# 第四章 4 力学单位制

## 问题

计量一头大象的质量时常用吨（t）做单位，但在计量人的质量时却用千克（kg）做单位。自由落体加速度*g*的单位是米每二次方秒（m/s2），在初中学习时，*g*的单位曾用牛顿每千克（N/kg）。这些单位的使用有什么规则吗？



## 基本单位

由位移和时间求速度时，所用的关系式为

*v* =

如果位移的单位用米（m），时间的单位用秒（s），得出的速度单位就是米每秒（m/s）。

已知速度的变化量和发生这个变化所用的时间，要求加速度时，所用的关系式为

*a* =

如果速度的单位用米每秒（m/s），时间的单位用秒（s），得出的加速度的单位就是米每二次方秒（m/s2）。

由此可见，物理学的关系式在确定了物理量之间的关系时，也确定了物理量的单位之间的关系。

在物理学中，只要选定几个物理量的单位，就能够利用物理量之间的关系推导出其他物理量的单位。这些被选定的物理量叫作**基本量**，它们相应的单位叫作**基本单位**。

在上面的例子中，长度、时间就是基本量，它们相应的单位（米、秒）就是基本单位。由基本量根据物理关系推导出来的其他物理量叫作**导出量**，推导出来的相应单位叫作**导出单位**，例如速度、加速度的单位。

物理量具有明确的定义和物理意义，可以用不同的方法测量，测量的结果用数值和相应的单位来表示。

基本单位和导出单位一起就组成了一个**单位制**（system of units）。

## 国际单位制

如果采用不同的物理量作为基本量，或者虽然采用相同的基本量，但采用的基本单位不同，导出单位自然随之不同，从而产生不同的单位制。不同的地区使用不同的单位制，不方便交流。1960年第11届国际计量大会制订了一种国际通用的、包括一切计量领域的单位制，叫作**国际单位制**（Le Système International d′Unités，法文），简称SI。

在力学范围内，规定长度、质量、时间为三个基本量，对热学、电磁学、光学等学科，除了上述三个基本量和相应的基本单位外，还要加上另外四个基本量和它们的基本单位，才能导出其他物理量的单位。

表 国际单位制的基本单位

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 物理量名称 | 物理量符号 | 单位名称 | 单位符号 |
| 长度 | *l* | 米 | m |
| 质量 | *m* | 千克（公斤） | kg |
| 时间 | *t* | 秒 | s |
| 电流 | *I* | 安 [ 培 ][[1]](#footnote-1) | A |
| 热力学温度 | *T* | 开 [ 尔文 ] | K |
| 物质的量 | *n*，（*v*） | 摩 [ 尔 ] | mol |
| 发光强度 | *I*，（*I*v） | 坎 [ 德拉 ] | cd |

### 【例题】

光滑水平桌面上有一个静止的物体，质量是700 g，在1.4 N的水平恒力作用下开始运动（图4.4-1）。那么，5 s末物体的速度是多少？ 5 s内它的位移是多少？

图4.4-1

*F*



*x*

*O*

**分析** 由于物体在竖直方向上所受的重力与桌面的支持力平衡，水平方向上的作用力为恒力，所以物体沿水平方向做初速度为0的匀加速直线运动。

由牛顿第二定律求出物体的加速度，再根据匀变速直线运动的速度与时间的关系式、位移与时间的关系式，就可以求出速度和位移。

在国际单位制中运用牛顿第二定律*F* = *ma*时，质量的单位必须用千克（kg），所以需要对质量的单位进行换算。

**解** 以静止的物体为研究对象。物体的质量*m* = 700 g = 0.7 kg。

根据牛顿第二定律，有

*a* = = = 2 N/kg = 2 m/s2

初速度*v*0 = 0，根据匀加速直线运动的速度与时间关系式，有

*v* = *at* = 2 m/s2×5 s = 10 m/s

根据匀变速直线运动的位移与时间关系式，有

*x* = *at*2 = ×2 m/s2×25 s2 = 25 m

5 s末物体的速度是10 m/s，方向与恒力的方向相同；5 s内它的位移是25 m，方向与运动方向相同。

我们看到，题中的已知量的单位都用国际单位制的基本单位表示时，计算的结果也是用国际单位制的基本单位表示的。既然如此，在统一已知量的单位后，计算过程中就不必写出各量后面的单位，只在数字计算式后面写出正确的单位就可以了。这样，上面的计算过程就可以写成

*a* = = m/s2 = 2 m/s2

*v* = *at* = 2×5 m/s = 10 m/s

*x* = *at*2 = ×2×25 m = 25 m

## 思考与讨论

小刚在课余制作中需要计算圆锥的体积，他从一本书中查得圆锥体积的计算公式为*V* = π*R*3*h*。小红说，从单位关系上看，这个公式肯定是错误的。她的根据是什么？

*R*

*h*

图4.4-2 圆锥的高度 *h* 和底面半径 *R*

## 拓展学习

**基本单位的定义**

**秒的定义** 铯-133原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射的9 192 631 770个周期的持续时间为1 s。现在测量时间的最精准仪器是原子钟。图4.4-3为某原子钟的照片。



图4.4-3 原子钟

**米的定义** 米是光在真空中s时间间隔所经路径的长度。

以上米的定义是1960年国际计量大会上批准的。与此同时，宣布废除1889年国际米原器为标准的米的定义。国际米原器是以铂铱合金制成的。

**千克的定义** 国际千克原器的质量为1 kg。

国际千克原器是1889年第一届国际计量大会批准制造的，它是一个用铂铱合金制成的圆柱体，高度和直径均为39 mm。原型保存在巴黎国际计量局。

2018年11月16日，第26届国际计量大会决定，千克由普朗克常量*h*及米和秒定义。即

1 kg =

该决定将于2019年5月20日起生效。此次标准实施后，SI单位中的7个基本单位将全部建立在不变的自然常数基础上，保证了SI单位的长期稳定性和通用性。

## 练习与应用

1．一辆速度为 4 m/s 的自行车，在水平公路上匀减速地滑行 40 m 后停止。如果自行车和人的总质量是 100 kg，自行车受到的阻力是多少？

**参考解答**：20 N

2．一辆以 10 m/s 的速度行驶的汽车，刹车后经2 s停下来。已知汽车的质量为 4 t，汽车所受的阻力是多少？

**参考解答**：2×104 N

3．一艘在太空飞行的宇宙飞船，开动推进器后，受到的推力是 900 N，开动 3 s 的时间，速度增加了 0.9 m/s，飞船的质量是多少？

**参考解答**：3×103 kg

4．一辆质量是 2 t 的汽车，在水平公路上以 54 km/h 的速度匀速行驶。根据测试，这辆车在这种路面上紧急刹车时，汽车所受的制动力为 1.2×104 N。汽车要滑行多远的距离才能停下来？

**参考解答**：18.75 m

5．在初中已经学过，如果一个物体在力 *F* 的作用下沿着力的方向移动了一段距离 *l*，这个力对物体做的功 *W* = *Fl*。我们还学过，功的单位是焦耳（J）。请由此导出焦耳与基本单位米（m）、千克（kg）、秒（s）之间的关系。

**参考解答**：根据 *W* = *Fl*，有1 J = 1 N×1 m = 1 kg×1 m·s−2×1 m = 1 kg·m2·s−2

1. 方括号前的字是该单位的中文简称和中文符号，下同。 [↑](#footnote-ref-1)