

教学论坛

基于物理素养培育的习题设计

周上游 (上海市嘉定区第一中学 上海 201808)

摘要 新课标加强了对提高学生核心素养的要求,课后的学生练习是培养学生核心素养的重要环节。针对新课标的要 求,如何在学生练习题的选择及作业评定方面体现对学生核心素养的培养和要求是迫切需要解决的问题。本文对此作了有 意义的探索,供大家进一步深入思考和探讨。

关键词 核心素养 习题设计

文章编号 1002-0748(2019)7-0006

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

物理课程标准中指出,物理核心素养主要由“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个方面构成。

“物理观念”——物质观、运动与相互作用观和能量观念(形成观念、解决问题)。

“科学思维”——模型建构、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、社会责任。

每一要素都分为五个学习水平来描述其水平层次。

习题教学在我们的教学中占据了相当的时间,这反映我们普遍认为学生通过做习题的过程,对知识理解掌握是有帮助的,做习题就是一种解决问题的方式,“做”中发现问题再回头思考“学”的内容,才能更好地理解。

如何设计基于学生素养培育的习题呢?学生通过解答习题来学习物理而逐步形成重要观念、关键能力和必备品格。下面是一些实践,供大家思考。

1 设置科学实验类情境的习题

在加速度与物体的质量和作用力关系的探究实验中,我们往往直接给出一定实验基础条件,供学生记忆。关于细绳与轨道面平行,调节轨道倾角,使小车在轨道上做匀速直线运动是学生可以理解的;而钩码质量 m 远小于小车质量 M 是学生不能理解的,或者需要较为复杂的理论推理论才能获得的。

对于这样的困惑,进行如下实践。

例 1 1. 如图 1 所示,是探究加速度 a 与物体受力 F 的实验装置,实验的基础条件是_____、_____、_____。

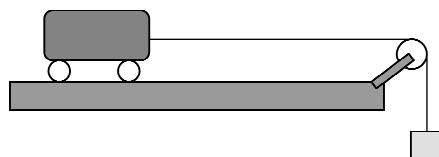


图 1

2. 通过 DIS 的力传感器,我们可以直接测量小车所受到的拉力 F ,改用不同的钩码,我们得到如图 2 所示的 3 组 $F-t$ 的关系。

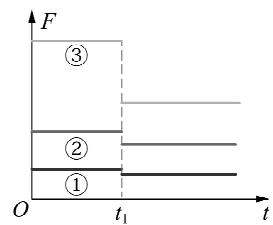


图 2

(1) 请你分析 $0-t_1$ 时间内的力 F 的大小反映的是什么物理量的大小。大于 t_1 时间内的力 F 的大小如何变化。

(2) 图 2 中①、②、③分别对应三次实验,观察实验数据,你能获得初步的结论是什么?说说你解释的理由。

(3) 针对上述实验数据,你能提出什么问题。

本题的设计是为了让学生形成对为何实验中需要钩码质量 m 远小于小车质量 M 的基于证据的理解。

例 2 小王经常乘坐地铁,观察到列车启动时,拉手总是向后摆动,进站时,拉手总是往前摆动,你能解释这个现象吗?小王通过学习牛顿运动定律,

表 1

课标内容	核心素养	水平等级
1. 2. 3	1. 1 物理观念, 1. 2 运动与相互作用	2
	2. 1 建立模型, 2. 2 科学推理	2
	3. 1 问题, 3. 2 证据, 3. 3 解释	2

表 2

分析环节	思维呈现	核心素养
环节一	细绳与轨道面平行, 调节轨道倾角, 使小车在轨道上做匀速直线运动(平衡摩擦力), 钩码质量远小于小车质量	2. 1 模型构建 2. 2 科学推理
环节二	(1) $0-t_1$ 时间内力 F 的大小是小车静止时的拉力, 钩码静止时拉力等于其重力, 因而反映的是钩码的重力; 大于 t_1 时间内力 F 的大小与 $0-t_1$ 时间内的力 F 的大小相比较变小, 但相对大小关系不变	2. 2 科学推理
环节三	(2) ①、②、③分别对应三次实验, 观察实验数据, 均能得出小车静止时的拉力大于加速运动时的拉力; 仔细观察, 可以看到钩码质量大时, 拉力大, 运动后拉力减小的量也变大; 钩码向下加速运动, 处于失重状态。钩码质量大, 整体运动的加速度大, 失重越明显, 即拉力与重力的差值越大	3. 2 证据 3. 3 解释
环节四	(3) 问题举例: 在实验中假如用钩码的重力替代拉力, 实验中获得的 $a-F$ 图象将是怎样的?	3. 1 问题

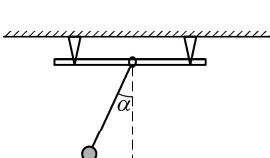
他想知道列车启动时的加速度, 根据拉手现象进行设计, 所用器材有一根细绳、一个小球和直尺。请你帮助他完成实验步骤并提供测量的物理量和计算公式。

本题的设计意图是给学生一个方案设计中证据的收集与论证。习题从现象、提出问题, 到初步设计方案。进一步要求学生通过设计, 对于想测量的学生提供能获取成功的方案。

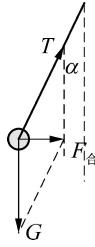
表 3

课标内容	核心素养	水平等级
1. 2. 3	1. 1 物理观念, 1. 2 运动与相互作用	2
	2. 1 建立模型, 2. 2 科学推理	3
	3. 2 证据	2

表 4

分析环节	思维呈现	核心素养
环节一	列车启动时, 拉手总是向后摆动。 这时拉手原来状态为静止, 列车运动, 拉手具有惯性保持原来状态, 因而观察到向后摆	2. 2 科学推理
环节二	列车进站时, 拉手总是往前摆动。 这时拉手原来与列车相同的速度运动, 列车减速, 拉手具有惯性保持原来状态, 因而观察到向前摆	2. 2 科学推理
环节三	建立如图所示的实验装置。细线一端系在地铁柱子处, 另一端系小球 	2. 1 模型建构
环节四	测量细线的长度 l , 虚线是地铁静止时小球的位置, 测量地铁启动或刹车时小球偏离虚线位置的垂直距离 d	3. 2 证据

续表

分析环节	思维呈现	核心素养
环节五	<p>原理分析： 地铁启动或刹车时小球受重力和细线的拉力 $F_{合} = mg \tan \alpha = ma$ $a = gtan \alpha$ $a = g \frac{d}{\sqrt{l^2 - d^2}}$</p> 	2.2 科学推理

通过设问方式的改变,学生呈现解题过程,从这样的解决问题过程中可以观察学生的素养培育情况。

2 设计实际问题情境的习题

常规的习题往往是最明确地要求什么,并且学生仅仅为了得出结论。

例3 一张餐巾纸质量大约为 $m = 1\text{ g}$, 从离地

1.5 m 高处水平摊开释放需 3 s 时间落地,引用模型建构,对模型是否合理进行论证,说明你是如何估算餐巾纸在这过程中的空气阻力的。

本题的设计意图是给学生在已经获取的证据中,通过所学的知识进行科学思维的训练。从现象、证据,进一步要求学生通过合理的假设和推理进行论证。

表5

课标内容	核心素养	水平等级
1.2.3	1.1 物理观念, 1.2 运动与相互作用	2
	2.1 建立模型, 2.2 科学推理	2

表6

分析环节	思维呈现	核心素养
环节一	假设餐巾纸近似为匀速下落	2.1 模型建构
环节二	$v = \frac{h}{t} = \frac{1.5}{3} = 0.5\text{ m/s}$	2.2 科学推理
环节三	餐巾纸刚下落一段,简化为自由落体运动	2.1 模型建构
环节四	速度达到 0.5 m/s ,下降的高度为 $h_0 = \frac{v^2}{2g} = \frac{0.5^2}{2 \times 10} = 0.0125\text{ m}$	2.2 科学推理
环节五	0.0125 m 与 1.5 m 相比较小得多可以忽略不计。 推得原假设是合理的	2.3 科学论证
环节六	根据匀速运动餐巾纸受到平衡力,餐巾纸仅受两个力作用,得到空气阻力 $f_{风} = mg = 0.01\text{ N}$	2.2 科学推理

当然,学生对于下落过程也可以建立阻力与速度有关的模型来分析问题,这样的解答过程,本身就能体现不同学生物理素养水平的不同。这有助于我们理解课标中学业水平,必修的学业水平为水平 2,而对于选考物理的学生学业水平为水平 4,提供学生多样化学业水平的表现。

例4 风能是一种清洁而稳定的可再生能源,风力发电可以减少全球温室气体排放,在减缓气候变化中发挥重要作用。然而,风电场的建设会对自然保护、生态环境和动物生存造成一定的负面影响,其中对鸟类的影响尤为突出。例如,Hunt 对美国阿

尔塔蒙特山口的风电场的研究发现,每年大约有 80 只金雕和 400 只兀鹫发生与叶片碰撞而死亡。查阅资料可得某种风机叶片的长度为 37.5 m,每分钟转动 20 转。请你根据所学的知识,解释为何这些鸟类



图3

不能有效避免碰撞的发生。

本题的设计意图是让学生在已经获取的证据

中,通过所学的知识进行判断。进一步要求学生通过科学推理进行论证。

表 7

课标内容	核心素养	水平等级
2.2.3	1.1 物理观念, 1.2 运动与相互作用	3
	2.1 建立模型, 2.2 科学推理	3

表 8

分析环节	思维呈现	核心素养
环节一	从风车转速,建构风车叶片的任一点在做圆周运动模型	2.1 建构模型
环节二	鸟类的碰撞致死,从物理学的视角解释为,鸟类与高速运动的物体相碰	1.1 物理观念 1.2 运动与相互作用
环节三	会用线速度和角速度来描述匀速圆周运动。根据 $v = r\omega = 37.5 \times 2\pi/3 = 78.5 \text{ m/s} = 282.6 \text{ km/h}$	2.2 科学推理
环节四	通过获得的线速度数据,这一速度是 F1 赛车高速运动的速度,比我们家用轿车在高速公路上运动的速度大得多。结合生活中的汽车速度,类比获得这是如此巨大的速度。如果鸟类撞上一定是致死的	4.3, 4.4 科学态度;社会责任 知道科学·技术·社会·环境存在相互联系

学生可以建立鸟匀速飞行模型,速度为 10 m/s ,叶片转动 $2\pi/3$,所用时间为 $1/10 \text{ s}$,可以得到鸟飞行距离约为 1 m 。鸟的身体小于这个距离,由此得到“聪明”的鸟是能够穿越风车的叶片的。

学生在具体的情景中,提炼需要的信息,引用科学思维,获得解决问题的能力。

3 用现代技术设置习题情景

现代技术的发展,获取数据的能力越来越强大。让学生用自己的语言,用数据来表述,有助于学生学会基于证据的表述。

例 5 一细绳一端固定在 O 点,另一端系一铁球(质量为 m),如图 4 所示。

(1) 竖直悬挂时,细绳上的拉力为多大?

(2) 当拉离平衡位置一段距离释放铁球,可以用力传感器测得拉力与时间的图象。请用你的语言来表述图 5 所示的 $F-t$ 图象。



图 4

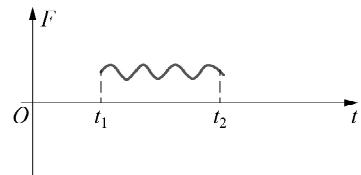


图 5

你能解释铁球在最低点的拉力是否等于重力吗? 你能推导铁球在最低点的拉力关系式吗?

(3) 铁球摆动中,用一圆珠笔在 O 点正下方某处挡住细绳,此时我们可以用力传感器测得拉力与时间的图象如图 6 所示。你能解释此时的拉力不仅大于重力而且变得更大吗?

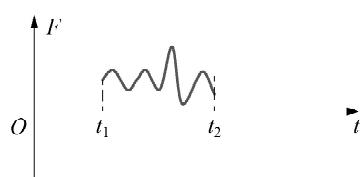


图 6

本题的设计意图是让学生在已经获取的证据中,通过所学的知识进行合理的表述。进一步要求学生通过科学推理进行论证。

表 9

课标内容	核心素养	水平等级
2.2.3	1.2 运动与相互作用	3
	2.1 建立模型, 2.2 科学推理	3

表 10

分析环节	思维呈现	核心素养
环节一	从静止状态引入,拉力与重力的大小关系。用学生的语言来表述图象,突出周期性和与重力大小的关系。 当铁球静止时,拉力 F 与重力相等, $F = mg$ 。 图象表示为一条与 t 轴平行的直线。当摆动时,拉力的 F 大小出现大于或小于重力的周期性变化	1.2 运动与相互作用 3.2 证据
环节二	建构圆周运动模型,应用牛顿第二定律进行推理; 建构模型,铁球的运动路径是圆弧的,可以看做圆周运动的一部分。做圆周运动的铁球,所受的力一定不是平衡力,在最低点时,铁球受力情况是,重力 mg 与拉力 F_1 。拉力一定不等于重力	2.2 科学推理
环节三	用表达式,解释证据。 设,摆线长为 l ,铁球在最低点时的速度为 v : $F_1 - mg = m \frac{v^2}{l};$ $F_1 = mg + m \frac{v^2}{l} > mg$	3.3 解释
环节四	建构圆周运动模型,应用牛顿第二定律进行推理;用表达式,对比解释证据。 在 O 点正下方某处挡住细绳,铁球将绕圆珠笔为圆心进行转动。 此时小铁球的速度是水平方向,在水平方向上没有外力,因而铁球的速度大小不变。 我们可以得到如下关系式: $F_2 = mg + m \frac{v^2}{l_2};$ 根据关系式,可知拉力变得更大	2.2 科学推理 3.3 解释 2.3 科学论证

以上是所做的一些习题设计的实践。

基于素养培育的习题,需要一个真实的情境。要解决这样的情境化问题,涉及到学生综合运用各类学科素养。具体而言,“物理观念”是问题解决的基石;学习者用“物理观念”识别问题情境提取有用信息。通过运用“科学思维”的模型建构,推理论证等思维方法解决问题。通过“科学探究”获取证据,分析数据,以可理解的方式进行表述,在课堂教学中用合理的解释和交流,根据习题情境的要求来解决问题。而“科学态度与责任”则对解决问题的途径或方式方法会产生显性或隐性的影响。

在真实情境习题的设计中,可能会遇到结论的

(上接第 16 页)

传递速度快、反馈效率高等特点,能够将传统实验器材无法展示的现象呈现在学生面前,如一些进行的过快或过慢的物理过程、一些肉眼看不到的微观过程和一些看不见摸不到的物理量的变化情况等,让学生获得直观的可视化的真实感受,为错误认识的扭转提供强有力的辅助作用。

在教学过程中,教师应当及时发现学生前概念中的错误,深刻分析原因,采用多种方法利用多种途径形象生动地还原物理情景,用新的信息刺激学生已有的错误认识结构,为学生重新建立感性认识,引起学生的积极思考,从根本上解决问题,使学生的知识掌握更加牢固,避免出现“讲了多少遍还不会”的

不确定性,学生对情景理解的丰富多样性,给教师的教学带来很大的挑战。其实确定性和不确定性对学生学习来说都是有价值的。确定性带来安全感,不确定性则产生价值感、意义感;确定结论让学生对于学习感到踏实,而不确定则让学生产生学习意义的驱动力。要让师生的学习活动更加富有意义,更加有乐趣,就需要在确定性的基础上,多一些不确定性。

参考文献

- [1] 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.

恶性循环,这样,我们的教学会更加生动而有效。

参考文献

- [1] 唐掣.高中物理实验有效教学设计及案例[M].北京:北京师范大学出版社,2013.1.
[2] 樊杰.立足实验教学探究 提升学科核心素养[J].物理教学,2018(4): 24—26.
[3] 朱顺明,蒋建明.基于物理核心素养导向的实验情境教学——以“楞次定律”的教学为例[J].物理教师,2018(5): 32—34.
[4] 纪金忠,张军.问题为中心的物理演示实验设计——以“涡流、电磁阻尼和电磁驱动”为例[J].中学物理教学参考,2017(8): 13—15.
[5] 高秀娟.“前概念”对物理学习的影响及转化策略[J].中学物理教学参考,2018(4): 36—38.