

367.387

高考复习资料



物理

湖南省教材教学研究室

湖南人民出版社

目 录

第一篇 力学	(1)
第一章 力	(1)
第二章 物体的平衡	(15)
第三章 运动学	(33)
第四章 动力学	(64)
第五章 功和能	(83)
第六章 动 量	(103)
第七章 圆周运动 万有引力	(118)
第八章 振动和波	(128)
第九章 流体力学	(137)
第二篇 热 学	(148)
第一章 热量和热膨胀	(148)
第二章 物态变化	(156)
第三章 气体定律和气态方程	(162)
第四章 热力学第一定律	(174)
第三篇 电 学	(184)
第一章 电 场	(184)
第二章 直流电路	(209)
第三章 磁场 磁场对电流的作用	(249)
第四章 电磁感应	(276)
第五章 交流电	(301)
第六章 电子技术和电磁波	(317)

第四篇 光 学	(327)
第一章 几何光学	(327)
第二章 物理光学	(351)
第五篇 原子和原子核物理	(360)
第六篇 复习题	(370)
第七篇 选择题	(394)
附 录	(407)

第一篇 力 学

第一章 力

一、力的概念

(一)什么是力

1.力是物体跟物体之间的相互作用。力对物体作用的二种效果是：(1)使物体产生形变；(2)使物体的运动状态发生改变，即产生加速度。

对于相互作用的两个物体来说，每一物体既是施力者，又是受力者。如果把其中一物体受到的力叫作用力，则另一物体受到的力就叫反作用力。力是不能离开物体而独立存在的。

2.力是矢量，具有三个要素即力的大小、方向和作用点。它可以用带箭头的一定长短的线段来表示。线段的长度表示力的大小，箭头表示力的方向，箭头或箭尾表示力的作用点。

3.根据物体相互作用的特性，力可以分为万有引力、弹力、摩擦力、电磁力和核力（原子核内部粒子间的相互作用力）等。力学中研究的三种机械力是重力、弹力、摩擦力。

注意：①谈到力必须明确是谁施力，谁受力。例如放在桌面上的物体，这里就存在：“地球对物体的重力”（地球代表施力者，物体代表受力者）；“物体对桌面的压力”、“桌面对物体的弹力”，如果不明确指出谁在受力，容易引起混乱。②一般在研究某一物体的平衡或运动，只考虑这个物体的受力情况，而不

考虑这个物体的施力情况。

(二)力的单位和量度

1. 力的国际单位是牛顿，力的其他单位是吨、千克、克。

$$1\text{吨} = 10^3\text{千克} = 10^6\text{克} \quad 1\text{千克} = 9.8\text{牛顿}$$

2. 力的大小一般是用弹簧测力计来测量。

二、重 力

(一)重力是由于地球的吸引而产生的

1. 重力是由于地球吸引物体而使物体受到的作用力，重力的方向总是竖直向下的。

2. 物体各部分所受重力，可以当做是许多平行力，这许多平行力的合力就是物体的重量，合力的作用点就叫做物体的重心。质量均匀，形状规则的物体的重心与它的几何中心相重合。重力的大小可以用弹簧测力计来量度。

3. 重力是物体产生重力加速度 g 的原因。

注意：①重力是由于地球对物体的吸引而产生的，但是重力并不等于地球的引力。由于地面物体随地球自转而作圆周运动，需要有向心力。因此，地球对物体的引力 F 分解为 F' 及 W 两个分力。 F' 用来作为物体做圆周运动所需的向心力。重力

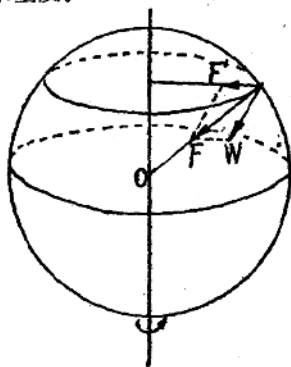


图1-1-1

W的数值比引力略小一点，方向也不正好指向地心(图1-1-1)。

②在纬度不同的地方，物体随地球自转做匀速圆周运动的半径(即到地轴的距离)是不同的，同一物体在不同纬度的地方所需的向心力是不同的，所以物体所受的重力不同；在同一纬度上，同一物体的重量还随着它离开地面高度的增加而减小。

③任何物体不管它的大小、形状、位置、运动状态如何，都毫无例外地受重力作用。

(二)比重

1.某种物质的比重等于这一物质的重量跟它的体积的比，也就是单位体积的这种物质的重量，即 $d(\text{比重}) = \frac{W(\text{重量})}{V(\text{体积})}$

物质的比重用克/厘米³、千克/分米³，吨/米³来作单位，数值都是一样的。

2.测定固体和液体的比重可以先测量它们的重量和体积，然后根据比重的公式求出它们的比重。测定液体的比重还可以用比重表。

3.物体的重量可以用弹簧秤来称量。对于形状规则的物体(如长方体、球等)可以用数学公式来计算它的体积；对于形状不规则的物体，可以用量杯或量筒来测定它的体积。在观察量杯或量筒液面到达的刻度时，视线要跟液面相平，如果液面是凹形的，观察时以凹形的底部为准。

【思考题】一个直径是25厘米的钢球，重23.4千克，它是实心的，还是空心的，为什么？

三、弹 力

(一)弹力产生在直接接触而且发生形变的物体之间

1.物体在力作用下发生形状和体积的改变叫做形变。在外力停止作用后，能恢复原状的形变叫做弹性形变。发生弹性形变的物体由于要恢复原来的形状，对于与它接触的物体所作用的力叫做弹力。弹力的方向总是反抗发生形变的方向。有形变存在，弹力就存在，形变一消失，弹力就跟着消失。

2.通常所谓压力、支承力、拉力、张力、挂钩牵引力等是从力产生的效果而加以区分的，实质上都是形变所引起的弹力。

3.任何物体，在任意大小的力作用下都要发生形变，所以，一切物体都有产生弹力的可能性。

注意：相互挤压着的物体之间的压力，本质上是弹力而不是重力，只是在某些情况下，压力的大小跟重力有关罢了。如图1-1-2甲，物体放在水平面上，作用在水平面上的压力 Q 是物体的形变产生的弹力；作用在物体上的支承力 Q' 是水平面的形变产生的弹力。这两个力方向相反，大小相等，都等于物体的重量。如图1-1-2乙，物体放在静止的斜面上，由形变引起的压

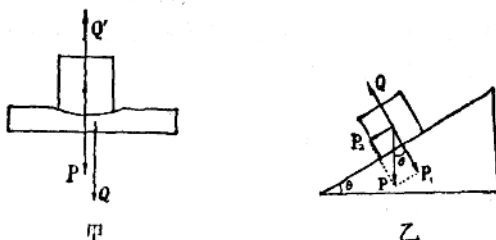


图1-1-2

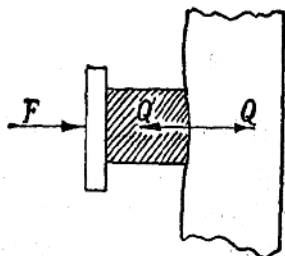


图1-1-2丙

力在数值上等于 $P\cos\theta$ ，其中 P 是物体的重量， θ 是倾斜角。如图1-1-2丙，把物体挤压在竖直的墙上，这时由形变而引起的压力 Q 与外力 F 相等，而与物体的重量无关。此外，如手按图钉，锄头上木楔对锄柄的压力，老虎钳钳口对工件的压力等都不是重力。

(二) 胡克定律

1. 实验证明，在弹性限度内，弹簧的弹力 f 和弹簧伸长（或缩短）的长度 x 成正比，即 $f = -kx$ ，式中 k 叫弹簧的倔强系数，它和弹簧的材料有关。 k 在数值上等于弹簧伸长（或压缩）单位长度时的弹力，其单位为牛顿/米。负号表示弹力的方向和伸长（或压缩）的方向相反。这个规律叫做胡克定律。

2. 利用弹簧的弹性比较显著，且遵从胡克定律的特性，能做成测量力的大小的弹簧秤。

四、摩 擦 力

(一) 摩擦力的产生

1. 互相接触的两个物体作相对运动或者有相对运动的趋势

时，在两个接触面之间所产生阻碍相对运动的力，叫做摩擦力。摩擦力的方向永远沿着接触面的切线方向，跟物体相对运动的方向相反，或者跟物体间的相对运动趋势相反，阻碍物体间的相对运动。

2. 发生在两物体接触面之间虽没有相对运动，但有相对运动的趋势的摩擦力叫静摩擦力。静摩擦力随外力 F 的增大而增大，在外力 F 增大到一定数值时，物体将动而未动，静摩擦力达到最大值叫做最大静摩擦力，用 f_m 表示。可见，静摩擦力在达到最大值以前，总是跟沿切向方向的合外力 F 大小相等、方向相反的。它的大小要看 F 的大小而定，可以是零到 f_m 之间的任意数值。

实验证明，最大静摩擦力的大小 f_m 与两物体间的正压力的大小 N 成正比，即 $f_m = \mu_0 N$ ，式中 μ_0 称为静摩擦系数，它的数值跟相互接触物体的材料和表面情况有关。静摩擦力的方向总是与相对滑动趋势的方向相反的。

3. 与外力超过最大静摩擦力时，物体间要发生相对滑动。这时的摩擦力称为滑动摩擦力。

实验证明，滑动摩擦力 f 的大小是跟两个接触面之间的正压力(N)成正比，而跟接触面的大小无关。即 $f = \mu N$ 。式中， μ 叫滑动摩擦系数，它与相互接触的物体的材料性质和接触面的粗糙程度有关。两个物体间的最大静摩擦系数 μ_0 比滑动摩擦系数 μ 略大。

滑动摩擦力的方向与互相接触的两个物体间相对运动的方向相反。

注意：①在遇有摩擦力存在的算题中，必须注意分清是静摩擦或是动摩擦。②公式 $f = \mu N$ 中 N 所代表的是二个接触面间的正压力(即弹力)，而不是物体的重量，二者的大小也不一定相等，不要把二者混同起来。③只有物体要开始发生相对滑动时，

才能用 $f_{\text{最大}} = \mu_0 N$ 来计算最大静摩擦力。

(二) 汽车的牵引力是静摩擦力

1. 摩擦力不单是起阻碍物体运动的作用，有的情况也起推动作用。例如，汽车、自行车之所以能开动，是靠地面给车的静摩擦力。如图1-1-3，在无滑动情况下，车轮与地面的接触点是经常改变的，当车的主动轮转动时，车轮与地面接触的瞬时接触点相对于地面有向后运动的趋势，所以地面给车轮以向前的静摩擦力，正是这个力的存在才能使车前进。平常说的汽车牵引力，实际上是地面给车的静摩擦力。

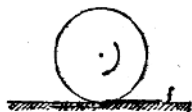


图1-1-3

2. 由于静摩擦力的最大值由 $f_m = \mu N$ 决定，所以汽车后轮总是装在车厢靠近中间部分，使车满载时约有2/3的重量由后轮承担，这就增大了最大静摩擦力，从而也就增大了牵引力。

如果最大静摩擦力不够大，以致不能使车克服前进时的阻力，则驱动轮就会就地打滑，当汽车陷入泥泞里或是在冰雪上行驶时，往往只见后轮转，不见车前进，就是这个原因。

【例一】 用皮带运输机将船里的货物运送到岸上，假设皮带与货物间的最大静摩擦系数 $\mu_0 = 0.4$ ，问运输带与水平面间的夹角在什么条件下才能使货物运上岸？

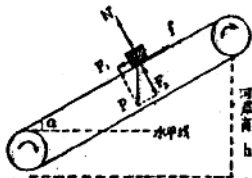


图1-1-4

【解】 货物在倾斜的皮带上共受三个力的作用：重力 P 、皮带给它的弹力 N 和静摩擦力 f (图1-1-4)。

当物体在皮带上保持相对静止时, 则 $N = F_2 = P \cos \alpha$,
 $f = F_1 = P \sin \alpha$.

当 α 角增大时, $P \sin \alpha$ 也随之增大, 因此静摩擦力 f 也随之增大。当 α 角达到一定值时, f 达到最大值, 物体便要在皮带上开始滑动而不能随皮带上升了。这时 $f_m = P \sin \alpha = \mu_0 P \cos \alpha$, 即

$$\mu_0 = \tan \alpha = 0.4$$

查表得 $\alpha = 21^\circ 48'$ 。可见运输带的倾斜角必须小于 $21^\circ 48'$, 才能使货物不致滑动而随皮带运送到岸上。

注意: 物体在斜面上, 当倾斜角调节到某一角度 α_0 时, 物体恰好能在斜面上作匀速滑动, 这时 $P \sin \alpha = K P \cos \alpha$, 即 $K = \tan \alpha$ 。利用这个关系, 可以测定物体间的滑动摩擦系数。 α_0 叫做摩擦角。

【例二】 一质量为 $m = 10$ 千克的物体置于斜面上, 物体与斜面间的静摩擦系数为 $\mu = 0.3$, $\alpha = 10^\circ$ 。求(1)摩擦力多大? (2)物体是否滑动, 若滑动, 加速度多大?

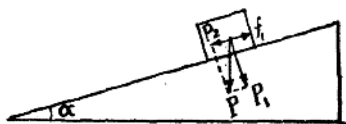


图1-1-5

【解】

$$\text{最大静摩擦力 } f_m = P_1 \mu = \mu P \cos \alpha = 0.3 \times 10 \times \cos 10^\circ \\ = 0.3 \times 10 \times 0.9848 \approx 3 \text{ (千克)}.$$

$$\text{下滑力 } P_2 = P \sin \alpha = 10 \times \sin 10^\circ = 10 \times 0.1736 \\ = 1.736 \text{ (千克)}.$$

下滑力 < 最大静摩擦力, 物体保持静止, 加速度为零。

此时静摩擦力 $f_1 = P_2 = 1.736$ 千克

注意: 本题要求的是物体受到的静摩擦力。如果去计算最

大静摩擦力就错了，否则物体将自动向上作匀加速运动，显然这是荒谬的！

五、牛顿第三定律

1. 两个物体之间的作用力 F 和反作用力 F' 总是大小相等，方向相反，沿同一条直线作用。这就是牛顿第三定律，即 $F = -F'$ 。

牛顿第三定律说明了：对每一个作用力，必有一等值反向的反作用力，作用力和反作用力是成对出现的，它们同时存在，同时消失。

注意：①作用力与反作用力一定是属于同一性质的力，如作用力是弹性力，反作用力也是弹性力；作用力是万有引力，反作用力也是万有引力；作用力是电场力，反作用力也是电场力。

②作用力与反作用力分别作用在不同的物体上，各产生其效果，绝不能平衡或抵消。

③不管相互作用的两个物体是静止的或在运动中，牛顿第三定律总是成立的。

2. 悬挂在绳上的静止的物体，受到两个力的作用，一个是竖直向下的重力 G ，一个是绳对它的拉力 F' 。在两个力作用下物体静止，因此 $G = -F'$ 。同时，物体拉悬绳的力 F 跟悬绳拉物体的力 F' 是一对作用力和反作用力，即 $F = -F'$ ，所以 $G = F$ ，即物体的重量等于它静止时拉紧悬绳的力。同样可以证明物体的重量等于它静止时压在水平支持物上的力。

六、物体受力情况分析

1. 分析物体受力，是研究力学问题的关键。分析力时，应

先确定受力对象,看它与哪些物体发生作用?是哪种性质的力,力的方向怎样?不能无中生有的多一个力,也不能随意漏掉一个力,要从基本概念着手,按照场力、弹力、摩擦力来逐步分析。

2.在分析某个物体的受力情况时,通常要把这个物体从周围物体中隔离出来,单独考虑它受到的别的物体的作用力,而不考虑它对别的物体的作用力,所研究的物体的受力情况,一般是画在一张简图上,这种图叫做物体的受力图。

下面讨论几个具体的例子:

(1) 在平直公路上行驶的汽车

取汽车为研究对象。

首先,分析场力:汽车受一个竖直向下的重力 G 。

再分析弹力:由于汽车压地面,使地面产生微小形变,因而地面对汽车有向上的支持力 N 。

最后分析摩擦力:汽车还受到牵引力(地面对车的静摩擦力) F ,汽车前进时还受到向后的摩擦力 f ,汽车在空气中运动还受到向后的空气阻力 f' 。所以汽车总共受到五个力的作用,其受力图如图1-1-6所示。

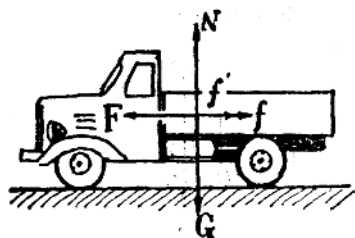


图1-1-6

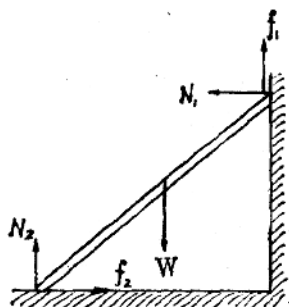


图1-1-7

(2) 一块斜放在墙与地面之间的木板。

取木板为研究对象。

首先，分析场力：木板受一个竖直向下的重力 W ；

再分析弹力：木板与两个物体接触，所以有两个弹力，墙给木板水平向右的弹力 N_1 和地面给木板竖直向上的弹力 N_2 。最后分析摩擦力：木板与墙接触，木板有向下运动的趋势，从而墙面给木板竖直向上的静摩擦力 f_1 ；木板与地面接触，木板有向右运动的趋势，从而地面给木板水平向左的静摩擦力 f_2 。

所以木板共受五个力的作用，其受力图如图1-1-7所示。

(3) 如图1-1-8所示，盘中A加有砝码，假设此时物体B有向左运动的趋势(但还未动)，试分析此时物体B受到那些外力的作用？这些力的反作用力各为何？在这些力中哪几对力是平衡力？

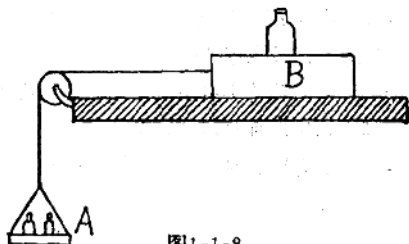


图1-1-8

【解】 从图1-1-9可知，物体B所受外力为：

(1) 物体所受重力 W ，方向
竖直向下；

(2) 砝码对物体的压力 Q ，
方向竖直向下；

(3) 桌面对物体的支持力 N ，
方向竖直向上；

(4) 绳对物体的拉力 T ，方

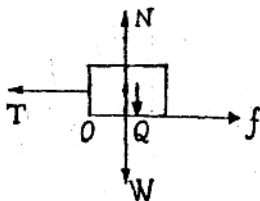


图1-1-9

向水平向左；

(5) 桌面对物体的静摩擦力 f ，方向水平向右。

物体B所受外力是以上五个力，这五个力的反作用力分别是：

(1) W 的反作用力是物体B对地球的吸引力 W' ，作用于地球中心。方向向上。(图1-1-10a)

(2) N 的反作用力是物体B对桌面的压力 N' ，作用在桌面上，方向向下。(图1-1-10b)

(3) T 的反作用力是物体B对绳子的拉力 T' (通过绳子作用在砝码盘上)，方向水平向右。(图1-1-10c)

(4) f 的反作用力是物体B对桌面的静摩擦力 f' ，作用在桌面上，方向水平向左。(图1-1-10d)

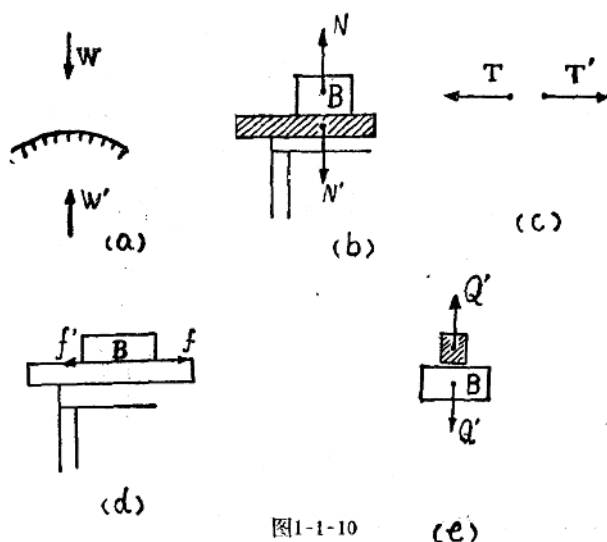


图1-1-10 (e)

(5) Q 的反作用力是物体 B 对砝码的压力 Q' ，作用在砝码上，方向向上。(图1-1-10e)

通过以上分析，可以看出 W 与 W' 、 N 与 N' 、 T 与 T' 、 f 与 f' 、 Q 与 Q' 这五对力都是大小相等，方向相反，作用在同一条直线上，但是分别作用在不同的物体上而且是性质分别相同的力，所以它们是五对作用与反作用力。

注意：物体的受力情况实际上往往是很复杂的。为了简化问题，我们可以略去某些次要因素，例如物体在光滑的平面上运动时，可以略去摩擦力；运动速度不大时，可以不考虑空气阻力。物体在水平面上运动时，重力和支持力总是互相平衡的，在研究物体的运动情况时，可以只考虑水平方向上的受力情况。有了一定的分析物体受力情况的经验后，就能够根据具体情况判断哪些次要因素可以忽略不计了。

习 题

1. 分析在下列情况下，正压力和摩擦力各等于甚么？（摩擦系数为 μ ）

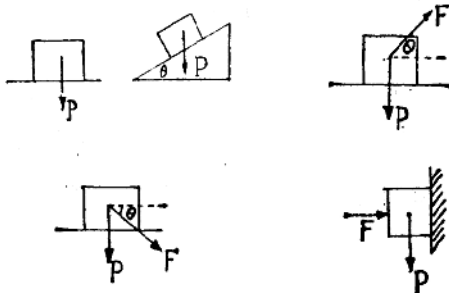


图1-1-11

2. 填下面“常见力特性比较表”（以已填者为例）

三 种 力	分 目	发生情况	接触与否	物 体 受 力 的 方 向	力的大小
万有引力	万有引力				
	重 力				
弹 力	张 力				
	正 压 力	物体受推力作用而挤压	二物体必接触	垂直于接触面指向受力物	N , 未知, 可变, 待求。
摩 擦 力	静摩擦力				
	滑动摩擦力				

3. 一块木板, 斜放在墙与地面之间, 在板与地面接触点前方钉一木楔, 木板上又放一木块, 静止不动, 如图1-1-12所示。这时, 木板受几个力?

4. 斜靠在光滑墙壁的质量均匀的木棒, 受到哪几个力的作用? 方向如何? 画出受力分析图。

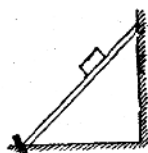


图1-1-12

5. 汽车拉着拖车在平直公路上前进, 试分别分析汽车和拖车的受力情况, 画出它们的受力图。

6. 在一个水平放置的光滑长木板上放了一个重50千克的物体, 问板面所受压力是多少? 如果把木板的一端逐渐抬起, 问板面所受的压力有何变化? 当木板的倾角 $\theta = 60^\circ$ 时, 斜面所受的压力是多少?

7. 图1-1-13是一个研究摩擦力的装置, 长方体B的质量 $m_B = 100$ 克, 盘的质量忽略不计。(1) 当盘里装入20克砝码时, 长方体B 恰好作匀速运动, 求长方体B和桌面之间的摩擦系数是多少? (2) 当加入的砝码等于50克时, 长方体B所受的摩擦力是多少? 这时绳对B 的拉力等于摩擦阻力吗? 为什么?

8. 如图1-1-14所示, 把玩具汽车悬空吊着, 开动发条, 尽管车轮旋转, 而汽车却停留在原地, 只有提高木板, 使之与车轮接触后, 它才能前