

第一章

1.13.4

解 平均信息量 (熵)

$$H(x) = -\sum_{i=1}^N p(x_i) \log_2 p(x_i)$$
$$= -\frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} - \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} - \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} - \frac{3}{16} \log_2 \frac{3}{16} - \frac{5}{16} \log_2 \frac{5}{16} = 2.23 \quad (\text{bit/}$$

符号)

1.13.5

解 (1) 一个字母对应两个二进制码元, 故一个字母的持续时间 (码元宽度) 为 $2 \times 5\text{ms}$, 传送字母的符号速率为

$$R_B = \frac{1}{2 \times 5 \times 10^{-3}} = 100 \quad \text{B}$$

等概时的平均信息速率为

$$R_b = R_B \log_2 M = R_B \log_2 4 = 200 \quad (\text{bit/s})$$

(2) 平均信息量为

$$H = \frac{1}{5} \log_2 5 + \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{3}{10} \log_2 \frac{10}{3} = 1.985 \quad (\text{bit/符号})$$

非等概时的平均信息速率为

$$R_b = R_B \cdot H = 100 \times 1.985 = 198.5 \quad (\text{bit/s})$$

1.13.7

解 (1) 二进制时, $R_b = R_B = 2400 \quad (\text{bit/s})$

(2) 16 进制时, $R_b = R_B \log_2 16 = 2400 \times 4 = 9600 \quad (\text{bit/s})$

1.13.8

解 (1)由题 1.12.5 可知, 信息源的熵

$$H = -\frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} - \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} - \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} - \frac{3}{16} \log_2 \frac{3}{16} - \frac{5}{16} \log_2 \frac{5}{16} = 2.23 \quad (\text{bit/符号})$$

故平均信息速率

$$R_b = R_B \cdot H = 1000 \times 2.23 = 2230 \quad (\text{bit/s})$$

传送 1h 的信息量

$$I = R_b \cdot t = 2230 \times 3600 = 8.028 \times 10^6 \quad (\text{bit})$$

(2) 等概时的信息熵最大

$$H_{\max} = \log_2 5 = 2.33 \quad (\text{bit/符号})$$

此时平均信息速率最大, 故有最大信息量为

$$I_{\max} = (R_B \cdot H_{\max}) \cdot t = 1000 \times 2.33 \times 3600 = 8.352 \times 10^6 \quad (\text{bit})$$

1.13.9

解 码元速率为

$$R_{\text{Bd}} = \frac{R_b}{\log_2 M} = \frac{2400}{\log_2 4} = 1200 \quad (\text{Bd})$$

时间 $t=0.5h$ 内传送的码元个数为

$$N = R_{\text{Bd}} \cdot t = 1200 \times 1800 = 2.16 \times 10^6 \quad (\text{个})$$

错误码元数 $N_e = 216$ 个, 因此误码率 P_e 为

$$P_e = \frac{N_e}{N} = \frac{216}{2.16 \times 10^6} = 1 \times 10^{-4}$$

1.13.10

解 由香农公式

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) = 8 \times 10^6 \times \log_2 (1 + 1000) = 79.69 \quad (\text{Mb/s})$$

1.13.11

解 (1)已知信噪比 $S/N=1000(30\text{dB})$, 则由香农公式

$$\begin{aligned}C &= B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \\ &= 3.4 \times 10^3 \times \log_2 (1 + 1000) \\ &= 33.9 \quad (\text{kb/s})\end{aligned}$$

(2) 信息速率要小于信道容量, 因此可知

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) > R_b = 3.36 \times 10^4 \quad \text{b/s}$$

$$S/N > 942.84, \text{ 即 } S/N > 29.74 \quad \text{dB}$$

即接收端要求的最小信噪比为 29.74dB

1.13.13

解 一张图片所含的信息量位

$$I = 6 \times 10^5 \times \log_2 16 = 24 \times 10^5 \quad (\text{bit})$$

每秒需要传输的信息量为

$$R_b = I \times 24 = 24 \times 24 \times 10^5 = 5.76 \times 10^7 \quad (\text{b/s})$$

由香农公式可得信道的最大信息速率为

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \geq R_b$$

$$\text{即 } B \geq \frac{R_b}{\log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)} = \frac{5.76 \times 10^7}{\log_2 (1001)} = 5.8 \quad (\text{MHz})$$

即信道带宽至少应为 5.8MHz

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/738012143074007045>