

与教法·

设计“问题链”驱动课堂 培养学生的科学思维品质

——以“机械能守恒定律”教学为例

马云秀

(苏州工业园区星海实验中学,江苏 苏州 215021)

摘要:以“机械能守恒定律”教学为例,根据高中物理课程标准的基本理念、课程总目标和物理核心素养的要求,以生活经验为基础,科学探究为核心,拓展应用为落脚点设计“问题链”驱动教学,探索培养学生科学思维品质新路子。

关键词:科学思维;科学思维品质;问题链

科学思维品质是物理核心素养的重要内涵之一,培养学生的科学思维是高中物理教学的重要任务,也是物理教师的崇高追求。物理教师如何将科学思维品质的培养贯穿于物理教学活动之中,设计一个新的课题,问题是课堂的中心,问题的设计。笔者尝试通过创设“问题链”驱动教学,把物理课程中所形成的物理观念和物理观念的分析、解决现实生活中的各种问题,在探究过程中进一步提高学生的探究能力,培养学生的科学思维品质。

“问题链”驱动教学与培养学生科学思维品质的关系。关于思维与问题的关系,不同的认识,其中杜威对思维过程有经典。杜威认为,思维的过程是解决问题的过程,这一生产过程从反思开始移动到解决问题的思维,最后得到比个人信仰更可靠的可以证实的结论。思维不是自然发生的,它是由“难题和疑问”或“一些困惑、混淆或怀疑”引起的,“手头的数据不会提供解决方案;它们只是对“解决方案的需要”。

杜威认为,思维的本质决定了思考的结果,思维的过程。不难看出,杜威着重强调了思维的重要意义,思维的发生就是反思、探究、批判——解决问题的过程。

“问题链”驱动教学三个概念:问题链。教师为了实现一定的教学目标,根据学生的认知或经验,针对学

生学习过程中将要产生或可能产生的困惑,将教材知识转换为层次鲜明、具有系统性的一连串的教学问题;是一组有中心、有顺序、相对独立而又相互关联的问题。问题链是一个有机的教学整体,以链状结构环环相扣,体现问题间的能级增益和学科思维的推进深化。

“问题链”驱动教学不是教师问加上学生的答,而是师生双方围绕环环相扣的问题情境,进行多元的、多角度的、多层次的探索 and 发现。“问题链”驱动教学,是一种发展性教学,是指教师精心设计真实的驱动型问题,以问题贯穿整个教学过程,促使学生在设问和释问的过程中萌生自主学习的动机和欲望,在分析和解决问题的过程中,培养学生的探究意识,增加学生实践的机会,通过问题的解决,达到发展学生独立思考能力与科学思维品质的目的。

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”4个方面构成。而物理学学科素养的核心是“科学思维”。“科学思维”是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及联系的认知方式;是基于经验事实、科学理论、逻辑推理等方法,对物理现象进行解释、论证等方法的内化,是学生在学习过程中,对不同观点和结论提出质疑、批判、检验和修正,进而提出创造性见解的能力与品质。科学思维品质,就是指主体在解决问题时能运用科学思维规律或方法进行思考,在解决问题的过程中所表现出的对问题解决具有积极意义品质特征。

“问题链”驱动教学是提高学生科学思维品质

的重要、最
教学成
教学为例
拓展应用
培养学生
实践效果
“问题链”
的案例教
以生活
主思维的
问题链
问题 1
列,请同
体现过
小球相
绳,一
刻度尺
学生
设置了
单射
衬纸
问
将
再授
专作
要
的译

培
同
的
培
设
中
的

的译

表 1

实验次数	t_1 /s	速度 v /m · s ⁻¹	最低点动能 E_k /J	初始的重力 势能 E_p /J
1	0.0140	1.39	0.97	0.98
2	0.0141	1.38	0.95	0.98
3	0.0142	1.37	0.94	0.98
4	0.0143	1.36	0.93	0.98
5	0.0144	1.35	0.92	0.98
6	0.0145	1.35	0.91	0.98
7	0.0145	1.35	0.91	0.98
8	0.0146	1.34	0.89	0.98
9	0.0147	1.33	0.88	0.98
10	0.0148	1.32	0.87	0.98
11	0.0149	1.31	0.86	0.98
12	0.0150	1.30	0.85	0.98
13	0.0151	1.29	0.83	0.98
14	0.0152	1.29	0.83	0.98
15	0.0153	1.28	0.82	0.98
16	0.0153	1.27	0.81	0.98
17	0.0154	1.27	0.80	0.98
18	0.0155	1.26	0.79	0.98
19	0.0156	1.25	0.78	0.98
20	0.0157	1.24	0.77	0.98

问题 3: 前面几组数据能够定量说明, 在误差允许的范围内, 小球 A 到 B 的过程中机械能总量保持不变. 请大家理论证明, 在不考虑阻力的情况下, 小球摆动过程中机械能守恒.

证明: 根据动能定理, 有

$$W_G = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2.$$

根据重力做功与重力势能变化的关系, 有

$$W_G = mgh_1 - mgh_2,$$

可得

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2.$$

说明: 对于基础较差的学生可以设置问题, 搭建脚手架, 帮助学生思考. 动能的增量与什么力做功有关, 重力势能减少量与什么力做功有关.

问题 4: 实验数据也表明, 小球在最低点的动能越来越小, 小球的机械能不守恒了, 说明机械能守恒是有条件的, 这个条件是什么?

问题 5: 为什么把小铁球换成塑料球, 在来回摆动过程中塑料球机械能明显不守恒呢?

师生探讨: 塑料球所受阻力更大, 不可忽略, 阻力对球做了负功.

反思: 问题链 2 有以下几个教学功能: (1) 学生从不同角度设置实验说明小球在摆动过程中机械能总量不变, 培养学生思维的灵活性; (2) 问题的呈现过程, 也是科学思维的过程, 也是掌握科学思维方法的过程. 通过问题链的思考, 学生领悟了设计型实验的思考步骤: 机械能与哪些物理量有关, 要测量哪些物理量, 需要什么实验器材, 装置如何, 数据如何处理等; (3) 培养学生质疑精神, 让学生明白特殊过程的结论不是规律, 要探究一般过程也满足, 那才是规律; (4) 要理解机械能守恒的条件, 光正面分析是远远不够的, 只有通过问题正反两面思考, 引导学生客观地考虑正反两方面的论据, 才能让学生真正理解机械能守恒的条件.

将这样的问题链呈现在学生面前, 学生虽然刚开始可能感到害怕, 但他们通过对已学知识的分析, 会发现自己可以解决, 学生就会有热情去解决此问题. 这种问题链有利于学生整合现有知识, 主动去进行探索, 建构新知识, 掌握解决问题的方法; 有利于启发学生积极主动、独立地去钻研, 养成勇于探索的精神. 像这样的问题链具有探究性, 能激励学生积极思索, 大胆设想, 达到锻炼思维、发展智力目的. 这样的问题链被视为“有效教学的核心”, 它是培养学生科学思维品质的有效途径.

问题链 3.

问题 1: 在只有重力做功的情况下, 机械能是守恒的; 同样作为势能的弹性势能也是机械能的一部分, 是不是在只有弹力做功的情况下, 机械能也守恒呢?

教师演示: 与弹簧相连的滑块在气垫导轨上往复运动, 如图 4.

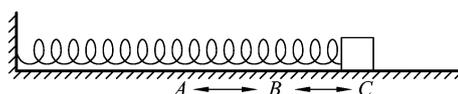


图 4

问题 2: 滑块运动过程中能量如何转化?

问题 3: 动能和势能的总和是否保持不变? 能不能类比重力做功情况证明系统机械能守恒?

教师适当加以辅助, 再对弹簧与物块的运动过程简要分析, 得出动能和势能的转化关系, 并明

确在只有弹力做功的系统中机械能是物体和弹簧共有的。

学生观察实验,并讨论怎样证明弹力做功的时候,弹性势能和动能之和为定值。

学生讨论后,很容易发现:只需把上面推导中的“重力做功”改成“弹力做功”就可以推出,任意两个状态的弹性势能和动能之和相等,即机械能守恒。

问题 4:刚才得到的结论如何完整地表述?

问题 5:机械能守恒定律的表达式怎么写?机械能守恒的对象是什么?机械能守恒的条件是什么?

问题 6:只有重力或弹力做功,能否换成只受重力或弹力?

反思:问题链 3 较好地突破了教学难点,学生的知识在问题链的引导下,将有弹力做功的情况与有重力做功情况进行类比,形成了知识的迁移链,提高了思维活动的质量。

2.3 以拓展应用为落点设计诊断性问题链,提升学生思维的灵活性

问题链 4.

问题 1:下列实例中(除①外,都不计空气阻力),如图 5,哪些情况机械能守恒?说明理由。

- ① 跳伞员利用降落伞在空中匀速下落;
- ② 抛出的篮球在空中运动;
- ③ 用绳拉着一个物块沿着光滑斜面匀速上滑;
- ④ 光滑水平面上运动的小球碰到一个弹簧,把弹簧压缩后,又被弹回来。

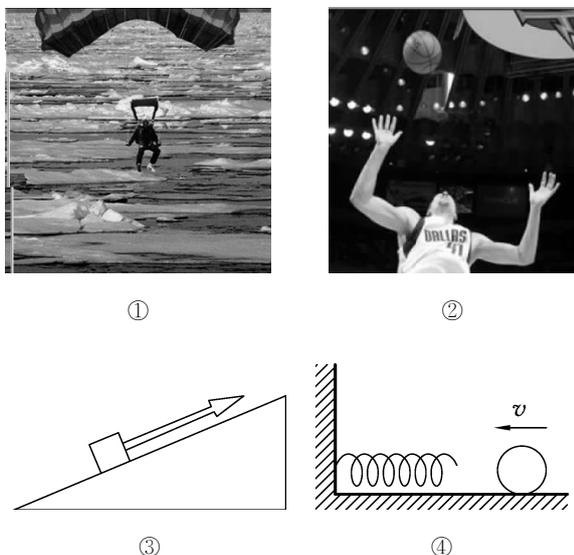


图 5

反思:①、③两种情况培养学生的发散思维,两种情况都可以从两个角度去分析,一个角度是从机械能的总量分析,根据跳伞员匀速下落,物块匀速上滑动能不变,而高度改变,重力势能变化,机械能总量将发生改变;另一角度是从机械能守恒的条件分析,①中由于有空气阻力做功,③中由于有拉力做功.②符合机械能守恒条件.④强化对象,小球机械能不守恒,但小球和弹簧组成系统机械能守恒。

问题 2:物体沿光滑斜面下滑机械能是否守恒?请定性画出物体动能、重力势能和机械能随下滑位移变化的图像。

问题 3:物体沿粗糙斜面下滑机械能是否守恒?请定性画出物体动能、重力势能和机械能随下滑位移变化的图像,如图 6~8。(注:图中 1 为斜面光滑,图中 2 为斜面粗糙的情况。)

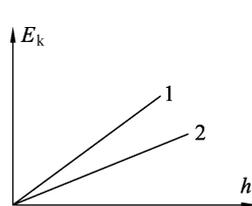


图 6

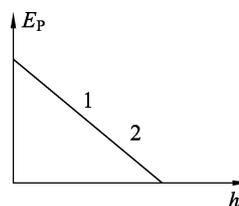


图 7

问题 4:斜面光滑和粗糙两种情况下物体动能、重力势能和机械能随下滑位移变化有何相同和不同?为什么?

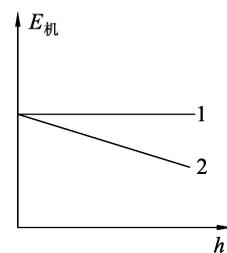


图 8

反思:这个问题链抓住了机械能守恒定律的得出过程,以及机械能守恒定律与其他功能关系的联系和区别,通过对比问题的探究让学生深刻理解动能的变化与合外力做功有关(两种情况合外力做功不同)、重力势能的改变与重力做功有关(与其他受力无关),只有重力做功时物体重力势能的减少量才等于动能的增加量,机械能守恒,斜面粗糙,物块重力势能的减少量大于动能的增加量,机械能不守恒.通过图像让学生更直观形象地理解重力势能和动能变化跟哪些因素有关,什么情况下才仅在两者间转化,机械能守恒.通过问题链,学生对所学内容进行反思、归纳、整理而走出教材.反思及诊断有利于学生弄清结论成立的前提,并能提高学生分析问题、解决问题的能力.研究表明,围绕教学 (下转第 12 页)

察者各种运动
方向同向为正
示. 由图 6 知,

$$ab = (v_p - v_s)$$

$$f_{\text{收}} = \left(\frac{v_p - v_s}{v_p - v_s} \right) \cdot$$

讨论 由矢量公

者同线都做匀速运动
不会感到音调变化的
擦肩而过时,接收频率
变为小波源频率,听到
到低瞬时变化,但其
调在变化. 请你思考
为什么火车从身边
变化的?

结论:由于波
者所接收到的
普勒效应. 对于

速度),即 $f_{\text{收}} =$

入...我们会发现
是...有纵向多
效...波、光波存在
研究活动:定
的...它能...
效...物理学...
是...或...
一...定量化...
测...些还需要十分
研究...当于粗调,高度
解决实际问题总应是
4 辩证思维探究微设

由矢量公

(上接第 8 页)

容中的“三点一处”
,精心设计...
反思,诱使学生
异思维,然后...
构知...培养...
也是对其
培养...通过...
...学生