



基于以评促学理念物理规律学习测评框架的建构及其命题应用

何长 廖杨芳

(贵州师范大学物理与电子科学学院 贵州 贵阳 550025)

(收稿日期:2021-11-15)

摘要:学习测评框架是落实以评促学这一课标要求的重要依据.以物理课程标准的测评建议为理论依据,本研究建构了以形成物理规律、习得物理规律、理解物理规律与运用物理规律为测评视角的物理规律学习测评框架,从这4个角度对物理规律的学习情况进行综合测评,并以平抛运动规律为例,展示了应用物理规律学习测评框架命制测评试题的实践.

关键词:以评促学 物理规律 测评框架 命题应用

测评即通过测试了解学生的学习情况从而反馈评价结果.物理规律学习是学生形成物理观念、拓展科学思维、提升科学探究能力、养成科学态度的有机组成部分,基于此,物理规律学习测评显得至关重要,它是反馈学生物理规律核心素养达成情况的重要依据.物理规律学习测评既是规律学习的过程,也是发现学生规律学习中存在的具体问题,为规律的教与学提供反馈信息,落实以评促学理念的过程.本研究建构了物理规律学习测评的“形成—习得—理解—运用”框架,为物理规律学习测评提供命题框架和分析依据,并以平抛运动规律为例展示了物理规律学习测评框架视角下的测评试题.

1 落实以评促学为根本理念

随着课程理念的不断变革,教学评价不再脱离教学环节而存在,而是在于关注学生的学习进程,诊断与发现问题,以促进未来的学习^[1].落实课标要求,实现教学评价促进学习过程,落实以评促学理念.本研究以物理课程基本理念“注重过程评价,促进学生核心素养的发展”为根本理念,去建构了学习测评框架.企图通过利用测评框架命制测评试题的方式,去诊断和发现学生的学习问题,从而反馈测

评结果,以便改进教学策略,矫正学生未来的学习和教师未来的教学,促进学生学科核心素养的达成.在这整个过程中测评结果显得至关重要,它是实现以评促学的基础,而测评结果的形成,是基于测评框架视角下测评试题作用的结果.由此可见,建构学习测评框架是落实以评促学理念的必经之路.

2 物理规律学习测评框架的设计依据

测评是日常教学活动的重要组成部分,应以课程目标、课程内容和学业质量为依据,关注物理学科核心素养的发展水平^[2].本研究以物理课程标准的测评建议为理论依据,建构了物理规律学习测评框架.首先,学习测评根据物理课程目标和学业质量水平的要求,制定了测评目标.其次,再根据测评目标和课程内容的要求,以物理规律的学习为依托,指向物理学科核心素养,设计了测评内容.最后,针对测评内容,依据物理学科学业质量水平制定了测评指标,并依据测评内容和学科学业质量将测评指标进一步细化为具体表现,以便评价学生物理规律的学习情况.图1为物理规律学习测评框架设计的理论依据图.

作者简介:何长(1997-),女,在读硕士研究生,研究方向为学科物理.

通讯作者:廖杨芳(1977-),女,副教授,研究方向为物理学科教学研究、凝聚态物理.

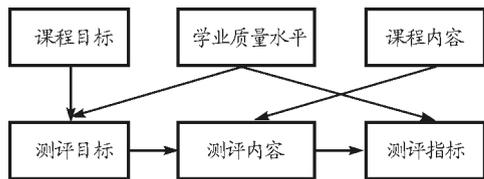


图1 测评框架设计的理论依据图

3 物理规律学习测评的“形成—习得—理解—运用”框架

学习测评的目的是为了了解学生的学习情况与学科核心素养的发展状况,找出存在的问题,对存在的问题做出因果解释,以及在因果解释的基础上拓展整合学习中存在的类似问题并提出学习矫正建议^[3].基于学习测评的上述目的,需要建构与测评功能相匹配的测评框架.因此,本研究建构了物理规律学习测评的“形成—习得—理解—运用”的内容框架,研究内容聚焦在形成规律、习得规律、理解规律与运用规律4个角度.之所以将测评目标和测评内容概括为形成规律、习得规律、理解规律与运用规律

这4个视角,是因为本研究所测评的内容是学生物理规律的学习情况,测评的目标是学生在经历规律学习过程体验后,学科核心素养的水平.从学生的学习过程看,这4个视角是密切联系、不可分割的整体.学生经历从物理规律的探究过程形成规律到了解内涵习得规律,再到通过在新情境下的方法迁移理解规律,最后深度运用规律解决实际问题这一全面而又深入的规律体系建构过程,必然会比较全面地形成物理规律核心素养.为了更加全面有效地了解学生物理规律的学习情况,更加深入地检测规律学习中存在的问题,测评框架在4个测评视角的基础上,进一步分解为测评指标及其具体表现.分别从不同视角进行精细化分解,从而提高测评结果的细化程度和精准程度,之所以设计4个不同视角是为了设计测评试题提供思路,并希望这4个视角下测评的结果可以相互印证,从而提高测评的效度^[3].物理规律学习测评“形成—习得—理解—运用”框架的内容如表1所示.

表1 物理规律学习测评的“形成—习得—理解—运用”框架

测评视角	测评指标	具体表现举例
形成	问题	能通过问题情境观察现象并提出可探究的物理问题,能调动原有的知识和经验,对问题的成因或结果做出假设、进行解释
	证据	能通过设计实验、进行实验来获取科学探究的证据
	解释	能对所收集的信息进行分析,能根据分析对探究结果进行描述,归纳形成结论
	交流	能对科学探究过程和结果进行表述
习得	由来	知道规律的得出过程
	识记	能记住规律的文字、公式、图像描述
	表述	能利用语言或公式表述规律
	内涵	能明确规律中各个物理量所代表的物理含义,能从物理意义上理解规律的表达式
	外延	能明确规律的适用条件
理解	关联	知道规律与其他概念或规律之间的关系
	意义	知道学习该规律的必要性
	认识方式	知道规律得出所使用的认识方式的具体内容
运用	方法迁移	能理解规律的物理思想,通过方法迁移,变式训练,打破固定思维
	描述	能运用规律描述物理问题或现象
	解释	能运用规律解释物理现象
	预测	能运用规律预测物理现象的发生、发展
	设计	能运用规律设计解决问题的方案

4 “形成”视角的测评指标说明与试题举例

物理规律的形成过程是指学生从情境中发现和提炼问题,对问题的可能答案作出假设,并根据问题情境运用已有知识制订探究计划,选择符合情境要求的实验装置进行实验,获取客观、真实的数据,通过对数据的分析形成关于物理规律的结论^[2].物理规律学习测评的形成规律视角,要求学习测评要回到物理规律形成过程的情境中,检测学生规律形成过程中存在的具体问题,并对所表现的问题进行因果解释,从而为规律学习提供针对形成过程的矫正建议.本研究提出的物理规律学习测评的形成规律视角可以分解为问题、证据、解释和交流4个测评指标.这4个测评指标概括了学生在物理规律形成过程中所要达到的表现期望.通过测评学生规律形成过程中是否达到了这些表现期望,了解学生形成规律的学习情况.是否达到形成规律的具体表现期望主要包括:能否通过问题情境观察现象并提出可探究的物理问题,能调动原有的知识和经验,对问题的成因或结果做出假设、进行解释;能否通过设计实验、进行实验来获取科学探究的证据;能否对所收集的信息进行分析,能根据分析对探究结果进行描述,归纳形成结论;能否对科学探究过程和结果进行表述.

下面以普通高中物理必修第二册(人教版)中的“平抛运动的规律”为例,从形成规律视角命制测评试题.

【题目1】水平放置的桌面上有一个静止的金属小球,用力弹一下小球,使小球以一定的水平初速度离开桌面,猜想小球的运动轨迹,提出可探究的物理问题,并对问题的可能答案做出解释.

【题目2】某护林员在一次巡护森林时,不小心把车钥匙以 $v_0 = 5 \text{ m/s}$ 的速度从 $h = 64 \text{ m}$ 高的悬崖水平抛出去了,他应该在离悬崖底部多远的地方找钥匙?(重力加速度 g 取 10 m/s^2)

【答案】

(题目1)可能问题:小球的运动轨迹具有什么特点?

可能答案:(1)小球做曲线运动;(2)小球在水平向前运动的同时,在竖直方向上有下落的运动;(3)小球在水平方向上可能做匀速直线运动,在竖直方向上可能做匀加速直线运动.

(题目2)解:以抛出时钥匙的位置 O 为原点,建立平面直角坐标系, x 轴沿初速度方向, y 轴竖直向下.设钥匙的落地点为 P ,下落的时间为 t ,如图2所示,则满足 $h = \frac{1}{2}gt^2$.

所以钥匙落地的时间

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 64}{10}} \text{ s} = \frac{8\sqrt{5}}{5} \text{ s}$$

钥匙落地点与抛出点之间的水平距离

$$l = v_0 t = 5 \text{ m/s} \times \frac{8\sqrt{5}}{5} \text{ s} = 8\sqrt{5} \text{ m}$$

因此,应该在离悬崖底部 $8\sqrt{5} \text{ m}$ 远的地方找钥匙.

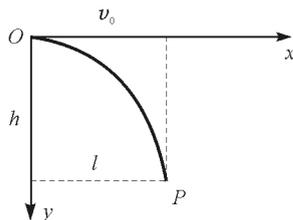


图2 题目2解题分析用图

本视角以学业质量水平为依据去测评学生平抛运动规律素养水平及考查学生平抛运动规律的形成情况.

测评目标:题目1主要考查学生的物理学科核心素养中“物理观念”的运动与相互作用观念、“科学思维”的问题意识及“科学探究”的问题要素水平,学生要具有问题意识,要能利用运动与相互作用的知识从情境描述中分析现象,提出可探究的物理问题.题目2主要考查学生物理学科核心素养中“物理观念”的运动与相互作用观念、“科学思维”的证据意识、模型建构和科学推理及“科学探究”的证据和解释要素水平,学生要能从情境描述中利用运动与相互作用的知识进行平抛运动的模型建构,科学推理,获取平抛运动规律的证据,通过证据分析,对结果进行描述.

测评方案:对于题目1,学生若能将问题和解释与平抛运动规律联系起来,则表明其能将所学物理知识与现象联系起来,达到了水平一;若在联系已学知识的基础上,能通过问题情境从小球运动轨迹的特点角度提出问题并进行解释,达到了水平二;若还能从小球水平方向运动状态和竖直方向运动状态两个角度进行初步猜想,达到了水平三.综上,对不同

层次的答案给予不同的分数。对于题目2,若学生能从情境描述中知晓平抛运动,但未能明确平抛运动水平方向和竖直方向的运动规律,达到了水平一;若能明确平抛运动水平方向和竖直方向的运动规律,能从问题情境中获得部分证据,解释平抛运动在竖直方向上做自由落体运动,在水平方向上做匀速直线运动,达到了水平二;若还能基于证据意识从情境描述中获取全部证据,建构模型,利用运动与相互作用的知识通过科学推理,正确解题,达到水平三。综上,对不同层次的答案给予不同的分数,还应注意测评结果的反馈,倡导让学生参与测试结果的判断和解释过程,保证后续决策与测试结果的一致性。

5 “习得”视角的测评指标说明与试题举例

物理规律的习得是指学生经历物理规律的形成过程后,头脑中形成了对物理规律的初步理解。物理规律学习测评的习得视角不同于规律学习测评的形成视角,习得视角直接测评学生头脑中是否形成对物理规律的初步理解,测评学生习得规律的情况,及时发现问题并提出针对习得规律视角的矫正建议。本研究提出的物理规律学习测评的习得视角可以分解为由来、识记、表述、内涵、外延和关联6个测评指标,这6个测评指标概括了学生习得规律后的表现期望,因此,可以通过测评学生是否达到了这些表现期望来了解学生习得规律的情况。这些表现期望主要包括:是否知道规律的得出过程;是否记住规律的文字、公式、图像描述;是否利用语言或公式表述规律;是否明确规律中各个物理量所代表的物理含义,能从物理意义上去理解规律的表达式;是否明确规律的适用条件;是否知道规律与其他概念或规律之间的关系。

下面以“平抛运动的规律”为例,从习得规律视角命制测评试题。

【题目3】甲、乙、丙3个游泳运动员经过助跑后同时从水平高空跳水台上跳下,已知甲和乙跳水台的高度相同,乙和丙助跑速度相同,下列判断中正确的是()

- A. 甲和乙一定同时落地
- B. 乙和丙一定同时落地
- C. 甲和乙水平射程一定相同
- D. 乙和丙水平射程一定相同

答案:A,D.

本视角以学业质量水平为依据去测评学生平抛

运动规律素养水平及考查学生平抛运动规律的习得情况。

测评目标:题目3主要考查学生的物理学科核心素养中“物理观念”的运动与相互作用观念、“科学思维”的证据意识、模型建构和科学推理、“科学探究”的证据要素水平以及对平抛运动规律的习得水平,学生要具有证据意识,要能从情境描述中利用运动与相互作用的知识进行平抛运动的模型建构,科学推理,获取平抛运动规律的证据。

测评方案:对于题目3,学生若能将平抛运动规律与问题情境联系起来,但未能明确平抛运动规律的内涵和适用范围,选择选项B和C中任一项,达到水平一,不得该题目分数;若能基于证据意识从问题情境中建构模型进行科学推理从而获取部分证据,利用运动与相互作用知识仅选择选项A或D中一项,达到水平二,可得该题目部分分数;若还能从问题情境中通过一系列物理观念、科学思维和科学探究获取全部证据选择A和D两个选项,达到水平三,可得该题目全部分数,还应注意测评结果的反馈,倡导让学生参与测试结果的判断和解释过程,保证后续决策与测试结果的一致性。

6 “理解”视角的测评指标说明与试题举例

理解规律是指学生习得规律后,为防止死记硬背,形成思维固化,通过方法迁移,变式训练,让学生理解规律的含义。理解规律视角要求在新的问题情景中测评学生对物理规律含义的理解情况,及时发现问题并提出针对理解规律视角的矫正建议。本研究提出的物理规律学习测评的理解规律视角可以分解为意义、认识方式、方法迁移3个测评指标。学生通过变式训练,理解规律的意义,重现规律的认识方式,加深对规律内涵的理解,以达到新知识进入原有认识,完善规律结构,丰富知识体系的目的。从理解规律视角测评学生物理规律的学习情况,就是要测评学生对物理规律含义的理解。因此,可以通过测评学生在新的问题情景中的表现期望来考查学生的规律理解情况。这些表现期望主要包括:是否知道学习该规律的必要性;是否知道规律得出所使用的认识方式的具体内容;是否能理解规律的物理思想,通过方法迁移,变式训练,打破固定思维。

下面以“平抛运动的规律”为例,从理解规律视角命制测评试题。

【题目4】在某次演习中,轰炸机沿水平方向投放了一枚炸弹,炸弹正好击中山坡上的目标,且炸弹到达山坡的位移最小,山坡的倾角为 θ ,则炸弹飞行时间 t 为(重力加速度为 g)()

- A. $v_0 \tan \theta$ B. $\frac{2v_0 \tan \theta}{g}$
C. $\frac{v_0 \cot \theta}{g}$ D. $\frac{2v_0 \cot \theta}{g}$

答案:C.

测评目标:题目4主要考查学生的物理学科核心素养中“物理观念”的运动与相互作用观念、“科学思维”的证据意识、模型建构和科学推理、“科学探究”的证据要素水平以及在新情境下对平抛运动规律的理解情况,学生要能利用平抛运动规律的认识方式,方法迁移,从情境描述中利用运动与相互作用的知识进行平抛运动的模型建构,科学推理,获取解题证据。

测评方案:本题从理解规律的视角测评学生在新情境下对平抛运动规律认识方法的迁移水平,通过方法迁移“对着斜面的平抛运动”,考查学生对平抛运动规律的理解情况,本题考查要求比较高,属于规律在新情境下的迁移应用.要注意测评结果的反馈,倡导让学生参与测试结果的判断和解释过程,保证后续决策与测试结果的一致性。

7 “运用”视角的测评指标说明与试题举例

物理规律学习测评的运用规律视角是指学生在真实的问题情境中,能根据头脑中形成的对物理规律的理解,联系生产与生活,灵活运用规律解决实际问题.通过测评学生在真实问题情境中解决实际问题的情况,及时发现问题并提出针对运用规律视角的矫正建议.本研究提出的物理规律学习测评的运用规律视角可以分解为描述、解释、预测、设计4个测评指标,这4个测评指标概括了学生运用规律解决问题时的行为表现期望,因此,可以通过测评学生运用规律的具体表现期望来考查学生的规律运用情况.这些具体表现期望主要包括:是否能运用规律描述物理问题或现象;是否能运用规律解释物理现象;是否能运用规律预测物理现象的发生、发展;是否能运用规律设计解决问题的方案。

下面以“平抛运动的规律”为例,从运用规律视角命制测评试题。

【题目5】阿卡普尔科的潜水员从60 m高的悬崖上

通过助跑进行潜水活动,如果悬崖下的岩石延伸了20 m,那么潜水员助跑的速度最小是_____,当助跑速度小于该速度时_____ (重力加速度 g 取 10 m/s^2).

答案: $\frac{10\sqrt{3}}{3} \text{ m/s}$;潜水员将掉到岩石上。

测评目标:题目5主要考查学生的物理学科核心素养中“物理观念”的运动与相互作用观念、“科学思维”的证据意识、模型建构和科学推理、“科学探究”中关于证据、解释和交流要素的水平以及运用平抛运动规律解决实际问题的能力,学生要能从情境描述中,利用运动与相互作用的知识进行平抛运动的模型建构,科学推理,获取相关证据,通过证据分析,对结果进行描述与表达。

测评方案:本题从运用规律的视角测评学生在实际情境中对平抛运动规律的运用情况,考查学生是否能基于证据意识从情境描述中获取证据建构平抛运动模型,联系运动与相互作用的相关知识,对平抛运动水平初速度进行科学分析与推理,获得结论,并解释和表述现象.本题考查要求比较高,属于平抛运动规律在实际情境中的综合应用.要注意测评结果的反馈,倡导让学生参与测试结果的判断和解释过程,保证后续决策与测试结果的一致性。

8 结束语

物理规律的学习测评是考查学生物理规律素养水平的重要手段.学习测评主要以测评试题的方式呈现,本研究即是基于课程标准的要求建构了物理规律学习测评框架,并展示了以此为依据命制测评试题的实践,在一定程度上保证了物理规律学习测评结果的效度.现阶段高中物理课程重视以评价促进学生的学习和发展,提倡评价方式的多样化,要求教学评价要以关注学生的个体差异,帮助学生认识自我,建立自信、改进学习方式,发展核心素养为目标,基于此理念,如何测评学生物理学科核心素养的达成情况值得我们进一步挖掘和研究。

参考文献

- 李倩,谭霞,吴欣歆,等.教育评价变革背景下语文学科核心素养测评框架研究[J].课程·教材·教法,2021,41(2):95~102
- 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版2020修订版)[S].北京:人民教育出版社,2018
- 张玉峰,唐掣.物理概念学习诊断的内容框架及其命题应用[J].物理教学,2021,43(1):2~4