

基于一道中考物理试题引发的思考*

周 航

(苏州大学物理科学与技术学院 江苏 苏州 215006)

蒋 轲

(苏州工业园区第十中学 江苏 苏州 215021)

高 雷

(苏州大学物理科学与技术学院 江苏 苏州 215006)

(收稿日期:2016-07-14)

摘 要:在中考物理压轴题中,经常会出现情景分析题,题目结合一定的数学知识,这样不仅使题既有新颖性又有趣味性,而且也考查了学生对交叉学科综合分析的能力.因此,怎样将数学知识贯穿到物理课堂中,是值得每位物理教师思考的问题.

关键词:数学知识 物理课堂 教学过程 融合

【题目】为研究纸锥下落的运动情况,小华查阅资料了解到,物体下落过程中会受到空气阻力的作用.阻力 f 的大小与物体的迎风面积 S 和速度 v 的二次方成正比.公式为 $f = kSv^2$ (k 为比例常数).先用一张半径为 R ,面密度为 ρ (厚度和质量分布均匀的物体,其质量与面积之比称为面密度)的圆纸片,按图1(a)所示将圆纸片裁剪成圆心角为 n 的扇形,然后做成如图1(b)所示的纸锥,纸锥的底面积为 S_0 (即为纸锥的迎风面积),让纸锥从足够高处静止下落.

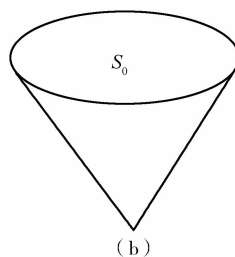
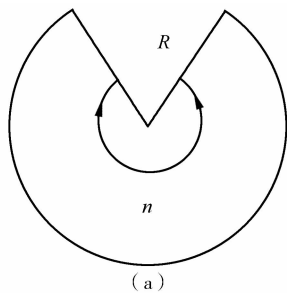


图1 题图

(1) 纸锥在整个竖直下落过程中的运动状态是 ()

- A. 一直加速
- B. 一直匀速
- C. 先加速后匀速
- D. 先加速后减速

(2) 下落过程中纸锥能达到的最大速度为 [1].

解析:(1) 此题是一道情景分析题,主要考查的是二力平衡知识.虽然二力平衡问题在中考中是常见题型,但此题结合数学几何的思想在中考试题中还是鲜有的.俗话说“数理不分家”,在这道题中就有

* 江苏高校“青蓝工程”项目资助.

作者简介:周航(1989-),男,在读硕士研究生,研究方向为拓扑绝缘体光电效应及中学物理教学.

指导教师:高雷(1971-),男,博士,教授,主要研究方向为非局域光学.

着充分体现. 首先对纸锥受力分析, 纸锥在下落过程中受到竖直向下的重力 G 和竖直向上的阻力 f . 刚开始运动时重力大于阻力, 纸锥做加速运动. 随着速度增加, 阻力增加直到大小等于重力, 此时二力平衡. 由牛顿第一定律得, 物体将做匀速直线运动, 故答案选 C.

(2) 可能出题者为了减小难度, 尤其数学推导的难度, 题设已知条件比较多, 其实只需要知道 R , n , S_0 3 个条件中的一个或者两个, 就能解出本小题, 但是难度远远增大. 下面就用 4 种不同的方法解出本题, 但是这 4 种解法的物理意义是相同的, 即从二力平衡条件出发, 结合数学几何知识去解决本题.

1) 当纸锥能达到最大速度时, 必须满足二力平衡即阻力等于重力, 根据题意, 设扇形的面积为 S , 纸锥质量为 m , 由二力平衡得 $G = f$, 从而有

$$G = mg = \rho Sg = \frac{\pi R^2 n \rho g}{360^\circ} = k S_0 v^2$$

所以

$$v = \sqrt{\frac{\pi R^2 n \rho g}{360^\circ k S_0}} \quad (1)$$

2) 数学教科书^[2]中有, 已知扇形面积 S , 扇形的弧长 l , 及扇形的半径 R , 则满足 $S = \frac{1}{2} Rl$, 由题意知, 图 1(b) 是通过图 1(a) 折叠得到, 那么就有扇形的弧长 l 与纸锥底面圆周长相等. 由圆周长 l 和圆的面积 S_0 的关系得

$$l = 2 \sqrt{S_0 \pi}$$

或者

$$S_0 = \frac{l^2}{4\pi}$$

因此, 只需要知道 R, n, S_0 3 个条件其中两个或一个, 就完全可以解出本小题.

a. 若已知 R, n , 则有扇形的弧长

$$l = \frac{2\pi Rn}{360^\circ}$$

得到

$$S_0 = \frac{l^2}{4\pi} = \frac{\pi R^2 n^2}{(360^\circ)^2} \quad (2)$$

将式(2)代入式(1)得到

$$v = \sqrt{\frac{360^\circ \rho g}{kn}} \quad (3)$$

b. 若已知 R, S_0 , 则有扇形的弧长

$$l = 2 \sqrt{S_0 \pi} = \frac{2\pi Rn}{360^\circ}$$

得到

$$n = \frac{360^\circ \sqrt{S_0 \pi}}{\pi R} \quad (4)$$

将式(4)代入式(1)得到

$$v = \sqrt{\frac{R \sqrt{S_0 \pi} \rho g}{k S_0}} \quad (5)$$

c. 若已知 n, S_0 , 则有扇形的弧长

$$l = 2 \sqrt{S_0 \pi} = \frac{2\pi Rn}{360^\circ}$$

得到

$$R = \frac{360^\circ \sqrt{S_0 \pi}}{n\pi} \quad (6)$$

将式(6)代入式(1)得到式(3).

由式(3)只要知道圆心角 n , 通过数学几何运算就可以解出本题, 但是会使题目的难度加大很多. 主要原因在于初中学生整体的数学推理能力不够强, 不能够熟练地将数学知识应用于物理中. 这道题完全可以改编成初中物理竞赛试题(即只告诉圆心角), 通过物理情景考查学生分析问题的能力, 从而提炼出题目所考查的物理知识; 其次做到了学科之间交叉、数学几何知识的熟练应用, 考查了学生的综合分析能力. 同时也可以改编成大学普通物理习题, 通过积分的思想, 充分地将数学方法融合到物理思维当中. 总体而言, 本道题放在中考试题当中, 还是比较合适的, 难度适中. 学生在遇到此种情景分析题时, 首先应仔细审题, 将试题模型还原为熟悉的物理模型, 根据题目中的信息明确所考查的知识点, 其次在遇到数学知识应用时, 应从情景中找出突破口, 从而了解考查的数学概念, 这样题目就可以迎刃而解.

总结: 纵观物理学的发展史, 从早期的古希腊物理学家阿基米德总结出浮力大小的原理^[3], 到伟大的物理学家牛顿总结出三大定律和万有引力定律, 再到近代以爱因斯坦为代表的一大批物理学家在量子领域做出的杰出贡献, 众多物理学家除了有着敏锐的洞察力之外, 更是有着很强大的数学功底. 将繁琐、复杂的物理规律用简单、易懂的公式总结出来. 每一次物理学跨越时代的发展都有伟大的物理公式出现, 例如牛顿定律 $F = ma$ 标志着经典力学的开始, 薛定谔方程 $i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + U(r) \Psi$ 开启了

量子力学的新纪元,物理公式是物理学家智慧的结晶,是物理学和数学完美结合的产物.初中生是未来物理学发展的后备力量,因此怎样激发学生的潜能,怎样将数学知识融合到物理课堂中,是值得每个初中物理教师思考的问题.现在学生包括很多教师在內认为初中物理很简单,只需要简单的记忆就可以了,其实这存在着很大的误区.首先,物理学是一门自然科学,必须将物质的本质贯穿于我们的思维当中,而简单的记忆只是停留在物质的表象;其次,教师在教学过程中,很多时候可以将数学知识引入到物理课堂中,能够起到事半功倍的作用,同时也提高了学生的数学能力.物理的发展离不开数学,同时又

促进数学的进步,只有能将物理、数学融合的人,才是真正的物理人才.初中生刚接触物理就知道数学的重要性,那么在高中的物理学习将会突飞猛进,为未来的物理科研道路打下坚实的基础,才会在物理学科发展的道路上越走越远.

参考文献

- 1 2016年苏州中考物理试题
- 2 杨裕前,董林伟. 数学九年级上册. 南京:江苏凤凰科学技术出版社,2016. 84
- 3 刘炳昇,李容. 物理八年级下册. 南京:江苏凤凰科学技术出版社,2015. 93

(上接第72页)

5 结论

本文通过理论推导,得出了并联耦合摆的动力学方程.为了对各个摆球的运动特点进行分析,通过利用四阶龙格-库塔数值积分的方法作出了它的相轨迹图像和庞加莱截面.从各个摆球运动的相轨迹图像和庞加莱截面可以看出,在大角度振幅下,并联耦合摆两个摆球的运动是准周期运动.我们还发现,如果两个摆球的质量不一样,各个摆球相轨迹会发生变化,但准周期的运动规律不会改变.

参考文献

- 1 姚盛伟,徐平, Jacques Tabuteau. 耦合摆特性模拟及振动

耦合现象演示. 大学物理, 2012, 31(4): 28 ~ 32

- 2 黄昆,韩汝琦. 固体物理学. 北京:高等教育出版社, 1988
- 3 郑力明,王发强,刘颂豪. 光声互作用模型中的 Pancharatnam 相位. 物理学报, 2009, 58(5): 2 884 ~ 2 887
- 4 周衍柏. 理论力学教程. 北京:高等教育出版社, 2009
- 5 龚善初. 失调耦合摆振动分析. 大学物理, 2005, 24(8): 21 ~ 24
- 6 董键. Mathematica 与大学物理计算. 北京:清华大学出版社, 2010
- 7 刘秉正,彭建华. 非线性动力学. 北京:高等教育出版社, 2005
- 8 陆同兴,张季谦. 非线性物理概论. 合肥:中国科学技术大学出版社, 2010

Numerical Analysis on the Motion Law of Coupled Pendulum at Larger Oscillation Angles

Gao Wei

(NO. 1 Middle School of Pingliang, Pingliang, Gansu 744000)

Abstract: Based on the theoretical model about the motion of the coupled pendulum in parallel, the motions of the coupled pendulums in larger swing angles are investigated by using numerical methods. The phase diagrams and the poincare sections of the coupled pendulums are analyzed. The numerical results show that the motions of the coupled pendulums in larger swing angles are quasi-periodic motions.

Key words: coupled pendulum; phase diagram; poincare section; quasi-periodic motion