## 一．名词解释（共 10 小题，每题 3 分，共 30 分）

粘滞性；量纲和谐；质量力；微元控制体； 稳态流动；动量损失厚度；水力当量直径；逆压力梯度；连续介质假说；淹深

## 二．选择题（共 10 小题，每题 2 分，共 20 分）

A1．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

B2．等角速度ω旋转容器，半径为 R，盛有密度为ρ的液体，则旋转前后容器底压强分布(　　)；

A.相同； B.不相同；

底部所受总压力(　　) 。

A.相等； B.不相等。

3．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。

4．静止流体中任意形状平面壁上压力值等于___ 处静水压强与受压面积的乘积（　　）。

A.受压面的中心； B.受压面的重心； C.受压面的形心； D.受压面的垂心；

5．粘性流体静压水头线的沿流程变化的规律是(　　)。

A．沿程下降 B．沿程上升 C．保持水平 D．前三种情况都有可能。

6．流动有势的充分必要条件是(　　)。

A．流动是无旋的； B．必须是平面流动；

C．必须是无旋的平面流动； D．流线是直线的流动。

6．流动有势的充分必要条件是(　　)。

A．流动是无旋的； B．必须是平面流动；

C．必须是无旋的平面流动； D．流线是直线的流动。

7．动力粘滞系数的单位是(　　)。

A N • s/m B. N • s/m$^2$ C. m$^2$/s D. m/s

8．雷诺实验中，由层流向紊流过渡的临界流速 $v'_{cr}$ 和由紊流向层流过渡的临界流速 $v_{cr}$ 之间的关系是(　　)。

A. $v'_{cr} < v_{cr}$； B. $v'_{cr} > v_{cr}$； C. $v'_{cr} = v_{cr}$； D. 不 确 定

9．在如图所示的密闭容器上装有 U 形水银测压计,其中 1、2、3 点位于同一水平面上，其压强关系为：

A. $p_1=p_2=p_3$； B. $p_1>p_2>p_3$；

C. $p_1<p_2<p_3$； D. $p_2<p_1<p_3$。

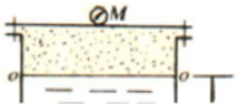
10．流函数(又称拉格朗日流函数)存在的充分必要条件是（ ）

A. 有势流动； B. 不可压缩流体的流动；

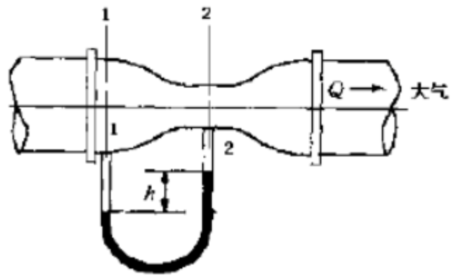
C. 平面流动； D. 不可压缩流体的平面流动。

## 三．计算题（共 3 小题，共 50 分）

1．如图所示，一洒水车等加速度 $a=0.98m/s^2$ 向右行驶，求水车自由表面与水平面间的夹角；若 B 点在运动前位于水面下深为 h=1.0m，距 z 轴为 $x_B=-1.5m$，求洒水车加速运动后该点的静水压强。（15 分）




2．水自压力容器稳定地流出。表压 $p_M=10.13\times10^5N/m^2$，$h=3m$。喷嘴直径 $d_2=50mm$，$d_1=100mm$。若不记管嘴的液体和管嘴本身的重力，试求管嘴上螺栓群共受多大的拉力？（20 分）




题三-3图

3．如图所示为一文丘里流量计，起作用的是渐缩管段，气体流动方向如图，已知气体密度 $\rho=1.25kg/m^3$，1—1 和 2—2 截面直径分别为 600mm 和 400mm，U 型管水柱高度为 h=45mm，试计算体积流量（忽略损失）。（15 分）

## 一．名词解释（共 10 小题，每题 3 分，共 30 分）

粘滞性；量纲和谐；质量力；微元控制体； 稳态流动；动量损失厚度；当量直径；逆压力梯度；连续介质假说；淹深

粘滞性——流体在受到外部剪切力作用时发生变形(流动)，其部相应要产生对变形的抵抗，并以摩擦力的形式表现出来，这种流体的固有物理属性称为流体的粘滞性或粘性。

量纲和谐——只有量纲相同的物理量才能相加减，所以正确的物理关系式中各加和项的量纲必须是相同的，等式两边的量纲也必然是相同的（3 分）

质量力——作用于流场中每一流体质点上的力，属于非接触力，其大小与质量成正比。单位质量流体所受到的质量力称为单位质量力。（3 分）

微元控制体——根据需要选取的具有确定位置和形状的微元流体。控制体的表面称为控制面

稳态流动——流场中各点的运动参数不随时间变化

动量损失厚度——与理想流体流动相比，粘性流体在边界层减速造成动量损失，如果按理想流体流动计算动量（放大速度），必须考虑壁面上移一个距离（减小流道），这个距离称为动量损失厚度。

水力当量直径——非圆截面的流道计算阻力损失时以水力当量直径代替圆管直径，其值为 4 倍的流道截面积与湿周之比。

逆压力梯度——沿流动方向上压力逐渐升高，边界层的流动受抑制容易产生分离。

连续介质假说——将流体视为由连续分布的质点构成，流体质点的物理性质及其运动参量是空间坐标和时间的单值和连续可微函数。

淹深——流体中某点在自由面下的垂直深度。

## 二．选择题（共 10 小题，每题 2 分，共 20 分）

1A；2B,A； 3C；4C；5D；6A；7B；8B；9C；10D

## 三．计算题（共 3 小题，共 50 分）

1．如图所示，一洒水车等加速度 a=0.98m/s2 向右行驶，求水车自由表面与水平面间的夹角；若 B 点在运动前位于水面下深为 h=1.0m，距 z 轴为 xB=- 1 .5m，求洒水车加速运动后该点的静水压强。（15 分）

解：考虑惯性力与重力在的单位质量力为（取原液面中点为坐标原点）

X=—a ； Y=0 ；Z= —g （2 分）

代入式 欧拉平衡微分方程：（2 分）

得：

积分得： （3 分）

在自由液面上，有： x=z=0 ；p= $p_0$（1 分）

得： C=$p_0$ =0 （1 分）

代入上式得：

B 点的压强为：

$$p_B=-\rho g(\frac{a}{g}x+z)=-9800(\frac{0.98}{9.8}\times(-1.5)+(-1.0))=11270N/m^2=11.27kpa$$

（2 分）

自由液面方程为（∵液面上 $p_0$=0）

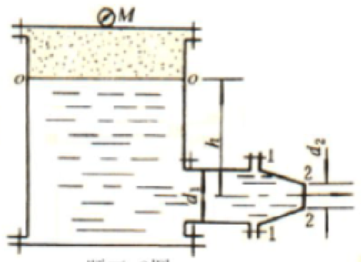
ax+gz=0（2 分）

即：

（2 分）

2．水自压力容器稳定地流出。表压 $p_M=10.13\times10^5N/m^2$， $h=3m$。喷嘴直径

$d_2=50mm$，$d_1=100mm$。若不记管嘴的液体和管嘴本身的重力，试求管嘴上螺栓群共受多大的拉力？（20分）



题三-2图

解：$o-2$断面的伯努力方程为

$$\frac{p_M}{\rho g}+0+h=0+\frac{V_2^2}{2g}$$ （3分）

$$V_2=\sqrt{2g(\frac{p_M}{\rho g}+h)}=\sqrt{2\times9.81(10.33\times10+3)}=45.66m/s$$ （1分）

$$V_1=\frac{d_2^2V_2}{d_1^2}=\frac{V_2}{4}=11.42m/s$$ （1分）

$1-2$断面的伯努力方程为

$$\frac{p_1}{\rho g}+\frac{V_1^2}{2g}=\frac{V_2^2}{2g}$$ （3分）

$$p_1=\frac{\rho}{2}(V_2^2-V_1^2)=\frac{1000}{2}(1954.4)=977.2kN/m^2$$ （2分）

$$Q=V_1\frac{\pi}{4}d_1^2=V_2\frac{\pi}{4}d_2^2=0.09m^3/s$$ （1分）

设喷嘴作用在控制体上的力为$P_x$，利用动量定理，有

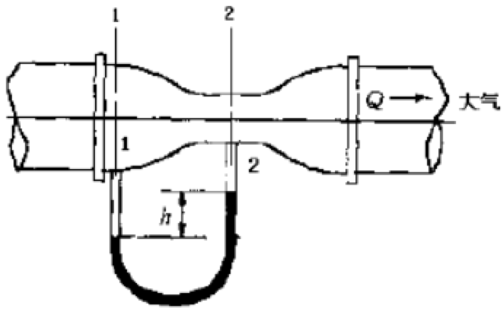
$\sum F_x = \rho Q(V_2 - V_1)$ （3 分）

$p_1 \frac{\pi}{4} d_1^2 - p_x = \rho Q(V_2 - V_1)$ （3 分）

$p_x = p_1 \frac{\pi}{4} d_1^2 + \rho Q(V_1 - V_2) = 977.2 \times 10^3 \times \frac{\pi}{4} \times 0.1^2 + 1000 \times 0.09(-34.24) = 4.6kN$ （2 分）

即管嘴上螺栓群所受的拉力为$4.6kN$ （1 分）

3．如图所示为一文丘里流量计，起作用的是渐缩管段，气体流动方向如图，已知气体密度$\rho = 1.25kg/m^3$，1－1 和 2－2 截面直径分别为 600mm 和 400mm，U 型管水柱高度为 h=45mm，试计算体积流量（忽略损失）。（15 分）




分），列总流的伯努力方程有：

$Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g}$ （3 分），其中 $Z_1 = Z_2$ （1 分） (1)

根据连续性方程有：

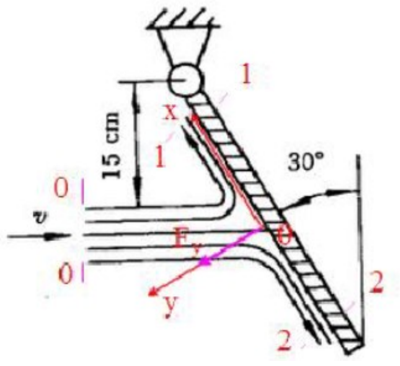
$v_1 A_1 = v_2 A_2$ （2 分） (2)

设 U 型管左侧水面到底部（Z=0）的距离为 L，有：

$p_1 + \rho g(Z_1 - L) = p_2 + \rho g(Z_2 - L - h) + \rho_{水} gh$ （3 分） (3)

根据上述三式带入已知条件，求得：

$v_2$ =29.67m/s，（2 分）$Q = v_2 A_2$ =3.73m$^3$/s（2 分）



解：建立直角坐标系 $O$-$xy$，$Ox$轴沿光滑平板斜向上，$Oy$轴垂直于平板斜向左上。不计阻力和重力，分流截面与射流截面同宽，按理想流体计：$v_0 = v_1 = v_2 = v$

列质量守恒方程：$v_0 A_0 = v_1 A_1 + v_2 A_2$，即 $A_0 = A_1 + A_2$　①

同时，取 0-0，1-1 和 2-2 截面间的控制体，列 $x$ 方向的动量守恒方程（不计阻力和重力所以 $F_x = 0$）：$F_x = \rho(q_{v1}v_1 - q_{v2}v_2) - \rho q_{v0} v_0 (\sin\theta)$

即　　$v_1^2 A_1 - v_2^2 A_2 - v_0^2 A_0 \sin\theta = 0$　②

通过式①和②可得到　$A_1 = \dfrac{A_0}{2}(1-\sin\theta) = 1.25\times10^{-4}m^2$

$$A_2 = \frac{A_0}{2}(1+\sin\theta) = 3.75\times10^{-4}m^2$$

即 $q_{v1} = A_1 v_1 = 1.25\times10^{-4}\times6 = 7.5\times10^{-4}m^3/s$

$$q_{v2} = A_2 v_2 = 3.75\times10^{-4}\times6 = 2.25\times10^{-3}m^3/s$$

对控制体，列 $y$ 方向的动量守恒方程：

$$F_y = \rho q_{v0}[0-(-v_0\cos\theta)]$$

即平板对水流的作用力为：

$$F_y = \rho v_0^2 A_0 \cos\theta = 1000\times6^2\times5\times10^{-4}\times\cos30^0 = 9\sqrt{3}N$$

水流对平板的作用力与平板对水流的作用力大小相等，方向相反。

由平板处于平衡状态，y 方向受力等于零，即 $F_y = mg\sin\theta$

$$\Rightarrow m = \frac{F_y}{\ } = \frac{9\sqrt{3}}{\ } \approx 3.18kg$$