

利用类比法学习物理的3个切入点

毕晓微 胡银泉

(江西师范大学物理与通信电子学院 江西 南昌 330022)

(收稿日期:2018-11-09)

摘要:在物理教学中可运用的教学方法有很多,类比法就是其中一种.类比法就是将两类对象进行对比,找出其相似之处,利用已知对象来学习新对象.在教学过程中利用类比法不仅可优化教学过程,还可帮助学生理解新知识,培养创新能力.在物理教学中运用类比法的例子有很多,将这些例子大致分类,总结出类比运用的3个切入点,并分别论述其优点、缺点及注意事项.

关键词:物理教学 类比法 教学方法

高中物理较为抽象,要求学生自身具有较高的想象能力和逻辑思维.因为学生的思维特点和认知水平是不尽相同的,所以在教学过程中,需要运用不同的教学方法来使学生更加深刻地了解与深化物理知识.中学物理教学方法有很多,类比法就是其中一种.类比法就是指根据两种事物在某些特征上有相似之处,从而可推理其他的特征也有可能是相似的.通过运用类比法,可把一种事物或过程比作对学生来说较熟悉、有直观感受或有趣的另一件事物或过程.在物理教学中运用类比法,能使抽象的物理知识变得简单形象.在物理教学实践过程中,可以用到类比法的地方有很多,但总的来说切入点有3个.

1 物理知识与日常经验的类比

在教学过程中将生活现象与物理知识进行类比,能够将抽象的物理概念或物理规律转变为学生在生活中常见的、有直观感受的事物,可降低物理学习的难度,增强学生对知识的理解程度,克服学生对物理的恐惧心理^[1].下面用几个例子进行说明.

1.1 滑板-滑块模型与两人上山的类比

滑动摩擦力方向的定义为,“沿着接触面,并且跟物体相对运动的方向相反.”当物块在一固定的粗糙平面上运动时,物块所受的滑动摩擦力的方向

较易判断.但在“滑板-滑块模型”中,由于滑板与滑块相对地面都是运动的,学生在“相对运动”的判断上不够清楚,且摩擦力方向不可见,故而滑动摩擦力方向的确定就很容易出错.若将滑板与滑块类比成两个爬山的人,就可以让学生对此模型中摩擦力的方向有直观的感受.

如图1所示,甲乙两人上山,甲有力气走得快,乙没力气走得慢,甲不想让乙落后,需要拉着乙上山,此时,甲会感受到沿胳膊向后的拉力,乙会感受到沿胳膊向前的拉力.

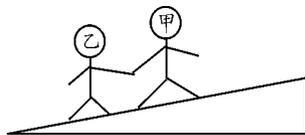


图1 两人上山

将甲对应A,乙对应B,如图2所示,即A、B同向运动且 $v_A > v_B$,从而学生可以直观感受到A、B之间摩擦力的方向:A所受到的B对A的摩擦力的方向沿接触面向后,B所受到的A对B的摩擦力的方向沿接触面向前.同理,可让学生自己通过类比得出A与B同向且 $v_A < v_B$,A与B反向且 $v_A > v_B$,A与B反向且 $v_A < v_B$ 甚至 $v_A = v_B$ 时,A与B之间摩擦力的方向,以达到巩固的效果,并给予学生学习

作者简介:毕晓微(1993-),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:胡银泉(1963-),男,硕士生导师,主要从事物理课程与教学论和中学物理实验设计的研究.

物理的成就感,增加学习积极性.

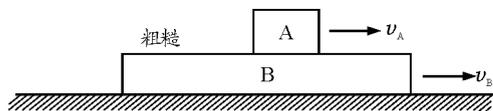


图2 滑板-滑块模型

1.2 $s-t$ 图像与不同年龄身高的类比

初学 $s-t$ 图像时,学生经常把 $s-t$ 图像的曲线当作物体的运动轨迹.这是因为在学习本节内容之前学生只接触过 $x-y$ 平面图或 $x-y-z$ 立体图,在这些图像中,每个数轴上的点代表的都是位置坐标,而 $s-t$ 图像却与学生的原认知不同,从而造成学生在认知上的障碍.在学习此知识点时,除了对比出 $x-y$ 与 $s-t$ 的不同之处,还可以通过类比,加强学生的理解.

在2014年春晚上,王铮亮的一首《时间都去哪儿了》戳中了所有人的泪点.背后的大屏幕上播放着大萌子从1岁到26岁和她父亲的合照,随着时间的推移,父亲的身高不变,但大萌子却越来越高.看到此处,我们可以作出以下假设来类比学习 $s-t$ 图像.

我们假设小明从出生开始,每次生日都去同一位置拍一张站立的照片,多年以后拿出这些照片,将脚对齐,按年份依次排开,如图3所示.我们用一平滑的曲线将小明的头连起来,就可得到小明的身高生长曲线.将“身高”换成“位移 s ”,将“年”换成“时间 t ”,即得到我们需要学习的物理知识 $s-t$ 图像,如图4所示.学生都知道将小明的脚放在身高零点位置,身体是向上生长的,也就是头顶位置是沿着身高轴向上生长的,而不是沿着图3的曲线生长,图3只是将每个时刻的身高按时间顺序依次水平铺开.通过类比,学生即可深刻地理解 $s-t$ 图像中的曲线并不是物体的运动轨迹,而是将物体每时每刻的位置拍下照片后,将照片依次铺开,从而得出 $s-t$ 图像就是随着时间的推移,物体位置在一条直线上的变化.

我们还可以从小明的生长曲线中看出各个年龄段生长的快慢程度,得到每个时间点的大致身高,以及每个身高值所对应的大概年龄.类比生长曲线,让学生自己分析 $s-t$ 图像中不同时间段速度的大小以及曲

线上某个点所代表的物理意义.

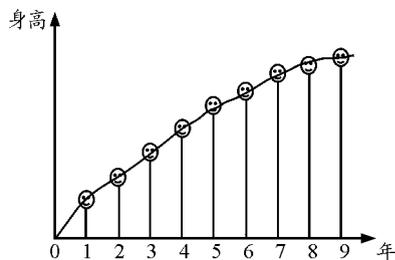


图3 身高生长曲线

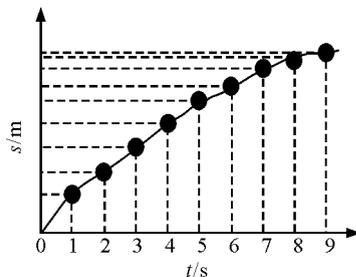


图4 $s-t$ 图像

物理知识与生活经验类比的例子还有很多,比如说将电容大小类比成杯子的储水能力,将分子和物体类比成蜜蜂和装满蜂巢的集装箱,将电流类比成水流,将电源类比成水泵,将试探电荷类比成测风向的小旗子^[2],将 a 与 v 类比成往杯子中加、抽水的快慢程度与杯子中的总水量,等等.将物理知识和生活经验进行类比,能够有效地将抽象的知识具体化,不仅可以使教学过程变得轻松,使学生对知识的理解更加深刻,还可以在此过程中提升学生的创新能力.

2 物理新旧知识的类比

物理各知识之间存在着某些相同或相似的特征,我们可以利用已学过的知识来类比新知识,实现知识之间的迁移.在类比过程中不仅可以让学生更快地接受新知识,还可以对已学过的知识点进行加强巩固.下面以平抛运动与带电粒子在匀强电场中运动的类比为进行说明.

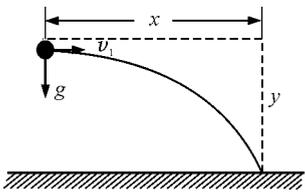
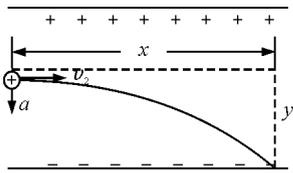
在学习带电粒子在匀强电场中的运动时,首先是进行受力分析,当受力示意图画出后,可让学生观察带电粒子的初速度和受力特点,引导学生将此过程和平抛运动的速度、受力情况进行对比,然后通过类比,让学生自己得到表1所示内容.除了表格中的

规律以外,学生还可通过类比得出带电粒子在匀强电场中的分速度大小、合速度大小与方向、运动时间等知识点.

在物理教学中,新旧知识的类比应用非常多.在学习物质波时,经常用机械波进行类比;学习内能

时,又常以机械能进行类比;微观的静电相互作用又可类比成宏观状态的万有引力.将新旧知识进行类比,除了可方便教学、对旧知识进行巩固外,还可使学生总结出知识的框架结构,掌握物理知识的内部联系,化繁琐为条理,促进知识正迁移.

表1 平抛运动与带电粒子在匀强电场中运动的类比

类比对象	平抛运动	带电粒子在匀强电场中的运动
偏转产生条件	物体以初速度 v_1 垂直重力方向射入	带电粒子以初速度 v_2 垂直匀强电场射入
受力特征	只受恒定重力 $G = mg$, 受力方向与初速度方向垂直	只受恒定电场力 $F = qE$, 受力方向与初速度方向垂直
运动性质	匀变速曲线运动	匀变速曲线运动
轨迹	抛物线	抛物线
运动轨迹图		
运动规律	$v_x = v_1 \quad v_y = gt$ $x = v_1 t \quad y = \frac{1}{2} gt^2$	$v_x = v_2 \quad v_y = \frac{qE}{m} t$ $x = v_2 t \quad y = \frac{qE}{2m} t^2$

3 物理知识与故事内容的类比

当一个抽象的物理过程很难被学生理解的时候,教师可以通过故事类比的方式叙述此物理过程,将抽象的过程变得生动活泼,降低了学生的抵触心理,让学生在有趣的情节中学到物理知识.我们以光电效应与“精灵逃脱”故事的类比为例^[3].

在一片原始森林里,有一个巫师,他捉了很多精灵并将它们关在了高高的围栏里,精灵想要翻过围栏需要 W_0 的能量值.有一天,有个仙女带着很多附上了不同魔法能量 $h\nu$ (h 为常量, ν 各不相同) 的苹果来到围栏外.仙女将这些苹果抛进围栏内,但每个精灵最多可获得一个苹果,且拿到的苹果中含有的能量值 $h\nu$ 大于等于 W_0 的精灵才能翻越围栏逃出去.那些能逃脱的精灵获得的总能量为 $h\nu$, 翻越围栏消耗了 W_0 , 于是剩余的能量 $E_k = h\nu - W_0$, 精灵将剩余能量全部转化为逃跑的动能,即

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

光电效应现象指的是照射在金属表面的光线可以使得金属内的电子从金属表面逸出,逸出的电子被称为光电子.如图5所示,光电子从阴极 K 逸出,被阳极 A 所吸收,在电路中就形成了光电流.

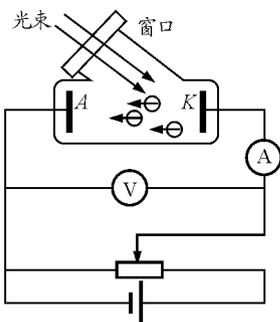


图5 光电效应模型

在故事中用困在围栏的精灵来类比电子,逃出围栏的精灵就是光电子.以附有能量的苹果来类比光线,即代表光线不是连续的,而是一份一份的,每

一份叫做一个光子,简称光子.通过故事可了解到光子能量 $h\nu = W_0$. 为能否使电子发射出来的临界条件,其中 W_0 为金属的逸出功,类似于精灵逃出围栏所消耗的能量由围栏自身的高度决定, W_0 也由金属材料自身决定. h 是普朗克常量,光子的能量 $h\nu$ 与入射光的频率 ν 成正比,则能使电子发射出来的光子频率临界值 $\nu_c = \frac{W_0}{h}$ 被称为光电效应的极限频率,即光子频率只要小于 ν_c ,无论光子的量有多少,都无法使金属产生光电效应现象.

由于没有可辨别方向的参照物,所以逃出来的精灵就有可能回不了家. 仙女和巫师分别施法,仙女越强大,回到家的精灵数量就越多;巫师越强大,回到家的精灵数量越少. 精灵回到家的数量在零和逃出围栏的总数之间. 将仙女和巫师施法能力类比外电压大小,光电流随外电压的变化而变化. 如图6所示,当巫师能力比仙女强到某一程度时,所有逃出来的精灵都不能回家,即 $U = -U'$ 时,光电流恰好为零,此电压称为遏止电压;当仙女比巫师强到某一程度时,所有逃出来的精灵都能回到家,即 $U = U_0$ 时,光电流恰好达到饱和电流 I_{\max} ,此时所有光电子都参与了导电.

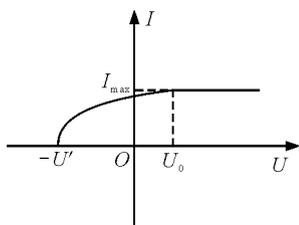


图6 光电流随外电压变化规律

在光电效应现象中涉及截止频率、遏止电压和饱和电流等知识点,对学生来说较为生涩难懂,不易理解. 将此物理过程转换成一个有趣的“精灵逃脱”故事,把各个物理量和物理过程转化成有趣的故事情节,可帮助学生理解及记忆.

在物理教学中,用故事来类比物理过程的例子并不多,但值得继续研究与创新. 比如将凸透镜成像规律类比成警察抓小偷也只是大致类比了物距与像距的关系,而对其他的成像规律没有很好地进行类

比,所以意义不大. 除了物理以外,其他学科也有运用故事类比的例子,比如凯库勒就是在睡觉时梦到了一条蛇咬住它自己的尾巴,才有了苯环结构的灵感. 再比如生物学科中常将一些生理过程拟人化,通过讲故事的形式来进行生物教学. 故事类比法在物理教学中的应用不仅可以活跃课堂气氛,增加学生学习兴趣,还可提供灵感,所以此类类比值得我们继续探究.

4 类比法的注意事项

学习的方法多种多样,只要运用得当,就可起到良好的教学作用. 类比法被誉为科学活动中的“伟大领路人”,我们可以把新知识与熟悉的知识进行类比,也可通过已知知识来类比未知领域,通过类比可启发思维,提供新思路. 类比法其本质就是一种发现的方法,并非严格的推理过程,在运用类比法时要类比得当. 此外,应用类比的时机不同也会对新知识的学习产生不同的影响后果.

4.1 物理知识与日常经验类比的注意事项

用日常生活经验来类比物理知识的好处在于可将抽象的知识转化为具体形象的事物,使学生对陌生的、抽象的物理知识产生直观的感受,从而促进学生的理解,加深学生的认知. 但在此种类比过程中就要求教师选择学生很熟悉的东西,比如在学习电源电压时,常将电源电压类比成水泵,但现在的学生在生活中接触水泵的机会越来越少,更有很多学生都没有听说过水泵,所以这个类比就越来越不合时宜. 除了要选择学生熟悉的事物进行类比以外,还应注意选择的事物与物理知识的类比过程是否恰当. 有些物理过程是有条件限制的,在类比时应格外注意,以免让学生产生错误的理解.

因为只有物理知识理解的非常透彻的基础上,才能在生活中找到与之相应的类比物,所以此种类比的最初创新一般是由教师来完成,再在教授新知识时传授给学生,以帮助学生理解新物理知识. 在类比过程中,也可使学生的创新能力得到加强,以便于学生在学习了新知识点后,可自己创造新的类比,

举一反三,使对物理知识的理解更加深刻.

4.2 物理新旧知识类比的注意事项

在将物理新旧知识对比过程中,不仅能降低新知识的教学难度,还能对旧知识点进行巩固.但需要注意的是,将新旧知识放在一起类比时,如果学生本身对旧知识掌握得就不够牢固,那在类比过程中不仅不会有助于学生学习,还会适得其反.比如,电容器串联

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

弹簧串联

$$\frac{1}{\kappa} = \frac{1}{\kappa_1} + \frac{1}{\kappa_2}$$

电阻并联

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

电容器并联

$$C = C_1 + C_2$$

弹簧并联

$$\kappa = \kappa_1 + \kappa_2$$

电阻串联

$$R = R_1 + R_2$$

以上这些相似的公式进行类比,如果学生掌握得较为扎实,会让学生在类比过程中将各知识点联系起来,形成知识框架.但如果学生在学各个知识点时就掌握得不太牢固,再将这些知识点合在一起进行类比,那只会加重学生的认知混乱.所以在将物理新旧知识点进行类比前,教师应该先了解学生对旧知识的掌握程度.在将新旧知识进行类比时,我们的目的是为了学习新知识,所以在类比过程中,除了将两个知识点的相同之处进行类比以外,还要特意将不同之处进行甄别.

通过类比的物理新旧知识一般为小知识点和知识体系两类.如果是小知识点类比,则在学习新知识时需要教师在学生学习了新知识之后,再提示或告诉学生新知识与某个旧知识的相似之处.但如果新旧知识点为知识体系,教师就可以在引导学生对

比新旧知识体系中的一两个知识点后,让学生自己对余下的知识进行猜想与验证.

4.3 物理知识与故事内容类比的注意事项

当某个复杂的物理过程没有可与之类比的已学物理过程或生活经验时,就可以用讲故事的方式进行类比.通过这种类比的目的是为了将抽象的物理过程借用有趣故事情节来阐述,所以故事内容应该生动活泼,能吸引学生.除此之外,也要保证故事内容要严谨,不能随意编造,要符合所类比的物理知识,不能让学生因为故事内容而对所学的物理知识产生错误的理解.

此类类比具有较大的发展空间,教师在教学中可以发挥想象力,创作出有趣又有意义的故事类比,以丰富课堂教学过程.

5 结束语

类比法是种重要的思维方法,在中学物理教学中运用类比法可将知识化抽象为形象,帮助学生理解知识点,总结知识框架结构,提高学生分析问题的能力,并培养学生的发散思维与迁移能力.在教学过程中应有意识地培养学生掌握此方法,这对学生以后的学习有重要的意义,所以在物理教学中能恰当地使用类比法是每一位物理教师必备的能力.并在教学实践中,不断提高自己的教学水平.

“教学有法,教无定法,贵在得法”,教学方法各有特点,教师在教学过程中应该合理的选择,并通过不断地调整与整合,将各种教学方法融汇一体,优化教学过程,这样才能得到最有效的教学作用,收到最好的教学结果.

参考文献

- 1 居石磊.例谈类比法概念学习策略及反思.湖南中学物理,2012(10):34
- 2 胡科杰.试论如何灵活运用类比法激活高中物理课堂教学.中学物理,2014,32(17):20
- 3 王劲存.“故事类比法”在物理课堂教学中的运用——以“光电效应”为例.中学物理,2018,36(07):18~19