

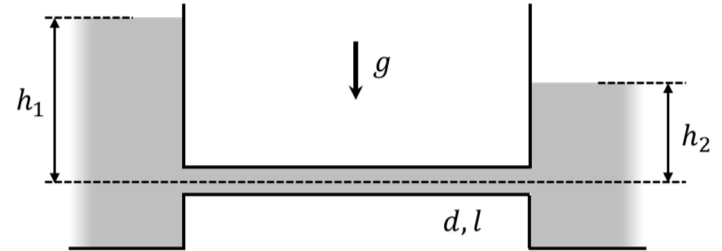
受験番号/Number _____

外国人特別選抜受験者は日本語で解答すること

Applicant of INTERNATIONAL MASTER'S PROGRAM should answer in English.

問(I)

右図に示すように、大気に開放された十分に大きな2つのタンクが、長さ l 、内径 d の、水平な円管で接続されている。管中心から左側、および、右側のタンクの水面までの高さをそれぞれ、 h_1 、および、 h_2 とする。また、管摩擦係数を λ 、水の密度を ρ 、粘度を μ 、重力加速度を g とする。ただし、 l は十分に長く、管入口および出口での損失は管摩擦損失に比べて無視できるものとし、管全体で流れは十分に発達し、圧力 p は各断面内で一様であるものとする。このとき、以下の問いに答えなさい。(25点)



As shown in the right figure, two sufficiently large tanks open to the atmosphere are connected by a horizontal circular pipe with length l and inner diameter d . Let the heights from the center of the pipe to the water surface in the left and right tanks be h_1 and h_2 , respectively. Also, let the pipe friction factor be λ , the density of water be ρ , the viscosity of water be μ , and the gravitational acceleration be g . Assume that losses at the pipe inlet and outlet are negligible, and that the flow inside the pipe is fully developed with pressure uniform across each cross-section. Answer the following questions. (25 points)

(1) 管軸方向の座標を x とすると、圧力勾配 dp/dx を、 l 、 d 、 h_1 、 h_2 、 ρ 、 μ 、および、 g を用いて表せ。

Let x be the coordinate along the axis of the pipe. Express the pressure gradient dp/dx using l , d , h_1 , h_2 , ρ , μ , and g .

(2) 管内のレイノルズ数が十分に大きい場合、管内の流れは乱流でかつ、管摩擦係数 λ はレイノルズ数によらず一定とみなせる。このとき、管内を流れる水の断面平均流速 v を、 l 、 d 、 h_1 、 h_2 、 λ 、および、 g を用いて表せ。

When the Reynolds number in the pipe is sufficiently large, the flow inside the pipe is turbulent, and the pipe friction factor is considered to be constant regardless of the Reynolds number. Express the cross-sectional average flow velocity of water in the pipe, v , using l , d , h_1 , h_2 , λ , and g .

(3) 管内のレイノルズ数が十分に小さい場合、管内の流れは層流であり、円管内部の流れの運動方程式は次式で与えられる。

$$\frac{dp}{dx} = \mu \left[\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{du}{dr} \right) \right]$$

ここで、 $u(r)$ は流速分布を表し、 r は管中心からの半径方向の距離を表す。このとき、管内を流れる水の体積流量 Q と、断面平均流速 v を、 l 、 d 、 h_1 、 h_2 、 ρ 、 μ 、および、 g を用いて表せ。

When the Reynolds number in the pipe is sufficiently small, the flow inside the pipe is laminar, and the equation of motion for the flow in a circular pipe is given by:

$$\frac{dp}{dx} = \mu \left[\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \frac{du}{dr} \right) \right]$$

Here, $u(r)$ represents the velocity distribution, and r is the radial distance from the center of the pipe. In this case, express the volumetric flow rate, Q , and the cross-sectional average velocity, v using l , d , h_1 , h_2 , ρ , μ , and g .

外国人留学生特別選抜受験者は日本語で解答すること

Applicant of INTERNATIONAL MASTER'S PROGRAM should answer in English.

受験番号/Number _____

外国人特別選抜受験者は日本語で解答すること

Applicant of INTERNATIONAL MASTER'S PROGRAM should answer in English.

問(Ⅱ)

右図に示すように、絶対速度 V 、断面積 A の噴流が、噴流と同じ方向に絶対速度 u （ただし、 $u < V$ ）で移動する平板の中央に衝突している。平板の面は移動方向に対して垂直である。流体の密度を ρ とし、重力および損失は無視できるものとして、以下の問いに答えなさい。(25点)

As shown in the figures on the right, a jet of fluid with absolute velocity V and cross-sectional area A impinges to a flat plate at its center, and then the plate moves in the same direction as the jet at a speed u (note that $u < V$). The surface of the flat plate is perpendicular to the moving direction of the plate. Let the fluid density be ρ . Neglecting the effects of gravity and flow losses, answer the following questions. (25 points)

(1) 図①に示すように、噴流の断面積 A に比べて平板が十分に大きい場合、衝突後の噴流は平板に沿って流れ去る。このとき、噴流が平板に及ぼす力 F を ρ 、 A 、 V 、および、 u を用いて表しなさい。
When the plate is sufficiently large compared to the cross-sectional area of the jet A , the jet flows away along the plate, as shown in Figure ①. Express the force F acting on the flat plate using ρ , A , V , and u .

(2) 図①における平板の受ける動力 L を ρ 、 A 、 V 、および、 u を用いて表しなさい。
Express the power L received by the flat plate in Figure ① using ρ , A , V , and u .

(3) 図②に示すように、平板が噴流の断面積 A に比べて十分に大きくない場合、速度 u で移動する平板から見たとき、衝突後の流体は噴流と角度 θ をなす方向でまっすぐに平板から流れ去るものとする。平板に作用する力 F' を ρ 、 A 、 V 、 θ 、および、 u を用いて表しなさい。

When the flat plate is not sufficiently large compared to the jet's cross-sectional area as shown in Figure ②, the jet is assumed to flow away straightly at a certain angle θ in the reference frame moving with the flat plate at speed u . Express the force F' acting on the plate using ρ , A , V , θ , and u .

