

2020 年度 専攻科学生選抜学力試験問題用紙 専門科目 ③水力学

1. 以下の問いに答えなさい。(1),(2)の解答は有効数字 3 桁で答え, 単位も明記すること。
- (1) 直径 30[mm]の円管内を水が流速 2[m/s]で流れているとする。レイノルズ数を求め, 層流か乱流か答えなさい。ただし, 水の動粘度は 0.893[mm²/s]とする。
 - (2) 図 1.1 のような水平な管路を流量 $Q = 800$ [L/min]で水($\rho = 997$ [kg/m³])が流れている。断面 A(直径 50[mm])における圧力が $p_A = 24.5$ [kPa]であるとき, 断面 B(直径 100[mm])における圧力 p_B を求めなさい。
 - (3) 図 1.2 において点 A の圧力 p を求めなさい。ただし, 液体の密度を ρ , 重力加速度を g とし, 気体の密度は液体の密度に比べて十分に小さく, 無視できるものとする。
 - (4) 図 1.3 のように, 二つの平行平板の間を粘性流体が層流の状態で流れている。流れが十分に発達しているとする, 速度分布は

$$u = -\frac{1}{2\mu} \frac{dp}{dx} (h-y)y$$

となる。ここで, μ は粘性係数である。このとき, 最大速度 u_{max} と平均速度 \bar{u} の関係を求めなさい。

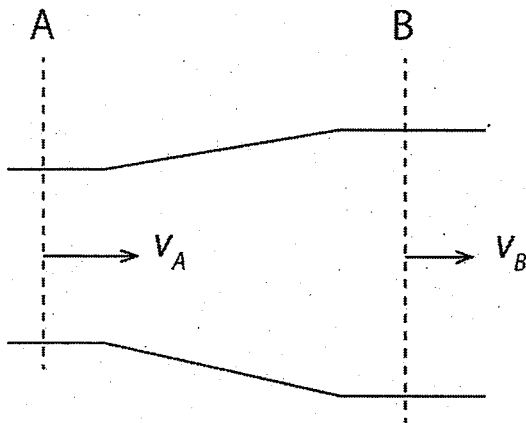


図 1.1

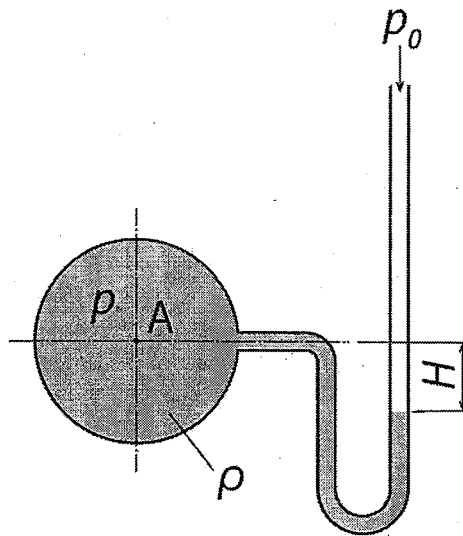


図 1.2

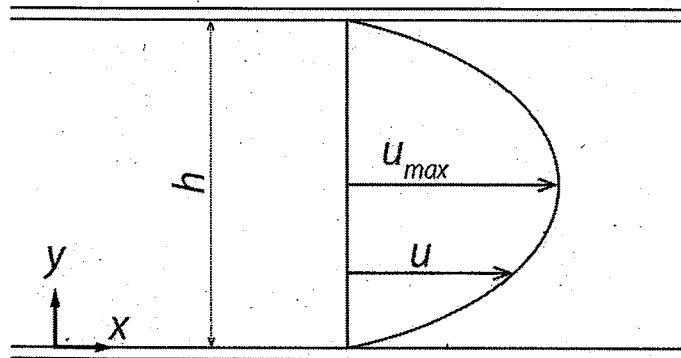


図 1.3

2. 図2のように水が入った大きな容器の側壁に小孔が設けられている。小孔の水面からの位置を h とすると、以下の問いに答えなさい。ただし、小孔の断面積 a に対して容器断面積 A が十分大きいものとする。また、小孔において速度係数を c_v 、収縮係数を c_c であるものとする。
- (1) 小孔からの水の流出速度 w を求めなさい。
 - (2) タンクから流出する水の流量 Q を求めなさい。
 - (3) 小孔から流出した水がどのような軌跡になるか考える。小孔出口を中心として、 y を x の式で示しなさい。

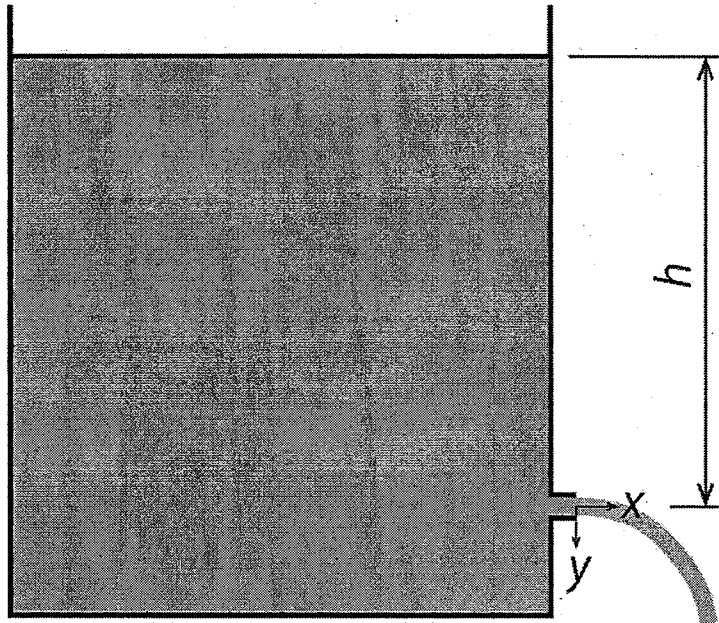


図 2

3. 図 3 のように円筒容器に液体を入れ、中心軸周りに一定な角速度 ω [rad/s]で回転している。以下の問いに答えなさい。ただし、(1)~(4)は図中の記号を用いて解答すること。
- (1) 等圧面上に質量 m [kg]の微小要素を考える時、これに働く力 F_1 を求めなさい。
 - (2) (1)と同様に考え、 F_2 を求めなさい。
 - (3) (1),(2)および自由表面と水平方向のなす角を φ [rad]としたとき、 $\tan \varphi$ を求めなさい。ただし、液体は容器に対して相対的静止の状態にあるとする。
 - (4) (3)および $\tan \varphi = dz/dr$ から微分方程式を導き、水面の高さを表す式を求めなさい。
 - (5) 半径300[mm]の円筒容器を半径100[rpm]で回転したとき、水面の高低差を求めなさい。重力加速度は 9.81 [m/s²]とする。

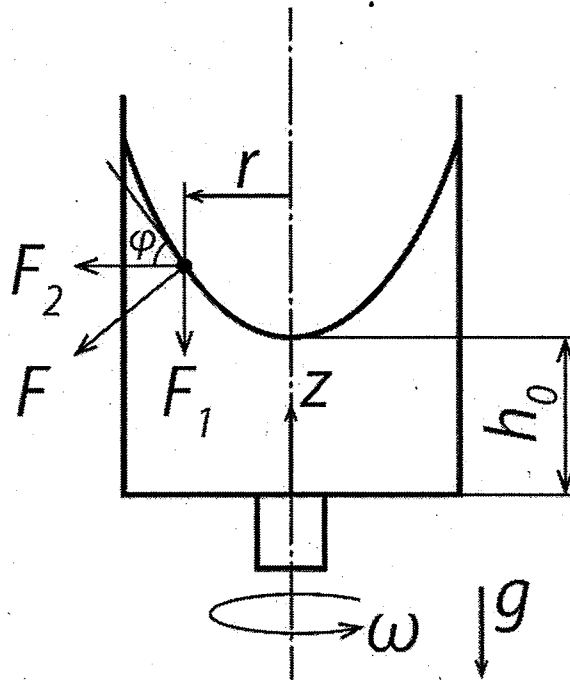


図 3