

376 · 配套学习

物理学思想简史

六十章学习包

阅读 推演 回检

本包围绕全书六十章设置专题任务，把物理史阅读、数学演算、竞争解释与证据边界放在同一张学习页上。每章一页，可独立打印，也可配合章节正文与学习入口使用。

配套任务非作者原文。检验要点用于自查与讨论，不构成标准认证答案。

原书作者 王德生

原书 ISBN 979-8-90690-956-5

原书定价 US\$20

本学习包随书配套，不另设 ISBN 或定价。

版本 v1.0 · 2026 年 10 月

怎样使用本学习包

先读对应章节，再独立作答；用检验要点核对推理，最后完成迁移任务。短答可以写在页末，完整演算建议另附纸。遇到分歧，请同时记录原文依据、模型假设与可能推翻判断的结果。

先明确问题

每页的问题都对应一项具体论证、实验或算例。三个目标说明需要做到什么；不必先认同某种历史评价或哲学概括。

再检查推理

检验要点提供计算参照和条件提醒。数值吻合不能代替单位、符号、边界与近似的核查；开放问题允许不同结论，但应给出可复查依据。

用新情形回检

迁移任务要求改变参数、装置或证据条件。先写预测，再看结果；不要用同一批数据同时拟合全部参数并宣称验证成功。

分清证据层次

历史记载、现代数学重构、自拟模型与 SDE 解释具有不同责任。各页的证据边界明确哪些结论不能从当前材料直接推出。

连接正文与讨论

每页顶部提供章节阅读及学习入口的可点击链接。学习伙伴暂名“问物”；入口用于辅助阅读与讨论，具体结论仍须回到正文和证据。

个人记录建议

记录“我的初答、改动理由、仍待核查的条件”。同伴讨论时，先比较推理与证据，不把是否同意某个结论当成完成标准。

纸面访问：sdeuniverses.com/books/m/376/

章节路径：text/chNN.html（NN 为两位章号）

学习路径：agent/learning.html?lesson=N（N 为章号）

第 01 章 · 专题学习

镜中的石头是否是第二块石头

[阅读第 1 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

以第一章的石头与镜像为起点，设计旋转、遮挡和接触三个比较。记录每次操作中保持了什么、改变了什么，并判断镜像能够取得哪一种对象身份。为什么“看起来一样”不足以保证两个普通物体成立？

三个目标

1. 辨认外观相似与个体同一的不同判据
2. 分别展开视觉与触觉各自完整的 SDE
3. 用操作后果限制对象身份的主张

检验要点

检验要点：镜像可以是实际光学显露，但触及镜面不能取得镜后石头的独立接触响应。旋转导致外观改变也不必破坏石头的同一性。回答应给出跨操作的联系，不能只用“真实”或“虚幻”贴标签。

迁移任务

迁移到视频中的杯子：列出屏幕图像能够承接的操作与不能承接的盛水操作，说明对象名称怎样随研究任务改变。

证据边界

石头案例是教学思想实验，不是历史实测报告；操作设计与 SDE 分析属于解释方案，不证明未被观察的石头不存在。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 02 章 · 专题学习

两批铁棒何时能够算作同一类

[阅读第 2 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

两批铁棒在室温缓慢加载时响应相近，升温后却系统分开。依据本章区分“这一个”“这一类”与公共关系，提出缩小适用域、增加状态说明或重分材料类型三种处理，并选择一个需要优先检验的方案。

三个目标

1. 区分个体边界、类型划分与公共规则
2. 说明分类失败如何返回修改实验条件
3. 识别单位变化与对象变化的不同责任

检验要点

检验要点：编号可追踪个体，不能保证材料状态；类型必须承担规定条件下的替换承诺。不同单位报告不同数字并非规律失效，端点距离与装配长度则可能是不同被测量。须提出一项未参与原分类的替换检验。

迁移任务

换成两种电池，规定温度和负载后检验能否互换；说明只比较外壳尺寸为何不足以支持同一工程类型。

证据边界

铁棒与电池均为自拟研究方案，未提供真实检测数据；三层同生是本书的发生解释，不能代替具体材料证据。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 03 章 · 专题学习

互相耦合为什么仍能收敛

[阅读第 3 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

在本章模型中取 $\lambda=1/2$: $\dot{x}=-x+\lambda y$, $\dot{y}=\lambda x-y$ 。令 $u=x+y$ 、 $w=x-y$ ，推导两者的变化方程并判断长期行为。这个结果具体反驳哪一个命题，又没有反驳什么？

三个目标

1. 用变量变换核查耦合与稳定性的关系
2. 区分逻辑反例与现实系统的经验判断
3. 避免将主体、客体、互动直接对应 S、D、E

检验要点

参考检验： $\dot{u}=-u/2$, $\dot{w}=-3w/2$ ，故两者指数趋零， x 、 y 也趋零。反例否定“有耦合必不收敛”，不否定属性关系需要研究。若改取 $\lambda=1$ ， u 保持常数，说明结论依赖参数范围。

迁移任务

为一个有时滞的反馈装置列出还需获得的作用方向、强度和时间信息；说明不能只凭“存在回写”预告振荡。写清所讨论的状态范围。

证据边界

这是无量纲自拟数学模型，不是某件材料的实验定律；SDE 和三属性号位属于不同分析轴，计算未证明任何一套本体论唯一正确。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 04 章 · 专题学习

让加载回线决定下一次实验

[阅读第 4 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

教学弹性装置在加载和卸载时出现不同曲线。沿 $D \rightarrow E \rightarrow S$ 完整提出一项研究：先确认差异可比，再比较仪器漂移与材料历史两种解释，最后说明什么结果会要求重新规定响应的身份。

三个目标

1. 把一条完整路径转成可执行的检验顺序
2. 定位 S 与 D 的张力如何推动 E 修订并回检
3. 区分材料状态回写与研究者修改程序

检验要点

检验要点：先对齐零点、单位和不确定度，再安排更换读出装置、改变加载次序等区分性操作。若次序效应稳定存在，可把历史承接纳入 E，但必须用未参与修订的操作回检；不能每遇异常就另立名称。

迁移任务

对手机电量显示的回升现象另提两种竞争解释，并写出能让其中一种失败的记录方案，而不预先宣布发现新规律。

证据边界

装置及迁移情境均是研究设计；SDE 三方程规定说明责任，尚不是可直接求解的动力学方程。解释顺序不能冒充事件因果顺序。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 05 章 · 专题学习

新曲线足以宣布新物理吗

[阅读第 5 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

设研究者得到一条新响应曲线，并把它同时画成图像和转换成声音。请分别说明：校准漂移、旧模型允许的新实现、旧模型被独立证据否定，这三种情况下最多支持何种创造判断。

三个目标

1. 区分命名、形式、操作与经验约束的创新
2. 辨认数据重表达与跨路径独立支持
3. 为创造主张提出具体可败条件

检验要点

检验要点：新名称与新图样不足以证明新对象；同一数据的声像转换不构成两份独立证据。应预先规定转换关系及允许误差，再用独立操作检验。删除某台仪器而由替代设备承接同一角色，也不能证明该构成角色不必要。

迁移任务

审查一项“新传感器发现新效应”的宣传，写出需要取得的对照、校准及未参与拟合的资料，并给出暂缓结论的理由。

证据边界

三种曲线结局是假设情境；数学拟合成功不等于实验证实，SDE 可帮助组织举证责任，却不能免除与其他解释竞争。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 06 章 · 专题学习

一口钟为什么不只对应一个音

[阅读第 6 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

依据本章曾侯乙编钟的材料，围绕不同击打位置形成不同乐音设计比较表，分开器物身份、击打操作、声音辨认与铭文名称。为什么“同一口钟”不能直接推出“每次都是同一个音”？

三个目标

1. 用具体器物区分物件同一与声音同一
2. 辨认礼乐认可、操作复现与理论解释
3. 为跨感官承接保留各自完整 SDE

检验要点

检验要点：史料支持合瓦形钟体不同部位击打可产生两个乐音；铭文名称不能替代实际发声，现代试奏也不能证明古代每位听者经验一致。应说明支撑、击打与器形怎样共同进入比较，而非把视觉、听觉、触觉各分配给一维。

迁移任务

改用一只玻璃杯比较敲击位置，先记录现象再提出解释；说明该实验为何不能直接复原古代编钟的制造知识。

证据边界

编钟数量与双音特征依本章博物馆材料；玻璃杯方案为自拟操作。历史关联不自动构成文明间传播链，SDE 解释不是古人自述。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 07 章 · 专题学习

四种原因能否回答同一个问题

[阅读第 7 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

用本章陶杯案例分别提出材料、形式、制作起源和目的的问题。假定破杯改作花盆，分析哪些物质关系未变，哪些对象边界与成功判据改变，并检查能否由“现在有用途”推出“最初就是为此形成”。

三个目标

1. 保留亚里士多德概念与现代力学的差别
2. 识别分类说明与定量预测的不同要求
3. 为目的解释提出独立的形成证据

检验要点

检验要点：四因回答的缺口不同，不是四种依次推动物体的力。可追踪的制作目的不能无条件推广为自然过程的目的。若以“向下运动”定义某物的自然，再用该自然解释下落，须增加介质或准备条件的比较以打开循环。

迁移任务

选择一种自然结构，分别写功能问题和形成史问题，指出观察到功能为何不能单独决定形成机制。

证据边界

四因与自然运动的历史框架来自本章原典范围；陶杯转换是教学例子。SDE 是后来的分析视角，不可宣称亚里士多德已经采用它。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 08 章 · 专题学习

水中的测力计少读了什么

[阅读第 8 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

本章固体体积为 1000 立方厘米，重力为 15 牛顿，完全浸入密度 1000 千克每立方米的静水。取 $g=9.8$ 米每二次方秒，求浮力及上方悬绳拉力，再判断读数下降是否说明材料减少。

三个目标

1. 用单位换算复核浮力与拉力的区别
2. 辨认总量平衡和姿态稳定的不同条件
3. 说明称量读数如何依赖支撑分担

检验要点

参考检验：体积为 0.001 立方米，浮力 9.8 牛顿，绳拉力 5.2 牛顿。需要静水、完全浸没、无容器接触等条件。排开体积不要求真的溢水；浮力与重力相等也不足以证明漂浮姿态稳定，还须检查力矩。

迁移任务

为质量、外形相同而内部配重高低不同的密封盒设计倾斜比较；列出预测回复力矩还需要的几何信息。

证据边界

浮体关系与阿基米德原典相联系，代数与数值是现代教学重述；密封盒为思想实验。SDE 说明读数构成，不意味着重力随命名改变。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 09 章 · 专题学习

缩小孔径是否总能改善成像

[阅读第 9 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

按本章小孔模型，物高 60 厘米、物距 3 米、屏距 50 厘米。计算像高，再分别把物距加倍与屏距加倍。若继续缩小孔径，解释为何比例计算与“图像一定更好”的结论不是同一回事。

三个目标

1. 用相似三角形建立可检验的比例预测
2. 区分几何清晰度、可辨亮度与波动限制
3. 说明相同图像可能受不同条件共同规定

检验要点

参考检验：像高绝对值依次为 10、5、20 厘米，像倒置。计算依赖直线传播、近似平行物屏及可忽略孔径模糊和衍射。小孔减轻几何展宽时也减少光量，足够小后波动效应进入，不能任意调整有效距离来抹平偏差。

迁移任务

提出两次改变屏距的测量及独立测距方法；若比例持续失配，写出首先检查的条件与何时需要修订模型。

证据边界

数值和符号为本章现代模型，不是伊本·海赛姆或古籍原始记号；数学正确只保证条件内推论，SDE 分析不能替代实际成像检验。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第10章 · 专题学习

一比三比五和一比四比九分别说明什么

[阅读第10章](#) | [进入本章学习](#)

问题

按本章自拟斜面模型取恒加速度 0.4 米每二次方秒、初速零，求前三秒末累计路程及每秒路程。再把初速改为 0.1 米每秒，判断平方比例失效是否已否定恒加速度。

三个目标

1. 区分累计量与逐段增量的比例
2. 把假设失败定位到初速或动力关系
3. 认识斜面如何重组可测的时间差异

检验要点

参考检验：原累计为 0.2、0.8、1.8 米，每段为 0.2、0.6、1 米；新累计为 0.3、1、2.1 米。初速改变破坏原比例，但加速度仍可恒定。应检查起动和计时零点，并说明滚动球不能未经论证直接等同于无转动落体。

迁移任务

转向金星相位：说明排除标准托勒密方案为何不等于唯一证明地球绕日，并提出区分仪器伪影与天体变化的观察。

证据边界

斜槽与水计时依据本章原典范围，所给数字为现代教学模型；金星相位也可由第谷体系容纳。发生解释不能改写为三位作者的共同宣言。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 11 章 · 专题学习

更密的采样一定给出更准的速度吗

[阅读第 11 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

依本章前向差商误差界 $2\varepsilon/h + Mh/2$ ，设每次位置误差不超过 0.001 米，区间内加速度绝对值不超过 1 米每二次方秒。求使这个上界最小的正间隔，并比较 $h=0.01$ 秒与 0.1 秒。

三个目标

1. 区分导数极限与有限读数的估计过程
2. 检查误差界的量纲和适用区间
3. 解释有限位置表为何不能独自确定速度

检验要点

参考检验：最优间隔约 0.0632 秒；两个指定间隔的误差上界分别为 0.205 和 0.07 米每秒。上界不是实际误差，更不是某台仪器的已测性能。减小间隔压低截断项，却放大读数误差项，且所得间隔须仍在假设适用范围内。

迁移任务

给三个采样点构造一项在这些时刻为零的多项式修正，说明原曲线加上它仍过所有记录点，却可能具有不同导数。

证据边界

这是在明确误差假设下自拟的数学估计，未报告实测数据；微积分前史不等于空白，SDE 分析也不能由极限公式自动获得证明。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 12 章 · 专题学习

折射的极小条件不等于光会预知终点

[阅读第 12 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

按本章折射模型令 $a=b=L=1$, $n_1=n_2=1$, 写出 $\Phi(z)$ 及其导数, 确定驻点。随后把第二段权重增大, 判断交点将向哪个端点的投影移动, 并解释你使用的是何种约束。

三个目标

1. 把整体路径变化转成可复核的局部条件
2. 辨认牛顿与莱布尼茨路线的不同问题入口
3. 区分数学唯一性与光学模型的经验资格

检验要点

参考检验: 等权重时 $z=1/2$, 两段相对法线夹角相等; 二阶导数为正保证唯一极小。增加 n_2 后驻点向 $z=1$ 方向移动以缩短第二段。局部驻点条件须结合整体函数与正参数, 不能把求极值解释为光具有目的意识。

迁移任务

设想介质不均匀, 指出两段直线与常权重假设中哪些需要改写; 不要只把折射率换成一个未经定义的平均值。

证据边界

折射讨论联系莱布尼茨 1684 年文章, 但参数及推导为现代重述; SDE 提供构成分析, 数学极小不能单独证明现实光在全部尺度遵循该模型。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第13章 · 专题学习

多测一次是否真的多了一条独立约束

[阅读第13章](#) | [进入本章学习](#)

问题

对 $P=kx+\beta x^3$ 的教学模型，自设 x 以米、 P 以牛顿计，测得 $P(1)=3$ 、 $P(2)=12$ 。求 k 、 β ，并计算 $x=1$ 时 P/x 与 dP/dx 。若第二点改为 $x=-1$ ，能否仍分别确定两个参数？

三个目标

1. 区分有限比值与工作点附近的微分响应
2. 识别参数辨识所需的独立差异
3. 让数学分析实际改变下一轮加载设计

检验要点

参考检验： $k=2$ 牛顿每米， $\beta=1$ 牛顿每三次方米；割线比例为 3 牛顿每米，切线刚度为 5 牛顿每米。正负同幅两点在这个奇函数模型中给出同一参数约束；对已拟合曲线求导也不算新的独立测量。

迁移任务

设计独立邻域加载来估计斜率，说明位移间隔、噪声与状态保持如何限制结果，并用第三个工作点检验原多项式。

证据边界

数据为本学习任务自设，不是材料实验；模型须经范围检验。局部刚度随位移改变不等于规律漂移，交叉项也不能直接充当 SDE 纠缠的证明。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第14章 · 专题学习

一条局部方程为何允许等待后再启动

[阅读第14章](#) | [进入本章学习](#)

问题

检验本章无量纲方程 $\dot{x} = 2\sqrt{x}$ 、 $x(0)=0$ 的两条解：始终为零，以及先停留到 $t=1$ 、随后取 $x=(t-1)^2$ 。分别检查两段与连接时刻，并解释为什么同一初值没有选出唯一未来。

三个目标

1. 逐段核查微分方程和初值的相容性
2. 区分解存在、解唯一与实际机制
3. 认识整体重建还需条件而非只有积分符号

检验要点

参考检验：等待段导数和右端都为零，增长段都为 $2(t-1)$ ，连接处导数连续为零。零点附近不满足通常唯一性定理所需的局部利普希茨条件。反例否定无条件的唯一性承诺，不证明物体能够自主决定启动时间。

迁移任务

面对两条同样拟合记录的预测轨迹，列出应补充的状态资料或独立约束；说明任意挑一条解与找到现实选择机制的差别。

证据边界

这是本章数学反例，不是现实落体模型，也不能泛化成全部经典动力学失去预测力；SDE可定位缺失说明，却不能替方程选择未经证实的分支。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 15 章 · 专题学习

热模拟变得更剧烈，是发现了新物理吗

[阅读第 15 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

使用本章显式热更新式，在周期网格上代入交错模式 $U_j = (-1)^j$ 。求 $r=0.4$ 与 $r=0.6$ 时的一步放大因子，判断反复更新的行为，再说明为何必须先检查算法而非宣布热过程失稳。

三个目标

1. 从具体模式推导更新式的稳定限制
2. 区分连续物理模型、离散算法与程序实现
3. 解释网格细化为何必须联动时间步长

检验要点

参考检验：因子为 $1-4r$ ，分别为 -0.6 与 -1.4 ；前者交替衰减，后者交替增长。 $r = \chi \Delta t / \Delta x^2$ ，固定时间步而把空间步长减半会使 r 增为四倍。只有说明边界及离散条件后，数值稳定判断才有明确范围。

迁移任务

提出同一初态的两组步长比较，并用平均量或已知解作额外检验；说明一幅看似平滑的图也不足以保证计算可信。

证据边界

增长由离散公式数学推出，不是观测到的材料不稳定。连续体与场的历史讨论不能替代数值验证；SDE 中的 E 须包含实际算法关系而非仅列计算机名称。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 16 章 · 专题学习

粘连碰撞保存了什么，省略了什么

[阅读第 16 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

按本章算例，一千克小车以每秒三米撞上静止的二千克小车，碰后粘连。求共同速度与碰前后整体平动动能，并说明动量守恒为何不能单独决定所有非粘连碰撞的结果。

三个目标

1. 在明确系统边界内检验运动量关系
2. 区分动量保存与平动动能保持
3. 说明模型省略的材料差异何时重新进入

检验要点

参考检验：外冲量可忽略时总动量为 3 千克米每秒，共同速度 1 米每秒；动能由 4.5 焦耳变为 1.5 焦耳。少掉的 3 焦耳未被整体平动追踪，不能说能量消失。取消粘连条件后需另加接触性质等约束。

迁移任务

将碰撞置于有明显外部冲量的轨道上，写出需要测量的新量；再说明变质量系统为何不能不加处理套用封闭恒质量的 $F=ma$ 。

证据边界

牛顿定义与定律是历史文本，数值碰撞是现代自拟模型；SDE 说明质量、作用和比较程序的共同成立，不表示观察者意愿可以指定动力学结果。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 17 章 · 专题学习

把月球轨道接到地表落体需要哪座数量桥

[阅读第 17 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

用本章近似输入 $r=3.84\times 10^8$ 米、 $T=2.36\times 10^6$ 秒、 $r=60R$ ，计算月球圆周加速度，并按距离平方反比换算至地表。说明天文输入与地面落体记录的来源为何需要相互独立。

三个目标

1. 复算跨尺度统一中的数量关系
2. 识别共同规律与近似条件的配合
3. 区别独立证据相容与同一公式自我验证

检验要点

参考检验： $4\pi^2 r/T^2$ 约为 0.00272 米每二次方秒，乘 3600 约为 9.8 米每二次方秒。这里用了圆轨道及中心主导近似；月球轨道、地球形状与其他天体作用仍需修正。轨道主要约束 GM，不能凭同组数据分别识别 G 和 M。

迁移任务

在同一主导中心体周围把圆轨道半径增为四倍，推得周期增为八倍；列出把这个结论用于双星时必须修改的质量条件。

证据边界

数量桥接联系《原理》第三卷，输入是教学近似而非精密历表；统一支持有范围的预测，SDE 解释不能将有限检验升级为无界普适证明。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第18章 · 专题学习

校准为什么不只是归零

[阅读第18章](#) | [进入本章学习](#)

问题

本章温度装置在窄范围内满足示值 $y=1.02T+1$ 。读到 52 度时求参考温度估计。若只调整零点，比例偏差会怎样？设计两个用于定参的校准点，再说明第三点承担什么不同工作。

三个目标

1. 区分校准关系与仪器调整
2. 识别参数拟合与独立模型检验
3. 理解公共测量依靠受约束的转换相容

检验要点

参考检验： $T=(52-1)/1.02=50$ 度；归零只消除截距，不能保证斜率变为一。两点可确定假设的直线，第三点才能开始检验线性是否适用。还需说明参照的不确定度、温度范围及调整后重新确认关系的必要。

迁移任务

两实验室共用一支有未知偏差的参考温度计，即使结果相符也不能据此排除共同偏差；提出一种独立参照比较。

证据边界

线性关系是自拟算例，现代计量术语不能逐字归给早期实验者。SDE 可组织校准链与读数关系，但证书或溯源性本身不保证满足任意精度任务。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 19 章 · 专题学习

相空间椭圆是不是小球在房间里的路线

阅读第 19 章 | 进入本章学习

问题

本章振子取 $m=1$ 千克、 $k=4$ 牛顿每米，初始 $q=0.1$ 米、 $p=0$ 。由 $H=p^2/2+2q^2$ 写出哈密顿方程，求四分之一周期后的状态与能量，并解释相空间图的两个轴分别表示什么。

三个目标

1. 从哈密顿函数返回可复核的运动预测
2. 区分构形位置与完整初始状态
3. 辨认数学等价带来的能力与证据限度

检验要点

参考检验： $\dot{q}=p$ 、 $\dot{p}=-4q$ ， $q=0.1\cos 2t$ 、 $p=-0.2\sin 2t$ 。 $t=\pi/4$ 秒时 $q=0$ 、 $p=-0.2$ 千克米每秒，能量 0.02 焦耳。相空间椭圆是状态关系，不是实空间轨迹；能量持续下降将要求检查开放性或阻尼。

迁移任务

对单摆角坐标写出 $p_\theta=ml^2\dot{\theta}$ ，说明它为何不是直线动量 mv ；列出速度到共轭动量不可反解时需要重新处理的步骤。

证据边界

形式发展有拉格朗日与哈密顿的历史来源，振子数字是教学模型；两种等价推导不是两次独立实验，SDE 解释也不能自动把新形式判为新世界。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 20 章 · 专题学习

旋转水面的凹陷证实了哪一层主张

[阅读第 20 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

对本章稳定刚体旋转水体，取半径 0.1 米、 $g=9.8$ 米每二次方秒，分别计算角速度 2 与 4 弧度每秒时边缘相对轴心的高度。再区分经典预测、马赫关系性批判与关于惯性起源的可检验理论。

三个目标

1. 用定量预测限制惯性讨论的范围
2. 区分思想启发、理论承诺与观测支持
3. 为竞争解释要求通常极限与额外预测

检验要点

参考检验：由 $\Delta z = \omega^2 r^2 / (2g)$ 得约 2.04 与 8.16 毫米，相差四倍。需要稳定旋转并可忽略显著波动、毛细边缘效应等条件。在旋转系重复得到同一结果只是描述相容，不能当作第二份独立实验，也没有单独证明惯性来自宇宙全部质量。

迁移任务

提出一项能区分新关系性模型与经典模型的额外预测，说明需要改变或测量的条件；若尚写不出，明确保留为研究纲领。

证据边界

水面数字是现代自拟算例而非马赫实验记录；爱因斯坦受其启发不等于全部命题获证。

SDE 中的整体关联必须有具体作用关系，不能只补一张环境清单。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 21 章 · 专题学习

循环复原究竟复原了什么

[阅读第 21 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

给一台假设热机画出工质、热库与负载三条账目。若工质每轮复原，是否可以断言整套装置没有净变化？再判断“让活塞倒转就实现可逆”的说法。

三个目标

1. 区分工质复原与外界净效果
2. 用热功账目识别遗漏的过程边界
3. 解释卡诺比较为何超出改造单台机器

检验要点

取吸热、对外做功为正，循环有 $\Delta U=0$ ，但净热与净功可以不为零。可逆要求系统及相关外界都能恢复，摩擦生热不能靠倒转抵消。用同一组冷热端比较两条循环，说明只观察膨胀半程会漏掉恢复功。

迁移任务

把冷端温度升至热端附近，写出可逆效率变化趋势；同时说明最高效率的限制为何不能保证实际功率。用操作与循环结构的冲突推动指标修订，再回到净功核查。

证据边界

卡诺 1824 年的热质论证是史实层；第一定律和现代效率式是后来的重构；本题账目是假设模型。SDE 用来审查条件如何共同规定效率，不把现代守恒归给卡诺。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 22 章 · 专题学习

没有吸热，为什么熵仍会增加

[阅读第 22 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

比较同一理想气体从体积 V 到 $2V$ 的两条路径：绝热容器内向真空自由膨胀，以及可逆等温膨胀。请同时填写热、功、内能变化与熵变化，并解释两条路径为何不能混为一谈。

三个目标

1. 辨认状态函数与路径量
2. 计算相同端点的不同交换
3. 分开熵变化与熵产生

检验要点

自由膨胀在给定条件下 $Q=W=\Delta U=0$ ；可逆等温路径 $Q=W=nRT \ln 2$ ， $\Delta U=0$ 。两者气体熵变同为 $nR \ln 2$ ，但前者有熵产生，后者连同热库的总熵变化为零。不能把辅助可逆路径的热量填入真实自由膨胀过程。

迁移任务

假设同一热量从高温热库转入低温热库，计算两端熵变的符号；反向传热时列出必须补偿的外界变化，指出只查能量守恒为何不够。

证据边界

焦耳、克劳修斯与开尔文工作的历史关系按本章文献核验；这些数值关系采用现代热力学及理想气体假设。SDE 追踪过程与状态规定的张力，不能以“无序增加”代替熵的计算。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 23 章 · 专题学习

最常见的宏观态是不是必然出现

[阅读第 23 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

四个编号粒子各自等概率进入盒子的左右半部。枚举十六种配置，再按左侧占有数合并。为什么某个宏观态最常见，并不意味着系统下一次必处于该态？

三个目标

1. 区分微观配置与宏观占有数
2. 把分布稳定与个别事件区分
3. 检查不可逆论证使用的统计假设

检验要点

五种占有数的配置数为 1、4、6、4、1，二左二右的概率为 6/16。单个配置与一类宏观态不能用同一计数单位。有限系统允许偏离平均；H 定理的方向性还使用碰撞统计条件，不能只凭对数不等式消除时间反演问题。

迁移任务

把左侧体积改为总体积的四分之一，在独立均匀位置模型下重新计算占有数分布；预测最常见占有数怎样移动，并说明何种关联会使独立假设失效。

证据边界

四粒子盒子是说明性模型，不是玻尔兹曼的实验记录；概率结论由样本空间推出。SDE 可讨论稳定类型如何从分布形成，但不把哲学“沉淀”当成动力学不可逆性的证明。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 24 章 · 专题学习

平均能量拟合成功为何还不够

[阅读第 24 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

一个无简并二能级单元的能量为 0 与 ε ，令 $\varepsilon/(kBT)=\ln 3$ 。求正则平均能量和方差，再考虑两个独立单元：十六次独立记录中一次也没有总能量 2ε ，是否足以否定模型？

三个目标

1. 由配分函数联结平均与涨落
2. 判断短记录反例的证据强度
3. 区分独立单元与相关采样

检验要点

高能级概率为 $1/4$ ，平均能量 $\varepsilon/4$ ，方差 $3\varepsilon^2/16$ ，热容为约 $0.2263k_B$ 。两个单元出现 2ε 的概率为 $1/16$ ，十六次都未出现的概率约 0.356 ，不能仅据此判失败。方差、温度扫描与联合概率应作为额外检验。

迁移任务

假设平均能量吻合而方差偏小，分别提出测量滤波、有限记录及单元相互作用的诊断操作；预先说明改变采样间隔能检查什么，不能自动改变什么。

证据边界

吉布斯系综是历史理论线索，二能级数字是本章自拟演算。正则导数关系要求相应固定参数且能谱无温度显含；平稳分布真实方差不因采样相关性而改变。概率分布不等于 SDE 特征纠缠场。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 25 章 · 专题学习

相共存为何不是均匀的中间状态

[阅读第 25 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

两相在 300 K 共存，正向摩尔潜热 6000 J/mol，摩尔体积增加 $0.002 \text{ m}^3/\text{mol}$ 。求共存线局部斜率，并说明它为什么不能直接预测一百开尔文以外的压力。

三个目标

1. 从化学势推出共存约束
2. 区分局部切线与有限温区预测
3. 把相比例与均匀中间密度区分

检验要点

由化学势相等及 $d\mu = -s dT + v dp$ ，得 $dp/dT = L/(T\Delta v) = 10000 \text{ Pa/K}$ 。这是局部导数；温度、潜热和体积差变化时须重新计算。相共存还要求允许物质交换，不能仅用同温同压替代化学势条件。

迁移任务

令两相摩尔体积为 1 和 5 个单位、平均值为 2，算出第二相摩尔比例 1/4 及其体积比例 5/8；再说明界面能显著时为何须修订简单杠杆模型。

证据边界

数字未对应特定材料，是现代热力学算例；自由能模型也不是历史材料实测曲线。SDE 用于追问共存显露、扫描方式与自由能分支的互检，不能凭“整体涌现”豁免有限尺度和成核条件。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 26 章 · 专题学习

磁针偏角为何不与电流成正比

[阅读第 26 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

长直导线与水平地磁场正交，地磁水平分量 20 微特斯拉，导线距针 0.02 米。分别通 1 与 2 安培，求偏角；再设计一次能区分磁效应与通常焦耳发热的换向比较。

三个目标

1. 联结场模型与磁针响应
2. 用符号变化区分竞争解释
3. 评估长导线近似的几何条件

检验要点

长直导线近似给出 10 与 20 微特斯拉， $\tan\theta=B_{\text{线}}/B_{\text{地}}$ ，故偏角约 26.6 度和 45 度，不能按角度简单加倍。反转电流使磁方向反转，而通常热功率与电流平方有关；接触不对称和机械漂移仍应独立控制。

迁移任务

保持正向线段不变而移动返回导线，预测磁针是否可能改变。把“电流相同读数却不同”的张力转成完整回路模型，再用新位置作独立预测。

证据边界

奥斯特与安培的实验路线是史实层；场公式及上述参数是现代重构与自拟算例， μ_0 采用近似值。SDE 中的特征纠缠指回路和测量的共同规定，不把所有附近物品无区别列为原因。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 27 章 · 专题学习

相同电流终点为何产生不同感应峰

[阅读第 27 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

按本章理想互感模型取 $M=0.02$ 亨、次级电阻 10 欧，初级电流先在 0.1 秒内从 0 升到 2 安培，再在 0.2 秒内降回 0。比较两个脉冲的峰值、总电荷及焦耳热。

三个目标

1. 区分变化率与状态终点
2. 用积分辨认脉冲总效应
3. 说明检流计指针不是瞬时电流

检验要点

忽略次级自感与反作用，升流时电流-0.04 安培，降流时+0.02 安培；对应电荷-0.004 与 +0.004 库仑，总焦耳热 0.0024 焦。峰值不同而积分大小相同，并不意味能量消耗相同；保持初级不变也不是保持感应电流。

迁移任务

加入 0.2 亨次级自感，算时间常数 0.02 秒；若斜坡只持续 0.01 秒，末端电流达对应稳态幅值约 39.3%。提出延长记录尾部以检验积分的办法。

证据边界

1831 年铁环及短暂偏转属于历史证据，给定参数与热量是自拟模型。SDE 解释短时操作和响应结构怎样迫使显露指标由峰值改成完整曲线，不把计算波形冒充法拉第实测。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 28 章 · 专题学习

一条闭合回路为什么不能有两个答案

[阅读第 28 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

为充电中的理想平行板电容器选同一条安培回路，却分别张出穿过导线和穿过极板间隙的两张曲面。若只计传导电流，会发生什么矛盾？位移项怎样修复它？

三个目标

1. 检查稳恒公式的适用范围
2. 联结连续性与曲面独立性
3. 从总电流推出空间场预言

检验要点

稳恒式取散度要求 $\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$ ，与积累电荷的连续性方程冲突。加入 $\epsilon_0 \partial \mathbf{E} / \partial t$ 后，两张曲面给出相容总电流。半径 0.05 米、充电电流 0.01 安培时，板内 $r=0.025$ 米处磁场约 20 纳特斯拉，边缘理想值约 40 纳特斯拉。

迁移任务

把驱动时间缩至接近 a/c ，说明准静态均匀场模型为何需要重检；设计空间位置和时间相位比较，而非只重测导线总电流。

证据边界

麦克斯韦原文不等于今日四行矢量式；本题是现代真空重构与理想算例。连续性只约束新增项的散度，不能唯一推出全套电磁学；SDE 的结构修复解释不取代实验和边界条件。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 29 章 · 专题学习

火花亮了为何还不能证明自由传播

[阅读第 29 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

一个接收环在发射器附近产生火花。请给出普通感应耦合与远场传播两种解释，并用本章驻波、频率及探针尺度关系设计一组能够区分它们的比较。

三个目标

1. 区分耦合证据与传播证据
2. 核对节点和频率的测量独立性
3. 解释探针平均与响应阈值

检验要点

若同类相邻节点间距 0.75 米，则波长 1.5 米；独立测得频率 200 兆赫，波速约 3×10^8 米每秒。不能以光速反算频率后再证明光速。近场与辐射场衰减不同，但两点数据不足，反射及阈值也可能移动表观暗区。

迁移任务

把理想均匀线性探针长度设为半波长，计算空间平均的幅度因子 $2/\pi$ 约 0.637；判断对称平均是否必然移动节点，并提出缩小探针的复核。

证据边界

赫兹研究的历史路线不由一次亮火花概括；驻波数字和探针模型是自拟演算。SDE 追踪装置与空间模式如何共同形成可辨显露，不将接收器直接指定为某一个维度。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 30 章 · 专题学习

电源已经停下，负载为何仍在吸能

[阅读第 30 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

理想无损匹配传输线长 30 米，传播时间约 100 纳秒。电源输入 2.4 瓦、持续 200 纳秒的矩形脉冲。标出负载开始和停止吸收的时刻，并核对途中场能与总能量。

三个目标

1. 用局域连续性连接储能与能流
2. 分开源端操作和负载时序
3. 检查积分边界中的能量去向

检验要点

负载约在 100 纳秒开始、300 纳秒停止；脉冲总能量 0.48 微焦，整条线充满时储能 0.24 微焦。电源在 200 纳秒停止后，线中已有场能仍可继续流向负载；不能把集中电路的同时响应强加到有限传播时间上。

迁移任务

将线长加倍而保持脉冲和匹配条件，重新画出进入、储存、离开的分段账目；说明反射出现后哪些简单时序结论需要重算。

证据边界

坡印廷的历史贡献与现代传输线计算分层处理，参数是假设值。SDE 可说明局域场对象怎样经时序比较形成，不据此断言所有直接作用表述都被逻辑排除；局域能流表达还须固定约定与物质边界。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 31 章 · 专题学习

零条纹改变究竟否定了哪组条件

阅读第 31 章 | [进入本章学习](#)

问题

按本章以太模型重构等长双臂干涉仪：装置以速度 v 运动，平行臂与垂直臂各长 L 。求小速度时两臂往返时间差，再解释为什么转过直角会使预计差值变化多一个二倍因子。

三个目标

1. 展开干涉预期的假设链
2. 区分模型失败与单项假设否定
3. 理解洛伦兹变换追求共同约束的意义

检验要点

$T_{//} = 2Lc/(c^2 - v^2)$, $T_{\perp} = 2L/\sqrt{c^2 - v^2}$ ；低速差约 Lv^2/c^3 ，旋转交换两臂角色。零结果限制的是传播规则、长度条件和几何相遇等假设的合取，不能凭一次零读数指定唯一应删的命题。

迁移任务

给出一项只救当前仪器的补丁，再提出一项跨装置的新预测区分它与共同变换。写明何种未拟合结果会迫使你撤回修正，而非继续增加自由参数。

证据边界

干涉实验、洛伦兹与庞加莱工作的历史次序依据章内资料；上述是理想几何推导，不代替真实误差分析。SDE 讨论异常怎样推动结构和操作互改，不把一次零结果说成哲学框架的直接证明。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 32 章 · 专题学习

测运动尺时必须选择哪两个事件

[阅读第 32 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

静止长度 10 米的理想尺以 $0.6c$ 运动。给出实验室同时定位所得长度；再把一只随尺运动的钟相隔 4 秒的两次滴答变换到实验室。为什么两个计算不能使用同一组事件条件？

三个目标

1. 明确长度测量的同时性条件
2. 识别同地滴答的固有时间隔
3. 消解混用事件造成的钟慢矛盾

检验要点

$\gamma=1.25$ ，实验室同时定位长度 8 米；随动钟固有时 4 秒对应实验室坐标时 5 秒。前者要求实验室两端事件同时，后者要求随动系两次滴答同地。照片还包含光传播延迟，不能直接等同同时定位。

迁移任务

假设先测尺尾、一秒后测尺头，说明读数之差混入了哪些运动信息；设计同步时钟或校正信号延迟的程序，并写出必须记录的事件坐标。

证据边界

爱因斯坦同步定义是历史理论内容，10 米与 4 秒是理想算例。SDE 用于说明测量程序和时空结构怎样共同规定读数，不把长度收缩归为主观感受，也不将材料受热变形混同洛伦兹效应。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 33 章 · 专题学习

同一个间隔怎样对应不同坐标

[阅读第 33 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

以光秒和秒为单位，分别考察事件对甲： $\Delta t=5$ 、 $\Delta x=3$ ；事件对乙： $\Delta t=3$ 、 $\Delta x=5$ 。用速度 $0.6c$ 的洛伦兹变换比较二者，说明何者能在某惯性系同地，何者能同时。

三个目标

1. 把不变量与坐标数值分开
2. 根据光锥分类判断可连接性
3. 区分端点间隔与路径固有时

检验要点

时间项取正，甲间隔为 16 平方光秒，变换后时间差 4 秒、空间差 0；乙为 -16，变换后时间差 0、空间差 4 光秒。类空事件的时间次序可以改变，却不能据此构造普通超光速通信。

迁移任务

让两只钟在相同端点相遇，一只沿惯性直线、一只中途改变速度。用固有时积分说明为何不能只由端点间隔替代两条路径的全部钟读数。

证据边界

闵可夫斯基的几何重组与本题现代坐标演算分开；路径是假设安排，须使用平直时空与理想钟条件。SDE 解释不变量如何支撑共同对象身份，不把纸上世界线当成物质轨道或认为四维表示保存全部内部性质。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 34 章 · 专题学习

一百米高度差能给时钟留下多少差别

[阅读第 34 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

两只静止理想钟高度相差 100 米，取 $g=9.8$ 米每二次方秒，忽略自转及其他校正。估算较高钟一天多走多少，并说明这样的钟差为何不能单独证明任意坐标弯曲都是物理曲率。

三个目标

1. 计算弱场计时的量级
2. 区分坐标效应与潮汐曲率
3. 理解局部等效原理的适用范围

检验要点

弱静态场近似给出相对差 gh/c^2 约 1.09×10^{-14} ，一天约 0.94 纳秒。需分开势差计时与潮汐相对加速度；局部可消去某些引力表现，不等于有限区域内的曲率可以全部消去。真空也不必无曲率。

迁移任务

若测得稳定异常，安排两钟交换高度、独立测量速度和传输延迟，列出仪器偏置与引力解释各自的预期；指出哪些结果才要求扩大模型。

证据边界

自由下落和场方程的历史线索按本章核验；0.94 纳秒为自拟估算，不冒充观测。SDE 说明显露与操作冲突怎样推动几何关系复查，但物质与几何互为条件不意味着局部应力能量唯一决定全部时空。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 35 章 · 专题学习

弹簧机械能改变是不是违反诺特定理

[阅读第 35 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

设 $L = \frac{1}{2}m\dot{q}^2 - \frac{1}{2}k(t)q^2$ 。推导能量函数的变化率，并在 $q=0.1$ 米、 $k=20$ 牛顿每米每秒时求数值。调节弹簧的装置应放进哪一道系统边界？

三个目标

1. 从作用量条件推导守恒责任
2. 识别时变驱动的交换项
3. 区分子系统与整体的能量账目

检验要点

沿运动方程有 $dH/dt = -\partial L / \partial t = k\dot{q}^2/2$ ，数值为 0.1 焦每秒。显含时间撤回了原子系统的时间平移条件；能量改变与定理相容。把调节装置纳入后，应重新建立总账目，而不能预先宣称所有扩展系统都已证明守恒。

迁移任务

在保持其他条件可比时将 k 改号，提前预测能量变化符号；设计一条未用于拟合的驱动序列检验模型，避免为每段异常任意追加外力。

证据边界

诺特定理是有前提的数学结果，弹簧参数是自拟模型；一维固定时间推导不覆盖所有场论及规范情形。SDE 用于追踪作用量、驱动和显露的回检，不能把一切对称口号自动转换成已证守恒律。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 36 章 · 专题学习

十五种能量安排究竟怎样数出来

[阅读第 36 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

三个可区分谐振子分享四份相同能量元。先不用阶乘公式逐类枚举，再说明把每份能量元也编号会怎样改变样本空间。此处“可区分”到底落在哪一层？

三个目标

1. 辨认统计计数的对象单位
2. 用温度扫描区分分配模型
3. 把平衡谱成功与光本体承诺分开

检验要点

非负整数解 $n_1+n_2+n_3=4$ 共有 15 个：四份集中 3 种，三加一 6 种，两加两 3 种，两加一加 3 种。不能把不同计数约定的答案混用。固定频率且初始 $h\nu/(kBT)=2$ 时，温度加倍的平均能量比约 3.72，而非经典的 2。

迁移任务

选择低频与高频两个区间，预测离散模型相对经典结果的偏差何处更明显；再指定一个未用于确定常量的温度点作为检验。

证据边界

普朗克早期能量元的含义存在历史争论，不能由现代量子概念倒推全部承诺；枚举与温度比是现代说明。SDE 可追踪计数结构如何重组曲线，但一条平均谱不独自证明每次交换都是硬球式粒子事件。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 37 章 · 专题学习

光更强为什么未必使电子更快

[阅读第 37 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

理想表面逸出功 2.0 电子伏特，分别用 400 与 700 纳米光照射。求最大电子动能和临界波长，并比较固定 400 纳米时增加入射强度究竟主要改变什么。

三个目标

1. 分开单次能量与事件数量
2. 识别门槛公式的过程允许范围
3. 用跨材料斜率约束光量子关系

检验要点

400 纳米光每份约 3.10 电子伏特，最大动能 1.10 电子伏特，截止电压 1.10 伏；临界波长约 620 纳米。700 纳米在单光子假设下不能产生该逸出，不是发射负动能电子。弱光线性收集条件下，增强光强主要提高事件率。

迁移任务

把逸出功改为 2.5 电子伏特，计算 400 纳米截止电压 0.60 伏；预测频率扫描中斜率与截距何者保持，再设计排除接触电势漂移的比较。

证据边界

爱因斯坦光量子路线属于历史层，表面参数为自拟值，真实材料和多光子过程须另查。SDE 解释频率、表面与事件判据共同规定对象，不把随机等待误作必须逐步积累能量的证据。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 38 章 · 专题学习

测得荷质比是否就测出了电子质量

[阅读第 38 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

交叉电磁场中粒子不偏转，取 $E_{\text{电}}=2.0\times 10^4$ 伏每米、 $B=10^{-3}$ 特斯拉；另一磁场测量曲率半径 0.114 米。求速度和荷质比，再指出只凭这些数据不能分别确定哪些量。

三个目标

1. 识别偏转测量的参数组合
2. 用独立证据突破不可识别性
3. 解释大角度尾部的结构区分力

检验要点

速度约 2.0×10^7 米每秒， e/m 约 1.75×10^{11} 库仑每千克；电荷与质量同时乘二仍保持该比值，故须额外证据。再对库仑单次散射比较 60 度和 120 度，每单位立体角强度比为 9，裸计数还要校正探测几何。

迁移任务

给均匀正电球和集中核设计一次能区分它们的探测。说明为什么远处静电场相同不足以判定内部结构，并列多次散射和箔厚需控制的影响。

证据边界

汤姆孙与卢瑟福的历史推断链不能被后来已知的电荷质量替代；数值为现代理想重构。

SDE 追踪新结构如何由受约束比较成立，不把一条偏转轨迹或少量大角事件当作全部原子图像的无条件证明。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 39 章 · 专题学习

三条谱线能否来自同一组能级

[阅读第 39 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

假设谱线对应 A 到 B 释放 2 单位能量、B 到 C 释放 3 单位，A 到 C 却释放 6 单位。这三条线能否属于三个固定能级？再用氢原子第三态经第二态降至第一态的能量检查相同问题。

三个目标

1. 用谱线闭合约束状态归属
2. 分开跃迁频率与轨道频率
3. 辨认旧量子模型的预测缺口

检验要点

固定状态能量相减要求 $2+3=5$ ，故 6 不能与前两条同时相容。氢的两步约 1.889 与 10.20 电子伏特，总计 12.089，与直接能量差一致；但允许能量差并不保证该跃迁强度或概率已被算出。

迁移任务

将核由无限重改为有限质量，以约化质量替代电子质量；预测相同电荷数下较重同位素的谱线频率略高，说明为何无需为每种同位素更换普朗克常量。

证据边界

玻尔 1913 年理论远比单电子教材图像广，数值属于现代圆轨道重构。SDE 解释稳定态和谱线怎样共同规定对象，不声称角动量规则来自经典动力学，也不把拟合能级等同完整量子理论。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 40 章 · 专题学习

同一常量如何连接两种不同实验

[阅读第 40 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

把电子加速电压从 150 伏增至 600 伏，预测德布罗意波长如何改变；另把 0.071 纳米光在初始静止自由电子上散射 90 度，求波长位移。两种长度为什么不能互相当成粒子半径？

三个目标

1. 区分物质波长与反冲尺度
2. 联合能量动量检验散射
3. 分开相位图样和单事件关联

检验要点

非相对论电子波长约从 0.100 变为 0.050 纳米，随动量改变；康普顿位移约 0.002426 纳米，出射波长约 0.073426 纳米。 $h/(mc)$ 由静质量规定， h/p 取决于制备动量；二者虽含同一 h ，却承担不同关系。

迁移任务

将入射光波长加倍而保持 90 度，预测绝对位移不变、相对位移减半；再说明若候选理论只要求平均守恒，应增加怎样的反冲电子与散射光关联测量。

证据边界

德布罗意与康普顿并非按章题顺序单向启发；这里是理想模型演算，束缚和初始运动须另计。SDE 说明两类关系如何重组波粒边界，不把条纹直接当作波本体证明，也不从单个公式推出全部量子演化。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 41 章 · 专题学习

不对易以后，电子靠什么获得规定

[阅读第 41 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

沿本章跃迁频率的双指标结构，说明为什么组合需要经过中间指标。再取 A 仅有第 1 行第 2 列为 1，B 仅有第 2 行第 1 列为 1，计算 AB 与 BA；这个反例能否直接证明电子受到测量扰动？

三个目标

1. 重建跃迁量的双指标含义
2. 复算乘法次序与迹的约束
3. 区分代数结构和测量过程

检验要点

AB 与 BA 分别为 $\text{diag}(1,0)$ 和 $\text{diag}(0,1)$ ，不对易来自代数规则。频率相加依靠中间能级差相消。再对有限矩阵的正则对易关系取迹，左边为零而右边为 $i\hbar N$ ，因此二阶演示不能替代完整位置—动量模型。

迁移任务

把两项不同次序的实际操作列成序列，写出需要补充哪些状态、动力学和读出条件，才能从矩阵差异得到可检验预测。

证据边界

海森堡与玻恩—约尔当的工作提供历史定位；小矩阵是教学演算。SDE 可追问组合规则如何改写对象规定，不能由不对易直接证明量子纠缠或整个本体论。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 42 章 · 专题学习

同一张概率密度图隐藏了什么

[阅读第 42 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

在长度 L 的无限深势阱中，从两端为零推导允许波数，并解释 $n=0$ 为何不能算一个定态。

随后比较 ψ 与 $\exp(ik_0x)\psi$ ：位置密度相同是否足以认定状态相同？

三个目标

1. 把边界条件接到本征值
2. 检查归一化与波函数数量纲
3. 用动量辨别同密度状态

检验要点

边界给出 $kL=n\pi$ ，归一化系数为 $\sqrt{2/L}$ ，能量与 n^2/L^2 成正比。 $n=0$ 使正弦解为零。额外位置相关相位使平均动量增加 $\hbar k_0$ ；它区别于不改变纯态预测的整体常数相位。

迁移任务

把阱宽增至 $2L$ ，预测同一能级标签的能量变化；另设计一次动量读出，区分两种同密度制备，说明只拍密度图为何不足。

证据边界

无限深势阱及相位改写是理想数学模型，不能当作薛定谔原文实验。SDE 解释边界参与规定允许态，并不宣布墙壁创造粒子，也不裁决波函数的全部实在性争论。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 43 章 · 专题学习

缩小误差条是否突破不确定关系

[阅读第 43 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

对 $\Delta x = \sigma$ 的最小高斯波包，分别讨论增加样本数、改善仪器分辨率、加入二次相位三种操作。它们是否都缩小同一种“不确定”？请给出各自改变的统计对象。

三个目标

1. 区分态分布与估计误差
2. 复算高斯相位的动量效应
3. 识别独立性和校准前提

检验要点

独立重复 N 次使均值标准误差为 $\sigma/\sqrt{N}$ ，不改变单次态宽度。独立仪器噪声方差 r^2 使读数方差成为 $\sigma^2 + r^2$ 。加入 $\exp[i\chi(x-x_0)^2]$ 保持位置密度，却使动量方差增加 $4\hbar^2\chi^2\sigma^2$ ，因而未必达到最小乘积。

迁移任务

某实验加倍样本后误差未按平方根缩小，请提出源漂移与事件相关两种候选，并安排分时段或打乱次序的检查。

证据边界

玻恩概率规则与不确定关系有不同历史任务。这里的高斯和加性噪声均为限定模型；SDE 应定位制备、读出和统计之间的冲突，不能把所有宽度说成意识或仪器扰动。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 44 章 · 专题学习

两台同直方图仪器是否等价

[阅读第 44 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

比较本章两台零一仪器：第一台报告 i 后留下 $|i\rangle$ ，第二台报告同样的 i 后翻转系统。请用操作算符说明它们为何具有相同当次统计，却能在第二次测量中被区分。

三个目标

1. 分离测量效应与状态更新
2. 用序列检验装置差异
3. 界定测量问题尚未解释的部分

检验要点

两组操作的 $K_i \dagger K_i$ 与 $L_i \dagger L_i$ 均等于同一投影，因此初次概率一致。接上独立的理想零一读出，第一种留下相同结果，第二种留下相反结果。完整测量任务须说明结果概率与测后态，不能只比一次准确率。

迁移任务

若用途改为只统计输入零一比例，两仪器是否都可用？若用途要求保留本征态，重新制定验收条件，并说明翻转是物理操作而非更改记录标签。

证据边界

两态模型是现代教学构造，不是玻尔或爱因斯坦的实验记录。它支持装置参与条件的具体分析，不证明意识导致坍缩，也不让退相干自动解释唯一结果。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 45 章 · 专题学习

先截断再平方，还是先平方再截断

[阅读第 45 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

取谐振子的最低两个能级，比较直接投影完整哈密顿量与先截断位置、动量再组成二次哈密顿量。两条路线不一致，是否表示海森堡和薛定谔的理论不等价？

三个目标

1. 区分精确等价与近似实现
2. 复算二能级截断的边界项
3. 识别投影与乘法不交换

检验要点

直接投影给出 $\hbar\omega/2$ 与 $3\hbar\omega/2$ ；先截断再平方在此模型中使两者都变成 $\hbar\omega/2$ 。关键恒等式 $PA^2P=PAPAP+PAQAP$ 表明，中间经过被删空间再返回的贡献不能任意丢弃。增加浮点精度无法恢复该结构项。

迁移任务

设计基维数递增检验，同时记录最高保留能级占据和目标观测量。解释为什么低能本征值稳定不能保证强驱动下长时间演化也可靠。

证据边界

历史上的方法会合与本章现代截断例应分开。算例证明的是指定近似的差别；SDE 可组织从结果失配到程序检查、有效空间重建的路径，不能代替收敛分析。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 46 章 · 专题学习

弯曲轨迹怎样成为反粒子证据

[阅读第 46 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

一条轨迹在已知均匀磁场中弯曲，并穿过吸收片。请说明曲率、前后半径、能量损失各排除什么歧义；仅凭正电荷符号能否区分正电子与质子？

三个目标

1. 拆开轨迹与粒子身份推断
2. 判断方向判据的物理前提
3. 说明方程分支与发现证据的联系

检验要点

$p=|q|Br$ 只约束动量与电荷大小。未知运动方向时，反向速度与反号电荷可给出相同几何曲线。若吸收片导致动量损失，较小半径侧帮助确定去向；正电子与质子的质量判别还需速度、射程或能损等独立信息。

迁移任务

为无吸收片的装置补一项可执行方向测量，再写出能区分相同动量、相同电荷大小但质量不同候选的第二项检测。

证据边界

安德森论文是历史入口，所列轨迹任务是简化重构。狄拉克负能量分支不等于照片已直接证明全部反粒子理论；SDE 要求身份增补回到独立样本，不允许按期望挑选轨迹。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 47 章 · 专题学习

一次定参怎样留下新的预言

[阅读第 47 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

从本章对数模型 $R(Q)=g_0+bg_0^2\ln(\Lambda/Q)$ 出发，在 Q_0 把实测响应定义为 g_R 。消去 g_0 后，另一个尺度的响应还有什么可以调，什么必须接受检验？

三个目标

1. 分离测量输入与理论预言
2. 保持振幅和概率的展开阶数
3. 辨认重整化与逐点拟合的差别

检验要点

同阶反解并代回得到 $R(Q)=g_R+bg_R^2\ln(Q_0/Q)+O(g_R^3)$ ，截断 Λ 在该阶消失。 g_R 由参考测量固定后不能逐个 Q 重新拟合。另复算 $\lambda=0.1$ 、 $A_1=1$ 、 $A_2=-2$ 的振幅，平方为 0.0064，分项平方相加会漏掉干涉。

迁移任务

把参考尺度改为 Q_1 ，说明应怎样转换耦合并保留同一精度；预先选一个未参与定参的 Q 作为回检点。同时登记可容许的截断误差。

证据边界

对数式与两阶振幅均为教学模型，不是完整 QED 可重整化证明。费曼、施温格和朝永的历史会合另有原典范围；SDE 解释计算接续条件，不把图当粒子真实飞行照片。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 48 章 · 专题学习

势没有空间梯度，曲率为何仍非零

[阅读第 48 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

取 $SU(2)$ 生成元 $T_a = \sigma_a/2$ ，以及常量规范势 $A_x = aT_1$ 、 $A_y = bT_2$ 。普通导数全部为零时，计算场强和一个规范不变组合，并解释为什么颜色分量不能直接当作可观察读数。

三个目标

1. 复算非阿贝尔常量场强
2. 区分内部基分量与不变量
3. 联系局部比较和闭环运输

检验要点

由 $[T_1, T_2] = iT_3$ 及本章约定得到 $F_{xy} = gabT_3$ ，利用生成元归一化得到

$\text{tr}(F_{xy}^2) = g^2 a^2 b^2 / 2$ 。曲率来自非交换项；共同换基使 F 共轭变换，而这个迹保持。应同时说明路径方向改变可能改变闭环最低阶项符号。

迁移任务

把两势都改为同一生成元方向，预测曲率变化；再以有限闭环半迹 $1 - 2\sin^2 u \sin^2 v$ 检查 u 或 v 为零的极限。

证据边界

这是依照杨—米尔斯结构自设的矩阵例，不是原论文实验数据。规范冗余与物理自由度须分开；SDE 可研究比较关系如何成立，不能把每次换内部基说成新相互作用。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 49 章 · 专题学习

粒子名称为何不能替代质量模式

[阅读第 49 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

对质量平方矩阵 $m_0^2[[1,\kappa],[\kappa,1]]$ 求本征模式。假设探测器原先耦合 ϕ_1 ，为什么不能在对角化之后继续宣称它只探测一种质量？请讨论 κ 超过 1 的情况。

三个目标

1. 从二次动力学识别传播模式
2. 同步变换质量与相互作用
3. 区分不稳定背景和粒子质量

检验要点

两个模式为 $(\phi_1 \pm \phi_2)/\sqrt{2}$ ，质量平方为 $m_0^2(1 \pm \kappa)$ 。耦合项也须变换， ϕ_1 因而接到两个模式。 $\kappa > 1$ 时有负本征值，表示所选展开点不稳定，不能直接解释为发现了可自由传播的超光速粒子。

迁移任务

用两光子不变质量关系说明短寿命激发怎样跨事件形成峰；列出背景、能量标定和分辨率三项检查，解释峰宽为何未必能直接读作寿命。

证据边界

耦合标量场为教学模型，不是完整标准模型。2012 年新玻色子信号属历史事实，身份确认依赖多个通道；SDE 重建峰与操作的联系，不能凭一座峰独立证明全部场论。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 50 章 · 专题学习

两个极精确的钟能否看清两个变化

[阅读第 50 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

以 $x=\delta\ln\alpha$ 、 $y=\delta\ln\eta$ ，设两项钟比变化为 $r_1=2x+y$ 、 $r_2=-x+y$ 。求 x 与 y ，并说明若两行灵敏度系数成比例，增加测量次数能否单独解除参数退化。

三个目标

1. 区分无量纲变化与单位换算
2. 检查灵敏度矩阵的可辨识性
3. 保留共同参考引起的相关误差

检验要点

解为 $x=(r_1-r_2)/3$ 、 $y=(r_1+2r_2)/3$ 。独立响应方向而非小误差条本身保证可辨识性；系数成比例时仍有看不见的参数方向。共享参考钟还会产生协方差，不能机械把两项误差平方相加。

迁移任务

自行给定一组 r_1 、 r_2 复算参数，再设计对退化方向敏感的第三类频率比；说明这比单纯重复原来的高精度钟有何不同。

证据边界

线性系数是本章教学设定，不是现实钟的校准数据或最新上限。单位定义固定某些数值不等于证明自然参数永恒；SDE 只组织跨尺度比较与回检，不能替代原子结构计算。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 51 章 · 专题学习

同一种原子为何形成不同的电子身份

[阅读第 51 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

沿本章最近邻链模型，把 $c_j \propto \exp(ikja)$ 代入差分方程，求能带宽度。再问：两个晶体具有相同若干衍射峰位，是否足以判定其内部结构和导电性完全相同？

三个目标

1. 从连接结构推导允许能量
2. 区分峰位和内部排列证据
3. 辨认导电推断中的额外条件

检验要点

色散为 $\varepsilon(k) = \varepsilon_0 - 2t \cos(ka)$ ，带宽为 $4|t|$ ， t 趋零时本模型能带收缩。峰位限制周期尺度，强度及消光还包含晶胞内部信息。导电性另受填充、温度、散射与接触限制，不能单由原子名称或带宽裁决。

迁移任务

固定原子种类，比较两种连接强度或接触处理。先预测哪类谱学或电流响应改变，再安排一项独立检查区分体材料变化与接触变化。

证据边界

紧束缚链是独立简化推演，布拉格和晶体管研究仅在书目限定范围作历史定位。SDE 可解释材料身份怎样受共同条件限制，不能以成功拟合电流替代晶体内部结构的全部证据。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 52 章 · 专题学习

局部配对为什么还不等于整体超导

[阅读第 52 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

对均匀自由能差 $f(r)=\alpha r^2+(\beta/2)r^4$ 、 $\beta>0$ 求稳定极值，并说明为什么这个幅度计算尚不足以保证跨样品的相干响应。零电阻记录又为什么需要磁响应作补充？

三个目标

1. 复算有序幅度的稳定性
2. 区分局部相关和相干组织
3. 用多种响应约束新物态身份

检验要点

$\alpha \geq 0$ 时稳定最小值在 $r=0$ ； $\alpha < 0$ 时 $r^2=-\alpha/\beta$ ，自由能降低 $\alpha^2/(2\beta)$ 。均匀模型未独自控制空间相位接续、梯度和磁场历史。局部相关存在而相位漂移的玩具情形，足以显示配对证据与整体接续证据承担不同任务。

迁移任务

为同一样品设计不同降温与加场次序，比较电阻和磁响应；写出哪些变化提示历史依赖，哪些变化要求检查非均匀性。

证据边界

自由能模型是现象学简化，不是 BCS 微观理论的完整推导；所设相位漂移情形不是实验报告。SDE 所谓整体新规定须落实为可复验响应，不等于宣称整体原则上不能从微观研究。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 53 章 · 专题学习

一幅很乱的图是否证明混沌

[阅读第 53 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

对 $x_{n+1}=rx_n(1-x_n)$ ，分别求 $r=2.5$ 与 3.2 时非零不动点和线性误差乘子。用结果评估“迭代不收敛，所以模型失效或出现新本体”的断言。

三个目标

1. 推导不动点与局部稳定性
2. 区分失稳和混沌判据
3. 检查数值误差与模型适用域

检验要点

非零不动点为 $1-1/r$ ，乘子为 $2-r$ ；两例分别为 0.6 、 -0.5 及 0.6875 、 -1.2 。前者局部偏差交替衰减，后者不动点失稳。一个不动点失稳不自动证明轨道混沌，更不说明方程无效；须区分动力学、数值和统计层次。

迁移任务

保持参数和初值条件明确，改变步数、数值精度及初始微扰，记录哪些结果保持；再说明研究平均阻力为何不必要求每个湍流小涡逐点重现。

证据边界

映射演算是教学试验台，不是洛伦兹流体方程或真实人口定律。SDE 改写显露应增加可检验约束，不能把任何不收敛都重新命名为理论创造。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 54 章 · 专题学习

宇宙越远，物体一定显得越小吗

[阅读第 54 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

在本章平直物质主导示意模型中，由 $\chi=2c[1-1/\sqrt{(1+z)}]/H_0$ 及 $D_A=\chi/(1+z)$ 求角直径距离的极大值位置。这个结论怎样限制“红移就是距离”的简单理解？

三个目标

1. 从传播关系构造距离
2. 复算角直径距离的转折
3. 区分模型整体和观测窗口

检验要点

令 $x=1+z$ ， D_A 正比于 $x^{-1}-x^{-3/2}$ ，导数为零给出 $z=1.25$ 。之后同一实际大小对应的视角未必继续缩小。红移、光度距离、角直径距离及源的真实演化应分别建模，不能把某一种距离当作宇宙所有尺度的通用标签。

迁移任务

为一组标准尺观测列出固定实际大小的依据，再提出可与距离模型交叉检查的光变时间伸长测量，指出两者可能共享哪些标定。

证据边界

数值 1.25 属于指定理想宇宙，不是现实星系的普遍转折。历史观测与模型推断要分层；SDE 组织不同探针的制约，不能由天空各向同性直接证明宇宙处处均匀。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 55 章 · 专题学习

零个事件如何限制一种尚未认出的物

[阅读第 55 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

采用本章无背景泊松计数模型，在固定曝光量和效率下观察到零个候选事件。以百分之十为单侧尾概率求信号期望上界，并解释它对暗物质主张到底限制了哪一层。

三个目标

1. 把空结果转成条件性限制
2. 区分引力证据与粒子身份
3. 追踪计数到参数的模型链

检验要点

$P(0|s)=\exp(-s)$ ，解 $\exp(-s)=0.1$ 得 s 约为 2.30。它限制本装置与散射假设下预期事件数；变成截面限制还需要曝光、阈值和效率等映射。零结果不能排除对本装置几乎无响应的全部候选，更不能证明所有引力质量证据消失。

迁移任务

若阈值升高或效率减半，说明为何同一个零计数通常给出更弱的物理参数约束；列出加入不确定背景后需要重建的统计步骤。

证据边界

泊松上界是指定简化模型的计算，不代表当前实验最强限值。黑洞、引力波、暗物质及暗能量的证据层级不同；SDE 可检验身份形成条件，不得把未完成解释一概说成没有对象。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 56 章 · 专题学习

三个传感器数字不同，是否互相矛盾

[阅读第 56 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

令薄板位移 $x(t)=A\cos(2\pi ft)$ ， $A=10$ 微米、 $f=100$ 赫兹。求速度与加速度振幅，再计算 2 毫秒固定延迟造成的相位差；据此制定光学和惯性通道的比较规则。

三个目标

1. 建立位移速度加速度对应
2. 区分物理相位和电子延迟
3. 核查多通道证据是否独立

检验要点

速度振幅约 0.006283 米每秒，加速度振幅约 3.948 米每二次方秒，延迟对应 72 度。应统一单位、方向、峰值或均方根约定，并保留导数要求的相位关系。麦克风声压不能仅靠同一导数链加入，还需受约束的声辐射传递关系。

迁移任务

扫描频率区分固定延迟与机械共振，并先用独立输入标定。再指出共享时间基准怎样让多条曲线一致却共同偏离外部参考。

证据边界

数值振动是自拟模型，不能冒称某次 NIST 测量。SDE 中每种感觉与仪器活动都有完整发生结构，不能把视觉、听觉、触觉机械分别分配给 S、D、E。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 57 章 · 专题学习

为什么拒绝的蒙特卡洛步也必须计数

[阅读第 57 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

在甲能量为零、乙能量高 Δ 的两状态模型中，设 $\beta\Delta=\ln 2$ ，每一步都提出切换。求正确平衡占比，并解释如果只保存被接受的移动，会怎样改变样本所代表的分布。

三个目标

1. 由详细平衡求目标分布
2. 理解拒绝步的驻留意义
3. 区分抽样算法与物理时间演化

检验要点

甲到乙接受率为 $1/2$ ，乙到甲为 1 。平衡要求 $p_{\text{甲}}/2=p_{\text{乙}}$ ，故占比为 $2/3$ 与 $1/3$ 。拒绝意味着继续停在甲，必须计入时间序列；只记接受跳跃时状态交替，误得各一半。规则实现错误不能由增加同类样本自动修复。

迁移任务

改取 $\beta\Delta=\ln 3$ ，独立求两状态占比并检查流量平衡；再比较完整链与仅接受链，写出一种可以直接暴露偏差的统计量。

证据边界

Metropolis 论文提供历史算法入口，两状态例为本章自设。随机行走、有限元和非局域模型各有不同前提；SDE 用于检查算法—模型—输出接合，不能让“计算完成”自动成为物理验证。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 58 章 · 专题学习

两个模型的互补上界为何不是实绩

[阅读第 58 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

十项冻结测试中，甲成功七项，乙成功六项，共同成功五项。计算至少一者成功的数量，并评估调度器实际只成功七项时宣称“融合达到八项”的说法。

三个目标

1. 区别覆盖互补与可执行调度
2. 把研究纲领判断放进时间序列
3. 为典范碰撞提出反例条件

检验要点

并集为 $7+6-5=8$ ，但它是知道结果后可挑选成功者的上界。真实调度必须利用事先可得线索选择模型，不能偷看答案。实际七项便须如实登记七项；若组合达到九项，也须在新测试和同等资源基线下检验。

迁移任务

冻结下一批测试、路由信息和成本预算，把组合系统与资源相当的单模型比较；同时保存失败解释，检查方法差异是否只是措辞不同。

证据边界

十项测试是教学设计，不是库恩或拉卡托斯的历史统计。两者理论应依本章阅读范围比较；SDE 若不能比简单任务—假设—证据记录更好定位失败，也应接受操作价值受限的判断。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 59 章 · 专题学习

换了一套符号，是否创造了新物理

[阅读第 59 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

复算本章二状态例： $\psi=(1,0)$ ， $Z=\text{diag}(1,-1)$ ， U 为归一化的 Hadamard 矩阵。同步变换 ψ 和 Z ，再与仅变换 ψ 的结果比较，用来限定十位物理学家比较图中的“创造”。

三个目标

1. 复算保持预测的表示变换
2. 建立跨人物比较的同一尺度
3. 区分形式创新与对象结构扩展

检验要点

同步变换后 $\psi'=(1,1)/\sqrt{2}$ ， Z' 的两个非对角元为 1，期望仍为 1、方差仍为零。只改态而保留旧 Z 会给出期望零，实际改变了询问的可观测量。表达差异、求解能力增加与新增物理预测须分别评价。

迁移任务

从法拉第感应、玻尔允许态、狄拉克相容性中选两例，分别列出旧成功如何保留、新操作或组合规则如何增加，避免只按公式外观排列进步。

证据边界

二状态演算不是任一历史人物做过的实验，也不证明所有量子表示的等价细节。SDE 比较路径可以相同而史实内容不同；比较图不应替代各章原典证据或变成英雄排名。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步

第 60 章 · 专题学习

让“问物”先提出一项会失败的预测

[阅读第 60 章](#) | [进入本章学习](#)

问题

只给“问物”一条下降装置数据： $t=1$ 秒时 $s=0.2$ 米。保留甲 $s=0.2t$ 与乙 $s=0.2t^2$ 两候选，要求它提出新测量而非立即选定定律。若 $t=2$ 秒测得 0.6 米，应如何处理？

三个目标

1. 承认有限数据的不可辨识性
2. 设计候选间有区分力的实验
3. 保留失败记录与版本责任

检验要点

两候选在 2 秒预言 0.4 和 0.8 米。按事先约定 ± 0.02 米误差界，两区间互不重合，0.6 米不属于任何一个。应检查模型、时间零点及装置条件，不能强选较近者；排除甲也不等于在所有可能函数中唯一证明乙。

迁移任务

冻结三秒预测、误差界和数据保留规则，安排独立复测者；把 AI 提出、实验实施、资料复核分别登记，并说明什么结果要求退出当前方案。

证据边界

下降任务是书中自拟检验，不宣称 AI 发现新定律。有关科研系统的历史报告须保留更正与适用范围；SDE 只能帮助组织模型与操作回检，不能把生成新公式或理解感当作已完成科学创造。

个人记录

日期 _____ 我的判断或需要改动的一步