

基于STEM教育理念下高中数学教学实践探究 ——以“圆的切线方程”为例

徐 鹏

南京师范大学附属实验学校, 江苏 南京

收稿日期: 2024年11月12日; 录用日期: 2024年12月11日; 发布日期: 2024年12月18日

摘 要

STEM教育理念强调多个学科之间的交叉融合, 培养学生的动手能力、思维能力、解决问题的能力、合作意识等, 目的在于培养适应现代社会发展要求的综合型人才与创新型人才。本文以STEM教育课程“圆的切线方程”为例, 从数学实验活动出发, 应用动态数学软件GeoGebra, 设计真实的问题情境, 让学生自主提出问题, 以此来激发学生的兴趣和探究欲, 以期对STEM课程的一体化开发提供参考。

关键词

STEM教育, GeoGebra, 核心素养, 高中数学

Research on High School Mathematics Teaching Practice Based on STEM Education Concept

—Taking “Tangential Equation of a Circle” as an Example

Peng Xu

Experimental School Affiliated to Nanjing Normal University, Nanjing Jiangsu

Received: Nov. 12th, 2024; accepted: Dec. 11th, 2024; published: Dec. 18th, 2024

Abstract

The concept of STEM education emphasizes the cross-integration of multiple disciplines and cultivates students' hands-on ability, thinking ability, problem-solving ability and cooperative consciousness, aiming at cultivating comprehensive talents who can adapt to the development of modern

society. This paper takes the STEM education course “Tangential Equation of a Circle” as an example, combines mathematics experiment activities, applies dynamic mathematics software GeoGebra, creates a positive and active teaching atmosphere, designs real problem situations, and raises more challenging questions, so as to stimulate students’ interest and desire for inquiry, in order to provide reference for the integration development of STEM curriculum.

Keywords

STEM Education, GeoGebra, Core Literacy, High School Math

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

STEM 源于美国于 20 世纪 80 年代率先提出的教育理念[1], 是科学(Science)、技术(Technology)、工程(Engineering)、数学(Mathematics)四门学科英文首字母的缩写。我国关于 STEM 教育的研究成果于 2003 年正式开始出现, 在 2016 年后快速增长, 进入教学实践。STEM 教育的核心教育理念强调以概念为主, 通过科学、技术、工程和数学之间的合并和融合, 培养学生利用数学基础工具科学精准地描述世界的能力, 从而培养适应现代社会发展的综合型人才和创新型人才[2]。

数学(Mathematics)作为 STEM 教育的基础工具, 为 STEM 教育提供了一个全新的数学教学模式[3]。在实际的高中数学教学过程中, 就要求数学教师需设计真实而有趣的问题情景, 积极营造一种轻松的、活跃的教学氛围, 让学生自主提出问题, 激发学生的学习兴趣 and 探究欲。这就要求数学教师必须改变原有的固化的教学经验, 要将应试教育下的碎片化教学设计整合更新迭代为 STEM 教育理念下的综合型创新项目式学习[4]。

《高中数学课程标准》指出: 高中数学教学的培养目标是数学抽象、逻辑推理、数学建模、数学运算、直观想象、数据分析等六个方面的核心素养[5]。本文以 STEM 教育理念与高中学科教学一体化思想为主旨, 选取高中数学课程中的实例, 即圆的切线方程一节, 将抽象的、不易理解的数学知识融入到生动形象的数学实践活动中。同时综合运用工程、数学、科学等知识, 在实际课堂中培养学生的动手操作能力、创新能力以及数学的逻辑思维能力, 旨在使学生的数学素养和综合素养得到提升[6]。

2. 设计思路

圆的切线方程是高中数学教程中重要的学习内容, 圆的切线问题从知识联系的角度来看, 该知识点与平面几何、直线、圆、圆锥曲线等知识点紧密联系、环环相扣。圆的切线问题是高考数学试卷中的基础之一, 更是解析几何的基础, 可通过定义法、几何法、待定系数法等求得所需的结果。

本节课的教学设计主要由以下五个环节入手: 第一部分是从实际游戏问题中抽象出有关圆的切线方程的数学问题, 让学生对圆的切线方程有一个直观的印象; 第二部分是让学生通过小组合作的形式自己动手操作, 从中感悟用代数方法解决几何问题的思想, 进而体会学习圆的切线方程的必要性; 第三部分是利用 GeoGebra 软件, 使实验演示与逻辑证明并行, 帮助学生更直观的理解问题本质, 从而培养学生思维灵活性、发散性; 第四部分是通过问题串的方式引导学生思考, 以模型实际操作为参照, 以小组合作的形式探究并共同总结圆的切线的各种情况; 最后一部分是梳理整节课的探究过程及结论。

3. 教学过程

(一) 问题情境

在下图单元格的边长为 1 的方形网格纸中，只有通过一把无刻度的直尺和笔，如何过点 A 作圆的切线？(见图 1)

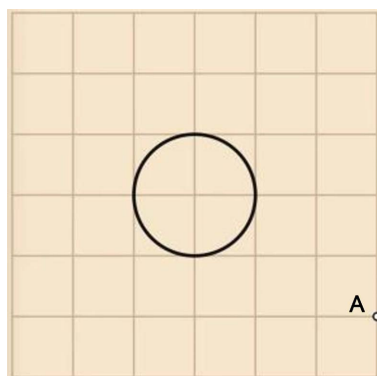


Figure 1. Square grid diagram

图 1. 方形网格图

【设计意图】：通过现实生活中的小游戏导入，激发学生的学习兴趣，从而让学生体会用代数方法解决几何问题的思想，体会学习圆的切线方程的必要性。

(二) 数学探究

问题 1：当点 $P(x_0, y_0)$ 为圆 $O: x^2 + y^2 = r^2$ 上的一点时，直线 l 为圆 O 在点 $P(x_0, y_0)$ 处的切线，求直线 l 的方程(见图 2)。

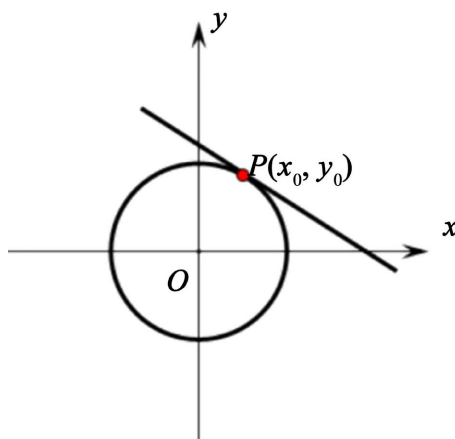


Figure 2. Tangential diagram through point P on the circle

图 2. 过圆上点 P 的切线图

【设计意图】：令学生明确求圆的切线方程的基本思路、基本方法，培养学生获得基本活动的能力以及培养学生的创新思维。

问题 2：当点 $P(x_0, y_0)$ 为圆 $O: x^2 + y^2 = r^2$ 外的一点时，直线 $l: x_0x + y_0y = r^2$ 与圆 $O: x^2 + y^2 = r^2$ 具有怎样的位置关系呢？是否存在切线？

问题 3: 当点 $P(x_0, y_0)$ 为圆 $O: x^2 + y^2 = r^2$ 内的一点时, 直线 $l: x_0x + y_0y = r^2$ 与圆 $O: x^2 + y^2 = r^2$ 具有怎样的位置关系呢? 是否存在切线?

【设计意图】: 通过对点与圆的位置关系的变化, 体会数中所隐含的形的关系。同时利用 GeoGebra 软件做实验演示, 揭示其中被掩盖的数形关系, 帮助学生更直观的理解问题本质, 从而达到培养学生创新能力与思维发散。

(三) 例题讲解

例题: 已知圆的方程是 $x^2 + y^2 = 2$, 求经过圆上一点 $M(1, 1)$ 的切线方程。

【设计意图】: 让学生在解决问题中学习, 澄清错误认识, 加深印象, 改善认知结构。

问题 4: 请根据题意画图, 由学生找出圆与切线的关系, 从而求出圆的方程或切线的方程。

根据哪些方法可以求出切线的斜率值?

【设计意图】: 一般遇到一个新的研究对象时, 有意识地与原有的知识联系起来, 一方面刺激学生的记忆, 另一方面渗透研究问题的, 进行类比和对比, 由此, 突出表现了圆的切线是数与形于一身的数学概念。

学生可通过作图、思考, 探求解题思路方法、尝试解题。学生代表板演、展示、讲解、回答, 学生间相互纠错, 教师适当点评。学生比较各种解法的优劣, 总结通性通法, 教师板书解决圆的切线问题的方法。

【设计意图】: 通过探究解决上面问题, 总结梳理解决圆的切线问题的多种方法。

(四) 变式拓展

变式 1: 设直线过点 $(0, a)$, 其斜率为 1, 且与圆 $x^2 + y^2 = 2$ 相切, 求 a 的值。

变式 2: 已知直线 $5x - 12y + a = 0$ 与圆 $x^2 - 2x + y^2 = 0$ 相切, 求 a 的值。

【设计意图】: 从多角度去揭示圆的切线问题的本质, 在教师的引导下, 改变数学问题的条件或结论, 组内讨论并相互帮忙完成。

(五) 回顾小结

1) 通过本节课的学习, 你对点 $P(x_0, y_0)$ 、直线 $l: x_0x + y_0y = r^2$ 与圆 $O: x^2 + y^2 = r^2$ 有什么新的认识?

2) 今天这节课经历了怎样的探究过程? 你还会做哪些探究呢?

【设计意图】: 令学生巩固和加深这节课所学的知识点, 使知识系统化, 形成自己的思维导图。同时培养学生的总结概括能力、运用知识的能力、拓展学生思考问题的角度以及终身学习的习惯。

(六) 课后作业

梳理探究过程及结论, 并形成自己的思维导图。

4. 总结反思

4.1. 基于 STEM 教育理念, 注重学生在实际教学过程中的体验性与领悟性

本节课在 STEM 教育理念上进行设计与实施, 符合新课程标准中的评价方式。本节课的教学目标既对学生在教学过程中的学习结果进行评价, 又对学生们在学习活动中所表现出的情感态度与价值观进行评价。本节课教学设计强调在教学过程中要将“知识为重”转化为“素养为重”, 要学生能够准确把握数学关键能力。

4.2. 以 STEM 教育理念为方向, 促进融合类课程的建设与实践

在高中阶段的数学教育教学实践过程中, 需要我们对教育理念和教学观念反思与重构。一是从“知

识就是力量”转向“思维就是力量”；二是从“知识传递”转向“知识建构”；三是从“感性顿悟”转向“理性规范”；四是从“高分低能”转向“高分高能”；五是从“授人以鱼”转向“授人以渔”。通过 STEM 教育课程的实施，做有深度的课堂、有思维的课堂、有效率的课堂。

通过本节课的教学实践活动可以看出，学生对于跨学科融合的课堂具有很强的热情和兴趣，从而可以总结出一定的教育经验。

4.3. 通过 STEM 教育课程的实施，培养拔尖创新人才

本节课通过“一题多变”，让学生们学会快速选择适当的方法去解决圆的切线问题。着重培养学生的数学运算、直观想象、逻辑推理等素养以及发散思维的能力。在教学实施的探究过程中，使用了动态数学软件 GeoGebra，培养学生的动手操作能力。在例题讲解时，放手给学生自主计算，且小组间相互讨论，让学生真正体验知识的形成过程以及相互协作的能力。

本节课从实施过程中逐渐领悟到需仔细研题、讲题，且需要学会自我命题，命出好题。从解题到研题、讲题，是教师关键能力发展的必由之路；学会命题对促进教师理解数学内容的本质，理解内容蕴含的育人价值，提升教师的数学素养，提高课堂教学质量和效率，减轻学生的学业负担，领悟数学高考的真谛，有效应对高考等等，都是十分有效的途径。且提出命出好题的关键是对数学内容的深刻理解、融会贯通。只有这样才会更利于 STEM 教育理念的延展。

参考文献

- [1] 欧阳才学. STEM 教育理念下数学教学实践探索[J]. 中学数学教学参考, 2019(30): 70-71.
- [2] 孙钢成, 杨晨美子. 美国 STEM 教育发展经验及其对中国的启示[J]. 教育与教学研究, 2020, 34(12): 32-43.
- [3] 刘桂珍. 基于 STEM 教育理念下的高中数学课堂互动教学模式实践探究[J]. 新课程·下旬, 2019(4): 166.
- [4] 谭奇, 袁智强. 基于 STEM 教育理念的数学教学设计[J]. 教育研究与评论, 2019(8): 22-27.
- [5] 何定彦. 基于 STEM 教育理念的高中数学教学实践探索[J]. 数学学习与研究, 2022(12): 104-106.
- [6] 朱亚芬, 董黎明, 焦宝聪. 基于 STEAM 的数学创新思维课程设计研究[J]. 中国教育信息化, 2018(16): 14-17.