

目 录

2016 年空军工程大学航空工程 806 应用流体力学考研真题	5
2015 年空军工程大学航空工程 807 应用流体力学考研真题	7
2014 年空军工程大学航空工程 807 应用流体力学考研真题	10
2013 年空军工程大学航空工程 807 应用流体力学与自动控制原理考研真题	12
2012 年空军工程大学航空工程 807 应用流体力学考研真题	15

说明：2017 年空军工程大学该学科科目代码和名称为 806 应用流体力学，以前年份的科目代码和名称为 807 应用流体力学、807 应用流体力学与自动控制原理等。

2016 年空军工程大学航空工程 806 应用流体力学考研真题

空军工程大学 2016 年硕士研究生入学试题

考试科目：应用流体力学（A 卷）

科目代码 806

说明：答题时必须答在配发的空白答题纸上，答题可不抄题，但必须写清题号，写在试题上不给分；考生不得在试题及试卷上做任何其它标记，否则试卷作废；试题必须同试卷一起交回。

一、填空题（每空 1 分，共 30 分）

1. 流体的动力粘度 μ 的国际单位制单位是_____，运动粘度 ν 的国际单位制单位是_____。
2. 液体粘度随温度的升高而_____，气体粘度随温度的升高而_____。
3. 按力的作用方式，可将作用于流体上的力分为质量力与_____，质量力又可分为与_____。
4. 当所研究气体的_____与所研究对象的_____达到同一数量级时，连续介质假设将不再适用。
5. 相对压强是指该点的_____与当地_____的差值。
6. 雷诺数 Re 表示_____与_____之比。
7. $\frac{d\rho}{dt} + \rho \nabla \cdot \mathbf{V} = 0$ 适用于_____，而 $\nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0$ 只适用于_____。
8. 超声速气流在收敛形管道中是_____流动，而在扩散形管道中是_____流动。
9. 速度势（位）存在的充分必要条件是流场为_____，流函数存在的充分必要条件是流场为_____。
10. 设海平面空气温度为 16°C ，气流速度为 250m/s ，则气流马赫数为_____。
11. 足球运动员向球门左门柱踢定位球，为绕开人墙，则所谓“橡胶球”的足球相对于足球场地的旋转方向应为_____方向。
12. 所谓紊流度是指流体的_____与流体的_____之比。
13. 一般而言，_____附面层摩擦阻力大于_____附面层摩擦阻力，所以为减小摩擦阻力，应使附面层转捩点_____。
14. 可通过减小机翼表面的_____或使翼面产生_____附面层来减小机翼的压差阻力。
15. 外压式进气道是指超声速气流的_____过程是在进气道的内通道之外进行的，高速作战飞机通常采用的是_____的外压式超声速进气道。

二、分析题（1~3 每题 7 分，4、5 每题 12 分，共 45 分）

1. 什么是连续介质假设？建立连续介质假设的意义何在？
2. 什么是气流的速度系数，引入速度系数有什么物理意义。
3. 试分析层流附面层的不稳定性。
4. 试证明分析流体静压力与所取作用面的方向无关。
5. 试推导位于原点的平面点源的位函数表示式，设点源的强度为 Q 。

三、计算题（每题 15 分，共 75 分）

1. 如图 1 所示，有一盛水的开口容器以加速度 3.6m/s^2 沿与水平面成 30° 夹角的斜面向上运动，试求容器中水面的倾角 α 。

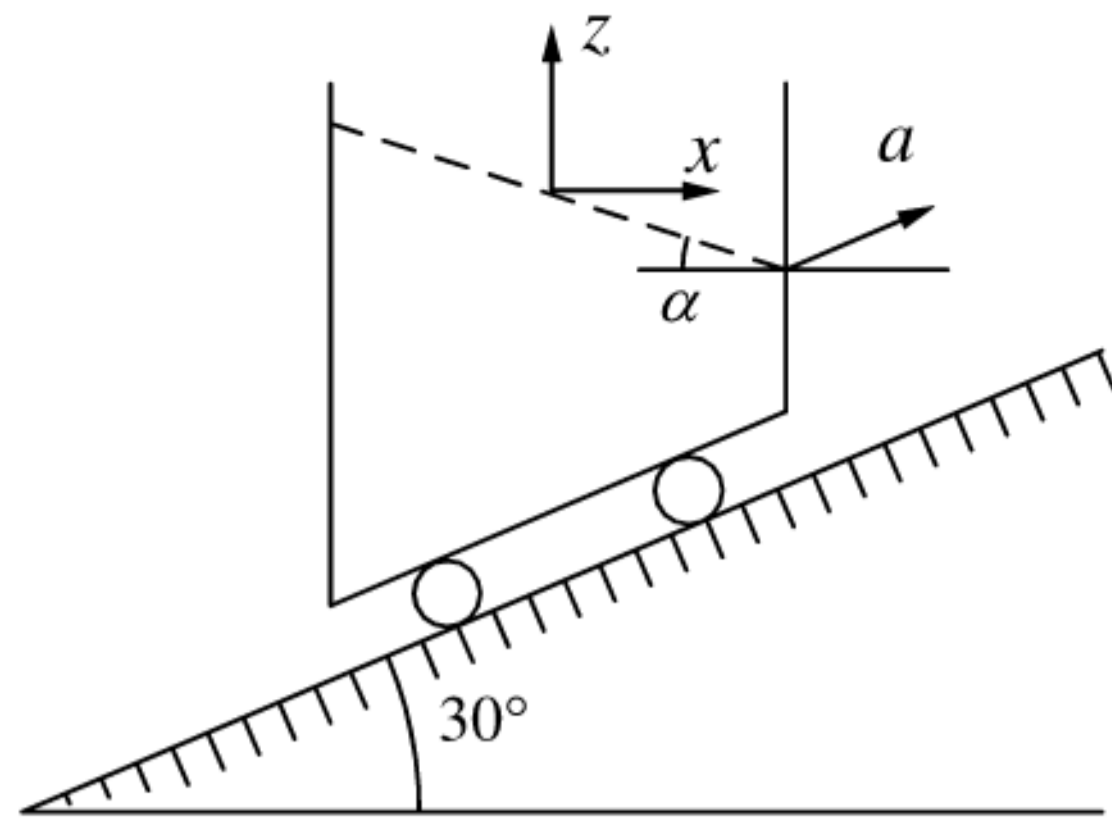


图 1 (题三、1)

2. 某速度场可表示为

$$u = x - t, \quad v = -y + t, \quad w = 0。$$

试求：(1) 加速度；(2) 流线；(3) 该速度场是否满足不可压缩流体的连续方程；(4) $t = 1$ 时的流函数。

3. 已知速度场

$$u = 2x + 3y - z, \quad v = 3x - y + 2z, \quad w = -x + 2y + 3z。$$

求：(1) 线变形速率；(2) 角变形速率；(3) 旋转角速度；(4) 位函数。

4. 如图所示，设有一弯曲成 90° 的收敛形管道，水从直径为 $d_1 = 20\text{cm}$ 的大管道流入弯管，速度为 $V_1 = 2\text{m/s}$ ，压力为 $p_1 = 7 \times 10^4 \text{Pa}$ ，再流入直径为 $d_2 = 10\text{cm}$ 的小管道，试求在保持弯管平衡时弯管所受到的力。设水的密度为 $\rho = 1000\text{kg/m}^3$ 。(结果可以计算式表示)

5. 已知层流附面层摩擦阻力系数 $C_{l,f} = 1.33\sqrt{\frac{1}{\text{Re}}}$ ，紊流附面层摩擦阻力系数 $C_{t,f} = 0.072(\text{Re})^{-\frac{1}{5}}$

($\text{Re} < 10^7$)。求边长为 5m 的正方形平板在空气

中以速度 3m/s 运动时所受的摩擦阻力。假设空气密度 $\rho = 1.226\text{kg/m}^3$ ，运动粘性系数 $\nu = 1.5 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s}$ ，转换雷诺数 $\text{Re}_T = 5 \times 10^5$ 。($\sqrt{2} \approx 1.414$, $\sqrt[5]{5} = 1.38$, $\sqrt[5]{10} = 1.59$)

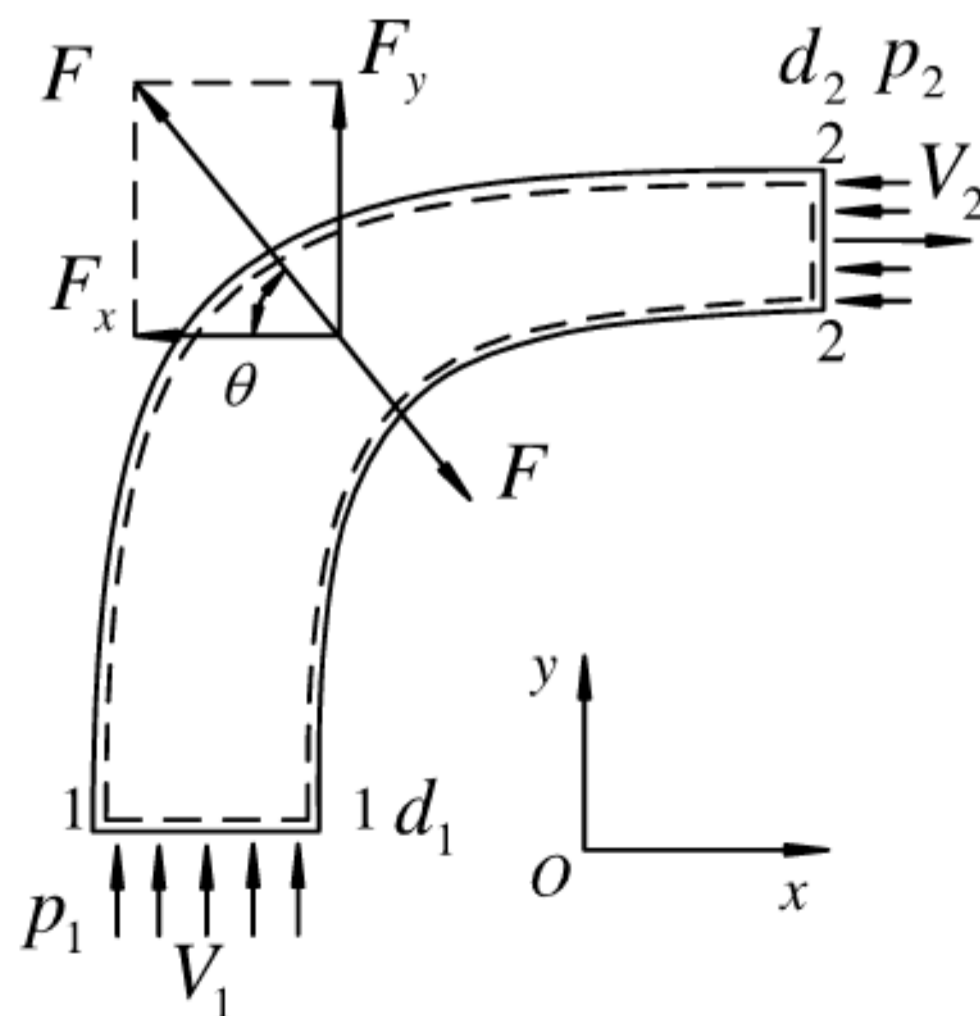


图 2 (题三、4)

2015 年空军工程大学航空工程 807 应用流体力学考研真题

空军工程大学 2015 年硕士研究生入学试题

考试科目：应用流体力学 (A 卷)

科目代码 807

说明：答题时必须答在配发的空白答题纸上，答题可不抄题，但必须写清题号，写在试题上不给分；考生不得在试题及试卷上做任何其它标记，否则试卷作废；试题必须同试卷一起交回。

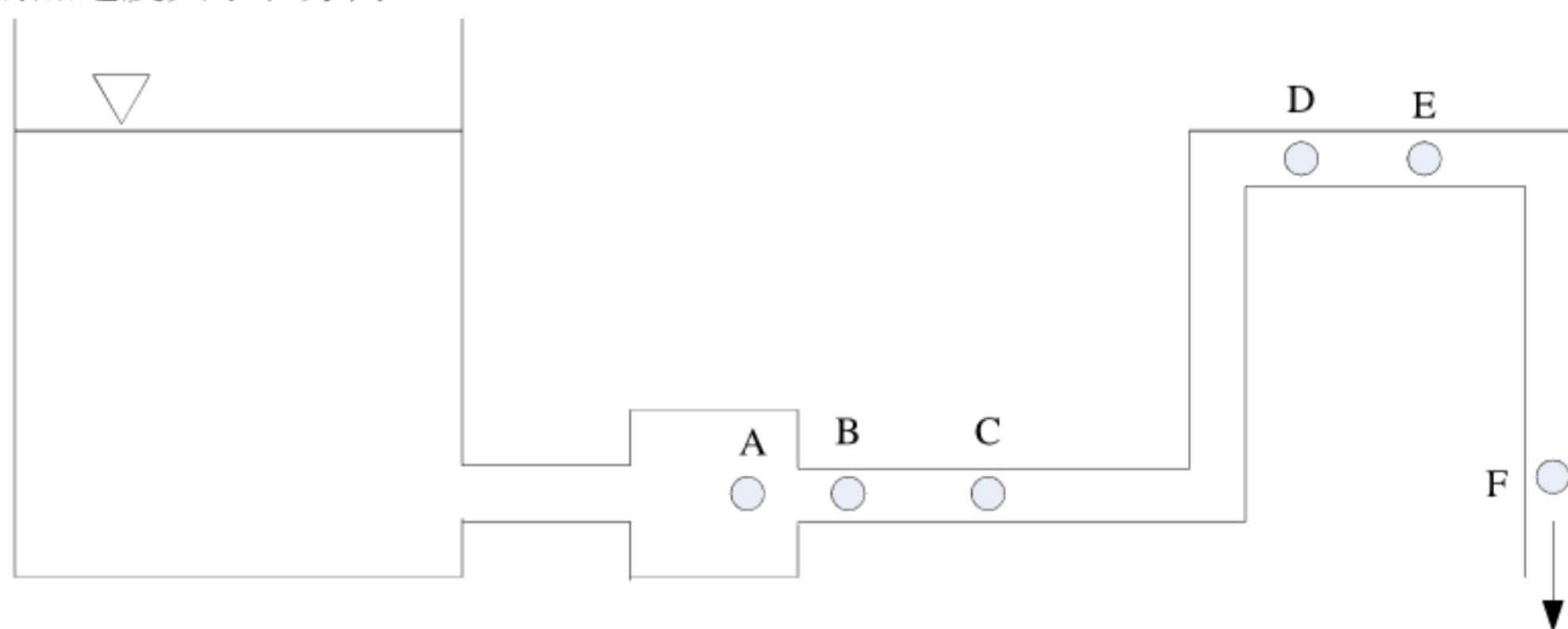
一、填空题（每空 2 分，共 30 分）

1. 流体的力学定义可叙述为_____。
2. 进气道的功用是_____。
3. 压气机的等熵压缩功指的是_____。
4. 滞止状态指的是_____。
5. 流管指的是_____。
6. 热力学第一定律可表述为_____。
7. 完全气体是一种理想化的气体模型，它指的是_____。
8. 马赫数定义为_____，它是衡量_____的一个重要参数。
9. 气体动力学函数 $q(\lambda)$ 表示了一元流动某截面上的相对密流，其定义为_____，其数值随 λ 的变化规律为_____。
10. 流体的压缩性指的是_____。
11. 帕斯卡原理可叙述为_____。
12. 超音速气流在收敛管中作定常等熵流动时，其速度、压力、密度、温度的变化规律为_____。
13. 在二元直匀流中叠加平面点源有_____的作用。

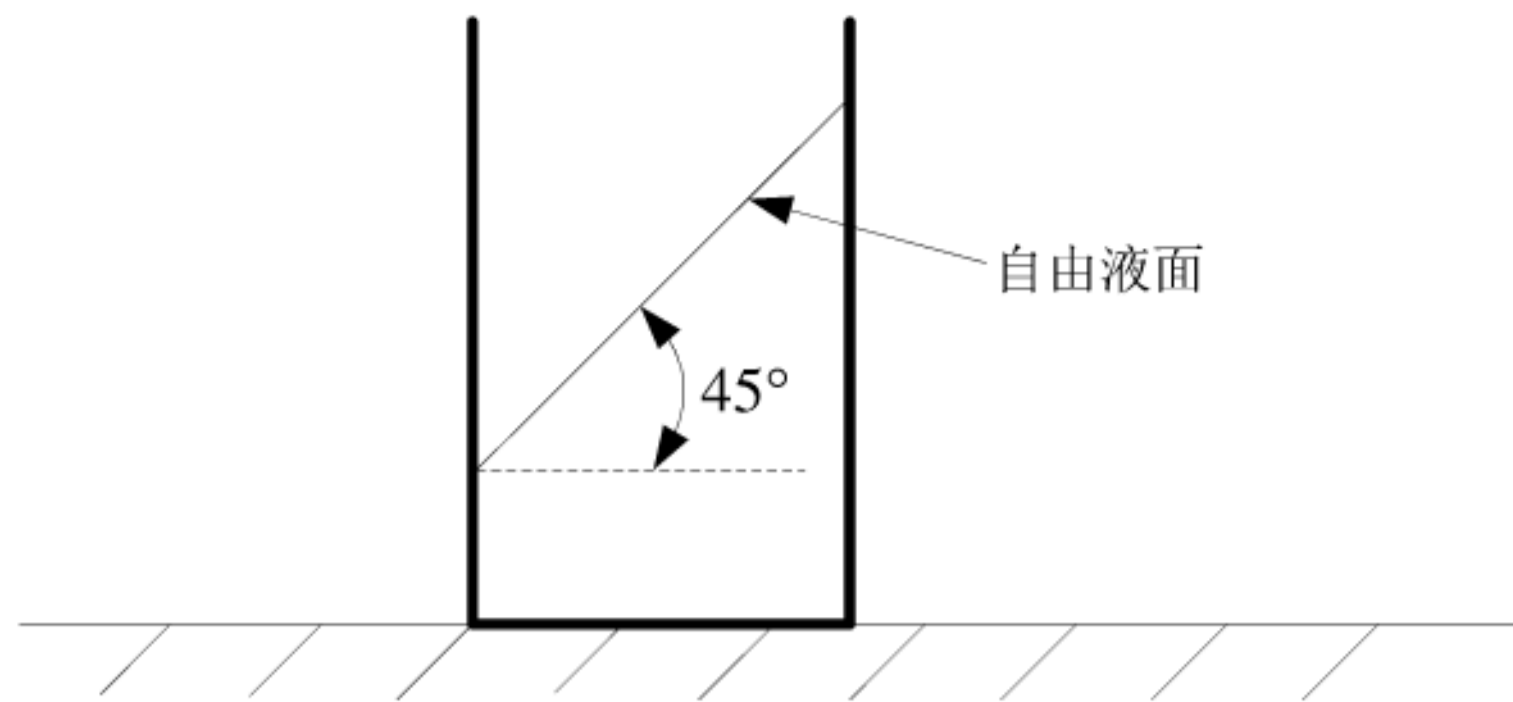
二、分析简答题（每题 5 分，共 45 分）

1. 有一输油管路如图所示，假设油箱油面保持不变，B、C、D、E、F 点处管路截面积相同，试讨论：点 A 的压力是否可能比点 B 的压力低？点 C 的压力是否可能比点 D 的压力低？点 E 的压力是否可能比点 F 的压力低？为什么？

2. 一上端开口的桶装有一定量的水，在水平面内做匀加速直线运动，其自由液面与水平面成 45° 角，如图所示，试确定桶的加速度大小和方向？



分析简答题 1 用图



分析简答题 2 用图

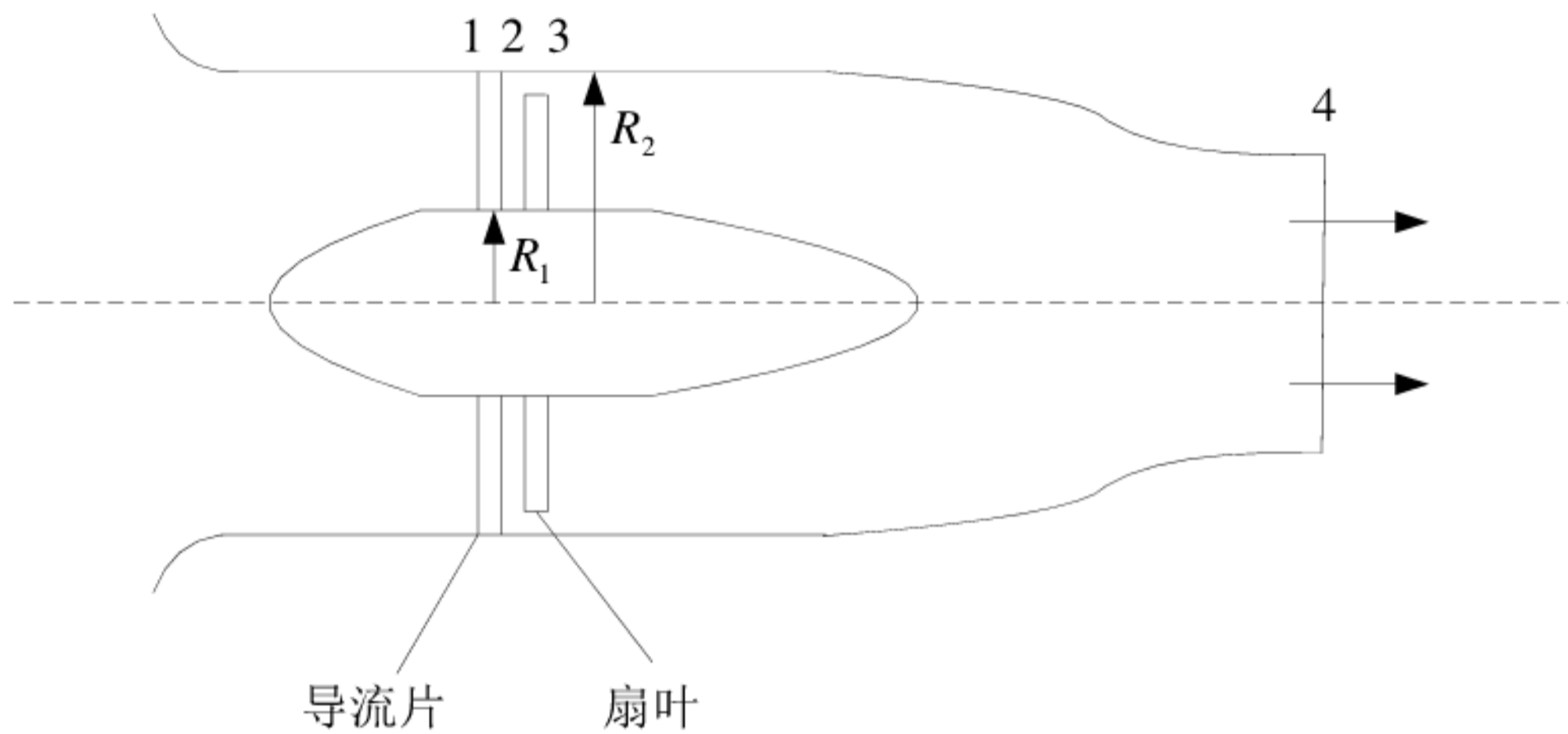
3. 纯外压式超音速进气道波系的有利位置在什么位置，为什么？
4. 简述附面层的概念和特点，什么是附面层的分离，附面层分离点的位置取决于什么？
5. 什么是系统和控制体，简述两者的特点，并说明雷诺输运方程的物理表述。
6. 若流体质点的运动轨迹是直线，是否这种流动必是无旋流动？若流体质点的运动轨迹是曲线，是否这种流动必是有旋流动？试举例说明。
7. 对一个二元定常不可压位流，试证明流线族和等位线族是正交的。
8. 二元不可压流体中的流场中的流函数为 $\psi = 3ax^2y - ay^3$ ， a 为常数，证明该流场无旋并求流场的速度位。
9. 一等截面圆形输气管道，其直径 $d = 150\text{mm}$ ，在相距 8 米的两个截面上，同时量取流量，经 A 截面的流量为 0.20394 千克/秒，经 B 截面的流量为 0.18355 千克/秒，问这段管道内气体的平均密度的变化率是多大？

三、计算题（每题 15 分，共 75 分）

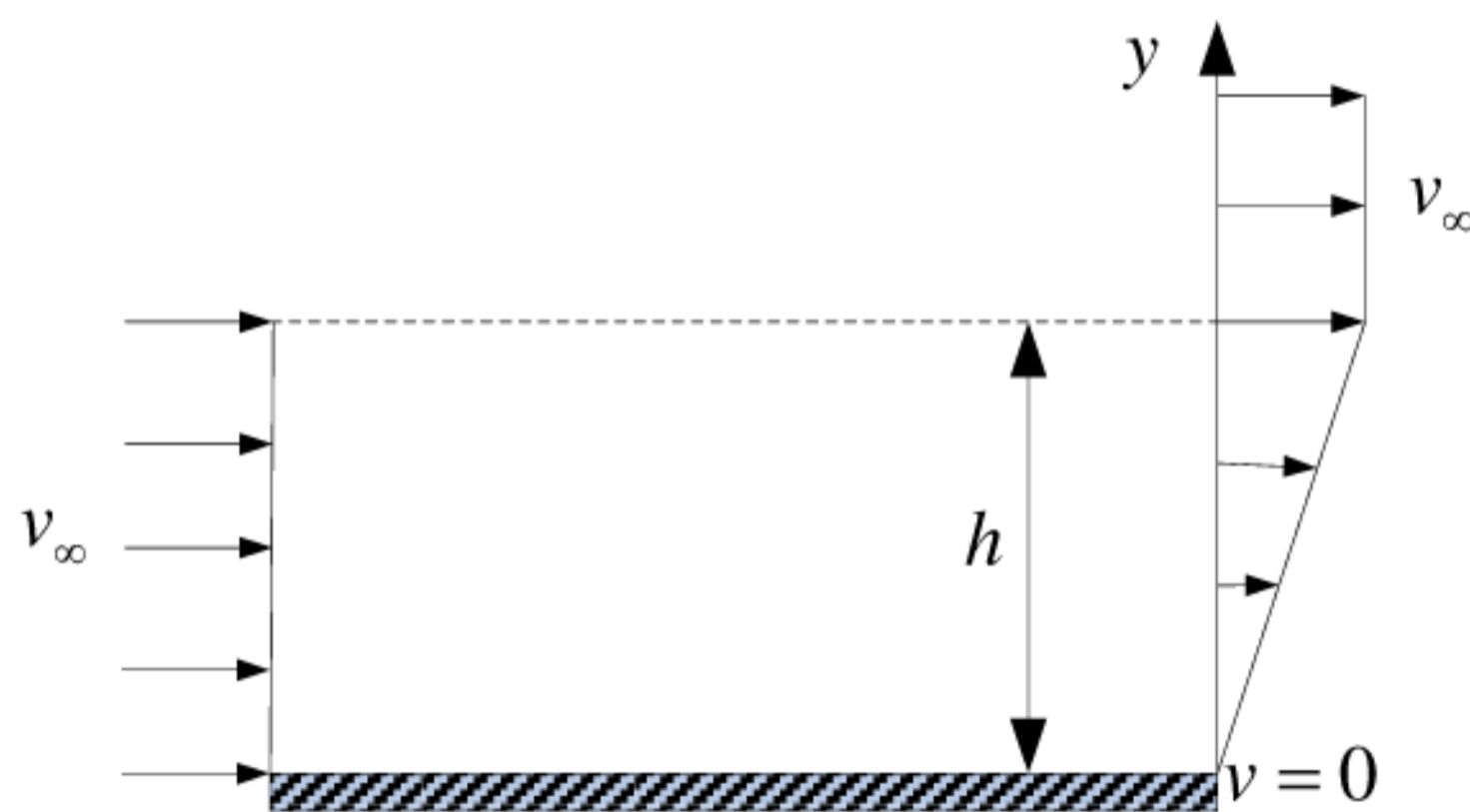
1. 有一种二元定常不可压位流，已知其 $v_x = kxy$ ， k 为常数，求 v_y 的表达式。
2. 如图有一低速小风洞。风扇之前有一环导流片。空气从海平面的标准状态（大气密度 $\rho = 1.2255\text{kg/m}^3$ ，大气压力 $p_a = 101256.5\text{N/m}^2$ ）被吸入，经导流叶片后获得圆周方向的分速，经扇叶后则仅有轴向流速。设此轴向流速为 10 米/秒。扇叶处风洞的内半径 $R_2 = 0.3$ 米。扇毂半径 $R_1 = 0.12$ 米。计导流片前的截面为 1 截面，导流片之后扇叶之前为 2 截面，扇叶之后为 3 截面，风洞出口截面为 4 截面，其半径 $R_4 = 0.25$ 米。实验时，模型放在 4 截面之后的气流里。已知导流片后气流有圆周方向分速 2 米/秒。不计空气粘性，试计算：
 - (1). 1、2、3、4 截面上的静压；
 - (2). 风扇上受到的沿风洞轴向的力。
3. 设有某轻型低速飞机，将这飞机的 1/5 缩比模型在加压风洞中做吹风实验。风洞试验段的气流静压为 $p_\infty = 506625\text{N/m}^2$ ，风速 $v_\infty = 40\text{m/s}$ ，气流密度 $\rho_\infty = 6.125\text{kg/m}^3$ 。在迎角 $\alpha = 4^\circ$ 时，在飞机机翼上翼面某剖面距前缘 $14.92\%b$ 处（ b 为该剖面之弦长）测量得该处静压为 503244N/m^2 。问此轻型低速飞机在高度 3000 米处的空中以速度 $v_{\infty 1} = 210$ 公里/小时 飞行时，机翼上与模型相对应之点的静压为多大？该点在两种情况下的压力系数各为多大？已知模型与实物对应点的流速与远前方各自来流的流速之比彼此是一样的。高度 3000 米处大气密度 $\rho = 0.9094\text{kg/m}^3$ ，大气压力 $p_a = 70050.4\text{N/m}^2$ 。压力系数的定义为 $C_p = \frac{p - p_\infty}{\frac{1}{2}\rho_\infty v_\infty^2}$ 。

4. 如图所示，密度为 ρ 的流体稳定流过一水平放置的平板，平板宽度为 b 。入口边速度是均匀的，为 v_∞ ，出口边速度分布从板面上从零线性增加到距板面为 h 值时为 v_∞ ，在 h 以上的速度仍为 v_∞ ，试确定流体作用于板面上的水平力。

5. 美洲某地发生一起龙卷风，这起龙卷风可以看作一个二维点涡。已知距涡心 30 米处，大气压力下降 162 N/m^2 ，假设龙卷风中的运动为不可压运动，大气密度 $\rho = 1.0 \text{ kg/m}^3$ 。1) 求该处的旋风的线速度？2) 又测得该龙卷风中心以 2.7 米/秒的速度在作直线移动，在它将要经过的路上某点测得压力下降 40.5 N/m^2 ，问要经过多久该点的压降恰好达到 162 N/m^2 。



计算题 2 用图



计算题 4 用图

2014 年空军工程大学航空工程 807 应用流体力学考研真题

空军工程大学 2014 年硕士研究生入学试题

考试科目：应用流体力学（A 卷）

科目代码 807

说明：答题时必须答在配发的空白答题纸上，答题可不抄题，但必须写清题号，写在试题上不给分；考生不得在试题及试卷上做任何其它标记，否则试卷作废；试题必须同试卷一起交回。

一、填空题（每空 1 分，共 30 分）

1. 静止流体中，只存在（ ）作用面的（ ）应力，静压力值仅仅是（ ）和（ ）的函数。
2. 动力粘性系数的单位表示为（ ），运动粘性系数的单位表示为（ ）。
3. 马赫数定义为（ ）与（ ）之比；速度系数定义为（ ）与该点（ ）之比。
4. 雷诺数表征流体运动时流体微团的（ ）力与其所受的（ ）力之比，是由流体的密度、（ ）、（ ）系数和相应的特征长度决定的。
5. 平面流动的斯托克斯定理是指沿微团周线的（ ）等于微团（ ）的 2 倍与周线所围（ ）的乘积。
6. 流线族与等位线族是（ ），两流线的流函数值之差就是两流线之间流体的（ ）。
7. 在直匀流中叠加（ ）和（ ），可用于模拟物体升力的作用。
- 8.（ ）气流因通道收缩，或从（ ）区进入（ ）区，气流要（ ）增压，因而会出现激波。
9. 附面层转捩的内因是层流（ ），外因是（ ）。
10. 压气机的一个级是由无数个半径不同的两个环形叶栅，即（ ）叶栅和（ ）叶栅叠加而成的，这两个环形叶栅就称为（ ）。

二、分析简答题（每题 5 分，共 45 分）

1. 简述流体的连续介质假设，并讨论连续介质假设的合理性。
2. 给出流体压缩性的定义，并讨论 $Ma < 0.3$ 时流体不可压缩假设的合理性。
3. 若飞机在 10000 米高空的飞行速度恰好等于地面声速，问飞机的飞行马赫数是否为 1，为什么？
4. 分析证明：在同一瞬间，沿涡线或涡管涡强不变。
5. 分析物体作超声速运动时形成波阻的原因。
6. 分析超声速流动中速度与管道截面积的变化关系。
7. 当输水管道流量一定时，随着管径增大，雷诺数 Re 是增大还是减小，为什么？
8. 简述内压式与外压式超声速进气道的设计原理。
9. 试分析附面层分离的主要原因及其危害。

三、计算题（每题 15 分，共 75 分）

1. 一块长 180cm，宽 10cm 的平板在另一块固定平板上水平滑动。两平板之间的间隙是 0.3mm，充满密度为 900kg/m^3 、运动粘性系数为 $0.9 \times 10^{-4} \text{m}^2/\text{s}$ 的润滑油。如果以 30cm/s 的匀速拖动上面的平板，求需要的力是多少？

2. 在不可压缩流体的三元流动中，已知 $u = x^2 + y^2 + x + y + 2$ ， $v = y^2 + 2yz$ 。设 $w(x, y, 0) = 0$ ，试用连续性方程推导 w 的表示式。进而求出流场的旋转角速度分量。

3. 自来水管中有一段 60° 拐角的水平管道，如图 1 所示。已知管道内径为 70mm，质量流量为 $Q_m = 7.7 \text{kg/s}$ ，压力为 $p = 3100 \text{kPa}$ ，水密度为 $\rho = 1000 \text{kg/m}^3$ 。若不计弯管的压力损失，求水作用在弯管上的作用力。

4. 在海平面上，有直匀流流过一个机翼，如图 2 所示。远方来流速度 $V_\infty = 100 \text{m/s}$ ，静压 $p_\infty = 101200 \text{Pa}$ 。已知 A、B、C 三点的速度分别是 $V_A = 0 \text{m/s}$ ， $V_B = 150 \text{m/s}$ ， $V_C = 50 \text{m/s}$ 。空气在海平面的密度 $\rho = 1.225 \text{kg/m}^3$ ，求 A、B、C 三点的静压及压力系数。（忽略 A、B、C 三点的高度变化。）

5. 运动粘性系数为 $\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 的空气以 6 m/s 的速度沿长度为 1 m 的平板流动，试求平板摩擦阻力系数。假设平板转换雷诺数 $\text{Re}_\tau = 3 \times 10^5$ ，层流摩擦阻力系数 $C_{l,f} = 1.372(\text{Re}^{-1/2})$ ，紊流摩擦阻力系数 $C_{t,f} = 0.072(\text{Re}^{-1/5})$ ，且 $3^{-1/2} = 0.5774$ ， $30^{-1/5} = 0.5065$ ， $60^{-1/5} = 0.4409$ 。

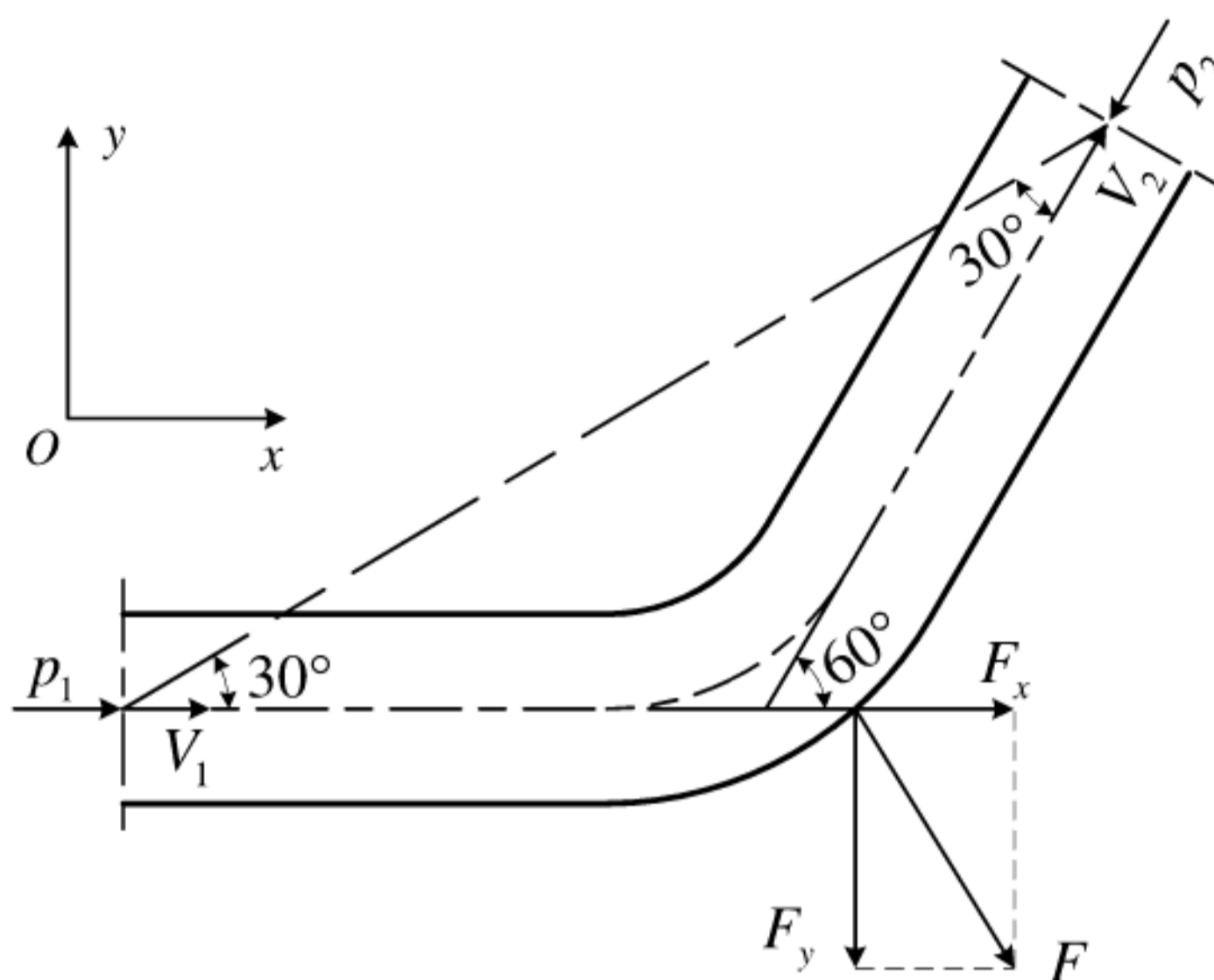


图 1-试题三 (3)

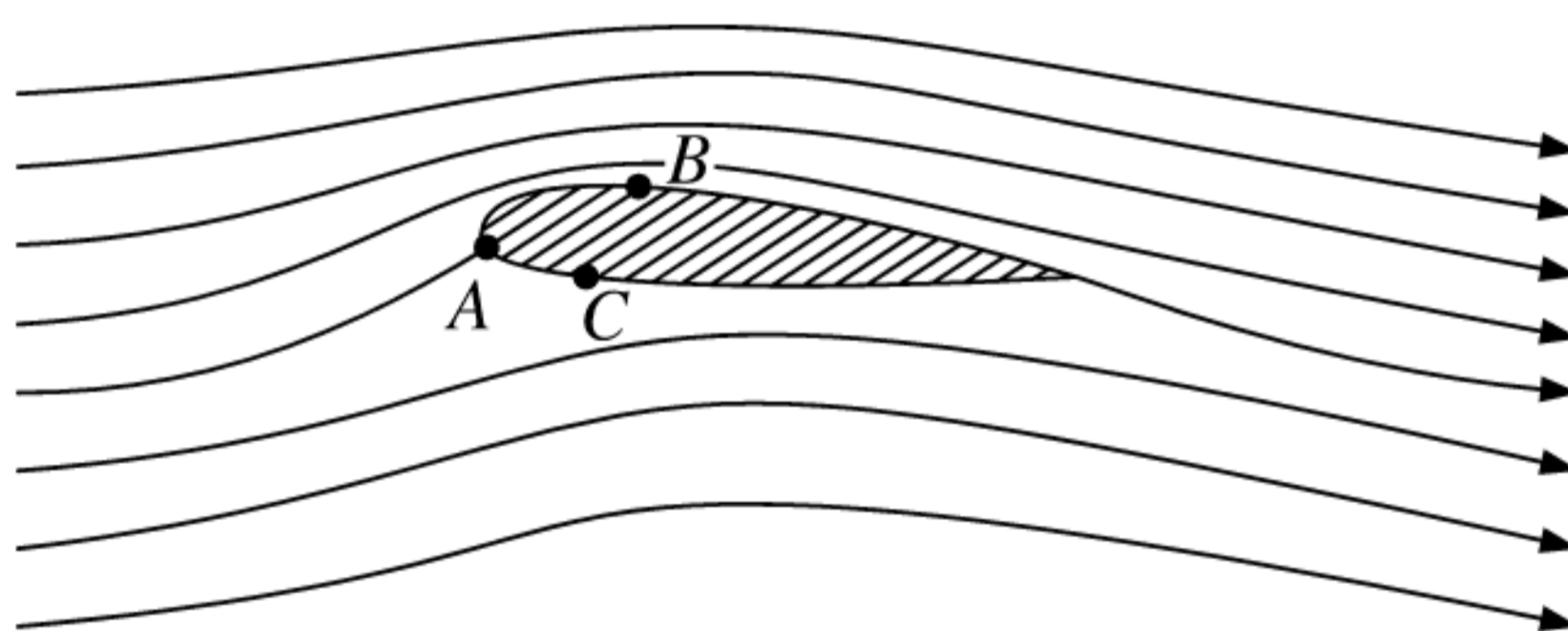


图 2-试题三 (4)

2013 年空军工程大学航空工程 807 应用流体力学与自动控制原理考研真题

空军工程大学 2013 年硕士研究生入学试题

考试科目：应用流体力学与自动控制原理（A 卷） 科目代码 807

说明：答题时必须答在配发的空白答题纸上，答题可不抄题，但必须写清题号，写在试题上不给分；考生不得在试题及试卷上做任何其它标记，否则试卷作废，试题必须同试卷一起交回。

第一部分 应用流体力学

一、填空题（15 分，每空 1.5 分）

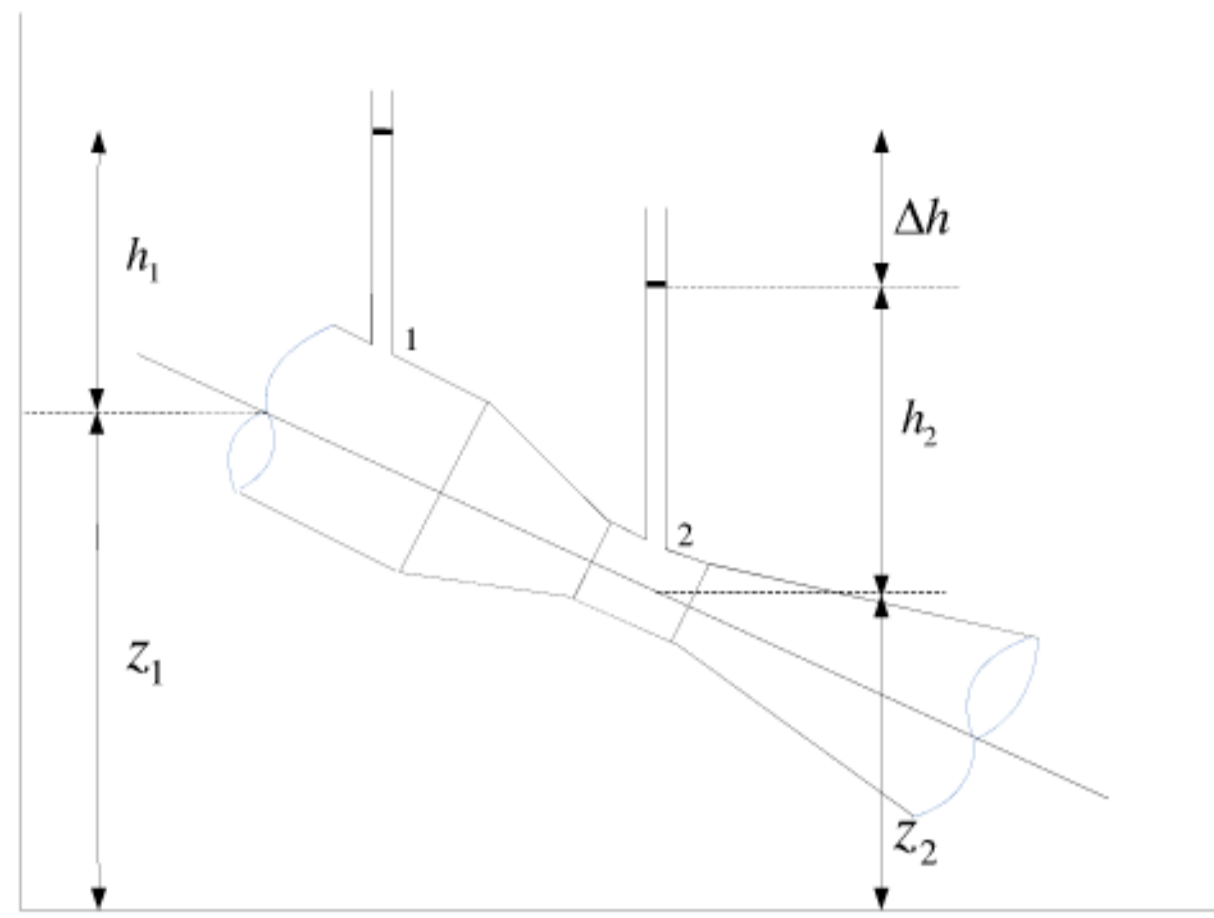
1. 马赫数是衡量气流压缩程度的一个重要参数，马赫数越大，气流压缩程度_____，对于一般气体流动问题，当_____时，气体可以当做不可压缩流体。
2. _____等于零的流体称为理想流体，这是一种不考虑流体_____的模型。
3. 雷诺数是表征流体运动时，流体微团的_____力与其所受_____力的比值。
4. 在确定滞止状态时，将滞止过程限制为_____。
5. 在二元定常不可压无旋流场中，流线族和等位线族的关系是_____。
6. 二元定常不可压无旋流场的基本方程为_____或_____。

二、分析简答题（24 分，每题 6 分）

1. 证明在二元定常不可压流中，等流函数线是一条流线。
2. 请说明收敛形管道的壅塞现象？
3. 请说明气流在轴流式压气机基元级中流动时的能量传递关系？
4. 什么是附面层、什么是附面层分离？简要说明附面层的特点、附面层分离的原因以及附面层分离点位置的主要决定因素？

三、计算题（36 分，每题 12 分）

1. 设一平面理想不可压缩流动的流函数为 $\psi = 2x^2 + xy - 2y^2$ ；
 - (1) 证明此流动是无旋的，求出其位函数。（6 分）
 - (2) 已知流体密度 $\rho = 1.1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ，点 (1, -2) 处的流体压强为 5000Pa，求点 (-2, 1) 处的流体压强值。（6 分）
2. 一平板距另一固定平板 0.5mm，二板上下水平放置，其间充满某密度 $\rho = 980\text{kg/m}^3$ 的液体，上板在单位面积上为 2N/m^2 的水平力的作用下，以 0.25m/s 的速度水平匀速移动，求该流体的动力粘性系数与运动粘性系数？
3. 文丘里流量计倾斜安装如图所示，入口直径为 d_1 ，喉部直径为 d_2 ，实验时测量结果如图所示，假设流体为理想不可压流体，试推导通过文丘里流量计的体积流量 Q 与 d_1 、 d_2 以及 Δh 的关系式。



计算题 3 用图

第二部分 自动控制原理

一、选择题：以下每小题中有四个答案，请选出正确的答案，并将题号和答案写在答题纸上。（20 分，每小题 5 分）

1. 无零点二阶系统的闭环极点分布如图 1 所示，在单位阶跃信号作用下，系统的超调量为（ ）。

- (A) $\sigma\% = 36.7\%$
- (B) $\sigma\% = 17.7\%$
- (C) $\sigma\% = 16.3\%$
- (D) 无法确定

2. 最小相位系统的开环对数幅频特性渐近线如图 2 所示，则系统的截止频率为（ ）。

- (A) $\omega_c = \sqrt{2}$
- (B) $\omega_c = 2$
- (C) $\omega_c = 4$
- (D) 以上答案都不对

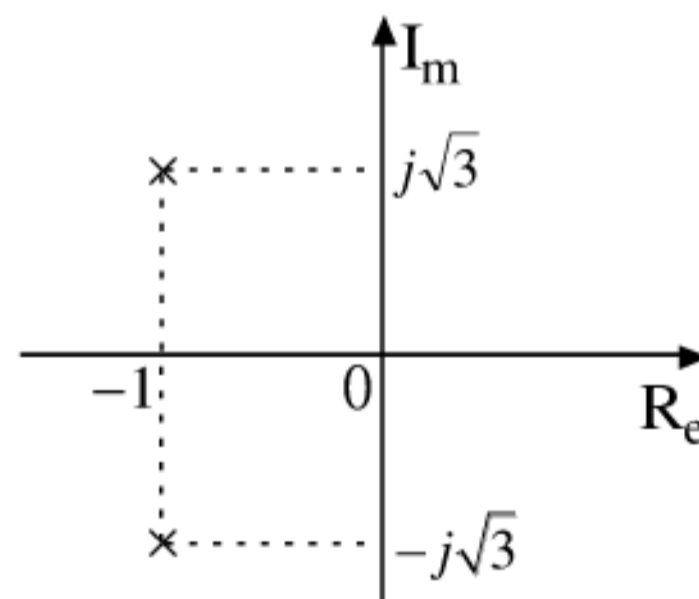


图 1

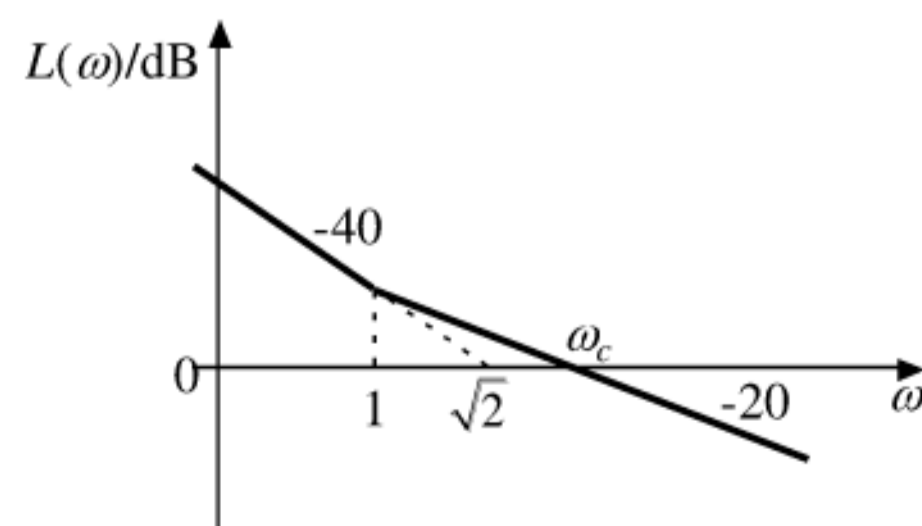


图 2

3. 控制系统结构如图 3 所示，定义误差 $e(t) = r(t) - c(t)$ ，则系统在阶跃扰动 $n(t) = 0.1 \cdot 1(t)$ 作用下的稳态误差为（ ）。

- (A) $e_{ssn} = 0$
- (B) $e_{ssn} = \infty$
- (C) $e_{ssn} = 0.1$
- (D) $e_{ssn} = -0.1$

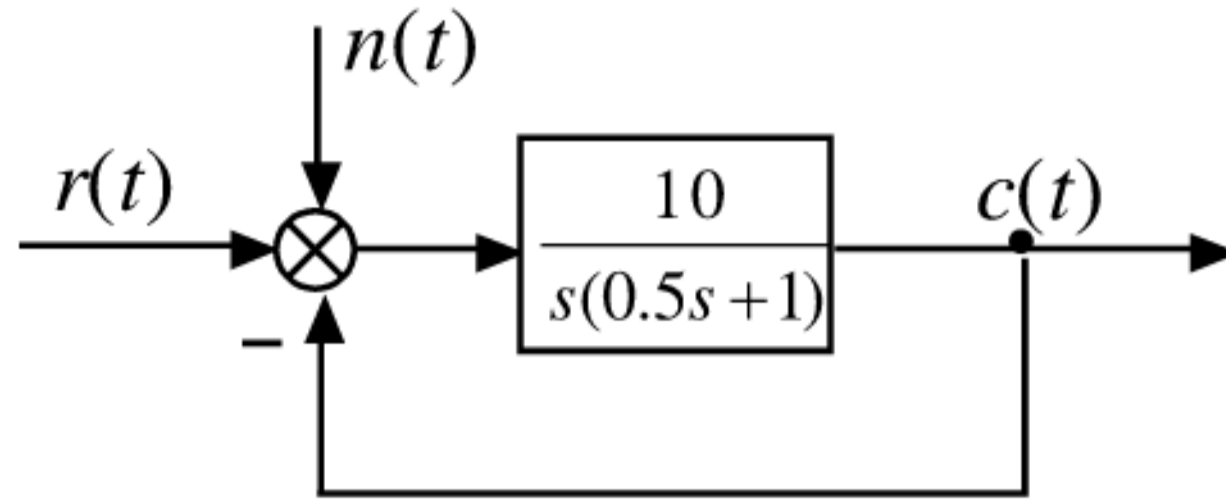


图 3

4. 若校正装置的传递函数 $G_c(s) = \frac{s+1}{10s+1}$ ，串联校正后系统的开环传递函数 $G(s) = \frac{10}{s(0.05s+1)(10s+1)}$ ，则未校正系统的开环传递函数为（ ）。

- (A) $G_0(s) = \frac{10(0.05s+1)}{s(s+1)}$
- (B) $G_0(s) = \frac{10}{s(0.05s+1)(s+1)}$
- (C) $G_0(s) = \frac{10}{s(0.5s+1)}$
- (D) $G_0(s) = \frac{10s+1}{s(0.05s+1)}$

二、(20分) 单位负反馈控制系统的开环传递函数为

$$G(s) = \frac{K^*}{(s+3)^3}$$

1. 绘制系统的根轨迹图，并确定闭环系统稳定时开环增益 K 的取值范围；
2. 若 $G(s) = \frac{K^*(s+a)}{(s+3)^3}$ ，分别绘出 $a=1$ 和 $a=5$ 时系统的根轨迹图，并讨论这两种情况下系统瞬态响应的特点。

三、(23分) 控制系统的开环传递函数 $G(s)H(s) = \frac{K(s+1)}{s(s-1)}$ ($K > 0$)。

1. 绘制系统的概略开环幅相曲线，用奈氏判据确定系统闭环稳定的条件；
2. 计算 $K=2$ 时系统的幅值裕度 h ，并将其表示在开环幅相曲线所在的复平面上；
3. 计算 $K=2$ 时系统的相角裕度 γ 。

四、(12分) 采样控制系统如图 4 所示，已知开环增益 $K > 0$ 。

1. 确定使系统稳定的开环增益 K 与采样周期 T 之间的关系，并以 K 和 T 为坐标轴画出稳定区域图。
2. 当采样周期 $T=1s$ 时，欲使系统在输入 $r(t) = 0.1 \cdot t$ 作用下的稳态误差小于 0.1，试确定开环增益 K 的取值。

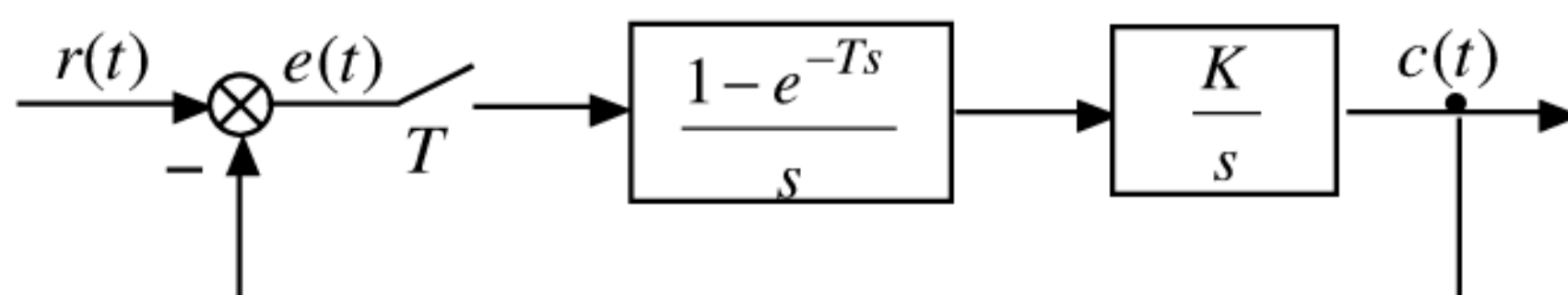


图 4

2012 年空军工程大学航空工程 807 应用流体力学考研真题

空军工程大学 2012 年硕士研究生入学试题

考试科目：应用流体力学（A 卷）

科目代码 807-1

说明：答题时必须答在配发的空白答题纸上，答题可不抄题，但必须写清题号，写在试题上不给分；考生不得在试题及试卷上做任何其它标记，否则试卷作废，试题必须同试卷一起交回。

一、填空题（15 分，每空 1 分）

1. 流体的粘性与温度有关，液体的粘性是由于_____造成的，随着温度升高，其粘度_____。
2. 描述流场通常有两种方法，它们分别是_____和_____。
3. 真速和表速相比，真速一般_____于表速，只有在_____两者相等。
4. 低速翼型阻力是由空气粘性引起的，从物理实质上可将其阻力分为_____和_____两部分。
5. 流体附面层由层流转为紊流的内因是_____。
6. 附面层分离点的位置主要取决于_____和_____。
7. 在直匀流中叠加_____可以模拟绕封闭圆柱体的流动。
8. 实际流体在流动过程中具有_____和_____两种不同的流动状态。
9. _____等于零的流体称为不可压流体。

二、分析简答题（25 分，每题 5 分）

1. 当流量一定时，随着管径加大，雷诺数是增大还是减小？给出你的理由或推导。
2. 亚音速气流通过收敛形管道流动，根据气流的可用膨胀比和临界压力比的关系，其工作状态可分为哪几种？各具有怎样的流动特点？
3. 气流在压气机基元级中的流动损失的主要来源有哪些？
4. 静止流体的中的流体静压力有哪些特点？
5. 超音速气流通过扩散形管道流动，请问气流的速度、马赫数、压力、密度、温度如何变化？

三、计算题（35 分，第 1 题 10 分，第 2 题 10 分，第 3 题 15 分）

1. 设一平面不可压缩流动的速度分量为 $v_x = x - 4y$ ， $v_y = -y - 4x$ 。
 - (1) 证明此流动满足连续方程，求出该流动的流函数；（5 分）
 - (2) 证明此流动是无旋的，求出其位函数。（5 分）
2. 某一平面流动的速度分量为： $v_x = x + 2t$ ， $v_y = -y + t + 3$ 。试求该流动在 $t=0$ 时刻通过点 $P(-1,-1)$ 的流线方程。
3. 如图所示，某固定圆柱形容器深度很大，截面积为 A_1 ，内部充满密度为 ρ 的不可压理想流体，一截面积为 A_2 （ $A_2 < A_1$ ）的圆柱形柱塞以速度 v_0 匀速插入该容器，设容器外的压力为大气压 p_a ，求：
 - (1) 流体从容器和柱塞之间的流出速度 v_j ；（5 分）
 - (2) 求容器底部的流体压力 p_1 ；（5 分）
 - (3) 求和柱塞端部接触的流体压力 p_2 以及柱塞上需作用的力 F 。（5 分）

