

全国教育科学规划课题科研成果

华夏教育

研究性学习

材

料

汇

编

④

综合问题及其方法

高中“研究性学习”设计编写委员会 编

华夏出版社

全国教育科学规划课题科研成果
研究性学习材料汇编④

综合问题及其方法

高中“研究性学习”设计编写委员会 编

华夏出版社

图书在版编目(CIP)数据

综合问题及其方法/高中“研究性学习”设计编写委员会编.
- 北京:华夏出版社,2002.1
(“研究性学习”材料汇编)
ISBN 7-5080-2664-0

I. 综… II. 高… III. 课程-高中-教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 091183 号

华夏出版社出版发行

(北京东直门外香河园北里4号 邮编:100028)

新华书店经销

中国青年出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 开本 9.25 印张 222 千字

2002年1月北京第1版 2002年1月北京第1次印刷

定价:9.00 元

本版图书凡印刷装订错误可及时向我社发行部调换

高中“研究性学习”设计编写委员会

温寒江 连瑞庆 周家荣 张铁道 乔 克
郑顺珍 漆文瑾 王存敬 岳凤伟 池 义
左立文

责任主编

李醒夫 柯 崑

本书编委会

主 编	柯 崑	李醒夫		
副 主 编	谭建安	周俏峰		
编 委	曹红旗	潘永庆	刘 彦	武壮文
	孟平安	胡惠芸	李枢平	韩福箴
	张衍国	伊卫东	康庆禹	李志清
	金理江	李韞洁	陈映兰	李 筠

综合问题基础研究

(前言)

随着学科课程的日渐深入和高中综合考试的临近，综合问题逐步突出。它是在高中研究性学习中必然会遇到的问题之一。

高中没有单独独立综合课程，也少有全面指导综合复习的教师，但高考中要进行综合考试，特别是跨学科的综合考试。我们过去很少接触过这样的问题。

到书店去，书架上摆满了关于综合考试的题海、题库、练习模拟试卷……而指导性的内容很少，除了题海战术之外，有没有其他准备综合考试的途径？研究综合问题，从哪里下手？如果把各门学科知识比作树根，把各种各科的综合题目比作满树树叶的话，那么我们现在熟悉的是树根和树叶；但是太多的树枝遮住了根叶的问题脉络和线索。综合问题的主干、分支是什么？综合问题是怎样和各科知识发生联系的？搞清楚这些问题是研究性学习四、五两册的主要目标。这一目标具体来说就是：

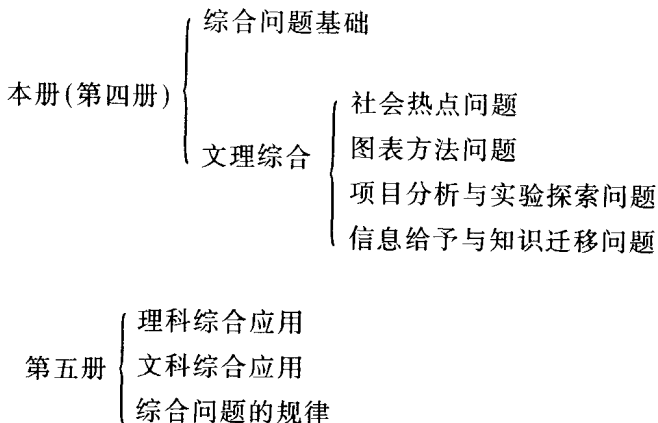
什么是综合问题？

综合问题主要有哪些类型？

综合问题主要分布在哪些领域？

在综合问题中，不同学科的知识是怎样产生横向联系的？知识横向发展的线索是什么？

本册与第五册是上下篇，具体内容的安排是：



以研究的方式不是以练习的方式面对综合问题，重点不是做题，而是顺蔓摸瓜，把命

题者的思路追出来，用最少的典型题来归纳最大多数的练习题。因此，本书特别强调方法。我们每天的食物多种多样，米、面、肉、蛋、青菜、水果……仅青菜就成百上千种，但这些食物并不是人体所需的营养成分，我们所需的营养成分只有淀粉、蛋白质、脂肪、维生素等少数几种。我们希望本书是综合问题的消化系统，通过研究性学习，能把成千上万的综合问题转化为少数综合营养，为我们所吸收。

高中“研究性学习”设计编写委员会

目 录

主 题	内 容	研究学习题目
第1章 综合问题的基础研究 ... 1	1. 什么是综合 1 不同角度的综合 1 不同层次的综合 2 基于共同内容的综合 3 基于共同方法的综合 4 2. 知识的输入通道与输出通道 5 知识的输入通道 5 知识的输出通道 6 3. 解决问题的三条基本思路 7 正向思路 7 反向思路 9 横向思路 11 4. 综合问题的广度与深度 15 简单组合层次 16 主题综合层次 17 知识综合层次 20 方法综合层次 23	
第2章 社会热点问题研究 28	1. 社会热点问题的框架 28 2. 社会热点问题的研究 31 学习方法 31 3. 社会热点问题——文理科大综合的焦点 47	2.1 社会热点问题知识网络研究(1) 31 2.2 社会热点问题知识网络研究(2) 35 2.3 能源问题的整体研究(范例) 38 2.4 水污染问题的整体研究 41 2.5 大气污染问题的整体研究 45 2.6 科技与社会问题案例研究 49
第3章 图表类综合问题研究 54	第一节 研究具有函数特征的图形所表达的信息 55 第二节 具有变化、流程、因果特征图形的研究 68 第三节 集合图形的研究 72 第四节 具有统计类型特征的图形 73	3.1 函数类图形研究 63 3.2 图形信息研究 75

主 题	内 容	研究学习题目
第4章 项目分析与实验探索类综合问题 80	1. 项目可行性分析问题 80 2. 实验探索类综合问题 84	4.1 综合探索型题目研究 86
第5章 信息给予和知识迁移类综合问题 93	1. 题型分类 93 2. 知识点归纳型题 94 3. 信息背景题 95 4. 类比型知识迁移题 98 5. 引导型知识迁移题 100 6. 易混淆的信息题和隐蔽的信息题 102	
附录 106	社会热点研究的背景知识、综合练习题及相关答案	研究学习题目 2.1 社会热点问题综合练习 106 研究学习题目 2.3 能源问题的整体研究 115 研究学习题目 2.4 水污染问题的整体研究 124 研究学习题目 2.5 大气污染问题的整体研究 130 研究学习题目 2.6 科技与社会问题案例研究参考答案 138 (其他研究学习题目参考结果见正文)

第 1 章

综合问题的基础研究

1. 什么是综合?

(1) 不同角度的综合

综合能力不是对事物局部或者某一侧面的描述和认识。它注重对事物整体结构、功能和作用的认识,也包含着对事物变化发展过程的分析 and 理解。这就好像我们观察水桶一样,从上面看,水桶是两个同心圆;从侧面看,它是一个倒着的梯形。实际上水桶既不是圆也不是梯形,它是一个立体。人们只有把它从不同角度观察得到的印象相互联系、结合起来,才能认识水桶这个整体。这种能力就是综合能力。

我们在日常生活和工作中遇到的问题,在中学课程中,往往被分解成为不同的侧面,由不同的学科来讲述。这样做的优点是使问题简单化,学起来容易,缺点是存在片面性,使我们看不到问题的全貌。以汽车问题为例:物理学研究的是汽车的行驶速度,它受到的地面摩擦和空气阻力、它克服阻力所做的功和它具有的功能,它的功率及效率;从化学角度研究的是汽油(以辛烷为主)的燃烧和各种副产品;从生物学角度,我们要研究汽车废气,如铅、NO 和 CO 对健康的影响、对生态、环境带来的损害;从政治和经济角度,我们要考虑中国加入 WTO 之后,国内汽车工业面临的机遇和挑战,要考虑汽车工业发展所带来的经济、交通、土地能源等一系列问题;从地理和历史角度,由于中国今后的石油进口比例越来越大,我们要考虑历次能源危机、海湾局势对我们的影响;这些都是汽车问题的不同侧面。我们遇到这样的问题时,只从一两个侧面考虑就会产生片面性。再如房屋问题:购房时,我们需要考虑房屋的建筑面积、使用面积和户型(数学);要分析房屋的力学结构,找出支柱、承重墙和隔断墙(物理),要知道房屋的建筑材料是否合格,知

对于制造商和购买者来说,水桶问题包括诸如:

1. 水桶能装多少水?(容积问题,数学)
 2. 水桶放置时稳不稳?(重心问题,物理)
 3. 制造水桶的材料是否结实,是否容易老化(材料问题,化学)
 4. 制造水桶的塑料是否是再生塑料,会不会污染水?(环境)
 5. 水桶的价格是否合理?(市场)
- 这些问题大多是从实际出发,要经过分解和转化才能形成我们熟悉的学科问题。

道装修材料的成分和标准(化学);要分析所在小区的自然环境和交通商业方便程度(地理);要了解房屋的价格,证件是否齐全、销售是否合法,最后才能签订合同(经济、法律)。购买房屋,忽视了任何一个方面,都会带来损失。这就是说,我们不仅要学会从不同学科的侧面来研究、认识事物,还要学会把不同学科的知识调动起来,围绕事物的方方面面综合起来加以研究,这就是从不同角度进行的学科综合。

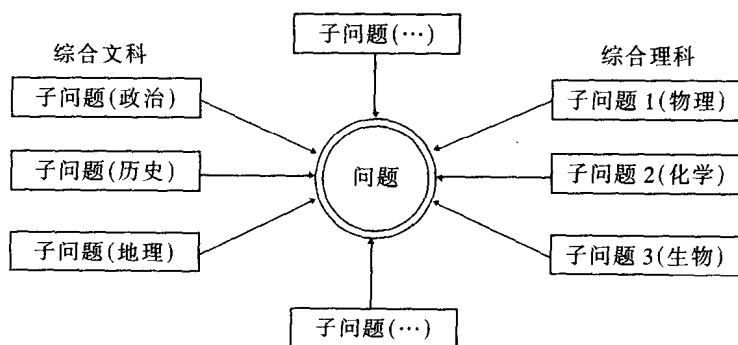


图 1-1 从不同角度看综合问题

(2)不同层次的综合

人们对事物的认识从表面到内部,从现象到本质,是不断深化的。在化学发展的早期,人们发现了几十种元素,但是对这些元素的分类以及它们之间的联系缺乏研究时,门捷列夫发现“**按照原子量大小排列起来的元素在性质上呈现明显的周期性**”。这一发现使人们对元素化学的认识从现象进入了本质,深化了一个层次。但是人们当时并不能解释周期律,不能解释决定元素性质的原子量,不知道周期律反映的实质是什么。元素周期律相对于以后的发现而言,只不过是深入了一个台阶。二十世纪的科学发现,使元素周期律中元素的特征由“位置”转向“结构”。电子、质子、中子、同位素原子结构、原子核结构的发现,使得人们对于周期律的认识又深入了一个台阶。从外部进入内部,从现象进入本质,往往是发生在不同的学科层面上。举例来说,生物的作用从物理层面上来认识,首先是眼睛具有透镜的构造,其次是光线作用到视网膜上产生了光电效应,通过神经网络的电脉冲的形式传递到脑部才产生视觉效果。中东问题表面上来看是以色列和巴勒斯坦,犹太人与阿拉伯的国家和民族矛盾,隐藏在其背后的是美国和前苏联,发达国家和发展中国家对于石油资源的控制和反控制之争。这是从不同层次上进行的学科综合。

元素周期律在无机化学层次上是本质,在物质结构层次上是现象。(学科内综合)

生物学中的很多现象要深入到物理、化学领域才能挖掘到其本质。(学科间综合)

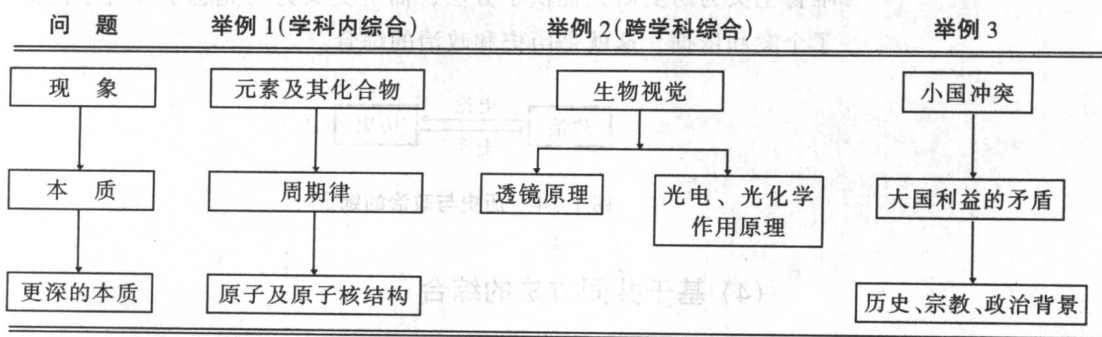


图 1-2 不同层次的综合问题

(3) 基于共同内容的综合

数学上两条线产生交叉，必须有共同点；两块面积交叉，必须有重合面；由不同领域的学科交叉和渗透形成综合，也会有共同的概念、共同的规律做支撑。因此，我们遇到跨学科的综合问题时，首先应当寻找跨学科共同的知识内容，它们是联结不同学科的纽带。

举例来说，发射火箭需要燃料，燃烧是个化学问题；火箭升空需要能量，燃料燃烧转化为火箭的功能和势能以及散热，这是物理问题；这两个问题的结合点在“需要什么样的燃料、需要多少燃料、承载多少质量、使火箭达到多大的高度”等实际问题形成物理和化学的渗透的定义。在此，“质量”和“能量”两个概念，“质量守恒”和“能量守恒”两个规律是物理与化学、生物各门学科所共同的，是跨学科问题的核心和解答问题关键(图 1-3)。

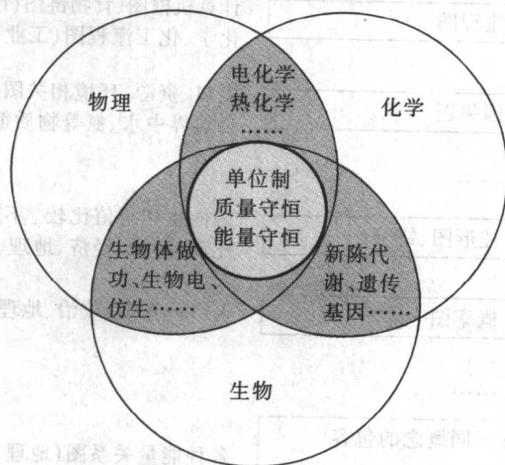


图 1-3 基于共同概念、共同规律的综合

又例如，关于生产力与生产关系、经济基础与上层建筑、阶级和阶级斗争的分析是历史和政治的共同内容。辩证唯物主义和历史

唯物主义为历史研究提供了方法，而历史又为马克思主义哲学提供了个案和依据，这就是历史和政治的综合。

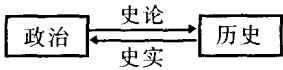


图 1-4 历史与政治的综合

(4) 基于共同方法的综合

“综合能力测试”所涉及的知识，以多样性、复杂性和综合性呈现出来，所呈现的能力，主要是学习能力，即选择、加工、提取信息的能力，以及综合运用所学知识分析问题和解决问题的能力。——(节选自教育部考试中心教育考试“九五”科研课题研究组文章)

综合能力测试逐步以能力立意取代知识立意。所考查的能力，

综合类型	图表类型	举例
图表综合	函数类图表	简单函数类型 $y=f(x)$ $y=f(k)$
		单摆运动(物理) 反应物、生成物、浓度变化(化学) 地形剖面图(地理)
		参数类型
		不同温度下压强、体积变化图(物理) 同一地区多种群变化图(生物)
	二元函数类型	等高线图、等温线图(地理)
		污染物平面分布图(环境)
	关系类图表	流程图
		计算机框图、食物链图(计算机、生物) 化学、化工流程图(工业、经济)
		因果图
	统计类图表	柱形图、饼分图
		国内生产总值比较、不同产业比例(政治、经济、地理、历史)
		概率图
	集合类图表	不同概念的包容 交叉关系
		人口调查图(政治、地理) 各种能量关系图(地理、政治、经济)

图 1-5 基于共同方法的综合举例(图表综合问题)

一是学习能力,二是解决问题的能力。有关图表分析、原始材料阅读分析、研究性学习项目、选择、计划等方面的题目将不断增加,对这样的题目,知识内容往往只是考查的一个方面,更主要的是考查灵活掌握、运用知识的能力。以图表信息为例,无论是理科课程或文科课程,都大量地运用图表来分析说明问题,那么,在高中阶段,我们曾经学习过哪些类型的图表?不同类型的图表能提供给我们什么样的信息?怎样从不同类型的图表中最大程度地获取相关的信息?这都是我们在研究性学习中应当思考和总结的问题(见图1-5)。又如科学探索中的选题能力,应当怎样确定一个项目选题的目的,判断它具有的意义,知道自己有没有能力和条件去完成它,制定完成它的计划和方法。对于项目的必要性和可行性分析是检查一个人科学探索能力的重要手段。基于这种能力考查的综合题应当引起注意。

在很多情况下,发现问题、提出问题比解决问题要难得多!项目分析类题目重点考查这方面的能力。

2. 知识的输入通道与输出通道

(1) 知识的输入通道

从储存的角度来讲,头脑就像一座“知识仓库”。仓库的管理有好有坏。有的仓库物品码放乱七八糟,每找一样东西,几乎要翻遍整个仓库。有的仓库物品码放整齐,但是没有取出物品的通道,每取一样东西,还要一件一件的向外倒换。我们自然希望有好的“知识仓库”,在那里知识码放整齐、合理,取用方便、灵活,在那里不会为了做一道题,把整个知识都翻遍。

知识仓库的输入通道,是我们学习知识所经历的通道。一般总是循着教科书上的顺序,先学概念、定义,认识公理、定理、规律,形成一块块以章、节为单位的知识板块。例如,几何中的三角形板块,物理中的力学板块等等。有了一定的知识板块的积累,再逐渐向前延伸,把不同板块连接起来形成学科系统,这就是知识的输入通道。输入通道比较稳定、通畅,可以由教师讲,可以自己看教科书。知识输入通道和板块组成学科知识体系。

知识要有“头绪”,但是这种头绪不完全是学科知识的体系。

学科知识体系只是知识向纵深发展的头绪。

以物理为例,首先它分为不同的领域,如运动学、力学、热学、声学、光学、电学、电磁学、原子物理和核物理,继而每一个领域又细分为分支领域,如力学内容又有很多章节,直至振动和波(如图1-6)。

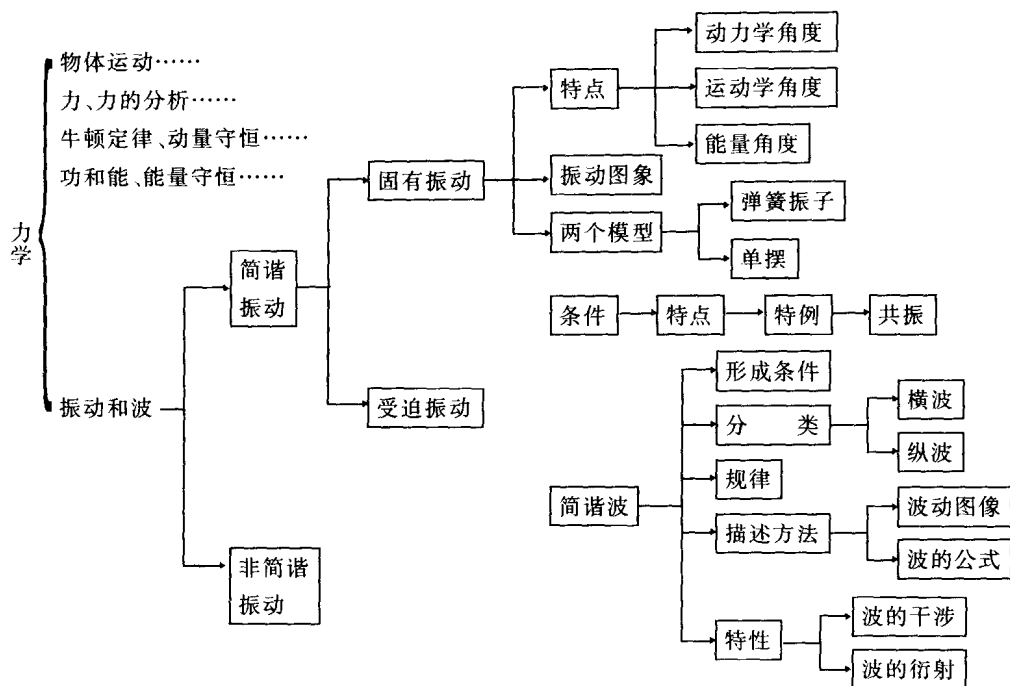


图 1-6 物理课程中、机械振动知识的输入通道

(2) 知识的输出通道

从物理中的超声
向医学中的肾结
石问题发展是知
识横向发展。

知识的应用通道，也就是它的输出通道与输入通道不同。输出通道的起点是问题的已知条件，终点是问题的目标。起点和终点之间的途径是未知的，需要反复的探索和实践才能找出来，不同的途径涉及不同的学科领域。举例而言，假定一个人肾里长了结石，问题的已知因素是他的病情，问题的目标是除去他肾中的结石。这个

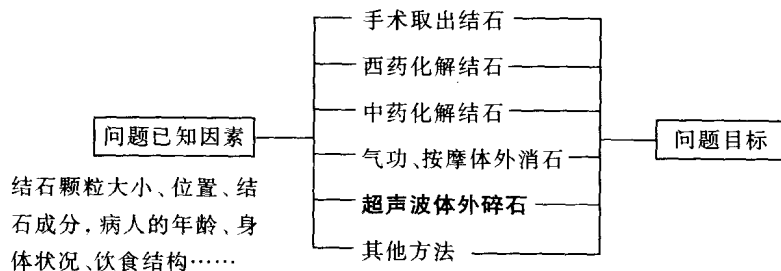


图 1-7 知识输出,用来解决问题的通道

问题起始于医学领域，但要调动医生的化学、物理和其他方面的知识或者调动物理学家的机械、生物、医学知识；第二个实际问题是清洗，一台锅炉沉积了锅垢，用一般的洗涤剂效果不好，用稀盐酸洗会损坏设备，用人工方法清除又很不方便，可以采用超声乳化的

方法来清洗，这就要求物理学家懂得化工，或者化工专家懂得声学。上述这两个例子一个在医学，一个在化工，都不是物理领域的问题，但都与振动和超声有关，是跨学科应用。人们不禁要问：科学家和发明家在面对肾结石和锅炉清洗的问题时，是怎样想起物理中的振动和超声的知识，并进一步研究、发明、解决了问题的。他们的知识是怎样做到灵活输出的呢？

思路

知识的输出通道其实就是我们解决问题时常说的“思路”。

“思路”，更简单地讲就是我们针对问题调动头脑中相关知识的线索。在我们脑子中还没有形成解决问题的方案和程序之前，我们只是从问题情景和问题目标感觉到这个问题可能与某些学科的知识有关，然后调动出这些知识来试探解决问题。思考第一步结合哪些问题情景，应用哪一学科的知识，解决哪一部分的问题；第二步结合另外一些问题情景，调动另外一些方面的知识，解决另一部分的问题；然后逐步深入，直至问题彻底解决。我们对“思路”进行研究，其实就是对解决问题的线索进行研究。作业和考试是一种模拟的实践活动。虽然它只是书面上的练习，也需要针对问题把学过的概念、规律从头脑中调动出来，围绕问题的已知因素和目标搭建思路。解决问题的思路尽管很多，但归纳总结主要有以下三条：

1. **正向思路**：适用于问题的已知条件很清楚，但目标不清楚的情况。

2. **反向思路**：适用于问题的目标很清楚，需要了解起始条件的情况。

3. **横向思路**：适用于人们掌握了某种规律、某一工具，准备利用它来解决问题的情况。

需要强调的是：主导思路的是问题，而不是知识，为解决问题，需要哪一科知识，就调动哪一科知识，不懂就得去学哪一科知识，这就是知识输出的横向特点。

3. 解决问题的三条基本思路

(1) **正向思路**——围绕着问题的已知条件开拓思路，向问题的目标延伸。

人们具有建造温室来保持温度的经济核算知识和在露天的田野里种植西红柿的经验，才能在冬季的温室里种西红柿。人们具有计算机的知识和在高速公路上开车的经验，才能编制出公路飞车的游

知识在实际应用中的输出是横向的，跳出原来的学科体系跨入另一学科。

举例 解决肾结石的思路

第一步 怎样用超声方法碎石(物理)?

第二步 怎样结合药物使碎石排出体外(药物化学)?

第三步 怎样防止和消除超声、药物方法所造成的人体副作用?

.....

有商业经验的人学习网络知识，把它作为工具去搞电子商务是正向思路，容易成功。

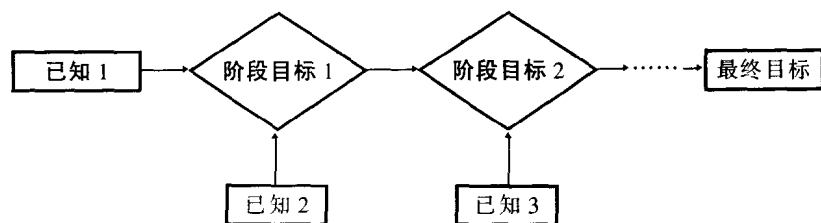


图 1-8 正向思路

戏软件。企业的原有产品市场不好，需要转产去开发新产品，最好能利用原有的设备、工艺和人员等条件。这些都是以“已知”或“已有”的问题情景和条件为根据，调动知识向目标发展的思路。这也是做习题时常常用到的思路。它可以用上图表示，即从一个已知条件开始，选择了中间目标，一步一步向前推进，逐步加入其他已知条件，直到达到题目的最终目标为止。这就是解决问题的正向思路。

正向思路，往往需要先把题目中给出的已知条件、隐含条件找出来，思考围绕着这些条件可以利用哪些知识和规律，并沿着这条思路向最终目标推进。正向思路的关键是找出中间目标，并根据中间目标把问题分解。

已知条件和解决目标都比较清晰的问题适宜采用正向思路。

就跨学科的题目而言，如果已知条件在一门学科，题目的解决目标在另一门学科，那么，中间目标必须具有两门学科的共同概念，能够起到从一门学科向另一门学科过渡的作用。数量、质量、能量、温度等是物理、化学、生物、地理等学科都学到的共同概念，可被用来确定中间目标。让我们看几个例子：

例 1.1 为了探测大气中的臭氧，需要向高空释放探空气球。若气球和探空仪器总质量为 M ，问需要多少盐酸和锌所制备的氢气可满足这一要求。（已知空气密度为 $\rho_{\text{空}}$ ，氢气密度为 ρ_{H_2} ）

本题的已知条件是气球和仪器质量 M ，以及空气和氢气的密度，求解目标是盐酸和锌的质量。很明显，已知条件在物理学科范围内，而求解目标在化学学科范围内，只有求出氢气的质量，把它做为中间结果，才能完成从物理向化学的过渡，即：通过浮力定律，求出气球体积，进而求出氢气质量，这是第一阶段，在物理的范围内；然后利用盐酸与锌的反应，根据氢气质量求反应物的用量，这一阶段在化学的范围之内。氢气质量是阶段的目标。

已知条件清晰而解决目标不清晰时也应采用正向思路。

当问题的已知条件明确而目标不明确时,应当就问题情景(即已知条件)选择合适的知识与有关规律,并沿着规律走向目标,这样的题目大多是选择题较多,例如

例题 1.2

a. 实施“科教兴国”战略是实现我国国民经济和社会发展宏伟目标的重要保证。为此,青年学生应树立科技意识。这是因为:()

(1)科学技术是第一生产力 (2)科学技术的重大作用只有通过人才能发挥出来 (3)物质第一性,意识第二性 (4)实践主体是智力与体力的统一

- A. (1)(2) B. (1)(2)(4) C. (1)(3)(4) D. (1)(4)

此题中,(1)(2)(4)都是与“科教兴国”有关的知识,只有(3)与已知条件“科教兴国”无关,故应选 B。

b. 已知天然气的主要成分 CH_4 是一种会产生温室效应的气体,等物质的量的 CH_4 和 CO_2 产生的温室效应,前者大。下面是有关天然气的几种叙述:①天然气与煤、柴油相比是较清洁的能源;②等质量的 CH_4 和 CO_2 产生的温室效应也是前者大;③燃烧天然气也是酸雨的成因之一。其中正确的

- A. 是①、②、③ B. 只有①
C. 是①和② D. 只有③

此题中,已知条件是某物质量时 CH_4 比 CO_2 温度效应大,需调动的知识是:a 三种燃料的燃烧产物比较;b 某质量时,不同物质质量的比较;c 酸雨的成因。很明显,只有①和②中的叙述符合比较的结果,故选择答案 C。

(2)反向思路——围绕着问题的解决目标开拓思路,再向已知条件回归。

要新建一座工厂,我们事先必须进行可行性分析。而可行性分析一般都是从目标开始的。例如,要造一座年产 100 万台电脑的工厂,一方面要论证这些电脑的技术指标和市场前景,另一方面要由此规划出需要多少土地、厂房、机械、电力,需要多少技术人员和工人,需要多少固定资产和流动资金,需要多大的销售网络和多强的宣传攻势。这就是围绕目标的思路。应当注意的是,反向思路必须回归到原始条件上去。如果原始条件与实现目标所需要的条件不匹配,例如你手里只有 1000 万元的资金,而办这个厂需要 5000 万元,则一切都将成为空谈。这种思路如下图所示:

这是因果分析类型的题目,从(1)(2)(4)都可直接导出“科技意识”的结果,而(3)与问题情景无关。

①的比较实际上是等质量的 CH_4 与煤、柴油燃烧产生 CO_2 的比较,显然,后者比前者多(因煤和柴油比 CH_4 含碳量高),前者清洁。