中国科学院大学
2020 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题
科目名称：流体力学

考生须知：

1．本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。

2．所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。

一、 判断题（共 20 分，每小题 4 分，正确的打“√”，错误的打“×”）

1. 在重力场中静止流体的流场一定是正压的。
2. 流线和迹线只能在定常流场中重合。
3. 流体的动力粘性系数随温度的升高而降低。
4. 流线型物体绕流也可能出现边界层分离。
5. 不可压缩湍流的时均连续方程和动量方程构成封闭方程组。

二、 简答题（共 60 分，每小题 12 分）

1. 点涡流场中，流体质点绕涡心做匀速圆周运动，且速度大小与该点到涡心的距离成反比。请问除涡心外的流场各处是否有旋？并简述理由。
2. 我们在分析运动物体在流体中所受阻力时，有些情况下假设阻力大小直接与速度成正比，另一些情况下假设阻力大小与速度的平方成正比。请分别举例说明它们适用于什么流动情况？为什么？
3. 液滴撞击液面的速度超过某临界值时，将形成皇冠状溅射结构。已知临界速度V_0与液滴的半径a、液体密度ρ和表面张力系数σ相关。请给出表面张力系数的量纲，并用量纲分析方法求V_0的表达式（可保留一个比例系数）。
4. 某人想测量超声速气流的马赫数，他先用皮托管测出总压和静压，再根据等熵流动关系式算出气流的马赫数，请分析他的做法是否可行。
5. 海陆风常出现于近海和海岸地区，日间由海洋吹向陆地，夜间由陆地吹向海洋，试解释其原理。

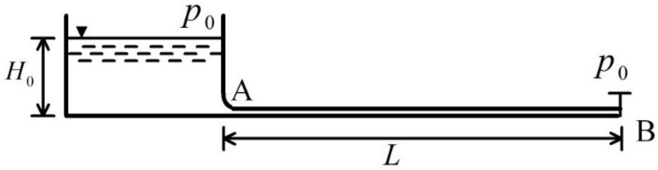
三、（20 分）已知某流动的拉格朗日描述为：$\begin{cases} x = a\mathrm{e}^{t} + b\mathrm{e}^{-t} \\ y = a\mathrm{e}^{t} - b\mathrm{e}^{-t} \end{cases}$，其中$a$和$b$为拉格朗日变数。

（1）求$t=0$时刻，过点$(4,2)$的流线方程；

（2）求$t=0$时刻经过点$(4,2)$的流体质点的迹线方程；

（3）请判断该流动是否定常？是否可压缩？是否有旋？

四、(20 分)如图所示，水位恒定的开口水箱底部装有水平的细排水管，排水管入口 A 到出口 B 的长度为L，距离自由面高度为H_0，在 B 处装有阀门。已知水的密度为ρ，重力加速度为g，大气压强为p_0。忽略水的粘性，假设排水管内始终为一维流动。

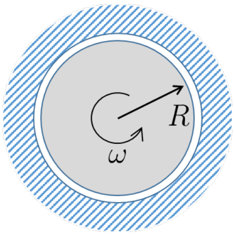


(1) 忽略阀门开启后的非定常性，求排水管内的稳定流速v_m；

(2) 事实上，在阀门瞬时开启后排水管内水流有一个加速过程，求管内流体加速度a与入口 A 处压强p_A的关系；

(3) 求阀门开启后，管内流速v随时间的变化关系。

五、(30 分)滑动轴承由于工作平稳、可靠、无噪声等特点，常用于低速、轻载的机械转动装置中。如图所示，若轴承中的转轴长为L，半径为R，它和轴套间隙为δ，轴的转动角速度ω恒定，转轴与轴套间充满粘性系数为μ的润滑油。



(1) 根据题设给出润滑油流动的控制方程和边界条件，再利用$\delta \ll R$对方程进行简化；

(2) 求出转轴所承受的摩擦力矩的大小；

(3) 求润滑油单位时间的机械能总耗散。

提示：极坐标下的连续性方程和动量方程为

其中，。