



基于物理知识结构化的形成机制 高效物理课堂的创建

郭可馨 程敏熙

(华南师范大学物理与电信工程学院 广东 广州 510006)

刘勇辉

(广州市第五中学 广东 广州 510220)

(收稿日期:2017-08-20)

摘要:从认知的角度分析物理知识结构化的形成机制,在此机制下诊断学生的知识掌握薄弱之处.根据学生对知识的掌握情况,教师设计教学内容、分配教学时间,可以略去教学中冗长、累赘的部分,从而达到创建高效课堂的目的.

关键词:物理知识结构化 同化 顺应 诊断 高效课堂

在素质教育和应试教育互为对立统一的时候,教师的课堂教学日渐迷失了主线,课堂中以素质教育的名义“轰轰烈烈”地做表面文章,却在“实实在在地”推行应试教育,制造课业负担,教师疲于准备各种“花样”,学生跟着教师的步子吃力地前进却收效甚微,此为我国当代中小学教学生活的真实写照^[1].创建高效的物理课堂,分清教学内容的主次,减少课堂教学中的内耗与不必要的修饰,根据学生对知识的掌握情况分配教学时间与精力,这样才能为学生留足空间,为在课堂中落实培养学生的核心素养提供了可能,确保教学效能稳步提升.本文提出基于物理知识结构化的形成机制高效课堂创建的流程模型,并结合具体实例分析,力图为教学改革拓宽思路.

1 物理知识结构与物理知识结构化的区别与转化

1.1 物理知识结构

布鲁纳提出学科基本结构理论,所谓“学科基本结构是指该学科的基本概念、基本原理及其相互之

间的关联性,是指知识的整体性和事物的普遍联系,而非孤立的事实本身和零碎的知识结论”.任何学科都有基本的结构,任何与此学科有联系的概念、事实、观念、论据、方法等都可以连续地纳入一个统一的结构之内^[2].“物理知识结构”广义的讲是物理学科体系,是人类迄今为止所积累的物理知识的总和.从狭义的角度理解就是在学校教育中,把物理教材中的知识结构对应于物理的知识结构.与具体教学相联系的物理知识结构是指一节课中与教学目标实施直接关联的,必须让学生掌握的基本概念、定理、公式、问题解决方法按照一定的逻辑相互关联、相互渗透构造的关系网络.

1.2 物理知识结构化

学生如果掌握了物理知识的基本结构,教师就可以引导学习者自己去习得新知识,学习者自己发现观念间的以前未曾认识到的相似性规律和关系时会产生一种对于自身能力的成就感.学生在以后的学习中不断调整所获得的物理知识结构的过程就是物理知识结构化.

作者简介:郭可馨(1994-),女,在读硕士研究生,研究方向为物理课程与教学论.

通讯作者:程敏熙(1962-),男,博士,副教授,研究方向为光电技术与系统、物理实验设计.

物理知识结构化是学生在教师的指导下按照自己理解的深度和广度,结合自己的感知觉、记忆、思维、联想等所获得的一种经过改造了的具有内部规律的物理知识结构,它是新的物理知识和学生已有的物理知识结构相互作用的产物.和具体教学相联系的物理知识结构化是学生将每节课积累起来的知识加以归纳和整理并与原有的物理知识结构整合,使之条理化、纲领化,纲举目张,不是像一盘散沙,像红线串珠,一点点地将知识构造关系网络化,而不是简单堆积.物理知识结构化其本质就是将物理知识结构转化为学生头脑中的物理认知结构的过程,如图1所示.

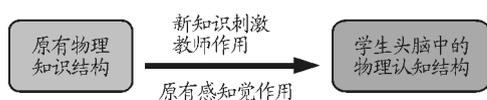


图1 物理知识结构化的内涵

在国外的研究中,对认知结构内涵的理解,不同的心理学家持有不同的观点.其中,皮亚杰从认知发展的观点,最早对认知结构这一术语做了相关描述,并认为认知结构是人活动内化的产物.布鲁纳则用类目及编码系统来描述结构.他认为,认知结构是知识的组织结构,它们以编码系统式的结构结合在一起.奥苏贝尔是认知结构理论具体化的实用主义者.他认为认知结构就是书本知识在学生头脑中的再现形式,是有意义学习的条件和结果^[3,4].国外大多数学者认为,知识结构只有学习者在头脑中经过多方位的内化消化和吸收才能转化为本人的认知结构.因此物理认知结构是一种经过学生主观改造了的物理知识结构,是物理知识与学生心理结构相互作用形成的一个认知功能系统,反映了学生头脑中物理知识的存储状态及物理信息加工方式.认知心理学表明,认知结构是个体解决问题的关键,它包含着许多信息和功能,如果个体有意识地利用这些信息和功能,相应的问题便会得到解决.学生学习物理的过程实质上是物理认知结构不断建立和完善的过程.

2 物理知识结构化的形成机制

在物理的学习过程中,通过教师的教和学生的

学,物理知识结构完全可以转化为物理认知结构,前者是后者形成的物质基础和客观依据,后者是在学生头脑中与自己原有的知识结构及经验发生了反应经过改造的具有内部规律的物理知识结构,根据认知心理学的观点,学生的物理新知识与已有的物理旧知识之间的连结,通常情况下采取同化和顺应两种方式来实现.当学习者主体与新的物理知识客体发生交互作用的时候,学习者能够利用已有的认知结构把新的物理知识纳入到自己原有的物理知识认知结构中,进而引起学习者主体物理认知结构数量的扩充,这个过程就是学习者在原有物理认知结构的基础上对新物理知识的同化.当学习者与新的物理知识发生交互作用的时候,原有的物理认知结构不能同化新的物理知识,就需要学习者对原有的物理认知结构进行重组和改造,以适应新的物理知识的纳入,这个过程就是学习者对新物理知识的顺应^[5].物理知识结构化的形成机制就是通过同化和顺应两种方式进行的(图2),学习者进行多次同化和顺应的过程,最终将知识以最有效的方式存储在大脑中,以此把原来零散的物理知识形成合理有序的物理知识体系,从而形成良好的认知结构.

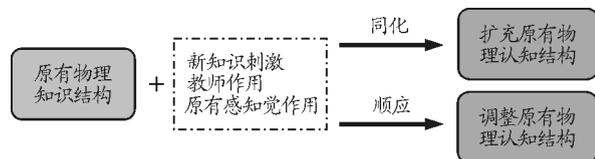


图2 物理知识结构化的形成机制

3 基于物理知识结构化形成机制的高效物理课堂创建方法

课堂教学从单纯追求掌握知识到基础学习能力再到现在强调核心素养终身能力的发展,唯有通过改变课堂结构,大幅度提升单位时间效益,才有可能把学生从时间加汗水的应试模式中解救出来,把学习的主动性还给学生.

3.1 高效课堂的内涵

高效物理课堂是在课堂教学中,在单位时间内高效率、高质量地完成教学任务、促进学生获得高效益发展.实现高效课堂第一步就是对课堂的瘦身与

重难点的把握. 教师可以利用物理知识结构化形成机制, 根据物理知识结构诊断出学生知识同化或顺应的薄弱处, 合理分配教学内容的时, 对课堂知识进行过滤、筛选、提纯, 把那些无用、冗余、偏多的“教”的成分剔除出去. 一部分教师认为课堂上的板书中的带有大括号囊括性的知识属于物理知识结构, 例如压强一节的板书(图3). 其实不然, 这类板书虽然有其结构, 但只是知识的展现形式上的结构, 往往将它称为知识清单. 教师应关注的是知识本身的内部逻辑与结构, 有助于教师课堂结构的优化. 基于物理知识结构化的形成机制创建高效物理课堂流程模型如图4所示. 下文以测量浮力的大小这一知识点说明.

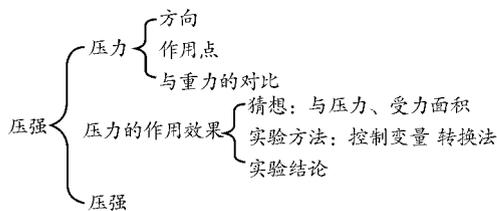


图3 压强板书

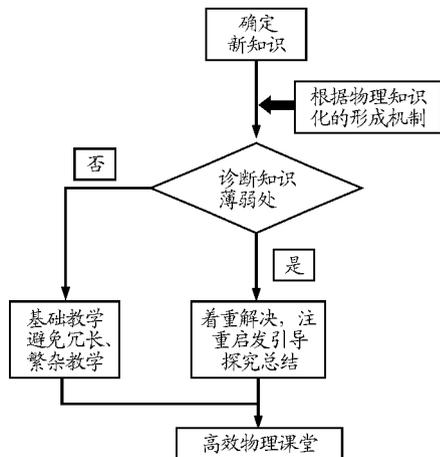


图4 流程模型图

3.2 根据物理知识结构化的形成机制诊断学生知识掌握薄弱处

测量浮力的大小为 人教版八年级下册第 9 章内容, 学生所学的浮力相关知识是以浮力概念为基点, 以阿基米德原理为核心, 物体的浮沉条件为其表现形式^[6]. 测量浮力大小的 4 种方法就是浮力知识的综合应用, 其知识结构如图 5 所示.

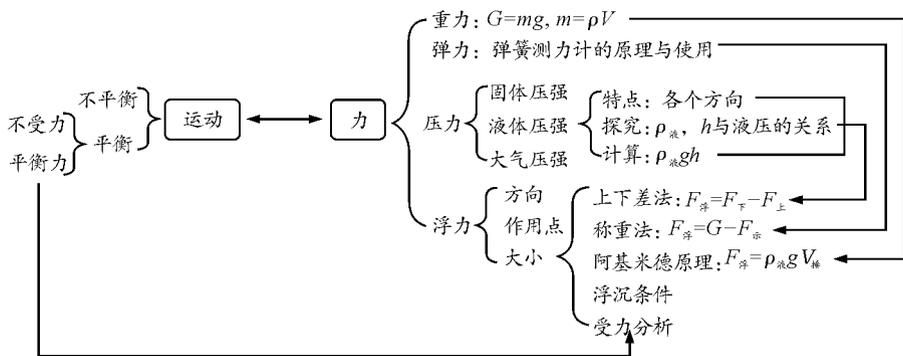


图5 浮力的大小知识结构图

对图 5 进行分析可以诊断出学生的知识薄弱处.

第一, 上下压力差法, 由图 5 中箭头可知, 学生已经在学习液体压强时通过一些直观的现象, 如矿泉水瓶侧壁戳孔后会有水柱射出, 知道了液体压强是各个方向的, 学习了液体压强的计算公式 $p = \rho_{液} gh$, 因此在学习上下压力差法计算浮力的大小时, 大部分学生能够顺利地将这种方法同化进他们原有的物理认知结构中.

第二, 称重法, 由图 5 中箭头可知, 学生在弹力

一章已经学习过弹簧测力计测量物体的重力, 大部分学生也可以较为容易地将这种方法同化进原有的物理认知结构, 但与测力计测量物体重力有所不同的是, 称重法中, 将物体浸入水中后, 测力计示数为重力减去浮力, 因此这里要想让学生顺利地同化, 教师需进行适当地受力分析以及对多种浸入情况进行讨论.

第三, 阿基米德原理法, 由图 5 中箭头可知, 浮力与排开液体的重力的关系与以前的知识并没有联系, 学生只是学习了质量密度计算公式 $m = \rho V$, 没

有直接的知识点去同化这一种方法. 学生在这里会产生一定的学习困难, 因此这部分内容应该是教师着重帮助学生顺利顺应新知识纳入物理认知结构的地方.

第四, 根据浮沉状态进行受力分析法, 由 5 图中箭头可知, 学生可以将二力平衡中的知识——平衡态时不受力或受到平衡力——迁移到漂浮或者悬浮状态, 但由于此时不再是静态的二力平衡, 而是一种动态平衡过程, 与原有的知识发生冲突, 学生需要教师的指导, 将这一知识点顺应到其原有的物理认知结构.

根据物理知识结构化的形成机制诊断出学生会第 3 种和第 4 种方法掌握较为薄弱.

3.3 根据诊断出的知识薄弱处针对性分配教学内容时间

上述诊断与一些教师的反馈完全一致, 教师普遍认为学生在测量浮力的大小这一知识点上, 最为薄弱的是阿基米德原理和根据浮沉条件受力分析测量浮力的大小. 根据以上基于物理知识结构化的形成机制对物理知识结构的分析诊断出的知识薄弱处, 可作为教师教学设计时的指导思想.

(1) 对上下压力差、称重法测量浮力大小知识点的处理

从液体压强 $p = \rho_{\text{液}} gh$, $F = \rho_{\text{液}} ghS$ 入手, 分析物体各个面受到的液体压强和压力, 引导学生理解左右两个面压力是反向等大的, 可抵消, 上下两个面存在向上的压力差, 从而产生了浮力. 称重法时, 从测量物体重力开始, 逐渐将物体浸入到液体中, 此时教师必须进行受力分析, 说明物体受到重力、拉力和浮力, 帮助学生同化新知识, 得出 $F_{\text{浮}} = G - F_{\text{示}}$. 教师不用过多强调复述与推导, 学生可以理解过程, 但不能灵活应用, 可使用例题让学生在各种情境中运用新知识.

(2) 对利用阿基米德原理测量浮力大小知识点的处理

1) 经历探究实验, 理解排开液体体积

帮助学生顺应排开液体体积这一知识点. 准备

好水槽、水、大塑料瓶等, 要求学生把密封的空塑料瓶慢慢地按进水里. 在操作过程中学生亲身体会到浮力的变化情况, 即塑料瓶在浸入水的过程中, 感受到水的托力越来越大, 直到塑料瓶浸没到水中为止. 在实验操作中还可以观察到塑料瓶排开液体体积的变化情况, 随着塑料瓶慢慢浸入水中, 水槽内液面上升, 当塑料瓶完全浸没水中, 水槽内液面保持不变了. 教师说明液面不断上升是因为塑料瓶浸入之后排开了一部分液体, 浸入越多排开的体积越大, 这样, 学生对排开液体的体积与浸入液体体积有了初步的感知

$$V_{\text{浸}} = V_{\text{排}}$$

2) 自主猜想, 理论分析

有学生认为, 向水中按压塑料瓶过程中, 感觉越深浮力越大, 有学生说, 塑料瓶浸没到水中后, 浮力感觉不变了. 教师使用称重法测量物体处在液体不同深处的浮力, 引导学生自主归纳出物体在浸没后所受浮力大小与深度无关. 在此基础上教师理论推导出浮力的计算公式

$$F_{\text{浮}} = F_{\text{下}} - F_{\text{上}} = \rho_{\text{液}} gSh_1 - \rho_{\text{液}} gSh_2 = \rho_{\text{液}} gV_{\text{浸}} = \rho_{\text{液}} gV_{\text{排}}$$

结合刚刚称重法中的结论, 浸没后浮力不变, 排开液体体积也没变, 引导学生猜想浮力大小是由排开液体的体积和液体密度决定的.

3) 实验验证阿基米德原理

理论分析知 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} gV_{\text{排}}$, 引导学生从原有的知识结构 $m = \rho V$ 得出

$$F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} gV_{\text{排}} = m_{\text{排}} g = G_{\text{排}}$$

这时教师提出阿基米德原理就是 $F_{\text{浮}} = G_{\text{排}}$, 让学生自主思考如何寻找 $F_{\text{浮}}$ 和 $G_{\text{排}}$ 的关系.

师: 浮力如何测量?

生: 将物体逐渐浸入液体中利用称重法测量浮力.

师: $G_{\text{排}}$ 如何得知?

生: 在物体浸入的过程中用小桶接住排出来的液体, 进而使用弹簧测力计测量.

到这里, 验证阿基米德原理实验的基本方法、原

理,学生较为顺利地将它顺应进原有的知识结构.在验证的过程中,要求学生对实验细节误差进行进一步思考,如,测量 $G_{\text{排}}$ 时,若先测量小桶加排开水的重力后,小桶沾了水就会造成误差,又比如溢水杯的液体并没有装到溢水口,这时有一部分液体并没有排进小桶中.

设计意图:现行的人教版教材“阿基米德原理”仅仅一句“我们用物体排开液体的体积取代物体浸在液体中的体积”便完成了从 $V_{\text{浸}}$ 向 $V_{\text{排}}$ 的转化.大量教学实践表明,关于 $V_{\text{排}}$ 内涵的理解构成了本节课教学的重点,亦是学生理解的难点^[7].同时,直接进行实验探究出“浮力大小等于排开液重”结论也给学生造成了较大的困难,学生获得物理知识的过程并不能完全等同于科学家发现自然规律、建立物理概念的过程.教师在考虑学生自身认知水平与知识理解所需认知水平间存在的差距的基础上,将探究变为验证,实质上学生也是经历了探究的过程.

(3) 对根据浮沉条件受力分析测量浮力大小知识点的处理

首先让学生明白漂浮与悬浮、上浮与下沉的物体的状态,并且让学生明确漂浮与悬浮状态是一种平衡态,重力与浮力是一对平衡力.教师在这里应帮助学生理解动态平衡过程,强调将物体浸没在液体中,若物体上浮则 $F_{\text{浮}} > G_{\text{物}}$,最后上浮至漂浮在水面上,由不平衡到平衡态,重力的大小并没有发生变化,引导学生结合阿基米德原理分析在不平衡走向平衡的过程中,得出物体上浮至漂浮的情况下浮力减小的原因是因为物体浮出液面后排开液体体积减小.若物体将下沉最后沉底,则 $F_{\text{浮}} < G_{\text{物}}$,对沉底物体受力分析知 $G = F_{\text{支}} + F_{\text{浮}}$.若物体浸没时 $F_{\text{浮}} = G_{\text{物}}$,重力不会变化,浮力也将不变,因此排开液体体积不变,松手后将悬浮.在此基础上,教师分析浸没时排开液体体积就是物体体积,用浸没时的浮力 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} gV_{\text{物}}$,与重力比较 $G_{\text{物}} = \rho_{\text{物}} gV_{\text{物}}$,可得出密度法判断物体浮沉的条件.最后提出一些特例,如空心法.

设计意图:有研究表明,大部分学生在浮沉条件知识点上存在许多错误前概念,如,浮在水面上的物体,浮力大于重力,重的或者大的物体下沉,轻的或者小的物体上浮^[8].因此在浮沉条件的教学中,关键是引导学生对浸没的物体进行受力分析,然后从平衡态的角度去找寻重力和浮力的关系,理解动态平衡的过程,帮助学生顺利顺应这一知识点到物理认知结构中.

4 总结

物理教学时若割裂各知识点之间的联系,会造成较大的学习负担,教学中应注重知识逻辑结构和学生认知发展规律.学生在没有一定的知识储备的情况下去探究,是较为盲目的,既耗时又收获甚微.教学中化探究为“验证”,它实际上是教师在考虑了学生的认知水平上的一种“探究”,具有一定的导向性探究,这样可以极大程度提高教学效率,为学生的学习活动与创造留足空间,从而创建高效的物理课堂.

参考文献

- 1 龙宝新.走向核心知识教学:高效课堂教学的时代意蕴.全球教育展望,2012(03):19~24,62
- 2 尚艳丽.高中化学知识结构化教学策略研究:[学位论文].北京:首都师范大学,2013
- 3 王琰.高中地理教学中地理认知结构的构建研究:[学位论文].上海:上海师范大学,2015
- 4 游永永.高一学生物理认知结构的研究:[学位论文].重庆:西南大学,2012
- 5 王晓艳.中学化学知识结构化策略的研究:[学位论文].济南:山东师范大学,2010
- 6 课程教材研究所,物理课程教材开发中心.物理(八年级下册).北京:人民教育出版社,2012.53~55
- 7 陶本友.怎样突破物理难点知识的教学策略初探——以“浮力”教学为例.教育科学论坛,2014(06):46~48
- 8 罗海军.中小学生对浮沉现象及其原因理解的案例研究:[学位论文].桂林:广西师范大学,2004