

基于核心素养发展水平评价的初中物理命题初探^{*}

田宇玲

[宝安中学(集团)塘头学校 广东 深圳 518108]

徐春晓

(深圳市宝安区教育科学研究院 广东 深圳 518101)

(收稿日期:2021-07-27)

摘要:基于给定的命题材料,以课标和考试说明为指导^[1,2],借鉴学业质量标准,进行具体情境中的命题设计,以期为基于核心素养发展水平评价的初中物理命题提供一个新思路.

关键词:初中物理 核心素养 评价 命题

1 引言

自2001年教育部发布《基础教育课程改革纲要(试行)》以来,20年的课改实践与积累,引领了基础教育理念的更新,从注重知识体系的完整性,到以发展学生能力和培养学生素养为核心,推动基础教育全方位发展.现行普通高中物理课程标准提出了物理学科核心素养以及学业质量标准^[3].其中,物理学科核心素养是经过物理学科课程学习之后,学生所形成的与物理学习有关的个人生活和适应社会所需要的必备品格与关键能力.学业质量则是学生在学业表现中发展学科核心素养的测量标准,标准从水平1到水平5依次提升.可以说,课程标准保障学科素养的贯彻落实,学业质量标准则是对学生所发展的学科素养水平的评价.

指向核心素养的教育理念带动课程改革高质量地持续发展.初中与高中同属基础教育,初中课程是高中课程的基础,因此,初中物理学科教学也必须落实物理学科核心素养的发展要求.而初中新课程标准目前仍在修订中,因此,高中物理新课程标准必然在一定程度上指导着初中物理学科素养体系以及评价标准的构建.

借鉴高中物理新课程标准(2017年版)中将物理学科核心素养的4个方面细分成14个素养目标^[4],以及学业质量标准依据学科素养的4个方面

进行5个水平的划分,如表1所示.笔者在参加2021年深圳市宝安区初中物理命题比赛过程中,进行基于核心素养发展水平评价的初中物理命题初探,将素养目标和学业质量标准水平进行初中阶段化的表达,并转化为具体情境中的试题呈现.

表1 物理学科核心素养的4个方面及素养目标

学科素养	素养目标
物理观念	物质观、运动与相互作用观、能量观
科学思维	模型构建、科学推理、科学论证、质疑创新
科学探究	问题、证据、解释、交流
科学态度与责任	科学本质、科学态度、科学责任

2 参赛背景

深圳市宝安区举办2021年初中物理命题比赛,在命题环节中,选手需在3个小时内根据命题材料命制选择题和综合题各一道.本次比赛提供的命题材料包括了货运飞船“天舟二号”成功发射的新闻以及与“天舟二号”相关飞行任务全解读.素材内容非常丰富,涉及了《义务教育物理课程标准(2011年版)》(以下简称“课标”)中一级主题“物质”“运动和相互作用”“能量”3部分的内容^[1].命题角度非常广泛,可以考查速度、机械运动、惯性与牛顿第一定律、平衡力、机械能守恒、能量守恒、能源、电路分析、电功与电功率、物态变化、分子热运动等等.材料关注

^{*} 深圳市教育科学规划课题“核心素养背景下初中物理学生实验操作能力培养的研究”研究成果之一,立项编号:ybz17113

— 136 —

热点时事,注重现代科技的纳入,体现命题的时代性,适用于编制符合真实情境的实际问题.

2.1 双选题命题过程

2.1.1 命题立意

笔者依据课标和考试说明,选择了机械能、惯性与牛顿第一定律、平衡力和能源作为主要的考查点,通过选取“天舟二号”飞船从发射到完成任务中的几个场景与相应知识点联系,结合近年来深圳市中考试题特点,让学生进行辨析,考查学生能否将在物

理课程中习得的物理观念与科学思维应用迁移至新情境中,并对新情境建立比较系统的科学认识和理解.

2.1.2 题目命制

下面以天舟二号货运飞船腾空而起、与空间站天和核心舱顺利对接、靠泊空间站、与空间站之间互相输送补充电能资源的情境,进行题目命制,所依据的课标要求及考查的主要素养目标如表2所示.

表 2 双选题所依据的课标要求及考查的主要素养目标

课标要求	素养目标	初中阶段学业质量水平	基于具体情境的表达	转化为具体情境中的选项表述
举例说明机械能和其他形式能量的相互转化	“物理观念”中的能量观	水平 3: 了解题目涉及的物理概念及其相互关系,能够解释相关现象	在飞船升空的情境中,通过观察高度、速度等物理量的变化认识动能和势能的变化,知道飞船机械能的变化	天舟二号货运飞船腾空而起的过程中,飞船的机械能不变
认识牛顿第一定律,用物体的惯性解释生活中的有关现象	“科学思维”中的科学推理	水平 3: 能在熟悉的问题情境中根据需要选择恰当的模型解决简单的问题;能对常见的物理问题进行分析推理,获得结论并作出解释	在飞船发射的情境中,若所有外力突然消失,飞船仍能继续上升,是物体惯性的表现.知道根据牛顿第一定律,若物体不受力,仍保持原先的运动状态不变.理解力不是维持物体运动的原因,力是改变物体运动的原因	发射天舟二号的过程中,若所有外力突然消失,天舟二号将竖直掉落
知道二力平衡的条件	“科学思维”中的科学推理	水平 2: 能在熟悉的问题情境中应用所学的常见的物理模型;能对较简单的物理问题进行分析推理,获得结论	知道当飞船绕地球做匀速运动时,飞船处于非平衡状态,能够根据力与运动的关系,判断飞船是否受力平衡	天舟二号与天和核心舱对接后,若二者一起在特定轨道上绕地球做匀速运动,此时它们受力不平衡
知道常见的能源分类	“物理观念”中的能量观	水平 1: 初步了解题目所涉及的物理概念	能源根据来源的途径可分为一次能源和二次能源;电能需通过消耗一次能源才能得到,叫做二次能源	天舟二号靠泊空间站期间和空间站之间可以互相输送补充电能资源,电能属于二次能源

表2展示了本次双选题选项编制所依据的课标要求,在立足课标的前提下,体现所考查的主要素养目标,并依据学业质量水平作出适合初中阶段物理质量水平的具体表达和命题设计.

2.1.3 命题确定

【双选题】2021年5月29日,长征七号承载着天舟二号货运飞船腾空而起,天舟二号携带大量物资与空间站天和核心舱顺利对接.完成对接后,天舟二

号靠泊空间站,它和空间站之间可以互相输送补充电能资源.下列说法正确的是()

- A. 天舟二号货运飞船腾空而起的过程中,飞船机械能不变.
- B. 发射天舟二号的过程中,若所有外力突然消失,天舟二号将竖直掉落.
- C. 天舟二号与天和核心舱对接后,若二者一起在特定轨道上绕地球做匀速运动,此时它们受力不

平衡.

D.天舟二号靠泊空间站期间和空间站之间可以互相输送补充电能资源,电能属于二次能源.

参考答案:C,D.

关注科技发展给社会进步带来的影响,并尝试为解决航空课题中的小难题进行创新设计,让题目本身也可以成为学生进一步培养学科素养的素材.

2.2 综合题命题过程

2.2.1 命题立意

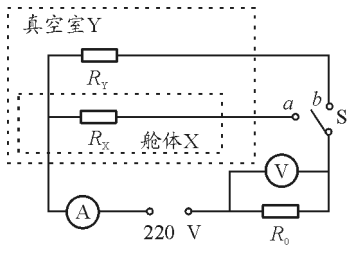
在双选题命题完成之后,为避免重复,笔者依据课标和考试说明,选择了噪声与乐音、机械运动的相对性、动态电路、电功与电功率为主要的考查点.以工程师的视角出发,从飞船的设计验证到真正发射升空,每一细节都体现了工程师的精密设计与考量,通过考题的引导,以期学生感受到前沿科技的魅力,

2.2.2 题目命制

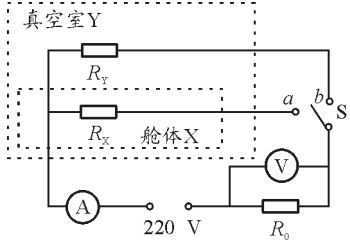
下面以工程师眼中的天舟二号货运飞船发射、以及热爱科学的学生小宇设计验证舱体气密性实验的情境为依托,进行题目命制.

表3展示了综合题命制所依据的课标要求,在立足课标的前提下,体现具体的素养目标,并依据学业质量水平作出适合初中阶段物理质量水平的具体表达和命题设计.

表 3 综合题所依据的课标要求及考查的主要素养目标

课标要求	素养目标	初中阶段学业质量水平	基于具体情境的表达	转化为具体情境中的问题
了解乐音的特性	“物理观念”中的运动与相互作用观	水平 2：了解题目所涉及的物理概念，能解释简单的现象	知道乐音的特征，会在具体的生活事例中识别乐音的特征，例如在火箭发射时的响声让工程师们精神振奋、心情愉悦，符合乐音的特征	火箭发射成功时，“天舟二号”的工程师们纷纷流下激动的泪水，火箭发射时巨大的声响就像是吹响了胜利的号角，对于他们来说，这巨大的响声_____（“属于”或“不属于”）噪声
认识力的作用效果	“物理观念”中的运动与相互作用观	水平 2：了解题目所涉及的物理概念和规律，能解释简单的现象	在火箭发射的情境中，点火后，知道由于力可以改变物体的运动状态，所以火箭从静止状态变为运动状态	长征七号运载火箭装备了具有自主知识产权的新型液氧煤油发动机，点火后对火箭产生一个力，可以使火箭从静止变为运动，原因是_____
举例说明机械运动的相对性	“物理观念”中的运动与相互作用观	水平 3：了解题目涉及的物理概念及其相互关系，能够解释相关现象	在火箭发射的情境中，知道火箭相对地面上工程师们的位置发生了变化，能够以地面上的工程师们为参照物，判断火箭是运动的	此时，长征七号运载火箭承载着天舟二号货运飞船腾空而起，天舟二号货运飞船相对于地面的工程师们是_____（选填“运动”或“静止”）的
知道电压、电流和电阻，理解欧姆定律	“科学思维”中的科学推理	水平 5：能新的情境中对综合性物理问题进行分析和推理，获得结论并作出解释	知道电压、电流和电阻的概念.能够根据题目材料了解压敏电阻的特性，根据当开关 S 接 a 时，压敏电阻和定值电阻串联，会求电路中的总电阻；能够根据欧姆定律计算串联电路中的电流大小	 图 1 若舱体 X 不漏气，当开关 S 接 a 时，电流表的示数为_____ A

续表 3

课标要求	素养目标	初中阶段学业质量水平	基于具体情境的表达	转化为具体情境中的问题
结合实例理解电功和电功率	“科学思维”中的科学推理	水平 5: 能在新的情境中对综合性物理问题进行分析 and 推理, 获得结论并作出解释	知道电压、电流和电阻的概念, 能够根据题目材料了解压敏电阻的特性, 能够根据表格知道舱体漏气对应压敏电阻阻值的变化, 并根据欧姆定律判断当开关 S 接 b 时电压表的示数变化, 会比较电路不同连接方式下电路的总电阻, 并判断电路总功率的变化	 图 2 若舱体 X 漏气, 当开关 S 接 b 时, 电压表的示数将 _____ (选填“增大”“减小”或“不变”), 电路的总功率比未漏气时电路的总功率 _____ (选填“大”或“小”)

2.2.3 命题确定

【综合题】天舟二号货运飞船是中国空间站关键技术验证及建造阶段首飞货运飞船. 按照任务规划, 搭载天舟二号货运飞船的长征七号运载火箭在文昌航天发射场点火发射, 天舟二号货运飞船携带物资与在轨运行的天和核心舱进行交会对接, 为后续飞行任务和空间站任务奠定基础.

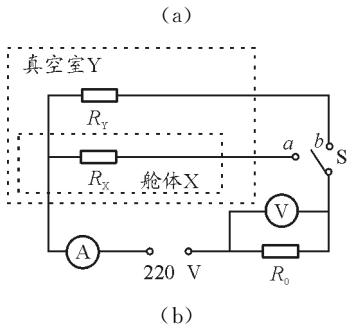


图 3 综合题图

(1) 火箭发射成功时, “天舟二号”的工程师们纷纷流下激动的泪水, 火箭发射时巨大的声响就像是吹响了胜利的号角, 是对他们在项目中刻苦攻关的有力肯定. 对于他们来说, 这巨大的响声 _____ (“属于”或“不属于”) 噪声;

(2) 长征七号运载火箭装备了具有自主知识产

权的新型液氧煤油发动机, 点火后对火箭产生一个力, 可以使火箭从静止变为运动, 原因是 _____. 此时, 长征七号运载火箭承载着天舟二号货运飞船腾空而起, 天舟二号货运飞船相对于地面是 _____ (选填“运动”或“静止”) 的.

(3) 小宇通过查阅资料了解到, 科研人员通常要采用一些方法检验飞船舱体的气密性. 小宇就设计了如图 3(b) 所示的电路, 假设电路中所用电流表与电压表的量程足够大, 其中 R_0 的阻值为 $100\ \Omega$, R_X 和 R_Y 是两个相同压敏电阻, 其电阻值随环境气压变化如表 4 所示.

表 4 综合题(3) 表

环境气压 / ($\times 10^5\ \text{Pa}$)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
压敏电阻阻值 / Ω	180	85	45	25	15	10

将两个压敏电阻 R_X 和 R_Y 分别置于舱体 X 和真空室 Y 中, 并将待检验的舱体 X 置于真空室 Y 中. 舱体 X 中的气体压强与地球上的大气压相近, 约为 $1.0 \times 10^5\ \text{Pa}$. 若舱体 X 不漏气, 则舱体 X 与真空室 Y 中的气压不变; 若舱体 X 漏气, 经过一段时间后便会有气体从舱体 X 泄露进入 Y 中, 则舱体 X 中的气压将减小, Y 中的气压将增大. 请回答以下问题:

① 若舱体 X 不漏气, 当开关 S 接 a 时, 电流表的示数为 _____ A.

② 若舱体 X 漏气, 当开关 S 接 b 时, 电压表的示数将 _____ (选填“增大”“减小”或“不变”), 电路的总功率比未漏气时电路的总功率 _____ (选填“大”

或“小”).

参考答案:(1) 不属于;(2) 力可以改变物体的运动状态,运动;(3) ① 2, ② 增大,大.

2.2.4 解法说明

以下以综合题第(3)题为例,作解法说明如下:

本题对于初中学生的理解能力、推理能力、分析综合能力有一定的要求.其中第①小问考查学生的电路分析能力,以及对欧姆定律的综合应用能力.

根据舱体X不漏气的情况,从表格可以知道压敏电阻 $R_X=10\ \Omega$.当开关S接a时,根据电路分析可知,此时定值电阻与压敏电阻 R_X 串联,电路中的总阻值 $R=R_0+R_X=100\ \Omega+10\ \Omega=110\ \Omega$,根据欧姆定律

$$I=\frac{U}{R}=\frac{220\ \text{V}}{110\ \Omega}=2\ \text{A}$$

第②小问考查学生的电路分析能力,以及对欧姆定律的综合应用能力.根据舱体X漏气的情况,经过一段时间后,有气体从舱体X泄露进入Y中,则舱体X中的气压将减小,Y中的气压将增大,从表格可以知道压敏电阻 R_Y 阻值变小.当开关S接b时,根据电路分析可知,此时定值电阻与压敏电阻 R_Y 串联,电路中的总阻值 $R=R_0+R_Y$,电压表测定值电阻两端的电压.

根据欧姆定律 $I=\frac{U}{R}$,电路中当电源电压一定时,总阻值越小,电流越大.对于定值电阻,当阻值一定时,通过定值电阻阻值越大,定值电阻两端电压越大.对于电路的总功率,根据 $P=UI$,当电路中电源电压一定时,电流越大,电路总功率越大.

3 总结与展望

通过本次命题活动,笔者进行了基于核心素养发展水平评价的初中物理命题初探,以考查学科素养发展水平为初心,通过将学业质量标准水平初中化的方法,进行具体情境中的命题设计.对于目前的初中试题命制,笔者有如下几点总结与展望:

(1) 试题命制要立足课标.以课标要求作为知识点考查的根本落脚点,落实将国家课程标准作为教学、评估和考试命题的依据;借鉴高中新课标中表述的学科核心素养,将素养目标作为命题考查点依据之一.同时,参考高中新课标中学业质量标准,结

合初中阶段物理课程目标和具体情境设计了具体的质量水平,以期找到适当的初中物理质量标准的切入点,在笔试中对学生的素养发展水平进行考查和评价.

(2) 构建指向物理学科核心素养的问题.问题是对学生学科核心素养评价的依托,笔者根据命题目标进行问题构建,包括指向素养不同方面的问题构建和指向素养不同水平的问题构建,前者通过从命题材料的不同角度进行设问,例如从飞船上升过程中机械能是否守恒的角度以及从飞船的发射由于力改变了物体的运动状态的角度,从而考查“物理观念”中的“能量观”以及“运动与相互作用观”;后者则通过设置不同难度的问题,例如从对飞船发射时的响声问题,考查学生根据声音的特征辨析乐音和噪声的物理概念,从飞船相对工程师是否运动的问题,考查学生是否能够通过选取不同的参照物,解释运动相对性的问题,从而考查“物理观念”的不同水平.

(3) 注重试题评价的整体性.试题本身的情境和设问考查了学生的物理观念和科学思维,要求学生了解所学的物理概念和规律及其相互关系,能解释相应现象;能在问题情境中选择恰当的模型解决简单的问题;能对常见的物理问题进行分析推理,获得结论并作出解释.但试题的命制应指向对核心素养各个要素的综合评价^[5],注重素养的整体性.本次题目命制仍缺少对科学探究以及科学态度与责任方面的评价.当然,物理学科核心素养的评价方法多种多样,在初中阶段的笔试中如何科学地评价学生发展核心素养的水平,值得我们进一步实践与研究.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2011年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2012
- 2 深圳市2020年初中毕业生学业考试研究专家组.深圳市2020年初中毕业生学业考试指南[Z].广州:广东人民出版社,2020
- 3 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[S].北京:人民教育出版社,2018
- 4 曹宝龙.基于学科核心素养的学业质量评价探索[J].物理教学探讨,2018,36(6):1~5,9
- 5 蔡钳,陈信余.基于学业质量水平划分的试题命制实例分析[J].物理教学,2021,43(4):2~4