

河北省普通高等学校专升本考试

建筑环境与能源应用工程

专业考试说明

第一部分：传热学

I. 课程简介

一、内容概述与要求

传热学不仅为学习有关专业提供理论知识，也为从事热能利用、热工设备设计的工程技术人员打下必要的基础。通过本课程的学习，应使学生掌握分析工程传热问题的基本能力，掌握热量传递的基本规律。同时，具有计算求解典型传热问题的能力。参加传热学考试的考生应掌握热量传递的三种基本方式，理解传热方式的产生机理，基本定律，能够进行简单计算，并能够解释实际生活中的现象。应熟悉温度场及温度梯度的基本概念；掌握典型几何形状物体导热问题的求解目标与思路。应熟悉对流换热及其影响因素，掌握牛顿冷却公式计算对流换热问题并理解用分析方法求解对流换热问题的实质，理解边界层的概念，掌握二维、稳态、常物性、不可压缩、不计重力、无内热源的对流换热边界层微分方程组。掌握对流传热的概念及影响因素、对流传热现象的分类及对流传热研究方法；理解牛顿冷却定律、对流换热微分方程组及边界条件，强制对流换热特征，大空间自然对流。掌握速度边界层和热边界层的概念；了解换热系数的影响因素。掌握相似以及特征数的概念。熟悉凝结换热的机理及其特点，了解沸腾传热的影响因素。熟悉热辐射的本质和特点，掌握黑体辐射基本定律的计算，熟悉固体和液体的辐射特性，掌握实际物体对辐射能的吸收与辐射的关系。掌握辐射传热的角系数的计算；固体和液体的辐射特性，掌握实际物体对辐射能的吸收与辐射的关系；辐射传热的控制(强化与削弱)。熟悉换热器的类型，掌握传热过程的分析与计算。

二、考试形式与试卷结构

考试采用闭卷、笔试形式，全卷满分为 150 分，考试时间为 75 分钟。

试卷包括名词解释、填空题、简答题和计算题。名词解释要求准确的写出相关定义，填空题只要求写出结果，不必写计算过程，简答题要求简洁明了的进行道理阐述，计算题要求有较详细的计算过程。

名词解释和填空题分值合计为 50 分，简答题和计算题分值合计为 100 分。

II. 考试内容与要求

一、绪论

1. 知识范围

应熟悉传热学的研究内容及应用领域；了解传热学的发展史、现状及发展动态；掌握热量传递的三种基本方式，理解传热方式的产生机理，基本定律，能够进行简单计算，并能够解释实际生活中的现象。理解热阻、传热过程和传热系数；了解传热学的研究方法。

2. 考核要求

掌握热量传递的三种基本方式，理解传热方式的产生机理，基本定律，能够进行简单计算，并能够解释实际生活中的现象。理解热阻、传热过程和传热系数；了解传热学的研究方法。

二、稳态热传导

1. 知识范围

应熟悉温度场及温度梯度的基本概念；掌握典型几何形状物体导热问题的求解目标与思路；了解二维稳态导热问题的分析解法及多维导热问题的形状因子法。

2. 考核要求

应熟悉温度场及温度梯度的基本概念；掌握典型几何形状物体导热问题的求解目标与思路；了解二维稳态导热问题的分析解法及多维导热问题的形状因子法。

三、非稳态导热

1. 知识范围

熟悉导热问题数值求解的基本思想，熟悉边界节点离散方程的建立及代数方程的求解；掌握非稳态导热问题的数值解法，使学生能够应用诺谟图进行工程计算。对于特殊形状的二维和三维非稳态导热问题的求解，只要求能应用诺谟图进行工程计算，而不必进行推导。对半无限大物体的非稳态导热问题，主要使学生了解其对应的物理问题和分析解的特点。

2. 考核要求

熟悉边界节点离散方程的建立及代数方程的求解；对于特殊形状的二维和三维非稳态导热问题的求解，只要求能应用诺谟图进行工程计算，而不必进行推导。对半无限大物体的非稳态导热问题，主要使学生了解其对应的物理问题和分析解的特点。

四、热传导问题的数值解法

1. 知识范围

应熟悉对流换热及其影响因素，掌握牛顿冷却公式计算对流换热问题并理解用分析方法求解对流换热问题的实质，理解边界层的概念，掌握二维、稳态、常物性、不可压缩、不计重力、无内热源的对流换热边界层微分方程组。

2. 考核要求

熟悉对流换热及其影响因素,掌握牛顿冷却公式计算对流换热问题并理解用分析方法求解对流换热问题的实质,理解边界层的概念,掌握二维、稳态、常物性、不可压缩、不计重力、无内热源的对流换热边界层微分方程组。

五、对流传热的理论基础

1. 知识范围

掌握对流传热的概念及影响因素、对流传热现象的分类及对流传热研究方法;理解牛顿冷却定律、对流换热微分方程组及边界条件,强制对流换热特征,大空间自然对流。掌握速度边界层和热边界层的概念;了解换热系数的影响因素。

2. 考核要求

掌握对流传热的概念及影响因素、对流传热现象的分类及对流传热研究方法;理解牛顿冷却定律、对流换热微分方程组及边界条件,强制对流换热特征,大空间自然对流。掌握速度边界层和热边界层的概念;了解换热系数的影响因素。

六、单相对流传热的实验关联式

1. 知识范围

掌握相似以及特征数的概念;了解相似原理的应用及其模化实验和对实验关联式的正确认识。熟练掌握管内对流换热的实验关联式及其计算和相应的修正方法;掌握外掠平板、单管和绕流管束的实验关系式;了解大空间自然对流换热的实验关联式。

2. 考核要求

掌握相似以及特征数的概念;熟练掌握管内对流换热的实验关联式及其计算和相应的修正方法;掌握外掠平板、单管和绕流管束的实验关系式;了解大空间自然对流换热的实验关联式。

七、相变对流传热

1. 知识范围

熟悉凝结换热的机理及其特点,掌握膜状凝结换热分析解及实验关联式,掌握大容器沸腾传热的模式及实验关联式,了解沸腾传热的影响因素,了解热管的工作原理。

2. 考核要求

熟悉凝结换热的机理及其特点,掌握膜状凝结换热分析解及实验关联式,掌握大容器沸腾传热的模式及实验关联式,了解沸腾传热的影响因素,了解热管的工作原理。

八、热辐射基本定律和辐射特性

1. 知识范围

应熟悉热辐射的本质和特点,掌握黑体辐射基本定律的计算,熟悉固体和液体的辐射特性,掌握实际物体对辐射能的吸收与辐射的关系。

2. 考核要求

掌握热辐射的本质和特点,掌握黑体辐射基本定律的计算,熟悉固体和液体的辐射特性,掌握实际物体对辐射能的吸收与辐射的关系。

九、辐射换热的计算

1. 知识范围

应掌握辐射传热的角系数的计算;固体和液体的辐射特性,掌握实际物体对辐射能的吸收与辐射的关系;两表面封闭系统和多表面系统的辐射传热的计算;辐射传热的控制(强化与削弱)。

2. 考核要求

掌握辐射传热的角系数的计算;固体和液体的辐射特性,掌握实际物体对辐射能的吸收与辐射的关系;掌握两表面封闭系统和多表面系统的辐射传热的计算;掌握辐射传热的强化与削弱。

十、传热过程分析与换热器的热计算

1. 知识范围

熟悉换热器的类型,掌握传热过程的分析与计算,掌握换热器设计和校核步骤,掌握逆流式和顺流式对数平均温差的计算。

2. 考核要求

熟悉换热器的类型,掌握传热过程的分析与计算,掌握换热器设计和校核步骤,掌握逆流式和顺流式对数平均温差的计算。

十一、传质学简介

1. 知识范围

了解质扩散、斐克定律以及对流传质、表面传质系数的概念。

2. 考核要求

了解质扩散、斐克定律以及对流传质、表面传质系数的概念。

III. 模拟试卷及参考答案
河北省普通高等学校专升本考试
传热学模拟试卷

(考试时间: 75 分钟)

(总分: 150 分)

说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

一、名词解释(本大题共 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

- 1、辐射力
- 2、接触热阻
- 3、灰体
- 4、有效辐射

二、填空题(本大题共 10 个空, 每空 3 分, 共 30 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

- 1、角系数的性质分别为_____、_____和_____。
- 2、导热微分方程导出所遵循的基本定律是_____和_____。
- 3、肋效率的 η_f 的表达式为_____, 当肋高为_____时, 肋效率为 100%。
- 4、导热系数的大小表征物质_____能力的强弱。
- 5、当 l/d _____ 50 时, 要考虑入口段对整个管道平均对流换热系数的影响。
- 6、普朗克定律揭示了_____按波长和温度的分布规律。

三、简答题(本大题共 4 小题, 每小题 10 分, 共 40 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

- 1、换热器校核计算的步骤是什么?
- 2、影响膜状凝结的因素是什么?
- 3、分别写出 Nu、Re 数的表达式, 并说明其物理意义。
- 4、在寒冷的北方地区, 建房用砖采用实心砖还是多孔的空心砖好? 为什么?

四、计算题(本大题共 3 小题, 每小题 20 分, 共 60 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

- 1、一黑体表面置于室温为 27°C 的厂房中。试求在热平衡条件下黑体表面的辐射力。如将黑体加热到 327°C , 它的辐射力又是多少?
- 2、一炉子的炉墙厚 13cm , 总面积为 20m^2 , 平均导热系数为 $1.04\text{w/m}\cdot\text{k}$, 内外壁温分别是 520°C 及 50°C 。试计算通过炉墙的热损失。如果所燃用的煤的发热量是 $2.09\times 10^4\text{kJ/kg}$, 问每天因热损失要用掉多少千克煤?
- 3、试分别计算温度为 2000K 和 5800K 的黑体的最大单色辐射力所对应的波长 λ_m 。

传热学参考答案

一、名词解释（每小题 5 分，共 20 分）

- 1、辐射力：物体在单位时间内由单位表面积向半球空间发射的全部波长的辐射能的总量。
- 2、接触热阻：两个名义上互相接触的固体表面，实际上接触仅发生在一些离散的面积元上，在未接触的界面之间的间隙中常常充满了空气，热量将以导热的方式穿过这种气隙层。这种情况与两固体表面真正完全接触相比，增加了附加的传递阻力，称为接触热阻。
- 3、灰体：在热辐射分析中，把光谱吸收比与波长无关的物体称为灰体。
- 4、有效辐射：单位时间内离开单位表面积的总辐射能。

二、填空题（每空 3 分，共 30 分）

- 1、相对性、完整性、可加性
- 2、傅立叶、能量守恒

3、
$$\eta_f = \frac{\text{实际散热量}}{\text{假设整个肋表面处于肋基温度下的散热量}} = \frac{\frac{hp}{m} \theta_0 th(mH)}{hpH\theta_0} = \frac{th(mH)}{mH}$$
、0

- 4、导热
- 5、小于
- 6、黑体单色辐射力

三、简答题（每小题 10 分，共 40 分）

- 1、换热器校核计算的步骤是什么？
 - (1) 初步布置换热面，并计算出相应的总传热系数 k（2 分）；
 - (2) 根据给定条件，由热平衡式求出进、出口温度中的那个待定的温度（2 分）；
 - (3) 由冷热流体的 4 个进出口温度确定平均温差（2 分）；
 - (4) 由传热方程式计算所需的换热面积 A，并核算换热面流体的流动阻力（2 分）；
 - (5) 如果流动阻力过大，则需要改变方案重新设计（2 分）。
- 2、影响膜状凝结的因素是什么？
 - (1) 不凝结气体（2 分）
 - (2) 蒸汽流速（1 分）
 - (3) 过热蒸汽（1 分）
 - (4) 液膜过冷度及温度分布的非线性（2 分）
 - (5) 管子排数（1 分）
 - (6) 管内冷凝（1 分）
 - (7) 凝结表面的几何形状（2 分）
- 3、分别写出 Nu、Re 数的表达式，并说明其物理意义。

(1) 努塞尔(Nusselt)数, $Nu = \frac{hl}{\lambda}$, 它表示表面上无量纲温度梯度的大小 (5分)。

(2) 雷诺(Reynolds)数, $Re = \frac{u_{\infty}l}{\nu}$, 它表示惯性力和粘性力的相对大小 (5分)。

4、在寒冷的北方地区, 建房用砖采用实心砖还是多孔的空心砖好? 为什么?

采用空心砖较好 (4分), 因为空心砖内部充满着空气, 而空气的导热系数相对较小, 热阻较大 (3分), 空心砖导热性较之实心砖差, 同一条件下空心砖的房间的散热量小保温性好 (3分)。

四、计算题 (每小题 20 分, 共 60 分)

1、一黑体表面置于室温为 27°C 的厂房中。试求在热平衡条件下黑体表面的辐射力。如将黑体加热到 327°C , 它的辐射力又是多少?

解: 27°C 时黑体的辐射力为

$$E_b = C_0 \left(\frac{T_1}{100} \right)^4 = 5.67 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4) \times \left(\frac{27+273}{100} \right)^4 = 459 \text{W}/\text{m}^2 \quad (10 \text{分})$$

327°C 时黑体的辐射力为

$$E_b = C_0 \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 = 5.67 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4) \times \left(\frac{327+273}{100} \right)^4 = 7350 \text{W}/\text{m}^2 \quad (10 \text{分})$$

2、一炉子的炉墙厚 13cm , 总面积为 20m^2 , 平均导热系数为 $1.04\text{w}/\text{m} \cdot \text{k}$, 内外壁温分别是 520°C 及 50°C 。试计算通过炉墙的热损失。如果所燃用的煤的发热量是 $2.09 \times 10^4 \text{kJ}/\text{kg}$, 问每天因热损失要用掉多少千克煤?

解: 根据傅利叶公式

$$Q = \frac{\lambda A \Delta t}{\delta} = \frac{1.04 \times 20 \times (520 - 50)}{0.13} = 75.2 \text{kW} \quad (10 \text{分})$$

每天用煤

$$\frac{24 \times 3600 \times 75.2}{2.09 \times 10^4} = 310.9 \text{kg}/\text{d} \quad (10 \text{分})$$

3、试分别计算温度为 2000K 和 5800K 的黑体的最大单色辐射力所对应的波长 λ_m 。

解: $T=2000\text{K}$ 时,

$$\lambda_m = \frac{2.9 \times 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K}}{2000 \text{K}} = 1.45 \times 10^{-6} \text{m} = 1.45 \mu\text{m} \quad (10 \text{分})$$

$T=5800\text{K}$ 时,

$$\lambda_m = \frac{2.9 \times 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K}}{5800 \text{K}} = 0.50 \times 10^{-6} \text{m} = 0.50 \mu\text{m} \quad (10 \text{分})$$

第二部分：工程流体力学

I. 课程简介

一、内容概述与要求

本课程侧重于流体力学的基本概念、基本规律、基本的计算方法和实验技能，及推导一些基本的公式和方程，明确这些公式的物理意义，同时结合课后的习题练习和实验操作，熟练应用这些基本公式，以加深对流体平衡和流动的理解，为进一步研究特殊流体的流动和流体在热力设备中的特殊流动规律及相应的工程应用服务。通过本课程的学习，使学生掌握各种热力和其它设备中的流体平衡和流动的基本规律，深入了解流体绕过物体或流过某种通道时的速度分布、压强分布、能量损失及流体同固体间的相互作用，为以后从事相应的科学研究、工程应用和实际操作提高分析问题和解决问题的能力，提供坚实的理论基础。

二、考试形式与试卷结构

考试采用闭卷、笔试形式，全卷满分为 150 分，考试时间为 75 分钟。

试卷包括选择题、简答题和计算题。选择题是四选一类型的单项选择题；简答题均应写出文字说明；计算题应写出计算过程及计算结果。

选择题分值合计为 60 分，简答题分值合计 50 分，计算题目分值合计为 40 分。

II. 知识要点与考核要求

一、绪论

1. 知识范围

流体力学的发展简史、研究内容，流体的连续介质模型，流体的主要物理性质，作用在流体上的力。

2. 考核要求

(1) 了解流体力学的发展简史、学科的基本构架、研究方法。

(2) 掌握流体的连续介质模型、流体的主要物理性质、粘性与理想流体模型、牛顿内摩擦定律。

(3) 掌握作用在流体上的力的两种形式：质量力与表面力。

二、流体静力学

1. 知识范围

静水压强的特性、液体平衡微分方程、液体的相对平衡、水静力学的基本方程、压强的表示方法、液柱式测压计、作用在平面、曲面上的静水总压力。

2. 考核要求

- (1) 掌握流体静水压强的特性，掌握液体平衡微分方程。
- (2) 掌握压强差公式，并会利用其分析问题。
- (3) 掌握压强的表示方法、压强的计量单位之间的关系。
- (4) 掌握水静力学的基本方程，并会利用其分析问题。
- (5) 掌握液柱式测压计的基本原理。
- (6) 掌握作用在平面、曲面上的静水总压力的计算。

三、流体运动学和动力学基础

1. 知识范围

流体运动学的一些基本概念、运输公式、恒定总流连续性方程、元流伯努利方程、实际总流的伯努利（能量）方程、恒定总流动量方程，各方程的应用。

2. 考核要求

- (1) 掌握流体运动学的一些基本概念。
- (2) 了解运输公式、连续性方程、能量方程、动量方程的推导过程，掌握伯努利方程的应用条件、物理意义和几何意义。
- (3) 掌握应用恒定总流连续性方程、元流伯努利方程与实际总流的伯努利（能量）方程、恒定总流动量方程的应用。

四、相似原理和量纲分析

1. 知识范围

流场的几何、运动和动力相似概念、相似准则数的物理意义及应用，流动相似的充分必要条件；瑞利法、 π 定理法及应用。

2. 考核要求

- (1) 掌握流体流动涉及的物理量量纲与基本量纲的关系。
- (2) 了解主要相似准则数的推导过程，掌握相似准则数的表达式及其物理意义。
- (3) 掌握流动相似的充分必要条件。
- (4) 掌握瑞利法、 π 定理法及应用。

五、管流损失及水力计算

1. 知识范围

流体运动的两种流态及其判别；圆管中层流的运动规律；紊流的特性，紊流时均化概念，附加切应力及混合长度的概念；沿程能量损失的成因和阻力系数的变化规律，沿程能量损失的计算方法；局部能量损失的成因，局部能量损失的计算方法，孔口出流的基本公式，掌握简单管路、串联管路和并联管路的水力计算。

2. 考核要求

- (1) 掌握流体运动的两种流态及其判别。

(2) 掌握圆管中层流的运动规律，了解紊流的特性、紊流时均化概念，附加切应力及混合长度的概念。

(3) 掌握沿程能量损失的成因和阻力系数的变化规律。

(4) 了解沿程能量损失的计算方法；局部能量损失的成因，局部能量损失的计算方法。

(5) 掌握孔口出流的基本公式，掌握简单管路、串联管路和并联管路的水力计算。

(6) 了解水击现象发生条件、危害及减弱水击现象的措施。

六、气体的一维定常流动

1. 知识范围

可压缩流体流动涉及的基本概念、可压缩流体的基本参数、流动分类及基本方程；热力过程对流动的作用，渐缩喷管、拉法尔喷管断面参数变化的规律；等熵流动，有沿程损失的圆管等温流动和绝热流动的计算方法。

2. 考核要求

(1) 掌握气体流动的基本概念、气体流动状态参数。

(2) 了解气体流动分类及基本方程。

(3) 掌握热力过程对流动的作用，渐缩喷管、拉法尔喷管断面参数变化的规律。

III. 模拟试卷及参考答案

河北省普通高等学校专升本考试

工程流体力学模拟试卷

(考试时间: 75 分钟)

(总分: 150 分)

说明: 请在答题纸的相应位置上作答, 在其它位置上作答的无效。

一、选择题 (本大题共 15 小题, 每小题 4 分, 共 60 分。在每小题给出的四个备选项中, 选出一个正确的答案, 并将所选项前的字母填写在答题纸的相应位置上。)

1. 在缓变流的同一有效截面中, 流体的压强分布满足 ()

- A. $\frac{p}{\rho g} + Z = C$ B. $p = C$
C. $\frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} = C$ D. $\frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + Z = C$

2. 流体在静止时 ()

- A. 既可以承受压力, 也可以承受剪切力
B. 既不能承受压力, 也不能承受剪切力
C. 不能承受压力, 可以承受剪切力
D. 可以承受压力, 不能承受剪切力

3. 在同一瞬时, 流线上各个流体质点的速度方向总是在该点与此线 ()

- A. 重合 B. 相交 C. 相切 D. 平行

4. 一密闭容器内下部为水, 上部为空气, 液面下 4.2m 处测压管高度为 2.2m, 设当地大气压为 1 个工程大气压, 则容器内气体部分的相对压强为 () 水柱。

- A. 2m B. 1m C. 8m D. -2m

5. 亚声速流动, 是指马赫数 () 时的流动。

- A. 等于 1 B. 等于临界马赫数
C. 大于 1 D. 小于 1

6. 液体粘度随温度的升高而__, 气体粘度随温度的升高而__。()

- A. 减小, 增大 B. 增大, 减小 C. 减小, 不变 D. 减小, 减小

7. 某点的真空度为 65000 Pa, 当地大气压为 0. 1MPa, 该点的绝对压强为 ()

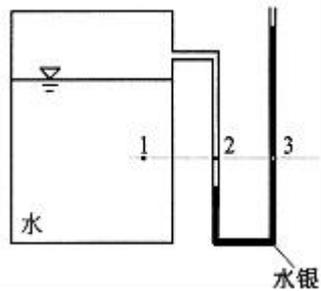
- A. 65000Pa B. 55000Pa C. 35000Pa D. 165000Pa

8. 流体在管内作层流流动时, 其沿程损失 h_f 值与断面平均流速 v 的 () 次方成正比。

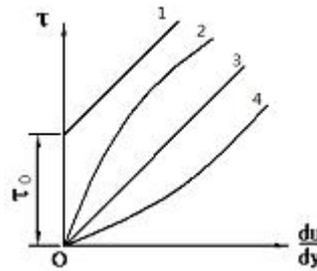
- A. 1 B. 1.75 C. 1.75~2 D. 2

9. 如下图所示，密闭容器上装有 U 型水银测压计。在同一水平面上 1、2、3 点上的压强关系为 ()。

- A. $p_1=p_2=p_3$ B. $p_1<p_2<p_3$ C. $p_1>p_2>p_3$ D. $p_1>p_2=p_3$



第 9 小题图



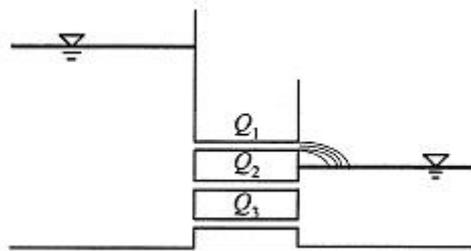
第 10 小题图

10. 如上图所示，属于牛顿流体的是 () 线型。

- A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

11. 如下图所示，安装高度不同、其他条件完全相同的三根长管道的流量关系为 ()

- A. $Q_1=Q_2=Q_3$ B. $Q_1<Q_2<Q_3$ C. $Q_1>Q_2>Q_3$ D. $Q_1<Q_2=Q_3$



12. 雷诺数 Re 的物理意义为 ()。

- A. 粘滞力与重力的比值 B. 重力与粘滞力的比值
C. 惯性力与粘滞力比值 D. 粘滞力与惯性力的比值

13. 雷诺实验中，由层流向紊流过渡的临界流速和由紊流向层流过渡的临界流速之间的关系是 ()。

- A. $<$ B. $>$ C. $=$ D. 不确定

14. 可压缩气体在缩放喷管中做一维流动，超声速流可以在喷管的哪一段得到 ()。

- A. 收缩段 B. 喉部
C. 扩张段 D. 都可以

15. 减弱水击的措施中，错误的是 ()

- A. 安装过载保护 B. 缩短阀门关闭时间
C. 缩短有压管路的长度 D. 减小管内流速

二、简答题 (本大题共 5 小题，每小题 10 分，共 50 分。请在答题纸的相应位置上作答。)

1. 模型与原型流动相似的充分必要条件是什么?
2. 温度对气体与液体粘性有何影响? 并分析其原因。

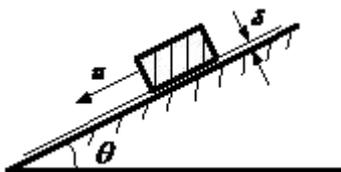
3. 尼古拉兹试验曲线分为哪几个区？讨论在各区流量范围内，沿程阻力系数是否与 Re 和 ϵ/d 有关。

4. 方程 “ $\frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} + gZ = C$ ” 的物理意义是什么？

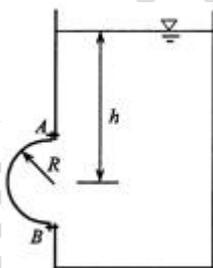
5. 写出流体平衡微分方程的全微分式及方程的物理意义。

三、计算题（本大题共 2 小题，每小题 20 分，共 40 分。请在答题纸的相应位置上作答。）

1. 如图所示，一底面积为 100cm^2 的木块，质量为 0.2kg ，沿涂有润滑油的斜面向下作等速运动，木块运动速度 $u=1\text{m/s}$ ，油层厚度 1mm ，斜坡角 30° ，求润滑油的粘度，重力加速度 g 取 10m/s^2 。（20 分）



2. 如图所示开口盛水容器，容器壁上设有半径 $R=1\text{m}$ 的半球盖 AB 。已知球形盖中心点的水深 $h=3\text{m}$ ，不计半球盖自重，试求半球盖连接螺栓所受的总拉力和总切力。（球体体积公式为 $\frac{4\pi R^3}{3}$ ， π 取 3.14 ，水的密度取 1000kg/m^3 ，重力加速度 g 取 10m/s^2 ）（20 分）



工程流体力学参考答案

一、选择题（共 60 分，每小题 4 分）

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	D	C	D	D	A	C	A	C	C
11	12	13	14	15					
D	C	B	C	B					

二、简答题（共 50 分，每小题 10 分）

1. 凡属于同一类的流动，当单值条件相似而且由单值条件中的物理量组成的相似准则数相等，则流动必定相似。（10 分）

2. 温度对黏度的影响：

温度升高，气体粘性增大，液体粘度降低；温度降低，气体粘性降低，液体粘性增大。（5 分）

原因：气体粘滞力由于分子热运动产生，当温度升高时，热运动加剧，故而粘度增大；液体粘度由于分子间内聚力（引力）产生，当温度升高时，分子间间距变大，引力减小，故而粘度降低。（5 分）

3. 分为 5 个区：层流区， $\lambda=f(Re)$ ；过渡区， $\lambda=f(Re)$ ；紊流光滑管区， $\lambda=f(Re)$ ；紊流粗糙管过渡区， $\lambda=f(Re, \xi/d)$ ；完全粗糙区， $\lambda=f(\xi/d)$ （10 分，每条 2 分）。

4. 不可压缩理想流体在重力场中做定常流动时（5 分），沿流线单位质量流体的动能、位势能和压强势能之和是常数（5 分）。

5. 全微分方程： $\vec{f} = \frac{1}{\rho} \nabla p$ （5 分）

物理意义：流体静压强的增量决定于质量力。（5 分）

三、计算题（共 40 分，每小题 20 分）

1、解：由于油层很薄，可以认为速度线性分布，油膜中的速度梯度 $\frac{du}{dy} \approx \frac{u-0}{\delta} = \frac{u}{\delta}$ 。根据牛顿内摩擦定律得到：

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} = \mu \frac{u}{\delta} \quad (8 \text{ 分})$$

木块重量 G 沿斜坡分力 F 与内摩擦阻力平衡时，木块等速下滑，得到：

$$F = G \sin 30^\circ = \tau A$$

$$mg \sin 30^\circ = \mu \frac{u}{\delta} A \quad (8 \text{ 分})$$

$$\mu = \frac{mg \sin 30^\circ \delta}{uA} = \frac{0.2 \times 10 \times 0.5 \times 1 \times 10^{-3}}{1 \times 100 \times 10^{-4}} = 0.1 \text{Pa} \cdot \text{s} \quad (4 \text{分})$$

2、解：链接螺栓所受总拉力分为半球盖所受水平分力为：

$$F_x = \rho gh \cdot S_x = \rho gh \cdot \pi R^2 = 1000 \times 10 \times 3 \times 3.14 \times 1^2 = 9.42 \times 10^4 \text{N}, \text{方向向左} (10 \text{分})$$

链接螺栓所受总切力分为半球盖所受竖直分力为：

$$F_z = \rho g V = \rho g \cdot \frac{2}{3} \pi R^3 = 1000 \times 10 \times \frac{2}{3} \times 3.14 \times 1^3 = 2.09 \times 10^4 \text{N}, \text{方向竖直向下} (10 \text{分})$$

河北省教育考试院版权所有