

关于大学物理课程教学的几点思考

陈葛锐 贺梦冬 陈小艳

(中南林业科技大学理学院 湖南长沙 410004)

(收稿日期:2020-08-21)

摘要:大学物理课是一门重要的公共基础课,大学物理教学是大学生素质教育的重要组成部分.就我们在大学物理课程教学过程中的经验提出3点心得与体会,供广大教师参考.3点心得与体会分别为:注意转变学生思考问题的方式,注重一题多解,适量做些引申.

关键词:大学物理 课程教学 心得与体会

大学物理课程是面向高等学校除文科专业外非物理专业学生的一门重要的具有通识性和必修性的基础课程.作为一门公共基础课,大学物理不仅是后续专业课程的基础,而且,对培养学生严谨的科学态度、提高科学素养、学会用科学的方法发现问题解决问题有着至关重要和不可替代的作用,对学生未来的学习、工作和生活都会起到积极的作用.因此,大学物理的学习是大学生素质教育的重要组成部分,大学物理教学的效果直接影响到大学人才培养质量的高低.

笔者经过几年大学物理课程的教学,发现目前大学物理的教学面临一种十分不利的局面.首先,2010年,教育部决定在全国全面实行中学新课标,按照中学物理新课标的规定,中学物理课程的结构和内容发生了特别大的变化.新课标设置了课程结构模块化,期望学生根据自己的爱好和专业取向来选择不同的基础模块,按照理工、文科和技术3类来构建适合今后学业发展的基础知识结构.有的学生因为高中物理仅限于会考水平导致物理基础不全或者非常薄弱,进入高校以后在学习大学物理基础课程时,出现完全跟不上的情况.高校物理基础课的教师纷纷反映学生物理基础参差不齐,而且水平逐年下降^[1].其次,由于近年来科技飞速发展,各行各业发展迅猛,各个专业不断增加新的教学内容,但是大学培养计划的总学时又不能增加太多,于是为了增加专业课程的学时,学校各院系拼命压缩大学物理基本学时.一般来说非物理类的理工科专业通常要学习以物理学为基础内容的大学物理课程,时间跨度为2个学期,但是现在很多高校的大学物理课程

仅仅压缩到一个学期.如此短的时间,只能选择讲一点经典物理,近现代物理则没法讲到.这样过度压缩的大学物理课程造成学生的物理知识体系是不完整的.最后,学生不重视大学物理课程,认为大学物理不是专业课因此重视程度不够.据笔者观察一个班中认真对待大学物理课程的学生并不多.

这些都是客观大环境,但是作为一线教师,我们仍然为提高大学物理教学质量而思考和努力.目前,针对大学物理传统课堂教学中出现的以教师讲授为主体,学生被动听课,学生课堂存在感不强的缺陷,出现了许多大学物理课堂教学方式的改革和尝试.如文献[2]提出大学物理多元化教学模式,包括网络教学、多媒体教学和实践教学.文献[3]提出教学中大胆运用“翻转课堂”教学模式、运用生活中的物理想象、利用科幻作品、利用现代化信息技术等措施,以保障大学物理课堂教学事半功倍.这些教学方式的改革是十分必要的,对弥补传统教学方式的不足,促进教学质量的不断提高,起着很重要的作用.然而,根据笔者观察,目前大学物理教学还是以传统课堂教学为主,传统课堂教学目前仍然是大学物理教学的主要方式,其他的教学模式只能是传统教学模式的补充.本文讨论我们在传统课堂教学中讲授大学物理的一些心得与体会,供同行交流.

大学物理教材,是学生学习大学物理的最主要学习资料.教师应该要求学生认真阅读教材,认真预习和积极复习.作为教师,应该研读教材,基于教材向学生讲授,方便学生课下复习.然而这样还不够,教师还应该讲授过程中加入自己的心得与体会,弥补教材的不足.下面是我们在讲授大学物理课程

中总结的3点心得与体会(或者说注意事项),供同行参考.为讲解形象具体,避免完全空洞的文字说明,我们结合赵近芳的《大学物理学》(第五版)教材(下面简称“教材”)进行讲解^[4].

1 强调大学物理与中学物理的区别与联系

要不断向学生强调大学物理与中学物理的区别和联系,帮助学生树立正确的思考问题的方式.大学物理课程是对中学物理的进一步深化和提高,大学物理学利用微积分等数学工具,把物理概念、定理和定律,严格地表述.因此,学习过程中很多物理概念、定理和定律中学都讲过.这里极易让学生产生轻视的思想.学生上课容易走神,等到重视起来的时候,发现已经跟不上老师的思路了.

大学物理的教学一个重要的目的是要学生转变思考问题的方法.大学物理解决的问题是般的问题,而不是中学里遇到的特殊问题.不少学生在学习大学物理过程中仍然习惯于高中物理解题的思维.用高中的思考习惯和高中的公式去思考解决大学物理的问题.这种思维定势极大地限制了学生对大学物理的学习,对于这种倾向教师讲课的时候要注意纠正.

为方便体会,我们举一个具体的例子进行讲解.下面这道题目出自教材第一章质点运动学中的例题.

【例1】以速度 v_0 平抛一小球,不计空气阻力,求 t 时刻小球的切向加速度量值 a_τ ,法向加速度量值 a_n 和轨道的曲率半径 ρ .

解:由图1可知

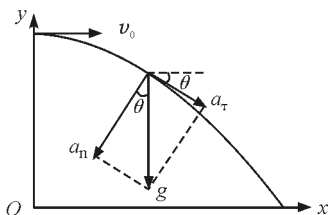


图1 平抛运动

$$a_\tau = g \sin \theta = g \frac{v_y}{v} = g \frac{gt}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}} = \frac{g^2 t}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}}$$

$$a_n = g \cos \theta = g \frac{v_x}{v} = \frac{g v_0}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}}$$

$$\rho = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v_x^2 + v_y^2}{a_n} = \frac{(v_0^2 + g^2 t^2)^{\frac{3}{2}}}{g v_0}$$

上面的解答是教材给出的解题方法.这个解答方法完全是中学式的,利用作图分析,完全没有利用大学物理的知识.教师讲授这道题时不能按着教材的方法去讲解,如果照着上面的解答讲解,会让学生还停留在中学思考问题的方式上,不利于大学生树立正确的思考物理问题的方式.我们在讲解这个例题的时候,改用下面的解法去讲解.

另解:

$$v_x = v_0 \quad v_y = -gt$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$$

$$a_\tau = \frac{dv}{dt} = \frac{g^2 t}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}}$$

$$a_n = \sqrt{g^2 - a_\tau^2} = \frac{g v_0}{\sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}}$$

$$\rho = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v_x^2 + v_y^2}{a_n} = \frac{(v_0^2 + g^2 t^2)^{\frac{3}{2}}}{g v_0}$$

这个解法就是大学物理学中求加速度的一般方法.建立坐标系,利用加速度定义式在坐标系的分量形式求导求解.总之,教师在授课的时候一定要站在大学物理的高度去引导学生用大学的思考问题的方法去解决问题,帮助学生树立正确的思考问题的方式与方法.

2 讲例题时要一题多解 拓展学生思路

通过“一题多解”的训练,不仅有助于学生掌握更多的物理知识,而且能够更有效地激发学生学习的积极性、主动性和创造性,进而提高物理教学的效果^[5].对于教材中的例题的解法,如果还可以用前面讲过的知识求解,就要鼓励学生去求解,同时比较两种方法的优劣.

下面以教材3.3节刚体定轴转动的动能定理中的例题为例.

【例2】如图2所示,两物体的质量为 m_1 和 m_2 ,且 $m_1 > m_2$.圆盘状定滑轮的质量为 M_1 和 M_2 ,半径为 R_1 和 R_2 ,质量均匀分布.绳轻且不可伸长,绳与滑轮间无相对滑动,滑轮轴光滑.试求当 m_1 从静止开始下降了 x 距离时两物体的速度和加速度.

解:以两物体、两滑轮、地球为一系统, $W_{\text{外}} = 0$, $W_{\text{内非}} = 0$,故机械能守恒.以 m_1 下降 x 时的位置为重力势能零点,则有

$$m_1 g x + m_2 g x = m_2 g 2x + \frac{1}{2} m_1 v^2 +$$

$$\frac{1}{2}m_2v^2 + \frac{1}{2}J_1\omega_1^2 + \frac{1}{2}J_2\omega_2^2$$

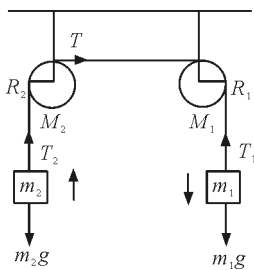


图2 刚体定轴转动

由于 $v = \omega_1 R_1 = \omega_2 R_2$, $J_1 = \frac{1}{2}M_1 R_1^2$, $J_2 =$

$\frac{1}{2}M_2 R_2^2$, 可解得

$$v^2 = \frac{4(m_1 - m_2)gx}{2(m_1 + m_2) + M_1 + M_2}$$

$$v = \sqrt{\frac{4(m_1 - m_2)gx}{2(m_1 + m_2) + M_1 + M_2}}$$

由于运动过程中物体所受合力为恒力, a 为常数, $v^2 = 2ax$, 故有

$$a = \frac{2(m_1 - m_2)g}{2(m_1 + m_2) + M_1 + M_2}$$

此题利用机械能守恒定律求解速度, 然后利用运动过程中物体所受合力为恒力这个结论求加速度. 对于这个例题, 我们还要求学生用前面讲过的刚体定轴转动的转动定律求解. 因为刚体定轴转动的转动定律是刚体力学部分最重要的内容, 利用转动定律求力和加速度是刚体力学部分学生必须掌握的内容. 本题求加速度, 因此利用转动定律求解是首先应该考虑的方法. 上面例题解法中利用“由于运动过程中物体所受合力为恒力”这个结论, 由速度去求加速度, 严格来讲这里有些逻辑问题, 有学生就问到“什么是恒力?”, 因此利用转动定律求解出力是必要的.

另解: 对两物体由牛顿第二定律得

$$m_1 g - T_1 = m_1 a \quad T_2 - m_2 g = m_2 a$$

对两滑轮由转动定律得

$$(T_1 - T)R_1 = J_1 \alpha_1 \quad (T - T_2)R_2 = J_2 \alpha_2$$

补充运动方程

$$a = R_1 \alpha_1 = R_2 \alpha_2$$

联立上面方程求得

$$a = \frac{2(m_1 - m_2)g}{2(m_1 + m_2) + M_1 + M_2}$$

容易发现加速度为一常数. 根据匀加速直线运动, $v = \sqrt{2ax}$, 可解得

$$v = \sqrt{\frac{4(m_1 - m_2)gx}{2(m_1 + m_2) + M_1 + M_2}}$$

对于这道题目, 我们在讲解完例题的解法后, 再要求学生利用前面讲过的转动定律求解, 这样不仅巩固了前面所学的知识, 而且扩展了学生的思路, 提升了学生分析解决问题的能力.

3 适量做些引申

对于无法完全讲彻底, 但是又不得不提到的知识点, 不能只讲结论, 可以试图做些简化处理, 讨论再稍微深入一些, 这样对学生理解问题会有极大帮助.

卡诺循环是大学物理学中热力学部分必讲的内容. 引入这个问题起源于 19 世纪的科学家和工程师探讨如何提高热机效率这个重要的问题. 卡诺于 1824 年发表《关于火力动力的见解》这篇著名的论文, 提出了著名的卡诺循环, 从理论上回答了热机的最大效率这个问题. 大学物理教科书一般推导出卡诺循环的热机效率, 然后直接给出结论: 在相同高温热源和低温热源之间工作的一切热机中, 卡诺热机的效率最高^[4]. 仅仅给出了结论并没有证明, 这样处理学生可能印象并不深刻, 或者心里仍然在想为什么? 对于大学物理课程, 这个证明有些超纲, 证明不必讲. 但是仅仅文字阐述又显得不足. 为此我们采取下面的办法, 找一个具体的例子, 计算出效率, 然后跟卡诺热机的效率比较. 在教学中, 我们要求学生在两个热源间建立另外一种循环, 例如由两等温和两等容过程组成的循环, 如图 3 所示, 计算这个循环的效率, 然后跟卡诺热机的效率比较. 这样经过稍微深入一点的处理后, 学生不仅对这个结论不会有疑惑, 同时还能巩固计算热机效率这个重要的知识点, 由此一举两得.

【例 3】 求如图 3 所示的正循环的循环效率, 并证明效率小于卡诺循环的效率.

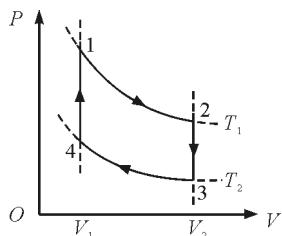


图3 正循环

解:过程 1 → 2, 等温膨胀过程, 系统吸收的热量为

$$Q_{12} = \frac{M}{M_{\text{mol}}} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$Q_{12} > 0$, 说明 1 → 2 过程系统吸热.

过程 2 → 3, 等容降压过程, 系统吸收的热量为

$$Q_{23} = \frac{M}{M_{\text{mol}}} C_{V,m} (T_2 - T_1)$$

其中 $C_{V,m} = \frac{i}{2}R$, i 是气体的自由度.

$Q_{23} < 0$, 说明 2 → 3 过程系统放热.

过程 3 → 4, 等温压缩过程, 系统吸收的热量为

$$Q_{34} = \frac{M}{M_{\text{mol}}} RT_2 \ln \frac{V_1}{V_2}$$

$Q_{34} < 0$, 说明 3 → 4 过程系统放热.

过程 4 → 1, 等容升温过程, 系统吸收的热量为

$$Q_{41} = \frac{M}{M_{\text{mol}}} C_{V,m} (T_1 - T_2)$$

$Q_{41} > 0$, 说明 4 → 1 过程系统吸热.

则整个循环过程中, 系统吸收热量的大小为

$$Q_1 = \frac{M}{M_{\text{mol}}} RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} + \frac{M}{M_{\text{mol}}} C_{V,m} (T_1 - T_2)$$

系统放出热量的大小为

$$Q_2 = \frac{M}{M_{\text{mol}}} RT_2 \ln \frac{V_2}{V_1} + \frac{M}{M_{\text{mol}}} C_{V,m} (T_1 - T_2)$$

则此正循环的效率为

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2 + \frac{i}{2}(T_1 - T_2) \frac{1}{\ln \frac{V_2}{V_1}}}{T_1 + \frac{i}{2}(T_1 - T_2) \frac{1}{\ln \frac{V_2}{V_1}}} < 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

由此可见, 上面列举的在两热源间工作的热机

的效率要小于卡诺热机的效率. 这虽然不是一个一般的证明, 但是学生对“卡诺热机效率是两热源间工作的一切热机的最大的效率”这个结论有了进一步的认识, 而不仅仅局限于被动接受. 这样处理不仅让学生对卡诺热机的物理意义有了更深的认识, 而且还复习巩固了求热机效率这个重要的知识点.

4 结论

本文就如何提高大学物理课程教学质量提出 3 点注意事项, 这些是我们在大学物理教学过程中心得与体会, 供同行交流与参考. 在大学物理课程的授课过程中, 教师除了认真研读教材, 结合课本把书中的内容讲授给学生之外, 还要加入教师自己对大学物理的理解, 做一定的深入, 有些地方需要做适量修改和补充, 不能完全照本宣科. 3 点注意事项分别为: 注意转变学生思考问题的方式; 注重一题多解; 适量做些引申. 为避免空泛的讨论, 我们在讲解中加入了具体的例子方便读者体会. 这些例子是我们在教学过程中的总结, 可以为广大教师在教学中提供有用的参考.

参考文献

- 1 王稼军. 关于大学与中学物理教学的衔接问题的思考[J]. 物理与工程, 2016(4):7~12
- 2 刘真真. 浅析大学物理课堂教学方式的改革策略[J]. 多媒体解析, 2019(10):57
- 3 毛益富, 龙诺春. 多元化教学模式在大学物理教学中应用探究[J]. 科学大众(科学教育), 2016(9):97
- 4 赵近芳, 王登龙. 大学物理学(上)(第5版)[M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2017
- 5 王利刚, 杨体强, 赵显武. 浅谈大学物理教学中的“一题多解”[J]. 教育教学论坛, 2014(36):76~77

Some Thoughts about the Curriculum Teaching of University Physics

Chen Gerui He Mengdong Chen Xiaoyan

(College of Science, Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004)

Abstract: College physics is an important public basic course, and college physics teaching is an important part of quality education for College Students. In this paper, our experience in teaching college physics is put forward, which can be used by the majority of college physics teachers for reference. The experience contains changing students' way of thinking, solving one problem with different methods, and making some extension to the textbook.

Key words: college physics; course teaching; experience