普通高中教科书

语文

必修

上册

教育部组织编写

人民教育出版社
·北京·

C M K
19_1526_35_01A-19-1526L_pdf_p0003

目　录

第一单元　1

1　沁园春·长沙/毛泽东　2
2　立在地球边上放号/郭沫若　4
红烛/闻一多　4
*峨日朵雪峰之侧/昌耀　6
*致云雀/雪莱　7
3　百合花/茹志鹃　12
*哦，香雪/铁凝　19
单元学习任务　29

第二单元　31

4　喜看稻菽千重浪
——记首届国家最高科技奖获得者袁隆平/沈英甲　32
*心有一团火，温暖众人心/林为民　38
*“探界者”钟扬/叶雨婷　43
5　以工匠精神雕琢时代品质/李斌　51
6　芣苢/《诗经·周南》　53
文氏外孙入村收麦/苏辙　53
单元学习任务　55

第三单元　57

7　短歌行/曹操　58
*归园田居（其一）/陶渊明　59

K
1526_35_01A-19-1526L_pdf_p0004

8　梦游天姥吟留别/李白　60
登高/杜甫　61
*琵琶行并序/白居易　62
9　念奴娇·赤壁怀古/苏轼　65
*永遇乐·京口北固亭怀古/辛弃疾　66
*声声慢（寻寻觅觅）/李清照　67
单元学习任务　69

第四单元
家乡文化生活　71

学习活动
一　记录家乡的人和物　72
三　家乡文化生活现状调查　73
三　参与家乡文化建设　74

第五单元
整本书阅读　79

《乡土中国》　80

第六单元　83

10　劝学/《荀子》　84
*师说/韩愈　85
11　反对党八股（节选）/毛泽东　88
12　拿来主义/鲁迅　94
13 *读书：目的和前提/黑塞　97
*上图书馆/王佐良　100
单元学习任务　103

第七单元 105

14 故都的秋/郁达夫 106

*荷塘月色/朱自清 109

15 我与地坛（节选）/史铁生 112

16 赤壁赋/苏轼 118

*登泰山记/姚鼐 120

单元学习任务 123

第八单元

词语积累与词语解释 125

学习活动

一 丰富词语积累 126

二 把握古今词义的联系与区别 127

三 词义的辨析和词语的使用 128

古诗词诵读 139

静女/《诗经·邶风》 139

涉江采芙蓉/《古诗十九首》 140

虞美人（春花秋月何时了）/李煜 141

鹊桥仙（纤云弄巧）/秦观 142

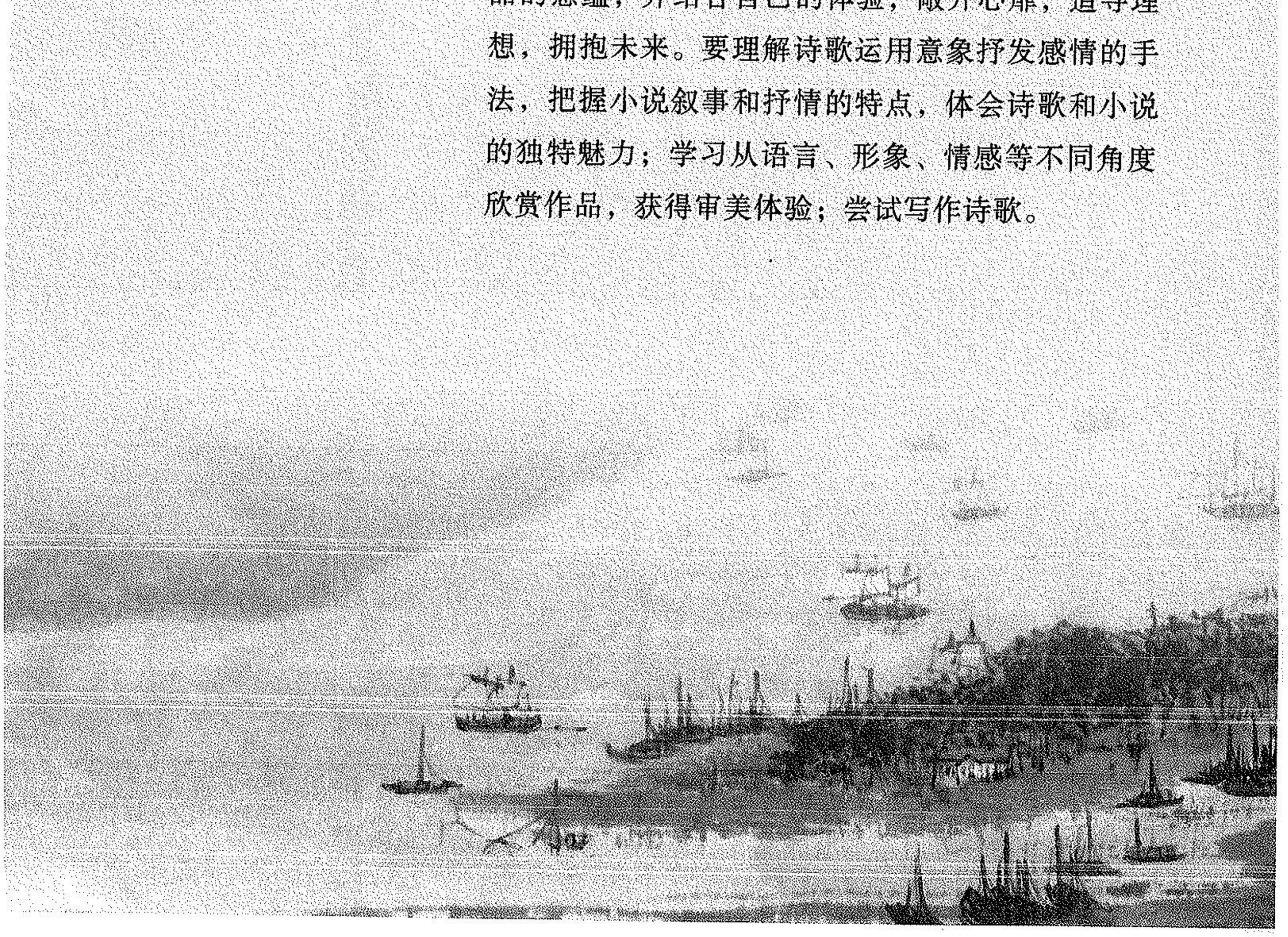
注：篇名前标有*的为自读课文。

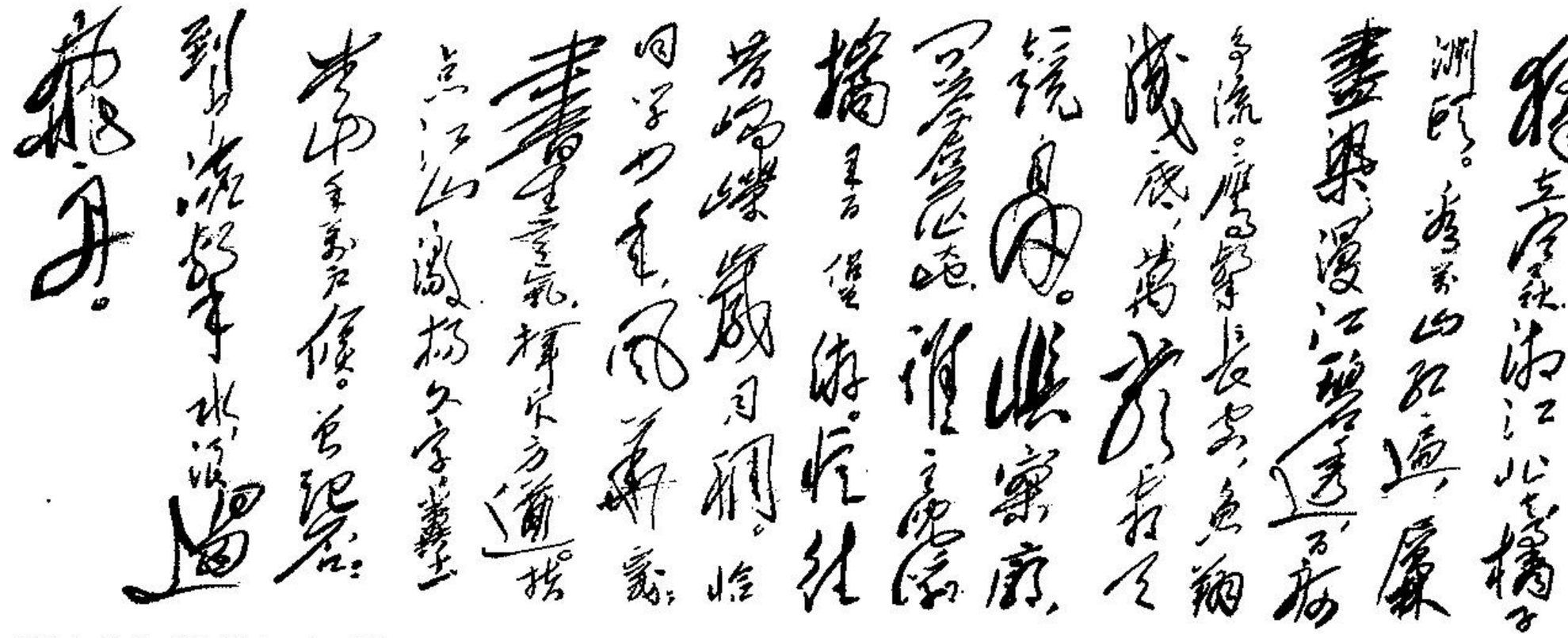
第一单元

青春是花样年华。怀着美好的梦想、纯真的感情，带着对自我的认识、对社会的思考和对理想的追求，我们就此迈出人生的重要一步。

本单元的五首诗歌和两篇小说创作于不同的历史时期，都是对青春的吟唱。作者或感时忧国、抒发情怀，或感悟人生、思考未来，让我们体验到各具特色的文学表达，点燃澎湃的青春激情。

学习本单元，可从“青春的价值”角度思考作品的意蕴，并结合自己的体验，敞开心扉，追寻理想，拥抱未来。要理解诗歌运用意象抒发感情的手法，把握小说叙事和抒情的特点，体会诗歌和小说的独特魅力；学习从语言、形象、情感等不同角度欣赏作品，获得审美体验；尝试写作诗歌。





毛泽东手书《沁园春·长沙》

沁园春·长沙[①]

毛泽东

独立寒秋，
湘江北去，
橘子洲[②]头。
看万山红遍，
层林尽染[③]；
漫江[④]碧透，
百舸[⑤]争流。
鹰击长空，
鱼翔浅底[⑥]，
万类霜天竞自由[⑦]。

① 选自《毛泽东诗词集》（中央文献出版社1996年版）。
②〔橘子洲〕又名水陆洲，在长沙城西的湘江中。
③〔层林尽染〕山上一层层的树林全都经霜变红，像染过一样。
④〔漫江〕满江。漫，遍布。
⑤〔舸（gě）〕大船。这里泛指船只。
⑥〔鹰击长空，鱼翔浅底〕鹰在广阔的天上飞，鱼在清澈的水里游。击，搏击，这里形容飞得矫健有力。翔，本指鸟盘旋飞翔，这里形容鱼游得轻快自由。
⑦〔万类霜天竞自由〕万物都在深秋竞相自由地活动。霜天，深秋天气。

怅[①]寥廓[②]，
问苍茫[③]大地，
谁主[④]沉浮[⑤]？

携来百侣[⑥]曾游。
忆往昔峥嵘岁月稠[⑦]。
恰同学少年，
风华正茂[⑧]；
书生意气，
挥斥方遒[⑨]。
指点江山，
激扬文字[⑩]，
粪土当年万户侯[⑪]。
曾记否，
到中流[⑫]击水[⑬]，
浪遏[⑭]飞舟？

1925年

学习提示

面对“万类霜天竞自由”的壮丽秋景，毛泽东填写了这首词，抒发昂扬向上的青春激情，表达雄视天下的凌云壮志。阅读时注意领略毛泽东以天下为己任的胸怀，品味其中意象的活泼灵动、意境的丰盈深邃。要反复诵读，仔细揣摩，体会这首词炼字选词的精妙之处。老一辈无产阶级革命家的很多诗词都能引发我们对青春的思考，可以课外阅读毛泽东《水调歌头·游泳》、周恩来《赤光的宣言》、朱德《太行春感》、陈毅《赣南游击词》等，感受他们的情怀。

背诵课文。

---

①〔怅（chàng）〕失意，不畅快。这里用来表达由深思而引发的激昂慷慨的心绪。
②〔寥廓〕指宇宙高远辽阔。
③〔苍茫〕旷远迷茫。
④〔主〕主宰。
⑤〔沉浮〕这里指盛衰。
⑥〔百侣〕众多同伴。侣，这里指同学。
⑦〔峥嵘岁月稠〕不寻常的日子很多。峥嵘，不平凡、不寻常。稠，多。
⑧〔风华正茂〕风采才华正盛。
⑨〔书生意气，挥斥方遒（qiú）〕同学们意气奔放，正强劲有力。挥斥，纵放、奔放。遒，强劲有力。
⑩〔指点江山，激扬文字〕评论国家大事，写出激浊扬清的文章。指点，评论。江山，指国家。激扬，激浊扬清，抨击恶浊，褒扬清明。
⑪〔粪土当年万户侯〕意思是把当时的军阀官僚看得同粪土一样。粪土，视……如粪土，表鄙视。万户侯，本指食邑万户的封侯者，这里借指大军阀、大官僚。
⑫〔中流〕江河水流中央。
⑬〔击水〕指游泳。
⑭〔遏（è）〕阻止。

2

立在地球边上放号[①]

郭沫若

无数的白云正在空中怒涌，
啊啊！好幅壮丽的北冰洋的晴景哟！
无限的太平洋提起他全身的力量来要把地球推倒。
啊啊！我眼前来了的滚滚的洪涛哟！
啊啊！不断的毁坏，不断的创造，不断的努力哟！
啊啊！力哟！力哟！
力的绘画，力的舞蹈，力的音乐，力的诗歌，力的律吕[②]哟！

1919年9、10月间作

红　烛[③]

闻一多

蜡炬成灰泪始干[④]
——李商隐

红烛啊！
这样红的烛！
诗人啊！
吐出你的心来比比，
可是一般颜色？

---

① 选自《郭沫若全集·文学编》第一卷（人民文学出版社1982年版）。

②〔律吕〕古代用竹管或金属管制成的校正乐律的器具，以管的长短来确定音的不同高度。后来用“律吕”作为音律的统称。

③ 选自《红烛》（人民文学出版社1981年版）。

④〔蜡炬成灰泪始干〕语出唐李商隐《无题》（相见时难别亦难）。

红烛啊！
是谁制的蜡——给你躯体？
是谁点的火——点着灵魂？
为何更须烧蜡成灰，
然后才放光出？
一误再误；
矛盾！冲突！

红烛啊！
不误，不误！
原是要“烧”出你的光来——
这正是自然的方法。

红烛啊！
既制了，便烧着！
烧吧！烧吧！
烧破世人的梦，
烧沸世人的血——
也救出他们的灵魂，
也捣破他们的监狱！

红烛啊！
你心火发光之期，
正是泪流开始之日。

红烛啊！
匠人造了你，
原是为烧的。
既已烧着，
又何苦伤心流泪？
哦！我知道了！
是残风来侵你的光芒，
你烧得不稳时，
才着急得流泪！

红烛啊！
流吧！你怎能不流呢？

请将你的脂膏，
不息地流向人间，
培出慰藉的花儿，
结成快乐的果子！

红烛啊！
你流一滴泪，灰一分心。
灰心流泪你的果，
创造光明你的因。

红烛啊！
“莫问收获，但问耕耘。”

峨日朵雪峰之侧[①]

昌　耀

这是我此刻仅能征服的高度了：
我小心地探出前额，
惊异于薄壁那边
朝向峨日朵之雪彷徨许久的太阳
正决然跃入一片引力无穷的
山海。石砾不时滑坡，
引动棕色深渊自上而下的一派嚣鸣，
像军旅远去的喊杀声。
我的指关节铆钉一样揳[②]入巨石的罅隙[③]。
血滴，从撕裂的千层掌鞋底渗出。

① 选自《昌耀抒情诗集》（青海人民出版社1986年版）。峨日朵雪峰在青海海北藏族自治州内，是祁连山脉的一座无名山，靠近祁连县峨堡镇，山顶终年积雪。作者在诗中借称这座山为“峨日朵雪峰”。昌耀（1936—2000），原名王昌耀，湖南桃源人，诗人。代表作有诗歌《划呀，划呀，父亲们！》《意绪》等。

② 〔揳（xiē）〕把楔子、钉子等捶打到物体里面。这里指用力插入。

③ 〔罅（xià）隙〕缝隙。

啊，真渴望有一只雄鹰或雪豹与我为伍。
在锈蚀的岩壁，
但有一只小得可怜的蜘蛛
与我一同默享着这大自然赐予的
快慰。

1962年8月2日初稿
1983年7月27日删定

致云雀[①]

雪　莱

你好啊，欢乐的精灵！
　你似乎从不是飞禽，
从天堂或天堂的邻近，
　以酣畅淋漓的乐音，
不事雕琢的艺术，倾吐你的衷心。

向上，再向高处飞翔，
　从地面你一跃而上，
像一片烈火的轻云，
　掠过蔚蓝的天心，
永远歌唱着飞翔，飞翔着歌唱。

地平线下的太阳，
　放射出金色的电光，
晴空里霞蔚云蒸，
　你沐浴着明光飞行，
似不具形体的喜悦开始迅疾的远征。

① 选自《雪莱诗选》（时代文艺出版社2012年版）。江枫译。雪莱（1792—1822），英国诗人。代表作有诗歌《西风颂》、诗剧《解放了的普罗米修斯》等。

淡淡的紫色黄昏
　　在你航程周围消融。
像昼空里的星星。
　　虽然不见形影，
却可以听得清你那欢乐的强音——

那犀利无比的乐音，
　　似银色星光的利箭，
它那强烈的明灯，
　　在晨曦中逐渐暗淡。
以至难以分辨，却能感觉到就在空间。

整个大地和大气，
　　响彻你婉转的歌喉，
仿佛在荒凉的黑夜，
　　从一片孤云背后，
明月放射出光芒，清辉洋溢遍宇宙。

我们不知，你是什么，
　　什么和你最为相似？
从霓虹似的彩霞
　　也降不下这样美的雨，
能和你出现时降下的乐曲甘霖相比。

像一位诗人，隐身
　　在思想的明辉之中，
吟诵着即兴的诗韵，
　　直到普天下的同情
都被未曾留意过的希望和忧虑唤醒；

像一位高贵的少女，
　　居住在深宫的楼台，
在寂寞难言的时刻，
　　排遣为爱所苦的情怀，
甜美有如爱情的歌曲，溢出闺阁之外；

像一只金色的萤火虫，
　在凝露的深山幽谷，
不显露它的行止影踪，
　把晶莹的流光传播，
在遮断我们视线的芳草鲜花丛中；

像一朵让自己的绿叶
　荫蔽着的玫瑰，
遭受到热风的摧残，
　以至它的芳菲
以过浓的香甜使鲁莽的飞贼沉醉；

晶莹闪烁的草地，
　春霖洒落的声息，
雨后苏醒的花蕾，
　称得上明朗、欢悦、
清新的一切，全都不及你的音乐。

飞禽或是精灵，有什么
　甜美的思绪在你心头？
我从来还没有听到过
　爱情或是醇酒的颂歌
能够迸涌出这样神圣的极乐音流。

赞婚的合唱也罢，
　凯旋的欢歌也罢，
和你的乐声相比，
　不过是空洞的浮夸。
人们可以觉察，其中总有着贫乏。

什么样的物象或事件，
　是你欢乐乐曲的源泉？
什么田野、波涛、山峦？
　什么空中陆上的形态？
是你对同类的爱，还是对痛苦的绝缘？

有你明澈强烈的欢快，
　倦怠永不会出现，
那烦恼的阴影，从来
　近不得你的身边，
你爱，却从不知晓过分充满爱的悲哀。

是醒来，抑或是睡去，
　你对死的理解一定比
我们凡人梦想到的
　更加深刻真切，否则
你的乐曲音流怎能像液态的水晶涌泻？

我们瞻前顾后，为了
　不存在的事物自扰，
我们最真挚的欢笑，
　也交织着某种苦恼，
我们最美的音乐是最能倾诉哀思的曲调。

可是，即使我们能摈弃
　憎恨、傲慢和恐惧，
即使我们生来不会
　抛洒任何一滴眼泪，
我也不知，怎能接近于你的欢愉。

比一切欢乐的音律
　更加甜蜜美妙，
比一切书中的宝库
　更加丰盛富饶。
这就是鄙弃尘土的你啊你的艺术技巧。

交给我一半，你的心
　必定熟知的欢欣，
和谐、炽热的激情
　就会流出我的双唇，
全世界就会像此刻的我——侧耳倾听。

1820年夏

学习提示

郭沫若的诗集《女神》是中国新诗的代表性作品，它以崭新的内容和形式，表达了“五四”时期狂飙突进的时代精神。《立在地球边上放号》是《女神》中富有代表性的一首诗。诗人设想站在地球“边上”全方位俯瞰地球，放声呼唤，纵情高歌，想象着那怒涌的白云、壮丽的北冰洋和狂暴的太平洋，意在赞美摧毁旧世界、创造新生活的雄强之力，体现了“五四”所焕发的自由宏阔、雄奇奔放的气概。阅读时要注意联系“五四”特定的时代氛围来理解这首诗的内涵与形式特征。

闻一多的《红烛》化用“蜡炬”这一古典意象，赋予它新的含义，赞美了红烛以“烧蜡成灰”来点亮世界的奉献精神。注意体会诗人如何借助与红烛的“对话”表达青春的困惑与希望，以及对理想的坚毅追求。洋溢在诗中的幻想和情绪渲染，感叹词的回环使用，诗句长短错落形成的节奏美，也是欣赏时要关注的。

昌耀的《峨日朵雪峰之侧》内涵丰富，阅读时要注意发挥想象，体味“雪峰”“太阳”“蜘蛛”等意象营造出的凝重而又壮美的氛围，感受其中蕴含的谦卑而强劲的生命力量。

雪莱的《致云雀》意蕴深刻，比喻新奇，要注意体会诗人的情感，理解云雀的象征意义；把握作品节与节之间环环相扣的特点，欣赏诗人想象的奇特和运用修辞手法的大胆、灵活。

学习这组诗作，要多借助朗读，理清诗歌的抒情脉络，把握意象的内涵，感悟诗人抒发的情思，体会象征手法的运用。

3

百合花[①]

茹志鹃

1946年的中秋。

这天打海岸的部队决定晚上总攻。我们文工团创作室的几个同志，就由主攻团的团长分派到各个战斗连去帮助工作。大概因为我是个女同志吧，团长对我抓了半天后脑勺，最后才叫一个通讯员[②]送我到前沿包扎所去。

包扎所就包扎所吧！反正不叫我进保险箱就行。我背上背包，跟通讯员走了。

早上下过一阵小雨，现在虽放了晴，路上还是滑得很，两边地里的秋庄稼，却给雨水冲洗得青翠水绿，珠烁晶莹。空气里也带有一股清鲜湿润的香味。要不是敌人的冷炮在间歇地盲目地轰响着，我真以为我们是去赶集的呢！

通讯员撒开大步，一直走在我前面。一开始他就把我撂下几丈远。我的脚烂了，路又滑，怎么努力也赶不上他。我想喊他等等我，却又怕他笑我胆小害怕；不叫他，我又真怕一个人摸不到那个包扎所。我开始对这个通讯员生起气来。

哎！说也怪，他背后好像长了眼睛似的，倒自动在路边站下了，但脸还是朝着前面，没看我一眼。等我紧走慢赶地快要走近他时，他又噔噔噔地自个儿向前走了，一下又把我甩下几丈远。我实在没力气赶了，索性一个人在后面慢慢晃。不过这一次还好，他没让我撂得太远，但也不让我走近，总和我保持着丈把远的距离。我走快，他在前面大踏步向前；我走慢，他在前面就摇摇摆摆。奇怪的是，我从没见他回头看我一次，我不禁对这通讯员发生了兴趣。

刚才在团部我没注意看他，现在从背后看去，只看到他是高挑挑的个子，块头不大，但从他那副厚实实的肩膀看来，是个挺棒的小伙儿，他穿了一身洗淡了的黄军装，绑腿直打到膝盖上。

---

① 选自《百合花》（人民文学出版社2000年版）。略有改动。茹志鹃（1925—1998），浙江杭州人，作家。代表作有短篇小说《百合花》《剪辑错了的故事》等。

② 〔通讯员〕现在称作“通信员”，指部队、机关中担任传递公文等联络工作的人员。

肩上的步枪筒里，稀疏地插了几根树枝，这要说是伪装，倒不如算作装饰点缀。

没有赶上他，但双脚胀痛得像火烧似的。我向他提出休息一会儿后，自己便在做田界的石头上坐了下来。他也在远远的一块石头上坐下，把枪横搁在腿上，背向着我，好像没我这个人似的。凭经验，我晓得这一定又因为我是个女同志。女同志下连队，就有这些困难。我着恼[①]地带着一种反抗情绪走过去，面对着他坐下来。这时，我看见他那张十分年轻稚气的圆脸，顶多有十八岁。他见我挨他坐下，立即张皇[②]起来，好像他身边埋下了一颗定时炸弹，局促不安，掉过脸去不好，不掉过去又不行，想站起来又不好意思。我拼命忍住笑，随便地问他是哪里人。他没回答，脸涨得像个关公，讷讷[③]半晌，才说清自己是天目山人。原来他还是我的同乡呢！

“在家时你干什么？”

“帮人拖毛竹。”

我朝他宽宽的两肩望了一下，立即在我眼前出现了一片绿雾似的竹海，海中间，一条窄窄的石级山道，盘旋而上。一个肩膀宽宽的小伙儿，肩上垫了一块老蓝布，扛了几枝青竹，竹梢长长的拖在他后面，刮打得石级哗哗作响……这是我多么熟悉的故乡生活啊！我立刻对这位同乡越加亲热起来。我又问：

“你多大了？”

“十九。”

“参加革命几年了？”

“一年。”

“你怎么参加革命的？”我问到这里自己觉得这不像是谈话，倒有些像审讯。不过我还是禁不住地要问。

“大军北撤时我自己跟来的。”

“家里还有什么人呢？”

“娘，爹，弟弟妹妹，还有一个姑姑也住在我家里。”

“你还没娶媳妇吧？”

“……”他飞红了脸，更加忸怩起来，两只手不停地数摸着皮腰带上的扣眼。半晌他才低下了头，憨憨地笑了一下，摇了摇头。我还想问他有没有对象，但看到他这样子，只得把嘴里的话又咽了下去。

两人闷坐了一会儿，他开始抬头看看天，又掉过来扫了我一

---

①〔着（zháo）恼〕生气。

②〔张皇〕惊慌不安的样子。

③〔讷（nè）讷〕说话迟钝、不连贯。

眼，意思是在催我动身。

当我站起来要走的时候，我看见他摘了帽子，偷偷地在用毛巾拭汗。这是我的不是，人家走路都没出一滴汗，为了我跟他说话，却害他出了这一头大汗，这都怪我了。

我们到包扎所，已是下午两点钟了。这里离前沿有三里路，包扎所设在一个小学里，大小六个房子组成“品”字形，中间一块空地长了许多野草，显然，小学已有多时不开课了。我们到时，屋里已有几个卫生员在弄着纱布棉花，满地上都是用砖头垫起来的门板，算作病床。

我们刚到不久，来了一个乡干部，他眼睛熬得通红，用一片硬纸插在额前的破毡帽下，低低地遮在眼睛前面挡光。他一肩背枪，一肩挂了一杆秤；左手挎了一篮鸡蛋，右手提了一口大锅，呼哧呼哧地走来。他一边放东西，一边对我们又道歉又诉苦，一边还喘息地喝着水，同时还从怀里掏出一包饭团来嚼着。我只见他迅速地做着这一切，他说的什么我就没大听清，好像是说什么被子的事，要我们自己去借。我问清了卫生员，原来因为部队上的被子还没发下来，但伤员流了血，非常怕冷，所以就得向老百姓去借，哪怕有一二十条棉絮也好。我这时正愁工作插不上手，便自告奋勇讨了这件差事，怕来不及，就顺便也请了我那位同乡，请他帮我动员几家再走。他踌躇了一下，便和我一起去了。

我们先到附近一个村子，进村后他向东，我往西，分头去动员。不一会儿，我已写了三张借条出去，借到两条棉絮，一条被子，手里抱得满满的，心里十分高兴，正准备送回去再来借时，看见通讯员从对面走来，两手还是空空的。

“怎么，没借到？”我觉得这里老百姓觉悟高，又很开通，怎么会没有借到呢？我有点惊奇地问。

“女同志，你去借吧！……老百姓死封建……”

“哪一家？你带我去。”我估计一定是他说话不对，说崩了。借不到被子事小，得罪了老百姓影响可不好。我叫他带我去看看。但他执拗地低着头，像钉在地上似的，不肯挪步，我走近他，低声地把群众影响的话对他说了。他听了，果然就松松爽爽地带我走了。

我们走进老乡的院子里，只见堂屋里静静的，里面一间房门上，垂着一块蓝布红额的门帘，门框两边还贴着鲜红的对联。我们只得站在外面向里“大姐、大嫂”地喊，喊了几声，不见有人应，但响动是有了。一会儿，门帘一挑，露出一个年轻媳妇来。这媳妇长得很好看，高高的鼻梁，弯弯的眉，额前一溜蓬松松的刘海。穿

的虽是粗布，倒都是新的。我看她头上已硬挠挠地挽了髻，便大嫂长大嫂短地向她道歉，说刚才这个同志来，说话不好别见怪等等。她听着，脸扭向里面，尽咬着嘴唇笑。我说完了，她也不作声，还是低头咬着嘴唇，好像忍了一肚子的笑料没笑完。这一来，我倒有些尴尬了，下面的话怎么说呢！我看通讯员站在一边，眼睛一眨不眨地看着我，好像在看连长做示范动作似的。我只好硬了头皮，讪讪[①]地向她开口借被子了，接着还对她说了一遍共产党的部队打仗是为了老百姓的道理。这一次，她不笑了，一边听着，一边不断向房里瞅着。我说完了，她看看我，看看通讯员，好像在掂量我刚才那些话的斤两。半晌，她转身进去抱被子了。

通讯员乘这机会，颇不服气地对我说道：

“我刚才也是说的这几句话，她就是不借，你看怪吧！……”

我赶忙白了他一眼，不叫他再说。可是来不及了，那个媳妇抱了被子，已经在房门口了。被子一拿出来，我方才明白她刚才为什么不肯借的道理了。这原来是一条里外全新的花被子，被面是假洋缎的，枣红底，上面撒满白色百合花。她好像是在故意气通讯员，把被子朝我面前一送，说：“抱去吧。”

我手里已捧满了被子，就一努嘴，叫通讯员来拿。没想到他竟扬起脸，装作没看见。我只好开口叫他，他这才绷了脸，垂着眼皮，上去接过被子，慌慌张张地转身就走。不想他一步还没走出去，就听见“嘶”的一声，衣服挂住了门钩，在肩膀处，挂下一片布来，口子撕得不小。那媳妇一面笑着，一面赶忙找针拿线，要给他缝上。通讯员却高低不肯，挟了被子就走。

刚走出门不远，就有人告诉我们，刚才那位年轻媳妇，是刚过门三天的新娘子，这条被子就是她唯一的嫁妆。我听了，心里便有些过意不去，通讯员也皱起了眉，默默地看着手里的被子。我想他听了这样的话一定会有同感吧！果然，他一边走，一边跟我嘟哝起来了。

“我们不了解情况，把人家结婚被子也借来了，多不合适呀！……”

我忍不住想给他开个玩笑，便故作严肃地说：“是呀！也许她为了这条被子，在做姑娘时，不知起早熬夜，多干了多少零活儿，才积起了做被子的钱，或许她曾为了这条花被，睡不着觉呢。可是还有人骂她死封建……”

他听到这里，突然站住脚，呆了一会儿，说：

---

①〔讪（shàn）讪〕形容不好意思、难为情的样子。

“那！……那我们送回去吧！”

“已经借来了，再送回去，倒叫她多心。”我看他那副认真、为难的样子，又好笑，又觉得可爱。不知怎么的，我已从心底爱上了这个傻乎乎的小同乡。

他听我这么说，也似乎有理，考虑了一下，便下了决心似的说：“好，算了。用了给她好好洗洗。”他决定以后，就把我抱着的被子，统统抓过去，左一条、右一条地披挂在自己肩上，大踏步地走了。

回到包扎所以后，我就让他回团部去。他精神顿时活泼起来了，向我敬了礼就跑了。走不几步，他又想起了什么，在自己挎包里掏了一阵，摸出两个馒头，朝我扬了扬，顺手放在路边石头上，说：“给你开饭啦！”说完就脚不点地地走了。我走过去拿起那两个干硬的馒头，看见他背的枪筒里不知在什么时候又多了一枝野菊花，跟那些树枝一起，在他耳边抖抖地颤动着。

他已走远了，但还见他肩上撕挂下来的布片，在风里一飘一飘。我真后悔没给他缝上再走。现在，至少他要裸露一晚上的肩膀了。

包扎所的工作人员很少。乡干部动员了几个妇女，帮我们打水，烧锅，做些零碎活儿。那位新媳妇也来了，她还是那样，笑眯眯地抿着嘴，偶然从眼角上看我一眼，但她时不时地东张西望，好像在找什么。后来她到底问我说：“那位同志弟到哪里去了？”我告诉她同志弟不是这里的，他现在到前沿去了。她不好意思地笑了一下说：“刚才借被子，他可受我的气了！”说完又抿了嘴笑着，动手把借来的几十条被子、棉絮，整整齐齐地分铺在门板上、桌子上（两张课桌拼起来，就是一张床）。我看见她把自己那条白百合花的新被，铺在外面屋檐下的一块门板上。

天黑了，天边涌起一轮满月。我们的总攻还没发起。敌人照例是忌怕夜晚的，在地上烧起一堆堆的野火，又盲目地轰炸，照明弹也一个接一个地升起，好像在月亮下面点了无数盏汽油灯，把地面的一切都赤裸裸地暴露出来了。在这样一个“白夜”里来攻击，有多困难，要付出多大的代价啊！ 我连那一轮皎洁的月亮，也憎恶起来了。

乡干部又来了，慰劳了我们几个家做的干菜月饼。原来今天是中秋节了。

啊！中秋节，在我的故乡，现在一定又是家家门前放一张竹茶几，上面供一副香烛，几碟瓜果月饼。孩子们急切地盼那炷香快些焚尽，好早些分摊给月亮娘娘享用过的东西，他们在茶几旁边跳着唱着：“月亮堂堂，敲锣买糖……”或是唱着：“月亮嫲嫲，照你照我……”我想到这里，又想起我那个小同乡，那个拖毛竹的小伙

儿，也许，几年以前，他还唱过这些歌吧！……我咬了一口美味的家做月饼，想起那个小同乡大概现在正趴在工事里，也许在团指挥所，或者是在那些弯弯曲曲的交通沟里走着哩！……

一会儿，我们的炮响了，天空划过几颗红色的信号弹，攻击开始了。不久，断断续续地有几个伤员下来，包扎所的空气立即紧张起来。

我拿着小本子，去登记他们的姓名、单位，轻伤的问问，重伤的就得拉开他们的符号，或是翻看他们的衣襟。我拉开一个重彩号的符号时，“通讯员”三个字使我突然打了个寒战，心跳起来。我定了下神才看到符号上写着 × 营的字样。啊！不是，我的同乡他是团部的通讯员。但我又莫名其妙地想问问谁，战地上会不会漏掉伤员。通讯员在战斗时，除了送信，还干什么——我不知道自己为什么要问这些没意思的问题。

战斗开始后的几十分钟里，一切顺利，伤员一次次带下来的消息，都是我们突破第一道鹿寨[①]，第二道铁丝网，占领敌人前沿工事打进街了。但到这里，消息忽然停顿了，下来的伤员只是简单地回答“在打”，或是“在巷战”。但从他们满身泥泞，极度疲乏的神色上，甚至从那些似乎刚从泥里掘出来的担架上，大家明白，前面在进行着一场什么样的战斗。

包扎所的担架不够了，好几个重彩号不能及时送后方医院，耽搁下来。我不能解除他们任何痛苦，只得带着那些妇女，给他们拭脸洗手，能吃得了的喂他们吃一点，带着背包的，就给他们换一件干净衣裳，有些还得解开他们的衣服，给他们拭洗身上的污泥血迹。

做这种工作，我当然没什么，可那些妇女又羞又怕，就是放不开手来，大家都要抢着去烧锅，特别是那新媳妇。我跟她说了半天，她才红了脸，同意了，不过只答应做我的下手。

前面的枪声，已响得稀落了。感觉上似乎天快亮了，其实还只是半夜。外边月亮很明，也比平日悬得高。前面又下来一个重伤员。屋里铺位都满了，我就把这位重伤员安排在屋檐下的那块门板上。担架员把伤员抬上门板，但还围在床边不肯走。一个上了年纪的担架员，大概把我当作医生了，一把抓住我的膀子说：“大夫，你可无论如何要想办法治好这位同志呀！你治好他，我……我们全

---

① 〔鹿寨〕一种军用障碍物，把树木的枝干交叉放置，用来阻止敌人的步兵或坦克。因形状像鹿角而得名。

体担架队员给你挂匾！……”他说话的时候，我发现其他的几个担架员也都睁大了眼盯着我，似乎我点一点头，这伤员就立即会好了似的。我心想给他们解释一下，只见新媳妇端着水站在床前，短促地“啊”了一声。我急拨开他们上前一看，我看见了一张十分年轻稚气的圆脸，原来棕红的脸色，现已变得灰黄。他安详地合着眼，军装的肩头上露着那个大洞，一片布还挂在那里。

“这都是为了我们……”那个担架员负罪地说道，“我们十多副担架挤在一个小巷子里，准备往前运动，这位同志走在我们后面，可谁知道反动派不知从哪个屋顶上撂下颗手榴弹来，手榴弹就在我们人缝里冒着烟乱转，这时这位同志叫我们快趴下，他自己就一下扑在那个东西上了……”

新媳妇又短促地“啊”了一声。我强忍着眼泪，跟那些担架员说了些话，打发他们走了。我回转身看见新媳妇已轻轻移过一盏油灯，解开他的衣服，她刚才那种忸怩羞涩已经完全消失，只是庄严而虔诚地给他拭着身子，这位高大而又年轻的小通讯员无声地躺在那里……我猛然醒悟地跳起身，磕磕绊绊地跑去找医生，等我和医生拿了针药赶来，新媳妇正侧着身子坐在他旁边。

她低着头，正一针一针地在缝他衣肩上那个破洞。医生听了听通讯员的心脏，默默地站起身说：“不用打针了。”我过去一摸，果然手都冰冷了。新媳妇却像什么也没看见，什么也没听到，依然拿着针，细细地、密密地缝着那个破洞。我实在看不下去了，低声地说：“不要缝了。”

她却对我异样地瞟了一眼，低下头，还是一针一针地缝。我想拉开她，我想推开这沉重的氛围，我想看见他坐起来，看见他羞涩地笑。但我无意中碰到了身边一个什么东西，伸手一摸，是他给我开的饭，两个干硬的馒头……

卫生员让人抬了一口棺材来，动手揭掉他身上的被子，要把他放进棺材去。新媳妇这时脸发白，劈手夺过被子，狠狠地瞪了他们一眼。自己动手把半条被子平展展地铺在棺材底，半条盖在他身上。卫生员为难地说：“被子……是借老百姓的。”

“是我的——”她气汹汹地嚷了半句，就扭过脸去。在月光下，我看见她眼里晶莹发亮，我也看见那条枣红底色上撒满白色百合花的被子，这象征纯洁与感情的花，盖上了这位平常的、拖毛竹的青年人的脸。

1958年3月

哦，香雪[①]

铁　凝

如果不是有人发明了火车，如果不是有人把铁轨铺进深山，你怎么也不会发现台儿沟这个小村。它和它的十几户乡亲，一心一意掩藏在大山那深深的皱褶里，从春到夏，从秋到冬，默默地接受着大山任意给予的温存和粗暴。

然而，两根纤细、闪亮的铁轨延伸过来了。它勇敢地盘旋在山腰，又悄悄地试探着前进，弯弯曲曲，曲曲弯弯，终于绕到台儿沟脚下，然后钻进幽暗的隧道，冲向又一道山梁，朝着神秘的远方奔去。

不久，这条线正式营运，人们挤在村口，看见那绿色的长龙一路呼啸，挟带着来自山外的陌生、新鲜的清风，擦着台儿沟贫弱的脊背匆匆而过。它走得那样急忙，连车轮碾轧钢轨时发出的声音好像都在说：不停不停，不停不停！是啊，它有什么理由在台儿沟站脚呢？台儿沟有人要出远门吗？山外有人来台儿沟探亲访友吗？还是这里有石油储存，有金矿埋藏？台儿沟，无论从哪方面讲，都不具备挽住火车在它身边留步的力量。

可是，记不清从什么时候起，列车时刻表上，还是多了“台儿沟”这一站。也许乘车的旅客提出过要求，他们中有哪位说话算数的人和台儿沟沾亲；也许是那个快乐的男乘务员发现台儿沟有一群十七八岁的漂亮姑娘，每逢列车疾驶而过，她们就成帮搭伙地站在村口，翘起下巴，贪婪、专注地仰望着火车。有人朝车厢指点，不时能听见她们由于互相捶打而发出的一两声娇嗔的尖叫。也许什么都不为，就因为台儿沟太小了，小得叫人心疼，就是钢筋铁骨的巨龙在它面前也不能昂首阔步，也不能不停下来。总之，台儿沟上了列车时刻表，每晚七点钟，由首都方向开往山西的这列火车在这里停留一分钟。

这短暂的一分钟，搅乱了台儿沟以往的宁静。从前，台儿沟人历来是吃过晚饭就钻被窝，他们仿佛是在同一时刻听到了大山无声的命令。于是，台儿沟那一小片石头房子在同一时刻忽然完全静止

---

① 选自《铁凝文集》（江苏文艺出版社1996年版）。略有改动。

了，静得那样深沉、真切，好像在默默地向大山诉说着自己的虔诚。如今，台儿沟的姑娘们刚把晚饭端上桌就慌了神，她们心不在焉地胡乱吃几口，扔下碗就开始梳妆打扮。她们洗净蒙受了一天的黄土、风尘，露出粗糙、红润的面色，把头发梳得乌亮，然后就比赛着穿出最好的衣裳。有人换上过年时才穿的新鞋，有人还悄悄往脸上涂点胭脂。尽管火车到站时已经天黑，她们还是按照自己的心思，刻意斟酌着服饰和容貌。然后，她们就朝村口，朝火车经过的地方跑去。香雪总是第一个出门，隔壁的凤娇第二个就跟了出来。

七点钟，火车喘息着向台儿沟滑过来，接着一阵咔哐乱响，车身震颤一下，才停住不动了。姑娘们心跳着涌上前去，像看电影一样，挨着窗口观望。只有香雪躲在后边，双手紧紧捂着耳朵。看火车，她跑在最前边；火车来了，她却缩到最后去了。她有点害怕它那巨大的车头，车头那么雄壮地喷吐着白雾，仿佛一口气就能把台儿沟吸进肚里。它那撼天动地的轰鸣也叫她感到恐惧。在它跟前，她简直像一棵没根的小草。

“香雪，过来呀，看！”凤娇拉过香雪向一个妇女头上指，她指的是那个妇女头上别着的那一排金圈圈。

“怎么我看不见？”香雪微微眯着眼睛。

“就是靠里边那个，那个大圆脸，看，还有手表哪，比指甲盖还小哩！”凤娇又有了新发现。

香雪不言不语地点着头，她终于看见了妇女头上的金圈圈和她腕上比指甲盖还要小的手表。但她也很快就发现了别的。“皮书包！”她指着行李架上一只普通的棕色人造革学生书包。就是那种连小城市都随处可见的学生书包。

尽管姑娘们对香雪的发现总是不感兴趣，但她们还是围了上来。

“哟，我的妈呀！你踩着我脚啦！”凤娇一声尖叫，埋怨着挤上来的一个姑娘。她老是爱一惊一乍的。

“你咋呼什么呀，是想叫那个小白脸和你搭话了吧？”被埋怨的姑娘也不示弱。

“我撕了你的嘴！”凤娇骂着，眼睛却不由自主地朝第三节车厢的车门望去。

那个白白净净的年轻乘务员真下车来了。他身材高大，头发乌黑，说一口漂亮的北京话。也许因为这点，姑娘们私下里都叫他“北京话”。“北京话”双手抱住胳膊肘，和她们站得不远不近地说：“喂，我说小姑娘们，别扒窗户，危险！”

“哟，我们小，你就老了吗？”大胆的凤娇回敬了一句。

姑娘们一阵大笑，不知谁还把凤娇往前一搡，弄得她差点儿撞在他身上。这一来反倒更壮了凤娇的胆。“喂，你们老待在车上不头晕？”她又问。

“房顶子上那个大刀片似的，那是干什么用的？”又一个姑娘问。她指的是车厢里的电扇。

“烧水在哪儿？”

“开到没路的地方怎么办？”

“你们城市里一天吃几顿饭？”香雪也紧跟在姑娘们后边小声问了一句。

“真没治！”“北京话”陷在姑娘们的包围圈里，不知所措地嘟囔着。

快开车了，她们才让出一条路，放他走。他一边看表，一边朝车门跑去，跑到门口，又扭头对她们说：“下次吧，下次告诉你们！”他的两条长腿灵巧地向上一跨就上了车，接着一阵叽里哐啷，绿色的车门就在姑娘们面前沉重地合上了。列车一头扎进黑暗，把她们撇在冰冷的铁轨旁边。很久，她们还能感觉到它那越来越轻的震颤。

一切又恢复了寂静，静得叫人惆怅。姑娘们走回家去，路上总要为一点儿小事争论不休：

“谁知道别在头上的金圈圈是几个？”

“八个。”

“九个。”

“不是！”

“就是！”

“凤娇你说呢？”

“她呀，还在想‘北京话’哪！”有人开起了凤娇的玩笑。

“去你的，谁说谁就想。”凤娇说着捏了一下香雪的手，意思是叫香雪帮腔。

香雪没说话，慌得脸都红了。她才十七岁，还没学会怎样在这种事上给人家帮腔。

“他的脸多白呀！”那个姑娘还在逗凤娇。

“白？还不是在那大绿屋里捂的。叫他到咱台儿沟住几天试试。”有人在黑影里说。

“可不，城里人就靠捂。要论白，叫他们和咱香雪比比。咱们香雪，天生一副好皮子，再照火车上那些闺女的样儿，把头发烫成弯绕绕，啧啧！‘真没治’！凤娇姐，你说是不是？”

凤娇不接茬儿，松开了香雪的手。好像姑娘们真在贬低她的什

么人一样，她心里真有点儿替他抱不平呢。不知怎么的，她认定他的脸绝不是捂白的，那是天生。

香雪又悄悄把手送到凤娇手心里，她示意凤娇握住她的手，仿佛请求凤娇的宽恕，仿佛是她使凤娇受了委屈。

“凤娇，你哑巴啦？”还是那个姑娘。

“谁哑巴啦！谁像你们，专看人家脸黑脸白。你们喜欢，你们可跟上人家走啊！”凤娇的嘴很硬。

“我们不配！”

“你担保人家没有相好的？”

……

不管在路上吵得怎样厉害，分手时大家还是十分友好的，因为一个叫人兴奋的念头又在她们心中升起：明天，火车还要经过，她们还会有一个美妙的一分钟。和它相比，闹点儿小别扭还算回事吗？

哦，五彩缤纷的一分钟，你饱含着台儿沟的姑娘们多少喜怒哀乐！

日久天长，这五彩缤纷的一分钟，竟变得更加五彩缤纷起来。就在这个一分钟里，她们开始挎上装满核桃、鸡蛋、大枣的长方形柳条篮子，站在车窗下，抓紧时间跟旅客和和气气地做买卖。她们踮着脚尖，双臂伸得直直的，把整筐的鸡蛋、红枣举上窗口，换回台儿沟少见的挂面、火柴，以及属于姑娘们自己的发卡、香皂。有时，有人还会冒着回家挨骂的风险，换回花色繁多的纱巾和能松能紧的尼龙袜。

凤娇好像是大家有意分配给那个“北京话”的，每次都是她提着篮子去找他。她和他做买卖故意磨磨蹭蹭，车快开时才把整篮的鸡蛋塞给他。要是他先把鸡蛋拿走，下次见面时再付钱，那就更够意思了。如果他给她捎回一捆挂面、两条纱巾，凤娇就一定捎出一斤挂面还给他。她觉得，只有这样才对得起和他的交往，她愿意这种交往和一般的做买卖有所区别。有时她也想起姑娘们的话：“你担保人家没有相好的？”其实，有没有相好的不关凤娇的事，她又没想过跟他走。可她愿意对他好，难道非得是相好的才能这么做吗？

香雪平时话不多，胆子又小，但做起买卖却是姑娘中最顺利的一个。旅客们爱买她的货，因为她是那么信任地瞧着你，那洁如水晶的眼睛告诉你，站在车窗下的这个女孩子还不知道什么叫受骗。她还不知道怎么讲价钱，只说：“你看着给吧。”你望着她那洁净得仿佛一分钟前才诞生的面孔，望着她那柔软得宛若红缎子似的嘴唇，心中会升起一种美好的感情。你不忍心跟这样的小姑娘耍滑头，在她面前，再爱计较的人也会变得慷慨大度。



《哦，香雪》连环画　王玉琦 作

有时她也抓空儿向他们打听外面的事，打听北京的大学要不要台儿沟人，打听什么叫“配乐诗朗诵”（那是她偶然在同桌的一本书上看到的）。有一回她向一位戴眼镜的中年妇女打听能自动开关的铅笔盒，还问到它的价钱。谁知没等人家回话，车已经开动了。她追着它跑了好远，当秋风和车轮的呼啸一同在她耳边鸣响时，她才停下脚步意识到，自己的行为是多么可笑啊。

火车眨眼间就无影无踪了。姑娘们围住香雪，当她们知道她追火车的原因后，便觉得好笑起来。

“傻丫头！”

“值不当的！”

她们像长者那样拍着她的肩膀。

“就怪我磨蹭，问慢了。”香雪可不认为这是一件值不当的事，她只是埋怨自己没抓紧时间。

“咳，你问什么不行呀！”凤娇替香雪挎起篮子说。

“谁叫咱们香雪是学生呢。”也有人替香雪分辩。

也许就因为香雪是学生吧，是台儿沟唯一考上初中的人。

台儿沟没有学校，香雪每天上学要到十五里以外的公社①。尽管不爱说话是她的天性，但和台儿沟的姐妹们总是有话可说的。公社中学可就没那么多姐妹了，虽然女同学不少，但她们的言谈举止，一个眼神，一声轻轻的笑，好像都是为了叫香雪意识到，她

---

①〔公社〕指人民公社。1958—1982年我国农村中的集体所有制经济组织。一般一乡建立一社，政社合一。

是小地方来的，穷地方来的。她们故意一遍又一遍地问她："你们那儿一天吃几顿饭？"她不明白她们的用意，每次都认真地回答："两顿。"然后又友好地瞧着她们反问道："你们呢？"

"三顿！"她们每次都理直气壮地回答。之后，又对香雪在这方面的迟钝感到说不出的怜悯和气恼。

"你上学怎么不带铅笔盒呀？"她们又问。

"那不是吗。"香雪指指桌角。

其实，她们早知道桌角那只小木盒就是香雪的铅笔盒，但她们还是做出吃惊的样子。每到这时，香雪的同桌就把自己那只宽大的泡沫塑料铅笔盒摆弄得嗒嗒乱响。这是一只可以自动合上的铅笔盒，很久以后，香雪才知道它所以能自动合上，是因为铅笔盒里包藏着一块不大不小的吸铁石。香雪的小木盒，尽管那是当木匠的父亲为她考上中学特意制作的，它在台儿沟还是独一无二的呢。可在这儿，和同桌的铅笔盒一比，为什么显得那样笨拙，陈旧？它在一阵嗒嗒声中有几分羞涩地畏缩在桌角上。

香雪的心再也不能平静了，她好像忽然明白了同学们对于她的再三盘问，明白了台儿沟是多么贫穷。她第一次意识到这是不光彩的，因为贫穷，同学们才敢一遍又一遍地盘问她。她盯住同桌那只铅笔盒，猜测它来自遥远的大城市，猜测它的价钱肯定非同寻常。三十个鸡蛋换得来吗？还是四十个、五十个？这时她的心又忽地一沉：怎么想起这些了？娘攒下鸡蛋，不是为了叫她乱打主意啊！可是，为什么那诱人的嗒嗒声老是在耳边响个没完？

深秋，山风渐渐凛冽了，天也黑得越来越早。但香雪和她的姐妹们对于七点钟的火车，是照等不误的。她们可以穿起花棉袄了，凤娇头上别起了淡粉色的有机玻璃发卡，有些姑娘的辫梢还缠上了夹丝橡皮筋。那是她们用鸡蛋、核桃从火车上换来的。她们仿照火车上那些城里姑娘的样子把自己武装起来，整齐地排列在铁路旁，像是等待欢迎远方的贵宾，又像是准备着接受检阅。

火车停了，发出一阵沉重的叹息，像是在抱怨台儿沟的寒冷。今天，它对台儿沟表现了少有的冷漠：车窗全部紧闭着，旅客在昏黄的灯光下喝茶、看报，没有人向窗外瞥一眼。那些眼熟的、常跑这条线的人们，似乎也忘记了台儿沟的姑娘。

凤娇照例跑到第三节车厢去找她的"北京话"，香雪系紧头上的紫红色线围巾，把臂弯里的篮子换了换手，也顺着车身不停地跑着。她尽量高高地踮起脚尖，希望车厢里的人能看见她的脸。车上一直没有人发现她，她却在一张堆满食品的小桌上，发现了渴望已久的东西。它的出现，使她再也不想往前走了，她放下篮子，心跳

着，双手紧紧扒住窗框，认清了那真是一只铅笔盒，一只装有吸铁石的自动铅笔盒。它和她离得那样近，如果不是隔着玻璃，她一伸手就可以摸到。

一位中年女乘务员走过来拉开了香雪。香雪挎起篮子站在远处继续观察。当她断定它属于靠窗那位女学生模样的姑娘时，就果断地跑过去敲起了玻璃。女学生转过脸来，看见香雪臂弯里的篮子，抱歉地冲她摆了摆手，并没有打开车窗的意思。不知怎么的她朝车门跑去，当她在门口站定时，还一把扒住了扶手。如果说跑的时候她还有点儿犹豫，那么从车厢里送出来的一阵阵温馨的、火车特有的气息却坚定了她的信心，她学着“北京话”的样子，轻巧地跃上了踏板。她打算以最快的速度跑进车厢，以最快的速度用鸡蛋换回铅笔盒。也许，她所以能够在几秒钟内就决定上车，正是因为她拥有那么多鸡蛋吧，那是四十个。

香雪终于站在火车上了。她挽紧篮子，小心地朝车厢迈出了第一步。这时，车身忽然颤动了一下，接着，车门被人关上了。当她意识到眼前发生了什么事时，列车已经缓缓地向台儿沟告别了。香雪扑在车门上，看见凤娇的脸在车下一晃。看来这不是梦，一切都是真的，她确实离开姐妹们，站在这既熟悉又陌生的火车上了。她拍打着玻璃，冲凤娇叫喊：“凤娇！我怎么办呀，我可怎么办呀！”

列车无情地载着香雪一路飞奔，台儿沟刹那间就被抛在后面了。下一站叫西山口，西山口离台儿沟三十里。

三十里，对于火车、汽车真的不算什么，西山口在旅客们闲聊之中就到了。这里上车的人不少，下车的只有一位旅客，那就是香雪。她胳膊上少了那只篮子，她把它塞到那个女学生座位下面了。

在车上，当她红着脸告诉女学生，想用鸡蛋和她换铅笔盒时，女学生不知怎么的也红了脸。她一定要把铅笔盒送给香雪，还说她住在学校吃食堂，鸡蛋带回去也没法吃。她怕香雪不信，又指了指胸前的校徽，上面果真有“矿冶学院”几个字。香雪却觉着她在哄她，难道除了学校她就没家吗？香雪一面摆弄着铅笔盒，一面想着主意。台儿沟再穷，她也从没白拿过别人的东西。就在火车停顿前发出的几秒钟的震颤里，香雪还是猛然把篮子塞到女学生的座位下面，迅速离开了。

车上，旅客们曾劝她在西山口住一夜再回台儿沟。热情的“北京话”还告诉她，他爱人有个亲戚就住在站上。香雪并没有住，更不打算去找“北京话”的什么亲戚，他的话倒使她感到了委屈，她替凤娇委屈，替台儿沟委屈。她只是一心一意地想：赶快走回

K
_1526_35_01A-19-1526L_pdf_p0032

去，明天理直气壮地去上学，理直气壮地打开书包，把“它”摆在桌上。车上的人既不了解火车的呼啸曾经怎样叫她像只受惊的小鹿那样不知所措，更不了解山里的女孩子在大山和黑夜面前到底有多大本事。

列车很快就从西山口车站消失了，留给她的又是一片空旷。一阵寒风扑来，吸吮着她单薄的身体。她把滑到肩上的围巾紧裹在头上，缩起身子在铁轨上坐了下来。香雪感受过各种各样的害怕，小时候她怕头发，身上沾着一根头发择不下来，她会急得哭起来；长大了她怕晚上一个人到院子里去，怕毛毛虫，怕被人胳肢（凤娇最爱和她来这一手）。现在她害怕这陌生的西山口，害怕四周黑幽幽的大山，害怕叫人心跳的寂静，当风吹响近处的小树林时，她又害怕小树林发出的窸窸窣窣的声音。三十里，一路走回去，该路过多少大大小小的林子啊！

一轮满月升起来了，照亮了寂静的山谷、灰白的小路，照亮了秋日的败草、粗糙的树干，还有一丛丛荆棘、怪石，还有漫山遍野那树的队伍，还有香雪手中那只闪闪发光的小盒子。

她这才想到把它举起来仔细端详。她想，为什么坐了一路火车，竟没有拿出来好好看看？现在，在皎洁的月光下，她才看清了它是淡绿色的，盒盖上有两朵洁白的马蹄莲。她小心地把它打开，又学着同桌的样子轻轻一拍盒盖，“嗒”的一声，它便合得严严实实。她又打开盒盖，觉得应该立刻装点东西进去。她从兜里摸出一只盛擦脸油的小盒放进去，又合上了盖子。只有这时，她才觉得这铅笔盒真属于她了，真的。她又想到了明天，明天上学时，她多么盼望她们会再三盘问她啊！

她站了起来，忽然感到心里很满意，风也柔和了许多。她发现月亮是这样明净。群山被月光笼罩着，像母亲庄严、神圣的胸脯；那秋风吹干的一树树核桃叶，卷起来像一树树金铃铛，她第一次听清它们在夜晚，在风的怂恿下“豁啷啷”地歌唱。她不再害怕了，在枕木上跨着大步，一直朝前走去。大山原来是这样的！月亮原来是这样的！核桃树原来是这样的！香雪走着，就像第一次认出养育她成人的山谷。台儿沟呢？不知怎么的，她加快了脚步。她急着见到它，就像从来没见过它那样觉得新奇。台儿沟一定会是“这样的”：那时台儿沟的姑娘不再央求别人，也用不着回答人家的再三盘问。火车上的漂亮小伙子都会求上门来，火车也会停得久一些，也许三分、四分，也许十分、八分。它会向台儿沟打开所有的门窗，要是再碰上今晚这种情况，谁都能从从容容地下车。

今晚台儿沟发生了什么事？对了，火车拉走了香雪，为什么现在她像闹着玩儿似的去回忆呢？四十个鸡蛋也没有了，娘会怎么说呢？爹不是盼望每天都有人家娶媳妇、聘闺女吗？那时他才有干不完的活儿，他才能光着红铜似的脊梁，不分昼夜地打出那些躺柜、碗橱、板箱，挣回香雪的学费。想到这儿，香雪站住了，月光好像也黯淡下来，脚下的枕木变成一片模糊。回去怎么说？她环视群山，群山沉默着；她又朝着近处的杨树林张望，杨树林窸窸窣窣地响着，并不真心告诉她应该怎么做。是哪儿来的流水声？她寻找着，发现离铁轨几米远的地方，有一道浅浅的小溪。她走下铁轨，在小溪旁边蹲了下来。她想起小时候有一回和凤娇在河边洗衣裳，碰见一个换芝麻糖的老头。凤娇劝香雪拿一件旧汗褂换几块糖吃，还教她对娘说，那件衣裳不小心叫河水给冲走了。香雪很想吃芝麻糖，可她到底没换。她还记得，那老头真心实意等了她半天呢。为什么她会想起这件小事？也许现在应该骗娘吧，因为芝麻糖怎么也不能和铅笔盒的重要性相比。她要告诉娘，这是一个宝盒子，谁用上它，就能一切顺心如意，就能上大学、坐上火车到处跑，就能要什么有什么，就再也不会被人盘问她们每天吃几顿饭了。娘会相信的，因为香雪从来不骗人。

小溪的歌唱高昂起来了，它欢腾着向前奔跑，撞击着水中的石块，不时溅起一朵小小的浪花。香雪也要赶路了，她捧起溪水洗了把脸，又用沾着水的手抿光被风吹乱的头发。水很凉，但她觉得很精神。她告别了小溪，又回到了长长的铁路上。

前边又是什么？是隧道，它愣在那里，就像大山的一只黑眼睛。香雪又站住了，但她没有返回去，她想到怀里的铅笔盒，想到同学们惊羡的目光，那些目光好像就在隧道里闪烁。她弯腰拔下一根枯草，将草茎插在小辫里。娘告诉她，这样可以“避邪”。然后她就朝隧道跑去。确切地说，是冲去。

香雪越走越热了，她解下围巾，把它搭在脖子上。她走出了多少里？不知道。尽管草丛里的“纺织娘”“油葫芦”总在鸣叫着提醒她。台儿沟在哪儿？她向前望去，她看见迎面有一颗颗黑点在铁轨上蠕动。再近一些她才看清，那是人，是迎着她走过来的人群。第一个是凤娇，凤娇身后是台儿沟的姐妹们。

香雪想快点跑过去，但脚为什么变得异常沉重？她站在枕木上，回头望着笔直的铁轨，铁轨在月亮的照耀下泛着清淡的光，它冷静地记载着香雪的路程。她忽然觉得心头一紧，不知怎么的就哭了起来，那是欢乐的泪水、满足的泪水。面对严峻而又温厚的大山，她心中升起一种从未有过的骄傲。她用手背抹净眼泪，拿下插在辫子

里的那根草茎，然后举起铅笔盒，迎着对面的人群跑去。

山谷里突然爆发了姑娘们欢乐的呐喊。她们叫着香雪的名字，声音是那样奔放，热烈；她们笑着，笑得是那样不加掩饰，无所顾忌。古老的群山终于被感动得战栗了，它发出洪亮低沉的回音，和她们共同欢呼着。

哦，香雪！香雪！

1982年6月

学习提示

《百合花》所讲的故事发生在解放战争时期。小说写部队发起总攻之前，小通讯员和“我”到包扎所向一个刚过门三天的新媳妇借被子以及此后发生的故事，表现了战火中的青春美和人性美。阅读时注意那些感人的细节描写，如新媳妇发现重伤的是小通讯员，于是一针一针缝补他衣服上的破洞，后来又将自己新婚时的被子盖在了小通讯员的遗体上。想一想这篇战争题材的小说为何格外让人心动，重点把握小说对人物形象的刻画，体会革命战争年代特有的崇高情操。

《哦，香雪》写的是改革开放之初火车的开通给边远山村带来的新鲜事儿。小说没有激烈的冲突和曲折的故事，只是捕捉了几个小的生活场景，细致入微地描绘了香雪等几位姑娘的心理变化与情感波澜，折射出山村生活的新变化。“香雪们”青春的纯真和质朴，让人感受到生命的美好。阅读时注意欣赏小说清新的笔调，以及洋溢在淡雅文字中的诗情画意。

C M K
19_1526_35_01A-19-1526L_pdf_p0035

单元学习任务

一　本单元作品抒发的都是青春情怀。作品中的哪些地方最让你感动？哪些是你以前未曾留意，而读过之后感受很深的？哪些已经点燃了你思考人生、积极上进的热情？认真阅读、欣赏这些作品，从你最有感触的一点出发，与同学就“青春的价值”这一话题展开讨论。

二　反复诵读本单元诗歌作品，围绕“意象”和“诗歌语言”探讨欣赏诗歌的方法，揣摩作品的意蕴和情感，感受不同的风格。

1. 五首诗歌风格各异，但诗人都善于运用意象来表达自己的情思。任选一首，想一想：诗中运用了哪些意象？这些意象有怎样的特点？激发了你怎样的情思？如何通过意象来欣赏诗歌？记录下自己的思考，写一则札记。
2. 查找毛泽东《沁园春·长沙》的写作背景资料，建议阅读埃德加·斯诺的《毛泽东自传》，了解毛泽东青年时期的革命经历，加深对这首词主旨的理解。还要注意感受词作的意境，抓住“红遍”“尽染”“碧透”等富有表现力的词语去欣赏这首词。选取自己印象最深的一点进行分析并与同学交流。
3. 任选一首诗，有感情地朗读，把你对诗作的理解通过朗读表达出来。同学之间相互点评。

三　《百合花》写的是战争年代一名革命军人的牺牲，《哦，香雪》写的是改革开放初期山村少女对现代生活的向往。两篇小说的时代背景不同，表现的青春情怀却都是那样感人。阅读时要联系特定的历史背景来理解作品的内涵，结合自己的阅读感受欣赏小说的描写艺术。从两篇小说中各选择一两个感人的片段，揣摩人物的心理活动，分析典型的细节描写，并作简要点评。

四　青春之美，在人的一生中是弥足珍贵的。结合本单元诗作和能够引发你思考的其他作品，发挥想象写一首诗，抒写你的青春岁月，给未来留下宝贵的记忆。注意借鉴本单元诗歌在意象选择、语言锤炼等方面的手法，使诗作多一些“诗味”。汇总所有同学的诗作，全班合作编辑一本诗集作为青春的纪念。

C M K
19_1526_35_01A-19-1526L_pdf_p0036

学写诗歌

诗歌是情感的艺术。激发诗情和灵感，需要生活的体验和积累，需要把握时代的脉搏。毛泽东的《沁园春·长沙》作于反帝反封建斗争风起云涌、工农运动蓬勃发展的时代，至今都能让人感受到诗人炽热的情感、豪迈的气概。如果我们平时多关注现实，注重对生活的观察和领悟，诗情就会不期而至，也就能从中提炼出抒情的主题。

诗歌需要形象。思想感情与具体形象相融合，就形成意象。通过意象抒发自己的诗情和意趣，诗歌就会产生特有的艺术感染力。在闻一多的《红烛》中，诗人通过对红烛这一核心意象的层层渲染和开掘，赋予它丰富的内涵和情感。昌耀的《峨日朵雪峰之侧》一诗中，诗人情感的变化和对人生的思考是通过几个意象的组合实现的。雪莱的《致云雀》以云雀为中心组成密集的意象群，表达诗人奔放的激情和坚定的理想。写作诗歌时，最好不要直接说出你想表达的思想感情，而要通过具体的形象，运用比喻、象征等方式来暗示。总之，要婉转曲折地表达才能耐咀嚼，有诗味。

诗歌富于音乐性。这种音乐性来自诗歌的韵律和节奏。诗歌写作要安排好韵律和节奏，以适合所要表达的情感意蕴，否则作品就会缺少韵味。郭沫若《立在地球边上放号》的雄奇奔放、雪莱《致云雀》的浪漫激情，与作品的韵律节奏是协调一致的。在写作时，韵律和节奏的安排要与情感的表达相统一。写好后还要反复朗读，边读边改，以期取得理想的表达效果。

情感、意象、韵律等都要落实到语言上。诗歌的语言必须凝练、含蓄，给人以联想和想象的空间，达到言有尽而意无穷的效果。一首诗中，如果有一些词句能让人眼前一亮，自然能给人留下深刻印象。

普 通 高 中 教 科 书

数学

必　修

第一册

人民教育出版社　课程教材研究所
中学数学课程教材研究开发中心　编著

人民教育出版社
·北京·

主　　编：章建跃　李增沪
副 主 编：李　勇　李海东　李龙才
本册主编：李海东　郭玉峰

编写人员：王　嵘　白　涛　刘长明　刘春艳　李柏青　宋莉莉　张劲松
　　周远方　赵　昕　胡永建　俞求是　郭玉峰　郭慧清　黄炳锋
　　章建跃　薛红霞

责任编辑：王　嵘
美术编辑：王俊宏

普通高中教科书　数学　必修　第一册
人民教育出版社　课程教材研究所
中学数学课程教材研究开发中心　编著

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）
网　　址　http://www.pep.com.cn
重　　印　××× 出版社
发　　行　××× 新华书店
印　　刷　××× 印刷厂
版　　次　　年　月第　版
印　　次　　年　月第　次印刷
开　　本　890 毫米 ×1240 毫米　1/16
印　　张
插　　页
字　　数　　千字
印　　数　　册
书　　号　ISBN 978-7-107-　　-
定　　价　　元
定价批号：××号　审图号：GS（××××）××××号

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
如发现印、装质量问题，影响阅读，请与 ××× 联系调换。电话：×××-××××××××

主编寄语

亲爱的同学，欢迎使用这套教科书，希望它能成为你学习数学的好帮手. 在开始学习前，我们想就数学学习中的一些问题与你做点交流.

首先，你想过为什么要学那么多数学吗？高中生应该认真思考这个问题了. 其实道理很明显，就是因为**数学有用**. 数学不仅对社会发展和科技进步作用巨大，而且对你个人的发展也很重要. 努力学好数学对你的人生幸福意义重大，这个道理在你今后学习、工作和生活中会逐步体会到.

第二，**要采用多样化学习方式**. 高中数学内容的抽象程度提高了，要以更加积极主动的态度、刻苦钻研的精神，采取阅读自学、独立思考、实践探究、合作交流等多种学习方式，才能更好地掌握它. 内容越抽象，就越需要静下心来，持之以恒地思考，然后才能有所领悟、有所收获.

第三，**注重基础，拾阶而上**. 数学的特点是逻辑严谨，从概念到性质再到应用环环相扣，前面知识未理解，后续学习就必然会遇上实质性困难. 学数学，既没有捷径，也没有灵丹妙药，唯有按数学的方式，按部就班地学，循序渐进地想，在基础知识上下足功夫，才能取得好成效.

第四，**按学习规律办事**. 理解概念、熟练技能和准确表达是数学学习的“三要素”，做好这些的要诀是遵循学习规律，掌握学习节奏. 概念是数学的精要所在，必须深刻理解、牢固掌握，因此概念学习要“慢慢来”. 例如，函数是贯穿高中数学的一条主线，是重中之重的内容，因为其抽象程度高而成为许多同学的学习难点. 在起始阶段囫囵吞枣、贪多求快，就会给后续学习埋下隐患. 学好它的秘诀在于慢，慢下来，仔细阅读教科书，用心揣摩每句话，搞懂每个例题，在探究、质疑、反思中逐渐领悟函数的概念及其蕴含的数学思想和方法，并用简明扼要的语言概括出来，从而实现认识的升华. 这个过程，貌似慢而实为快，在反复推敲中悟出学习窍门，达到举一反三、触类旁通的效果，进而一通百通，由慢转快. 这样的快是真快，是无后顾之忧的快，是充满智慧的快.

第五，**重视严格的数学训练，独立完成作业**. 做作业的目的是：加深理解知识，熟练基本技能；学会思考，培养数学能力；查漏补缺，培养良好的学习习惯. 本套书中的习题是精心挑选的，看似不难但寓意深刻，要高度重视. 完成作业，独立思考最重要，遇到困难不能轻言放弃. 有含金量的数学题往往要绞尽脑汁，一时做不出很正常，如果浅尝辄止，急于“刷题”看答案，这是自欺欺人，受害的是你自己.

最后，**学习贵在创新**. 理解概念、学会证明、领会思想、掌握方法都是必备基础，还要善于发现和提出问题，“凡事问个为什么”，这样才能学会学习. 在这套教科书中，我们注重在提问方面做出示范，期望你能“看过问题三百个，不会解题也会问”.

学数学趁年轻. 高中阶段是接受数学训练、打好数学基础的最佳时期. 这个时期下功夫学数学，将使你终生受益. 期盼这套教科书能给你带来愉快，使你的数学素养得到大幅提升.

本册导引

本书根据《普通高中数学课程标准（2017 年版）》编写，包括“集合与常用逻辑用语”“一元二次函数、方程和不等式”“函数的概念与性质”“指数函数与对数函数”“三角函数”五章内容.

集合是刻画一类事物的语言和工具，是现代数学的基础；常用逻辑用语是数学语言的重要组成部分，是数学表达和交流的工具. 在“集合与常用逻辑用语”的学习中，同学们将学习集合的概念、基本关系和运算，学习用集合语言刻画一类事物的方法；并学习用逻辑用语表达数学对象、进行数学推理，为高中数学学习做准备.

相等关系和不等式关系是数学中最基本的数量关系. 在“一元二次函数、方程和不等式”的学习中，同学们将类比等式学习不等式. 通过梳理初中数学的相关内容，理解一元二次函数、一元二次方程和一元二次不等式之间的联系，从函数观点认识方程与不等式，感悟数学知识之间的关联，完成初高中数学学习的过渡.

函数是描述客观世界变化规律的重要数学模型，它的思想方法贯穿了高中数学课程的始终. 在“函数的概念与性质”中，同学们将在初中的基础上，进一步学习运用集合与对应的语言刻画函数概念，学习函数的基本性质，并通过幂函数的学习感受如何研究一个函数，如研究的内容、思路和方法，进一步感受函数的思想方法和广泛应用.

“指数爆炸”“对数增长”是生活中常见的变化现象. 在“指数函数与对数函数”中，同学们将类比幂函数的研究方法，学习指数函数与对数函数的概念、图象和性质. 通过对几类基本初等函数的变化差异的比较，体会如何根据变化差异选择合适的函数类型构建数学模型，刻画现实问题的变化规律，解决简单的实际问题.

三角函数也是一类基本的、重要的函数，它是刻画现实世界中具有周期性变化现象的数学模型. 在“三角函数”的学习中，同学们将学习借助单位圆建立一般三角函数的概念，学习三角函数的图象和性质，探索和研究三角函数之间的一些恒等关系. 通过建立三角函数模型刻画周期变化现象，进一步体会函数的广泛应用.

祝愿同学们通过本册书的学习，不但学到更多的数学知识，而且在数学能力、数学核心素养等方面都有较大的提高，并培养起更高的数学学习兴趣，形成对数学的更加全面的认识.

目录

第一章　集合与常用逻辑用语 …… 1

1.1　集合的概念 …… 2

1.2　集合间的基本关系 …… 7

1.3　集合的基本运算 …… 10

阅读与思考　集合中元素的个数 …… 15

1.4　充分条件与必要条件 …… 17

1.5　全称量词与存在量词 …… 24

阅读与思考　几何命题与充分条件、必要条件 …… 31

小结 …… 33

复习参考题 1 …… 34

第二章　一元二次函数、方程和不等式 …… 36

2.1　等式性质与不等式性质 …… 37

2.2　基本不等式 …… 44

2.3　二次函数与一元二次方程、不等式 …… 50

小结 …… 56

复习参考题 2 …… 57

第三章　函数的概念与性质 …… 59

3.1　函数的概念及其表示 …… 60

阅读与思考　函数概念的发展历程 …… 75

3.2　函数的基本性质 …… 76

信息技术应用　用计算机绘制函数图象 …… 87

3.3　幂函数 …… 89

探究与发现　探究函数 $y=x+\frac{1}{x}$ 的图象与性质 …… 92

3.4　函数的应用（一） …… 93

文献阅读与数学写作*　函数的形成与发展 …… 97

小结 …… 99

复习参考题 3 …… 100

第四章　指数函数与对数函数 …… 103
4.1　指数 …… 104
4.2　指数函数 …… 111
阅读与思考　放射性物质的衰减 …… 115
信息技术应用　探究指数函数的性质 …… 120
4.3　对数 …… 122
阅读与思考　对数的发明 …… 128
4.4　对数函数 …… 130
探究与发现　互为反函数的两个函数图象间的关系 …… 135
4.5　函数的应用（二） …… 142
阅读与思考　中外历史上的方程求解 …… 147
文献阅读与数学写作*　对数概念的形成与发展 …… 157
小结 …… 158
复习参考题 4 …… 159

数学建模　建立函数模型解决实际问题 …… 162

第五章　三角函数 …… 167
5.1　任意角和弧度制 …… 168
5.2　三角函数的概念 …… 177
阅读与思考　三角学与天文学 …… 186
5.3　诱导公式 …… 188
5.4　三角函数的图象与性质 …… 196
探究与发现　函数 $y=A\sin(\omega x+\varphi)$ 及函数 $y=A\cos(\omega x+\varphi)$ 的周期 …… 203
探究与发现　利用单位圆的性质研究正弦函数、余弦函数的性质 …… 208
5.5　三角恒等变换 …… 215
信息技术应用　利用信息技术制作三角函数表 …… 224
5.6　函数 $y=A\sin(\omega x+\varphi)$ …… 231
5.7　三角函数的应用 …… 242
阅读与思考　振幅、周期、频率、相位 …… 250
小结 …… 251
复习参考题 5 …… 253

部分中英文词汇索引 …… 258

第一章
集合与常用逻辑用语

我们知道，方程 $x^2=2$ 在有理数范围内无解，但在实数范围内有解. 在平面内，所有到定点的距离等于定长的点组成一个圆；而在空间中，所有到定点的距离等于定长的点组成一个球面. 因此，明确研究对象、确定研究范围是研究数学问题的基础. 为了简洁、准确地表述数学对象及研究范围，我们需要使用集合的语言和工具. 事实上，集合的知识是现代数学的基础，也是高中数学的基础，在后面各章的学习中将越来越多地应用它. 在本章，我们将学习集合的概念、基本关系和运算，学习用集合语言刻画一类事物的方法.

逻辑用语是数学语言的重要组成部分，是数学表达和交流的工具. 学习一些常用逻辑用语，可以使我们正确理解数学概念、合理论证数学结论、准确表达数学内容. 逻辑用语也是日常交往、学习和工作中必不可少的工具，正确使用逻辑用语是每一位公民应具备的基本素养. 本章我们将通过常用逻辑用语的学习，理解使用逻辑用语表达数学对象、进行数学推理的方法，体会逻辑用语在表述数学内容和论证数学结论中的作用，学会使用集合和逻辑语言表达和交流数学问题，提升交流的逻辑性和准确性.



1.1 集合的概念

在小学和初中，我们已经接触过一些集合. 例如，自然数的集合，同一平面内到一个定点的距离等于定长的点的集合（即圆）等. 为了更有效地使用集合语言，我们需要进一步了解集合的有关知识. 下面先从集合的含义开始.

看下面的例子：

（1）1～10 之间的所有偶数；

（2）立德中学今年入学的全体高一学生；

（3）所有的正方形；

（4）到直线 l 的距离等于定长 d 的所有点；

（5）方程 $x^2-3x+2=0$ 的所有实数根；

（6）地球上的四大洋.

例（1）中，我们把 1～10 之间的每一个偶数作为元素，这些元素的全体就是一个集合；同样地，例（2）中，把立德中学今年入学的每一位高一学生作为元素，这些元素的全体也是一个集合.

思考

上面的例（3）到例（6）也都能组成集合吗？它们的元素分别是什么？

一般地，我们把研究对象统称为**元素**（element），把一些元素组成的总体叫做**集合**（set）（简称为**集**）.

给定的集合，它的元素必须是确定的. 也就是说，给定一个集合，那么一个元素在或不在这个集合中就确定了. 例如，“1～10 之间的所有偶数”构成一个集合，2，4，6，8，10 是这个集合的元素，1，3，5，7，9，…不是它的元素；“较小的数”不能构成集合，因为组成它的元素是不确定的.

一个给定集合中的元素是互不相同的. 也就是说，集合中的元素是不重复出现的.

只要构成两个集合的元素是一样的，我们就称这两个集合是**相等**的.

我们通常用大写拉丁字母 A，B，C，…表示集合，用小写拉丁字母 a，b，c，…表示集合中的元素.

如果 a 是集合 A 的元素，就说 a **属于**（belong to）集合 A，记作 $a\in A$；如果 a 不是集合 A 中的元素，就说 a **不属于**（not belong to）集合 A，记作 $a\notin A$.

例如，若用 A 表示前面例（1）中“1～10 之间的所有偶数”组成的集合，则有 $4\in A$，$3\notin A$，等等.

数学中一些常用的数集及其记法
全体非负整数组成的集合称为非负整数集（或自然数集），记作 **N**；
全体正整数组成的集合称为正整数集，记作 $\mathbf{N}^*$ 或 $\mathbf{N}_+$；
全体整数组成的集合称为整数集，记作 **Z**；
全体有理数组成的集合称为有理数集，记作 **Q**；
全体实数组成的集合称为实数集，记作 **R**.

从上面的例子看到，我们可以用自然语言描述一个集合. 除此之外，还可以用什么方式表示集合呢？

列举法

“地球上的四大洋”组成的集合可以表示为｛太平洋，大西洋，印度洋，北冰洋｝；“方程 $x^2-3x+2=0$ 的所有实数根”组成的集合可以表示为｛1，2｝.

像这样把集合的所有元素一一列举出来，并用花括号“｛　｝”括起来表示集合的方法叫做**列举法**.

例 1　用列举法表示下列集合：

（1）小于 10 的所有自然数组成的集合；

（2）方程 $x^2=x$ 的所有实数根组成的集合.

解：（1）设小于 10 的所有自然数组成的集合为 A，那么

$$A=\{0，1，2，3，4，5，6，7，8，9\}.$$

（2）设方程 $x^2=x$ 的所有实数根组成的集合为 B，那么

$$B=\{0，1\}.$$

由于元素完全相同的两个集合相等，而与列举的顺序无关，因此一个集合可以有不同的列举方法. 例如，例 1（1）的集合还可以写成

$$A=\{9，8，7，6，5，4，3，2，1，0\}$$

等.

思考

（1）你能用自然语言描述集合｛0，3，6，9｝吗？

（2）你能用列举法表示不等式 $x-7<3$ 的解集吗？

描述法

不等式 $x-7<3$ 的解是 $x<10$，因为满足 $x<10$ 的实数有无数个，所以 $x-7<3$ 的解集无法用列举法表示. 但是，我们可以利用解集中元素的共同特征，即：x 是实数，且 $x<10$，把解集表示为

$$\{x\in\mathbf{R}\mid x<10\}.$$

又如，整数集 $\mathbf{Z}$ 可以分为奇数集和偶数集. 对于每一个 $x\in\mathbf{Z}$，如果它能表示为 $x=2k+1(k\in\mathbf{Z})$的形式，那么 x 除以 2 的余数为 1，它是一个奇数；反之，如果 x 是一个奇数，那么 x 除以 2 的余数为 1，它能表示为$x=2k+1(k\in\mathbf{Z})$的形式. 所以，$x=2k+1(k\in\mathbf{Z})$是所有奇数的一个共同特征，于是奇数集可以表示为

$$\{x\in\mathbf{Z}\mid x=2k+1,k\in\mathbf{Z}\}.$$

?

你能用这样的方法表示偶数集吗?

一般地，设 A 是一个集合，我们把集合 A 中所有具有共同特征 $P(x)$的元素 x 所组成的集合表示为

$$\{x\in A\mid P(x)\},$$

这种表示集合的方法称为**描述法**.

有时也用冒号或分号代替竖线，写成

$$\{x\in A:P(x)\}$$

或

$$\{x\in A;P(x)\}.$$

例如，实数集 $\mathbf{R}$ 中，有限小数和无限循环小数都具有$\frac{q}{p}$（p，$q\in\mathbf{Z}$，$p\neq0$）的形式，这些数组成有理数集，我们将它表示为

$$\mathbf{Q}=\{x\in\mathbf{R}\mid x=\frac{q}{p},\ p,q\in\mathbf{Z},p\neq0\}.$$

其中，$\frac{q}{p}$（p，$q\in\mathbf{Z}$，$p\neq0$）就是所有有理数具有的共同特征.

显然，对于任何 $y\in\{x\in A\mid P(x)\}$，都有 $y\in A$，且 $P(y)$成立.

例 2 试分别用描述法和列举法表示下列集合：

（1）方程 $x^2-2=0$ 的所有实数根组成的集合 A；

（2）由大于 10 且小于 20 的所有整数组成的集合 B.

解：（1）设 $x\in A$，则 x 是一个实数，且 $x^2-2=0$. 因此，用描述法表示为

$$A=\{x\in\mathbf{R}\mid x^2-2=0\}.$$

方程 $x^2-2=0$ 有两个实数根$\sqrt{2}$，$-\sqrt{2}$，因此，用列举法表示为

$$A=\{\sqrt{2},-\sqrt{2}\}.$$

（2）设 $x\in B$，则 x 是一个整数，即 $x\in\mathbf{Z}$，且 $10<x<20$. 因此，用描述法表示为

$$B=\{x\in\mathbf{Z}\mid 10<x<20\}.$$

大于 10 且小于 20 的整数有 11，12，13，14，15，16，17，18，19，因此，用列举法表示为

$$B=\{11,12,13,14,15,16,17,18,19\}.$$

我们约定，如果从上下文的关系看，$x\in\mathbf{R}$，$x\in\mathbf{Z}$ 是明确的，那么 $x\in\mathbf{R}$，$x\in\mathbf{Z}$ 可以省略，只写其元素 x. 例如，集合 $D=\{x\in\mathbf{R}|x<10\}$ 也可表示为 $D=\{x|x<10\}$；集合 $E=\{x\in\mathbf{Z}|x=2k+1,k\in\mathbf{Z}\}$ 也可表示为 $E=\{x|x=2k+1,k\in\mathbf{Z}\}$.

思考

举例说明，用自然语言、列举法和描述法表示集合时各自的特点.

练习

1. 判断下列元素的全体是否组成集合，并说明理由：
   （1）与定点 A，B 等距离的点；
   （2）高中学生中的游泳能手.
2. 用符号“$\in$”或“$\notin$”填空：

   0____$\mathbf{N}$；-3____$\mathbf{N}$；0.5____$\mathbf{Z}$；$\sqrt{2}$____$\mathbf{Z}$；$\frac{1}{3}$____$\mathbf{Q}$；π____$\mathbf{R}$.
3. 用适当的方法表示下列集合：
   （1）由方程 $x^2-9=0$ 的所有实数根组成的集合；
   （2）一次函数 $y=x+3$ 与 $y=-2x+6$ 图象的交点组成的集合；
   （3）不等式 $4x-5<3$ 的解集.

习题 1.1

复习巩固

1. 用符号“$\in$”或“$\notin$”填空：
   （1）设 A 为所有亚洲国家组成的集合，则
   中国_____A，美国_____A，印度_____A，英国_____A；
   （2）若 $A=\{x|x^2=x\}$，则 -1_____A；
   （3）若 $B=\{x|x^2+x-6=0\}$，则 3_____A；
   （4）若 $C=\{x\in\mathbf{N}|1\leqslant x\leqslant 10\}$，则 8_____C，9.1_____C.
2. 用列举法表示下列集合：
   （1）大于 1 且小于 6 的整数；
   （2）$A=\{x|(x-1)(x+2)=0\}$；
   （3）$B=\{x\in\mathbf{Z}|-3<2x-1<3\}$.

综合运用

3. 把下列集合用另一种方法表示出来：

（1）$\{2，4，6，8，10\}$；

（2）由 1，2，3 这三个数字抽出一部分或全部数字（没有重复）所组成的一切自然数；

（3）$\{x\in\mathbf{N}|3<x<7\}$；

（4）中国古代四大发明.

4. 用适当的方法表示下列集合：

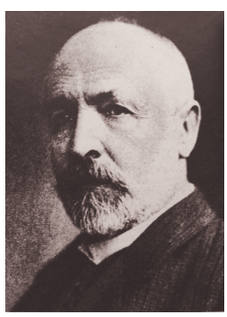
（1）二次函数 $y=x^2-4$ 的函数值组成的集合；

（2）反比例函数 $y=\dfrac{2}{x}$ 的自变量组成的集合；

（3）不等式 $3x\geqslant 4-2x$ 的解集.

拓广探索

5. 集合论是德国数学家康托尔于 19 世纪末创立的. 当时，康托尔在解决涉及无限量研究的数学问题时，越过“数集”限制，提出了一般性的“集合”概念. 关于集合论，希尔伯特赞誉其为“数学思想的惊人的产物，在纯粹理性的范畴中人类活动的最美的表现之一”，罗素描述其为“可能是这个时代所能夸耀的最伟大的工作”. 请你查阅相关资料，用简短的报告阐述你对这些评价的认识.



康托尔（Georg Cantor，1845—1918）

1.2 集合间的基本关系

我们知道，两个实数之间有相等关系、大小关系，如 $5=5$，$5<7$，$5>3$，等等. 两个集合之间是否也有类似的关系呢?

观察

观察下面几个例子，类比实数之间的相等关系、大小关系，你能发现下面两个集合之间的关系吗?

(1) $A=\{1, 2, 3\}$，$B=\{1, 2, 3, 4, 5\}$;

(2) C 为立德中学高一 (2) 班全体女生组成的集合，D 为这个班全体学生组成的集合;

(3) $E=\{x \mid x$ 是两条边相等的三角形$\}$，$F=\{x \mid x$ 是等腰三角形$\}$.

可以发现，在 (1) 中，集合 A 的任何一个元素都是集合 B 的元素. 这时我们说集合 A 包含于集合 B，或集合 B 包含集合 A. (2) 中的集合 C 与集合 D 也有这种关系.

一般地，对于两个集合 A，B，如果集合 A 中任意一个元素都是集合 B 中的元素，就称集合 A 为集合 B 的**子集** (subset)，记作

$$A \subseteq B \text{ (或 } B \supseteq A),$$

读作“A 包含于 B”(或“B 包含 A”).

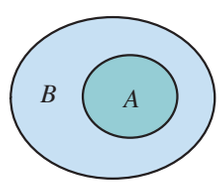


图 1.2-1

在数学中，我们经常用平面上封闭曲线的内部代表集合，这种图称为 **Venn 图**. 这样，上述集合 A 与集合 B 的包含关系，可以用图 1.2-1 表示.

在 (3) 中，由于“两条边相等的三角形”是等腰三角形，因此，集合 E，F 都是由所有等腰三角形组成的集合. 即集合 E 中任何一个元素都是集合 F 中的元素，同时，集合 F 中任何一个元素也都是集合 E 中的元素. 这样，集合 E 的元素与集合 F 的元素是一样的.

一般地，如果集合 A 的任何一个元素都是集合 B 的元素，同时集合 B 的任何一个元素都是集合 A 的元素，那么集合 A 与集合 B 相等，记作 $A=B$.

也就是说，若 $A \subseteq B$，且 $B \subseteq A$，则 $A=B$.

请你举出几个具有包含关系、相等关系的集合实例.

与实数中的结论“若 $a \geqslant b$，且 $b \geqslant a$ ，则 $a=b$”相类比，你有什么体会?

如果集合 $A\subseteq B$，但存在元素 $x\in B$，且 $x\notin A$，就称集合 A 是集合 B 的**真子集**（proper subset），记作

$$A\subsetneq B\ (\text{或 } B\supsetneq A).$$

例如，在（1）中，$A\subseteq B$，但 $4\in B$，且 $4\notin A$，所以集合 A 是集合 B 的真子集.

我们知道，方程 $x^2+1=0$ 没有实数根，所以方程 $x^2+1=0$ 的实数根组成的集合中没有元素.

一般地，我们把不含任何元素的集合叫做**空集**（empty set），记为$\varnothing$，并规定：空集是任何集合的子集.

你能举出几个空集的例子吗？

思考

包含关系$\{a\}\subseteq A$ 与属于关系 $a\in A$ 有什么区别？试结合实例作出解释.

由上述集合之间的基本关系，可以得到下列结论：

（1）任何一个集合是它本身的子集，即

$$A\subseteq A;$$

（2）对于集合 A，B，C，如果 $A\subseteq B$，且 $B\subseteq C$，那么 $A\subseteq C$.

例 1 写出集合 $\{a,b\}$ 的所有子集，并指出哪些是它的真子集.

解： 集合 $\{a,b\}$ 的所有子集为$\varnothing$，$\{a\}$，$\{b\}$，$\{a,b\}$. 真子集为$\varnothing$，$\{a\}$，$\{b\}$.

例 2 判断下列各题中集合 A 是否为集合 B 的子集，并说明理由：

（1）$A=\{1,2,3\}$，$B=\{x\mid x \text{ 是8的约数}\}$；

（2）$A=\{x\mid x \text{ 是长方形}\}$，$B=\{x\mid x \text{ 是两条对角线相等的平行四边形}\}$.

解：（1）因为 3 不是 8 的约数，所以集合 A 不是集合 B 的子集.

（2）因为若 x 是长方形，则 x 一定是两条对角线相等的平行四边形，所以集合 A 是集合 B 的子集.

练习

1. 写出集合 $\{a,b,c\}$ 的所有子集.

2. 用适当的符号填空：

（1）a ____ $\{a,b,c\}$；　　（2）0 ____ $\{x\mid x^2=0\}$；

（3）$\varnothing$ ____ $\{x\in\mathbf{R}\mid x^2+1=0\}$；　　（4）$\{0,1\}$ ____ $\mathbf{N}$；

（5）$\{0\}$ ____ $\{x\mid x^2=x\}$；　　（6）$\{2,1\}$ ____ $\{x\mid x^2-3x+2=0\}$.

3. 判断下列两个集合之间的关系：

（1）$A=\{x\mid x<0\}$，$B=\{x\mid x<1\}$；

（2）$A=\{x\mid x=3k，k\in\mathbf{N}\}$，$B=\{x\mid x=6z，z\in\mathbf{N}\}$；

（3）$A=\{x\in\mathbf{N}_+\mid x$ 是 4 与 10 的公倍数$\}$，$B=\{x\mid x=20m，m\in\mathbf{N}_+\}$.

习题 1.2

复习巩固

1. 选用适当的符号填空：

（1）若集合 $A=\{x\mid 2x-3<3x\}$，$B=\{x\mid x\geqslant 2\}$，则

-4____B，-3____A，$\{2\}$ ____B，B____A；

（2）若集合 $A=\{x\mid x^2-1=0\}$，则

1____A，$\{-1\}$ ____A，$\varnothing$____A，$\{1，-1\}$ ____A；

（3）$\{x\mid x$ 是菱形$\}$ ____ $\{x\mid x$ 是平行四边形$\}$；

$\{x\mid x$ 是等腰三角形$\}$ ____ $\{x\mid x$ 是等边三角形$\}$.

2. 指出下列各集合之间的关系，并用 Venn 图表示：

$A=\{x\mid x$ 是四边形$\}$，$B=\{x\mid x$ 是平行四边形$\}$，$C=\{x\mid x$ 是矩形$\}$，$D=\{x\mid x$ 是正方形$\}$.

综合运用

3. 举出下列各集合的一个子集：

（1）$A=\{x\mid x$ 是立德中学的学生$\}$；　　（2）$B=\{x\mid x$ 是三角形$\}$；

（3）$C=\{0\}$；　　（4）$D=\{x\in\mathbf{Z}\mid 3<x<30\}$.

4. 在平面直角坐标系中，集合 $C=\{(x，y)\mid y=x\}$ 表示直线 $y=x$，从这个角度看，集合 $D=\left\{(x，y)\ \middle|\ \begin{cases}2x-y=1\\ x+4y=5\end{cases}\right\}$ 表示什么？集合 C，D 之间有什么关系？

拓广探索

5. （1）设 a，$b\in\mathbf{R}$，$P=\{1，a\}$，$Q=\{-1，-b\}$，若 $P=Q$，求 $a-b$ 的值；

（2）已知集合 $A=\{x\mid 0<x<a\}$，$B=\{x\mid 1<x<2\}$，若 $B\subseteq A$，求实数 a 的取值范围.

1.3 集合的基本运算

我们知道，实数有加、减、乘、除等运算. 集合是否也有类似的运算呢?

并集

观察

观察下面的集合，类比实数的加法运算，你能说出集合 C 与集合 A，B 之间的关系吗?

(1) $A=\{1,3,5\}$，$B=\{2,4,6\}$，$C=\{1,2,3,4,5,6\}$;

(2) $A=\{x|x$ 是有理数$\}$，$B=\{x|x$ 是无理数$\}$，$C=\{x|x$ 是实数$\}$.

在上述两个问题中，集合 A，B 与集合 C 之间都具有这样一种关系：集合 C 是由所有属于集合 A 或属于集合 B 的元素组成的.

一般地，由所有属于集合 A 或属于集合 B 的元素组成的集合，称为集合 A 与 B 的**并集**(union set)，记作 $A\cup B$(读作“A 并 B”)，即

$$A\cup B=\{x|x\in A，或\ x\in B\},$$

可用 Venn 图(图 1.3-1)表示.

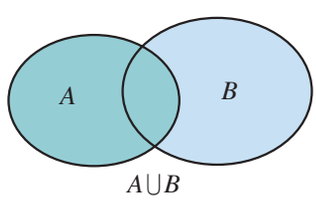


图 1.3-1

这样，在问题(1)(2)中，集合 A 与 B 的并集是 C，即

$$A\cup B=C.$$

例 1 设 $A=\{4,5,6,8\}$，$B=\{3,5,7,8\}$，求 $A\cup B$.

解：$A\cup B=\{4,5,6,8\}\cup\{3,5,7,8\}$

$=\{3,4,5,6,7,8\}$.

在求两个集合的并集时，它们的公共元素在并集中只能出现一次. 如元素 5，8.

例 2 设集合 $A=\{x|-1<x<2\}$，集合 $B=\{x|1<x<3\}$，求 $A\cup B$.

解：$A\cup B=\{x\mid -1<x<2\}\cup\{x\mid 1<x<3\}$

$=\{x\mid -1<x<3\}$.

如图 1.3-2，还可以利用数轴直观表示例 2 中求并集

$A \cup B$的过程.

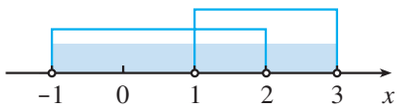


图 1.3-2

思考

下列关系式成立吗？

(1) $A \cup A = A$；(2) $A \cup \varnothing = A$.

交集

思考

观察下面的集合，集合 A，B 与集合 C 之间有什么关系？

(1) $A=\{2, 4, 6, 8, 10\}$，$B=\{3, 5, 8, 12\}$，$C=\{8\}$；

(2) $A=\{x \mid x$ 是立德中学今年在校的女同学$\}$，$B=\{x \mid x$ 是立德中学今年在校的高一年级同学$\}$，$C=\{x \mid x$ 是立德中学今年在校的高一年级女同学$\}$.

在上述两个问题中，集合 C 是由所有既属于集合 A 又属于集合 B 的元素组成的.

一般地，由所有属于集合 A 且属于集合 B 的元素组成的集合，称为集合 A 与 B 的**交集**（intersection set），记作 $A \cap B$（读作“A 交 B”），即

$$A \cap B = \{x \mid x \in A, \text{且 } x \in B\},$$

可用 Venn 图（图 1.3-3）表示.

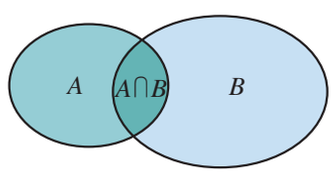


图 1.3-3

这样，在上述问题(1)(2)中，$A \cap B = C$.

例 3 立德中学开运动会，设

$A=\{x \mid x$ 是立德中学高一年级参加百米赛跑的同学$\}$，

$B=\{x \mid x$ 是立德中学高一年级参加跳高比赛的同学$\}$，

求 $A \cap B$.

解：$A \cap B$ 就是立德中学高一年级中那些既参加百米赛跑又参加跳高比赛的同学组成的集合. 所以，

$A \cap B = \{x \mid x$ 是立德中学高一年级既参加百米赛跑又参加跳高比赛的同学$\}$.

例 4 设平面内直线 l_1 上点的集合为 L_1，直线 l_2 上点的集合为 L_2，试用集合的运算表示 l_1，l_2 的位置关系.

解： 平面内直线 l_1，l_2 可能有三种位置关系，即相交于一点、平行或重合.

(1) 直线 l_1，l_2 相交于一点 P 可表示为

$$L_1 \cap L_2 = \{\text{点 } P\};$$

(2) 直线 l_1，l_2 平行可表示为

$$L_1 \cap L_2 = \varnothing;$$

(3) 直线 l_1，l_2 重合可表示为

$$L_1 \cap L_2 = L_1 = L_2.$$

思考

下列关系式成立吗？

(1) $A \cap A = A$；(2) $A \cap \varnothing = \varnothing$.

练习

1. 设 $A=\{3, 5, 6, 8\}$，$B=\{4, 5, 7, 8\}$，求 $A \cap B$，$A \cup B$.
2. 设 $A=\{x \mid x^2-4x-5=0\}$，$B=\{x \mid x^2=1\}$，求 $A \cup B$，$A \cap B$.
3. 设 $A=\{x \mid x \text{ 是等腰三角形}\}$，$B=\{x \mid x \text{ 是直角三角形}\}$，求 $A \cap B$，$A \cup B$.
4. 设 $A=\{x \mid x \text{ 是幸福农场的汽车}\}$，$B=\{x \mid x \text{ 是幸福农场的拖拉机}\}$，求 $A \cup B$.

补集

在研究问题时，我们经常需要确定研究对象的范围.

例如，从小学到初中，数的研究范围逐步地由自然数到正分数，再到有理数，引进无理数后，数的研究范围扩充到实数. 在高中阶段，数的研究范围将进一步扩充.

在不同范围研究同一个问题，可能有不同的结果. 例如方程 $(x-2)(x^2-3)=0$ 的解集，在有理数范围内只有一个解 2，即

$$\{x \in \mathbf{Q} \mid (x-2)(x^2-3)=0\} = \{2\};$$

在实数范围内有三个解：2，$\sqrt{3}$，$-\sqrt{3}$，即

$$\{x \in \mathbf{R} \mid (x-2)(x^2-3)=0\} = \{2, \sqrt{3}, -\sqrt{3}\}.$$

一般地，如果一个集合含有所研究问题中涉及的所有元素，那么就称这个集合为**全集**（universe set），通常记作 U.

通常也把给定的集合作为全集.

对于一个集合 A，由全集 U 中不属于集合 A 的所有元素组成的集合称为集合 A 相对于全集 U 的**补集**（complementary set），简称为集合 A 的补集，记作 $\complement_U A$，即

$$\complement_U A=\{x\mid x\in U，且\ x\notin A\}，$$

可用 Venn 图（图 1.3-4）表示.

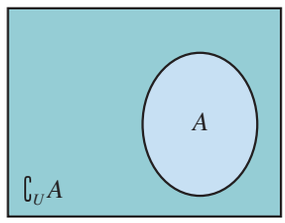


图 1.3-4

例 5 设 $U=\{x\mid x$ 是小于 9 的正整数$\}$，$A=\{1，2，3\}$，$B=\{3，4，5，6\}$，求 $\complement_U A$，$\complement_U B$.

解： 根据题意可知，$U=\{1，2，3，4，5，6，7，8\}$，所以

$$\complement_U A=\{4，5，6，7，8\}，$$
$$\complement_U B=\{1，2，7，8\}.$$

例 6 设全集 $U=\{x\mid x$ 是三角形$\}$，$A=\{x\mid x$ 是锐角三角形$\}$，$B=\{x\mid x$ 是钝角三角形$\}$，求 $A\cap B$，$\complement_U(A\cup B)$.

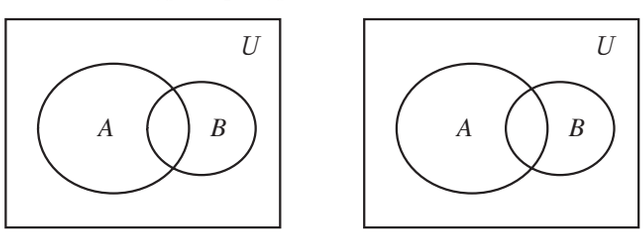
解： 根据三角形的分类可知

$$A\cap B=\varnothing，$$
$$A\cup B=\{x\mid x\text{ 是锐角三角形或钝角三角形}\}，$$
$$\complement_U(A\cup B)=\{x\mid x\text{ 是直角三角形}\}.$$

练习

1. 已知 $U=\{1，2，3，4，5，6，7\}$，$A=\{2，4，5\}$，$B=\{1，3，5，7\}$，求 $A\cap(\complement_U B)$，$(\complement_U A)\cap(\complement_U B)$.
2. 设 $S=\{x\mid x$ 是平行四边形或梯形$\}$，$A=\{x\mid x$ 是平行四边形$\}$，$B=\{x\mid x$ 是菱形$\}$，$C=\{x\mid x$ 是矩形$\}$，求 $B\cap C$，$\complement_S B$，$\complement_S A$.
3. 图中 U 是全集，A，B 是 U 的两个子集，用阴影表示：

   (1) $(\complement_U A)\cap(\complement_U B)$；　　(2) $(\complement_U A)\cup(\complement_U B)$.



(1)　　(2)

（第 3 题）

习题 1.3

复习巩固

1. 集合 $A=\{x\mid 2\leqslant x<4\}$，$B=\{x\mid 3x-7\geqslant 8-2x\}$，求 $A\cup B$，$A\cap B$.
2. 设 $A=\{x\mid x$ 是小于9的正整数$\}$，$B=\{1,2,3\}$，$C=\{3,4,5,6\}$. 求 $A\cap B$，$A\cap C$，$A\cap(B\cup C)$，$A\cup(B\cap C)$.
3. 学校开运动会，设 $A=\{x\mid x$ 是参加100 m 跑的同学$\}$，$B=\{x\mid x$ 是参加200 m 跑的同学$\}$，$C=\{x\mid x$ 是参加400 m 跑的同学$\}$，学校规定，每个参加上述比赛的同学最多只能参加两项比赛，请你用集合的运算说明这项规定，并解释以下集合运算的含义：

   (1) $A\cup B$；　　(2) $A\cap C$.

综合运用

4. 已知集合 $A=\{x\mid 3\leqslant x<7\}$，$B=\{x\mid 2<x<10\}$，求 $\complement_{\mathbf{R}}(A\cup B)$，$\complement_{\mathbf{R}}(A\cap B)$，$(\complement_{\mathbf{R}}A)\cap B$，$A\cup(\complement_{\mathbf{R}}B)$.
5. 设集合 $A=\{x\mid (x-3)(x-a)=0,\ a\in\mathbf{R}\}$，$B=\{x\mid (x-4)(x-1)=0\}$，求 $A\cup B$，$A\cap B$.

拓广探索

6. 已知全集 $U=A\cup B=\{x\in\mathbf{N}\mid 0\leqslant x\leqslant 10\}$，$A\cap(\complement_U B)=\{1,3,5,7\}$，试求集合 B.

阅读与思考

集合中元素的个数

在研究集合时，经常遇到有关集合中元素的个数问题. 我们把含有限个元素的集合 A 叫做有限集，用 $\mathrm{card}(A)$ 来表示有限集合 A 中元素的个数. 例如，$A=\{a, b, c\}$，则 $\mathrm{card}(A)=3$.

card 是英文 cardinal（基数）的缩写.

看一个问题. 某超市进了两次货，第一次进的货是圆珠笔、钢笔、橡皮、笔记本、方便面、汽水共 6 种，第二次进的货是圆珠笔、铅笔、火腿肠、方便面共 4 种，两次一共进了几种货？

回答两次一共进了10(=6+4)种，显然是不对的. 让我们试着从集合的角度考虑这个问题.

用集合 A 表示第一次进货的品种，用集合 B 表示第二次进货的品种，就有

$$A=\{\text{圆珠笔，钢笔，橡皮，笔记本，方便面，汽水}\},$$

$$B=\{\text{圆珠笔，铅笔，火腿肠，方便面}\}.$$

这里 $\mathrm{card}(A)=6$，$\mathrm{card}(B)=4$. 求两次一共进了几种货，这个问题指的是求 $\mathrm{card}(A\cup B)$. 这个例子中，两次进的货里有相同的品种，相同的品种数实际就是 $\mathrm{card}(A\cap B)$. $\mathrm{card}(A)$，$\mathrm{card}(B)$，$\mathrm{card}(A\cup B)$，$\mathrm{card}(A\cap B)$ 之间有什么关系呢？

可以算出

$$\mathrm{card}(A\cup B)=8,$$

$$\mathrm{card}(A\cap B)=2.$$

一般地，对任意两个有限集合 A，B，有

$$\mathrm{card}(A\cup B)=\mathrm{card}(A)+\mathrm{card}(B)-\mathrm{card}(A\cap B).$$

再来看一个问题. 学校先举办了一次田径运动会，某班有 8 名同学参赛，又举办了一次球类运动会，这个班有 12 名同学参赛，两次运动会都参赛的有 3 人. 两次运动会中，这个班共有多少名同学参赛？

用集合 A 表示田径运动会参赛的学生，用集合 B 表示球类运动会参赛的学生，就有

$$A=\{x\mid x\text{ 是田径运动会参赛的学生}\},$$

$$B=\{x\mid x\text{ 是球类运动会参赛的学生}\},$$

那么

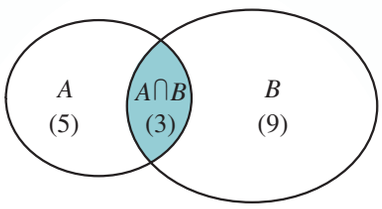
$$A\cap B=\{x\mid x\text{ 是两次运动会都参赛的学生}\},$$

$$A\cup B=\{x\mid x\text{ 是所有参赛的学生}\},$$

$$\begin{aligned}\text{card}(A\cup B)&=\text{card}(A)+\text{card}(B)-\text{card}(A\cap B)\\&=8+12-3=17.\end{aligned}$$

所以，在两次运动会中，这个班共有 17 名同学参赛.

我们也可以用 Venn 图来求解.



在上图中相应于 $A\cap B$ 的区域里先填上3[1]（$\text{card}(A\cap B)=3$），再在 A 中不包括 $A\cap B$ 的区域里填上 $5(\text{card}(A)-\text{card}(A\cap B)=5)$，在 B 中不包括 $A\cap B$ 的区域里填上 $9(\text{card}(B)-\text{card}(A\cap B)=9)$. 最后把这三个数加起来得 17，这就是 $\text{card}(A\cup B)$.

[1] 这里的 3 是表示元素的个数，而不是元素. 图中我们特别加上括号，另外两个数 5，9 也一样.

这种图解法对于解比较复杂的问题（例如涉及三个以上集合的并、交的问题）更能显示出它的优越性. 对于有限集合 A，B，C，你能发现 $\text{card}(A\cup B\cup C)$，$\text{card}(A)$，$\text{card}(B)$，$\text{card}(C)$，$\text{card}(A\cap B)$，$\text{card}(B\cap C)$，$\text{card}(A\cap C)$，$\text{card}(A\cap B\cap C)$之间的关系吗？通过一个具体的例子，算一算.

有限集合中元素的个数，我们可以一一数出来. 而对于元素个数无限的集合，如

$$A=\{1，2，3，4，\cdots，n，\cdots\}，$$

$$B=\{2，4，6，8，\cdots，2n，\cdots\}，$$

我们无法数出集合中元素的个数，但可以比较这两个集合中元素个数的多少. 你能设计一种比较这两个集合中元素个数多少的方法吗？

1.4 充分条件与必要条件

在初中，我们已经对命题有了初步的认识. 一般地，我们把用语言、符号或式子表达的，可以判断真假的陈述句叫做命题. 判断为真的语句是真命题，判断为假的语句是假命题. 中学数学中的许多命题可以写成“若 p，则 q”“如果 p，那么 q”等形式. 其中 p 称为命题的条件，q 称为命题的结论. 本节主要讨论这种形式的命题. 下面我们将进一步考察“若 p，则 q”形式的命题中 p 和 q 的关系，学习数学中的三个常用的逻辑用语——充分条件、必要条件和充要条件.

1.4.1 充分条件与必要条件

思考

下列“若 p，则 q”形式的命题中，哪些是真命题？哪些是假命题？

(1) 若平行四边形的对角线互相垂直，则这个平行四边形是菱形；

(2) 若两个三角形的周长相等，则这两个三角形全等；

(3) 若 $x^2-4x+3=0$，则 $x=1$；

(4) 若平面内两条直线 a 和 b 均垂直于直线 l，则 $a/\!/b$.

在命题 (1)(4) 中，由条件 p 通过推理可以得出结论 q，所以它们是真命题. 在命题 (2)(3) 中，由条件 p 不能得出结论 q，所以它们是假命题.

一般地，“若 p，则 q”为真命题，是指由 p 通过推理可以得出 q. 这时，我们就说，由 p 可以推出 q，记作

$$p \Rightarrow q,$$

并且说，p 是 q 的**充分条件** (sufficient condition)，q 是 p 的**必要条件**[1] (necessary condition).

如果“若 p，则 q”为假命题，那么由条件 p 不能推出结论 q，记作 $p \not\Rightarrow q$. 此时，我们就说 p 不是 q 的充分条件，q 不是 p 的必要条件.

上述命题 (1)(4) 中的 p 是 q 的充分条件，q 是 p 的必

[1] 此时，如果 q 不成立，则 p 一定不成立. 所以，q 对于 p 成立而言是必要的. 请举例说明.

要条件，而命题（2）（3）中的 p 不是 q 的充分条件，q 不是 p 的必要条件.

例 1 下列“若 p，则 q”形式的命题中，哪些命题中的 p 是 q 的充分条件？

（1）若四边形的两组对角分别相等，则这个四边形是平行四边形；

（2）若两个三角形的三边成比例，则这两个三角形相似；

（3）若四边形为菱形，则这个四边形的对角线互相垂直；

（4）若 $x^2=1$，则 $x=1$；

（5）若 $a=b$，则 $ac=bc$；

（6）若 x，y 为无理数，则 xy 为无理数.

解：（1）这是一条平行四边形的判定定理，$p \Rightarrow q$，所以 p 是 q 的充分条件.

（2）这是一条相似三角形的判定定理，$p \Rightarrow q$，所以 p 是 q 的充分条件.

（3）这是一条菱形的性质定理，$p \Rightarrow q$，所以 p 是 q 的充分条件.

（4）由于 $(-1)^2=1$，但 $-1 \neq 1$，$p \not\Rightarrow q$，所以 p 不是 q 的充分条件.

（5）由等式的性质知，$p \Rightarrow q$，所以 p 是 q 的充分条件.

（6）$\sqrt{2}$ 为无理数，但 $\sqrt{2} \times \sqrt{2}=2$ 为有理数，$p \not\Rightarrow q$，所以 p 不是 q 的充分条件.

举反例是判断一个命题是假命题的重要方法.

思考

例 1 中命题（1）给出了“四边形是平行四边形”的一个充分条件，即“四边形的两组对角分别相等”. 这样的充分条件唯一吗？如果不唯一，那么你能再给出几个不同的充分条件吗？

我们说 p 是 q 的充分条件，是指由条件 p 可以推出结论 q，但这并不意味着只能由这个条件 p 才能推出结论 q. 一般来说，对给定结论 q，使得 q 成立的条件 p 是不唯一的. 例如，我们知道，下列命题均为真命题：

①若四边形的两组对边分别相等，则这个四边形是平行四边形；

②若四边形的一组对边平行且相等，则这个四边形是平行四边形；

③若四边形的两条对角线互相平分，则这个四边形是平行四边形.

所以，“四边形的两组对边分别相等”“四边形的一组对边平行且相等”“四边形的两条对角线互相平分”都是“四边形是平行四边形”的充分条件.

事实上，例 1 中命题（1）及上述命题①②③均是平行四边形的判定定理. 所以，平

行四边形的每一条判定定理都给出了“四边形是平行四边形”的一个充分条件，即这个条件能充分保证四边形是平行四边形. 类似地，平行线的每一条判定定理都给出了“两直线平行”的一个充分条件，例如“内错角相等”这个条件就充分保证了“两条直线平行”.

一般地，数学中的每一条判定定理都给出了相应数学结论成立的一个充分条件.

例 2 下列“若 p，则 q”形式的命题中，哪些命题中的 q 是 p 的必要条件？

（1）若四边形为平行四边形，则这个四边形的两组对角分别相等；

（2）若两个三角形相似，则这两个三角形的三边成比例；

（3）若四边形的对角线互相垂直，则这个四边形是菱形；

（4）若 $x=1$，则 $x^2=1$；

（5）若 $ac=bc$，则 $a=b$；

（6）若 xy 为无理数，则 x，y 为无理数.

解：（1）这是平行四边形的一条性质定理，$p \Rightarrow q$，所以，q 是 p 的必要条件.

（2）这是三角形相似的一条性质定理，$p \Rightarrow q$，所以，q 是 p 的必要条件.

（3）如图 1.4-1，四边形 $ABCD$ 的对角线互相垂直，但它不是菱形，$p \nRightarrow q$，所以，q 不是 p 的必要条件.

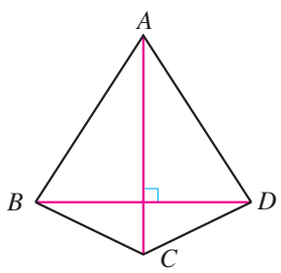


图 1.4-1

（4）显然，$p \Rightarrow q$，所以，q 是 p 的必要条件.

（5）由于 $(-1)\times 0=1\times 0$，但 $-1\neq 1$，$p \nRightarrow q$，所以，q 不是 p 的必要条件.

（6）由于 $1\times\sqrt{2}=\sqrt{2}$ 为无理数，但 1，$\sqrt{2}$ 不全是无理数，$p \nRightarrow q$，所以，q 不是 p 的必要条件.

一般地，要判断“若 p，则 q”形式的命题中 q 是否为 p 的必要条件，只需判断是否有“$p \Rightarrow q$”，即“若 p，则 q”是否为真命题.

思考

例 2 中命题（1）给出了“四边形是平行四边形”的一个必要条件，即“这个四边形的两组对角分别相等”. 这样的必要条件是唯一的吗？如果不唯一，你能给出“四边形是平行四边形”的几个其他必要条件吗？

我们说 q 是 p 的必要条件，是指以 p 为条件可以推出结论 q，但这并不意味着由条件 p 只能推出结论 q. 一般来说，给定条件 p，由 p 可以推出的结论 q 是不唯一的. 例如，下列命题都是真命题：

①若四边形是平行四边形，则这个四边形的两组对边分别相等；

②若四边形是平行四边形，则这个四边形的一组对边平行且相等；

③若四边形是平行四边形，则这个四边形的两条对角线互相平分.

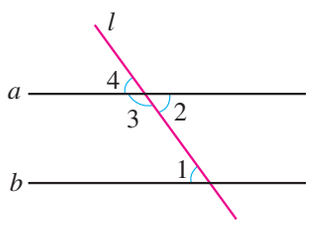
这表明，“四边形的两组对边分别相等”“四边形的一组对边平行且相等”“四边形的两条对角线互相平分”都是“四边形是平行四边形”的必要条件.

我们知道，例 2 中命题(1)及上述命题①②③均为平行四边形的性质定理. 所以，平行四边形的每条性质定理都给出了“四边形是平行四边形”的一个必要条件. 类似地，平行线的每条性质定理都给出了“两直线平行”的一个必要条件，例如“同位角相等”是“两直线平行”的必要条件，也就是说，如果同位角不相等，那么就不可能有“两直线平行”.

一般地，数学中的每一条性质定理都给出了相应数学结论成立的一个必要条件.

练习

1. 下列“若 p，则 q”形式的命题中，哪些命题中的 p 是 q 的充分条件？
   （1）若平面内点 P 在线段 AB 的垂直平分线上，则 $PA=PB$；
   （2）若两个三角形的两边及一边所对的角分别相等，则这两个三角形全等；
   （3）若两个三角形相似，则这两个三角形的面积比等于周长比的平方.
2. 下列“若 p，则 q”形式的命题中，哪些命题中的 q 是 p 的必要条件？
   （1）若直线 l 与⊙O 有且仅有一个交点，则 l 为⊙O 的一条切线；
   （2）若 x 是无理数，则 x^2 也是无理数.
3. 如图，直线 a 与 b 被直线 l 所截，分别得到了∠1，∠2，∠3 和∠4. 请根据这些信息，写出几个“$a\parallel b$”的充分条件和必要条件.



（第 3 题）

1.4.2 充要条件

思考

下列“若 p，则 q”形式的命题中，哪些命题与它们的逆命题都是真命题？

（1）若两个三角形的两角和其中一角所对的边分别相等，则这两个三角形全等；

（2）若两个三角形全等，则这两个三角形的周长相等；

（3）若一元二次方程 $ax^2+bx+c=0$ 有两个不相等的实数根，则 $ac<0$；

（4）若 $A\cup B$ 是空集，则 A 与 B 均是空集.

不难发现，上述命题中的命题（1）(4）和它们的逆命题都是真命题；命题（2）是真命题，但它的逆命题是假命题；命题（3）是假命题，但它的逆命题是真命题.

如果“若 p，则 q”和它的逆命题“若 q，则 p”均是真命题，即既有 $p\Rightarrow q$，又有 $q\Rightarrow p$，就记作

$$p\Leftrightarrow q.$$

将命题“若 p，则 q”中的条件 p 和结论 q 互换，就得到一个新的命题“若 q，则 p”，称这个命题为原命题的逆命题.

此时，p 既是 q 的充分条件，也是 q 的必要条件，我们说 p 是 q 的**充分必要条件**，简称为**充要条件**（sufficient and necessary condition）. 显然，如果 p 是 q 的充要条件，那么 q 也是 p 的充要条件.

概括地说，如果 $p\Leftrightarrow q$，那么 p 与 q 互为充要条件. 上述命题（1）(4) 中的 p 与 q 互为充要条件.

例 3 下列各题中，哪些 p 是 q 的充要条件?

（1）p：四边形是正方形，q：四边形的对角线互相垂直且平分；

（2）p：两个三角形相似，q：两个三角形三边成比例；

（3）p：$xy>0$，q：$x>0$，$y>0$；

（4）p：$x=1$ 是一元二次方程 $ax^2+bx+c=0$ 的一个根，q：$a+b+c=0$（$a\neq 0$）.

解：（1）因为对角线互相垂直且平分的四边形不一定是正方形（为什么），所以 $q\not\Rightarrow p$，所以 p 不是 q 的充要条件.

（2）因为“若 p，则 q”是相似三角形的性质定理，“若 q，则 p”是相似三角形的判定定理，所以它们均为真命题，即 $p\Leftrightarrow q$，所以 p 是 q 的充要条件.

（3）因为 $xy>0$ 时，$x>0$，$y>0$ 不一定成立（为什么），所以 $p\not\Rightarrow q$，所以 p 不是 q 的充要条件.

（4）因为“若 p，则 q”与“若 q，则 p”均为真命题，即 $p\Leftrightarrow q$，所以 p 是 q 的充要条件.

探究

通过上面的学习，你能给出“四边形是平行四边形”的充要条件吗?

可以发现，“四边形的两组对角分别相等”“四边形的两组对边分别相等”“四边形的一组对边平行且相等”和“四边形的对角线互相平分”既是“四边形是平行四边形”的充分条件，又是必要条件，所以它们都是“四边形是平行四边形”的充要条件.

另外，我们再看平行四边形的定义：

两组对边分别平行的四边形叫做平行四边形，

它表明“四边形的两组对边分别平行”也是“四边形是平行四边形”的一个充要条件.

上面的这些充要条件从不同角度刻画了“平行四边形”这个概念，据此我们可以给出平行四边形的其他定义形式. 例如：

两组对边分别相等的四边形叫做平行四边形；

对角线互相平分的四边形叫做平行四边形.

类似地，利用“两个三角形全等”的充要条件，可以给出“三角形全等”的其他定义形式，而且这些定义是相互等价的；同样，利用“两个三角形相似”的充要条件，可以给出“相似三角形”其他定义形式，这些定义也是相互等价的；等等.

例 4 已知：⊙O 的半径为 r，圆心 O 到直线 l 的距离为 d. 求证：$d=r$ 是直线 l 与⊙O 相切的充要条件.

分析： 设 p：$d=r$，q：直线 l 与⊙O 相切. 要证 p 是 q 的充要条件，只需分别证明充分性（$p\Rightarrow q$）和必要性（$q\Rightarrow p$）即可.

证明： 设 p：$d=r$，q：直线 l 与⊙O 相切.

（1）充分性（$p\Rightarrow q$）：如图 1.4-2，作 $OP\perp l$ 于点 P，则 $OP=d$. 若 $d=r$，则点 P 在⊙O 上. 在直线 l 上任取一点 Q（异于点 P），连接 OQ. 在 Rt△OPQ 中，$OQ>OP=r$. 所以，除点 P 外直线 l 上的点都在⊙O 的外部，即直线 l 与⊙O 仅有一个公共点 P. 所以直线 l 与⊙O 相切.

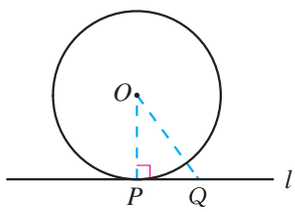


图 1.4-2

（2）必要性（$q\Rightarrow p$）：若直线 l 与⊙O 相切，不妨设切点为 P，则 $OP\perp l$. 因此，$d=OP=r$.

由（1）（2）可得，$d=r$ 是直线 l 与⊙O 相切的充要条件.

练习

1. 下列各题中，哪些 p 是 q 的充要条件？

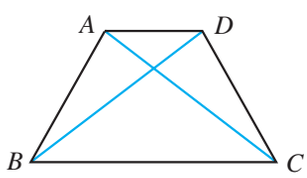
（1）p：三角形为等腰三角形，q：三角形存在两角相等；

（2）p：⊙O 内两条弦相等，q：⊙O 内两条弦所对的圆周角相等；

（3）p：$A\cap B$ 为空集，q：A 与 B 之一为空集.

2. 分别写出“两个三角形全等”和“两个三角形相似”的几个充要条件.

3. 证明：如图，梯形 $ABCD$ 为等腰梯形的充要条件为 $AC=BD$.



（第 3 题）

习题 1.4

复习巩固

1. 举例说明：

（1）p 是 q 的充分不必要条件；

（2）p 是 q 的必要不充分条件；

（3）p 是 q 的充要条件.

2. 在下列各题中，判断 p 是 q 的什么条件（请用“充分不必要条件”“必要不充分条件”“充要条件”“既不充分又不必要条件”回答）：

（1）p：三角形是等腰三角形，q：三角形是等边三角形；

（2）p：一元二次方程 $ax^2+bx+c=0$ 有实数根，q：$b^2-4ac\geqslant 0$；

（3）p：$a\in P\cap Q$，q：$a\in P$；

（4）p：$a\in P\cup Q$，q：$a\in P$；

（5）p：$x>y$，q：$x^2>y^2$.

3. 判断下列命题的真假：

（1）点 P 到圆心 O 的距离大于圆的半径是点 P 在⊙O 外的充要条件；

（2）两个三角形的面积相等是这两个三角形全等的充分不必要条件；

（3）$A\cup B=A$ 是 $B\subseteq A$ 的必要不充分条件；

（4）x 或 y 为有理数是 xy 为有理数的既不充分又不必要条件.

综合运用

4. 已知 $A=\{x\mid x$ 满足条件 $p\}$，$B=\{x\mid x$ 满足条件 $q\}$，

（1）如果 $A\subseteq B$，那么 p 是 q 的什么条件？

（2）如果 $B\subseteq A$，那么 p 是 q 的什么条件？

（3）如果 $A=B$，那么 p 是 q 的什么条件？

5. 设 a，b，$c\in\mathbf{R}$. 证明：$a^2+b^2+c^2=ab+ac+bc$ 的充要条件是 $a=b=c$.

拓广探索

6. 设 a，b，c 分别是△ABC 的三条边，且 $a\leqslant b\leqslant c$. 我们知道，如果△ABC 为直角三角形，那么 $a^2+b^2=c^2$（勾股定理）. 反过来，如果 $a^2+b^2=c^2$，那么△ABC 为直角三角形（勾股定理的逆定理）. 由此可知，△ABC 为直角三角形的充要条件是 $a^2+b^2=c^2$.

请利用边长 a，b，c 分别给出△ABC 为锐角三角形和钝角三角形的一个充要条件，并证明.

1.5 全称量词与存在量词

我们知道，命题是可以判断真假的陈述句. 在数学中，有时会遇到一些含有变量的陈述句，由于不知道变量代表什么数，无法判断真假，因此它们不是命题. 但是，如果在原语句的基础上，用一个短语对变量的取值范围进行限定，就可以使它们成为一个命题，我们把这样的短语称为量词. 本节将学习全称量词和存在量词，以及如何正确地对含有一个量词的命题进行否定.

1.5.1 全称量词与存在量词

思考

下列语句是命题吗？比较（1）和（3），（2）和（4），它们之间有什么关系？

（1）$x>3$；

（2）$2x+1$ 是整数；

（3）对所有的 $x\in\mathbf{R}$，$x>3$；

（4）对任意一个 $x\in\mathbf{Z}$，$2x+1$ 是整数.

语句（1）（2）中含有变量 x，由于不知道变量 x 代表什么数，无法判断它们的真假，所以它们不是命题. 语句（3）在（1）的基础上，用短语“所有的”对变量 x 进行限定；语句（4）在（2）的基础上，用短语“任意一个”对变量 x 进行限定，从而使（3）（4）成为可以判断真假的语句，因此语句（3）（4）是命题.

短语“所有的”“任意一个”在逻辑中通常叫做**全称量词**（universal quantifier），并用符号“$\forall$”表示. 含有全称量词的命题，叫做**全称量词命题**（universal proposition）. 例如，命题“对任意的 $n\in\mathbf{Z}$，$2n+1$ 是奇数”“所有的正方形都是矩形”都是全称量词命题.

常见的全称量词还有“一切”“每一个”“任给”等.

通常，将含有变量 x 的语句用 $p(x)$，$q(x)$，$r(x)$，… 表示，变量 x 的取值范围用 M 表示. 那么，全称量词命题“对 M 中任意一个 x，$p(x)$ 成立”可用符号简记为

$$\forall x\in M,\ p(x).$$

例 1 判断下列全称量词命题的真假：

（1）所有的素数❶都是奇数；

（2）$\forall x\in\mathbf{R}$，$|x|+1\geqslant 1$；

（3）对任意一个无理数 x，x^2 也是无理数.

分析：要判定全称量词命题“$\forall x\in M$，$p(x)$”是真命题，需要对集合 M 中每个元素 x，证明 $p(x)$ 成立；如果在集合 M 中找到一个元素 x_0，使 $p(x_0)$ 不成立，那么这个全称量词命题就是假命题.❷

解：（1）2 是素数，但 2 不是奇数. 所以，全称量词命题“所有的素数是奇数”是假命题.

（2）$\forall x\in\mathbf{R}$，总有 $|x|\geqslant 0$，因而 $|x|+1\geqslant 1$. 所以，全称量词命题“$\forall x\in\mathbf{R}$，$|x|+1\geqslant 1$”是真命题.

（3）$\sqrt{2}$ 是无理数，但 $(\sqrt{2})^2=2$ 是有理数. 所以，全称量词命题“对每一个无理数 x，x^2 也是无理数”是假命题.

❶如果一个大于 1 的整数，除 1 和自身外无其他正因数，则称这个正整数为素数.

❷这个方法就是“举反例”.

思考

下列语句是命题吗？比较（1）和（3），（2）和（4），它们之间有什么关系？

（1）$2x+1=3$；

（2）x 能被 2 和 3 整除；

（3）存在一个 $x\in\mathbf{R}$，使 $2x+1=3$；

（4）至少有一个 $x\in\mathbf{Z}$，x 能被 2 和 3 整除.

容易判断，（1）（2）不是命题. 语句（3）在（1）的基础上，用短语“存在一个”对变量 x 的取值进行限定；语句（4）在（2）的基础上，用“至少有一个”对变量 x 的取值进行限定，从而使（3）（4）变成了可以判断真假的陈述句，因此（3）（4）是命题.

短语“存在一个”“至少有一个”在逻辑中通常叫做**存在量词**(existential quantifier)，并用符号“$\exists$”表示. 含有存在量词的命题，叫做**存在量词命题**(existential proposition).

例如，命题“有的平行四边形是菱形”“有一个素数不是奇数”都是存在量词命题.

存在量词命题“存在 M 中的元素 x，$p(x)$ 成立”可用符号简记为

$$\exists x\in M,\ p(x).$$

常见的存在量词还有“有些”“有一个”“对某些”“有的”等.

例 2 判断下列存在量词命题的真假：

（1）有一个实数 x，使 $x^2+2x+3=0$；

（2）平面内存在两条相交直线垂直于同一条直线；

（3）有些平行四边形是菱形.

分析： 要判定存在量词命题“$\exists x\in M$，$p(x)$”是真命题，只需在集合 M 中找到一个元素 x，使 $p(x)$成立即可；如果在集合 M 中，使 $p(x)$成立的元素 x 不存在，那么这个存在量词命题是假命题.

解：（1）由于 $\Delta=2^2-4\times3=-8<0$，因此一元二次方程 $x^2+2x+3=0$ 无实根. 所以，存在量词命题“有一个实数 x，使 $x^2+2x+3=0$”是假命题.

（2）由于平面内垂直于同一条直线的两条直线互相平行，因此平面内不可能存在两条相交直线垂直于同一条直线. 所以，存在量词命题“平面内存在两条相交直线垂直于同一条直线”是假命题.

（3）由于正方形既是平行四边形又是菱形，所以存在量词命题“有些平行四边形是菱形”是真命题.

练习

1. 判断下列全称量词命题的真假：

（1）每个四边形的内角和都是 $360°$；

（2）任何实数都有算术平方根；

（3）$\forall x\in\{y\mid y$ 是无理数$\}$，x^3是无理数.

2. 判断下列存在量词命题的真假：

（1）存在一个四边形，它的两条对角线互相垂直；

（2）至少有一个整数 n，使得 n^2+n 为奇数；

（3）$\exists x\in\{y\mid y$ 是无理数$\}$，x^2是无理数.

1.5.2 全称量词命题和存在量词命题的否定

一般地，对一个命题进行否定，就可以得到一个新的命题，这一新命题称为原命题的否定. 例如，“56 是 7 的倍数”的否定为“56 不是 7 的倍数”，“空集是集合 $A=\{1,2,3\}$ 的真子集”的否定为“空集不是集合 $A=\{1,2,3\}$ 的真子集”. 下面，我们学习利用存在量词对全称量词命题进行否定，以及利用全称量词对存在量词命题进行否定.

一个命题和它的否定不能同时为真命题，也不能同时为假命题，只能一真一假.

探究

写出下列命题的否定：

（1）所有的矩形都是平行四边形；

（2）每一个素数都是奇数；

（3）$\forall x\in\mathbf{R}$，$x+|x|\geqslant 0$.

它们与原命题在形式上有什么变化？

上面三个命题都是全称量词命题，即具有“$\forall x\in M$，$p(x)$”的形式. 其中命题（1）的否定是“并非所有的矩形都是平行四边形”，也就是说，

存在一个矩形不是平行四边形；

命题（2）的否定是“并非每一个素数都是奇数”，也就是说，

存在一个素数不是奇数；

命题（3）的否定是“并非所有的 $x\in\mathbf{R}$，$x+|x|\geqslant 0$”，也就是说，

$$\exists x\in\mathbf{R},\ x+|x|<0.$$

从命题形式看，这三个全称量词命题的否定都变成了存在量词命题.

一般来说，对含有一个量词的全称量词命题进行否定，我们只需把“所有的”“任意一个”等全称量词，变成“并非所有的”“并非任意一个”等短语即可. 也就是说，假定全称量词命题为“$\forall x\in M$，$p(x)$”，则它的否定为“并非 $\forall x\in M$，$p(x)$”，也就是“$\exists x\in M$，$p(x)$不成立”. 通常，用符号“$\neg p(x)$”表示“$p(x)$不成立”.

对于含有一个量词的全称量词命题的否定，有下面的结论：

全称量词命题：

$$\forall x\in M,\ p(x),$$

它的否定：

$$\exists x\in M,\ \neg p(x).$$

也就是说，全称量词命题的否定是存在量词命题.

例 3 写出下列全称量词命题的否定：

（1）所有能被 3 整除的整数都是奇数；

（2）每一个四边形的四个顶点在同一个圆上；

（3）对任意 $x\in\mathbf{Z}$，x^2的个位数字不等于 3.

解：（1）该命题的否定：存在一个能被 3 整除的整数不是奇数.

（2）该命题的否定：存在一个四边形，它的四个顶点不在同一个圆上.

（3）该命题的否定：$\exists x\in\mathbf{Z}$，x^2的个位数字等于 3.

探究

写出下列命题的否定：

（1）存在一个实数的绝对值是正数；

（2）有些平行四边形是菱形；

（3）$\exists x\in\mathbf{R}$，$x^2-2x+3=0$.

它们与原命题在形式上有什么变化？

这三个命题都是存在量词命题，即具有“$\exists x\in M$，$p(x)$”的形式. 其中命题（1）的否定是“不存在一个实数，它的绝对值是正数”，也就是说，

所有实数的绝对值都不是正数；

命题（2）的否定是“没有一个平行四边形是菱形”，也就是说，

每一个平行四边形都不是菱形；

命题（3）的否定是“不存在 $x\in\mathbf{R}$，$x^2-2x+3=0$”，也就是说，

$$\forall x\in\mathbf{R},\ x^2-2x+3\neq 0.$$

从命题形式看，这三个存在量词命题的否定都变成了全称量词命题.

一般来说，对含有一个量词的存在量词命题进行否定，我们只需把“存在一个”“至少有一个”“有些”等存在量词，变成“不存在一个”“没有一个”等短语即可. 也就是说，假定存在量词命题为“$\exists x\in M$，$p(x)$”，则它的否定为“不存在 $x\in M$，使 $p(x)$成立”，也就是“$\forall x\in M$，$p(x)$不成立”.

对含有一个量词的存在量词命题的否定，有下面的结论：

存在量词命题：

$$\exists x\in M,\ p(x),$$

它的否定：

$$\forall x\in M,\ \neg p(x).$$

也就是说，存在量词命题的否定是全称量词命题.

例 4 写出下列存在量词命题的否定：

（1）$\exists x\in\mathbf{R}$，$x+2\leqslant 0$；

（2）有的三角形是等边三角形；

（3）有一个偶数是素数.

解：（1）该命题的否定：$\forall x\in\mathbf{R}$，$x+2>0$.

（2）该命题的否定：所有的三角形都不是等边三角形.

（3）该命题的否定：任意一个偶数都不是素数.

例 5 写出下列命题的否定，并判断真假：

（1）任意两个等边三角形都相似；

（2）$\exists x\in\mathbf{R}$，$x^2-x+1=0$.

解：（1）该命题的否定：存在两个等边三角形，它们不相似. 因为任意两个等边三角形的三边成比例，所以任意两个等边三角形都相似. 因此这是一个假命题.

（2）该命题的否定：$\forall x\in\mathbf{R}$，$x^2-x+1\neq 0$. 因为对任意 $x\in\mathbf{R}$，

$$x^2-x+1=\left(x-\frac{1}{2}\right)^2+\frac{3}{4}>0,$$

所以这是一个真命题.

练习

1. 写出下列命题的否定：

（1）$\forall n\in\mathbf{Z}$，$n\in\mathbf{Q}$；

（2）任意奇数的平方还是奇数；

（3）每个平行四边形都是中心对称图形.

2. 写出下列命题的否定：

（1）有些三角形是直角三角形；

（2）有些梯形是等腰梯形；

（3）存在一个实数，它的绝对值不是正数.

习题 1.5

复习巩固

1. 判断下列全称量词命题的真假：

（1）每一个末位是 0 的整数都是 5 的倍数；

（2）线段垂直平分线上的点到这条线段两个端点的距离相等；

（3）对任意负数 x，x^2的平方是正数；

（4）梯形的对角线相等.

2. 判断下列存在量词命题的真假：

（1）有些实数是无限不循环小数；

（2）存在一个三角形不是等腰三角形；

（3）有些菱形是正方形；

（4）至少有一个整数 n，n^2+1 是 4 的倍数.

3. 写出下列命题的否定：

（1）$\forall x\in\mathbf{Z}$，$|x|\in\mathbf{N}$；

（2）所有可以被 5 整除的整数，末位数字都是 0；

（3）$\exists x\in\mathbf{R}$，$x+1\geqslant 0$；

（4）存在一个四边形，它的对角线互相垂直.

综合运用

4. 判断下列命题的真假，并写出这些命题的否定：

（1）平面直角坐标系下每条直线都与 x 轴相交；

（2）每个二次函数的图象都是轴对称图形；

（3）存在一个三角形，它的内角和小于 $180°$；

（4）存在一个四边形，它的四个顶点不在同一个圆上.

5. 将下列命题改写成含有一个量词的全称量词命题或存在量词命题的形式，并写出它们的否定：

（1）平行四边形的对角线互相平分；

（2）三个连续整数的乘积是 6 的倍数；

（3）三角形不都是中心对称图形；

（4）一元二次方程不总有实数根.

拓广探索

6. 在本节，我们介绍了命题的否定的概念，知道一个命题的否定仍是一个命题，它和原先的命题只能一真一假，不能同真或同假.

在数学中，有很多“若 p，则 q”形式的命题，有的是真命题，有的是假命题. 例如：

① 若 $x>1$，则 $2x+1>5$；（假命题）

② 若四边形为等腰梯形，则这个四边形的对角线相等.（真命题）

这里，命题①②都是省略了量词的全称量词命题.

（1）有人认为，①的否定是“若 $x>1$，则 $2x+1\leqslant 5$”，②的否定是“若四边形为等腰梯形，则这个四边形的对角线不相等”. 你认为对吗？如果不对，请你正确地写出命题①②的否定.

（2）请你列举几个“若 p，则 q”形式的省略了量词的全称量词命题，分别写出它们的否定，并判断真假.

阅读与思考

几何命题与充分条件、必要条件

通过前面的学习我们发现，对于一种几何图形或几何图形之间的关系，可以通过充要条件给出它的等价定义，通过充分条件给出它的判定定理，通过必要条件给出它的性质定理. 利用充分条件、必要条件梳理已学的几何命题，可以促进我们更深入地理解几何图形及其关系. 下面以相似三角形为例进行说明.

为了方便，我们记 q：两个三角形相似.

1. 相似三角形的定义

三角形的相似是三角形之间的一种关系，它的定义是：三个角分别相等、三条边成比例的两个三角形叫做相似三角形.

记 p：三个角分别相等且三条边成比例. 因为 $p \Rightarrow q$，$q \Rightarrow p$，所以 p 是 q 的充要条件.

三条边、三个内角是三角形的六个要素，相似三角形的定义从两个三角形各要素间的相互关系给出了两个三角形相似的充要条件.

2. 相似三角形的判定

相似三角形的判定指出了“满足什么条件的两个三角形相似”. 初中学过如下判定定理：

(1) 三边成比例的两个三角形相似；

(2) 两边成比例且夹角相等的两个三角形相似；

(3) 两角分别相等的两个三角形相似.

记 p_1：三边成比例，p_2：两边成比例且夹角相等，p_3：两角分别相等，我们有 $p_1 \Rightarrow q$，$p_2 \Rightarrow q$，$p_3 \Rightarrow q$，即 p_1，p_2，p_3 分别给出了 q 的一个充分条件.

上述判定定理分别从两个三角形的边、边角、角等要素之间的相互关系给出了相似三角形的充分条件. 事实上，我们还可以给出相似三角形的其他充分条件，例如“相似于同一个三角形的两个三角形相似”(这表明，“相似”具有传递性).

利用判定定理我们可以判定两个三角形**是**相似三角形.

想一想：(1) 你能给出相似三角形的其他充分条件吗？(2) 利用判定定理可以判定两个三角形**不是**相似三角形吗？为什么？

3. 相似三角形的性质

相似三角形的性质给出了两个三角形相似所必须满足的条件. 换言之，如果不满足这个条件，那么这两个三角形就一定不相似. 在初中，我们学过的相似三角形性质定理有：

(1) 相似三角形对应线段的比都相等（等于相似比），特别地，相似三角形的对应边之比、对应高之比、对应中线之比、对应角平分线之比都相等（等于相似比）；

（2）相似三角形的对应角相等；

（3）相似三角形周长的比等于对应边之比（相似比）；

（4）相似三角形面积的比等于对应边之比（相似比的平方）.

记r_1：对应线段的比等于相似比，r_2：对应角相等，r_3：周长的比等于对应边之比，r_4：面积的比等于对应边之比的平方，我们有$q \Rightarrow r_1$，$q \Rightarrow r_2$，$q \Rightarrow r_3$，$q \Rightarrow r_4$，即r_1，r_2，r_3，r_4分别给出了q的一个必要条件. 例如，如果r_1不成立，即对应线段的比不全相等，那么这两个三角形就一定不相似. 因此，利用性质定理可以判定两个三角形**不是**相似三角形.

想一想：利用性质定理可以判定两个三角形**是**相似三角形吗？为什么？

以上性质定理分别从三角形的要素、三角形中的重要线段及重要几何量等方面给出了相似三角形的必要条件. 你能给出相似三角形的其他必要条件吗？

分析上述命题，可以发现，有些条件是q的充要条件，例如$p_1(r_1)$，p_2，$p_3(r_2)$，据此可以构造出相似三角形的等价定义：

（1）三边成比例的两个三角形叫做相似三角形；

（2）两边成比例且夹角相等的两个三角形叫做相似三角形；

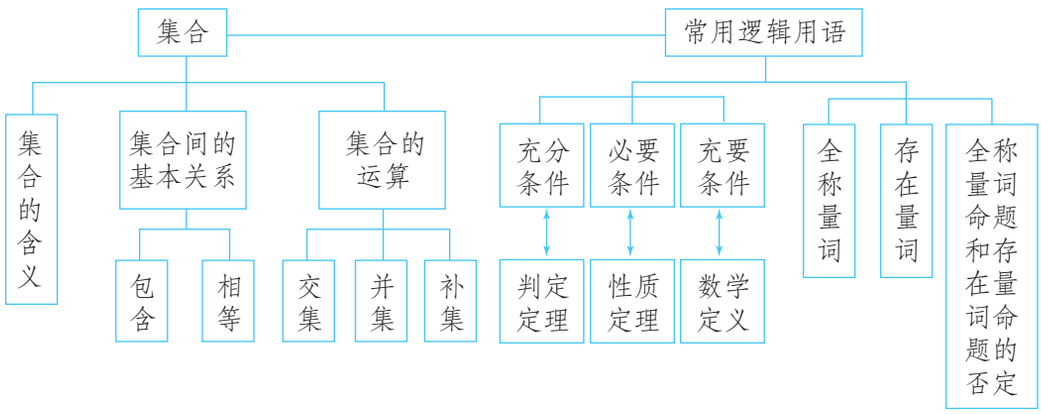
（3）两角分别相等的两个三角形叫做相似三角形.

由上述任意一个定义出发，我们也可以推出相似三角形的其他性质，你能试一试吗？

请你仿照上述思路，对等腰三角形、直角三角形、平行四边形（矩形、菱形、正方形）等图形的知识进行梳理.

小结

一、 本章知识结构



二、 回顾与思考

本章我们学习了集合的有关概念、关系和运算，还学习了充分条件、必要条件、充要条件，全称量词、存在量词、全称量词命题与存在量词命题的否定. 这些知识在后续学习中会得到大量应用，是进一步学习的重要基础.

为了有效使用集合语言表述数学的研究对象，首先应掌握集合语言的表述方式. 为此，我们先学习了集合的含义，明确了集合中元素的确定性、无序性和互异性等特征；再学习了列举法、描述法等集合的表示法，其中描述法利用了研究对象的某种特征，需要先理解研究对象的性质；类比数与数的关系，我们研究了集合之间的包含关系与相等关系，这些关系是由元素与集合的关系决定的，其中集合的相等关系很重要；类比数的运算，我们学习了集合的交、并、补运算，通过这些运算可以得到与原有集合紧密关联的集合，由此可以表示研究对象的某些关系，从中我们可以体会到，数学中的运算并不局限于数的运算，这对提升我们的数学运算素养是很有意义的. 在学习中，要注意“集合的含义与表示—集合的关系—集合的运算”这个研究路径.

常用逻辑用语是数学语言的重要组成部分，是逻辑思维的基本语言，也是数学表达和交流的工具. 结合初中学过的平面几何和代数知识，我们学习了常用逻辑用语，发现初中学过的数学定义、定理、命题都可以用常用逻辑用语表达，利用常用逻辑用语表述数学内容、进行推理论证，可以大大提升表述的逻辑性和准确性，从而提升我们的逻辑推理素养.

本章的学习不仅要为后续学习做好知识技能的准备，更重要的是要为整个高中数学学习做好心理准备，初步形成适合高中数学学习的方式方法，使我们能更好地适应高中数学学习.

请你带着下面的问题，复习一下全章的内容吧！

1. 集合中的元素具有确定性、互异性和无序性，你能结合例子说明这些特性吗？

2. 你能用集合表示平面内线段 AB 的垂直平分线吗？结合集合的描述法谈谈你的体会.

3. 用联系的观点看问题，可以使我们更深刻地理解数学知识. 本章中，我们类比数与数的关系和运算研究了集合与集合的关系和运算. 你认为这样的类比对发现和提出集合的问题有什么意义？你能类比数的减法运算给出集合的减法运算吗？

4. 对给定的 p 和 q，如何判定 p 是 q 的充分不必要条件、必要不充分条件、充要条件、既不充分也不必要条件？你能举例说明吗？

5. 如何否定含有一个量词的全称量词命题和存在量词命题？你能举例说明吗？

复习参考题 1

复习巩固

1. 用列举法表示下列集合：

（1）$A=\{x\mid x^2=9\}$；　　（2）$B=\{x\in\mathbf{N}\mid 1\leqslant x\leqslant 2\}$；

（3）$C=\{x\mid x^2-3x+2=0\}$.

2. 设 P 表示平面内的动点，属于下列集合的点组成什么图形？

（1）$\{P\mid PA=PB\}$（A，B 是两个不同定点）；

（2）$\{P\mid PO=3\text{ cm}\}$（O 是定点）.

3. 设平面内有$\triangle ABC$，且 P 表示这个平面内的动点，指出属于集合$\{P\mid PA=PB\}\cap\{P\mid PA=PC\}$的点是什么.

4. 请用“充分不必要条件”“必要不充分条件”“充要条件”“既不充分也不必要条件”填空：

（1）三角形两边上的高相等是这个三角形为等腰三角形的_____；

（2）$x\in A$ 是 $x\in A\cup B$ 的_____；

（3）$x\in A$ 是 $x\in A\cap B$ 的_____；

（4）x，y 为无理数是 $x+y$ 为无理数的_____.

5. 已知 a，b，c 是实数，判断下列命题的真假：

（1）“$a>b$”是“$a^2>b^2$”的充分条件；（　　）

（2）“$a>b$”是“$a^2>b^2$”的必要条件；（　　）

（3）“$a>b$”是“$ac^2>bc^2$”的充分条件；（　　）

（4）“$a>b$”是“$ac^2>bc^2$”的必要条件.（　　）

6. 用符号“$\forall$”与“$\exists$”表示下列含有量词的命题，并判断真假：

（1）任意实数的平方大于或等于 0；

（2）对任意实数 a，二次函数 $y=x^2+a$ 的图象关于 y 轴对称；

（3）存在整数 x，y，使得 $2x+4y=3$；

（4）存在一个无理数，它的立方是有理数.

7. 写出下列命题的否定，并判断它们的真假：

（1）$\forall a\in\mathbf{R}$，一元二次方程 $x^2-ax-1=0$ 有实根；

（2）每个正方形都是平行四边形；

（3）$\exists m\in\mathbf{N}$，$\sqrt{m^2+1}\in\mathbf{N}$；

（4）存在一个四边形 $ABCD$，其内角和不等于 360°.

综合运用

8. 已知集合 $A=\{(x,y)\mid 2x-y=0\}$，$B=\{(x,y)\mid 3x+y=0\}$，$C=\{(x,y)\mid 2x-y=3\}$，求 $A\cap B$，$A\cap C$，并解释它们的几何意义.

9. 已知集合 $A=\{1,3,a^2\}$，$B=\{1,a+2\}$，是否存在实数 a，使得 $A\cup B=A$？若存在，试求出实数 a 的值；若不存在，请说明理由.

10. 把下列定理表示的命题写成含有量词的命题：

（1）勾股定理；

（2）三角形内角和定理.

拓广探索

11. 学校举办运动会时，高一（1）班共有 28 名同学参加比赛，有 15 人参加游泳比赛，有 8 人参加田径比赛，有 14 人参加球类比赛，同时参加游泳比赛和田径比赛的有 3 人，同时参加游泳比赛和球类比赛的有 3 人，没有人同时参加三项比赛. 同时参加田径和球类比赛的有多少人？只参加游泳一项比赛的有多少人？

12. 根据下述事实，分别写出含有量词的全称量词命题或存在量词命题：

（1）$1=1^2$，

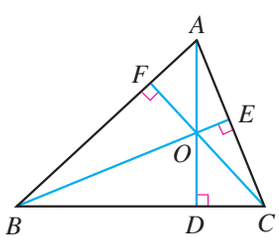
$1+3=2^2$，

$1+3+5=3^2$，

$1+3+5+7=4^2$，

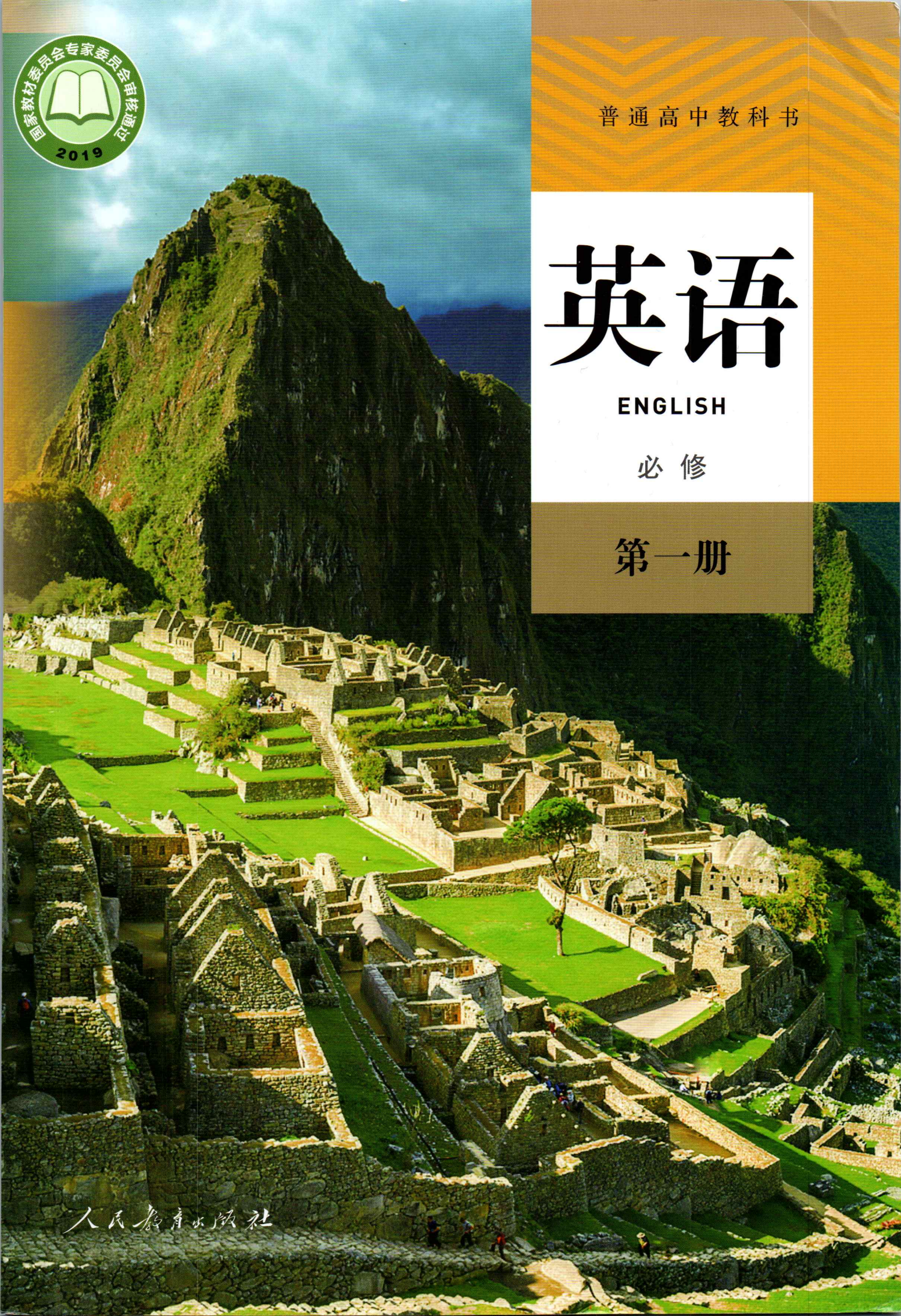
$1+3+5+7+9=5^2$，

……



（第 12（2）题）

（2）如图，在$\triangle ABC$ 中，AD，BE 与 CF 分别为 BC，AC 与 AB 边上的高，则 AD，BE 与 CF 所在的直线交于一点 O.


国家教材委员会专家委员会审核通过
2019
普通高中教科书
英语
ENGLISH
必修
第一册
人民教育出版社

普通高中教科书

英语

ENGLISH

必修

第一册

（中国）人民教育出版社 课程教材研究所
英语课程教材研究开发中心
（美国）圣智学习集团
编著

人民教育出版社
·北京·

主　　编：刘道义　郑旺全
副 主 编：吴　欣　张献臣

编写人员：Sarah H. Miller　Nils-Olov Fors　Patrick Wallace
　　生　平　辜翔宇　庄　力　葛炳芳　贵丽萍

责任编辑：辜翔宇　游晓霞
美术编辑：胡白珂

普通高中教科书　英语　必修　第一册
（中国）人民教育出版社　课程教材研究所
英语课程教材研究开发中心　编著
（美国）圣　智　学　习　集　团

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）
网　　址　http://www.pep.com.cn
重　　印　北方联合出版传媒（集团）股份有限公司
发　　行　辽宁省新华书店
印　　刷　辽宁新华印务有限公司
版　　次　2019 年 6 月第 1 版
印　　次　2019 年 8 月第 1 次印刷
开　　本　890 毫米×1240 毫米　1/16
印　　张　8.5
字　　数　225 千字
书　　号　ISBN 978-7-107-33652-2
定　　价　9.40 元
含光盘定价　14.40 元

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
如发现印、装质量问题，影响阅读，请与印厂联系调换。电话：024-31255233
监督电话：024-23284031

前 言

《普通高中教科书　英语》是为了适应新时代的发展需要，依据《普通高中英语课程标准（2017年版）》的精神，充分征求广大师生的反馈意见，在《普通高中课程标准实验教科书　英语》的基础上精心修订而成。此次教材修订的主要目的是：全面落实立德树人根本任务，培育社会主义核心价值观，弘扬中华优秀文化，充分体现英语课程工具性和人文性的统一，发展学生的语言能力、文化意识、思维品质和学习能力等英语学科核心素养，充分体现英语学科特殊的育人价值，培养具有中国情怀、国际视野和跨文化沟通能力的社会主义建设者和接班人。

修订后的教材主要具有以下特点：

注重思想引领　教材融入了社会主义核心价值观的基本内容和要求，注重培养学生良好的政治素质、道德品质和健全人格，弘扬中华优秀文化，增强文化自信，引导学生形成正确的世界观、人生观和价值观。

反映时代要求　教材充分反映当代社会发展新变化、科技进步新成果，展示新时代中国特色社会主义新成就，将先进的教育思想和理念融入到教材之中，同时紧密结合学生的学习和生活实际，关注信息化环境下学生的发展需求。

强调语言实践　教材以英语学习活动观为指导，以主题为引领，以语篇为依托，通过板块式设计将语言知识与听、说、读、看、写等技能有机整合，强调学习过程和学习策略，突出活动目标，让学生用语言做事情，在实践中培养语言运用能力和创新思维。

突出文化意识　教材通过展示多姿多彩的中外文化来培养学生对中华文化的认同和传承，加深对人类优秀文化的学习和鉴赏；通过让学生分析中外文化异同，发展其多元思维和批判性思维，增强学生跨文化理解和跨文化沟通能力，构建人类命运共同体意识。

激发学习动机　教材以真实性、趣味性、规范性和经典性作为内容选编原则，主题覆盖面广，语篇题材和体裁丰富，活动呈现形式多样，版式设计生动活泼且富有美感，力求激发学生的学习兴趣和动机，引发他们积极思考、主动参与语言实践活动，提升英语学习效率。

满足不同需求　教材编排内容和活动设计既充分考虑学生的共同基础，又兼顾学生不同的能力水平和学习需求，提供了拓展性的教学内容，为教师灵活使用教材进行教学提供了便利，也切实促进学生的个性发展。

本套教材为高中英语教学提供了丰富的教学资源。希望教材能够帮助同学们打下坚实的语言基础，提高英语水平，获得全面发展；同时也希望老师们能够充分利用教材，在实践中不断完善教学，取得良好的教学效果。

编者

2019年4月

CONTENTS

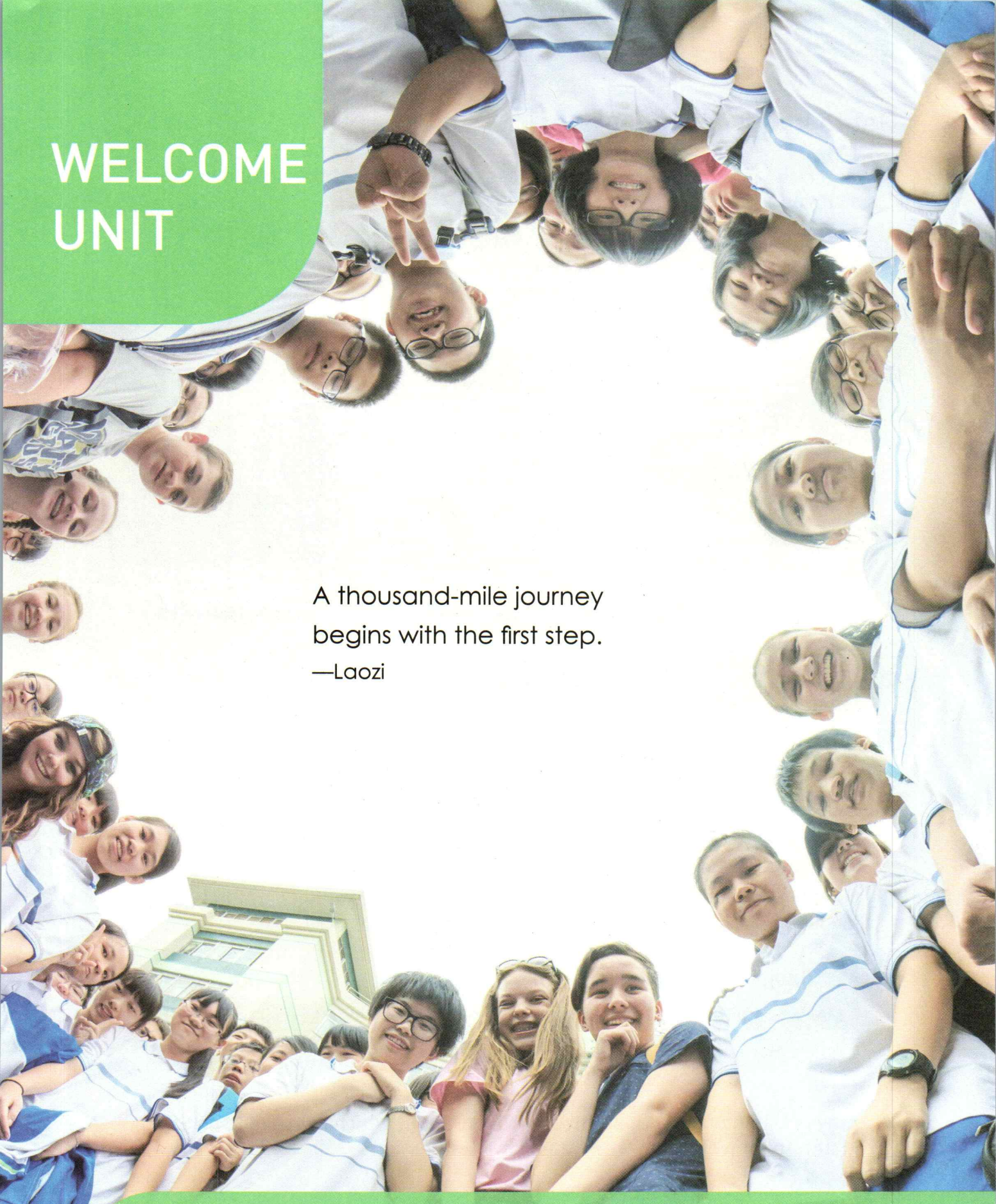
	Theme	Listening	Speaking	Reading
p. 1	**WELCOME UNIT**	Registering Learning styles	Making introductions and greetings	First Impressions Student Profiles
p. 11	UNIT 1 **TEENAGE LIFE**	School clubs *Predict content* Youth camps	Talking about future activities	The Freshman Challenge *Skim* A Letter of Advice The Face-down Generation
p. 23	UNIT 2 **TRAVELLING AROUND**	Getting ready to travel *Focus on key words* Booking air tickets	Making reservations	Travel Peru *Recognise text type* A Travel Plan to Xi'an Be a Good Tourist
p. 35	UNIT 3 **SPORTS AND FITNESS**	Inviting a friend to a sports event *Listen for main ideas* Sportsmanship	Agreeing and disagreeing	Living Legends *Make predictions* Going Positive Cool Cold Sports
p. 47	UNIT 4 **NATURAL DISASTERS**	News about natural disasters *Listen for details* Preparing for a disaster	Giving instructions	The Night the Earth Didn't Sleep *Use context to understand new words* Tsunami Hits Asia: Over 6,500 Dead The Story of an Eyewitness
p. 59	UNIT 5 **LANGUAGES AROUND THE WORLD**	Languages around the world *Reference* Different kinds of English	Asking for clarification	The Chinese Writing System: Connecting the Past and the Present *Scan* Learning English Polyglots: What Are They and Who Can Be One?
	WORKBOOK	**Unit 1** p. 71 **Unit 2** p. 77 **Unit 3** p. 83 **Unit 4** p. 89 **Unit 5** p. 95		

Writing	Pronunciation	Structure	*Project	*Video Time
A student profile	Vowel letters	Basic sentence structures		
A letter of advice	"Vowel + consonant" combinations	Noun phrases, adjective phrases, and adverb phrases	Set up a student club	Learning Across Generations
A travel plan	Consonants and consonant combinations	The present continuous tense: expressing future plans	Design a travel brochure	Machu Picchu
A page in a wellness book	Intonation	Tag questions	Make a survey on sports interests and needs	The Karsts of China: A Vertical Journey
A summary of a news report	Voiceless and voiced consonants *-ed* endings	Restrictive relative clauses (1) (***that***, ***which***, ***who***, ***whom***, ***whose***)	Give a presentation on natural disasters	Tsunami: Killer Wave
A blog about English study	Accents of English: American English and British English	Restrictive relative clauses (2) (***where***, ***when***, ***why***, ***prep*** + ***which/whom***)	Create your own word bank	Chinese Characters

APPENDICES

Notes p. 101
Grammar p. 108
Words and Expressions in Each Unit p. 112
Vocabulary p. 118
Irregular Verbs p. 125

WELCOME UNIT



A thousand-mile journey
begins with the first step.
—Laozi

In this unit, you will

1 read about a student's first day of school.
2 hear and talk about choosing and registering for courses.
3 write a student profile.
4 learn about first-year senior high school students in different countries.

Look and discuss

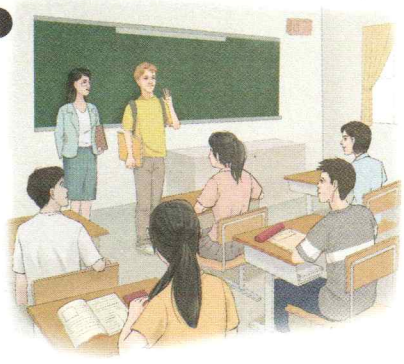
1 Where do you think these students are?
2 How do you think they feel?
3 How do you feel on the first day of school?

Get to know new people

1 Match the pictures with the sentences. Describe what the people in the pictures are doing.

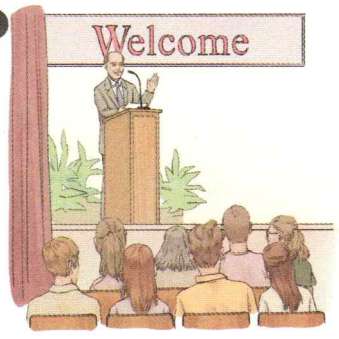
A My name is Amy. I'd like to have a student ID card, please.
B Hi, I'm Max Jackson. I'm an **exchange** student from the UK.
C Hello, everyone! Welcome to our school!

1



in the classroom

2



in the **lecture** hall

3



in the registration office

2 Amy is getting her student ID card. Listen to Conversation 1 and complete the table.

1	REGISTRATION					
2	Student No.	Name	Sex	Nationality	Grade	Email
3		Amy	Female			
4						

3 Max meets Amy in the dining hall. Listen to Conversation 2 and tick Max's favourite subject and Amy's favourite subject.

Subject	Chinese	Maths	English	Chemistry	Physics
Max's favourite					
Amy's favourite					

4 Amy is talking to Ms Li, a school adviser, about which courses to choose. Listen to Conversation 3 and answer the questions.

1 What does Amy want to be in the future?
A An engineer. **B** A designer. **C** A writer.

2 What course will Amy probably choose?
A English. **B** IT. **C** Art.

5 Work in groups. Choose one of the situations and make a conversation. Try to use the introductions and greetings below.

- A boy meets a girl during a break.
- An exchange student is talking to a teacher on **campus**.
- A boy and a girl are at the airport to meet a visiting group of teachers and students from England.



Introductions

My name is ...
I'm ...
This is ...
Have you met ...?
Do you know ...?
May I introduce ...?
I'd like you to meet ...
I don't believe you know ...

Greetings → Responses

Greetings	Responses
Hi/Hello!	Hi/Hey!
Good morning!	Morning!
What's up?	Not much.
How's it going?	Great!
How are things going?	I'm fine, and you?
How are you?	Very well, thank you.
How are you doing?	How about you?
Nice/Glad to meet you.	Nice/Glad to meet you, too.

People speak in a more polite way in **formal** situations.

Pronunciation

Listen and repeat. Notice the pronunciation of the vowels (A, E, I, O, U). Then add a word to each group.

A	/eɪ/ /æ/	grade	es•cape	_____	map	cam•pus _____
E	/iː/ /e/	these	Chi•nese	_____	met	for•get _____
I	/aɪ/ /ɪ/	write	a•live	_____	quiz	lis•ten _____
O	/əʊ/ /ɒ/	hope	a•lone	_____	frog	cof•fee _____
U	/juː/ /ʌ/	use	fu•ture	_____	up	dis•cuss _____

Describe your first senior high school day

1 How did you feel on your first day of senior high school? Circle the pictures that describe how you felt.


happy


anxious


excited


annoyed


frightened

2 Read the text quickly and draw pictures to show Han Jing's feelings on her first school day.

FIRST IMPRESSIONS

10:45 p.m.

Han Jing's World



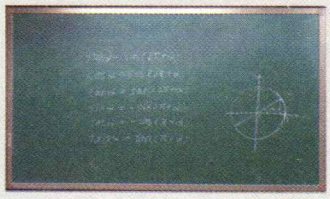
So this is it—**senior** high school at last! I'm not **outgoing** so I'm a little anxious right now. I want to make a good first **impression**. Will I make any friends? What if no one talks to me?

7:00 **a.m.**

9

I just had my first maths class at senior high school! The class was difficult, but the teacher was kind and friendly. He even told us a funny story, and everyone laughed so much! I found most of my classmates and teachers friendly and helpful.

12:30 p.m.



2



This afternoon, we had our chemistry class in the science lab. The lab is new and the lesson was great, but the **guy** next to me tried to talk to me the whole time. I couldn't **concentrate** on the **experiment**. I really wanted to tell him to please be quiet and leave me alone!

5:32 p.m.

6

What a day! This morning, I was worried that no one would talk to me. But I was wrong. I didn't feel **awkward** or frightened at all. I miss my friends from **junior** high school, but I believe I will make new friends here, and there's a lot to **explore** at senior high. I feel much more confident than I felt this morning. I think that tomorrow will be a great day!

10:29 p.m.



11

3 Read the text again and discuss the questions.

1 Why did Han Jing feel anxious before school?
2 How was her first maths class?
3 What happened in the chemistry class? What would you do if this happened to you?
4 What did Han Jing learn from her first day at senior high school?

4 Fill in the table with the words and phrases from the text, and tell a partner about Han Jing's day. Then talk about your own first day of senior high school.

Time	What was Han Jing texting about?
7:00 a.m.	senior high school, a little anxious
12:30 p.m.	
5:32 p.m.	
10:29 p.m.	

Word Study

Complete the passage with the correct forms of the words and phrases below.

explore　　impression　　feel confident
senior　　experiment　　concentrate on

Tian Hua is a new student at a school in America. She is studying at an American high school for one year. In China, Tian Hua was in Grade 1 at _____ high school, but in America, she is in Grade 10! She did not _____ at all when she arrived. Her first _____ was that English was difficult and people spoke too quickly, but soon she found that if she _____ the ideas, not the single words, she could understand! She also made friends and began to _____ the city with them. Her new friends were happy to explain things to her after class. Her favourite class is chemistry because the teacher lets the students do cool _____! Tian Hua is not sure how well she will do at school this year, but she is not nervous any more. She is excited!



Analyse basic sentence structures

S (subject) **V** (verb) **O** (object) **P** (predicative) **A** (adverbial)
DO (direct object) **IO** (indirect object) **C** (object complement)

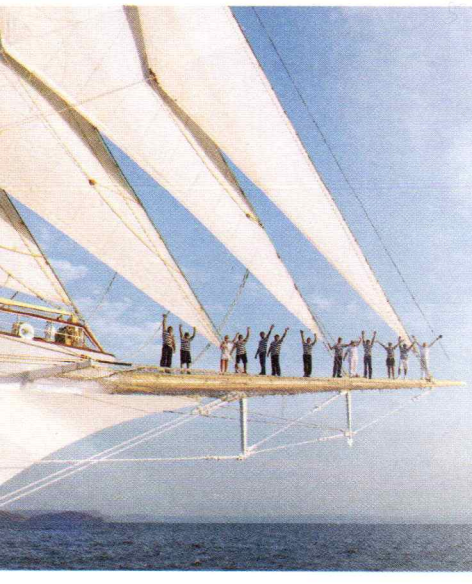
1 Study the sentence structures.

Sentence structure	Sentence
SV	All of us laughed!
SVO	I miss my grandma.
SP	The teacher was kind and friendly.
S V IO DO	He told us a funny story.
SVOC	I found most of my classmates and teachers friendly and helpful.
SVA	He talked too much.
SVOA	I had my first maths class at senior high school.
There be ...	There's a lot to explore at senior high.

2 Read the sentences and analyse the structures.

EXAMPLE: We laughed.
S V

1 The 100-year-old school lies in the centre of the city.
2 We must act.
3 The maths homework looks easy.
4 The teacher found the classroom empty.
5 My mum bought me a new dictionary.
6 Tom is looking **forward** to meeting the new exchange student.
7 There is an English Corner at our school.
8 We had chemistry in the newly built lab.



3 Read the passage and analyse the structures of the underlined sentences.

How would you like to go to school and travel the world at the same time? For Tim, that dream has come true! This term, Tim and his classmates are living on a ship! They take the same subjects as you do, like maths and English. They also learn about ships and the sea. Tim writes his parents an email every week and tells them what happened on the ship. Tim loves living on the ship. There's always something exciting to do. And, after a long day of study, he likes to watch the sun go down and wait for the stars to come out. Studying and doing homework seem much more fun when you are at sea!

Reflect on your learning styles and strategies

1 Li Ming and Amy are talking about learning strategies. Listen to their conversation and tick what Li Ming likes to do.



- ☐ work in groups
- ☐ listen to the teacher and take notes
- ☐ watch videos
- ☐ use **flash** cards
- ☐ make mind maps
- ☐ keep a learning diary

2 Listen again and answer the questions.

1 Why does Amy like group work?
2 How does Li Ming organise his thoughts?
3 Does Li Ming like to keep a learning diary? Why or why not?

3 How do you learn English? Rate the learning methods below. You can add more of your own to the questionnaire.

1	I have learning **goals** and make plans for my English studies.	☆☆☆☆☆
2	I exchange learning experience with my classmates.	☆☆☆☆☆
3	I take notes while listening and reading.	☆☆☆☆☆
4	I read English newspapers and magazines.	☆☆☆☆☆
5	I write down new words in my notebook and review them often.	☆☆☆☆☆
6	I use dictionaries to check for new words.	☆☆☆☆☆
7	I like to write about what I read or hear in English.	☆☆☆☆☆
8	I like to watch movies in English.	☆☆☆☆☆

4 Work in pairs. Share your ideas with your partner and discuss the questions.

1 What learning **strategies** do you and your **partner** share?
2 What is the best strategy for you to learn new words? How about grammar?
3 What is the best way for you to **improve** your reading skills? How about writing?

Write a student profile

1 Read the student profiles and discuss the questions.

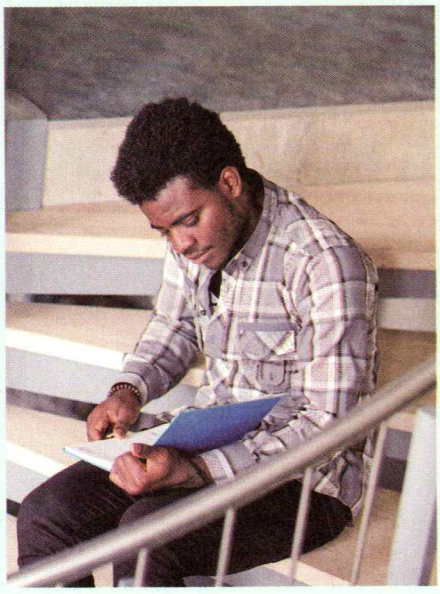


Ann, 15

Lakeside High School

USA

My name is Ann Wells and I'm a Grade 10 student at Lakeside High School. I'm an active person and I love sports. I'm **curious** about everything. I often ask questions, but I learn best by doing. My favourite subject is physics. Dancing and skating are my hobbies, and I also like to read short stories. I plan to become an engineer in the future.



Thando, 16

South Hill High School

South Africa

I'm Thando Gowon. I'm 16 this year. I come from South Africa. I'm a Grade 10 student at South Hill High School. I look good, think fast, and play hard. You'll never see me without a book or a pen. If I'm not in class, I'm either in the library or in the computer lab. At the weekends, I play computer games if I'm not busy studying. My dream is to start my own IT **company**!

1 What is Ann like? How do you know?

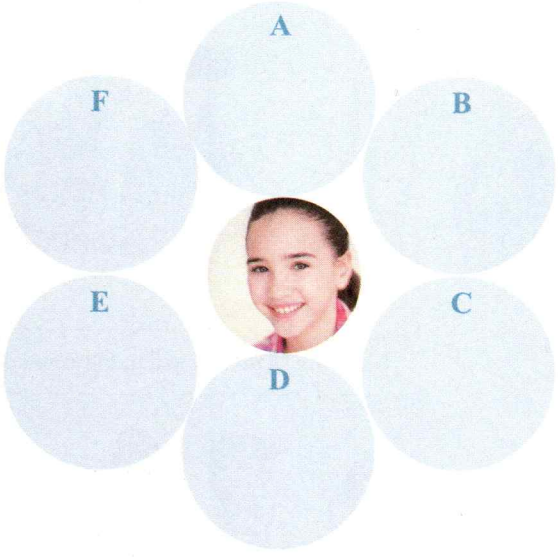
2 What does "You'll never see me without a book or a pen" mean?

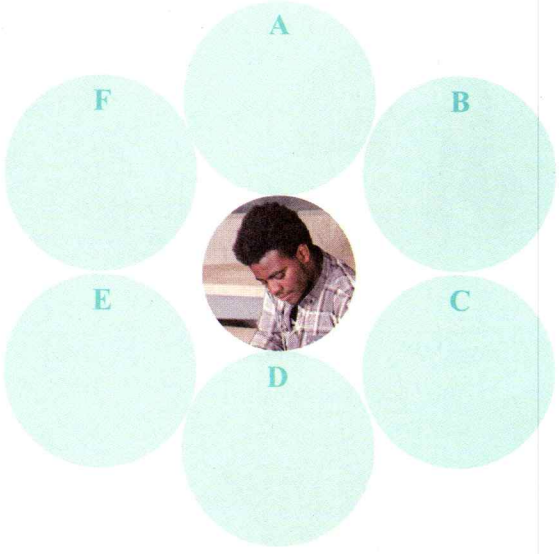
3 Which profile do you like better? Why?

2 Study the organisation and language features.

1 A student profile can include the following parts. Fill in each part with the information from the student profiles.

A Name, age, grade, school
B **Personality**
C Favourite subject
D Learning **style**
E Hobbies
F Future plans and dreams





2 Circle the phrases that Ann and Thando use to describe their personalities and underline the sentences that they use to describe their learning styles.

3 Use what you have learnt to write your own student profile.

1 Complete the outline and use it to draft your student profile.

Name: **Age:**
Grade: **School:**
Personality:
Favourite subject:
Learning style:
Hobbies:
Future plans and dreams:

My name is _____
and I'm a _____ student
at _____.
_____
_____



2 Exchange drafts. Use the checklist to give feedback on your partner's draft.

- ✓ Does the profile give you a good impression of the student?
- ✓ Are all the parts in Activity 2 included and organised in a good order?
- ✓ Are the sentence structures correct?
- ✓ Do all the sentences begin with capital letters?
- ✓ Are there any spelling mistakes?

3 Get your draft back and **revise** it.

4 Add a photo or drawing of yourself and show your student profile to your class.

4 Collect all the student profiles and create a class book.

Building Up Your Vocabulary

1 Match the pictures with the best adjectives. Then describe each picture in two or three sentences.

anxious awkward annoyed frightened confident curious excited



2 Match the verbs on the left with the nouns on the right. Then make sentences with your new phrases.

exchange	register (for)	design	a class	a dress	a lecture
explore	give	take	ideas	the world	notes

EXAMPLE

Good morning. I'd like to register for a class. I'm interested in any classes on music!

3 Read the learning tips. Rewrite the underlined parts with the new words from this unit that have the similar meaning.

Know yourself.

How you like to learn depends on what kind of person you are. If you like to talk, then it may be best to study in groups. If you are quiet, you may concentrate best on your own.

Decide on what you want to learn.

Do you want to learn spelling rules? Do you want to learn how to take notes during a talk by a teacher? No matter what you want to learn, it is important to decide on your goal before you make a plan.

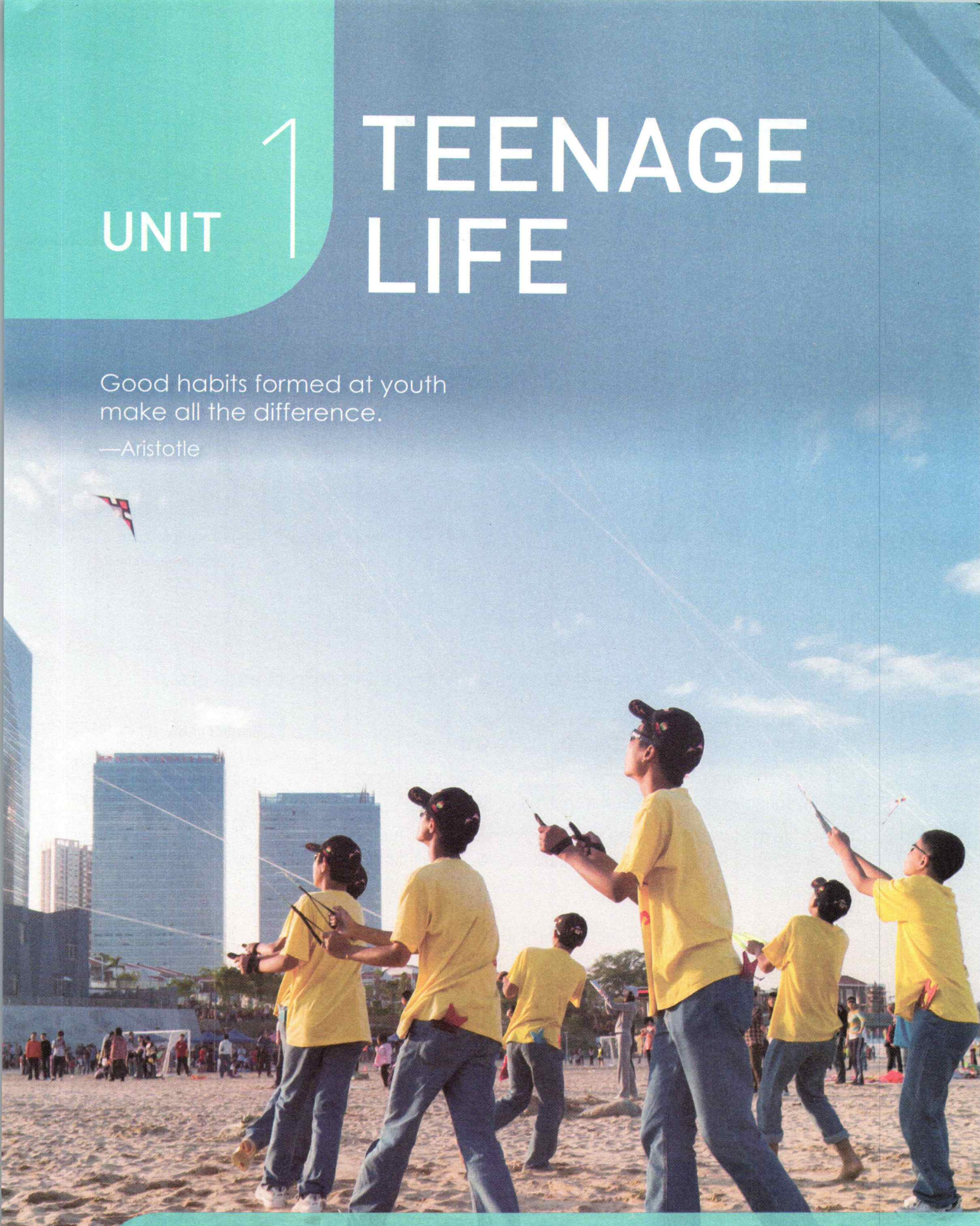
Use the right strategy.

If you are learning new words, it is wise to use small cards with the words written on them. If you are organising your thoughts or notes, try a mind map.

UNIT 1 TEENAGE LIFE

Good habits formed at youth make all the difference.

—Aristotle



In this unit, you will

1 read about school life in the USA.
2 hear and talk about extra-curricular activities of senior high school students.
3 write about teenage problems and solutions.
4 learn about teenage life in other countries.

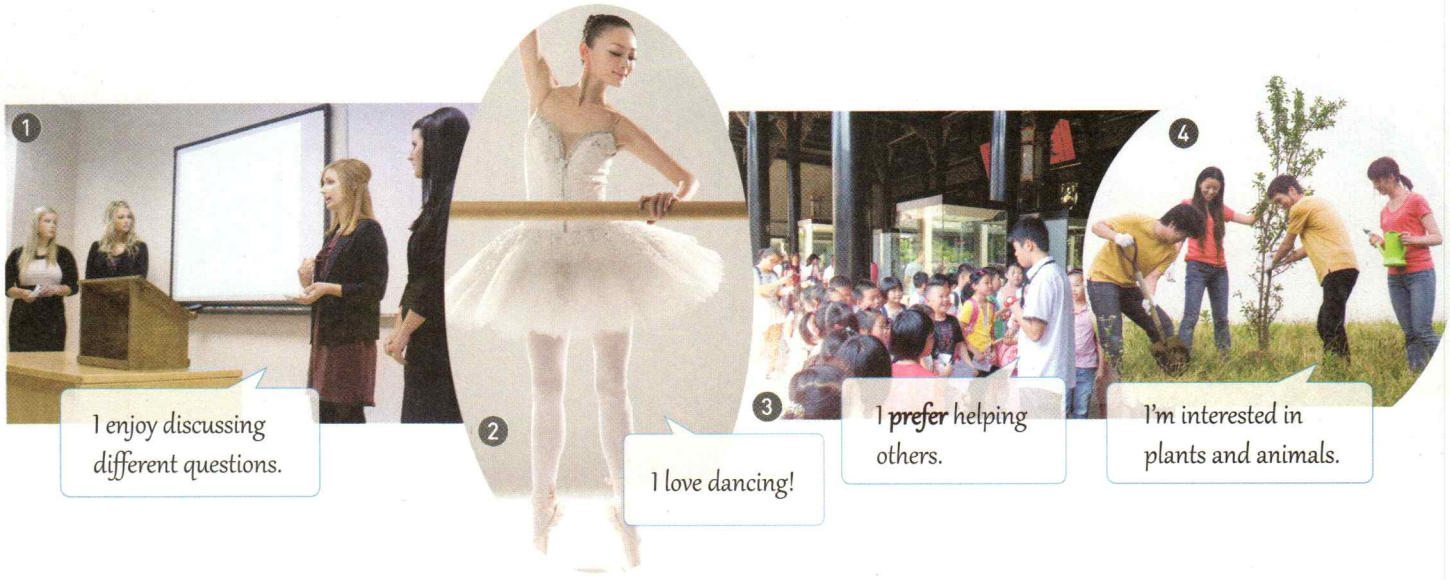
Look and discuss

1 What are the teenagers doing in the photo?
2 What do you do to relax outside of school?
3 What kind of life do you live? What kind of life do you wish to live?

Choose a school club

1 Match the photos with the names of the clubs. What do you think students do in these clubs?

Ballet Club ____ Nature Club ____ **Volunteer** Club ____ **Debate** Club ____



2 Listen to the first two conversations and choose the correct answers.

1 What are they learning about in Conversation 1?
A Hearing. **B** Sounds. **C** Dogs.

2 The students are discussing _____ in Conversation 2.
A schoolwork **B** relationships **C** dating

3 Circle the two clubs where these two conversations happened.
A Science Club. **B** Ballet Club. **C** Nature Club. **D** Debate Club.

Predict content

Before you listen, you can read the questions and the choices. It will help you to predict what you will hear.

3 Listen to Conversation 3. Then help Adam choose a club.

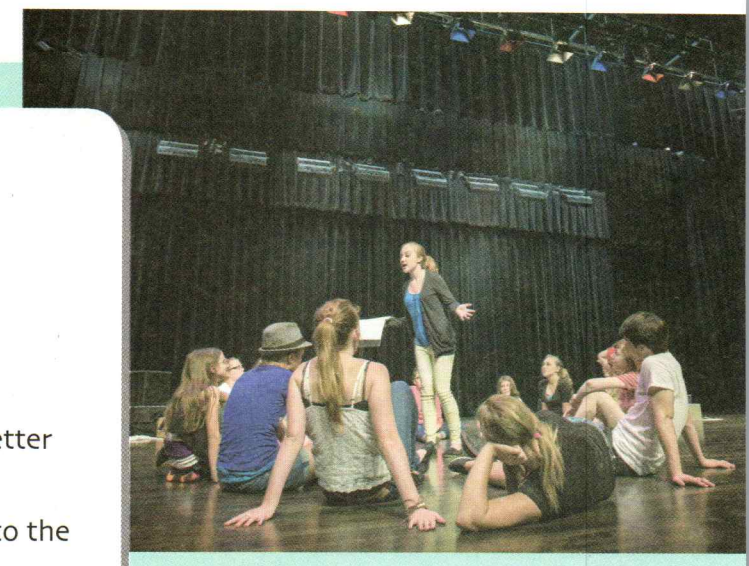
1 Tick the activities that happen in each club.

Ballet Club	Nature Club	Cartoon Club	Volunteer Club
○ learn new **movements**	○ listen to lectures	○ watch cartoons	○ help old people
○ watch dance programmes	○ grow plants	○ write stories	○ clean up parks
○ make ballet clothes	○ work in a **greenhouse**	○ draw cartoons	○ give directions

2 Adam says that he likes _____ but is not so interested in _____.
A stories, cartoons **B** animals, plants **C** making friends, cleaning up

3 Which club do you think is **suitable** for Adam? Why?
I think Adam should join the _____ Club because he says that he _____.

4 **Work in pairs. Help each other choose a school club.**



EXAMPLE

A: Hi, Sam! I've decided to join the Music Club.
B: Good decision!
A: How about you? Are you going to join a club?
B: Yes. I'm wondering which one I should choose: the Acting Club or the Ballet Club?
A: I guess the question is ... Do you like dancing better than acting?
B: **Actually**, I like acting better, but my friends go to the Ballet Club and I want to be with them.
A: Hmm ... If you ask me, I think you should choose what you like.

Pronunciation

1 **Listen and repeat. Then add more words to each group.**

al	ay	ai	are	ar	er	ir	or	or	ur
talk	pay	paint	care	bar	her	bird	horse	word	burn
wall	stay	daily	declare	hard	prefer	circus	absorb	work	hurt

ee	ea	ea	ear	ear	oa	ow	ow	ou	ore
keen	clean	head	clear	earn	boat	show	now	out	more
tree	eager	ready	appear	heard	coach	grow	shower	loud	bored

2 **Listen to the proverbs and repeat. Notice the pronunciation of the letters in bold.**

1 The **ear**ly b**ir**d catches the w**or**m.
2 **Al**w**ay**s prep**are** f**or** a r**ai**ny d**ay**.
3 Actions sp**eak** l**ou**der than w**or**ds.
4 **Al**l w**or**k and no pl**ay** makes Jack a dull boy.
5 Distance tests a h**or**se's strength. Time rev**eal**s a p**er**son's character.

Compare school life in different places

1 Work in groups. Discuss the questions.

1 What do you want to know about school life in other countries?

2 What would you tell a teenager from another country about school life in China?

2 Read the text quickly to find the main idea of each paragraph.

Paragraph 1: Senior high school is a **challenge**.

Paragraph 2: _____

Paragraph 3: _____

Paragraph 4: _____

Skim

You can find main ideas by first taking a quick look at the **title**, picture(s), key words and phrases, and **topic** sentences.



THE FRESHMAN CHALLENGE

Hi! My name is Adam and I'm a freshman at senior high school. Going from junior high school to senior high school is a really big challenge. The first week was a little confusing.

First, I had to think very carefully about which courses I wanted to take. The school adviser helped me choose the suitable ones: maths, English, chemistry, world history, and Chinese. I know that Chinese is a very difficult language, but I hope to be **fluent** when I **graduate**. My adviser **recommended** that I should sign up for advanced **literature** because I like English and I'm good at it.

I had to choose extra-curricular activities, too. I tried to join the school football team, but the coach told me that I didn't play well enough. **Obviously**, I was unhappy, but I won't **quit**. I'll find a way to improve on my own so that I can make the team next year. I joined a volunteer club instead. Every Wednesday, we work at a soup kitchen and hand out food to homeless people in the community.

I know I'll have to study harder as a senior high school student and get used to being **responsible** for a lot more. I'm a bit worried about keeping up with the other students in my advanced course, and it'll be quite difficult to get used to all the homework. Still, I'm happy to be here. Studying hard isn't always fun, but I'll be well prepared for university or whatever else comes in the future.

3 Read the text again and answer the questions.

1 What courses did Adam choose? Which one do you think would be his favourite? Why?

2 What does "make the team" in Paragraph 3 mean?

3 What is Adam worried about?

4 Is Adam confident that he will get used to senior high school life? How do you know?

4 Complete the outline. Then discuss the questions below with a partner.

Paragraph	Challenge	How Adam feels	Solution
1		Confused	
2	Choosing _____ courses		The school adviser_____ _____.
3			He will find a way to _____ _____.
4			He will _____ _____.

1 What kind of person do you think Adam is? Why?

2 Do you face the same challenges as Adam? What other challenges are you facing? How do you deal with them?

3 What are some differences between Adam's school life and your school life?

5 Complete the sentences with the correct forms of the new words from the text.

1 I'm good at maths, so my teacher _____ that I should choose advanced maths in my first year.

2 Finding time for both studies and extra-curricular activities is a big _____, so I need to make a workable **schedule**.

3 It's a little _____ to choose suitable courses. I hope that my adviser can help me make a good decision.

4 We can try a course for two weeks after we _____ up for it. After that, we cannot change it.

5 The main purpose of the course is to help _____ each student's reading ability.

6 Some of the students want to become writers or **editors** after they _____, so the teacher advised them to start a writing club.

7 The school is _____ for the safety of all the students.

8 Whenever I'm facing a difficulty, I always tell myself, "Don't let anything stop you. Don't ever _____."

Improve a draft

1 Find and mark the phrases in the sentences that fit the categories below. Then state their functions.

Noun Phrase (NP)	Adjective Phrase (AdjP)	Adverb Phrase (AdvP)
word group with a noun as its head word	word group with an adjective as its head word	word group with an adverb as its head word

1 The first week (NP) was a little confusing (AdjP).
2 The building is so big that I'm completely lost.
3 The kids over there are putting something on a round paper **plate**.
4 Linda thinks and speaks quite quickly, and she can do well in the debate.
5 The new coach told me that I didn't play well enough.
6 My first French class was very confusing. The teacher spoke so fast!

2 Answer the questions using the phrases in brackets.

1 How soon do you think you'll finish your homework? (pretty soon)
2 What do you think of your new teachers? (very nice and patient)
3 How many clubs have you joined this year? (two clubs)
4 How well does Rita play the violin? We need a new violinist in our music club. (quite well)
5 What did your adviser say about the advanced literature course? (too difficult but very interesting)

3 Joyce has just written a draft. Help her improve it by using noun/adjective/adverb phrases to add more information.

Cheerleader Try-outs



I've always wanted to be a cheerleader. Yesterday, I tried out for the team. It was hard. First, we had to dance. The teacher showed us how to move, and then we tried. Second, we practised singing a song about the school basketball team. Finally, some girls had to lift their partners. The other girls jumped and cheered. I think I did well, but the other girls were better. I'm not sure if I'll make the team or not.

I've always wanted to be a high school cheerleader. Yesterday, I tried out for my school's cheerleading team. It was really hard. First, ...

Plan a camp for teenagers

1 Cao Jing and Max are talking about camps. Listen to the conversation and tick what they are going to do at the camps.

Adventure Camp



International Youth Camp



Talking about future activities

We'll learn survival skills.

I'll learn how to make a fire.

We'll learn how to live in the wild from some **experts**.

We're going to learn about wildlife.

I think it's going to be fun.

I plan to improve my spoken English.

We'll talk about teenage life.

There'll be students from different countries at the camp.

I'm going to give a speech.

I hope to make some friends.

2 Listen again. Underline the expressions in the sentences above that Cao Jing and Max use to talk about the future.

3 Work in groups. Plan a youth camp.

1 Think of ideas for the camp. You can use the questions below to get started.

- What kind of camp is it?
- Who will be there?
- What will they do?
- What will they learn?

2 Present your ideas for a youth camp to the class.

EXAMPLE

_____ Camp

Do you want to have fun and learn at the same time? Then come to our camp. In our camp, you can learn about ... There'll be many interesting activities. First, we are going to ... Then we'll ... We also plan to ... Finally, we'll ... Please come to our camp!

Write a letter of advice

1 Susan Luo, an adviser for teenagers, has received a letter asking for some advice. Read her reply and discuss the questions.

Date

10 September 2018

Greeting

Dear Worried Friend,

Body

You wrote that you are very worried about your friend, Chen Lei. I understand quite well that you are anxious and feel terrible. You think that your friend plays computer games too often and spends too much time online.

I recommend that you talk to your friend about his **behaviour**. It is not unusual for **teenagers** of your **generation** to be **attracted** to computer games and the online world. But spending too much time online is unhealthy and makes it very difficult to **focus** on other things in life. Some students even become addicted to the Internet and cannot concentrate on school and family life. I think you should encourage your friend to try new hobbies. Why not discuss the problem together? I am sure he will listen to you, since you are his good friend.

Close

All the best,

Signature

Susan Luo

1 What is Worried Friend's problem?

2 Do you think Ms Luo's advice is useful? Why or why not?

3 What other kinds of advice would you give?

2 Study the organisation and language features.

1 Find and mark the parts of the letter that match the following points.

A I know what the problem is.

B I understand how you feel.

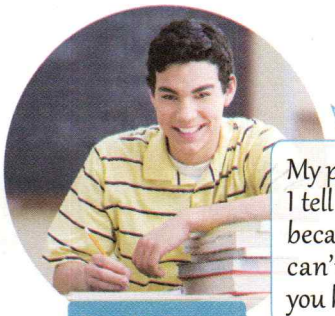
C This is my advice and reason(s).

D I think my advice will help.

2 What expressions does Ms Luo use to make suggestions? Circle them in the letter.

3 Use what you have learnt to write a letter of advice to one of the teenagers below.

1 Work in groups. Choose one of the teenagers and discuss his/her problem. List possible suggestions and reasons.



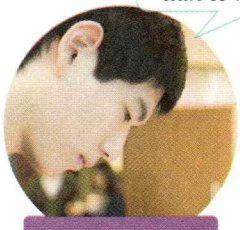
Eric, 15, Chicago

My parents won't listen when I tell them things. I guess it's because they're **adults** and can't understand me. Do you have any suggestions?



Xu Ting, 14, Hangzhou

I always feel lonely after school because my parents work in another city. What can I do?



Min Ho, 15, Seoul

There is a girl I like in my class, but I'm too shy to talk to her. Please help me!

Suggestion

Reason

2 Draft your letter according to the outline below.

Write the date and greet the reader.

Show the reader that you know what the problem is.

Tell the reader that you understand how he/she feels.

Tell the reader what you think he/she should do.

Explain your reason(s).

Tell the reader what you think will happen.

Close and sign the letter.

_____

Dear _____,

You wrote that _____.
I understand that _____.
I think _____
because _____. I am sure
that _____.

Best wishes,

_____

3 Exchange drafts. Use the checklist to give feedback on your partner's draft.

- ✓ Are all the parts of a letter included and organised in a good order?
- ✓ Does the writer give reasons for the advice?
- ✓ Does the writer use proper expressions to give suggestions?
- ✓ Does the writer use commas and stops correctly?
- ✓ Is the handwriting easy to read?

4 Get your draft back and revise it.

4 Put up your letter in the classroom or read it to the class.

Assessing Your Progress

1 Circle the correct word(s) in each sentence.

1 Today's teenagers seem to prefer/like the Internet more than TV.
2 Martin did not enjoy pop music until he became a generation/teenager.
3 Which course did your teacher recommend to/with you?
4 Don't quit trying/to try if there is still hope.
5 I think he is addicted/attracted to smoking. He just can't seem to quit.
6 The library project has already fallen behind schedule/plan.
7 The research has focused on/for the relationship between a teenager's sleep and health.
8 The instructions on the box made him confusing/confused, and he did not know what to do.

2 Find the noun/adjective/adverb phrases in the passage and state their functions.

If you have learnt some maths at school, you can quite quickly work out that one eleventh is about 9 percent. But did you know that 9 percent is also the number of children who are not at school? That's right—one in 11 children is not studying and probably even cannot do the simple maths you just did so very easily. They drop out of school because their families are too poor and they have to work like adults. In 2013, millions of children and teenagers were out of school. Most live in poor countries, but there are also some boys and girls who cannot go to school in rich countries. If you are one of the lucky ones who can go to a senior high school, you should be grateful for the opportunity. So the next time you feel like you do not want to do boring, difficult homework or go to class, think about the children who don't have the chance to get a good education. Make the most of your education and make the world a better place.

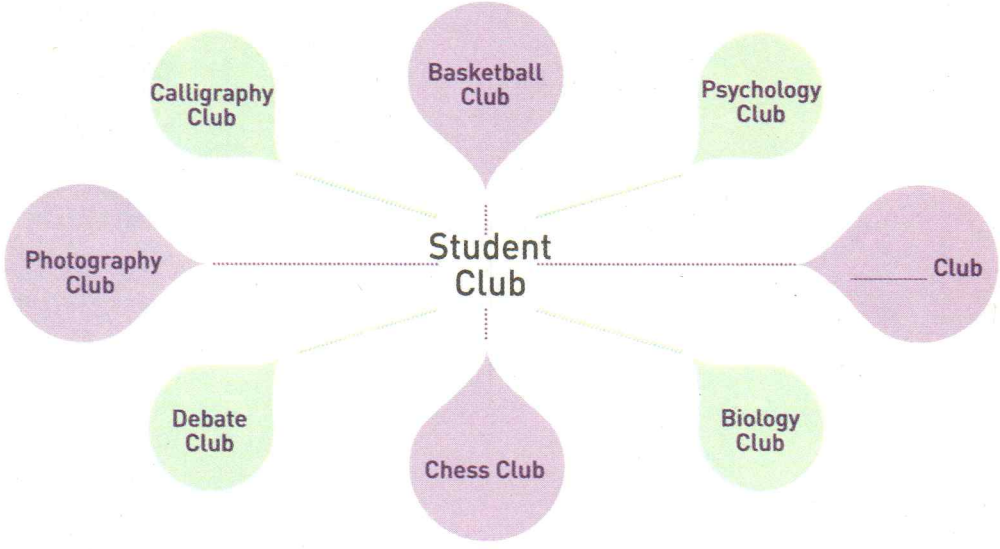
Do you agree with the writer's opinion? Give your reasons.

REFLECTING

- Which reading in this unit did you find the most interesting? Why?
- What new things did you learn about teenage life from this unit?
- What new vocabulary and structures did you learn in this unit? Did you use any of them in your language activities? How well could you use them?
- Do you think skimming was useful for you to understand the texts?
- What problems did you or your friends have with this unit? How did you solve the problems? What advice did you give each other?

* Project: Set up a student club

1 You are going to set up a student club. Work in groups and choose one of the clubs from below, or create a new club you think others would be interested in joining.



2 Decide on the following details of your club.

Club name	
Slogan	
Aim	(Why form the club? What does it hope to achieve?)
Activity	(What will members usually do at the meetings? Any special events or outings?)
Requirement	(What should members prepare and bring?)
Meeting time and place	

3 Design an eye-catching logo for your club and make a poster including the club's name, slogan, and logo.

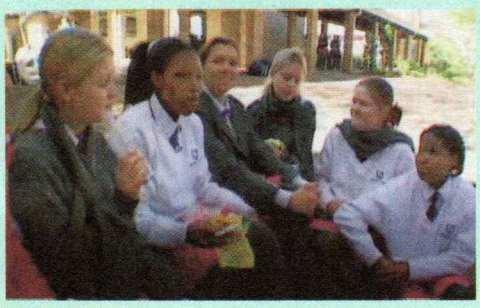
4 Prepare an introduction to recruit new members during a school assembly. Include some details that are not mentioned on your poster.

EXAMPLE

Hello, everyone! We're very pleased to introduce our club to you. It is called ... Our slogan is ..., and our club aims to ...

Learning Across Generations





Mamorena Chaane is a teenage girl. She lives in the suburbs of Johannesburg, South Africa with her mother, Tandi.

BEFORE YOU WATCH

Look through the title, introduction, and photos. Then guess whether the statements are true (T) or false (F).

1 In South Africa, many teenagers graduate from university. T ☐ F ☐

2 Mamorena's life is the same as Tandi's when she was young. T ☐ F ☐

3 Tandi had a difficult childhood. T ☐ F ☐

4 Tandi is now a successful businesswoman. T ☐ F ☐

A shanty town is a poor area. People in a shanty town make their own houses, often from wood or materials that have been thrown away.

WHILE YOU WATCH

1 Check your answers in Before You Watch.

2 Circle the correct word(s) in each sentence.

1 Mamorena is a student at an expensive/inexpensive private school.

2 Tandi grew up in a poor/wealthy area of Johannesburg.

3 Mamorena does not understand/understands about her mother's childhood.

AFTER YOU WATCH

Work in pairs. Discuss the questions.

1 In what ways is your life similar to or different from your parents' life when they were young?

2 Tandi said, "I don't think you become a person if you don't know where you come from." Do you agree or disagree with this statement? Why or why not?

普 通 高 中 教 科 书

物理

必 修

第一册

致同学们

同学们好！从这学期开始，本套书将陪伴大家一起学习高中物理。

中学物理是科学课程中非常重要的一门课，它对我们了解客观世界、学习探索世界的方法、培养科学的思维、形成科学的态度与责任等都有非常重要的作用。在今后的学习中，同学们既要注意概念、规律的确切含义，同时也要注意体会、思考在建立概念和探索规律时，所涉及的一些科学思维和方法，培养自己理性思考、敢于质疑、不断创新的科学素养。

为了使大家能更好地学习、探索浩瀚的物理世界，本书设计了以下栏目。

问题　每节开始创设的一个情境问题。以引发同学们对所要学习的内容主动思考，培养大家的问题意识及提出问题的能力。

实验　同学们自己动脑、动手操作的实践活动。

演示　主要是老师展示、供大家观察的实践活动。

思考与讨论　用于引发思考、展开交流等而设计的问题。

做一做　小型的动手操作类活动，目的是引发思考、体验感悟。

科学方法　物理学中常用和重要的科学思想、方法。应注意的是，更多的科学思想及方法在相应的正文和旁批中体现。

拓展学习　体现弹性，属于选学、选做的内容。主要内容是知识的拓展、延伸，或者是用传感器、计算机等设备自动记录和处理数据的实验，供有条件的学校选用。

STSE　主要介绍和探讨科学・技术・社会・环境间相互关联的一些问题，属于选学内容。

科学漫步　介绍物理学的重要史实或前沿进展，为开阔视野的内容，以引发同学们自己主动学习，属于选学内容。

练习与应用　针对每节内容所设计的练习题，用于巩固所学的概念、规律和方法。

复习与提高　针对全章内容所设计的练习题，分 A、B 两组，用于巩固及提高。A 组相对容易一些，属于共同要求；B 组相对难一些，属于选学内容。

目 录

走进物理课堂之前 1

序言　物理学：物质及其运动规律的科学 6



第一章　运动的描述 14
1. 质点　参考系 15
2. 时间　位移 18
3. 位置变化快慢的描述——速度 23
4. 速度变化快慢的描述——加速度 29



第二章　匀变速直线运动的研究 37
1. 实验：探究小车速度随时间变化的规律 38
2. 匀变速直线运动的速度与时间的关系 41
3. 匀变速直线运动的位移与时间的关系 44
4. 自由落体运动 49



第三章　相互作用——力 58
1. 重力与弹力 59
2. 摩擦力 64
3. 牛顿第三定律 68
4. 力的合成和分解 72
5. 共点力的平衡 76



第四章　运动和力的关系 82
1. 牛顿第一定律 83
2. 实验：探究加速度与力、质量的关系 87
3. 牛顿第二定律 92
4. 力学单位制 97
5. 牛顿运动定律的应用 101
6. 超重和失重 105

课题研究 112
学生实验 116
索引 120

走进物理课堂之前

赵凯华[①]

一群顽童，衣着五色斑斓，凑在一起，专爱找些新鲜游戏来玩。他们上树掏鸟蛋、下河捞鱼虾；把蝌蚪养在玻璃罐里，要看它们怎样变青蛙；把鸟蛋放在被窝里孵化，想看小鸟怎样从壳里往外爬，睡觉时把鸟蛋压碎了，弄得被窝一塌糊涂，挨了妈妈的骂。

一天在树下玩耍，一只熟透了的苹果掉下来，他们就辩论起来。

苹果是不是越落越快？不过他们很快就达成一致：是的，苹果越落越快。

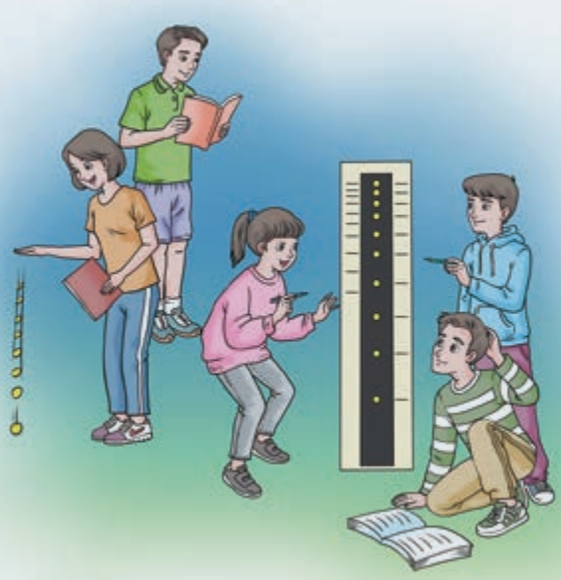
怎见得？苹果刚离开树枝时几乎是静止的，落地前已相当快，于是就摔烂了。

文静的紫珠说："只说苹果越落越快，没什么了不起，谁能说出苹果下落怎么个越来越快法？"

黑柱说："苹果越落越快，就是它的速度正比于落下的距离呗！比如它落下2 m时的速度是落下1 m时速度的两倍。"

白胖说："我看是苹果的速度正比于落下的时间，它下落2 s后的速度是下落1 s后速度的两倍。"

红孩思考了一会儿说："你们都说速度的变化，可是速度很难测量，还不如说落下的距离。我猜，要是苹果在第1 s内下落的距离是1，

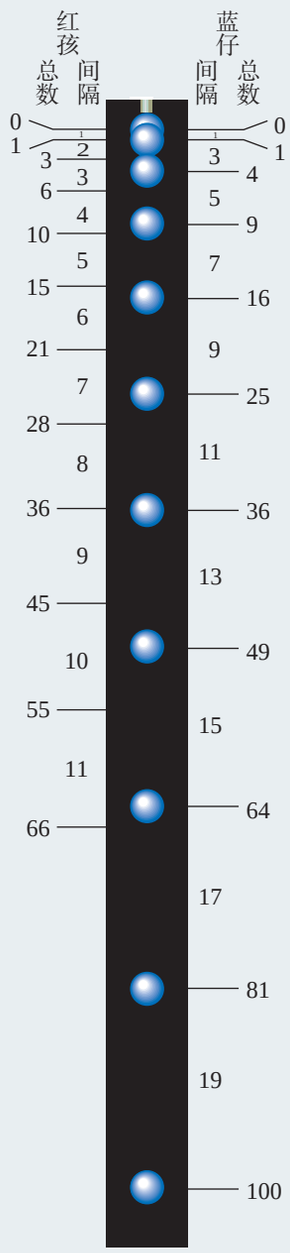


① 赵凯华（1930 — ），北京大学教授，曾任中国物理学会副理事长兼教学委员会主任。

那么，在第2 s内下落的距离就是2，在第3 s内下落的距离就是3，等等。我这个想法容易用实验来检验。”孩子们七嘴八舌，莫衷一是。

坐在一边的蓝仔插进来说：“实验是必须做的，不过垂直下落太快，也许得利用斜面。我得回去好好想想，要讲清道理。”天色已晚，黄娃建议明天到游戏场去做实验，于是大家就散伙回家了。

第二天大家来到游戏场，蓝仔宣布，他对红孩的猜测有修正，每秒落下的距离不是



落体的频闪照片
（示意图）

1 ： 2 ： 3 ： 4 ： 5 ： …

而是

1 ： 3 ： 5 ： 7 ： 9 ： …

白胖说：怪了！凭什么不是下面这样的？

2 ： 4 ： 6 ： 8 ： 10 ： …

黄娃兴冲冲地跑到滑梯上把自己的书包放到斜面上让它下滑，没想到摩擦力太大，书包滑到半路不走了。

黑柱掏出一个皮球，说：“来，用这个！”

大家选红孩当指挥，他要其他人手里各拿一段粉笔头，沿滑梯一字排开。红孩在滑梯顶上，看着手表说：“我喊‘开始！’，就把皮球放开；喊‘1 s’，站在滑梯旁的第一个人用粉笔在球经过的地方画一道；喊‘2 s’，第二个人用粉笔再在球经过的地方画一道；如此等等。”他发号施令，球沿滑梯滚下来。没想到，第一个人画了粉笔道后，没等第二个人画，球已经滚出了滑道。再试，还是那样。大家有点儿懊恼了。

紫珠提议：“我们找物理老师去！”

老师听了他们的汇报后，笑眯眯地说，我带你们到实验室看一样东西。在实验室里看到有盏灯一闪一闪地照着一个下落的球，那球的影像断断续续地，像一串断了线的珍珠，上密下疏。

老师解释说：“这架仪器叫作‘频闪仪’，它每隔一定时间间隔发出一次闪光，于是我们就看到了从静止下落的球每隔一定时间间隔的位置。这个过程用肉眼看还是太快，无法看清楚，更无法测量。

我们用照相机连续曝光，把整个过程拍下来。我这里正好有一张拍好的照片，你们可以拿去研究。”

孩子们非常兴奋。

红孩说：“我们先找一张比照片还大些的白纸，以照片上头两个球的影像之间的距离为间隔，精确地在纸上画许多水平线，然后把照片叠放上去，确定以下各个影像的位置，并算出它们之间距离的比例。”

孩子们做得非常认真，水平线画得很平行，间隔也很准确。图画好了，白胖建议先不把照片叠上去，让红孩和蓝仔分别按他们的预期，在落体的频闪照片左右标出球各次将要到达的位置，最后比一比，看看谁对。

红孩在左边标的是	蓝仔在右边标的是
0	0
1	1
$1+2=3$	$1+3=4$
$3+3=6$	$4+5=9$
$6+4=10$	$9+7=16$
$10+5=15$	$16+9=25$
$15+6=21$	$25+11=36$
$21+7=28$	$36+13=49$
$28+8=36$	$49+15=64$
$36+9=45$	$64+17=81$
$45+10=55$	$81+19=100$

白胖惊讶地对蓝仔喊道：“没想到你这里都是整数的平方，妙极了！”

于是，大家郑重地把照片叠上去，将起始点对准纸上的零刻度线。

啊！答案出来了，红孩的估计比实际慢了很多，蓝仔的猜测非常符合照片上显示的实际情况。大家为蓝仔欢呼。这时绿妹却质问蓝仔说：“你得给我们说清楚，你是怎么想的。”蓝仔说：“说来话长，得找个有黑板的地方讲。”

孩子们来到教室，把老师也请来了，听蓝仔讲。

蓝仔说：“其实我是吸取了白胖的想法，速度正比于走过的时间。”

设第1 s末的速度为v，初速度为0，所以平均速度为

$$\bar{v}=\frac{0+v}{2}=\frac{v}{2}$$

，走过的距离为$\frac{v}{2}\times 1\ \mathrm{s}$。

第2 s末的速度为$2v$，初速度为v，所以平均速度为

$$\bar{v}=\frac{v+2v}{2}=\frac{3v}{2}$$，走过的距离为$\frac{3v}{2}\times 1\ \mathrm{s}$。

第3 s末的速度为$3v$，初速度为$2v$，所以平均速度为

$$\bar{v}=\frac{2v+3v}{2}=\frac{5v}{2}$$，走过的距离为$\frac{5v}{2}\times 1\ \mathrm{s}$。

依此类推。为了取整数，可令$v=2$，于是球在相继各秒下落距离之比就是

1 ∶ 3 ∶ 5 ∶ 7 ∶ 9 ∶ …

如果从零刻度线起算各秒末的总路程，那就是整数的平方

1 ∶ 4 ∶ 9 ∶ 16 ∶ 25 ∶ …

蓝仔讲完后，白胖颇有感慨地说:“真没想到，蓝仔的说法听起来和我的猜测是那样的不同，居然是一致的！可是他把我的想法发挥到了更精致的程度。”

孩子们兴奋之余，没忘了请老师讲话。

老师说:“同学们，你们干了伟大的事。虽然你们得到的结论早已写在物理教科书里，但你们干的，是四个世纪前伟人们干的事。15 世纪欧洲文艺复兴时期，有多位大师参与了落体定律的创立。艺术巨匠达·芬奇提出的落体定律就是红孩的1∶2 ∶ 3 ∶ 4 ∶ 5 ∶…律，物理学的创立人之一的伽利略提出的落体定律就是蓝仔的1 ∶ 3 ∶ 5 ∶ 7 ∶ 9 ∶…律，最后是伽利略自己用精巧的斜面验证了它，建立了不朽的落体定律，至今每个中学生都在学习它。你们还没有学习这个物理规律就自己找到了它，多么了不起!”

绿妹插嘴道:“达·芬奇的名画我见过一张，叫《蒙娜丽莎》，是在我哥哥带回家来的一本世界名画集中看到的，我哥哥在美术学院学习。”

老师补充说:“挂在蒙娜丽莎嘴角上那一丝‘神秘的微笑’令世人倾倒。应当指出，达·芬奇不仅是艺术家，他还是一位工程师和科学家哩。他设计了多种机器、武器和建筑，搞过人体解剖。科学和艺术是相通的嘛。”

“分析起来你们的研究还真有点儿符合物理学的科学方法哩。”老师继续说:“物理学是探索自然界最基本、最普遍规律的科学，物理学的一般探索过程是通过观察和实验积累经验，在经验事实的基础上建立物理模型，提出（往往是猜测出）简洁的物理规律（物理学要求这些规律是定量化的，也就是用公式或数字表达的），用它们去预言未知现象，再用新的实验去检验这些物理模型和物理规律，去否定或进一步修正它们。”

黄娃插问:“老师，什么是物理模型?”

老师解释道:“实际问题往往是复杂的，其中包含一些非本质的枝节，物理模型就是把实际问题理想化，先略去一些次要因素，突出其主要因素。不这样做我们就得不到简洁的物理规律。拿你们研究的落体规律来说，空气的阻力或斜面的摩擦力就是次要因素，不排除和忽略它们，我们就得不到简洁的落体定律。你

黄娃的书包在滑梯上滑不下去，不是再好不过地说明了这个问题吗?”

白胖问:“老师，您说简洁的物理规律是什么意思?”

老师说:“对问题认识得越深刻，得到的规律就显得越简洁。你不觉得蓝仔的整数的平方律$1:2^2:3^2:4^2:5^2:\cdots$比奇数律$1:3:5:7:9:\cdots$更优美吗？其实还有更简洁的说法。物理学把每秒内速度的增加量叫作‘加速度’，这个概念是伽利略在研究落体定律时创建的。蓝仔的（其实也是你白胖的）落体模型可以概括为‘落体运动是加速度不变的运动’，这不是更简洁吗？物理学中把这种运动叫作‘匀加速运动’，即‘落体运动是匀加速运动’。认识一步一步地深入要靠逻辑推理，要靠数学，数学可以把表面上看起来不同的说法联系在一起，在认识上把它们统一起来。”

黑柱忽然问:“落体就是越落越快呗，研究得那么细有什么用?”

大家面面相觑，都愣住了。

老师从皮包里掏出一张画，上面画的是一个航天员站在月球的表面，双手各丢下一把榔头和一根鹰的羽毛，检验它们在月球上没有空气的条件下是否落得一样快。这位航天员是阿波罗15号的斯科特，他说，如果没有伽利略落体定律的发现，他就不可能站在那个地方。于是，他情不自禁地在月球上重复他在中学时就在抽空的玻璃管内看到的鸡毛铜钱实验。

老师说:“航天员深刻地知道，虽然仅靠伽利略的落体定律还不能登月，但没有以伽利略落体定律为代表的科学基础，人类社会是不会有今天辉煌的科学技术成就的。物理学是所有现代技术的基础，也是其他自然科学（如化学、生命科学）的基础。同学们今天学习物理学，主要不是马上去用它，而是为将来掌握高科技打好基础。学物理就得从根上学起，从伽利略的加速度概念和落体定律开始。”

孩子们又活跃起来，热切希望跟老师学好物理课。

序言

物理学：物质及其运动规律的科学

孙昌璞[①]

人类自古以来就对自然界充满好奇。日出日落、辰宿列张、春华秋实、寒来暑往，大自然的各种神奇现象让人们惊叹不已，强烈渴望弄清其背后的规律和联系。这种好奇心和人类提高生产力水平的需求，构成了自然科学发展最主要的两个动力。在它们的驱使下，人类对自然规律进行着不懈的探索。物理学是这些探索过程中结出的最重要的果实之一。



图 0–1　浑仪[②]

天行健，君子以自强不息。

——《周易》[3]

在初中，大家已经学习了一些有趣的物理知识和思考物理问题的方法。进入高中，我们将认识更丰富多彩的物理现象，学到更为深刻的物理知识。在学习过程中，大家还要进一步领悟科学研究的方法，受到科学精神的陶冶。这里，让我们先概览一下物理这门学科。

洞天察地，万物之理——物理学概述

早在 2 000 多年前的古希腊时期，亚里士多德、阿基米德等一批科学家就开始了对物理现象和规律的探索，并发现了杠杆原理、浮力定律等规律。这是物理学的萌芽时期。16 ～ 17 世纪，伽利略和牛顿等人在前人工作的基础上创立了系统性的力学理论，建立了实验观测和理论分析计算相结合的现代研究方式。1687 年，牛顿出版了他的名著《自然哲学的数学原理》。这标志着现代意义的物理学正式诞生。

经过四个世纪的发展，物理学已经成为一门分支众多、深刻影响当代科学技术发展乃至人类社会文明进步的基础学科。

① 孙昌璞（1962 — ），理论物理学家，中国科学院院士，中国工程物理研究院研究生院院长。

② 中国是天文学发展最早的国家之一。中国古代天象观测纪录，是世界公认最悠久最系统的。中国不仅留下了世界最早的日食、月食、太阳黑子以及哈雷彗星的记录，而且编出了世界上最早的星表。浑仪（图 0–1）是望远镜发明前世界上最先进的天文观测工具。

③ 中国儒家典籍，六经之一。书中有些观点蕴含较深的寓意和辩证的思想。

远到宇宙深处，近至咫尺之间，面对广袤苍穹之浩瀚、基本粒子之精微（图0–2），物理学定量地研究物质的存在形式、基本性质以及运动和转化规律。物理学不仅要探索物质的深层次结构，还要在不同层次上认识物质的组成部分及其相互作用。因此，说物理学是关于“万物之理”的学问并不为过。

物理学是一门实验科学，也是一门崇尚理性、遵循逻辑推理的理论科学。由于物质世界纷繁复杂，有限的实验和观察难以完全揭示其背后的本质规律和内在联系。因此，在依赖先进的科学装置的同时，物理学的发展也必须借助于强有力的数学工具和大型计算技术，以及深刻的洞察力和丰富的想象力。

今天，物理学中的基本概念和理论、实验方法和手段，已经越来越广泛地应用于其他学科，极大地丰富了人类对物质世界的认识，推动了科学技术的创新和革命，促进了生产力的发展和人类文明的进步。

观察现象，揭示本质——物理学研究的特点

物理学通过定量的实验和严谨的逻辑分析，不断地揭示出自然界的客观规律和各种现象的内在联系。其中有的和直觉

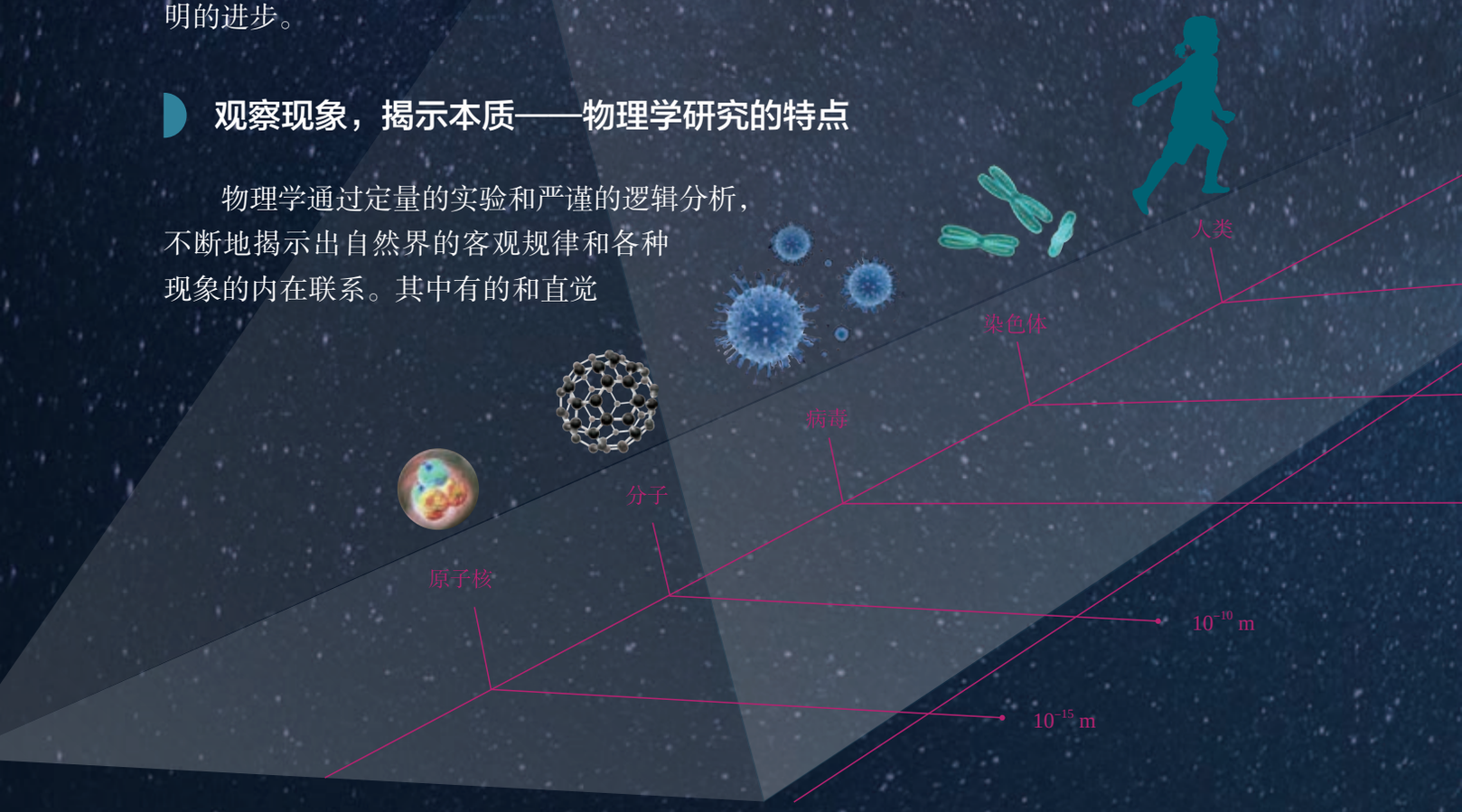


图 0–2　物质世界的空间尺度



吻合，也有很多与直觉不尽相同，需要通过严密的实验和思考，才能透过表象看到本质。这些成果极大地丰富了人类对物质世界的认识，也展现了人类理性思维的巨大威力。这可以从物理学发展中的几个典型例子看出。

古人曾凭直觉认为，地球是宇宙的中心。16～17世纪，哥白尼、第谷和开普勒等人通过详尽地观测和分析，逐渐认识到地球和其他行星都在绕着太阳运动，并找到了这些运动的规律。最终，依据这些观测和分析，牛顿发现了万有引力定律，揭示了这些运动规律的根源。伽利略和牛顿还认识到物体即便在不受力的情况下也会一直运动下去，这也与通常的直觉相反。这种对内在规律深刻的认识，靠的是精确的实验和严密的逻辑分析，二者缺一不可。

19世纪初，人们已经知道电流能产生磁场，于是很自然地问：电能生磁，那么磁应该也能生电吧？英国科学家法拉第对此进行了大量实验。一开始，他从直觉出发，认为既然稳定的电流能产生磁场，那么稳定的磁场也应该能产生电场，但是实验都失败了。后来他偶然发现，变化的磁场才能产生电场，这就是著名的电磁感应定律。总的来说，磁能生电的规律是符合直觉的，但其产生方式却和最初的直觉很不相同。可见，客观规律是否与直觉一致，是不能一概而论的，需要针对具体情况通过认真地研究才能搞清楚。

一代代物理学家们在探究客观世界的过程中发展了很多行之有效的研究方法。在物理学习中，我们不但要掌握具体的知识，而且要学习和体会这些科学方法，并努力运用它们解决各种实际问题。

学以致知，客观理性——物理学背后的科学精神

物理学的发展和成就与它所蕴含的科学精神密不可分。

首先是学以致知的探索精神。前面说过，人类对自然界的好奇心是科学发展最重要的动力之一。人们在它的驱使下研究很多问题，其中，有的能直接转化成技术，服务于实际应用，但是也有很多是当时看不到直接用途的。比如伽利略研究的力和运动的问题、牛顿发现的万有引力定律，当时都属于无用之学。正是这些看似没有用的、以求知为目的的探索，使人们获得了对自然规律完整深入的认识。

其次是实事求是的客观精神。物理学的目的是求真，客观事实是判断对错的标准，对就是对，错就是错。猜想和论断必须能经受得住实验的检验和逻辑的推敲。19 世纪末 20 世纪初，当人们发现权威的牛顿学说不适用于微观和高速情况时，便认真地对其进行修正；1936 年，大名鼎鼎的爱因斯坦向杂志投出一篇论文，审稿人和编辑发现论文有错，便毫不犹豫地指出并拒稿。这些都是物理学史上实事求是、务实求真的佳话。

还有就是理性分析的精神。物理学强调数学计算和逻辑分析，环环相扣，有原因才有结果。不合乎逻辑的地方必然意味着有问题，必须搞清楚。物理学的殿堂中，没有诡辩者的位置。

需要指出的是，科学精神不仅对科学研究很重要，而且在社会生产、日常生活的各方面都是有价值的。现代社会分工精细、节奏紧凑，很多时候“失之毫厘，差之千里”。这就要求我们在工作和生活中要做到实事求是、严谨认真并且讲求逻辑，敬畏和尊重客观规律，从而提高效率、减少失误。另外，秉承实事求是和讲求逻辑的精神，还会使我们在碰到问题的时候，面对现实、认真分析，根据实际作出判断与选择，不盲从、不走极端。

揭示自然，造福人类——物理学的应用

物理学的发展，推动了工业、农业和信息技术等方面



的进步，引发了一次次的产业革命，改变了人类的生产和生活方式。技术的进步又为物理学的研究提供了更为强大的手段，并引发人们对物理问题进行更深入地思考，从而反过来促进物理学的发展。

创立于17世纪的牛顿力学，被广泛地应用于工程技术，大大推动了社会发展。18 ～ 19世纪，工程上对蒸汽机等热机的改进需求，又迫使人们对热的问题进行深入研究，引发了热力学的巨大进步（图0–3）。



图 0–3　第一辆蒸汽机车（模型）

19 ～ 20世纪初，电磁学的发展，直接导致发电机和无线电通信的诞生，使电能被广泛利用。电走进了千家万户，世界被电灯点亮，电话和电报把各地的人们连接起来，人类从此进入了电气时代。

进入20世纪以后，物理学的研究范围更加广阔。人们掌握了微观世界的规律，这更为有力地推动了技术的进步和社会的变革。对原子核的认识，使人们掌握了核能，建造了核电站并发展了治疗肿瘤的放疗等技术；对固体中电子运动的研究，引发了半导体工业的诞生，导致了晶体管、集成电路和大容量电子存储技术的发明，从而使人们可以制造高性能电子计算机（图0–4）；对原子、分子物理和光学的深入研究，引发了原子钟、激光和光纤通信等技术的诞生。原子钟是卫星定位系统的核心，激光被广泛用于工业、通信、医疗和国防，而遍布全球的光纤网是互联网的物理载体，它把全世界连在一起。毫不夸张地说，20世纪是物理学的世纪，人们每时每刻都在享受物理学发展带来的果实，今天世界的整个面貌，都和物理学的巨大进步密不可分。

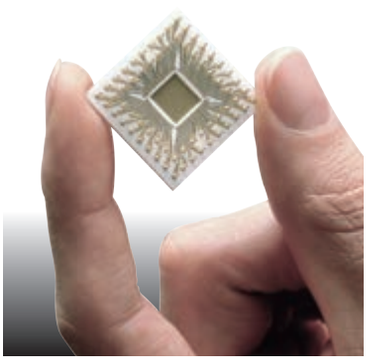


图 0–4　半导体芯片

20世纪技术的迅猛发展，也大大推动了物理学的研究。利用现代工业手段，人们制造了巨大的望远镜和粒子加速器（图0–5）等设备，从而把研究的目光投向更深邃的宇宙



图 0–5　粒子加速器

和更微小的粒子；利用大型计算机，人们可以完成更为复杂和准确的计算并处理海量的实验数据；在现代交通工具和信息技术的帮助下，学术交流变得更加便捷、高效。


普朗克


居里夫人


爱因斯坦

前景广阔，充满挑战——物理学的未来

19世纪下半叶，以力学、热学和电磁学为主要内容的经典物理学，几乎能解释当时已知的所有物理现象。因此，当20世纪第一个春天来临之际，英国物理学家、被授予“开尔文勋爵”的J. J. 汤姆孙在“新春献词”的演说中，踌躇满志地宣告：“科学大厦已经基本建成……后辈物理学家只需做一些零碎的修补工作就行了。”但话音刚落，他的预言就被一个接一个的重大发现所打破。从下表中可以看出，在20世纪，物理学捷报频传，重大发现此伏彼起，从来没有停止过。

那么，21世纪还会有重要的发现吗？著名法国物理学家、诺贝尔奖得主德布罗意在《物理学的未来》一文中说：

“我们的知识越是发展，自然就越是以其多种表现证明它拥有无尽的财富，甚至在很先进的科学领域，如物理学，我们也没有理由认为我们已经‘耗尽’了自然财富，或者认为我们已经接近完整地掌握了自然界的全部财富。”

事实正是这样的，当前，还有许多困扰物理学的难题。例如，目前的物质结构理论认为“夸克”构成了质子、中

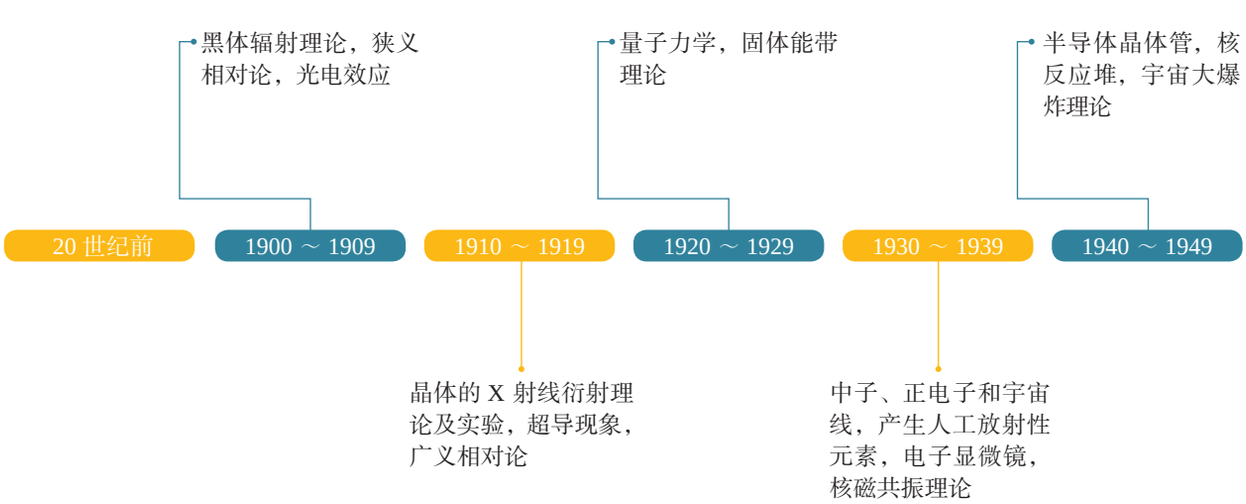


表　20 世纪以来物理学重大发现和与物理学相关的重大技术进步

子等强子，但是，夸克为什么不能单独存在？如何将描述微观世界运动的量子力学和描述引力的广义相对论结合起来，以解释宇宙的起源和演化？能否像用麦克斯韦理论统一描述电和磁一样，用某一理论统一描述自然界的四种基本相互作用（弱力、强力、电磁力和引力）？这些问题都有待人们去探索。此外，技术发展的需求，也提出了许多有价值的问题。如何制造可以方便使用的超导材料？如何开发更为清洁的能源？如何进一步提升计算机的性能？这些问题都与物理学直接相关。

物理学如同一座大厦，已经被建设得很壮观了，但尚未完工，也许永远也不会完工，更壮观的还在后面，还在等待着我们去建设和探索。

“江山代有才人出，各领风骚数百年。”综观世界科技史，许多重要的科学发现都产生于科学家风华正茂的青年时期，在这个阶段他们思维敏捷、敢于创新。年轻的同学们，你们当中一定会有人沿着前辈的足迹，为物理学的发展作出自己的贡献。千里之行，始于足下，学好高中物理，你就在通向成功的道路上迈出了坚实的一步。

当然，多数同学今后未必进行基础科学的研究，但是，不论从事什么职业，高中物理积累的科学知识，学到的科学方法和实事求是、讲求逻辑的理性科学精神，都将会使你终身受益。



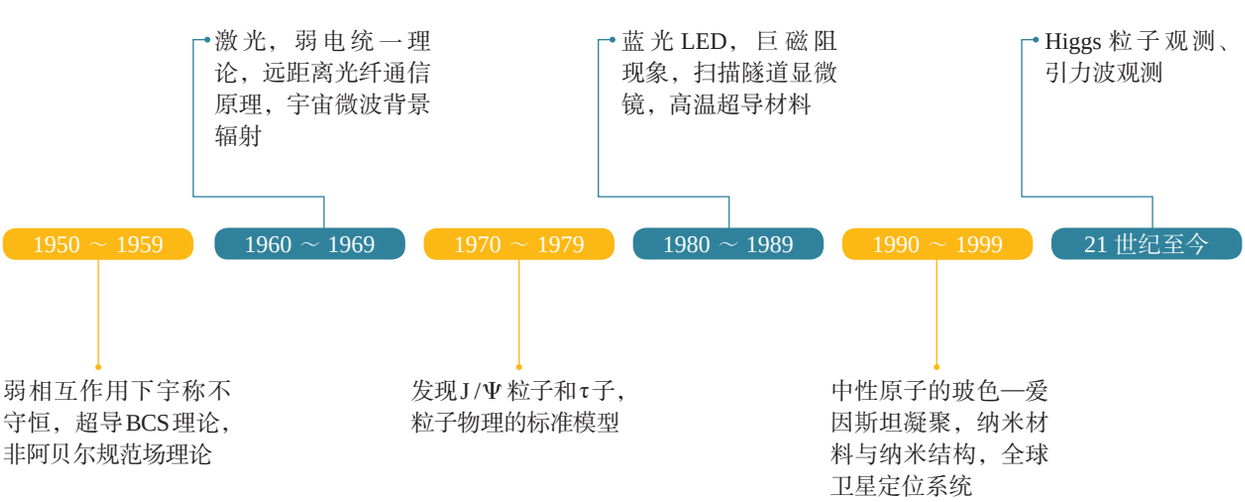
杨振宁



李政道



丁肇中



1

第一章
运动的描述

在我们周围，到处可以看到物体在运动：汽车在公路上行驶，巨轮在海上航行，飞机在天空中飞行，树叶在摇动，鸟儿在飞翔……就连我们脚下的地球，也在不停地自转、公转。

物体的空间位置随时间的变化，是自然界中最简单、最基本的运动形态，叫作**机械运动**（mechanical motion）。在物理学中，研究物体做机械运动规律的分支叫作**力学**（mechanics）。人们在力学的研究中，不仅认识了物体做机械运动的规律，而且还创立了科学研究的基本方法。

这一章，我们学习机械运动的描述。



不了解运动，就不了解自然。
——亚里士多德[1]

1 质点　参考系

问题

生活中随处可见运动的物体，例如玩耍的孩童、行驶的汽车、翱翔的雄鹰……对于这些运动的物体，我们如何准确地描述它们的运动呢？



物体和质点

雄鹰拍打着翅膀在空中翱翔时，身体在向前运动，但它的翅膀在向前运动的同时还在上下运动；足球在绿茵场上滚动时，它在向前运动的同时还在转动……可见，要准确地描述物体的运动，并不是一件容易的事。

困难和麻烦出在哪里？稍加分析就可以知道，这是因为任何物体都有一定的大小和形状，物体各部分的运动情况一般说来并不一样。不过，我们有时关注物体各部分的运动，有时关注物体整体的运动。所以，如何描述物体的运动要看我们关注的问题是什么。例如，要研究雄鹰是如何飞行的，它的翅膀的运动方式很重要；但是，如果我们只关注雄鹰从哪里移动到了哪里，就不必太在意它的形状，把它看成一个点来描述它的运动就容易了。

下面我们来分析一些具体的实例，看看什么样的问题可以把物体看成一个点，什么样的问题不能把物体看成一个点。

▶ 我们生活的客观世界是物质的，物质由分子、原子等组成，我们所看到的物体是物质的聚集状态。机械运动描述的是物体位置随时间变化的规律。

① 亚里士多德（Aristotle，前 384 —前 322），古希腊杰出的哲学家、科学家，形式逻辑学的创始人。在物理学方面，亚里士多德认为自然中一切对象都在不断地运动和变化。他首先给出了时间的定义，并认为既然运动是永恒的，那么时间也同样是永恒的。



图 1.1–1　什么情况下列车可以视为一个点？

人类居住的地球在绕太阳公转，同时又在自转。因此，地球各部分离太阳的距离不断变化。但是，如果考虑到地球的直径（约1.3×10^4 km）还不到地日距离（约1.5×10^8 km）的万分之一，在研究地球公转引起的位置变化问题时，由地球的大小引起的运动差异很小，因此，可以忽略地球的大小和形状而把它视为点。

有些物体上各点的运动差异虽然不小，但如果我们不研究各点的运动差异，而只关注物体整体的运动时，同样可以把物体看作一个点。例如，一列火车在平直轨道上行驶（图1.1–1），尽管它的传动机构及车轮的运动很复杂，但是，当我们只关心火车整体的运动情况时，就可以不考虑上述各部分的运动差异，而用一个点的运动代替整列火车的运动。

▶ 在物理学中，突出问题的主要因素，忽略次要因素，建立理想化的物理模型，并将其作为研究对象，是经常采用的一种科学研究方法。质点这一理想化模型就是这种方法的具体应用。

看来，在某些情况下，确实可以忽略物体的大小和形状，把它简化为一个具有质量的点，这样的点叫作**质点**[①]（mass point）。还有一种情况，虽然不能忽略物体的大小和形状，但是，物体上各点的运动情况完全相同。从描述运动的角度看，物体上任意一点的运动完全能反映整个物体的运动，于是，整个物体的运动也可以简化为一个点的运动，把物体的质量赋予这个点，它也就成了一个质点。

从前面的讨论可以看出，一个物体能否看成质点是由所要研究的问题决定的。同一个物体，由于所要研究的问题不同，有时可以看成质点，有时不能看成质点。

思考与讨论

运动员踢足球的不同部位，会使球产生不同的运动。足球运动中常说的“香蕉球”是球在空中旋转、整体运动径迹为类似香蕉型弧线的一种运动（图 1.1–2）。在研究如何才能踢出香蕉球时，能把足球看作质点吗？研究什么样的问题可以把足球看作质点？



图 1.1–2　香蕉球示意图

① 在高中物理课中，我们主要研究那些能够简化为质点的物体的运动，所以常常不区分“物体”和“质点”两个词。

参考系

要描述物体的运动，通常要先判断它是运动的还是静止的；如果物体是运动的，再根据需要来说明它是怎样运动的。我们说房屋、树木是静止的，这大概是不会错的。但是，房屋、树木在随着地球一起运动，这是事实。再比如，行驶的列车中的乘务员与旅客在交流，列车外的人认为他们随列车一起运动，但他们彼此看对方却是静止的。为什么人们的看法会不一样呢？

自然界的一切物体都处于永恒的运动中，绝对静止的物体是不存在的。就此意义而言，我们说运动是绝对的。但是，描述某个物体的位置随时间的变化，却又总是相对于其他物体而言的。这便是运动的相对性。

可见，要描述一个物体的运动，首先要选定某个其他物体作为参考，观察物体的位置相对于这个“其他物体”是否随时间变化，以及怎样变化。这种用来作为参考的物体叫作**参考系**（reference frame）。

在描述一个物体的运动时，参考系可以任意选择。但是，选择不同的参考系来观察同一物体的运动，其结果会有所不同。参考系选取得当，会使问题的研究变得简洁、方便。当然，凡是提到运动，都应该弄清楚是相对于哪个参考系而言的。通常情况下，在讨论地面上物体的运动时，都以地面为参考系。

练习与应用

1. 两个运动的物体：一个是被球拍击出的乒乓球，另一个是正在飞行的歼－20 隐形战斗机。

请你为乒乓球和战斗机各创设两个问题，一个问题中可以把它（乒乓球或战斗机）看成质点；另一个问题中不能把它看成质点。

2. 平常说的“一江春水向东流”“地球的公转”“钟表的时针在转动”“太阳东升西落”等，分别是说什么物体相对什么参考系在运动？

3. 将近1 000 年前，宋代诗人陈与义乘着小船在风和日丽的春日出游时曾经作了一首诗：飞花两岸照船红，百里榆堤半日风。卧看满天云不动，不知云与我俱东（图1.1–3）。诗人艺术性地表达了他对运动相对性的理解。诗中描述了什么物体的运动？它们分别是以什么物体为参考系的？你对诗人关于“榆堤”“云”“我”的运动与静止的说法有没有不同的认识？



图 1.1–3

2 时间　位移

问题

要讨论物体位置随时间的变化，就要涉及位置、时间等概念。如果要准确地描述一辆行驶在北京长安街上的汽车所处的位置，你认为应该采用什么方法？你对时间是怎样认识的？



时刻和时间间隔

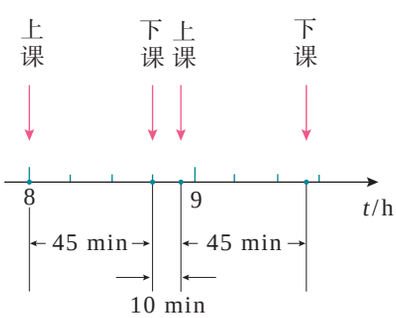


图 1.2–1　时刻和时间间隔

要描述物体位置随时间的变化，首先要清楚“时间”一词的含义。说到时间，不能不说时刻和时间间隔。时刻和时间间隔既有联系又有区别。

上午8时上课、8时45分下课，这里的“ 8 时”“8 时 45 分”是指这节课开始和结束的时刻，而这两个时刻之间的45 min，则是这两个时刻之间的时间间隔（图1.2–1）。

在表示时间的数轴上，时刻用点表示，时间间隔用线段表示。我们平时说的“时间”，有时指的是时刻，有时指的是时间间隔，要根据上下文认清它的含义。

位置和位移

为了定量地描述物体的位置，需要在参考系上建立适当的**坐标系**（coordinate system）。例如，若想说明地面上某人所处的位置，可以采用平面直角坐标系来描述；如果物体做直线运动，可以用一维坐标系来描述。

物体做直线运动时，通常选取这条直线为x轴，在x轴上任选一点作为原点，规定好坐标轴的正方向和单位长度，物体的位置就可以用它的位置坐标来描述。例如，我们要确定一辆行驶在北京长安街上汽车的位置，可以沿东西方向建立一维坐标系，x轴的正方向指东，选取路上的某

交通岗亭作为坐标原点O，汽车的位置就可以用它的坐标准确地描述出来。如果汽车的坐标是30 m，表示它在岗亭以东30 m处；如果汽车的坐标是−20 m，表示它在岗亭以西20 m处（图1.2–2）。



图 1.2–2　物体位置的表示

物体位置的描述我们清楚了，那么，物体位置的变化该怎样描述呢？

如图1.2–3，某人从北京去重庆，可以选择不同的交通方式。既可以乘火车，也可以乘飞机，还可以先乘火车到武汉，然后乘轮船沿长江而上。图中的几种情况表明，旅行者所经过的线路不同。我们在初中已经知道，**路程**（path）是物体运动轨迹的长度，说明这个人旅行的路程也不同。但是，就位置的变动来说，无论使用什么交通工具、走过了怎样不同的路径，他总是从北京到达了西南方向、直线距离约1 300 km 的重庆，即位置的变化是相同的。从图中可以看出，由初位置指向末位置的有向线段能准确地描述旅行者位置的变化。只要物体的初、末位置确定，这个有向线段就是确定的，它不因路径的不同而改变。物理学中用**位移**（displacement）来描述物体位置的变化，并用l表示（图1.2–4）。

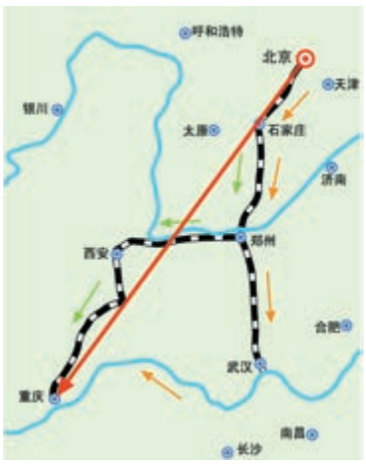


图 1.2–3　北京至重庆的不同路线及其位置变化

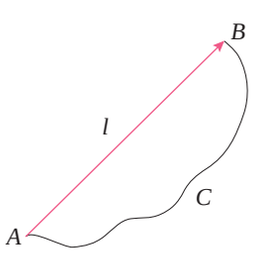


图 1.2–4　从初位置到末位置的有向线段表示位移

在物理学中，像位移这样的物理量叫作矢量，它既有大小又有方向；像温度、路程这样的物理量叫作标量，它们只有大小，没有方向。

直线运动的位移

前面学习了用一维坐标系描述物体的位置，那么，在一维坐标系中位移应该如何表示呢？

如图1.2–5，做直线运动的物体，它的初位置为x_1，末位置为x_2，则物体的位移应该是由x_1指向x_2的红色有向线

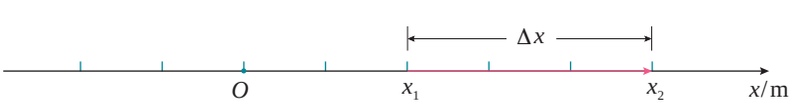


图 1.2–5　位置坐标的变化量表示位移

段，其大小等于末位置与初位置坐标之差$x_2 - x_1$。

由于常用Δx表示坐标之差，所以在研究直线运动时，常用Δx表示位移，记为

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

若两坐标之差为正，则位移的方向指向x轴的正方向；若两坐标之差为负，则位移的方向指向x轴的负方向。

思考与讨论

某物体从A点运动到B点，坐标x_A为5 m，x_B为2 m，物体的位移大小等于多少？方向如何？

位移—时间图像

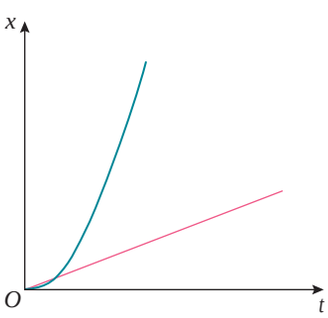


图 1.2–6　x–t 图像

物体在每一时刻的位置或每一时间间隔的位移可以用图像直观地表示。

如图 1.2–6，在直角坐标系中选时刻 t 为横轴，选位置 x 为纵轴，其上的图线就是位置—时间图像，通过它能直观地看出物体在任意时刻的位置。如果将物体运动的初始位置选作位置坐标原点 O，则位置与位移大小相等（$x = \Delta x$），位置—时间图像就成为位移—时间图像，又称 x–t 图像。从 x–t 图像可以直观地看出物体在不同时间内的位移。

位移和时间的测量

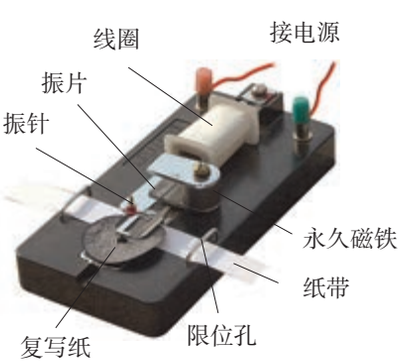


图 1.2–7　电磁打点计时器

生活中，人们可以用多种方法记录某一时刻物体运动的位置，从而推断出它在一段时间内的位移。例如，可以用照相的方法记录物体的位置，用钟表记录物体运动的时刻，也可以用频闪照相的方法同时记录物体运动的时刻和位置。学校实验室中常用打点计时器来记录时间和位移。

电磁打点计时器是一种使用交变电源的计时仪器（图 1.2–7），工作电压为 4~6 V，能够按照相同的时间间隔，在纸带上连续打点。当电源频率是 50 Hz 时，每隔 0.02 s 打一次点。如果把纸带和运动的物体连在一起，纸带上各点之间的距离就表示相应时间间隔中物体的位移大小。由这些点的位置，我们可以了解物体运动的情况。

还有一种打点计时器叫作电火花打点计时器，它的计时原理与电磁打点计时器相同，不过，在纸带上打点的不是振针和复写纸，而是电火花和墨粉。

实　验

练习使用打点计时器



图 1.2–8　使用电火花打点计时器

1. 了解打点计时器的构造，然后把它固定好。

2. 安装纸带。

3. 启动电源，用手水平拉动纸带（图 1.2–8），纸带上就打出一行小点。随后关闭电源。

4. 取下纸带，从能够看清的某个点开始（起始点），往后数出若干个点。例如数出 n 个点，算出纸带从起始点到第 n 个点的运动时间 t。

5. 用刻度尺测量出从起始点到第 n 个点的位移 x。

测量之前，自己先设计一个表格，用来记录时间及位移。

▶ 通过测量仪器直接读取的数据是原始数据。它是宝贵的实验资料，要如实记录、妥善保存。

科学漫步

全球导航卫星系统

全球导航卫星系统（GNSS）是目前广泛应用的新一代导航定位系统，利用近地空间的卫星为各类用户提供可靠和高精度的定位、导航和授时服务（图 1.2–9）。

全球导航卫星系统一般分为空间部分、地面测控部分和用户三大部分。空间部分即导航卫星系统，一般由数十颗卫星组成，每颗卫星可以发送导航卫星信号，编织成细密的网络，使得地球上任意地点任意时刻都能观测到 4 颗以上的导航卫星。地面测控部分则负责操控系统和向卫星注入导航电文等。用户通过接收机能够接收导航卫星发送的信号，并精准地进行定位、授时和测速。

全球导航卫星系统能够在全球范围内实时、全天候和全天时地提供服务，也就是说不受地域和天气影响，全球任何时刻都能得到持续可靠的定位服务。因此，从身边的车载导航、手机定位，到机场调度、海事救援和地质测绘等，都有广泛的应用。感兴趣的同学可以上网查一查全球导航卫星系统在有关方面的具体应用。

常用的全球导航卫星系统有美国的全球定位系统（GPS）、我国的北斗系统（COMPASS）、俄罗斯的格洛纳斯系统（GLONASS）和欧盟的伽利略系统（GALILEO）。2012 年我国的北斗系统开始为亚太地区提供定位、导航和授时服务，2020 年该系统将实现在全球范围内提供服务。



图 1.2–9　全球导航卫星系统（示意图）

练习与应用

1. 以下各种说法中，哪些指时间间隔？哪些指时刻？

（1）列车员说：“火车 8 时 42 分到站，停车 8 分。”

（2）“您这么早就来啦，抱歉！让您等了这么久。”

（3）“前 3 s”“最后 3 s”“第 3 s 末”“第 3 s 内”。

2. 某市出租汽车的收费标准有 1.20 元 /km、1.60 元 /km、2.00 元 /km，其中的千米说的是路程还是位移？

3. 田径运动场跑道周长是 400 m。

（1）百米赛跑选用跑道的直道部分，运动员跑完全程的路程是多少？位移大小是多少？

（2）800 m 跑比赛中，不同跑道的运动员跑完全程的路程相同吗？跑完全程的位移相同吗？请结合田径比赛的规则想一想。

4. 如图 1.2–10，一个物体从 P 点运动到 Q 点，坐标 x_P 为 3 m，x_Q 为 − 2 m，它的位移大小是多少？方向如何？请你画出它的位置坐标和位移矢量。



图 1.2–10

5. 一辆汽车在教练场上沿平直道路行驶，以 x 表示它相对于出发点的位移。图 1.2–11 近似描写了汽车在 0 时刻到 40 s 这段时间的 x-t 图像。通过分析回答以下问题。

（1）汽车最远位置距离出发点约为多少米？

（2）汽车在哪段时间没有行驶？

（3）汽车在哪段时间驶离出发点，在哪段时间驶向出发点？

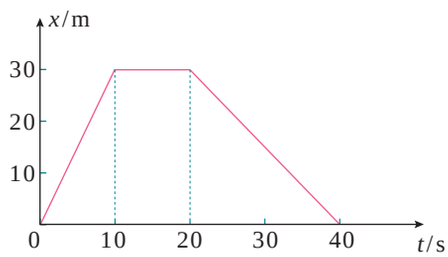


图 1.2–11

6. 从高出地面 3 m 的位置竖直向上抛出一个小球，它上升 5 m 后回落，最后到达地面（图 1.2–12）。分别以地面和抛出点为原点建立一维坐标系，方向均以向上为正，填写以下表格。

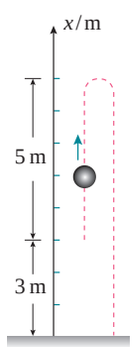


图 1.2–12

表　竖直向上抛出小球的坐标和位移

坐标原点	抛出点的坐标	最高点的坐标	落地点的坐标	从抛出点到最高点的位移	从最高点到落地点的位移	从抛出点到落地点的位移
地面						
抛出点						

3 位置变化快慢的描述——速度

问题

生活和科学研究中经常需要知道物体运动的快慢和方向，你还记得初中是怎样描述物体运动快慢的吗？运动员在比赛中的不同时段，运动的快慢一样吗？



速度

不同的运动，位置变化的快慢往往不同，也就是说，运动的快慢不同。我们已经用位移来表示位置的变化，那么，怎样比较物体运动的快慢呢？物理学中用位移与发生这段位移所用时间之比表示物体运动的快慢，这就是**速度**（velocity）。

速度通常用字母 v 表示，如果在时间 Δt 内物体的位移是 Δx，它的速度就可以表示为

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

在国际单位制中，速度的单位是**米每秒**，符号是 m/s 或 $m \cdot s^{-1}$。常用的单位还有千米每时（km/h 或 $km \cdot h^{-1}$）、厘米每秒（cm/s 或 $cm \cdot s^{-1}$）等。

速度是矢量，它既有大小，又有方向。速度的方向（物体运动的方向）和位移的方向相同。

▶ 这里的速度和初中所学的速度含义不完全相同。

平均速度和瞬时速度

一般来说，物体在某一段时间内，运动的快慢通常是变化的。所以，由 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 求得的速度 v，表示的只是物体在时间 Δt 内运动的平均快慢程度，叫作**平均速度**（average velocity）。

思考与讨论

平均速度描述物体在一段时间内运动的平均快慢程度及方向。那么，怎样描述物体在某一时刻运动的快慢和方向呢？

可以设想，用由时刻 t 到 $t + \Delta t$ 一小段时间内的平均速度来代替时刻 t 物体的速度，如果 Δt 取得小一些，物体在 Δt 这样一个较小的时间内，运动快慢的差异就不会太大。Δt 越小，运动快慢的差异就越小。当 Δt 非常非常小时，运动快慢的差异可以忽略不计，此时，我们就把 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 叫作物体在时刻 t 的**瞬时速度**（instantaneous velocity）。



图 1.3–1　汽车速度计

匀速直线运动是瞬时速度保持不变的运动。在匀速直线运动中，平均速度与瞬时速度相等。

瞬时速度的大小通常叫作**速率**（speed）。汽车速度计不能显示车辆运动的方向，它的示数实际是汽车的速率（图 1.3–1）。日常生活中说到的“速度”，有时是指速率，要根据上下文判断。

实　验

测量纸带的平均速度和瞬时速度

测量平均速度　我们知道，用手拉通过打点计时器的纸带时，纸带运动确定时间内的位移信息就被记录下来，据此，可以计算纸带的运动速度。

图 1.3–2 是打点计时器打出的一条纸带示意图。若想计算实验时运动的纸带在 D、G 两点间的平均速度 v，只需测出 D、G 间的位移 Δx 和所用的时间 Δt，就可以算出平均速度

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

请根据上述方法，计算上节实验中运动的纸带某些点间的平均速度。

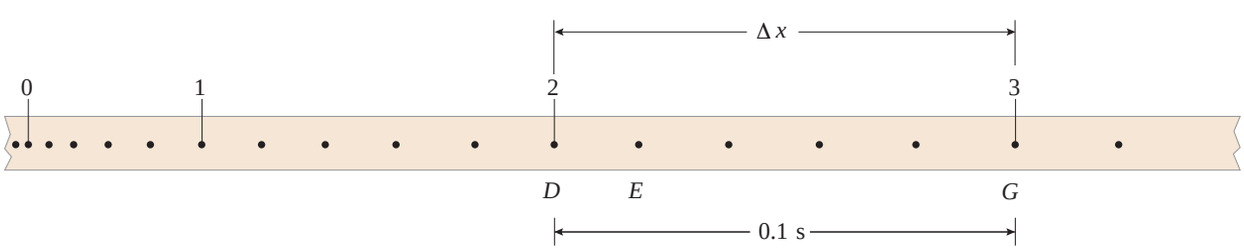


图 1.3–2　计算每隔 0.1 s 的平均速度纸带示意图

每隔 0.1 s（或更短）计算一次平均速度。

1. 在图 1.3–2 中选取纸带上一点为起始点 0，后面每 5 个点取一个计数点，分别用数字 1，2，3，… 标出这些计数点；

2. 测量各计数点到起始点 0 的距离 x，记录在表 1 中；

3. 计算两相邻计数点间的位移 Δx，同时记录对应的时间 Δt；

4. 根据 Δx 和 Δt 计算纸带在相邻计数点间的平均速度 v。

表 1　手拉纸带的位移和平均速度

位置	0	1	2	3	4	…
x/m						
Δx/m						
Δt/s						
v /（m · s^{-1}）						

测量瞬时速度　下面考虑如何测量图 1.3–2 中 E 点的瞬时速度。

E 点在 D、G 两点之间，D、G 两点间的平均速度我们可以求出。如果不要求很精确，用这个平均速度粗略地代表 E 点的瞬时速度，也未尝不可。不过，如果把包含 E 点在内的间隔取得小一些，例如取图 1.3–3 中的 DF 线段，那么经过 D、F 两点所用的时间 Δt 就会变短，用两点间的位移 Δx 和时间 Δt 算出的平均速度代表纸带在 E 点的瞬时速度，就会精确一些。D、F 两点离 E 点越近，算出的平均速度越接近 E 点的瞬时速度。

▶ D、F 两点间距离过小，测量误差会增大。所以，实际测量中要根据需要及所用仪器的情况，在要测量的点附近选取合适的位移和时间。请考虑此实验中产生误差的原因。

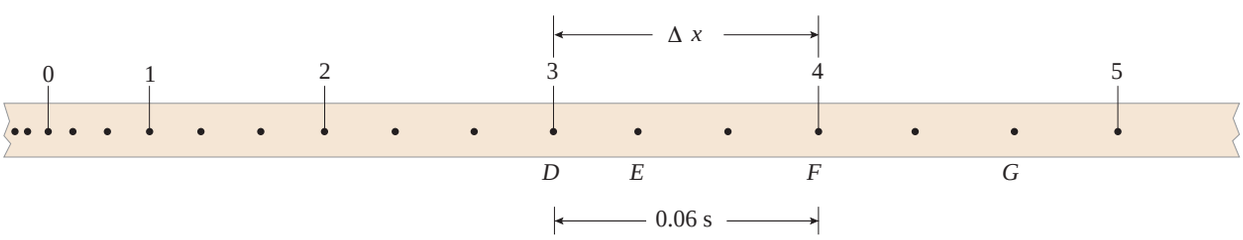


图 1.3–3　计算每隔 0.06 s 的平均速度纸带示意图

请根据上述测量瞬时速度的方法，计算上节实验中纸带上各计数点的瞬时速度。

每隔 0.06 s 计算一次速度。

1. 从纸带起始点 0 算起，后面每 3 个点取一个计数点；

2. 测量各计数点到起始点 0 的距离 x，记录在表 2 中；

3. 计算两相邻计数点间的位移 Δx，同时记录对应的时间 Δt；

4. 根据 Δx 和 Δt 算出的速度值就可以代表在 Δx 这一区间内任意一点的瞬时速度。将算出的各计数点的速度值记录在表 2 中。

表 2　手拉纸带各计数点的瞬时速度

位置	0	1	2	3	4	5	6	…
x/m								
Δx/m								
Δt/s								
v /（m · s^{-1}）								

速度—时间图像

物体运动的速度随时间变化的情况可以用图像来直观表示。以时间 t 为横轴，速度 v 为纵轴，坐标中的图像即为**速度—时间图像**或 **v–t 图像**。

▶ 如果有些点难以落在曲线上，应该使它们大致均匀地分布在曲线两侧。这样曲线就更符合实际的规律。

在方格纸上建立直角坐标系，根据自己算出的手拉纸带的 v、t 数据，在坐标系中描点，练习画 v–t 图像。

图 1.3–4 甲是根据某同学的实测数据所描的点，从这些点的走向能够大致看出纸带运动速度的变化规律。为了更清晰些，可以用折线把这些点连起来（图 1.3–4 乙）。然而我们知道，通常速度不会发生突变，所以，如果用一条平滑的曲线来描出这些点，曲线所反映的情况就会与实际更加接近（图 1.3–4 丙）。

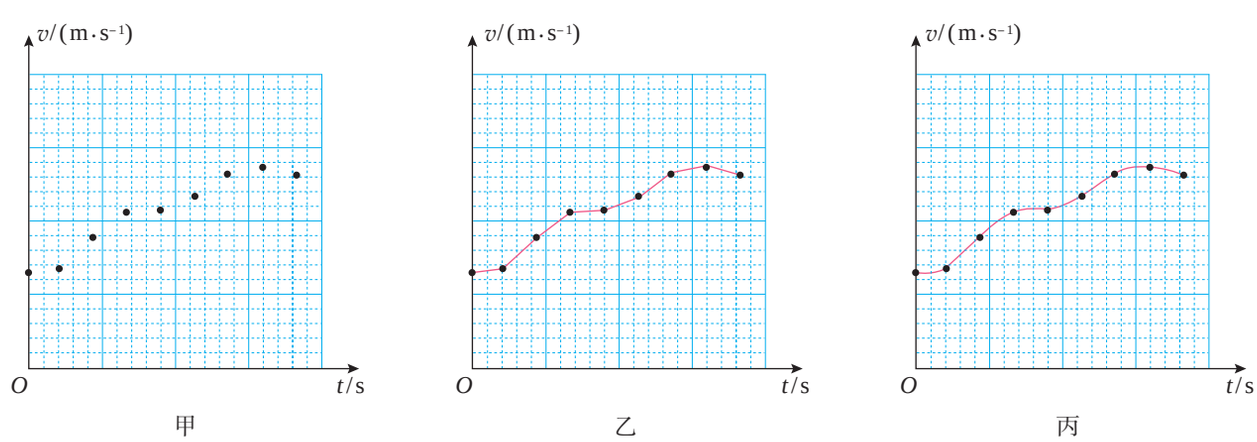


图 1.3–4　某同学手拉纸带运动的 v–t 图像

拓展学习

借助传感器与计算机测速度

随着信息技术的发展，中学物理的实验手段也在不断进步。用“位移传感器”把物体运动的位移、时间转换成电信号，经过计算机的处理，可以立刻在屏幕上显示物体运动的速度，自动绘制出物体运动的v–t图像（图1.3–5）。这样，同学们就可以用更多的时间和精力对物理过程进行分析。

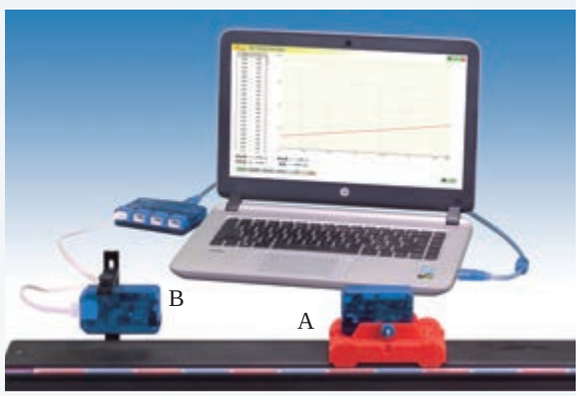


图 1.3–5　实验室用位移传感器测速度的装置

图1.3–6是利用位移传感器测量速度的示意图。这个系统由发射器A与接收器B组组成，发射器A能够发射红外线和超声波信号，接收器B可以接收红外线和超声波信号。发射器A固定在被测的运动物体上，接收器B固定在桌面上或滑轨上。测量时A向B同时发射一个红外线脉冲和一个超声波脉冲（即持续时间很短的一束红外线和一束超声波）。B接收到红外线脉冲开始计时，接收到超声波脉冲时停止计时。根据两者的时差和空气中的声速，计算机自动算出A与B的距离（红外线的传播时间可以忽略）。

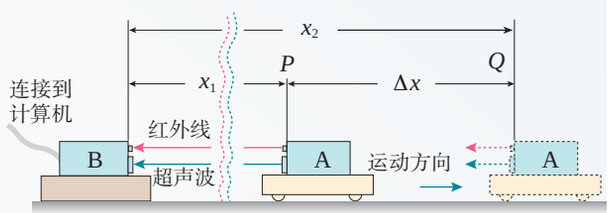


图 1.3–6　位移传感器测速度的原理

经过短暂的时间Δt后，传感器和计算机系统自动进行第二次测量，得到物体的新位置。算出两个位置差，即物体运动的位移Δx，系统按照

$$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}$$

算出速度v，显示在屏幕上。所有这些操作都可以在不到1 s的时间内自动完成。

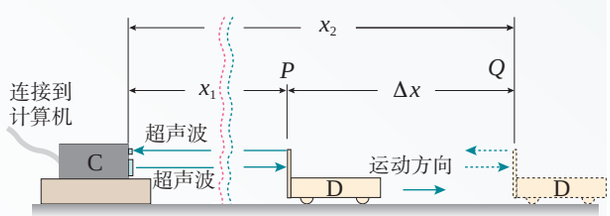


图 1.3–7　另一种位移传感器测速度的原理

这样测出的速度是发射器A在时间Δt内的平均速度。然而Δt很短，通常设置为0.02 s，所以Δx与Δt之比可以代表此刻发射器A（即运动物体）的瞬时速度。

还有另外一种位移传感器，如图1.3–7所示。这个系统只有一个不动的小盒C，工作时小盒C向被测物体D发出短暂的超声波脉冲，脉冲被运动物体反射后又被小盒C接收。根据发射与接收超声波脉冲的时间差和空气中的声速，可以得到小盒C与运动物体D的距离x_1、x_2以及Δx和Δt，从而系统也能算出运动物体D的速度v。

练习与应用

1. 把纸带的下端固定在重物上，纸带穿过打点计时器，上端用手提着。接通电源后将纸带释放，重物便拉着纸带下落，纸带被打出一系列点，其中有一段如图 1.3–8 所示。

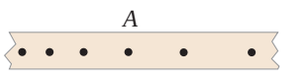


图 1.3–8

（1）图中所示的纸带，哪端与重物相连？

（2）怎样计算在纸带上打A点时重物的瞬时速度？说出你的理由。

2. 图1.3–9是甲、乙两物体沿某一直线运动的v–t图像，至少从以下三个方面分别说明它们的速度是怎样变化的。

（1）物体是从静止开始运动还是具有一定的初速度？

（2）速度的大小变化吗？是加速还是减速？

（3）运动的方向是否变化？

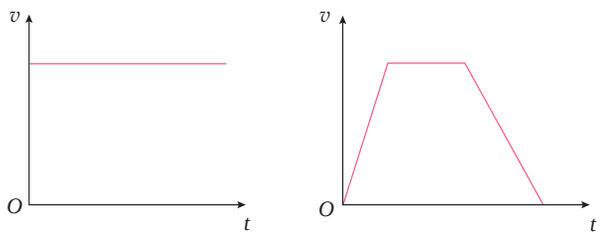


图 1.3–9

3. 汽车从制动到停止共用了5 s。这段时间内，汽车每1 s前进的距离分别是9 m、7 m、5 m、3 m、1 m（图 1.3–10）。

（1）求汽车前1 s、前2 s、前3 s、前4 s和全程的平均速度。在这五个平均速度中，哪一个最接近汽车刚制动时的瞬时速度？它比这个瞬时速度略大些，还是略小些？

（2）汽车运动的最后2 s的平均速度是多少？

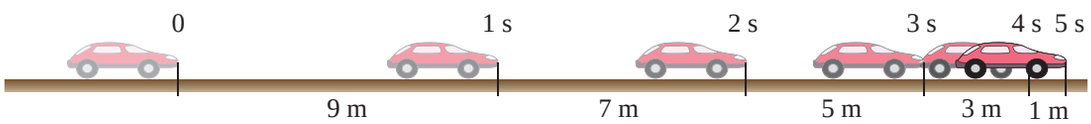
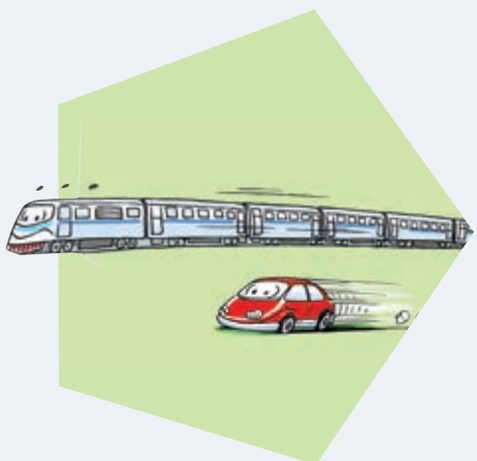


图 1.3–10

4 速度变化快慢的描述——加速度

问题

一辆小汽车在10 s内，速度从0达到100 km/h，一列火车在300 s内速度也从0达到100 km/h。虽然汽车和火车速度都从0达到100 km/h，但是它们的运动情况显然不同。你觉得用“速度大”或“速度变化大”能描述这种不同吗？如果不能，应该怎样描述呢？



加速度

小汽车和火车的速度都在增加，或者说两者都在做变速运动，并且它们的“速度变化”相同，但所用的时间不同。这两种情形的本质区别是“速度变化的快慢”不同。看来“速度变化的快慢”是一个不同于“速度”的概念。

两个物体速度变化相同，所用时间短的当然速度变化得快。如果两个物体速度变化不同，所用时间也不同，怎样比较它们速度变化的快慢呢？

在学习速度时我们知道，位移表示的是位置的变化。要比较位置变化的快慢，可以用位移除以时间。同理，要比较速度变化的快慢，可以用速度的变化量除以时间。

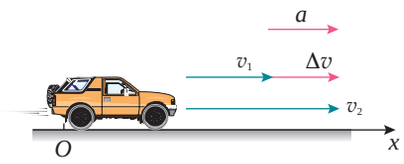
物理学中把速度的变化量与发生这一变化所用时间之比，叫作**加速度**（acceleration）。通常用 a 表示。若用 Δv 表示速度在时间 Δt 内的变化量，则有

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

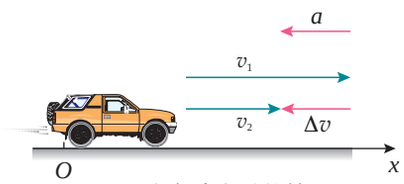
在国际单位制中，加速度的单位是**米每二次方秒**，符号是 m/s^2 或 $m \cdot s^{-2}$。加速度是矢量，它既有大小，也有方向。现在讨论做直线运动的物体加速度的方向。

▶ 在这里，我们用两个物理量（速度的变化量和时间）之比定义了一个新的物理量——加速度，它的物理意义与原来的两个物理量不同。用物理量之比定义新的物理量是物理学中常用的方法。

加速度的方向



甲　速度增加时的情况



乙　速度减小时的情况

图 1.4–1　加速度方向与速度方向的关系示意图

如图 1.4–1，汽车原来的速度是 v_1，经过一小段时间 Δt 之后，速度变为 v_2。为了在图中表示加速度，我们以原来的速度 v_1 的箭头端为起点，以后来的速度 v_2 的箭头端为终点，作出一个新的有向线段，它就表示速度的变化量 Δv。由于加速度 $a=\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$，所以加速度 a 的方向与速度的变化量 Δv 的方向相同。确定了 Δv 的方向，也就确定了加速度 a 的方向。

从图中可以看出，汽车在直线运动中，如果速度增加，即加速运动，加速度的方向与初速度的方向相同；如果速度减小，即减速运动，加速度的方向与初速度的方向相反。

思考与讨论

对运动的物体而言，可以问“它运动了多远”，这是路程或位移的概念；也可以问“它运动得多快”，这是速度的概念。然而，在生活用语中，却没有与加速度对应的词语。

日常生活中一般只有笼统的“快”和“慢”，这里有时指的是速度，有时模模糊糊地指的是加速度。你能分别举出这样的例子吗？

从 v–t 图像看加速度

v–t 图像反映的是物体的速度随时间变化的情况。你认为由 v–t 图像能知道物体的加速度吗？

图 1.4–2 中的两条直线 a、b 分别是两个物体 A 和 B 运动的 v–t 图像。E、F 两点所表示的时刻和速度分别为 t_1、t_2 和 v_1、v_2。从图中可以看出，小三角形的一条直角边代表时



间间隔 Δt，另一条直角边代表速度的变化量 Δv，Δv 与 Δt 的比为加速度，其比值为该直线的斜率。因此，由 v–t 图像中图线的倾斜程度可以判断加速度的大小。物体 A 的加速度比物体 B 的大。

生活中做变速运动的物体很多，它们加速度的大小也各不相同，有时差异还很大。下表为一些运动物体的加速度。

图 1.4–2　从 v–t 图像看物体的加速度

表　一些运动物体的加速度（近似值）

运动物体	a/（m·s^{-2}）	运动物体	a/（m·s^{-2}）
子弹在枪筒中	5×10^4	赛车起步	4.5
跳伞者着陆	— 25	汽车起步	2
汽车急刹车	— 5	高铁起步	0.35

科学漫步

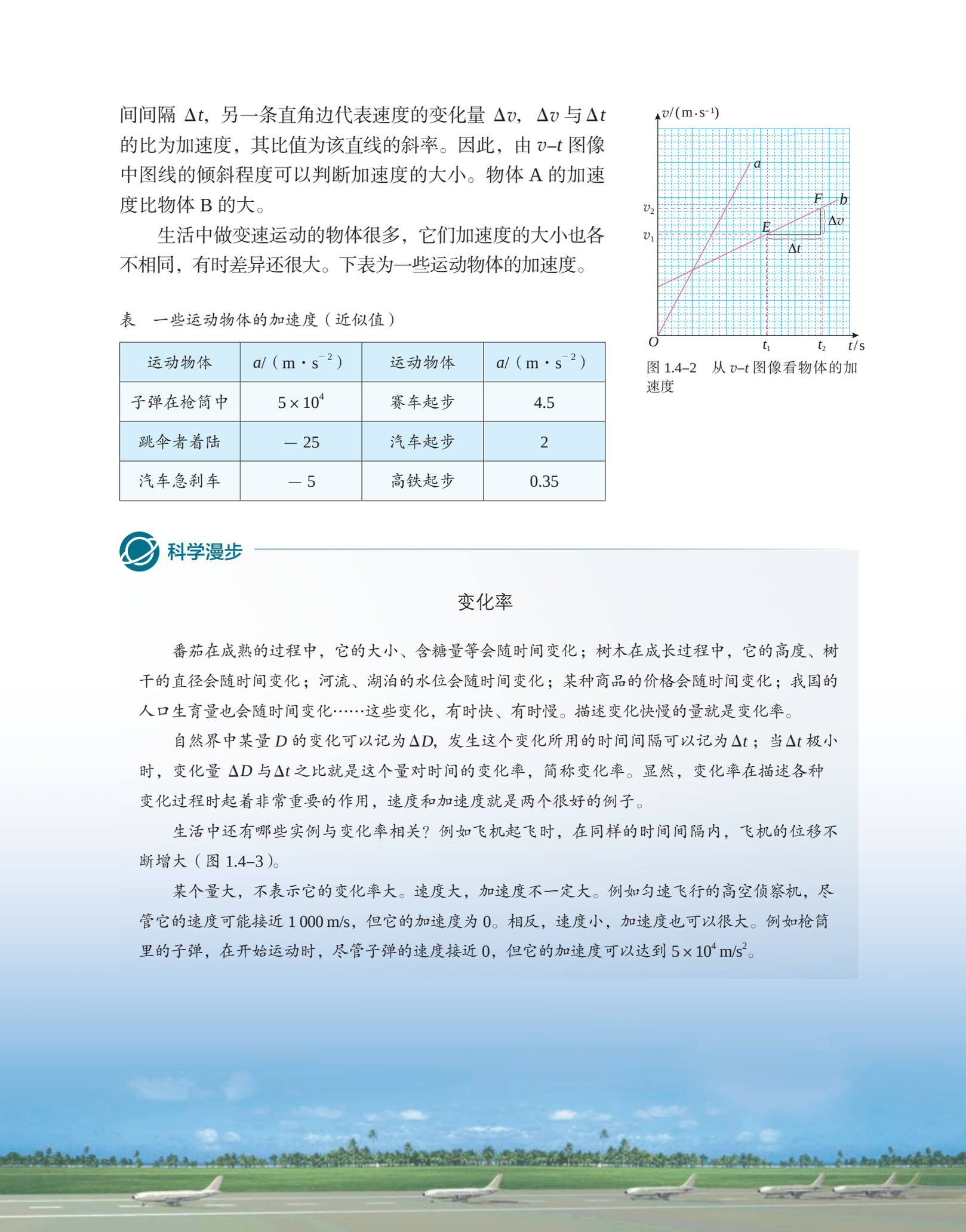
变化率

番茄在成熟的过程中，它的大小、含糖量等会随时间变化；树木在成长过程中，它的高度、树干的直径会随时间变化；河流、湖泊的水位会随时间变化；某种商品的价格会随时间变化；我国的人口生育量也会随时间变化……这些变化，有时快、有时慢。描述变化快慢的量就是变化率。

自然界中某量 D 的变化可以记为 ΔD，发生这个变化所用的时间间隔可以记为 Δt；当 Δt 极小时，变化量 ΔD 与 Δt 之比就是这个量对时间的变化率，简称变化率。显然，变化率在描述各种变化过程时起着非常重要的作用，速度和加速度就是两个很好的例子。

生活中还有哪些实例与变化率相关？例如飞机起飞时，在同样的时间间隔内，飞机的位移不断增大（图 1.4–3）。

某个量大，不表示它的变化率大。速度大，加速度不一定大。例如匀速飞行的高空侦察机，尽管它的速度可能接近 1 000 m/s，但它的加速度为 0。相反，速度小，加速度也可以很大。例如枪筒里的子弹，在开始运动时，尽管子弹的速度接近 0，但它的加速度可以达到 5×10^4 m/s^2。


图 1.4–3　在同一底片上相隔同样时间多次曝光“拍摄”的飞机起飞时的照片（合成照片）

STSE

交通工具与社会发展

人类自发明木轮车（图1.4–4）直到制成时速500 km/h的磁悬浮列车，以及超音速飞机，为了获得高速交通工具，奋斗了几千年。从某种意义上说，在人类发明的各种机械中，交通工具最深刻地改变了我们的生活。我们所用的物品，几乎没有一件不是由铁路或公路运输而来的。不难想象，如果没有了火车和汽车，现代社会将会瘫痪。



图 1.4–4　公元前 2 000 年印度河谷哈拉巴人所用的车辆的泥塑模型

从世界各国的城市发展史上看，大城市规模的大小与车速的提高密切相关。大城市的直径一般就是当时最快的交通工具在1 h内走行的距离。以北京为例，清朝末年北京的“内城”大约是一个边长5 km的正方形，马车的速度大约就是5 km/h；今天，有了发达的公路系统，有了快速轨道交通，汽车、城铁的速度大约是几十千米每时，北京城区的直径也扩大到了几十千米。

城市中的车速不能无限提高，城市的规模也就不能无限扩大。“摊大饼”式的城市规划可能带来以交通问题为主的许多矛盾。目前许多人认为，合理的发展模式是建立中心市区与卫星城组成的城市群。

运兵工具和武器运载工具的发展改变了战争的面貌。现代战争的“战场”已经与过去的意义完全不同。相距几千千米、几万千米的敌对力量之间很短时间内就能爆发大规模战争。空中打击的力量大大加强，过去的一些战术方法已经不再适用。由于车辆的使用，部队的机动性大大提高，速战速决的战争理论有所发展。

交通网络的形成大大缩短了不同地域的时空距离，促进了国与国、民族与民族之间的物资交流和人员往来。贸易上的互补，可以优化物质资源和人力资源的配置，促进世界经济的发展。不同文化的交融进一步促进了社会的进步。

然而，大量汽车带来了交通堵塞、频繁的事故、能源的过度消耗、尾气与噪声污染等一系列社会问题。这些不仅妨碍了人们的工作和生活，而且制约着社会经济的进一步发展。

如何处理这些矛盾，一直是人们努力探索的课题。随着可持续发展战略的实施，人们对发展交通的意义有了新的认识，采取了许多有效的措施。例如，研制各种绿色汽车（使用压缩天然气或液化石油气的汽车、太阳能车、电动车……），对现有汽车的使用在时间和道路上进行限制，根据城市规模发展地上、地下快速的立体化交通和轨道交通。

讨论：交通工具的速度是不是越快越好？

练习与应用

1. 小型轿车从静止开始加速到100 km/h所用的最短时间，是反映汽车性能的重要参数。A、B、C三种型号的轿车实测的结果分别为11.3 s、13.2 s、15.5 s，分别计算它们在测试时的加速度有多大。

2. 有没有符合下列说法的实例？若有，请举例。

A. 物体运动的加速度等于0，而速度却不等于0；

B. 两物体相比，一个物体的速度变化量比较大，而加速度却比较小；

C. 物体具有向东的加速度，而速度的方向却向西；

D. 物体做直线运动，后一阶段的加速度比前一阶段小，但速度却比前一阶段大。

3. 以下描述了四个不同的运动过程。

A. 一架超音速飞机以500 m/s的速度在天空沿直线匀速飞行了10 s；

B. 一辆自行车以3 m/s的速度从某一陡坡的顶端加速冲下，经过3 s到达坡路底端时，速度变为12 m/s；

C. 一只蜗牛由静止开始爬行，经过0.2 s，获得了0.002 m/s的速度（图1.4–5）；

D. 一列动车在离开车站加速行驶中，用了100 s使速度由72 km/h增加到144 km/h。

（1）以上四个运动过程，哪个过程速度最大？请按速度的数值把它们由大到小排列。

（2）以上四个运动过程，哪个过程速度的变化量最大？请按速度变化量的数值把它们由大到小排列。

（3）以上四个运动过程，哪个过程加速度最大？请按加速度的数值把它们由大到小排列。

4. 一个物体在水平面上向东运动，某时刻速度大小为20 m/s，然后开始减速，2 min后该物体的速度减小为0。求物体的加速度大小及方向。

5. 图1.4–6中的三条直线a、b、c描述了A、B、C三个物体的运动。先初步判断一下哪个物体的加速度最大，再根据图中的数据计算它们的加速度，并说明加速度的方向。

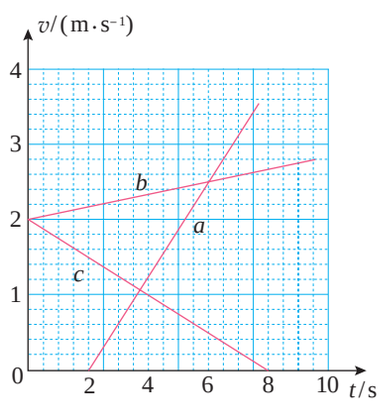


图1.4–6



图1.4–5

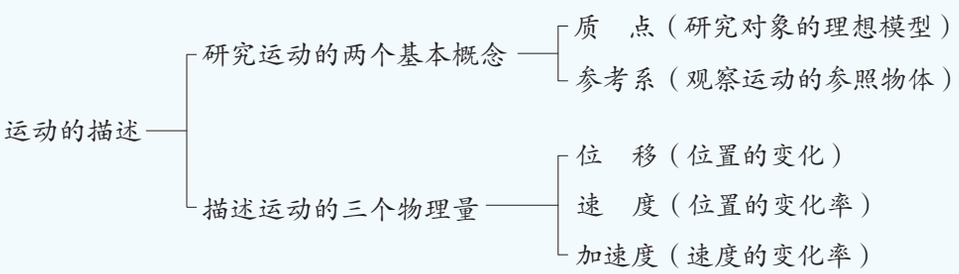
章小结示例

学习是一个不断探究、积累和总结的过程。学习的每一阶段都应该适时地总结，把学到的知识、方法、过程和体会等及时地加以梳理，以便更好地理解和把握。

总结会有不同的方法，比如，语言归纳、框图和概念图等方法。下面给出了某位同学在学习过本章后作出的小结，请根据自己的体会，把你认为不够完整以及没有完成的地方加以完善。

以后每学习完一章，请你用自己擅长的方法对这一章进行小结，写出自己的学习心得。

● 概念梳理



……

● 研究方法

知道了质点模型的抽象条件及意义。如果物体的形状和体积对问题的研究不影响或影响可忽略时，可以把物体看成质点。质点是一种理想模型，建立物理模型的思想对解决实际问题非常重要。

了解了极限思维方法。能体会在极短的时间或位移中，质点的平均速度可以看成它在此时刻或此位置的瞬时速度的思维方法。

学会了用图像描述运动。图像可以描述质点的运动。v–t 图像可以反映速度的变化规律，图像的斜率反映加速度的大小和方向。

……

● 实验工具

可用打点计时器研究物体的运动。打点计时器在纸带上打出的点迹，不仅记录了时间信息，而且记录了打点时间间隔内与纸带连接物体的运动位移。用打点计时器可以测量物体的平均速度和瞬时速度。

……

● 态度责任

认识到物理研究需要对物理现象（如运动）进行客观描述；体会到只有如实记录实验数据，才能真实反映现象，得到有价值的研究结果；通过小组实验，感受到科学研究需要团队合作。

……

复习与提高

A 组

1. 以下情景中，哪些带下划线的物体可看成质点，哪些不能看成质点？将结果填入括号内。

（1）小敏观察蚂蚁拖动饭粒时，蚂蚁的肢体是如何分工的。（　　）

（2）小英测算蚂蚁拖动饭粒时，蚂蚁 1 min 爬行的路程。（　　）

（3）在跳水比赛中，裁判员给跳水运动员评分。（　　）

（4）教练在训练中观察跳高运动员的跳高过程。（　　）

2. 图 1–1 是特技跳伞运动员的空中造型图。当运动员们保持该造型向下落时，若其中某一位运动员以对面的运动员为参考系，则他自己的运动情况怎样？当他俯视大地时，看到大地迎面而来，他是以什么物体为参考系的？



图 1–1

3. 以下对话，其含义是指时刻还是指时间间隔？写在括号内。

问：这车什么时候开？（　　）

答：过一会儿就要开了。（　　）

问：我离开一下，10 min 就赶回来，行不？（　　）

答：你不能晚过车票上的开车时间。（　　）

4. 关于位移和路程，下列四位同学的说法是否正确？如果不正确，错在哪里？

同学甲：位移和路程在大小上总相等，只是位移有方向，是矢量，路程无方向，是标量。

同学乙：位移用来描述直线运动，路程用来描述曲线运动。

同学丙：位移是矢量，它取决于物体的始末位置；路程是标量，它取决于物体实际通过的路线。

同学丁：其实，位移和路程是一回事。

5. 一辆汽车沿直线从甲地开往乙地，前一半位移内的平均速度为 30 km/h，后一半位移内的平均速度是 60 km/h，这辆汽车全程的平均速度是多少？

6. 在桌球比赛中，某球以 1.5 m/s 的速度垂直撞击边框后，以 1.3 m/s 的速度反向弹回，球与边框接触的时间 Δt 为 0.08 s，求该撞击过程中球的加速度。

7. 以下是几种交通工具在某段时间中的运动记录。

表　三种交通工具的运动记录

交通工具	初速度 /(m·s^{-1})	经过时间 /s	末速度 /(m·s^{-1})
自行车下坡	2	2	6
火车出站	0	100	20
飞机飞行	200	10	200

（1）以上有没有速度大而加速度小的情况？如果有，请列举。

（2）以上有没有速度变化量大而加速度小的情况？

B 组

1. 小李讲了龟兔沿直线赛道赛跑的故事，故事情节中兔子和乌龟运动的 x–t 图像如图 1–2 所示。请你依照图像中的坐标，并结合物理学的术语来讲述这个故事。在讲故事之前，先回答下列问题：

（1）故事中的兔子和乌龟是否在同一地点同时出发？

（2）乌龟做的是什么运动？

（3）兔子和乌龟在比赛途中相遇过几次？

（4）哪一个先通过预定位移到达终点？

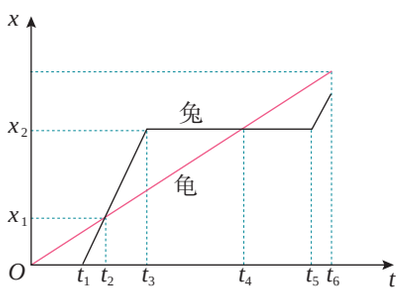


图 1–2

2. 图 1–3 是某物体做直线运动的 x–t 图像，请作出 v–t 图像来描述这段运动过程。

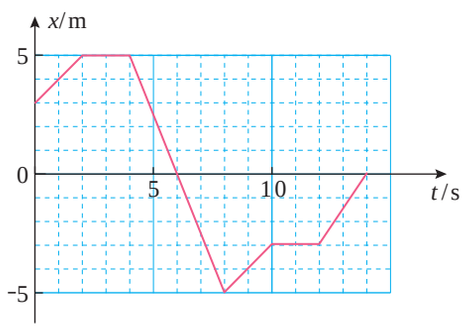


图 1–3

3. 四个质点做直线运动，它们的 v–t 图像分别如图 1–4 中甲、乙、丙、丁所示。速度 v 坐标轴的正值表示质点向东的方向，当 $t=0$ 时，质点位于 A 点。请分别说出四个 v–t 图像中的质点在 2 s 时间内的运动情况。需要说明各段时间质点在向哪个方向运动？速度大小怎样变化？

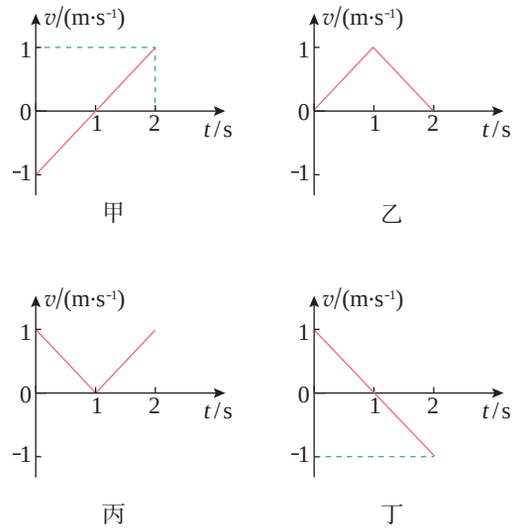


图 1–4

4. 为了测定气垫导轨上滑块的加速度，滑块上安装了宽度为 2.0 cm 的遮光条。如图 1–5，滑块在牵引力作用下先后通过两个光电门，配套的数字计时器记录了遮光条通过第一光电门的时间 Δt_1 为 0.20 s，通过第二个光电门的时间 Δt_2 为 0.05 s，遮光条从开始遮住第一个光电门到开始遮住第二个光电门的时间 t 为 2.5 s，试估算滑块的加速度。

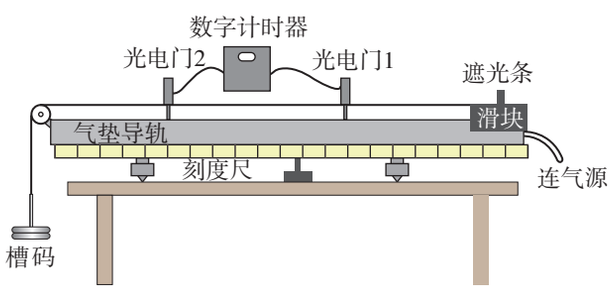


图 1–5

普通高中教科书

化学

必修

第一册



人民教育出版社

普通高中教科书

化学

必修

第一册

人民教育出版社　课程教材研究所
化学课程教材研究开发中心　编著

教学使用

人民教育出版社
·北京·

总 主 编：王　晶　郑长龙

本册主编：王　晶　毕华林
副 主 编：冷燕平　乔国才
编写人员：王　晶　乔国才　李　俊　吴海建
　　周业虹　钟晓媛（以姓氏笔画为序）
责任编辑：乔国才
美术编辑：李宏庆

教材中设置的主要栏目及说明

【实验X-X】

针对相关内容设置的实验，可教师演示、边讲边做或学生自己完成

科学史话

有关化学家、化学史料和化学发现等的拓展性内容

探究

体现探究过程和思路的活动，以实验为主，兼顾其他形式

科学·技术·社会

有关科学、技术、社会和环境等的拓展性内容

实验活动

课程标准中要求的“学生必做实验”

资料卡片

与学习内容相关的背景、解释和常识等拓展性资料

思考与讨论

与学习内容相关、有思考性的问题，需要独立思考后相互讨论

化学与职业

与化学相关职业的特点、工作内容和知识背景等的简介

方法导引

呈现科学研究、化学学习等过程中常用的一般方法

信息搜索

拓展学习内容的信息搜索方向及检索渠道

练习与应用

针对每节内容，依据课程标准中的学业要求编制的习题

研究与实践

拓展学习内容的课题、项目研究和实践活动

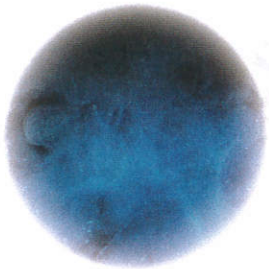
整理与提升

针对各章内容，从提升认识和观念的角度进行的归纳与总结

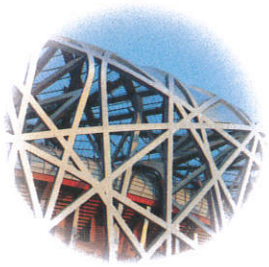
复习与提高

针对各章内容，依据课程标准中的学业要求编制的复习题

目录







绪言 2

第一章 物质及其变化 5

第一节 物质的分类及转化 6

第二节 离子反应 13

第三节 氧化还原反应 20

整理与提升 27

第二章 海水中的重要元素——钠和氯 31

第一节 钠及其化合物 32

第二节 氯及其化合物 41

第三节 物质的量 49

整理与提升 58

实验活动1 配制一定物质的量浓度的溶液 61

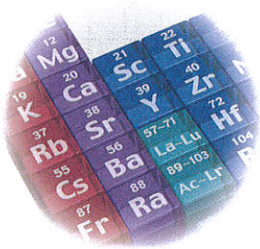
第三章 铁 金属材料 63

第一节 铁及其化合物 64

第二节 金属材料 73

整理与提升 81

实验活动2 铁及其化合物的性质 84



第四章　物质结构　元素周期律　85

第一节　原子结构与元素周期表　86

第二节　元素周期律　101

第三节　化学键　107

整理与提升　111

实验活动3　同周期、同主族元素性质的递变　115

附录Ⅰ　实验室突发事件的应对措施和常见废弃物的处理方法　116

附录Ⅱ　一些化学品安全使用标识　117

附录Ⅲ　名词索引　119

附录Ⅳ　部分酸、碱和盐的溶解性表（室温）　120

附录Ⅴ　一些常见元素中英文名称对照表　121

附录Ⅵ　相对原子质量表　122

元素周期表

探究

- 钠与水的反应　34
- 利用覆铜板制作图案　70
- 碱金属化学性质的比较　94
- 第三周期元素性质的递变　103

方法导引

- 分类　7
- 模型　16
- 实验室中制取气体装置的设计　46
- 认识元素及其化合物性质的视角　69
- 预测　96

研究与实践

- 了解纯碱的生产历史　39
- 检验食品中的铁元素　71
- 认识元素周期表　99

化学与职业

- 化学科研工作者　11
- 水质检验员　47
- 测试工程师　75
- 科技考古研究人员　91

绪言

化学是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、转化及其应用的基础自然科学。它源自生活和生产实践，并随着人类社会的进步而不断发展。

从石器时代到青铜器时代，再到铁器时代，人们学会了用陶土烧制陶瓷，用矿石冶炼金属，创造了光辉灿烂的古代文明。作为四大文明古国之一，我国是世界上发明陶瓷、冶金、火药、造纸、酿造和印染等较早的国家。在长期的生活和生产实践中，人们积累了大量有关物质及其变化的实用知识和技能。例如，我国明代李时珍（1518—1593）的《本草纲目》和宋应星（1587—约1666）的《天工开物》等著作中，都蕴含着丰富的化学知识和经验，当时的化学还处于孕育和萌芽状态。17世纪中叶以后，化学开始走上以科学实验为基础的发展道路。在后来的200多年里逐渐形成了独立的学科体系。科学的元素概念、燃烧的氧化学说、原子和分子学说等奠定了近代化学的基础。19世纪中叶元素周期律的发现，分子结构学说的提出，以及20世纪初以来原子结构奥秘的逐步揭示，使人

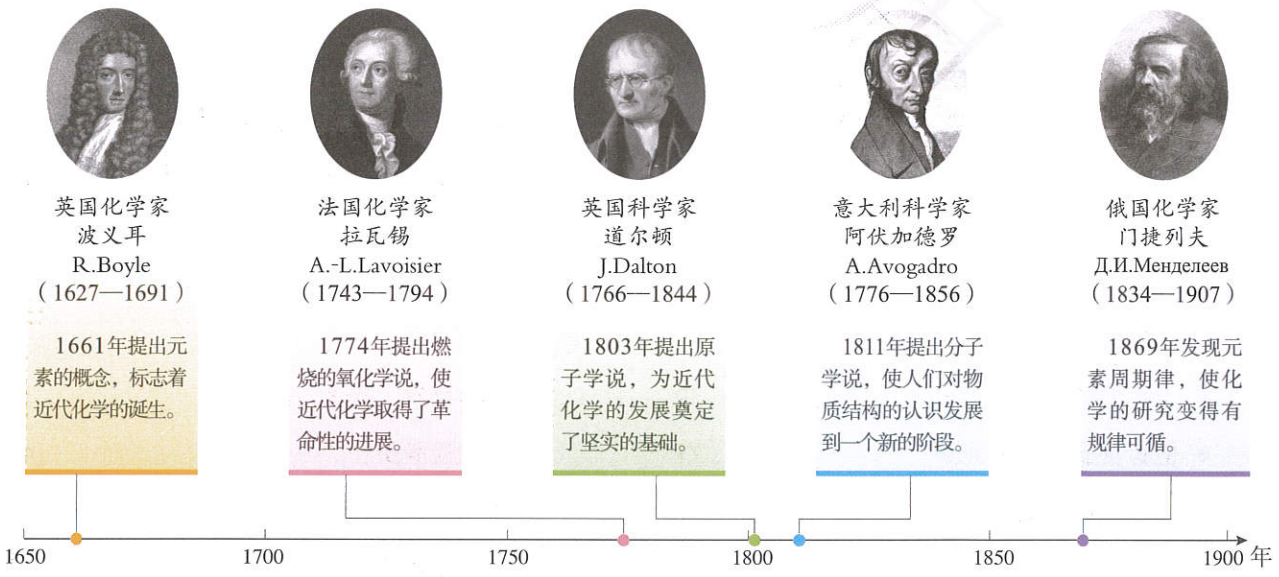


图1　近代化学发展的几个重要里程碑

们对物质及其变化本质的认识发生了飞跃。无机化学、有机化学、物理化学、分析化学和高分子化学等分支学科相继建立，化学研究的领域和视野更加开阔，化学之树更加枝繁叶茂。

今天的化学，在社会不断进步和科学技术迅猛发展的背景下，其传统的研究领域出现了分化与综合，与其他学科形成交叉和相互渗透，成为自然科学领域中一门“中心的、实用的和创造性的”基础科学。在资源、材料、健康、环境等领域，化学发挥着越来越重要的作用。例如，对于材料问题，无论是依据组成分类的金属材料、无机非金属材料、合成高分子材料和复合材料等，还是按照功能分类的航空航天材料、电子信息材料、新型能源材料、生物医用材料和智能材料等，它们的研制和开发都是以研究和优化物质的组成、结构和性能为基础的，这些都需要化学工作者的智慧与贡献。化学变化是自然界中物质变化的一种基本形式，源于人们自身生存和发展需要的化学研究，一定会为社会创造更多物质财富和精神财富，为满足人类日益增长的美好生活需要及社会可持续发展作出更大的贡献。

20世纪以来，经过几代化学家的不懈努力，我国的化学基础研究和以化学为依托的化学工业获得了长足的发展。1943年，侯德榜发明联合制碱法，为我国的化学工业发展和技术创新作出了重要贡献。1965年，我国科学家在世界上第一次用化学方法合成了具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素，20世纪80年代，又在世界上首次用人工方法合成了一种具有与天然分子相同的化学结构和完整生物活性的核糖核酸，为人类揭开生命奥秘作出了贡献。21世纪以来，我国化学科学与技术的发展更加迅速，在基础研究领域和经济发展中都取得了许多有影响力的成果，为建设



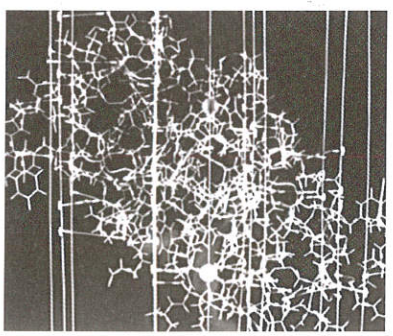
图2　一种利用有机发光材料制造的显示屏



图3　污水处理厂



牛胰岛素晶体



牛胰岛素分子结构模型

图5　牛胰岛素晶体及其分子结构模型



图4　我国建成的具有世界先进水平的煤间接液化示范项目（400万吨/年）

创新型国家作出了重要贡献。例如，依靠科技创新，我国已掌握了世界先进水平的炼油全流程技术，形成了具有自主知识产权的石油化工主体技术，目前石油化工约占我国国民生产总值的20%，已经成为国民经济的基础和支柱产业。

将宏观与微观联系起来研究物质及其变化是化学的特点和魅力所在。当进行化学实验时，我们可了解物质的颜色、水溶性、溶液的导电性，是否可以与氧气、水等其他物质发生化学反应，以及反应产生的各种现象，这些都展示了物质及其变化美妙的宏观世界。当跨越肉眼、光学显微镜的识别界限和研究尺度，从分子、原子水平去认识这些变化时，我们感受到的则是一个更加神奇的微观世界。这一微观世界是真实存在的，也是能够被认识的。正像我们从远处看来连绵不断的沙丘，在近处会发现它们是由无数砂粒组成的。化学则进一步告诉我们，每一颗砂粒的主要成分都是二氧化硅，二氧化硅中的氧原子和硅原子之间是以共价键结合在一起的。对宏观物质及其变化的记录与描述，对微观粒子运动和相互作用的解释和说明，都离不开科学仪器、设备等研究手段，离不开化学用语、符号、公式、图示等表达方式。化学发展史启示我们，研究物质的化学变化应当注重宏观与微观、定性与定量、描述与推理等方面的结合，应当学会实验与探究、归纳与演绎、分析与综合等方法的运用。

与其他自然科学一样，实验和理论是学习化学的两种重要途径。与初中化学相比，高中化学实验会更深入、更丰富，理论研究会更系统、更全面。通过高中化学实验探究物质的性质和变化、组成与结构等，可以帮助我们形成基本概念，理解化学原理，学习科学方法，培养科学态度。高中化学理论主要包括有关物质变化和物质结构的原理，前者涉及化学反应类型（如离子反应、氧化还原反应、取代反应、加成反应等）、化学反应与能量变化、化学反应速率、化学平衡，等等；后者包括原子结构、元素周期表和周期律、化学键和分子结构，等等。坚持实验和理论并重，有利于我们在宏观与微观相结合的层次上提升对物质及其变化的认识水平。

作为现代社会的一员，学好化学将帮助你找到分析问题、解决问题的新途径，获得从化学视角认识物质世界的基本能力，理解社会可持续发展赋予化学的使命，培养科学精神和社会责任，形成化学学科核心素养。

愿高中化学课程与你共同开启一段探索物质世界的新旅程！



第一章
物质及其变化

- 物质的分类及转化
- 离子反应
- 氧化还原反应

世界是由物质构成的，目前人类发现和合成的物质已超过1亿种。对于这么多的物质和更为丰富的化学变化，人们是怎样认识和研究的呢?

分类是认识和研究物质及其变化的一种常用的科学方法。通过分类，可以将纷繁复杂的物质分成不同的类别，还可以从离子、电子等微观视角揭示化学反应的规律。依据物质类别和元素价态，可以解释和预测物质的性质，设计物质间的转化途径。

将$CuCl_2$溶液滴入NaOH溶液中形成的蓝色絮状$Cu(OH)_2$沉淀（微距拍摄）

第一节
物质的分类及转化

图书馆中数不胜数的图书要分类陈列以便于人们查找，快递企业对数以千万计的物品要分类处理以提高工作效率。同样，为了认识和研究的方便，对于数以千万计的物质，人们常根据物质的组成、结构、性质或用途等进行分类。



图1-1　图书馆中分类陈列的图书



图1-2　智能机器人正在对快递物品进行分拣

一、物质的分类

1. 根据物质的组成和性质分类

同素异形体　allotrope

任何物质都是由元素组成的，根据元素组成对物质进行分类是化学研究的基础。

每一种元素都可以形成单质。有的单质有多种形态，如金刚石、石墨和C_{60}都属于碳单质。像这样，由同一种元素形成的几种性质不同的单质，叫做这种元素的同素异形体。例如，金刚石、石墨和C_{60}是碳元素的同素异形体；氧气和臭氧（O_3）是氧元素的同素异形体；等等。

绝大多数元素都能与其他元素形成化合物。不同的元素在形成化合物时，可以按照一定的规律，以不同的方式进行组合。就像26个英文字母可以组成数十万个英语单词那样，一百多种元素则组成了种类繁多的物质。

图 1-3 所示是根据物质的组成对物质进行分类的一种方法，形象地称为树状分类法。

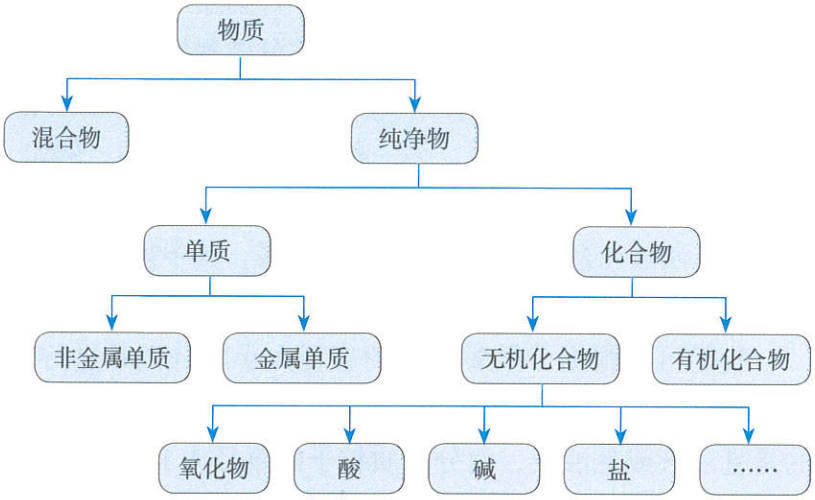


图 1-3 树状分类法举例

人们有时还采用交叉分类法，从不同的角度对物质进行分类。例如，从组成来看，Na_2CO_3 属于盐。从其组成的阳离子来看，属于钠盐；而从其组成的阴离子来看，则属于碳酸盐（如图 1-4）。

除了物质的组成，物质的性质也是对物质进行分类常用的依据。例如，CO_2、SO_3 等能与碱反应生成盐和水，这类氧化物称为酸性氧化物。多数酸性氧化物能溶于水，与水化合生成酸。而 CaO、Fe_2O_3 等能与酸反应生成盐和水，这类氧化物称为碱性氧化物。大多数非金属氧化物属于酸性氧化物，而大多数金属氧化物则属于碱性氧化物。

此外，物质的结构和用途也是对物质进行分类的重要依据，我们在今后的学习中将进一步探讨。

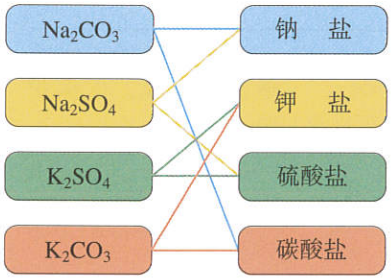


图 1-4　交叉分类法举例

酸性氧化物　acidic oxide
碱性氧化物　basic oxide

方法导引

分类

分类是根据研究对象的共同点和差异点，将它们区分为不同种类和层次的科学方法。科学的分类能够反映事物的本质特征，有利于人们分门别类地进行深入研究。

分类有一定的标准，根据不同的标准，人们对研究对象进行不同的分类。在高中化学的学习中，对物质及其变化的分类标准将从物质的组成和性质等宏观视角，拓展到物质的构成、结构和参加化学反应的粒子等微观视角。

运用分类的方法，可以发现物质及其变化的规律，预测物质的性质及可能发生的变化。

分散系　dispersion system
胶体　colloid

2. 分散系及其分类

我们在初中学过的溶液、乳浊液和悬浊液都是混合物，这些混合物都是由一种物质分散到另一种物质中形成的。化学上把一种（或多种）物质以粒子形式分散到另一种（或多种）物质中所形成的混合物，叫做分散系。分散系中被分散成粒子的物质叫做分散质，另一种物质叫做分散剂。例如，对溶液来说，溶质是分散质，溶剂是分散剂，溶液是一种分散系。乳浊液和悬浊液也各是一种分散系，其中被分散成小液滴或固体小颗粒的物质是分散质，液体是分散剂。

我们可以根据分散质粒子的直径大小对分散系进行分类。分散质粒子的直径小于1 nm的是溶液，大于100 nm的是乳浊液或悬浊液，而分散质粒子的直径为1~100 nm的分散系是**胶体**。

胶体的种类很多，按照分散剂的不同，可分为液溶胶、气溶胶和固溶胶。分散剂是液体的，叫做液溶胶，如$Fe(OH)_3$胶体；分散剂是气体的，叫做气溶胶，如云、雾；分散剂是固体的，叫做固溶胶，如有色玻璃。有些液溶胶是透明的，用肉眼很难与溶液相区分。那么，用什么方法能够将它们区分开呢?

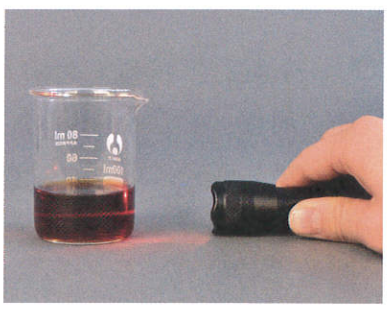
【实验1-1】

取两个100 mL小烧杯，分别加入40 mL蒸馏水和40 mL $CuSO_4$溶液。将烧杯中的蒸馏水加热至沸腾，向沸水中逐滴加入5~6滴$FeCl_3$饱和溶液。继续煮沸至液体呈红褐色，停止加热。观察制得的$Fe(OH)_3$胶体。

把盛有$CuSO_4$溶液和$Fe(OH)_3$胶体的烧杯置于暗处，分别用红色激光笔照射烧杯中的液体，在与光束垂直的方向进行观察，并记录现象。



$CuSO_4$溶液



$Fe(OH)_3$胶体

图1-5　光束通过溶液和胶体时的现象

提示

与实验有关的图标及说明

护目镜	进行化学实验需要佩戴护目镜，以保护眼睛
洗手	实验结束后，离开实验室前需用肥皂等清洗双手
用电	实验中会用到电器。禁止湿手操作，实验完毕应及时切断电源
排风	实验中会用到或产生有害气体，或产生烟、雾。应开启排风管道或排风扇
热烫	实验中会遇到加热操作，或用到温度较高的仪器。应选择合适的工具进行操作，避免直接触碰
明火	实验中会用到明火。要正确使用火源，并束好长发、系紧宽松衣物
锐器	实验中会用到锋利物品。应按照实验操作使用，避免锐器指向自己或他人，防止扎伤或割伤

当光束通过$Fe(OH)_3$胶体时，可以看到一条光亮的“通路”，而光束通过$CuSO_4$溶液时，则看不到此现象。这条光亮的“通路”是由于胶体粒子对光线散射（光波偏离原来方向而分散传播）形成的，叫做丁达尔效应。丁达尔效应可被用来区分胶体和溶液。

丁达尔效应在日常生活中随处可见。例如，当日光从窗隙射入暗室，或者光线透过树叶间的缝隙射入密林中时，都可以观察到丁达尔效应；放电影时，放映室射到银幕上的光柱的形成也属于丁达尔效应。

丁达尔效应　Tyndall effect



图1-6　树林中的丁达尔效应

资料卡片

丁达尔效应

丁达尔效应因英国物理学家丁达尔（J.Tyndall，1820—1893）于1869年发现而得名。当光束通过胶体时，看到的光柱是被胶体粒子散射的现象，并不是胶体粒子本身发光。可见光的波长为400~700 nm，胶体粒子的直径为1~100 nm，小于可见光的波长，能使光波发生散射；溶液也发生光的散射，但由于溶液中粒子的直径小于1 nm，散射极其微弱。所以，当光束通过胶体时可观察到丁达尔效应，而通过溶液时则看不到这种现象。

二、物质的转化

通过对物质进行分类，我们可以更好地认识某类物质的性质，以及不同类别物质之间的转化关系，进而利用物质的性质和物质之间的转化关系，制备人类生活和生产所需要的新物质。

1．酸、碱、盐的性质

同类物质往往具有相似的性质。例如，通过初中化学的学习，我们已经知道盐酸、硫酸等酸，NaOH、$Ca(OH)_2$等碱，Na_2CO_3、K_2CO_3等碳酸盐各具有相似的化学性质。

思考与讨论

（1）酸的主要化学性质归纳如下，请列举反应实例，完成下表。

酸的主要化学性质	反应实例（写出化学方程式）
酸与活泼金属反应	
酸与碱性氧化物反应	
酸与碱反应	
酸与某些盐反应	

（2）请分别归纳碱和盐这两类物质的主要化学性质。

（3）讨论：酸、碱、盐的主要化学性质中，涉及哪些反应类型？

为什么不同的酸（或碱）具有相似的化学性质？是因为它们在组成上具有相似性。从微观角度来看，不同的酸溶液中都含有H^+，不同的碱溶液中都含有OH^-。不同的碳酸盐溶液中都含有碳酸根离子，所以不同的碳酸盐也具有相似的化学性质。

从反应类型来看，初中我们学过的酸与金属、盐与金属的反应都属于置换反应，酸与碱、盐与酸、盐与碱、盐与盐之间的反应都属于复分解反应。

2. 物质的转化

根据物质的组成和性质，通过化学变化可以实现物质之间的转化。在化学变化过程中，元素是不会改变的，这是考虑如何实现物质之间的转化时最基本的依据。

思考与讨论

（1）写出下列物质之间转化的化学方程式，体会由金属单质到盐、非金属单质到盐的转化关系。

$Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaSO_4$

$C \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow CaCO_3$

（2）对于上述转化关系，从物质分类的角度看，你发现了什么规律？将你的想法与同学交流。

可以看出，对于Ca、C而言，单质到盐的转化关系可表示为：

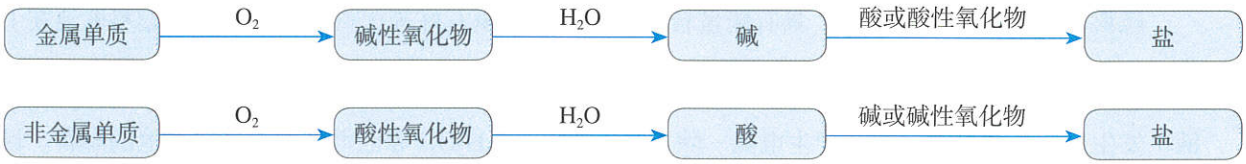


图1-7　单质到盐的一种转化关系

根据物质的组成和性质，以及物质之间的转化关系，我们可以确定制取某类物质的可能方法。例如，要想制取某种碱，通常可以采取两种方法：碱性氧化物与水发生反应；盐与另一种碱发生反应。

在工业生产中要制取某种物质，除了要考虑反应进行的可能性，还要考虑原料来源、成本高低和设备要求等因素，以选取最适当的方法。例如，工业上制取NaOH一般不采用Na_2O与H_2O的反应（Na_2O作为原料，来源少、成本高），而主要采用电解饱和食盐水的方法，过去也曾采用盐（如Na_2CO_3）与碱［如$Ca(OH)_2$］反应的方法。

化学与职业

化学科研工作者

化学科研工作者是指从事与化学有关的基础研究和应用研究的专业技术人员。其主要工作是：在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质及相互关系；研究物质转化的规律和控制手段；在此基础上，研究如何实现物质的人工转化，以及如何对生活、生产和生命中的化学过程实现按需调控；等等。例如，具有特定功能（如催化作用）的新分子的合成、安全高效和节能环保物质转化工艺的研发等。这些工作不仅与经济发展、社会进步关系密切，而且是材料、生命、环境、能源和信息等现代科学技术发展的重要基础。

对科研工作具有浓厚的兴趣，具备扎实的化学专业知识和技能，掌握系统的科学研究方法，善于思考，敢于质疑，具有创新精神等是成为化学科研工作者的必要条件。化学科研工作者的就业单位很多，如高等院校、研究机构和相关企业等。化学科研工作者在推动人类社会可持续发展中必将发挥越来越重要的作用！



图1-8　化学科研工作者

练习与应用

1. 阅读下列科普短文并填空。

燃料电池是一种化学电池，具有能量转化率高、对环境友好等优点。例如，氢氧燃料电池在工作时，从负极连续通入H_2（①），从正极连续通入O_2（②），二者在电池内部（含有H_2SO_4（③）或KOH（④）等物质的溶液）发生反应生成H_2O（⑤），同时产生电能。除了H_2，CH_4（⑥）、C_2H_5OH（⑦）等也可以作为燃料电池的燃料。目前已研制成功Al（⑧）-空气（⑨）燃料电池，它可以代替汽油（⑩）为汽车提供动力，也可以用作照明电源等。

（1）在上述短文标有序号的物质中，属于混合物的是_____（填序号，下同）；属于氧化物的是_____；属于酸的是_____；属于碱的是_____；属于有机物的是_____。

（2）从物质的类别来看，H_2、O_2和Al都属于_____；请写出与O_2互为同素异形体的物质的化学式：_____。

2. 请从不同的角度对下列5种酸进行分类：盐酸（HCl）、硫酸（H_2SO_4）、硝酸（HNO_3）、磷酸（H_3PO_4）和氢硫酸（H_2S），并说出分类的依据。

3. 完成下列表格。

分散系	分散质粒子的直径大小	举例
溶液		
胶体		
乳浊液或悬浊液		

4. 当光束通过下列物质时，不会出现丁达尔效应的是（　　）。

①$Fe(OH)_3$胶体　②水　③蔗糖溶液　④$FeCl_3$溶液　⑤云、雾

A. ②④⑤　　B. ③④⑤　　C. ②③④　　D. ①③④

5. 从Zn、$BaCl_2$、NaOH、$KClO_3$、$CuCl_2$、Na_2SO_4、Na_2O、H_2O、H_2SO_4等物质中，选出适当的物质，按下列要求写出化学方程式。

（1）化合反应　　（2）分解反应　　（3）置换反应　　（4）复分解反应

6. 写出下列物质之间转化的化学方程式。

（1）$Cu \rightarrow CuO \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu$。

（2）$C \rightarrow CO_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2$。

7. 采用不同方法制取下列物质，并写出反应的化学方程式。

（1）以Fe、CuO、H_2SO_4三种物质为原料，用两种方法制取Cu。

（2）用三种方法制取$MgCl_2$。

8. 许多食品包装袋中常有一个小纸袋，内盛白色固体物质，标有“干燥剂”字样，其主要成分为生石灰。

（1）写出生石灰的化学式。生石灰属于哪一类别的物质？

（2）生石灰为什么可用作干燥剂（用化学方程式表示）？

（3）生石灰可以与哪些类别的物质发生化学反应？请列举两例，并写出反应的化学方程式。

（4）在你学过的物质中，还有哪些物质可用作干燥剂？

第二节
离子反应

在我们学过的化学反应中，有许多是在水溶液中进行的，如酸、碱、盐之间的反应。那么，酸、碱、盐溶于水后发生了什么变化？水溶液中这些物质之间的反应有什么特点呢？

一、电解质的电离

生活常识告诉我们，给电器设备通电时，湿手操作容易发生触电事故。这是为什么呢？

【实验1-2】

在三个烧杯中分别加入干燥的NaCl固体、KNO_3固体和蒸馏水，如图1-9所示连接装置，将石墨电极依次放入三个烧杯中，分别接通电源，观察并记录现象。

取上述烧杯中的NaCl固体、KNO_3固体各少许，分别加入另外两个盛有蒸馏水的烧杯中，用玻璃棒搅拌，使固体完全溶解形成溶液。如图1-9所示，将石墨电极依次放入NaCl溶液、KNO_3溶液中，分别接通电源，观察并记录现象。

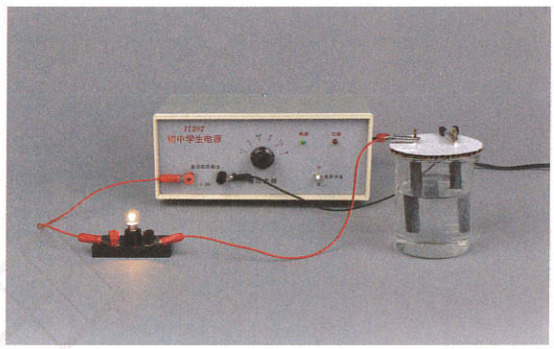


图1-9 试验物质的导电性

实验表明，干燥的NaCl固体、KNO_3固体都不导电，蒸馏水也不导电[①]。但是，NaCl溶液、KNO_3溶液却都能够导电。

结合初中做过的物质导电性实验，我们知道盐酸、NaOH溶液、NaCl溶液等都能导电。不仅如此，如果将NaCl、KNO_3、NaOH等固体分别加热至熔化，它们也都能导电。这种在水溶液里或熔融状态下能够导电的化合物叫做**电解质**。

电解质　electrolyte

① 严格地说，蒸馏水也能导电，只是导电能力非常弱，用上述实验装置不能测出。

HCl、H_2SO_4、$NaOH$、$Ca(OH)_2$、$NaCl$、KNO_3等都是电解质。

人的手上常会沾有NaCl（汗液的成分之一），有时也会沾有其他电解质，当遇到水时，形成电解质溶液。电解质溶液能够导电，因此，湿手直接接触电源时容易发生触电事故。

为什么NaCl、KNO_3等电解质，在干燥时不导电，而溶于水或熔化后却能导电呢？

我们知道，电流是由带电荷的粒子按一定方向移动而形成的。因此，能导电的物质必须具有能自由移动的、带电荷的粒子。电解质的水溶液（或熔化而成的液体）能够导电，说明在这些水溶液（或液体）中，存在着能自由移动的、带电荷的粒子。

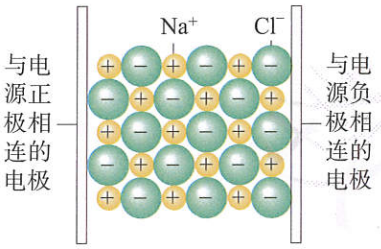


图1-10　干燥的NaCl固体不导电

例如，NaCl固体中含有带正电荷的钠离子（Na^+）和带负电荷的氯离子（Cl^-），由于带相反电荷的离子间的相互作用，Na^+和Cl^-按一定规则紧密地排列着。这些离子不能自由移动，因而干燥的NaCl固体不导电（如图1-10）。

当将NaCl固体加入水中时，在水分子的作用下，Na^+和Cl^-脱离NaCl固体的表面，进入水中，形成能够自由移动的水合钠离子和水合氯离子（如图1-11）。

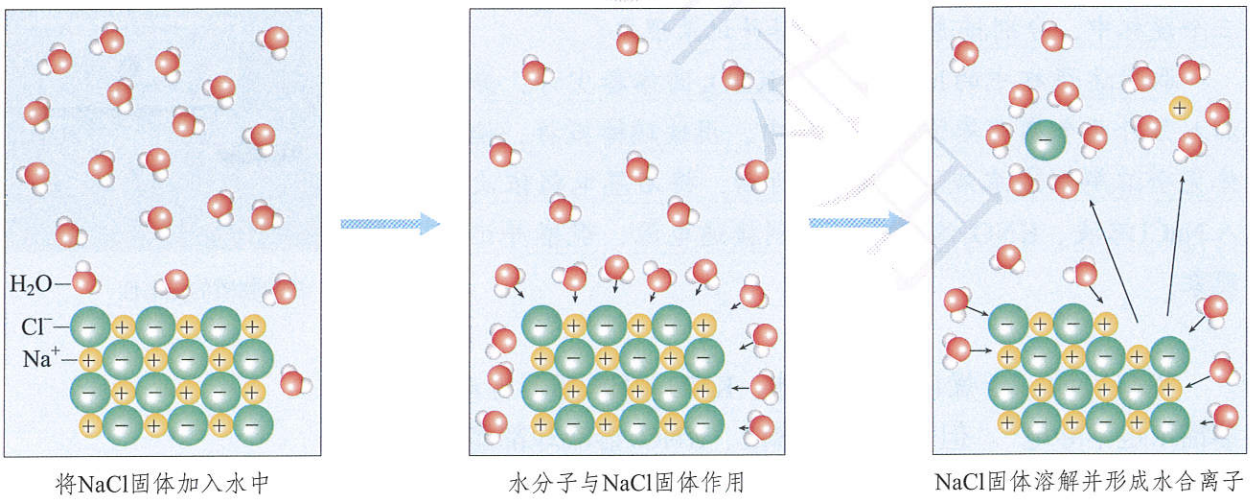


图1-11　NaCl固体在水中的溶解和形成水合离子示意图

当在NaCl溶液中插入电极并接通电源时，带正电荷的水合钠离子向与电源负极相连的电极移动，带负电荷的水合氯离子向与电源正极相连的电极移动，因而NaCl溶液能够导电（如图1-12左）。

当NaCl固体受热熔化时，离子的运动随温度升高而加快，克服了离子间的相互作用，产生了能够自由移动的Na^+和Cl^-，因而NaCl在熔融状态时也能导电（如图1-12右）。

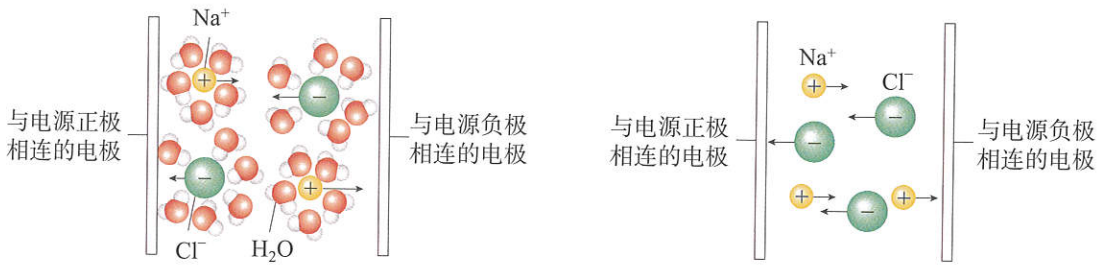


图1-12　NaCl导电示意图

电解质溶于水或受热熔化时，形成自由移动的离子的过程叫做**电离**。电解质的电离可以用电离方程式表示（为简便起见，一般仍用离子符号表示水合离子）。例如：

电离　ionization

$$NaCl = Na^+ + Cl^-$$
$$KNO_3 = K^+ + NO_3^-$$
$$HCl = H^+ + Cl^-$$
$$H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$$
$$HNO_3 = H^+ + NO_3^-$$

可以看出，HCl、H_2SO_4和HNO_3在水溶液中都能电离出H^+，因此，我们可以从电离的角度认识酸的本质。即电离时生成的阳离子全部是氢离子（H^+）[①]的化合物叫做酸。

思考与讨论

（1）请写出NaOH、$Ca(OH)_2$、$Ba(OH)_2$的电离方程式。

（2）请结合以上电离方程式，并参考酸的本质，尝试从电离的角度概括出碱的本质。

① 氢原子失去电子后，剩余1个质子构成的核，即氢离子。氢离子是“裸露”的质子，半径很小，易与水分子结合成水合氢离子，通常用H_3O^+表示。为了简便，也常把H_3O^+写作H^+。

方法导引

模型

在对研究对象进行实验观察和证据推理的基础上，利用简化、抽象和类比等方法，将反映研究对象的本质特征形成一种概括性的描述或认识思路，这就是模型。模型在科学认识中具有描述、解释和预测等功能，是理论发展的一种重要方式。

化学中的模型有实物模型、理论模型等，其中，理论模型应用范围最广。例如，十九世纪后期，瑞典化学家阿伦尼乌斯（S.Arrhenius，1859—1927）在前人研究的基础上，通过研究电解质稀溶液的导电性等，提出了电离模型，即电解质溶于水会自动地解离成离子，而不是当时流行的说法——离子是通电后才产生的，并对电解质的电离进行了定量计算。电离模型很好地解释了酸、碱、盐溶液的某些性质，如酸、碱的强度等，因此发展成为近代的电离理论。阿伦尼乌斯也因此获得1903年诺贝尔化学奖。

二、离子反应

电解质溶于水后，电离成为自由移动的离子。因此，电解质在溶液中的反应一定与离子有关。

【实验1-3】

向盛有2 mL Na_2SO_4稀溶液的试管中加入2 mL $BaCl_2$稀溶液，观察现象并分析。

现象	分析		
	Na_2SO_4和$BaCl_2$的电离方程式	混合前两种溶液中的离子	混合后溶液中的离子

通过上述现象和分析，我们可以得出这样的结论：当Na_2SO_4稀溶液与$BaCl_2$稀溶液混合时，Na^+、Cl^-都没有发生化学反应；而SO_4^{2-}与Ba^{2+}发生了化学反应，生成难溶的$BaSO_4$白色沉淀。也就是说，对于化学反应：

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 = 2NaCl + BaSO_4\downarrow$$

从微观角度看，其实质是：

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$$

电解质在溶液中的反应实质上是离子之间的反应，这样的反应属于**离子反应**。用实际参加反应的离子符号来表示反应的式子叫做离子方程式。

离子反应　ionic reaction
离子方程式　ionic equation

离子方程式的书写一般按以下步骤（以Na_2SO_4溶液与$BaCl_2$溶液的反应为例）：

（1）写出反应的化学方程式：

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 = 2NaCl + BaSO_4\downarrow$$

（2）把易溶于水且易电离的物质（如强酸、强碱和大部分可溶性盐）写成离子形式，难溶的物质、气体和水等仍用化学式表示。上述化学方程式可改写成：

$$2Na^+ + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^- = 2Na^+ + 2Cl^- + BaSO_4\downarrow$$

（3）删去方程式两边不参加反应的离子，并将方程式化为最简：

$$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$$

（4）检查离子方程式两边各元素的原子个数和电荷总数是否相等。

思考与讨论

完成下表中各反应的化学方程式和离子方程式，思考两种方程式在表示某一类反应时，表达的含义有什么不同，并进行讨论。

反应物	化学方程式	离子方程式	两种方程式的不同
HCl + NaOH			
HCl + KOH			
H_2SO_4 + NaOH			
H_2SO_4 + KOH			

上面的4个反应都是中和反应，虽然4个反应的化学方程式不同，但它们的离子方程式却是相同的。这表明：强酸与强碱发生中和反应的实质是，强酸电离出来的H^+与强碱电离出来的OH^-结合生成H_2O。

$$H^+ + OH^- = H_2O$$

可以看出，离子方程式不仅可以表示某个具体的化学反应，还可以表示同一类型的离子反应。

从微观角度看，酸、碱、盐在水溶液中发生的复分解反应，实质上是两种电解质在溶液中相互交换离子的反应。这类离子反应发生的条件就是复分解反应发生的条件，即生成沉淀、放出气体或生成水。只要具备上述条件之一，反应就能发生。

除了以离子互换形式进行的复分解反应，离子反应还有其他类型，如有离子参加的置换反应等。例如，Zn与稀硫酸反应的离子方程式为：

$$Zn + 2H^+ = Zn^{2+} + H_2\uparrow$$

离子反应在物质制备和分离、物质提纯和鉴定，以及消除水中污染物等方面都有广泛的应用。

练习与应用

1. 在_____里或_____下能够导电的化合物叫做电解质。电解质溶液之所以能够导电，是由于电解质在溶液中发生了_____，产生了_____。

2. 下列叙述中，正确的是（　　）。

   A. KNO_3固体不导电，所以KNO_3不是电解质

   B. 铜丝、石墨均能导电，所以它们都是电解质

   C. 熔融的$MgCl_2$能导电，所以$MgCl_2$是电解质

   D. NaCl溶于水，在通电条件下才能发生电离

3. 下列离子方程式中，正确的是（　　）。

   A. 将稀硫酸滴在铜片上：$Cu + 2H^+ = Cu^{2+} + H_2\uparrow$

   B. 将氧化镁与稀盐酸混合：$MgO + 2H^+ = Mg^{2+} + H_2O$

   C. 将铜片插入硝酸银溶液中：$Cu + Ag^+ = Cu^{2+} + Ag$

   D. 将稀盐酸滴在石灰石上：$CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2CO_3$

4. 下列各组中的离子，能在溶液中大量共存的是（　　）。

A. K^+、H^+、SO_4^{2-}、OH^-　　B. Na^+、Ca^{2+}、CO_3^{2-}、NO_3^-

C. Na^+、H^+、Cl^-、CO_3^{2-}　　D. Na^+、Cu^{2+}、Cl^-、SO_4^{2-}

5. 写出下列物质的电离方程式。

（1）HNO_3　　（2）KOH　　（3）$Fe_2(SO_4)_3$　　（4）NH_4NO_3

6. 对于下面4组物质，能发生反应的，写出有关反应的化学方程式；属于离子反应的，写出离子方程式；不能发生反应的，说明原因。

（1）硫酸钠溶液与氯化钡溶液　　（2）铝片与硫酸铜溶液

（3）稀盐酸与碳酸钠溶液　　（4）硝酸钠溶液与氯化钾溶液

7. 写出与下列离子方程式相对应的一个化学方程式。

（1）$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2 \downarrow$　　（2）$H^+ + OH^- = H_2O$

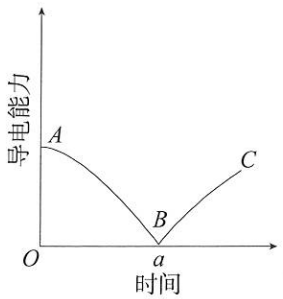
（3）$2H^+ + CO_3^{2-} = H_2O + CO_2 \uparrow$　　（4）$Cu^{2+} + Fe = Fe^{2+} + Cu$

8. 从稀盐酸、$Ba(OH)_2$溶液、Zn和$CuSO_4$溶液中选出适当的物质，写出实现下列要求的反应的离子方程式。

（1）实验室制取H_2的反应。　　（2）金属与盐的置换反应。

（3）酸与碱的中和反应。　　（4）生成沉淀的复分解反应。

9. 某兴趣小组的同学向一定体积的$Ba(OH)_2$溶液中逐滴加入稀硫酸，并测得混合溶液的导电能力随时间变化的曲线如右图所示。



（1）写出$Ba(OH)_2$溶液与稀硫酸反应的离子方程式。

（2）该小组的同学关于右图的下列说法中，正确的是_____（填序号）。

①*AB*段溶液的导电能力不断减弱，说明电解质逐渐转变为非电解质

②*B*处溶液的导电能力约为0，说明溶液中几乎没有自由移动的离子

③*BC*段溶液的导电能力不断增大，主要是由于过量的$Ba(OH)_2$电离出的离子导电

④*a*时刻$Ba(OH)_2$溶液与稀硫酸恰好完全中和

10. 牙膏是常见的日用化学品。

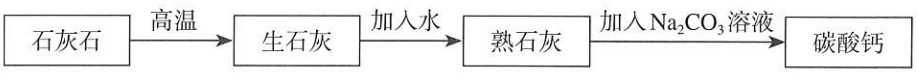
（1）下表列出了两种牙膏中的摩擦剂，请写出它们所属的物质类别（填“酸”“碱”“盐”或“氧化物”）。

摩擦剂	碳酸钙	二氧化硅
物质类别		

（2）请根据用途推测并说明二氧化硅在水中的溶解性（“易溶”或“难溶”）。

（3）牙膏中的摩擦剂碳酸钙可以用石灰石来制备。

①甲同学设计了一种在实验室中制备碳酸钙的实验方案（如下所示），请写出下述方案中有关反应的化学方程式。



②乙同学设计的实验方案为：



乙同学的实验方案与甲同学的相比，有哪些优点？请写出乙同学的方案中有关反应的离子方程式。

第三节
氧化还原反应

在初中，我们根据反应中物质得到氧或失去氧，把化学反应分为氧化反应和还原反应。那么，只有得氧（或失氧）的反应才是氧化反应（或还原反应）吗？氧化反应和还原反应是分别发生的吗？这类反应的本质是什么？

一、氧化还原反应

思考与讨论

（1）请根据初中学过的氧化反应和还原反应的知识，分析以下反应，完成下表。

$2CuO + C \xlongequal{\text{高温}} 2Cu + CO_2\uparrow$

$Fe_2O_3 + 3CO \xlongequal{\text{高温}} 2Fe + 3CO_2$

物质	反应物	发生的反应（氧化反应或还原反应）
得氧物质		
失氧物质		

（2）请标出以上反应中各物质所含元素的化合价，比较反应前后价态有无变化。

（3）讨论：在以上反应中，物质发生氧化反应或还原反应，与物质所含元素化合价的升高或降低有什么关系？

氧化还原反应
oxidation-reduction reaction

可以发现，在化学反应中，一种物质得到氧发生氧化反应，必然有一种物质失去氧发生还原反应。也就是说，氧化反应和还原反应是在一个反应中同时发生的，这样的反应称为**氧化还原反应**。

可以看出，以上反应中都有元素的化合价在反应前后发生了变化。而且，所含元素化合价升高的物质如C、CO，发生的反应为氧化反应；所含元素化合价降低的物质如CuO、Fe_2O_3，发生的反应为还原反应。

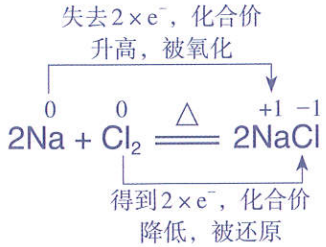
再看以下反应：



在这一反应中，虽然没有物质得氧、失氧，但反应前后却有元素化合价的变化：铁元素的化合价从0价升高到+2价，铜元素的化合价从+2价降低到0价。这样的反应也是氧化还原反应。其中，物质所含元素化合价升高的反应是氧化反应，物质所含元素化合价降低的反应是还原反应。例如，在Fe与$CuSO_4$的反应中，Fe发生了氧化反应，$CuSO_4$发生了还原反应。

反应前后有元素的化合价发生变化，是氧化还原反应的重要特征。那么，是什么原因导致元素的化合价发生变化呢？即氧化还原反应的本质是什么呢？下面我们以Na与Cl_2的反应，以及H_2与Cl_2的反应为例，从微观角度进行分析。

从原子结构来看，钠原子的最外电子层上有1个电子，氯原子的最外电子层上有7个电子。当Na与Cl_2反应时，钠原子失去1个电子，带1个单位正电荷，成为钠离子（Na^+）；氯原子得到1个电子，带1个单位负电荷，成为氯离子（Cl^-），这样双方最外电子层都达到了8个电子的稳定结构（如图1-13）。反应中钠元素的化合价从0价升高到+1价，Na被氧化；氯元素的化合价从0价降低到−1价，Cl_2被还原。在这个反应中，发生了电子的得失，Na发生了氧化反应，Cl_2发生了还原反应。



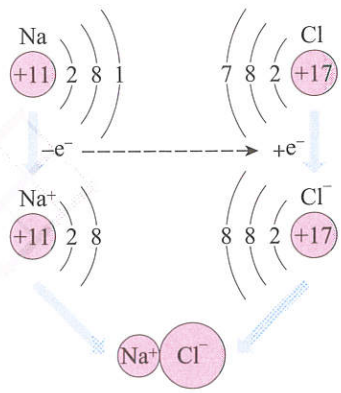
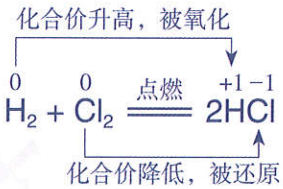


图1-13　NaCl的形成示意图

H_2与Cl_2的反应则与此不同。氢原子的最外电子层上有1个电子，可获得1个电子而形成2个电子的稳定结构；氯原子的最外电子层上有7个电子，也可获得1个电子而形成8个电子的稳定结构。但在发生反应时，它们都未能把对方的电子夺取过来，而是双方各以最外层的1个电子组成一个共用电子对，这个电子对受到两个原子核的共同吸引，使双方最外电子层都达到稳定结构。由于氯原子对共用电子对的吸引力比氢原子的稍强一些，所以，共用电子对偏向于氯原子而偏离于氢原子。因此，氢元素的化合价从0价升高到+1价，H_2被氧化；氯元素的化合价从0价降低到−1价，Cl_2被还原。在这个反应中，发生了共用电子对的偏移，H_2发生了氧化反应，Cl_2发生了还原反应。



通过以上的分析我们知道，氧化还原反应中一定存在着电子转移，有的是电子得失，有的是共用电子对偏移。这就是氧化还原反应的本质。元素的原子失去电子（或电子对偏离），则元素的化合价升高，物质被氧化；元素的原子得到电子（或电子对偏向），则元素的化合价降低，物质被还原。

化合反应、分解反应、置换反应、复分解反应等4种基本类型的反应与氧化还原反应的关系如图1-14所示。

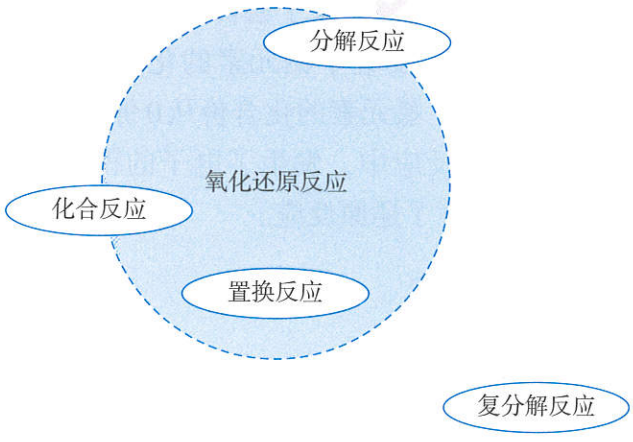


图1-14　4种基本类型的反应与氧化还原反应的关系

科学史话

氧化还原反应概念的发展

人们对氧化还原反应的认识经历了一个漫长的过程。1774年，法国化学家拉瓦锡提出燃烧的氧化学说（即燃烧是物质与氧气的反应）后，人们把物质与氧结合的反应叫做氧化反应，把氧化物失去氧的反应叫做还原反应。

1852年，英国化学家弗兰克兰（E. Frankland，1825—1899）在研究金属有机化合物时提出化合价的概念，并逐步得到完善以后，人们把化合价升高的反应叫做氧化反应，把化合价降低的反应叫做还原反应。

1897年，英国物理学家汤姆孙（J.J. Thomson，1856—1940）发现了电子，打破了原子不可再分的传统观念，使人们对原子的结构有了深入的认识。在此基础上，人们把化合价的升降与原子最外层电子的得失或共用联系起来，将原子失去电子（或电子对偏离）的过程叫做氧化反应，把原子得到电子（或电子对偏向）的过程叫做还原反应。

在化学学习的初始阶段，我们学习的一些概念如氧化还原反应等，往往是不完善和不全面的，这些概念常有一定的适用范围。因此，我们应该正确看待这些初始阶段的概念，并注意它们的发展。

二、氧化剂和还原剂

在氧化还原反应中，一种物质失去电子（或电子对偏离），必然同时有物质得到电子（或电子对偏向）。在反应时，所含元素的化合价升高，即失去电子（或电子对偏离）的物质是还原剂；所含元素的化合价降低，即得到电子（或电子对偏向）的物质是氧化剂。在反应中，电子从还原剂转移到氧化剂（如图1-15）。

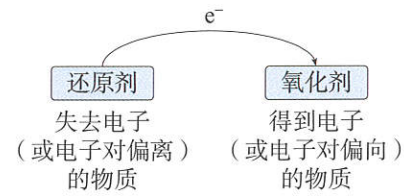
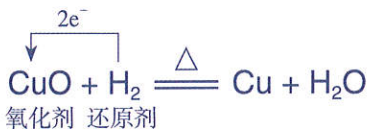
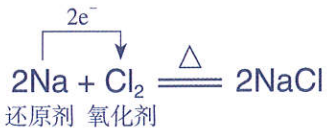


图1-15　还原剂和氧化剂的关系

例如，对于下列反应：





可以看出，还原剂和氧化剂作为反应物共同参加氧化还原反应。还原剂具有还原性，反应时本身被氧化；氧化剂具有氧化性，反应时本身被还原。

还原剂　reductant
氧化剂　oxidant

在中学化学中，常用作氧化剂的物质有O_2、Cl_2、浓硫

酸、HNO_3、$KMnO_4$、$FeCl_3$等；常用作还原剂的物质有活泼的金属单质如Al、Zn、Fe，以及C、H_2、CO、KI等。

氧化还原反应是一类重要的化学反应，广泛存在于生产和生活中。例如，金属的冶炼、电镀、燃料的燃烧、绿色植物的光合作用，以及易燃物的自燃、食物的腐败、钢铁的锈蚀等。这说明化学变化在生产和生活中可能同时具有正、负两方面的影响。如果我们能够掌握化学变化的规律，就有可能做到趋利避害，使之更好地为社会的发展服务。



图1-16　广泛存在的氧化还原反应

思考与讨论

目前，汽车尾气系统中均安装了催化转化器（如图1-17）。在催化转化器中，汽车尾气中的CO和NO在催化剂的作用下发生反应，生成CO_2和N_2。

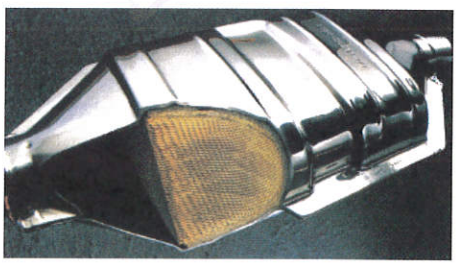


图1-17　催化转化器

（1）请写出上述反应的化学方程式。

（2）请分析上述反应是否为氧化还原反应。如果是，请指出反应中的氧化剂和还原剂。

（3）催化转化器中发生的反应对减少汽车尾气污染有什么作用？请查阅资料，了解氧化还原反应在生产和生活中应用的其他具体事例，与同学讨论你对氧化还原反应价值的认识。

练习与应用

1. 在实验室中制取O_2有多种方法，写出下列制取O_2的反应的化学方程式。

（1）以双氧水为原料制取O_2：_____；

（2）以氯酸钾为原料制取O_2：_____；

（3）以高锰酸钾为原料制取O_2：_____。

从反应类型来看，上述三个反应的共同特点是_____。

2. 在高温时，水蒸气与灼热的炭发生氧化还原反应的化学方程式为：

$$H_2O + C \xlongequal{高温} H_2 + CO$$

其中，H_2O是_____剂，C是_____剂。

3. 高温下铝粉与氧化铁的反应可用来焊接钢轨。其原理是：该反应放出大量的热，置换出的铁呈熔融态。熔融的铁流入钢轨的裂缝里，冷却后就将钢轨牢牢地焊接在一起。该反应的化学方程式为_____，其中，还原剂是_____（填化学式，下同），被还原的物质是_____。

4. 下列变化中，涉及氧化还原反应的是_____（填序号）。

①金属的冶炼　　②钢铁的锈蚀

③食物的腐败　　④钟乳石的形成

5. 下列4种基本类型的反应中，一定是氧化还原反应的是_____（填序号，下同），一定不是氧化还原反应的是_____，可能是氧化还原反应的是_____。

①化合反应　　②分解反应

③置换反应　　④复分解反应

6. 下列反应中，属于氧化还原反应的是（　　）。

A. $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

B. $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$

C. $WO_3 + 3H_2 \xlongequal{高温} W + 3H_2O$

D. $CaCO_3 \xlongequal{高温} CaO + CO_2\uparrow$

7. 下列反应中，HCl做还原剂的是（　　），HCl做氧化剂的是（　　）。

A. $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$

B. $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2\uparrow$

C. $MnO_2 + 4HCl(浓) \xlongequal{\triangle} MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2\uparrow$

D. $CuO + 2HCl = CuCl_2 + H_2O$

8. 实现下列物质之间的转化，需要加入还原剂才能实现的是（　　）。

A. $SO_3 \rightarrow H_2SO_4$

B. $Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2$

C. $CuO \rightarrow Cu$

D. $CO \rightarrow CO_2$

9. 氢化钠（NaH）可在野外用作生氢剂，其中氢元素为−1价。NaH用作生氢剂时的化学反应原理为：$NaH + H_2O = NaOH + H_2\uparrow$。下列有关该反应的说法中，正确的是（　　）。

A. 该反应属于置换反应

B. 该反应属于复分解反应

C. NaH是氧化剂

D. H_2O中的氢元素被还原

10. 分析下列氧化还原反应中元素化合价的变化情况，指出氧化剂和还原剂。

（1）$2H_2 + O_2 \xlongequal{\text{点燃}} 2H_2O$

（2）$4P + 5O_2 \xlongequal{\text{点燃}} 2P_2O_5$

（3）$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2\uparrow$

（4）$2HgO \xlongequal{\triangle} 2Hg + O_2\uparrow$

11. 从氧化剂和还原剂的角度，分析下列三个反应中H_2O_2的作用。

（1）$H_2O_2 + H_2S = 2H_2O + S\downarrow$

（2）$H_2O_2 + Cl_2 = 2HCl + O_2$

（3）$2H_2O_2 \xlongequal{MnO_2} 2H_2O + O_2\uparrow$

12. 高铁酸钠（Na_2FeO_4）是一种新型绿色消毒剂，主要用于饮用水处理。工业上制备高铁酸钠有多种方法，其中一种方法的化学原理可用离子方程式表示为：

$$3ClO^- + 2Fe^{3+} + 10OH^- = 2FeO_4^{2-} + 3Cl^- + 5H_2O$$

请分析上述反应中元素化合价的变化情况，指出氧化剂和还原剂。

13. 阅读本节的“科学史话”，利用图或表简要表示氧化反应、还原反应、氧化还原反应概念的发展。从中你能得到什么启示？

整理与提升

运用分类的方法学习物质及其变化，不仅可以使有关物质及其变化的知识系统化，还可以通过分门别类的研究，发现物质及其变化的规律。

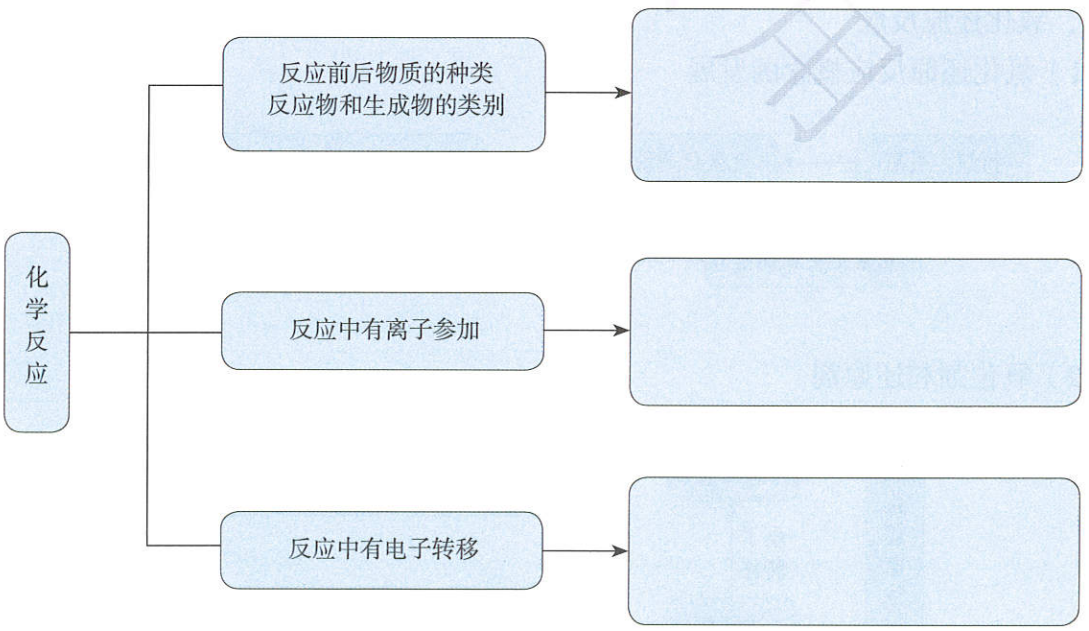
一、物质的分类

请根据物质的组成和性质对学过的物质进行分类（可采用图、表等多种形式）。

请根据分散质粒子的直径大小对分散系进行分类（可采用图、表等多种形式）。

二、化学反应的分类

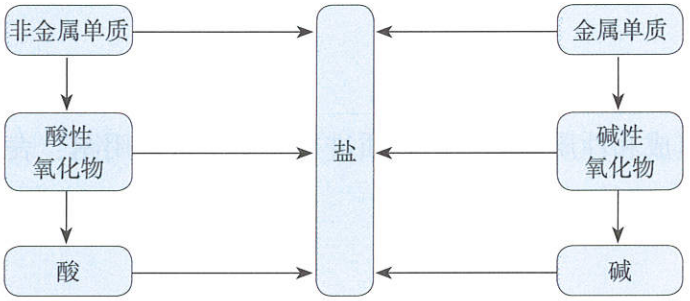
我们可以从不同角度认识化学反应。例如，可以依据不同的标准对化学反应进行分类研究。



三、物质的转化

1. 不同类别物质之间的转化

一般情况下，单质、氧化物、酸、碱和盐的转化关系可简单表示如下：



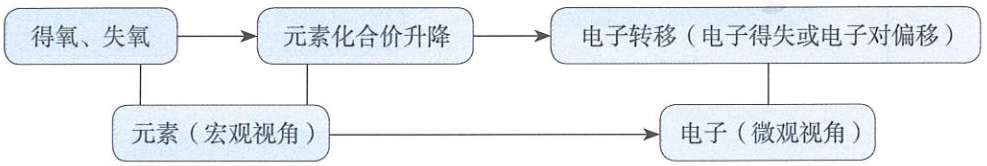
2. 离子反应

电解质溶于水或受热熔化时，形成自由移动的离子的过程叫做电离。有离子参加的反应称为离子反应，电解质在水溶液中的反应属于离子反应。

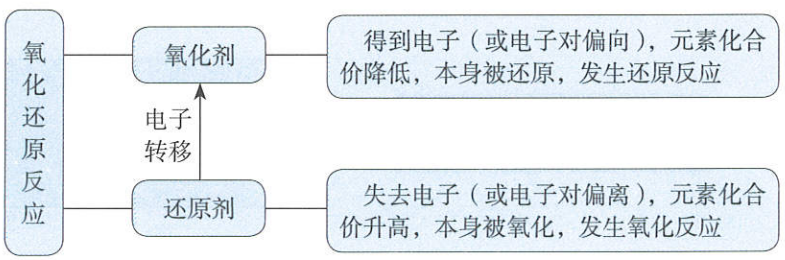
概念	电离 （以NaCl的电离为例）	离子反应 （以Na_2SO_4溶液与$BaCl_2$溶液的反应为例）
宏观现象	NaCl溶于水或受热熔化时能导电	生成白色沉淀
微观实质	NaCl溶于水或受热熔化时发生电离，形成自由移动的Na^+和Cl^-	Ba^{2+}与SO_4^{2-}发生反应生成$BaSO_4$
符号表征	电离方程式： $NaCl = Na^+ + Cl^-$	离子方程式： $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4\downarrow$

3. 氧化还原反应

（1）氧化还原反应概念的发展



（2）氧化剂和还原剂



复习与提高

1. 现有下列4组物质：

A. CaO、MgO、CO_2、CuO　　B. H_2、Cl_2、N_2、Cu

C. O_2、Fe、Cu、Zn　　D. HCl、H_2O、H_2SO_4、HNO_3

（1）填写下表空白。

组别	A组	B组	C组	D组
分类标准	碱性氧化物		金属单质	
不属于该类别的物质		Cu		H_2O

（2）若（1）表中的4种物质相互反应可生成一种新物质——碱式碳酸铜［化学式为$Cu_2(OH)_2CO_3$］，请写出该反应的化学方程式：_____。

2. 维生素C又称“抗坏血酸”，在人体内有重要的功能。例如，能帮助人体将食物中摄取的、不易吸收的Fe^{3+}转变为易吸收的Fe^{2+}，这说明维生素C具有_____（填“氧化性”或“还原性”）。

3. 我国古代四大发明之一的黑火药是由硫黄粉、硝酸钾和木炭粉按一定比例混合而成的，爆炸时的反应为：

$$S + 2KNO_3 + 3C = K_2S + N_2\uparrow + 3CO_2\uparrow$$

在该反应中，还原剂是_____（填化学式，下同），氧化剂是_____。

4. 工业废水中含有的重铬酸根离子（$Cr_2O_7^{2-}$）有毒，必须处理达标后才能排放。工业上常用绿矾（$FeSO_4 \cdot 7H_2O$）做处理剂，反应的离子方程式如下：

$$6Fe^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ = 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

在该反应中，氧化剂是_____（填离子符号，下同），被氧化的是_____。

5. 在明代宋应星所著的《天工开物》中，有关于火法炼锌的工艺记载：“每炉甘石十斤，装载入一泥罐内，……然后逐层用煤炭饼垫盛，其底铺薪，发火煅红，罐中炉甘石熔化成团。冷定毁罐取出。……即倭铅也。……以其似铅而性猛，故名之曰‘倭’云。”（注：炉甘石的主要成分是碳酸锌。）

（1）请完成上述火法炼锌反应的化学方程式：

$$ZnCO_3 + ____ \xrightarrow{\text{高温}} ____ + ____ CO\uparrow$$

（2）在该反应中，还原剂是_____（填化学式，下同），被还原的是_____。

6. 下列各组物质，按化合物、单质、混合物顺序排列的是（　　）。

A. 烧碱、液态氧、碘酒

B. 生石灰、白磷、熟石灰

C. 干冰、铁、氯化氢

D. 空气、氮气、胆矾

7. 下列离子方程式中，正确的是（　　）。

A. 将稀硫酸滴在铁片上：$2Fe + 6H^+ = 2Fe^{3+} + 3H_2\uparrow$

B. 将碳酸氢钠溶液与稀盐酸混合：$HCO_3^- + H^+ = H_2O + CO_2\uparrow$

C. 将硫酸铜溶液与氢氧化钠溶液混合：$CuSO_4 + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow + SO_4^{2-}$

D. 将硝酸银溶液与氯化钠溶液混合：$AgNO_3 + Cl^- = AgCl\downarrow + NO_3^-$

8. 下列各组中的离子，能在溶液中大量共存的是（　　）。

A. H^+、Ca^{2+}、Cl^-、CO_3^{2-}　　B. Na^+、Mg^{2+}、SO_4^{2-}、OH^-

C. K^+、Na^+、OH^-、Cl^-　　D. Cu^{2+}、Ba^{2+}、Cl^-、SO_4^{2-}

9. 下列转化中，需要加入氧化剂才能实现的是（　　）。

A. $I_2 \rightarrow I^-$　　B. $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$

C. $HCO_3^- \rightarrow CO_2$　　D. $MnO_4^- \rightarrow MnO_2$

10. 在西汉刘安组织编撰的《淮南万毕术》中，有“曾青得铁则化为铜”的记载。这说明早在西汉时期，我国劳动人民就已经发现铁能从某些含铜（+2价）化合物的溶液中置换出铜，这个反应是现代湿法冶金的基础。下列关于该反应的说法中，不正确的是（　　）。

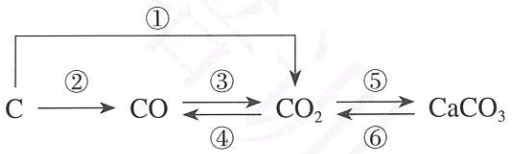
A. 该反应说明铁的金属活动性比铜的强

B. 该反应的离子方程式为：$Fe + Cu^{2+} = Cu + Fe^{2+}$

C. 该反应属于氧化还原反应，反应中铁被氧化

D. 该反应说明金属单质都能与盐发生反应

11. 用化学方程式表示在一定条件下下列物质间的转化关系。指出哪些是氧化还原反应，哪些不是氧化还原反应。对于氧化还原反应，指出氧化剂和还原剂。



12. 现有NaOH、Na_2CO_3和$Ba(OH)_2$三种无色溶液，选用一种试剂把它们鉴别出来，并写出反应的化学方程式和离子方程式。

13. 某白色粉末中可能含有$Ba(NO_3)_2$、$CaCl_2$、K_2CO_3，现进行以下实验：

（1）将部分粉末加入水中，振荡，有白色沉淀生成；

（2）向（1）的悬浊液中加入过量稀硝酸，白色沉淀消失，并有气泡产生；

（3）取少量（2）的溶液滴入$AgNO_3$溶液，有白色沉淀生成。

根据上述实验现象，判断原白色粉末中肯定含有什么物质，可能含有什么物质，并写出有关反应的离子方程式。

元 素 周 期 表

周期	ⅠA 1												ⅢA 13	ⅣA 14	ⅤA 15	ⅥA 16	ⅦA 17	0 18	电子层	0族电子数
1	1 H 氢 $1s^1$ 1.008	ⅡA 2																2 He 氦 $1s^2$ 4.003	K	2
2	3 Li 锂 $2s^1$ 6.941	4 Be 铍 $2s^2$ 9.012											5 B 硼 $2s^22p^1$ 10.81	6 C 碳 $2s^22p^2$ 12.01	7 N 氮 $2s^22p^3$ 14.01	8 O 氧 $2s^22p^4$ 16.00	9 F 氟 $2s^22p^5$ 19.00	10 Ne 氖 $2s^22p^6$ 20.18	L K	8 2
3	11 Na 钠 $3s^1$ 22.99	12 Mg 镁 $3s^2$ 24.31	ⅢB 3	ⅣB 4	ⅤB 5	ⅥB 6	ⅦB 7	ⅧB 8 9 10			ⅠB 11	ⅡB 12	13 Al 铝 $3s^23p^1$ 26.98	14 Si 硅 $3s^23p^2$ 28.09	15 P 磷 $3s^23p^3$ 30.97	16 S 硫 $3s^23p^4$ 32.06	17 Cl 氯 $3s^23p^5$ 35.45	18 Ar 氩 $3s^23p^6$ 39.95	M L K	8 8 2
4	19 K 钾 $4s^1$ 39.10	20 Ca 钙 $4s^2$ 40.08	21 Sc 钪 $3d^14s^2$ 44.96	22 Ti 钛 $3d^24s^2$ 47.87	23 V 钒 $3d^34s^2$ 50.94	24 Cr 铬 $3d^54s^1$ 52.00	25 Mn 锰 $3d^54s^2$ 54.94	26 Fe 铁 $3d^64s^2$ 55.85	27 Co 钴 $3d^74s^2$ 58.93	28 Ni 镍 $3d^84s^2$ 58.69	29 Cu 铜 $3d^{10}4s^1$ 63.55	30 Zn 锌 $3d^{10}4s^2$ 65.38	31 Ga 镓 $4s^24p^1$ 69.72	32 Ge 锗 $4s^24p^2$ 72.63	33 As 砷 $4s^24p^3$ 74.92	34 Se 硒 $4s^24p^4$ 78.96	35 Br 溴 $4s^24p^5$ 79.90	36 Kr 氪 $4s^24p^6$ 83.80	N M L K	8 18 8 2
5	37 Rb 铷 $5s^1$ 85.47	38 Sr 锶 $5s^2$ 87.62	39 Y 钇 $4d^15s^2$ 88.91	40 Zr 锆 $4d^25s^2$ 91.22	41 Nb 铌 $4d^45s^1$ 92.91	42 Mo 钼 $4d^55s^1$ 95.96	43 Tc 锝 $4d^55s^2$ [98]	44 Ru 钌 $4d^75s^1$ 101.1	45 Rh 铑 $4d^85s^1$ 102.9	46 Pd 钯 $4d^{10}$ 106.4	47 Ag 银 $4d^{10}5s^1$ 107.9	48 Cd 镉 $4d^{10}5s^2$ 112.4	49 In 铟 $5s^25p^1$ 114.8	50 Sn 锡 $5s^25p^2$ 118.7	51 Sb 锑 $5s^25p^3$ 121.8	52 Te 碲 $5s^25p^4$ 127.6	53 I 碘 $5s^25p^5$ 126.9	54 Xe 氙 $5s^25p^6$ 131.3	O N M L K	8 18 18 8 2
6	55 Cs 铯 $6s^1$ 132.9	56 Ba 钡 $6s^2$ 137.3	57~71 La~Lu 镧系	72 Hf 铪 $5d^26s^2$ 178.5	73 Ta 钽 $5d^36s^2$ 180.9	74 W 钨 $5d^46s^2$ 183.8	75 Re 铼 $5d^56s^2$ 186.2	76 Os 锇 $5d^66s^2$ 190.2	77 Ir 铱 $5d^76s^2$ 192.2	78 Pt 铂 $5d^96s^1$ 195.1	79 Au 金 $5d^{10}6s^1$ 197.0	80 Hg 汞 $5d^{10}6s^2$ 200.6	81 Tl 铊 $6s^26p^1$ 204.4	82 Pb 铅 $6s^26p^2$ 207.2	83 Bi 铋 $6s^26p^3$ 209.0	84 Po 钋 $6s^26p^4$ [209]	85 At 砹 $6s^26p^5$ [210]	86 Rn 氡 $6s^26p^6$ [222]	P O N M L K	8 18 32 18 8 2
7	87 Fr 钫 $7s^1$ [223]	88 Ra 镭 $7s^2$ [226]	89~103 Ac~Lr 锕系	104 Rf 𬬭* $(6d^27s^2)$ [265]	105 Db 𬭊* $(6d^37s^2)$ [268]	106 Sg 𬭳* [271]	107 Bh 𬭛* [270]	108 Hs 𬭶* [277]	109 Mt 鿏* [276]	110 Ds 𫟼* [281]	111 Rg 𬬭* [280]	112 Cn 鿔* [285]	113 Nh 鿭* [284]	114 Fl 鿫* [289]	115 Mc 鿬* [288]	116 Lv 鿪* [293]	117 Ts 鿬* [294]	118 Og 鿫* [294]	Q P O N M L K	8 18 32 32 18 8 2

原子序数 — 92 U — 元素符号，红色指放射性元素
元素名称 — 铀
注 * 的是人造元素
$5f^36d^17s^2$ — 价层电子排布，括号指可能的电子排布
238.0 — 相对原子质量（加括号的数据为该放射性元素半衰期最长同位素的质量数）

非金属元素　金属元素　过渡元素　稀有气体元素

镧系	57 La 镧 $5d^16s^2$ 138.9	58 Ce 铈 $4f^15d^16s^2$ 140.1	59 Pr 镨 $4f^36s^2$ 140.9	60 Nd 钕 $4f^46s^2$ 144.2	61 Pm 钷* $4f^56s^2$ [145]	62 Sm 钐 $4f^66s^2$ 150.4	63 Eu 铕 $4f^76s^2$ 152.0	64 Gd 钆 $4f^75d^16s^2$ 157.3	65 Tb 铽 $4f^96s^2$ 158.9	66 Dy 镝 $4f^{10}6s^2$ 162.5	67 Ho 钬 $4f^{11}6s^2$ 164.9	68 Er 铒 $4f^{12}6s^2$ 167.3	69 Tm 铥 $4f^{13}6s^2$ 168.9	70 Yb 镱 $4f^{14}6s^2$ 173.1	71 Lu 镥 $4f^{14}5d^16s^2$ 175.0
锕系	89 Ac 锕 $6d^17s^2$ [227]	90 Th 钍 $6d^27s^2$ 232.0	91 Pa 镤 $5f^26d^17s^2$ 231.0	92 U 铀 $5f^36d^17s^2$ 238.0	93 Np 镎 $5f^46d^17s^2$ [237]	94 Pu 钚 $5f^67s^2$ [244]	95 Am 镅* $5f^77s^2$ [243]	96 Cm 锔* $5f^76d^17s^2$ [247]	97 Bk 锫* $5f^97s^2$ [247]	98 Cf 锎* $5f^{10}7s^2$ [251]	99 Es 锿* $5f^{11}7s^2$ [252]	100 Fm 镄* $5f^{12}7s^2$ [257]	101 Md 钔* $(5f^{13}7s^2)$ [258]	102 No 锘* $(5f^{14}7s^2)$ [259]	103 Lr 铹* $(5f^{14}6d^17s^2)$ [262]

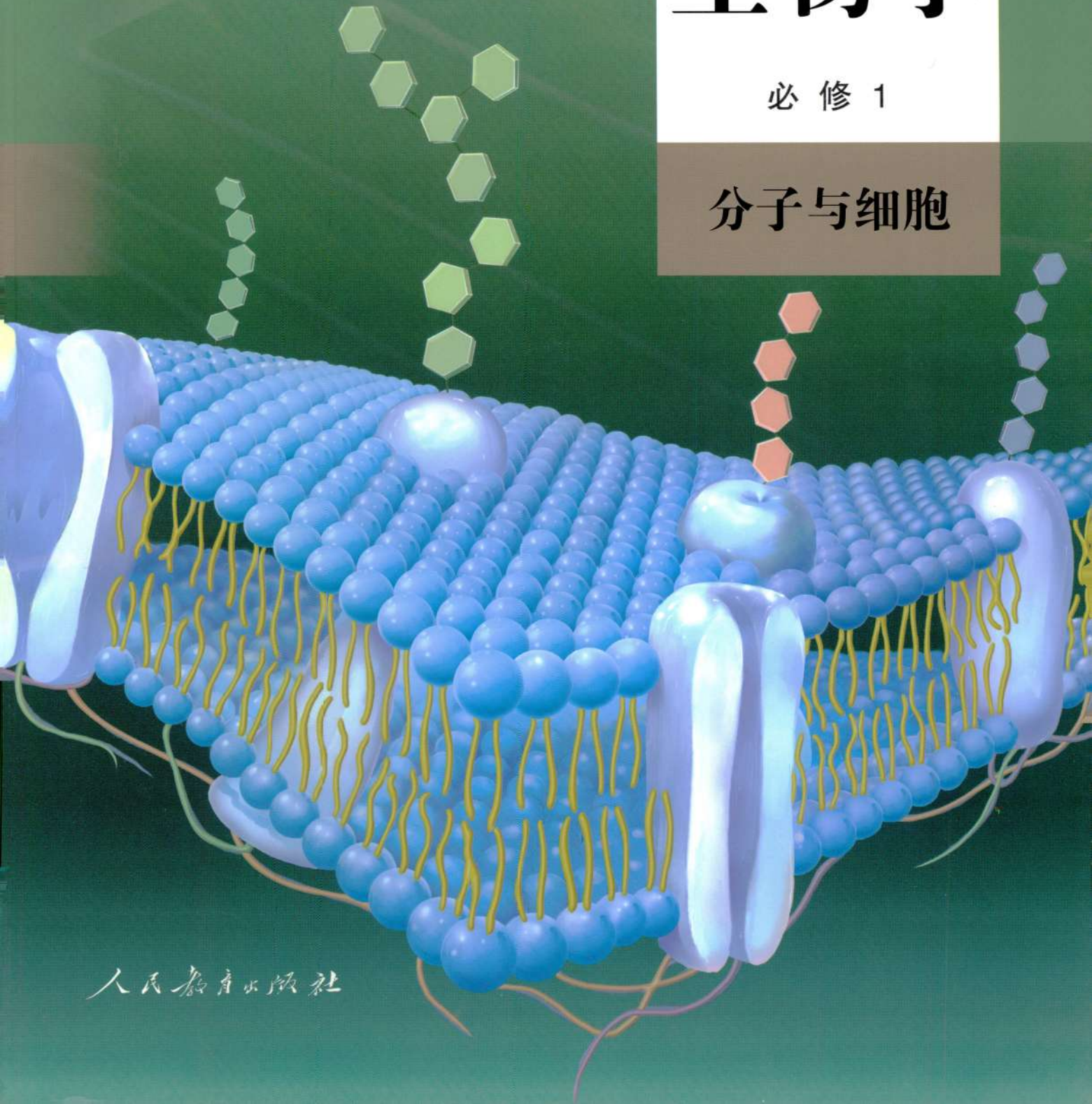
国家教材委员会专家委员会审核通过
2019

普通高中教科书

生物学

必修 1

分子与细胞



人民教育出版社

普通高中教科书

生物学

必修 1

分子与细胞

人民教育出版社　课程教材研究所
生物课程教材研究开发中心　编著

人民教育出版社
·北京·

主　　编：朱正威　赵占良
副 主 编：何奕騑
本册主编：温　青　谭永平

编写人员：（以姓氏笔画为序）
包春莹　吴成军　张　怡　林祖荣
夏献平　桑建利　温　青　谭永平

责任编辑：吴成军
美术编辑：王　喆

普通高中教科书　生物学　必修1　分子与细胞
人民教育出版社　课程教材研究所
生物课程教材研究开发中心　编著

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）
网　　址　http://www.pep.com.cn
重　　印　北京出版集团有限责任公司
发　　行　北京新华书店
印　　刷　人民教育出版社印刷厂
版　　次　2019年6月第1版
印　　次　2019年8月第1次印刷
开　　本　890毫米×1240毫米　1/16
印　　张　9
字　　数　210千字
书　　号　ISBN 978-7-107-33627-0
定　　价　10.35元
价格依据文件号：京发改规〔2016〕13号

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
如发现印、装质量问题，影响阅读，请与北京出版集团有限责任公司联系调换。电话：010-58572293　58572393

绿色印刷　保护环境　爱护健康

亲爱的同学们：
你们手中的这本教科书采用绿色印刷标准印制，在它的封底印有“绿色印刷产品”标志。从2013年秋季学期起，北京地区出版并使用的义务教育阶段中小学教科书全部采用绿色印刷。
按照国家环境标准（HJ2503-2011）《环境标志产品技术要求　印刷　第一部分：平版印刷》，绿色印刷选用环保型纸张、油墨、胶水等原辅材料，生产过程注重节能减排，印刷产品符合人体健康要求。
让我们携起手来，支持绿色印刷，选择绿色印刷产品，共同关爱环境，一起健康成长！
北京市绿色印刷工程

目 录

科学家访谈　探究微观生命世界的奥秘
——与施一公院士一席谈

第 1 章　走近细胞……1
第 1 节　细胞是生命活动的基本单位……2
第 2 节　细胞的多样性和统一性……9
探究·实践　使用高倍显微镜观察几种细胞……9
生物科技进展　人工合成生命的探索……12



第 2 章　组成细胞的分子……15
第 1 节　细胞中的元素和化合物……16
探究·实践　检测生物组织中的糖类、脂肪和蛋白质……18
第 2 节　细胞中的无机物……20
第 3 节　细胞中的糖类和脂质……23
第 4 节　蛋白质是生命活动的主要承担者……28
生物科学史话　世界上第一个人工合成蛋白质的诞生……33
第 5 节　核酸是遗传信息的携带者……34





第 3 章　细胞的基本结构……39

第 1 节　细胞膜的结构和功能……40

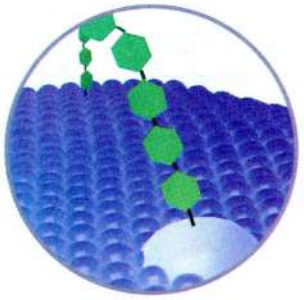
第 2 节　细胞器之间的分工合作……47

探究・实践　用高倍显微镜观察叶绿体和细胞质的流动……50

第 3 节　细胞核的结构和功能……54

探究・实践　尝试制作真核细胞的三维结构模型……57

生物科技进展　世界上首例体细胞克隆猴的诞生……58



第 4 章　细胞的物质输入和输出……61

第 1 节　被动运输……62

探究・实践　探究植物细胞的吸水和失水……64

生物科学史话　人类对通道蛋白的探索历程……68

第 2 节　主动运输与胞吞、胞吐……69

第 5 章　细胞的能量供应和利用……75

第 1 节　降低化学反应活化能的酶……76

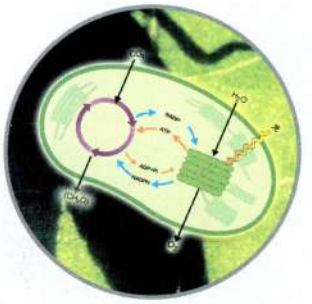
一　酶的作用和本质……76

探究・实践　比较过氧化氢在不同条件下的分解……77

二　酶的特性……81

探究・实践　淀粉酶对淀粉和蔗糖的水解作用……81

探究·实践　影响酶活性的条件……82
科学·技术·社会　酶为生活添姿彩……85
第2节　细胞的能量“货币”ATP……86
第3节　细胞呼吸的原理和应用……90
探究·实践　探究酵母菌细胞呼吸的方式……90
第4节　光合作用与能量转化……97
一　捕获光能的色素和结构……97
探究·实践　绿叶中色素的提取和分离……98
二　光合作用的原理和应用……102
探究·实践　探究环境因素对光合作用强度的影响……105



第6章　细胞的生命历程……109
第1节　细胞的增殖……110
探究·实践　观察根尖分生区组织细胞的有丝分裂……116
第2节　细胞的分化……118
科学·技术·社会　骨髓移植和中华骨髓库……122
第3节　细胞的衰老和死亡……123
生物科技进展　秀丽隐杆线虫与细胞凋亡研究……127
与生物学有关的职业　病理科医师……128



附录　生物学实验室的基本安全规则……131

探究微观生命世界的奥秘

——与施一公院士一席谈



施一公

河南郑州人，世界著名的结构生物学家、中国科学院院士、美国科学院外籍院士、美国艺术与科学院外籍院士。主要研究细胞凋亡的分子机制、阿尔茨海默症发病机理以及包括 RNA 剪接体在内的细胞内大分子复合物的结构与功能，在其研究领域引领世界前沿。因细胞凋亡领域的研究成果获得瑞典皇家科学院颁发的爱明诺夫奖。

施一公院士非常关心基础教育。他在紧张繁忙的工作间隙接受了我们的采访。

问：2002 年，您才 35 岁，就成为美国普林斯顿大学分子生物学系最年轻的终身教授。2008 年，您放弃普林斯顿大学的优厚待遇和优越的科研条件，全职回到清华大学工作。您当时为什么选择回国工作呢？

答：我从小在河南农村长大，但我很幸运，接受了系统而良好的教育，并且遇到了改革开放的大时代，使我能够充分发挥自己的才能。如今，我衣食无忧，从事着自己热爱的科学研究，非常知足而感恩。在美国留学和工作的 18 个春秋里，我一直盼望着有机会回报家乡的父老乡亲，帮助那些不像我这么幸运的兄弟姐妹。全职回到我的母校清华大学，使我得以实现自己的梦想。我在清华最想做的事情就是育人，培养一批有理想、敢担当的年轻人，在他们可塑性还比较强的时候去影响他们，希望他们在提高专业素质、追求个人价值的同时，在内心深处清楚而坚定地意识到自己对于国家和民族义不容辞的责任，承担起中华民族实现强国梦之重任！

问：您从事生物学方面的科研和教学工作已经很多年了，您能简单说说生物学的发展状况和未来的前景吗？

答：目前，生物学已经能在分子水平上，利用定量的物理、化学等手段来研究基本的生命过程和重大疾病的分子基础，从根本上理解生命、促进健康。这在一百年前是不可想象的，这是人类理性和智慧的荣耀。当然，像所有基础学科一样，生物学也有大量激动人心的未解之谜等待我们去破解。在未来，需要更多不同学科背景的研究人员一起努力，揭开生命的奥秘。

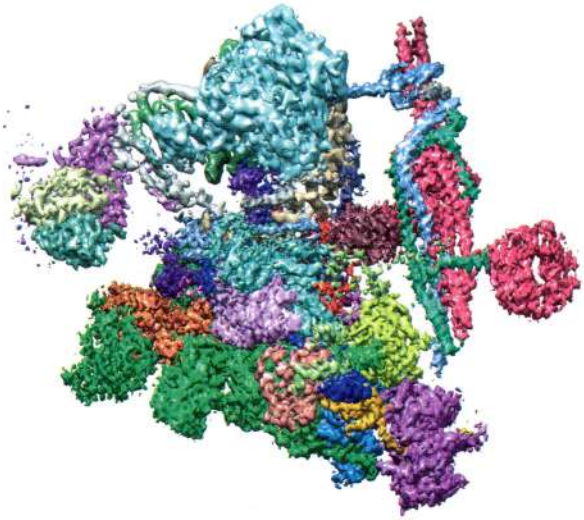
问：您的研究领域是结构生物学，您能简单介绍什么是结构生物学，它有什么意义吗？

答：生老病死等生命过程在微观世界都

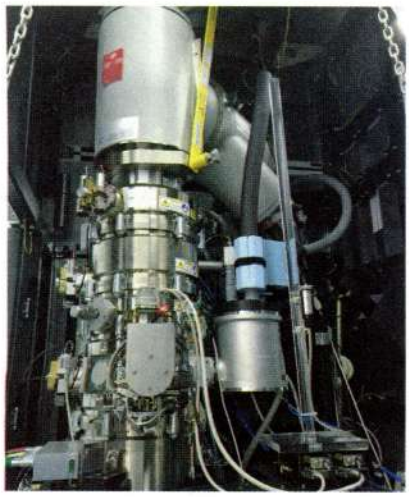
有其分子基础，DNA 所承载的信息被传递到 RNA 和蛋白质，从而执行细胞丰富多彩的功能。结构生物学利用 X 射线晶体学、核磁共振和电子显微镜等手段，通过揭示生物大分子和超大分子复合物（分子机器）的高分辨率空间三维结构来解释其功能，不仅诠释生命过程的机理，也可以揭示药物靶点。目前，许多创新药物的研发都依赖于对其靶标蛋白结构的解析。其实，结构决定功能，这是所有物质科学的基本共识。从某种意义上来说，所有物质科学研究的目标都是理解结构，从而诠释功能和机理、找寻规律。结构生物学的研究因为与生命直接相关，它不仅能满足人类的好奇心，而且具有巨大的应用价值。可以说，结构生物学的研究对理解生命和促进人类健康具有十分重大的意义。

问：2015 年，著名的《科学》（*Science*）杂志发表了您的研究组两篇具有里程碑意义的论文。这两篇论文宣布得到了高分辨率的剪接体三维结构和剪接体对前体信使 RNA（核糖核酸）执行剪接的基本工作机理。您能谈谈这项研究成果吗？

答：在真核生物中，基因表达包括第一步——转录、第二步——加工（剪接）、第三步——翻译。目前，执行第一步的 RNA 聚合酶和第三步的核糖体的原子分辨率空间三维结构都已经获得解析，为我们理解遗传信息传递的这两个基本步骤奠定了基础。这两项结构生物学的工作已分别于 2006 年和 2009 年被授予诺贝尔化学奖。执行基因表达第二步的关键分子机器就是剪接体，其原子分辨率的结构解析因复杂性高、难度巨大，30 多年来全世界许多一流实验室都在攻坚，却无突破。经过多年的努力，我领导的研究团队运用冷冻电子显微镜技术，于 2015 年首次解析了酵母菌剪接体高分辨率的空间三维结构，2016 年又进一步捕捉到剪接体处于不同工作阶段的多个构象，揭示了前体信使 RNA 剪接的动态过程。这些研究进展对人类进一步理解生命、揭示与剪接体相关遗传病的发病机理提供了结构基础和理论指导。



酵母菌剪接体冷冻电镜三维结构示意图



冷冻电子显微镜

问：您在研究过程中遇到过挫折和困难吗？您觉得做科学研究最重要的品格和能力有哪些？

答：科学研究很少有一帆风顺的，需要付出大量的心血和努力。我个人的研究经历也充满挫折。优秀的科学家都有各自独特的品格和能力，但也有一些共通之处。我认为至少要具备以下两点素质。一是时间的付出。所有成功的科学家一定具有的共同点，就是他们付出大量的时间和心血，科学探索之路没有捷径。二是批判性的思维方式。探索未知的科学研究尤其需要严密的逻辑，需要在实验研究中不断

磨练、捕捉每一个可能出现的机会，同时还要敢于挑战学术权威，因此必须有批判性的思维。除此之外，性格因素也很重要，比如强大的心理素质。实验失败很常见，但又往往蕴藏着成功的契机。对与预期结果不符的实验进行正确分析，是一位优秀科学家必备的素质。

问：科学精神对于科学研究非常重要，那么，对于不做科研的人来说，也需要科学精神吗？

答：科学精神的本质就是求真，科学方法的训练使人拥有严密的逻辑和批判性的思维，避免人云亦云；科学研究要求过硬的心理素质，这些对于任何工作都是关键的品质。在这个意义上，科学精神对于我们每一个人都很重要。事实上，从我实验室毕业的学生中，有一些并没有继续从事尖端的科学研究，但他们由于在学生阶段受到科研工作的训练，培养了科学精神和科学思维习惯，在各自的岗位上都做得非常出色。

问：您对中学生如何学好生物学有什么建议吗？

答：生物学知识体系庞大而繁杂，简单了解的门槛低，但入门后掌握其精髓和获得“直觉”的门槛却非常高，甚至要比数学、物理这些严格依赖逻辑思维的学科的门槛还高。生物学又是一个非常广阔的领域，是一个很多研究手段都可以得到发挥的领域。因此，如果同学们对生物学研究感兴趣，那么需要在数学、物理、化学、计算机等学科有一定的基础，最好在其中的某个研究手段上有一些特长。比如我自己是 1984 年全国高中生数学联赛河南省第一名，大学还将数学作为第二专业学习，这些数学的特长在我的研究中也发挥了重要作用。另外，希望同学们不要满足于死记硬背枯燥的结论，而是要开动自己的大脑，弄清楚科学知识的来龙去脉，理解实验设计的逻辑，学会欣赏科学之美。

我最想对高中生说的话：

人类社会能有今天的高度文明和现代化，靠的是科学技术的发展和进步！高中阶段的学习内容包含了人类几百年来科学研究的结晶，希望同学们沉下心来安心学习，打好基础，培养对科学的兴趣，做一个有梦想、有定力、有益于社会的人！

2017 年 11 月



第1章
走近细胞

2017年11月27日，世界上首个体细胞克隆猴在我国诞生！这是我国科学家历经五年攻关取得的重大突破。利用克隆技术可以得到许多在遗传上相同的克隆猴。猴与人在进化上亲缘关系很近，它比鼠更适合用作研究人类疾病和进行药物实验的模型动物；遗传上相同的克隆猴用于药物对照实验有利于更准确地评估药效。这一研究成果的确意义非凡。

人类已经在生物学研究中取得了巨大的成就，然而，许多未解之谜还得回到细胞中去寻找答案。同样地，尽管我们已经对细胞有不少了解，还是有许多问题需要进一步探究，比如为什么单细胞生物能独立生活，而多细胞动植物必须依赖各种分化细胞的密切合作才能完成复杂的生命活动？为什么细胞的形态各异，但却有着大致相同的基本结构？为什么生命活动离不开细胞？

让我们再次走近细胞，更深入地探索它的奥秘。



每一个生物科学问题的答案都必须在细胞中寻找。

——美国细胞生物学家威尔逊（E. B. Wilson）

第 1 节
细胞是生命活动的基本单位



大熊猫吃冷箭竹

问题探讨

大熊猫和冷箭竹形态迥异，但它们生命活动的基本单位都是细胞。

讨论

1. 如果让你提供证据说明大熊猫和冷箭竹都是由细胞构成的，你将如何获取和提供证据？

2. 与同学相互评价各自的证据是否正确和充分。

本节聚焦

- 细胞学说的内容是什么？有什么意义？
- 细胞学说的建立过程对你有哪些启示？
- 怎样理解细胞是基本的生命系统？

面对奇妙的自然界，人类天生就有无限的好奇心。层出不穷的“是怎样的？”“为什么是这样？”等问题，吸引着人们去探究，科学因此而不断前进。

显微镜的发明使人类打开了微观世界的大门。借助显微镜，人们看到了一滴水中有许多肉眼看不见的小生物，看到了动物体和植物体中各种各样的细胞。随着观察的深入，新的问题也接踵而至：细胞与生物体的关系是怎样的？动物体和植物体细胞的一致性和差异性是怎样的？新细胞是如何产生的？生物体的生长和发育等生命活动与细胞有什么关系？这一系列问题吸引着人们进行更深入的探究，历时一百多年，终于作出了理论概括，形成了作为生物学重要基础的细胞学说。



施莱登



施旺

▲ 图 1-1　施莱登和施旺

细胞学说及其建立过程

细胞学说的建立者主要是两位德国科学家施莱登（M. J. Schleiden, 1804—1881）和施旺（T. Schwann, 1810—1882）（图 1-1）。后人根据他们分别于 1838 年和 1839 年发表的研究结果进行整理并加以修正，综合为以下要点：

1. 细胞是一个有机体，一切动植物都由细胞发育而来，并由细胞和细胞产物所构成；

2. 细胞是一个相对独立的单位，既有它自己的生命，又对与其他细胞共同组成的整体生命起作用；

3．新细胞是由老细胞分裂产生的。

细胞学说的内容，现在看起来似乎是显而易见的，当时却经历了漫长而曲折的建立过程。



虎克绘制的木栓细胞图



虎克时代的显微镜

思考 · 讨论

分析细胞学说建立的过程

阅读和分析下面的资料，讨论相关问题，发表你的见解。

1．从人体的解剖和观察入手——从器官到组织

人体是怎样构成的？这个问题首先引起了解剖学家的注意。1543年，比利时的维萨里（A. Vesalius）通过大量的尸体解剖研究，发表了巨著《人体构造》，揭示了人体在器官水平的结构。法国的比　夏（M. F. X. Bichat）经过对器官的解剖观察，指出器官由低一层次的结构——组织构成。这对于人类认识生物个体的结构层次非常重要。



维萨里解剖工作图

2．显微观察资料的积累——认识细胞

1665年，英国科学家罗伯特•虎克（R. Hooke）用显微镜观察植物的木栓组织，发现这些木栓组织由许多规则的小室组成，他把观察到的图像画了下来，并把“小室”称为cell——细胞。

之后，荷兰著名磨镜技师列文虎克（A. van Leeuwenhoek）用自制的显微镜，观察到不同形态的细菌、红细胞和精子等。意大利的马尔比基（M. Malpighi）用显微镜广泛观察了动植物的微细结构，如细胞壁和细胞质。此后，虽然观察细胞所获得的资料不断增加，积累了较丰富的材料，但是，在长达170多年的历史中，人们对细胞及其与生物体的关系并没有进行科学的归纳和概括。

3．科学观察和归纳概括的结合——形成理论

植物学家施莱登通过对花粉、胚珠和柱头组织的观察，发现这些组织都是由细胞构成的，而且细胞中都有细胞核。在此基础上，他进行了理论概括，提出了植物细胞学说，即植物体都是由细胞构成的，细胞是植物体的基本单位，新细胞从老细胞中产生。施莱登把他的研究成果告诉了动物学家施旺，施旺很感兴趣并大受启发，决意要证明植物界和动物界这“两大有机界最本质的联系”。施旺主要研究了动物细胞的形成机理和个体发育过程，他认为：动物体也是由细胞构成的，一切动物的个体发育过程，都是从受精卵这个单细胞开始的。为此，他发表了研究报告《关于动植物的结构及一致性的显微研究》。施旺还说：“现在，我们已推倒了分隔动植物界的巨大屏障。”

4．细胞学说在修正中前进

新细胞如何由老细胞产生呢？施莱登认为新细胞是从老细胞的细胞核中长出来的，或者是在老细胞的细胞质中像结晶那样产生的。施莱登的朋友耐格里（K. Nageli）用显微镜观察了多种植物分生区新

细胞的形成，发现新细胞的产生原来是细胞分裂的结果。还有些学者观察了动物受精卵的分裂。在此基础上，1858 年，德国的魏尔肖（R. L. C. Virchow）总结出“细胞通过分裂产生新细胞”。他的名言是：“所有的细胞都来源于先前存在的细胞。”



魏尔肖在讲演

这个断言，至今仍未被推翻。

讨论

1. 科学家是如何通过获得证据来说明动植物体由细胞构成这一结论的？

2. 施莱登和施旺只是观察了部分动植物的组织，却归纳出“所有的动植物都是由细胞构成的”。这一结论可信吗？为什么？这一结论对生物学研究有什么意义？

3. “所有的细胞都来源于先前存在的细胞”，这是否暗示着你身体的每个细胞都凝聚着漫长的进化史？细胞学说主要阐明了细胞的多样性还是生物界的统一性？

4. 通过分析细胞学说建立的过程，你领悟到科学发现具有哪些特点？

学科交叉

与化学的联系

1803 年，英国化学家道尔顿提出：物质是由不可再分的基本微粒——原子所组成的。原子也是化学作用的最小单位，在一切化学反应中保持不变。他的原子论为许多化学现象提供了清晰的理论解释，对化学的发展起到了奠基作用。

知识链接

关于进化论的具体内容，详见必修2《遗传与进化》第6章。

细胞学说揭示了动物和植物的统一性，从而阐明了生物界的统一性。就像原子论之于化学一样，细胞学说对于生物学的发展具有重大的意义。

细胞学说使人们认识到植物和动物有着共同的结构基础，从而在思想观念上打破了在植物学和动物学之间横亘已久的壁垒，也促使积累已久的解剖学、生理学、胚胎学等学科获得了共同的基础，这些学科的融通和统一催生了生物学的问世。

细胞学说中关于细胞是生命活动基本单位的观点，使人们认识到生物的生长、生殖、发育及各种生理现象的奥秘都需要到细胞中去寻找，生物学的研究随之由器官、组织水平进入细胞水平，并为后来进入分子水平打下基础。

细胞学说中细胞分裂产生新细胞的结论，不仅解释了个体发育，也为后来生物进化论的确立埋下了伏笔。新细胞由老细胞产生，老细胞由更老的细胞产生，如此上溯，现代生物的细胞都是远古生物细胞的后代，小小的细胞内部，凝聚着数十亿年基因的继承和改变。每个细胞，每个生物，都是历史的产物。被恩格斯列入19世纪自然科学三大发现的细胞学说和进化论，作为生物学大厦的基石，赋予生物学不同于其他自然科学的独特韵味。

科学方法

归纳法

归纳法是指由一系列具体事实推出一般结论的思维方法。例如，从观察到植物的花粉、胚珠、柱头等的细胞都有细胞核，得出植物细胞都有细胞核这一结论，运用的就是归纳法。归纳法分为完全归纳法和不完全归纳法。根据部分植物细胞都有细胞核而得出植物细胞都有细胞核这一结论，实际上就是运用了不完全归纳法。如果观察了所有类型的植物细胞，并发现它们都有细胞核，才得出植物细胞都有细胞核的结论，就是完全归纳法。科学研究中经常运用不完全归纳法。由不完全归纳得出的结论很可能是可信的，因此可以用来预测和判断，不过，也需要注意存在例外的可能。

细胞是基本的生命系统

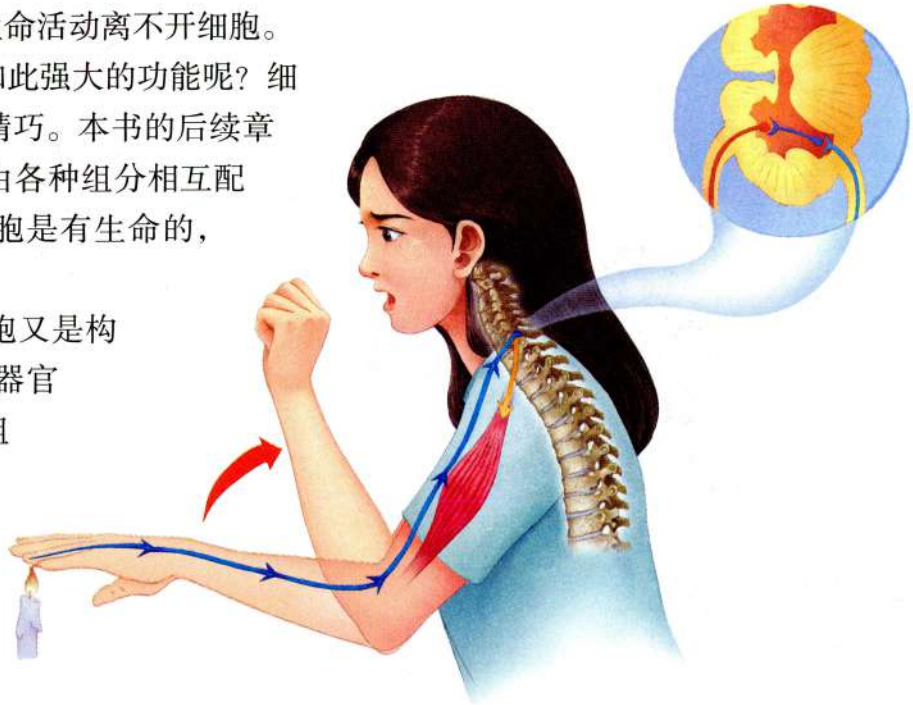
正如施旺所说：每个细胞都相对独立地生活着，但同时又从属于有机体的整体功能。单细胞生物能够独立完成生命活动，多细胞生物依赖各种分化的细胞密切合作，共同完成一系列复杂的生命活动。例如，缩手反射就是由一系列不同的细胞共同参与完成的比较复杂的生命活动（图1-2）。事实上，动植物以细胞代谢为基础的各种生理活动，以细胞增殖、分化为基础的生长发育，以细胞内基因的传递和变化为基础的遗传与变异，等等，都说明细胞是生命活动的基本单位，生命活动离不开细胞。

小小的细胞为什么具有如此强大的功能呢？细胞虽小，但其结构却复杂而精巧。本书的后续章节将向你展示，细胞是一个由各种组分相互配合而组成的复杂的系统。细胞是有生命的，是一个生命系统。

在多细胞生物体内，细胞又是构成组织的组分，组织是构成器官的组分，器官是构成个体的组分。组织、器官、个体都是有生命活动的整体，因此是不同层次的生命系统。

相关信息

系统是指彼此间相互作用、相互依赖的组分有规律地结合而形成的整体。比如，你的身体是由许多器官在结构上相互联系、在功能上相互配合而形成的整体，因此可以看作一个系统。



▲ 图1-2　缩手反射

在自然界，生物个体都不是单独存在的，而是与其他同种和不同种的个体以及无机环境相互依赖、相互影响的。在一定的空间范围内，同种生物的所有个体形成一个整体——种群，不同种群相互作用形成更大的整体——群落，群落与无机环境相互作用形成更大的整体——生态系统，地球上所有的生态系统相互关联构成更大的整体——生物圈。可见，自然界从生物个体到生物圈，可以看作各个层次的生命系统（图1-3）。



▲ 图 1-3　生命系统的结构层次模式图

一个分子或一个原子，也是一个系统吗？如果是，它们是不是生命系统？如果不是，请说明理由。

在一定的区域内，所有的大熊猫个体形成了一个种群，所有的冷箭竹也是一个种群；在同一区域内，大熊猫、冷箭竹和其他生物一起共同形成了一个群落；这个群落和它们所生活的无机环境相互关联，形成了一个统一的整体，这就是生态系统。



生物圈



种群、群落和生态系统

思考 · 讨论

从细胞的视角看生命世界

请结合图1-3，分析讨论以下问题。

1. 叶的表皮细胞和心肌细胞各有什么功能？

2. 冷箭竹的光合作用是在哪些细胞中进行的？大熊猫的血液运输氧的功能是靠哪种细胞完成的？

3. 大熊猫和冷箭竹繁殖后代关键是靠什么细胞？

4. 生物圈的碳氧平衡是不是与地球上所有生物细胞的生命活动都有关系？为什么？

知识链接

关于生态系统的能量流动和物质循环，详见选择性必修2《生物与环境》。

审视各层次生命系统的关系，我们发现，无论从结构上还是功能上看，细胞这个生命系统都属于最基本的层次。各层次生命系统的形成、维持和运转都是以细胞为基础的，就连生态系统的能量流动和物质循环也不例外。因此，可以说细胞是基本的生命系统。本书将带你在这个生命系统中畅游，了解它的组成、运转和发展变化的规律。

练习与应用

一、概念检测

1．判断下列事实或证据是否支持细胞是生命活动的基本单位。

（1）草履虫是单细胞生物，能进行运动和分裂。（ ）

（2）人体发育离不开细胞的分裂和分化。（ ）

（3）离体的叶绿体在一定的条件下能释放氧气。（ ）

（4）用手抓握物体需要一系列神经细胞和肌肉细胞的协调配合。（ ）

2．下列叙述与细胞学说不相符的是（ ）

A．植物和动物都是由细胞构成的，这反映了生物界的统一性

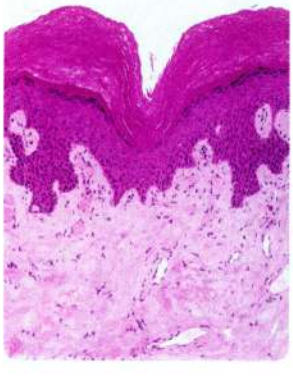
B．植物和动物有着共同的结构基础

C．人体每个细胞都能单独完成各项生命活动

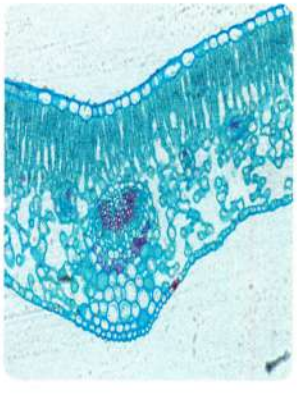
D．新细胞是通过已存在的细胞分裂产生的

3．观察人体皮肤纵切片和迎春叶横切片的光学显微镜图像，回答问题。

（1）在两张切片的图像中，尽可能多地写出你认识的细胞名称以及它们可能的功能。



人体皮肤纵切（局部）



迎春叶横切（局部）

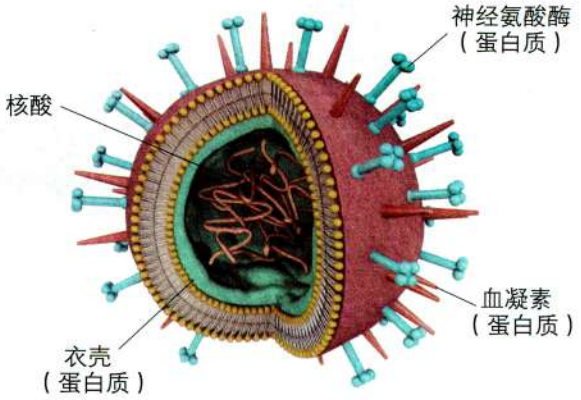
（2）比较动物细胞和植物细胞，描述它们的共同点和区别。

（3）为什么把人体皮肤和迎春叶都称为器官？

二、拓展应用

1．某同学在显微镜下观察了菠菜、天竺葵、柳树叶片中的叶肉细胞，发现这些叶肉细胞中都有叶绿体，于是得出了植物叶肉细胞都有叶绿体的结论。他得出这个结论应用了不完全归纳法。你还能列举不完全归纳法其他应用的例子吗？在使用这种方法时，要注意什么问题？

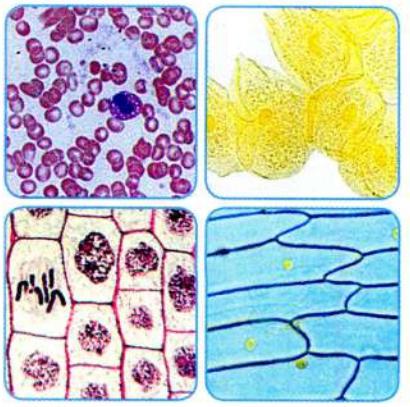
2．病毒没有细胞结构，一般由核酸和蛋白质组成。但是，病毒的生活离不开细胞，请查阅资料，说明病毒的生活为什么离不开细胞。



某种病毒模式图

3．如果“新细胞都是从老细胞中产生的”不成立，细胞一直可以从无机环境中自然发生，生物进化的观点还能被人们普遍接受吗？请用自己的语言简要阐述细胞学说是否支持生物进化的观点。

第 2 节
细胞的多样性和统一性



光学显微镜下的几种细胞

问题探讨

看看右图中的四张照片，是否似曾相识？这些细胞都是你在初中生物实验课上观察过的。

讨论

1. 图中共有几种细胞？它们的名称分别是什么？有哪些共同的结构？

2. 请举一两个例子，说说不同种类细胞的形态结构不同的原因。

通过回忆和讨论，你已经初步认识了细胞的多样性和统一性。在初中阶段，通常都是用光学显微镜的低倍镜来观察细胞的，而且观察的材料有限。现在，让我们尝试用高倍镜来观察更多种类的细胞。

本节聚焦

- 怎样使用高倍显微镜？
- 原核细胞与真核细胞的区别是什么？
- 怎样理解细胞既有多样性又有统一性？

观察细胞

探究 · 实践

使用高倍显微镜观察几种细胞

目的要求

1. 使用高倍显微镜观察几种细胞，比较不同细胞的异同点。

2. 运用制作临时装片的方法。

材料用具

1. 建议选用的观察材料：真菌（如酵母菌）细胞，低等植物（如水绵等丝状绿藻）细胞，高等植物细胞（如叶的保卫细胞），动物细胞（如鱼的红细胞）。以上这些材料，做成临时装片后就可以观察。也可以使用其他替代材料。

2. 还可以观察人体的上皮组织、结缔组织、肌肉组织、神经组织的切片，血涂片和植物叶片结构的永久切片。

3. 显微镜，载玻片，盖玻片，镊子，滴管，清水，生理盐水。如果实验过程中需要染色，应准备常用的染色液。

方法步骤

1. 根据光学显微镜的构造和原理，以及使用低倍镜观察积累的经验，提出使用高倍镜的方法步骤和注意事项。

2. 小组成员分别制作不同材料的临时装片。



① 转动反光镜使视野明亮。



② 在低倍镜下观察清楚后，把要放大观察的物像移至视野中央。



③ 转动转换器，换成高倍物镜。



④ 用细准焦螺旋调焦并观察。

3. 在观察临时装片时，由完成制片的同学调试显微镜，该同学观察后再换其他同学观察。

4. 观察永久切片和血涂片。

讨论

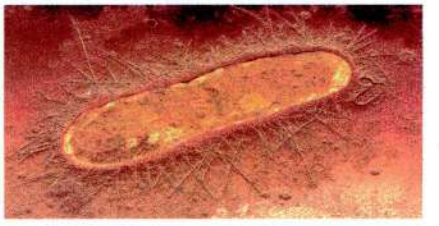
1. 使用高倍镜观察的步骤和要点是什么？

2. 归纳所观察到的细胞在结构上的共同点，并描述它们之间的差异，分析产生差异的可能原因。

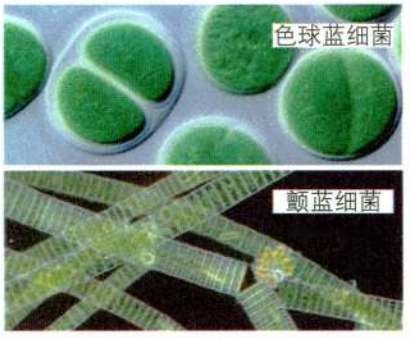
3. 下图是大肠杆菌的电镜照片，你在本实验中观察到的细胞与大肠杆菌有什么主要区别？



大肠杆菌扫描电镜照片（放大 10 000 倍）



大肠杆菌透射电镜照片（放大 12 000 倍）



▲ 图 1-4　几种蓝细菌

原核细胞和真核细胞

通过显微镜观察了解了细胞的多样性，同时也看到细胞都有相似的基本结构，如细胞膜、细胞质和细胞核，这反映了细胞的统一性。

有一类细胞没有成形的细胞核，如大肠杆菌和其他细菌细胞。科学家根据细胞内有无以核膜为界限的细胞核，把细胞分为真核细胞（eukaryotic cell）和原核细胞（prokaryotic cell）两大类。由真核细胞构成的生物叫作真核生物，如植物、动物、真菌等。由原核细胞构成的生物叫作原核生物。

原核生物主要是分布广泛的各种细菌。有一类细菌叫作蓝细菌（旧称蓝藻，图 1-4），你见过它们吗？蓝细菌的细胞比其他的细菌大，大多数细菌的直径为 0.5~5.0 μm，

蓝细菌细胞的直径约为10 μm，有的甚至可以达到70 μm，如颤蓝细菌。一般来说，我们用肉眼是分辨不清蓝细菌的，但是当它们以细胞群体的形式存在时，你可能见过。淡水水域污染后富营养化，导致蓝细菌和绿藻等大量繁殖，会形成让人讨厌的水华（图1-5），影响水质和水生动物的生活。



▲图1-5　池塘中的水华

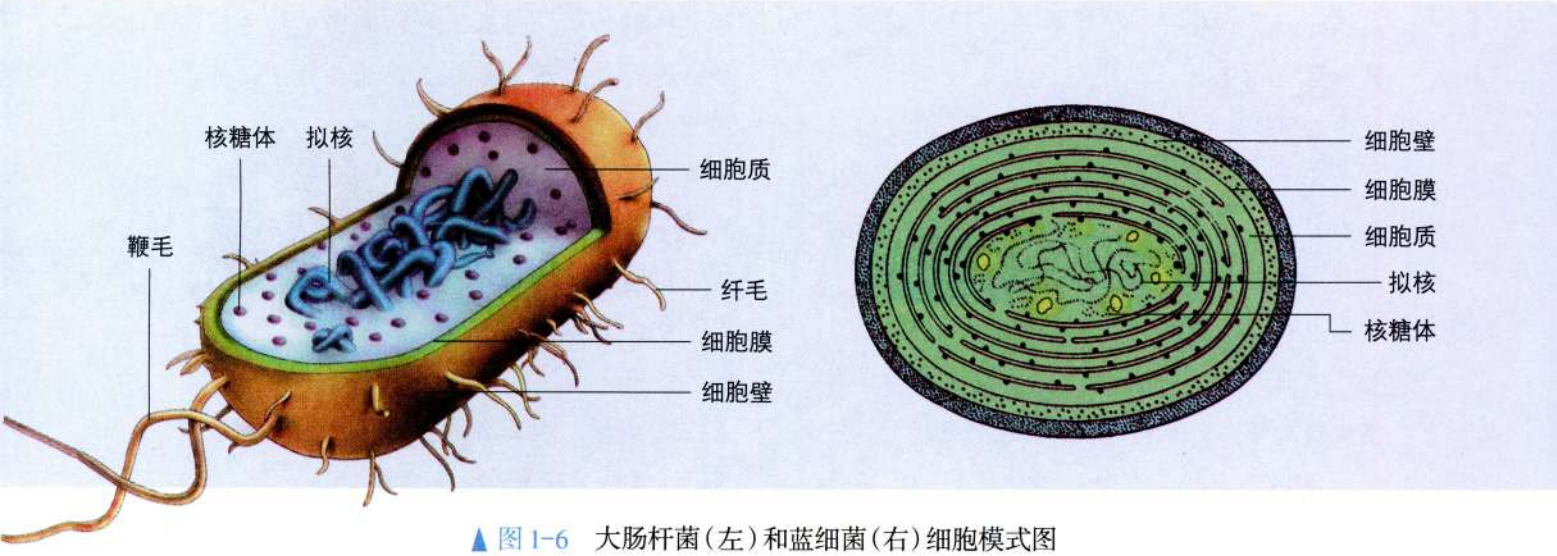
与社会的联系　发菜也属于蓝细菌，细胞群体呈黑蓝色，状如发丝，在我国多产于西北草地和荒漠。因发菜和“发财”谐音，有人争相食之，过度采挖破坏了生态。我国已将发菜列为国家一级重点保护生物，予以保护。

蓝细菌细胞内含有藻蓝素和叶绿素，是能进行光合作用的自养生物。细菌中的多数种类是营腐生或寄生生活的异养生物。细菌的细胞都有细胞壁、细胞膜和细胞质，都没有由核膜包被的细胞核，也没有染色体，但有环状的DNA分子，位于细胞内特定的区域，这个区域叫作拟核（图1-6）。

至此，我们对细胞的多样性又有了进一步的认识：真核细胞多种多样，原核细胞多种多样，而真核细胞和原核细胞又不一样。

原核细胞和真核细胞具有相似的细胞膜和细胞质，它们都以DNA作为遗传物质，这让我们再一次看到了原核细胞和真核细胞的统一性。

你如何解读“原核细胞”和“真核细胞”中的“原”字和“真”字？据此推测原核生物和真核生物在进化上的联系。



▲图1-6　大肠杆菌（左）和蓝细菌（右）细胞模式图

练习与应用

一、概念检测

1．基于对原核生物和真核生物的理解，判断下列表述是否正确。

（1）真菌和细菌是原核生物。（ ）

（2）原核生物中既有自养生物，又有异养生物。（ ）

（3）原核生物是单细胞生物，真核生物既有单细胞生物也有多细胞生物。（ ）

2．草履虫、衣藻、变形虫和细菌都是单细胞生物。尽管它们的大小和形状各不相同，但它们都有相似的结构，即都具有（ ）

A．细胞膜、细胞质、细胞核、液泡

B．细胞壁、细胞膜、细胞质、细胞核

C．细胞膜、细胞质、细胞核、染色体

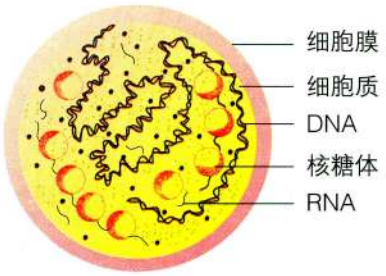
D．细胞膜、细胞质、储存遗传物质的场所

3．根瘤菌（属于细菌）与豆科植物共生形成根瘤。在对根瘤菌进行分离时，如何根据细胞的形态结构特点，来区分根瘤菌细胞与植物细胞？

二、拓展应用

1．细胞虽然形态多种多样，但是基本结构具有高度的统一性。细胞为什么会有统一性？细胞的多样性又是怎样产生的？

2．支原体肺炎是一种常见的传染病，其病原体是一种称为肺炎支原体的单细胞生物（见下图），请据图分析回答。



支原体结构模式图

（1）支原体与动物细胞的结构有什么区别？

（2）支原体与细菌的细胞结构有什么区别？

（3）支原体是真核生物还是原核生物？

生物科技进展

人工合成生命的探索

生命如此神奇！那么，能不能人工合成生命呢？很多人想知道答案。科学家首先以简单的单细胞生物为研究对象展开探索。

支原体可能是最小、最简单的单细胞生物。20世纪90年代，美国科学家文特尔（C.Venter，1946— ）领导的小组研究了某种支原体的基因，从中筛选出生命活动必不可少的300多个基因，并进行人工合成。他们将人工合成的这些基因进行拼接、处理，注入去掉DNA的支原体细胞中，组成一个新的细胞。这样的新细胞具有进行基本生命活动的能力和繁殖能力。

支原体是原核生物。能不能人工合成真核生物的基因，并使之表现出生物活性呢？

2014年，科学家对酿酒酵母的一条染色体进行了重新设计和人工合成。2017年3月，科学家宣布人工合成了5条酿酒酵母染色体，其中4条是由我国科学家完成的。2018年8月，我国科学家宣布，他们对酿酒酵母的16条染色体进行了研究，重新设计并人工合成为1条染色体，这1条染色体就可以执行16条染色体的功能。将这条染色体移植到去核的酿酒酵母细胞后，细胞依然能够存活，并表现出相应的生命特性。这是国际上首次人工创建单条染色体的真核细胞。这项研究成果是合成生物学领域一项里程碑式的突破。



我国科学家合成的酿酒酵母染色体模型

想一想，人工合成生命的研究有什么意义？上述研究成果是否标志着人工合成生命的设想已经实现？你赞成进行这方面的研究吗？

本章小结

理解概念

- 除病毒以外，生物体都是以细胞作为结构和功能的基本单位，生命活动离不开细胞。
- 细胞有着相似的基本结构，如细胞膜、细胞质等。但是，不同生物的细胞结构又有差别。
- 细胞是多种多样的，总体上可以分为真核细胞和原核细胞两大类，它们的主要区别是有无以核膜包被的细胞核。
- 在同一个多细胞生物体内，由于细胞结构和功能的分化，细胞也呈现多样性。多种多样的细胞都有共同的结构模式：有细胞膜、细胞质、遗传物质集中存在的区域（细胞核或拟核），这说明细胞的统一性。细胞的统一性可以用细胞学说中“新细胞由老细胞产生”的观点来解释，这也是生物界的统一性的基础。
- 细胞学说阐明了动植物都是由细胞构成的，并且都以细胞为生命活动的基本单位。基于这一结论，人们认识到生物界也具有统一性，这对于人们深入认识生物的结构、生理、发育以及遗传和进化都有着重大的意义。
- 从系统的视角看生命世界，细胞、组织、器官（系统）、个体、种群、群落、生态系统、生物圈，是不同层次的生命系统。由于细胞是生命活动的基本单位，各层次生命系统的形成、维系和运转都是以细胞为基础的，因此细胞是基本的生命系统。生物科学要研究各个层次的生命系统及其相互关系，首先要研究细胞。

发展素养

通过本章的学习，应在以下几方面得到发展。

- 阐明细胞的多样性与统一性，进而认同生物界的多样性与统一性，感受大自然的神奇与美丽。
- 初步建立系统的观念，尝试以系统观认识生命世界。
- 通过分析细胞学说建立的过程，认同科学发现的基本特点：重视观察与实证，需要归纳和概括；科学的发现依赖于技术的进步；科学理论的建立往往要经历不断修正完善的过程。能够在今后的学习和探究中不断深化这些认识，并以此指导自己的探究，审视他人的研究过程和结论。

复习与提高

一、选择题

1. 细胞学说为生物学的发展起到了奠基的作用，主要原因是它揭示了（ ）

A. 植物细胞与动物细胞的区别

B. 原核细胞和真核细胞的区别

C. 生物体结构的统一性

D. 生物界细胞的多样性

2. 沙眼衣原体是一类导致人患沙眼的病原体，通过电子显微镜观察其细胞结构，可以确定沙眼衣原体是原核生物。作为判断的主要依据是（ ）

A. 有细胞壁　B. 有细胞膜

C. 没有线粒体　D. 没有以核膜包被的细胞核

3. 生命系统存在着从细胞到生物圈各个不同的结构层次。下列相关叙述错误的是（ ）

A. 细胞是基本的生命系统

B. 草履虫可以看作是基本的生命系统

C. 植物体和动物体共有的生命系统层次有细胞、组织、器官、个体

D. 生态系统中存在非生命的物质和成分，不属于生命系统

4. 细胞是生物体的基本结构和功能单位。下列有关细胞的叙述，正确的是（ ）

A. 原核细胞结构简单，所以不具有多样性

B. 原核细胞与真核细胞之间不具有统一性

C. 除病毒外，生物体都是由细胞构成的

D. 新细胞是从老细胞的细胞核中产生的

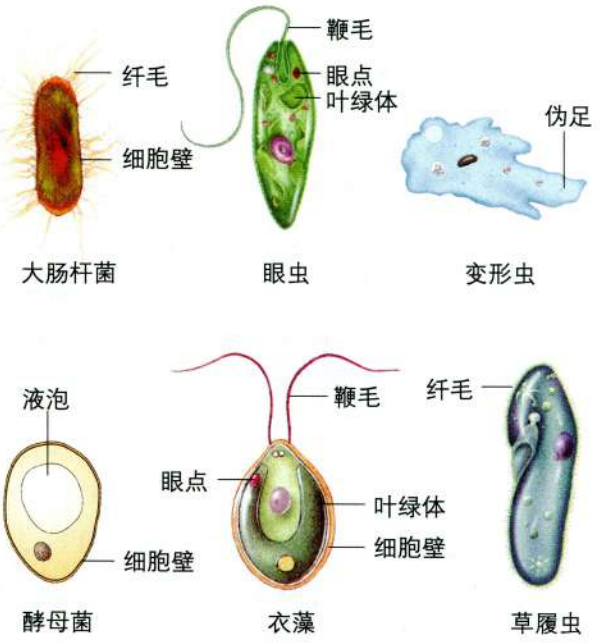
二、非选择题

1. 画概念图

画概念图可以直观而形象地表示概念之间的相互关系，帮助你梳理所学的知识，建立良好的知识结构。请你分析下图，在“？”处填写适当的连接词。



2. 下图是人们常见的几种单细胞生物，据图回答下面的问题。



（1）这几种生物共有的结构是_____。

（2）与绿色开花植物细胞的结构和功能类似的生物是_____，你判断的依据是_____；与哺乳动物细胞的结构和功能类似的生物是_____，你判断的依据是_____。

（3）眼虫与植物和动物都有相同之处，从进化的角度看，你认为合理的解释是_____。

3. 2002 年 7 月 12 日，美国《科学快报》报道了纽约州立大学几位病毒学家人工合成脊髓灰质炎（俗称小儿麻痹症）病毒的消息和简略的研究过程。用人工合成的病毒感染小鼠的实验证明，人工合成的病毒能够引发小鼠脊髓灰质炎，只是毒性比天然病毒小得多。

回答下列问题。

（1）人工合成脊髓灰质炎病毒，是否就是人工制造了生命？

（2）人工合成病毒的研究，应该肯定还是应该否定？为什么？

普通高中教科书

思想政治

必修 1

中国特色社会主义

欢迎关注爱上高中政治微信公众号
将会陆续推出更多高中政治学科干货
是学生学习和老师教学的好帮手
打开微信扫一扫二维码关注我们

或者搜索公众号
gzzz365

人民教育出版社

总 主 编：张异宾
本册主编：秦　宣　朱明光

编写人员：（以姓氏笔画为序）
沈传亮　张　帅　蒋永清

责任编辑：任海宾　毛志浩
美术编辑：昌梦洁

欢迎关注**爱上高中政治**微信公众号
将会陆续推出更多高中政治学科干货
是学生学习和老师教学的好帮手
打开微信扫一扫二维码关注我们

或者搜索公众号
gzzz365

普通高中教科书　思想政治　必修 1　中国特色社会主义
教育部组织编写

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）
网　　址　http://www.pep.com.cn
重　　印　湖南出版中心
发　　行　湖南省新华书店
印　　刷　湖南天闻新华印务有限公司
版　　次　2020 年 7 月第 2 版
印　　次　2020 年 7 月第 1 次印刷
开　　本　890 毫米×1240 毫米　1/16
印　　张　5
字　　数　108 千字
印　　数　1—180 000 册
书　　号　ISBN 978-7-107-34739-9
定　　价　6.77 元

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
如发现印、装质量问题，影响阅读，请与湖南出版中心联系调换。电话：0731－88388986　0731－88388987

目　录

第一课　社会主义从空想到科学、从理论到实践的发展　1

原始社会的解体和阶级社会的演进　1

科学社会主义的理论与实践　11

第二课　只有社会主义才能救中国　20

新民主主义革命的胜利　20

社会主义制度在中国的确立　25

第三课　只有中国特色社会主义才能发展中国　31

伟大的改革开放　31

中国特色社会主义的创立、发展和完善　35

第四课　只有坚持和发展中国特色社会主义才能实现中华民族伟大复兴　42

中国特色社会主义进入新时代　42

实现中华民族伟大复兴的中国梦　47

习近平新时代中国特色社会主义思想　56

综合探究一　回看走过的路　比较别人的路　远眺前行的路　63

综合探究二　方向决定道路　道路决定命运　68

微信公众号@爱上高中政治

1 第一课
社会主义从空想到科学、从理论到实践的发展

从根本上讲，我们坚信科学社会主义，是因为这有助于弄清楚我们从哪儿来，我们现在在哪儿，我们将往哪儿去，人类社会发展的总趋势是什么。阶级和国家是怎样产生的？原始社会、奴隶社会、封建社会和资本主义社会是如何形成和发展的？为什么说资本主义必然灭亡、社会主义必然胜利？通过学习本课，探究这些问题，我们将深化对人类社会发展规律的认识，坚定社会主义必胜的信念。

原始社会的解体和阶级社会的演进

从原始社会到奴隶社会

探究与分享

人类有文字记载的历史不过五千余年，我们可以通过考古学、人类学、民族学、古代传说等，了解和说明原始社会长达数百万年之久的历史。我们通过考古学的研究，可以了解远古人类生产和生活的情况；通过对古人类化石的研究，可以了解早期人类进化过程的各种情况；通过对一些民族生活和民俗的考察，可以认识原始社会的社会组织；通过有关的远古神话传说，也能了解原始社会的一些情况。

结合上述材料和所学知识，描绘远古人类的生产和生活状况。

原始社会是人类社会发展的最初阶段，也是最低阶段。如果把原始社会比作人类的童年，那么这个童年期长达二三百万年，其中绝大部分时间处于旧石器时代。那时，人们主要以采集天然食物为

生。距今约一万年前，人类进入了新石器时代，原始畜牧业和农业开始出现，人们从食物的采集者变为生产者。那些得益于畜牧农耕而使人类实现了定居的地方，大都成为人类文明的摇篮。



旧石器时代的石器



新石器时代的石器

探究与分享

达尔文在环球考察中记叙过这样一件事：一个欧洲人来到美洲的火地岛，送给岛上的居民一条被子。不料接受赠物的居民把被子撕成一块块的布片，分给了当地的每一个人。好端端的被子顷刻间变成了用处不大的碎布片，这使来访的欧洲人大惑不解。其实，这样的举动反映了当地居民仍然保持着平均分配的原始习俗。

联系上述故事，查阅相关资料，说明原始人平均分配劳动产品的原因。

原始社会低下的生产力使人们不得不共同劳动，共同占有生产资料，在生产中结成平等互助的关系，平均分配劳动产品。这是原始社会生产关系的特点。

在原始社会，按照血缘关系结成的氏族是原始人共同生活的基本单位。在氏族制度下，人们通过氏族议事会管理集体事务，一切大事都在议事会上由全氏族成年人共同讨论决定。到了原始社会末期，一些近亲的氏族构成部落，有的部落联合起来组成部落联盟。

◆◆◆ 相关链接

在氏族制度下，氏族内部没有人压迫人的现象。氏族议事会是氏族全体成年人行使平等表决权的民主集会。氏族长和军事首领是由氏族议事会选举产生的。氏族长负责处理氏族日常内部事务，他没有强制手段，全靠风俗习惯和自己的威望解决氏族内部的问题。军事首领负责对外作战。他们同大家一起劳动，没有任何特权。

原始社会末期，生产工具的改进大大推动了生产力的发展。随着生产力的发展，个体劳动逐渐盛行起来。原来以氏族为单位的共同劳动，逐渐被以家庭为单位的个体劳动代替，生产资料相应地由氏族公有转归家庭私有。最早归家庭私有的主要是生产工具和牲畜，后来土地也变成私有财产，这标志着私有制的确立。贫富分化的加剧，使氏族成员的地位越来越不平等，漫长的原始社会逐渐解体了。

探究与分享

观点一



私有制的产生是社会生产力发展的结果，是不可避免的。

观点二

私有观念的存在，是私有制产生的根本原因。



观点三



私有观念是人所固有的，所以私有制天然合理，会永远存在。

- 你如何看待上述观点？阐明你的理由。

随着原始社会的解体，出现了两大地位不同的集团——奴隶主阶级和奴隶阶级，前者处于剥削者的地位，后者处于被剥削者的地位。所谓阶级，就是在一定生产关系中处于不同地位的集团。

奴隶制生产关系的特点是：奴隶主占有生产资料并完全占有奴隶；奴隶毫无人身自由，在奴隶主的强制下劳动；奴隶劳动的全部产品都归奴隶主占有和支配，奴隶主只给奴隶最低限度的生活资料。

探究与分享

- 我国古籍记载，禹的儿子启在讨伐有扈氏时，强迫被俘虏的有扈氏氏族成员做放牧的奴隶，称为“牧竖”。
- 据史书记载，古希腊的阿提卡半岛上曾到处竖立着各种各样的债务石碑。石碑上记录着某年某月这块土地抵押给某人，以及债款数额和偿还期限。土地抵押完后，如果还是无法偿清债务，

债务人就只得把自己连同妻儿一起作抵押。结果，偿还期限一到，债务未能还清，不仅土地落入贵族之手，而且债务人全家都沦为奴隶了。

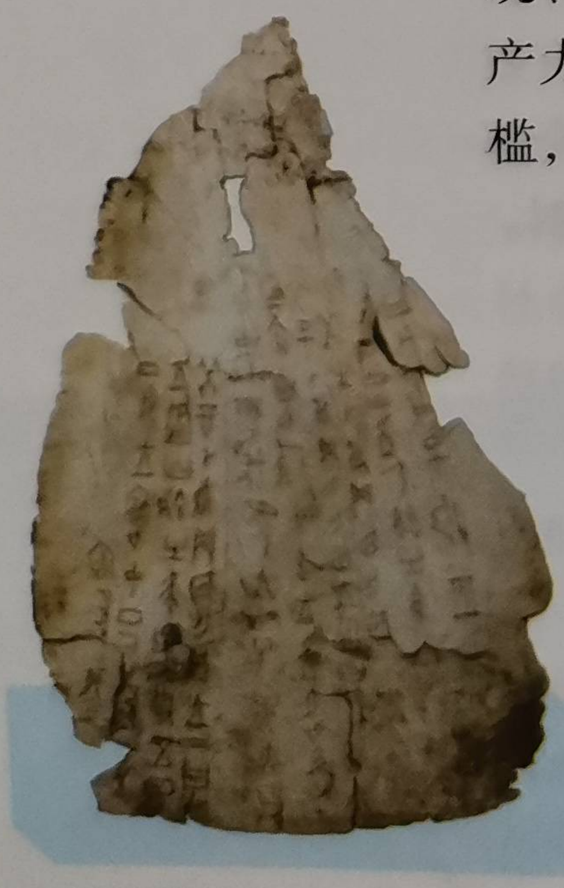
- 运用上述材料，说明奴隶主与奴隶产生的过程。
- 结合上述材料和所学知识，论证“只有生产发展到一定程度，才可能出现阶级；只要生产发展到一定阶段，就必然产生阶级”。

奴隶主阶级和奴隶阶级是人类社会最早形成的两大对立阶级。奴隶阶级和奴隶主阶级之间的矛盾，是奴隶社会的主要矛盾。奴隶主的残酷剥削和压迫，必然遭到奴隶的反抗。奴隶主为了维护本阶级的利益，建立了军队、法庭、监狱等暴力机关。这样，人类历史上最早的国家——奴隶制国家产生了。国家是阶级矛盾不可调和的产物，是阶级统治的工具。

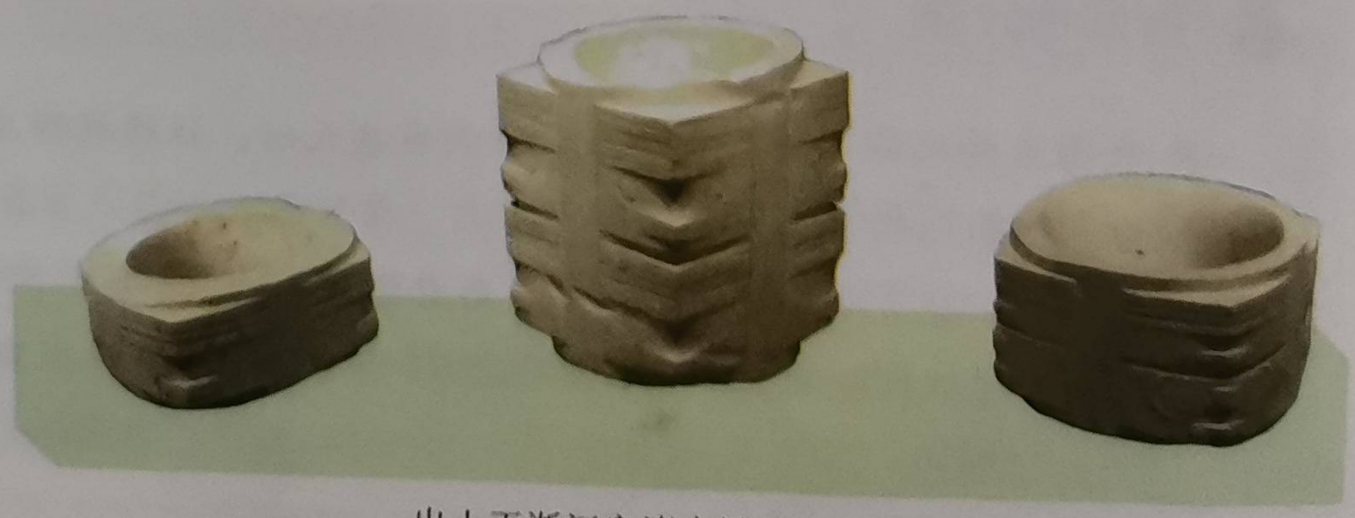
◆◆◆ 相关链接

古老的亚非大陆，是世界上早期国家的发祥地。在北非的尼罗河、西亚的幼发拉底河和底格里斯河、南亚的印度河和恒河、东亚的黄河等大河流域，形成了古埃及、古巴比伦、古印度、古代中国四大著名的古代奴隶制国家。恩格斯说：“在新的设防城市的周围屹立着高峻的墙壁并非无故：它们的堑壕成了氏族制度的墓穴，而它们的城楼已经高耸入文明时代了。”

奴隶社会代替原始社会后，金属工具的广泛使用、城市的出现、文字的发明和应用、脑力劳动和体力劳动的分工等，促进了生产力的发展，使人类摆脱蒙昧野蛮的状态，迈入了文明时代的门槛，这是历史的进步。



出土于河南安阳殷墟的甲骨文



出土于浙江良渚古城遗址的玉琮

从封建社会到资本主义社会

探究与分享

◆ 在古罗马，奴隶主把生产工具分为三种：第一种是“会说话的工具”，即奴隶；第二种是“有声的工具”或“哞哞叫的工具”，指耕牛一类；第三种是“无声的工具”，如大车等。在奴隶主眼里，奴隶和牲畜、工具一样，是可以任意转让、出租、赠送、买卖甚至杀死的。

◆ 我国两汉时期，租种豪强地主土地的佃农和为豪强地主耕作的雇农数量有了明显增加。从东汉末年到魏晋，战乱使更多的农民被豪强地主所控制，他们不仅要为地主耕种土地，缴纳地租，而且要服劳役，战乱时则被武装为私兵。他们不单立户口，而附于主家户籍，世代相袭，非自赎或主人放免不得脱籍。但是，他们又都有自己的财产，并且不像奴婢那样可以被买卖。

比较上述两段材料，说说封建制生产关系与奴隶制生产关系有什么异同。

奴隶社会后期，当生产力发展到新的水平时，出现了封建制生产关系。

封建制生产关系的特点是：地主占有绝大部分土地，通过收取地租等方式，占有农民大部分劳动成果。相对于奴隶，农民有一定的人身自由，有自己的劳动工具甚至少量土地，劳动成果除缴纳地租外，还能留下一部分归自己支配。这样，农民能够比较自主地劳动，有了生产积极性，促进了社会生产的发展。当奴隶制日渐成为生产力进一步发展的障碍时，就被封建制所代替，这是生产力发展的必然结果。

◆◆◆ 相关链接

封建制生产关系下生产力的发展表现在：铁制农具得到广泛使用和推广，耕作技术有了显著进步，如采用休耕、轮作、选种等技术；水利事业有了较大发展；手工业有了进一步发展，冶铁业成为最重要的手工业部门；商业和城市逐渐发展起来，唐朝的长安、阿拉伯帝国的巴格达、拜占庭帝国的君士坦丁堡被誉为封建时代的三大世界名城。

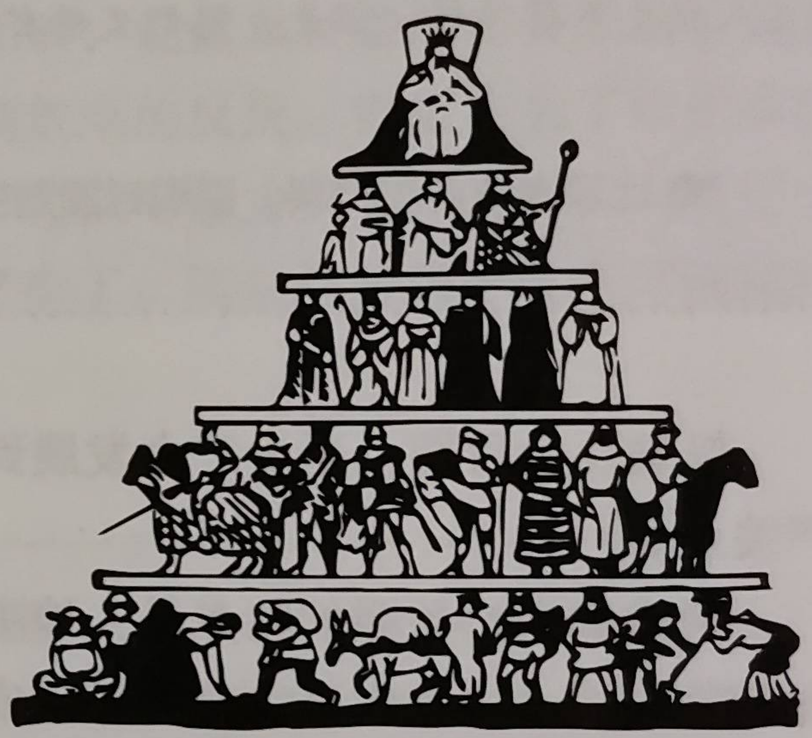
在封建社会，封建土地所有制是地主阶级剥削农民的基础。封建地主阶级正是凭借对土地的占有，使农民不得不依附于地主，屈从于地主阶级的奴役。收取地租是地主阶级剥削农民的主要方式。地租包括劳役地租、实物地租和货币地租。此外，地主阶级还利用高利贷，强迫农民缴纳苛捐杂税、从事各种徭役来剥削农民。

封建国家的显著特征是君主专制、等级森严。为了维护封建国家的统治，地主阶级还散布封建迷信、传播封建道德、鼓吹“君权神授”，钳制劳动人民的思想。

◆◆◆ 相关链接

◆ 毛泽东在《湖南农民运动考察报告》中指出：“中国的男子，普通要受三种有系统的权力的支配，即：（一）由一国、一省、一县以至一乡的国家系统（政权）；（二）由宗祠、支祠以至家长的家族系统（族权）；（三）由阎罗天子、城隍庙王以至土地菩萨的阴间系统以及由玉皇上帝以至各种神怪的神仙系统——总称之为鬼神系统（神权）。至于女子，除受上述三种权力的支配以外，还受男子的支配（夫权）。这四种权力——政权、族权、神权、夫权，代表了全部封建宗法的思想和制度，是束缚中国人民特别是农民的四条极大的绳索。”

◆ 封建时代的欧洲各国，普遍存在着“金字塔”状的等级制度。等级，依据占有领地的多少而定。国王居于“金字塔”的顶端，国王以下有公爵、侯爵、伯爵、子爵、男爵，骑士是等级最低的封建主。僧侣中的上层，包括教皇、大主教、主教、修道院长等，也是大土地所有者，他们同贵族一样，享有广泛的政治和经济特权。处于封建等级最底层的，是广大农民和其他劳动者，他们背负着整个封建上层等级的重压。



“金字塔”状的封建等级

在封建社会，农民阶级和地主阶级是两个基本阶级，这两个阶级之间的矛盾是封建社会的主要矛盾。面对地主阶级的经济剥削和政治压迫，农民阶级的反抗斗争从来没有停止过。这种斗争，常常由分散的小规模的抗租抗税运动，发展成大规模的农民起义或农民战争。

封建社会后期，随着社会生产力和商品经济的发展，资本主义生产关系在封建社会内部萌生出来。

探究与分享

◆ 在14世纪的佛罗伦萨，有钱的羊毛商人开设了与众不同的工场，直接控制和组织呢绒的生产。他们把许多作坊组织起来，雇佣工人对羊毛进行加工、洗刷、梳净，然后将其分给城市或农村的手工业者纺成线、织成呢。其他技术较为复杂的工序，如染色、碾平等，则由较大的手工工场完成。14世纪中期，在佛罗伦萨的城区和近郊，从事呢绒生产的手工工场约有200家，年产呢绒

几万匹。这就是资本主义生产关系的萌芽。

◆ 我国明朝中后期，在商品经济较发达的江南地区和东南沿海城市，出现了资本主义生产关系的萌芽。苏州、杭州的丝织业，台湾、广东的制糖业，江西景德镇的制瓷业，广东的冶铁业，等等，不仅有分工精细的手工工场，而且在城市和乡镇出现了买卖劳动力的市场。

结合封建制生产关系的特点，分析上述材料，谈谈资本主义生产关系萌芽的表现和特点。

资本主义生产关系的特点是：资本家占有一切生产资料，失去生产资料的劳动者不得不出卖自己的劳动力，受雇于资本家，成为雇佣工人，资本家在生产过程中占有工人创造的剩余价值。

◆◆◆ 专家点评

相对于奴隶制和封建制剥削，资本主义剥削的秘密是：资本家在商品市场上购买的只是工人的劳动力，而劳动力的使用即雇佣劳动所创造的价值，远远超过资本家购买劳动力所付给工人的工资，超过的部分就是工人创造的剩余价值，它被资本家无偿占有，成为资本家各种利润的来源。这表明，资本家无偿占有了雇佣工人的剩余劳动，但这种占有隐藏在生产过程中，是隐蔽的。

资本主义生产关系的建立，必须具备两个基本条件：一是要有大批失去生产资料、有人身自由、能够自由出卖劳动力的人；二是要有开办资本主义企业所必需的大量货币当作资本。在历史上，西方资产阶级依靠暴力、通过掠夺促使这两个条件形成。资本主义社会的形成，决不是一个田园诗般的过程，而是一个充满侵略、征服、掠夺、残杀和奴役的过程。这个过程是“用血和火的文字载入人类编年史的”。马克思说：“资本来到世间，从头到脚，每个毛孔都滴着血和肮脏的东西。”

探究与分享

◆ 1644年7月，英国资产阶级革命领袖克伦威尔率领国会军，与国王查理一世的国王军在英格兰北部进行了一次大规模战斗。经过激战，国王军狼狈溃逃。1649年1月，一个高级法庭被建立起来，对国王查理一世进行审判。审判一国国王，在欧洲没有先例。克伦威尔十分坚决地主张，国王查理一世应作为暴君、逆贼、杀人犯、人民公敌来处置。他说：“我们将把国王连同他的王冠一起砍掉。”

◆ 在法国人民的心目中，巴士底狱一直是封建专制的象征。1789年7月14日，巴黎上空回荡着愤怒的声浪：“到巴士底狱去！”当愤怒的人群如潮水般涌进并占领巴士底狱后，法国国王路易十六惊恐不安地问周围的人：“这是一场叛乱吗？”一个侍从回答：“不！陛下，是一场革命。”巴士底狱不久被夷为平地，人们在它的废墟上竖起了一块牌子，上面写道：“这里埋葬着巴士底狱。”1793年1月21日，在一片“国民万岁”的欢呼声中，路易十六被押上了断头台。



攻占巴士底狱

- 结合所学知识，说说资产阶级革命发生后，英国和法国出现了怎样的变化。
- 查找相关资料，从社会生产、政治体制、思想文化等方面，谈谈资产阶级革命的胜利产生了什么深远影响。

资本主义生产的发展，使新兴资产阶级在经济上显示出很大的优势。但是，封建制度的存在使新兴资产阶级的这种优势难以充分发挥，只有推翻封建政权，才能为资本主义发展扫清障碍。于是，新兴资产阶级和他们的思想家提出了“自由、平等、博爱”等口号，利用劳动人民的力量，发动了向封建地主阶级夺取政权的革命。资产阶级革命的胜利，标志着资本主义社会的开始，人类社会进入了一个新的历史阶段。

◆◆◆ 专家点评

在17世纪英国资产阶级革命和18世纪法国资产阶级革命中，封建统治阶级是资产阶级和一切被剥削阶级的共同敌人。工人阶级在当时还非常年轻，没有形成一支独立的政治力量，不可能领导这场革命。农民阶级不代表先进的生产力，也不能担当起领导革命的历史任务。于是，代表新的生产关系的资产阶级，在反封建斗争中发挥了领导作用。

资本主义制度的确立，工业革命的发生和完成，带来了资本主义社会生产力的巨大飞跃，促进了人类思想的解放，使科学、教育、文化的发展达到了前所未有的高度。

◆◆◆ 相关链接

18世纪出现了蒸汽机等重大发明，成就了第一次工业革命，开启了人类社会现代化历程。19世纪，科学技术突飞猛进，催生了由机械化转向电气化的第二次工业革命。

资本主义发展到一定阶段，就会发生以生产过剩为基本特征的经济危机。生产过剩是相对过剩，即相对于劳动人民有支付能力的需求来说，社会生产的商品显得过剩，而不是与劳动人民的实际需求相比的绝对过剩。经济危机是资本主义无法克服的痼疾。

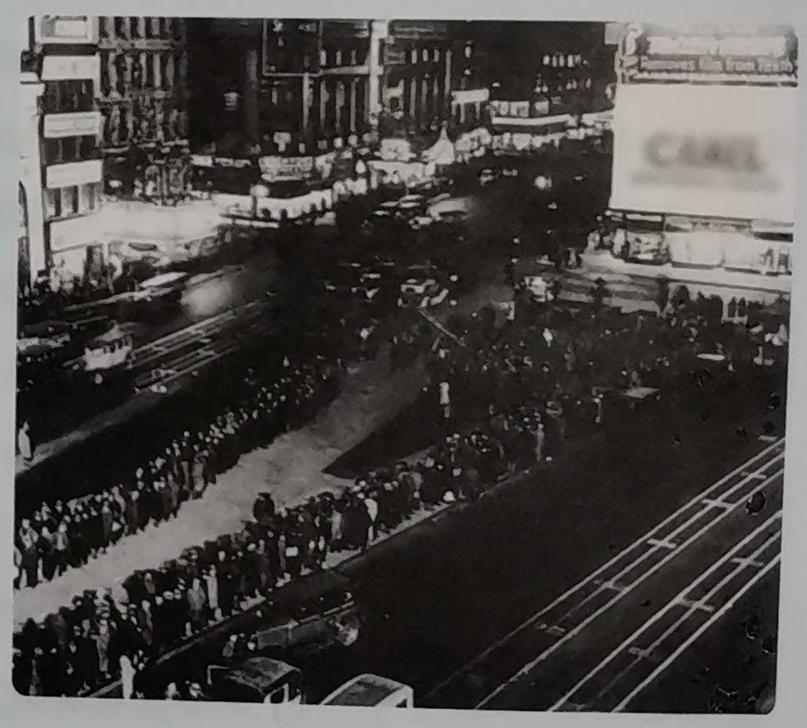
探究与分享

◆ 1929年10月24日，美国华尔街股票市场形势急转直下，股价狂跌，股票持有者疯狂抛售股票，股市崩溃，这一天被称为“黑色星期四”。一夜之间，“繁荣”景象化为乌有，全面的经济危机随之而至：大批银行倒闭，企业破产，市场萧条，生产锐减；失业人数激增，人民生活水平骤降；农产品价格下跌，农民收入锐减，很多人濒临破产。一场规模空前的经济危机终于爆发，美国历史上的“大萧条”时期来临了。这场危机持续时间较长，直到1933年，美国等国家才陆续走出危机阴影。此次危机的破坏力特别大，1929—1933年，资本主义世界的工业产量下降了三分之一以上，失业工人超过三千万。



“黑色星期四”时的纽约

◆ 2008年，美国次贷危机引发国际金融危机，进而导致全球性经济危机。2008年第三季度美国经济负增长0.3%。英国第四季度国内生产总值比第三季度下降1.5%，这是自1980年以来英国经济最大的季度跌幅。全球主要金融市场环境急剧恶化，多家银行倒闭，股市遭受重创。



经济危机中工人失业

根据上述不同时期资本主义经济危机的表现，分析资本主义经济危机产生的原因。

资本主义经济危机的主要表现是：大量商品卖不出去，大量生产资料被闲置，大批生产企业、银行破产，大批工人失业，生产迅速下降，信用关系被破坏，整个社会生活陷入混乱。

◆◆◆ 相关链接

英国工业革命开始后，曾多次发生局部性经济危机。1825年，英国爆发了第一次全国性经济危机。此后，资本主义经济危机每隔一定时间就会发生一次。1836年和1847年相继爆发了波及欧洲各主要资本主义国家的经济危机。1929—1933年的经济危机，波及整个资本主义世界。第二次

世界大战后，经济危机爆发变得更加频繁。1997年，东南亚金融危机使亚洲一些国家和地区的经济迅速萧条。2008年，美国次贷危机引发国际金融危机，全球经济遭受重创。

导致资本主义经济危机的直接原因是：生产无限扩大的趋势与劳动人民有支付能力的需求相对缩小之间的矛盾，以及个别企业内部生产的有组织性与整个社会生产的无政府状态之间的矛盾。当矛盾尖锐化时，社会生产结构会严重失调，一方面社会生产大规模增长，另一方面工人阶级因资本家的剥削日益贫困化，从而造成社会生产严重过剩。

经济危机难以治愈，根本原因在于生产社会化和生产资料资本主义私人占有之间的矛盾，这是资本主义社会的基本矛盾。

◆◆◆ 专家点评

在生产资料方面，已经社会化的、由劳动者共同使用的生产资料，本应该由劳动者共同所有，却被少数资本家私人占有；在生产过程方面，已经在社会范围内实行严密分工、协作而社会化了的生产过程，本应该按照社会需要进行管理、调节和控制，却由追求最大限度利润和私人利益的少数资本家进行管理；在产品交换方面，共同劳动生产的社会化产品，本应该由劳动者共同占有，用于满足社会需要，却被少数资本家私人占有、私人支配，成为他们的私有财产。这就造成了生产社会化和生产资料资本主义私人占有之间的矛盾。

资本主义社会的基本矛盾在阶级关系上表现为无产阶级和资产阶级的对立。资本家拥有生产资料并雇佣工人进行生产，为了追求自身利润最大化，不断加大对工人的剥削；广大工人没有生产资料，在经济上受剥削、政治上受压迫，成为受苦最深的阶级。随着社会生产力的发展，资产阶级为了维持自己的统治，采取了一些缓和阶级矛盾的措施，但这些措施没有也不可能改变资本主义私有制及其剥削关系。

◆◆◆ 相关链接

马克思在《资本论》中指出："吃穿好一些，待遇高一些，特有财产多一些，不会消除奴隶的从属关系和对他们的剥削，同样，也不会消除雇佣工人的从属关系和对他们的剥削。由于资本积累而提高的劳动价格，实际上不过表明，雇佣工人为自己铸造的金锁链已经够长够重，容许把它略微放松一点。"

资本主义基本矛盾是生产力与生产关系之间的矛盾在资本主义社会的体现，是资本主义社会一切矛盾和冲突的总根源。资本主义基本矛盾的发展，贯穿于资本主义社会的始终，决定着资本主义的命运。生产社会化的程度越高，资本、生产资料、劳动产品就越集中在少数资本家手里，资本主义社会基本矛盾的尖锐化就越不可避免。资本主义终究要被社会主义所取代，虽然这是一个漫长的过程，但这是历史发展的必然趋势。

科学社会主义的理论与实践

科学社会主义产生的历史条件

探究与分享

空想社会主义的发展经历了三个时期。

16世纪初到17世纪末的空想社会主义。这一时期的主要代表人物有莫尔、闵采尔、康帕内拉等，主要代表作有莫尔的《乌托邦》、康帕内拉的《太阳城》。早期空想社会主义者用文学的语言批判资本主义带来的各种灾难和罪恶，描述了一个没有压迫、人人平等的理想社会。

18世纪的空想社会主义。18世纪，资本主义已由简单协作发展到工场手工业，这一时期的空想社会主义开始摆脱早期空想社会主义纯粹虚构的幻想，从法律角度批判资本主义私有制。法国的摩莱里和马布利分别在《自然法典》和《论法制或法律的原则》中，以法律条文的形式提出了人人平等、生产资料公有制等未来社会的基本原则。

19世纪初的空想社会主义。这一时期，空想社会主义发展到最高阶段，代表人物有法国的圣西门、傅立叶和英国的欧文。随着工业革命的发展，主要资本主义国家开始由工场手工业向机器大生产过渡，资本家对工人的剥削加剧，工人阶级反抗资产阶级剥削的斗争也更加激烈。空想社会主义在批判资本主义制度的同时，对未来社会提出了许多积极合理的设想。

结合学过的历史知识，说说三个时期空想社会主义的特点。

伴随着资本主义形成和发展过程中日益显现的激烈矛盾，社会主义思想得以产生和发展。在资本主义到来之时，一些先进分子看到了资本主义的弊端，纷纷对资本主义进行揭露和批判，同时表达对未来理想社会的诉求，从而形成了空想社会主义。空想社会主义是科学社会主义的思想来源。

空想社会主义之所以是空想，就在于空想社会主义者仅从理性、正义等原则出发，揭露资本主义的弊端，设计未来社会的美好蓝图。他们主张阶级调和，反对阶级斗争，看不到广大人民群众特别是无产阶级的力量，没有找到消灭资本主义社会和建立新社会的强大力量，也没有找到进行社会变革的正确途径。

探究与分享

◆ 圣西门生于法国一个显赫的贵族家庭，他本可以过安逸舒适的生活，但是他看到法国社会广大无产者和劳动群众所遭受的苦难，立志做“工人阶级的代言人”，为全人类的幸福而奋斗。他的理想是建立一种由实业家和学者领导的社会制度，即“实业制度”。在他看来，实现这种理想的关键在于采取说服的办法。为此，圣西门把赚来的钱用于科学研究、结识教授虚心求教以及四处游历。但是，钱财很快花光，圣西门的理想却没能实现。

◆ 傅立叶生于法国一个富商家庭，他在长期的经商过程中，对资本主义商业的内幕有直接的感受，对资本主义社会广大民众的疾苦有深刻的了解。他在著作中描述了自己心目中的理想社会——“和谐制度”。在这一制度下，人人劳动，男女平等，没有城乡差别，没有脑力劳动和体力劳动的差别，并以普遍的协作代替文明社会的个人竞争。但是，傅立叶将这一理想目标的实现寄希望于富翁出资，结果等了十年，也没有一个富翁支持他。

◆ 欧文在20岁时就成为工厂的管理者，享受优厚的待遇。在管理工厂的过程中，欧文看到了工人阶级生活的悲惨状况，他同情工人并尽自己所能改善工人的生产生活条件。1824年，欧文出资在美国买下一块移民区，进行“新和谐公社”的共产主义新村实验。在当时的社会环境下，实验无法持续下去，欧文的“新和谐公社”孤岛很快湮没在了资本主义的汪洋大海中。

为什么圣西门、傅立叶、欧文建设美好社会的努力都以失败告终？

十九世纪三四十年代，资本主义世界先后爆发了法国里昂工人起义、英国宪章运动、德意志西里西亚纺织工人起义。以三大工人运动的发生为标志，工人阶级开始作为独立的政治力量登上历史舞台，开始联合起来反抗资产阶级的统治，将斗争的矛头指向整个资产阶级和资本主义制度。

◆◆◆ 相关链接

无产阶级反对资产阶级的阶级斗争有三种基本形式，即经济斗争、政治斗争和思想理论斗争。

◆ 经济斗争是无产阶级为了增加工资、缩短劳动时间、改善劳动条件和生活条件而进行的反对资产阶级的斗争，包括从最初的捣毁机器到后来的经济罢工、游行示威等方式。单纯的经济斗

争不能消灭资本主义制度，不能从根本上改变无产阶级受剥削、被压迫的地位。

◆ 政治斗争是无产阶级为推翻资产阶级反动统治、建立和巩固无产阶级政权而进行的阶级斗争，是无产阶级反对资产阶级最重要的具有决定性作用的斗争形式，包括政治罢工、游行示威、议会斗争、武装起义和革命战争等方式。夺取政权的武装斗争是政治斗争的最高方式。

◆ 思想理论斗争是无产阶级在意识形态领域反对资产阶级的斗争，在无产阶级的阶级斗争中占有重要地位。没有革命的理论，就不会有革命的运动。思想理论斗争的主要任务是向无产阶级和广大群众宣传革命思想，同资产阶级和一切剥削阶级的思想进行长期的顽强的斗争。

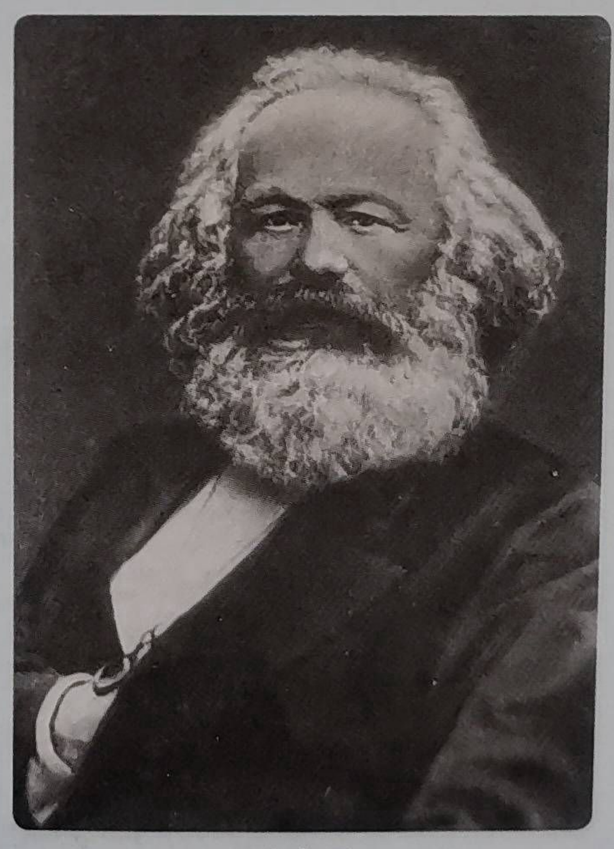
资本主义的发展和工人运动的兴起，是科学社会主义产生的历史前提。无产阶级的斗争迫切需要科学理论的指导，科学社会主义应运而生。

微信公众号@爱上高中政治

科学社会主义的创立

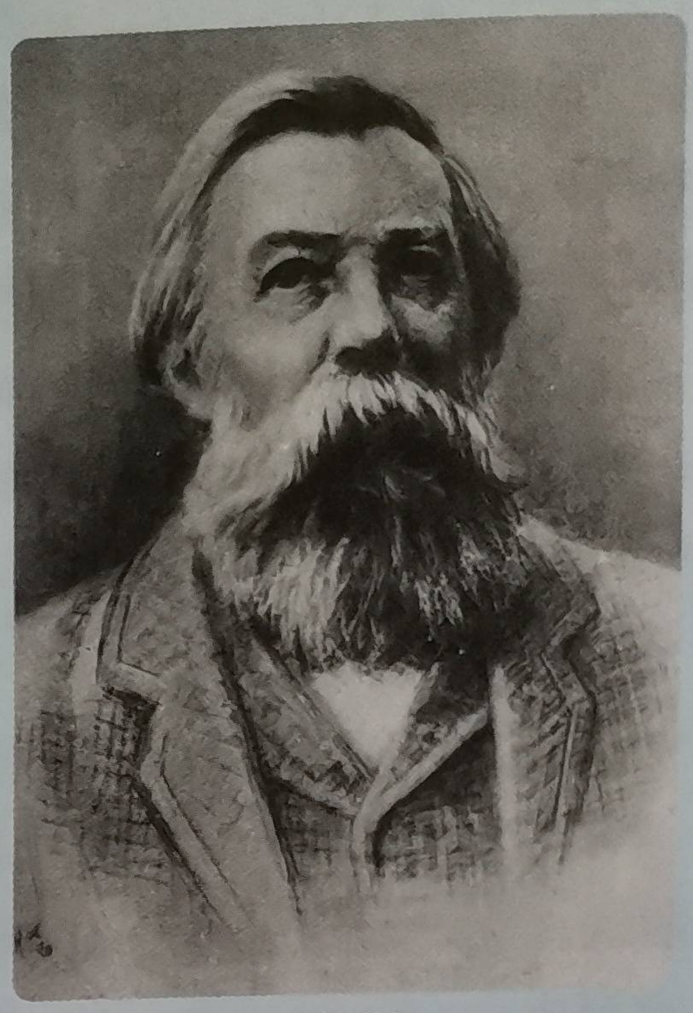
探究与分享

◆ 马克思是全世界无产阶级和劳动人民的革命导师，是马克思主义的主要创始人，是马克思主义政党的缔造者和国际共产主义的开创者，是近代以来最伟大的思想家。1818年5月5日，马克思诞生在德国特里尔城的一个律师家庭。早在中学时代，他就树立了为人类幸福而工作的志向。大学时代，马克思广泛钻研哲学、历史学、法学等知识，探寻人类社会发展的奥秘。在《莱茵报》工作期间，马克思犀利抨击普鲁士政府的专制统治，维护人民权利。1843年移居巴黎后，马克思积极参与工人运动，在革命实践和理论探索的结合中完成了从唯心主义到唯物主义、从革命民主主义到共产主义的转变。1845年，马克思、恩格斯合作撰写了《德意志意识形态》，第一次比较系统地阐述了历史唯物主义基本原理。1848年，马克思、恩格斯合作撰写了《共产党宣言》，一经问世就震动了世界。1848年，席卷欧洲的资产阶级民主革命爆发，马克思积极投入并指导这场革命斗争。革命失败后，马克思深刻总结革命教训，力求通过系统研究政治经济学，揭示资本主义的本质和规律。1867年问世的《资本论》是马克思主义最厚重、最丰富的著作。晚年，马克思依然密切关注世界发展新趋势和工人运动新情况，努力从更宏大的视野思考人类社会发展问题。



马克思

◆ 恩格斯出生于德国莱茵省巴门市一个工厂主家庭，中学尚未毕业就遵从父命到商行当实习生，后来到英国的曼彻斯特从事商务工作。曼彻斯特是英国工业革命的发源地，这里资产阶级的贪婪、残酷和工人阶级的贫苦，使恩格斯深受触动，决心为工人阶级探索一条解放的道路。在系统钻研英国和法国空想社会主义著作、批判研究资产阶级哲学和古典政治经济学以及深入研究英国工人阶级生活现状的基础上，恩格斯实现了从唯心主义到唯物主义、从革命民主主义到共产主义的转变。



恩格斯

结合所学知识，说说马克思、恩格斯为什么能够创立科学社会主义。

马克思、恩格斯通过研究社会历史，批判地吸收了德国古典哲学的合理成分，彻底摆脱了唯心主义思想的影响，创立了唯物史观。唯物史观揭示了人类社会发展的一般规律，揭示了人民群众的历史主体作用，揭示了阶级斗争在阶级社会发展中的巨大作用，把人们对美好社会的追求建立在科学认识社会发展客观规律的基础上。

◆◆◆ 相关链接

列宁指出："马克思主义这一革命无产阶级的思想体系赢得了世界历史性的意义，是因为它并没有抛弃资产阶级时代最宝贵的成就，相反却吸收和改造了两千多年来人类思想和文化发展中一切有价值的东西。"

马克思、恩格斯通过剖析资本主义社会，批判继承了英国古典政治经济学的思想成果，创立了剩余价值学说。剩余价值学说从经济学角度揭示了剩余价值的来源，揭示了资本家剥削工人、占有工人剩余劳动的秘密，揭示了无产阶级与资产阶级利益的根本对立，找到了变革资本主义社会的坚定力量，为无产阶级的斗争指明了方向。

◆◆◆ 相关链接

1883年3月，恩格斯在马克思墓前发表讲话指出，马克思在他所研究的每一个领域都有独到的发现，但他作出的两大发现具有重大意义：一是像达尔文发现有机界的发展规律一样，马克思发现了人类历史的发展规律，即唯物史观；二是发现了现代资本主义生产方式和它所产生的资产阶级社会的特殊的运动规律，即剩余价值学说。

唯物史观和剩余价值学说揭示了人类社会发展的一般规律，揭示了资本主义运行的特殊规律，为科学社会主义的创立奠定了理论基石，使社会主义实现了由空想到科学的伟大飞跃。

1848年2月，《共产党宣言》发表，标志着科学社会主义的诞生。

探究与分享

《共产党宣言》指出：

一个幽灵，共产主义的幽灵，在欧洲游荡。为了对这个幽灵进行神圣的围剿，旧欧洲的一切势力，教皇和沙皇、梅特涅和基佐、法国的激进派和德国的警察，都联合起来了。

有哪一个反对党不被它的当政的敌人骂为共产党呢？又有哪一个反对党不拿共产主义这个罪名去回敬更进步的反对党人和自己的反动敌人呢？

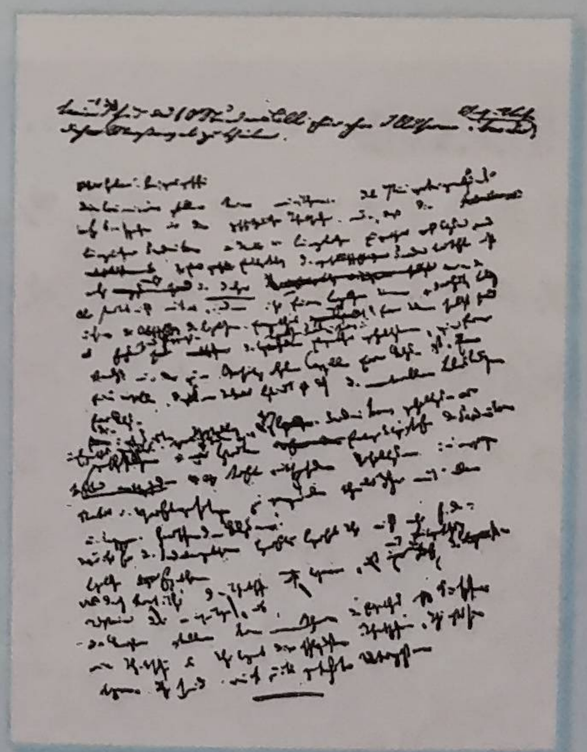
从这一事实中可以得出两个结论：

共产主义已经被欧洲的一切势力公认为一种势力；

现在是共产党人向全世界公开说明自己的观点、自己的目的、自己的意图并且拿党自己的宣言来反驳关于共产主义幽灵的神话的时候了。


Manifest
der
Kommunistischen Partei.
Veröffentlicht im Februar 1848.
Proletarier aller Länder vereinigt euch!
London.

《共产党宣言》1848年德文第一版封面



《共产党宣言》手稿的一页

- 诵读《共产党宣言》名言名句，与同学分享自己的感想。
- 结合所学知识，谈谈《共产党宣言》发表的意义。

《共产党宣言》分析了资本主义生产方式的内在矛盾与人类社会的发展规律，科学论证了资本主义必然灭亡和社会主义必然胜利的历史必然性。《共产党宣言》宣告，资产阶级的灭亡和无产阶级的胜利是同样不可避免的。

◆◆◆ 相关链接

《共产党宣言》的问世是人类思想史上的一个伟大事件。《共产党宣言》是第一次全面阐述科学社会主义原理的伟大著作。《共产党宣言》深刻阐述了马克思主义的科学世界观，深刻阐述了马克思主义政党的先进品格，深刻阐述了马克思主义政党的政治立场，深刻阐述了马克思主义政党的崇高理想，深刻阐述了马克思主义的革命纲领，深刻阐述了马克思主义政党的国际主义精神。《共产党宣言》是一部科学洞见人类社会发展规律的经典著作，是一部充满斗争精神、批判精神、革命精神的经典著作，是一部秉持人民立场、为人民大众谋利益、为全人类谋解放的经典著作。

《共产党宣言》总结了工人运动的经验和教训，第一次系统论述了无产阶级政党的性质、特点、任务和策略原则，阐明了建立无产阶级政党的必要性。共产党是代表无产阶级的政党，是无产阶级中最有觉悟、最有战斗力的先进部队，是无产阶级先锋队。共产党除了代表整个无产阶级的根本利益以外，没有自己的特殊利益。无产阶级只有在共产党的领导下，才能有组织地进行斗争，团结绝大多数人，推翻资产阶级的统治，建立无产阶级政权，继续发展社会生产力，使全体社会成员全面发展，从而为建立共产主义新社会创造必要条件。

◆◆◆ 相关链接

在《共产党宣言》中，马克思、恩格斯从共产党人的角度阐明了共产党的性质与特点。

◆ 共产党人不是同其他工人政党相对立的特殊政党。

◆ 他们没有任何同整个无产阶级的利益不同的利益。

◆ 共产党人同其他无产阶级政党不同的地方只是：一方面，在无产者不同的民族的斗争中，共产党人强调和坚持整个无产阶级共同的不分民族的利益；另一方面，在无产阶级和资产阶级的斗争所经历的各个发展阶段上，共产党人始终代表整个运动的利益。

◆ 在实践方面，共产党人是各国工人政党中最坚决的、始终起推动作用的部分；在理论方面，他们胜过其余无产阶级群众的地方在于他们了解无产阶级运动的条件、进程和一般结果。

《共产党宣言》阐述了未来共产主义社会的理想目标。《共产党宣言》指出：“代替那存在着阶级和阶级对立的资产阶级旧社会的，将是这样一个联合体，在那里，每个人的自由发展是一切人的自由发展的条件。”正是这一理想目标所蕴含的强大动力，激励着人们不断为实现共产主义而奋斗。

◆◆◆ 相关链接

马克思主义犹如壮丽的日出，照亮了人类探索历史规律和寻求自身解放的道路。

◆ 马克思主义是科学的理论，创造性地揭示了人类社会发展规律。马克思创建了唯物史观和剩余价值学说，揭示了人类社会发展的一般规律，揭示了资本主义运行的特殊规律，为人类指明了从必然王国向自由王国飞跃的途径，为人民指明了实现自由和解放的道路。

◆ 马克思主义是人民的理论，第一次创立了人民实现自身解放的思想体系。马克思主义博大精深，归根到底就是一句话，为人类求解放。马克思主义第一次站在人民的立场探求人类自由解放的道路，以科学的理论为最终建立一个没有压迫、没有剥削、人人平等、人人自由的理想社会指明了方向。

◆ 马克思主义是实践的理论，指引着人民改造世界的行动。马克思主义不是书斋里的学问，而是为了改变人民历史命运而创立的，是在人民求解放的实践中形成的，也是在人民求解放的实践中丰富和发展的，为人民认识世界、改造世界提供了强大精神力量。

◆ 马克思主义是不断发展的开放的理论，始终站在时代前沿。马克思主义能够永葆其美妙之青春，不断探索时代发展提出的新课题、回应人类社会面临的新挑战。

社会主义从一国到多国的实践

探究与分享

◆ 1871年3月28日，巴黎公社宣告成立。巴黎公社摧毁了资产阶级的国家机构，废除了资产阶级议会制，采取公职人员由民主选举产生、限制公职人员年薪等方式，防止社会公仆变为社会主人。巴黎公社仅仅存在了72天，就在国内外敌对势力的联合镇压下失败了。巴黎公社虽然失败了，但是公社的原则是永存的。马克思在《法兰西内战》中高度评价了巴黎公社的意义："工人的巴黎及其公社将永远作为新社会的光辉先驱而为人所称颂。"

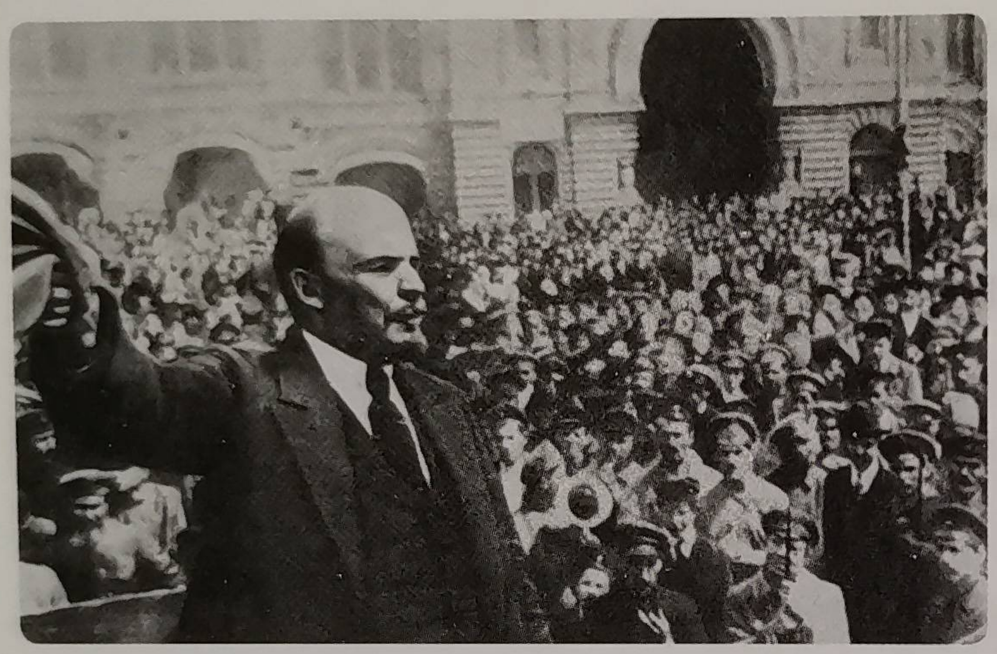


巴黎公社宣告成立

◆ 街垒轰塌了，枪声平息了。1871年6月，法国工人诗人、巴黎公社委员欧仁·鲍狄埃带着发热的枪筒，拿起笔，一口气写下了《国际歌》的歌词。歌词以悲壮激越的诗的语言，展现了《共产党宣言》的光辉思想；用"国际工人协会"的简称"国际"命名，显示了作者坚定的共产主义信念。1888年6月，法国工人作曲家皮埃尔·狄盖特为歌词谱曲，并于7月亲自指挥合唱团在工人聚会上首次演出，引起巨大反响。1889年7月，法国社会主义工人党的代表高唱着《国际歌》

参加第二国际的成立大会。19世纪末，《国际歌》逐渐流传到世界各地，被译成多种文字，成了“全世界无产阶级的歌”。

列宁在《欧仁·鲍狄埃（为纪念他逝世二十五周年而作）》中热切地写道：“一个有觉悟的工人，不管他来到哪个国家，不管命运把他抛到哪里，不管他怎样感到自己是异邦人，言语不通，举目无亲，远离祖国，——他都可以凭《国际歌》的熟悉的曲调，给自己找到同志和朋友。”听唱《国际歌》，谈谈你对这句话的理解。



列宁在莫斯科红场讲话

1917年，俄国爆发了十月革命，在以列宁为代表的俄国布尔什维克党的领导下，俄国无产阶级通过革命斗争，推翻了资产阶级的统治，建立了无产阶级政权，确立了社会主义生产关系。社会主义生产关系的特点是：劳动者共同占有生产资料；消灭了人剥削人的制度，人们在生产过程中建立起互助合作的关系；个人消费品实行按劳分配。

◆◆◆ 相关链接

1922年，根据俄国当时的具体情况和列宁的提议，各族人民自愿建立国家联盟，即苏维埃社会主义共和国联盟，简称“苏联”。随后，苏联实现了社会主义工业化和农业集体化。1936年，苏联通过了新宪法，宣布实现了社会主义，建立了社会主义制度。

十月革命建立了世界上第一个社会主义国家，将马克思主义关于无产阶级革命的理论变为现实，实现了科学社会主义从理论到现实的历史性飞跃，开启了人类历史的新纪元。

第二次世界大战后，社会主义在世界范围内获得大发展，实现了从一国实践到多国实践的历史性飞跃。

◆◆◆ 相关链接

从1944年到1949年，欧洲和亚洲有十多个国家在无产阶级政党的领导下，建立起人民民主的国家，走上了社会主义道路。在世界社会主义取得重大发展的时期，社会主义国家的人口曾占世界人口的三分之一，领土面积占世界陆地面积的四分之一。

20世纪80年代末90年代初，随着东欧剧变、苏联解体，世界社会主义运动的发展出现严重曲折。但是，从人类社会发展的进程看，社会主义终将代替资本主义是不可逆转的；从人类社会发展的趋势看，共产主义一定要实现的信念是不可动摇的。中国特色社会主义是科学社会主义在中国的实践与发展。面对风云变幻的当今世界，只要把目光投向中国特色社会主义的伟大实践，就不难看到科学社会主义在21世纪焕发出了何等强大的生命力。

欢迎关注爱上高中政治微信公众号
将会陆续推出更多高中政治学科干货
是学生学习和老师教学的好帮手
打开微信扫一扫二维码关注我们

或者搜索公众号
gzzz365

普通高中教科书

历　史

必修

中外历史纲要

上

目　录

第一单元

从中华文明起源到秦汉大一统封建国家的建立与巩固　1

第1课　中华文明的起源与早期国家　2
第2课　诸侯纷争与变法运动　9
第3课　统一多民族封建国家的初步建立　15
第4课　西汉与东汉——大一统国家的巩固　22

第二单元

三国两晋南北朝的民族交融与隋唐大一统的发展　28

第5课　三国两晋南北朝的政权更迭与民族交融　29
第6课　从隋唐盛世到五代十国　36
第7课　制度的变化与创新　43
第8课　三国至隋唐五代的文化　49

第三单元

辽宋夏金多民族政权的并立与元朝的统一　57

第9课　两宋的政治和军事　58
第10课　辽夏金元的统治　65
第11课　辽宋夏金元的经济与社会　71
第12课　辽宋夏金元的文化　77

第四单元

明清中国版图的奠定与面临的挑战　83

第13课　从明朝建立到清朝统一　84
第14课　清朝的鼎盛与危机　90
第15课　明清经济与文化　96

第五单元
晚清时期的内忧外患与救亡图存 103
第16课 鸦片战争的冲击与因应 104
第17课 寻求国家出路的探索和列强侵略的加剧 110
第18课 挽救民族危亡的斗争 118
第六单元
辛亥革命与中华民国的建立 123
第19课 辛亥革命 124
第20课 北洋军阀统治时期的政治、经济与文化 129
第七单元
中国共产党成立与新民主主义革命兴起 136
第21课 五四运动与中国共产党的诞生 137
第22课 南京国民政府的统治和中国共产党开辟革命新道路 143
第八单元
中华民族的抗日战争和人民解放战争 149
第23课 从局部抗战到全面抗战 150
第24课 正面战场、敌后战场和抗日战争的胜利 156
第25课 人民解放战争 163
第九单元
中华人民共和国的成立和社会主义建设 172
第26课 中华人民共和国成立及向社会主义过渡 173
第27课 社会主义建设在探索中曲折发展 180

第十单元
改革开放与中国特色社会主义道路 186
第28 课 中国特色社会主义道路的开辟与发展 187
第29 课 改革开放以来的巨大成就 193
活动课 200
家国情怀与统一多民族国家的演进 200

第一单元
从中华文明起源到秦汉大一统封建国家的建立与巩固

中国是远古人类起源的重要地区，中华文明是人类最古老的文明之一。中华文明多元一体，源远流长，生生不息，展现出自身道路的特点与风格。中国原始文化星罗棋布，多姿多彩，先后经历了旧石器时代与新石器时代两个时期。夏、商、西周是中华文明诞生和早期国家的形成时期，也是奴隶制社会的形成与繁荣时期。春秋战国是政治、经济、社会、文化大变动的时期、百家争鸣是这一变动的思想反映。秦汉是中国统一多民族封建国家的形成时期，奠定了大一统君主专制中央集权国家治理的基本模式。



第 1 课
中华文明的起源与早期国家



▲ 元谋人门齿化石

1965 年 5 月 1 日，中国地质科学院的研究人员在云南省元谋县上那蚌村的一个小山坡上，挖掘到两颗古人类门齿化石。这种形状的牙齿，在人类学中被称为铲形门齿，是现代大多数蒙古人种的门齿类型。左图是当时我国境内所见最古老的直立人元谋人的门齿化石。

石器时代的古人类和文化遗存

人类最早使用的工具是石器，一般分为旧石器和新石器两个时代。旧石器时代是指以打制方法制作石器的时代。我国已发现的旧石器时代人类化石点遗址有数百处，代表性的有距今约170 万年的元谋人和距今约70 万—20 万年的北京人。[①]他们从事渔猎和采集，过着群居生活。元谋人、北京人已经学会用火。

学习聚焦

从猿到人的演变中，直立行走和制造工具有着决定性意义。

思考点

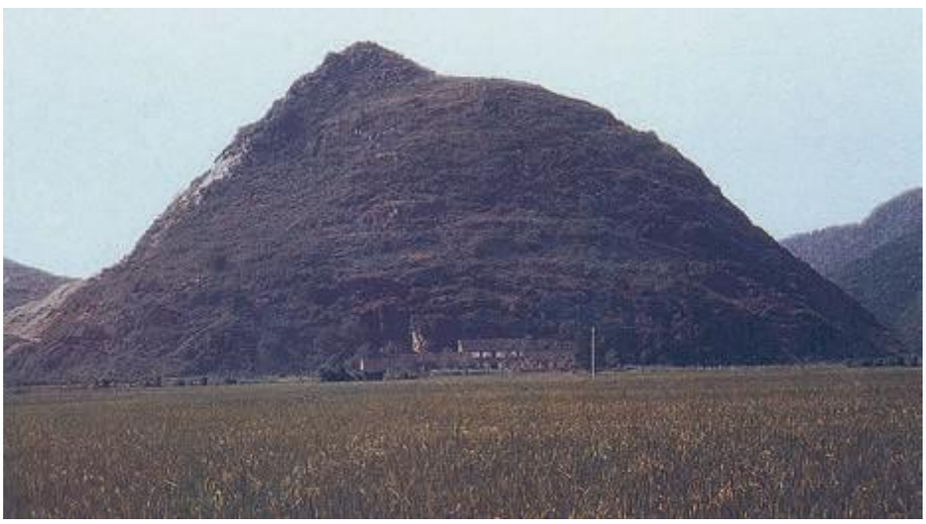
我国是远古人类起源的重要地区。观察《中国旧石器时代重要人类遗址分布图》，分析我国早期人类分布的基本特点。



▲ 中国旧石器时代重要人类遗址分布图

① 1984—2006 年，科学家在重庆巫山县发掘的巫山人遗址中，发现有疑似人属下颌骨化石 1 件和上门齿化石 1 件，推测其年代距今约 200 万年。有专家认为这应该是中国最早的古人类遗址。但关于巫山人遗址的年代与属性，考古学界也有不同看法。

距今约1 万年，我国进入新石器时代。新石器时代是指以打磨结合方法制作石器的时代。新石器时代人们已经大量使用陶器，开始从事原始农业，饲养家畜，修建村落，生活逐渐稳定。我国已发现的新石器时代文化遗存有1 万多处，分布广泛，并逐渐朝着多元一体、中原核心的方向发展。



▲ 江西万年仙人洞遗址

仙人洞遗址中距今约1 万年的水稻遗存，证明中国是世界上人工水稻栽培的重要起源地。

距今约7000—5000 年，黄河中上游地区进入仰韶文化时期，它的基本特征是彩绘陶器，以粟为主要栽培作物。大致同一时期， 黄河下游分布着大汶口文化，长江下游有河姆渡文化。河姆渡文化的居民种植水稻，并且掌握了养蚕缫丝技术。



▲ 陕西临潼姜寨聚落遗址复原图

姜寨聚落遗址是由5个大家族组成的一个氏族公社。它有氏族公共墓地，但各个墓葬的随葬品不多，也差别不大，反映了尚未贫富分化的母系氏族公社状况。姜寨聚落是仰韶文化聚落形态的典型代表。

历史纵横

新石器时代中国其他重要文化遗址

新石器时代是我国远古社会演进的重要阶段。湖南道县玉蟾岩、江西万年仙人洞、河南舞阳贾湖、陕西临潼姜寨、山东泰安大汶口、辽西和内蒙古东部的红山、浙江余杭良渚、山西襄汾陶寺等遗址及其所代表的文化，反映了远古先民丰富的物质生活、精神生活和社会组织生活。特别是良渚文化和陶寺文化内涵丰富，被视为具备了国家的初始形态。



▲ 良渚古城城墙分布范围示意图

史料阅读

上古之世，人民少而禽兽众，人民不胜禽兽虫蛇，有圣人作，构木为巢以避群害，而民悦之，使王天下，号之曰有巢氏。民食果蓏（luǒ）蜯①（bàng）蛤，腥臊恶臭而伤害腹胃，民多疾病，有圣人作，钻燧取火以化腥臊，而民说之，使王天下，号之曰燧人氏。中古之世，天下大水，而鲧、禹决渎。近古之世，桀、纣暴乱，而汤、武征伐。

——《韩非子·五蠹》

距今约5000 年的新石器时代晚期，大汶口文化和仰韶文化被龙山文化所代替。龙山文化的代表器物是黑陶，胎壁薄如蛋壳，被称为“蛋壳陶”。同时，在北方辽河上游有红山文化，长江下游有良渚文化。它们都出土了精美的玉器，并且出现较大规模的祭坛和神庙。



▲ 红山文化牛河梁遗址的祭坛、积石冢和女神庙



▲ 山西襄汾的陶寺遗址及2001 号大墓出土时全景

中国原始社会经历了二三百万年的历史。原始社会组织分为原始人群、母系氏族社会和父系氏族社会3 个阶段。旧石器时代晚期的母系氏族社会，由于生产力十分低下，氏族成员共同劳动，成果共享。新石器时代晚期

① 蓏，草本植物的果实。蜯，同蚌。

的父系氏族社会，父权制取代母权制，社会贫富分化与不平等的萌芽开始出现，氏族间的联系趋于紧密，形成较大的部落甚至部落联盟。考古发现，这时私有制已经产生，阶级分化日益明显，部落中出现了权贵阶层。他们通过战争不断扩大财富和权力。人类即将迈入文明的门槛。

从部落到国家

古史相传，中国历史从三皇五帝开始。三皇时代较早，名称众说不一[①]，神话色彩浓重。五帝[②]的事迹较为具体。居于五帝之首的黄帝，大约是黄河中上游一带的部落首领。他联合另一部落首领炎帝，形成炎黄部落联盟，被后世尊为华夏始祖。五帝中最后两位尧、舜，可能是中原地区的部落联盟首领。尧年老时，根据各部落首领的推举和考察，由舜继承其位。这种做法称为“禅让”。

有夏氏部落的禹因治水有功，接受舜的禅让，成为部落联盟首领。约公元前2070年，禹建立了我国最早的奴隶制国家夏朝。禹死后，其子启继位，世袭制代替了禅让制。文献记载：夏王是最高的统治者，称为“后”。中央设有主管行政、军事、司法和宗教的机构与职官。夏朝社会仍然是聚族而居。除对夏后氏生活的地区直接统治外，夏朝对其他地方主要通过控制一些部族实行间接统治。考古学家在河南偃师发现的二里头遗址，很有可能是夏文化的遗存。

学习聚焦

古代文献中关于夏朝的记载主要集中在《尚书》《诗经》和《史记·夏本纪》中，但至今尚未发现像商周那样用甲骨文、金文来记录当时史实的材料。

学思之窗

关于启的继位，古书中有不同记载。《史记·夏本纪》写道：“益（禹晚年培养的接班人）让帝禹之子启。”《战国策·燕策一》记载：“启与支党攻益，而夺之天下，是禹名传天下于益，其实令启自取之。”

关于启的继位，为什么会出现上述不同说法？

商和西周

约公元前1600年，黄河下游的商部落首领汤推翻了夏朝，建立商朝。

史书中有关商朝的记载，得到了考古发掘的验证。据载，商朝的都城多次迁移，后来定于殷，所以也称殷朝。考古学家在河南安阳一带发现殷墟遗址，遗址出土大批刻有文字的龟甲、兽骨。这些文字被称为“甲骨文”，是商人刻写的占卜记录。甲骨文是一种成熟的文字，应当已经有很长时间的发展演变。殷墟还出土了许多青铜器，造型雄奇，纹饰华丽。

学习聚焦

考古发现的甲骨文，证实了文献中关于商朝的部分历史记载。大量的青铜铭文，反映了西周贵族的各种活动。

① 关于三皇，较常见的一种说法是燧人氏、伏羲氏、神农氏。

② 关于五帝的名称，说法也不一。司马迁《史记·五帝本纪》记载的顺序是黄帝、颛顼、帝喾、帝尧、帝舜。

思考点

《尚书·无逸》记载，祖甲以后的商王多很腐朽，他们“生则逸，不知稼穑之艰难，不闻小人之劳，惟耽乐之从”。你从这条材料可以看到商朝衰亡的原因是什么？

商朝国家机构更加完善。商王是最高统治者，商王之下设有尹及各类事务官。商朝的国家管理结构是内外服制。内服指商王直接控制的王畿地区，外服指商王间接控制的方国和部落。商朝的政治势力与文化影响东到大海，西及陇山，南跨江汉，北至燕山。

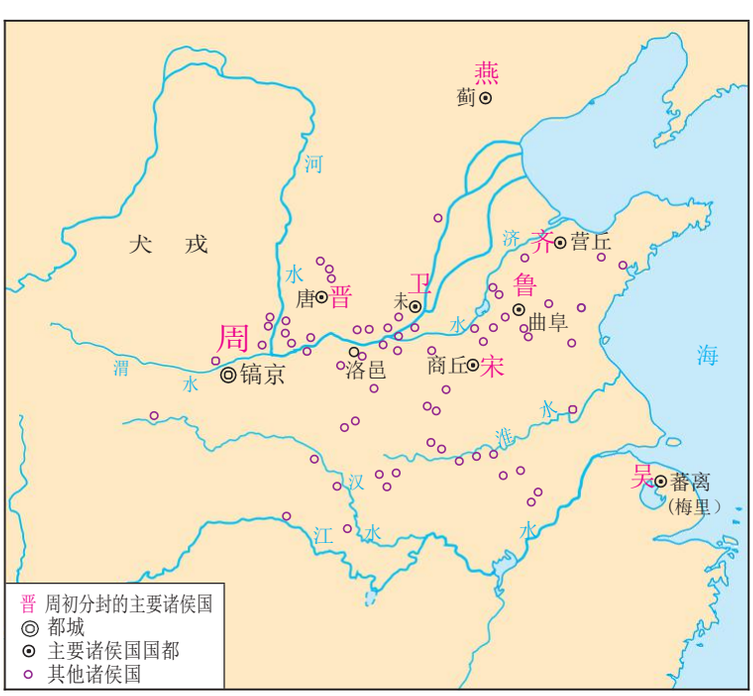
公元前1046年，周族首领周武王率众伐商，商朝被周朝取代。周朝定都于镐[①]，史称西周。





▶ 利簋及铭文

利簋（guǐ）铭文“武王征商，唯甲子朝，岁鼎，克昏夙有商……”，可与《尚书·牧誓》中“时甲子昧爽，王朝至于商郊牧野”等文印证，反映了武王克商这一重大历史事件。



▲ 西周分封示意图

西周实行分封制与宗法制，史称“封建亲戚，以蕃屏周”。周王将王畿直接控制的镐京之外的广大地区，封授给王族子弟、功臣和前朝贵族，在地方建立世袭的诸侯国。诸侯在国内也将土地和人民分封给卿大夫，卿大夫再分给士。这样，统治集团内部形成了金字塔型的等级结构。

① 镐，今陕西西安西。

历史纵横

宗法制

《左传·桓公二年》记载：“天子建国，诸侯立家，卿置侧室，大夫有贰宗，士有隶子弟，庶人工商各有分亲，皆有等衰①（cuī）。”这是分封制与宗法制的结合。宗法制是具有血缘关系的宗族组织内部的制度，严格实行嫡长子继承制，周王是大宗，诸侯是小宗。诸侯国内，诸侯是大宗，卿大夫是小宗。以此类推，层层区别，形成政权与族权的结合。

公元前841年，周厉王贪财好利，为政暴虐，引发了“国人暴动”。周厉王出逃，诸侯共伯和被推举摄政，史称共和行政②。公元前771年，西北游牧民族犬戎乘西周王室内乱，攻破镐京，杀死周幽王，西周灭亡。

商和西周是我国奴隶制社会经济发展并走向繁荣的时期。农业是主要生产部门，井田制是基本土地制度。井田即方块田，整治规则，有沟渠灌溉。农业生产中主要使用木、石、骨、蚌等材质的工具，青铜农具极少。青铜铸造是手工业生产中的主要部门，青铜器种类繁多，劳动人民创造了灿烂的青铜文化。我国是世界上最早养蚕缫丝的国家，绢帛是商周贵族普遍的衣着材料。

历史纵横

商周奴隶制

据《周礼·地官·质人》记载，商周奴隶制国家设有专门掌管奴隶和牲畜买卖的官吏，可见当时奴隶买卖的普遍。曶鼎铭文记载了有关奴隶买卖的价格，5名奴隶的身价相当于一匹马一束丝，即“匹马束丝”。

探究与拓展

问题探究

西周出现了敬天保民的民本观念：

人无于水监，当于民监③。

——《尚书·酒诰》

民之所欲，天必从之。

——《尚书·泰誓上》

天视自我民视，天听自我民听。

——《尚书·泰誓中》

惟王子子孙孙永保民。

——《尚书·梓材》

民本观念是珍贵的思想文化遗产，在我国历史上产生了深远的影响。你认为西周民本观念产生的意义是什么？

① 等衰，由高到低按照一定的标准递减。

② 还有一种说法：由大臣召公、周公共同执政，故称“共和”。

③ 监，通鉴，指照映、明察。整句意思是：人不仅要用水当镜子来观察自己，而且应当把民众作为镜子来观察自己。

学习拓展

我国著名考古学家苏秉琦在《关于重建中国史前史的思考》中说：“相对于世界其它几大历史文化系统而言，中国文化是自我一系的；中国古代文化又是多源的；它的发展不是一条线贯彻始终，而是多条线互有交错的网络系统，但又有主有次。各大文化区系既相对稳定，又不是封闭的……中国文明之所以独具特色、丰富多彩、连绵不断，中华民族之所以能够形成一个统一的多民族国家并在数千年来始终屹立在世界的东方，都与中国文化的传统、中国文明的多源性有密切关系。同世界上其它文明古国的发展模式不同，多源、一统的格局铸就了中华民族经久不衰的生命力。”

阅读这段话，查阅相关史前文化遗址的考古资料，考察其分布特点，就中华文明起源的多源性与统一性问题谈谈自己的认识。

第 2 课
诸侯纷争与变法运动

周平王东迁之后，中国历史进入东周时期，周天子的控制力日渐削弱，郑国不断侵扰王室。周平王死后，其孙桓王继位，与郑国矛盾激化，刀兵相见，结果王室军队败北，桓王肩头还中了一箭，狼狈撤走。随后郑国派人去“慰问”，桓王只好忍气吞声，不了了之。此后诸侯纷争不断，“礼乐征伐自天子出”的时代一去不返。右图为河南三门峡上村岭虢国墓出土的春秋时期的青铜戈，戈是当时的主要格斗兵器。



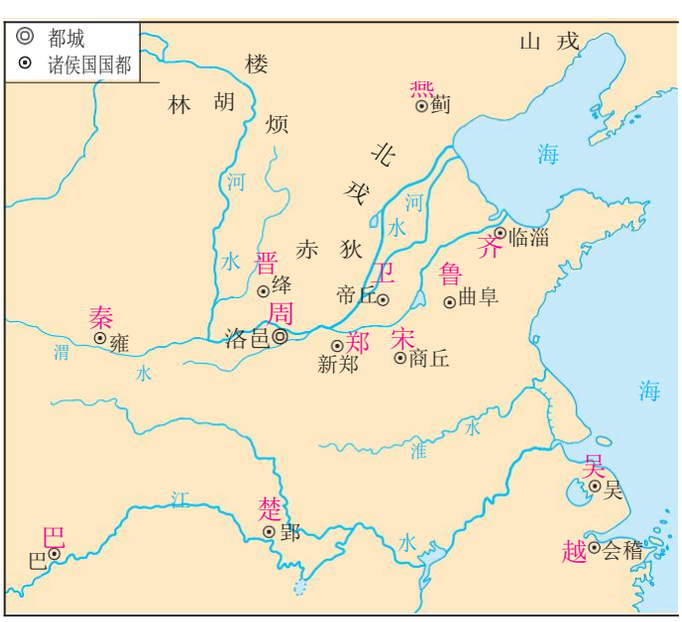
▲ 春秋时期青铜戈

列国纷争与华夏认同

东周分为春秋、战国两个阶段。春秋时期，一些大的诸侯国扩张势力，力图号召和控制中小诸侯国，确立霸权地位。东方的齐国、北方的晋国、南方的楚国、长江下游的吴国与越国先后建立了霸权。史书将这一时期建立霸权的诸侯国国君统称为“春秋五霸”①。

学习聚焦

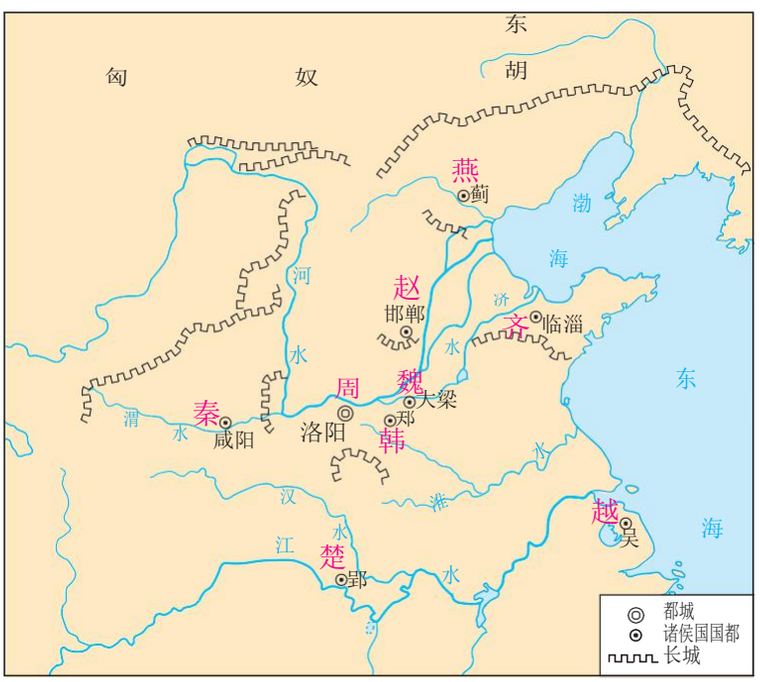
周天子“天下共主”地位丧失后，诸侯纷争，各民族进一步交融，华夏族发展壮大。



▲ 春秋列国形势图

① 关于“春秋五霸”，古书中有不同说法：一说为齐桓公、晋文公、楚庄王、吴王阖闾、越王勾践；一说为齐桓公、宋襄公、晋文公、秦穆公、楚庄王。

春秋后期到战国前期，一些诸侯国的卿大夫掌握了实权。晋国的韩、赵、魏三家大夫将晋国瓜分，齐国大夫田氏也取代了原来的姜姓国君。经过长期纷争，许多中小诸侯国消失了，形成了齐、楚、燕、韩、赵、魏、秦7 个大国，史称“战国七雄”。周朝传统的政治秩序完全被破坏， 各国国君纷纷称王，周王室也在公元前256 年被秦国吞并。



▲ 战国形势图

从春秋到战国，民族关系出现了重要变化。春秋中原各国因社会发展较四周戎狄蛮夷先进而自称为华夏，但在频繁往来和密切联系中，这些周边民族也产生了华夏认同观念。进入战国之后，内迁戎狄蛮夷已经逐渐融入华夏族，如楚国就不再被视为蛮夷。华夏族吸收了大量新鲜血液，成为更加稳定和分布更为广泛的族群。

经济发展与变法运动

春秋战国的经济有重大发展。冶铁技术出现，铁制农具广泛使用，牛耕也得到推广。各国纷纷兴建水利灌溉工程，如都江堰、郑国渠，大大提高了农业生产率。农业进步推动社会分工，促进了工商业的繁荣。战国时，手工业分工更加细密，货币流通广泛，各地涌现出一批人口众

史料阅读

西汉学者刘向概括战国时期的混乱局面说：

田氏取齐，六卿①分晋，道德大废，上下失序……是以传相仿效，后生师之，遂相吞灭，并大兼小，暴师经岁，流血满野。父子不相亲，兄弟不相安，夫妇离散，莫保其命，泯然道德绝矣。晚世益甚，万乘（shèng）之国七，千乘之国五②，敌侔争权，盖为战国。贪饕（tāo）无耻，竞进无厌，国异政教，各自制断。上无天子，下无方伯③，力功争强，胜者为右。

——刘向《〈战国策〉书录》

历史纵横

唐朝孔颖达在《春秋左传正义·定公十年》中说：“中国有礼仪之大，故称夏；有服章之美，谓之华。”“华夏”连称，本义指衣冠华美又重礼仪。华夏作为族群、文化、国家政权，在春秋战国时被周边民族所认同。各族同源共祖的观念滋生发展。

学习聚焦

春秋战国社会经济有了长足发展，阶级关系发生变化，导致上层建筑变革。

① 六卿，指范氏、中行氏、智氏、韩氏、赵氏、魏氏，皆为晋卿。

② 万乘之国七，即战国七雄。千乘之国五，指东西二周（东迁的周王室后来又分裂为东、西两部分）、宋、卫、中山诸国。其实，“七”“五”也是一种泛称。

③ 方伯，即诸侯霸主。

多、商贾云集的中心城市。不少私营工商业主聚集了大量钱财，有的富比王侯。



▲ 流行于春秋战国时期的各国货币

战国兼并战争日益剧烈，为了富国强兵，各国努力提高统治效率。在这样的背景下，变法运动成为战国时期的一股潮流。各国通过变法，先后建立了代表封建地主阶级利益的君主专制中央集权郡县官僚制国家[①]。其中，秦国的商鞅变法效果最为显著。

商鞅变法开始于公元前356年。主要内容有：重农抑商，奖励耕织；奖励军功，剥夺和限制贵族特权；强制大家庭拆散为个体小家庭，推动土地私有制发展；在民间实行什伍连坐，互相纠察告发；行政管理上普遍推行县制，县的主要官员由君主任免。后来商鞅被杀，但变法措施已深入人心。商鞅变法顺应历史潮流，集列国变法之长，是战国时期持续时间最长、涉及面最广、改革最为彻底的一次变法。变法使秦国国富兵强，为秦统一中国奠定了基础。

史料阅读

苏秦描绘了战国时期齐国都城临菑的经济繁荣景象：

临菑甚富而实，其民无不吹竽鼓瑟，弹琴击筑，斗鸡走狗，六博蹋鞠②者。临菑之途，车毂③（gǔ）击，人肩摩，连衽④成帷，举袂⑤成幕，挥汗成雨，家殷人足，志高气扬。

——《史记·苏秦列传》

孔子和老子

学习聚焦

孔子和老子分别是我国儒家学派和道家学派的创始人。他们的思想在我国历史上产生了深远影响。

孔子是儒家学派的创始人，名丘，字仲尼，出身于春秋后期鲁国破落贵族家庭。孔子针对礼崩乐坏、社会动荡的形势，就伦理和政治重建问题提出了自己的一套理论。

① 战国是我国封建社会的开端。关于我国封建社会的开端，学界还有西周、春秋、秦、西汉、东汉、魏晋等多种说法。
② 六博，一种棋类游戏。蹋鞠，一种踢球习武带有军事训练性质的游戏。
③ 毂，车轮中心穿轴承辐的部分。
④ 衽，衣襟。
⑤ 袂，衣袖。

思考点

孔子的思想在当时有什么积极意义？他的思想又有哪些局限性？



▲ 孔子像

孔子思想的核心观念是“仁”，意为关爱他人，进而主张统治者顺应民心，爱惜民力，推行“仁政”，通过以身作则的道德感化来治理国家。孔子对现实不满，主张恢复西周等级森严的礼乐制度，但也承认制度随着时代变化应当有所改良。

孔子在教育方面成就显著。他以“有教无类”的思想办学，打破了过去贵族阶层垄断文化教育的局面， 推动了私学的发展。相传孔子晚年对《诗》《书》《礼》.《易》《乐》《春秋》等文献进行整理，后来这些文献成为儒家的经典。他的主要思想和言论记载在由弟子整理成的《论语》当中。

老子是道家学派的创始人，姓李，名耳，字聃，春秋后期楚国人。他将天地万物本原归结为抽象的“道”。其思想包含着朴素的辩证法，揭示出事物存在着互相依存、相互转化、对立统一的矛盾；认为物极必反，柔能克刚。老子在政治上也对现实不满，反对制度束缚，主张顺其自然，无为而治，甚至退回到小国寡民的时代。这些观点见于《老子》一书。

社会变革与百家争鸣

学习聚焦

百家争鸣是社会大变革在意识形态上的反映，各家针对当时社会现实问题，提出了自己的政治主张。

战国是社会大变革时期。社会经济的发展，促使阶级关系出现新变化。士人从各自代表的阶级阶层集团利益出发，提出了自己的政治社会主张和要求，影响社会现实。

战国时期，学在官府的传统被打破，文化知识向民间普及。旧的贵族等级体系开始瓦解，新兴的士阶层崛起。各国统治者出于竞争需要，礼贤下士，争相招揽人才。士人周游列国，颇受重用。他们的活跃推动了学术文化的繁荣。当时出现众多学说、学派，各自提出对政治、社会乃至宇宙万物的看法，彼此论战辩驳，形成百家争鸣[①]的思想文化繁荣局面。百家争鸣是战国社会大变革在意识形态上的反映。

战国时期儒家的代表人物为孟子和荀子。他们的学说从不同角度发挥并补充了孔子的思想，为新兴的封建地主阶级提供了理论基础。道家的代表是庄子，他的思想比老子更加消极、保守。新出现的重要派别有墨家、法家。

① 关于诸子百家的说法不同：《史记·太史公自序》概括为阴阳、儒、墨、名、法、道德六家；《汉书·艺文志》引用《七略》分为儒、道、阴阳、法、名、墨、纵横、杂、农、小说十家。

墨家代表下层平民利益；法家则适应专制集权的社会趋势，主张以法治国，君主独裁，反映了中央集权君主专制的政治思想。此外比较重要的，还有研究逻辑学的名家和探讨军事理论的兵家，以及试图说明事物运动变化规律的阴阳家等。

诸子学派及代表人物

学派	代表人物
道家	老子、庄子
儒家	孔子、孟子、荀子
墨家	墨子
法家	韩非
阴阳家	邹衍
兵家	孙武

思考点

诸子百家思想学说的核心观点是什么？

探究与拓展

问题探究

战国时期，新兴的地主阶级在许多诸侯国掌握政权。他们为了打击奴隶主贵族势力，发展封建政治和经济，巩固新生政权，增强竞争实力，纷纷开展变法运动。如李悝在魏国推行变法，按照“食有劳而禄有功”的原则授予官职和爵位；主张“尽地力之教”，发展生产；颁布《法经》。吴起在楚国实行变法，“明法审令，捐（舍弃）不急之官”。秦国商鞅变法，规定：“民有二男以上不分异者，倍其赋。有军功者，各以率受上爵。”

查阅战国变法的材料，结合时代背景与变法措施，分析各国纷纷开展变法运动的原因。其效果如何？

学习拓展

春秋时期成书的《诗经》，汇集了西周到春秋时期的诗歌，是我国第一部诗歌总集，包括《风》《雅》《颂》3 部分。《诗经》以四言诗为主，内容丰富，反映了当时社会的各方面，它的人文精神和现实主义传统对后世文学有重要影响。战国后期楚国贵族屈原继承《诗经》的优秀传统， 采用楚国民歌方言，创造出一种句子较长的新诗歌体裁， 称为“楚辞”。《离骚》《天问》《九歌》是其代表作品。屈原的爱国主义和浪漫主义精神是中华优秀传统文化的宝贵财富。

查阅《诗经》和“楚辞”中的若干篇章，体会其中的历史价值与人文精神。

第 3 课
统一多民族封建国家的初步建立

战国中后期，统一的呼声日益高涨。孟子提出了“定于一”的思想。成书于战国末年的《吕氏春秋》也认为：“乱莫大于无天子，无天子则强者胜弱，众者暴寡，以兵相残， 不得休息。”只有统一才能结束战乱，统一逐渐成为当时人们的共识。右图为《吕氏春秋》中相关记载的书影。


吕氏春秋 卷十六 四二五

封建○服國八百餘今無存者矣雖存吉嘗亾矣賢主
世疑此○疑是設
知其若此也故日慎一日以終其世洩世鴻世○疑是設
亾其亾爲憂也譬之若登山登山者處已高矣左右視尚纔纔焉
山在其上賢者之所與處有似於此身已賢矣行已高矣
左右視尚盡賢於己故周公旦曰不如吾吾吾不與處累
我者也○不如吾舊本作吾不如者疑今從意林改正次最首字制言中盡注亦作不如我者與我
齊者吾不與處無言我者也齊此擧則不能事此者也推賢者
必與賢於己者處賢者之可得與處也禮之也主賢世治
則賢者在上上位也主不肖世亂則賢者在下今周室既滅
天子既廢○天子舊本作天下識此段與漸染篇同彼云而天子已絕乱莫大於無天
子無天子則强者勝弱衆者暴寡以兵相刻滅不得休息

▲《吕氏春秋》书影

秦朝的统一

长期战乱给社会带来巨大灾难，人民渴望安定统一；各地域经济的发展，要求打破政治分裂所带来的阻碍，这都为统一准备了客观条件。统一的历史重任，落在了秦国身上。

秦“据殽函之固，拥雍州之地”，地理位置优越，物质基础雄厚。秦王励精图治，广纳贤才，吏治较为清明。商鞅变法后，秦实行法治，奖励耕战，国家日益强盛，具备了统一的历史条件。

学习聚焦

秦的统一顺应了历史发展潮流，建立了统一的中央集权国家，有力促进了各地区、各民族政治、经济、文化的交流与交融。

学思之窗

韩国派遣水工郑国游说秦王嬴政修建大型水利工程。嬴政采纳郑国建议后，发觉这是韩国的阴谋，于是下令驱逐所有其他诸侯国的人。为此，李斯上《谏逐客书》，改变了嬴政的主张，网罗了天下英才。其理由是：

臣闻地广者粟多，国大者人众，兵强则士勇。是以泰山不让土壤，故能成其大；河海不择细流，故能就其深；王者不却众庶，故能明其德。……夫物不产于秦，可宝者多；士不产于秦，而愿忠者众。今逐客以资敌国，损民以益仇，内自虚而外树怨于诸侯，求国无危，不可得也。

——《史记·李斯列传》

从人才角度分析，为什么只有秦能够统一六国？



▲ 秦始皇像



▲ 里耶秦简户籍簿

释文为：“东成户人士五夫，妻大女子沙，子小女子泽若，子小女子伤。”东成，里名。户人，户主。士五，身份称谓，指无爵或免爵者。女子，女性。大、小，课役身份的标志，登记于户籍，作为征发赋役的依据。夫、沙、泽若、伤，均为人名。

公元前230年至公元前221年，秦国采取远交近攻战略，分化瓦解，各个击破，相继灭掉东方六国，建立起新的统一王朝秦朝，定都咸阳[①]。随后，秦又征服了南方越族地区，并加强了对云、贵一带西南夷的控制。在北方， 秦击退了游牧民族匈奴的进攻，在原有北方诸侯国旧长城的基础上，修筑了西起临洮、东至辽东的万里长城。

秦朝采取了一系列巩固君主专制中央集权的统治措施。首先是确立皇帝制度。嬴政兼采三皇、五帝名号，将新王朝的君主定名为皇帝，并通过许多具体规定和礼仪突出皇帝的独尊地位。嬴政自称“始皇帝”，史称秦始皇。皇帝对国家事务拥有至高无上的决定权。皇帝之下由三公九卿组成中央政府，负责管理全国的政务。三公指丞相、太尉、御史大夫，为主要辅佐大臣；九卿泛指分掌具体事务的诸卿。在地方彻底废除分封制，将战国时已经产生的郡县官僚制在全国推广，设立郡、县（道[②]）两级行政机构，其主要官员由中央任免和考核。县（道）以下设乡、里和亭，分别负责管理民众和治安。此外，秦朝还大规模推行巩固统一的措施，如统一车轨、文字、货币、法律和度量衡，编制户籍，迁徙六国贵族豪强，整顿社会风俗等。秦朝确立的这套政治体制被以后的王朝长期沿用，影响至为深远。

秦的统一，建立起“东至海暨朝鲜，西至临洮、羌中，南至北向户[③]，北据河为塞，并阴山至辽东”幅员辽阔的国家，奠定了此后历代疆域的基本版图。统一中央集

史料阅读

历代对秦始皇统一和秦制给予高度评价：

明法度，定律令，皆以始皇起。

——司马迁《史记·李斯列传》

并吞战国，海内为一，功齐三代。

——班固《汉书·主父偃传》

秦王扫六合，虎视何雄哉。

——李白《古风·其三》

秦之所以革之者，其为制，公之大者也；其情，私也，私其一己之威也，私其尽臣畜于我也。然而公天下之端自秦始。

——柳宗元《封建论》

始皇帝，自是千古一帝也。

——李贽《藏书》

① 咸阳，今陕西咸阳东。

② 道，少数民族地区县级行政机构的名称。

③ 北向户，是门户向北开的房子，代指极南的地区。

权国家的形成，是历史发展的必然，也是客观需要。空前统一的国家政权，促进了各民族的交往、交流与交融，推动了多民族国家政治、经济、社会的发展。



▲ 秦朝形势图

秦朝的暴政

统一后的秦始皇穷奢极欲，大兴土木，建造宫殿、陵墓。他花费巨额钱财求仙访药，以求长生不老，兴师动众出外巡游、封禅，加上开拓边疆和筑长城，修驰道、直道等工程，征发繁重。百姓不堪重负，生活在水深火热之中。秦法刑法严苛，人民摇手触禁，史称“赭衣塞途，囹圄成市，天下愁怨”[①]，社会阶级矛盾严重激化。

学习聚焦

统一后的秦王朝只存在了十几年时间，秦的速亡与秦的暴政有着不可分割的关系。

历史纵横

秦朝的政治危机

秦统一之后，秦始皇多次到各地巡视，并且用刻石方式宣扬自己的显赫业绩，宣称“一家天下，兵不复起”“人迹所至，无不臣者”。然而就在一次出巡途中，发生了行刺事件，随从车辆被刺客掷出的铁锥击中，秦始皇侥幸逃生。后来，又有人在陨石上刻下“始皇帝死而地分”的标语。这都说明外表强盛的秦朝，实际上统治危机仍然存在。

① 《汉书·刑法志》。



▲ 秦始皇陵

为了钳制思想，秦始皇接受李斯的建议，下令天下将非秦国历史的史书，非博士所掌管的《诗》《书》等诸子百家语，在30 天内全部交给官府焚毁。只有医药、卜筮、种树之书不在其列。先秦以来的许多珍贵文献毁于一旦。秦始皇以“或为妖言以乱黔首”罪名，将460 余名儒生方士坑杀。这就是著名的“焚书坑儒”。焚书坑儒在中国历史上产生了十分恶劣的影响。

公元前210 年，秦始皇在巡行途中死去，秦二世继位。他密织刑网，加重人民负担，阶级矛盾和统治阶层内部矛盾的尖锐化都达到极点，人民再也无法忍受下去，一场大规模的农民起义终于爆发。

秦末农民起义与秦的速亡

公元前209 年，一队被派往北部边境的戍卒，在大泽乡[①]遇雨受阻。按照严酷的秦朝法律，不能如期赶到戍地将被处死。这些戍卒于是铤而走险，在陈胜、吴广领导下“斩木为兵，揭竿为旗”，发动了中国历史上第一次农民大起义，陈胜自立为王，号为“张楚”。天下云集响应，迅速蔓延。陈胜不久失败，项羽、刘邦等领导的反秦势力日益壮大。公元前207 年，刘邦的军队进入咸阳，秦王子婴投降。

史料阅读

汉初贾谊在《过秦论》中分析秦二世而亡的教训时说：

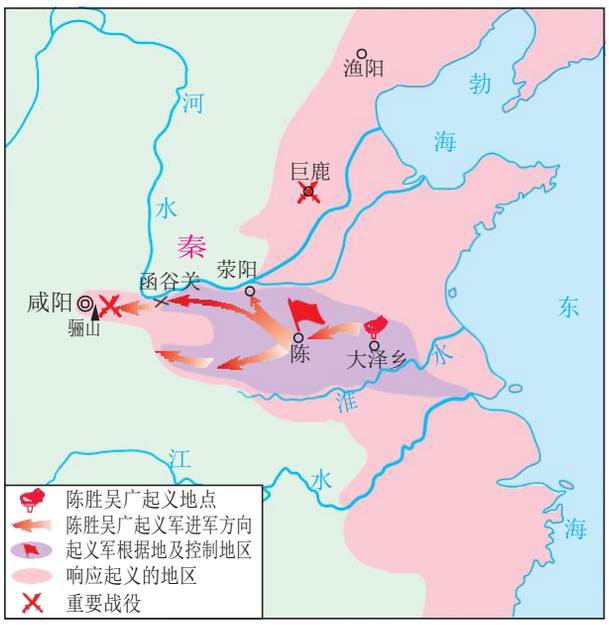
今秦南面而王天下，是上有天子也。既元元之民冀得安其性命，莫不虚心而仰上。当此之时，守威定功，安危之本在于此矣。……秦离战国而王天下，其道不易，其政不改，是其所以取之守之者无异也。孤独而有之，故其亡可立而待。

——《史记·秦始皇本纪》

学习聚焦

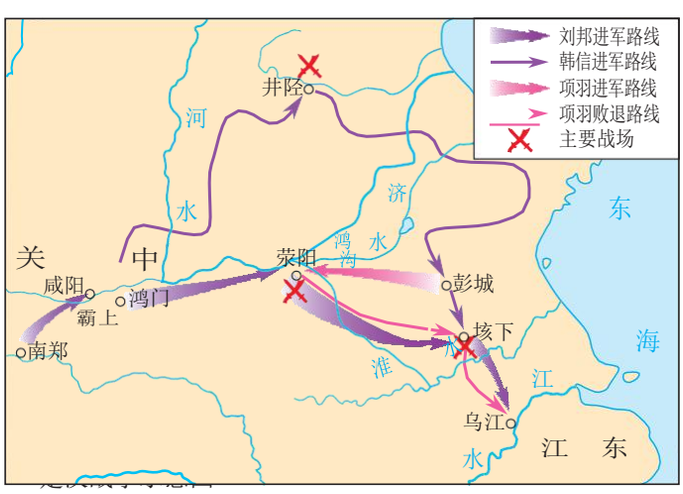
陈胜、吴广首义导致秦的速亡，项羽、刘邦为争夺统治权力发动楚汉战争， 最终以项羽失败告终。

① 大泽乡，在今安徽宿州境内。



▲ 陈胜、吴广起义进军路线图

秦朝灭亡后，刘邦和项羽展开了长达4 年的楚汉战争。刘邦“约法三章”，废秦苛法，善于用人，听取谏言，指挥得当；项羽刚愎自用，不善用人，赏罚不明，烧杀掳掠，加之分封政策失当，缺乏稳固的根据地，最终被刘邦击败。



学思之窗

《史记·陈涉世家》记载陈胜占领陈[①]后：“数日，号令召三老②、豪杰与皆 来会计事。三老豪杰皆曰：‘将军身被坚执锐，伐无道，诛暴秦，复立楚国之社稷，功宜为王。’陈涉乃立为王，号为张楚。”

《史记·项羽本纪》载：“楚虽三户，亡秦必楚。”

分析为什么陈胜号称“张楚”。

① 陈，今河南淮阳。

② 三老，郡、县、乡三级行政机构内设置的掌管教化的官员。

探究与拓展

问题探究

战国后期，楚国学者荀子到秦国访问。他对人讲述访问观感时说：

（秦）其固塞险，形势便，山林川谷美，天材之利多，是形胜也。入境，观其风俗，其百姓朴，其声乐不流汙[①]，其服不挑[②]，甚畏有司而顺，古之民也[③]。及都邑官府，其百吏肃然莫不恭俭、敦敬、忠信而不楛[④]（kù），古之吏也。入其国，观其士大夫，出于其门，入于公门，出于公门，归于其家，无有私事也。不比周，不朋党，倜（tì）然[⑤]莫不明通而公也。古之士大夫也。观其朝廷，其闲听决百事不留，恬然[⑥]如无治者，古之朝也。故四世有胜[⑦]，非幸也，数[⑧]也。

——［清］王先谦《荀子集解》卷十一《强国篇第十六》

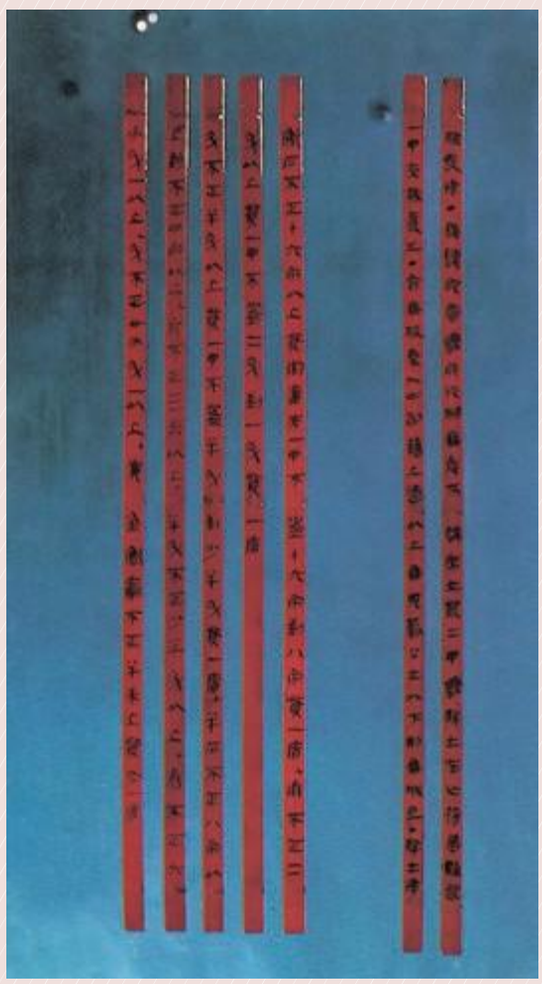
阅读上述材料，分析探讨秦良好的吏治在秦崛起与统一中起到了什么样的作用。

学习拓展

秦朝重视法制建设，颁布了名目繁多、分类细密的法律条文，但传世文献中保存下来的很少。1975 年，湖北云梦睡虎地秦墓出土竹简1000 余支，大部分是秦的法律条文和相关解释，大大丰富了我们对秦律的认识。

① 流，淫邪。汙，同污，污浊。
② 挑，轻佻、奇异。
③ 古之民也，是荀子称赞秦国百姓的话。荀子认为古代是理想社会，“古”代表高度评价。
④ 楛，滥、恶。
⑤ 倜然，高远的样子。
⑥ 恬然，安逸的样子。
⑦ 四世有胜，四代都打胜仗。从商鞅变法到荀子访秦，秦国共经历了四代君主。
⑧ 数，道理、必然性。

近几十年来，出土文献大量涌现，往往能够印证、纠正或补充传世文献。请查找其他例证，初步了解相关出土文献的学术价值。



▲睡虎地秦墓出土的有关秦律的竹简

第 4 课
西汉与东汉——大一统国家的巩固



▲ 西汉驷马安车

楚汉战争中获胜的刘邦登上了皇帝之位。西汉初立，社会残破，连为皇帝套马拉车，都找不到四匹同样颜色的马，将相大臣只能乘牛车出行。曲逆[①]城原有3 万多户，战后只剩下5000 户。当时经济之凋敝，可见一斑。左图为西汉时期的驷马安车，安车是当时的一种坐乘车，常驾四匹马。

学习聚焦

汉初统治者吸取秦朝速亡的教训，将恢复发展经济作为首要任务。特别是“与民休息”的政策取得显著成效。

史料阅读

汉兴，扫除烦苛，与民休息。至于孝文，加之以恭俭，孝景遵业，五六十载之间，至于移风易俗，黎民醇厚。周云成康，汉言文景，美矣！

——《汉书·景帝纪》

西汉的建立与“文景之治”

公元前202 年，刘邦建立汉朝，定都长安[②]，史称西汉。刘邦就是汉高祖。

西汉初年的各种制度基本沿袭秦代，史称“汉承秦制”。只有地方行政制度采取郡县与分封并行体制。刘邦在统一战争中分封了7个异姓功臣为诸侯王，他们拥兵自重，对中央集权造成严重威胁。不久，汉高祖将异姓诸侯王逐渐剪除，但又“惩亡秦孤立之败”，陆续分封了一批同姓诸侯王。这些诸侯王“夸州兼郡，连城数十，宫室百官，同制京师”。汉中央直接管辖的只有15个郡。这给汉王朝的统一和稳定埋下了隐患。汉景帝在位时，削减诸侯封地，引发了吴楚等7国叛乱。但叛乱不得人心，3个月内即被平定。

汉初统治集团吸取秦朝速亡的教训，政治上尊奉黄老无为思想，采取“与民休息”政策，减轻赋税、徭役和刑法，提倡节俭，减少财政支出。文帝、景帝在位期间，经济得到了明显恢复，社会稳定，史称“文景之治”。

① 曲逆，今河北顺平县东南。
② 长安，今陕西西安。

汉武帝时西汉的强盛

汉武帝即位后，颁布“推恩令”，要求诸侯王将封地再行分封给子弟。这一措施成功分解了诸侯王的势力。加上采取其他一些打击手段，诸侯王势力逐渐衰落，不再对中央形成威胁。

汉武帝对内加强中央集权。政治上，加强皇权，削弱丞相权力，设立直接听命于皇帝的中朝；建立以察举制为代表的新的官吏选拔制度；将全国划分为13个州部，分设刺史，负责对辖区内郡级官员及子弟和豪强势力进行巡视监察；任用酷吏治理地方，严厉镇压豪强、游侠等社会势力的不法行为。经济上，改革币制，将铸币权收归中央；实行盐铁官营，由政府垄断盐、铁的生产和销售；推行均输平准，国家插手并经营商业贸易，增加收入，平抑物价；抑制工商业者，颁布算缗、告缗令[①]，向他们征收财产税。思想上，接受卫绾、董仲舒的建议，尊崇儒术。公元前135年，设五经博士，儒学上升到经学。至此，百家学说虽未完全消失，但儒学独尊地位确立。此后，儒学成为我国封建社会主流意识形态。

学习聚焦

经过60余年的休养生息，西汉国力强盛。雄才大略的汉武帝积极有为，顺应时代需要，采取了一系列巩固和发展大一统国家的措施。



▲汉武帝像

思考点

汉武帝为什么要建立刺史监察制度？

史料阅读

董仲舒详细叙说了“尊崇儒术”的理由：

春秋大一统者，天地之常经，古今之通谊也。今师异道，人异论，百家殊方，指意不同，是以上亡以持一统；法制数变，下不知所守。臣愚以为诸不在六艺之科孔子之术者，皆绝其道，勿使并进。邪辟之说灭息，然后统纪可一而法度可明，民知所从矣。

——《汉书·董仲舒传》

汉武帝在稳固边疆的基础上积极开拓疆域。汉初，匈奴势力强大，多次袭击汉朝边境。汉武帝任用卫青、霍去病为将，经过3次较大战争，夺取了阴山以南和河西走廊的大片区域。汉在河西走廊设立酒泉、武威、张掖、敦煌4郡。为配合对匈奴的战争，汉武帝募遣张骞两次出使西域，开辟了中西交通道路，大大促进了西域与中原政治经济文化联系。中国的丝织品沿着这条道路传向中亚、西

历史纵横

自汉武帝至昭帝、宣帝时，匈奴势力被逐出西域。汉宣帝时，在乌垒城[②]设西域都护府，统一管理西域。此后，“汉之号令班西域矣”。

① 算缗，是向大商人、高利贷者、手工业者征收的财产税。告缗，是鼓励知情者告发，属实者没收被告发者全部财产，惩罚戍边一年，奖励告发者没收财产的一半。

② 乌垒城，今新疆轮台县。



▲ 卫青墓



▲ 霍去病墓

亚、欧洲和北非。这就是著名的丝绸之路。汉对东南沿海和西南少数民族地区，控制也比以前更加稳定。经过汉武帝的经营，大一统国家得以巩固加强。

历史纵横

卫青与霍去病

匈奴是我国北方古老的游牧民族。汉武帝时，在反击匈奴袭扰的战争中，涌现了两位杰出的青年将领卫青和霍去病。卫青出身低微，在十余年与匈奴作战的戎马生涯中，七战七捷， 战功卓著，官至大司马大将军，封长平侯。霍去病是卫青的外甥，在与匈奴的作战中屡立战功，官至大司马骠骑将军，封冠军侯。他们死后，都陪葬在汉武帝茂陵附近。



▲ 丝绸之路线路图

东汉的兴衰

学习聚焦

光武帝刘秀是一位杰出的政治家。他吸取西汉后期的教训，采取加强集权、发展生产等措施，东汉前期社会出现繁荣景象。

西汉后期，政治日趋黑暗，土地兼并剧烈，赋税徭役沉重，破产农民沦为奴婢或流亡，社会动荡不安。公元9年，外戚王莽夺取皇位，改国号新，西汉灭亡。王莽针对西汉后期的社会矛盾推行了一系列改革措施，试图挽救社会危机，但措施不切实际，反而使社会矛盾更加激化。王莽统治末年，出现严重的旱灾和蝗灾，赤地千里，绿林、赤眉等农民大起义终于爆发。23年，绿林军在昆阳[①]击败王莽军队主力。随后，绿林军攻入长安，王莽政权被推翻。

25年，西汉宗室刘秀重建汉朝，不久定都洛阳，史称东汉。刘秀即汉光武帝。随后，刘秀又平定一些割据政权，实现全国统一。东汉初年，刘秀“且知天下疲耗，思乐息肩”。在政治上，他吸取西汉后期的教训，加强中央集权，

① 昆阳，今河南叶县。

“虽置三公，事归台阁”[①]，严格控制外戚干政；裁并机构，裁减地方官吏，节省政府开支，提倡节俭；整顿吏治，惩处贪污腐败。经济上，他恢复西汉的三十税一制；实施度田[②]，清查全国垦田、户口数量；六次下诏释放奴婢。在思想上，他提倡文教，重视儒学，“退功臣而进文吏”，以“柔道”[③]治天下。社会经济在稳定的政局下重新发展起来，史称“光武中兴”。



▲ 东汉集市画像砖

东汉中期以后，诸帝大多年幼继位，年寿不长。皇帝年幼不能亲政，太后掌握朝政，实际权力控制在外戚手中。皇帝长大后不满外戚干政，便依靠宦官铲除外戚势力，宦官又因此掌控朝政，从而出现外戚宦官交替专权的局面。他们各谋私利，相互争斗，致使东汉后期政治腐朽黑暗。一些正直官员和士人不满现实，通过品评人物而抨击时政，称为“清议”。他们的反抗触犯了宦官利益，被诬陷为“党人”，遭到严厉镇压，史称“党锢之祸”。

豪强地主势力在东汉发展迅速，土地兼并严重，阶级矛盾日益尖锐。184 年，张角创立的民间秘密宗教“太平道”在多个地方同时发动起义。起义军头裹黄巾，称“黄巾军”。起义军虽然相继被官军各个击破，但动摇了东汉王朝的统治基础，地方长官趁机拥兵自重，出现了军阀割据局面，东汉政权名存实亡。

① 光武帝建武二十七年（42年），改大司马为太尉，改大司徒、大司空为司徒、司空，削弱三公权力；提高尚书台地位， 协助皇帝决策。台阁，即中枢尚书台。

② 度田遭到豪强地主的强烈反对，刘秀被迫妥协。此后，豪强势力在东汉发展迅猛。

③“ 柔道”，即德政。

两汉的文化

学习聚焦

两汉人民以高昂的精神和博大的胸怀，创造、熔铸了灿烂的文化。

两汉史学的代表性成就是《史记》与《汉书》。西汉中期司马迁撰写的《史记》，以本纪、表、书、世家、列传的形式，叙述了上起黄帝、下至汉武帝年间约3000 年的历史，首创了纪传体通史体裁。《史记》文字精练，人物刻画与叙事生动，不虚美、不隐恶，是一部兼具史学和文学特色的不朽名著，具有重要的思想价值。东汉中期班固撰写的《汉书》，是我国第一部纪传体断代史。

两汉文学成就集中体现在汉赋、乐府诗上。汉赋是一种介于韵文和散文之间的文体，特点是讲究铺陈排比， 辞藻华丽。乐府诗是国家专管音乐的机构乐府采集民歌修改而成的诗，很多反映了当时社会的真实情况。东汉民间流行五言诗，语言朴实、生动，传播广泛。

两汉医学和科技成绩斐然。成书于战国至西汉之间的《黄帝内经》奠定了中医理论的基础。东汉时的《神农本草经》是中国古代第一部药物学专著。《九章算术》在代数和几何学上贡献突出，在中国数学史乃至世界数学史上都占有重要地位。105 年，东汉宦官蔡伦改进造纸术， 推动纸成为主要书写材料，为中国和世界文化的传播发展作出了重大贡献。

学思之窗

若夫终日驰骋，劳神苦形，罢车马之用，抚士卒之精，费府库之财，而无德厚之恩，务在独乐，不顾众庶，亡国家之政，贪雉兔之获，则仁者不繇也。

——司马相如《上林赋》

江南可采莲，莲叶何田田。

——乐府《江南》

行行重行行，与君生别离。相去万余里，各在天一涯。

——《行行重行行》

谈谈阅读上述诗赋的感受体会。

历史纵横

两汉其他重要科技成就

两汉科技成就众多。东汉张衡发明候风地动仪，测定地震方位，被誉为“制作侔造化”。他还撰写了天文学专著《灵宪》。东汉张仲景博采众方，著《伤寒杂病论》，被后世誉为“医圣”。在农学上先后出现了《氾胜之书》和《四民月令》。

探究与拓展

问题探究

东汉末年哲学家、政论家仲长统在其名著《昌言》中描绘了东汉豪强势力的迅猛发展：

汉兴以来，相与同为编户齐民，而以财力相君长者，

世无数焉。而清絜之士，徒自苦于茨棘之间，无所益损于风俗也。豪人之室，连栋数百，膏田满野，奴婢千群，徒附[1]万计。船车贾贩，周于四方；废居积贮，满于都城。琦赂宝货，巨室不能容；马牛羊豕，山谷不能受。妖童美妾，填乎绮室；倡讴伎乐，列乎深堂。宾客待见而不敢去，车骑交错而不敢进。三牲之肉，臭而不可食；清醇之酎，败而不可饮。睇盼则人从其目之所视，喜怒则人随其心之所虑。此皆公侯之广乐，君长之厚实也。

——《后汉书 · 仲长统列传》

学习这段材料，分析豪强地主势力的发展与东汉政权衰亡的关系。

学习拓展

两汉人民创造了灿烂的历史与文化，其中许多杰出人物的昂扬进取、不屈不挠的精神和斗志，给后世留下了宝贵的文化遗产。司马迁“究天人之际，通古今之变， 成一家之言”的志向，霍去病“匈奴未灭，无以家为也” 的壮志，张骞“凿空”的勇气，苏武绝不“屈节辱命” 的精神，马援“马革裹尸”的情怀，班超“投笔从戎”、立功绝域的追求，脍炙人口，广为流传，熔铸为中华优秀传统文化的组成部分。

查阅相关资料，进一步了解他们的事迹。

① 徒附，指失去土地被迫依附于豪强的人口。

国家教材委员会专家委员会审核通过
2019

普通高中教科书

地理

必修

第一册



山东教育出版社

本套教材主编：王建　仇奔波
本套教材副主编：姜建春　赵媛

本册主编：王建
本册副主编：徐国民　姜建春　董建勋
编写人员：王建　徐国民　姜建春　董建勋　蒋小润　朱雪梅

责任编辑：于增强
装帧设计：吴江楠

寄语 院士

学好地理　助力中华民族伟大复兴

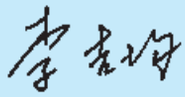
地理学是一门古老而又年轻的科学。小到个人生活，大到社会发展和国家安全，都与地理科学密切相关，因为人类离不开他们赖以生存和发展的地理环境。学好地理，培育地理核心素养，是实现新时代中华民族伟大复兴的中国梦的新要求。

高中地理课程为同学们提供了高中阶段必不可少的地理科学知识，内容包括自然地理、人文地理、区域地理以及作为地理科学支撑的地图、遥感和地理信息系统等专门的学科知识，对当今世界困扰人类的资源、环境和人口问题，以及学术界和社会均极为关注的全球变化和社会可持续发展问题，都作了简明扼要的阐述。通过学习，掌握这些知识和运用地理的技能，就基本具备了21世纪中国青年必须具备的地理素养，才不会成为眼界狭隘的平庸之辈。

郑和下西洋已经600多年了。作为中国人，我们应该为先辈的光辉业绩自豪，同时也应该清醒地认识到，郑和船队虽然规模庞大、前无古人，但人们因不知地球是圆球形，而最终与“地理大发现”失之交臂。须知，比郑和下西洋晚了半个多世纪的哥伦布和其他一些探险家却因“地理大发现”（主要是“发现”新大陆）而将西方世界引进了一个新纪元，从此欧洲开始超过东方的中国和印度。究其原因， 古代中国地理学理论上的落后也不能辞其咎。应当知道，哥伦布“发现”新大陆时他手中原本拿着西班牙国王致中国皇帝的国书，还误认为古巴是中国的一个半岛。哥伦布相信地球是圆球形，向西航行最终必达中国。

方之今日，已经建立了世界最大单口径射电望远镜和发射了世界上第一颗量子卫星的中国，在经历伟大复兴的同时，必须在理论上有所突破和贡献。以人为本，研究地球表面地理环境各圈层的相互作用，建立全新的地球系统科学，为预测未来的全球变化及实现人类社会的可持续发展提供理论指导，这应当是现代地理科学理论探索的中心任务，也是准备投身祖国伟大建设事业的青年学子应当关心的重大问题。希望青年学子，学好地理，为实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献出自己的力量！

中国科学院院士



2018年2月

目 录



第一单元　地球运动的意义

第一节　地球自转的意义 / 2
第二节　地球公转的意义 / 7
单元活动　认识二十四节气 / 14



第二单元　地形变化的原因

第一节　岩石圈的组成及物质循环 / 22
第二节　地形变化的动力 / 27
第三节　地形与人类活动 / 35
单元活动　学用地质简图 / 43



第三单元 大气变化的效应

第一节　常见的天气系统 / 50

第二节　气压带、风带与气候 / 56

单元活动　分析判断气候类型 / 66



第四单元 水体运动的影响

第一节　陆地水体及其相互关系 / 73

第二节　洋流及其影响 / 79

第三节　海—气相互作用及其影响 / 85

单元活动　建设海绵城市 / 94



第五单元 地表环境的特征

第一节　地表环境的差异性 / 101

第二节　地表环境的整体性 / 109

单元活动　学会分析区域自然地理环境 / 114

1

第一单元

地球运动的意义

日月星辰，东升西落。地球和太阳，究竟是什么样的关系？是什么原因导致了昼夜的交替？地球上的哪些现象与地球自转息息相关？

春夏秋冬，斗转星移。四季的轮回又是什么原因造成的？它给地球的环境带来了哪些深远的影响？我们的生活与地球公转有什么关系？

探索地球运动的规律，分析地球运动的地理意义，有助于我们更好地生存，更好地与大自然和谐相处。



第一节 地球自转的意义

在晴朗的夜晚，如果将相机对准北极星附近，选择无限远对焦，长时间曝光拍摄星空，再将拍摄的多张照片进行合成，能看到北极星附近星辰的运动轨迹。



图1-1-1　北极星附近星辰的运动轨迹

问 题

照片中星辰的运动轨迹看上去似乎是以北极星为中心，这是什么原因导致的？

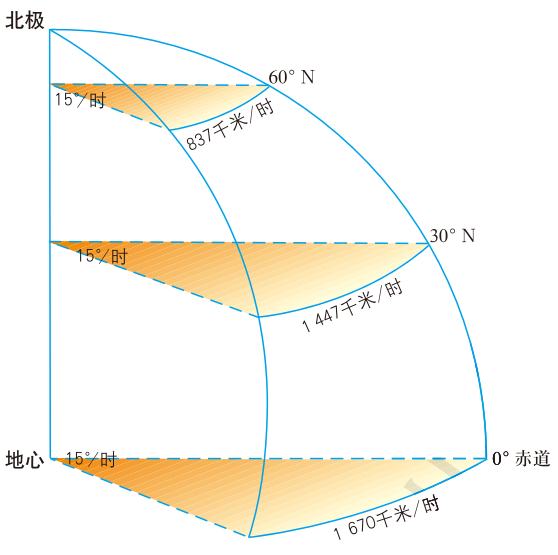


图1-1-2　地球自转的角速度和线速度

人们在地球上观看到日月星辰东升西落的现象，主要是由于地球围绕着地轴作自西向东的自转。如果在北极上空看，地球作逆时针旋转；如果在南极上空看，地球作顺时针旋转。地球自转一周的时间约为23时56分4秒。

地球自转的角速度除南、北两极点外，其他地点都相同，大约每小时转动15°。地球自转的线速度，则随纬度的不同而变化，赤道上的线速度最大，逐渐向两极递减，极点为0。

知识窗

傅科摆

1851年，法国物理学家傅科在法国巴黎先贤祠做了一次摆动实验，成功地证明了地球在自转。傅科在万神殿的圆顶下方悬挂了一个“摆”，在“摆”的下方安置了一个沙盘。在“摆”运动时，摆尖在沙盘上划出痕迹，记录“摆”的运动方向。在实验中人们看到，摆动平面在沙盘上沿顺时针方向缓缓转动，说明摆动方向在不断变化。按照惯性定律，摆动的空间方向不会改变，因此这种摆动方向的变化应是地球沿逆时针方向自转造成的。



图1-1-3　傅科摆

一、导致昼夜交替

地球是一个自身不发光、不透明的球体。在同一瞬间，地球只有一半面向太阳。向阳的半球形成白天，为昼半球；背阳的半球形成黑夜，为夜半球。由于地球自转，昼夜不断交替，昼夜交替的周期为24小时。

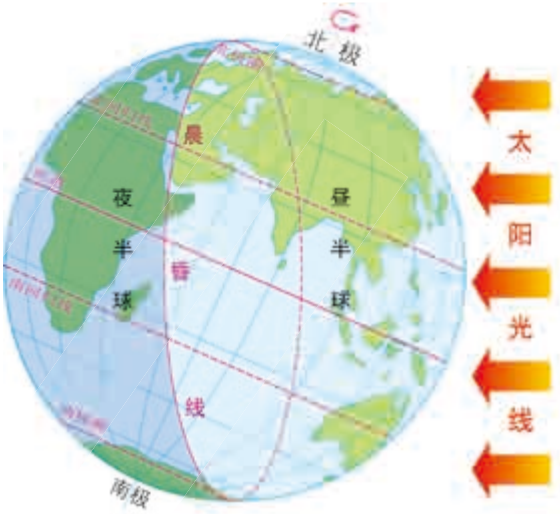


图1-1-4　昼半球和夜半球

昼夜交替现象对地表环境的形成及人们的生产、生活产生了很大的影响。例如，昼夜交替的周期长短适宜，使得地球白天的升温不至于过高，夜晚的降温不至于太低，昼夜温差不至于过大，从而保证了生命诞生、繁衍、生活、发展所需要的温度。再如，人们自古以来形成的“日出而作，日落而息”的作息规律就是受昼夜交替的影响。

活动

模拟演示昼夜交替现象

1. 用手电筒照射地球仪，观察其明暗半球的分界线（晨昏圈），据此说明该分界线与手电筒光线的关系。

2. 用地球仪演示地球自转，观察晨昏圈位置的变化，说明晨昏圈的移动方向，并解释昼夜形成和交替的原因。

二、产生时差

由于地球自西向东自转，同纬度但经度不同的地点见到日出的时刻会有早晚。相对位置偏东的地点，要比位置偏西的地点先看到日出，时刻较早。这种因经度不同而出现的不同时刻，称为地方时。经度每隔15°，地方时相差1小时。同一经线上的各地，地方时相同。

为便于不同地区进行交流，1884年国际经度会议决定按统一标准划分时区，实行分区计时。全球以经度每15° 范围作为1个时区，共划分为24个时区。每个时区中央经线的地方时即为该时区的标准时——区时。相邻时区的区时相差1小时。每往东1个时区，区时早1小时（即加1小时）；每往西1个时区，区时晚1小时（即减1小时）。为避免日期紊乱，规定大致以180° 经线为“国际日期变更线”，简称“日界线”。当由西向东跨越日界线时，必须将时期减去1日；反之，

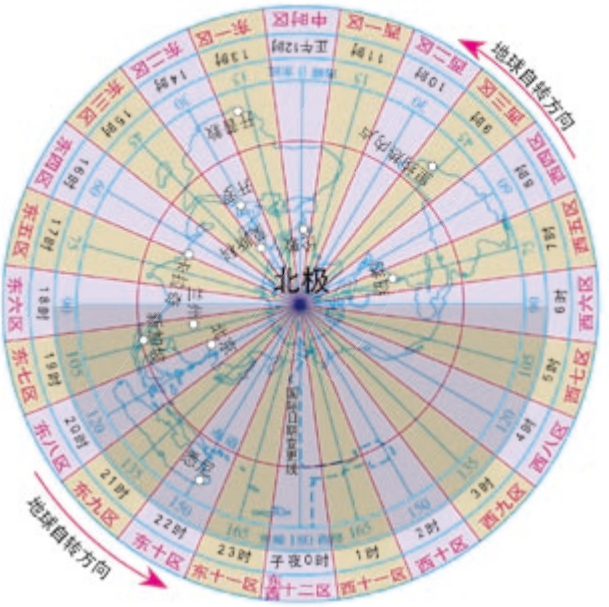


图1-1-5　理论时区

由东向西跨越日界线时，则必须将时期加上1日。

实际上，各国所执行的计时办法并不完全与区时相同。有的国家为了充分利用太阳光照，采用本国东部时区的区时作为统一时间。有的国家考虑到本国所跨的经度范围，采用半区时，即采用与中央经线相差7.5° 的经线的地方时。还有的国家领土跨度大，为方便不同地域间的交流与联系，统一采用1个时区的区时。例如，我国东西跨经度约为62°，分属5个时区，但统一采用北京所在的东八区的区时（东经120° 地方时），称为“北京时间”。时差的存在深刻影响着人们的生活，如北京与乌鲁木齐的学生，他们在校的作息时间就有较大的差异。

活动

推算不同城市新年开始的先后顺序

新年零时敲响的钟声称为“新年钟声”，它标示着新的一年的开始。世界各地的人们都喜欢伴随着新年钟声互相祝福，祈求新年吉祥如意。北京、悉尼、伦敦、莫斯科、纽约等城市，哪一个城市的新年钟声是最早敲响的？当北京敲响新年钟声时，其他城市各是什么时间？

三、使地表物体水平运动方向发生偏转

受地球自转的影响，在地表作水平运动的物体，其运动方向有发生偏转的现象。北半球向其运动方向的右侧偏转；南半球向其运动方向的左侧偏转。这种使水平运动物体方向发生偏转的力，称为**地转偏向力**。

地转偏向力对地理环境产生影响的实例有很多。例如，北半球气旋中心附近的气流呈逆时针旋转，南半球气旋中心附近的气流呈顺时针旋转。此外，洋流的流向也受地转偏向力的影响。

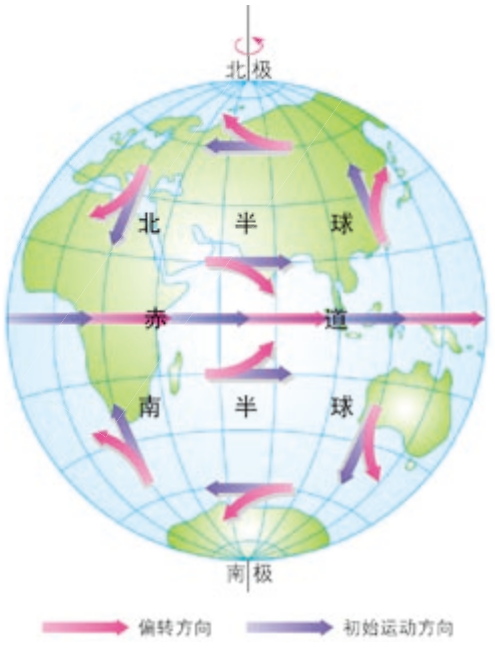


图1-1-6　地球自转使水平运动物体方向发生偏转

活动

探究长江河口的变迁

距今7 000年以来，长江河口（以河口沙坝为参照）的位置从扬州、镇江附近逐渐迁移到现在的位置。读图1-1-7，完成下列任务。

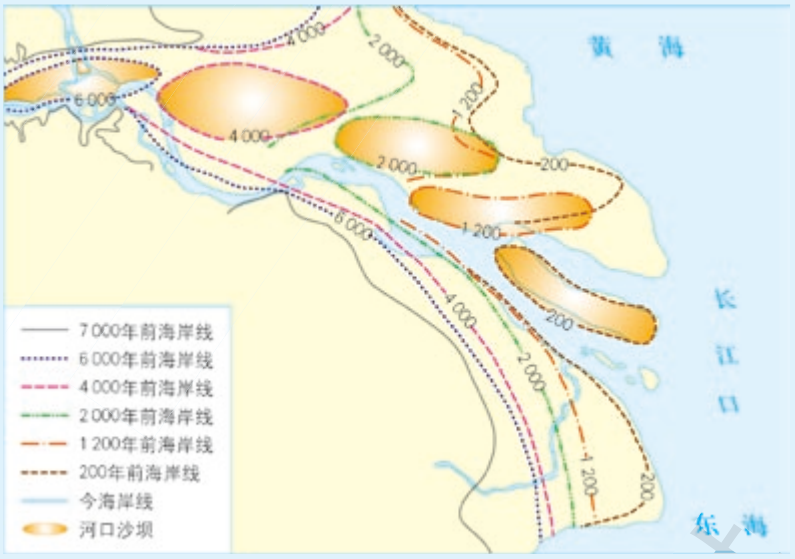


图1-1-7 长江河口的变迁

1. 距今7 000年以来，长江河口的位置是如何迁移的？

2. 长江河口位置发生迁移的主要原因是什么？

第二节 地球公转的意义

到北京天安门广场观看升旗仪式，是中华儿女的心愿与期盼。一年中的大部分日子，国旗升起的时刻就是天安门广场的日出时刻。下表为天安门广场不同日期的升旗时刻。



图1-2-1　天安门广场升旗仪式

日期	3月21日	6月22日	9月23日	12月22日
升旗时刻（北京时间）	6时17分	4时46分	6时02分	7时32分

问 题

为什么一年中不同日子天安门广场的升旗时刻不相同？升旗时刻的变化规律是什么？

地球在自转的同时，还围绕着太阳由西向东公转，其公转轨道为接近正圆的椭圆，太阳位于其中的一个焦点上。随着地球公转，日地距离不断变化。每年1月初，地球位于近日点附近，公转速度较快；7月初位于远日点附近，公转速度较慢。地球公转一周所需的时间为365日6时9分10秒，称为1恒星年。

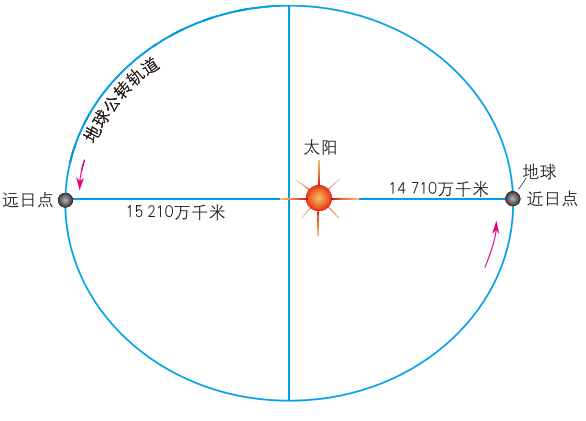


图1-2-2　地球的公转

一、太阳直射点的回归运动

地球绕太阳公转的轨道平面叫黄道平面。通过地心与地球自转轴垂直的平面叫赤道平面。黄道平面与赤道平面的夹角简称黄赤交角。目前，黄赤交角是23° 26′，在一定时期内可以视为定值。随着地球在公转轨道上位置的变化，地表接受太阳垂直照射的点（简称太阳直射点）就会改变，即太阳直射点在南、北回归线之间往返移动。

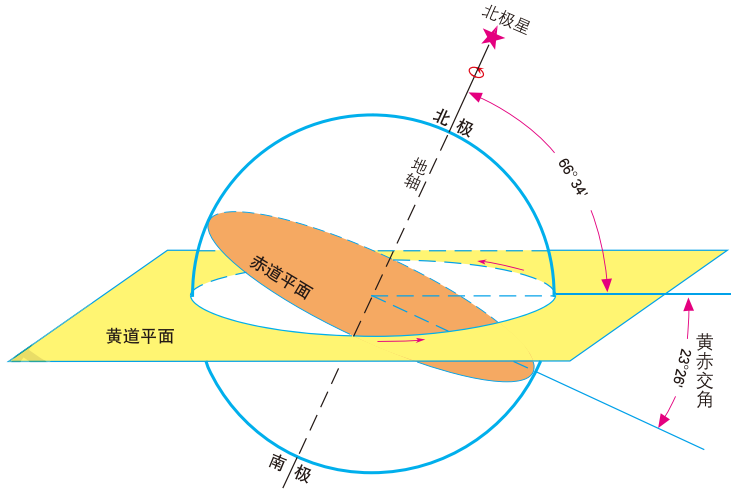


图1-2-3　黄赤交角

夏至日时，太阳直射点位于北纬23° 26′；此后太阳直射点逐渐向南移动，秋分日时，太阳直射于赤道上；太阳直射点继续南移，当移到南纬23° 26′ 时，即为冬至日；此后太阳直射点开始向北移动，春分日时，太阳又直射于赤道上。

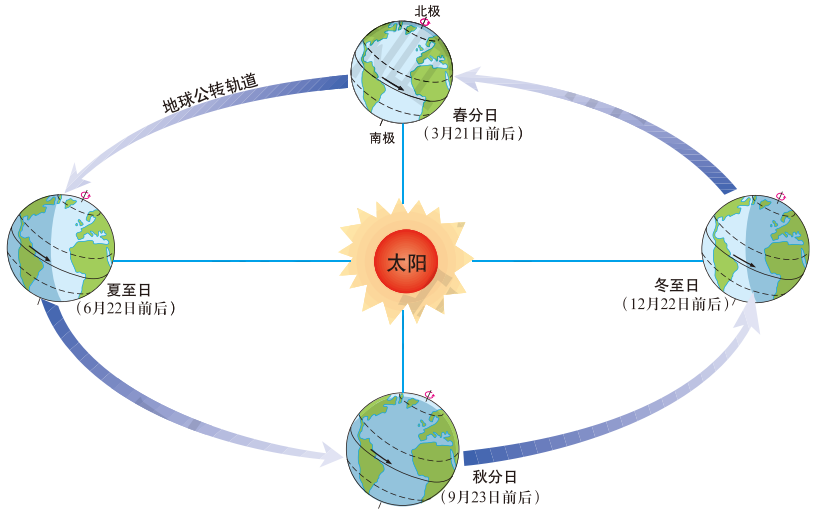


图1-2-4　二分二至*日地球的位置

*本教科书所说的二分二至，均指北半球。

太阳直射点在南、北回归线之间的这种周期性往返运动，称为太阳直射点的回归运动。其运动周期为365日5时48分46秒，叫作1回归年。

活动

探究太阳直射点的移动规律

1. 请在图1-2-5中标出二分二至日太阳直射点所在的位置，并用平滑的曲线连接起来表示太阳直射点的移动轨迹。

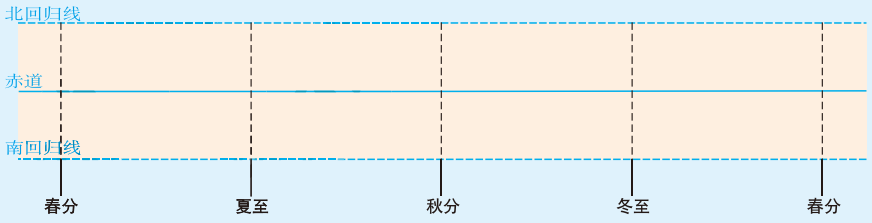


图1-2-5　太阳直射点移动示意

2. 在绘制的太阳直射点移动示意图中，标出元旦时太阳直射点所在的大致位置，并说明其移动的方向。

3. 根据以上活动成果，归纳一年中太阳直射点的移动规律。

二、正午太阳高度角的变化

太阳光线与地平面之间的夹角，叫作太阳高度角，简称太阳高度。一天中太阳高度最大值出现在正午，称为正午太阳高度。黄赤交角的存在、太阳直射点的南北移动，引起正午太阳高度的大小随着纬度和季节作有规律的变化。

同一时刻，各地正午太阳高度从太阳直射点所在纬度向南北两侧递减。春分日和秋分日时，太阳直射在赤道上，正午太阳高度由赤道向南北两侧递减；夏至日时，太阳直射在北回归线上，正午太阳高度由北回归线向南北两侧递减；冬至日时，太阳直射在南回归线上，正午太阳高度由南回归线向南北两侧递减。

同一地点正午太阳高度随着季节作有规律的变化。夏至日时，北回归线及其以北地区正午太阳高度达到一年中的最大值，南半球的各纬度地区达到一年中的最小值。冬至日时，南回归线及其以南地区正午太阳高度达到一年中的最大值，北半球的各纬度地区达到一年中的

最小值。春分日和秋分日时，除赤道上正午太阳高度达到一年中最大值外，其他地区正午太阳高度介于最大值和最小值之间。

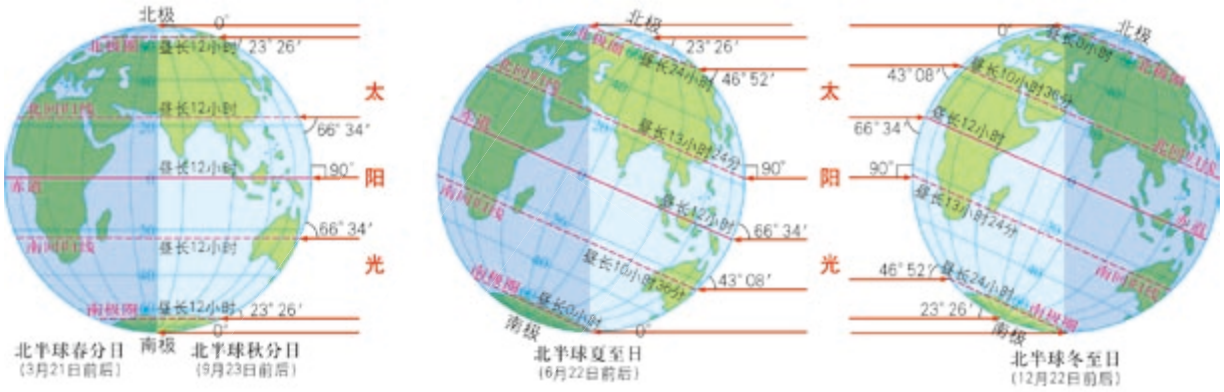


图1-2-6　二分二至日不同纬度地区的正午太阳高度与昼长

活动

探究正午太阳高度与物体影长的变化规律

开展小组合作学习，按以下活动步骤探究学校所在地的正午太阳高度与物体影长的变化规律。

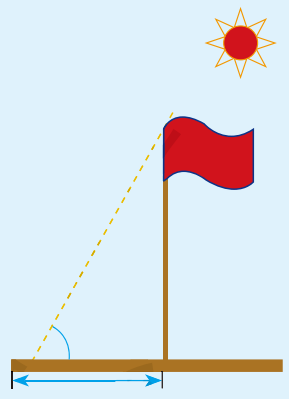


图1-2-7　正午太阳高度与物体影长

活动步骤

1. 查找学校所在地的经度，计算当地正午的北京时间。

2. 确定一个参照物，如学校的旗杆，作为观测对象，测量其高度为_____米。

3. 在此后的3个月内，大约每隔30天左右，选择一个晴天的日子，分小组测量旗杆在正午时刻的影长，并推算当日的正午太阳高度，将测算结果填写在下表中。

观测时间	观测日期	旗杆影长/米	正午太阳高度
今天			
约1个月后			
约2个月后			
约3个月后			

4. 根据观测结果，归纳当地正午太阳高度的变化规律，说明其与地球公转的关系。

三、昼夜长短的变化

晨昏线将地球上的纬线圈分成两部分，位于昼半球的部分叫昼弧，位于夜半球的部分叫夜弧。昼弧和夜弧的长度，反映了该纬度地区昼夜的长短。若昼弧长于夜弧，则昼长夜短；反之，则昼短夜长；若昼弧等于夜弧，则昼夜等长。昼弧占纬线圈总长度的比例越大，则昼越长。

由于赤道与晨昏线始终相互平分，因此赤道上终年昼夜等长。其他纬度除春分日、秋分日外，昼夜长短不等。

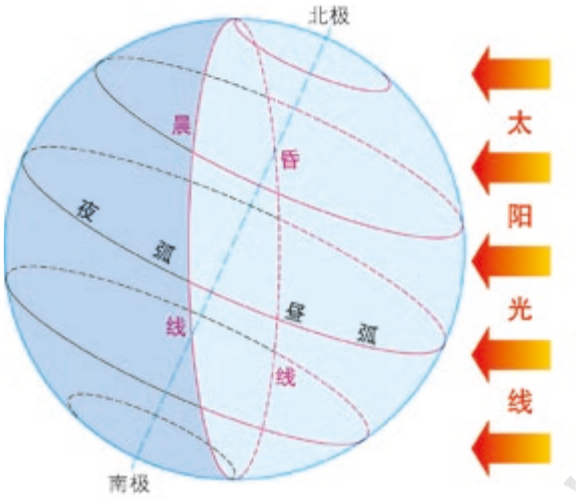


图1-2-8　昼弧和夜弧示意

北半球夏半年（春分日至秋分日），太阳直射于赤道和北回归线之间，北半球各地昼长夜短，且纬度越高，昼越长，北极附近出现极昼现象。夏至日时，北半球各地昼长达一年中最大值，极昼范围也达最大。北半球冬半年（秋分日至次年春分日），太阳直射于赤道和南回归线之间，北半球各地昼短夜长，且纬度越高，昼越短，北极附近出现极夜现象。冬至日时，北半球各地夜长达一年中最大值，极夜范围也达最大。南半球情况与北半球情况相反。

活动

探究昼夜长短的变化

图1-2-9表示四个不同地点一年中昼夜长短的变化情况。读图，完成以下任务。

1. 春分日和秋分日，四个地点昼夜长短有何共同特点？

2. 四个地点中，哪一个位于南半球？判断的依据是什么？

3. 请将这四个地点的纬度按由南到北的顺序排列。

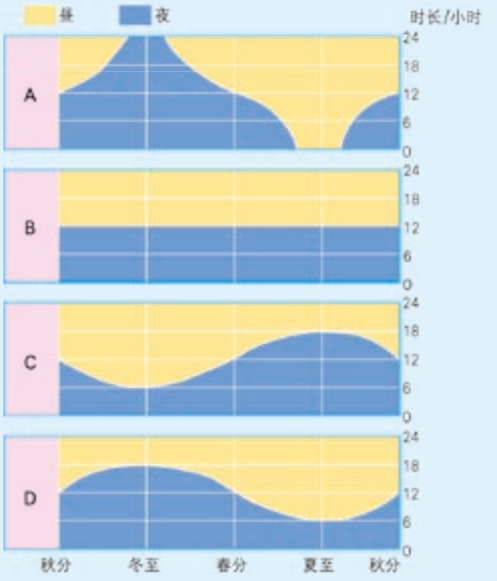


图1-2-9　不同地点的昼夜长短变化

四、五带与四季的形成

五带的形成

理论上说，正午太阳高度越大的地区，单位面积获得的太阳辐射能量越多。由于正午太阳高度从直射点向两侧递减，导致地球表面不同纬度地区接受的太阳辐射能量不同，据此可将地球表面划分为五个热量带。

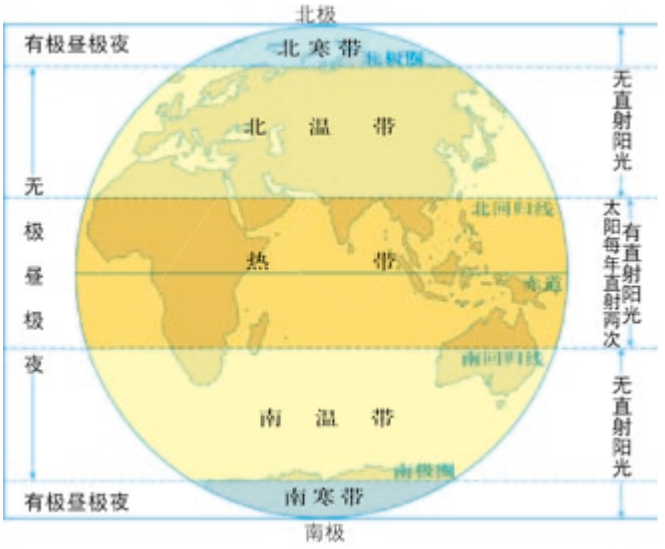


图1-2-10　五带的划分

四季的形成

生活在温带地区的人们，能够明显感受到一年中春、夏、秋、冬四季的变化，这是地球公转造成的。**夏季**，正午太阳高度角大，白昼时间较长，所获太阳辐射能量多，气温较高；冬季，正午太阳高度角小，白昼时间较短，所获太阳辐射能量少，气温较低。

地球上不同纬度地区，季节变化的状况是不同的。热带地区的正午太阳高度终年较大，全年气温较高，四季更替不明显。寒带地区的昼夜长短变化很大，全年正午太阳高度很小，全年气温较低，四季更替也不明显。

知识窗

四季的划分

天文意义上的夏季是一年中太阳高度最大、白昼最长的季节；冬季是一年中太阳高度最小、白昼最短的季节；春秋季则是冬夏季之间的过渡季节。我国传统上以二十四节气中的立春、立夏、立秋、立冬分别作为四季的开始，而西欧、北美地区的中高纬度国家传统上则以春分、夏至、秋分、冬至分别作为四季的开始，两者存在较大的差异。

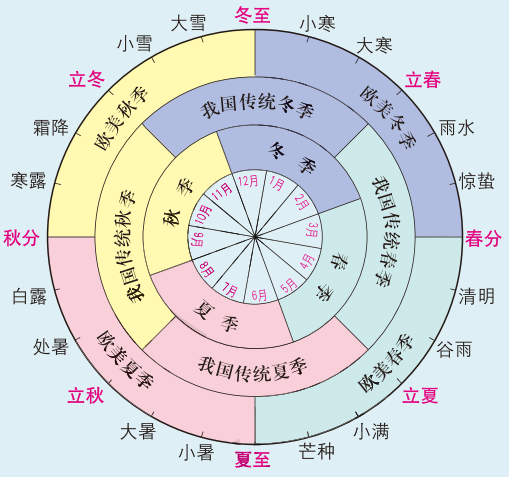


图1-2-11　北半球四季的划分

为了使季节的划分与气候的变化大致吻合，北温带的一些国家常将3、4、5三个月划为春季，将6、7、8三个月划为夏季，将9、10、11三个月划为秋季，将12、1、2三个月划为冬季。

有时还根据候平均气温来划分四季。每5天为一候，一年共73候。每5天的平均气温即为候平均气温。候平均气温超过22℃的时期为夏季；候平均气温低于10℃的时期为冬季；介于两者之间的时期为春季和秋季。

单元活动　认识二十四节气

2016年11月30日，我国申报的“二十四节气”被正式列入联合国教科文组织人类非物质文化遗产代表作名录。这对我国传统文化的传承和发扬具有重大意义。

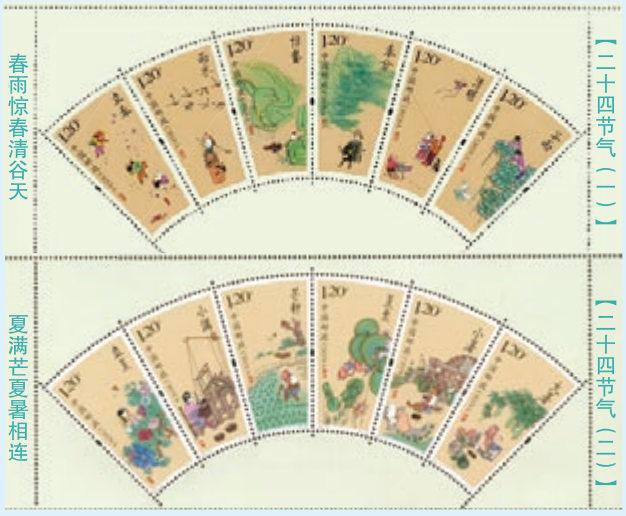


图1-3-1　二十四节气特种邮票

问 题

你能说出多少个节气？二十四节气是如何划分的？

二十四节气诞生于黄河流域，是古代中国人通过观察太阳周年运动，总结一年中时令、气候、物候等方面的变化规律所形成的知识体系。它深刻影响着人们的农业生产、风俗习惯、传统节日和祭祀等活动，是古代中国人生产、生活的重要依据。

一、地球运动与二十四节气

我国古代历法将地球绕日公转的规律与地球上的气候变化、动植物生长等自然现象变化规律相结合，将一年分为24个等份，并给每一个等份取了个专有名称，合称为二十四节气。在国际气象学界，二十四节气被称为“中国的第五大发明”。



图1-3-2　江西庐山如琴湖二分二至日的景色

二十四节气的确定，是将地球绕太阳公转的黄道划分为24等份，以春分点作为0°起点，地球每运行15°，日期大约经过15天，对应一个节气。在二十四节气中，从立春开始，逢单的为节气，简称为“节”，逢双的为中气，简称为“气”，合称为“节气”。一般情况下，一个阴历月内有一节一气，当某个月不包含中气时则将该月作为上个月的闰月，这就是农历中闰月的来历。

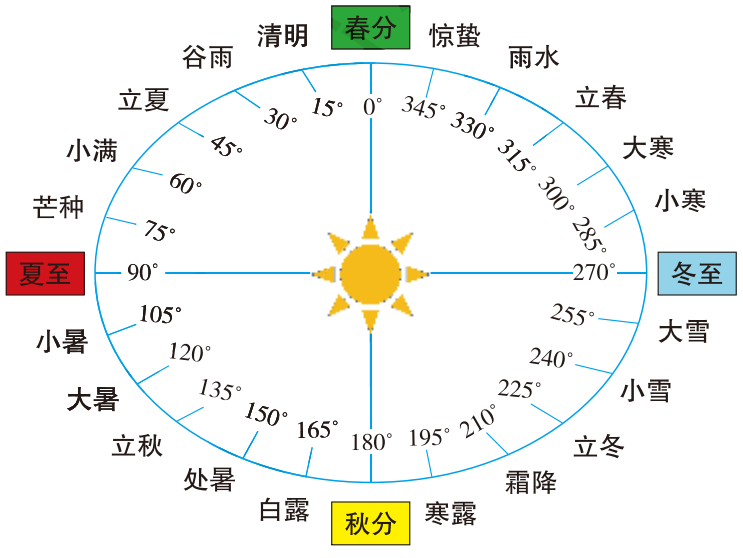


图1-3-3　二十四节气对应的地球运动位置

活动

查阅日历，距离今天最近的是哪个节气？说出此刻地球在黄道上的大致位置。

知识窗

节气的传统测定方法

我国古代主要利用圭表测日影的方法测定节气。人们将一根直立的、长度固定的杆子立在地上，这根杆子称为“表”。杆子的下方朝正北修一条土埂子，称为“圭”。每当正午，杆子的影子便投射到“圭”上，影子的长度随太阳高度的变化而变化。通过观测，人们把一年中杆影最短、日照时间最长的一天叫作“日长至”，也就是“夏至”；把杆影最长、日照时间最短的一天叫作“日短至”，也就是“冬至”；把杆影不长也不短且日照时间和夜晚时间一样多的两天，定为“春分”和“秋分”。

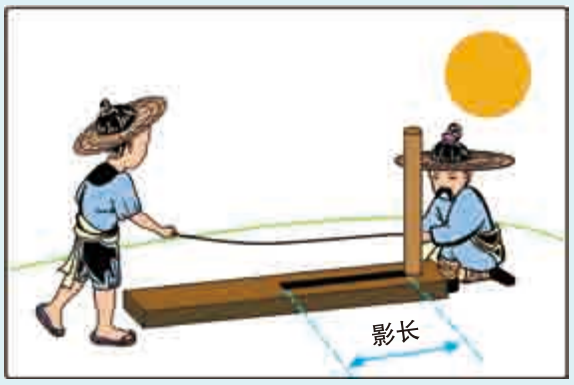


图1-3-4　圭表测日影的过程



图1-3-5　河南登封观星台

1279年，元代杰出天文学家郭守敬设计建造了河南登封观星台，它是中国现存最早的古代天文台。整个观星台相当于一个测量日影的圭表，其中城楼高9.46米，相当于“表”；正北方向设量天尺长31.19米，相当于“圭”。在城楼房屋中间有一根横梁，每当正午，横梁的影子便投射到量天尺上，从而测量出每天正午时刻日影的长度。

除圭表测日影法，古代的人们还通过观察北斗星斗柄的指向等方法测定节气。

活动

阅读、识记《二十四节气歌》，说出每个节气的名称，推算各个节气对应的大致日期。

二十四节气歌

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。
上半年来六廿一，下半年来八廿三。
每月两节日期定，最多只差一两天。

二、二十四节气与人类活动

二十四节气是古代中国人民智慧的结晶，充分体现了尊重自然、顺应自然规律的可持续发展理念。二十四节气能够揭示季节的更替、冷暖的变化、雨雪的规律、物候的变化，在生产、生活中发挥着重要的指示作用。

二十四节气与历法

就历法划分的依据看，二十四节气以地球公转周期划分，属于阳历的范畴，所以每个节气在阳历里日期相对固定。上半年在每月的6日、21日前后，下半年则在8日、23日左右，前后只相差1～2天。

二十四节气与季节划分

西周时期农业、手工业的发展促进了早期天文学的发展，由此催生出春、夏、秋、冬四季的划分。春秋战国时期，人们使用圭表测日影的方法确定了春分、夏至、秋分、冬至四个节气。秦朝在二分二至的基础上加上了立春、立夏、立秋、立冬四个节气。到西汉时期，二十四节气已经基本确认并运用于实践。

二十四节气与农事活动

“掌握季节，不违农时”是农业生产最基本的要求之一。二十四节气与农业生产有着紧密联系，一些节气名称就由农事活动而来。例如，“谷雨”是说降雨增多对谷类作物有利，即“雨生百谷”的意思；“小满”是指麦类等夏熟作物籽粒开始饱满，但还未成熟的意思；“芒种”代表麦类等有芒作物已经成熟。

知识窗

二十四节气与农谚



图1-3-6　芒种

我国各地农民按照自己的经验灵活运用二十四节气指导农事活动，总结了许多与节气相关的农谚。例如，早稻播种，江汉平原说“清明下秧，不问爹娘”，上海则说“清明到，把稻泡”；棉花播耕，华北是“清明早，小满迟，谷雨种棉正当时”，华中是“清明前，好种棉”，苏浙皖一带则是“要穿棉，棉花种在立夏前”；麦类作物收获期的南北差异较大，华北一带是“麦到芒种谷到秋，寒露才把豆子收”，华中是“麦到立夏收，谷到处暑黄”，苏浙一带则是“麦到小满日夜黄”。

活动

1. 仔细识读二十四节气的名称，说出哪些节气表示季节的变换，哪些节气反映气温的变化，哪些节气体现降水的变化，哪些节气显示物候的变化。

2. 搜集描写节气特征的谚语，说说其蕴含的地理意义。

二十四节气与习俗

二十四节气与中国人的生活习惯、节庆民俗、祭祀活动等密不可分。冬至祭天、夏至祭地、春分祭日、秋分祭月、清明祭祖等，都是中国人格外重视的祭祀活动。除此以外，二十四节气对中医药文化、饮食文化、养生文化也产生了重要影响，如“春夏养阳，秋冬养阴”“冬病夏治”“冬至饺子夏至面”等谚语都是重要的生活智慧。

知识窗

立　春

立春俗称“打春”，是二十四节气中的第一个节气，意思是春天从此开始。王象晋在《群芳谱》中记载：“立，始建也。春气始而建立。”每个节气可分三候，立春的三候是：“一候东风解冻，二候蛰虫始振，三候鱼陟负冰。”

立春以后，白天逐渐增长，气温趋于上升，日照、降水等增多，土壤也开始化冻。“立春雨水到，早起晚睡觉”，意味着春耕即将开始。

立春的习俗很多，如打春牛、迎春牛、咬春等都曾经广为流行。唐代诗人元稹《生春》一诗中“鞭牛县门外，争土盖春蚕”，就是对打春牛的生动描绘。打春牛是指用土堆雕成“春牛”，立春之日在“春牛”前举办祭祀活动，然后拿鞭子抽打“春牛”。土牛被打碎后，人人争抢“春牛”土，撒到自己的田中、牛栏中，称之为迎春牛。咬春是指立春日的饮食忌吃荤，而讲究吃“春卷”，以及用葱、蒜、芥、姜、韭五种辛辣菜拼成的“五辛盘”，以表达对来年五谷丰登、人畜兴旺的期盼。



图1-3-7　打春牛



图1-3-8　五辛盘

活动

制作二十四节气位置模型

按以下基本环节，开展小组合作活动，制作一个“二十四节气位置模型”学具。

1. 寻找合适的材料，分别表示太阳、地球、黄道面。例如，用网球表示太阳，用乒乓球表示地球，用硬纸板表示黄道面。

2. 将“太阳”固定于“黄道面”的中央，并刻画出黄道轨迹。

3. 在黄道上，以春分为起点（黄道经度为0°），沿逆时针方向分别相隔90°标出夏至、秋分和冬至的位置及相对应的黄道经度。

4. 在黄道上确定其他节气的位置，分别标注各自的名称对应的黄道经度。

5. 沿黄道，从春分开始，模拟演示“地球”公转运动的过程，说出每个节气的大致日期。