

● 国家基础教育课程改革系列参考文献

中国教育学会

“借鉴多元智能理论 开发学生潜能实践研究”暨

DIC 国际合作项目

多元智能理论与新课程教学实践

高中教学部分

(第一辑)



多元智能与高中物理教学

本册主编 林 涛



北京师联教育科学研究所 编
学苑音像出版社 出版

责任编辑 冯克诚 王 军

封面设计 师联平面工作室

多元智能理论与新课程教学实践
高中教学部分
(第一辑)

★

多元智能与高中物理教学

本册主编 林 涛

学苑音像出版社出版发行

★

北京密云红光印刷厂印刷

2004 年 8 月印刷

开本 850×1168 1/32 印张 175.125 字数 4550 千字

ISBN7 - 88050 - 144 - 4

本系列资料配光碟发行册均 16.80 元(不含碟)

本书如有印刷、装订错误,请与本社联系调换

《多元智能理论与新课程教学实践》

出版说明

多元智能(MI)理论由美国哈佛大学终身教授、“零点项目”负责人霍华德·加德纳(Howard Gardner)先生于1983年提出并创立,旨在研究人的智能功能的多元结构,创建一个开放的教育系统,促进人类心灵全面而充分地发展。经过20余年的理论和实践研究发展,在全世界范围的教育系统内产生了极大的震动和深远的影响,被欧美理论界称为二十世纪最伟大的教育理论发现。

DIC(Discover In China)是以中国联合国教科文组织协会全国联合会主席陶西平代表中方与美国亚利桑那大学 DISCOVER 项目组负责人、“零点项目”核心专家琼·梅克教授,于2000年8月在北京签署的国际合作项目,是国内唯一具有签约授权的多元智能(MI)研究的国际合作项目,它同时被批准为中国教育学会“十五”重点课题,即“借鉴多元智能理论 开发学生潜能实践研究”。课题的研究目标,是适应中国基础教育改革的实际需要,借鉴以多元智能理论为代表的、开发学生多元潜能的现代教育理论,通过不同类型实验区和项目学校在教学改革各个领域的实践研究,逐步形成适合开发学生多元潜能的学校课程和以“问题解决”为导向的基本教学策略。其相应的多元多维教育评价体系,已被教育部基教司课程改革评价项目组接纳,直接参与了当前义务教育新一轮的课程改革研究,为国家的教育决策和

各地教学改革提供了参考和依据。

为深入推进和开展多元智能理论和实践的研究,团结全国从事该领域研究的各方教育力量,整合研究成果,配合国家基础教育课程改革,经中国联合国教科文组织协会全国联合会、北京市教育委员会、中国教育学会“借鉴多元智能理论 开发学生潜能实践研究”十五’重点课题暨 DIC 国际合作项目组特别授权,由学苑音像出版社投巨资整理出版了大型系列音像资料片《多元智能理论与新课程教学实践》(VCD399 种)。本资料属于国家基础教育课程改革系列音像资料,内容包括多元智能理论创始人霍华德·加德纳在内的国内外众多研究多元智能理论的核心专家关于多元智能的基本理论原理、学术渊源、多元智能学校实验工作、多元智能理论研究的原则、方法等专题讲座 75 种,和国内外各大实验区的优秀课堂实录(VCD)及各种课件共 324 种,较全面完整地反映了在不同学校类型、不同学科和各种教学环节中多元智能理论与实践工作进展的基本情况,对于进一步推进学校实验工作和教育创新具有相当重要的理论意义和实际借鉴作用。

《多元智能理论与新课程教学实践》文库是与前述大型系列音像资料配套使用的大型参考文献,主要整理了有关多元智能理论的基本内容和各大实验区的原创性的研究成果、经验总结、案例解说、个案设计以及其中特别具有实用价值的内部文献,对于指导学校进一步的实验、培训实验教师进行新课程改革和教学创新都具有直接的参考作用和应用价值。

北京师联教育科学研究所

2004 年 8 月

组织授权

中国联合国教科文组织协会全国联合会

北京市教育委员会

中国教育学会“借鉴多元智能理论 开发学生潜能实践研究”

暨 DIC 国际合作和项目课题组

课题指导专家

陶西平 中国联合国教科文组织协会全国联合会主席，北京市社会科学界联合会主席，本课题负责人

柳 斌 教育部总督学、顾问、中国教育国际交流协会会长、原国家教委副主任

顾明远 中国教育学会会长，北京师范大学、教授，博士生导师

郭福昌 原国家教委副总督学、本课题组副组长

霍华德·加德纳(Howard Gardner) :多元智能理论创始人，美国哈佛大学终身教授、“零点项目”负责人

琼·梅克(June Maker)美国亚利桑那大学教授、导师。“零点项目”核心专家

张稚美(Ji - Mei Chang, Ph. D.)美国加州圣荷西州立大学教授、导师

托马斯·里尔·阿姆斯特朗(Thomas Leigh Armstrong)美国著名心理学家、多元智能研究专家

约翰·保罗·汤普森(John Paul Thompson) 英国诺丁汉大学教授、多元智能研究专家

梅汝莉 中国陶行知研究会副会长,北京教育学院教授,课题组常务副组长

迪·迪瑾逊(Dee Dickinson) 全美在线多元智能课堂总裁(政府)、师资培训专家,《多元智能教学的策略》作者

米歇尔 加拿大魁北克省教育专家、教育委员会总裁。

托马斯·R·霍尔(Thomas R·Hoem) 美国第一所多元智能实验学校——新城中学校长

张国祥 澳门大学教授、博士、澳港地区实验学校负责人

沈致隆 北京工商大学教授、教育部艺术教育委员会委员
《多元智能》中文版一书首译者

张开冰 泰兆教育基金总裁、(香港)中国多元智能教育协会会长

陈杰琦 全美多元智能与教育研究专题组组长、教育博士，
北美华人教育研究年会主席

张梅玲 中国科学院心理研究所研究员、导师

霍力岩 北京师范大学教授、教育学博士

青岛泰治 联合国教科文组织驻北京办事处主任

杰瑞·伯瑞奇(Jary·Borich) 美国德州奥斯汀大学教授

程方平 中央教育科学研究所研究员、教育学博士

冯克诚 中国社会科学院高级编审、本课题年会秘书长、教育学博士

目 录

“多元智能”理论在高中物理教学中的应用	(1)
多元智能理论在物理课堂教学中的应用	(7)
绪 论	(15)
《弹 力》教学设计	(22)
《力的合成》教学设计	(28)
《动量守恒定律的应用》教学设计	(35)
《动量守恒定律》教学设计	(42)
《验证动量守恒定律》教学设计	(49)
《简谐运动》教学设计	(54)
《单摆周期公式》教学设计	(58)
《细线 + 小球》教学设计	(61)
《简谐运动的图像》教学设计	(68)
《简谐振动的图像》教学设计	(72)
《简谐运动的能量 受迫振动 共振》教学设计	(80)
《机械振动》教学设计	(86)
《波的形成和传播》教学设计	(91)
《机械波》教学设计	(96)
《波的图像》教学设计	(101)
《波长、频率和波速》教学设计	(107)
《波的衍射 波的干涉》教学设计	(114)
《波的干涉》教学设计	(119)
《声学的初步知识》教学设计	(126)

《物体是由大量分子组成的》教学设计	(133)
《分子间的相互作用力》教学设计	(143)
《分子的热运动》教学设计	(150)
《物体的内能 改变内能的两种方式》教学设计	(156)
《分子热运动 能量守恒》教学设计	(163)
《能的转化和守恒定律》教学设计	(168)
《气体的状态参量》教学设计	(173)
《气体的状态和状态参量》教学设计	(179)
《气体的等温变化 玻意耳定律》教学设计	(185)



“多元智能”理论在高中物理教学中的应用

北京市丰台实验学校 李凯波

传统的智力观认为,智力是以语言能力和数理逻辑能力为核心、以整合的方式存在的一种能力。在这样的认识基础上,各种各样的智力测量表被编制出来,以测量一个人的聪明程度。但是现实生活中人们发现,一方面大量的成功人士并非那些智力测试中被认为是智商很高的人;另一方面许多被认定智商很低,甚至明智的人却在某些领域表现了突出的才能和聪明过人之处。这些事例举不胜举,它表明了一个问题,那就是:单纯以语言能力和数理逻辑能力来判定一个人是否聪明,并不科学。为了正确认识人的智力成分和智能结构,许多学者进行了相关的研究并取得重大进展。越来越多的学者认识到,智力是由不同因素构成的,是多元的。传统的智商理论及测试只能反映出人的某些智能,而不是全部。

“多元智能”理论是1983年美国哈佛大学加德纳教授创立的,以“多元智能”理论为代表的新型智能理论。理论认为:每个人都有七种能力或智能,包括音乐智能、肢体运动智能、语言智能、逻辑数学智能、空间思维智能、交际智能、内省智能。每个人都具有多种不同的智能组合,因此就形成每个人独特的能力和问题解法的方式。能够成功地解决复杂问题的人,就是高能力的人。这种能力观,具有鲜明的实践品格,与我国的素质教育要求培养学生实践能力的思想相一致。



“多元智能”理论有四个要点：一是每个人都具备七项智能；二是大多数人的智能可以发展到充分胜任的水准，即如果给予适当的鼓励、充实和指导，事实上每个人都有能力使七项智能发展到一个适当的水平；三是智能通常以复杂的方式统合运作；四是每一项智能里都有多种表现智能的方法。“多元智能”理论对教育的启示很大，值得认真思考和讨论。不过，有些教师可能认为，此理论理解起来是很容易的，但是要把这一理论运用于课堂教学中则比较困难，那需要教师教学观念的巨大转变。而且，特别是目前高中的分科教学中，如何体现多元智能的思想呢？

中国大多数的课堂教学，尤其是高中的课堂教学，一直以来都是传统的教、学和评价方式占主导地位，所有的学生都被以同一种方式来对待。教师则将大部分时间用在讲课上——主要是教师对学生讲，其余时间则用在了学生写作业上，而且大多数是做教科书上的练习或随堂练习，最后以考试分数来确定优生和差生。这样的教学和评价方式其实质是只侧重培养并考查两种智能（语言能力、逻辑—数学能力），而实际上人们的智能还远不只这两种。今天，各种传统的方法可能还能够满足社会的需要，但是它没能展现一个有所作为的社会公民所应具备的个人的能力或潜力。学生要在未来的社会中获得成功，那他们就需要具有解决实际问题的能力，而问题的解决往往取决于多种智能的相互作用，因此学校教育只重视培养学生某方面的智能则是落后的，教师用传统的学生观、人才观、能力观去进行课堂教学改革，就不适应于当今的素质教育和贯彻面向全体学生的理念了。在这种情况下，多元智能理论，不仅可作为对于这种单向教学的一种特殊补救，而且也可作为一种‘后设模式’用来组织和综合所有寻求打破这种狭隘限制学习方法的教育革新，如此可以提供一个宽广的课程范围，‘唤醒’在学校中那些‘沉睡’的大脑。可以说多元智能理论为传统课程建议了各种切入点，帮助教师把现有的课程或单元转换成多元模式的学习机会。我认为它对课堂教学的最大贡献



为它提出教师要超越课堂上原来使用的典型语言和逻辑数学方法,并扩展他们自己所拥有的一切教学技术、工具和策略,以期获得更好的教学效果。因此将多元智能理论引入课堂教学是教师有必要思考和实践的问题。

虽然许多教师会发现将七个领域全部整合进一个课程中并不简单,而且可能会令人感到挫折,但了解这个理论后,对照着您平时的教学启示,也许每一节生动而富有活力的课堂中都能找到多元智能理论的影子,您至少是利用三四种智能来作为切入点,以至提供给學生三四种机会去接近信息,达到激活课堂的目的。

下面是我在高中物理课堂教学中的几个案例,拿出来与大家共同讨论,我认为都可用多元智能理论给予很好的解释与分析,以此证明高中物理课堂教学完全可以引入多元智能理论,采用多种教学方法力求开发学生的多项潜能。

案例1:上学期我教的高二(1)班是个文科班,课下有很多女孩子跟我反映说‘物理难学、物理没有历史、语文有意思。面对这种情况,我其实好长时间束手无策,但我一直思考着这个问题。当讲到原子物理时,终于机会有了。针对她们的心理障碍我先做了一翻工作,告诉她们‘原子物理’虽然听起来很高深、很吓人,但它并不难学,而且对于大家的要求也并不高,谁都可以学会的。解决了心理‘恐惧感’之后,我又精心设计课,几乎一章的内容节节都用生动的故事串讲。有卢瑟福的 α 粒子散射实验、质子和中子的发现、爱因斯坦的质能方程等,学生像听历史故事一样学会了物理知识,单元测试结束后,我发现他们的成绩与理科班竟然持平。

回想起来,我的成功之处就在于因材施教。即根据文科班学生的特点,采用了较好的教学方法。其实这无形中已应用了多元智能的理论思想。首先,心理纠正其实是让她们正视自己,树立信心,这是给每个人一次自我认知的机会。其次,采用讲故事的方法,虽然这也是语言智能教学法,但它同往常不同,这种语言更适合文科班接



受。它体现了每一项智能中义有不同的表达形式,即他们对理论性很强的语言没兴趣而对生动的故事却很敏感。

案例2:(文科班)分类讲解振动图像和波动图像时,我说:振动图像是一个质点在不同时刻对于平衡位置的位移,而波动图像是不同质点在同一时刻相对于各自平衡位置的位移。说完后几乎没有一个人能复述下来,其实就是对这两句话没理解。在我几次的重复后,他们终于能记住了,但一做题就错,无法解题。后来我采用了两个办法,先做了一个比喻,告诉他们振动图像就像一个人跳舞将其全过程用录像机录下后所得到的,而波动图像是一群人的跳舞在某一时刻给他们拍的照片。这时好多同学明白了。随后,我让几个同学做动作,有站立、下蹲等几个步骤,后一个同学比前一个同学的动作滞后一拍,大家看到了一个波动的直观图像,并明白了为什么只有振动形式向外传播和振动质点并没有沿波传播。学生理解后再做题,他们就能很好的区分振动图像和波动图像并解决相关问题了。

分析起来,文科班学生的某种语言智能及数理逻辑智能都较芹,她们个善于分类,推理和总结,但她们也有优势,就是她们的某些空间思维智能和肢体运作智能较高。我正是利用了各个智能间的相互作用,利用她们的优势智能开发和挖掘了她们的弱项,这种迁移还是很显著的。

案例3:(理科班)小A和小B两位同学,他们是老师们公认的理科高手,但在物理课堂上总是出现这样的情况:他们都做对了某道题,让小A回答为什么这么做时,他总是说“凭感觉”!而让小B回答时,他的解释只能把全班同学说得更糊涂。

对于上述现象分析可知,他们是典型的逻辑数学智能的大才,有着对逻辑方程、关系、功能及其他抽象概念的敏感性,他们的语言智能极差,不是没有词来表达就是用词不准确。遇到此情况,应该想办法锻炼他们的表达能力而促进他们数理逻辑别能的发展。但由于我刚开始教学没有经验,或者还是因为观念上没有完全转变,对于小



A,我总认为他故意出洋相不好好回答问题,(也许是他性格的原因给人印象特别淘气)我上课很少提问他,问此长期以来他在班级虽有一个聪明的称号,但物理成绩一大个是很好。对于小B,我总是怕提问他耽误时间而没想出好的方法以引导他表达,实际上语言智能不能很好的发展,也阻碍了他数理逻辑智能的充分发展,因此,他的成绩虽然很好,但每次考试的最高分并不是他。

总结失败的教训即为:学生多方面的智能是相互制约并相互促进的,只有让他们的各项智能都协调发展,学生的潜能才能充分的发挥出来,才能更好的体现他们的创造性。

综上所述,将多元智能理论引入高中物理课堂教学,会令教师找到不同的、多方位的切入点给课堂教学带来活力,给课中教学改革带来旺盛的生命力。多元智能理论为课堂教学改革开辟了宽广的途径。其实在很多情况下,很多好的方法已沿用了很久,但在某些情况下,智能多元理论又给教师一个发展革新教学方法的机会,值得注意的是,智能多元论建议教师,无论在哪种情况下,没有一种对所有学生都适合的好方法,所有孩子在七项智能中都有不同的倾向,所以任何一组特定的方法可能对某些孩子很成功,但对另一些孩子却不一定奏效,学生的具体情况不同,教师应根据自己学生特点拓宽教学方法,只要不照搬和机械的套用,只要教师根据每项智能不断的变换教学方法,学生就可以在一节课中某个时刻利用他们最发达的智能学到知识。总之,教师应尽量找到更多更好的课堂教学方法,提高课堂效率,充分发挥学生潜能培养健全人格,更适应未来社会的需要。

通过一年来对‘多元智能’理论的学习和思考,我得到了如下结论:

1. 进行课程的改革势在必行。实际上,目前课程改革已在高中开展,原来人们认为的‘课程改革还得等好长时间’和‘课程改革容易在低年级实施’已不符合事实。“问题解决”已成为未来教育的主要切入点,多元智能理论是素质教育要培养能力型人才和创新型人才



的最好诠释。

2. 高中阶段的分科教学,完全可以借鉴多元智能理论达到各学科更好的综合。虽然高考改革目前的大方向是3+X综合,但各种课堂教学的综合似乎还要迟些时候,或者亦可能课堂教学并不会综合(即不打破学科界限),这也许是来自教师水平的限制,或者开设综合课根本没有必要,我们的目的是让学生自己有能力解决综合而复杂的问题,而并不是考察哪位老师综合的好。那么现在我们怎样解决课程上分科教学与高考中综合能力的测试的矛盾呢?我觉得,这就需要在本学科内充分培养学生的各种智能,使每一种潜能都有机会发挥。

总之,多元智能理论对教育有着深远的意义和影响。它所倡导的学生观是一种积极的学生观,所倡导的教育观是一种“对症下药”的因材施教观。此外,评价是教育教学活动中极为重要的一环,它正确的评价观对教育教学活动具有极强的导向作用,为我们提供了一种个人发展的模式,从而使我们能够从一个全新的角度来理解学生,审视我们对学生的评价。对广大教育工作者来说,把握好理论的内涵,从而树立正确的学生观、教学观和评价观,必将加深对素质教育的理解,推动素质教育进一步深入。

当然,“多元智能”理论也存在着一定的缺陷,而且在应用此理论进行课堂教学中也遇到了一些问题。比如,目前的评价方式没有变,还是以一张试卷来评价所有的学生,这就给课堂上应用多元智能理论以很大限制,也给实践教师思想上很大限制,使他们不可能放下包袱,充分的发挥才能。再比如,高中学生是经过了几十年的传统教育的产物,要想在三年里改变他们的学习方式是很困难的,那更需要全体高中教师的齐心协力需要全体教师都转变观念。



多元智能理论在物理 课堂教学中的应用

——《光的折射》课堂实录

物理组 郭卫兰

师引入 由前面的学习我们知道,光在均匀介质中沿直线传播,但是遇到不透明的物质会反射回原来的介质中,把这种现象叫光的反射,光线除了有直线传播和反射等现象外,还有其它现象吗?

现在你来观察几个实验,看看能观察到什么现象?启发你想到什么?思考什么?想做哪些探究?

师 观察前先看这个茶杯(出示茶杯),从侧面看它是什么形状?

生 梯形

师 从上往下看呢?

生 圆形

师 将平放的茶杯向前倾斜一个角度,它像什么?

生 圆台

师 对!一个物体从不同的角度观察得到的结论是不同的,请同学们观察下面几个实验,注意全方位观察。

观察的实验:

1. 观察插入水中的筷子有何特点?
2. 桌子上有一培养皿,把它放在画有红线的胶片上,在培养皿里放水前观察胶片上的红线,放水后再观察胶片上的红线。
3. 桌子上有一碗水,里面放一金属块,变换角度观察金属块有



何变化?

学生由桌子上的实验器材,不加约束的观察。

(教师思路:让学生从实验现象的观察中发现问题,体现科学探究中‘提出问题’的研究思想。)

师问:你都观察到什么现象了?思考了哪些问题?

生1:插入水中的筷子若从水面上斜着看,水中的部分往上翘;若从杯子侧面观察筷子是错开的。为什么会有这种现象?

生2:若让筷子垂直插入水中,从侧面看,插入水中的部分比上部还粗。这是为什么?

生3:刚才我观察碗里的金属块,如果斜着看,当眼睛离水面越来越远时,金属块逐渐上升;若垂直水面观察,眼睛靠近水面时,金属块的深浅不变化。为什么观察的角度不同,得到的现象就不同呢?

生4:我观察了培养皿下的红线,在放水前,培养皿下的红线和培养皿外面的红线没不错开;放水后再观察红色直线错开了。为什么放水后就错开了呢?

生5:我们组观察金属块在碗里挺大的,可是一拿出来却没那么大,这是怎么回事?

生6:……

(教师思路:让学生叙述看到的现象是利用多元智能理论中语言文字智能。把自己的发现,通过思考演变为一个具体、明确的物理问题,这是发现问题,提出问题的另一个环节,即把观察到的现象采用“问题化”的方式进行陈述,学生经过一定案例的积累并随着他们物理知识的丰富,能够逐步提高探究问题的能力。)

师:刚才同学们观察得非常细致,也非常认真,而且还有与众不同的观察方法,叙述也很清楚。但同学们是否注意到了,筷子、金属块、红线本身不发光,在空气当中无论怎样变换角度都不会有你们刚才看到的现象(教师举起实物请同学观察)。因为它们反射的光线由空气直接射入人眼。可是放到水中,它们反射的光线是由水中射入



空气,观察到的现象就不同了,这使你想到什么问题?

(教师思路 启发并引导学生找出问题的根源)

生 光线由水中射入空气中传播方向会不会发生改变?

师 想得很好。那我们就通过实验看一看吧。

演示 让一束光线由空气斜射入水、玻璃中观察现象。

(教师思路 实验验证同学的想法)

师 光线传播有什么特点?

生 一部分光线进入水(玻璃)中,
一部分光线进入空气中,进入水中的光线不在一条直线上了。

师 反射回空气中的那部分光线遵守反射定律。

而进入水(玻璃)中的那部分光线改变了传播方向,把这种现象叫光的折射。由于光的折射产生了许多有趣的现象,引发我们去探究发生光的折射时遵守哪些规律呢?为研究问题的方便,过入射点垂直界面做一条法线。(引入折射光线、入射光线 折射角和入射角)(见上图)

师 结合反射定律的研究方法,关于光的折射,你都想做哪些探究?想知道什么问题?(先分小组讨论再回答)

生 1 我想知道折射光线和入射光线是不是也在同一平面内?

生 2 折射角和入射角是不是相等?

生 3 当入射角增大时折射角是不是也随着增大呢?

生 4 如果光线从水或玻璃中射入空气中会是一种什么情况呢?

生 5 光线要垂直入射时怎么传播?

生 6 :……

师 很好!同学们很善于动脑,下面我们就通过实验一起探究同学们提出的问题的。

(教师思路 小组讨论是利用多元智能中人际关系智能。扬长补



短,共同探讨要探究的内容)

师 利用正投演示同学们提出的各种疑问。

(教师思路 在教师的引导下,用实验验证学生的各种猜想和疑问)

得出结论:

三线: $\begin{cases} \text{折射光线} \\ \text{入射光线} \\ \text{法线} \end{cases}$ 在同一平面内

二线: $\begin{cases} \text{折射光线} \\ \text{入射光线} \end{cases}$ 分居在法线两侧

两角: $\begin{cases} \text{折射角} \\ \text{入射角} \end{cases}$ (二角关系见上图)

折射角随入射角的增大而增大

光线垂直入射时不改变传播方向

师启发 在光的反射现象中,光路是可逆的。

那么在光的折射现象中光路是否也可逆呢?

学生 疑惑……有的答 是 有的答 不是。

师 你在小河边看见鱼在游动,鱼能看见你吗?(学生笑了)怎么知道这个问题呢?

生 1 做实验……;

生 2 把鱼换成人试试……



师演示 让光线沿着 BO 入射,

现象 折射光线沿着 OA 射出

结论 在折射现象中光路是可逆的

师 小结光的折射规律。

(教师思路 通过师生共同探究

得出规律)

我们已经清楚了光在发生折射时遵循的规律。那就解释一下我们前面看到的一些现象吧?

课件演示并师生分析本课开始学生观察到的现象:

1. 插入水中的筷子变弯折的原因。(动画演示并解释)
2. 放在水里的金属块变浅的原因。(动画演示并解释)
3. 分析垂直水面观察时金属块深浅不变的原因。
4. 关于从侧面观察筷子筷子变粗的原因,学了后面的知识才能更好地解释清楚。

(教师思路 用学过的规律解释本课开始学生自己提出的各种疑问)

师 学习物理规律,主要是用它解决一些实际问题,生活中你还见过哪些折射现象?用咱们这节课学的知识你能否解释清楚?

生 有一次,我和妈妈去外地旅游,在一水池边见一渔夫在叉鱼,我和妈妈明明看见那鱼在前面,可是渔夫却向后叉鱼。妈妈就问 那鱼不是在前面吗?为什么向后叉呢?渔夫就说 这是光的折射。现在我也明白了。

生 有一次,我和爸爸去 $\times \times \times$ 湖游玩,我和我爸都觉得那湖也就一米多深,可那的人却说湖深 3 米多,原来我不明白,现在明白了。

生 有一次,我和父母到餐馆去吃饭,在养殖区那些螃蟹在水里都挺大的,可是一拿出来并没那么大,这也是光的折射造成的吧。



师 这几个同学讲的很好,他们都很善于观察生活中有趣的现象,表现出很热爱生活,还能用学过的知识很好地理解观察到的现象。其实要学好物理,关键是善于观察,提出疑问,再用学过的物理知识去解释生活中的物理现象。

(教师思路:用学过的知识解释生活中发现的实际问题)

师小结 光射到透明介质界面时,常常会同时发生反射现象和折射现象,分别遵守反射定律和折射规律,当光线垂直入射时,入射角等于 0 ,反射角和折射角也等于 0 ,此时入射光线、反射光线、法线及进入水(玻璃)中的光线四线重合。折射现象中光路也是可逆的。比较折射角和入射角的大小时,要弄清光是由空气斜射入其他介质还是由其他介质斜射入空气,可以记住:角大的那一侧一定是空气。

教师的教学设计

观察实验→提出问题→设置疑问→实验探究→得出规律→解决问题→规律应用

课上让学生自己观察实验说出观察到的现象并提出疑问,提出想要研究的问题,教师根据学生的要求做实验共同探索本节知识,最后得出光的折射规律,由得到的规律解决本课开始提出的问题,再让学生利用规律解释生活中的实际问题。由于初二学生刚开始学物理,完全让学生自己探究是很困难的,另外受实验条件的限制也不能做到。所以我采用自主探知加教师引导的教学模式,改变了以前单纯由教师演示实验,得出结论的教学方法。有意识地培养学生尝试探究过程,敢于让学生不加约束的观察,大胆地想象,但又不失控,不包办。这样不仅能完成教学目标也使初二学生容易接受。

区教研员点评

本节课在自主探知方面有充分体现,教学方法上有进一步的改进,特别是培养学生观察能力方面做得较好,充分让学生观察叙述现



象有助于培养学生的观察表述能力,多媒体的使用直观清楚,语言表达准确,学生回答问题积极踊跃,初二学生在物理学习的起始阶段能观察得如此细致,反映出教师在平时的教学中注意到对学生基本技能的训练。今后在教学中注意加强对学生的激励,多鼓励,多表扬,激发学生的学习兴趣,增强学生学物理的信心。

课后反思

一、本课背景

初二是物理学习的起始阶段,掌握学习方法很重要。这届学生从初一起进行数学教改,实施自主学习,学生在数学学习中已经有了初步自主学习的能力,思维活跃,不刻板,善于思考,善于发问,有良好的学习品质,因此,我在课堂教学中,也逐步开放课堂,真正以学生为主体。

二、教学效果

以往的教学方式是教师直接演示实验引导学生得出规律,再用规律解释书中现象,本节教学改变了以往的教学模式,采用自主探究方式让学生主动学习,学生积极性高,乐于求知,并能积极思考提出问题,比以往的课堂气氛浓烈,学生观察实验仔细。叙述清楚,并能用得到的规律解释实际问题,这是以前从来没有过的,另外正投媒体的使用,直观效果是从未有过的。便于学生观察探究,使学生很轻松地掌握了规律及其应用。教学反馈良好。

三、教学反思

学生学习物理知识来源于丰富的感性认识,学生是学习的主体。新课标倡导的是活动式,开放式的课堂教学模式。是不是每个学生在课上都能主动学习,课上对问题都有所思考呢?我认为要把握这一点,真正落到实处,最后还要一个安静的氛围,让学生进行书面练习。所以,课堂上我也安排了适当的练习,但练习的形式较为单一,



而且在反馈时请举手的同学说出正确答案,没有较好地照顾到学习困难的学生。另外这节课容量较大,教学中有些地方操之过急,没给学生足够的思考、表达的时间,所以如何照顾学习较困难的学生,使每个学生在课堂里都获得不同发展,如何合理安排时间,有效地开展课堂教学活动,如何最大限度地关注到每一位学生,是我今后在教学实践中不断摸索的问题。



绪 论

教学目标

通过演示与讲解,让学生了解高中物理的主要内容与学习方法,理解为什么要学习高中物理以及怎样才能学好高中物理,为今后深入学习作好思想准备与方法准备。

教学准备

离心轨道、薄塑料袋、酒精棉球、支架、火柴、干电池组(6V)、直流电压表(10V)、小灯泡(6V)四个、导线数根、光导纤维演示器等。

教学过程

自我介绍。祝贺同学们升入高中阶段学习。我很高兴能教你们的物理课,我愿意和大家一起努力,为实现你们的理想目标而同甘共苦。第一节物理课是绪论课,主要讲三个问题。

1. 高中物理的主要内容

高中物理的主要内容可分为力学、热学、电学、光学、原子物理五个部分。

力学主要研究力和运动的关系。重点学习牛顿运动定律和机械能。演示‘离心轨道上小球的运动。问‘小球从多高处滚下恰能通过圆环最高点?这就是一个力和运动关系的问题。游乐场中的‘翻滚过山车’的原理以此为基础。再问‘要用多大速度把一个物体抛出地球去,能成为一颗人造卫星?卫星要达到这么大的速度,需要用运载



火箭发射。我国已发射 37 颗人造卫星,其中有 5 颗是同步卫星。同步卫星实现了全球异地通讯,世界变成了一个“地球村”。世界能看到中国的发展、听到北京的声音,同样我们也能看到与听到世界的动态与信息。

热学 主要研究分子动理论和气体的热学性质。演示:简易热气球的起飞。用铁架台搭起一个发射支架,后扣一薄塑料袋,袋口向下,在下面适当位置点燃用酒精棉球做的火源,来加热袋内的空气。一会儿,塑料袋就腾飞起来。问:塑料袋为什么会腾飞起来?我校每年要举行一次学生制作热气球的比赛,希望你们在课外制作活动中能大显身手,培养自己的动手能力。

电学 主要研究电场、电路、磁场和电磁感应。重点学习闭合电路欧姆定律和电磁感应定律。演示:电源外电压的变化。把直流电压表并接在干电池组的两级上,电源的外电路由四个并联的小灯泡组成。问:当小灯泡逐个点亮时,电压表的示数如何变化?实验结果表明,电源的外电压随外电阻的变化而变化。初中电学假定电源两极电压是不变的,高中电学认为电源电极电压是变化的。这说明高中物理比初中物理内容加深加宽,由定性分析变为更多的定量分析,学习迈上一个新的台阶,同学们要有克服困难的思想准备。

光学 主要研究光的传播规律和光的本性。演示:光导纤维传递光能的实验。由于光导纤维结构简单、可以弯曲,20 世纪 50 年代用光导纤维传输光能的技术得到迅速发展。光导纤维和激光技术相结合可以发展光缆通讯,传递声音和图像的讯号。在北京、上海等大城市,光缆电视进入千家万户,节目增至 30 多套,干扰问题彻底解决,图像清晰,声音悦耳。

原子物理 主要研究原子和原子核的组成与变化。1911 年以前,原子内部可以说是一个“黑盒”。人们对原子的组成仍然是一个未解的谜。是谁首先解开这个谜的?是英国科学家卢瑟福。他和他的同事们做了用 α 粒子轰击金箔的实验,获得了重要的发现。卢瑟



福对 α 粒子散射实验结果进行了分析,提出了原子的核式结构模型。此后,科学家又深入核的内部,发现核的组成与变化。我们要学习原子弹与氢弹的基本原理,了解我国关于核武器的方针政策。

通过上面的介绍可以知道,物理学是一门研究物质运动基本规律和物质基本结构的自然科学。它跟人类的生活与生产活动有十分紧密的联系。可以说,物理学的发展→科学技术的发展→生产力的发展→人民生活水平的提高。(‘→’表示促进、推动)

2. 为什么要学好高中物理?

(当学生初步了解高中物理的学习内容后,应当对这个问题有所体会。)请同学们先谈谈自己的见解,然后老师再总结三条理由。

①使人能适应现代社会的需要

今天的社会,科学技术已经成了生活与生产的基本要素。科学技术在各个领域全面普及,并且以前所未有的速度飞速发展,人要想适应现代社会,必须学习科学技术。普通劳动者对物理知识的需求已经远远超出了高中物理知识的范围。

物理的学习还使人们能以合格公民的身份对与科学技术相关的社会重大政治、经济问题发表自己的意见,发挥自己的作用。

物理学的发展也直接影响人们的家庭生活,使衣食住行的方式不断趋于现代化。家用电器的品种越来越多,城市家庭电视与电话已经普及,电脑开始进入家庭,有的还上了网。

②使人能够进一步学习

大多数专业的学习都要以一定的物理知识作为基础,这是因为物理学的内容最为广泛,应用范围最为普遍。物理学习是人们从事进一步学习的必要准备。一个人的物理学习水平决定了他在什么层次上开始某门科学技术的学习,也会显著影响到他今后学习的水平。正因为如此,各大学理工科招生时,都把考生的物理成绩高低作为录取与否的重要依据。

③使人的素质得到显著提高



学习的根本目的在于提高人的素质。通过物理学习,人的文化素质、心理素质和思想素质都会有显著的提高。

物理学是人类文化的重要组成部分。它的观念、理论和方法,已经渗透到人类文化的各个方面。学习物理将大大增加人们头脑中的知识总量,促进大脑提高认识世界的广度和深度,这样就提高了人的文化素质。

物理学是一门十分吸引人而又比较难学的学科,它既使学习者感到极大的乐趣,又需要学习者付出艰苦的努力。学习物理能使人的智力因素和非智力因素得到发展,增强人的活动效率和自身的调控,这样就提高了人的心理素质。

物理学中充满着活的唯物辩证法。学习物理就必须接受它内含的思想与观念,使学生受到辩证唯物主义的熏陶。学习物理可以培养一丝不苟、精益求精的科学态度,实事求是的科学品质,热爱大自然的积极情感,这样就提高了人的思想素质。

总之,在一个人的成长过程中,学习物理是完全必要的,大家要认真学习好高中物理课程。

3. 怎样才能学好高中物理?

请同学们先谈谈自己的想法,然后老师再归纳三个方面:

① 认真阅读,学会自学

学好物理,要认真阅读物理课本。物理知识全在课本中。重要的概念和规律都用黑体字标出,其中每个词语都经过科学家的反复推敲,必须逐字逐句加以理解。阅读课本时,要抓住关键词语,弄清语句间的逻辑顺序和因果关系,领会文章段落所表达的物理内容,掌握课本叙述物理问题的表达方法。学习物理不能满足于阅读课本,还要自学大量的课外读物与科普期刊。

自学能力是人的素质的重要组成部分。很多科学家是自学成才的典范,他们大部分知识是经过自学获得的。自学能力表现在自己会认真阅读、会独立思考、会查找资料,自己能解决一些疑难问题。



自学能力是一个人能获得知识、能理解与运用知识的基本保证。同学们上高中要增强自学意识,学会自学,对学好高中各门学科都非常有利。

②认真听讲,独立思考

学好物理,上课要认真听讲。老师经过大学本科四年的培养,又经过多年教学实践的磨炼,注意学习老师提出问题的思路 and 解决问题的方法,这是多快好省掌握知识的捷径。要在老师的引导下,积极思考问题,主动参与教学过程。教得好不好,主要在老师;学得好不好,主要在自己。俗话说:“师傅领进门,修行在自身。”这个“修行”的功夫要下在“独立思考”上。独立思考就是要善于发现问题和解决问题。不会提问的学生,不是学习好的学生。有一位乘火车去旅游的中学生,当他注视窗外的远景和近景时,发现看到的远处村庄好像是向前运动,而近处的树木则好像是向后运动。他想,按照相对运动的观点,无论是远处的村庄还是近处的树木都应向后运动,为什么观察到的现象与学过的物理知识不符呢?经过他反复的独立思考,他终于自己找到了答案。

③做好实验,做好练习

学习物理,要认真做实验、认真做练习。实验(演示实验和学生实验)是学习物理的出发点;练习(测验和作业)是学习物理的落脚点。两者是认识过程的两个阶段。前者是从生动直观到抽象思维的第一个飞跃;后者是从抽象思维到实践的第二个飞跃。学好物理,两个飞跃缺一不可。通过实验课,获得感性认识,提高实验技能;通过习题课,提高解题能力,掌握思维方法。这对学好物理有重要意义。这两方面需要注意的问题,在今后的实验课与习题课上还要专门分别详细地讲。

总之,高中物理比初中物理内容更广更深,题目也更多更难,要求也更高更全。同学们要在理解和运用上多下功夫。在理解的基础上运用,在运用的过程中加深理解。而独立思考又是理解和运用的



关键。同学们要树立自主学习的意识,自觉阅读与思考,注重实验与练习。

今天的绪论课,谈了三个问题。第一,介绍高中物理的主要内容;第二,为什么要学习高中物理;第三,怎样才能学好高中物理。今后随着学习的深入,还要结合典型问题,讲解解决物理问题的思考方法,如分析、综合、联想、比较、发散、收敛、辩证思维等。同学们不但要认识世界,将来还要去改造世界。今天有一个好的开始,祝同学们在明天的学习征途上,克服一个个困难,取得一个个胜利!

布置作业:

1. 认真阅读课本绪论部分。
2. 在作业本上,书面回答:
为什么要学习高中物理?怎样学好高中物理?

说明

1. 万事开头难,绪论课难上。但是上好了,作用很大。能使你喜欢你教的这门课,调动起学习的积极性和主动性,为今后的学习打好基础。良好的开端就是成功的一半,所以多下功夫备好绪论课是值得的。绪论课的教学内容不必拘泥于课本的具体叙述,可以根据教师自己的经验和学生的具体情况,灵活地组织教学。选材既要能说明物理学的发展对人类进步的影响,具体生动、联系实际,又要能体现编者的意图和课本的精神。

2. 绪论课的教学目的主要是,让学生作好学好高中物理的思想准备和方法准备。所谓思想准备,就是使学生产生学习高中物理的浓厚兴趣和积极愿望,树立正确的学习目的。所谓方法准备,就是使学生懂得学好高中物理的基本方法,改进自己的学习方法,适应高中阶段的学习要求。高中物理比初中物理在程度和要求上有很大的提高,学生刚开始学习,往往感到困难,不能适应。因此绪论课要给学生一些学习方法的指导,增强学好物理的信心。但是,怎样学好物理



的问题,绪论课只是开个头,随着学习的深入,还要结合学生的实际问题讲,才能收到良好的效果。



《弹力》教学设计

教学目的

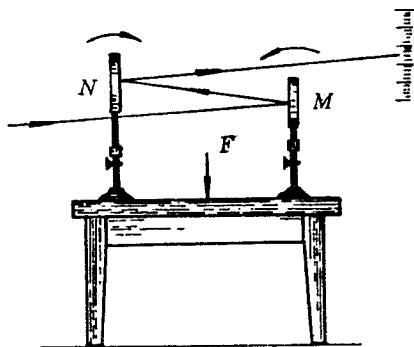
通过本课教学,在初中对弹力已有认识的基础上,进一步深化对弹力的来由、性质、效果的认识,并学习研究物理问题的‘实验——观察——思考——归纳’科学方法。

教学准备

钢锯条、弹簧、泡沫塑料块、铜皮、面团、白纸、墨水瓶(灌满红墨水)、通过橡皮塞插有细玻璃管的椭圆形玻璃瓶(见图1)、激光光源、平面镜及支架(两套)、物理小车、橡皮筋、小螺旋桨、小球、挂图1;显示桌面微小形变装置示意图(见图2)、挂图2;比较重力与弹力(见表1)。



表 1

图 2
比较重力与弹力



	重力	弹力
成因	由于地球的吸引	由于物体发生弹性形变
作用方式	不论接触或不接触	必须直接接触
方向	总是竖直向下	总是指向施力物体形变恢复的方向

设计思想

针对高一新生正处于从初中物理向高中物理跨越阶段的特点,本节教材在文字叙述上非常简洁并配有大量的插图。内容直观、感性,较易为学生接受,加上学生在初中对弹力已有了一定的感性认识与理论基础,若只是照本宣科,教学会很空泛。教师觉得“没戏可唱”,学生则有“炒冷饭”之感。其实,对于学生,高中物理不仅应在知识内容上加深、拓宽而造成台阶,还应抽象思维、科学方法上要求提高使不少学生倍感困难。所以帮助高一学生在初始阶段跨好初、高中台阶很重要的一件事是教会他们学习物理的方法。根据本节教材知识内容学生较为熟悉、易学易懂的特点,我们可将教学重心放在对物理学研究方法的传授上,使学生学会观察与思考、分析与归纳。基于此,本教案根据教材要求,设置了3个研究课题,每个课题以“提出问题——实验与观察——分析与归纳——总结与结论”为认知程序,引导学生既研究物理规律,又掌握研究物理规律的方法。全课设计了12个演示实验供学生观察与研究,全课以“方法”为根基,知识为枝叶,板书设计亦突出“方法”的脉络,使原本平淡的课堂教学变得充实、饱满、有声有色。

教学过程

一、引入

教师指出,弹力与重力一样,是依性质而命名的一种力。告诉学



生,本节课将围绕弹力展开对3个方面问题的讨论,以弄清弹力的来由、弹力所遵从的规律。

二、研究问题

1. 什么是形变?

教题指出,物理学是一门以实验为基础的学科,研究物理问题的方法往往是从实验入手,从观察起步。我们的研究也将这样进行。关于什么是形变,将演示一组实验,请同学们注意观察实验中物体发生的变化和变化发生的原因。

演示实验1 钢锯条在手的作用下弯曲。

演示实验2 弹簧被拉长或压短。

演示实验3 泡沫塑料块受力而被压缩、弯曲与扭转。

演示实验4 铜片被弯成直角状。

演示实验5 面团在重力作用下下坠,形状变化。

演示实验6 纸张被手揉皱。

引导学生思考:上述实验中观察到的现象是否普遍存在?比如,用手指按实验桌,桌面有形状变化吗?

请学生再观察,观察物体形状的微小变化,并讲解观察的方法——把微小效应‘放大’的实验方法。

演示实验7 玻璃瓶的微小形变效应。

演示实验8 桌面的微小形变效应。

引导学生对众多的实验现象作出归纳——这么多的实验现象告诉我们这样一个事实:当物体受到力的作用时会发生形状的改变。

引导学生进一步思考:在实验中,物体发生的形状改变有哪些形式。归纳出形变有拉伸、压缩、弯曲、扭转等不同形式,它们属于两类情况:一类是,受力发生形变,外力停止作用,物体可恢复原状;一类是,受力发生形变后,外力停止作用亦不再恢复到原状。

至此,对什么是形变的问题作一小结。



三、研究问题

2. 什么是弹力？

这里安排 4 个演示弹力作用效果的实验，要求学生仔细观察实验现象，注意弹力发生的条件。

演示实验 9 弯曲的锯条将小球弹出。

演示实验 10 压缩弹簧将与之相毗邻的物理小车推出。

演示实验 11 伸长着的橡皮筋将与之相连的物理小车拉过来。

演示实验 12 扭转着的橡筋条使与之相系的螺旋桨转动。

根据实验现象，由学生归纳出弹力发生的两个条件：(1) 施力物体与受力物体必须直接接触；(2) 施力物体必须发生了弹性形变。教师指出，这是直接判断有无弹力存在的基本依据。

作出什么是弹力的结论。

四、研究问题

弹力的方向？大小？

以演示实验 9 ~ 12 中的弹力实验为据，逐一分析弹力方向与施力物体形变间的关系，由学生归纳出弹力方向总是指向施力物体形变恢复的方向的规律。

教师与学生一起对压力、支持力、绳的拉力的方向作具体分析，使学生一方面弄清压力、支持力、绳的拉力都是作为弹力的一种效果而得名，同时，掌握判断它们的方向所依从的规律。

对于弹力的大小，只需定性地了解与施力物体形变程度有关，不作详细研究，并在初中已有知识的基础上，直接给出胡克定律的数学表达式： $f = kx$ 。

五、总结全课

采取将弹力与上一节课学过的重力作比较的方式，既总结了本



课知识,又复习了前课内容。

最后,要求学生们课后不仅要回忆本课学到了哪些知识内容,还应体会本课研究物理问题的方法和思路。

板书设计

主黑板:

第一版

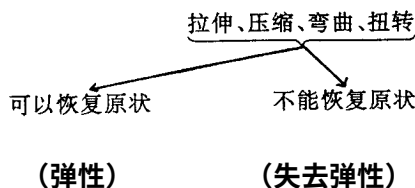
问题1:什么是形变?

观察→思考→再观察→

归纳 物体受到力的作用都会发生形状改变。

进一步思考→

归纳:



结论:见课本第14、15页。

第二版

问题2:什么是弹力?

观察→

归纳 施力物体与受力物体直接接触,施力物体发生了弹性形变。

结论:见课本第15页。

问题3 弹力的大小?方向?

方向:

分析→

归纳 弹力的方向总是沿着施力物体形变恢复的方向。



第三版

具体分析(压力、支持力)→

结论：见课本。

具体分析(绳的拉力)→

结论：见课本。

大小：

分析→

结论 胡克定律。

$f = kx \rightarrow$ 形变量

$f=kx \longrightarrow$ 形变量

劲度系数

彈簧彈力

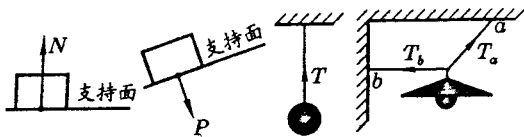
该定律适用于发生弹性形变的弹簧。

融黑板：

接触

直接判断弹力

因挤压而发生弹性形变



多元智能理论与新课程教学实践



《力的合成》教学设计

教学目标

1. 利用实验归纳法,得出互成角度的两个力的合成遵循平行四边形定则,并能初步运用平行四边形定则求合力。
2. 培养动手操作能力、物理思维能力和科学态度。

重点与难点

通过探索性实验,归纳出互成角度的两个力的合成遵循平行四边形定则。

教学器材

教师用器材:平行四边形定则实验器、钩码(12)个、细线若干、弹簧秤(3只)、橡皮筋(3)条、方木板(1块)、平行四边形定则演示器(2个)、投影(1套)、微机(1套)、三角板(2个)。

学生用器材 30 套,每套包括:方木板(1块)、弹簧秤(2个)、橡皮筋(1条)、8 开白纸(1张)、50cm 细线(1根)、图钉(1个)、有刻度的三角板(2个)、记号笔(1支)、大铁夹(1个)。

教学过程

1. 引入教学

[复习与提问]

在初中,我们学过“一个力产生的效果,与两个力共同作用产生



的效果相同,这个力就叫做那两个力的合力,求两个力的合力叫做二力的合成。

提问 已知同一直线上的两个力 F_1 、 F_2 的大小分别为 2N、3N,如果 F_1 、 F_2 的方向相同,那以它们的合力大小是多少?合力沿什么方向?

引导回答 5N,方向与 F_1 、 F_2 的方向相同。

进一步提问 如果 F_1 、 F_2 的方向相反,那么它们的合力大小是多少?合力沿什么方向?

(1N,方向与较大的那个力的方向相同。)

(板书)同一直线上两个力的合力,与两个力的大小、方向两个因素相关。并讲述这就是初中所学的“同一直线上二力的合成”。

(投影 1)在现实生活中,有这样的例子 两位同学沿不同方向共同用力提住一袋土石,解放军战士一人也能提住同一袋土石。

(演示 1)

将橡皮筋一端固定在 M 点,用互成角度的两个力 F_1 、 F_2 共同作用,将橡皮筋的另一端拉到 O 点 如果我们只用一个力,也可以将橡皮筋的另一端拉到 O 点。如图 1、图 2 所示。

一个力 F 产生的效果,与两个力 F_1 、 F_2 共同作用产生的效果相同,这个力 F 就叫做那两个力 F_1 、 F_2 的合力,而那两个力 F_1 、 F_2 就叫这个力 F 的分力。求 F_1 、 F_2 两个力的合力 F ,也叫做二力的合成。如图 3 所示。

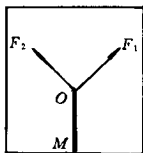


图 1

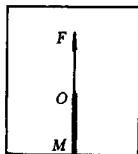


图 2

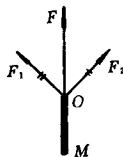


图 3

与初中的二力合成不同的是, F_1 、 F_2 不在同一直线上,而是互成



角度。

这节课我们就来研究互成角度的两个力的合成(板书:1.5 力的合成)

[过渡]同一直线上两个力的合力,跟两个力的大小、方向两个因素有关。那么,(板书)互成角度的两个力的合力跟两个力的哪些因素有关呢?

2. 新课教学

提问 互成角度的两个力的合力与分力的大小、方向是否有关? 如果有关,又有什么样的关系?我们通过实验来研究这个问题。首先,应该确定两个分力的大小、方向,再确定合力的大小、方向,然后才能研究合力与两个分力的大小、方向的关系。

那么怎样确定两个分力 F_1 、 F_2 的大小、方向呢?

启发学生回答:用弹簧秤测量分力的大小,分力的方向分别沿细绳方向,即沿所标明的虚线方向。

[讲解弹簧秤的使用]

在使用弹簧秤测量力的大小时,首先,要观察弹簧秤的零刻度及最小刻度,同时要注意弹簧秤的正确使用及正确的读数方法。

确定分力的大小:(边演示边讲解两人如何分工合作)一位同学用两只弹簧秤分别钩挂细绳套,同时用力互成角度地沿规定的方向拉橡皮筋,使橡皮筋的另一端伸长到 O 点;另一位同学用记号笔分别在相应位置记下两个弹簧秤的读数。这就是分力的大小。

注意 拉动橡皮筋时,要使两只弹簧秤与木板平面平行。

现在,请同学们观察 M 点有没有固定橡皮筋,规定的方向是不是明确,记录用的油笔有没有?用铁夹子将木板固定在桌上。

都准备好之后,左边同学拉橡皮筋,右边同学读数并记录数据,测量两个分力的大小,测量完之后请举手!

[指导学生进行分组实验]

提问 怎样确定合力 F 的大小、方向呢?



引导学生回答:用一只弹簧秤通过细绳套也把橡皮筋拉到位置 O , 弹簧秤的读数就是合力的大小, 细绳的方向就是合力的方向。

确定合力的大小和方向:一位同学用一只弹簧秤通过细绳套也把橡皮筋拉到位置 O , 另一位同学用记号笔记下细绳的方向, 并在相应位置记下弹簧秤的读数。这就是合力的方向、大小。注意前后两次实验 O 点应该重合。

现在, 请右边同学拉橡皮筋, 左边同学读数并记录数据, 确定合力的大小和方向。

[视察学生实验情况]

到此为止, 我们已经确定了两个分力以及它们的合力的大小、方向。为了弄清楚两个力的合力与分力的大小、方向的关系, 我们可以用力的图示法形象地将分力和合力的大小、方向表示出来。

[数据处理]

1) 用力的图示法分别表示分力及合力: 选择适当的标准长度 (3cm 长的线段表示 1N 力), 利用三角板, 从 O 点开始, 用力的图示法分别表示两个分力及合力的大小、方向。注意标准长度要一致。如图所示, 有向线段 OA 、 OB 、 OC 分别表示两个分力及合力。

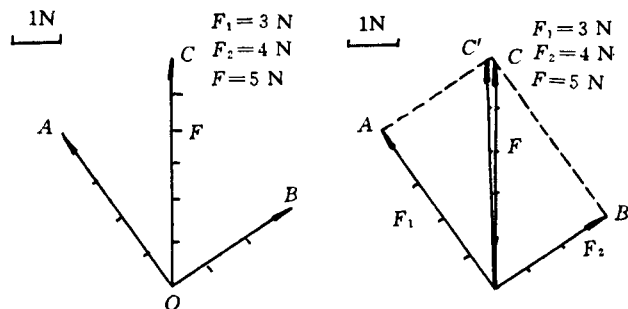


图 4

现在, 请同学们用力的图示法将自己测量的分力和合力分别表示出来。



提问 分力的大小分别等于多少?合力的大小等于多少?

进一步提问 由此看来,互成角度的两个力的合成,不能简单地利用代数方法相加减。那么合力与分力的大小、方向究竟有什么关系呢?

同学们仔细看看, O 、 A 、 C 、 B 的位置关系有什么特点?

(停顿 20 秒,引导同学猜出)

O 、 A 、 C 、 B 好像是一个平行四边形的四个顶点。 OC 好像是这个平行四边形的对角线。

教师解说: OC 好像是这个平行四边形的对角线,这毕竟是一种猜测,究竟 OC 是不是这个平行四边形的对角线呢?我们可以以 OA 、 OB 为邻边作平行四边形 $OACB$,看平行四边形的对角线与 OC 是否重合。

2) 用两个三角板,以表示两个分力的有向线段 OA 、 OB 为邻边,用虚线作平行四边形 $OACB$ 。

(示范。强调邻边,利用两个三角板作平行四边形。)

现在请同学们以自己所得的 OA 、 OB 为邻边,作平行四边形,并连接 OA 、 OB 之间的对角线。

3) 同学操作,教师指导,选出典型,投影讲评。

4) 比较平行四边形的对角线和合力,发现对角线与合力很接近。

5) 四组同学所得结果都是结论 4),教师所得实验结果也是结论 4),那么结论 4) 是不是普遍的呢?

6) 经过前人们很多次的、精细的实验,最后确认,对角线的长度、方向,跟合力的大小、方向一致,即对角线与合力重合,也就是说,对角线就表示 F_1 、 F_2 的合力。

可见求互成角度的两个力的合力,不是简单地将两个力相加减,而是(可以)用表示两个力的有向线段为邻边作平行四边形,这两个邻边之间的对角线就表示合力的大小和方向。这就是平行四边形定则。如图 5 所示。

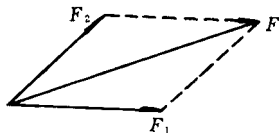


图 5

提问 有没有同学实验结果是对角线与合力相距比较远？

有这种情况很正常，一个规律的得出，是由很多人在很长时间里，进行了许多次实验，才能总结出来，并要经得起实践检验。因此，一个规律，并不是通过一次实验就能得到的。如果有同学实验结果是对角线与合力相距比较远，不要着急，课下我们一起来看看问题出在哪里。

现在我们就用平行四边形定则来求互成角度的两个力的合力。

3. 练习(略)

4. 小结

(1) 互成角度的两个力的合成，不是简单地利用代数方法相加减，而是遵循平行四边形定则。即合力 F 的大小不仅取决于两个分力 F_1 、 F_2 的大小，而且取决于两个分力的夹角。

现在，就来观察一下合力与分力大小、方向的关系的动态情景。

[电脑演示] 合力 F 与两个分力 F_1 、 F_2 的大小的关系；

合力 F 与两个分力 F_1 、 F_2 的夹角的关系；

[学生思考] 如果两个分力的大小分别为 F_1 、 F_2 ，两个分力之间的夹角为 θ ，当 $\theta = 0^\circ$ 时，它们的合力等于多少？当 $\theta = 180^\circ$ 时，它们的合力又等于多少？

(2) 对平行四边形定则的认识，是通过实验归纳法来完成的。实验归纳法的步骤是 提出问题→设计实验、进行实验、获取数据、进行数据分析→多次实验、归纳、总结→得出结论。

5. 作业

(1) (略)



(2)如图6所示,有12个质量相同的钩码,如图挂放。 AO 、 OB 的夹角为什么等于 90° ?

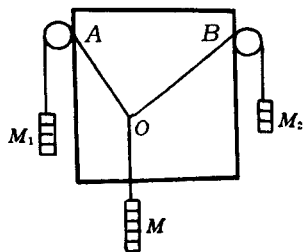


图 6

6. 教学说明

《力的合成》这一节课,我们一改传统教学中的‘验证性’实验教学方式,采用‘探索性’实验教学。让学生在原有‘同一直线上两个力的合成’的知识基础上,通过‘猜测、实验、归纳、总结’的完整过程,自己得出‘不在同一直线上的两个力的合成’所遵循的‘平行四边形定则’。与此同时,为了提高学生的学习品质,我们还提出了方法目标和德育目标。让学生在建立‘平行四边形定则’的过程中,体会到‘实验归纳法’的一般原则。



《动量守恒定律的应用》教学设计

教学目标

1. 学会分析动量守恒的条件。
2. 学会选择正方向,化一维矢量运算为代数运算。
3. 会应用动量守恒定律解决碰撞、反冲等物体相互作用的问题(仅限于一维情况),知道应用动量守恒定律解决实际问题的基本思路和方法。

重点、难点

1. 应用动量守恒定律解决实际问题的基本思路和方法是本节重点。
2. 难点是矢量性问题与参照系的选择对初学者感到不适应。

教学准备

1. 碰撞球系统(两球和多球);
2. 反冲小车。

教学过程

本节是继动量守恒定律理论课之后的习题课。

1. 讨论动量守恒的基本条件

例 1. 在光滑水平面上有一个弹簧振子系统,如图所示,两振子



的质量分别为 m_1 和 m_2 。讨论此系统在振动时动量是否守恒?

分析:由于水平面上无摩擦,

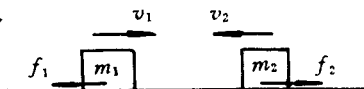
故振动系统不受外力(竖直方向重力与支持力平衡),所以此系统振动时动量守恒,即向左的动量与向右的动量大小相等。

例 2. 承上题,但水平地面不光滑,与两振子的动摩擦因数 μ 相同,讨论 $m_1 = m_2$ 和 $m_1 \neq m_2$ 两种情况下振动系统的动量是否守恒。

分析: m_1 和 m_2 所受摩擦力分别为 $f_1 = \mu m_1 g$ 和 $f_2 = \mu m_2 g$ 。由于振动时两振子的运动方向总是相反的,所以 f_1 和 f_2 的方向总是相反的。

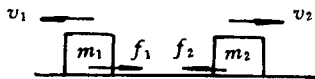
板书画图:

对 m_1 和 m_2 振动系统来说合外力 $\Sigma F_{\text{外}} = f_1 + f_2$, 但注意是矢量合。



实际运算时为

板书: $\Sigma F_{\text{外}} = \mu m_1 g - \mu m_2 g$



显然,若 $m_1 = m_2$, 则 $\Sigma F_{\text{外}} = 0$, 则

动量守恒;

若 $m_1 \neq m_2$, 则 $\Sigma F_{\text{外}} \neq 0$, 则动量不守恒。

向学生提出问题:

- (1) $m_1 = m_2$ 时动量守恒,那么动量是多少?
- (2) $m_1 \neq m_2$ 时动量不守恒,那么振动情况可能是怎样的?

与学生共同分析:

(1) $m_1 = m_2$ 时动量守恒,系统的总动量为零。开始时(释放振子时) $p = 0$, 此后振动时,当 p_1 和 p_2 均不为零时,它们的大小是相等的,但方向是相反的,所以总动量仍为零。

数学表达式可写成

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$



(2) $m_1 \neq m_2$ 时 $\Sigma F_{\text{外}} = \mu(m_1 - m_2)g$ 。其方向取决于 m_1 和 m_2 的大小以及运动方向。比如 $m_1 > m_2$ ，一开始 m_1 向右 (m_2 向左) 运动，结果系统所受合外力 $\Sigma F_{\text{外}}$ 方向向左 (f_1 向左, f_2 向右, 而且 $f_1 > f_2$)。结果是在前半个周期里整个系统一边振动一边向左移动。

进一步提出问题：

在 $m_1 = m_2$ 的情况下, 振动系统的动量守恒, 其机械能是否守恒?

分析 振动是动能和弹性势能间的能量转化。但由于有摩擦存在, 在动能和弹性势能往复转化的过程中势必有一部分能量变为热损耗, 直至把全部原有的机械能都转化为热, 振动停止。所以虽然动量守恒 ($p = 0$), 但机械能不守恒。(从振动到不振动)

2. 学习设置正方向, 变一维矢量运算为代数运算

例 3. 抛出的手雷在最高点时水平速度为 10m/s , 这时突然炸成两块, 其中大块质量 300g 仍按原方向飞行, 其速度测得为 50m/s , 另一小块质量为 200g , 求它的速度的大小和方向。

分析 手雷在空中爆炸时所受合外力应是它受到的重力 $G = (m_1 + m_2)g$, 可见系统的动量并不守恒。但在水平方向上可以认为系统不受外力, 所以在水平方向上动量是守恒的。

强调 正是由于动量是矢量, 所以动量守恒定律可在某个方向上应用。

那么手雷在以 10m/s 飞行时空气阻力(水平方向)是不是应该考虑呢?

(上述问题学生可能会提出, 若学生不提出, 教师应向学生提出此问题。)

一般说当 $v = 10\text{m/s}$ 时空气阻力是应考虑, 但爆炸力(内力)比这一阻力大的多, 所以这一瞬间空气阻力可以不计。即当内力远大于外力时, 外力可以不计, 系统的动量近似守恒。

板书：



$F_{\text{内}} \gg F_{\text{外}}$ 时 $p' \approx p$ 。

解题过程：

设手雷原飞行方向为正方向,则 $v_0 = 10\text{m/s}$, m_1 的速度 $v_1 = 50\text{m/s}$, m_2 的速度方向不清,暂设为正方向。

板书：

设原飞行方向为正方向,则 $v_0 = 10\text{m/s}$, $v_1 = 50\text{m/s}$; $m_1 = 0.3\text{kg}$, $m_2 = 0.2\text{kg}$ 。

系统动量守恒：

$$(m_1 + m_2) v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{(m_1 + m_2) v_0 - m_1 v_1}{m_2} = \frac{(0.3 + 0.2) \times 10 - 0.3 \times 50}{0.2} \text{m/s} = -50\text{m/s}$$

此结果表明,质量为 200 克的部分以 50m/s 的速度向反方向运动,其中负号表示与所设正方向相反。

例 4. 机关枪重 8kg,射出的子弹质量为 20 克,若子弹的出口速度是 1000m/s,则机枪的后退速度是多少?

分析 在水平方向火药的爆炸力远大于此瞬间机枪受的外力(枪手的依托力),故可认为在水平方向动量守恒。即子弹向前的动量等于机枪向后的动量,总动量维持‘零’值不变。

板书：

设子弹速度 v , 质量 m 机枪后退速度 V , 质量 M 。则由动量守恒有

$$MV = mv$$

$$V = \frac{mv}{M} = \frac{0.02 \times 1000}{8} \text{m/s} = 2.5\text{m/s}$$

小结 上述两例都属于‘反冲’和‘爆炸’一类的问题,其特点是 $F_{\text{内}} \gg F_{\text{外}}$, 系统近似动量守恒。

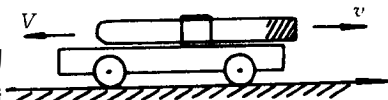
演示实验 反冲小车实验

点燃酒精,将水烧成蒸汽,气压增大后将试管塞弹出,与此同时,

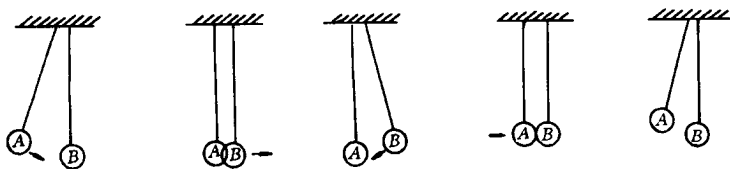


小车后退。

与爆炸和反冲一类问题相似的还有碰撞类问题。演示小球碰撞(两个)实验。



说明在碰撞时水平方向外力为零(竖直方向有向心力),因此水平方向动量守恒。



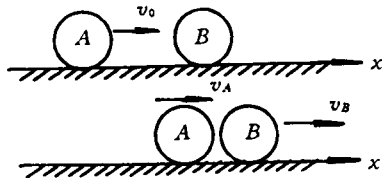
结论 碰撞时两球交换动量 ($m_A = m_B$), 系统的总动量保持不变。

例 5. 讨论质量为 m_A 的球以速度 v_0 去碰撞静止的质量为 m_B 的球后, 两球的速度各是多少? 设碰撞过程中没有能量损失, 水平面光滑。

设 A 球的初速度 v_0 的方向为正方向。

由动量守恒和能量守恒可列出下列方程:

$$m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B \quad (1)$$



$$\frac{1}{2} m_A v_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 \quad (2)$$

解方程①和②可以得到

$$v_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v_0 \quad v_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_0$$

引导学生讨论:



(1) 由 v_B 表达式可知 v_B 恒大于零, 即 B 球肯定是向前运动的, 这与生活中观察到的各种现象是吻合的。

(2) 由 v_A 表达式可知当 $m_A > m_B$ 时, $v_A > 0$, 即碰后 A 球依然向前滚动, 不过速度已比原来小了 ($\frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} < 1$)。当 $m_A < m_B$ 时, $v_A < 0$, 即碰后 A 球反弹, 且一般情况下速度也小于 v_0 了。当 $m_A = m_B$ 时, $v_A = 0$, $v_B = v_0$, 这就是刚才看到的实验, 即 A 、 B 两球互换动量的情形。

(3) 讨论极端情形 若 $m_B \rightarrow \infty$ 时, $v_A = -v_0$, 即原速反弹 而 $v_B \rightarrow 0$, 即几乎不动。这就好像是生活中的小皮球撞墙的情形。在热学部分中气体分子与器壁碰撞的模型就属于这种情形。

(4) 由于 v_A 总是小于 v_0 的, 所以通过碰撞可以使一个物体减速, 在核反应堆中利用中子与碳原子(石墨或重水)的碰撞将快中子变为慢中子。

3. 动量守恒定律是对同一个惯性参照系成立的。

例 6 质量为 M 的平板车静止在水平路面上, 车与路面间的摩擦不计。质量为 m 的人从车的左端走到右端, 已知车长为 L , 求在此期间车行的距离?

分析 由动量守恒定律可知人向右的动量应等于车向左的动量, 即

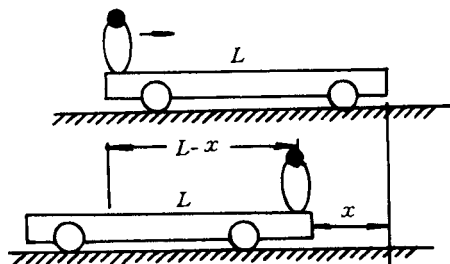
$$mv = MV$$

用位移与时间的比表示速度应有

$$m \frac{L - x}{t} = M \frac{x}{t}$$

解得
$$x = \frac{m}{M + m} L$$

讨论 这里容易发生的错误是 $v = \frac{L}{t}$, 结果得到 $x = L$ 。



动量守恒定律中的各个速度必须是对同一个惯性参照系而言的速度。而将 v 写成 $\frac{L}{t}$ 是在小车参照系中的速度, 不是对地面参照系而言的速度, 以致发生上述错误。

4. 小结 应用动量守恒定律时必须注意:

- (1) 所研究的系统是否动量守恒。
- (2) 所研究的系统是否在某一方向上动量守恒。
- (3) 所研究的系统是否满足 $F_{\text{内}} \gg F_{\text{外}}$ 的条件, 从而可以近似地认为动量守恒。

(4) 列出动量守恒式时注意所有的速度都是对同一个惯性参照系的。

(5) 一般情形下应先规定一个正方向, 以此来确定各个速度的方向(即以代数计算代替一维矢量计算)。



《动量守恒定律》教学设计

教学内容

力对空间和时间的积累,是力对物体作用的两种基本表现形式。在高中《物理》选修本中,先介绍描述力的时间积累效应——动量定理,之后深入介绍了物体相互作用过程中所遵循的基本规律——动量守恒定律,这是高中学生所学习的自然界中四个基本守恒定律之一,因而它具有特殊的地位。

教材选取两体问题中的碰撞模型,依据牛顿第二定律导出了动量守恒定律的一维表达式,再将结论拓展为多体、两维情况,较全面地介绍了动量守恒定律。并且指出动量守恒定律比牛顿第二定律的适用范围要广泛得多。它不仅和牛顿第二定律一样适用于宏观低速系统,也适用于牛顿第二定律不成立的宏观高速系统及微观系统。教材还详尽地介绍了动量守恒的条件,指出在系统不受外力或所受外力的合力为零时,系统的动量保持不变。

前节教材讲述的冲量、动量及动量定理是全章的基础知识,在中学物理中,用动量定理处理的对象一般是单体。本节则将研究对象拓展到系统,在动量定理的基础上概括出动量守恒定律。因此,本节内容是上节内容的深化和延伸。定律对众多的研究对象,用更为复杂的数学表达形式,深入地概括了封闭系统中的一般规律。动量守恒定律不仅是本章的核心内容,也是整个高中物理的重点。学好本节内容,对今后综合处理物理问题以及学习新的物理知识都是至关重要的。本节的重点是理解动量守恒的条件,难点是理解动量守恒定律的物理内涵、动量的矢量性、动量的相对性、物理过程以及研究



对象的系统性、物理状态的同时性。

应当指出,教材中推导一维动量守恒定律的数学表达式时,所借助的是在光滑平面上的两体碰撞模型。这个模型虽然简单,也便于学生接受,但因力学环境较简单,对揭示动量守恒的条件,特别是阐述在系统受到合外力为零时动量守恒、系统内相互作用的内力远大于其所受合外力时系统动量近似守恒,显得论述不够充分。学生常在确定动量守恒定律成立条件时发生错误,不能认为这不是原因之一。有鉴于此,可另选受力较为复杂的两体模型。

教学目标

1. 知识目标 能用一维、两体模型推导动量守恒定律,理解并掌握动量守恒定律的内容,了解动量守恒定律几种不同的数学表达式。

2. 能力目标 理解动量守恒定律的成立条件,能够在具体问题中判定动量是否守恒,能熟练应用动量守恒定律解决问题,知道应用动量守恒定律解决实际问题的基本思路和方法。在具体应用中,能注意守恒方程的“四性”:系统性、相对性、同时性、矢量性。

3. 科学思维品质目标 使学生认识到,研究物理量的守恒关系是一种科学思维方法。物理学中的许多重要定理、定律,其本质上都是表达了一定的守恒关系。动量守恒定律是自然界中质量守恒、能量守恒、动量守恒、电荷守恒这四大基本守恒定律之一,它具有广泛的适用范围。

教学方法

1. 引导探索式 物理教学大纲指出,学习物理,重在理解。为使理解动量守恒的概念及其守恒条件,宜采用引导探索式教学方法。由教师在关键步骤上作恰当引导,师生共同对给出一维、两体模型中的每个单体及由两者构成的系统进行受力分析,确定单体及系



统所受的合冲量,确定单体及系统的动量变化。在对单体应用动量定理的基础上,引出系统动量守恒的概念,进而探索系统动量守恒的条件。在探索的过程中,充分利用分析、推理的方法,通过演绎论证,环环相扣地得出结论,以便培养学生的分析能力及综合概括能力。

2. 讲练结合式 在讨论动量守恒定律应用中应注意的几个问题时,让学生分析具体问题,教师注意随时发现学生中出现的错误,或有意给出错误解答,及时组织学生分析产生错误的原因,把教师的主导作用与学生的主动性有机地结合起来,及时强化有关知识。

教学程序

1. 利用一维、两体模型导出动量守恒定律

如图 1 所示,质量分别为 m_1 、 m_2 的 A 、 B 两物体叠放在水平面上,所有接触面均粗糙,两物体具有水平速度且分别为 v_1 、 v_2 (设 $v_1 > v_2$)。在水平拉力 F 作用下,经时间 t ,两者速度分别为 v_1' 、 v_2' 。

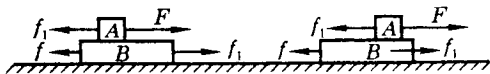


图 1

(1) 由学生分析两物体的受力情况(图中竖直方向为平衡态,所受重力、弹力未画出),指出其中的一对作用力与反作用力(图中均用 f_1 表示)。

(2) 在教师指导下,由学生分别以 A 、 B 为对象,利用动量定理导出下列方程:

$$A: (F - f_1)t = m_1 v_1' - m_1 v_1,$$

$$B: (f_1 - f)t = m_2 v_2' - m_2 v_2.$$

(3) 教师提出将上述两方程相加,可得:

$$(F - f)t = (m_1 v_1' + m_2 v_2') - (m_1 v_1 + m_2 v_2).$$

①



教师结合模型介绍系统、内力、外力及动量守恒的概念,并进一步指出 ①将前述两式相加的物理意义是,把研究对象由单体扩展为系统;②内力(一对 f_1)只能在系统内的物体间传递动量,不能改变系统的总动量;③外力(F 及 f)可以改变系统的总动量,且合外力的冲量等于系统动量的增量(系统动量定理,不要求全体学生掌握)。

(4)师生共同分析系统动量守恒的条件:先由学生分组讨论,再由各组代表发言,教师最后总结,若使下述守恒方程成立,即有

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (2)$$

其必要且充分条件是:

A. $F = f = 0$,即系统不受外力。(可将系统视为竖直方向不受外力,理想条件)

B. $F - f = 0$,即系统虽受外力但所受外力的合力为零。

2. 讨论例 1 (使用投影仪出示例 1) 木块 A 和 B 用一只弹簧连接起来放在光滑水平面上, A 紧靠墙壁,在 B 上施加向左的水平力 F 使弹簧压缩,如图 2 所示。当撤去外力 F 后,问:

(1) A 尚未离开墙壁前, A、B 系统动量是否守恒?

(2) A 离开墙壁后, A、B 系统动量是否守恒?

(3) A 离开墙壁前后, A、B 及地球系统动量是否守恒?

重点引导学生分析:外界对系统在水平方向是否存在有作用力。

答案:(1)墙壁对系统的冲量不为零,不守恒;(2)守恒;(3)守恒。

师生共同小结 注意系统性。动量守恒定律描述的对象是由两个以上物体构成的系统,选取某一系统动量可能守恒,而选取另一系统动量可能不守恒;当选取两个不同的系统动量虽均守恒时,但可能选取其中一个解题较简捷。

提问(投影出示问题) 若设想图 1 中两叠放物体在竖直方向有相同的加速度和瞬时速度,系统在竖直方向上处于不平衡状态,图中的各摩擦力仍存在,其它条件不变。问:1.能得到方程①吗?2.在满



足充要条件 A 或条件 B 时,能得到方程②吗?(答案 均能得到)

教师进一步拓展 据上述提问可得:

某一方向上动量守恒的条件 相互作用的系统所受的外力矢量和不为零,但在该方向上不受外力或外力在该方向上的分量和为零。

3. 讨论例 2(投影出示例 2) 如图 3 所示,质量均为 M 的 A、B 两木块从同一高度自由下落,当 A 木块落至某一位置时被以速度 v_0 水平飞来的质量为 m 的子弹击中(设子弹未穿出),则 A、B 两木块在空中运动的时间 t_A 、 t_B 的关系是

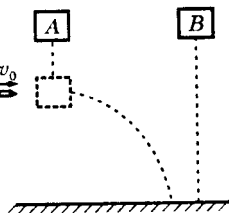


图 3

- A. $t_A = t_B$ B. $t_A > t_B$
C. $t_A < t_B$ D. 无法比较

重点分析 A 与子弹构成的系统:(1)水平方向不受外力,动量守恒。(2)竖直方向:子弹击中瞬间 A 在竖直方向的速度为 v_1 ,击中后共同速度为 v_2 ,击中经历的时间为 Δt ,则依方程②有 $(m+M)g\Delta t = (M+m)v_2 - Mv_1$ 。由于重力 $(m+M)g$ 为有限量,且 Δt 极小,重力的冲量趋近于零,故有 $(M+m)v_2 = Mv_1$,即竖直方向动量近似守恒。依 $v_2 < v_1$ 知选项 B 正确。据此有:动量近似守恒的条件:系统所受外力的矢量和不为零,但为有限量,且相互作用的时间极短($\Delta t \rightarrow 0$),则外力的总冲量近似为零,系统的动量近似守恒。

4. 讨论例 3(投影出示例 3) 如图 4 所示,在光滑的水平面上,一辆平板车载着一人以速度 $v_0 = 6\text{m/s}$ 水平向左匀速运动。已知车的质量 $M = 100\text{kg}$,人的质量 $m = 60\text{kg}$ 。某一时刻,人突然相对于车以 $u = 5\text{m/s}$ 的速度向右奔跑。求人奔跑时车的速度多大?

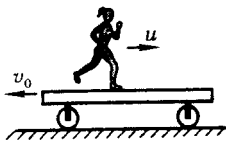


图 4

请 4 名学生板演,师生共同分析可能出现的错误(或由教师



给出)：

错解一：

$$(M + m)v_0 = Mv + mu \quad ①$$

错解二：

$$(M + m)v_0 = Mv + m(v_0 - u) \quad ②$$

学生分析 ①式中 v 为车相对地的速度, u 为人相对车的速度, 违反了动量守恒要选取同一参考系的原则。

教师小结 注意相对性。由于动量的大小和方向与参考系的选择有关, 因此应用动量守恒定律布列方程时, 应注意参考系的选取, 必须选择地球或相对地球做匀速直线运动的物体为参考系。如果题设条件中各物体的速度不是相对同一参考系的, 必须将它们转换成相对同一参考系的速度。

学生讨论后分析 ②式中 $(v_0 - u)$ 不是人奔跑时相对于地的速度。人奔跑时相对地的速度应该是人对车发生作用后的速度, 而不是人相对作用前车的速度。

教师小结 注意同时性。动量守恒定律方程两边的动量分别是系统在初、末态的总动量。初态动量中的速度都应该是相互作用前同一时刻的瞬时速度, 末态动量中的速度都必须是相互作用后同一时刻的瞬时速度。

学生给出正确解答：

$$(M + m)v_0 = Mv + m(v - u),$$

$$(M + m)v_0 = Mv + m(u - v)。$$

解得 $v = 7.88 \text{ m/s}$ 。

教师提问 上述两式右端第二项不同表述形式的物理意义是什么？答 两式中均取正方向水平向右, $(v - u)$ 表示人速方向向右, $(u - v)$ 表示人速方向向左。



5. 教师小结

注意矢量性。动量守恒定律的表达式是矢量方程,对于系统内各物体相互作用前后均在同一直线上运动的问题,应首先选定正方向,凡与正方向相同的动量取正,反之取负;对于方向未知的动量一般先假设为正,根据求得的结果再判断假设的真伪。

6. 小结本节内容,布置作业。



《验证动量守恒定律》教学设计

教学目标

“验证动量守恒定律”是一验证性实验,旨在加深学生对所学动量守恒定律的理解,通过重复前人的发现,认识建立物理定律的过程,使学生懂得物理规律是一种客观存在。在该实验的教学中应着重于引导学生明确怎样控制规律成立的适用条件。

学生实验的教学应立足于培养学生良好的实验素质,希望通过学生实验的教学,使学生不仅会做实验而且会研究实验。根据教学内容特点和素质教育的内涵,结合学生的实际情况,确定如下几个教学目标:(1)知道本实验原理的物理思想;(2)会根据实验原理选择实验器材,调整实验仪器;(3)会进行规范的实验操作;(4)正确处理实验结果,能得出结论,说明误差形成的简单原因;(5)培养学生良好的实验素质。

教学方法

该实验教学中采用了“问题—讨论—归纳”的教学模式,具体程序是:(1)根据物理情景提出问题;(2)学生讨论,教师点拨提出解决问题的方案;(3)分析方案,给予修正,归纳出最佳方案。采用问题讨论教学模式的原因如下。

1. 落实素质教育

实施素质教育,要求构建知识、能力、素质三位一体的新型培养模式,着眼于学生全面、和谐、可持续性发展,对未来人才更看重其创



新能力和人文素质。该实验从多方面为素质教育提供了切入点。实验设计中体现了一定的科学实验思想。实验的最终目的是测出碰撞前后入射小球、被碰小球的速度,并转化为测量入射小球、被碰小球相同时间内的位移。为此必须控制两球做匀速运动,运动时间相同,为达到这一目标把小球碰撞前后的运动控制为平抛运动。该实验中体现了转化和控制的实验思想,这正是该实验精巧之处,魅力所在。教学中向学生揭示物理规律之美,让学生感受物理规律之美,提高其人文素质。

造就创新人才的途径是教育和训练。“验证动量守恒定律”正是进行创新能力训练的好素材。创新能力不仅表现为知识的摄取、改组和运用,而且是一种发现问题,积极探求的心理取向,是一种主动改变自己并改变环境的应变能力。在“验证动量守恒定律”实验教学中,向学生提出问题,鼓励学生积极探求,目的就是培养学生的创新能力。

2. 培养实验能力

实验能力是指在理解的基础上独立完成实验的能力,明确实验目的,理解实验原理,控制实验条件,会观察、分析实验现象,处理实验数据,并得出结论,会运用实验中学过的实验器材和方法。其中,最后一项尤其重要,也是考查学生是否具有应变能力、创新能力的有效途径。目前实验考查中也较重视这一能力。

3. 体现学生的主体地位

学生的学习根本上是学习主体内在潜能的开发和外在知识的内化,在传统的教学中常常只重视知识的传授,忽视了知识的内化。如何完成这一内化过程呢?最好的方法是在学生认识和实践完成,把抽象的理论体现在各种活动中,让学生在活动中完成学习。物理实验教学同样应重视这个问题,问题讨论教学模式,突出了教师是教的主体,学生是学的主体,并且两个主体配合协调,使教学收到最佳效果。问题讨论教学模式的讨论环节突出了学生积极主动参与学习,在讨论活动中完成知识的内化。



教学设计

1. 实验原理构思

首先要求学生根据已学过的动量守恒定律

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (1)$$

来设想实验情景 两个质量分别是 m_1 、 m_2 ，速度分别是 v_1 、 v_2 的小球发生正碰，正碰后的速度是 v_1' 、 v_2' 。通过提问，引导学生思考 如何能简便地测出物体的速度？学生根据课本第二册第七章第三节的有关内容进行实验联想。

如图 1 所示，把两个质量相等的小车静止地放在光滑的水平木板上，它们之间装有弹簧，并用细线把它们拴在一起。剪断细线，它们被弹开，向相反的方向运动，可以看到小车将同时碰撞到距弹开处等距离的挡板上。

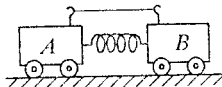


图 1

联系实验中测速度的方法得出，让碰撞小球做匀速运动，测出小球在一段时间内的位移，则(1)式变为

$$m_1 \frac{s_1}{t_1} + m_2 \frac{s_2}{t_2} = m_1 \frac{s_1'}{t_1'} + m_2 \frac{s_2'}{t_2'} \quad (2)$$

由(1)式转变为(2)式，体现了把不便测量的物理量速度转化为便于测量的物理位移和时间。这是物理实验中常用的转化思想。那么，怎样化简(2)式呢？通过启发，学生能提出控制小球碰撞前后做匀速运动时间相等，即

$$t_1 = t_2 = t_1' = t_2'。$$

则(2)式变为

$$m_1 s_1 + m_2 s_2 = m_1 s_1' + m_2 s_2'。 \quad (3)$$

学生根据求解课本中 B 组第(4)题的经验，能较好地产生知识、方法的正迁移。该题内容如下：



把质量 $m = 0.2\text{kg}$ 的小球放在高度 $h = 0.5\text{m}$ 的直杆顶端。一颗质量 $m' = 0.01\text{kg}$ 的子弹以 $v = 500\text{m/s}$ 的速度沿水平方向击中小球,并穿过球心。小球落地处离杆的距离 $s = 20\text{m}$ 。求子弹落地处离杆的距离(如图 2)。

通过运用该题中子弹与小球的这种碰撞模式,使(3)式具有了可操作性。同时体现了控制思想,即控制小球的运动时间和小球的运动形式;另一方面也体现了转经思想,即由控制小球运动时间转化为控制小球作平抛运动时的高度。为使实验更便于操作,可让其中一个质量较小的球碰撞前处于静止状态,则(3)式变为

$$m_1 s_1 = m_1 s_1' + m_2 s_2' \quad (4)$$

通过以上一系列的问题讨论,得出了该实验的原理。这种实验构思是否科学,关键在于实验操作是否简便可行,测量是否准确。

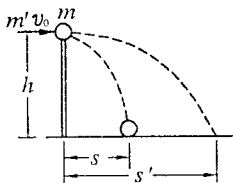


图 2

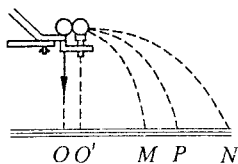


图 3

2. 实验器材组装

根据实验原理让学生观察(4)式,提出以下问题引导学生思考:(4)式中需测量哪些物理量?测量这些物理量需要什么器材?本实验中小球应做什么运动?需什么器材?在此基础上展示 J250 型实验碰撞器,介绍该仪器的构造。利用投影仪出示实验装置示意图(图 3),根据图中落点和入射点,完善公式(4)为

$$m_1 OP = m_1 OM + m_2 O'N \quad (5)$$

3. 操作步骤设计

在分析实验原理、装置的基础上让学生分组讨论提出操作方案,这样有利于培养学生严谨思维的习惯。之后教师简单评价学生提供



的操作方案,再让学生阅读课本,对比找出自己方案的不足之处,以加深学生对实验操作步骤的理解。

本次实验课通过问题讨论教学模式,学生能顺利完成‘验证动量守恒定律’这一实验。在后来的练习反馈中,说明学生理解较为深刻准确,教学效果良好。



《简谐运动》教学设计

(一)

简谐运动是高一物理第五章机械振动和机械波的音节内容,也是本章的重点内容。本节内容是在学生学习了运动学、动力学及功和能的知识后编排的,是力学的一个特例。机械振动和机械波是一种比较复杂的机械运动形式,对它的研究为以后学习电磁振荡、电磁波和光的本性奠定了知识基础。此外,机械振动和机械波的知识与人们的日常生活、生产技术和科学研究有着密切的关系,因此学习这部分知识有着广泛的现实意义。本节的特点之一是,第一次研究变力作用下产生变加速度的运动,这有助于学生对加速度概念的理解和对变速运动的深入理解;特点之二是,没有使用简练概括的数学语言,而是用定性的文字语言来叙述和分析比较复杂的物理现象;特点之三是,又一次引入了新的物理模型“弹簧振子”,再次对学生进行科学方法的熏陶。

(二)

简谐运动是最简单、最基本的机械振动,理解了简谐运动也就了解了机械振动的基本特点。通过这节课的教学,要使学生知道机械振动、特别是简谐运动中各物理量的变化规律,让学生从观察实验中分析归纳出简谐运动的特点。学会研究复杂问题的方法,如同人们认识事物的一般规律那样,先从简单的、基本的简谐运动入手,掌握其本质特征,再进一步研究复杂的物理现象——机械振动。

(三)

如果能抓住简谐运动中的各物理量的变化规律,也就把握了复杂的机械振动的要领。所以在本节的教学中,要把分析简谐运动的



规律、振动的特点作为教学的重点。充分发挥教师的主导作用,使学习的主体——学生能理解和掌握简谐运动的振动规律。

高一学生的思维具有单一性、定势性,他们习惯于分析恒力作用下物体的单程运动,对振动过程的分析,学生普遍会感到有些困难,因此对变力作用下来回运动的振动过程的多量分析成为本节的教学难点。教学时要密切联系旧有的知识,引导学生利用演示和讲解,把突破难点的过程当巩固和加深对旧有知识的理解应用过程,当培养学生分析能力的过程,从而全面达到预期的教学目的和要求。

(四)

高一学生学习物理的兴趣正在从直观—因果—概括认识转化,他们的思维也正在从形象向抽象转移,所以教学中通过演示使学生观察到振动的特点,运用类比引导学生建立理想模型,指导学生讨论振动中各物理量的变化规律,归纳出产生振动的原因,使学生全面理解教材。因此,这节课可采用综合运用直观演示、讲授、自学、讨论并辅以电教手段等多种形式的教学方法。教学中,加强师生间的双向活动,启发引导学生积极思维。由于本节内容中,要研究的物理量较多,教学容量大,教师要严格控制教学进度,顺利完成本节课的教学任务。

(五)

从以上分析,教学中以了解、学习研究物理问题的方法为基础,掌握知识为中心,培养能力为方向,紧抓重点突破难点,设计如下教学程序:

1. 导入新课

这部分教学大约需要 5 分钟。

以创设学习情境、激发学习兴趣为导入新课的指导思想,列举生活、生产、实验中的事例进而引导学生观察归纳出它们的共同特征,再介绍说明研究这种运动形式的重要性及现实意义。例如可以稍详细地以既有上下振动也有左右、前后振动的地震为例,说明机械振动的复杂性。接着导入研究复杂事物的一般方法,即先从最简单最基



本的形式——简谐运动开始,再逐步深入了解较复杂的振动过程。举简谐运动的实例时,要强调物理知识必须密切联系实际,研究物理学离不开观察和实验,这既是研究物理的基础又是学生认知的起点。在让学生观察摆球、振子的实际运动时,启发学生思考为什么会产生这样的运动,让学生的思维进入新课的轨道。

2. 新课教学

这部分教学大约需要 30 分钟。

现代教学论认为,物理教学不仅具有传授知识的功能,还有培养能力和发展智力的功能。讲授弹簧振子应着力介绍理想化模型的科学思维方法,并联系前面学过的质点、伽利略的理想实验等,使学生进一步领会到理想化方法在研究物理中的作用。在培养能力方面还应包括培养学生的自学能力,从指导学生阅读课本入手,在介绍弹簧振子后,让学生阅读课本第 128 页及增画表格和第 130 页表格的一部分。

分析振动过程一定要按位移—回复力—加速度—速度—机械能(动能、势能)的合理顺序进行。先将平衡位置、最大位移处的几个特殊点的各个物理量紧抓不放,讨论清楚,填在新画表格里。在讨论了各特殊点的情况后,再过渡到其它各四分之一周期的各变化物理量分析,此时,可按教室里每一行找一个学生叙述。为使学生进一步深入了解振子的振动规律,教师引导学生一起完成表格的填写,提高教学效率。完成表格后,提出两个问题:(1)简谐运动中引起运动状态变化的力具有什么特征?(2)简谐运动具有什么特点?然后,启发生分析归纳得出结论。

在分析简谐运动的过程中,学生的思维存在两大障碍,一是学生习惯于恒力作用下物理量的分析,对变力作用下物理量的分析感到有困难;二是学生分析单个物理量时能够记得清楚,综合起来或考虑综合问题时就会出现混乱现象。这样,在引导学生讨论问题时,按照事物本身的发展规律,抓住本质的东西,每一步讨论有根有据,使学



生分析、讨论复杂问题的能力得以培养和提高。

3. 巩固与练习

为使学生所学知识具有稳定性,并使知识顺利迁移,在本节课上安排 5~10 分钟的时间进行巩固和练习。具体做法是:先留 3 分钟时间让学生回顾一下课本和黑板上的知识内容,接着做这样两个工作:(1)在前面已基本完成的表格下面增加一行‘运动性质判断’,让学生分析讨论;(2)在平衡位置与最大位移之间找任一位置,分析振子每经过这个位置时,它的哪些物理量是定值?哪些物理量是变化的?

4. 布置作业

为使学生系统全面理解和掌握‘简谐运动’的特点与规律,要求学生课后还要仔细阅读课文,合并完成两个表格所有的内容,并预习下节教材。

(六)

板书、板图的直观性、全面性和系统性较强,在黑板上保留的时间较长,对学生视觉的刺激作用明显。教学中将整块黑板一分为二,一半简写概念、规律,一半留作分析作图。增画的表格为:

物理量 特殊点	位移 x		回复力 F		加速度 a		速度 v	
	大小	方向	大小	方向	大小	方向	大小	方向
A								
O								
B								

(七)

以上是对简谐运动一节教材的认识和对教学过程的设计。从提出问题到圆满解决,教师通过语言启发、引导学生回顾学过的力学知识,灵活地运用到对简谐运动规律的认识中,使学生的思维活动逐步深化,既掌握了知识,也学会了对复杂物理现象的分析研究方法。

结束语(略)。



《单摆周期公式》教学设计

教学准备

1. 首先指导学生挂好“单摆”,启发引导学生明确:(1)实验必须保证摆角小于 5° ;(2)要挂好之后测摆长,摆长指悬点到球心之间的距离;(3)为减少测量周期的误差,用累积法测单摆的周期且从摆过平衡位置开始计时;(4)不能让“单摆”作锥摆运动。

2. 指导学生让单摆振动起来,引导学生观察、讨论、分析,让学生大胆猜测决定单摆振动周期的因素,在老师的启发提问下,总结猜想结果,影响单摆振动周期的因素为:振幅、摆球质量、摆长、重力加速度以及空气阻力。明确告诉学生,由于单摆在小角度下振动,空气阻力较小,可以忽略,从而说明,本节课的实验目的是研究单摆的振动周期与振幅、摆球质量、摆长及重力加速度的关系。

教学探索

1. 怎样研究它们之间的关系呢?启发同学回忆研究加速度与物体质量及外力关系的方法,明确实验方法为控制变量法,即控制其他各量不变,研究周期与其中某量关系的方法,从而总结本实验有四个小实验:(1)研究周期与振幅的关系;(2)研究周期与摆球质量的关系;(3)研究周期与摆长的关系;(4)研究周期与重力加速度的关系。

2. 为使学生顺利完成探索实验,可以发放探索实验提纲,并要求学生设计好纪录表格。

(1)研究单摆振动周期与振幅的关系:让单摆摆动,测出周期,再



改变单摆的摆角(振幅),重测周期,比较它们是否相等。用两个完全相同的单摆,固定在铁架台上使它们同时开始做不同摆角的振动,观察它们的周期是否相同。

(2)研究单摆振动周期与摆球质量的关系:让单摆振动,测出周期,再改变摆球质量,测出周期,比较它们是否相等。让两个摆长相同、摆球质量不同的摆,保证它们的摆角和相同同时摆动,观察比较它们的周期。

(3)研究振动周期与摆长的关系:让单摆振动,测出周期,改变摆长,重测几次,比较它们的周期是否相等。

(4)研究单摆周期与重力加速度的关系:让单摆振动(摆球选铁球),测出周期;再在悬点正下方放一强磁铁(铁球下放磁铁相当于重力加速度变大),让摆球摆动,测出周期,比较它们是否相等。

3. 在学生探索实验的基础上,引导学生分析、讨论决定单摆振动周期的因素,并得出实验结论,最后给出单摆的周期公式。

发展、应用

在探索、发现的基础上,下一节学生实验“用单摆测重力加速度”改为设计性学生实验。学生根据老师提供的器材,按照实验要求,合理选择器材,自己设计实验方案、测量的主要步骤及需要测量的物理量。

题 用实验室提供的下列器材:不同材料的摆球,长 100cm 至 120cm 的摆线若干,带铁夹的铁夹台,秒表,米尺,游标卡尺,量角器,测量本地区的重力加速度。

- (1)简要说明实验方案的设计思路;
- (2)简要说明测量的主要步骤与需要测量的物理量;
- (3)用已知量和测得量表示重力加速度的计算式;
- (4)通过测得量计算重力加速度的平均值。引申 1:用作图法计



算重力加速度:根据 $L = gT^2/4\pi^2$, 作 $L - T^2$ 图线, 求出直线的斜率 K , 则重力加速度为 $g = k \times 4\pi^2$

引申 2 若实验室提供的摆球是不规则的, 你怎样测量。

可以假设质心处的半径为 r , 取不同的悬线长 L_1, L_2 , $g = 4\pi^2 (L_1 + r)/T_1^2$, $g = 4\pi^2 (L_2 + r)/T_2^2$, 两式综合得: $g = 4\pi^2 (L_1 - L_2)/(T_1^2 - T_2^2)$ 。

通过这样的教学发现, 采用以上方法进行教学, 有利于学生积极思考, 发挥学生的主体作用, 有利于发展学生智力, 培养能力, 可克服传统演示实验的弊病, 使学生获得发现知识的实验基础, 享受科学实验的成果, 进而鼓励同学立志去努力发现, 探索物质运动的奥秘。



《细线 + 小球》教学设计

设计思想

本节课采用课题研究的方式,注重创新意识与创造能力的培养。

学生已经学习了力学中几种常见的运动形式和基本的物理规律(运动定律、动量守恒、机械能守恒),具有了一定的知识基础,为本节课进行的课题研究学习打下了知识基础。

本节课既重视学生创新意识的培养,又注重创造方法的传授,既激发与鼓励学生的开放式思维,又介绍创造学中的二元坐标联想法。

考虑到学生创造能力上的差异性,我们在教学设计中体现了对学生创造能力的不同层次要求,既有启发、模仿,又有学生自主联想与探索,并开放探索过程与结果。

教学目标

(1)知识目标。学生通过探索已学物体运动与物理规律之间的联系,建立以具体实物为核心的立体知识结构。

(2)能力目标。学生通过联想与探索,提问与情景想象,实验设计与实验操作培养自己的能力。

(3)情感目标。学生通过在学习过程中对创造、探索成功的积极情感的体验,激发积极参与探索研究的情感。

(4)人际交往目标。通过学生之间的讨论与合作研究,培养协作办事的能力。



教学过程

1. 复习引入

问 在高中阶段我们已经学过哪一些具体的运动形式?

(自由落体运动、竖直上抛运动、平抛运动、圆周运动、简谐运动,)

再问 在高中阶段,我们通常从哪些角度研究物体的运动?

[运动的描述(如 s 、 v 、 a 、 t ; v 、 w 、 T ; A 、 T 、 f 等);力与运动关系的角度(F 、 $F_{\text{向}}$ 、 $F_{\text{回}}$ 等);动量角度(P 、 ΔP 、 I_F 等);能量角度(E_p 、 E_k 、 $E_{\text{机}}$ 、 W_F 等。)]

出示 CAI 课件中的相关内容如图 1 所示。]

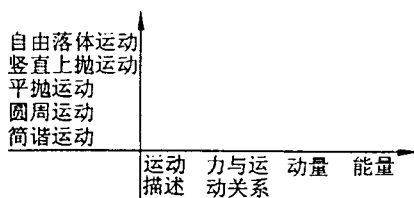


图 1

2. 提出问题

教师讲授:今天我们这一节课的教学目标是对‘细绳 + 小球’进行多角度研究。

下面大家根据教师出示的器材(如图 2 所示,测量器材只有刻度尺。)提出问题。

(学生提出的问题很少)

教师 现在根据教师给定的情景(如图 3 所示)猜想。

小球能蹦上来吗?

情景 小球从上端开始下落,球蹦几下后停止。

(看到这个现象你想研究什么?小组讨论 2 分钟,学生提出



问题。)

(以下是学生可能提出的问题,教师可以补充。)

(1) 小球从上端开始下落到第一次绷紧。

(关注下落过程。)

$$t = ? \quad l_G = ? \quad \Delta p = ? \quad W_G = ?$$

(2) 小球第一次上弹过程中, $t = ? \quad l_G = ? \quad \Delta p = ? \quad W_G = ?$

(关注上升过程。)

(3) 在细绳绷紧前后机械能损失了多少?

(关注绷紧过程。)

(4) 小球在细绳绷紧前后动量改变了多少?

(5) 每次小球蹦上来的高度是否相同?

(6) 机械能损失的比例与下落高度有关吗?

教师讲授 刚才同学们提出的问题很好,但我们来回顾一下刚才的提问过程,我们发现,刚才的提问的特点——随意性。有的同学能想到,有的同学可能想不到,下面我们给大家介绍有助于每一个同学进行创造性思维的方法,即二维联想法。

(出示下列 CAI 课件画面如图 4 所示)

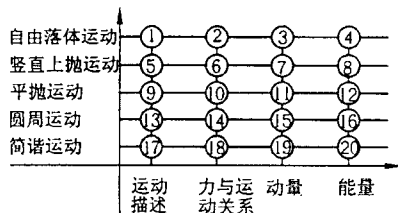


图 4

教师讲授 画面上的水平方向是我们常用的对运动进行研究的角度,竖直方向是我们已经学过的常见的几种运动形式。在图上已



经标明序号的区域是我们进行联想的区域。当然,联想还需要结合具体的实验器材。今天我们进行联想的具体实验器材如图5所示。

下面老师先给大家进行联想示范。

联想区域(17)——(20)。

情景如图6所示。(CAI 课件显示,让小球摆动起来。)

(教师着重介绍提出问题的联想思维过程。)



图5



图6

(1)图6中所示摆的周期为多大?与什么因素有关?

(2)两边的振幅是否相同?

(3)在两边最大位移处的回复力是否相同?

(4)摆球在两侧运动过程中的重力冲量是否相同?

(5)重力做功大小是否相同?拉力做功是否相同?

(6)细线与柱子相碰后,小球的机械能守恒吗?

教师:上面我们提出了问题,现在请大家思考并回答解决这些问题的思路。

(师生共同讨论,并解决。)

教师:现在我们面前没有开垦的问题之“矿”主要在二维联想图中简谐运动的上方区域。哪一种运动对应的“矿区”有大家感兴趣的很多问题?

(学生回答:圆周运动。)

教师指导:下面我们就要进行联想提问了,请每一位同学注意以



下几点。

(1) 在圆周运动与四个研究角度的交叉区域寻找问题(每一组有一个侧重点,小组之间竞争)。

(2) 自己先思考及记录问题,周围同学可以相互讨论。

(3) 结合交叉区域联系实验装置与运动过程进行联想提问。

(在教师的组织下,学生相互交流所提出的问题。)

学生说出情景如图 7 所示。

学生所提问题:

(1) H 多大时,小球恰好能做圆周运动?

(2) 如果做圆周运动,则圆周运动一周的时间与 H 有什么关系?

(3) 细绳与柱子相碰前后,小球运动的线速度、角速度是否变化?

(4) 在小球运动过程中,运动一周的时间、线速度、角速度怎样变化?

(5) 细绳与柱子相碰前后绳子拉力是否变化?

(6) 小球做圆周运动时,动量守恒吗?

(7) 细绳与柱子相碰后,小球的机械能守恒吗?

(对学生说出的情景及提出的问题用 CAI 课件显示,若超出教师的教学设计,则把学生说出的情景与提出的问题的黑板上记载。)

教师讲授:同学们提出的问题很多,也很好,大大超过了老师想到的问题。说明只要我们掌握了联想提问法,提出问题也变得不难了。下面我们以小组为单位选择自己想研究的问题进行研究,时间 10 分钟。要求小组成员分工合作,同时完成表格中的内容。

3. 学生实验研究

(学生实验研究记录表举例,见表 1)

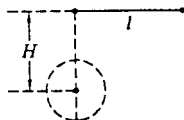


图 7



表 1

问题情景(示意图表示)		
所研究的问题	细绳接触柱子前、后瞬间拉力是否改变?	H 等于多少, 小球恰能做圆周运动?
实验设计(对有关变量的控制与测量方法)	测量释放点与另一侧的最高点是否等高。	保持小球从与悬挂点等高处下落。测出 l 与 H 。
实验结果(与预想相同或不同)	相同	相同, 这一实验实际上还证明了当细绳与柱子相碰后, 机械能守恒。
理论推导与分析(定量推导与定性分析)或对实验不成功原因的分析	$T - mg = F_{\text{向}} = \frac{mv^2}{r}$ $T = mg + \frac{mv^2}{r}$ $r_1 > r_2$ $T_1 < T_2$	$mg[H - (l - H)]$ $= (m/2)(l - H)g$ $H = 3l/5$
实验设计及理论推导与分析中的巧妙之处	由于只有一根刻度尺, 我们首先在二本书上刻下相同的刻度(替代尺子), 进行等高对比。	用势能的减少量等于动能的增加量推导。
联想到的新问题及希望进一步研究的问题	小球在竖直方向做圆周运动时, 绳子拉力的变化情况。	当将柱子的位置稍稍上移, 物体还能做圆周运动, 这是为什么?

学生报告研究结果, 教师结合学生的研究



进行点评。

在学生的研究过程中,我们发现了学生许多有创造性的想法与做法,例如上表中的书本替代尺子方法及学生进行的下面研究。如图8所示,学生研究了下列问题。

(1) 小球运动时的动能从哪里来?(测量小球的开始高度与运动时的高度。)

(2) 当小球运动的半径越来越大时,小球的速度是否也越来越大?绳子拉力也越来越大?(建立模型,理论分析。)

(3) 为什么这种运动不能像单摆一样往复多次?能量主要损失在哪里?



图8

4. 总结与拓宽

教师总结:今天我们大家积极参与了问题的研究,培养了自己的提问能力与解决问题的能力。在今天的研究过程中,有一个核心问题,那就是过程中的能量损失问题。

如图9所示(CAI 课件显示)。

教师:上述几种情况中小球能量有损失的是哪些?能量守恒的是哪些?它们的共同点是什么?



《简谐运动的图像》教学设计

“简谐运动的图像”是高一物理“振动和波”单元的重要一节,在这一节课里,学生第一次学习位移和时间这两个物理量成正弦(或余弦)函数关系,学生如能很好地理解简谐运动图像的物理意义,就不难了解形状上相似的波形图像,并有助于今后学习正弦交流电的电动势和感应电流随时间变化的正弦函数关系,因此简谐运动的图像在中学物理数学中有不可忽略的作用和地位,由于本节课中教学重点砂摆实验的精度和可见度较差,而且实验进程难以控制,给授课带来极大的不便。为此我用 Authware4.0 和 3DMAX2.5 软件制作了多媒体课件,辅助课堂教学,起到了较好的教学效果。

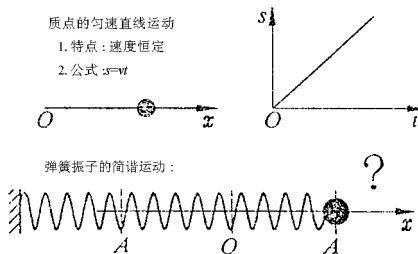


图 1

教学重点

简谐运动图像的物理意义 表示一个简谐运动质点的位移随时间变化的规律,它是一条正弦(或余弦)曲线,它不是质点的运动轨迹。



教学难点

如何得出简谐运动的图像及如何理解简谐运动图像的物理意义。

教学仪器

砂摆演示实验套件,电脑,大屏幕投影仪,自制的教学课件。

教学设计

1. 新课引入。

(1) 做匀速直线运动质点的 $s-t$ 图像。让学生回忆一下做匀速直线运动质点的位移随时间线性变化的规律,并用三维动画动态模拟质点的 $s-t$ 图像和运动轨迹(图 1)。

提问学生:做简谐运动的弹簧振子(质点)的 $s-t$ 图像如何?

(2) 做简谐运动质点的 $s-t$ 图像。

观察做简谐运动的弹簧振子(三维动画)。

提问学生:

a. 振子的位移(振子的位置偏离平衡位置的位移)随时间如何变化?

b. 如何描述做简谐运动质点的 $s-t$ 图像?

2. 实验演示简谐运动的图像 演示砂摆实验(略)。

3. 用电脑模拟砂摆实验(三维动画)。

(1) 在以上演示实验的基础上,利用三维动画模拟砂摆实验,进一步观察简谐运动的图像,引导学生得出简谐运动的图像是一条正弦(或余弦)曲线,而做简谐运动的漏斗的运动轨迹在一条直线上。(图 2)

(2) 利用三维动画播放和暂停功能,引导学生分析砂流曲线上任

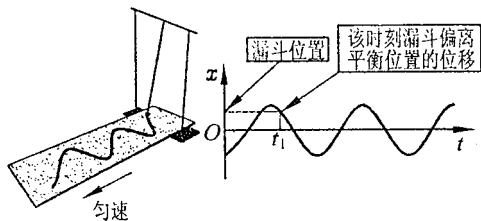


图 2

图 3

意一点的物理意义:即在 t_1 时刻漏斗偏离平衡位置的位移。(图 3)

(3)引导学生总结振动图像的物理意义:表示一个做简谐运动质点的位移随时间变化的规律。

4. 用电脑模拟弹簧振子做简谐运动的图像(三维动画)

(1)连续播放动画,观察弹簧振子做简谐运动的图像,并与砂摆做简谐运动的图像进行比较,得出其共性:振动图像是一条正弦(或余弦)曲线(图 4)

(2)继续播放动画,随时控制动画暂停,引导学生分析在暂停时刻 t_1 ,图像曲线上点的物理意义:即表示该 t_1 时刻振动质点的位移。

(3)总结振动图像物理意义:表示一个做简谐运动质点的位移随时间变化的规律,它是一条正弦(或余弦)曲线,它不是质点的运动轨迹。

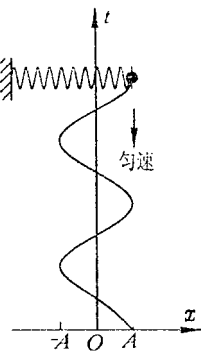


图 4

5. 巩固提高。

在同一幅三维动画上,制作好做简谐运动单摆、弹簧振子和匀速圆周运动的小球,控制它们的周期和振幅相等,在画面的右边显示动态的简谐运动的图像。(图 5)(注:根据学生的认知水平,可以控制“匀速圆周运动的小球”的显示或隐藏,可以不讲授以下“选讲”内容。)

(1)分别演示单摆、弹簧振子的简谐运动和小球的匀速圆周运



动。

讲授要求：

①复习做简谐运动的质点的位移随时间变化的规律。

②分析简谐运动和匀速圆周运动的相关性,提出用单位圆的物理模型研究简谐运动的规律。(选讲)

(2)同步演示单摆、弹簧振子的简谐运动和小球的匀速圆周运动,在画面的右边显示动态的简谐运动的图像。

讲授要求：

①在周期和振幅相等条件下,做简谐运动的单摆和弹簧振子的振动图像相同。进一步加深对振动图像物理意义的理解。

②利用动画暂停播放功能,观察在某一时刻,三者质点的位移的对应关系。

引导学生分析 做简谐运动质点的位移与做匀速圆周运动的质点在 x 轴上的投影(即 $x = A\cos\omega t$)相等,进一步从理论上证明 振动图像是一条余弦(或正弦)曲线。(选讲)

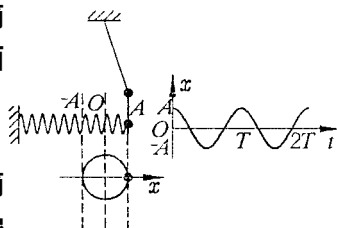


图 5



《简谐振动的图像》教学设计

教学目标

(一)知识教学点

1. 知道简谐振动图像是余弦(或正弦)曲线。
2. 理解简谐振动图像的物理意义。
3. 学会从图像中求出质点振动的有关物理量。

(二)能力训练点

1. 学会用图像法、列表法表示简谐振动位移随时间变化规律,提高运用数学工具解决物理问题的能力。
2. 分析简谐振动图像所表示的位移、速度、加速度和回复力等物理量大小及方向变化的规律,培养抽象思维能力。

(三)德育渗透点

1. 描绘简谐振动的图像,培养学生认真、严谨、实事求是的科学态度。
2. 从图像了解简谐振动的规律,认识客观世界存在的简洁美、对称美。

重点、难点

1. 重点

- (1) 简谐振动图像特点。
- (2) 简谐振动图像的物理意义。

2. 难点



(1) 用描迹法初步绘制简谐振动的图像。

(2) 振动图像和振动轨迹区别。

(3) 由简谐振动图像比较各质点、位移、速度、回复力和加速度的大小及方向。

3. 疑点

能用余弦(或正弦)函数图像确定一个物体的振动是否是简谐振动。

4. 解决办法

(1) 做好砂摆和示振音叉的演示实验,通过绘图对比认识简谐振动的特点。

(2) 复习数学中的余弦(或正弦)函数图像知识;复习已学的几种典型运动(匀速直线运动,匀加速、匀减速直线运动)的 $s-t$ 、 $v-t$ 图像特点。

课时安排

1 课时

教具准备

砂摆、单摆(两套)、示振音叉(附煤油灯,长约 30cm,宽约 5cm 的玻璃片)、示波器、音叉(带共鸣箱)(附小槌)、灵敏话筒、自制幻灯片、幻灯机

教学设计

1. 阅读课本图 5-5

2. 学生分组讨论,确定简谐振动图像中的质点位移、速度、回复力和加速度的方向。

3. 学生绘简谐振动图像并确定上述物理量的方向。



教学步骤

(一)明确目标

(略)

(二)整体感知

理解简谐振动图像的物理意义是认识简谐振动规律的关键。

(三)重点、难点的学习与目标完成过程

导入新课

1. 提问。从运动学的观点来看,简谐振动是属于()

A. 匀速直线运动 B. 匀变速直线运动 C. 变速运动 D. 变加速运动

速运动

2. 下列位移图像分别表示直线运动的质点做什么形式的运动?

(A) 匀速直线运动 ;(B) 加速直线运动 ;(C) 减速直线运动。质点做简谐振动也可以用位移图像表示。

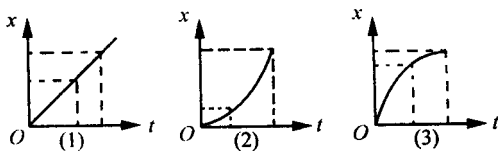


图 5-5

新课教学

演示。让砂摆摆动,下面的布带不动,细砂流出来划出一条直线。

漏斗只在平衡位置两侧来回摆动,漏斗的细砂记录了各个时刻摆的位置。由于不同时刻摆对平衡位置的位移在布带中留下的痕迹相互重叠,因而呈现为一直线。

若取观察的时间较短,摆角不大于 5° ,则漏斗的摆动可视为简谐振动。

提问。如何将‘直线’展开,使它分别显示不同时刻的位移?



演示。让布带匀速移动,砂摆不动,细砂流划出一条与上述直线垂直的直线。

因为绘制简谐振动图像的横坐标是表示时间,时间是均匀消失的,所以布带匀速的运动表示时间均匀地消逝。

演示。让砂摆摆动并均匀摇动漏斗下的布带,漏斗中漏出的砂在布带上画出一条余弦(或正弦)曲线。

分析。装满细砂的漏斗摆动,同时沿着跟摆动垂直的方向匀速移动布带。每一时刻都漏出细砂,落在布带上的砂粒就记录下各个时刻摆的位置。不断漏下的砂粒组成连续的砂流,在布带上呈现出一条曲线。这条曲线就是以横轴表示时间,以纵轴表示振动对平衡位置的位移的振动图像。

一、简谐振动图像的物理意义

简谐振动的图像表示振子对平衡位置的位移随时间变化的关系,简称 $x-t$ 图像,不是振子运动的轨迹。

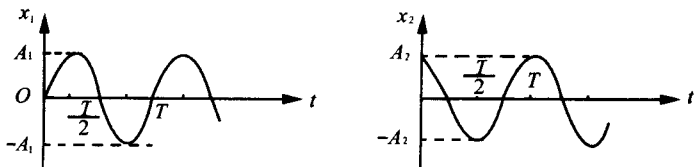


图 5-6

例题 设水平弹簧振子自平衡位置向正方向运动起开始计时。

1. 画出历时一周期的振动图像。

2. 在图像标出 $t = \frac{T}{8}$ 、 $\frac{T}{4}$ 、 $\frac{3}{8}T$ 、 $\frac{5}{8}T$ 、 $\frac{3}{4}T$ 、 $\frac{13}{8}T$ 、 $\frac{15}{8}T$ 等时刻的位

移矢量图。

在下列图中标出各质点的速度方向

在下列图中标出各质点的加速度方向

(说明 两幻灯片为复合幻灯片。第一张为简谐振动图像,第二



张为矢量图)

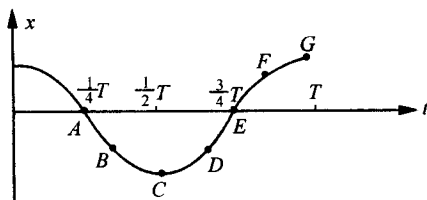


图 5-7

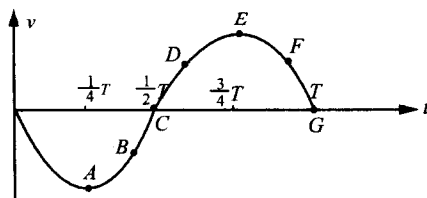


图 5-8

从图像中可以得出的物理量

1. 振幅 A
2. 振动的周期 T
3. 某时刻振子的位移大小及方向
4. 某时刻振子的速度方向
5. 某时刻振子的加速度方向

二、简谐振动图像的比较

1. 正弦曲线和余弦曲线的比较。

(甲)图表示振子从平衡位置向正向最大位移处运动;(乙)图表示振子从正向最大位移处向平衡位置运动。

2. 同相和反相的比较。

演示。两个单摆振动的同相和反相。

3. 与匀速直线运动位移图像的比较。

例题 小球自 A 、 B 两弹性挡板的中点 O , 以速度 v 向 B 运动如

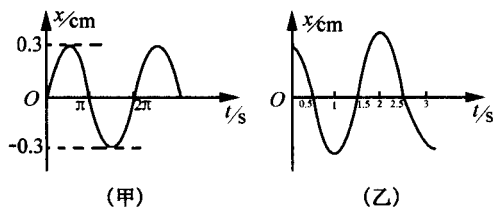


图 5-9

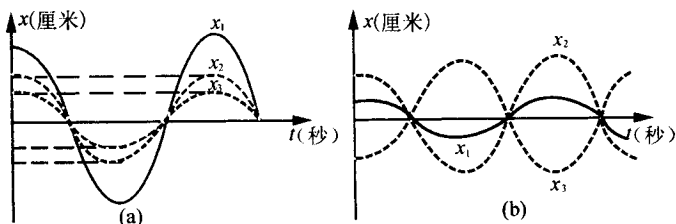


图 5-10

图。若球与挡板碰撞的能量损失极少,碰撞时间极短,均可忽略,且水平轨道光滑,试用位移—时间图像。描述小球的运动情况。

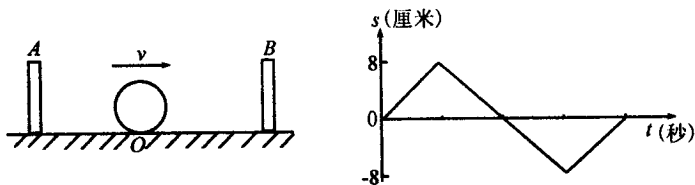


图 5-11

三、振动图像的广泛应用

心电图、脑电图、地震图等

(四) 总结、扩展

1. 简谐振动图像表示了做简谐振动的质点的位移随时间而变化的关系,是一条余弦(或正弦)函数图像,它不是质点运动的轨迹。

2. 在简谐振动图像上可以知道振幅 A , 周期 T 的大小。可以判



断位移 x 、速度 v 、加速度 a 、回复力 F 的方向 还可以比较其大小。

演示 用示振音叉在用煤油灯烟熏黑了的玻璃板上显示振动图像。

演示 用发声的音叉通过示波器显示音叉振动的图像,反过来判断物体的振动是否是简谐振动。

布置作业

阅读 教材

思考

1. 画弹簧振子的振动图像 振幅 $A = 3\text{cm}$, 周期 $T = 4\text{s}$, $t = 0$ 时, $x = 0$ (两个不同的振动图像)
2. 画一个单摆的振动图像 振幅 $A = 4\text{cm}$, $T = 2\text{s}$, $t = 0$, $x_0 = -4\text{cm}$



板书的设计

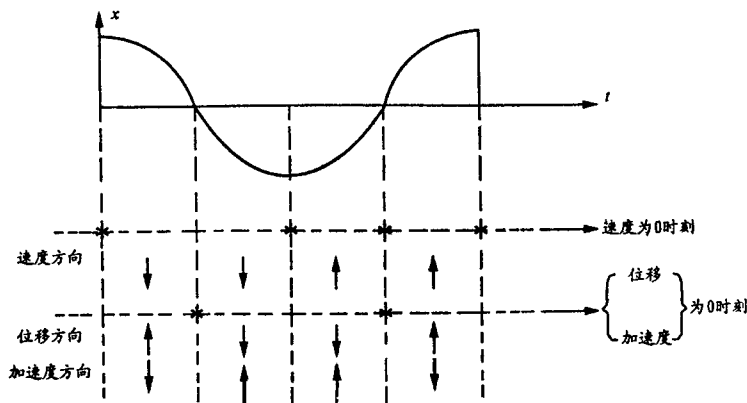


图 5-12



《简谐运动的能量 受迫振动 共振》 教学设计

教学目标

- (1) 知道阻尼振动和无阻尼振动,并能从能量的观点给予说明。
- (2) 知道受迫振动的概念。知道受迫振动的频率等于驱动力的频率,而跟振动物体的固有频率无关。
- (3) 理解共振的概念,知道常见的共振的应用和危害。

重点、难点

受迫振动,共振。

教学准备

弹簧振子、受迫振动演示仪、摆的共振演示器、投影仪、投影片若干。

教学过程

(一) 复习提问

让学生注意观察老师的演示实验。教师把弹簧振子的振子向右移动至 B 点,然后释放,则振子在弹性力作用下,在平衡位置附近持续地沿直线振动起来。重复两次让学生在黑板上画出振动图像的示意图(图 1 中的 I)



再次演示上面的振动,只是让起始位置明显地靠近平衡位置,再让学生在原坐标上画出第二次振子振动的图像(图 1 中的 II)。I 和 II 应同频、同相、振幅不同。

教师把画得比较标准的投影片向学生展示。

结合图像和振子运动与学生一起分析能量的变化并引入新课。

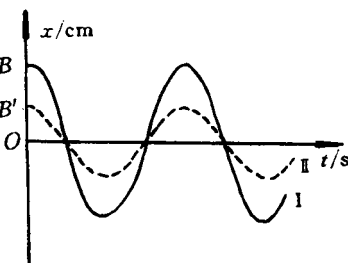


图 1

(二) 新课教学

现在以弹簧振子为例讨论一下简谐运动的能量问题。

问 振子从 B 向 O 运动过程中,它的能量是怎样变化的?引导学生答出弹性势能减少,动能增加。

问 振子从 O 向 C 运动过程中能量如何变化?振子由 C 向 O、又由 O 向 B 运动的过程中,能量又是如何变化的?

问 振子在振动过程中总的机械能如何变化?引导学生运用机械能守恒定律,得出在不计阻力作用的情况下,总机械能保持不变。

教师指出,将振子从 B 点释放后在弹簧弹力(回复力)作用下,振子向左运动,速度加大,弹簧形变(位移)减少,弹簧的弹性势能转化为振子的动能。当回到平衡位置 O 时,弹簧无形变,弹性势能为零,振子动能达到最大值,这时振子的动能等于它在最大位移处(B 点)弹簧的弹性势能,也就是等于系统的总机械能。

在任何一位置上,动能和势能之和保持不变,都等于开始振动时的弹性势能,也就是系统的总机械能。

由于简谐运动中总机械能守恒,所以简谐运动中振幅不变。如果初始时 B 与 O 点的距离越大,到 O 时,振子的动能越大,则系统所具有的机械能越大。相应地,振子的振幅也就越大,因此简谐运动的振幅与能量相对应。



问:从能量的观点来看,Ⅰ和Ⅱ哪一个振动的机械能多?学生答出Ⅰ的机械能多。

教师可以指出:可以证明,对于简谐运动,系统的机械能与振幅的平方成正比,即

$$E = \frac{1}{2} kA^2$$

其中 E 是振动系统的机械能, k 是简谐运动中回复力与位移的比例系数, A 是振幅, A 越大, E 越大。

简谐运动是一种理想化的振动,像弹簧振子和单摆那样,一旦提供振动系统一定的能量,由于机械能守恒,它们就要以一定的振幅永不停息地振动下去。可是实际上振动系统不可避免地要受到摩擦和其它阻力,那么摆球或弹簧振子的振动图像是什么样的呢?引导学生分析并画出图像(如图2)在实际情况中存在空气阻力或摩擦阻力,振动系统克服阻力做功,系统的能量就要损耗,振动的振幅也就会逐渐减小,甚至完全停下来。

指出:振幅随时间减小的振动叫做阻尼振动。图2就是阻尼振动的图像。

问:怎样才能使受阻力的振动物体的振幅不变,而一直振动下去呢?引导学生答出,应不断地向系统补充损耗的机械能,以使振动物体的振幅不变。

指出:这种振幅不变的振动叫无阻尼振动。

问:无阻尼振动是否是无阻力振动?引导学生认识到无阻尼和无阻力有不同的含义。

举几个无阻尼振动的例子,例如电铃响的时候,铃锤是做无阻尼振动。电磁打点计时器工作时,打点针是做无阻尼振动。挂钟的摆

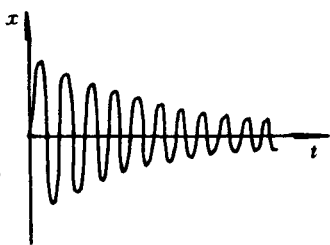


图2



是做无阻尼振动。……无阻尼振动的共同特点是,工作时振动物体不断地受到周期性变化外力的作用。

这种周期性变化的外力叫驱动力。

在驱动力作用下物体的振动叫受迫振动。

再让学生举几个受迫振动的例子,例如内燃机气缸中活塞的活动,缝纫机针头的运动,扬声器纸盆的运动,电话耳机中膜片的运动等都是受迫振动。

问 受迫振动的频率跟什么有关呢?

让学生注意观察演示(图3)。用不同的转速匀速地转动把手,可以发现,开始振子的运动情况比较复杂,但达到稳定后,振子的运动就比较稳定,可以明显地观察到受迫振动的周期等于驱动力的周期。这样就可以得到物体做受迫振动的频率等于驱动力的频率,而跟振子的固有频率无关。

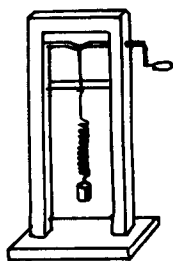


图 3

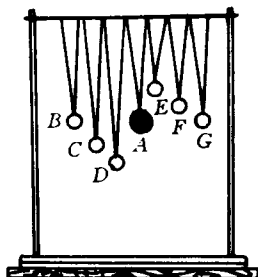


图 4

问 受迫振动的振幅又跟什么有关呢?

演示摆的共振(装置如图4),在一根绷紧的绳上挂几个单摆,其中A、B、G球摆的长相等。当使A摆动起来后,A球的振动通过张紧的绳给其余各摆施加周期性的驱动力,经一段时间后,它们都会振动起来。驱动力的频率等于A摆的频率。实验发现,在A摆多次摆动后,各球都将以A球的频率振动起来,但振幅不同,固有频率与驱动力频率相等的B、G球的振幅最大,而频率与驱动力频率相差最大的



D、E 球的振幅最小。

明确指出 驱动力的频率跟物体的固有频率相等时,振幅最大,这种现象叫共振。

展示受迫振动的振幅随驱动力频率变化的关系投影片(如图 5),并加以解释。

讲解一下共振在技术上有其有利的一面,也存在不利的一面。结合课本让同学思考,在生活实际中利用共振和防止共振的实例。

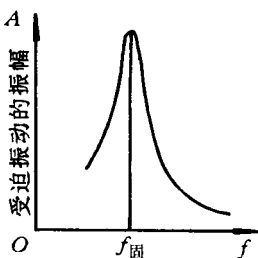


图 5

(三)请同学小结一下本节要点

1. 振动物体都具有能量,能量的大小与振幅有关,振幅越大,振动能量也越大;
2. 当振动物体的能量逐渐减小时,振幅也随着减小,这样的振动叫阻尼振动;
3. 振幅保持不变的振动叫无阻尼振动;
4. 物体在驱动力作用下的振动是受迫振动,受迫振动的频率等于驱动力的频率;
5. 当驱动力的频率等于物体的固有频率时,受迫振动振幅最大的现象叫共振。共振在技术上有其有利的一面,也存在不利的一面;有利的要尽量利用,不利的要尽量防止。

(四)巩固练习

支持火车车厢的弹簧的固有频率为 2Hz ,行驶在每节铁轨长 10m 的铁路上,则当运行速度为 _____ m/s 时,车厢振动最剧烈。
[20m/s]

说明

阻尼振动为选学内容,因而这部分内容的难度应有所降低,可以集中力量讲好受迫振动和共振。本教案中关于振动系统的机械能与



振幅的平方成正比的内容适用于基础较强的学生,对于接受能力较差的班级可略去。

这部分教学的困难是:(1)演示实验很难做成;(2)通过实验得出:做受迫振动的物体,它在达到稳定状态后的频率总是等于驱动力的频率,而跟物体的固有频率无关,学生很难领会其所以然;(3)学生难以理解何以共振的发生决定于驱动力变化频率和固有频率之间的关系,而跟驱动力的大小无关。

为此,第一,要做好受迫振动实验的演示和引导。不施驱动力时的振动是自由振动,振动频率由系统自身决定,即振子以固有频率振动。由于空气阻力的缘故,振幅越来越小,最后振动停止。在驱动力作用下,小球的振动比较复杂,因它同时参与两种振动:一种是以驱动力的频率而振动,另一种是以小球自身的固有频率的振动,而在前面的演示中已看出,小球以固有频率所做的振动将会在阻力的影响下很快的消失。因此小球达到稳定状态时,所做的振动就是以驱动力的频率所做的振动,而跟小球的固有频率无关。以上通过实验验证即可,不必作理论上的深入。第二,讲清共振时的能量情况,按能量关系进行分析。可以讲一些共振的实例,来说明受迫振动和共振的关系,以扩大学生的知识面。



《机械振动》教学设计

教学目的

复习巩固振动的有关知识,进一步认识这种运动形式,掌握其运动规律和受力特点;会判断物体是否做简谐运动,在具体问题中分析与位移有关的物理量(如速度、加速度、动能及势能)的变化规律;能在实际问题中应用振动图像解题。

教学过程

简谐运动的规律

1. 特点和条件

特点 运动具有往复性,具有周期性。

条件 回复力的大小与位移成正比,方向相反(即回复力始终指向平衡位置);振动物体所受摩擦阻力很小。

回复力是根据效果来命名的力,可能是一个力,也可能是几个力的合力,也可能是某个力的一个分力。

平衡位置即回复力等于零的位置,亦即振动物体停止振动时所处的位置。

2. 描述振动的物理量(振动的三要素)

振幅 A 振动动质点离开平衡位置的最大位移。

频率 f 、周期 T 、角频率 三者的关系是 $f = \frac{1}{T}$, $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

周期指完成一次全振动所用的时间,频率是振动质点的单位时



间内完成振动的次数。

3. 机械振动、简谐运动的动力学特征

动力学表达式： $F = -kx$ ①

结合牛顿第二定律： $a = \frac{F}{m} = -\frac{k}{m}x$ ②

①和②都可以作为简谐运动的判别式。

4. 简谐运动的周期公式

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 公式中的 k 为比例系数,对于弹簧振子 k 为劲度系数。

5. 单摆的振动

单摆模型 将一根轻且不可伸长的细线一端固定于悬点,另一端系一质量大而体积小的钢球。

使单摆回到平衡位置的回复力 $F = mg\sin\theta$

当摆解 $\theta < 5^\circ$ 时, $\sin\theta \approx \theta \approx \frac{x}{l}$, 考虑到 F 与 x 方向相反, 所以 F

$$= -\frac{mg}{l}x$$

式中 $\frac{mg}{l}$ 为一常数, 由 $F = -kx$, 可知单摆在 $\theta < 5^\circ$ 情况下, 其运动可看作简谐运动。令 $k = \frac{mg}{l}$ 带入简谐运动的周期公式可得单摆

的周期公式为： $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

从式中可以看出, 当单摆做简谐运动时, 其固有周期只与摆长和当地的重力加速度有关, 而与摆球的质量无关, 与振幅无关 (在 $\theta < 5^\circ$ 的条件下)。

6. 简谐运动的图像

图像反映振动质点的位移随时间的变化规律, 利用图像可以求



出任意时刻振动质点的位移。还可以根据图像确定与位移有关的物理量,如速度、加速度、回复力、势能和动能等。

7. 受迫振动、共振

物体在周期性外力作用下的振动叫做受迫振动。物体做受迫振动的频率等于驱动力的频率,而跟固有频率无关。当驱动力的频率与物体的固有频率相等时,受迫振动的振幅最大,即发生共振现象。

8. 振动的能量

振动系统的能量与振动的振幅有关。如果没有摩擦力和空气阻力,在简谐运动过程中就只有动能和势能的相互转化,振动的机械能守恒。实际的振动总是要受到摩擦和阻力,因此在振动过程中需要不断克服外界阻力做功而消耗能量,振幅会逐渐减小,最终停下来。

应用

例 1. 证明一端挂有重锤的弹簧悬挂起来,组成一竖直方向的弹簧振子的振动是简谐振动。

例 2. 如图所示,一个质量为 m 的木块放在质量为 M 的平板小车上,它们之间的最大静摩擦力是 f_m ,在劲度系数为 k 的轻质弹簧作用下,沿光滑水平面做简谐运动。为使小车能跟木块一起振动,不发生相对滑动,简谐运动的振幅不能大于 (A)

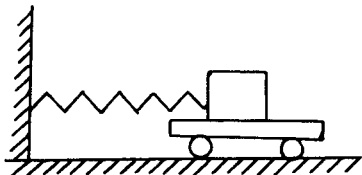
A. $(M + m) + f_m / kM$

B. f_m / kM

C. f_m / k

D. $(M + m) f_m / kM$

分析与解 小车做简谐运动的回复力是木块对它的静摩擦力。当它们的位移最大时,加速度最大,受到的静摩擦力最大。为了不发生相对滑动,达到最大位移时,小车的最大加速度 $a = f_m / M$,此即系统一起振动的最大加速度,对整体达到最大位移时的加速度最大,回复力 $kA = (M + m)a$,则振幅 $A \leqslant (M + m) f_m / kM$ 。



说明 本题要学生正确认识回复力在简谐运动中的作用,从力与运动的关系去分析回复力与加速度、位移以及最大回复力与振幅的关系。还要正确使用隔离法和整体法。

例 3,如果下表中给出的是做简谐运动的物体的位移或速度与时刻的对应关系, T 为振动周期,则下列选项中正确的是 (AB)

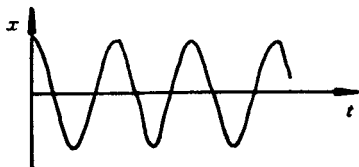
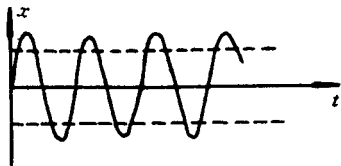
时刻 状态 物理量	0	$T/4$	$T/2$	$3T/4$	T
甲	零	正向最大	零	负向最大	零
乙	零	负向最大	零	正向最大	零
丙	正向最大	零	负向最大	零	正向最大
丁	负向最大	零	正向最大	零	负向最大

- A. 若甲表示位移,则丙表示相应的速度
- B. 若丁表示位移,则甲表示相应的速度
- C. 若丙表示位移,则甲表示相应的速度
- D. 若乙表示位移,则丙表示相应的速度

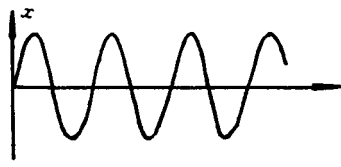
分析与解 画出物体做简谐运动的位移 - 时间图像和相应的速度 - 时间图像。

例 4. 若单摆的摆长不变,摆球的质量增加为原来的 4 倍,摆球经过平衡位置时的速度减为为原来的 $1/2$,则单摆振动的 (B)

- A. 频率不变,振幅不变
- B. 频率不变,振幅改变



C. 频率改变, 振幅改变

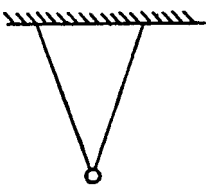


D. 频率改变, 振幅不变

例 5. 如图所示为一双线摆, 绳的质量不计, 当小球垂直于纸面做简谐运动时, 振动的周期为多少? (l, a 为已知)

$$[T = 2\pi \sqrt{\frac{l \sin a}{g}}]$$

分析与解 找等效摆长。



说明 简谐运动的周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ 为补充知识, 可根据学生的情况灵活处理。



《波的形成和传播》教学设计

教学目标

1. 知道直线上机械波的形成过程。
2. 知道什么是横波、纵波 知道什么是波峰、波谷和什么是疏部和密部。
3. 知道机械振动和在介质中的传播形成机械波,知道波在传播运动形成的同时也传播了波源的能量。
4. 通过对横波(绳波)和纵波(弹簧波)形成的认识和理解,培养学生由单个质点到多个质点,由直线到平面,由平面到立体的空间想象能力和思维能力。
5. 通过对波的形成和传播的学习,使学生初步掌握 使抽象概念具体化、复杂概念简单化,理论联系实际等同化新概念的能力。

重点、难点

1. 本节重点是理解机械波形成的机理。
2. 本节的难点是在理解机械波形成的基础上进一步理解波在传递运动形式的同时,也传递能量和信息。

教学方法

观察现象——(启发)讨论——归纳总结



教具

1. 波动演示仪；
2. 一根较长的软绳、一根长而软的螺旋弹簧；
3. 音叉；
4. 动画(软件)。

教学过程

(一)引入新课

举例说明,什么是波动?什么是机械波?什么是无线电波?什么是光波?使学生对波有一定的思维取向,激活同学头脑中对波的初步认识,强调我们现在要学习的是机械波,以后还要学习电磁波,然后写出标题“波的形成和传播。”

(二)新课的教学安排与设计

1. 波的形成和传播

(1)让同学找出生活中常见的机械波,如水波、风波(在红旗上传播,在麦田上传播……)、声波等等,然后提出问题“波是怎么形成的?又是怎样传播出去的呢?启发学生通过现象去分析其实质。

(2)演示绳波 取一根较长的软绳,用手握住绳的一端拉平:①向上抖动一次,观察绳上形成一个凸起状态,且向另一端传去;②向下抖动一次,观察绳上形成一个凹下的状态,且向另一端传去;③持续上下抖动,可以观察到一系列凹凸相间的状态,向另一端传去。

(3)提出问题 ①一个物体要想从静止状态变为运动状态办法是什么?②绳的一端发生振动时,为什么会引起相邻部分也发生振动?

(4)学生讨论:

(5)教学小结 通过牛顿运动定律的学习,我们知道:力是物体(质点)运动状态改变的原因,要想使静止的物体运动起来,必须对它



施加力的作用。设想把绳子分成许多小部分,每个小部分可以看作质点,质点间存在着相互作用力,绳端的质点在外力作用下振动起来后,会带动相邻质点振动;后一个质点总比前一个质点迟一些开始振动,这样依次带动下去,于是振动沿绳传播开去,形成凸凹相间的波。

(6) 模拟波的形成和传播

①将教材图 10-6 制成动画(软件)通过电视屏幕放映;

②利用波动演示仪演示波的形成过程。

目的是通过观察,进一步体会‘带动’和‘迟一些’的含义,从而加深对波的形成和传播的理解。

2. 横波和纵波

(1)提出问题 在波的形成及传播过程中单个质点的行为与由他们形成的整体的行为有什么区别和联系?

启发学生从两个不同的角度,选取两个不同的研究对象去分析、理解,进一步理解波的实质。

(2) 学生讨论。

(3)教师小结 ①单个质点在自己的平衡位置附近振动,某一时刻大量质点的状态形成了波(波向外传播的是振动形式,质点并不随波迁移)。

②先振动的质点带动后振动的质点,后振动的质点‘模仿’先振动的质点(介质中各质点的振动频率与波源相同)。

③单个质点的振动方向与波的传播方向是两个不同的概念,它们可能与波的传播方向垂直(上面所演示的),也可以与波的传播方向平行,从而引入横波和纵波的概念。

(4)给出横波和纵波的定义,并结合动画和演示仪给出波峰、波谷的定义(指出具体的位置)。

(5)为了使学生对纵波有一个比较完整和准确的概念,下面还需演示:

①弹簧波 把一根长而软的弹簧,竖直提起来,手有规律地上下



振动,可以看到弹簧上产生疏密相间的状态,自上而下传播,形成波。

②利用波动演示仪演示纵波(观察单个质点的行为及它们组成的整体行为)。

③利用动画(软件)模拟声波,说明人们听到声音的过程,同时敲响音叉,使学生感觉到具体的声波。

(6)在认真观察纵波形成过程和传播特点之后,在对比横波的基础上应和同学一起总结:①单个质点在自己的平衡位置附近振动,同一时刻它们的状态构成了波(波向外传播的是振动形式,质点并不随波迁移)②质点的振动方向与纵波的传播方向在一条直线上③先振动的质点通过作用力带动后振动的质点,后振动的质点‘模仿’先振动的质点(质点的振动频率与波源的频率相同)。

3. 机械波

(1)归纳绳波、水波、声波、弹簧波之共同点,给出‘介质’和‘机械波’的准确概念,并能科学严谨地表达:“机械振动在介质中传播形成机械波”,明确在形成机械波的过程中‘介质’和‘机械波’是两个必要条件。

(2)通过对横波、纵波的总结得出结论:不论横波、纵波,质点只在其平衡位置附近振动,质点并不随波迁移,传播的只是振动这种运动形式。

(3)进一步揭示:“波是传递能量的一种方式”,可以举例加深理解:水波可以使船摇荡起伏、地震可以摧毁房屋建筑、电磁波可传播信息等等。

(三)巩固练习

1. 关于振动和波的关系,正确的是 ()

- A. 有机械波就有振动
- B. 有机械振动必有波
- C. 离波源远的质点振动得慢
- D. 波源停止振动时,介质中的波立即停止



答案 :A

2. 关于机械波的说法中正确的是 ()

A. 要产生机械波,必须同时具有波源和传播振动的介质

B. 波动过程是波源质点由近及远移动的过程

C. 波是振动形式的传播,质点本身并不沿波的传播方向传播,只在平衡位置附近左右振动

答案 :A。

(四)布置作用

阅读教材,并简要回答:

1. 机械振动和机械波的区别和联系是什么?横波和纵波的区别和联系?

2. 怎样理解‘波只是传播振动这种运动形式’和‘波是传递能量的一种方式’?

说明

1. 波是一种重要而普遍的运动形式,也是高中物理的一个难点,主要因为这种运动形式比较匀速直线、匀变速直线运动、匀速圆周运动、平抛运动有着更复杂的研究对象和时空概念,这就需要学生具备科学的思维习惯和较强的思维能力,特别是抽象思维能力、空间想象能力。

2. 基于高中学生的认识水平和认识能力,建议在教学中多举一些学生常见的易于理解的例子,通过比喻、模拟等帮助学生理解波的形成条件及传播的特征,降低学生在对概念的知觉与认同上的难度(如按课本图 10-6 模拟‘人波’)。



《机械波》教学设计

教学目的

1. 通过实验演示,让学生认识机械波及其形成条件 通过分析讨论理解机械波的概念、实质和特点,以及与机械振动的关系,通过比较对机械波进行分类。
2. 进一步培养、加强学生对实验现象的观察、分析推理能力。

教材分析

在学生学习了机械振动、简谐运动规律的基础上,接着本节教材从实验现象分析比较得出机械波的概念实质、特点和分类。所以在此安排机械波的教学恰到好处,既有利于本节课的学习又是对前面知识的运用、复习和巩固,而且通过对机械波的学习有助于学生理解将要学习的声波、电磁波、光波。

教学重点

机械波的形成原因和特点。

教学难点

对机械波在传播过程中,介质质点在各自平衡位置的振动情况和振动以波的形式在介质中传播的理解,弄清机械振动与横波的关系和区别。



教材教法

实验分析法。

教材学法

让学生学会如何由实验现象进行分析揭示事物本质的一种科学方法。

教学教具

绳子一根(2米左右),绳波挂图,螺旋弹簧纵波演示器,纵波挂图。

教学过程

一、复习提问,从实验现象引入新课

(提问)什么是机械振动?什么是简谐运动?

机械振动 物体在平衡位置附近的往复运动。

简谐运动 物体在跟位移大小成正比,并且总是指向平衡位置的力的作用下的振动。

(提问)向平静水中(如平静的游泳池水)投石子会看到什么现象?以石子击水点为中心,振动(波浪)远离中心向四周传播,直到很远(游泳池的岸边)。

(演示)绳子一端固定,手拿另一端水平拉直,上下抖动。

(提问)学生看到了什么?看到一系列凸凹相间的波形(振动形式)向绳子的另一端传去,这就是(板书)机械波(给出学生波的直觉感受),这就是本节课的内容。



二、新课教学

1. (板书)波的形成条件

(提问)平静的水中不投石子,即给水没有施加振动,水面上有没有水波(机械波)?——没有。

(演示提问)如果手拿绳子的一端不抖动,保持静止,那么,绳子上各处有没有振动?有没有绳波?——没有。

可见要产生水波,就必须给水施加振动;要产生绳波,就必须手拿绳子的一端进行上下振动,这就是物理上讲的振源也叫做波源,这是产生波的一个条件。

(板书)①波源就是能够产生振动的物体或质点。

(提问)如果有振源而没有水、绳子即媒介物能不能产生波?——不能。

物理上把水、绳子等媒介物叫做介质,可见介质也是产生波的另一个条件。

(板书)②介质就是传播机械振动的媒介物。

(总结)通过上面的实验观察可见波产生的条件是:不但要有波源而且还要有介质,两者缺一不可。

2. (板书)分析介质能够传播机械振动的原因和机械波的概念

(提问)为什么介质中某一点发生的振动能向各个方向传播?

原来这是由介质本身的性质决定的,我们可以把介质看成由大量的质点构成的物质,相邻质点间存在着相互作用力,当介质中某一点发生振动时,就会带动它相邻的质点振动,这些质点的振动又会带动各自周围的质点发生振动,这样振动就会在介质中逐渐传播开来。

(总结)可见(板书)①机械波形成的原因就是由于介质本身内部各质点间存在着相互作用力,即介质本身内部的力学性质决定的。

(板书)②机械波就是机械振动在介质中的传播过程。



3. (板书)机械波的实质和特点

(提问)漂浮在水面上的树叶随着水的上下波动而上下波动,它会不会随水波的上下波动向外迁移?——不会。

(演示)在绳子上的任意一点系上一圈红布或者用红墨水涂上一圈(要让学生能明显观察到红色标志),手拿绳子一端上下振动。(提问)同学们看到了有红色标志的点如何运动?会不会向绳的另一端移动?有红色标志的点在其平衡位置附近做上下振动,而不会向绳的另一端移动。

(演示)然后在绳子上不同的点(最好等距离标记上4至5个红色点,手拿绳子上下振动,让学生仔细观察。(提问)各个点振动的先后顺序如何?——越靠近振动的手一端的红色点先振动,接着是下一个,最后是最远的红色点。

(小结)(板书)机械波的特点:

①介质中各质点只在各自平衡位置附近做机械振动,并不沿波的传播方向发生迁移。

②沿波的传播方向,介质中各质点依次开始振动,距离波源愈近,愈先开始振动。

根据波的传播特点和概念,(提问)既然沿波的传播方向各个质点在其平衡位置附近依次振动,又不迁移,那么机械波传播的是什么?——机械波传播的是机械振动的形式。(又提问)前面我们知道,机械振动是具有能量的,那么机械波是不是也把波源的能量通过介质的质点的机械振动依次传播出去?——是。

(总结)可见(板书)机械波的实质是:

①传播振动的一种形式。

②传递能量的一种方式。即依靠介质中各个质点间的相互作用力而使各相邻质点依次做机械振动来传递波源的能量。

4. 机械波的分类

(演示)用螺旋弹簧纵波演示器进行演示,首先使金属球沿着弹



簧的方向左右振动,让学生仔细观察(提问)弹簧上会出现什么现象?——弹簧上各部分发生周期性的压缩与拉伸,一会儿变密,一会儿变疏,疏密不均的状态在弹簧上自左向右传播。这也是机械波,即形成一系列疏密相间的波,其波源是振动的金属球,介质是弹簧。

(演示和挂图)

分别演示绳波和弹簧波,让学生仔细观察和比较介质中各质点的振动方向与波的传播方向的区别,通过绳波挂图和螺旋弹簧纵波挂图,给出波的分类及相关概念。

质点的振动	{	互相垂直—横波	{	波峰—凸起部分最高点
方向与波的				波谷——凹下部分最低点
传播方向	{	在同一直线上一纵波	{	疏部—质点分布较稀的部分
				密部—质点分布较密的部分

练习与思考

机械波与机械振动有何区别与联系?

联系 机械波是由机械振动引起的,依靠介质本身的力学性质来实现的。

区别 机械振动研究的是单个质点的运动,而机械波研究的是由大量质点的运动而引起的整个介质的运动。



《波的图像》教学设计

教学目标

1. 知识教学点

1. 理解波的图像的意义。

2. 能根据波的图像进行有关判断,以及根据有关信息画出波的图像。

2. 能力训练点

提高运用图像分析解决问题的能力。

3. 德育渗透点

动和静的辩证关系。

重点、难点

1. 重点 波的图像的意义。

2. 难点 运用波的图像进行分析判断。

3. 疑点 波的图像和振动图像的区别。

4. 解决办法:

结合上一节课引入图像,说明图像表示的是某一时刻各个质点的位移,说明图像中蕴含的信息,提高识图、用图的能力,注意比较与振动图像的区别,进一步理解各个图像的意义。

课时安排

1 课时



教学准备

课件 波的图像。

教学设计

结合课件观察和想象。

结合问题分析和判断。

教学步骤

一、明确目标

(略)

二、整体感知

波的图像比较抽象,教学中要注意结合模型引入,结合生活中“照像”进行比较,要发掘图像中隐藏的信息,多角度地认识和运用波的图像。

三、重点、难点的学习与目标完成过程

复习提问:一列波沿绳传播,从振动开始每隔 $T/4$ 时间拍一张照片,得到的照片是怎样的?

应如课本第3页图 10-5 的情形所示(即上第一课重点分析的图示)。

演示课件 不同时刻拍下的绳的波形。

引入新课 波的图像。

1. 坐标系

建立直角坐标系:



用横坐标 x 表示波在传播方向上各个质点的平衡位置；
用纵坐标 y 表示某一时刻各个质点偏离平衡位置的位移。

演示课件：

- (1) 给出某一时刻绳的波形，加上相应的坐标；
- (2) 坐标系不变，再给出下一时刻绳的波形。

由此可以看出，在这个坐标系中显示的是某一时刻各个质点对平衡位置的位移。

2. 图像的意义

(1) 波的图像表示某一时刻各个质点对平衡位置的位移。

结合图示说明。如图 10-2 所示，表示在图示时刻， $x = 2\text{cm}$ 的质点沿正方向到达最大位移 10cm 处； $x = 4\text{cm}$ 的质点处在平衡位置； $x = 6\text{cm}$ 的质点沿负方向到达最大位移 10cm 处，等等。

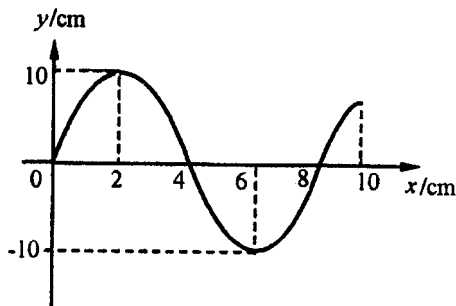


图 10-2

(2) 如果知道波的传播方向和波速，从某一时刻的波的图像可以知道任一时刻波的图像。

结合图示说明，如图 10-3 所示，实线表示 t 时刻的波形，使波的图像沿波的传播方向移动 $\Delta x = v\Delta t$ ，就得到 $t + \Delta t$ 时刻物图像。

演示课件 想象让 Δt 逐渐增大，让波的图像活动起来，就可以形成波在传播的情景。

(3) 如果知道波的传播方向，则可以知道某一时刻各个质点的运

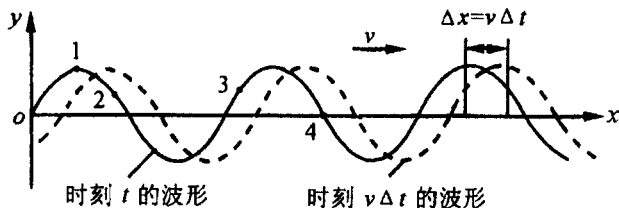


图 10-3

动方向。

结合例题说明,如图 10-4 所示,一列横波沿 x 轴正方向传播,试判断图示时刻质点 a 的运动方向。

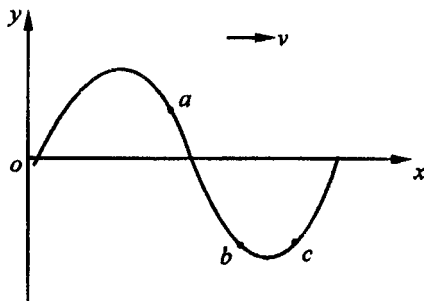


图 10-4

判断方法 1 根据质点的振动进行判断。将质点 a 的振动与相邻的波峰(或波谷)比较,处在峰值的质点在下一时刻将向平衡位置运动,由于波是向右传播的,质点 a 的运动尚未到达波峰处,故这时是沿 y 轴向上运动。

学生运用这一方法判断质点 b 、 c 的运动方向。

判断方法 2 根据波形的传播进行判断。设想经过很短的时间,波将沿波传播方向移动一小段距离,如图 10-5 中虚线所示,表明在这段时间内,在实线处的所有质点都要沿 y 方向运动到虚线处,故可知质点 a 是沿 y 轴向上运动,同理可知质点 b 、 c 的运动方向。

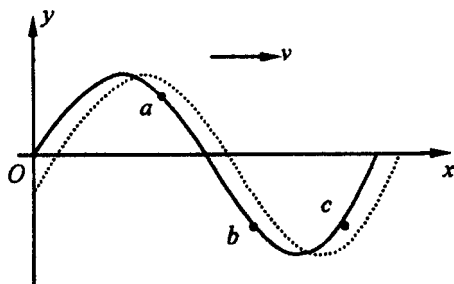


图 10-5

3. 简谐波

- (1) 简谐运动在介质中传播形成简谐波。
- (2) 简谐波的图像是正弦曲线。
- (3) 简谐波是一种最基本、最简单的波。

四、总结、扩展

1. 波的图像给出了波的大量信息，除了上述讨论的，还有许多。例如可以知道各个质点加速度的方向，即质点加速度的方向总是指向平衡位置，如图 10-4 质点 *a* 的加速度方向应沿 *y* 轴负方向。因此还可知质点 *a* 此时是做减速运动。此外，当质点在峰值处，加速度达到最大，速度为零；在平衡位置处，加速度为零，速度达到最大。

2. 波的图像表示的是某一时刻各个质点的位移，振动图像表示的是某一质点各个时刻的位移，二者是完全不同的，尽管图形相似。

师生共同讨论二者不同点。

作业与思考

略



板书设计

波的图像

1. 坐标系

横坐标 x :

横纵坐标 y :

2. 图像的意义

(1)

(2)

(3)

3. 简谐波

(1)

(2)

(3)



《波长、频率和波速》教学设计

教学目标

1. 理解波长和频率的物理意义。
2. 理解波长、频率和波速之间的关系,并会应用这一关系进行计算和分析问题。
3. 进一步加深理解波动图象与振动图象之间的关系。
4. 通过波长、频率(周期)和波速的学习,使学生认识到只有从波源和介质、时间和空间多角度去分析才能真正地理解振动和波动二者间的联系,在宏观世界和微观世界中研究其它运动规律也应用着同样的方法。
5. 通过对波长、频率和波速的学习,培养学生逻辑思维能力和归纳推理能力。

重点、难点

本节的重点是理解波长、频率和波速之间的关系,本节的难点在于应用这一关系计算和分析问题。

教学方法

启发式教学。

教学准备

动画(软件)。



教学过程

(一)引入新课

放映‘绳波’动画(软件)。

提出问题,引入新课。波源每完成一次全振动,波向前传播相同的距离,如何准确全面的描述波在传播过程中的特性呢?

(二)在观察前面绳波的动画(软件)的基础上,提出问题,启发学生思考 1. 波长

提出问题:(1)波源(把质点①看作波源)每完成一次全振动(一个周期),波向前传播的距离相同吗?

在学生的头脑中建立一个动态的波的图景,从波在每个周期内传播相同的距离认识到波在空间上具有一定的周期性。

(2)提出问题:怎样描述波在空间上的这种周期性呢?

让学生根据动态的动画以及静态下的波形图找出能表达波的这种空间周期性的具体物理量,并给出波长的定义。

(3)给出定义后,一定要强调“总是相等”和“相邻”的含义:“总是相等”反映的是波的重复性和周期性;“相邻”反映这种重复的最短周期。

(4)让学生在一个静态的波形图上打出 λ 的具体值,并说明这些相距为 λ 的,以及 λ 的整数倍的两点在振动中的相同之处是什么,借以巩固对 λ 的物理意义的理解。

(5)迁移至纵波,形成波长的完整认识。

2. 周期

(1)提出问题:上面提到的相距一个波长或波长整数倍的两个质点振动的周期(频率)是相同的,那么进一步观察其它各个质点振动的周期(频率)是否相同吗?与波源振动的周期(频率)有何关系?

通过讨论,使学生清楚地认识到:在波动中,各个质点的振动周期(或频率)是相同的,它们等于波源的周期(或频率),这个周期(或



频率)也叫波的周期(或频率)。由此得出结论:波的频率由波源决定,波从一种介质进入另一种介质(比如声波由空气进入水中)的频率是不改变的。

3. 波速

(1)以速度的定义式 $v = \frac{s}{t}$ 作为先行组织者,基于对周期和波长的理解,可得波速定义式 $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$,以及波速、波长和周期(频率)的关系式 $v = \frac{\lambda}{T}$, $v = \lambda f$,并讲清应用范围。

(2)通过 0°C 时几种介质中的声速给出具体数值,使学生们知道机械波在介质中的传播速度由介质本身的性质所决定。在不同介质中,波速是不同的,声波还跟温度有关。

4. 进一步巩固波长、波速、频率(周期)概念的理解。

例1 一列机械波在不同的介质中的传播(如声波由空气进入水中),保持不变的物理量是 ()

- A. 波速 B. 波长 C. 频率 D. 振幅

答案 C。

例2 两列不同的机械波在同一种介质中传播(撞车声和人的喊叫声),具有相同的物理量的是 ()

- A. 波速 B. 波长 C. 频率 D. 振幅

答案 A。

目的 加深理解这样一个物理含义:波动中的周期和振幅由波源决定,波速由介质性质决定。据 $\lambda = \frac{v}{f}$,说明波长是由介质的性质和波源决定。在同一介质中波长和频率成反比,同一列波在不同的介质中传播的(频率一定),波速跟波长成正比,波长完全由介质的性质决定。

例3 设波中二质点 A、B 的平衡位置相距为 $\Delta x = |x_A - x_B|$,



波长为 λ , 当某时刻 A 、 B 处于某些特殊位置时, Δx 与 λ 也存在着特殊的关系。

① A 、 B 振动情况完全相同时, $\Delta x = n\lambda + \lambda$ ($n = 0, 1, 2, \dots$)

② A 、 B 振动情况完全相反时, $\Delta x = n\lambda + \frac{\lambda}{2}$ ($n = 0, 1, 2, \dots$)

③ A 、 B 中一个在最大位移处, 另一个正通过平衡位置时, 有两种可能:

$$\Delta x = n\lambda + \frac{\lambda}{4} \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

$$\Delta x = n\lambda + \frac{3\lambda}{4} \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

两种可能对应的最简波形如图 3-1 所示:

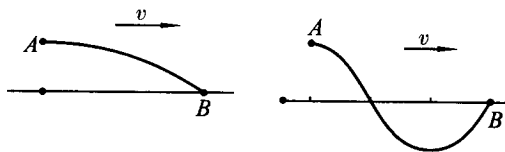


图 3-1

目的 对波长、半波长及波的空间的周期性有进一步理解。

例 4 图 3-2 中的实线是一列简谐波在某一时刻的波形曲线, 经 0.5s 后, 其波形如图中虚线所示, 设该波的周期 T 大于 0.5s :

(a) 如果波是向左传播的, 波速是多大? 波的周期是多大?

(b) 如果波是向右传播的, 波速是多大? 波的周期是多大?

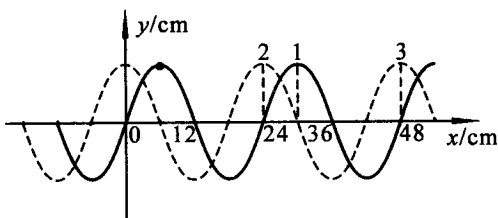


图 3-2



分析 根据题意,这列波的周期大于 0.5s ,所以经过 0.5s 的时间,这列波传播的距离不可能大于一个波长 λ 。当波向左传播时,图中的波峰 1 只到达波峰 2,而不可以向左到达更远的波峰,当波向右传播时,图中的波峰 1 只能到达波峰 3,而不可能向右到达更远的波峰,已知传播的时间为 $t = 0.5\text{s}$,由图可以知道波的传播距离 s ,由公式 $v = s/t$ 就可以求出波速 v ,由图可以知道波长 λ ,由公式 $v = \lambda/t$ 就可以求出周期 T 。

解 (a)如果波是向左传播的,从图中可以看出,虚线所示的波形相当于实线所示的波形向左移动了 6cm ($1/4$ 个波长),由此可求出波速为

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0.06}{0.5} \text{m/s} = 0.12 \text{m/s}$$

波的周期为

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.24}{0.12} \text{s} = 2.00 \text{s}$$

(b)如果波是向右传播的,从图中可以看出,虚线所示的波形相当于实线所示波形向右移动了 18cm ($3/4$ 个波长),由此可求出波速为

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0.18}{0.5} \text{m/s} = 0.36 \text{m/s}$$

波的周期为

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.24}{0.36} \text{s} = 0.67 \text{s}$$

目的 使学生对波的周期性有较深的理解,它应包括传播距离的周期性以及传播时间的周期性,以及对波的另一特性——波动的双向性有较全面的认识,从而形成较完整的立体的波的概念。

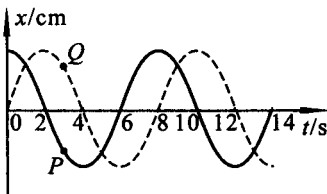


图 3-3

例 5 如图 3-3 中为一列简谐横



波中两质点 P 、 Q 的振动图像, P 、 Q 相距 30cm. (a) 若 P 质点距振源近, 则横波波速多大? (b) 若 Q 质点距振源近, 则横波波速多大?

分析及解答 (a) P 质点距振源近, 就表明 P 质点先振, 由图所示, P 质点运动状态在 Δt 时间内传到 Q , 则

$$\Delta t_{\text{右}} = \left(n + \frac{1}{4}\right) T = \left(n + \frac{1}{4}\right) \times 8 = 8n + 2$$

$$\text{所以波速: } v_P = \frac{\Delta s}{\Delta t_{\text{右}}} = \frac{30}{8n + 2} = \frac{15}{4n + 1} \text{ (m/s)} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

(b) 若 Q 质点距波源近, 这就表明质点 Q 先振, 由图所示, Q 质点运动状态在 $\Delta t_{\text{左}}$ 时间内传到 P , 则:

$$\Delta t_{\text{左}} = \left(n + \frac{3}{4}\right) T = \left(n + \frac{3}{4}\right) \times 8 = 8n + 6$$

$$\text{所以波速: } v_Q = \frac{\Delta s}{\Delta t_{\text{左}}} = \frac{30}{8n + 6} = \frac{30}{4n + 3} \text{ (m/s)} \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

目的 建立振动与波动之间的联系是一个难点, 但要真正理解波就必须架起它们之间的桥梁, 这桥梁就是我们要培养的应变能力。

说明

1. 波长、频率和波速的关系式, 经常用在, 应要求学生明白记住。
2. 本节例题是应用波的传播知识和波的图像知识的基本题目, 要帮助学生真正理解和掌握。
3. 波的图像和振动图像学生易混淆, 结合相关问题, 随时比较, 确定区分清楚。

作业

1. 课本练习二做作业本上。
2. 补充:

在无风的天气里, 湖面上一只船抛出一只锚, 从锚入水点激起水



波,某人站在岸边看到锚入水后经 50 米传到岸边,且 5 秒钟内到达岸边的波数为 20 个,估计相邻波峰间的距离为 0.5 米,则锚入水点离岸边的距离为多少米?

答案:100 米。

3. 补充:

如图 3-4 所示,质点 s 为波源,做上下简谐运动,形成向左、右传播的简谐波,频率为 20Hz ,波速 $v = 16\text{m/s}$,已知 $PS = 14.6\text{m}$, $QS = 15.8\text{m}$,经过足够长的时间后某时刻当质点 s 恰通过平衡位置向上运动时, P 、 Q 两质点所处的位置是什么?

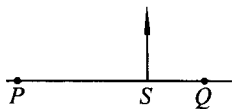


图 3-4

答案: P 在波峰, Q 在波谷。



《波的衍射 波的干涉》教学设计

教学目标

1. 在物理知识方面的要求：

(1) 知道什么是波的衍射现象和发生明显衍射现象的条件。

(2) 知道波的干涉现象是特殊条件下的叠加现象 知道两列频率相同的波才能发生干涉现象 知道干涉现象的特点。

(3) 知道衍射和干涉现象是波动特有的现象。

2. 通过观察水波的干涉现象,认识衍射现象的特征。通过观察波的独立前进,波的叠加和水波的干涉现象,认识波的干涉条件及干涉现象的特征。

重点、难点

1. 重点是波的衍射、波的叠加及发生波的干涉的条件。

2. 难点是对稳定的波的干涉图样的理解。

教具

水槽演示仪,长条橡胶管,投影仪。

教学过程

(一) 引入新课

我们向平静的湖面上投入一个小石子,可以看到石子激起的水波形成圆形的波纹,并向周围传播。当波纹遇到障碍物后会怎样?



如果同时投入两个小石子,形成了两列波,当它们相遇在一起时又会怎样?本节课就要通过对现象的观察,对以上现象进行初步解释。

(二) 教学过程设计

主要思想是遵照教材的编写意图,按‘观察现象,归纳特征,而后得出结论’的大顺序进行教学。观察中注意引导,分析中注意启发。

1. 波的衍射

(1) 波的衍射现象

首先观察水槽中水波的传播 圆形的水波向外扩散,越来越大。

然后,在水槽中放入一个不大的障碍屏,观察水波绕过障碍屏传播的情况。由此给出波的衍射定义。

波绕过障碍物的现象,叫做波的衍射。

再引导学生观察 在水槽中放入一个有孔的障碍屏,水波通过孔后也会发生衍射现象。

看教材中的插图,解释‘绕过障碍物’的含义。

(2) 发生明显波的衍射的条件

在前面观察的基础上,引导学生进行下面的观察 ①在不改变波源的条件下,将障碍屏的孔由较大逐渐变小。可以看到波的衍射现象越来越明显。由此得出结论 障碍物越小,衍射现象越明显。②可能的话,在不改变障碍孔的条件下,使水波的波长逐渐变大或逐渐变小。可以看到,当波长越小时,波的衍射现象越明显。由此指出:当障碍物的大小与波长相差不多时,波的衍射现象较明显。

发生明显衍射的条件是 障碍物或孔的大小比波长小,或者与波长相差不多。

最后告诉学生 波的衍射现象是波所特有的现象。

在生活中,可遇到的波的衍射现象有 声音传播中的‘隔墙有耳’现象 在房间中可以接受到收音机和电视信号,是电磁波的衍射现象。

2. 波的干涉

观察现象① 在水槽演示仪上有两个振源的条件下,单独使用其



中的一个振源,水波按照该振源的振动方式向外传播;再单独使用另一个振源,水波按照该振源的振动方式向外传播。现象的结论:每一个波源都按其自己的方式,在介质中产生振动,并能使介质将这种振动向外传播。

观察现象② 找两个同学拉着一条长橡皮管,让他们同时分别抖动一下橡皮管的端点,则会从两端各产生一个波包向对方传播。当两个波包在中间相遇时,形状发生变化,相遇后又各自传播。现象的结论:波相遇时,发生叠中。以后仍按原来的方式传播。

(1) 波的叠加

在前面的现象的观察的基础上,向学生说明什么是波的叠加。

两列波相遇时,在波的重叠区域,任何一个质点的总位移,都等于两列波分别引起的位移的矢量和。

结合图 1,解释此结论。

解释时可以这样说:在介质中选一点 P 为研究对象,在某一时刻,当波源 1 的振动传播到 P 点时,若恰好是波峰,则引起 P 点向上振动;同时,波源 2 的振动也传播到了 P 点,若恰好也是波峰,则也会引起 P 点向上振动。这时, P 点的振动就是两个向上的振动的叠加, P 点的振动被加强了。(当然,在某一时刻,当波源 1 的振动传播到 P 点时,若恰好是波谷,则引起 P 点向下振动;同时,波源 2 的振动传播到了 P 点时,若恰好也是波谷,则也会引起 P 点向下振动。这时, P 点的振动就是两个向下的振动的叠加, P 点的振动还是被加强了。)用以上的分析,说明什么是振动被加强。

波源 1 经过半周期后,传播到 P 点的振动变为波谷,就会使 P 点的振动向下,但此时波源 2 传过来的振动不一定是波谷(因为两波源的周期可能不同),所以,此时 P 点的振动可能被减弱,也可能是

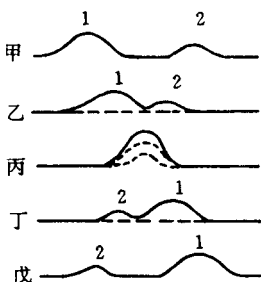


图 1



被加强的。(让学生来说明原因)

提问 如果希望 P 点的振动总能被加强,应有什么条件?

提问 如果在介质中有另一质点 Q ,希望 Q 点的振动总能被减弱,应有什么条件?

结论 波源 1 和波源 2 的周期应相同。

(2) 波的干涉

观察现象③ 水槽中的水波的干涉。对水波干涉图样的解释中,特别要强调两列水波的频率是相同的,所以产生了在水面上有些点的振动加强,而另一些点的振动减弱的现象,加强和减弱的点的分布是稳定的。

详细解释教材中给出的插图,如图 2 所示。在解释和说明中,特别应强调的几点是 ①此图是某时刻两列波传播的情况 ②两列波的频率(波长)相等 ③当两列波的波峰在某点相遇时,这点的振动位移是正的最大值,过半周期后,这点就是波谷和波谷相遇,则这点的振动位移是负的最大值 ④振动加强的点的振动总是加强的,振动减弱的点的振动总是减弱的。

在以上分析的基础上,给出干涉的定义:频率相同的两列波叠加,使某些区域的振动加强,某些区域的振动减弱,并且振动加强和振动减弱的区域互相间隔,这种现象叫波的干涉,形成的图样叫做波的干涉图样。

反复观察水槽中的水波的干涉,分清哪些区域为振动加强的区域,哪些区域为振动减弱的区域。

最后应帮助学生分析清楚:介质中某点的振动加强,是指这个质点以较大的振幅振动,而某点的振动减弱,是指这个质点以较小的振幅振动,这与只有一个波源的振动在介质中传播时,各质点均按此波源的振动方式振动是不同的。

(3) 波的干涉与叠加的关系

有了前面的基础,可以启发学生说一说干涉与叠加的关系。帮



助学生认识:干涉是一种特殊的叠加。任何两列波都可以进行叠加,但只有两列频率相同的波的叠加,才有可能形成干涉。

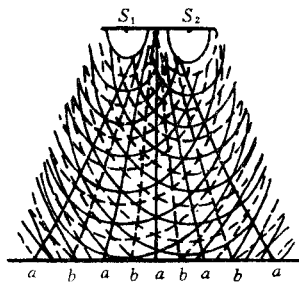


图2 两个相同波源发出
的波的叠加示意图

最后指出:干涉是波特有的现象。

(三)课堂小结

今天,我们学习了波特有的现象:波的衍射和波的干涉。请同学再表达一下:什么叫波的衍射?什么叫波的干涉?什么条件下可能发生波的干涉?

课后的任务是认真阅读课本。

说明

教学中,教师应知道:(1)‘障碍物或孔的大小比波长小,或者与波长相差不多’是产生明显衍射现象的条件,而不是产生衍射现象的条件。波遇到障碍物就会发生衍射,只是在上述的条件下可以明显观察到。(2)波的干涉的条件是:同一类的两列波,频率(波长)相同,相差恒定,在同一平面内振动。当它们发生叠加时,会出现干涉现象,由于课本中没有提出相和相差的概念,并且只讨论一维的振动情况,所以,教学中只强调‘频率相同’的条件就可以了。更多的时间,应放在认识干涉与一般叠加相比的特殊之处上。



《波的干涉》教学设计

引言 本节内容是属于高考的非重点知识,对学生只要求知道波的干涉现象及产生干涉的条件即可。因此,很多教师在处理这节课的教学时,便觉得没有多少内容可讲,从而降低了对教学过程进行精心设计的要求。笔者认为,对于‘波的干涉’的教学,我们不仅要让学生了解这个现象,更应该让学生充分理解它的物理实质以及研究方法,并从中得到思维能力的培养。所以,我们对这节课的教学仍要进行优化设计,只是在最终落点上,对学生的练习题不要求过难、过深。

教学目的

1. 认知:

- ①知道波的独立传播特性和波的叠加原理;
- ②知道波的干涉现象及产生干涉的条件;
- ③理解干涉现象的形成原理;
- ④知道干涉是一切波的特性。

2. 能力:

- ①培养观察、分析、归纳和空间想象的能力;
- ②学习将三维空间运动转化为二维平面图形进行问题分析的思维方法;
- ③学习在动态变化中抓住瞬间状态进行问题分析的思维方法。

教材分析

教材对波的干涉的讨论分三个层次进行:①通过对实际问题及



实验现象的观察,定性说明了波的独立传播特性;②运用矢量叠加原理分析两列波叠加的情形,得出波的叠加原理;③观察波的干涉实验,运用波的独立传播特性和波的叠加原理分析干涉现象,得出两列波发生干涉的条件及干涉图样的特点。

第①、②两个层次的内容是学习第③个层次内容的前提知识,不是教学的重点,但却是学习第③个内容的关键,第③个层次的内容是本节课学习的重点。由于波的干涉图样是一种动态中的稳态,如何分析这种动中有稳、稳中有动的现象,这对学生的思维能力及空间想象能力要求较高,因而又是教学的难点。

教学重点

干涉条件、干涉图样。

教学难点

干涉现象形成的原理。

教学方法

实验导学、综合启发。

教学手段

实验、现代教育技术(多媒体)。

教学准备

投影仪、发波水槽、音叉、多媒体计算机。



教学过程

1. 新课导入

实验1 观察发波水槽中由一机械振动引起的一系列水波的波纹图样。

实验2 观察发波水槽中两列振动频率相同的水波在叠加区域中出现的叠加图样。

师问 两列频率相同的波叠加,波纹图样有怎样的特点?

生答 略。(学生的回答不一定很准确、很完整,教师给予补充、完善)

(师)导入新课 实验表明,两列频率相同的波叠加,使某些区域的振动加强,某些区域的振动减弱,并且振动加强和振动减弱的区域互相间隔。这种独特的现象是怎样形成的呢?这就是我们这节课要学习的内容——波的干涉。

(板书课题) 波的干涉

[实验导入课题,激发探索兴趣和求知欲,培养观察能力。]

2. 新课教学

(1) 波的独立传播特性:

① 观察现象 用两个手指轻点水面,能看到两列水波互相穿过,互不干扰;

② 举例 倾听合唱时,尽管各声部发出的声音相互交织在一起,但我们仍能听得清他们各声部的不同声音。

③ 按图1,用计算机进行动画模拟“相向传播的两列波相遇前后互不干扰”的情形,增强感性认识。

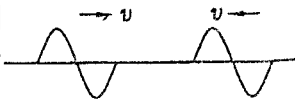


图1

结论:(板书)两列波相遇前后能够保持各自的状态而不互相干扰,这是波的独立传播性质。

(2) 波的叠加原理:



师:从上面的模拟情景中,我们已经看到两列波相遇前后,遵从波的独立传播原理,保持各自的波形不变,同时我们也看到了两列波在相遇叠加时,波形发生了变化,这是因为两列波叠加时,每个质点都同时参与这两列波引起的振动,则每个质点的振动应是它们的合振动,由运动的合成可知,质点的总位移应等于这两列波分别引起的位移的矢量和。

(A)分下面几种典型情况具体讲解:(在黑板上画图讲解)

①波峰与波峰叠加,振动加强,如图 2(a)所示。

②波峰与波谷叠加,振动减弱,如图 2(b)所示。

③波谷与波谷叠加,振动加强,如图 2(c)所示。

(①、②由教师讲,③由学生画)

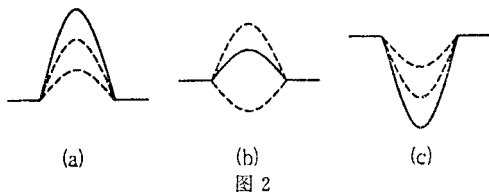


图 2

(B)用计算机再次按图 1 进行动态模拟,并将波的叠加过程进行帧放,观察出现上述①、②、③情形时的叠加波形,培养学生的空间想象能力。

(板书)在两列波重叠的区域里,任何一个质点的总位移都等于两列波分别引起的位移的矢量和,这就是波的叠加原理。

[这部分知识涉及矢量合成,对部分学生来说有些困难,教师在此应画直观图,细心讲解,同时这也是解决下面内容的关键]

(3)波的干涉:

师:现在我们就根据波的独立传播特性和波的叠加原理,研究两列频率相同的波叠加时,为什么会出现前面的实验现象。

[用计算机模拟两列波叠加情景(如图 3),该图可以连续播放,也可帧放或暂停。]



师 由波的独立传播特性和波的叠加原理,并结合图 3 逐一说明:

①波峰与波峰、波谷与波谷相遇都是振动加强点,这些点均落在图中粗线上,波峰与波谷相遇都是振动减弱点,这些点均落在图中细线上,并且加强区和减弱区是互相间隔的;

②由两列波频率相同,结合动画的帧放过程,说明振动加强区域总是加强的,振动减弱区域总是减弱的。

结论:(板书)频率相同的两列波叠加,使某些区域的振动加强,某些区域的振动减弱,并且振动加强和振动减弱的区域互相间隔,这种现象叫做波的干涉,形成的图样叫做波的干涉图样。

③进一步说明两列频率不相同的波叠加后不会产生稳定的振动加强区和减弱区,用电脑动画模拟,如图 4,观察其特点,得出产生干涉现象的条件。

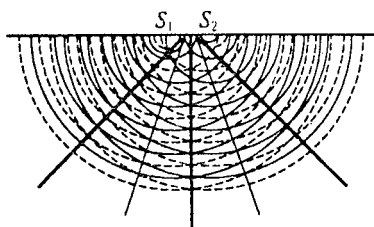


图 3 $f_1 = f_2$ (频率相同)

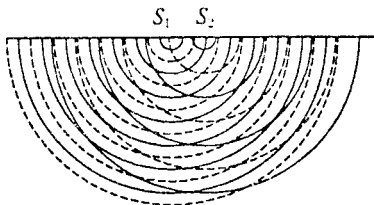


图 4 $f_1 = 2f_2$ (频率不同)

(板书)干涉条件 频率相同(相干波源)

演示 1 旋转振动着的音叉,倾听两列声波发生干涉时忽强忽弱



的声音；

演示 2 观察振动着的音叉在水面激起的两列水波的干涉图样。

(4) 波的干涉是波叠加的特例，是一切波具有的特性。

[波的干涉现象是一种动态中的稳态，要分析这种现象，应采用对某一瞬间状态进行分析的思维方法，并将立体概念转化为平面图形进行形象、直观的分析。这里充分应用了计算机化动为静，化快为慢的动画效果来辅助本节课的教学，能有效的化解难点。]

3. 教学小结

[由电脑动画分步展示，体现本节课知识结构，突出教学重点。]

波的叠加的特例

↓ 波的干涉 ↑
干涉条件 相干波源(频率相同)
干涉原理 波的独立传播特性和波的叠加原理
干涉图样 某些区域振动总加强，某些区域振动总减弱，
并且振动加强和振动减弱的区域互相间隔。

一切波具有的特性

4. 反馈练习

[围绕重点，精选习题 达标检测，强化巩固。]

(1) 两列波相遇时，能够产生干涉，那么它们的波源必须是相干波源，则相干波源的条件是_____。

(2) 两列波叠加发生了稳定的干涉现象，得到了稳定的干涉图样，下列叙述中正确的是：()

(A) 这两列波的频率相等。

(B) 振动加强的区域和振动减弱的区域总是互相间隔的。

(C) 振动加强的区域总是加强，振动减弱的区域总是减弱。

(D) 振动加强的区域和振动减弱的区域交替。

(3) S_1 、 S_2 是两个相干波源，它们发出的两列波在

空间相遇发生干涉，干涉图样如图 5 所示，实线表示波峰，虚线



表示波谷,则图 a 、 b 、 c 三点中,振动加强的点是_____,振动减弱的点是_____,再过半个周期, a 点的振动变化是_____ (填“加强”或“减弱”)

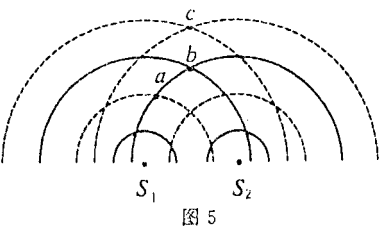


图 5



《声学的初步知识》教学设计

教学目标

1. 在知识方面的要求：

(1) 了解声音是一种机械波；(2) 了解乐音的三个要素；(3) 了解声音的共鸣现象；(4) 了解噪声的危害；(5) 了解次声波和超声波的应用。

2. 在能力方面的要求：自己阅读课文的能力。

3. 在思想方面的要求：增强对噪声进行控制的环保意识。

重点、难点

1. 重点是声波作为机械波的一些特征：纵波、声速、波长及听觉的频率范围。

2. 难点是对乐音三要素的理解。

教学准备

两个频率相同的音叉，金属环，乒乓球，细线，录音机和录好的磁带（一段音乐，一段噪声，李双江的《我爱五指山》的最后高音部分），玻璃罩，闹钟，装在一个轴上的四个齿轮，硬纸。

教学过程

[复习] 干涉、衍射的条件是什么？

[引入新课] 提问：声音是怎样产生的？声音本身又是怎么回事？



[教学过程设计]

一、声波

1. 声源

演示实验(1) 让学生一边说话,一边用手摸咽喉,感觉声带的振动。

(2) 敲击音叉使其发声

提问 :音叉发声时是否也在振动呢?

让悬在线上的乒乓球靠上正在发声的音叉,观察乒乓球被弹开,说明音叉发声时也在振动。

(3) 生活中的其它例子

弹琴时看到、触摸到琴弦的振动 ;用手摸打开的收音机的喇叭,或打开的电视机的音箱,都能感觉到振动。

说明 其实,我们听到的各种声音都是由于振动产生的,虽然有振动我们看不见。这些振动发声的物体就是声源。

当然,气体和液体也能振动发声,如管乐器就是空气柱的振动发声。

2. 声波

声源是怎样产生声音的呢?

振动的音叉,它的叉股向一侧振动时,压缩临近的空气,使这部分空气变密;叉股向相反方向振动时,这部分空气又变疏。这种疏密相间的状态靠空气的相互作用由声源向外传播,形成声波,传入人耳,使鼓膜振动,就引起声音的感觉。

其实,人耳只能听到 $20\text{Hz} \sim 20000\text{Hz}$ 的振动,低于 20Hz 或高于 $20\,000\,0\text{Hz}$ 的振动就不能引起人类听觉器官的感觉。

提问 :从声波的形成中我们能看出什么问题呢?

(1) 声波是纵波 ;(2) 声波的传播需要介质。

① 介质可以是空气,也可以是固体、液体。



提问 你能举出一些固体、液体传声的例子吗?

敲击桌子时,耳朵贴在桌子听到更响亮的声音,这是从桌面直接传来的声音;关严窗户,还能听到声音,因为玻璃能传音;

有首唐诗曰:“蓬头稚子学垂纶,侧坐莓苔草映深。行人借问遥招手,怕得鱼惊不应人。”

人说话会吓跑鱼,说明声音能进入水中继续传播。

②没有介质就没有声音。

实验演示 把闹钟放到玻璃罩里,用抽气机抽出罩内空气,就听不到闹钟的声音。

可见,声音是在空气或其它介质中传播的一种机械波。介质的性质不同。声波在其中传播的波速也会不同。声音在空气中的传播速度一般取 340m/s ,在水里的传播速度约是空气里的 4 倍半,在金属中更快。

为什么说‘声音在空气中的速度一般取 340m/s ’呢?因为空气的温度不同,声速也不同。如 0°C 时为 332m/s , 20°C 时为 344m/s , 30°C 时为 349m/s 。声音是一种机械波,就该有机械波的一般性质。

提问 波都有哪些性质呢?

答 干涉、衍射和反射。

3. 声波的干涉和衍射

实验 取两个频率相同的音叉,发出的声音互相干涉。

学生在座位上左右移动头部位置可听到声音的强弱变化。

提问 同学们在生活中遇到过声波的衍射现象吗?

学校铃声一响,你在哪里都可以听得到——声音绕过了障碍物。

波发生明显衍射是有条件的,声波满足明显衍射的条件吗?请计算一下声音的波长范围。

$$\lambda_1 = \frac{v}{f_1} = \frac{340}{20} = 17\text{m} \quad \lambda_2 = \frac{v}{f_2} = \frac{340}{20000} = 0.017\text{m} = 1.7\text{cm}$$

这个波长跟一般物体的尺寸相差不多,可以发生明显衍射。



4. 声波的反射

你见过声波的反射吗？试举一些例子。在山谷里、大院子里或大的房间里能听到回声，就是声波的反射现象。那么，在教室里说话没有回声，是不是说明此时声波不发生反射呢？不是。声波遇到障碍物都会被反射，但能否听到回声跟我们的听觉特点有关系。回声到达人耳比原来的声音滞后 0.1 秒以上，我们才能把它们区分开。如果滞后时间小于 0.1 秒，我们就无法区别它们而认为是一个声音。

据此，同学们计算一下距离障碍物至少多远才能听到回声？

$$d = \frac{vt}{2} = \frac{340 \times 0.1}{2} = 17\text{m}$$

另外，打雷时雷声连续不断也是雷声被障碍物不断反射造成的。北京天坛的回音壁也是利用声音的反射造成的，充分显示了我国劳动人民的智慧。

二、乐音

1. 乐音和噪声

播放一段录好的音乐和噪声。

提问 它们的区别是什么？

乐音 好听悦耳的声音叫乐音。噪声 嘈杂刺耳的声音叫噪声。

指出 乐音和噪声是按主观感觉分的，但它们客观上也是有差别的。乐音是由周期性振动的声源发出的，而噪声是由无规则的非周期性振动的声源发出的。

2. 音调

听李双江的《我爱五指山》结尾处的高音部分。李双江能唱这么高，在国内的男高音中为数不多。这里的“高”，指的是什么呢？

音调的高低在物理上的差别是什么呢？

实验 取装在同一根轴上的四个齿轮，自上而下齿数分别为 80、



60、50、40 不等。当这四个齿轮一起旋转时,用一张硬纸片接触不同的齿轮,发现齿数越多的齿轮,音调越高。而齿数越多,振动发声的频率就越高。

可见,声源的振动频率越高,音调越高。男人声带宽而厚,振动频率低,所以声音低沉;女人声带窄而薄,振动频率高,所以声音尖细。

3. 声强和响度

提问 说话的嗓门有大有小,这是声音的什么不同呢?

答 振幅不同。

声源的振幅越大,声波传递的能量越多,确切地说,单位时间内通过垂直于声波传播方向的单位面积的能量越多。在声学中,单位时间内通过垂直于声波传播方向的单位面积的能量叫做声强。但人们发现,即使声强相同,频率不同的声音引起人们强弱的感觉也是不同的。我们把人们主观感觉到的声音强弱叫响度。

响度从主观感觉上描述声音强弱,而声强是从客观上描述声音的强弱。响度跟音调不同,比如女同学说悄悄话,响度很小,但音调依然较高,而男生即使大声响,音调还是较低。

4. 音品

两个人唱歌,即使完全按歌谱来唱,响度也一样,我们还是听着不同,这是为什么呢?

实验表明,各种乐器发出的并不是单一频率的纯音,而是由频率和振幅各不相同的纯音组成。如钢琴发出一个频率为 100Hz 的音,实际发现它由 16 个频率不同的纯音组成,频率最低的是 100Hz ,它的响度最大,其它纯音是 100Hz 的整数倍,响度各不相同。换用黑管也发出 100Hz 的声音,发现它频率最低的也是 100Hz 且响度最大,但其它纯音的数量、频率、振幅与钢琴不同,所以二者听起来不同。

这里,频率最低的音叫基音,其余频率的音叫泛音。正是泛音的



多少、泛音频率的振幅大小,决定了不同的乐器各有特色,具有不同的音品。

音调、响度和音品叫乐音的三要素。

5. 声音的共鸣

实验演示 取两只频率相同的音叉,使它们音箱的开口相对靠近放置。用橡皮槌敲击音叉 A ,稍停用水按住 A ,听到音叉 B 发出声音。

提问 怎么解释这种现象?与学生一起给出一个说明。

实验演示 给音叉 B 箍上一个金属环,重复刚才的实验,听不到 B 发音。

提问 为什么这样?

指出 刚才的 B 受振发音属于共振现象,振动比较强烈,能够发声。这种声音的共振现象叫声音的共鸣。后一个实验改变了 B 的固有频率,不能再引起共鸣。

讲《刘宾客嘉话录》中的故事。

三、噪声的危害和控制

1. 从环境保护的角度讲,什么是噪声?
2. 试列出几条噪声的危害,你有哪些体会?你觉得噪声危害大吗?
3. 你所遇到的噪声来源于什么?
4. 怎样控制噪声?

四、超声波及其应用

提出问题,让学生通过阅读自己回答。问题如下:

1. 什么是次声波?什么情况下会产生次声波?它有哪些应用?
2. 若声纳向海底发出超声波脉冲后 t 时间收到反射信号,设超声波在水中的速度是 v ,则海底深度是多少?
3. 超声波探伤是利用了超声波的什么性质?
4. 超声波能否清洗物体表面污垢?



5. 超声波在诊断、医疗和卫生工作中有哪些应用?
6. 什么是仿生学?

说明

1. 让学生参与进来,主动发现知识、获得知识。
2. 本部分在于扩展学生知识面,激发学生的兴趣,更多与生活实际相联系,不宜过深。



《物体是由大量分子组成的》教学设计

教学目标

1. 用油膜法估测出分子的大小。
2. 知道一般分子直径和质量的数量级。
3. 知道阿伏加德罗常数的数值和单位,理解它是联系微观世界和宏观世界的桥梁,会用该常数进行有关的计算和估算。
4. 了解物体是由大量分子组成的。
5. 学会借助测量宏观量间接测量微观量的方法。
6. 培养学生实验操作能力。
7. 培养学生的估算能力。
8. 培养学生建立理想化物理模型、简化运算的方法和能力。

重点、难点

1. 本节课的重点内容有两个,其一是让学生理解油膜法测量分子大小的原理并亲手测出分子直径的粗略值,其二是使学生学会借助阿伏加德罗常数估算固体和液体的分子质量、分子直径、分子数等物理量的方法。
2. 由于学生无法用肉眼或借助一般显微镜来观测到真实的分子的形状,因此给理解分子的知识带来了困难。

教学准备

1. 油膜法估测分子大小的实验装置(两名学生一组做实验),包



括,刚配制好的油酸酒精溶液(浓度 1:200)、浅盘(直径为 30cm ~ 40cm)、石膏粉(或痱子粉)、滴管(或注射器)量筒(2mL ~ 5mL)、坐标纸、玻璃板、彩笔(或钢笔)。

2. 教学挂图 水面上单分子油膜的示意图、离子显微镜下看到的钨原子的分布图样。

教学过程

本节内容分为两课时,第一课时为学生分组做研究性实验“用油膜法估测分子的大小”第二课时的内容为介绍物体是由大量分子组成的及其相关知识。

(第一课时)

由于组成物质的分子属于微观粒子,不仅用肉眼无法观察到,即使是借助一般的显微镜都无法观察到,因而,我们无法直接测出其大小,而是借助于测量宏观量(油膜的面积和体积)的方法间接测出其大小。

(一)实验原理

油酸是一种脂肪酸,它的分子对水有很强的亲和力。当把一滴用酒精稀释过的油酸滴于水面时,油酸溶液就在水面上散开,其中的酒精溶于水,并很快挥发掉,在水面上最终形成单分子油膜层,将油酸分子近似看作球形,则油膜的厚度就等于油酸分子的直径。

因此,实验时先测出一滴油酸溶液中含纯油酸的体积 V ,再测出单分子油膜的面积 S ,就可以计算出油酸的分子直径 $d = V/S$ 。

(二)学生阅读教材并整理出实验步骤如下

1. 将浅盘中倒入约 2cm 深的水。
2. 将适量的石膏粉(或痱子粉)均匀撒在水面上。
3. 用针管(或滴管)往小量筒中滴入 1mL 油酸酒精溶液,记下滴



入的滴数 n , 算出一滴油酸溶液的体积 V_0 。

4. 将一滴油酸溶液滴在浅盘中。

5. 待油酸薄膜的形状稳定后, 将玻璃放在浅盘上, 用彩笔(或钢笔)画出油酸薄膜的形状。

6. 将画有油膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上, 数出轮廓内的方格数, 再根据方格的边长求出油膜的面积 S 。

7. 根据教师给出的油酸酒精溶液的浓度, 计算出一滴溶液中纯油酸的体积 V 。

8. 用一滴纯油酸的体积 V 和薄膜面积 S , 即可计算出油酸薄膜的厚度 $d = V/S$, 即为油酸分子直径的大小。

(三) 实验数据及结论

1. 一滴油酸溶液的体积: $V_0 =$ _____。

2. 一滴纯油酸的体积: $V =$ _____。

3. 油酸薄膜的面积: $S =$ _____。

4. 油酸分子直径的大小: $d =$ _____。

(四) 学生根据自己组做实验的情况总结本实验的注意事项, 最后教师给予补充。

1. 油酸溶液配制后不要长时间放置, 以免酒精挥发, 改变溶液的浓度, 产生较大的实验误差。

2. 注射器针头(或滴管管口)高出水面的高度应在 1cm 以内。当针头靠水面很近(油酸溶液未滴下之前)时, 会发现针头下方的粉层已被排开, 这是由于针头中酒精挥发所致, 不会影响实验效果。

3. 实验前要练好滴法, 使各滴油酸溶液体积相等, 以减小实验误差。

4. 待测油酸面扩散后又收缩, 要在稳定后再画轮廓。扩散后又收缩有两个原因: 一是水面受油酸滴冲击凹陷后又恢复; 二是酒精挥发后液面收缩。

5. 当重做实验时, 将水从盘的一侧边缘倒出, 在这侧边缘会残留油酸, 可以用少量酒精清洗, 并用脱脂棉擦去, 再用清水冲洗, 这样可



以保持盘的清洁。

6. 从盘的中央加痱子粉(或石膏粉),且要适量,使粉自动扩散至均匀,这是由于以下两种因素所致:第一,加粉后的水的表面张力系数变小,水将粉粒拉开。第二,粉粒之间的排斥。这样做,比将粉撒在水面上的实验效果好。

7. 将画有油膜轮廓的玻璃板放在坐标纸上数轮廓内的方格数时,不足半个的舍去,多于半个的算一个。

8. 本实验只要求估算分子直径的大小,实验结果数量级符合要求即可。

(五)根据上述注意事项学生重做一遍实验,与第一次所得数据进行一下比较。不同组之间也进行一下比较,看是不是各组这次测得数据更接近一些。

(六)课堂练习

1. 在用油膜法估测分子大小的实验中,首先要确定一滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积,具体做法是:把浓度为 ρ 的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量筒,记下滴入 n 滴时,量筒内油酸溶液的体积为 V ,则一滴溶液中纯油酸的体积为 $V_0 =$ _____,然后,将一滴油酸酒精溶液滴在水面上,设法测出稳定后水面上油酸薄膜的面积 S ,则可以认为油酸分子的体积约为 $v_0 =$ _____。

$$\text{答案: } v_0 = \frac{\rho V}{n}, v_0 = \frac{\pi \rho^3 V^3}{6n^3 S^3}$$

2. 在做‘用油膜法估测分子的大小’的实验中,若用直径为 0.5m 的浅圆盘盛水,要让油酸在水面上形成单分子的油酸膜,那么,滴在水面上的油酸酒精溶液滴中所含纯油酸的体积的数量级不能超过 _____ m^3 。

$$\text{答案: } 10^{-9}。$$

3. 本实验是将用酒精稀释后的油酸溶液液滴滴在浅盘中的水面上,而不是将一滴纯油酸直接滴在水面上,这样做的主要目的是



什么？

答案 稀释后的一滴溶液中纯油酸物含量较小,在水面上散开后,酒精溶于水,在水面上形成的仍然是一个纯油酸薄膜(不影响实验结果),且面积不会大得难以测量。

(第二课时)

一、复习并引入新课

1. 上节课所做‘用油膜法估测分子的大小’的实验中,测出油酸分子直径的数量级是多少？

学生回答： 10^{-10} m 。

2. 油膜法测分子直径,尽管是一种比较粗略的方法,但与现在用更为精确的方法测出的分子直径的数量级是一致的。科学发展至今,人们已经能用离子显微镜甚至更高级的扫描隧道显微镜来直接观测分子,测得钨原子的直径约为 $2 \times 10^{-10} \text{ m}$, 水分子的直径约为 $4 \times 10^{-10} \text{ m}$, 氢分子的直径约为 $2.3 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。(给学生展示离子显微镜下观察到的钨针的尖端原子分布图样)。

二、新课教学

1. 物体是由大量分子组成的

通过上面的数据,不难计算出一个水分子的体积 $V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 \approx 3.35 \times 10^{-29} \text{ m}^3$, 那么,一滴体积为 0.02 mL 的水中所含有的水分子数大约为 $n = 0.02 \times 10^{-6} / 3.35 \times 10^{-29} \approx 6.0 \times 10^{20}$ 个。(由于液体和固体均很难压缩,即液体和固体分子间的距离都比较小,可以认为它们的分子是一个挨着一个紧密排列的,上面的计算正是基于这一点理想化考虑。)

可见,组成一个一般物体的分子数目是多么的巨大。



2. 阿伏加德罗常数

(1) 阿伏加德罗常数的含义及大小

提问 在化学中我们学习过阿伏加德罗常数,它表示什么含义?其数值和单位如何?

学生可以回答出,阿伏加德罗常数表明,1 mol 的任何物质中所含的微粒数都相同,都等于 $12\text{g}_6^{12}\text{C}$ 中所含的原子数即 6.02×10^{23} 个,该常数就叫做阿伏加德罗常数,通常用 N_A 表示。即 $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ 个/mol。

教师强调:①上面所说任何物质包括固体、液体和气体物质。②由于构成物质的微粒不同,比如金属是由原子组成的,电解液是由离子组成的,而有机物则是由分子组成的。由于这些微粒做热运动时遵循同样的规律。因而我们将其统称为分子。即这里的分子是原子、分子和离子的总称。

(2) 阿伏加德罗常数起着沟通宏观世界与微观世界的桥梁的作用。

提问 如果已知某物体的摩尔质量为 M ,密度为 ρ ,阿伏加德罗常数为 N_A ,能否计算出该物体一个分子的质量 m 和体积 V ?

学生思考并讨论后回答:

$$m = \frac{M}{N_A}, v = \frac{M}{\rho N_A}。$$

追问:上述计算是否对固体、液体和气体都适用?

学生经过思考、讨论后可以回答出:

$m = \frac{M}{N_A}$ 对固体、液体、气体均适用。

而 $V = \frac{M}{\rho N_A}$ 只近似适用于固体和液体,对气体则不适用。因为可以近似认为固体和液体分子是一个接一个较紧密排列的,而气体分子间空隙很大。



教师进一步补充 对于气体,可以利用 $V = \frac{M}{\rho N_A}$ 来计算平均一个

分子的活动空间,进而估算出分子间的平均距离 $d = \sqrt[3]{\frac{M}{\rho N_A}}$ 。

说明 上面估算气体分子间的平均距离的方法,是将分子的平均活动空间当做立方体模型进行计算的。若当做球模型来处理,则

气体分子间的平均距离则表示为 $d' = \sqrt[3]{\frac{6M}{\pi \rho N_A}}$, 即 $d' = \sqrt[3]{\frac{6}{\pi}} \cdot d \approx 1.2d$ 。

可见,在处理上述估算问题时,将分子的平均活动空间当做球模型还是立方体模型来处理,结果是非常接近的,不会有数量级上的差别。而我们对分子直径或分子间平均距离的估算,只要数量级相符,就达到了要求。事实上,分子既不是球形的,也不是立方体形,分子的结构很复杂,且各不相同。但通过估算出其数量级,可以对分子的大小有较深的认识。

表达式 $d = \sqrt[3]{\frac{M}{\rho N_A}}$ (或 $d' = \sqrt[3]{\frac{6M}{\pi \rho N_A}}$) 表示固体、液体或气体分子间的平均距离,而对固体和液体来说,又可以近似看作其分子直径的大小。

从上面的运算可以看出,阿伏加德罗常数将物体的摩尔质量、密度(或摩尔体积)这些宏观物理量与分子的质量和分子的大小这些微观物理量联系起来。可见,该常数是联系宏观世界和微观世界的桥梁。

(3) 阿伏加德罗常数的测定

鉴于阿伏加德罗常数的重要意义,物理学家们曾采用多种方法来测定它的数值。最初,人们也是利用油膜法粗略地测定了其大小。先用油膜法测出分子的直径,算出分子的体积 v ,再根据被测物质的摩尔体积 V ,即可算出阿伏加德罗常数 $N_A = V/v$ 。用这种粗略的方



法测出的结果,与现在用非常精密的方法测得的这一常数的精确值 $N_A = 6.022\ 045 \times 10^{23}/\text{mol}$ 的数量级是一致的。在通常计算中,我们取 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}^{-1}$,粗略计算中取 $N_A = 6 \times 10^{23}/\text{mol}^{-1}$ 。

三、课堂练习

1. 试估算一个氢分子和一个铝原子的质量各为多少?

答案 $3.3 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $4.5 \times 10^{-26} \text{ kg}$ 。

2. 一滴露水的体积大约是 $5.47 \times 10^{-8} \text{ cm}^3$,里面含有多少个水分子?如果一只极小的昆虫来喝水,每 1 min 喝进 6.0×10^7 个水分子,它需要多长时间才能喝完这滴露水?(已知水的摩尔质量是 18 g/mol ,水的密度为 $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)

答案: 1.8×10^{15} , $3 \times 10^7 \text{ min}$ 。

3. 已知铜的密度是 $8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$,铜的摩尔质量是 $63.5 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}$,体积为 4.5 cm^3 的铜块中含有铜原子 3.8×10^{23} 个。试由此估算:

(1) 阿伏加德罗常数的大小。(2) 铜原子直径的大小。

答案:(1) $6.03 \times 10^{23} \text{ mol}$; (2) $3.0 \times 10^{-10} \text{ m}$ 。

四、课堂小结

本节课应重点掌握以下内容:

1. 一个实验——油膜法测分子大小。

2. 三个数据——分子直径的数量级为 10^{-10} m ;一般分子质量的数量级为 $10^{-27} \text{ kg} \sim 10^{-25} \text{ kg}$;阿伏加德罗常数为 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ 。

3. 四方面计算——(1) 已知某物质的摩尔质量 M 和一个分子的质量 m_0 ,求阿伏加德罗常数 N_A , $N_A = M/m_0$;反之也可以估算分子质量。(2) 已知物体的质量 m 和摩尔质量 M ,求物体中所含分子数 n , $n = \frac{m}{M} \cdot N_A$ 。(3) 已知某固体(或液体)的摩尔体积 V 和一个分子的



体积 v , 求 N_A , $N_A = V/v$ 或已知某物体(固体或液体)的体积 V_0 和摩

尔体积 V , 求物体内的分子个数 n , $n = \frac{V_0}{V} \cdot N_A = \frac{m}{\rho V} \cdot N_A$ 。(4) 已知物

体的摩尔质量 M 和密度 ρ , 求分子间的平均距离 d , $d = \sqrt[3]{\frac{M}{\rho N_A}}$ 或 $d =$

$$\sqrt[3]{\frac{6M}{\pi \rho N_A}}。$$

五、布置作用

1. 已知某种物质的摩尔质量和密度, 则可以求出 ()

- A. 一个分子的质量 B. 一个分子的体积
C. 分子的直径 D. 一个分子平均占有的空间

2. 阿伏加德罗常数表示的是 ()

- A. 1g 物质内所含的分子数
B. 1kg 物质内所含的分子数
C. 1m³ 的某种物质中所含的分子数
D. 1mol 的任何物质内所含的分子数

3. 关于分子质量, 下列说法中正确的是 ()

- A. 质量相同的任何物体, 分子质量都相同
B. 摩尔质量相同的物体, 其分子质量一定相同
C. 不同物质的分子质量之比一定等于它们的摩尔质量之比
D. 密度大的物质, 其分子质量一定大

4. 已知水的密度为 1g/cm³, 摩尔质量是 18g/mol, 水分子的直径为 4.0×10^{-10} m, 试由此推算出阿伏加德罗常数的值(结果保留两位有效数字)。

说明

1. “用油膜法估测分子大小”的实验中, 若实验室中无油酸, 可试



用硬脂酸代替油酸做此实验。取硬脂酸($C_{17}H_{35}COOH$) 2g, 苯溶液 75mL, 无水氯化钙 2g, 搅拌、摇匀即可制成硬脂酸溶液。

2. 阿伏加德罗常数是联系宏观世界和微观世界的桥梁。要让学生领会其深刻意义, 并熟练进行相关的计算。运算中, 经常遇到开三次方根问题, 可以教学生采用‘试幂法’即倒着做。

3. 对分子动理论中‘物体是由大量分子组成的’这句话, 要让学生通过一些实际数据去体会。如一小滴水里有多少个水分子, 小昆虫多长时间才能将它喝完等, 让学生多一些感性的认识。



《分子间的相互作用力》教学设计

教学目标

1. 在物理知识方面的要求：

(1) 知道分子同时存在着相互作用的引力和斥力，表现出的分子力是引力和斥力的合力。

(2) 知道分子力随分子间距离变化而变化的定性规律，知道分子间距离是 r_0 时分子力为零，知道 r_0 的数量级。

(3) 了解在固体、液体、气体三种不同物质状态下，分子运动的特点。

2. 通过一些基本物理事实和实验推理得出分子之间有引力，同时有斥力。这种以事实和实验为依据求出新的结论的思维过程，就是逻辑推理。通过学习这部分知识，培养学生的推理能力。

重点、难点

1. 重点内容有两个，一是通过分子之间存在间隙和分子之间有引力和斥力的一些演示实验和事实，推理论证出分子之间存在着引力和斥力；二是分子间的引力和斥力都随分子间距离的变化而变化，而分子力是引力和斥力的合力，能正确理解分子间作用力与距离关系的曲线的物理意义。

2. 难点是形象化理解分子间作用力跟分子间距离关系的曲线的物理意义。



教学准备

1. 演示分子间有间隙的实验。

①约 1m 长的,外径约 1cm 的玻璃管,各约 20 ~ 30ml 的酒精和有红色颜料的水、橡皮塞。

②长 15cm 的 U 形玻璃管、架台、橡皮塞、红墨水。

2. 演示分子间存在引力的实验。

两个圆柱形铅块(端面刮光、平滑)、支架、钩码若干。用细线捆住的平板玻璃、直径 20cm 的盛水玻璃槽、弹簧秤。

3. 幻灯片:分子力随分子间距离变化的曲线和两个分子距离在

$r = r_0$, $r > r_0$, $r < r_0$ 时分子力的示意图。

教学过程

一、引入新课

分子动理论是在坚实的实验基础上建立起来的。我们通过单分子油膜实验、离子显微镜观察钨原子的分布等实验,知道物质是由很小的分子组成的,分子大小在 10^{-10} m 数量级。我们又通过扩散现象和布朗运动等实验知道了分子是永不停息地做无规则运动的。分子动理论还告诉我们分子之间有相互作用力,这结论的实验依据是什么?分子间相互作用力有什么特点?这是今天要学习的问题。

二、教学过程设计

1. 已知的实验事实分析、推理得出分子之间存在着引力。

(1) 演示实验:

①长玻璃管内,分别注入水和酒精,混合后总体积减小。

②U 形管两臂内盛一定量的水(不注满水),将右管端橡皮塞



堵住,左管继续注入水,右管水面上的空气被压缩。

提问学生 这两个实验说明了什么问题?

总结归纳学生的回答:上述实验可以说明气体、液体的内部分子之间是有空隙的。钢铁这样坚固的固体的分子之间也有空隙,有人用两万标准大气压的压强压缩钢筒内的油,发现油可以透过筒壁溢出。

布朗运动和扩散现象不但说明分子不停地做无规则运动,同时也说明分子间有空隙,否则分子便不能运动了。

前面第一节讨论分子的大小时,认为固体和液体分子是一个挨一个排列的,那只是估算分子直径的数量级而做的设想,实际上分子大小比估算值要小,中间存在着空隙,但数量级还是正确的。

(2)一方面分子间有空隙,另一方面,固体、液体内大量分子却能聚集在一起形成固定的形状或固定的体积,这两方面的事实,使我们推理出分子之间一定存在着相互吸引力。

(3)演示实验 两个圆柱体形铅块,当把端面刮平后,让它们端面紧压在一起,合起来后,它们不分开,而且悬挂起来后,下面还可以吊起一定量的重物。

还有平时人们用力拉伸物体时,为什么不易拉断物体。

(4)以上所有实验事实都说明分子之间存在着相互吸引力。

2. 根据已知的实验事实,推理得出分子之间还存在着斥力。

提问学生 由哪些实验事实,判断得出分子之间有斥力?

综合学生的回答,总结出 固体和液体很难被压缩,即使气体压缩到了一定程度后再压缩也是很困难的;用力压缩固体(或液体、气体)时,物体内会产生反抗压缩的弹力。这些事实都是分子之间存在斥力的表现。

运用反证法推理,如果分子之间只存在着引力,分子之间又存在着空隙,那么物体内部分子都吸引到一起,造成所有物体都是很紧密的物质。但事实不是这样的,说明必然还有斥力存在着。

3. 分子间引力和斥力的大小跟分子间距离的关系。

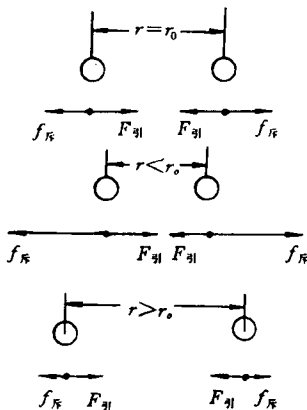
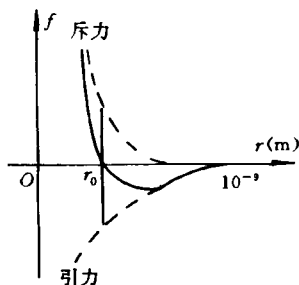


图 1

(1) 经过研究发现分子之间的引力和斥力都随分子间距离增大而减小。但是分子间斥力随分子间距离加大而减小得更快些,如图 1 中两条虚线表示。

(2) 由于分子间同时存在引力和斥力,两种力的合力又叫做分子力。在图 1 图像中实线曲线表示引力和斥力的合力(即分子力)随距离变化的情况。当两个分子间距在图像横坐标 r_0 距离时,分子间的引力与斥力平衡,分子间作用力为零, r_0 的数量级为 10^{-10} m,相当于 r_0 位置叫做平衡位置。

分子间距离当 $r < r_0$ 时,分子间引力和斥力都随距离减小而增大,但斥力增加得更快,因此分子间作用力表现为斥力。展示幻灯片图 2。当 $r > r_0$ 时,引力和斥力都随距离的增大而减小,但是斥力减小的更快,因而分子间的作用力表现为引力,但它也随距离增大而迅速减小,当分子距离的数量级大于 10^{-9} m 时,分子间的作用力变得十分微弱,可以忽略不计了。在图 2 中表示分子间距离 r 不同的三种情况下,分子间引力斥力大小的情况。

4. 固体、液体和气体的分子运动情况。



分子动理论告诉我们物体中的分子永不停息地做无规则运动,它们之间又存在着相互作用力。分子力的作用要使分子聚集起来,而分子的无规则运动又要使它们分散开来。由于这两种相反因素的作用结果,有固体、液体和气体三种不同的物质状态。

(1) 提问学生 固体与液体、气体比较有什么特征?

总结学生回答的结果,说明固体为什么有一定的形状和体积呢?因为在固体中,分子间距离较近,数量级在 10^{-10} m,分子之间作用很大,绝大部分分子只能在各自平衡位置附近做无规则的振动。

(2) 液体分子运动情况。

固体受热温度升高,最终熔化为液体,对大多数物质来说,其体积增加 10%,也就是说分子之间距离大约增加 3%。因此,液体分子之间作用力很接近固体情况,分子间有较强的作用力,分子无规则运动主要表现为在平衡位置附近振动。但由于分子间距离有所增加,使分子也存在移动性,所以液体在宏观上有一定的体积,而又有流动性,没有固定的形状。

(3) 液体汽化时体积扩大为原来的 1 000 倍,说明分子间距离约增加为原来 $\sqrt[3]{1000}$,即 10 倍。因此气体分子间距离数量级在 10^{-9} m,分子间除碰撞时有相互作用力外,彼此之间一般几乎没有分子作用力,分子在两次碰撞之间是自由移动的。所以气体在宏观上表现出没有一定的体积形状,可以充满任何一种容器。

课堂小结

1. 前面三课时内学习的内容是对初中物理已学过的分子动理论的加深和扩展。总结起来,分子动理论内容是 物体是由大量分子组成的,分子做永不停息的无规则热运动,分子之间存在着引力和斥力。分子动理论是建立在大量实验事实基础上的,这理论是解释、分析热现象的基本理论。



2. 通过实验知道分子之间存在着引力和斥力,而且知道分子间的引力和斥力都随分子间距离增大而减少,尤其斥力随距离增大减小得更快。由于分子间的斥力和引力同时存在,每个分子受到引力和斥力的合力大小及方向随分子间距离大小而改变。其中分子间距离在 10^{-10}m 的数量级有一个平衡位置(r_0),此位置下,斥力与引力的合力为零。当分子间距离大于 r_0 引力显著,当分子间距离小于 r_0 斥力显著。分子间距离接近 10^{-9}m 时,分子间作用力将微小到可忽略的程度。

3. 固体、液体、气体三种状态的分子之间距离不同,分子之间作用力的变化也由大到小至几乎不计。造成固、液、气三种物质状态的特性不同。

课堂练习:

1. 用分子动理论的知识解释下列现象:

- (1) 洒在屋里的一点香水,很快会在屋里的其他地方被闻到。
- (2) 水和酒精混合后,总体积减小。
- (3) 高压下的油会透过钢壁渗出。
- (4) 温度升高,布朗运动及扩散现象加剧。
- (5) 固体不容易被压缩和拉伸。

2. 把一块洗净的玻璃板吊在橡皮筋的下端,使玻璃板水平地接触水面(如图3)。如果你想使玻璃板离开水面,用手向上拉橡皮筋,拉动玻璃板的力是否大于玻璃板受的重力?动手试一试,并解释为什么?

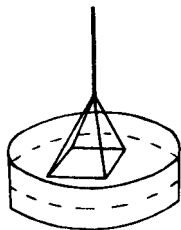


图3

课堂上,表演后让学生回答。

正确答案是:拉力会大于玻璃板的重力。玻璃板离开水面时水会发生分裂,由于水分子之间有引力存在,外力要克服这些分子引力造成外界拉力大于玻璃板的重力。玻璃板离开水面后,可以看到玻璃板下表面上仍有水,说明玻璃板离



开水时,水层发生断裂。

说明

完成本节课内容,以教师与学生相互讨论对话方式进行为宜,在其中完成几个必要的演示实验。整个教学过程体现人们根据已知事实,进行分析、判断、推理的过程。避免一节课自始至终采用教师单独讲授的方式。



《分子的热运动》教学设计

教学目标

1. 物理知识方面的要求：

(1) 知道并记住什么是布朗运动,知道影响布朗运动激烈程度的因素,知道布朗运动产生的原因。

(2) 知道布朗运动是分子无规则运动的反映。

(3) 知道什么是分子的热运动,知道分子热运动的激烈程度与温度的关系。

2. 通过对布朗运动的观察,发现其特征,分析概括出布朗运动的原因 培养学生概括、分析能力和推理判断能力。

从对悬浮颗粒无规则运动的原因分析,使学生初步接触到用概率统计的观点分析大量偶然事件的必然结果。

重点、难点

1. 通过学生对布朗运动的观察,引导学生思考、分析出布朗运动不是外界影响产生的,是液体分子撞击微粒不平衡性产生的。布朗运动是永不停息的无规则运动,反映了液体分子的永不停息的无规则运动。这一连串结论的得出是这堂课的教学重点。

2. 学生观察到的布朗运动不是分子运动,但它又间接反映液体分子无规则运动的特点。这是课堂上的难点。这个难点要从开始分析显微镜下看不到分子运动这个问题逐渐分散解疑。



教学准备

1. 气体和液体的扩散实验：分别装有二氧化氮和空气的玻璃储气瓶、玻璃片、250 毫升水杯内盛有净水、红墨水。
2. 制备好的有藤黄悬浮颗粒的水、显微镜用载物片、显微摄像头、大屏幕投影电视。

教学过程

一、引入新课

让学生观察两个演示实验：

1. 把盛有二氧化氮的玻璃瓶与另一个玻璃瓶竖直方向对口相接触，看到二氧化氮气体从下面的瓶内逐渐扩展到上面瓶内。
2. 在一烧杯的净水中，滴入一二滴红墨水后，红墨水在水中逐渐扩展开来。

提问：上述两个实验属于什么物理现象？这现象说明什么问题？

在学生回答的基础上总结：上述实验是气体、液体的扩散现象，扩散现象是一种热现象。它说明分子在做永不停息的无规则运动。而且扩散现象的快慢直接与温度有关，温度高，扩散现象加快。这些内容在初中物理中已经学习过了。

二、新课教学过程

1. 介绍布朗运动现象

1827 年英国植物学家布朗用显微镜观察悬浮在水中的花粉，发现花粉颗粒在水中不停地做无规则运动，后来把颗粒的这种无规则运动叫做布朗运动。不只是花粉，其他的物质如藤黄、墨汁中的炭粒，这些小微粒悬浮在水中都有布朗运动存在。



介绍显微镜下如何观察布朗运动。在载物玻璃上的凹槽内用滴管滴入几滴有藤黄的水滴,将盖玻璃盖上,放在显微镜载物台上,然后通过显微镜观察,在视场中看到大大小小的许多颗粒,仔细观察其中某一个很小的颗粒,会发现在不停地活动,很像是水中的小鱼虫的运动。将一台显微镜放在讲台上,然后让用显微摄像头拍摄布朗运动,经过电脑在大屏幕上显示投影成像,让全体学生观察,最好教师用教鞭指一个颗粒在屏幕上的位置,以此点为参考点,让学生看这颗微粒以后的一些时间内对参考点运动情况。

让学生看教科书上图,图上画的几个布朗颗粒运动的路线,指出这不是布朗微粒运动的轨迹,它只是每隔 30 秒观察到的位置的一些连线。实际上在这短短的 30 秒内微粒运动也极不规则,绝不是直线运动。

2. 介绍布朗运动的几个特点。

(1) 连续观察布朗运动,发现在多天甚至几个月时间后,只要液体不干涸,就看不到这种运动停下来。这种布朗运动不分白天和黑夜,不分夏天和冬天(中要悬浮液不冰冻),永远在运动着。所以说,这种布朗运动是永不停息的。

(2) 换不同种类悬浮颗粒,如花粉、藤黄、墨汁中的炭粒等都存在布朗运动,说明布朗运动不取决于颗粒本身。更换不同种类液体,都不存在布朗运动。

(3) 悬浮的颗粒越小,布朗运动越明显。颗粒大了,布朗运动不明显,甚至观察不到运动。

(4) 布朗运动随着温度的升高而愈加激烈。

3. 分析、解释布朗运动的原因

(1) 布朗运动不是由外界因素影响产生的,所谓外界因素的影响,是指存在温度差、压强差、液体振动等等。

分层次地提问学生 若液体两端有温度差,液体是怎样传递热量的? 液体中的悬浮颗粒将做定向移动,还是无规则运动? 温度差这



样的外界因素能产生布朗运动吗？

归纳总结学生回答,液体存在着温度差时,液体依靠对流传热量,这样悬浮颗粒将随液体有定向移动。但布朗运动对不同颗粒运动情况不相同,因此液体的温度差不可能产生布朗运动。又如液体的压强差或振动等都只能使液体具有定向运动,悬浮在液体中的小颗粒的定向移动不是布朗运动。因此,推理得出外界因素的影响不是产生布朗运动的原因,只能是液体内部造成的。

(2)布朗运动是悬浮在液体中的微小颗粒受到液体各个方向液体分子撞击作用不平衡造成的。

显微镜下看到的是固体的微小悬浮颗粒,液体分子是看不到的,因为液体分子太小。但液体中许许多多做无规则运动的分子不断地撞击微小悬浮颗粒,当微小颗粒足够小时,它受到来自各个方向的液体分子的撞击作用是不平衡的。如教科书上的插图所示。

在某一瞬间,微小颗粒在某个方向受到撞击作用强,它就沿着这个方向运动。在下一瞬间,微小颗粒在另一方向受到的撞击作用强,它又向着另一个方向运动。任一时刻微小颗粒所受的撞击在某一方面向上占优势只能是偶然的,这样就引起了微粒的无规则的布朗运动。

悬浮在液体中的颗粒越小,在某一瞬间跟它相撞击的分子数越小。布朗运动微粒大小在 10^{-6}m 数量级,液体分子大小在 10^{-10}m 数量级,撞击作用的不平衡性就表现得越明显,因此,布朗运动越明显。悬浮在液体中的微粒越大,在某一瞬间跟它相撞击的分子越多,撞击作用的不平衡性就表现得越不明显,以至可以认为撞击作用互相平衡,因此布朗运动不明显,甚至观察不到。

液体温度越高,分子做无规则运动越激烈,撞击微小颗粒的作用就越激烈,而且撞击次数也加大,造成布朗运动越激烈。

4. 布朗运动的发现及原因分析的重要意义

(1)结合上面的讲解分析提问学生 布朗运动是悬浮在液体中的固体微粒分子的运动吗?是液体分子无规则运动吗?布朗微粒是被



谁无规则撞击而造成的?布朗运动间接地反映了谁的无规则运动?

综合学生回答归纳总结:

(1) 固体颗粒是由大量分子组成的,仍然是宏观物体;显微镜下看到的只是固体微小颗粒,光学显微镜是看不到分子的。布朗运动不是固体颗粒中分子的运动,也不是液体分子的无规则运动,而是悬浮在液体中的固体颗粒的无规则运动。无规则运动的原因是液体分子对它无规则撞击的不平衡性。因此,布朗运动间接地证实了液体分子的无规则运动。

(2) 布朗运动随温度升高而愈加激烈,在扩散现象中,也是温度越高,扩散进行的越快,而这两种现象都是分子无规则运动的反映。这说明分子的无规则运动与温度有关,温度越高,分子无规则运动越激烈。所以通常把分子的这种无规则运动叫做热运动。

三、课堂小结

1. 要知道什么是布朗运动。它是悬浮在液体中的固体微粒的无规则运动,是在显微镜下观察到的。

2. 知道布朗运动的三个主要特点:永不停息地无规则运动;颗粒越小,布朗运动越明显;

温度越高,布朗运动越明显。

3. 产生布朗运动的原因:它是由于液体分子无规则运动对固体微小颗粒各个方向撞击的不均匀性造成的。

4. 布朗运动间接地反映了液体分子的无规则运动,布朗运动、扩散现象都有力地说明物体内部大量的分子都在永不停息地做无规则运动。

四、课堂练习

1. 关于布朗运动的下列说法中,正确的是()

A. 布朗运动就是液体分子的热运动

B. 布朗运动是悬浮在液体中的固体颗粒内的分子的无规则热

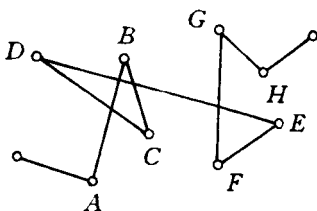


运动

- C. 温度越高, 布朗运动越激烈
D. 悬浮颗粒越小, 布朗运动越激烈

答案 C、D

2. 如图是观察记录做布朗运动的一个微粒的运动路线。从微粒在 A 点开始记录, 每隔 30 秒记录下微粒的一个位置, 得到 B、C、D、E、F、G 等点, 则微粒在 75 秒末时的位置()。



- A. 一定在 CD 连线的中点
B. 一定不在 CD 连线的中点
C. 可能在 CD 连线上, 但不一定在 CD 连线的中点
D. 可能在 CD 连线以外的某点

答案 C、D。

说明

1. 本节课取得教学效果的关键是将布朗运动演示实验做好, 让学生都看清楚布朗运动。即使教学设备条件差的学校, 也应该准备 2~4 台生物显微镜, 预先调好后, 让学生轮流观察。设备条件好的学校, 运用显微摄像头, 对准载玻璃上有藤黄的悬浮液, 拍摄的结果通过电脑在大屏幕投影电视上展现出来。用显微镜观察布朗运动全部过程也应拍摄出来, 给学生展示。

2. 对于分子的永不停息的无规则运动, 要注意是无规则, 而不是无规律。无规则是指由于分子之间的相互碰撞, 每个分子的运动方向和速率在不断地改变, 任何时刻, 液体或气体内部, 沿各个方向运动的分子都有, 而且分子运动的速率有大有小。对于某一个分子运动是无规律的, 但是热学研究的是大量分子热运动的总体效果, 对于大量分子的无规则运动是有规律可循的, 这就是统计规律。



《物体的内能 改变内能的两种方式》 教学设计

教学目标

1. 在物理知识方面要求：

(1) 知道分子的动能, 分子的平均动能, 知道物体的温度是分子平均动能大小的标志。

(2) 知道分子的热能跟物体的体积有关, 知道分子势能随分子间距离变化而变化的定性规律。

(3) 知道什么是物体的内能, 物体的内能与哪个宏观量有关, 能区别物体的内能和机械能。

(4) 知道做功和热传递在改变物体内能上是等效的, 知道两者的区别, 了解热功参量的意义。

2. 在培养学生能力方面, 这节课中要让学生建立: 分子动能、分子平均动能、分子势能、物体内能、热量等五个以上物理概念, 又要让学生初步知道三个物理规律: 温度与分子平均动能关系, 分子势能与分子间距离关系, 做功与热传递在改变物体内能上的关系。因此, 教学中着重培养学生对物理概念和规律的理解能力。

3. 渗透物理学方法的教育: 在分子平均动能与温度关系的讲授中, 渗透统计的方法。在分子间势能与分子间距离的关系上和做功与热传递关系上都要渗透归纳推理方法。



重点、难点

1. 教学重点是使学生掌握三个概念(分子平均动能、分子势能、物体内能),掌握三个物理规律(温度与分子平均动能关系、分子势能与分子之间距离关系、热传递与功的关系)。
2. 区分温度、内能、热量三个物理量是教学上的一个难点;分子势能随分子间距离变化的势能曲线是教学上的另一难点。

教学准备

1. 压缩气体做功,气体内能增加的演示实验:
圆形玻璃筒、活塞、硝化棉。
2. 幻灯及幻灯片,展示分子间势能随分子间距离变化而变化的曲线。

教学过程

一、引入新课

我们知道做机械运动的物体具有机械能,那么热现象发生过程中,也有相应的能量变化。另一方面,我们又知道热现象是大量分子做无规律热运动产生的。那么热运动的能量与大量的无规律运动有什么关系呢?这是今天学习的问题。

二、教学过程的设计

1. 分子的动能、温度

物体内大量分子不停息地做无规则热运动,对于每个分子来说都有无规则运动的动能。由于物体内各个分子的速率大小不同,因此,各个分子的动能大小不同。由于热现象是大量分子无规则运动



的结果,所以研究个别分子运动的动能是没有意义的。而研究大量分子热运动的动能,需要将所有分子热运动动能的平均值求出来,这个平均值叫做分子热运动的平均动能。

学习布朗运动和扩散现象时,我们知道布朗运动和扩散现象都与温度有关系,温度越高,布朗运动越激烈,扩散也加快。依照分子动理论,这说明温度升高后分子无规则运动加剧。用上述分子热运动的平均动能来说明,就是温度升高,分子热运动的平均动能增大。如果温度降低,说明分子热运动的平均动能减小。因此从分子动理论观点来看,温度是物体分子热运动的平均动能的标志。“标志”的含义是指物体温度升高或降低,表示了物体内部大量分子热运动的平均动能增大或减小。温度不变,就表示了分子热运动的平均动能不变。其他宏观物理量如时间、质量、物质种类都不是分子热运动平均动能的标志。但是,温度不是直接等于分子的平均动能。

另一方面,温度只与物体内部大量分子热运动的统计意义上的平均动能相对应,对于个别分子或几十个、几百个分子热运动的动能大小与温度是没有关系的。

我们知道,温度这个物理量在宏观上的意义是表示物体冷热程度,而它又是大量分子热运动平均动能大小的标志,这是温度的微观含义。

2. 分子势能

分子间存在着相互作用力,因此分子间具有由它们的相对位置决定的势能,这就是分子势能。

如果分子间距离约为 10^{-10}m 数量级时,分子的作用力的合力为零,此距离为 r_0 。

当分子距离小于 r_0 时,分子间的作用力表现为斥力,要减小分子间的距离必须克服斥力做功,因此,分子势能随分子间距离的减小而增大。这种情形与弹簧被压缩时弹性势能增大是相似的。如图 1



中弹簧压缩,弹性势能 E_p 增大。

如果分子间距离大于 r_0 时,分子间的相互作用表现为引力,要增大分子间的距离必须克服引力做功,因此,分子势能随分子间的距离增大而增大。这种情况与弹簧被拉伸时弹性势能增大是相似的。如图 1 中弹簧拉伸, E_p 增大。

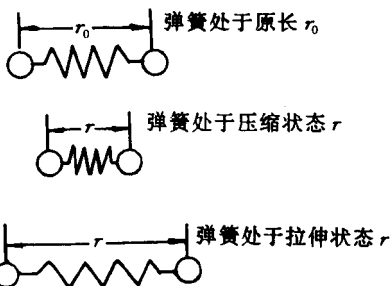


图 1

从以上两种情况综合分析,分子间距离以 r_0 为数值基准, r 不论减小或增大,分子势能都增大。所以说,分子在平衡位置处是分子势能最低点。如果分子间距离是无限远时,取分子势能为零值,分子间距离从无限远逐渐减少至 r_0 以前过程,分子间的作用力表现为引力,而且距离减少,分子引力做正功,分子势能不断减小,其数值将比零还小为负值。当分子间距离到达 r_0 以后再减小,分子作用力表现为斥力,在分子间距离减小过程中,克服斥力做功,使分子势能增大。其数值将从负值逐渐变大至零,甚至为正值。分子势能随分子间距离 r 的变化情况可以在图 2 的图像中表现出来。从图中看到分子间距离在 r_0 处,分子势能最小。

既然分子势能的大小与分子间距离有关,那么在宏观上什么物理量能反映分子势能的大小变化情况呢?如果对于确定的物体,它的体积变化,直接反映了分子间的距离,也就反映了分子间的势能变化。所以分子势能的大小变化可通过宏观量体积来反映。

3. 物体的内能

(1) 物体中所有分子热运动的动能和分子势能的总和,叫做物体的内能。一切物体都是由不停地做无规则热运动并且相互作用着的



分子组成,因此任何物体都是有内能的。

提问学生 宏观量中哪些物理量是分子热运动的平均动能和分子势能的标志?

根据学生的回答,引导到一个确定的物体,分子总数是固定的,那么这物体的内能大小是由宏观量——温度和体积决定的。如果不是确定的物体,那么物体的内能大小是由质量、温度、体积和物态来决定。

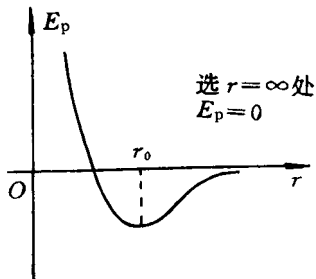


图 2

课堂讨论题 下列各个实例中,比较物体的内能大小,并说明理由。

- ①一块铁由 15°C 升高到 55°C , 比较内能。
- ②质量是 1kg 50°C 的铁块与质量是 0.1kg 50°C 的铁块, 比较内能。
- ③质量是 1kg 100°C 的水与质量是 1kg 100°C 的水蒸气, 比较内能。

(2) 物体机械运动对应着机械能, 热运动对应着内能。任何物体都具有内能, 同时还可以具有机械能。例如在空中飞行的炮弹, 除了具有内能, 还具有机械能——动能和重力势能。

提问学生: 一辆汽车的车厢内有一气瓶氧气, 当汽车以 60km/h 行驶起来后, 气瓶内氧气的内能是否增加?

通过此问题, 让学生认识内能是所有分子热运动动能和分子势能之总和, 而不是分子定向移动的动能。另一方面, 物体机械能增加, 内能不一定增加。

4. 物体的内能改变的两种方式

(1) 列举锯木头和用砂轮磨刀具, 锯条、木头和刀具温度升高, 说明克服摩擦力做功, 可以使物体的内能增加。如果外力对物体做功全部用于物体内能改变的情况下, 外力做多少功, 物体的内能就改变多少。如果用 W 表示外界对物体做的功, 用 ΔE 表示物体内能的变化, 那么有 $W = \Delta E$ 。功的单位是焦耳, 内能的单位也是焦耳。



演示压缩空气,硝化棉燃烧。说明外力压缩空气过程,对气体做功,使气体的内能增加,温度升高到棉花的燃点而使其燃烧。

以上实例说明做功可以改变物体的内能。

(2)在炉灶上烧热水,火炉烤热周围物体,这些物体温度升高内能增加。这些实例说明依靠热传递方式也可以使物体的内能改变。物体吸收热量,内能增加。物体放出热量,物体的内能减少。如果传递给物体的热量用 Q 表示,物体内能的变化量是 ΔE ,那么, $Q = \Delta E$ 。

热量的计算公式有: $Q = mc\Delta t$, $Q = ML$, $Q = m\lambda$ (后面的两个公式分别是物质熔解和汽化时热量的计算式)。热量的单位是焦耳,过去的单位是卡。

所以做功和热传递是改变物体内能的两种方式。

(3)做功和热传递对改变物体的内能是等效的。

一杯水可以用加热的方法(即热传递方式)传递给它一定的热量,使它从某一温度升高到另一温度。这过程中这杯水的内能有一定量的变化。也可以采取做功的方式,比如用搅拌器在水中不断搅拌,也可以使这杯水从相同的初温度升高到同一高温,这样,水的内能会有相同的变化量。两种方式不同,得到的结果是相同的。除非事先知道,否则我们无法区别是哪种方式使这杯水的内能增加的。

因此,做功和热传递对改变物体的内能是等效的。

(4)虽然做功和热传递对改变物体的内能是等效的,但是这两种方式的物理过程有本质的区别。做功使物体内能改变的过程是机械能转化为内能的过程。而热传递的过程只是物体之间内能的转移,没有能量形式的转化。

课上练习:

1. 判断下面各结论是否正确?

(1)温度高的物体,内能不一定大。

(2)同样质量的水在 100°C 时的内能比 60°C 时的内能大。

(3)内能大的物体,温度一定高。



(4) 内能相同的物体,温度一定相同。

(5) 热传递过程一定是从内能大的物体向内能小的物体传递热量。

(6) 温度高的物体,含有的热量多,或者说内能大的物体含有的热量多。

(7) 摩擦铁丝发热,说明功可以转化为热量。

答案:(1)、(2)是对的。

2. 在标准大气压下, 100°C 的水吸收热量变成同温度的水蒸气的过程,下面的说法是否正确?

(1) 分子热运动的平均动能不变,因而物体的内能不变。

(2) 分子的平均动能增加,因而物体的内能增加。

(3) 所吸收的热量等于物体内能的增加量。

(4) 分子的内能不变。

答案 以上四个结论都不对。

三、课堂小结

(1) 这节课上新建立了三个物理概念:分子热运动的平均动能、分子势能、内能。要知道这三个概念的确切含义,更为重要的是能够区分温度、内能、热量,知道内能与机械能的区别和联系。

(2) 要掌握三个物理规律:分子热运动的平均动能与温度的关系、分子间的相互作用力与分子间距离的关系、做功与热传递在使物体内能改变上的关系。

说明

这节课是概念性很强的课,又不是从物理实验或物理现象直接得出结论的课。对于概念要知道引入的目的、确切含义、与其他概念的区别和联系。所以课上要讲分子热运动平均动能、内能、热量等概念的意义,并且要通过实际例题,让学生通过判断、推理来加深对这些概念的认识。



《分子热运动 能量守恒》教学设计

教学目标

1. 了解分子动理论的有关知识；
2. 理解改变物体内能的两种途径；
3. 理解并掌握热力学第一定律及能量守恒定律的内容及其应用；
4. 了解热力学第二定律的两种表述；
5. 培养学生概括归纳知识的能力。

重点、难点

1. 布朗运动规律及其所说明的问题、能的转化与守恒定律的应用是本章的重点内容。
2. 分子间作用力的大小及性质随分子间距变化而变化的规律，分子势能随分子间距变化而变化的规律是本章的难点内容。

教学准备

1. 多媒体计算机及相关课件。
2. 投影仪及知识结构体系简表。

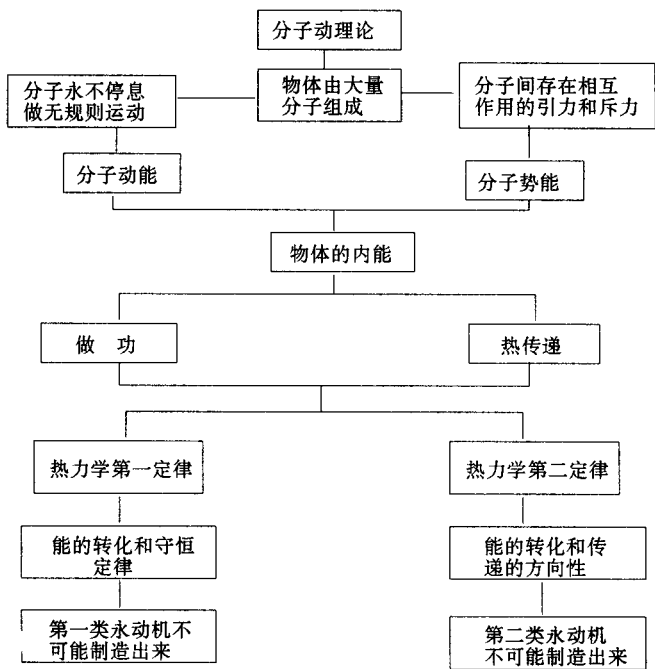
教学过程

1. 引入正课

关于“分子热运动 能量守恒”一章的基本知识，早在初中就已经学习过了，高中阶段只将该部分知识稍加延伸一些，下面让我们共



同回顾一下本章内容,请看“知识结构体系图”:



2. 正课教学(教师引导、学生主讲)

(1) 分子动理论

① 物体是由大量分子组成的;

一般分子直径的数量级是 10^{-10} m, 分子质量的数量级是 10^{27} kg
 $\sim 10^{-25}$ kg。

油膜法是测定分子大小的方法之一。

联系微观世界和宏观世界的桥梁——阿伏加德罗常数 $N_A \approx 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。

② 分子在永不停息地做无规则运动,即热运动:

现代科技的成果表明,当物质温度降到绝对零度时,组成物质的分子仍在不停地振动着而拥有一定的“基态”动能,这是“永不停息”



的一层含义。

所谓‘无规则’并非无规律,尽管我们无法预计做热运动的单个分子下一时刻将出现在何处,但是我们对各个分子集体的运动规律——统计规律,已了解的很清楚了。

分子热运动的实验基础是:

a. 扩散现象直接证明了分子在不停地运动着。

b. 布朗运动间接地证实了分子在永不停息地做无规则运动,布朗运动的产生原因是液体分子对悬浮在其中的固体小颗粒的无规则碰撞,布朗运动的特点是永不停息(只要温度不变,布朗颗粒运动的激烈程度就不会改变,即布朗运动激烈程度与时间无关)、无规则,且温度越高、颗粒越小,布朗运动就越剧烈。

③分子间存在着相互作用力:

分子间同时存在着相互作用的引力和斥力,其合力被称之为分子力。

分子间分子力存在的实验基础是两光洁铅块碾压过后牢牢地“贴”在一起以及固体、液体难以压缩等现象。

分子间相互作用的引力和斥力均随着分子间距的增大(或减小)而减小(或增大),但是压力的变化程度比引力的变化程度强得多,从而体现下列特征:

a. 当分子间距离 r 等于分子间平衡位置距离 r_0 时,分子间引力恰好等于斥力,分子力体现为零。

b. 当分子间距离 $r > r_0$ 时,随着 r 的增加,压力迅速减小(引力缓慢减小),使得分子力体现为引力,且随着 r 的增加,分子力先增后减小,当 $r > 10r_0$ 以后,分子力近乎于零。

c. 当分子间距离 $r < r_0$ 时,随着 r 的减小,压力迅速增大(引力缓慢增大),使得分子力体现为斥力,并随着 r 进一步的减小,分子力迅速增大。

(2) 热和功 能量守恒定律



① 物体的内能。

分子平均动能 $\overline{E_k}$,从微观角度看,分子平均动能由分子质量及分子热运动平均速率所决定;从宏观角度看,分子平均动能由物体的温度高低所决定。

分子势能 E_p ,从微观角度看,分子势能由分子种类及分子间距共同决定;从宏观角度看,分子势能由物质种类及其体积共同决定。

物体内能 U 物体中所有分子做热运动的动能和分子势能的总和叫做内能。即 $U = E_{k总} + E_p$ 或 $U = NE_k + E_p$ 。物体内能的决定因素是,微观上,内能由分子个数、分子质量、分子间距和分子热运动平均速率共同决定;宏观上内能由物体的种类、质量、体积和温度共同决定。

② 改变物体内能的两种方式：

做功和热传递是改变物体内能的两种方式,这两种方式在改变物体内能上是等效的,但两种方式又具有本质的区别。通过做功方式来改变物体内能是内能与其它形式能量之间的转化,而通过热传递方式改变内能是不改变能量的存在形式,只是将内能在不同物体之间或物体的不同部分之间进行转移。

③ 热力学第一定律：

外界对物体所做的功 W 加上物体从外界吸收的热量 Q 等于物体内能的增量 ΔU ,即 $\Delta U = W + Q$ 。

④ 能量守恒定律：

能量既不会凭空产生,也不会凭空消失,它只能从一种形式转化为别的形式,或者从一个物体转移到别的物体,这就是能量守恒定律的内容,即 $E' = E$ 。

第一类永动机不可能制成,其原因就是违背这个定律。

⑤ 热力学第二定律：

表述一 不可能使热量由低温物体传递到高温物体,而不引起其他变化。这是从热传导的方向性角度来说的。

表述二 不可能从单一热源吸收热量并把它全部用来做功,而不



引起其他变化。这是从机械能与内能转化过程的方向性角度说的,第二类永动机不可能制成,其原因正是违背这一定律。

热力学第二定律使人们认识到,自然界中进行的涉及热现象的宏观过程都具有方向性。

3. 课堂训练

训练 1 下列说法正确的是

A. 当分子间距 $r > r_0$ 时,随着 r 的增加,分子间斥力减小、引力增大,因此,分子力体现为引力。

B. 当分子间距 $r = r_0$ 时,不存在分子力

C. 分子力体现为引力时,随着分子力的增大,分子势能将减小

D. 以上说法均不对

答案 D 正确。

训练 2 某物体在从周围环境吸收 10J 热量的同时,对外界做了 8J 的功,则该物体的内能增加了 _____ J。

答案 2J。

布置作业

1. 光滑水平面上静止着一个质量为 M 的小球,现有一个质量为 m 的小球以速度 v_0 正对着大球匀速运动。两球相碰后,其内能增量的最大值是多少?

2. 现代家庭安装空调器可将室内空气温度降到人们感觉到很舒适的程度,其工作原理是否遵从能量守恒定律和热力学第二定律,为什么?

说明

由于学生尚未学习电荷间库仑力相互作用,所以在讨论分子间作用力时尽可能避免其实质性问题,待学习库仑力之后再回过头来深入研究分子力大小及性质随分子间距离 r 变化而变化的原因。



《能的转化和守恒定律》教学设计

教学目标

1. 在物理知识方面的要求：

(1) 理解能的转化和守恒定律,能列举出能的转化和守恒定律的实例；

(2) 理解‘永动机’不能实现的原理。

2. 让学生初步学会运用能的转化和守恒定律计算一些简单的内能和机械能相互转化的问题。

3. 能的转化和守恒定律是自然科学的基本定律之一,应用能的转化和守恒的观点来分析物理现象、解决物理问题是很重要的物理思维方法。

重点、难点

1. 重点内容是能的转化和守恒定律,强调能的转化和守恒定律是自然科学中最基本定律。

学习运用能的转化和守恒原理计算一些物理习题。

2. 运用能的转化和守恒定律对具体的自然现象进行分析,说明能是怎样转化的,对学生来说是有难度的。

教学准备

幻灯、幻灯片,其内容是：

1. 反映电能、机械能、化学能与内能相互转化的实例插图。



2. 反映自然界各种形式能相互转化的实例插图。
3. 历史上有人设计的‘永动机’插图。

教学过程

一、引入新课

我们知道刀具在砂轮上磨削时,刀具发热是因为通过摩擦力做功,机械能转化为内能。在暖气片上放有一瓶冷水,过一段时间后水变热,这是通过热量传递使这瓶水内能增加。这些实例中,物体的内能为什么增加了?是凭空产生的还是由其他形式能转化来的?能的转化过程中数量之间有什么关系?这是今天要学习的内容。

二、教学过程设计

1. 机械能与内能转化过程中能量守恒

(1)运动的汽车紧急刹车,汽车最终停下来。这过程中汽车的动能(机械能)转化为轮胎和路面的内能(假定这过程没有与周围物体有热交换,即不散热也不吸热)。摩擦力做了多少功,内能就增加多少。公式 $W = \Delta E$ 表示了做功与内能变化的关系,这公式也反映出做功过程中,机械能的损失数量恰好等于物体内能增加的数量。

(2)把一铁块放入盛有水的烧杯中,用酒精灯加热烧杯内水,直至水沸腾。在这一过程中,铁块从周围水中吸收了热量使它温度升高,内能增加。这过程中水的一部分内能通过热量传递使铁块内能增加。铁块吸收多少热量,它内能就增加多少。公式 $Q = \Delta E$ 表示吸收的热量与内能变化量的关系,也反映出铁块增加的内能数量与水转移给铁块的内能数量相等。

一般情况下,如果物体跟外界同时发生做功和热传递过程,那么,外界对物体所做的功 W 加上物体从外界吸收的热量 Q ,等于物体内能的增加 ΔE ,即



$$W + Q = \Delta E$$

上式所表示的是功、热量和内能之间变化的定量关系,同时它也反映了一个物体的内能增加量等于物体的机械能减少量和另外物体内能减少量(内能转移量)之和。进而说明,内能和机械能转化过程中能量是守恒的。

2. 其他形式的能也可以和内能相互转化。

(1) 介绍其他形式能:我们学习过机械运动有机械能,热运动有内能,实际上自然界存在着许多不同形式的运动,每种运动都有一种对应的能量,如电能、磁能、光能、化学能、原子能等。

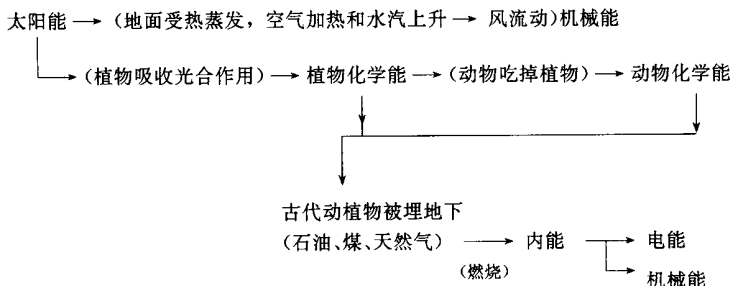
(2) 不仅机械能和内能可以相互转化,其他形式能也可以和内能相互转化,举例说明:(同时放映幻灯片)

① 电炉取暖:电能→内能

② 煤燃烧:化学能→内能

③ 炽热灯灯丝发光:内能→光能

(3) 其他形式的能彼此之间都可以相互转化。画出图表让学生回答分析:



3. 能的转化和守恒定律

大量事实证明:各种形式的能都可以相互转化,并且在转化过程中守恒。

“能量既不会凭空产生,也不会凭空消失,它只能从一种形式转



化为别的形式,或者从一个物体转移到别的物体。”这就是能的转化和守恒定律。

在学习力学知识时,学习了机械能守恒定律。机械能守恒定律是有条件限制的定律,而且实际现象中是不可能实现的。而能的转化和守恒定律是存在于普遍自然现象中的自然规律。这规律对物理学各个领域的研究,如力学、电学、热学、光学等都有指导意义。它也对化学、生物学等自然科学的研究都有指导作用。

4. 永动机不可能制成

历史上不少人希望设计一种机器,这种机器不消耗任何能量,却可以源源不断地对外做功。这种机器被称为永动机。虽然很多人,进行了很多尝试和各种努力,但无一例外地以失败告终。失败的原因是设计者完全违背了能的转化和守恒定律,任何机器运行时其能量只能从一种形式转化为另一种形式。如果它对外做功必然消耗能量,不消耗能量就无法对外做功,因而永动机是永远不可能制造成功的。

5. 运用能的转化和守恒定律进行物理计算

例题 用铁锤打击铁钉,设打击时有 80% 的机械能转化为内能,内能的 50% 用来使铁钉的温度升高。问打击 20 次后,铁钉的温度升高多少摄氏度? 已知铁锤的质量为 1.2kg,铁锤打击铁钉时的速度是 10m/s,铁钉质量是 40g,铁的比热是 $5.0 \times 10^2 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

首先让学生分析铁锤打击铁钉的过程中能量的转化。

归纳学生回答结果,指出铁锤打击铁钉时,铁锤的一部分动能转化为内能,而且内能中的一半被铁钉吸收,使它的温度升高。如果用 $\triangle E$ 表示铁钉的内能增加量,铁锤和铁钉的质量分别用 M 和 m 表示,铁锤打击铁钉时的速度用 v 表示。依据能的转化和守恒定律,有

$$20 \times \frac{1}{2} Mv^2 \times 80\% \times 50\% = \triangle E$$

铁钉的内能增加量不能直接计算铁钉的温度,我们把机械能转



化为内能的数量等效为以热传递方式完成的,因此等效为计算打击过程中铁钉吸收多少热量,这热量就是铁钉的内能增加量。因此有

$$Q = cm\Delta t$$

上式中 c 为铁钉的比热, Δt 表示铁钉的温度升高量。将上面两个公式联立,得出

$$\Delta t = \frac{20 \times Mb^2}{2cm} \times 80\% \times 50\% = \frac{20 \times 1.2 \times 10^2 \times 0.4}{2 \times 5.0 \times 10^2 \times 0.04} \approx 24(^{\circ}\text{C})$$

经计算得出铁钉温度升高 24°C 。在这个物理计算过程中突出了如何应用能的转化和守恒定律这一基本原理。

应该注意,有的同学把上述题目中铁锤打击铁钉过程中的能量转化,说成‘铁锤做功转化为热量’是不正确的。只能说做功与热量传递在使物体内能改变上是等效的。

三、课堂小结

自然界的物质有不同的运动形式,每一种运动都对应着一种能。能不能凭空产生,也不能凭空消失,自然界各种形式的能存在着相互转化过程,转化过程中总量是守恒的。能的转化和守恒定律是自然界最基本的物理定律。

同学们要会分析一些自然现象中能是怎样转化的。

应该知道,根据能的转化和守恒定律,永动机是不可能制造成功的。

通过课上的例题计算,学会运用能的转化和守恒定律解决物理问题的方法。

说明

能的转化和守恒定律是学生进入高中物理阶段后,第一次完整、细致地学习。此定律对今后学习物理是很重要的一个理论铺垫。教学上要重视,课堂上讲解要细致和透彻。



《气体的状态参量》教学设计

教学目标

1. 知道气体的状态及状态参量；
2. 知道温度的意义及温度的表示方法；
3. 知道气体的体积指气体所充满的容器的容积；
4. 理解气体的压强是由气体分子频繁地碰撞器壁而产生的；
5. 掌握封闭气体压强的计算；
6. 理解一定质量气体的温度、体积和压强这三个状态参量的变化是互相关联的。

重点、难点

1. 重点是气体压强的计算。
2. 难点是气体压强的产生。

教学模式

观察实验、分析推理、启发诱导。

教学准备

气球、气压计、玻璃管(一端能封闭)、带颜色的水、教学投影仪及制好的投影片。



教学过程

(一) 复习引入

在力学中,研究固体(质点)的机械运动用位移、速度等物理量来描述,我们现在研究气体的热学性质,要用什么物理量来描述呢?

(二) 实验 吹气球

气球内充入一定质量气体后,引导学生分析气球,得出气球内的气体具有体积、压强、温度等,我们可以用温度、体积、压强等物理量来描述气体的状态,这几个物理量叫做气体的状态参量。

(三) 新课教学

1. 温度(引导学生复习回忆已有知识)

在宏观上,温度是表示物体的冷热程度的物理量。在微观上,从分子动理论的观点来看,温度是物体内部分子无规则运动的剧烈程度的标志,温度越高,物体内部分子的热运动越剧烈。

温度的表示方法:

在国际单位制中,用热力学温标表示的温度,叫做热力学温度,符号 T ,单位开尔文,简称开,符号 K 。

在日常生活中,用摄氏温标表示的温度,叫做摄氏温度,符号 t ,单位摄氏度,符号 $^{\circ}C$ 。

复习摄氏温标 0 度和 100 度的规定,强调 $5^{\circ}C$ 读作 5 摄氏度,不能读作摄氏 5 度。

热力学温度与摄氏温度的数量关系 $T = t + 273.15K$

可粗略表示为 $T = t + 273K$

注意 就每一度来说,摄氏温度和热力学温度是相同的,即 $\Delta T = \Delta t$

热力学温度又叫做绝对温度, $0K$ 是低温的极限,只能接近不能达到。

提问:



①今天气温是 27°C , 用热力学温度表示 $T = ?$

②液氮的温度为 77K , 用摄氏温度表示 $t = ?$

2. 体积

气体的体积就是指气体所充满的容器的容积, 提问学生: 为什么? (因气体分子可以自由移动)

注意: 不要把气全体的体积误认为是气体分子体积的总和, 也不要未充满气体部分的容积计入气体的体积之内。

体积符号 V , 单位: 立方米, 符号 m^3 。常用体积单位还有升(符号 L)、毫升(符号 mL)。

强调: $1\text{L} = 1\text{dm}^3 = 10^{-3}\text{m}^3$ $1\text{mL} = 1\text{cm}^3 = 10^{-6}\text{m}^3$

3. 压强

气体压强的产生: 气体分子做无规则的永不停息的运动, 大量分子热运动频繁碰撞器壁, 对器壁产生一个持续的均匀的压力。器壁单位面积上受到的压力, 就是气体的压强。

举例说明气体具有压强: 气球里的气体对器壁有压力作用, 自行车里胎内气体对车胎有压力作用。

引导学生归纳: 从气体压强产生的原因讨论气体压强大小的决定因素: 一是分子的密度——单位体积内的分子数, 分子密度越大, 在单位时间内器壁的单位面积上受到分子撞击的次数就越多, 产生的压强也就越大; 二是分子的平均速度。分子平均速率越大, 那么在单位时间内器壁单位面积上受到分子撞击的次数就越多, 而且每次撞击的作用力也越大, 气体的压强也就越大, 气体的分子密度由气体的摩尔数和气体的体积所决定, 气体分子的平均速率由气体的温度所反映, 温度越高, 气体分子的平均速率就越大。

压强的单位, 在国际单位制中, 压强的单位是帕斯卡, 符号 Pa 。

$$1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$$

实际应用中的常用单位: 标准大气压(符号是 atm)和毫米汞柱(符号是 mmHg)。



$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mmHg} = 133.322 \text{ Pa} \approx 133 \text{ Pa}$$

4. 气体压强的计算

演示 将玻璃管插入带颜色的水中,封闭上面一端提起后,平放。让学生判断封闭气体的压强,再分别竖直正立、倒立、斜立,让学生判断封闭气体的压强。

提示 学生用液体的压强公式 $p = \rho gh$ 列出封闭气体内压强的计算式。

例 1 (用投影仪投影)如图 14-1 所示,开口向上竖直放置的玻璃管内,有两段长度分别为 h_1 和 h_2 的水银柱封闭着两段空气柱 A 和 B,若外界大气压强 p_0 。试求封闭气体 A 的压强 p_A 。

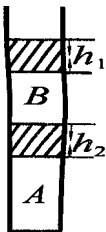


图 14-1

解析一 隔离法。对于水银柱 h_1 ,由其受力平衡得

$$p_B S = p_0 S + \rho g h_1 S$$

式中 S 为玻璃管内截面积, ρ 为水银密度。

对于水银柱 h_2 ,由其受力平衡得

$$p_A S = p_B S + \rho g h_2 S$$

由上二式可解得 $p_A = p_0 + \rho g(h_1 + h_2)$

解析二 整体法,将关联物水银柱 h_1 、 h_2 和气柱 B 看作一个整体,此时气体 B 对上、下水银柱的压力成为内力,可不必考虑,而气柱 B 的重力微不足道,可略去不计,等效于将气柱 B 抽去,而将水银柱 h_1 和 h_2 合并为一整体。由该整体受力平衡直接得出气体 A 的压强。

$$p_A = p_0 + \rho g h_1 + \rho g h_2$$

例 2 (用投影仪投影)如图 14-2 所示的 A、B 都是被密封在静止气缸中的气体,活塞的质量都是 M ,横截面积 S ,活塞与气缸壁间



光滑接触但不漏气,大气压强 p_0 , 砝码质量 m , 求气缸内气体的压强各为多大?

解析 选活塞为研究对象, 分析活塞受到的竖直方向外力作用。

对甲图中的活塞, 受力图如图 14-3 甲所示, 由力的平衡方程可得

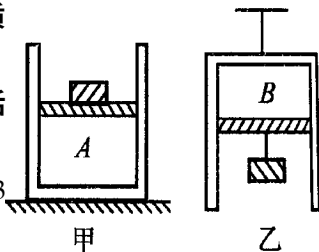


图 14-2

$$p_A S = p_0 S + Mg + mg$$

$\therefore$

$$p_A = p_0 + \frac{(M + m)g}{S}$$

对乙图中的活塞, 受力图如图 14-3 乙所示由力的平衡方程可得

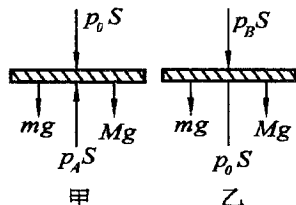


图 14-3

$$p_0 S = p_B S + Mg + mg$$

$\therefore$

$$p_B = p_0 + \frac{(M + m)g}{S}$$

(四) 学生课堂练习, 巩固知识

投影:

计算下图所示的情况下, 密封在玻璃管里气体的压强, 已知大气压强 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 水银面高度差 $h = 10 \text{ cm}$, 水银密度 $\rho = 13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, 水银柱长度 $l = 10 \text{ cm}$ 。

(五) 压强的测量——压强计

出示实物或图示(投影)托利拆利气压计, 水银压强计, 无液气压计等, 简介其原理。

(六) 总结本节内容, 引出气体状态变化, 为下节课教学埋下伏笔。

(七) 布置作业(略)

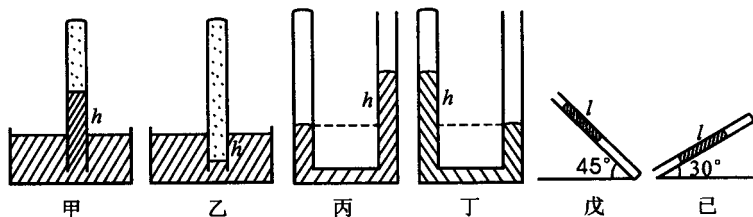


图 14-4

说明

本节内容是下一步学习气体实验定律和理想气体状态方程的基础,气体的压强是教学重点,要让学生真正理解压强的物理意义,知道压强的国际单位制中单位以及与标准大气压,毫米汞柱之间的换算,会用水银压强计测定气体压强,掌握气体压强的一般计算方法。



《气体的状态和状态参量》教学设计

教学目标

1. 在物理知识方面要求：

- (1) 知道气体的温度、体积和压强是描述气体状态的状态参量；
- (2) 理解气体的温度、体积和压强的物理意义；
- (3) 知道气体的压强是大量气体分子频繁碰撞器壁而产生的；
- (4) 会用水银压强计测量密闭气体的压强；
- (5) 会计算气体的压强。

2. 通过研究描述气体状态的三个参量,明确本章的中心课题和研究方法,增强学生学习的目的性。

重点、难点

1. 气体的压强是重点,因为它是以后进一步学习气体实验定律和理想气体状态方程的基础。所以要让学生理解压强概念的物理意义,知道压强的单位,会计算气体的压强,会用水银压强计测定气体的压强。

2. 正确确定密闭气体的压强是难点,特别是 U 形管中气体的压强。受重力—压力—压强这样的推理逻辑的影响,学生在理解气体压强产生时会感到困惑。

教学准备

1. 演示气体压强的大小



水银气压计(U形管的底部用乳胶管连接,B管为可活动的)。

2. 气体压强的模拟实验

气体分子运动模拟实验器。

教学过程

一、引入新课

在研究机械运动时,物体的位置、速度确定了,物体的运动状态就确定了。当研究对象转换为气体时,描述气体的状态,显然不能再
用位置、速度这样的物理量了。那么应该用什么物理量来描述气体的状态呢?

举例:

凹陷的乒乓球被热水一浇,恢复原状;

充好气的气球,放在暖气片上会爆裂;

自行车内胎在夏天时容易爆胎;

气体被压缩;

压缩气体突然膨胀;

通过学生举出的众多实例,分析得出:对于一定质量的某种气体,描述其状态的物理量有温度、体积和压强。

二、教学过程设计

1. 温度

(1)对温度物理意义的认识

宏观 温度表示物体的冷热程度。

微观 温度标志着物体内部分子无规则运动的剧烈程度 温度是物体分子平均动能的标志。

(2)温度与温标



温标即温度的数值表示法。

摄氏温标——摄氏温度 t

热力学温标——热力学温度 T

2. 气体的体积

(1) 气体体积是指气体分子充满的空间,即容器的容积。

(2) 这个容积不是气体分子本身的体积之和,气体分子之间是有空隙的。

(3) 气体的体积用字母 V 表示。

(4) 国际单位制单位 m^3 、 dm^3 、 cm^3

$$1\text{L} = 10^{-3}\text{m}^3 = 1\text{dm}^3$$

3. 气体的压强

(1) 用水银压强计测容器中气体的压强

请同学们讨论一下 若实验显示的是图甲所示的情况,那么容器中的气体压强比外界大气压是大还是小? 写出数学表达式。若实验显示的是图乙所示的情况,那么容器中的气体压强比外界大气压是大还是小? 写出数学表达式。

这里用 p_0 表示大气压强, p 表示容器中气体的压强, h 表示两个水银面的高度差, p_h 表示高度为 h 的水银柱产生的压强,引导学生写出数学表达式:

图甲
$$p = p_0 + p_h$$

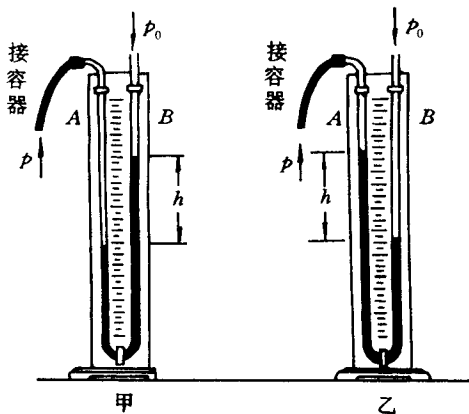
图乙
$$p = p_0 - p_h$$

(2) 气体的压强是怎样产生的?

举例 1 用一小把针刺手心,随着针刺频率的增加,手心的感觉会有什么变化?

举例 2 气体分子运动模拟实验器,定性模拟大量气体分子频繁地碰撞器壁产生持续的均匀压力,形成对器壁的压强。

举例 3 大量密集的雨点接连不断地打在雨伞上,对伞面产生

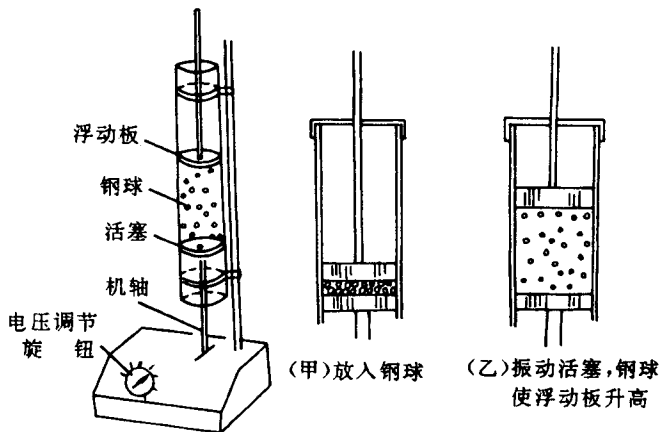


一个持续的压力。

在对上述举例讨论、观察后,引导学生归纳出气体压强的产生原因:

大量气体分子对器壁的频繁碰撞,形成了对器壁的压强。

(3) 什么因素决定一定质量的气体压强的大小?(引导学生进行分析、归纳)





①分子的密度(单位体积内的分子数)——分子密度越大,在单位时间内器壁的单位面积上受到的分子撞击次数就越多,产生的压强也就越大。

而气体的分子密度由气体的摩尔数和气体的体积所决定。

②分子的平均速率——分子运动越剧烈,平均速率越大,那么在单位时间内器壁单位面积上受到分子撞击的次数越多,而且每次撞击的作用也越大,气体的压强也就越大。

而气体分子的平均速率是由气体的温度反映的。

结论 对于一定质量的气体,体积和温度是决定气体压强的因素。

(4)大气压强是怎样产生的?

实验和理论证明:

①大气层中的气体,其单位体积内的分子数是随高度而递减的;

②大气层中不同高度的气体,分子密度不同和温度不同,产生的大气压强也就不同;

③分子的频繁碰撞——大气压强产生的原因。

举例 一只空杯子,在杯口轻轻地盖上一张小纸片,说明你将会看到的现象并说明其原因。

4. 气体的状态与状态的变化

(1)对于一定质量的气体,如果温度、体积和压强都不变,就说气体处于一定的状态中。

(2)如果三个量都变了,或其中两个量变了,就说气体的状态变了。

(3)三个量中只有一个量改变而其他两个量不改变的情况不会发生。

5. 研究方法

(1)通过实验;

(2)先研究一定质量的气体温度保持不变时,压强和体积的关系,体积保持不变时压强与温度的关系;



(3)在上述研究的基础上,归纳出三个量都发生变化时遵循的规律。

三、课堂小结

1. 气体的温度、体积和压强是描述气体状态的状态参量;
2. 气体的压强是大量气体分子频繁地碰撞器壁而产生的;
3. 一定质量的气体的压强是由气体的体积和温度决定的;
4. 用实验的方法和归纳法研究三个状态参量变化时的互相关联。

说明

1. 教材中提到“对一定质量的气体来说,如果温度、体积和压强这三个量都不改变,我们就说气体处于一定的状态中”。这个“状态”指的是热动平衡态。当一定质量的气体处在外界条件不变的情况下,表征它的宏观状态的物理量,如温度、体积、压强等,保持不变,可被测定,气体就处于热动平衡态。

2. 若没有“气体分子运动模拟实验器”,可改用托盘天平来演示(具体操作请参考甲种本第二册教参)。

3. 若学生基础较差,请选配有关压强计算的示范例题。



《气体的等温变化 玻意耳定律》 教学设计

教学目标

1. 在物理知识方面要求：
 - (1) 知道什么是等温变化；
 - (2) 知道玻意耳定律是实验定律，掌握玻意耳定律的内容和公式，知道定律的适用条件。
 - (3) 理解气体等温变化的 $p - V$ 图像的物理意义；
 - (4) 知道用分子动理论对玻意耳定律的定性解释；
 - (5) 会用玻意耳定律计算有关的问题。
2. 通过对演示实验的研究，培养学生的观察、分析能力和从实验得出物理规律的能力。
3. 渗透物理学研究方法的教育 当需要研究两个以上物理量间的关系时，先保持某个或某几个物理量不变，从最简单的情况开始研究，得出某些规律，然后再进一步研究所涉及的各个物理量间的关系。

重点、难点

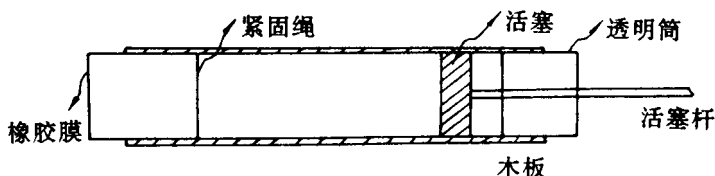
1. 重点是通过实验使学生知道并掌握一定质量的气体在等温变化时压强与体积的关系，理解 $p - V$ 图像的物理意义，知道玻意耳定律的适用条件。
2. 学生往往由于‘状态’和‘过程’分不清，造成抓不住头绪，不同过程间混淆不清的毛病，这是难点。在目前这个阶段，有相当多学生



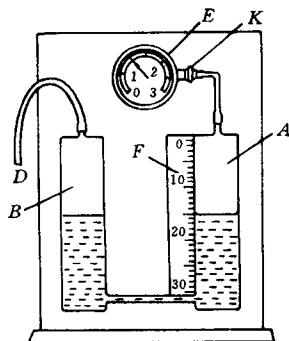
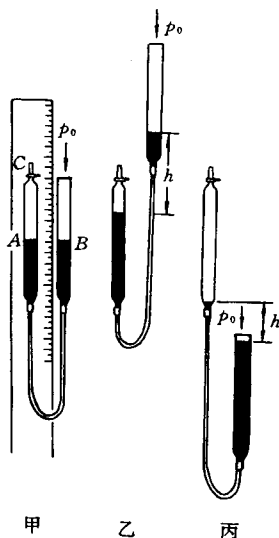
尚不能正确确定密闭气体的压强。

教学准备

1. 定性演示一定质量的气体在温度保持不变时压强与体积的关系
橡皮膜(或气球皮)、直径为 5cm 左右两端开口的透明塑料筒(长约 25cm 左右)、与筒径匹配的自制活塞、20cm × 6cm 薄木板一块, 组装如图。



2. 较精确地演示一定质量的气体在温度保持不变时压强与体积的关系
实验仪器如下图示。





或使用玻意耳定律演示器。

教学过程

一、引入新课

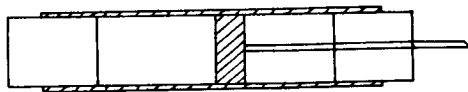
对照牛顿第二定律的研究过程先 m 一定, $a \propto F$;再 F 一定, $a \propto \frac{1}{m}$ 最后 $a \propto \frac{F}{m}$, 选择合适的单位, 得到 $a = \frac{F}{m}$ 。

现在我们利用这种控制条件的研究方法, 研究气体状态参量之间的关系。

二、教学过程设计

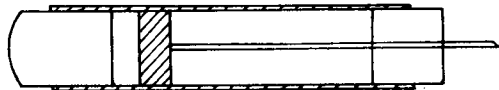
1. 一定质量的气体保持温度不变, 压强与体积的关系

(1)



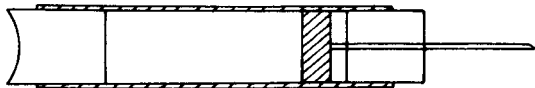
封入一定质量的干燥气体;

(2)



缓慢推进活塞, 气体体积减少, 压强增大;

(3)



缓慢抽拉活塞, 气体体积增大, 压强减少。



实验前,请同学们思考以下问题:

- ①怎样保证气体的质量是一定的?
- ②怎样保证气体的温度是一定的?
(密封好 缓慢移活塞,筒不与手接触。)

2. 较精确的研究一定质量的气体温度保持不变,压强与体积的关系

(1) 介绍实验装置

观察实验装置,并回答:

- ①研究哪部分气体?
- ②A 管中气体体积怎样表示? ($l \cdot S$)
- ③阀门 a 打开时, A 管中气体压强多大? 阀门 a 闭合时 A 管中气体压强多大? (p_0)

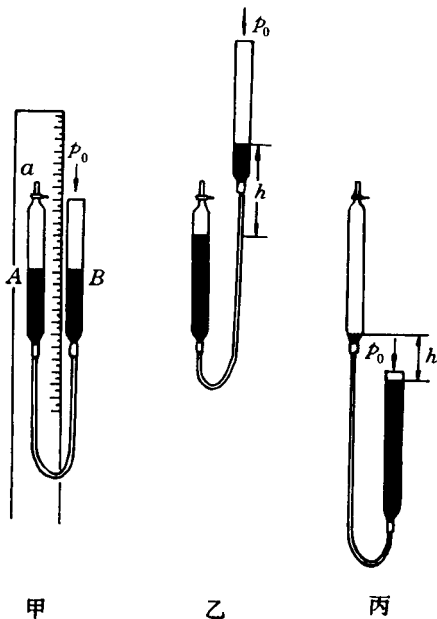
④欲使 A 管中气体体积减小,压强增大, B 管应怎样操作? 写出 A 管中气体压强的表达式($p = p_0 + h$)。

⑤欲使 A 管中气体体积增大,压强减小, B 管应怎样操作? 写出 A 管中气体压强的表达式($p = p_0 - h$)。

⑥实验过程中的恒温是什么温度? 为保证 A 管中气体的温度恒定,在操作 B 管时应注意什么?(缓慢)

(2) 实验数据采集

压强单位: mmHg ; 体积表示: 倍率法



甲

乙

丙



环境温度 室温

大气压强 : $p_0 =$ mmHg

① A 管中气体体积减小时(基准体积为 V)

顺 序	1	2	3	4	5
体 积	V	$\frac{1}{2} V$	$\frac{1}{3} V$	...	...
压 强					

② A 管中气体体积增大时(基准体积为 V')

顺 序	1	2	3	4	5
体 积	V'	$2V'$	$3V'$	...	...
压 强					

(3) 实验结论

实验数据表明：

一定质量的气体,在温度不变的条件下,体积缩小到原来的几分之一,它的压强就增大到原来的几倍；

一定质量的气体,在温度不变的条件下,体积增大到原来的几倍,它的压强就减小为原来的几分之一。

改用其他气体做这个实验,结果相同。

3. 玻意耳定律

(1) 定律内容表述之一

一定质量的气体,在温度不变的情况下,它的压强跟体积成反比。

数学表达式

设初态体积为 V_1 , 压强为 p_1 , 末态体积为 V_2 , 压强为 p_2 。有

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$



或 $p_1 V_1 = p_2 V_2$

(2) 定律内容表述之二

一定质量的气体,在温度不变的情况下,它的压强跟体积的乘积是不变的。

数学表达式 $pV = \text{恒量}$

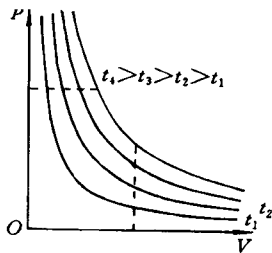
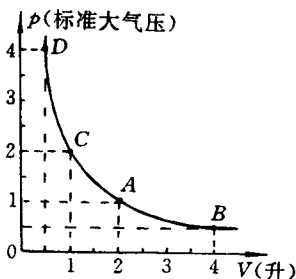
(3) 用图像表述玻意耳定律

纵轴代表气体的压强;

横轴代表气体的体积;

选取恰当的分度和单位。

请学生讨论一下图线该是什么形状,并尝试把它画出来。(等温线)



(4) 关于玻意耳定律的讨论

① 图像平面上的一个点代表什么? 曲线 AB 代表什么? 线段 AB 代表什么?

② $pV = \text{恒量}$ 一式中的恒量是普适恒量吗?

引导学生作出一定质量的气体,在不同温度下的几条等温线,比较后由学生得出结论:恒量随温度升高而增大。

③ 下面的数据说明什么?

一定质量的氦气



压 强	1 atm	500atm	1000atm
实测体积	1m^3	$1.36/500\text{m}^3$	$2.0685/1000\text{m}^3$
计算体积		$1/500\text{m}^3$	$1/1000\text{m}^3$

玻意耳定律的适用条件 压强不太大(和大气压比较)、温度不太低(和室温比较)的任何气体。

④你能推导出用密度形式表达的玻意耳定律吗？

⑤你能用分子动理论对玻意耳定律作出解释吗？

4. 玻意耳定律应用示范

- ┌ 研究对象
- ├ 状态分析
- └ 恰当选取单位

例题 某个容器的容积是 10L, 所装气体的压强是 $20 \times 10^5 \text{Pa}$ 。如果温度保持不变, 把容器的开关打开以后, 容器里剩下的气体是原来的百分之几？设大气压是 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 。

解 设容器原装气体为研究对象。

初态 $p_1 = 20 \times 10^5 \text{Pa}$

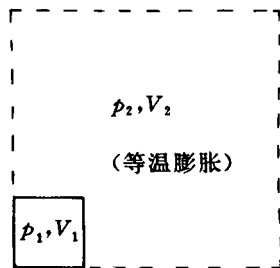
$$V_1 = 10\text{L}$$

$$T_1 = T$$

末态 $p_2 = 1.0 \times 10^5 \text{Pa}$

$$V_2 = ? \text{L}$$

$$T_2 = T$$



由玻意耳定律, $p_1 V_1 = p_2 V_2$ 得

$$V_2 = \frac{p_1 V_1}{p_2} = \frac{20 \times 10^5 \times 10}{1.0 \times 10^5} \text{L} = 200\text{L}$$

故 $\frac{10\text{L}}{200\text{L}} \times 100\% = 5\%$

即剩下的气体为原来的 5%。



题后话 就容器而言,里面气体质量变了,似乎是变质量问题了,但若视容器中气体出而不走,就又是质量不变了。

三、课堂小结

1. 一定质量的气体,在温度不变的情况下,它的压强跟体积成反比。
2. 玻意耳定律可以用 $p - V$ 图线表示。
3. 玻意耳定律是实验定律,不论什么气体,只要符合压强不太大(和大气压比较)、温度不太低(和室温比较)的条件,都近似地符合这个定律。

说明

1. 演示实验也可采用其他方法,只要满足气体质量一定、温度不变即可。
2. 学生是第一次接触状态分析的问题,必须要求学生规范写出初态、末态的状态参量,图示状态变化,以养成良好的习惯。
3. 教学过程设计的第 1 个内容,是为了帮助学生获得创造等温条件的方法,可酌情处理。