

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

新世纪接班人素质培养

自然科学素质培养 (一)



新世纪接班人素质培养
(12) 自然科学素质培养

第一章 物理科学的启航

却说这是夏天的一个傍晚，大片浓密的黑云，象铅色的幕布一样，笼罩着天空，隆隆的雷声此起彼伏，闷热的空气受到即将到来的大雷雨愈来愈强烈的震动。

幽暗降临到大地，浓云密雨劈头盖脸地砸下来，狂风暴雨震撼着人们的灵魂。那倾斜的雨线，扯天扯地的垂落，向大地射出无数的箭头。

几分钟，天地已分不开，空中的河往下落，地上的河横流，成了一个灰暗昏黄，有时又白亮亮的一个水世界。

慢慢地，雨点由稠密变得稀疏，往东看，在一瞬间，一个弧形的半明的彩虹架在暗云中间，雨脚在那方一道道地下垂着，象是彩虹边倒挂的匹练。

那彩虹颜色鲜艳，紫色特别显著，只是长虹一端残缺不全。站在教学门前的牧士和信徒们，望着雨过复晴的晚空，喃喃祈祷着，手在心口上不住地画着“十”字。

你知道这是怎么回事吗？

原来这些信徒们看到彩虹出现，认为是上天给他们带来好运，但又看到彩虹残缺不全，以为是上天有意要惩罚有罪的人们。于是他们便祷告着。

其实，这是最常见的一种物理现象。古希腊著名学者阿那克西曼德说：

“风是空气的一种流动，因为空气的最轻和最湿部分为太阳所发动或膨胀起来。当太阳的光线投射在极浓厚的云上时，便产生了五光十色的七彩虹。”

这说明阿那克西曼德已经知道彩虹产生的原因，它只是一种普通的现象，而不是上天创造用来奖赏或惩罚人类的。

在本回里，我们将系统地介绍古代物理科学的发展及其重大成就。

就整个物理世界来说，古希腊人有过许多精彩的议论，他们对具体的物理现象也作过不少认真的研究，取得了一些成果。

米利都派的学者们已经注意到了一些物理现象，发表过一些看法。如泰勒说到磁石吸铁，他从他的哲学出发，认为那是因为这块磁石有灵魂。但是琥珀摩擦能够产生静电的这一功劳应该归功于他。

毕达哥拉斯派是着眼于从数的角度来研究物理科学现象。他们对于琴弦的长度与音律的关系的研究，取得了很好的成绩。

他们考查了同张力下不同长度的琴弦的音调，发现两弦长度之比为 2 : 1 时，两弦能产生谐音，亦即相差八度，若长度之比为 3 : 2 时，两音相差五度，等等。

总之是要使音调和谐，弦长必须是简单整数比。这个发现似乎支持了他们的哲学的合理性，使他们对宇宙间数的和谐，更加深信不疑。

自然科学家恩培多克勒（公元前 493 ~ 公元前 433 ?）似乎很善于观察也富于想象力，他是不认为自然界会有虚空存在的。

他有次在做试验中发现，上端密闭的管子插入水银中，水银不能进入管子的情形，他说这是因为管子中的空气的重力，堵住了想进入的水银。

他说：“听觉是外面的声音造成的，当语言所推动的空气在耳朵内鸣响时，便产生了听觉。”“空气振动时，便打击坚硬的部分，产生出一个声音来。”

他还认为，光是发光体的一种极为精细的流出物，它通过细微的孔道进入我们的眼睛，我们便能看见，光的传播是需要时间的，在一定的时间内才能到达我们的眼睛。

对于磁性，他也用类似的想法来解释。他说，铁块被磁石吸住，是由于铁块中的某种流出物大量流向磁石中的细微的孔道造成两者相吸的。

而古希腊的“第一个百科全书式的学者”德谟克利特对物理现象的解释则带有更多的猜测性。

如关于光，他说那是“从一切物体上都经常发射出一种波流”，“在眼睛和对象之间的空气由于眼睛和对象的作用而被压紧了。就在眼睛上面印下了印子”，这就是视觉。

他还说：“颜色并不是本身存在的，物体的颜色是由（原子）方向的变化。”

关于磁现象，他认为“磁石和铁是相类似的原子构成的，但磁石的原子则更精细。磁石比铁较松并且有更多的空隙。”

因为运动是永远趋向相类似的东西的，铁原子向外扩散而流向磁石，铁也就被拖向磁石了。

恩培多克勒和德谟克利特对磁现象的解释虽仍远离科学，不过比起泰勒斯的解释，已是前进一大步了。

下面，我们来介绍那个时期，最有影响的人物亚里斯多德是怎样解释物理科学的。

亚里斯多德是古希腊第一个最认真的研究物理现象的人。他的《物理学》也是世界上最早的物理学专著，尽管那时物理学的含义与现代的说法不尽相同。

亚里斯多德着力研究的是力学方面的问题。我们已经知道他认为月亮以下的世界的物体，都有重者向下轻者向上的自然运动，要改变它们的自然状态，就得有外力。

但外力一消失，物体就立即恢复它们的自然状态，或者静止不动于其自然位置，或者垂直上升，下落以恢复其自然位置。

亚里斯多德反对虚空观念，认为物体在空间的运动，也就是在某种介质中运动。物体的运动与作用于其上的力成正比，而与它所受到的阻力成反比。

他把外力的作用与物体的“非自然”运动这样联系在一起，那么他又如何解释，抛物体在离开抛物者以后仍能运动一段距离呢？

他说，物体刚离开抛物者那个时刻，由于它正向前冲而排开部分介质，就在它的后面造成一个虚空，自然界是不允许虚空存在的，周围的介质使文即填补这个虚空，于是这些介质，又对物体形成了一个向前的推力，物体因而得以继续前进。

但当该物体所受的阻力与推力相等时，它的非自然运动就停止了，抛物体就立即恢复它的自然状态了。

亚里斯多德似乎可以自圆其说，但他的认识与实际相去甚远了。

对于自由落体，他认为较重的物体下落速度要快一些，理由是它冲开介质的力比较大。当然，这种认识也是错误的。

亚里斯多德的物理学没有科学试验的基础，他的结论基本上是不正确的。他的错误认识也曾在很长的时期之内，严重地束缚着人们的思想。

不过，他的工作终究是人类对机械运动所作的最早的认真的分析，在这

个意义上来说，他的历史功绩也是不应轻易抹煞的。

古希腊人也很早就用凹面铜镜聚焦取火，玻璃透镜的使用也很早。

我们还知道古希腊人对光和视觉的一些看法，而把对光的研究建立在科学基础之上的则是欧几里得。他的著作《光学》和《论镜》，被认为是最早的光学专著。

欧几里得进行了许多光学试验，并且应用几何学方法来加以研究。他已经弄清楚了光的反射定律，即入射角与反射角相等。他还研究了凹、凸面镜的反射。

对于视觉的认识，他却是后退了一步，他不认为是物体发出的光进入眼睛而产生视觉，却认为是眼睛发出一种无形的触须般的“视线”与物体接触，而使人看见。

力的轶闻

力学之父

这一时期有着比较大的成就的，是被后人誉为“力学之父”的古希腊最大的物理学家阿基米德。

阿基米德（公元前 287 ~ 公元前 212）生于叙拉古。这是一座美丽的港中城市。

在宜人的地中海海风的滋润下，它美丽富饶。许多冒险家、航海家、商人都愿意在叙拉古游览、探险和贸易。

叙拉古的港口每天都很拥挤，云集着四面八方的船只，五花八门货物堆满了码头。穿着各式服装、说着不同语言的人们凑在一起，比比划划，大声交谈。

他们各显神通，开辟了一个个市场，进行贸易交流。经济上空前繁荣的叙拉古，在观念上也不断更新。贸易的往来和文化的交流，使古希腊成了人类文明的摇篮之一。

阿基米德就出生在这样一个充满知识和思考的时代。

阿基米德的父亲菲迪阿斯，是位数学家兼天文学家。儿子的诞生，给这位老科学家带来无比的喜悦。他将一支橄榄枝插在门楣，向全城宣告：“我有儿子了。”

小时候的阿基米德喜欢听故事，听伊索寓言，听荷马史诗。这些知识性和趣味性的故事，极大地增强了他的想象力。

到了上学的年龄，菲阿迪斯把儿子送到一位很有学问的老师那里。于是，阿基米德在铺平的沙子上，用树枝在地上画着他幼小的心灵和期待。

随着知识的加深，阿基米德对一切新鲜事物都越来越感兴趣。他喜欢听大人们某个问题的争论，他有时也敢大胆地说出自己深思熟虑后的看法。

他喜欢观察事物，重视一切现象，每天都有许多疑问在脑子里转悠。有时会迸发一些奇妙的新思想。

阿基米德在知识的海洋里畅游着。“大海为什么总是咆哮不停？大船为什么会浮在海面行走？船帆为什么是弧形的？船头为什么是尖的？”

有许多问题在叙拉古找不到答案，阿基米德感到很焦急。

有一次，阿基米德把一古脑儿的问题全部倒向一位航海家。这位航海家

觉得阿基米德有着惊人的睿智，丰富的想象力，便说：“请你回家告诉你的父亲，要他把你送到知识的窗口——亚历山大去。”

阿基米德回家后，便问父亲：“亚历山大是一个什么样的城市。”

父亲把自己所了解的亚历山大，告诉了这位未来的科学家。

原来，亚历山大是埃及最大的港口，位于尼罗河口。它是地中海东部政治、经济、文化的中心，是古埃及托勒密王国的首都。

在那里，有当时世界上最大的图书馆，藏书量高达70万卷。这里有一流的科学家、学者，还有为从事科学研究的科学家们建造的一流的实验室。

许多不同国度的科学家们，在这个学术氛围比较浓的城市里，专心致志地从事着他们的研究课题。

阿基米德听说亚历山大是如此的城市后，便向父亲提出他的想法：到亚历山大去！

终于，父亲在他期待的目光里答应了他的请求。于是，阿基米德每天到码头上，打听风向风力，准备着自己的行装。

求知的欲望使阿基米德变得冲动起来，最后在他父亲的努力下，依靠和国王亥厄洛的亲戚关系，阿基米德踏上了行程。

这一年，阿基米德仅有11岁。

白帆升上了船桅，水手们解开缆绳。阿基米德的心在蹦蹦地跳动，叙拉古向后退去，阿基米德向着知识的宝库，前行！

阿基米德来到了世界著名的学术中心亚历山大后，便幸运地成了欧几里得的弟子埃拉托色尼和卡诺恩的学生，向他们学习数学、天文学和力学。

亚历山大，这座新兴的城市，荟萃着各地著名的学者，被称为“几何学之父”的欧几里得，曾在这里开办学校，讲述着他的著名著作《几何原本》。

在这里，欧几里得培养了一大批通晓几何学的数学家。人们由衷地敬佩着他的才华，说他象魔术师一样，能够把苍天和大地任意变成复杂的图案，令人不可思议。

很快，阿基米德在知识的海洋里能够畅游自如了。他整天都在画着各种各样的几何图形，研究它们之间的联系、区别，找出它们那带有规律性的东西。

有一天，他和同学们乘着木船，从尼罗河顺流而下，兴致勃勃地浏览着尼罗河两岸美丽的风光：清新的空气，温柔的风，茂密的树木，肥沃的农田。

正是这次旅行，使阿基米德发明他的第一件作品：阿基米德螺旋提水法。

原来埃及人一直用尼罗河水灌溉农田，但是河床低，农田地势高，农民们只好手提肩挑，拎水浇地，又吃力又费功夫。

阿基米德看到这一情形后，心想：如果有一种东西，使水能够向高处流，那该有多好？但是，怎样才能做到呢？

他回住处后，便着手这件作品的研究，经过一个多星期的认真测算，他终于画出了这件物品的草图。

阿基米德找到木匠，向他比划着：“这是圆筒，这是螺杆……”

木匠好半天才弄懂这件物品的结构，几天后，聪明的木匠居然按照阿基米德的草图把物品做了出来。

阿基米德眯着眼睛看了看，又摇摇手柄，拍着木匠的肩膀，说道：“嗯，还行。”

于是，阿基米德扛着这个怪玩艺，走向农由的在稼地。

他把螺杆的一头放在河水里，安了手柄的那头放在岸上，轻轻地向着一个方向不断的摇动手柄，只见河水咕咕噜噜地从怪物的顶端冒出来。

一个显然不可能的奇迹发生了：水往高处流！

农民们放下水桶，争着来看阿基米德的发明，既省力又省时间。大大地减轻了劳动强度。农民们把阿基米德抛向天空。

螺旋抽水机很快地从埃及传到外国，人们不仅用它来提水灌溉土地，还用来排积水，扬谷粒，扬沙子。以后这个机械就被称作为“阿基米德螺旋提水器”。

直到今天，有的地方还在使用阿基米德螺旋提水器。至于飞机、大船的螺旋桨，甚至小的螺丝钉，那都是阿基米德螺杆的后代。可见，它影响至深至远。

公元前 240 年，47 岁的阿基米德回到他的故乡叙拉古，担任亥厄洛国王的顾问，继续从事他醉心的数学和力学的研究。

对于自己被迫充当了“一名被人看不起的象叫花子那样惟利是图的商业和战争机器的制造者”的角色，阿基米德简直是恨透了。

但是，他和亥厄洛国王有亲戚瓜葛，因此他受双重义务的束缚——即是臣子又是亲戚——必须听命于国王。

在国王的命令下，阿基米德搞出来的发明不少 40 种。其中一部分商用，但绝大多数是为了军事目的。

一次，他出生的城市叙拉古被罗马人包围了。于是，亥厄洛国王命令阿基米德立即设计一件防御武器，来对付敌人的围城。阿基米德接受任务后，思索了几天，便向亥厄洛国王复命。

亥厄洛国王问道：“难道这么几天，你的防御性武器就发明出来了吗？”

“是的，国王陛下。”阿基米德显然是精疲力尽了。

“用什么办法呢？”亥厄洛国王关切地问。

“用镜子燃烧的办法。”

阿基米德再也支持不住了，倒在桌上，呼呼大睡起来，显然，他自从接到任务后，没睡过一个囫囵觉了。

国王爱惜地看了阿基米德一眼，便命令仆人把他抬到床上，准备好丰盛的酒菜，准备好好慰劳一下这位又是臣民又是亲戚的卓越发明家。

这时，马西努斯率领着一支罗马舰队，在叙拉古城逡巡着，由于天气阴湿，罗马舰队只好待命。

不几天，终于是一个晴朗的天气，马西努斯便命令士兵们各就各位，准备轰击叙拉古城市。

正在这时，只见一束炽热的火光迎面扑来，顿时，罗马军舰着火。马西努斯正想命令士兵们灭火，但又一军舰着火。不一会儿，罗马舰队已有四五只军舰燃起冲天大火。

马西努斯一看这情势，知道进攻是不可能的了，失败也是不可避免了，遂命令：罗马舰队全线撤退。

原来，阿基米德利用光学原理，用巨大的火镜反射阳光，使其焦点聚于某一点上，来焚烧敌舰。

关于这个故事，后来的科学家艾萨克·牛顿爵士，在进行了一系列凹镜实验以后发表意见说：“象阿基米德这样的发明，在科学领域内不是不可能

的。”

“尽管关于这件事，大多数的历史学家认为是虚构的，但是，我坚持己见，尤其是发生在阿基米德身上。”

叙拉古第一次保卫战胜利后，亥厄洛国王亲自在王宫里设宴庆贺，把阿基米德安排在一个显著的地位。人们纷纷向国王道贺，夸奖着阿基米德的功劳。

国王举起酒杯对着阿基米德说：“我亲爱的阿基米德先生，我为我有你这样一个臣民而高兴，是你用了你的力量和智慧打败了罗马人。我提议，为阿基米德干杯！”

王宫内顿时欢呼起来。

阿基米德致答谢词：“是的，国王陛下的话是对的，人的力量是无穷尽的。比如，一块千斤的石头，我可以用杠杆来撬起它。就是说，再重的东西，在我手中，只是一块轻的鸿毛而已。”

在座的贵宾眼里，都露出了惊诧的眼神。国王见此，说道：“我亲爱的阿基米德，不要把话说得过于夸张了。”

阿基米德望着国王说：“任何重物都可以用一个给定的力来移动。陛下，若给我一个支点，我就可以移动地球。”

“开什么玩笑，到哪里去找一个支点能把地球举起呢？你太吹牛了！”国王说。

阿基米德这时向国王鞠了一躬说：“陛下，我可以用实例来证明我的观点……”

国王说道：“好呀，我倒看看你是怎样证明的？”

不多久，亥厄洛国王为埃及王建造了一条巨大的船只，但船造好了，却没法把它推到水里去。国王动员了全城的人，齐心协力。但又失败了。

叙拉古全城的人没有一个想出好办法，能使船只下水。这时，国王突然想起阿基米德：他不是能举动地球吗？我先让他举动我的大船吧，现在该是证明他的时候了。

于是，派人把阿基米德找到。阿基米德听后，轻描淡写地说：“没问题，大船定在什么日子下水，请提前两天告诉我。”

这天，天气晴朗，雪白的海鸥不时掠过蔚蓝色的海面，微微起伏的波浪在阳光的照耀下，闪着银光，这是个好日子。

海边的船坞热闹非凡，居民几乎是倾城而出，把海滩围得水泄不通，人们你一言，我一语地议论着，大声喧哗或窃窃私语，汇成潮水般的声浪。

有人说：“阿基米德注定要失败了。”

还有人说：“这个聪明的人今天要倒霉了。”

人们说着闹着，对着这只庞然大物指指点点，并不时地发出哄然大笑。

阿基米德走上前去，检查一下前两天已设计好的复杂的杠杆和滑轮机构，最后将绳子的一端拿到国王的身边。

国王说：“尊敬的阿基米德先生，你怎样将这庞然大物推下海呢？这是不可能的。所以，我奉劝你，不要太狂妄了。”

阿基米德把绳子交给国王，说道：“事实胜于雄辩，还是请你拉一下这个绳子吧。”

国王不解地接过绳子，试着用力轻轻一拉，奇迹出现了：船体竟慢慢地滑动了，他高兴极了。

就这样，这条沉重的大船由国王亲自送下了水。“哗——”就象平地里卷起一阵狂风，人群中欢呼鼎沸：“看啊，快看啊，大船真的下水了。”

全城的人象着魔似的观看着这一种迹，国王惊呆了，他明白，站在自己面前的阿基米德是一个无所不能的人。

国王立即站了起来，发出了告示：“从此以后，无论阿基米德说些什么，都要相信他，包括我国王在内。”

阿基米德是个科学上的“痴人”，他想起问题就象着了魔一样。让他吃饭，他好象丝毫没有听见一样，仍然继续在火盆灰里画着他的图形。

他妻子时时看着他，否则他即使在用油擦身时（古希腊贵族中流行的促进卫生和健康的—种方法），也会呆坐着用油在自己的身上画着图案，而忘记原来要做的事。

阿基米德曾经闹过这样一个大笑话：

这时期，由于叙拉古国王亥厄洛的政治威望及权势日益提高，为了报答诸神的恩泽，他决定建造一个华贵的神龛，内装一个纯金的王冠，作为谢恩的奉献物。

于是，国王给了他的珠宝工匠—锭称过重量的金子，叫他去制作—顶王冠。

工匠如期地把做好的王冠恭恭敬敬地送来了。金灿灿的王冠镂着花纹，既华贵又威严。国王很高兴，准备给这个工匠—定的奖赏，以资鼓励。

这时，有人告密，工匠盗去了部分黄金。国王听后，十分生气，便找来了珠宝工匠。工匠对天发誓：说什么也没偷，不信你可以称称王冠。

这句话提醒了国王，他赶忙命令左右侍从取下王冠—称，不多不少，王冠和黄金的重量丝毫不差。

这时又有人说：“也许是工匠偷去黄金，然后掺上白银，使重量和原来的相等，这样，你就发现不了。”

国王甚为愤怒，可珠宝工匠又赌咒发誓，说自己分毫未取，不信可以找人检验。如里而有假，甘愿伏罪。

国王突然想起他的宫廷科学家阿基米德，于是，把识别真假的—任务交给了他，要他尽—切可能查出这桩舞弊案。

国王提出的困难看起来很简单，倒是把阿基米德难住了，因为国王要求他不许损坏王冠，又要把问题弄清楚。这在许多人看来，几乎是不可能的。

王冠害得阿基米德吃不下饭，睡不着觉。在很多天的无结果研究之后，阿基米德几乎准备放弃了这项任务了：算了，看样子我是无法完成了。还是先去洗个澡，再去禀告国王，我无计可施了。

这一天清早，他前往叙拉古的公共浴室去洗澡。当他坐进澡盆时，水漫溢到盆外，而身体顿觉减轻。入水越深，这种感觉也明显。这时的阿基米德山此所悟，猛地爬出澡盆，大喊道：“尤里卡！尤里卡（我找到啦）！”

他—边喊，—边向街心跑去。街上人们看阿基米德光着身子高喊着，奔跑着，都以为他疯了，不知怎么办才好。

阿基米德到底找到了什么？

原来他找到了检验王冠真假的办法。于是他回到家后，马上做了试验：

他在—个空盆里放了—只瓦罐，小心地往罐里倒满清水，再轻轻地放进金王冠。就好象自己滑入澡盆时那样，水从瓦罐的边沿溢了出来，流到盆里。

他把盆里的水倒出来，量了量，记下了数据。

他又一次把瓦罐里的水添满，把一块同王冠同重的金块放进瓦罐里，水同样流了出来，于是，他又把这些量了一下。

两次数据对照一下，结果不一样，金块排出的水要比王冠排出的水少！重复几次，结果完全一样。阿基米德断定，这顶王冠肯定掺了白银。

但是，他还是不放心，又取来同样重的白银块，用同样的方法试了几下，结果白银排出的水还多于王冠。

阿基米德得出结论：这顶王冠被掺上了白银，把多余的黄金偷走了。王冠之谜终于被天才的科学家解开了。

阿基米德真是太聪明了。他那个时候人们还根本不懂得“比重”这个概念，更不懂得一个物体浸入液体后，要失去它排开液体的重量。

就是说阿基米德在解王冠之谜的同时，实际上也发现了流体静力学的基本原理。他如痴如醉的追求，天才地找到这一原理。从此，一个被作“阿基米德定律”的原理一直写到今天的每一本物理学教科书中。

而阿基米德的那一声大喊“尤里卡——我找到了啦”，也成为人类在自然科学领域里有所发现，有所发明，有所前进的代名词。

今天，潜水艇的沉浮，气球和飞艇的飞行，打捞海底的沉船，制造巨型的舰船，……都离不开阿基米德原理，阿基米德的著作《论浮体》成为水力学的奠基石。

写到这里，我想到了中国的一位少年在称一只大象时，用的方法与阿基米德的方法，有异曲同工之妙。有必要在这里写出来，奉献给读者。

东汉末年，曹操把献帝刘协从洛阳迁到许昌，独揽朝政，威望很大，整个天下一提起曹操，无不脸色惊变。

吴国的皇帝孙权为了拉拢曹操，给他送来一只大象，作为礼物。大象是热带地区的动物，生长在中原的人大都没有看过。因此，朝中上下，蜂拥而至，看了新奇。

曹操看到这个庞然大物后，心想：它的重量一定很可观，要是能称出它的重量，那该有多好！

但是怎么称呢？显然用普通的杠称是有困难的。要能够称这么一只大象，不仅现有的秤不会有，就是特地去造，也找不到这样一根又粗又长的大木料。

因此，要想知道这个大象的重量，必须另想办法。他邀请他手下的谋士们商量，又亲自去请教一些博学的老年人，可是都没有得到满意的回答。

这时候，他的小儿子曹冲却来献计了。他走到曹操的身边，仰起小脸说：“父亲，您不是想称大象吗？我倒有个办法？”

曹操听了小儿子的话后，不以为在地说：“去，玩你的搬家家去吧，到这来闲扯什么、我们正有事呢？”

这时，身边的一个大臣拉过曹冲，说道：“你真的有称象的办法？”

“那当然！”

这位大臣对曹操说：“丞相，这曹冲是个天资聪明的孩子，说不定他的脑袋里藏有什么绝妙的办法？你让他说吧。”

曹操这才说：“你有什么办法，快说吧！”

曹冲说：“我想，一般货船装的货物越多，吃水就越深。如果我这个看法是正确的话，那么无论装什么样的货物，只要重量相同，船的吃水深浅也一定相同。”

曹冲看了看四周，只见父亲和大臣们均张开嘴巴望着他。于是，他继续说道：“现在您要称大象的重量；可以把大象牵到一条大船上，看它的吃水线在哪里，就在那里划上一个大记号。”

曹冲讲话越来越流畅了：“然后把大象牵回岸上，再用石头装到船里去，让船下沉到刚才的吃水线为上。这时候，装在船里的石头不就等于大象的重量吗？”

“我们不能把大象一次称出来，但船里的石头却可以分成多次称，称的结果就是大象本身的重量。”

曹操高兴的拉过曹冲：“对，对，我刚才差点怪罪于你。”

另外一个大臣接着说：“这真是个好办法！这样一来，大象是完全可以称出来的。丞相，你的小儿子真是个神童也！”

曹冲称象的办法，是根据这样一条规律：一定重量的浮体，排开一定体积的水；两个浮体重最相同，它们排开水的体积也相同。”这条规律是从货船载重和吃水深浅的关系中抽象出来的。

生在 1700 多年前的一个小孩子，能够通过对日常现象的精细观察而得到这样的规律，可真不简单！可惜的是聪明的曹冲只活到 13 岁（196——208）上就死了。

一个东方，一个西方，一叫曹冲，一叫阿基米德，在那个时代，他们都是当之无愧的天才人物。

阿基米德有句名言：“给我一个支点，我将能够移动地球。”不管他是否真的说过这句话，但我们相信他敢说这句话，因为“杠杆定理”是他发现的，而杠杆的力学作用我们是十分清楚的。

传说，他的这句名言是他跟国王亥厄洛聊天时说的。亥厄洛一听，觉得阿基米德是在吹牛说笑话，也就笑着说：“你的声明是永远可靠的，因为你无法用事实证明它。”

阿基米德有杠杆定理撑腰，而且还有他发明并制作、使用的变形杠杆——滑轮、轮轴以及变形斜而——螺旋、螺杆等的雄厚技术基础，他怎么能对亥厄洛的讥笑服气呢？他要求国王找一个非常重的东西，由他一个人来搬。刚好，当时有一艘三桅大木船，是国王亥厄洛替托勒密国王制造的，正等待下水。于是亥厄洛就把此事交给了阿基米德。

阿基米德是机械学的创始人和机械发明家，他不仅敢说“大话”。而且勇于实践。他做了充分的准备，设计并制造了一套机械效益很大的螺旋，螺杆，滑轮和轮轴的复合装置。启动施力点是连在螺杆上的手柄。到了预定的那天，看热闹的人挤得人山人海，阿基米德面对着国王，不慌不忙地摇动了启动手柄，奇迹立刻出现在人们的眼前：三桅大船竟被一个人所搬动了！阿基米德让国王也亲自来试试，大船也照样“听话”地移动。事实说明阿基米德不是吹牛说大话，他的名言是对“杠杆定理”的艺术表达。国王亥厄洛亲身体验了科学技术的巨大作用，他当即宣布：大家听着，我下令，从今天起，无论阿基米德说什么，都要相信他。

有一个时期，阿基米德被请到了埃及，帮助埃及利用尼罗河的水。在那里，他发明了螺旋式水车，被称为阿杜米德螺杆，用来提取河水。所谓阿基米德螺杆，是装在圆筒里的一根很长的木螺杆，一端在水里，一端在岸上，摇动木螺杆上的手柄，使螺杆转动，就把水提升上来了。迄今这种阿基米德螺杆，还有埃及农村用于灌溉，在荷兰用于沼泽地区排水。

下面我们再把话题扯回来，再看看阿基米德其它的物理发明。

且说马西努斯率领的罗马舰队被阿基米德用镜子反射的强光焚烧后，不甘心失败，又率领着一支由 60 条装备各种武器和发射器船只的舰队浩浩荡荡而来。

这时国王惊恐不安，连忙请教阿基米德如何才能解围，阿基米德草草地说了一句：“杠杆原理，我能使您的大船下水，我就能使罗马舰队的船只上天。”

于是，他制造出一种类似现代起重机一样的机械，训练一批守城的将士，将如何使用操练了一番，国王这才放下心。

马西努斯这次是有准折而来，他们的舰队一直驶到叙拉古的城前，以防被阿基米德的“神火”烧毁。

可是，这么一支浩浩荡荡的大舰队，在一系列阿基米德滑轮铁链的抓钩下，显得不过是一些玩具而已。

这些阿基米德的“铁爪”，象老鹰似从大而降，向罗马舰队扑去，将它们“直拉上天，然后将它们船首向下，抛进海的深处。”

有时，为了变化一下防御战术，阿基米德将敌人的橹桨船直接到城墙下面的延伸出来的山崖上空，然后再将它们东摇西晃，最后把他们连人带物一起甩到下面的嵯峨的岩石上去。这是一幅多么可怕的图景。

当马西努斯看到自己的舰队遭受到如此惨状时，有人听见他惊叫：“不要再和这个几何学妖怪打下去啦，他把我们的船只当作从海里舀水的玩艺儿，并且对我们最有效的武器痛加鞭撻，使它们出尽了洋相。他神奇莫测的魔术，简直比神话传奇中的百手巨人的威力还要高超少倍。”

最后，罗马士兵害怕到了草木皆兵的地步，以致他们一看见一条绳索或一段木头伸出城墙，就会大声喊叫：“阿基米德来了。”并且吓得四处逃窜。

看来用进攻来征服叙拉古是不可能的，马西努斯就决定以封锁来制胜敌人。但是，即使进行了封锁，阿基米德的智慧仍使他的城市的陷落推迟了三年之久。

不幸的是，叙拉古的居民放松了警惕，他们认为，只要阿基米德在，叙拉古是决不会失败的。殊不知，罗马已经觊觎叙拉古以久，不会放过任何机会的。

公元前 212 年的一天，在为纪念月亮女神阿尔忒弥斯的节日里，叙拉古人照例是美酒、篝火、舞蹈狂欢夜。他们纵酒作乐，忘记了一切。

这时，罗马军队在月亮被乌云遮住时，悄悄地从一道冷僻的城门，用云梯爬上城墙，几乎没有遇到任何抵抗，攻进了狂欢中的叙拉古城。

罗马军人的偷袭成功了。

当叙拉古人翌晨清醒过来时，发现他们的城市，已成了罗马军队的掌中之物。后悔已经来不及了。

传说，当马西努斯从城外的高山上俯瞰叙拉古城时，曾经为落在这座城市上的命运而伤心流泪。因为他知道，他麾下的士兵，被打败多次。但这次胜利，他再也无法制止士兵们不享受掠夺的大丰收了。

是的，甚至在马西努斯自己的军官中，很多人赞成将这座城市夷为平地，并将所有居民斩尽杀绝。

但马西努斯对这种复仇的狂热力加反对。因为他钦佩能够这么长久并月，英勇地坚持抵抗他的叙拉古人。他特别钦佩他的“几何学对手”。他下

令说：

“不许任何人碰一碰阿基米德。应该把这个人作为我们的上宾。”

这时阿基米德正在家里，全神贯注地蹲在地上研究一幅几何图形。他在苦思冥想，似乎并没有理会到战争的恐怖，也没有听到罗马士兵进城的叫喊声。他完全地沉浸在思维的世界里。

气势汹汹的罗马士兵一脚踢开房门，看到一个糟老头子正专心致志地看着几何图。这个士兵大声吆喝道：“喂，老家伙！”

阿基米德正在思考，对突然闯进来的不速之客很反感，尤其是他那骄横的声调。于是便连头都没抬，不屑地说：“嗯，你难道没有看见我在工作吗？”

他仍然在望着他的几何世界。

罗马士兵一脚踩上去，正好踩在他几何世界的中心。阿基米德这才抬起头来：“你这混蛋，你弄坏了我的图！”

说着，阿基米德用棍子向罗马士兵打去，罗马士兵后退了一步，恶狠狠地举起剑……

只是在这时，阿基米德才知道，站在面前的，是他的敌人。阿基米德说：“请先不要把我杀死，给我一点时间，免得给后人留下一道尚未证明完的问题。”

但是，凶残的罗马士兵手起剑落，刺死了 75 岁的阿基米德，鲜血象喷泉一样涌出，把地上的几何图形涂成血色的问号。

这位温和的科学家，临死前躺在地上用他那微弱的声音说：“你们夺去了我的身体，可是我将带走我的心。”

阿基米德之死，马西努斯甚为悲痛，除严肃处理了这个士兵外，还寻找着阿基米德的亲属，给予抚恤并表示敬意，又给阿基米德立墓，聊表景仰之忱。

因阿基米德发现了球的体积和表面积，都是外切圆柱体体积及表面积的 $2/3$ ，并且他生前曾流露过要刻此图形于墓上的愿望。因此，马西努斯又在碑上刻着球内切于圆柱的图形，以资纪念。

在这里，有必要提一下，100 年之后，公元前 75 年，罗马著名的政治家和作家西塞罗（公元前 106 ~ 公元前 43）在西西里担任财务官，有心去凭吊这座伟人的墓时，当地居民竟否认它的存在，并说无此人。

西塞罗便率众人，借助镰刀开辟小径，发现一座高出杂树不多的小圆柱，上面刻着球和圆柱的图案历历在目，这久已被遗忘的寂寞孤坟终于被找到了。

墓志铭仍依稀可见，大约有一半已被风雨腐蚀。可怜可悲可恨的叙拉古人，竟不知珍惜这非凡的纪念物。

又两千年过去了，随着时光的流逝，这座墓也消失得无影无踪。现在有一个人工凿砌的石窟，宽约十余米，内壁长满真苔，被说成是阿基米德之墓，但却无任何能证明其真实性的标志了。

阿基米德，你的灵魂能安息吗？！你这物理学之父！

最后，我们把阿基米德的主要发明和著作列出，供读者查阅：

发明：

使水上升的阿基米德螺旋提水船滑轮科学著作：

《关于球体和圆柱体》

《圆周的测量》

《关于圆锥体和球体》
《关于螺旋形》
《重心》
《论浮体》
《砂粒计数器》
《机械学方法论》
《几何学命题》
《家畜问题》

时代精英

再说到了古罗马帝国时期，出现了位科学家卢克莱修（约公元前 99 ~ 约公元前 55）。他虽然没有阿基米德那样才华横溢，但他是那个时代那个时期的精华。

卢克莱修生于罗马，是哲学家德谟克利特的忠实信徒。著有长诗《论物性》，全诗共 6 卷，七千余行。

在这本书里，卢克莱修描写了自然界的各种现象，总结和反映了当时自然科学的成就，同时阐述了原子唯物主义思想。

他认为世界上除了永远存在着的由微小不可分的微子——原子组成的物质外，没有任何别的东西。宇宙是无限的，是由无数永远产生着、发展着和灭亡着的世界所组成。

世界上物的多样性只不过是物质粒子即原子结合多样性。物的消失只是原子的分离，但没有一个原子可以被消灭。

在认识问题上，卢克莱修承认世界的可知性，主张感性知觉是认识外部世界的唯一源泉。各式各样的原子——圆形、棱角形、粗糙的、光滑的——作用于人的感官而引起各种不同的感觉。

卢克莱修是无神论者，他批判了宗教偏见，认为宗教是人类罪恶之渊。宗教的根源在于人们害怕尚未认识的自然现象。

世界上最初的神是由于恐惧心理所造成的，只要向人们解释自然现象的真正原因，宗教偏见就会消灭。

卢克莱修的观点在当时人们还未完全摆脱宗教的束缚时，是一种科学的论断，是唯物主义的具体表现。

再说到了古代阿拉伯时期，著名学者比鲁尼很认真地研究过物质比重问题，他相当精确地测定过 18 种宝石和金属的比重。他还曾以连通管的原理来解释地下的天然喷泉。

著名的科学家哈兹尼（闻名于 1115 ~ 1121）则继续从事比鲁尼测定比重的的工作，编成了一个包括许多种固体和液体的比重表。

他注意到水的比重与温度有关，还认识到空气也有重量，认为阿基米德浮力定律在空气中同样适用。

他经过研究分析，他说：大气的密度与高度有关，越靠近地面越大，反之则越小，所以物体在不同高度称量时，所表现出来的重量并不相同。

他因此而提出了一个在物理学上很重要的思想，即物质的量和它的重量不是同一的，两者成正比关系。

古代阿拉伯人在光学方面做了世多的工作，肯迪是一位学识广博的学

者，据说他写过 361 种著作，但这些著作大都失传。他的主要著作之一是关于几何光学和生理光学的，曾有拉丁文译本流传于欧洲。

古代阿拉伯最著名的光学著作是伊本·海赛木（965～1039）所著的《光学》。

在这部著作中，海赛木批判了欧几里得和赫伦的错误观点，正确地指出人之所以能够看见，是物体发出的光线进入眼睛所致。

他作了大量光学试验，认定光线在不同介质的界面上折射时，入射线，折射线和法线在同一平面之上。他不同意托勒密所说的入射角与折射角成正比的意见，不过他也未能找到正确的关系式。

海赛木还研究了球面镜、抛物面镜以及球面象差的问题，知道了平凸透镜的放大作用，正确地解释了太阳和月亮在接近地平线上时，看起来要比在空中大些的原因。

海赛木的著作很早就被译成拉丁文而流传，欧洲中世纪所有关于光学的著作几乎都受到它的影响。海赛木的工作实际上为近代光学的研究奠定了基础。

总之，物理学的发展自亚里斯多德和阿基米德之后，便陷于停顿。只有在阿拉伯时期，才又有了新的起色。

再说古代印度的主要成就是在天文学、数学、医学等科学领域，他们也有许多其它技术发明，例如，他们是世界上最早种植棉花的国家。甘蔗在公元 5 世纪就已大面积种植。

公元前 710 年，古印度人就会制造银币，公元前 330 年，就会炼钢。他们在造船、航海等许多方面的贡献也很突出。

上面我们说了古希腊，古代阿拉伯以及古印度的物理学发展情况，那么，古老的东方——中国的情形又是如何呢？

防止超速的奇招

我们都知道动量定理：物体所受冲量等于该物体的动量变化量。高速行驶的汽车很难在短时间内刹车。在现代生活中超速驾车狂奔已成一大公害。每天每小时每分钟在全世界都有车祸发生。设计汽车的人们绞尽脑汁提高刹车性能：提高轮胎与路面的摩擦系数，虽然收到一定效果，但车祸仍未减少。有些人就在减少汽车动量上下功夫，一般是降低车速。

马来西亚柔佛州山川秀丽，景色宜人。路边竖着不少交通标志和安全标语：“阁下，驾驶汽车不超过 30 英里，您可以饱览本地美丽景色；超过 60 英里，请到法庭做客；超过 80 公里，欢迎光临本地设备最先进的医院；超过 100 英里，请君安息吧！”文字幽默，苦口婆心，十分引人注目。

德国交通管理部门对超速行车者不采取通常的罚金和制裁手段，而是将车扣住，停在停车场。山警察用车子把司机送到离城 10 公里以外的荒郊野岭，让他步行返回，以示惩戒。

墨西哥城的交通管理人员在公路边立了不少告示牌，牌上用大字写着：“请司机小心。如果超速，本城一无医院，二无医生，三无药品。”

据说，美国有一个地人，在公路拐弯处立一标志，上画一位美丽动人的年轻女郎；下写：“我喜欢开慢车。”立起这块牌子后，此处真没有出过交通事故。

北京郊区公路上常见蓝色三角标志，上画撞车图形，并写着“前方 300 米处为事故多发地段”。

上述这些告示牌，言语不多，述之以理，晓之以情，使司机不要开快车。车速慢，动量小，刹车过程动量改变量小，所需冲量小。易于刹车，易于控制，真是减少交通事故的一种好方法。

能的转化和能量守恒

在非洲东部，当地土人有一种巧妙的捕猎方法：他们在一棵树上放一箱蜂蜜，在树的中央用绳索吊一大截木头，在树下的地上埋一些削尖的木桩。蜂蜜的香味会招来贪吃的黑熊，但当熊爬到树中间时被木头挡住人路。熊用爪子将木桩推开，木桩落下时打在熊的头上。熊又用更大的力将木桩推开，木桩也更重地打在熊的头上。这时熊被激怒了。它奋力将木桩打开，木桩又会重重地打在熊的头上，就这样熊与木桩展开一场激烈的搏斗。最后，熊终于筋疲力尽而从树上掉下来，落在木桩上被人们捕获。这个装置可以连续使用，且效果颇佳。

那么，到底是谁将熊从树上打下来的呢？原来正是熊自己。当熊将木桩以一定的速度推开时，木桩在摆动过程中位置升高，重力势能增加，速度减小，这时动能转化成木桩的势能；当到最高点时，动能全部转化成势能，接着木桩摆回，这时势能又转化成动能，使木桩速度越来越快，摆到最低点时，势能全部转化成动能。熊正好是在最低点，所以木桩将以熊推开它的速度的大小打在熊的身上。

在这个捕兽装置中，实际上，是利用了能量的转化和守恒定律。这个定律在物理学中是极其重要的，被人们称为是贯穿物理学的一条“红线”，恩格斯称它为“伟大的运动定律”。然而你可能不相信，这个伟大的运动定律却不是由物理学家首先提出的，第一个发现它的是一位医生，名叫迈尔。

迈尔是一位德国的医生，但他对生物学、化学和物理学都非常感兴趣。并且一边行医，一边从事研究。1840年，迈尔作为一名随船医生从苏腊巴亚到爪哇。在爪哇，他发现当地人的静脉血不像其他高度地区的人那样是暗红色，而是和动脉血一样呈鲜红色。这一发现使他十分惊讶和好奇。并引起了长时间的思考，终于在1841年航行结束时，得出了比较成熟的看法。他用燃烧理论解释以上现象，认为由于当地气候炎热，人们不需要从食物中摄取过多的热量，所以肌体中食物的燃烧过程减弱了，静脉血中留下了较多的氧，因此呈鲜红色。他又进而想到化学家一般认为的物质不灭，也可以应用到“力”（当时人们将能量也叫力）上。认为力（即能量）同物质一样也是不可破灭的，它们加入不同的组合，在旧的形式中消灭了，又形成新的形式。

1842年，迈尔将载有他上述观点的文章《关于机械力的评论》发表在德国生物、化学家李比希主编的《化学和药理学》杂志上，从而成为提出能量的转化和守恒定律的第一人。

敢向拳王挑战的肚皮

听说，香港国术总会永远名誉会长陆韶新先生，1975年10月曾经在英国伦敦公开摆擂，允许任何人可向他的肚子连击3拳。

这种擂台最能招来应战者，因为摆擂人不还手，应战者只打人不挨打，输了没关系。所以陆先生打擂条件一出，应战者立刻排成了上百人的长队，排在第 30 位的是英国重量级拳王亨利·谷巴。

应战者一个跟一个地上台，前面 29 人，连续向陆先生的肚子猛击了 87 拳。虽然敢上台来的个个都是有力气的好汉，然而没有任何一拳能打伤陆先生的肚子，他们都一个接一个地败下擂来。

轮到排在第 30 位的重量级拳王亨利·谷巴了，观擂的人群兴奋起来。人们知道，重量级拳手的一拳，在沙袋上，给沙袋的冲击高达二三百公斤力！现在来的是重量级拳王，一拳下去可不简单；何况陆先生的肚子前面又被打了 80 多拳！

然而，人们看到的却是，陆先生在谷巴的打击下“面不改色，潇洒自如”！重量级拳王也同样灰溜溜地败下擂来，陆先生的“钢肚”威镇了伦敦。

陆先生的肚子为什么不怕打呢？我们认为有两方面的原因。

一方面是陆先生肚子有特点。我们猜想，很可能陆先生经过独特的锻炼，使他的肚皮的肌肉特别坚强，弹性特别好。而且，很可能陆先生还会“气功”。

另一方面是陆先生很会应用物理学的原理。

下面我们将这两方面结合起来做一个简单的分析。

高中物理学中的“动量定理”是说：动量的变化等于它的冲量。即 $Ft = mv_1 - mv_0$ 设谷巴挥动的拳头连同挥动的胳膊的总质量为 m ，拳头刚接触陆先生肚皮时的速度为 v_0 ，拳头与肚皮的碰撞时间为 t ，肚皮对拳头的平均冲力为 F ，由于拳头与肚皮撞击结束时拳头速度 $v_t = 0$ ，根据上式（设 v_0 的方向为正方向）得：

$$F = \frac{mv_0}{t}$$

由于谷巴出拳的 mv_0 是他尽自己努力而确定的，所以他的拳头受到的力 F 的大小，根据上式可知，将由拳头与肚子碰撞的时间 t 的长短来决定。同时，拳头打肚皮的力 F 的大小，同样是由这个时间 t 的长短所决定的。

由于陆先生肚皮肌肉弹性特别好，还可能会气功，“运气”来加强其肚皮肌肉的弹性功能，因此，他可以使他的肚皮迎击拳头的缓冲时间大大加长，从而使拳头与肚皮之间的相互作用力大大减小，使其根本达不到使肚皮肌肉发生“弹性形变”的程度，所以陆先生“面不改色，潇洒自如”。也就是说，尽管拳王谷巴可以伸出比别人动量较大的拳头，但在陆先生的肚皮上也打不出很大的冲击力来。所以，谷巴也只得是白打三拳败下擂去罢了。

改变地球历史的大碰撞

大家都知道碰撞能改变物体的运动状态，深层剧烈的碰撞甚至能改变物质的性质。在地球发展的过程中，就经历了一次改变地球历史的大碰撞。

6500 万年前，一块天外巨石突然急速地撞向地球。碰撞中心在墨西哥湾尤卡坦半岛沿岸。被砸出的大坑深 5000 米，直径约 300 公里，相当于半个比利时的面积。这块宇宙飞石的质量可能与哈雷彗星相同，它的速度高达每小时 16 万公里，也就是每秒 44.5 公里。撞击地球的时间在 1 秒钟之内。它具有的能量相当于 100 万亿吨到 300 万亿吨 TNT 炸药爆炸时的能量。此次撞击的猛烈程度可能比目前世界上所有核武器在同一地点爆炸所造成的猛烈程度

大好几倍。撞击后立即就有大约 20 万平方公里的土壤和岩石受热汽化，飞溅升腾到空中。由于撞击使碰撞部分产生两万摄氏度以上的瞬时高温，120 米高的潮汐波汹涌地越过大洋，并在数百公里之外引发了 12 级大地震。潮汐波猛烈地冲刷着沿海地区；高温使原始森林和草原燃起长时间的熊熊大火；大气中充满了尘埃和化学物质；烟雾，尘埃和蒸汽一连几个月遮天蔽日，混浊一片，致使地球变冷，恐龙灭绝，大陆板块移动……

这次碰撞极大地改变了地球的历史进程，其影响之深远一直延续至今。

奇异的脉冲双星

1993 年 10 月 13 日，瑞典皇家科学院宣布：本年度诺贝尔物理学奖授予现在在美国新泽西州普林斯顿大学任教的拉塞尔·赫尔斯和小约瑟夫·泰勒。两人分享 84.5 万美元的奖金。

1993 年 52 岁的泰勒也是美国物理学会及美国天文学会的会员。他的家乡在费城。他在一所家乡学院大学毕业后就读于哈佛大学，并获天文学博士学位。1980 年，他开始在普林斯顿大学任教。

1993 年 42 岁的赫尔斯也是美国物理学会及美国天文学会的会员。他在纽约出生。1975 年，他获得了马萨诸塞理工学院的物理学博士学位。他在该校就读时的指导教师就是当时在这里任教的泰勒。

师生俩一见如故，相交甚深。他们之间有争论，有冲突，更多的是相互尊重，互相学习。他们在餐桌边探讨切磋；他们在实验室内边工作边吃夜宵。学院林荫道上拖着他们长长的身影；图书馆里响着他们翻书的声音。他们长久地、认真地观察着广袤宇宙中浩如烟海的星体。1974 年，他们俩在波多黎各利用大型射电望远镜发现了一颗名为 PSR1913+6 的脉冲星。此脉冲星最大的与众不同之处是它附近有一颗质量接近太阳的另一颗脉冲星。脉冲星是一种天体，能定时地迅速爆发能量，能量形式为电磁波。此前，人们发现的脉冲星总是单个存在的。而赫尔斯和泰勒发现的是一对脉冲双星，它们大约以每秒钟 16 次的速度定时发射电磁波。这对脉冲双星中的每一个质量都和太阳差不多，并且压缩成直径为 20 千米（有的报道为 10 千米）的极小球体。这样大的质量，这样小的体积，其密度极大，周围形成非常强的引力场。据说，如果物体在它们之中的一个表面上，这个物体所受的重力是在地球表面上的 1000 亿倍，即 1 千克的物体所受重力为 9.8×10^{11} 牛顿。

这一发现是技术与科学发展史上一个重要的里程碑。这对脉冲双星是一个可以“旋转的太空实验室”，提供了引力波存在的间接证据。这是因为爱因斯坦曾预言天体系统通过发射引力波而丧失能量。这正像原子发光，原子的能量减少一样。这一发现的重要性就像泰勒所说：“它使我们能更好地了解宇宙的规律。我的学生发挥了重大作用。”赫尔斯说：“它使我们可以更深刻地研究引力。我的老师起到了指导作用。我要感谢我的老师。”

师生在发现脉冲双星 19 年后同获诺贝尔物理学奖。二人是物理学界闪闪发光的一对双星。

天文奇观

一次亘古未有的天文奇观即将发生。

据某新闻社报道：科学家们预计，在 1994 年 7 月份将有多达 21 个彗星碎块一个接一个地冲进地球的邻居——木星。届时可能会闪出耀眼的光芒，迸发出巨大的火球。这种连续的碰撞可能在木星上引起强劲的风暴，远看木星表面会出现巨大的红斑。这是天文学史上千载难逢的重要事件。这些彗星碎块冲击木星造成对地球的影响和冲击极大，是人类诞生以来亘古未遇的事。科学家们从来没有观察到流星、彗星撞击行星的现象，对此科学家们兴奋不已，激动无比。他们已经开始投身于这次观测的准备活动中。

1993 年 9 月刚发现的一颗彗星名为“休梅克—利维 9”，距木星极近，由于木星巨大的引力作用该彗星已裂解为多个碎块。初步估计碎块宽度在 0.5 英里至 3 英里之间，更有意思的是碎块按“一”字形排列，彗头、彗尾依次相连。人们戏称这颗彗星为一串珍珠。这串珍珠已在绕木星运行，其轨道半径越来越小。人们已经计算出 1994 年 7 月份下旬内的 6 天时间内，该串珍珠撞进木星。开始撞入的速度大约为每秒 37 英里。这个速度用天文学标准衡量，也是相当快的。

可惜，这样的天文奇观在地球表面不能直接看到，这是因为珍珠串撞击木星的位置在背对地球一侧。幸运的是，1989 年发射的“伽利略”号探测器到那时刚好在适当的位置观察。目前这颗探测器已在火星附近盘桓数年之后远离火星并奔向木星轨道。

同时人们试图重新调整“旅行者 2 号”探测器上的摄像系统。这个探测器的位置早已超出距太阳最远的冥王星轨道。该探测器到木星的距离是太阳、地球间的距离的 40 倍。虽然相距如此遥远，但由于摄像系统十分精密，分辨能力极强，回首观望木星表面的现象还是非常可能的。

地球表面的天文望远镜也会有些收获。如果运气好的话，人们就可观察到撞击开始时的闪光以及随后出现的火球——这要借助于木星的几颗卫星反射这些光，由于木星自转周期较短，碰撞过后几个小时，就可直接观测到碰撞位置的情形了。

由于木星是一颗密集的气体星球，其平均密度只比水稍大一点儿，所以这些珍珠不会碰到什么坚硬的表面。还有一些人认为彗星碎块在冲击木星之前，由于木星的引力作用还要进一步裂解为很小的碎块变成“珍珠粉末”。正因为如此，估计溶入木星之前只是一条尘埃长带。上述激动人心的场面不能出现。

谁是谁非，让我们翘首拭目以待。

闪光的并不都是黄金

这是一个传说的故事。1576 年，英国航海家弗洛西比尔在第一次航海时，从哈利岛带回了一块光灿灿的黑石头。这是航海家常有的事，早期的世界各民族的文化交流，某些奇珍异宝的发现，有许多就产生于航海家们的“带来”、“带动”之中。

弗洛西比尔从哈利岛带回这块石头，当然不是因为它“黑”，很明显，是因为它是“光灿灿”的。这自然使弗洛西比尔将这石头与某“贵金属矿”联系在一起或者有更意想不到的重大发现。他希望得到鉴定，所以他才将它带了回来。

果然，一位意大利炼金士在看过这块石头之后，说它是品位很高的金矿

石。这个结论虽然还只是一个“个体”检验，但是重大发现常常是从“个体”开始的。所以，这个结论无疑地给了弗洛西比尔巨大的鼓舞，第二年（1577年），弗洛西比尔就进行了第二次航行。这回他采集了200吨这种“光灿灿的黑石头”回英国，期待对他的发现作出“群体”检验。

果然，探险专家和其他有关人员，在检验了这些石头之后，宣称它所含的金银价值很高。这个宣称，也正是弗洛西比尔期待的结论。这个宣称，也引起了沙塞爱公司的兴趣。在沙塞爱公司的资助下，弗洛西比尔迅速在第二年（1578年）就带领一支由15条船组成的船队，第三次踏上了海程。这次航行的目的是十分明确的，弗洛西比尔的船队，一共采集了1350吨这种“光灿灿的黑石头”。装载完毕，15条船满载弗洛西比尔的希望，扬帆回英。

然而，弗洛西比尔一回到英国，他满怀的希望立刻变成了泡影！原来，这“光灿灿的黑石头”并不含有金子，它所含的不过是黄铁矿、白铁矿和一种古铜色的云母。

于是，这番冒险事业就以失败而告终了，在采金史上留下一页遗憾。造成这次遗憾的原因，无论意大利炼金士也好，还是探险专员也好，他们都只凭“肉眼”观察，而没有进行科学的“化学分析”或“物理性质分析”。

怎样用“物理方法”来区分金与黄铁矿、黄铜矿、金云母等呢？主要方法有：（1）比较外形；（2）比较硬度和延展性；（3）比较密度；（4）比较它们在火中的表现。而这些方法，在中学的物理课堂上，同学们都听过老师的讲解，这里就不再重复。

上面讲的故事是采金史上的一个传闻，关于“金”的故事是很多的，在这里摘录一些有关“金”的知识，以便从一个侧面帮助同学们去理解那些有关“金”的故事。

（1）“黄金”名称从何而来？黄金的化学元素符号“Au”，来自拉丁语Aurum，这个拉丁字的愿意是“曙光”。初升太阳金光灿烂，与黄金的颜色一样，因而得名“黄金”。

（2）黄金为何珍贵？物以稀为贵，黄金储量只占地球壳岩圈的 5×10^{-7} %，而且多数是在海洋中。据估计，海洋中的黄金总藏量在1500万吨到1800万吨之间，平均每吨海水含黄金0.02~0.05毫克，可惜，现在还只有“沙里淘金”，还不能从海水中去提炼黄金。

（3）黄金为何令人喜欢？这是由黄金本身的性质所决定的。

首先，黄金的化学性质非常稳定，它不易被氧化，哪怕历经千年，任其风吹雨打，它总是金光闪闪，永不退色。只有“王水”（由浓硝酸和浓盐酸按1:3混合的溶液）才能使黄金氧化而溶于其中。在第二次世界大战中的1943年，丹麦著名物理学家玻尔，在撤离哥本哈根实验室时，就曾将他在1922年获得诺贝尔物理学奖金的同时所获得的一枚诺贝尔金质奖章，溶于王水之中，放在实验室的橱柜里，战后再将金子从王水中提炼出来，重新铸成诺贝尔金质奖章。

其次，黄金具有极其优良的延展性，它可以碾成薄到 8×10^{-5} 毫米的金箔，1克黄金能拉成长25000米的金丝。因此，它可以“任人摆布”，制成任意形状的物体。

第三，黄金的熔点高达1063℃，一般火焰不易达到这个温度，这就是“真金不怕火炼”的来源。因此，黄金制品给人以特殊的“安全感”。

以上3个方面的“令人喜欢”，主要是以黄金饰品的角度来说的，并不

包括黄金和黄金蒸汽在技术上的应用。

(4) 谁能拿走这块黄金？世界上最大的产金国是南非，南非最大的炼金厂是兰特炼金厂。在兰特炼金厂的经理办公室。放着一块巨大的金块。厂家说，如果参观者不借助任何机械，光任自己的双手能将这块金块搬走，那么这块金就送给他了。然而至今也没人将它搬回自己的家。原因很简单，因为金的密度 (19.3×10^3 千克 / 米³) 太大了。

我们假设这块黄金的体积是 0.1 米³，这样的体积放在宽敞的办公室里并不算多么“巨大”。那么，我们根据公式 $G = vg$ 来计算重力 G ，可以得到是 1.93×10^4 牛顿。

1.93×10^4 牛顿重力，用我们平时生活中习惯的话来说是大约两吨重，这么重的东西，谁能用手把它搬走？所以，前去参观者，都只能“望金兴叹”而已。

热的蒸腾

“神刀周”智擒杀人犯

“张飞审瓜”的故事大家都听说过吧？然而“周贵舔刀断案”的故事大家就未必知道了。

传说，宋代有一个村庄里有一位乡绅，他在一天夜里忽然被人杀死了，他的家占有方圆数十里的土地，家财不说万贯，在乡里也是手屈一指的。这个财主忽然被杀，家中又丢失了许多金银，自然是一件大事。村中的小官儿不敢怠慢，立即报告了县衙门。

县官儿名叫周贵，他为政清廉，一向秉公断案，并且足智多谋，再难的案子都瞒不过他。老百姓都说他是青天大老爷。他接案后微服私访了半个月，逐渐排除了村里人或外乡人杀人作案的可能性。因为案发那天恰好下了一场大雪，财主的家建在一个山坡上，占地 10 多亩，附近没有别的人家。守家护院的数十名保镖和家丁当晚都没发现有外人，而宅院周围也没有脚印，因此，周贵断定案子是家里人作的。可是家中百十口人中不乏年轻力壮之辈，到底是谁干的呢？何况现场没留下任何痕迹和凭证，这件案子可真是棘手呀！

周贵将自己关在屋子里冥思苦想了整整两天，终于找到了一个破案的办法。

这天，他把乡绅家中上上下下所有的人都集中在院子里，在院子中央又点起了一堆火。他把一把钢刀架在火上烧了一阵，使刀子变成通红通红的。周贵严肃地环视一下周围的人，不紧不慢地说：“你们每个人都必须用舌头舔一下这把刀子。如果你没有杀人，我保你毫发无损。但你若杀了人，舌头就会被烫伤。”说完，他先自己舔了下刀刃。只听“陇啦”一声，周贵伸出舌头给大家看，果然没事儿。有几个胆子大的都上前来试了，都没出任何事情。越来越多的人都去舔了钢刀，只有一个家丁，缩在一边不敢上前。周贵命他上前也舔一下，那个家丁哆哆嗦嗦地走到人前，不情愿地伸出舌头。只听“嗞啦”一声响后，家丁一声惨叫，他的舌头被烫坏了。他扑通一声跪倒在地，交代了自己杀人犯罪的经过。周贵神奇地破了案子，被大家称为“神刀周”。

难道真是周贵的那把刀神吗？当然不是。周贵不过是利用了一个物理知识。当物体表面有液体时，液体受热会汽化，这就形成了一层保护层，使物体不会受热，直到液体全部汽化并消失。这个实验在 1756 年就有一名叫莱顿弗罗斯特的科学家做过了。当时他在一把烧得通红的铁勺上滴一滴水珠，你猜怎么样？水珠居然悬浮起来并持续了 30 秒，这就是现代物理学中著名的“莱顿弗罗斯特”现象。水滴能悬浮起来的原因在于，接触受热的铁勺后，它的底部马上汽化并形成一层水蒸气，把水珠与铁勺分隔开，于是我们看到水滴的悬浮。水滴悬浮后暂时不能吸收更多的热量，减慢了汽化的速度，因此这个现象就能持续 30 秒。

回到刚才周贵判案的故事。周贵知道，人用舌头舔烧热的刀时，由于唾液的保护作用而不会使舌头一下子就被烫伤，而杀人者由于心清紧张，口干舌燥，很容易被烫伤。果然，那个凶手作贼心虚，心情紧张得要命，连嗓子眼儿部发干了。没有足够的唾液来吸收热量，不能形成蒸汽层保护舌头，结果终于被周贵识破，把他抓了起来。

泪水保护了他的双眼

在长篇小说《迈克尔·斯特罗哥夫》中描写过这样一个故事：斯特罗哥夫奉沙皇之命，到西伯利亚去给沙皇的兄弟下一封密诏，中途被鞑靼人俘获而判处警刑。鞑靼人上警刑的办法是用一把烧得通红的大刀在受刑人的眼前一晃，大刀辐射出的灼热就会使人双目永远失明。临到斯特罗哥夫受刑时，他的母亲扑到他的跟前放声大哭，斯特罗哥夫也不禁凄然泪下，因为这可是他见母亲的最后一面。而幸运的是，这痛哭的泪水却保护了他的眼睛。

原来，当大刀伸到斯特罗哥夫眼前时，他的眼泪迅速蒸发，在眼睛和大刀之间形成一层水蒸气，由于水蒸气的导热性能很差，通常比液态水差一个数量级，而与铜一类金属差几个数量级。正是这层水蒸气保护了斯特罗哥夫的双眼免受伤害。

水蒸气的这种保护作用在生活中也经常会遇到。例如，水滴是否滴在越热的东西上蒸发的越快呢？让我们来做一个实验：将水滴滴在 100 度左右的金属上，水滴很快就蒸发，如果将水滴滴在烧红的金属板上，则水滴会在金板上跳跃，就像在翩翩起舞，这种现象会持续几秒钟到几十秒钟。如果用高速摄影机拍下跳跃中的水滴的照片，就会发现，水滴呈现出不同的形状，有的呈椭圆形，有的呈三角形，有的呈四边形。那么为什么水滴在灼热的金属上蒸发的反而慢了呢？原来当金属的温度很高时，水滴一接触金属，下面的水迅速蒸发变成水蒸气，形成一个厚的 0.09 毫米的蒸汽层支持着水滴，这层蒸汽大大减缓了热传递的速度，而使水滴蒸发的速度大大减慢了。当蒸汽层中的气体跑掉后，水滴中的水又迅速蒸发来补充，因此这个蒸汽层中气体的活动较剧烈，就推动上面的水滴在金属上频繁的跳跃。

如果你不相信灼热的金属与水滴之间实际上并没有接触的话，你可以把一根导线与金属相连，另一根导线放在跳动的水滴的顶部，再将这两根导线与电池、小灯泡串联起来，你会看到小灯泡并未点亮，这说明水与金属间隔着一层不导电的水蒸气。

蒸汽层的这种保护作用很早就为人们所认识，我们经常可以看到走街串巷的江湖艺人表演的一种戏法。他用舌头去舔烧红的铁条，我们听到“滋滋”

的声音，再看艺人的舌头却丝毫没有损伤；制糖工人用湿的手指伸到熔化的糖浆中试探糖的温度，手指也不会被烫伤。这些都是蒸汽保护的结果。

最奇妙的要算非洲土人的一种古老的成年仪式，青年男子赤脚走过炽热的岩石，就表明已经进入了成年人的行列，可以成家立业，独立生活了。他们赤脚走在烧得滚烫的岩石上，可脚掌却丝毫无损，也是脚上的湿气起了保护作用。开始，他们每跨一步，脚板上与岩石接触部位的水部分蒸发形成蒸汽层，起到了瞬间保护作用，而蒸发掉的水分则由脚上的汗水来补充。但当脚上的绝大部分湿气耗尽时，脚板就会感到灼痛，这就是他们不能长时间站在烧热的岩石上的缘故。

盖·吕萨克的高空探测

地球周围有大气，有磁场，这是人们早已十分熟悉的事。帕斯卡（1623～1662）对大气压强的研究，又使人们知道了大气压强的存在，并知道大气压强随高度变化的规律。但是帕斯卡也只是爬到了山顶，再往上的高空，那里的大气成份如何？气压情况怎样？地磁场是啥样子？在帕斯卡之后的好长一段时间里，人们还不知道。

要想知道高空的情况，在无遥控和无距离传感技术的当时，除非有人敢于升天，亲自到高空去测试，去取样。

代代出英雄。在18世纪刚开始的时间，法国科学家盖·吕萨克（1778～1850）进行了高空探测的壮举。

那是1804年8月的一天，盖·吕萨克与物理学家毕奥一起登上了一个当年拿破仑出征时留下的热气球，升空去测高空的磁力。随“球”前往的还有气压计、温度计、湿度计、静电计、测量磁力和磁倾角的仪器。他们在气球升至2000米高空处时开始采集数据。边升边测，一直升到了5800米。此时，毕奥已感到身体严重不适，头晕，耳鸣，根本无法的做实验。气球只得迅速下降。气球下降时的惊险竟使毕奥发誓再也不上天去了。

时隔一个半月后，即1804年9月16日，盖·吕萨克又独自升空采集数据。这一次，他竟独自升到了7016米高处。他带回的数据显示了海拔6636米处的空气样品与地面附近的完全一样，而且高空处的磁场也基本无任何变化。

盖·吕萨克勇敢的科学探险活动，为后人弄清高层大气的特点提供了宝贵资料。

拿破仑不识蒸汽船

瓦特改进蒸汽机后，它就被广泛地应用在交通运输上，主要是蒸汽机车。从那个时代起，人们就开始试图用蒸汽机的动力使船在海上行驶，即制造蒸汽船。但在18世纪初，这还只是一个梦想。虽然英、法、美等国都曾出人力、物力，致力于这方而的研究工作，但都以失败告终。

直至1807年，在美国哈得孙河上行驶着第一艘没有帆也没有桨的船，船上突突地冒着浓烟。这艘“克莱蒙脱”号轮船才使人们的梦想变成了现实。

而此船的发明者，竟是一个小时候曾留过级的学生，名叫富尔敦。富尔敦没有其他科学家那样辉煌的历史，小时候也丝毫看不出聪明、相反，还因

除美术以外的课都学不好而留了级。无论在谁的眼里，他都不是一个天资聪明、勤奋好学的孩子。

由于富尔敦从小擅长画画，长大后他就以为别人画机械图或建筑为谋生的手段。有一次，他在帮大科学家——富兰克林画图时，得到了富兰克林的开导与鼓励。富兰克林的话催他奋进，决心要做出点成绩来。

有一次，富尔敦有机会到一家航运局参加运河整修工作，他幸运地为瓦特画图。由于长时间的共同工作，他不仅和瓦特成了好友，而且了熟悉了瓦特蒸汽机的构造原理。

后来，富尔敦由于各种原因，来到了法国，为一个研究轮船的人工作。他们共同致力于把蒸汽机安到轮船上的研究。但因缺乏资金，他们只造出了一个小蒸汽船模型。每小时只能行驶4公里。要想制造实用的、速度更快的大船，只能向皇帝申请帮助了。

可当富尔敦带着自己的设计图纸去找法国皇帝拿破仑时，拿破仑却因正带兵打仗，连想也没细想一下富尔敦的建议，就武断地认为：以没有桨的船在海上行驶真是天方夜谭。他认为眼前这个冒冒失失的美国人神经有问题，命卫士把他赶出去了。

富尔敦并没因此而灰心，他回到了美国，广为宣传他的设想。终于，他的设计方案得到一家英国公司的支持，造出了长45.7米、宽9米的“克莱蒙脱”。

富尔敦用事实证明了拿破仑结论的错误。

屋中白雪

1812年，在俄国某市的一间大厅里，正进行一场拍卖会。屋里挤满了商人、收藏家，大家正为几幅俄罗斯名画的价格争执不下。全大厅人声鼎沸，一些人烟袋冒出的烟雾更是弥漫了整个房间。窗外虽是天寒地冻，窗内不知是壁炉里的火燃烧得太旺，还是人多拥挤不堪，亦或是太激动，每个人都已大汗淋漓。整个屋内潮湿、闷热，烟雾缭绕。

拍卖会即将结束了，这时人们才发现屋内拥挤不堪，空气浑浊得令人头晕、恶心。一些太太们甚至已无法忍受。靠窗站的人，此时才想起打开窗子透透气。随着几扇窗户被打开，一股股清新寒冷的空气涌进屋来。窗下几个人的胡子、眉毛立即变白了，像新年老人一样，滑稽可笑。正在人们拿他们打趣时，出现了一个奇怪的事情：在屋子上空突然飞起了一朵朵洁白的雪花，大厅上部变成白皑皑的一片。

大家望望窗外，并没有下雪呀，那这屋中的雪是从何而来呢？

原来，雪花是屋里的水气遇冷凝化成的。一般情况下，水蒸气遇冷会液化变成水，水遇冷义会凝固变成冰。而雪、霜等则是水气直接凝化而成的小冰粒。只要空气中的水汽超过了饱和状态，剩余的水汽就会遇冷后在空气中较大的尘埃上凝化形成雪。

这间拍卖室里的人群密度过大，空气中水蒸气的含量也过大，又有许多烟尘飞舞在屋子上空。所以，当有人开窗时，屋中的水蒸气以空气中的烟尘为核心，在其巡冷后迅速凝固。结果，在屋子里就形成了片片雪花。

这就是屋中白雪的来历。

地球上最大的瀑布在哪里

人们都喜欢观赏瀑布，尤其喜欢观赏大瀑布，在那“飞流直下三千尺”的壮观景象面前，无不赞叹大自然的雄伟和美丽。

那么，地球上最大的瀑布在哪儿呢？可能你会回答说是在美国和加拿大的交界处，叫做尼加拉瓜大瀑布。然而，你答错了，真正的大瀑布是在旅游者还到达不了的海底早在1个世纪前，就曾有人指出：“海底有规模宏大的瀑布。”然而，这一理论一直没有得到证实。直至本世纪60年代，才在先进的电子仪器帮助下，通过一系列实验测试出海底确实有瀑布，而且有的海底瀑布流量之大，流速之快，是陆地任何瀑布都不能与之相比的。据探查，世界海底最大的瀑布，处在北大西洋、丹麦海峡海面之下。它的瀑布落差达200米左右，它以每秒500万立方米的流量飞驶直下，汹涌澎湃，势不可当。然后，又一改怒容，变得温和恬静沿一缓坡顺流而下。那么海底瀑布是怎样形成的呢？

根据科学家的分析与考查得知，海底瀑布形成的原因在于海水的对流运动。

从物理学中我们知道，在加热液体时，容器底部的液体受热膨胀，密度变小会上升；上而冷的液体相对密度较大则会下降，这样，在被加热的水容器中就会形成对流。在海底内部，海水的温度也并不均匀，因此也会形成对流。而海底瀑布就是由于海水因温差而发生大规模海水对流而形成的。特别是在一些峡谷等低附地方这种对流更剧烈，形成的瀑布也更壮观。也有一些瀑布是由于海水盐度差异，引起海水对流而形成的，这种瀑布中较著名的是直布罗陀海峡瀑布。

可惜，海底瀑布之壮观，是世人难已见到的。倘若大诗人李白能看到这种海底瀑布定会写出比“三千尺”更美的绝世佳句来。

南非“通天河”

人们都知道水往低处流。古代指尧舜用“堵”的办法治理洪水，试图与水受到的重力抗衡，徒劳无功。大禹接受教训用“导”的办法，因势利导，达到了治水的目的。不过，你想到了吗？如果水能向高处流，还有刚才提到的古代故到事吗？你会说水都往低处流，哪有水往高处流动的呢？南非就有一条这样的河，河水不流入印度洋，不流入大西洋，山不流入地下成为暗河，而是往高空“流”的河，这条在世界上独一无二的怪河叫瓯柯悬高河，位于南非中部，流往南非高原。在此河的上游、中游水质清澈，流量很大。可是到了下游，水的流量越来越少，再往下游看去只见潮湿的河床，再往下游看去只见干涸的沙砾河床，不见滴水，流水消失得无影无踪。怪了，水呢？整条河的河水流到哪儿去了？是不是河水渗到地下？还是从人们没有发现的暗道流走了？地质人员为了探其究范，对整条河尤其是下游河床进行了全面的勘察，未见暗道，河床下的岩石层滴水不漏。那么，水不能入地，水往哪儿流去了？人们对南非高原的气候做了综合的分析，终于发现了惊人的答案：整条河的水全“流”到天上去了。

南非中部高地属热带草原气候，酷散会干燥，几乎没有植物，热带干燥的风经常刮过高原，使水舱蒸发量极大，再加上下游地势平坦，河床很宽，河水变得很浅，流速缓慢之极。越往下游去越易于蒸发，越往下游去蒸发的

水量越大。当蒸发的水量等于水的流量时，河水全部变成水蒸气，升入天空。神话《西游记》里有条通天河，这条瓠柯悬高河是一条真正的通天河。

奇特的海中热水柱

1973年，一般美国潜艇“阿尔文”号正在水下作业、当驶至北纬21度的东太平洋海面下2700米左右处时，“阿尔文”号发现了几个圆圆的、粗粗的烟柱，矗立在海底与海面之间。烟柱中一股股浓浓的白色烟雾翻腾着向上升去，仿佛冬季住宅区烟囱里喷出的浓烟一般。这水下奇景使学识渊博的海洋学家们也顿觉奇特。经过一番研究、讨论，他们初步认为这些白色烟雾来自海底温泉。温泉中沸腾的水向上喷出炽热的水蒸气，水蒸气在上升途中遇冷液化成了白色水雾，于是“阿尔文”号的科学家们将一支特制的水银温度计放到白色烟雾中片刻，拉上来一看，人们惊呆了。原来，温度计地水银柱早已蹿到了顶了，镶嵌温度计的材料早已损坏，融化掉了大半。可见这不是普通的沸水，即使是临界状态的水温（大气压强为217.5个大气压）也不过380.5℃，而进一步取样调查，测试发现，这种烟雾”的温度比380.5℃还高，这竟是一些“超临界状态”的高温热水。这一实验结果使科学家们重新坐下来研究它的来源。

经过查阅大量的地质资料，科学家们终于查明，这一区域乃是海底火山地震带，火山喷出的岩浆及熔岩涌出海底地表，使水被烤热，水的温度远超过了正常沸点，这些热水以温泉形式喷出来，就形成了“白色烟雾”，且温度极高。

神奇的低温现象

160多年前的一个冬天，俄国的气候格外寒冷，气温已经下降到零下30多度，彼得堡军用品仓库管理员接到紧急通知，要马上给部队分发军大衣。管理员于是将一包包崭新的大衣运往各部队，可是士兵们拿到大衣时，却发现没有一件是有扣子的，只是在原来钉扣子的地方留下一些灰色的粉末。再去仓库调查，发现余下的大衣也都没有扣子。这件事很快被沙皇知道了，他大发雷霆，要查办负责监制服装的大臣和仓库管理员，叮管理员再三声明自己绝对没有偷一个扣子。

幸亏，这件事让当时的一位科学家知道了。他于是去拜见沙皇并作证说：“这些大衣原来都是有扣子的，只是这些锡做的扣子在冬天得了一种病，都变成粉末了，并不是管理员和大臣的过错。”并且当场拿出一块锡做实验。他把锡块放在外面的石凳上，没过几天，这块锡也像那些扣子一样变成了灰色的粉末。这时，沙皇终于相信了科学家的话，赦免了管理员和大臣。

那么原来银光闪闪的锡扣怎么会变成一堆粉末了呢？原来这是严冬和我们开的一个小玩笑。锡在常温下呈光亮的银白色，可是当温度降到零下13℃时，它就会变成松散的粉末状，特别当温度降至零下33℃以下时，这种变化会大大加快，并且会“传染”给那些完好的锡。当时人们称之为“锡疫”。

俄国的冬天是极其寒冷的，气温有时会达到零下40℃以下，但地球上最冷的地方并不在此，而是在南极，那里冬季的平均气温达零下六七十度，南极“东方”站曾经测到过零下80℃的低温。这还不是气温的最低值，南极的

考察人员曾在“东方”站西南700多公里处的某个海拔4000米的地方测得零下94.5℃的低温，这是人类有史以来测得的最低气温。

这就是温度的最低值了吗？不，人类通过其他办法已经得到比这还低得多的温度。1785年，法国物理学家查理发现，当温度降到零下273.16℃时，物体分子的热运动几乎完全停止了，物体也不会再发热。所以，零下273.16℃就成了低温的极限，称为“绝对零度”。

在低温下，很多物质都会发生奇异的变化：氧气在零下183℃时变成淡蓝色的液体，在零下218℃时变成淡蓝色的雪花状晶体；氢气在零下252℃时变成无色的液体，在零下259℃时则变成雪花状的透明晶体。人们发现几乎所有的气体在极低的温度下都可以转化为液体和固体，利用各种气体的沸点不同，我们就可以把空气中的各种气体分离出来。

固体在低温下也会发生变化。将胶皮软管放入液氮中片刻再拿出来，丢在地上，原本柔软的胶皮管像玻璃一样被摔得粉碎。金属在低温下极易断裂，就是由于当温度降低时，分子的热运动减缓，使得物质分子的排列变得僵硬而易碎的缘故。据调查，震惊世界的豪华游轮“泰坦尼克”号的沉没，与金属在冰水中变脆有很大的关系。

低温虽然会给我们带来很多灾难，但也帮了我们不少忙。在低温环境中，细菌和病毒不易存活，因此，我们把食物放在冰箱中，可以保存较长的时间；在南极的人几乎不得感冒。

有些生物在低温下可以进入休眠状态，等环境适宜了再苏醒过来。在西伯利亚冻土层中发现的两千年的种子，当把它放在实验室中培养时，竟奇迹般地发芽了；将金鱼放入液氧中速冻，隔一段时间再把它放回到温水中，金鱼又欢快地游动起来。科学家们由此想到：能否把人也冷藏起来？如果这个设想实现的话，人类未来进行漫长的太空旅行就可能实现。现在有许多国家已经开始这方面的研究，据报道，美国已经冷藏了100多个患有绝症的人，以待将来发明了有效的治疗办法后再使他们复苏。

在医疗中，低温更是被广泛地应用。医生利用低温抑制体内细菌的繁殖，使伤口不易感染；或用冷冻的方法杀死癌细胞以彻底去除恶性肿瘤；外科医生还发明了一种“冷刀”在刀头上注入液氮后，刀的温度可以降到零下100℃。用这种刀切开皮肤后，伤口立即冻结，病人就不会大量出血了。

20世纪80年代，世界各国又掀起了超导研究的热潮。什么是超导呢？金属导体的电阻在温度极低的情况下会突然消失，电流就会毫无阻挡地通过导体而传送出去，而电能不会消耗，这种现象叫超导现象。近几年科学家们又研制成了高温超导材料，现在超导材料的临界温度已经达到液氮温区，距离实际应用阶段已为期不远了。如果超导材料能广泛应用到各个领域，将大大节省电能，提高发电机的工作效率，对于能源极其匮乏的今天，那将是一幅多么诱人的前景呀！

先天不足的“泰坦尼克”号

1912年，英国用巨资建造了当时最大、最豪华的远洋客轮“泰坦尼克”号。人们称它为“不沉的船”，以此作为海上霸主英国的象征。

亥船定于1912年4月10日由英国南安普敦港出发，穿越大西洋，直达

美国纽约。该船做处女航行的消息不胫而走，很多国家的达官显贵、皇亲国戚、巨贾富豪争相登船。在隆隆的炮声和嘹亮喜庆的军乐声中，该船缓缓驶离码头。

该船长 260 米，身躯庞大，装备全。船上设有高级客房、豪华舞厅、游戏室、图书馆、台球厅，一应俱全，被人们誉为“水上之城”。864 名船员全部站岗到位。1348 名旅客各个欣喜自豪。他们在船上夸财斗富、挥霍无度、载歌载舞，纸醉金迷。“泰坦尼克”号满载欢声笑语和豪迈之情，在大西洋上乘风破浪。

4 天后，“泰坦尼克”号驶入纽芬兰岛南部海域。这里浮冰密集，很是危险。船长史密斯下令减速前进。但随船同行的建造此船的白金公司董事长自恃船体大，一味催促全速行驶。那是星光点点的寒夜，劳累一天的船员昏昏入睡，兴奋一天的旅客已经就寝。突然有人大喊：“冰山！开倒车！”已经来不及了，“泰坦尼克”号剧烈地抖动了一下。顿时，右舷被撞裂，5 个密封舱全部进水，船体急剧倾斜。船长下令发出求救信号。遗憾的是，收到求救信号的两艘船距“泰坦尼克”号 58 海里，远水救不了近火。而距“泰坦尼克”号仅 10 海里的“加利福尼亚人”号邮轮上的报务员却睡得正香，没有听见信号。

1912 年 4 月 15 日凌晨 2 时 30 分，只航行 4 天的“泰坦尼克”号沉入 3660 米地海底。除 705 人被第二天赶来的船救起外，1570 人葬身鱼腹。

可怜的“泰坦尼克”刚出世几天就夭折。貌似强大坚固，却有着严重的先天不足的致命弱点。

第一个就是它没有可看清水下物体的眼睛——超声波探测仪。有了超声波探测仪，它就可以对水下冰山敬而远之，不会相撞。

第二个就是造船钢材质量太差，等级太低。在当时摄氏零下 2 度至零下 4 度的冰海低温条件下，钢板微观结构发生了变化。致使弹性降低，发生了“脆性断裂”。不仅船体受撞击的部位被撞裂，远离撞击部位的其他钢材受到振动也断裂开来。密封舱内急速进水，使轮船快速下沉。接到信号赶来救援的船只仅能望洋兴叹。

声的余韵

Echo 趣闻

在英汉技术词典中，echo 的意义是回声，反射，重复，仿效。

在古希腊神话中，Echo 是一位女神的名字。

科学技术中的回声。echo 是跟女神 Echo 毫不相干的。我们知道，从发声人发出他声波，在传播过程中遇到障碍物时，会在障碍物的表面发生反射。如果反射的声波还能返回发声人的耳朵里，而且返回来的声波是在原来声波消失 0.1 秒以后到达发声人的耳朵里，并仍有足够大的声强，则发声人将听见清楚的回声。就好像有另一个人在学发声人说话一样，而且学得那么像。

对于“回声”许多人都有过亲身体验。300 多年前修建的北京天坛公园的回音壁里的“三音石”，是表现回声的著名的人工建筑，雁荡山灵峰脚下的“响板洞”和灵岩附近的“响岩”石，则是大自然的杰作。

希腊神话中的女神 Echo，她的遭遇却给回声 echo。带来了神话的趣闻。

女神 Echo 是所有女神中最会讲话的女神。神仙们听她讲故事都会忘记时间，忘记自己。由于 Echo 的辞令才华，使她很受神仙们的爱戴。然而这却遭到了仙国皇后裘诺的妒忌，狠心的裘诺施用法力，将 Echo 的舌头变成了石头。于是 Echo 失去了自己讲话的能力，只能重复别人声音。这种巨大的打击，使 Echo 痛不欲生，一气之下，她离开了混乱险恶的仙境，将自己置身于人间美丽优雅的崇山峻岭之间。她抛去了不愿再要的自己的仙体，只留下与崇山峻岭一样的舌头，专门用来学凡人说话，以表示她仇恨险恶仙境，热爱友善人间的感情。这就是世上有回声的来源，这就是用 echo 表示回声的原因。人们喜欢 Echo，几千年来，不知有多少人去到崇山峻岭之间。高声呼喊 Echo，倾听她的回声。她从不使人失望，回声 echo 随时都能出现。

秘密是谁泄漏的

这是一个古老相传的故事。

古希腊有一座美丽的西西里岛，岛上生活着许多勤劳的人们。他们每天辛勤地耕作，收获的粮食、蔬菜、水果互相交换使用，一直过着太平的日子。后来岛上来了一个牧师，他告诉这个岛上的人们，这里要建一个大教堂，人们可以在这个教堂里做礼拜感谢大主赐给我们食品和衣物，让我们能安居乐业。他还告诉大家，谁犯了错误，做了错事都可以到这个教堂里向牧师忏悔，忏悔后上帝就会原谅他了。大家都热切地盼望着教堂快些建成。终于在一个晴朗的日子，教堂落成了。它是一个庞大的椭圆形的建筑物。宏伟奇特的外观吸引了岛上的人们纷纷拥向这座教堂。在那里祈祷，唱颂歌。一些犯错误的人，也来到这里向牧师忏悔自己的过错。

开始日子还算平静，可是没过多久，岛上一些原来和善、谦恭、被人友好相待的人忽然渐渐被人瞧不起，甚至敌视起来。因为大家原以为他们忠顺善良，而实际上却是狡猾而虚伪的。一些被人尊重的男人在家虐待妻子，一些貌似孝顺的孩子背后诅咒老人，甚至有些人损坏了别人的东西溜之大吉，等等。总之，岛上的人们发现了其中一些人的许多大大小小的缺点、劣迹甚至丑行，传扬开来，使得这些人无法抬头做人。他们恨得咬牙切齿，心想，这些原本不被人知道的丑事是怎样传出去的呢？他们渐渐地怀疑起一个人，那就是牧师。因为许多人把不能见人的丑事，就是在向牧师忏悔之后传出去的。他们怀疑牧师不守信用，把他们忏悔的内容泄漏出去了。他们越来越深信不疑，终于，一些愤怒的、失去理智的人们，在一个漆黑的夜晚潜入教堂，杀死了牧师。第二天恰逢礼拜天，人们又来做礼拜，这几个凶手，干了坏事胆战心惊，为了逃脱良心的谴责又坐到忏悔椅上，悄悄忏悔自己杀害了牧师的罪责，乞求天主的原谅。他们本以为这样可以免除惩罚，可当他们一出教堂就被人们抓住了。这一次消息又是谁传出去的呢？谁也没想到，泄漏秘密的竟是那教堂和忏悔椅！

我们前面提到的教堂是个椭圆形的建筑物，这把忏悔椅恰巧被无意间放在了椭圆的一个焦点上。当忏悔者坐在这把椅上轻声忏悔时；他发出的声波被椭圆形的教堂反射后，将汇聚在另一个焦点上。

由于这种反射现象，使忏悔者小声的忏悔声汇聚在另一个焦点上的声音也能足够响亮，使恰巧位于这个焦点上做礼拜的人能清楚地听到忏悔者的声

音。也就是说，这是忏悔者自己把“罪恶”讲给别人听，他们的丑行也就是这样传出去了。牧师太冤枉了！

牙琴齿乐

在长短不齐的几根硬木条上能奏出美妙音乐的是木琴。从大小不同的汽油桶上可以奏出雄壮的军乐的是钢鼓合奏。敲打装着多少不同的水的瓶子，也可以发出叮叮咚咚的声音。据说，印度新德里有座音乐楼。楼梯由不同材料的大理石砌成。人上下楼梯，就可以发出优美动听的乐句。总之物体本身具有固有频率，决定固有频率的因素很多，诸如长短、粗细，材料等。改变其中某一因素，也就改变了物体的固有频率，一旦物体振动，就可以发出不同音调了。

据说，在我国东北吉林省集安市有位乐坛怪才，名叫金昌福，他能用牙齿演奏音乐，也算是“中华一绝”吧。他在集安市清河镇举办的首届农民艺术节上表演了助兴节目。只见他几步走到台中央、赤手空拳，张着大嘴却不唱歌。他抬起右臂，伸出右手手指在唇间动作起来，扩音器中传出《东方红》的旋律。他的手指灵活敲击牙齿，发出“大珠小珠落玉盘”的清脆旋律。一曲终了，台下掌声雷动。人们兴奋地喊着：“再来一个！”再来一个！”金昌福推辞不过，只得又演奏了一曲《社员都是向阳花》。曲毕，人们像发现了外星人一样欢呼雀跃，兴奋惊奇。

金昌福是朝鲜族人，今年39岁，在清河造纸厂当供销员。

他自幼失去双亲，童年生活困苦。他见旁人吹笛子、拉二胡，自己手就痒痒。无奈，除了在没人的地方哼哼几首歌之外，就张着嘴用手指弹那几颗门齿。到14岁，金昌福居然能听出弹牙的调儿来。通过舌头与牙齿内侧接触面积的大小和力度来控制音阶的变化。他用左侧切齿（门牙旁边的那颗）弹奏6（拉）、7（西）、（1多）；用两颗门齿弹奏2（来）、3（米）、4（发）、5（索）；用右侧切齿弹奏节拍。那时流行曲是《大海航行靠舵手》、《北京的金山上》等。他没事就练，居然熟能生巧，弹奏得抑扬顿挫，高低有序。光凭耳朵听，如听仙乐，美不胜收。

金昌福通过舌头控制牙齿的固有频率，开创了牙琴齿乐，不禁令人佩服。

奇妙的动物声音

不同的情况下，动物发出的声音是不同的。这些声音在动物之间起着信息交流的作用，成了它们之间的“语言”。

蝉有一套与众不同的发音系统，它不从口腔发声，用肚皮“发言”。雄蝉腹部两侧有卵形发音膜。由肌肉收缩使薄膜振动，再经腹部特殊的扩音系统使音量加强。由于肌肉收缩的快慢而改变振动频率；由于肌肉收缩幅度大小而控制振动的强弱，以此传递信息。我们都记得突然被粘住的蝉发出的声音与平时不同。它好像在喊：“救命啊！我被抓住了。”有些昆虫的膜状翅膀每秒振动1.6~2万次，蚊子的翅膀每秒振动160~500次，蜜蜂翅膀通常每秒振动440次。嗡嗡的鸣声就来自于翅膀振动。振动频率越高，声音越尖利；振动频率越低，声音就越柔和。夏天，蚊子钻进人的耳朵眼里时发现的怪音好像在炫耀它的飞行本领。

雄蟋蟀的声音清脆悦耳，好像一首抒情小曲，流露出它们的情感。雌雄相处时，那清幽的声音犹如情人在窃窃私语；独处一隅时，它们发出强音招唤朋友；朋友多了的时候，它们放开“喉咙”合唱；相互格斗时，则以高亢的“喊叫”助威；对方败退时，它们又发出自鸣得意、骄傲无比的欢呼声。

古人云：“稻花香里说丰年，听取蛙声一片。”青蛙鸣叫时，它的两颊鼓起圆圆的气泡，犹如两个小气球。口腔吸气的同时，青蛙的两条声带振动。咽部喉头两侧有“共鸣”装置，叫鸣囊，装空气，可伸缩，从外表看就是那两个小气球，起到了“共鸣”作用，所以青蛙鸣叫宏亮。夏夜，听着蛙声，怡然自得的情感油然而生。

至于哺乳动物靠声音传递信息和感情交流更是异常丰富。雄海豹用大声咆哮表示它们保卫自己领地的决心；小松鼠则发出啾啾的声音和颤鸣宣布它们的势力范围。虎啸猿啼，狼嚎狮吼，犬吠马嘶，虽声音各异，但却在表达情感，传递信息。时而欣喜欢快；时而哀婉悲凉，尽在“语言”中。

动物发出的声音真奇妙。

无形的“杀手”

每个人都希望工作和生活 在优美、安 静 的 环 境 中 ， 在 工 作 之 余 ， 都 希 望 听 一 些 轻 松 优 美 的 音 乐 见 身 心 得 到 充 分 的 休 息 。 但 是 现 代 人 发 现 ， 我 们 周 围 的 环 境 越 来 越 吵 闹 了 。 其 中 还 有 一 些 是 嘈 杂 刺 耳 的 声 音 ， 人 们 称 之 为 噪 音 。 噪 音 对 人 和 动 物 都 会 造 成 不 同 程 度 的 损 害 。

科学家研究发现：不太强的噪音，如高声喧哗，吵闹的街道，会使人感到厌烦，注意力难以集中，从而影响工作，妨碍休息；比较强的噪音，如机器的轰鸣，体育馆中的欢呼声等，会引起噪声性耳聋，还会导致心血管系统和中枢神经系统的疾病，发生心律不齐，血压升高，消化不良等。例如，1982年在秘鲁举行的世界女排锦标赛上，实力强劲、拥有世界最佳扣球手海曼的美国队，在与实力远逊于自己的秘鲁队比赛时，在场上万名观众的呐喊助威声中失去控制而惨遭淘汰。有人曾经测量过，体育馆内的噪声一般都高达90分贝（A级），瞬时值甚至达到110分贝。人可以通过训练增强对这种噪声的承受能力，中国队就是由于心理素质过硬，排除干扰，最后夺得了这届比赛的冠军；极强的噪音会对人的生理和心理造成无法弥补的伤害。据说，在第二次世界大战中，某些国家曾经采用过一种当时被称为极不人道的刑法——噪声刑。它主要用来对付被俘的敌方间谍。审讯室的四壁都是光滑的水泥结构，以利声波的反射。俘虏被捆在室中央，四周装上号筒式喇叭和汽笛。审讯时开动噪声发生器，使喇叭发出强烈的声响对俘虏进行“轰击”。当声强达到100分贝时，受刑者开始痛楚，心情烦躁，持续片刻后便思维迟钝，情绪低落，联想困难，这时，审讯者便有可能从俘虏口中套取真实情况。对于那些神经类型比较坚定的人，继续增大声强，受刑者便站立不稳，汗流如雨，乃至全身抽搐。当声强增加到130分贝后，受刑者大声呼叫，眼结膜充血，并极力挣脱束缚以求撞墙自杀。在这种强噪音的冲击下，许多人发生鼓膜破裂，两小时后进入昏死状态。据幸存者申述，即使将他枪毙，也不愿再受一次这种残酷的刑罚。噪音不仅对人类可以造成致命的伤害，对动物也是如此。1964年，美国空军的F104喷气式战斗机在俄克拉何马城附近做超音速飞行实验。在飞机的轰鸣声中。一个农场的10000只鸡，有6000只死亡。

随着对噪音危害的研究，人们越来越意识到控制噪音的重要性。国际上已经将噪音污染列为20世纪世界性公害之一，并且有越来越多的科学家投身

到与噪音作斗争的行列中来，并制定了一系列的噪音标准。按我国一般的噪音标准，居民住宅区的环境噪音，日间不能超过 50 分贝，夜间不能超过 40 分贝，工厂、工地等工作环境的噪声也不应该超过 85~90 分贝。改革交通工具和机械设备的结构，改进操作工艺和生产方法，都可以使声源的噪声明显降低。合理进行城市规化和建筑设计，可以控制噪声对人口密集区的干扰。还可以采用吸声、隔声、消声等各种技术措施，降低噪声的强度。城市绿化在吸收噪声方面也有一定的作用。为了保护那些长时间在噪声环境下工作的人们的身体健康，在工作时要佩带个人防护用具，如耳塞、耳罩，防声头盔等。

噪声控制的研究工作正在许多国家蓬勃地发展起来，现在已经形成一门新的学科，叫做“噪声控制学”。在这门新兴的学科中，正有许多直接关系到人们健康的问题亟待我们去解决。但愿在不久的将来，每个人都拥有一个宁静的工作和生活环境。

无声的“杀手”

人耳对声音的接收能力在 20 赫兹至 20000 赫兹之间，如果发声体振动频率超过 20000 赫兹，我们就称其为超声波。如果振动频率低于 20 赫兹我们就称之为次声波。无论超声波还是次声波一般说来人耳都是听不到的。次声波在传播过程中能量衰减很小，因而次声波往往可以传播很远很远。据记载，1883 年 8 月，印度尼西亚的克拉克托火山爆发时所产生的次声波就绕地球 3 周，历时 108 个小时。某种频率的次声波对人体是极有害的。处于这种次声波下的人，轻则易疲倦，浑身不适；重则会患上疾病，双目失明，惊恐万状，甚至精神失常。就是像鲸鱼这类海洋生物也会受超声波影响，出现异常行为。曾有许多起案例说明次声波的严重危害。

1855 年 2 月，英国一艘“马拉顿”号海轮，正在大西洋上正常行驶，忽然发现前方洋面上漂着一艘美国船只，看去是一艘好船，只是船帆已被落下，为何静静地漂在洋面上？“马拉顿”号船长命令打旗语，寻问出了什么事。但对方毫无反应。大家立刻感到对方准是遇到什么麻烦了。“马拉顿”号船员们立即做好抢救的准备，并缓缓向美国船靠近。当两船靠近后，“马拉顿”号的船员们发现。那美国船上货物码放整齐，食品淡水充足，然而却不见一个人影！人都上哪儿去了呢？“马拉顿”号的船员们惊愕不已。他们找遍了全船，也找不到一点儿打劫、遭劫或其他什么意外事故的痕迹，他们解不开这个谜。

这条无人船之秘密直到 19 世纪中叶，在众多类似事件发生以后，经过科学家们认真分析、研究才有了结论。原来这是“海洋之声”造成的。“海洋之声”就是指海洋发出强大的次声波。这种次声波能破坏人的中枢神经系统，使人采取一些不可思议的行动，如仓促弃船而逃等等，逃走的人最终导致失踪。

有趣的是，能伤害人的次声波，却对猫并无伤害。据记载，1921 年 1 月 31 日，美国哈特勒角海洋救生站的值班人就曾发现一艘名叫“凯洛尔·基林格”的船只。船上也是一切完好，而空无一人，但却有 3 只小猫。当救生人员深入船舱检查原因时，看到厨房餐桌上留在全体船员吃剩的最后一餐午饭。此外，再没有什么对调查事故原因有价值的东西了。正当人们陷入困惑之时，有人在洋面上捞到一个漂流瓶，瓶内的纸条上写着这样一行字：“‘基林格’号被一艘船抓住，全体船员躲在舱中，没有可能离开船，速告政府，

‘基林格’号……”文字到这里中断。这张未写完的字条，更给“基林格”呈蒙上了一层神秘的色彩。此事件被立案调查很久也毫无进展，因为目击者只是3只会说话的猫。现在知道，这是海洋次声波制造的又一次海滩。

为预防海洋次声波的波危害，远洋海轮都应具有探测次声波危害的措施，以确保海员的安全。

超声波的特异功能

能够引起人的听觉的声波的频率大致在20赫兹到20000赫兹之间，低于20赫兹的声波叫次声波，而高于20000赫兹的声波叫超声波。次声波和超声波都不能引起人的听觉。

超声波，在现代生产和科学研究中，有许多重要的应用。

解开钟王重量之谜

北京大钟寺的永乐大钟，堪称钟中之王，可是史书对它重量的记载却说法不一，有说42吨，有说43吨的，也有说53吨的。而大钟悬在大钟殿内，不容许放下来称重；又加上大钟唇厚腰薄，用尺子测顾更是不易；况且大钟成分并不单一。因此，永乐大钟的重量一直是个难解之谜。

1980年，中国科学院声学研究所在大钟寺文物保管所的协助下，利用他们研制的精密超声测厚仪，以交叉触发脉冲重叠法，终于解开了这个谜。

由于超声波的穿透能力很强，能穿过几米厚的金属，因此，可以利用超声波的穿透能力强的特点，再利用波的反射，制成超声测厚仪。在测量大钟厚度时，只要测出超声波脉冲来回一次的时间，再根据大钟的成分，测量出超声波在钟内的传播速度，就可以推算出钟壁的厚度。

测定结果表明：钟唇的厚度为18.5厘米，钟腰的最薄处厚度为9.4厘米。根据大钟上不同点测出的钟壁的厚度，绘制成了有史以来第一份永乐大钟的剖面图，并由此算出大钟的体积。经过化学检测，可知大钟是由铜、锡等合金成分铸造而成的，并由此制造出与永乐大钟成分基本相同的样块，测出它的密度。最后计算出永乐大钟的精确重量应为46.5吨，从而解开了永乐大钟重量之谜。

由于超声波测厚不会对珍贵文物造成任何损害，所以这是研究历史文物的一种很有价值的手段。对永乐大钟的测厚成功，标志着我国超声技术的研究已经达到了一个新水平，并为今后在其他领域的应用奠定了基础。

探寻达·芬奇的名画

《安吉亚里之战》是意大利文艺复兴时期的艺术大师达·芬奇的一幅未完成的杰作，最初绘制在佛罗伦萨城著名的维奇奥宫500人的议政大厅的墙壁上。16世纪初，梅迪奇王族重掌朝政时，为了宣扬他们的赫赫战功，请当时首屈一指的艺术大师瓦萨里在墙上重新作画，达·芬奇的旧作从此便说没于世。

1966年，佛罗伦萨被洪水淹没，瓦萨里的部分绘画被毁，人们意外地发

现他的许多壁画是覆盖在前人作品上的，并没有在作画前将旧作铲掉。人们由此推断，达·芬奇的《安吉亚里之战》很可能还完好地保留在维奇奥宫内大厅的墙壁上。

美国加州大学物理学家，古代艺术品除垢复原专家约翰·阿斯姆斯博士提出，可以用超声技术来探寻达·芬奇的旧作。他带领一个小组来到佛罗伦萨，利用频率高达1兆赫兹的超声波对瓦萨里的壁画进行了彻底的探测，对每个部位的反射波都进行研究，发现有几处的反射波特别强。阿斯姆斯博士认为这几片画的下面，极有可能覆盖着达·芬奇的原作。他将这一研究成果和名画的准确位置报告给了佛罗伦萨市政当局，不过由于市长一直没有下决心毁坏瓦萨里的作品，达·芬奇的稀世之作至今尚未重见天日。

现代顺风耳

超声波除了具有穿透力强的特点外，还具有很强的方向性。有趣的是，许多动物具有完善的发射和接收超声波的器官。有人曾经做过这样一个实验：将一只蝙蝠的眼睛蒙住，放入挂满小铃铛的黑屋中，蝙蝠一个铃铛也没碰到；而如果把蝙蝠的耳朵堵上再放进屋中，蝙蝠就像瞎了一样到处乱飞，铃声不断响起。将蝙蝠放在超声波探测器前，人们就会发现它不断地发出超声脉冲，蝙蝠就是靠接收这种脉冲的反射波来确定猎物的方位的。人们仿照蝙蝠的这种功能，制成了超声波测位仪（声纳）。这种装置能发出短促的超声波脉冲，这种脉冲被潜艇、鱼群或海底反射回来，又被声纳接收。通过分析接受到的反射波滞后时间和波速，就可以确定潜艇和鱼群的位置和海底的深度。

目前声纳在军事、医疗、海洋捕鱼、资源探测等方面被广泛地应用，成为名副其实的“顺风耳”。但声纳与蝙蝠的超声定位系统相比，在确定目标方位角的灵敏度、抗干扰能力等方面还有很大的差距，而且重量也大得多，但随着现代仿生学的发展，人类必将制造出更加先进的仪器，让超声波更好地为人类服务。

物体传声与听诊器

我先做一个简单而有趣的实验。把你的耳朵贴在床板的一头，让另一个人在床板的另一头手轻轻抠床板，你会听到清晰的摩擦声。而这种微小的声音连那个人自己都未必听得见。这是什么原因呢？

原来，固体传声比空气传声要强得多。声波在固体里传播时，他的振幅减小很少。正是利用这个现象，巴黎一个医生拉埃内克发明了听诊器。

在听诊器被发明以前，人们都是通过叩诊法“听”脉的，这样对诊断病情来说难度很大。因为叩诊往往不太清晰，容易听错。如遇上身材较为肥胖的病人，这种叩诊方法更不易成功了。

一次，拉埃内克接收了一位特胖的妇人，这个病人病很重，生命垂危，可拉埃内克却一直无法通过她那肥厚的脂肪听准她的脉搏。

正当拉埃内克焦虑之时，他偶然被一群孩子的游戏吸引住了。孩子们正围着一根极长的木头玩耍。其中一个孩子轻敲木头的一端，另一些孩子在另一端侧耳倾听，尽管那一端的孩子敲得很轻，这边的孩子还是听到了。拉埃

内克从个游戏中得到了启发。既然密实的物体比空气传声要强，我为什么不
让病人的心跳声通过固体传给我呢？

拉埃内克兴奋地跑回医院，从办公室里找了几张病历卡，卷成紧实的圆筒，把圆筒的一端贴在病人胸上，另一端贴在耳朵上。这时，他不仅听到了胖妇人的心跳，还听到了她用肺呼吸的声音。这就是听诊器的原型。

此后，拉埃内克又换了许多种材料代替纸，他选用了木头、铁等材料做成空心或实心圆柱体，一一拿来试验，结果发现，用一根细长的空心木头圆柱体，两边再各装上一个喇叭筒，听起来效果最佳。

这就是最早的“听诊器”，只不过当时的名字叫“胸部检查器”。

电的火花

不安静的“静电”

50年代末，某年10月的一个夜晚，在英国伦敦一个夜总会的舞厅里，一位漂亮的姑娘正和她的男朋友跳迪斯科。突然，熊熊的烈火从姑娘的背和胸部烧起，迅速吞噬了她的头，几秒钟就将她烧成一个火人，夺去了她年仅19岁的生命。验尸官提不出“他杀”的疑点，也找不到“自杀”的根据，用“被不知道火源的烈火烧死的意外死亡”了结此事。

这个姑娘确实是“意外”地被烈火烧死的，但是，“火源”却是知道的。这团烧死姑娘的烈火，是那名称“静电”但并不安静的静电制造的。

高中物理第三册（必修）课本里，专门有一节讲“静电的防止和应用”，开头第一句话就说：“摩擦产生的静电，在生产、生活上给人们带来很多麻烦，甚至造成危害。”在课文中间，还特别指出：“静电荷积累到一定程度，会产生火花放电，带来不幸。”上述跳迪斯科的姑娘，正是死于这种不幸的。

10月是秋末的季节，姑娘们去参加舞会，大多爱着毛织品，而这恰好是易于摩擦起电的物体。那姑娘在不停的迪斯科舞蹈中，不断地积累静电荷，当静电积累到一定程度时，火花放电发生了，强烈的火花放电，点燃了她的衣服，电火与衣着的火一起将她烧死了。

为什么别的姑娘没被烧而惟独烧了她呢？这与人体的个别特性有关。

有人做过测试，在气候干燥的冬天，在地毯上行走时，几乎任何人的静电荷积累都会达到2万伏，只不过这些电荷能通过人体的毛发等尖端释放出去，不会导致对身体的损害。可是有的人，大约10万人中有1个，皮肤比正常人干燥，他们有时身上的静电积累能达到3万伏。

那位被烧死的姑娘，很可能就是她的衣着极易摩擦起电，并且还是易燃织物，而她的皮肤又比较干燥，更没有能尽快把产生的静电导走的其他设施，这样她就具备了被电烧身的条件，因此，她就“意外”地被烧死了。

防止静电危害的基本方法，是尽快把产生的静电导走。例如，在地毯中夹杂0.05 - 0.07毫米的不锈钢丝导电纤维，在油罐车上装一条拖地铁链，等等，都是消除静电的有效方法。

琥珀指与电

当松树脂、滴在地上，经过成千上万年的演变，最终会变成一种美丽的、亮晶晶的化石，人们称之为琥珀。

如果松脂正好滴在一只小昆虫上，那就是更稀有的昆虫琥珀了。

之所以称之为琥珀，是因为古时候，人们传说这种小东西是老虎死后的魂灵潜入地下，经千年演变而成的，故起名为“虎魄”，后又改为“琥珀”。这只是一传说而已。

由于琥珀一般都晶莹、透明、且有美丽的光泽，所以，人们很快发现了它的艺术欣赏价值。很早很早以前，希腊的工匠们就将其磨成珍贵的装饰品出售。而在我国传统中医文化上则记载着“琥珀乃名贵药材，服用起安神补脑这功效”但它对人类文明发展所起的作用并非它的药用价值，也非它的艺术价值，而是它与电结下了不解之缘。

如果您现在拥有一块琥珀，不妨将其在布上摩擦几下，而后靠近一些碎纸屑。你会发现一些碎纸屑被吸在了琥珀上。这个现象是公元前 585 年，被古希腊一位哲学家、数学家泰利斯发现的。

一次，泰利斯拿出自家珍藏的一枚琥珀欣赏。发现琥珀上有一些灰尘，泰利斯心疼地在长袍上反复擦拭着。掉用越擦越亮，令泰利斯更加爱不释手了。可当他小心翼翼地将其放回桌上时，他发现桌上的一片羽毛自动靠近了琥珀。泰利斯很奇怪，把琥珀拿起看了看并无异常。他只擦了擦琥珀，将其放回原处，这回那片羽毛竟一下子吸在了琥珀上。这个现象引起了泰利斯浓厚的兴趣，他反复地摩擦琥珀。并把一些羊毛类的轻小物体放到琥珀旁边，它们都能被琥珀吸引过去。而且，摩擦的时间越长，这种吸引作用就越强。当时科学发展水平还很低，泰利斯无法解释这个现象。于是，他把现象记录下来，留待后人去研究。

当然，现在我们已知道，这种现象叫“摩擦起电”。而且还知道了当毛皮摩擦过橡胶棒后，橡胶棒会带上负电荷，而丝绸摩擦过的玻璃棒上会带上正电荷。

其实，我国对这类现象也认识得较早。约公元 20 年前后，我国的《春秋纬·考异》一书中就曾记载了这样一个现象，用摩擦过的玳瑁（一种爬行动物的壳）能吸引轻小物体。

后来，经过一段漫长的岁月后，直至公元 1600 年，一位英国的著名医生吉尔伯特在研究磁石时，才进一步研究了琥珀吸引轻小物体的现象。在研究过程中，他还逐渐发现了其他一些东西，如玻璃、橡胶、火漆、硫磺等物体摩擦后，也能带电的事实，并自制了世界上最早的验电器。

吉尔伯特还根据希腊语琥珀的字根拟订了一个英语名词，它的读音与希腊语“琥珀”的读音一样。英语写作“electric”，中文意思是“电”。

琥珀带来的现象，使人类开始认识并研究电了。

蛙腿引来一场大论战

1780 年的一天，意大利物理学家伽伐尼将解剖完的青蛙放在起电机旁的金属板上，在捡取旁边的解剖刀时，无意中刀头碰上了蛙腿外露的小腿神经。这时只见起电机倏地飞过一火花，同时蛙腿猛地抽搐了一下。伽伐尼在惊讶之余，重做了这个实验，看到同样的现象。伽伐尼对这一现象进行了深人的研究认为；动物体本身存在着区别于静电的“动物电”，每一个肌肉

纤维就是一个小电容，只要用一种以上的金属与之接触，这种电就能激发出来。而且这种电与普通的摩擦起电一样，只是起因不同。1793年，伽伐尼在英国皇家学会上阐述了他的发现和见解，并得到与会者的普遍支持，“伽伐尼电”便由此得名。但是意大利物理学家伏打打听后立即重做了伽伐尼实验，并大胆地采用了新的方法，即将两块性质不同的金属板换成同种金属板，伏打吃惊地发现抽搐停止了。伏打认为使蛙腿抽搐的电能不能来自动物细胞组织，而是来自两块不同性质的金属的接触。伽伐尼听到伏打的实验结果非常震惊，但他仍然坚持自己的推断，认为电能来源于动物细胞组织，而无视两种不同金属的作用。从此，他与伏打分道扬镳，在意大利展开了一场科学史上有名的“蛙腿论战”。

这场大论战分为两大派：一派是以伏打为代表的帕维亚大学学派，他们认为伽伐尼电现象，是“接触电”产生的一种效应，属于物理学的范畴；另一派是以伽伐尼的侄儿阿尔迪尼为代表的波罗那大学学派，他们坚持“动物电”的观点。

开始，伽伐尼在论战中占了上风，他发现在海洋中生活着电鳗、电鳐等自身会发电的鱼，便认为找到了生物电是由生物自身产生的根据。伏打坚信自己从实验得来的理论，决定用实验证据驳倒伽伐尼。伏打不断改进实验方法，最后用自己的身体做电流计，用两种不同的金属和电解液接触进行实验，终于证明不论有无动物细胞组织，只要将两种不同的金属同时插入电解液中，并将其另一端连接形成闭合回路，都会有电流产生。而在伽伐尼的蛙腿实验中，蛙腿中的液体起了电解液的作用，蛙腿本身只充当了验电器的角色。

伏打在实验中不但证实了电流来自两种不同性质的金属，而且找到了金属的起电序列，他还首先引进了“电动势”这一重要的物理名词。

1800年3月，伏打最先提出了两种电池的结构。一种叫“皇冠杯”，一种叫“电柱”——即“电堆”。1800年4月，卡里斯尔根据伏打电池的结构，造出了世界上第一台电池。这台电池用力块银板，17块锌和16块浸过盐水的纸板，按照银—锌—纸—银—锌—纸……的顺序叠置而成。伏打电堆的发明，使人类第一次获得了稳定而持续的电流，为电学研究从静电阶段跃进到动电阶段创造了坚实的物质基础。1801年，伏打到巴黎进行学术访问时，拿破仑预见到伏打电池对科学和社会将要发生的巨大影响“也许是通向伟大发现的道路”，他授予伏打6000法郎的奖金和一枚荣誉军人勋章，并提议设立“伽伐尼电”奖金，每年颁奖一次，奖给那些卓有成就的电学家。

正像拿破仑所预见的那样，伏打电池的发明、化学电源产生的持续电流导致了电化学、电磁学等一系列重大发展，开辟了电力应用的广阔天地，使电学研究进入了一个蓬勃发展的新时期。帕维亚与波罗那两大学派的“蛙腿论战”，谁胜谁负并不重要，重要的是这场论战为推动电学的发展立下不朽的功绩。

美丽的“圣爱尔摩火”

阴雨天，在山岗上，在高耸的塔尖上，在一些建筑物的顶上，时常会出现一些神秘的小火花，一闪即消失了。有时是红的，有时又是蓝的，有时悄然无声，有时又伴着轻微的“噼啪”声，这些神奇而美丽的火花如精灵一般在我们生存的地球上，时隐时现。这些火花曾被人们称为“圣爱尔摩火”（“圣

爱尔摩”的意思是“水手守护神”）。

“圣爱尔摩火”的来历是有一个动听的故事的。相传，公元前某年7月份的一天，有一艘帆船正航行在地中海海面上。那一天虽风平浪静，但连日的高温天气使地中海海水蒸发了许多，大量过剩的水汽储在地中海上空形成了层层叠叠的云彩，使得天气越来越阴暗，仿佛正在酝酿着一场大暴雨。在灰暗的海面上，帆船正加紧赶路，船员们可不想在这里遭到大雨的袭击。就在一片昏暗而繁忙之中，突然有几十个大大小小的火花闪烁在桅杆上，如天上的星星跳了下来，在桅杆周围玩耍一般。船长命令一名船员爬上桅杆取下几颗“小星星”看看到底是什么东西？可谁知，当船员刚爬到一半时，那些跳动着的蓝色小火花，又移到了桅杆顶端，在那调皮地眨着眼睛又仿佛在和捉它的船员捉迷藏。船员又迅速向桅杆顶靠近，企图捕获它们中的一两个，可这些顽皮的小东西又一下子都消失了。船员们都很失望。年老的船员私下议论说，“这蓝火花是水手的守护神——圣爱尔摩来给大家照亮来了”。后来这种说法一直流传下来，以后再见到这种火花的人，都称之为“圣爱尔摩火”。

“圣爱尔摩火”现象的出现当然不是什么神仙显灵，它的道理实际很简单。

当夏季来临后，由于气候因素使天上云量较大，而云层中又聚集着大量电荷，当两个带有正负电荷的云层靠近时它们彼此之间就会放电，这就是闪电现象。当带电云层压得较低时，带电云层和大地之间也会产生放电现象。此时主要是尖端放电。那些尖的建筑物顶部聚集着更多的电荷，更易与云层之间放电。这就是我们前面所提到的“圣爱尔摩火”的来历，蓝光现象时有发生，也较易见到。但有些现象就不常见了。

第一次世界大战过后不久，日本的一艘汽船航行在阿拉伯海面上。在一个又热又闷的夜晚，船员们正在甲板上休息、乘凉。忽然，有人发现在前方不远的海面上突然燃起了一大簇青白色的火焰，这股火焰持续了整整半个多小时才停止。大火过后的海面上看不出任何异样，这火从海上燃起又消失在海上，甲板上的船员们面面相觑，谁也说不出一个所以然来。

不久之后，一艘荷兰海船的船员们在马六甲海峡上发现一个光芒四射的光点，它发出的几条青白色光带以该点为中心射向四面八方，并随光点一起旋转，宛若舞池里旋转的彩灯一般，令人目不暇接。因此，船员们称这一片海域为“白光之海”。

其实，这些是形形色色的天地放电现象，每一个美丽而神奇的景观都是大自然的杰作。

神奇的金殿

著名的武当山，地处湖北省境内。它孕育了无数中华好男儿，为弘扬民族武术文化立下了汗马功劳。然而，武当山除此之外，还另有一番值得颂扬的奇景。

武当山有奇峰秀景72处，峰峰相连，绵延不绝，其中主峰紫霄峰最为著名。明永乐帝曾令人在峰顶建筑了一座大型宫殿。殿峰为铜铸缀金而成，凭借紫霄峰1600多米的地势条件，使这座宫殿充分沐浴阳光，金碧辉煌，让世人叹为观止。

金殿的落成给人间带来了三大奇观，世人称之为“祖师出汗”、“海马吐雾”和“雷火炼殿”。这头一景“祖师出汗”，即在大雨来临之前殿内的神像都挂满晶莹的水珠。这是由于殿宇构造紧密，殿内密不透风，当大雨来临之际空气中水蒸气较多，由于水蒸气液化，则神像就大汗淋漓了。这第二景“海马吐雾”，是在金殿顶部，殿脊上雕刻的海马口中会吐出缕缕“白气”。这是由于海马为中空雕刻，底部直通殿内。当殿内的水蒸气太多时会从海马口中喷出，水蒸气遇到冷空气发生液化现象，呈现出白雾。乍看起来像是海马向外喷吐白雾，甚为奇特，其实，这与烧水时水壶嘴喷出白雾是一个道理。这第三景“雷火炼殿”，是指大雨倾盆而下、雷同交加之时，地处高山之巅的金殿竟能昂首屹立于闪电造成的硕大火球之间而岿然不动。待雨过天晴之时，金殿被洗刷一新，非但片瓦无损而且还更显得金碧辉煌。原来，在永乐年间工匠们在修筑这座金殿之时与紫霄峰浑然一体，形成了良好的避雷系统。而殿脊上雕刻了较为圆滑的许多海马、龙、凤、鱼、狮等饰物，使得正负电荷放电形成硕大火球，翻腾于金殿之顶，却丝毫不会损伤金殿。

当时的百姓不懂其中的奥妙，都以为这是一座神殿，这些现象都是神仙显灵而对其顶礼膜拜。

可惜的是民国初年，人们在金殿周围又修建了父母殿等三幢建筑物，严重破坏了金殿的放电系统，使金殿屡遭电击，受到严重损坏，金殿的三大奇观也因而逐渐消失。

解放后，尽管人们不断积极采取安装避雷针等措施，虽保护了金殿建筑，但始终未能使金殿奇观再现。

应县木塔不怕雷

坐落在北京丰台区的“世界公园”里，有几座世界有名的“塔”，其中之一就是我国山西省应县佛宫寺内的“应县木塔”。观赏此塔的人们，都对它不遭雷击的特点很感兴趣。

应县木塔高 67.31 米，是应县的最高建筑，也是我国最高的木结构建筑，它建成于公元 1056 年，距今已有长达 900 多年的历史。此塔过去无“避雷针”，现在也仍然不装避雷针，然而它却从来不遭雷击，被誉为我国古代建筑避雷的典型作品之一。

避雷针是富兰克林发明的，1754 年普兰梯兹城首先使用它，到现在已经成为遍及全世界的避雷方式。但是，安装避雷针并非准一的避雷方式，应县木塔所采用的就是另一种叫做“绝缘避雷”的方式。

什么是“绝缘避雷”呢？用一句话来，就是绝缘体不遭雷击。这是从大量的雷击现场得到证明的。例如，寺庙顶上的铁刹可以被雷火烧裂，佛面上的金粉也可被雷火熔化，而干燥的木制门窗却可安然无恙，漆器也可不被烧焦。雷电可使宝刀在皮质刀鞘中熔为液体，而皮刀鞘却未受雷电的损伤。室内干柴未遭雷火，而雨中大树却被雷火摧折。应县木塔就是基于上述众多的雷电事实而建成其本身具有避雷特点的。

那么应县木塔是怎样成为一个“绝缘体”的呢？主要是下列三个原因。

首先，应县本塔除底层及塔刹处有部分塔砖外，全部为木料所构成，而且除塔刹外，没有其他金属物，包括没有一颗铁钉；

其次，应县木塔的外形具有很好的防雨效果，各层塔檐伸出 7 米或更

多一些，两层间高差 8.8 米左右，保证了雨雪天不会淋湿塔身。其塔檐与水平成 $21^{\circ} \sim 22^{\circ}$ ，这与现代绝缘了中裙的结构相似。这些都保证木质塔身长年干燥；

第三，应县地方长年湿度较小，土质干燥，地下也无低电阻层，而且塔基又有很好的“封闭性”——浅层少量地下水也不能浸入塔基。

以上三个原因，使木塔的整体形成了一个绝缘体，因此应县木塔历经近千年，从不遭雷击。

法拉第打开了电气时代的大门

法拉第 (Michael Faraday, 1791 - 1867, 英国物理学家、化学家) 是一位出身贫寒、自学成才、品德高尚、对人类做出了划时代贡献的伟大的实验物理学家和伟大的科学思想家。他被恩格斯称为“到现在为止最伟大的电学家”；他在《人类百位名人排座次》一书 (美国应用物理学家麦克·哈特著, 1978 年在美国出版, 是全球畅销书) 中, 被排在第 28 位；在我国, 人民教育出版社出版的义务教育初中物理教科书中, 以“伟大的物理学家”向学生介绍法拉第。

法拉第在科学上有很多具有里程碑般的重大成就, 其中伟大的是他为人类打开了电气时代的大门。著名的《法拉第日记》(现在陈列在伦敦的一个科学档案馆里) 是他在 1820 年到 1862 年整整 42 年的实验日记, 共记录了他在这期间所进行过的 16041 则实验。在这部日记中, 就记录着他为人类打开电气时代大门的艰苦历程。

1820 年, 奥斯特的电流的磁效应发表后, 在奥斯特实验的基础上, 许多科学家创造性地继续奋斗, 使物理学的发展又达到一个划时代的高度。

1821 年 4 月, 英国著名物理学家、化学家沃拉斯顿深入考虑了奥斯特实验的电流效应以后, 产生了一个大胆的想法。他想: 既然直导线中通一电流, 导线周围与导线平行的磁针就会向与电流方向相“横”的方向发生转动; 那么反过来, 一根通有电流的直导线, 当一块大磁铁沿电流方向的“横”向而靠近导线时, 导线会不会绕自身的轴线而转动呢? 沃拉斯顿认为导线应该绕自身轴线转动。

沃拉斯顿越想越高兴, 就立即去找当时英国著名的化学家戴维, 在戴维的实验室里, 沃拉斯顿不仅说了自己的设想, 而且要求戴维帮助他来完成这个实验。戴维也深知奥斯特电流磁效应的实验, 对沃拉斯顿大胆的设想也感兴趣, 于是他们立刻工作起来。然而, 他们试验了多次, 但导线就是不转! 他们只好暂停, 坐下来讨论导线不转的原因。正在他们讨论的时候, 法拉第进来了。一向谦虚的法拉第仔细地听着他们的讨论, 并决心要把沃拉斯顿失败的原因搞清楚。

虽然当时法拉第的主要研究内容是在化学方面, 成天忙于化学实验。但是, 在 1821 年他应《哲学杂志》编辑菲利浦的约请, 撰写一篇综合详述奥斯特的发现公布一年来, 电磁学实验和理论发展情况的文章。法拉第在收集资料的过程中, 不仅详细阅读了奥斯特、安培等人的研究报告, 而且把别人做过的实验重做一遍, 从而激发起他对电磁现象研究的巨大热情, 并开始转向电磁学方面的实验研究。

沃拉斯顿的设想失败了, 他失败在什么地方呢? 是他的设想在科学思想

上根本错了呢？还是他的设想是在具体的科学内容上的问题？这是分析创造性实验设想必须弄清楚的问题。法拉第认为，沃拉斯顿把事情“反过来”，这是从“作用与反作用”的关系来看待事物，这种思想方法是科学的，而且这也正是法拉第本人的思想方法。也就是说，沃拉斯顿的设想在科学思想上没有根本性错误，因此他的失败是出在具体的科学内容上。

法拉第重新思考奥斯特实验“反过来”的设想。他想，既然固定的直导线，当通以电流的时候，直导线四周平行于直导线的，可以自由转动的小磁针都将转动，而形成以导线为圆心的圆圈，这说明磁针是围绕通电导线“转”。那么反过来，如果在一个固定磁铁的附近，有一根平行于磁铁的并且可以自由移动的直导线，那么，当直导线通以电流时，它将绕磁铁而转动。

法拉第根据自己的设想，设计了实验装置。在水银槽中，垂直固定着磁铁，磁铁的一极露在水银面上。铁丝 AB 穿过软木塞 C 而垂直地浮在水银槽中，其上端 A 连有一根导线。槽中水银与另一根导线相连。两根导线可以与电池相连通。

1821 年 9 月 3 日，法拉第的电动设想实验开始了，当他接通电路时，软木塞晃了一下，然后就像一只有着桅杆的小船，在水银面上，绕着磁铁慢慢地转动起来了。法拉第情不自禁地高呼起来：“它转了！它转了！”这是多么值得纪念的一天呀，人类第一次通过自己的劳动使电能转化成机械能，法拉第做成了世界上第一台直流电动机。

法拉第电动设想的实验成功，给人类生产创造了新的动力机械，受到了极其广泛的重视，法拉第的名字开始响亮地在世界上传播。然而这却遭到了他的引导者戴维的嫉妒，当时在科学界刮起了一场所谓“法拉第剽窃沃拉斯顿的研究成果”的风波。面对这场风波，谦虚、大度的法拉第，一方面能泰然处之，另一方面实在不愿为“风波”浪费时间，他暂停了关于电磁学的研究，而把主要精力仍然用到对化学的研究上。虽然他心里始终想着要对电磁学继续进行研究。

1882 年，虽然法拉第的主要精力已经转回到化学方面，但是在他的《法拉第日记》上却写下了“对！必须转磁为电”的决心！

想实现“磁生电”也是当时许多科学家的愿望，例如，安培、科拉顿等人都曾为之努力过，但是都失败了，法拉第在 1822 年写下把磁转变为电的思想后，虽然他忙于化学研究，也曾在 1824 年到 1828 年间，至少 4 次把精力移到这个课题上来，然而他也没能成功、因此出现在《法拉第日记》上的都是“NO”

在这期间，为什么安培、科拉顿、法拉第都失败了呢？是“磁生电”的思想不科学吗？当然不是。问题仍然出在具体的科学内容上。原来，在这个期间，无论是安培或者科拉顿，还是法拉第，都认为利用磁场生的电应该是“稳定”的。用现在的话来说就是他们都认为电磁感应应该是一种稳态现象。然而，这是违反自然规律的，所以他们必然要失败。

面对当时的失败，谁能最先“转变思想”、把“稳态”的猜想变为“暂态”的想法，那么成功的桂冠就将属于谁。在这个问题上，最遗憾的莫过于科拉顿了。

1825 年，科拉顿做过这样一个实验，他想将一个磁铁插入连有灵敏电流计的螺旋线圈，来观察在线圈中是否有电流产生。

但是，在实验时，科拉顿为了排除磁铁移动时对灵敏电流计的影响，他

用很长的导线把接在螺旋线圈上的灵敏电流计入到了另一间房间里。他想，反正产生的电流应该是“稳定”的，插入磁铁后，如果有电流，跑到另一间房里观察电流计也来得及。就这样，科拉顿开始了实验。然而，无论他跑得有多快，他看到的电流计指针都是指在“0”刻度的位置，科拉顿失败了。

科拉顿的这个失败，是一个什么样的失败呢？后人有各种各样的议论。

有人说这是一次“成功的失败”。因为科拉顿的实验装置设计得完全正确，如果磁铁磁性很强，导线电阻不大，电流计十分灵敏，那么在科拉顿将磁铁插入螺旋线圈时，电流计的指针确实是摆动了的。也就是说，电磁感应的实验是成功了。只不过科拉顿没有看见，他跑得还太慢，连电流计指针往回摆也没看见。

有人说，这是一次“遗憾的失败”。因为，如果科拉顿有个助手在另外那间房间里，或者科拉顿就把电流计放在同一房间里看得见的地方，那么成功的桂冠肯定是属于科拉顿的。

有人说，这是一次“真正的失败”。因为科拉顿没能转变思想，他没有从“稳态”的猜想转变到“暂态”的考虑上来，所以他想不到请个助手帮一下忙，或者把电流计拿到同一间房里来。事实也是这样，科拉顿留下了永远的遗憾。

1831年7月4日，法拉第写信给皇家学会秘书，信中说：“我希望把玻璃暂时放一下，这样我就有幸把对别的问题的想法付诸实现。”这里所说的“别的问题”就是指电磁感应。这时，沃拉斯顿和戴维这两位当时相当权威的电磁学家已经去世，这在某种意义上说地为法拉第重新进入电磁学领域敞开了道路，嫉妒者走了，诚实的人路就宽了。

法拉第再次集中精力于电磁感应，经过反复的思考，总结别人和他自己过去失败的教训，他决定不再固守“稳态”的猜想，要从实验事实来做结论。这样，有志者，事竟成，法拉第终于在1831年8月，观察到了电磁感应效应。

下面我们摘录曾经在我们的中学物理课本上有过的、对法拉第在1831年8月里的工作的介绍，供同学们阅读。

1831年10月17日，法拉第又做了这样一个实验，实验装置是用一个螺旋线圈（由60厘米长的铜丝绕在一个空筒上而制成）跟电流计相连通，构成闭合电路。然后，法拉第用一根长20厘米、粗2厘米的圆柱形永久磁铁，迅速地插入线圈，又迅速地从线圈中拔出，他都看到了非常明显的电流计指针的偏转，再清楚不过地看到了电磁感应是暂时状态效应。法拉第认为，至此可以说他是成功了。所以，在1831年10月17日的《法拉第日记》上，写上了“yes”。1831年11月24日，法拉第写了一篇论文，向英国皇家学会报告了整个情况。

电磁感应是暂态效应，那么怎样才能利用电磁感应来获得“恒定”或“稳定”的电流呢？因为只有能不断得到电流，才能谈得上对电流的应用。就在1831年的10月，法拉第在继续深入研究电磁感应的同时，在他获得“暂态”电流的同时，他就在考虑如何获得“稳态”或“恒定”电流了。这是一个有远见的科学家非常可贵的科研品质。

皇家学会有一块特别大的马蹄形电磁铁，当时正被皇家军事学院借用着，而法拉第正好也在那里做了许多实验，法拉第想要利用电磁感应获得持续电流的实验设计，那块大磁铁是有不可磨灭的贡献的。

法拉第设计的获得持续电流的装置是在磁铁两极间放一铜盘，铜盘的金

属轴和边缘连着外接导线，法拉第将两根外接导线连在了电流计上。

在《法拉第日记》上有着这样的记述“圆铜片旋转的时候，电流计的指针发生偏转，效果非常清楚，恒定”，恒定二字下的加重号是法拉第加上的。

法拉第是摇着手柄使圆铜盘转动的，铜盘不停的转动，电路中得到持续不断的电流，这就是世界上第一个发电机的诞生，它是将机械能转化为电能，那天是 1831 年 10 月 28 日。

发电机诞生了，电动机运转了，人类进入电气时代的大门被法拉第打开了。

他到底是不是“小偷”

1902 年，日本东京高等法院曾经审理过一桩特殊的“盗窃案”。原告是横滨电气公司的代表，被告是一个暗自用电而不付电费的人。

公诉人控告被告是犯了“盗窃罪”的小偷。

但被告却为自己辩护说，盗窃必然是偷了“东西”，“东西”是看得见、摸得着、有轻重、有大小的实体，如果“电”不具有这些特点，何来盗窃罪名？为了强调“电不是个东西，他还问法官：“法官先生，你能否告诉我，电的体积有多大？分量有多重？形状又如何？”而且他还向旁听席上的人们发出询问：“在座的有哪位看见过电？”

被告这样振振有词地为自己辩护，不仅全场哗然，连法官也不知如何是好。再加上应邀出庭作证的东京帝国大学的田中教授说：“电，是一种以太的振动现象，不能被看作是一种实体……”于是，法庭只好将被告无罪释放。

这就是有名的“电不是个东西”的故事。那么，“偷电”真的没有“偷东西”吗”

为了说明这个问题，我们必须从物质的“形态”说起。物质有两种形态，一种是“实体”形态物质，这种形态物质的物体是由“原子”、“分子”所组成的，例如木棒、水、空气……这类物质的物体，能被人的感官直接感觉到，被人们称为“东西”的，就是这种形态的物体的总称。千万年来为人类所熟悉。另一种是“场”形态物质，例如引力场、电场、磁场、电磁场等，这种形态的物质，虽然与实体的物质长远并存，但它们不能被人的感官所感觉，了解它们需要一定的科学设施，所以人类对它们的认识还只是近 100 多年的事。“场”物质与“实体”物质虽然是两种不同形态的物质，但它们都是物质而且有着密切的联系。这种联系我们就以上述“盗窃案”来加以说明。

横滨电气公司的发电厂、电源装置中的非静电力，分离实体物质中的电荷，将其他形式的能转化成电能，使电源建立了电动势，当供电线路闭合时，电场中的自由电荷在电场力的作用下做定向移动而形成电流，再由电流的效应，将电能转化成其他形式的能，所谓用户用电，就是消耗电能，而这消耗的电能，来源于发电机中所进行的能量转化，而这电能的输送，又离不开电场的的作用。所以“偷电”，就是偷用了“电场”这种物质。

所以横滨电气公司的代表对东京高等法院的判决不服，对田中教授的证词也不信服，再抽日本大审院上诉。经过一年多审理，最后判决偷电贼有罪。

虽然大审院当时的判决比较勉强，但它的结论是对的。如果偷电可以不犯罪，那么再也不会再有交电费了，谁还敢办发电厂？

为了防止再有人偷电，1907 年日本议会修改了刑法，在第 245 条加上这样的话：“电流应看作一种财物，如果任意拉线偷电，应看作是偷他人财物

而犯了偷电罪。”这条追加的说明，至今还保留在日本刑法中。

上述案件中的偷电贼，是用实体物质的“东西”概念来代替全部物质，虽然一时蒙混过关，但随着科学技术的发展，由于人们对物质的认识逐渐全面和深入，他终将逃不脱法律的制裁。

发明大王的遗憾

爱迪生被誉为发明大王，他没有获得诺贝尔奖金也不遗憾，但是在他最重大的成就面前，他却有一件终身遗憾的事。

那是1883年，当时爱迪生发明的白炽电灯泡是碳丝的（现在也还有这种碳丝灯），由于碳丝的蒸发，这种灯泡的寿命很短。为了延长灯泡的寿命，爱迪生试验用别的耐燃耐热材料来做灯丝。他先后选用了1600多种材料，做了几千次的试验，但都不成功，或者发光不如碳丝，或者寿命很短。爱迪生把注意力又转向设法阻止或减缓碳的蒸发上。

一天，爱迪生想，若在碳丝灯泡内另外再装入一根铜丝，或许可以阻止碳丝的蒸发，从而延长灯泡的寿命。他这样假想，也这样试验，但实验结果却是碳丝的蒸发仍然如旧，延长灯泡寿命的实验又一次失败了。

这次实验，在延长灯泡寿命上确实是失败了。但是，爱迪生却从这一次实验中，发现了一个对后来电子技术有重大应用的现象。这个现象就是：当灯泡内碳丝通电发热后，未与电源接通的铜丝里出现了微弱的电流。爱迪生抓住这一新发现，继续研究下去，终于发现了热电子发射现象，称为“爱迪生效应”，这是发明大王爱迪生一生中最重要的成就。

爱迪生所试验的装有铜丝的碳丝灯泡，实际上是世界上第一只二极电子管。可惜，爱迪生没有觉察到这一点，他只停留在发现了热电子发射现象，而没有预感到这种现象可能带来的科学技术上的重大意义。这或许是他太注意并太急于改进灯泡，而影响了他的科学思维的发挥。

爱迪生发现的热电子发射现象，引起了科学界的极大重视。英国科学家弗来明立刻看出“爱迪生效应”将有重大的技术意义。他在“爱迪生效应”发现后的第二年，专门去到美国找爱迪生共同研讨有关热电子发射的问题，并推测“爱迪生效应”的背景可能就是由阴极射向阳极的单向电子流。

弗来明根据自己对“爱迪生效应”的理解，设计制造了世界上第一只二极电子管。但是，弗来明的这只二极电子管与爱迪生那只封入铜丝的碳丝灯泡相比，几乎同出一辙，相差无几。然而弗来明的二极电子管，在技术上的意义却远远超过了爱迪生那只电灯泡。

敏感的弗来明成功了，发明大王爱迪生却在取得自己最重大的成就时留下了终身的遗憾。

电话小趣

同学们都了解“电话”的原理和它在现代生活中的重要性，因为在初中物理第二册〔义务教育初级中学教科书（实验本）〕里，专门有一节“电话”，这节课文的最后一句话是“电话已成为人类使用最广泛的通信工具”。

但是，你知道下面这些有关电话的事吗？

电话诞生在哪里？

电话是出生在苏格兰的爱丁堡的美国发明家贝尔（1847—1922）发明的。现在，在美国波士顿法院路109号的门口，钉着一块青铜牌，上面写着：“1875年6月2日，电话在这里诞生。”

皇帝不敢在皇宫装电话

1882年2月21日，丹商大北电报公司在上海外滩设立了电话交换所，虽然只有二三十个用户和一个设在所内的公用电话，但它是我国最早出现的电话局。

直到1903年后，慈禧太后才同意在颐和园内安设了电话，但她严禁在北京城内的皇宫里装设电话。慈禧的用心十分明显，她明白电话这种先进的通讯方式的特殊作用，她害怕电话给她带来麻烦，赶紧把“严令”早早宣布。

果然，1904年12月初，光绪皇帝传旨，要设置从皇宫到电灯公所间的“德律风”（电话）。这下可难坏了电灯委员。皇帝有旨，太后有谕，他谁也不敢得罪，只好托词回答说：“此物中不全，应在外洋购买。”光绪大怒，限他一天之内办来。这位电委大人只好赶紧找王公大臣们商量对策，然而，众大臣面面相觑，束手无策。最后，还是一个姓王的太监替电委大人解了难，他对光绪说：“万一设立德律风，太后问及，将如何。”这明明是用慈禧太后来恫吓光绪，光绪不敢硬抗，但又不愿罢休，他想让王太监去向慈禧做一下“请示”。然而王太监却说：“奴才何人？万死亦不敢奏。”光绪无奈。此事只好作罢。

是谁最先使用“喂”？

现在一般人打电话，拿起话机先用“喂”向对方打招呼。这一声“喂”，既简单明了，又合乎情理，对谁使用，都恰到好处。但是，最初人们打电话，并没有找到这个“喂”字；使用的是例如：“请问，有人吗？”、“请你讲话”等招呼语。

第一个喊出“喂”的是大发明家爱迪生。有一天，爱迪生拿起电话，喊了一声“Hello（哈喽）！”觉得既能表达意思又能令人满意，无论对谁使用都不失尊敬和热情。

爱迪生的这一声“喂”，很快就在美国传开了。接着，日本、前苏联、土耳其等国也都用起来。随着电话的发展，“喂”的招呼声传遍了全世界。

有趣的“火警电话”号码

“火警电话”是特种电话的一种，它的号码是由各个城市自己规定的。各城市的人自己看自己城市的火警电话，认为不过是一种“规定”罢了，谈不上什么有趣没趣。但是，若把一些城市的火警电话号码相比较，就会觉得有趣味。

例如，我国首都北京（以及我国大部分城市）的火警电话号码是“119”，而美国首都华盛顿的火警电话号码正好相反，是“911”。

又例如，菲律宾首都马尼拉的火警电话号码，短到只有1个“0”字，而加拿大首都渥太华的火警电话号码；长达7位数——“871212”。

再例如，丹麦首都哥本哈根的火警电话号，是重复3个“0”字——“000”。

奇怪得让人很容易记住。

不守规矩打不通的电话

程控电话的优点是接通速度快，使用效率高。但是，程控电话在使用方法上与一般电话却有所不同，它的使用方法如下：

当你拿起程控电话的耳机时，立刻可听到“拨号音”，这就是招呼你赶紧拨号。你必须在 15 秒钟以内拨出对方的号码，而且每拨一个号码的间隔时间不能超过 10 秒钟。否则，不等你拨完号码，“忙音”就响了，这“忙音”就是告诉你，你刚才拨了的号码已经失效，需要重新拨号。

所以，不守规矩是打不通程控电话的。

父子各说电子的一面

在物理学的发展过程中，父子物理学家是很多的，父子都得到重大成就的也不少。就拿具有最高荣誉的诺贝尔奖来说，自从 1901 年诺贝尔奖开始颁发以来，就有 3 对父子获得过物理学奖，在世界传为佳话。他们是英国的布拉格父子，丹麦的玻尔父子和瑞典的塞格巴恩父子。

在父子科学佳话中，在我们中学物理的课堂上，老师向学生谈到的父和子的工作是关于电子的事情。

电子是英国物理学家 J·J·汤姆生在 1897 年通过对阴极射线的研究而发现的，他确认电子是带负电的粒子。而且他还通过阴极射线在电场和磁场中的偏转，利用质谱仪的原理，测定了电子的“荷质比”。从此，电子就作为一种基本粒子活跃在物理学的领域。

1924 年法国物理学家德布罗意提出波动的新概念“物质波”。1926 年，玻恩又指出粒子的波动是“几率波”。当时德布罗意已经从理论上对电子波有了计算，只待实验的证明。

1927 年，J·J·汤姆生的独生儿子 G·P·汤姆生，用快速电子得到了一张电子衍射照片，成为电子波存在的实验证据，并且从中计算的波长与德布罗意的理论值完全吻合。从此，电子又以“波”的姿态出现在物理学领域。

波粒二象性是微观世界的普遍规律，汤姆生父子对电子虽然各说一面，老子说电子是粒子，儿子说电子是波，他们都没有说错，但完整的应该是把他们的说法合起来。

赫兹给麦克斯韦的“鲜花”和“拳头”

1846 年，法拉第发现在磁场的作用下，偏振光的振动面会发生改变。这给了人们一个新的启示：光现象与磁现象之间会不会有什么内在联系？

麦克斯韦（1831～1879，英国理论物理学家、数学家）总结了电学和磁学一切新的成就并发展了法拉第关于“场”的概念。在 1862 年发表的《论物理的力线》一文中，引进了“位移电流”的新概念，使电磁学的研究出现了一个重大的突破。麦克斯韦在总结和突破的基础上导出了著名的麦克斯韦方程，提出了著名的电磁理论。1865 年，麦克斯韦发表《电磁场动力学》一文，在这篇文章中，他用数学的方法，从麦克斯韦方程导出了电磁场的波动方程，并算出电磁波的传播速度等于光速。这样，他确立了电磁波的理论。

麦克斯韦根据自己的电磁理论，预言了电磁波的存在，并提出了光的电

磁理论。麦氏的电磁理论，把电、磁、光三者联系起来，这是物理学理论发展过程中，一个具有里程碑意义的重大成就。

但是检验真理的唯一标准是实践。对物理学来说，任何理论只有得到实验的验证之后，才能最后被认定。因此，能否用人工方法获得电磁波就成了认定麦克斯韦电磁理论的事实依据。

麦克斯韦曾经非常希望实验物理学家们能早日找到电磁波，然而，从1865年麦克斯韦预言电磁波存在，提出光的电磁说，直到1879年麦克斯韦逝世，物理学家们也没能让电磁波在自己手中发生。为了推动科学的发展，在麦克斯韦去世的1879年，德国柏林科学院以重金悬赏，向当时的科学界征求对麦克斯韦预言的电磁波实验验证。

虽然科学家们不是为奖金而工作，但来自科学院的重赏必定能激起更大的热情，更何况验证电磁波早已是科学家们共同的心愿。

终于，在1887年著名的“赫兹实验”成功了，人类找到了电磁波，这是赫兹（1857~1894，德国物理学家）献给麦克斯韦的“鲜花”，祝贺他的电磁理论最终被大家所认定了。可惜，这束鲜花麦克斯韦并没有看见，因为当赫兹在1887年11月5日将他的实验成就总结成论文，寄给他的老师亥姆霍兹时麦克斯韦已经去世8年了。

1888年，赫兹进一步用“驻波法”测定电磁波的传播速度，得出与麦克斯韦计算相符的结果；赫兹还进一步证明电磁波辐射具有光的各种特性，从而使麦克斯韦光的电磁说也得到确立。

然而，就是这个赫兹，在他做出“赫兹实验”的同时，又发现了“光电效应”现象。紧跟着科学家们研究光电效应所得到的实验规律，却又是麦克斯韦电磁理论所不能解释的！这就是有人说的“赫兹向麦克斯韦伸出了拳头”。

虽然麦克斯韦既没有看见“鲜花”，也没有看见“拳头”，然而麦克斯韦电磁理论和麦克斯韦预言与赫兹找到电磁波和发现光电效应，在物理学史上，却给人们以千古不衰的启迪，这就是：一种理论在得到认定的同时，往往会碰到理论必须再发展的尖锐的客观事实！物理技术和物理理论，就是在“鲜花”和“拳头”中不断发展的。

鹊桥何日能相会

这是我国民间神话中的一个优美的故事。

天帝有个孙女，不仅善良美丽，而且是一个织造能手，大家都叫她织女。织女织造的锦绢，在天市里是只供欣赏而不能买到的珍品。

有一天，织女在天市游玩，突然她拨开云端往下一，啊！地上的繁华世界展现在她的眼前。她看见了绚丽的中国丝绸，她听见了比“天琴”更美的牧童笛声……。人间的盛景，打动了仙女的心，她飘然而下，飞向人间。

她在人间大地上空，摘下她的围巾，将围巾向地上抛去，然后她跟在围巾后面，冉冉飞向人间大地。

织女的围巾，被一只喜鹊衔住，这喜鹊将围巾系在了一个健壮的牛郎的脖子上。织女来到牛郎身边。牛郎把围巾的一端系在织女的脖子上，于是织女和牛郎结了婚。牛郎放牛、耕地，织女做饭、织布，他们愉快地过着人间幸福生活。几年后，他们还有了一儿一女。一家4口，白天耕织有序，晚

上歌声笑语满门，真是好一派人间美景。

然而美景不长，织女私自下凡触怒了天帝。他怒不可遏，下了一道圣旨，派天兵天将，在一个雷电交加的晚上，将织女抓回天庭。织女挣扎着，她抛下围巾，在神州大地上铺成一条丝绸之路。

牛郎怎能甘心让天帝拆散他们夫妻？一双幼小的儿女怎能没有母亲？勇敢的牛郎从墙上取下扁担，从墙边搬来两个箩筐，将儿女一个筐中放一个，用扁担挑起一双儿女就追！

然而，牛郎不会上天，只能担着儿女在旷野里乱跑、呼喊，两个孩子不停地哭叫着“妈妈”！

牛郎的呼喊，孩子们的哭叫，感动了闪电娘娘，她大喊一声：“牛郎，踏着闪电上来！”同时她还转脸恳切地对雷公说：“雷公大人，你是公道的哟！”

雷公也早被牛郎所感动，只见他转移雷击的方向，离牛郎远远的，在别处乱打一通。

就这样，牛郎担着儿女，踏着闪电上了天。

天帝发现牛郎上了天，气得暴跳起来，他觉得雷公和闪电娘娘在帮助牛郎，于是他立刻发出一道圣旨，将雷公和闪电娘娘从“上天”贬到“下天”，而且立即执行。从此，雷公和闪电娘娘的活动范围就被限制在“天下”的范围里了。

牛郎失去了闪电娘娘的帮助，再也不知应该怎样走了，只得停下来，这时他所在的地方，正在银河东边。

织女被天帝关回她原来的宫殿里，她的位置正好在银河西边，与牛郎隔河相对。

夫妻分离、母子离散的人间悲剧出现在天上，这很使年迈的织女的祖母伤心，她向天帝求情，希望能给牛郎织女一个相会的机会。天帝碍不过老伴不停的唠叨，最后答应每年七月初七，允许牛郎织女在银河上相会，但不许用他的“天船”。

银河上没有“天桥”，又不许用“天船”，河上如何能相会？牛郎心里暗暗骂那天帝老头太心狠，让人相会还出难题！正在牛郎感到为难的时候，一只喜鹊飞到他肩上，对他说道：“牛郎不用为难，到时候我们给你搭一座鹊桥，帮助你全家团圆。”

从此，每年七月初七，牛郎织女鹊桥相会的故事就世代流传。

中国是“东方天文学”的发祥地，中国古代天文学历史悠久，记载丰富，是人类文化宝库中一个灿烂的瑰宝。正因为中国古代文学十分发达，所以织女下凡，七仙女下凡的传说……都发生在中国。

现在，我们用现代天文学和物理学的知识，再来看看牛郎织女每年七月七鹊桥会，很容易看出那是根本不可能的。

“牛郎星”又叫“牵牛”，它的学名叫“河鼓二”即“天鹰座 a 星”，在银河东，距地球 16.3 光年。光年是一种长度单位，1 光年约等于 9.5×10^{12} 千米，它是光在真空中 1 年时间内传播的距离。

“织女”又叫“天孙”，属于市垣，共三星，织女一、二、三即“天琴座”、“”、“”星，组成一个等边三角形，在银河西，与河东牵牛相对。其中织女一，就是神话中的织女，她距地球 26.4 光年。这个织女一，跟地球有不解之缘，她不仅在神话中把地球上的牛郎引上了天，而且待到公元 14000

年时，地轴将指向织女一，使她成为地球的“北极星”。

那么牛郎与织女相距多远呢？他们相距大约 16 光年。

这就是说，牛郎向织女拍发出一份电报，要过 16 年以后织女才能收到，他们怎么能每年都鹊桥相会呢？

电脑还需“进化”

电脑的飞速发展和广泛应用已经成为现代高新科技的标志之一。但是。由于发生了由计算机控制的列车撞车事件，使不少人对高新科技的代表、人脑的杰作——电脑的可靠性产生了极大的怀疑。

1993 年 10 月 5 日，一列自动化东京市郊列车载着 250 名旅客以及他们对电脑的信任飞速行驶。眼看进入终点站，不料列车失控，径直撞在线路终端的水泥栏杆上。车上 180 人受伤。事后调查失事原因，原来是列车上分别由 3 个电脑控制的单独的安全系统都失灵了。

作为日本高新技术象征的高速“子弹列车”，已被查出不少严重的缺陷。其中包括要命的制动器功能不灵、54 起门开关失灵、几十处结合部焊接不牢、几十条大裂缝、缺少几百个螺栓等等，而这些绝大部份都是由电脑设计、计算、操纵、控制下出现的。有一起事故，由于螺栓安装不当，致使一个齿轮箱脱落、整个列车趴窝，造成道路堵塞近 5 小时，迫使 48 趟列车取消运行，91 趟列车晚点。有关人士说要计划更换 99 个有毛病的轴箱。据《朝日新闻》报道，在一次接受调查的 277 名列车工作人员中，有 99% 的人对列车的安全性表示怀疑。

又例如，日本人引为骄傲的磁悬浮列车，也曾有一次实验中起火，机车内部被烧坏，使实验性的线性是电动机车的研究工作推迟了好几年。

10 月 5 日的列车撞车事件再一次引起世人的警惕和批评。东京电气大学的弘实教授说：“这个事故是由于过分信赖电脑控制系统而忽视需要有人操作的倒车系统而造成的。”大阪经济大学中冈教授也说：“说到底，还是人脑比电脑更值得信赖。说句老实话，我无论何时乘坐无人驾驶的列车都感到不安。只要计算机失灵，人们又过分依赖计算机，十有八九会引起恶性事故。”

看来，电脑与其它新高科技还需“进化”。

第二章 物理科学的闪光

永恒的四大发明

下面我们系统地介绍中国古代的四大发明。

中华民族是个具有悠久历史的民族。几千年来，勤劳勇敢的中国人民，用自己的辛勤劳动，创造出了光辉灿烂的文化，不但在世界民族之林中高树一帜，而且也大大地丰富了世界文化的宝库。

尤其是我国古代的四大发明，更是对增进世界经济文化的交流，推动世界经济文化的发展，做出了卓越的贡献。

马克思曾高度评价火药、指南针和印刷术的发明，认为这些都是资产阶级发展的必要前提。

在我国古代四大发明中，除了活字印刷的发明者毕昇因有沈括的简单记载而为世人所知外，其余的如指南针、造纸术和火药的发明者，史籍中多

不见记载。

当然，这几项重大发明，都不是出自一两人之手，而是由许多劳动人民在长期的生产实践中共同完成的。

我们先从指南针的发明开始。

且说飞机在辽阔的天空中翱翔，轮船在无际的大海中航行，探险队在苍莽的森林中勘察，商旅们在浩瀚的沙漠中跋涉，他们是依靠什么来辨别方向的呢？

大家也许会不约而同地说出同一答案：指南针。可你知道指南针是怎样发明的吗？你知道关于指南针，有许多使人难忘的故事吗？诸位，且听我慢慢道来。

相传在 4000 多年前，在中国北方中原地区，黄帝和蚩尤大战于涿鹿之野，战斗持续了半年未有分出胜负。

应该说，黄帝在这场战斗中能够取胜，因为他的部落是一个比较强大的部落，而且他代表着正义。但是，每当战斗即将胜利之时，总是有大雾迷漫山野，让人辨不出方向，所以总是前功尽弃。

黄帝决定派人探个究竟，这雾到底是怎么引起的。于是派一个重要将领随自己上山，侦察蚩尤部落的动静。

黄帝等人到了山上后，各处山谷里全弥漫着悠悠昏雾，雾悄然独自上山，好像一个恶灵，寻找安息之处而不可得似的。粘湿而冷酷的雾缓缓飘来。

只见，浪潮起伏，互相追逐，好象险恶的海面上的波涛，雾的密度封闭了所有景物，就在黄帝准备命令返营时，身边的大将突然发现了一个奇迹。

黄帝随着大将手指的方向望去，只见在蚩尤的大营中，蚩尤正坐在祭坛上，身后幽燕，徐徐作雾，雾从他的口中吐出，慢慢飞出营外，萦绕着山川巨野。

黄帝这才想起这不是自然界之雾，如想破掉雾，必须造出一样东西，使人能够辨别方向，然后才可一举破之。

黄帝回营后，立即吩咐能工巧匠造指南车让指南车认出方向。在指南车造好后的一个黄昏，黄帝率领部落，大举进攻蚩尤。

这时蚩尤再作雾也不灵了，黄帝部落在指南车的指引下，在迷雾中大败蚩尤，结果蚩尤残败，黄帝大胜。

其实，上面这个故事虽然流传很广，但是黄帝发明指南车是不足信的。而且指南车与指南针有着本质的区别。

根据历史记载，东汉时的大科学家张衡倒是确实发明过指南车，但是他的制造方法却失传了，甚为可惜。

到了三国时代，有个叫马钧的发明家，重新造出了指南车。当然，马钧的发明，我们将在后面介绍诸位还是随笔者回到指南针这个话题上来。

下面这个故事，倒是和指南针有些关系。

据说秦始皇在位时，身边网罗了一批术士来为他寻求长生不老之药。有一天，一位叫徐福的术士奏本说：

“在东方的大海上有三座神山，名叫蓬莱、方丈、瀛州，仙人们都在那里居住。请皇帝让我率领一批男女儿童前往寻求。”

秦始皇很高兴，马上选派了几千名儿童，又为他造了艘大船，让他从现在的山东日照县附近出海。谁知徐福一去不返，不知道他把这些男女少年带

向何方。

几千年过去了，秦始皇早已成为历史的陈迹。但徐福渡海求药的故事并没有被人们忘记。有些历史学家认为，当时徐福他们是横渡黄海和朝鲜海峡到达了日本。

如果情形真是如此的话，那么徐福可以算得上中国航海家中的先驱人物，也就是说，徐福最早使用了指南针。

也许有读者会说：“难道徐福非要使用指南针不可吗？比如用太阳、星星定方向，不是同样可以到达指定地点吗？”

不错，这样的确可以，我国古代的人们也就是这样做的。但是，如果碰到那种“阴风怒号，浊浪排空，日星隐曜，山岳潜行”的天气怎么办呢？

再说，这种天气，在大海中是家常便饭。茫茫大海，无边汪洋，如果航向偏离 1° ，那就可能永远也到达不了目的地。正所谓“失之毫厘，谬以千里。”

当然，我们在这里，也只是猜测而已，不必当真，权且作为探讨。

那么，指南针到底是怎么一回事呢？

却说指南针是利用磁铁在地球磁场中的指极性而制成的。磁铁能够吸铁，也就是我们通常说的吸铁石。

2000多年前，我国的春秋旧中国时期，采矿、冶铁业已有相当规模。劳动人民在寻找铁矿的过程中，发现了这种神奇的矿石，因为它一碰到铁就吸住，好比一个慈祥的母亲吸引自己的孩子，所以称它为“慈石”。

《管子·地数篇》中记有：“上有慈石者，下有铜金。”《山海经·北山经》中记有：“西流注于幼泽，其中多慈石。”古人把磁石吸铁比作“母子相恋”。

他们不但发现了磁石的吸铁性，而且还发现了磁石的指极性。每块磁石的两头都有不同的磁极，一头叫S极，一头叫N极。

而我们居住的地球本身，也是一块天然的大磁体，在南北两头也有不同的磁极。靠近北极的磁性为S极，靠近南极的磁性是N极。因为同性磁斥的缘故，所以不管在地球什么位置，放置一根磁针，它的N极始终指向北方。

但是，最初的指南针，同现在指南针的形状完全不同。最初的指南针是用磁石做成的，它是一块天然的磁石，琢磨成勺子的形状。把磁石的S极琢磨成勺柄，并使磁勺的重心落在圆而光滑的底部中央。磁勺做好后，还得做一个光滑的底盘。

使用的时候，把它放在平置底盘的中央，用手拨动勺柄，使它转动，当它停下来时，勺柄指向南方，古人把这磁勺称为“司南”，就是负责指南的意思。

司南是世界上最早的指南针，中国古籍中有许多用司南来辨别方向的记载。如《鬼谷子·谋篇》中，曾记到有人外出采玉，就带了司南去，以便不迷失方向。

《韩非子·有度篇》记有：“先王立司南以端朝夕”，这也是用司南来定方向的记载。

但是，这种用天然磁石琢制司南的方法，技术要求较高，难度较大。因为天然磁石在琢制的过程中，容易因受到震动而失去磁性，所以这种司南得不到广泛的使用。

随着社会的发展，战争和海上航行的需要，人们迫切要求一种制作和使

用更加方便的指向仪器。我国劳动人民在长期生产实践中，逐渐掌握了人工磁化的方法，指南针因此得到了很大的发展。

在公元 1004 年，北宋初年，由曾公亮主编的一部军事著作《武经总要》中，详细地记载了一种新颖的指南工具——指南鱼的制法。

“以薄铁叶剪裁，长二寸阔五分，首尾锐如鱼形，置炭火中烧之，候通赤，以铁铃铃针首出火，以尾正对子位（北方），蘸水盆中，没尾数分则止，以密器收之。”

这样一来，铁片鱼就被磁化成指南鱼了。使用时，只要取一碗水置于无风处，平面鱼会浮在水面，待它静止时，鱼首所指的方向就是南方。

当然，上面所说的薄铁片，应是一种低碳钢。这种人工磁化法要比欧洲早几百年，直到 1600 年，英国人吉尔伯特才发现使红热的铁棒沿着地球磁场方向冷却而磁化的方法。

当时不但有铁片制成的指南鱼，还有用木头做的指南鱼和指南龟。木制指南鱼，是一块手指大小的木头刻成鱼的形状，从鱼嘴往里挖一个孔，放进一块磁铁。使它的 S 极向外，再用黄蜡封口。

使用时，将木头鱼放在水面上，其原理同铁片鱼相仿。但指南龟则不放在水中，而是将龟肚下方挖个小洞，让它顶在光滑的竹签上面，便于自动转动。

指南鱼发明后不久，人们又掌握了一种更好，更方便的人工磁化法，就是用天然磁石摩擦钢针，使钢针磁化。这种经过人工磁化的钢针，可说是正式的指南针了。

这样一来，指南针的制造过程大大简化，为指南针的广泛应用提供了先决条件。

北宋著名科学家曾在《梦溪笔谈》书中，记述了这种指南针的四种用法：

1. 以磁针横贯灯芯的水浮法；
2. 指甲旋定法，即把磁针放在光滑的手指甲面上；
3. 碗唇旋定法，即把磁针放在光滑的碗口上；
4. 缕悬法，即在磁针中间涂一点蜡，粘上一根线，挂于无风的地方。

水浮法、缕悬法和木刻指南龟用的针顶法，直到现在，仍为航空和航海用的罗盘以及地磁测量仪所采用。

指南针的最大历史功绩是在于航海上的应用。从目前掌握的材料看，最早用于航海的是在北宋。宋代时，航海业已相当发达，与日本列岛和南洋群岛的交往已很频繁，同阿拉伯各国的贸易关系也很密切。

这些海上交通的迅速扩大，是与指南针的应用息息相关。不论天气如何阴晦，航向都可由人来把握。

南宋的《梦梁录》曾写道：“风雨冥晦时，惟凭针盘而行，乃火长掌之，毫厘不敢差误，盖一舟人命所系山也。”

元代的《海运篇》中有这样一句话：“航行海洋，不畏深深而虑浅，不虑风而虑礁，……立定盘星以取向。”

上面所说的针盘，盘星就是航海罗盘。明朝的《东西洋考》中说：船出河口，进入茫茫大海，波涛连天，毫无岸边标帜可循，这时就只好“独特指南针为导引”了。

由此可见，小小磁针，对于海上航行是多么必不可少，对于推动航海业

的发展，起到了何等重要的作用。

最著名的航行，有明代郑和下西洋，从江苏刘家港出发到印尼苏门答腊，沿途航线都标有罗盘针路。以后的哥伦布航行抵达美洲大陆和麦哲仑环球航行，也都依赖的是海上救星——指南针了。

中国的指南针大约在公元 12 世纪传到阿拉伯，然后再由阿拉伯传到欧洲。

那时到中国来的阿拉伯人都乐于乘坐中国船只，因为中国船船身大，结构坚固，航速快。这就为罗盘传入西方提供了条件。

西方在学会使用罗盘后，根据实际需要又进行了科学的改进。由于罗盘在随船体大幅度摆动时，常使磁针过分倾斜而靠在盘体上转动不了。

欧洲人设计了称为“方向支架”的常平架，它是由两个铜圈组成，两圈的直径略有差别，使小圈正好内切于大圈，并且枢轴把的联结起来，然后再用枢轴把它们安在一个固定的支架上。

最后，把罗盘就挂在内圈里，这样，不论船体怎样摆动，罗盘总能保持水平状态。这种仪器的原理已经是比较近代化了。

应当顺便指出的是，我国古代科学技术界至少在宋代就已经发现了两个地磁要素，即磁偏角和磁倾角的存在。

北宋大科学家沈括在用磁针做实验时，发现指南针所指的南北与地理上的南北并不完全一致，两者之间存在着偏角，即磁偏角。

沈括指出：“常微偏东，不全南也”，这是世界上最早的关于磁偏角的记载。地磁学告诉我们，磁偏角是随着地点的变化而变化析，又由于地磁极在不定的变化，所以，磁偏角也随之变化。

所以，沈括指出的是“常微偏东”，而不是“恒微偏东”。这说明了沈括已经发现了偏角并非是一成不变的。

欧洲人对磁偏角的最早发现是哥伦布探险的 1492 年。所以，中国发现的磁偏角至少要早好几百年。

另外，曾公亮所记载的磁化铁叶鱼时，整个鱼身须是倾斜的，只把正对北方的鱼尾没入水中，而鱼首则高出水平。这个实验证明，我国古代的科学家们已经意识到磁倾角的存在。这个发现比纽仑堡罗盘工匠加特曼的同一发现正好早 500 年。

到了南宋时，磁偏有因地制宜的情况更有明确记载，并被应用到罗盘上。所谓“天地南北之正，当用子午。或谓江南地偏，难用子午之正，故丙壬参之。”

这就是说，在地理子午线和地磁子午线一致的地方，用指南针可以；而中国东南部，地理子午线和地磁子午线有一个夹角，所以需要其它方法来修正一下。

作为四大发明之一的指南针，历来是中国人引以自豪的，这一发明不但说明了中国古代人民的智慧和观察能力，而且是中国对世界历史发展的巨大贡献。

如果说，科学进步的历史是全世界各国人民共同推动的，那么说，中国古代曾处于这个行列的前面，则是一点也不过分的。

指南针的发明说到这里可以告一段落了，现在我们想重新拣起前面的话题，指南车的创造发明。

前面我们已介绍了黄帝与蚩尤的涿鹿之战，在这场战争中，由于黄帝发

明了指南车，结果大获全胜。

还有一个传说，说是周公发明了指南车，周朝初年，南方的越裳氏派来的使臣迷失了回去的路线，周公制作指南车，派人护送他们回国。

传说毕竟是传说，但它却说明了一点：指南车的发明是为了辨识方向，而辨识方向则是出于远行的需要，远行或是由于战争，或是由于外交，或是由于贸易。

可靠的记载是：东汉，张衡制造指南车，但经过汉代末年的战乱，这指南车没能保存下来，实是件遗憾之事。

但到了三国之时，倒是有一个著名的人物，发明了指南车，这个人物便是三国时期的机械制造家、发明家马钧。

马钧，字德衡，三国时期魏国扶风人（今陕西兴平）。出身于贫寒家庭。他从小就善于动脑，又勤于学习，刻苦钻研，因而成为一个“巧思绝世”的科学家。

三国时，魏蜀两国经常发生战争，有一次诸葛亮出师攻魏，曾经使用一种新式连弩，可以连续发射几十支铁制箭。后来魏军拾到一架，马钧看后说：“巧是很巧，但还不算最好，如果再改进一下，效率还能增加5倍！”不过这项革新计划未能付诸实践。

当时，还有一种攻城武器叫“发石车”，可以抛出石块打击敌人。据说当时曹操用这种武器打败了袁绍。

马钧发现，这种发石车不但用人多，花费时间长，而且抛出去的石头速度慢。如敌人在城楼上悬挂湿牛皮，就会挡住石头，落下来就会砸伤自己人。更何况这种发石车只能单发，不能连续发射。

为了克服这些缺点，马钧设计了一种新的攻城武器——轮转式连续抛石机。

他设想，用一个竖置能绕轴转动的大木轮，在轮缘的周围用绳子吊上几十块大石头，然后用机械带动木轮旋转，轮边的悬石也一起旋转，等到旋转速度很大时，按一定节奏断刀开绳索，就会使石块一块接一块飞射出去，接连不断地打击敌军。

马钧曾经用车轮和几十块砖瓦作过试验，结果完全符合设计要求，接连不断打出去的砖瓦，能飞出几百步远，威力很大。

但是这项发明和连机一样，由于统治者不重视，也没有能制造和推广。但马钧的朋友，文学家傅玄很赏识他的才华、支持他的创新设想。

经过傅玄的多方奔走，安乡侯曹羲以马钧不善言辞，讲不出深奥的道理为现由，不同意让他进行试制。所以，马钧始终没有能够把自己的设想变为现实。

对于这件事，傅玄深有感触地说：“试验一下，本来是极容易的事。可是象马钧这样天下知名的巧人，尚且得不到重视，更何况那些不出名的人呢？后来的人一定要以此引为鉴戒，以免重蹈覆辙。”

但是，值得一书的是，马钧制造了已经失传很久的指南车。

指南车又名司南车，是古代帝王出行时候的先驱车。车上站一个木人，伸臂南指、不管车子怎样转动，木人的手臂总是指向南方。也就是方向车。

本来，中国的春秋时已经发明了指南车，东汉科学家张衡也制成过指南车，但到三国时期均已失传了。

魏明帝青龙年（233—236）中，马钧在京城担任给事中的官职。一天，

马钧和一部分官员在朝房中谈起了指南车的问题。

当时在场的散骑常侍高堂隆和骁骑将军秦朗都认为，古代并没有什么指南车，都是些文人狂编乱说而已，所以，史书上的记述大都不可信。

马钧不同意这种看法，他说：“西代很可能造过指南车，只是我们没有深入去研究罢了。其实，也并不是多么深奥的事。”

高堂隆和秦朗听后，冷笑道：“先生名钧，字德衡。‘钧’是器物的模型，‘衡’是可以定物的轻重。可你说话连个轻重都不分，难道可以作为模型吗？”

马钧回答道：“空口争论有什么用，不如试验试验，方可见分晓。”

高堂隆说：“试验一下？只恐怕是白花国家的钱吧。？”

马钧气愤地说道：“试验不成指南车，损失的钱，全从我的饷银中扣除。”

“此话当真？”

“谁和你开玩笑！”

于是高堂隆和秦朗就把这件事报告了魏明帝，魏明帝便命令马钧试制指南车，并限期在半年之内制成。

马钧经过刻苦钻研，在工匠们的帮助下，没多久，终于制成指南车，高堂隆和秦朗在事实面前再上无话可说了。自此以后，“天下服其巧矣”，大家都佩服马钧是一个很有智巧的人，他的名声传遍天下。

值得指出的是，指南车和指南针，虽说用处都是为了引指方向，但性质截然不同。指南针是利用磁性原理，而指南车则是利用齿轮机械原理制成，两者不可混为一谈。

指南车的设计，是我国古代科学技术的卓越成就，西方学者对于我国古代的这项伟大发明，给予了高度的评价，说它是一切控制机械的祖先之一。

马钧制成指南车不久，有人给魏明帝进献了一种叫做“百戏”的木偶玩具，其设计精巧，造型优美，可惜不能动作。

魏明帝向马钧：“你能使这些木偶人动作起来吗？”

马钧回答说：“能！”

“那就交给你改制吧。”

马钧接受任务后，便用木材做了一个大轮子，平放在地上，用水力使木轮转动，同时轮子设置的木人都一起动弹起来。

木人们有的击鼓吹箫，有的唱歌跳舞，有的跳丸掷剑，有的爬绳倒立，还有的舂米磨面、斗鸡杂耍，栩栩如生，变化无穷，成为壮观多姿的“水转百戏。”

要使这么多的人自己动作起来，其中一定运用了一套复杂的齿轮、凸轮、连杆等传动机械。这无疑体现了我国当时的机械学方面知识和技术水平均是相当高的。

马钧其它方面，也做出了极大的成就。如改造织花提布机，发明制造灌溉机械龙骨水车等。

马钧的才智是过人的，当时的人们称他为“国之精器。”他不大善于言谈，喜欢独立思考和埋头苦干，这大概是科学家、发明家一种共同的性格吧。

马钧在机械方面的许多杰出创造，使他成为我国历史上著名的科学家之一。他为科学技术和生产的发展作出了巨大的贡献。

可是，象这样一位杰出的机械制造家，在当时的社会条件下，却没有得到应有的重视。他后来虽然做了一个“给事中”的小官，却学非所用，这也

可说是一种悲哀。

他的发明，创作一再受到阻挠和蔑视，他的科学知识和才能也没有得到充分的发挥，这说明了腐朽的封建制度埋没和浪费了多少的人才呀！

却说远古的时候，人们没有文字，用堆石、结绳、岩画、契木、刻陶等方法记事，以后，我们的祖先发明了文字。大约到了 3500 年以前的殷朝，我国出现了甲骨文。

这时的人们，遇有祭祀、狩猎、战争等等大事，他先占卜，然后行动，而占卜的原因和结果，就刻写在龟的腹甲上。

尔后，古人的青铜冶炼技术达到很高的水平，人们把一些需要永久保存的文字铸在青铜器或刻在石碑上，这时的文字叫做钟鼎文、石鼓文等。

到了春秋战国时期，人们又采用了新的记事材料，叫“简牍”。“简”是竹片，“牍”是木片。一片竹简一般只写一行字，少数写两至三行字。把刻有一篇文章的竹简串联起来，就叫做“册”或“策”。

简牍比起甲骨、钟鼎、石碑是一大进步，它材料充足，书写容易，收藏和运输也方便。可是连篇累牍，还是显得笨重不堪。

战国时，当时的著名学者惠施，出外游学，用五辆车子装载竹书。这件事，就是成语“学富五车”的来源。其实，他那五车竹书，也不过有现在的几本书。

另据记载，秦始皇每天批阅的简牍文书重达 120 斤。西汉时，一个名叫东方朔的人写了一篇文章给汉武帝，共用去竹简 300 多片，由两个身强力壮的武士抬进宫去，而汉武帝用了两个月的时间，才看完这篇文章。

我们现在有个成语叫“汗马牛，充栋宇”，就是形容简牍之多的。搬运时，牛马累得出汗；储藏时，房屋堆得满满的。

在使用简牍的同时，另一种书写纸缣帛也开始使用。缣帛是蚕丝的织造品，质也轻薄，便于书写。但是缣帛十分昂贵，一匹缣帛的价格相当于 720 斤大米。

因此，随着社会经济文化的发展，迫切需要一种轻便、实用、经济的书写材料。经过我国古代劳动人民的长期实践和不断改进，一种理想的新型书写材料，终于在汉朝制造出来了，这就是纸。

本世纪以来，在我国新疆、内蒙古和陕西等地，多次出土了西汉纸残片。经过化验分析，确认它是汉武帝（公元前 140~公元前 87）时期的遗物，主要是由大麻和少量苦麻做原料制成的。

这是已知的世界上最早的植物纤维纸。这一事实说明了早在公元前 2 世纪，我国劳动人民就已经发明了造纸术。

这种纸由于是在西安的灞桥出土，所以叫它灞桥纸。这种纸的制作比较粗糙，其纤维组织松散，强度比较差，厚薄不匀。所以，开始造的纸质量欠佳，不便书写。

汉代许慎的《说文解字》说：“纸，絮，一苦也，从系，氏声。”许慎的这段话，简要而明确地说明，最早的纸是由丝絮漂洗后的残絮制成的。

以后，又经过了约 200 年，在造纸上有杰出贡献的，应首推蔡伦，他发明了更好的纸。

蔡伦，字敬仲，东汉桂阳（湖南耒阳）人，明帝永平末年（75 年或以前），开始在京城洛阳皇宫里当差。章帝建初年间（76~84），任小黄门职务。直到和帝即位（89），升任中常侍，侍从皇帝，参与国家机密大事。

蔡伦是个很有才能的人，他总结西汉以来用麻质纤维造纸的经验，改进造纸术，利用树皮、碎布、麻头、旧鱼肉等原料，经过精工细作，制出优质纸张。

元兴元年（105），有人将蔡伦的造纸术奏报朝廷，受到汉和帝的称赞，从此造纸术得到推广。为此，汉和帝封蔡伦为“龙亭侯”，以他组织监制的纸被封为“蔡侯纸”。

从这些资料表明，大约从西汉武帝时期发明造纸术以来，到公元2世纪初的东汉时期，我国已经完成了具有重大意义的造纸技术改革。

其化时代意义表现在如下几方面：

1. 采用了多种原料，解决了造纸原料来源不足的问题。尤其是用树皮做原料，是重大的创造，可以说开创了近代木浆纸的先声，为造纸业的发展开辟了广阔的途径。

2. 其次，工艺上有比较大的进步。多种原料的利用，对工艺提出了新的要求，推动了造纸技术的改革。

其造纸程序可能有这样几个环节：分离；捶捣 交织；干燥。今天，手工造纸已经基本上被机器造纸所代替。但是造纸的原理和基本的生产工序并没有什么根本的变化。

3. 造纸业从此成为独立的行业，新原料的开辟和新技术的采用，使造纸从纺织业中独立出来，这是造纸发展史上意义重大的转折点。从此，纸的生产得到了迅速的发展。

因此，蔡伦在改进造纸技术方面的成就是不可低估的。

蔡伦由于职务上的关系，有观察、接触生产实际的条件，有机会学习和总结工匠们多年积累下来的丰富造纸经验，所以才能够监制出质量比较优良的纸张，实现了意义重大的造纸技术改革。

所以，汉朝造纸工匠们的创造性劳动是不容忽视的，是值得歌颂的。

自蔡伦制出优良的纸张后，深受人们的欢迎和喜爱，造纸术很快推广到全国各地，简牍和缣帛逐渐被历史所淘汰。

到公元三至四世纪，纸已经基本上取代了落后的简，帛而成了我国唯一的书写材料，有力地推进了我国科学文化的传播和发展。

到了3至6世纪的魏晋南北朝时期，造纸术又不断更新。在原料上，除了原来的麻、楮外，又有桑树皮、藤皮造的纸。

在这一时期，设备上也出现了活动的帘床纸模，用一个活动的竹帘放在框架上，可以反复捞出成千上万张湿纸，提高了功效，减少了消耗。

在加工技术上，加强了碱液（石灰）蒸者和舂捣，改进了纸的质量。当时已经能够造出洁白光滑、纤维匀细、质地坚韧的优良普通纸和色纸、涂布纸、填料纸等。

北魏贾思勰所著的《齐要术》中，记载了用楮皮作造纸原料的处理方法，是目前已知的关于楮皮纸的最早记录。

书中还介绍了纸的染潢法，利用黄檗防虫蛀和染以。防蛀纸的应用对于长久保护书籍免遭损害起了重要的作用。

隋唐时期，我国的造纸业已经遍及南北各地，产量和质量大大提高。除了麻纸、楮皮纸、桑皮纸，藤纸外，还能生产出檀皮纸、稻麦杆纸和新式竹纸。

两宋以来，由于雕版印刷术的兴起，印书业的出现，极大地促进了造纸

业的发展。各种纸制品已经广泛用到日常生活中。

到了元朝时期，造纸工艺已经相当完备。明代宋应星在《天工开物》一书中，详细地记述了技术复杂的竹纸制作技术，其中包括一些关键性的工序。

比如用石灰和草木灰蒸煮处理纸浆，以加速纤维离解，除去杂质，并且起漂白作用；加“纸药水汁”，使纸浆抄制更加均匀。

随着造纸业的发展，纸的品种也逐渐增多，各个朝代，不同省区都有名纸出产。如东汉末的“左伯纸”；晋朝的“侧理纸”；南北朝的“凝光纸”等。

到了唐宋时期，纸的精加工技术已经达到令人惊叹的水平。如唐朝的“十色笺”和“薛涛笺”，以及北宋初的“澄心堂纸”等，不仅有多种颜色的区别，而且纸面研磨极为光滑，甚是喜人。

唐代的笺纸制作，极为成功。元和年间，蜀妓薛涛造十色花笺。元稹、白居易、牛僧孺、刘禹锡、杜牧等 20 余人，先后与薛涛唱和，用的都是薛涛笺。

因而，薛涛笺名传千古，为世人所宝贵。但有的书上记载，十色花笺不是薛涛所造而是谢公所制。元费的《笺纸谱》所记，十色乃是深红、粉红、杏红、明黄、深青、浅青、深绿、浅绿、铜绿、浅云。薛涛笺只有深红一种，因而，又称薛涛笺为“红八行”。

不论制造十色笺的是谁，而唐代笺纸已有十色，这是确凿无疑的。

南唐李后主酷嗜文事，对造纸非常关心。著名的有会府纸，长 2 丈，宽 1 丈，厚如数层缙帛。而最有名的算是“澄心堂纸”：“肤如卵膜，坚洁如玉，细箔光泽，为一时之甲”。这是一种高级书画纸。

宋代，造纸业有了更大的进步，对前代的名纸无不仿造，其中似澄心堂纸制造尤佳。著名书画家均用此纸。欧阳修在撰写《新五代史》时，底稿也是用的此纸。

此外，苏州的“金粟山藏经纸”，浙江的“富阳小井纸”、赤亭山赤亭纸”，江西抚州的“茶衫子纸”，湖北的“鄂州蒲圻纸”等，都比较有名气。当时，和永自造的纸，胜过宫廷监造的纸，誉为“天下第一。”

而宣纸，可能在唐代就有了。宋末，曹大三避战乱来到了安徽泾县小岭，见当地山多地少，盛产青檀皮，并有洁净泉水四季常流，就在这里制造宣纸为生。

元明时期，宣纸生产有了进一步的发展。所产的“花格之白鹿笺，蜡研之五色笺、松花笺、月白笺、罗纹笺为世所喜”。这些纸，是书画家渴求的珍品。

到了清代乾隆时，宣纸生产已十分繁荣，品种达近百种。泾县东乡泥坑汪六吉仰记所造的宣纸，号称“全球第一。”

宣纸的特点是：

1. 洁白。其白色略似莹光，却无莹光之反射，十分柔和。而且白色稳定，百年不变。古人称之为“光白可爱”。

2. 柔韧。贮藏多年的宣纸抖动时，绵软轻飘，几乎没有响声。反复折叠不断裂，浸水提起不破碎。这是由于青檀皮纤维较长，在宣纸中相互缠绕，紧密不散。

3. 韵墨。墨汁落纸，四面渗化，深浅浓淡，层次丰富，无呆板生硬之感，有均匀和谐之趣等特点。

4.吸墨。生宣纸。不施胶，不涂料。墨汁上纸，渗透纸内。几百年后，还能见到“纸墨之光射目”的情景。

我国的造纸术，最先传到越南和朝鲜。大约在隋朝末年（610），又由朝鲜传到日本。到了唐代，中国和尚陆续到印度取经，以后，印度学会了造纸。

天宝十年（751），唐朝军队与阿拉伯军队在天山一带交战，许多士兵被俘。被俘的士兵中有很多造纸匠。以后，这些造纸匠就把造纸术带到了阿拉伯。

阿拉伯人塔利比写道：“造纸的方法是由中国的俘虏传到撒马尔罕的。获得这些俘虏的人是齐牙德·衣布·噶利将军。

12世纪中叶，阿拉伯人又把造纸术传入了欧洲，再经过400年，造纸术传到了美洲。19世纪，澳洲也建立了造纸厂。

这样，可以说我国发明的造纸术传遍了五大洲，大大促进了世界科学文化的传播和交流，深刻地影响着世界历史的进程。

著名的英国科学家弗兰西斯·根在评价包括造纸术在内的我国古代“四大发明”的时候说：

“它们改变了世界上事物的全部面貌和状态，又从而产生了无数的变化；看来没有一个帝国，没有一个宗教，没有一个显赫人物，对人类事业曾经比这些机械的发现，施展过更大的威力和影响。”

纸的发明，是中华民族的智慧结晶，是对世界文化的伟大贡献，是记载于世界科学史中的光辉篇章。

推动历史的火药

且说在隋朝初年，杜子春去拜访一位炼丹老人。由于两人是老朋友了。几杯酒下肚，三言两语已处半夜时分，于是杜子春和炼丹老人抵足而眠。

却说杜子春由于喝酒超量，总是睡不着。就在三更时分，只听得外而“轰隆”一声巨响，下得杜子春一跃而起。

炼丹老人也慌忙起床，两人循声来到炼丹房，只见炼丹炉内喷涌出阵阵紫色烟雾，烟雾上来到房顶，散布室内。转眼间房屋烧了起来，两个下得直往外窜。

这到底是怎么回事？杜子春问老人，老人也摇头不知，只是嘟浓道：“大火毁了我的房子，大火毁了我的房子！”

真的是天火毁了他的房子？

其实哪有什么天火，他们所看的情景就是火药爆炸的情景。那火药从何而来呢？诸位，请让我慢地说来。

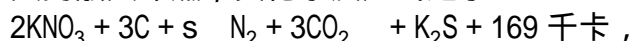
原来，炼丹家们要炼的丹，不外乎有两种，一种是长生不老之药，二是金银。他们用的原料是铜、锡、铅、水银、硫磺、硝石等，用的器具是炼丹炉，而用的燃料则是树木做成的木炭。

因而，硫磺、硝石和炭的粉末，也就不免要混合在一起。而这样的混合物就是火药，但炼丹家们一开始哪了解到这些。这些混合物，只要碰上火星或受到敲击，就要爆炸。

后来，爆炸的现象多次重复，这才引起炼丹家们的注意。他们经过细心地观察，不断深入地研究，分析、试验、终于拟制成了一个新的配方。于是，火药就发明了。

火药的发明，从某个炼丹家来看，是很偶然的；而从整个炼丹术的发展来看，则是迟早会出现的。

火药触火即燃，其化学反应式近于：



另外还有少许 CO 、 K_2CO_3 、 K_2SO_4 。

体积很小的火药，燃烧时产生大量的气体和热量体积突然膨胀，增至几倍，因而在密封的容器里会引起爆炸。同时，因不完全燃烧，所以能看到冒烟。

在现在，配制火药很容易，民间流传的“一硝二硫三木炭”，就是火药简易的配方。但在古代发明火药时，可不那么容易。

火药的发明，决不是哪个人的功劳，而应是古代劳动人民集体智慧的结晶。它是随着生产的发展，社会的进步，人们的不断摸索，而逐步完成和完善的。

因为古人们首先要对组成火药的三种主要成分的性质和应用有一个认识过程。早在商周，人们已广泛用木炭来冶炼金属，明了炭是较木柴更好的燃料，伐薪烧炭，遂成了古人们独立的行业。

而硫磺不仅有天然的，同时也杂存于铜、铁矿之中，在冶炼中逸出的硫和二氧化硫，直接地刺激着人们的感官。就在这种接触中，人们逐渐认识到硫不仅对某些皮肤病有特别的疗效，还认识到硫的一些化学性质。

如《神家本草经》中说：“石硫黄，……能化金银铜铁，奇物。”即硫能与铜铁等金属化合，特别是认识到硫轻易与水银发生化学反应，获得与天然品接近的硫化汞。

这种性质深受从事炼丹的方士们的注意，在他们妄图将水银炼成“金液”、“还丹”的过程，常使用硫。

在这种活动中，进而了解到硫含猛毒，着火易飞，很难擒制。怎样使其药性缓和呢？人们采取一种所谓的“伏火法”。

伏火法即将黑褐两色的硫磺矿经过与其它药品混合、加热或燃烧，变成金黄色的朱砂色、雪白的硫及其化合物。而火药的发明就产生在这种硫磺伏火的实验中。

硝的引入是制取火药的关键，在长期的生产活动中，古人们认识了硝石。硝石的主要成分是硝酸钾，化学性质很活跃，能和许多物质发生作用。所以在炼丹中，常被用来改变其它药品的性质。

对炭、硫、硝三种物质性能的认以，为火药的发明准备了条件。由于医药学和炼丹活动的发展，特别是人们长期的实践，至迟在唐朝，人们在硫磺伏火的实践中，发现点燃硫磺、硝石、木炭的混合物，会发生异常激烈的燃烧或爆炸。

唐朝初年，有一位药物学家孙思邈（我们另章会介绍到他），在他的《诸家神品丹法》中载有“呐伏硫磺法”：

“硫黄、硝石各二两，研成粉末，放在砂罐内，掘一地坑，放砂罐在坑内与地平，四面都以土填实。再用皂角子三个，将其点着放入罐内，使硫磺和硝石混合物烧起火焰。等到烧不起焰火时。再拿木炭来炒，当炭消三分之一，就退火，不等冷，取之。得到的混合物就叫做伏火。”

由此可见，当时的人们已认识了硝、硫、炭混合，会发生剧烈的反应。因而采取措施，控制反应速度，防范爆炸。这是所能见到的有关火药最早的

记载。

同类的实验，在唐朝中期一个名叫清虚子的也做过。他在“伏火矾法”写道：

“硫二两，硝二两，马兜铃三钱半。石为末，拌匀，掘坑，入药于罐内与地平。将熟火一块，弹子大，下放里面，烟渐起。”

在这个实践中，同样注意防范混合物的激烈燃烧而爆炸。这种实践方法，是经历了反复实践而总结出来的。

关于失败的教训也有记录，一本名为《真元妙道要略》的炼丹书，就告诫说：

拿硫磺、硝石、雄黄（ As_2S_3 ）密合起来一起烧，会发生焰火，把人们的脸和身体烧坏，还能直冲屋上，把房子也烧光。

这类实验的反复进行，经验不断积累，认识逐步提高，人们终于掌握了火药的配制及其燃烧爆炸的性能。

值得一提的是，我们前面讲了几种伏火法，是为了炼丹而制，而非是为了得到火药。其实他们配方出来的东西就是火药的萌芽，只不过他们还不知道而已。

所以，在本文开头爆炸的一幕中，杜子春问炼丹老人，炼丹老人无言以对，就是因为那时他还不知道火药为何物。

有必要提一下，火药并不是用来治病用的，为什么会叫“药”呢？

因为在古代，人们对硝石，硫磺早有认识，曾被作为药材。例如在汉朝的《神农本草经》中，硝石曾被列为上品药的第六位。硫磺也被列为中品药的第三位。

就在火药发明之后，还曾被列入药类，在明朝李时珍所著的《本草纲目》中，说火药能治疮癰、能杀虫、辟湿气、治瘟疫等。

上面只是说它作为“药”的一个方面，另一个原因，是全世界古代社会上层人物，都曾热衷于寻找长生不老的丹药，所以炼丹术很兴盛了一阵子。

在中国，据史料记载，秦始皇就相当热衷于寻找长生不老的丹药。到了西汉时期，人们把冶金技术运用到炼制矿物药方面，梦想炼出仙丹。

所以，人们炼丹的目的，也是在寻找一种长生不老之药。所以，火药的“药”字，就是一种治病药。

火药的出现，很快被用到军事上。唐朝末年战争频繁，有位将军在攻城时就使用了“飞机发火”，把城门给烧了，他自己带领士兵冒火登城，浑身也被烧伤。

“飞机发火”实际上是一种火炮。用火药包装在炮上，点着火后向敌人抛过去。有必要解释一下，在没有火药之前，所有的炮都是用来抛石头的。

所以，这里的炮应是“砲”，这在现代中国象棋中还时常看见。但当火药应用于军事之后，砲才写为“炮”。炮最初是为了抛掷发火器而用，除此之外，还有一种火箭。

北宋初年，火药经过不断试验和改进，出现了用火药制成的火箭。据说火箭的发明人叫冯继升。

冯继升的祖父是一个炼丹家，冯继升从小就在火药堆中长大，他最初制成类似现在的鞭炮之类的物品，以供玩耍。后来渐渐发现火药的膨胀力足以使房屋炸毁。

经过慢慢的摸索，发明了火箭。这种火箭是把火药绑在箭头上，用引线

点着后射向敌人。引起大火而烧杀敌人或粮草等。

冯继升把此方法献给当时的皇帝，皇帝大悦，遂封给冯继升一个专门监督制造火箭的中级官职。冯继升上任后，曾为北宋立下了汗马功劳，受到皇帝的嘉奖。

在激烈的战争中，火药武器显示了前所未有的威力，进一步引起了人们的重视，随后又创造出火球、火蒺藜等火器。火药的研制和生产也有很快发展。

北宋时，火药的应用已经十分普遍，有了国家的兵工场，叫“广备攻城作”，里面设有“火药窑子作”，就是制造火药的作坊。

宋神宗时，西夏国军队进攻兰州，北宋军队抵抗时，一次就领用火箭 25 万支，比三国诸葛亮“草船借箭”还多 5 万只，而且还是火箭，当时火药生产和运用之广可想而知。

庆历 4 年（1044），宋朝曾公亮等编写了《武经总要》，书中记载了当时的三种火器的火药配方，现转抄于下：

火器名称/火药成份/焰销（两）/硫磺（两）/木炭（两）/其他

/毒药烟球/30/15/5/巴豆、砒霜、狼毒等 10 种

蒺藜火球/40/20/5/竹茹、麻茹等 7 种

火炮/40/14/（14）/桐油、黄蜡、干漆等 10 种

《武经总要》，这是一部军事百科全书，书中记载的火药配方已经相当复杂，火器种类更是名目繁多。

如蒺藜火球：敌人骑兵奔来的时候，就将火球抛在地上。

马脚被刺痛烧伤，马就狂蹦乱跳，骑兵就神慌手乱，以致马翻人仰，自相践踏。此时，我军乘机袭击，必可获胜。

又如毒药烟球：球内除了装有火药，还装有巴豆，砒霜之类的毒药。这种球发射出去，爆炸燃烧，散出毒气，杀伤敌人。

又如铁火炮：火药中掺进细碎而有棱角的铁片，铁片借助药巨大的爆炸力，四处迸射。这很象现代的手雷、手榴弹。

又如霹雳炮：十几层纸里面装上火药和石灰，火药爆炸，石灰飞扬，可以灼伤敌人的眼睛。

南宋绍兴 31 年（1166），金国的 60 万大军一直打到长江下游，企图一举灭亡南宋。宋朝大臣虞允石赶到采石（现马鞍山附近），率领军队迅速做好迎战准备。

金兵驾驶船只抢渡长江，主帅完颜亮亲自在江边用小旗指挥。虞允石命宋军战船迎战，同时施放霹雳炮。

这种炮点着后，一下子升入空中，然后落入水中再跳出来，在敌军面前燃烧和爆炸，声音如雷；炮中还散出大量石灰，迷住敌军的眼睛。宋军趁势猛攻，金兵纷纷落水，最后宋军大获全胜。

据南宋诗人杨万里记载：霹雳炮由两节构成，一节装火药，一节装石灰。它可能象现在的二踢脚”，所以才有那样的威力。

火药不光是为了军事上，有时，还用于娱乐。《武经总要》记载：有一种叫“霹雳火球”的武器，用火点着后，能够发出如雷鸣一样的声音。

后来，每逢元宵节之夜，城市乡村热闹非凡，除了各种各样的花灯外，又出现了焰火。宋朝诗人辛弃疾记录这种焰火腾空的热烈场面时写道：“东风夜放花千树，更吹落，星如雨”。这说明了火药出现了多种形式。

稍后，又发明了管形火器。这一发明比起燃烧性火器、爆炸性火器是一大进步。这一火器的发明人，是南宋时的兵器制造专家陈规。管形火器又叫火枪、这是世界上出现的第一把“枪”。

这种火枪是以竹筒制作，竹筒里装满火药。打仗时，由两个人拿着，点了火发射出去，烧杀敌人。到了元代，已有金属制作的管形火器。这可以说是火器革命的一次飞跃。

在中国历史博物馆中，现在还存有一尊元朝至顺三年（1332）造的大钢炮。这是世界上最早的大炮。这种金属制成的管形火器，射程远，威力也特别大。

到了开庆元年（1259年），安徽寿阳制造出突火枪。突火枪是用粗毛竹做成的，竹筒里放火药，还放一种叫“子窠”的东西。用火把火药点着后，“子窠”发出，如炮声，远闻百五十分步。”这种枪就是原始的发射子弹的火器，而“子窠”可能就是最早的子弹。

诸位读者还记得《水浒传》中的“轰天雷”凌振吧。他就是个火器制造专家。他制造的炮威力极大：“石炮落处，天崩地陷，山倒石裂，一片残迹。”

凌振还制造了一种子母炮，每一个母炮周围连接49个子炮，母炮一发，子炮俱响，群弹如滚雷疾风行空而去。这在当时，是最新、最神奇、最有杀伤力的远战武器。

明代，火器又不断地发展，又发明了以火药之力推进的火箭。这种火箭的上面有一个纸筒，筒内装满炸药，筒尾接上了引火线。

引火线点燃后，火药燃烧，迅速产生大量气体，从筒尾喷出，喷气的反作用力推动着火箭向前飞行。

那时的火器中还有“集束火箭”、“震天雷炮”、“神火飞鸦”等。集束火箭就是把几十枚火箭捆绑在一起，威力极大；震天雷炮，是把火箭装有翅膀，乘风疾飞，震声如雷，其杀伤力更是巨大无比。

而神火飞鸦，则是用竹蔑扎成乌鸦，体内装满火药。点燃火药，乌鸦能飞100多步，然后坠地爆炸。一时间，烈火腾空，烟焰弥漫，在陆上可烧军营，在水上可烧兵船。

那时的火箭在军事上起到极大作用，于是火器专家们想出各种各样的绝妙方法。如“一窝蜂”一次可以发射32支火箭：“百花齐奔箭”一次可以发射100支火箭。想想这么多火箭，一下子飞入敌群，其惨像目不忍睹。

还有一种火箭名为“二级火箭”，主要是用于水战的火箭。火箭筒为木制或竹制，长约1.7米，龙形。

作战时，点燃龙身下面的火箭——一级火箭，推动着火龙贴近水面飞行；一级火箭内的火药将要烧完，立即引燃龙嘴里的火箭——二级火箭，飞向敌人。

想这火龙飞行之时，昂头张口，呼啸着挟着劲风，疾进中映着火光，犹如无鳍的游鱼。敛翅的飞禽。忽然间，口中火光一闪，直奔敌船，真是气势如虹，威风凛凛。

这个时代，还有一种奇特的火箭值得一叙。那就是“飞空砂筒”。据明代茅元仪的《武备志》上记载：“

“这种火箭有一个小筒子，连在竹杆一端，筒内装了火药和细砂；竹杆上绑着两个方向相反的“起火”。点燃正向的“起火”，推动砂筒飞行，砂筒抵达敌方上空，砂筒坠落爆炸。同时，反向的“起火”点燃，竹杆又自动

地返回发射点。”

这好象是一种现在的无人驾驶飞机，自动投弹后又自动返回。从此事可知，古人们的火箭技术已达到了一定的高度。

千万不要小看这些最早的自行火箭，它同我们今天发向宇宙太空的火箭，利用的是一个完全相同的原理，也可算现代的三级火箭和航天飞行的鼻祖。

还有一件事，比较有趣，但它又包含着人们渴望了解火药的多种功能，下面记录的就是这件事。

14世纪末，外国人赫伯特·瑟姆写了一本书。书中说：当时中国有位官员，手拿两个大风筝，绑坐在椅子上，椅子下面装上47枝火箭。他设想，点燃火箭，推动椅子升空。再借助风筝，在空中飞行。

我们可以这样说，这位官员的装置可谓是原始的喷气式飞机。当然，他的设想是不会实现的，即使上天了，那结果就是粉身碎骨。但古人们的创新精神是不可抹煞的。

也就是这种创新精神，才有了现代社会的人造卫星上天，飞机翱翔于天宇和一系列根本性的革命。

再说中国的火药制造方法，最早是由商人传入阿拉伯，时间大概是1225~1248年间。但是中国的火器则是在元代，通过战争方式传入阿拉伯的。

1218年，成吉思汗西征，打到中亚西亚，然后经过波斯，到了伊拉克。在阿姆河之战中，蒙古军队使用了毒气烟球、火箭、火炮等火器，取得了阿姆河大捷。

1258年，蒙古军队在攻打伊拉克和叙利亚时，又使用了火器。当时的战斗形式，主要是人与兵械相斗的近战，其次是发箭、滚石、放水等远战。

不论在近战中，还是在远战中，火器的杀伤力都很大。火器使阿拉伯人吃了大亏。他们对这些火器立即研究，不久，便掌握了制造火器的技术。

有些阿拉伯兵书记载了蒙古兵使用的“铁瓶”的情况。据说，这铁瓶就是“震天雷”这类的火器。

又一种阿拉伯兵书说，当时阿拉伯人学会制造两种火器，一种是“契丹火枪”，用于近战；一种是：“契丹火炮”，用于远战，在水战中可以轰击敌船。契丹，是他们对中国的称呼。他们还根据火铳的制法，创造了各种火器。

1253年，旭烈兀西征，征调汉人工匠千余人随征，其中有制造火器的。1260年，旭烈兀占领伊拉克，叙利亚等地，威胁埃及。

埃及马本路克苏丹在叙利亚的大马士革以南击溃蒙古军队，大批蒙古兵投降。从此，马本路克获得了火器和制造火器的工匠。

1236年，蒙古军队西征欧洲，势如破竹，至1241年，先后占领俄罗斯、波兰、匈牙利和日耳曼东部。

在波兰格尼兹战斗时，波兰士兵说：蒙古兵用了一种妖术，大旗一挥，出现一些怪物，滚地如球，口吐烟雾。那烟雾臭恶无比，将波兰士兵熏倒在地。

烟雾过后，蒙古兵就冲杀过来。这所谓的怪物，显然是毒烟球。波兰士兵说是妖术，但由于他们还不知道火药为何物，也从未见过火器罢了。

当时，蒙古兵是单骑作战，驰骋自如，飘忽如风，近取马刀砍杀；远则利箭射取。而欧洲人却是马车作战，几匹马拖一辆车。奔跑累赘，转动笨拙。

战车一遇上凶悍的蒙古兵，就不堪一击，而四处溃败。几次交战之后，欧洲人闻风丧胆，唯恐逃避不及。因此，他们没有可能去研究火器，从而发现它的奥秘。

那时的欧洲处于历史上的一个黑暗时期，即欧洲中世纪时期。这里旱灾严重，疫病猖獗，战争频繁，政治腐败，经济衰敝，生活悲惨，人心闭塞，文化落后，它比阿拉伯地区和中国落后得多。

这时的元朝凭借武力，在中亚、西亚和俄罗斯建立了一些汗国。各个汗国设有完善的驿站，并且尽力保护商道。

于是，1000多年来时断时续的东西海陆交通，这时就畅通无阻了。中国的罗盘、火药、印刷术、造纸术等辗转传入欧洲。

中国的造纸术传入欧洲，造成了欧洲造纸业的兴起。造纸业和印刷术的兴起和传入，推动了出版业的发展。出版业的发展，又促进了翻译工作的昌盛。

欧洲人翻译了大量的阿拉伯文书籍，其中有关于火药的。这时候，他们才知道火药这个力大无比的神奇的东西。

英国人罗哲尔·培根在他的书中提到火药时说：

“有一种拇指般大小的东西，由于硝的爆炸，会发出可怕的声音。这个用羊皮纸包裹的小东西，声音比疾雷还响，火光比闪电还强，威力巨大。”

那时的欧洲人同培根一样，还只是把火药当作神奇的东西谈论，但还不知道怎样制造火药。

欧洲和阿拉伯国家断断续续打了几百年仗，在西班牙、小亚细亚以及地中海的一些岛屿都打过，最重要的是欧洲十字军东征和阿拉伯人的抵抗。

由于阿拉伯人早就学会了火药、火器的制造，所以欧洲人在许许多多的战斗中，都吃尽了苦头。

如在1325年，阿拉伯国家攻打西班牙，用抛石机发射“火球”，巨响如雷，烈焰冲天，烧毁房舍，杀伤人畜。

苦头教训了欧洲人，激发了他们研究火药、火器制造的愿望。1326年，英国人制造了铁火瓶；1345年，法国人制造了铁炮，1357年，英国制造了“提拉尔”的火器。

欧洲人制造的这些管形火器，从结构和材料上来看，都不如中国的管形火器先进。因为，我国的管形火器是铜铸的，使用比较方便，效果也比较好。

欧洲学会了火器制造方法之后，积极发展火器制造。在近代科学兴起后，他们的兵器制造很快就走到了世界的前列，这才有了机关枪、迫击炮，甚至火箭、导弹之类的武器。

恩格斯曾说：现在已毫无疑问地证实了，火药从中国经过印度传给阿拉伯人，又由阿拉伯人和火药武器一道，经过西班牙辗转传入欧洲的。”

所以，中国火药的发明，在人类历史，特别是在西方现代文明历史进程中的巨大作用，都作了不容置疑的肯定。这不能不说是中华民族的光荣和骄傲。

中国火药的发明，对我国和世界社会经济的进步和科学文化的发展，都起了巨大的作用。

印刷术的发明

在这一章和前一章，我们已经详细地叙述了中国古代四大发明的三大发明，下面，我们再谈谈中国古代另一发明——印刷术的发明及成就。

且说在中国宋朝，有个贫民百姓毕昇，是从事古代雕版印刷的工匠。有一天，他和孩子回乡祭祖。这是在清明时分的一个日子。

蓝湛湛的天空象空阔安静的大海一样，没有一丝云彩。空气湿润润的，呼吸起来感到格外清新爽快。

阳光下，周围远山就象洗过一样，历历在目，青翠欲流，它看去好象离眼前挪近了许多，也陡峭了许多。渠岸堤上的杨柳，已经把鹅毛似的飞絮漫天漫地地洒下来。

毕昇带着他的两个儿子匆匆走在乡间村道上，不觉离乡又是一年的时间了，毕昇感叹道。走到一个村口，毕昇说道：“我们先歇息一会吧！”

14岁的大儿子和11岁的小儿子听到父亲这样说，便跑到村里的一片空地上，看村里的孩子们用泥做家家玩。

不知什么时候，毕昇站到了儿子们的身后，认真地看了看村童们用泥做的锅、碗、瓢、勺以及小人们。他拿起一块熟泥，试着在泥上面刻字，他想：“若把一个个方块单字用泥刻成印章的形式，又会怎样呢？”

毕昇禁不住心跳起来：如能把单字刻成印章，然后按照文稿的意思排列起来，不就形成句子和文章了吗？”

毕昇越想心里越活络：“这种粘土泥取之不绝用之不尽的，而且做好模型后，放到窑中一烧，又硬花钱又少，比雕版印刷经济多了。雕版印刷用完一次就要把原版扔掉，而这些印章制成的版，下次再取出这些字，重新排版，还能再使用，岂不一举数得。

毕昇想到这些，再也按捺不住内心的激动，忘记了清明祭祖，带领儿子们，连夜返回城里，进行试验。

看到这里，诸位一定会问，难道毕昇以前没有活字印刷术么？在这里，我们再回过头来，讲讲中国宋朝以前的印刷史。

却说在上古时代，人们用竹筒刻字。而这些竹筒文书，为了防止被人私拆，捆扎后用蜡封绳，盖上白文印，蜡上即现出突出的字。

上古至秦汉时期，印文都是刻的正字；秦汉以后，印文才有反文。到东晋时，道教徒为了广泛散发印咒，就刻了符咒印章。

有一颗符咒印章，四寸见方，共刻了120个字。南北朝时，有了更大的印章，长一尺二寸，阔二寸五分。这些大印章，便是未来雕版印刷的雏形。

而碑文，可能是雕版的又一雏形。175年，蔡邕向东汉灵帝建议，将五经刻在46块高大的石碑上；碑立在太学门前，以便学生拓印。

南唐先主李昇，鉴于古代墨宝日渐消失，为了保存真迹，传之久远，就将宫中珍藏的古人书法珍品交给徐弦，命徐弦负责刻石立碑，以便拓印。

由于石碑主要刻的是书法珍品，所以书籍还是靠手工抄写流传。抄写一本书，往往旷日费时。特别是手抄卷帙浩繁的巨著，更是容易出错。

所以，书籍的复制非常困难和缓慢，除了官府和巨富，私人藏书十分罕见。历史的发展需要有代替手抄的更好的传播文化的方法。于是雕版印刷术出现了。

大约在唐代初（7世纪），中国劳动人民在古代文人刻印章和拓碑文这两种方法的启发下发明了雕版印刷术。

雕版：选用坚硬而不易变形的枣木或梨木，锯成长方形的板，刨平，涂

上薄薄的浆糊，将写好字的纸反贴上去，使板上呈现反写的字，然后雕刻出突起的字。

雕板印刷：用一把刷子蘸墨，刷在雕版上；将白纸在刷过墨的雕版上铺好，再用一把干净的刷子在纸上刷过；揭起刷过的纸张，一面白底黑字的书页就印好了。

用这种方法可以清晰地复制出成百上千部同样的书，这比逐字逐句地人工抄写，速度要快得多，质量也有了保证。

现存的最早的雕版印刷品，是被英国斯坦因盗走的《金刚经》。它现存于英国伦敦博物馆。

《金刚经》是世界上第一本有插图的刻印本。它长约一丈四尺，宽约一尺，卷末刻有“咸通九年（868）四月十五日雕”。这部书雕刻精美，图象和文字浑朴凝重，墨色均匀鲜明，印刷技术达到很高水平。

据研究，这部《金刚经》的制作，是用六块大约一尺宽二尺长的板雕刻出文字，又用一块板雕刻出扉画，一起印出来，粘连成文，然后装轴成卷。这是我国古代文化的珍宝。

到了宋朝，雕版印刷事业发展到了全盛时期。这时，不仅有政府的“官刻”和“监刻”，民间刻书业也很盛行，并遍及全国各地。

当时四川、福建、杭州等地雕版印刷术最为发达，刻书不但多，而且精致讲究。“宋朝以后，出现了铜版雕印刷和别开生面的彩色套印，这说明雕版印刷技术已经达到了极其纯熟的程度。

雕版印刷对文化的传播起了重大作用，但是也存在明显的不足：

一是刻版费时费工费料，刻一部书需要很长时间和很多木料。如果是一部卷帙浩繁的巨著，就得花费几年甚至更长时间，而且刻出来的书版存放不便。

例如，宋太祖开年年间（968—976）刻印的《大藏经》，五千多卷，十三万页，共雕版十三万块，雕刻时间竟花了20多年，雕版存放了整整6个大房间。

二是雕版中如有错字错句，更改也很困难。何况如果出版过的书不再重印，一大堆雕版就成了废物。而要印制新的书，又需要从头一版一版地雕刻。

有什么好办法来弥补雕版印刷的不足呢？

于是，人们又进行了坚持不懈的努力，后来终于获得了重大突破，发明了活字印刷术。而发明活字印刷术的就是我们前边叙述的平民百姓毕昇。

再说毕昇祭祖未成，连放奔回城里，找来刻字的老师傅，把自己在途中所想的办法，一古脑地倒了出来。刻字师傅们为毕昇的巧思所折服。

于是，一场印刷革命开始了。据研究分析，毕昇的活字印刷程序应是这样：

第一步：造活字。

选用细腻的胶泥，制成一个个小型方块，每块上而刻上一个阳文反手字，然后用火烧硬。每个字都做了好几个同样的活字印，象“之、乎、者、也”之类的常用字，则干脆做了几十个，以备反复使用。

若排版时发现没有预备好的冷僻字、就临时用胶泥刻制以草火烧，很快制成。为便于拣字版，毕昇把活字印按照字的韵目分别放在木格子里。

第二步：制版。

制版就是按照稿本字句段落，将字印放在盛有作为粘合剂的松香、蜡和

纸灰的铁板上，并在四周围上铁框，然后把它放到火上加热，使粘合剂熔化。

当粘合剂稍微冷却而仍有粘性时，用一块平板在排好的活字上加压，把字面压平整。当粘合剂完全冷却固结后，就可以付印。

第三步：拆版。

印完后，把印版拿到火上一烘。粘合剂重又熔化，一个个活字便可拆下来，再供下一次排版使用。

为了提高效率，毕昇采用两块铁板，一块板印刷，另一块板排字，互相交替使用，印刷效率加快许多。

如果说雕版印刷与手抄相比是一次飞跃的进步的话，那么活字印刷更是一次划时代的革命。这是因为：

一、胶泥柔韧，比起坚硬的枣木容易奏刀，而且来源广，成本低。

二、活字，用则排版，不用则撤版，发现错字，即可更换，而且活字平时储藏占屋不大，没有虫蛀之患。

三、两副版或多副版印刷，节时省工，成书速度大大加快。毕昇发明的活字印刷，包括了造字、排版和拆版一整套完备的过程，其原理与现代铅字排版基本相同。它的每个环节，都包含着许多科学知识，解决了不少实际问题，所以说，毕昇的发明是伟大的。

至于毕昇在发明活字印刷中是怎样思考的，我们不得而知。因为面对着字与版这个不可分割的整体，能够想到“整体——许多个体——整体”的方法，是一个难能可贵的创造性的思维。”

一般的人往往习惯于既有的事实，感觉不到有什么可以改变。而伟大的发明家，正是从不可变中想到可变。从无形中见到有形，从旧中创造出新。

所以说，毕昇也是伟大的。

活字印刷术的发明，是印刷史上的一次重大革命，随着社会的发展，毕昇发明的活字印刷术，被愈来愈多的人所接受，并不断地加以改进，在我国和世界上得到了广泛的传播的发扬光大。

再说到了元代，著名的农业科学家王桢又成功地制作了木活字。其制作文法是：

首先，在板上刻字，用细锯将字锯开，用小刀修整得大小高矮相同，这就相当于胶泥活字火烧而成。

其次，排字成行，用竹片将字夹紧，竹片相当于“条形铁范”。

最后，待一版排满，用木橛橛牢，使字固字不动。木橛相当于熔化的松香和蜡。

此外，王桢还发明了转轮排字架。他用木料做成一个大轮盘，轮盘里分成一个个小格子。一个叫杂字轮，专摆常用的木活字；另一个叫韵轮，不常用的木活字，按音韵分类，摆在韵轮的格子里。

拣字排字时，两个合作：一人按原书“唱字”，另一人坐在两盘中间，一手拣字，一手执盔（后世的排字手盒），拣出的字排在盔内。这样的拣字排字，比起边走边拣边排、动作既快，人又不太累。

1298年，王桢用木活字和转盘排字，试印他编著的《旌德县志》，全书6万字，不到一个月，就印了100部，其效率之高是雕版印刷所不能比拟的。

此外，王桢还写了《造活字印书法》，这是世界上最早的系统叙述活字印刷术的文献。

到了明孝宗弘治元年（1488）年，又出现了用字模浇铸的铜活字，开始

使用铜字印刷。到 16 世纪又出现了铅活字。

随着活字印刷术的不断改进，印刷规模也越来越大。我国古代历史上规模最大的印书活动在清代。比如用铜活字印刷的篇幅一万卷的著名百科全书《古今图书集成》。

而 143 种著作的《武英殿聚珍版丛书》，则全部是用木活字印刷的。但这些都已是 18 世纪中期的事情了。

活字印刷术的发明，不仅促进了我国文化的发展，而且随着中外人民友好往来和科学文化的交流，活字印刷术很快传遍世界各地，为人类文化做出了重大贡献。这中间，发明家毕昇的功绩是不可磨灭的。

科斯特的异曲同工

却说中国的印刷术首先向东方传播，传到朝鲜、日本等国；后来又传播到高加索、波斯和埃及的亚历山大城。

而中国的印刷术传入欧洲，成为推进欧洲历史前进的巨大动力。后来，15 世纪欧洲也出现一位如同中国北宋时期毕昇一样的人物，这个人的名字叫科斯特。

科斯特是荷兰北部哈拉姆城一个小旅店的老板。他是个很善于动脑筋的人，为人仁慈，小孩子们也喜欢他。

有一次，科斯特带着一群孩子去森林玩，为了讨孩子们喜欢，他用一些小块木头在上面刻字，然后从口袋里找出一些纸，给每个小孩印一张。

回家后，他触发了灵感，产生了如同毕昇发明活字版一样的想法。他想：为什么不可以用活字体呢？把一面字排好，印刷起来，然后再排一面，不就可以连续做下去吗？

沿着这个思路他继续想下去，如果能把每个字体用木头刻得平整又清楚，大大小小的成排成列，这是可以办到的。

但还可以更简化一些，用硬一些的金属熔化后铸成模型，这就可以制成一个活字了。于是，科斯特抱着试试看的想法工作起来。

他用钢头刻字母，然后铸出活字来，排成一段段文章，合并成一面。就这样，他印出了一页页的书。

科斯特成功了，他印出了欧洲第一部印刷的书。这个日期大概是在 1420 - 1440 年间。

关于欧洲活字印刷的发明者。还有一种说法，说是德国人谷登堡发明的。

传说，欧洲在 15 世纪以前是没有扑克的。15 世纪时，到中国旅行的欧洲人把中国的骨牌游戏带回了欧洲。当时，骨牌在欧洲风靡一时，而制造骨牌也成为重要产业。

欧洲制的骨牌，最初完全是用手工，雕刻之后，再涂上颜色。后来知道用印刷的方法，光把模样刻在薄金属板上，然后用有颜色的墨水印在纸片上。再以后使用木板代替金属板，工作效率更高了。

据说谷登堡有一天晚饭后和他的妻子玩骨牌。他手中摸着骨牌，心中想：这牌我也会做！第二天，他照骨牌的样子刻了块木块，再用墨水印出骨牌来。同时，他把妻子的名字也同样印了出来，这使他妻子喜出望外。

谷登堡进而刻印较复杂的东四，他又印了些圣像，挂在店门口，惹得行人纷纷争购，这给他带来了意外的收入。他更热心于印刷的研究，又刊印了

《贫者的圣书》。

在实践中，他逐渐体会到，在一块木板上刻上字，比起用独立的字模排版来困难得多。于是他开始用木头刻字模，然后创造出排列用的字框，活字印刷终于获得了成功，这时是 1445 年。

马克思在 1863 年说：“印刷术、火药和指南针的发明，可以称为资产阶级发展的必要前提。”这句话精辟地指出了印刷术推动欧洲发展的历史功绩。

英国学者李约瑟在他的巨著《中国科学技术史》中写道：

“西方各国雕版印刷上落后于中国 600 年，活字印刷落后约 400 年，而用金属铸造的活字也晚于中国 100 多年。”

他充分地肯定：印刷术是中国的发明；中国印刷术发明后，不断地作出重大的改进；中国印刷术的发明和改进，在世界上一直是遥遥领先的。

到了 16 世纪，活字印刷术传到非洲和俄国；18 世纪、美国有了第一个活字印刷所；19 世纪，澳大利亚学会了活字印刷。至此，活字印刷术传遍世界，为发展文化、造福人类作出了伟大的贡献。