

2021年4月入学

大学院博士前期課程（修士）一般入試 問題

流体力学

注意事項

1. 解答始めの合図があるまで、中の頁を見てはいけません。
2. 問題用紙が2枚、解答用紙が2枚、草案用紙が1枚あります。
3. 解答始めの合図があったら、全ての用紙を見て枚数を確認して下さい。
また、全ての解答用紙及び草案用紙に、受験番号を記入して下さい。
4. 解答は、それぞれの問題の解答用紙に記入して下さい。他の問題の解答を記入しても採点の対象となりません。
5. 解答スペースが足りないときは、同じ問題の解答用紙の裏に記入して下さい。裏に解答を記入するときは、表の頁に裏に解答を記入していることを明記して下さい。

岡山大学大学院自然科学研究科（工学系）
機械システム工学専攻（機械系）

流体力学

【1】二次元非圧縮性流れの中に小球と固定された細い注射針が図1に示すように置かれている。流れの x, y 方向の速度成分 u, v は時間 t によって変化し、

① $(u, v) = (2, 2) \quad (0 \leq t < 1)$

② $(u, v) = (0, 1) \quad (1 \leq t < 3)$

③ $(u, v) = (-1, 0) \quad (3 \leq t \leq 4)$

④ $(u, v) = (k/x, -ky) \quad (4 < t)$

となっていた。このとき以下の問いに答えよ。ただし、 k は0でない実数である。

(1) 注射針からインクが緩やかに流れに注入されるとき、インクの描く軌跡を何と呼ぶか答えよ。また、 $0 \leq t \leq 4$ におけるインクの描く軌跡を解答用紙の図Aに描け。

(2) 小球が流れに追従して動くとき、小球が描く軌跡を何と呼ぶか答えよ。また、 $0 \leq t \leq 4$ における小球が描く軌跡を解答用紙の図Bに描け。

(3) 流体が粘性流体で、小球の質量や大きさが無視できないとき、小球は流れに追従することなく、流体との間に速度差が生じる。この速度差を代表速度、小球の直径を代表長さとしたレイノルズ数 Re と小球に働く抗力係数 C_D の関係として、正しいものを図2の a), b), c) の中から選べ。

(4) $t > 4$ における流線を $y = f(x)$ の形で答えよ。

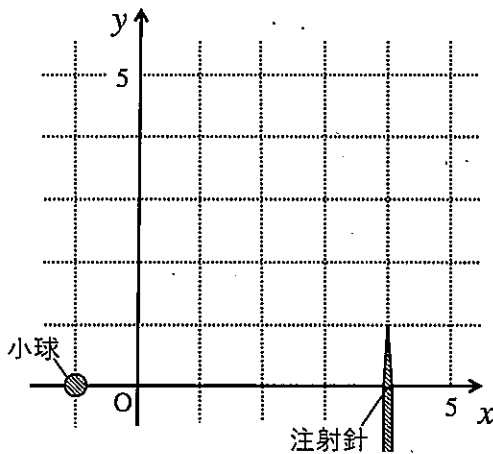


図1

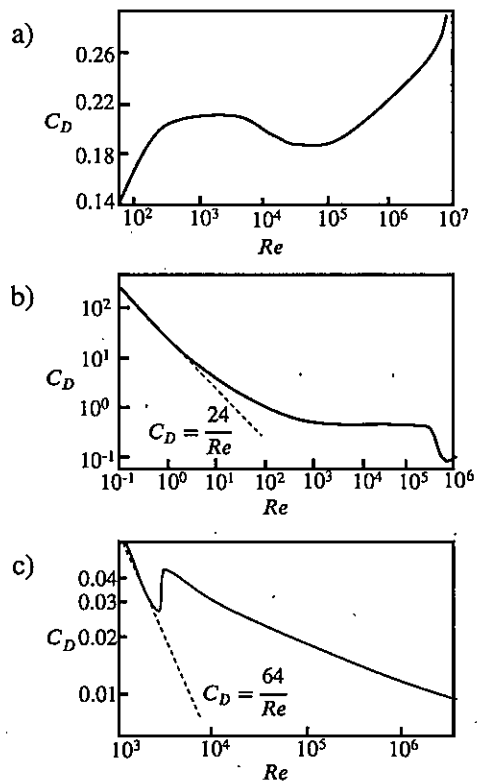


図2

流 体 力 学

【2】 x 軸の正の方向に向かう流速 U の定常流中に代表長さ D の物体が静止しているとし、以下の問いに答えよ。ただし流れは二次元非圧縮粘性流れとし、流体の密度は ρ 、動粘性係数は ν 、圧力は p 、 x 方向の速度は u 、 y 方向の速度は v とする。

- (1) x 方向のナビエ・ストークス方程式を書け。
- (2) (1) のナビエ・ストークス方程式を U と D を使って無次元化せよ。なお p の無次元化に用いた物理量は設問中の記号を用いて明記すること。ただし無次元化された物理量の右上には*をつけよ。
- (3) レイノルズ数 Re を設問中の記号を用いて示せ。
- (4) y が一定の断面に働く粘性せん断応力 τ_{xy} を設問中の記号を用いて示せ。
- (5) (4) の τ_{xy} を Re と無次元化された物理量を用いて書き換えよ。なお無次元化された物理量の右上には*をつけよ。
- (6) 風洞を用いて、速度 V で走る自動車に働く空気抵抗を見積もる。実験に使用する模型の代表長さが実車の $1/10$ のとき、風洞の流速はいくらに設定すべきか、 V を用いて示せ。また、この流速において模型に働く空気抵抗は実車の何倍になるか答えよ。なお、模型と実車の周りの気流の密度と温度は同じとする。