

安宇
编著

Small
Private
Online
Course

基于SPOC

混合式学习模式的

大学物理学习指导

清华大学出版社

非外借

基于SPOC



混合式学习模式的

大学物理学习指导

安宇 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是大学物理 SPOC 混合式学习模式在清华大学探索和实践的经验呈现,尽可能详尽地展现了其中的各个细节,以帮助愿意尝试混合式学习模式的教师和学生尽快适应这种新的学习方式。书中特别提供了翻转课堂讨论题目,可为翻转课堂学习模式提供借鉴。除此之外还提供了与传统教学方式的比对数据,希望能帮助人们消除对混合式学习模式的疑虑。

本书可配合网络上的大学物理 MOOC 视频,作为高等院校非物理类专业本科大学物理翻转课堂教材使用,还可以供其他有关专业选用和社会读者学习使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

基于 SPOC 混合式学习模式的大学物理学习指导/安宇编著. —北京:清华大学出版社,2018
ISBN 978-7-302-50436-8

I. ①基… II. ①安… III. ①物理学—高等学校—教学参考资料 IV. ①O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 123086 号

责任编辑:朱红莲

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印装者:北京泽宇印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:10.75

字 数:209 千字

版 次:2018 年 7 月第 1 版

印 次:2018 年 7 月第 1 次印刷

定 价:29.00 元

产品编号:079609-01

The header features a dark, textured background with a faint, glowing globe in the center. Overlaid on the globe and background are various binary code elements, including strings of '0's and '1's, and some abstract geometric lines. The title '前言' is prominently displayed in a large, bold, white font on the right side of the header.

前言

FOREWORD

17 世纪中叶,伟大的教育家捷克人夸美纽斯出版了教育学上里程碑式的著作《大教学论》^[1],从此开启了现代学校教育的时代。课堂教学模式也由此发展兴盛,经久不衰。那个时代,在课堂上从教师那里获得知识,显然是最主要的学习途径。课堂可以容纳很多学生,一位教师在上课时间向这些学生传递知识,这就是这种教学方式的形式。这种教学方式成为今天绝大多数学校的传统,尽管有些改进或变化,比如,可能在一些小课堂,教师不仅讲授,还可能多少与学生有互动讨论,但以教师讲授为中心的传统教学方式仍然是主体,延续至今。毫无疑问,我们多数人都是课堂教学的受益者,但这并不意味着这种教学方式就是完美的,不需要改进。

环顾一下其他领域,科学技术的突飞猛进,给人类生活带来了巨大的改变。比如,出行方式比起几百年前有翻天覆地的变化,那时主要交通工具是马车,而今天则是汽车、高铁和飞机,效率不可同日而语。再比如,通信方式在最近短短几十年间彻底改变,写信几乎成为历史,完全被电子邮件或微信取代。相对照,课堂教学方式则几乎没有什么本质的变化,还是教师站在讲台讲授,学生坐在书桌旁听讲。难道教学方式就这么特殊吗?其实不然。我们知道现在的学习条件与几百年前相比有了很大的不同,那时可能有些书,但不普遍,学生多,教师少,所以课堂教学是非常重要的传道解惑的方式,学生主要从教师那里获取知识。后来,随着印刷业的发展,书籍很多,学生除了课堂听讲,还可以通过阅读获取需要的知识。事实上,有不少人是通过自学学到需要的知识,自学能力被认为是最重要的学习能力。现在的条件更是不同,利用互联网上各种搜索引擎,通过计算机可以方便地获得几乎任何想知道的信息,而且随着智能手机的普及,几乎任何人都可以在任何地方、任何时间从互联网上获得自己所需要的资讯,当然也包括各种知识。在这种环境下,课堂教学的重要性其实已经弱化很多,需要完全不同的教学模式。但改变

不会自动发生,就好比交通工具的进步,是那些汽车或者高铁厂商以及飞机制造公司等与消费者的需求合力改变的结果;智能手机的普及是已故苹果公司掌门人乔布斯推动的结果。显然,教学方式的改革也需要有人做出改变。传统课堂是由教师主导的,改变课堂教学方式的使命,也自然落在广大教师身上。促进教学方式的进步,教师责无旁贷。

事实上,教学方法改革的脚步一直没有停歇,有很多先行者,提出了很多好的方法,以改变以教为中心的局面。尤其是最近一段时间,随着互联网、多媒体等新技术在教学中的应用,各种新的教学方法应运而生。比如,混合式学习^[2]、同伴教学方法^[3]、翻转课堂教学、案例教学、探究式教学,等等。这些教学方法都各自经历了一段时间的教学实践,针对不同学习者和不同课程提出了优化的学习策略。

最近几年,我们在清华大学做了大学物理教学方法改革实践,采用了 SPOC 混合式学习模式,这是对传统教学方式的一种颠覆。实践过程中,我们对其效果尽可能做科学的评估。在目前阶段的结论是:相比传统的教学方式,SPOC 混合式学习模式显示些微的优势。我们相信将来随着 SPOC 混合式学习模式的改进以及学生对这种学习模式的适应,SPOC 混合式学习模式的优势将会是压倒性的。大家可以回顾汽车替代马车的初期,汽车速度比马车也快不了多少,还经常出现机械故障,甚至有时抛锚,这时坐在马车上的人嘲笑着从汽车旁驶过,因为那个时候马车已经很成熟,而汽车才出现。现在我们没人会记得那些坐在马车上的人,他们同马车一起消失了。

本书虽然有一些作者关于教育教学的观点论述,但绝非教学研究的专著。作者并不试图提出新的学习模式,而只是将以往其他学者的教学方法研究成果应用于大学物理教学。本书实际是大学物理 SPOC 混合式学习模式在清华大学实践的经验呈现,并且,尽可能详尽展现其中的各个细节,包括课堂上的讨论题目,希望对 SPOC 混合式学习模式的改进和发展做出贡献。

感谢清华大学对于教学方法改革实践的大力支持和帮助,感谢清华大学教务处教改项目的支持。

安 宇

2018 年春于清华园



目 录

CONTENTS

第 1 篇 浅议学习模式

第 1 章 为什么传统的课堂讲授模式需要改变	3
第 2 章 怎样提高课堂教学的效率	7
2.1 以教为主转变为以学为主	7
2.2 以学为主的课堂应该是什么样的	8
2.3 教师在课堂讨论中起什么作用	10
2.4 学生应该怎样面对多元化的学习模式	13
2.5 学生应该怎样参与讨论课堂	14
第 3 章 什么是大学物理 SPOC 混合式学习模式	18
第 4 章 大学物理混合式学习课堂讨论什么	21

第 2 篇 大学物理 SPOC 混合式学习课堂讨论题目

第 5 章 力学	25
5.1 运动学	25
5.2 质点力学	29
5.3 动量和角动量	32

5.4	功和机械能	37
5.5	流体	43
5.6	刚体	44
第6章 狭义相对论		49
6.1	同时性的相对性及洛伦兹变换	49
6.2	相对论速度变换及动量能量变换	54
第7章 振动与波动		57
7.1	简谐振动	57
7.2	行波	61
7.3	波的叠加	65
7.4	多普勒效应	68
第8章 热学		71
8.1	气体分子运动论	71
8.2	热力学第一定律	76
8.3	热力学第二定律和熵	80
第9章 电磁学		85
9.1	真空中的静电场	85
9.2	电势	88
9.3	静电场中导体	91
9.4	静电场中电介质	95
9.5	稳恒电流	99
9.6	静磁场	102
9.7	磁力	105
9.8	磁介质	107
9.9	电磁感应	111
9.10	麦克斯韦方程组和电磁波	115
第10章 波动光学		120
10.1	光的干涉	120

10.2	光的衍射	125
10.3	光的偏振	131
第 11 章	量子物理基础	136
11.1	波粒二象性	136
11.2	薛定谔方程	140
11.3	原子中的电子	144
11.4	固体中的电子	148
11.5	原子核与粒子物理	152
参考文献		155
附录 A	大学物理 SPOC 混合式学习模式效果评估	156

第1篇

浅议学习模式

为什么传统的课堂讲授模式需要改变

我们经常听到高校的大学物理教师抱怨,说学生经常缺课,或者是学生在课堂上不集中精力听课,低头玩手机等。对这些抱怨,有人附和,也有人反而责怪这些教师上课没有吸引力,是这些教师的上课质量有问题,误人子弟,进而高谈阔论,教导教师如何讲好物理课。客观地讲,很多学校学生经常缺课,来的学生课堂注意力不集中是事实,有些教师上课没有吸引力也是事实。想一想现在的学习环境,跟过去几百年前有很大的不同。过去不上课听教师讲,学生不容易从其他途径获得这些知识。一旦有途径可以获得知识,缺课是很自然的。记得 30 年前我读书的年代,已经有不少教材类书籍,当时就感觉有时候自己看书比上课效果要好,因为,不需要被教师上课的进度牵着走。现在获取知识的途径更多,打开手机就可以轻易获得几乎所有课堂上教师讲课的内容,而且可以在任何时间任何地点以任何自己喜欢的节奏浏览这些知识,教师讲课的重要性大打折扣。

有人提出,教师要改进上课的方法,以提高课堂教学效率。但怎么改进呢?如果还是在教师站在讲台讲课的框架下改进,能实质性地提高课堂教学的效率吗?我们设想可以采取一些措施,例如课堂点名,减少缺课率,可是来到课堂不听讲还不是白白浪费时间吗?如果因为教师上课不精彩,学生不听讲,那么换一位教学水平高的教师如何呢?国内某著名高校的某位著名教授,上某个物理课的情况如何呢?我听过这位教授的课,我感觉课堂上这位教师对于内容的讲解和概念的把握很清晰,重点突出,深入浅出,形象生动,板书规整,语言流畅,整个课讲下来行云流水。下课后如果问学生的感受,学生都一致认为教师讲得太好了,尽管记不太起来讲什么了,反正是讲得很好。我们通常公认这样的课是极致的好课,如果这样的课不吸引学生,就不会有其他更好的讲课方式。那么学生学的效果如何呢?完全不合期待,有很多学生并没有学好这门课。有一次,因为不

及格的学生人数过多,使得这位教师通过公开信抱怨学生。后来在另一个课堂,同样也是这位教师,同样有不少不及格的学生(当然这次没那么多)。我问不及格的学生,是不是因为教师讲课不清楚才没学好,这位学生断然否认,认为教师讲得很清楚,只是自己没有认真学好。这很自然,教师讲课这么好,而学生没有学好一定是学生没有努力嘛。其实,以为教师讲课精彩,学生就可以学好课,这是认识上的误区。很多有经验的教师了解,学和教是两回事。也许有人会想,教师讲课精彩至少可以吸引学生听课的注意力吧,但这个想法本身就是很主观的。心理学的研究数据表明,无论什么课,平均起来学生有 $1/4$ 的时间是在走神,精力没有集中在教师讲课上。更何况物理课比较难学,物理本身逻辑性比较强,听懂物理需要精力十分集中,这种高强度的精力集中一般很难持续45分钟。大数据研究表明,通常注意力集中的持续时间只有十几分钟。物理课的内容本身具有较强的前后连贯性,一旦思维脱轨,再想跟上教师的讲课节奏就会很困难。一旦跟不上讲课节奏,再想集中注意力也是没用的。这说明教师讲课再好,学生照样会注意力不集中,这是课堂教学固有的缺陷。

课堂教师讲课好坏,对于学生是否学好课程应该是有些影响的。讲课好的教师,也许能吸引学生更喜欢学习这门课程。但是,像物理这样的课程,光是一点喜欢是不足以改变课堂学习效率的。物理学习尤其需要思考和理解。但课堂教师讲授的模式是以教师为主,学生必须时时跟随教师的思路 and 节奏,实际上根本不能使学生自由地思考,从容地思考。思考只能是留给课后,这就使得课堂学习效率大打折扣。像目前多数高校的大学物理课堂学时压缩严重的现实下,教师课堂讲授的内容很多,课堂上一旦有概念或方法没有听懂,再想跟上教师的讲课思路几乎不大可能,更不要说有时间思考。即便是有学生真的做到整堂课跟随教师的讲课思路下来,就一定学懂这节课所涉及的概念及所有内容了吗?能跟随他人的讲解思路,与自己完全理解其实还是有很大差距的。物理概念和方法,还需要通过自己思考和练习才能真正领悟到。有些同学因为上课基本能跟随教师的思路,误以为教师讲授的内容都懂了,课后也不认真思考和复习,等到考试时才发现实际没有真正掌握所学内容。所以,我们说课堂教学的缺陷,本质上是教师主动,而学习者被动的模式导致的。

教师课堂讲授为主的模式还衍生出了另一个普遍的错觉,就是教学质量取决于教师的上课质量,而上课质量又往往异化为教师上课的表现。无论是同行教师还是教学管理机构,甚至普通人,评价一门课的好坏主要针对教师教课的表现。这是基于教为主要的理念,而非学为主。教师上课精彩,那只是属于教师,教师上课行云流水,不见得学生真能顺畅地掌握听到的内容,要落实到学生学好,还有很大的距离。教师上课再精彩,还是会有很多学生学不好,如果学不好的学生一旦多一点(超出教师的经验所能容忍的范围),这时候经常发生的情况是,教师指责学生学习不用功,没有认真听讲,或者这个学生没有

课外努力,或者这个学生学习能力太差,等等,反正都是学生的不是,因为在旁观者看来,教师上课的表现无可挑剔。但如果我们没有忘记教学的主要目的,就是让学生学好这一关键点的话,其实教师的上课表现与学生的收获还不是一回事,教学质量和教师的上课表现关系不大。从教的角度考虑,我们有不少上课很好的教师,他们的课是好课,但如果从学的角度,就不见得。教师不应把主要精力放在如何在课堂上表现出色,而是应切实考虑如何让学生收获更多。教师可能由于课堂讲授精彩而获得声誉,但这只能说明这个教师是优秀的演讲者,作为教师这有时会脱离正轨,因为在教学中教师的主要责任是让学生学好。实际上,教师上课是否精彩与学生学得好不好之间没有必然联系,也没有这方面的数据支持。相反的例子却是听到不少。比较极端的例子是20世纪的西南联大(清华、北大和南开),毕业生成材率特别高,当然这有很多原因,例如当时国难当头,学生奋发图强的因素等。单就课堂教学的效果看,当时教师普遍方言口音重,根本谈不上讲课精彩,学生上课基本听不清楚,但这并没有影响学生学好功课。所以,教师上课的表现不能决定学生是否能学好这门课。我们不应忘记学才是本,教只是辅,真正意义上的好课,要根据学生学得好不好来判断,而不是根据教师的上课表现来评价。教学质量的评价更应该是直截了当:学生在教学过程收获多少。专家也好,学生也好,想当然认为教师上课讲得精彩,学生自然就会学得好,这其实是莫大的误区。要学好物理,最终是要靠学生自己思考领悟到其中的概念和思想,通过练习掌握其中的方法。仅靠听讲是不可能学好物理课程的。如果教师课堂讲课流畅,学生往往会感觉上课听讲比较顺畅,这时如果放松课后的独立思考和练习,反而会学不好。

有一项研究从另一面揭示了目前这种学习方式的严重弊端。中国中学生因为高考的原因,中学阶段需要学习很多物理,而美国中学生一般是在大学才开始学习物理。中美物理教育的对比研究显示^[4],物理学习成绩中国中学生明显比美国中学生好,这个当然在预料之中,但接下来的另一个结果却令人大吃一惊。关于科学推理能力,中国和美国中学生几乎没有什么差别。我们知道物理教育的很重要任务是提高科学素养,我们一直以为物理学好了,科学推理能力自然就会提高,但事实却并非如此。对通常的学生来说,做物理题目是一回事,解决问题是另一回事。想问题时不是遵从物理学习中学到的科学方法,而是重新回到自我经验中,以惯有的习惯思考问题。这说明学习物理的实际效果完全没有达到课程设计者所要达到的初衷。问题出在哪里呢?如果怪罪中学物理教师没教好是不公平的,因为,学生能做好物理题目,说明至少教师讲明白了。有人说教物理不仅要教会知识,还要教懂物理思想和方法等,问题是怎么才能让学生通过物理课程领悟到这么多呢?至少现行的学习方式没有达到目标。

Daniel Kleppner 是美国麻省理工学院(MIT)的物理教授,物理研究很有成就,教学上也很投入,他的课非常受学生欢迎,上课时他也很陶醉其中。退休多年以后,他来北大

演讲,给我印象深刻的是他对自己一生上课方式的反省。他说:假如再有机会给学生上力学课的话(他曾常年在 MIT 讲力学课程),一定会和自己过去做的(指站在讲台讲课)很不一样。其实很多人都意识到了以教为主的弊端,包括哈佛大学的马祖尔教授,也因此提出了同伴教学的概念^[3]。国外还有很多学者在教学方法方面做了很多研究,提出了很多以学为主的学习模式,例如翻转课堂模式、探究式学习模式、研究为导向的学习模式等,都是在探讨以学为主导的学习模式。国内教育界也有很多教授认识到,要从以教为主,转变为以学为主。我本人也有很长时间的教學经历,随着教學经验的积累,对物理内容的把握更加得心应手,对物理概念的讲解也更加深刻和全面,上课也变得更加流畅,自己也很得意,相信自己教课很好,以为学生学得也一定很好。但每次测验或考试结果告诉我一个完全不同的事实。有时候即使有些知识点是课上重点强调过的,学生掌握的效果仍然不佳。学生学懂和掌握的程度,经常不符合自己的预期,这就促使我反思以教为主的教学理念,尝试以学为主理念下的混合式学习模式。但也有很多教授仍不以为然,尤其是有些上课表现优异的教师,对于课堂讲课效果估计过高,乐在其中,而在我看来那只是自我陶醉罢了。

怎样提高课堂教学的效率

2.1 以教为主转变为以学为主

改进课堂教学的效率,当然是要把以教为主转变为以学为主。怎样做才是以学为主呢?让我们先剖析一下以教为主是什么样的。有人说,好学生(学习能力强)不用教,他会自己学会;差学生教不会,所以怎么教都没区别。这是极端的调侃说法。实际上,教师在课堂上讲课还是有学生受益,只是因为学生的程度参差不齐,教师讲课的内容深度和进度快慢只能是针对其中的某部分学生。对于基础好的学生,教师上课上得好或上得精彩,对这些学生的进一步提高没有多大帮助,而课上内容的深浅可能更有影响。学习能力差的学生通常都跟不上教师的讲课节奏,而如果上课是针对这些学生慢慢讲解的话,通常教学进度完不成,其他学生也会对听课失去耐心。比较常见的情况是,教师在大部分时间里,其真正的讲课对象是处于中间的学生,至少教师自己认为上课受益面比较大的应该是中间多数学生。但实际上这些中间学生的收获也有些夸大。因为,教师对内容深浅不可能把握那么准,学生也不可能保持长时间精力集中去理解教师要表达的意思。加上现在大学物理课堂用 PPT 展示,内容多,又快,所以,课堂讲授效果即使对教师针对的人群而言,也是要打折扣的。这也就是说,再好的教师,再怎么用心准备,只要课堂达到一定规模,就没有办法让讲课深度和进度快慢恰到好处,总有不少人会觉得上课听到的都是自己可以自学懂的,或者另有些人感觉上课无法跟上教师的思路。由此我们可以看出,以教为主的模式的缺陷,是学生无法自主掌握学习的节奏,完全是被动的跟随。所以,以学为主最重要的是要学生掌握学习的节奏,掌握主动。

我们设想一下,假如学生有一定的学习自觉性,他(她)可以自己阅读教材,或者看讲课视频。学生读到任何读不懂,或看视频看到不太懂的地方,自然会停顿下来,要么重看这一段,要么查查教材或者思考,试图去理解。学生会主动按自己的节奏学习,而不是像上课一样,只能被动跟随教师的讲解,即使没听懂,也只能跳过,这当然会大大影响课堂学习的效率。这就是为什么我们说要改变传统的课堂讲授模式,其实是要改变学生被动学习的地位。学生听讲不再是被动地跟随教师讲课的节奏,而是按自己的节奏听讲,不再是跟随教师的思路,而是根据自己的理解情况进行自由思考。

有人会说,有些学生根本没有学习的自觉性,教师上课都不听讲,他怎么可能自学教材或者讲课视频呢?既然上课都不听讲,上课当然是没有用的,还要强迫这些学生上课根本就是无意义的一件事情。另一方面,上课不听讲的很大一部分原因其实是跟不上上课的节奏,听不懂当然无法坚持听讲。假如可以随意控制听课的节奏,还是会有很大一部分学生听课,毕竟有学习任务要完成。



2.2 以学为主的课堂应该是什么样的

以学为主并不是简单地以自学代替听教师上课。如果上课节奏可以随意由听课人控制,其实听课对很多人也是一种很好的学习方式。例如,通过网络视频课学习。但是学习是高度个体化的过程,学到什么,学到什么程度都是要落实到个体,旁人无法替代。要把书本上的概念描述真正变成自己的理解,还要思考。要落实学到的方法,还要做练习。现在书籍如此丰富,网络上又有很多各种问题的解答(当然有些解答不完全正确的情况也时有发生),以上所述学习过程完全可以自己完成。

那是不是不需要课堂了?我也听过一些质疑的声音说,既然学生掌握了这么多学习资源可以自己学习,那要课堂做什么?甚至说那要大学做什么?学生现在上大学跟过去封闭年代上大学的作用和意义应该发生了很大变化。但这个问题超出本书要讨论的范围,我们不去讨论。我们单讨论为什么还需要课堂。学物理其实很难,即便是普通物理部分真要理解透彻,明白通透,也需要花费很大的工夫。我教大学基础物理20多年,仍然是在对物理概念不断加深理解的过程中。因此,在短短的两个学期把大学物理基本概念和方法学懂,其实是一件很难的事情。更不要说,通过阅读教材,做些练习题目就以为可以掌握基础物理。物理概念的理解其实是分层次的,在浅层次理解了,掌握了,还有一个层次。例如,在初中最开始讲质量这个概念,怎么讲的呢?说是度量物质多少的概念,是物质的属性。当时好像能理解这个说法,但现在再回头看,这种说法很模糊,什么是物质多少啊?如果你问教师,多半会答这取决于质量大小,质量大物质多,质量小物质少,等于转了一圈。后来又说质量是惯性的度量,惯性是保持运动状态不变的特性,这就

和伽利略惯性定律和牛顿第二定律联系上了。后来又发现质量跟引力大小相联系,这与牛顿万有引力规律有关。后来介绍广义相对论时,让我们认识到惯性质量和引力质量其实是不同的两个概念,但它们在某种量纲下刚好可以相同。这时候我们大致觉得好像理解什么是质量了。但学到微观物理,我们又学到几乎所有的微观粒子都有质量,于是就有人问,为什么粒子都是有质量的(有些粒子,例如自由光子静止质量为零)?这个问题当然是问题。于是希格斯等人提出了真空对称性自发破缺的机制,与此对应的场粒子是希格斯玻色子,称为“上帝粒子”,它使微观粒子获得了质量。说到这里,非物理专业的同学就开始疑惑了,原来以为理解质量这个概念了,现在是彻底又糊涂了。那么,物理学家是不是对质量都清楚了呢?实际还有很多问题没有得到真正解答。这个例子告诉我们,我们对物理概念的理解实际是逐渐深入的。在更深层次上应该怎么理解物理概念,实际现在都是一个问题。用另一个角度讲,物理其实是探究大自然的规律,理解物理其实就是从某个角度理解大自然。但目前,人类对大自然的理解还远远不够。说到这里,你可能应该了解了,为什么说学物理不是简单阅读教材,做些练习就可以学透彻的。所以,我们还需要课堂,利用好课堂,才可以更好地学好物理。但这个课堂显然不应该是教师站在讲台上讲课的课堂,而是能够让学生自由掌握学习节奏的课堂。

回想我们自己的自学过程,当然那时阅读是主要自学途径。当遇到某个概念或方法时如果遇到困惑,当然需要思考,需要琢磨。但时间是有限的,学习的时间也是有限的。我们不可能在这些困惑里耗费太多的时间,尤其当我们已经知道这些学习当中的疑难问题对于学懂的人早已经不是问题的时候。比较自然的是想请教教师或者至少希望能和同学讨论这些问题以期得到解答。假如恰好有这样的课堂,都是学习同一课程的同学,都有可能碰到学习中相似的困惑,大家在一起互相讨论,还有教师在一起,那不是正好可以解决学习中遇到的困难吗?所以,很自然的以学为主的课堂的一种模式,应该是同学之间以及师生之间可以自由讨论的课堂。当然课堂上教师也可以先简短地归纳和总结这周的内容,然后再进入讨论环节。对于人数在20人以下规模的小班,讨论形式可以多样,例如,教师组织讨论,或者小组讨论后小组之间交流等模式。假如课堂人数超过20人达到一定规模,分组讨论就是必然选择。如果有条件,课堂设在演示实验旁边,分组讨论的同时还可以小组共同做演示实验,并就演示实验中的问题进行讨论。总之,无论是什么形式的课堂,有一个原则,就是学生一定是自己掌握节奏,而不是被动跟随。

我这里比较推荐课堂上学生之间讨论,同伴之间的讨论更具优越性。讨论最重要的因素是有平等环境,与权威不容易充分讨论。教师在学生眼中通常是权威角色,教师通常以指导者自居,经常是以说教口吻,讨论不会充分。即使教师想使讨论平等进行,但这身份障碍不容易去除。反过来,同伴之间语言更近,更容易提供或获得更准确的信息,讨论更有效。