

# 数值分析与应用统计

曹高劭

材料学院

[gscao@zju.edu.cn](mailto:gscao@zju.edu.cn)

# 数学意味着……

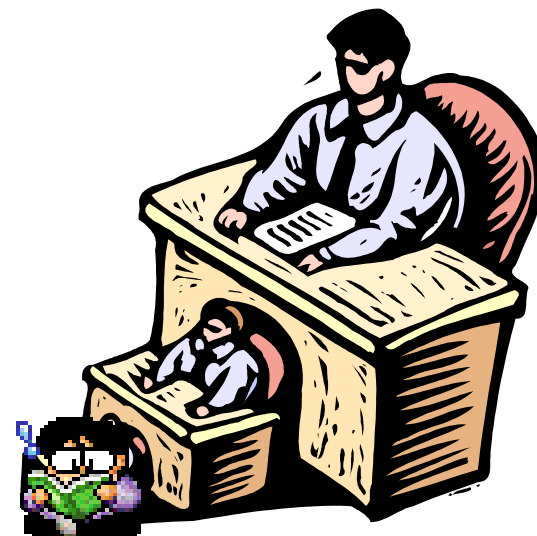
## ■ 作业与习题

从小学到大学

## ■ 工具与方法

升学考试

编程计算



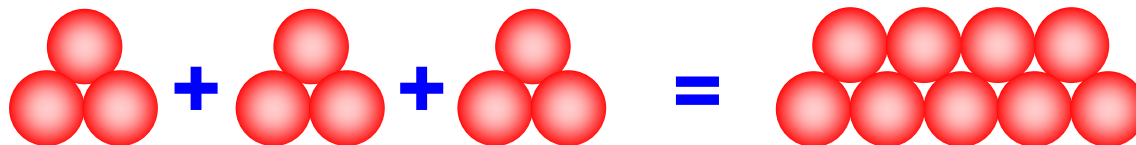
## ■ 思想与启迪



# 对“数”的理解

计数

幼儿园：



小学：

$$3 + 3 + 3 = 9 \quad 3 \times 3 = 9 \quad 9 \div 3 = 3$$

中学：

$$3^2 = 9 \quad \sqrt{9} = 3$$

算术  
(计算技术)

大学：

- ▶ 更多的运算符，更多的计算方法
- ▶ 运算符的意义，包含的数学思想
- ▶  $\times$  来源于  $+$ ，内涵更丰富，如：  
 $2.3 \times 1.71$ ,  $1.234^{-0.5678}$
- ▶ 数学思想：???

数学  
(数的科学)



# 什么是高等数学？

初等数学研究的是常量与匀变量，高等数学研究的是非匀变量。

高等数学有高度的抽象性、严密的逻辑性和广泛的应用性。抽象性和计算性是数学最基本、最显著的特点，有了高度抽象和统一，我们才能深入地揭示其本质规律，才能使之得到更广泛的应用。严密的逻辑性是指在数学理论的归纳和整理中，无论是概念和表述，还是判断和推理，都要运用逻辑的规则，遵循思维的规律。

数学也是一种思想方法，学习数学的过程就是思维训练的过程。人类社会的进步，与数学这门科学的广泛应用是分不开的。尤其是电子计算机的出现和普及使得数学的应用领域更加拓宽，现代数学正成为科技发展的强大动力。



# 在大学里学什么？

## 朱熹【大学序】

人生八岁，则自王公以下，至于庶人之子弟，皆入小学，而教之以洒扫、应对、进退之节，礼乐、射御、书数之文。

及其十有五年，则自天子之元子、众子，以至公、卿、大夫、元士之适子，与凡民之俊秀，皆入大学，而教之以穷理、正心、修己、治人之道。



# 到浙大来做什么？

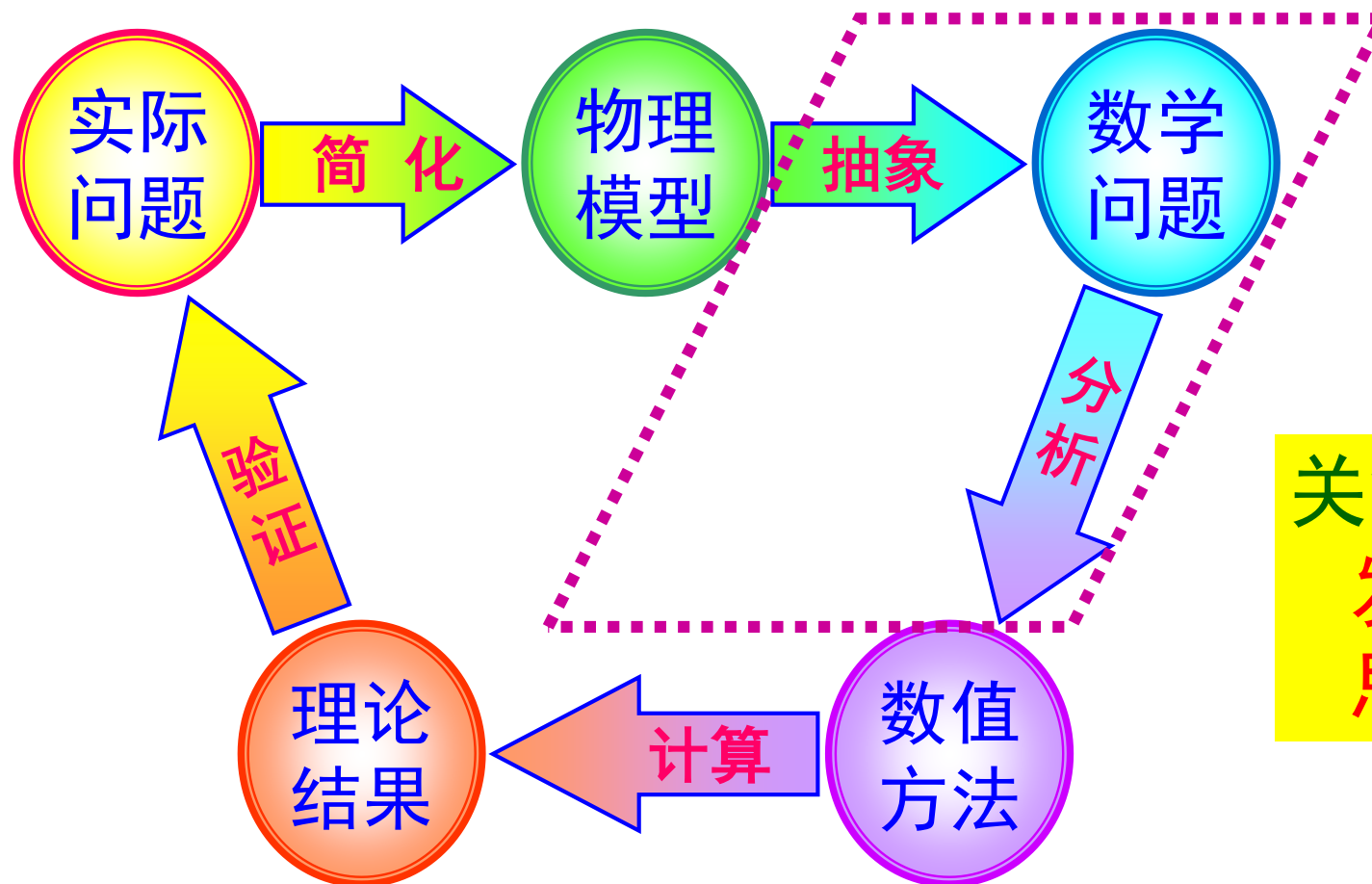


知识？





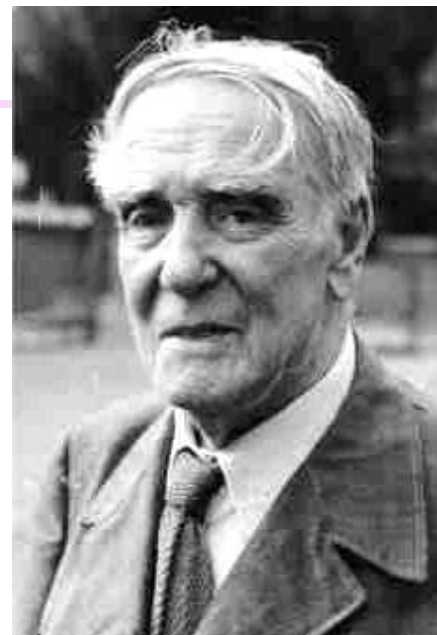
# 本课程的教学内容



# 关键词 1：发现

卡皮察：P. L. Kapitza (1894-1984)

Nobel Prize for Physics (1978) for his research in low-temperature physics



记者问： 在哪所大学、哪个实验室  
学到了最主要的东西？

回答：

在幼儿园。

学会了把自己的东西分给小伙伴，不是自己的东西不要拿，东西要放整齐，吃饭前要洗手，午饭后要休息，做错事要道歉，学习要多思考，要仔细观察大自然。





# 学会找“问题”

树上10鸟，开枪打死1只，树上剩几只？

无声手枪？枪声多大？

普通手枪，80 ~ 100分贝

在那个城市里打鸟犯不犯法？

不犯法

有无聋鸟？有无关在笼子里的鸟？

都没有

附近有无其他树，树上有无其它鸟？

都没有

有无飞不动的残疾或饥饿鸟？

没有

算不算快出生的小鸟？

不算

打鸟人是否眼花，肯定是10只鸟？

确定就是10只鸟

有没有傻到不怕死的笨鸟？

都怕死

会不会一枪打死两只鸟？

不会

所有鸟都可以自由活动？

完全可以

答：若打死的鸟挂在树上没有掉下来，则剩下一只，  
如果掉下来，就一只不剩！



# 学会“发现”

问题：现实存在，但没有人告诉你

理想气体状态方程： $PV = nRT$



已知： $V$ 、 $n$ 、 $R$ 、 $T$ ，求  $P$

小学生的问題

氩气保护退火处理步骤：

- 密封，抽真空
- 充氩气到0.5大气
- 加热到800°C
- 保温2小时
- 自然冷却，取试样

关键：  
学会“想到”  
气体状态方程

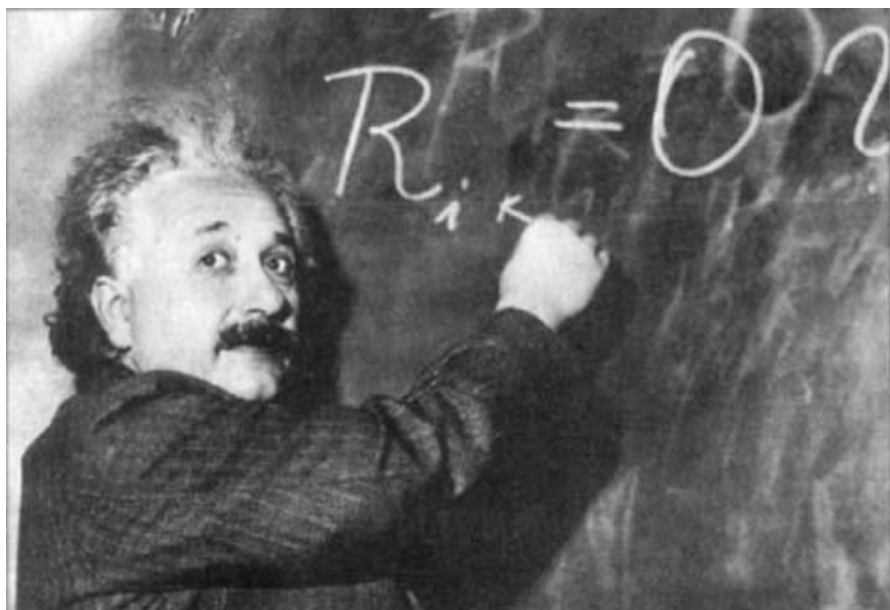


## 关键词 2：思想

Education is what remains after one has forgotten everything he learned in school.

—— Albert Einstein

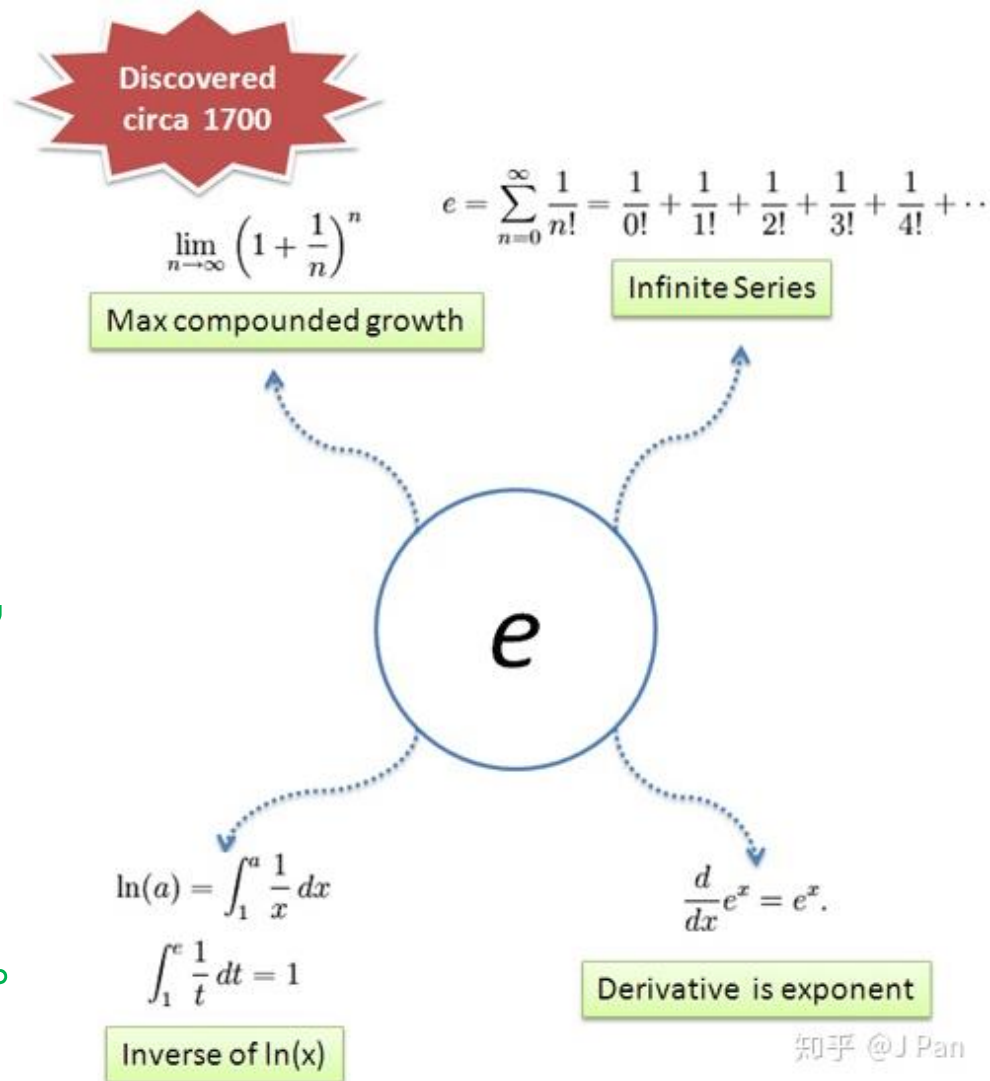
教育就是当  
一个人把在学校  
所学全部忘光之  
后剩下的东西。



# 数学思想：直觉

爱因斯坦：

物理学家的最高使命是要得到那些普遍的基本定律，由此世界体系就能用单纯的演绎法建立起来。要通向这些定律，并没有逻辑的道路；只有通过那种以对经验的共鸣的理解为依据的直觉，才能得到这些定律。



知乎 @J Pan



# 数学思想：视野



《红楼梦》的作者  
词汇统计分析  
→ 密码学！



英格兰岛的海岸线长度  
分形 (Fractal) 理论



# 数学思想：分析

- 【中医】 重：逻辑推测、模糊想象、整体协调  
轻：量化分析、有效成分、作用机理
- 【西医】 数学统计、化学分析、实验验证

## 电动车电池的安全性问题

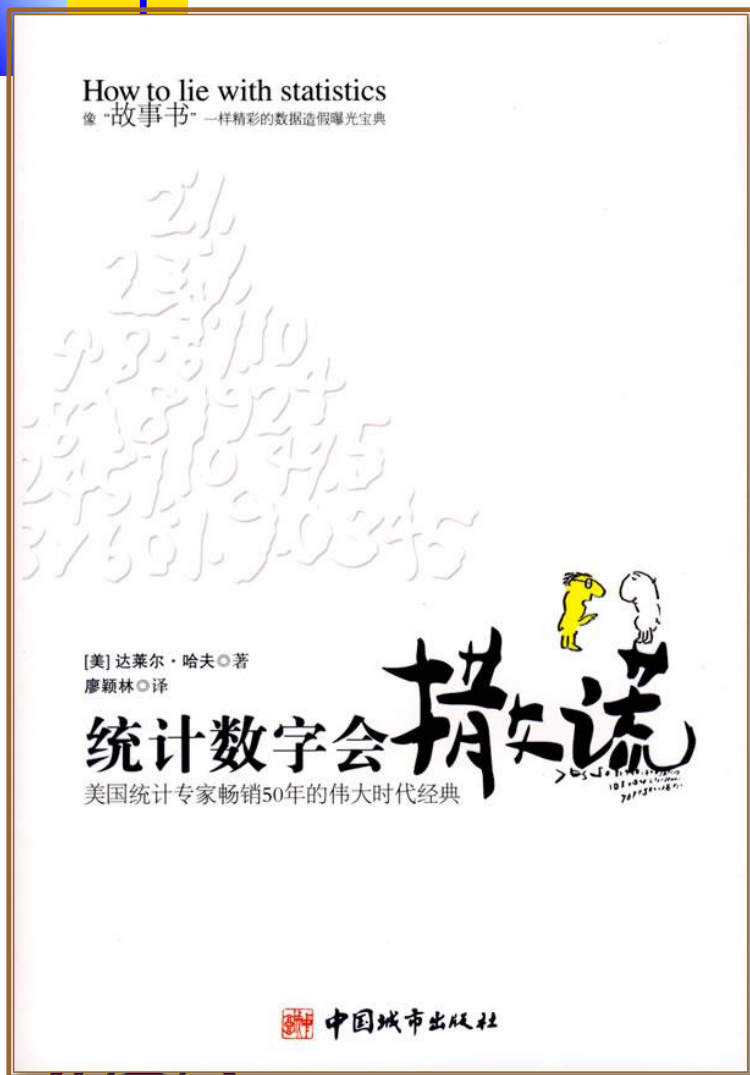
安全性差，如何算差？  
安全性好，什么是好？

统计数据？  
万公里事故率？





# 数学思想：角度



美国霍普金斯大学开始接收女学生时，一个不赞成异性同校的记者报道：该大学 $\frac{1}{3}$ 的女学生嫁给了该校教师。一时舆论哗然。

后来另一位记者到该校摸清了真相：该校共有3名女生，其中1人嫁给了老师。



观察的角度



# 数学思想：内涵

1898年美国-西班牙战争 (不到半年)

- 西班牙舰队覆灭，战败投降
- 古巴 (原西班牙殖民地) 独立
- 美国吞并夏威夷
- 菲律宾、波多黎各、关岛

数字

美国参战海军死亡率 9‰  
同期纽约居民死亡率 16‰

数字会骗人  
内涵更重要

美国海军征兵广告  
“参军更安全”

老弱病残  
传言恐慌



# 数学思想：概貌

研表究明，汉字的序顺并不  
定一能影阅响读，比如当你  
看完这句话后，才发这现里  
的字全是都乱的。





@天庄我不后悔

[weibo.com/lowhaha](http://weibo.com/lowhaha)



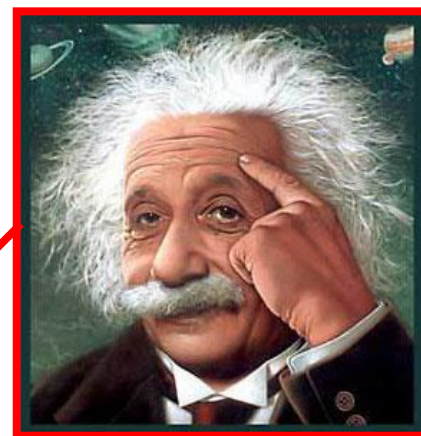
# I CAN READ IT! CAN YOU??

fi yuo cna raed tihs, yuo hvae a sgtrane mnid too. Cna yuo raed tihs? Olny smoe plepoe can. i cdnuolt blveiee taht I cluod aulacilty uesdnatnrd waht I was rdanieg. The phaonmneal pweor of the hmuan mnid, aoccdrnig to a rscheearch at Cmabrigde Uinervtisy, it dseno't mtaetr in waht oerdr the ltteres in a wrod are, the olny iproamtnt tihng is taht the frsit and lsat ltteer be in the rghit pclae. The rset can be a taotl mses and you can sitll raed it whotuit a pboerlm. Tihs is bcuseae the huamn mniddeos not raed ervey lteter by istlef, but the wrod as a wlohe. Azanmig huh? yaeh and I awlyas tghuhot slpeling was ipmorantt  if you can  如果你能看懂这段话，你就是一个天才。很少有人能看懂这段话。剑桥大学的一项研究表明，单词中字母的顺序并不重要，只要第一个和最后一个字母在正确的位置上，其余的字母可以完全打乱，你仍然可以读懂这段话。这是因为人类的大脑不是按字母顺序来识别单词的，而是作为一个整体来识别的。这很奇怪吗？是的，而且我一直认为拼写并不重要。如果你能看懂这段话，你就是一个天才。

@ CCTV 央视新闻  
weibo.com/cctvzqj

# 扩大视野，理解内涵

- 眼睛看得到的地方叫**视线**  
眼睛**看不到**的地方叫**视野**
- 嘴里说得出来的话叫**内容**  
嘴里**说不出**来的话叫**内涵**



Education is **what remains** after one has forgotten everything he learned in school.

—— Albert Einstein





# 选修本课程的目的

- ➡ 成为数学家 …… 建议：另觅名师
- ➡ 软件编程员 …… 向父母借点钱，到软件学院去
- ➡ 科技研究者 …… 愿有所帮助，请多动脑筋
- ➡ 凑毕业学分 …… “混”是拿不到学分的
- ➡ 打发时间？ …… 趴着打瞌睡并不舒服





如果这样？



# 关于教学参考书

## 数值计算方法

李有法 编

高等教育出版社

参考书  $\neq$  教材



# 教学章节

1. 数与误差 ..... 内容有所扩展
2. 非线性方程求根 ..... 介绍基本方法
3. 线性代数方程组的解法 ..... 介绍基本方法
4. 插值与拟合 ..... 增加拟合内容
5. 数值微分与数值积分 ..... 简要介绍
6. 常微分方程求解 ..... 略, 有补充
7. 统计分析初步 ..... 增加的内容





# 课程内容

## 1. 数值逼近：插值

数值逼近

数值微分和数值积分

## 2. 数值代数：解线性方程组的直接解法

解线性方程组的间接方法

求矩阵特征值与特征向量

## 3. 方程求解：非线性方程的数值解法

常微分方程的数值解法

偏微分方程的数值解法



# 课程要求

## 1、基本要求：上课，做笔记，做习题

- 教材只能作为“参考书”
- 教学内容  $\neq$  教材范围
- 不需要“照本宣科”
- 讲课资料只是“提纲”
- 做笔记：记心得、记联想，学“思想”
- 做习题：不看书做习题

## 2、扩展要求：编程实验

- 现成的软件往往不好用
- 通过编程运算，发现问题，加深本质理解
- 学会自己处理数据，以后科研工作中有用
- 【重要】多思考，多问为什么

