

解答解説編

P a r t . 1

テクノロジー系

1. 基礎理論

演習 1-1

基本情報 平成13年秋 問1

解答-ア

選択肢の 10 進数を 5 進数と 3 進数で表現すると、次のようになります。

- ア $(12)_{10} = (22)_5 = (110)_3$
- イ $(17)_{10} = (32)_5 = (122)_3$
- ウ $(22)_{10} = (42)_5 = (211)_3$
- エ $(27)_{10} = (102)_5 = (1000)_3$

演習 1-2

基本情報 平成18年春 問2

解答-イ

$131 - 45 = 53$ の式のそれぞれの数を 6, 7, 8, 9 進数に変換して確かめてもよいですが、時間を節約するために、1 桁目の引き算の結果だけ確認します。ここでは、 $1 - 5$ で結果が負になるので、上の位から 1 を借りてきて $11 - 5$ を行います。

- ア 6 進法の $11 - 5 \rightarrow 10$ 進法の $7 - 5 = 2$
- イ 7 進法の $11 - 5 \rightarrow 10$ 進法の $8 - 5 = 3$ (正しい)
- ウ 8 進法の $11 - 5 \rightarrow 10$ 進法の $9 - 5 = 4$
- エ 9 進法の $11 - 5 \rightarrow 10$ 進法の $10 - 5 = 5$

また、 $131 - 45 = 53$ の式を $53 + 45 = 131$ と置換え、引き算と同様に 1 桁目に注目します。 $3 + 5$ が 8 ではなく 1 になっているので、7 で桁上りしていると考え、7 進数と判断することもできます。

演習 1-3

基本情報 平成16年春 問2

解答-イ

それぞれの進数ごとに計算すると、次のようになります。

- ア $(1015)_6 \div (5)_6 = (113)_6$ 余り 2
- イ $(1015)_7 \div (5)_7 = (131)_7$ 余り 0
- ウ $(1015)_8 \div (5)_8 = (151)_8$ 余り 0
- エ $(1015)_9 \div (5)_9 = (174)_9$ 余り 3

解答-エ

問題の番号は、4と9の数字を除いた8個の数字を利用した8進数として考えることができます。ただし、通常使用する8進数とは多少異なる点に注意が必要です。

・8進数

(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)

・問題の8進数

(0, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8)

(125)₁₀を8進数に変換すると(175)₈となりますが、4と9の数字が使用できないので上記のように7→8、5→6とします。したがって、186が求める病室番号となります。

演習 1-5

解答-ア

2進数の小数第1位以下の各位の値を10進数で並べると次のようになります。

0.5, 0.25, 0.125, …

したがって、この数の組み合わせで表現できない10進小数は2進数に変換すると無限小数となります。なお、選択肢の各10進小数を2進数に変換すると次のようになります。

ア (0.05)₁₀=(0.0000110011001100…)₂

イ (0.125)₁₀=(0.001)₂

ウ (0.375)₁₀=(0.011)₂

エ (0.5)₁₀=(0.1)₂

演習 1-6

解答-エ

10進法では有限小数で表される数を2進法で表現すると、有限小数になる場合と、無限小数になる場合があります。

・(0.5)₁₀=(0.1)₂ 有限小数

・(0.1)₁₀=(0.0001100110011…)₂ 無限小数

また、2進法では有限小数で表される数を10進法で表現すると、必ず有限小数になります。

・(0.1)₂=(0.5)₁₀ 有限小数

・(0.101)₂=(0.625)₁₀ 有限小数

解答-イ

例えば「 $a=7$ 」であれば $a^2=49$ となります。これを2進数で表現した場合、 $(110001)_2=(111)_2 \times (111)_2$ となります。つまり、 a が n ビットであるときの b を2進数で表現すると、最大でも 2^n となることが分かります。

演習 1-8

解答-イ

2進数で表現すると1と0が交互に並ぶ10進数を考えます。例えば、10進数の10は、 $(1010)_2$ と2進数4桁になるので、 $x=10$ 、 $2^n=4$ ($n=2$) です。これを、各選択肢の計算式に当てはめると、次のようになります。

ア $10+10/2=2^{2 \times 2}$

15≠16 となり、誤り

イ $10+10/2=2^{2 \times 2}-1$

15=15 となり、正解

ウ $10+10/2=2^{2 \times 2+1}$

15≠32 となり、誤り

エ $10+10/2=2^{2 \times 2+1}-1$

15≠31 となり、誤り

演習 1-9

解答-イ

浮動小数点形式の表現において、最大値を求める場合、先頭の1ビット(S)は、仮数部の符号で、正の数>負の数なので、非負を表す0となります。

実際の数値は、 $16^{E-64} \times 0.M$ で求め、 $16^{64-64} \times 0.1 < 16^{65-64} \times 0.1$ ですので、指数部Eは大きければ大きいほど大きな値となります。また、仮数部Mも、 $0.11 > 0.1 > 0.01$ で、上位けたに1があるほど大きな値となります。

したがって、これを2進数で表すと、 $011111111111\dots$ となり、16進数に変換すると7FFFFFFFとなります。

解答-ウ

数値を浮動小数点形式で表す場合、次の変換を行います。

- ① 与えられた数値を基数変換する。

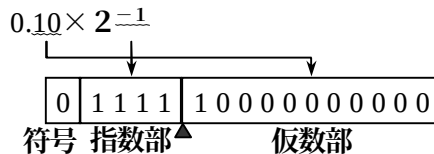
指数部の説明に「2を基数とし」とあるので、10進数0.25を2進数に変換する。

$$10 \text{ 進数 } 0.25 \rightarrow 2 \text{ 進数 } 0.01$$

- ② ①で求めた数値を $M \times B^E$ の形式で表現し、正規化する。

$$\begin{aligned} 0.01 \times 2^0 \\ \downarrow \text{正規化} \\ 0.1 \times 2^{-1} \end{aligned}$$

- ③ ②を与えられた浮動小数点数の形式に当てはめる。



仮数部の符号 : もとの数値 0.25 は正なので0が入る。

指数部 : 指数の値は-1ですので、これを2進数4ビットに変換する。ただし、負数は2の補数で表す。

仮数部の絶対値 : 仮数部の一番左に小数点があるものとして11ビットで表現する。

解答-エ

0.111 を有効けた数1で表現した場合と有効けた数2で表現した場合を比べてみます。有効けた数が1の場合は0.1となり実際の値と0.011の誤差が生じます。有効けた数が2の場合は0.11となり実際の値と0.001の誤差が生ずるので、有効けた数が大きい方が誤差が小さくなることが分かります。正規化とは、数値の最上位けたを仮数部の先頭に設定する作業です。例えば、仮数部のけた数を24けたとした場合、 $(0.0111)_2$ を正規化した場合と正規化しない場合で比べると次のようになります。

・正規化した場合

$$0.\boxed{111000000000000000000000} \times 2^{-1}$$

(元の値の小数第2位～小数第25位)

・正規化しない場合

$$0.\boxed{011100000000000000000000}$$

(元の値の小数第1位～小数第24位)

正規化した場合は、小数第25位まで表現でき、正規化しない場合に比べ表現できるけた数が多くなります。したがって、正規化により有効けた数が増え、誤差の値を小さくすることが可能となります。

解答-エ

浮動小数点数の演算では、絶対値の極端に違う数値同士の加減算を行った場合、絶対値の小さいほうの数が無視されてしまう情報落ちと呼ばれる誤差が発生します。この誤差を防ぐには、問題文にあるとおり、絶対値の小さなものから順番に計算します。

選ばれなかったものについて解説をしておきます。

ア アンダフローとは、表現できる範囲よりも演算結果の絶対値が小さい値になる現象のことです。

イ 技術計算などでは、処理を続ければ更に精度の高い結果が得られることが分かっているにもかかわらず、値がある程度収束してきたところで処理を打ち切って結果を出します。このときに生じる誤差が打ち切り誤差です。

ウ けた落ちとは、浮動小数点演算において、絶対値のほぼ等しい二つの数値を減算した場合に、有効けた数が少なくなる現象のことです。

解答-ウ

情報落ちとは、絶対値が極端に違う数値同士の加減算を行ったときに、絶対値の小さい数が無視されてしまう現象のことです。

ウは、 $(1.01)_2 \times 2^{18} + (1.01)_2 \times 2^{-5}$ なので実際には、 $(1010000000000000000)_2 + (0.0000101)_2$ となります。有効けた数が23ビットなので、小数点より上位の19ビット分と、小数点より下位の4ビットが有効となり、残り3ビットが無視されてしまいます。つまり、必要な情報が落ちてしまいます。なお、選択肢ア、イは、けた落ちが発生します。

解答-イ

浮動小数点形式で表現される数値の演算において、有効けた数が大きく減少することをけた落ちといい、絶対値がほぼ等しく同符号である数値の減算、絶対値がほぼ等しく異なる符号である数値の加算をした場合に発生します。

解答ーイ

選ばれなかったものは、次のとおりです。

ア オーバフローに関する記述です。

ウ 情報落ちに関する記述です。

エ けた落ちに関する記述です。

解答ーウ

情報落ちとは、浮動小数点演算において、絶対値の大きな数と絶対値の小さな数の加減算を行ったとき、絶対値の小さな数の有効けたの一部又は全部が結果に反映されないことをいいます。情報落ちは、絶対値の小さなものから順番に計算することで防ぐことができます。

解答ーア

選択肢ごとに、適当な値を入れて計算します。

ア $|a|$ が 1 に比べて非常に小さいという条件から、 $a = 0.0001$, $n = 10$ を用いて確認します。

$$(1 + a)^n = (1 + 0.0001)^{10} = 1.00100045009$$

$$1 + n \times a = 1 + 10 \times 0.0001 = 1.001$$

$$(1 + a)^n \approx 1 + n \times a$$

イ $|a|$ が n に比べて非常に大きいという条件から、 $a = 1000$, $n = 2$ を用いて確認します。

$$(1 + a)^n = (1 + 1000)^2 = 1002001$$

$$1 + n \times a = 1 + 2 \times 1000 = 2001$$

ウ $|a \div n|$ が 1 より大きいという条件から、 $a = 10$, $n = 2$ を用いて確認します。

$$(1 + a)^n = (1 + 10)^2 = 121$$

$$1 + n \times a = 1 + 2 \times 10 = 21$$

エ $|n \times a|$ が 1 より大きいという条件から、 $n = 4$, $a = 1$ を用いて確認します。

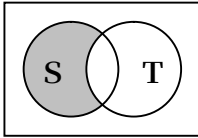
$$(1 + a)^n = (1 + 1)^4 = 16$$

$$1 + n \times a = 1 + 4 \times 1 = 5$$

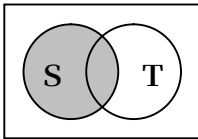
解答-エ

差集合 $S - T$ は、集合 S から集合 T を除いた集合です。

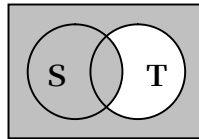
差集合 $S - T$



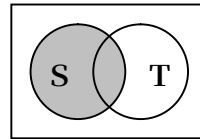
ア $S \cup (S \cap T)$



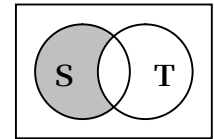
イ $S \cup \bar{T}$



ウ $S \cap (S \cup T)$

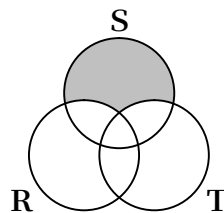


エ $S \cap \bar{T}$



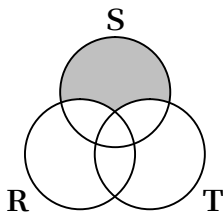
解答-ア

集合 $S - (T \cup R)$ をベン図で表すと、次のようになります。

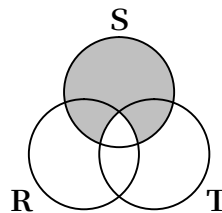


また、選択肢に与えられた集合をベン図で表すと次のようになります。

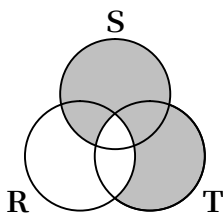
ア $(S - T) - R$



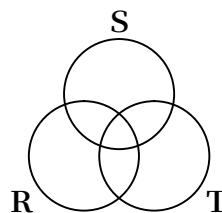
イ $(S - T) \cup (S - R)$



ウ $(S - T) \cup (T - R)$



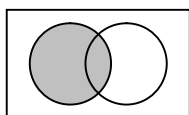
エ $(S - T) \cap (T - R)$



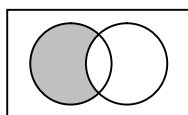
解答-ウ

各選択肢をベン図で表すと、次のようになります。

ア $A \subseteq (A \cap \bar{B})$



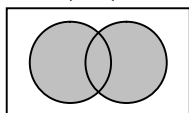
A



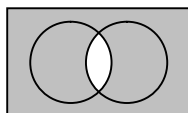
$(A \cap \bar{B})$

Aは $(A \cap \bar{B})$ に含まれません。

イ $(A \cup B) \subseteq (\bar{A} \cup \bar{B})$



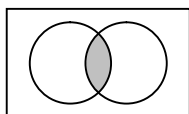
$(A \cup B)$



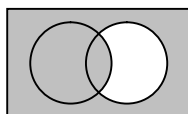
$(\bar{A} \cup \bar{B})$

$(A \cup B)$ は $(\bar{A} \cup \bar{B})$ に含まれません。

ウ $(A \cap B) \subseteq (A \cup \bar{B})$



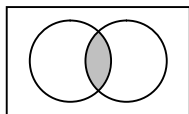
$(A \cap B)$



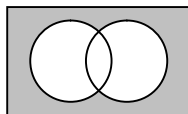
$(A \cup \bar{B})$

$(A \cap B)$ は $(A \cup \bar{B})$ に含まれます。

エ $(A \cap B) \subseteq (\bar{A} \cap \bar{B})$



$(A \cap B)$

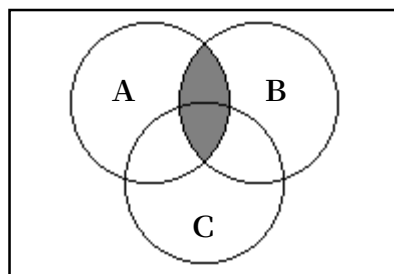


$(\bar{A} \cap \bar{B})$

$(A \cap B)$ は $(\bar{A} \cap \bar{B})$ に含まれません。

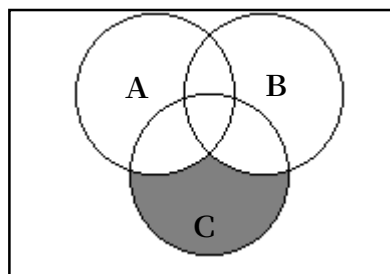
解答-イ

与えられたベン図の網掛け部分は次のように二つの集合の和集合と考えられます。



$A \cap B$

∪



$C \cap (A \cup B)$

解答-ア

関係RとSが和両立であるとは、関係R ($R_1, R_2, \dots, R_m$) 及び関係S ($S_1, S_2, \dots, S_n$) の間に次のような関係が成り立つ場合をいいます。

$$m=n$$

任意の i ($1 \leq i \leq n$) について、要素 (S_i) = 要素 (R_i)

例えば、表1と表2に示す関係「Rの製品」と「Sの製品」は和両立です。

表1 Rの製品

製品 NO	単価	数量
C345A	15000	100
M230A	30000	200
S245C	40000	400

表2 Sの製品

製品 NO	単価	数量
C345A	15000	100
M230B	25000	200
S702Z	40000	400

和両立な関係R, Sの共通集合 $R \cap S$ は、次のように定義されます。

$$R \cap S = \{t \mid t \in R \wedge t \in S\}$$

例えば、関係「Rの製品」と「Sの製品」の共通集合は表3のようになります。

表3 Rの製品 $\cap$ Sの製品

製品 NO	単価	数量
C345A	15000	100

和両立な関係R, Sの差集合 $R - S$ は、次のように定義されます。

$$R - S = \{t \mid t \in R \wedge (t \notin S)\}$$

例えば、関係「Rの製品」と「Sの製品」の差集合は表4のようになります。

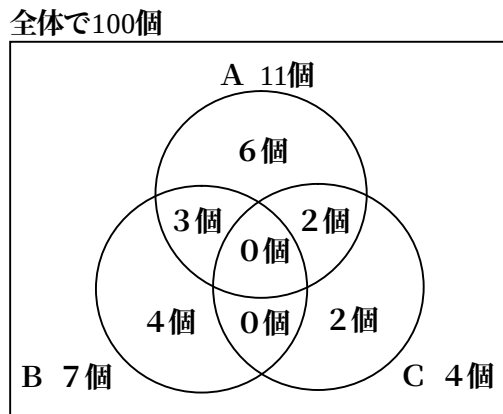
表4 Rの製品 $-$ Sの製品

製品 NO	単価	数量
M230A	30000	200
S245C	40000	400

解答ーイ

異常が検出された個数が与えられているので、全体の個数から減算することで求めることができます。ただし、二つの異常が検出された部品もあるので、これを考慮しなければ異常が検出されなかった個数を正しく求めることができません。

全体から減算する個数を分かりやすくするため、異常が検出された個数をベン図で表します。



丸一つひとつが異常A, B, Cの検出個数を表しています。その個数から、AとBが検出された部品の個数、AとCが検出された部品の個数を引くと、Aだけが検出された部品は6個、Bだけが検出された部品は4個、Cだけが検出された部品は2個、AとBが検出された部品は3個、AとCが検出された個数は2個となります。したがって、異常が検出されなかった部品の個数は、

$100 \text{ 個} - (6 \text{ 個} + 4 \text{ 個} + 2 \text{ 個} + 3 \text{ 個} + 2 \text{ 個}) = 83 \text{ 個}$
となります。

解答ーイ

真理値表に与えられた値のうち、 $x = F$, $y = F$, $z = T$ を各選択肢に代入すると、次のようになります。

ア $(x \wedge y) \vee (y \wedge z) = (F \wedge F) \vee (F \wedge T) = F$

イ $(x \wedge y) \vee (\bar{y} \wedge z) = (F \wedge F) \vee (\bar{F} \wedge T) = T$

ウ $(x \wedge y) \vee (\bar{y} \wedge \bar{z}) = (F \wedge F) \vee (\bar{F} \wedge \bar{T}) = F$

エ $(x \wedge \bar{y}) \vee (\bar{y} \wedge \bar{z}) = (F \wedge \bar{F}) \vee (\bar{F} \wedge \bar{T}) = F$

解答-エ

「P=真」を各命題に代入することで問題を解きます。

$(\text{not } P) \text{ or } Q = \text{真} \rightarrow (\text{not 真}) \text{ or } Q = \text{真} \rightarrow (\text{偽}) \text{ or } Q = \text{真}$
 よって、命題の真理値を真とするためには、Qは真でなければなりません。

$(\text{not } Q) \text{ or } R = \text{真} \rightarrow (\text{not 真}) \text{ or } R = \text{真} \rightarrow (\text{偽}) \text{ or } R = \text{真}$
 よって、命題の真理値を真とするためには、Rも真でなければなりません。

解答-ウ

真理値表にある0と1を各式に当てはめて確認します。

例1) $X=0, Y=0, Z=0$ のとき $F=0$

- ア $0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 = 0 \cdots$ 当てはまる
- イ $0 \cdot 0 \cdot 1 + 0 = 0 \cdots$ 当てはまる
- ウ $1 \cdot 1 \cdot 0 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 1 = 0 \cdots$ 当てはまる
- エ $1 \cdot 1 \cdot 0 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 1 \cdots$ 当てはまらない

例2) $X=0, Y=0, Z=1$ のとき $F=1$

- ア $0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 = 0 \cdots$ 当てはまらない
- イ $0 \cdot 0 \cdot 0 + 0 = 0 \cdots$ 当てはまらない
- ウ $1 \cdot 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 + 0 \cdot 0 = 1 \cdots$ 当てはまる
- エ $1 \cdot 1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0 = 1 \cdots$ 当てはまる

上記より、2パターンとも当てはまるものは、ウのみです。

解答-イ

論理式 $Z = X \cdot \bar{Y} + \bar{X} \cdot Y$ の X, Y に 0, 1 を当てはめると、次のようになります。

X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

解答-ウ

各選択肢の結果を真理値表にまとめると次のようになります。

x	y	演算結果	ア $x + \bar{y}$	イ $\bar{x} + y$	ウ $x \cdot \bar{y}$	エ $\bar{x} \cdot y$
0	0	0	1	1	0	0
0	1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	0

解答-ウ

問題の論理式を変形すると、次のようになります。

$$X \cdot Y \cdot Z + \bar{X} \cdot Y \cdot Z = (X + \bar{X}) \cdot Y \cdot Z$$

$(X + \bar{X}) = 1$ より、

$$(X + \bar{X}) \cdot Y \cdot Z = Y \cdot Z$$

解答-イ

問題の論理式を変形すると、次のようになります。

$$A \vee (\bar{A} \wedge B) = (A \vee \bar{A}) \wedge (A \vee B)$$

$(A \vee \bar{A}) = 1$ より、

$$(A \vee \bar{A}) \wedge (A \vee B) = A \vee B$$

解答-ウ

論理式Rの真偽にかかわらず真になる式を選ぶ問題ですが、全ての選択肢において論理式Rは“論理式 $\rightarrow$ 論理式”の右項にあります。“論理式 $\rightarrow$ 論理式”は、真 $\rightarrow$ 偽となるときに限って結果が偽となる2項ブール演算ですので、“論理式 $\rightarrow$ 論理式”の左項が真の場合は、右項によって真偽が決まり、左項が偽の場合だけ、右項の真偽にかかわらず結果が真となります。

論理式1 $\rightarrow$ 論理式2	結果
偽 $\rightarrow$ 偽	真
真 $\rightarrow$ 偽	偽
偽 $\rightarrow$ 真	真
真 $\rightarrow$ 真	真

各選択肢は次のようになります。

ア $((P \rightarrow Q) \wedge (Q \rightarrow P)) \rightarrow R$

$= (\text{真} \wedge \text{真}) \rightarrow R$

$= (\text{真}) \rightarrow R$

イ $((P \rightarrow \overline{Q}) \vee (Q \rightarrow P)) \rightarrow (R \rightarrow \overline{Q})$

$= (\text{偽} \vee \text{真}) \rightarrow (R \rightarrow \overline{Q})$

$= (\text{真}) \rightarrow (R \rightarrow \overline{Q})$

ウ $((P \rightarrow \overline{Q}) \vee (Q \rightarrow \overline{P})) \rightarrow (Q \rightarrow R)$

$= (\text{偽} \vee \text{偽}) \rightarrow (Q \rightarrow R)$

$= (\text{偽}) \rightarrow (Q \rightarrow R)$

エ $((P \rightarrow Q) \wedge \overline{(Q \rightarrow \overline{P})}) \rightarrow R$

$= (\text{真} \wedge \text{偽}) \rightarrow R$

$= (\text{真} \wedge \text{真}) \rightarrow R$

$= (\text{真}) \rightarrow R$

解答-エ

問題文の指示に従って、P、Qに「真」を入れて考えます。

ア $((真 \rightarrow 真) \wedge (真 \rightarrow 真)) \rightarrow (R \rightarrow 偽)$

$(真 \wedge 真) \rightarrow (R \rightarrow 偽)$

$(真) \rightarrow (R \rightarrow 偽)$

Rが「真」であった場合、結果は「偽」、偽であった場合、結果は「真」となるので誤りです。

イ $((真 \rightarrow 真) \wedge NOT(真 \rightarrow 偽)) \rightarrow (真 \rightarrow R)$

$(真 \wedge 真) \rightarrow (真 \rightarrow R)$

$(真) \rightarrow (真 \rightarrow R)$

Rが「真」であった場合、結果は「真」、「偽」であった場合、結果は「偽」となるので誤りです。

ウ $((真 \rightarrow 偽) \vee (真 \rightarrow 真)) \rightarrow (R \rightarrow 偽)$

$(偽 \vee 真) \rightarrow (R \rightarrow 偽)$

$(真) \rightarrow (R \rightarrow 偽)$

Rが「真」であった場合、結果は「偽」、偽であった場合、結果は「真」となるので誤りです。

エ $((真 \rightarrow 偽) \vee (真 \rightarrow 偽)) \rightarrow (真 \rightarrow R)$

$(偽 \vee 偽) \rightarrow (真 \rightarrow R)$

$(偽) \rightarrow (真 \rightarrow R)$

Rの真偽にかかわらず、結果は真となります。

解答-エ

問題のビット列を各選択肢に当てはめて確認します。

ア
$$\begin{array}{r} x = 1100 \\ \text{AND } \overline{y} = 0101 \\ \hline 0100 \end{array}$$

ウ
$$\begin{array}{r} x = 1100 \\ \text{OR } \overline{y} = 0101 \\ \hline 1101 \end{array}$$

イ
$$\begin{array}{r} \overline{x} = 0011 \\ \text{AND } y = 1010 \\ \hline 0010 \end{array}$$

エ
$$\begin{array}{r} \overline{x} = 0011 \\ \text{OR } y = 1010 \\ \hline 1011 \end{array}$$

解答-イ

二つの4ビットの2進数を、 $X=(X_3 X_2 X_1 X_0)_2$ 、 $Y=(Y_3 Y_2 Y_1 Y_0)_2$ とし、次のような論理演算を行うものとして確認します。

$$\begin{array}{rcl} & X=(X_3 X_2 X_1 X_0)_2 & \\ \text{AND} & Y=(Y_3 Y_2 Y_1 Y_0)_2 & \\ \hline & 0 & 0 & 1 & 0 & \end{array} \qquad \begin{array}{rcl} & X=(X_3 X_2 X_1 X_0)_2 & \\ \text{OR} & Y=(Y_3 Y_2 Y_1 Y_0)_2 & \\ \hline & 1 & 0 & 1 & 1 & \end{array}$$

まず、ビットごとの論理積は $(0010)_2$ ですので、 $X_1=Y_1=1$ であることが分かります。

また、ビットごとの論理和は $(1011)_2$ ですので、 $X_2=Y_2=0$ であることが分かります。

さらに、 X_3 と Y_3 の論理積は0、論理和は1ですので、 $X_3=0$ ならば $Y_3=1$ 、 $X_3=1$ ならば $Y_3=0$ であることが分かります。同様に、 X_0 と Y_0 も $X_0=0$ ならば $Y_0=1$ 、 $X_0=1$ ならば $Y_0=0$ であることが分かります。

整理すると、 X と Y の2進数が取り得る値の組み合わせは、次の4通りになります。

- ① $X=(0010)_2$ 、 $Y=(1011)_2$
- ② $X=(1010)_2$ 、 $Y=(0011)_2$
- ③ $X=(0011)_2$ 、 $Y=(1010)_2$
- ④ $X=(1011)_2$ 、 $Y=(0010)_2$

したがって、①～④のいずれの組み合わせでも、 X と Y の和は $(1101)_2$ となります。

解答-ア

8ビットで表される符号なし2進数の16の倍数を2進数で表現すると、 $16=(00010000)_2$ 、 $32=(00100000)_2$ 、…と下位4ビットが0となります。そのため、2進数00001111とビットごとの論理積をとった結果が0であれば、 x の下位4ビットは0で、16の倍数です。

解答-ア

具体例を用いて各選択肢に当てはめて考えてみます。例えば $n=253$ の場合、問題に与えられている条件から、その結果は $\text{next}(253)=n+1=254$ になります。

・ $n=253$ の場合

- | | |
|---|------------------|
| ア $(n+1) \text{ AND } 255 = 254 \text{ AND } 255 = 254$ | ←正しい |
| イ $(n+1) \text{ AND } 256 = 254 \text{ AND } 256 = 0$ | ←正しくない |
| ウ $(n+1) \text{ OR } 255 = 254 \text{ OR } 255 = 255$ | ←正しくない |
| エ $(n+1) \text{ OR } 256 = 254 \text{ OR } 256 = 510$ | ←正しくない (オーバーフロー) |

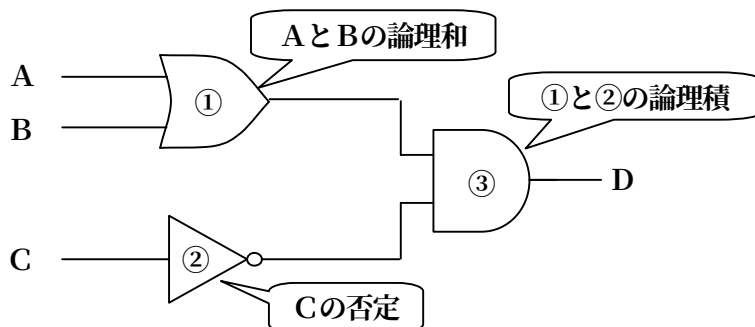
解答-ウ

図の論理回路を論理式に変換すると次のようになります。

$$A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

上記の論理式では、 A 、 B がともに 1 の場合、あるいは 0 の場合に 1 を返します。

解答-イ



問題の図の論理回路は次のように考えることができます。

- ① A と B が OR ゲートの入力になっているので A と B の論理和が出力される。
- ② C が NOT ゲートの入力になっているので、 C の否定が出力される。
- ③ ①と②の出力が AND ゲートの入力になっているので、 A と B の論理和 ($A+B$) と C の否定 ($\bar{C}$) の論理積が出力される。
よって、 $(A+B) \cdot \bar{C} = D$ となります。

解答－イ

問題文の論理回路を論理式で表すと、

$$X = (A \cdot B) + \overline{B} = A + \overline{B}$$

となります。

次に各選択肢の論理回路を論理式で表すと

ア $X = \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$

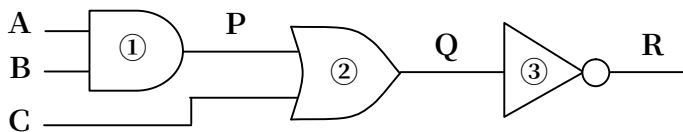
イ $X = A + \overline{B}$

ウ $X = A + (A \cdot B) = A$

エ $X = \overline{A \cdot \overline{B}} = \overline{A} + B$

となり、同じ出力が得られる論理回路はイであることが分かります。

解答－ア



上図に示した①～③の結果が、それぞれP, Q, Rの値となります。

①～③の結果は次のとおりです。

①A (1) と B (0) が AND 回路の入力となっているため、AとBの論理積が出力される。

$$P = A \cdot B = 0$$

②P (0) と C (1) が OR 回路の入力となっているため、PとCの論理和が出力される。

$$Q = P + C = 1$$

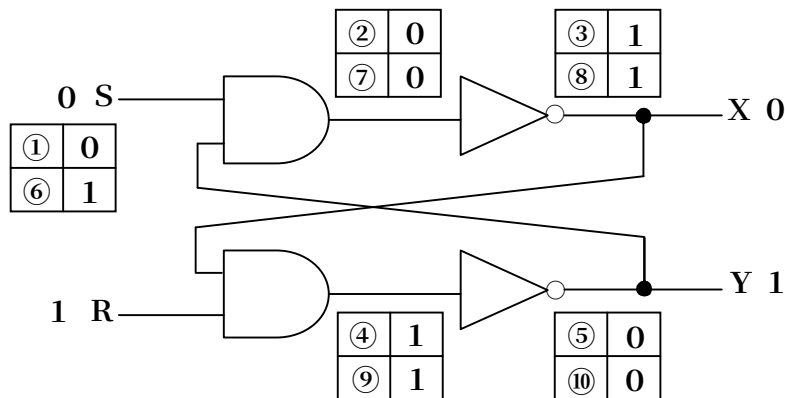
③Q (1) が NOT 回路の入力となっているため、Qの否定が出力される。

$$R = \overline{Q} = 0$$

解答-ウ

問題の論理回路をフリップフロップ回路といいます。フリップフロップ回路は、記憶機能を持った一つの基本回路で、主記憶装置、レジスタ、カウンタなどで使用されています。

問題文にあるように、Sをいったん0にした後、再び1に戻すと、下図の①～⑩の順番に論理演算が行われます。したがって、Sを0にした時(①)のXの値は1(③)で、Yの値は0(⑤)となります。そして、Sを1に戻した時(⑥)のXの値は1(⑧)で、Yの値は0(⑩)となります。



解答-ウ

適当な8ビットのビット列を使って各選択肢の論理演算の演算結果を確認します。

例) ビット列を 10010111 とした場合、取り出される結果が 00010111 となるものを探す。

ア

$$\begin{array}{r} 10010111 \\ \text{AND } 00001111 \quad \leftarrow (0F)_{16} \\ \hline 00000111 \end{array}$$

イ

$$\begin{array}{r} 10010111 \\ \text{OR } 00001111 \quad \leftarrow (0F)_{16} \\ \hline 10011111 \end{array}$$

ウ

$$\begin{array}{r} 10010111 \\ \text{AND } 01111111 \quad \leftarrow (7F)_{16} \\ \hline 00010111 \end{array}$$

エ

$$\begin{array}{r} 10010111 \\ \text{XOR } 11111111 \quad \leftarrow (7F)_{16} \\ \hline 01101000 \end{array}$$

解答-ウ

簡単な例を使って各選択肢の論理式の演算結果を確認します。

例) $a = b = 1101$

ア $1101 \text{ AND } 1101 = 1101$

イ $1101 \text{ OR } 1101 = 1101$

ウ, エ $1101 \text{ XOR } 1101 = 0000$

したがって、正解はウとなります。

解答-ア

適当な8ビットのビット列を使って各選択肢の論理演算の演算結果を確認します。

例) ビット列を 10010111 とした場合、取り出される結果が 00000111 となるものを探す。

ア
$$\begin{array}{r} 10010111 \\ \text{AND } 00001111 \quad \leftarrow (0F)_{16} \\ \hline 00000111 \end{array}$$

イ
$$\begin{array}{r} 10010111 \\ \text{OR } 00001111 \quad \leftarrow (0F)_{16} \\ \hline 10111111 \end{array}$$

ウ
$$\begin{array}{r} 10010111 \\ \text{XOR } 00001111 \quad \leftarrow (0F)_{16} \\ \hline 10011000 \end{array}$$

エ
$$\begin{array}{r} 10010111 \\ \text{NAND } 00001111 \quad \leftarrow (0F)_{16} \\ \hline 11111000 \end{array}$$

解答-ウ

適当な8ビットのビット列を使って各選択肢の論理演算の演算結果を確認します。

例) ビット列を 10101010 とした場合、取り出される結果が 01010110 となるものを探す。

ア
$$\begin{array}{r} 10101010 \\ \text{EOR } 00000011 \\ \hline 10101001 \end{array}$$

イ
$$\begin{array}{r} 10101010 \\ \text{OR } 00000011 \\ \hline 10101011 \end{array}$$

ウ
$$\begin{array}{r} 10101010 \\ \text{EOR } 11111100 \\ \hline 01010110 \end{array}$$

エ
$$\begin{array}{r} 10101010 \\ \text{OR } 11111100 \\ \hline 11111110 \end{array}$$

解答-ア

問題の真理値表の結果を返す回路を半加算器といいます。半加算器は2進数の1の位の加算を行う回路で、Cがけた上がり、Sは和の1の位を表します。

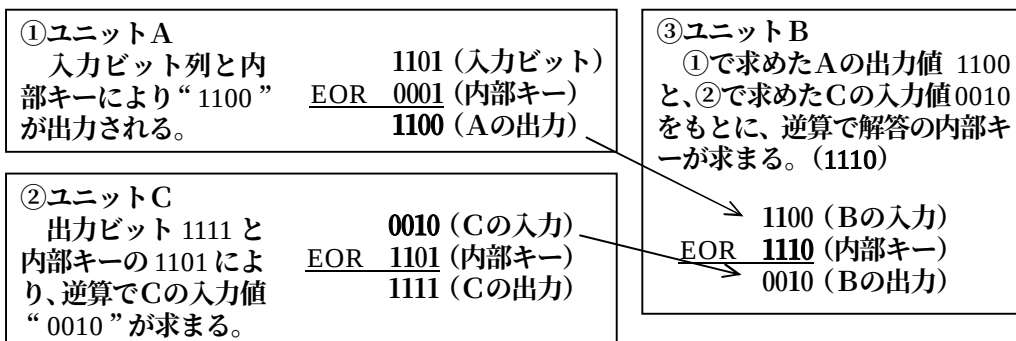
CはAとBがともに1の場合のみ1となっているので、論理積で表すことができます。また、SはAとBの片方が1の場合のみ1となっているので、排他的論理和で表すことができます。なお、各選択肢のSを表す論理式に0, 1を代入した結果は、次のようになります。

A	B	ア, ウ $(A \cdot \bar{B}) + (\bar{A} \cdot B)$	イ, エ $(A + \bar{B}) \cdot (\bar{A} + B)$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

したがって、「ア」が解答となります。

解答-エ

排他的論理和は、二つの命題で一方が真、他方が偽であるときだけ真を返す演算です。この問題では、入力ビット列 1101 を与えて、出力ビット列が 0010 になることを次の①～③の手順で確かめます。



解答-ウ

問題文で与えられた値を実際に当てはめて、手順に従って計算を行います。

手順1 $00101000 - 1 = 00100111$ (これをBとする)

手順2 $00101000 \text{ XOR } 00100111 = 00001111$ (これをCとする)

手順3 $00101000 \text{ [a] } 00001111 = 00001000$ (結果をAとする)

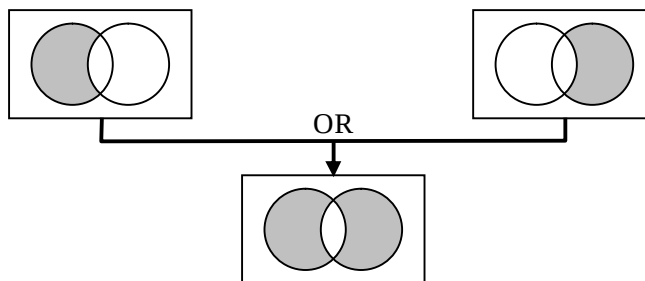
手順3において、 00101000 と 00001111 の結果が 00001000 になるものは、ウの論理積のみです。

解答-エ

問題文で与えられている if 文中の条件 (論理演算式) をベン図にまとめると次のようになります。

$(A = \text{True AND } B = \text{False})$

$(A = \text{False AND } B = \text{True})$



上図は、排他的論理和演算をベン図にしたものと一致します。

解答-エ

負数を2の補数で表現するには、負数の絶対値を2進数で表現し、各ビットを反転したものに1を加えます。

例えば、 $(-10)_{10}$ を2の補数で表現すると、

①負数の絶対値を2進数で表現する。 $(10)_{10} \rightarrow (00001010)_2$

②ビットごとに0と1を反転する。 $(00001010)_2 \rightarrow (11110101)_2$

③②の結果に1を加算する。 $(11110101)_2 + (00000001)_2 = (11110110)_2$

となります。よって、XOR (排他的論理和) で各ビットを反転したものに、1を加えることによって負数を2の補数で表現した値となります。

解答-イ

$$\text{論理 } X = \overline{A} \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B} + A \cdot B$$

に結合法則を適用すると、

$$X = \overline{A} \cdot (\overline{B} + B) + \overline{B} \cdot (A + \overline{A})$$

と変形できます。

ここで、 $(A + \overline{A}) = (\overline{B} + B) = 1$ なので、

$$X = \overline{A} + \overline{B}$$

となります。これにド・モルガンの法則を適用すると、

$$X = \overline{A} + \overline{B} = \overline{A \cdot B}$$

すなわち、否定論理積になります。

演習 1-52

解答-エ

階段の上下にある各スイッチにおいて、ともに初期状態を0とし、スイッチが押される都度、0, 1が切り替わると考えていきます。このとき、照明の状態を1（点灯）と0（消灯）で表した場合、次のような真理値表として表すことができます。

階上のスイッチ	階下のスイッチ	照明の状態
0 (初期状態)	0 (初期状態)	0 (消灯)
0	1 (階下のスイッチの押下)	1 (点灯)
1 (階上のスイッチの押下)	1	0 (消灯)
1	0 (階下のスイッチの押下)	1 (点灯)
0 (階上のスイッチの押下)	0	0 (消灯)
1 (階上のスイッチの押下)	0	1 (点灯)
1	1 (階下のスイッチの押下)	0 (消灯)
0 (階上のスイッチの押下)	1	1 (点灯)
0	0 (階下のスイッチの押下)	0 (消灯)

上記のように、スイッチの状態が異なる場合だけ点灯するので、XOR を行うことにより、照明の状態を表すことができます。

解答-I

二つの入力A, Bがともに1のときだけ出力Xが0になるということは、二つの入力A, Bがともに0だった場合、又は、どちらかが1の場合は出力は1となります。この論理回路は入力したものがともに1だったときのみ出力も1となる AND 回路の否定と考えることができるので、NAND 回路となります。

解答-I

各選択肢の回路図を論理式に置き換えると、次のようになります。

ア $(A \text{ XOR } B) \text{ AND } (C \text{ XOR } D)$

イ $(A \text{ XOR } B) \text{ OR } (C \text{ XOR } D)$

ウ $(A \text{ XOR } B) \text{ XOR } (C \text{ XOR } D)$

エ $(A \text{ XOR } B) \text{ XOR } (C \text{ XOR } D)$

これに、0, 1を代入し、問題文中の「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」となるかを確認していきます。

ア ABCDにそれぞれ1 1 0 0を当てはめます。

$(1 \text{ XOR } 1) \text{ AND } (0 \text{ XOR } 0) = 0 \text{ AND } 0 = 0$ となり、正解ではありません。

イ ABCDにそれぞれ1 0 1 0を当てはめます。

$(1 \text{ XOR } 0) \text{ OR } (1 \text{ XOR } 0) = 1 \text{ OR } 1 = 0$ となり、正解ではありません。

ウ ABCDにそれぞれ1 0 1 0を当てはめます。

$(1 \text{ XOR } 0) \text{ XOR } (1 \text{ XOR } 0) = 1 \text{ XOR } 1 = 0$ となり、正解ではありません。

エ ABCDにそれぞれ1 0 1 0を当てはめます。

$(1 \text{ XOR } 0) \text{ XOR } (1 \text{ XOR } 0) = 1 \text{ XOR } 1 = 0$ となり、正解となります。

解答-I

問題の回路図を論理式で表し変形すると、次のようになります。

$$\begin{aligned} \overline{(X \cdot X)} \cdot \overline{(Y \cdot Y)} &= \overline{X} \cdot \overline{Y} \\ &= \overline{X + Y} \\ &= X + Y \end{aligned}$$

解答-ウ

各選択肢の論理回路を論理式で表すと、次のようになります。

ア $Z = (X \cdot Y) \cdot (\bar{X} \cdot \bar{Y}) = 0$

イ $Z = (X + Y) + (\bar{X} + \bar{Y}) = 1$

ウ $Z = \overline{(X \cdot Y) \cdot (\bar{X} \cdot \bar{Y})} = \overline{(X \cdot Y)} + \overline{(\bar{X} \cdot \bar{Y})} = (X \cdot Y) + (\bar{X} \cdot \bar{Y})$

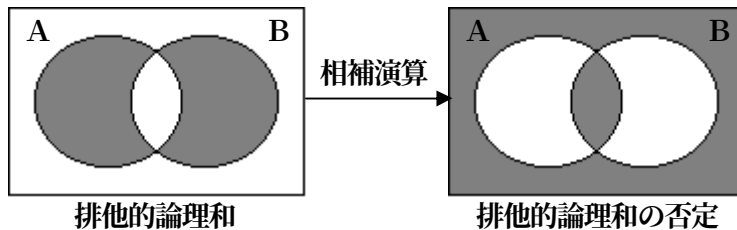
エ $Z = \overline{(X + Y) + (\bar{X} + \bar{Y})} = \overline{(X + Y)} \cdot \overline{(\bar{X} + \bar{Y})} = (X + Y) \cdot (\bar{X} + \bar{Y})$

上記の各論理式に対する真理値表を表すと、次のようになります。

X	Y	出力Z	ア	イ	ウ	エ
1	1	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0

解答-ア

相補演算とは互いに否定の関係にある演算結果のことですので、排他的論理和の相補演算は排他的論理和の否定となります。



解答-ア

赤、白、黄の3種類の球が3個ずつの、9個の球から3個の球を取り出します。9個の中から3個を取り出す組合せは、

$${}_9C_3 = \frac{9!}{3!(9-3)!} = \frac{9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1}{3 \times 2 \times 1 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1} = 84 \text{通り}$$

となります。また、取り出した3個が全て白となる取り出し方は、(白、白、白)の1通りです。

したがって、取り出した3個の球がすべて白となる確率は、次のようになります。

$$1 \div 84 = \frac{1}{84}$$

解答-イ

コインを4回投げたときに起こりうる事象は、 $2^4 = 16$ 通りです。そのうち、表が2回だけ出るのは、 ${}_4C_2$ 通りあります。

$${}_4C_2 = \frac{4!}{2!2!} = 6 \text{通り}$$

したがって、求める確率は、次のようになります。

$$\frac{6}{16} = 0.375$$

解答-ウ

52枚のトランプ中にハートのカードは13枚含まれているので、1枚目にハートを引く確率は、 $\frac{13}{52}$ です。

そして、1枚目にハートを引いた場合、残りのカード中にハートは12枚あるので、2枚目もハートのカードを引く確率は、 $\frac{12}{51}$ です。

したがって、2枚ともハートのカードを引く確率は、次のようになります。

$$\frac{13}{52} \times \frac{12}{51} = \frac{1}{17}$$

解答-ウ

事象A, Bが互いに独立であり、事象A, Bに対して、そのどちらか一方が起こる、起こらないに関係なく、他の事象の起こる確率が変わらないとき、次の関係が成り立ちます(乗法定理)。

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$$

解答-ウ

Random(10)は0以上10未満の整数を一樣な確率で返す関数です。変数Aに格納される整数は0~9の10通りで、さらに変数Bに格納される整数も10通りなので、全ての組合せの数は $10 \times 10 = 100$ 通りとなります。

その中でCの値が0になるA=Bの組合せはそれぞれ0~9の10通りあるので、Cの値が0となる確率は $\frac{10}{100} = \frac{1}{10}$ となります。

解答-ウ

「出力が1」となるパターンには、コインが表で1を出力(①)、コインが裏で1を出力(②)の2パターンがあります。それぞれのパターンの確率は、

$$\text{①の確率: } \frac{1}{2} \times \frac{8}{10} = \frac{8}{20} \quad \text{②の確率: } \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} = \frac{1}{20}$$

となるので、出力値が1となる確率は①+②= $\frac{9}{20}$ となります。このうち、「出力が1であったとき、コインが表」である確率は $\frac{8}{20}$ なので、求める確率は、 $\frac{8}{20} \div \frac{9}{20} = \frac{8}{9}$ となります。

解答ーウ

現在、市場シェアは、 $A=0.5$ 、 $B=0.5$ です。

1回目の購買後、次回の市場シェアは、それぞれ次のように計算できます。

$$A=0.5 \times 0.8 + 0.5 \times 0.4 = 0.6$$

$$B=0.5 \times 0.2 + 0.5 \times 0.6 = 0.4$$

その結果、2回目の購買後の、次回の市場シェアは、それぞれ次のように計算できます。

$$A=0.6 \times 0.8 + 0.4 \times 0.4 = 0.64$$

$$B=0.6 \times 0.2 + 0.4 \times 0.6 = 0.36$$

したがって、2回購買した後の市場シェアは、

$$A=0.64 - 0.5 = 0.14 \rightarrow 14\% \text{上がり、}$$

$$B=0.36 - 0.5 = -0.14 \rightarrow 14\% \text{下がる。}$$

解答ーイ

高速道路の混雑具合の確率は、混雑している状態が 0.4、混雑していない状態が 0.6 なので、問題文の表から交通情報の発表は次のようになります。

$$\text{交通情報が渋滞と発表される確率} = 0.4 \times 0.9 + 0.6 \times 0.2 = 0.48$$

$$\text{交通情報が順調と発表される確率} = 0.4 \times 0.1 + 0.6 \times 0.8 = 0.52$$

交通情報が渋滞と発表されると一般道路を利用します。一般道路は 80 分かかります。

交通情報が順調と発表されると高速道路を利用します。高速道路は混雑していなければ 50 分、混雑していると 100 分かかります。

$$\text{順調と発表されても本当は混雑している確率} = 0.4 \times 0.1 \div 0.52 = \frac{1}{13}$$

$$\text{発表通り本当に混雑していない確率} = 0.6 \times 0.8 \div 0.52 = \frac{12}{13}$$

$$\text{高速道路を利用した場合の時間} = 100 \text{ 分} \times \frac{1}{13} + 50 \text{ 分} \times \frac{12}{13} = \frac{700}{13} \text{ 分}$$

したがって、

$$\text{期待できる平均所要時間} = 80 \times 0.48 + \frac{700}{13} \text{ 分} \times 0.52 = 66.4 \text{ 分}$$

解答ーイ

問題文の指示により、サイコロの目が1であった場合のみを考えます。まず、サイコロの目が1であるパターンは、10回中Aが3回、Bが6回の合計9回となります。

また、袋からAとBのサイコロの一方を取り出す確率は等しいと考えられるので、サイコロの目が1であった場合、そのサイコロがAである確率は、

$$3 \div 9 = \frac{3}{9}$$

となります。

解答ーエ

ある日の天気は雨で、2日後の天気が晴れのときの遷移の組合せは次の3通りです。また、それぞれの確率は括弧内のとおりです。

		1日後		2日後
雨	→ (0.2)	雨	→ (0.3)	晴れ
	→ (0.3)	晴れ	→ (0.4)	
	→ (0.5)	曇り	→ (0.3)	

したがって、それぞれの遷移の確率を加算することで求めることができます。

$$(0.2 \times 0.3) + (0.3 \times 0.4) + (0.5 \times 0.3) = 0.33$$

解答ーア

M/M/1の待ち行列モデルとは、サービス要求の発生頻度分布がランダムで、サービス処理時間分布が指数分布で、サービス窓口が一つの場合であることを表したモデルです。

選ばれなかったものについて解説をしておきます。

イ 単位時間に到着する客の数はポアソン分布に従います。

ウ 待ち行列の長さには制限がありません。

エ 窓口は一つです。

解答ーイ

選ばれなかったものについて解説をしておきます。

ア 印刷の要求はランダムに発生し、空き具合の確認をしながら発生するということはありません。

ウ 待ち行列長は考慮しないので、バッファサイズを越えたことによる中断は起こりません。

エ 印刷要求は指数分布に従って発生するので、ランダムです。

解答ーウ

受付窓口の1日（平均8時間）の平均取扱数は128件で、1件の処理に平均1分30秒かかるので、

$$\text{平均到着時間間隔 (Ta)} = 8 \text{ 時間} \div 128 \text{ 件} = 480 \text{ 分} \div 128 \text{ 件} = 3.75 \text{ 分}$$

$$\text{平均サービス時間 (Ts)} = 1 \text{ 分 } 30 \text{ 秒} = 1.5 \text{ 分}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \text{利用率 (}\rho\text{)} &= \text{平均サービス時間 (Ts)} \div \text{平均到着時間間隔 (Ta)} \\ &= 1.5 \text{ 分} \div 3.75 \text{ 分} \\ &= 0.4 \\ &= 40\% \end{aligned}$$

解答ーウ

平日の昼休み時（12時から13時）の1時間に平均15人が利用しているので、

$$\text{平均到着時間間隔 (Ta)} = 60 \text{ 分} \div 15 = 4 \text{ 分}$$

$$\text{平均サービス時間 (Ts)} = 3 \text{ 分}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \text{利用率 (}\rho\text{)} &= \text{平均サービス時間 (Ts)} \div \text{平均到着時間間隔 (Ta)} \\ &= 3 \text{ 分} \div 4 \text{ 分} = 0.75 \\ \text{平均待ち時間} &= \rho / (1 - \rho) \times Ts \\ &= 0.75 / (1 - 0.75) \times 3 \text{ 分} \\ &= 9 \text{ 分} \end{aligned}$$

解答-ウ

$$\text{平均到着時間間隔 (Ta)} = 3,600 \text{ 秒} \div 5,000 \text{ 件} = 0.72 \text{ 秒}$$

$$\text{平均サービス時間 (Ts)} = 0.3 \text{ 秒}$$

したがって、

$$\begin{aligned} \text{利用率 (}\rho\text{)} &= \text{平均サービス時間 (Ts)} \div \text{平均到着時間間隔 (Ta)} \\ &= 0.3 \text{ 秒} \div 0.72 \text{ 秒} = 5/12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{平均待ち時間} &= \rho / (1 - \rho) \times Ts \\ &= (5/12) / (1 - (5/12)) \times 0.3 \text{ 秒} \\ &= (5/7) \times 0.3 \text{ 秒} \\ &= 0.21 \text{ 秒} \end{aligned}$$

解答-エ

M/M/1 の待ち行列において、利用率を ρ 、平均サービス時間を T_s とした場合、

$$\text{平均待ち時間} = \rho / (1 - \rho) \times T_s$$

したがって、仮にサービス時間 (T_s) が 3 分で利用率 (ρ) が 0.25 のときの平均待ち時間は、

$$0.25 \div (1 - 0.25) \times 3 \text{ 分} = 1 \text{ 分}$$

また、 $\rho = 0.75$ のときの平均待ち時間は、

$$0.75 \div (1 - 0.75) \times 3 \text{ 分} = 9 \text{ 分}$$

となるので、

$$9 \text{ 分} \div 1 \text{ 分} = 9 \text{ 倍}$$

解答-ウ

$$\text{利用率: } \rho = 0.5$$

$$\begin{aligned} \text{平均待ち時間: } W &= \frac{\rho}{1 - \rho} \times T \\ &= \frac{0.5}{1 - 0.5} \times T \\ &= T \end{aligned}$$

解答-イ

M/M/1 の待ち行列において、利用率を ρ 、平均サービス時間を T_s とした場合、

$$\text{平均待ち時間} = \rho / (1 - \rho) \times T_s$$

が成り立ちます。したがって、次のようになります。

$$\rho / (1 - \rho) \times T_s \geq T_s$$

$$\rho \geq 1 - \rho$$

$$2\rho \geq 1$$

$$\rho \geq 0.5$$

解答-イ

平均伝送時間を 1 とし、回線利用率に選択肢の値を当てはめて平均回線待ち時間を求めます。

$$\text{ア} \quad 1 \times \frac{0.4}{1-0.4} = 1 \times \frac{0.4}{0.6} = \frac{2}{3} \quad \leftarrow \text{平均回線待ち時間の方が短い}$$

$$\text{イ} \quad 1 \times \frac{0.5}{1-0.5} = 1 \times \frac{0.5}{0.5} = 1 \quad \leftarrow \text{平均回線待ち時間と同じ}$$

$$\text{ウ} \quad 1 \times \frac{0.6}{1-0.6} = 1 \times \frac{0.6}{0.4} = \frac{3}{2} \quad \leftarrow \text{平均回線待ち時間の方が長い}$$

と、イの回線利用率が 50% の段階で平均回線待ち時間と平均伝送時間が同じになることが分かります。よって、回線利用率が 0% から徐々に上がっていく場合、平均回線待ち時間が平均伝送時間よりも長くなるのは、回線利用率が 50% を超えたときとなります。

解答-ウ

M/M/1 の待ち行列において、利用率を ρ 、平均サービス時間を T_s とした場合、

$$\text{平均待ち時間} = \rho / (1 - \rho) \times T_s$$

が成り立ちます。平均回線待ち時間を平均伝送時間の 3 倍以下にするので、

$$\rho / (1 - \rho) \times T_s \leq T_s \times 3$$

$$\rho / (1 - \rho) \leq 3$$

$$\rho \leq 3 \times (1 - \rho)$$

$$\rho \leq 3 - 3\rho$$

$$4\rho \leq 3$$

$$\rho \leq 0.75$$

解答-ウ

プリンタに1分間に1回、平均 15 秒の印刷を要求しているので、

$$\text{平均到着時間間隔 (Ta)} = 1 \text{ 分} = 60 \text{ 秒}$$

$$\text{平均サービス時間 (Ts)} = 15 \text{ 秒}$$

となります。したがって、平均応答時間は、次のようになります。

$$\begin{aligned}\text{利用率 (}\rho\text{)} &= \text{平均サービス時間 (Ts)} \div \text{平均到着時間間隔 (Ta)} \\ &= 15 \text{ 秒} \div 60 \text{ 秒} = 0.25\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{平均応答時間} &= \rho / (1 - \rho) \times Ts + Ts \\ &= 0.25 / (1 - 0.25) \times 15 \text{ 秒} + 15 \text{ 秒} \\ &= 20 \text{ 秒}\end{aligned}$$

解答-エ

$$\text{平均到着時間間隔 (Ta)} = 1 \text{ 秒} \div 0.6 = 5 / 3 \text{ 秒}$$

$$\text{平均サービス時間 (Ts)} = 750 \text{ ミリ秒} = 0.75 \text{ 秒}$$

となります。したがって、平均応答時間は、次のようになります。

$$\begin{aligned}\text{利用率 (}\rho\text{)} &= \text{平均サービス時間 (Ts)} \div \text{平均到着時間間隔 (Ta)} \\ &= 0.75 \text{ 秒} \div 5 / 3 \text{ 秒} = 0.45\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{平均応答時間} &= \rho / (1 - \rho) \times Ts + Ts \\ &= 0.45 / (1 - 0.45) \times 0.75 \text{ 秒} + 0.75 \text{ 秒} \\ &= 1.36 \text{ 秒}\end{aligned}$$

解答-イ

$$\text{平均到着時間間隔 (Ta)} = 10 \text{ 秒}$$

$$\text{平均サービス時間 (Ts)} = 6 \text{ 秒}$$

となります。したがって、平均応答時間は、次のようになります。

$$\begin{aligned}\text{利用率 (}\rho\text{)} &= \text{平均サービス時間 (Ts)} \div \text{平均到着時間間隔 (Ta)} \\ &= 6 \text{ 秒} \div 10 \text{ 秒} = 0.6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{平均応答時間} &= \rho / (1 - \rho) \times Ts + Ts \\ &= 0.6 \div (1 - 0.6) \times 6 \text{ 秒} + 6 \text{ 秒} = 15 \text{ 秒}\end{aligned}$$

解答-ウ

1秒間にゲートウェイ内で転送できるパケット数が150、ゲートウェイに到着するパケット数が120なので、 $\mu = 150$ パケット/秒、 $\lambda = 120$ パケット/秒となります。したがって、待ち時間は、次のようになります。

$$\text{利用率}(\rho) = \lambda \div \mu = 120 \text{ パケット/秒} \div 150 \text{ パケット/秒} = 0.8$$

$$\begin{aligned} \text{平均待ち時間} &= \rho \div (1 - \rho) \times (1 \div \mu) \\ &= 0.8 \div (1 - 0.8) \times (1 \div 150 \text{ 秒/パケット}) \\ &= 0.02666\cdots \text{秒} \quad 26.7 \text{ ミリ秒} \end{aligned}$$

解答-ウ

$$\text{平均待ち時間} : Wq = \rho / (1 - \rho) \times Ts$$

$$\text{利用率} : \rho = 0.25 \text{ のとき } Wq = 0.25 / (1 - 0.25) \times Ts = 1 / 3 \times Ts$$

$$\text{利用率} : \rho = 0.4 \text{ のとき } Wq = 0.4 / (1 - 0.4) \times Ts = 2 / 3 \times Ts$$

$$(2 / 3 \times Ts) \div (1 / 3 \times Ts) = 2$$

解答-ウ

$$\text{平均サービス時間} (Ts) = 5 \text{ 秒}$$

$$\begin{aligned} \text{平均到着時間間隔} (Ta) &= 1 \text{ 分} \div 20 \text{ 個} \\ &= 60 \text{ 秒} \div 20 \text{ 個} = 3 \text{ 秒/個} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{利用率}(\rho) &= \text{平均サービス時間} (Ts) \div \text{平均到着時間間隔} (Ta) \\ &= 5 \text{ 秒} \div 3 \text{ 秒/個} = 5 / 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{装置台数} &= \text{利用率} \div \text{装置の利用率} \\ &= 5 / 3 \div 0.5 = 10 / 3 \rightarrow 4 \text{ 台以上} \end{aligned}$$

解答-ア

平均印刷時間（平均サービス時間）＝30 秒

印刷データの平均到着間隔（平均到着時間間隔）＝1 分間÷1.5 件

＝60 秒÷1.5 件＝40 秒／件

トラフィック密度（利用率）＝平均印刷時間÷印刷データの平均到着間隔

＝30 秒÷40 秒＝0.75

プリンタ台数＝トラフィック密度÷プリンタの利用率

＝0.75÷50％＝1.5

すなわち、プリンタは最低2台必要です。

解答-イ

平均サービス時間（Ts）＝x 時間

平均到着時間間隔（Ta）＝8 時間÷3 台

＝8／3 時間

利用率（ρ）＝平均サービス時間（Ts）÷平均到着時間間隔（Ta）

＝x ÷ 8／3 ＝ 3／8 x＝0.375 x

平均応答時間＝ρ／（1－ρ）×Ts＋Ts

＝0.375 x ÷（1－0.375 x）× x 時間＋ x 時間＝8 時間

0.375 x × x＝（1－0.375 x）×（8－x）

0.375 x²＝8－3 x－x＋0.375 x²

x＝2

解答-イ

平均到着率を λ 、平均サービス率を μ とした場合、

- ・ 平均サービス時間 (T_s) = $1/\mu$
- ・ 利用率 ρ = 平均サービス時間 $\times$ 平均到着率 = λ/μ
- ・ 待ち行列長 $L = \rho^2/(1-\rho)$

$$= \rho \times \rho/(1-\rho)$$

$$= (\lambda/\mu) \times (\rho/(1-\rho))$$

$$= \lambda \times T_s \times (\rho/(1-\rho))$$
- ・ 平均待ち時間 $W = \lambda/\mu(\mu-\lambda) = (\rho/(1-\rho)) \times (1/\mu)$

$$= (\rho/(1-\rho)) \times T_s$$

したがって、待ち行列長 L と平均待ち時間 W の関係は、

$$\text{待ち行列長 } L = \lambda W$$

解答-エ

$$\text{利用率 } (\rho) = \text{平均サービス時間 } (T_s) \div \text{平均到着時間間隔 } (T_a)$$

〔条件〕(3)から、統合後の利用者数は、統合前の2支店の利用者数の合計値なので、平均到着時間間隔は $1/2$ となり、システムの利用率は2倍になります。

$$\text{したがって、統合後のシステムの利用率} = \rho \times 2 = 2\rho$$

$$\text{平均待ち時間} = 2\rho/(1-2\rho) \times T_s$$

解答-ア

到着率がポアソン分布、サービス時間が指数分布に従い、窓口の数が一つしかない待ち行列を M/M/1 モデルといいます。M/M/1 の待ち行列では、利用率を ρ 、平均サービス時間を T_s とした場合、平均サービス時間を含まない平均待ち時間は、

$$\text{平均待ち時間} = \rho/(1-\rho) \times T_s$$

平均応答時間=平均サービス時間+平均待ち時間ですので、平均応答時間は、

$$\text{平均応答時間} = \rho/(1-\rho) \times T_s + T_s$$

この式において、利用率=0のとき、平均応答時間=平均サービス時間となるので0にはなりません。また、利用率が1に近づくととき、平均応答時間=∞になります。

解答-ウ

選択肢ア、イは、「一意に復号が可能である」に当てはまらないことが分かります。例えばアの場合、ビット列 00 が、a aなのか、cなのか判別できません。イの場合、ビット列 010 が、a cなのか、b aなのか判別できません。残るウとエについては、メッセージの文字数をLとして、ウとエの平均ビット長を求めます。

$$\text{ウ} \quad 0.5L \times 1 + 0.3L \times 2 + 0.1L \times 3 + 0.1L \times 3 = 1.7L$$

$$\text{エ} \quad 0.5L \times 2 + 0.3L \times 2 + 0.1L \times 2 + 0.1L \times 2 = 2.0L$$

以上から、同じメッセージ文字数のとき、ウの方が平均ビット長が短くなることが分かります。

演習 1-90

基本情報 平成20年春 問10

解答-イ

16 進数で表された文字コード 30, 3F, 7A をそれぞれ2進数7桁で表し、文字コードの最上位（先頭）にパリティビットを付加します。偶数パリティですので、“1”の個数が偶数になるように最上位ビットを決めます。

$$(30)_{16} = (011\ 0000)_2 \rightarrow (0011\ 0000)_2$$

1の個数が2個（偶数）なので先頭ビットは0となり、8ビットで表わしても $(30)_{16}$ となります。

$$(3F)_{16} = (011\ 1111)_2 \rightarrow (0011\ 1111)_2$$

1の個数が6個（偶数）なので先頭ビットは0となり、8ビットで表わしても $(3F)_{16}$ となります。

$$(7A)_{16} = (111\ 1010)_2 \rightarrow (\underline{1}111\ 1010)_2$$

1の個数が5個（奇数）なので先頭ビットは1となり、8ビットで表わすと $(7A)_{16}$ となります。

解答-エ

奇数パリティとは、ビット列中の「1」の個数が奇数になるようにパリティビットを設定する方法です。例えば、ビット列「1100 0000」の場合で各関係式が成立するかを証明します。

1100 0000 の場合、パリティビット p は「1」となります。

ア $0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$ となるので成立しません。

イ $1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$ となるので成立しません。

ウ $1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$ となるので成立しません。

エ $1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$ となるので成立します。

解答-ウ

選ばれなかったものについて解説をしておきます。

ア 1ビットのパリティビットを付加した8ビットのデータでは、1ビットの誤りは検出できますが、誤ったデータの位置を特定できないので、復元することはできません。

イ 1ビットのパリティでは、1であるビットの数の奇偶で誤りをチェックするので、奇数個のビット誤りは1ビットの誤りと区別できません。したがって、誤りを復元することは不可能です。

エ 偶数個のビット誤りも奇数個のビット誤りも復元することはできません。

解答-エ

ハミング符号方式は、誤り訂正に用いるチェックビットをあらかじめデータの中に入れておき、受取り側ではそのチェックビットを使って誤り検出と訂正を行う方式です。1ビットの自動訂正が行われ、2ビットの誤り検出を行います。

選ばれなかったものについて解説をしておきます。

ア 偶数パリティとは、1のビット数が偶数個になるようにパリティビットを付加する方式です。

イ 垂直パリティとは、ビット列に対し、垂直（文字単位）にパリティビットを付加する誤り検出方式です。

ウ チェックサムは、ブロック内のデータを加算して、その結果をブロックの最後に付加する誤り検出方式です。

解答-エ

本問の場合、受信符号語が 1000101 なので、 $X_1 \sim X_7$ はそれぞれ次のようになります。

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
1	0	0	0	1	0	1

これを基に、 C_0 、 C_1 、 C_2 を求めると、それぞれ次のようになります。

$$C_0 = X_1 + X_3 + X_5 + X_7 = 1 + 0 + 1 + 1 = 1$$

$$C_1 = X_2 + X_3 + X_6 + X_7 = 0 + 0 + 0 + 1 = 1$$

$$C_2 = X_4 + X_5 + X_6 + X_7 = 0 + 1 + 0 + 1 = 0$$

いずれも mod 2 (2 で割った余り) での計算

C_0 、 C_1 、 C_2 の中に 0 でないものがあるので、誤っているビット位置 i の値は、

$$i = C_0 + C_1 \times 2 + C_2 \times 4 = 1 + 1 \times 2 + 0 \times 4 = 3$$

となり、受信した符号語の左から 3 ビット目を反転させれば修正できます。したがって、誤り訂正後の符号語は 1010101 と求まります。

解答-エ

選ばれなかったものについて解説をしておきます。

ア 奇数パリティ方式は、1 符号もしくは 1 ブロック中の “ 1 ” の個数が奇数個になるように検査ビットを付加する方式です。1 ビットの誤りは検出できますが、2 ビットの誤りは検出できません。

イ 水平パリティ方式は、1 ブロックごとに水平方向に検査ビットを付加する方式です。この方式でも 1 ビットの誤りは検出できますが、2 ビットの誤りは検出できません。

ウ チェックディジット方式は、データに対して、一定の規則で計算した 1 けたのコードを付加して、数字項目などの記入ミスや入力ミスをチェックする方式です。

解答一工

選ばれなかったものについて解説をしておきます。

- ア 奇数パリティは、パリティビットを含めたデータ中の、1のビット数が奇数になるように検査ビットを付加する方式です。
- イ 水平パリティは、ビット列に対し、水平方向にパリティビットを付加する方式で、一般には垂直パリティと組み合わせて用いられます。水平垂直パリティの場合は、1ビット誤りの訂正が可能です。
- ウ チェックサムは、ブロック内のデータを加算して、その結果をブロックの最後に付加する方式です。

解答一ア

選ばれなかったものについて解説をしておきます。

- イ メッセージのビット数よりも多くの検査ビットを付加することはありません。
- ウ 加算ではなく、付加したものを、データとして送信します。
- エ 文字単位で誤り検出用の符号を求める方式ではありません。

解答一工

識別子<identifier>は、先頭が英字で始まる 1 文字以上の文字列です。そのため、1 文字の識別子を作る場合、

$$\langle \text{identifier} \rangle ::= \langle \text{letter} \rangle$$

でなければなりません。また、2文字目以降は任意個の英数字が続くので、2文字の場合は、

$$\langle \text{identifier} \rangle ::= \langle \text{letter} \rangle \langle \text{letter} \rangle \mid \langle \text{letter} \rangle \langle \text{digit} \rangle$$

3文字の場合は、

```
<identifier> ::= <letter><letter><letter> | <letter><letter><digit> |
               <letter><digit><letter> | <letter><digit><digit>
```

となります。3文字の場合は、2文字を表現した場合の末尾に<letter>、<digit>を付加したものです。そこで、始めの2文字の部分を識別子<identifier>に置き換えると、

$$\langle \text{identifier} \rangle ::= \langle \text{identifier} \rangle \langle \text{letter} \rangle \mid \langle \text{identifier} \rangle \langle \text{digit} \rangle$$

となり、2文字以上であれば何文字でも表現可能となります。

解答-ウ

この問題で定義されている<DNA>は、<コドン>の定義から<塩基><塩基><塩基>と、必ず3文字単位となります。そのため、選択される文字数は3の倍数となるので、文字数が3の倍数であるウが正解となります。

解答-ア

問題文のSの定義より、Sの最も単純な形「01」から始め、以下、一つ前のSを再帰的にSに適用していきます（下線は一つ前のS）。

```
<S>::=01
<S>::=0<S>1=0011
<S>::=0<S>1=000111
<S>::=0<S>1=00001111
}
```

したがって、選択肢アが解答となります。

解答-ア

各選択肢の値は、次のようになります。

ア 各桁を構成する値は $1=R_1$, $2=R_2$, $3=R_0$ です。 R_1 はと定義されているので、12 は<R₂>と表せます。また、<R₂>は<A>と定義されているので、123 は<A><R₀>と表せます。<A><R₀>は<A>と定義されているので、123 は非終端記号<A>で生成される文字列となります。

イ 各桁を構成する値は $1=R_1$, $2=R_2$, $4=R_1$ です。アと同様に 12 は<A>と表せるので、124 は<A><R₁>と表せます。<A><R₁>はと定義されているので、124 は非終端記号で生成される文字列となります。

ウ 各桁を構成する値は $1=R_1$, $2=R_2$, $7=R_1$ です。したがって、127 は非終端記号で生成される文字列となります。

エ 各桁を構成する値は $1=R_1$, $2=R_2$, $8=R_2$ です。アと同様に 12 は<A>と表せるので、128 は<A><R₂>と表せます。<A><R₂>は<C>と定義されているので、128 は非終端記号<C>で生成される文字列となります。

解答-イ

この問題で定義されている<数値>は、構文の先頭は必ず<数字列>で、<数字列>の先頭は必ず<数字>です。

選ばれなかったものについて解説をしておきます。

ア -12 は、<符号><数字列>ですので、構文に該当しません。

ウ、エ +12 E-10, +12 E 10 とともに、数値の先頭に符号が定義されているので該当しません。

解答-ア

後置表記法（逆ポーランド表記法）は、二つの変数（オペランド）の後ろに演算子を記述する書き方で、「A+B」であれば「AB+」となります。

- ① $Y = (A+B) \times (C - (D \div E)) \rightarrow Y = (AB+) \times (C - (DE \div))$
- ② $Y = (AB+) \times (C - (DE \div)) \rightarrow Y = (AB+) \times (CDE \div -)$
- ③ $Y = (AB+) \times (CDE \div -) \rightarrow Y = (AB+CDE \div - \times)$
- ④ $Y = (AB+CDE \div - \times) \rightarrow YAB+CDE \div - \times =$

解答-ウ

逆ポーランド表記法では、演算子を演算対象の後に記述し、括弧を使用せずに計算順序を指定します。例えば「A-B」を記述する際、逆ポーランド表記法で表すと「AB-」となります。また、データ構造のスタックは、後入先出でデータを取り出す構造なので、「A, B」を順に格納して取り出した場合は「B, A」の順に取り出されることとなります。以上のことより、格納時に「C, D」の順に格納したのであれば、取り出しは「D, C」の順となります。しかし、格納時の計算順序を変えてはならないので、格納順の「C, D」の並びの中に演算子をおく必要があります。したがって、解答は「C 演算子 D」となります。

解答-ウ

問題の状態遷移図において、受理状態となるのは、

- ・ 初期状態で 1 が入力される
- ・ 0 が続けて入力された後、1 が入力される
- ・ 1、0 と繰り返して入力され、その後 1 が入力される

場合です。つまり、1 が連続して入力されると、受理状態とはなくなってしまいますので、1 の後、必ず 0 の入力されるものを選ぶ必要があります。

解答-イ

選択肢に与えられた文字列を有限オートマトンモデルの図にあてはめ、終点で文字列が終了するかどうか確認します。

ア	q 0	→	q 1	→	q 1	→	q 0	→	q 2
イ	q 0	→	q 1	→	q 2	→	q 2	→	q 1
ウ	q 0	→	q 1	→	q 2	→	q 1	→	q 2
エ	q 0	→	q 2	→	q 1	→	q 1	→	q 2

解答-ウ

問題の状態遷移図において、1 の個数が偶数個のときは“偶”、奇数個のときは“奇”状態となります。例えば、1 が偶数個の状態でも 1 を追加すると、奇数個になります。これを偶数個に戻すには、更に 1 のビットを追加すればよいので、空欄 a は 1 となります。また、1 を奇数個のままにするためには、現状を変えないように、0 を追加すればよいので、空欄 b は 0 となります。

解答-ウ

各選択肢の文字列を与えられた有限オートマトンに入力し、受理状態 (S3) で終了するかを確認します。

ア

	1		0		1		1	
S ₁	→	S ₂	→	S ₂	→	S ₁	→	S ₂

イ

	1		1		0		0	
S ₁	→	S ₂	→	S ₁	→	S ₃	→	S ₂

ウ

	1		1		0		1	
S ₁	→	S ₂	→	S ₁	→	S ₃	→	S ₃

エ

	1		1		1		0	
S ₁	→	S ₂	→	S ₁	→	S ₂	→	S ₂

解答-エ

問題の状態遷移図に各選択肢の値を代入して確認します。

ア 開始 (山) →状態 1 (田) →状態 1 (△) →状態 2 (/) →状態 1 (1) エラー

イ 開始 (山) →状態 1 (田) →状態 1 (△) →状態 2 (1) →状態 3 (1) →
状態 3 (1) →状態 3 (1) →状態 3 (-) →状態 3 (2) →状態 3 (2) →
状態 3 (2) →状態 3 (2) →状態 3 (/) →状態 2 (田) エラー

ウ 開始 (山) →状態 1 (田) →状態 1 (△) →状態 2 (1) →状態 3 (1) →
状態 3 (1) →状態 3 (1) →状態 3 (-) →状態 3 (2) →状態 3 (2) →
状態 3 (2) →状態 3 (2) →状態 3 (△) →状態 4 (/) →状態 3 (/) →
状態 2 (田) エラー

エ 開始 (山) →状態 1 (田) →状態 1 (△) →状態 2 (1) →状態 3 (1) →
状態 3 (1) →状態 3 (1) →状態 3 (-) →状態 3 (2) →状態 3 (2) →
状態 3 (2) →状態 3 (2) →状態 3 (△) →状態 4 (/) →状態 3 (/) →
状態 2 (/) →状態 1 (/) →開始 (田) →状態 1 (山) →状態 1 (△) →
状態 2 (1) →状態 3 (1) →状態 3 (1) →状態 3 (-) →状態 3 (3) →
状態 3 (3) →状態 3 (3) →状態 3 (3) →状態 3 (△) →状態 4 (/) →
状態 3 (/) →状態 2 (1) →状態 3 (1) →状態 3 (1) →状態 3 (1) →
状態 3 (-) →状態 3 (2) →状態 3 (2) →状態 3 (2) →状態 3 (2) →
状態 3 (△) →状態 4 (2) →状態 5 (3) →状態 5 (<改>) →終了

解答－ア

システムの状態が S1 のときに、信号を順に入力すると、状態遷移は次のようになります。

	始め	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
信号	—	t1	t2	t3	t4	t1	t2	t3	t4
状態	S1	S1	S3	S4	S2	S3	S2	S2	S1

よって、最後の状態は S1 になります。

解答－ウ

12.2 の場合の状態の変化は次のとおりです。

- ① 初期状態が a で、最初の文字“ 1 ”(十の位) が数字なので、状態は b となります。
- ② 現在の状態が b で (①より)、次の文字“ 2 ”(一の位) が数字なので、状態は b となります。
- ③ 現在の状態が b で (②より)、次の文字“ . ”が小数点なので、状態は d となります。
- ④ 現在の状態が d で (③より)、次の文字“ 2 ”(小数第一位) が数字なので、状態は e となり、検査は不合格となります。

解答－ウ

この問題では、S₁は 50 円だけ自動販売機に入っている状態を表しています。問題文に従えば 150 円入れなければジュースは出てこないで、S₁からの変化としては「50／＊」か「100／ジュース」のいずれかになります。S₂は 100 円だけ自動販売機に入っている状態を表しているので、b の解答として「50／＊」が選ばれます。