

# 一道“直角杆连接体”问题的深刻辨析

王红涛

(鹿邑县高级中学 河南 周口 477200)

**[摘要]** 这道直角杆连接体问题经常出现在高一机械能守恒一章, 或者高三一轮复习上, 绝大部分资料关于作用力的求解都是错的, 甚至有些老师就按照答案上的教。为了追求真理的正确性, 物理的严谨性, 笔者特意将这类问题拿出来分析, 希望能纠正和帮助广大师生。

**[关键词]** 直角杆连接; 机械能守恒; 受力分析

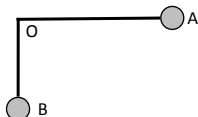
**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6261.2020.05.725

## 1. 问题展示

(直角杆连接问题) 如图所示, 质量分别为 $2m$ 和 $3m$ 的两个小球固定在一根直角尺的两端A、B, 直角尺的顶点O处有光滑的固定转动轴。AO、BO的长分别为 $2L$ 和 $L$ 。开始时直角尺的AO部分处于水平位置而B在O的正下方。让该系统由静止开始自由转动, 求: (1) 当A到达最低点时, A小球的速度大小 $v$ 和小球A对AO杆的作用力;

(2) B球能上升的最大高度 $h$ ;

(3) 开始转动后B球可能达到的最大速度 $v_m$ 。

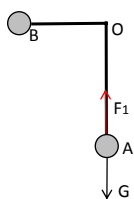


## 2. 错误展示

这道题的第二问、第三问都是用系统机械能守恒结合数学知识就可以解决的, 这个没有什么问题, 笔者后面会给出其详细解法。主要是看第一问, 大部分资料都是给出如下解法:

解析: (1) 当A球摆到最低点时, AB系统机械能守恒, 根据机械能守恒  $2mg \cdot 2l - 3mg \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 2mv_A^2 + \frac{1}{2} \cdot 3mv_B^2$

AB的角速度一样, 所以A的速度是B的速度的二倍, 即  $v_A = 2v_B$  两个式子联立可以求出  $v_A = \sqrt{\frac{8gl}{11}}$ 。(这样求速度也是没有问题的)



下面求A对OA杆的作用力

当小球A摆到最低点时, 对A受力分析, 如右图:

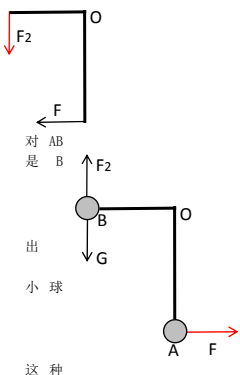
根据向心力公式:

$$F_1 - m_A g = m_A \frac{v_A^2}{l_{OA}} \text{ 将 } v_A = \sqrt{\frac{8gl}{11}} \text{ 代入, 求得}$$

$$F_1 = \frac{30mg}{11} \text{ 此时就是杆OA对A的作用力。}$$

## 3. 错误解析

小球A在最低点并不是只有A一个物体, 杆对A的合力不是提供向心力,  $F_1$ 也不是杆对A的合力, 它只是真正合力的一个分力而已。广大资料都是借鉴单独的杆模型, 并没有真正理解杆的受力。小球A在最低点时, B物体的重力会产生力矩, 力矩



会让A、B小球产生角加速度, 角加速度会产生切向加速度, 进而产生切向力, 所以A、B都是既有向心力还有切向力(我们是按效果进行简单说明)。  $F_1$ 只是杆沿着半径方向的对A的作用力。只要求出杆对A切向力, 两个力相互垂直, 合成就是真正的杆对A的作用力。

## 4. 正确解析

如图: 根据牛顿第三定律, AO杆对小球的力和小球对AO杆的力一样。下面求一下切向力, 我们选择直角杆为研究对象, 轻杆没有质量的, 所以轻杆的力矩是平衡的。根据质点系对质心的角动量定理  $\Sigma M = I \cdot \beta$ , ( $M$ 代表力矩,  $I$ 代表转动惯量,  $\beta$ 代表角加速度)。对杆受力分析如下:  $F \cdot 2l = F_2 \cdot l$ , 所以  $2F = F_2$ 。

对A B球受力分析: 如图, 结合牛顿第三定律。A杆的长度是B的二倍, A的切向加速度是B的二倍, 所以列式  $3mg - F_2 = 3m \cdot a_t$ ,  $F = 2m \cdot 2a_t$  两式联立可以求出  $F = \frac{12mg}{11}$ , 这就是A球的

切向力,  $F_1 = \frac{30mg}{11}$  为 为小球受到的拉力, 所以A对A O杆的作用力

$$F_{合} = \sqrt{F^2 + F_1^2} = \frac{6\sqrt{29}mg}{11}$$

这种方法是介于大学和高中物理过渡的方法, 比较好理解。

法二: 对系统分析: 直接利用质点系对质心的角动量定理  $\Sigma M = I \cdot \beta$ , 即

$$\Sigma M = G_B \cdot l = 3mgl = I_A \cdot \beta + I_B \cdot \beta$$

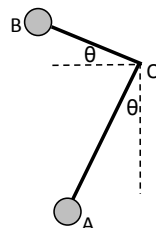
其中  $I_A = m_A(2l)^2 = 8mgl^2$ ,  $I_B = m_B l^2 = 3mgl^2$  代入得  $\beta = \frac{3g}{11l}$

对A切向受力分析:  $F = m_A \cdot a_t = m_A \cdot l_{OA} \beta = \frac{12mg}{11}$

接下来和第一种方法一样, 受力合成求合力。

B球上升到最高点, 说明速度为0, 根据机械能守恒: 结合下图。

$$2mg \cdot 2l \cos \theta - 3mg \cdot l(1 + \sin \theta) = 0$$



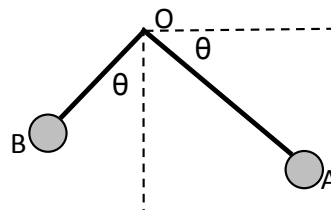
$\theta$  代表此时夹角, 结合  $\cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1$ , 所以  $\sin \theta = \frac{7}{25}$ , 所以B上

升的高度是:  $h = \frac{34l}{25}$

AB速度始终是二倍的关系, 当B的速度最大时, A的速度也是最大。根据机械能守恒, 结合下图。此时的角度是  $\theta$ ,

$$2mg \cdot 2l \sin \theta - 3mg \cdot l(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2} \cdot 2m(2v_B)^2 + \frac{1}{2} \cdot 3mv_B^2$$

整理得:



$v_b^2 = \frac{2gl}{11}(4\sin\theta + 3\cos\theta - 3)$ ，根据数学辅助角公式

$$4\sin\theta + 3\cos\theta = 5\sin(\theta + \alpha), \tan\alpha = \frac{3}{4} = \tan 37^\circ$$

所以最大是5，代入上式  $v_{b\max} = \sqrt{\frac{4gl}{11}}$ 。此时下降的角度刚好是37°。

点睛总结：

每个模型都有每个模型的使用范围，条件变化，方法和结论有可能都变化，笔者提醒同学们要真正理解，不要死搬硬套。

形成好的物理思维素养，比如要画图，分析受力，分析运动过程，构建模型，充分用好数学工具求解极值等，这道题就很好的展示出了它的综合分析能力。

广大教师高中物理水平很高，这时候有必要看看大学物理，站在更高的视角去看问题，不要让答案牵着走，避免盲从。

## 学科渗透与班级活动相结合的生命教育研究

杭冰

(吉林省琿春市第七中学 吉林 琿春 133300)

**【摘要】**德育教育不能脱离生命教育和道德教育。必须将生命教育纳入德育教育。也就是说，德育赋予生命教育价值、目标和意义。德育创造了一个团结友好的社会环境，有利于生命教育。

**【关键词】**初中生命教育；意义；问题；实践

**【DOI】** 10.12252/j.issn.2096-6261.2020.05.726

### 1 初中生生命观教育的意义

#### 1.1 健康成长的必然要求

初中生阶段正处于世界观、价值观、人生观的塑造关键时期。这一阶段的学生心理还未发育成熟，易受周围人的影响，受到的挫折都会对他们生命观塑造造成影响，对学生的健康成长造成一定影响，所以，针对初中生这一阶段开展生命观教育，对学生的身心健康成长是有利的。通过对中学生生命观的教育，可以让学生更好的认识到生命的可贵和生命的价值，意识到要尊重生命、保护生命的重要性，这是以后能够健康成长的基调<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 道德教育的本质要求

生命观教育是道德教育的一项重要内容，而且也是学校道德教育的本质。对初中生进行生命观的教育是为了引导学生尊重生命，能够塑造一个健康的人格，所以对于生命观的教育需要引起重视并加强教导。而且在对其进行道德教育时，要培养学生的自主能力和创造能力，让学生能够自己去参加活动的、努力学习，面对问题能够积极乐观，要有正能量的生活态度和学习态度。

### 2 教学问题分析

#### 2.1 重视程度不高

新课程改革正在不断深入，目前整个教育阶段的教育理念、方式方法都随之发生了巨大的变化，全面掌握科学文化理论知识，只是教育的其中内容，重要的是还要对学生的核心素养的培养提出更高的要求，所以，学校要加强开展品德教育、法治教育课程，是非常有必要的。

#### 2.2 知识教授不深刻，流于表面形式

初中《道德与法治》课程的内容涉及面广泛，它是用来开展德育和法律知识教育的重要途径。有关生命教育的知识点，就融在这门课程的教学之中，通过生命理论知识和生命实践学习，加强学生对生命含义和价值的深刻理解。然而，教师只注重课本中的内容讲解，常常照本宣科，往往浮于表面的形式，没有结合生命安全、生命教育等实践案例，深入挖掘和传授关于生命的内涵与扩展，明显使学生对生命教育的理解不够深入和透彻。

### 3 初中生命教育的目标与内容

#### 3.1 研究目标

通过我校在各学科中渗透生命教育的研究，特别是道德与法治学科的阵地，探索在学校进行生命教育的途径与方法。从学生实际出发，有效转变学生的学习方式和教师的教学方法，引导学生认识生命、尊重生命、关爱生命、敬畏生命、引导学生关注环境、关怀人类，并在此基础上树立正确的价值观、人生观和世界观。

#### 3.2 教育目标

##### (1) 七年级：认识生命，拥抱变化

新环境的适应与自我调节：了解青春期身体发育和心理发展特点，对生命展开新的探求，获得对生命新的理解；认识并尊重自己和他人生命的独特性，学会共处；理解成长过程中亲子关系的变化，学习以新的方式与父母相处<sup>[2]</sup>。

##### (2) 八年级：珍视生命，迎接挑战。

理解青春期的情绪特点，面对冲动、愤怒学会适时宣泄、恰当表达，身处焦虑、抑郁时学会主动调适；提高应对压力和挫折的能力，在逆境中展开对生命意义的理解和追寻；参加安全演练、救护培训，学会远离暴力，保护生命安全。

##### (3) 九年级：欣赏生命，尊重生命，发展自我。

学习时间管理、压力管理、人际管理；认识自身能力与优势，寻找发展方向，确立升学目标。在教学过程中，要重点对人与自然和谐相处的问题进行深入探讨，

这种题目需要用到力矩和转动惯量，属于高考超纲内容，广大资料编辑者不该出这道题目，更不应该让这个错误继续蔓延，进而影响广大师生的学习判断。

### 参考文献

[1]伍建明, 向健明, 张巍巍. 基于正交试验与层次分析法的柔顺平行四杆机构稳健优化设计[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2019(1): 30-32, 36.

[2]夏道朋, 赖磊捷. 考虑横力弯曲的直角柔性铰链单元的力学特性[J]. 轻工机械, 2018, 36(6): 20-24, 32.

[3]李兆东, 张炯, 张苗苗. 基于平行四杆机构的摩擦系数自动测量系统[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(2): 120-125.

[4]漆安慎 杜焯英. 普通物理学教程 力学(第二版)[M]. 高等教育出版社, 2010: 163-172

作者简介: 王红涛, 男, 汉族, 河南省永城市, 1988年3月出生, 研究方向是 教学研究, 中学二级教师, 大学本科学历, 鹿邑县高级中学校。

在自然中对生命的认知，体会生命的价值，并进一步升华到自我发展当中。

#### 3.3 教育内容

##### (1) 关系层面的生命教育

引导学生认识自我，领悟生命意义；学会尊重他人、建立关系，学习异性交往与自我保护；遵守社会规则，体验社会生活，学会应对突发事件。

##### (2) 发展层面的生命教育

引导学生树立生命发展观，适应新的生命状态，珍爱生命；树立生命价值观，主动规划未来，选择学业和个人发展目标。

### 4 初中德育工作中生命教育实践教学

#### 4.1 通过挫折教育，加强生命的韧度

任何人的生活都会有挫折，这是我们必须走的唯一途径。它是双面的。对于积极乐观的人来说，挫败感可以激发人们的斗志和发掘人的潜能。对于悲观和消极的人来说，挫折是将他推向深渊并使他步履蹒跚的关键。因此，我们必须努力学习。不仅是为了将来找工作。学习我们在人间对人的态度，学会处理事情和挫折的方法和技能方面。当我们拥有足够的知识和技能并遇到困难时，有知识和文化的人会想办法解决；出现问题时，他们会想办法解决；当他们不高兴时，他们会找朋友谈他们的想法和要求。相反，如果您学习不好，没有知识和文化，那么只会在遇到问题时发脾气。这样，问题无法解决，他的朋友和家人会慢慢离开他的。

#### 4.2 将道德实践活动融入生命教育

通过让学生参与道德实践活动，他们可以获得个人经验，并获得对生命的尊重和敬畏。那些讨厌生活而逃避人生的人的最大错误是，他们只生活在自己建立的概念和想象力的世界中，与现实生活状况脱节，切断了与社会上其他人的联系。参加道德实践活动可以纠正这种误解，理解并参与现实生活中的情景，了解人们的需求和彼此之间的友好社会关系，从而产生宝贵的生活经验并获得积极的生活态度。

#### 4.3 重构整合，巧妙设计教学活动

通过对教材的分析，可以看出七年级上册第一卷的主要目的和立足点是生活。第一个单元的主题是“成长的节拍”，这是初中进入初中后的第一堂课。成长就是生命的成长。初中学生的主要任务是学习。学校是他们进行日常活动的地方。第一个单元的主要任务是帮助初中学生适应新的校园生活。人际交往能力的培养也是发展中学生核心素养。因此，本书的第二和第三单元从中学生与同伴群体，教师和家庭成员之间的关系开始，并讨论如何与同学，教师和父母进行互动，即，教师与父母之间的关系。学生和父母的爱。通过前三个单元的准备，第四单元中关于生命教育的知识是整本书的升华，引导学生思考生命是什么以及生命的价值。在整本书中，不难发现生存教育贯穿于整本书。因此，在设计教学活动时，可以将前三个单元穿插在生活教育中的一些启发，并在与学生生活经历有关的案例中进行介绍，这很容易激发人们的生活情感，充分调动起学生学习的欲望，增强师生互动频率，通过开展各种生命教育实践活动，使学生加强对理论知识的认知和对生命情感的感悟。

### 5 结束语

在重视生命教育中，教师发挥着重要作用。生命教育的内容广泛，可以渗透到学校的各个学科和各种活动中。在活动中，学生找到了方向，发现了自己，磨炼了自己的意志，增强了自信心。

### 参考文献

[1]陆丹丹. 初中思想品德课中的生命教育研究[D]. 2019

[2]陈国治. “欣赏型德育”的操作原则[J]. 中小学管理(4): 2019, 49-50.