

# 相对运动动力学教学难点突破技巧

倪富昌

(江苏省仪征中学 江苏 扬州 211900)

(收稿日期:2016-11-04)

**摘要:**相对运动动力学分析是教学的难点,尤其夹杂着摩擦力分析,更是难于理清、理顺.对此,教学过程中如果精心设计问题,分几个层次引导学生抓住“共同运动”这个理解要点,找准问题的突破点“谁的加速度有限制?”,再巧用“木桶原理”进行类比,难点便迎刃而解,从而达到触类旁通的效果,提高了教学效益.

**关键词:**相对运动 切入点 类比 追问 突破

相互作用的两个物体发生相对运动,两个物体有各自的加速度、速度,在相同的时间内发生的位移又不同;对于它们的运动比较,由于分析头绪较多,教学过程中有的教师自己能明白其中怎么回事,但面对学生时就是讲不清,剪不断理还乱,学生听起来

也一头雾水,课堂效益自然不高.那么对于相对运动动力学分析究竟应该从哪里入手才能把问题讲清、理顺呢?

下面以两道习题为例来浅谈一下突破此难点的教学技巧.

法意见,将课堂还给学生.同时要公平对待每一个学生,不能有歧视和偏见,主动接近每一个学生,了解他们的学情.只有这样的课堂才是民主的课堂,也是新课程强调的“以学生为主体的课堂”,更是师生沟通与交流的基础.只有热爱学生,尊重学生,真正从生活和学习等各方面去关心他们,才能促进学生发展.同时教师要根据学生的身心发展规律和认知规律,有的放矢地进行教育工作,做到晓之以理、动之以情、导之以行.让学生感觉教师是我们的贴心人,是可以信赖、可以依靠的人,学生才会跟你主动交流,教师不仅要向学生传授知识,还要教会学生如何做.如果教师无爱生之心,则很难让学生敬佩、信服,以至于对平时的上课状态、心理反应和师生沟通都会产生负面影响.因此在物理教学中教师应注重与学生的需求,经常与学生交谈,了解学生的各种心理矛盾,指导其自我调适.在物理科技活动上,开展不同形式的探究实验、技能竞赛等,提供充分展示自己才能的机会,并调动其学习的积极性,增强其自信心,体现学生的自我价值.

物理教学是中学课程的重要组成部分,通过理论知识的传授使学生加深知识结构固然重要,但关怀是教学实践过程中必不可少的重要因素.只有成为一名关怀者型教师,才能更好地推动关怀型教育关系的建立,才能使学生在被关怀的教育关系中学会关心自己、关心他人,自主形成关怀意识,在关心和被关心中走出一片新天地.

## 参考文献

- 1 内尔·诺丁斯著.学会关心—教育的另一种模式.于天龙,译.北京:教育科学出版社,2004.33,34
- 2 陈凯.论关怀型教师的实践取向及其养成途径.中国教师,2009(9)
- 3 Noddings, N. Caring: A Feminine Approach to Ethics and Moral Education. California: University of California Press, 1984. 184
- 4 张玉峰.物理学史在物理教学过程中的作用.安阳师范学院学报,2011(5)
- 5 李立凤.和谐师生关系的构建.科学咨询(教育科研),2011(9)

**【例1】**如图1所示,水平面上放一质量为  $M$  的物块 B,质量为  $m$  的物块 A 放置在 B 上,水平面光滑,A 和 B 间动摩擦因数为  $\mu_1$ ;在 A 上施加一个水平向右的作用力  $F$ ,如果要使 A 和 B 共同运动,则作用力  $F$  的最大值为多少?

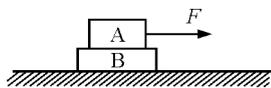


图1 例1题图

**分析:**此题可以从3个层次引导学生理解突破.

(1) 抓住理解要点

题目中“共同运动”是理解的关键,共同运动就是两个或多个物体在运动过程中保持相对静止,即它们的加速度、速度相同.加速度相同是共同运动的核心,如果加速度不同,两个物体一定会发生相对运动.

(2) 找准问题的切入点

本题的切入点就是“A 与 B 两个物体谁的加速度有限制?”也就是在教学过程中引导学生追问自己:“在 A 和 B 共同运动过程中,随着  $F$  的增大,谁的加速度增大是有限度的?”

(3) 用类比思维巧释疑点

类比木桶原理,一只正放的木桶能装多少水取决于桶壁上最短的那块木板,所以 A 和 B 共同运动的最大的加速度取决于最短的那块“木板”.谁是短板呢?加速度有限制的那个物体就是共同运动的“短板”.

如图2所示,当 A 和 B 要发生相对滑动时,可以近似认为最大静摩擦力  $f_{\max} \approx f_{\text{滑}} = \mu N$ .分析可知 B 的加速度有限制,即有最大值.随着  $F$  增大,共同运动的加速度  $a_{\text{共}}$  也随之增大,首先达到 B 的极限值,这样 B 将跟不上整体的加速从而发生相对滑动直至分离;所以 B 的最大加速度即为 A 和 B 共同运动的最大加速度.分析到这里,本题的难点已经突破,解答如下.

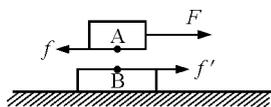


图2 力作用在 A 上受力分析

**解:**对 B 隔离分析得

$$a_{\max} = \frac{f'}{m} = \frac{\mu_1 mg}{M}$$

因为  $a_{\text{共}} \leq a_{\max}$ ,所以对 A 和 B 整体分析,要使 A 和 B 共同运动可得

$$F_{\max} = (m + M)a_{\max} = (m + M) \frac{\mu_1 mg}{M}$$

**引申1:** $F$ 若作用在 B 上,其他条件不变,这时要使 A 和 B 共同运动,作用力  $F$  最大值为多少?

**解析:**追问“谁的加速度有限制?”如图3所示.

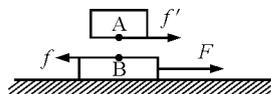


图3 力作用在 B 上受力分析

对 A 和 B 在水平方向上隔离分析,可知 A 的加速度有限制,即

$$a_{\max} = \frac{f'}{m} = \frac{\mu_1 mg}{m} = \mu_1 g$$

则  $a_{\text{共}} \leq a_{\max}$ ,所以对 A 和 B 整体分析,要使 A 和 B 共同运动可得

$$F_{\max} = (m + M)a_{\max} = (m + M)\mu_1 g$$

**引申2:**若 A 和 B 间动摩擦因数为  $\mu_1$ ,B 与水平面间动摩擦因数为  $\mu_2$ ,在 A 上施加水平向右的作用力  $F$ ,这时要使 A 和 B 共同运动,则作用力  $F$  的最大值又为多少?

**解析:**追问“谁的加速度有限制?”如图4所示.

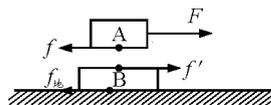


图4 与地面有摩擦时受力分析

对 A 和 B 在水平方向上隔离分析,可知 B 的加速度有限制,即

$$a_{\max} = \frac{f' - f_{\text{地}}}{M} = \frac{\mu_1 mg - \mu_2 (m + M)g}{M}$$

因为  $a_{\text{共}} \leq a_{\max}$ ,对 A 和 B 整体分析如图5所示.

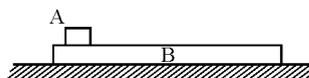


图5 受力整体分析

所以要使 A 和 B 共同运动有

$$F_{\max} - f_{\text{地}} = (m + M)a_{\max}$$

得

$$F_{\max} = (\mu_1 - \mu_2)(m + M) \frac{mg}{M}$$

值得注意的是,引申2中存在一个隐含条件即  $f' > f_{\text{地}}$ ,否则B不可能随A共同加速.

触类旁通,会一题通一类,通过上面的教学设计,学生初步掌握了相对运动动力学分析的方法,这时趁热打铁再安排其他的变式题目来检验和巩固教学成果,让学生品尝成功的喜悦.

**【例2】**如图5所示,一质量  $M=0.2\text{ kg}$  的长木板B静止在水平面上,一质量  $m=0.2\text{ kg}$  的小滑块A以  $v_0=1.2\text{ m/s}$  的速度从B的左端滑上长木板,滑块与长木板间动摩擦因数  $\mu_1=0.4$ ,长木板与水平面间的动摩擦因数  $\mu_2=0.1$ .求A滑上长木板B到最后静止下来的过程中,A滑动的距离为多少?(滑块始终没有滑离长木板)

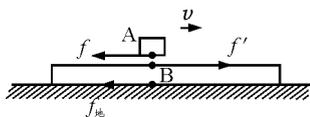


图5 例2题图

**分析:**如图6所示,对A和B在水平方向上分析受力可知,A做匀减速运动;因为  $f' > f_{\text{地}}$ ,所以B做匀加速运动.

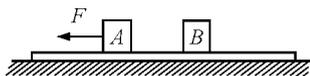


图6 受力分析

找准问题的切入点,即当A和B速度相同时,接下来A和B如何运动?B还能继续加速吗?

摩擦力的作用效果就是阻碍物体间的相对运动,所以在摩擦力作用下,A和B达到共同速度后就不会再次产生相对运动;如果B继续加速,则会得到B的速度超过A的速度并且带动A加速的荒谬结果,所以A和B只能都减速.

**引申:**若  $\mu_2$  未知,要使A和B共同减速,则地面给B的最大摩擦力为多少?

这又回到了例1,问题的突破点是“在减速过程

中,谁是短板?”分析可知,A的加速度有限制

$$a_{\max} = \frac{f}{m} = 4\text{ m/s}^2$$

则

$$a_{\text{共}} \leq a_{\max}$$

所以对A和B整体分析,要使A和B共同减速,则地面给B的最大摩擦力为

$$f_{\max} = (m + M)a_{\max} = 1.6\text{ N}$$

在例2中,地面给B的实际摩擦力

$$f_{\text{地}} = \mu_2(m + M)g = 0.4\text{ N}$$

$$f_{\text{地}} < f_{\max}$$

所以A随B共同减速,直至静止,例2解答如下.

**解:**对A和B分析受力得

$$a_A = \frac{f}{m} = 4\text{ m/s}^2$$

$$a_B = \frac{f' - f_{\text{地}}}{m} = 2\text{ m/s}^2$$

A和B速度相同时有

$$v_0 - a_A t = a_B t$$

得

$$t = 0.2\text{ s}$$

所以从开始到速度相等时,A的位移

$$x_1 = v_0 t - \frac{1}{2} a_A t^2 = 0.16\text{ m}$$

此后A和B以  $v = a_A t = 0.4\text{ m/s}$  为初速度一起做匀减速运动,加速度大小为

$$a_{\text{共}} = \frac{f_{\text{地}}}{m + M} = \mu_1 g = 1\text{ m/s}^2$$

这个阶段,A滑行的距离

$$x_2 = \frac{v^2}{2a_{\text{共}}} = 0.08\text{ m}$$

所以,整个过程中A的位移

$$x = x_1 + x_2 = 0.24\text{ m}$$

物理教学中就是要追求大道至简,将复杂的问题简单化,把晦涩难懂的内容用简明扼要的语言表达出来,这不仅需要一定的语言技巧,还要找准问题的要害,更需要归纳、演绎推理,尤其类比推理往往为我们独辟蹊径,给解决问题点亮一盏明灯,指明了方向.