

# 中学生物理问题解决能力的发展研究

刘建伟<sup>1</sup>, 胡卫平<sup>2</sup>

(1. 长治学院 电子信息与物理系, 山西 长治 046011; 2 山西师范大学 课程与教学研究所, 山西 临汾 041004)

**内容摘要:** 利用自编的《中学生物理问题解决能力测验》,对 138名高中生的物理问题解决能力的发展进行了研究。结果表明:中学生物理问题解决能力及解题思路和步骤整体呈上升趋势;男、女生物理问题解决能力的发展趋势基本相同,男生整体上要略高于女生,差异不显著;中学生各项物理问题解决能力不一,图像问题和电学实验问题表现最低;中学生物理问题解决能力的要素,主要有表征问题的能力、识别和分析物理问题能力、运用数学解决物理问题的能力、知识迁移能力、自觉地检查和反思能力,其中后两种能力比较差。

**关键词:** 中学生;物理问题解决能力;发展

**中图分类号:** G 633.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0916(2007)08-0127-04

## 一、问题的提出

21世纪的义务教育新课程的推出,是我国教育发展史上的一件大事。其中,重视问题解决能力的培养是新课程的要求,更是我国基础教育改革和发展的重要内容。2001年5月,《国务院关于基础教育改革与发展的决定》提出要“继续重视基础知识、基本技能的教学并关注情感、态度的培养,充分利用各种课程资源,培养学生收集、处理和利用信息的能力;开展研究性学习,培养学生提出问题、研究问题、解决问题的能力……”<sup>[1]</sup>;2001年6月《基础教育课程改革纲要(试行)》中也提出要“改革课程实施过于强调接受学习死记硬背、机械训练的现状,倡导学生主动参与、乐于探究、勤于动手,培养学生搜集和处理信息的能力、获取新知识的能力、分析和解决问题的能力以及交流与合作的能力”<sup>[2]</sup>。从某种意义上讲,教学的最终目的是要使学生能自主地解决各种问题<sup>[3]</sup>。物理学作为一门重要的学科领域,承担着培养学生各方面能力的任务,其中培养学生解决问题的能力一直是物理教学中关注的焦点。研究中

学生物理问题解决能力,对于丰富和发展问题解决理论,为教学提供方向性的指导,具有重要的意义。

物理问题解决的能力,是一种集各种基本能力(观察力、识记力、情景想象力、思维能力等)于一体的综合能力,是实现认识第二次飞跃的基本保证,也是整个物理学习能力的集中反映。研究者们从不同的方面对中学生物理问题解决能力进行了大量的研究。Larkin(1980)的研究<sup>[4]</sup>认为,物理问题的表征和建构层次和过程是:字面表征,初始表征,科学理论表征。廖伯琴和黄希庭研究<sup>[5]</sup>大学生解决物理问题的表征层次发现:大学物理学习的优生侧重于物理原理表征,差生则受初始表征的影响。盖丽鸣<sup>[6]</sup>认为学生的思维障碍、学生个人的特征(如:情感动机、知识容量、加上方式及认知结构)和学生的元认知水平的高低是影响物理问题解决的主要原因。王春凤、管靖和郭玉英<sup>[7]</sup>研究发现:大部分学生遇到一个实际问题时显得束手无策,不知道从何处下手。

纵观已有文献,发现很多学者对物理问题解决能力的培养进行了研究,并且基本集中在对学生物

收稿日期: 2007-07-10

作者简介: 刘建伟(1975-),男,山西长治学院电子信息与物理系讲师,主要从事课程与教学论、科学教育的研究;胡卫平(1964-),男,山西师范大学课程与教学研究所所长,教授,中国科学院心理研究所博士生导师。

理问题解决的影响因素、培养策略等,但对物理问题解决能力的发展方面的研究则比较少。本文从中学生物理问题解决过程和检查反思两个环节就力学问题、运动学问题、图像问题、电学实验、简答题五个方面进行了研究,探讨了高一、高二学生物理问题解决能力的发展规律。

## 二、研究方法

### (一)被试选取

我们随机选取山西省长治市一所普通中学高一、高二 4 个理科班的学生作为研究被试,高一年级随机选取不同任课教师的两个班学生,共 86 名,其中男生 49 名,女生 37 名。高二年级随机选取不同任课教师的两个班中共 52 名学生,其中男生 31 名,女生 21 名。

### (二)测量量表

1. 问卷的编制:我们对大量的试题进行了筛选、改编和自编。请有经验的专家和任课教师对试题进行反复审核,并考虑到测试目的、对象、时间等各种因素。最后确定 5 道题,让学生在解答过程中按照要求依次回答。根据学生回答的情况对每个问题分别赋予 5、4、3、2、1 分。

2. 问卷的信度:该量表的信度为 0.7958 (利用系数法估计)。本研究我们还通过两位评分者分别对一个自然班的学生 (45 人) 独立进行评分,计算两组分数值的 Pearson 积差相关系数,确定评分者信度。在评分之前对规则进行了讨论,取得了统一的评分标准。数据录入后的统计分析表明,两位评分者信度系数为 0.772,达到极其显著的水平。由此说明,本量表具有较高的可信性和稳定性。

### 3. 中学生物理问题解决能力考查环节:

a (1)说出解决该题的知识基础;(2)判断该问题的最终的目标;(3)找出可迁移的问题情景;请你把解决该题的整体思路(包括你看到题以后脑海中出现的解决这个问题的思维和将要采用的方法和步骤写出来。

b 在求解完以后请你再回答这几个问题: \* (1)你认为有没有更好地解决问题的方案?如果有请把思路写出来;(2)请分析你已经解答的过程(即上面求解)可能存在的不足。

### (三)研究程序

1. 采用集体测验将定型的《中学生物理问题解决能力测试题》施测于上述 138 名学生。

2. 根据被试完成测试题的认真情况,获得有效

试卷,并依据评分标准进行评分,得到每位被试在每一个问题的得分和测验总分。

3. 采用 SPSS 10.0, Microsoft Excel 对收集的数据进行统计与分析。

## 三、研究结果

### (一)物理问题解决能力的比较

表 1 高一、高二学生物理问题解决能力显著性检验

年级	人数	平均分	标准差	T	显著性检验
高一	86	50.55	16.11		
高二	52	54.41	12.88	30.12	P > .05

由表 1 我们能够看到,高一学生物理问题解决能力的平均分为 50.55,高二学生的平均分为 54.41。高一学生和高二学生的成绩差异不显著。但是在测试过程中,高一学生和高二学生完成测试题目的时间不一样,其中高一学生完成需要 2 个小时,高二学生完成用了 1 个半小时。尽管从成绩上看不显著,但从时间和平均分看,高二学生的物理问题解决能力还是比高一学生强些。

### (二)中学生物理问题解决能力的年级差异

采用单因素检验,考察中学生物理问题解决能力各项目得分与解题思路和步骤的年级差异及显著性水平。结果表明:中学生物理问题解决能力及解题思路和步骤整体呈上升趋势,高一和高二学生在解决简答题方面,能力差异达到显著性水平 ( $P < .05$ ),在其他项目上差异不显著(如图 1 所示)。但是除解决运动学问题的思路和步骤上高一和高二差异不显著性 ( $P > .05$ ),其他各项都达到显著性水平 ( $P < .05$ ) (如图 2 所示)。

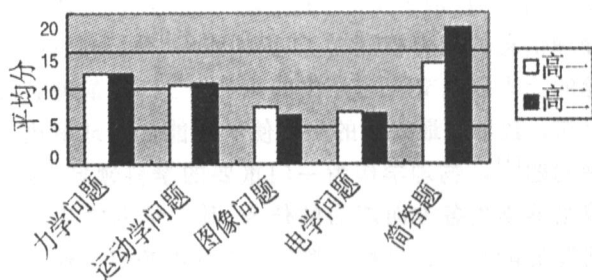


图 1 中学生物理问题解决能力比较

### (三)中学生物理问题解决能力的性别差异

采用 t 检验考察了中学生物理问题解决能力的性别差异,结果表明: Independent Samples t 检验结

果显示男女生在各项目上差异不显著,男女生除了在运动学和图像问题上的发展呈现下降趋势外,其余均呈上升趋势,其中简答题和总分的上升趋势尤为明显。在各年级各项目上的标准差,男生都大于女生,说明不同年级的男生在各项目上得分的离散程度都大于女生得分的离散程度。图 3 是中生物物理问题解决能力性别比较。

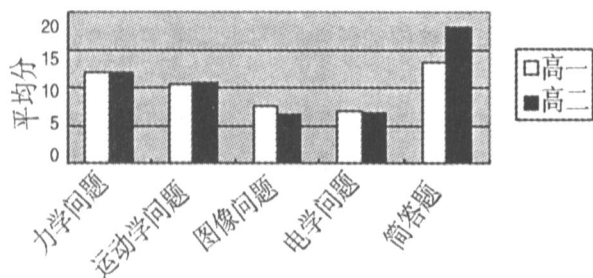


图 2 中生物物理问题解决思路 and 步骤比较

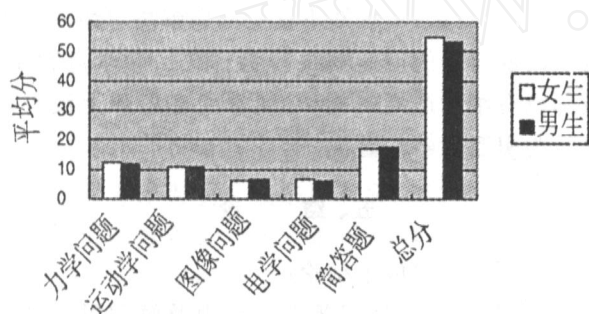


图 3 中生物物理问题解决能力性别差异

#### (四) 中生物物理问题解决能力的要素

通过分析学生答题过程,发现中生物物理问题解决能力的要素主要有:表征问题能力、识别和分析问题的能力、运用数学解决物理问题的能力、知识迁移的能力、自觉检查、反思的能力。整体上看,学生随着年龄的增长各要素呈增长趋势,相对来说,知识迁移能力和自觉检查、反思能力比较低。

### 四、分析与讨论

#### (一) 中生物物理问题解决能力的年级特征

中生物物理问题解决能力整体呈上升趋势,解题思路和步骤整体也呈上升趋势,但是差异不显著;对于个别项目,高二学生问题解决能力并不比高一高。其主要原因有:第一,知识和能力是互相促进,互相制约的。科学知识是科学能力发展的前提和基础,随着年龄的增长,中学生的科学知识不断丰富,在一定程度上促进了中生物物理问题解决能力的发

展;第二,随着年龄的增长,其他能力的发展也促进物理问题解决能力的发展;第三,在物理教学中,教师对问题的解决思路及方案,也促进了中生物物理问题解决能力的发展;第四,学生在掌握知识和学习过程中,促进他们解题思路和步骤的全面和完善;第五,从试卷上看,高二学生的答题态度没有高一学生端正,这是非常关键的。有些问题,有些高二学生或是不认真答,或是不答,但是高一学生不论会不会多地在认真作答。

#### (二) 中生物物理问题解决能力的性别特征

男、女生物理问题解决能力的发展趋势基本相同,男生整体上要略高于女生,差异不显著。这与其他研究结果一致<sup>[8]</sup>。原因在于:问题意识是问题解决的基础,同时它对学生知识的掌握、思维结构的优化、个性的发展和创新意识的形成等都有较大的促进作用<sup>[9]</sup>。男女心理能力的差异在很大程度上是由性别角色的影响所致<sup>[10]</sup>。性别角色是在一定的社会和文化中形成的,其中家庭、学校、大众传播媒介等是促进儿童性别角色社会化的重要因素。在传统的文化和社会中时时处处都为孩子们灌输一种女不如男的观念,特别是在学习物理的过程中,譬如日常生活中的物理现象、实验等,而在现代社会体现出一种男女平等的观念,从而导致男女生在物理问题解决能力的发展过程中存在一定差异,但差异不显著。

#### (三) 中学生各项目问题解决能力的特征

中学生各项目问题解决能力不一,其中最低的是图像问题和电学实验,无论是男、女生还是在年级上都体现出这两个方面能力比较低。这与其他学科学生实验问题解决能力差结果一致<sup>[11]</sup>。其主要原因有:第一,学生在平时学习过程中,实验方面的锻炼很少,致使学生对实验方案的设计、实验问题的分析能力比较差;第二,学生在平时的学习中,利用图像解决问题比较少,或很少接触图像问题;第三,教师的行为影响学生对问题的解决,教师教学过程中不注意培养学生实验能力和解决实验问题的能力,也很少利用图像解决问题,这也影响学生解决实验问题的能力。

#### (四) 中生物物理问题解决能力的要素

1. 表征问题的能力。在解决物理问题中,表征和理解问题是学生解决问题过程中必须具备的能力。要解决问题,首先应了解问题的已知条件和目标,并能够准确地表征问题,从而通过一定的方式把条件和目标联系起来,这对解决物理问题有重要的

影响。在测试过程中,我们发现中学生表征能力存在以下问题:(1)表征速度较快。学生在答题过程中,急于解出题目,在表征问题时,思维成分较少,所谓欲速而不达;(2)表征水平不高。许多学生急于阅读问题,只要将问题读懂,就认为表征合适;还有学生遇到问题解决风格不同,学生就认为是偏题、怪题,对问题不进行深入的研究;(3)表征结果片面。学生在表征问题时,认为最关键的是答案的对错,只要答案对了问题就算解决了,这都影响着问题解决的成功与否。

其主要原因可能有:第一,学生平时遇到的很多问题干扰信息不多,一般读完题后就能理解题意;第二,教师在教学过程中对问题表征方面的指导不够,致使许多学生面对问题不能够挖掘更深刻的内涵。

2 识别和分析物理问题能力。识别和分析物理问题的能力是指正确理解题意,善于发现问题中的隐含条件,恰当选择研究对象,正确分析研究对象所受的外界影响及运动变化过程的能力。通过调查发现:能力低下者表现为不善于甚至不习惯于分析物理过程,遇到问题不是对问题进行具体的分析,而是乱套公式,凭空想当然地解题。这种想当然着急地去解题,尽管最后答案是正确的,但是整个过程缺少必要的定性分析。能力高者遇到问题则不急于机械的套用公式,而首先分析物理过程,分析问题情景。这与 Andrew Elby的研究结果是一致的<sup>[12]</sup>。

3 运用数学解决物理问题的能力。这一能力主要是指把物理问题转化为数学问题及运用数学进行推理计算的能力。数学作为工具解决物理问题时,要受到物理概念和物理规律的制约,同时,要求学生在解决物理问题时,能自觉、灵活地运用数学知识进行分析、推理、论证。研究发现:学生运用数学解决物理问题的能力显的比较低,我们在给出一组关于加速度和质量的数据时,让学生做出图像,发现大部分学生仅仅是简单的运用数学知识做图像,不考虑问题的物理意义,致使几乎没有学生能做对。其主要原因是学生在解决问题时,往往是为了结果而解决问题,考虑实际意义不是很多,同时学生在分析一些物理问题的本质时能力欠缺。

4 知识迁移能力。通过研究发现,学生知识迁移能力对于物理解决问题能力是很关键的,学生的知识迁移能力高者,问题解决能力也相对来说高,相反,则比较低。学生知识迁移能力比较低的原因可能有:第一,学习中过于对知识个体的孤立、机械性记忆和理解,就事论事,割裂了知识间的联系,缺乏对知识间融合性的理解与应用;第二,在新的问题和情境面前往往表现出手足无措,或是对知识点的生搬硬套,或是东拼西凑、胡乱编造,直接了解题的效果;第三,教师的教学行为也影响着学生这方面的能力。

5 自觉地检查、反思能力。根据测试结果我们发现,学生在解决问题过程中的自觉地检查、反思能力比较差。从测试的结果来看,只要经过认真反思的同学,通常能找到较合理的解决方法。相反,如果不对解题过程进行反思,不知道整理、归纳自己的问题解决思路,不懂得有意识地积累问题解决知识,会极大地影响学生问题解决的效果。学生缺乏反思的原因可能有:第一,长期不良的问题解决习惯使学生难以改变自己的问题解决行为;第二,教学过程中,教师没有给予适当的指导,使学生在思想上没有对该行为引起足够的重视。

## 五、结 论

本研究得出以下结论:

1. 中学生物理问题解决能力及解题思路和步骤整体呈上升趋势。
2. 男、女生物理问题解决能力的发展趋势基本相同,男生整体上要略高于女生,差异不显著。
3. 中学生各科目物理问题解决能力不一,图像问题和电学实验问题表现最低。
4. 中学生物理问题解决能力的要素主要有:表征问题的能力、识别和分析物理问题能力、运用数学解决物理问题的能力、知识迁移能力、自觉地检查、反思能力。其中知识迁移能力和自觉地检查、反思能力比较差。

[责任编辑 郑慧淑]