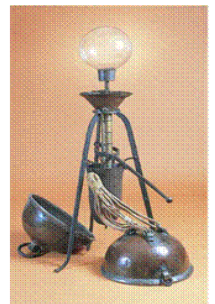


第四章 大气压力

馬德堡半球

- 1654 年的马德堡半球实验是显示大气压力的最有名实验之一
- 他把两个直径为 55 公分的铜制半球合在一起，利用他发明的抽气机，将球内的空气抽除，结果强大的大气压力，将两个半球从各个方向紧紧地扣在一起，即使在铜球的两边各出动八匹马，仍无法将两个半球拉开



动物身上的马德堡半球

- 苍蝇脚的末端有一个弯曲的爪，爪掌中有吸盘，吸盘由环状肌构成，成碗状，当肌肉收缩时，吸盘自然缩小
- 吸盘内没有空气，在大气压作用下，苍蝇的脚就紧紧地扣在天花板上
- 章鱼、墨鱼的触手有许多吸盘，它们利用吸盘在水下附着物上行走或获取猎物



空气的性质

- 有质量、占据空间
- 流动性大、扩散速率快
- 空气容易被压缩，把压强向各个方向传递
- 大气的压强称大气压

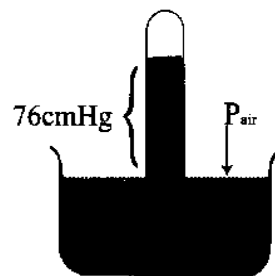
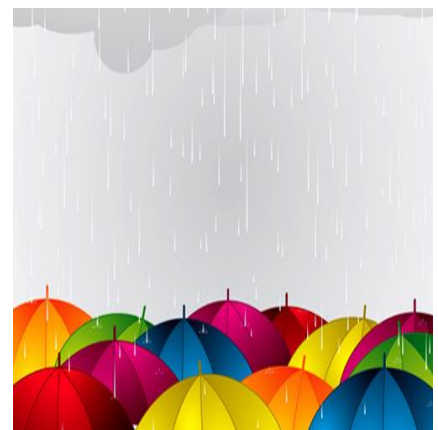


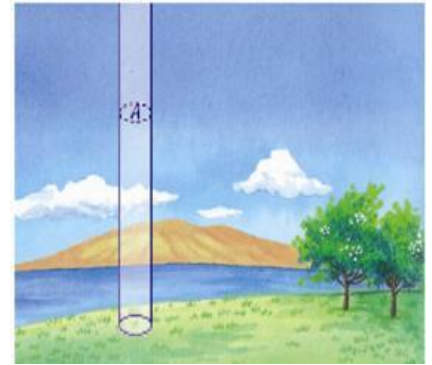
圖2-1 托里切利實驗

气体压强的成因

- 构成气体的大量粒子永不停息地做无规则运动，运动粒子对处在其中表面撞击，对表面产生一个持续的压力
- 单位面积受到的气体压力
- 相同时间内撞击器壁的粒子越多，撞击器壁的粒子速度越大，器壁受到的压强就越大

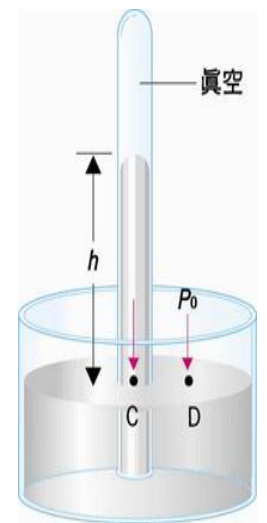


- 地球周围的大气层厚度，从地球的表面向上延伸至数百公里以外，因受地球引力的作用，绝大部分的空气聚集在离地约 32 公里高的范围内
- 假想有一个截面积为 A 的空气圆柱，其高度延伸到大气层的顶端，圆柱内的空气总重量为 W ，则在地球表面上所承受的空气压力为 这个压力称为大气压力



大氣壓力有多大

- 上述空气柱内的空气密度显然不均匀，而且也无法确切地定出它的高度，因此我们无法估算圆柱内空气的总重量，大气压力也无从得知
- 1644 年，义大利科学家托里拆利（Evangelista Torricelli, 1608-1647）设计了一个简单的实验，可以测量大气压力，称为托里切利实验
- 他将长约 1m、内径约 0.5cm、一端封闭的玻璃管灌满水银，然後用手指按紧开口端，倒转玻璃管铅直浸入水银槽内
- 放开手指後，管内水银柱会下降至某一高度後停止，其上方腾出的空间，因空气已完全排除，成为真空。称为托里切利真空
- 由於图中 C 和 D 两点位在同一水平面上，所以管内水银柱在 C 点处的液体压力 P ，等於在 D 点处的大气压力 P_0 。因此我们可以用管内的水银柱高度来表示大气压力
- 在海平面的大气压力，约等於 76cm 水银柱高的压力，因此定义一大气压



$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg}$$

- 设图中水银柱的高度为 h ，截面积为 A ，水银密度为 d ，则管内水银柱的重量为

$$W = m g = (Ahd) g$$
 水银柱在 C 点所造成的液体压力为
- 已知水银的密度为 $13.6 \text{ g} / \text{cm}^3$ ($= 13.6 \times 10^3 \text{ kg} / \text{m}^3$)，利用上式，我们可得一大气压的量值为
- $1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg}$

$$= 0.76 \text{ m} \times 13.6 \times 10^3 \text{ kg} / \text{m}^3 \times 9.8 \text{ m} / \text{s}^2$$

$$= 1.013 \times 10^5 \text{ N} / \text{m}^2 = 10.1 \text{ N} / \text{cm}^2$$

$$\approx 1 \text{ 公斤重} / \text{cm}^2$$
- 以一成人全身表面积约一万平方公分来算，身体承受大气压力的总力约为一万公斤重。但是我们没有被压垮，也没有什麼受压的感觉，那是因为我们体腔内外所受的大气压力相等，彼此抵销的缘故
- 在气象学中，大气压力以帕（pascal，记为 Pa）为单位。一帕定义为 $1 \text{ N} / \text{m}^2$ 。一标准大气压相当於 1013 百帕（毫巴）

- 大气压强由液体压强的公式而得 $P_a = \rho gh$

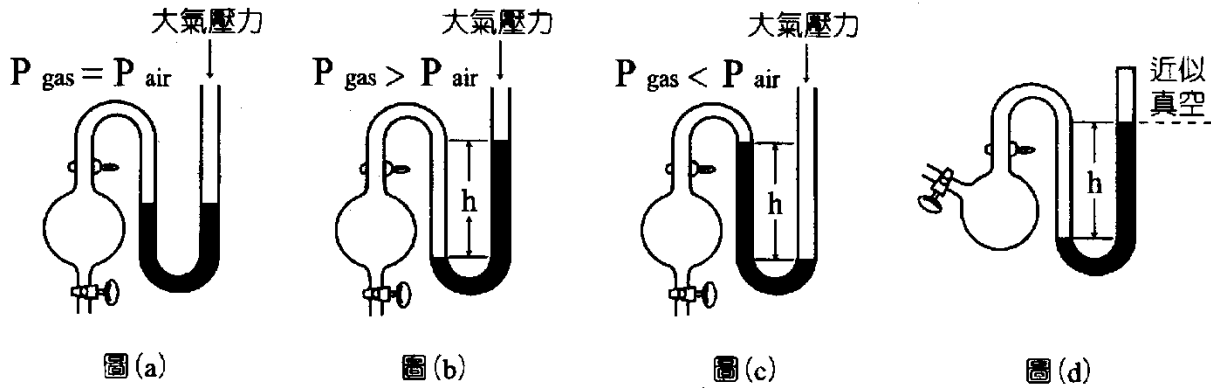
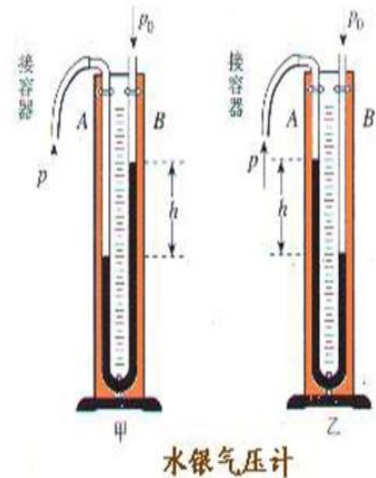


圖2-2 壓力計，(a) (b) (c)為開口式壓力計 (d)為閉口式壓力計

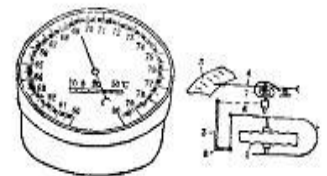
水银气压计

- 玻璃管内水银面上是真空，管外大气压支持着玻璃管内的水银柱
- 管外大气压的数值恰好等于管内高出的一段水银柱产生的压强
- 水银气压计利用托里拆利管制造出来



空盒气压计

- 空盒气压计也称无液气压计
- 空盒气压计有个密封的金属盒，对大气压变化敏感
- 当大气压变化时，金属盒的薄壁就向里凹进，或向外凸出
- 金属盒改变通过传动装置带动指针转动
- 体积小，方便携带，常用于飞机、轮船上使用的气压计



大气压力的变化

- 离地面越高，气压越小
- 每升高 12 米，大气降低 1mm
- 晴天比阴天的大气压强大
- 上午比下午的大气压强大
- 冬天比夏天的大气压强大

大气压随海拔的变化

- 覆盖着地球的大气层，密度不久均匀，海拔越高，空气越稀薄，但空气中氧气百分比含量一样

- 每升高 12 米，大气压约减少 133Pa (1mmHg)
- 在高层建筑中升降电梯内，或快速升降飞机里，人耳会有不舒服，就是大气压强随海拔发生变化而引起
- 人类攀登高山，常感觉呼吸困难，甚至造成耳膜破裂，鼻孔出血;与平地相比较，也有烧开水容易沸腾而温度不高，食物久煮不熟等现象，究其原因这完全是因为高山大气压力较低的缘故
- 在水底，潜水员身体受到的压强很大，必须吸入压强大的压缩空气，若上升的速度过快，会产生“减压病”

拔火罐

- 当皮肤外侧的局部压强减少时，体内的压强会使该部位的皮肤向外凸出，同时体内的血液会聚集到该部位皮肤毛细血管中，使皮肤充血
- 这原理达到促进循环、疏通经络



联盟 11 号飞船

- 太空的真空环境压强几乎是 0，对人来说是致命的
- 航天员在太空行走时，必须穿上内部加压的航天服
- 在飞船返回途中，返回舱的压力闸门被震开，密封性能被破坏，空气泄露，舱内气压迅速下降，致航天员急性缺氧，液体沸腾死亡



大气压强对天气的影响

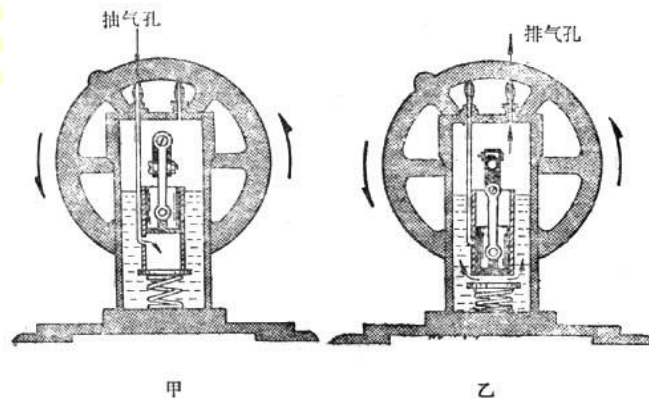
- 大气压的变化跟天气有着密切的关系
- 近地面高压区中心的空气从上往下流的，天气晴朗，空气干燥
- 低压区中心的空气从下往上流动，天空多云，形成阴雨天气
- 阴天时，空气中的水气凝结，大气的压力会降低。晴天时，由於地面上的水分被蒸发，大气压力会升高。因此气压计也可以用於预测天气的晴雨
- 气压的大小会对液体的沸点影响，气压增大时，液体的沸点会上升，气压减少时，液体的沸点会降低
- 压力锅利用液体的沸点随气压的增大而升高的原理制成
- 压力锅能获得大于外界大气压的压强，保证在高原低压区将食物煮熟，可以提高烧煮的速度，节省燃料

气体压强和体积的关系

- 在温度不变时，一定质量的气体，**体积越小，压强越大；体积越大，压强越小**

抽气机

- 当转轮转动带动活塞向上移动时，气缸内的气体体积增大，压强减小，气体被抽进气缸内
 - 当转轮转动带动活塞向下移，气缸内体积减小，压强增大，空气被推出



大气压强的方向

- 空气是可流动的，因此大气压力的作用方向不只是向下，它对各个方向，例如向上、向右、向左等，都会有压力的作用。
- （所以大气压力四面八方包裹着你，如同你潜在水中一样，水压也是四面八方包裹着你）

气体压强与温度关系

- 压强随温度降低而减小，随温度升高而增大
- 热胀冷缩现象
- 温度升高时，压强增大，使得气体的压强大于外界的压力，向外膨胀
- 温度降低时，压强减小，气体的压强小于外界，向内收缩

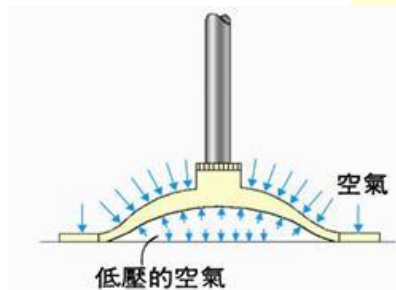
冰箱

- 打开冰箱时，冰箱里的冷空气出来，外面的常温空气进到里面
- 冰箱门关上后，热空气被关在里面，热空气冷却后，压强会降低，将冰箱紧紧闭上



大气压力的生活应用

- 在盛满水的玻璃杯杯口上，覆盖一张塑料薄片。当玻璃杯倒置后，杯中的水不会流出，这是因为大气压力作用在塑料片的向上力超过杯内水和塑料片的重量。(秘诀：不能让空气进去)
- 用吸管可以吸饮果汁，是因为管内的空气被吸掉一部分，造成吸管内外的压力差，管外的大气压力将果汁压入吸管内



- 塑胶吸盘可以固定在平滑面上，是因为塑胶盘被压缩时，排除部分空气，当吸盘形状恢复后，造成盘内外的压力差，盘外的大气压力将塑胶盘紧压在平滑面上。



真空压缩袋

- 真空压缩袋里抽出袋内的空气，外界的大气压将物品压扁
- 省储存空间，袋内没有空气，有防霉、防蛀、防潮、防异味



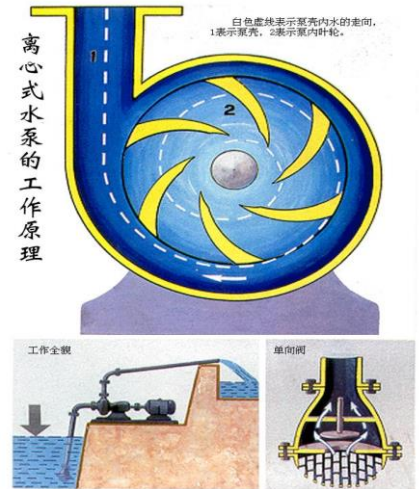
吸尘器

- 吸尘工作时，将空气排出，里面形成低压区，在大气压作用下，带着尘垢从吸尘器刷进入，过滤后，尘垢留在内，空气从吸尘器排出



离心式水泵

- 在动力机带动下，叶轮高速旋转，泵里的水随叶轮一起旋转，水被甩出时，转轴附近成了一个低压区，外面的水就在大气压的作用下，将水抽进入水管进入泵壳。



桶装石油气

- 石油气筒内装的是经过加压液化的石油气
- 气态石油气的压强比外界的空气压强大，当打开石油气的阀门后，桶内的气态石油气会向外释放出来。

波意耳定律



- 一定质量的气体，在温度不变的情况下，他的压强跟体积成反比
- 气体的体积减小时，压强增大
- 气体的体积增大时，压强减小
- 公式 $P_1V_1 = P_2V_2$

应用

- 呼吸，吸气时，胸腔增大，压强变小，大气将空气压入肺部；呼气时，胸腔容积减小，压强大于大气压，肺中气体排出体外
- 抽气机
- 打气机

