

预测期末论述题 (侧重定性描述与机理分析)

一、等离子体基础 (プラズマ基礎)

1. **题目:** 请简述什么是等离子体 (プラズマ), 并列举其至少三个使其在多领域应用中显示出独特优势的基本特征。

答案:

- **等离子体 (プラズマ):** 是一种部分或完全电离的气体 (電離気体), 整体呈电中性 (電気的中性), 由离子 (イオン)、电子 (電子) 和中性粒子 (中性粒子) 组成。
- **基本特征及优势:**
 - a. **高活性粒子浓度 (高活性粒子濃度):** 含有大量电子 (電子)、离子 (イオン)、自由基 (ラジカル)、激发态分子 (励起分子) 等高活性粒子, 能引发传统方法难以实现的化学反应 (化学反応) 和物理效应 (如杀菌 (殺菌)、材料改性 (材料改質)、污染物分解 (汚染物質分解))。
 - b. **低温操作可能性 (低温操作の可能性):** 特别是低温等离子体 (低温プラズマ), 可以在接近室温 (室温付近) 的条件下运行, 适合处理热敏材料 (熱に弱い材料) (如生物组织 (生体組織)、塑料 (プラスチック))。
 - c. **可控性与多样性 (制御性と多様性):** 通过调控放电参数 (放電パラメータ) (电压 (電圧)、频率 (周波数)、气体种类 (ガス種) 等), 可以产生不同特性和能量的等离子体, 适应多种应用需求。

2. **题目:** 比较介质阻挡放电 (DBD, 誘電体バリア放電) 和大气压等离子体射流 (APPJ, 大気圧プラズマジェット) 在产生方式和典型应用场景上的主要异同。

答案:

- **共同点:** 两者都常用于产生低温 (低温)、大气压等离子体 (大気圧プラズマ), 富含活性粒子 (活性粒子)。
- **不同点:**
 - **DBD (誘電体バリア放電):**
 - **产生方式:** 在至少一个电极表面覆盖介质层 (誘電体層), 防止弧光放电 (アーク放電), 形成均匀或丝状的微放电 (微小放電)。通常在受限空间内 (限定空間内) 产生。
 - **典型应用:** 大面积表面处理 (大面積表面処理) (如材料改性 (材料改質)、杀菌 (殺菌))、臭氧产生 (オゾン生成)、污染物处理 (汚染物質処理)。
 - **APPJ (大気圧プラズマジェット):**
 - **产生方式:** 将等离子体通过喷嘴 (ノズル) 引出到开放空间 (開放空間), 形成羽辉状 (プルーム状) 或射流状 (ジェット状) 等离子体。
 - **典型应用:** 局部 (局所的)、非接触式处理 (非接触処理) (如皮肤治疗 (皮膚治

療)、牙科 (歯科治療)、精密仪器表面处理 (精密機器表面处理)) 。

二、 等离子体应用机理 (プラズマ応用メカニズム)

1. **题目：** 论述低温等离子体 (低温プラズマ) 用于农产品 (農産物) 表面杀菌 (表面殺菌) 的主要作用机理。与传统化学或热力杀菌相比，其主要优势是什么？

答案：

• **主要作用机理：**

- 活性粒子作用 (活性粒子の作用)：** 等离子体中的活性氧 (ROS, 活性酸素種) (如O₃, OH•) 和活性氮 (RNS, 活性窒素種) (如NO, NO₂•) 等粒子能破坏微生物 (微生物) 的细胞膜 (細胞膜) 和细胞壁 (細胞壁), 氧化蛋白质 (タンパク質) 和DNA, 导致微生物失活 (微生物の不活化)。
- 紫外辐射 (紫外線照射)：** 等离子体放电过程伴随产生的紫外线 (紫外線) 对微生物DNA有损伤作用。
- 电场效应 (電場効果)：** 强电场 (強電場) 也可能对细胞膜产生影响。

• **主要优势：**

- 低温处理 (低温処理)：** 避免高温对农产品品质 (营养 (栄養)、风味 (風味)、外观 (外観)) 的破坏。
- 无化学残留 (化学物質残留なし)：** 避免化学消毒剂 (化学消毒剤) 残留问题，更安全环保 (安全・環境調和型)。
- 处理时间短 (処理時間短い)：** 通常比传统方法效率更高。

2. **题目：** 解释等离子体技术 (プラズマ技術) 在处理工业废气 (産業排ガス) (如VOCs (揮発性有機化合物) 或NO_x (窒素酸化物)) 中的基本原理。哪些等离子体特性使其有效？

答案：

• **基本原理：**

- 高能电子引发 (高エネルギー電子による誘起)：** 等离子体中的高能电子 (高エネルギー電子) 与废气分子及背景气体 (如O₂, N₂, H₂O) 碰撞, 使其解离 (解離) 或电离 (電離), 产生大量高活性自由基 (高活性ラジカル) (如OH•, O•, N•) 和激发态粒子 (励起粒子)。
- 自由基链式反应 (ラジカル連鎖反応)：** 这些活性自由基与VOCs或NO_x分子发生一系列复杂的化学反应 (化学反応) (如氧化 (酸化)、还原 (還元)、分解 (分解)) , 将其转化为无害或低害的物质 (如CO₂, H₂O, N₂) 。

• **使其有效的特性：**

- 产生大量高活性自由基 (大量の高活性ラジカル生成)：** 这是实现高效化学转化的关键。
- 非平衡特性 (非平衡特性)：** 电子温度 (電子温度) 远高于气体温度 (ガス温度), 能

在较低的整体气体温度下驱动化学反应，能耗相对较低。

c. **广谱性 (広範な適用性):** 原理上可处理多种类型的污染物。

3. **题目:** 阐述低温等离子体 (低温プラズマ) 在医学领域 (医療分野) (如癌症治疗 (がん治療) 或医疗器械灭菌 (医療機器滅菌)) 发挥作用时，活性氧/氮物种 (ROS/RNS, 活性酸素・窒素種) 所扮演的核心角色。

答案:

• **ROS/RNS的核心角色:**

◦ **癌症治疗 (がん治療):**

- a. **直接杀伤 (直接的殺傷作用):** 适量浓度的ROS/RNS能选择性地 (選択的に) 诱导癌细胞 (がん細胞) 发生氧化应激 (酸化ストレス), 破坏其DNA、蛋白质和线粒体 (ミトコンドリア), 从而诱导癌细胞凋亡 (アポトーシス) 或坏死 (ネクローシス)。
- b. **免疫激活 (免疫賦活化):** 特定ROS/RNS可作为信号分子 (シグナル分子), 调节免疫细胞 (免疫細胞) 功能, 增强机体对肿瘤的免疫应答 (免疫応答)。

◦ **医疗器械灭菌 (医療機器滅菌):**

- a. **细胞结构破坏 (細胞構造の破壊):** ROS/RNS能高效氧化和破坏微生物 (微生物) (细菌 (細菌)、病毒 (ウイルス)、真菌孢子 (真菌孢子)) 的细胞膜、细胞壁、蛋白质和核酸等关键生物大分子, 导致其迅速失活。
- b. **穿透性 (浸透性):** 某些活性粒子具有一定的穿透能力, 可作用于器械复杂表面。