

物理讲义

广东中医学院

一九七二年 八月

目录

第一章

力

第一节

力的概念

第二节

弹力

第三节

重力和比重

第四节

力矩和杠杆

第二章

功和能

第一节

功和功率

第二节

机械能

第三节

能量的转换和守恒定律

第三章

压强

第一节

压强的概念

第二节

液体内部的压强

第三节

浮力和比重计

第四节

气体的压强

第四章

振动、波和声

第一节

振动

第二节

波

第三节

声

第五章

热 量 和 温 度

第一节

热运动

第二节

热交换

第三节

温度、温度计

第四节

热量

第六章

物态的变化

第一节

熔解和凝固

第二节

汽化和液化

第三节

湿度

第七章

电的基本知识

第一节

有关电的一些基本知识

第二节

电功和电功率

第三节

电流的热效应和保险丝

第四节

电与磁

第五节

交流电

第八章

光的基本知识

第一节

光的反射和折射

第二节

透镜

第三节

透镜成像作图法

第四节

光学仪器

第九章

不可见光

第一节

光谱

第二节

红外线与紫外线及其在医疗上的应用

第三节

X射线

第一章

力

第一节

力

一、力的概念

我们推动一辆车，提起一桶水的时候，肌肉就紧张，这时候我们用了力，物体（车、水）就受到了力。

不仅人体能够对物体发生力的作用，其他物体也能够对另外的物体发生力的作用。例如用锤子打钉子，锤子就对钉子发生力的作用。用重物往地里打木桩，重物就对木桩发生力的作用。拖拉机拉着犁前进，拖拉机就对犁发生作用。磁铁对铁钉有吸引力，所以能把铁钉吸起来。地球对物体有吸引力，所以物体有重量。

这类例子是很多的，从这类例子可以看出力是物体对物体的作用。也就是说，一个物体受到力的作用，一定有别的物体对它施加这种作用。离开了物体，力是不存在的。

为了简便起见，我们通常只说物体受到了力的作用，而不特别指明施加力的物体。但是必须注意，施加力的物体是一定存在的。

力有大小的不同，机车的牵引力比汽车大，大人的力气比小孩大，要测量力的大小，必须用一种我们知道得很准确而且用起来又很方便的力来跟它比较，这样的力就是物体的重量。例如我们用力把一根弹簧拉到某一长度（图1）如果改用10公斤的砝码挂在这根弹簧下面，也能够把它拉到同一长度，那么我们所用的拉力就是10公斤。因此，重量的单位克，公斤，吨等也用来作为量度各种力的单位。

测量力的大小仪器叫做测力计。测量手的握力的仪器，也是一种测力计。

二、力的图示

2.

力不但有大小，而且有方向。物体所受的^拉重力是竖直向下的，用手往下^拉弹簧，弹簧所受的力是向下的。用手提起书包，书包所受的力是向上的。起重机用钢丝绳提起货物，货物所受的力也是向上的。拖拉机拉着犁前进，犁所受的力是向前的。用绳子把水桶拉动，水桶所受的力是沿着绳子向斜上方的（图2）

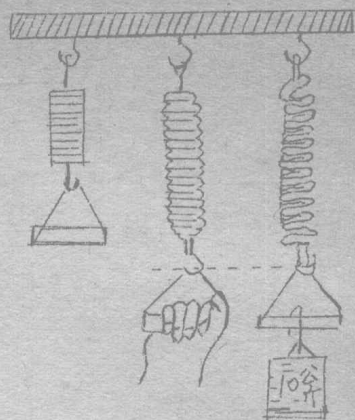


图1. 手的拉力跟砝码的重量相等

力的作用还跟力在物体上的作用点有关系。关门的时候，着力在A点就比着力在B点省力（图3）

力的大小，方向和作用点，叫做力的三要素。

我们可以用一条线段来表示力，把力的三个要素都表示出来，这种方法叫做力的图示（图2）从作用点起，依照力的方向，画一条线段，使线段的长短和力的大小成比例。如果用0.5厘米来表示3公斤的力，那么9公斤的力就要用1.5厘米的线段来表示。再在线段画一箭头，表示力的方向。

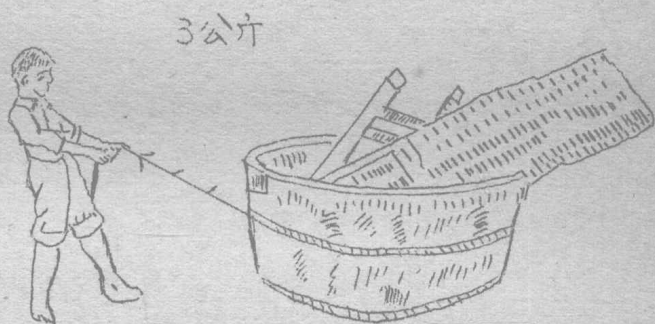
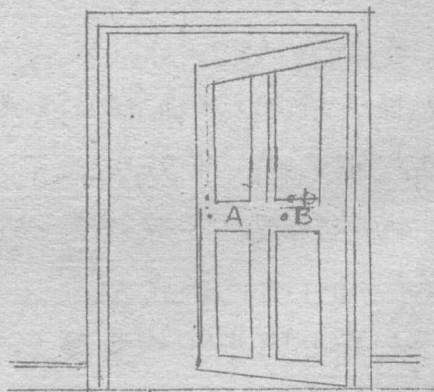


图2 力的图示



力的作用跟力在物体上的作用点有关系 图3

第二节 弹力

物体受到一定外力作用的时候，它的形状就会改变。一根弹簧，我们很容易把它拉长或压缩，就是起重机的钢绳，挂上重物的时候也会伸长。

人站在木板上可以把木板压弯，同样，我们也可以使钢板变弯。物体的形状的改变叫做形变，所以力可以使物体发生形变。

一切物体在一定外力的作用下都要发生形状或体积的变化。有些形变比较明显，如弹簧的拉长或压缩，人站在木板上把木板压弯，肌肉被拉长。如液体的压缩，骨骼的弯曲则不易看见。这些形变在外力撤去后，又恢复了原来的形状。这种在外力撤去后，物体能恢复原来形状的性质叫弹性。如果外力过大物体的变形超过了一定限度，即使把外力撤去，物体也不能恢复原来的形状，这个限度叫弹性限度。

用手拉长或压缩弹簧，手对弹簧施加了作用力。物体由于形变而作用在其他物体上的力叫做弹力。在弹性限度内，物体形变越大，弹力也越大；形变消失了，弹力就不存在了。

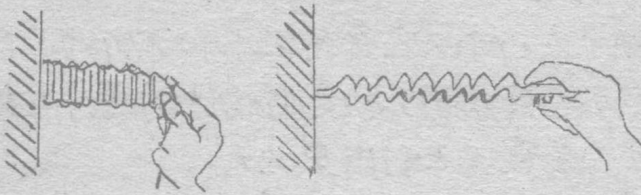


图 2 弹簧的形变

人体某些组织的弹性，在人体机能中有着垂委作用，例如，椎骨间的软骨（椎间盘）的弹性使得人在跳跃或跑步时具有缓冲震动的能力，以免大脑受到震动。如果没有这种弹性，则大脑极易震坏，甚至走路也得小心翼翼。附图指示，由于椎骨

4. 间的软骨是可压缩的, 因之人在傍晚时的身高比清晨的要矮一点。又如人体大动脉管壁富有弹性, 它的作用是使血液由断续的流动变为连续的流动。照理, 当心脏收缩时, 才有血液喷入主动脉, 血管就有血液流动; 而心脏舒张时, 没有血液喷出, 应该没有血液流入小动脉, 因此血液流动本应是断断续续的。但由于大动脉管壁的弹性, 使得血液在心脏舒张时仍能沿着血管连续的流动。因为当心脏收缩向外喷射血液时, 使得主动脉管壁发生形变而向外膨胀, 当心脏舒张时, 膨胀了的主动脉就收缩, 从而使血液继续流入小动脉。

第三节 重力和比重

一、重力

地球上一切物体都受到地球对它的吸引力, 这种吸引力叫做重力, 也叫重量。

如我们挑重担子时, 觉得肩上有压力, 提起一桶水, 就感到这桶水对手有拉力。就是因为担子和水桶都有重量。拉力或压力越大, 我们就说物体越重。

由于重量是一种力, 所以它是有大小和方向的, 它的单位跟力的单位一样。重力也有方向, 如悬挂物体的绳子在静止的时候, 总是竖直向下的, 建筑工人利用重力之种性质, 常在一根线的下端挂一重物, 做成重垂线(图3), 用来检验墙壁是否竖直。

重力现象在人体中也是到处可见的。例如上肢下垂时, 则见静脉被血充盈; 上肢举起时, 在重力的作用下这种充盈现象则消失。临床上有时利用这种力现象测量静脉压的大小。因为静脉压低时, 举起的

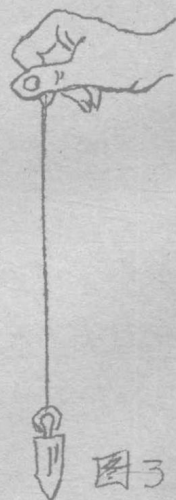


图3 重垂线

上肢稍高过心脏后，在重力的作用下就可以使血液充盈消失；静脉压越大时，得举起更高的高度才能使血液的充盈现象消失。

二、比重

各种物质有轻重的不同。我们通常说，铁比水重，水比煤油重，是在它们的体积相同的条件下进行比较。离开了体积相同的比较是不可能的，由此可见，要比较各种物质的轻重，必须拿相同体积来说。为了方便起见，常以单位体积来说。例如1立方厘米的铁块重7.8克，1立方厘米的橡木块重0.8克等。这样一看就明白，单位体积的铁要比单位体积的木块重。我们用比重表示。物体的比重就是单位体积物体的重量。用公式表示就是：

$$\text{比重} = \frac{\text{重量}}{\text{体积}}$$

用符号 P 表示重量， V 表示体积， d 表示比重，则式可写成

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

如 P 的单位为克或者公斤， V 的单位为 $(\text{厘米})^3$ ，则 d 的单位为 $\text{克}/(\text{厘米})^3$ 或 $\text{公斤}/(\text{分米})^3$ 。

测出某种物质的体积的重量，就能够算出它的比重。例如，测得铅块的体积是 $20(\text{分米})^3$ ，称得它的重量是54公斤。那么

$$\text{铅的比重} = \frac{54 \text{ 公斤}}{20(\text{分米})^3} = 2.7 \text{ 公斤}/(\text{分米})^3$$

也就是说 $1(\text{分米})^3$ 的铅的重量是2.7公斤。

$\text{公斤}/(\text{分米})^3$ 是比重的单位，读做每立方分米公斤。

用同样的方法可以求出任何物质的比重。

由此可见，用某种物质的体积去除它的重量，就可以得到它的比重。

常見物質的比重(克/[厘米]³)

金	19.3	铝	2.7	海水	1.03
鉛	11.4	玻璃	2.5-2.7	水	1
銅	8.9	冰	0.9	酒精	0.8
黃銅	8.2	水銀	13.6	煤油	0.8
鉄鋼	7.8	硫酸	1.8	空氣	0.00129

第四節 力矩和杠杆

一、力矩

我們開門時如果推門的力作用在門軸上，不論用多大的力也不能把門推開，實際上，不只是開關門窗是這樣，凡是想使固定在軸上的物體轉動，不僅要注意力的大小，並且要注意力 F 和轉軸間的垂直距離 d 。把力的作用點和轉軸間的垂直距離 d 叫做力臂。轉動的快慢跟力和力臂兩個因素有關，力臂越大，轉動得越快，力越大轉動得也越快。把力的大小和力臂的乘積，叫做力對轉軸的力矩。即

$$\text{力矩} = \text{力} \times \text{力臂}$$

用 M 表示力矩時，則

$$M = F \cdot d$$

力矩的大小決定物體的轉動快慢。

二、杠杆

大寨人開山移石常用撬杠作工具，把撬杠一端插入大石塊底下(圖5)靠近大石塊處的撬杠下面墊上石塊，在撬杠的另一端用力向下壓，大石塊就被撬動。這撬杠就是杠杆。

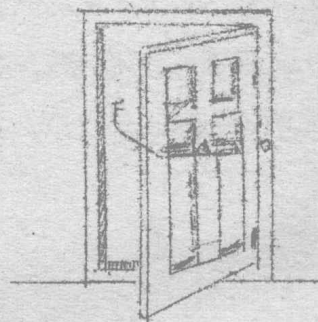


圖4 力矩

凡在力的作用下，能夠繞着固定點轉動的棍棒，都叫做杠杆。在棍棒的一端施加一個向下的力 F ，使棍棒繞着固定點 O 轉動，棍

棒的另一端就克服石头压在它上面的力 F_2 ，把石头撬起来。

作用在杠杆上的力 F_1 使杠杆转动，叫做动力，作用在杠杆上的力 F_2 阻碍杠杆转动，叫做阻力。杠杆上的固定点叫做支点（例如图 5 中的 O 点）从支点到动力的作用线的距离叫做动力臂（例如图 5 中的 OA）从支点到阻力的作用线的距离叫做阻力臂（例如图 5 中的 OB）。

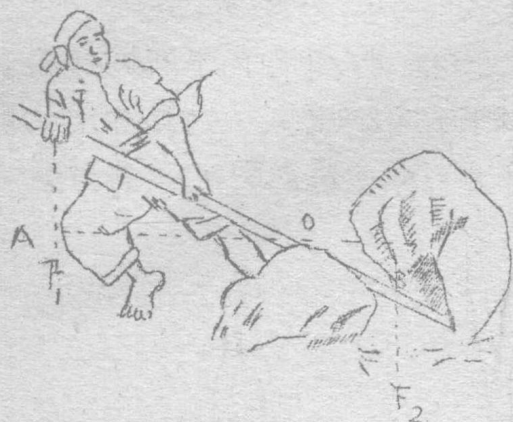
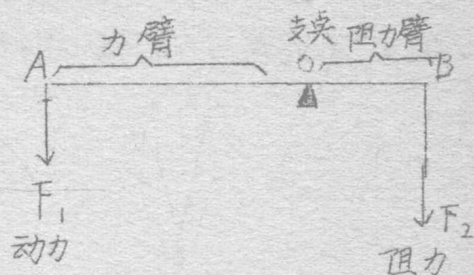


图 5



从经验知道，在用杠杆撬起石头的时候，我们对杠杆施加的动力 F_1 的大小，不仅跟阻力 F_2 的大小有关系，还跟动力臂，阻力臂的大小有关系。动力臂 OA 越大，阻力臂 OB 越小，我们就越省力。

三、杠杆的平衡条件

作用在杠杆的两个力，必须符合一定的条件，杠杆才能平衡。设力 F_1 的臂长 OA 力 F_2 的臂长是 OB 当符合

$$OA \cdot F_1 = OB \cdot F_2$$

这个条件的时候，杠杆就平衡。这个条件叫做杠杆的平衡条件。力 F_1 和力 F_2 是使杠杆向相反方向转动的两个力；如果力 F_1 使杠杆向顺时针方向转动，力 F_2 就使杠杆向逆时针方向转动。

杠杆的平衡条件也可以写成下式：

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{OA}{OB}$$

从这个公式知道，要使杠杆平衡，加在杠杆上的两个力的大小必须跟它们的臂长成反比；力 F_1 的臂长 OA 是力 F_2 的臂长 OB 的几倍，力 F_2 就是力 F_1 的几倍。

知道了杠杆的平衡条件，就很容易知道，在使用杠杆的时候，如果动力臂大于阻力臂，动力就小于阻力，这就省力；如果动力臂小于阻力臂，动力就大于阻力，这就费力；如果动力臂等于阻力臂，动力就等于阻力，这就既不省力也不费力。

杠杆的应用很广泛。由于用途不同，杠杆各有不同的形式。

如剪刀，由于用途不同，有各种不同的形式，如裁布用的剪刀，理发用的剪刀，解剖用的骨剪刀，剪金属片用的剪刀。



裁布用的剪刀



理发用的剪刀



剪金属片用的剪刀

图 7

剪刀的结合处是杠杆的支点，手指加在剪刀上的力是动力，预备剪开的物体对刀口的抵抗是阻力。裁布用的剪刀和理发用的剪刀，都是刀口长，刀把短；因为裁布，理发都不需要用多大的力，刀口长可以剪快，剪得整齐。剪金属片的阻力大，如果刀把短，加在刀把上的力就不能剪开金属片。

杠杆的支点也可以不在动力的作用点和阻力的作用点之间。（图8—9）就是这样的杠杆的实例，图里的 O 、 A 、 B 分别表示支点，动力的作用点和阻力的作用点。

我国劳动人民，早在三千年以前就使用杠杆了。象过去农村在井里汲水用的吊桶，没有碾米机时，用舂来舂米等都是利用了

杠杆。

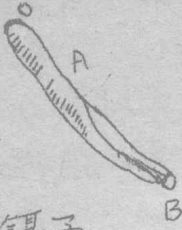


图8 镊子

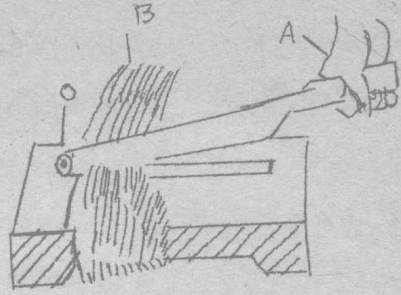


图9 镊刀

四、天平

称重量的工具很多，我们根据需要分别选用各种工具。例如仓库里常用能称很大重量的磅称，商店里常用比较方便的托盘称和杆称，药房和实验室里常用能够精确，也称重量的天平。

(图10)所示的是物理实验室常用的天平。在天平横梁的两端和中央各有一个钢制的三棱柱A、B、C每个三棱柱都有一个特别锋利的棱，叫做刀口。中央的三棱柱的刀口向下，支在支柱下顶端的线槽中，天平横梁可以绕这个刀口转动。两端的

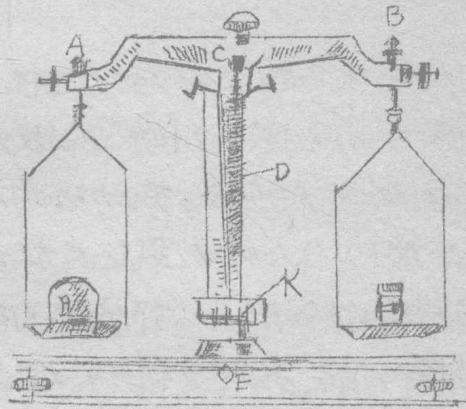


图10 天平

三棱柱的刀口向上，各挂一个盘子。左边的盘子放物体，右边的盘子放砝码。因为天平二臂是等长的，当天平平衡时，两边的重量应相等。每架天平都配有一套砝码。为了得到准确的结果，称以前要调平天平。

練習題

1. 什么叫弹力？什么叫弹性？
2. 什么叫支莫？什么叫阻力？动力臂？阻力臂？试画一图表示？
3. 重力和比重有什么不同？它们的单位是什么？
4. 为什么天平平衡的时候，物体的重量等于砝码的重量？
5. 用铁、铜、铝做成体积相同的物体，哪一个最重，哪一个最轻？用铁、铜、铝做成重量相同的物体，哪一个体积最大，哪一个体积最小？
6. 用锤子拔钉子，作用在锤柄上的动力是0.4公斤，动力臂是30厘米，钉子对锤子的阻力的力臂是2厘米，求阻力是多少？

第二章 功和能

人体在它的生命活动过程中，不断地和它的周围环境之间进行着能量的交换。例如，人做功可以使物体升高或使物体运动而产生机械能和热能。劳动后的人体需要进食，从食物中摄取所必须的能量。食物在人体内氧化又放出能量，一部分用来对外做功，一部分储存在体内，一部分变为热能维持体温恒定等。可见，能量的转换形式是多种多样的，但其数量是守恒的。为了今后学习人体内的这种能量转换，在这章里学习有关功、能的基本概念及能量转换和守恒定律。

第一节 功和功率

一、功 在生产和生活中，常需要把物体移动或举高。如推車送粪，起重机吊起工件等。車子和工件受到力的作用，并在力的方向上通过一段路程，我们把这种情形叫做力对車子、工件做了功。肌肉收缩使骨骼移动，心脏跳动使血流动等都是做功。

物理学上所说的“功”跟通常所说的“工作”不同，它是描述力使物体产生位置的变动这样一个效果的。对物体做功，必须具备两个条件：(1)使物体受到力的作用；(2)物体在力的方向上移动一段路程。如果力作用在物体上却没能使物体运动，那么这个力就没有做功。手托重物，如果不举高，就没有做功。人用力推車，如果車没有动，人也没有做功。

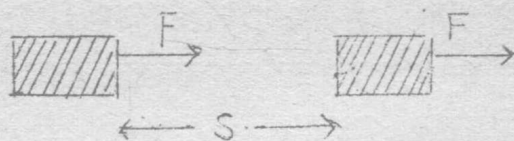
功的多少是由力的大小和物体在力的方向上移动的路程长短来决定的。力越大，移动的路程越长，功就越多。它们的关系可用下式表示：

$$\text{功} = \text{力} \times \text{路程}$$

如果A表示功，F表示力，S表示物体在力的方向上移动的路程

如图(1)，则：

$$A = F \cdot S$$



功单位由力的单位和路程的单位 图 (1)

来决定。

$$A = F \cdot S = 1 \text{ 公斤} \cdot 1 \text{ 米} = 1 \text{ 公斤米}$$

$$A = F \cdot S = 1 \text{ 达因} \cdot 1 \text{ 厘米} = 1 \text{ 尔格}$$

还常用 10^7 尔格作单位，叫做焦耳，即，一焦耳 = 10^7 尔格。

〔例题〕实验指示，健康者的肌肉，每平方厘米能使出8公斤的力，设一长肌横截面为50平方厘米，长为15厘米，若缩为原来的一半时，该肌肉每收缩一次所做的功为多少？

$$\text{已知：} F = 8 \times 50 = 400 \text{ 公斤}$$

$$S = \frac{1}{2} \times 15 \text{ 厘米} = \frac{1}{2} \times 0.15 \text{ 米} = 0.075 \text{ 米}$$

求：A = ?

$$\text{解：} A = F \cdot S = 400 \times 0.075 = 30 \text{ 公斤米}$$

二、功率 衡量机器或物体的做功能力，不仅要知道它能做多少功，更重要的是要知道它做功的快慢。不同的物体，做功

12.

的快慢不同。例如两^牛耕完5亩地要用10小时左右，而拖拉机只需的半小时就能完成相等的功。物体做功的快慢程度可用功率来表示。

物体在单位时间里完成的功叫做功率。

即：

$$\text{功率} = \frac{\text{功}}{\text{时间}}$$

如果用A表示功，t表示时间，N表示功率，则：

$$N = \frac{A}{t}$$

功率的单位是由功的单位和时间的单位组成的。如果功的单位用公斤·米，时间的单位用秒，功率的单位就是公斤米/秒，读作每秒公斤米。如果时间单位用秒，功的单位用焦耳，则，功率的单位就是焦耳/秒，又称为瓦特，简称瓦。瓦的一千倍叫做千瓦。

在实用，机器的功率常用马力和千瓦作单位。它们和公斤米/秒之间的关系是：

$$1 \text{ 马力} = 75 \text{ 公斤米/秒} = 0.737 \text{ 千瓦}$$

各种机器的功率大小不同，东方红54型拖拉机的功率是54马力，解放牌汽车的功率是90马力。

第二节 机械能

流动的水能冲击水轮机做功；风吹在船帆上，能使帆船前进而做功；举高的重锤能打钢件做功；跳动的心脏能推动血液流动做功。凡是物体能够做功，我们就说它具有能量。物体的能量越大，它做功的本领也越大；物体的能量越小，它做功的本领也越小。

一、物体的动能 流动的水，射出的子弹等都是运动着的物体。一切运动着的物体都能做功。物体由于运动而具有的能，叫

做动能。

物体动能的大小是由那些因素决定的呢？高速飞行的子弹能击穿敌人的钢盔而做功，说明物体的动能和它的运动速度有关。抡动质量大的铁锤比质量小的铁锤容易把木桩钉入土中，说明物体的动能和它的质量有关。因此，物体的动能是由它的质量和速度这两个因素决定的，质量越大，动能越大；速度越大，动能也越大。

*实验证明：质量为 m 的物体，运动速度为 v 时，它所具有的动能 E_K 是：

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 \quad *$$

动能的单位和功的单位一样，是公斤米，尔格，焦耳等。

二、物体的势能 实践证明，高于地面的物体落向地面时都能做功。物体由于被举高而具有的能，叫做重力势能。

被举高的物体落下时能打实路面而做功。物体越重，举得越高，物体下落时做的功就越多，表明物体的重力势能也越大。重力势能的大小是由物体的重量和物体离地面的高度这两个因素决定的。当物体重量一定时，离地面越高，重力势能也越大。

*当物体的重量为 P ，距地面的高度为 h 时，该物体具有的重力势能 E_P 是：

$$E_P = P \cdot h$$

这公式表明。当把位于地面上的物体势能定为零时，物体的重力势能等于它的重量和它所处的高度的乘积。*

另外，发生弹性形变的物体也能够做功。例如，钟表里卷紧的发条在它逐渐放松时，能够推动钟表机件转动而做功。物体因发生弹性形变而具有的能，叫做弹性势能，物体的弹性形变越大，它的弹性势能越大，被压缩的气体，恢复原体积时能够做的功，它也具有弹性势能，采石和挖掘硬土的^风镐就是利用压缩空气的势能来做功的。在物理学的其他部分，我们还要讲到分子间相互

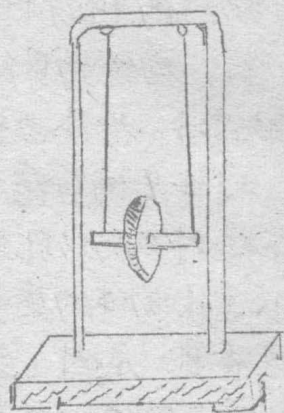
作用力的势能，电势相互作用力的势能等。

重力势能和弹性势能都是势能，动能和势能统称为机械能。

从以上对动能势能的讨论可知，当物体做功以后，它的能量就要减少，外力对物体做了功也可以使它的能量增加。因此，物体能量的增减是用它做功的多少来衡量的。

第三节 能量的转换和守恒定律

一、机械能的转换和守恒定律 飞行着的炮弹，下落过程中的斧头，它们既有动能，又有势能。说明动能和势能“在一定条件之下共处于一个统一体中”。不但如此，动能和势能还可以“在一定条件之下互相转化”。图(2)所示的实验中，捻动滚摆的轴使滚摆上升，同时悬线缠在轴上。滚摆在最高处时，具有一定的势能，放开滚摆，它就旋转着下降，并且越转越快。在下降过程中，势能逐渐减小，动能逐渐增大。当悬线完全伸开，滚摆到达最低处时，它的动能最大。滚摆的动能可以使它绕着悬线再上升。在上升过程中，动能逐渐减小，势能逐渐增大，上升到跟开始差不多的高度，然后再下降，再上升。这样，动能和势能不断地相互转化，假如没有阻力，滚摆每次上升的高度都相同，这表明滚摆的势能和动能的总量保持不变。



图(2).

通过滚摆和其他许多现象的研究，我们可以得到下面的结论：

1. 势能可以转化为动能，动能也可以转化为势能；
2. 在势能和动能互相转化的过程中，总能量保持不变，这个规律叫做机械能的转化和守恒定律。我们可以写作：

$$\text{动能} + \text{势能} = \text{常数} \quad (* E_K + E_P = \text{常数})$$