

《电磁学B》 PHYS1004B.03授课组

“Electricity & Magnetism”

主讲：唐泽波（物理学院，近代物理系）

zbtang@...

东区物质科学科研楼A401-4



《电磁学B》 PHYS1004B.03授课组

“Electricity & Magnetism”

助教:

于睿 (SA24002, 物理学院)

yr233@mail...



赵意扬 (PB21511, 核科学技术学院)

zyy2021@mail...



教学资源

• 网页:

— <http://staff.ustc.edu.cn/~zbtang/>

《电磁学B》 PHYS1004B.03

- 上课时间: 周二上午 (1,2) ; 周三上午 (3,4)
- 上课地点: 3A212教室
- 助教:
 - 于睿: yr233 (at)
 - 赵意扬: zyy2021 (at)
- 课件:

章节	课件	课外阅读
绪论		History of Electricity and Magnetism
第一章 电力与电场		
第二章 物质存在时电场与电场能量		
第三章 电流与电路		
第四章 磁力与磁场		
第五章 物质中的磁场与磁性材料		
第六章 电磁感应与磁场的能量		
第七章 交流电路与电力输送		
第八章 电磁现象的基本规律与电磁波		

- 其他资源:
 - [叶邦角B站视频](#)
 - [费曼物理学讲义 \(英文\)](#)
 - [Science Snacks](#)
 - [Electromagnetics and Applications](#)



教学资源

- 教材：

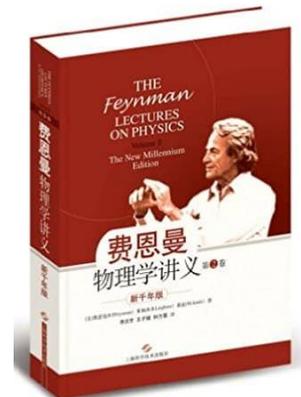
- 《交叉学科基础物理教程-电磁学》 叶邦角编著

- 参考书：

- 《电磁学与电动力学》上册，胡友秋、程福臻、叶邦角编著

- 《电磁学千题解》，张之翔编著

- 《费曼物理学讲义》第2卷，费曼、莱顿、桑兹著



考核方式

- 期终总评：

- 期中考试 35%
- 期末考试 40%
- 平时成绩 25%
- 加分（[-3, 10]分）

- 小论文竞赛

- 考勤

- 需要缺席课堂或者考试须**提前**请假
- 累计**3次**点名不到者，视为主动退出本教学班

答疑与习题课

- 答疑

- QQ群：601968305

- 即时答疑
 - 留言、图片、语音
 - 预约面对面交流

- 习题课

- 每章一次
 - 课后答疑



课后作业

- 每次课后布置作业
- 每章课全部结束之后的下周二**上课之前**交
- 迟交，但在两周以内，作业分数打六折
- 迟交两周以上，作业算零分

绪论：电磁理论的建立与发展



早期的电磁发现 — 雷电

殷商甲骨文中就有了

“雷”和“電”



甲骨文	金文	篆文	隶书	楷书	行书	草书	繁体标宋	简体标宋
铁 163·4	番生簋	说文解字	赵宽碑	颜真卿	颜真卿	李靖	武则天	印刷字库

甲骨文	金文	篆文	隶书	楷书	行书	草书	繁体标宋	简体标宋
前 4·10	明藏 395	某驹尊	说文解字	礼器碑	颜真卿	楼钥	康里子山	印刷字库

说文解字：電，阴阳激耀也，从雨从申

早期的电磁发现 — 雷电

战国《慎子》：阴与阳夹持，则磨轧有光而为电。

西汉《淮南子》：阴阳相搏为雷，激扬为电。

东汉《论衡·雷虚篇》：实说，雷者太阳之激气也。

南朝《南齐书·五行志》：雷火所及，金石销熔，而漆器不坏。

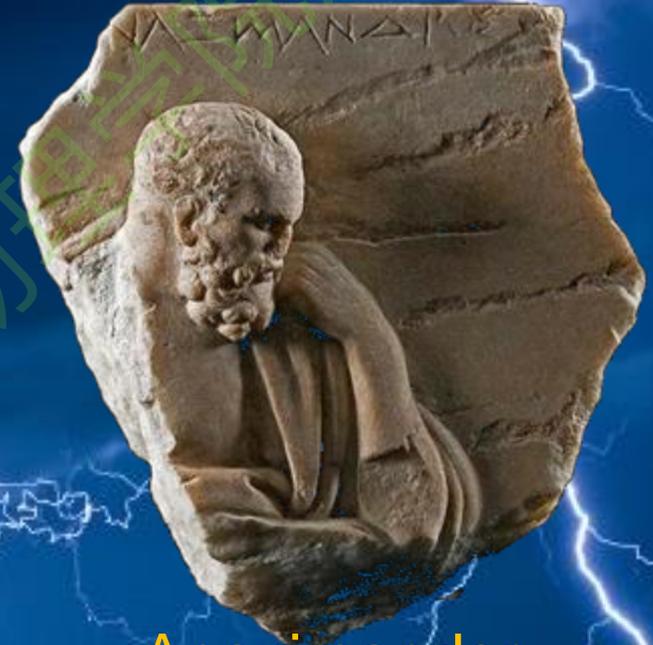
南朝《荆州记》：湖阳县，春秋蓼国，樊重之邑也。重母畏雷，为石室避之，悉以文石为阶砌，今犹存。

宋朝《碑雅·释天》：其光为电，其声为雷。

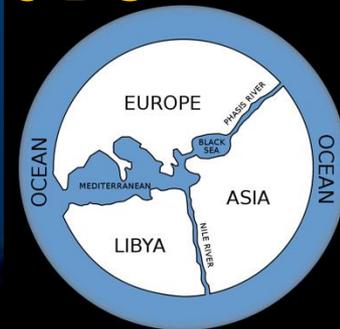
明代刘基：“雷者，天气之郁而激而发也。阳气困与阴，必迫，迫极而迸，迸而声为雷，光为电。”

早期的电磁发现 — 雷电

In his system, **thunder results from the shock of clouds hitting each other**; the loudness of the sound is proportionate with that of the shock. **Thunder without lightning** is the result of the wind being too weak to emit any flame, but strong enough to produce a sound. **A flash of lightning without thunder** is a jolt of the air that disperses and falls, allowing a less active fire to break free. **Thunderbolts** are the result of a thicker and more violent air flow.



Anaximander
阿那克西曼德
610 – 546 BC



早期的电磁发现 — 摩擦起电

西汉《春秋纬》：“瑇瑁吸𧄨若”

东汉《论衡》：“顿牟掇芥，磁石引针”

三国《吴书》：“虎魄不取腐芥”

南北朝《名医别录》：“琥珀，惟以手心摩热拾芥为真”

西晋《博物志》：“今人梳头脱着衣时，有随梳解结有光者，亦有咤声。”

唐朝《酉阳杂俎》：猫“黑者，暗中逆循其毛，即若火星。”



琥珀

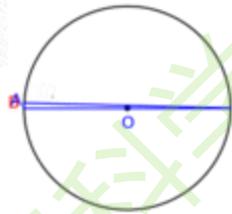
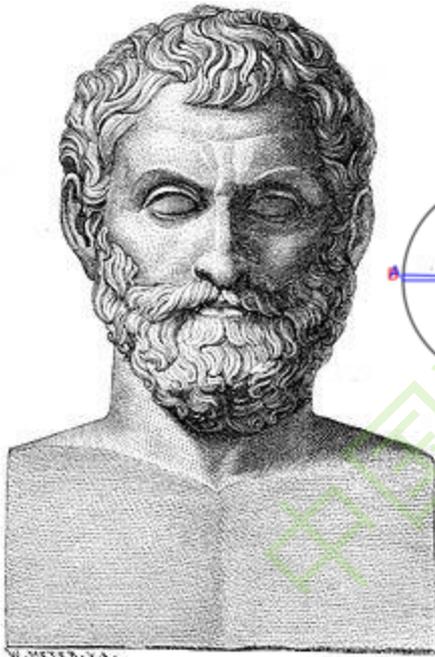


玳瑁

早期的电磁发现 — 摩擦起电

The classical name for amber (琥珀), *electron* (ἤλεκτρον *ēlektron*), is connected to a term ἤλεκτωρ (*ēlektōr*) meaning “beaming Sun”.

According to the myth, when Phaëton son of Helios (the Sun) was killed, his mourning sisters became poplars, and their tears became the origin of *elektron*, amber.



Thales of Miletus

泰勒斯

(624-546 BC)

The first philosopher
in Greek tradition



琥珀

早期的电磁发现 — 磁

春秋《管子》：“上有**慈石**者，下有铜金。”

战国《吕氏春秋》：“石，铁之母也。以有慈石，故能引其子；石之不慈者，亦不能引也。”

古希腊泰勒斯、苏格拉底曾提到磁石，**法文、西班牙文和匈牙利文称**

“Love stone”

早期的电磁发现 — 磁

900 BC: **Magnus**, a Greek shepherd, walks across a field of black stones which pull the iron nails out of his sandals and the iron tip from his shepherd's staff (authenticity not guaranteed).

This region becomes known as **Magnesia (μαγνησία)**.

磁的英文名 “magnet” 即起源于此。

另：该地区也盛产氧化镁，Magnesium (镁) 也由此得名。

早期的电磁发现 — 磁

战国《吕氏春秋》：“慈石召铁，或引之也。”

西汉《淮南子》：“慈石能吸铁，及其于铜则不通矣。”
“若以慈石之能连铁也，而求其引瓦则难矣。物固不可以轻重论也。”

晋《真元妙道要略》：“磁石吸铁，隔阔潜应”

清《广阳杂记》：“磁石吸铁，隔碍潜通。或问余曰：‘磁石吸铁，何物可以隔之？’犹子阿孺曰：‘惟铁可以隔耳。’其人去复来，曰：‘试之果然。’余曰：‘此何必试，自然之理也。’”

古代电磁的应用 — 指南

战国《鬼谷子》：“郑子取玉，必载司南，为其不惑也”

宋《梦溪笔谈》：4种指南方法

“方家以磁石磨针锋，则能指南，然常微偏东，不全南也。水浮多荡摇，指爪及碗唇上皆可为之，运转尤速，但坚滑易坠，不若缕悬为最善。”

西方最早记载指南针用于航海的是1207年，英纳肯《论器具》

1777年，库仑提出了以丝悬指南针的方法，获得法国科学院悬赏。他后来发明了扭秤，并以此测量静电和静磁的力。



古代电磁的应用 — 医学

《史记》记载，磁石用于治疗疫病。

《本草纲目》详细总结了磁石治疗的十种应用。

晋代，有小儿误吞铁针，用磁石吸出的病案。

宋代，有磁石治愈耳聋的记载。

古希腊医生加伦，用磁石治疗腹痛。

古代电磁的应用 — 军事

《水经注》、《三辅黄图》记载：阿房宫北门“以磁石为门”“朝者有隐甲怀刃，入门而胁止”

《晋书·马隆传》：“或夹道累磁石，贼负铁销，行不得前，隆卒悉被犀甲，无所留碍”

霍青桐道：“这地底也有座磁山，因此把咱们兵刃暗器都吸落了？”

陈家洛道：“多半如此，再试一试吧。”

——金庸《书剑恩仇录》

早期对磁现象的解释

东晋《山海经图赞》记载：

“磁石吸铁，玳瑁取芥，气有潜通，数有冥合。”

关于磁的认识尽管极为丰富，而关于磁现象的本质及解释，往往又是含糊的，缺乏深入细致的研究。

就连被称作“中国科学史上的坐标”的沈括，对磁现象也认为，“**莫可原其理**”，“**未深考耳**”。

电磁学的诞生

罗盘传到欧洲，正值13世纪欧洲的文艺复兴。

牛津大学罗吉尔·培根认为：“过去那种靠有名无实的权威和传统的习惯来发表自己意见的人，算不得真正的学者”，真正的学者“应当靠实验来弄懂自然科学、医学、炼金术和天上地下的一切事物”。

英国德马利克 (Pierre de Maricourt) 1269年写了本小册子。记录了他的发现。他发现磁极有两极，并命名为N极和S极，异极相吸，同极相斥。

然而，由培根倡导的这股实验风气，遭到教廷的强烈反对，很快被压了下去，这以后一段长时期内，电磁现象的研究没有什么起色。

吉尔伯特

1600年发表了《De Magnete》（《论磁》）

第一个从理论高度研究电和磁，并形成比较系统的初步理论

伽利略：“伟大到令人妒忌”

- 做了大量磁学实验（包括制造了磁球），首次提出地球是个巨大的磁体
- 首次把电和磁两种作用区分开来
- 系统研究了摩擦起电，首次提出了“electric”的概念



William Gilbert
1544-1603

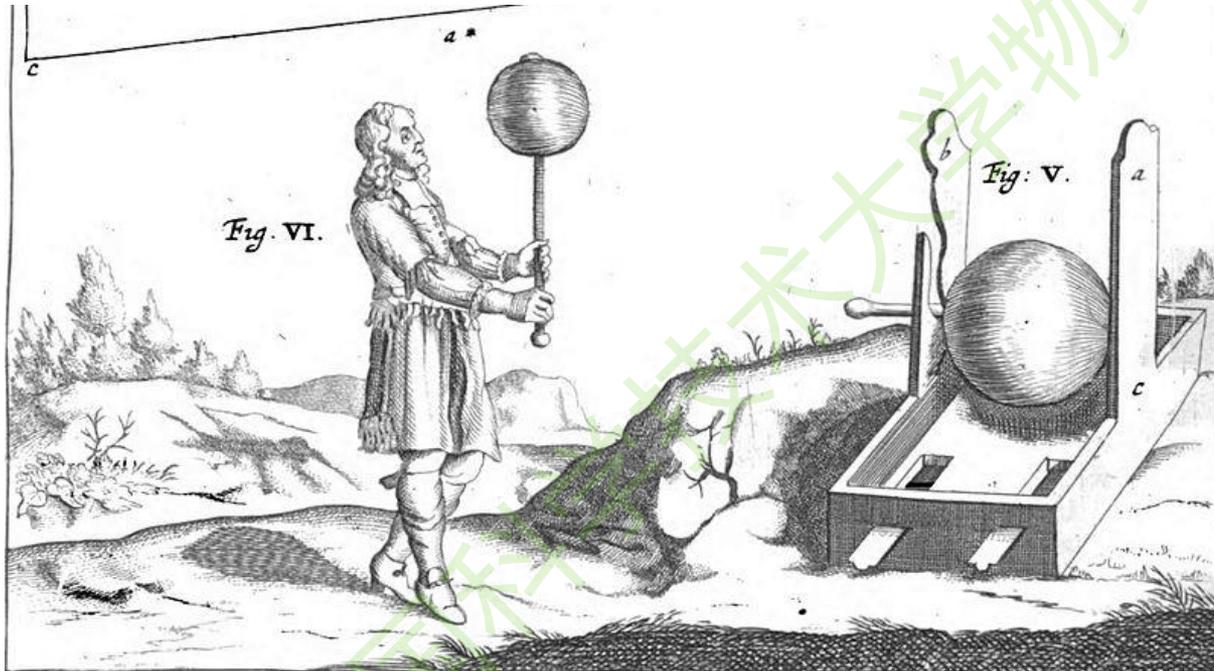


De Magnete

17世纪的摩擦起电研究

盖利克发明了第一台摩擦起电机（电球）

发现了电的排斥现象



Otto von Guericke
1601-1686

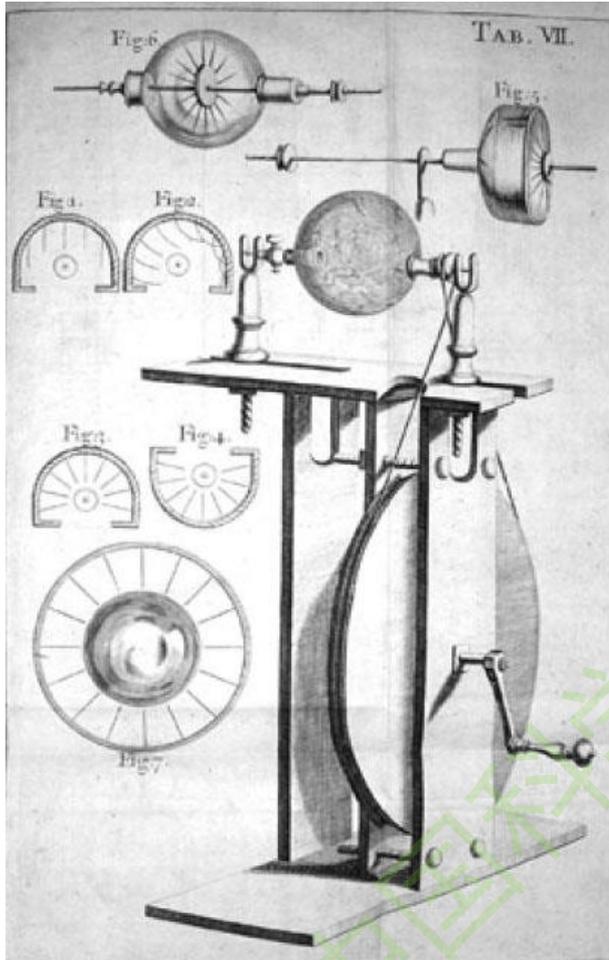
18世纪的摩擦起电研究

Francis Hauksbee the Elder (1660-1713)

改进了摩擦起电机，电更多更稳定。

发现静电吸引力是沿直线方向，而不是涡旋。

充入汞蒸气的带电玻璃球在手接近的时候会发光。



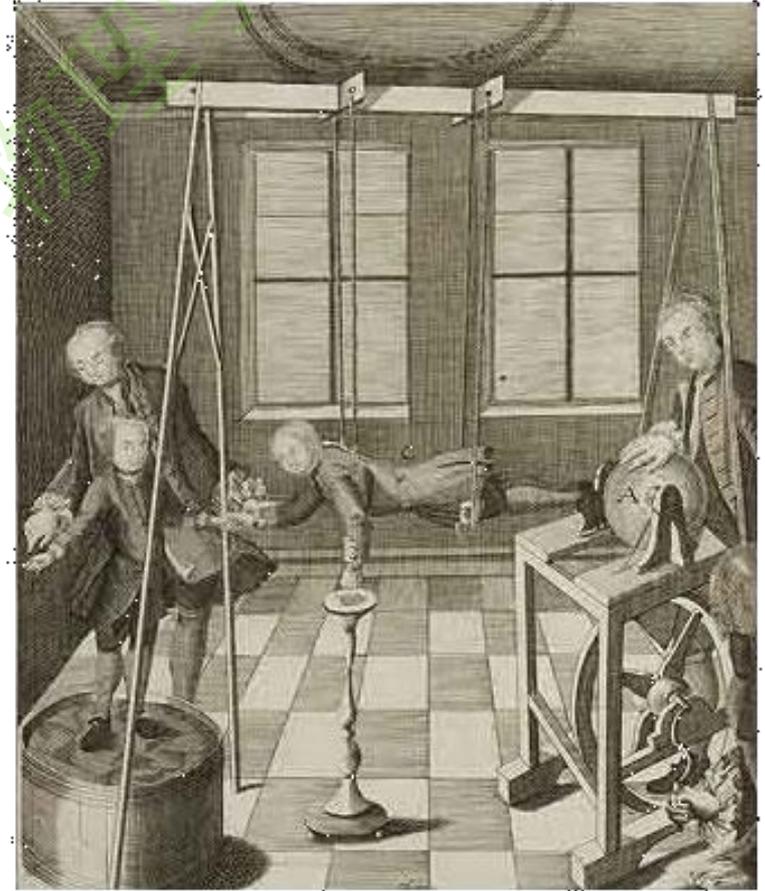


Francis Hauksbee the Younger, London, 1714

1729年，英国Stephen Gray (格雷) 在《关于一些新电学实验说明》中，提出了摩擦带电和感应带电。并能将电荷传到270米外。发现导体和绝缘体的区别，并把物质分为两类：

- 一类非电性物体，但能导电；
- 一类电性物体，却不能导电。

认为电是一种流体。

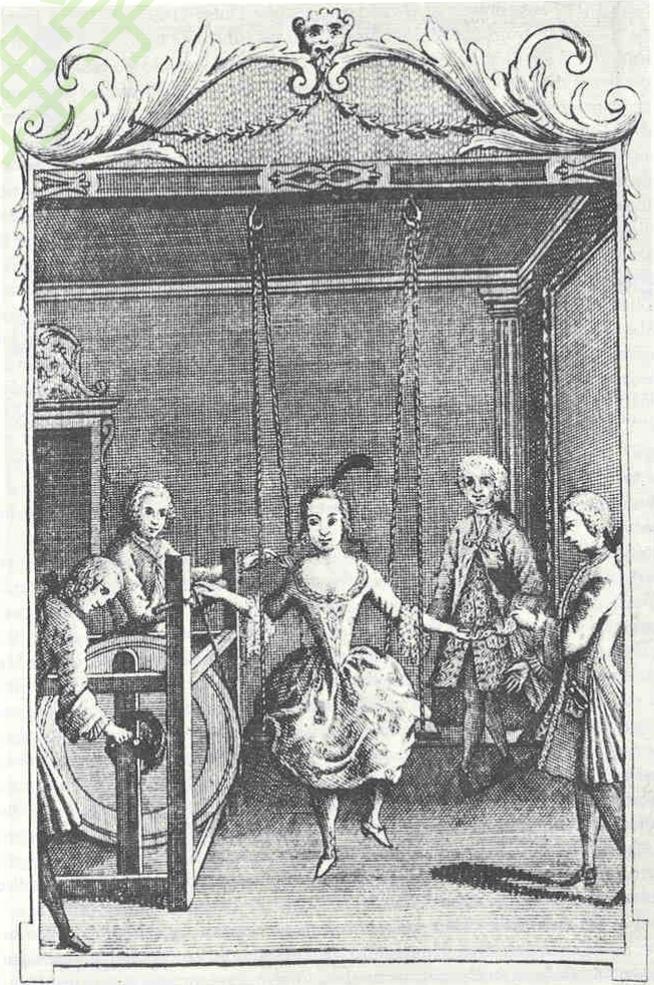


法国Charles François de Cisternay du Fay（1698-1739）《论电》经过实验表明，带电体与非带电体并无本质区别，所有物体都可以带电。

1734年，他发现两种不同的电荷，一种称为玻璃电，一种称为树脂电。同种电荷排斥，异种电荷吸引。

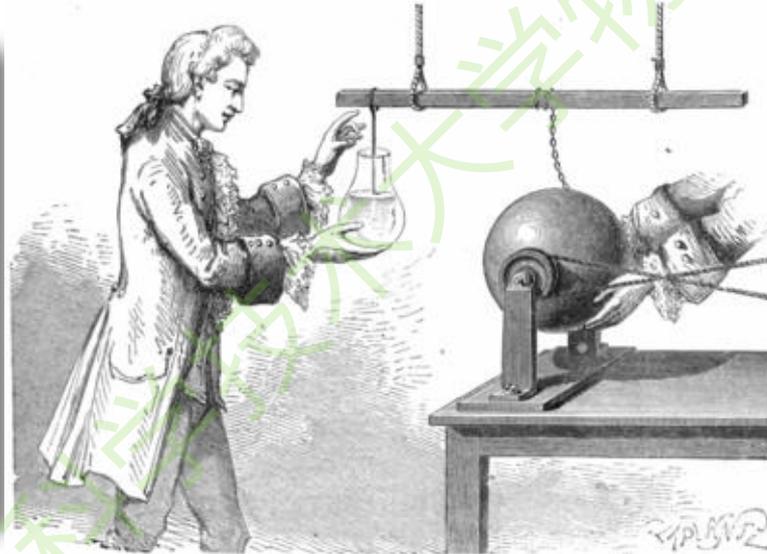
Vitreous Electricity

Resinous Electricity



莱顿瓶 (Leyden jar)

1745年，荷兰莱顿大学的物理学教授马森布罗克发现盛水的玻璃瓶可以储存大量电荷。人称“莱顿瓶”



Pieter van Musschenbroek
1692-1761

法国人Jean Antione Nollet
(1700-1770) 在凡尔赛宫
用180名士兵在路易十五面
前做了莱顿瓶放电实验。



(a)



(b)

应路易十五要求，在巴黎
修道院门前用700名修道士
演出了一出放电喜剧。

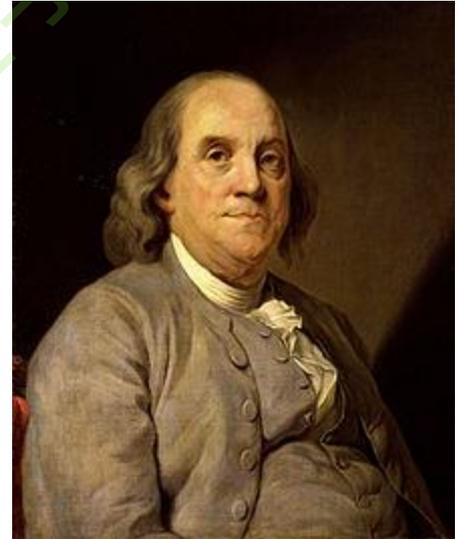
命名“莱顿瓶”

富兰克林

“他从天空抓到雷电，从专制统治者中夺回权力。”

——A.R.J.杜尔哥

- 美国科学家、发明家、政治家、社会慈善家
- 首先定义正电、负电
- 电荷守恒原理
- 费城风筝实验
- 天电与地电的统一
- 发明避雷针

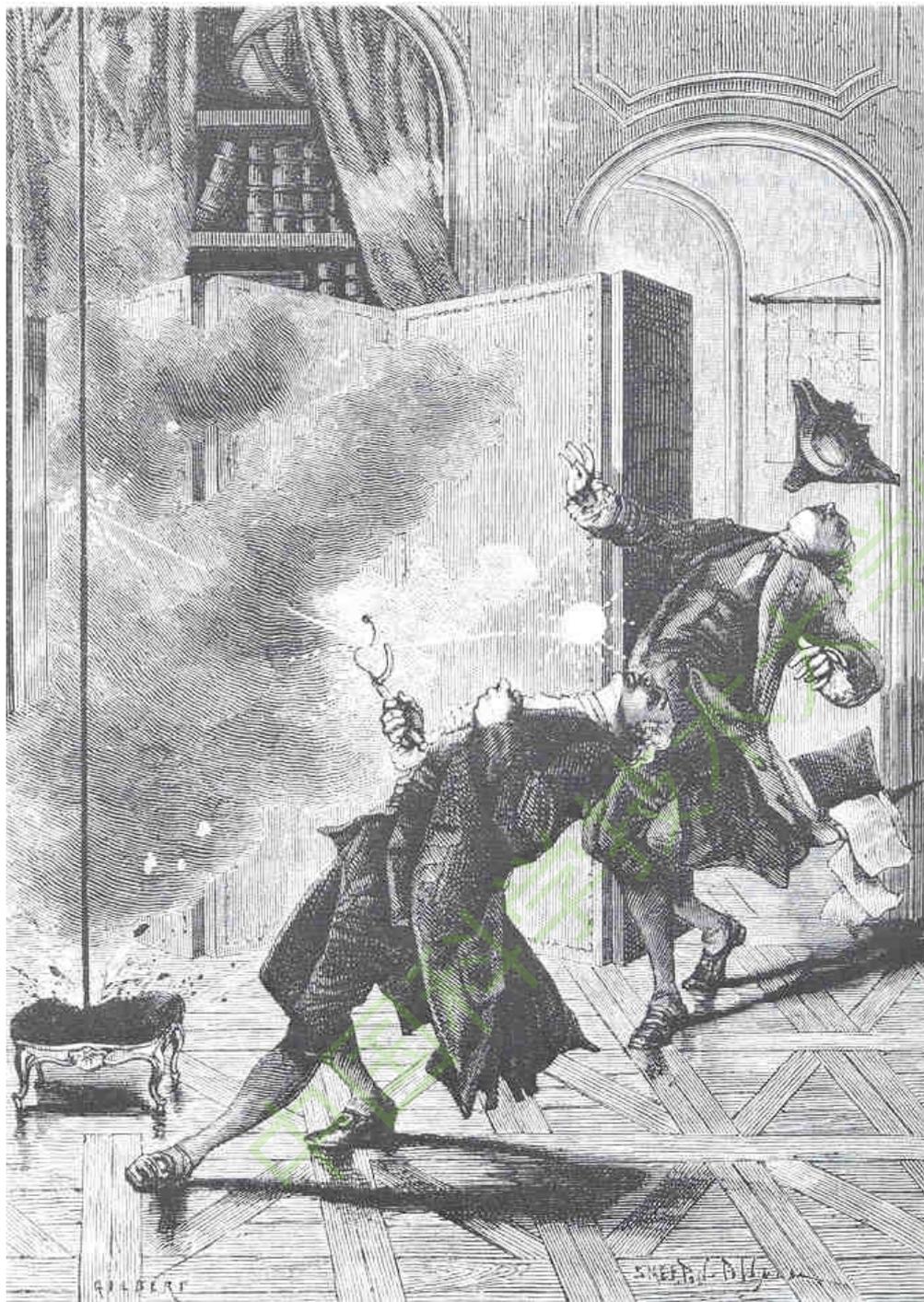


Benjamin Franklin
(1706-1790)

费城风筝实验



1752年7月，富兰克林用绸子做了一个大风筝，风筝上安上一根尖细的铁丝，用来捉电，并用麻绳与这铁丝相连，麻绳的末端拴一把铜钥匙，钥匙塞在莱顿瓶中间。他和儿子一起将风筝放飞到空中，一阵雷电打下来，富兰克林顿时感到一阵电麻，他赶紧用丝绸手帕把手里麻绳包起来继续捕捉天电。又一阵雷电打下来，这时麻绳上松散的麻一丝丝向四周竖起，靠近钥匙的手和钥匙之间产生了火花。天电终于捉下来了。富兰克林用这种方法使莱顿瓶充电，发现天电同样可以点酒精，可以做摩擦起电机产生的地电所做过的许多电的实验，从而证明了天电与地电的一致性。



1753年，德国实验物理学家Georg Richmann引“天电”的时候不幸遇难

平方反比律

- 1759年，德国F.U.T Aepinus（1724-1802）在《电磁理论初探》假设两电荷之间的相互作用力随距离的减小而增大。
- 1766年，英国P. Priestley（1733-1804）重做了富兰克林提出的实验，验证金属容器对内部电荷没有作用力，猜测电力与万有引力有相似的规律。即电力与距离存在平方反比律。

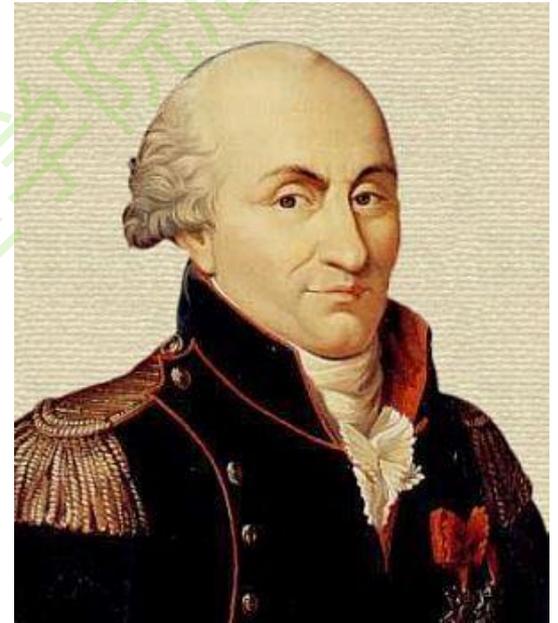
- 1769年，Robinson（1739-1805）的一个小球上电力与重力平衡实验第一次直接测定了电力与距离的关系($1/r^{2.06}$), 并进一步猜想应当是平方反比律。直到1801年才发表。
- 1772年，Cavendish按P. Priestley 的思想设计了一个实验，测得 $1/r^{2+\epsilon}$ 中 ϵ 的上限为0.02。100多年后才被Maxwell整理手稿时发现。



H. Cavendish

库仑扭秤实验

- 1785年，库仑设计了精巧的扭秤直接测量了两个电荷之间的相互作用，发现与他们之间的距离的平方成反比。他还证明了电力与电荷量之积成正比。
- 库仑的实验得到了世界的公认，从此电学的研究开始进入科学行列！
- 1881年，泊松把早先力学中拉普拉斯在万有引力基础上发展起来的势论用于静电，发展了静电学的解析理论。



C.A. de Coulomb
1736-1806

- 二百多年来，许多科学家一直不懈努力进行平方反比律的验证，其精度不断提高，已成为物理学最精确的实验规律。

Author	Date		ε	$1/r^{2+\varepsilon}$
Cavendish	1773	d	3×10^{-2}	
Coulomb	1779	d	1×10^{-2}	
Robison	1801	d	6×10^{-2}	
Maxwell	1892	d	5×10^{-5}	
Plimpton and Lawton	1936	d	2×10^{-9}	
Cochran and Franken	1968	d	9×10^{-12}	
Bartlett <i>et al</i>	1970	d	1×10^{-13}	
Williams <i>et al</i>	1971	d	6×10^{-16}	
Goldhaber and Nieto	1968	i	1.7×10^{-16}	
Franken and Ampulski	1971	i	4.3×10^{-18}	
Lowenthal	1973	i	3.0×10^{-08}	
Davis <i>et al</i>	1975	i	3.4×10^{-17}	
Crandall	1983	d	3.4×10^{-16}	
Ryan <i>et al</i>	1985	i	6.4×10^{-11}	
Boulware and Deser	1989	i	1.2×10^{-13}	
Chernikov <i>et al</i>	1992	i	3.6×10^{-14}	
Fischbach <i>et al</i>	1994	i	4.3×10^{-17}	
Lakes	1998	i	6.8×10^{-19}	
Schaefer	1999	i	1.8×10^{-12}	
Lou <i>et al</i>	2002	i	5.1×10^{-20}	

电流的发现

- 1780年，意大利生物解剖学教授伽伐尼偶尔观测到与金属接触的蛙腿猛烈地发生痉挛，同时一旁的起电机跳了火花。进而发现只要有两种不同的金属分别接触蛙腿的神经和肌肉，并且使这两种金属彼此连结形成一个闭合回路，蛙腿就会产生抽搐。
- 意大利物理学家伏打发现蛙腿的抽动是一种对电流的灵敏反应。电流是两种不同金属插在一定的溶液内并构成回路时产生的，而肌肉提供了这种溶液。

电池的发明

- 1799年，伏打发明了伏打电堆，即一系列按同样顺序叠起来的银片、锌片和用盐水浸泡过的硬纸板组成的柱体，可以产生持续的电流。伏打电堆的发明为研究动电现象提供了坚实的技术基础
- 1822年塞贝克进一步发现，将铜线和一根别种金属(铋)线连成回路，并维持两个接头的不同温度，也可获得微弱而持续的电流，这就是热电效应。

电流的磁效应（电生磁）

- 1750年富兰克林已经观察到莱顿瓶放电可使钢针磁化，甚至更早在1640年，已有人观察到闪电使罗盘的磁针旋转。
- 但到19世纪初，科学界仍普遍认为电和磁是两种独立的作用。
- 与这种传统观念相反，丹麦的自然哲学家**奥斯特**接受了德国哲学家康德和谢林关于自然力统一的哲学思想，坚信电与磁之间有着某种联系。
- 经过多年的研究，他终于在1820年**发现电流的磁效应**：当电流通过导线时，引起导线近旁的磁针偏转。电流磁效应的发现开拓了电学研究的新纪元。

- 1820年7月21日，丹麦奥斯特发现电流的磁效应。
- 1820年9月18日，法国安培圆电流对磁针的作用。
- 1820年9月25日，两平行导线的相互作用。
- 1820年9月25日，阿拉果关于钢片在电流作用下被磁化的实验。
- 1820年10月，螺线管与磁铁的等效性。
- 1820年10月30日，比奥和萨伐尔长直电流对磁极的作用 $\sim 1/r$ 。比奥-萨伐尔-拉普拉斯定律。
- 1821年1月，安培分子电流学。
- 1821年，安培做了四个极为精巧的实验，其构思之新颖，结构之奇巧，堪称物理史上的不朽之作。

欧姆定律

- 电流磁效应发现不久，几种不同类型的检流计设计制成，为欧姆发现电路定律提供了条件。
- 1826年，受到傅里叶关于固体中热传导理论的启发，欧姆认为电的传导和热的传导很相似，电源的作用好像热传导中的温差一样。为了确定电路定律，开始他用伏打电堆作电源进行实验，由于当时的伏打电堆性能很不稳定，实验没有成功。
- 后来他改用两个接触点温度恒定因而高度稳定的热电动势做实验，得到电路中的电流强度与他所谓的电源的“验电力”成正比，比例系数为电路的电阻。

电磁感应（磁生电）

- 杰出的英国物理学家法拉第从事电磁现象的实验研究，对电磁学的发展作出极重要的贡献，其中最重要的贡献是1831年发现电磁感应现象。紧接着他做了许多实验**确定电磁感应的规律**，他发现当闭合线圈中的磁通量发生变化时，线圈中就产生感应电动势，感应电动势的大小取决于磁通量随时间的变化率。
- 楞次于1834年给出**感应电流方向**的描述，而诺埃曼概括了他们的结果给出**感应电动势**的数学公式。
- 美国亨利先于法拉第一年左右发现了电磁感应现象，但他等待积累更多的实验数据而立刻没有发表，当他从一本杂志上介绍法拉第的工作时，他感到无比的沮丧和郁闷。



Faraday's law of induction

Electrochemistry

Faraday effect

Faraday cage

Faraday constant

Faraday cup

Faraday's laws of electrolysis

Faraday paradox

Faraday rotator

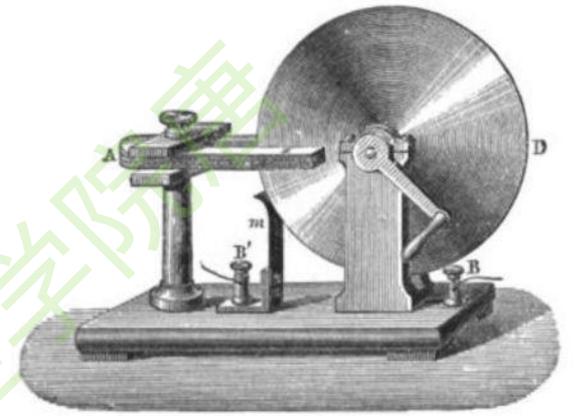
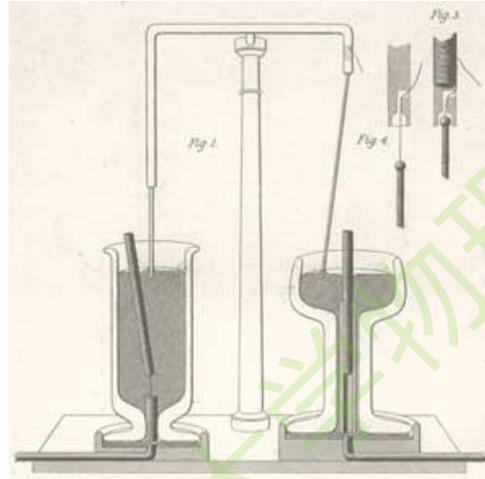
Faraday-efficiency effect

Faraday wave

Faraday wheel

Lines of force

- **1821年，发明了第一台电动机**



- **1831年，发明了第一台发电机**

- **1833年，证明摩擦起电和伏打电池产生的电相同。**

- **1834年，发现电解定律。**

- **1845年，发现磁光效应，并解释了物质的顺磁和抗磁性。**

- **他还详细研究了极化和静电感应现象，并首次用实验证明了电荷守恒定律。**

场的概念的建立

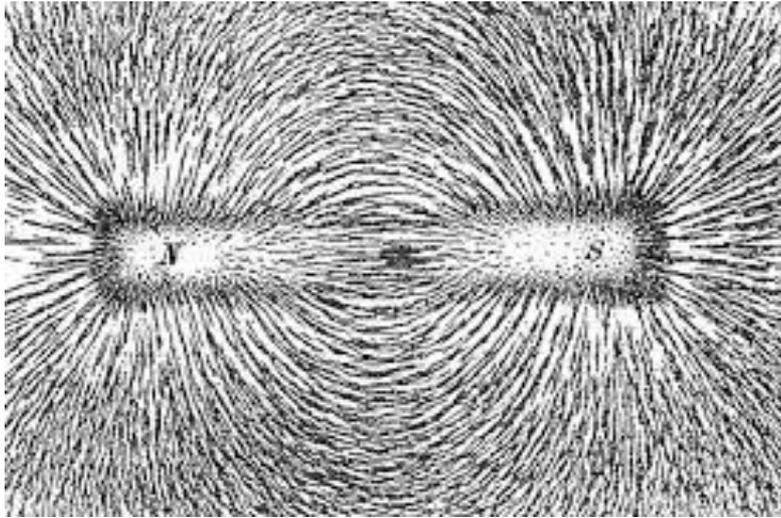
- 超距作用：两个物体可以不通过任何接触而发生作用。
- 近距作用：两个物体之间的作用力必须通过通过某些媒介物质（例如“以太”）传递。

超距说在18世纪占统治地位。

- 17世纪末，牛顿得到万有引力定律。定律支持超距说，但牛顿本人并不支持。他相信以太的存在。
- 笛卡尔也反对超距说，相信以太的存在。但他也反对引力的平方反比定律，将牛顿的追随者们送入了超距说阵营。

- 由于引力定律在说明太阳系内的星体运动获得极大成功，而对于以太的探索却未有任何实际结果，超距作用观点因之流行。
- 拉格朗日、拉普拉斯和泊松等人从引力定律发展出数学上简洁优美的势论。使得超距作用更流行。
- 超距作用被移用到其他领域。早期电磁学亦如此。
- 1845年，诺埃曼Neumann用势得到了电磁感应定律。Neumann和Weber提出超距作用的电磁理论，并企图用势统一电磁理论。

法拉第力线



- 1831年，法拉第向英国皇家学会宣读电磁感应论文的时候首次使用“磁力线”。“切割磁力线”。
- 1832年，法拉第在日记中写到带电体之间有“电力线”。
- 1845年，法拉第第一次使用了“磁场”这个词。两年后又单独使用“场”。

法拉第认为：

- 力线是物质的，它弥漫在全部空间，并把异号电荷和相异磁板分别连接起来；
- 电力和磁力不是通过空虚空间的超距作用，而是通过电力线和磁力线来传递的它。
- 力线是认识电磁现象必不可少的组成部分，甚至它们比产生或“汇集”力线的“源”更富有研究的价值。

麦克斯韦电磁理论

- 麦克斯韦16岁进入爱丁堡大学学习。18岁在爱丁堡皇家学会发表了两篇文章。
- 19岁进入剑桥大学。有很强的数学功底。
- 他十分赞同法拉第提出的新观点，并精心研究法拉第的《电学的实验研究》一书。
- 1855年（24岁），他发表了第一篇电磁学论文《论法拉第的力线》。在这篇在这篇论文中，法拉第的力线概念获得了精确的数学表述，并且由此导出了库仑定律和高斯定律。这篇文章还只是限于把法拉第的思想翻译成数学语言，还没有引导到新的结果。



James Clerk Maxwell
(1831–1879)

- 1862年他发表了第二篇论文《论物理力线》，不但进一步发展了法拉第的思想，扩充到磁场变化产生电场，而且得到了新的结果：电场变化产生磁场，由此预言了电磁波的存在，并证明了这种波的速度等于光速，揭示了光的电磁本质。这篇文章包括了麦克斯韦研究电磁理论得到的主要结果。
- 1864年他的第三篇论文《电磁场的动力学理论》，从几个基本实验事实出发，运用场论的观点，以演绎法建立了系统的电磁理论。
- 1873年出版的《电学和磁学论》一书是集电磁学大成的划时代著作，全面地总结了19世纪中叶以前对电磁现象的研究成果，建立了完整的电磁理论体系。这是一部可以同牛顿的《自然哲学的数学原理》、达尔文的《物种起源》和赖尔的《地质学原理》相媲美的里程碑式的著作。

“法拉第坚信，有力线贯穿于整个空间，而数学家们认为，在这个空间里只有一些超距相互吸引的力心；法拉第认为空间是一种介质，而数学家们认为空间除了距离之外什么也没有；法拉第要寻找这种介质中进行的真实作用现象的活动中心，而数学家们只要发现了加在电流体上的超距作用能够引起电现象就满足了。”

“我提出的理论可以称为电磁场理论，因为这种理论关系到带电体或磁体周围的空间，它也可以称为一种动力学理论，因为它假定在这个空间存在着运动的物质，由此而产生了我们可观察到的电磁现象。”

---麦克斯韦《电磁通论》，1873年

$$\nabla \cdot D = \rho$$

$$\nabla \cdot B = 0$$

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\nabla \times H = J + \frac{\partial D}{\partial t}$$

© 2011

- 1888年，赫兹根据电容器放电的振荡性质，设计制作了**电磁波源**和**电磁波检测器**，通过实验**检测到电磁波**，**测定了电磁波的波速**，并观察到电磁波与光波一样，具有偏振性质，能够反射、折射和聚焦。

电磁理论的发展

- 20世纪，随着原子物理、原子核物理和粒子物理的发展，人们的认识深入到微观世界。
- 经典电磁理论遇到许多困难。
- 局限性在于对带电粒子的描述忽略了波动性，而对电磁波的描述忽略了粒子性。
- 量子电动力学。
- 电弱统一。

电磁科学与电气化

- 1831年，法拉第发明第一台发电机
- 1834年，雅克比制作了第一个真正的电动马达
- 1875年，巴黎北火车站建成第一座火电厂
- 1879年，爱迪生发明了白炽灯
- 1882年，西屋与特斯拉制成第一台交流发电机
- 1896年，尼亚加拉大瀑布水力发电开始
- 1960年，中国第一座核电站投入使用

第二次工业革命

电力与衣食住行

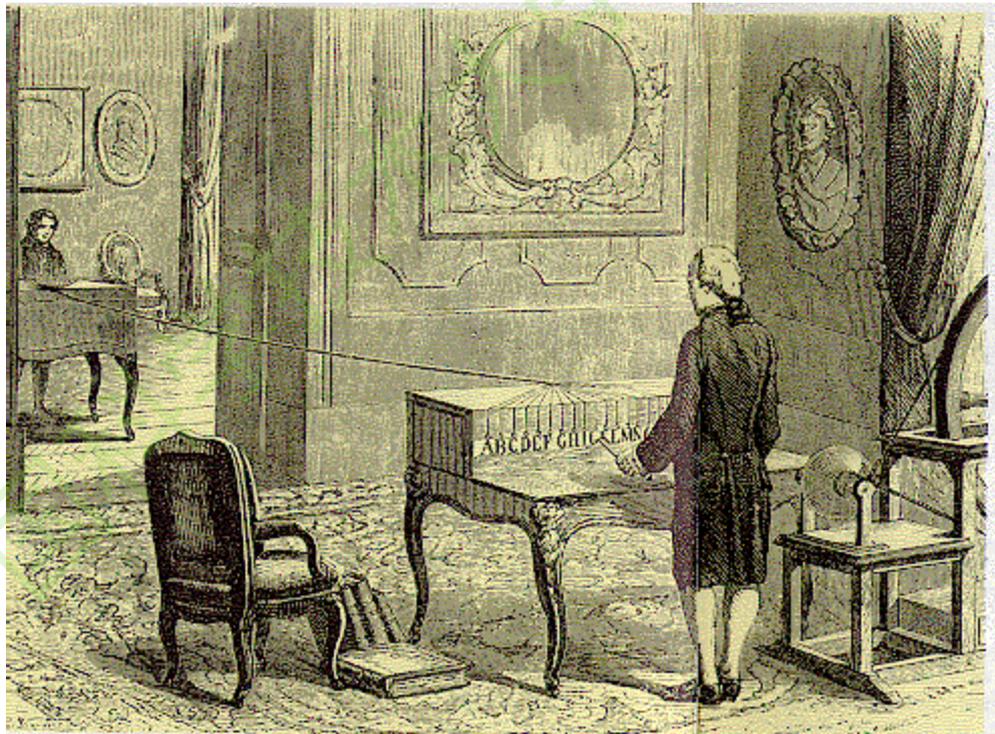


电磁科学与电气化



电磁科学与**通讯**

- 1729年，格雷用铁丝将电荷传输270米，电子通讯开始
- 1753年，Charles Morrison提出了26个字母通讯的理念
- 1774年，Georges-Louis LeSage 用莱顿瓶、验电球和26根相互绝缘的线建立了第一个电报系统



电磁科学与**通讯**

- 1833年，高斯和韦伯制造了第一台简陋的单线电报机
- 1837年，库克和惠斯通在英国制造了第一套商用电报
- 1837年，莫斯在美国独立发明了电报机

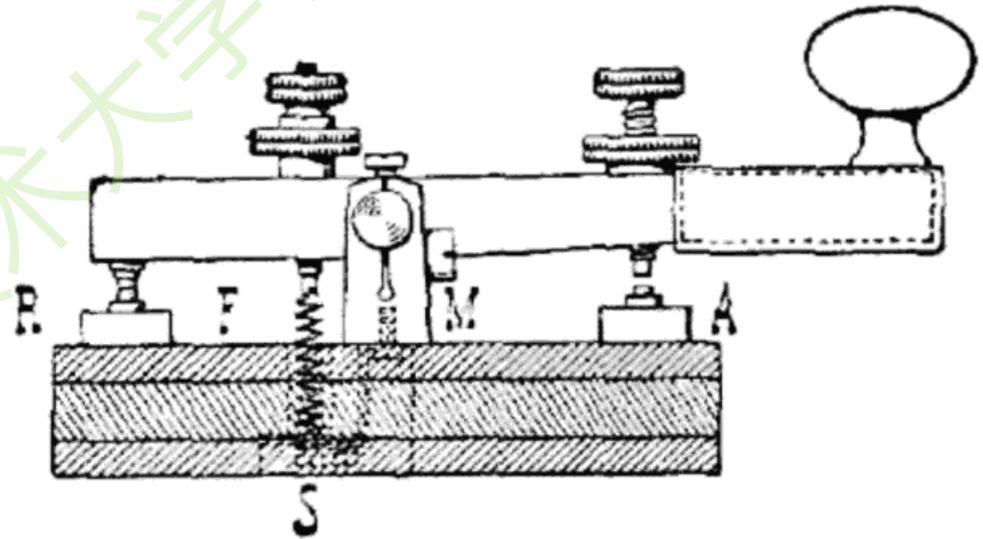


Fig. 6.

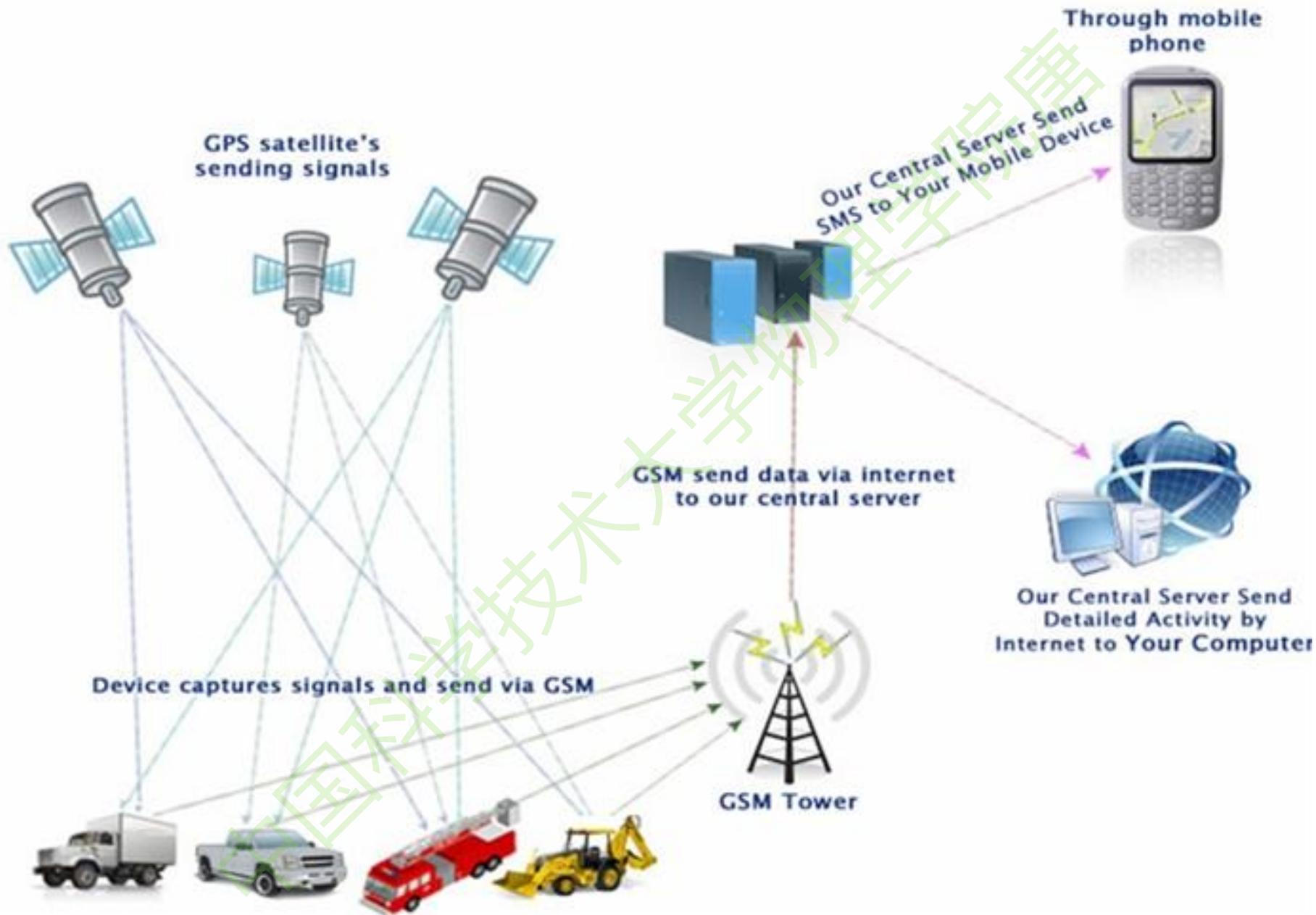
International Morse Code

1. The length of a dot is one unit.
2. A dash is three units.
3. The space between parts of the same letter is one unit.
4. The space between letters is three units.
5. The space between words is seven units.

A	● —	U	● ● —
B	— ● ● ●	V	● ● ● —
C	— ● — ●	W	● — — —
D	— ● ●	X	— ● ● —
E	●	Y	— ● — —
F	● ● — ●	Z	— — ● ●
G	— — ●		
H	● ● ● ●		
I	● ●		
J	● — — —		
K	— ● —	1	● — — — —
L	● — ● ●	2	● ● — — —
M	— —	3	● ● ● — —
N	— ●	4	● ● ● ● —
O	— — —	5	● ● ● ● ●
P	● — — ●	6	— ● ● ● ●
Q	— — ● —	7	— — ● ● ●
R	● — ●	8	— — — ● ●
S	● ● ●	9	— — — — ●
T	—	0	— — — — —

- 1861年，贝尔发明了电话。爱迪生等人逐步改进。
- 1878年，在New Haven，第一个商用电话系统建立。
- 1895年，意大利人马可尼和俄罗斯人波波夫分别实现了无线电信号传送。
- 1927年，电视
- 1936年，可视电话
- 1946年，移动电话
- 1962年，第一个通讯卫星发射
- 1969年，电脑网络
- 1973年，手机

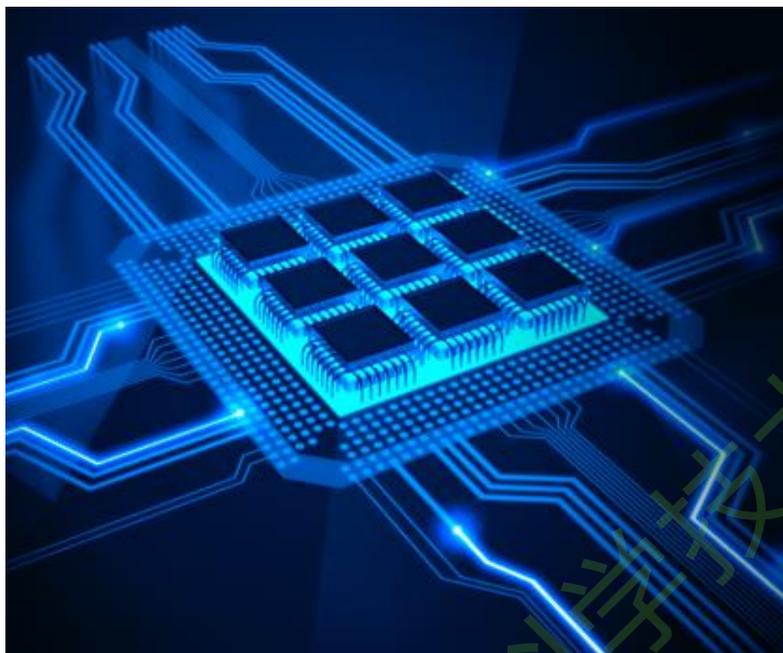




大概100万年以前，当非洲的一群古猿从森林下到广袤的大草原，并费力地试图让对方明白彼此吼叫的含义时，古猿们肯定未曾想到，在100万年后，借助现代通讯手段，他们后代的一个声音，可以轻易地传遍地球的每个角落。

大约200年前，我国清朝还使用“烽火”传军情，100年前出现了电报电话，再到现代的移动电话、移动互联网和全球导航系统，几百年来人类通讯方式发生了巨大的演变。

电磁科学与现代科学技术

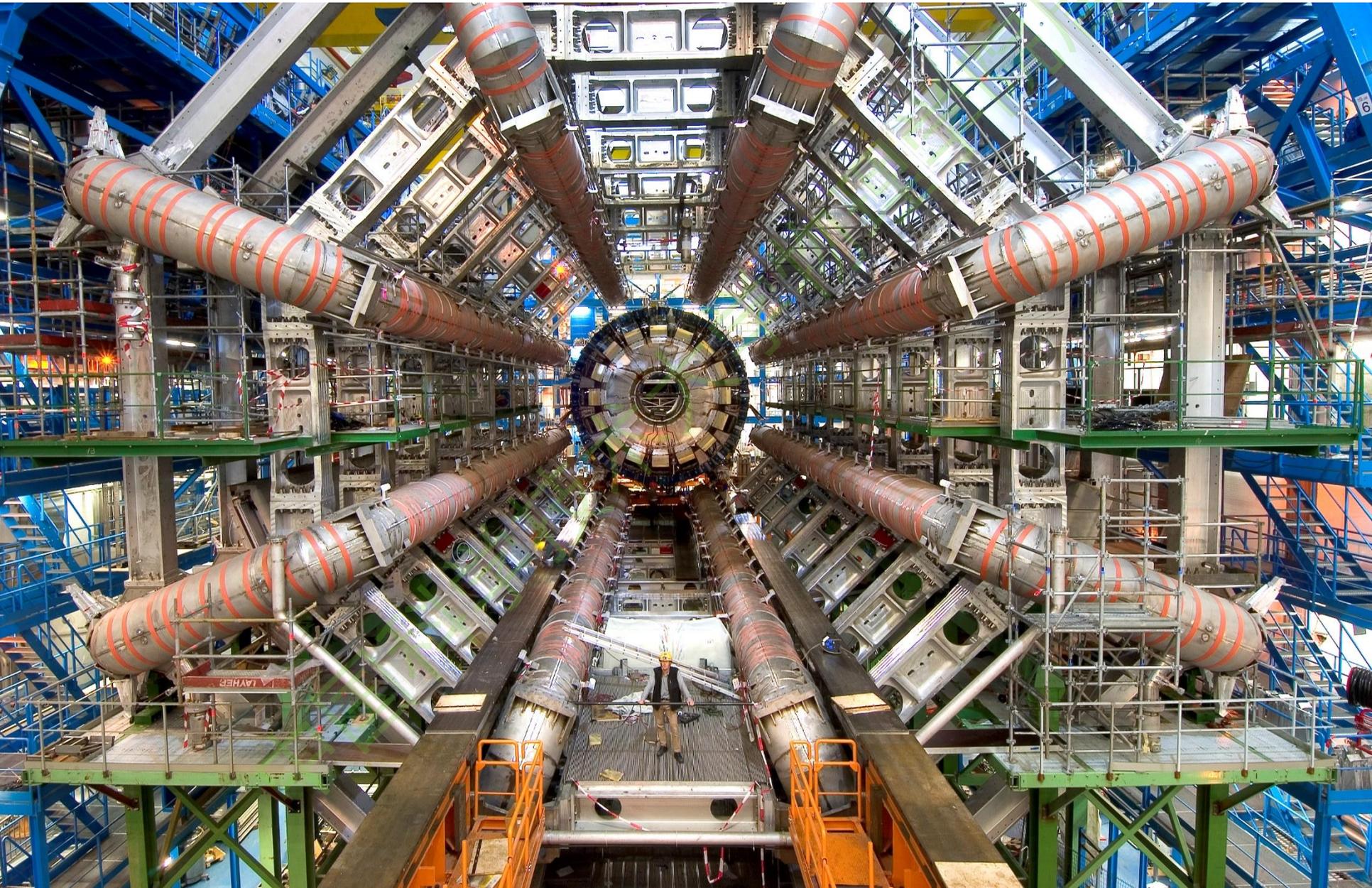


集成电路芯片



特斯拉汽车

CERN-LHC-ATLAS



电磁理论

一门古老而年轻的学科，
一门永远发展的学科。

章节	内容
	绪论
第一章	电力与电场 1785, 库仑定律
第二章	电势与电场能量
第三章	电流与电路
第四章	磁力与磁场
第五章	物质中的磁场与磁性材料
第六章	电磁感应与磁场的能量
第七章	交流电路与电力输送
第八章	电磁现象的基本规律与电磁波

1872, 麦克斯韦电磁理论
1888, 电磁波被证实

为什么要学习物理？

中国科学技术大学物理学院唐

PROCEEDINGS OF SECTION B. — PHYSICS.

ADDRESS OF H. A. ROWLAND OF BALTIMORE, MD., VICE-PRESIDENT OF SECTION B, AUG. 15, 1883.

A PLEA FOR PURE SCIENCE.¹

THE question is sometimes asked us as to the time of year we like the best. To my mind, the spring is the most delightful; for nature then recovers from the apathy of winter, and stirs herself to renewed life. The leaves grow, and the buds open, with a suggestion of vigor delightful to behold; and we revel in this ever-renewed life of nature. But this cannot always last. The leaves reach their limit; the buds open to the full, and pass away. Then we begin to ask ourselves whether all this display has been in vain, or whether it has led to a bountiful harvest.

So this magnificent country of ours has rivalled the vigor of spring in its growth. Forests have been levelled, and cities built, and a large and powerful nation has been created on the face of the earth. We are proud of our advancement. We are proud of such cities as this, founded in a day upon a spot over which, but a few years since, the red man hunted the buffalo. But we must remember that this is only the spring of our country. Our glance must not be backward; for however beautiful leaves and blossoms are, and however marvellous their rapid increase, they are but leaves and blossoms after all. Rather should we look forward to discover what will be the outcome of

gree; yet we do not dignify him by the name of a chemist. And yet it is not an uncommon thing, especially in American newspapers, to have the *applications* of science confounded with pure science; and some obscure American who steals the ideas of some great mind of the past, and enriches himself by the application of the same to domestic uses, is often lauded above the great originator of the idea, who might have worked out hundreds of such applications, had his mind possessed the necessary element of vulgarity. I have often been asked, which was the more important to the world, pure or applied science. To have the applications of a science, the science itself must exist. Should we stop its progress, and attend only to its applications, we should soon degenerate into a people like the Chinese, who have made no progress for generations, because they have been satisfied with the applications of science, and have never sought for reasons in what they have done. The reasons constitute pure science. They have known the application of gunpowder for centuries; and yet the reasons for its peculiar action, if sought in the proper manner, would have developed the science of chemistry, and even of physics, with all their numerous applications. By contenting themselves with the fact that gunpowder will explode, and seeking no farther, they have fallen behind in the progress of the world; and we now regard this oldest and most numerous of nations as only barbarians. And yet our own country is in this same state. But we have done better; for we have taken

科学与科学应用

美国第一任物理学会会长Henry A. Rowland “为纯科学呼吁”

1883年8月15日美国国家科学促进会上的演讲，后发表于《Science》

美国的科学只存在未来，它没有今天和过去。在我这个位置上的人应该思考的问题是：我们必须要做些什么才能创造出我国的物理学，而不是把电报机、电灯和其它的便利设施称之为科学。我并不是想低估所有这些东西的价值，世界的进步需要依靠它们，成功发明这些东西的人应该受到世界的尊重。但是，虽然一位厨师发明了餐桌上的一道新鲜的美味佳肴，使世人在某种程度上享受到了口福，但是，我们并不会尊称他为化学家。……我时常被问及这样的问题：纯科学与应用科学究竟哪个对世界更重要。为了应用科学，科学本身必须存在。假如我们停止科学的进步而只留意科学的应用，我们很快就会退化中国人那样，多少代人以来他们（在科学上）都没有什么进步，因为他们只满足于科学的应用，却从来没有追问过他们所做事情中的原理。这些原理就构成了纯科学。中国人知道火药的应用已经若干世纪，如果他们正确的方法探索其特殊应用的原理，他们就会在获得众多应用的同时发展出化学，甚至物理学。因为只满足于火药能爆炸的事实，而没有寻根问底，中国人已经远远落后于世界的进步。我们现在只是将这个所有民族中最古老、人口最多的民族当成野蛮人。

然而，我们的国家也正处于同样的状况。不过，我们可以做得更好，因为我们获得了欧洲世界的科学，并将它们应用到生活的方方面面。

学习物理能得到什么？

- 学习能力
- 逻辑思维能力
- 分析、解决问题的能力
- 创新思维
- ...