

Question 1

$$G = \{V, \Sigma, R, s\}$$

$$V = \{A, B, C\}$$

$$\Sigma = \{0, 1\}$$

$$s = A$$

$$R = \{A \rightarrow 0B1B, B \rightarrow 0B1C, C \rightarrow 0A1B\}$$

Question 2

① Remove $B \rightarrow \epsilon$: $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow 0A1B|B$
 $B \rightarrow 0B1A$

② Add $A \rightarrow \epsilon$ ($A \rightarrow B$) : $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow 0A1B|B|\epsilon$
 $B \rightarrow 0B1A$

③ Add $A \rightarrow 1$ ($A \rightarrow 1B$) : $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow 0A1B|B|\epsilon|1$
 $B \rightarrow 0B1A$

④ Add $B \rightarrow 0$ ($B \rightarrow 0B$) : $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow 0A1B|B|\epsilon|1$
 $B \rightarrow 0B1A|0$

Question 3

① Remove $B \rightarrow B$: $S \rightarrow A|\epsilon$
 $A \rightarrow 0A1A|B$
 $B \rightarrow 0|1$

② Remove $A \rightarrow B$: $S \rightarrow A|\epsilon$
 $A \rightarrow 0A1A$
 $B \rightarrow 0|1$

③ Add $A \rightarrow 0|1|B$: $S \rightarrow A|\epsilon$
 $A \rightarrow 0A1A|0|1$
 $B \rightarrow 0|1$

④ Remove $S \rightarrow A$: $S \rightarrow \epsilon$
 $A \rightarrow 0A1A$
 $B \rightarrow 0|1$

⑤ Add $S \rightarrow 0A1A|0|1$: $S \rightarrow \epsilon|0A1A|0|1$
 $A \rightarrow 0A1A|0|1$
 $B \rightarrow 0|1$

Question 4

① Remove $A \rightarrow BAB$: $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow 0A1B$
 $B \rightarrow BAB1A0B$

② Add $A \rightarrow BA_1$: $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow 0A1B|BA_1$
 $B \rightarrow BAB1A0B$

③ Add $A_1 \rightarrow AB$: $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow 0A1B|BA_1$
 $B \rightarrow BAB1A0B$
 $A_1 \rightarrow AB$

④ Remove $B \rightarrow BAB$: $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow 0A1B|BA_1$
 $B \rightarrow 1A0B$
 $A_1 \rightarrow AB$

⑤ Add $B \rightarrow BA_2$: $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow 0A1B|BA_1$
 $B \rightarrow 1A0B|BA_2$
 $A_1 \rightarrow AB$

⑥ Add $A_2 \rightarrow AA_3$: $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow 0A1B|BA_1$
 $B \rightarrow 1A0B|BA_2$
 $A_1 \rightarrow AB$
 $A_2 \rightarrow AA_3$

⑦ Add $A_3 \rightarrow BA$: $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow 0A1B|BA_1$
 $B \rightarrow 1A0B|BA_2$
 $A_1 \rightarrow AB$
 $A_2 \rightarrow AA_3$
 $A_3 \rightarrow BA$

Question 5

① Remove $A \rightarrow 0A$: $S \rightarrow AB|e$
 $A \rightarrow 1B$
 $B \rightarrow 00|11$

② Add $A_1 \rightarrow 0$: $S \rightarrow AB|e$
 $A \rightarrow 1B$
 $B \rightarrow 00|11$
 $A_1 \rightarrow 0$

③ Add $A \rightarrow A_1A$: $S \rightarrow AB \mid \epsilon$
 $A \rightarrow 1B \mid A_1A$
 $B \rightarrow 00 \mid 11$
 $A_1 \rightarrow 0$

④ Remove $A \rightarrow 1B$: $S \rightarrow AB \mid \epsilon$
 $A \rightarrow A_1A$
 $B \rightarrow 00 \mid 11$
 $A_1 \rightarrow 0$

⑤ Add $A_2 \rightarrow 1$: $S \rightarrow AB \mid \epsilon$
 $A \rightarrow A_1A$
 $B \rightarrow 00 \mid 11$
 $A_1 \rightarrow 0$
 $A_2 \rightarrow 1$

⑥ Add $A \rightarrow A_2B$: $S \rightarrow AB \mid \epsilon$
 $A \rightarrow A_1A \mid A_2B$
 $B \rightarrow 00 \mid 11$
 $A_1 \rightarrow 0$
 $A_2 \rightarrow 1$

⑦ Remove $B \rightarrow 00$: $S \rightarrow AB \mid \epsilon$
 $A \rightarrow A_1A \mid A_2A$
 $B \rightarrow 11$
 $A_1 \rightarrow 0$
 $A_2 \rightarrow 1$

⑧ Add $A_3 \rightarrow 0$: $S \rightarrow AB \mid \epsilon$
 $A \rightarrow A_1A \mid A_2A$
 $B \rightarrow 11$
 $A_1 \rightarrow 0$
 $A_2 \rightarrow 1$
 $A_3 \rightarrow 0$

⑨ Add $B \rightarrow A_3A_3$: $S \rightarrow AB \mid \epsilon$
 $A \rightarrow A_1A \mid A_2A$
 $B \rightarrow 11 \mid A_3A_3$
 $A_1 \rightarrow 0$
 $A_2 \rightarrow 1$
 $A_3 \rightarrow 0$

⑩ Remove $B \rightarrow 11$: $S \rightarrow AB \mid \epsilon$
 $A \rightarrow A_1A \mid A_2A$
 $B \rightarrow A_3A_3$
 $A_1 \rightarrow 0$
 $A_2 \rightarrow 1$
 $A_3 \rightarrow 0$

⑩ Add $A_4 \rightarrow 1$: $S \rightarrow AB | \epsilon$
 $A \rightarrow A_1 A_1 | A_2 A$
 $B \rightarrow A_3 A_3$
 $A_1 \rightarrow 0$
 $A_2 \rightarrow 1$
 $A_3 \rightarrow 0$
 $A_4 \rightarrow 1$

⑪ Add $B \rightarrow A_4 A_4$: $S \rightarrow AB | \epsilon$
 $A \rightarrow A_1 A_1 | A_2 A$
 $B \rightarrow A_3 A_3 | A_4 A_4$
 $A_1 \rightarrow 0$
 $A_2 \rightarrow 1$
 $A_3 \rightarrow 0$
 $A_4 \rightarrow 1$