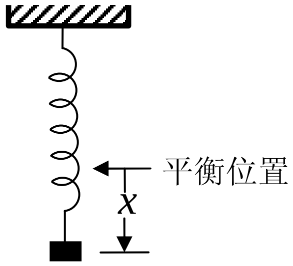
什么是力？

为了使用 Newton 定律，我们必须具有某个力的公式；因为这些定律提醒我们：要注意力。如果一个物体在加速，那么某种力就在起作用，让我们去寻找它。动力学要做的工作就是去寻找有关力的规律。Newton 本人继续作了一些示例。在重力的情况下，他提出了关于引力的特殊公式。至于其他的力，他在第三定律中提供了部分信息，这条定律讲的是作用和反作用相等，我们将在后面研究它。

在下表中我列出了一些常见力的具体形式。

名称	力的形式
万有引力	$\vec{F}=-\frac{Gm_1m_2}{r^3}\vec{r}$， 作用于一切有质量物体上的力
重力	$\vec{F}=m\vec{g}$，它实际上就是地球表面附近物体受到的来自地球的引力，其中 $g=\frac{GM}{R^2}$，这里的 M 和 R 分别是地球的质量和半径。
Coulomb 力	$\vec{F}=\frac{kq_1q_2}{r^3}\vec{r}$， 存在于任何两个带电物体上的作用，
Lorentz 力	$\vec{F}=q\left(\vec{E}+\vec{v}\times\vec{B}\right)$， 这是带电粒子在电磁场中受到的力，其中 q 和 $\vec{v}$ 分别粒子的电荷和速度。
Hooke 力	$\vec{F}=-k\vec{r}$，这样的体系称为各向同性谐振子，这是因为你本来可以考虑更加一般的“各向异性谐振子”，其力 $F_i=-k_ix_i$（此处不对 i 求和）在不同方向上有不同的弹性系数 k_i。
分子力	$F=\frac{a}{r^n}-\frac{b}{r^m}$，经验上通常取 $n=13$，$m=7$。
摩擦力	$F=-\mu N$

作为一个例子，考虑如图所示的一个装置——一个弹簧，它提供了一个正比于距离而方向相反的力。如果我们不去管重力(当然它已被弹簧的原始伸长所平衡)，而只去谈论外加的力，我们看到，如果将这个有质量物体往下拉，弹簧就会往上拉，而如果我们把它往上推，弹簧就会往下推。这个装置经过了细心设计，使得我们向上推得越厉害，弹簧的力越大，准确地与离平衡状态的位移成正比，同样，弹簧往上拉的力也与我们把它向下拉多远成正比。如果观察这个装置动力学情况，我们看到一个上下往复的周期性的运动。问题是，Newton 定律是否能正确地描写这一运动？让我们看看，利用 Newton 定律，究竟能不能精确计算出这个周期振动的情况。在本例中，方程是



$$-kx = m\frac{dv}{dt} \tag{3}$$

这是一个 x 方向上的速度变化率正比于 x 的情况。由于保留各个系数不会有什么新的结果，因而我们想象或者是改变了时间的尺度，或者是在单位上有一个巧合，结果刚巧 $k/m=1$。所以，我们打算来解方程

$$\frac{dv}{dt} = -x \tag{4}$$

为此我们必须知道 v 是什么，当然，我们已经知道，速度是位置的变化率。

附：如果你对时间作如下变换

$$t \to t' = \sqrt{\frac{k}{m}}t$$

那么方程(3)就变为

$$\frac{dv}{dt'} = -x$$

当你得到这个方程的解后，将其中任何出现 t' 的地方用 $\sqrt{k/m}t$ 代替就得到了原来方程(3)的解。