

目 录

龙门新教案

高一物理(上)

第一章

力

课时一 力	1
课时二 重力	4
课时三 弹力	7
课时四 摩擦力	10
课时五 力的合成	14
课时六 力的分解	18
小结与复习	22
学生实验	26
实验课题一 长度的测量	27
实验课题二 验证力的平行四边形定则	29
第一章创新能力综合测试	31

第二章

直线运动

课时一 几个基本概念	33
课时二 位移和时间的关系	38
课时三 运动快慢的描述 速度	41
课时四 速度和时间的关系	44
课时五 速度改变快慢的描述 加速度	47
课时六 匀变速直线运动的规律	50
课时七 匀变速直线运动规律的应用	54
专题一 追赶及相遇问题	58
课时八 自由落体运动	62
专题二 平均速度	66
小结与复习	69
实验课题三 练习使用打点计时器	73
实验课题四 研究匀变速直线运动	75
第二章创新能力综合测试	77

第三章

牛顿运动定律

课时一 牛顿第一定律	79
课时二 物体运动状态的改变	83
课时三 牛顿第二定律	86
课时四 牛顿第三定律	90
课时五 力学单位制	93
课时六 牛顿运动定律的应用(一)	96



课时七 超重和失重.....	101
课时八 * 惯性系和非惯性系.....	106
课时九 牛顿运动定律的应用(二).....	110
小结与复习	115
第三章创新能力综合测试	120

第四章

物体的平衡

课时一 共点力作用下物体的平衡.....	122
课时二 共点力平衡条件的应用.....	126
课时三 有固定转动轴物体的平衡.....	130
课时四 力矩平衡条件的应用.....	134
小结与复习	138
第四章创新能力综合测试	142

附赠 参考答案提示与点拨

第一章 力

力是力学的研究对象,什么是力?怎样表示一个力?力是怎样分类的?力如何进行运算?这是这一章要研究的问题.首先要理解力的概念,然后才能认识到表示一个力要什么特征,力的分类是从力产生的原因分类还是从力的作用效果分类,力的计算遵循的原则是什么.

课时一

力

课程导入

同学们在初中时就已经学习过力,我们对力的概念再也不会像日常生活中所说的力的概念那么广泛、那么粗糙.在物理学中,力的概念是很严密规范的.到了高中,我们要继续学习力,加深对力的理解.那么,什么是力呢?怎样研究力?它有哪些作用效果?这是我们研究的目标.

教材全解

知识点 1 ☆☆☆

见教材 P3

一个物体受到力的作用,一定有另外的物体施加这种作用.前者是受力物体,后者是施力物体.只要有力发生,就一定有受力物体和施力物体.有时为了方便,只说物体受到了力,而没有指明施力物体,但施力物体一定是存在的.

力是物体对物体的作用.例如人站在地面上,人对地面有压力,地面对人有支持力,这是“压”的作用;用手推车,手对车有向前的力,车对手有向后的力,这是“推”的作用;在玻璃板上,两块磁铁并排地放在一起,若同名磁极相对,两磁铁远离,这是“排斥”的作用……这些都说明力是物体对物体的作用.这种作用是相互的,平常所说的压、推、拉、排斥……都是指作用,作用就是力.

力是物体对物体的作用,离开物体就没有力.俗话说“一个巴掌拍不响”,这种“拍”就是一种相互作用,就是力.

知识点 2 ☆

见教材 P3

力可以用一根带箭头的线段来表示.线段按一定比例(标度)画出,它的长短表示力的大小,它的指向表示力的方向,箭头或箭尾表示力的作用点,力的方向所沿的直线叫做力的作用线.这种表示方法,叫做力的图示.

学习物理的关键是注意研究物理学中的方法.每个物理概念的引入都是根据物理问题研究中的需要而提出的.力存在的重要原因是它的作用效果.下面请举例说明力的作用效果与力的三要素有关.

一张课桌,用水平力推它,力小了推不动,力大了才能推动.在作用点不变时,改用拉力拉桌子,桌子的运动方向就改变.在课桌的最高点推时,课桌会转动;在课桌腿下面推时,课桌会滑动.这些例子说明力的作用效果与力的大小、方向和力

的作用点有关.

例如推门时,若是在门的边缘上沿着门的平面作用力,无论多大的力都不能将门关上或打开.在同一个作用点,沿着与门垂直的方向用力,很容易将门转动.这说明力的作用效果与力的方向有关.在市场上买菜时可以看到一种杆秤(现在电子秤比较多),同一秤锤,用同一提钮时,当秤砣在杆秤不同的位置,可以称不同质量的物体.这说明力的作用效果与力的作用点有关.力的作用效果与力的大小、方向、作用点有关,所以,将力的大小、力的方向、力的作用点称为力的三要素.

在初中我们已经学习过形象地表示一个力的三要素的方法,怎样表示?

用力的图示法来表示力的三要素:用一根带箭头的线段来表示力,线段的长短表示力的大小,箭头的方向表示力的方向,线段的两端点均可以表示力的作用点.在作力的图示时,要先建立标度,根据力的大小与标度的关系确定线段的长度.

知识点 3 ☆

见教材 P3

从力的性质来看,力学中经常遇到的有重力、弹力、摩擦力.我们还会见到拉力、压力、支持力、动力、阻力等,这是根据力的效果来命名的.

力是一个较为广泛的概念,如“上衣”它其实包括衬衣、西装、毛衣等很多种类,同样,力也有很多种类,如抛在空中的物体受到地球吸引而掉下来,两块磁铁的同名磁极相排斥,推桌子没有推动时桌子受到的阻力……这些力产生的原因是不同的.根据力产生的原因将力分类,也叫做按力的性质分类,也有按力的效果来命名的力,如与运动方向相同的力叫动力,与运动方向相反的力叫阻力.这是通常的两种分类法.

【例 1】力是物体对物体的作用,将物体间的力称为作用力与反作用力.下列关于力的叙述中,哪些是正确的 ()

- A. 施力物体同时一定也是受力物体
- B. 作用力与反作用力可以是不同性质的两个力
- C. 作用力与反作用力是一对平衡力
- D. 作用力与反作用力的作用效果一定相同

思路

力是物体间的相互作用,由于这种作用是相互的,性质应当相同.一对平衡力与作用力、反作用力相比较,它们的相同点和不同点各是什么?作用力与反作用力的作用效果是否相同?

解析 一对平衡力的大小相等、方向相反,作用在同一条直线上,一对作用力与反作用力的大小相等、方向相反、作用在同一条直线上,这是相同点;不同点:作用力与反作用力一定是性质相同的一对力,而一对平衡力可以是性质相同的力,也可以是性质不相同的力,而且作用力与反作用力是作用在相互作用的两个物体上,一对平衡力是作用在同一个物体上.作用力与反作用力的效果不一定相同,如日常打架时,一个人打了另一个人一拳,被打的人可能受伤,而打人的人却不会受伤,虽然两人作用时力的大小相等.

答案

www.ongbook.com

[例2] 一小车在水平路面上受到 20N 的水平向左的拉力和 5N 的阻力,请画出物块受到这两个力的力的图示.

思路 作力的图示,首先根据题中各力的大小确定恰当的标度,再作出力的图示.

解析 小车受到的阻力是 5N,拉力为 20N,恰好为阻力的 4 倍,可选用 5N 为基本单位,作出表示 5N 的标度后,再在小车上作出向左的线段,其长度为标度的 4 倍,然后在小车上作出向右的线段,其长度等于标度的长度,如图 1-1-1 所示,这就是小车受到拉力和阻力的图示.

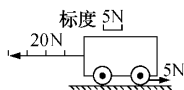


图 1-1-1

总结 力的图示在工程上用得较多,在我们今后的学习中,用力的示意图比力的图示多,力的图示作图太严格,力的示意图在表示力的大小上没有力的图示这么严格,其他的与力的图示一致,所以应用方便.

问题研讨

1. 力的作用效果与力的三要素有关,若沿着力的作用线移动力的作用点,是否改变力的作用效果?



师评

2. 一个物体放在水平地面上处于静止,它受到几个力的作用,各力的施力物体是什么?

甲生 物体在水平地面上受到两个力的作用,重力和支持力,这两个力的施力物体均是地球.

乙生 物体静止在水平面上,受到的重力和支持力是一对平衡力.重力的施力物体是地球,支持力的施力物体是地面.



师评

课堂小结

1. 力是物体对物体的作用,离开物体,就不存在力.
2. 力的作用效果与力的三要素有关,为了形象地表示力,应用力的图示.
3. 力的分类:一种是按力产生的原因分类,即按力的性质分类;一种是按力的作用效果分类.

心得笔记

[例1] A

[问题研讨] 1. 力的作用效果与力的三要素有关,前面列举力的作用点不同,力的作用效果不同,都不是沿力的作用线移动力的作用点,如推门时,在里面推与外面拉,若是力的方向相同,这两次力的作用点均在力的作用线上,其效果是相同的,这个结论是正确的.在今后的受力分析中,会经常应用这一结论.

2. 严格地说,乙生的回答全面、准确.支持力的施力物体是地面,地面是地球的一部分而不是地球这个整体,重力的施力物体才是地球这个球体.

课后作业

班级_____ 姓名_____ 分数_____

[基础演练]

- 下列说法中正确的是 ()
 - 力的三要素中任意一个发生变化,力的作用效果一定改变
 - 物体只要受到力的作用,运动状态一定发生改变
 - 弹簧秤是测量力的仪器
 - 在国际单位制中力的单位是 N, $1\text{kgf}=9.8\text{N}$
- 下列关于力的说法中正确的是 ()
 - 力是物体间的相互作用,总是成对出现
 - 只有当两物体直接接触时才会发生力的作用
 - 根据效果命名的不同名称的力,性质可能也不相同
 - 两个物体相互作用时,只能同时产生一种性质的力
- 下列关于力的叙述中,正确的是 ()
 - 所有物体间力的作用都是相互的
 - 施力物体必定是受力物体
 - 汽车发动机发动后,产生了牵引力,说明有的力不是别的物体施加的
 - 宇宙飞船在太空中飞行,调节它飞行状态的力是由飞船自身施加的
- 下列关于力的说法中正确的是 ()
 - 力的大小相同,力的作用效果一定相同
 - 力的大小不相同,力的作用效果可能相同
 - 力的大小和方向相同,力的作用效果一定相同
 - 力的大小和方向相同,力的作用效果不一定相同
- 重 10N 的物体浮在水面上,作出物体所受重力和浮力的图示,并指出施力物体。

[综合测试]

- 下列现象判断正确的是 ()
 - 出枪口的子弹受到重力和一个沿速度方向的推力
 - 自行车在上坡前的速度越大,自行车获得上坡的冲力越大
 - 两个相反磁极相对的磁铁不接触就有相互的吸引,这说明两物体间的相互作用力不需要接触
 - 伞兵在空中匀速下降,受重力和空气阻力是一对平衡力
- 弹簧秤的两端各拴一条绳,用大小都等于 F 、方向相反的两个力分别拉两绳,则弹簧秤的示数 F_1 和弹簧秤受到的合力 F_2 分别为 ()
 - $F_1=2F, F_2=2F$
 - $F_1=F, F_2=2F$
 - $F_1=2F, F_2=0$
 - $F_1=F, F_2=0$

[探究升级]

- 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 1-1-2 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 ()
 - $mg, (M-m)g$
 - mg, Mg
 - $(M-m)g, Mg$
 - $(M+m)g, (M-m)g$
- 物体 A 正沿着斜面匀速下滑,如图 1-1-3 所示,在图中画出物体 A 所受各力示意图。

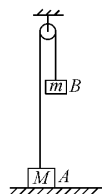


图 1-1-2

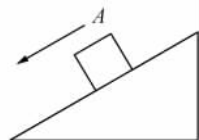


图 1-1-3

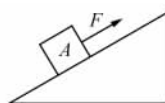


图 1-1-4

- 如图 1-1-4 所示,用一个大小为 20N 、方向沿斜面向上的力拉物体 A 时,物体 A 能沿斜面匀速向上运动,此时物体所受的摩擦力大小为 8N ,如果要使物体 A 静止在斜面上,则作用在物体 A 上的沿斜面方向的力的大小不可能是 ()
 - 8N
 - 12N
 - 20N
 - 28N
- 在下列现象中,哪些现象的判断或解释是正确的 ()
 - 杆秤称物体质量时,秤砣在秤杆上不同的位置,称出的质量不相同,这是力作用效果与力的作用点有关
 - 用大小不变的水平力去推水平面上的箱子,在箱子最高点推和箱子最低点推,产生的效果一定相同
 - 同一杠杆的支点不同,省力的杠杆可变为费力杠杆
 - 浸没在液体中的物体,受到的浮力作用点在其物体的几何中心
- 静止在水平桌面上的书,受到的作用力有 ()
 - 重力、桌面对书的支持力
 - 重力、书对桌面的压力
 - 桌面对书的支持力及书对桌面的压力
 - 重力、桌面对书的支持力及书对桌面的压力
- 一个质量可忽略不计的降落伞,下面吊一个质量也可忽略不计的弹簧秤,弹簧秤下面挂一个质量为 50N 的物体,降落伞下降过程中弹簧秤的示数为 30N ,则降落伞受到的空气阻力为 ()
 - 50N
 - 40N
 - 30N
 - 20N

课时二 重 力

课程导入

1665年,在英国伦敦流行大瘟疫,在剑桥读书的学生因怕受感染而纷纷被迫退学回家,牛顿也回到了他的家乡,整整住了两年.这段时间,他在数学和物理学方面都有了许多重大的发现.“苹果落地”的故事就发生在这段时间内.这是牛顿善于观察、乐于思考的结果.“苹果落地”的故事说明了地球上的物体由于地球的吸引而受到力,这个力就是这节课研究的对象——重力.

上一节课,我们学习了按力的性质将力进行分类,现在,我们就按这种分类研究各种力.由于力的作用效果与力的三要素有关,所以,我们研究的方法是从力的三要素这个角度切入,这也是学习力学的一个重要方法.

教材全解

知识点1 ☆☆

见教材 P4

重力 地球上一切物体都受地球的吸引,这种由于地球的吸引而使物体受到的力叫做重力.

在初中已经学习过地球上的物体受到地球的吸引而具有重力,重力的大小如何确定?用什么方法测量重力的大小?重力的方向如何?

重力的大小等于物体的质量 m 与 g 值的乘积,用弹簧秤和台秤测量物体的重力.重力的方向竖直向下.

重力的大小 $G = mg$, 因为 g 值不变,可以说重力的大小与物体的质量成正比.

【例1】下列关于重力的说法中,正确的是 ()

- 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

思路 重力是一种力.

解析 重力是力,不是属性,它是由于地球的吸引而客观存在的一个力,在地球表面附近,它是一个恒力.重力的方向总是竖直向下.天平是称量物体质量的仪器,千克是质量在国际单位制中的主单位.

答案 _____

知识点2 ☆☆☆

见教材 P4

重心 :一个物体的各部分都要受到重力的作用,从效果看,我们可以认为各部分受到的重力作用集中到一点,这一点叫做物体的重心.

重力的作用点就叫做重心.质量分布均匀、有规则形状的物体,重心在其几何中心;质量分布不均匀的物体,重心的位置与其形状和质量的分布有关,重心的确定常用悬挂法.如图1-2-1所示,在物体上的A点将物体悬挂起来,物体静止时,绳的拉力作用线一定过重心,再在B点将物体悬挂起来,绳的拉

力作用线也过重心,这两次拉力作用线的交点C就是物体的重心.

【例2】下列关于重心的说法中,正确的是 ()

- A. 物体所受重力的作用点叫做重心
- B. 物体的重心处才受到重力作用
- 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

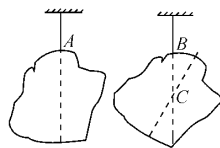


图 1-2-1

思路 根据重心概念回答.

解析 重心是物体各部分受到重力的作用集中在一个作用点,并不是只有重心处才受到重力作用;只有质量分布均匀的规则的几何体,其重心才在其几何中心.

答案 _____

问题研讨

重心既然是物体受到重力的作用点,那么重心一定在物体上,这种说法对吗?

甲生:重心是物体所受重力的作用点,重心就一定在物体上.

乙生:质量分布均匀、有规则几何形状的物体,重心在其几何中心,一个质量分布均匀的圆环,重心应在圆心,就不在物体上.



师评

综合延伸

在处理重力相关的问题时扣住重力的三要素是关键.

【例3】氢气球下系一重力 G 的物体 P , 在空中做匀速直线运动, 如不计空气阻力和风力的影响, 物体恰能沿中心 MN 方向(如图1-2-2中箭头指向)斜线上升, 图1-2-2中 OO' 为竖直方向, 则在图1-2-2中气球和物体 P 所处的情况正确的是

()

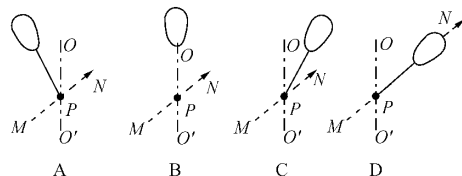


图 1-2-2

思路 物体 P 做匀速直线运动, 受到的两个力是一对平衡力.

解析 物体 P 仅受重力和绳子的拉力而处于匀速直线运动状态, 这两个力是一对平衡力, 因为重力是竖直方向, 所以,

绳子必须是竖直的方向,只有 B 图中的绳子是竖直的.

答案

- 总结**
1. 做匀速直线运动的物体受到两个力的作用,这两个力是一对平衡力.
 2. 做匀速直线运动的物体受到一对平衡力时,这一对平衡力的作用线不一定与运动方向在一条直线,可以是任意方向.
 3. 重力的方向是竖直向下不变,与重力平衡的力的方向一定是竖直向上.

随堂练习

1. 太空中有一密度为 ρ 、半径为 R 的球形铁质陨石,它进入地球大气层后匀速下落,陨石所受阻力既与速率的平方成正比,又与陨石的体积成正比,比例系数为 k ,陨石下落过程中的 g 可视为不变. 陨石下落速率的表达式为_____.
2. 一张桌子位于水平地面上,在水平的桌面上放有一台计算机,则 ()
 - A. 计算机和桌子所受的重力就是地面受到的压力
 - B. 桌子所受的重力与地面对桌子的支持力是一对平衡力
 - C. 计算机所受的重力与其所受桌面的支持力是一对平衡力
 - D. 计算机所受各力的合力为零,桌子所受各力的合力为零
3. 某农户生绿豆芽时,将绿豆倒入盛水的容器中,发现成熟的绿豆沉入水底,干瘪、虫蛀的绿豆漂浮在水面上,产生这一现象的原因是 ()
 - A. 沉底的绿豆受到的浮力小于重力,漂浮在液面的绿豆受到的浮力大于重力
 - B. 沉底的绿豆受到的浮力小于重力,漂浮在液面的绿豆受到的浮力等于重力
 - C. 沉底的绿豆受到的浮力大于重力,漂浮在液面的绿豆受到的浮力等于重力
 - D. 沉底的绿豆受到的浮力等于重力,漂浮在液面的绿豆受到的浮力小于重力

课堂小结

1. 地球上的物体由于地球的吸引而受到的力叫做重力.
2. 重力的方向竖直向下,大小等于物体的质量与 g 的乘积, $G = mg$.
3. 重力的作用点叫做重心. 只有质量均匀,有规则几何形状的物体,重心才在其几何中心.
4. 物体的重心可能在物体上,也可能在物体外,它是物体各个部分受到重力的合力的作用点.
5. 在地面范围不太大的情况下,重力 $G = mg$ 可看作为常量. 虽然在地球不同的位置,同一物体的重力大小不相同,在一般情况,往往忽略这种差异. 在计量严格的条件下,取物体的质量为测量物理量,因为质量一定的物体在任何位置质量不变.

心得笔记

[例 1] C

[例 2] A、C

[问题研讨] 我们一定要领会到教材中所说的“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.”严格来讲,重心是我们认为的,并不是物体上各部分不受重力,只有重心处才受到重力,这就是物体的重心为什么可能不在物体上的原因.

[例 3] B

课后作业

班级_____ 姓名_____ 分数_____

[基础演练]

- 若物体重 2N, 在下列哪些情况下, 物体重力仍为 2N ()
 - 将物体放在水中, 它沉到水底
 - 将物体放在高速行驶的列车上
 - 将物体放在月球或木星上
 - 将物体从在空中飞行的飞机上抛出
- 关于重力, 下列说法中正确的是 ()
 - 只有静止的物体才受到重力
 - 只有在空中运动的物体才受到重力
 - 在空中运动的物体离开了地面, 它不受重力
 - 地球上的任何物体均受重力, 与物体和地球是否接触无关
- 关于物体的重心, 下列说法中正确的是 ()
 - 重心就是物体内最重的一点
 - 重心是物体各部分所受重力的作用点
 - 任何规则形状的物体, 它的重心必在其几何中心
 - 重心是物体所受重力的作用点, 重心总是在物体上, 不可能在物体外

[综合测试]

- 放在地面上静止的重物 ()
 - 只受到一个重力的作用, 因为物体只与地球接触
 - 受到的两个力是重力和支持力, 重力是重物本身具有的力, 支持力是地球施加的力
 - 受到的两个力是重力和支持力, 重力的施力物体是地球, 支持力的施力物体是地面
 - 受到的两个力是重力和支持力, 重力和支持力的施力物体均为地面
- 画出下列物体所受重力的图示.
 - 重 1N 的飞行子弹;
 - 重 700N 沿 30° 倾角的斜面下滑的重物.

- 某质量为 60kg 的物体在月球表面时, 重约为 100N, 一根绳子在地球表面最多能悬挂 600N 的物体, 它在月球上最多能悬挂的物体的质量约为 ()
 - 60kg
 - 100kg
 - 360kg
 - 600kg

- 如图 1-2-3 所示, 物体以一定的初速度沿光滑斜面上滑过程中, 受到的力有 ()
 - 向上的冲力
 - 重力
 - 斜面的支持力
 - 向下的下滑力

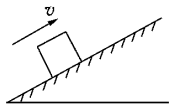
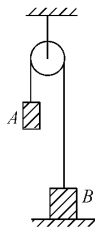


图 1-2-3

[探究升级]

- 如图 1-2-4 所示, 物体 A 重力为 30N, A、B 分别系于绕过定滑轮的轻绳两端, 两绳均竖直, 整个装置保持静止, 物体 B 对地面的压力为 10N, 则物体 B 重力为 ()
 - 40N
 - 30N
 - 20N
 - 10N



- 某容器内装一定质量的水, 现把重为 8N 的木块放入容器中, 发现水未溢出, 则容器底受到水的压力增加值为 ()
 - 大于 8N
 - 小于 8N
 - 等于 8N
 - 以上答案均有可能

图 1-2-4

- 如图 1-2-5 所示, 一根质量分布均匀, 粗细不同的木头平衡于支点 O 上, 若从 O 点处将木头锯断, 则两段的重力大小为 ()
 - 粗的一段重
 - 细的一段重
 - 两段一样重
 - 不能判断

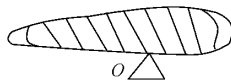


图 1-2-5



图 1-2-6

- 图 1-2-6 所示的现象, 不能说明的是 ()
 - 重力的方向是竖直向下的
 - 力可以改变物体的运动状态
 - 物体的动能可以转化为重力势能
 - 物体受平衡力时可能处于静止状态
- 下列判断正确的是 ()
 - 浸在液体中的物体受到浮力作用点一定在物体上
 - 浸在液体中的物体受到浮力作用点可能不在物体上
 - 浸没在液体中的物体受到浮力的作用点与重力的作用点可能不重合
 - 浸没在液体中的物体受到的浮力作用点和受到的重力作用点一定重合

课时三

弹 力

课程导入

扎了辫子的女同学,你们是用什么绳子将辫子扎起来的?(回答:是橡皮筋。)这橡皮筋扎辫子有什么好处呢?(回答:橡皮筋有弹性,扎辫子比较紧,不容易散。)若是橡皮筋用长了时间后,会出现什么现象呢?(回答:弹性差了。)用橡皮筋扎辫子,是因为橡皮筋容易拉伸和收缩,这一过程中会产生弹力,弹力就是我们这节课的内容。

教材全解

知识点 1 ☆

见教材 P5~P6

形变:物体的形状或体积的改变,叫做形变。如果形变过大,超过一定限度,物体的形变将不能完全恢复,这个限度叫做弹性限度。

知识点 2 ☆☆

见教材 P6

弹力:发生形变的物体,由于要恢复原状,对跟它接触的物体会产生力的作用,这种力叫做弹力。

拉长或缩短的橡皮筋,被跳水运动员压下的起跳板,拉满弦的弓,机械手表中被扭紧的发条(也叫油丝)……它们均在外力作用下发生了形变,当外力消失时,它们的形变也随之消失。形变的种类有拉伸形变、弯曲形变和扭转变形,将以上的形变分类。

橡皮筋的拉长和缩短是拉伸形变,被跳水运动员压下的起跳板是弯曲形变,机械手表中被扭紧的发条是扭转变形,拉满弦的弓,弦是拉伸形变,弓是弯曲形变。

物体的这些形变均是在外力的作用下发生的,反过来,产生形变的物体对使它们发生形变的物体也有力的作用,如用手拉橡皮筋,橡皮筋对手有力的作用,被跳水运动员压下的起跳板对运动员有向上的力,拉满弦的弓对拉弦的手有力的作用,机械手表中被扭紧的发条推动齿轮转动,这些力均是发生形变的物体要反抗形变而产生的,由于形变而产生的力叫做弹力。

弹力产生的条件是什么呢?它的大小和作用点如何确定?

弹力产生的条件就是要发生形变。在初中,学习过弹簧产生的弹力与弹簧的形变量成正比的结论。弹力的大小与物体的形变量有关,形变量越大,弹力越大,弹簧秤的伸长量越大,说明所称物体的重力越大。弹力作用点应在两物体的接触处。

【例 1】已知甲、乙两物体之间有弹力的作用,那么下列说法中正确的是 ()

- A. 甲、乙两物体一定直接接触且都发生了形变
- B. 甲、乙两物体一定直接接触但不一定都发生形变
- C. 甲、乙两物体不一定直接接触但一定都发生形变
- D. 甲、乙两物体不一定直接接触也不一定都发生形变

思路 由弹力产生的原因来判断。

解析 弹力是接触的两个物体之间发生弹性形变,物体要克服形变而产生的力,由此可知产生弹力的条件是:第一两个

物体要有接触,第二两物体接触后要发生形变。

答案

知识点 3 ☆☆☆

见教材 P7

弹力的方向:压力的方向垂直于支持面并指向被压的物体,支持力的方向垂直于支持面并指向被支持的物体。绳的拉力是绳对所拉物体的弹力,方向总是沿着绳收缩的方向。

弹力是由于两个互相接触的物体之间发生形变而产生的,弹力的大小与形变量有关,弹力的方向也应该与物体的形变有关。现在分析一下以前所认识到的弹力,它的方向与施力物体的形变方向有什么关系?

人站在水平地面上,水平地面对人有向上的支持力,若是地面较软,则地面会下陷,说明地面的形变方向向下,对人施加的弹力方向向上。悬挂日光灯的金属链条对日光灯有向上的拉力,金属链条被日光灯拉着有伸长的形变,形变量向下,产生的弹力方向向上。这两个实例说明弹力的方向与施力物体的形变方向相反。

综上所述弹力的方向就是与施力物体的形变方向相反。显然,要判断弹力的方向就得判断施力物体的形变方向,施力物体的形变判断就是难点。人站在水平地面上,受到的支持力是竖直向上,弹力的方向垂直于两物体的接触面,若人站在斜面上,受到斜面的支持力方向是怎样的?

人在水平面上受到的弹力是垂直于接触面的,若人站在斜面上受到的弹力是竖直向上,与接触面就不垂直,因此站在斜面上的人受到的支持力方向是垂直于接触面斜向上。这里很重要的一点是:对于存在拉伸和弯曲形变的物体,产生的弹力方向总是垂直于接触面、接触线;而只存在拉伸形变的柔软绳状物,产生的弹力方向总沿着绳状物的切线方向。

【例 2】在图 1-3-1 各图中,请标出物体 A 所受弹力的方向。

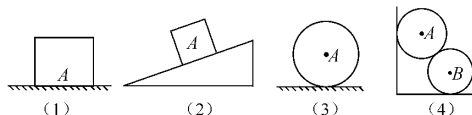


图 1-3-1

思路 弹力的方向垂直于接触面,若是弧面,弹力方向垂直于弧面的接触点所在的切面并过弧面的球心(或圆心)。

解析 图 1-3-1 中 (1) 图中 A 受到弹力的方向垂直于接触面向上; (2) 图中 A 受到弹力的方向垂直于接触面斜向上; (3) 图中 A 受到弹力的方向垂直于接触面向上并通过球心; (4) 图中 A 受到容器侧壁的弹力的方向垂直于接触面水平向右并通过 A 球球心,受到 B 球弹力的方向过两球球心的连线斜向上。

随堂练习

1. 如图 1-3-2 所示,物体 A 静止于水平桌面上,则下列说法中正确的有 ()

- A. 桌面受到的压力就是物体的重力
- B. 桌面受到的压力是由于它本身发生了微小形变而产生的
- C. 桌面由于发生了微小形变而对物体产生垂直于桌面的弹力

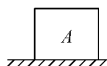


图 1-3-2

随堂练习

D. 物体由于发生微小形变而对桌面产生垂直于桌面的压力

2. 如图 1-3-3 所示, 细绳竖直拉紧, 小球和光滑斜面接触并保持静止, 则小球受到的力有 ()

- A. 重力 绳的拉力
B. 重力 斜面的弹力
C. 重力 绳的拉力 斜面的弹力
D. 绳的拉力 斜面的弹力

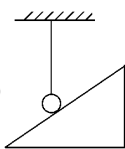


图 1-3-3

问题研讨

图 1-3-4 中的四幅图是物体在 A、B 两处所受的弹力方向, 请判断正确与否?

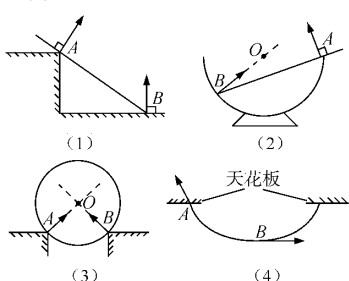


图 1-3-4

生: 这四图中(1)图中 B 处的弹力的方向应垂直于杆, (2)图中 A 处的弹力方向应过球心, (4)图中 A 处弹力方向应垂直于天花板, 其他的均正确。



师评

在初中物理的学习中, 我们已经知道弹簧在弹性限度内, 弹簧的形变量与外力成正比的规律叫做胡克定律。

【例 3】如图 1-3-5 所示, 一劲度系数为 k_1 的弹簧, 竖直地放在桌面上, 上面压一质量为 m 的物体, 另一劲度系数为 k_2 的弹簧, 竖直地放在物体上面, 其下端与物体的上表面连接在一起, 两个弹簧的质量都不计, 要想使物体在静止时下面弹簧的弹力减为原来的 $2/3$ 时, 应将上面弹簧的上端 A 竖直向上提高一段距离 d , 则 d 为多大?

思路 物体静止时的弹簧的弹力大小等于物体的重力, 当下弹簧的弹力减小量等于上弹簧产生向上的弹力值。同时注意到 A 端上移的距离是两弹簧形变的量之和。

解析 物体处于平衡, 在竖直方向上弹力等于重力。当上弹簧没有作用力时, 下面弹簧对物体的支持力等于物体的重力, 下弹簧的压缩量为 Δx_1 , 有 $k_1 \Delta x_1 = mg$ 得 $\Delta x_1 = \frac{mg}{k_1}$ 。

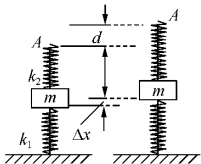


图 1-3-5 图 1-3-6

当上弹簧提起时, 下弹簧的弹力仍为向上的支持力时, 弹力为物体重力的 $\frac{2}{3}$, 故下弹簧的压缩量为 $\Delta x_2 = \frac{2mg}{3k_1}$ 。

下弹簧两次压缩量之差 $\Delta x = \Delta x_1 - \Delta x_2 = \frac{mg}{3k_1}$ 。

当提起 A 端时, 上弹簧的弹力大小等于下弹簧弹力减小量, 有 $\frac{mg}{3} = k_2 \Delta x_3$, 可得 $\Delta x_3 = \frac{mg}{3k_2}$ 。

A 端竖直上提高度等于下面弹簧压缩量的减少和上面弹簧伸长量之和, 如图 1-3-6 所示 $d = \Delta x + \Delta x_3 = \frac{(k_1 + k_2)mg}{3k_1 k_2}$ 。

当下弹簧是拉力, 为物体重力的 $\frac{2}{3}$, 下弹簧的伸长量为 $\Delta x_2' = \frac{2mg}{3k_1}$, 下弹簧上端移动距离 $\Delta x' = \Delta x_1 + \Delta x_2' = \frac{5mg}{3k_1}$ 。

提起 A 端, 上弹簧弹力大小为 $\frac{8mg}{3} = k_2 \Delta x_3$, $\Delta x_3 = \frac{8mg}{3k_2}$ 。A 端竖直上提高度等于下弹簧上端上升的距离和上弹簧伸长量之和 $d = \Delta x' + \Delta x_3 = \frac{(5k_2 + 8k_1)mg}{3k_1 k_2}$ 。

总结 本题的难点有两点, 其一是 A 端移动的距离是两弹簧的形变量之和, 其二是下弹簧对物体的弹力可能向上, 也可能向下。

课堂小结

1. 形变: 物体在外力作用下形状发生的变化。
2. 弹力: 发生形变的物体对使它产生形变的物体的力。
3. 弹力的大小与作用点: 弹力的大小与施力物体的形变有关, 形变大, 弹力大; 形变小, 弹力小。如弹簧秤的弹力与弹簧的形变量成正比, 弹力的作用点在两物体的接触处。
4. 弹力的方向: 与施力物体的形变方向相反。面面接触, 弹力垂直于面; 点面接触, 弹力垂直于面; 点线接触, 弹力垂直于线; 弧面与点、面接触, 弹力垂直于弧面的切面(或切线), 力的作用线过球心(或圆心); 线状物(不能压缩, 但能拉伸)的弹力作用线总与线状物相切, 与施力物体的形变方向相反。

心得笔记

【例 1】A

【例 2】如图 1-3-7 所示

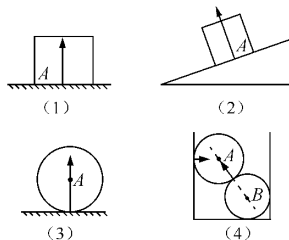


图 1-3-7

【问题研讨】图 1-3-4 中(1)(2)(3)三图均为点线接触(弹力垂直于线), 点面接触(弹力垂直于面), 点弧接触(弹力垂直于弧面的切面并过圆心或球心)。第(4)图在 A 点处绳受到的弹力方向从天花板上不便判断, 但从绳对天花板的作用力来判断, 绳对天花板的拉力与绳形变方向相反, 应过 A 点的切线方向斜向下, 力的作用是相互的, 天花板对绳 A 处的力应沿绳的切线方向斜向上。图 1-3-4 中四图所示弹力的方向均是正确的。

课后作业

班级_____ 姓名_____ 分数_____

[基础演练]

1. 关于弹力,下列说法中错误的是 ()

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

2. 关于弹力产生的原因,下列说法中正确的是 ()

A. 木块在桌面上受到向上的弹力,是由于木块发生微小的形变而产生的
 B. 木块在桌面上受到向上的弹力,是由于桌面发生微小的形变而产生的
 C. 挂在悬线下的物体受到向上拉力,是由于悬线发生微小形变而产生的
 D. 挂在悬线下的物体受到向上拉力,是由于物体发生微小形变而产生的

3. 一根刚性很强的钢板水平放置,其上放一张纸处于静止状态,下列关于钢板与纸之间的作用力的判断,正确的是 ()

A. 板的刚性强,纸放在钢板上,钢板无形变,即钢板对纸没有弹力
 B. 纸放在钢板上,钢板无形变,但钢板对纸有弹力
 C. 纸放在钢板上,钢板不一定有形变,但纸受到钢板的弹力
 D. 纸放在钢板上,钢板一定有微小形变,纸一定受到钢板的弹力

4. 如图 1-3-8 所示, A、B 两物体并排放在水平桌面上, C 物体叠放在 A、B 上, D 物体悬挂在竖直线下端,且与斜面接触,若接触面均光滑,下列说法中正确的是 ()

A. C 对地面的压力大小等于 C 的重力
 B. B 对 A 的弹力方向水平向左
 C. 斜面对 D 的支持力垂直于斜面向上
 D. D 对斜面没有压力作用

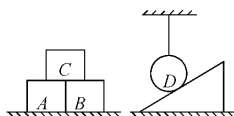


图 1-3-8

[综合测试]

5. 一根轻质弹簧,当它上端固定,下端挂一重力为
- G
- 的物体时,长度为
- L_1
- ;当它下端固定在水平面上,上端压一重力为
- G
- 的物体时,长度为
- L_2
- . 则该弹簧的劲度系数为 ()

A. $\frac{G}{L_1}$ B. $\frac{G}{L_2}$ C. $\frac{G}{L_1 - L_2}$ D. $\frac{2G}{L_1 - L_2}$

6. 一匀质木棒,搁置于台阶上保持静止,下列关于木棒所受的弹力的示意图 1-3-9 中正确的是 ()

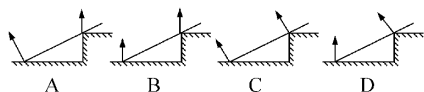


图 1-3-9

7. 两根相同的弹簧
- a
- 、
- b
- , 劲度系数均为
- k
- , 现将它们作如图 1-3-10 所示的两种连接, 所挂物体 A、B 的质量均为
- m
- , 则两种连接方式弹簧的总长度分别为
- L_1
- 和
- L_2
- , 则 ()

A. $L_1 = L_2$ B. $L_1 + L_2 = \frac{4mg}{k}$
 C. $L_1 - L_2 = \frac{mg}{k}$ D. $L_2 - L_1 = \frac{mg}{k}$

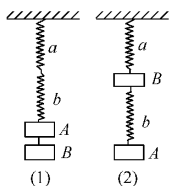


图 1-3-10

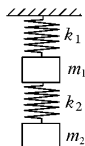


图 1-3-11

8. 如图 1-3-11 所示, 劲度系数分别为
- k_1
- 、
- k_2
- 的两轻弹簧与
- m_1
- 和
- m_2
- 两物体连接方式如图所示, 系统处于静止. 当用竖直向上的力
- F
- 缓慢托起
- m_2
- , 当力
- F
- 大小为 _____ 时, 两弹簧的总长等于两弹簧原长之和.

[探究升级]

9. (2004·全国理综一) 如图 1-3-12 所示, 四个完全相同的弹簧都处于水平位置, 它们的右端受到大小皆为
- F
- 的拉力作用, 而左端的情况各不相同: ①中弹簧的左端固定在墙上; ②中弹簧受到大小也为
- F
- 的拉力作用; ③中弹簧的左端拴一个小物块, 物块在光滑的桌面上滑动; ④中弹簧的左端拴一个小物块, 物块在有摩擦的桌面上滑动. 若认为弹簧的质量都是零, 以
- l_1
- 、
- l_2
- 、
- l_3
- 、
- l_4
- 依次表示四个弹簧的伸长量, 则有 ()

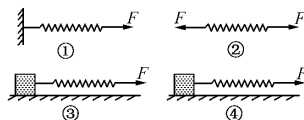


图 1-3-12

A. $l_2 > l_1$ B. $l_4 > l_3$ C. $l_1 > l_3$ D. $l_2 = l_4$

10. 画出图 1-3-13 中各个静止的物体 A 所受到的弹力方向, 各个接触面或点均光滑.

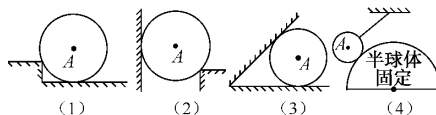


图 1-3-13

课时四 摩擦力

课程导入

同学们,冬天下雪的时候,地面结冰,我们在冰面上行走感到很困难,容易摔跤,这是什么原因呢?(回答:冰面上太滑。)运动会上,参加赛跑的同学都穿上了跑鞋,跑鞋的鞋底都是带钉的,这又是为什么呢?(回答:增大鞋与地面间的摩擦。)在平路上骑自行车,若是不踩脚踏板,自行车会停下来是什么原因?(回答:是地面阻力使自行车停下来。)这些原因与我们今天要学习的内容——摩擦力有关。

教材全解

知识点1 ☆

见教材 P8

摩擦力也是在两个互相接触的物体之间产生的。一个物体在另一个物体表面上相对于另一个物体滑动时,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。

滑动摩擦力是产生在相互接触而又相对运动的两个物体之间,滑动摩擦力具有阻碍它们的相对运动的作用。如图 1-4-1 所示的两种情况中,接触面均不光滑,A 图中的物体相对地面有运动,受到滑动摩擦力。B 图中的物体相对竖直壁有相对运动,但物体不受到滑动摩擦力,物体虽然与壁接触,但没有挤压,它们之间没有弹力,也就没有滑动摩擦力。滑动摩擦力存在的条件是,一个物体在另一个

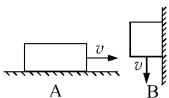


图 1-4-1

个物体的表面有相对运动,且在接触面上有弹力。接触面上无弹力,一定无摩擦力。当一个物体在另一个物体表面发生滚动时产生的摩擦称为滚动摩擦,滚动摩擦比滑动摩擦小得多。

同学们将两手掌面对面来回运动,将手掌压紧时,来回运动时感到所受的摩擦力大,压轻点时感到所受的摩擦力小,这说明了摩擦力与接触面的压力有关。滑动摩擦力的大小为 $F = \mu F_N$,其中 μ 是一个与接触面性质有关的物理量,与滑动摩擦力和压力无关。

知识点2 ☆☆☆

见教材 P8

滑动摩擦力的方向总跟接触面相切,并且跟物体的相对运动方向相反。实验表明,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,用 F_N 表示压力的大小,则有 $F = \mu F_N$ 。其中 μ 为比例系数,叫做动摩擦因数。

滑动摩擦力具有阻碍两个物体之间相对运动的作用,滑动摩擦力的方向与相对运动的方向相反,滑动摩擦力与运动的方向是不是总相反呢?

如图 1-4-2 中的 A 图,物体受到的滑动摩擦力是与运动的方向相反,这个结论是正确的。

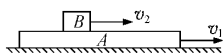


图 1-4-2

图 1-4-2, A 为长木板,在水平面上以速度 v_1 向右运动,物块 B 在木板 A 的上面以速度 v_2 向

右运动。下面有几种情况,分析一下 A、B 两物体之间滑动摩擦力的方向:(1) $v_1 = v_2$ (2) $v_1 > v_2$ (3) $v_1 < v_2$ 。

分析 (1) $v_1 = v_2$, 两个物体之间没有相对运动,它们之间没有滑动摩擦力;(2) $v_1 > v_2$, A 相对 B 向右运动, A 受到 B 对它向左的滑动摩擦力, B 受到 A 对它向右的滑动摩擦力;(3) $v_1 < v_2$, B 相对 A 向右运动, B 受到 A 对它向左的滑动摩擦力, A 受到 B 对它向右的滑动摩擦力。

这个例子说明滑动摩擦力总与相对运动方向相反,却不一定与运动的方向相反,一定要注意滑动摩擦力是阻碍相对运动,而不是阻碍运动。

【例 1】如图 1-4-3 所示, A、B 两物体叠放在水平面上,水平力 F 作用在 B 上,使两者一起向右做匀速直线运动,下列判断正确的是

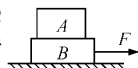


图 1-4-3

- ()
- A. A、B 一起做匀速直线运动, A、B 间无摩擦力
 - B. A 对 B 的滑动摩擦力大小为 F , 方向向右
 - C. B 对地面的滑动摩擦力的大小为 F , 方向向右
 - D. B 受到向右的滑动摩擦力和向左的滑动摩擦力

思路 根据滑动摩擦力产生的条件和物体做匀速直线运动的条件共同判断。

解析 A、B 一起向右运动,它们之间无相对运动,没有产生滑动摩擦力,它们在地面上运动,受到的滑动摩擦力与拉力是一对平衡力, B 受到地面的滑动摩擦力水平向左,地面受到 B 的滑动摩擦力水平向右。

答案

【例 2】用劲度系数 $k = 490 \text{ N/m}$ 的弹簧沿水平方向拉一木板,在水平桌面上做匀速直线运动,弹簧的长度为 12cm。若在木板上放一质量为 5kg 的物体,仍用原弹簧沿水平方向匀速拉动木板,弹簧的长度变为 14cm。试求木板与水平桌面间的动摩擦因数 μ 。

思路 木板做匀速直线运动,受到的拉力与滑动摩擦力是一对平衡力,弹簧的拉力由胡克定律确定,滑动摩擦力的大小由 $F = \mu F_N$ 确定。

解析 当只有木板在水平桌面上做匀速直线运动时,滑动摩擦力等于弹簧的拉力,有 $F_{k1} = F = \mu F_{N1}$,木板与桌面间的弹力 $F_{N1} = m_{\text{木}} g$,则 $F_{k1} = \mu F_{N1} = \mu m_{\text{木}} g$ 。①

木板上放质量为 $\Delta m = 5 \text{ kg}$ 的物体时,木板与桌面间弹力 $F_{N2} = (m_{\text{木}} + \Delta m) g$

弹簧拉力 $F_{k2} = \mu F_{N2} = \mu (m_{\text{木}} + \Delta m) g$ ②

由②-①得 $F_{k2} - F_{k1} = k \Delta x = \mu \Delta m g$

$$\mu = \frac{k \Delta x}{\Delta m g} = \frac{490 \times (14 - 12) \times 10^{-2}}{5 \times 9.8} = 0.2.$$

答案

知识点3 ☆☆☆

见教材 P9~P10

互相接触的两个物体处于相对静止的时候,是不是也可以发生摩擦呢?我们用不大的水平力在水平地板上推箱子,虽然箱子有相对于地板的运动趋势,但箱子没有动,就是因为箱子跟地板之间发生了摩擦。这个摩擦力和推力都作用在箱子上,它们大小相等,方向相反,彼此平衡,因此箱子保持不动。这时发生的摩擦叫做静摩擦。

用水平力推讲台却没有推动,是什么原因呢?讲台在推力作用下,有沿推力方向运动的趋势,但它没有动,是因为地面对

它有阻碍作用,这个阻碍作用就是静摩擦力,它与推力的方向相反,与推力是一对平衡力,所以讲台处于静止.由此可知,静摩擦力是当一个物体在另一个物体的表面有运动趋势时所受到的阻碍作用.

滑动摩擦力和静摩擦力,它们的根本区别是什么?

滑动摩擦力是一个物体对另一个物体相对运动时受到的阻碍作用.静摩擦力是一个物体在另一个物体表面有相对运动趋势时受到的阻碍作用.它们最大的区别是相对运动和相对静止.

为什么在光滑的冰面上走路容易摔跤,那么人在走路时受到的摩擦力是静摩擦力还是滑动摩擦力呢?

走路时,用脚向后蹬,脚与地面间没有滑动的,而是相对静止.根据力是物体间相互作用,地面对脚有向前的作用力,是静摩擦力.人行走时需要地面对人的静摩擦力才能前进.

溜冰时,溜冰鞋与冰面间的摩擦是什么摩擦呢?在南方,穿着旱冰鞋在水泥地上溜冰,旱冰鞋与地面的摩擦又属于什么摩擦?

溜冰鞋与冰面的摩擦是滑动摩擦;旱冰鞋与地面的摩擦属于滚动摩擦.

知识点 4 ☆☆☆

见教材 P10

静摩擦力的方向总跟接触面相切,并且跟物体的相对运动趋势的方向相反.

逐渐增大对箱子的推力,如果推力还不够大,箱子仍旧保持不动.静摩擦力跟推力仍旧彼此平衡.可见静摩擦力随着推力的增大而增大,但是静摩擦力的增大有一个限度.静摩擦力的最大值 $F_{\max}$ 叫做最大静摩擦力.两物体间实际产生的静摩擦力 F 在零和最大静摩擦力 $F_{\max}$ 之间,即 $0 < F \leq F_{\max}$.

静摩擦力在日常生活和生产中是很重要的,汽车、自行车的车轮在地面滚动时,接触点处都没有相对滑动,它们却有相对运动趋势,所以,车轮与地面的摩擦是静摩擦.在冰面上行驶的车轮上面有时要绕上链条,就是为了增大摩擦.皮带运输机也是利用静摩擦力传送物体.

静摩擦力的大小是随着作用在有相对运动趋势的物体上的外力的变化而变化的.在以后的学习中还可以知道静摩擦力还随着物体的状态变化而变化.静摩擦力是一个被动力,它在一定范围内变化.推讲台,推力小,静摩擦力小;推力增大,静摩擦力增大,当推力增大到某一值,讲台刚要运动时,讲台与地面间的静摩擦力达到最大值 $F_{\max}$,它等于使讲台刚要运动时所需的推力.物体间的最大静摩擦力与接触面的性质和物体间的正压力有关.

在分析物体间是否存在静摩擦力时,物体间相对运动趋势是不便于判断的,往往采取假设法,假设两物体之间没有静摩擦力,物体所处的状态与实际状态一致时,物体间就无摩擦力.若不一致,说明物体间有静摩擦力.现在根据假设法,请判断一下教材中图 1-21 中皮带运输机与货物间是否存在静摩擦力.

图 1-21 中的皮带相当于斜面,由于皮带向上运动,货物就由低处运动到高处.假如货物与皮带间无静摩擦力,货物就会沿皮带下滑,而货物并没有沿皮带下滑,说明货物受到了沿皮带向上的静摩擦力.

【例 3】如图 1-4-4 所示, A、B 两物体叠放在水平面上,水平力 F 作用在 A 上,使两者一起向右做匀速直线运动,下列判断正确的是 ()

A. A、B 一起做匀速直线运动, A、B 间无摩擦力

B. A 对 B 的静摩擦力大小为 F , 方向向右

C. B 对地面的滑动摩擦力的大小为 F , 方向向右

D. B 受到向右的静摩擦力和向左的滑动摩擦力

思路 根据滑动摩擦力和静摩擦力的定义以及物体做匀速直线运动的条件共同判断, 先以 A 为研究对象, 判断 A、B 之间的摩擦力情况, 再以 B 为研究对象分析.

解析 以 A 为研究对象, 它和 B 一起做匀速直线运动, 它们之间没有相对运动, A 受到一个向右的水平拉力, 它一定还要受到一个向左的水平力与拉力 F 平衡, 而 A 只与 B 有接触, 故 B 对 A 有一个水平向左的静摩擦力 F_s 与 F 平衡.

力是物体间的相互作用, A 受到 B 对它向左的静摩擦力, A 一定要对 B 施加一个向右的静摩擦力, B 做匀速直线运动, 它在水平方向上一定要受到一个向左的力来与 A 对 B 向右的静摩擦力平衡, B 是在水平面上运动, 显然, 地面对 B 有一个向左的滑动摩擦力. 那么, B 对地面施加一个向右的滑动摩擦力.

答案

【例 4】如图 1-4-5 所示, 质量为 m 的木块被水平推力 F 压着, 静止在竖直墙面上, 当推力 F 的大小增加到 $2F$ 时, 则 ()

A. 木块所受墙面的弹力增加到原来的 2 倍

B. 木块所受墙面的摩擦力增加到原来的 2 倍

C. 木块所受墙面的弹力不变

D. 木块所受墙面的摩擦力不变

思路 应用平衡力的知识来判断墙面的弹力和摩擦力的情况.

解析 由于木块是静止在竖直的墙面上, 木块在水平方向受到的推力 F 与墙面对木块的弹力 N 是一对平衡力, 即 $N = F$, 当 F 增加到 $2F$ 时, 墙面对木块的弹力也将增加到 $2F$. 在竖直方向上, 木块的重力与墙面对木块的静摩擦力是一对平衡力, 即 $F_s = mg$.

答案

随堂练习

1. 如图 1-4-6 所示, 质量为 m 的木块 P 在质量为 M 的长木板 ab 上滑行, 长木板放在水平地面上一直处于静止状态. 若 ab 与地面间的动摩擦因数为 μ_1 , 木块与长木板 ab 间的动摩擦因数为 μ_2 , 则长木板 ab 受到地面的摩擦力大小为 ()

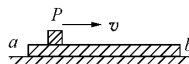


图 1-4-6

A. $\mu_1 Mg$

B. $\mu_1 (m + M)g$

C. $\mu_2 mg$

D. $\mu_1 Mg + \mu_2 mg$

随堂练习

2. 木箱重 500N , 放在水平地面上, 某人用 40N 的力沿水平方向推木箱, 未能推动木箱, 则下列说法中正确的是 ()

- A. 人的推力小于箱子受到的摩擦力
- B. 箱子受到的摩擦力等于 40N
- C. 箱子受到的摩擦力的最小值为 40N
- D. 箱子受到的摩擦力在 40N 和 500N 之间

问题研讨

关于摩擦力, 下列有几种观点, 请判断正误.

甲生: 滑动摩擦力和静摩擦力总是阻碍物体的运动, 它们与运动的方向相反.

乙生: 滑动摩擦力与物体运动的方向可能相反, 也可能相同. 静摩擦力的方向一定与物体运动的方向相同.

丙生: 受到滑动摩擦力的物体一定在运动, 受到静摩擦力的物体一定处于静止状态.

师评

课堂小结

1. 滑动摩擦力的大小、方向和作用点.
2. 静摩擦力的大小、方向和作用点.
3. 判断摩擦力的方法: 相对静止的两物体之间一定没有滑动摩擦力, 可能存在着静摩擦力; 两物体接触处无正压力, 一定没有摩擦力(包括滑动摩擦和静摩擦力); 凡是涉及到有“光滑”二字的物体均不考虑受到的摩擦力.
4. 静摩擦力的判断: 静摩擦力是被动力, 它随物体所受外力的变化而变化, 随物体运动状态的变化而变化. 判断一个物体是否受到静摩擦力, 通常采用假设法, 假设没有静摩擦力的情况下, 物体的状态是否与题设中的条件相同, 若是相同, 则无静摩擦力, 若是不同, 则有静摩擦力.
5. 滑动摩擦力的判断方法: 相互接触的物体之间既有正压力, 又有相对运动, 一定存在着滑动摩擦力.

心得笔记

[例 1] A、C

[例 2] μ 为 0.2

[例 3] B、C、D

[例 4] A、D

[问题研讨] 滑动摩擦力是阻碍相对运动, 静摩擦力是阻碍相对运动趋势. 在图 1-4-2 中的第(2)、(3)两种情况中, 滑动摩擦力与速度小的物体运动方向相同, 与速度大的物体运动方向相反. 在图 1-4-4 中, A 受到的静摩擦力与运动的方向相反, B 受到的静摩擦力与运动的方向相同, 地面受到滑动摩擦力而处于静止. 根据以上的论据, 甲、乙、丙三种观点均不正确.

课后作业

班级_____ 姓名_____ 分数_____

[基础演练]

- 下列关于摩擦力的说法中,正确的是 ()
 - 摩擦力的大小一定与正压力成正比
 - 摩擦力一定是阻力
 - 摩擦力的方向一定与物体运动的方向相反
 - 运动的物体可能受到静摩擦力
- 下列关于摩擦力的叙述中正确的是 ()
 - 滑动摩擦力的大小与物体间的正压力大小成正比
 - 滑动摩擦力的大小与接触面的性质有关,与接触面面积的大小无关
 - 静摩擦力的大小与物体间的正压力大小成正比
 - 最大静摩擦力随物体间正压力增大而增大
- 下列说法中正确的是 ()
 - 两相互接触的物体间一定有弹力的作用
 - 一个物体静止在另一个物体的表面,它们之间一定有静摩擦力的作用
 - 两物体之间有弹力的作用,就一定有摩擦力的作用
 - 两物体之间如果有摩擦力的作用,就一定有弹力的作用
- 50N的物体A,在水平面上以一定的初速度向右滑动,同时受到4N的水平向左的拉力作用,已知A与水平面间的动摩擦因数 $\mu=0.1$,物体A受到的摩擦力 ()
 - 方向向右
 - 方向向左
 - 大小为9N
 - 大小为5N

[综合测试]

- 如图1-4-7所示,一木板B放在水平面上,木块A放在B的上面,A的右端通过一不可伸长的轻绳固定在直立墙壁上,用力F向左拉动木板B,使它以速度v做匀速运动,这时绳中的拉力为T,下面说法正确的是 ()
 - 木板B受到的滑动摩擦力大小等于T
 - 水平面受到的滑动摩擦力大小等于T
 - 木块A受到的滑动摩擦力大小等于T
 - 若木板B以 $2v$ 速度匀速运动,则拉力为 $2T$
- 如图1-4-8所示,两个用相同的材料、用相同方法制成的矩形滑块质量分别为 m_1 、 m_2 ,它们并排放置在粗糙的水平面上,现用水平推力F使两滑块一起在水平面上向右匀速滑动,则下列判断正确的是 ()
 - m_1 受到的滑动摩擦力为F
 - m_2 受到的滑动摩擦力为零
 - m_1 受到的滑动摩擦力与其质量没有关系
 - m_2 受到的滑动摩擦力为 $\frac{m_2}{m_1+m_2}F$

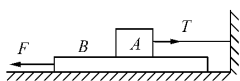


图 1-4-7

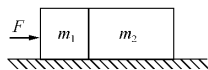


图 1-4-8

- 如图1-4-9所示是皮带传动示意图, O_1 是主动轮, O_2 是从动轮,两轮水平放置,当主动轮顺时针匀速转动时,重10N的物体同皮带一起运动,若物体与皮带间最大静摩擦力为5N,则物体所受皮带的摩擦力的大小和图中皮带上P、Q两处所受的摩擦力的方向是 ()
 - 5N,向下,向下
 - 0,向下,向上
 - 0,向上,向上
 - 0,向下,向下

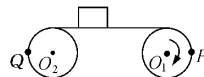


图 1-4-9

- 图1-4-10中的甲、乙两图表示用同一套器材测量物块P与长金属板间的滑动摩擦力的两种不同方法.甲图使金属板静止在水平桌面上,用手通过弹簧秤向右用力F拉P,使P向右运动,乙图把弹簧秤的一端固定在墙上,用力F水平向左拉金属板,金属板向左运动.图中已把甲、乙两种方法中弹簧秤的示数放大画出,则铁块P与金属板间的滑动摩擦力的大小是_____N.若用弹簧秤测得物块重7.80N,则物块P与金属板间的动摩擦因数为_____ (两位有效数字).

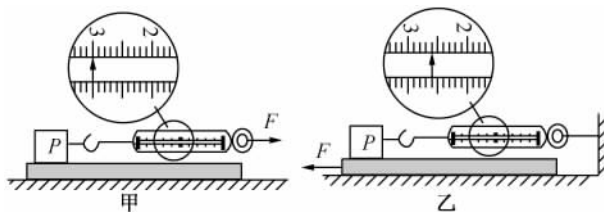


图 1-4-10

[探究升级]

- 如图1-4-11所示,有两本完全相同的书A、B,书重均为5N,若将两本书等分若干份,交叉地叠放在一起置于光滑桌面上,并将书A固定不动,用水平向左的力F把书B抽出,现测得一组数据如下:

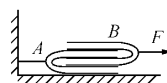


图 1-4-11

实验次数	1	2	3	4	...	n
将书分成的份数	2	4	8	16	...	逐页交叉
力F的大小(N)	4.5	10.5	22.5	46.5	...	190.5

根据以上数据,试求:

(1)若将书分成32份,力F应为多大?

(2)该书的页数.

(3)如果我们把纸与纸接触面间的滑动摩擦力 f 与压力 N 的比值叫做动摩擦因数 μ ,即 $\mu = \frac{f}{N}$,且两本书任意纸之间的动摩擦因数 μ 相等,则 μ 为多少?

课时五 力的合成

课程导入

前天,学校组织同学们到工厂劳动,我看见有的同学一个人能扛起一个工件,有的力气小的同学是两个人抬一个工件,对工件来讲,无论是一个同学扛,还是两个同学抬,都是把它抬起来,作用效果相同,也就是说,这两个同学两个作用力的效果与一个同学作用力的效果是相同的.在物理学上,若几个力的作用效果与一个力的作用效果相同,那么这个力叫做那几个力的合力,反过来,那几个力叫做这个力的分力.寻找两个力的合力叫做力的合成,也就是今天我们学习的内容.

教材全解

知识点1 ☆☆☆

见教材 P12~P13

几个力如果都作用在物体的同一点,或者它们的作用线相交于一点,这几个力叫做共点力.

实验表明,如果以表示两个共点力 F_1 和 F_2 的线段为邻边作平行四边形,那么,合力 F 的大小和方向就可以用这两个邻边之间的对角线表示出来,这叫做力的平行四边形定则.

两个共点力的合成可由教材中图 1-26 所示的实验说明,它们遵循平行四边形定则.现在作出如图 1-5-1 所示的几种情况下的力的合成的图示,分力 F_1 、 F_2 的大小相同,在这几种情况下合力的大小与两分力有什么样的关系?

从图上说明,两分力大小一定的前提下,合力将随两分力夹角的增大而减小.

两个分力合成后,合力的最大值是多少?最小值又是多少?

两分力夹角最小为零,合力的最大值为 $F_1 + F_2$,两分力夹角的最大值为 180° ,合力最小为 $|F_1 - F_2|$.这说明两个共点力合成后合力的大小范围: $|F_1 - F_2| \leq F \leq F_1 + F_2$.

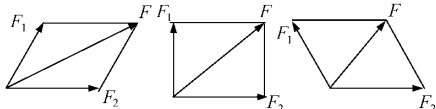


图 1-5-1

将图 1-5-1 中的三图变化成图 1-5-2 所对应的三图,力合成的平行四边形定则就变成了力的三角形定则,它们的结果完全是等效的,应用力的三角形定则时要注意到力箭头的指向:一个分力的箭尾与另一个分力的箭头相连,合力将由这两个分力的箭尾指向另一个分力的箭头.

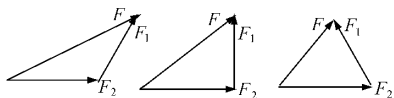


图 1-5-2

【例 1】大小分别为 5N、7N 和 9N 的三个力合成,其合力 F 大小的范围为 ()

A. $2\text{N} \leq F \leq 20\text{N}$ B. $3\text{N} \leq F \leq 21\text{N}$ C. $0 \leq F \leq 20\text{N}$ D. $0 \leq F \leq 21\text{N}$

思路 先确定两个力合成的大小范围,再由这两力的合力与第三个力合成的合力范围进行判断.

解析 三力的合力求其大小的范围,则先确定两力合成的大小范围.5N 和 7N 的合力 F' 最大值为 12N,最小值为 2N,也就是 F' 可能大小为 9N.若是 F' 的方向与 9N 力的方向相反,这两力合成后的合力可能为零.若 F' 的大小为 12N,其方向与 9N 力的方向相同,合力的大小为 21N,实际上这就是三个力的方向相同的结果.

答案

随堂练习

1. 下列几组力中,合力有可能为零的是 ()

A. 3N、11N、6N

B. 7N、12N、8N

C. 15N、21N、6N

D. 32N、24N、13N

【例 2】如图 1-5-3 所示,两根相同的橡皮绳 OA、OB,开始时夹角为 0 ,在 O 点处打结吊一重 50N 的物体后,结点 O 刚好位于圆心. A、B 分别沿圆周向两边移至 A'、B',使 $\angle AOA' = \angle BOB' = 60^\circ$,欲使结点仍在圆心处,则此时结点处应挂多重的物体?

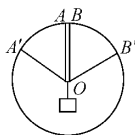


图 1-5-3

思路 两个分力大小不变,它们夹角增大,合力变小.

解析 当两橡皮绳并排吊起重物时,每根橡皮绳对重物的拉力等于重物重力的一半,即 $F = \frac{G}{2} = 25\text{N}$.

当两橡皮绳的长度不变时,橡皮绳中的弹力 F 不变, $F = 25\text{N}$.当两力之间的夹角由零增大到 120° 时,由力的平行四边形定则可知其合力大小等于分力大小,合力的方向在两个分力夹角的平分线上,合力与所吊重物的重力平衡,故所吊重物的重力为 $G_x = F = 25\text{N}$.

答案

随堂练习

2. 如图 1-5-4 所示,支杆 BC 一端用铰链固定于 B, C 端为一定滑轮,若杆 BC、滑轮及绳的质量、摩擦都不计,将绳的端点 A 稍向下移,再使之平衡,则 ()

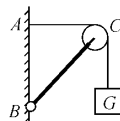


图 1-5-4

A. 绳的拉力、杆的支持力均增大

B. 绳的拉力减小,杆的支持力增大

C. 绳的拉力不变,杆的支持力增大

D. 绳的拉力和杆的支持力均不变

知识点2 ☆☆☆

见教材 P13

如果有两个以上共点力作用在物体上,我们也可以应用平行四边形定则求出它们的合力:先求出任意两个力的合力,再求出这个合力跟第三个力的合力,直到把所有的力都合成为合力,最后得到的结果就是这些力的合力.

在例1中,为了确定三个力的合力大小范围,先确定两个力合成后合力大小的范围,再将这个合力与第三个力合成后求合力的大小范围,这种逐个合成的方法正是多个共点力的合成方法.当有一个物体受到多个共点力时,也可以采取两两合成的方法,即其中具有一定特点的力合成,如两个分力的大小相等,它们的合力就在其夹角的平分线上.若有两个分力的夹角为特殊角,其合力的大小和方向就比较容易确定.这样,根据力的特点进行合成可达到事半功倍的效果.还有一种等效方法,如一个物体受到 n 个共点力作用而处于静止状态,现在撤去一个确定的力(包括大小和方向),求剩余 $(n-1)$ 个共点力的合力.

物体处于静止状态,可以设想物体受到两个力的作用,这两个力是后来撤去的力与另一个力,它们是一对平衡力,另一个力的大小与方向就被确定,它与剩余 $(n-1)$ 个共点力的作用效果相同,就是剩余 $(n-1)$ 个共点力的合力.

【例3】有5个力作用于一点 O ,这5个力构成一个正六边形的两邻边和三条对角线,如图1-5-5所示,设 $F_3 = 10\text{N}$,则这5个力合力的大小为多少?

思路 根据图形的对称性和力的平行四边形定则求解.

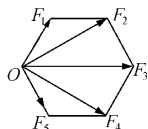


图 1-5-5

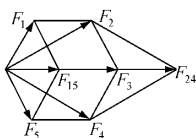


图 1-5-6

解析 由于对称性,其合力的方向一定沿力 F_3 的方向(F_1 与 F_5 合成, F_2 与 F_4 合成).在图1-5-6中作出这些力合成的平行四边形,由图可知力 F_1 与 F_5 的夹角为 120° ,它们的大小相等,合力在其夹角的平分线上,合力大小等于其分力大小,故力 F_1 与 F_5 的合力大小为 $F_{15} = \frac{1}{2}F_3 = 5\text{N}$.

同理,力 F_2 与 F_4 的合力大小也在其夹角平分线上,由图中几何关系可得 $F_{24} = F_3 + F_1 = 15\text{N}$.

随堂练习

3. 如图1-5-7所示,三力大小分别是 20N 、 30N 、 40N ,在同一平面内互成 120° 角,求其合力.



图 1-5-7

知识点3 ☆☆

见教材 P13

力既有大小,又有方向,力的合成要遵守平行四边形定则.在物理学中,像这样的物理量叫做矢量,力是矢量,我们在初中学过的速度也是矢量.而长度、质量、时间、温度、能量等物理量,只有大小,没有方向,在物理学中叫做标量.

矢量是有方向的物理量,它不同于标量,在运算法则上不相同,应该说力的合成是力的加法,但它不是数值上的相加,而是遵守矢量加法——平行四边形定则.比较两个矢量的大小,仅比较其数值的大小,不包括方向,但两个矢量相等,则必须包括方向和大小.在一条直线上的矢量合成,相当于数值的加或减,与规定正方向相同的矢量数值为正,相反的数值为负,但数值的正、负与大小无关,只说明与规定的正方向一致或相反.如有两个力 5N 和 -7N ,哪个大呢?

7N 的力大,负号表示与规定的正方向相反. 5N 和 -7N 的方向相反.

矢量的运算不同于标量的运算,但在很多情况下,可将同一直线上的矢量转化为标量运算,规则与标量运算基本上相同,仅是符号表示的意义不同而已.对于标量,带负号的数值越大,其实际值越小.

问题研讨

关于力的合成,下列有几种观点,请判断正误.

甲生:力的合成相当于矢量加法,其合力应大于分力.

乙生:两个共点力的合力应与两个分力同一种性质.



师评

【例4】已知 $F_1 = 25\text{N}$, $F_2 = 30\text{N}$,这两力夹角为 120° ,试根据力的图示用作图法求它们的合力.

思路 根据力的图示和力合成的平行四边形定则作图.

随堂练习

4. 甲、乙二同学共同提起一个旅行袋时,甲对旅行袋施加的力为 F_1 ,乙对旅行袋施加的力为 F_2 , F_1 和 F_2 的合力为 F ,则 ()

- A. 旅行袋同时受到的力有 F_1 、 F_2 和 F
- B. F 必等于 $F_1 + F_2$
- C. F 必等于 $F_1 - F_2$
- D. 若 F_1 和 F_2 之间的夹角越大, F_1 和 F_2 就越大