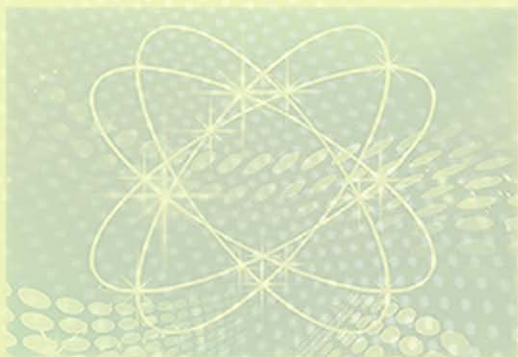


对物理教学中一些问题的思考

吴进校 著



天津科学技术出版社

对物理教学中一些问题的思考

吴进校 著

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

对物理教学中一些问题的思考/ 吴进校著. —天津: 天津科学技术出版社, 2013. 8

ISBN 978 - 7 - 5308 - 8257 - 3

I. ①对… II. ①吴… III. ①中学物理课 - 教学研究
IV. ①G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013) 第 213872 号

责任编辑: 刘丽燕

责任印制: 王 莹

天津出版传媒集团出版
天津科学技术出版社

出版人: 蔡 颢

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话(022) 23332379

网址: www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

天津市天办行通数码印刷有限公司印刷

开本 850 × 1168 1/32 印张 5.5 字数 130 000

2013 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定价: 12.00 元

物理教学 我的挚爱

(代序)

作为一名高中物理教师,对所教授的专业有着无比的迷恋,为了一道题可以几个晚上不眠,为了一个物理问题可以跑遍图书馆。曾经为了查阅油酸分子的大小在石家庄图书大厦蹲过三个下午。为了查阅直流电表的准确度,咨询了石家庄市教育装备处、河北省教育装备处、教育部装备处、杭州电表厂、教学用指针式电表的标准制定者、北京计量科学研究院、中国计量科学研究院、北京计量测试学会、中国教学仪器标准化技术委员会、全国电工仪器仪表标准化技术委员会。其中求索的乐趣,是无法用语言描述的。

我一直信守着“少讲错,或不讲错,成为同行的佼佼者。”为此牺牲了几乎全部的休息时间。当然,我也得到了来自学生和同行的肯定,成为石家庄市小有名气的老师,先后在《物理教学》《物理教师》《物理通报》《中学物理》《中学物理教学参考》等期刊上发表论文。

近年来发现,自己对教材的理解是不到位的。比如原来认为牵引力就是静摩擦力、驱动力的频率等于固有频率时振幅最大等。随着不断学习,对知识的理解不断深入,回想起来,曾经给学生传授过不少错误或不准确的知识。有些问题一知半解,却经常自以为是的给学生讲。这是教师的悲哀,更是中国教育的悲哀。花费很大精力学了《原子物理》和《量子力学》,却不能给学生讲清能级跃迁,学了厚厚的一本《光学教程》,却不能回答为何叫白光而不

叫无色光。

老师的知识贫乏不是最可怕的,最可怕的是老师用自己的思路约束学生的思维,学生的“奇思妙想”被批为“不务正业”,学生的大胆提问经常遭受训斥,学生的刨根问底,经常被冠以“钻牛角尖”。

给学生以想象的空间,给学生以充分的肯定,给学生以足够的赏识,让学生真正感受物理的美丽,助他们飞翔!

目 录

对《牛顿第一定律》一节的几点认识	1
在教学中做一些理论联系实际的尝试	7
趣味摩擦力	12
感受摩擦力	16
从《摩擦力》一节看教师的知识缺陷	20
《万有引力定律在天文学上的应用》的相关知识	28
潮汐作用对天体的影响	32
天体质量的测量	36
黑洞的半径究竟多大	41
应如何定义共振	45
静电屏蔽的实际应用	48
直流电表的选择使用	52
例说加速器的分类及原理	62
白炽灯中的物理问题	71
日光灯常见问题的解释	76
交变电流部分两个典型错误	81
认识红外线	85
红外探测技术在军事上的应用	94
日常生活中光的干涉和衍射现象	99
增透膜的原理及常见问题的解答	105
浅析光子与粒子的相互作用	110
光电效应中几个常见问题的解答	114
光谱学习中的几个问题释疑	117

《用油膜法估测分子的大小》的实验研究	120
教师应认真学习并积极推行国家标准	128
利用一题多变上好习题课	136
新课改理念下的高中物理专题教学	144
物理教学中要注重理论联系实际	152
学生是我最好的老师	157
反思中国式教育	163
感受美国教育	168

对《牛顿第一定律》一节的 几点认识

笔者就《牛顿第一定律》一节的几个问题谈谈个人观点。

一、贬低亚里士多德的做法欠妥

亚里士多德是世界古代史上最伟大的哲学家、科学家和教育家。在人类科学史上,亚里士多德是第一个阐明各学科研究对象和基本概念的人,他对混沌一团的科学进行了分类,为科学的发展奠定了基础。他的著作是希腊文明的百科全书,内容涉及天文学、地理学、地质学、物理学、动物学、胚胎学、解剖学、生理学、心理学、经济学、政治学、教育学、逻辑学、伦理学、历史学、美学、修辞学、诗歌等。亚里士多德集古代知识于一身,对世界的贡献之大,令人震惊,因此黑格尔称其为“人类的导师”,马克思称其为“古代最伟大的思想家”,恩格斯称其为“古代最博学的人”。

亚里士多德是许多学科的奠基人。在哲学方面,他最大的贡献在于创立了形式逻辑,丰富和发展了哲学的各个分支学科。在生物方面,他对五百多种不同的动植物进行了分类,至少对五十多种动物进行了解剖研究,指出鲸鱼是胎生的,考察了小鸡胚胎的发育过程。在教育方面,他主张国家应进行公共教育,使学生的身体、德行和智慧得以全面和谐地发展。他提出的“贫穷是革命与罪孽之母”,“立法者应该把主要精力放在教育青年上,忽视教育必然危及国本”等观点非常富有哲理性。亚里士多德的教学思想

是建立在对人的身心发展研究基础上的,他主张依据年龄分期实施教学,实现人类自身发展规律和教育发展规律的结合;建立了包括自然科学在内的百科全书式的课程体系,提出了注重实践的良好措施;主张学生在德、智、体、美等方面全面发展,且在不同的成长时期侧重不同。在教学方法上,亚里士多德重视练习与实践的作用。在师生关系上,亚里士多德对导师柏拉图不是言听计从、唯唯诺诺,而是在继承的基础上敢于思考、坚持真理、勇于挑战,提出“吾爱吾师,吾尤爱真理”。

亚里士多德曾提出许多数学和物理学的概念,如极限、无穷数、力的合成等,创建了视觉、色彩视觉和虹等原始学说。亚里士多德认为地上的物质由土、水、气、火这四种“基本元素”组成,试图从物质本身来说明自然,把科学从宗教与神话中解放出来,这一精神是有进步意义的。亚里士多德认为地球是球形的,其依据是:月食是地球的影子投到月球上所致,由于月食时看到地球的影子总是圆的,由此推断地球应该是一个球体而不是圆盘状。

亚里士多德把物体的运动分为自然运动和强迫运动两种,自然运动就是重物竖直下落和轻物竖直上升的运动;除了这一运动外,所有其他形式的运动都只能在外力强迫下才能进行。这一观点尽管错误,但其中明显含有静止惯性的思想。

当然,亚里士多德对很多问题的处理是错误的。

每个人的认识均受其所处时代科技水平的影响,和所有科学家一样,亚里士多德的一些观点存在错误是难免的,但不应该因此就把亚里士多德看成是阻碍科学进步的反动或落后势力的代表而进行批判,应该批判的是照搬亚里士多德的观点而墨守成规的人。

哈佛大学的校训“让柏拉图与你为友,让亚里士多德与你为友,更重要的,让真理与你为友”很值得借鉴。

二、要正确理解伽利略理想实验的推论

伽利略根据理想实验得出推论“一个运动的物体,假如有了某种速度以后,只要没有增加或减小速度的外部原因,便会始终保持这一速度——这个条件只有在水平的平面上才有可能,因为在斜面的情况下,朝下的斜面提供了加速的原因,而朝上的斜面提供了减速的原因。由此可见,只有在水平面上运动才是不变的。”(《两种新科学的对话》)他所说的水平面是和地球同心的球面,也就是说,那种没有增加或减小速度外部原因的物体,其不变的运动是圆周运动。他对圆运动最自然最完善的思想印象太深,以致对开普勒的行星椭圆轨道理论不感兴趣。他不承认宇宙的无限性,因此认为,无限沿直线的匀速运动是不可能的,只能是沿着地球表面的圆运动。他只承认圆惯性运动,而不承认直线惯性运动,因此未能将惯性运动推广到一切运动上。

圆运动是最完美的运动这一观点可以追溯到古希腊,毕达哥拉斯学派认为,一切立体图形中最美好的是球形,一切平面图形中最美好的是圆形,而宇宙是一种和谐的代表物,所以一切天体的形状都应该是球形,一切天体的运动都应该是匀速圆周运动。柏拉图主张天体的运动可以用匀速圆周运动的组合来解释。亚里士多德继承了柏拉图的观点,认为圆周是完美的几何图形,圆运动是一种原始的运动,并且是唯一一种能够无限继续的运动,所有天体的圆周运动都是自然运动。哥白尼接受了圆运动是最完善运动的概念,认为一切行星的运动都是均匀永恒的圆运动或复合运动。伽利略也坚持认为行星的运动是最自然最完善的圆运动。

伽利略把产生加速或减速的原因归之于靠近或者离开地球中心的倾向,也就是说他还没有建立起物体相互作用的清晰概念。他既没有找出改变运动状态的原因是力,也没有发现力与运动之

间严格的关系。所以说,伽利略首先提出了惯性运动这一思想,但还不能说他发现了惯性定律。

三、笛卡儿对惯性定律的贡献

伽利略逝世两年后,笛卡儿补充和完善了伽利略的论点,他强调惯性运动的直线性。他在《哲学原理》一书中这样描述“所有的运动,其本身都是沿直线的。”笛卡儿认为惯性运动不仅仅局限于水平面上的运动,而是包括一切方向上的运动。笛卡儿在《哲学原理》中的表述为“只要物体开始运动,就将继续以同一速度并沿着同一直线方向运动,直到遇到某种外来原因造成的阻碍或偏离为止。”这一叙述尽管包含了“不受任何力”的思想,但还没有明确提出,所以说笛卡儿的叙述还不是真正意义上的惯性定律。

四、牛顿第一定律的产生

牛顿继承了伽利略重视实验和逻辑推理的研究方法,也继承了笛卡儿的研究成果。经过深入研究,澄清了力的概念,确立了经典力学的基础——牛顿运动定律。牛顿在1687年出版的《自然哲学的数学原理》一书中对第一定律的表述为“一切物体总保持静止或匀速直线运动状态,直到有外力迫使它改变这种状态为止。”牛顿第一定律真正揭示了力与运动的关系:力是物体运动状态变化的原因,而不是维持物体运动状态的原因。这是伽利略和笛卡儿都没能解决的。从此惯性定律才真正成为力学理论的基础。所以说,牛顿第一定律才是真正意义上的惯性定律。

有些资料上讲,“伽利略的理想实验证明了物体不受外力作用时总保持原来的匀速直线运动状态或静止状态”,这一提法显然是不符合史实的。

五、正确理解牛顿第一定律的意义

1. 牛顿第一定律包含了三层意思

(1) 牛顿第一定律说明了物体不受外力时的运动状态是匀速直线运动或静止(所以说力不是维持物体运动的原因)。

(2) 一切物体都有保持匀速直线运动或静止的特性(即一切物体都有惯性)。

(3) 外力是迫使物体改变运动状态的原因。

2. 牛顿第一定律的成立是有条件的

它只适用于质点在惯性系中的运动,在非惯性系中不适用;牛顿第一定律所指的物体是质点,不适用于转动的物体。

六、牛顿第一定律不是牛顿第二定律的特例

由于实际上不存在完全不受其他物体作用的孤立物体,所以第一定律不能用实验直接加以验证,主要是由它所推出的结论和实验事实符合而得到验证。第一定律指出了物体在不受力的情况下处于怎样的运动状态,这样就可以研究物体在受力情况下的运动状态,因此,在牛顿力学的理论系统中牛顿第一定律是第二定律的前提和基础。

牛顿第一定律反映的是物体不受力时的运动状态是匀速直线运动或静止,不能反映所受合力为零时的运动状态是匀速直线运动或静止,合力为零时的情况是牛顿第二定律解决的问题。

将牛顿第一定律视为牛顿第二定律的特例是不妥当的。有些资料上讲,“牛顿第一定律说明了物体不受力(或所受合力为零)时的运动状态是匀速直线运动或静止”,这种提法是不合适的,因为牛顿第一定律不包括“所受合外力为零”的情况。

参考文献

- [1] 中国大百科全书编委会. 中国大百科全书·力学. 北京·上海: 中国大百科全书出版社, 1985.
- [2] 中国大百科全书编委会. 中国大百科全书·物理学. 北京·上海: 中国大百科全书出版社, 1987.
- [3] 人民教育出版社物理室. 物理教师手册. 北京: 人民教育出版社, 1998.
- [4] 何维杰. 物理思想史与方法论. 长沙: 湖南大学出版社, 2001.

在教学中做一些理论 联系实际的尝试

以前的物理教学侧重理论而轻视应用,学生在学习物理时感觉非常抽象,近年来越来越重视物理知识在生活实际中的应用,笔者在教学中也做了一些尝试。

【例 1】 一质量为 $m = 20 \text{ kg}$ 的钢件,架在两根完全相同的、平行的长直圆柱上,如图 1 所示,钢件的重心与两柱等距,两柱的轴线在同一水平面内,圆柱的半径 $r = 0.025 \text{ m}$,钢件与圆柱间的动摩擦因数 $\mu = 0.20$ 。二圆柱各绕自己的轴线做转向相反的转动,角速度 $\omega = 40 \text{ rad/s}$ 。若沿平行于柱轴的方向施力推着钢件做速度为 $v_0 = 0.050 \text{ m/s}$ 的匀速运动,推力为多大? 设钢件左右受光滑导槽限制,不发生横向移动。

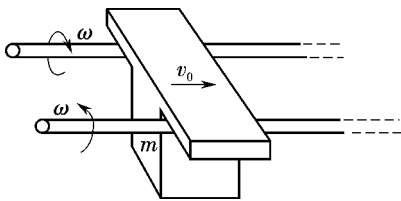


图 1

【解答】 因钢件与圆柱之间有相对运动,所以摩擦力等于动摩擦因数与压力的乘积,又因钢件与圆柱接触处的弹力方向是竖直的,且钢件的重心与二圆柱等距,所以每根圆柱所受压力为

$F_N = \frac{1}{2}mg$, 每根圆柱给钢件的摩擦力大小为

$$F_f = \mu F_N = \frac{1}{2}\mu mg \quad \dots\dots\dots ①$$

要使钢件沿平行于柱轴方向做匀速运动, 则推力的大小应等于摩擦力 F_f 在这个方向上的分力的 2 倍, 作用在钢件上的摩擦力的方向与接触处钢件相对于圆柱运动的方向相反, 在接触处钢

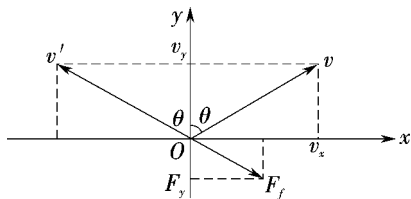


图 2

件相对于圆柱一方面有向前的速度 v_0 , 取此方向为 y 轴的正方向, 则 $v_y = v_0$; 另一方面因为圆柱向里旋转, 所以接触处钢件相对于圆柱还有水平向外且垂直于 y 轴的速度 $r\omega$, 取此方向为 x 轴的正方向, 则 $v_x = r\omega$. 合速度 v 的方向如图 2 所示, 与 y 轴的夹角 θ 满足

$$\tan \theta = \frac{v_x}{v_y} = \frac{r\omega}{v_0} \quad \dots\dots\dots ②$$

摩擦力 F_f 方向与合速度 v' (v 逆时针转 2θ 角) 方向相反, 推力 F 为

$$F = 2F_y = 2F_f \cos \theta \quad \dots\dots\dots ③$$

由①、②、③三式得

$$F = \frac{\mu mg}{\sqrt{1 + \left(\frac{r\omega}{v_0}\right)^2}}$$

代入数据得: $F = 2.0 \text{ N}$

此题是第二届全国中学生物理竞赛预赛题, 很多参考书上有这道题, 同学们比较熟悉, 老师不但要讲清如何解答, 还要对结果进行讨论并联系实际。

$$\text{由 } F = \frac{\mu mg}{\sqrt{1 + \left(\frac{r\omega}{v_0}\right)^2}}$$

分析可知,当 $\omega = 0$ 时,即圆柱不转动,推力 $F = \mu mg$ 。随着 ω 增加,推力 F 逐渐减小。

以上结论在实际中的应用,可解释下列现象。

- (1) 把钉着的钉子拔出时,应该边拔边旋转。
- (2) 在硬物上打孔时要使钻头高速旋转。
- (3) 插物体时要边插边转动。
- (4) 上螺丝钉比钉钉子要省力。

【例2】 倾角为 θ 的光滑斜面放在水平地面上,有一物体放在斜面上,相对于斜面保持静止,如图3,此时斜面相对于地面的加速度多大?

【解答】 物体相对于斜面静止说明二者具有相同的加速度,均为水平向右,设其为 a 。

根据牛顿第二定律可得

$$F_{\text{合}} = ma$$

由几何关系得

$$\tan \theta = \frac{F_{\text{合}}}{mg}$$

由以上二式得

$$a = g \tan \theta$$

分析: 当斜面运动的加速度 $a = g \tan \theta$ 时,物体相对于斜面静止;当斜面运动的加速度 $a > g \tan \theta$ 时,物体相对于斜面向上运动;当斜面运动的加速度 $a < g \tan \theta$ 时,物体相对于斜面向下运动。

以上结论在实际中的应用,可解释下列现象。

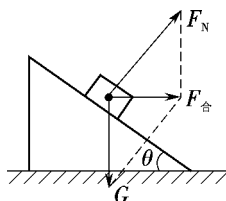


图3

(1) 用铁锹铲沙时,沙粒与铁锹之间的动摩擦因数非常小,可以认为它们的接触面是光滑的。为了使沙子能随铁锹一起运动,应突然用力使铁锹产生足够大的加速度。

(2) 用铁簸箕撮杂物时(不借助于笤帚),为了使杂物能沿铁簸箕往上运动,应以较大的力推铁簸箕,使其产生足够大的加速度。由 $a = g \tan \theta$ 可知,铁簸箕放得越平,杂物沿铁簸箕往上运动越容易。

(3) 用手撩水时,手掌越陡,使水随手掌一起运动需要手掌的加速度越大。

(4) 踢球时,脚面太平,球会沿脚面上升。

【例3】 在固定斜面 A 上放一小物体 B ,物体与斜面间的静摩擦因数为 μ ,欲使放在斜面上的物体 B 能处于静止状态,见图4。求斜面倾角满足的条件。

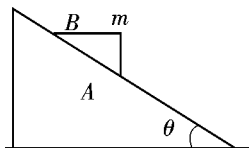


图4

【解答】 欲使物体 B 在斜面 A 上处于静止,必须满足

$$mg \sin \theta = F_{\text{静}} \leq F_{\text{max}}$$

$$F_{\text{max}} = \mu F_{\text{N}}$$

$$F_{\text{N}} = mg \cos \theta$$

所以倾角 θ 应满足的条件为 $\tan \theta \leq \mu$

以上问题在实际中的应用:

如果将题中物体 A 和斜面 B 像图5一样卷起来,就分别形成了螺杆和螺母。 A 相当于螺母, B 相当于螺杆(反之也可)。对螺杆和螺母问题分析如下。

(1) μ 为静摩擦因数,它与材料的性质、接触面的粗糙程度有关。在材料的性质、接触面已确定的情况下, θ 越小,物体在斜面上越容易静止住。对于螺杆和螺母,如果让它们之间不容易出现