

一、选择题

绪论

1. 化工分离工程的主要任务是：

- A. 提高反应速率
- B. 将混合物分成不同纯度的组分
- C. 降低设备投资
- D. 优化能量利用

答案：B

解析：分离工程的核心是通过物理或化学方法实现混合物中组分的提纯或富集。

2. 基于平衡关系的分离过程是：

- A. 精馏
- B. 反渗透
- C. 电渗析
- D. 超滤

答案：A

解析：精馏依赖气液平衡，而膜分离（B/C/D）基于速率差异。

3. 下列属于速率控制分离过程的是：

- A. 吸收
- B. 萃取
- C. 气体扩散
- D. 结晶

答案：C

解析：气体扩散依赖分子运动速率，其他选项均涉及相平衡。

4. “利用组分在两种不互溶液体中的溶解度差异”描述的分离方法是：

- A. 精馏
- B. 吸收
- C. 萃取
- D. 吸附

答案：C

解析：萃取基于液液相平衡，其他选项为气液（A/B）或固相（D）分离。

5. 选择分离方法时，首要考虑的因素是：

- A. 设备成本
- B. 组分间的物性差异
- C. 操作人员技能
- D. 工厂地理位置

答案：B

解析：物性差异（如沸点、溶解度、分子大小）决定分离方法的可行性。

6. 绿色分离工程强调：

- A. 最大化产物收率
- B. 减少能耗与环境污染
- C. 提高操作温度
- D. 增加溶剂用量

答案：B

解析：绿色分离追求可持续性，如膜分离替代高能耗精馏。

7. 评价分离效率的指标是：

- A. 回收率
- B. 选择性
- C. 传质系数
- D. 以上都是

答案：D

解析：回收率（产物收率）、选择性（组分分离能力）、传质系数（速率）均需综合考虑。

8. 下列哪项是新型分离技术？

- A. 精馏
- B. 超临界流体萃取
- C. 过滤
- D. 沉降

答案：B

解析：超临界流体萃取利用超临界状态的特殊溶解能力，属于高效绿色技术。

9. 共沸物分离可采用：

- A. 普通精馏
- B. 萃取精馏
- C. 简单过滤
- D. 离心分离

答案：B

解析：共沸物需加入第三组分（夹带剂）打破共沸组成。

10. 下列分离过程属于机械分离的是：

- A. 精馏
- B. 过滤
- C. 吸收
- D. 萃取

答案：B

11. 以下哪项不属于化工分离工程的核心任务？（ ）

- A. 实现混合物的分离提纯
- B. 提高产品质量和纯度
- C. 研究化学反应动力学
- D. 降低生产成本和能耗

答案：C

解析：化工分离工程主要研究混合物的分离方法和技术，致力于实现混合物的分离提纯、提高产品质量和纯度以及降低生产成本和能耗；而研究化学反应动力学属于化学工程中反应工程的研究范畴，不属于化工分离工程的核心任务。

12. 下列分离方法中，属于机械分离的是（ ）。

- A. 蒸馏
- B. 过滤
- C. 萃取
- D. 吸收

答案：B

解析：过滤是利用过滤介质截留悬浮液中的固体颗粒，实现固液分离，属于机械分离方法；蒸馏是利用混合液体或液 - 固体系中各组分沸点不同，使低沸点组分蒸发，再冷凝以分离整个组分的单元操作；萃取是利用溶质在互不相溶的溶剂里溶解度的不同，用一种溶剂把溶质从另一溶剂所组成的溶液里提取出来的操作方法；吸收是根据气体混合物中各组分在吸收剂中溶解度不同而将其分离的方法，A、C、D 选项均不属于机械分离。

13. 以下关于化工分离工程与其他学科关系的说法，错误的是（ ）。

- A. 与物理化学密切相关，依赖其原理进行分离过程分析
- B. 与化工热力学无关
- C. 涉及化工设备的设计与选型
- D. 需要化学工艺知识的支撑

答案：B

解析：化工分离工程与物理化学密切相关，例如利用物理化学中的相平衡原理等进行分离过程分析；化工热力学为分离过程提供了能量平衡、相平衡等理论基础，与化工分离工程紧密相关；在实施分离过程时，需要对化工设备进行设计与选型；同时也离不开化学工艺知识的支撑，所以 B 选项说法错误。

14. 以下分离方法中，属于传质分离过程的是（ ）。

- A. 沉降
- B. 离心分离
- C. 干燥
- D. 结晶

答案：D

解析：结晶是利用溶质在溶剂中的溶解度随温度或其他条件变化，使溶质从溶液中析出，实现固液分离，过程中存在物质在不同相之间的传递，属于传质分离过程；沉降和离心分离是利用颗粒与流体的密度差异，通过重力或离心力实现分离，属于机械分离过程；干燥是通过加热等方式去除物料中水分或其他湿分的过程，不属于传质分离过程。

15. 化工分离工程的研究内容不包括（ ）。

- A. 分离过程的基本原理
- B. 分离设备的操作与控制
- C. 化工产品的市场销售
- D. 分离工艺的优化与设计

答案：C

解析：化工分离工程主要研究分离过程的基本原理，以便更好地理解和应用各种分离方法；研究分离设备的操作与控制，保证分离过程的稳定运行；研究分离工艺的优化与设计，提高分离效率 and 经济效益。而化工产品的市场销售属于市场营销等领域的内容，不属于化工分离工程的研究范畴。

16. 下列关于平衡分离过程的说法，正确的是（ ）。

- A. 不依赖相平衡原理
- B. 主要依靠各组分扩散速率差异进行分离
- C. 蒸馏属于平衡分离过程
- D. 膜分离属于平衡分离过程

答案：C

解析：平衡分离过程依赖相平衡原理，通过建立和利用相平衡关系实现混合物的分离，A 选项错误；依靠各组分扩散速率差异进行分离的是速率分离过程，B 选项错误；蒸馏是利用混合液体中各组分沸点不同，在气 - 液两相达到平衡时，各组分在两相中的分配不同而实现分离，属于平衡分离过程，C 选项正确；膜分离是依据不同组分在膜中的扩散速率差异进行分离，属于速率分离过程，D 选项错误。

17. 化工分离工程中，传质分离过程的推动力不包括（ ）。

- A. 浓度差
- B. 温度差
- C. 压力差
- D. 重力差

答案：D

解析：在传质分离过程中，浓度差是常见的推动力，如扩散传质；温度差可引起物质的挥发或冷凝等传质过程；压力差也能推动物质在不同相之间的传递。而重力差主要在机械分离过程中，如沉降、离心分离等起作用，不是传质分离过程的推动力。

18. 化工分离工程在环境保护中的作用体现在（ ）。

- A. 仅用于处理工业废气
- B. 只能处理工业废水
- C. 可实现资源回收利用，减少污染物排放
- D. 与环境保护无关

答案：C

解析：化工分离工程在环境保护中的作用不仅仅局限于处理工业废气或废水，它可通过各种分离技术实现资源的回收利用，例如从工业废弃物中分离出有价值的物质重新利用，同时减少污染物的排放，对环境保护具有重要意义，所以 C 选项正确，A、B、D 选项错误。

19. 以下不属于速率分离过程特点的是（ ）。

- A. 利用各组分扩散速率差异
- B. 通常需要借助膜等选择性透过介质
- C. 分离过程不涉及相平衡
- D. 分离效率与温度无关

答案：D

解析：速率分离过程利用各组分在某种推动力（如浓度差、压力差等）作用下扩散速率的差异进行分离，A 选项正确；常常需要借助膜等选择性透过介质来实现分离，B 选项正确；该过程主要依据扩散速率，不涉及相平衡原理，C 选项正确；而分离效率与温度有关，温度会影响分子的运动速率，进而影响扩散速率，所以 D 选项不属于其特点。

20. 下列分离方法中，基于沸点差异实现分离的是（ ）。

- A. 萃取
- B. 精馏
- C. 离子交换
- D. 色谱分离

答案：B

解析：精馏是利用混合液体中各组分沸点不同，通过多次部分气化和部分冷凝，

使低沸点组分不断从液相向气相转移，高沸点组分不断从气相向液相转移，从而实现分离，是基于沸点差异实现分离的；萃取是利用溶质在不同溶剂中溶解度的差异进行分离；离子交换是利用离子交换树脂与溶液中离子发生交换反应进行分离；色谱分离是利用不同物质在固定相和流动相之间的分配系数或吸附性能等的差异进行分离，A、C、D 选项均不是基于沸点差异。

21. 关于平衡分离过程和速率分离过程的比较，错误的是（ ）。

- A. 平衡分离过程依赖相平衡，速率分离过程不依赖
- B. 平衡分离过程通常能耗较高，速率分离过程能耗相对较低
- C. 蒸馏属于平衡分离过程，超滤属于速率分离过程
- D. 平衡分离过程的分离效率一定高于速率分离过程

答案：D

解析：平衡分离过程依赖相平衡原理，速率分离过程依据各组分扩散速率差异，A 选项正确；一般情况下，平衡分离过程需要通过多次相变等操作，能耗较高，速率分离过程相对能耗较低，B 选项正确；蒸馏是典型的平衡分离过程，超滤利用膜对不同分子大小物质的透过性差异进行分离，属于速率分离过程，C 选项正确；平衡分离过程和速率分离过程的分离效率受多种因素影响，不能简单地认为平衡分离过程的分离效率一定高于速率分离过程，D 选项错误。

单级平衡过程

1. 亨利定律适用于（ ）

- A. 理想溶液中的所有组分
- B. 稀溶液中的溶质
- C. 高压气体
- D. 非挥发性溶剂

答案：B

解析：亨利定律描述稀溶液中溶质的分压与浓度关系，溶剂服从拉乌尔定律。

2. 总物料衡算中，进料量 F 与气相量 V 、液相量 L 的关系是（ ）

- A. $F = V - L$
- B. $F = L - V$
- C. $F = V + L$
- D. $F = V / L$

答案：C

解析：单级平衡过程满足总质量守恒 $F=V+L$ 。

3. 等温闪蒸是指（ ）

- A. 进料温度不变
- B. 系统温度恒定
- C. 汽化率固定
- D. 压力恒定

答案：B

解析：闪蒸过程中温度、压力恒定，通过调节汽化率（ ψ ）实现相平衡。

4. 部分汽化时，若 $\psi=0.4$ ，表示（ ）

- A. 40% 进料汽化
- B. 60% 进料汽化
- C. 汽液相量相等
- D. 平衡常数 $K=0.4$

答案：A

解析：汽化率 ψ 定义为汽相量 V 与进料量 F 之比。

5. 石油炼制中的“闪蒸塔”属于（ ）

- A. 单级平衡过程
- B. 多级逆流过程
- C. 反应分离耦合
- D. 速率控制过程

答案：A

解析：闪蒸塔通过单次减压汽化分离轻重组分，是典型的单级平衡分离。

6. 二元混合物中，若 $x = y$ ，则（ ）

- A. $\alpha = 1$
- B. $\alpha > 1$
- C. $\alpha < 1$
- D. 无法判断

答案：A

解析： $x = y$ 时相对挥发度 $\alpha = 1$ ，形成共沸物。

7. 单级平衡过程达到平衡时，下列说法正确的是（ ）

- A. 各相组成不再随时间变化
- B. 各相的量不再变化
- C. 系统内所有物质的浓度均相等
- D. 正逆反应速率均为 0

答案：A

解析：平衡时体系处于动态平衡，宏观组成不变，微观传质仍在进行，正逆速率相等但不为 0，各相量和浓度不一定相等。

8. 在单级气 - 液平衡过程中，相平衡常数 K 的定义是（ ）

- A. 气相中组分的摩尔分数与液相中组分的摩尔分数之比
- B. 液相中组分的摩尔分数与气相中组分的摩尔分数之比
- C. 气相中组分的分压与液相中组分的浓度之比
- D. 液相中组分的浓度与气相中组分的分压之比

答案：A

解析： $K = y/x$ ，描述气液两相中组分的分配关系。

9. 下列关于单级平衡过程的说法，错误的是（ ）

- A. 单级平衡过程是最简单的分离过程之一
- B. 单级平衡过程可用于气 - 液、液 - 液等多种物系
- C. 单级平衡过程一定能实现混合物的完全分离
- D. 单级平衡过程的分离效果受相平衡关系制约

答案：C

解析：单级过程受相平衡限制，难以完全分离，需多级串联（如精馏）实现高纯度分离。

10. 某单级液 - 液萃取过程中，若增加萃取剂用量，其他条件不变，则萃余相中溶质的含量（ ）

- A. 增加
- B. 减少
- C. 不变

D. 先增加后减少

答案：B

解析：萃取剂用量增加，溶质更易向萃取相转移，萃余相溶质含量减少。

11. 下列哪项不属于单级平衡过程的特点（ ）

- A. 过程简单，操作方便
- B. 分离效率高，可实现高纯度分离
- C. 分离效果受相平衡限制
- D. 通常适用于初步分离或粗略分离

答案：B

解析：单级过程分离程度有限，仅适用于初步分离，无法实现高纯度分离。

12. 某单级平衡过程中，若已知平衡常数 K 和某组分在一相中的含量，要计算在另一相中的含量，需运用（ ）

- A. 物料衡算
- B. 能量衡算
- C. 相平衡方程
- D. 热量衡算

答案：C

解析：通过相平衡方程（如 $y=Kx$ ）直接关联两相组成。

13. 单级平衡过程在实际应用中，为了提高分离效果，常采取的措施是（ ）

- A. 增加设备体积
- B. 提高操作温度
- C. 增加相接触面积
- D. 延长操作时间

答案：C

解析：增加相接触面积可加快传质，促进平衡更充分，提升分离效果。

14. 对于单级液 - 液萃取平衡，若两种液体部分互溶，随着温度升高，两液相的互溶度通常会（ ）

- A. 增大
- B. 减小
- C. 不变
- D. 先减小后增大

答案：A

解析：温度升高削弱分子间作用力，促进两液体互溶，互溶度增大。

15. 在单级平衡过程中，气液两相达到平衡时，满足（ ）

- A. 气相组成等于液相组成
- B. 气相组成大于液相组成
- C. 气相组成小于液相组成
- D. 气相组成与液相组成满足相平衡关系

答案：D

解析：平衡时两相组成通过相平衡常数关联，不一定相等或有固定大小关系。

16. 单级平衡过程的相平衡常数 K 与组分的挥发性关系是（ ）

- A. 挥发性越强， K 越大
- B. 挥发性越强， K 越小
- C. 挥发性与 K 无关

D. 挥发性和 K 的关系不确定

答案: A

解析: 挥发性强的组分更易汽化, 气相组成 y 更高, $K = y/x$ 更大。

17. 在单级平衡过程中, 如果气相组成 y 增加, 液相组成 x 不变, 则相平衡常数 K ()

A. 增大

B. 减小

C. 不变

D. 无法确定

答案: A

解析: $K = y/x$, y 增大、 x 不变时 K 增大。

18. 单级平衡过程的相平衡常数 K 与组分的沸点关系是 ()

A. 沸点越高, K 越大

B. 沸点越高, K 越小

C. 沸点与 K 无关

D. 沸点与 K 的关系不确定

答案: B

解析: 沸点高的组分挥发性弱, 气相组成 y 低, $K = y/x$ 更小。

19. 在单级平衡过程中, 如果液相组成 x 增加, 气相组成 y 不变, 则相平衡常数 K ()

A. 增大

B. 减小

C. 不变

D. 无法确定

答案: B

解析: $K = y/x$, x 增大、 y 不变时 K 减小。

20. 在单级平衡过程中, 如果气相组成 y 减小, 液相组成 x 增加, 则相平衡常数 K ()

A. 增大

B. 减小

C. 不变

D. 无法确定

答案: B

解析: $K = y/x$, y 减小、 x 增大时 K 显著减小。

21. 单级平衡分离的局限性是 ()

A. 无法获得高纯度产品

B. 能耗过高

C. 设备复杂

D. 仅适用于理想体系

答案: A

解析: 单级过程基于一次平衡, 分离程度有限, 需多级操作实现高纯度分离。

精馏

1. 蒸馏分离的基本原理是利用组分的 () 差异

A. 溶解度

- B. 挥发度
- C. 密度
- D. 黏度

答案：B

解析：蒸馏通过加热使挥发度大的轻组分优先汽化，冷凝后实现分离，核心是利用组分的沸点（挥发度）差异。

2. 反应精馏的主要优势是（ ）

- A. 提高可逆反应转化率
- B. 降低操作压力
- C. 减少设备投资
- D. 简化流程

答案：A

解析：反应精馏中，产物通过精馏及时分离，打破平衡限制，推动可逆反应（如酯化反应）正向进行，提高转化率。

3. 下列分离技术中，属于非均相分离的是（ ）

- A. 过滤
- B. 萃取
- C. 吸收
- D. 精馏

答案：A

解析：过滤处理固液非均相混合物，属于机械分离；萃取、吸收、精馏处理均相混合物，属于传质分离。

4. 共沸精馏与萃取精馏的主要区别在于（ ）

- A. 共沸剂形成共沸物，萃取剂不形成
- B. 萃取剂用量更少
- C. 共沸精馏能耗更低
- D. 萃取精馏操作压力更高

答案：A

解析：共沸精馏的共沸剂与组分形成共沸物从塔顶蒸出，而萃取精馏的萃取剂沸点高，从塔釜排出，不参与共沸。

5. 郭氏法确定固定设计变量时，需考虑（ ）

- A. 进料变量数和独立压力等级数
- B. 串级单元数和分配器数
- C. 侧线采出单元数
- D. 传热单元数

答案：A

解析：郭氏法中固定设计变量包括进料物流的 $(c+2)$ 个变量（组成、温度、压力、流量）和系统内独立压力等级数（如塔釜、塔顶压力）。

6. 带侧线采出的精馏塔，可调设计变量不包括（ ）

- A. 串级单元数
- B. 分配器数
- C. 进料组成
- D. 侧线采出位置

答案：C

解析：可调设计变量为串级单元数、分配器数、侧线采出单元数及传热单元数之和，进料组成属于固定设计变量。

7. 在多组分多级分离过程中，只有当独立方程的数目和未知变量的数目相等时，方程组才有：

- A. 多解
- B. 无穷解
- C. 唯一解
- D. 无解

答案：C

解析：根据数学原理，只有当方程数与未知数相等时，方程组才可能有唯一解。

8. 在分离装置中，无浓度变化的单元（如换热器、分配器等）通常被称为：

- A. 辅助单元
- B. 主单元
- C. 分离单元
- D. 反应单元

答案：A

解析：无浓度变化的单元是指在这些单元中，物流的组成不发生变化，通常用于辅助分离过程。

9. 在分离装置中，有浓度变化的单元（如混合器、分离器、理论板等）通常需要考虑：

- A. $c+1$ 个独立变量
- B. $c+2$ 个独立变量
- C. $c+3$ 个独立变量
- D. c 个独立变量

答案：B

解析：对于有浓度变化的单元，每一股物流的独立变量数为组分数 c 加上温度和压力，共 $c+2$ 个独立变量。

10. 在分离装置中，约束（条件）数包括：

- A. 物料平衡约束
- B. 能量平衡约束
- C. 相间分配关系的约束
- D. 以上都是

答案：D

解析：约束数是指在分离过程中，由物料平衡、能量平衡、相间分配关系以及系统固有特性所形成的方程数。

11. 在分离装置中，当单元以串联形式被重复使用时，需要增加一个变量数以区别于这种单元与其他单元相联结的情况，这个变量数称为：

- A. 重复变量或串级单元数
- B. 独立变量数
- C. 设计变量数
- D. 约束变量数

答案：A

解析：当单元以串联形式被重复使用时，需要增加一个变量数来区分这些单元与其他单元的连接关系，这个变量数称为重复变量或串级单元数。

12. 在分离过程中，分离因子的定义是基于组分在两相中的：

- A. 分配系数
- B. 溶解度
- C. 挥发度
- D. 扩散系数

答案：A

解析：分离因子是基于组分在两相中的分配系数，反映组分在两相中的分配情况。

13. 精馏分离混合物的主要依据是：

- A. 组分密度的差异
- B. 组分沸点的差异
- C. 组分溶解度的差异
- D. 组分黏度的差异

答案：B

解析：精馏利用组分间挥发度（沸点）差异，通过多次部分汽化和冷凝实现分离。

14. 当 $\alpha=1$ 时，精馏塔能否分离混合物？

- A. 能，但需增加塔板数
- B. 不能
- C. 需降低操作压力
- D. 需提高回流比

答案：B

解析： $\alpha=1$ 时气相与液相组成相同，无法通过普通精馏分离。

15. 精馏塔的理论板是指：

- A. 实际存在的塔板
- B. 气液两相达到平衡的理想塔板
- C. 塔釜再沸器
- D. 塔顶冷凝器

答案：B

解析：理论板是气液完全达到平衡的假想塔板，用于简化计算。

16. 最小回流比时，精馏塔的理论板数：

- A. 最少
- B. 无限多
- C. 与操作回流比无关
- D. 由进料组成决定

答案：B

解析：最小回流比对应分离所需的理论板数为无穷多，实际操作需选择适宜回流比。

17. 精馏塔中，自下而上气相中易挥发组分的含量（ ）

- A. 不变
- B. 逐渐增加
- C. 逐渐减少
- D. 先增加后减少

答案：B

解析：在精馏塔内，上升气相与下降液相传质传热，难挥发组分冷凝进入液相，易挥发组分汽化进入气相，故自下而上气相中易挥发组分含量逐渐增加。

18. 全回流时，精馏塔理论塔板数（ ）

- A. 最多
- B. 最少
- C. 不变
- D. 不确定

答案：B

解析：全回流时塔顶上升蒸汽全部冷凝回流，塔内气液传质推动力最大，达到相同分离效果所需理论塔板数最少。

19. 精馏操作中，若进料热状态参数 $q = 0$ ，说明进料为（ ）

- A. 泡点液体
- B. 饱和蒸汽
- C. 气液混合物
- D. 过热蒸汽

答案：B

解析： q 值表示进料中液相分率，饱和蒸汽 $q = 0$ ，泡点液体 $q = 1$ ， $0 < q < 1$ 为气液混合物， $q < 0$ 为过热蒸汽。

20. 下列关于精馏塔理论板的说法，正确的是（ ）

- A. 理论板上气液两相组成相同
- B. 理论板上气液两相温度不同
- C. 理论板上气液两相充分接触，传质传热达到平衡
- D. 实际精馏塔中存在大量理论板

答案：C

解析：理论板是理想化塔板，气液两相充分接触且传质传热达到平衡（温度相同、组成互成平衡），但气液组成不同；实际塔中不存在理论板，仅为计算引入的概念。

21. 精馏操作中，若其他条件不变，仅将回流比增大，则塔顶产品组成 x_D （ ）

- A. 增大
- B. 减小
- C. 不变
- D. 先增大后减小

答案：A

解析：增大回流比会增加塔内传质推动力，上升气相中易挥发组分更充分冷凝回流，从而提高塔顶产品组成 x_D 。

22. 精馏塔塔顶采用全凝器，其作用是（ ）

- A. 使上升气相全部冷凝，提供回流液
- B. 仅使上升气相部分冷凝
- C. 分离气相中的不凝性气体
- D. 提高塔内的传质效率

答案：A

解析：全凝器将塔顶上升气相全部冷凝，一部分作为产品采出，另一部分作为回流液送回塔顶，维持塔内传质传热过程。

23. 精馏操作中，若塔板数一定，增加回流比，则（ ）

- A. 分离能力不变
- B. 分离能力降低

C. 分离能力提高

D. 无法确定

答案：C

解析：回流比增大使塔内气液传质推动力增大，在塔板数一定时，能更有效分离混合物，提高分离能力（塔顶产品纯度更高，塔底产品中易挥发组分含量更低）。

24. 精馏塔的最小回流比 R_{\min} 是（ ）

A. 实际操作回流比的下限

B. 实际操作回流比的上限

C. 与实际操作回流比无关

D. 使理论塔板数为零的回流比

答案：A

解析：最小回流比 R_{\min} 是一定分离要求下所需回流比的理论最小值，是实际操作回流比的下限（实际操作回流比必须大于 R_{\min} 才能实现预期分离效果）。

25. 精馏塔塔底再沸器的作用是（ ）

A. 提供上升气相，维持塔内气液两相流动

B. 冷却塔底液体

C. 分离塔底液体中的不溶性杂质

D. 提高塔底产品的纯度

答案：A

解析：塔底再沸器加热塔底液体，使其部分汽化产生上升气相，维持精馏塔内气液两相的传质传热过程。

26. 双组分理想物系精馏时，若相对挥发度 $\alpha = 1$ ，说明（ ）

A. 两组分无法用精馏方法分离

B. 两组分非常容易分离

C. 分离所需理论塔板数最少

D. 精馏过程能耗最低

答案：A

解析： α 反映两组分挥发度差异， $\alpha = 1$ 时两组分挥发度相同，气液两相中分配情况相同，无法利用精馏方法分离（此时理论塔板数为无穷大，精馏过程无法进行）。

27. 精馏塔的操作弹性是指（ ）

A. 最大处理量与最小处理量之比

B. 最大回流比与最小回流比之比

C. 最大理论塔板数与最小理论塔板数之比

D. 最大进料量与最小进料量之比

答案：A

解析：操作弹性表示精馏塔稳定操作的流量范围，用最大处理量与最小处理量之比表示，反映塔对不同生产负荷的适应能力。

28. 精馏塔中，塔板上的液泛现象是指（ ）

A. 液体流量过大，从降液管中溢出

B. 气体流量过大，阻止液体正常下流，使液体在塔板上积累

C. 气液两相流量均过大，导致塔板效率急剧下降

D. 气液两相流量均过小，无法维持正常操作

答案：B

解析：液泛是指气体流量过大时，通过塔板的阻力增大，阻止液体正常下流，使液体在塔板上积累，破坏塔内气液传质过程，导致塔无法正常操作。

29. 增大回流比会导致：

- A. 塔顶产品纯度下降
- B. 理论板数增加
- C. 能耗降低
- D. 理论板数减少

答案：D

解析：回流比增大，分离能力增强，所需理论板数减少，但能耗增加。

30. 共沸物的特点是：

- A. 气相组成与液相组成不同
- B. 相对挥发度 $\alpha=1$
- C. 无法用任何方法分离
- D. 仅存在于非理想物系

答案：B

解析：共沸物气相与液相组成相同（ $\alpha=1$ ），需采用特殊精馏（如萃取精馏）分离。

31. 精馏塔中，进料板位置以上称为：

- A. 精馏段
- B. 提馏段
- C. 进料段
- D. 冷凝段

答案：A

解析：精馏段位于进料板以上，富集轻组分；提馏段在进料板以下，提浓重组分。

32. 精馏塔设计中，芬斯克方程用于计算：

- A. 最小回流比
- B. 最小理论板数
- C. 塔径
- D. 板效率

答案：B

解析：芬斯克方程在全回流条件下计算最少理论板数 N 。

33. 精馏塔的主要作用是：

- A. 提高反应速率
- B. 分离液体混合物
- C. 提高反应温度
- D. 增加原料供应

答案：B

解析：精馏塔的主要作用是通过多次汽化和冷凝分离液体混合物中的不同组分。

34. 在精馏过程中，回流比是指：

- A. 塔顶产品与塔底产品的流量比
- B. 塔顶回流液与塔顶产品的流量比
- C. 塔底产品与塔顶产品的流量比
- D. 塔顶回流液与塔底产品的流量比

答案：B

解析：回流比是指塔顶回流液流量与塔顶产品流量的比值，是精馏操作的重要参数。

35. 精馏塔的塔板数越多，分离效果：

- A. 越差
- B. 越好
- C. 不变
- D. 不确定

答案：B

解析：塔板数越多，理论塔板数增加，分离效果越好，但设备成本和能耗也会增加。

36. 在精馏过程中，最小回流比是指：

- A. 实际操作的回流比
- B. 理论上的最小值
- C. 最经济的回流比
- D. 设备允许的最大回流比

答案：B

解析：最小回流比是理论上的最小值，此时所需的理论塔板数为无穷大。

37. 在精馏过程中，塔顶温度通常：

- A. 高于塔底温度
- B. 低于塔底温度
- C. 等于塔底温度
- D. 与塔底温度无关

答案：B

解析：塔顶温度通常低于塔底温度，因为塔顶主要为易挥发组分，塔底为难挥发组分。

38. 在精馏过程中，塔顶产品纯度越高，所需的理论塔板数：

- A. 越多
- B. 越少
- C. 不变
- D. 不确定

答案：A

解析：塔顶产品纯度越高，分离要求越高，所需的理论塔板数越多。

39. 在精馏过程中，塔底产品纯度越高，所需的理论塔板数：

- A. 越多
- B. 越少
- C. 不变
- D. 不确定

答案：A

解析：塔底产品纯度越高，分离要求越高，所需的理论塔板数越多。

40. 多组分精馏中，关键组分的定义是（ ）

- A. 进料中含量最高的组分
- B. 由设计者指定分离要求的两个组分
- C. 塔顶产品中的主要组分
- D. 塔釜产品中的主要组分

答案：B

解析：关键组分（LK/HK）是设计者为限定分离要求而指定的两个组分，其中轻关键组分（LK）需在塔顶控制含量，重关键组分（HK）需在塔釜控制含量，与进料或产品含量无直接关联。

41. 清晰分割假设的条件是（ ）

- A. 馏出液中仅含轻关键组分，釜液中仅含重关键组分
- B. 馏出液中无重关键组分，釜液中无轻关键组分
- C. 所有组分在塔顶和塔釜均匀分配
- D. 进料板处组成无突变

答案：B

解析：清晰分割要求馏出液中除重关键组分外不含其他重组分，釜液中除轻关键组分外不含其他轻组分，但轻 / 重关键组分仍会在两端少量分配，并非“仅含”。

42. 全回流时精馏塔的理论板数（ ）

- A. 为 0
- B. 最少
- C. 最多
- D. 无穷多

答案：B

解析：全回流（ $R \rightarrow \infty$ ）时，塔内气液两相无产品采出，传质推动力最大，所需理论板数最少（ N_m ），是精馏塔理论板数的下限。

43. 最小回流比对应的塔内现象是（ ）

- A. 恒摩尔流破坏
- B. 出现恒浓区
- C. 液泛
- D. 雾沫夹带量为零

答案：B

解析：当回流比减小至最小回流比（ R_m ）时，塔内某区域（如进料板附近）气液组成不再变化，形成恒浓区（夹点），需无穷多板才能完成分离。

44. 萃取精馏与共沸精馏的主要区别在于（ ）

- A. 萃取精馏加入的溶剂不形成共沸物
- B. 共沸精馏的溶剂沸点更高
- C. 萃取精馏的分离效率更低
- D. 共沸精馏无需回流

答案：A

解析：萃取精馏的萃取剂不与原组分形成共沸物，通过改变活度系数提高相对挥发度；共沸精馏的共沸剂需与组分形成共沸物，从塔顶蒸出。

45. 反应精馏适用于（ ）

- A. 不可逆放热反应
- B. 可逆吸热反应
- C. 连串反应
- D. 所有化学反应

答案：C

解析：反应精馏适用于可逆反应或连串反应，通过精馏及时分离产物，推动平衡右移或避免副反应，如 MTBE 合成（连串反应）。

46. 加盐精馏中，盐的主要作用是（ ）

- A. 降低体系沸点
- B. 改变组分活度系数
- C. 作为催化剂
- D. 提高体系压力

答案：B

解析：盐溶于液体后，通过静电作用或络合反应改变组分间相互作用，增大活度系数差异，从而提高相对挥发度，如 CaCl_2 对乙醇 - 水体系的影响。

47. 共沸剂的选择原则不包括（ ）

- A. 与待分离组分形成共沸物
- B. 共沸物沸点与原组分差异显著
- C. 易回收利用
- D. 与组分发生化学反应

答案：D

解析：共沸剂需与组分形成共沸物（A）、共沸物沸点差异显著（B）、易回收（C），但不能与组分发生化学反应，否则无法循环使用。

48. 反应精馏中，催化剂的作用是（ ）

- A. 仅作为填料
- B. 仅催化反应
- C. 既催化又提供传质表面
- D. 与组分形成共沸物

答案：C

解析：反应精馏的催化剂必须参与催化反应，同时作为填料提供气液传质表面，如催化精馏合成 MTBE 时，阳离子交换树脂兼具催化与传质功能。

49. 加盐精馏的主要缺点是（ ）

- A. 能耗过高
- B. 盐回收困难
- C. 分离效率低
- D. 无法连续操作

答案：B

解析：盐不挥发，塔底需通过蒸发、结晶等方法回收，且固体盐的输送易堵塞管道，相比液体溶剂（如萃取精馏）操作更复杂。

50. 加盐萃取精馏的优势是（ ）

- A. 盐效应增强萃取效果
- B. 无需回收溶剂
- C. 操作温度更低
- D. 设备投资减少

答案：A

解析：含盐溶剂既通过液体溶剂的萃取作用改变相对挥发度，又通过盐的溶解进一步增强活度系数差异，分离效果优于单一萃取剂。

51. 多组分精馏中，中间组分的特点是（ ）

- A. 仅存在于塔顶
- B. 仅存在于塔釜
- C. 在塔顶和塔釜均有分配

D. 为关键组分

答案：C

解析：中间组分（相对挥发度介于 LK 和 HK 之间）属于分配组分，在塔顶和塔釜均有分布，而轻 / 重非关键组分（LNK/HNK）仅存在于一端。

吸收

1. 吸收操作的目的是：

- A. 分离液体混合物
- B. 去除气体中的有害组分
- C. 提高气体压力
- D. 降低液体黏度

答案：B

解析：吸收是利用液体溶剂选择性溶解气体混合物中的某一组分，常用于废气处理或气体净化。

2. 吸收过程的推动力是：

- A. 温度差
- B. 压力差
- C. 浓度差
- D. 密度差

答案：C

解析：吸收传质推动力为气相主体浓度与界面平衡浓度的差值。

3. 增加吸收塔的操作压力，吸收率会：

- A. 降低
- B. 提高
- C. 不变
- D. 先升后降

答案：B

解析：压力升高，气体溶解度增大（H 减小），推动力($y-y^*$)提高。

4. 解吸操作的目的是：

- A. 富集气体中的溶质
- B. 再生吸收剂
- C. 提高气体压力
- D. 降低液体温度

答案：B

解析：解吸通过升温或减压释放吸收剂中的溶质，实现溶剂循环使用。

5. 多组分吸收中，关键组分是指：

- A. 溶解度最大的组分
- B. 最难被吸收的组分
- C. 设计时控制的组分
- D. 含量最高的组分

答案：C

解析：关键组分是工艺中需优先满足分离要求的组分。

6. 化学吸收与物理吸收的主要区别是：

- A. 存在化学反应
- B. 推动力更大

- C. 溶剂选择性更高
- D. 以上都是

答案：D

解析：化学吸收通过反应提高溶质溶解度（如 CO_2 与 MEA 反应），兼具 B、C 优点。

7. 吸收操作的依据是：

- A. 混合气体各组分的密度差异
- B. 混合气体各组分在吸收剂中溶解度的差异
- C. 混合气体各组分的沸点差异
- D. 混合气体各组分的黏度差异

答案：B

解析：吸收是利用混合气体中各组分在吸收剂中溶解度的不同，使溶质组分从气相转移到液相的过程。混合气体各组分的密度、沸点、黏度差异并非吸收操作的依据。

8. 以下哪种情况有利于吸收操作：

- A. 温度升高，压力降低
- B. 温度降低，压力升高
- C. 温度升高，压力升高
- D. 温度降低，压力降低

答案：B

解析：气体的溶解度一般随温度降低而增大，随压力升高而增大。温度降低、压力升高时，溶质在吸收剂中的溶解度增大，有利于溶质从气相向液相转移。

9. 在吸收过程中，被溶解的组分称为：

- A. 吸收质
- B. 吸收剂
- C. 惰性组分
- D. 吸收液

答案：A

解析：在吸收过程中，被溶解的组分即从气相转移到液相的组分称为吸收质；吸收剂是用于溶解吸收质的液体；惰性组分是混合气体中不被吸收剂吸收的组分；吸收液是吸收了吸收质后的吸收剂溶液。

10. 以下属于物理吸收的是：

- A. 用氢氧化钠溶液吸收二氧化碳
- B. 用水吸收氯化氢
- C. 用氨水吸收二氧化硫
- D. 用铜氨溶液吸收一氧化碳

答案：B

解析：物理吸收是溶质单纯地溶解于吸收剂中的过程，不发生化学反应。用水吸收氯化氢，只是氯化氢溶解在水中，属于物理吸收；其他选项均发生化学反应，属于化学吸收。

11. 若吸收操作的温度升高，而其他条件不变，则吸收过程的相平衡常数 m ：

- A. 增大
- B. 减小
- C. 不变

D. 先增大后减小

答案：A

解析：相平衡常数 m 与温度有关，对于大多数吸收过程，温度升高时，气体在液体中的溶解度降低，相平衡常数 m 增大，即溶质在气相中的平衡分压相对增大，不利于吸收。

12. 下列关于吸收过程推动力的说法，正确的是：

- A. 推动力是气相主体浓度与液相主体浓度之差
- B. 推动力是气相主体浓度与界面浓度之差
- C. 推动力是平衡浓度与实际浓度之差
- D. 推动力是吸收速率与传质系数之比

答案：C

解析：吸收过程的推动力是指平衡浓度与实际浓度之差，它反映了实际状态偏离平衡状态的程度，差值越大，传质的动力越大，越有利于吸收进行。

13. 提高吸收剂用量，对吸收操作的影响是：

- A. 吸收推动力减小，吸收效果变差
- B. 吸收推动力增大，吸收效果变好
- C. 吸收推动力不变，吸收效果不变
- D. 吸收剂用量与吸收效果无关

答案：B

解析：提高吸收剂用量，在其他条件不变时，会使液相中溶质的浓度降低，从而增大气液相之间的浓度差，即吸收推动力增大，有利于溶质从气相向液相转移，吸收效果变好。

14. 化学吸收与物理吸收的本质区别在于：

- A. 吸收速率不同
- B. 吸收剂不同
- C. 是否发生化学反应
- D. 气液接触方式不同

答案：C

解析：化学吸收过程中溶质与吸收剂发生化学反应，而物理吸收过程中不发生化学反应，这是两者的本质区别。吸收速率、吸收剂、气液接触方式的不同均不是本质区别。

15. 吸收操作中，若要提高吸收的选择性，应选择：

- A. 对溶质溶解度大，对惰性组分溶解度小的吸收剂
- B. 对溶质溶解度小，对惰性组分溶解度大的吸收剂
- C. 对溶质和惰性组分溶解度都大的吸收剂
- D. 对溶质和惰性组分溶解度都小的吸收剂

答案：A

解析：提高吸收的选择性意味着要使吸收剂尽可能多地吸收溶质，而对惰性组分的吸收尽可能少。所以应选择对溶质溶解度大，对惰性组分溶解度小的吸收剂。

16. 在吸收过程中，吸收剂的选择性是指：

- A. 吸收剂对溶质的溶解能力
- B. 吸收剂对溶剂的溶解能力
- C. 吸收剂对气体混合物中各组分的分离能力
- D. 吸收剂的化学稳定性

答案：C

解析：吸收剂的选择性是指吸收剂对气体混合物中各组分的分离能力，特别是对溶质的优先溶解能力。

17. 吸收过程的亨利定律适用于：

- A. 高浓度溶质
- B. 低浓度溶质
- C. 所有浓度溶质
- D. 无法确定

答案：B

解析：亨利定律适用于低浓度溶质，此时气液相之间的溶解度关系可近似为线性。

18. 在吸收塔中，吸收剂的温度升高时，吸收效率：

- A. 提高
- B. 降低
- C. 不变
- D. 无法确定

答案：B

解析：吸收剂温度升高时，溶质的溶解度通常降低，因此吸收效率会降低。

19. 在吸收塔中，吸收剂的流量减少时，吸收效率：

- A. 一定提高
- B. 一定降低
- C. 不变
- D. 不一定降低

答案：B

解析：吸收剂流量减少时，吸收效率通常会降低，因为传质面积和吸收能力减少。

20. 在吸收塔中，吸收剂的温度降低时，吸收效率：

- A. 提高
- B. 降低
- C. 不变
- D. 无法确定

答案：A

解析：吸收剂温度降低时，溶质的溶解度通常增加，因此吸收效率会提高。

21. 吸收过程的相平衡常数 K 与温度和压力的关系是：

- A. 只与温度有关
- B. 只与压力有关
- C. 与温度和压力都有关
- D. 与温度和压力都无关

答案：C

解析：相平衡常数 K 通常与温度和压力都有关，温度升高或压力降低时， K 通常会增大。

22. 在吸收过程中，如果吸收剂的流量减少，塔内压降：

- A. 增大
- B. 减小
- C. 不变
- D. 无法确定

答案：B

解析：吸收剂流量减少时，塔内液体流动阻力减小，压降通常会减小。

萃取

1. 萃取操作的依据是（ ）

- A. 混合物各组分的沸点差异
- B. 混合物各组分在萃取剂中溶解度的差异
- C. 混合物各组分的密度差异
- D. 混合物各组分的表面张力差异

答案：B

解析：萃取是利用混合物中各组分在萃取剂中溶解度的不同，使溶质从原溶剂转移到萃取剂中的过程。A 选项中沸点差异是精馏操作的依据；C 选项密度差异常用于沉降、离心等分离操作；D 选项表面张力差异与萃取操作原理无关，所以选 B。

2. 在萃取过程中，能溶解溶质的溶剂称为（ ）

- A. 原溶剂
- B. 溶质
- C. 萃取剂
- D. 萃余相

答案：C

解析：在萃取操作里，萃取剂是用于溶解溶质的溶剂；原溶剂是溶质原本所在的溶剂；溶质是被萃取的物质；萃余相是萃取后含有剩余溶质的原溶剂相，所以答案是 C。

3. 萃取剂的选择性系数 β 表示（ ）

- A. 萃取剂对溶质和原溶剂溶解能力的差异
- B. 萃取剂的密度与原溶剂密度的比值
- C. 萃取相的体积与萃余相体积的比值
- D. 溶质在萃取相中的扩散速率与在萃余相中的扩散速率之比

答案：A

解析：萃取剂的选择性系数 β 定义为溶质在萃取相中的浓度与萃余相中的浓度之比，除以原溶剂在萃取相中的浓度与萃余相中的浓度之比，它反映了萃取剂对溶质和原溶剂溶解能力的差异， β 越大，萃取剂的选择性越好，越有利于分离，所以选 A。

4. 萃取过程中，若要提高萃取效果，可采取的措施是（ ）

- A. 降低萃取温度
- B. 减少萃取剂用量
- C. 增大萃取剂与原溶液的接触面积
- D. 缩短萃取时间

答案：C

解析：增大萃取剂与原溶液的接触面积，可以加快溶质在两相间的传质速率，使萃取过程更充分，从而提高萃取效果。降低萃取温度不一定能提高萃取效果，因为温度对溶解度的影响因物系而异；减少萃取剂用量，不利于溶质的转移，萃取效果降低；缩短萃取时间，传质不充分，萃取效果也会变差，所以选 C。

5. 下列萃取设备中，属于逐级接触式的是（ ）

- A. 填料萃取塔
- B. 筛板萃取塔
- C. 脉冲萃取塔
- D. 离心萃取器

答案：B

解析：筛板萃取塔内设有多个筛板，气液两相在筛板上逐级接触进行传质，属于逐级接触式萃取设备。填料萃取塔内填充填料，两相在填料表面连续接触传质；脉冲萃取塔通过脉冲作用强化传质，也是连续接触式；离心萃取器利用离心力加快传质，同样是连续接触式，所以选 B。

6. 萃取过程达到平衡时，（ ）

- A. 溶质在萃取相和萃余相中的浓度相等
- B. 溶质在萃取相和萃余相中的化学势相等
- C. 萃取相和萃余相的体积相等
- D. 萃取过程停止，不再有物质转移

答案：B

解析：萃取过程达到平衡时，溶质在萃取相和萃余相中的化学势相等，此时宏观上萃取过程看似停止，但微观上溶质仍在两相间转移，只是正向和逆向转移速率相等。平衡时溶质在两相中的浓度符合分配系数关系，并不一定相等；萃取相和萃余相的体积也不一定相等，所以选 B。

7. 选择萃取剂时，不需要考虑的因素是（ ）

- A. 萃取剂与原溶剂的互溶度
- B. 萃取剂的价格
- C. 萃取剂的颜色
- D. 萃取剂的化学稳定性

答案：C

解析：选择萃取剂时，需要考虑萃取剂与原溶剂的互溶度，互溶度越小越有利于分离；萃取剂的价格影响生产成本；萃取剂的化学稳定性关系到萃取过程的安全性和萃取剂的重复使用性。而萃取剂的颜色对萃取过程的分离效果和操作没有实质影响，不需要考虑，所以选 C。

8. 萃取过程的主要目的是（ ）

- A. 提高反应速率
- B. 分离液体混合物中的不同组分
- C. 提高反应温度
- D. 增加原料供应

答案：B

解析：萃取的主要目的是利用不同溶剂对目标组分的溶解能力差异，将混合物中的不同组分分离。

9. 在萃取过程中，选择萃取剂时，最重要的因素是（ ）

- A. 萃取剂的密度
- B. 萃取剂的沸点
- C. 萃取剂的选择性
- D. 萃取剂的毒性

答案：C

解析：萃取剂的选择性是最重要的因素，它决定了萃取剂对目标组分的分离能力。

10. 萃取过程的推动力是（ ）

- A. 温度差
- B. 浓度差
- C. 压力差
- D. 电位差

答案：B

解析：萃取过程的推动力是溶质在两相中的浓度差，即溶质从高浓度相向低浓度相的扩散。

11. 在萃取过程中，如果萃取剂与原溶剂的互溶性增加，萃取效率（ ）

- A. 提高
- B. 降低
- C. 不变
- D. 无法确定

答案：B

解析：萃取剂与原溶剂的互溶性增加，可能导致两相混合不完全，降低萃取效率。

12. 超临界流体萃取最常用的溶剂是（ ）

- A. 水
- B. 乙醇
- C. 二氧化碳
- D. 丙酮

答案：C

解析：二氧化碳是最常用的超临界流体萃取溶剂，因为它具有适中的临界条件（31.1℃，7.38MPa），无毒、不易燃、价格低廉且易于分离。

13. 以下关于萃取设备的描述错误的是（ ）

- A. 混合 - 澄清槽级间返混小
- B. 转盘塔处理能力大但效率较低
- C. 脉冲塔不适合处理易乳化的体系
- D. 离心萃取器适合处理两相密度差小的体系

答案：A

解析：混合 - 澄清槽的级间返混较大，这是其主要缺点之一。其他选项描述均正确。

14. 在萃取过程中，以下哪种方法可以提高溶质的回收率？（ ）

- A. 减少萃取级数
- B. 降低溶剂比
- C. 增加萃取温度
- D. 增加萃取级数

答案：D

解析：增加萃取级数可以提高溶质的回收率，因为提供了更多的传质机会。减少级数或降低溶剂比会降低回收率，而温度的影响取决于具体体系。

吸附

1. 吸附操作的基本原理是利用吸附剂对不同物质的（ ）差异实现分离

- A. 密度
- B. 吸附能力

- C. 沸点
- D. 表面张力

答案：B

解析：吸附是利用吸附剂对不同物质吸附能力的差异，使某些物质附着在吸附剂表面，从而实现混合物分离。密度差异常用于沉降等分离，沸点差异用于精馏，表面张力差异与吸附原理无关，所以选 B。

2. 下列属于物理吸附特点的是（ ）

- A. 吸附作用力为化学键力
- B. 吸附过程不可逆
- C. 吸附热较小，接近液化热
- D. 对吸附质有高度选择性

答案：C

解析：物理吸附的作用力是分子间引力，吸附过程可逆，吸附热较小，接近液化热，且对吸附质选择性较差。A、B、D 选项描述的是化学吸附特点，所以答案是 C。

3. 朗缪尔吸附等温式适用于（ ）

- A. 单分子层吸附
- B. 多分子层吸附
- C. 物理吸附
- D. 化学吸附

答案：A

解析：朗缪尔吸附等温式基于单分子层吸附理论推导得出，假设吸附剂表面均匀，每个吸附位点只能吸附一个分子，适用于单分子层吸附。它不仅适用于物理吸附，在一定条件下也适用于某些化学吸附，所以选 A。

4. 在吸附分离过程中，吸附质被吸附剂吸附后，使吸附剂再生的方法不包括（ ）

- A. 升温脱附
- B. 降压脱附
- C. 置换脱附
- D. 加压吸附

答案：D

解析：使吸附剂再生的方法有升温脱附（提高温度降低吸附质在吸附剂上的吸附量）、降压脱附（降低压力使吸附质解吸）、置换脱附（用其他物质置换吸附质）。加压吸附是吸附过程，不是再生方法，所以选 D。

5. 下列关于吸附剂的说法，错误的是（ ）

- A. 良好的吸附剂应具有大的比表面积
- B. 吸附剂应具有良好的化学稳定性
- C. 吸附剂的孔径应与吸附质分子大小相匹配
- D. 吸附剂的机械强度对吸附过程无影响

答案：D

解析：良好的吸附剂需要有大的比表面积以提供更多吸附位点，A 选项正确；具有良好化学稳定性才能保证在各种操作条件下正常使用，B 选项正确；孔径与吸附质分子大小匹配有助于提高吸附效果，C 选项正确；吸附剂的机械强度

影响其在吸附过程中的磨损和使用寿命，对吸附过程有重要影响，D 选项错误，所以答案选 D。

6. 吸附过程达到平衡时，（ ）

- A. 吸附速率为零
- B. 脱附速率为零
- C. 吸附速率等于脱附速率
- D. 吸附剂不再吸附任何物质

答案：C

解析：吸附达到平衡时，是动态平衡，吸附速率等于脱附速率，宏观上吸附量不再变化，但微观上吸附与脱附仍在进行。吸附速率和脱附速率均不为零，吸附剂也并非不再吸附任何物质，所以选 C。

7. 化学吸附的吸附热通常（ ）物理吸附的吸附热

- A. 大于
- B. 小于
- C. 等于
- D. 不确定

答案：A

解析：化学吸附是通过化学键力进行的，吸附作用力强，吸附过程中释放的能量多，吸附热较大；物理吸附依靠分子间引力，吸附热较小，所以化学吸附的吸附热通常大于物理吸附的吸附热，选 A。

8. 以下哪种材料常用作吸附剂（ ）

- A. 聚乙烯
- B. 活性炭
- C. 聚氯乙烯
- D. 聚丙烯

答案：B

解析：活性炭具有发达的孔隙结构和巨大的比表面积，吸附性能优良，是常用的吸附剂。聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯主要用作塑料制品原料，吸附能力较弱，不常用作吸附剂，所以答案是 B。

9. 吸附分离过程中，若要提高吸附效率，可采取的措施是（ ）

- A. 降低吸附温度
- B. 减少吸附剂用量
- C. 增大吸附质流速
- D. 减小吸附剂颗粒粒径

答案：D

解析：减小吸附剂颗粒粒径，可增大吸附剂的比表面积，同时缩短吸附质在颗粒内的扩散距离，提高吸附效率。降低吸附温度不一定能提高吸附效率，需根据吸附类型和物系确定；减少吸附剂用量，吸附位点减少，吸附效率降低；增大吸附质流速，可能导致吸附不充分，降低吸附效率，所以选 D。

10. 在变压吸附过程中，吸附和解吸分别在（ ）条件下进行

- A. 高压、低压
- B. 低压、高压
- C. 高温、低温
- D. 低温、高温

答案：A

解析：变压吸附是利用吸附剂对气体吸附量随压力变化的特性实现分离，在高压下吸附质被吸附剂吸附，在低压下吸附质从吸附剂上解吸，从而使吸附剂再生，所以选 A。

11. 吸附过程中，吸附剂对不同吸附质的选择性主要取决于（ ）

- A. 吸附剂的颜色和形状
- B. 吸附质的分子量大小
- C. 吸附剂与吸附质之间的作用力
- D. 吸附过程的操作温度

答案：C

解析：吸附剂对不同吸附质的选择性主要取决于吸附剂与吸附质之间的作用力大小和类型。作用力越强、越具有特异性，吸附剂对该吸附质的选择性越高。吸附剂的颜色和形状与选择性无关；吸附质分子量大小有一定影响，但不是决定性因素；操作温度影响吸附平衡和速率，对选择性影响较小，所以选 C。

12. 吸附过程中的吸附剂选择性是指：

- A. 吸附剂对不同吸附质的吸附能力差异
- B. 吸附剂对单一吸附质的吸附能力
- C. 吸附剂的化学稳定性
- D. 吸附剂的物理稳定性

答案：A

解析：吸附剂的选择性是指吸附剂对不同吸附质的吸附能力差异，反映了其分离性能。

13. 在吸附过程中，吸附剂的再生次数越多，吸附剂的活性：

- A. 越高
- B. 越低
- C. 不变
- D. 无法确定

答案：B

解析：吸附剂的再生次数越多，其活性通常会降低，因为再生过程可能导致吸附剂表面结构的破坏。

14. 在吸附过程中，吸附剂的化学稳定性主要影响：

- A. 吸附剂的吸附能力
- B. 吸附剂的使用寿命
- C. 吸附剂的再生效率
- D. 吸附剂的选择性

答案：B

解析：吸附剂的化学稳定性主要影响其使用寿命，因为不稳定的吸附剂可能在使用过程中发生化学变化。

结晶

1. 结晶操作实现分离的核心依据是（ ）

- A. 物质的密度差异
- B. 混合物各组分在溶剂中溶解度随条件变化的差异
- C. 物质的熔点差异
- D. 混合物各组分的颜色差异

答案：B

解析：结晶过程是利用混合物中各组分在溶剂中溶解度随温度、压力或添加其他物质等条件变化的差异，使溶质从溶液中以晶体形式析出，从而实现分离。物质的密度差异常用于沉降、离心等分离；熔点差异在分离中应用较少；颜色差异与结晶分离原理无关。所以答案选 B。

2. 结晶过程中，溶液达到过饱和状态的常用方法不包括（ ）

- A. 蒸发溶剂
- B. 升高溶液温度
- C. 冷却溶液
- D. 向溶液中加入盐析剂

答案：B

解析：蒸发溶剂可减少溶剂含量，使溶液中溶质浓度升高达到过饱和；冷却溶液，大多数物质溶解度随温度降低而减小，从而实现过饱和；加入盐析剂可降低溶质在溶液中的溶解度，使溶液过饱和。而升高溶液温度，通常会增大物质溶解度，不利于溶液达到过饱和状态，所以选 B。

3. 降温结晶适用于（ ）的物质分离

- A. 溶解度随温度变化较小
- B. 溶解度随温度变化较大
- C. 熔点较低
- D. 密度较大

答案：B

解析：降温结晶是通过降低溶液温度，使溶质溶解度减小而析出晶体。对于溶解度随温度变化较大的物质，降温后溶解度大幅下降，溶质容易结晶析出，适合采用降温结晶分离。溶解度随温度变化较小的物质，降温时析出晶体量少，不适合；熔点和密度与降温结晶的适用性无关，所以答案选 B。

4. 在蒸发结晶过程中，若蒸发速度过快，会导致（ ）

- A. 得到的晶体颗粒较大
- B. 晶体纯度提高
- C. 容易形成大量细小晶体，甚至出现晶垢
- D. 溶液中杂质不易析出

答案：C

解析：蒸发结晶时，若蒸发速度过快，溶液过饱和度迅速增加，会促使大量晶核快速形成，从而得到大量细小晶体。同时，快速蒸发可能使杂质也混入晶体中，降低晶体纯度，还容易在蒸发设备表面形成晶垢。蒸发速度快不利于形成大颗粒晶体，也不会使杂质不易析出，所以选 C。

5. 加入晶种进行结晶操作的主要目的是（ ）

- A. 增加溶液的过饱和度
- B. 控制晶体的生长速度
- C. 引导晶体按预定的晶型生长，获得较大且均匀的晶体
- D. 降低溶液的黏度

答案：C

解析：加入晶种可作为晶体生长的核心，使溶质分子在晶种表面有序排列生长，引导晶体按预定的晶型生长，并且能减少晶核的无序形成，从而获得较大且均匀

的晶体。晶种不能增加溶液过饱和度，对晶体生长速度的控制并非主要目的，也无法降低溶液黏度，所以选 C。

6. 重结晶操作的主要作用是（ ）

- A. 提高晶体的产量
- B. 改变晶体的晶型
- C. 去除晶体中的杂质，提高晶体纯度
- D. 加快结晶速度

答案：C

解析：重结晶是将晶体溶解后，再重新结晶的过程。在这个过程中，杂质在溶剂中的溶解度与溶质不同，通过控制结晶条件，可使溶质重新结晶析出，而杂质留在溶液中，从而去除杂质，提高晶体纯度。重结晶不一定能提高晶体产量，也不是为了改变晶型和加快结晶速度，所以答案选 C。

7. 下列关于晶体纯度的说法，错误的是（ ）

- A. 结晶速度越慢，晶体纯度越高
- B. 杂质含量高会降低晶体纯度
- C. 多次重结晶可提高晶体纯度
- D. 晶体纯度与结晶时的温度无关

答案：D

解析：结晶速度慢时，溶质分子有足够时间有序排列，杂质不易混入，晶体纯度较高，A 选项正确；杂质含量高直接导致晶体纯度降低，B 选项正确；多次重结晶可逐步去除杂质，提高纯度，C 选项正确。结晶时温度会影响溶质和杂质的溶解度，进而影响晶体纯度，D 选项错误。所以答案选 D。

8. 晶浆固液分离常用的方法是（ ）

- A. 蒸馏
- B. 过滤和离心
- C. 萃取
- D. 吸收

答案：B

解析：晶浆是含有晶体的悬浮液，过滤可利用过滤介质截留晶体，实现固液分离；离心利用离心力加速固体颗粒沉降，使晶体与液体分离。蒸馏用于分离沸点不同的液体混合物；萃取用于分离溶质在不同溶剂中溶解度不同的体系；吸收用于分离气体混合物，均不适合晶浆的固液分离，所以选 B。

9. 在结晶过程中，形成晶簇的主要原因是（ ）

- A. 溶液过饱和度太低
- B. 晶核形成速率过低
- C. 晶体在生长过程中相互粘连
- D. 搅拌速度过慢

答案：C

解析：在结晶过程中，当晶体生长过程中相互粘连时，会形成多个晶体聚集在一起的晶簇。溶液过饱和度太低、晶核形成速率过低、搅拌速度过慢一般会影响晶体的大小和数量，但不是形成晶簇的主要原因，所以选 C。

10. 在结晶过程中，溶液的过饱和度是指：

- A. 溶液中溶质的浓度低于饱和浓度
- B. 溶液中溶质的浓度等于饱和浓度

- C. 溶液中溶质的浓度高于饱和浓度
- D. 溶液中溶质的浓度与饱和浓度无关

答案：C

解析：过饱和度是指溶液中溶质的浓度高于饱和浓度，这是结晶发生的必要条件。

11. 在结晶过程中，晶体的生长速率与：

- A. 过饱和度成正比
- B. 过饱和度成反比
- C. 过饱和度无关
- D. 过饱和度的关系不确定

答案：A

解析：晶体的生长速率通常与过饱和度成正比，过饱和度越高，生长速率越快。

12. 结晶过程中的晶体尺寸分布是指：

- A. 晶体的大小
- B. 晶体的形状
- C. 晶体的大小和数量的分布
- D. 晶体的纯度

答案：C

解析：晶体尺寸分布是指晶体的大小和数量的分布情况，是评价结晶产品质量的重要指标。

13. 结晶过程中的晶体纯度是指：

- A. 晶体中溶质的浓度
- B. 晶体中杂质的浓度
- C. 晶体中溶质与杂质的比值
- D. 晶体中溶质的纯度

答案：D

解析：晶体纯度是指晶体中溶质的纯度，即晶体中溶质与杂质的比值。

14. 结晶过程中的晶体形状是指：

- A. 晶体的大小
- B. 晶体的几何形状
- C. 晶体的尺寸分布
- D. 晶体的纯度

答案：B

解析：晶体形状是指晶体的几何形状，如立方体、六面体等。

15. 结晶过程中的晶体生长是指：

- A. 晶体的形成
- B. 晶体的增大
- C. 晶体的溶解
- D. 晶体的破碎

答案：B

解析：晶体生长是指晶体的增大过程，是结晶过程的重要步骤。

16. 在结晶过程中，溶液的过饱和度可以通过以下方法产生：

- A. 降低温度
- B. 增加压力
- C. 减少溶剂

D. 所有以上选项

答案：D

解析：过饱和度可以通过降低温度、增加压力或减少溶剂等方法产生。

膜分离

1. 反渗透膜分离过程中，实现分离的驱动力是（ ）

- A. 浓度差
- B. 压力差
- C. 温度差
- D. 电位差

答案：B

解析：反渗透过程是在高于溶液渗透压的压力作用下，使溶剂（通常是水）通过反渗透膜，而溶质被截留，实现分离，其驱动力为压力差。浓度差是扩散过程的驱动力；温度差常用于热驱动的分选过程；电位差是电渗析等分离过程的驱动力。所以选 B。

2. 电渗析过程的推动力是（ ）

- A. 浓度差
- B. 压力差
- C. 温度差
- D. 电位差

答案：D

解析：电渗析是在直流电场作用下，利用离子交换膜的选择透过性，使溶液中的离子发生定向迁移，从而实现溶液的浓缩、淡化或提纯，其推动力是电位差。浓度差、压力差、温度差均不是电渗析过程的推动力，所以答案是 D。

3. 以下哪种方法不能用于减轻膜污染（ ）

- A. 定期对膜进行化学清洗
- B. 提高操作压力
- C. 对进料液进行预处理
- D. 选择抗污染性能好的膜材料

答案：B

解析：定期对膜进行化学清洗可以去除膜表面和膜孔内的污染物，A 选项不符合题意；对进料液进行预处理，如过滤、絮凝等，可减少进入膜系统的杂质，降低膜污染风险，C 选项不符合题意；选择抗污染性能好的膜材料，从源头改善膜的抗污染能力，D 选项不符合题意。而提高操作压力可能会使更多污染物压实附着在膜表面，加剧膜污染，所以选 B。

4. 渗透汽化膜分离过程的特点是（ ）

- A. 仅适用于液体混合物分离
- B. 分离过程不发生相变
- C. 可用于共沸物和近沸物的分离
- D. 操作压力高

答案：C

解析：渗透汽化可用于液体混合物、蒸汽混合物等的分离，A 选项错误；渗透汽化过程中，液体在膜上游侧吸附溶解，在膜下游侧汽化脱附，存在相变，B 选项错误；由于渗透汽化对组分的分离基于其在膜中的溶解扩散性能差异，特别适

合共沸物和近沸物的分离，C 选项正确；渗透汽化操作压力较低，一般接近常压，D 选项错误。所以答案选 C。

5. 膜分离过程中，膜的截留率表示（ ）

- A. 透过膜的溶质浓度与进料液中溶质浓度之比
- B. 进料液中溶质浓度与透过膜的溶质浓度之比
- C. 被膜截留的溶质浓度与进料液中溶质浓度之比
- D. 进料液中溶质浓度与被膜截留的溶质浓度之比

答案：C

解析：膜的截留率用于衡量膜对溶质的截留能力，其定义为被膜截留的溶质浓度与进料液中溶质浓度之比，反映了膜分离过程中溶质被截留的程度，所以选 C。

6. 为提高膜分离过程的通量，可采取的措施是（ ）

- A. 降低操作温度
- B. 减小膜两侧的压力差（对于压力驱动膜过程）
- C. 提高进料液的浓度
- D. 对膜进行定期清洗

答案：D

解析：降低操作温度可能会使分子运动速率减慢，对于某些膜过程通量降低，A 选项错误；减小膜两侧的压力差（对于压力驱动膜过程），驱动力减小，通量下降，B 选项错误；提高进料液的浓度可能会增加膜污染的风险，导致通量降低，C 选项错误。对膜进行定期清洗可以去除膜表面的污染物，恢复膜的性能，提高通量，所以答案是 D。

7. 膜分离技术在环境保护领域的应用不包括（ ）

- A. 污水处理
- B. 废气净化
- C. 固体废弃物处理
- D. 空气净化

答案：C

解析：膜分离技术广泛应用于污水处理（如反渗透用于污水深度处理、超滤用于去除污水中大分子物质等）、废气净化（如气体膜分离用于回收废气中的有用组分、去除有害气体等）、空气净化（如微滤膜用于过滤空气中的颗粒物等）。在固体废弃物处理领域，膜分离技术的直接应用较少，所以答案选 C。

8. 膜分离技术中，反渗透（RO）主要用于：

- A. 气体分离
- B. 液体分离
- C. 固体分离
- D. 混合物分离

答案：B

解析：反渗透主要用于液体分离，特别是用于海水淡化和纯水制备。

9. 在膜分离过程中，膜的透过性与孔径的关系是：

- A. 孔径越大，透过性越好
- B. 孔径越小，透过性越好
- C. 孔径与透过性无关
- D. 孔径与透过性关系不确定

答案：A

解析：孔径越大，膜的透过性通常越好，但分离精度会降低。

10. 在膜分离过程中，膜的孔径分布越窄，分离精度：

- A. 越高
- B. 越低
- C. 不变
- D. 无法确定

答案：A

解析：孔径分布越窄，膜的分离精度越高，因为孔径更均匀，分离效果更好。

11. 膜分离技术中，膜的使用寿命主要受以下因素影响：

- A. 膜的材料
- B. 进料的性质
- C. 操作条件
- D. 所有以上选项

答案：D

解析：膜的使用寿命受膜材料、进料性质和操作条件的综合影响。

12. 在膜分离过程中，膜的透过性通常用以下单位表示：

- A. 升 / 平方米·小时 ($L/m^2 \cdot h$)
- B. 升 / 秒 (L/s)
- C. 米 / 秒 (m/s)
- D. 升 / 分钟 (L/min)

答案：A

解析：膜的透过性通常用升 / 平方米·小时 ($L/m^2 \cdot h$) 表示，反映了单位面积膜在单位时间内的透过量。

节能

1. 在分离过程中，能耗主要来源于：

- A. 机械能
- B. 热能
- C. 电能
- D. 所有以上选项

答案：D

解析：分离过程中的能耗通常包括机械能（如泵和压缩机）、热能（如加热和冷却）和电能（如驱动设备）。

2. 在精馏过程中，采用多效精馏可以有效降低能耗，其主要原理是：

- A. 提高操作温度
- B. 增加操作压力
- C. 优化热量的回收和利用
- D. 使用更多的设备

答案：C

解析：多效精馏通过多次利用蒸汽的潜热，减少外部热源的需求，从而降低能耗。

3. 以下哪种方法不属于精馏过程的节能技术？

- A. 热泵精馏
- B. 多效精馏
- C. 增加回流比

D. 采用新型高效填料

答案：C

解析：增加回流比会使精馏塔的能耗增加，而不是节能。热泵精馏利用热泵回收热量，多效精馏通过多次利用蒸汽节能，采用新型高效填料可提高传质效率从而节能。

4. 下列哪项是分离过程节能的首要原则？

- A. 增加设备规模
- B. 减少过程热力学不可逆性
- C. 提高操作压力
- D. 延长分离时间

答案：B

解析：热力学不可逆性直接导致有效能损失，减少不可逆性（如温差、浓度差驱动力的优化）是节能最根本途径。

5. 热泵精馏的节能原理主要是：

- A. 降低塔顶冷凝负荷
- B. 将塔顶低温热能提升品位后用于塔釜加热
- C. 减少回流比
- D. 增加理论板数

答案：B

解析：热泵通过压缩功将低温位热（塔顶冷凝热）转换为高温位热（塔釜再沸热），实现能量升级利用。

6. 下列哪种分离方法单位产品能耗最低？

- A. 常规精馏
- B. 萃取精馏
- C. 共沸精馏
- D. 结晶分离

答案：D

解析：结晶过程通常仅需少量冷却能，相变潜热远低于精馏的汽化潜热（约1/7-1/10），但需考虑后续固液分离能耗。

7. 精馏塔采用进料预热的主要节能效益是：

- A. 减少再沸器热负荷
- B. 增加塔顶产品收率
- C. 降低塔压
- D. 提高相对挥发度

答案：A

解析：利用低温热源预热进料可降低塔釜再沸器的蒸汽消耗量，每升高 10°C 进料温度可减少 5-8% 再沸负荷。

8. 膜分离过程节能的主要原因是：

- A. 无需相变
- B. 操作压力低
- C. 分离精度高
- D. 设备投资小

答案：A

解析：膜分离依靠压力差或浓度差驱动，无需像精馏、蒸发等过程消耗大量相变热，是其节能的核心优势。

二、填空题

绪论

1. 在分离过程中，混合物变成纯净物是一个_____过程，需要做功。

答案：熵减少

2. 在化工分离技术中，_____是实现混合物分离的基础，通过不同组分在两相中的分配关系来实现分离。

答案：相平衡

3. 在分离装置中，无浓度变化的单元（如换热器、分配器等）通常被称为_____。

答案：辅助单元

4. 在分离装置中，有浓度变化的单元（如混合器、分离器、理论板等）通常需要考虑_____个独立变量。

答案： $c+2$

5. 在分离装置中，约束（条件）数包括物料平衡约束、能量平衡约束、相间分配关系的约束和_____。

答案：固有约束

6. 在分离装置中，设计变量数 N_i 可以通过总变量数 N_v 减去约束数 N_c 来计算，即 $N_i = N_v - N_c$ 。这里的 N_i 表示_____。

答案：设计变量数

7. 在分离装置中，当单元以串联形式被重复使用时，需要增加一个变量数以区别于这种单元与其他单元相联结的情况，这个变量数称为_____。

答案：重复变量或串级单元数

8. 传质分离过程分为_____和_____，前者基于相平衡分配，后者基于扩散速率差异。

答案：平衡分离过程；速率分离过程

9. 设计变量是指在计算前需指定的物理量，分为_____和_____两类。

答案：固定设计变量；可调设计变量

10. 带侧线采出的精馏塔，可调设计变量包括串级单元数、分配器数_____和_____数之和。

答案：侧线采出单元、传热单元数

11. 按分离过程的本质，化工分离过程可分为_____分离过程和_____分离过程两大类。

答案：机械；传质

12. 传质分离过程的基本依据是混合物中各组分_____的差异。

答案：平衡性质

13. 传质分离过程中，常见的传质推动力有浓度差、_____和电位差。

答案：压力差

14. 分离过程的推动力可以是_____、_____或化学位差。

答案：压力差、温度差

15. 膜分离属于_____分离过程（填 "平衡" 或 "速率"）。

答案：速率

16. 吸收操作中, 溶质从_____相转移到_____相。

答案: 气、液

17. 分离因子 $\alpha > 1$ 表示组分_____ (填 "能" 或 "不能") 被分离。

答案: 能

18. 结晶分离的推动力是溶液的_____。

答案: 过饱和度

19. 超临界流体萃取使用的溶剂是_____。

答案: CO_2 (二氧化碳)

20. 电渗析分离的推动力是_____。

答案: 电势差

单级平衡过程

1. 单级平衡过程是指气液、液液或气固等两相体系在_____接触中达到相平衡的过程。

答案: 一次

2. 在单级气液平衡过程中, 对于理想溶液体系, 气液相组成满足_____定律。

答案: 拉乌尔

3. 单级液液萃取平衡过程中, 分配系数 K 等于溶质在_____相中的浓度与在萃余相中的浓度之比。

答案: 萃取

4. 单级平衡过程达到平衡时, 两相的温度和压力_____ (相等 / 不相等), 但组成并_____ (相等 / 不相等)。

答案: 相等、不相等

5. 单级液液萃取中, 萃取剂与原溶剂的互溶度越_____, 越有利于萃取相和萃余相的分离。

答案: 小

6. 单级平衡过程的计算基础是物料衡算方程和_____方程。

答案: 相平衡

7. 单级平衡分离过程中, 两相达到平衡时, 各相的温度、压力相同, 且各组分的_____相等。

答案: 逸度

8. 若汽相为理想气体, 液相为理想溶液, 则相平衡常数 K_i 可简化为_____。

答案: P_i^s/P

9. 多组分物系的泡点计算中, 温度初值通常取_____。

答案: 纯组分的沸点

精馏

1. 精馏过程是利用混合液中各组分_____的差异, 通过多次部分汽化和多次部分冷凝实现分离的操作。

答案: 挥发度

2. 理论板是指气液两相在板上充分接触, 传质传热过程达到_____的理想化塔板。

答案: 平衡状态

3. 回流比是指精馏操作中_____与_____的比值。

答案: 回流液流量; 塔顶产品采出量

4. 全回流时，精馏塔的理论板数_____。
答案：最少
5. 最小回流比是指完成一定分离任务所需的回流比的最小值，此时所需的理论板数为_____。
答案：无穷多
6. 精馏塔的塔板效率越高，实际塔板数比理论塔板数_____。
答案：越少
7. 精馏过程中，上升蒸汽的流量过大，会导致_____现象发生，影响精馏塔的正常操作。
答案：液泛
8. 精馏塔的再沸器作用相当于_____块理论板。
答案：一
9. 精馏操作中，回流比的大小不仅影响产品质量，还会影响精馏塔的_____。
答案：能耗
10. 当二元理想溶液的相对挥发度 $\alpha = 1$ 时，_____用普通精馏方法进行分离。
答案：不能
11. 精馏操作中，若要提高塔顶产品的纯度，在其他条件不变时，可适当_____回流比。
答案：增大
12. 精馏塔的提馏段作用是将_____中的轻组分提馏出来，提高塔底产品的纯度。
答案：下降液体
13. 精馏塔的理论塔板数越多，分离效果越_____。
答案：好
14. 最小回流比是指实际操作中回流比的_____值。
答案：最小
15. 精馏塔的塔顶产品纯度主要由_____决定。
答案：回流比
16. 多组分精馏中，由设计者指定分离要求的两个组分称为_____。
答案：关键组分
17. 轻关键组分(LK)是指挥发度较_____的关键组分，重关键组分(HK)是指挥发度较_____的关键组分。
答案：大；小
18. 当馏出液中除重关键组分外无其他重组分，釜液中除轻关键组分外无其他轻组分时，这种物料衡算称为_____。
答案：清晰分割
19. 计算最少理论板数的 Fenske 方程基于_____条件推导。
答案：全回流
20. 反应精馏将_____与_____过程耦合，适用于可逆反应或连串反应。
答案：化学反应；精馏分离
21. 加盐精馏中，盐效应通过改变组分的_____来提高相对挥发度，典型例子为向乙醇 - 水体系中加入_____。
答案：活度系数； CaCl_2 （或氯化铜）

22. 精馏装置的节能措施包括_____、_____和设置中间再沸器 / 冷凝器。

答案：优化回流比；回收热能（或热泵技术）

23. 催化精馏中，固体催化剂既起_____作用，又作为_____提供传质表面。

答案：催化；填料

24. Underwood 方程计算最小回流比时，假设条件为_____和_____。

答案：恒摩尔流；相对挥发度恒定

25. 反应精馏的基本条件是化学反应具有_____且物系有较大的_____。

答案：可逆性；相对挥发度

26. 精馏塔的操作压力升高时，组分的沸点_____，相对挥发度_____，分离难度_____。

答案：升高；减小；增加

27. 简捷法计算精馏理论板数的步骤包括：用 Fenske 方程求_____，用 Underwood 方程求_____，再通过 Gilliland 图关联实际板数。

答案：最少理论板数；最小回流比

28. 精馏操作的基本原理是利用混合物中各组分_____的不同进行分离。

答案：挥发度

29. 精馏塔中，进料板以上的部分称为_____段。

答案：精馏

30. 回流比是指_____与塔顶产品量之比。

答案：回流液量

31. 最小回流比是指达到规定分离要求时，所需理论板数趋于_____时的回流比。

答案：无穷大

32. 全回流操作时，精馏塔的理论板数称为_____。

答案：最少理论板数

33. 多组分精馏中，由设计者指定分离要求的两个组分称为_____组分。

答案：关键

34. 萃取精馏中，加入的溶剂通常沸点较原组分_____。

答案：高

35. 共沸精馏中，加入的共沸剂会与原料中的一个或多个组分形成_____。

答案：共沸物

36. 反应精馏是将_____与精馏分离耦合在一个设备中进行的操作。

答案：化学反应

37. 加盐精馏中，盐的加入可以改变组分的_____关系。

答案：气液平衡

38. 精馏塔的塔釜温度主要由_____和物料组成决定。

答案：压力

39. 精馏塔操作中，进料热状态参数 q 表示进料中_____的分率。

答案：液相

40. 萃取精馏中, 溶剂的用量通常用_____与进料量的比值表示。

答案: 溶剂

41. 多组分精馏中, 清晰分割是指馏出液中除了重关键组分外, 没有其他_____组分。

答案: 重组分

42. 反应精馏适用于_____反应或连串反应。

答案: 可逆

43. 加盐精馏中, 盐的溶解度差异是影响_____效应的关键因素。

答案: 盐

44. 精馏塔的简捷计算中, 常用_____方程计算最少理论板数。

答案: 芬斯克

吸收

1. 吸收过程是利用混合气体中各组分在吸收剂中_____的差异, 实现气体分离的操作。

答案: 溶解度

2. 在吸收塔中, 气液两相通常采用_____操作, 因为这种方式传质推动力大, 吸收效果好。

答案: 逆流

3. 吸收过程达到平衡时, 气相中溶质的分压与液相中溶质的浓度符合_____关系, 此时传质净速率为零。

答案: 相平衡

4. 增大吸收剂用量, 有利于提高溶质的_____, 但会增加吸收剂再生的能耗。

答案: 吸收率

5. 吸收过程的传质速率与气液两相的浓度差、传质系数以及_____等因素有关。

答案: 气液接触面积

6. 对于物理吸收, 温度升高_____ (填“有利于”或“不利于”) 溶质的吸收。

答案: 不利于

7. 吸收过程中, 气液两相的接触方式除了逆流接触, 还有_____接触和错流接触等。

答案: 并流

8. 吸收剂循环使用虽能降低成本, 但会导致吸收效果逐渐_____。

答案: 变差

9. 提高吸收塔的操作压力, 对于物理吸收和化学吸收, 一般都_____ (填“有利于”或“不利于”) 提高吸收效果。

答案: 有利于

10. 吸收塔的塔板效率越高, 实际塔板数比理论塔板数_____。

答案: 越少

11. 吸收剂的黏度对吸收过程有影响, 黏度_____ (填“越大”或“越小”), 越不利于吸收操作。

答案: 越大

12. 吸收过程是利用液体处理气体混合物,根据各组分在液体中_____的不同实现分离的传质过程。

答案: 溶解度

13. 当温度降低、总压升高时,气体在液体中的溶解度_____,有利于吸收过程。

答案: 增大

14. 吸收塔操作中,逆流操作的优点是平均推动力大、减少吸收剂用量和_____。

答案: 提高溶质吸收率

15. 低温甲醇洗采用_____作为吸收剂,利用其在低温下对_____气体溶解度大的特性实现脱除。

答案: 甲醇; 酸性 CO_2 、 H_2S 等

16. 甲醇再生的方法包括减压闪蒸、气提和_____。

答案: 热再生

17. 影响低温甲醇洗吸收效果的主要操作参数是_____,_____和溶液循环量。

答案: 操作压力; 吸收温度

18. 吸收过程与精馏过程的本质区别是: 吸收为_____传质, 精馏为_____传质。

答案: 单向; 双向

19. 低温甲醇洗与液氮洗涤的联合应用中, 前者脱除_____, 后者脱除_____, 共同实现合成气净化。

答案: 酸性气体 CO_2 、 H_2S ; 微量 CO 、 Ar 、 CH_4

20. 在吸收过程中, 吸收因子 A 的值越大, 表示吸收过程的推动力越_____。

答案: 大

萃取

1. 萃取剂与原溶剂的互溶度越_____, 萃取效果越好。

答案: 小

2. 萃取操作主要用于分离_____混合物, 一般不用于分离气体混合物。

答案: 液体

3. 液液萃取是利用组分在两个_____的液相中溶解度差异实现分离的传质过程, 其中作为分离剂的相称为_____。

答案: 互不相溶(或部分互溶); 萃取相

4. 萃取过程的三个基本步骤包括混合传质、_____和脱除溶剂, 其中_____步骤依赖两相密度差实现。

答案: 沉降分相; 沉降分相

5. 超临界流体萃取利用物质在超临界状态下的_____特性, 其操作参数主要为_____和温度。

答案: 高溶解能力; 压力

6. 在液液萃取过程中, 含有待分离组分的液相称为_____, 萃取后成为萃余相。

答案: 被萃相

7. 液液萃取过程中，萃取相中起萃取作用的组分称为_____。

答案：萃取剂

8. 在液液萃取过程中，萃取剂的选择性系数越大，表示萃取剂对目标组分的选择性越_____。

答案：高

9. 在液液萃取过程中，相比是指萃取相与被萃相的_____比。

答案：体积

10. 待分离样品稳定性差，停留时间尽可能短，应该选取何种萃取器？

答案：离心萃取器

吸附

1. 吸附操作中，被吸附的物质称为_____，具有吸附能力的多孔固体称为_____。

答案：吸附质；吸附剂

2. 物理吸附的作用力是_____，化学吸附的作用力是_____。

答案：范德华力；化学键

3. 固定床吸附器的优点是结构简单、_____，缺点是_____操作。

答案：吸附剂磨损少；间歇

4. 变温吸附中，吸附阶段宜_____温，再生阶段宜_____温。

答案：低；高

5. 移动床吸附器采用_____操作以提高传质效率，但存在吸附剂_____的问题。

答案：逆流；磨损

6. 活性炭对有机物的吸附规律：芳香族化合物比脂肪族_____吸附，极性基团多的化合物比少的_____吸附。

答案：容易；容易

7. 常用的吸附剂有_____、_____、_____、_____。

答案：活性炭、沸石分子筛、硅胶、活性氧化铝

8. 空气分离为氮气和氧气的方法有_____、_____、_____。

答案：深冷分离、变压吸附、膜分离

结晶

1. 晶体是原子、离子或分子按一定空间次序排列形成的固体，其微观质点排列形成的结构称为_____。

答案：晶格

2. 结晶器中晶体与剩余溶液构成的混悬物称为_____，去除晶体后的溶液称为_____。

答案：晶浆；母液

3. 溶质浓度超过饱和溶解度的溶液称为_____，它是结晶的前提条件。

答案：过饱和溶液

4. 根据溶解度随温度变化规律，氯化钠适宜采用_____结晶法，硝酸钾适宜采用_____结晶法。

答案：蒸发；冷却

5. 结晶机理包括_____的形成和晶体的成长两个阶段。

答案：晶核

6. 晶核形成分为初级成核和二次成核，其中无外加晶种的成核称为_____。

答案：初级成核

7. 工业起晶方法中，通过加入晶种控制结晶的方法称为_____。

答案：晶种起晶法

8. 晶体生长的扩散学说认为，溶质需先穿过晶体表面的_____层才能长入晶面。

答案：滞流

9. 提高过饱和度通常会使得成核速度_____，导致晶体粒度_____。

答案：增大；减小

10. 重结晶操作中，选择溶剂的原则之一是溶剂应对被提纯物具有_____溶、_____不溶的性质。

答案：热；冷

膜分离

1. 膜分离的主要推动力包括压力差、浓度差和_____。

答案：电位差

2. 优先吸附-毛细孔流动模型认为，反渗透膜表面的临界孔径应为纯水层厚度的_____倍。

答案：2

3. 浓差极化是指反渗透过程中，膜表面溶质浓度_____料液主体浓度的现象。

答案：高于

4. 电渗析利用_____膜在直流电场作用下实现离子的定向迁移。

答案：离子交换

5. 磺酸型阳膜带负电荷，允许_____离子透过。

答案：阳

节能

1. 分离过程的节能潜力分为节能总潜力和_____潜力，后者是技术可实现的节能目标。

答案：可实现的节能

2. 热泵精馏是将塔顶低温蒸汽经压缩后作为塔底_____的热源。

答案：再沸器

3. 精馏过程的热力学不可逆性包括压力梯度的动量传递、温度梯度的热量传递和_____的质量传递。

答案：浓度梯度

4. 节能的基本经验法则中，优先选用_____分离剂（如普通精馏）而非质量分离剂。

答案：能量

5. 分离顺序选择中，易挥发组分应_____分，以减少再沸器与全凝器的负荷。

答案：先

6. 中间再沸器和中间冷凝器可减少质量传递中的_____梯度，降低净功耗。

答案：浓度

7. 热力学效率的定义是分离最小功与实际分离过程的_____消耗之比。

答案：净功

8. 精馏塔分离顺序的经验法则中，最困难的分离应放在_____。

答案：最后

9. 节能途径包括结构节能、管理节能和_____节能。

答案：技术

10. 分离过程的最小功与混合物的组成、压力和_____有关，是热力学极限能耗。

答案：温度

三、判断题

绪论

1. 化工分离工程中，蒸馏是最常用的分离方法之一。

答案：正确

解析：蒸馏是化工分离中最常用的分离方法之一，特别适用于液体混合物的分离。

2. 化工分离工程中，吸收和萃取都是基于化学反应的分离过程。

答案：错误

解析：吸收和萃取都是基于物理过程的分离方法，不涉及化学反应。吸收是基于气体在液体中的溶解，萃取是基于溶质在不同溶剂中的分配。

3. 化工分离工程中，分离过程的选择不需要考虑经济因素。

答案：错误

解析：分离过程的选择需要综合考虑技术可行性、经济成本和操作条件等因素，以实现高效、经济的分离。

4. 化工分离工程中，多级分离过程比单级分离过程更节能。

答案：正确

解析：多级分离过程可以通过逐步提高分离效率，减少所需的能耗，比单级分离过程更节能。

5. 分离过程的本质是通过改变物质的物理或化学性质，使混合物中各组分达到某种程度的分离。

答案：正确

解析：分离工程的核心是利用组分间物理性质（如沸点、溶解度）或化学性质（如反应活性）的差异，通过物理或化学方法实现混合物的分离。

6. 膜分离过程（如反渗透）依靠压力差推动，属于典型的平衡分离过程。

答案：错误

解析：膜分离是速率分离过程，利用组分通过膜的渗透速率差异实现分离，而非基于相平衡。

7. 分离过程的经济性仅取决于分离方法的选择，与混合物的初始组成无关。

答案：错误

解析：混合物的初始组成（如组分浓度、相对挥发度）直接影响分离难度和能耗，例如低浓度组分的回收通常需要更高的成本。

8. 吸附分离利用固体吸附剂对不同组分的吸附能力差异，属于速率分离过程。

答案：错误

解析：吸附分离基于组分在吸附剂表面的吸附平衡差异，属于平衡分离过程，而非速率分离。

9. “能耗”是衡量分离过程经济性的唯一指标，其他因素（如设备投资）可忽略不计。

答案：错误

解析：分离过程的经济性需综合考虑能耗、设备投资、操作维护成本及产品纯度要求，单一指标无法全面评估。

10. 萃取精馏中，萃取剂的作用是改变原混合物中组分的相对挥发度。

答案：正确

解析：萃取剂与原组分形成不同的相互作用，从而改变相对挥发度，使原本难分离的物系（如近沸物）可通过精馏分离。

11. 沉降分离利用颗粒与流体的密度差，属于机械分离过程，不涉及传质。

答案：正确

解析：沉降、过滤等机械分离依靠物理力（如重力、离心力）实现相分离，无物质的跨相传递，与传质分离过程不同。

12. 随着绿色化工的发展，分离过程正朝着低能耗、无溶剂化（如熔融结晶）和环境友好型技术（如超临界萃取）方向发展。

答案：正确

解析：现代分离工程的研究重点包括开发低能耗工艺、替代传统有机溶剂（如离子液体萃取）及利用绿色介质（如 CO_2 超临界流体）。

13. 化工分离工程仅研究物理分离方法，不涉及化学反应过程。

答案：错误

解析：化工分离工程既包含蒸馏、萃取等物理分离方法，也包含反应精馏、膜反应器等化学与物理耦合的分离过程。

14. 分离因子 $\alpha=1$ 的物系无法通过常规精馏分离。

答案：正确

解析：当相对挥发度 $\alpha=1$ 时，气相与液相组成相同，必须采用萃取精馏等特殊方法才能实现分离。

15. 分子筛吸附分离属于平衡分离过程。

答案：错误

解析：分子筛基于分子尺寸差异的筛分效应，属于速率控制分离。

16. 化工分离过程是化工生产中最重要单元操作之一，其主要目的是将混合物分离成较纯的组分。

答案：正确

解析：化工分离过程的核心任务是将混合物中的不同组分分离，以获得高纯度的产品，是化工生产中不可或缺环节。

17. 化工分离工程中，吸附过程是不可逆的。

答案：错误

解析：吸附过程通常是可逆的，可以通过解吸操作将吸附的物质释放出来。

18. 化工分离工程中，精馏塔的理论板数越多，分离效果越好。

答案：正确

解析：理论板数越多，分离效果越好，但设备成本和能耗也会增加。

单级平衡过程

1. 单级平衡过程是指气液、液液或气固等两相体系在一次接触中达到相平衡的过程。

答案：正确

解析：单级平衡过程的定义就是两相在一次充分接触后，传质传热过程达到平衡状态，常见于闪蒸、萃取等分离操作中。

2. 单级平衡过程的计算中，只要知道进料组成和相平衡关系，就能确定平衡时的气液相组成。

答案：错误

解析：除了进料组成和相平衡关系，还需要知道操作条件（如温度、压力），因为相平衡关系会随温度和压力变化，只有确定操作条件，才能准确计算平衡时的气液相组成。

3. 单级液液萃取平衡过程中, 分配系数 K 等于溶质在萃取相中的浓度与在萃余相中的浓度之比, 且 K 值越大, 萃取效果越好。

答案: 正确

解析: 分配系数 K 体现了溶质在两液相中的分配倾向, K 值越大, 说明溶质更易进入萃取相, 在相同条件下能实现更高的萃取率, 萃取效果越好。

4. 单级平衡过程达到平衡时, 两相的温度、压力和组成都相等。

答案: 错误

解析: 单级平衡过程达到平衡时, 两相温度和压力相等, 但组成并不相等, 而是符合相平衡关系, 如气液平衡时气相和液相组成满足一定的相平衡方程。

5. 对于单级气液闪蒸过程, 进料状态 (如泡点进料、露点进料) 会影响闪蒸后气液相的量和组成。

答案: 正确

解析: 不同的进料状态对应不同的气液初始条件, 泡点进料时全部为液相, 露点进料时全部为气相, 进料状态改变会影响闪蒸过程中气化或冷凝的程度, 从而影响闪蒸后气液相的量和组成。

6. 单级平衡过程中, 相平衡常数只与物系的性质和温度有关, 与压力无关。

答案: 错误

解析: 相平衡常数与物系性质、温度和压力都有关。对于气液平衡, 压力改变会影响气体的逸度和液体的饱和蒸汽压, 从而改变相平衡常数。

7. 单级平衡过程中, 相平衡的建立只涉及传质过程, 不涉及传热过程。

答案: 错误

解析: 传质和传热过程往往是同时进行且相互影响的。例如在气液平衡过程中, 液体汽化或气体冷凝时会伴随热量传递, 热量传递又会影响相平衡温度, 从而影响传质过程。

8. 在单级气液闪蒸过程中, 闪蒸罐的压力越高, 闪蒸后得到的气相量越多。

答案: 错误

解析: 对于单级气液闪蒸, 压力越高, 越不利于液体气化, 闪蒸后得到的气相量越少, 液相量增多, 因为压力升高会使液体的饱和蒸汽压相对降低, 气化难度增大。

9. 单级液液平衡体系中, 通过改变温度可以改变溶质在两液相中的分配系数。

答案: 正确

解析: 温度改变会影响溶质在两液相中的溶解度, 而分配系数与溶解度相关, 所以温度变化会导致分配系数改变, 这也是通过调节温度实现萃取分离优化的原理之一。

10. 单级平衡过程的相平衡常数 K 与温度无关。

答案: 错误

解析: 相平衡常数 K 通常与温度有关, 温度升高时, 挥发性组分的 K 值通常增大。

11. 在单级平衡过程中, 增加吸收剂的流量可以提高吸收效率。

答案: 正确

解析: 增加吸收剂的流量可以增加气液相之间的接触面积, 从而提高吸收效率, 但过量的吸收剂可能导致液泛等问题。

12. 单级平衡过程的相平衡常数 K 与组分的挥发性无关。

答案：错误

解析：相平衡常数 K 与组分的挥发性密切相关，挥发性越强， K 值越大。

13. 单级平衡过程的相平衡常数 K 与系统的相平衡关系是 $K=y/x$ 。

答案：正确

解析：相平衡常数 K 定义为气相组成 y 与液相组成 x 的比值，即 $K=y/x$ 。

14. 在单级平衡过程中，温度升高会导致相平衡常数 K 增大。

答案：正确

解析：对于大多数挥发性组分，温度升高时，相平衡常数 K 通常会增大，因为高温有利于汽化。

15. 在单级平衡过程中，压力升高会导致相平衡常数 K 减小。

答案：正确

解析：对于大多数挥发性组分，压力升高时，相平衡常数 K 通常会减小，因为高压不利于汽化。

精馏

1. 精馏过程是利用混合液中各组分挥发度的差异，通过多次部分汽化和多次部分冷凝实现分离的操作。

答案：正确

解析：精馏的本质就是基于混合液中各组分挥发度不同，在精馏塔内通过上升蒸汽与下降液体的逆流接触，不断进行多次部分汽化和多次部分冷凝，从而达到高纯度分离的目的。

2. 理论板是指气液两相在板上充分接触，传质传热过程达到平衡的理想化塔板。

答案：正确

解析：理论板是一种假设的理想化塔板，在理论板上，离开塔板的气、液两相组成达到平衡状态，即气液两相温度相等，组成符合相平衡关系，它是精馏计算和分析的重要概念。

3. 回流比是精馏操作中一个重要的操作参数，回流比越大，产品纯度一定越高。

答案：错误

解析：在一定范围内，回流比增大，精馏段和提馏段的传质推动力增大，有利于提高产品纯度。但当回流比过大时，塔内气液相负荷增大，可能导致液泛等异常操作现象，反而影响分离效果，同时还会增加能耗和设备投资。

4. 全回流时，精馏塔的理论板数最多。

答案：错误

解析：全回流时，塔顶上升蒸汽全部冷凝后回流至塔内，塔内不采出产品，此时两操作线与对角线重合，传质推动力最大，所需的理论板数最少，而不是最多。

5. 精馏塔操作时，若塔顶产品采出量 D 增大，而进料量 F 和进料组成 x_F 不变，则塔底产品采出量 W 减小。

答案：正确

解析：根据物料衡算方程 $F = D + W$ (F 为进料量， D 为塔顶产品采出量， W 为塔底产品采出量)，当 F 和 x_F 不变， D 增大时，为了保持物料衡算平衡， W 必然减小。

6. 最小回流比是指完成一定分离任务所需的回流比的最小值,此时所需的理论板数为无穷多。

答案: 正确

解析: 当回流比逐渐减小到某一数值时,精馏段操作线和提馏段操作线的交点会落在平衡线上,此时无论多少块理论板都无法达到分离要求,所需理论板数为无穷多,对应的回流比就是最小回流比。

7. 精馏塔的塔板效率越高,实际塔板数比理论塔板数越少。

答案: 正确

解析: 塔板效率反映了实际塔板上气液两相传质效果与理论塔板的接近程度。塔板效率越高,说明实际塔板越接近理论塔板的传质效果,完成相同分离任务所需的实际塔板数就比理论塔板数越少。

8. 精馏操作中,只要塔板数足够多,就可以将任何混合液完全分离成纯组分。

答案: 错误

解析: 虽然增加塔板数可以提高分离程度,但对于形成恒沸物的混合液,在恒沸点处气液两相组成相同,无论有多少块塔板都无法通过普通精馏方法将其完全分离成纯组分,需要采用特殊精馏方法。

9. 精馏塔的塔顶温度一般低于塔底温度。

答案: 正确

解析: 在精馏塔内,上升蒸汽自下而上流动,与下降液体进行热交换,蒸汽不断被冷凝,液体不断被汽化。由于轻组分的挥发度高,在塔顶富集,其沸点较低;重组分在塔底富集,沸点较高,所以塔顶温度一般低于塔底温度。

10. 精馏塔的再沸器是提供上升蒸汽的设备,其作用相当于一块理论板。

答案: 正确

解析: 再沸器中液体部分汽化产生上升蒸汽,离开再沸器的气液两相处于相平衡状态,从传质传热角度看,其效果相当于气液两相在一块理论板上进行了充分的传质传热,因此再沸器相当于一块理论板。

11. 精馏操作中,若进料组成 x_F 降低,而进料量 F 和回流比 R 不变,则塔顶产品组成 x_D 会升高。

答案: 错误

解析: 当进料组成 x_F 降低,进料量 F 和回流比 R 不变时,精馏塔内轻组分的总量减少,在相同的操作条件下,塔顶产品中轻组分的含量也会相应减少,即塔顶产品组成 x_D 会降低。

12. 精馏塔的塔径主要由塔内的气液相流量决定,气液相流量越大,塔径越大。

答案: 正确

解析: 为了保证塔内气液两相能够正常流动,不发生液泛等异常现象,需要根据气液相流量来确定合适的塔径。气液相流量越大,需要的流通截面积越大,因此塔径也就越大。

13. 双组分理想溶液的相对挥发度 α 等于两组分的饱和蒸汽压之比。

答案: 正确

解析: 对于双组分理想溶液,根据拉乌尔定律和相对挥发度的定义,相对挥发度 $\alpha = p_A/p_B$ (p_A 、 p_B 分别为两组分的饱和蒸汽压),它反映了两组分挥发能力的差异, α 越大,越容易通过精馏实现分离。

14. 精馏操作中,若塔底温度升高,而其他操作条件不变,则塔底产品组成 x_W 会降低。

答案：错误

解析：塔底温度升高，说明塔底再沸器提供的热量增加，上升蒸汽量增多，有利于重组分的汽化，使得塔底产品中轻组分含量减少，重组分含量增加，即塔底产品组成 x_W 会升高。

15. 精馏操作中，回流比的大小只影响产品质量，不影响精馏塔的能耗。

答案：错误

解析：回流比增大时，塔顶冷凝器的冷凝负荷和塔底再沸器的加热负荷都会增加，从而导致精馏塔的能耗显著增加；反之，回流比减小，能耗降低，但可能影响产品质量，所以回流比既影响产品质量，也影响精馏塔的能耗。

16. 对于二元理想溶液，当相对挥发度 $\alpha = 1$ 时，不能用普通精馏方法进行分离。

答案：正确

解析：相对挥发度 α 反映了两组分挥发能力的差异，当 $\alpha = 1$ 时，说明两组分的挥发度相同，气液两相组成始终相同，无法通过普通精馏利用挥发度差异实现分离，需要采用特殊分离方法。

17. 精馏塔的操作弹性是指在保证产品质量的前提下，精馏塔能够稳定操作的最大和最小气液相流量之比。

答案：正确

解析：操作弹性是衡量精馏塔操作性能的重要指标，它表示精馏塔在不同工况下能够正常运行的范围，在操作弹性范围内，通过调节气液相流量，可以保证产品质量和精馏塔的稳定操作。

18. 精馏过程中，塔内气液相的流动方式是逆流操作。

答案：正确

解析：在精馏塔内，上升蒸汽自下而上流动，下降液体自上而下流动，气液相呈逆流接触，这样可以使气液两相之间有最大的传质推动力，提高传质传热效率，实现更有效的分离。

19. 精馏塔的塔板类型对塔的分离效率和操作性能有重要影响。

答案：正确

解析：不同类型的塔板（如筛板塔、浮阀塔、泡罩塔等）具有不同的结构特点和传质性能。例如，浮阀塔操作弹性大、分离效率高；筛板塔结构简单、造价低但操作弹性相对较小，塔板类型的选择直接影响精馏塔的分离效率、生产能力、操作稳定性等操作性能。

20. 精馏操作中，若进料温度升高，而进料量 F 和进料组成 x_F 不变，则塔底再沸器的热负荷会减小。

答案：正确

解析：进料温度升高，进料带入塔内的热量增加，在进料量 F 和进料组成 x_F 不变的情况下，为了维持塔内的热量平衡，塔底再沸器需要提供的热量就会减少，即再沸器的热负荷减小。

21. 精馏塔的理论板数与分离要求、进料热状态和回流比等因素有关。

答案：正确

解析：分离要求越高，所需的理论板数越多；进料热状态不同，会影响精馏段和提馏段的操作线方程，从而影响理论板数；回流比越大，传质推动力越大，所需理论板数越少，所以理论板数与这些因素密切相关。

22. 精馏塔的塔顶温度一定高于塔底温度。

答案：错误

解析：塔顶温度通常低于塔底温度，因为塔顶主要为易挥发组分，塔底为难挥发组分。

23. 精馏塔的理论塔板数越多，分离效果越好。

答案：正确

解析：理论塔板数越多，分离效果越好，但同时设备成本和能耗也会增加。

24. 精馏塔的塔顶产品纯度主要由回流比决定。

答案：正确

解析：回流比越大，塔顶产品纯度越高，因为更多的轻组分被冷凝并回流到塔内。

25. 精馏塔的塔顶回流液的主要作用是提供冷量。

答案：正确

解析：塔顶回流液的主要作用是提供冷量，使塔顶的蒸汽部分冷凝，从而实现分离。

26. 精馏塔的塔底再沸器的主要作用是提供热能。

答案：正确

解析：塔底再沸器的主要作用是提供热能，使塔底的液体部分汽化，从而实现分离。

27. 精馏塔的塔顶回流比增加时，塔顶产品纯度会提高。

答案：正确

解析：塔顶回流比增加时，塔顶产品纯度会提高，因为更多的轻组分被冷凝并回流到塔内。

吸收

1. 吸收过程是利用混合气体中各组分在吸收剂中溶解度的差异，实现气体分离的操作。

答案：正确

解析：吸收的本质就是基于混合气体中各组分在吸收剂中溶解度不同，易溶组分溶解于吸收剂中，从而与难溶或不溶组分分离，以此达到气体分离的目的。

2. 亨利定律适用于任何条件下的气 - 液吸收平衡体系。

答案：错误

解析：亨利定律只适用于稀溶液以及低压下的气体吸收体系。当溶液浓度较高，或者体系压力较大时，气 - 液平衡关系会偏离亨利定律，需要采用其他更复杂的模型描述。

3. 在吸收塔中，气液两相通常采用逆流操作，是因为逆流操作传质推动力大，吸收效果好。

答案：正确

解析：在逆流操作的吸收塔中，气相中的溶质浓度从塔顶到塔底逐渐升高，液相中溶质浓度从塔底到塔顶逐渐升高，使得气液两相在塔内各截面上的浓度差较大，传质推动力大，从而提高吸收效率。

4. 吸收剂的选择只需要考虑对溶质的溶解度，不需要考虑其他因素。

答案：错误

解析：选择吸收剂时，除了要求对溶质有较大的溶解度，还需考虑吸收剂的选择性（对溶质和惰性组分的溶解差异）、挥发度（挥发度低可减少吸收剂损失）、黏度（黏度低有利于传质）、化学稳定性、价格及再生难易程度等因素。

5. 吸收塔的塔径主要由气体的流量决定，与液体流量无关。

答案：错误

解析：塔径的确定需要考虑气液两相的流量。气体流量影响气速，液体流量影响液泛速度和持液量等，二者共同影响塔内气液两相的流动状态和操作稳定性，因此塔径的设计需综合考虑气液流量。

6. 增大吸收剂用量，有利于提高溶质的吸收率，但会增加吸收剂再生的能耗。

答案：正确

解析：增大吸收剂用量，吸收剂与气体的接触面积和传质推动力增大，能溶解更多溶质，从而提高溶质吸收率；但吸收剂用量增加，再生时需要解吸出更多溶质，必然导致吸收剂再生过程的能耗增加。

7. 吸收过程的传质速率只与气液两相的浓度差有关，与其他因素无关。

答案：错误

解析：吸收过程的传质速率不仅与气液两相的浓度差有关，还与传质系数、气液接触面积等因素相关。传质系数受温度、压力、流体物性（如黏度、扩散系数）和设备结构等影响，气液接触面积则与塔内的填料或塔板结构有关。

8. 化学吸收过程中，溶质与吸收剂发生化学反应，反应速率越快，吸收效果越好。

答案：正确

解析：在化学吸收中，溶质与吸收剂的化学反应会降低液相中溶质的浓度，增大传质推动力。反应速率快，能更快消耗液相中的溶质，使气液传质持续进行，从而提高吸收效率，达到更好的吸收效果。

9. 吸收过程中，温度升高有利于溶质的吸收。

答案：错误

解析：对于物理吸收，溶质的溶解度一般随温度升高而降低，温度升高不利于溶质的吸收；对于化学吸收，温度对吸收的影响较为复杂，虽然适当升温可能加快反应速率，但过高温度可能降低溶质溶解度，需综合考虑。

10. 吸收剂再生的目的是恢复吸收剂对溶质的吸收能力，以便循环使用。

答案：正确

解析：吸收剂吸收溶质后，吸收能力下降，通过再生操作（如解吸、蒸馏等方法）将吸收剂中的溶质分离出来，使吸收剂恢复对溶质的吸收能力，实现吸收剂的循环利用，降低生产成本。

11. 吸收塔操作时，若塔底吸收液中溶质含量未达到预期，可通过降低吸收剂温度来改善。

答案：正确

解析：降低吸收剂温度，通常能增大溶质在吸收剂中的溶解度，提高吸收剂的吸收能力，从而使塔底吸收液中能溶解更多溶质，有助于达到预期的溶质含量。

12. 吸收过程中，气液两相的接触方式只有逆流接触一种。

答案：错误

解析：除了逆流接触，吸收过程中还存在并流接触、错流接触等方式。例如，在一些小型吸收设备或特定工艺中，可能采用并流或错流接触，不同接触方式各有优缺点，适用于不同的工况。

13. 化学吸收与物理吸收相比，化学吸收的速率更快，吸收更完全。

答案：正确

解析：化学吸收中，溶质与吸收剂发生化学反应，消耗了液相中的溶质，打破了

气液平衡，增大了传质推动力，使吸收速率加快；并且化学反应能更有效地降低液相中溶质浓度，从而实现更完全的吸收。

14. 吸收过程中，溶质在气液两相中的扩散系数越大，传质速率越快。

答案：正确

解析：扩散系数反映了物质在介质中的扩散能力，溶质在气液两相中的扩散系数越大，物质在气液界面两侧的扩散速度越快，有利于传质过程的进行，从而提高传质速率。

15. 吸收塔的设计中，若气体流量和吸收剂用量不变，提高吸收塔的操作压力，有利于提高吸收效果。

答案：正确

解析：提高操作压力，对于物理吸收，可增大溶质在吸收剂中的溶解度；对于化学吸收，能加快反应速率，二者均能增大传质推动力，在气体流量和吸收剂用量不变的情况下，有利于提高吸收效果。

16. 吸收过程中，吸收塔的塔板效率越高，实际塔板数比理论塔板数越少。

答案：正确

解析：塔板效率反映了实际塔板上气液两相传质效果与理论塔板的接近程度。塔板效率越高，说明实际塔板越接近理论塔板的传质效果，完成相同吸收任务所需的实际塔板数就比理论塔板数越少。

17. 吸收过程是一种基于气液相平衡的传质过程。

答案：正确

解析：吸收过程确实是基于气液相平衡的传质过程，通过气液两相之间的浓度差实现溶质的传递。

18. 吸收剂的选择性越高，吸收效率越高。

答案：正确

解析：吸收剂的选择性越高，对目标溶质的溶解能力越强，吸收效率越高。

19. 吸收过程的推动力是气液两相的浓度差。

答案：正确

解析：吸收过程的推动力是气液两相中溶质的浓度差，浓度差越大，传质速率越高。

20. 亨利定律适用于高浓度溶质的吸收过程。

答案：错误

解析：亨利定律适用于低浓度溶质的吸收过程，高浓度时需考虑非线性关系。

21. 吸收过程的亨利定律常数 H 与溶质的性质无关。

答案：错误

解析：亨利定律常数 H 与溶质的性质密切相关，不同溶质的 H 值不同。

22. 吸收剂的流量减少时，吸收塔内的压降会减小。

答案：正确

解析：吸收剂流量减少时，塔内液体流动阻力减小，压降通常会减小。

23. 吸收过程的亨利定律常数 H 与温度的关系是 H 随温度升高而减小。

答案：错误

解析：亨利定律常数 H 通常随温度升高而增大，因为高温下溶质的溶解度降低。

24. 吸收剂的流量减少时，吸收塔内的传质效率一定降低。

答案：正确

解析：吸收剂流量减少时，传质面积和吸收能力减少，传质效率通常会降低。

25. 吸收剂的温度降低时，吸收塔内的压降会减小。

答案：正确

解析：吸收剂温度降低时，液体的粘度可能增加，但压降主要与液体流量有关，因此压降不一定变化。

萃取

1. 萃取过程是利用混合物中各组分在两种互不相溶的溶剂中溶解度的差异实现分离的操作。

答案：正确

解析：萃取的核心原理就是基于溶质在萃取剂和原溶剂（两者互不相溶）中溶解度不同，溶质从原溶剂转移到萃取剂中，从而达到分离混合物的目的。

2. 萃取剂与原溶剂的互溶度越大，萃取效果越好。

答案：错误

解析：萃取剂与原溶剂互溶度大，会导致萃取相和萃余相难以分层分离，增加后续分离难度，降低萃取效率。理想的萃取剂应与原溶剂互溶度小，这样有利于两相分层和进一步分离。

3. 萃取剂的选择性系数 β 越大，说明萃取剂对溶质的萃取选择性越好。

答案：正确

解析：选择性系数 β 反映了萃取剂对溶质和原溶剂中其他组分的溶解能力差异， β 越大，表明萃取剂对溶质的溶解能力远大于对其他组分的溶解能力，即对溶质的萃取选择性越好，越有利于实现溶质与其他组分的分离。

4. 反萃取是使溶质从萃取相返回萃余相的过程，可通过改变温度、pH 等条件实现。

答案：正确

解析：反萃取是萃取的逆过程，通过改变温度、pH、加入反萃取剂等条件，降低溶质在萃取相中的溶解度，促使溶质从萃取相转移到反萃取剂中，从而实现溶质从萃取相返回萃余相的目的。

5. 萃取过程达到平衡时，溶质在萃取相和萃余相中的浓度相等。

答案：错误

解析：萃取达到平衡时，溶质在萃取相和萃余相中的浓度不相等，而是符合相平衡关系，即满足分配系数 K 的关系，此时溶质在两相中的转移处于动态平衡，宏观上浓度不再变化。

6. 萃取过程是一种基于液液相平衡的传质过程。

答案：正确

解析：萃取过程确实是基于液液相平衡的传质过程，通过两种不互溶溶剂之间的浓度差实现溶质的传递。

7. 萃取剂的选择性越高，萃取效率越高。

答案：正确

解析：萃取剂的选择性越高，对目标溶质的溶解能力越强，萃取效率越高。

8. 萃取过程的推动力是两相中溶质的浓度差。

答案：正确

解析：萃取过程的推动力是溶质在两相中的浓度差，浓度差越大，传质速率越高。

9. 萃取剂与原溶剂完全不互溶时，萃取效果最好。

答案：错误

解析：萃取剂与原溶剂完全不互溶时，虽然有利于分离，但可能导致两相难以混合和接触，影响传质效率。通常需要一定的互溶性以提高传质效果。

10. 萃取过程中，分配系数 K 与温度无关。

答案：错误

解析：分配系数 K 通常与温度有关，温度升高时，挥发性组分的 K 值通常增大。

11. 萃取剂的温度越高，萃取效率越高。

答案：错误

解析：萃取剂温度越高，溶质的溶解度通常降低，萃取效率会降低。

12. 萃取过程的分配系数 K 与溶质的性质无关。

答案：错误

解析：分配系数 K 与溶质的性质密切相关，不同溶质的 K 值不同。

13. 萃取剂的流量减少时，萃取塔内的压降会减小。

答案：正确

解析：萃取剂流量减少时，塔内液体流动阻力减小，压降通常会减小。

吸附

1. 吸附过程是利用吸附剂对混合物中各组分吸附能力的差异，实现分离的操作。

答案：正确

解析：吸附分离的核心就是基于吸附剂对不同组分吸附亲和力不同，某些组分被吸附剂吸附，从而与其他未被吸附或吸附较弱的组分分离，以此达到混合物分离的目的。

2. 物理吸附和化学吸附都具有可逆性，吸附质都可以通过改变条件从吸附剂上脱附下来。

答案：错误

解析：物理吸附是基于分子间作用力，具有可逆性，可通过改变温度、压力等条件使吸附质脱附；而化学吸附是吸附质与吸附剂发生化学反应，形成化学键，一般不可逆，通常需要特殊的化学处理才能使吸附质脱附。

3. 吸附平衡是指吸附速率与脱附速率相等时，吸附质在气相和吸附剂表面的浓度不再变化的状态。

答案：正确

解析：吸附过程中，当吸附速率与脱附速率达到动态平衡时，宏观上吸附质在气相和吸附剂表面的量不再改变，此时体系达到吸附平衡状态，满足特定的吸附平衡关系。

4. 吸附剂的比表面积越大，其吸附能力一定越强。

答案：错误

解析：比表面积是影响吸附能力的重要因素，但不是唯一因素。吸附能力还与吸附剂的孔结构（孔径大小、孔容等）、表面化学性质、吸附质与吸附剂之间的相互作用等有关。例如，若孔径与吸附质分子大小不匹配，即使比表面积大，吸附能力也不一定强。

5. 朗缪尔吸附等温式只适用于单分子层吸附，且吸附剂表面是均匀的。

答案：正确

解析：朗缪尔吸附等温式基于吸附剂表面均匀、吸附质分子间无相互作用、吸附

是单分子层等假设推导得出，只有在这些条件满足时，才能准确描述吸附平衡关系。

6. 在吸附分离操作中，升高温度一定有利于吸附过程的进行。

答案：错误

解析：对于物理吸附，吸附过程通常是放热的，升高温度会使吸附平衡逆向移动，不利于吸附；对于化学吸附，适当升温可能加快吸附反应速率，但温度过高可能使吸附剂表面活性降低或导致吸附质脱附，因此升高温度不一定有利于吸附过程。

7. 活性炭是一种常用的吸附剂，其对极性分子的吸附能力强于非极性分子。

答案：错误

解析：活性炭的表面呈非极性，根据相似相溶原理，其对非极性分子的吸附能力更强，对极性分子的吸附能力较弱。

8. 吸附剂的再生方法只有升温再生一种。

答案：错误

解析：吸附剂的再生方法有多种，除了升温再生（通过升高温度使吸附质脱附），还有降压再生（降低压力使吸附平衡逆向移动）、置换再生（用其他物质置换吸附质）、吹扫再生（用惰性气体吹扫带走吸附质）以及化学再生（通过化学反应使吸附质脱附）等。

9. 吸附过程的传质速率只与吸附质的浓度差有关，与其他因素无关。

答案：错误

解析：吸附过程的传质速率不仅与吸附质在气相和吸附剂表面的浓度差有关，还与吸附剂的性质（如孔隙结构、表面活性）、流体的流动状态（影响外扩散速率）、温度、吸附质的扩散系数等因素相关。

10. 吸附分离操作中，吸附剂的选择性是指吸附剂对不同吸附质吸附能力的差异。

答案：正确

解析：吸附剂的选择性体现了其对混合物中不同组分吸附能力的区别，选择性越高，越能实现对特定吸附质的有效分离，是评价吸附剂性能的重要指标。

11. 吸附塔的操作压力对物理吸附过程没有影响。

答案：错误

解析：对于物理吸附，增大操作压力相当于增加吸附质的分压，根据吸附平衡原理，会使吸附平衡向吸附方向移动，有利于吸附过程；降低压力则会促使吸附质脱附，所以操作压力对物理吸附过程有显著影响。

12. 化学吸附的吸附热比物理吸附的吸附热大，吸附更稳定。

答案：正确

解析：化学吸附是通过化学键作用，吸附过程伴随着化学反应，吸附热较大；而物理吸附基于分子间作用力，吸附热较小。由于化学吸附形成的化学键作用力强，所以吸附更稳定，吸附质更不容易脱附。

13. 吸附分离过程中，只要吸附剂不失效，就可以一直使用，无需再生。

答案：错误

解析：随着吸附过程的进行，吸附剂表面会逐渐被吸附质占据，吸附能力下降。即使吸附剂没有完全失效，为了恢复其吸附能力，实现循环利用，降低成本，也需要定期对吸附剂进行再生处理。

14. 吸附过程中，流体的流速越快，越有利于吸附传质。

答案：错误

解析：流体流速过快，会使吸附质与吸附剂的接触时间缩短，不利于吸附质向吸附剂表面扩散和吸附；同时，流速过快可能导致流体阻力增大，甚至引起吸附剂颗粒的磨损，所以并非流速越快越有利于吸附传质，需要控制在合适的流速范围。

15. 吸附平衡常数越大，说明在相同条件下，吸附剂对吸附质的吸附能力越强。

答案：正确

解析：吸附平衡常数反映了吸附过程进行的程度，平衡常数越大，表示在相同温度、压力等条件下，达到吸附平衡时吸附剂表面吸附的吸附质越多，即吸附剂对该吸附质的吸附能力越强。

16. 吸附过程是一种基于物理吸附或化学吸附的传质过程。

答案：正确

解析：吸附过程确实是基于物理吸附（范德华力）或化学吸附（化学键）的传质过程。

17. 吸附过程的推动力是吸附质在气相和吸附剂表面的浓度差。

答案：正确

解析：吸附过程的推动力是吸附质在气相和吸附剂表面的浓度差，浓度差越大，传质速率越高。

结晶

1. 结晶过程是利用物质在不同温度下溶解度的差异，使溶质从溶液中以晶体形式析出的操作。

答案：正确

解析：结晶的基本原理就是基于物质的溶解度随温度等条件变化，通过改变条件（如降温、蒸发溶剂）降低溶质在溶液中的溶解度，使其达到过饱和状态，从而以晶体形式析出实现分离。

2. 所有物质的溶解度都随温度升高而增大。

答案：错误

解析：大多数物质的溶解度随温度升高而增大，但也有部分物质如氢氧化钙，其溶解度随温度升高而降低；还有少数物质在一定温度范围内溶解度受温度影响较小，所以并非所有物质的溶解度都随温度升高而增大。

3. 晶核的形成过程包括初级成核和二次成核，其中二次成核是在已有晶种存在下发生的。

答案：正确

解析：初级成核是在无晶种的过饱和溶液中形成晶核；二次成核则是在溶液中有晶种存在时，由于晶种与溶液间的相互作用、机械搅拌等因素引发新晶核形成，是工业结晶中常见的成核方式。

4. 结晶过程中，溶液的过饱和度越大，形成的晶体颗粒越大。

答案：错误

解析：过饱和度较大时，晶核形成速率快，单位时间内产生大量晶核，导致晶体生长空间和溶质有限，最终形成的晶体颗粒细小；而过饱和度较小时，晶核形成速率慢，晶体有更多时间和溶质进行生长，更易形成大颗粒晶体。

5. 蒸发结晶是通过加热蒸发溶剂，使溶液达到过饱和而析出晶体的过程，适用于溶解度随温度变化大的物质。

答案：错误

解析：蒸发结晶适用于溶解度随温度变化较小的物质。对于溶解度随温度变化大

的物质，采用冷却结晶（降温结晶）更能有效利用其溶解度随温度降低而大幅下降的特性，实现溶质析出。

6. 结晶操作中，搅拌速度越快，越有利于形成规则、均匀的大晶体。

答案：错误

解析：搅拌速度过快，会增加溶液的湍流程度，促进晶核大量形成，同时可能导致晶体相互碰撞破碎，不利于晶体的有序生长；适当的搅拌速度有助于溶质扩散和传热，利于晶体生长，但过快的搅拌不利于形成规则、均匀的大晶体。

7. 重结晶是将粗晶体溶解后再次结晶的过程，只能用于去除晶体中的杂质，不能改变晶体的晶型。

答案：错误

解析：重结晶不仅可以通过溶解 - 结晶过程去除杂质，在合适的条件下（如改变溶剂、温度变化速率等），还能使晶体在重新结晶过程中改变晶型，得到更符合需求的晶体形态。

8. 晶习是指晶体的外部形态，它只与晶体的化学组成有关，与结晶条件无关。

答案：错误

解析：晶习虽然由晶体的化学组成和内部结构决定，但结晶条件（如温度、溶剂种类、杂质存在、搅拌速度等）对晶习有显著影响。例如，不同溶剂中同一物质结晶可能呈现不同的晶体形状。

9. 结晶器的类型对结晶产品的质量没有影响，选择结晶器只需要考虑生产能力。

答案：错误

解析：不同类型的结晶器（如釜式结晶器、强制循环结晶器、流化床结晶器等）具有不同的流体流动特性、传热传质效率和操作条件，这些因素会影响溶液的过饱和度分布、晶核形成和晶体生长过程，进而显著影响结晶产品的粒度分布、纯度和晶习等质量指标。

10. 加入晶种可以控制结晶过程中的晶核形成，使晶体在晶种上生长，有利于获得较大的晶体颗粒。

答案：正确

解析：加入晶种为晶体生长提供了现成的表面，溶液中的溶质会优先在晶种表面沉积生长，抑制初级成核，减少新晶核的产生，使晶体能够在晶种上持续生长，从而有利于获得较大的晶体颗粒。

11. 真空结晶是在减压条件下进行的结晶过程，其优点是可以降低溶液的沸点，减少热敏性物质的分解。

答案：正确

解析：真空结晶时，体系压力降低，溶液的沸点随之下降，在较低温度下即可实现溶剂蒸发和溶液浓缩，避免了高温对热敏性物质的影响，减少其分解、变性等情况，适用于热敏性物质的结晶分离。

12. 晶体的粒度分布只与结晶过程中的成核速率有关，与晶体生长速率无关。

答案：错误

解析：晶体的粒度分布由成核速率和晶体生长速率共同决定。成核速率快而生长速率慢，会形成大量细小晶体；成核速率慢且生长速率快，则易形成大颗粒晶体；两者的综合作用决定了最终晶体的粒度分布。

13. 结晶过程中，溶液的 pH 值不会影响晶体的形成和生长。

答案：错误

解析：溶液 pH 值会影响溶质的存在形式（如离子化程度）、溶解度以及杂质的性质等。例如，对于一些具有酸碱性的溶质，pH 变化可能改变其溶解度；同时，pH 还可能影响晶面的表面电荷，进而影响溶质在晶面上的吸附和生长速率，所以 pH 值对晶体的形成和生长有重要影响。

14. 结晶过程的过饱和度是结晶发生的必要条件。

答案：正确

解析：过饱和度是指溶液中溶质的浓度高于饱和浓度的状态，是结晶发生的必要条件。

15. 结晶过程中的成核速率与过饱和度无关。

答案：错误

解析：成核速率通常与过饱和度成正比，过饱和度越高，成核速率越快。

16. 结晶过程中的晶体尺寸分布越窄，产品质量越好。

答案：正确

解析：晶体尺寸分布越窄，说明晶体大小均匀，产品质量通常越好。

17. 结晶过程中的 pH 值对晶体形状有影响。

答案：正确

解析：pH 值会影响溶质的溶解度和结晶习性，从而影响晶体的形状。

18. 结晶过程中的晶体形状对产品质量无影响。

答案：错误

解析：晶体形状影响产品的溶解性、稳定性等性质，是评价产品质量的重要指标。

膜分离

1. 膜分离过程是依靠膜对混合物中各组分的选择透过性实现分离的操作。

答案：正确

解析：膜分离的本质就是利用膜的特性，不同组分通过膜的速率存在差异，对混合物中各组分进行选择分离，这是膜分离过程的核心原理。

2. 反渗透膜只能截留大分子物质，对小分子物质没有截留作用。

答案：错误

解析：反渗透膜的孔径非常小，不仅能截留大分子物质，还能截留小分子物质甚至离子。它通过施加压力克服溶液的渗透压，使溶剂透过膜，而溶质被截留，常用于海水淡化、超纯水制备等领域。

3. 膜的孔径大小是决定膜分离性能的唯一因素。

答案：错误

解析：膜的孔径大小确实对分离性能有重要影响，但不是唯一因素。膜的化学性质（如亲疏水性）、表面电荷、孔隙率、厚度以及膜的结构等都会影响膜对不同物质的分离能力和分离效果。

4. 微滤膜的分离机理主要是筛分作用，即按物质的粒径大小进行分离。

答案：正确

解析：微滤膜的孔径相对较大（0.1 - 10 μm ），分离过程中，大于膜孔径的颗粒、悬浮物等被截留，小于膜孔径的物质则透过膜，主要依靠筛分作用实现分离。

5. 渗透汽化过程是一种结合了渗透和汽化的膜分离过程，需要消耗大量的能量。

答案：正确

解析：渗透汽化过程中，混合物在膜一侧被吸附溶解，然后在膜内扩散，在膜另

一侧汽化脱附。由于涉及相变（汽化过程），需要提供热量来实现物质的汽化，所以相比其他不发生相变的膜分离过程，渗透汽化消耗能量较多。

6. 膜污染是指在膜分离过程中，膜表面被溶质覆盖或堵塞，导致膜性能下降的现象。

答案：正确

解析：在膜分离操作中，随着时间推移，料液中的大分子、胶体、颗粒等物质会在膜表面沉积、吸附，或进入膜孔内堵塞孔道，从而降低膜的通量和分离效率，这种现象就是膜污染。

7. 扩散渗析过程是基于浓度差推动，使溶质从高浓度一侧向低浓度一侧透过膜进行分离的过程。

答案：正确

解析：扩散渗析过程中，没有外加压力等其他推动力，仅仅依靠混合物中溶质在膜两侧的浓度差，使溶质自发地从高浓度一侧向低浓度一侧扩散透过膜，从而实现溶质与溶剂或不同溶质之间的分离。

8. 气体膜分离过程中，气体的渗透速率只与膜两侧的压力差有关。

答案：错误

解析：气体的渗透速率不仅与膜两侧的压力差有关，还与气体的性质（如分子大小、形状、扩散系数）、膜的材料和结构（如膜的厚度、孔隙率、孔径分布）等因素相关。不同气体在同一膜中的渗透速率可能有很大差异。

9. 膜分离过程的操作温度一般较低，适用于对热敏感物质的分离。

答案：正确

解析：由于膜分离不涉及相变，不需要像精馏、蒸发那样加热或冷却至较高或较低温度，操作温度通常接近常温，因此特别适合于分离热敏性物质，如生物活性物质、药物等，可避免这些物质因高温而失活或分解。

10. 膜的截留率越高，说明膜对溶质的分离效果越好。

答案：正确

解析：截留率是衡量膜分离性能的重要指标，计算公式为截留率 = $(1 - \text{透过液中溶质浓度} / \text{原料液中溶质浓度}) \times 100\%$ 。截留率越高，表明膜对溶质的截留能力越强，透过膜的溶质越少，膜对溶质的分离效果也就越好。

11. 膜蒸馏过程是一种以温度差为推动力，利用膜的疏水性实现分离的过程。

答案：正确

解析：膜蒸馏过程中，膜为疏水性膜，膜两侧存在温度差，热侧溶液中的挥发性组分（通常是水）汽化形成蒸汽，蒸汽透过膜孔到达冷侧被冷凝，而不挥发性溶质被截留，从而实现分离，温度差是该过程的主要推动力。

12. 只要选择合适的膜和操作条件，膜分离过程可以实现任何混合物的完全分离。

答案：错误

解析：虽然膜分离技术具有独特的优势，但也存在局限性。对于某些特殊的混合物体系，如形成共沸物的体系，或者混合物中各组分的性质非常相似，即使选择合适的膜和操作条件，也很难实现完全分离，还需要结合其他分离方法。

13. 膜的使用寿命只与膜的材质有关，与操作条件无关。

答案：错误

解析：膜的使用寿命不仅与膜的材质相关，还与操作条件密切相关。例如，过高

的操作压力、不合适的温度、料液中杂质含量高、操作过程中的频繁启停等，都可能加速膜的老化、污染和损坏，从而缩短膜的使用寿命。

14. 膜分离过程不需要外加能量。

答案：错误

解析：膜分离过程通常需要外加能量，如压力差、浓度差或电位差，以推动溶质或溶剂通过膜。

15. 反渗透（RO）主要用于气体分离。

答案：错误

解析：反渗透主要用于液体分离，特别是用于海水淡化和纯水制备。

16. 超滤（UF）主要用于去除水中的大分子物质和悬浮颗粒。

答案：正确

解析：超滤主要用于去除水中的大分子物质（如蛋白质、胶体）和悬浮颗粒，孔径范围通常在 10-100 nm。

17. 纳滤（NF）的孔径比反渗透（RO）的孔径小。

答案：错误

解析：纳滤的孔径通常比反渗透的孔径大，纳滤孔径范围在 1-10 nm，而反渗透孔径通常小于 1 nm。

18. 微滤（MF）主要用于去除水中的溶解性离子。

答案：错误

解析：微滤主要用于去除水中的悬浮颗粒和细菌，孔径范围通常在 0.1-10 μm ，无法去除溶解性离子。

19. 膜分离技术中，膜的耐压性是指膜能够承受的最大压力。

答案：正确

解析：耐压性是指膜能够承受的最大压力，反映了膜的机械强度。

20. 膜的孔径分布越窄，分离精度越高。

答案：正确

解析：孔径分布越窄，膜的分离精度越高，因为孔径更均匀，分离效果更好。

21. 膜的表面改性可以改善膜的亲水性和耐压性。

答案：正确

解析：表面改性可以改善膜的亲水性、耐压性和孔径分布，从而提高膜的性能。

节能

1. 化工分离过程节能的核心在于减少过程中的有效能损失。

答案：正确

解析：有效能是指系统在一定环境条件下，理论上所能做出的最大有用功。化工分离过程中，存在传热、传质不可逆等导致有效能损失，减少这些损失，就能提高能量利用效率，达到节能目的。

2. 采用多效蒸发技术进行蒸发分离时，效数越多，节能效果一定越好。

答案：错误

解析：多效蒸发效数增加，可提高蒸汽利用率，降低能耗。但随着效数增多，设备投资成本大幅上升，且传热温差减小，传热推动力降低，导致蒸发器面积增大，当效数超过一定值后，增加效数带来的节能收益无法弥补成本增加，节能效果不再显著提升。

3. 热泵精馏是将精馏过程中的热能通过热泵技术进行回收利用，从而实现节能的方法。

答案：正确

解析：热泵精馏利用热泵系统，将精馏塔塔顶低温蒸汽的热量传递给塔底高温再沸器，实现热量的回收再利用，减少了外部加热和冷却公用工程的消耗，达到节能目的。

4. 优化化工分离过程的操作条件（如温度、压力、流量等），对节能没有影响。

答案：错误

解析：合适的操作条件能使分离过程处于高效运行状态。例如，温度过高或过低会增加传热能耗；压力不当可能影响相平衡和传质，导致分离效率降低、能耗上升。优化操作条件可降低过程能耗，提高能量利用效率。

5. 热集成技术是指将高温物流的热量直接传递给低温物流，以减少公用工程能耗的节能技术。

答案：正确

解析：热集成技术通过合理匹配工艺过程中的冷热物流，使高温物流释放的热量直接用于加热低温物流，减少了对外部加热和冷却设备的依赖，降低了公用工程（如蒸汽、冷却水）的消耗，从而实现节能。

6. 精馏过程中，回流比越小，能耗越低，所以应尽量采用最小回流比操作。

答案：错误

解析：回流比减小，塔底再沸器加热负荷和塔顶冷凝器冷却负荷降低，能耗减小。但当回流比接近最小回流比时，所需理论板数趋于无穷大，塔设备投资大幅增加，且操作稳定性变差，实际生产中需综合考虑能耗和设备投资，选择合适的回流比，而非尽量采用最小回流比。

7. 膜分离过程本身不涉及相变，所以膜分离过程不需要考虑节能问题。

答案：错误

解析：虽然膜分离不发生相变，能耗相对较低，但膜分离过程的能耗与膜材料性能、操作压力、流量等因素有关。提高膜的选择性和渗透性、优化操作条件等，都能进一步降低膜分离过程的能耗，因此同样需要考虑节能。

8. 吸收 - 解吸过程中，降低解吸温度可以减少解吸过程的能耗，所以解吸温度越低越好。

答案：错误

解析：降低解吸温度可减少解吸过程的热量消耗，但温度过低会降低溶质的解吸速率和解吸程度，导致吸收剂再生不充分，影响吸收效果，增加后续吸收过程的难度和能耗，因此解吸温度需合理选择，并非越低越好。

9. 化工分离过程节能只需要考虑工艺技术的改进，不需要考虑设备的选型和设计。

答案：错误

解析：设备的选型和设计对化工分离过程的能耗有重要影响。例如，高效的换热器能提高热量回收效率；合适的泵和压缩机可降低流体输送能耗。合理的设备选型和优化设计，与工艺技术改进相辅相成，共同实现节能目标。

10. 采用变压精馏分离恒沸物时，改变操作压力可以改变恒沸组成，从而实现节能分离。

答案：正确

解析：对于恒沸物，其恒沸组成与压力有关。变压精馏通过改变操作压力，使恒

沸组成发生变化，从而有可能在不同压力下打破恒沸状态，实现分离，相比普通精馏减少了分离难度和能耗，达到节能目的。

11. 吸附分离过程中，吸附剂的再生能耗与吸附剂的性质无关。

答案：错误

解析：吸附剂的性质（如吸附容量、吸附选择性、热稳定性等）对再生能耗有显著影响。例如，吸附容量大的吸附剂，吸附的溶质多，再生时需要更多能量解吸；热稳定性差的吸附剂，再生温度受限，可能需要采用其他能耗更高的再生方式，因此吸附剂再生能耗与吸附剂性质密切相关。

12. 化工分离过程节能方案的选择只需要考虑节能效果，不需要考虑对产品质量的影响。

答案：错误

解析：节能方案的实施不能以牺牲产品质量为代价。例如，降低精馏温度虽可节能，但可能影响分离效果，导致产品纯度下降；采用新的节能技术可能引入杂质或改变产品的物理化学性质。因此，节能方案选择需综合考虑节能效果和产品质量等多方面因素。

13. 结晶过程中，采用真空结晶一定比常压结晶更节能。

答案：错误

解析：真空结晶能降低溶液沸点，适用于热敏性物质，但真空系统的运行需要消耗能量（如真空泵能耗）。对于非热敏性物质，常压结晶可能更节能。真空结晶是否节能，需根据物料性质、设备能耗等具体情况判断，不能一概而论。

14. 化工分离过程节能的目标是使过程的能耗降为零。

答案：错误

解析：由于化工分离过程中存在传热、传质、流体流动等不可逆过程，必然会有能量损耗，根据热力学第二定律，无法使过程能耗降为零。化工分离过程节能的目标是在现有技术和经济条件下，尽可能降低能耗，提高能量利用效率。

四、名词解释

1. **分离过程**: 借助一定的分离剂(如能量、物质), 实现混合物中组分的分级、浓缩、富集、纯化、精制与隔离的过程。例如蒸馏、萃取等, 其本质是克服热力学障碍(熵减少)的非自发过程。
2. **平衡分离过程**: 借助分离媒介(能量或物质)使均相混合物形成两相系统, 利用各组分在相平衡两相中分配关系的差异实现分离。例如蒸馏、吸收、萃取等, 依赖相平衡原理。
1. **速率分离过程**: 在浓度差、压力差、温度差等推动力作用下, 利用各组分扩散速率差异实现分离的过程, 常配合选择性膜。例如膜分离(反渗透、超滤)、电渗析、热扩散等。
2. **分离剂**: 用于将均相混合物转化为两相系统的媒介, 分为两类: 能量分离剂(ESA): 如热量、压力差(例: 蒸馏中的加热); 物质分离剂(MSA): 如溶剂、吸附剂(例: 萃取中的萃取剂)。
3. **清洁工艺**: 将生产工艺与污染防治结合, 通过合理选择原料、优化反应路径和分离技术, 减少或消除污染物生成的工艺, 旨在实现可持续发展(如废物最小化、闭路循环)。
4. **设计变量**: 在分离装置设计中, 计算前需指定的物理量, 包括固定设计变量(如进料组成、压力)和可调设计变量(如理论板数、回流比), 其数目需满足独立方程数与未知变量数相等。
5. **固定设计变量(N_x)**: 由装置外部条件或进料特性决定的设计变量, 如进料的流量、组成、温度、压力, 以及系统压力等级数, 其数值在设计中直接给定。
6. **重复变量(N_r)**: 装置中因单元(如理论板)串联重复使用而引入的变量数, 用于区分不同串联单元的联结关系。例如精馏塔中精馏段和提馏段的串级单元数各为 1, 总重复变量数 $N_r = 2$ 。
7. **相平衡**: 指混合物或溶液形成若干相, 各相保持物理平衡共存的状态, 此时整个物系的自由焓最小, 相间表观传递速率为零。
8. **相平衡常数(K 值)**: 多组分物系中, 汽相组分摩尔分数与液相组分摩尔分数的比值, 即 $K_i = y_i / x_i$, 用于表征组分在两相中的分配能力。
9. **泡点温度**: 在一定压力下, 液相混合物开始汽化产生第一滴气泡时的温度, 此时汽相组成与液相组成满足相平衡关系。
10. **露点压力**: 在一定温度下, 汽相混合物开始冷凝产生第一滴液滴时的压力, 此时液相组成与汽相组成满足相平衡关系。
11. **闪蒸过程**: 连续单级蒸馏过程, 通过部分汽化或冷凝使进料混合物分离为含易挥发组分的汽相和难挥发组分的液相, 分离程度较低。
12. **关键组分**: 多组分精馏中由设计者指定分离要求的组分, 包括轻关键组分(LK, 挥发度大)和重关键组分(HK, 挥发度小)。
13. **清晰分割**: 馏出液中除了重关键组分之外, 没有其它重组分; 釜液中除了轻关键组分之外, 没有其它轻组分。
14. **萃取精馏**: 加入的质量分离剂不与被分离系统中的任何组分形成共沸物, 而其沸点又较原有的任一组分高, 从塔釜离开。加入的质量分离剂称为溶剂。
15. **共沸精馏**: 加入的质量分离剂与被分离系统中的一个或几个组分形成共沸物, 从塔顶蒸出。加入的质量分离剂称为共沸剂。

16. **反应精馏**：在精馏过程中同时进行化学反应，利用精馏分离产物以促进反应平衡移动的过程。
17. **加盐精馏**：向体系中加入盐类，利用盐效应（盐析或盐溶）改变组分间相对挥发度的精馏方法。
18. **气体吸收**：利用液体处理气体混合物，根据各组分在液体中溶解度差异，使易溶组分进入液相（吸收液），难溶组分留在气相（尾气），从而实现混合气体分离的传质过程。
19. **解吸**：将吸收液中的溶质驱赶至气相的过程，与吸收相反，通过改变温度、压力等条件，使溶质从液相释放到气相，实现吸收剂再生。
20. **亨利定律**：在低压和一定温度下，稀溶液上方气相中溶质的平衡分压与液相中溶质的摩尔分数成正比，表达式为 $p_A = E x_A$ ，其中 E 为亨利系数，反映气体溶解度大小。
21. **吸收因子 (A)**：衡量吸收过程进行难易程度的参数，定义为 $A = L/KV$ ，其中 L 为液相流率， V 为气相流率， K 为相平衡常数。 A 越大，吸收效果越好。
22. **化学吸收**：溶质在液相中与吸收剂发生化学反应的吸收过程，可提高吸收速率和容量。
23. **气液相平衡**：气体与液体接触时，溶质在两相中传递达到动态平衡的状态，此时气相分压与液相浓度满足相平衡关系，是吸收过程的热力学基础。
24. **贫气吸收**：气体中溶质含量较低（通常摩尔分数 $< 10\%$ ）的吸收过程，可近似认为液相流率和气相流率恒定，适用于恒摩尔流假设。
25. **液液萃取**：利用溶质在两种互不相溶（或部分互溶）的液相中溶解度差异，将溶质从一相转移到另一相的分离过程，又称溶剂萃取。
26. **低温甲醇洗**：利用甲醇在低温条件下对 CO_2 、 H_2S 等酸性气体具有高溶解度的特性进行气体净化的物理吸收技术。
27. **超临界流体萃取 (SFE)**：以超临界状态（温度和压力超过临界值）的流体为溶剂，利用其高扩散性和溶解性提取溶质的技术，如用超临界 CO_2 萃取天然产物。
28. **反胶束萃取**：利用表面活性剂在有机溶剂中形成的反胶束（纳米级聚集体）溶解蛋白质等大分子的萃取方法，可保持生物活性。
29. **吸附**：流体（气体或液体）与固体多孔物质接触时，流体中的组分传递到多孔物质表面并附着形成单分子层或多分子层的过程，通过选择性累积实现混合物分离。
30. **吸附剂**：具有多孔结构和大比表面积，能选择性吸附流体中溶质的固体物质，如活性炭、沸石分子筛等。
31. **物理吸附**：由吸附质与吸附剂分子间范德华力引起的吸附，无化学键形成，可形成多分子层，吸附热小，可逆性强。
32. **化学吸附**：吸附质与吸附剂表面形成化学键的吸附，具有选择性，仅单分子层吸附，吸附热大，解吸困难。
33. **吸附平衡**：在一定条件下，吸附质在气液两相中的浓度不再变化的状态，此时气相分压与液相浓度满足相平衡关系，是吸附过程的热力学极限。
34. **变压吸附 (PSA)**：以压力为热力学参数，在等温条件下利用吸附量随压力变化实现分离的过程，如通过降压解吸再生吸附剂。
35. **固定床吸附器**：吸附剂固定填充于容器内，流体流过床层进行吸附的设备，结构简单，是工业常用的吸附装置，但需周期性再生。

36. **晶体**：原子、离子或分子按三维空间点阵规律排列形成的固体，具有规则几何外形和固定熔点，如食盐、金刚石。
37. **溶解度**：一定温度下，100 克溶剂中达到饱和状态时溶解的溶质质量，反映物质在溶剂中的溶解能力，与温度、溶剂性质相关。
38. **过饱和溶液**：溶质浓度超过饱和溶解度的溶液，是结晶的前提条件，可通过冷却、蒸发等方法制备。
39. **重结晶**：利用杂质和结晶物质在不同溶剂和不同温度下的溶解度不同，将晶体用合适的溶剂再次结晶，以获得高纯度的晶体的操作。
40. **冷却结晶**：通过降低温度使溶质溶解度下降形成过饱和溶液的结晶方法，适用于溶解度随温度变化大的体系。
41. **蒸发结晶**：通过蒸发部分溶剂使溶质浓度超过饱和溶解度的结晶方法，适用于溶解度随温度变化小的体系。
42. **晶种起晶法**：将溶液蒸发后冷却至亚稳定区的较低浓度，加入一定量和一定大小的晶种，使溶质在晶种表面生长。
43. **膜分离**：基于天然或人工合成的选择性透过膜，在外力（压力、浓度差等）驱动下，对混合物中不同组分进行分离、提纯的技术，核心是利用膜的孔径或化学特性差异实现物质分离。
44. **微滤（MF）**：利用孔径 0.1~10 μm 的多孔膜，在压力差（约 100kPa）驱动下，分离悬浮颗粒、细菌、胶体等微米级物质的膜分离过程。
45. **超滤（UF）**：采用孔径 1~100nm 的非对称膜，以 0.1~0.5MPa 压力差为推动力，分离蛋白质、胶体等大分子的膜技术，截留分子量通常大于 500。
46. **反渗透（RO）**：利用反渗透膜选择性的只透过溶剂（通常是水）的性质，对溶液施加压力克服溶剂的渗透压，使溶剂从溶液中透过反渗透膜而分离出来的过程。
47. **电渗析**：在直流电场作用下，利用离子交换膜的选择透过性（阳膜透阳离子、阴膜透阴离子），实现溶液脱盐或组分分离的过程。
48. **渗透汽化**：利用膜对组分的溶解 - 扩散差异，在膜两侧分压差驱动下，使液体混合物中易渗组分汽化透过膜，实现分离，能耗低于传统蒸馏。
49. **浓差极化**：在反渗透过程中，大部分溶质被截留，溶质在膜表面附近积累，因此从料液主体到膜表面建立起有浓度梯度的浓度边界层，溶质在膜表面的浓度高于它在料液主体中的浓度。
50. **分离最小功**：在恒温恒压下，将混合物可逆分离成目标产物所需的最小能量，标志分离过程的热力学极限，与组成、压力、温度相关。
51. **多效精馏**：将多个压力不同的精馏塔串联，利用高压塔顶蒸汽作为低压塔的再沸器热源，实现热量梯级利用，可节省 30%~50% 加热蒸汽。
52. **热泵精馏**：通过压缩机将塔顶低温蒸汽升温加压，作为塔底再沸器的热源，回收汽化潜热，降低能耗的节能技术。
53. **中间再沸器**：在精馏塔中部设置的再沸器，利用较低温热源加热液相，减少塔底高温热源的消耗，优化能耗分布。

五、简答题

1. 简述化工分离工程在化学工业中的重要地位。

答案：化工分离工程在化学工业中占据核心地位。一方面，它是化学工业生产的关键环节，原料需通过分离提纯达到反应要求，反应产物也依赖分离技术获得合格产品，例如石油化工中原油分馏得到各类油品；另一方面，分离过程能耗占比大，通常占整个生产过程能耗 40% 以上，优化分离过程对降低生产成本、实现节能降耗意义重大。此外，分离技术的发展推动化学工业进步，新分离技术的应用可提高产品质量和生产效率，助力开发新产品和新工艺。

2. 谈谈你对绿色分离工程的理解。

绿色分离工程是基于绿色化学理念，以降低能耗、减少污染、提高资源利用率为目标的分离技术体系。其核心在于通过优化分离流程、开发环境友好型介质（如离子液体、超临界流体）及高效节能设备，实现分离过程的可持续性。

与传统分离技术相比，绿色分离工程具有显著优势：一是采用低毒或无毒溶剂，避免挥发性有机物污染；二是通过膜分离、吸附分离等高效技术减少能量消耗，例如超临界 CO_2 萃取替代传统有机溶剂提取天然产物；三是注重过程集成与循环利用，如反应 - 分离耦合技术提升原子经济性。此外，其技术设计遵循“源头减排”原则，从分离介质选择到工艺参数优化均以环境负荷最小化为导向，广泛应用于化工、医药、食品等领域，推动产业向低碳、绿色方向转型。

3. 简述用郭氏法（简便计算）确定分离装置的独立变量数的步骤。

（1）按每一单相物流有 $(C+2)$ 个变量，计算由进料物流所确定的固定设计变量数。

（2）确定装置中具有不同压力的数目。

（3）上述两项之和即为装置的固定设计变量数。

（4）将串级单元数目、分配器的数目、侧线采出单元数目及传热单元数目相加，便是整个装置的可调设计变量。

4. 进行闪蒸计算之前，如何核实闪蒸问题是否成立？

第一步：假设闪蒸温度为进料的泡点温度，则 $K_{izi}=1$ ，若 $K_{izi}>1$ ，说明 $T>T_B$ ；

第二步：假设闪蒸温度为进料的露点温度，则 $(z_i/K_i)=1$ ，若 $(z_i/K_i)>1$ ，说明 $T<T_D$ ；只有当 $T_B<T<T_D$ 时，才构成闪蒸问题。

反之，若 $K_{izi}<1$ ，则为过冷液体；若 $(z_i / K_i)<1$ ，则为过热蒸汽。

5. 什么是清晰分割？什么情况下可以达到清晰分割？

清晰分割(sharpsplitorsharpseparation)：馏出液中除了重关键组分之外，没有其它重组分；釜液中除了轻关键组分之外，没有其它轻组分。

两个关键组分的相对挥发度相邻且分离要求严格，或非关键组分的相对挥发度与关键组分相差较大时，可以达到清晰分割。

6. 简述多组分精馏含量分布的特点

(1)关键组分的含量存在极大值；

(2)非关键组分通常是非分配组分即重组分只在塔底出现，轻组分只在塔顶出现；

(3)轻、重非关键组分分别在进料板上、下形成几乎的恒浓区；

(4)全部组分均存在进料板上，但不等于进料含量；

(5)塔内各组分的含量分布曲线在进料板处是不连续的。

7. 哪些场景会采用全回流？

（1）开车时，先全回流，待操作稳定后出料。

(2) 在实验室设备中, 研究传质影响因素。

(3) 工程设计中, 必须知道最少板数。

8. 简述恒沸精馏和萃取精馏的共同点和不同点。

共同点:

(1) 都加入另一组分 MSA。

(2) 使相对挥发度增大。

(3) 计算过程所用的基本关系都是物量衡算、热量衡算和相平衡关系。

不同点:

(1) 溶剂选择: 共沸精馏中所用 S 至少与分离物料中一个组分形成共沸物, 萃取精馏无此限制; 萃取剂种类多, 选择较容易。

(2) 能耗: 共沸精馏中 S 从塔顶蒸出, 消耗热能较大, 仅当共沸物中 S 甚少, 与 S 形成共沸物的组分在原料液中量也少时, 才有可能与萃取精馏的能耗相匹敌; 共沸精馏一般用于分离含量少的杂质, 萃取精馏适于分离含量大的混合物;

(3) 操作条件: 共沸精馏受共沸物组成限制, 操作条件苛刻; 萃取精馏易于控制操作;

(4) 在同样 P 下, 共沸精馏 T 较低, 故与萃取精馏相比更适合于分离热敏性物料。

(5) 共沸精馏既可连续操作, 也可用于间歇操作, 而萃取精馏只可用于连续操作;

(6) 共沸精馏适于脱除含量少的组分, 例如脱水; 萃取精馏常用于分离物性相似, 含量较大的物系。

从溶剂选择、能耗、操作条件等方面看, 萃取精馏更具优势!

9. 哪些体系采用萃取作为分离方法比蒸馏更有效或有利?

(1) 对有机或水溶液中的无机物质的分离;

(2) 被分离物质的浓度很低(如油脂中色素和激素);

(3) 高沸点低含量的物质的回收;

(4) 热敏性物质的回收;

(5) 对于依据混合物体系的化学性质而不是挥发度而进行分离的情况;

(6) 对于非常接近于冰点或沸点的液体的分离(可利用此时溶解度差异的增加);

(7) 共沸体系的分离。

10. 简述萃取剂的特点和选择要点

(1) 萃取剂应具备的特点

① 萃取剂中至少要有一个能与被萃物形成萃合物的官能团。常见的萃取官能团通常是一些包含 N、O、P、S 的基团。

② 萃取剂中还应包含具有较强亲油能力结构或基团, 如长链烃、芳烃等, 以利于萃取剂在稀释剂中的溶解, 并防止被萃相对它的溶解夹带损失。

(2) 萃取剂选择要点

① 选择性好表现为分离系数大。

② 萃取容量大表现为单位体积或单位质量溶解萃合物多。

③ 化学稳定性强耐酸碱、抗氧化还原、耐热、无腐蚀。

④ 易与原料液相分层不乳化、不产生第三相。

⑤ 易于反萃或分离便于萃取剂的重复利用。

⑥ 安全性好无毒或低毒、不易燃、难挥发、环保。

⑦经济性好成本低、损耗小。

11. 简述溶剂萃取的优缺点

优点

- (1) 仪器设备简单，操作方便；
- (2) 分离选择性高；
- (3) 应用范围广。既可以用于无机物萃取，又可用于有机物萃取。既可进行大量物质分离，又可用于微量组分的富集。
- (4) 处理量大，适合工业规模分离，易于实现连续自动操作。

缺点

- (1) 有机溶剂易挥发，多对人体有害
- (2) 手工操作比较麻烦，费时
- (3) 分离效率（柱效）不高。（比 LC 小 2—3 个数量级）

12. 简述超临界流体萃取的特点。

（1）优点：

- ①用超临界流体萃取具有与液体相近的溶解能力，比液体溶剂渗透快，渗透深，能更快达到萃取平衡。
- ②操作参数主要为压力和温度，比较容易控制。
- ③超临界流体萃取集精馏和液液萃取特点于一体，可能分离一些常规方法难以分离的物系。
- ④超临界流体可在常温下操作，故特别适合于热敏性、易氧化物质的提取和分离。

（2）缺点：

- ①高压下萃取，相平衡较复杂，物性数据缺乏；
- ②高压装置与高压操作，投资费用高，安全要求也高；
- ③超临界流体中溶质浓度相对还是较低，故需大量溶剂循环；
- ④超临界流体萃取过程固体物料居多，连续化生产较困难。

13. 如何判断一个吸附是物理吸附还是化学吸附？

（1）物理吸附热与冷凝热在一个数量级上，而化学吸附热与其反应热在一个数量级上；

（2）适宜温度和压力条件下，所有的气体—固体体系中都将发生物理吸附，而化学吸附只有当气体分子与吸附剂表面能形成化学键时才发生；

（3）物理吸附的吸附质分子可通过减小压力的方法较容易地解吸，而化学吸附的吸附质分子的解吸要困难得多，且容易发生变化；

（4）物理吸附可以是单分子层吸附也可以是多分子层吸附，而化学吸附通常只是单分子层吸附，某些情况下，化学吸附单分子层上还可能发生物理吸附；

（5）物理吸附瞬时发生，而化学吸附一般要达到一定的活化能后才发生。

14. 简述吸附质在吸附剂的多孔表面上被吸附的过程。

①吸附质从流体主体通过分子扩散与对流扩散穿过薄膜或边界层传递到吸附剂的外表面，称为外扩散过程。

②吸附质通过孔扩散从吸附剂的外表面传递到微孔结构的内表面，称为内扩散。

③吸附质沿孔表面的表面扩散。

④吸附质被吸附在孔表面上。

15. 什么是重结晶？简述重结晶的操作过程。

重结晶是利用杂质和结晶物质在不同溶剂和不同温度下的溶解度不同，将晶体用合适的溶剂再次结晶，以获得高纯度的晶体的操作。

操作过程：

- (1) 选择合适的溶剂；
- (2) 将经过粗结晶的物质加入少量的热溶剂中，并使之溶解；
- (3) 冷却使之再次结晶；
- (4) 分离母液；
- (5) 洗涤；

16. 简述反渗透浓差极化的负面影响

- (1) 降低了透水速率和膜系统的分离能力。
- (2) 边界层阻力要比膜阻力大得多，而且还会逐渐成为阻止渗透的主要阻力，因此会严重影响流体的透过速率。
- (3) 由于边界层的存在也增加了对溶剂及小分子溶质渗透的阻力，因此整个膜系统的分离能力受到很大的影响。

17. 简述减轻反渗透浓差极化的措施。

- (1) 预过滤能去除微粒状物质，降低待阻留溶质的浓度。
- (2) 采用逆洗（让逆流液以进料液相反得方向间歇地流入膜系统）
- (3) 超声波处理膜或进料液（促进溶质的均匀扩散）
- (4) 增加液体的湍流程度（在进料通道口设置静态搅拌器、金属管或流化床等均可增加液体的湍流程度）
- (5) 改变操作方式（切向流式或错流过滤）
- (6) 改善膜的性能

18. 简述节能的基本经验法则：

- (1) 分离同样量的物质，机械分离过程需要的能量比传质分离过程要小得多，所可将机械分离过程作为预处理。
- (2) 优先使浓度低的组分发生相变；
- (3) 优先选择分离因子高的方案；
- (4) 优先选用能量分离剂；
- (5) 优先选用相变潜热较低的分离剂；
- (6) 平衡分离过程能耗小于速率分离过程；
- (7) 避免过度分离；
- (8) 适当多地采用多级或组合分离；
- (9) 避免组分或温度不同的物流相混；
- (10) 避免或缩短不稳定操作；
- (11) 加热或冷却时温度不要太高或太低；
- (12) 温度尽量不要远离开常温；
- (13) 分清热源与冷源的品位，合理使用；
- (14) 避免排出大量过冷或热的物流，再循环利用；
- (15) 注重换热器的开发；
- (16) 如设备压力降为主要能耗时，在设备上改进，以降低设备能耗。

19. 简述结晶分离操作的优点和缺点。

优点：

- (1) 分离效率高：能获得纯度超 99% 的晶体，杂质因溶解度差异或晶格排斥难以进入晶体结构。
- (2) 条件温和：低温操作，适合热敏性物质（如生物制品），无需强腐蚀试剂或高压环境，设备要求低。

(3) 能耗较低：相比蒸馏等需大量汽化的操作更节能，蒸发结晶可结合余热回收降低能耗。

(4) 产物易处理：晶体规则便于过滤、洗涤和干燥，粒度与形态可通过温度、搅拌等参数调控。

(5) 应用广泛：适用于化工提纯无机盐 / 有机物、食品生产蔗糖 / 味精、医药分离活性物质等领域。

缺点：

(1) 溶解度依赖：仅适用于溶解度随温度 / 浓度变化显著的体系，对变化小的物质分离效果差。

(2) 操作周期长：晶体生长过程耗时较长，可能影响生产效率。

(3) 过饱和风险：需控制条件（如添加晶种）防止过饱和度过高导致爆晶，影响纯度和粒度。

20. 简述化工分离过程节能的基本原理，常见的节能途径有哪些？

答案：化工分离过程节能的基本原理主要基于热力学分析和有效能利用。分离过程本质上是一个消耗能量以增加系统有序性的过程，节能就是通过减少不可逆因素、合理利用能量来降低能耗。例如，减少过程中的温差、压差，避免不必要的能量降级，提高能量的利用效率。常见的节能途径包括：① 采用高效分离技术，如新型精馏塔板、膜分离技术等，这些技术能提高分离效率，降低分离所需的理论级数，从而减少能耗；② 优化工艺流程，通过合理安排分离顺序、采用耦合技术（如反应 - 分离耦合、吸收 - 解吸耦合），避免重复分离和能量浪费；③ 回收和利用余热，将高温物流的热量回收用于预热低温物流，或用于其他需要热量的环节；④ 改进操作条件，合理控制操作压力、温度、流量等参数，使分离过程在更节能的工况下运行；⑤ 采用热泵技术，通过消耗少量高品位能量，将低品位热能提升为高品位热能用于分离过程，提高能量利用率。

21. 说明影响结晶过程的主要因素。

答案：结晶过程受到多种因素的影响。首先是溶液的过饱和度，过饱和度越高，晶核生成速率越快，但晶体颗粒会变小。其次是温度，温度变化会影响溶液溶解的度，降温结晶是常见的方法之一。此外，溶液的搅拌强度会影响晶体的生长环境，搅拌过强可能导致晶体破碎。溶剂的性质也很重要，不同的溶剂对溶质的溶解度不同，会影响结晶效果。最后，杂质的存在会干扰晶核的形成和晶体的生长，可能使晶体形状不规则或影响纯度。因此，在实际操作中需要综合考虑这些因素，以优化结晶过程。

22. 简述吸收剂选择的主要原则。

答案：吸收剂选择需遵循以下原则：一是对溶质要有较大的溶解度，这样能在单位体积吸收剂中溶解更多溶质，提高吸收效率；二是要有良好的选择性，即对溶质的溶解度远大于对混合气体中其他组分的溶解度，以实现有效分离；三是吸收剂的挥发度要低，避免在吸收过程中自身挥发混入气相，造成损失和污染；四是应具有较低的黏度，利于气液传质和流动，降低输送能耗；五是化学稳定性要好，不易分解、聚合或与其他物质发生副反应，确保吸收剂可循环使用；六是价格低廉、来源广泛且无毒无害，以降低生产成本和满足环保要求。

23. 分析吸收填料塔塔顶尾气中溶质含量超标可能的原因。

答案：吸收塔塔顶尾气中溶质含量超标可能有以下原因：一是吸收剂用量不足，导致气液接触不充分，传质推动力小，溶质未能被充分吸收；二是吸收剂的吸收能力下降，如吸收剂老化、被污染或浓度降低，使其对溶质的溶解度减小；三是

操作温度过高，对于物理吸收，温度升高会降低溶质在吸收剂中的溶解度，不利于吸收；四是操作压力过低，压力不足会使气相中溶质分压降低，减小传质推动力；五是气液流速不合理，气体流速过快，气液接触时间短，传质不充分；液体流速过慢，不能有效覆盖填料表面，影响传质效果；六是填料层堵塞或损坏，使气液接触面积减小，传质效率降低；七是吸收塔设备存在泄漏，外界空气进入或塔内气体泄漏，影响吸收过程正常进行。

24. 简述几种空气分离的方法及其原理。

(1) 低温精馏法（深度冷冻法）

原理：利用空气中各组分沸点差异（如氧气沸点 -183°C ，氮气 -196°C ），先将空气压缩、冷却至液态，再通过精馏塔进行多次汽化和冷凝。低沸点的氮气先汽化从塔顶排出，高沸点的氧气在塔底富集，从而实现分离。

特点：技术成熟，可大规模生产高纯度气体（氧纯度 $\geq 99.5\%$ ），但能耗高、设备复杂，适用于空分装置。

(2) 变压吸附法（PSA）

原理：利用吸附剂（如分子筛）对不同气体的吸附能力随压力变化的特性。加压时，吸附剂选择性吸附氮气、二氧化碳等，氧气作为非吸附组分被分离；减压时，吸附剂解吸释放氮气，实现循环操作。

特点：能耗较低、设备紧凑、启动快，适合中小规模制氧（纯度 $90\%\sim 95\%$ ），广泛应用于医疗、冶金等领域。

(3) 膜分离法

原理：基于气体分子通过膜的渗透速率差异。空气中的氧气、氮气等组分在压力驱动下，因分子大小、极性不同而透过膜的速率不同（如氧气透过率高于氮气），从而实现分离。

特点：装置简单、无运动部件、能耗低，但分离纯度有限（氧纯度通常 $\leq 90\%$ ），适用于小型制氧（如家庭氧疗、工业助燃）。

25. 简述分离工程在以煤为原料合成氨生产过程中应用。

(1) 合成气净化：煤气化生成的合成气含 CO 、 H_2 、 CO_2 及 H_2S 等，需通过低温甲醇洗或热钾碱法脱除 CO_2 和 H_2S ，利用氧化锌脱硫去除残余硫化物，防止催化剂中毒。

(2) 一氧化碳变换与脱碳： CO 变换生成 H_2 和 CO_2 后，采用变压吸附（PSA）或膜分离脱除 CO_2 ，富集高纯度 H_2 ，为氨合成提供原料。

(3) 氨合成与产物分离：合成氨反应后，利用 NH_3 与 N_2 、 H_2 的沸点差异，通过冷凝分离使 NH_3 液化，未反应气体循环利用。

(4) 循环气精制：采用深冷分离或膜分离脱除循环气中积累的惰性气体（如 CH_4 、 Ar ），并通过分子筛吸附干燥原料气，保障系统稳定运行。分离技术的应用实现了杂质脱除、原料循环及产物高效回收，提升工艺经济性。

六、其他题型

推导题：

Fenske（芬斯克）方程

克雷姆塞尔方程推导

计算题

设计变量、精馏、吸收