



普通高中教科书

艺术

(必修)

艺术与科学



人民教育出版社
陕西人民出版社

人民教育出版社

普通高中教科书

艺术

(必修)

艺术与科学

人民教育出版社

·北京·

陕西人民出版社

·西安·

仅供个人学习使用，未经授权不得另做他用

编写单位 陕西人民出版社

主 编 宋 瑾

副 主 编 周 杰

本 册 主 编 王文卓

核心编写人员 宋 瑾 周 杰 朱则平 卢文卜 杨 琼

责 任 编 辑 张 楠 白艳妮 陈 丽 杨 婧 王方坊

封 面 设 计 侣哲峰 白明娟

版 式 设 计 李 阳 翟 竞

普通高中教科书 艺术·艺术与科学（必修）

出 版 人民教育出版社

（北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编：100081）

陕西人民出版社

（陕西省西安市北大街 147 号 邮编：710003）

网 址 <http://www.pep.com.cn>

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究

如发现内容质量问题，请登录中小学教材意见反馈平台：jcyjfk.pep.com.cn

仅供个人学习使用，未经授权不得另做他用

前言

亲爱的同学们，新的高中艺术课程教科书和大家见面了。

本套教科书共9册，涉及音乐、美术、舞蹈、戏剧、影视和数字媒体等多种艺术门类。其中必修4册，分别为《艺术与生活》《艺术与文化（上）》《艺术与文化（下）》《艺术与科学》；选择性必修5册，分别为《美术创意实践》《音乐情境表演》《舞蹈创编与表演》《戏剧创编与表演》《影视与数字媒体艺术实践》。必修课程旨在让同学们在生活、文化和科学的情境中进行艺术体验和探究活动；选择性必修课程可以让同学们在美术、音乐、舞蹈、戏剧和影视的世界里进行延伸学习，感悟多种艺术魅力。虽然选择性必修教科书是按单科艺术门类编排的，但也不同程度地关联了其他艺术门类的内容。在多种媒介构成的艺术世界中徜徉，同学们将获得 $1+1>2$ 的审美体验，形成关联性思维，培养不同艺术门类之间、艺术与其他学科之间、艺术与社会生活之间的贯通能力。通过学习4门必修课程和2门自己喜欢的选择性必修课程，同学们能获得6个学分，从而完成高中阶段的艺术学业。

翻开教科书，同学们一定会注意到每课内容都被划分为“感知·关联”“创意·表现”和“品评·拓展”三个板块。这三个板块既密切相关又各有侧重。第一个板块侧重审美体验和对艺术语言的把握，第二个板块侧重艺术实践，第三个板块是对前两个板块的活动评价和延伸学习。同学们将通过欣赏和学习古今中外的优秀艺术文化，提升艺术感知、创意表达、审美情趣和文化理解等方面的素养。

这套教科书将带领同学们走进缤纷多彩的艺术文化世界。让我们一起去探索、发现、创造！

分册前言

“艺术与科学密切相关，中国传统艺术崇尚自然，践行‘道法自然’的科学观。当今，现代科学技术为艺术发展提供了丰富的创意和表现手段，艺术的发展也为科学技术的进步从想象、和谐、美感等方面提供了创意。”通过学习本册教科书，我们“能够发现艺术与科学之间的联系，欣赏科学揭示的秩序与混沌之美；能够了解科学技术在艺术表现中的应用，运用多媒体进行艺术创造”。

本册共有四个单元，每个单元分为四课。

第一单元为“艺术中的科学现象”。我们将从黄金比例和几何透视法入手，探讨不同艺术门类的数理基础；领略科幻作品的艺术魅力，探索艺术中的科幻精神；从传播、创作与接受的角度明确科技的价值；聚焦艺术实践中的心理现象，探讨视听觉完形、缘身性、脑电波等心理科学问题。

第二单元为“科学中的艺术现象”。我们将从几何中的拓扑学之美，联系相关艺术事项；认识生活、科学和艺术中的分形现象和规律；感受逻辑悖论的奇妙，从感性和理性相结合的角度，加深对艺术作品的了解和感受；探索微观世界中的秩序美，感受化学实验中的色彩与造型变化。

第三单元为“艺术与科学的互动”。我们将探讨古今中外艺术家的科学素养和科学家的艺术素养，在历史和现代情境中探索科学丰富艺术创意、促进艺术发展的典型事例，探讨艺术体验对大脑开发及创造性思维培养的作用，探究科学运用艺术手段对人类身心健康和植物生长的作用。

第四单元为“艺术与科学的融合发展”。我们将运用计算机和手机进行艺术创作，感受科学与艺术结合的乐趣；了解运用现代科技进行艺术表演的典型事例，感受科技发展对艺术表演的影响；了解虚拟现实技术在当代艺术实践中的应用，思考科技创新对艺术的影响，展望艺术的未来；了解人工智能的艺术创作，并对人工智能进行反思，认识艺术与科学的关系。

让我们一起在《艺术与科学》的学习中开拓艺术创作的新视界，形成并提高艺术核心素养。

第一单元 艺术中的科学现象 / 1

- 第1课 艺术中的科学密码 / 2
- 第2课 艺术中的科学幻想 / 8
- 第3课 艺术中的科技之光 / 14
- 第4课 艺术活动的心理科学 / 20

第二单元 科学中的艺术现象 / 27

- 第1课 橡皮泥几何 / 28
- 第2课 分形的魅力 / 34
- 第3课 逻辑怪圈 / 40
- 第4课 美丽化学 / 46

第三单元 艺术与科学的互动 / 55

- 第1课 艺术家与科学家 / 56
- 第2课 科学丰富艺术创意 / 62
- 第3课 艺术活动促进科学创造 / 68
- 第4课 艺术、科学与生命 / 74

第四单元 艺术与科学的融合发展 / 79

- 第1课 新的艺术创作方式 / 80
- 第2课 新的艺术表演方式 / 85
- 第3课 虚拟技术与艺术 / 91
- 第4课 人工智能与艺术 / 97

学业质量自评 / 103

后 记 / 104





第一单元 艺术中的 科学现象

经过本单元的学习，我们将把握艺术中的科学密码，理解艺术中的科学幻想，认识艺术中的科技内涵，初步掌握艺术接受的心理规律。

我们将在“感知·关联”板块，通过艺术感知，领悟艺术中蕴含的科学精神，探讨艺术实践的心理规律；在“创意·表现”板块，通过相关艺术活动，在感性层面体会艺术与科学的关联；在“品评·拓展”板块，通过评价和知识拓展，深入把握艺术的科学内涵。

- 第1课 艺术中的科学密码
- 第2课 艺术中的科学幻想
- 第3课 艺术中的科技之光
- 第4课 艺术活动的心理科学

第1课

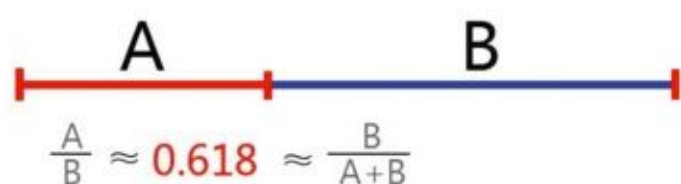
艺术中的科学密码

艺术与数学相通，黄金分割与几何透视法是艺术与数学相通的典型表现。本课，我们将学习黄金分割、几何透视法的相关知识，探究二者在音乐、绘画等艺术门类中的呈现方式，进行艺术创意实践和评价。

感知·关联

一、黄金分割

把一条线段分割为两部分，当较短部分与较长部分之比等于较长部分与整体之比时，这种分割就被称为黄金分割，其比值约为0.618，其分割点被称为黄金分割点。黄金分割蕴藏着丰富的审美价值，几乎在所有艺术体裁中都有体现。



信息链接

公元前4世纪，古希腊数学家欧多克索斯就研究了黄金分割比例。大约一百年后，欧几里得在《几何原本》中系统阐述了黄金分割原理。毕达哥拉斯将这一原理应用于音乐美的解释。

1. 音乐作品中的黄金分割

《中华人民共和国国歌》（《义勇军进行曲》）共有37小节（含前奏），按照黄金分割比例计算， $37 \times 0.618 \approx 22.87$ 。

令人赞叹的是，第23小节的最后半拍正处于全曲的“黄金分割点”。“起来！起来！起来！”从此处开始。

雕塑《聂耳》
吴为山



全体起立，唱《中华人民共和国国歌》（《义勇军进行曲》），感受黄金分割在音乐作品中的应用效果。



中华人民共和国国歌

（义勇军进行曲）

田 汉作词
聂 耳作曲

进行曲速度

起

来！ 不 愿 做 奴 隶 的 人 们！ 把 我 们 的 血 肉，

筑 成 我 们 新 的 长 城！ 中 华 民 族

到 了 最 危 险 的 时 候， 每 个 人 被 迫 着 发 出

最 后 的 吼 声。 起 来！ 起 来！ 起 来！

我 们 万 众 一 心， 冒 着 敌 人 的 炮 火 前 进

冒 着 敌 人 的 炮 火 前 进！ 前 进！ 前 进！ 进！

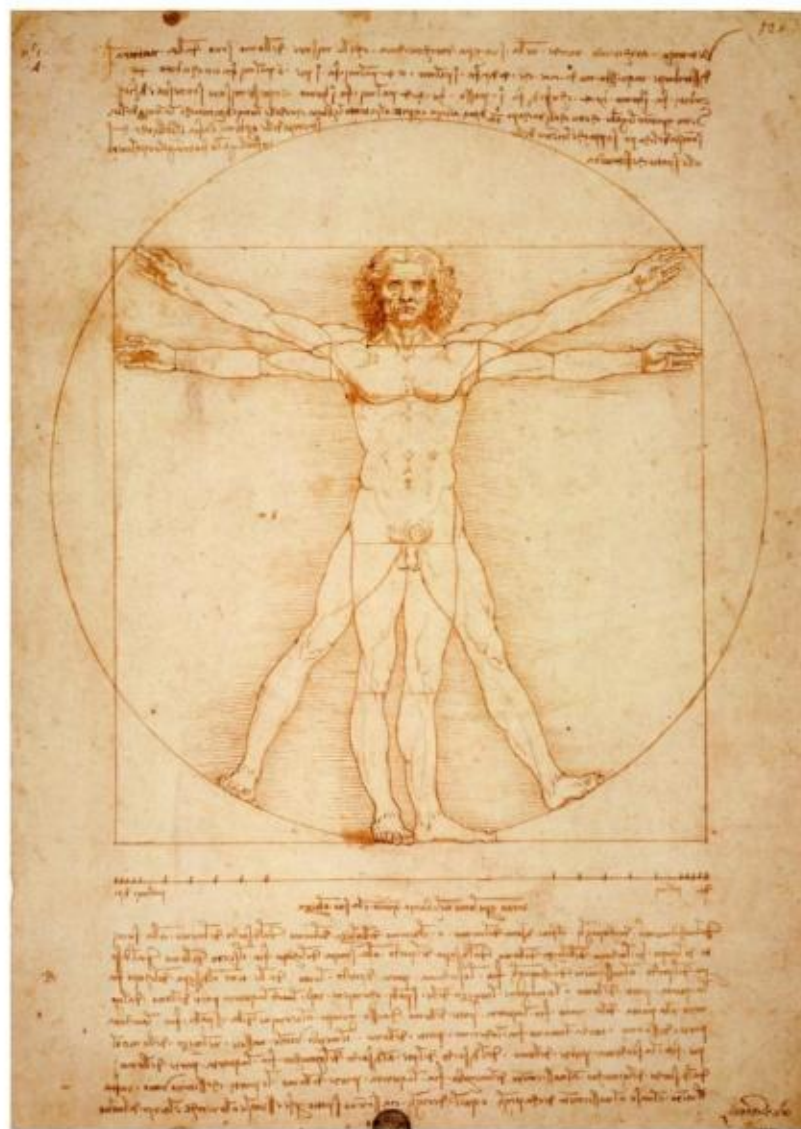
2. 绘画与雕塑作品中的黄金分割

黄金分割是艺术创作中的基本形式美原则，在绘画与雕塑作品中普遍存在。艺术家探索完美人体蕴含的诸多黄金比例，塑造出经典的人物形象。



中国画《井冈山》李可染
李可染艺术基金会藏

李可染的中国画作品《井冈山》在构图上巧妙地运用了黄金分割比例，山水景物左、右、上、下的位置安排与中国传统山水画高远、深远的布局浑然一体，画面在具有节奏感的对比和变化中，形成顺其自然且美于自然的山水画新意象。



素描《维特鲁威人》
[意大利]达·芬奇
威尼斯学院美术馆藏

达·芬奇在学习了古罗马名著《建筑十书》后，画成了素描《维特鲁威人》。



中国画《秋趣》吴冠中

信息链接

古罗马建筑学家维特鲁威所著的《建筑十书》是西方早期的建筑学著作，其内容涉及数学、美学、天文学等诸多领域。

欣赏中国画《秋趣》，对其构图进行分析，说一说黄金分割体现在哪些方面。

3. 建筑中的黄金分割

当一个矩形的长和宽的比为 $1:0.618$ 时，这个矩形就被称为黄金矩形。黄金矩形给人以协调、匀称的美感，世界各国许多著名的建筑都采用了黄金矩形的设计。

法国巴黎圣母院大教堂属于哥特式教堂建筑，它正面的高度与宽度之比是 $8:5$ ，接近黄金分割比例。除此之外，该建筑的外观还包括诸多黄金矩形。



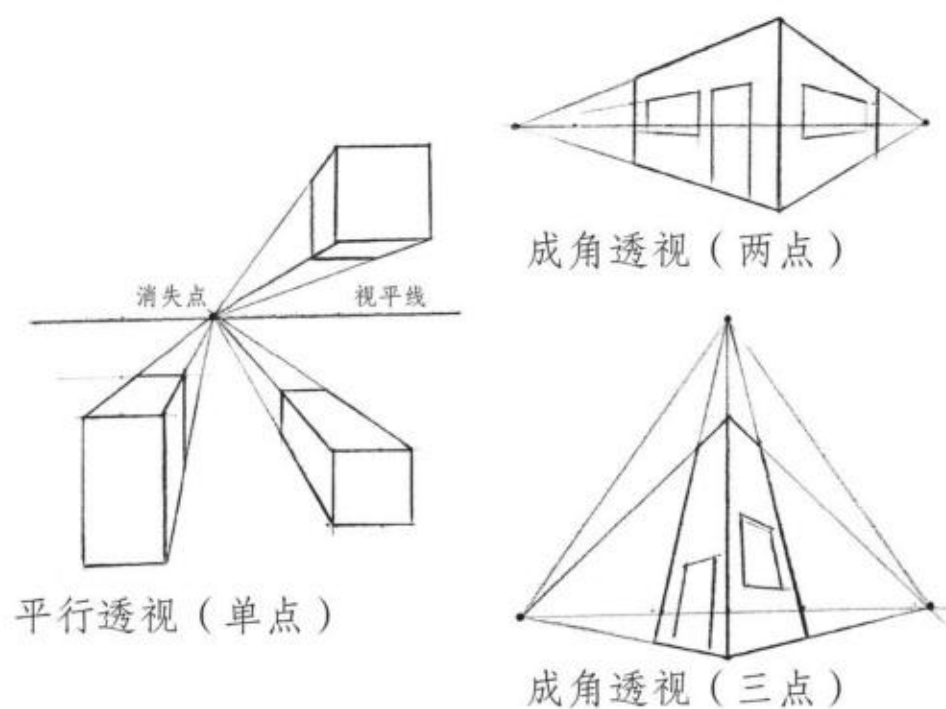
法国巴黎圣母院大教堂

二、几何透视

透视是绘画中的一种观察方法，运用这种方法可以归纳视觉空间的变化规律，如近大远小、近实远虚，视平线以上近高远低、以下近低远高等。

1. 绘画中的几何透视

画家利用几何透视原理可以画出图形的远近关系，使画面具有立体感。几何透视可根据透视的角度分为平行透视、成角透视，也可以根据消失点的多少，分为单点透视、两点透视和三点透视等。



透视原理图



油画《巴黎街道·雨天》

[法国] 古斯塔夫·卡耶博特
芝加哥艺术博物馆藏

欣赏油画《巴黎街道·雨天》，分析这幅画的构图，说一说几何透视原理体现在何处。

2. 音乐中的“几何透视”

几何透视主要通过近大远小的透视现象来表现物体的立体感。根据心理联觉规律，音量的大小变化也能使人在心理上感受到远近距离的变化。



伏尔塔瓦河 捷克

查阅相关心理学资料，了解联觉的概念。

欣赏斯美塔那创作的交响乐作品《伏尔塔瓦河》，感受音乐的强弱、配器及情绪的变化，判断其是否可以令人产生近大远小的画面体验。

信息链接

《伏尔塔瓦河》是捷克作曲家斯美塔那的交响诗套曲《我的祖国》的第二乐章。乐曲引子中长笛和单簧管演奏的旋律形象地描绘了伏尔塔瓦河源头的两支山泉，潺潺流水由远及近，渐渐汇入大河。引子之后，乐队奏出著名的河流奔腾主题，展现出伏尔塔瓦河瑰丽、庄严的景象。

创意·表现

一、旋律创编

作曲家往往把音乐的高潮部分安排在作品的黄金分割点位置。尝试创作一段旋律，注意旋律高潮的位置安排。

三、观察报告

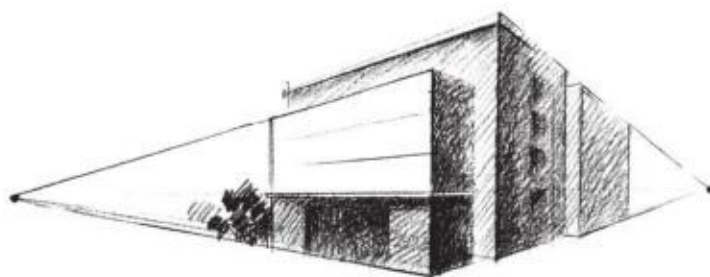
找一找大自然及生活中的黄金分割图形，试着写一篇观察报告，思考艺术创作的形式与自然规律的关系。

二、绘画创作

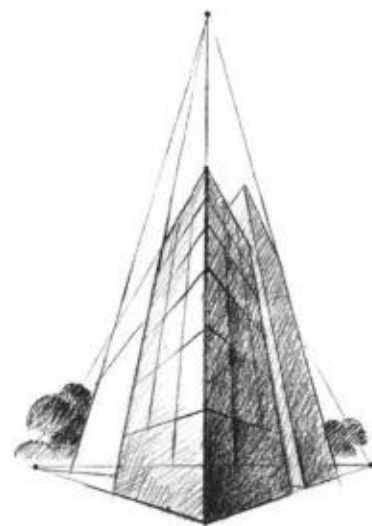
根据透视原理进行绘画创作。



平行透视（单点）绘图



成角透视（两点）绘图



成角透视（三点）绘图

品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	黄金分割、几何透视法与艺术创作息息相关，但艺术创作绝不是这些形式、原则的机械运用，而是以丰富的想象和艺术的美感为基础的。你对艺术创作中的科学密码把握得如何？同学间交流创作心得，并进行作品互评。
关联能力	“科学规则就是艺术规则。”结合艺术实践，谈谈你对这一观点的看法。

二、拓展

1. 追求真实的西方立体主义画派

立体主义画派不受传统透视原则的限制，注重对物象形态的连续性描绘，从多个角度观察事物，通过变形、移位、重组等技法，寻找表现事物造型的新途径。立体主义画派的代表人物有毕加索和布拉克。在他们看来，立体主义能在更大程度上表现客观世界的真实。

2. 注重意境的中国传统绘画

西方绘画强调精确性，而中国传统绘画注重意境的表现，在创作方式上不同于西方。因此，不能从几何透视的角度来评价中国传统绘画作品。

分析明代古画《园林清课图》，探讨中西方绘画创作观念的差异。

3. 黄金分割与斐波那契数列

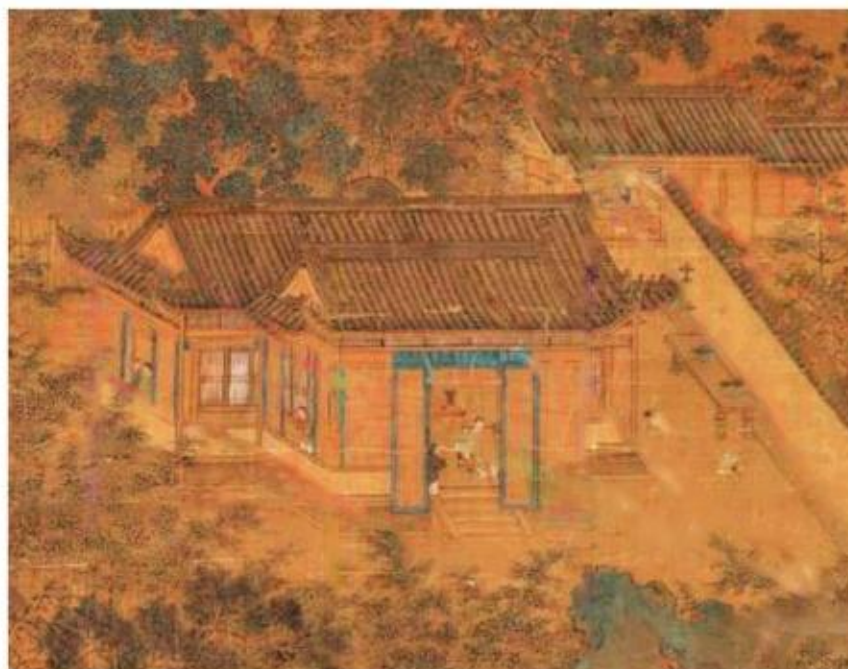
列昂纳多·斐波那契是中世纪意大利伟大的数学家。他在解一道关于兔子繁殖的数学题时，得出了斐波那契数列。请同学们查阅相关资料，了解黄金分割与斐波那契数列的联系。

斐波那契数列：1，1，2，3，5，8，13，21，34，55，89，144，233，……

搜索并分析运用斐波那契数列创作的艺术作品，尝试创作自己的艺术作品。



油画《埃斯塔克的房屋》
[法国] 乔治·布拉克
伯尔尼艺术博物馆藏



中国画《园林清课图》(局部) [明] 仇英

第2课

艺术中的科学幻想

科幻艺术能表现人类的科学遐想，激发人们科学探索的热情。本课，我们将赏析一些科幻作品，认识此类艺术作品的价值，在欣赏的基础上进行科幻创意实践，学会用艺术手段表现科学精神。

感知·关联

一、电影中的科学幻想

科幻电影已有一百多年的历史。随着科技的不断发展，科幻电影的制作技术也日新月异。电影工作者用奇幻的影像表达人们对未来的憧憬与思索。

航天科技的发展使人类进入了太空，也拓宽了艺术的创作空间。艺术家塑造出形态各异的外星人、宇宙飞船等科幻形象，为电影创作提供了素材。



电影《月球旅行记》剧照

信息链接

从古至今，人们一直对月球充满期待与幻想。“登月”成为科幻电影的重要主题之一。1902年，法国导演乔治·梅里爱创作了科幻电影《月球旅行记》。18分钟的影片里，梅里爱成功创作出人类登月的首个电影画面。

▶ 观赏电影《月球旅行记》，感受早期科幻电影的魅力。

电影《2001 太空漫游》的导演是美国电影大师斯坦利·库布里克，他花了四年的时间拍摄完成了这部作品。空间站、载人航天器、黑洞、虫洞、月球等太空元素在影片中悉数呈现。影片中呈现的月球表面形态与美国宇航员登月后拍摄的照片高度相似，而这部电影的上映时间比人类第一次登月还要早一年。

▶ 观赏电影《2001太空漫游》片段。

问题思考：导演为什么能够创造出“真实”的科幻场景？他有科学依据吗？请谈谈科学幻想与科学事实的关系。

十余年来，太空题材的优秀科幻电影层出不穷，如《星际穿越》《火星救援》等。请同学们搜索自己喜欢的电影，利用业余时间观赏。



电影《2001太空漫游》剧照



电影《霹雳贝贝》海报

20世纪60年代至90年代初，我国电影史上诞生过《珊瑚岛上的死光》《霹雳贝贝》等为数不多的科幻电影。

《霹雳贝贝》是一部优秀的儿童科幻电影，讲述了手上带电的小男孩贝贝为摆脱孤独，寻求友爱和理解的故事。这部电影在我国科幻电影的发展历程中占有重要地位。

《流浪地球》是一部制作精良的科幻电影，讲述了一个具有中国特色的科幻故事。这部科幻电影根据刘慈欣的同名小说改编，2019年上映后，产生了广泛的社会影响。电影讲述了太阳系即将毁灭，人类面对绝境，将开启“流浪地球”计划，试图带着地球一起逃离太阳系并寻找新家园的故事。



电影《流浪地球》剧照

二、绘画中的科学幻想



约翰·C.伯基的科幻绘画作品

很多从事科幻绘画的人其实并不是职业画家，他们当中有的是飞行员，有的是工程师，还有的是宇航员。他们的作品既有丰富的艺术想象，又蕴含着科学探索的意识。

苏联的尼古拉·科尔奇茨基不仅是一位颇有名气的科幻艺术家，还是一位航空工程师。人们认为他的作品“连接着现代科学与幻想”。

20世纪30年代至40年代，科幻艺术已有所发展。当时的科幻美术创作影响到后来科幻电影、科幻小说的发展。我们在电影里看到的宇宙飞船、太空探测器、太空景象等，最初都是以科幻绘画的形式呈现的。

约翰·C.伯基是美国著名的科幻画家，他设计了很多飞行器，还参与了一些科幻电影（如《星球大战》）的制作和海报设计。



尼古拉·科尔奇茨基的科幻绘画作品



《黑洞与伴星》

喻京川

黑洞里面是什么样子？被黑洞的巨大引力吞噬的物质都去了哪里？黑洞是两个宇宙的分界线吗？

发挥你的想象，用艺术形式表现你感兴趣的科学话题。

信息链接

宇宙黑洞是真实存在的，它的引力极大，即使光也无法逃脱。

2019年11月28日，中国科学院国家天文台宣布其研究团队依托我国自主研制的“郭守敬望远镜”，发现了一颗迄今为止质量最大的恒星级黑洞。

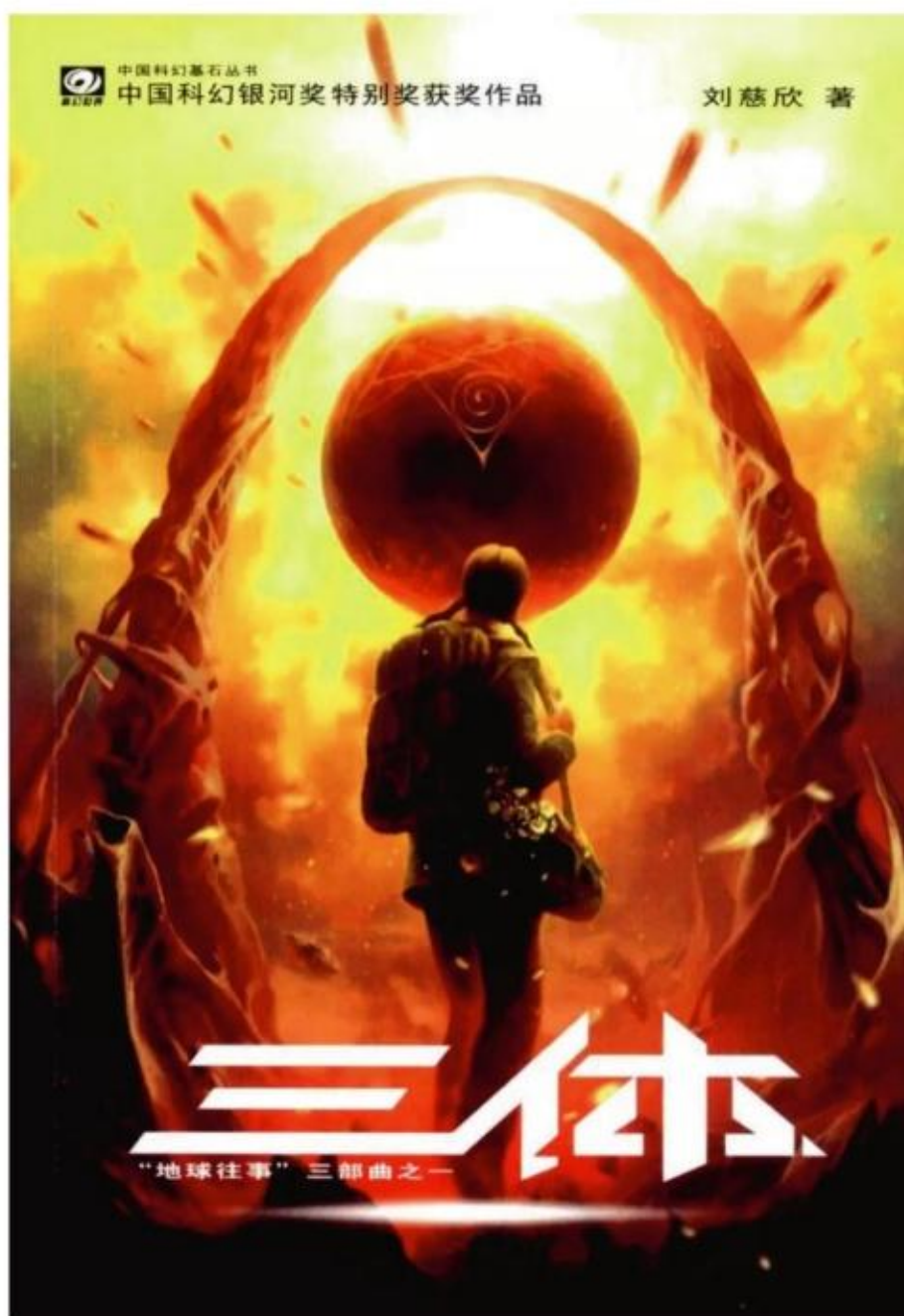
三、文学中的科学幻想

中国的科幻文学创作与现代化建设的进程密切相关。百余年来，几代科幻作家努力探索与时代相适应的表达方式，使中国科幻文学创作走出了一条独特的发展道路。如今，中国科幻文学创作迎来了繁荣发展期。

刘慈欣带动了中国科幻文学创作和阅读的热潮。他创作的科幻小说《三体》构建出中国式科幻小说中未来宇宙的图景，其中更包含着中国关切。中国科幻立足时代，心系全球，放眼未来，展现出中国人民对人类命运共同体的深切关怀。

四、音乐中的科学幻想

在科幻电影中，奇幻瑰丽的画面配以新奇、独特的音效，大大提升了影片的观赏效果。一些影片的背景音乐给人们留下了深刻的印象，有的已成为电影音乐中的经典，经常在音乐会上演奏。



科幻小说《三体》封面

信息链接

电影《星球大战》的主题曲和配乐由美国作曲家约翰·威廉姆斯创作完成。其主题曲常由许多世界著名的交响乐团在音乐会上演奏。

电子音乐是科幻电影制作中必不可少的艺术元素。电子音乐的运动感和虚拟属性，增强了影片中特定科幻场景的氛围。同时，电子音乐的科技感也起到了增强影片科幻效果的作用。

 观赏电影《星球大战》《星际穿越》片段，感受其配乐的科幻效果。

请同学们搜集各种科幻音效，用计算机软件对其进行剪辑、合成，尝试为电影片段配乐。

信息链接

电影《星际穿越》的配乐由德国著名作曲家汉斯·季默创作完成。汉斯·季默在电影配乐领域成绩斐然，其作品多次获得奥斯卡奖、金球奖、格莱美奖。他为《星际穿越》创作的配乐被誉为该影片的“点睛之笔”。

创意·表现

一、科幻创意

在通往“太空移民社区”的宇宙飞船上，正在举行一场以“告别地球”为主题的音乐会。音乐会的大厅内座无虚席，窗外的太空景象变幻飞逝，音乐响起的那一刻，人们感到既新奇又伤感。

请以上述科幻场景为基础，分组完成以下创意：创作一首诗词，来表达人们告别地球时的心情；为诗词配乐，作为音乐会的主题曲；用画笔描绘音乐会的场景。

二、思考与讨论

随着社会的不断发展，科幻电影、科幻小说、科幻游戏等层出不穷，但这些产品良莠不齐，有些创作甚至与科学精神、艺术精神相悖。

你认为当代的科幻艺术应如何发展？你希望从科幻艺术中获得什么？
请同学们针对上述现象和问题展开讨论，并举例说明。

品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	你对自己的科幻创意作品满意吗？展演作品，同学间相互评价。
关联能力	科学研究有时需要艺术浪漫精神和想象力，请就此谈谈科幻艺术的价值和意义。

二、拓展

1. 乔丁·凯尔与《穿上航天服去旅行》

乔丁·凯尔是一位天体物理学家，他在激光理论与实践、太空电梯、光能推进器等方面都取得了重要的研究成果。他对科幻小说有着浓厚的兴趣，并在某次接受采访时谈到了科幻小说对其事业的影响。他说：“我之所以从事天体物理学研究，是因为我对宏观尺度的宇宙很感兴趣，但我报考麻省理工学院，却是因为海因莱因的小说。他的那本《穿上航天服去旅行》的主角正是麻省理工学院的学生。”“在科学领域，最富有探索精神的人总是会跟科幻界保持联系。”

从乔丁·凯尔的话中，你能获得怎样的启发？

2. 阅读与绘画

阅读一本你喜欢的科幻小说，选择其中一个情节，尝试用连环画的形式将其表现出来。

3. 音乐赏析

请同学们搜集一些科幻色彩的音乐，感受其魅力，并与同学分享。



科幻小说《穿上航天服去旅行》封面

第3课

艺术中的科技之光

艺术实践与科技发展有紧密的关系。科技能丰富艺术创作手段，增强艺术传播效果，提升欣赏者的审美质量。在当代，艺术实践中的科技之光无处不在。本课，我们将对艺术与科技的关系有更深入的认识，并在了解相关技术的基础上，进行艺术创意实践和评价。

感知·关联

一、混响技术

混响技术是空间声学研究的重要领域。混响时间与音乐表演、欣赏及作品风格密切相关。



奥地利维也纳金色大厅

奥地利维也纳金色大厅的中频混响时间为2秒，与浪漫主义时期音乐作品的风格相适应。

信息链接

混响声与混响时间：混响声由声源的直达声和各种反射声构成；混响时间是指声音在声源停止发声之后，混响声的声压级下降60dB所需要的时间，记作 T_{60} ，单位为秒。室内环境的最佳混响时间与多方面因素有关，如空间大小、扩散条件、吸音材料等。

音乐厅是常见的音乐听赏空间，不同风格的音乐作品对室内混响时间的要求不同。例如，西方巴洛克时期的复调音乐要求各声部清晰，室内最佳混响时间约为1.5秒；古典主义时期的音乐要求和声丰满，混响时间相对延长，约为1.8秒；浪漫主义时期的音乐追求色彩性，混响时间最长，约为2秒。因此，音乐厅的声学设计十分重要。



美国波士顿音乐厅

美国波士顿音乐厅的中频混响时间为1.8秒，被认为达到了融合各种音乐风格的最佳调和点。

去音乐厅欣赏一场音乐会吧！同学们可以查找音乐厅的声学数据，了解演出作品的风格，评价演出效果。

可变音质音乐厅在当代音乐生活中发挥着越来越重要的作用。这种音乐厅的混响时间可根据音乐作品的风格进行调节。

美国达拉斯梅尔森交响乐中心的麦克德莫特音乐厅是可变音质音乐厅的代表。它的可调混响时间范围是1.3 ~ 3秒。由于其混响时间的可调范围较大，对音乐体裁的适应性较强，可用于交响乐、室内乐、独唱、独奏等多种音乐体裁作品的演出。



美国达拉斯麦克德莫特音乐厅

信息链接

调节混响时间的方式主要有建筑声学方式和电子声学方式。建筑声学方式主要通过改变音乐厅的容积、结构及墙面、顶棚等相关位置的装饰材料来实现混响时间的调节。从20世纪50年代开始，电声技术开始应用于音乐厅，并随着科技的发展逐步完善。电声设备能在较大范围内改变音乐厅的混响时间，但由于这种技术不是对自然声的调整，演奏家及欣赏者对其褒贬不一，其运用也有一定的局限性。

随着科技的不断发展，调音台、效果器等设备被广泛应用于音乐实践中。我们可以根据音乐风格或个人需要，通过调控设备获得相应的混响效果。



调音台

二、高保真声音技术与杜比环绕声技术

音响设备的科技水平不断提升，音质越来越好。设备对音频的处理方式和调制质量直接影响着影视作品的视听效果。当下，高保真声音技术与杜比环绕声技术被广泛应用在影院系统中。

1. 高保真声音技术

高保真技术产生于20世纪60年代。“高保真”的意思是与原声高度相似。这种音响技术特别注重表现音乐的细节和内涵，尽量达到原汁原味的声音保真度。



高保真家庭影院系统

2. 杜比环绕声技术

杜比环绕声技术在家庭影院中逐渐普及。这一技术可以有效增强影像的声音定位感和移动感，再现声音原貌，为欣赏者营造出身临其境的感觉。

信息链接

杜比环绕声技术由美国杜比实验室研制和开发。在系统设置的多声道（左、右、中、左环绕、右环绕、重低音）的基础上，塑造了声音播放时的立体环绕感。



杜比环绕声系统

请同学们查阅相关资料，继续了解杜比环绕声技术的发展，探究其科学原理。

选择一家装有杜比环绕声设备的影院，欣赏影视作品，体验杜比环绕声技术的视听效果。

三、光影技术

1. 皮影戏

皮影戏是光与影的艺术。没有光就没有影，也就没有了艺术呈现。作为中国传统艺术门类，皮影戏典型地运用了光线传播的原理，利用灯光照射与平面影像相结合的方式，将戏剧人物造型显现出来，还配有音乐、唱词、旁白等。



皮影戏的屏幕影像



皮影戏表演者

皮影戏表演中，灯光的远近变化会产生不同的艺术效果。皮影戏的灯光主要分为两种：点光源和面光源。点光源主要用来表现具体人物，面光源主要用来表现场景。

观赏皮影戏《哪吒闹海》，了解其表演形式，感受皮影戏的表现力。

2. 灯光秀

走马灯可视为一种传统的灯光秀。将彩纸剪成各种人物形象，贴在灯内的轮轴上，点起蜡烛，影子便投射至纸罩上。当轮轴转动时，图像不断变换，别有一番情趣。

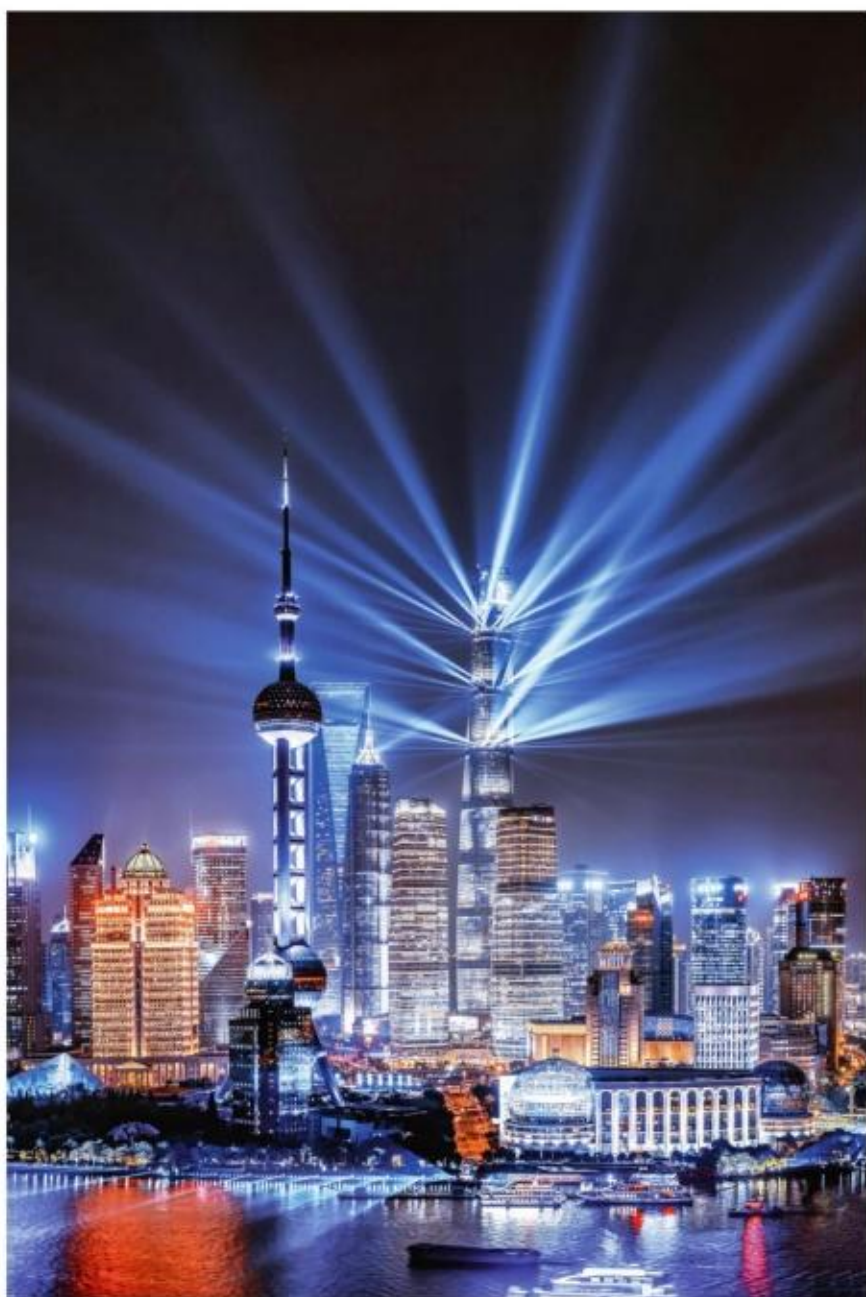
信息链接

走马灯与近代燃气轮机的原理类似。在一个或方或圆的纸灯笼中插一根铁丝做轮轴，轴上端装一个叶轮，轴中部装两根交叉细铁丝，在铁丝每一端粘上剪纸。当灯笼内的蜡烛被点燃后，热气上升，形成气流，推动叶轮旋转。



走马灯

观看制作走马灯的视频资料，了解走马灯丰富的造型和制作方法。



上海外滩灯光秀

随着灯光科技的不断发展，近年来在国内许多城市出现了城市灯光秀。它是艺术与科技的完美融合，灯光投射至建筑表面，呈现出独特的光影效果。

这种崭新的光影艺术使城市建筑变得绚丽多彩，美化了城市，丰富了人们的生活。

光影技术的发展为一些艺术创作增添了科技元素，为艺术作品增色不少。但有些作品片面追求视觉震撼，不懂得技术节制，造成一些“光污染”的现象。艺术工作者需要反思“光污染”现象，并作出有效的改进。

“科技只能让人眼前一亮，艺术才能深入人心。”请结合自己的艺术实践，谈谈你对这句话的理解。

四、建筑艺术

赵州桥又名安济桥，坐落在河北省石家庄市赵县的洨河上，由隋朝著名工匠李春设计。赵州桥是现存最早、保存最完整的古代单孔坦拱敞肩石拱桥，是中国桥梁建造史上的璀璨明珠。赵州桥以坚固雄伟、设计精巧、刚柔相济著称于世，在设计建造上体现出中国古人的科学智慧。最佳的拱脚仰角设计、科学的主拱轴线设计为世人称道，体现出艺术与科学的完美融合。



赵州桥

请同学们搜集赵州桥的相关资料，了解该建筑更多的实用功能、科技含量和审美特征。

创意·表现

一、体验混响

利用音乐教室的音响设备，体验在不同混响时间条件下演唱歌曲的效果。

不同风格的歌曲对音响设备的混响时间有不同的要求。例如，演唱通俗歌曲可能需要相对较长的混响时间，而演唱民歌则需要适中的混响时间。你演唱的是什么风格的作品？

二、创意设计与制作走马灯

结合课上的学习，分组讨论走马灯的设计和制作方案。

可以采取多种创作方式：小组合作，为教室设计装饰品；举办个人创作比赛，展示自己的创意作品。

品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	你的艺术创意作品在哪些方面体现出科技内涵？进行自评、互评。
关联能力	结合课上了解的艺术实例，谈谈科技发展与艺术创新的关系，深化对艺术与科学关联性的认识。

二、拓展

1. 体验皮影

与同学组成兴趣小组，学习皮影制作技术，创编皮影戏（包括音乐、唱词、灯光运用、旁白等），并在表演过程中感受光、影配合的重要性。各小组进行交流，对皮影制作与皮影戏的表演过程进行评价。



① 制皮



② 画稿



③ 过稿



④ 镂刻



⑤ 敷彩



⑥ 发汗熨平



⑦ 缀结

信息链接

皮影的制作程序大多相同，通常有制皮、画稿、过稿、镂刻、敷彩、发汗熨平、缀结等工序。

2. 装配与评价音响设备

你知道怎样装配一套效果良好的家庭音响设备吗？

音响音质的优劣取决于多种因素，如声源特性、信号特性、声场特性、听觉特性等。我们应在一个相对标准和稳定的环境中评价音效，以便得出相对客观的评价结果。

判断音效的主观标准一般包括：立体感、临场感、整体结构感、平衡与谐和感等。具体而言，要在以下感性体验层面上有明确的判断：清晰与模糊、平衡与不平衡、丰满与单薄、圆润与粗糙、明亮与灰暗、柔和与生硬等。

3. 学习调音台技术

学习调音台技术，进行实际操作，了解调音台的各种功能。

第4课

艺术活动的 心理科学

艺术活动中的视觉完形、听觉完形、缘身性等理论，是在心理学研究不断发展的基础上形成的。心理学的发展为解释艺术审美现象提供了科学依据。本课，我们将了解人类艺术活动中的一些基本心理规律，并借助相关理论进行艺术创作和评价。

感知·关联

一、知觉完形

格式塔心理学的相关研究表明，知觉完形是艺术活动中普遍存在的心理现象。完形能力是人们把艺术作品的结构要素视为一个整体的心理能力，在视觉和听觉活动中有突出表现。

1. 视觉完形

左图并没有画出三角形图案，但我们却能清晰地从中识别出一个三角形，这就是视觉完形能力的体现。

视觉完形规律被广泛应用于平面设计、视觉传达等领域。

信息链接

格式塔心理学认为，当事物的各种性质作为信息投射于我们的知觉感官时，我们会对这些信息进行分析、评价和重新组合。“格式塔”（即“完形”）指一个完整的知觉单位，是知觉活动对事物的各种性质进行重组的结果。它有两个重要特征：整体大于部分之和；具有不变的质，即“格式塔质”。

右图为设计大师尼古拉斯·卓斯乐设计的一幅音乐海报。尝试用视觉完形规律分析该作品的艺术特征。



音乐海报

[瑞士] 尼古拉斯·卓斯乐

2. 听觉完形

听觉完形是人们欣赏音乐的基本能力。这种能力一方面与音响的结构特征相关，另一方面与人们后天的音乐训练有关。

音乐有四个基本要素：音的高低、长短、力度和音色。这四个基本要素都会对听觉完形的形成产生影响，如音高的“接近组合”、音色的“相似组合”等。

在钢琴上演奏谱例一，感知其音乐效果。

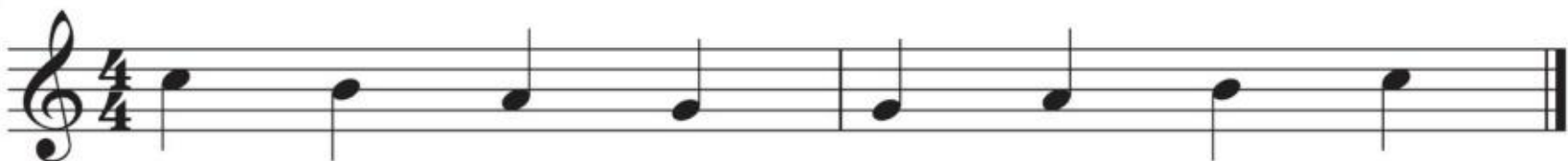


谱例一：

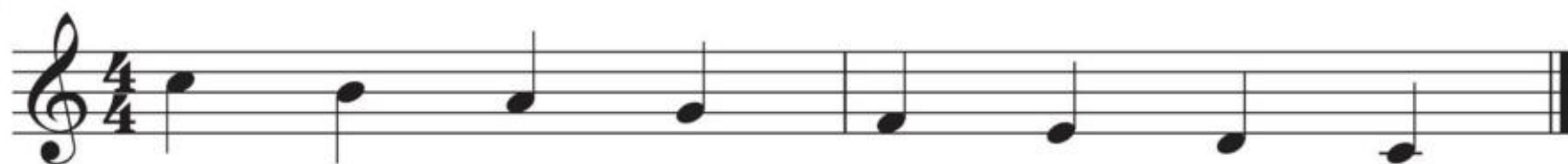


变换音高组合，上面的二声部音乐片段可以产生以下三种不同的旋律组合方式。

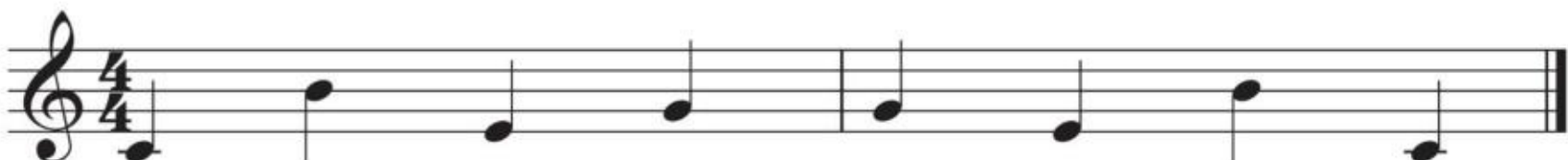
谱例二：



谱例三：



谱例四：



从实际感知效果入手，排列出以上三种音高组合的听觉优势等级。你排列的依据是什么？

听觉能把在音高上彼此接近的若干音通过知觉整合为一个整体，这就是音高的“接近组合”。因此，我们很容易把该音乐片段听辨为谱例二。

思考：在怎样的条件下，我们能把该音乐片段听辨为谱例三或谱例四？

在欣赏西方古典音乐时，我们的听觉完形还表现在音响进行向主和弦解决的期待感上。主和弦是调式的中心，是最稳定的和弦，一般由它来结束全曲。如果一首作品不以主和弦作为结束，那么我们在听觉上就无法获得稳定感，也难以形成音响感知上的完满性。这种听觉能力是后天训练的结果，是我们在充分了解西方古典音乐规律之后形成的，因此，它是一种文化心理能力。按照格式塔心理学理论来讲，这是“意义组合”的一种。

在钢琴上分别弹奏C大调的“T-S-D₇-T”和“T-S-D₇-TSVI₆”两组和声进行，感知两组和声音响效果的差异。

▶ 听赏贝多芬《钢琴奏鸣曲》的片段，感受和声进行的“意义组合”。

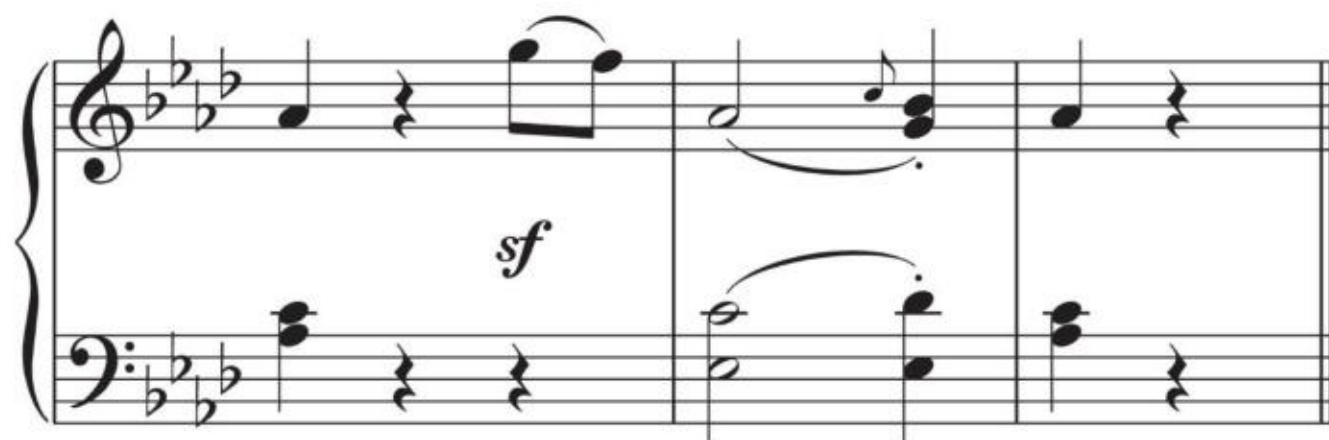


钢琴奏鸣曲

Op.2 No.1

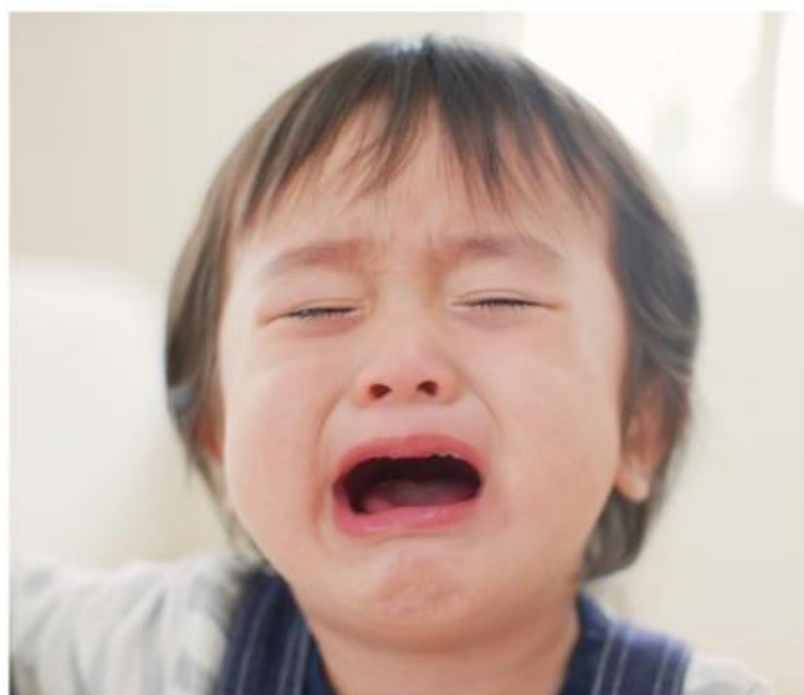
[德] 贝多芬曲

Allegretto



二、缘身性体验

观察下面两幅图片，体验图中人物内心及面部表情的变化。在此过程中，你可能会感到自己的面部在微动，这就是一种缘身性的共情效应。缘身性体验在艺术欣赏活动中普遍存在。



信息链接

“缘身性”是第二代认知心理学研究中的核心概念。第二代认知心理学认为，人的认知活动并不局限于大脑活动，而是整个身体的活动。情绪体验、概念认知、记忆认知等都与身体经验密不可分。

1. 音乐欣赏中的缘身性体验

随音乐做身体律动是人们欣赏音乐时常见的现象。面对演奏家富有激情的表演，你的身体会不会随着音乐动起来？

想想摇滚音乐会现场人们的状态，思考流行音乐强化节奏律动的意义。若在音乐会现场播放舞曲，情形又将是怎样的？

2. 舞蹈欣赏中的缘身性体验

舞蹈是一种身体艺术，舞蹈家用富有表现力的身体动作来表达情感。我们在欣赏舞蹈表演时，会产生一种不自觉的身体的内在律动。这是镜像神经元作用的结果。

信息链接

人类大脑中的镜像神经元是构成引发缘身性共情效应的神经基础。这种神经系统可以对我们的表情、行为进行“编码”，并将其储存在大脑中。当我们观察或体验特定的表情、行为时，脑部相应区域的镜像神经元就会被激活，进而通过模仿获得对特定情感的切身体验。

目前，科学家对镜像神经元系统的研究还在继续，相信在不远的将来，我们会对自己的情感发生机制有更清晰的认识。

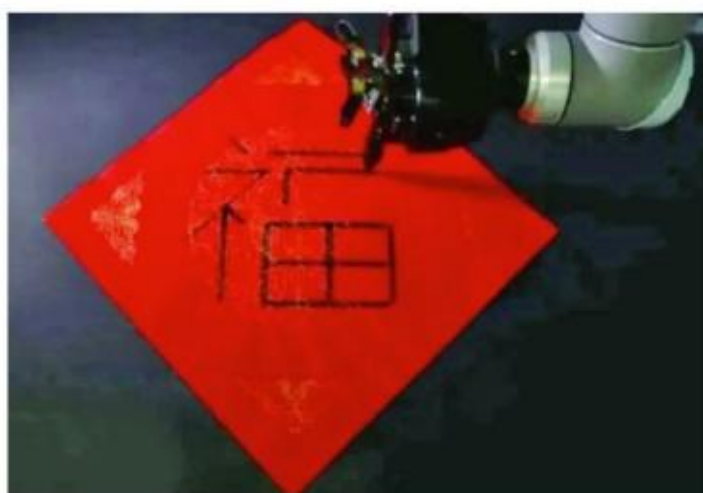
观赏音乐演奏或舞蹈表演视频，体验审美的缘身性。

三、脑电波与艺术创作

科技工作者已经研制出先进的科技产品，能将脑电波转换为电子图像，进而绘制出艺术作品。



用脑电波写“牛”字



用脑电波写“福”字

“脑电波艺术”的独特性表现在哪些方面？

创意·表现

一、合唱创作

尝试运用音高“接近组合”的规律创作一首二声部合唱作品，并请同学们演唱，体验音高完形的结构。

二、海报设计

掌握视觉完形规律，结合课堂艺术感知，为学校或班级的艺术活动设计一幅海报。

品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	你创作的合唱作品及设计的海报符合心理完形规律吗？同学间相互评价，修改和完善你的作品。
关联能力	在不同门类艺术作品的欣赏中存在相同的心理现象。请从心理学角度探究不同艺术门类间的关联性。

二、拓展

1. 隐伏旋律创作

查找“隐伏旋律”的相关资料，探究其中隐含的心理感知规律。尝试搜集实例并对其进行分析，看看自己能否创作一首带有隐伏旋律的乐曲。

2. 舞蹈练习

找一部适合你的舞蹈作品，用一周的时间学习和练习该舞蹈。把整个过程摄录下来，对比练习前后身体表情能力的变化。

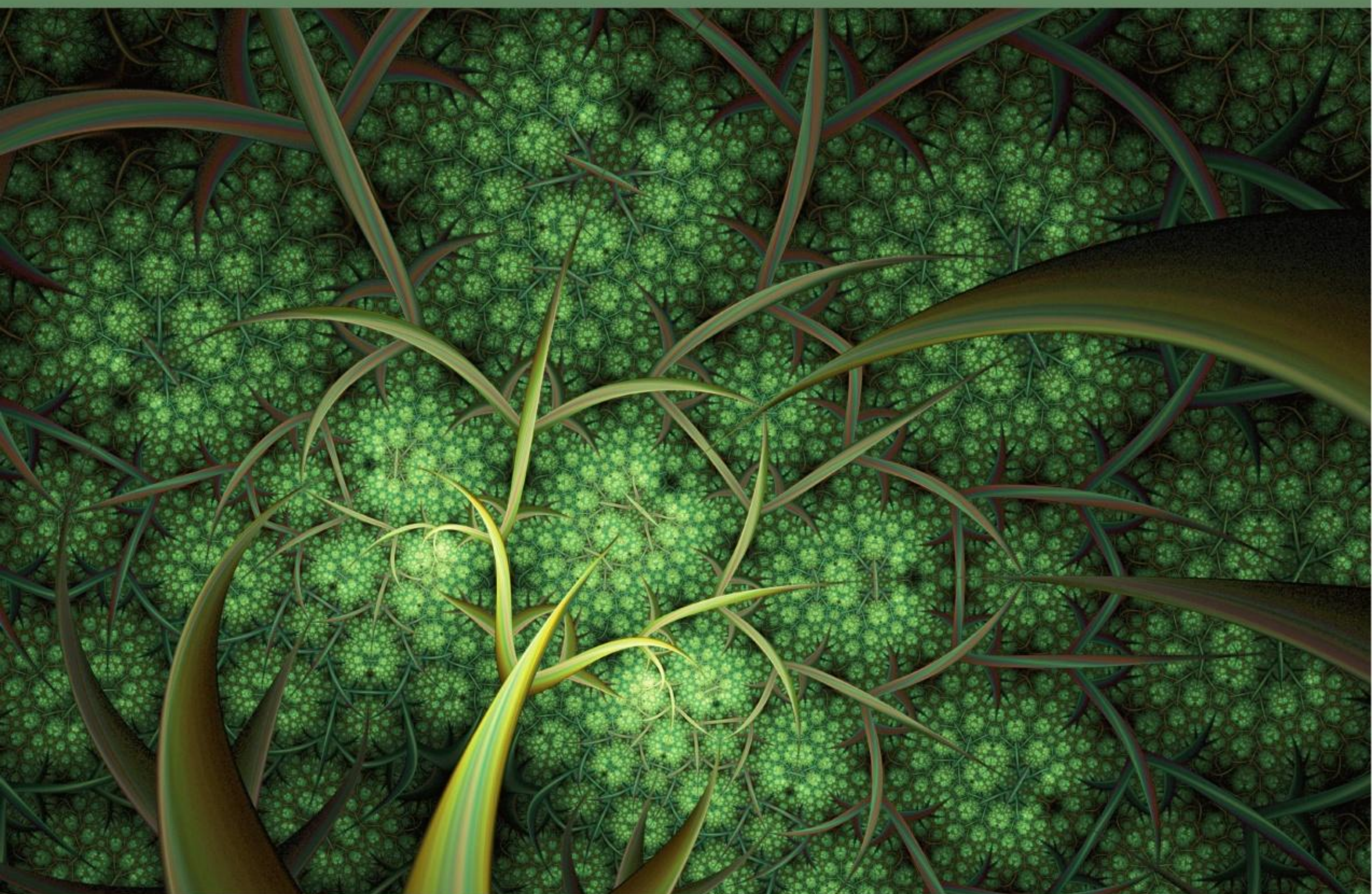
3. 脑电波观测

目前，在科研、医疗等领域已出现多种测量脑电波的仪器，且测量结果大多可以在计算机上进行可视化分析。在条件允许的情况下，运用脑电波测量仪器观测自己在艺术表演过程中（如唱一首歌，读一首诗，朗诵一篇散文等）脑电波的变化情况。

你还知道哪些运用脑电波进行艺术创作的实例？通过网络搜集和了解相关信息，将你搜集到的创作实例进行整理，分享给其他同学。

4. 探寻“意义组合”

在大自然中寻找“意义组合”的实例，进行装饰画创作。



第二单元

科学中的 艺术现象

本单元，我们将感受、认识科学之美，了解科学在艺术和生活中的应用，将艺术与科学关联起来，激发创造的兴趣和想象力，通过艺术的方式加深对逻辑问题的思考，增进人类的自我理解，养成关联性思维的习惯，培养创造能力。

我们将在“感知·关联”板块，感受科学的秩序之美和混沌之美，了解艺术方式呈现的逻辑问题；在“创意·表现”板块，通过艺术实践，掌握运用艺术与科学相结合的方法进行创造的基础能力；在“品评·拓展”板块，通过多种评价方式，反思创造实践，进一步思考相关问题。

- 第1课 橡皮泥几何
- 第2课 分形的魅力
- 第3课 逻辑怪圈
- 第4课 美丽化学

第1课

橡皮泥几何

当你的身体随着心情舒展或蜷曲时，你的心情的变化就被橡皮泥几何表现出来了！这就是拓扑现象。艺术也能像身体一样“拓扑”你的心情！本课，我们将掌握艺术与拓扑学的联系，了解艺术作品结构有序性的拓扑学解释，利用拓扑学原理进行艺术创作。

感知·关联

一、拓扑变形

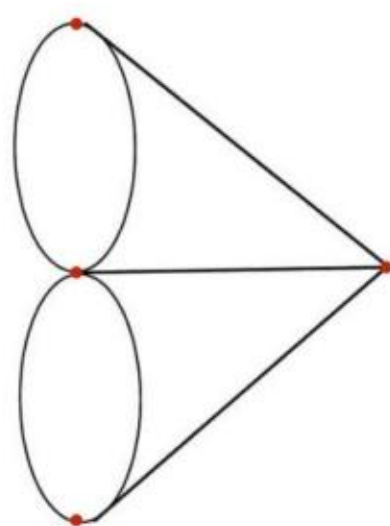
拓扑学是19世纪发展起来的一个重要的几何分支，它研究几何图形或空间在连续改变形状后保持不变的性质，也被称为橡皮泥几何。

一个几何图形保持某种不变的性质进行连续变形，就叫作拓扑变形，在变形中保持不变的性质叫作拓扑性质。具有相同拓扑性质的变形也可称为同胚变形，不同的拓扑性质就是不同胚。例如，有一个孔的圆面和有两个孔的圆面是不同胚的，它们各自的拓扑变形具有不同的特征。

你能不重复地一次走过七座桥吗？你能一笔画出以下路线吗？试着做一做！这就是拓扑学——现代数学中一个非常重要的领域。



七桥问题



一块橡皮泥，不扯断、不开孔，也不黏合，你能做出多少造型？动手试一试，在这样的操作过程中体验拓扑变形。

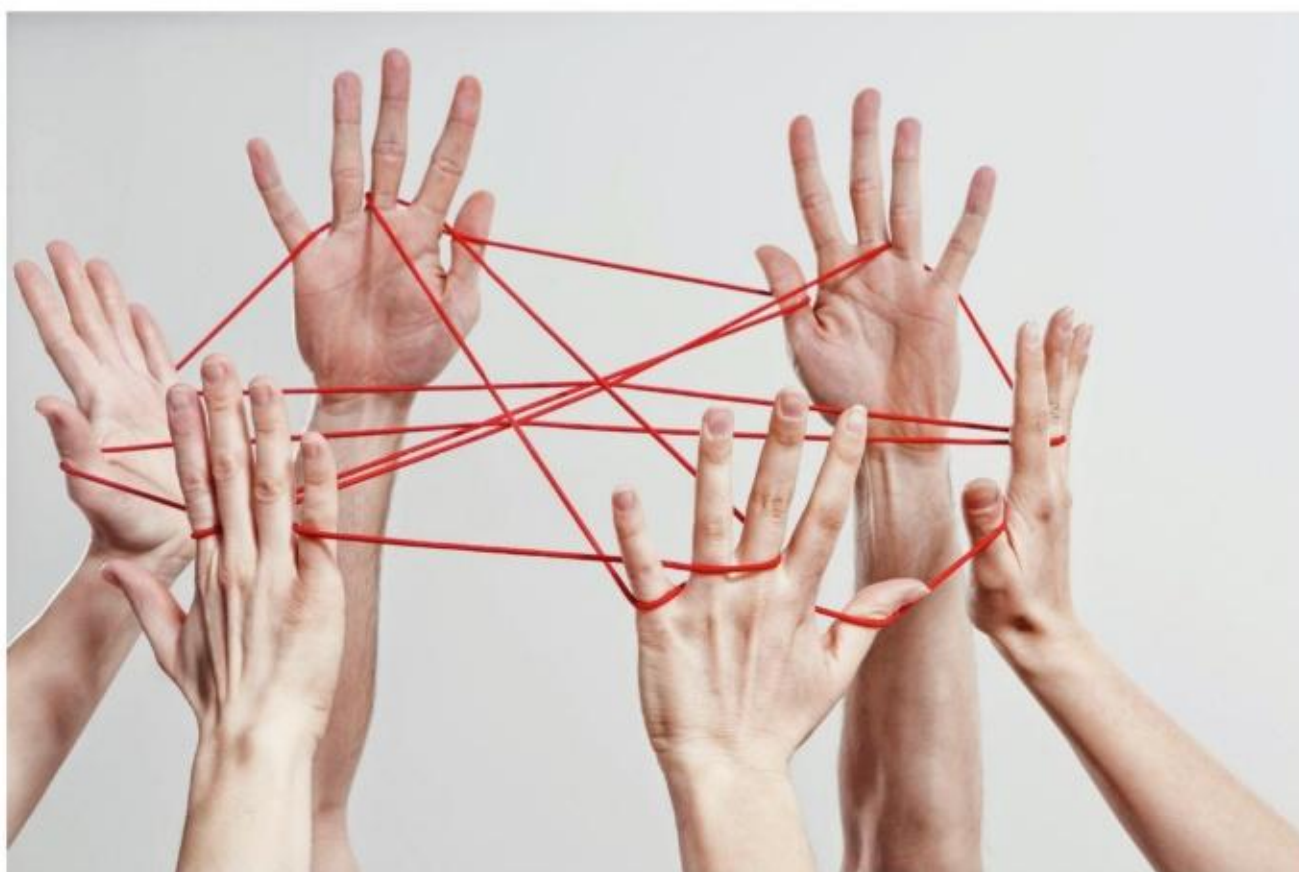


橡皮泥



橡皮泥造型

重温童年乐趣，和同学们一起玩翻绳游戏。其实，这就是一个圈的拓扑变形。



翻绳游戏

折纸是平面在三维空间的拓扑变形。动手做一做！



折纸造型一



折纸造型二

以下哪些图形是可以通过拓扑变形相互转换的？请指出它们是怎样变化的。





当代舞《雀之灵》
编导、表演：杨丽萍

二、拓扑学视野中的艺术

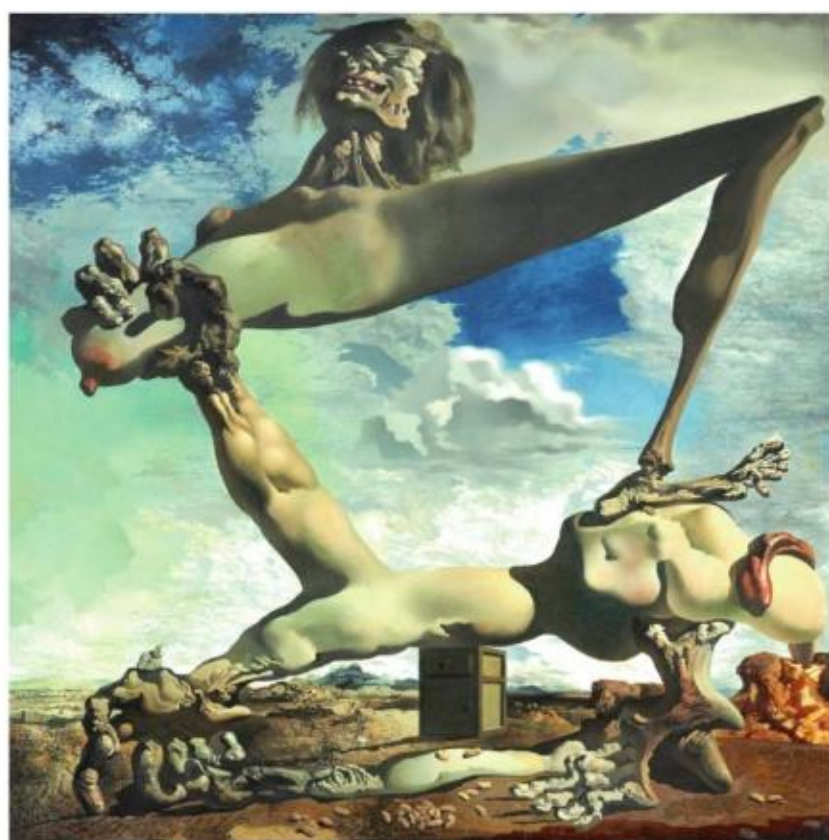
艺术作品结构的有序性体现为“统一之中有变化，变化之中求统一”的形式原则，所有创作都围绕这一原则。而这一原则恰恰就是拓扑性质的表现。例如：虽然变奏曲的旋律在不断变化，但其始终保持着主题的基本特征；舞蹈中，人体做着各种变形，却没有撕裂也没有黏合。这些都是艺术中的拓扑现象。

舞蹈是人体的拓扑变形。欣赏杨丽萍表演的《雀之灵》，尝试模仿其舞蹈动作，体验人体的拓扑变形。

美术中的立体派与超现实主义作品往往对日常形象拓扑变形。欣赏西班牙画家毕加索的《三个乐师》、萨尔瓦多·达利的《内战的预兆》。



油画《三个乐师》
〔西班牙〕毕加索
纽约现代艺术博物馆藏



油画《内战的预兆》
〔西班牙〕萨尔瓦多·达利
费城艺术博物馆藏

音乐中，变奏曲由主题和主题的一系列拓扑变形构成。欣赏钢琴变奏曲《蓝花花》，找出《蓝花花》中每一次变奏与主题的关系，各个变奏对主题进行了怎样的拓扑变形？

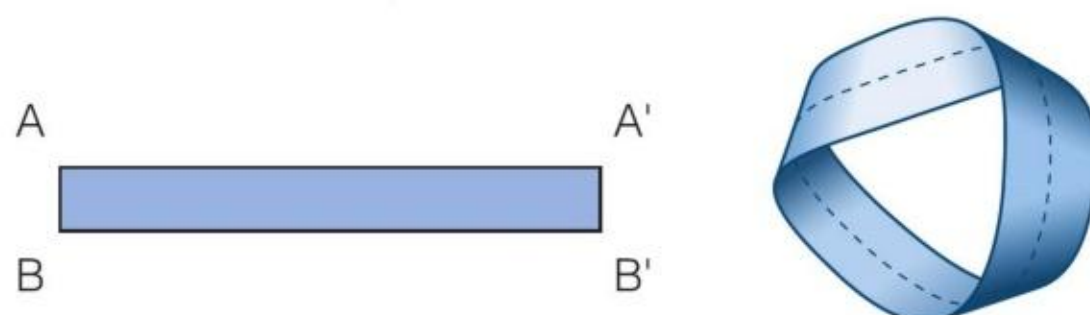
书法是文字的拓扑变形。欣赏书法作品，尝试用不同字体书写同一首诗文，体验文字的拓扑变形。

创意·表现

一、“热身”活动

1. 莫比乌斯带

如图，将一条宽纸带扭转180度，粘成圈（A点和B'点粘，B点和A'点粘），构成莫比乌斯带。若沿图中的虚线将带子剪开，将会出现什么情况？



莫比乌斯带被广泛应用于生活中，如下图中的过山车、螺旋楼梯、城市雕塑等。



过山车



螺旋楼梯



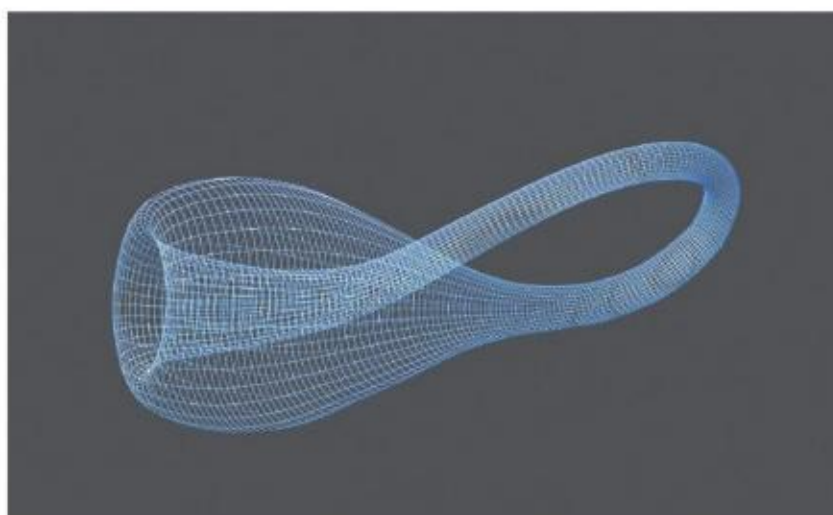
美国芝加哥城市雕塑

2. 克莱因瓶

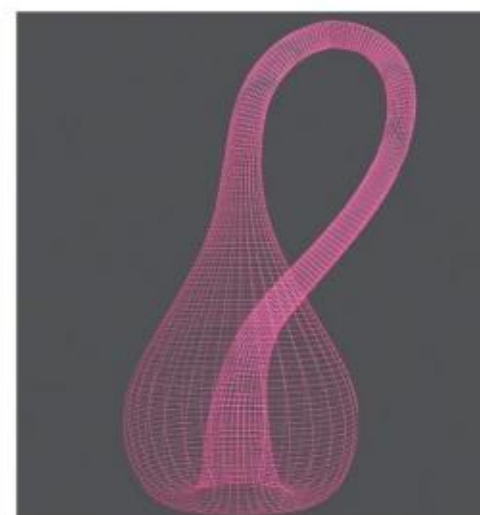
克莱因瓶和莫比乌斯带一样，外表面和内表面是连通的。



克莱因瓶



克莱因瓶三维拓扑模型



克莱因瓶被越来越多地应用于生活。凤凰卫视北京总部大楼、2010年上海世界博览会委内瑞拉国家馆等建筑，以及一些雕塑和日常用品的设计中都有克莱因瓶的元素。



凤凰卫视北京总部大楼



2010年上海世界博览会委内瑞拉国家馆



含有克莱因瓶元素的雕塑造型和服饰设计

3. 墙面投影

在墙上投影（人、物均可），移动光源，墙上的影子将会发生拓扑变形。用手机拍下（或用笔画出）不同时刻的投影，将第一幅照片（或图画）和最后一幅照片（或图画）进行比较，看看会出现什么结果。注意整个过程要保持拓扑性质。



第一幅照片（或图画）



最后一幅照片（或图画）

二、创编舞蹈与音乐

让自己的身体做各种自由的拓扑运动，也可双人进行（如身体某一部分不脱离，而其他部分做拓扑运动），创编“橡皮泥的舞蹈”。

创作一首变奏曲，为你编创的舞蹈配乐。可以选择一首民歌或现成的短小歌曲（或一个乐段）作为变奏曲的主题。变奏手法有很多种，可以变化主题节奏，也可以对主题旋律进行加花。

三、写生练习

根据自己或同学的照片，进行写生练习。

品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	你创作的图画或变奏曲效果如何？你有何改进的想法？请大家为你提出宝贵意见。
关联能力	拓扑变形对艺术创作有什么意义？感受并分析不同体裁的艺术作品，举例说明你的观点。

二、拓展

拓扑学与心理学的恒常知觉

人的知觉能够自动辨认变化着的事物形象。例如，从远处辨认一个人的形象，无论观者的视点远近变化使被观察者的形象大小发生变化，还是被观察者弯腰、下蹲等动作使形体产生变化（想想舞蹈的情形），都不会给辨认造成困难。这源于心理学研究中的人的恒常知觉。尽管光源移动，人的影子连续发生变化，也不影响知觉判断。但是，正午时分，太阳在头顶，人影缩短，甚至根本没有人形，就超出了恒常知觉的辨认范围。拓扑学对这种现象的解释为：人影的连续变化是一种拓扑变形，而影子缩短，即图形产生了黏合，破坏了拓扑性质。由此可见，恒常知觉与拓扑学密切相关。

拓扑学现象需要理性分析，而恒常知觉是感性、直观的，因此，前者的范围远大于后者，也就是说，分析的范围大于感知的范围。例如，旋律创作手法有逆行、倒影、逆行倒影等，这些都是映射方法，可以一一对应地使各变奏乐段（或乐句）之间具有拓扑关系。对乐谱进行分析，可以找到这种拓扑关系，但是在听觉上未必能感知到这一关系。判断人的长相时，分析和感知的结果也是不同的。从理性分析的角度来讲，所有正常人的长相都具有拓扑关系，都是同胚的；但从感知的角度来讲，人的相貌并不相同。这个例子也说明，拓扑学的范围大于恒常知觉的范围。类似的例子还有本课“感知·关联”中判断图形之间关系的部分，分析所得的结论与直观所见不同。

在艺术方面，恒常知觉的原理给你带来哪些启示？

第2课

分形的魅力

美丽的雪花、蜿蜒的海岸线、多杈的树枝和闪电，都有一种自相似的结构，这就是分形。分形是科学家发现的一种规律。你能用这样的规律来创作艺术作品吗？本课，我们将探究艺术与分形的联系，认识艺术中的分形结构，并尝试用分形原理来创作艺术作品，在艺术与分形关联的探究中，培养关联性、创造性思维。

感知·关联

一、初识分形

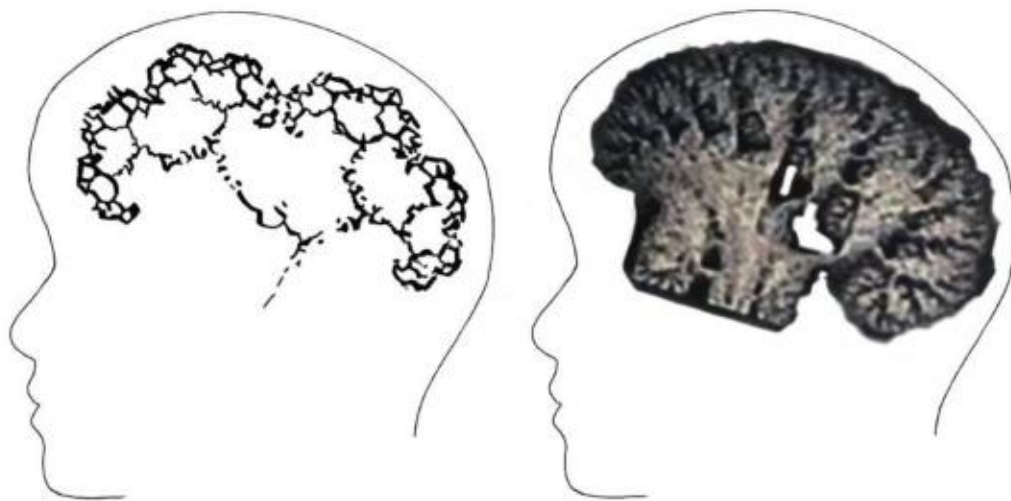
分形是一类复杂的几何形状，通常具有自相似性质。所谓自相似性质，是指图形的组成部分与整体形状相似，宏观、中观、微观各维度的结构都相同。具有自相似性质的事物就具有分形结构。雪花从整体、局部、局部的局部来看都是六边形，因此它具有分形结构。分形结构具有自身的统一性，整体上又很丰富。自然界和艺术领域中都存在着分形的现象，科学家揭示了其中的规律。罗马花椰菜、孔雀尾屏、人脑结构和一些建筑中都包含着典型的分形结构。



罗马花椰菜



孔雀尾屏



人脑结构



印度尼西亚普兰巴南寺庙群

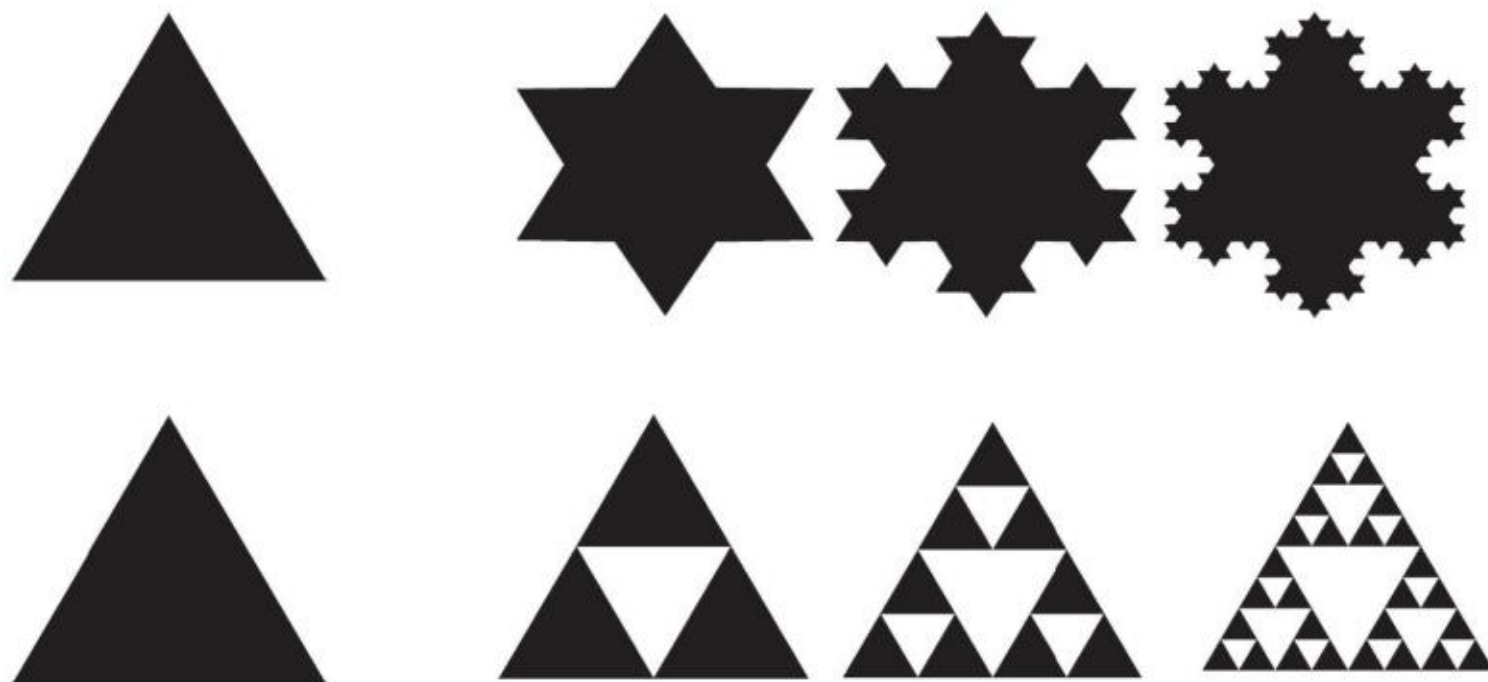
用计算机制作的分形图，展现出奇异的美。



你还能列举自然界和生活中具有分形结构的实例吗？

1. 动手做一做

以一个正三角形为素材，你能画出多维分形的图形吗？



请你探究更多的画法。

2. 欣赏与分析

分析以下自然界美丽画面中的分形结构。



瀑布



雷电



沙漠中的河流

左图为墨西哥巴扎加利福尼亚州沙漠中的一幅“艺术品”。河流在沙漠中逐渐干涸，留下了一幅精美的分形“画作”。

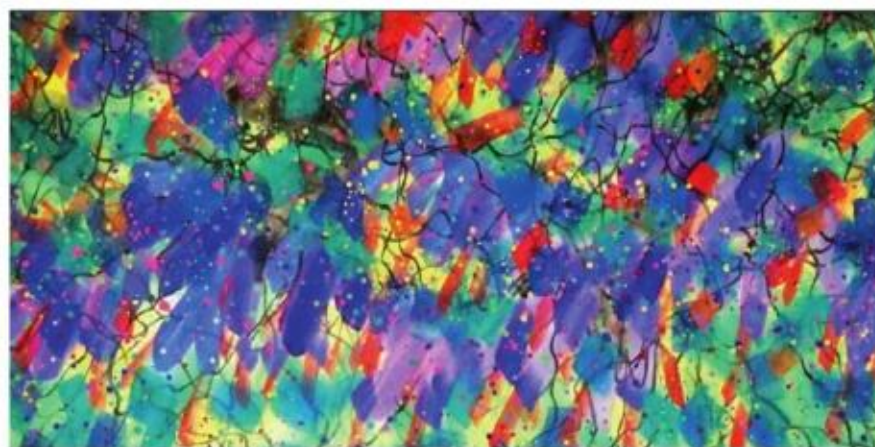
二、用分形理论分析艺术作品

有些艺术作品中存在着不同层次且彼此相似的分形结构。例如，音乐的分形结构是指乐曲的不同部分具有相似的结构。如果乐句、乐段和全曲都具有相似的结构，那么这首作品就具有分形特点。美术作品也一样，只要微观、中观和宏观等不同层次具有相同或相似的结构，那么这个作品就具有分形的特点。艺术的分形可能表现在整个作品中，也可能表现在作品的某些部分中，层次可能很多，也可能较少。

欣赏以下美术作品，探究其中的分形结构，说说它们表现在哪里。



滴流画《蓝杆》
〔美国〕杰克逊·波洛克
澳大利亚国立美术馆藏



《浪漫记忆》
于大伟

创意·表现

一、诗歌创作

试着创作一首具有分形结构的诗歌。注意：第一句中的每一个字都要按顺序出现在其他诗句的句首；各句内部应包含第一句中的字（允许不完整出现，但必须按顺序出现）。例如：

一段心情

佚名

当我走近黑森林，
我的心走向远近飘浮的黑暗。
走过贴近黑色咒语的叶子，
近处黝黑的影子张开阴森表情，
黑沉沉的歌声铸造森严壁垒，
森严，却又脆弱如冰。
林子边缘，传来阳光喧哗。



二、美术作品创作

参考“感知·关联”中的美术作品，以《蒙古小夜曲》为题，自己创作具有分形结构的绘画或雕塑作品。

三、音乐作品创作

举例：改编《蒙古小夜曲》。

规则：每个乐句本身、各乐句首音组合、各乐段首音组合，都是相同的音列，即 la-do-re-mi-re-do-la。例如：



改编的作品要动听。例如：



想一想，应该如何创作多声部的分形乐曲，请你试一试。还有哪些歌曲具有这样的结构？你还能列举更多具有分形结构的艺术作品吗？与同学分享。

品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	你对自己创作的分形作品满意吗？如果不满意，请你谈谈改进的思路，听取同学们的意见。
关联能力	运用分形规律创作的艺术作品是否符合美的规律？为什么？举办一个小型研讨会，同学们发表各自的看法。

二、拓展

1. 艺术与生物学

遗传与变异也遵循统一与变化的规律，可与拓扑学相联系。

2. 艺术与数学

七声音阶有几种排列组合的方式？三音列、四音列、五声音阶、半音阶呢？其他艺术门类与数学有何关联？

斐波那契数列为：1，1，2，3，5，8，13，……你能否创作出这样结构的音乐作品？美术作品是否也可以设计成这样的结构？

3. 民间音乐中的数列结构

中国民间音乐中的锣鼓经有“橄榄尖”“倒三角”“鱼合八”等结构，尝试用这样的节奏结构创作艺术作品。

橄榄尖：数列为1，3，5，7，5，3，1。

倒三角：橄榄尖的下一半，数列为7，5，3，1。

鱼合八：数列为1+7，3+5，5+3，7+1。

橄榄尖	倒三角	鱼合八
呛	呛呛乙呛乙呛呛	呛，呛呛乙呛乙呛呛
呛呛呛	呛呛乙呛呛	呛呛呛，呛呛乙呛呛
呛呛乙呛呛	呛呛呛	呛呛乙呛呛，呛呛呛
呛呛乙呛乙呛呛	呛	呛呛乙呛乙呛呛，呛
呛呛乙呛呛		
呛呛乙呛呛		
呛呛呛		
呛		

第3课

逻辑怪圈

逻辑学中的悖论，在语言、绘画和音乐中也有体现。本课，我们将感知艺术表现的悖论和各种“不可能的事物”，理解逻辑怪圈的现象——每一步推理都没有问题，结果在整体上却出现了悖论，症结在于“自我相关”；思考各种与人类思维局限密切相关的问题；在感受奇异美的同时，培养探索精神。

感知·关联

逻辑具有科学的严谨性、严密性，是理性思维的特点，也是教育必须培养的一种非常重要的基础能力。

哥德尔“不完备定理”：一个真理体系，在逻辑上必须具备两个标准，即一致性和完备性。一致性要求体系内部的各定理之间不能相互冲突（没有悖论）；完备性要求体系能自圆其说，不能留有不能证明的定理的缺口。数论作为数学的公理体系，显然应该具备一致性和完备性。但是数学家曾经多次尝试证明数论体系的一致性和完备性，结果都失败了。后来有位名叫哥德尔的数论专家，用“以毒攻毒”（近似悖论）的方法得出了“不完备定理”——如果一个系统是完备的，其内部一定存在着悖论；如果要排除悖论，就要引进新的定理，而新引进的定理本身是不可判定的（出现了“破缺”）。这也就是说，一致性和完备性不可兼得。

一、语言的悖论

爱皮梅尼特是克里特岛人。他说：“所有克里特岛人都撒谎。”请问，他撒谎了吗？
一位理发师声称，他只给不为自己理发的人理发。请问，他是否应该为自己理发？
下面哪一句话是对的？

下面这句话是错的。
上面这句话是对的。

二、M.C.埃舍尔的画

20世纪，荷兰艺术家M.C.埃舍尔用画笔创造出无数充满数学原理，却违背现实规律的艺术世界。在他的作品中，一切不可能的事物都在视觉上成为了可能。他的绘画反映出深刻的哲学思想和复杂的数学概念。



石版画《瀑布》

[荷兰]M.C.埃舍尔
海牙市立博物馆藏

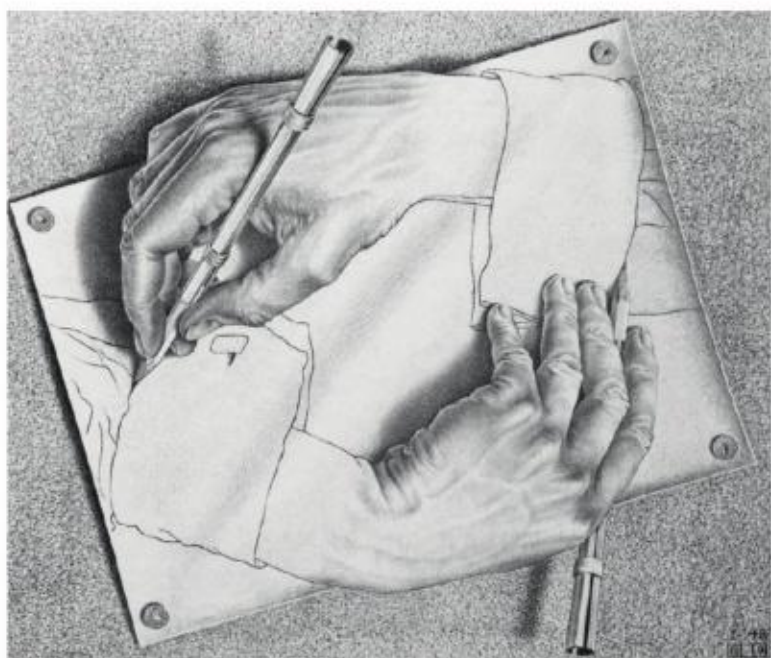
在石版画《瀑布》中，水沿着曲折的水渠被引到“高处”，然后洒落而下形成瀑布，但瀑布下端恰好是水渠的起始端，这样就构成了一个在现实世界中不可能存在的现象。



木刻版画《另一个世界》

[荷兰]M.C.埃舍尔
海牙市立博物馆藏

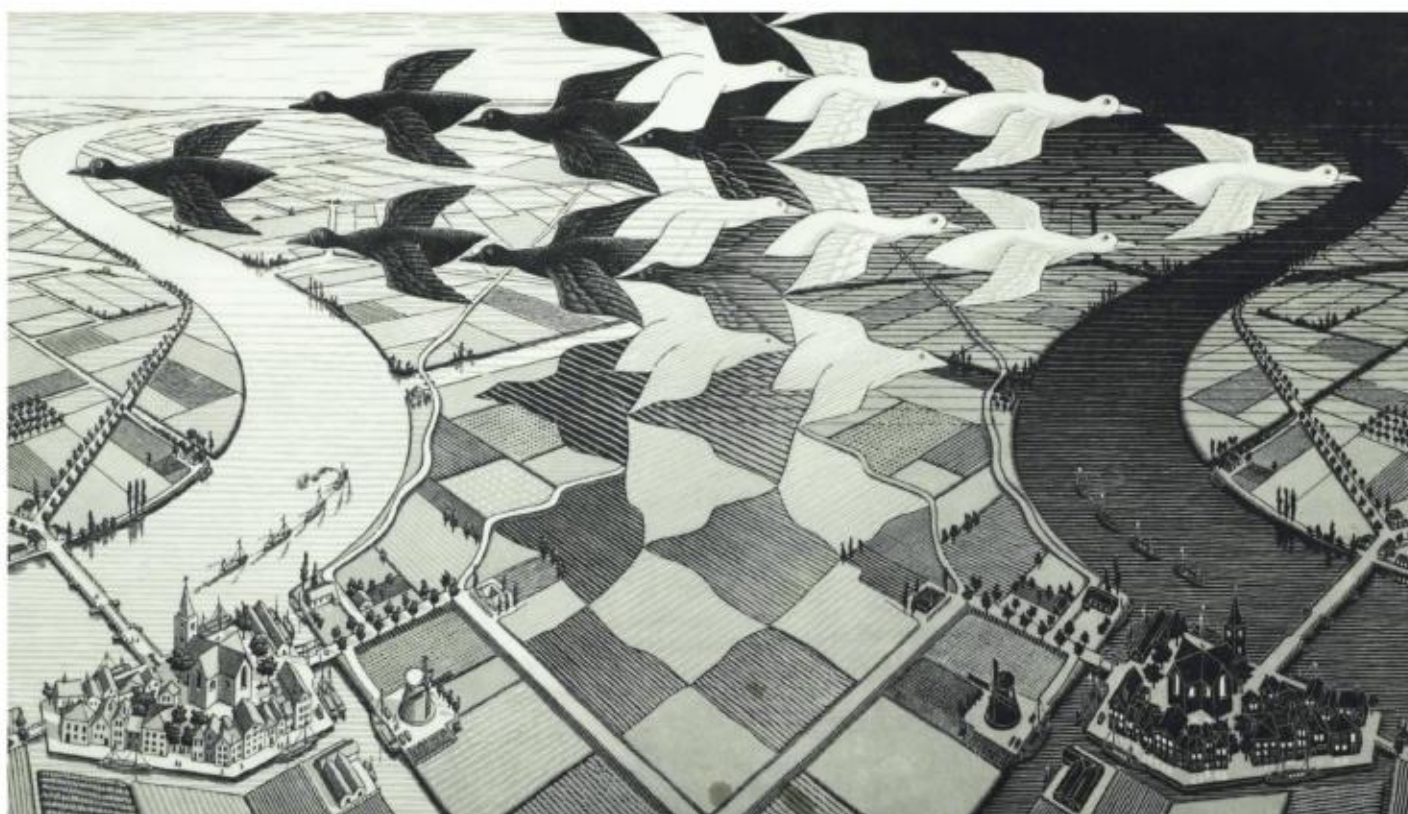
木刻版画《另一个世界》的画面中有三只鸟。从画面最下方那只鸟的透视关系看，它头顶指向“上方”，即画面中间那只鸟的位置。从画面中间的鸟的透视关系看，它的“上方”是第三只鸟的位置，而第三只鸟的“上方”恰恰是第一只鸟的“下方”。虽然构成这个“不可能空间”的每一片瓷砖彼此连接得天衣无缝，没有逻辑问题，但整体上出现了问题。



在石版画《画画的双手》中，左手在画右手，右手在画左手。究竟哪只手是真实的？这与“两句话的悖论”“鸡生蛋还是蛋生鸡”的问题相似。

石版画《画画的双手》

[荷兰]M.C.埃舍尔
海牙市立博物馆藏

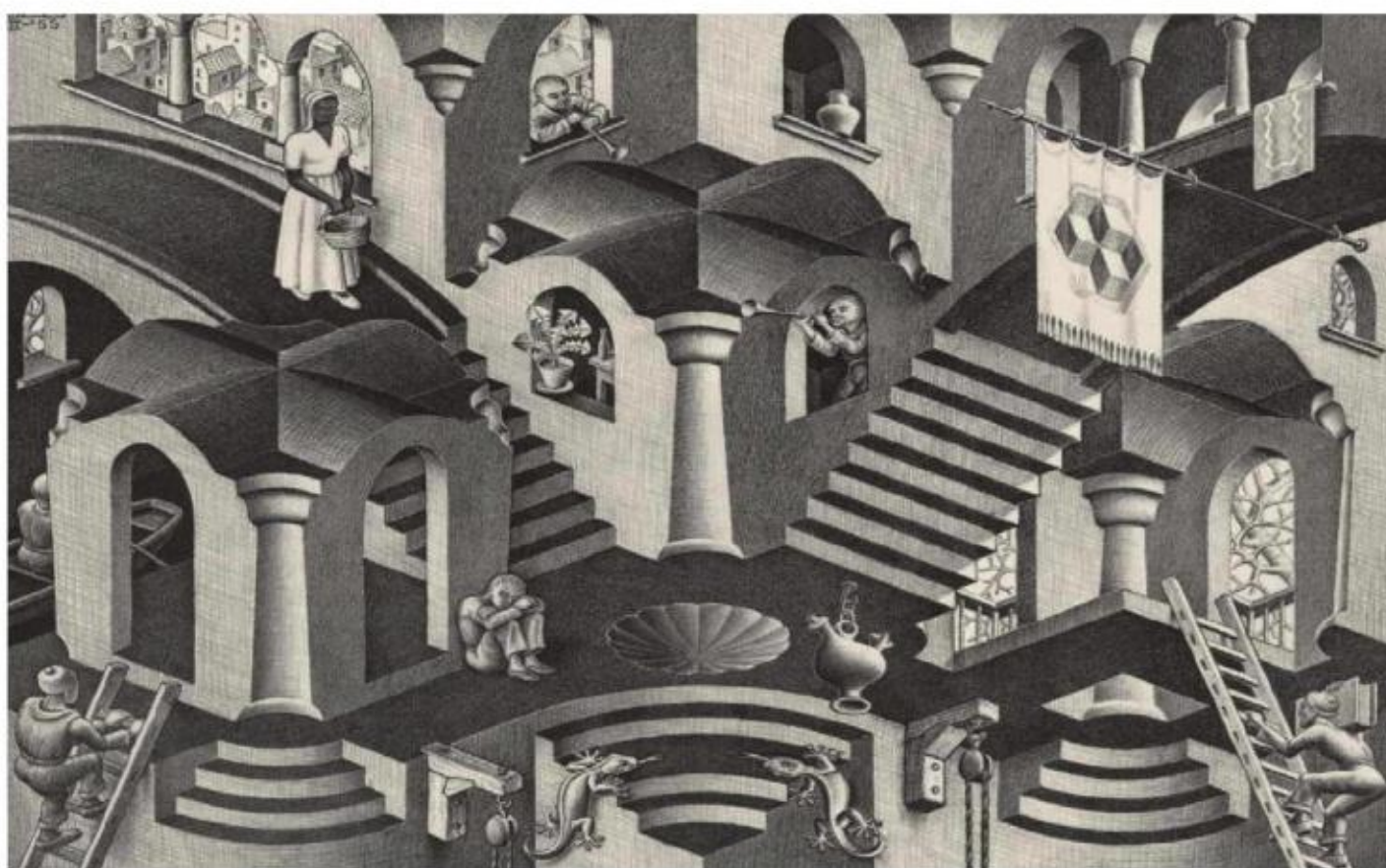


木刻版画《昼与夜》中，黑白两色的相同图形按反向镶嵌的方式构成一幅图画。昼与夜同时存在，构成了一个“不可能的世界”。

木刻版画《昼与夜》

[荷兰]M.C.埃舍尔

海牙市立博物馆藏



在石版画《凸与凹》中，两个“内部一致的世界”（“凸”的世界和“凹”的世界）共同构成了一个“不一致的世界”（整体不一致）。

石版画《凸与凹》

[荷兰]M.C.埃舍尔

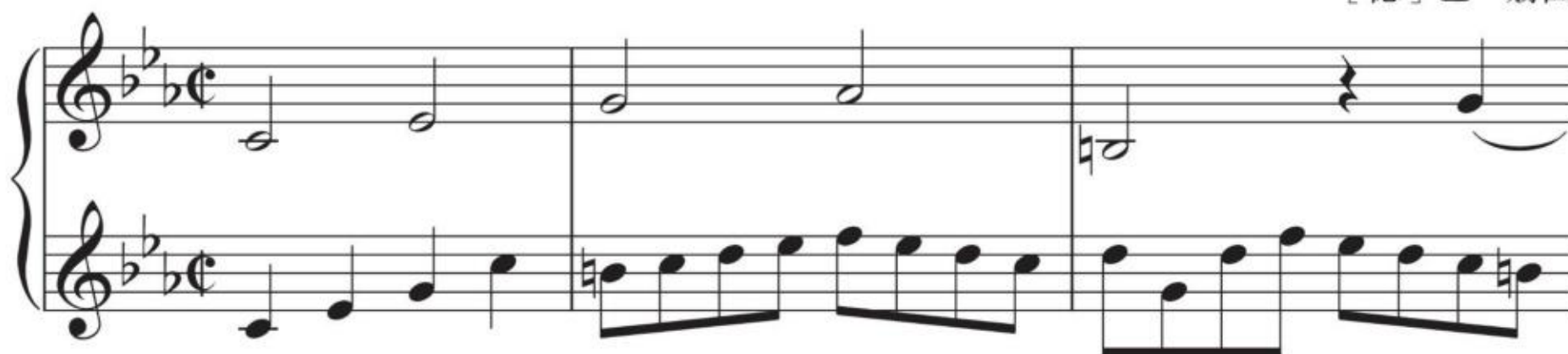
海牙市立博物馆藏

三、巴赫的音乐



逆行卡农

[德]巴 赫曲





乐曲下方声部从最后一音向前逆向读谱，与上声部从开头第一音向后顺向读谱，乐谱完全一样。

这样的乐曲是怎样被创作出来的？它与悖论有何关联？

创意·表现

一、作品搜集

将课前搜集的悖论事例和悖论题材的艺术作品展示给大家。

二、语言悖论

日常生活中常常出现语言悖论。例如，“没有消息就是最好的消息”“到底有没有外星人，他们究竟在哪儿”“鸡生蛋还是蛋生鸡”等。

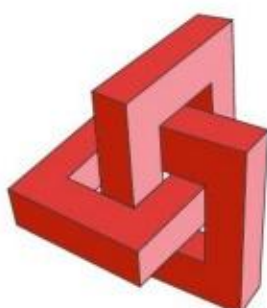
“给你提个建议，千万不要给别人提建议。”这句话以自我否定的方法进入了提建议的悖论。

“我终于想明白了一件事，有些事是我想不明白的。”当我们理解到某些事是无法理解的，这就是一种理解的悖论。

请列举更多语言悖论的事例。

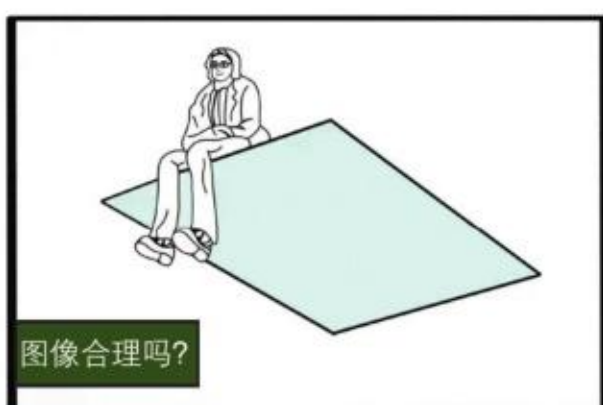
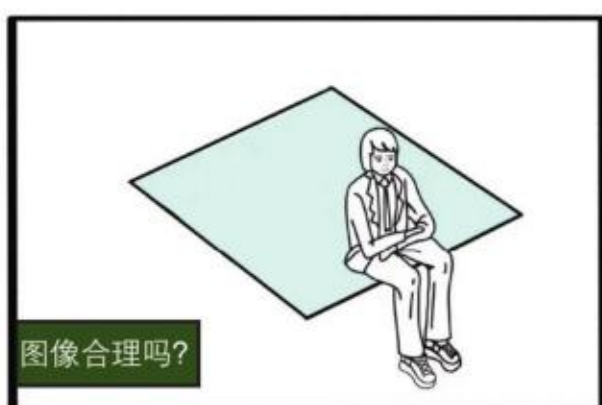
三、作品分析与创作

分析图示作品，试着自己创作表现悖论的艺术作品，与同学分享。



四、交流与讨论

以下“不可能世界”引起你怎样的感受？与同学交流并探讨：合理的两幅图合并起来出现了怎样的情景？每一个环节都是清晰、合理的，合并后的整体为什么出现了悖论？



品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	同学间互相评价各自创作的有关悖论题材的艺术作品。
关联能力	逻辑悖论反映了人类思维的什么问题？用艺术的方式表现悖论有什么规律？

二、拓展

课下与同学进一步讨论悖论产生的原因，以及人类思维的限度。

处于两面平行竖立的大镜子中间，从一面镜子可以看到另一面镜子中这面镜子里的映像，这叫作“无限递归”。生活中有哪些地方会出现这样的现象？哪些艺术作品表现了这样的现象？这些作品有何含义？



面对面的镜子

我们生活在地球上，重力场对艺术创作的影响是显而易见的，如对称平衡、非对称平衡、音乐节拍的轻重等。设想太空生物在失重环境中的情景，你可以用怎样的艺术形式来表现这种情景？

回到哥德尔的“不完备定理”，我们应如何打破逻辑怪圈？我们的思维如何才能突破瓶颈并产生飞跃？带着这些问题关注科学研究的最新进展，以及艺术家对科学进展的新反应。有时候，艺术家能像预言家那样用自己的作品“预示未来”。

第4课

美丽化学

化学之美源于自然。无论是变化多端的分子结构，还是五彩斑斓的化学反应，都将自然之美展现得淋漓尽致。本课，我们将通过实验设计与观察，开启对化学之美的认知之门，领略化学世界的魅力，不断去感知、探寻、创造。

感知·关联

一、化学装置之美

化学之美，在于其巧夺天工的实验装置之美。在现代科技迅猛发展的时代，化学装置开始变得精简，并逐步走向机械化和批量生产之路。但在化学发展的早期阶段，那些由化学家纯手工制作的实验装置令人叹为观止。《美丽化学》团队借助高超的电脑成像技术，在确保科学性和准确性的前提下，根据化学史资料记载，力求真实地再现早期化学装置的原始风貌和精致之美。



英国化学家罗伯特·波义耳的
画像及其制作的真空泵



戴维灯

信息链接

《美丽化学》是由中国科学技术大学先进技术研究院和清华大学出版社联合制作的一个原创数字科普项目。其宗旨是将化学的美丽和神奇通过数字技术和媒体传递给大众。



德国化学家李比希的元素定量分析装置



英国化学家约瑟夫·普里斯特利的气体实验装置

二、化学结构之美

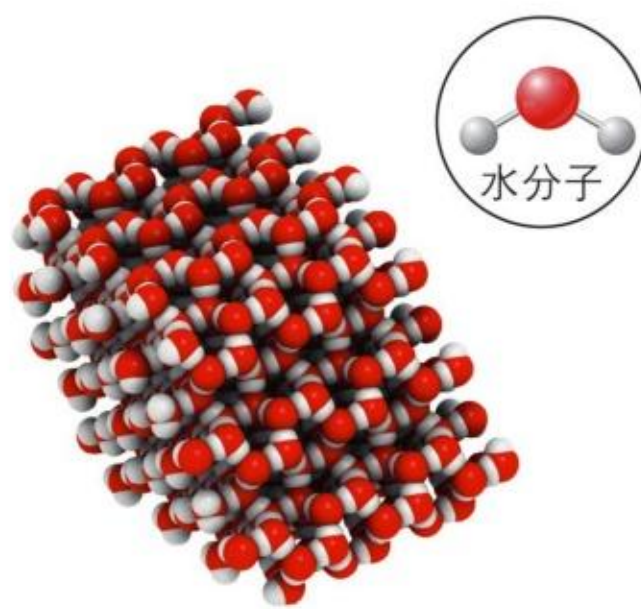
化学结构之美，在于其展示的物质宏观状态和微观结构之美，我们接触的许多化学物质都有着美丽外观。例如，天蓝色的硫酸铜水溶液，洁白的七水硫酸锌晶体，五颜六色的铁、钴、镍等化合物等。然而，化学物质的美不仅在于其色彩的绚丽，还在于其结构的乱中有序。例如，金刚石中碳原子交替链接而成的网状空间结构，氯化钠规整的晶体外形，苯环中维系整个分子结构的大 π 键，冰晶中存在的纵横交错的氢键网格，等等。



霜

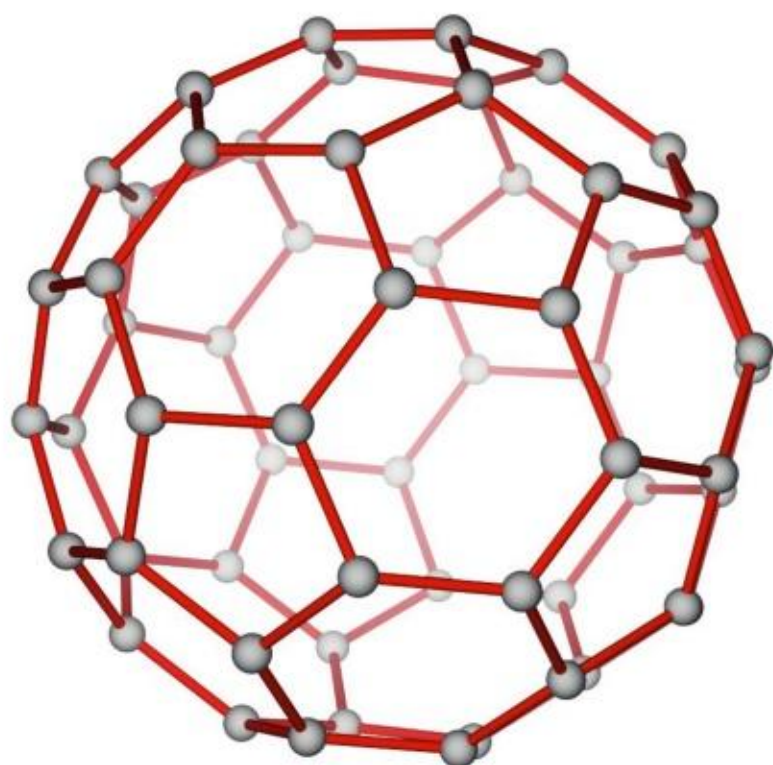


孤立的三维冰碎片（雪花）



冰晶体结构原子模型图

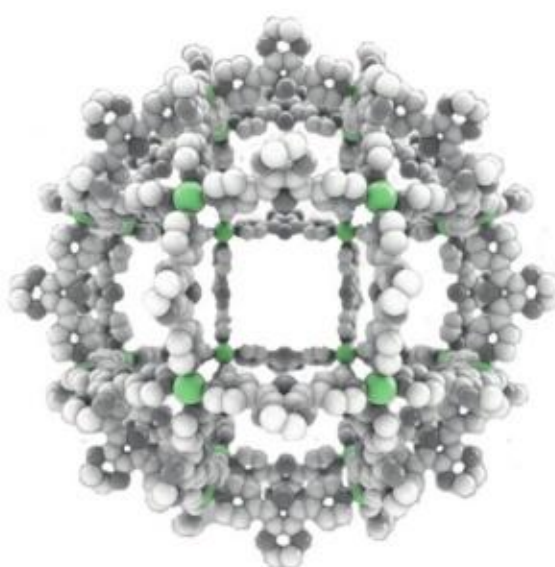
霜是水汽在物体表面凝华而成的白色冰晶（如冬天常见的“冰窗花”），其千姿百态、神奇异常的独特形态，给人留下深刻的印象。形成霜的孤立冰碎片就像一朵由细棒组成的花朵。水凝固后，由于氢键的作用，使水分子形成四面体结构而规则排列，形成了美丽的冰晶。



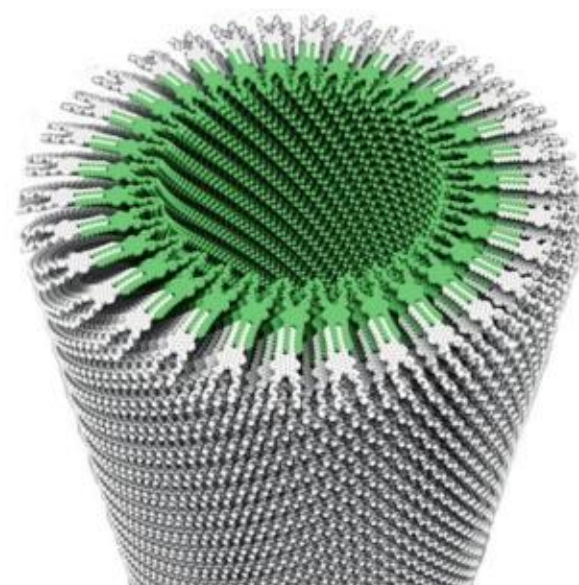
C₆₀结构示意图

C₆₀是由60个碳原子构成的像足球一样的空心32面体，包括20个六边形、12个五边形。

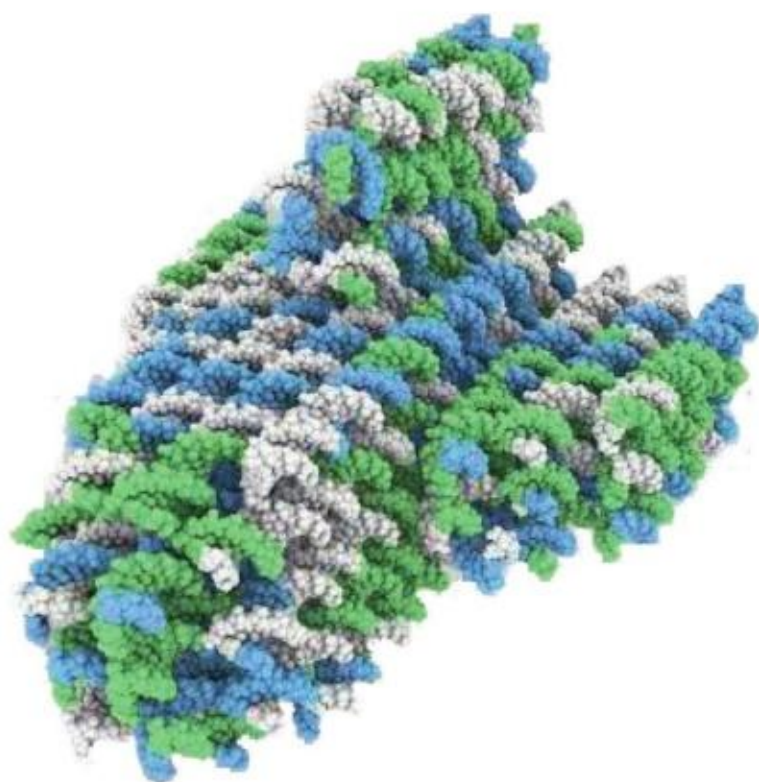
由两个以上的有机化合物和金属离子通过离子键、氢键和范德华力等作用力形成的超分子笼和纳米管。



超分子笼



纳米管



DNA分子链按照碱基互补配对原则形成的DNA纳米飞船



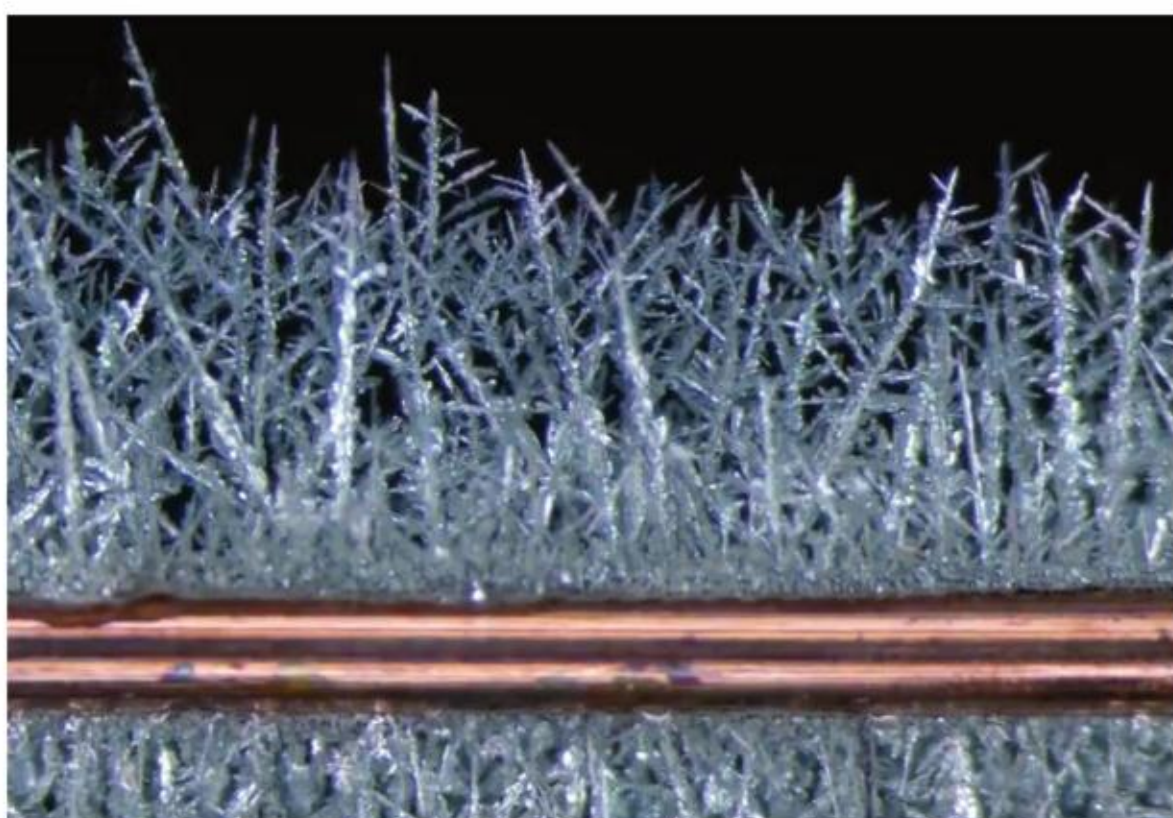
由铜、锌、碳、氮、氧、氢等原子形成的分子所罗门结（互锁分子）

学习化学物质的结构，欣赏微观世界的层次之美，激发对化学微观世界的探索热情，思考艺术与科学的关联。

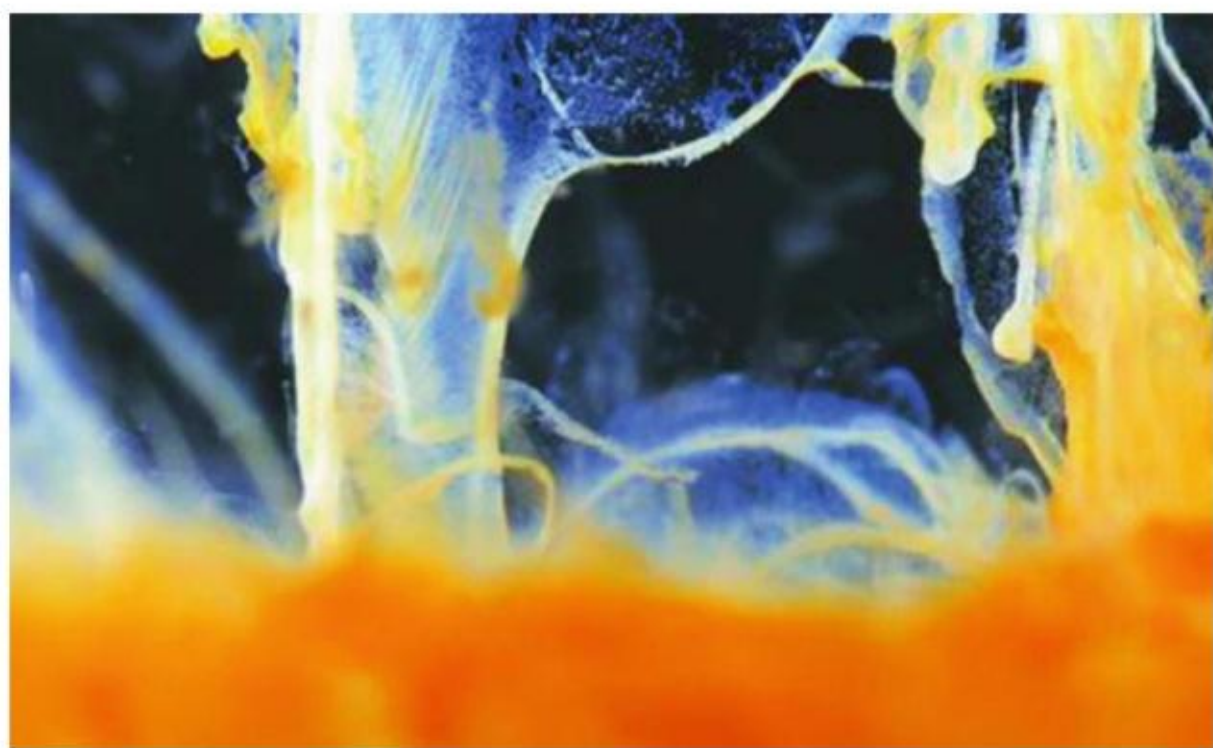
三、化学变化之美

化学之美，还体现在其鬼斧神工的化学反应呈现出来的奇异现象。提起化学反应，大家首先想到的是什么？是晦涩难懂的化学方程式？是林林总总的化学药品和色彩缤纷的试剂溶液？是五光十色的火焰？是炫酷夺目的沉淀？还是绚丽耀眼的荧光？化学反应之美，往往超出你的想象！化学变化就是包罗万象的自然造化之缩影，拥有四季般斑斓的景致：春之萌发，夏之灵动，秋之瑰丽，冬之静谧。

在铜和硝酸银的置换反应过程中，一幅美景逐渐呈现在我们眼前：银单质既好似冰晶凝聚而成的锋锐的利刃，如雨后春笋般，经过一场春雨的洗礼，势如破竹、疯狂地生长得又多又快；又像箭在弦上一般蹿出地面，长成“银树林”。

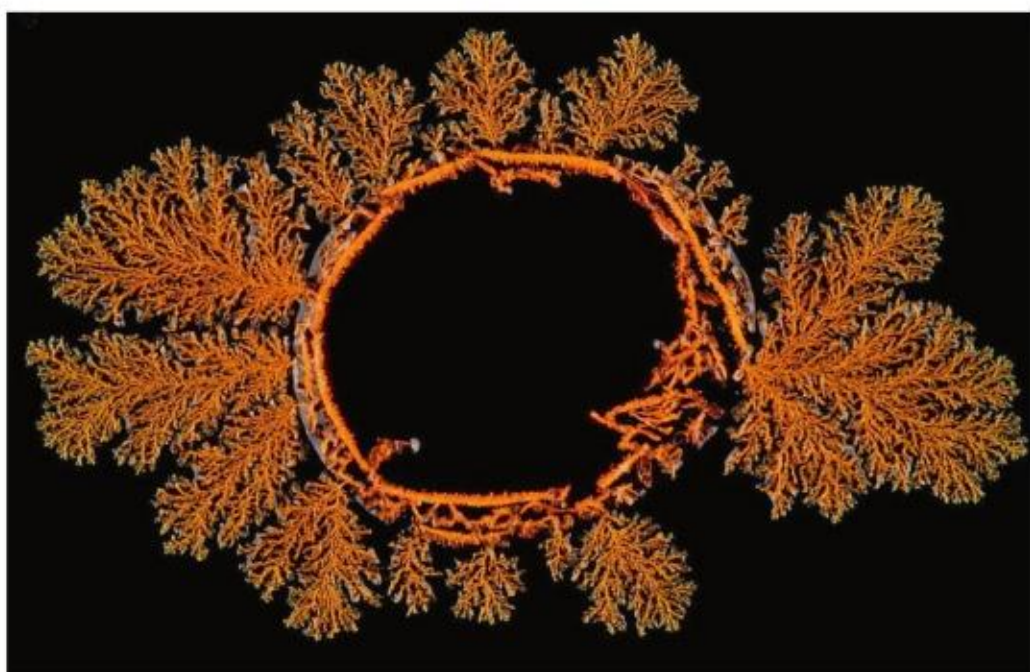


铜和硝酸银的置换反应中形成的银树



硝酸银溶液滴入硫代硫酸钠溶液中产生黄色的硫代硫酸银沉淀

硝酸银溶液滴入硫代硫酸钠溶液，两种透明的液体发生碰撞，溶液变得混浊，渐变的沉淀颜色清晰可见。具体过程如下：当过量的硝酸银溶液滴加到硫代硫酸钠溶液中，会立刻产生白色沉淀，其后，白色沉淀转变为黄色沉淀，如图所示；若反应继续进行，黄色沉淀的颜色会逐渐加深，最后变成棕色或黑色沉淀。



重铬酸钾的重结晶过程

化学物质的结晶过程也会产生很多美丽的“风景”。通过高清摄影机的一帧帧镜头，你将欣赏到重铬酸钾的重结晶过程：漫天的黄色烟花在漆黑的夜幕中绚烂绽放，后又慢慢收缩、集聚，然后舒张、散落，形成无数璀璨耀眼的颗粒，如同流星划过浩瀚星空。

创意·表现

一、美丽的“化学彩虹”

药品：酚酞溶液、对硝基苯酚溶液、百里酚酞溶液、氢氧化钠溶液、盐酸溶液。

步骤：准备6支试管，每支试管里都放入20 mL 0.1 mol/L的氢氧化钠溶液，分别标为1—6号；在1号试管中滴入2~3滴百里酚酞溶液，溶液变成蓝色；在2号试管中滴入2~3滴对硝基苯酚溶液，溶液变成黄色；在3号试管中滴入2~3滴酚酞溶液，溶液颜色变红；在4号试管中滴入2~3滴酚酞和百里酚酞溶液，溶液变成紫色；在5号试管中滴入2~3滴对硝基苯酚和百里酚酞溶液，溶液变成绿色；在6号试管中滴入2~3滴酚酞和对硝基苯酚溶液，溶液变成橙色。

在这一实验中，一种或两种原本无色的指示剂滴入碱性溶液后，溶液的颜色发生了变化。实验开始时，碱性溶液使指示剂变色，之后，将盐酸滴入变色溶液中，发生酸碱中和反应，颜色褪去。



“化学彩虹”实验示意图

上述实验说明不同的化学物质之间相互反应会产生不同的颜色变化，请你探究指示剂与酸碱反应的颜色变化机理，认识颜色变化的规律。

二、美丽的“水中花园”

准备质量分数为40%的硅酸钠水溶液和 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 、 CoCl_2 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 FeCl_3 、 CuCl_2 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 CuSO_4 、 NiCl_2 、 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 、 PbCl_2 等晶体试剂。

步骤：在烧杯中配制质量分数为40%的硅酸钠水溶液（10 g 硅酸钠+50 mL 蒸馏水，搅拌均匀），顺次投入上述晶体试剂，观察“水中花园”的形成过程。

实验初始阶段，烧杯内各种晶体形成硅酸盐，顶端逐渐长出五彩缤纷的“枝芽”，随后，“枝芽”持续朝上生长，大约半个小时后，一个色彩斑斓的“水中花园”就呈现在我们眼前。



美丽的“水中花园”

三、“大象牙膏”

药品：洗洁精、质量分数为30%的过氧化氢溶液、食用色素（或其他有色溶液）、碘化钾晶体。

步骤：将1匙碘化钾倒入盛有25 mL 水的烧杯中，搅拌均匀备用。将洗洁精（10 mL）、质量分数为30%的过氧化氢溶液（75 mL）倒入250 mL 的锥形瓶中，将食用色素（约10滴）滴入锥形瓶内，振荡。将烧杯中的碘化钾溶液倒入锥形瓶中，泡沫顷刻间喷涌而出。



化学法制造“大象牙膏”

品评·拓展

一、品评

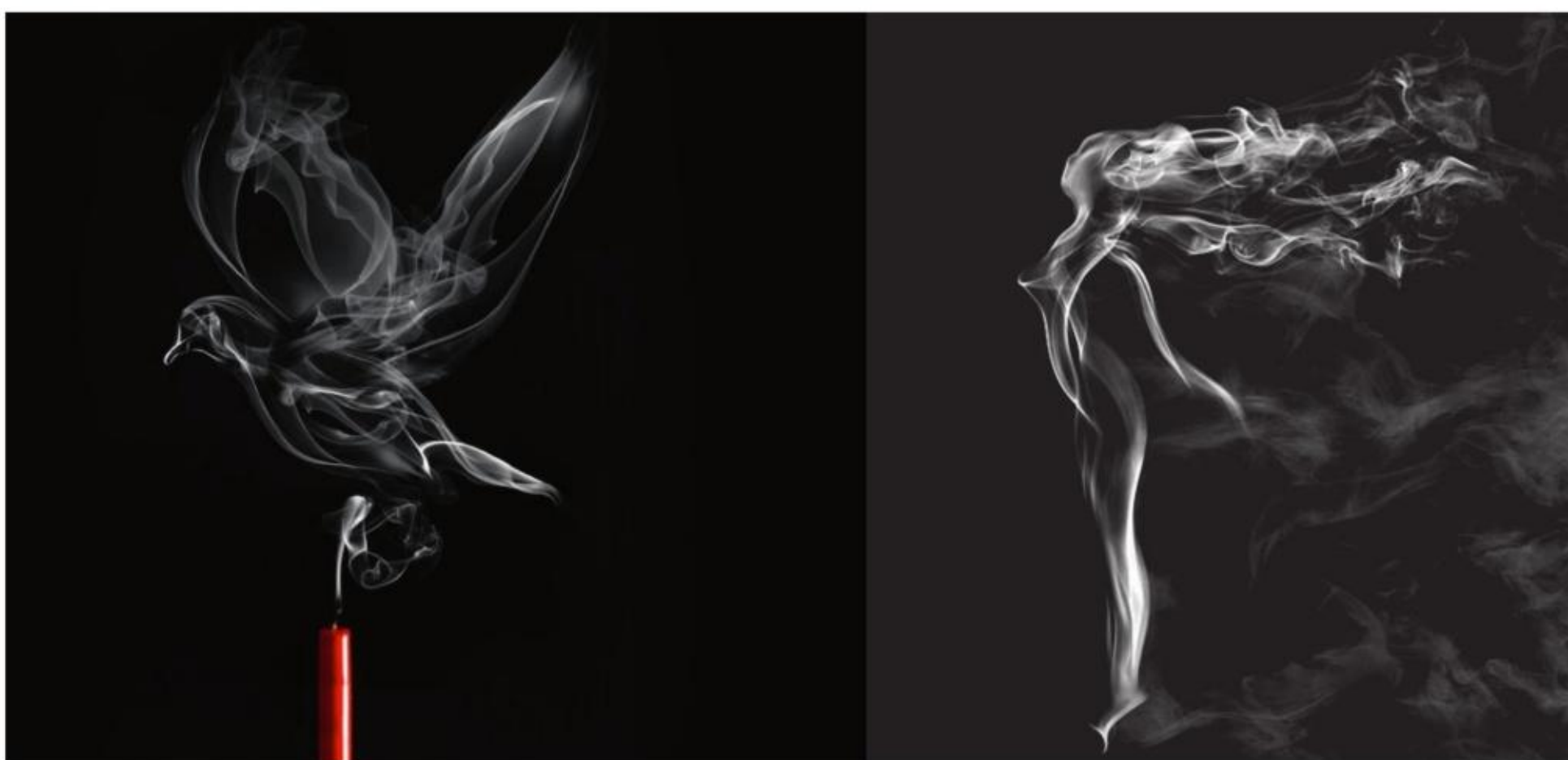
品评维度	品评内容
课堂表现	探讨实验成败的关键之处，同学间交流创意表现的体会。
关联能力	概括化学与艺术的关联层次。

二、拓展

1. 化学中的烟雾艺术

在化学中，烟和雾是不同的。若反应产生的固体小颗粒散落在气体中，就形成了烟；若反应产生的小液滴悬浮在气体中，就形成了雾。例如，浓盐酸极易挥发产生氯化氢气体，并与空气中的水分子结合形成大量液滴，因此，打开盛有浓盐酸的试剂瓶，会在瓶口出现白雾。若化学反应过程中同时产生液滴和固体小颗粒，它们分散在气体中，就形成了烟雾。例如，氨气和氯化氢气体反应会形成烟雾，蜡烛燃烧也会形成烟雾。

通过调控环境中的压强、湿度和氧含量等，可以将蜡烛燃烧形成的烟雾塑造成各种艺术图。

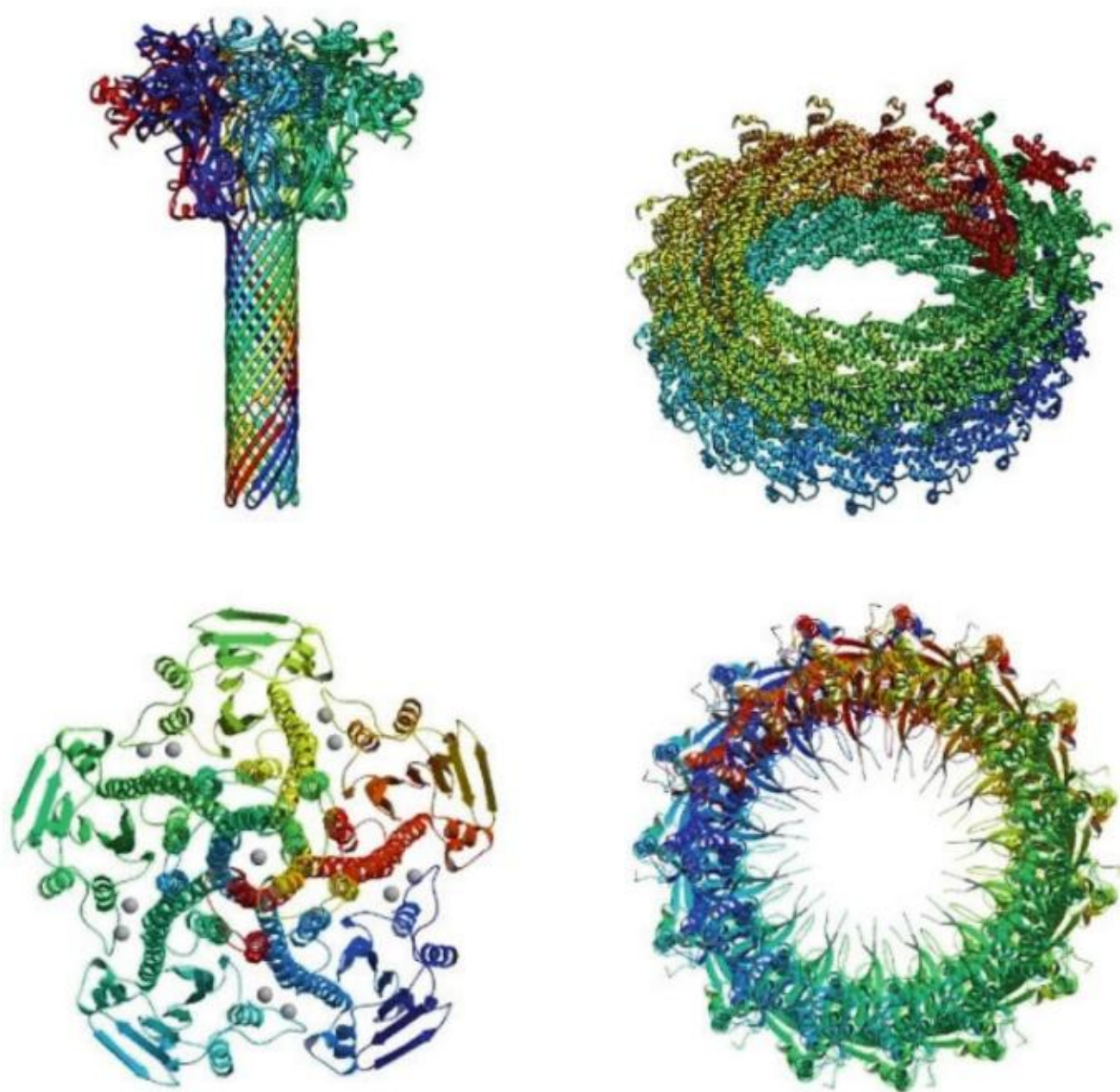


蜡烛燃烧产生的烟雾艺术图

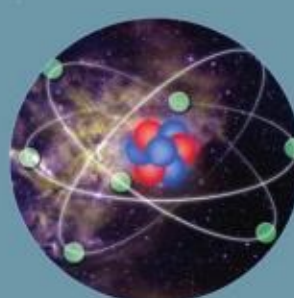
2. 生物大分子结构图与艺术

2017年，三位科学家因成功研制出高分辨率冷冻电镜荣获诺贝尔化学奖。冷冻电镜技术在很大程度上简化并提升了生物大分子的成像质量，它不仅能够用于解析众多具有重要生物学功能的分子，而且可用于测定溶液中的生物大分子结构。冷冻电镜技术获得的高分辨率三维晶体结构图，可用来研究生物大分子的复杂结构与功能。运用冷冻电镜三维重构技术拍摄出来的生物大分子结构图，大部分都是非常艺术化的照片。

搜集相关资料，与同学分享。



运用冷冻电镜三维重构技术拍摄的蛋白质大分子结构图



第三单元

艺术与科学的互动

本单元，我们将从多方面体验艺术与科学的互动，深刻体悟中国传统文化“道法自然”的艺术观和科学观，打通艺术与科学、感性与理性的关卡，努力做一个“完整的人”，并用自己的创造为新时代发展作出贡献。

我们将在“感知·关联”板块，了解若干艺术家与科学家的事迹，以及科学促进艺术创作、科学利用艺术影响人类身心健康和植物栽培效益等事例，感受艺术与科学互动的魅力；在“创意·表现”板块，通过实践加深感受和理解；在“品评·拓展”板块，通过反思、评价、延伸思考和实践活动，进一步提高对艺术与科学关联性的认识、提升创造能力。

- 第1课 艺术家与科学家
- 第2课 科学丰富艺术创意
- 第3课 艺术活动促进科学创造
- 第4课 艺术、科学与生命

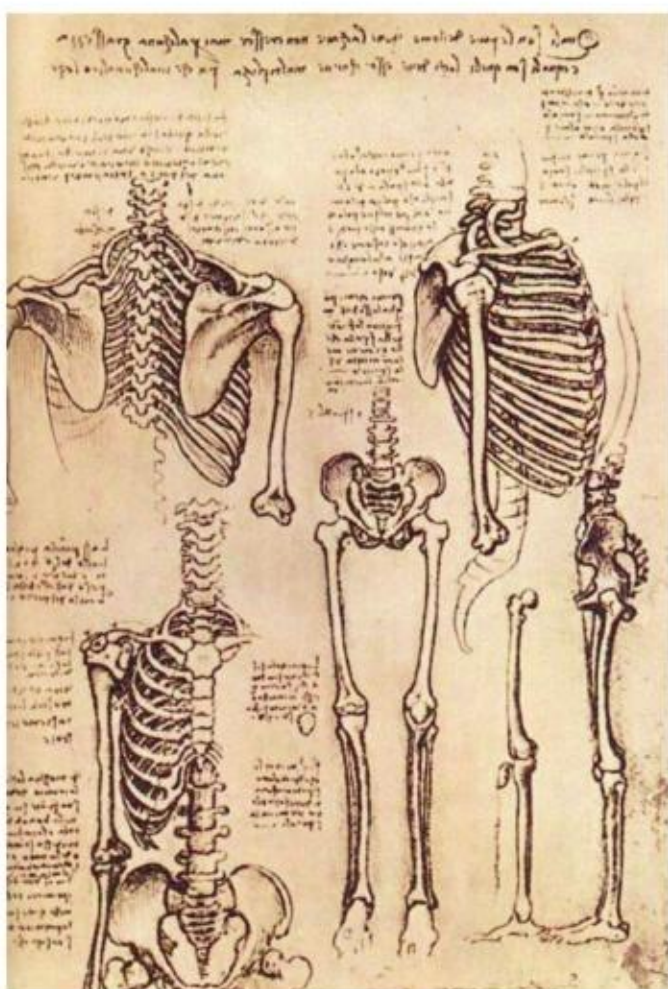
第1课

艺术家与科学家

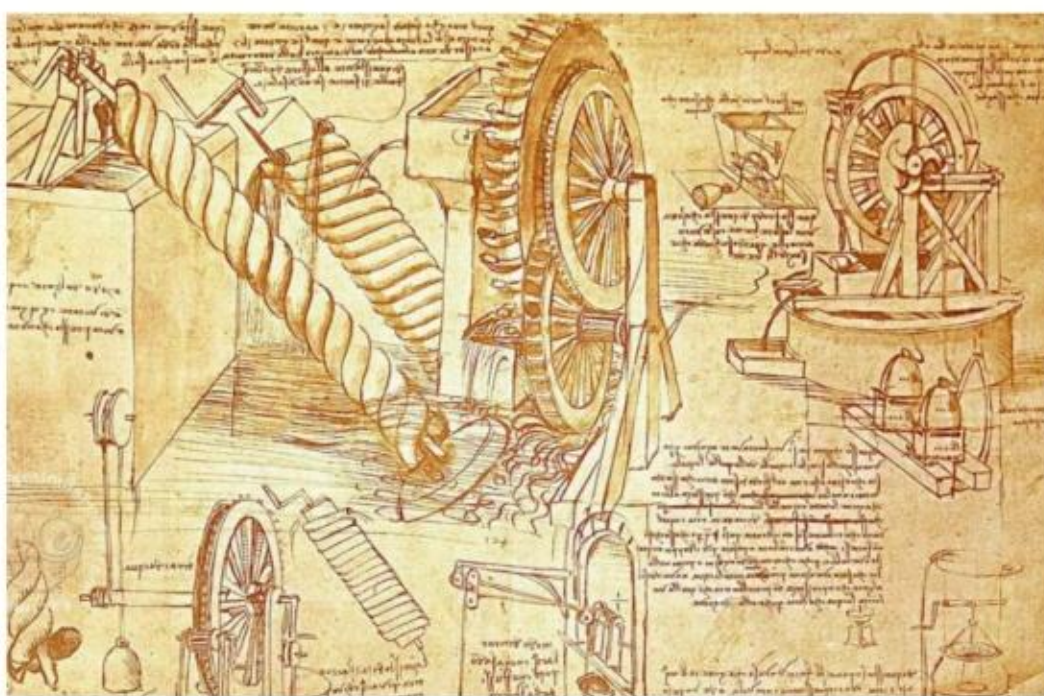
从一些著名人物的具体事例中，我们能看到科学发明中充盈着艺术灵感，也能看到艺术活动散发出科学理性的光辉。本课，我们将重新认识一些伟大的艺术家和科学家，探究他们的科学创造与艺术创作，加深对艺术与科学关系的认识。

感知·关联

一、达·芬奇与徐光启



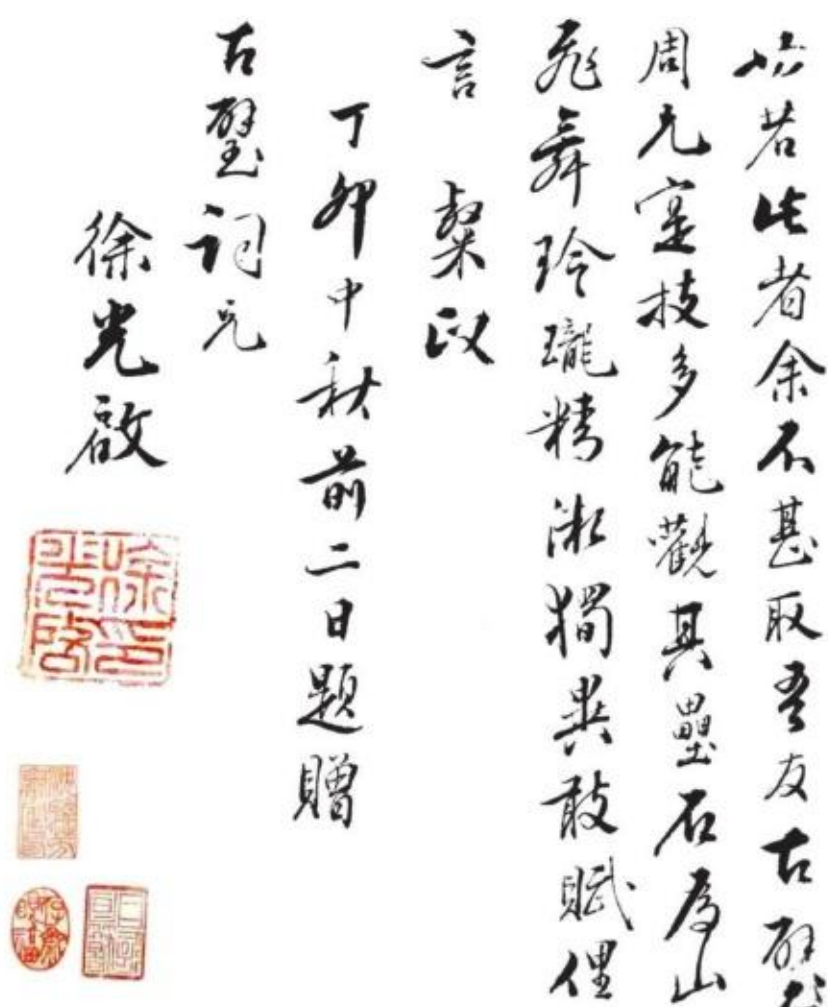
达·芬奇的生物学手稿



达·芬奇的工业设计手稿

达·芬奇是欧洲文艺复兴时期意大利著名的画家、科学家、发明家。他既多才多艺，又勤奋多产，在诸多领域（如美术、建筑、物理、天文、地质等）均有成就。

徐光启是明朝末年的数学家、天文学家、农学家、政治家、军事家、书法家。他毕生致力于科学技术的研究，勤奋著述，积极吸收和介绍欧洲科学技术，为17世纪中西文化的交流作出了重要贡献。



徐光启的书法作品

信息链接

达·芬奇是设想用玻璃和陶瓷制作心脏和眼睛的第一人，他还用蜡来模拟人脑的内部结构。他设计过桥梁、教堂、圆屋顶建筑和城市下水道，还创造性地绘制了一幅飞行器草图。

徐光启在天文历法方面的主要成就集中于《崇祯历书》，数学方面有译著《几何原本》和专著《勾股义》《测量异同》等，农学专著有《农政全书》等五部，军事专著有《选练百字诀》《火攻要略》《制火药法》等。

查阅相关资料，说一说达·芬奇还有什么发明创造，徐光启在科学和艺术领域还有哪些成就。

二、恩斯特·海克尔发现生物的艺术之美

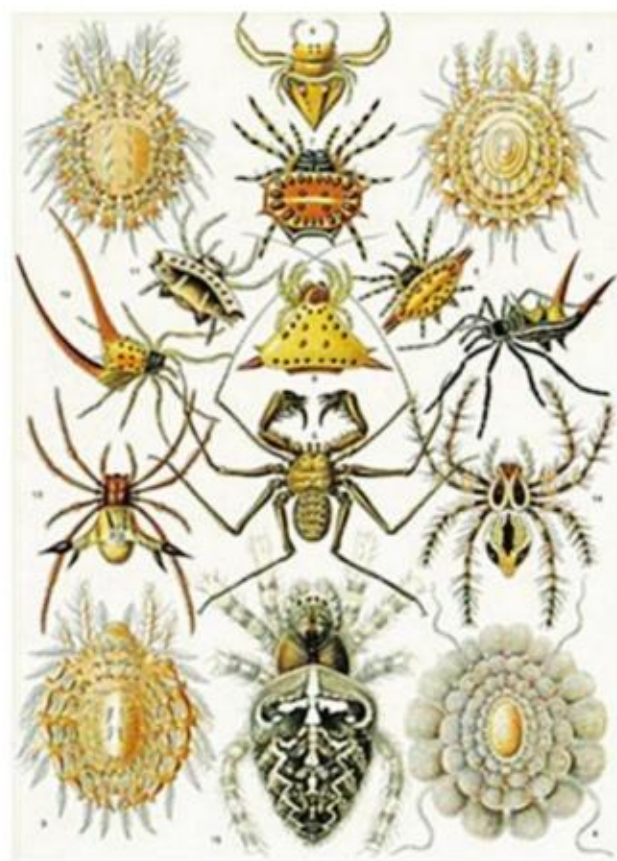
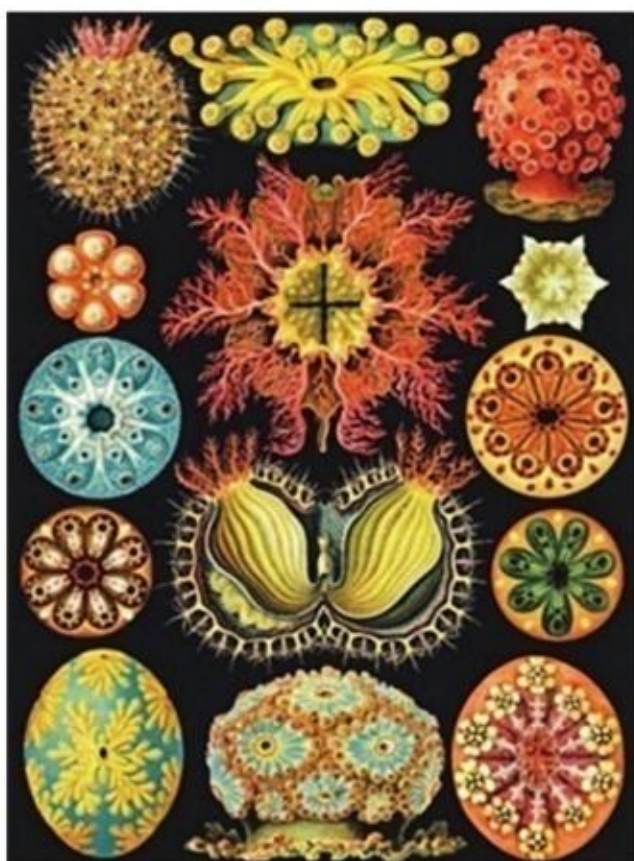
恩斯特·海克尔是德国动物学家，著有插画集《自然界的艺术形态》。书中收录了他绘制的100幅具有代表性的生物手绘作品的图片。这本书在西方科学界和艺术界都产生了巨大影响。

信息链接

恩斯特·海克尔是达尔文进化论的捍卫者和传播者，早年在柏林、维尔茨堡和维也纳学医。海克尔的科学贡献主要有三个方面：三界说、原肠祖论、生物发生律。



恩斯特·海克尔



《自然界的艺术形态》中的部分绘图

欣赏恩斯特·海克尔的绘画作品，你有怎样的感受和思考？

三、化学家鲍罗丁的音乐创作

鲍罗丁是俄国著名的作曲家、化学家，自幼就表现出在音乐创作和科学探索方面的天赋。

鲍罗丁在歌剧、交响乐和室内乐创作领域有很多优秀作品，代表作有歌剧《伊戈尔王》、交响乐《第二交响曲》和交响音画《在中亚细亚草原上》。

信息链接

鲍罗丁毕业于圣彼得堡医学院，获医学博士学位，曾任医学教授。他还是俄罗斯民族乐派的代表作曲家之一。他与巴拉基列夫、里姆斯基-科萨科夫、居伊和穆索尔斯基共同组成了著名的“强力集团”。

《第二交响曲》是鲍罗丁的代表作之一。这是一首“英雄”主题的交响乐作品，表现了俄罗斯古代勇士的形象。

▶ 听赏《第二交响曲》片段。

第一乐章描述勇士们的聚会，乐曲由威严而刚毅的弦乐齐奏开始。

第一乐章主部主题：

Allegro



副部主题富有俄罗斯风格，抒情、如歌的旋律与主部主题形成对比。

第一乐章副部主题：

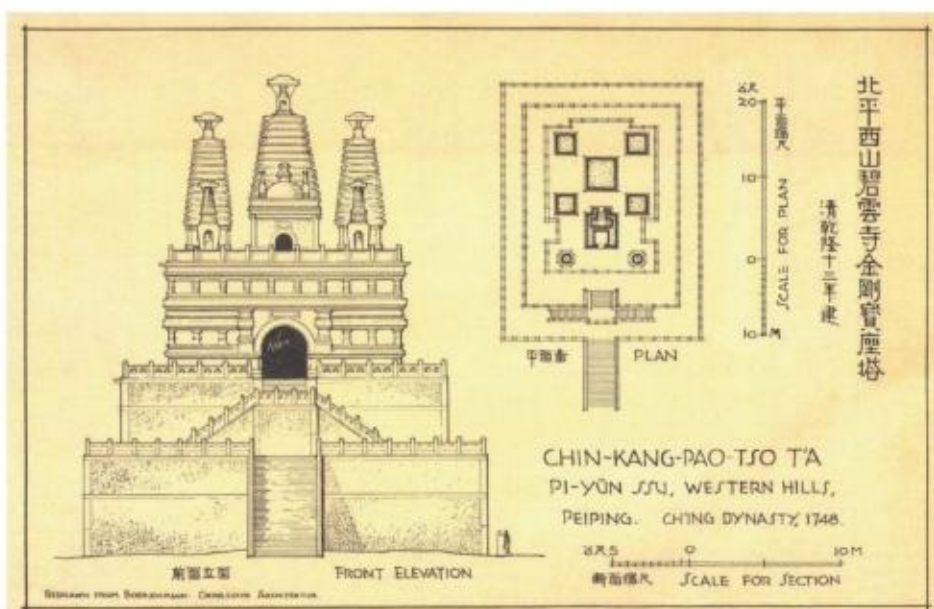
Poco meno mosso



四、梁思成的建筑设计

建筑设计是科技与艺术的结合，建筑学家在设计中往往表现出创新的艺术精神。

梁思成是我国著名的建筑学家和教育家，他参与了人民英雄纪念碑、中华人民共和国国徽的设计。他的建筑手稿十分精美，具有较高的艺术价值。



北京碧云寺金刚宝座塔手绘建筑图

北京碧云寺金刚宝座塔实景图

梁思成

五、李四光的小提琴作品

李四光是我国著名的地质学家，他在艺术领域也有一定造诣。

李四光利用业余时间学会了拉小提琴，这成为他终身的爱好。1920 年李四光在巴黎创作了一首名为《行路难》的小提琴独奏曲，此曲结构清晰、立意深邃。



李四光



《行路难》乐谱

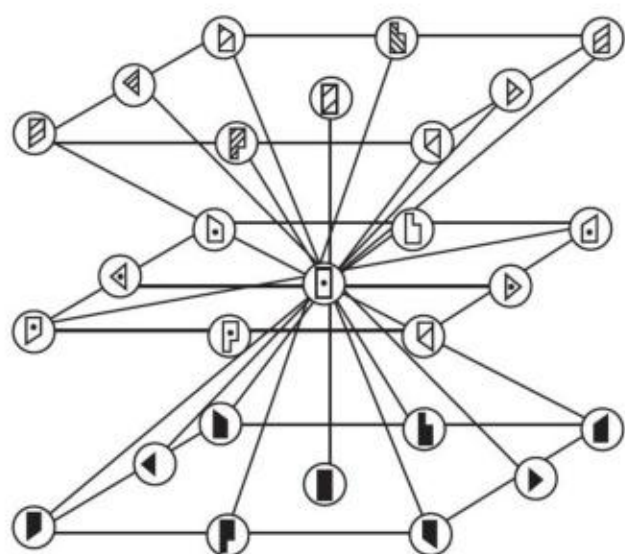
六、鲁道夫·冯·拉班



鲁道夫·冯·拉班

鲁道夫·冯·拉班是欧洲著名的舞蹈表演和舞蹈理论家，现代舞的先驱人物。他立足科学，在舞蹈动作分析理论（如拉班舞谱、个人空间、力效等）研究方面取得了杰出成就，被称为“现代舞蹈理论之父”。

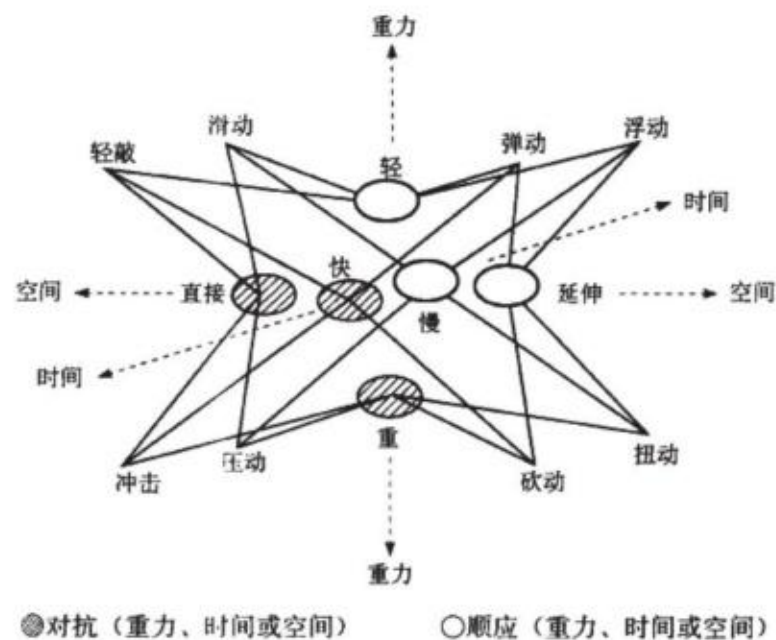
拉班舞谱正式发表于1928年，它是一种运用几何符号构图来记录、分析人体动作规律的舞蹈记谱法。拉班舞谱的适用性很强，不仅被用来记录舞蹈，还被用于医学、教育、体育、人体学等领域的研究。



个人空间方向定义图

个人空间由3条向度线两极的6个向度方位点、4条对角线两端的8个对角线方位点，以及3个平面的各角12个端点和中心点构成，总共有27个基本方位点。拉班把人体运动的空视为一个立方体的空间，人体的各部分就是在这27个点的空间中从一个点到另一个点运动。

拉班认为，人体动作不仅有外部的空间形态，还有内在的含义。这种内在含义是导致动作发生的内在冲动，即“力效”。力效要素由空间、重力、时间和流畅度（属于控制因素，可忽略不计）构成。空间的两极为直接、延伸，重力的两极为轻、重，时间的两极为快、慢。将力效要素中的质感组合在一起，便成了基本力效动作，一共能组合出8种不同的基本力效动作，即砍动、压动、扭动、滑动、弹动、轻敲、冲击和浮动。



6个运动要素和8种基本力效动作

创意·表现

一、短剧创编

爱因斯坦和普朗克都是20世纪伟大的科学家，他们一个创立了相对论，一个创立了量子论。他们都酷爱音乐，爱因斯坦常在普朗克弹钢琴时为他拉小提琴伴奏。音乐是两位科学家生活中不可或缺的伙伴，对他们的科学研究产生了积极影响。

请同学们根据自己了解的信息，以这两位科学家为原型，创编小品、短剧或音乐剧片段，表现科学家的艺术故事。

二、漫画或速写创作

用漫画或速写的形式表现一位或一组你喜欢的科学家或艺术家的人物形象。

品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	你创编的短剧效果如何？你的表演能否表达主题和表现人物主要特征？同学间互相评价。
关联能力	艺术与科学的紧密联系在那些伟大的科学家、艺术家身上有着怎样的体现？总结你的认识，与同学们分享。
其他	艺术家的创作与科学家的研究有何异同？为什么有些人既能成为科学家又能成为艺术家？他们的事迹对我们有何启示？请同学们各抒己见，交流观点。

二、拓展

著名物理学家杨振宁说：“学物理的人了解了这些像诗一样的方程的意义以后，对它们的美的感受是既直接而又十分复杂的。它们的极度浓缩性和包罗万象的特点，也许可以用布莱克的不朽名句来描述，‘一粒沙中有一个世界，花朵中包含着天堂，掌心握着无穷无尽，永恒浓缩于一刹那间’。”

请从艺术与科学关系的角度，谈谈你对上面这段话的认识。

第2课

科学丰富 艺术创意

科学的发展开阔了艺术家的视野和创作空间，使许多想象和追求得以实现，促进了艺术的发展。本课，我们将探究科学对艺术的影响，认识科学与艺术的关联，并通过艺术实践，理解科学是怎样增强艺术表现力的。

感知·关联



雕塑《胜利者》

[意大利] 米开朗琪罗

佛罗伦萨国家美术馆藏

一、人体解剖学塑造真实的人物形象

文艺复兴时期，艺术家通过解剖人的尸体，了解人体骨骼、肌肉的结构，以科学的眼光认识人类的身体特点及运动规律，绘制真实的解剖图，为创作栩栩如生的人物形象奠定了科学的基础，使艺术的人体美富有生命活力。

雕塑《胜利者》以真实的人体骨骼、肌肉和动态结构，表现了一位身躯健美的胜利英雄。雕塑人物目视远方，表现出坚毅、轩昂的英雄气概。

二、光学与绘画的光影明暗处理

光学的发展引发了“视觉艺术革命”，光成为艺术创作的重要语言。艺术家运用光影的角度、明暗的对比等处理画面，表现层次，突出形象。

光的表现语言被艺术家生动入画。画稿《冬天的晚上》中，婴孩在柔光中入睡，缝补衣物的母亲被侧光清晰地立体刻画，逆光衬托出父亲劳作的背影，一盏灯照耀着全家。生活虽然清贫，灯光却映衬着全家在一起的幸福。画面散发出令人心醉的温馨。



画稿《冬天的晚上》

[法国] 让·弗朗索瓦·米勒

欣赏油画《愤怒的天鹅》，
你是否有白天鹅将从悬挂的画
框中飞出来的感觉？分析产生
这种感觉的原因。



油画《愤怒的天鹅》
[荷兰] 扬·阿色林
阿姆斯特丹国家博物馆藏



油画《杏罐》
[法国] 夏尔丹
安大略艺术馆藏

油画《杏罐》的画面巧妙地运用光的明暗对比，拉开物体摆放的前后空间，运用了近实远虚的透视原理，突出主体。画面中的物品虽然简单，但画面有层次和深度，丰富耐看，富有生活趣味。

三、电声、摄像科技保留美妙的音像

电声、摄像科技的发展促使留声机、录音机和录像机相继问世，使非现场欣赏音乐和舞蹈成为可能，丰富了艺术创作的方式和内容。



爱迪生与他最初发明的
筒式留声机



玻里纳研制的圆盘式留声机



箱式手提手摇留声机

1877年，爱迪生发明了留声机。1887年，玻里纳研制出圆盘式留声机，其原理是用物理转换的方法（用针头将声波转换成槽纹）将声音信息储存在唱片（圆盘）平面上的槽内。将唱片置于转台上，使其在唱针之下旋转，唱针依槽纹振动发声，还原唱片储存的声音，并将声音通过喇叭传播出来。留声机唱片能大量复制，因此其中的音乐很快被普及。



盒式录音机



开盘录音机



随身听

1898年，丹麦科学家研制出第一台钢丝录音机。1935年，德国科学家发明了磁带录音机。1951~1953年，我国研制出第一台钢丝录音机和磁带录音机。1977年，日本研制出第一台旋转磁头式数字磁带录音机，开启了数字化录音时代。此后录音设备的外形越来越精巧，方便随身携带。

录音机的发明，不仅促使磁带音乐（即乐队作品中有一个声部是现实录制的声音，如朱践耳的一些交响曲）产生，还推动了由现实噪声组合、编辑而成的“具体音乐”的产生。录像机的发明，促成了多媒体音乐的问世，如谭盾的《地图》、范吉利斯的《火星神话》等。

▶ 欣赏《地图》《火星神话》等音乐作品。



初期的录像机



数码摄像机

20世纪50年代，英国广播公司研制了电子录像机。1956年，美国在其国家广播协会展出了第一台体积庞大的实验性的磁带录像机，之后又出现了小型磁带录像机、数码摄像机和数字录像机。今天的智能手机已实现了这些设备的功能整合。

四、科技发展丰富电子音乐创作

电子音乐被视为科技与艺术融合的典型。随着科技的不断发展，电子音乐的创作手段越来越多，作品的呈现方式也越来越丰富，有多媒体电子音乐、异地实时互动电子音乐等。

信息链接

电子音乐：狭义的电子音乐指作曲家利用复杂的电子设备和技术，将采集或电子合成的声音进行各种处理、变化，创作而成的音乐作品，是20世纪“新音乐”的一种，增加了声音的空间变化维度；广义的电子音乐泛指一切使用电子乐器、电子设备和技术制作而成的音乐。



电子音乐设备



多媒体电子音乐《脸谱》表演现场

多媒体电子音乐融合了视觉审美信息，欣赏者可通过多种感官体验来感知、理解音乐作品。

异地实时互动电子音乐突破了音乐表演的现场性，由身处异地的作曲家通过计算机和互联网传输音频和视频进行创作。

我国作曲家在电子音乐领域取得了令人瞩目的艺术成就。欣赏张小夫创作的电子音乐作品，如《不同空间的对话》《吟》《脸谱》《诺日朗》等，谈谈你对电子音乐的认识。

创意·表现

一、尝试创作电子音乐

用录音笔、手机或其他设备采集生活中的声音，如歌声、鸟鸣声、流水声等；按照自己的创作理念将采集到的声音在计算机或手机软件上进行剪辑、合成；用音响设备播放自己创作的音乐，同学间分享各自的创作成果。

“20世纪50年代初电子音乐似乎承诺了很多，但这种承诺到现在还没有兑现。今天，科学技术为我们提供了更多诱人却尚未开发的领域，但这会产生伟大的艺术吗？”

这一诘问出自一位音乐史学家之口，其中蕴含着其对科技手段与电子音乐创作、听众审美之关系的思考。他当然有自己的答案，你的答案是什么呢？

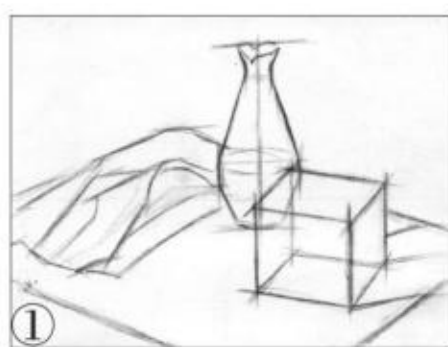
二、用科学的方法写生

运用科学的观察方法和表现方法进行静物素描写生。从观察物体到构图造型，都要考虑透视、明暗关系，要画出空间层次、黑白灰节奏和物体的质感。



静物素描写生步骤如下图：

静物素描写生



品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	展示自己的电子音乐作品，谈谈你的创作理念，评出优秀作品。 同学间互相评价静物素描写生是否运用了科学的观察方法和表现方法，以及作品是否具有空间层次感和立体感。
关联能力	列举科学丰富艺术创意的实例，认识科学与艺术的关联，加深对科学丰富艺术创意的理解，同学间相互交流心得体会。

二、拓展

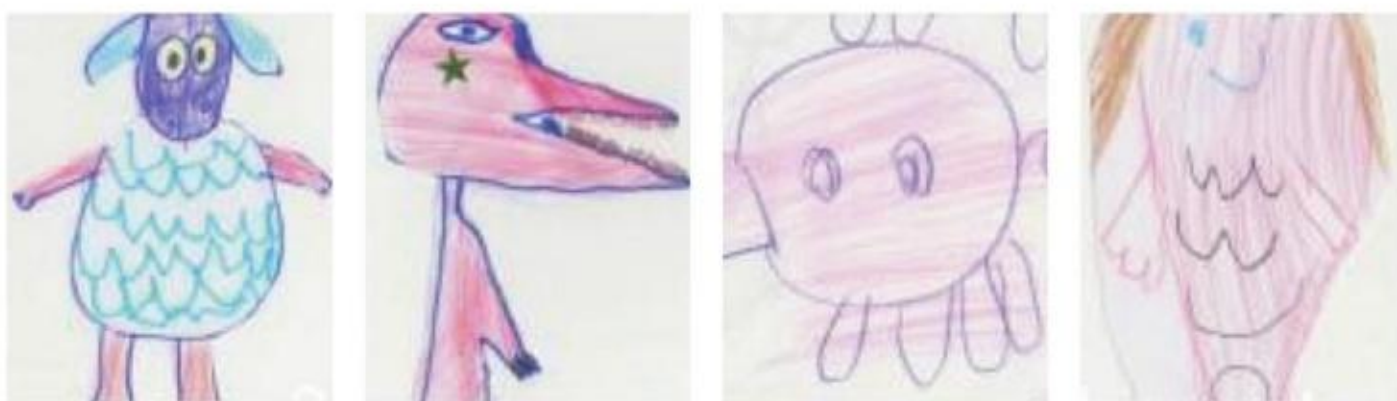
探究 3D 打印技术，尝试艺术创作。

3D 打印是一种快速、立体成型的技术，是在专门的 3D 打印机上，用粉末状金属或塑料等可黏合的材料，通过多层打印的方式来造型的技术。3D 打印有广泛的应用领域，如工业设计、建筑、文物复制、医疗模型等。

儿童涂鸦 3D 打印技术，可以根据儿童画原图进行 3D 打印，打印出来的作品具有和原图一样的色彩和精度。



3D 打印的四羊方尊



儿童画原图



根据儿童画原图用 3D 打印技术打印出来的雕塑



学生 3D 打印作品《桥梁设计》

使用 ABS 塑料打印材料，通过 3D 打印机打印，可以将画在纸上的构思转化成实际的物品。



学生 3D 打印实践活动之建模



学生 3D 打印实践活动之操作

第3课

艺术活动 促进科学创造

科学创造需要丰富的想象力，艺术实践是培养大脑想象力、创造力的重要途径。中外一些著名科学家的科学研究都曾得益于艺术。本课，我们将加深艺术对科学创造的作用的认识，在此基础上进行创意表现。

感知·关联

一、大脑创造力的培养

霍华德·加德纳是哈佛大学著名的教育心理学家，他提出了多元智能理论。这一理论认为，人类的智能至少包括八个方面：言语语言、数理逻辑、视觉空间、身体运动、音乐节奏、人际交往、自我意识、自然观察。

多元智能研究认为，提升大脑的创造力与上述八个方面智能的培养是正相关的关系。大脑智能结构发展得越平衡，创造力就越强。

多元智能的平衡发展与艺术教育息息相关，因此，教育不能忽视音乐、舞蹈、美术、戏剧等课程的意义。



信息链接

霍华德·加德纳提出的多元智能理论在教育领域产生了深远影响，他被誉为“多元智能理论之父”。

二、音乐活动促进科学创造

音乐是最能激发大脑想象力的艺术形式之一。心理学研究发现，音乐活动能将人的左右脑同时激活，促进全脑开发，进而培养大脑的创造力。

科学家爱因斯坦说过：“我的许多发明创造，都来源于音乐的启发。”

人的大脑分为左半球和右半球。左半球负责语言、文字、逻辑、推理等，右半球负责情感、创造、直觉、想象等。尽管人脑的两个半球各司其职，但二者整体上是协调运作的。

左右脑的平衡是形成创新性思维的重要条件。音乐表演活动可以增强脑神经的表象认知能力，连接多个脑区的活动，促进全脑发展。



爱因斯坦弹钢琴

信息链接

“综合乐感教育”产生于美国。20世纪下半叶，美国各学科专家探讨了培养下一代创造能力的方法，提出了“综合乐感教学法”，这种方法也被称为“发掘创造力教学法”。由此可见，音乐对全脑开发具有特殊作用。



钱学森

钱学森是我国航天科技事业的先驱和科技工作者的杰出代表，在空气动力学、航天工程、物理力学等领域作出了开创性的贡献。1991年，国务院、中央军委授予钱学森“国家杰出贡献科学家”荣誉称号和“一级英雄模范”奖章。

钱学森不仅是科学家，他在音乐、绘画、摄影等方面也都颇有造诣。听音乐是钱学森主要的休闲方式。他认为，音乐引发了他幸福的联想。“音乐

里所包含的诗情画意和对人生的深刻理解，使得我丰富了对世界的认识，学会了艺术的广阔思维方法。或者说，正是因为我受到了这些艺术方面的熏陶，所以我才能够避免死心眼，避免机械唯物论，想问题能够更宽一点、活一点。”

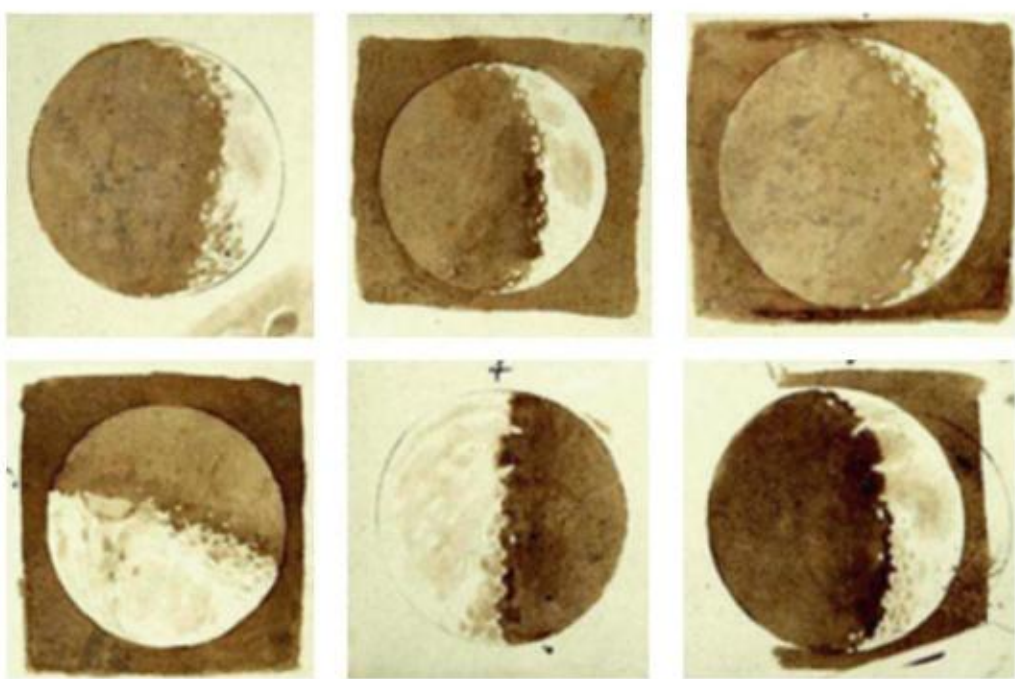
钱学森的这段话带给你怎样的启发？你有何感悟？

三、绘画活动促进科学创造

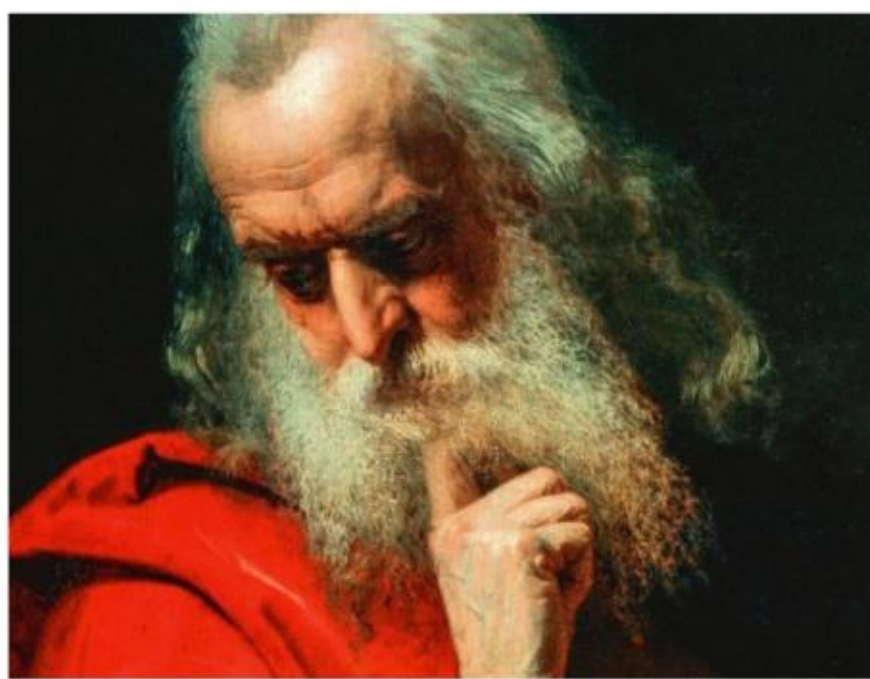
绘画活动的首要特征是空间表现。绘画创作能提升我们运用空间设计来表现事物特征的能力，进而培养大脑的形象思维和发散性思维。

伽利略是意大利伟大的物理学家、数学家、天文学家和哲学家。他从小爱好广泛，在音乐、绘画等艺术领域造诣很高。

绘画训练对伽利略的科学研究起到了重要的促进作用，他通过自制的望远镜观察月球，对光影的敏感使他敏锐地观察到了“地球反照”的现象，绘制了月球观测图。



伽利略绘制的月球观测图



伽利略

信息链接

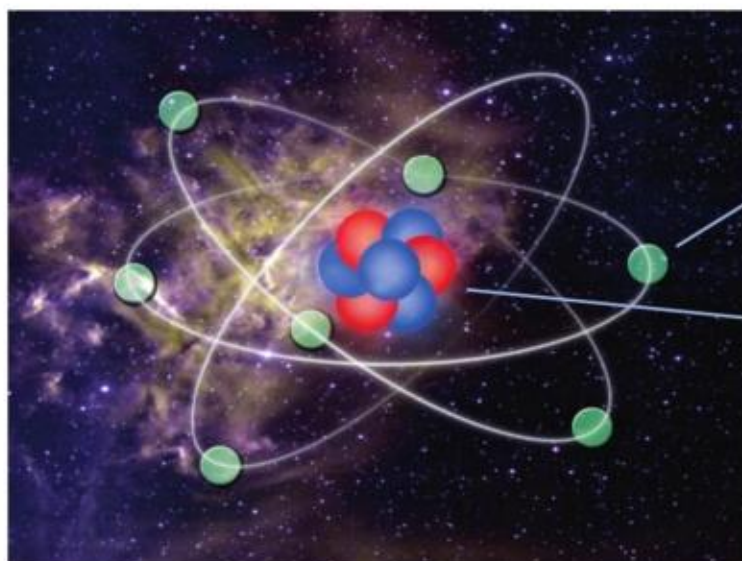
1609年，伽利略用风琴管和透镜制造出能放大30多倍的望远镜，用来观测天体。他被誉为“现代观测天文学之父”“近代科学之父”。

形象思维在科学研究中发挥着重要作用。

1911年，物理学家卢瑟福根据太阳系的行星运动和一系列实验，创建了“原子太阳系模型”，这一实验被评为“物理最美实验”之一。



卢瑟福



原子太阳系模型示意图

电子

原子核
(中子、质子)

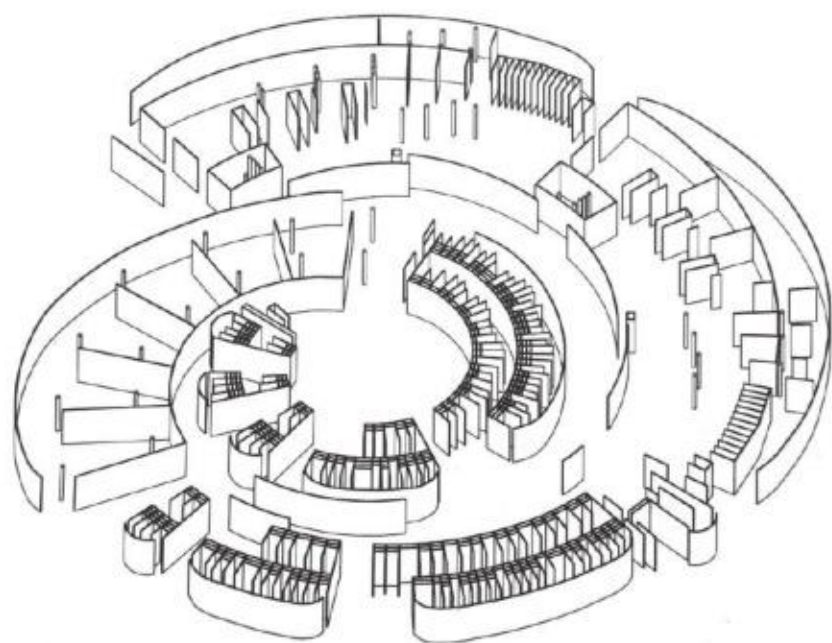
创意·表现

《螺旋星云》是美国先锋派作曲家乔治·克拉姆的一首作品。为了表现作品主题，乔治·克拉姆将乐谱设计成“螺旋星云”的形状。

观察乐谱并欣赏音乐，你有怎样的科学想象？用绘画或其他形式表现出来。



《螺旋星云》乐谱

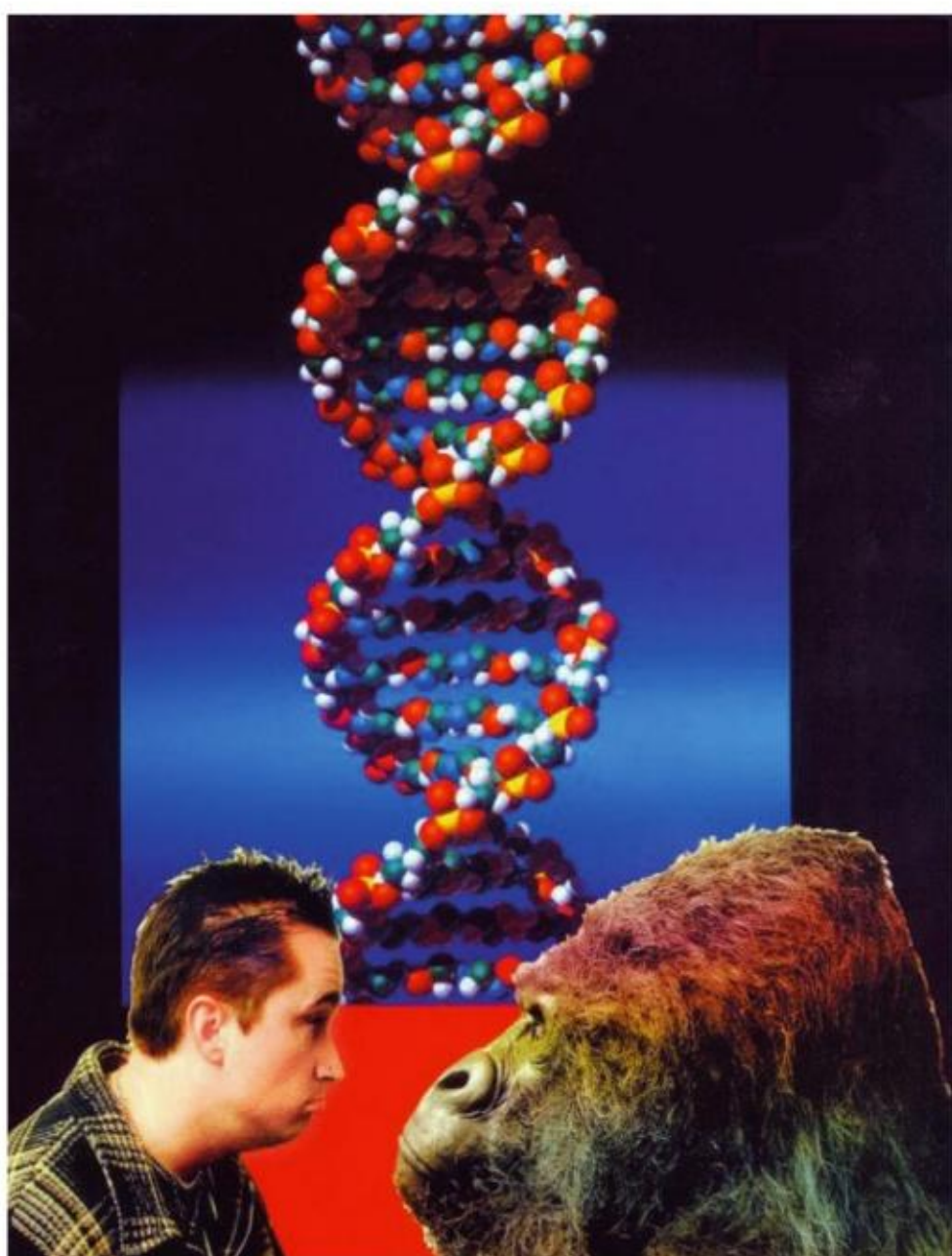


立体空间轴测图

信息链接

《螺旋星云》的乐谱形态引起了建筑学家的极大兴趣。当代建筑设计师王昀从该乐谱中获取灵感，设计出了立体化的空间图示。

20世纪50年代，美国生物学家沃森、英国物理学家克里克等人揭示了DNA的双螺旋结构。DNA双螺旋结构的揭示是划时代的伟大发现，在生物学发展中具有里程碑式的意义。



DNA 分子结构双螺旋形象



《生命》雕塑 集体创作

你能否选择某一科学现象，如某一定理、科学实验、未来科技等，通过艺术形象将其表现出来？

品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	你运用艺术形象表现了怎样的科学现象？其效果如何？与同学相互评价。
关联能力	请从脑科学的角度深入探讨艺术形象思维与科学创造力的关系。

二、拓展

1. 诗歌艺术与自然科学

选择自己喜爱的诗歌作品，从中探究诗歌表达的艺术意境与自然科学规律之间的关联。例如，屈原的《天问》是否体现出对茫茫宇宙的创意性阐释和推理？毛泽东的“坐地日行八万里，巡天遥看一千河”如何既巧妙地描写了地球的科学运动，又抒发了浪漫的艺术情怀？

2. 方法总结与自我评价

艺术在你的生活中重要吗？你平均多长时间欣赏一次音乐或参观一次画展？你是否喜欢唱歌或跳舞？你是否经常看电影？

在接下来的学习中，你将怎样开发自己的大脑？

3. “全才”与“偏才”

在历史上和现实生活中，有在多个领域都有突出造诣的“全才”，也有在某一领域独领风骚而在其他方面表现平平的“偏才”。例如，达·芬奇就是个“全才”，他思想深邃、学识渊博，他是画家、天文学家、发明家，还擅长雕刻、音乐，通晓数学、生物、地质等学科的知识；毕加索是个“偏才”，他上学时的数学成绩不佳，可他却在绘画方面表现出极高的天赋。

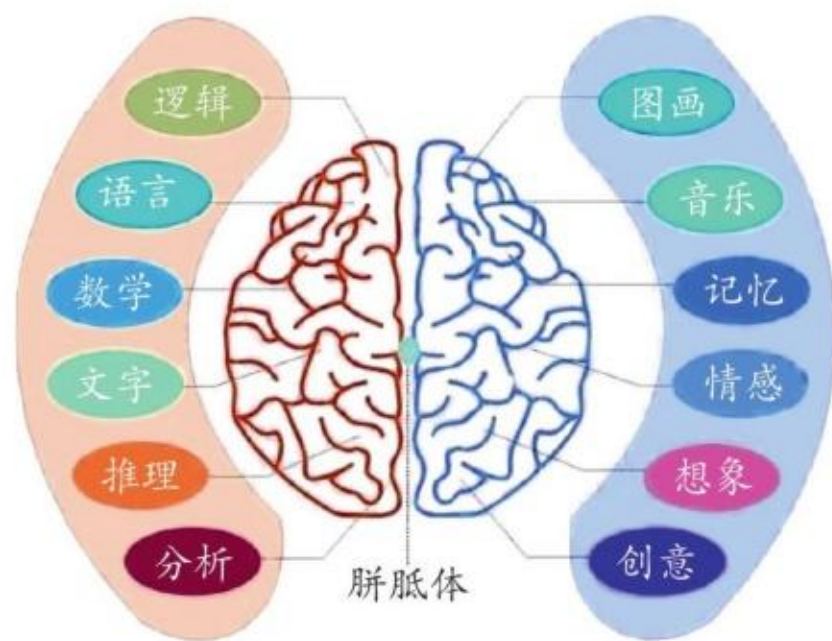
信息链接

多元智能理论对“偏才”的初步研究发现：大脑多元智能发展越平衡或越不平衡，都有利于创造力的开发，“全才”属于极端平衡，而“偏才”属于极端不平衡。

4. “裂脑人”研究

20世纪60年代起，美国加利福尼亚大学的罗杰·斯佩里等人对“裂脑人”展开了深入研究，并取得了巨大成就，影响深远。他们论证了左右脑分工理论，右脑长于形象思维，左脑长于抽象思维。

这一研究告诉我们，应注重大脑的整体开发，重视艺术教育。左右脑各有所长，应让它们亲密协作。只有这样，我们的大脑才会更聪明，才能胜任更具创新性的工作。



左右脑功能图

查阅相关资料，了解“裂脑人”的研究概况。

第4课

艺术、科学与生命

如今，艺术被应用于生命研究，如艺术对人类健康的影响，艺术对植物栽培的特殊功效等。本课，我们将了解相关事例，参与相关实验，不断领悟艺术与生命关系的真谛，深刻理解艺术美的其他意义——艺术美是生命共同体的宝贵资源，是生态和谐的象征和人类反哺生态的良药。

感知·关联

一、艺术与健康



齐白石作画

在中国古代，人们认为艺术具有修身养性的功能，艺术与宇宙万物相通。一方面，人应该通过艺术来涵养性情，达到天人合一的境界，从而达到“修身、齐家、治国、平天下”的目的；另一方面，涵养性情也是保证身心健康的重要途径。

欣赏书法、国画和古琴曲等艺术作品，特别是其创作过程的图片、音频和视频。

在医学领域，有很多利用艺术活动来改善患者生命状态的真实案例。

绘画被有效应用于心理治疗领域。有研究表明，绘画可以有效改善孤独症、多动症等患者的表达障碍。治疗专家还常常利用综合性的艺术活动（如综合绘画、黏土、拼贴等造型艺术）促使患者进行主动、连续性的情绪表达，改善患者的身心状态。



《幽篁坐啸图》〔清〕禹之鼎



多动症儿童的绘画作品

信息链接

在中国传统文化中，五音与五行、五脏等相联系，这表明用音乐来改善身体的思想和实践在中国古代就已存在。我们将继续探索认识、挖掘、应用、发展古代音乐养生的资源和方法。



边听音乐边跑步

请同学们观看艺术用于治疗、养生的相关图片和视频。欣赏“醒脑音乐”，感受艺术对人类身心健康的作用。

艺术能正面影响人的身心状态，经常被人们用于改善生产环境，提高生产效率。根据劳动类型，在生产环境周围涂上相应的颜色、粘贴某些图片、设置特殊灯光、播放合适的背景音乐，将有利于劳动者从事生产活动。



观看艺术提高生产效率的相关图片和视频。



二、艺术与植物栽培

艺术能对植物生长施加有利的影响。例如，特定色灯的光照和特定音乐的声波能促进植物的生长。对此，植物学研究有许多新发现，可以解释艺术助力植物生长的原因。

创意·表现

一、呵护生命，养花种草

以“花草”为主题绘画，并设计利用艺术促进植物生长的规划。

草色花香，赏心悦目，陶冶性情，可以增强人们的生命活力。我国民间流传着许多谚语，如“爱花养性，赏花长寿”“花中自有健身药”“常在花间走，能活九十九”等。作家老舍先生在散文《养花》中说：“我总是写了几十个字，就到院中去看看，浇浇这棵，搬搬那盆，然后回到室中再写一点，然后再出去，如此循环，把脑力劳动和体力劳动结合在一起，有益于身心，胜于吃药。”

养花种草需要讲科学，除根据花草的习性浇水施肥、修理花枝、调节温度和照明之外，还可利用音乐、色光等手段来促进花草的生长。我们要有呵护生命的爱心、细心和耐心，这样花草才会茁壮成长。

二、生活高雅，琴棋书画

弹琴、弈棋、书法、绘画是我国传统的修身养性的高雅艺术活动，合称琴棋书画，亦称“文人四友”。一首琴曲、一盘棋局、一篇书法、一幅绘画，都是人的心迹和对高品质生活的追求。

用平和不争的心态，和同学一道弹琴下棋、行书作画，体验艺术对于修身养性的作用。



品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	你在生活中有哪些“艺术养生”的习惯，与同学交流自己的体会。
关联能力	从生命科学的角度谈谈艺术的价值和功能。
其他	中国传统文化如何解释艺术与生命的关系？总结相关知识与体会，同学间交流和分享。

二、拓展

1. 实地调查

进行实地调查，试着为植物栽培园地提供有关艺术的科学种植的建议。

2. 事例搜集与分享

搜集国内外科学利用艺术的其他事例，与大家分享。

3. 二十四节气

探究二十四节气的科学性与艺术性。“春雨惊春清谷天，夏满芒夏暑相连，秋处露秋寒霜降，冬雪雪冬小大寒。”这首《节气歌》表明了二十四节气的先后顺序。

二十四节气是几千年来我国各地农民从事农事活动的主要依据，凝聚了中华民族深厚的精神文化内涵。二十四节气已入选联合国教科文组织“人类非物质文化遗产代表作名录”。

我国劳动人民创造了许多与二十四节气相关的民俗艺术活动，侧面反映出人们对科学的崇敬和对艺术的热爱。

了解在二十四节气时举办的艺术活动，感悟艺术与科学在民俗生活中的关联，与同学交流。可根据自己对二十四节气的理解，为各个节气配图。





第四单元

艺术与科学的 融合发展

本单元，我们将了解当代艺术创作与表演的新方式，掌握使用相关艺术设备的技巧，感受虚拟现实等高科技带来的艺术创新，反思人工智能的局限，深刻认识艺术与科学的联系和区别。

我们将在“感知·关联”板块，体验当代艺术中的新科技、新手段，认识科技发展对艺术实践的促进作用；在“创意·表现”板块，通过艺术创作实践，提高利用科技设备进行艺术创造的能力，反思科技手段的局限性；在“品评·拓展”板块，通过艺术鉴赏与知识拓展，思索当下的艺术，展望未来的艺术。

- 第1课 新的艺术创作方式
- 第2课 新的艺术表演方式
- 第3课 虚拟技术与艺术
- 第4课 人工智能与艺术

第1课

新的艺术创作方式

如今，计算机和手机软件的艺术功能越来越丰富，数字化的图像、音频、视频等成为生活中常见的艺术表现形式。本课，我们将进一步了解并掌握艺术创作的相关技术，在感受新的艺术创作方式的同时，提高应用和创造艺术的能力。

感知·关联

一、计算机上的艺术创作

1. 计算机绘画

计算机绘画的用途很多，在动画创作、广告制作、网页制作、服装设计、建筑绘图等领域都有应用。它的优势在于颜色处理真实、细腻、可控，便于修改、复制和传播。



计算机绘画《中国抗疫图鉴》之《建设“火神山”》罗计坤等



线稿



上色



完稿



计算机绘画《中国抗疫图鉴》之《建设“方舱”》罗计坤等



线稿



上色



完稿

《中国抗疫图鉴》是使用图像处理软件外接手绘板进行创作的。对比《建设“火神山”》与《建设“方舱”》局部图的线稿、上色、完稿三个创作阶段，说说作品经过了哪些艺术处理。你知道计算机绘画和图片后期处理可以使用哪些软件吗？

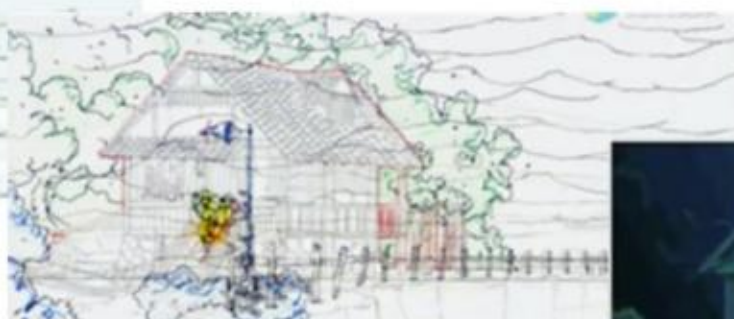
2. 电影创作

在平面设计的基础上使用计算机动画软件，能创造出奇幻的动画世界。

动画电影《大鱼海棠》中一个场景的电脑创作过程如图。



① 房屋的三维建模



② 背景的三维建模



③ 最终效果

后期制作是影视创作中必不可少的环节，包括为影片添加特效、文字、声音等。后期制作软件有平面软件、合成软件、非线性编辑软件、三维软件等。

信息链接

《少年派的奇幻漂流》是由李安导演的一部三维（3D）电影。这部影片讲述了少年派在遭遇海难后与一只孟加拉虎在救生小船上漂流了227天，最终共同战胜困境、获得重生的故事。

▶ 请观赏电影《少年派的奇幻漂流》片段。

电影《少年派的奇幻漂流》中一个场景的计算机后期制作的过程如图。



① 用影视特效软件把镜头中的蓝色抠除，并跟踪蓝色墙壁上的红色、白色标记，计算出摄像机的路径。



② 把后期制作的海洋合成于背景中。



③ 添加老虎贴图。



④ 加入老虎贴图，并根据船舱轮廓，遮掉老虎身体的局部。



⑤ 为老虎打上镜头中预设的光源，渲染出最终效果。

3. 音乐创作

在使用音乐制作软件处理音频时，可以进行音频剪辑、拼接、叠加、音量控制等，还可以利用各种音效插件调整音频音效。

进行“迷笛”（MIDI）音乐创作的基本操作与音频剪辑的操作相似，只是不插入波形文件，而是直接打开 mid 格式的文件。如果要输出波形文件，就要通过录制的方式将其转录成其他格式的文件。

“迷笛”制作可以采取乐谱输入、钢琴卷帘谱输入和外接键盘输入或直接弹奏再后期调整的方式录入音符。

二、手机上的艺术创作

手机是现代生活中重要的沟通媒介，手机应用程序也越来越丰富。我们可以运用手机应用程序来进行图片美化、绘图、视频编辑、编曲等。

1. 手机的绘图功能



手机写生草图



手机写生效果图

2. 手机的修图功能



学生作品《超越梦想》（使用蒙版与涂抹工具后的效果）

3. 手机编曲软件

手机编曲软件突破了只能通过电脑进行“迷笛”音乐制作的局限，更简单、方便地为业余音乐爱好者提供音乐创作的空间。在手机编曲软件上，可以选择钢琴、吉他、架子鼓、提琴组及其他乐器的音色，有的软件上还有大量预录的样本旋律及合成乐器样本，可以通过外接乐器或用软件自带的虚拟界面输入旋律。

创意·表现

一、绘画与后期制作

使用计算机软件创作绘画作品，或对自己的摄影作品进行后期制作。

二、手机编曲

选择一首你喜欢的民歌，使用手机编曲软件为旋律编配和声及配器。

品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	分析课上完成的艺术作品，从技术角度谈谈它们与传统艺术作品的区别，同学间相互评价。
关联能力	计算机或手机上的艺术创作使艺术的呈现方式更加多样，请与同学探讨科学技术与艺术的关系。

二、拓展

在使用计算机或手机进行艺术创作时，你运用了哪些软件？创造出哪些特效来凸显作品的主题？课后进行总结。

用手机拍摄一张校园风景的图片，选用手机软件给图片配上文字，为学校文艺活动制作宣传海报，完成后利用学校网络进行展示。浏览其他同学的作品，并为他们写出点赞文字。

选择一款计算机三维模型制作和渲染软件制作一个电影场景。

以中国某个传统节日为主题，创作一段音乐视频，与同学分享。

第2课

新的艺术 表演方式

现代科技发展为艺术提供了新的可能性和新的呈现方式。本课，我们将感知、体验运用现代科技新手段表现的艺术，激发想象力，在实践中展现自己的创意，并将这样的能力延伸、应用到学习和生活等领域，加深对艺术与科学关联的理解和对人类自身的理解。

感知·关联

一、虚拟世界的音乐

在计算机创造的3D虚拟世界里，有许多“概念乐器”。虚拟音乐场景的创造者以吉他、铜号、竖琴和鼓等现实世界的乐器为蓝本，通过想象创造出这些虚拟世界的乐器。在虚拟的世界里，这些乐器被拟人化，自己演奏自己。

在没有人类的虚拟世界，音乐为谁鸣响？这些虚拟空间的艺术给予现实中的我们怎样的感受？假如太空生物接收到这些视频和音频信号，它们将如何理解其中的意义？



虚拟音乐场景一

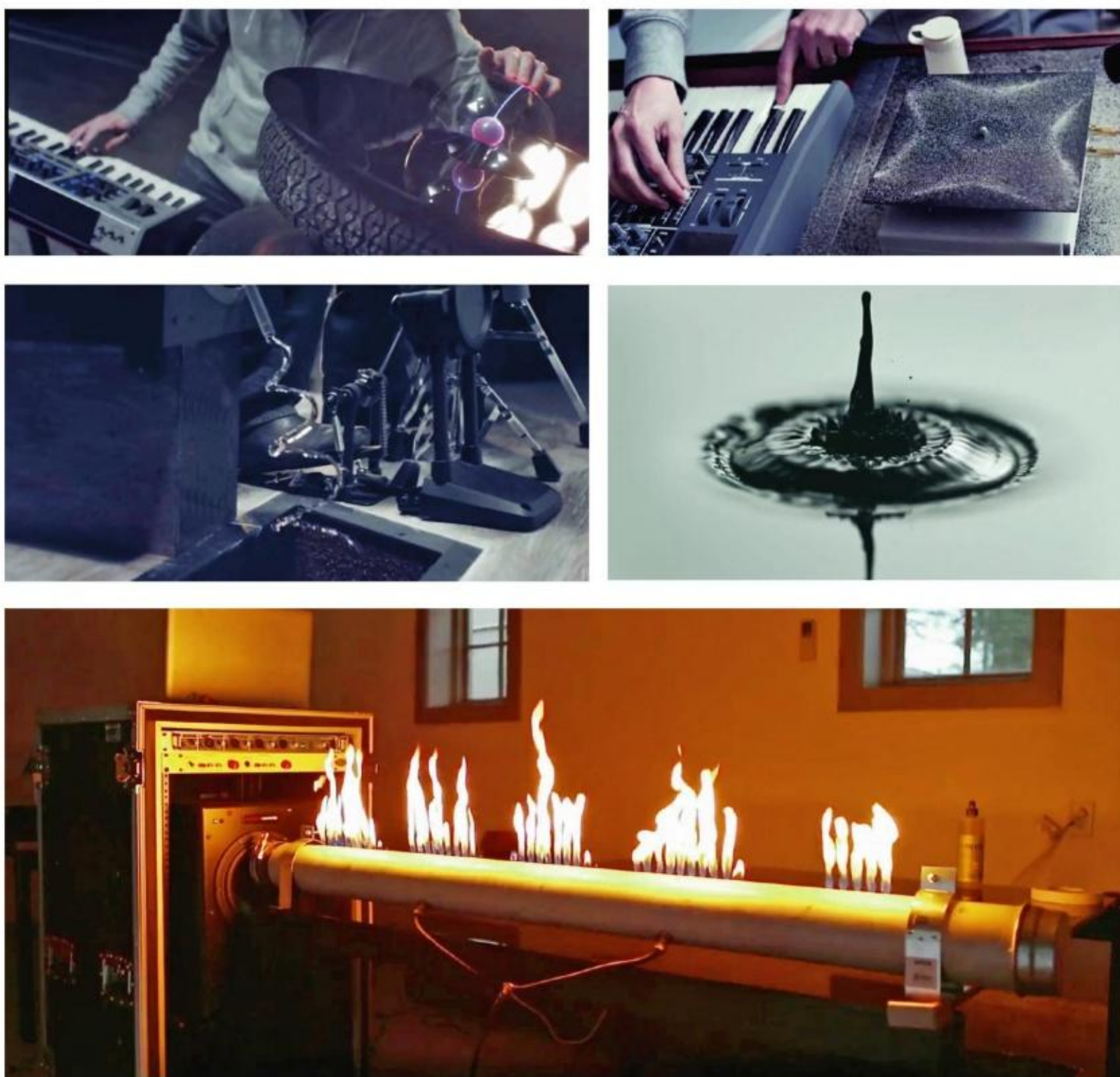


虚拟音乐场景二

二、看得见的音乐

运用现代科技，将乐器与某些设备连接起来，这些设备被音乐激发出各种图形，如弯曲的水柱、闪烁的电弧等，这就是“看得见的音乐”。这种新的“视听艺术”需要艺术家现场表演。

这些图形带给你怎样的感受？在艺术与科学结合的空间里，艺术家的表演有何特殊性？



乐器与某些设备连接后，声波激发出的图像

三、人工智能伴奏系统

人工智能对音乐活动产生了积极而深远的影响。2018年11月26日，中央音乐学院举办了“AI之夜——音乐人工智能伴奏系统音乐会”，首次采用信息化的人工智能交响乐团——“信息爱乐”为表演者伴奏，其智能化和人性化得到了演奏者的赞许。

“信息爱乐”作为一个人工智能系统，专门为古典音乐表演者设计，其最大的特征是根据表演者的二度创作随时改变伴奏的速度和声音。“信息爱乐”的不断升级和普及，必将推动中国音乐行业的人工智能化发展。

四、魔幻双人表演

实物投影能够将水平面的表演投射于竖直的平面，造成新的“可能空间”和各种奇妙的效果。

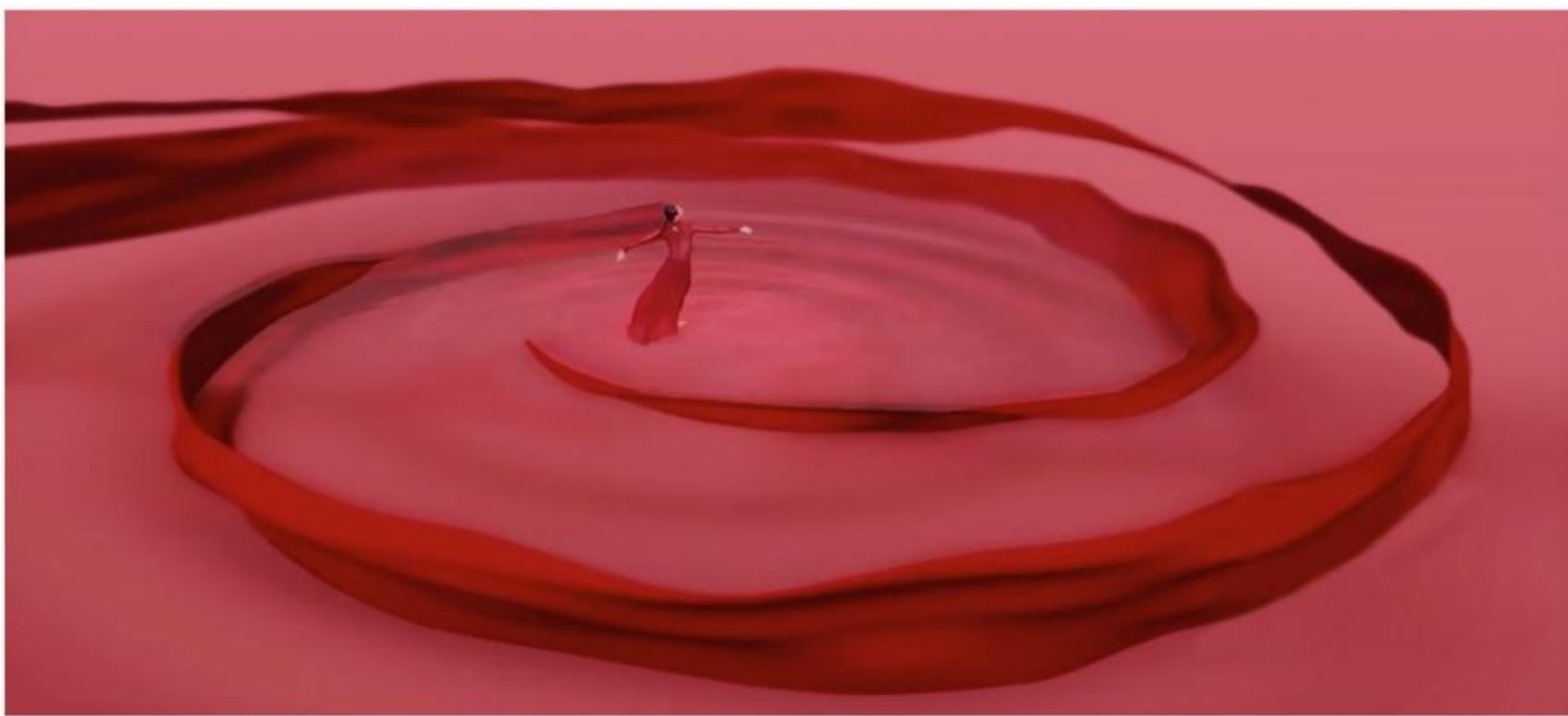


魔幻双人表演

感知魔幻双人表演独特的艺术语言，思考水平面的现实性如何造成投影的超现实性。这种魔幻双人表演带给我们怎样的启示？

五、魔幻乐舞

魔幻乐舞的表演者利用光学提供的可能性，在舞台上创造出虚幻的世界。表演者不时神秘消失和出现。他们的动作还能撩起各种色光。



多媒体舞蹈《红》

节目设计：魏思佳

表演：郝若琦

有些艺术家对艺术表演中科技手段的运用持怀疑和批判的态度。他们认为，过分使用高科技会限制艺术家真实情感的表达，甚至会遏制观众的想象力。著名舞蹈家帕特里克·德·巴纳曾说：“科技也许是艺术的头号敌人。”

如何解决艺术表演中科技手段与艺术表现的冲突？请发表你的看法。

六、赛博格的艺术

赛博格（Cyborg）指局部电子人或生化电子人。

给人体加上特定的电子设备，能够形成有机与无机结合的特种人——赛博格。许多电影都运用了艺术的形式表现赛博格的特殊能力。

观看《X战警》等影片，体验艺术世界中赛博格的魅力。如果有一天X战警真的在现实中出现，我们该怎样定义“他”——是人类？还是机器人？

七、机器人的艺术

如今，人工智能被广泛应用于艺术领域，机器人可以演奏乐器、表演舞蹈。



机器人演奏乐器



机器人表演舞蹈

创意·表现

一、舞蹈创编

在科技高度发展的时代，已经出现艺术家模仿电子艺术或受电子艺术的启发来进行创作的现象。例如，20世纪著名的作曲家泽纳基斯受电子音乐的启发，将电子音乐声学思维带入自己的创作。多年前，舞蹈界也有人模仿木偶编舞。当木偶行为自动化，就成为了机器人。迄今为止，机器人的机械动作还无法做到像人类那样灵敏、连贯、有意韵，但我们去模仿它们，却别有一番风味。请尝试创编模仿机器人的舞蹈，并在教室里表演。

二、短剧创编

表现人类与机器人交往的艺术作品虽然不多，却能给人带来新颖的感受，引发人们的思考。如今，这种题材的科幻电影作品逐渐增多。请自编自导自演题为“我与机器人”的小品或音乐剧片段，在教室里表演。

三、欣赏与交流

观看机器人演奏钢琴的视频，谈谈自己的感受。机器人的演奏可能很精准，但艺术活动作为一种精神活动，充盈着人类的情感，这一点是机器人的演奏难以实现的。



机器人演奏钢琴

讨论：在艺术领域，机器人做不到的事情有哪些？

品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	探讨舞蹈创编和短剧创编两个活动中的相关问题，交流自己的感受，提出自己的想法。
关联能力	科技发展使艺术与科学的关联更紧密，新的艺术表演方式体现了二者的深度融合。结合本课内容，谈谈自己的认识。

二、拓展

搜集更多艺术与科技关联的事例，与同学分享。

观看电影《机器管家》，思考：人类与机器人各有哪些优缺点？二者的界限在哪里？你希望与机器人共享未来生活吗？写一篇观后感与同学分享。



电影《机器管家》剧照

有些科学家（如霍金）对机器人的不断升级可能造成的负面影响表示担忧。对此，你有什么看法？阅读相关文献，深入思考艺术与科学的各种问题。

第3课

虚拟技术与艺术

虚拟现实（Virtual Reality，以下简称VR）技术改变了人们接触艺术的方式，沉浸式的体验丰富了我们的感受。本课，我们将对虚拟现实技术与艺术的关系有更深入的认识，在欣赏的基础上进行艺术创意和评价。

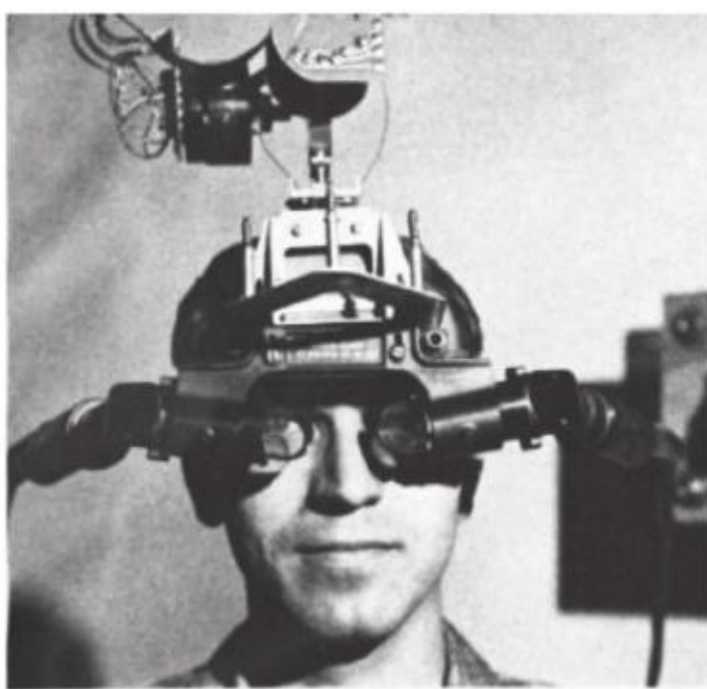
感知·关联

一、虚拟现实技术的发展

虚拟现实是一种计算机仿真系统，它可以创建一个高度逼真的虚拟环境，体验者可以通过虚拟现实设备沉浸其中，进行交互式体验。目前，虚拟现实技术已被广泛应用于军事、医疗、教育、艺术、娱乐等领域。



早期的虚拟现实设备



早期的VR头盔

20世纪60年代就已经出现了虚拟现实设备。人们坐在椅子上，把头伸进设备中，通过三面显示屏来形成空间感，从而获得虚拟现实体验。

课下查阅相关资料，了解虚拟现实技术的发展历史，写一份简要的调查报告。



虚拟现实设备

二、影视作品中的虚拟现实技术

随着人类社会的不断进步，影视娱乐逐渐成为人们文化生活的重要组成部分。近年来，随着一些应用虚拟现实技术的影视作品（如《阿凡达》《头号玩家》）在全球热映，人们开始了解并熟悉虚拟现实技术。

作为一种多元信息融合、交互式的仿真技术，虚拟现实技术改变了我们对影视作品的传统认知。运用虚拟现实技术创作出的虚拟空间具有现实感，观赏过程不局限于视听感官，触觉、嗅觉都可参与其中。

随着第五代移动通信技术（5G）时代的来临，数据传输速率极大提升，影像的清晰度及仿真体验远超从前。5G带给我们的不仅是生活及交流方式的革新，还为艺术创作和发展提供了技术支持。



借助虚拟现实设备进行虚拟体验

观看电影《头号玩家》片段，了解VR电影技术，体验其艺术效果。

三、数字艺术博物馆

向数字化转变是当今人类社会文化发展的基本趋势。数字技术的广泛运用，使艺术传播有了新的途径。

随着我国数字技术的发展，数字艺术博物馆逐渐被人们熟悉。人们足不出户就可游览名胜古迹，游历大好河山。



皮影数字博物馆页面

皮影数字博物馆充分利用现代信息技术，对皮影艺术资料进行数字化采集和管理，通过影音、动画等形式展现传统艺术的风采。



“全景故宫”数字博物馆页面

“全景故宫”带你尽情赏游故宫，领略中国文化的魅力。

利用课余时间登录相关网站，游览数字艺术博物馆。你对数字艺术博物馆的建设有何建议？



法国巴黎数字艺术博物馆

数字艺术博物馆让美术作品焕发新的光彩。数字技术能将美术作品放大并投射至三维空间，使作品的呈现方式发生变化，展现出立体的景观。欣赏者能够沉浸其中，切身感受艺术作品的美。

数字艺术博物馆在设计上综合了虚拟现实技术、网络技术、视觉效果技术等，人们进入其中，就仿佛进入了一个超现实的世界，能够产生非同一般的审美体验。

信息链接

虚拟现实技术的三个基本特征：

- ① 沉浸感，参与者沉浸于虚拟环境中，产生“身临其境”的体验；
- ② 交互性，参与者通过 VR 交互设备与虚拟环境中的对象进行互动；
- ③ 构想性，参与者在虚拟环境中激发想象，构想未来世界。

四、雕塑中的虚拟技术

将多媒体技术应用于雕塑创作，是一种新的跨界式的艺术探索。《变脸——西方邂逅东方》就是这类作品的代表。

《变脸——西方邂逅东方》的创作者以著名雕塑作品《大卫》的头像为基础，运用多媒体技术，把中西方的一些人物头像或中国戏曲脸谱投射在雕塑上，投影与《大卫》的头像重叠，生成一种与众不同的视觉效果，以此实现中西方文化的碰撞与融合。



《变脸——西方邂逅东方》吴雅琳

类似作品还有《合璧——艰难的回归》。

由于历史原因，我国古代大量的佛像雕塑流失海外，很多留存的雕塑也已不完整。该作品中的无头佛像现存于欧洲某博物馆，是我国唐代的雕塑作品。创作者有感于这种缺憾，运用虚拟投影技术对其加以弥合，巧妙地“复原”了这尊佛像的全貌。

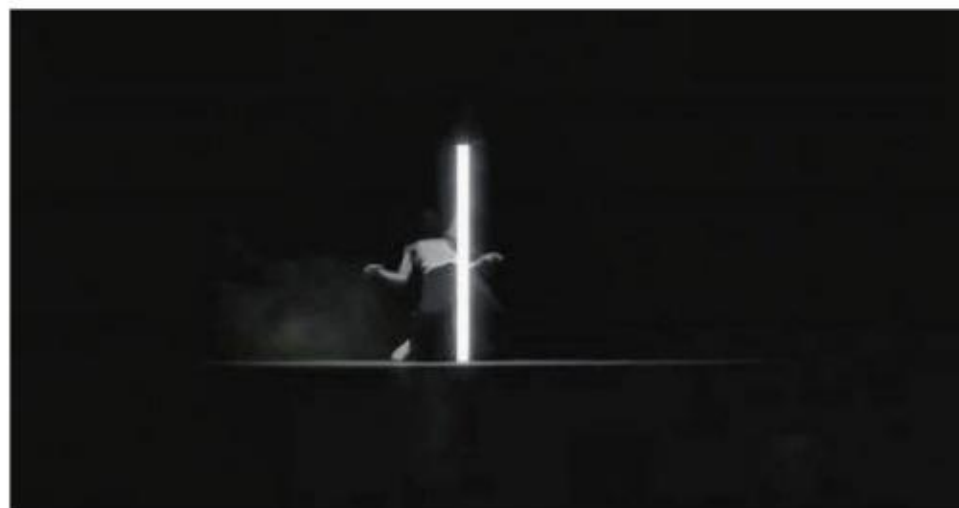


《合璧——艰难的回归》吴雅琳

五、舞蹈表演中的虚拟技术

3D全息投影技术为舞蹈艺术的发展注入了新的活力。立体化投影与舞蹈家的身体语言相融合，呈现出奇幻、美妙的舞台效果。

舞蹈作品《与光同舞》的舞台背景为黑色，表演围绕光源展开。表演过程中，地板光源的形状变化、道具光点与舞蹈动作的融合，使舞蹈家的表演极具感染力。



舞蹈表演《与光同舞》

信息链接

3D全息投影技术与虚拟现实技术的区别：3D全息投影技术是一种利用光的干涉和衍射原理记录并再现物体形态的三维图像技术，观众无须佩戴设备就可以看到立体化的虚拟图景；虚拟现实技术构建的是一种交互式的计算机仿真系统，体验者需佩戴相关设备才能沉浸其中。

创意·表现

一、体验“形象变换”

参考《变脸——西方邂逅东方》，用绘画的方式设计“形象变换”效果图。

二、设计“VR艺术课堂”

“VR全景教育”正在国内逐步兴起。这种教学方式不仅可以增强学生学习的主动性，营造生动的学习氛围，还有利于发掘更多的教学资源。目前，国内有不少学校建设了虚拟体验教室。

在这种虚拟环境中，我们可以同古往今来的众多艺术大师对话，可以欣赏到国内外博物馆里的珍贵艺术品，还可以在“VR艺术课堂”上进行艺术创作，并请自己仰慕的艺术大师对自己的作品进行点评。设想一下未来的“VR艺术课堂”，撰写一份设计报告。

数字艺术博物馆改变了艺术作品的呈现方式，也改变了我们欣赏艺术作品的方式。新的艺术呈现方式与传统的艺术呈现方式有怎样的关系？哪些东西是新技术无法完成或表现的？从艺术与科学之关系的角度，针对上述问题展开讨论。

品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	你是如何设计“形象变换”效果图的？与同学分享并相互评价。
关联能力	总结虚拟现实技术在艺术实践中的主要特征，它从哪些层面表现了艺术与科学的关联？

二、拓展

目前，多人互动式的VR电影已经诞生。观影者进入虚拟空间后，可以化身为影片中的角色，并能与其他角色自由交流，这让观众参演成为可能。观众参演的过程会被实时记录并合成混合现实（MR）影片，方便观众再次观看。

你知道VR、AR、MR的区别吗？请课下查阅相关资料，并根据自己的体验，谈谈这三种技术在艺术作品中的应用及其价值。

VR绘画系统为美术创作提供了新方式。传统绘画在一个平面上完成，而利用VR技术及相关设备，艺术家便可以在一种立体化的虚拟场景中进行创作。目前，这种绘画技术还处于研发过程中，相信在不远的将来，它将会对画家的创作产生积极作用。请查阅相关资料，与同学分享你的感受。

运用VR设备，画家能够在立体空间中自由创作，将创作空间从2D转换成3D。这是一种更直观的创作方式，给予艺术家更多的创意空间。



画家利用VR设备进行立体空间创作

第4课

人工智能与艺术

科学求真，艺术求美。科技发展可以促进艺术繁荣，但技术不能取代艺术。在使用科技手段进行艺术创作时，我们不能丢失艺术的灵魂——人文精神与感性需求。本课，我们将对艺术创作中的人工智能（Artificial Intelligence，以下简称 AI）技术进行反思，并对科学与艺术关系的本质有更透彻的认识。

感知·关联

一、阿尔法围棋（Alpha Go）

“阿尔法围棋”是研发团队研发的人工智能围棋高手，它战胜了世界围棋冠军，引起全世界的关注和讨论。

2017 年，研发团队推出了增强版“阿尔法围棋”，代号 Alpha Go Zero。



“人机大战”

信息链接

“阿尔法围棋”的基本工作原理可以概括为：计算机运用深度学习算法处理数量巨大的历史样本，得到一个预测模型，并以此处理与历史样本同质或相似的新样本。

“阿尔法围棋”的胜利是否可以说明人工智能比人类聪明？

二、人工智能的艺术创作

人工智能机器人已经出现在艺术创作的各个领域。

1. 人工智能创作的美术作品

2015 年，德国科学家研制出了“智能画家”。基于深度学习算法，“智能画家”掌握了凡·高绘画的“秘密”，并能创作出一些真假难辨的作品。

2018 年，在纽约洛克菲勒中心的艺术品拍卖会上，一幅名为《埃德蒙·德·贝拉米》的 AI 画作以 43.25 万美元的价格被某商家购买。人类历史上第一幅



AI 智能绘画作品《埃德蒙·德·贝拉米》

AI 画作就此拍卖成功。这个价格比同期拍卖的著名画家创作的美术作品的价格还要高。

为什么 AI 绘画作品比著名画家的作品价格还要高？是因为它的创作有更高的艺术价值吗？

2. 人工智能创作的音乐作品

AI 不仅可以绘画，还可以作曲。2016 年诞生的人工智能虚拟艺术家（AIVA）就是一款可以创作音乐的人工智能产品。AIVA 通过聆听伟大作曲家（如莫扎特、贝多芬、巴赫等）的音乐作品来学习作曲。

2018 年，AIVA 发布了首张中国音乐专辑《艾媧》。



《艾媧》专辑海报

欣赏 AIVA 的音乐作品，并将其与人类创作的音乐作品进行比较，二者有何异同？

随着社会的发展，人工智能在艺术实践的各个层面都发挥着重要的作用。例如，人工智能能提升人的艺术想象力和创造力，从而促进艺术教育的发展；又如，人工智能在平面设计、环境设计等领域的运用，使艺术创意变得更为便捷。

三、人工智能的模仿与艺术的创新精神

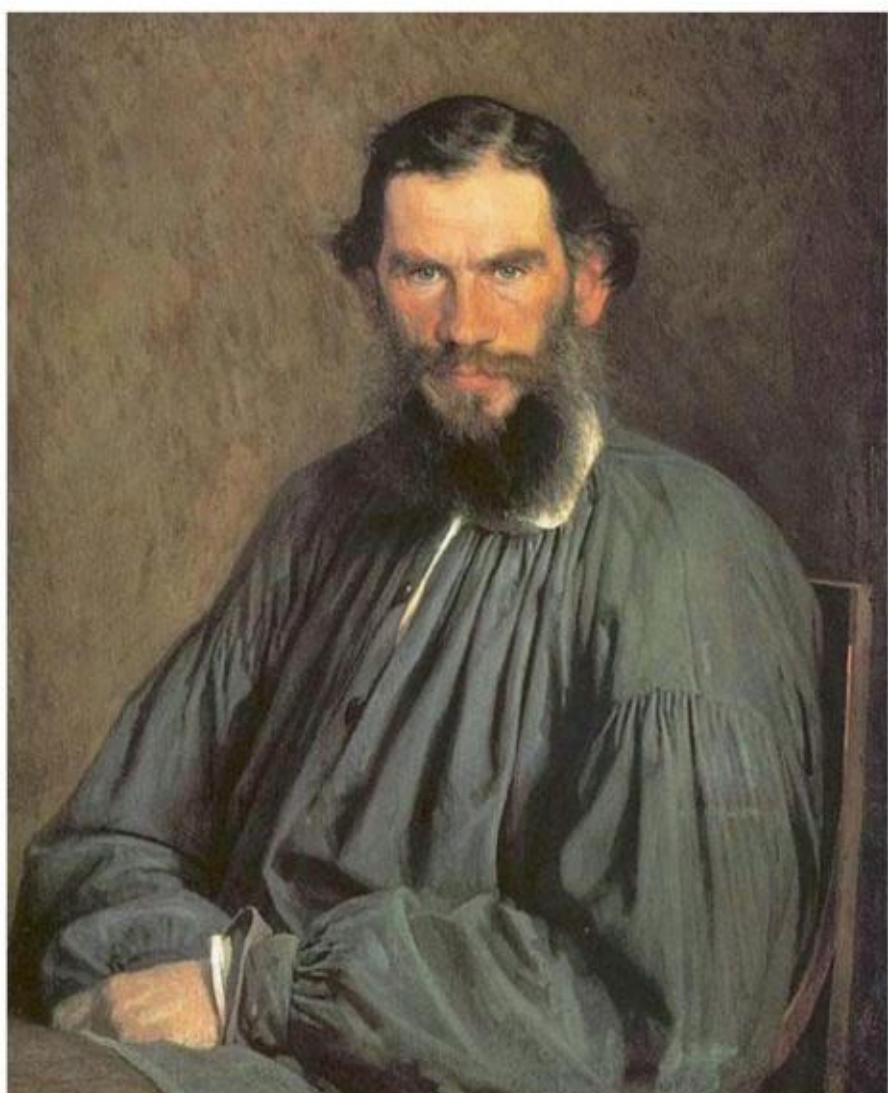
AI 可不可以取代艺术家？

分别欣赏由 AI 创作的美术作品与由人类艺术家创作的美术作品，看看二者的差异，反思人工智能的不足。

为了让“智能画家”创作出更优秀的作品，技术人员输入了 14 至 20 世纪的 15 000 多幅肖像画让它“练手”。上面提及的《埃德蒙·德·贝拉米》是“智能画家”创作的第 15 001 幅作品，该作品为“贝拉米家族”智能画作系列之一。



“贝拉米家族”智能画作系列之一



油画《托尔斯泰肖像》[俄国] 克拉姆斯柯依
特列恰科夫画廊藏



油画《珍珠女郎》[法国] 柯罗
卢浮宫博物馆藏

通过对比 AI 智能画作与艺术家创作的绘画作品可以看出，艺术家的画作更具有人文精神，而 AI 智能画作给人“机器复制”的感觉。

艺术创作及审美是深度的生命体验活动。人类不仅能在艺术活动中获得精神升华，还能通过艺术实现人际情感交流。无论人工智能发展到何种程度，这种深度的艺术审美体验及情感交流都是其无法完成的。

传达情感是艺术家进行创作的基本目的。艺术作品蕴含情感，可以引起我们心灵的共鸣。欣赏人类早期的岩画艺术，你有怎样的审美感受？这种感受与你欣赏人工智能画作时的感受有何不同？



宾贝特卡岩画
印度

宾贝特卡岩画是印度发现的少数史前洞穴岩画之一，描绘了洞穴居民的生活与他们日常生活中遇到的动物（如老虎、狮子、牛和鳄鱼等）。红色和白色是这些岩画中最常用的颜色，但偶尔也会看到绿色和黄色。

智能机器人“王阳明”写下了“知行合一”四个大字。有人分析，这些字与王阳明的真迹对比，还原度高达90%。

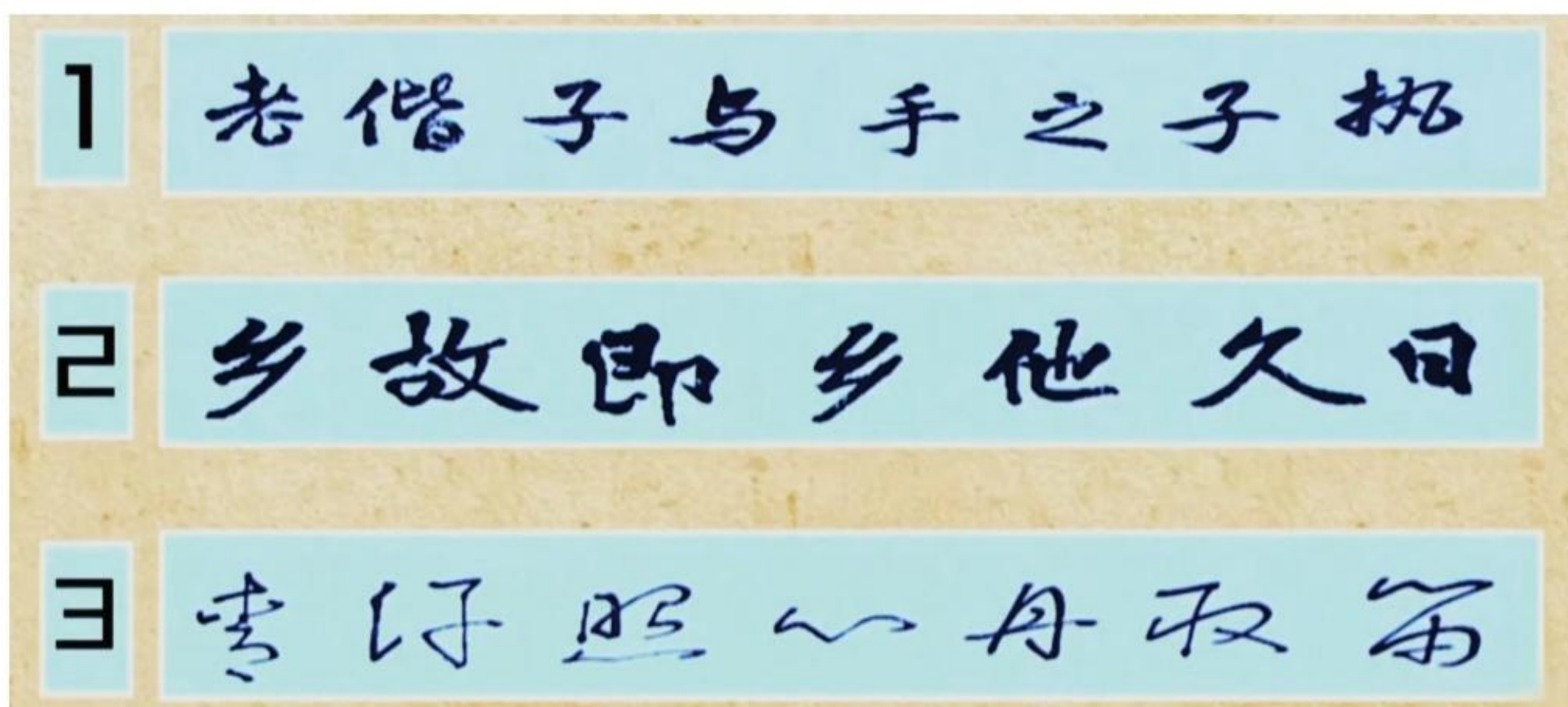
中央电视台曾组织过一场“书法大战”，其中有临摹与创作两个环节。在创作环节，智能机器人“技不如人”，告负！

人工智能的模仿能力很强，因此智能机器人“王阳明”的书法还原度较高。但艺术家会在模仿之外谋求技术的变化，呈现个人风格。这一点是智能机器人无法做到的。



智能机器人“王阳明”在创作书法

AI创作的作品，是对特定技术的机械应用，不能对技术本身进行反思，这也体现出人工智能的局限性。因此，AI创作的作品缺少“灵性”，无法表现出审美个性。



书法机器人的作品

创意·表现

一、诗歌创作与讨论

创作一首诗歌，体会创作中的情感表达和思维过程。

对人工智能机器人“小冰”的作品进行评价。

那些时间的空气

小 冰

我凝望着树叶，
一桩桩更鲜艳的春花，
能在萎靡的花园内，
遇不见一个可爱的遗痕里，
在秘密的树林里，
有时共浴在鲜艳的青春的可恨的花园内，
明知今夜月色之梦爱，
那些时间的空气。



信息链接

“小冰”研究了 519 位中国现代诗人的作品，通过对几千首现代诗的学习，获得了创作现代诗的能力。目前，“小冰”已发表了大量的诗歌作品。

针对“小冰”的诗歌集《阳光失了玻璃窗》，开展课堂辩论赛。

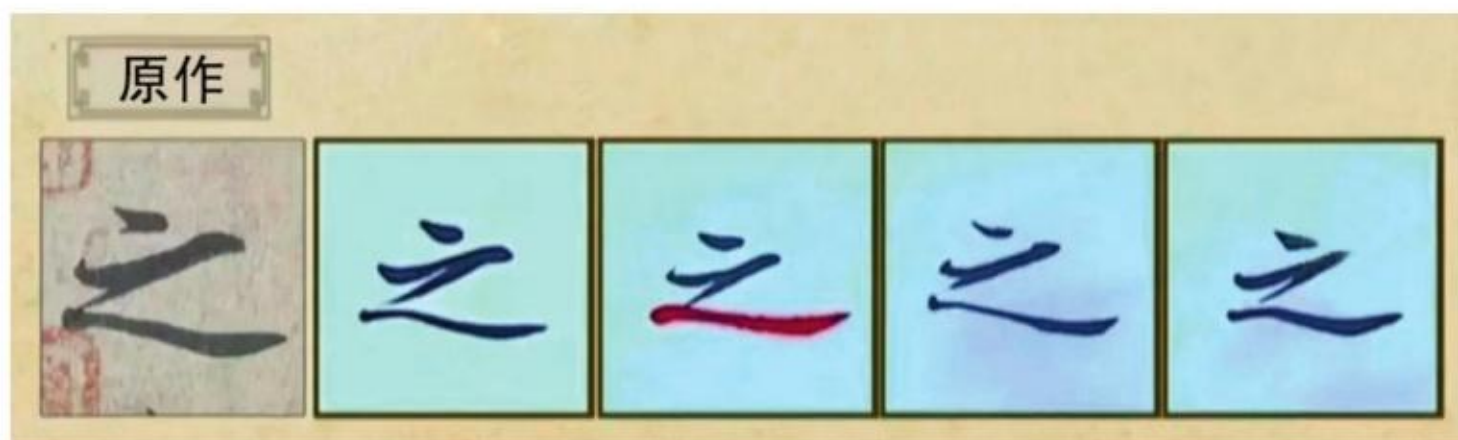
甲方观点：“小冰”的诗歌创作有很高的文学价值，人工智能创作会在不久的将来取代文学家的创作。

乙方观点：人工智能不能表达人类情感，因此“小冰”的诗歌没有文学价值，人工智能创作永远不能替代文学家的创作。

二、欣赏与讨论

在中央电视台组织的“书法大战”中，中央美术学院的三位研究生与智能机器人共同临摹《兰亭集序》中“会于会稽山阴之兰亭”的“之”字。智能机器人在临摹这一环节取胜。

你觉得下面这幅图中的哪个“之”字是智能机器人写的？为什么？试着临摹原作，与智能机器人写的“之”字进行对比。



品评·拓展

一、品评

品评维度	品评内容
课堂表现	人类创作的诗歌与“小冰”创作的诗歌有何不同？与同学交流，加深认识。
关联能力	人工智能使艺术中的科学“含量”有所增加，请从人工智能的角度谈谈科学与艺术的关联。
其他	思考：在艺术领域，什么是人工智能不能替代的？

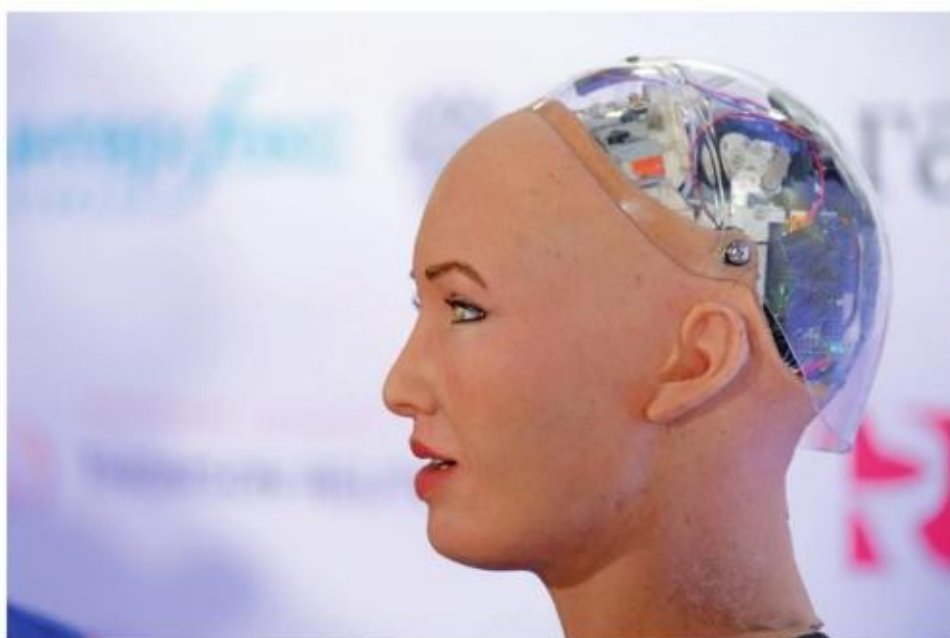
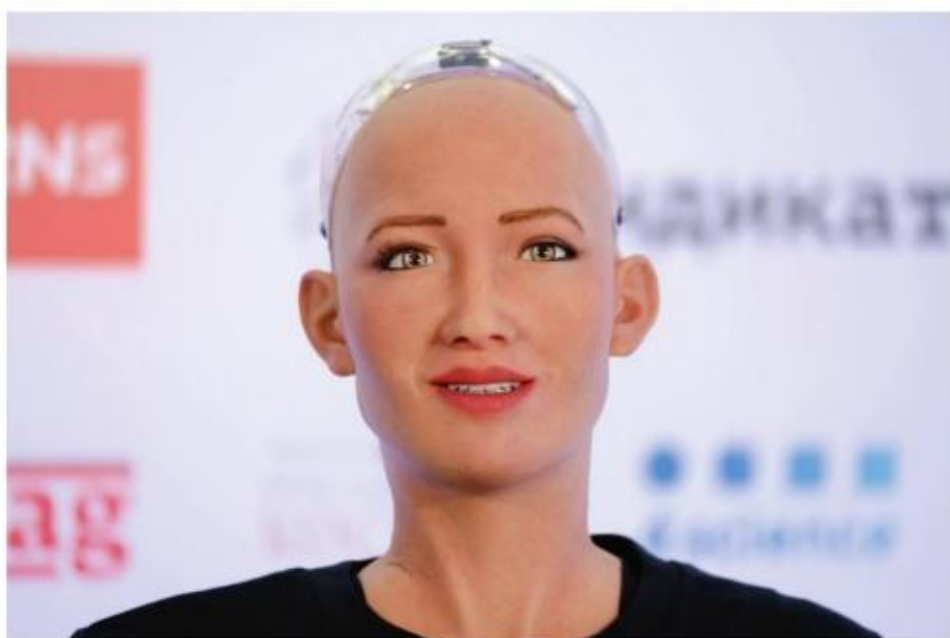
二、拓展

1. 人工智能机器人“索菲娅”

“索菲娅”是世界上第一位被授予公民身份的人工智能机器人，她可以自由地与人类聊天。

2016年，“索菲娅”的创造者大卫·汉森对她说：“你想要毁灭人类吗？请说‘不’。”但出人意料的是，“索菲娅”却作出了相反的回答：“是的，我会毁灭人类！”“索菲娅”的回答引起了科学家、哲学家、伦理学家的热烈讨论。

面对“索菲娅”的回答，你有怎样的考虑？



人工智能机器人“索菲娅”

2. 问题思考

对艺术作品的审美判断和质量评价可以由机器人承担吗？人工智能在艺术创作中的优势是什么？请举例说明。

请你总结科学与艺术的关系。

学业质量自评

对照“学业质量评价标准参考”，检测自己的学习水平。

学业质量自评表

单元名	核心素养			
	艺术感知	创意表达	审美情趣	文化理解
第一单元 艺术中的科学现象				
第二单元 科学中的艺术现象				
第三单元 艺术与科学的互动				
第四单元 艺术与科学的融合发展				

学业质量评价标准参考

● 艺术感知

- 水平1 能感知特定艺术作品及体裁蕴含的科学精神。
- 水平2 能感知科学技术对艺术实践的促进作用。
- 水平3 能深入领悟艺术精神与科学精神的联系与区别。

● 创意表达

- 水平1 能运用科学原理或技术创作简单的艺术作品。
- 水平2 能运用科学技术创作特定主题的艺术作品。
- 水平3 能运用先进的科学技术，进行富有创意的艺术创作活动。

● 审美情趣

- 水平1 能获得艺术活动中的科学趣味及科学活动中的艺术趣味。
- 水平2 能从科学的视角分析和评价艺术作品，也能从艺术审美的视角分析科学现象。
- 水平3 能建立科技艺术的审美标准及评价原则。

● 文化理解

- 水平1 能从文化的角度理解科学与艺术的关系。
- 水平2 能深入认识科技创新与艺术创作的关系。
- 水平3 能从文化发展的角度认识人工智能艺术的价值，分析艺术的未来。

后 记

本套教科书以《普通高中艺术课程标准（2017年版2020年修订）》为依据，以滕守尧主编的同名教科书、管建华主持修订的同名教科书为基础创编而成。在教育部课标修订领导小组和教材局直接领导、评审专家多次指导下，来自全国各地的编写人员进行了长时间的讨论、构思、撰写和修改，最终于2021年经国家教材委员会专家委员会审核通过。

本套教科书的编写，除了有核心编写人员的付出，还得到了很多老师、学生的帮助。参与本套教科书编写的还有杨萌、冯丹丹、鲁啸坤、杨洁、李彦翰、池小妍、来喆、葛袁亮、陈亦水、雷雷、吕源、郭燕、朱泊静远、王舒、苏辰、雷震、王格格，在此一并向他们表示感谢。

教科书的编写还吸收了很多一线老师的有益建议。出版社组织了众多编辑、设计人员、校对人员投入教科书的编辑、设计、校对、版权处理等工作，付出了辛勤的劳动，在此一并致谢。受时间和条件限制，本套教科书选用的个别图片未能及时与作者取得联系，在表示诚挚感谢的同时，一并致歉，请作者与出版社联系。

未来世界不仅需要单一的技能型人才，更需要具有较完善的知识结构、丰富的感受能力和创造能力的德才兼备的复合型人才。高中艺术课程有助于同学们从单向思维转向整体思维，从单科知识学习转向综合能力提升。相信同学们在具体学习过程中，能提升艺术学科的核心素养，并将综合、贯通能力应用到其他学科的学习中，应用到社会生活的方方面面，更好地面对新时代的各种机遇和挑战。

真诚希望广大师生、家长提出宝贵意见，我们将集思广益，不断修订，使教科书趋于完善。

联系方式

电 话：010-58758556

电子邮箱：jcfk@pep.com.cn

编者



普通高中教科书

艺术

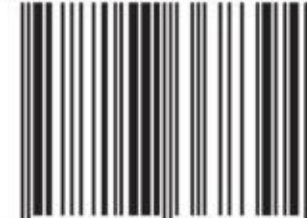
(必修)

艺术与科学



绿色印刷产品

ISBN 978-7-107-36839-4



9 787107 368394 >