

## 1-3

$$(1) R_b = R_B \cdot H$$

一个字母需要两个二进制脉冲传输，属于四进制符号，所以  $T=2 \times 5\text{ms}=10\text{ms}$ ：

$$R_B = \frac{1}{T} = \frac{1}{2 \times 5\text{ms}} = 100(\text{B})$$

在等概时：  $H = \log_2 M = \log_2 4 = 2$ ， 所以有：

$$R_b = R_B \cdot H = 100 \times 2 = 200(\text{b/s})$$

$$(2) \text{ 由上小题知, } R_B = 100(\text{B})$$

非等概时：

$$\begin{aligned} H &= -\sum_{i=1}^n P(x_i) \log_2 P(x_i) \\ &= \frac{1}{5} \log_2 5 + \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{3}{10} \log_2 \frac{10}{3} \\ &= 0.2 \times 2.3219 + 2 \times 0.25 \times 2 + 0.3 \times 1.7370 \\ &= 1.985(\text{b/符号}) \end{aligned}$$

所以有：

$$R_b = R_B \cdot H = 100 \times 1.9855 = 198.5(\text{b/s})$$

## 1-5

$$R_b = R_B \cdot H, \quad R_B = 1000(\text{B})$$

非等概时：

$$\begin{aligned} H &= -\sum_{i=1}^n P(x_i) \log_2 P(x_i) \\ &= 16 \times \frac{1}{32} \log_2 32 + 112 \times \frac{1}{224} \log_2 224 \\ &= 6.404(\text{b/符号}) \end{aligned}$$

$$\text{所以有: } R_b = R_B \cdot H = 1000 \times 6.404 = 6404(\text{b/s})$$

## 1-6

$$\text{二进制: 码元速率 } R_B = \frac{1}{T_B} = \frac{1}{0.4\text{ms}} = 2500(\text{B}), \text{ 信息速率 } R_b = R_B = 2500(\text{b/s})$$

十六进制：码元间隔不变，所以码元速率不变，仍为 2500(B)，

$$\text{信息速率 } R_b = R_B \log_2 16 = 2500 \times 4 = 10000(b/s)$$

## 1-7

(1) 平均信息量

$$\begin{aligned} H &= -\sum_{i=1}^n P(x_i) \log_2 P(x_i) \\ &= \frac{1}{4} \log_2 4 + \frac{1}{8} \log_2 8 + \frac{1}{8} \log_2 8 + \frac{3}{16} \log_2 \frac{16}{3} + \frac{5}{16} \log_2 \frac{16}{5} \\ &= 2.23(b/\text{符号}) \end{aligned}$$

(2) 平均信息速率  $R_b = R_B \cdot H = 1000 \times 2.23 = 2.23 \times 10^3(b/s)$

$$1\text{h 内传送的平均信息量 } I = R_b \cdot t = 2.23 \times 10^3 \times 3600 = 8.028 \times 10^6(b)$$

(3) 等概发送，平均信息量  $H = \log_2 M = \log_2 5 = 2.32(b/\text{符号})$ ，为最大值

$$1\text{h 内传送的平均信息量 } I = R_b \cdot t = 1000 \times 2.32 \times 3600 = 8.352 \times 10^6(b)$$

## 1-8

由误码率的定义：  $P_e = \frac{\text{错误码元数}}{\text{传输总码元数}}$ ，

错误码元数为：216 个；

$$R_B = \frac{R_b}{\log_2 4} = 1200(B), \quad t = 0.5 \times 3600 = 1800(s)$$

传输的总码元数  $N = R_B \times \text{时间 } t$

$$\text{所以： } P_e = \frac{\text{错误码元数}}{\text{传输总码元数}} = \frac{216}{1200 \times 1800} = 10^{-4}$$