**湖北省高等教育自学考试课程考试大纲**

**课程名称：油层物理 课程代码：02163**

**第一部分课程性质与目标**

**一、课程性质与特点**

《油层物理》是石油工程类专业的专业基础课，是石油工程类专业大学生在大学学习期间所接触到的最重要的基础课程。本课程教给学生石油工程类专业的基本理论与研究方法，为学习后续课程和相关课程打下基础。本课程内容主要分为油气藏流体的化学组成与性质、油气藏烃类的相态、储层流体的高压物性、储层多孔介质的孔隙特性、储层岩石的流体渗透性、储层岩石中的界面现象与润湿性、储层多孔介质中的毛细管压力及毛细管压力曲线、孔隙介质中多相渗流特性与相对渗透率曲线等几个重要组成部分。

**二、课程目的与基本要求**

本课程为海洋油气工程、石油工程、油气储运工程、地质工程等石油工程类专业基础课程。旨在通过学习和实验，掌握油层物理学基础理论、基本知识及石油工程所涉及的最基本的技能。通过本课程的学习，使学生在油气钻井工程、采油工程、油藏工程、储层评价等方面具备一定的理论基础与基本知识，为学习专业课程打下必要的基础。

**三、本课程与其他学科及相关课程的关系**

对于石油工程类的其他学科，如地质工程、油田化学、油气储运工程、海洋油气工程等，油层物理学基础知识是必要的研究基础和前提。无论是石油地质工作者，还是油藏开发工作者，都必须具备扎实油层物理学知识，学会地下油气的性质特征才能保证工作顺利进行，保证成果和方案的准确性和可靠性。因此，油层物理学基础知识是构筑各相关专业知识的基石，是做好本专业工作的保证。

《油层物理学》课程内容主要涉及储层流体的物化性质（油气藏流体的化学组成与性质、天然气的高压物理性质、油气藏烃类的相态和汽液平衡、储层流体的高压物性），储层岩石的物理特性（储层多孔介质的孔隙特性、储层岩石的流体渗透性），储层中多相流体的渗流机理（储层岩石中的界面现象与润湿性、储层多孔介质中的毛细管压力及毛细管压力曲线、孔隙介质中多相渗流特性与相对渗透率曲线）。因此，该课程是后续相关专业基础课的先导课程。在完成该课程的学习基础上，可以相继深入学习渗流力学、油藏工程、钻井工程、采油工程、提高采收率原理、油藏数值模拟等石油工程专业的主干课程。

**第二部分考核内容与考核目标**

**绪论**

**一、学习目的与要求**

油层物理学概念、研究对象、研究内容，油层物理学发展简史，油层物理学的研究意义以及与其它相关学科的关系，《油层物理》课程的特点和要求。

**识记**：油层物理学概念、研究对象和研究内容。

**理解**：油层物理学发展简史，油层物理学的研究意义以及与其它相关学科的关系。

**应用**：油层物理学的方法。

1. **油气藏流体的化学组成与性质**

**一、学习目的与要求**

石油的化学组成(石油的元素组成、化合物组成、原油的分子量、含蜡量及胶质、沥青质含量)。原油的物性与分类（原油的颜色、密度、相对密度、原油的粘度，原油的分类）。天然气的化学组成、油气藏分类、地层水的化学组成与分类（化学组成、地层水的水型分类）。

**二、考核知识点与考核目标**

**（一）重点：**1石油的化学组成

 2原油的物性与分类

 3地层水的化学组成与分类

**记识：**石油的元素组成、化合物组成、原油的颜色、密度、相对密度；地层水的水型、矿化度。

**理解：**原油的分类（根据地面脱气原油相对密度分类、根据地层原油粘度分类）。

**应用：**根据地层水型、矿化度判断注入水指标。

**（二）次重点：**天然气的化学组成

**记识：**天然气的化学组成（烃类气体+非烃类气体）

**理解：**非烃类气体的含量及其影响

**应用：**通过非烃类气体含量及其影响，指导现场处理。

**（三）一般了解：**油气藏的分类

1. **天然气的高压物理性质**

**一、学习目的与要求**

天然气的视分子量和密度（天然气的分子量、天然气的密度和相对密度）。天然气的状态方程和对比状态原理（理想气体的状态方程、真实气体的状态方程、对比状态定律）。天然气的高压物性（天然气的地层体积系数、天然气的等温压缩率、天然气的粘度）。

**二、考核知识点与考核目标**

**（一）重点：**1．天然气的状态方程和对比状态原理

 2．天然气的高压物性

**记识：**压缩因子Z的物理意义及其求取过程；天然气的地层体积系数、天然气的等温压缩率。

**理解：**对比状态定律、天然气粘度的影响因素。

**应用：**学会压缩因子的求取；地层体积系数、等温压缩率、原油粘度的求取。

**（二）次重点：**天然气的视分子量和密度

**记识：**天然气的相对密度。

**理解：**天然气的视分子量

**应用：**天然气视分子量的求取。

**（三）一般了解：**油气藏的分类

1. **油气藏烃类的相态和汽液平衡**

**一、学习目的与要求**

油气藏烃类的相态特征（相态及其表示法、单、双组份体系的相态特征、多组分系统的相态特征、典型油气藏的相图特征）。油气体系中气体的溶解与分离（天然气从原油中的分离、天然气向原油中的溶解）。

**二、考核知识点与考核目标**

**（一）重点：**油气藏烃类的相态特征

**记识：**泡点压力、露点压力、

**理解：**单、双组份体系的相态特征、多组分系统的相态特征、典型油气藏的相图征

**应用：**学会利用P-T相图判断油气藏类型

**（二）次重点：**油气体系中气体的溶解与分离

**记识：**溶解度、溶解系数；一次脱气、多级脱气

**理解：**一次脱气与多次脱气的特点及其结果

 **应用：**根据脱气方式的特点，指导现场脱气方式。

**（三）一般了解：**相态及其表示法

1. **储层流体的高压物性**

**一、学习目的与要求**

地层油的高压物性（地层油的密度和相对密度、地层原油的溶解气油比、地层原油的体积系数、地层原油的压缩系数、地层原油的粘度）。地层水的高压物性、流体高压物性参数应用示例（油气藏物质平衡方程）。

**二、考核知识点与考核目标**

**（一）重点：**地层油的高压物性。

**记识：**地层原油的溶解气油比、地层原油的体积系数、地层原油的压缩系数。

**理解：**地层原油的溶解气油比随压力变化的关系曲线、地层原油的体积系数随压力变化的关系曲线、地层原油的压缩系数随压力变化的关系。

**应用：**学会利用原油体积系数对地下、地面原油体积进行换算。

**（二）次重点：**地层水的高压物性

**记识：**天然气在地层水中的溶解度、地层水的压缩系数、地层水的体积系数。

**理解：**天然气在地层水中的溶解随压力、温度变化的关系曲线；地层水的压缩系数随压力、温度变化的关系曲线；地层水的体积系数随压力、温度变化的关系曲线。

 **应用：**学会利用地层水的体积系数对地下、地面水的体积进行换算。

**（三）一般了解：**流体高压物性参数应用示例（油气藏物质平衡方程）。

1. **储层多孔介质的孔隙特性**

**一、学习目的与要求**

砂岩的构成（砂岩的粒度组成、岩石的比面、砂岩的胶结物及胶结类型）。储层岩石的孔隙性（储层岩石的孔隙及其类型、孔隙大小及其分选性、孔隙结构）。储层岩石的孔隙度（孔隙度的定义、储层按孔隙度分级、双重介质岩石孔隙度、岩石孔隙度的测量、影响孔隙度大小的因素）。储层岩石的压缩性（岩石压缩系数、综合弹性压缩系数）。储层岩石流体饱和度（流体饱和度的定义、测定油、气、水饱和度的方法）。

**二、考核知识点与考核目标**

**（一）重点：**1．砂岩的构成（砂岩粒度组成、岩石的比面）。

2．储层岩石的孔隙度（孔隙度的定义、岩石孔隙度的测量、影响孔隙度大小的因素）。

3．储层岩石的压缩性。

4．储层岩石流体饱和度。

**记识：**粒度组成、比面、孔隙度、岩石压缩系数、综合弹性压缩系数、流体饱和度的定义。

**理解：**粒度组成的表示方法（粒度组成分布曲线、粒度组成累积分布曲线）、岩石比面的测算、岩石孔隙度的测量、测定油、气、水饱和度的方法）。

**应用：**利用粒度组成分布曲线判定砂岩粒度组成的均匀程度。学会岩石的比面、孔隙度的实验室测定。

**（二）次重点：** 储层岩石的孔隙性

**记识：**储层岩石孔隙的类型。

**理解：** 孔隙大小及分选型评价（孔隙大小分布曲线、孔隙大小累积分布曲线）、孔隙结构参数。

 **应用：** 利用孔隙大小分布曲线判定孔隙组成及孔隙大小分选性。

**（三）一般了解：**砂岩的胶结物及胶结类型、储层按孔隙度的分级、双重介质岩石孔隙度。

1. **储层岩石的流体渗透性**

**一、学习目的与要求**

达西定律及岩石绝对渗透率（达西定律、岩石绝对渗透率的确定、达西定律的适用条件）。气测渗透率及气体滑脱效应（气测渗透率时的计算公式、气体滑脱效应）。影响岩石渗透率的因素（沉积作用、成岩作用、构造作用与其他作用）。岩石渗透率的测定与计算，裂缝性、溶孔性岩石的渗透率，岩石结构的理想模型及应用，砂岩储层岩石的敏感性。

**二、考核知识点与考核目标**

**（一）重点：**1．达西定律及岩石绝对渗透率。

 2．气测渗透率及气体滑脱效应。

**记识：**达西定律（实验装置、公式、单位）、岩石绝对渗透率K的物理意义，利用达西定律测定岩石绝对渗透率必须满足的三个条件，滑脱现象。

**理解：**滑脱现象的影响因素、测定岩石绝对渗透率的原理及步骤。

**应用：**学会岩石绝对渗透率的实验室测定。

**（二）次重点：**1．影响岩石渗透率的因素。

2．砂岩储层岩石的敏感性。

**记识：**储层岩石敏感性的五敏（速敏、水敏、酸敏、盐敏、碱敏）。

**理解：**岩石孔隙度、比面对渗透率的影响。

 **应用：**根据储层敏感性分析，指导现场开采。

**（三）一般了解：**岩石渗透率的测定与计算，裂缝性、溶孔性岩石的渗透率，岩石结构的理想模型及应用。

1. **储层岩石中的界面现象与润湿性**

**一、学习目的与要求**

储层流体的相间界面张力（两相界面的自由界面能、比界面能和界面张力、界面张力的影响因素、油藏流体间的界面张力）。界面吸附现象（吸附的概念、气—液界面的吸附、气—固界面的吸附）。储层岩石的润湿性（岩石润湿性的基本概念、润湿性反转现象、润湿滞后现象、储层岩石的润湿性及其影响因素、油水在岩石孔隙中的分布、油藏岩石润湿性的测定）。

**二、考核知识点与考核目标**

**（一）重点：**1．储层流体的相间界面张力

2．储层岩石的润湿性

**记识：**自由界面能、比界面能、界面张力、界面张力的影响因素、吸附、润湿性的基本概念、润湿反转、润湿滞后。

**理解：**油藏流体间的界面张力、储层岩石的润湿性及其影响因素、油水在岩石孔隙中的分布、油藏岩石润湿性的测定。

**应用：**学会吸入法判定岩石的润湿性、油水在岩石孔隙中的分布规律。

**（二）次重点：** 界面吸附现象（吸附的概念）

**记识：**吸附的概念

**理解：**吸附规律

**应用：**学会石油在岩石中的吸附程度主要遵循“极性相近原则”

**（三）一般了解：**气—液界面的吸附、气—固界面的吸附

**第八章储层多孔介质中的毛细管压力及毛细管压力曲线**

**一、学习目的与要求**

毛细管压力的概念（毛细管中液体的上升、各种曲面附加压力、孔道中的毛细管效应附加阻力）。岩石毛细管压力曲线的测定与换算（半渗透隔板法、压汞法、离心法、不同测定方法的毛管压力的换算）。岩石毛细管压力曲线的基本特征（毛管压力曲线的定性特征、毛管压力曲线的定量特征、毛管压力曲线特征的影响因素）。毛细管压力曲线的应用（确定储层岩石的润湿性、确定油层的平均毛管压力J（Sw）函数、确定油（水）饱和度随油水过渡带高度之间的变化关系、用毛管压力回线法研究采收率、计算岩石的绝对渗透率、评定工作液对储层的损害程度）。

**二、考核知识点与考核目标**

**（一）重点：**1．毛细管压力的概念（毛细管中液体的上升、孔道中的毛细管效应附加阻力）

2．岩石毛细管压力曲线的测定与换算（半渗透隔板法、压汞法）

3．岩石毛细管压力曲线的基本特征

**记识：**毛管压力的定义、贾敏效应、毛管压力曲线的定义、阈压、

**理解：**毛细管中液体的上升、孔道中的毛细管效应附加阻力、半渗透隔板法、压汞法、岩石毛细管压力曲线的基本特征、

**应用：**利用毛细管压力曲线判定岩石孔隙结构及岩石物性。

**（二）次重点：**毛细管压力曲线的应用

**记识：**确定油（水）饱和度随油水过渡带高度之间的变化关系的公式。

**理解：**确定储层岩石的润湿性、确定油层的平均毛管压力J（Sw）函数、确定油（水）饱和度随油水过渡带高度之间的变化关系、用毛管压力回线法研究采收率、计算岩石的绝对渗透率、评定工作液对储层的损害程度。

**应用：**确定储层岩石的润湿性、确定油层的平均毛管压力J（Sw）函数、确定油（水）饱和度随油水过渡带高度之间的变化关系、用毛管压力回线法研究、采收率、计算岩石的绝对渗透率、评定工作液对储层的损害程度。

**（三）一般了解：**各种曲面附加压力、离心法、

**第九章孔隙介质中多相渗流特性与相对渗透率曲线**

**一、学习目的与要求**

多孔介质中的多相渗流特性（水驱油的非活塞性）。两相渗流的相对渗透率（相对渗透率的概念、相对渗透率曲线特征、影响相对渗透率的因素）。相对渗透率曲线的应用（计算油井产量、水油比和流度比、利用相对渗透率曲线分析油井产水规律、确定油水在储层中的垂向分布、确定自由水面、计算驱油效率和油藏水驱采收率）。

**二、考核知识点与考核目标**

**（一）重点：**两相渗流的相对渗透率

**记识：**绝对渗透率、有效渗透率、相对渗透率、相对渗透率曲线。

**理解：**相对渗透率曲线的特征、影响相对渗透率曲线的因素。

**应用：**利用影响相对渗透率曲线的因素判定岩石孔隙结构、润湿性。

**（二）次重点：**相对渗透率曲线的应用

**记识：**流度、流度比、自由水面、100%产水的水面。

**理解：**计算油井产量、水油比和流度比、利用相对渗透率曲线分析油井产水规律、确定油水在储层中的垂向分布、确定自由水面、计算驱油效率和油藏水驱采收率。

**应用：**计算油井产量、水油比和流度比、利用相对渗透率曲线分析油井产水规律、确定油水在储层中的垂向分布、确定自由水面、计算驱油效率和油藏水驱采收率。

**（三）一般了解：**多孔介质中的多相渗流特性（水驱油的非活塞性）。

**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**

**1.指定教材：**杨胜来，魏俊之.油层物理学[M].北京:石油工业出版社,2004.

**2.主要参考书目：**何更生.油层物理[M].北京:石油工业出版社,1994.

**三、自学方法指导**

本课程以教材基本内容为教学主线，以教学大纲中所提出的重点学习内容为教学主体内容，以教师课程指导作引导，学生借助教材和网络进行自主学习为主，要求对课程的基本知识进行理解和初步分析。在后期学习过程，学生以各章节练习作业为学习重点，可以借助网络教学资源等现代化辅助教学手段进行相关学习。

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、注意对应考者能力的培养，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5学分，建议总课时90学时，其中助学课时分配如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 章次 | 内容 | 学时 |
| 绪论 | 油层物理学概念、研究对象等 | 3 |
| 第一章 | 油气藏流体的化学组成与性质 | 7 |
| 第二章 | 天然气的高压物理性质 | 10 |
| 第三章 | 油气藏烃类的相态和汽液平衡 | 14 |
| 第四章 | 储层流体的高压物性 | 10 |
| 第五章 | 储层多孔介质的孔隙特性 | 14 |
| 第六章 | 储层岩石的流体渗透性 | 6 |
| 第八章 | 储层岩石中的界面现象与润湿性 | 10 |
| 第九章 | 储层多孔介质中的毛细管压力及毛细管压力曲线 | 10 |
| 第十章 | 孔隙介质中多相渗流特性与相对渗透率曲线 | 6 |
| 合计 | 90 |

**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50%、"理解"为30％、"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65%，次重点占30%，一般占5%。

5、试题的题型有：名词解释、单项选择题、简答题、看图回答问题、计算等题型。

6、考试采用闭卷笔试，考试时间120分钟，采用百分制评分，60分合格。

**六、题型示例**

（一）名词解释

1．毛细管压力

（二）单项选择题

1．岩石比面越大，则其颗粒粒径越( ),吸附力越（ ）。

A．大，大 B．大，小 C．小，大 D．小，小

（三）简答题

1．写出达西公式及各个物理量的单位，并说明用达西公式测岩石的绝对渗透率需要满足哪些条件？

（四）计算题

岩样长7cm，横截面积为14cm2。先用粘度为1 mPa.S的盐水单相饱和并通过,在流动压差为0.05 MPa时测得盐水流量为0.2cm3/s，在保持含水35%和含油65%的条件下让油水稳定通过该岩样，当岩样两端压差为0.05MPa时分别测得水流量为0.14 cm3/s，油流量为0.02 cm3/s。已知水的粘度为1 mPa.S，油的粘度为2 mPa.S。试算：

（1）岩石的绝对渗透率为；

（2）油和水的有效渗透率；

（3）油和水的相对渗透率；

（4）产水率fww；