

河北大学 2011 年博士研究生入学考试试题

(套别: A)

学科、专业	研究方向	考试科目	备注
光学工程	光与材料相互作用 发光材料与发光器件 新型功能材料	激光光谱	

一、解释概念: (15 分, 1~5 各小题每小题 2 分, 6 小题 5 分)

1. 兰姆凹陷; 2. 里德堡态; 3. 碰撞加宽; 4. 均匀加宽; 5. 准分子;
6. 光与物质相互作用的三种基本形式及定义

二、CO₂+N₂ 是最常用的激光工作物质, CO₂ 分子有三种振动模式 (ν_1, ν_2, ν_3), 对应的激光跃迁分别对应 $(001) \xrightarrow{10.6\mu\text{m}} (100)$ 和 $(001) \xrightarrow{9.6\mu\text{m}} (020)$ 。由于每个振动跃迁又包含有数十个转动跃迁, 在 CO₂ 激光器中加入波长可调谐元件, 激光输出波长可覆盖 9~11 μm 。可用来研究气体分子的转动能级结构, 简单回答下列问题: (15 分, 1, 3 小题各 3 分; 2 小题各 9 分)

- 1、三种振动模式 ν_1, ν_2, ν_3 分别对应什么形式的振动?
- 2、在 CO₂ 激光器中一般要加入辅助气体 N₂, 简要说明 CO₂ 激光器的放电泵浦过程和激光器自激振荡原理。
- 3、CO₂ 激光器一般选用何种波长调谐元件? 如何实现波长调谐?

三、光电流光谱和光离化谱都是研究高位电子态能级结构的高灵敏度方法, 回答下列问题: (10 分, 每小题 5 分)

- 1、画出光电流光谱方法的实验示意图, 简述其基本原理, 说明光电流是如何检测的?
- 2、画出光离化光谱方法的实验示意图, 简述其基本原理, 离化信号是如何检测的? 加入具有什么特性的气体可以检测到单光子激发的离化信号?

四、腔内线性吸收(弱激光场)光谱和腔内饱和吸收(强激光场)光谱方法, 都是将样品气体置于激光谐振腔内, 且都是探测激光器的输出。回答下列问题: (15 分, 1、4 小题各 2.5 分, 2、3 小题各 5 分)。

- 1、两种光谱方法的本质区别是什么?
- 2、哪种光谱方法主要是提高灵敏度高的? 是如何提高信号灵敏度的?
- 3、哪种光谱方法光谱分辨率高? 是如何提高光谱分辨率的?
- 4、定性画出两种腔内吸收光谱方法的输出光强随激光波长的变化曲线。

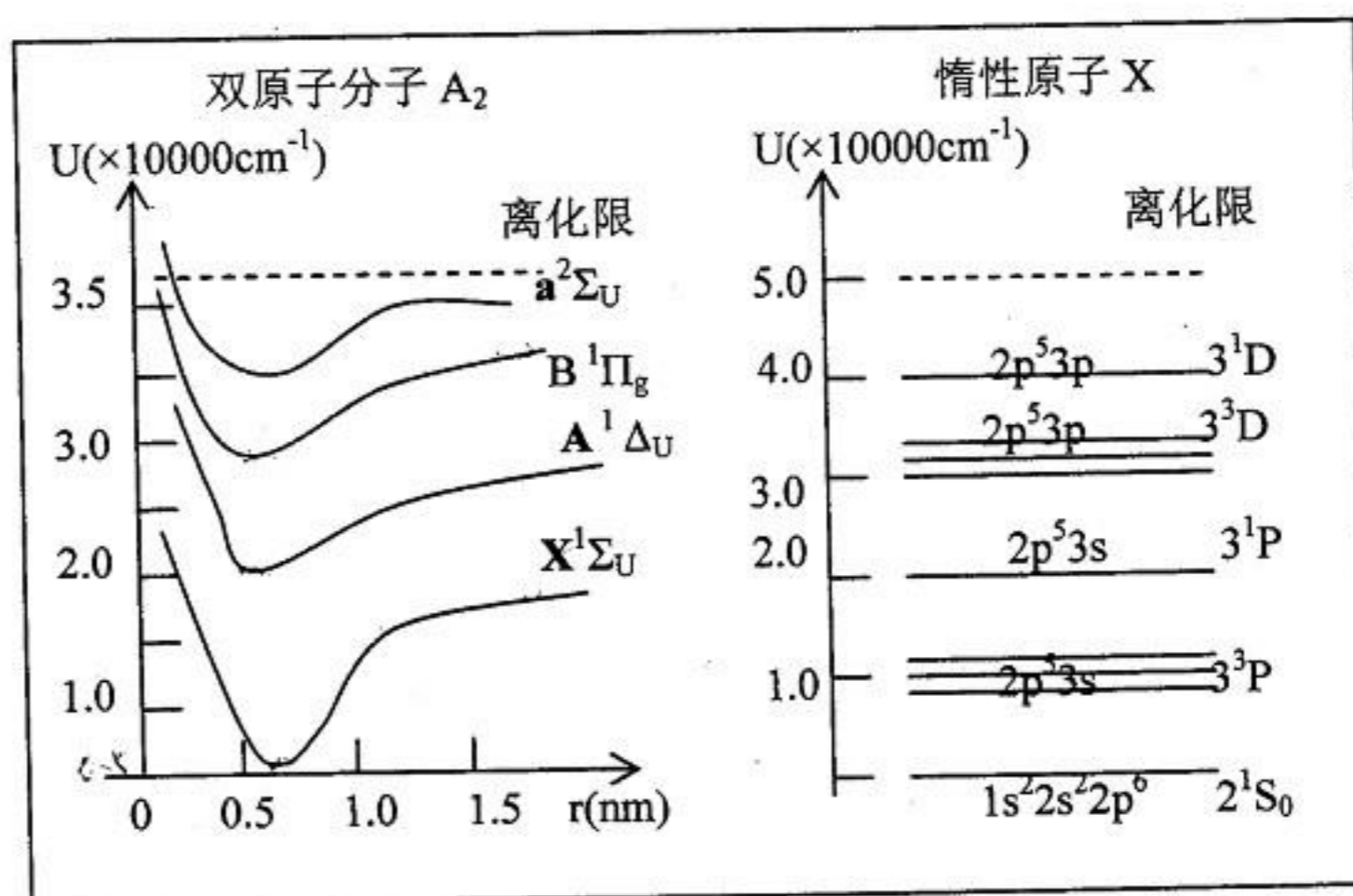
五、在消 Doppler 加宽激光光谱中, 最简单的消除 Doppler 加宽方法是准直分子束法和快离子束法, 简述上述两种方法消除 Doppler 展宽的基本原理。(14 分, 每问 7 分)

河北大学 2011 年博士研究生入学考试试题

(套别: A)

学科、专业	研究方向	考试科目	备注
光学工程	光与材料相互作用 发光材料与发光器件 新型功能材料 光信息处理	激光光谱	

六、有一双原子分子 A_2 与惰性原子 X 组成混合气体, 势能曲线如下图。分子和原子的基电子态分别为 $X^1\Sigma_U$ 和 2^1S_0 , $B^1\Delta_U$ 、 $a^2\Sigma_U$ 、 $A^1\Pi_g$ 为分子的激发电子态, 3^3P 、 3^1P 、 3^3D 、 3^1D 为原子的激发电子态。回答下列问题。(16 分, 第 1 小题 10 分, 第 2 小题 6 分)



- 在 A_2 分子的 $B^1\Delta_U$ 、 $a^2\Sigma_U$ 、 $A^1\Pi_g$ 三个激发电子态中, 哪个激发电子态可以采用光激发方式来进行能级特性研究? 哪个激发电子态不能采用光激发方式来进行能级特性研究? 为什么? 分别说明可以采用光激发方式进行能级特性研究的激发电子态是双光子激发? 还是单光子激发? 对应的激发波长范围为何?
- 在原子 X 激发电子态 3^3P 、 3^1P 、 3^3D 、 3^1D 中, 哪个激发电子态可以采用光激发方式来进行能级特性研究? 哪个激发电子态不能采用光激发方式来进行能级特性研究? 为什么? 分别说明可以采用光激发方式进行能级特性研究的激发电子态是双光子激发? 还是单光子激发? 对应的激发波长为何?

七、Raman 光谱是研究没有红外活性的分子振转跃迁的有力工具, 涉及到 Raman 散射的相关概念。回答下列问题。(15 分, 每小题各 5 分)

- 什么叫自发 Raman 散射?
- 什么叫受激 Raman 散射?
- 自发 Raman 散射与受激 Raman 散射的主要区别为何?