平成２８年度　編入学・転入学者選抜　専門試験

機械工学科　問題冊子（解答時間１２０分）

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで，配布された冊子を開いてはいけません。
2. 計測系プログラムと，機構系・エネルギー系プログラムでは，選択科目が異なります。第１志望のプログラムが指定する選択科目から，３科目を選択し解答してください。選択可能な問題は各プログラムで以下の○印の科目です。その中から３科目を選び，解答しなさい。

	機械工学科　教育プログラム名		
科目番号・科目名	計測系	機構系	エネルギー系
[1] 力学	○		
[2] 流体力学(1)	○		
[3] 応用数学	○		
[4] 電気工学	○		
[5] 制御工学	○	○	○
[6] 材料力学		○	○
[7] 熱力学		○	○
[8] 流体力学(2)		○	○

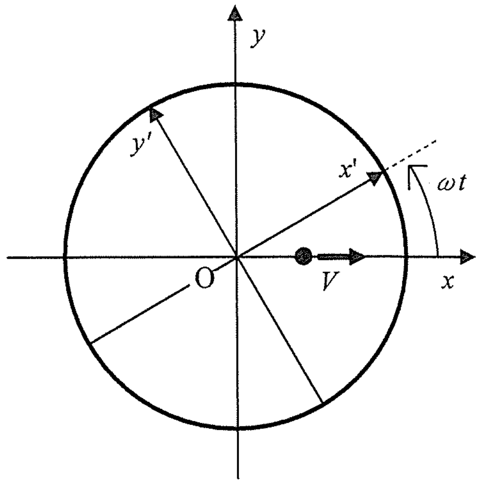
3. この冊子には問題用紙が８枚，下書き用紙が２枚あります。用紙の脱落等に気づいたときには，手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 問題用紙の余白や下書き用紙は，計算などに適宜使用して構いません。
5. 別冊子の解答用紙冊子には，解答用紙が３枚あります。用紙の脱落等に気づいたときには，手を挙げて監督者に知らせてください。3枚すべての解答用紙の該当欄に，「科目番号」「科目名」「志望教育プログラム名」「受験番号」を記入してください。
6. 時計のアラーム（時計機能以外の機能を含む）は，使用しないでください。
7. コンパス及び定規等は使用できません。
8. 携帯電話，PHS等は，電源を切って，カバン等に入れてください。
9. 試験終了まで退室できません。試験時間中に用がある場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。
10. 試験終了後に解答用紙は回収します。問題用紙および下書き用紙は持ち帰ってください。

名古屋工業大学　機械工学科

［1］ 力学

計測系プログラム選択問題

問１　地面に対して一定の角速度ωで反時計回りに回転する水平でなめらかな円板がある。円板の中心を原点Oとして地上に固定されたx軸，y軸，円板とともに回転するx'軸，y'軸を図のように水平面内に取る。時刻0で x軸とx'軸，y軸とy'軸は一致していた。時刻0に原点Oからx軸正方向に速さVで質点を打ち出した。質点は円板上にあるものとして以下の問に答えよ。質点と円板の間に摩擦はなく，空気抵抗も無視する。



(1) 円板上の座標系で見たときの時刻tにおける質点の座標を求めよ。

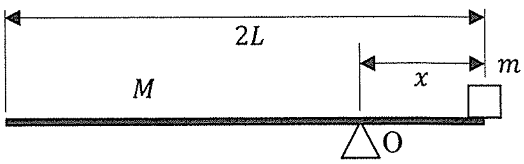
(2) 打ち出してからの時間が十分短い($\omega t \ll 1$)場合に，円板上で見た質点の軌道の方程式を求め，その軌道の概略を図示せよ。

(3) 円板上で見た質点の速度ベクトルのx'成分，y'成分を求めよ。

円板の外側で円板の中心から距離Rの地上に静止している物体(質量m)を円板上からみると，円板の回転と逆方向に円運動しているようにみえる。

(4) 円板上から見たときにこの物体に働いている遠心力とコリオリの力の大きさと方向を求めよ。また，これらの慣性力が円板上で見るこの物体の円運動の向心力になることを示せ。

問２　質量M，長さ$2L$の一様な剛体棒(重心まわりの慣性モーメント $ML^2/3$)の右端からxの位置に支点Oを設け，剛体棒はこの支点を中心に摩擦なしに紙面内を回転する。この剛体棒が水平になるように手でささえ，右端に図のように質点とみなせる質量mの物体を置いて静かに手を離したところ，物体と剛体棒は一体になって物体側が下がる方向に回転した。重力加速度はgとする。



(1) 物体と剛体棒からなる系の支点Oまわりの慣性モーメントを求めよ。

以下，物体と剛体棒からなる系の支点Oまわりの慣性モーメントは Iとして解答すること。

(2) 剛体棒が水平から角θ傾いたときの物体と剛体棒からなる系の運動方程式を書き下せ。ただし，物体が下がる向きを角度の正方向とする。

(3) 手を離した後，物体側が下がるためのxの条件を求めよ。

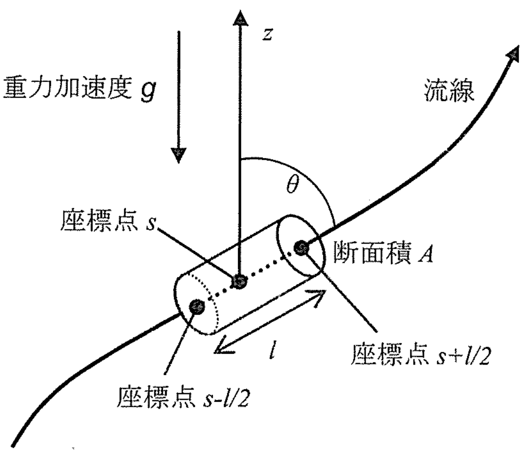
(4) はじめ剛体棒が水平の状態で静止しており，物体を置いて静かに手を離すと角速度0で運動をはじめたとして，水平から角θ傾いたときの角速度を求めよ。

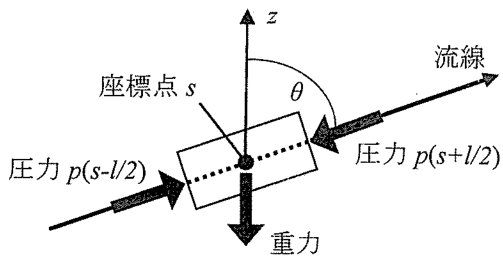
［2］ 流体力学（1）

計測系プログラム選択問題

問1

図に示すように，密度ρの非圧縮流体の定常な流れの中で，一つの流線に沿った座標軸を与える。この座標軸上において，高さl，断面積Aの円筒形の微小な流体要素（円筒の中心点は座標軸上のある点sに一致し，高さ方向の中心軸は点sで流線と接する）を考え，これに働く力を求める。ただし重力（重力加速度をgとする）は鉛直方向下向きに働き，流体摩擦はここでは無視する。ρ及びgはそれぞれ定数とし，座標軸上の圧力を$p(s)$，速度を$V(s)$とする。また，ある関数$f(s+\varepsilon)$は，εが微小であるとき，$f(s+\varepsilon) \fallingdotseq f(s)+\frac{df(s)}{ds}\varepsilon$と近似できる。与えられた定数及び変数を用いて，以下の問いに答えなさい。





(1) 座標軸上の点$s-\frac{1}{2}l$及び$s+\frac{1}{2}l$に位置する断面積Aの面に働く圧力によって，微小流体要素が受ける流線方向の力の成分を求めなさい。

(2) 点sから鉛直方向上向きにz軸をとり，点s近傍における流線がz軸となす角をθとする。この時，微小流体要素に働く重力の流線方向の成分を求めなさい。

(3) 座標点sで速度$V(s)$であった微小流体要素は，微小時間δt後に座標点 $s+\delta s = s+V(s)\delta t$ に移動する。この時，微小流体要素の速度は$V(s)$から $V(s+\delta s)$に変化すると考えて，この加速度を求めなさい。

(4) (1)-(3)の結果を用いて，微小流体要素が従う運動方程式を書きなさい。

(5) (4)で得られた運動方程式を流線に沿って積分することで，ベルヌーイの定理を導出しなさい。（必要であれば $\cos\theta = \frac{dz}{ds}$ を用いなさい。）

(6) この問題の流れにおいて，ベルヌーイの定理の物理的な意味を述べなさい。

問2

デカルト座標系において，速度場$V(x,y)=(u,v)$の成分が $u = Ax,\ v = Bx + y$ で与えられる定常な2次元流れを考える。A，Bは以下の問いで求める定数である。以下の問いに答えなさい。

(1) 流れは非圧縮で渦なしであるとき，定数A,Bの値をそれぞれ求めなさい。

(2) (1)のときの流れの流線の式を求めなさい。またx-y面上の$y > 0$の領域について，流線の概形及び流れの向き（流線上に矢印で示す）を図に示しなさい。（座標軸を設定して図示すること。）

(3) (1)のとき，x-y面上の２点(1,3)，(-1,1)を結ぶ線分を通過する流れの流量Qを求めなさい。

［３］ 応用数学

計測系プログラム選択問題

問1

（１） xの関数$y(x)$は以下の微分方程式を満たす。

$$\frac{dy(x)}{dx}+P(x)y(x)=Q(x)$$

ここで， $P(x)$および$Q(x)$は積分可能なxの関数である。

$$y(x)=c(x)\exp\left[-\int_0^x P(x')dx'\right]$$

とおいたときに， xの関数$c(x)$が満たす微分方程式を求めよ。

（２） 微分方程式

$$\frac{dy(x)}{dx}-2y(x)=\exp(x)$$

の$y(0)=0$を満たす解を求めよ。

問2　複素行列

$$X=\begin{pmatrix} 0 & i \\ -i & 0 \end{pmatrix}$$

のふたつの固有値λ_1と λ_2を求めよ。さらに，それぞれの 固有値に対応する固有ベクトルを求めよ。ただし$i^2=-1$である。固有ベクトルはノルムが1になる（各要素の複素共役をとったベクトルとの内積が1になる）ように規格化すること。

［4］電気工学

計測系プログラム選択問題

問１　図1は，角周波数ωの交流電源に定格電流I_Fのヒューズを通して接続されたモーターである。モーターは，インダクタンスLと抵抗Rとの直列接続回路と見なすことができる。$|E|$は，交流電圧の実効値である。また，ヒューズの内部抵抗はゼロである。以下の問に答えよ。

(1) 交流電源からモーターに供給される有効（実効）電力と無効電力をそれぞれ求め，その単位を明記せよ。

(2) モーターの力率を求めよ。

(3) ヒューズは，一瞬でも定格電流以上の電流が流れると溶断する。ヒューズを溶断することなくモーターを回し続けるために必要な定格電流I_Fに対する条件を求めよ。

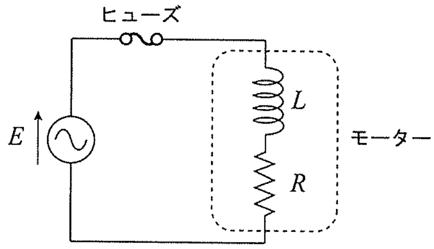


図1

問２　図2は，内部抵抗R_iを持つ交流電源に接続されたインダクタンスL，容量C，負荷抵抗R_Lの回路である。交流電源の電圧はEであり，$R_i > R_L$の関係が成り立つものとする。以下の問に答えよ。

(1) 端子a-a'から見た負荷側のインピーダンスZ_Lを求めよ。

(2) Z_Lが純抵抗となる共振角周波数ω_0を求めよ。

(3) 交流電源の角周波数が問2(2)で求めた共振角周波数ω_0であるとき、交流電源から負荷抵抗R_Lへ最大電力を供給するためのインダクタンスLと容量Cのそれぞれの値を，R_i，R_L，ω_0を用いて表せ。

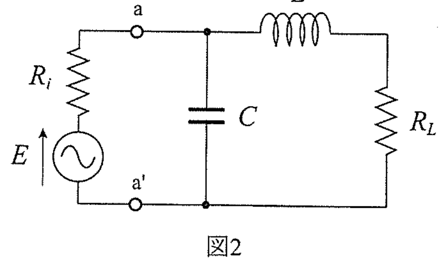


図2

［5］ 制御工学

計測系，機構系，エネルギー系プログラム　選択問題

問1

入力を $u(t)$，出力を $y(t)$ とし，伝達関数として $G(s)=\dfrac{4}{s+2}$ を持つシステムについて考える。

(1) 入力 $u(t)$ と出力 $y(t)$ の間に成り立つ関係を微分方程式として表せ。

(2) このシステムのステップ応答において，1%整定時間 $T_{1\%}$ と0.01%整定時間 $T_{0.01\%}$ の比を求めよ。ここで，$T_{1\%}$ は，出力の値と出力の最終値との差が出力の最終値の±1%以内に収まるまでの時間とする。

(3) 入力 $u(t)$ を $u(t)=e^{-3t}$ $(t\geq 0)$ とする。$y(0)=0$ であるとき，出力 $y(t)$ を求めよ。

(4) 入力 $u(t)$ を $u(t)=e^{-3t}$ $(t\geq 0)$ とする。$y(0)=2$ であるとき，出力 $y(t)$ を求めよ。

問2

図１に示すシステムを考える。ただし k は定数とする。

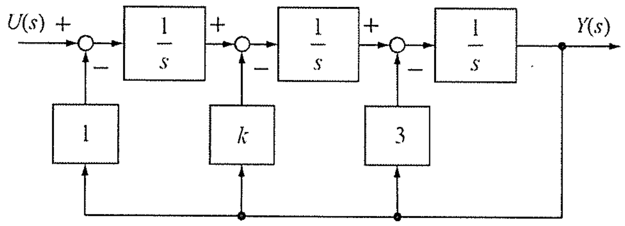


図１　システム

(1) $U(s)$ から $Y(s)$ への伝達関数を求めよ。

(2) このシステムが安定となる定数 k の範囲を求めよ。