

促进深度学习 提升核心素养

——以“牛顿第二定律的应用”为例

章维辉

(柘荣县第一中学 福建 宁德 355300)

(收稿日期:2018-11-02)

摘要:物理课堂教学的核心是提升学生物理学科核心素养.为此,将学生由浅层学习引向深度学习是关键.浅层学习只停留在知识表面,而深度学习是透过知识表层,能灵活应用知识解决问题的认知策略.呈现知识导图,有利于学生深入理解物理概念和规律的内涵与外延,有利于学生对知识的整合与建构,让深度学习成为可能;引导学生从多角度解决问题,并通过习题变式,使深度学习能够进行;建立一个目标明确、主体多元、方法多样、结果和过程并重的评价体系,让深度学习能够延续.

关键词:深度学习 物理学科核心素养 知识导图 典型例题 评价体系

教育部制定的《普通高中物理课程标准》(2017年版)明确指出,高中物理旨在落实立德树人根本任务,进一步提升学生的物理学科核心素养,为学生的终身发展奠定基础,促进人类科学事业的传承与社会的发展.物理学科核心素养包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任4个方面.为了提升物理学科核心素养,必须将学生由浅层学习引向深度学习.高中物理深度学习就是对物理概念或规律进行深入探究,透过知识表层,达到知识的迁移与

灵活应用,并能创造性解决问题的认知策略.本文以牛顿第二定律的应用为例,谈谈如何促进学生深度学习,达到提升物理学科核心素养的目标.

1 呈现知识导图 让深度学习成为可能

利用知识导图有利于学生深入理解物理概念和规律的内涵与外延,有利于学生对知识的整合与建构,为深度学习奠定基础.牛顿第二定律是动力学的核心规律,其知识导图如图1所示.

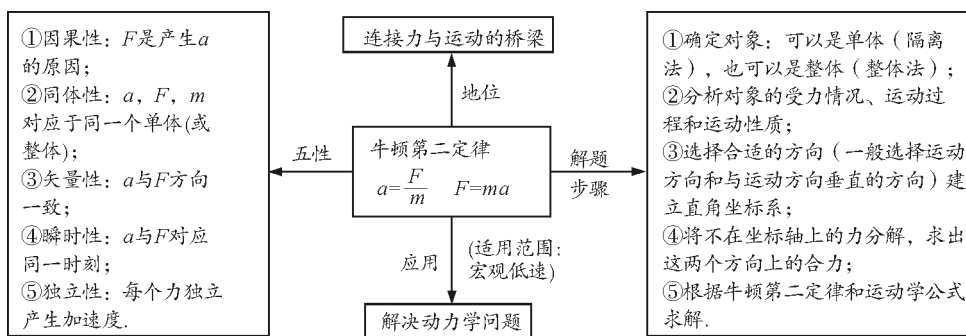


图1 牛顿第二定律知识导图

2 精选典型例题 使深度学习能够进行

物理学科核心素养离不开物理知识,但单纯的

知识不等于素养.只有从物理学视角在具体情境中应用知识解决实际问题所形成的物理观念、科学态度、科学思维等,才是物理学科核心素养.因此,创设问题情境,精选典型例题尤为重要;只有这样,深度

学习才能得以进行,核心素养才能得以提升.

2.1 立足基础 多角度探究方法

选择有一定模型,并能从多角度解决的典型例题,能有效促进学生对物理概念或规律的深度学习,有利于物理知识的建构和学科核心素养的培养.

【例1】如图2所示,质量为 M ,倾角为 θ 的粗糙斜面放在水平地面上,质量为 m 的物块沿斜面匀速下滑,现给物块施加一个方向沿斜面向下的推力 F ,使其加速下滑,在此过程中,斜面保持静止,求地面对斜面体的摩擦力.

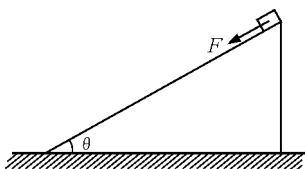


图2 例1题图

解法1:(隔离法、分解法)对物块,在未施加力 F 时,受力分析如图3所示,物块沿斜面匀速下滑,则有

$$f_1 = mg \sin \theta \quad N_1 = mg \cos \theta$$

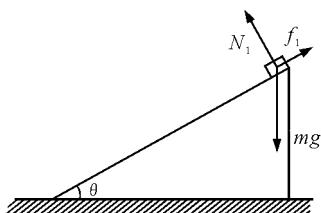


图3 例1解法1物块受力分析

施加力 F 后, N_1 和 f_1 均无变化,设地面对斜面体的摩擦力为 f_2 ,斜面体的受力如图4所示,其中

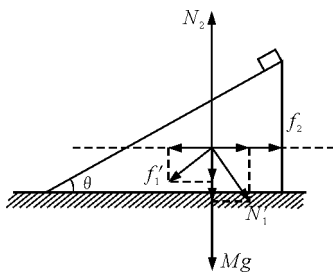


图4 例1解法1斜面体受力分析

$$N'_1 = N_1 = mg \cos \theta$$

$$f'_1 = f_1 = mg \sin \theta$$

在水平方向上有

$$f_2 + N'_1 \sin \theta = f'_1 \cos \theta$$

$$f_2 = f'_1 \cos \theta - N'_1 \sin \theta =$$

$$mg \sin \theta \cos \theta - mg \cos \theta \sin \theta = 0$$

即地面对斜面体的摩擦力为零.

解法2:(隔离法、合成法)在未施加 F 时,物块沿斜面匀速下滑,则 N_1 与 f_1 的合力大小等于 mg ,方向与 mg 的方向相反,竖直向上,如图5所示.对物块施加力 F 后,物块对斜面体的作用力不变.物块对斜面体的摩擦力 f'_1 和压力 N'_1 的合力竖直向下,大小等于 mg ,斜面体在水平方向不受其他力作用,没有水平运动的趋势,也就是地面对斜面体的摩擦力为零.

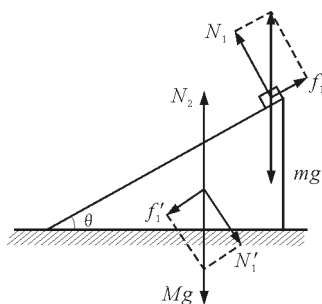


图5 例1解法2受力分析

解法3:(整体法)以整体为对象,设地面对斜面体的摩擦力为 f ,受力分析如图6所示.

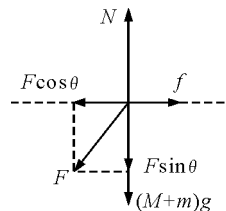


图6 例1解法3受力分析

力 F 使物块产生的加速度 $a = \frac{F}{m}$.将加速度沿水平和竖直方向分解,如图7所示.

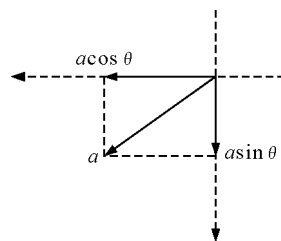


图7 例1解法3加速度分解

因此,水平方向和竖直方向的加速度分别为

$$a_1 = a \cos \theta = \frac{F}{m} \cos \theta$$

和

$$a_2 = a \sin \theta = \frac{F}{m} \sin \theta$$

对整体,在水平方向上,根据牛顿第二定律可得

$$F \cos \theta - f = ma_1$$

$$f = F \cos \theta - ma_1 =$$

$$F \cos \theta - m \times \frac{F}{m} \cos \theta = 0$$

以上3种解法从不同角度入手,达到巩固、深化、活化牛顿第二定律的目的,使定律在头脑中得到提炼与升华,有效培养了学生思维的灵活性和广阔性.

2.2 循序渐进 批判性选择策略

对原题中条件做稍微的变化,可延伸出更多相似或相关的新问题,不仅能迁移、巩固之前所学习的解题思路与方法,而且有利于培养学生的质疑创新能力.

【变式1】在例1中,若对物块施加的力 F ,方向改为竖直向下,其余条件不变,求地面对斜面体的摩擦力.

同样可以用例1中的3种方法求解,比较容易得到地面对斜面体的摩擦力为零,在此不再赘述.然而对这3种解法进行比较会发现,在不涉及系统内力的情况下,选择整体法会快捷一些.

【变式2】在例1中,若对物块施加的力 F ,方向改为与斜面成 α 角斜向上,如图8所示,给物块一个初速度,仍使它沿斜面下滑,其余条件不变,求地面对斜面体的摩擦力.

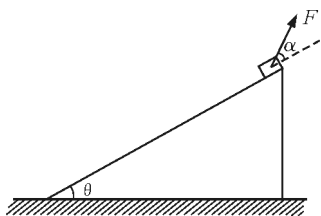


图8 变式2题图

定性判断:在不施加力时,物块沿斜面匀速下滑,物块对斜面体的压力和摩擦力的合力竖直向下,在物块上施加力后,物块对斜面体的压力发生变化,只要物块能沿斜面下滑,摩擦力也发生同比例的变大或变小,压力和摩擦力的合力还是竖直向下,地面对斜面体的支持力竖直向上,斜面体在水平方向

不受力,所以地面对斜面体的摩擦力为零.

这种方法简单快捷,然而部分学生对此不甚理解,质疑结论,教师还应引导学生从定量计算的角度进行分析,真正让学生心服口服,发展学生批判性思维,培养科学的推理能力.

定量计算:对物块,在未施加力 F 时,物块沿斜面匀速下滑,则有

$$mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$$

施加力 F 后受力分析如图9所示,以沿斜面向上为正方向,根据牛顿第二定律,沿斜面方向有

$$F \cos \alpha + f_1 - mg \sin \theta = ma$$

其中

$$f_1 = \mu (mg \cos \theta - F \sin \alpha)$$

联立以上各式解得

$$a = \frac{F \cos \alpha - \mu F \sin \alpha}{m}$$

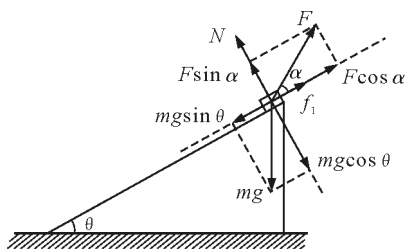


图9 定量计算物块受力分析

将加速度 a 沿水平方向和竖直方向分解如图10所示,以整体为对象,设地面对斜面体的摩擦力为 f_2 ,受力分析如图11所示,根据牛顿第二定律有

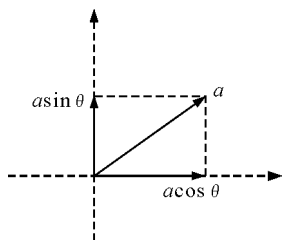


图10 定量计算加速度分解

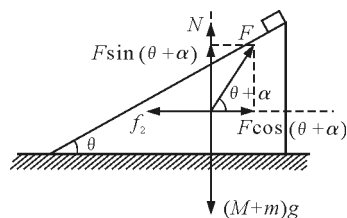


图11 定量计算整体受力分析

$$F \cos(\theta + \alpha) - f_2 = ma \cos \theta$$

$$f_2 = F \cos(\theta + \alpha) - ma \cos \theta =$$

$$F \cos(\theta + \alpha) + \mu F \sin \alpha \cos \theta - F \cos \alpha \cos \theta =$$

$$F \cos(\theta + \alpha) + F \sin \alpha \sin \theta - F \cos \alpha \cos \theta = 0$$

3 反思提升 创造性解决问题

【变式3】如图12所示,质量为 M ,倾角为 θ 的粗糙斜面放在水平地面上,质量为 m 的物块沿斜面以加速度 a 加速下滑,斜面保持静止,求地面对斜面体的支持力和摩擦力。

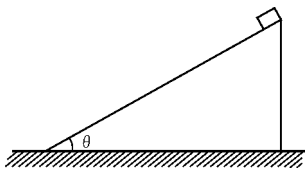


图12 变式3题图

错解:将加速度 a 沿水平方向和竖直方向分解如图13所示,以整体为对象,受力分析如图14所示,在水平方向上,根据牛顿第二定律有:地面对斜面体的摩擦力

$$f = (M + m)a \cos \theta$$

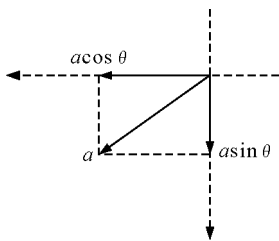


图13 变式3加速度分解

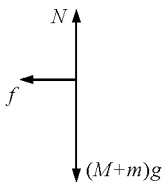


图14 变式3整体受力分析

当学生这样解时,应当引导他们深度思考:加速度 a 是整体的加速度,还是物块个体的加速度呢?如果是物块的加速度能用到整体上吗?

正解:错解中的加速度分解和受力分析是正确的,在水平方向上,根据牛顿第二定律有

$$f = ma \cos \theta$$

在竖直方向上,根据牛顿第二定律有

$$(M + m)g - N = ma \sin \theta$$

$$N = (M + m)g - ma \sin \theta$$

应用牛顿第二定律解决问题时加速度“张冠李戴”是学生经常犯的错误,问题解决后要求学生解题思路与方法进行归纳、总结、反思,并将相似或相同类型的试题进行比较,如例1与变式3,在例1中,在没有外力 F 时物块匀速下滑,当受到外力 F 后沿斜面以加速度 a 下滑;在变式3中,物块自身以加速度 a 加速下滑,二者存在本质区别.只有通过对比分析、反思提升,才能达到创造性解决问题的目标,物理学科核心素养才能得以发展。

【例2】如图15所示,在装有密度为 ρ_0 液体的容器中,有一个密度为 ρ_1 的小球,在小球加速上浮的过程中,桌面受到的压力为 N ,已知 $\rho_0 > \rho_1$,液体及容器的总重为 G_0 ,小球重为 G_1 ,则有()

A. $N > G_0 + G_1$

B. $N < G_0 + G_1$

C. $N = G_0 + G_1$

D. 无法确定

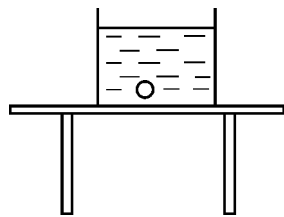


图15 例2题图

解析:(1)定性判断.小球加速上浮的过程,处于超重状态,有相同体积的液体加速下沉,处于失重状态,由于 $\rho_0 > \rho_1$,失重产生的效果强于超重产生的效果,故选B.

(2)定量计算.设小球上浮的加速度为 a ,与小球相同体积的液体以加速度 a 下沉,以整体为对象,以向上为正,根据牛顿第二定律有

$$N - (G_0 + G_1) = \frac{G_1}{g}a - \frac{G_1}{g\rho_1}\rho_0 a$$

$$N = G_0 + G_1 + \frac{G_1 a}{g} \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_1} \right)$$

因为

$$\rho_0 > \rho_1$$

所以

$$N < G_0 + G_1$$

4 完善评价体系 让深度学习能够延续

评价具有导向功能,为了促进学生深度学习,提升学生物理学科核心素养,要创建一个目标明确、主体多元、方法多样、结果和过程并重的物理课程评价体系。

首先,评价指向学生的物理学科核心素养。如牛顿第二定律应用,根据学生问题解决的实际情况,从物理学科核心素养的角度评价学生的学习的态度和效果、思维品质以及交流与反思的能力等,制成“教师观测量表”。

其次,除了教师的评价外,也要重视学生的自评(自我检查清单)和互评,学生自评有利于自我激励和调节,关注学生个性差异,关注从不同角度、创造性解决问题的思路与方法,培养学生自我监控和自我管理的能力,很好地解决了教师观测不到位的问题;学生互评关注同学的优点和长处,相互取长补短,达到共同发展的目标。

再次,评价要重视学生学习和发展的发展性评

价,不仅对问题解决所获得的结果进行评价,而且重视对得出结论的过程进行评价。即使学生得出的结论是错误的,也要对其思维过程进行准确、合理的评价,通过师生间的互动、引导,让学生在学习中不断转变和得到发展。如变式3中的错解,虽然结果是错误的,但是在问题解决过程中有几点值得肯定:用整体法对整体进行受力分析;将加速度沿水平方向和竖直方向进行分解,在水平方向上根据牛顿第二定律列式。同时,引导学生分析产生错误的原因,再次解决,教师再度评价。

最后,不同层次的学生应具有不同的评价标准,让不同水平的学生都能进行深度学习,得到发展。通过及时、准确、持续的评价将学生引向深度学习。

深度学习解决了物理“听得懂不会做”的问题,培养了学生批判性思维、创造性思维和反思能力,是高效提升学生物理学科核心素养的认知策略。

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版). 北京:人民教育出版社,2018
- 2 谭顶良. 深度学习是整体性的教育变革. 江苏教育:中学教学版,2016(15):19

Promote in - depth Study Enhance Core Accomplishment

Zhang Weihui

(No. 1 Middle School of Zherong County, Ningde, Fujian 355300)

Abstract: The core of physics classroom teaching is to promote students' core accomplishment of physics subject. Therefore, the key is to lead the students from shallow learning to deep learning. Shallow learning only stays on the surface of knowledge, and deep learning is a cognitive strategy that can apply knowledge to solve problems flexibly through the surface of knowledge. The presentation of the knowledge map will help the students to understand the connotation and extension of the physical concepts and laws deeply, to integrate and construct the knowledge, and to make the deep learning possible. Guide the students to solve the problem from different angles and make deep learning possible through problem variation; It is necessary to establish an evaluation system with clear objectives, multiple subjects, diverse methods, results and processes, so that in - depth learning can continue.

Key words: deep learning; core accomplishment of physics subject; knowledge map; typical examples; evaluation system