

应用数学处理物理问题能力培养的探究

尤溪第一中学 肖秋芳

摘要 根据《普通高等学校招生统一考试大纲》物理考察能力包括五个方面:理解能力;推理能力;分析综合能力;应用数学处理物理问题能力;实验能力。其中第四条特别提出了应用数学处理物理问题能力。物理学本身是一门精密科学,与数学有着密切的联系。从物理学的发展史来看,物理学的发展是离不开数学的,数学不仅能促进物理学的发展,还能使物理规律以更加清楚、明了的方式表达出来。在日常的物理教学或者应用物理知识解决问题的过程中,或多或少的都要进行数学推导与数学计算。在今年高考物理试题中难度增加,在应用数学能力有比较高的要求。能够巧妙应用数学知识来处理物理问题,就能把复杂的问题简单化,难题迎刃而解达到事半功倍的效果。数学在物理中的应用很广泛,在教学中如何引导学生充分应用数学知识如平面几何、三角函数、代数、函数、函数图像等来解决物理问题的能力成为关键。

关键词 计算能力;函数图像;三角函数;事半功倍

1 教学中要注重学生数学计算能力的培养

数学计算能力的培养,在日常教学中很容易被忽视,学生听完了分析题目和解题思路后就不爱听了,更不爱动手计算得出结论。因为学生觉得计算可以用计算器或者认为物理解题主要是应用物理知识分析题目一般是用英文符号,如果确实要计算也是比较简单,不需要浪费时间在计算上。而高考考纲要求学生能够根据具体问题列出物理量之间的关系式,进行推导和求解,并根据结果得出物理结论。所以说计算能力在物理解题当中是十分重要的。

如2017全国卷理综的第24题一质量为 $8.00 \times 10^3 \text{ kg}$ 的太空飞船从其飞行轨道返回地面。飞船在离地面高度 $1.60 \times 10^5 \text{ m}$ 处以 $7.50 \times 10^3 \text{ m/s}$ 的速度进入大气层,逐渐减慢至速度为 100 m/s 时下落到地面。取地面为重力势能零点,在飞船下落过程中,重力加速度可视为常量,大小取为 9.8 m/s^2 。(结果保留2位有效数字)

(1) 分别求出该飞船着地前瞬间的机械能和它进入大气层时的机械能;

(2) 求飞船从离地面高度 600 m 处至着地前瞬间的过程中克服阻力所做的功,已知飞船在该处的速度大小是其进入大气层时速度大小的 2.0% 。

计算在大气层、着地时的机械能和在降落过程中阻力所做的功,题目问题看起来十分简单,但是给出来的数据却难以计算,在计算过程中 g 取 9.8 m/s^2 ,速度需要平方,由于

数字大,难算,导致学生因为怕算错反复计算而导致时间的浪费,不仅是时间,而且大大消耗考生的精力。所以我们在平常的教学当中要结合教学内容,讲究训练形式多样化,寓教于乐,使枯燥的计算教学富有生机,让学生形成一种持久的计算兴趣,养成良好的计算习惯,提高学生的计算能力,应当教导学生不能因为一看就会或太难算而放弃计算,适当提高学生的计算能力,并且贯彻一次就算对不反复计算的习惯。

2 利用函数和函数图像来处理物理问题能力的培养

函数图像在物理力学、电学上的运用相当广泛,如力学中的位移 s 、速度 v 、加速度 a 与时间 t 的关系图像;力与位移的关系图像。利用这些图像可以简洁、直观、形象的表达出研究对象的运动状态,给物理解题带来方便。在平常的教学当中就应当灌输应用这些图像的思想。利用好这些图像就需要理解图像的含义。首先在解题时要了解横纵坐标表示什么,了解斜率和截距的在图中含义是什么,常见的 $x-t$ 图像的斜率为 v , $v-t$ 图像为斜率为 a , $v-t$ 所围成的面积就是位移。

在物理实验教学中,高考的十三个实验,其中有七个实验数据处理应用到函数和函数图像。如电学实验题中我们最常应用的就是函数及图像。在已知电源路端电压与电流关系图像计算电源电压与内阻时,就需要对列出表达式 $E=U+Ir$ 由函数图像的截距、斜率等函数性质得出 E 和 r 。如2017年全国卷 实验题23;某同学研究小灯泡的伏安特性,所使用的器材有:小灯泡 L (额定电压 3.8 V ,额定电流 0.32 A);电压表 V (量程 3 V ,内阻 $3 \text{ k}\Omega$);电流表 A (量程 0.5 A ,内阻 0.5Ω);固定电阻 R_0 (阻值 $1 \text{ 000 } \Omega$);滑动变阻器 R (阻值 $0 \sim 9.0 \Omega$);电源 E (电动势 5 V ,内阻不计);开关 S ;导线若干。

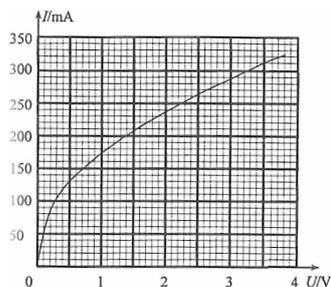


图1

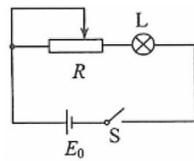


图2

(1) 用另一电源 E_0 (电动势 4 V ,内阻 1.00Ω)和题给器材连接成图2所示的电路,调节滑动变阻器 R 的阻值,可以

改变小灯泡的实际功率。闭合开关S,在R的变化范围内,小灯泡的最小功率为_____W,最大功率为_____W。(结果均保留2位小数)

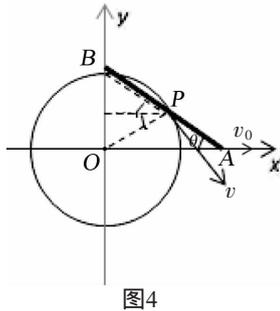
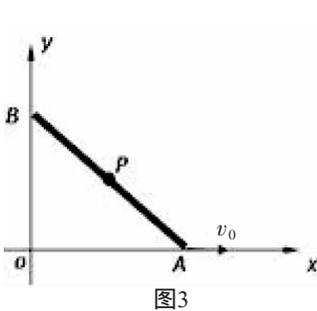
图1是小灯泡的伏安特性曲线,电阻随着电压的变化而变化着的。题目要求我们求出在不同电压下小灯泡的实际功率。由于小灯泡的电阻会随着温度的升高而发生改变,所以我们无法直接用公式 $I=U/R$ 得出小灯泡两端的电压、通过小灯泡的电流。这时我们所采用的方法就是利用数学方法在图1中画出电源的路端电压与电流关系的图像,利用这两个函数图像的交点就是通过小灯泡的电流与两端的电压。就可以求出最小功率,最大功率。

3 应用平面几何和三角函数来处理物理问题能力的培养

在高中物理解题中也常用到平面几何与三角函数来解题。常见如带电粒子在磁场中的运动问题,力学中运动轨迹。带电粒子在磁场中的运动问题是高中物理教学的难点。这类问题的难点不在物理知识上,而是难在数学知识的运用上。学生需要从已知条件中画出运动轨迹,确定圆心角推导出粒子的射入的入射角、偏转角、出射角、半径等。在该类问题上平面几何、三角函数的运用就体现出了重要性。如下面是运动轨迹应用平面几何和三角函数解题。

在光滑的水平面内建立如图3所示的直角坐标系,长为L的光滑细杆AB的两个端点A、B分别被约束在x轴和y轴上,现让杆的A端沿x轴正方向以速度 v_0 匀速运动,已知P点为杆的中点,某一时刻杆AB与x轴的夹角为 θ 。关于P点的运动轨迹和P点的运动速度大小 v 的表达式,下列说法中正确的是

- A.P点的运动轨迹是椭圆的一部分
- B.P点的运动轨迹是圆的一部分
- C.P点的速度大小为 $v=v_0 \tan \theta$
- D.P点的速度大小为 $v=v_0 \sqrt{2} \sin \theta$



本题中用到数学方法就比较多了,在求P点运动轨迹时就需要用到数学中求动点轨迹方法中的转换法。如图4所示,设出动点 $P(x_p, y_p)$ 、 $B(0, y)$ 、 $A(x, 0)$,由于杆是不会伸长的可以列出 $x^2+y^2=L^2$,再利用P为AB的中点 $x_p=x/2, y_p=y/2$ 来代入就可以得到P点的轨迹方程。而对P点运动速度大小的计算就更加考察了学生的数学知识,由于P为直角三角形斜边的中点,可以得到 $OP=PA$ 由此得到 $\angle POA=\theta$,由于P的轨迹是以O为圆心的圆周运动,P点的速度的垂直于OP,再利用角度关系可以得到P点的速度 v 与该杆的夹角为 $90^\circ-\theta$ 。由于P沿延杆的方向上的速度和A在杆方向上的速度大小一样,就可以得出P的速度。这题不仅仅用到的动点轨迹的求法,也用到了三角函数中的辅助角公式和二倍角公式。得出B、D正确。看似简单的速度分解问题在数学方法的装饰下变成了一题难题。从中受到启示,我们要重视数学方法和思维在物理解题中的运用。

总之,高中物理教学重点在于培养学生掌握物理规律、分析问题的能力、解决问题的能力、创新思维的能力。要达到这目标,必须对学生进行实验方法的训练,科学推理、科学抽象法的训练,应用数学工具的训练,而应用数学知识的训练是诸多训练中的一个重要方面,在教学过程中应有目的、有梯度的引导学生应用数学知识解决物理问题,但欲速则不达,贪多不消化,教师要根据教材的要求,采取有效的措施,严格要求,加强针对训练,周而复始,打好基础,这是培养学生运用数学解决物理问题能力的关键。