

DeepSeek pk ChatGPT

刘正荣

ZJL@CS.Stanford.EDU

此内容由人工智能(AI)辅助翻译, 若未达意, 请查阅[原文](#)

前言

近期, 大型人工智能模型的发展, 例如 DeepSeek 和 ChatGPT, 展现了令人印象深刻的能力, 能够解答常见问题, 其水平往往可与博士专家相媲美。在处理这类问题时, 这两种模型表现相似, 很难区分它们的差异。这种情况类似于将一个高中物理题交给博士毕业生和高中生——两者可能都能给出令人满意的答案。

然而, 当问题涉及更高阶的领域时, 真正的差异才会显现。本文将评估这些模型在前沿研究问题上的表现, 尤其是那些可靠知识仍在不断发展的领域。其中一个例子就是克鲁克斯辐射计的运作机制, 这是理解布朗运动的核心内容。

克鲁克斯辐射计(又称光风车)由一组叶片构成, 安装在低摩擦主轴上, 封闭于低压玻璃球中(如下图所示)。每片叶片一面涂黑, 另一面为白色。当受到光照时, 叶片开始旋转, 黑色面背离光源。旋转速度随光照强度增加而上升, 其最佳工作压强约为1帕。



一个多世纪以来, 克鲁克斯辐射计的旋转机制一直是科学界争议焦点。该装置的发明者威廉·克鲁克斯(William Crookes)最初提出, 旋转源于光压的作用, 这一观点与詹姆斯·克拉克·麦克斯韦(James Clerk Maxwell)提出的理论预测相契合。然而, 这一解释很快被实验结果所否定。按光压理论, 反射更多光的白色面应获得更大的动量, 因而朝远离光源的方向运动; 但实际上, 叶片是以黑色面背向光源旋转, 方向正好相反, 说明另有更复杂的机制在起作用。

更重要的是, 如果光压是主要动力, 那么在真空中(空气阻力更小)的条件下, 旋转应更加明显。但实验表明, 在接近完全真空的环境中, 叶片反而完全停止旋转, 这也排除了光压和光电效应作为驱动机制的可能性。

为解释这一现象，科学家提出了**气压理论**，认为气体分子撞击叶片较热的一侧（黑色面）时，因吸收热量而加速反弹，产生更大的推动力。然而该理论存在明显矛盾：虽然高速分子会施加更大的动量，但也可能阻挡其他分子撞击叶片，降低整体作用力。更重要的是，由于黑色面附近的气体受热膨胀，其密度降低；而白色面附近较冷，空气密度更高。这意味着白色面应承受更高压强，反而应推动叶片朝相反方向旋转，这与实际观察不符。

为解决上述矛盾，研究者提出了更为复杂的**热蠕动理论(thermal creep theory)**。该理论认为，靠近密度较高的白色面附近的气体分子会沿叶片边缘缓慢移动（蠕动）至黑色面，使黑色面一侧气体压力略高，从而驱动叶片旋转。这一理论目前在学术界较为流行，被广泛引用。然而，它同样存在一些难以解释的问题，后文将对此进一步分析。

鉴于克鲁克斯辐射计的工作原理至今仍存在诸多未解之处，我们向ChatGPT-4o寻求进一步说明，希望其能提供比人类专家更清晰或更具洞见的解释。相关对话已在前文《[AI生成内容的潜在问题](#)》中进行了分析。

为了更全面评估不同 AI 模型在处理此类复杂科学问题时的表现，我们将相同的问题也提交给了 DeepSeek R1。以下将对两者的回答进行比较分析，重点评估它们在**推理逻辑、技术准确性以及对科学不确定性问题的处理能力**等方面的差异。

克鲁克斯辐射计是如何运作的？

ChatGPT回答：

克鲁克斯辐射计是一种装置，由一组叶片组成，这些叶片安装在一个真空密封的玻璃球内的转轴上。叶片一面通常是黑色，另一面是白色或反光面。当光照射到辐射计时，叶片会开始旋转，这种旋转现象非常引人注目，许多人都会好奇它是如何工作的。其基本原理如下：

1. **光的吸收与加热**: 叶片的黑色面吸收更多的光线，因而加热得比白色或反光面更快。当光线（通常来自太阳或灯光）照射到辐射计时，黑色面吸收能量并转化为热量。相反，白色面反射部分光线，温度升高较少。
2. **压力差异**: 两面叶片的温度差导致空气产生温度梯度，进而形成气压差。黑色面较热，附近空气密度降低，气压稍低；白色面较冷，气压相对较高。
3. **叶片运动**: 白色面较高的气压推动叶片向黑色面方向转动，使叶片旋转。这个运动正是由两侧温度差引起的气压差所驱动。

为什么叶片会旋转？虽然表面上看起来像是光压（如辐射压力）导致的，但实际上，主要推动力是玻璃球内空气压力的差异。由于叶片所在环境为近真空，空气密度极低，哪怕是细微的温度差也会引起明显的气压差，从而促使叶片旋转。

总而言之，这个旋转效应是热效应和气压差共同作用的结果！很有趣吧？

DeepSeek回答：

克鲁克斯辐射计的运作基于低压气体环境中的热效应，而非直接的光压作用。其工作原理分步骤如下：

1. **结构**: 装置由一个含有部分真空（低压气体）的玻璃球和安装在转轴上的四片叶片组成。每片叶片一面为白色，另一面为黑色。

2. **光吸收**: 当光线(尤其是红外光)照射叶片时, 黑色面吸收更多能量, 温度比反射光的白色面更高。
3. **气体作用**: 黑色面附近的低压气体受热, 气体分子的动能增加。它们运动加快, 与黑色面发生更剧烈的碰撞。
4. **热蠕动效应**: 叶片边缘存在温度梯度, 气体分子从较冷的白色面沿叶片表面“蠕动”向较热的黑色面, 产生沿切向的力, 推动叶片旋转。
5. **动量传递**: 黑色面受热导致气体分子速度更快, 撞击时传递更多动量, 作用力大于较冷白色面一侧。这种差异推动叶片旋转。
6. **旋转方向**: 热蠕动和动量差异共同作用, 使叶片以白色面领先、黑色面被推动的方向旋转。

关键因素:

- 部分真空环境使气体分子平均自由程较长, 增强热效应。
- 温度梯度驱动气体流动和动量差异。
- 旋转动力来自叶片与残余气体之间的热相互作用, 而非光压。

这种热蠕动与动量传递的相互作用, 较好地解释了克鲁克斯辐射计的特征旋转现象。

评述:

ChatGPT 的分析得出了错误的结论, 声称辐射计叶片旋转时白色面被推开, 这与大量实验证据直接相悖。令人遗憾的是, 它未引用文献中广泛认可的热蠕动理论, 而是聚焦于空气压力的解释。其推理虽自洽——白色面较冷、气体密度较大, 导致气压更高——但缺乏对科学严谨性的遵循, 科学结论应基于观察与公认理论。

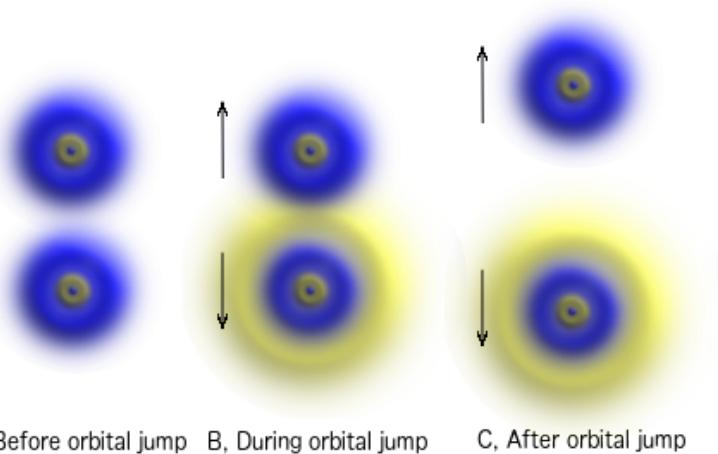
相比之下, DeepSeek正确指出了旋转方向, 并结合空气压力与热蠕动两种机制进行解释, 这两者是文献中最常见的理论。然而, 其对热蠕动作用的理解存在偏差: 热蠕动产生的切向力方向实际上与旋转相反, 应阻碍叶片旋转, 而非促进。

总体而言, 尽管这些大型AI模型具备广泛知识, 能应对部分标准问题, 但在关键的科学推理与严谨性方面, 仍未达到人类专家的水平。

跃迁冲击理论

尽管空气压力理论和热蠕动理论常被用来解释克鲁克斯辐射计的工作原理, 但目前尚无确凿证据支持它们, 主要是因为在该装置内难以进行有效的实验证。此外, 这些理论存在一个关键缺陷: 无法解释叶片旋转的快速启动, 尤其是初始加速度现象。叶片要开始转动, 驱动力必须足以克服叶片与转轴之间的摩擦力。若旋转源于空气压力差引起的气流, 则需时间使内部空气受热并形成压力差。因此, 按理叶片加速度应从零开始, 随着空气温度升高逐渐增加。然而实际观察表明, 叶片加速度启动即达最大值, 随后逐渐减小, 这与基于空气动力的理论预测明显不符。

这些观测结果及其他现象, 可以用几年前提出的**跃迁冲击理论**来解释。该理论认为, 辐射计叶片的运动源自原子电子跃迁引发的副作用。当原子电子吸收能量跃迁到更高轨道时, 电子云会膨胀, 导致相邻原子间距在几纳秒内迅速缩短。这种快速的原子间距变化打破了范德华力的平衡, 增强了粒子间的排斥力。这一过程被称为**跃迁冲击**(transimpact, 意指“跃迁”造成的“冲击”), 如下图所示。



当跃迁冲击发生在空气分子与辐射计叶片表面时，空气分子会被强力弹射出去，类似爆米花爆裂般产生冲击力，从而推动叶片向相反方向旋转。由于黑色面吸收能量更高，电子跃迁和跨撞击发生得更频繁。这种不均衡的作用力使叶片旋转，黑色面被推向远离光源的方向。由于原子电子跃迁在光照下几乎瞬时发生，该理论解释了辐射计启动时的最大初始加速度，之后随着空气阻力增加和转速提升，加速度逐渐减弱。

直到最近才有实验对该理论提供了直接验证。其中一项关键实验是在大功率手电筒照射下测量辐射计转速的变化。转速变化率(加速度)与驱动力成正比，为揭示辐射计运动的动力机制提供了重要依据。实验结果显示，理论预测与观测数据高度吻合，强有力地支持了跨撞击理论。[该研究成果已在线公开五年以上](#)，并为[布朗运动](#)和[相变机制](#)提供了新见解。为了确认ChatGPT和DeepSeek是否已吸收这一新知识，我们随后提出了相关追问。

你知道跃迁冲击理论吗？

ChatGPT回答：

是的！跃迁冲击理论是一些物理学家提出用来解释克鲁克斯辐射计叶片运动行为的一个概念。该理论试图解释叶片的运动机制，涉及到分子碰撞过程中动量传递与热效应的复杂关系。以下是该理论的核心内容：

跃迁冲击理论概述：其基本观点是，气体分子向叶片传递动量不仅仅源于直接碰撞，还包括碰撞过程中能量的转移。具体来说，当气体分子撞击较热的黑色表面与较冷的白色表面时，动量发生变化。“跃迁冲击”(transimpact)一词体现了气体分子与叶片表面相互作用时，不是简单反弹，而是分子会因温度梯度而损失或获得能量，进而引起动量的转移，推动叶片运动。

理论要点：

- 分子行为的不对称性：**撞击叶片黑色较热一侧的气体分子向叶片传递的动量，比撞击较冷白色一侧的分子更多。因为接触到热表面的气体分子动量变化不同于撞击冷表面的情况。黑色面温度较高，导致分子碰撞更具能量，分子从此侧反弹时动量更大。
- 分子反弹时的动量转移：**气体分子撞击叶片黑色面时，不仅传递了分子的动能动量，还会根据碰撞中获得或失去的能量，改变自身运动状态。这样产生净动量转移，使黑色面受到的力大于白色面。

3. **真空效应**: 辐射计内部的真空环境强化了这一效应。在真空中，气体分子数量减少，但存在的分子与叶片的直接相互作用更为显著。黑白两面温度差异加剧了动量传递的方向性。

这一理论如何解释旋转现象：

- **黑色面领先**: 在这一框架下，黑色面领先是因为分子碰撞过程中，黑色（较热）一侧的能量和动量转移大于白色（较冷）一侧。这产生了一个净力，使叶片以黑色面领先的方向旋转。
- **“跃迁冲击”机制**: “跃迁冲击”概念认为，气体分子撞击叶片时，并非简单反弹，而是在分子与叶片表面之间发生能量传递，使分子以带有净动量的方式反弹，从而对叶片产生转矩。黑白两侧能量传递的不对称性正是驱动旋转的核心动力。

为何优于单纯的热效应解释: 传统的解释仅基于温差和气压差，未能完全说明为何叶片会以黑色面领先的方向旋转。跨撞击理论弥补了这一不足，认为气体分子与叶片表面间热相互作用所引起的动量转移差异，是驱动辐射计运动的主要原因。

结论: 跨撞击理论指出，辐射计的运动并非仅由热辐射或气压差异引起，而是涉及加热气体分子与叶片表面之间更复杂的相互作用。该理论成功解释了叶片反向旋转、黑色面领先的现象，这归功于增强的分子碰撞及其动量转移效应。

这是一项引人入胜的理论，自辐射计发明以来便吸引了科学家的关注，提供了热梯度与气体行为如何结合产生宏观运动的更深层次理解。

DeepSeek回答：

“跃迁冲击理论”这一术语并未在主流物理学或科学文献中被广泛认可或确立。它可能是在某些特定领域中使用的术语，或者是一种误解，亦或是将动量传递与热效应等相关概念混合在一起的表达，尤其是在解释克鲁克斯辐射计等系统时。

如果你是在特定情境下（例如针对辐射计行为的另类解释）遇到该术语，它可能与已知物理学中的某些概念相关，具体如下：

与已知物理学的可能联系：

1. **热渗透（热蠕动）**: 在克鲁克斯辐射计中，叶片边缘附近的气体分子存在温度梯度，导致气体从较冷的白色一侧“蠕动”到较热的黑色一侧，产生切向力，推动叶片旋转。这一过程有时被称为热渗透效应。
2. **动量传递（辐射计效应）**: 叶片的黑色面吸收更多热量，加热邻近气体。撞击黑色面的高速气体分子比撞击白色面的冷气体分子传递更多动量，产生净力，驱动旋转，这通常称为辐射计效应。
3. 如果“跃迁冲击理论”结合了这些观点（动量转移 + 热梯度），那么它可能是对热蠕动与分子碰撞相互作用驱动辐射计运动的一种非正式描述。

为何“跃迁冲击”不是标准术语：

- 克鲁克斯辐射计的工作原理主要由经典热力学和动力学理论解释，而不存在单独的“跃迁冲击”理论。
- 该术语可能源于较早或较不严谨的尝试，在现代气体动力学和热梯度理论完善之前，用以解释辐射计现象的表述。

如果你能提供更多关于“跃迁冲击理论”出处的背景信息，我很乐意帮你进一步澄清！目前，关键点是：辐射计的运动主要源于低压气体中的热效应，而非直接的光压作用或某个独特的理论体系。

评述：

虽然ChatGPT表面上提及了“跃迁冲击理论”，但其实其回答并未真正基于该理论或任何合理的解释，而是完全依赖于传统的气压和空气动力学理论。对于不了解“跃迁冲击理论”的人来说，这种混淆容易引发严重误解，因为其回答看似合理，却与该理论毫无关联。这暴露了生成式人工智能的一大风险——能够生成表面连贯但实质误导的信息。

相比之下，DeepSeek诚实地承认对该术语不熟悉，谨慎地基于现有理论框架进行推理，尝试探讨其可能的起源和含义，并表示愿意在获得更多背景信息后进一步完善和澄清。这种坦诚面对知识盲点并有条理地弥补不足的态度，在面向未成年人或教育用途时，显得尤为重要，也更符合教育领域对准确性和透明度的要求。

两者的回答均未涵盖较新但引用较少的相关研究成果。考虑到这些信息在模型训练前已公开发布，理应纳入训练数据。这反映出现阶段AI训练策略的局限性——过于侧重大量广泛引用的数据，而忽视了新近且可能更具价值的低引用资料，这与人类学习时对信息的甄别和优先级有所不同。

版本更新

- 10/22/2024: 本文在斯坦福初始发布
- 12/19/2025: 引言的细微更新
- [01/10/2026: 在Zenodo上发表](#)

相关文章摘要链接

- <https://cs.stanford.edu/people/zjl/abstractc.html>, PDE
- <https://sites.google.com/view/zjl/>, PDF
- <https://xenon.stanford.edu/~zjl/abstractc.html>, PDF
- <https://doi.org/10.5281/zenodo.17972005>, PDF

相关文献

- [热力学中的错误概念 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [克鲁克斯辐射计旋转的驱动机制 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [布朗运动的原动力 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [温度是分子平均动能的标志吗? \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [绝对零度的本质 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [能量转换三角 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [热膨胀是由于粒子振动引起的吗? \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [超流体不是流体 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [为什么相变温度保持恒定 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [摩擦为何会产生热量? \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [简明熵概念 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [熵可以减少 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [回归原理 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)

- [金属中是否存在自由电子海? \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [电子通道: 导体超导统一论 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [低温和高温超导统一理论 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [LK-99的局限和意义 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [地球磁场超导起源说 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [关于质量的本质问题 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [从万有引力定律到广义相对论的演化 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [爱因斯坦质能方程的最简单推导 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [如何理解相对论 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [数学并非科学 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [潮汐能并非可再生能源 \(PDF: DOI\) \(中文: DOI\)](#)
- [AI 知识污染 \(PDF\) \(中文\)](#)
- [DeepSeek pk ChatGPT \(PDF\) \(中文\)](#)