

物体脱离条件问题分析

(以贵州省安顺市2020届高三年级第一次教学质量监测非选择题第24题为例)

杨 勇

(贵州省关岭自治县民族高级中学 561300)

[摘 要] 本内容主要是根据考试出现的问题进行讨论, 杆靠着光滑墙面下滑时的运动情况, 是否一致沿着墙面下滑, 如果脱离, 什么时候脱离以及当杆或物体落地时整体的速度情况的分析; 明白其运动情况, 对我们的物理教学上会起到很大的帮助。

[关键词] 系统机械能守恒, 杆脱离问题, 速度关联问题

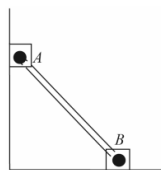
一、原题再现

24. (12分)

如图所示, 一根长度 $L=1\text{m}$ 的轻杆两端分别用光滑铰链接着两个物块A、B, 两物块的质量均为 $m=1\text{kg}$, A靠在光滑墙面上, B放在水平地面上, 此时杆与地面的夹角为 53° 。取 $g=10\text{m/s}^2$, $\sin 53^\circ=0.8$, $\cos 53^\circ=0.6$ 。

(1) 若地面粗糙, 设最大摩擦力等于滑动摩擦力, 要让杆不倒下, 物块B与地面之间的动摩擦因数至少为多大?

(2) 若地面光滑, 两物体由禁止开始运动, 求物块A刚落地时两个物块的速度大小?



题目给出的参考答案为:

解: (1) 受力分析如图

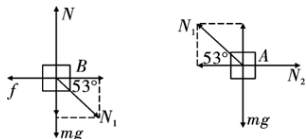
对A: $N_1 \sin 53^\circ = mg$ (1分)

对B: $B: N_1 \cos 53^\circ = f$ (1分)

$N = mg + N_1 \sin 53^\circ$ (1分)

$f = \mu N$ (1分)

解得: $\mu = \frac{3}{8}$ (2分)



(2) 物块沿杆速度相等, 当物块A刚落地时, 物块B的速度等于零。

$v_B=0$ (2分)

下滑过程中, 杆和两物块构成的系统机械能守恒。

$mgL \sin 53^\circ = \frac{1}{2} m v_A^2$ (2分)

解得: $v_A=4\text{m/s}$ (2分)

(其它方法正确, 参照上述评分标准给分)

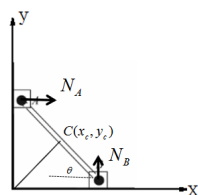
在第(2)问中, 看似简单, 但是有一位老师提出疑问, 由于水平方向有冲量, 所以A物块应该脱离墙面, 所以A落地时B的速度不一定为零, 所以答案可能有问题; 同时也有另一位老师通过一系列的计算进行了说明, 并且用模拟实验进行展示, 说明A物体不会脱离墙面。但之后又通过网上查找最后又更正了观点, A还是脱离了墙面。

二、A物体是否脱离墙面, A落地时B的速度是否为零?

本人认为本题第(2)问是一个比较难的问题, A、B具有沿杆的速度关联, 沿杆方向的速度相等, 如果A是沿着墙面下滑, 则A落地时B的速度自然为零。但是, 如果A脱离了墙面, 则A落地时B的速度是否为零, 这是值得思考的问题。

首先, 先判断A是否脱离墙面, 用质心问题可能能说明这个问题。

由于A、B质量相等, 墙壁为直角, 所以质心离墙角, 即坐标原点的距离不变, 所以质心C的轨迹为圆弧, 建立坐标系如图所示:



$x_c = \frac{l \cos \theta}{2}, y_c = \frac{l \sin \theta}{2}$

对X和y求导分别得到质心沿x和y两个方向的速度:

$v_{xc} = \dot{x}_c = -\frac{l \sin \theta}{2} \dot{\theta}, v_{yc} = \dot{y}_c = \frac{l \cos \theta}{2} \dot{\theta}$

为了方便把A、B的总质量设为m, 所以系统的动能为:

$$T = \frac{1}{2} m (v_{xc}^2 + v_{yc}^2) + \frac{1}{2} I_C \omega^2$$

$$= \frac{1}{2} m \left(\frac{l^2 \sin^2 \theta}{4} \dot{\theta}^2 + \frac{l^2 \cos^2 \theta}{4} \dot{\theta}^2 \right) + \frac{1}{2} \frac{1}{12} m l^2 \omega^2$$

$$= \frac{1}{6} m l^2 \dot{\theta}^2$$

选择系统处于开始位置势能为零, 动能也为零, 所以势能

为:

$V = \frac{1}{2} m g \sin \theta - \frac{1}{2} m g \sin 53^\circ$

有机能守恒有:

$T + V = 0$

$\frac{1}{6} m l^2 \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} m g \sin \theta - \frac{1}{2} m g \sin 53^\circ = 0$

得到

$\dot{\theta}^2 = \frac{12g}{5l} - \frac{3g}{l} \sin \theta$

求导得:

$\ddot{\theta} = -\frac{3g}{2l} \cos \theta$

这里只讨论A是否离开墙的问题, 根据质心运动定理可知

$m a_{cx} = \sum F_x = N_A$

$m a_{cx} = m v_{\dot{c}x} = m \left(-\frac{l \cos \theta}{2} \dot{\theta}^2 - \frac{l \sin \theta}{2} \ddot{\theta} \right)$

$N_A = m g \cos \theta \left(\frac{9}{4} \sin \theta - \frac{6}{5} \right)$

当 $\sin \theta = \frac{24}{45}$ 时, 墙对A的支持力为零, 也就是说此时A脱离了

墙面, 所以最终A、B系统是离开墙面的。

当A离开墙面时A、B的运动可能很复杂, 我们可以把A的速度分解水平方向和竖直方向,

由于沿杆方向速度分量相等, 有

$v_B \cos \theta = v_A \sin \theta - v_x \cos \theta$

设杆的作用力为T, 对于B物体有:

$T \cos \theta = m a, a$ 为B物体的加速度,

$a = \frac{T \cos \theta}{m}$

(下转第396页)

如本节课中,基于教学需求,笔者用图片、视频等来激发学生的语言能力;用“Why do you think the poem is beautiful?”“What’s your feeling after reading the poem?”等问题来引导学生的思维发展;用中英文诗歌比较阅读来培养学生的跨文化意识;用“Please ask me for help if you have difficulties in understanding the poem.”鼓励学生自发提问来发展学生的学习能力;用创作让学生感受人文气息、描述美好生活,增强主动参与语言实践的意识,丰富学生生命的意义。

总之,英语素养的形成不是一朝一夕的工作,实际上它是一种习惯的养成,因此,需要我们在教学中不断探索和创新方式方法,为学生英语素养的提高提供条件,为学生创造出有意义的

学习经历,通过身体挖掘、文化挖掘、大脑挖掘、心灵挖掘等培养sunny(阳光),happy(快乐),independent(独立),naive(天真)和excellent(优秀)的学生,做到“教书”的同时更加要注重“育人”。

参考文献

- [1]陈琳, 颂“学生发展核心素养体系”[J]. 英语学习, 2016(01).
- [2]鲁子问, 课堂: 英语核心素养植根的沃土[N]. 中国教育报, 2016-11-16(09).
- [3]吕立杰, 李刚. 核心素养在学校课程转化的层级分析[J]. 课程·教材·教法, 2016(11).
- [4]朱强: 信息素养需要全民推动

(上接第152页)

设要给予相应的扶持,实现公共图书馆有效覆盖城乡基层地区;四是创新服务机制,强化服务水平,公共图书馆在服务上要有持续性,创新服务方式时要始终以读者的需求作为根本的出发点,坚持以人为本的理念,积极主动的为读者服务。

2、政府要加大对公共图书馆的经费投入,促进公共图书馆体制改革。俗话说“巧妇难为无米之炊”,没有经费的支持,提高公共图书馆的服务能力也只能是纸上谈兵。因此,地方政府和国家的有关部门要加大对公共图书馆的经费投入,辅助公共图书馆不断完善和改进图书馆的软硬件设施,比如增加图书储备、引进自动借书设施以及图书馆的信息化建设等等。只有完善的软硬件设施作为基础保障,才能够切实提升公共图书馆的服务质量。另外,政府部门要不断完善与公共图书馆有关的政策法规,促进公共图书馆体制改革,引导公共图书馆健康发展,更好的为广大人民群众服务。

3、加强公共图书馆的信息化建设水平,提高服务效率和质量。随着信息技术的发展,纸质图书已经不是人们读书的唯一选择,掌上阅读和电子图书已经成为更多人阅读的选择。当前人们生活节奏快,阅读时间有限,电子书具有携带方便,随时阅读的优点,受到许多年轻人的青睐。公共图书馆要加强信息化建设水平,为读者提供丰富的电子图书和影视资源,方便读者阅读。另外,公共图书馆还可以利用微博、微信公众号等现代化信息传播

手段更好的开展图书馆的服务。比如公共图书馆可以将新到图书或者最受欢迎的图书通过微信公众号或者微博及时的发布出来,广大读者第一时间就可以看到,根据自己的需要及时去图书馆借阅。通过这样的互动平台,读者还可以与图书馆随时沟通,将图书馆存在的问题和不足及时反馈给管理人员,方便管理人员维护和改进。通过读者和图书馆的沟通互动能够促进公共图书馆为读者提供更加全面周到的服务,真正发挥图书馆现代公共文化服务的作用。

总之,公共图书馆是为公众提供文化服务的公益机构,是构建现代公共文化服务体系的重要组成部分。公共图书馆要强化服务能力,加快体制改革,充分利用现代化信息技术创新服务方式,提高服务水平,促进广大人民群众文化素养的提升。

参考文献

- [1]王世伟. 公共图书馆“十三五”规划编制的多维度思考[J]. 图书馆杂志, 2014, 33(08): 4-10+64.
- [2]徐益波. 新形势下的现代公共文化服务体系建设与公共图书馆——基于《意见》和《标准》的文本分析[J]. 图书与情报, 2015(01): 131-133.
- [3]李国新. 现代公共文化服务体系建设与公共图书馆发展——《关于加快构建现代公共文化服务体系的意见》解析[J]. 中国图书馆学报, 2015, 41(03): 4-12.

(上接第346页)

对于A物体,以B为参考系,A相对于B做圆周运动,而B是非惯性参考系,所以引入惯性力F,则A相对于B做圆周运动的动力学方程为:

$$T + mg \sin \theta + F \cos \theta = m \frac{v_{\text{相}}^2}{l}$$

$$= m \frac{(v_{\text{相}} \cos \theta + v_{\text{B}} \sin \theta)^2}{l}$$

由于 $v_{\text{相}} = v_{\text{y}}$

$$v_{\text{相}} = v_{\text{x}} + v_{\text{B}}$$

结合以上式子,

A相对B做圆周运动的动力学表达式为:

$$T + mg \sin \theta + F \cos \theta = \frac{m}{l} (v_{\text{B}} + v_{\text{x}})^2 \sin^2 \theta$$

所以

$$(v_{\text{B}} + v_{\text{x}})^2 = (T + mg \sin \theta + F \cos \theta) \frac{\sin^2 \theta}{m}$$

当 $\theta = 0^\circ$ 时, $\sin \theta = 0$, 所以有

$$v_{\text{B}} + v_{\text{x}} = 0$$

由于杆不能拉长, 所以 $v_{\text{B}} = v_{\text{x}} = 0$

说明当A落地时, B的速度为零, 因此A在水平方向的分速度也为零, 所以A、B组成系统的机械能守恒, A的重力势能减少变为整体的动能, 有:

$$m_A g l \sin 53^\circ = \frac{1}{2} m_A v_A^2$$

$$v_A = 4m/s$$

因此本题的解析没有错, 但是, 由于在A物体下落的过程中是否脱离墙, 在这个问题上, 题目没有说明, 又涉及到在A与墙面有相互作用时, 系统在水平方向上有冲量, 所以在A落地时B的速度是否为零, 从直观上很不好理解。虽然本题所涉及到的速度关联和机械能守恒的思想很好。但是就A落地时B的速度是否为零, 给学生增加了很大的难度, 同时也给老师增加了不少的难题, 从直观上A落地时B的速度是否为零很难判断。因此本题在考察学生对速度关联和系统机械能守恒的计算上得不了完美的帮助。

三、结语

通常情况下都是问在下落某高度时的速度关系, 很少有落到地面的情况, 所以, 我觉A落地时, 所涉及到的判断已经超出了我们学生所能接受的范围, 即使能做对, 但是也许是碰巧而已, 没有真正的理解物理规律和存在的问题。

参考文献

- [1]徐江. 浅谈初中物理教学中基于“混合式教学”的探究式教学法[J]. 南北桥, 2019, (7): 54.
 - [2]俞秋雯. 混合式教学环境下初中物理创造性思维的培养[J]. 广东教育(综合版), 2018, (6): 49-50.
- 作者简介: 杨勇, 1989.7.12, 男, 苗族, 贵州安顺, 关岭自治县民族高级中学, 二级, 理学学士, 物理教育教学