利用极限思维方法求解2011年物理高考题

岳守凯　赵建平

极限思维方法是解决物理问题经常用到的一种方法。伽利略应用极限思维方法探究力与运动的关系。他作了著名的斜坡实验，在这个实验中，两个光滑斜坡对接，其中一个斜坡的倾角可以调节，当从一个斜坡某一点让小球自由滚下，能看到小球滚到另一斜坡与起点等高处，这个实验最关键的问题是要使阻力足够小，使小球达到与起点等高处，只有这样，才能进行极限思维：当斜坡倾角趋近于零时，小球运动到无穷远处，小球永不停息地运动下去。这就是伽利略的理想实验，它一方面以真实的科学实验为根据，抓住关键性的科学事实，为理想实验的进行提供可靠的基础；另一方面，又要充分发挥极限思维的能动作用，进行合乎逻辑的推理。

极限思维方法实际上是依据一定的实验基础，进行理想推演的思维过程，是思维由存在向虚无、或由虚无向存在推进的过程，对于我们解决一些物理问题有所启迪：一种情况是对于有些问题不容易得出通解，我们可以应用极限思维方法求其特解（特解是理想状况下的不存在的解），由特解再回溯通解的有关特性；另一种情况是先求出问题的通解，再由极限思维方法逼近其特解，得出极值。下面是笔者应用极限思维方法对 2011 年物理高考有关试题做出的求解过程。

例 1（2011 年福建物理高考卷 18 题）如图 1，一不可伸长的轻质细绳跨过滑轮后，两端分别悬挂质量为 m_1 和 m_2 的物体 A 和 B。若滑轮有一定大小，质量为 m 且分布均匀，滑轮转动时与绳之间无相对滑动，不计滑轮与轴之间的摩擦。设细绳对 A 和 B 的拉力大小分别为 T_1 和 T_2，已知下列四个关于 T_1 的表达式中有一个是正确的，请你根据所学的物理知识，通过一定的分析判断正确的表达式是

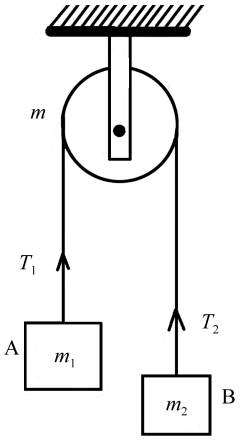


图 1

A. $T_1=\dfrac{(m+2m_2)m_1g}{m+2(m_1+m_2)}$；

B. $T_1=\dfrac{(m+2m_1)m_2g}{m+4(m_1+m_2)}$；

C. $T_1=\dfrac{(m+4m_2)m_1g}{m+2(m_1+m_2)}$；

D. $T_1=\dfrac{(m+4m_1)m_2g}{m+4(m_1+m_2)}$。

解：假定滑轮质量 m 趋近于零（实际上滑轮总有质量），对于物体 A 有：$T_1-m_1g=m_1a$。

对于物体 B 有：$m_2g-T_2=m_2a$。

又知 $T_1=T_2$，

以上三式解得：$T_1=T_2=\dfrac{2m_1m_2}{m_1+m_2}g$。

把 $m\to 0$ 代入本题四个选择项，可得出 C 答案与之相符。

点评：本题的机械叫阿特伍德机，阿特伍德机问题是大学物理经典问题，在高考试题中出现这样给定选项的问题，显然不需要高深的理论推导。本题如果考虑滑轮的质量，高中生是无法直接求解的，因此要应用极限思维方法。

例 2（2011 年江苏高考物理卷 14 题）如图 2 所示，长为 L、内壁光滑的直管与水平地面成 30° 角固定放置。将一质量为 m 的小球固定在管底，用一轻质光滑细线将小球与质量为 $M=km$ 的小物块相连，小物块悬挂于管口。现将小球释放，一段时间后，小物块落地静止不动，小球继续向上运动，通过管口的转向装置后做平抛运动，小球在转向过程中速率不变。（重力加速度为 g）

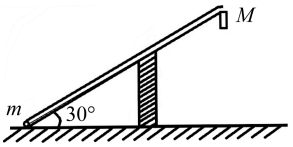


图 2

(1)求小物块下落过程中的加速度大小；

(2)求小球从管口抛出时的速度大小；

(3)试证明小球平抛运动的水平位移总小于 $\dfrac{\sqrt{2}}{2}L$。

解：（1）设细线中张力为 T，对于物块 M 及小

球 m，由牛顿第二定律分别可得

$Mg - T = Ma$，

$T - mg\sin\theta = ma$，

又有 $M = km$。

解得 $a = \dfrac{2k-1}{2(k+1)}g$。

（2）设物块 M 落地时速度为 v，小球 m 从管口射出时速度为 v_0，物块 M 落地后小球 m 的加速度为 a_0

对小球 m 有

$mg\sin\theta = ma_0$，

$v^2 = 2aL\sin\theta$，

$v_0^2 - v^2 = -2a_0L(1-\sin\theta)$。

解得 $v_0 = \sqrt{\dfrac{k-2}{2(k+1)}gL}$ （$k>2$）。

（3）小球 m 射出后，作平抛运动，由平抛规律得：

$x = v_0t$，$L\sin\theta = \dfrac{1}{2}gt^2$，

解得 $x = L\sqrt{\dfrac{k-2}{2(k+1)}}$。

当 $k\to\infty$ 时 $x = \dfrac{\sqrt{2}}{2}L$（实际是不存在这样取值的），所以 $x < \dfrac{\sqrt{2}}{2}L$。

点评：本题要求出小球平抛的最大水平位移，水平位移的大小取决于 M、m 的大小关系，而体现 M、m 关系的 k 值未定，所以先要求出水平位移的通解，再应用极限思维方法得出其极大值。

极限思维方法在高中物理教学中会经常应用到。把某一物理量趋近于无穷大、无穷小等，这个物理量的取值及属性如何？或知道某一物理量在趋近于无穷大、无穷小等情况下的取值及属性，来推知通常情况下的取值及属性。希望一线教师在教学中引导学生应用它来解决相关的物理问题，使学生学会用极限思维的方法分析物理问题，促进其思维能力的提高。

（江苏省淮安金湖中学　211600）

科苑快讯

海啸的第一道波浪为何不是最高的

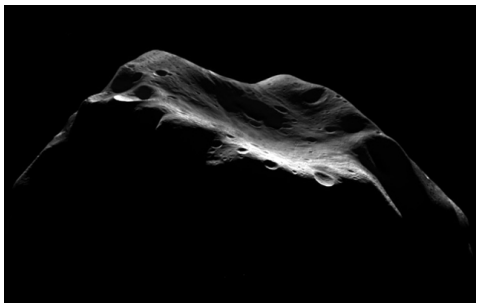
海啸通常有多重波浪，不过长久以来一直令人不解的是，为什么海啸的第一道波浪经常不是最高或最具毁灭性的。现在爱尔兰都柏林大学学院（University College in Dublin）的迪亚斯（Frederic Dias）和同事已找到答案。当第一道波浪拍击海岸时，后面的水面低于浪潮，导致积聚的能量如压缩的喷泉一般。如果这时第二道波浪正好到来，能量将传递给回弹的水流，产生更强劲的第二道波浪。

在理想光滑海岸的模拟中，研究人员发现这种巨大的放大作用高达 60 倍。去年 10 月在印度尼西亚西部明打威群岛（Mentawai Islands）的仿真模拟海啸也显示出较小规模，但却巨大的增强效应。该研究对未来的大范围海啸预警有一定作用。

（高凌云编译自 2011 年 10 月《欧洲核子中心快报》）

太阳系形成之初的残留物

当欧洲太空署的罗塞塔探测器在 2010 年 7 月 10 日飞掠司琴星（Lutetia，如图）时，行星学家不能确定他们看到的是什么类型的小行星。但是《科学》最近报道，这颗 121 千米长的小行星是 1 万多颗已知小行星中第一个被确认为 46 亿年前行星形成之初的完整星子。它的密度很高，其引力已使罗塞塔的路径发生弯曲。星子是太阳系形成初期，太阳赤道面附近的粒子团由于自吸引而收缩形成的天体。这次快速掠过有助于研究星子的矿物成分。



罗塞塔的最终目标是在 2014 年到达位于木星附近的丘留莫瓦·格拉西梅（Churyumov-Gerasimenko）彗星。届时，罗塞塔将卸下一个小型登陆器研究彗星表面。

（高凌云编译自2011年10月27日www.sciencemag.org）