東京大学大学院工学系研究科　電気系工学専攻　入試

物　理　・　情　報

平成２２年８月３０日（月）１３時００分～１６時００分　実施

注　意

１．指示があるまで、この問題冊子を開いてはならない。

２．問題数は１２題である。落丁、乱丁、印刷不鮮明なものがあれば申し出ること。

３．答案用紙・計算用紙の上部の記入欄に必要事項を必ず記入すること。答案用紙の提出前に記入したかを確認すること。

４．**４題を選択して解答せよ。**１枚の答案用紙に１つの問題の解答を書くこと。必要があれば裏面を使用してもよい。

５．答案は必ず４題分を提出すること。（解答した問題が４題未満であっても４題のそれぞれについて問題番号、受験番号、氏名を記入した答案用紙を提出すること。）

６．解答は日本語または英語で記述すること。

７．この問題冊子、計算用紙は試験終了後回収する。持ち帰ってはならない。

受験番号	

上欄に受験番号を記入すること。

第 1 問

内半径 R の中空の円筒が動かないように水平に固定されており，その内部で，一様な質量分布を持った半径 r の円柱が滑らずに転がっている．図 1 は，これらの円筒および円柱の軸に対し垂直な断面図である．この円柱は，その重心 G のまわりで回転しながら，最下点 O の近傍で往復運動をしている．固定されている中空円筒の中心軸を表す点を C，回転円柱が中空円筒と接触する線を表す点を A とする．以下の問いに答えよ．ただし，定数および変数を以下のように定義する．

R : 固定された中空円筒の内半径
r : 回転円柱の半径
M : 回転円柱の質量
g : 重力加速度
t : 時間
F : 接触点 A における摩擦力
θ : 角∠OCA
ω : 重心 G まわりの円柱の回転角速度
V : 重心 G の速度

(1) この回転円柱について，重心 G を通る回転軸まわりの慣性モーメントを求めよ．

(2) CA に対し垂直な方向における，重心 G の運動方程式を示せ．

(3) 重心 G まわりの円柱の回転運動に対する運動方程式を示せ．

(4) V を $d\theta/dt$ を用いて表せ．

(5) V をωを用いて表せ．

(6) 問(1)から(5)までの結果を用いて，θの時間についての微分方程式を導け．

(7) θが小さい時，最下点 O の近傍での円柱の運動が，単振動となることを示せ．また，その周期も求めよ．

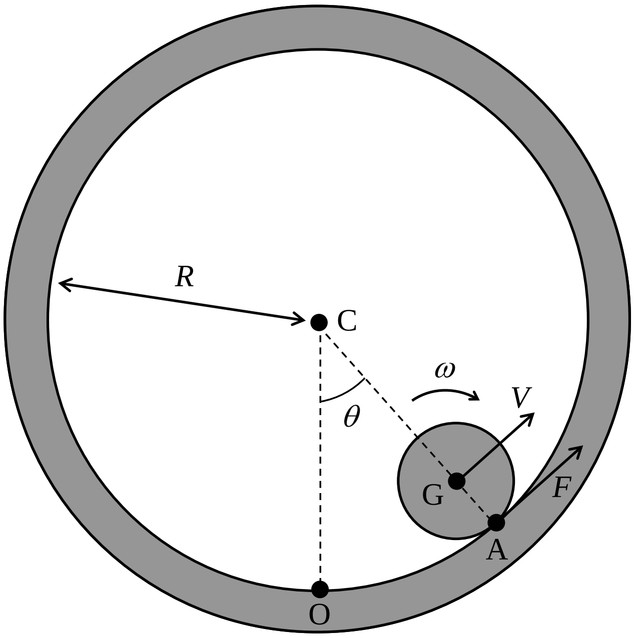


図 1

第２問

図 1 のように半径 a の円柱導体 A を内半径 b の円筒導体 B が囲んだ構造を持つ，無限に長い同軸ケーブルを考える．これら二つの導体間には，図のように二種類の誘電体（誘電体 1 および誘電体 2）が充填されている．誘電体 1 の誘電率は ε_1，誘電体 2 の誘電率は ε_2 であり，両者の境界は半径 c の円筒面となっている．外側円筒導体 B は接地されており，内側円柱導体 A には正の電荷を与える．その電荷量は単位長さあたり λ（$\lambda > 0$）とする．同軸ケーブルの中心軸からの距離を r とし，以下の問に答えよ．

(1) $0 \leq r \leq b$ における電界の大きさと電位を求めよ．

(2) 導体間の単位長さあたりの静電容量を求めよ．

(3) $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ の場合について，問(1)で求めた電界の大きさの概略図を $0 \leq r \leq b$ の範囲で描け．ただし，各境界（$r = a, b, c$）における電界の値を明示せよ．

(4) 内側円柱導体 A に印加する電圧 V_A を増加させたとき，誘電体 1 と誘電体 2 が同時に絶縁破壊条件に達するように，この同軸ケーブルの構造を決定したい．ただし，誘電体 1 と誘電体 2 の絶縁破壊電界の大きさをそれぞれ，E_{1m} と E_{2m} とする．このとき，$\varepsilon_1 > \varepsilon_2$，$E_{1m} < E_{2m}$ とした場合の c の値を，a，ε_1，ε_2，E_{1m}，E_{2m} を用いて表せ．また，絶縁破壊電界 E_{1m} と E_{2m} の間には，$E_{2m} < (\varepsilon_1/\varepsilon_2)E_{1m}$ なる大小関係が成り立つ必要がある．その理由を述べよ．

(5) $b = 2c$ として，問(4)で議論した同時絶縁破壊条件を満たすように同軸ケーブルの構造を決定した．絶縁破壊を生じる電圧 V_A の値を a，ε_1，ε_2，E_{1m}，E_{2m} を用いて表せ．

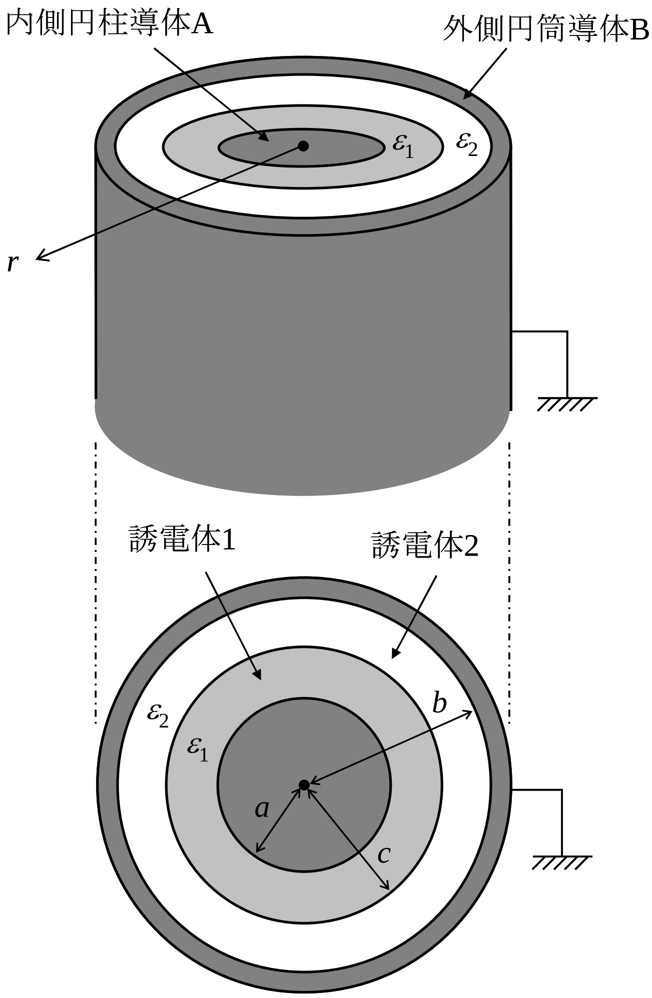


図 1

第３問

図１に示すような，xy 平面上を滑らかに移動する正方形の形状を持った一巻導体コイル ABCD を考える．領域 $x > 0$ には，z 方向の一様磁界 B_0 が存在する．この磁界の領域 $x < 0$ への漏れはないものとする．コイルの質量を m とし，一辺の長さを a とする．また，コイル一周の抵抗値を R とする．

コイルは $x < 0$ の領域内で，x 軸に沿って右方向に等速度 v_0 で移動している．時刻 $t = 0$ においてコイルの辺 CD が y 軸上を通過するものとする．コイルの x 方向の速度を $V(t)$，辺 CD の x 座標を $X(t)$として，以下の問いに答えよ．ただし，コイルに流れる電流によって発生する磁界の影響は無視せよ．また，摩擦の影響も無視せよ．

(1) $0 < X(t) < a$ において，コイルに流れる電流 $I(t)$を，$V(t), B_0, R$ ならびに a を用いてあらわせ．

(2) $0 < X(t) < a$ において，コイルに作用する力の大きさ $F(t)$を，$I(t), B_0$ ならびに a を用いてあらわせ．

(3) $0 < X(t) < a$ におけるコイルの運動方程式を導け．

(4) 上記運動方程式を解き，コイル全体が領域 $x > 0$ 内に進入するための条件を求めよ．

(5) 問(4)の条件が成り立つ場合について，$t > 0$ での $V(t)$を求めよ．また，その概略を図示せよ．

(6) 問(4)の条件が成り立つ場合について，$t > 0$ での $I(t)$を求めよ．また，その概略を図示せよ．

(7) 問(4)の条件が成り立つ場合について，コイルで消費された電気エネルギーを求めよ．また，これがコイルの運動エネルギーの減少分に等しいことを示せ．

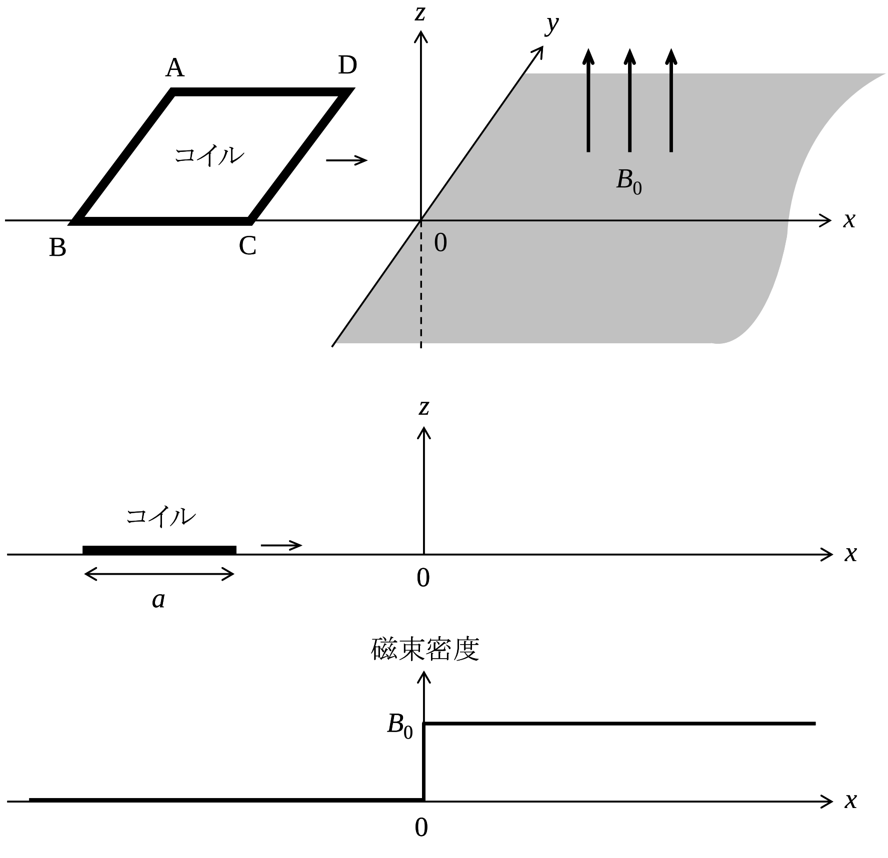


図 1

第４問

反射率 100％のミラー2 枚（M_1 と M_2）と，反射率 50％（透過率も 50％）のハーフミラー 1 枚（HM）を図 1 に示すように配置した光測定装置は，マイケルソン干渉計と呼ばれる．入射光は，HM によって 2 つの光に分けられる．一方の光は HM を透過し，M_1 に向けて垂直に伝搬して，M_1 によって反射される．もう一方の光は HM で反射され，M_2 に向けて垂直に伝搬して，M_2 によって反射される．M_1 と M_2 で反射された 2 つの光は，再び HM で反射・透過し，干渉する．その後，干渉光は光検出器 D により検出される．HM から M_1 までの距離を l_1，M_2 までの距離を l_2 とする．また，ミラーとハーフミラーの反射率（透過率）は，光の偏波方向に依存しないものとする．

(1) 図 1 に示した干渉計において，入射光は波長λ_0 の平面波で，その電界の振幅は A とする．光検出器 D で検出される光の強度 I を導出せよ．

(2) 問(1)の干渉計において，ミラーM_1 を $l_1 = l_2$ の位置から $l_1 > l_2$ となるように移動させる．このとき，光検出器 D で検出される光強度 I をミラーM_1 の移動距離Δl の関数として図示せよ．

(3) 問(1)の干渉計を用いて，ミラーM_1 の移動距離Δl を測ることができる． $\Delta l >> \lambda_0$ の場合について，Δl を求める原理を述べ， Δl をλ_0 を含む式で表せ．ただし，適宜変数を定義してもよい．

(4) 図２は，マイケルソン干渉計を利用して光の波長を測る原理図である．このとき，波長既知の参照光（波長λ_0）と波長未知の被測定光（波長λ_x）を合わせて干渉計に入射させる．参照光の偏波方向はこの紙面に平行であり，被測定光の偏波方向はこの紙面に垂直であるとする．干渉計から出た光のうち，偏波方向がこの紙面に平行な成分は，PBS という部品を透過して光検出器 D_1 に到達し，偏波方向がこの紙面に垂直な成分は，PBS で反射されて光検出器 D_2 に到達する．ミラーM_1 の移動距離をΔl とし， $\Delta l >> \lambda_0$ の場合について，被測定光の波長を測定する動作原理を説明し，被測定光の波長λ_x をλ_0 を含む式で表せ．ただし，適宜変数を定義してもよい．

(5) 次に，図 1 に示した干渉計に，ガウス関数状のスペクトルを有する光を入射する．スペクトルの中心波長はλ_0，半値全幅は$\Delta\lambda$（$\Delta\lambda << \lambda_0$）とする．ここでは，ミラー$M_1$ を $l_1 = l_2$ の位置の左右に移動させる．このとき，光検出器 D で検出される光強度 I をミラーM_1 の移動距離Δl の関数として，λ_0 と$\Delta\lambda$を用いながら概略を図示せよ．

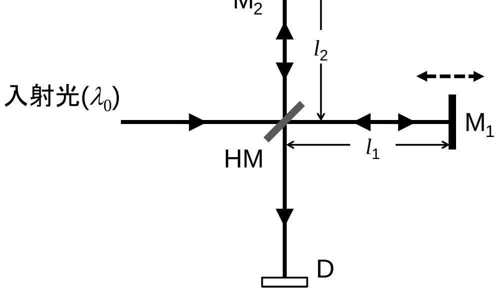


図 1

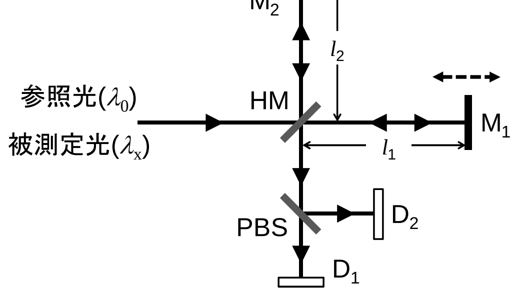


図 2

第５問

図１に示す回路について，以下の問いに答えよ．ただし，$R_1 \neq 0$，$R_2 \neq 0$ とする．

(1) スイッチ S を閉じて十分時間が経過し，定常状態になると回路に流れる電流は一定値 I_0 となる．I_0 を求めよ．

(2) その後スイッチ S を開放した. その時刻を $t = 0$ とする. スイッチを開放した直後（$t = 0+$）に，スイッチの両端 A，B 間に現れる電位差 $v_{AB}(t = 0+)$を求めよ．ただし，$v_{AB}(t)$は，B に対し A の端子の側を正にとる．

(3) $t = 0$ にスイッチ S を開放した後十分に時間が経過し, 定常状態になったときにスイッチの両端 A，B 間に現れる電位差 $v_{AB}(t = \infty)$を求めよ．

(4) $t = 0$ にスイッチ S を開放した後，$t > 0$ において，回路に流れる電流 $i(t)$ および $v_{AB}(t)$ を求めよ．ただし，この問(4)では，$R_1 = 4\ \Omega$，$R_2 = 2\ \Omega$，$L = 1$ H，$C = 0.2$ F，$V_0 = 8$ V とする．

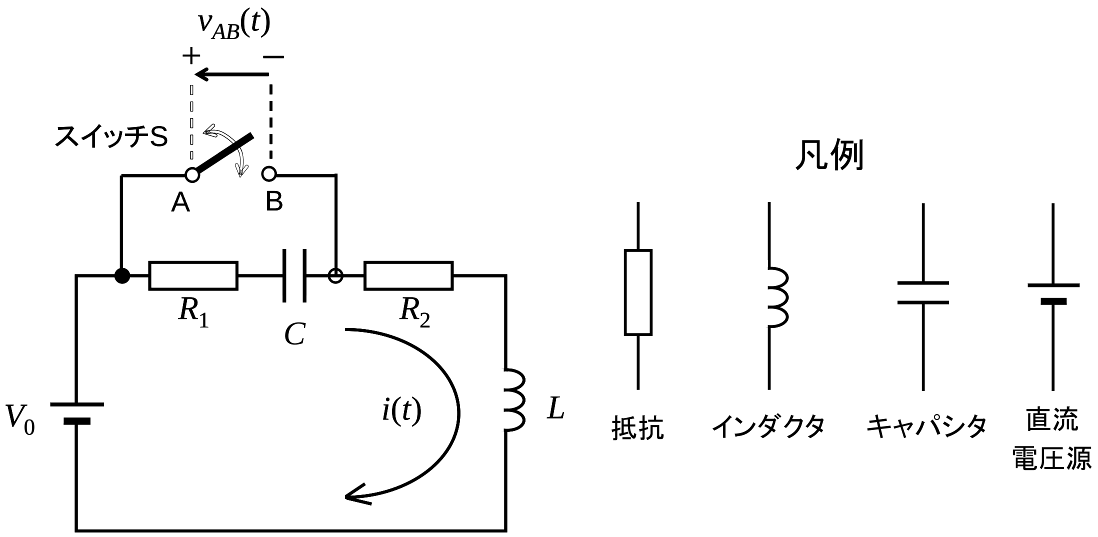


図１

第６問

回路の入力インピーダンス，出力インピーダンス，電圧利得に関する次の問いに答えよ．電圧利得は v_o/v_i で定義される．v_i は小信号入力電圧，v_o は小信号出力電圧である．

(1) 図１のように回路 I の出力を回路 II の入力に接続し，回路 I から回路 II へ電圧信号を伝える場合を考える．回路 I の出力インピーダンス Z_o と回路 II の入力インピーダンス Z_i は，それぞれ高い方がよいか，低い方がよいか，定性的な理由とともに答えよ．

(2) 図２は n-MOSFET を表す．この FET の小信号等価回路（交流等価回路）を電流源を用いて示せ．ただし，ゲート・ソース間の小振幅交流電圧を v_{gs}，相互コンダクタンスを g_m，ドレイン抵抗を r_d とする．

(3) 図３は FET，抵抗 R_1, R_2, R_3，容量 C_1 で構成された回路である．この回路を(2)の小信号等価回路を用いて表し，電圧利得 A_1，入力インピーダンス Z_{1i}，出力インピーダンス Z_{1o} を求めよ．ただし C_1 は想定する交流信号の周波数に対してインピーダンスが十分に小さく，そのインピーダンスはゼロとみなせるものとする．

(4) 同様に図４の回路を考える．これも FET，抵抗 R_1, R_2, R_3，容量 C_1 で構成された回路である．この回路を(2)の小信号等価回路を用いて表し，電圧利得 A_2，入力インピーダンス Z_{2i}，出力インピーダンス Z_{2o} を求めよ．ただし，Z_{2o} は $v_i = 0$ の場合の出力インピーダンスとする．

(5) $g_m \gg 1/r_d$ および $g_m \gg 1/R_3$ のとき，A_1 と A_2 の符号と大小，および Z_{1o} と Z_{2o} の大小を論ぜよ．

(6) 図４の回路の特徴を述べ，集積回路中でどのような使われ方をするか説明せよ．

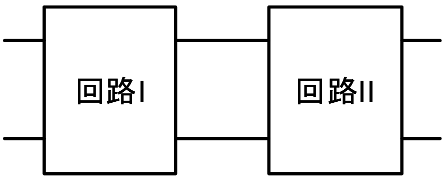


図１

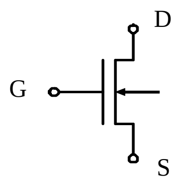


図２

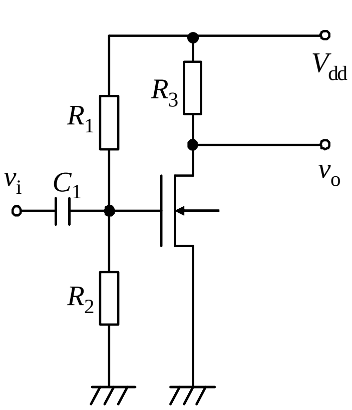


図３

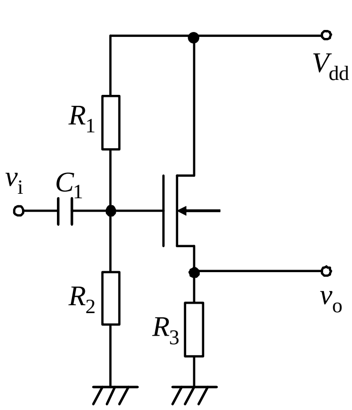
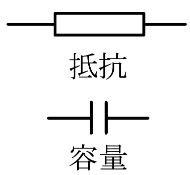


図４



凡例

第 7 問

断熱圧縮（状態 1 から状態 2），定圧加熱（状態 2 から状態 3），断熱膨張（状態 3 から状態 4），定圧冷却（状態 4 から状態 1）から成り立つ熱サイクルを考える．動作ガスは 1 モルで単原子分子の理想気体とする．以下の問いに答えよ．

(1) このサイクルの *P-V* 線図（圧力−体積の線図）と *T-S* 線図（温度−エントロピーの線図）を描け．

(2) （状態 1 から状態 2），（状態 2 から状態 3），（状態 3 から状態 4），（状態 4 から状態 1）の中で，どの過程で熱の供給が行われるか，熱の放出が行われるかを示せ．また，どの過程で外から仕事がなされるか，外へ仕事をなすかを示せ．

(3) 状態 1，2 の圧力をそれぞれ P_1，P_2，状態 1，状態 4 の温度をそれぞれ T_1，T_4 として，状態 2，状態 3 の温度 T_2，T_3 を表せ．

(4) この熱サイクルの熱効率を求めよ．また，この熱サイクルがなす仕事が単位時間当たり W であった時，単位時間当たり供給される熱エネルギーを求めよ．

(5) 熱交換器を使って，定圧冷却で放出される熱を定圧加熱に用いることを考える．定圧冷却（状態 4 から状態 1）で温度が T_4 から T_2 に等しくなるまでに放出される熱が，定圧加熱（状態 2 から状態 3）で温度が T_2 から T_4 になるための熱エネルギーに等しいことを示せ．また，これにより，熱効率が改善されることを *T-S* 線図を用いて説明せよ．ただし，$T_4 > T_2$ とし，また熱交換器の効率を 100%とする．

(6) 状態 1，2 の圧力 P_1，P_2，状態 1，状態 3 の温度 T_1，T_3 を用いて，問(5)における熱効率を求めよ．

第８問

結晶の格子定数が a，電子の結晶運動量 $\hbar k$（k は電子の波数，$\hbar = h/2\pi$であり，h はプランク定数）とエネルギーE の関係が，

$$E = \Delta(1 - \cos ak)$$

で表されるような１次元結晶のエネルギーバンドを考える．ただしΔは正の定数である．以下の問いに答えよ．

(1) 電子のエネルギーバンドを第１ブリルアンゾーンに対して図示せよ．ただし，ブリルアンゾーンの境界の k の値を図中に明示すること．

(2) 電子の群速度を求めよ．また，それを第１ブリルアンゾーン内で図示せよ．

(3) 電子の有効質量を求めよ．また，それを第１ブリルアンゾーン内で図示せよ．

(4) 直流電界 F を印加した結晶中では，電子は加速定理

$$\frac{d(\hbar k)}{dt} = -eF$$

に従う．ただし，e は電荷素量である．ここで，散乱のない理想的な状況を考える．時刻 $t = 0$ で電子が $k = 0$ の状態にあったとき，直流電界 F の下での電子の群速度 $v_g(t)$を求めよ．また，電子の運動がどのようなものになるか論ぜよ．

(5) このエネルギーバンドが電子で完全に充満した状態で，この結晶に直流電界 F を印加した．このときの電流を論ぜよ．

第９問

ふたりのプレイヤが勝敗を争い，片方が勝てばもう一方は負けとなるゲームを考える．ただし，引き分けは無いものとする．勝敗結果の予想に用いるために，対戦するプレイヤについての特徴 F に注目した．F はプレイヤごとに持つか持たないかの二値の特徴であり，各ゲームについては対戦する両プレイヤについて，両者ともに F を持つ，一方だけが持つ，どちらも持たない，の三種の場合がある．十分多数のゲームの記録について統計をとったところ，それぞれの場合の出現率は表 1 に示す通りだった．

表　1

	両者とも F あり	一方だけ F あり	両者とも F なし
出現率	0.3	0.6	0.1

一方だけが特徴 F を持つ場合について調べると，特徴 F を持つ側の勝率は 0.7 であった．今後のゲームについてもこの統計の対象となったデータと同じ確率でプレイヤが選ばれ，同じ確率で勝敗が決まるものと仮定する．

上記の前提のもとで以下の各問に答えよ．いずれの設問についても計算結果は有効数字 2 桁を示せ．必要ならば表 2 に示す近似値を用いよ．

表　2

x	$\log_2 x$
0.1	-3.322
0.2	-2.322
0.3	-1.737
0.4	-1.322

x	$\log_2 x$
0.6	-0.737
0.7	-0.515
0.8	-0.322
0.9	-0.152

(1) 特徴 F とゲームの勝敗との関係を定性的に述べよ．

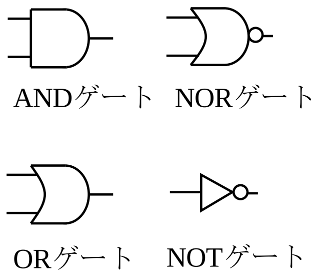
(2) 上述の三種の場合すべてを対象とするとき，特徴 F を持つ側の勝率はどれだけか．

(3) 一方のプレイヤが特徴 F を持ち，もう一方は持たないことを知ったとき，ゲームの勝敗についてどれだけの情報量を得られるか．

(4) 一方のプレイヤが特徴 F を持ち，もう一方は持つか否かが未知であるとき，ゲームの勝敗についてどれだけの情報量を得られるか．

第１０問

論理ゲートから構成される組合せ回路（回路に接続上のループが無い回路）に関し，下記の問いに答えよ．ただし，各ゲートの遅延は全て１（単位時間）とし，他に遅延は無いとする．例えば，AND ゲート１つから構成される図１の場合，表１に示す入力シーケンスが a，b に入ってくると，1 時刻だけ遅延して，表に示すように出力 z に入力の積が現れる．なお，表中の「–」は不定値を示す．



凡例

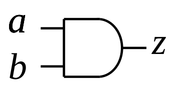


図１

表１

時刻＼信号	0	1	2	3	4	5
a	0	1	1	1	1	1
b	1	1	1	0	0	1
z	–	0	1	1	0	0

(1) 表２は図２の回路の動作を示したものである．表２の S1 と S2 に当てはまる値（0 または 1）を示せ．

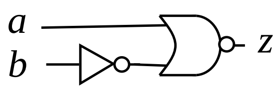


図２

表２

時刻＼信号	0	1	2	3	4	5
a	0	1	0	1	0	1
b	1	1	1	1	1	1
z	–	–	0	S1	S2	1

(2) 表３，４は図３の回路の動作を示したものである．表３，４の S3 から S6 に当てはまる値（0 または 1）を示せ．

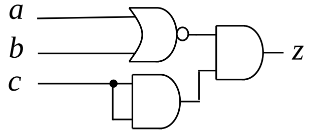


図３

表３

時刻＼信号	0	1	2	3	4	5	6
a	1	0	0	0	0	0	1
b	0	0	0	1	0	0	1
c	1	1	1	1	1	1	0
z	–	–	0	S3	1	S4	1

表４

時刻＼信号	0	1	2	3	4	5	6
a	1	0	0	0	0	0	1
b	0	0	0	1	0	0	1
c	0	0	0	0	0	0	1
z	–	–	0	0	S5	S6	0

(3) 表５は図３の回路の動作を示したものである．表５の T1 から T5 に当てはまる値（0

または 1）を示せ．もし複数可能性がある場合には，全ての組合せを示せ．

表 5

時刻 / 信号	0	1	2	3	4	5	6
a	1	0	0	0	0	0	1
b	T1	T2	T3	T4	T5	1	1
c	0	0	1	1	1	1	1
z	0	0	0	0	1	1	1

(4) 図 3 と図 4 の回路に対して同一入力を与える．入力が時間変化しない場合には，入力値によらず，出力の値は最終的に一致する．これを証明せよ．

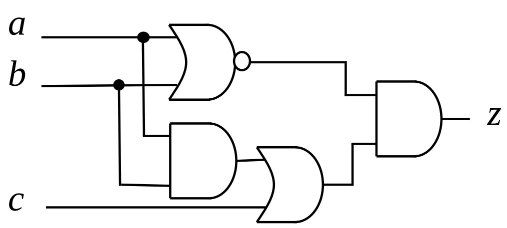


図 4

表 6

時刻 / 信号	0	1	2	3	4	5	6
a	1	0	0	0	0	0	1
b	0	0	0	1	0	0	1
c	0	0	0	0	0	0	1
z	–	–	V1	V2	V3	V4	V5

(5) 表 6 は図 4 の回路の動作を示したものである．表 6 の V1 から V5 に当てはまる値（0 または 1）を示せ．また表 4 の値と比較せよ．

(6) 表 7 は図 5 の回路の動作を示したものである。表 7 の X1 から X9 に当てはまる値（0 または 1）を示せ．

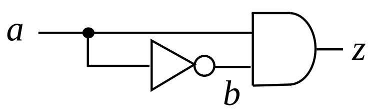


図 5

表 7

時刻 / 信号	0	1	2	3	4	5
a	1	1	1	0	1	0
b	–	X1	X2	X3	X4	X5
z	–	–	X6	X7	X8	X9

(7) 図 3 と図 4 の回路で出力値に差異が現れるような入力 a, b の値の系列を作り，その動作を説明せよ．もしそのような値の系列が存在しないなら，それを証明せよ．

第１１問

図１のように，命令スケジューラ，2 つの ALU，1 つのロードストアユニット，1 つの分岐ユニット，1 つのレジスタファイルを持つスーパースケーラプロセッサを考える．レジスタファイルは s0 から s15 までの 16 ワードの 16 ビットレジスタを持つ．ALU，ロードストアユニット，分岐ユニットは nop 命令以外にそれぞれ表 1 の命令を受け付けるとする．nop 命令を受け付けたユニットは何の処理も行わない．ALU およびロードストアユニットの命令の実行結果が格納されるレジスタは次のサイクルでは不定であり，次の次のサイクルで参照可能である．遅延スロットは 2 である．命令スケジューラは簡略化されており，読みだした命令群をそのまま各ユニットに発行する．プログラムは各ユニットへの命令を並べて表記する．データメモリは予め初期化することはできないものとする．以下の問いに答えよ．

(1) レジスタ s0，s1，s2，s3，s4，s5 の内容の和に 1 を加算した結果をオーバーフローを無視して計算し，レジスタ s0 に格納するプログラムを表２に示す．ALU1 の命令の一部を ALU2 に移動して，より少ないサイクル数で完了するプログラムを作成せよ．

(2) データメモリ中の，レジスタ s0 の示すアドレスから連続して格納された 16 個のワードの和をオーバーフローを無視して計算し，s1 に格納するプログラムを，表３の(A)〜(F)をうめて完成させよ．

(3) データメモリ中の，レジスタ s0 の示すアドレスに格納されたワードを，オーバーフローを無視して 202 倍し，同じアドレスにワードとして格納する，なるべく少ないサイクル数で完了するプログラムを作成せよ．必要ならば，命令アドレスは適宜ラベルを用いて表記してよい．

(4) レジスタ s0，s1 に格納された 2 つの 8 ビットの正数の積を，なるべく少ないサイクル数(40 サイクル以下で実現できる)で計算し，レジスタ s2 に格納するプログラムを作成せよ．必要ならば，命令アドレスは適宜ラベルを用いて表記してよい．

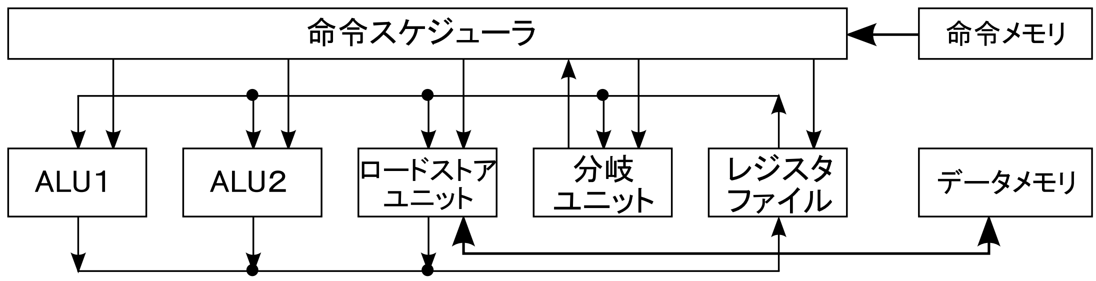


図１

表１

ALU	`add` x, y, z	レジスタ x に，レジスタ y の内容にレジスタ z の内容を加えた結果をロード
	`sub` x, y, z	レジスタ x に，レジスタ y の内容からレジスタ z の内容を引いた結果をロード
	`shl` x, y, inst	レジスタ x に，レジスタ y の内容を inst ビット左論理シフトした結果をロード
	`shr` x, y, inst	レジスタ x に，レジスタ y の内容を inst ビット右論理シフトした結果をロード
	`and` x, y, z	レジスタ x に，レジスタ y の内容とレジスタ z の内容の論理積をロード
	`not` x, y	レジスタ x に，レジスタ y の内容のビットごとの反転をロード
ロードストアユニット	`ld` x, ofst(y)	レジスタ y の内容と ofst を加算したアドレスのデータメモリ中のワードを，レジスタ x にロード
	`ldi` x, inst	レジスタ x に即値 inst をロード
	`st` x, ofst(y)	レジスタ x の内容を，レジスタ y の内容と ofst を加算したアドレスのデータメモリにワードとしてストア
分岐ユニット	`jmp` inst	inst の示す命令メモリのアドレスにジャンプ
	`jz` x, inst	レジスタ x の内容がゼロの場合，inst の示す命令メモリのアドレスにジャンプ
	`jnz` x, inst	レジスタ x の内容が非ゼロの場合，inst の示す命令メモリのアドレスにジャンプ

表２

命令アドレス	ALU1	ALU2	ロードストアユニット	分岐ユニット
0	add s0, s0, s1	nop	ldi s15, 1	nop
1	add s7, s2, s3	nop	nop	nop
2	add s8, s4, s5	nop	nop	nop
3	add s0, s0, s7	nop	nop	nop
4	add s8, s8, s15	nop	nop	nop
5	nop	nop	nop	nop
6	add s0, s0, s8	nop	nop	nop

表３

命令アドレス	ALU1	ALU2	ロードストアユニット	分岐ユニット
0	nop	nop	ld s1, 0(s0)	nop
1	nop	nop	ld s2, 1(s0)	nop
2	nop	nop	(A)	nop
3	nop	nop	ldi s6, 2	nop
4	nop	nop	(B)	nop
5	add s0, s0, s6	nop	(C)	jnz s5, 4
6	add s1, s1, s3	sub s5, s5, s6	nop	nop
7	(D)	add s2, s2, s4	nop	nop
8	(E)	nop	nop	nop
9	(F)	nop	nop	nop

第１２問

ある無線通信システムにおけるマルチパスチャネルを，図 1 のインパルス応答（直接波とその a 倍の遅延波）としてモデル化できるとき，以下の問いに答えよ．なお，雑音の影響は無視できるものとする．

(1) 時刻 nT における送信信号 $x(nT)$ と受信信号 $y(nT)$ の関係を差分方程式で記せ．ここで，n は整数，T は標本化間隔，$x(nT)$ と $y(nT)$ は離散時間信号である．

(2) $x(0)=1$，$x(T)=-2$，$x(nT)=0$ $(n \neq 0,1)$，$a=0.8$ としたときの $y(nT)$ $(n \geq 0)$ を求めよ．

(3) $y(nT)$ から遅延波の影響を除去して $x(nT)$ を取り出すディジタルフィルタを設計したい．そのインパルス応答 $g(nT)$ を求めよ．ただし，a は任意の値とする．

(4) 問(3)で設計したディジタルフィルタが安定して動作するための条件を示せ．また，マルチパス環境下ではこの条件が常に満たされるか否かについて考えよ．常に満たされる場合には理由を示せ．常に満たされるとは限らない場合には，具体例を挙げて満たされないことを示せ．

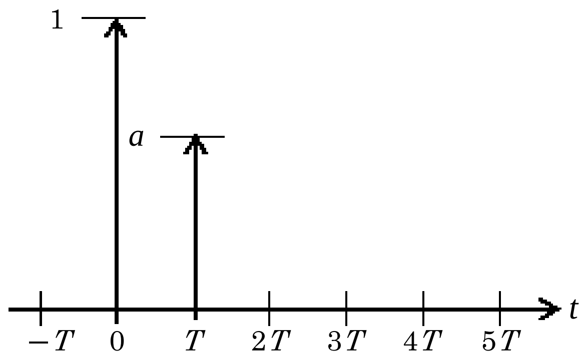


図 1