

医 用 物 理

南 通 医 学 院

一 九 七 三 年 九 月

绪 言

自然界是由物质组成的。空气、水、泥土，各种金属和非金属，可见光和不可见光，蛋白质和细胞等都是物质。空气、水等物质由分子原子组成，而可见光和不可见光则是电磁波，但它们有一个共同的属性，即它们都是不依赖人们意识而客观存在的物质。我们周围的一切，从天体到原子，从可见光到不可见光，从单细胞生物到复杂的有机体，都是物质存在的各种形式。

物质在不断变化和运动。海水的流动，天体的运行，物质内部分子的运动，光源的发光，煤的燃烧，生物的生长等，都是物质的运动。自然界就是由运动着的物质组成的。物质的运动形式具有多样性，物质运动的最普遍形式是物理的运动形式，即物体的机械运动，分子的热运动，电磁运动，原子和原子核内的运动等。化学运动和生命现象是物质运动的高级形式。物质的运动形式可以互相转换，如物体的机械运动可转变为分子的热运动，电磁运动可转变为机械运动等。物理学就是研究物质的普遍运动形式和它们之间相互转变的规律的科学。

学习医学需要物理学的基础知识，人体内部发生的生理过程是和物理过程相联系的，例如神经传导的过程和电现象相联系，人体体温的调节和热现象以及能量的转换过程相联系，没有物理知识就很难理解这些生理过程的机制，也不能很好地掌握专业课程的基本内容。在临床方面，广泛应用着物理疗法和物理仪器，如X线诊断和治疗，紫外线疗法，直流和脉冲电疗，高频电疗等。近代物理学和其他科学成就很快地应用到医学上，并为医学提供了许多精密仪器和新技术，如心电图、超声诊断、放射性同位素诊断和治疗等，这些新技术对医学的发展有促进作用。

医疗专业的学生学习和掌握一些基础物理知识不仅对学习专业课程是必需的，而且对以后工作中进一步提高也是很有帮助的。

目 录

绪 言

第一章 力学的基本知识

1.1 运动和力.....	
1.1.1 速度和加速度.....	(1)
1.1.2 物体的惯性.....	(3)
1.1.3 力.....	(4)
1.2 力的合成.....	(6)
1.3 牛顿第二定律	(8)
1.3.1 牛顿第二定律 质量.....	(8)
1.3.2 米·公斤·秒单位制.....	(9)
1.4 功和功率.....	(9)
1.4.1 功.....	(9)
1.4.2 功率.....	(10)
1.5 机械能.....	(11)
1.5.1 势能.....	(11)
1.5.2 动能.....	(12)
1.5.3 机械能的转换和守恒.....	(12)
习题一	(14)

第二章 液体和气体

2.1 物体的比重	(15)
-----------------	--------

2.2 液体的压强	(16)
2.2.1 压强和压强的传递	(16)
2.2.2 液体内部的压强	(17)
2.3 大气压	(18)
2.3.1 大气压的测定	(19)
2.3.2 开管压强计	(20)
2.4 大气压在医学上的应用	(22)
2.4.1 虹吸现象及其应用	(22)
2.4.2 胃肠减压	(22)
2.5 液体的运动	(23)
2.5.1 液体的运动	(23)
2.5.2 粘滞液体的流动	(26)
习题二	(27)

第三章 振动和波

3.1 振动	(30)
3.1.1 物体的振动	(30)
3.1.2 振动的振幅、周期和频率	(30)
3.2 波	(31)
3.2.1 波的概念	(31)
3.2.2 横波和纵波	(32)
3.2.3 波速、频率和波长的关系	(33)
3.3 声波	(33)
3.4 声音的共鸣	(34)
3.5 声强、音调和音色	(35)
3.5.1 声强和音调	(35)

3.5.2 音色	(36)
3.5.3 叩诊和听诊	(36)
3.6 超声波及其在医学上的应用	(37)
3.6.1 超声波和它的性质	(37)
3.6.2 超声波在医学上的应用	(37)
习题三	(38)

第四章 分子运动和热现象

4.1 分子运动的基本现象	(40)
4.1.1 分子间的空隙	(40)
4.1.2 分子运动和温度	(41)
4.1.3 分子力	(42)
4.1.4 固体、液体和气体中的分子运动	(43)
4.2 气体的压强和混合气体的分压	(44)
4.2.1 气体的压强	(44)
4.2.2 混合气体的分压	(45)
4.2.3 人体中气体的交换和高压氧治疗	(46)
4.3 热量和热量的转移	(47)
4.3.1 热量和比热	(47)
4.3.2 热量传递的方式	(48)
4.4 物体的内能	(49)
4.4.1 内能	(49)
4.4.2 物体内能的变化 热和功	(50)
4.4.3 气体膨胀时温度的变化	(51)
4.5 能量的转换和守恒定律	(52)
4.6 物质的状态变化	(53)
4.6.1 熔解和凝固	(53)

4.6.2 汽化 饱和汽.....	(54)
4.6.3 沸腾.....	(55)
4.7 空气的相对湿度	(56)
习题四	(57)

第五章 电磁现象

5.1 物体的带电现象	(59)
5.1.1 电荷和电荷的相互作用.....	(59)
5.1.2 用电子论解释带电现象.....	(59)
5.2 电场	(60)
5.2.1 电场强度.....	(60)
5.2.2 电势和电势差.....	(61)
5.3 直流电	(63)
5.3.1 电流.....	(63)
5.3.2 电流强度和电流方向.....	(64)
5.3.3 欧姆定律 电阻.....	(64)
5.3.4 电阻的串联和并联.....	(65)
5.3.5 电流的功和功率.....	(67)
5.4 电流的磁场.....	(69)
5.4.1 永久磁体的磁现象.....	(69)
5.4.2 磁场和磁力线.....	(69)
5.4.3 电流的磁场.....	(70)
5.4.4 磁场对电流的作用.....	(72)
5.5 电磁感应.....	(73)
5.5.1 电磁感应现象.....	(73)
5.5.2 楞次定律.....	(74)
5.5.3 感应圈.....	(75)

5.6 交流电	(75)
5.6.1 交流电的产生	(75)
5.6.2 变压器	(77)
5.7 脉冲电的概念	(78)
5.7.1 脉冲电压和脉冲电流	(78)
5.7.2 几种常用的脉冲电压波形	(79)
5.8 人体导电和电疗	(80)
5.8.1 人体的导电	(80)
5.8.2 电疗	(81)
习题五	(81)

第六章 光 学

6.1 光的反射和折射	(84)
6.1.1 光的直线传播	(84)
6.1.2 光的反射	(85)
6.1.3 光的折射	(85)
6.1.4 全反射	(87)
6.1.5 棱镜	(88)
6.2 透镜和透镜的成象	(89)
6.2.1 透镜	(89)
6.2.2 透镜的成象	(91)
6.3 眼和眼的缺陷及校正	(96)
6.3.1 眼的结构	(96)
6.3.2 眼的缺陷和校正	(97)
6.4 显微镜	(98)
6.4.1 视角和放大镜	(98)
6.4.2 显微镜	(99)
6.4.3 内窥镜	(100)

6.5 光的波动性	(101)
6.6 光的色散	(102)
6.6.1 光的色散	(102)
6.6.2 物体的颜色	(103)
6.7 红外线和紫外线	(104)
6.8 X 射线	(105)
6.9 光的粒子性	(106)
6.9.1 光电效应	(106)
6.9.2 光电比色计	(108)
6.10 光的本性	(109)
习题六	(110)

第七章 原子核

7.1 放射现象	(112)
7.1.1 原子核的基本特征	(112)
7.1.2 放射现象	(113)
7.2 放射性的探测	(115)
7.2.1 闪烁计数器	(115)
7.2.2 盖格—缪勒计数管	(115)
7.3 原子核的人工蜕变原子核的组成	(116)
7.3.1 原子核的人工蜕变	(116)
7.3.2 原子核的组成	(116)
7.4 放射性同位素	(118)
7.4.1 人为放射现象	(118)
7.4.2 半衰期放射性强度	(119)
7.4.3 放射性同位素在医学上的应用	(119)
习题七	(124)

第一章 力学的基本知识

1.1 运动和力

自然界中一切物质都处在不断的运动状态中，物质和运动是不可分离的。恩格斯指出：“运动是物质的存在形式、物质的固有属性，它包括宇宙中所发生的一切变化和过程，从简单的位置移动起直到思维止。”物质的运动形式是多种多样的。物体对另一个物体的相对位置的变化叫做机械运动，机械运动是物质运动的最简单形式。汽车在公路上行驶，轮船在江河中航行，飞机的飞行，地球的自转和公转，空气和水的流动等都是物体的机械运动。心脏的跳动，血液在循环系统中的流动，肌肉和骨骼的运动等是人体机械运动的例子。

1.1.1 速度和加速度

(1) 速度 物体运动时，它们的快慢是不同的，飞机比汽车快，汽车又比自行车快。物体在单位时间内通过的路程越长，它的运动就越快。飞机每秒可飞行300米，汽车每秒可行驶30米，飞机比汽车快得多。运动物体在单位时间内通过的路程叫做速度。物体的速度越大，运动就越快。如果物体在 t 秒内通过 S 米路程，那么单位时间（即1秒）内通过的路程是 S/t ，这就是它的速度 V ，即：

$$V = \frac{S}{t}$$

速度的单位是米/秒或厘米/秒。速度单位也可用公里/小时。

如一辆内燃机车在北京和上海间来回开行，它的速度是27米/秒，我们从速度的数值只能知道火车来回的快慢一样，但不知道火车开行的方向。因此速度是一个有方向的量，必须同时指出大小和方向，才能把速度的意义完全表达出来。速度的方向指的是物体的运动方向。不仅有大小而且有方向的量叫做矢量。矢量可以用带箭头的线段来表示。如一汽车以30米/秒的速度向东运动，速度矢量可用图1—1中的箭

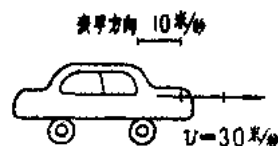


图1—1 速度矢量

头表示，箭头方向向东，长短取三单位（单位可任取，如用1厘米为单位），每单位代表10米/秒，这一箭头的长短就代表速度的大小30米/秒。

有些物理量没有方向性，仅用大小就可以完全确定，这样的量叫做标量，时间就是一个标量。

物体沿直线运动时，如速度不变，叫做匀速直线运动。物体运动时，它的速度一般总是变化的，匀速直线运动是比较特殊的情形，例如汽车停着时，它的速度为零，汽车开动后，它的速度逐渐增大，汽车将要到达目的地时，关闭发动机，它的速度减小，最后停止下来，这种速度不断变化的运动叫做变速运动。

变速运动的速度时刻在变化着，研究变速运动不像匀速运动那样简单。为了使问题简化，我们常把运动物体经过的路程被运动所需的时间去除，这样求得的速度叫做平均速度。平均速度只能表示物体在一段时间内的平均快慢程度。例如南京长江大桥公路桥长1570米，一辆汽车通过时需74秒，汽车过桥时的平均速度是 $1570/74=21$ 米/秒。

如运动物体在 t 秒内经过路程 S ，用 $\bar{v}$ 表示平均速度时，可写出：

$$\bar{v} = \frac{S}{t}$$

平均速度只能近似地说明物体变速运动的情况，但不能说明运动物体在某一时刻的运动情况。物体作变速运动时，它在某一时刻的速度叫做即时速度。即时速度可以说明物体在某一时刻的运动情况。一小球沿斜面滚下时，它的即时速度不断增大，图1—2中画出了小球通过A、B、C各点时的即时速度。物体在运动中的即时速度可用速度表直接读出，如汽车上装有速度表，可指示出汽车行驶的即时速度。

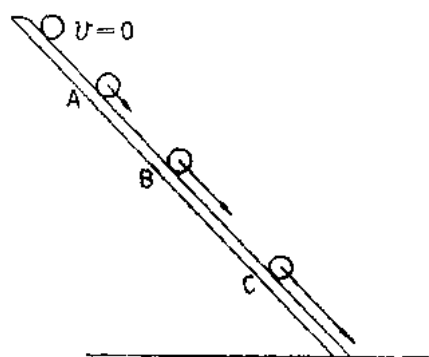


图1—2 小球沿斜面滚下时的即时速度。

（2）加速度 物体作变速运动时，即时速度不断变化。下面我们讨论变速运动的速度时，都是指即时速度。单位时间内速度变化的大小可用来描述变速运动的情况。如飞机起飞前速度为零，起飞2秒后速度为100米/秒，它每秒内速度的增加是50米/秒。汽车开动前速度为零，开动后2秒速度为10米/秒，它每秒内速度增加是5米/秒，飞机速度的增加比汽车快。物体单位时间内速度的变化叫做加速度。一物体在 t 秒内速度从 V_1 米/秒变到 V_2 米/秒，它的速度变化是 $V_2 - V_1$ 米/秒，以 a 表示加速度时，

$$a = \frac{V_2 - V_1}{t}$$

加速度的单位是米/秒/秒，简写成米/秒²。

物体作变速运动时，如果它的加速度不变，是一个常量，这种运动叫做匀变速运动；如速度随时间增加，就叫做匀加速运动，速度随时间减小时，叫做匀减速运动。

【例1】一汽车的速度在5秒内从5米/秒变为20米/秒，它作什么样的运动？

【解】汽车速度增加，它作加速度运动。

速度增加为 $V_2 - V_1 = 20 - 15 = 5$ 米/秒

$t = 5$ 秒

$$\therefore \text{加速度 } a = \frac{V_2 - V_1}{t} = \frac{5}{5} \text{ 米/秒}^2$$

【例2】火车在3秒内速度从40米/秒变为10米/秒，求它的加速度。

【解】火车在3秒内速度变化为：

$V_2 - V_1 = 10 - 40 = -30$ 米/秒 $t = 3$ 秒

$$\text{加速度 } a = \frac{V_2 - V_1}{t} = \frac{-30}{3} = -10 \text{ 米/秒}^2$$

负号表示加速度方向和火车运动方向相反，即火车作减速运动。加速度也是矢量，当加速度为正时，加速度的方向和物体运动方向相同，物体作加速运动；加速度为负时，加速度方向和物体运动方向相反，物体作减速运动。

1.1.2 物体的惯性

停在站台上的火车车厢，受到机车牵引时才能发生速度变化，速度逐渐增加；运动中的汽车，发动机关闭后，速度逐渐减小，最后停止下来。汽车速度减小是受到地面对汽车的阻碍作用。上面两个例子中，物体的速度都发生了变化，即它的运动状态改变了，引起它们运动状态改变的原因是它们都受到了其它物体的作用。火车车厢受到机车牵引，使它速度增加；汽车在地面上滑行时，汽车受到地面的阻碍作用，它的速度减小。

一个小球在粗糙的桌面上滚动时，它很快就停止下来，但在光滑的桌面上滚动时，它可以滚动较长的时间。小球在粗糙的桌面上滚动时，桌面对它的阻碍作用较大，所以小球的速度很快减小。光滑的桌面对小球的阻碍作用较小，所以小球的速度改变较小。桌面越光滑，这种阻碍作用越小，小球速度改变也越小，它可以运动更长的时间。如果桌面对小球没有阻碍作用，那么它的速度将不会改变，它将保持作匀速直线运动。因此，物体不受其他物体的作用时，它的速度不会改变，静止的物体（速度等于零）将保持静止，运动的物体将保持匀速直线运动的状态。物体保持静止或匀速直线运动状态的特性叫做惯性。

物体如不受其他物体的作用，它将保持静止或作匀速直线运动，这就是牛顿第一定

律，也叫惯性定律。

桌子边上放一张光滑的纸片，上面放一只盛水的杯子，迅速抽掉纸片时，杯子停在原处不动，这个实验表现了杯子的惯性。惯性现象在日常生活中经常可以观察到，人站在汽车或火车中，当车突然开动时，人向后倾倒，行驶中车辆突然刹车时，站在车厢中的人向前倾倒。参加赛跑的运动员冲到终点后，不能立即停住，必须再向前冲出几步，这些都是惯性的表现。

1.1.3 力

(1) 力和力的单位 在1.1.2节中我们已经知道，物体受到其他物体作用时，它的速度发生变化，即得到了加速度。车厢受到机车牵引时，机车就得到加速度，它的速度增加。一切速度发生变化的物体，都是受到了其它物体的作用。物体间的相互作用叫做力，力可以使物体得到加速度。

量度力的单位常用公斤，1公斤的一千倍叫1吨，1公斤的一千分之一叫1克。

1吨=1000公斤，1公斤=1000克

力是有方向的量，例如手提起物体时，手对物体作用的力是垂直向上的，因此力是矢量，可用箭头表示。图1—3中的箭头表示作用在物体上的力的大小等于2公斤，方向向上。

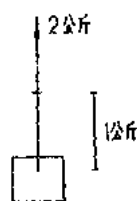


图1—3 力的矢量

(2) 重力、弹力和摩擦力 由于物体间相互作用的方式不同，物体间的相互作用力是多种多样的。在力学中我们碰到的力有重力、弹力和摩擦力。

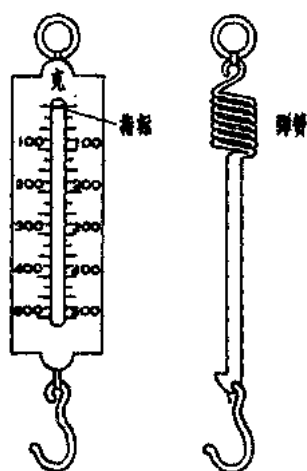


图1—4 测力计

重力就是地球对物体的吸引力，重力也叫重量。地球上的一切物体都要受到地球的吸引力，因此物体都有重量。

力能使物体的形状或体积发生变化，这种变化叫做形变。在一定限度内，如除去外力后，物体能够恢复原状，这样的物体叫做弹性体，使弹性体恢复原状的力叫做弹力。用力拉橡皮筋时，橡皮筋伸长，这时产生使橡皮筋缩短的弹力，橡皮筋伸长得越多，弹力越大。在一定限度内，外力越大，橡皮筋形变（即伸长量）越大，弹力也越大。外力和弹性体的形变成正比。测力计（图1—4）就是根据外力和形变成正比的原理制成的。

测力计上受的力越大，弹簧伸长越多，从测力计刻度上就可直接读出力的大小。体格检查时测定握力的握力计也是根据这个原理制成的，用手握弹簧弓，压缩弹簧，使它发生形变，从而可直接读出握力。

汽车在公路上行驶时，如关闭发动机，它运动一段路程后停止下来，这是因为汽车受到地面对它的阻碍作用。一个物体在另一个物体表面上运动或者有运动的趋势时，这个物体总是要受到一个阻碍运动的力，这种力叫做摩擦力。摩擦力的方向同物体的运动方向相反，产生摩擦力的主要原因是物体之间接触面不平滑，图1—5表示两个物体表面被放大时的情况。当一个物体在另一个物体上运动时，它们凸出的部份互相碰撞，这样就产生了阻碍物体运动的摩擦力。

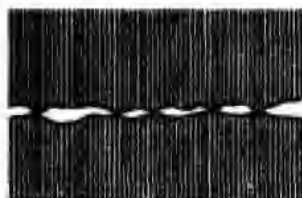


图1—5 物体表面凹凸不平的情形

(3) 作用力和反作用力 宇宙中的一切物体都不是孤立地存在的，它们总是相互联系、相互影响，因此物体间总是要发生相互作用的。物体发生相互作用时，就有力的作用，例如地球和地面上的物体互相吸引，地球对物体有吸引力，同时物体也有力作用在地球上。炮弹发射时，炮弹受力以很大的速度从炮口射出，这时炮弹对炮座也作用一个力，使炮座后退。飞机飞行时螺旋推进器推动空气，空气受力的作用向后运动，同时空气以相反方向的力推动飞机前进。从上面的例子中可以看到，物体相互作用时，力必然是成对地产生的，这一对力叫做作用力和反作用力。我们用下面的实验来研究一下作用力和反作用力的大小和方向。把两个测力计的小钩连在一起，把测力计乙的环固定在墙上，如图1—6，用手拉测力计甲的环时，两个测力计发生相互作用，测力计甲对乙有一个方向向下的作用力 F ，同时，测力计乙对甲产生一个反作用力 F' ，方向向上。从测力计上可以看到，这两个力的大小相等。

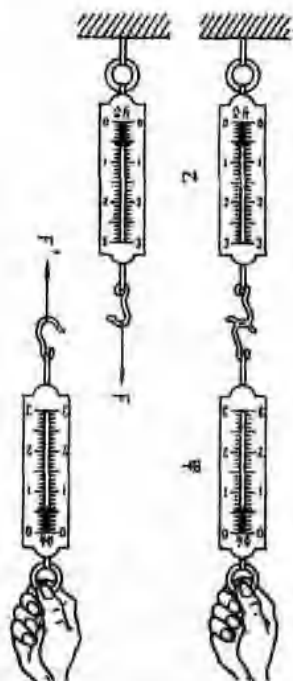


图1—6 作用力和反作用力大小相等，方向相反。

作用力和反作用力的大小相等、方向相反，分别作用在两个不同的物体上，这就是牛顿第三定律，也叫做反作用定律。

原来矛盾着的各方面，不能孤立地存在。假如没有和它作对的矛盾的一方，它自己这一方就失去了存在的条件。作用力和反作用力就是矛盾的两个方面，作用力和反作用力互

以对方的存在为条件，它们同时产生，同时消失。

1.2 力的合成

把橡皮筋的一端固定，另一端挂上一个10克的砝码，再挂上一个20克的砝码，这时，有二个力作用在橡皮筋上，橡皮筋上的指标指在A处，如图1—7。拿掉二个砝码，在橡皮筋上挂一个30克的砝码，橡皮筋发生同样的伸长，指标仍指在A处，可见30克的力对橡皮筋的作用和两个10克和20克的力同时对它的作用相同。30克力就是20克和10克这两个力的合力。

当物体上受到几个力时，如几个力的作用和一个单独的力对物体的作用相同，这个单独的力叫做合力。这几个力都叫做分力。

当物体上受到两个大小相等，但方向相反的力时，这两个力互相抵销。拔河时如两队运动员拉力相等，力的方向相反，这时双方都不能把对方拉过来。在这种情况下，物体所受的力互相抵销，如同不受外力一样，这时合力等于零。作用在物体上的力的合力等于零时，叫力的平衡，力平衡时，物体速度不发生变化。

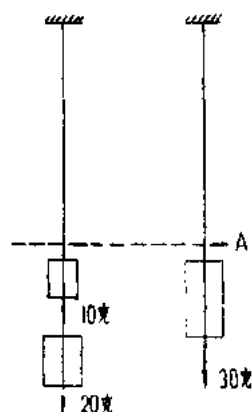


图1—7 两个力的合力

在1.1.2节中我们知道，物体不受其他物体作用，它将保持静止或作匀速直线运动。但孤立的物体是不存在的，物体总是要受到其他物体的作用的，只有物体处在力的平衡时，其他物体对它的作用互相抵销，这时它保持运动状态不变。因此惯性定律也可这样表述：作用在物体上的力的合力等于零时，物体保持静止或匀速直线运动状态。

(1) 在一直线上的力的合成 如物体上受到二个方向相同的力，根据上面的讨论可知，合力等于两分力之和，合力方向和分力方向相同。

如物体上受到两个方向相反的力，一个等于10公斤方向向右，另一个是6公斤方向向

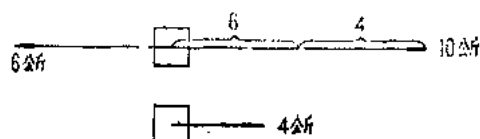


图1—8 相反方向的力的合成

左(图1—8)，很明显，向右方向的10公斤力可以看作是6公斤和4公斤两个力的合成，两个方向相反的6公斤力互相抵销，物体如同只受到一个4公斤的力一样，这个力就是二个反方向的力的合力。两个方向相反的力的合力等于两分力之差，合力方向和较大的分力方向相同。

(2) 两个成角度的力的合成 我们用下面实验来求二个成任意角度的力的合力。在一块垂直放置的木板上有两个滑轮A和B, (图1—9a), 一个塑料环C上系有的三根绳子, 二根绳子分别跨过滑轮A、B挂上砝码, 第三根绳子挂上重物M, 滑轮A挂30克砝码, 沿绳子对C作用的力 $F_1=30$ 克, 滑轮B挂40克砝码, 对C作用的拉力, $F_2=40$ 克, 这两个力的方向已在图上标出。50克的重物M对C作用一个向下的力 $M=50$ 克。当C处于平衡时, 各绳子有一定的位置, 这时因C是平衡的, 所以 F_1 和 F_2 的合力一定和M的大小相等, 方向

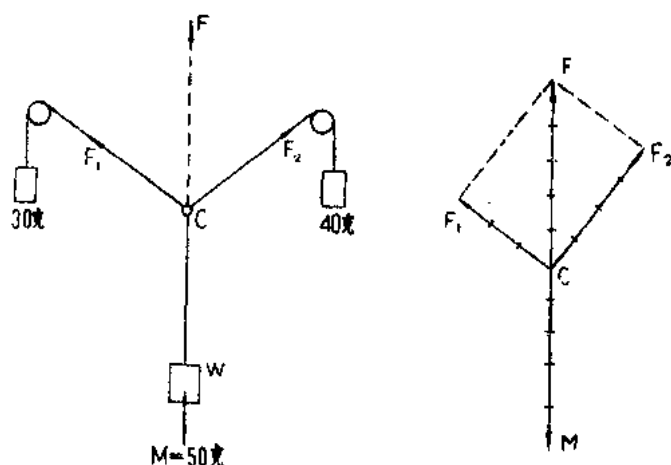


图1—9 任意角度的力的合力

相反, 即合力等于50克, 合力F用虚线画在图1—9a上。现在我们来讨论合力F和两个分力 F_1 、 F_2 有什么关系。为此, 我们把各个力用矢量表示出来, 如图1—9b所示。从图上可以看出, 合力F和两个分力 F_1 、 F_2 的关系是平行四边形对角线和两根邻边的关系。因此, 作用在同一点上的互成角度的二个力, 它们的合力的大小和方向, 可用这二个力的矢量为邻边的平行四边形的对角线来表示。这个法则叫做力的平行四边形法则。用它可求出二个成任意角度的力的合力。

两个分力的夹角越大, 以它们为邻边的平行四边形的对角线越短, 合力就越小。

现在举一个临床上用力的合成使分离的耻骨联合或耻骨骨折整合的例子。耻骨联合分离或耻骨骨折是外伤引起的(图1—10a), 治疗时可用耻骨悬吊带使耻骨联合整复(图1—10b), 悬吊带两端分别经滑轮加上砝码, 这时骨盆受力情况如图1—10a所示, 左侧悬吊带上所加砝码重量相当于在A处加上一个力 F_1 方向沿带子牵引的方向, 同时由于骨盆、带右侧重量的牵引, 有一个力 F_2 沿带子切线方向作用在A处, 这两个力的合力F指向分离的耻骨联合处。同理在B处也有一个指向耻骨联合的力F。在这两个力作用下可使耻骨联合整复。

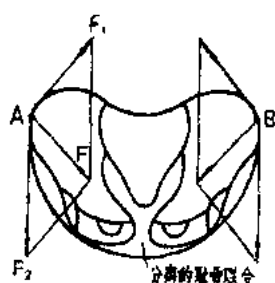


图1-10a 用骨盆悬吊带
时受力的情况。

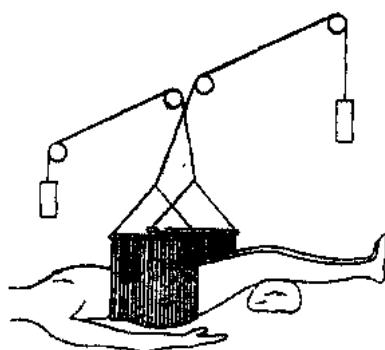


图1-10b 用骨盆悬吊带整合
耻骨联合分离

1.3 牛 顿 第 二 定 律

1.3.1 牛顿第二定律 质量

从前几节中知道，物体受力作用时，如合力等于零，它将保持静止或作匀速直线的运动；合力不等于零时，它得到加速度。物体的加速度和它所受的力（指物体上的合力）有什么关系呢？内燃机车的牵引力比蒸汽机车大，所以内燃机车可使列车得到较大的加速度，列车能达到的最高速度比用蒸汽机车时大一些。物体受到的力越大，它得到的加速度也越大，加速度 a 和力 F 成正比，即 a 和 F 之比是一个常量，用 m 表示这个常量时，可得

$$\frac{F}{a} = m$$

现在我们来研究这个常量 m 有什么物理意义。当机车以同样大小的力牵引车厢时，牵引的车厢越多，它的速度增加越小。从上式可知， a 小时，比值 m 就大。所以机车牵引的车厢多时，比值 m 较大，这时列车得到的加速度较小，它的运动状态变化较小，即它的惯性较大。因此，比值 m 表示物体惯性的大小，叫做质量，质量是物体惯性大小的量度。

物体上作用的力使它得到加速度，但加速度的大小由物体本身的性质即质量所决定，质量不同的物体受到同样大小的力作用时，质量大的物体，因惯性大，它得到的加速度较小。

上式也可写成

$$F = ma$$

物体上所受的力等于它的质量和加速度的相乘积，这就是牛顿第二定律。加速度的方向和力的方向总是相同的。力的方向和运动方向相同时，加速度方向也和运动方向相同，

物体作加速度运动；力的方向和物体运动方向相反时，物体加速度方向也和运动方向相反，物体作减速运动。

1.3.2 米·公斤·秒单位制

质量用公斤作单位，长度用米作单位，时间用秒作单位时，这样的单位制叫米·公斤·秒制。在这种单位制中，力的单位是牛顿，使1公斤质量的物体得到1米/秒²的加速度所需的力，叫做1牛顿。

根据第二定律的公式

$$F = m a$$

很容易知道

$$1 \text{ 牛顿} = 1 \text{ 公斤} \cdot 1 \text{ 米/秒}^2 = 1 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒}^2$$

【例】物体从高处落下时，重力对物体产生的加速度是9.8米/秒²（不考虑空气影响），这一加速度叫重力加速度，常用g表示，如物体的质量是1公斤，问物体的重量是多少？

【解】物体的加速度 $a = g = 9.8 \text{ 米/秒}^2$

质量 $m = 1 \text{ 公斤}$

根据牛顿第二定律，物体的重力为

$$F = m a = m g = 1 \text{ 公斤} \times 9.8 \text{ 米/秒}^2 = 9.8 \text{ 牛顿}$$

物体所受的重力为9.8牛顿，物体的重力也就是它的重量。在1.1.3节中我们知道，力的单位也可用公斤，物体的重量也常用公斤做单位。1公斤质量的物体在纬度45°的海平面上时的重量，就是重量的单位，也叫1公斤。但1公斤质量的物体在地球面上不同的地方时，重量略有差别，但这种差别不大，可以近似地认为1公斤质量的物体，它的重量也是1公斤。

1公斤质量的物体，它的重量用牛顿作单位时，是9.8牛顿，用公斤作单位时是1公斤，可见

$$1 \text{ 公斤（重）} = 9.8 \text{ 牛顿}$$

1.4 功 和 功 率

1.4.1 功

起重机起重时，它对物体作用一个力使物体升高；子弹射进木板时，受到木板的阻力，经一定路程后停止。在这些例子中，物体都受到了力的作用并沿力的方向移动了一段