

安徽大学 2022—2023 学年第二学期

《 信息理论基础 》考试试卷（A 卷）

（闭卷 时间 120 分钟）

考场登记表序号_____

题 号	一	二	三	四	总分
得 分					
阅卷人					

常用对数表： $\log_2 3 = 1.585$ $\log_2 5 = 2.322$ $\log_2 7 = 2.807$ $\log_2 11 = 3.459$ $\log_2 13 = 3.700$

得分

一、选择题（每小题 2 分，共 10 分）

- 同时掷两个骰子，各面呈现的概率都是 $\frac{1}{6}$ ，则“出现一个 1 和一个 2”事件的自信息量是（ ）bits。
A. $\log_2 6$ B. $\log_2 12$ C. $\log_2 18$ D. $\log_2 36$
- 关于克拉夫特(Craft)不等式，下面说法正确的是（ ）。
A. 如果编出的码字长度满足克拉夫特不等式，则该码字是唯一可译码。
B. 克拉夫特不等式是唯一可译码的充要条件。
C. 定长码一定满足克拉夫特不等式。
D. 即时码一定满足克拉夫特不等式。
- 互信息 $I(X; Y)$ 在 X 概率分布 $p(x)$ 固定时，是关于条件概率 $p(y|x)$ 的（ ）函数。
A. 上凸 B. 下凸 C. 线性 D. 以上都不是
- 已知信道的转移概率矩阵为 $\begin{bmatrix} 0.3 & 0.2 & 0.5 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 \\ 0.2 & 0.5 & 0.3 \end{bmatrix}$ ，则该信道的信道容量为（ ）。
A. 0.100 bit/符号 B. 1.485 bit/符号
C. 1.585 bit/符号 D. 1 bit/符号
- 已知某线性分组码的最小距离 $d_{\min} = 7$ ，则该码的检错能力和纠错能力分别是（ ）。
A. 7, 3 B. 7, 4 C. 6, 3 D. 6, 4

得分	
----	--

二、判断题（每小题 1 分，共 5 分）

6. 必然事件的自信息量是无穷大，不可能事件的自信息量是零。 ()
7. 离散对称信道达到容量时，输入与输出均服从等概分布。 ()
8. 非奇异码一定是唯一可译码，唯一可译码不一定是非奇异码。 ()
9. 消息是具体的，信息是物理的。 ()
10. 条件熵和无条件熵的关系是 $H(Y/X) < H(Y)$ 。 ()

得分	
----	--

三、填空题（每空 1 分，共 10 分）

11. 有噪信道编码定理指出：离散无记忆信道 $[X, P(y|x), Y]$ ，信道容量为 C ，信息传输率为 R ，当满足_____时，在码长足够大的情况下，可找到一组编码和相应的译码规则，使平均错误译码概率任意小。
12. 对于香农编码、费诺编码和赫夫曼编码，编码方法唯一的是_____编码。
13. 赫夫曼编码方式，保证了概率大的符号对应_____（长、短）码，概率小的符号对应_____（长、短）码。
14. 离散有噪无损信道，输入符号数为 r ，输出符号数为 s ，该信道的信道容量 C 为_____。
15. 对于二元序列 001100001111100，其相应的游程序列是_____。
16. GF(2) 上 6 重 $a = (001011)$ ， $b = (101101)$ ，则其 Hamming 距离为_____；
 b 的 Hamming 重量分别为_____。
17. 信源中有一个事件必然出现，其它事件不可能出现时，其熵为_____。
18. 不需要反馈信道的差错控制方式是_____（前向纠错、反馈重传、混合纠错、信息反馈）。

得分	
----	--

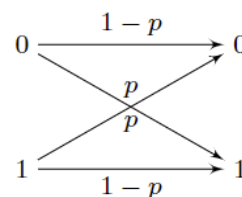
四、计算题（每小题 15 分，共 75 分）

19. 设二元信道的输入 $X = \{x_1, x_2\}$ ，概率分布为

$$P(X) = \begin{cases} 0.6 & X = x_1 \\ 0.4 & X = x_2 \end{cases}, \text{ 输出为 } Y = \{y_1, y_2\}, \text{ 转移矩阵为 } [P_{Y|X}] = \begin{bmatrix} 5/6 & 1/6 \\ 1/4 & 3/4 \end{bmatrix},$$

- (1) 求信道的输入熵 $H(X)$ ，输出熵 $H(Y)$ 和噪声熵 $H(Y|X)$ ；
- (2) 求互信息 $I(X; Y)$ ；
- (3) 计算接收端收到符号 y_2 的错误概率（即收到符号 y_2 但译码为 x_1 的概率）。

20. 设有一个二元对称信道，其信道转移概率如右图所示。



- (1) 写出信道的转移概率矩阵；
- (2) 求出该信道的信道容量及最佳输入分布；
- (3) 设该信道以 1500 个二元符号/s 的速度传输输入符号。现有一消息序列共有 14000 个二元符号，若 $p = 0.02$ ，能否在 10s 内有效传输这一序列？

21. 已知信源：

$$\begin{bmatrix} X \\ P(X) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 \\ 0.32 & 0.22 & 0.18 & 0.16 & 0.08 & 0.04 \end{bmatrix}$$

- (1) 计算信源熵 $H(X)$ ；
 - (2) 对该信源完成二进制费诺编码，并计算平均码长 \bar{K} 、信息传输率 R 和编码效率 η ；
 - (3) 对该信源完成二进制赫夫曼编码，并计算平均码长 \bar{K} 、信息传输率 R 和编码效率 η 。
22. 设(6, 3)系统分组码的全部码字为(000000, 001110, 010101, 011011, 100011, 101101, 110110, 111000)。
- (1) 求此分组码的系统码生成矩阵 G_s (用 $[I | Q]$ 形式表示) 和一致校验矩阵 H_s ；
 - (2) 求此码的检错能力和纠错能力；
 - (3) 若接收到码字 $r = 111001$ ，求出伴随式并给出最多一位出错时的译码结果。

23. 设汉明码的一致校验矩阵为： $H = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

- (1) 请问该汉明码的码长 n 和信息位长 k 分别是多少？
- (2) 计算汉明码的系统码生成矩阵 G_s 和一致校验矩阵 H_s ；
- (3) 当输入序列为 110101101010 时，求编码器的输出序列。