



大学物理实验练习卷 3

一、单选题 (每小题 2 分, 共 20 分)

1. 在等厚干涉实验中, 若旋紧牛顿环仪三个螺钉, 使平凸透镜与平板玻璃完全接触, 实验观察到的干涉现象是: ()
 - A. 中心为暗斑、内疏外密、明暗相间的同心圆环;
 - B. 中心为亮斑、内疏外密、明暗相间的同心圆环;
 - C. 中心为暗斑、内密外疏、明暗相间的同心圆环;
 - D. 中心为亮斑、内密外疏、明暗相间的同心圆环。
2. 空气比热容比测定实验中, 被测气体先后经历的两个热力学过程为 ()
 - A. 等容吸热、绝热膨胀;
 - B. 绝热膨胀、等容吸热;
 - C. 等压膨胀、等容吸热;
 - D. 等容吸热、等压膨胀。
3. 关于液体粘滞系数测量实验, 下列叙述正确的是: ()
 - A. 粘滞系数取决于物质自身性质, 与温度压强无关;
 - B. 雷诺数与粘滞系数无关;
 - C. 该实验可使用逐差法处理数据;
 - D. 由泊肃叶公式可知, 液体流过细管时, 流量与细管半径的三次方成正比。
4. 在组合干涉仪实验中, 下列叙述错误的是: ()
 - A. 向空气管内充气时, 两束相干光的光程差可能增大也可能减小。
 - B. 空气的折射率与温度、压强等因素有关, 若只考虑压强, 空气折射率随压强的升高而变大;
 - C. 用迈克尔逊干涉仪测压电常数时, 每移动一个条纹压电陶瓷的形变量为半个波长;
 - D. 干涉条纹的疏密与平面镜的位置有关, 与平面镜的角度无关;
5. 分光计的调整及应用实验中, 用分光计测量的哪四种谱线的波长: ()
 - A. 紫、绿、蓝、黄 2;
 - B. 紫、蓝、黄 1、黄 2;
 - C. 紫、中强紫、黄 1、黄 2;
 - D. 紫、绿、黄 1、黄 2。
6. 超声声速的测定实验中, 测声速的两种方法是 ()
 - A. 相位比较法和利萨茹图形法;
 - B. 驻波法和共振干涉法;
 - C. 驻波法和相位比较法;
 - D. 驻波法和时差法。
7. 在弹性模量测定实验中, 通常先预加 1kg 砝码, 其目的是 ()
 - A. 消除摩擦力;
 - B. 拉直金属丝, 避免将拉直过程当做伸长过程进行测量;
 - C. 使系统稳定, 底座水平;
 - D. 减小初读数, 消除零误差。
8. 用模拟法测绘静电场实验中, 不必要的模拟条件是 ()



- A. 电极必须具有规则的几何形状;
- B. 导电介质应是不良导体,且电导率分布均匀;
- C. 稳衡电流场的边界条件应与被模拟静电场的相同;
- 19. D. 电极几何形状要与被模拟静电场的带电体几何形状相同。

9. 在扭摆法测定刚体转动惯量的实验中,下列叙述错误的是 ()

- A. 对同一组仪器而言,若测得待测物转动周期越大则转动惯量越大;
- B. 通常可用塑料圆柱标定弹簧的扭转常数 K ;
- C. 刚体转动惯量与转轴位置有关,通过质心转轴的转动惯量最大;
- D. 对同一组仪器和待测物而言,不同的初始摆角测得周期会有差异。

10. 太阳能电池特性研究实验中,下列说法正确的是 ()

- A. 对于小负载电阻,太阳能电池相当于一个恒流源,而对于大负载电阻,它相当于一个恒压源;
- B. 太阳能电池相当于一个恒流源;
- C. 对于小负载电阻,太阳能电池相当于一个恒压源,而对于大负载电阻,它相当于一个恒流源;
- D. 太阳能电池相当于一个恒压源。

二、判断题(每小题 2 分,共 20 分 对的在括号中画“√”,错的画“×”)

- 1. 电桥测电阻实验中,比例臂电阻值对电桥灵敏度无影响。 ()
- 2. 等厚干涉实验中,用劈尖测物体厚度,越厚的物体越容易测量。 ()
- 3. 扭摆法测定刚体转动惯量实验中,若测量 10 个周期,则挡光物经过光电门的次数为 20。 ()
- 4. 空气比热容比测定实验中,若放气不充分将会使测量结果 γ 偏大。 ()
- 5. 液体粘滞系数测量实验中,为了提高测量精度,蓄水筒的初始液面高度应尽量低。 ()
- 6. 毕奥—萨伐尔定律验证实验中,测载流直导体磁感应强度时,实验仪方向按钮置于“水平”状态,测载流圆环磁感应强度时,实验仪方向按钮置于“竖直”状态。 ()
- 7. 在拉伸法测弹性模量实验中,测量钢丝的直径不允许在上下夹具之间的钢丝上进行。 ()
- 8. 模拟法测绘静电场实验是用电流场模拟静电场。 ()
- 9. 压力传感器特性及固体密度的测定实验中,通过电阻应变片组成电桥实现非电量的电测法,传感器的线性程度及灵敏度是衡量传感器的重要参数,灵敏度的单位是 V/kg 或 mV/g 。 ()
- 10. 在分光计刻度盘同一直径的两端各装有一个游标,是为了消除刻度盘与游标盘不同心所引入的系统误差。 ()

三、简答题(20 分)



1. 列举三个用逐差法处理数据的实验。(6分)
2. 列举光的干涉衍射实验中三种测量方案(或方法)。(6分)
3. 画出单臂电桥测电阻电路图,并写出电桥平衡条件及测量最佳条件。(8分)

四、综合题1(20分)

空气中超声声速的测定实验中,用驻波法测得数据如下表:

信号频率 $f = 37.505\text{kHz}$, 游标尺 $\Delta_{\text{仪}} = 0.02\text{mm}$ 。(声速用 v 表示, 波长用 λ 表示)

驻波法测量数据表

单位: mm

连续波节点序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
移动端换能器位置	46.24	50.76	55.30	59.8	64.34	68.88	73.4	77.92	82.46	87.00

1. 写出测量声速的公式。(6分)
2. 数据表中两个数据有错误,请找出记录错误的数据并更正。(4分)
3. 用逐差法处理数据并计算声速,结果保留4位有效数字。(10分)

五、综合题2(20分)

阅读材料,回答问题

材料一:

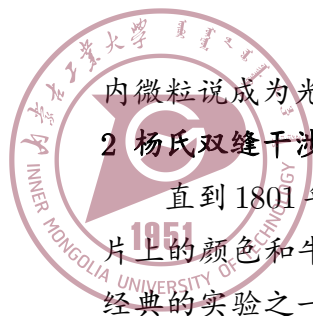
光的本性认识之争

在托马斯·杨的双缝干涉实验之前,光的微粒说已经统治了物理学一个世纪。尽管双缝干涉实验是光的波动说的重要里程碑,然而波动说并没有因此一举击溃微粒说,相反却受到了强烈压制而沉寂了十数年,直到菲涅耳的出现才逐步得以确立。托马斯·杨和菲涅耳不畏权威、探索真理的坚强意志和求真品格,是推动物理学不断发展、认识自然规律的重要精神动力。

光的波粒之争是在认识光的本性历史进程中的重大事件,反映了追寻科学真理之路的艰难曲折以及物理学家的科学精神。由于它涉及到大学物理实验中光的干涉衍射实验、光学组合实验、等厚干涉实验、偏振光旋光实验等多个实验教学科目,可以将它有机结合到课程的知识体系,自然融入到课程教学中。

1 波动光学引言——不得不说的波粒之争

物理学对“光是什么”这个问题的探索持续了大约三个世纪,从微粒说到波动说、直到光的波粒二象性的确立,其中经历了非常复杂的发展历史。在17世纪后期,惠更斯继承了胡克的思想,认为光是在以太中传播的纵波,提出惠更斯原理,解释了衍射、光的反射与折射、双折射等现象,他在1690年发表的《光论》标志着波动说的初步形成。在同一时期,牛顿用微粒说对众多光学现象进行了深入的研究,完成了可与其《自然哲学的数学原理》相媲美的《光学》(为避免争论,牛顿将其推迟到1704年出版)。《光学》代表了当时光学研究最全面、最高的成就,充分体现了牛顿的科学探索精神,对后来的科学研究者产生了巨大的影响,然而他用微粒说去解释有关光学实验现象是错误的。由于牛顿崇高无上的地位和巨大影响力,在长达一个世纪



内微粒说成为光的主流理论,波动说受到压制,这也许是牛顿本人也没有料到的结果。

2 杨氏双缝干涉——波动说百年复出再折戟

直到1801年,英国托马斯·杨重新思考牛顿做过的实验和学说,用波的干涉原理解释了薄片上的颜色和牛顿环,他在1807年总结出版了《自然哲学讲义》,第一次描述了物理学史上最经典的实验之一——杨氏双缝干涉实验。双缝干涉实验为波动说提供直接的证据,严重挑战了与牛顿联系在一起的微粒说。托马斯·杨关于波动说的理论和实验研究受到了当时一些学术权威的激烈批评,甚至被攻击是“没有任何价值”“荒唐,不合逻辑”,天才的托马斯·杨在十多年间被当作梦呓者几乎被埋没[6]。他说:“尽管我仰慕牛顿的大名,但我并不因此非得认为他是百无一失的。我……遗憾地看到他也会弄错,而他的权威也许有时甚至阻碍了科学的进步。”

3 牛顿环——最初罩在波动光环上的是微粒说霓裳

牛顿在1675年首先观察到牛顿环并做了精确的测量。然而他在《光学》中却是用微粒说对其解释的:“每条光线在通过任何折射面时都要进入某种短暂的瞬态结构或状态,在光线传播过程中这种状态等间隔地复原,并且在每次复原时(微粒)被配置得使光线容易透过下一个折射面,而在两次复原之间则容易被折射面反射。”牛顿的解释有些玄乎,连他自己都含糊地说“我这里就不去探讨了”。牛顿环本应成为光的波动说的有力证据之一,事实上牛顿在解释牛顿环时已经使用了波动周期的概念,然而由于他偏向微粒说,始终没能正确解释这个现象。

4 惠更斯菲涅耳原理——“泊松亮点”并不荒谬

年轻的法国工程师菲涅耳开始做光学研究时,并不知道十多年托马斯·杨已经取得的成就。由于一些数学假设不够好,他的研究同样受到学术权威的反,这反而激励了他。菲涅耳用子波相干叠加思想把惠更斯原理发展为惠更斯菲涅耳原理,提出了计算衍射光强的菲涅耳衍射积分公式。菲涅耳参加了1818年法国科学院的一个悬赏征文比赛,他用他的理论通过严密的数学推理,圆满地解释了征文比赛设定的光的衍射问题。作为竞赛评委之一的泊松是微粒说的支持者,他把菲涅耳衍射理论应用到圆盘衍射,发现在圆盘影子中间将会出现亮斑,泊松觉得这是十分荒谬的。同是竞赛评委的阿拉果给予菲涅耳坚定的支持,结果通过实验发现了影子中间的亮斑(“泊松亮点”)。菲涅耳一举成名,波动说也取得重大成功。

5 光的偏振——波粒攻防战的最后一役

除了刻薄的攻击,托马斯·杨重新高举起的波动说大旗面临的真正挑战来自于新的实验事实,这就是1808年法国马吕斯发现的光的偏振现象。由于惠更斯认为光是纵波,因而波动说无法解释光的偏振现象;另一方面法国的毕奥根据微粒说用非常优美的数学对偏振作出了解释,并得到拉普拉斯等数学家的赞赏。偏振现象被当作波动说与实验事实相矛盾的重要证据,就像双缝干涉被当作微粒说与实验事实相矛盾的重要证据一样。托马斯·杨坚持自己的信念,为此给马吕斯写信:“您的实验只是证明了我的理论有不足之处,但没有证明它是虚假的。”

托马斯·杨意识到,要使波动说走出光的偏振困境,必须抛弃惠更斯的纵波假设。他在1817年和1818年两次写信给法国的阿拉果,在信中他把光的振动看作是垂直于速度传播方向的横向振动,就像绳索上的振动一样。事实上,他已经明确提出了用横波来解释光的偏振现象的线索。托马斯·杨用横波修正了惠更斯波动说中光是纵波的错误,使光的波动说前进了一大



步,这比麦克斯韦确立光是电磁波(横波)提早了半个世纪。

阿拉果给菲涅耳看了托马斯·杨写给他的第二封信,托马斯·杨关于光是横波的思想给了菲涅耳极大的启发,他明确地提出光是横波,并在1821年发表的论文《关于偏振光线的相互作用》中,用光的横波理论成功地解释了偏振现象。遗憾的是,德高望重的阿拉果由于对横波这一革命性的新概念持怀疑态度,主动放弃了在这篇论文中署名。

菲涅耳发展了惠更斯和托马斯·杨的波动说,由于他作出的重大贡献而成为波动光学之父。随着真空和介质中光速的精确测量以及麦克斯韦电磁场理论的建立,光的波动说终于在经典物理学范畴内得以确立。

材料二:

物理学是研究物质的基本结构、基本运动形式、相互作用及其转化规律的自然科学,它的基本理论渗透到自然科学的各个领域,应用于生产技术的许多部门,是整个自然科学的基础,是人类认识自然、改造自然和推动社会进步的动力源泉。

物理学是一门实验科学,一切物理原理、定律和定理均来自于生产实践,又经受生产实践的检验,并对其有进一步的指导作用。

材料一中的案例说明,物理学的逻辑顺序与创建过程并不总是一致的,其中的曲折反复充分体现了人类认识自然、发现规律常常需要经过长期的探索和实践,而在这个过程中物理学家们特别是年轻物理学家的热情锐气、创新勇气和求真精神极大地促进了科学的发展进程。

物理实验课是大学生进校后从事科学实验的开端,它的基本训练将对大学生今后的系统实验方法、实验技能及实验展开的思维活动有深远的影响,它在培养学生严谨的治学态度、活跃的创新思维、理论联系实际和适应科学发展的综合能力等方面具有其他实践类课程不可替代的作用。

内蒙古工业大学《大学物理实验》课程的培养功能是:(1)通过对物理现象的观察、分析和对物理量的测量,学习科学实验知识,加深对物理学原理的理解。(2)培养提高治学能力和工作能力。(3)培养科学精神,提高科学素养,逐步具备理论联系实际和实事求是的科学作风,严肃认真的工作态度,锲而不舍的探索欲望,团结协作的团队意识,遵守纪律、爱护公物和环境的优良品德。

阅读上述材料,结合课程学习,回答下列问题。

1. 《大学物理实验》教学过程中,教学团队希望集知识传授、能力培养、价值引领和塑造为一体,全员、全程、全方位培养学生,使其成为德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。本学期的大学物理实验课程中,给你留下印象最深的实验题目是什么?请从知识传授、能力培养、价值引领和塑造三个方面阐述该实验为什么给你留下了深刻印象。(6分)
2. “仰观宇宙之大,俯察粒子之微。”是诺贝尔文学奖得主莫言送给诺贝尔物理学奖得主著名物理学家杨振宁的打油诗。著名教育家顾毓琇也曾说,“科学精神乃基于物理学精神。”不少科学家都认为,物理学具有天然的思政功能,请谈一下本学期大学物理实验课程学习体会。(4分)
3. 在测量蔗糖溶液旋光率实验中,某同学第二次消光时作如下实验操作,迎着入射光方向,



他把 P_2 偏振片逆时针方向旋转,直到白屏上消光,数据记录表如下:

测量已知浓度蔗糖溶液旋光率数据表

已知浓度 $c_0 = 0.2$	液体柱长度 $l = 135$ mm	入射光波长 $\lambda = 650$ nm	室温 $t = 20^\circ\text{C}$
测量次数	1	2	3
第一次消光时 P_2 的角位置 θ_1	25.1	36.4	43.7
第二次消光时 P_2 的角位置 θ_2	188.3	199.8	207.0
旋光度 $\theta = \theta_1 - \theta_2 $	163.2	163.4	163.3
旋光度 θ 平均值	163.3		
蔗糖溶液旋光率 α	6.0		

- (1) 该同学操作过程中,看到的白屏上光点强度是怎么变化的? (2分)
- (2) 该同学在第二次消光时, P_2 偏振片旋转方向是否正确? 根据该同学记录数据,理论上,第二次消光时 P_2 的角位置 θ_2 的三个值应该分别是什么? 旋光度 θ 平均值应为多少? (5分)
- (3) 请计算蔗糖溶液正确的旋光率值 (保留两位有效数字),蔗糖是左旋还是右旋物质? 物质的旋光率与溶液浓度及液柱长度有关吗? (3分)