

构建问题拓展探究教学模式 培养模型构建和科学推理核心素养*

黄国龙

(宁波市镇海中学 浙江 宁波 315200)

(收稿日期:2019-01-14)

摘要:首先,分析揭示现有高中物理核心素养的研究与实践特点及存在的问题,提出构建实施“问题拓展探究”教学模式来培养模型构建和科学推理核心素养问题;然后,根据相关理论结合模型构建核心素养特点,构建模型构建、科学推理培养的“问题拓展探究”教学模式,提出实施策略;最后结合具体物理教学实例阐述该模式实施过程。

关键词:物理核心素养 科学推理核心素养 模型构建 “问题拓展探究”教学模式

1 问题的提出

培养物理核心素养是高中物理教学的一个重要目标,探索如何培养学生物理核心素养的途径和策略是物理教师一项重要的教学任务。纵观当今高中物理教学核心素养培养的研究与实践,广大一线教师都纷纷投入如何培养学生物理核心素养的教学实践中,并取得一些阶段性成果,突显如下特点和问题。

1.1 物理核心素养培养途径局限性

注重在新课教学中培养物理核心素养,缺乏在物理应用和习题教学中培养物理核心素养。

一线教师比较注重在物理新知识(物理规律、物理概念、物理模型)为特征的新授课中探索如何培养物理观念、科学探究等物理核心素养途径和策略,而较少在物理应用教学、物理习题教学中进行物理核心素养培养的探索,导致物理核心素养培养途径的局限性。

1.2 物理核心素养培养内容片面化

注重物理观念核心素养培养的研究与实践,缺乏科学思维(特别是模型构建和科学推理)核心素养培养的途径和策略探索。

现行高中物理观念核心素养培养探索领域广,内容丰富,时间、课程、人力资源等投入较多,而要求较高、实施难度较大的模型构建、科学推理核心素养培养的探索相对薄弱,具体培养的途径和策略以及

阶段性成果较少,从而导致物理核心素养培养内容片面化。

1.3 物理核心素养培养教学方式缺乏

注重物理新课核心素养目标分析和实施策略探索,缺乏基于核心素养培养教学方式的探索。

现阶段高中物理核心素养培养策略往往聚焦在分析新课物理核心素养的目标内容上,并探索基于核心素养培养的新课教学设计及实施策略,缺乏根据教学目标和先进教学理论构建实施由情景化、整体化、活动化、自主化、意义化等多种有效教学策略和教学流程组成的教学模式,缺乏运用多元开放的物理教学模式来深度培养学生的物理核心素养。

物理应用教学和习题教学是物理教学的一个重要组成部分,是培养学生物理核心素养(特别是模型构建和科学推理)的一个重要领域。在物理应用教学和习题教学中,构建实施基于物理核心素养培养的教学模式是深度培养学生模型构建和科学思维的一个有效举措。本文就如何构建实施“问题拓展探究”教学模式来培养模型构建和科学推理核心素养作一探索。

2 “问题拓展探究”教学模式的构建和实施策略

2.1 “问题拓展探究”教学模式的构建

从教学论角度审视,为了实现一定的教学目标,必须通过相应的教学方式运用教学内容(教材和

* 浙江省2018年教育规划立项研究课题“基于核心素养培养物理多元开放教学方式探索”子课题,项目编号:2018SC090

作者简介:黄国龙(1964-),男,正高级,研究方向为中学物理创新教学、物理教学模式、物理课程建设等。

课程资源),调节教学活动,从而实现预定的教学目标.为了培养新的物理模型构建和科学推理核心素养教学目标,必须探索实施基于上述科学思维核心素养培养的教学模式,我们构建了基于物理模型构建和科学推理核心素养培养的“问题拓展探究”教学模式.这种教学模式的教学流程如图1所示,以认知心理学同化理论、解决问题信息加工理论和教学论为指导,根据物理教学的模型构建和科学推理核心素养培养目标要求,在学生原有认知结构(物理模型、物理理论、物理方法)基础上,创设新的合适的问题情境,引导学生运用物理模型的构建策略构建问题所属物理模型,选择相对应的物理、数学知识和方法进行推理,探究解决问题,对错误解答进行分析评价,在分析评价过程中学生对原有认知结构进行重组和整合.教师再对原有问题进行有意义的拓展,通过多次模型构建、科学推理探究解答、分析评价来内化形成新的模型构建和科学推理核心素养.

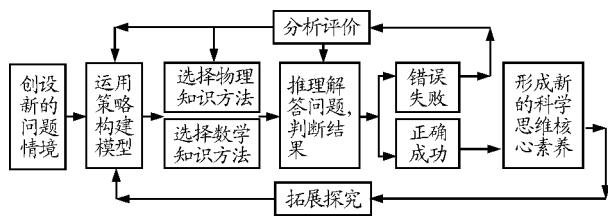


图1 问题拓展探究教学模式流程图

2.2 “问题拓展探究”教学模式培养核心素养实施策略

运用“问题拓展探究”教学模式培养学生核心素养的关键是教学模式中各教学环节实施的策略.笔者认为,应根据核心素养教学目标结合物理教学实际以及问题解决科学思维来探索有效的实施策略.

(1) 问题创设策略

创设的问题应包含高中物理重要物理模型,渗透构建物理模型的重要策略,渗透重要的物理、数学知识和方法,突出模型构建、科学推理核心素养培养目标.

(2) 模型构建策略

微元方法.通过微元分割把复杂的变量模型分成很多恒量模型组成,把连续体分割为很多质点模型组成,把非线性问题转化为很多线性模型组成.

等效方法.通过等效方法把陌生、复杂问题转化

为熟悉、简单模型组成.

类比方法.根据研究问题与熟悉模型在某些方面的相似性,运用类比方法构建熟悉的物理模型.

对称方法.通过参考系变换,构建简单熟悉的运动模型,把复杂运动模型转化为简单运动模型组合.

整体方法.通过构建整体模型,揭示整体模型和熟悉、简单部分模型关系,解答复杂部分模型问题.

近似方法.通过忽略一些次要因素,运用数学和物理近似,构建简单物理模型.

(3) 选择知识和方法解答问题策略

选择知识和方法解答问题时,注重多角度思维,选择不同的物理知识(例如,选择牛顿运动定律、动量和能量等知识)、数学知识(几何知识、三角知识、代数知识等),运用不同的物理方法和数学方法(例如隔离法和整体法、对称方法和逆向思维方法、物理推理和数学推理等),充分展示科学推理过程,培养科学推理核心素养.

(4) 拓展探究策略

为了提高运用“问题拓展探究”教学模式培养科学思维核心素养的有效性,必须注重拓展探究,要通过系列化问题拓展探究来不断强化学生的模型构建和科学推理能力.拓展的内容有问题拓展、探究结果拓展、解题方法拓展.拓展的策略有相似性拓展、相异性拓展、一般化拓展、特殊化拓展等.通过拓展探究来展示不同物理模型以及构建策略,进行多种推理过程(演绎推理、类比推理、归纳推理)展示多种推理方法.

(5) 分析评价策略

如果学生推理解答问题错误或失败,则教师引导学生分析评价错误和失败的原因.若构建模型错误,则需要重新运用模型构建策略构建新的正确模型;若所运用的物理、数学知识和方法有问题,则需要多角度思维,选择正确的物理和数学知识和方法;若推理错误或不严密,则需要提高推理的严谨性和严密性.分析评价过程中,在训练学生思维的批判性的同时,深度培养学生模型构建和科学推理核心素养.

3 实施“问题拓展探究”教学模式培养核心素养案例分析

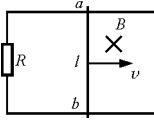
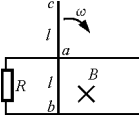
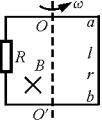
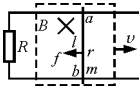
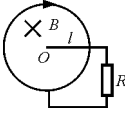
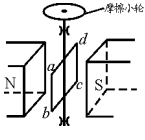
运用“问题拓展探究”教学模式培养核心素养的途径比较广.途径一是在物理知识应用新授课(例

如“超重和失重”“生活中圆周运动”等)中实施;途径二是在运用所学知识和方法解答具体物理问题的习题课(例如物理单元复习和高考复习)中实施;途径三是物理实验(例如实验探究和实验复习教学)课中实施.这充分体现了这种教学模式的广泛应用

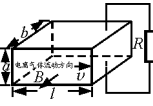
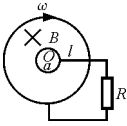
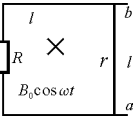
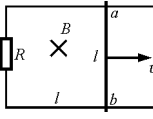
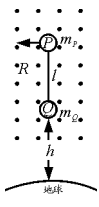
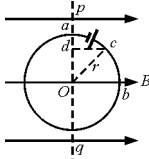
价值.

下面以“电磁感应动生电动势复习教学”为案例,就物理高考复习教学如何实施“问题拓展探究”教学模式有效培养模型构建和科学推理核心素养作一列表分析,如表1所示.

表1 “电磁感应动生电动势复习教学” 教学流程列表分析

过程		平动切割模型	一般拓展 ⇔	转动切割模型	一般拓展 ⇔	整体转动切割模型
起始问题		1.1 导轨水平光滑,导体棒电阻为 r , 向右平动. 求: U_{ab} 		2.1 导轨水平光滑,导体棒电阻为 $2r$, 绕 b 点匀速转动. 求: U_{bc} 的最大值 		3.1 导轨和棒组成边长为 l 的正方形, 绕中心轴 OO' 匀速转动. 求: 转过 90° 角时, 电流 I 和 U_{ab} 
		由法拉第电磁感应定律导出平动切割电动势 $\epsilon = Blv$, 方向由右手定则确定		运用微元累加方法构建转动切割模型电动势 $\epsilon = \sum B\omega r \Delta r = \frac{1}{2} B\omega l^2$ 方向由右手定则确定		运用整体方法构建线圈转动整体切割模型 $\Phi = BS \sin \theta$ $\epsilon = \frac{d\Phi}{dt} = BS\omega \cos \theta$
		$\epsilon = Blv$ 右手定则, 稳定电路知识		$\epsilon = \frac{1}{2} B\omega l^2$ 右手定则, 稳定电路知识		$\epsilon = nBS\omega \cos \theta$ 右手定则, 稳定电路知识
		$\epsilon = Blv \quad I = \frac{\epsilon}{R+r} \quad U_{ab} = IR$ $U_{ab} = \frac{\epsilon}{R+r} R = \frac{RBlv}{R+r}$		$\epsilon = B2l \frac{\omega 2l}{2} = 2B\omega l^2$ $I = \frac{\epsilon}{R+r} \quad U_{ab} = IR$ $U_{ab} = \frac{2BR\omega l^2}{R+r}$		$\epsilon = Bl^2 \omega$ $I = \frac{\epsilon}{R+r} = \frac{Bl^2 \omega}{R+r}$ $U_{ab} = -\left(\frac{\epsilon}{2} - Ir\right) = -\frac{R-r}{2(R+r)} Bl^2 \omega$
拓展探究1	拓展问题1	1.2 (一般拓展) 导轨水平, 匀强磁场匀速向右运动, 导体棒始终在磁场中. 求导体棒由静止开始运动过程中的最大速度 		2.2 (相似拓展) 金属圆盘电阻不计, 半径为 l , 在圆心和边缘连接导线, 匀速转动. 求通过电阻 R 上的电流 		3.2 (相似拓展) 自行车摩擦轮带动 N 匝线圈在匀强磁场 B 中转动, 线圈面积 S , 电阻为 R . 线圈连接电阻为 r 的车灯. 求灯上消耗的功率 
	模型构建策略	对称方法(选择运动磁场为参考系), 构建平动相对切割模型 $\epsilon = Blv_r = Bl(v - v')$		运用等效方法把圆盘转动分成 N 根转动切割并串联电源, 电动势大小 $\epsilon = \frac{1}{2} B\omega l^2$		运用等效和整体方法把线圈转动等效为 N 个线圈整体在匀强磁场中转动电源串联模型
	数理知识方法	$\epsilon = Blv$, 右手定则、稳定电路知识、牛顿第二定律、力和运动动态分析等		$\epsilon = Blv$, 稳定电路知识		$\epsilon = nBS\omega \cos \theta$, 稳定电路、正弦交变有效值等知识
	推理解答问题	$\epsilon = Bl(v - v') = IR, Bil = f$ 时, 棒速度最大, 解得 $v_m = v - \frac{fR}{B^2 f^2}$		$\epsilon = \frac{1}{2} B\omega l^2$ $I = \frac{\epsilon}{R} = \frac{B\omega l^2}{2R}$		$\epsilon_m = NBS\omega \quad \epsilon_0 = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}}$ $I_0 = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}(R+r)}$ $P = I^2 r = \frac{r(NBS\omega)^2}{2(R+r)^2}$

续表 1

过程		平动切割模型	一般拓展 ⇌	转动切割模型	一般拓展 ⇌	整体转动切割模型
指向核心素养目标		对称方法模型构建策略,运用物理数学进行演绎推理等核心素养		等效方法模型构建策略,运用物理数学进行演绎推理等核心素养		等效和整体方法模型构建策略,运用物理数学进行演绎推理等核心素养
拓展探究 2	拓展问题 2	1.3 (相似拓展) 磁流体发电机几何尺寸如图所示,等离子电阻率为 ρ . 求电阻上通过的电流 		2.3 (一般拓展) 圆盘半径为 l , 厚度为 d , 中心轴半径为 a . 在轴和盘边缘连接导线, 圆盘电阻率与半径关系 $\rho = kl_1$. 求通过电阻上的电流 		3.3 (相似拓展) 棒和电阻及导轨组成边长为 l 的正方形, 匀强磁场 B 按如图变化. 求在 $\frac{\pi}{\omega}$ 时间内电阻 R 上产生的热量 
	模型构建策略	运用等效方法把运动等离子体等效为向右切割的导体棒和由上向下的电阻, 构建平动切割电源和电阻模型		运用等效方法把圆盘和轴转动等效为 N 根转动切割并联电源, 运用微元方法把圆盘分割为很多圆环微元组成		类比方法. 根据通过回路磁通量与线圈切割转动模型相似性, 运用类比方法构建线圈整体切割模型解答本问题
	数理知识方法	$\epsilon = Blv$, 电阻定律、稳定电路知识		$\epsilon = Bl \frac{v_1 + v_2}{2}$, $r = \rho \frac{l_1}{S}$, 稳定电路知识、数学微元累加		$\epsilon = nBS\omega \cos \theta$, 稳定电路、正弦交变电流有效值等知识
	推理解答问题	$\epsilon = Bav$ $r = \rho \frac{a}{bl}$ $I = \frac{\epsilon}{r + R} = \frac{Bavbl}{a\rho + blR}$		$\epsilon = B(l-a) \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{B\omega(l^2 - a^2)}{2}$ $r = \sum dr = \sum \frac{kl_1 \Delta l_1}{2\pi l_1 d} = \frac{k(l-a)}{2\pi d}$ $I = \frac{\epsilon}{r + R} = \frac{B\omega(l^2 - a^2)}{2 \left[R + \frac{k(l-a)}{2\pi d} \right]}$		$\Phi = B_0 S \cos \omega t$ 与线圈切割相似 $\epsilon = Bl^2 \omega \sin \omega t$ $\epsilon_m = Bl^2 \omega$ $\epsilon_0 = \frac{Bl^2 \omega}{\sqrt{2}}$ $I = \frac{Bl^2 \omega}{\sqrt{2}(r + R)}$ $Q = \frac{\pi (Bl^2 \omega)^2 R}{2\omega(r + R)^2}$
指向核心素养目标		等效方法构建模型策略,运用物理数学进行演绎推理等核心素养		等效、微元方法构建模型策略,运用物理数学进行演绎推理核心素养		类比方法构建模型策略,运用物理数学进行演绎推理核心素养
拓展探究 3	拓展问题 3	1.4 (相似拓展) 导轨光滑, $t = 0$ 时, 棒与 R 相距 l , 匀强磁场为 B_0 . 现给一水平向右初速度 v , 同时 B 变化, 结果棒匀速运动. 求 B 与时间的关系式 		2.4 (相似拓展) 金属缆索长为 l , 连接 P 和 Q 两物体绕地心做匀速圆周运动. PQ 通过周围电离层放电形成电流, 相应的电阻为 R . 求缆索受到的磁场力 		3.4 (一般拓展) 半径为 r 的圆形线圈绕中心轴 pq 在匀强磁场中匀速转到图示位置. c 为 ab 中点. 求 $\varphi_a - \varphi_c$ 
	模型构建策略	运用整体方法构建整个回路研究模型, 从磁通量角度整体分析		运用等效方法把缆索切割地球磁场等效为转动切割模型产生的电源		运用整体方法构建如图所示的 $acda$ 整体回路转动切割模型

Discussions and Practice Strategies on Mechanics Coures Teaching

Zhao Xingyu Wang Lina

(College of Physical Science and Technology, Yili Normal University, Yining, Xinjiang 835000)

Abstract:In physics major, mechanics is important for the study of followed courses, which is the base of other professional courses. The problems and its reasons in the learning of college mechanics are analyzed based on teaching practices. And the multiple teaching strategies of mechanics are given according to the character of mechanics, effects of teaching method, applying progresses of theories and modes of the study in college. Moreover, the teaching idea and implementation scheme with distributing and continuity are given to well carry out the learning of mathematical knowledge and shift in thinking to deal with problems. The strategies and scheme proposed could help students to improve the ability of mastering knowledge and application, problem analyses and understanding as well as to develop the habit of self - study.

Key words: mechanics; teaching strategy; thinking shift; teaching connection

(上接第 9 页)

续表 1

过程		平动切割模型	一般拓展 →	转动切割模型	一般拓展 →	整体转动切割模型
拓展探究 3	数理知识方法	电磁感应定律 $\epsilon = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, 磁通量公式 $\Phi = BS\sin\theta$		$\epsilon = Bl \frac{v_1 + v_2}{2}$, $F = BIl$, 稳定电路知识、圆周运动知识		$\epsilon = nBS\omega \cos\theta$, 楞次定律、稳定电路
	推理解答问题	由 $B_0 l^2 = Bl(l + \varpi t)$, 得 $B = \frac{B_0 l}{l + \varpi t}$		$\epsilon = \frac{Bl}{2} v_P \left(1 + \frac{R_{\text{地}} + h}{R_{\text{地}} + h + l}\right)$ $I = \frac{\epsilon}{R}$ $F = BIl =$ $\frac{Bl^2}{2R} v_P \left(1 + \frac{R_{\text{地}} + h}{R_{\text{地}} + h + l}\right)$		虚设整体回路中 ad 和 cd 边不切割, ac 边和 $acda$ 整体回路切割产生电动势相等 $\epsilon_{ac} = B\left(\frac{\pi r^2}{8} - \frac{r^2}{4}\right)\omega$ $I = \frac{B\pi r^2}{R}$ $\varphi_a - \varphi_c =$ $-\left(\epsilon_{ac} - I \frac{R}{8}\right) = \frac{B\omega r^2}{4}$
指向核心素养目标		整体方法构建模型策略, 运用物理数学进行演绎推理等核心素养		等效方法构建模型策略, 运用物理数学进行演绎推理等核心素养		整体方法构建模型策略, 运用物理数学进行演绎推理等核心素养

上面列表展示了运用“问题拓展探究”教学模式实施电磁感应动生电动势复习教学过程。首先,对原始问题从横向进行一般化拓展(导体棒平动切割→导体棒转动切割→导线圈整体转动切割),分别运用微元累加、整体方法构建一般化模型进行推理,探得两种转动模型规律;其次,对拓展后 3 个起始问题分别从纵向进行 3 次拓展(相似性、相异性和一般性

拓展等),分别运用多种模型构建策略构建物理模型,运用法拉第电磁感应定律、牛顿第二定律、磁场力规律、电路规律及数学中微元和导数等知识进行演绎推理、类比推理解答拓展问题;最后,通过探究解答多次拓展后的系列化问题,把握对称、等效、微元、整体、类比等模型构建策略,有效地培养学生模型构建和科学推理的物理核心素养。