

湖南省高等教育自学考试

课程考试大纲

生化分离工程

(课程代码: 05972)

湖南省教育考试院组编
2016 年 12 月

高等教育自学考试课程考试大纲

课程名称：生化分离工程

课程代码：05972

第一部分 课程性质与目标

一、课程性质与特点

生化分离工程是高等教育自学考试生物工程（本科）专业的专业核心课程。它是为了培养和检验考生对于生化分离技术的基本知识和基本技能而设置的一门专业课程。

生物物质分离工程是生化工程的重要组成部分，主要讲述生物活性物质的各种分离纯化技术，是生物技术转化为生产力不可缺少的环节，其技术的进步程度对保持和提高各国在生物技术领域内的经济竞争力至关重要。因此，生物工程及其相关专业的学生了解和掌握基本的生化分离技术知识十分必要。通过本课程的学习，使考生熟悉传统生物分离纯化技术的基本理论知识及其应用，为生物工程及其相关专业的学生进行产品的技术开发和工程应用奠定坚实的理论基础。

二、课程目标与基本要求

课程目标：通过本课程的学习，使考生能够掌握生化分离技术的基本概念和基本原理，并且能够应用分离纯化技术对不同的产品进行简单的工艺流程设计。

基本要求：本课程要求考生掌握固液分离技术、初步分离纯化技术、高度分离纯化技术和成品加工技术的基本概念、原理、方法及其应用。

三、与本专业其他课程的关系

生化分离工程为生物产品的下游加工过程，本课程的先修课程为发酵工程和酶工程。

第二部分 考核内容与考核目标

第一章 绪论

一、学习目的与要求

通过本章的学习，要求重点掌握生物技术下游加工过程的特点、一般步骤、选择准则和发展动向，了解生物技术下游加工过程的沿革。

二、考核知识点与考核目标

（一）生物技术下游加工过程的特点和一般步骤（重点）

识记：1. 生物技术下游加工过程的一般步骤；2. 单元操作

理解：生物技术下游加工过程的特点

（二）生物技术下游加工过程的选择准则和发展动向（次重点）

理解：1. 生物技术下游加工过程的选择准则；2. 生物技术下游加工过程

的发展动向

(三) 生物技术下游加工过程的沿革 (一般)

识记: 生物技术下游加工过程的不同沿革时期的产品

第二章 提取、分离和精制过程中蛋白质活性的稳定性和保存

一、学习目的与要求

具有生物活性形式的蛋白质的分离被认为是一项极其困难的工作, 因此目前有必要对蛋白质的结构及其失活机理进行深入的研究, 这将对提高目标蛋白质的收率、降低生产成本具有重要的实用价值。通过本章的学习, 要求了解蛋白质的三维结构、失活和对策。

二、考核知识点与考核目标

(一) 蛋白质失活的对策 (重点)

识记: 蛋白质失活时结构的变化

理解: 细菌、水分、光和空气对蛋白质变性的影响

应用: 蛋白质的保存

(二) 蛋白质的失活 (重点)

识记: 非共价过程导致的失活

理解: 共价过程中导致的失活

(三) 蛋白质的三维结构 (一般)

识记: 蛋白质的组织层次

第三章 发酵液的预处理和菌体的回收

一、学习目的与要求

生化产品加工的第一步是进行培养液的预处理和菌体回收。通过本章的学习, 要求掌握发酵液预处理的具体方法、悬浮液分离方法和分类, 了解发酵液的基本特性、预处理的目的是和过滤法。

二、考核知识点与考核目标

(一) 发酵液预处理的具体方法、固液分离过程 (重点)

识记: 1. 凝聚和絮凝的定义、凝聚剂和絮凝剂的种类; 2. 固液分离过程的分类

理解: 发酵液预处理的具体方法

应用: 发酵液的预处理和菌体的回收

(二) 悬浮液预处理的目的是和过滤法 (次重点)

识记: 1. 过滤器的类型; 2. 错流过滤的概念

理解: 1. 悬浮液预处理的目的是; 2. 错流过滤的优点

(三) 悬浮液的基本特性 (一般)

识记: 悬浮液的组成

第四章 细胞的破碎与分离

一、学习目的与要求

为了回收和提纯胞内产品，必须用破碎细胞的办法将它们从胞内释放到周围环境，然后进行分离纯化。通过本章的学习，要求掌握常用的细胞破碎方法及其原理，了解细胞壁的结构和化学组成以及细胞破碎率的测定方法。

二、考核知识点与考核目标

（一）细胞破碎的方法（重点）

识记：1. 机械的细胞破碎在工业上常用的两种方法；2. 非机械常用的方法；3. 化学法进行细胞破碎常用的化学试剂

理解：1. 机械的细胞破碎方法的缺点；2. 各种细胞破碎方法的原理

应用：破碎细胞

（二）细胞破碎率的测定方法（次重点）

识记：破碎率的计算公式

应用：细胞破碎率

（三）细胞壁结构和化学组成（一般）

识记：细菌、真菌和酵母以及藻类细胞壁的结构和化学组成

第五章 离心分离

一、学习目的与要求

悬浮液的固液分离是生物产品生产过程中的重要操作之一，离心分离是利用惯性离心力和物质的沉降系数或浮力密度的不同而进行的一项分离操作。通过本章的学习，要求掌握离心沉降的原理和设备、超离心法，了解离心机的选用及其在生物工业上的应用。

二、考核知识点与考核目标

（一）离心沉降和超离心（重点）

识记：1. 离心分离因数的概念、离心沉降的设备；2. 超离心法的定义和分类

理解：离心沉降的原理

应用：悬浮液的固液分离

（二）离心过滤（次重点）

识记：离心过滤的设备

理解：离心过滤的原理

应用：悬浮液的固液分离

（三）离心机的选用（一般）

识记：各种离心机的操作性能比较

应用：离心机在生物工业上的应用

第六章 膜分离过程

一、学习目的与要求

膜分离技术已被国际上公认为 21 世纪中期最有发展前途的重大生产技术，是世界各国研究的热点。通过本章的学习，要求掌握膜分离过程的类型、表征膜性能的参数、浓差极化和膜的污染，了解膜分离技术的应用。

二、考核知识点与考核目标

（一）膜分离过程的类型、浓差极化和膜的污染（重点）

识记：1. 膜分离过程的类型；2. 浓差极化的概念；3. 膜的劣化

理解：1. 微滤、超滤和反渗透的异同点；2. 膜污染的预防和控制、膜的清洗

应用：各种物质的膜分离

（二）膜及其组件（次重点）

识记：1. 水通量、截留分子量的概念；2. 膜组件的形式

理解：各种膜组件的优缺点

（三）膜分离技术发展的历史及应用（一般）

识记：膜分离技术发展的历史

应用：膜分离技术的广泛应用

第七章 纳米膜过滤技术

一、学习目的与要求

近年来国外开发的纳米膜过滤技术在食品工业、生物化工、医药及水处理等很多方面有很好的应用前景。通过本章的学习，要求掌握纳米过滤的定义、特点，了解纳米膜过滤技术的应用。

二、考核知识点与考核目标

（一）纳米过滤（重点）

识记：纳米过滤的概念

理解：纳米过滤的特点

（二）纳米膜过滤技术的应用（次重点）

应用：水的纳米膜过滤软化流程

（三）纳米膜的污染及解决方法（一般）

理解：纳米膜污染的主要影响因素

应用：去除纳米膜污染的方法

第八章 膜亲和过滤法

一、学习目的与要求

耦合膜技术集成化已成为膜工业及研究领域一个重要的研究方向，膜亲和过滤法把膜分离和亲和色谱两种技术有机地结合，充分发挥各个单元操作的特点。通过本章的学习，要求掌握亲和膜分离技术的基本过程和亲和膜过滤的关键问题，

了解亲和膜的制备、亲和膜分离技术的应用和亲和膜过滤的特点及应用。

二、考核知识点与考核目标

（一）亲和膜分离技术的基本过程、亲和膜过滤的关键问题（重点）

识记：亲和载体的概念

理解：亲和膜的分离过程

（二）亲和膜的制备、亲和膜过滤的特点（次重点）

理解：1. 亲和膜过滤的优缺点；2. 亲和膜的制备方法

（三）亲和膜分离技术和亲和膜过滤的应用（一般）

理解：亲和膜过滤的应用

应用：IgG 的亲和膜分离

第九章 渗透蒸发

一、学习目的与要求

渗透蒸发是一种具有独特分离性能和节能性能的分离方法。通过本章的学习，要求掌握渗透蒸发的定义、特点和渗透蒸发膜的分类，了解渗透蒸发过程及其影响因素和渗透蒸发的应用。

二、考核知识点与考核目标

（一）渗透蒸发和渗透蒸发膜（重点）

识记：1. 渗透蒸发的定义；2. 渗透蒸发膜的分类

理解：渗透蒸发的特点

（二）渗透蒸发过程及其影响因素（次重点）

理解：操作条件对分离过程的影响

（三）渗透蒸发的应用（一般）

应用：乙醇的渗透蒸发

第十章 溶剂萃取

一、学习目的与要求

被誉为现代分离能手的溶剂萃取是现代分离技术中的一种，在生物物质的分离和纯化中居于重要地位。通过本章的学习，要求掌握液液萃取的定义、萃取过程的理论基础、乳化和去乳化及萃取方式，了解溶剂萃取的应用和离子对/反应萃取。

二、考核知识点与考核目标

（一）液液萃取、萃取过程的理论基础、乳化和去乳化（重点）

识记：1. 液液萃取的定义；2. 乳化、乳状液的类型

理解：1. 分配定律；2. 乳状液的消除

应用：从发酵液或生物反应液中萃取产物

（二）萃取方式（次重点）

- 识记：1. 多级错流萃取；2. 多级逆流萃取
理解：1. 微分萃取；2. 分馏萃取
(三) 溶剂萃取的应用和离子对/反应萃取（一般）
理解：离子对/反应萃取
应用：青霉素的萃取

第十一章 反胶束萃取和浊点萃取

一、学习目的与要求

反胶束萃取和浊点萃取在生物技术等许多领域具有相当大的应用潜力。通过本章的学习，要求掌握反胶束溶液形成的条件和特性、反胶束萃取体系及其操作和反胶束萃取蛋白质的应用，了解反胶束萃取的原理及其新进展、浊点萃取技术。

二、考核知识点与考核目标

- (一) 反胶束溶液形成的条件和特性、反胶束萃取体系及其操作（重点）
识记：1. 反胶束的定义；2. 表面活性剂的组成；3. 临界胶束浓度的概念
理解：1. 胶束和反胶束形成的条件和结构
2. 影响反胶束萃取蛋白质的主要因素
(二) 反胶束萃取蛋白质的原理和应用（次重点）
理解：反胶束萃取蛋白质的原理
应用：蛋白质的萃取分离、酶的固定化
(三) 反胶束萃取蛋白质技术研究的新进展和浊点萃取技术（一般）
识记：浊点萃取的概念
应用：反胶束萃取技术与其他方法相结合

第十二章 双水相萃取

一、学习目的与要求

基因工程产品的商业化迫切需要开发适合大规模生产的、经济简便的、快速高效的分离纯化技术，其中双水相萃取是十分引人注目的、极有前途的新型分离技术。通过本章的学习，要求掌握双水相系统的类型、影响物质分配平衡的因素，了解双水相萃取技术的发展趋势。

二、考核知识点与考核目标

- (一) 双水相体系、影响物质分配平衡的因素（重点）
识记：双水相系统的类型
理解：1. 双水相的相图；2. 影响物质在双水相系统中分配的因素
(二) 双水相的形成（次重点）
理解：双水相的形成原理
(三) 双水相系统的应用、双水相萃取技术的发展趋势（一般）
理解：双水相技术和相关技术集成化

应用：蛋白质的分离纯化

第十三章 超临界流体萃取法

一、学习目的与要求

超临界流体萃取技术在分离高经济价值的产品有广阔的应用前景。通过本章的学习，要求掌握超临界流体萃取的基本原理、过程及其优缺点，了解超临界流体萃取的应用和今后的主要研究方向。

二、考核知识点与考核目标

（一）超临界流体萃取的基本原理和过程（重点）

识记：夹带剂的定义

理解：1. 超临界流体的性质；2. 超临界流体萃取的基本原理；3. 超临界流体萃取的基本过程

（二）超临界流体萃取的优缺点（次重点）

理解：超临界流体萃取的优点和缺点

（三）超临界流体萃取的应用和今后的主要研究方向（一般）

理解：超临界流体萃取今后的主要研究方向

应用：生物工业中的应用

第十四章 液膜分离法

一、学习目的与要求

液膜分离法能够从含有多种产物的发酵液中高效分离目标产物，萃取和反萃取同时进行，显著提高分离和浓缩效果。通过本章的学习，要求掌握液膜及其分类、液膜分离的操作过程，了解影响液膜分离效果的因素、液膜分离的机理和应用。

二、考核知识点与考核目标

（一）液膜的组成和分类、液膜分离的操作过程（重点）

识记：1. 液膜的组成和分类；2. 流动载体的定义

理解：1. 流动载体具备的条件；2. 液膜分离的操作过程

（二）影响液膜分离效果的因素、液膜分离的机理（次重点）

理解：1. 影响液膜分离效果的因素；2. 无流动载体和有流动载体液膜分离机理

（三）液膜分离技术的应用（一般）

应用：发酵液产物分离

第十五章 泡沫分离法

一、学习目的与要求

随着工业的发展，特别是对环境保护的普遍重视和资源的综合利用的要求，泡沫分离的研究工作不断扩大范围，其工业应用将越来越多。通过本章的学习，要求掌握泡沫分离及其基本原理、影响泡沫分离的因素，了解泡沫分离的操作方式和应用。

二、考核知识点与考核目标

（一）泡沫分离及其基本原理、影响泡沫分离的因素（重点）

识记：泡沫分离的定义

理解：1. 泡沫分离技术的基本原理；2. 影响泡沫分离的因素

（二）泡沫分离的应用（次重点）

理解：泡沫分离的主要缺点

应用：全细胞、蛋白质和酶的分离

（三）泡沫分离的操作方式（一般）

理解：间歇式和连续式泡沫分离

第十六章 沉淀法

一、学习目的与要求

沉淀法是一个广泛应用于生物产品下游加工过程的单元操作。通过本章的学习，要求掌握蛋白质沉淀的方法及原理，了解蛋白质的溶解特性、蛋白质胶体溶液的稳定性和亲和沉淀。

二、考核知识点与考核目标

（一）蛋白质沉淀的方法及原理（重点）

识记：1. 蛋白质沉淀的方法；2. K_s 分级和 β 分级盐析法的定义

理解：1. 结晶与沉淀的异同点；2. 各种不同蛋白质沉淀方法的原理

应用：各种蛋白质的沉淀

（二）蛋白质胶体溶液的稳定性和亲和沉淀（次重点）

识记：亲和沉淀

理解：蛋白质分子在溶液中的稳定性理论

（三）蛋白质的溶解特性（一般）

识记：不同氨基酸的疏水性和亲水性

第十七章 吸附和离子交换

一、学习目的与要求

在酶、蛋白质、抗生素、氨基酸等产物的分离精制中，可应用选择性吸附的方法；在生物产品的生产中，常用各类吸附剂进行脱色、去热原等杂质。通过本章的学习，要求掌握吸附过程的理论基础和离子交换吸附，了解固定床吸附、膨胀床吸附和其他吸附方式。

二、考核知识点与考核目标

（一）吸附过程的理论基础和离子交换吸附（重点）

识记：1. 吸附的类型；2. 吸附等温线的定义；3. 离子交换树脂的组成和类型

（二）固定床吸附、膨胀床吸附（次重点）

识记：固定床吸附的定义

理解：膨胀床吸附的操作步骤

应用：抗生素等小分子物质和蛋白质类生物大分子

（三）其他吸附（一般）

理解：免疫吸附、固定金属亲和吸附、羟基磷灰石和磷酸钙凝胶吸附

第十八章 色层分离法

一、学习目的与要求

色层分离是一种条件温和、能分离物化性能差别很小的一组化合物的重要分离技术，目前几乎在所有的领域中都涉及色层分离法及相关技术的应用。通过本章的学习，要求掌握色层分离的基本概念及其分类、色谱展开技术、凝胶过滤色层分离法、离子交换色层分离法、疏水作用色层分离法、亲和色层分离法，了解聚焦色层分离法等各类不同分离机制的色层分离法。

二、考核知识点与考核目标

（一）色层分离中的基本概念及其分类、色谱展开技术、凝胶过滤和亲和色层分离法（重点）

识记：1. 色层分离法的概念；2. 阻滞因子的定义

理解：1. 色谱展开技术；2. 凝胶过滤色层分离法的原理；3. 亲和色层分离法的原理

应用：蛋白质生物大分子的分级分离、脱盐和单克隆抗体的分离纯化

（二）疏水作用和离子交换色层分离法（次重点）

识记：离子交换色层分离法的洗脱方式

理解：1. 疏水作用色层分离法的原理和影响疏水作用的参数；2. 离子交换色层分离法的原理和特点

应用：离子交换色层分离法的应用

（三）色层分离法的产生和发展、聚焦色层分离法、正相与反相层析（一般）

识记：色层分离法的沿革

理解：1. 聚焦色层分离法的原理；2. 正相与反相层析的区别

应用：高效液相色谱

第十九章 电泳

一、学习目的与要求

电泳为生物物质的分离提供了一个有效而且多功能的方法。由于制备电泳具有分辨率高和能够保持产物生物活性的特点，因此愈来愈受到人们的重视。通过本章的学习，要求掌握影响电泳迁移率的因素、电泳的类型、SDS-聚丙烯酰胺电泳和二维电泳，了解动电现象。

二、考核知识点与考核目标

（一）影响电泳迁移率的因素和电泳的类型（重点）

识记：电泳的类型

理解：影响电泳迁移率的因素

（二）SDS-聚丙烯酰胺电泳和二维电泳（次重点）

识记：二维电泳的定义

理解：SDS-聚丙烯酰胺电泳的基本原理

应用：复杂蛋白质的分离

（三）动电现象（一般）

识记：动电现象及其类型

第二十章 重组蛋白包含体体外复性

一、学习目的与要求

随着基因工程技术的迅猛发展，医药和现代工业领域越来越多地通过蛋白质的异源表达来为临床和工业生产提供蛋白质和多肽产品。重组蛋白包含体是蛋白质原核表达后重要而复杂的存在形式，包含体由于没有完全正确的天然态结构，不具有生物学活性，必须经过分离、体外复性、纯化等工艺才能变成有生物学功能的产品。通过本章的学习，要求掌握包含体的特性和体外复性的方法，了解包含体的形成和复性的影响因素。

二、考核知识点与考核目标

（一）包含体的复性方法（重点）

识记：包含体的复性方法

应用：如何进行复性操作

（二）包含体的特性（次重点）

识记：包含体的定义

理解：包含体的特性

（三）包含体的形成和复性的影响因素（一般）

理解：1. 包含体的形成原因；2. 包含体复性的影响因素

第二十一章 结晶

一、学习目的与要求

结晶是人们所知的最古老的化学工艺过程之一。很多化学工业过程，在生产中的某些阶段，利用这一单元操作来生产、纯化或回收固体物质。在生物技术领域中结晶的重要性与日俱增。通过本章的学习，要求掌握结晶的基本原理，了解重结晶和结晶技术的进展。

二、考核知识点与考核目标

（一）结晶的基本原理（重点）

识记：溶液的过饱和度

理解：1. 过饱和溶液的形成方法；2. 晶核的形成

（二）重结晶（次重点）

识记：重结晶的概念

（三）结晶技术的进展（一般）

应用：分批冷却结晶山梨醇

第二十二章 成品干燥

一、学习目的与要求

成品干燥是生化分离产品的最后一个单元操作，目的是减少物质中的水含量，使物料便于储存、运输和使用。通过本章的学习，要求掌握喷雾干燥和升华干燥，了解生物产品的干燥方法。

二、考核知识点与考核目标

（一）喷雾干燥和升华干燥（重点）

识记：升华干燥的定义

理解：1. 喷雾干燥的雾化方法；2. 升华干燥处理物料和特殊的保护介质

应用：升华干燥细胞和酵母

（二）生物产品的干燥方法（次重点）

识记：生物产品的干燥方法

（三）组合干燥（一般）

识记：组合干燥

第三部分 有关说明与实施要求

一、考核的能力层次表述

本大纲在考核目标中，按照“识记”、“理解”、“应用”三个能力层次规定其应达到的能力层次要求。各能力层次为递进等级关系，后者必须建立在前者的基础上，其含义是：

识记：能知道有关的名词、概念、知识的含义，并能正确认识和表述，是低层次的要求。

理解：在识记的基础上，能全面把握基本概念、基本原理、基本方法，能掌

握有关概念、原理、方法的区别与联系，是较高层次的要求。

应用：在理解的基础上，能运用基本概念、基本原理、基本方法联系学过的多个知识点分析和解决有关的理论问题和实际问题，是最高层次的要求。

二、教材

指定教材：生物物质分离工程，严希康，化学工业出版社，2010 年版

三、自学方法指导

1. 在开始阅读指定教材某一章之前，先翻阅大纲中有关这一章的考核知识点及对知识点的能力层次要求和考核目标，以便在阅读教材时做到心中有数，有的放矢。
2. 阅读教材时，要逐段细读，逐句推敲，集中精力，吃透每一个知识点，对基本概念必须深刻理解，对基本理论必须彻底弄清，对基本方法必须牢固掌握。
3. 在自学过程中，既要思考问题，也要做好阅读笔记，把教材中的基本概念、原理、方法等加以整理，这可从中加深对问题的认知、理解和记忆，以利于突出重点，并涵盖整个内容，可以不断提高自学能力。
4. 完成书后作业和适当的辅导练习是理解、消化和巩固所学知识，培养分析问题、解决问题及提高能力的重要环节，在做练习之前，应认真阅读教材，按考核目标所要求的不同层次，掌握教材内容，在练习过程中对所学知识进行合理的回顾与发挥，注重理论联系实际和具体问题具体分析，解题时应注意培养逻辑性，针对问题围绕相关知识点进行层次（步骤）分明的论述或推导，明确各层次（步骤）间的逻辑关系。

四、对社会助学的要求

1. 应熟知考试大纲对课程提出的总要求和各章的知识点。
2. 应掌握各知识点要求达到的能力层次，并深刻理解对各知识点的考核目标。
3. 辅导时，应以考试大纲为依据，指定的教材为基础，不要随意增删内容，以免与大纲脱节。
4. 辅导时，应对学习方法进行指导，宜提倡“认真阅读教材，刻苦钻研教材，主动争取帮助，依靠自己学通”的方法。
5. 辅导时，要注意突出重点，对考生提出的问题，不要有问即答，要积极启发引导。
6. 注意对考生能力的培养，特别是自学能力的培养，要引导考生逐步学会独立学习，在自学过程中善于提出问题，分析问题，做出判断，解决问题。
7. 要使考生了解试题的难易与能力层次高低两者不完全是一回事，在各个能力层次中会存在着不同难度的试题。
8. 助学学时：本课程共 6 学分，建议总课时 108 学时，其中助学课时分配如下：

章 次	内 容	学 时
第一章	绪论	4

第二章	提取、分离和精制过程蛋白质活性的稳定性和保存	4
第三章	发酵液的预处理和菌体的回收	4
第四章	细胞的破碎与分离	4
第五章	离心分离	4
第六章	膜分离过程	6
第七章	纳米膜过滤技术	4
第八章	膜亲和过滤法	4
第九章	渗透蒸发	4
第十章	溶剂萃取	8
第十一章	反胶束萃取和浊点萃取	4
第十二章	双水相萃取	4
第十三章	超临界流体萃取法	4
第十四章	液膜分离法	4
第十五章	泡沫分离法	6
第十六章	沉淀法	8
第十七章	吸附和离子交换	8
第十八章	色层分离法	10
第十九章	电泳	4
第二十章	重组蛋白包含体体外复性	4
第二十一章	结晶	4
第二十二章	成品干燥	2
合 计		108

五、关于命题考试的若干规定

1. 本大纲各章所提到的内容和考核目标都是考试内容。试题覆盖到章，适当突出重点。
2. 试卷中对不同能力层次的试题比例大致是：“识记”为 40%、“理解”为 40%、“应用”为 20%。
3. 试题难易程度应合理：易、较易、较难、难比例为 2：3：3：2。
4. 每份试卷中，各类考核点所占比例约为：重点占 60%，次重点占 30%，一般占 10%。
5. 试题类型一般分为：单项选择题、填空题、名词解释题、简答题、论述题。
6. 考试采用闭卷笔试，考试时间 150 分钟，采用百分制评分，60 分合格。

六、题型示例（样题）

一、单项选择题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，请将其选出并将“答题卡”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

1. 聚丙烯酰胺可以应用在发酵液的预处理中，它在这里属于

- A. 凝聚剂 B. 絮凝剂 C. 助滤剂 D. 凝固剂

二、填空题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 超临界流体的密度通过_____和_____进行调节。

三、名词解释题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 反胶束

四、简答题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 液膜分离操作过程分为哪几个阶段？

五、论述题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 膜污染由哪些途径造成？防止膜污染的方法有哪些，对于已污染的膜如何清洗使其恢复膜原有的性能？