

“阿基米德能否撬起地球”的哲学思考

陈仕才 殷银祥

(黄梅县孔垄镇第一中学 湖北 黄冈 435502)

(收稿日期:2017-04-21)

摘要:基于在解决物理问题中渗透哲学思想的原则,通过许多有趣的假设和计算,得到有哲学启迪的结论,在回顾历史名人名言的过程中,突出哲学对物理学的指导作用.

关键词:阿基米德 撬起地球 哲学 辩证法 杠杆

1 引言

在历史发展起源上,物理学与哲学本是同宗.在发展过程中两者又相辅相成,哲学为物理学提供科学的世界观和方法论上的指导,物理学反过来通过大量的自然事实来佐证和丰富哲学的发展.基于两者关系如此紧密的情况下,在处理物理问题和物理教学过程中渗透一定的哲学素养显得必要而又实用.培养学生抽象思维、渗透科学方法教育,必定将使学生的长远发展受益.本文将“验证阿基米德能否撬起地球”这个论述作为一个载体,结合辩证法的三大定律,从3个角度来分别阐述物理学中处理问题时所包含的哲学思想以及哲学在方法论上对物理学的指导作用.

在中学物理教科书中,介绍杠杆定律时经常提到阿基米德能撬起地球的豪言壮语.如果仔细研究的话,结合物理知识与哲学中辩证法的三大定律,会发现其中有很多漏洞,其论点不仅不符合物理规律,本质上亦违背哲学基本原理.

2 用否定之否定规律分析问题提出的成立性

从宏观角度去假想、解决宇观问题,在物理规律的适用范围上不合理——运用否定之否定规律,真理的相对性导致撬起地球这一问题的提法本身存在缺陷.

(1) 杠杆撬动的对象从地球上的物体推广到地球本身时,所处的引力场环境发生改变,阿基米德本人对撬起地球所克服的力并不明了.

在生活中,我们用杠杆撬起某个物体,多数情况下克服的力本质上都是物体的重力,比如撬起一块石头.阿基米德豪言壮语称能撬起地球,显然是将地球与石头类比,意在说明省力杠杆能够四两拨千斤,人使出的微小的力可以克服地球巨大的重力.但阿基米德思考问题的视角是站在地球上,石头所处的环境是地表的引力场,其受到的重力的施力物体本质来源于地球.现在,阿基米德要撬起的物体是地球,那么他是在哪个环境中撬起呢?仍然是地表吗?地球受到重力吗?答案显然是否定的,然而阿基米德潜意识里的逻辑推理基础却认为是!

进一步思考,假如要撬起地球,那地球受到什么力呢,其施力物体是谁呢?与撬起石头类比,施力物体仍然是地球吗?细细分析就会发现,问题的症结出自于那个时代人类物理知识的有限性.那时万有引力理论尚未出世,人类对地球上的物体为什么有重量不知其所;另一方面天文学的知识尚不丰富,1700多年后哥白尼才提出日心说,人类并不知晓各个天体的运行状况,要想从力学角度分析宇宙力学环境更是无从谈起.在公元前200多年前,阿基米德没有考虑到撬起石头与撬起地球时所处受力环境的差异,而是仍旧按照类比的思路简单地将杠杆的知识从石头推广到地球.原先地球是矛盾的产生者,现

在地球成了矛盾的承受者,如若类比则会不知不觉中陷入自相矛盾的逻辑悖论中。

(2) 在地表人类活动的宏观尺度中,诸多可以忽略的细节问题(如质量和长度),过渡到地球这个宇观尺度时,不可能再忽略。

我们先暂且沿着阿基米德的思路来分析,如图1所示,A端为地球,O为支点,B为人所处的施力端, l_1 、 l_2 分别为动力臂和阻力臂,根据杠杆定律可推出

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{BO}{AO} \quad (1)$$

F_1 与 F_2 比值巨大,故而 BO 与 AO 之比巨大,杠的总长度将会巨大得上升到宇观尺度.阿基米德本人也说过,撬起地球的前提是——给我一根足够长的杠杆.但是杠杆过长的话,其本身巨大的质量能否忽略不计?在地表撬起石头,杠杆本身的质量是可以忽略的次要因素,一旦杆长上升到宇观尺度,质量这个次要因素将会上升到需要考虑的主要因素,这是其一.其二,在处理杠杆问题时,一般都把杠杆视为不可发生形变或者形变可以忽略的刚体.刚体力学的应用范围决定了杠杆定律本质上只能适用于一定范围的宏观尺度.杠杆长度上升到宇观尺度时,杆的剪性形变不可能忽略,长尺度的杠杆局部发生的弯曲效应积累起来会很大;同时应力会导致杠杆发生纵向形变,这也会使问题进一步变得复杂,精确认识、解决这个问题变得更加困难。

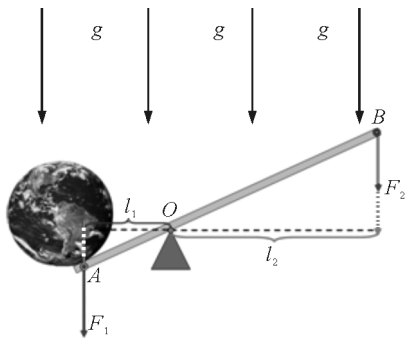


图1 “撬起地球”的分析思路

(3) 近代物理学的发展无不阐述了真理的相对性原理——研究对象的尺度发生改变时,处理问题的理论和方法要改变。

量子力学、经典物理、相对论分别构成了物理学

理论的三大分支,相应的它们分别解决不同尺度的物理学问题.经典力学只承认宏观物体的粒子性,却无法解释微观粒子的波粒二象性,这导致了量子力学的诞生.经典力学将时间、空间、引力三者的联系割裂开来,原因是宏观尺度下三者的相互影响较小,故可以忽略,但是在宇观尺度下,就只能用相对论来解释.同样,在阿基米德时代,万有引力尚未提出,对物体重力的认知也不是很明朗.但是我们可以明确阿基米德思考问题的出发点是人类活动的地表宏观尺度,一旦研究对象变成地球时,研究对象则上升到宇观尺度,老一套的研究思路和方法不再适用。

3 用对立统一规律分析思考问题的全面性

从一个角度“趣谈”阿基米德视角下的“撬起地球”——由对立统一律,矛盾定律中的一个矛盾得到解决时,往往伴随着另外一个矛盾的产生。

我们暂且不考虑地球处于太阳系中真实的受力情况,而是沿着阿基米德的思路,如图1所示,假定被撬起的地球处于一个和地表一样的引力场中,其重力常量为 g .那么我们看看,将地球置于和石头等效的引力环境中,人能否撬起地球呢?假定阿基米德撬动地球时,杠杆移动的角速度为 ω ,地球和人移动的距离分别为 h 和 s ,则有

$$BO = \frac{s}{\omega} \quad AO = \frac{h}{\omega}$$

代入式(1),得到

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{s}{h} \quad (2)$$

假定人移动的速度和使出的力分别为 v_A 和 F_A ,式(2)进一步变换得到

$$\frac{m_{\text{地球}} g}{F_A} = \frac{v_A t}{h} \quad (3)$$

我们先夸张一点,假定阿基米德能够力举千斤,他能举起1 000 kg的物体,则使出的力 $F_A = 10\,000$ N(g 取10 N/kg);我们再假设阿基米德能够日行千里,他在B端移动的速度为 $v_A = 1\,000$ km/天,再将地球的质量 $m_{\text{地球}} = 5.965 \times 10^{24}$ kg和地球移动的距离 $h = 1$ nm,代入式(3)中,让我们看看阿基米德把地球撬动1 nm所花费的时间 t ,计算得

$$t = 5.965 \times 10^6 \text{ 天} \approx 16\ 300 \text{ 年}$$

开始我们赋予了阿基米德那么大的能耐,他能够力举千斤,他又能够日行千里,结果花了16 300年才将地球撬动1 nm,单且不论16 300年有多么漫长,1 nm的尺度跟我们日常活动中所说的撬起相比,就像我们的衣服袖子,长短偏差1~2 cm可能有影响,但是长度偏差1~2 mm就无关大碍了,更别谈1 nm.类似的,这情况下的“撬起”也显得毫无意义.

认真总结一下上文的分析,发现即使我们沿用阿基米德的原始思路,得到的仍然是否定的结果.问题出在哪里呢?观察一下式(2)就会发现,阿基米德能撬起地球的信心来自于杠杆能够省力,但是却忽略了杠杆在省力的同时,必定会费距离,人与地球的巨大数量级差别导致人要想移动地球,动力臂与阻力臂之比也会相当巨大,即使有足够长的杠杆,人在一端移动很长很长的距离,地球在另一端移动的距离却是微乎其微,根本谈不上日常生活意义上的“撬起”,阿基米德解决了“省力”这个矛盾,却忽略了会引入“费距离”这个新的矛盾,这属于在方法论上的“顾此失彼”.

4 由量变质变规律从根本上分析问题的可能性

从本质上分析,人类活动尺度的量变,无法达到引起地球移动尺度的质变——将量变质变规律结合能量守恒定律,来分析阿基米德能否撬起地球.

进一步分析,3中的分析阐明了不能撬起地球的原因在于:杠杆这个工具无法统一“省力”和“费距离”这一对相互对立的矛盾.但这是根本性的原因吗?其实换用任何不提供能量的工具,人都是无法撬起地球的,因为深层次的本质原因在于:人与地球所处的数量级尺度不可同日而语,人类活动尺度的量变,无法达到引起地球移动尺度的质变.我们用能量守恒定律和质能方程来证明这一点.假定,仍然沿着阿基米德的原始思路,地球处于加速度为 g 的引力场中,撬起地球的高度为 h 时,地球势能增加

$E = m_{\text{地球}}gh$,一个人的一生,大概可吃掉25 t食物,喝掉 3.7×10^4 L液体,加上人本身的质量,这三者之和不超过 $m = 10^5$ kg.即使这些质量全部转化为能量,能引起地球的高度变化为多少呢?根据能量守恒定律

$$E_p = m_{\text{地球}}gh = E \quad (4)$$

将 $E = \frac{1}{2}mc^2$ 代入式(4)中,得到

$$h = \frac{mc^2}{2m_{\text{地球}}g} \approx 7.5 \times 10^{-5} \text{ m}$$

约0.075 mm,显然这种尺度的“撬起”也是没有意义的.(以上的计算结果从另外一个侧面也证明了,人类原子弹、氢弹的爆炸对地球的物理影响是微乎其微的.)

5 结束语

本文以现代人的身份回顾曾经的学术泰斗提出来的一个问题,显得有点事后诸葛亮.当然,重点不在于从先辈身上挑刺,而是从物理学发展的角度,以一个当代人的视角来回顾总结物理学科发展中,处理问题时所包含的哲学思想和方法.最后,无可否认,在阿基米德那个人类知识的启蒙时代,这位物理学的先祖能够创造性地提出杠杆定律并且有如此大胆的推论,其中闪烁的智慧必将为我们后人所敬仰,彰显的巨大勇气也将鼓励后人在科学探索的道路上孜孜不倦.谨以此文缅怀这位彪炳史册的伟人!

参考文献

- 1 刘克苏. 大全若缺:[学位论文]. 北京:中国人民大学, 1998
- 2 陈佳民. 试论近代物理教学中辩证唯物主义思想的渗透. 物理教学, 1992(02):1~3
- 3 王泽文. 把唯物辩证法贯穿于物理教学中. 中国校外教育, 2009(S5):408
- 4 戴文赛, 陆垓, 胡佛兴. 微观、宏观、宇观. 物理, 1977(01):44~48
- 5 牟大全. 论中学物理教学中世界观、方法论和认识论的统一. 山东教育学院学报, 1994(02):83~84, 88