

目录

1	摆的等时性	2
2	质量 mass	2
3	密度 $\rho = \frac{\text{质量}m}{\text{体积}V}$	2
4	大气压强	3
4.1	标准大气压强: $1.013 \cdot 10^5 P_a$	3
4.2	“标准大气压”下的水柱的高度是 10.336 米	4
4.3	(1) 高度越高, 空气密度越小, 气压就越低. (2) 气压越低, 沸点也就越低	4
4.4	自制气压计: 瓶中必须存在空气, 才能有气压, 才能在瓶中内外造成气压差.	5
4.5	流体压强: 流速越大的位置, 压强越小	5
5	物体所受的浮力 buoyancy force = 该物体排开的液体或气体的重力 G	7
6	功 work = 力 F $\times$ 移动距离 s	8
6.1	功率 $Power = \frac{\text{功}Work}{\text{时间}time}$	9
6.2	动能	10
6.3	势能 potential energy	10
6.4	机械能 = 动能 + 势能	10
7	简单机械	12
7.1	杠杆 lever	12
7.2	滑轮 pulley	12

# 物理

## 1 摆的等时性

摆的等时性: 无论摆动的幅度大还是小, 完成一次摆动的时间是一样的.

各种机械摆钟, 就是根据这个原理制作的.

摆绳越长, 往复摆动一次的时间 (即周期), 也就越长.

---

## 2 质量 mass

**质量:** 物体所含物质的多少, 叫做“质量” mass. 公式中就用其首字母 m 来表示.

质量的单位是:

- 1 t 吨 = 1000 kg

- 1 kg 千克 (即公斤)

- 1 g 克 = 1000 mg

- 1 mg 毫克

地球的质量 =  $5.97237 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

太阳的质量 =  $1.9891 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

称质量的工具: 秤

**质量无关“物态”:** 一块冰融化成水, 其质量不会改变.

质量也无关“所处的位置”: 一个东西在地球上, 或带到太空里, 其质量不会改变.

即: 物体的质量, 不随它的物态, 位置而改变.

---

## 3 密度 $\rho = \frac{\text{质量}m}{\text{体积}V}$

同一种物体, 体积越大, 质量越大.

密度 density: 由某种物质组成的物体的“质量”, 与它“体积”之比, 就是这种物体的“密度”.

$$\text{密度}\rho = \frac{\text{质量}m}{\text{体积}V}$$

这个公式就是说: “密度”在数值上, 等于“物体单位体积的质量”.

密度 的单位, 是由“质量的单位”和“体积的单位”共同组成的. 即, 密度的基本单位就是:  $kg/m^3$  (千克/立方米), 或  $g/cm^3$  (克/立方厘米).

这两个密度单位的关系是:

$1g/cm^3 = 1 \cdot 10^3kg/m^3$

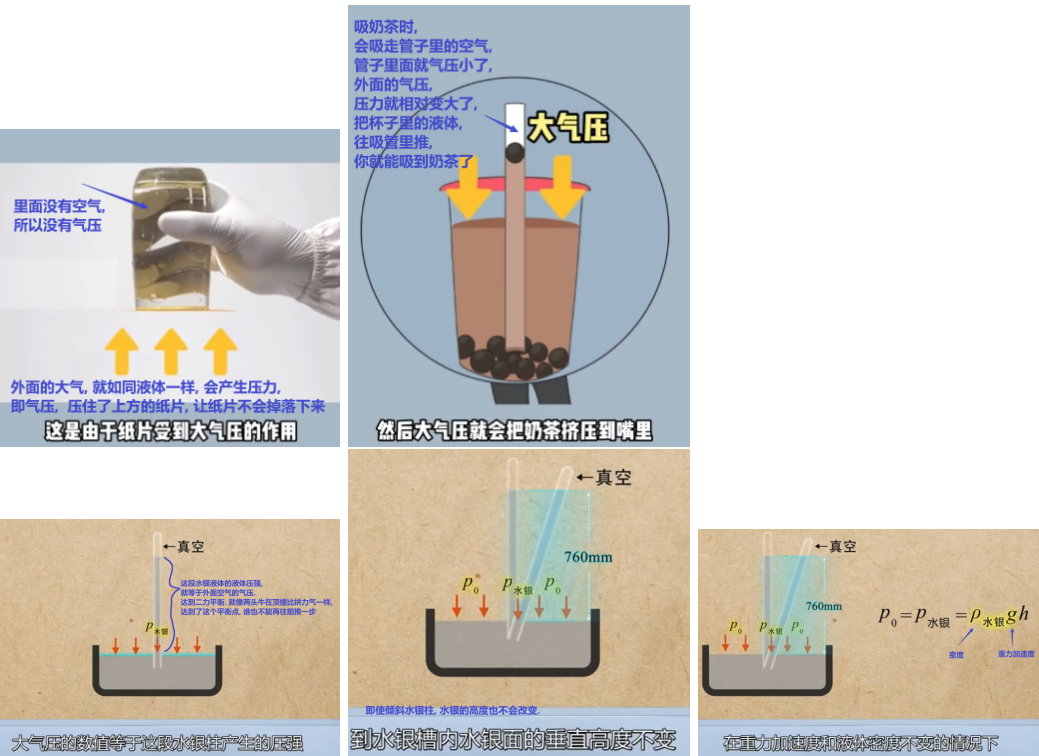
1 克/立方厘米 (克每立方厘米) = 1000 千克/立方米 (千克每立方米)

## 4 大气压强

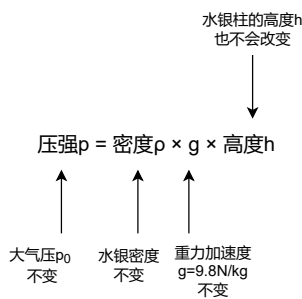
### 4.1 标准大气压强: $1.013 \cdot 10^5 P_a$

大气压强, 简称为大气压 (atmosphere), 或气压。注意: 大气压是” 大气压强” 的简称, 不是” 大气压力” 的简称.

大气压产生的原因: 由于大气受到重力的作用而产生.  
大气压的方向: 同液体一样, 大气朝向各个方向都有压强的.



水银柱产生的压强  $p_{\text{水银}} =$  标准大气压  $p_0$ , 根据压强公式  $p= gh$ , 在水银密度 不变, 重力加速度  $g=9.8N/kg$ , 标准大气压  $p_0$ , 这三个变量都不变的情况下, 显然水银柱的高度  $h$  就不会改变.



同时这也说明, 某液体或气体深处的压力的大小, 跟其质量  $m$  的多少无关. 即使水银柱倾斜过来, 水银柱中水银的体积增加, 质量  $m$  增加, 它的压强  $p$  也不会改变.

注意: 只有在水银柱上部的空间是“真空”时, 水银柱的压强才跟大气压强相等. 如果水银柱上方不是真空, 而是混有空气, 则这段空间的气体, 也会对水银柱产生压强. 在这种情况下, 就是这个压强与水银柱产生的压强之和, 才等于大气压强.

即:管内水银柱的高度,只随外界大气压的变化而变化,而和管子的粗细、倾斜角度、管的长度,及将玻璃管提起还是下压等因素无关.只与水银柱的竖直高度有关.

注意: 大气的密度是变化的, 在地面附近, 空气的密度较大, 随高度的增加, 空气的密度越来越小.

所以, 在地表的大气压下, 压得水银柱高度为 760 mm. 反过来说, 我们就把这样大小的大气压, 叫做“标准大气压”  $p_0$ .

$$\underbrace{p_0}_{\text{标准大气压}} = \underbrace{\rho}_{\text{水银密度 } 13.59 \text{ g/cm}^3} \cdot \underbrace{g}_{9.8 \text{ N/kg}} \cdot \underbrace{h}_{0.76 \text{ m}} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

水银的密度, 是水的密度的 13.6 倍.

在粗略计算中,标准大气压可以取为  $1 \times 10^5 Pa$ .

#### 4.2 “标准大气压”下的水柱的高度是 10.336 米

如果玻璃管中装的是水呢？

$$\underbrace{p_0}_{\text{标准大气压}} = p_{\text{水银}} = p_{\text{水}}$$

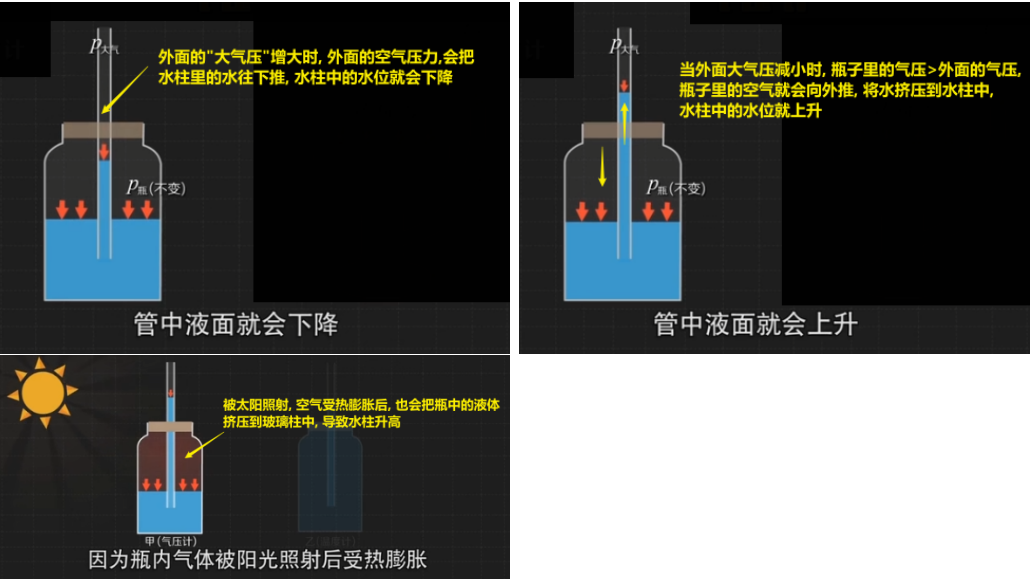
即:

$$\underbrace{\rho}_{\text{水银密度 } 13.59 \text{ g/cm}^3} \cdot \underbrace{g}_{9.8 \text{ N/kg}} \cdot \underbrace{h}_{0.76 \text{ m}} = \underbrace{\rho}_{\text{水的密度 } 1.0 \text{ kg/m}^3} \cdot \underbrace{g}_{9.8 \text{ N/kg}} \cdot \underbrace{h}_{\text{水柱的高度}}$$

最终会得到  $h_{\text{水}} = 10.336 \text{ m}$

#### 4.3 (1) 高度越高, 空气密度越小, 气压就越低. (2) 气压越低, 沸点也就越低

从气压公式也可知道: 随着高度的升高 (即深度  $h$  的减少, 你只需把空气想象成大海, 越接近地表的空气, 就如同海底的深度一样, 深度最大, 即  $h$  最大. 这样, 随着海拔的增加, 越往天上去, 空气的深度  $h$  就越小, 气压就越小). 换种说法就是: 海拔升高, 空气就越稀薄, 密度越小, 所以大气压会减小. 瓶中的空气的气压值超过了外面的气压, 就会将瓶中的水挤压到玻璃管中, 水柱的高度就会逐渐升高。

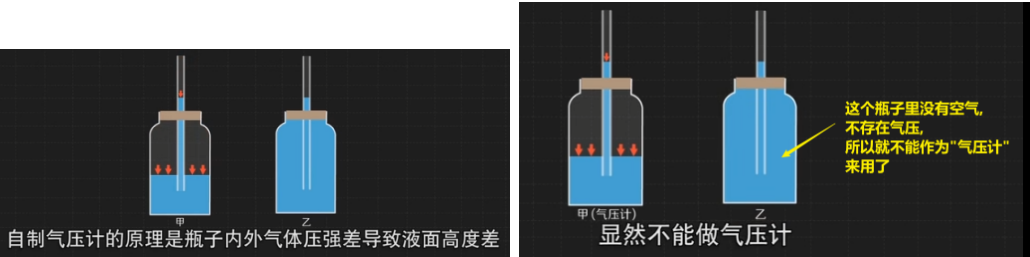


在海拔 3000m 以内，大约每升高 10m，大气压减小 100 Pa.

液体的沸点跟外部压强有关。当液体所受的压强 (比如气压) 增大时，沸点也升高; 压强减小时，沸点也降低。

- 蒸汽锅炉里的蒸汽压强，约有几十个大气压，锅炉里的水的沸点可在 200°C 以上.
- 在高原上煮饭，比如青藏高原，水的沸点仅为 84-87°C，水就沸腾了，但饭不易熟. 所以必须使用压力锅做饭，以增强压力，让沸点升高.

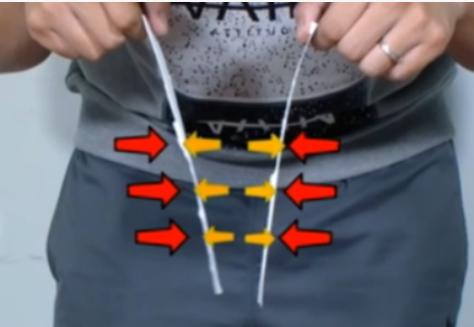
4.4 自制气压计：瓶中必须存在空气，才能有气压，才能在瓶中内外造成气压差。



4.5 流体压强：流速越大的位置，压强越小

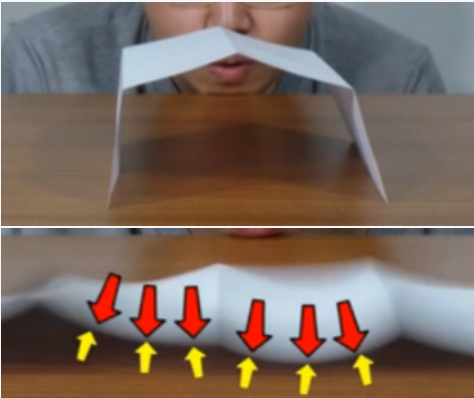
例

两张垂落的纸，向中间吹气，纸张不会向外扬起，而是向内靠拢。



例

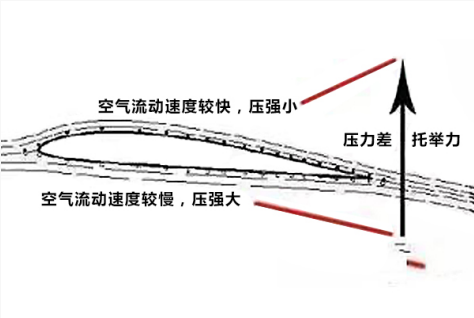
用纸做一个桥，向桥洞里吹气，桥会塌掉。



上面这些现象, 是因为: 在气体和液体中, 流速越大的位置, 压强越小. (吹气, 增大了流速).

例

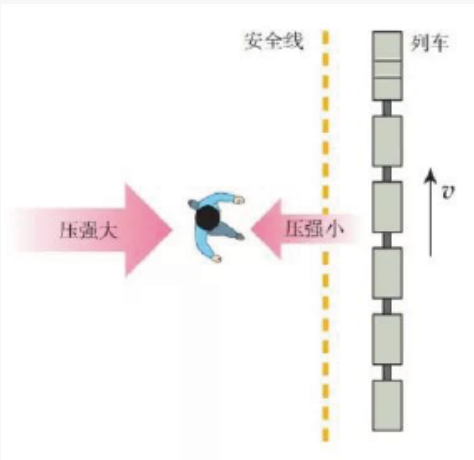
飞机为什么能够在空中飞行? 原因在于机翼的形状.



气流被机翼分成上、下两部分, 由于机翼横截面的形状上、下不对称, 在相同时间内, 机翼上方气流通过的路程较长, 因而速度较大, 它对机翼上表面的压强较小; 而下方气流通过的路程较短, 速度较小, 它对机翼下表面的压强较大. 这样, 机翼上、下表面就存在着压强差, 因而有压力差, 这就是产生升力的原因.

例

火车站, 地铁站的站台上, 有一条安全线, 人必须站在安全线以外的区域. 否则, 当列车驶过时, 人站在安全线以内是非常危险的. 原因就在于列车速度造成的气压差, 会把你推向列车.



其他例子还有:

- 风沿着窗外的墙面吹过时, 窗口悬挂的窗帘会飘向窗外. 即室内气压, 大于室外气压. 室内气

压把窗帘往外推.

## 5 物体所受的浮力 buoyancy force = 该物体排开的液体或气体的重力 G

物体浸在液体中的体积越大 (即物体排开的液体的体积越大)、液体的密度越大, 则该物体受到的浮力就越大.

阿基米德原理: 大量的实验结果表明, 浸在液体中的物体受到向上的浮力, 浮力的大小, 等于它排开的液体所受的重力. 即:

$F_{\text{浮力}} = G_{\text{排开的液体或气体的重力}}$

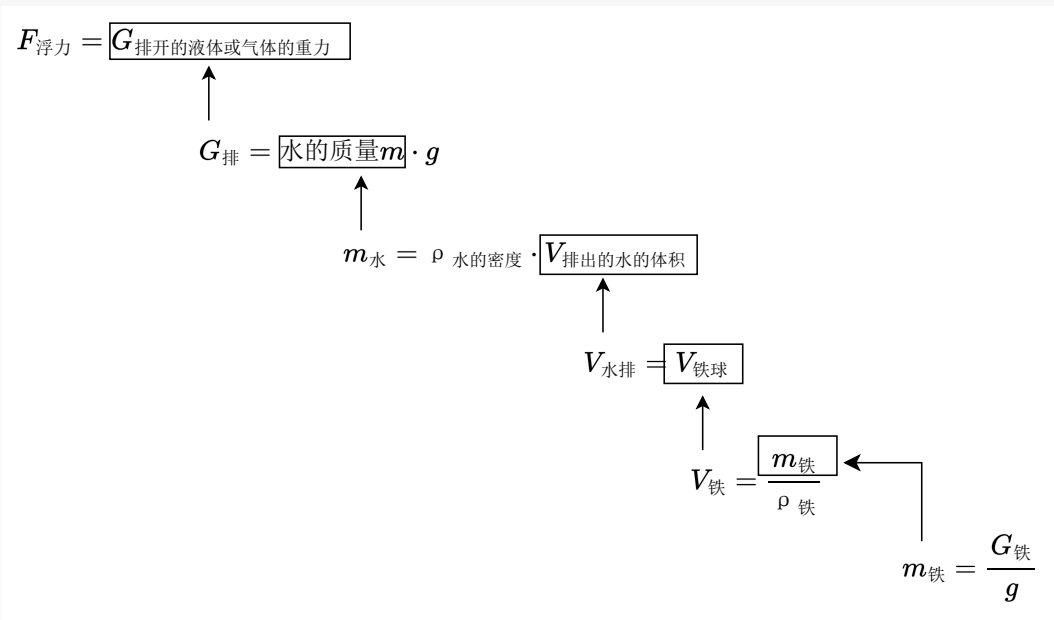
阿基米德原理, 不仅适用于液体, 也适用于气体.

例

有一个重 7N 的铁球, 当它浸没在水中时, 受到多大的浮力?

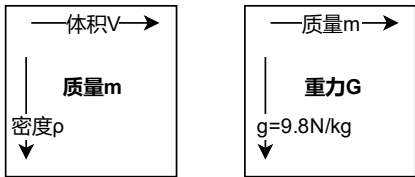
根据公式:  $F_{\text{浮力}} = G_{\text{排开的液体或气体的重力}}$

我们知道了  $G_{\text{排开的液体或气体的重力}}$ , 也就知道了浮力.



根据上图的公式链, 我们从下往上来一步步求出每一个变量值.

- (1)  $m_{\text{铁}} = \frac{G_{\text{铁}}}{g} = \frac{7N}{9.8N/kg} = 0.714286kg$
- (2)  $V_{\text{铁}} = \frac{m_{\text{铁}}}{\rho_{\text{铁的密度}}} = \frac{0.714286\text{ kg}}{7.86 \cdot 10^3 kg/m^3} = 9.08761 \times 10^{-5} m^3$
- (3)  $V_{\text{水排}} = V_{\text{铁}} = 9.08761 \times 10^{-5} m^3$
- (4)  $G_{\text{水排}} = m_{\text{水}}g = \rho_{\text{水}}V_{\text{水排}} \cdot g = (1 \cdot 10^3 kg/m^3) \cdot (9.08761 \times 10^{-5} m^3) \cdot 9.8N/kg = 0.890586N$
- (5)  $F_{\text{浮力}} = G_{\text{排开的液体或气体}}$ , 即7N重的铁球浮力是0.89N



浸没在液体中的物体:

- 如果它的密度 < 液体的密度, 物体上浮;
- 如果它的密度 = 液体的密度, 物体可以悬浮在液体内任何地方;
- 如果它的密度 > 液体的密度, 物体下沉.

例

橡皮泥的密度, 大于水, 所以它在水中会下沉. 但如果把橡皮泥捏成瓢状, 放在水面, 虽然它的重力  $G$  没有改变, 但是排开的水较多, 根据浮力公式:

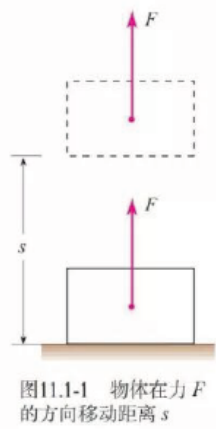
$$F_{\text{浮力}} = G_{\text{排出的水的重力}} = m_{\text{水}} \cdot g = (\rho_{\text{水的密度}} \cdot V_{\text{排出的水的体积}}) \cdot g$$

排开的水的体积变大, 浮力也就同比增加. 所以橡皮泥船就能漂浮在水面上了. 钢铁轮船能浮在水上, 就是根据这个原理制造的.

轮船的大小, 通常用“排水量”来表示. 排水量就是轮船“装满货物”时, 排开水的质量. 如一艘轮船, 它的排水量是  $1 \times 10^4 t$ , 就是说此船在满载时, 货物质量和船身质量之和, 为  $1 \times 10^4 t$ .

## 6 功 $\text{work} = \text{力 } F \times \text{移动距离 } s$

功 work: 如果一个力作用在物体上, 物体在这个力的方向上, 移动了一段距离, 就说这个力对物体做了“功”.



力学里所说的做功, 包含两个必要因素: (1) 作用在物体上的力, (2) 物体在这个力的方向上移动的距离.

例如, 如果你搬一块石头而没有搬动, 虽然你对该物体施加了力, 但石头在力的方向上没有移动, 则你对该石头依然没有“做功”.

力学中, 功 = 力  $\times$  物体在力的方向上移动的距离.

所以, 作用在物体上的力越大, 物体在力的方向上移动的距离越大, 力所做的“功”也就越多.



公式即:

$$\underbrace{W}_{\text{功: 单位焦耳}J} = \underbrace{F}_{\text{力: 单位牛}N} \cdot \underbrace{s}_{\text{沿着力方向移动的距离, 单位: 米}}$$

功的单位, 是牛米. 它有一个专门的名称 – 焦耳 (joule), 简称焦, 符号是 J.

例

雪橇的质量  $m=50\text{kg}$ , 上装载木头  $350\text{kg}$ , 马拉雪橇匀速前进 (雪橇受到的摩擦力是  $800\text{N}$ ), 到  $3\text{km}$  外的目的地. 问马做了多少功?  
既然马在匀速前行, 说明马的拉力  $F$ , 与摩擦力  $F$  大小相等.  
功  $Work = F_{\text{马的拉力}} \cdot s = F_{\text{雪橇受到的摩擦力}} \cdot s = 800\text{N} \cdot 3000\text{m} = 2.4 \times 10^6 J$

6.1 功率  $Power = \frac{\text{功}Work}{\text{时间}time}$

A 和 B 做相同的“功”，完成时间短的，“做功”快.  
相同时间内，“做功”多的那个物体，“做功”快.

就像用速度表示运动的快慢一样，在物理学中, 用“功率”表示做功的快慢. “功”与“时间”之比, 叫做功率 (power). 公式即:

$$\underbrace{Power}_{\text{功率, 单位: 瓦特}Watt} = \frac{\underbrace{Work}_{\text{功, 单位: 焦耳}}}{\underbrace{time}_{\text{时间, 单位: 秒}}}$$

(1)

- 功: 单位是“焦耳”
- 时间: 单位是“秒”
- 功率: 单位是“焦耳每秒”，它有个专门的名称叫“瓦特”(watt)，简称瓦, 符号是 W. 功率还有个常用单位是: 千瓦 (kW).

$$1kW = 10^3W$$

功率在数值上, 等于单位时间内所做的功.

例

一块石头的质量  $m=6\text{t}$ , 起重机在  $15$  秒内, 将该石头垂直匀速提升了  $1\text{m}$ , 则该起重器的功率是多少?  
既然是匀速提升, 则起重机的拉力, 与石头所受的重力相等.

$$\begin{aligned} \text{功率}Power &= \frac{\text{功}Work}{\text{时间}time} \\ &= \frac{\text{拉力}F \cdot \text{移动距离}s}{t} = \frac{\overbrace{\text{起重机的拉力}F}^{\text{石头的重力}G} \cdot s}{t} \\ &= \frac{(m_{\text{石头}}g) \cdot s}{t} = \frac{6000\text{kg} \cdot 9.8 < \frac{N}{kg} > \cdot 1 < m >}{15 < s >} = 3920 < Watt > \end{aligned}$$

6.2 动能

流水, 能推动水车. 子弹, 能击穿靶体. 流水、子弹都做了“功”. 物体能够对外“做功”, 我们就说这个物体具有“能量”(energy), 简称能.  
“能量”的单位, 与“功”的单位相同, 也是“焦耳”.  
一个物体能够做的“功”越多、表示这个物体的“能量”越大.

运动的钢球打在木块上, 木块被推走, 钢球对木块做了功。钢球能够做功, 表明钢球具有能量。物体由于运动而具有的能, 叫做动能 (kinetic energy). 一切运动的物体都具有动能.

kinetic: adj. /k net k/ ( technical 术语) of or produced by movement 运动的; 运动引起的.  
kinetic energy 动能

动能的大小跟哪些因素有关呢? → 质量  $m$  相同的物体, 运动的速度越大, 它的动能越大  
→ 运动速度相同的物体, 质量越大, 它的动能也越大

例

某道路路标显示: 小型客车最高行驶速度不得超过 100 km/h. 大型客车、载货汽车最高行驶速度不得超过 80 km/h. 限速之差, 正是考虑到动能值的问题. 大车比小车质量大, 如果它们速度相同, 大车的“动能”会大于小车的动能. 因此, 要对不同质量的车型, 限定不同的最高行使速度.

6.3 势能 potential energy

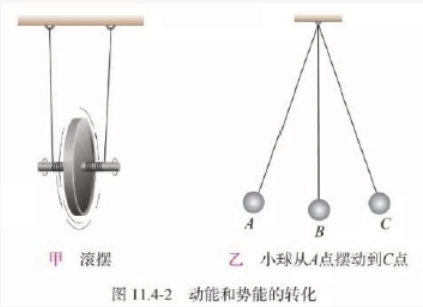
重力势能: 打桩机, 把重锤高高举起, 重锤落下, 可以把桩打入地里, 重锤对桩做了功. 高处物体所具有的能, 叫做“重力势能”. 物体的质量越大, 位置越高, 它具有的“重力势能”就越大.

弹性势能: 拉弯的弓能将箭射出, 具有能量. 这是因为发生形变的物体, 在恢复形变时, 可以做功, 因此具有能量.  
物体由于发生“弹性形变”, 而具有的能, 叫做“弹性势能”. 物体的弹性形变越大, 它具有的“弹性势能”就越大.

6.4 机械能 = 动能 + 势能

- 一个物体从高处下落, 物体的“重力势能”, 转化成了它的“动能”.
  - 弯弓射箭时, 弓的“弹性势能”, 转化成箭的“动能”.
  - 蹦床运动员从高处落下, 在与蹦床面将要接触时, 具有一定的动能. 与蹦床面接触后, 床面发生弹性形变, 运动员的“动能”, 转化成蹦床的“弹性势能”.
- 可见, “动能” 和 “势能” 可以相互转化.

例



- 上图, 滚摆下降时, 它的“重力势能”越来越小, “动能”越来越大, 重力势能转化为动能。滚摆上升时, 它的“动能”越来越小, “重力势能”越来越大, 动能转化为重力势能。
- 上图, 小球从 A 点下落到 B 点, “重力势能”逐渐转化成“动能”, 到最低点 B 时“动能”最大。之后又从 B 点上升到 C 点, 动能逐渐转化成重力势能。

大量研究结果表明, 如果只有“动能”和“势能”来相互转化的话 (即不考虑阻力), 尽管动能、势能的大小会变化, 但“机械能”的总和不变。即: 机械能是“守恒”的。

机械能 (Mechanical energy), 就是“动能”与“势能”的总和。这里的“势能”, 分为“重力势能”和“弹性势能”。

- 决定“动能”的, 是质量, 与速度。
- 决定“重力势能”的, 是质量, 和高度。
- 决定“弹性势能”的, 是劲度系数, 与形变量。

机械能, 是表示物体“运动状态”与“高度”的物理量。  
运动状态, 是指物体进行“机械运动”时, 相对某个“参考系”的状态。“运动状态”有: 静止、匀速运动、加速运动、减速运动, 也有直线运动、曲线运动等多种状态。

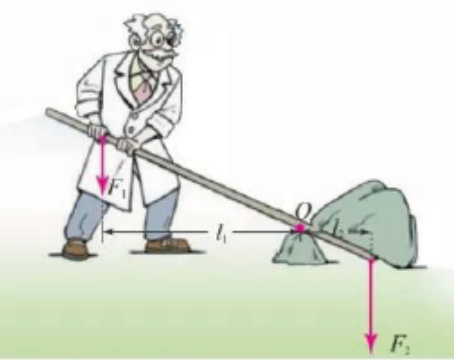
例

把一个吊起来的铁物, 从你鼻子附近放手, 让它摆来摆去。想想看, 铁物摆回来时, 会打到你的鼻子吗?



7 简单机械

7.1 杠杆 lever



杠杆的平衡条件是: 动力 × 动力臂 = 阻力 × 阻力臂

$F_{\text{动力}} \cdot l_{\text{动力臂}} = F_{\text{阻力}} \cdot l_{\text{阻力臂}}$

(2)

例



根据公式:  $\underbrace{F_1}_{200N} \underbrace{l_1}_{9m} = \underbrace{F_2}_{=G_{\text{大象的重力}}} \underbrace{l_2}_{0.06m}$

$F_2 = \frac{200 \cdot 9}{0.06} = 30000N = G_{\text{大象的重力}} = m_{\text{大象的质量}}g$

$m_{\text{大象的质量}} = \frac{G_{\text{大象的重力}}}{g} = \frac{30000N}{9.8N/kg} = 3061.22kg \approx 3t$

- 等臂杠杆: 动力臂长 = 阻力臂长
  - 省力杠杆: 动力臂长 > 阻力臂长
  - 费力杠杆: 动力臂长 < 阻力臂长
- 比如划船, 手移动较小的距离, 使船桨在水中移动较大的距离, 这就是“费力杠杆”. 为了省距离, 而费了力气.

7.2 滑轮 pulley

85

8 内能

8.1 分子热运动

一切物质的分子, 都在不停地做无规则的运动。温度越高, 分子运动越剧烈。  
由于分子的运动跟温度有关, 所以这种无规则运动, 叫做分子的“热运动”(thermal motion).  
  
既然分子在运动, 那么通常固体和液体中的分子, 为什么不会飞散开, 而总是聚合在一起, 保持一定的体积呢? 主要是因为分子之间存在引力。分子之间的引力使得固体和液体的分子不致散开, 因而固体和液体能保持一定的体积。

但物体的分子也不是紧密地挤在一起，而是彼此间存在间隙。为什么压缩固体和液体很困难呢？这是因为除了引力以外，分子之间还存在斥力。