两个力(支持力 F_1 和摩擦力 F_2),由二力平衡条件知: F_1 与 G 抵消,但没有力与 F_2 抵消,不能做匀速直线运动,这与题意矛盾,所以假设错误,即木箱不受摩擦力.

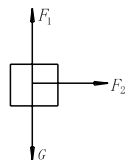


图 1—4—6

(4) 汽车刹车,木箱相对于汽车向前滑动,易知木箱受到向后的滑动摩擦力.

(5) 汽车在匀速过程中突然加速,木箱相对于汽车向后滑动,易知木箱受到向前的滑动摩擦力.

小结:(1) 假设法是判断相对运动趋势方向的有效方法.

(2) 摩擦力的方向可以与物体运动的方向相同,也可以与物体运动的方向相反,即摩擦力可以是动力也可以是阻力.

力的作用

- B. 受静摩擦力作用的物体一定是静止的
C. 静摩擦力一定是阻力
D. 在压力一定的条件下, 静摩擦力的大小是可以变化的, 但有一个限度

答案: ABC

- 4. 关于摩擦力与弹力的关系, 下列说法中正确的是 ()

- A. 有弹力一定有摩擦力
B. 有弹力不一定有摩擦力
C. 有摩擦力一定有弹力
D. 同一接触面上的弹力和摩擦力的方向一定垂直

解析: 由于滑动摩擦力 $F_f = \mu F_N$, 最大静摩擦力也可以表示为 $F_m = \mu_0 F_N$, 显然, 若物体间没有弹力, 就不会产生摩擦力, 所以有摩擦力必有弹力; 由于相互接触、相互挤压的两物体有相对运动或相对运动趋势, 并且接触面粗糙, 才会产生摩擦力, 所以两物体间有弹力, 不一定有摩擦力. 在同一接触面上产生的摩擦力和弹力, 一个沿接触面切线, 一个垂直于接触面, 它们必相互垂直.

答案: BCD

- 5. a, b, c 为三个质量相同的木块, 叠放于水平桌面上. 水平恒力 F 作用于木块 b , 三木块以共同速度 v 沿水平桌面匀速移动, 如图 1—4—8 所示, 则在运动过程中

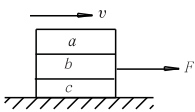


图 1—4—8

- A. b 作用于 a 的静摩擦力为零
B. b 作用于 a 的静摩擦力为 $F/3$
C. b 作用于 c 的静摩擦力为 $2F/3$
D. b 作用于 c 的静摩擦力为 F

解析: 三木块一起匀速运动, 则 a 木块不受摩擦力作用, A 选项正确. 根据 b 木块受力情况和平衡条件知, c 对 b 的静摩擦力大小等于 F , 根据牛顿第三定律, b 对 c 的静摩擦力大小也为 F , D 选项正确.

答案: AD

- 6. 在图 1—4—9 中, 质量为 20 kg 的物体在动摩擦因数为 0.1 的水平面上向右运动, 在运动过程中受到

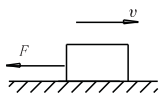


图 1—4—9

水平向左、大小为 10 N 的拉力作用, 则物体所受摩擦力为 ($g = 10 \text{ N/kg}$) ()

- A. 10 N 向右 B. 10 N 向左
C. 20 N 向右 D. 20 N 向左

解析: 滑动摩擦力的方向总是与物体相对运动方向相反.

答案: D

提高性题组

- 7. 如图 1—4—10 所示, 一木块放在水平面上, 在水平方向施加外力 $F_1 = 10 \text{ N}$, $F_2 = 2 \text{ N}$, 木块处于静止状态. 若撤去外力 F_1 , 则木块受到的摩擦力大小为 N , 方向.

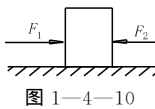


图 1—4—10

解析: 同时施加 F_1 和 F_2 时, 物体静止, 则受到的静摩擦力为 $F_1' = F_1 - F_2 = 8 \text{ N} \leq F_m$. 撤掉 F_1 , $F_2 = 2 \text{ N} < F_m$, 当然更推不动物体, 此时静摩擦力 $F_2' = F_2 = 2 \text{ N}$ 方向应向右.

答案: 2 向右

- 8. (8 分) 如图 1—4—11 所示 A 与 B 两滑块叠放在水平面上, 已知 A 与滑块 B 所受重力分别为 $G_A = 10 \text{ N}$, $G_B = 20 \text{ N}$, A 与 B 间摩擦因数 $\mu_A = 0.2$, B 与水平面间的摩擦因数 $\mu_B = 0.3$. 试求在图 (A) 和 (B) 中所示的两种情况下拉动滑块 B 所需的最小的力分别为多大?

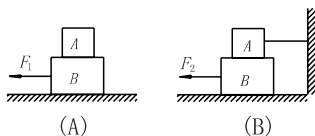


图 1—4—11

解析: 图 (A) 中以 A, B 两滑块组成的整体为研究对象, 拉力至少等于水平面对 B 的摩擦力时, A, B 才被拉动, 则最小拉力为:

$$F_1 = \mu_B (G_A + G_B) = 0.3 \times (10 + 20) \text{ N} = 9 \text{ N}$$

图 (B) 中以 B 为研究对象, 拉力至少等于 A 对 B 和水平面对 B 的摩擦力时, B 才被拉动, 所以, 最小拉力为:

$$\begin{aligned} F_2 &= \mu_A G_A + \mu_B (G_A + G_B) \\ &= 0.2 \times 10 \text{ N} + 0.3 \times (10 + 20) \text{ N} \\ &= 11 \text{ N} \end{aligned}$$

答案: 9 N 11 N

教学建议

摩擦力是本章教学的难点, 主要表现在以下方面:

1. 对摩擦力的概念, 学生对其中的“相对”二字含义理解不深.

(1) 在理解摩擦力的产生条件时, 学生常把条件中的“相对”二字丢掉, 错误地认为只有运动的物体才受到滑动摩擦力作用, 只有静止的物体才受到静摩擦力作用.

(2) 对于摩擦力的方向, 把摩擦力方向跟相对运动或相对运动趋势的方向的关系, 混为摩擦力方向跟物体运动方向的关系, 错误地认为摩擦力方向一定跟物体的运动方向相反. 把摩擦力一定阻碍物体间的相对运动, 片面地认为摩擦力一



定阻碍物体的运动。

为纠正学生的错误认识及对摩擦力的偏见,帮助学生正确理解摩擦力的概念,教学中要多举一些实例,并通过学生思考和讨论,让他们自己发现错误,纠正错误,本书在“疑难辨析”中对此作了深入的讨论,并且给学生提供了思考与讨论的问题,还通过例1、例2及“同步练习”的第1、2、3等题目进行了强化练习。

2. 由于难以判断物体间的相对运动趋势,从而使学生难以判断物体是否受到了静摩擦力及静摩擦力的方向,为了克服这一难点,本书在“疑难辨析”中给学生介绍了两种方法,还结合例1、例2

进行了方法指导,又在“同步练习”中设置了第4题等题目进行了训练。

3. 初学摩擦力概念时,学生还常常出现“摩擦力与压力成正比”,“摩擦力与重力成正比”等错误,教学中要强调滑动摩擦力和静摩擦力的大小所遵循的规律不同,本书通过例2、例3及“同步练习”的第1、2、3、5、6、7题,对此进行了重点练习。

弹力和摩擦力都是接触力,要引导学生对二者的关系进行总结,本书在“同步练习”设置了第4题对此进行了讨论。



随感录

备课札记

