

物理学讲义

(工科类各专业文化补习班用)

广东农林学院 湛江水产专科学校

物理教材编写组合编

1973年7月



目录

绪论

0-1	物质和运动	1-1
0-2	物理学研究对象与目的	1-1
0-3	物理学的基本单位 导出单位 比重	1-4

第一篇 力学

第一章 力的基本知识

1-1	力的概念 力的三要素, 矢量和标量	1-10
1-2	工程技术中常见的几种力: 重力, 弹性力, 摩擦力	1-2
1-3	力的合成 力的平衡	2-6

第二章 直线运动

2-1	运动的相对性 参照物 质点	6-10
2-2	匀速直线运动 速度	2-17
2-3	变速直线运动 平均速度 瞬时速度	1-2
2-4	匀加速直线运动的加速度	2-3
2-5	初速为零的匀加速直线运动规律	4-6
2-6	初速不等于零的匀加速直线运动	6-9
2-7	自由落体运动	9-11

第三章 牛顿运动定律

3-1	牛顿第一定律	14-17
3-2	牛顿第二定律	3-16
3-3	牛顿第三定律	1-4
3-4	牛顿定律应用举例	4-9

第四章 匀速圆周运动

4-1	匀速圆周运动	9-11
4-2	向心力和离心力	11-16
4-3	圆周的转动	4-14
4-4	力矩 力矩的平衡	1-5

第五章 功和能		5—26
5—1	功	1—5
5—2	功率	5—7
5—3	能	7—13
5—4	机械能守恒定律	13—17
5—5	简单机械	17—26
第六章 流体的压强		6—17
6—1	压力和压强	1—2
6—2	流体的压强	2—6
6—3	流体对压强的传递	6—9
6—4	大气压强	9—12
6—5	流体的浮力	12—17
第二篇 气体性质和热学基础		
第七章 气体的性质		7—4
7—1	气体的性质	1—4
第八章 热和功		8—9
8—1	比热 热容量 热平衡方程	1—5
8—2	热功当量 能量转换和守恒定律	5—9
第三篇 电学		
第九章 电场		9—16
9—1	两种电荷	1—2
9—2	电子论	2—3
9—3	库仑定律	3—5
9—4	电场 电场强度	5—8
9—5	电势能 电位 电压	8—12
9—6	电容器 电容	12—16
第十章 直流电		10—27
10—1	直流电路	1—2
10—2	电流 电流强度	2—4
10—3	一段电路的欧姆定律 导体的电阻	4—9

10—4	串联、并联电路特点	9—13
10—5	电流的功和功率 焦耳—楞次定律	13—17
10—6	电源的电势	17—22
10—7	电池的串联和并联	22—27

第十一章 电磁现象

		11—24
11—1	磁现象和电磁效应	1—3
11—2	磁场 磁力线 磁通量	3—4
11—3	电流的磁场	4—7
11—4	磁场对电流的作用 左手定则	7—10
11—5	电磁感应定律	10—13
11—6	感应电流的方向 右手定则 楞次定律	13—16
11—7	自感现象	16—17
11—8	交流电	17—24

物理学

绪论

0—1 物质和运动：世界是由物质组成的，而物质是处在不停的运动之中，毛主席指出：“-----除了运动的物质以外，世界上什么也没有，而物质的运动则必取一定的形式。”

物质运动所取的形式很多，诸如最简单的机械运动，振动而引起的发声，以及发光，发热-----，以至于人类的思维等等，无不物质运动所取的一定形式。

物质运动是普遍存在的，但是每一物质的运动形式又有其特殊的本质，例如在简单的机械运动中物体的位置和运动快慢发生变化，而大量分子的运动则可以表现出物质的冷热状态的差异。

0—2 物理学研究对象与学习目的

毛主席指出：“世界上的知识只有两门，一门叫做生产斗争知识，一门叫做阶级斗争知识。自然科学，社会科学，就是这两门知识的结晶-----。”物理学是自然科学中的一门科学，它是从揭露物质最普遍也是最普遍的运动规律为其研究任务，具体地说，包括力学，分子物理学，电学，光学，原子物理学等。

物理学与生产劳动有着密切的联系，它是掌握各种生产技术不可缺少的基础知识。

要掌握物理学的基本知识，首先必须明确学习目的，树立为革命而学的态度，按照毛主席的：“实践——认识——再实践——再认识。”的科学方法，逐步地确立辩证唯物主义反映论的观点，不断批判各种机械唯物论，教条主义以及唯心主义先验论的观点，牢固地掌握物理学的各种定律公式，并应用它们去回答日常生活和生产中的问题，为今后进一步去解决专业方面的问题打下较好的基础。

0—3 物理学的基本单位，导出单位比重。

一基本单位：人们在研究物理学时，常常不仅要研究各种现象之间的一般关系，而且更重要的还要研究各种现象之间的数量关系。例如，拿二杯热水来比较，那一杯热一些？我们很自然会用手摸一摸，而感觉到这一杯比那一杯热一点，热多少？具体的数字就说不出来。

又如，这根绳子有多长？如果没有一个标准，就不能解决这

个问题。因此，人们为了要研究各种物理现象之间的数量关系，就必须制定各种各样的标准，即通常所谓单位，物理学上所应用的单位是很多的，但是按受遇到的基本的物理单位有三种，即长度单位，质量单位，时间单位。其它单位很多都可以由这三种基本单位推导出来。

(一) 长度单位：国际上採用“米”作为量度长度的基本单位，它的辅助单位有“千米”“分米”“厘米”“毫米”等。我国也採用“市里”“市丈”“市尺”“市寸”等。它们之间的关系如下：

$$\begin{aligned} 1 \text{ 千米 (公里)} &= 1000 \text{ 米} \\ 1 \text{ 米} &= 10 \text{ 分米} = 100 \text{ 厘米} = 1000 \text{ 毫米} \\ 1 \text{ 分米} &= 10 \text{ 厘米} = 100 \text{ 毫米} \\ 1 \text{ 厘米} &= 10 \text{ 毫米} \\ 1 \text{ 千米} &= 2 \text{ 市里 (华里)} \\ 1 \text{ 米} &= 3 \text{ 市尺} & 1 \text{ 市丈} &= 10 \text{ 市尺} \\ 1 \text{ 市尺} &= 10 \text{ 市寸} \end{aligned}$$

(二) 质量单位：一切物体都是由物质组成的，通常我们所说的物体的质量就是指物体内部包含物质的数量的多少。我国用“公斤”来做质量的单位，它的辅助单位有“吨”“克”“毫克”等，它们的关系如下：

$$\begin{aligned} 1 \text{ 吨} &= 1000 \text{ 公斤} \\ 1 \text{ 公斤} &= 1000 \text{ 克} \\ 1 \text{ 克} &= 1000 \text{ 毫克} \end{aligned}$$

(三) 时间单位：国际上以地球围绕太阳运转来规定时间单位，地球绕太阳公转一圈，叫做一年，地球自转一圈，称为一个昼夜，又叫做一天。

$$\begin{aligned} 1 \text{ 天} &= 24 \text{ 小时} \\ 1 \text{ 小时} &= 60 \text{ 分} \\ 1 \text{ 分} &= 60 \text{ 秒} \end{aligned}$$

二、导出单位：物理学中有许多单位，可以由基本单位推导出来，即由一些基本单位组合而成。叫做导出单位，例如，“体积”，比重”等。

(一) 物体的体积 以 V 表示

(例) 长方体的体积

(图 0—1)

$$V = \text{长度}(l) \times \text{宽度}(a) \times \text{厚度}(b)$$

如 l, a, b 均为 1 厘米的正方体
为体的体积，即为 1 立方厘米
或写成 $1 (\text{厘米})^3$

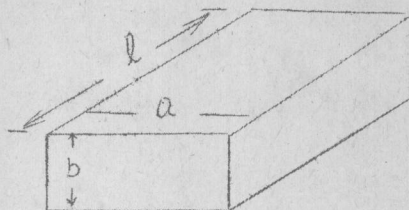


图 0—1

(二) 物体的比重：

铁比棉花重，这种说法不科学，应该说相同体积的铁比棉花重。

某种物质所组成的物体的重量和它的体积之比，叫做该物质的比重，用 d 表示：

$$d = \frac{W}{V}$$

比重的单位是克重 / (厘米)³ 表示

(例) 一块长度是 40 厘米，宽度 30 厘米，厚度 20 厘米的长方体铁块，它的重量是 187.2 公斤，求铁的比重。

(解)：铁块体积 $V = 40 \times 30 \times 20 = 24000 (\text{厘米})^3$

铁块的重量 $W = 187.2 \text{ 公斤重} = 187200 \text{ 克重}$

用公式求得铁的比重

$$d = \frac{W}{V} = \frac{187200 \text{ 克重}}{24000 (\text{厘米})^3} = 7.8 \text{ 克重} / (\text{厘米})^3$$

各种物质的比重 (克重 / (厘米)³)

气体 (温度 0°C, 压强是 760 毫米高水银柱时)

氧气 0.00009

氮气 0.00125

氢气 0.00143

氦气 0.00018

空气 0.00129

液体

汽油 (15°C)	0.70	纯水 (4°C)	1
乙醚 (20°C)	0.71	海水 (15°C)	1.03
酒精 (15°C)	0.79	硫酸 (87% ; 15°C)	1.8
煤油 (15°C)	0.80	水银 (0°C)	13.6
植物油	0.90—0.93		

固体

软木	0.24	松木 (干酌)	0.48
蜡	7	锡	7.2
橡木 (干酌)	0.8	镁	1.74
冰	0.9	玻	1.3
铝	2.7	花岗石	2.4—2.8
铁	7.8	铜	8.9
玻璃	2.5—2.7	黄铜	8.5
银	10.5	铅	11.4
金	19.3	铂	21.5
汞	22.4		

第一篇 力学

第一章 力的基本知识

1—1 力的概念——力的三要素，矢量和标量

一、力的概念：人类对于力的认识，是起源于劳动中，最初劳动人民把力与劳动中人体肌肉的紧张联系起来。例如刨地、拉车、压缩弹簧等都是由人体肌肉紧张而发生的，也就是说人在这些过程中出了“力”。

手受力推，拉而由静止开始运动，即手由静止状态发生了变化。弹簧受力拉，压而伸长或缩短，即弹簧的形状发生了变化。可见，力就是使物体的运动状态发生变化或使物体发生变形的原因。

随着劳动生产的发展，人类逐渐认识到，不仅人体的肌肉紧张可以产生“力”而且任何物体对其他物体的作用也能产生力的作用。

例如，风可以吹动树木，河水可以冲垮堤岸，火车头能够拉动车辆前进，工厂里的汽锤可以把铁块锻打成各种不同形状的机械零件等。

所以力就是一个物体对另一个物体的作用，这种作用使物体改变运动状态或产生形变。

二、力的三要素：力对物体的作用所产生的效果，不是单纯决定力的大小，而且还要决定于力的作用点和力作用在物体上的位置，例如，作用在物体上的力，如果用力的大小和物体运动方向相同，物体的运动就会加快，反之，作用力的方向与物体运动方向相反，则物体的运动就会减慢，或暂时停止。即使用力的大小和方向都相同，但是作用于物体上的不同位置其效果也可能不同，（如图1—1）

作用在滑轮上的力，大小和方向都相同，当力作用于A点时，滑轮并不转动，但是作用在B点时，滑轮就发生转动。

可见，力有三个特征——大小，方向，作用点。我们把它们叫做力的三要素，所以研究力对物体的作用时，必须同时考虑力的三个要素才能确定物体受力作用而产生的效果。

三、矢量和标量：物理学中有些物理量，例如力，不仅具有大小，而且还有方向，这样的物理量，叫做矢量。而只有大小，没有方向的物理量，例如，长度，温度，时间等，这样的物理量叫做标量。

为了在图上能够明显表示出力的作用情况，可以很简便地用带箭头的线段来表示。箭头表示力的作用方向，力的大小用有标度的线段长度来表示，线段的起点表示力的作用点，如图 1—2

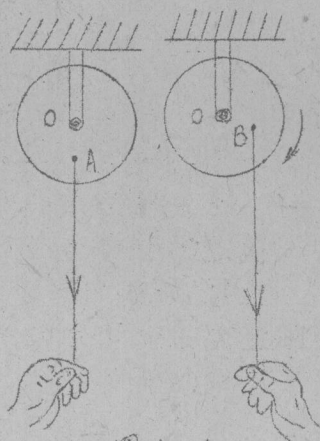


图 1—1

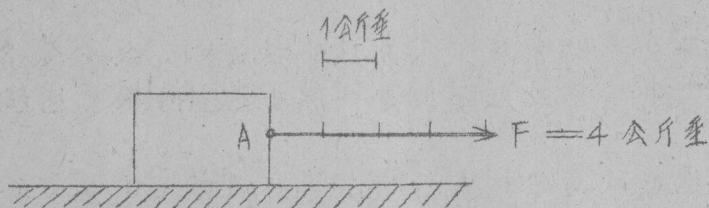


图 1—2

1—2 工程技术中常见的几种力：重力，弹力，摩擦力，物体之间的作用形式有很多，在工程技术中常见的力有下面几种

一、重力：大家都知道，水总是由高处流向低处，手持的物体，当一放手，就会掉在地上，说明地球对于任何物体都有吸引力。

手提起一小捆棉花，觉得很轻，但是如果提起一个电动机，就会感到很重，这是由于地球对各种物体的吸引力不同，我们把地球对物体的引力，叫做重力，或重量。

重力的方向总是竖直向下的，建筑工人常常利用这个特点用铅锤来检查新砌的砖墙是否直立。如图（1—3）

还有很多工地施工中也利用物体的重力来进行打夯或压实地基。

重力（重量）的单位，国际上用“一公斤重”它的辅助单位有“吨重”“毫重”等。

1吨重 $\equiv$ 1000公斤重

1公斤重 $\equiv$ 1000克重

同一物体在地球表面上各处的引力会有不同，即同一物体在地球表面不同的纬度上它的重量是不同的。例如，在纬度 45° 的海平面上称一公斤重的物体，拿到北京（约 40° ）只有0.9995公斤重。而拿到北极（纬度 90° ）时则为1.0026公斤重。

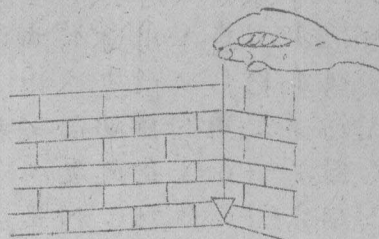


图 1—3

二、弹力：前面说过，用力去压缩或拉长弹簧时，弹簧的形状发生变化（缩短或伸长）。被压缩或拉长的弹簧，对迫使它变形的作用力，也要产生一个反抗的力，这种力叫做弹性力。

例如步枪子弹上膛时，是要把枪筒内的弹簧压缩，使弹簧产生弹性力，击发时，是利用弹簧的弹力去推动“撞针”击发子弹内的大药爆炸的。

还有汽车和大车的底座和车轮之间都装有弹簧使车子减轻振动。其他劳动生产中应用弹力的例子也是很多的。

任何物体由于形状变化时，都会产生弹力，实验证明，在一定的限度内，物体的形变越大弹力也越大。（如图1—4）弹簧就是根据这个原理做成的。（如图1—5）

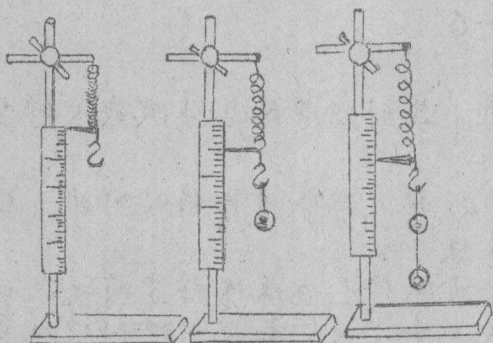


图 1—4



图 1—5

三、摩擦力：摩擦力在日常生活中很常见，例如，平地上行驶的自行车，若不用脚踏板时，自行车就会逐渐停下来，说明地面对车轮有一阻力作用，这种力叫做摩擦力，产生摩擦力的原因是物体之间的接触面的粗糙不平。

(图1-6)是研究二个互相接触物体之间摩擦力的装置。物体B和台面C接触，M是固定在C的滑轮，A是砝码盘。当砝码盘上加一小砝码，即物体受一拉力 F 的作用，物体B并不动，这是因为物体B还受着一个阻止它开始运动的摩擦力 f ，这时的摩擦力，叫做静摩擦力。

如果在砝码盘上再加上一个小砝码，物体B仍不动，这说明静摩擦力 f 也随外力的增大而增大，但是当砝码盘中的砝码加到一定数值时即外力逐渐增大到一定数值时，物体B才能开始滑动，

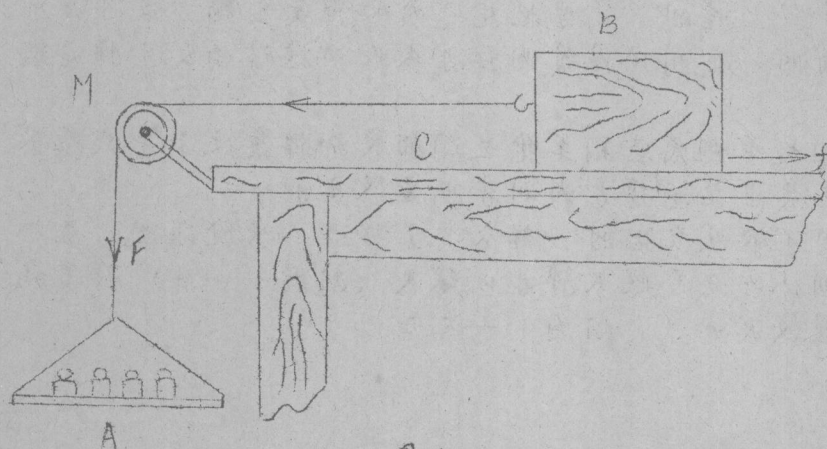


图1-6

而小于这一数值物体就不能滑动。这时的摩擦力叫做最大静摩擦力，以 $f_{\text{最大}}$ 表示。

当外力超过最大静摩擦力 $f_{\text{最大}}$ 时，物体间有相对滑动，在滑动中产生的摩擦力就叫做滑动摩擦力。

实验还指出，物体滑动后，要保持它继续作匀速滑动，所需要的外力比最大的静摩擦力要小一些。这一事实，说明滑动摩擦力比最大静摩擦力小。

我们在劳动中，推重物就有这样的体会，当我们要使重物起动时，要花较大的力气，如果重物推动了以后，要使它继续匀速前进，所花的力气就小些了。

现在我们用图(1-6)的装置来研究滑动摩擦力的规律。逐渐在盘A加入砝码，轻轻地推动长方体B，使它能在盘C上继续匀速滑动。这时的拉力(砝码盘的重力)的大小就等于滑动摩擦力，拉力的方向与摩擦力相反。

当改变长方体B的重力，可以看到，滑动摩擦力 f 随着压力 P 的增大而正比地增大。

滑动摩擦力 f 跟压力 P 的比值，叫做滑动摩擦系数，用 μ 表示：

$$\mu = \frac{f}{P} \quad \text{或} \quad f = \mu P \quad (1-1)$$

滑动摩擦系数的大小，与摩擦面的材料有关，下表中的数值是某些物质之间的滑动摩擦系数。

摩擦物体	滑动摩擦系数	摩擦物体	滑动摩擦系数
钢和钢	0.17	木和木(纤维互相垂直)	0.2
钢和铸铁	0.17	皮带和木头	0.4
铁和铁	0.3	皮带和铸铁	0.25
铁和黄铜	0.2	钢和冰	0.02
铁和铸铁	0.18	钢和硬地	0.2 — 0.4
铁和青铜	0.18	木头和冰	0.035
青铜和铸铁	0.22		
黄铜和铸铁	0.16		
木和木(顺着纤维)	0.4		

【例题】：为了使重量是100公斤的钢在硬的水泥地板上滑动，需要加在钢板上的推力是多少？

(钢和地板之间的滑动摩擦系数0.3)

【解】：根据滑动摩擦力公式： $\mu = \frac{f}{P}$ 或 $f = \mu P$

求得：推力 $F = 0.3 \times 100 \text{ 公斤重} = 30 \text{ 公斤重}$

摩擦力对我们来说，有害处，也有益处，应该运用毛主席“一分为二”的观点来分析摩擦力。使它能为我们服务。例如自行车的刹制，是依靠橡皮和车圈的摩擦力，否则，车子就不能在紧急情况下立即刹制而造成危险。

农村灌溉用的抽水机是用皮带把柴油机的动力传给抽水机，也是靠皮带和皮带轮之间的摩擦，有时皮带打滑，可以在皮带上垫些东西增加摩擦力。

摩擦力有时也是有害的，例如快速旋转的机轴，轴和轴承之间的摩擦力如果过大，就会使轴承发热，甚至烧坏。在实践里，工人们已经很有效地掌握了减少摩擦力的方法，例如在摩擦接触面上加一些润滑油。减少摩擦力的另一个有效方法，是把滑动摩擦改变成滚动摩擦。例如搬运工人在搬运笨重的机器时，在底座下面垫几根圆棍来滚动机器，可以减轻劳动强度。

用车子搬运货物就比直接拖拉省力很多。目前运转机械上已广泛采用滚珠轴承。采用滚动摩擦可以使摩擦力减少到原来滑动摩擦力的 $\frac{1}{4} - \frac{1}{50}$

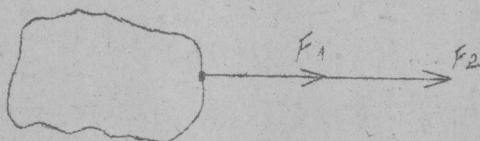
1-3 力的合成，力的平衡

一、力的合成：在实际情况中，作用于一物体上的力，往往不只一个，而是二个，三个或者更多个力同时作用一个物体上。在这种情况中我们发现，几个力同时作用物体上产生的效果可以和一个总的力作用在该物体上产生的效果完全相同，因此，可以用这个力来代替其它几个力对该物体的作用。这个总的力，就叫做这几个力的合力。

现在先研究物体同时受二个力的作用的情况，最简单是这两个作用力都在一直线上。当物体所受的两个力在一直线上，且为同相同时，这时物体所受的合力只等于这两个分力之和（图1-7）

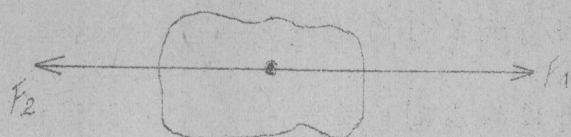
即 $R = F_1 + F_2$

（图1-7）



若物体所受的两个力在同一直线上，但方向相反，这时物体所受的合力等于这两个分力之差（图1-8）

$$\text{即 } R = F_1 - F_2$$



（图1-8）

但是，如果物体所受的两个作用力，互成一定的角度时，这两个力的合力为何和大小，可从下面的实验中找规律。

图（1-9甲）是系在橡皮带E点上的二条跨过滑轮M、L的细线，在细线末端挂上适当的砝码，使橡皮带沿着AB直线伸长到C点，则橡皮带受到二个力 F_1 和 F_2 的作用，其大小分别是线上所挂砝码的重量， F_1 和 F_2 的方向分别为CM和CL方向。记下 F_1 和 F_2 的数值，取下砝码。

再在系于橡皮带E点沿AB直线跨过滑轮P的细线末端挂上适当的砝码，使橡皮带也沿AB直线伸长到C点，则橡皮带受到一个作用力 R ，大小等于砝码的重量，方向就是AB方向（图1-9乙）

显然甲乙两次实验结果都是使橡皮带沿AB方向伸长到C点，即两次实验都使橡皮带发生相同的变形，由此可见， R 是 F_1 和 F_2 的合力。由实验可以看出，合力 R 显然不能用 F_1 和 F_2 的数值相加求得。

现在用作图的方法求 R ， F_1 、 F_2 的关系。沿CM和CL分别作两条线段，使它们按一定的比例标度，分别表示力 F_1 （图1-9丙），用表示 F_1 和 F_2 的线段为邻边作平行四边形，量取此平行四

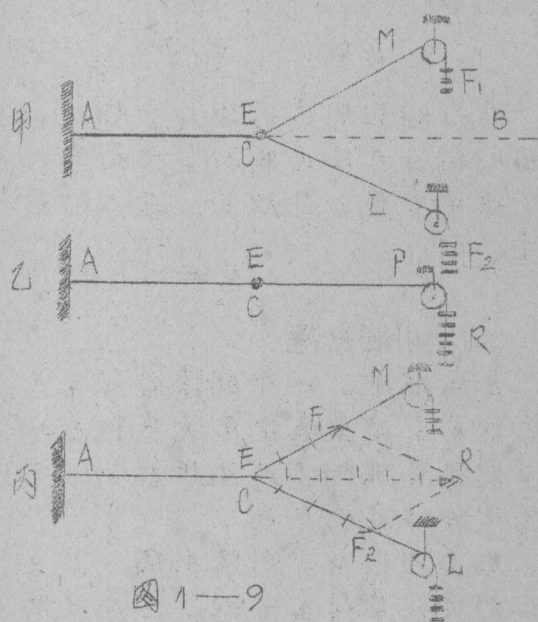


图1-9

边形的对角线，量度指出，对角线的长度恰好等于合力所代表的长度。

这样我们得到一个新的相加原则：作用于一点而互成角度的两个力的合力，它的大小和方向可以用分别表示这两个力的线段相邻接画出的平行四边形的对角线来表示。这就叫做力的平行四边形法则。

力的平行四边形法则也是其它方向量的相加的普遍法则。

上述实验中，当载物滑车 M ， L 的位置时，可以增大或减少系在橡皮带上的二条细线间的夹角，即改变 F_1 和 F_2 的夹角，从实验中可以看出，若 F_1 和 F_2 的夹角减小，橡皮带的伸长增加，说明 F_1 和 F_2 的合力也增加。当 F_1 和 F_2 的夹角为零时，实际上两个作用力在一直线上并且方向相同，这时合力最大，等于两力之和。

$$\text{即} \quad R = F_1 + F_2$$

若 F_1 和 F_2 的夹角增大，可以看出，橡皮带的伸长减小，说明 F_1 和 F_2 的合力 R 也减小。当 F_1 和 F_2 的夹角增大到 180° 时，实际上两个作用力在一直线上，且方向相反，这时合力最小，等于两力之差。即

$$R = F_1 - F_2$$

二、力的平衡

在实际中，一个物体同时受几个力作用时，这个物体可能保持静止。如果悬挂在天板上的物体，同时受着地球的引力和绳子的拉力使物体仍保持静止，我们说该物体处于平衡状态，这种现象叫做力的平衡。

毛主席指出：“所谓平衡，就是矛盾的暂时的相对的统一。”“对立的统一是有条件的。”要使物体处于平衡状态，作用在物体上的力就必须满足一定的条件。

上述悬挂着的物体（图 1-10）同时受着重力 W 和拉力 F 的作用，经验告诉我们，这两个力大小相等，而且各自沿着同一直线的相反方向。

可见，作用在物体上的两个力，如果大小相等，方向相反，即这两个力的合力等于零。

则这两个力就互相平衡，这就是两个力平衡条件。应当指出，只有两个力作用在同一直线上而方向相反时，才称它们为平衡力。

上述结论可以推广：一物体受几个力作用时，如果这几个力的合力等于零时，这个物体也处于平衡状态。（图1—11）是三个力 F_1 、 F_2 、 W ，三个力合力为零，物体处于平衡状态。

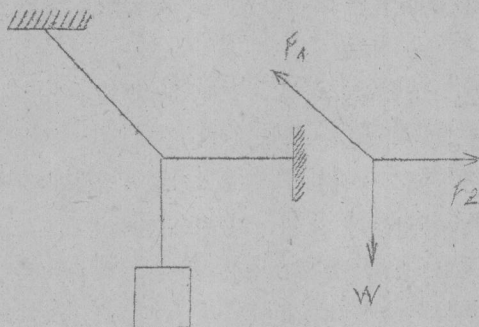


图 1—11

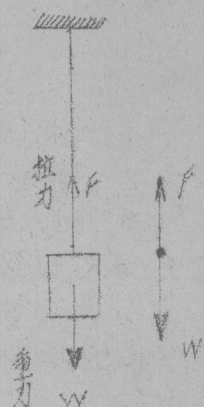


图 1—10

三、力的分解：

前面我们已经研究过二个力可以用一个合力来代替它们，并用平行四边形法则求合力。

但是，我们还经常会碰到一个力可以分解成二个或几个分力的情况。例如搬运工人把大油桶搬上汽车时，都会利用一个斜面，将油桶由地面沿着斜面往上推，这样就能较省力的把油桶搬上汽车。为什么呢？事实表明，油桶的重力 W 在斜面上可以分解成二个分力（图1—12） F_1 和 F_2 ， F_1 的方向是和斜面平行的， F_2 是与斜面垂直的。

搬运时，工人只要用克服分力 F_1 就可以使油桶停止在斜面上，如果用二个比 F_1 稍大一些的力平行于斜面往上推就可以把油桶推上汽车上。按照力的平行四边形法则， W 是矩形的对角线， F_1 是矩形的一个邻接边，可知 F_1 必小于 W 。

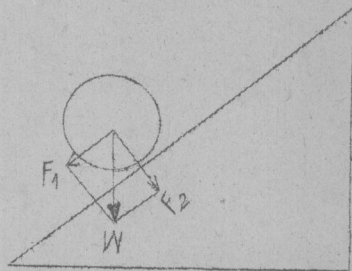


图 1—12