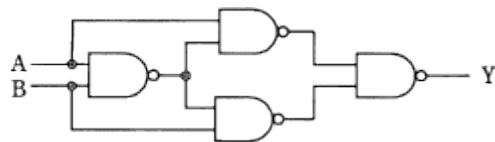


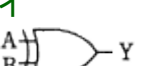



例題 1.

図の論理回路と等価な回路はどれか。



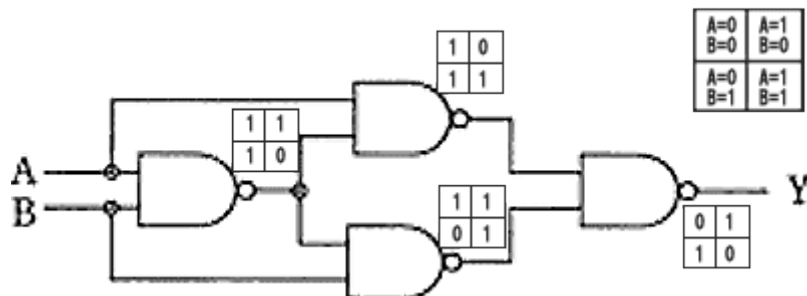
-  ア
-  イ
-  ウ
-  エ

正解 ウ

解説

地道ですが問題文にある論理回路図の真理値表を作成して、各選択肢の真理値表と比べる方法が確実だと思います。

まず問題文の回路図について、それぞれ A と B が 1 と 2 の値をとった時に、各回路の演算結果と Y の値がどうなるかを考えます。A と B を演算する一つの回路は NAND 回路なので、入力される 2 つの値ともに 1 のときにだけ 0 を出力し、それ以外は 1 を出力します。



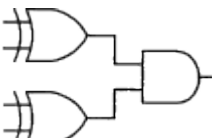
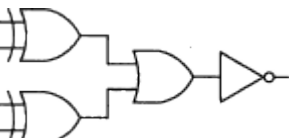
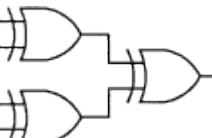
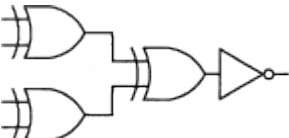
この結果と選択肢の各回路図(OR, AND, XOR, NOR)とを真理値表で比較してみると、

A	B	問題	ア(OR)	イ(AND)	ウ(XOR)	エ(NOR)
0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	0

となり「ウ」の XOR 回路と等価だということがわかります。

例題2

4ビットの入力データに対し、1の入力数が0個又は偶数個のとき出力が1に、奇数個のとき出力が0になる回路はどれか。

- 
- ア
- 
- イ
- 
- ウ
- 

エ

正解

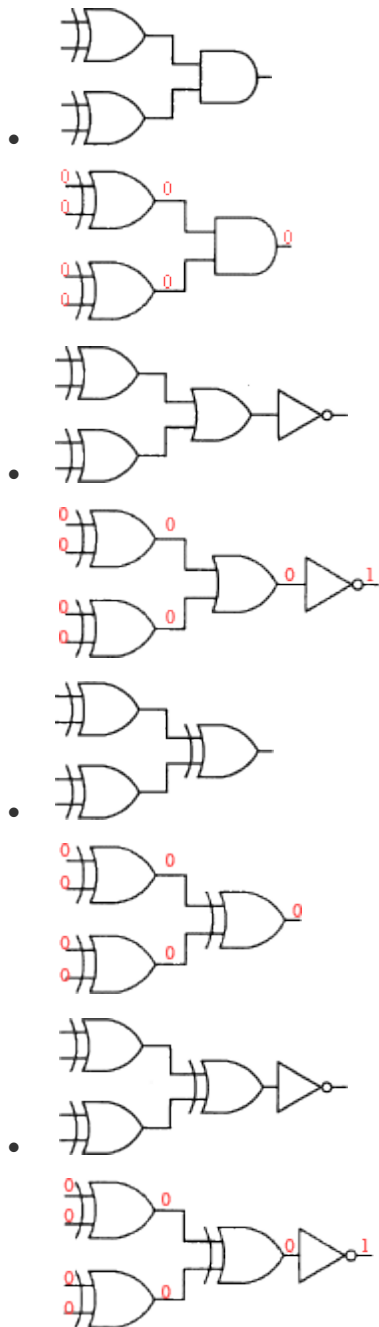
エ

解説

論理回路に使われている論理演算を次の表にまとめておきます。

X	Y	論理和(OR)	論理積(AND)	排他的論理和(XOR)
0	0	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	1	0	1
1	1	1	1	0

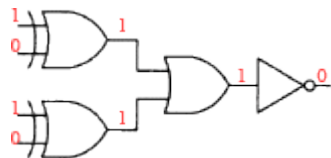
まずはすべての入力が 0 である場合に出力が 1 になるかを検証します。



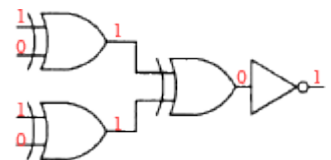
この結果から「ア」と「ウ」は検討から除外することができます。

次に 1 の入力数が 2 個のときに出力が 1 になるかを検証します。XOR 素子の
特徴から 2 つの入力が 00, 00, 11, 11 のように同じ場合は出力も同じになってしまうので、検証には 10, 10 の入力値を使用します。

- 「イ」



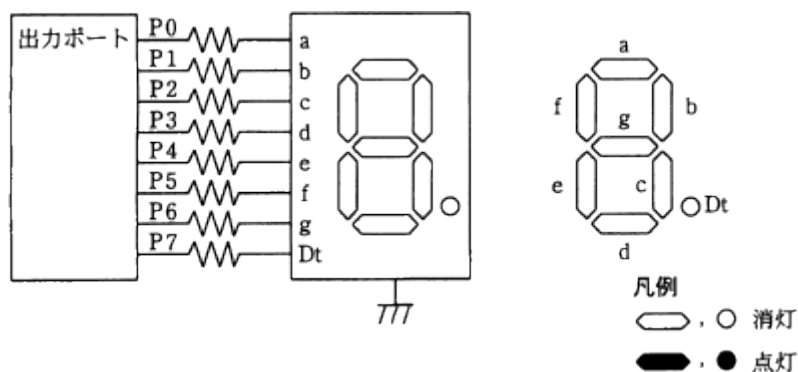
- 「エ」



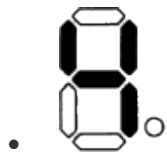
この結果から適切な結果を得られる回路は「エ」になることがわかります。

例題 3

7 セグメント LED 点灯回路で、出力ポートに 16 進数で 6D を出力したときの
表示状態はどれか。ここで、P7 を最上位ビット(MSB), P0 を最下位ビット(LS
B)とし、ポート出力が 1 のとき、LED は点灯する。



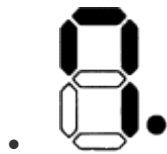
- ア



イ



ウ



エ

正解 ウ

解説

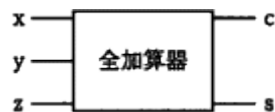
まず 16 進数 6D を 2 進数に変換する必要があります。

$$6D(16) \rightarrow 0110 \ 1101(2)$$

P7 が最上位ビット, P0 が最下位ビットに対応しているので点灯する LED は、最下位ビットから順番に、**a, c, d, f, g** の 5 つです。点灯する LED の場所を確認すると「ウ」の表示状態になることがわかります。

例題 4

図は全加算器を表す論理回路である。図中の x に 1, y に 0, z に 1 を入力したとき, 出力となる c(けた上げ数), s(和)の値はどれか。



	c	s
ア	0	0
イ	0	1
ウ	1	0
エ	1	1

-

- ア

- イ

- ウ
- エ

正解ウ

解説

全加算器は、2進数の加算を行う論理回路で、2進数の一桁分の加算を下位からの繰り上がりを含めて計算できます。図中の出力 c は Carry out で繰り上がり数、s は Sum で合計を表しています。

考え方としては、入力された3つの値を足して、c と s の出力を求めます。この問題の場合、x と z が 1 なので足して 2、2進数なので 1 つ上の桁に繰り上がりますので c が 1 になり、s は $2 - 2 = 0$ で 0 になります。

小テスト

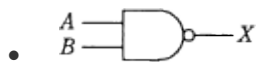
問題 1

論理式 $X = \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot \bar{B}$ と同じ結果が得られる論理回路はどれか。

ここで、論理式中の \cdot は論理積、 $+$ は論理和、 \bar{X} は X の否定を表す。



ア



イ



ウ



正解

正解を表示するイ

解説

集合演算則を用いて解く方法と、ベン図を用いて解く方法の 2 通りを解説します。

集合演算則を用いて解く方法と、ベン図を用いて解く方法の2通りを解説します。

[集合演算則を用いた解法]

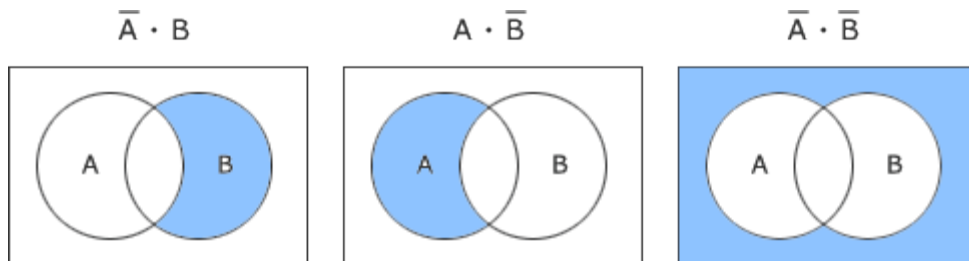
$$\begin{aligned} & \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot \bar{B} \\ = & \bar{A} \cdot (B + \bar{B}) + A \cdot \bar{B} \quad // \text{第1項と第3項を}\bar{A}\text{でくくる} \\ = & \bar{A} + A \cdot \bar{B} \quad // B + \bar{B} \text{は}1, 1 \cdot X = X \\ = & \neg(A \cdot (\bar{A} \cdot B)) \quad // \text{ド・モルガン則を逆に適用する} \\ = & \neg(A \cdot \bar{A} + A \cdot B) \quad // \text{分配の法則} \\ = & \bar{A} \cdot \bar{B} \quad // A \cdot \bar{A} \text{は}0, 0 + X = X \end{aligned}$$

$\bar{A} \cdot \bar{B}$ は、NAND(not AND)回路の出力と同じなので正解は「イ」になります。

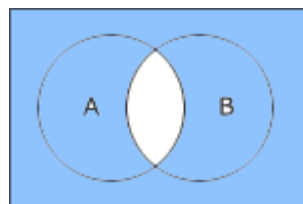
※"¬"は否定を表す記号

[ベン図を用いた解法]

第1項～第3項の論理式をベン図で表すと次のようになります。






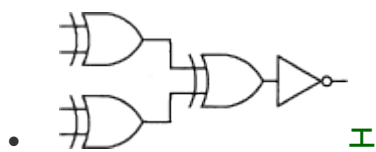
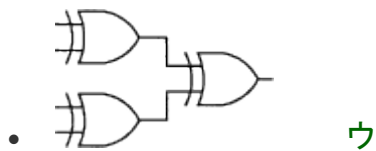
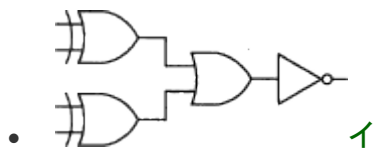
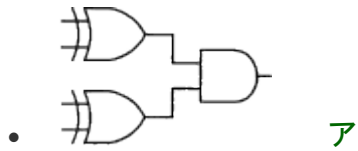
これら3つの集合の論理和をベン図で表すと以下のようになり、NANDを示しているため、正解は「イ」ということになります。



問題2

4ビットの入力データに対し、1の入力数が0個又は偶数個のとき出力が1、奇数個のとき出力が0になる回路はどれか。

ここで、 は AND 回路,  は OR 回路,  は NOT 回路を表す。



正解 エ

解説

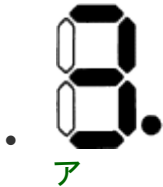
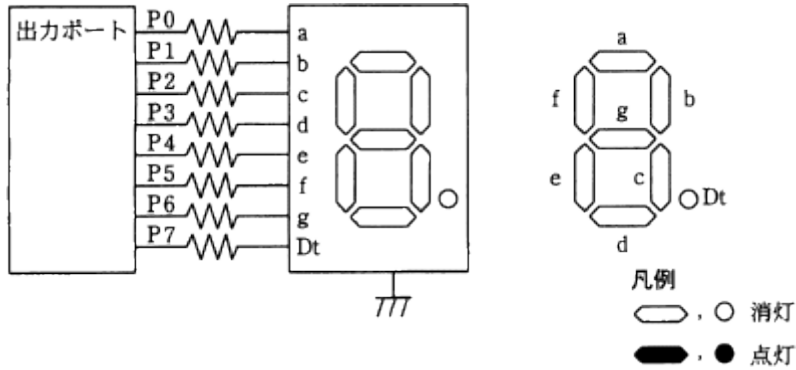
真理値表や、入力をすべて試すのもいいのですが、ここでは、論理的な手法で考えます。

EXORは、1が偶数個なら0、奇数個なら1を出力します。

よって、2ビットずつ区切ったときに、偶数=0、奇数=1が2つ出てきます。これを2段目のEXORで、偶数と偶数=0、0=0。偶数と奇数=0、1=1。奇数と偶数=1、0=1。奇数と奇数=1、1=0となります。よって、これを反転することで、偶数時に1、奇数時に0を出力する回路となります。

問題3

7セグメントLED点灯回路で、出力ポートに16進数で何を出力したときの「ア」の表示状態になるか。ここで、P7を最上位ビット(MSB)、P0を最下位ビット(LSB)とし、ポート出力が1のとき、LEDは点灯する。



正解 F 9

問題4

図に示す1けたの2進数 x と y を加算し、 z (和の1けた目) 及び c (けた上げ) を出力する半加算器において、A と B の素子の組合せとして、適切なものはどれか



	A	B
ア	排他的論理和	論理積
イ	否定論理積	否定論理和
ウ	否定論理和	排他的論理和
エ	論理積	論理和

- ア
- イ
- ウ
- エ

正解 ア

解説

けた上げの出力 c は入力される 2 つの数値がともに「1」のときにだけ 1 となります。(繰り上がりする)

和の 1 けた目 z は、入力される 2 つの数値が同じ場合に「0」、異なる場合に「1」が出力されます。

したがって、A の回路は排他的論理和 (XOR)、B の回路は論理積 (AND) です。