

電氣主任技術者模擬試験問題

第 3 種

機 械

(第 3 時限目)

答案用紙記入上の注意事項

- (1) 本試験では、マークシートですが、模擬試験では、答案用紙に解答番号を記載します。
- (2) 答案用紙には、所属 氏名を記載してください。
(本試験では、受験番号や受験地の記載があります)
- (3) 電卓の使用について
使用が認められる電卓は、「電池内蔵型（太陽電池内蔵型を含む）のポケット型（折り畳み式のもの除く）で、通信機能がなく、また、音のしないものであって、「四則計算（十一×÷）、開平計算（ $\sqrt{\quad}$ ）、百分率計算（%）、符号変換及び数値メモリの機能の全部または一部のもの」のみ（関数電卓は使用禁止）に限られます。プログラム機能、数式や文字が記憶できるもの及び関数機能のものは使用できません。また、本試験当日、電卓の持参を忘れた場合、受験者間での貸借は認められません。試験センターでの貸与もありません。
- (4) 選択問題の場合は2問のうちどちらか1問を選んで解答するようになっていますが、2問とも解答した場合は零点になります。

次頁以降は試験問題になっていますので、試験
開始の合図があるまで、開いてはいけません。

A 問題（配点は1問題当たり5点）

問 1

定格出力10〔kW〕、定格電流50〔A〕、電機子回路の抵抗0.4〔Ω〕の他励直流電動機がある。始動電流を80〔A〕に制限するためには、始動抵抗を何オームとしなければならないか。正しい値を次のうちから選べ。

- (1) 1.00 (2) 1.15 (3) 1.55
(4) 2.10 (5) 2.35

問 2

直流他励電動機の電機子回路に直列抵抗0.8〔Ω〕を接続して電圧120〔V〕の直流電源で始動したところ、始動直後の電機子電流は120〔A〕であった。電機子電流が40〔A〕になったところで直列抵抗を0.3〔Ω〕に切り換えた。インダクタンスが無視でき、電流が瞬時に変化するものとして、切り換え直後の電機子電流〔A〕の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、切り換え時に電動機の回転速度は変化しないものとする。また、ブラシによる電圧降下及び電機子反作用はないものとし、電源電圧及び界磁電流は一定とする。

- (1) 60 (2) 80 (3) 107 (4) 133 (5) 240

問 3

三相誘導電動機が定トルク負荷を負って
運転しているときに一次側の1線が断線す
ると、一次巻線中の負荷電流は、断線前のおよそ〔
ア〕倍になる。また、三相誘導電動機が定トルク負
荷を負って運転しているときに一次電圧が10〔%〕低
下すると、一次巻線中の負荷電流は、電圧低下前
のおよそ〔イ〕倍になる。

上記の記述中の空白箇所(ア)及び(イ)に記入する
数値として、正しいものを組み合わせたのは次のう
ちどれか。

- (1) (ア) 1.3 (イ) 0.9 (2) (ア) 1.5 (イ) 1.2
(3) (ア) 1.5 (イ) 1.1 (4) (ア) 1.7 (イ) 1.2
(5) (ア) 1.7 (イ) 1.1

三相誘導電動機の回転磁界に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 三相誘導電動機の一次巻線による励磁と、三相同期電動機の電機子反作用とは、それぞれの機種固有の表現になっているが、三相巻線に電流が流れて生じる回転磁界という点では同じ現象である。
- (2) 3組のコイルを互いに電気角で 120° ずらして配置し、三相電源から三相交流を流せば回転磁界ができる。磁界の回転方向を逆転させるには、三相電源の3線のうち、いずれかの2線を入れ換える。
- (3) 交番磁界は正転と逆転の回転磁界を合成したものである。三相電源の3線のうち1線が断線した三相誘導電動機の回転磁界は単相の交番磁界であるが、正転の回転磁界が残っているので、静止時に負荷が軽い場合は正回転を始める。
- (4) 回転磁界の隣り合う磁極間(N極とS極間)の幾何学的角度は、2極機は 180° 、4極機は 90° 、6極機は 60° 、8極機は 45° であるが、電気角は全て 180° である。
- (5) 三相交流の1周期の間に、回転磁界は電気角で 360° 回転する。幾何学的角度では、2極機は 360° 、4極機では 180° 、6極機では 120° 、8極機では 90° 回転するので、極数を多くすると、回転速度を小さくすることができる。

変圧器鉄心に生じる渦電流損は，鉄心を構成するけい素鋼板の抵抗率を ρ とし，交番磁束の周波数を f ，最大磁束密度を B_m とすれば， $\rho^a f^b B_m^c$ に比例する． a ， b 及び c の値として，正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか．

- (1) $a = -1$ $b = 2$ $c = 2$
- (2) $a = -1$ $b = 1$ $c = 2$
- (3) $a = 1$ $b = 1$ $c = 2$
- (4) $a = 1$ $b = 2$ $c = 2$
- (5) $a = 1$ $b = 1$ $c = 1$

問 6

百分率抵抗降下が 0.574 [%]，百分率リアクタンス降下が 8.23 [%] の単相変圧器がある．一次側に定格電圧を加えた状態で二次側を短絡した場合に，一次側に流れる短絡電流を定格電流の倍数で表した値として，正しいのは次のうちどれか．

- (1) 7.3 (2) 8.5 (3) 10.6
- (4) 12.1 (5) 13.9

問 7

定格電圧 6.6 [kV]，定格電流 1050 [A] の三相同期発電機がある．この発電機の短絡比は 1.25 である．

この発電機の同期インピーダンス [Ω] の値として，最も近いものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ．

- (1) 0.80 (2) 2.90 (3) 4.54 (4) 5.03 (5) 7.86

問8

2台の単相変圧器が並行運転しており、
両変圧器の二次側に換算された全漏れイン
ピーダンスは、それぞれ $3+j4$ 〔 Ω 〕及び $4+j3$ 〔 Ω 〕
である。両変圧器の二次巻線にそれぞれ10〔A〕の
電流が流れているとき、負荷に供給される電流は何
アンペアか。正しい値を次のうちから選べ。

- (1) 19.4 (2) 19.5 (3) 19.6
(4) 19.7 (5) 19.8

問9

定格二次電圧 V_{2n} 〔V〕、定格二次電流 I_{2n}
〔A〕の単相変圧器を2台用いて、V結線に
よって三相電力の変圧を行う場合、許容される二次
側の線電流は〔ア〕〔A〕であり、許容される負荷容
量は〔イ〕〔VA〕である。

上記の記述中の空白箇所(ア)及び(イ)に記入する
値として、正しいものを組み合わせたのは次のうち
どれか。

- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| (1) (ア) I_{2n} | (イ) $2V_{2n}I_{2n}$ |
| (2) (ア) I_{2n} | (イ) $\sqrt{3}V_{2n}I_{2n}$ |
| (3) (ア) $\frac{1}{\sqrt{3}}I_{2n}$ | (イ) $1.5V_{2n}I_{2n}$ |
| (4) (ア) $\frac{1}{\sqrt{3}}I_{2n}$ | (イ) $2V_{2n}I_{2n}$ |
| (5) (ア) $\sqrt{3}I_{2n}$ | (イ) $\sqrt{3}V_{2n}I_{2n}$ |

問10

次の文章は、単相半波ダイオード整流回路に関する記述である。

抵抗とリアクトルとを直列接続した負荷に電力を供給する単相半波ダイオード整流回路を図 1 に示す。スイッチ S を開いて運転したときに、負荷力率に応じて負荷電圧 e_d の波形は図 2 の となり、負荷電流 i_d の波形は図 2 の となった。次にスイッチ S を閉じ、環流ダイオードを接続して運転したときには、負荷電圧 e_d の波形は図 2 の となり、負荷電流の流れる期間は、スイッチ S を開いて運転したときよりも 。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

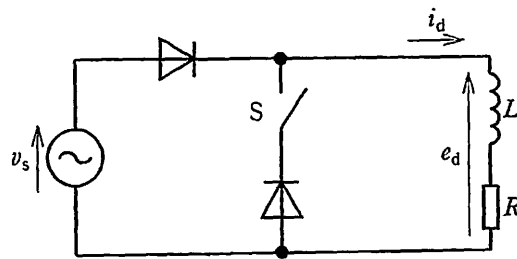


図 1

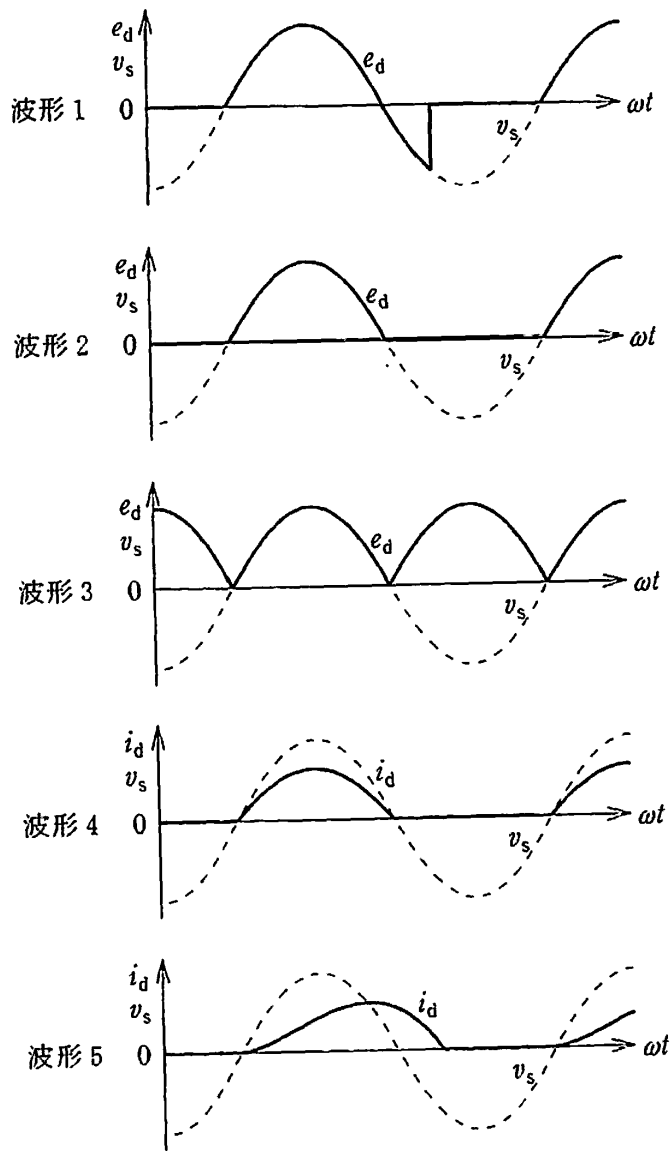


図 2

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	波形 2	波形 4	波形 3	長くなる
(2)	波形 1	波形 5	波形 2	長くなる
(3)	波形 1	波形 5	波形 3	短くなる
(4)	波形 1	波形 4	波形 2	長くなる
(5)	波形 2	波形 5	波形 3	短くなる

問11

次の文章は、電気めっきに関する記述である。

金属塩の溶液を電気分解すると に純度の高い金属が析出する。この現象を電着と呼び、めっきなどに利用されている。ニッケルめっきでは硫酸ニッケルの溶液にニッケル板()とめっきを施す金属板()とを入れて通電する。硫酸ニッケルの溶液は、ニッケルイオン()と硫酸イオン()とに電離し、ニッケルイオンがめっきを施す金属板表面で電子を 金属ニッケルとなり、金属板表面に析出する。めっきは金属製品の装飾のほか、金属材料の耐食性や耐摩耗性を高める目的で利用されている。

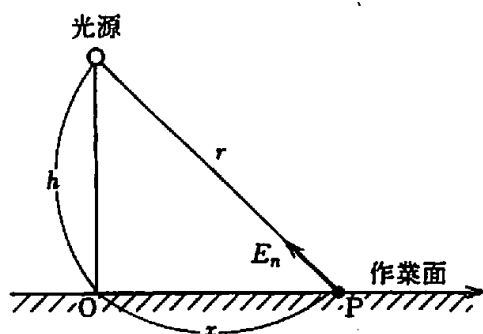
上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	陽極	陰極	負イオン	正イオン	放出して
(2)	陰極	陽極	正イオン	負イオン	受け取って
(3)	陽極	陰極	正イオン	負イオン	受け取って
(4)	陰極	陽極	負イオン	正イオン	受け取って
(5)	陽極	陰極	正イオン	負イオン	放出して

問12

放電管の直径に比べて十分大きな長さをもつ完全拡散直線光源では、管軸に垂直な方向で距離 r [m] の点の法線照度 E_n は、次式で与えられる。ただし、 I_0 は、放電管の単位長さ当たりの光度 [cd/m] である。

$$E_n = \frac{\pi I_0}{2r} \text{ [lx]}$$



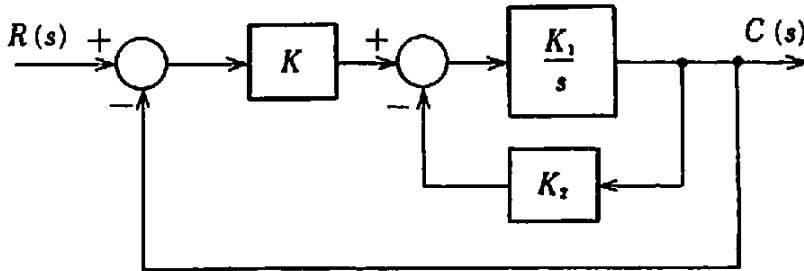
いま、図に示すように、管軸が紙面に垂直に置かれた完全拡散直線光源があり、その位置は、作業面

上 h [m] とする。光源直下の点 O から管軸に垂直な方向で距離 x [m] の点 P における水平面照度が点 O における照度の $1/2$ となる x の値として、正しいのは次のうちどれか。

- (1) $\frac{1}{\sqrt{2}}h$ (2) $\sqrt{2}h$ (3) h
 (4) $\frac{3}{2}h$ (5) $2h$

問13

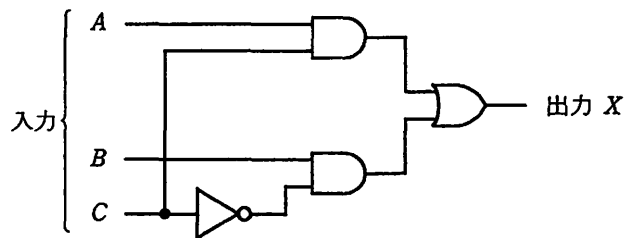
図のようなブロック線図で表される自動制御系がある。目標値 $R(s)$ と制御量 $C(s)$ との間の伝達関数 $(C(s)/R(s))$ として、正しいのは次のうちどれか。

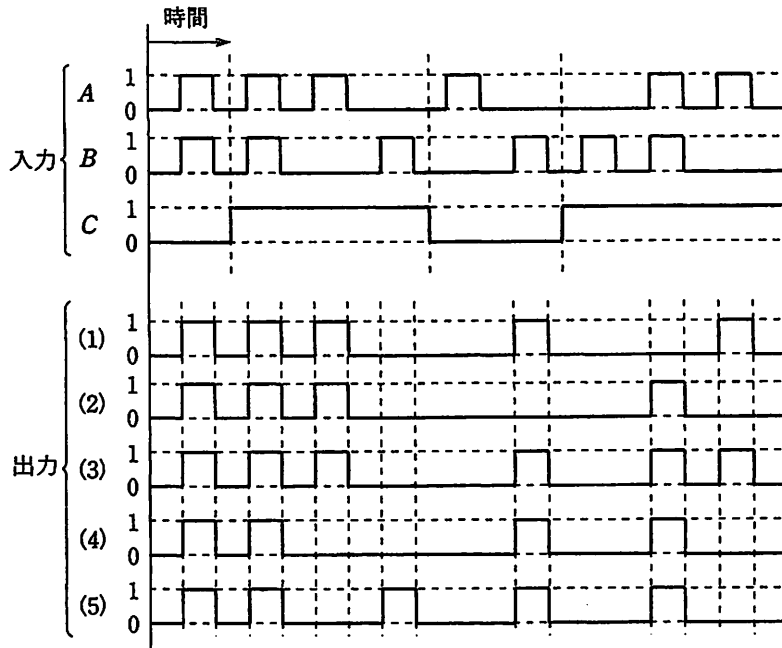


- | | |
|---|---|
| (1) $\frac{K_1 K_2}{s + K_1 (K + K_2)}$ | (2) $\frac{K K_1}{s + K_1 (K + K_2)}$ |
| (3) $\frac{K K_2}{s + K (K_1 + K_2)}$ | (4) $\frac{K_1 K_2}{s + K (K_1 + K_2)}$ |
| (5) $\frac{K K_1}{s + K_2 (K_1 + K)}$ | |

問14

図の論理回路に、図に示す入力 A , B 及び C を加えたとき、出力 X として正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。





B問題（配点は1問題当たり (a) 5点, (b) 5点, 計10点）

問15

次の定数をもつ定格一次電圧 2000 [V] , 定格二次電圧 100 [V] , 定格二次電流 1000 [A] の単相変圧器について, (a) 及び(b)の問に答えよ。

ただし, 励磁アドミタンスは無視するものとする。

一次巻線抵抗 $r_1 = 0.2$ [Ω] , 一次漏れリアクタンス $x_1 = 0.6$ [Ω] ,

二次巻線抵抗 $r_2 = 0.0005$ [Ω] , 二次漏れリアクタンス $x_2 = 0.0015$ [Ω]

(a) この変圧器の百分率インピーダンス降下 [%] の値として, 最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 2.00 (2) 3.16 (3) 4.00 (4) 33.2 (5) 664

(b) この変圧器の二次側に力率 0.8(遅れ)の定格負荷を接続して運転しているときの電圧変動率 [%] の値として, 最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 2.60 (2) 3.00 (3) 27.3 (4) 31.5 (5) 521

問 16

負荷に直結された他励直流電動機を、電機子電圧を変化させることによって速度制御することを考える。

電機子抵抗が $0.4 \text{ } [\Omega]$ 、界磁磁束は界磁電流に比例するものとして、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 界磁電流を $I_{f1} \text{ [A]}$ とし、電動機が $600 \text{ [min}^{-1}]$ で回転しているときの誘導起電力は 200 [V] であった。このとき電機子電流が 20 [A] 一定で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[\text{V}]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 8 (2) 80 (3) 192 (4) 200 (5) 208

(b) 負荷は、トルクが一定で回転速度に対して機械出力が比例して上昇する特性であるとして、磁気飽和、電機子反作用、機械系の損失などは無視できるものとする。

電動機の回転速度を $1320 \text{ [min}^{-1}]$ にしたときに、界磁電流を $I_{f1} \text{ [A]}$ の $\frac{1}{2}$ にして、電機子電流がある一定の値で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[\text{V}]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 216 (2) 228 (3) 236 (4) 448 (5) 456

問 17 及び問 18 は選択問題です。この二つの問題のうちどちらか一つの問題を選んで解答してください。(両方解答すると採点されませんので注意してください。)

(選択問題)

問 1 7

伝熱に関する次の(a)及び(b)の間に答えよ。

- (a) 直径 1 [m]、高さ 0.5 [m] の円柱がある。円柱の下面温度が 600 [K]、上面温度が 330 [K] に保たれているとき、伝導によって円柱の高さ方向に流れる熱流 [W] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、円柱の熱伝導率は 0.26 [W/(m·K)] とする。また、円柱側面からの放射及び対流による熱損失はないものとする。

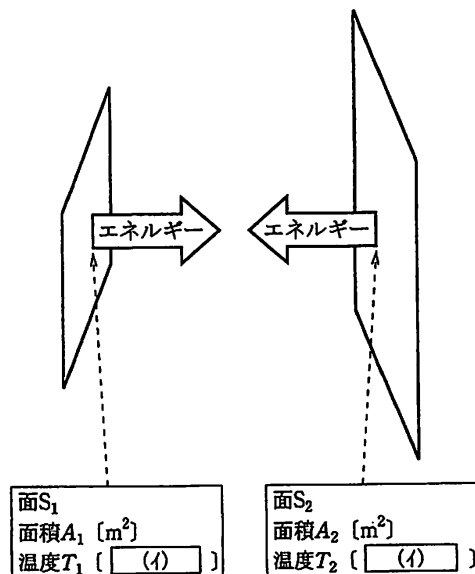
- (1) 45 (2) 110 (3) 441 (4) 661 (5) 1630

- (b) 次の文章は、放射伝熱に関する記述である。

すべての物体はその物体の温度に応じた強さのエネルギーを として放出している。その量は物体表面の温度と放射率とから求めることができる。

いま、図に示すように、面積 A_1 [m²]、温度 T_1 [] の面 S_1 と、面積 A_2 [m²]、温度 T_2 [] の面 S_2 とが向き合っている。両面の温度に $T_1 > T_2$ の関係があるとき、エネルギーは面 S_1 から面 S_2 に放射によって伝わる。そのエネルギー流量(1秒あたりに面 S_1 から面 S_2 に伝わるエネルギー) Φ [W] は $\Phi = \varepsilon \sigma A_1 F_{12} \times$ で与えられる。

ここで、 ε は放射率、 σ は 、及び F_{12} は形態係数である。ただし、 ε に波長依存性はなく、両面において等しいとする。また、 F_{12} は面 S_1 、面 S_2 の大きさ、形状、相対位置などの幾何学的な関係で決まる値である。



上記の記述中の空白箇所(ア), (イ), (ウ), 及び(エ)に当てはまる組合せとして, 正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	電磁波	K	$(T_1 - T_2)$	プランク定数
(2)	熱	K	$(T_1^4 - T_2^4)$	ステファン・ボルツマン定数
(3)	電磁波	K	$(T_1^4 - T_2^4)$	ステファン・ボルツマン定数
(4)	熱	℃	$(T_1 - T_2)$	ステファン・ボルツマン定数
(5)	電磁波	℃	$(T_1^4 - T_2^4)$	プランク定数

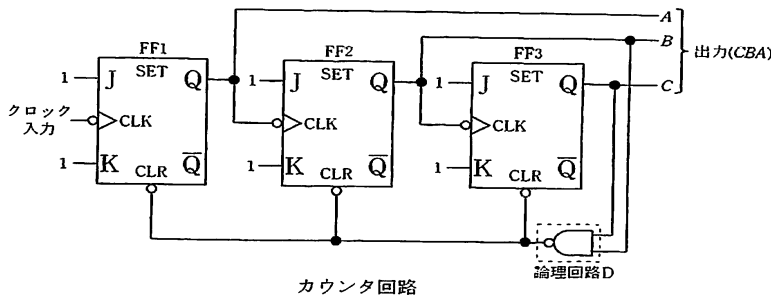
(選択問題)

問 18

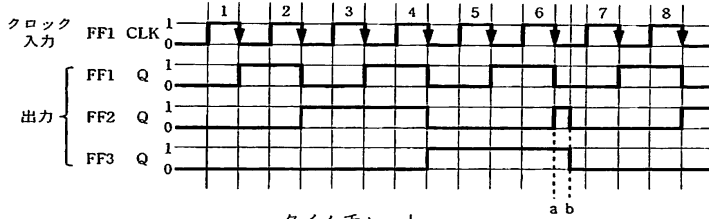
図は JK-フリップフロップ (FF1, FF2, FF3) と論理回路 D を用いた非同期式カウンタ回路とそのタイムチャートである。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

(a) カウンタ回路における論理回路 D は, 回路で, その役割は出力 (CBA) が 2 進数でカウンタの最大数 になった後, 次のクロック入力の立ち下がりによって出力 (CBA) を 2 進数で にすることである。

上記の記述中の空白箇所(ア), (イ)及び(ウ)に当てはまる組合せとして, 正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



カウンタ回路



タイムチャート

	(7)	(1)	(9)
(1)	NOR	101	000
(2)	NOR	110	111
(3)	NAND	110	111
(4)	NAND	110	000
(5)	NAND	101	000

(b) タイムチャートにおいて、クロック入力のパルス 6 の立ち下がりで FF1 の Q 出力は 1 から 0 へ変化する。FF1 の立ち下がりは FF2 を動作させ、0 から 1 へ変化させる。図の a 時点で FF2 及び FF3 の Q 出力はともに である。これら二つの は論理回路 D に入力され、その出力は となる。この は三つの JK-フリップフロップの CLR 入力端子に入って、b 時点において、クリアされている。a 時点から b 時点までの FF2 の Q に現われるパルスは、パルス幅が非常に狭いため、カウンタの出力 としてはカウントされない。カウンタは再びカウントを開始する。クロック入力のパルス 6 が 1 から 0 に変化する時刻と、FF2 及び FF3 が最終的に b 時点でクリアされる時刻とは時間遅れが生じている。これは論理回路 D とフリップフロップの入出力における信号の 遅れに起因している。

上記の記述中の空白箇所(7)、(1)及び(9)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(7)	(1)	(9)
(1)	1	0	伝搬
(2)	0	1	伝搬

(3)	1	1	伝 搬
(4)	0	1	同 期
(5)	1	0	同 期