

理工科考研辅导系列（物理力学类）

流体力学

「知识精要与 真题详解」

（含热力学）

主 编 金圣才

副主编 李 达

赠送
圣才学习卡
20元

圣才学习网: www.100xuexi.com
圣才考试网: www.100exam.com



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

理工科考研辅导系列(物理力学类)

流体力学

知识精要与真题详解

主 编 金圣才

副主编 李 达



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

全书分为十二章,每章包括三部分内容。第一部分是重点与难点解析,第二部分是名校考研真题详解,第三部分是名校期末考试真题详解。

本书精选了武汉大学、华中科技大学、清华大学、西安交通大学、天津大学、北京航空航天大学、上海交通大学、东南大学、中国科学院、中国科学技术大学、西南交通大学、哈尔滨工业大学、南京大学、西北工业大学、中国农业大学、河海大学、重庆大学、湖南大学、浙江大学、中国石油大学(北京)、中国石油大学(华东)、中国海洋大学、武汉科技大学、西安建筑科技大学、东北电力大学、扬州大学、西安理工大学等院校近年的流体力学、工程流体力学、水力学考研真题(含热流综合等考卷中包含的相关试题)和期末考试真题,并进行了解答。通过这些真题及其详解,读者可以了解和掌握相关院校考研、期末考试的出题特点和解题方法。

圣才考研网(www.100exam.com)是本书的支持网站。圣才考研网是圣才学习网(www.100xuexi.com)旗下的考研专业网站,提供全国各高校考研考博历年真题(含答案)、专业课笔记讲义及其他复习资料、网上辅导课程等全套服务的大型考研辅导平台。本书和配套网络课程特别适合备战考研和大学期末考试的读者,对于参加相关专业同等学力考试、自学考试、资格考试的考生也具有非常高的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

流体力学知识精要与真题详解 / 金圣才主编. — 北京:中国水利水电出版社, 2011.9
理工科考研辅导系列. 物理力学类
ISBN 978-7-5084-8964-3

I. ①流… II. ①金… III. ①流体力学—研究生—入学考试—自学参考资料 IV. ①O35

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第181287号

书 名	理工科考研辅导系列(物理力学类) 流体力学知识精要与真题详解
作 者	主 编 金圣才 副主编 李 达
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(发行部) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994,63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京众和都乐文化发展有限公司
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 20印张 512千字
版 次	2011年9月第1版 2011年9月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	45.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

编 委 会

主 编：金圣才

副主编：李 达

编 委：(按姓氏笔画排序)

兰 光

丁洁云

林少挺

曾 龙

宋 涛

张兴振

曹 坤

辛灵轩

伍国羽

段 浩

宋云娥

吴义东

潘丽繁

段辛云

卫少华

段辛雷

殷超凡

吕珍珍

张炳哲

徐新猛

苏 尚

章 勇

李 宏

前 言

高校考研专业课的历年试题一般没有提供答案,虽然各校所用参考教材各异,但万变不离其宗,很多考题也是大同小异。我们参考相关教材和资料,收集和整理了众多高校历年考研真题和期末考试试题,并进行了详细的解答,以减轻考生寻找试题及整理答案的痛苦,让读者用最少的时间获得最多的重点题、难点题(包括参考答案),这是本书的目的所在。

本书精选了西安交通大学、清华大学、北京航空航天大学、武汉大学、天津大学、上海交通大学、华中科技大学、东南大学、中国科学院、中国科学技术大学、西南交通大学、哈尔滨工业大学、南京大学、西北工业大学、中国农业大学、河海大学、重庆大学、湖南大学、浙江大学、中国石油大学(北京)、中国石油大学(华东)、中国海洋大学、武汉科技大学、西安建筑科技大学、东北电力大学、扬州大学、西安理工大学等院校近年的流体力学、工程流体力学、水力学考研真题(含热流综合等考卷中包含的相关试题)和期末考试真题,并进行了解答。通过这些真题及其详解,读者可以了解和掌握相关院校考研、期末考试的出题特点和解题方法。

全书共十二章,每章包括三部分内容。第一部分主要是根据各高校的教学大纲、考试大纲等,对本章的重点和难点进行归纳,并进行简要解析;第二部分主要是精选知名院校近年的考研真题,并进行详细解答;第三部分主要是精选知名院校近年的本科期末考试真题,并进行详细解答。

本书具有如下主要特点:

(1) 难点归纳,简明扼要。每章前面均对本章的重点难点进行了整理。综合众多参考教材,归纳了本章几乎所有的考点,便于读者复习。

(2) 所选题目均为知名院校近年的考研或期末考试真题,这些题目具有很强的代表性。通过这些真题及其详解,读者可以在很大程度上判断和把握相关院校考研和大学期末考试的出题特点和解题要求等。

(3) 对所有考试真题均进行了详细解答。了解历年真题不是目的,关键是要通过真题解答掌握和理解相关知识点。本书不但精选了真题,同时还对所有的真题均进行了详细解答。

(4) 题量较大,来源广泛。主要选自近 30 余所高校的历年考研真题、名校题库以及参考众多教材和相关资料编写而成。可以说本书的试题都经过了精心挑选,博选众书,取长补短。

由于题量较大,解答详细,错误、遗漏不可避免,诚请读者指正,不妥之处和建议可与编者联系,不甚感激。

本书由圣才学习网(www.100xuexi.com)编辑部组织编写。圣才学习网是一家为全国各类考试和专业课学习提供名师网络辅导班、面授辅导班、在线考试等全方位教育服务的综合性学习型门户网站,包括圣才考研网、中华工程资格考试网、中华经济学习网、中华证券学习网等

50 个子网站。

圣才考研网(www.100exam.com)是圣才学习网旗下的考研专业网站,是一家提供全国各个高校考研考博历年真题(含答案)、名校热门专业课笔记讲义及其他复习资料、网上辅导课程(专业课、经典教材)等全套服务的大型考研平台。

编者

2011 年 1 月

理工科考研辅导系列

- 电路名校考研真题详解
- 模拟电子技术名校考研真题详解
- 数字电子技术名校考研真题详解
- 自动控制原理名校考研真题详解
- 通信原理名校考研真题详解
- 数字信号处理名校考研真题详解
- 信号与系统名校考研真题详解
- 电磁场与电磁波名校考研真题详解
- 无机化学名校考研真题详解
- 有机化学名校考研真题详解
- 分析化学名校考研真题详解
- 化工原理名校考研真题详解
- 物理化学名校考研真题详解
- 生物化学名校考研真题详解
- 材料力学名校考研真题详解
- 理论力学名校考研真题详解
- 结构力学名校考研真题详解
- 运筹学知识精要与真题详解
- 机械设计知识精要与真题详解
- 机械原理知识精要与真题详解
- 细胞生物学知识精要与真题详解
- 分子生物学知识精要与真题详解
- 微生物学知识精要与真题详解
- 高等代数知识精要与真题详解
- 数学分析知识精要与真题详解
- 传热学知识精要与真题详解
- 工程热力学知识精要与真题详解
- 量子力学知识精要与真题详解
- 流体力学知识精要与真题详解
- 普通物理知识精要与真题详解

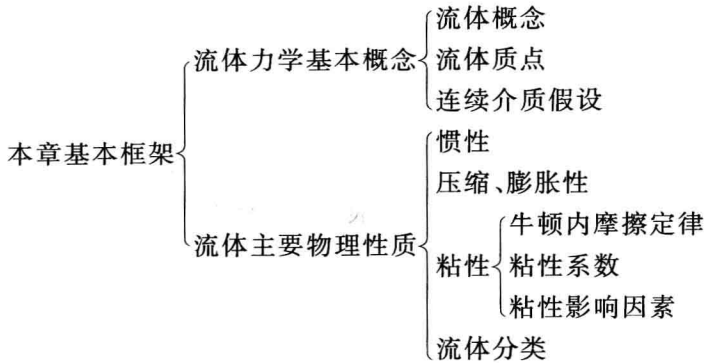
目 录

前言	1
第一章 绪 论	1
第一节 重点与难点解析	1
第二节 名校考研真题详解	3
第三节 名校期末考试真题详解	7
第二章 流体静力学	13
第一节 重点与难点解析	13
第二节 名校考研真题详解	20
第三节 名校期末考试真题详解	44
第三章 流体动力学	53
第一节 重点与难点解析	53
第二节 名校考研真题详解	56
第三节 名校期末考试真题详解	66
第四章 流体动力学基础	74
第一节 重点与难点解析	74
第二节 名校考研真题详解	80
第三节 名校期末考试真题详解	108
第五章 有势流动和有旋流动	120
第一节 重点与难点解析	120
第二节 名校考研真题详解	127
第三节 名校期末考试真题详解	137
第六章 流动状态及阻力损失	141
第一节 重点与难点解析	141
第二节 名校考研真题详解	147
第三节 名校期末考试真题详解	174
第七章 量纲分析和相似原理	187
第一节 重点与难点解析	187
第二节 名校考研真题详解	190

第三节 名校期末考试真题详解	195
第八章 边界层基础及绕流运动	202
第一节 重点与难点解析	202
第二节 名校考研真题详解	203
第三节 名校期末考试真题详解	212
第九章 孔口、管嘴出流与有压管流	215
第一节 重点与难点解析	215
第二节 名校考研真题详解	220
第三节 名校期末考试真题详解	226
第十章 明渠水流、堰流与渗流	230
第一节 重点与难点解析	230
第二节 名校考研真题详解	236
第三节 名校期末考试真题详解	253
第十一章 一维气体动力学基础	258
第一节 重点与难点解析	258
第二节 名校考研真题详解	262
第十二章 理想气体一维恒定流	267
第一节 重点与难点解析	267
第二节 名校考研真题详解	271
附录	274
1. 华中科技大学 2007 年《工程流体力学》考研试题与答案	274
2. 西安交通大学 2008 年《流体力学》考研试题与答案	278
3. 武汉大学 2009 年《水力学》考研试题与答案(给水排水专业)	285
4. 北京航空航天大学 2009 年《流热综合》考研试题与答案	292
5. 重庆大学 2009 年《流体力学》考研试题与答案	295
6. 上海交通大学 2007 年《流体力学》考研试题与答案	301
7. 哈尔滨工业大学 2008 年秋季学期《工程流体力学》期末考试试题与答案	307

第一章 绪 论

第一节 重点与难点解析



一、流体力学的基本概念

在地球上,物质存在的主要形式有固体、液体和气体。流体即是对液体和气体的总称。

(1)流体。在静力平衡时,流体是一种受任何微小剪切力都能连续变形的物质,或者说在静力平衡时不能承受剪切力的物质。

(2)流体质点。在分析流体运动时,往往要取一块具有微小特征尺寸且包含有足够多分子数目的极微小的流体团。其特点是宏观上足够小(无穷小),以致于可以将其看成一个几何上没有维度的点;微观上足够大(无穷大),它里面包含着许许多多的分子,其行为已经表现出大量分子的统计学性质。值得注意的是,流体质点是人们假象的数学模型,这是与流体的概念的本质区别。

(3)连续介质假设。不考虑流体分子的存在,而是把真实流体看成由无数连续分布的流体质点所组成的连续介质,流体质点紧密接触,彼此间无任何间隙。流体的任一物理量可以表达成空间坐标及时间的连续函数,而且是单值连续可微函数。这就是连续介质假设,其优点是:①避免了流体分子运动的复杂性,只需研究流体的宏观运动;②可以利用数学工具来研究流体的平衡与运动规律。

二、流体的主要物理性质

1. 惯性

惯性是物体反抗外力作用而维持其原有运动状态的性质。惯性的大小取决于物体的质量,质量越大则惯性越大。

2. 密度与重度

流体质量有密度和重度两个表征量。

(1)密度:流体单位体积的质量。流体密度是空间某点单位体积的平均质量。

对均质流体,取 ∇V 为体积, ∇M 为质量,则有:

$$\rho = \frac{\nabla M}{\nabla V}$$

对非均质流体,则令 ∇V 趋于0,有: $\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{dm}{dV}$

(2)重度:单位体积流体的重量。与密度类似,对均质流体有:

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{mg}{V} = \rho g$$

对非均质流体有: $\gamma = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta G}{\Delta V} = \frac{dG}{dV} = \frac{(dm)g}{dV} = \rho g$

密度与重度的关系: $\gamma = \rho g$

3. 流体的压缩性和膨胀性

(1)压缩性。当作用在流体的压力 p 减小,流体的体积 V 变大,这称为流体的压缩性,用体积压缩系数 β 或者体积弹性模数 E 来表示,它表示当流体保持温度不变时,增加一个单位压强时体积 V 的相对变化率:

$$\beta = \lim_{\Delta P \rightarrow 0} \left(-\frac{\Delta V}{V \Delta P} \right) = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dP}$$

$$E = \frac{1}{\beta} = \lim_{\Delta P \rightarrow 0} \left(-\frac{V \Delta P}{\Delta V} \right) = -V \frac{dP}{dV} = \rho \frac{dp}{d\rho}$$

(2)膨胀性。流体体积随温度升高而增大的性质称为膨胀性。用膨胀系数 α 来表示,定义为在压强不变的条件下温度升高一个单位时流体体积的相对增加量,即:

$$\alpha = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dT}$$

4. 粘性

粘性是流体阻止发生剪切变形的一种特性,是流体的固有属性。当流体运动时,流体内部各质点间或流体层间会因相对运动而产生内摩擦力(剪切力)以抵抗其相对运动,流体的这种性质称为粘性。此内摩擦力称为粘滞力(粘性切应力)。

(1)牛顿内摩擦定律。流体相对运动时,层间内摩擦力 T 的大小与接触面积 A 、速度梯度成正比,与流体种类及温度有关,而与接触面上的压力无关,即:

$$T = \pm \mu A \frac{du}{dy}$$

以应力表示为:

$$\tau = \frac{T}{A} = \pm \mu \frac{du}{dy}$$

式中, T 为内摩擦力,单位为N; τ 为单位面积上的内摩擦力或切应力,单位为 N/m^2 ; A 为流体层的接触面积,单位为 m^2 ; $\frac{du}{dy}$ 为速度梯度,即速度在垂直于该速度方向上的变化率,单位为 s^{-1} ; μ 为与流体性质有关的比例系数,称为动力粘性系数,或称动力粘度。

应该注意的是,牛顿内摩擦定律只能应用于层流运动。

(2)粘性系数。动力粘性系数 μ 反应流体的粘性,具有动力学的量纲。其值由实验测定,表

示速度梯度等于 1 时的接触面上的切应力：

$$\mu = \frac{\tau}{du/dy}$$

μ 的国际单位为 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ($\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$)，物理单位为泊 (P 或 $\text{dyn} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$)。

运动粘性系数 ν ：

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

其单位为 m^2/s 。

(3) 粘性影响因素。①压强：实验表明，流体度随着压强的增大而增大；②温度：对于液体，分子内聚力是产生粘度的主要因素，因此，温度 $\uparrow \rightarrow$ 分子间距 $\uparrow \rightarrow$ 分子吸引力 $\downarrow \rightarrow$ 内摩擦力 $\downarrow \rightarrow$ 粘度 \downarrow ；对于气体，分子热运动引起的动量交换是产生粘度的主要因素，因此温度 $\uparrow \rightarrow$ 分子热运动 $\uparrow \rightarrow$ 动量交换 $\uparrow \rightarrow$ 内摩擦力 $\uparrow \rightarrow$ 粘度 \uparrow 。

(4) 流体分类。按照是否符合牛顿内摩擦定律，可分为：①牛顿流体——符合牛顿内摩擦定律，如水、酒精、汽油和一般气体等分子结构简单的流体都是牛顿流体；②非牛顿流体——不符合牛顿内摩擦定律，如泥浆、有机胶体、油漆、高分子溶液等。

按照是否有粘性，可分为：①实际流体。自然界中存在的流体都具有粘性，称为粘性流体或实际流体；②理想流体。一种假想的无粘性的流体， $\mu=0$ 。

按照流体受压体积是否减小，可分为：①可压缩流体——流体密度随压强变化不能忽略的流体 ($\rho \neq \text{const}$)；②不可压缩流体——流体密度随压强变化很小，流体的密度可视为常数的流体 ($\rho = \text{const}$)。

第二节 名校考研真题详解

【1-1】 (东南大学 2005 年考研试题) 什么是流体的易流动性？

答：流体在静止时不能承受剪切力以抵抗剪切变形，只有在运动状态下，当流体质点有相对位移时，才能抵抗剪切变形，这种性质即为流体的易流动性。

【1-2】 (东南大学 2005 年考研试题) 简要说明液体的相对平衡。

答：即液体即使相对地球(或者相对研究的参考系)是运动的，但液体质点之间或者流体质点与容器之间却是相互静止没有相对位移，这就是液体的相对平衡。

【1-3】 (东南大学 2004 年考研试题) 试述流体的粘性以及它对流体流动的影响。

解：流体在运动时，具有抵抗剪切变形能力的性质即为粘性。当某流层对其相邻流层发生相对位移而引起剪切变形时，流体流层间的内摩擦力就是这一性质的表现。

【1-4】 (东南大学 2004 年考研试题) 试述实际流体质点切应力和压应力的特性。

解：切应力 $\tau_{xy} = \tau_{yx}$, $\tau_{xz} = \tau_{zx}$, $\tau_{yz} = \tau_{zy}$ ，有：

$$\tau_{xy} = \mu \left(\frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x} \right), \quad \tau_{xz} = \mu \left(\frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x} \right), \quad \tau_{yz} = \mu \left(\frac{\partial u_y}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial y} \right)$$

压应力， $P_x \neq P_y \neq P_z \neq P_b$ ，但 $P = \frac{1}{3}(P_x + P_y + P_z)$ 是单值，与方位无关。有：

$$P_x = P - 2\mu \frac{\partial u_x}{\partial x}, \quad P_y = P - 2\mu \frac{\partial u_y}{\partial y}, \quad P_z = P - 2\mu \frac{\partial u_z}{\partial z}$$

【1-5】 (东南大学 2005 年考研试题) 设有粘度 $\mu = 0.5 \text{ Pa} \cdot \text{S}$ 的牛顿流体沿壁面流动, 其速度分布为抛物线型, $y_1 = 60 \text{ mm}$, $U_{\max} = 1.08 \text{ m/s}$, 抛物线的顶点位于 A 点, 如图 1-1 所示。分别求 $y=0$ 、 $y=20 \text{ mm}$ 、 $y=40 \text{ mm}$ 各点处的切应力。

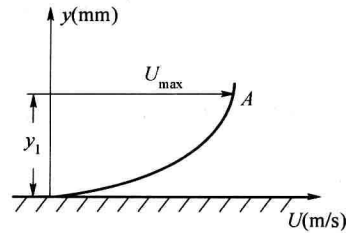


图 1-1

解: 设抛物线的方程为 $u = ay^2 + by + c$, 又因为抛物线过原点, 因此可知:

$$c = 0$$

又顶点在 A 点, 因此有: $-\frac{b}{2a} = y_1 = 0.06$

将 $y = 0.06$ 代入抛物线方程可得:

$$u_{\max} = a \times 0.06^2 + b \times 0.06 = 1.08$$

联立解得:

$$a = -300, b = 36$$

则有: $u = -300y^2 + 36y$, $du = -600ydy + 36dy$, $\frac{du}{dy} = -600y + 36$

又因为 $\tau = \mu \frac{du}{dy}$, 则可得:

在 $y=0$ 处, 切应力 $\tau = 0.5 \times 36 = 18 \text{ Pa}$;

在 $y=20 \text{ mm}$ 处, 切应力 $\tau = 0.5 \times 24 = 12 \text{ Pa}$;

在 $y=40 \text{ mm}$ 处, 切应力 $\tau = 0.5 \times 12 = 6 \text{ Pa}$ 。

【1-6】 (武汉大学 2009 年考研试题) 判断题: 液体的粘性只有在流动时才能表现出来。

答案: 对

【1-7】 (武汉大学 2007 年考研试题) 影响水的运动粘性系数的主要因素为()。

A. 水的温度 B. 水的容量 C. 当地气压 D. 水的流速

答案: A

【1-8】 (天津大学 2003 年考研试题) 判断题: 理想流体与实际流体的区别仅在于, 理想流体不具有粘性。

答案: 错。理想流体和实际流体的区别中不考虑理想流体的粘性是一部分, 但绝不是仅, 还有很多方面的差异。

【1-9】 (河海大学 2006 年考研试题) 影响水的运动粘性系数的主要因素为()。

A. 水的温度 B. 水的密度 C. 当地气压 D. 水的流速

答案: A

【1-10】 (河海大学 2007 年考研试题) 判断题: 如图 1-2 所示管道流速分布图, 从其对应部位取出水体 B, 则水体 B 底面的切应力方向与水流流动方向相同。

答案: 对

【1-11】 (河海大学 2006 年考研试题) 判断题: 液体层流之间的内摩擦力与液体所承受的压力有关。

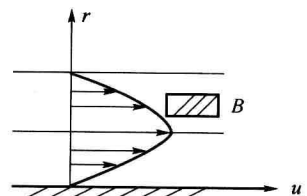


图 1-2

答案:错。由牛顿内摩擦定律 $T = \mu A \frac{du}{dy}$, 公式中相关的元素不包括液体受到的压力, 可见液体层之间的内摩擦力与液体所承受的压力无关。

【1-12】(河海大学 2005 年考研试题)判断题:液体的粘性只有在流动时才能表现出来。

答案:对

【1-13】(河海大学 2007 年考研试题)如图 1-3 所示液面上有一面积 $A = 1200 \text{cm}^2$ 的平板, 以速度 $v = 0.5 \text{m/s}$ 作水平移动, 两层同液体流速按线性分布, 并做层流运动, 平板下液体分两层, 它们的动力粘性系数与厚度分别为 $\mu_1 = 0.142 \text{N} \cdot \text{S}/\text{m}^2$, $h_1 = 1.0 \text{mm}$; $\mu_2 = 0.235 \text{N} \cdot \text{S}/\text{m}^2$, $h_2 = 1.4 \text{mm}$ 。试绘制平板间液体的流速分布图和切应力分布图, 并计算平板上所受的摩擦力 F 。

解:假设中间速度 $v = u$ 。因为上下两层受到的切应力应该相等, 设为 τ 。由牛顿内摩擦定律得:

$$\begin{cases} \tau = \mu_1 \frac{v-u}{h_1} \\ \tau = \mu_2 \frac{u-0}{h_2} \end{cases}$$

联立得:

$$u = \frac{\mu_1 h_2 v}{\mu_2 h_1 + \mu_1 h_2} = 0.229 \text{m/s}$$

于是可得:

$$\tau = \mu_2 \frac{u}{h_2} = 38.42 \text{N}/\text{m}^2$$

从而可得平板上所受的摩擦力 F 为:

$$F = \tau A = 4.615 \text{N}$$

绘制平板间液体的流速分布图和切应力分布图如图 1-4 所示。

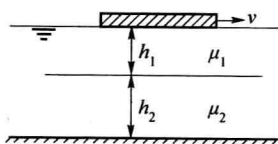


图 1-3

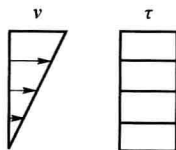


图 1-4

【1-14】(重庆大学 2008 年考研试题)在常压下, 液体的动力粘度随温度的升高而_____。

答案:减小

解析:液体的粘性主要来自于分子间作用力, 温度升高, 分子间引力减少, 粘性就减弱了。

【1-15】(重庆大学 2008 年考研试题)根据牛顿内摩擦定律, 当流体粘度一定时, 影响流体的切应力的因素是_____。

答案:速度梯度

【1-16】(重庆大学 2007 年考研试题)牛顿内摩擦定律表明, 决定流体内部切应力的因素是()。

A. 动力粘度和速度

B. 动力粘度和压强

C. 动力粘度和速度梯度

D. 动力粘度和作用面积

答案:C。可知, $\tau = \mu \frac{du}{dy}$ 。

【1-17】(重庆大学 2007 年考研试题)静止流体中存在()。

A. 压应力

B. 剪应力

C. 压应力和剪应力

D. 压应力和拉应力

答案:A。静止流体只能承受法向压应力,不能承受切向剪应力。

【1-18】(重庆大学 2008 年考研试题)有一自重为 1.2N 的圆柱体,直径为 $d=50\text{mm}$,高度为 100mm,在一内径 $D=50.5\text{mm}$ 的圆筒内以 $v=46\text{mm/s}$ 的速度均匀下滑,求圆柱体与圆筒油膜的动态粘度。

解:如图 1-5 所示, $T=G=1.2\text{N}$,由于圆柱体与圆筒内壁间隙 n 很小,速度分布可认为直线分布,因此有:

$$\frac{du}{dy} = \frac{v}{n}$$

由牛顿内摩擦定律得: $T = \mu A \frac{du}{dy} = \mu A \frac{v}{n}$

整理并代入数据,得: $\mu = \frac{nT}{Av} = \frac{\frac{1}{2} \times (50.5 - 50) \times 1.2}{3.14 \times 0.05 \times 0.1 \times 46} = 0.42 (\text{Pa} \cdot \text{s})$

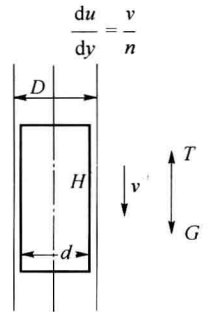


图 1-5

【1-19】(重庆大学 2007 年考研试题)液体和气体的粘度随温度变化的趋势是否相同?为什么?

解:不相同。液体粘性随温度升高而降低,因为对于液体,分子间吸引力是决定性因素;气体粘性随温度升高而升高,因为对于气体,分子间热运动产生动量交换是决定性因素。

【1-20】[(中国石油大学(华东)2006 年考研试题)]分析液流阻力产生的原因。

解:液流质点间的摩擦所表现的粘性力,以及液流质点间的碰撞所表现的惯性力是产生流动阻力的根本原因。

【1-21】[(中国石油大学(华东)2005 年考研试题)]简述流体的特性及连续介质假说。

解:流体的特性主要有,易流动性,只受压力,不受拉力和切力,没有固定形状。

从微观上讲,流体由分子组成,分子间有间隙,是不连续的,但流体力学是研究流体的宏观机械运动,通常把流体看成由无数连续分布的流体微团(或流体质点)所组成的连续介质,假设流体质点紧密接触,彼此间无任何间隙。这就是连续介质模型。

【1-22】(武汉科技大学 2008 年考研试题)下列物理量中,单位可能为 N/m^2 的物理量为()。

A. 运动粘性系数(运动粘度)

B. 体积模量

C. 流量模数

D. 单位质量力

答案:A

【1-23】(武汉科技大学 2008 年考研试题)断面单位总水头的沿程变化规律 $dH/ds=0$,则该液体为_____液体。

答案:理想

【1-24】 (西安建筑科技大学 2010 年考研试题)液体的温度越高,粘性系数值越_____,气体温度越高,粘性系数值越_____。

答案:低 高

【1-25】 (西安建筑科技大学 2009 年考研试题)简单剪切流动中,粘性切应力符合牛顿内摩擦定律,即 $\tau =$ _____。

答案: $\mu \frac{du}{dy}$

【1-26】 (西安建筑科技大学 2008 年考研试题)理想流体是指_____。

答案:忽略了粘性力的流体

【1-27】 (西安建筑科技大学 2008 年考研试题)绝对压强是以没有气体分子存在的_____为基准起算的压强。

答案:当地大气压 p_a

【1-28】 (西安建筑科技大学 2010 年考研试题)相距 10mm 的两块相互平行的板子,水平放置,板间充 20°C 的蓖麻油,其动力粘性系数 $\mu = 0.972 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。当上板以 1.5m/s 移动时,求油中的切应力。

解:由牛顿内摩擦定律,可知油中切应力为 $\tau = \mu \frac{du}{dy}$ 。由题可知:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} = \mu \frac{u}{H} = 0.972 \times \frac{1.5}{0.01} = 145.8 (\text{Pa})$$

【1-29】 (西安建筑科技大学 2008 年考研试题)文字描述牛顿内摩擦定律。

解:流体的内摩擦力与其速度梯度 $\frac{du}{dy}$ 成正比,与液层的接触面积 A 成正比,与流体的性质有关,而与接触面积的压力无关,即 $F = \mu A \frac{du}{dy}$ 。

第三节 名校期末考试真题详解

【1-30】 (西南交通大学 2003—2004 学年第 2 学期期末考试试题 B 卷)平衡流体的切应力 $\tau =$ ()。

- A. 0 B. $\mu \frac{du}{dy}$ C. $\rho l^2 \left(\frac{du}{dy} \right)^2$ D. $\mu \frac{du}{dy} + \rho l^2 \left(\frac{du}{dy} \right)^2$

答案:A

【1-31】 (西南交通大学 2003—2004 学年第 2 学期期末考试试题 B 卷)实际流体的切应力 $\tau =$ ()。

- A. 0 B. $\mu \frac{du}{dy}$ C. $\rho l^2 \left(\frac{du}{dy} \right)^2$ D. $\mu \frac{du}{dy} + \rho l^2 \left(\frac{du}{dy} \right)^2$

答案:D

【1-32】 (西南交通大学 2003—2004 学年第 2 学期期末考试试题 B 卷)等加速直线运动容器内液体的等压面为()。

- A. 水平面 B. 斜平面 C. 抛物面 D. 双曲面

答案:D

【1-33】(西南交通大学 2003—2004 学年第 2 学期期末考试试题 B 卷)已知动力粘度 μ 的单位为 $\text{Pa} \cdot \text{s}$, 则其量纲 $\dim\mu = (\quad)$ 。

- A. MLT^{-1} B. $ML^{-1}T$ C. $M^{-1}LT$ D. $ML^{-1}T^{-1}$

答案:D

【1-34】(西南交通大学 2003—2004 学年第 2 学期期末考试试题 B 卷)若某液体的密度变化率 $d\rho/\rho = 1\%$, 则其体积变化率 $dV/V = (\quad)$ 。

- A. 1% B. -1% C. 1% D. -1%

答案:B

【1-35】(西南交通大学 2003—2004 学年第 1 学期期末考试试题 A 卷)交通土建工程施工中的新拌建筑砂浆属于()。

- A. 牛顿流体 B. 非牛顿流体 C. 理想流体 D. 无粘流体

答案:B

【1-36】(西南交通大学 2003—2004 学年第 1 学期期末考试试题 A 卷)牛顿内摩擦定律 $\tau = \mu \frac{du}{dy}$ 中的 $\frac{du}{dy}$ 为运动流体的()。

- A. 拉伸变形 B. 压缩变形 C. 剪切变形 D. 剪切变形速率

答案:D

【1-37】(西南交通大学 2003—2004 学年第 1 学期期末考试试题 A 卷)理想流体的切应力 $\tau = (\quad)$ 。

- A. 0 B. $\mu \frac{du}{dy}$ C. $\rho l^2 \left(\frac{du}{dy} \right)^2$ D. $\mu \frac{du}{dy} + \rho l^2 \left(\frac{du}{dy} \right)^2$

答案:A

【1-38】(西南交通大学 2003—2004 学年第 1 学期期末考试试题 A 卷)理想流体是指()。

- A. 忽略密度变化的流体 B. 忽略温度变化的流体
C. 忽略粘性变化的流体 D. 忽略粘性的流体

答案:D

【1-39】(西南交通大学 2003—2004 学年第 1 学期期末考试试题 A 卷)下列关于水流流向的说法中,不正确的有()。

- A. 水一定是从高处向低处流
B. 水一定是从流速大处向流速小处流
C. 水一定是从压强大处向压强小处流
D. 水一定是从测压管水头高处向测压管水头低处流
E. 水一定是从机械能大处向机械能小处流

答案:A、B、C、D

【1-40】(西南交通大学 2003—2004 学年第 2 学期期末考试试题 B 卷)静止流体一般能承受拉、压、弯、剪、扭。

答案:错。静止流体只能承受压力。

【1-41】 (西南交通大学 2003—2004 学年第 1 学期期末考试试题 A 卷)判断题:流体的粘性随着温度的增加而减小。

答案:错。液体的粘性随着温度的增加而减小。

【1-42】 (西南交通大学 2003—2004 学年第 1 学期期末考试试题 A 卷)简述平衡流体中的应力特征。

解:(1)方向性。平衡流体中的应力垂直指向受压面。

(2)大小性。平衡流体中任一点的压强大小与作用方位无关,即 $p=f(x,y,z)$ 。

【1-43】 (哈尔滨工业大学 2007 年秋季学期期末考试试题)解释连续介质模型。

解:在流体力学的研究中,将实际由分子组成的结构用流体微元代替。流体微元有足够数量的分子,连续充满它所占据的空间,这就是连续介质模型。

【1-44】 (哈尔滨工业大学 2007 年秋季学期期末考试试题)解释流体动力粘度和运动粘度。

解:动力粘度是指单位速度梯度时内摩擦力的大小,计算式为 $\mu = \frac{\tau}{dv/dz}$;运动粘度是指动力粘度和流体密度的比值,计算式为 $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ 。

【1-45】 (哈尔滨工业大学 2006 年秋季学期期末考试试题)流体粘度的表示方法有_____粘度、_____粘度和_____粘度。

答案:动力 运动 相对

【1-46】 (南京大学 2005-2006 学年第 2 学期期末考试试题)名词解释:连续介质假设。

解:连续介质假设的主要内容是,不考虑流体的离散分子结构状态,而把流体当作连续介质来处理,即把离散分子构成的实际流体看作是由无数流体质点没有空隙连续分布而构成的。

【1-47】 (南京大学 2005-2006 学年第 2 学期期末考试试题)名词解释:理想流体和牛顿流体。

解:不考虑流体粘性,认为流体粘性可以略去的流体为理想流体;流体中流点的应力和变形速度间的关系满足广义牛顿公式的流体称为牛顿(粘性)流体,如水和空气。

【1-48】 (南京大学 2005-2006 学年第 2 学期期末考试试题)在能量方程中内能与动能的转换机制是_____和_____。

答案:粘性摩擦 膨胀(或压缩)

【1-49】 (南京大学 2005-2006 学年第 2 学期期末考试试题)不可压粘性流体在静止无界的平行平板间作定常直线运动,平板间距为 $2h$,平板与水平面的交角为 α ,试求其速度分布。

解:如图 1-6 所示,设 x 轴沿着运动方向。

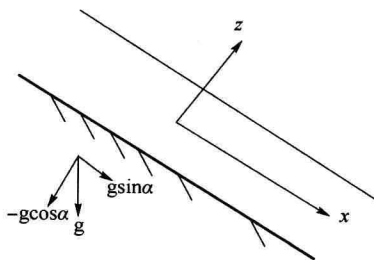


图 1-6