

浅谈一种大学物理课程思政建设的思路及设计

毛新云¹ 汪亚平² 金鑫宇¹ 宁长春¹ 陈天禄¹

(西藏大学¹理学院物理系;²理学院实验中心,西藏自治区拉萨 850000)

摘要 本文采取了知识点拓展、演示物理实验、前沿物理介绍、小论文、探究性实验、第二课堂等6种教学手段,秉承进一步强化大学物理课程自身建设的原则,根据《高等学校课程思政建设指导纲要》中对理工类课程思政的建设要求,坚持一定要考虑到大学物理本身的学科特点、一定要少谈些抽象的理念,多谈些具体的设计、一定要显隐结合,显隐并重、一定要兼顾到地域特点、学校特点、授课老师特点的原则,分别在力学、热学、光学、电磁学、现代物理中选取了若干重要的大学物理知识点,设计了6个具体的大学物理课程思政教学案例。

关键词 大学物理;课程思政;教学设计

STUDY ON A THOUGHT AND DESIGN OF THE IDEOLOGICAL AND POLITICAL EDUCATION FOR THE COLLEGE PHYSICS

MAO Xinyun¹ WANG Yaping² JIN Xinyu¹ NING Changchun¹ CHEN Tianlu¹

(¹ Physics department, School of Science;

² Experimental Center, School of Science, University of Tibet, Lhasa, Tibet 850000)

Abstract To further strengthen the college physics course construction itself, in this paper, six teaching methods, such as knowledge point expansion, demonstration physics experiment, frontier physics introduction, small paper, inquiry experiment, and the second classroom, are proposed according to the construction requirements of the ideological and political education for science and engineering curriculum in the "Guidelines for the Course Construction of Ideological and Political Education in Colleges and Universities". Taking into account the disciplinary characteristics of college physics itself, talk less about abstract ideas and more about concrete designs, combine and pay equal attention to explicitness and implicitness, and give consideration to regional characteristics, school characteristics and teacher characteristics, we have selected several important college physics knowledge points from mechanics, thermotics, optics, electromagnetics, as well as modern physics, and designed six specific college physics teaching cases of Ideological and Political Education.

Key words college physics; curriculum ideological and political; teaching design

收稿日期: 2021.12-31; 修回日期: 2022-03-23

基金项目: 西藏大学研究生高水平人才培养计划项目(2020-GSP-S035); 西藏教育科学研究工作领导小组(xzjykt621001)资助。

通讯作者: 宁长春,男,教授,主要从事物理教学及物理学史研究,24305041@qq.com。

引文格式: 毛新云,汪亚平,金鑫宇,等. 浅谈一种大学物理课程思政建设的思路及设计[J]. 物理与工程, 2022, 32(5): 193-200.

Cite this article: MAO X Y, WANG Y P, JIN X Y, et al. Study on a thought and design of the ideological and political education for the college physics[J]. Physics and Engineering, 2022, 32(5): 193-200. (in Chinese)

2019年8月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见》(以下简称《意见》),提出要整体推进高校课程思政建设,发挥所有课程育人功能^[1]。2020年5月,教育部出台《高等学校课程思政建设指导纲要》^[2](以下简称《纲要》),明确了课程思政建设的总体目标和重点内容,对推进高校课程思政建设进行了整体设计。从《意见》到《纲要》,是就如何将抽象的工作目标转化为具体的工作内容提出了要求。从当下的现实来看我们最缺乏的还是大学物理课程思政具体的教学设计。因此,我们按照“实质不是增开一门课,也不是增设一项活动,而是将高校思想政治教育融入课程教学和改革的各环节、各方面,实现立德树人润物无声”^[3]的原则,给出了6个大学物理课程思政教学设计,供从事大学物理教学的老师参考。

1 大学物理课程思政的设计思路

在大学物理课程思政的设计思路,首先我们认同:“课程思政是方法,不是加法”^[4]的理念。其次我们在《关于大学物理课程思政的若干思考》一文中提出了“五个一定要”的设计原则:一定要考虑到大学物理本身的学科特点、一定要少谈些抽象的理念,多谈些具体的设计、一定要显隐结合,显隐并重、一定要兼顾到地域特点、学校特点、授课老师的个人特点、一定要和尽可能多的教学手段相结合。最后本着《纲要》中的对理工类专业课程提出的建议:“要在课程教学中把马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来,提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力”^[2]的要求,我们采取了把大学物理的具体知识点与马克思主义基本原理进行隐性融合的方式。期望达到以大学物理的知识点为珠,以马克思主义立场观点方法为线的课程思政效果。同时期望这种将大学物理知识点与马克思主义基本原理进行隐形融合的设计思路,引导大学物理课程思政建设进入到教师知情,学生不知情的润物无声的层次。如表1所示,我们分别从大学物理力学、热学、光学、电磁学、现代物理学中选取了6个具体的知识点,根据我们的设计思路,给出了具体的教学设计。

表1 大学物理课程思政建设设计思路

知识点	思政动作	思政目标
转动惯量	知识点拓展	宇宙观
热力学第二定律	演示物理实验	时间方向性
光的干涉	前沿物理介绍	可知论
位移电流	小论文	实践观
理想气体的物态方程	探究性实验	认识论
原子行星模型	第二课堂	科学观

2 大学物理课程思政的具体教学设计

2.1 以大学物理知识点的拓展来开阔学生视野,树立正确的宇宙观

角动量守恒是力学中的一个重要守恒定律,亦是空间旋转对称性的表现。角动量的定义是

$$\mathbf{L} = \mathbf{r} \times m\mathbf{v} \quad (1)$$

就做圆周运动的质点而言,如图1所示, $\mathbf{r}$ 为质点到转轴的位矢, m 为质点的质量, $\mathbf{v}$ 为质点的速度, $\mathbf{L}$ 为质点的角动量。对刚体而言,角动量可表示为 $\mathbf{L} = J\boldsymbol{\omega}$,其中 $J = \int_m r^2 dm$ 为刚体转动惯量, $\boldsymbol{\omega}$ 为刚体定轴转动角速度。角动量守恒指的是:对一个质点系统而言,若质点系相对于某一定点所受合外力矩为零时,则此质点系相对于该定点的角动量将保持不变。

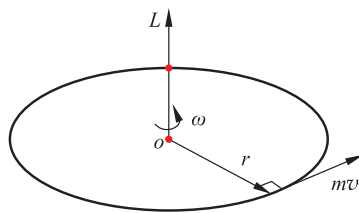


图1 质点做圆周运动时对圆心的角动量

在现行的教学中,讲授角动量守恒时最常使用两个例子。一是滑冰运动员的旋转。一开始旋转时,将手臂伸开,这样转动惯量大,转动速度小。然后收回手臂抱紧身体,这样转动惯量变小,转动速度变大。二是人造卫星在绕地球转动过程中,因人造卫星只受地球的万有引力作用,万有引力的力心即为地心,力矩为零,对地心的角动量守恒,椭圆轨道的近地点的速度大于远地点的速度。

如表2所示,在角动量守恒这一知识点的讲解当中,从大学物理课程思政的教学设计而言,我

们采取的课程思政教学手段是:选取了脉冲星来作为角动量守恒这一知识点的拓展。首先我们要同学知道,脉冲星是不断发出电磁脉冲信号,高速旋转的中子星。而中子星则是恒星演化到一定阶段的产物。接下来,我们便可给同学介绍一下恒星演化的基本知识。星际物质在万有引力作用下塌缩变热,点燃氢的热核反应,进入主序星阶段。主序星后期的演化有两种情况:一是当恒星的质量小于 8 倍太阳质量时,主序恒星演化为红巨星再演化为白矮星再演化为黑矮星。二是当恒星的质量大于 8 倍太阳质量时,主序恒星演化为超红巨星,超红巨星的星核质量超过钱德拉塞卡极限(1.4 倍太阳质量),超红巨星将演化为中子星。中子星的密度大约在每立方厘米 1 亿~10 亿吨。中子星有一个质量上限即奥本海默极限(2~3 个太阳质量)。如果坍缩恒星的质量超过奥本海默极限,中子间的泡利斥力将顶不住万有引力,中子星将进一步坍缩,形成黑洞^[5]。

表 2 大学物理课程思政教学设计 1

大学物理知识点	角动量守恒
课程思政教学手段	知识点的拓展
讨论及讲解的要点	1. 恒星演化; 2. 脉冲星的介绍; 3. 从角动量守恒解释脉冲星的高速自转。
课程思政目标	拓展天文学知识,帮助学生树立正确的宇宙观。

而到最后,我们再次回到角动量守恒。我们以 500m 口径球面射电望远镜(FAST)发现的脉冲星 J1859-0131(又名 FP1-FAST pulsar #1)^[6]为例,来跟同学们追究一下为什么它的自转周期会是 1.83s 这么快。如果我们近似认为大质量恒星在演化为中子星的过程当中被抛射出去的质量可以忽略不计,并且将恒星和中子星均看做均匀实心的球体,其转动惯量为 $J = \frac{2}{5}mr^2$,根据角动量守恒有 $J_{\text{恒星}}\omega_{\text{恒星}} = J_{\text{中子星}}\omega_{\text{中子星}}$,因此脉冲星的自转如此之快,这与滑冰运动员收缩手臂的原理是一样的。

在角动量守恒这一知识点的讲解中,我们通过选取脉冲星作为知识点的拓展,期望达成的知识目标是理解角动量以及角动量守恒的原理与应用。而与此同时,进一步丰富了学生的天文学知

识,期望能够间接实现的课程思政目标是:帮助学生树立正确的宇宙观,尤其在西藏地区而言,助力学生抵消宗教的消极影响。

2.2 以演示物理实验来增强学生对物理本质的理解,帮助学生了解时间的方向性(表 3)

表 3 大学物理课程思政教学案例 2

大学物理知识点	热力学第二定律
课程思政教学手段	演示物理实验
讨论及讲解的要点	通过熵增原理判断两组照片拍摄时间先后顺序
课程思政目标	帮助学生了解时间的方向性

热力学第二定律是大学物理教学中比较抽象的一个知识点。一般而言,在教学过程中,我们可以先从卡诺热机讲起,得到卡诺循环的效率 $\eta < 1$ 的结论。之后我们可以证明卡诺热机效率 $\eta < 1$ 和热力学第二定律的开尔文表述(不可能从单一热源吸收热量使之完全变为有用的功而不产生其他影响)以及克劳修斯表述(热量不能自动地从低温物体传向高温物体)是等价的^[7]。再之后,我们将进入微观的层面,引入玻尔兹曼公式 $S = k \ln \Omega$,提出熵增原理 $\Delta S > 0$,让同学们了解到热力学第二定律的本质其实是:不可逆热力学过程中熵的微增量总是大于零。

而这时候,如图 2 所示的这个讲述热力学第二定律的经典例子就出现了。为什么当隔板打开后,微观粒子可以由 A 室扩散到 B 室,而在以后的任何一个时刻,气体分子再也没有全部自动回到 A 室,而使得 B 室恢复到真空的可能性呢? 于是开始讲 Ω 。因为 Ω 是微观状态数,气体分子之所以不能再次回到 A 室的根本原因,就是因为气体分子全部处在 A 室的 Ω 要远比分布在 A 室和 B 室的 Ω 小很多,那么根据 $\Delta S > 0$,问题就得到了解答。可是问题是:在这样的教学过程中,却有一点被很遗憾地错过了,那就是没有让学生建立起对热二定律和时间方向性问题的了解。

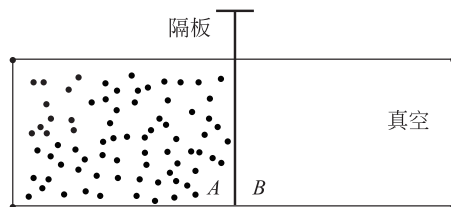


图 2 理想气体的绝热自由膨胀

所以在热力学第二定律这一知识点的教学中,我们引入了演示物理实验的教学手段,来弥补这一遗憾。我们的具体设计是:在前一节课,在学生不知情的前提下我们拍下两组照片。课前拍下第1组照片 P_1 、 P'_1 ,其中 P_1 照片为烧杯里的水,温度计显示 80°C ; P'_1 照片为烧杯里滴入红墨水且未开始扩散的照片。课后在同机位拍下第2组照片 P_2 、 P'_2 ,其中 P_2 照片为烧杯里的水,温度计显示 25°C ; P'_2 照片为烧杯里的红墨水已经充分扩散的照片。在我们热力学第二定律这一知识点的课程结束时,请同学们来判断这两组照片拍摄时间的先后顺序,毋庸置疑的一点可能是:就从同学们判断两组照片拍摄时间的先后顺序这一个小小的环节上面,热力学第二定律和时间的方向性的关联此一问题,早已经深深印刻在了学生的内心深处。

在热力学第二定律的教学中,我们把演示物理实验作为课程思政的教学手段,让抽象的热力学第二定律变成了直观的经验。我们期望的课程思政目标:帮助学生理解熵增的方向也是时间流逝的方向。

2.3 以前沿物理的介绍来强调基础知识的重要性,树立科学的可知论(表4)

表4 大学物理课程思政教学设计3

大学物理知识点	光的干涉
课程思政教学手段	前沿物理介绍
讨论及讲解的要点	1. 杨氏双缝干涉; 2. 迈克耳孙干涉仪; 3. LIGO实验
课程思政目标	让学生知道世界是可被认知的,须以科学的态度认识世界

光的干涉是光学中最重要且最基础的知识。光的干涉是指:两列或两列以上的光波在空间中相遇,在某些区域因为相位差 $\Delta\phi = 2\pi$ 而加强,在另外一些区域因为相位差 $\Delta\phi = \pi$ 而减弱的现象。只要两列光波的频率相同,相位差恒定,振动方向一致,即可产生稳定的干涉条纹。

图3所示为杨氏双缝干涉。 S 光分成了 S_1 与 S_2 两束同频同向的相干光,其光程差 $\delta = r_2 - r_1$,则两束初相位相同的相干光在汇聚点 P 的相位差可表示为: $\Delta\phi = 2\pi \frac{\delta}{\lambda}$ 。因此, P 点的明暗可以用光程差直接判断。亦即当光程差为半波长的

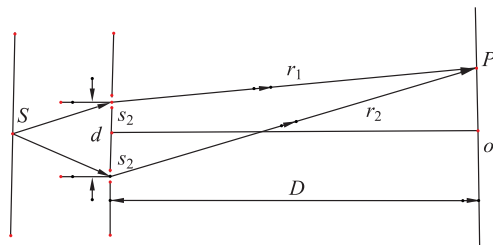


图3 杨氏双缝干涉实验

偶数倍时 P 点干涉加强,为半波长的奇数倍时 P 点干涉相消。

图4所示是迈克耳孙干涉仪的实验原理。其中分光镜和补偿镜与平面镜 M_1 和平面镜 M_2 成 45° 角,光束 S_1 和光束 S_2 的干涉,实际上等效于由 M_1 的虚像 M'_1 和 M_2 之间的光程差决定。

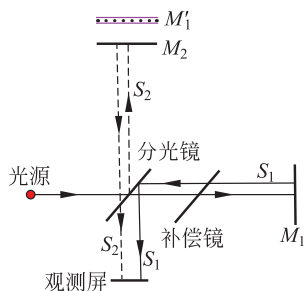


图4 迈克耳孙干涉实验原理

在光的干涉这一知识点的教学中,我们采用的课程思政手段是前沿物理介绍,选取的材料是获得2017年诺贝尔物理学奖的“激光干涉引力波天文台”(LIGO—laser interferometer gravitational wave observatory)实验。

2016年2月11日,LIGO实验首次宣布发现引力波,隔年就获得诺贝尔物理学奖,可见其在物理学上的重要意义。1916年,爱因斯坦基于广义相对论预言了引力波的存在。根据理论计算,一般情况下到达地球的引力波与物质作用时引起的尺度变化极小,如在天体物理中有可能出现的引力波的无量纲振幅 h 为 10^{-22} 量级或更小。在臂长为4km的LIGO实验中,由此引力波引起的两个测试质量(反射镜)之间距离的变化仅为 10^{-19}m 量级^[8]。这就为探测引力波造成了巨大的挑战。但是LIGO实验的巧妙之处,正在于利用迈克耳孙干涉仪的基本原理,将非常不容易测量的微小的空间尺度当做两束光的光程差,从而能从干涉相消转变为干涉加强此一容易测量的大

信号来判断光程差是否产生了变化,进一步判断引力波是否到来。图 5 所示的 LIGO 实验,实际上是一个“变异”的迈克耳孙干涉仪,干涉仪的两条臂长各为 4km。激光光源通过功率处理后,经过分光镜,分为两束相干激光。两束激光在各自的臂长内被多次反射,有效光程长度提高了 280 倍,使得 LIGO 的激光光程达 1120km。调节干涉仪的臂长使两束光完全干涉相消,则没有光线进入探测器,亦即探测器的初始工作状态是输出信号为零。如果引力波到来,会使干涉仪的一个臂长伸长,另一个臂长相应缩短,两束相干光有了新的光程差,破坏了干涉相消的初始条件,有一定数量的光进入探测器,输出信号从无到有,则表明探测到了引力波。

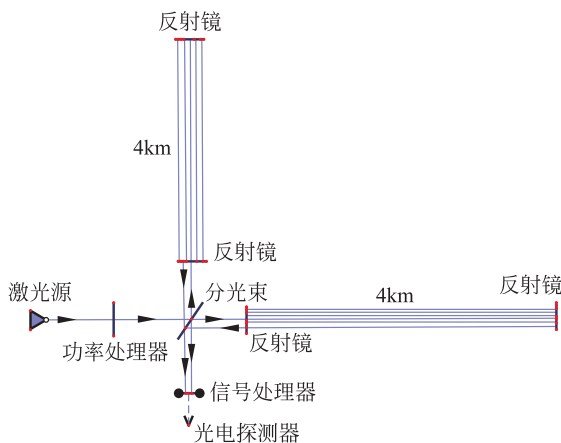


图 5 LIGO 实验原理图

我们把前沿物理介绍,作为光的干涉这一知识点的课程思政教学动作,把光的干涉与 LIGO 实验对引力波的探测结合起来,使先进的科技成果结合基础物理教学渗入到课堂,所期望达到的知识目标是:怎样去通过转化的方式去探测不易测量的微小信号。期望达到的课程思政目标是:让学生知道世界是可被认知的,并且树立科学的可知论。

2.4 以小论文来提高学生对重要物理思想的认识,促进对理论和实践辩证关系的理解(表 5)

表 5 大学物理课程思政教学设计 4

大学物理知识点	位移电流、麦克斯韦方程组
课程思政教学手段	小论文
讨论及讲解的要点	位移电流假说对麦克斯韦方程组的建立起到了怎样的作用
课程思政目标	理论与实践的辩证关系

安培环路定理反映了磁场的基本规律,公式为

$$\oint_l \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \sum_{j=1}^n I_j \quad (2)$$

其中, B 为磁场强度, l 为积分路径, μ_0 为真空磁导率, I 为穿过积分曲面的传导电流。

在麦克斯韦提出位移电流之前,安培环路定理在如图 6 所示的电路中应用就会遇到问题。在以 L 为边界的环路上作两个曲面 S_1 和 S_2 ,若按 S_1 曲面应用安培环路定理,有 $\oint_l \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \iint_{S_1} \mathbf{j} \cdot d\mathbf{s} = I$,若按 S_2 曲面应用安培环路定理,又有 $\oint_l \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} =$

$\iint_{S_2} \mathbf{j} \cdot d\mathbf{s} = 0$ 。为了解决这个矛盾,1862 年,麦克斯韦基于法拉第的电磁感应定律,即变化的磁场可以产生电场,依据对称性,创造性的提出了位移电流假说,即变化的电场可以产生磁场,这里变化的

电场即是位移电流。其定义为: $I_D = \frac{\partial}{\partial t} \iint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{s}$ 。指出位移电流除了不产生热效应、化学效应之外,也能和传导电流一样,产生磁场。这样一来,不仅解决了安培环路定理在图 6 所示的电路中出现矛盾的问题(位移电流使电路形成了闭合回路),并且预言了变化的电场也能产生磁场的事实。

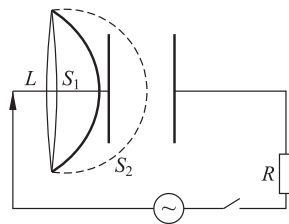


图 6 带电容的电路

位移电流假说的提出,直接推动了麦克斯韦方程组的成形。使得电磁学的大厦趋向于更加完美的形式,并且阐明了磁场和电场的内在联系。更是人类对于对称性执着的迷恋和信仰,在物理学中取得又一次伟大胜利的例子。有人认为,麦克斯韦方程组更大的科学贡献是促进科学研究范式迎来了重大变革。前期的科学研究,主要是基于对客观现象和规律的总结,是一个从实践到理

论的过程。但是麦克斯韦提出位移电流假说,却是基于对称性和数学上的审美而提出的。这就进一步揭示了理论与实践相互作用的辩证关系。

在位移电流以及麦克斯韦方程组的教学,我们采用的课程思政手段为:让学生写作一篇题目为“位移电流假说对麦克斯韦方程组的建立起到了怎样的作用”的小论文。我们之所以这样设计,期望达成的知识目标是使学生深刻的理解和掌握位移电流与麦克斯韦方程组的重要关系,课程思政目标为从中理解对称性在物理学中的重要意义,深刻理解理论和实践之间的辩证关系。

实际上以小论文的写作来促进同学对于物理学中某些深刻概念的理解这一设计,又让我们想到:能否在期末考试当中,设置一道 5 分左右的物理学史简答题,来达成大学物理课程思政的某些目的呢?比如像:请你谈一谈量子力学的建立过程?请你谈一谈牛顿脚下的巨人有哪些?是不是这样的形式,和这样的题目,也能在一定意义上,在帮助同学对于物理学的全貌有个更完整的把握之外,还能促进同学去树立唯物史观的历史观呢?

2.5 以探究性实验来深化学生对物理概念的理解,树立正确的认识论(表 6)

表 6 大学物理课程思政教学设计 5

大学物理知识点	理想气体的物态方程
课程思政教学手段	探究性实验
讨论及讲解的要点	探究氧气含量与海拔的关系
课程思政目标	依据实验检验真理的认识论

理想气体的物态方程是热学中联系宏观物理量与微观物理量的纽带,其公式为

$$pV = NkT \quad (3)$$

其中, p 为压强, V 为体积, T 为温度, N 为气体分子总数, k 为玻尔兹曼常数。对公式(3),进行变形可得 $p = \frac{N}{V}kT$,令 $n = \frac{N}{V}$,可得: $p = nkT$ 。其中 n 表示单位体积内的分子数目。由此可知,在温度不变的情况下,压强 p 与单位体积内分子数 n 成正比。当我们确定了压强,就可以近似估算单位体积内分子的数目。

假设在垂直高度上,温度是一个常数,且气体分子的分布不受重力场的影响,那么我们就可以用 $p = nkT$ 来近似估算不同海拔处的单位体积内

的分子数。比如我们知道拉萨的海拔是 3650 米,气压为 65165Pa,海平面的海拔为 0 米,气压为 101325Pa,就可以利用 $\frac{n_{\text{拉萨}}}{n_{\text{海平面}}} = \frac{p_{\text{拉萨}}}{p_{\text{海平面}}}$,计算出拉萨的单位体积分子数为海平面的 0.6431 倍。

但是实际上,单位体积内的分子数要受到重力场的影响。依旧假设温度不随海拔变化,如图 7 所示,《费曼物理学讲义》中给出了单位体积分子数随海拔变化的推导过程。考虑重力时,因在单位面积上 $h + dh$ 这个厚度的空气给下层空气一个重力,故有 $F_{\uparrow} = F_{\downarrow} + mgndh$,进一步可得公式

$$p_{h+dh} - p_h = dp = -mgndh \quad (4)$$

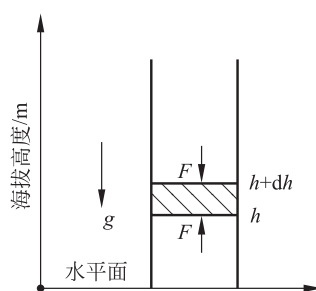


图 7 海拔高度与大气压强

式(4)中, mg 是每个分子的重力, T 为常数,利用 $p = nkT$ 消去 p ,可以得到: $\frac{dn}{dh} = -\frac{mg}{kT}n$,这个函数的解为: $n = n_0 e^{-mgh/kT}$ 。其中 n_0 是 $h = 0$ 处的分子密度。可见,在考虑到重力场的情况下,即使假设温度不随海拔变化,单位体积内分子数随高度上升是指数衰减的^[9]。而这样一来,来近似估算不同海拔处的单位体积分子数,就必须考虑到具体的分子种类。如图 8 所示,质量不同的分子随高度的增加其分子数密度作不同的指数衰减,较重的分子随海拔衰减较轻的分子衰减更快。那么我们按照公式 $n = n_0 e^{-mgh/kT}$,设温度为 273K,代入拉萨海拔高度 3650 米,代入氧气分子质量(5.32×10^{-26} kg),可以得到拉萨海拔处单位体积内的氧分子数是海拔为 0 米时的 0.6081 倍。这与前面算出的 0.6431 倍略有差别。主要原因如图 8 所示:在海拔 10000 米以下,氧气分子和氮气分子随着海拔的衰减,几乎是同比衰减的。

作为理想气体物态方程这一知识点的教学,到此就可以结束了。但是考虑到西藏大学处在高海拔地区,我们在这一知识点的教学当中,采用了

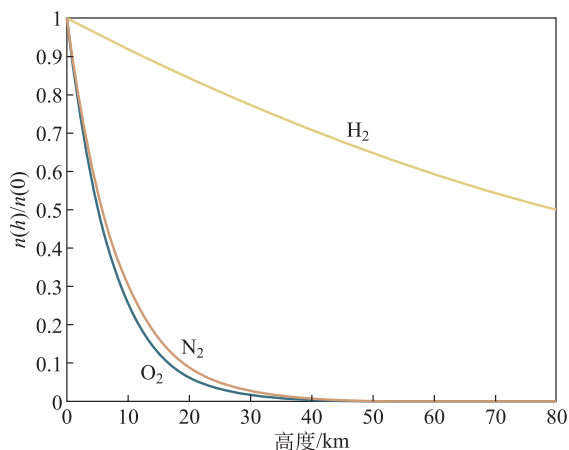


图8 温度恒定时,地球重力场中氧、氮、氢的归一化密度与80km高度的关系

探究性实验作为我们的课程思政手段。课程结束后,我们布置给同学一个探究性实验:请同学们用各种可以找到的方法来实际测量一下拉萨的含氧量,并且与我们估算出的数据进行比对。而在实际开展这项工作的过程中,又出现了许多始料不及的事情。比如有些同学使用杭州艾普氧检测仪(p603)测量拉萨的含氧量,得到含氧量的平均值为20.9%,与海拔为0米时含氧量一样。这就牵涉到对于相对含氧量和绝对含氧量两个概念的区别:因为20.9%这个测量数据仅仅表明氧气分子的总含量在整个体积内的占比,几乎与海拔无关,而这一点,又印证了图8的衰减规律。而到此为止,我们也认为我们最初的这个课程思政手段的设计,还是起到了很好的作用。

在物态方程这一知识点的教学中,我们结合西藏高海拔低气压的特点,把探究性实验引入大学物理教学作为热学的课程思政动作,期望达成的知识目标是帮助学生掌握理想气体物态方程,能力目标为培养学生的利用实验探究影响物理现象的因素,课程思政目标为树立正确的认识论。

2.6 以第二课堂教学来促进学生对高能物理研究的了解,建立正确的科学观(表7)

表7 大学物理课程思政教学设计6

大学物理知识点	原子行星模型
课程思政教学手段	第二课堂
讨论及讲解的要点	1. 卢瑟福 α 粒子轰击金箔;2. 粒子加速器;3. 宇宙线
课程思政目标	树立正确的科学观

在大学物理量子力学基础的教学中,卢瑟福的原子行星模型是绕不过去的一个话题。1898年J.J. 汤姆孙发现了电子,并且提出了原子的枣糕模型。1911年,卢瑟福用 α 粒子轰击金箔,实验结果是大约每8000个 α 粒子当中,会有一个产生大角度的偏转。这个实验逼迫卢瑟福提出了原子的行星模型。在此基础上,才有了后来玻尔的氢原子模型的提出,以及后期量子力学的建立。

但是关于原子行星模型这一知识点,还有一个饶有意味的细节是,卢瑟福用 α 粒子去“敲碎”原子这一手段,在后来的物理当中成为了一种最常规的手段。高能物理中最重要的实验仪器,加速器,其本质就是不断的加速某种粒子,使之能量尽可能大,然后去使之轰击某种靶粒子,试图从敲碎的碎片当中收集到关于原子或者粒子内部新的信息。无论是欧洲大型强子对撞机(LHC)、斯坦福电子直线加速器(SLAC)、北京正负电子对撞机(BEPC),其原理无不如此。

所以在讲到卢瑟福原子行星模型这一知识点时,我们在进入玻尔氢原子模型之前,可以讲一讲加速器,之后我们根据我们学校的自身的科研特点,亦即我们有一个宇宙线教育部重点实验室的优势,以第二课堂为课程思政手段,让同学们以参观宇宙线教育部重点实验室的方式,来让实验室的研究人员给同学们上一堂宇宙线的科普课。因为同样作为高能物理研究,宇宙线所研究的是来自于外太空的高能粒子,且能量远大于实验室里通过加速器能得到的粒子,且在通过大气层的时候,也是在不断的敲碎空气中的各种原子,不断的产生出各种各样的碎片,而地面宇宙线的研究,正是通过收集各种碎片,来反推出最初到达大气层表面的初级宇宙线的成分以及方向等信息。

简单而言,当宇宙线还处于大气层外,未与大气层发生相互作用时,这时叫做“初级宇宙线”,其主要组成部分为质子、 α 粒子、少量的重核以及 γ 射线和中微子。这些高能粒子进入大气层后就会与空气里的分子发生作用产生次级粒子,次级粒子继续向地球运动,会再次与空气里的分子发生作用,这样就会产生更多的次级粒子,这样的过程中粒子的数量以指数级的方式增加,这就是广延大气簇射。广延大气簇射在大气中有发生、发展、消减三个过程,为了有效的探测到宇宙线,我们需要在广延大气簇射发生消减之前进行观测,一般

情况下在海拔 5000 米左右进行观测最好,所以正是在综合了海拔、气候、环境、基础设施等条件后,西藏羊八井在 1989 年就开始建立了宇宙线地面观测站。基于羊八井宇宙线实验室优异的观测条件,以及实验研究人员十几年的长期观测研究,羊八井宇宙线实验室首次发现 PeV 能量宇宙线在银河系中存在的证据,研究成果被美国物理学会评论为“研究高能宇宙线起源之谜的里程碑”,并于 2021 年 4 月 5 日在美国《物理评论快报》正式发表。发现高能粒子如此困难,是因为粒子能量每提高一个数量级,其数量就减少到千分之一。我们现在知道地球上的高能粒子本质都是通过电场加速的原理,但是宇宙的高能粒子被加速的原理现在还不是太清楚。

利用所在大学的地域特点和科研优势,采取第二课堂作为课程思政教学动作,邀请相关研究人员为同学们介绍宇宙线的基本知识和最近实验进展,我们期望达成的知识目标为学生了解粒子加速的基本原理以及宇宙线的基本知识,课程思政目标为帮助学生树立正确的科学观。

3 结语

自教育部《高等学校课程思政建设指导纲要》出台以来,有关课程思政的各种讨论和实践层出不穷。但是就大学物理课程思政而言,我们认为尚需要拿出更多的、具体的、可落地、实操性的实践教学案例,来反向促进大学物理课程思政的成熟,进而最终促进探索出一套更为可行的大学物理课程思政方案的出台,能够为广大的大学物理教师提供切实的助力。正是基于这一目的,我们以《纲要》为依据,采取多种教学手段,在以大学物理课程建设为根本定位的前提下,将具体的大学物理知识与马克思主义立场观点方法进行了隐性融合,给出了六个大学物理课程思政的具体教学设计,期望能够为大学物理课程思政建设起的探索给出一些有用的参考。

参 考 文 献

- [1] 中共中央办公厅、国务院办公厅. 关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见[Z]. 2019-8-14.
- [2] 中华人民共和国教育部. 高等学校课程思政建设指导纲要[Z]. 2020-5-28.
- [3] 高德毅,宗爱东. 从思政课程到课程思政:从战略高度构建高校思想政治教育课程体系[J]. 中国高等教育, 2017(1):43-46.
GAO D Y, ZONG A D. From ideological and political course to curriculum ideological course to curriculum ideological and political: Constructing the curriculum system of ideological and political education in colleges and universities from a strategic height [J]. China Higher Education, 2017(1): 43-46. (in Chinese)
- [4] 杨祥,王强,高建. 课程思政是方法不是“加法”——金课、一流课程及课程教材的认识和实践[J]. 中国高等教育, 2020(8):4-5.
YANG X, WANG Q, GAO J. Course construction of ideological is a method, not an “addition” —The understanding and practice of golden courses, first-class courses and curriculum teaching materials[J]. China Higher Education, 2020(8): 4-5. (in Chinese)
- [5] 赵峥. 黑洞理论的疑难与重要启示[J]. 自然杂志, 2006(4): 210-214.
ZHAO Z. Theory and major enlightenment in black hole [J]. Chinese Journal of Nature, 2006(4): 210-214. (in Chinese)
- [6] 李橙媛. FAST 望远镜取得首批重大成果——发现数颗新脉冲星[J]. 空间科学学报, 2017, 37(6): 641.
LI C Y. FAST telescope achieved the first major achievement—The discovery of several new pulsars[J]. Journal of Space Science, 2017, 37(6): 641. (in Chinese)
- [7] 祝之光. 物理学[M]. 5 版. 北京:高等教育出版社, 2018:127
- [8] 朱宗宏,王运永. 引力波的预言、探测和发现[J]. 物理, 2016, 45(5): 300-310.
ZHU Z H, WANG Y Y. The prediction, detection and discovery of gravitational wave[J]. Physics, 2016, 45(5): 300-310. (in Chinese)
- [9] 费曼 R P, 莱登 R B, 桑兹著 M. 费曼物理学讲义第 1 卷[M]. 郑永令, 等, 译. 上海:上海科学技术出版社, 2013:411-412.