

2020年度専攻科入学試験問題

生産システム工学専攻

機械・制御コース／電気電子・情報コース

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

諸 注 意

1. 問題冊子は表紙を除いて13枚です。
1. 出題分野は、Ⅰ材料力学、Ⅱ電磁気学、Ⅲ電気・電子回路、Ⅳ論理回路の4分野です。
このうち3分野を選んで答えてください。
3. あなたが選んだ3分野の記号（Ⅰ～Ⅳ）を下記の表に記入してください。

--	--	--

4. 試験時間は2時間です。
5. 退出は試験開始1時間後から可能です。試験問題用紙を裏返しにし、試験監督者の許可を得てから静かに退出してください。
6. 開始の合図があるまでは、本問題用紙を開かないでください。

※採点表です。（受験者は記入しないでください。）

問題	問題	問題	合 計

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

論理回路(1/4)

1. ブール代数について以下の設問に答えなさい。

(1) 次の論理式を簡単化しなさい。(30 点)

1-1. $X = \overline{(A\bar{B}) + (\bar{A}B)}$

1-2. $X = AB + \bar{A}C + BC$

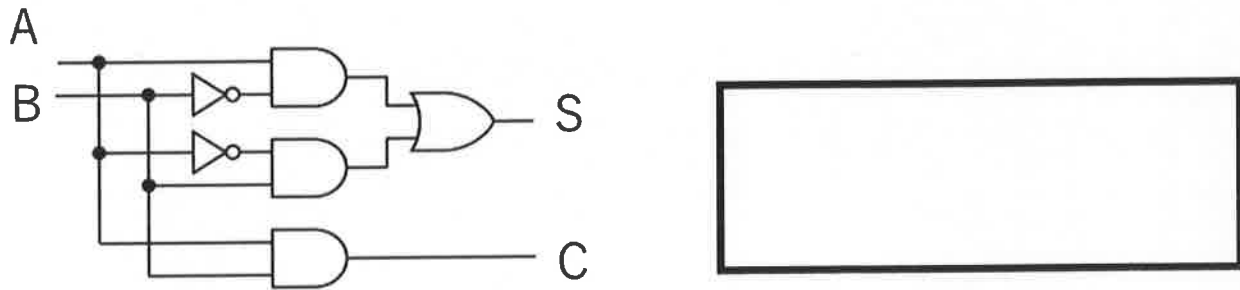
1-3. $X = AB + AB(\overline{CD}) + \bar{A}\bar{D}$

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

論理回路(2/4)

2. 組合せ回路について以下の設問に答えなさい。(30 点)

(1) 下記の組み合わせ論理回路の名称を答えよ



(2) 上記の組み合わせ論理回路の真理値表を完成させなさい。また S と C の論理式を答えなさい。

真理値表

入力		出力	
A	B	C	S
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

S =

C =

(3) 上記の組み合わせ論理回路を 2 入力の NAND のみで表しなさい。

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

論理回路(3/4)

3. 順序回路について以下の設問に答えなさい。(40 点)

- (1) ネガティブ(ダウン)・エッジトリガ方式の JK フリップフロップ (JK-FF) のおよび D フリップフロップ (D-FF) の特性表を完成させなさい。ただし現在の状態を Q_n 、次の状態を Q_{n+1} として完成させること。

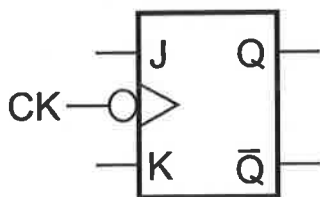
JK-FF の特性表

J	K	Q_{n+1}
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

D-FF の特性表

D	Q_{n+1}
0	
1	

- (2) JK-FF を用いた D-FF を作成しなさい。遷移・励起表、状態遷移表またはカルノー図を用いる場合は出力が 0 か 1 どちらでも構わない場合は ϕ (ファイ) を使用すること。また JK-FF の記号は下記のように作成し使用すること。必要であれば AND、OR、NOT、NAND、NOR の MIL 記号を回路に付加すること。



JK-FF 記号

(これを参考とすること)

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

論理回路(4/4)

(3) JK-FF を用いた同期式 3 進カウンタを完成させるうえで下記の穴を埋めよ。遷移・励起表、状態遷移表またはカルノー図を用いる場合は出力が 0 か 1 どちらでも構わない場合は ϕ (ファイ) を使用すること。

設計手順 1 必要な JK-FF の個数は $2^{m-1} < [A] < 2^m$ より $m=[B]$ 個必要となる。

設計手順 2 [B] 個の JK-FF の出力を Q_{m-1} 、 Q_m とした場合、 Q_{m-1} を下位の桁としたときの遷移・励起表 (状態遷移表) は下記のようになる。

CK	Q^n		Q^{n+1}	
	Q_m	Q_{m-1}	Q_m	Q_{m-1}
0 回目	0	0	0	1
1 回目	0	1	1	0
2 回目	1	0	0	0

上記から各 JK-FF の J および K の入力条件を求めると

$J_m = [C]$, $K_m = Q_m$ または 1 $J_{m-1} = [D]$, $K_{m-1} = Q_{m-1}$ または 1 となる。

[A]	[B]	[C]	[D]
-----	-----	-----	-----

(4) (3) の結果を基に同期式 3 進カウンタを作成しなさい。また JK-FF の記号は (2) の記号にならぬ作成すること。必要であれば AND、OR、NOT、NAND、NOR の MIL 記号を回路に付加すること。

2020年度専攻科入学試験問題

受験 番号		氏名	
----------	--	----	--

電気・電子回路 (1/3)

1

図1の回路において、抵抗 R を流れる電流 I を求めよ。(20点)

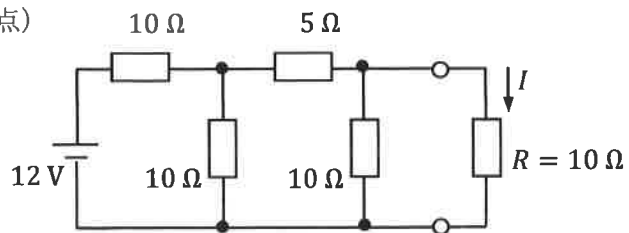


図1

2

図2のような周波数 f の正弦波交流回路において、電流 I が零になる周波数および無限大になる周波数を求めよ。(20点)

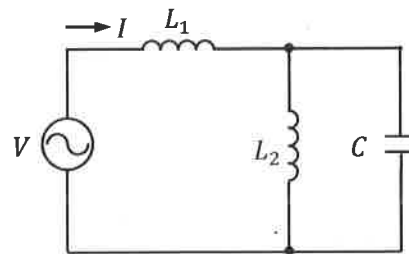


図2

2020年度専攻科入学試験問題

受験 番号		氏名	
----------	--	----	--

電気・電子回路 (2/3)

3

図3のような電圧-電流特性を有するダイオードを用い、
図4の回路を構成する。ダイオードの両端電圧が2Vとなる
とき、 R の抵抗値はいくらとなるか、求めよ。(20点)

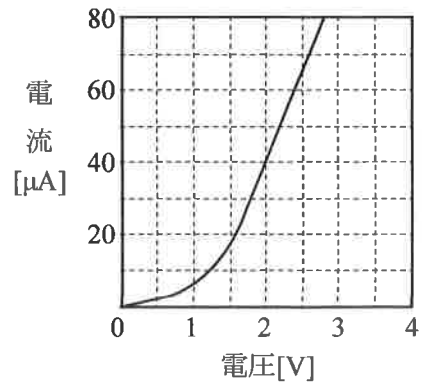


図3

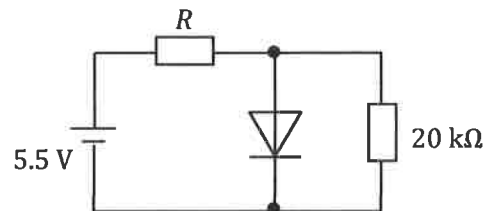


図4

4

エミッタ接地増幅回路について、トランジスタの定数を調べるため、ベース電流を $50 \mu\text{A}$ 流したとき、コレクタ電流が 4 mA 流れた。また、コレクタ-エミッタ間の電圧を 2 V 変化させたところ、コレクタ電流が 3 mA 変化した。この回路の直流電流増幅率 h_{fe} および出力アドミタンス h_{oe} を求めよ。(20点)

2020年度専攻科入学試験問題

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

電気・電子回路 (3/3)

5

図5のような演算増幅器を使用した直流回路において、入力電圧に0.5Vを加えたとき、演算増幅器の2つの入力端子間の電圧 V_i [V]の値はいくらか、求めよ。また、出力電圧 V_2 [V]の値はいくらか、求めよ。ただし、演算増幅器は理想的な特性を持ち、その入力抵抗および電圧増幅度は極めて大きく、その出力抵抗は無視できるものとする。(20点)

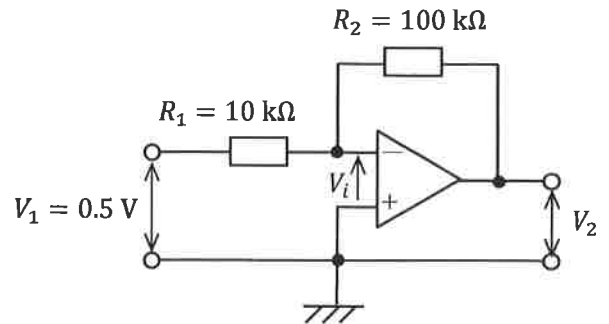


図5

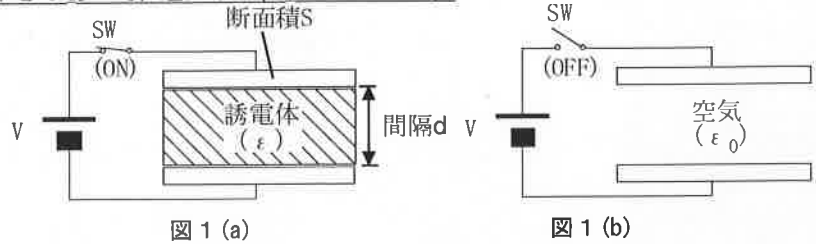
2020 年度専攻科学力入試

電磁気学(1/2)

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

注意：以下の問で必要ならば、真空・空気の誘電率を ϵ_0 [F/m]、透磁率を μ_0 [H/m] と表せ。

問題1 図1(a)のように誘電体(誘電率 ϵ)を充填した平行平板コンデンサに電圧 V [V]の電源をつなぎスイッチ(SW)をONとして、十分に時間が経過した。間隔 d [m]は十分に狭く、極板の面積 S [m²]は十分に広い。誘電率は $\epsilon_0 < \epsilon$ として、以下の問いに答えよ。(22点)



(1) 図1(a)の状態におけるコンデンサの持つ静電エネルギー W_1 [J]を求めよ。[7]

(2) 図1(a)の状態からスイッチを切った後に誘電体を引き抜き図1(b)の状態にした。誘電体を引き抜いた後の状態で、コンデンサの持つ静電エネルギー W_2 [J]を求めよ。[7]

(3) 図1(a)の状態から図1(b)の状態に変化したときのコンデンサの持つ静電エネルギーの変化量 ΔW [J]を求めよ。状態が変化する際にコンデンサの持つ静電エネルギーは「増加した」か、「減少した」かも記述せよ。[8]

問題2 図2に示す内球の半径 a [m]、外球の内径が b [m]の同心導体球がある。外球は接地されており、内球と外球の間は空気で満たされている。内球に電荷 $+Q$ [C]を与えた。以下の問いに答えよ。(28点)

問(1) 同心導体球に与えられた電荷の作る電気力線の分布を向きが分かるように図中に記入せよ。[8]

問(2) 内外両導体間 ($a \leq r \leq b$)の電界 E [V/m]を求めよ。[8]

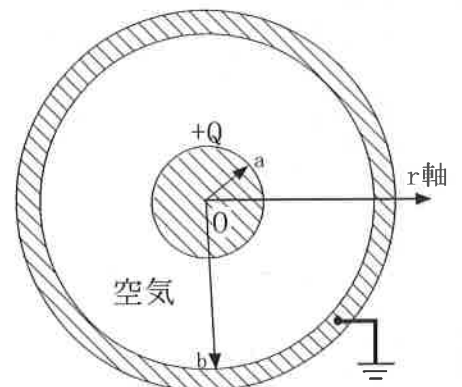


図2

問(3) 内外導体球間の電位差 V [V]を求めよ。[6]

問(4) 同心導体球の静電容量 C [F]を求めよ。[6]

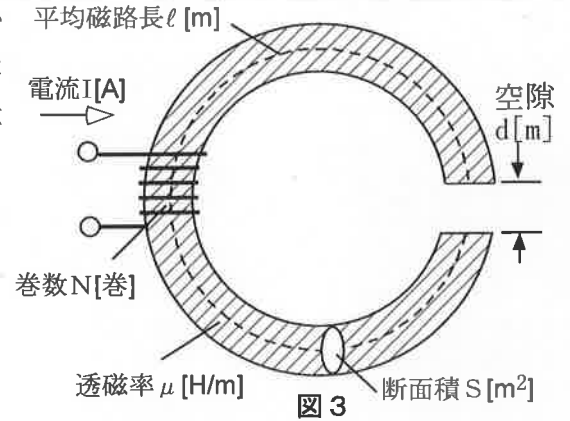
2020 年度専攻科学力入試

電磁気学(2/2)

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

問題3 図3に示すように透磁率 μ ($\mu > \mu_0$)の磁性体と間隔 d [m]の空隙からなる磁気回路がある。巻数 N [巻]のコイルに電流 I [A]を流した。空隙 d は十分に狭く、磁束は磁気回路中では一様、磁性体の平均磁路長は l [m]、空隙を除いて磁束は全て磁性体内に存在する。以下の問いに答えよ。(22点)

(1) 磁性体中の磁束 Φ [Wb]を求めよ。[8]

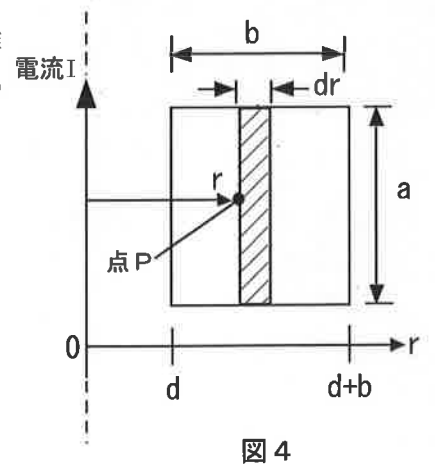


(2) 空隙中の磁界の強さ H [A/m]を求めよ。[7]

(3) 磁気回路の自己インダクタンス L [H]を求めよ。[7]

問題4 図4に示すように無限長直線導体に電流 I [A]が流れている。直線導体から距離 d [m]の位置に、電流と平行に巻数 N の矩形(縦 $a \times$ 横 b [m])コイルを配置した。以下の問いに答えよ。(28点)

(1) 直線電流から距離 r [m]だけ離れた位置点 P における磁束密度 B [T]の大きさを求めよ。[8]



(2) 図3の斜線で示される微小領域($a \times dr$ [m²])を貫く磁束 $d\Phi$ [T]を求めよ。[8]

(3) 矩形コイルと鎖交する磁束 ϕ [T]を求めよ。[6]

(4) 無限長直線導体と矩形コイルの相互インダクタンス M [H]を求めよ。[6]

材 料 力 学 (1/4)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

1. アルミニウム, チタン合金, 中炭素鋼の 3 つの丸棒がある. 丸棒のサイズは直径 36mm, 長さ 100mm である. これらの丸棒に 100kN の引張り荷重を加える. 付表を参考にして, 次の問いに答えよ. (配点: 30 点)

表 1 機械的特性

材料	縦弾性係数	横弾性係数	ポアソン比	降伏応力	引張強さ
中炭素鋼	205 GPa	82 GPa	0.25	275 MPa	490-610 MPa
高張力鋼	203 GPa	73 GPa	0.39	834 MPa	865 MPa
アルミニウム	69 GPa	27 GPa	0.28	152 MPa	167 MPa
チタン合金	109 GPa	42 GPa	0.28	110 MPa	1170 MPa
超ジュラルミン	74 GPa	29 GPa	0.28	324 MPa	422 MPa

(1) それぞれの丸棒に生じる応力と縦ひずみを求めよ. 円周率は 3.14 とする.

(2) それぞれの丸棒に生じる横ひずみを求めよ.

材 料 力 学 (2/4)

受験番号

氏名

2. 丸棒にねじりを負荷する。直径 d 、長さ $3l$ の中実丸棒である。次の質問に答えよ。(配点：25 点)

横弾性係数： G ，断面二次極モーメント： $I_p = \pi d^4/32$ ，円周率： π

- (1) 図 1 に示すような、左端を固定、右端は自由とした状態で点Cにトルク T_C を負荷したとき、A点から見たC点のねじれ角を求めよ。

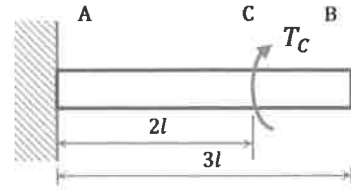


図 1

- (2) 図 2 に示すような、右端も固定された状態で C 点にトルク T_C を負荷したとき、A点から見たC点のねじれ角を求めよ。

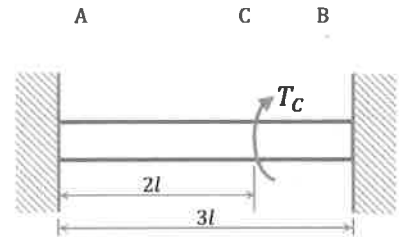


図 2

材 料 力 学 (3/4)

受験番号		氏名	
------	--	----	--

3. 図3に示すようなはりがあり、集中荷重 P と分布荷重 w が負荷している。次の問いに答えよ。(配点：45点)

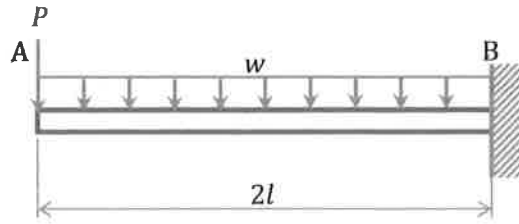


図 3

- (1) 自由物体図を書け。
- (2) せん断力，曲げモーメントの式を求め，SFD と BMD を描け。
- (3) 先端のたわみを求めよ。(はりは一様であり，縦弾性係数は E ，断面二次モーメントは I とする)

自由物体図

材 料 力 学 (4/4)

受験番号		氏名	
------	--	----	--