

金属物体升温导致质量变小

——证伪爱因斯坦力学和证实新相对论力学的一个实验

◆ 范良藻

(中国科学院 资深研究员)

摘要: 本文用爱因斯坦立足于洛伦茨变换的相对论力学及华棣立足于伽利略变换的新相对论力学,分析了实验发现的金属物体升温导致其质量变小的现象,证明爱因斯坦的相对论力学与实验结果相逆,但华棣的新相对论力学不仅很好地说明了实验结果,而且导出了金属物体升温后质量变小及其内部粒子热运动的动能之间的通用关系式,从而阐明了联系金属物体的宏观效应(温度增加、质量变小)与微观效应(粒子热运动的动能)的机理。

关键词: 金属物体;静质量;动质量;温度;原子质量;比热;粒子速度;爱因斯坦力学;新相对论力学;

中图分类号: O412.1 **文献标识码:** A

0 引言

设一个物体的静质量为 m_0 , 这相当于该物体有静质能 $E_0 = m_0 c^2$ 。一个物体的静质量 m_0 是该物体内部一切微观粒子都处于静止状态时的质量。这就要求该物体处于绝对零度, 这是不可能的。所以, m_0 和 E_0 是永远测量不到的。物体内的微观粒子(分子、原子和电子)是不断运动着的动粒子, 它们的质量是动质量。常温下测量的静止物体质量是取决于物体内部粒子运动速度的动质量, 它只是静质量 m_0 的近似值。

给一个金属物体加温, 它得到热能, 因此它的

总能量增加, 但是, 它的质量是否变化? 变大还是变小? 自 1923 年以来就有一些学者, 包括本文作者, 做过金属物体加温和称重的实验, 实验结果是重量变轻, 即质量变小^{[1][2][3]}。

牛顿力学是绝对论力学, 它认为质量永恒不变, 没有动质量的概念。爱因斯坦的相对论力学有动质量的概念, 速度愈大, 动质量愈大。但是, 为什么金属物体升温使其内部的微观粒子运动速度增加, 而该金属物体的质量却变小? 这个问题涉及物理学的基础。本文就是要解答这个问题。

1 定性分析

物体被加温而得到热能 ΔE , 它的总能量成为

收稿日期 2010-05-25 修订日期 2010-12-15

作者简介 范良藻(1931—), 男, 中国科学院教授, 北京应用科学研究院副院长。

$E = E_0 + \Delta E$ 。这样就有：

$$E > E_0 \text{ 或 } \frac{E}{E_0} = 1 + \frac{\Delta E}{E_0} > 1$$

1.1 爱因斯坦的相对论力学

爱因斯坦立足于洛伦茨变换推导出的相对论力学的动体总能量公式是 $E = \beta E_0 = \frac{E_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ ，

动质量公式是 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ 。按照他的公式，应

该有： $\frac{E}{E_0} = \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} > 1$ ，即 $m > m_0$ 。另

一方面，爱因斯坦的物体总能量 $E = E_0 + E_k$ ，物体的质能 $E_0 = m_0 c^2$ ，动能 $E_k = (m - m_0) c^2$ ，所以 $E = m c^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ 。这样仍然有： $\frac{E}{E_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} =$

$\frac{m}{m_0} > 1$ ，即 $m > m_0$ 。

设在加温前物体内的粒子运动速度为 v_1 ，物体的动质量是 $m_1 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v_1^2/c^2}}$ 。在加温后该物体内的

粒子速度增加为 v_2 ，动质量成为 $m_2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v_2^2/c^2}}$ 。

因 $v_1 < v_2$ ，故 $\sqrt{1 - v_1^2/c^2} > \sqrt{1 - v_2^2/c^2}$ ，

$$\text{即 } \frac{m_2}{m_1} = \sqrt{\frac{1 - v_1^2/c^2}{1 - v_2^2/c^2}} > 1 \text{ 即 } m_2 > m_1。$$

按照爱因斯坦的相对论力学，加温使物体的重量增加，这就定性证明了：爱因斯坦的相对论力学与实验结果相逆。

1.2 新的伽利略相对论力学^[4,5,6]

华棣先生立足于伽利略的相对性原理，不作其他的任意假设，推导出新相对论力学的总能量公式是 $E = E_0 \sqrt{1 + v^2/c^2}$ ，动质量公式是 $m =$

$$\frac{m_0}{\sqrt{1 + v^2/c^2}} \text{ 即 } \frac{E}{E_0} = \frac{m}{m_0}。 \text{ 因 } \frac{E}{E_0} > 1 \text{ 故 } \frac{E}{E_0} = \frac{m}{m_0} > 1，$$

即 $m < m_0$ ，这表明，虽然加温使物体内部粒子的运动速度增加、动能增加、总能量 E 增加，但是物体内部粒子的动质量 m 减少，所以物体减重。这就定性证明了：华棣先生的新相对论力学与实验结果相符。

2 定量分析

设实验测量的是物体在两种不同温度 T_1 和 T_2 下的重量 m_1 和 m_2 ，其中 $T_2 > T_1$ 。设在 T_1 和 T_2 时，该物体内部的粒子的平均运动速度分别为 v_1 和 v_2 。这里，我们暂不研究什么是“粒子的平均运动速度”。

根据新相对论力学的质速公式：

$$m_1 = \frac{m_0}{\sqrt{1 + v_1^2/c^2}} \text{ 和 } m_2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 + v_2^2/c^2}}，$$

$$\text{即 } m_1^2(1 + v_1^2/c^2) = m_2^2(1 + v_2^2/c^2)，$$

$$\text{即 } m_1^2(c^2 + v_1^2) = m_2^2(c^2 + v_2^2) \quad (1)$$

根据新相对论力学，物体在 T_1 和 T_2 时的总能量 E_1 和 E_2 分别是：

$$E_1 = m_1(c^2 + v_1^2) \text{ 和 } E_2 = m_2(c^2 + v_2^2) \quad (2)$$

加温使物体的总能量增加 ΔE ：

$$E_2 - E_1 = \Delta E \quad (3)$$

ΔE 可以由物体的质量 m_1 、材料的比热 α 及温升 $\Delta T = T_2 - T_1$ 计算出来：

$$\Delta E = m_1 \alpha \Delta T。 \quad (4)$$

由于“粒子的平均运动速度”是一个尚待研究的概念，我们不必知道 v_1 和 v_2 的值，只需知道加温使物体内的粒子的动能增加了多少。由于粒子的动能与它们的速度平方成正比，所以我们只需求出 $\Delta v^2 = (v_2^2 - v_1^2)$ ，知道物体从 T_1

被加温到 T_2 时它内部的粒子热运动的动能增量 Δv^2 是多少。

(1)、(2)、(3)联立求解。由(3)和(2)得到：

$$m_2(c^2 + v_2^2) - m_1(c^2 + v_1^2) = \Delta E \quad (5)$$

$$\text{由(1)可得 } m_2(c^2 + v_2^2) = \frac{m_1^2}{m_2}(c^2 + v_1^2) \quad (6)$$

将(6)代入(5)可得：

$$\frac{m_1^2}{m_2}(c^2 + v_1^2) - m_1(c^2 + v_1^2) = \Delta E$$

$$\text{即 } m_1\left(\frac{m_1}{m_2} - 1\right)(c^2 + v_1^2) = \Delta E \quad (7)$$

$$\text{即 } c^2 + v_1^2 = \frac{\Delta E}{m_1\left(\frac{m_1}{m_2} - 1\right)} = \frac{m_2}{m_1(m_1 - m_2)}\Delta E \quad (8)$$

由(7)和(6)可得：

$$m_2(c^2 + v_2^2) = \frac{m_1 \Delta E}{m_2\left(\frac{m_1}{m_2} - 1\right)}$$

$$\text{即 } c^2 + v_2^2 = \frac{m_1 \Delta E}{m_2\left(\frac{m_1}{m_2} - 1\right)} = \frac{m_1}{m_2(m_1 - m_2)}\Delta E \quad (9)$$

(9)-(8)可得：

$$\Delta v^2 = v_2^2 - v_1^2 = \left[\frac{m_1}{m_2(m_1 - m_2)} - \frac{m_2}{m_1(m_1 - m_2)} \right] \Delta E =$$

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1 m_2 (m_1 - m_2)} \Delta E = \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} \Delta E$$

$$\text{即 } \Delta v^2 = \frac{m_1 + 1}{m_1} \Delta E \quad (10)$$

式(10)表示加温给予物体的热能 ΔE 与物体内部的粒子的动能增量 Δv^2 的关系。这个公式对于各种金属材料都是通用的，因为整个推导过程并非针对某个特定的金属材料。

注意到(4)，可以把(10)写成：

$$\Delta v^2 \approx \left(\frac{m_1}{m_2} + 1 \right) \alpha \Delta T \quad (11)$$

可见 Δv^2 与被测试的样本的初始重量 m_1 的大小无关，因为式(11)不含样本重量的绝对值 m_1 ，只含相对值 $\frac{m_1}{m_2}$ ，而无论 m_1 是多少，试验结果的 $\frac{m_1}{m_2}$ 总是一样的。

文献^[3]对于六种金属(金、银、铜、铁、镍、铝)的样本分别测量了它们在 $T_1=100^\circ\text{C}$ 和 $T_2=600^\circ\text{C}$ 时的重量 m_1 和 m_2 。利用公式(11)可得到下表中的结果：

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 600^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C} = 500^\circ\text{C}$$

	金	银	铜	镍	铁	铝
m_1 [g]	53.7282	43.0481	85.1967	45.7500	38.6305	64.0882
m_2 [g]	53.7104	43.0128	85.1518	45.7207	38.6084	64.0451
m_1/m_2	1.00033	1.00082	1.00053	1.00064	1.00057	1.00067
比热 α [J/kg·°C]	147.70	252.24	418.46	514.21	527.50	1062.74
Δv^2 [m^2/s^2]	147723	252342	418572	514374	527652	1063098
原子质量 [10^{-27} kg]	327.07	179.13	105.52	97.48	92.74	44.806

【注：在 100°C — 600°C 范围内，比热随温度呈线性变化；本计算采用该温度范围内比热的中值。^[7]】

文献^[2]报道了俄罗斯圣彼得堡大学 Dmitriev 教授用超声波加热金属材料的方法测量其重量变化的实验。对于铜、钛、铅、黄铜和杜拉铝，该实验测量温度变化 ΔT 及重量变化 Δm 随时间变化 Δt 的动态关系：

$$\Delta m/\Delta t \text{ 和 } \Delta T/\Delta t$$

$$\text{因 } \Delta m/\Delta T = \frac{\Delta m/\Delta t}{\Delta T/\Delta t} \text{ 故 } \Delta m = \frac{\Delta m/\Delta t}{\Delta T/\Delta t} \Delta T;$$

$$\text{又因 } \Delta m = m_1 - m_2 \text{ 故 } m_2 = m_1 - \frac{\Delta m/\Delta t}{\Delta T/\Delta t} \Delta T;$$

代入(11)，可得：

$$\Delta v^2 = \left[\frac{m_1}{m_1 - \frac{\Delta m/\Delta t}{\Delta T/\Delta t} \Delta T} + 1 \right] \alpha \Delta T$$

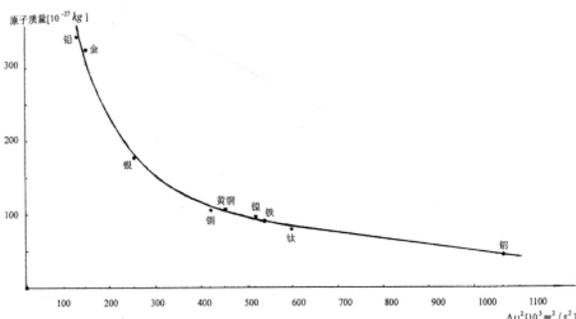
对于 $\Delta T=500^{\circ}\text{C}$,计算结果如下表所示 :

	铜	钛	铅	黄铜
m_1 [g]	39.2	31.2	45.6	58.5
$\Delta m/\Delta t$ [g /s]	1.15	1.63	1.06	2.64
$\Delta T/\Delta t$ [$^{\circ}\text{C}$ /s]	4.5	6.0	5.1	10.0
m_2 [g]	39.0722	31.0642	45.4961	58.3680
比热 α [J /kg· $^{\circ}\text{C}$]	418.46	596.01	129.29	450.62
Δv^2 [m ² /s ²]	419145	597312	129437	451124
原子质量 [10^{-27} kg]	105.52	79.54	344.1	106.74

【注 (1)黄铜是 60%铜与 40%锌的合金 ,不存在合金的“原子”,它的“原子质量”是用铜和锌的原子质量按合金成分的比例折算的。(2)因为查不到杜拉铝的比热,故未将杜拉铝的实测结果列入上表。】

对比上列两个表可见,对于铜而言 ,Dmitriev 教授的动态升温实验结果 $\Delta v^2 = 419145$ [m²/s²] 与我们的固定升温实验结果 $\Delta v^2 = 418572$ [m²/s²] 一致。显然 ,新相对论力学对于金属物体升温导致质量变小的解释是可信的。

不仅如此,令人赞叹的是 Δv^2 与原子质量呈良好的曲线关系(见下图) :



这是十分合理的 :对于同样的温升 ,粒子质量愈轻(钛、铝),愈易被加速 ,所以粒子的动能增量 Δv^2 愈大 ;粒子质量愈重(金、银),愈难被加速 ,粒子的动能增量 Δv^2 愈小 ,铁与镍的粒子质量相近 ,

它们的粒子动能增量 Δv^2 几乎一样 ;铜与锌的粒子质量相近(铜为 105.52 ,锌为 108.57) ,所以黄铜的粒子质量与铜粒子的质量相近 ,它们的粒子动能增量 Δv^2 也几乎一样。

由于温升导致的重量变化很小 ,即 $\frac{m_1}{m_2} \approx 1$,所以

以式(11)近似地成为 :

$$\frac{\Delta v^2}{\Delta T} \approx 2\alpha \quad \text{即} \quad \frac{1}{2} \Delta v^2 / \Delta T \approx \alpha$$

若金属的比热 α 较大,则对于同样的温升 ΔT 需要给这个金属物体较多的热能 ,所以这个物体内的微观粒子动能增量 Δv^2 当然就较大。 $\frac{1}{2} \Delta v^2 / \Delta T \approx \alpha$ 意味着,金属物体内部微观粒子热运动的动能增量(微观效应)与该物体的整体温度增量(宏观效应)之比近似地等于该金属材料比热 α ; 比热把微观效应与宏观效应联系起来。

3 结论

实践是检验真理的唯一准则。爱因斯坦立足于洛伦茨变换的相对论力学经不住金属物体升温导致重量减轻的实验检验,而华棣立足于伽利略变换的新相对论力学则不仅能解释这个实验,并且导出了金属物体升温变轻与其内部微观粒子的动能之间普适的通用关系式,合理地阐明了金属物体的宏观效应(升温变轻)与微观效应(粒子的热运动)之间的内在机理。 ■

● 参考文献

- [1] P.E.Shaw, N.Davy, "The Effect of Temperature on Gravitative Attraction", Phys .Rev., 21 (6), 680-691, (1923).
- [2] A.L.Dmitriev, "Measurements of the Influence of Acceleration and Temperature of a Body on its Weight", Paper presented at the 5th Syposium on New Frontiers and Future Concepts (STAIF -2008), Albuquerque, New Mexico, Feb. 10-14, 2008.

- [3] Fan Liangzao, Feng Jinsong, Liu Wuqing, "An Experiment Discovery about Gravitational Force Changes in Materials due to Temperature Variation", *Engineering Sciences*, 2010, 12(2): 9-11.
- [4] Di Hua, "Fundamental Revision of Einstein's Relativity Theory-Galilean Relativistic Mechanics with Variable Speed of Light", 《*Fundamental Problems of Natural Sciences and Engineering*》, 34(3),31-122.
- [5] Di Hua, "Inconsistencies in Einstein's Formulation of Relativity Theory", *Hadronic Journal*, 32(3), 243-338, 2009 June.
- [6] 华棣, "爱因斯坦相对论的根本性修正-光速可变的相对论力学(上)", 《*前沿科学*》, 3(12), 37-70, 2009(4)
- [7] Touloukian/E.H.Buyco, "Specific Heat: Metallic Elements & Alloys", *Physical Properties of Matters*, Vol. 4, Purdue Research Foundation.

推荐语:

本文通过理论和实验的结合, 发现了联系宏观现象与微观现象之间的内在机理。建议发表此文。

推荐人: 毕大川

国际宇航科学院院士, 北京前沿科学研究所所长, 研究员, 本刊编委。

The Reduction of a Body's Weight due to the Increase of its Temperature

—An Experiment Invalidating Einstein's Mechanics and Validating New Relativistic Mechanics

Fan Liangzao

(Senior Research Fellow, Chinese Academy of Science)

Abstract: Practice is the sole criterium for testing truth. By use of Einstein's relativistic mechanics, which is based on Lorentzian Transformation, and Hua Di's new relativistic mechanics, which is based on Galilean Transformation, this article analyzes the experimentally discovered phenomenon of the reduction of a body's weight due to the increase of its temperature. The analysis proves that Einstein's relativistic mechanics does not conform with the experimental results whereas Hua Di's new relativistic mechanics not only perfectly explains the experimental results but also leads to a general relationship among the temperature-increase, the weight-reduction and the kinetic energy of internal thermal motion of particles constituting the body, which reveals a mechanism linking a body's macro-phenomena (temperature-increase, weight-reduction) with its micro-phenomenon (thermal motion of its particles).