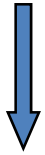
化工热力学

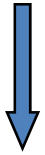
主讲教师：鲍军江 讲师
石油与化学工程学院 过程装备与控制工程
办公地点：D01-216
邮箱：baojj@dlut.edu.cn

□什么是热力学（Thermodynamics）？

Thermo　　dynamics (Greek words)



heat



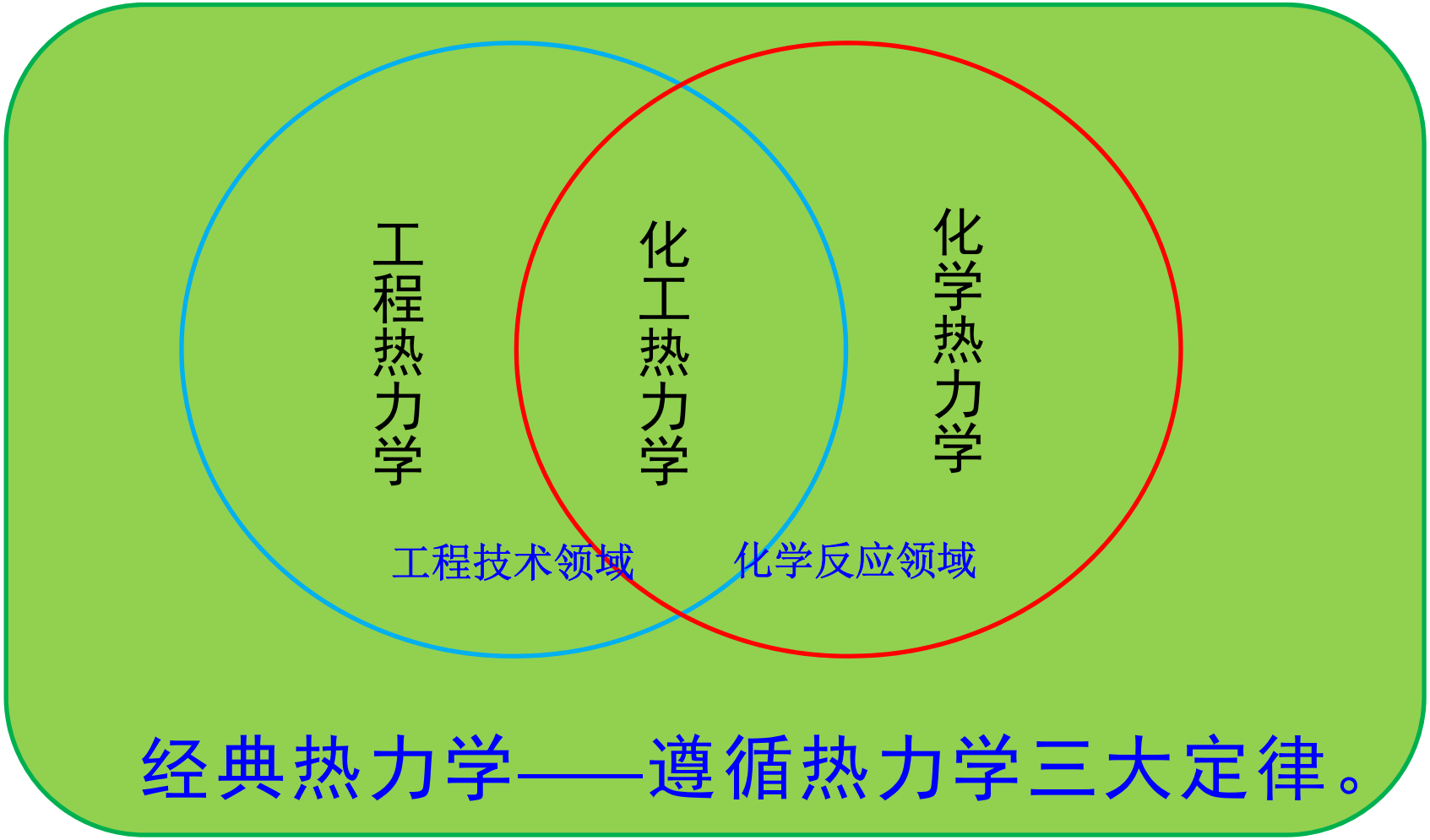
power

热能　Thermal Energy

研究热能有效利用及热能和其它形式能量转换规律的科学。

□热力学的分支

按照研究对象的不同，可以分为：



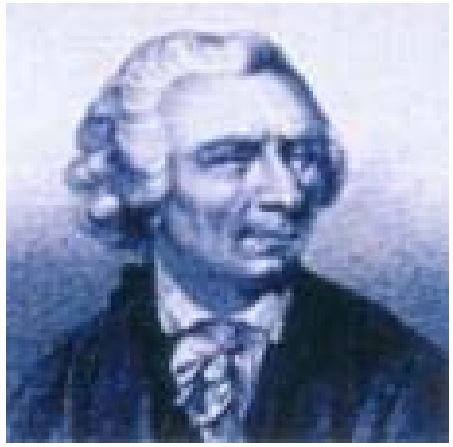
□ 化工热力学的重要性

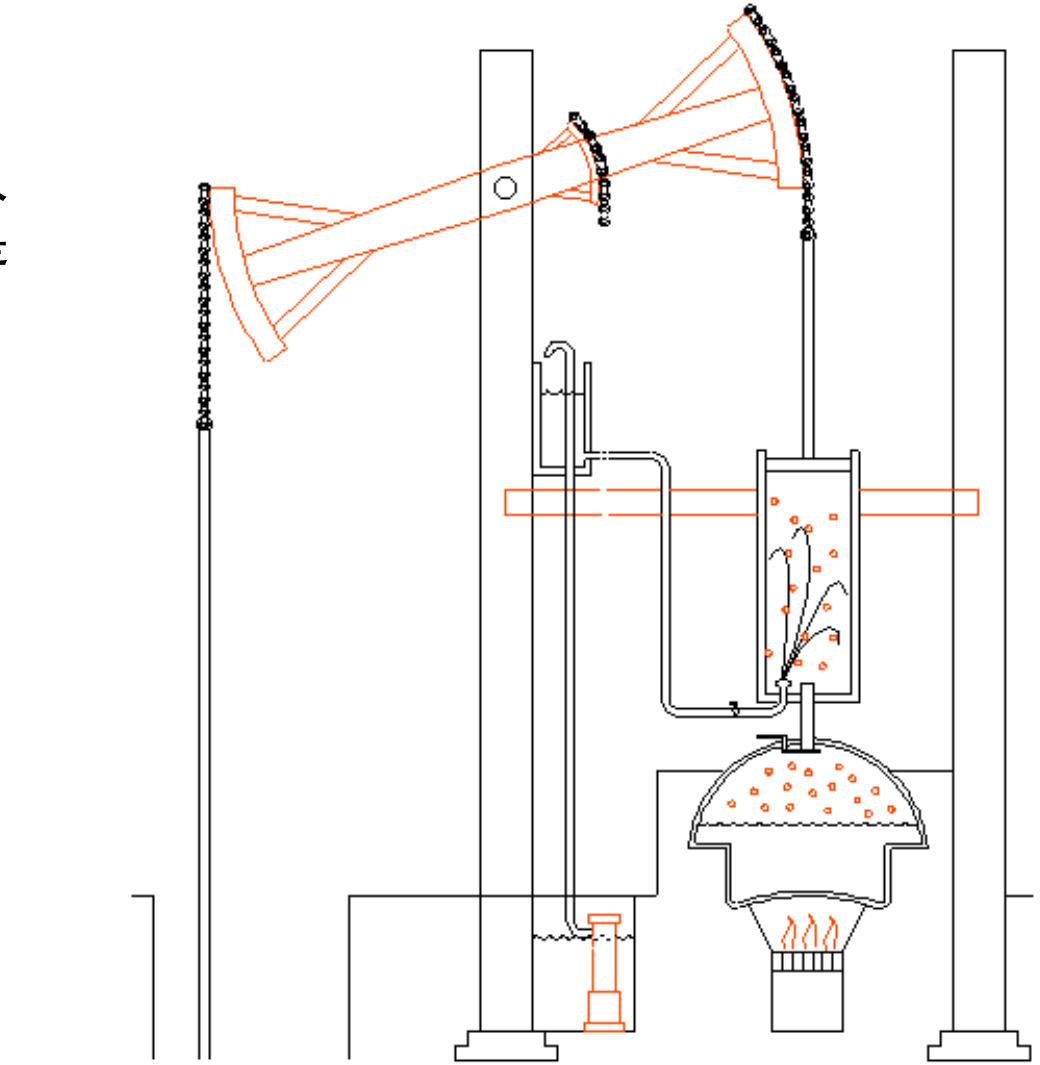

第六级：过程发展
全流程的最佳化设计和控制
第五级：流程配置
化工模拟系统
吸收系统模拟
反应系统模拟
精馏系统模拟
第四级：设备设计
设备模拟化
吸收塔计算
反应器计算
换热器计算
精馏塔计算
第三级："三传一反"
三传和反应工程学
反应速度计算
传质计算
传热计算
流体力学计算
第二级：平衡计算
化工热力学
相平衡计算
反应平衡计算
物料平衡计算
热平衡计算
露点泡点计算
第一级：物性常数和热力学性质计算
物性学和热力学
表面张力计算
导热系数计算
密度计算
粘度计算
焓的计算
基础!!

走马灯

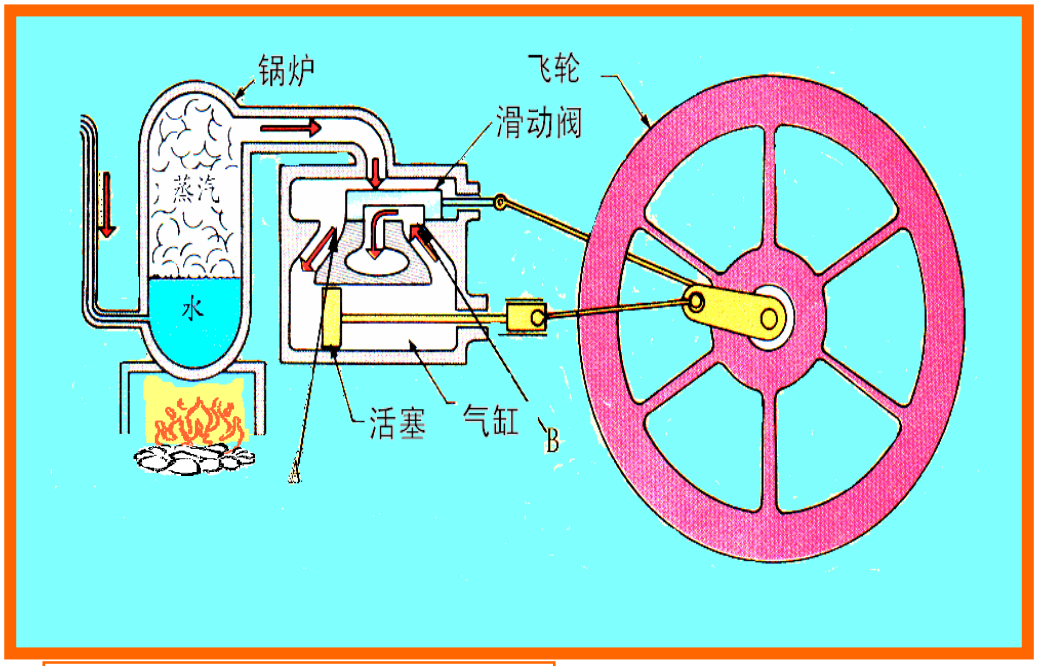
古代火箭—飞龙出水

纽科门(Newcomen Thomas)，是英国工程师，蒸汽机发明人之一。他发明的常压蒸汽机是瓦特蒸汽机的前身。



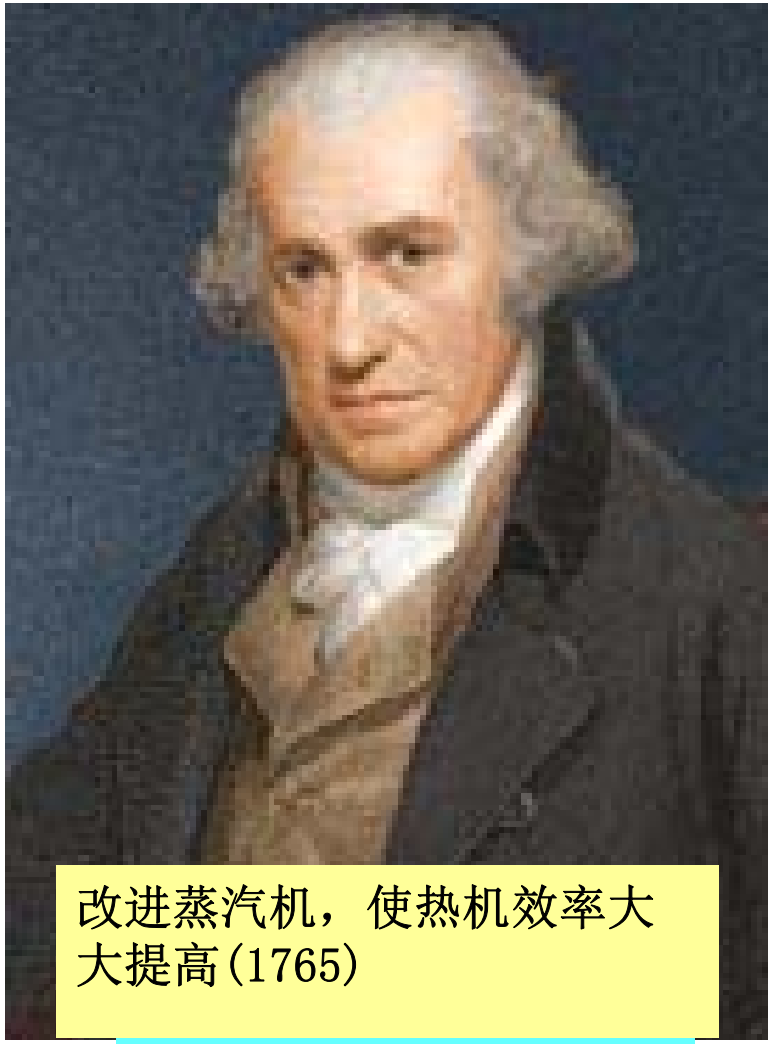


The Watt Engine (In 1784) The 1st applicable steam engine in the World



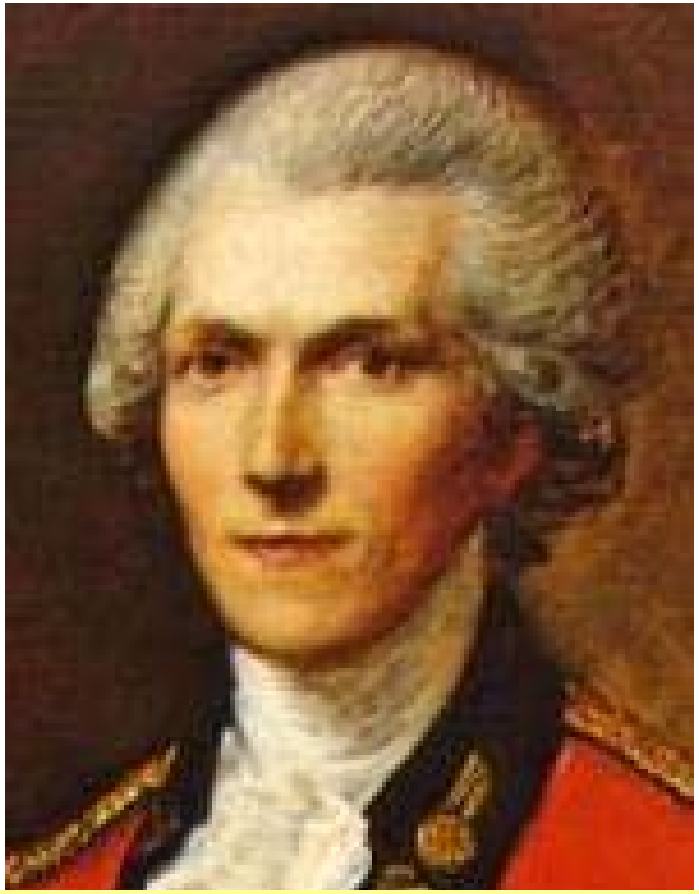
The statue of Watt

对热力学发展有重要影响的科学家



改进蒸汽机，使热机效率大大提高(1765)

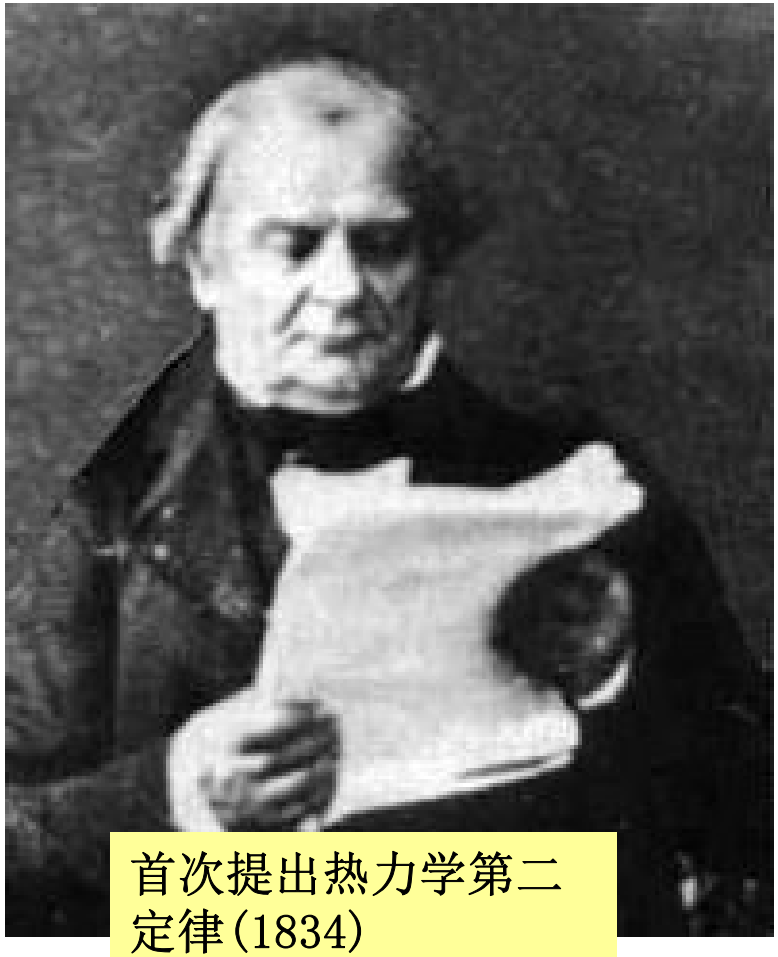
瓦特（James Watt)
1736-1819，英国



发现热-功转换，热是能量的一种形式(1798)

汤姆逊(Benjamin Thompson)
1753-1814, 美裔英国

对热力学发展有重要影响的科学家



首次提出热力学第二定律(1834)

克拉佩龙
(Benoit-Pierre Clapeyron)
1799-1864，法国

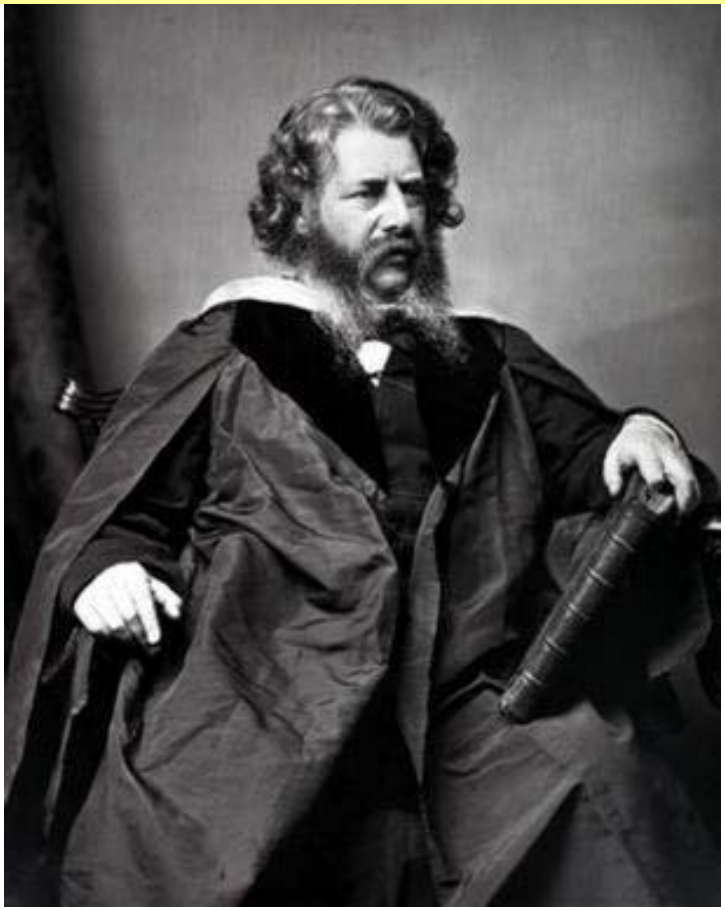
卡诺循环
蒸汽机效率(1824)

卡诺 (Sadi Carnot)
1796-1832, 法国

两个热力学循环概念的提出奠定了航空推进技术、蒸汽轮技术、低温制冷技术、和联合循环技术的理论基础。

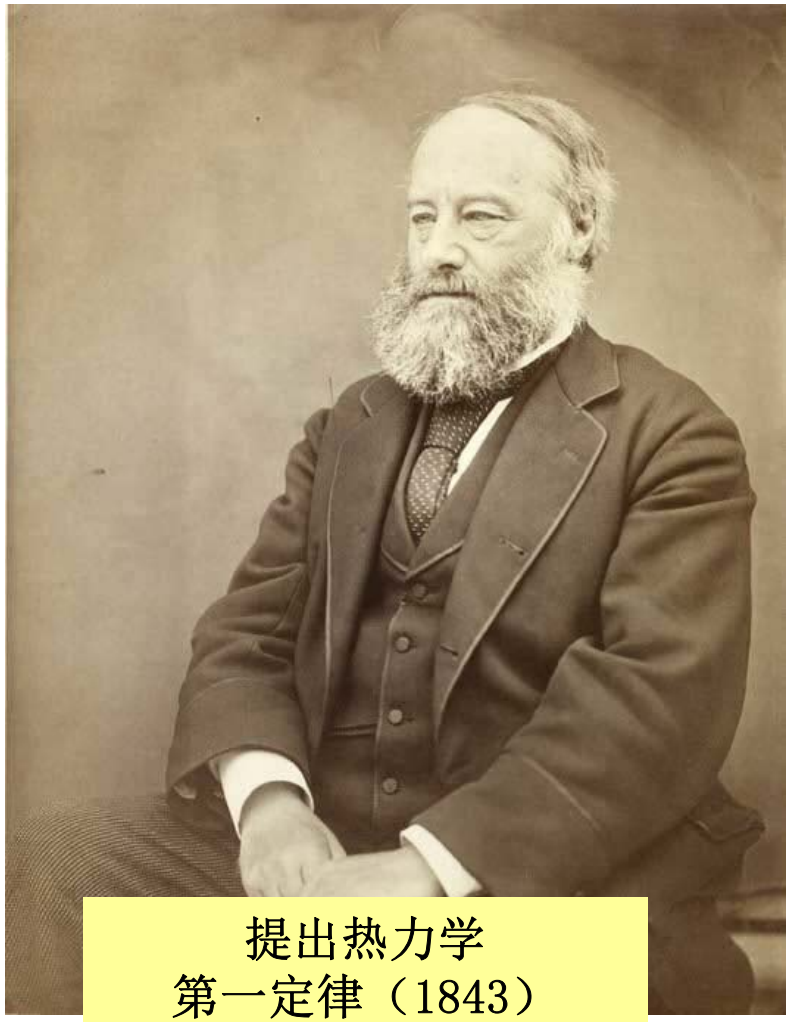
对热力学发展有重要影响的科学家

乔治，布雷顿
（George, Brayton)
1830—1892, 美国



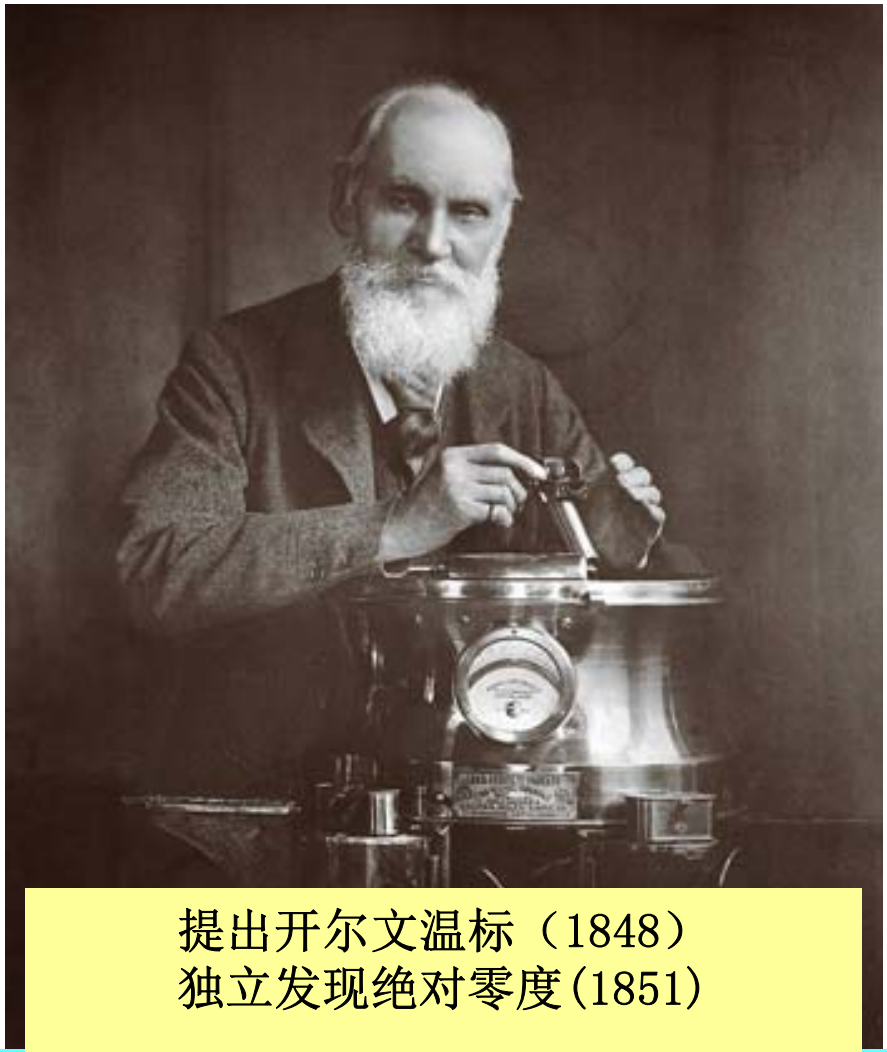
威廉，约翰，郎肯
(W.J.M. Rankine)
1820—1872，英国

对热力学发展有重要影响的科学家



提出热力学
第一定律（1843）

焦耳 (James Prescott Joule)
1818-1889，英国



提出开尔文温标（1848）
独立发现绝对零度(1851)

威廉·汤姆生, 1824-1907，英国
William Thomson (Lord Kelvin)

对热力学发展有重要影响的科学家

引入二元偏导数基本性质

$$dU = TdS - pdV \Rightarrow \left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_V = T \;\&\; \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_S = -p$$

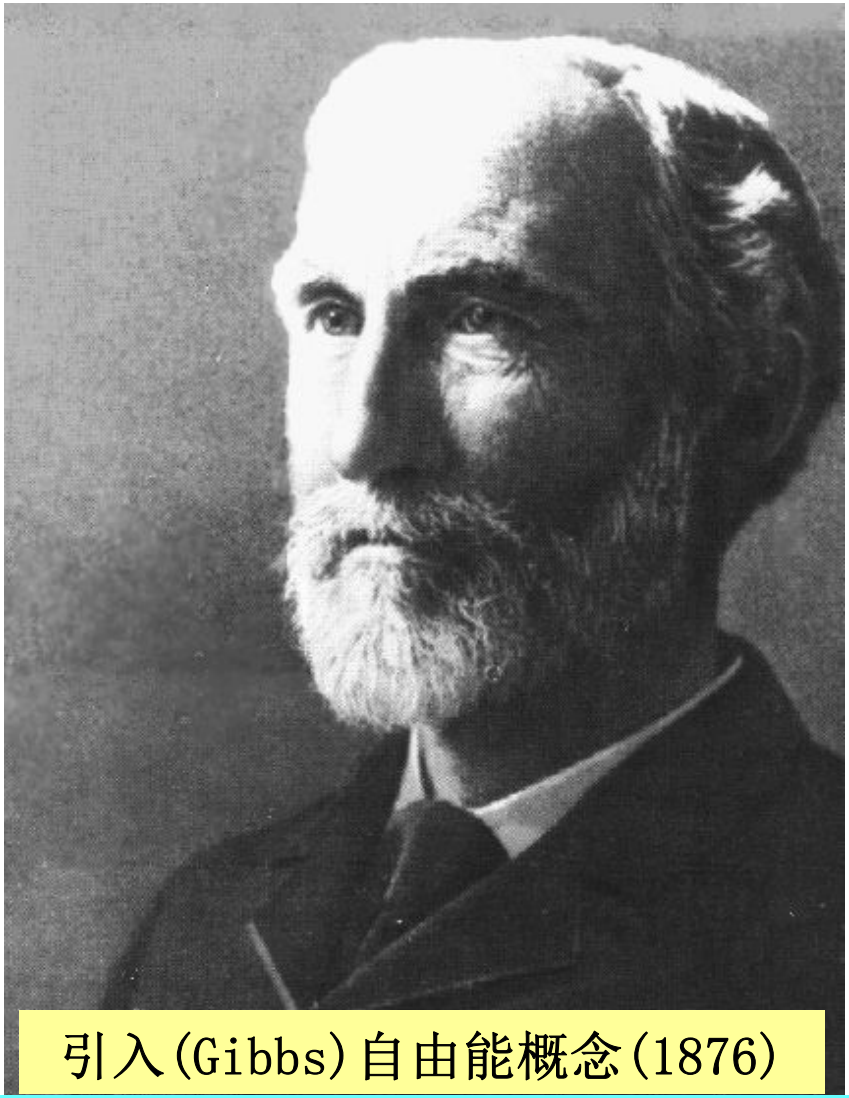
$$dH = TdS + Vdp \Rightarrow \left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_p = T \;\&\; \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_S = V$$

$$dA = -SdT - pdV \Rightarrow \left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_V = -S \;\&\; \left(\frac{\partial A}{\partial V}\right)_T = -p$$

$$dG = -SdT + Vdp \Rightarrow \left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p = -S \;\&\; \left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_S = V$$

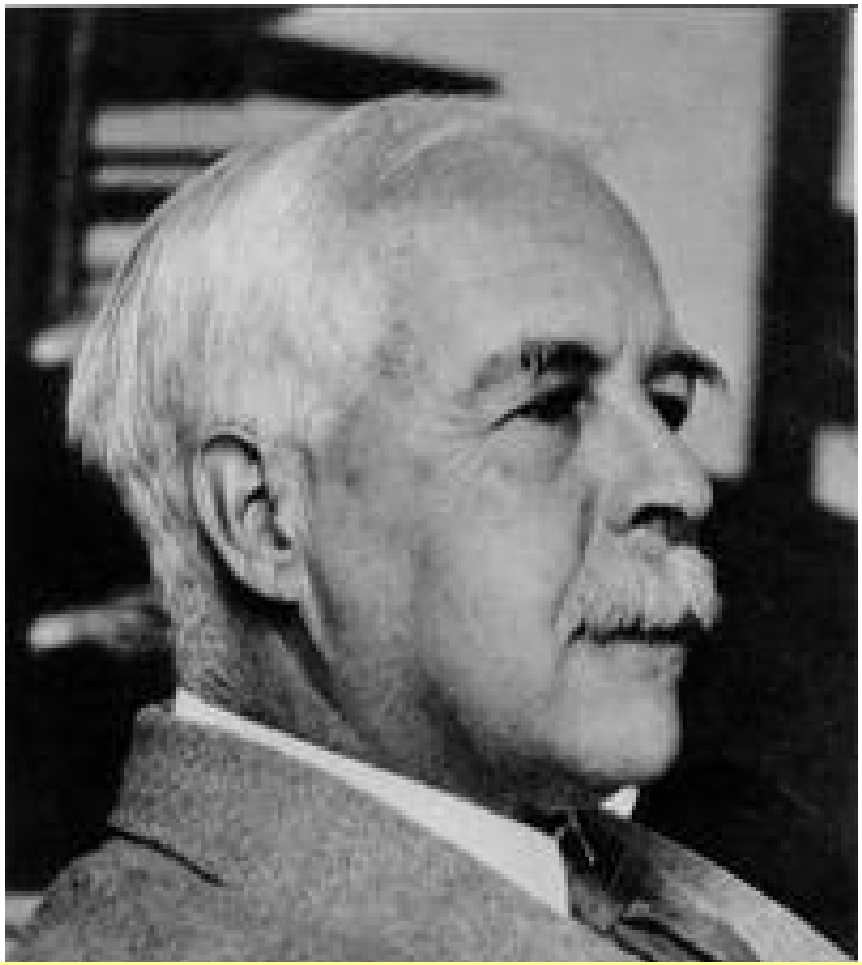
$$\left(\frac{\partial M}{\partial y}\right)_x = \frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x} \qquad \left(\frac{\partial N}{\partial x}\right)_y = \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$$

对热力学发展有重要影响的科学家



引入(Gibbs)自由能概念(1876)

吉布斯 (Josiah Willard Gibbs)
1839-1903，美国

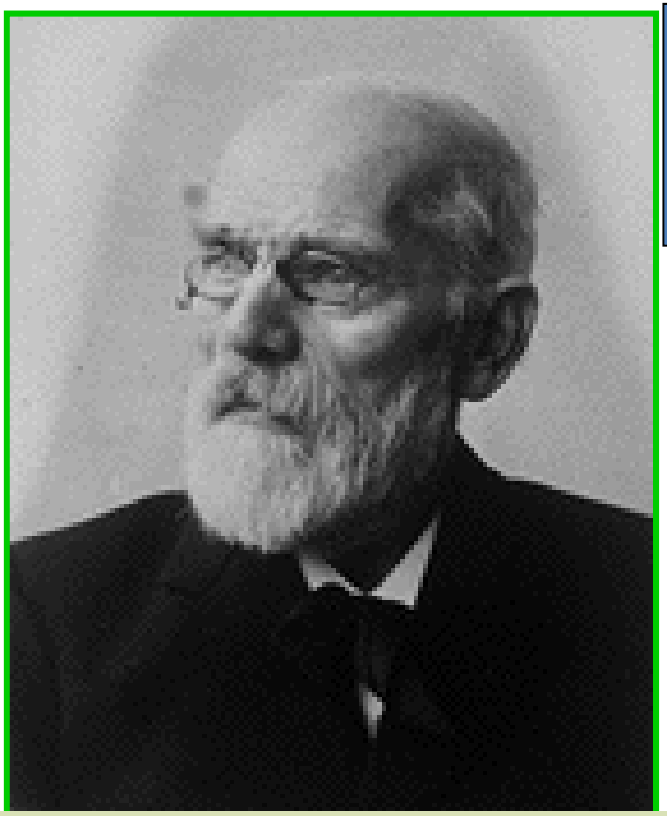


首次把热力学引入化学(1923)

路易斯(Gilbert Newton Lewis)
1875-1946，美国

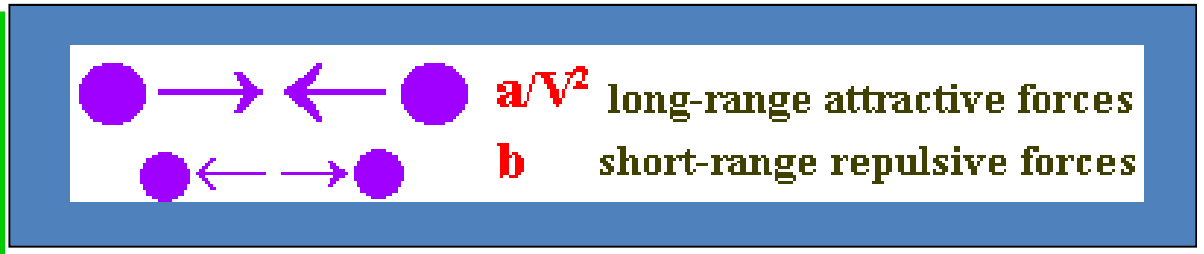
与本领域相关的诺贝尔奖科学家

1910年物理奖



范德瓦尔

(Nov.,1837-March, 1923,荷兰)

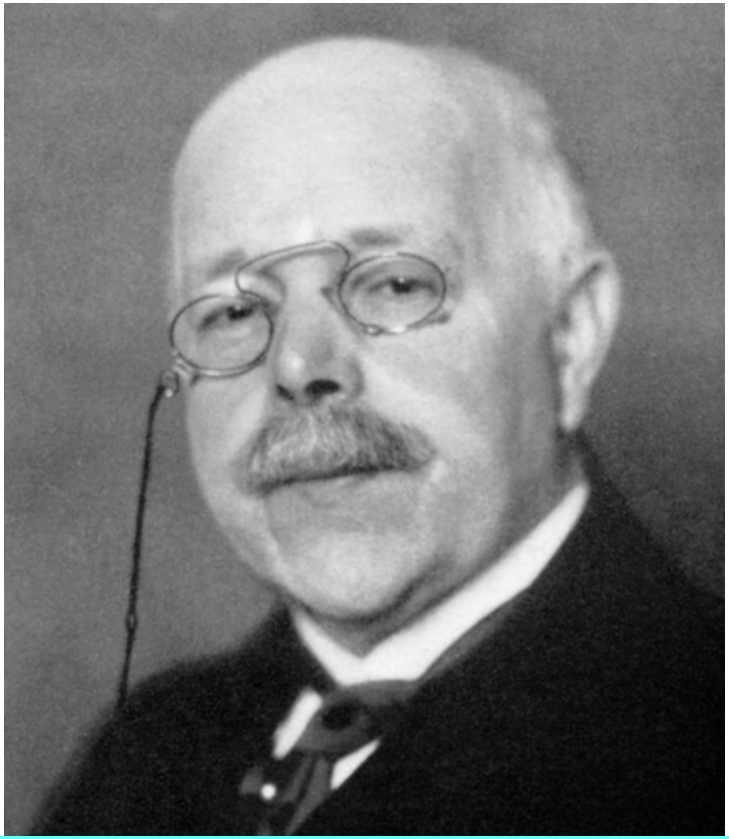


$$\left(P+\frac{a}{V^2}\right)(V-b)=RT$$

成功地描述了实际气体分子之间的排斥力和相互吸引力之间的关系

与本领域相关的诺贝尔奖科学家

1920年物理奖



能斯特(Walther Nernst)
1864-1941，德国

他用量子理论的观点研究低温下固体的比热；提出光化学的“原子链式反应”理论。1906年，根据对低温现象的研究，得出绝对零度不可能达到的结论”热力学第三定律”，人们也称之为“能斯特热定理”。

The first time you go through it, you don’t understand it at all.

昨夜西风凋碧树，独上高楼，望尽天涯路

The second time you go through it, you think you understand it, except for one or two small point.

衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴

The third time you go through it, you know you don’t understand it ,but you are so used to it, it doesn’t *bother* you any more.

众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在，灯火阑珊处

The Purpose

- To have a better understanding on general principles of thermodynamics
- To master the principles of energy conversion, the 1st and 2nd law of thermodynamics, and make reasonable and best usage of energy.
- Get a sound knowledge of calculating the PVT behavior and thermodynamic properties for real state of chemical processes.
- To master the basic principles of phase and chemical equilibrium, do equilibrium calculations and solve practical problems for chemical processing.

The scores

- Total marks 100
- Terminal Exam 80%
- Home works 20%

References

1、郑丹星主编，化工热力学，中国石化出版社，2000；
2、陈钟秀，顾飞燕，胡望明编，化工热力学，化工出版社，2001。
3、童景山主编，化工热力学，清华大学出版社，1995。
4、李挌主编，化工热力学，石油化工出版社，1990；
5、张乃文，陈嘉宾，于志家主编，化工热力学，大连理工大学出版社，**2006**。
6、陈志新，蔡振云，胡望明主编，面向21世纪教材《化工热力学》，化工出版社，2005；
7、高光华，童景山编著，化工热力学（第2版），清华大学出版社，2007；
8、马沛生主编，普通高等教育“十五”国家级规划教材《化工热力学》，化工出版社，**2005**等教材。