教研员论坛

指向思维品质提升的初中物理习题教学*

孙龙周 （南京市浦口区行知中学 江苏 211800）
许 志 （南京市教学研究室 江苏 210001）

摘 要 物理试题评析贯穿于整个物理教学过程，是培养学生思维品质的重要途径。可以通过开展试题质疑，培养思维的批判性；编制变式试题，培养思维的灵活性；克服思维定势，培养思维的广阔性；解构剖析试题，培养思维的逻辑性；解答同类试题，培养思维的深刻性；限时解答试题，培养思维的敏捷性；解题讲题命题，培养思维的创造性。

关键词 科学思维 思维品质 物理习题 习题教学
文章编号 1002－0748(2024)4－0047 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

1 引 言

思维品质也称智慧品质，指思维能力的特点及其表现。人们在思维活动过程中表现出不同方面的特点及其差异，就构成其思维品质。思维的主要品质结构见图1。

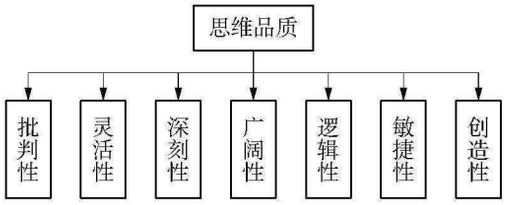

图1 思维品质结构

物理试题评析贯穿于整个物理教学过程[1]，已成为初中物理课堂的一个重要组成部分。而中考试题往往是教师课堂例题的主要来源。如何在评析物理试题过程中，既能提高学生的解题能力，又能发展学生的思维品质，则是一项十分重要而且非常有意义的教学工作[2]。

2 开展试题质疑，培养思维的批判性

批判性是思维活动中独立分析和批判的程度，是思维活动中善于严格估计思维材料和精细地检查思维过程的智力品质。在中考试题评析过程中，鉴于中考试题的权威性，教师往往很少实际上也很难去引导学生提出问题。为此，教师可在认真选择适合学生质疑的试题基础上，引导学生用辩证的观点、一分为二的方法去分析试题，将有助于发展学生的批判性思维[3]。

例1 （2021年山东德州中考题）同学们用蜡烛在实验室完成如图2所示的光学实验。

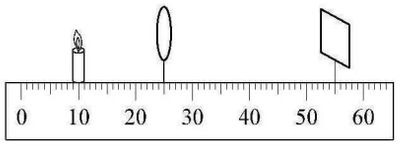

图2

① 此时光屏上出现烛焰清晰的像，日常生活中_____（选填“照相机”“投影仪”或“放大镜”）就是利用这一成像规律工作的。

② 如果保持透镜和蜡烛位置不变，将光屏向左移动一小段距离，光屏上的像变模糊，要使光屏上重新得到烛焰清晰的像，应在透镜和蜡烛之间放置一个_____（选“近视眼镜”或“远视眼镜”）。

就上题而言，存在哪些不足呢？为此，笔者以小组为单位，要求学生在解答本题的基础上，提出自己的看法。有的同学提出，题目中描述光屏上出现烛焰“清晰的像”，用词不当，如果不清晰则不能称为烛焰的像，题目中“清晰”二字删去更加合理；有的同学提出，本题第二问的答案“远视眼镜”值得商榷，如果

* **基金项目**：本文系江苏省教育科学规划课题“指向高阶思维能力培养的初中物理实验教学实践研究”（编号：D/2021/02/568）、江苏省教学研究课题“基于标准的初中物理学业水平考试命题技术研究”（课题编号：2021JY14－L41）和“核心素养视域下建构初中物理‘S－PDCA’作业生态的实践研究”（课题编号：2021JY14－L25）的阶段性研究成果。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

放置的远视眼镜度数不合适，也不能让光屏上再次呈现烛焰的像。

例2　(2023年湖北武汉中考题)同学们可能做过这样的实验：在敞口塑料瓶侧壁上钻两个大小相同的小圆孔a、b，注入水，水从两个小圆孔喷出。在某一时刻，从两个小圆孔喷出的水分别落到水平地面上的c、d两处，其中d离塑料瓶远些，如图3所示。下列说法中正确的是　　(　　)

(A) 图中d是从a孔喷出水的落点

(B) 这次实验初步说明水内部压强的大小与水的深度有关

(C) 这次实验初步说明液体内部压强的大小与液体的密度有关

(D) 在相同的时间内a孔喷出水的质量比b孔喷出水的质量多

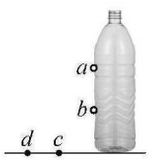

图3

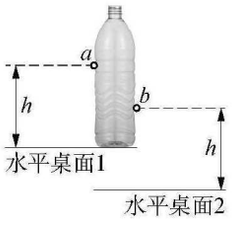

图4

针对该试题，教师在学生独立解答的基础上，引发学生思考：实验方案是否科学合理？实验结论是否可靠？有的同学认为，依据圆孔中所喷出的水在水平地面上落点的远近，可以得出液体内部压强与液体深度的关系。还有的同学则提出反对意见，认为实验方案不够科学合理，因为实验方案没有控制圆孔中喷出的水在水平方向运动时间相同。经过同学们的讨论得出如图4所示的实验改进方案。

教师在引导学生对试题提出质疑时，要在学生认真解题的基础上，营造民主氛围，引导学生用质疑的、批判性的眼光去分析和发现试题中存在的问题，同时鼓励学生积极提出自己的观点和解决问题的方案[4]。

3　编制变式试题，培养思维的灵活性

灵活性是指思考问题、解决问题的随机应变程度，它反映了智力的“迁移”，即平时所说的“举一反三”“运用自如”等。思维的灵活性表现在发散思维活跃，能从不同角度、不同侧重点开展分析和研究，善于超越一般模式，积极地进行各种猜想与联系。在教学中，教师可引导学生立足不同角度进行思考，培养学生的发散性思维能力[5]。

例3　(2021年江苏无锡中考题)如图5所示，平行光通过图中左侧虚线框(其中放置一块透镜)后，在右侧光屏上形成一个圆形光斑，该光斑的直径比透镜大。请你判断虚线框中是否是凸透镜，说出接下来的操作及判断方法。(不添加其他器材)

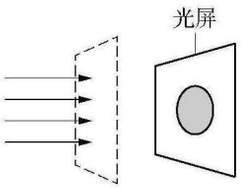

图5

① 操作：将光屏_____；

② 判断方法：_____。

习题课教学中，教师基于该中考试题，引导要求学生编制变式试题，鼓励学生多角度思考问题，帮助学生突破思维固化的困境。

变式题1　如图5所示，平行光通过图中左侧虚线框(其中放置一块透镜)后，在右侧光屏上形成一个圆形光斑，该光斑的直径比透镜大。请你判断虚线框中是否是凸透镜，说出接下来的操作及判断方法。(不添加其他器材)

① 操作：将透镜_____；

② 判断方法：_____。

变式题2　如图5所示，平行光通过图中左侧虚线框(其中放置一块透镜)后，在右侧光屏上形成一个圆形光斑，该光斑的直径比透镜大。请你判断虚线框中是否是凸透镜，说出接下来的操作及判断方法。(仅提供一张白纸，不添加其他器材，且不允许移动原器材)

① 操作：将白纸_____；

② 判断方法：_____。

变式题3　如图5所示，平行光通过图中左侧虚线框(其中放置一块透镜)后，在右侧光屏上形成一个圆形光斑，该光斑的直径比透镜大。请你判断虚线框中是否是凸透镜，说出接下来的操作及判断方法。(不添加其他器材，可以动手但不允许移动原器材)

① 操作：将手_____；

② 判断方法：_____。

心理学研究表明，发散思维是创造性思维的重要组成部分，是寻求变异、独辟蹊径的一种开放式思维方式。在习题教学中，通过引导学生编制变式试题，对同一试题开展多角度、不同层次的探索，可以促使学生在遇到解题困难和障碍时，能够灵活地改

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

变思路，并基于“最近发展区”灵活地把物理知识有效迁移应用到新的领域，既能培养学生的思维发散能力，也有助于培养学生思维品质的灵活性[6]。

4　克服思维定势，培养思维的广阔性

思维的广阔性，即思维活动的广度、宽度，是指能全面而细致地考虑问题。具有广阔思维的人，不但考虑问题的整体，而且考虑问题的细节；不但考虑问题本身，而且考虑与问题有关的其他条件[7]。

例4　(2023年江苏南京中考题)如图6所示，在一只轻薄透明塑料袋中装有大半袋水，用弹簧测力计吊住塑料袋并将塑料袋缓慢浸入水中，当测力计示数减小为0时(塑料袋不接触杯底)，发现袋内外水面相平。为了说明浮力的大小与液体的密度有关，仅提供密度不同的两种液体甲和乙($\rho_{甲}>\rho_{水}>\rho_{乙}$)，在前面步骤的基础上，要求控制$V_{排}$不变，以下关于器材选用的设计方案中正确的是　　(　　)



图6

(A) 将袋内水换成等体积的甲液体，袋外水不变

(B) 将袋内水换成等体积的乙液体，袋外水不变

(C) 将袋外水换成甲液体，袋内水不变

(D) 将袋外水换成乙液体，袋内水不变

首先，教师留有足够的时间给学生独立解答。然后，在试题讨论环节，不少学生提到可以使用排除法，先排除A和B两个选项，他们给出的理由是：物体所受浮力大小与$\rho_{液}$有关，这个$\rho_{液}$是物体所浸入的那种液体密度，因此，不应该改变袋内液体种类。针对上述情况，教师提出以下问题：将袋内水换成等体积的甲或乙液体，是否一定无法说明浮力与液体密度的关系呢？面对教师提出的这个问题，学生的固化思维被撼动。再经过讨论，学生最终改变了原有的观点，他们认识到：如果将袋内水换成等体积的甲或乙液体，只需将袋外水也同步替换成甲或乙液体，也是可以说明浮力的大小与液体的密度有关的。

思维的广阔性以丰富的知识为基础[8]。只有具备大量的知识，才能从事物的不同方面和各种联系上去考虑问题，从而避免片面性和狭隘性。

5　解构剖析试题，培养思维的逻辑性

逻辑思维，即是运用概念或范畴、命题或判断、理论，以及推理来把握事物属性或本质特征，乃至世界的“普遍联系与永恒发展”的一般原理与规律的思维[9]。

思维的逻辑性是指思维总是按照一定的形式、方法和规则进行。思维的逻辑性，来自客观现实变化的规律性，它反映出思维是一种抽象的理论认识。思维的逻辑性特点要求以严谨的判断、推理及论证等形式进行思维活动。

表1

序号	U_v(V)	I_A(A)	U_v/I_A(Ω)
1	3.0	0.18	
2	2.5	0.26	
3			5

例5　(2023年上海中考题)物理兴趣小组的同学小徐做“测小灯泡电功率”的实验，他将电源(电源电压为2 V的整数倍)、待测小灯泡(额定电压为2.5 V)、滑动变阻器(A：20 Ω　2 A和B：10 Ω　2 A各一个)、电流表、开关串联。并将电压表并联入电路，最后完成了实验。实验时，他将电压表的示数U_v，电流表的示数I_A，以及两者的商U_v/I_A记录下来，表1中为部分数据。

① 此实验的实验原理：_____；

② 通过计算说明，小徐选的滑动变阻器是_____；

③ 求出小灯泡的额定电功率_____。

从命题者的角度来看，该试题的第二问，意图考查学生分析处理数据的能力和逻辑推理能力。在试题讲评过程中，教师可以先引导学生分析表中序号1和序号2的数据，会发现当电压表的示数减小，电流表的示数增大。如果电压表并联在小灯泡两端，当滑动变阻器的电阻增大时，电流表的示数减小，电压表的示数也减小，与表1中数据矛盾，从而推理得到电压表并联在滑动变阻器两端。由序号1的数据可知，此时滑动变阻器接入电路的阻值为16.7 Ω，故小徐选的是滑动变阻器A。

在对上述试题进行解构剖析之后，教师可以再提出如下问题：本题第二问中是否一定要通过计算才可以确定滑动变阻器的规格？学生讨论后恍然大悟，因为题目中提供的两款滑动变阻器“A：20 Ω　2 A”和“B：10 Ω　2 A”存在逻辑包含的关系，所以，如果变阻器B满足实验要求，那么A也肯定满足。

在讲评完上述试题之后，教师可以紧接着安排学生解答下面这道试题，进行跟进训练。

例6　(2022年四川绵阳中考题)某同学用如图

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

7所示实验电路测量小灯泡L_1、L_2的功率。L_1标有“2.5 V”字样，L_2标有“0.3 A”字样，阻值都约为10 Ω。电源电压恒为9 V，电压表只有“0～3 V”量程可以用，定值电阻$R_0=10\ \Omega$。回答问题，完成实验。

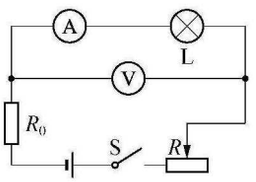

图7

① 电流表量程应选_____。（填序号）

(A) 0～60 mA　　(B) 0～300 mA

(C) 0～0.6 A　　(D) 0～3A

② 滑动变阻器的规格应选_____。（填序号）

(A) 10 Ω　0.2 A　　(B) 10 Ω　1 A

(C) 100 Ω　0.2 A　　(D) 100 Ω　1 A

教师在讲评例6过程中，先引导学生将本题与例5进行对比分析，让学生对试题选项的设计进行评价。多数学生会发现：例6的第一问，因为各选项之间存在逻辑包含的关系，若不考虑电表的测量结果的精确度，假如选项A是正确的，那么其余三个选项自然也是正确的。例6的第二问，各选项之间也存在互为包含的逻辑关系，假如选项A是正确的，那么其余三个选项肯定也是正确的。

通过对上述同类试题的讲评分析，不仅可以让学生意识到逻辑推理在解题、命题过程中的重要性，还可以通过对试题开展评价，提升学生思维的逻辑性。

6　解答同类试题，培养思维的深刻性

思维品质的深刻性即抽象逻辑性，是思维活动的广度、深度和难度[10]。优良的深刻性思维品质有助于学生深入思考问题，把握事物的规律和本质特点，成为学生分析解决问题的重要条件，是思维能力迅速发展的基础。

心理学研究指出，思维的深刻性是指在广泛全面考虑问题的基础上善于透过现象而深入到问题的本质，揭露现象发生的原因。通过学生提出的疑惑，通过思辨，不仅增进学生对相关物理规律的理解，而且增进了学生的思维深度[11]。

例7　（2018年山东威海中考题）空杯底部有一枚硬币A。由于杯壁的遮挡，眼睛在B处看不到硬币，逐渐往杯中加水至如图8所示位置时，眼睛在B处恰好能够看到硬币，请画出人眼看到硬币的光路图（画出1条入射光线及其折射光线即可）。

例8　（2017年湖北随州中考题）如图9所示，人眼在E处通过碗的边缘D点刚好能看到空碗底部硬币的左边缘A点。现在向碗里缓慢加水，当水面到达C处时，人眼仍在E处，但能通过D点看到硬币的右边缘B点。用一条光线示意以上光学现象（并画出水面、法线）。

例9　（2023年江苏南京中考题）如图10所示，小明的眼睛在C处，图示是小明看到水中杯底硬币的A端的光路，在图中用箭头标明光的传播方向；向杯中缓慢注水，在图中画出小明刚看到硬币B端时水面的位置。

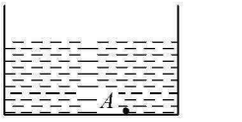

图8

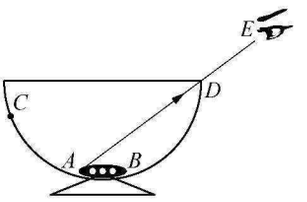

图9

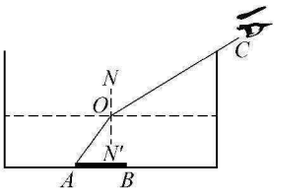

图10

上述试题的解答，需要学生思维具有一定的抽象逻辑性。例7，需要把硬币和人眼都抽象成一个点。例8和例9，需要把人眼抽象成一个点，但是要考虑硬币自身的大小。除此以外，学生能否正确解答上述试题，在思维层面上，关键需要深刻理解光的折射规律。从试题的思维水平上看，上述三道试题的思维广度、深度和难度是逐步递升的，通过对上述题目的评析，有助于学生思维深刻性的提升。

7　限时解答试题，培养思维的敏捷性

思维的敏捷性，即思维过程的速度，是在处理问题时能适应迫切的情况积极思维，正确地判断和迅速地采取措施[12]。敏捷性思维品质作为一种思维活动迅速而正确的思维，集中反映了学生智力的敏锐程度。

例10　（2023年江苏南京中考题）如图11所示，A、B、C是置于水平桌面上的三个圆柱形容器，分别装有水或酒精。B和C两容器的底面积相同，且其中的液体深度也相同。三个容器中液体对容器底部压

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

强的大小分别为 p_A、p_B、p_C(已知 $\rho_{水}>\rho_{酒精}$)。

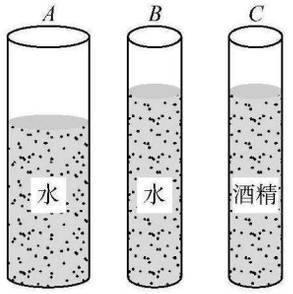

图11

① p_A、p_B、p_C的大小关系是:p_A_____p_B;p_B_____p_C。

② 仅对图11中器材简单操作后,利用压强计可以证明液体对容器底部的压强与容器底面积大小无关。简单操作是_____。

思维的敏捷性表现为在思维结果正确的基础上,能运用物理知识和实验技能在最短的时间里设计出解决物理问题的实验方案,或在相同的时间里设计出最多的合理的实验方案。为此,在教学中,教师可以在规定时间内,让学生独立解答试题,进而训练学生思维的敏捷性[13]。在上述试题第二问的讲评中,教师给学生一定的时间,限定学生在规定的时间内,尽可能多地提供操作方案,从而培养学生思维的敏捷性。

8　解题讲题命题,培养思维的创造性

思维的创造性即思维的独创性,它表现为善于独立思考,善于创造性地发现和解决问题。在习题教学中,教师引导学生不满足于正确解题,还要能够熟练讲题,最终能够自主命题,不仅能够强化学生对相关知识的深刻理解,还可以培养学生的创造性思维[14]。

例11　(2022年山西省中考题)创新小组的同学们为学校食堂设计了一个可自动注水的储水池。如图12所示是它的简化装置图,电源电压一定。控制电路中,R_N为压敏电阻,其阻值随压力的变化而变化,R_0为定值电阻。闭合开关S_1、S_2,当池中水位上升到一定高度时,触点分离,工作电路断开,注水装置自动停止注水,当池中水位下降到一定位置时,触点连接,工作电路接通,注水装置自动开始注水。下列分析中正确的是　(　　)

(A) 水位上升时,电磁铁磁性变弱

(B) 水位上升时,通过R_0电流变小

(C) 水位下降时,R_0的电功率变大

(D) 水位下降时,R_N的阻值会变大

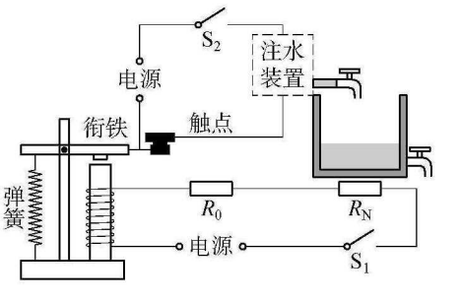

图12

在习题教学中,教师先留有足够的时间给学生独立解答上述试题,然后再请同学讲题。在解题和讲题的过程中,学生对自动注水装置的工作原理加深了理解,能够正确运用力、电知识解决综合问题。

在学生熟练运用物理知识解决实际问题的基础上,如何进一步发挥试题的育人价值?教师可以基于现有试题,鼓励学生自主命制创新试题,进而培养学生的创造性思维。在教学实践中,笔者执教班级的学生命制了以下一系列问题:

问题1:控制电路中R_0的作用是什么?

问题2:要改变水池中所设定水位的最大高度,可以采取的措施有哪些?

问题3:如果提供一只电流表,将其改装成水量表并接入电路,如何接?

问题4:如果提供一只电压表,将其改装成水量表并接入电路,如何接?

……

结合学生自主命制的问题,教师再次组织学生们讨论。比如,将R_0替换成滑动变阻器或者电阻箱,可以更加方便地设定水池中水位的最大高度,还可以调节控制电路中电源电压来设定水池中的最高水位。另外,在控制电路中串联一只电流表,可以通过电流表指针偏转的角度反映水池中水位的高低。也可以在控制电路中并联一只电压表,当使用电压表来充当水量表时,电压表可以和R_0并联,考虑到电磁铁线圈有电阻,电压表也可以与线圈并联。

在交流评析的过程中,学生们加深了对相关力学、电学知识的理解,而且学生自主命题、提出改进措施的过程,也有效地培养了学生思维的创造性。

9　结束语

思维品质的批判性、灵活性、深刻性、广阔性、逻辑性、敏捷性、创造性是完整思维品质的主要组成要素,它们之间是相互联系、密不可分的。思维品质的

(下转第46页)

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$$\eta_{总}=\frac{W_{输出}}{W_{输入}}\times 100\%=\frac{1.44\times 10^{7}\mathrm{J}}{2\times 10^{7}\mathrm{J}}\times 100\%$$
$$=72\%>70\%$$

可见得到的这一数据是可信的。

其实，根据上文推导得出的系统综合效率与各装置机械效率之间的乘积关系，可以得出系统综合效率等于整个转化过程中每一次转化效率的乘积，即 $\eta_{总}=\eta\cdot\eta'$，因此就能够一次性计算出例2第五小题中系统的综合效率。

从能量转化的视角看，所有机械对物体做功实质是利用机械这个载体，由外界向机械输入能量，机械通过做功的形式将有效的能量转移到下一个目标物体上，有目的地增加该物体的机械能、内能等能量。但是能量不是转化一次就停止了，可能经历无数次的层层转化，其中每一次的机械效率反映该次能量转化过程中，下一目标物体从中获得有价值能量的传递效率，总功的大小等于外界对机械输入的能量，有用功的大小等于机械对下一目标物体输出的有价值的那部分能量[6]。而系统的综合效率等于整个能量转化过程中，每个目标物体从机械做功中获得有价值能量的效率的乘积，如图8所示。

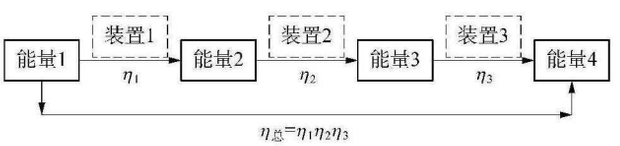

图8

5　结　语

新课标中物理学科核心素养目标是初中学业水平考试(中考)命题的重要依据，中考试题命制变革方向对学校课堂教学具有导向性作用。在真实问题解决中培养学生的科学思维能力是未来教学变革的重点，科学思维是正确解决问题的基础和保障，科学地解决问题是科学思维的目标与价值。本文以中考试题真实问题的解决为导向，在对相关组合型机械装置的模型分析、模型建构、推理论证、质疑创新中发现问题、分析问题与解决问题，培养学生的科学思维能力与问题解决能力。落实“为思维而教”的教学理念，使科学思维得到升华。同时进一步培养学生节能环保、可持续发展的意识，自觉践行低碳生活方式。

参考文献

[1] 殷欧霞. 初中物理有关效率的教学体会[J]. 陕西教育(教学版)，2015(Z1)：62.
[2] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.
[3] 华东地区初中物理教材编写组. 义务教育教科书·物理(九年级　上册)[M]. 上海：上海科学技术出版社；广州：广东教育出版社，2020：11　13.
[4] 曹可攀. 由“提水桶”问题到突破滑轮组机械效率的计算问题[J]. 物理教师，2020(5)：43　44.
[5] 陈云霞. 能量转化有方向　节约环保要增强[J]. 中学生数理化(初中版)(中考版)，2014(12)：27　28.
[6] 吴清周. 浅谈机械效率中有用功的定义及教学实践[J]. 物理教学探讨，2022(10)：56　59.

(上接第51页)

高低是思维能力强弱的主要标志，因此在物理教学过程中，教师要有意识地利用包括习题课在内的多种方式、途径训练学生的思维品质，全面提升学生的学科核心素养[15]。

参考文献

[1] 李鸿，李建，李群. 基于深度学习的初中物理习题教学实践与思考[J]. 物理教学，2022(10)：29　32.
[2] 卢玉龙，邵云. 从一道例题看习题教学中思维能力的进阶[J]. 物理教学，2022(8)：59　61，20.
[3] 黄永顺. 加强习题教学研究，培养学生物理思维[J]. 物理教学，2018(2)：53　56.
[4] 孙春成. 物理实验习题变式教学培养学生创新思维[J]. 物理教师，2022(3)：31　34.
[5] 卢敏翔. 指向深度学习的习题教学探索[J]. 物理教师，2023(4)：11　14.
[6] 沈伟云. 基于灵活性思维品质发展的科学实验教学研究[J]. 化学教与学，2017(5)：87　88.
[7] 沈伟云. 基于发展学生思维品质的中考科学试题评析策略[J]. 中学物理教学参考，2017(7)：49　51.
[8] 沙琦波. 丰富实验探究　提升思维品质　以自制教具“平面镜成像仪器”为例[J]. 物理教学，2022(3)：25　28.
[9] 张霞. 应用广泛的电磁继电器[J]. 初中生学习指导，2023(3)：42　43.
[10] 孙龙周. 指向学生科学思维的初中物理教学[J]. 物理教师，2023(5)：45　47，50.
[11] 孙龙周. 初中物理学业水平考试中填空题命题评析[J]. 物理之友，2023(1)：12　15.
[12] 孙龙周. 初中物理学业水平考试中选择题命制技术探讨[J]. 物理之友，2023(2)：5　7，18.
[13] 孙龙周. 基于课标的初中物理学业水平考试命题技术　以实验题的命题技术为例[J]. 实验教学与仪器，2023(5)：5　8.
[14] 沈伟云. 初中科学思维教学[M]. 杭州：浙江科学技术出版社，2018.
[15] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net