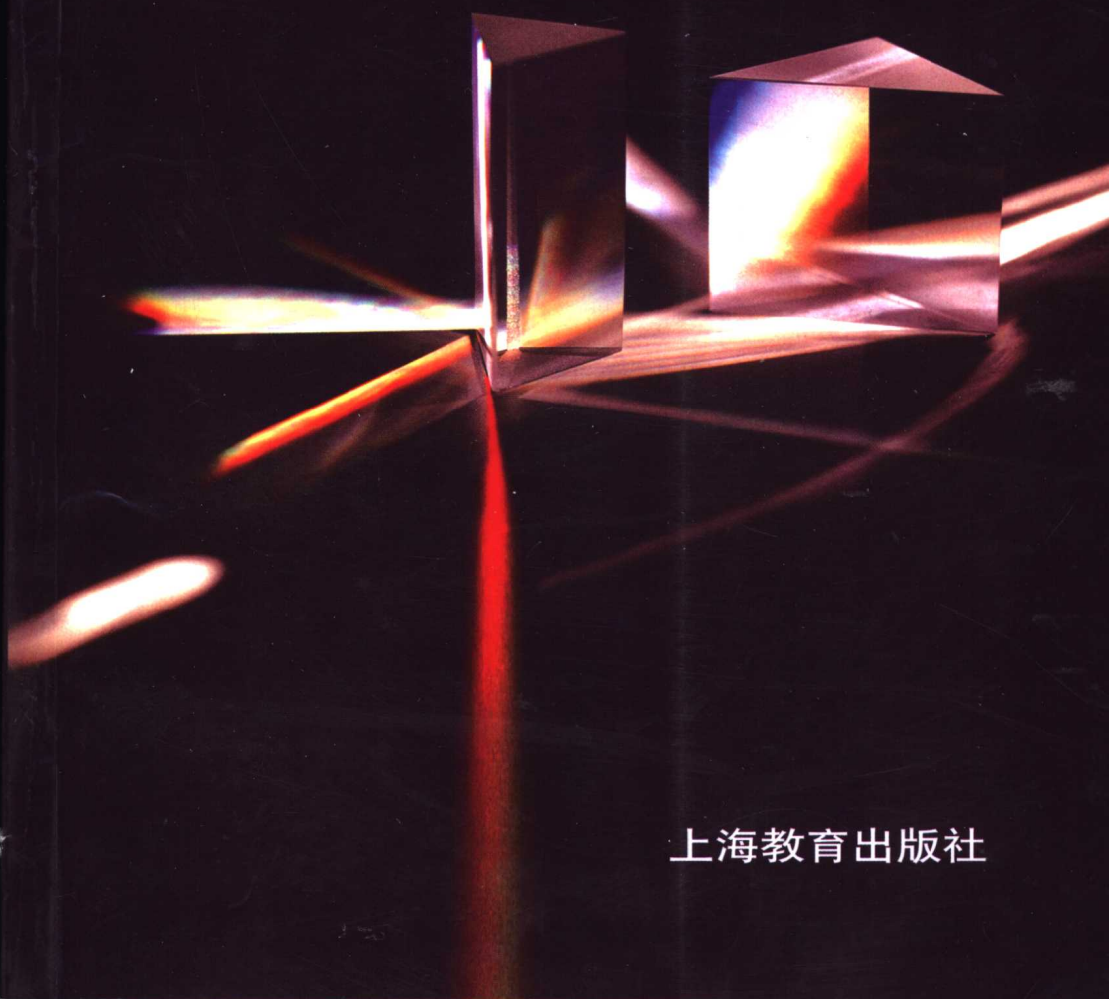


高中物理课题研究

常生龙



上海教育出版社

高中物理课题研究

常 生 龙

上海教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

高中物理课题研究 / 常生龙著. — 上海: 上海教育出版社, 2004.3

ISBN 7-5320-9424-3

I . 高... II . 常... III . 物理课 - 高中 - 教学参考资料 IV . G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 022270 号

高中物理课题研究

常生龙

上海世纪出版集团 出版
上海教育出版社

(上海永福路 123 号 邮政编码: 200031)

南京理工排版校对有限公司照排

上海新华书店发行 上海复旦四维印刷有限公司印刷

开本 890 × 1240 1/32 印张 9.25 插页 1 字数 249,000

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

印数 1 — 5,000 本

ISBN 7-5320-9424-3/G · 9256 定价: 15.00 元



序

知道常生龙老师在物理教学中开展“课题研究”的实践与探索,是2000年5月。在杨浦区教育局主办的“名师工程”——中学物理教改专场展示活动中,常老师以“弹簧的振动周期与振子质量的关系探究”为题,上了一节课题研究的展示课。课中,常老师将大部分的时间交给了学生,他自己“表演”的机会不是很多,但我时时能从学生交流展示的过程中感受到他在背后所付出的辛勤劳动。难能可贵的是,常老师没有就此罢手,而是将高中物理课题研究转化为一个科研课题,进行了为期三年的研究。《高中物理课题研究》是他这三年来研究的结晶,其中有很多是他自己亲身实践积累的案例,生动鲜活,引人入胜;也不乏理论方面的思考,对高中物理课题研究的目标、内容、组织与实施、评价、学习资源的开发等都作了较为系统的阐述。

我们所处的时代正发生着一场深刻的变革,对人的创新精神和实践能力,提出了前所未有的高要求,也给新一轮的课程改革指明了方向。让学生亲历自主学习和探索的过程,重视自身感悟和体验的获得,使学生形成一种对知识主动探究、重视实际问题解决的研究性学习方式,成为新一轮课程改革中的一个亮点。

高中物理课题研究,既有研究型课程那样的综合实践的特点,又强调以物理学科的知识作为主干来支撑。作为研究性学习的一种类型,它被引入高中物理教学时间还很短,在具体教学过程中究竟该如何去实施,也是见仁见智。常老师没有将精力



放在“怎样做最好”的争论上,而是借助一个个课题,引导学生运用物理知识去主动实践、自主探究,逐渐摸索出一条符合学生实际的物理学科研究性学习之路,也为其他教师开展“课题研究”教学提供了借鉴。

常老师通过对“课题研究”的内涵、特点以及意义的探讨,明确了“课题研究”与研究性学习的关系,并从素质教育的高度全面认识“课题研究”的意义。在此基础上,将“课题研究”分类,并提供了基本的操作程序和方法。尽管我们更希望看到多种风格、多种类型的学科“课题研究”,但不可否认,经过这样的梳理之后,对很多读者更好地去实践研究性学习还是很有帮助的。尤其是“课题研究的基础”一章,对师生都会很有帮助,可以夯实研究性学习的基础。他提出的以发现和提出问题、制定研究方案、研究实施、总结反思为主要阶段的“课题研究”的教学流程及相关案例,相信对教师也会有较大启发和指导意义。全书注重建构学生发展的评价体系,提出了实施评价的具体措施,这些实践都是和新课改的精神相符合的。常老师还结合自己的实践,提出了“课题研究”学习资源开发的途径和方法,这些工作对如何做好基础型课程、拓展型课程的资源开发也是很有借鉴作用的。

随着新一轮课程改革的深入,研究性学习方式将会在物理教学活动中占据重要的地位,形成与接受式学习方式相辅相成的多样化的学习生态场。常老师为此做了大量有效的工作,希望他能在这条道路上继续拼搏,也希望更多的老师能参与进来,进行更进一步的探究,共同推动新一轮物理课程改革向前发展。

2003年11月26日



目 录	
第 1 章 物理课题研究概述	1
1.1 物理课题研究及其理念	1
1.1.1 课题研究	1
1.1.2 物理课题研究的理念	2
1.2 物理课题研究的目标和特点	8
1.2.1 物理课题研究的目标	8
1.2.2 物理课题研究的特点	12
1.3 物理课题研究与研究性学习	18
1.3.1 研究性学习	18
1.3.2 物理课题研究与研究性学习的关系	19
1.4 物理课程中研究性学习的呈现形式	22
1.4.1 呈现形式	22
1.4.2 两种呈现形式的比较	22
第 2 章 课题研究的类型	26
2.1 观察研究	26
2.1.1 观察研究	26
2.1.2 观察研究的基本程序	34
2.1.3 几种常见的观察方法	39
2.2 实验探究	43
2.2.1 实验探究	43



2.2.2	实验探究的基本程序	49
2.2.3	物理实验的设计方法	56
2.3	作品制作	60
2.3.1	作品制作	60
2.3.2	作品制作的基本程序	68
2.3.3	发明创造的几种技法	71
2.4	调查研究	76
2.4.1	调查研究	76
2.4.2	调查研究的基本程序	83
2.4.3	常用的调查手段	87
2.5	文献学习	93
2.5.1	文献学习	93
2.5.2	文献学习的基本程序	98
2.5.3	搜集文献的方法	101

第3章 课题研究的基础 104

3.1	搜集研究资料	104
3.1.1	搜集研究资料的途径	104
3.1.2	资料搜集的范围和建议	109
3.2	调查问卷的设计技巧	110
3.2.1	调查题目的种类	110
3.2.2	调查问卷的格式	114
3.2.3	问卷设计的步骤	119
3.3	常用的物理研究方法	121
3.3.1	观察实验方法	122
3.3.2	科学抽象方法	122
3.3.3	数学方法	127
3.3.4	物理假说	131
3.4	研究数据的处理	135
3.4.1	一个变量的数据处理	135



3.4.2	两个变量的数据处理	138
3.4.3	统计图表	145
3.5	推理的类型和方法	149
3.5.1	类比推理	150
3.5.2	归纳推理	154
3.5.3	演绎推理	160
第4章	课题实施与指导	162
4.1	发现和提出问题	162
4.1.1	发现问题和提出问题	163
4.1.2	问题的种类和产生途径	165
4.1.3	教师作用的体现	169
4.2	制定研究方案	174
4.2.1	制定研究方案的意义	175
4.2.2	研究方案的制定	175
4.2.3	进行课题论证	181
4.3	进行课题实践	182
4.3.1	教学组织形式	182
4.3.2	收集和整理研究资料	187
4.3.3	实践环节的教师指导	194
4.4	总结与经验交流	198
4.4.1	课题报告的一般结构	198
4.4.2	课题报告的撰写	208
4.4.3	研究成果的展示与交流	211
第5章	课题研究的评价	214
5.1	评价的原则	214
5.1.1	重视探究过程的评价原则	215
5.1.2	重视多元化的评价原则	215
5.1.3	重视导向和激励的评价原则	216



5.2 评价的内容	218
5.2.1 立足过程的评价内容	218
5.2.2 立足目标的评价内容	219
5.3 评价的方法	221
5.3.1 从量化评价到质性评价	221
5.3.2 档案袋评价	224
5.3.3 自评和互评	230
5.4 评价的实施	237
5.4.1 制定探究过程记录表	237
5.4.2 制定测评表	244
5.4.3 收集多样化的信息	246
5.4.4 改进评价的表述	250
第6章 资源的开发和利用	252
6.1 资源的概念和意义	252
6.1.1 课题研究的资源	252
6.1.2 学习资源的意义	253
6.2 学习资源的开发和利用	254
6.2.1 学习资源开发的价值取向	254
6.2.2 校内学习资源的开发和利用	256
6.2.3 校外学习资源的开发和利用	262
6.2.4 网络信息资源的开发和利用	278
本书参考文献	280
后记	286



从小学至高中设置综合实践活动并作为必修课程,其内容主要包括:信息技术教育、研究性学习、社区服务与社会实践以及劳动技术教育。强调学生通过实践,增强探究和创新意识,学习科学研究的方法,发展综合运用知识的能力。增进学校与社会的密切联系,培养学生的社会责任感。

——教育部《基础教育课程改革纲要》

在高级中学物理课程中开设课题研究,正是落实《基础教育课程改革纲要》的举措。自2001年开始,随着高中物理新教材在全国全面使用,高中物理的课题研究也同时在全国开展起来,成为物理教材、物理教学改革的一个亮点。

1.1 物理课题研究及其理念

1.1.1 课题研究

所谓“课题”,就是“研究和讨论的主要问题”。所谓“研究”,广义的理解为“探求事物的本质、规律和真理”。在美国的国家科学教育标准里,给研究下的定义是:“研究是多层面的活动,包括观察、提出问题,通过浏览书刊或其他信息资源发现什么是已经知道





的结论,制定调查研究计划;根据实验证据对已有的结论作出评价;用工具收集、分析、解释数据;提出解答、解释和预测;交流结果。研究需要明确假设,需要运用判断思维和逻辑思维,需要考虑可能的其他解释。”

可见,课题研究首先要确定一个感兴趣的问题或者课题,然后通过搜集资料、制订方案、实践探索、评估反思、得出结论、总结交流这样一个类似于科学研究的方式去获得新知,并主动运用这些知识去解决问题的学习活动。

需要注意的是,“用类似于科学研究的方式”并不是把课题研究等同于科学研究。高中物理中的课题研究,其着眼点在于学习方式的转变,并不意味着将高等院校培养学生研究能力的职责下放(转移)到高级中学。高中还是基础教育阶段,其主要任务仍是“打基础”,不可能也不应该承担专门研究机构的“研究任务”。在高中物理课题研究中,“研究”不是目的,只是为了培养学生的创新精神和动手实践能力,是为了全面实现基础教育的培养目标。

1.1.2 物理课题研究的理念

1. 追随学习兴趣

兴趣是物理学习动机的最活跃因素,是学生积极参与教学、主动进行学习并执著探索物理知识的动力。杨振宁先生曾经说过:成功的真正秘诀是兴趣。

例 1 在上海市某社区卫生服务中心,发生了这样一件事情:区卫生局为了改善该卫生服务中心的硬件设置,方便某些病人检查身体和疾病的治疗,花钱购买了一些先进的治疗设备,但是由于这些设备在使用时有放射线,邻近的居民担心自己会受到辐射,影响身体健康,竭力阻止卫生局安装和使用这些设备,使得这些购置的设备闲置。某高级中学高二年级有几位学生生活在这个社区,对这里发生的情况比较清楚,他们对这件事情





产生了兴趣:用这些医疗设备诊断和治疗疾病时,放射源是如何工作的?对病人的治疗是利大还是弊大?这些医疗设备工作时是否会向外辐射放射线吗?会影响到邻居居民的身体健康吗?……他们将自己的想法告诉了任教的物理教师,教师觉得他们提出的这些问题很有意思,便和几位学生商定作为一个研究的课题进行探讨。

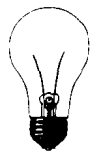
在课堂教学中,物理知识特有的魅力同样会不时引起学生的兴趣,提出各式各样的问题。这些问题有些是和当时的教学内容相关的,有些则相去甚远。由于教学目标的局限性,教师虽然也会就一些共性的问题引导学生作一些讨论和探究,但不可能做到满足每位学生的学习兴趣,这就必然使得一些学生的学习热情受到压抑。课题研究既可以是班级、小组就大家共同感兴趣的问题进行的探究,也可以是某个学生就自己感兴趣的问题展开的探究,其基本的理念就是追随学生的学习兴趣。

兴趣是学生进行物理课题研究的出发点。当学生在物理学习和日常生活中对某些事物产生疑问和好奇,有进一步探究的需要时,教师要帮助他们充分利用周围现实的客观条件,将兴趣转化为问题,并以此作为探究的出发点,引导他们主动投入课题研究的实践之中。

2. 在师生共建中发展

由于研究的问题主要来源于学生的物理学习和生活实际,研究的方向和研究的内容都不是预先设定好的,这就使得课题研究的开展不能像平时的物理课堂教学那样,由教材和教师确定教学内容,学生被动地接受。

例2 “研制水火箭”是一个对动手能力要求相当高的实践性课题,学生对水火箭的情况知之甚少,便去请教老师。可是老师也是一片茫然,因为以前从来没有做过水火箭。如何开展这个课题研究呢?教师首先想到了火箭、喷气式飞机的飞行原理,向学生讲授这些原理,然后鼓励学生探索水火箭的飞行原理,并进行对比。教师自己也赶紧回





去查阅资料,了解水火箭究竟是如何工作的。通过这样一些知识的学习和研究,学生明白了水火箭的飞行原理后,新的问题又来了:怎样设计水火箭?箭体如何选择?箭头如何制作?作为箭体的饮料瓶内需装多少水?怎样才能保证充气过程是单向的?为了搞清楚这些问题,老师和学生又进行了分工,有负责资料收集的,有负责材料选择的,有负责方案设计的,有负责加工制作的……经过几个星期的努力,终于制成了水火箭。可是在放飞的过程中,又发现了新的问题:水火箭飞行的稳定性不够好,飞行的高度也不够理想。如何控制飞行的稳定性,实现定向飞行?如何使得水火箭飞得更高?……在研究逐步深入的过程中,学生和教师反复思考、查阅资料、集体讨论,通过共同的努力,使研究课题的内涵不断地扩展,教师和学生对水火箭的认识也不断地加深。

由于学生在课题研究中学习的内容大大超出了课堂教学、教材、教学参考资料的范围,教师往往失去了对大纲、对教材的依托,教师和学生处于同一条起跑线上,师生之间的界限趋于淡化。教与学的互换日趋频繁。谁先占有知识和学问,谁先发现问题和解决问题,谁就首先获得发言的主动权。教师失去了以往的优越感,他们和学生之间是一种平等的关系,教学由“我说你听”变为一起讨论,一起商量,民主平等师生关系的建立初见端倪。

物理课题研究是在教师和学生、学生和学生之间“探究”、“对话”的过程中不断地生成和发展起来的,是教师和学生共同创造的。在共同开发研究课题的过程中,能者为师得到了较好地体现,教师不一定比学生对研究内容了解得更多,他的优势在于经验有助判断。课题研究推动了新型师生关系的建立。

3. 丰富学习经历

由教师传授给学生物理知识,是传统课堂教学获得间接经验的模式;在课题研究中,学生通过亲身参与实践活动获得了直接经验和体验。间接经验和直接经验的学习相辅相成,可以使学生的





学习过程既是知识增长的过程,也是身心和人格健全与发展的过程。

例3 刹车防抱死(ABS)新技术是指在汽车刹车时,能自动控制刹车片与轮毂(轮盘)的压力而不至于轮毂被抱死,使刹车的动作在1秒内作用60—120次(相当于不停地在做机械“点刹”),车轮不与地面发生滑动摩擦(汽车的大部分机械能消耗在摩擦片与轮毂的摩擦上),而与地面之间的附着程度增强,这样,司机既能快速刹车,又能控制汽车的运动方向,使得驾车的安全性大大提高。技术虽新,但物理原理并不复杂,通过教师的讲授,学生完全可以理解其工作原理,但如果只是这样做,学生仅学了一个新知识点,有了新的认知而已。

一个课题小组对汽车中的ABS系统进行了调查分析,他们首先从资料的收集入手,通过图书馆、新华书店、网络等渠道了解ABS系统的工作原理、安装这个系统后带来的巨大社会效益和经济效益。然后他们又走访汽车修理厂和制造厂,考察了解ABS装置,实地观察配有ABS装置的小汽车的刹车过程与公路上轮胎磨损的黑色痕迹,并且还说动了汽车驾驶员,分别坐上装有ABS系统的汽车和没装ABS系统的汽车,亲身感受两者在刹车时的区别。课题小组的同学在课题研究中的丰富经历,成了他们这次课题研究一笔十分珍贵的财富。

教育部颁布的《全日制普通高级中学物理教学大纲(试验修订版)》指出物理教学的目的有三个:(1)使学生学习比较全面的物理学基础知识及其实际应用,了解物理学与其他学科以及物理学与技术进步、社会发展的关系。(2)使学生受到科学方法的训练,培养学生的观察和实验能力,科学思维能力,分析问题和解决问题的能力。(3)培养学生学习科学的志趣和实事求是的科学态度,树立创新意识,结合物理教学进行辩证唯物主义教育和爱国主义教育。其中,属于基础知识和基本技能的教学内容,





通过教师的教是可以让学生掌握的,但能力、方法、情感、价值观等只有学生自己在亲身实践的过程中才能获得。丰富学生的学习经历,就是要在原有的间接经验获取的学习经历基础上,给学生提供更多的获取直接经验的途径,课题研究就是这样一条途径。

4. 转变学习方式

学生的学习方式一般有接受和发现两种。在接受学习中,学习内容是以定论的形式直接呈现出来的,学生是知识的接受者。在发现学习中,学习内容是以问题形式间接呈现出来的,学生是知识的发现者。转变学习方式就是转变过分强调和突出接受式,把发现与探究的学习方式突显出来,使学习过程更多地成为学生发现问题、提出问题、分析问题、解决问题的过程。

例 4 学生在学习单摆做简谐振动的周期公式时,问了这样一个问题:单摆和弹簧振子是两个典型的简谐振动模型,现在我们知道了单摆的周期公式,弹簧振子的周期公式又是怎样的呢?

一位教师是这样处理的:选择了两个不同劲度系数的弹簧和一些钩码,给学生做了一个演示实验。先将相同的钩码分别挂在两个弹簧的下端,让学生观察振动的周期,发现劲度系数大的弹簧振动周期小;然后再给同一个弹簧挂上不同的钩码,发现振子质量大时振动的周期也大。之后,教师告诉学生,物理学家精确的研究表明,弹簧的振动周期公式为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 。大约用了不到 15 分钟,教师就完成了这个知识点的教学。

另一位教师给所在班级的学生提出了一个要求,请他们自己设计实验来探究弹簧振子的周期和哪些因素有关。为了完成这个实验,班级的学生前后用了大约三周的时间。先是实验方案的设计,学生开始想出了近 10 种探究的方法,但是经过实验的尝试,发现有的想法比较简单;有的设





计太复杂,难以实施;有的想法根本就不可能变为现实;有的设计无法获得相应的器材……开始研究之后,有的小组弹簧的振动总是不能控制在一条直线上,有的小组为究竟应该测量多少个周期发生了争论,有的小组把霍尔传感器用到了测量之中,有的小组利用了光电管实施测量……数据的处理就更是五花八门了,有的将测量的数据列表后观察数据变化的特点,给出了实验的定性结论,有的采取了图像处理的方法,有的采用 Excel 处理实验数据,有的运用了 TI-83 图形计算器……在进行班级交流时,各个小组纷纷发言,展示本组的研究过程和成果,一节课的时间根本不够用,学生们主动要求利用课外活动的时间进行进一步的交流和探讨。

如果单从传授知识的教学效率来看,前述那位教师的教学效率无疑是“高”的,但物理教学的目标不单单是知识的掌握,更重要的是态度、情感、价值观的形成以及分析、解决问题的科学思维方法的掌握。当我们将教学目标定位于培养学生的创新精神和实践能力时,我们会越发感到转变学生学习方式的重要性。

现代学习方式的基本特征有:①主动性。这是现代学习方式的首要特征,在具体学习活动中表现为“我要学”,这是基于学生对学习的一种内在需要,既表现为对学习的浓厚兴趣,也表现为学习的责任。②独立性。这是现代学习方式的核心特征,在具体学习活动中表现为“我能学”,是学生对独立的要求以及表现自己独立学习能力的欲望。③独特性。这是现代学习方式的重要特征。在具体学习中表现为个体差异。有效的学习方式是个性化的,这是因为每个学生都有自己独特的个性,学生的学习方式本质上就是独特个性的体现。④体验性。这是现代学习方式的突出特征,在实际的学习活动中,表现为既强调身体性参与,又强调重视直接经验。⑤问题性。现代学习方式特别强调问题在学习活动中的重要性,一方面,问题是学习的动力、起点和贯穿学习过程的主线;另一方面,学习过程本身就是发现问题、提出问题、分析问题和解决问题的过程。





1.2 物理课题研究的目标和特点

1.2.1 物理课题研究的目标

在教育部颁布的《全日制普通高级中学物理教学大纲(试验修订版)》中,首次提出在高级中学物理教学中开展课题研究,使课题研究成为培养学生综合运用所学知识、收集和处理信息、分析和解决问题、语言文字表达以及团结协作等各种能力的重要环节。

1. 培养综合运用所学知识的能力

物理学科中的课题研究是基于学生的直接经验,密切联系学生的自身生活和社会生活,体现以物理知识为主的各学科知识综合应用的学习活动。例如“灶具的演变”这一研究课题,就是综合运用所学知识来进行探索研究的典型事例。在了解从烧柴到燃煤,再到电、气并用的过程中灶具的演变历程时,学生不仅仅是从能源、材料的角度来对待这一研究,更多的是从社会发展的角度来思考这一课题,从灶具的演变折射出社会进步、人民群众生活水平的提高。学生在比较用煤、用电或用管道煤气烹饪,哪种方法更经济,更符合中国人的烹调习惯,哪种对家居环境的影响更小的过程中,思考的是科学技术与人类社会的相互关系,受到的是辩证唯物主义的教育。

各个学科的知识都是在将现实世界进行分解的前提下,从某个角度分化来认识世界的,这是人类走进文明的重要步骤。但现实世界是综合的,这就造成了受教育越多,越是远离真实世界的现象。物理学科的课题研究,探究的是一个实际的问题或者课题,就需要学生调动和综合本学科的多种知识,甚至是综合各个学科的知识,结合学生自身的经验来寻求答案,所以要培养学生综合运用所学知识的能力。物理课题研究还特别关注当前的社会、经济、可持续发展等问题,引导学生思考科学技术与人类社会发展的相互制约关系,通过对所学知识的综合运用,从更广阔的角度认识物理学的作用,培养学生

