

2010학년도 중앙대학교

## 수시 2차 논술 문제지 (자연계열)

|    |  |                  |  |          |  |    |  |
|----|--|------------------|--|----------|--|----|--|
| 대학 |  | 학 과<br>(학부 · 계열) |  | 수험<br>번호 |  | 성명 |  |
|----|--|------------------|--|----------|--|----|--|

### ◆ 답안 작성시 유의 사항 ◆

- 문제지는 표지를 제외하고 모두 4장으로 구성되어 있습니다.
- 연습지가 필요할 경우 문제지의 여백을 이용하십시오.
- 답안지의 수험번호 표기란에는 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜으로 표기하십시오.
- 답안을 작성할 때 문제 번호를 맨 앞에 쓰십시오.
- 답안은 띄어쓰기를 포함하여 한 칸에 한 글자씩 쓰십시오. (숫자나 수식, 표 등은 예외)
- 주어진 답안 작성 분량을 지키고 답안지는 한 장만 사용하십시오.
- 답안을 작성할 때 답과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마십시오.



## 2010학년도 중앙대학교 수시 2차 논술 문제지 (자연계열)

▣ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오. (100점)

(가) DNA는 A(아데닌), C(시토신), G(구아닌), T(티민)의 네 종류 염기가 쌍을 이루 이중 나선형 구조를 가지고 있다. DNA에 포함된 염기의 배열에 의해 유전정보가 암호화되어 있으며, 이는 DNA 복제 과정을 통해 자손에게 전달된다. 모든 생명체는 DNA 복제 과정 중의 오류를 교정하기 위한 DNA 교정 기능을 가지고 있다. DNA 복제 과정 중, DNA의 이중 나선형 구조에 잘못된 염기가 들어가게 되면 즉시 잘못된 염기를 제거하고 적합한 염기를 끼워 넣는다. DNA의 복제를 담당하는 DNA 중합 효소는 시험관 내에서  $10^{-5}$ 의 확률로 염기쌍 결합의 오류를 일으키는데, 생명체 내에서는 여러 효소들에 의해 이루어지는 DNA 교정 기능으로 인하여 실제 오류 확률은  $10^{-10}$ 으로 줄어들게 된다. 예를 들어, 박테리아는 자신의 DNA를 복제하여 2개의 박테리아로 분열하는데, DNA 복제 과정에서 오류가 생기면 DNA 염기 서열에 변화가 나타나 돌연변이가 발생하게 된다. 일반적인 돌연변이의 확률은 대단히 낮으나 DNA 교정 기능에 손상이 발생한 경우 돌연변이가 급격히 증가한다.

(나) 정보를 전달하는 과정에는 오류가 발생할 가능성이 존재한다. 발생한 오류를 감지하고 이를 수정하기 위해 사용되는 방법으로 에러 수정 코드가 있다. 에러 수정 코드란 정보를 보낼 때 본래의 정보 외에 부수적인 사항을 추가하여 전달하는 것을 말하며, 발생한 오류의 개수가 많지 않을 경우 이를 통해 본래의 정보를 복구할 수 있다.

0, 1, 2, 3을 이용하여 정보를 표현하는 4진수 시스템에서, 정보를 4개씩 묶어 전달하는 경우를 생각해 보자. 본래의 정보가  $(a\ b\ c\ d)$ 라고 하면 이 정보에 에러 수정 코드  $e, f, g$ 를 추가하여  $(a\ b\ c\ d\ e\ f\ g)$ 를 전송한다. 여기서  $a, b, c, d$ 는 0, 1, 2, 3 중 하나의 값이고,  $e$ 는  $a+b+c$ 를 4로 나눈 나머지,  $f$ 는  $a+c+d$ 를 4로 나눈 나머지,  $g$ 는  $b+c+d$ 를 4로 나눈 나머지이다. 예를 들어, 본래의 정보  $(2\ 3\ 2\ 1)$ 에 에러 수정 코드를 추가하여  $(2\ 3\ 2\ 1\ 3\ 1\ 2)$ 를 전송하였는데  $(2\ 3\ 2\ 0\ 3\ 1\ 2)$ 로 수신되었다면, 에러 수정 코드의 정의에 의해 오류가 발생했음을 쉽게 알아낼 수 있다.

(다) 카오(Charles K. Kao)는 현대 정보화 사회의 기반이 되는 광통신 기술을 개발한 공로로 2009년 노벨 물리학상 수상자에 선정되었다. 광통신에서는 매우 가늘고 투명한 유리 섬유인 광섬유로 빛을 전송하며, 크기는 작지만 강력한 레이저를 광원으로 이용한다. 광통신에 관한 연구가 처음 시작되었던 1960년대 초에는 광섬유의 성능이 좋지 않아서 빛이 광섬유를 통해 20 m만 진행해도 99% 이상이 손실되었다. 카오는 빛이 1 km를

진행할 때 그 손실이 99% 이하로 유지되는 광섬유를 목표로 연구를 시작했는데, 1971년 유리 제조사인 코닝의 과학자들이 카오가 제시한 기준에 부합하는 광섬유를 제작하는 데 세계 최초로 성공하였다. 오늘날의 광섬유는 빛이 1km를 진행하면 겨우 2% 정도의 손실만을 보일 만큼 탁월한 성능을 가지고 있다. 이러한 광섬유가 지구를 2만 5천 바퀴 이상 감을 수 있는 길이로 세계 곳곳에 깔려 있으며 이를 통해 우리는 세계 모든 나라와 빛의 속도로 정보를 교환하며 살고 있다.

(라) 빛 또는 전기신호가 매질을 통과할 때 발생하는 증폭 또는 손실을 표시하기 위해, 공학에서 자주 사용되는 단위 중 하나가 dB(데시벨)이다.



위의 그림과 같이, 신호가 매질을 통과하기 전 신호의 세기를  $P_{IN}$ , 통과 후 신호의 세기를  $P_{OUT}$ 이라 할 때, 신호의 손실을 dB로 계산하면 식(1)과 같이 정의된다.

$$\text{손실 [dB]} = -10 \log_{10} \left( \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \right) \quad (1)$$

한편, 증폭기 등을 사용할 때와 같이 신호가 증폭되는 경우, 신호의 증폭률을 dB로 나타낼 수 있는데, 증폭률은 식(2)와 같이 정의된다.

$$\text{증폭률 [dB]} = 10 \log_{10} \left( \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \right) \quad (2)$$

dB 단위는 로그를 사용하여 표현되기 때문에 큰 값을 나타내기 쉽고, 여러 매질이 연속적으로 연결되어 있을 경우 총손실 또는 총증폭률을 계산하기 용이하다는 장점이 있다.

(마) 두 개의 정수  $a, b$ 에 대하여 두 수를 각각 자연수  $n$ 으로 나누었을 때 나머지가 같으면,  $a$ 와  $b$ 는 ‘modulo  $n$ 으로 합동’이라고 정의한다. 이를 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$a \equiv b \pmod{n}$$

예를 들어, 7과 3은 각각 4로 나누면 나머지가 3으로 같으므로  $7 \equiv 3 \pmod{4}$ 의 식이 성립한다. 일반적으로 modulo 합동식은 다음과 같은 성질을 만족한다.

$$a \equiv b \pmod{n} \text{ 이면 } a - b \equiv 0 \pmod{n}$$

**[문제 1]** 제시문 (가)의 DNA 복제 과정과 제시문 (나)의 정보 전달 과정 사이의 공통점과 차이점을 비교 설명하시오. [15점, 답안지 5줄 이내]

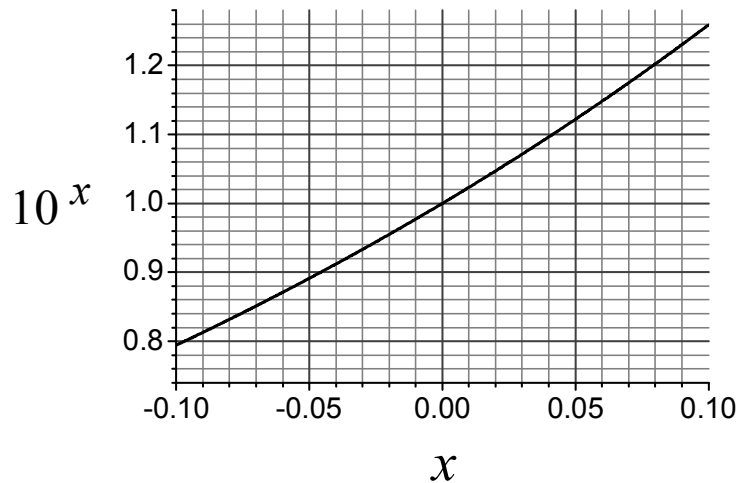
**[문제 2]** 시험관을 이용한 박테리아 A의 배양 실험 후 10억 마리의 독성이 강한 돌연변이 박테리아 S를 얻었다. 제시문 (가)와 아래의 가정에 근거하여, 박테리아 S의 최초 출현 시점을 추론하는 과정을 논리적으로 설명하시오. 필요 시  $\log_{10} 2 \approx 0.3$  을 이용하시오. [15점, 답안지 12줄 이내]

- 박테리아 A의 배양 도중 어느 한 시점에 DNA 교정 기능이 상실된 돌연변이 박테리아 B가 단 한 마리 발생하였다.
- 박테리아 A의 복제 오류는 무시할 수 있을 만큼 작지만, 교정 기능이 상실된 박테리아 B는 DNA를 복제할 때마다 1개의 복원 불가능한 오류를 생성한다.
- 박테리아 B는 DNA에 누적된 복제 오류의 수가 10개 이상이 되면 박테리아 S가 된다.
- 박테리아 A, B, S의 DNA 복제와 분열에 소요되는 시간은 1회당 30분으로 동일하다.

**[문제 3]** 제시문 (나)에서 설명된 4진수 시스템과 에러 수정 코드를 통해 전송되어 최종적으로 수신된 결과가 (3 0 1  $x$  0 3 0) 이고, 가운데에 위치한 수  $x$ 는 통신 장애로 인해 알 수 없다고 가정하자.  $x$  이외에 수신된 6개의 숫자 중 한 개의 숫자에만 오류가 발생했을 가능성을 논리적으로 추론하시오. [15점, 답안지 8줄 이내]

**[문제 4]** 제시문 (가)에서 설명된 염기 서열 정보를 4개씩 묶어, 제시문 (나)에서 설명된 4진수 시스템과 에러 수정 코드를 통해 전송하려 한다. 염기를 4진법으로 나타내기 위해 A, C, G, T를 각각 0, 1, 2, 3으로 표현한다. 전송 과정을 거쳐 수신된 결과가 (1 2 3 2 3 0 1)이고, 수신된 7개의 숫자 중 2개에 오류가 발생했다고 가정하자. 이 경우 제시문 (마)를 참조하여 본래의 염기 서열을 추론하는 과정을 논리적으로 설명하고, 가능한 본래의 염기 서열을 모두 제시하시오. [20점, 답안지 15줄 이내]

**[문제 5]** 제시문 (다), (라)에 근거하여, 오늘날의 광섬유에서 1 km 당 발생하는 빛의 손실을 dB 단위로 표현하는 과정을 논리적으로 설명하시오. 필요 시 아래의 그래프를 이용하시오. [15점, 답안지 5줄 이내]



**[문제 6]** 아래 그림과 같이 A 지점에서 B 지점으로 광신호를 전송하면서 광섬유에서 발생하는 손실을 보상하기 위해 증폭기를 이용하여 주기적으로 신호를 증폭하려 한다. 광섬유의 일정 길이 100 km 마다 증폭기가 하나씩 모두 N 개 설치되어 있다. 모든 증폭기의 증폭률이 y dB로 동일한 경우, A 지점과 B 지점에서 신호의 크기가 같아지기 위한 조건을 구하는 과정을 제시문 (다), (라)를 참조하여 논리적으로 설명하시오. 단, 광섬유에서 발생하는 손실은 1 km 당 11%로 가정하고, 필요 시 [문제 5]에 주어진 그래프를 참조하시오. (힌트: 손실이 각각  $\alpha$  dB,  $\beta$  dB 인 두 매질이 연결되어 있는 경우의 손실을 계산해 볼 것) [20점, 답안지 15줄 이내]

