

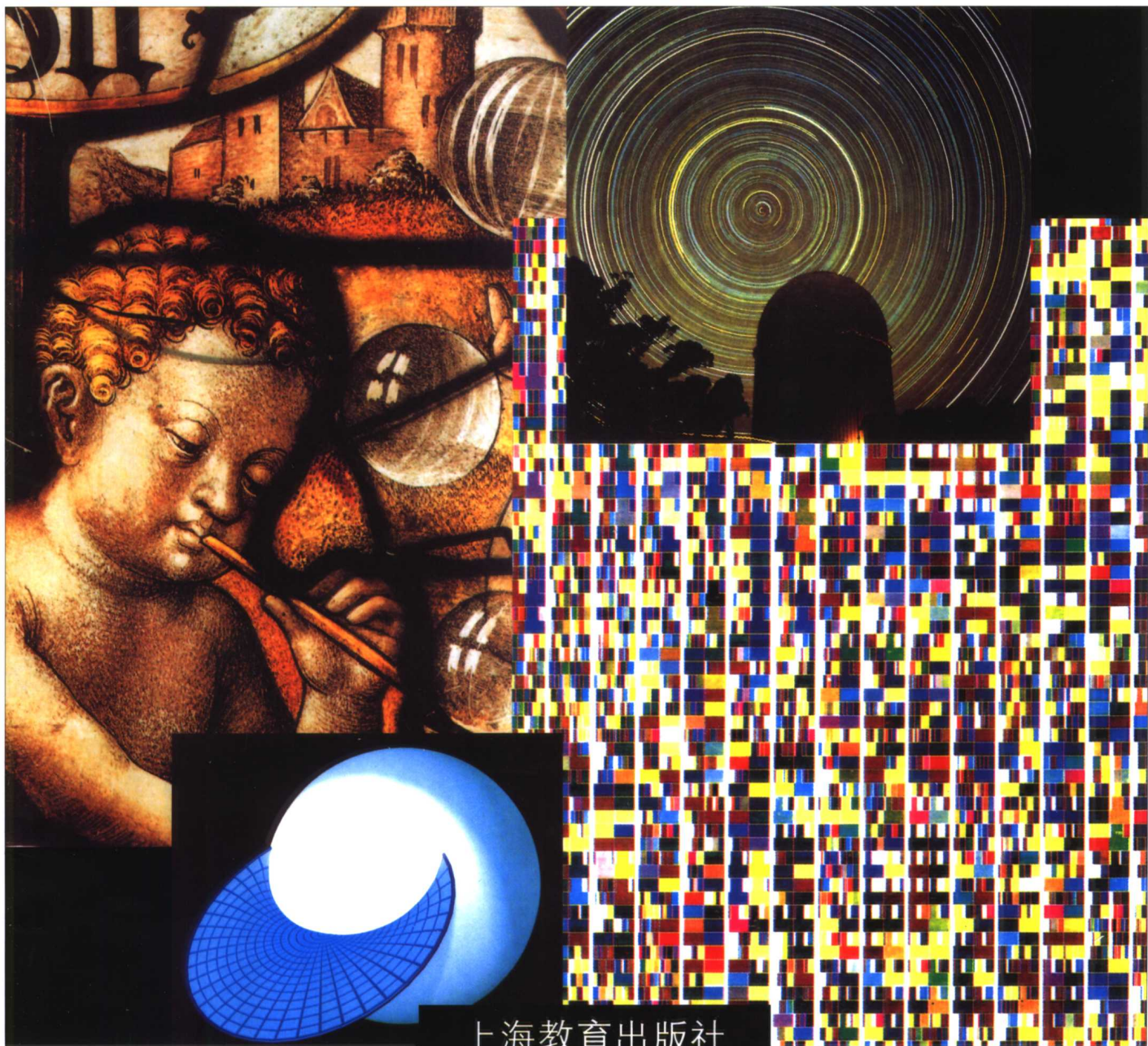
慳慳宇宙

斯特凡·希尔德布兰特
安东尼·特隆巴

著

自然界里的形态和造型

沈 旻 译



上海教育出版社

怪怪宇宙

自然界里的形态和造型

斯特凡·希尔德布兰特
安东尼·特隆巴

著

沈 旖 译

江苏工业学院图书馆
藏书章

上海教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

怪怪宇宙：自然界里的形态和造型 / (美) 希尔德布兰特等著；沈菡译. —上海：上海教育出版社，2004. 2
(通俗数学名著译丛 / 史树中，李文林主编)
ISBN 7-5320-8724-7

I. 怪... II. ①希...②沈... III. 数学-通俗读物
IV. 01-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第007130号

怪怪宇宙

——自然界里的形态和造型

斯特凡·希尔德布兰特

安东尼·特隆巴

著

沈菡 译

上海世纪出版集团 出版发行

上海教育出版社

易文网: www.ewen.cc

(上海永福路123号 邮编: 200031)

各地新华书店经销 上海中华印刷有限公司印刷

开本 850 × 1156 1/16 印张 21.5 插页 4

2004年2月第1版 2004年2月第1次印刷

印数 1-7000本

ISBN 7-5320-8724-7/O · 7 定价: (软精) 58.00元



手托肥皂泡的爱神丘比特，由伦勃朗(Rembrandt)绘制。此画由瓦杜兹城堡的冯·利希滕施泰因(von Liechtenstein)大公收藏。

为纪念里查德·库朗（Richard Courant）而作

缪斯的魔力

冯·科夫*得知：

有一位远房堂姐乃是“女巫”。
她从草汁泡沫里，
造出点点星辰无数。
从此，科夫匆匆忙忙，
是啊！他赶忙向奥－德－李－德－利兹奔赴，
为的是见到
那位魔力无比的女巫。

他找到女巫呆在茵茵绿地，
与其家园相去无几。
他问女巫是否吹制星星，
出自渺渺泡沫堆里？
又问女巫是不是
来自奥－德－李－德－洛姆的仙姬？
唉呀！千真万确，
她竟就是天国里的一位仙姬！

她赠予科夫
麦秆一支、草汁一坛。
科夫吹气，
朦胧中微光一闪。
瞧！一个天衣无缝的美妙圆球，
在幽幽太空中膨胀，至大无边；
宛若所见之宇宙，
却只不过是泡沫和梦幻。

* Von Korf.

星星脱去柄蒂，
缓缓地飘向上苍；
溶入球面音乐，
轻柔地上浮，扶摇直上。
天国的圣歌，
是那样的悦耳悠扬；
牧羊人的风笛吹起，
声调却激越高昂。

面对这个世界的圆满镜像，
科夫深感有趣、喜哉乐乎；
注视着自身世界的美妙，
他张嘴结舌，叽里咕噜。
种种幸运乐事，
全都填入他的心窝；
其最佳最优者，
更令他走火入魔。

留神啊留神！
入了魔的科夫先生。
他尊称堂姐为“缪斯”，*
被人用汗巾曳紧；
为了某种目的，
被人带上遥远征程；
绑着离开奥-德-拉-德-莱斯特，
向着新开辟的领土挺进。

* Muses, 希腊神话中司文学、艺术、科学等的九女神。Muse, 泛指女神。

前言

自

自然界为什么呈现某些确定的形态，为什么这些形态比其他一些可想像的形态更为优越？自然万物的种种造型和种种形态既相似、又多变，其缘由何在？

本书旨在解释这些疑问。就是说明变分法——调排几何学和自然界里的最佳形态，即处理极大、极小问题的一个数学领域。我们可以考查自然界里的一些令人注目的实例，其形态和图像甚为规则；对此首先在序文里予以阐述。

希腊语中 *mathema* 一词，意指知识、认识、理解、感知，这使人联想到，数学研究始于三千年之前，正是为了探求世间这些疑问的答案。我们描述的历史断面显示了数学发展的大部分情况，这是一种企图理解自然而得到的成果。无论如何，数学不只是其他科学的仆人。正如卡尔·弗里德里克·高斯 (Carl Friedrich Gauss) 所说，把数学知识用于数论，还是用于说明一团物质（诸如行星）的运动，倒并无碍。

在整个历史上，数学家们总是追寻与社会相关抑或无关的自身观念，总是醉心于自身发现中的美妙和对数学问题的解答。1830年，数学家 J·雅可比 (C.G.J. Jacobi) 写道，科学的目的在于给予人类心灵以荣耀。考虑到科学的正反两面，除了如下所述者之外，似乎没有其他方式令人毫无异议地接受这种陈述；如开普勒 (Kepler) 所为——把科学的终极目的当作对上帝的颂扬，此乃凭藉于承认形象化描述：“上帝已这样设计、创造了世界，使它最好、最美、最像上帝自己”。不管可以如何看待数学的目标和价值，我们总希望

前言

读者确信，数学是人类文化的一个必要部分。

我们并不利用使近代数学变得如此有效而富于功力的数学公式和数学记号。对于职业数学家，公式和记号是必不可少的；广泛的训练需要掌握数学语言——一种在非专业读者看来似乎是不可思议、十分生疏的语言。乔纳森·斯威夫特（Jonathan Swift）在其《格列佛游记》中描绘勒皮他国王的宫廷时嘲笑了一个由数学家们控制的社会：

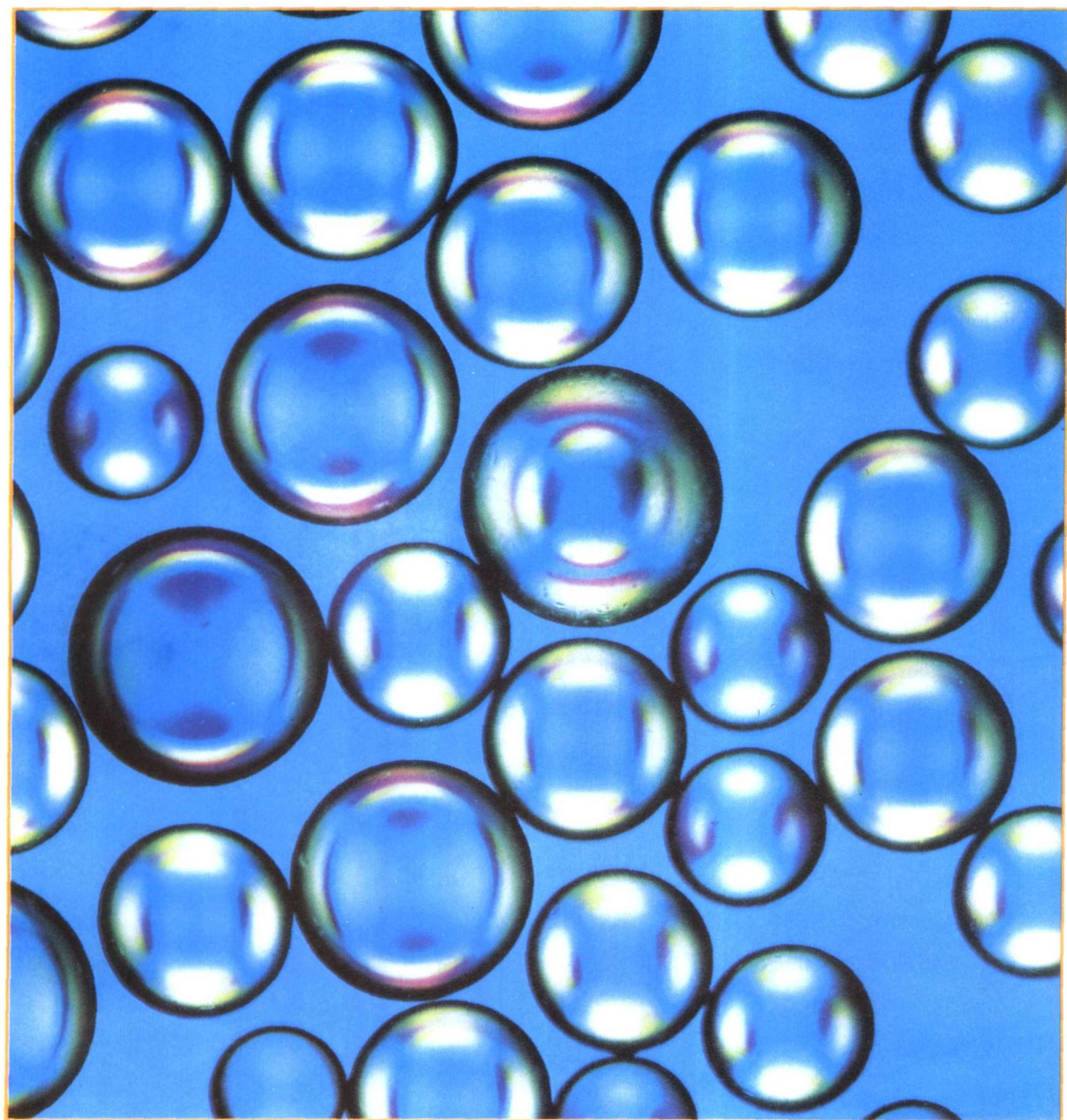
我的数学知识对于学习他们的用语颇有助益；这些用语与科学和音乐十分相关，而我对音乐并不陌生。他们的思想永久地系于线条和图形之中。譬如他们若要赞扬一位女士或其他什么动物的美妙，就总是用菱形、圆形、平行四边形、椭圆形和其他几何术语，或者用源于音乐的艺术名词加以形容，这里无需赘述了。我在御厨房里看到种种数学仪器和乐器，他们就按照这些器具的图形将大块肉切好，供奉到国王的餐桌上。

本书是由弗里曼（W.H.Freeman）原先于1948年出版的《数学与最佳形态》的修订增补本。原版翻译成法文、德文、荷兰文和西班牙文的版本相继面世。在本修订版中增添了许多新的图画，并重新绘制了原先的一些插图。

（感谢语略）

斯特凡·希尔德布兰特（Stefan Hildebrandt）

安东尼·特隆巴（Anthony Tromba）



巴洛蒂尼 (Ballotini) 球。

目录

前言	v
----	---

序文：论形态和造型	i
-----------	---

1

宇宙万物的总体模式	19
-----------	----

2

古代科学遗产	41
--------	----

3

最短联线和最速联线	85
-----------	----

4

奇迹，平凡无奇	127
---------	-----



目录

5

肥皂膜：孩童和数学家的娱乐

145



6

最优设计

213



跋文：动力学与运动

269

参考文献、注释和进一步读物

305

引文之出处

318

插图之出处

319

索引

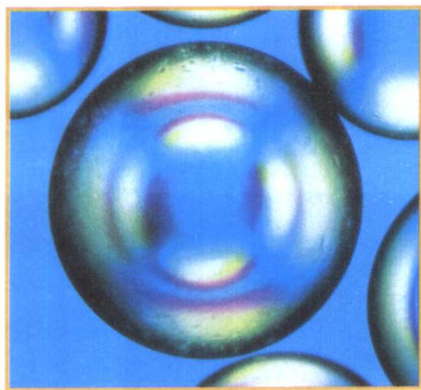
321

译后记：“怪吝”宇宙不“小器”

331

序文

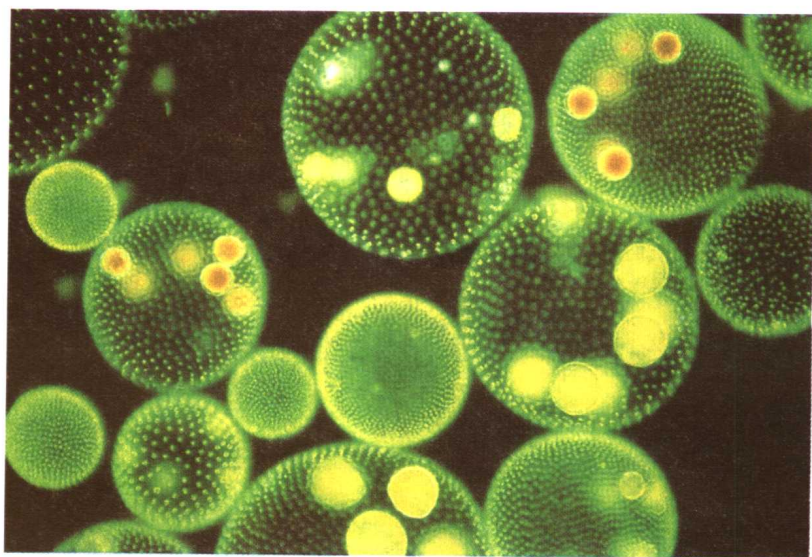
论形态 和造型



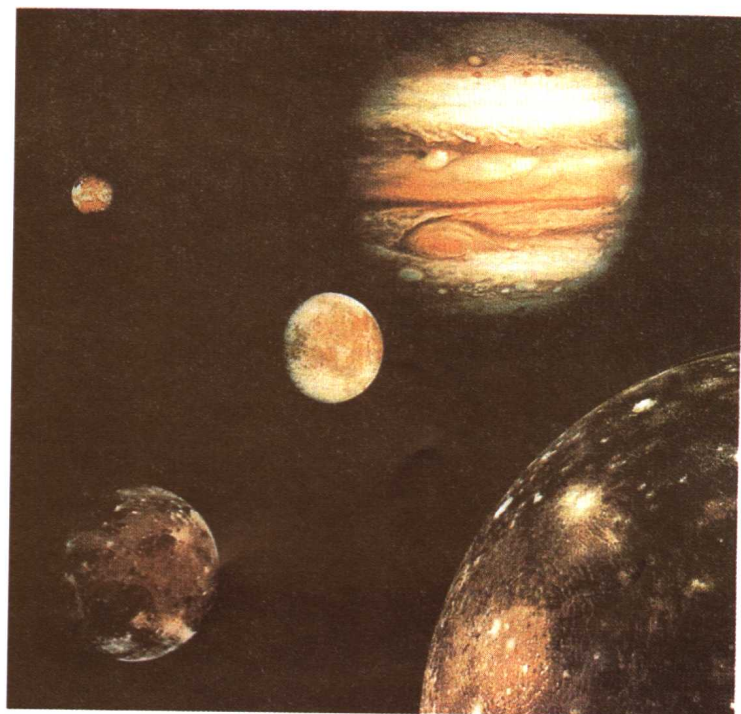
自

自古以来，圆形和球形被当作几何学中的完美形态。在希腊人看来，它们是人类心灵之终极和谐性的象征。就行星而言，难道会有比圆周运动更合适的永恒运动形式吗？希腊人因此而相信，天空中的行星必定沿着完美的圆周运动，尽管各行星可能依次沿着不同的圆周行进。希腊哲学家克塞诺芬尼（Xenophanes，约公元前565—前470年）除去公众信奉的群神，代以唯一至高无上的上帝，并赋其球形特征。亚里士多德（Aristotle）这样描述克塞诺芬尼的思想：

鞭毛虫是靠一根或几根鞭毛运动(微小的抖动)的单细胞生物体。某些种类的鞭毛虫独居而生;另一些则可形成群集。团藻即形成为相当大的群集。每个球形群集的表面可能包含20 000个单细胞,每个细胞带有一根鞭毛。团藻群集能使这许多鞭毛的运动有条不紊,从而群集得以转动。确实,漂亮的球形就是由这种鲜黄色团藻——一类海洋浮游生物——所呈现。



木星及其四个卫星。最近的卫星是艾(木卫一),远一点的是尤罗帕(木卫二),更远的是甘尼米德、卡里斯托(木卫三、木卫四),这些卫星由伽利略(Galileo)所发现。除了这四个之外,至少还有十个多得多的卫星绕着木星运转;并有一微弱的粒子环流围绕着木星。



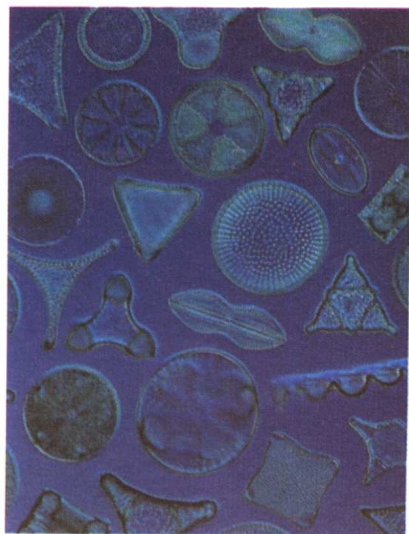
上帝主张，如果他是最好的，就只可能是唯一的一个；而倘若有两个或更多个上帝，则就不再是最好的和最强大的一个，因为这多个神中的任意哪一个对各自的等级都有同样的主张。实际上，上帝及其神力，即意味着独占优势、意味着乃万物之最、意味着不可超越……因此，只可能有唯一的一个上帝；由四面八方而观皆为同一，无论何处同样看到、听到、感觉到他。否则，不同地方就会互为优劣；这是不可能的。所以，上帝的这样一种普遍均匀性，便暗示着他具有圆球形状……因为上帝拥有万物、独一无二、永恒无穷，并且他均匀同一、滚圆如球，故而他既非有限、又非无限，既非静止、又非运动。

而今，圆球形态还如对古希腊人一般地逗人喜爱。我们赞赏孩童吹出的肥皂泡那样美妙的滚圆形状。巴洛蒂尼球——薄玻璃球——都具有绝无瑕疵的一样球形，很久以来一直被用于威尼斯制造的玻璃镶嵌工艺品之中。团藻属的绿色鞭毛虫形成的球对称性群集十分奇异。同样，我们太阳系的行星及其卫星也近乎圆球形状。

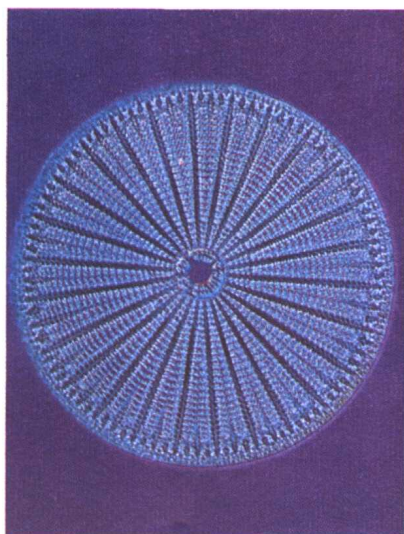
形成球形的力也能形成附图所示的硅藻（是单细胞水藻）群集的形状，此乃显微镜显示的典型标本。硅藻群集由呈各种精致的几何造型的硅质甲壳接合而成。

自然界中一大类奇异形态由肥皂膜和肥皂泡所产生。对此，后面读者将看到，三片肥皂膜彼此总会相交成 120° 的角，不管它们由金属丝张成还是系于玻璃板之间。

从下一页的左下图看到系于两块平行的玻璃板之间的肥皂膜。所看到的膜像一些直线；显然，此乃膜的边缘。这表明肥皂



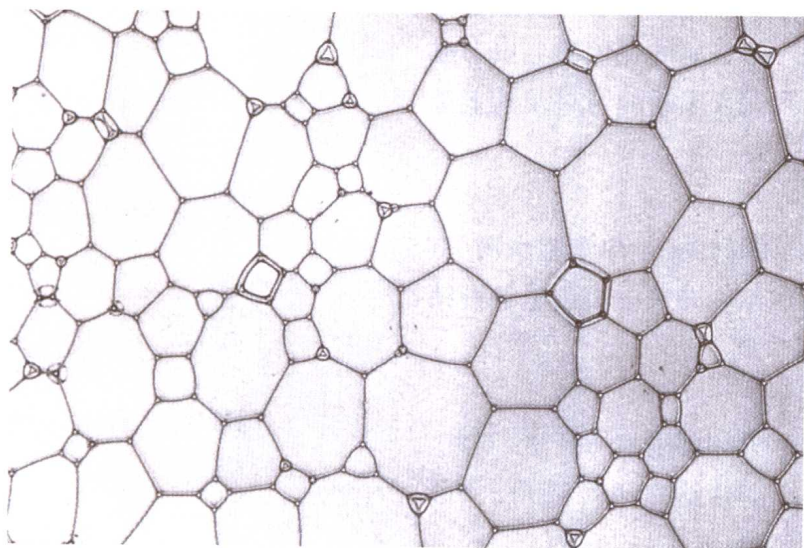
硅藻之骨架，都像有底有盖的盒子。



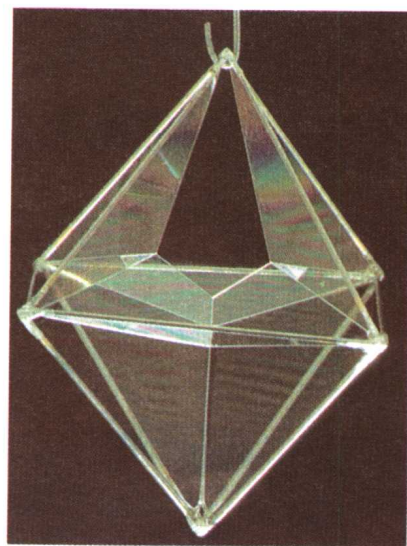
这种蜘蛛网状的USA组成一漂亮的圆盘形构架，它往往适用于哥特式建筑窗户的图案装饰。



显微镜显示因硅藻的支撑和拱起而呈现的丝网状结构，细胞质穿透其间。

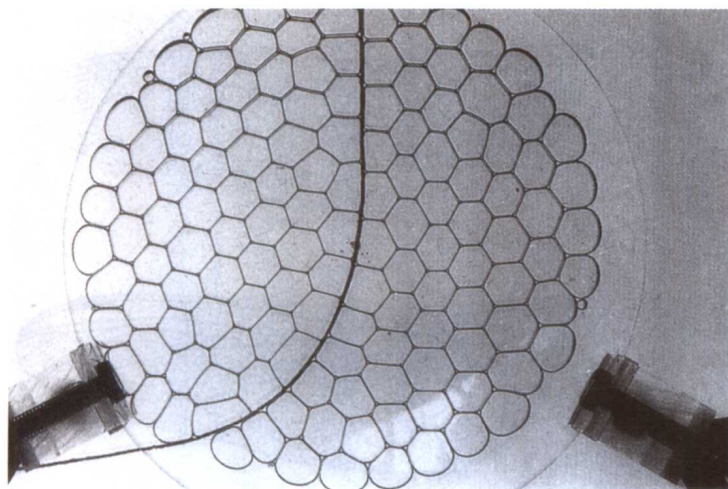


两块平行的玻璃板之间的肥皂膜。注意到典型的Y形是由三片薄膜交成。某些元胞以弯曲的薄膜为边界面；此乃邻接元胞的压力不同，致使薄膜凸出。

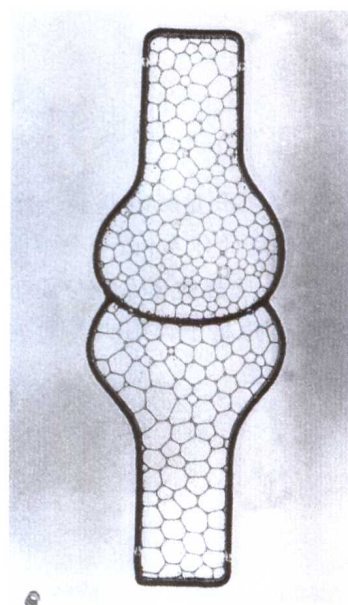
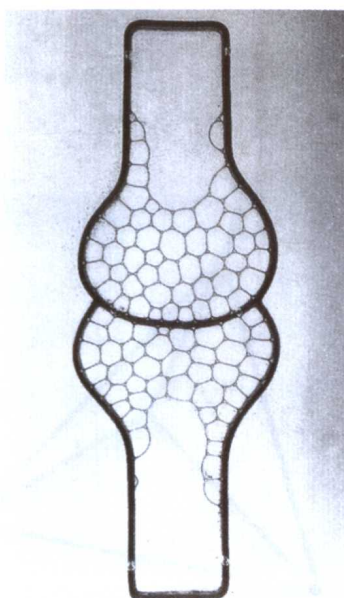
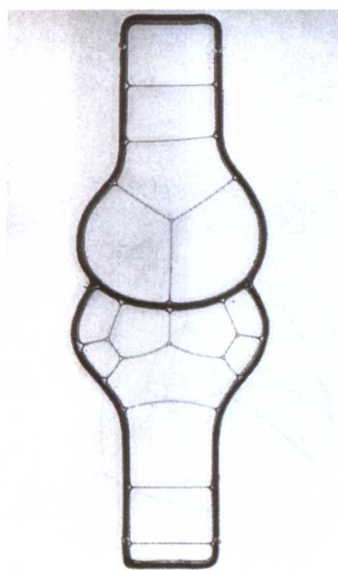


以八面体的十二条棱边为边界的肥皂膜体系。

膜与两块玻璃板垂直地接触. 一旦膜可自由地在维系表面组织其边界, 就会形成这种直角. 例如, 肥皂膜与金属条的侧面(见下图粗黑线的边缘所示)形成 90° 夹角; 然而膜本身, 彼此交成 120° .



两块平行的玻璃板之间的肥皂膜沿着金属条侧面(粗黑线)形成 90° 夹角.



用肥皂膜体系模拟骨结构.