

한양대학교 2008학년도 신입학전형 모의논술 11

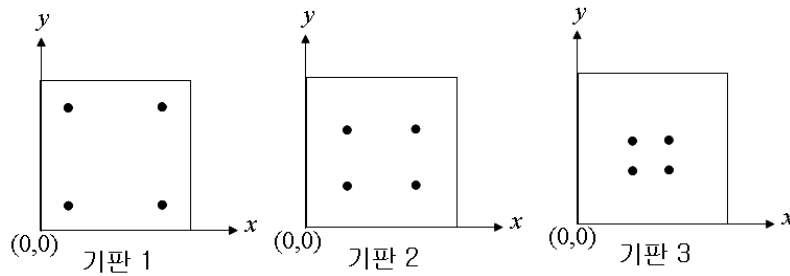
자 연 제 열

출신고교 () 학년 () 성 명 ()

1. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하십시오.

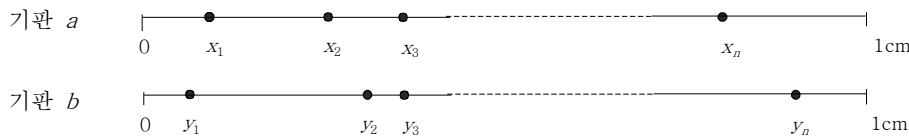
인쇄 회로 기판은 집적 회로, 저항기 또는 스위치 등의 전기적 부품들을 조립하는데 사용하는 얇은 판으로, 오늘날 우리가 사용하는 많은 전자 제품에 없어서는 안 되는 요소이다.

어떤 공장에서 제작하는 인쇄 회로 기판은 모두 크기가 같은 정사각형이고, 기판에 조립되는 부품의 수는 동일하다. 기판의 종류는 오직 부품들이 놓이는 위치에 따라 결정된다고 가정하자. 부품의 위치는 기판의 왼쪽 아래 꼭지점을 원점으로 하고 두 모서리를 x 축, y 축으로 설정하여 좌표로 나타낸다. 이때 기판의 원점과 앞면은 정해져 있기 때문에 기판의 회전이나 뒤집기 등은 고려하지 않는다. 아래의 그림은 4개의 부품을 조립하기 위해 제작한 3가지 기판의 예이다.

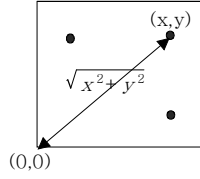


이제 기판의 생산관리를 용이하게 하기 위해 기판 사이의 유사성을 나타내는 지표를 개발하고자 한다. 기판 a 와 기판 b 의 유사성을 나타내는 지표를 S_{ab} 라고 하자. S_{ab} 는 $0 \leq S_{ab} \leq 1$ 를 만족해야 하고, 두 기판 사이의 유사성이 클수록 S_{ab} 가 커야하며, 특히 두 기판이 동일하면 $S_{ab}=1$ 을 만족해야 한다. 예를 들어, 위의 그림에서 기판 2와 다른 기판 사이의 유사성이 기판 1과 기판 3사이의 유사성보다 크므로 $S_{12} > S_{13}$ 와 $S_{23} > S_{13}$ 이어야 하고, 또한 $S_{11} = S_{22} = S_{33}$ 를 만족해야 한다.

- (1) 2차원 기판 문제를 단순화 시킨 1차원 기판 문제를 고려하자. 아래의 그림에서처럼 기판 a 와 b 는 모두 길이가 1cm이고 각각 n 개의 부품이 놓일 자리가 만들어져 있다. 각 기판의 한 끝을 원점으로 정하고, 기판 a 의 부품 위치들의 좌표를 작은 것부터 x_1, x_2, \dots, x_n 이라 하고, 기판 b 의 경우에는 그것을 y_1, y_2, \dots, y_n 라고 하자. 기판 a 와 기판 b 의 유사성을 나타내는 지표 S_{ab} 를 제시하고 그 타당성을 설명하십시오.



- (2) 이제 2차원 기판의 경우를 생각하자. 기판 a 와 b 는 가로, 세로 길이가 1cm인 정사각형이고, 각각의 기판 위에 n 개의 부품을 조립한다. 아래의 그림에서처럼 원점에서 부품의 위치 (x,y) 까지의 거리 $\sqrt{x^2+y^2}$ 를 생각하자.



먼저 기관 a 에 대해 원점으로부터 각 부품들까지의 거리를 p_1, p_2, \dots, p_n ($p_1 \leq p_2 \leq \dots \leq p_n$)이라 하고, 마찬가지로 기관 b 의 경우에는 그것을 q_1, q_2, \dots, q_n ($q_1 \leq q_2 \leq \dots \leq q_n$)이라 하자. 이제 어떤 사람이 다음과 같은 유사성 지표를 제안했다고 하자.

$$S_{ab} = 1 - \frac{\sum_{k=1}^n |p_k - q_k|}{n\sqrt{2}}$$

이 지표의 타당성을 검토하고, 지표에 문제점이 있으면 그것에 대해 구체적인 예를 들어서 논하시오.

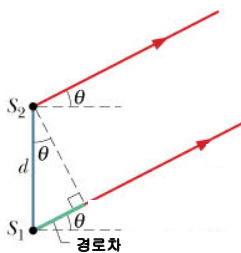
2. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

(가) 토마스 영은 1800년경 이중 슬릿을 이용하여 빛의 간섭 현상을 관찰하였다. 영의 실험은 빛이 파동임을 보여주는 증거로 받아들여졌다. 두 슬릿으로부터 나오는 빛의 경로차가 파장 λ 의 정수배가 될 경우 빛은 보강 간섭하며, λ 의 정수배에서 반 파장만큼 차이가 날 경우 상쇄 간섭을 한다. [그림 1]은 간격 d 만큼 떨어진 슬릿 S_1, S_2 를 위에서 바라보았을 때, 슬릿 면의 법선(정면)에서 θ 만큼 향한 방향으로 진행하여 간섭하는 빛의 경로차를 보여준다.

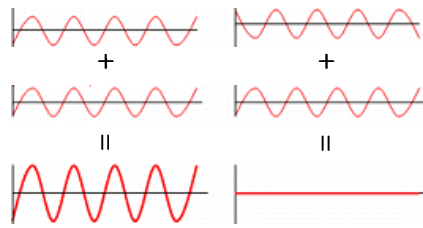
(나) 위상이란 파동을 특징짓는 중요한 변수 중 하나이다. 위상이 같은 파동이 합쳐질 경우 파동은 보강 간섭을 하며, 위상이 180도 다른 파동이 합쳐질 경우 파동은 상쇄 간섭을 한다. [그림 2]는 진폭이 같은 두 개의 파동이 합쳐질 경우 보강 간섭(왼쪽)과 상쇄 간섭(오른쪽)이 일어나는 경우를 보여준다.

(다) 레이더는 빛보다 긴 파장을 갖는 전자기파를 이용하여 물체의 위치 등을 탐지하는 장치이다. 레이더로부터 발사된 전자기파는 물체로부터 반사되어 돌아오게 되고, 이를 이용하여 레이더는 물체의 위치 등을 탐지한다. 사방에 있는 물체를 탐지하기 위해 전자기파를 발사하고 검출하는 레이더 안테나는 기계적으로 회전한다. 안테나가 한 방향을 향하고 있는 동안 관측자는 다른 방향의 정보를 알 수 없다. 레이더는 공항에서 비행기의 위치를 추적하는 데 쓰일 뿐만 아니라, 비구름의 위치, 지형, 과속하는 차의 속력을 탐지하는 데에도 쓰인다.

(라) 얼마 전 우리나라에도 도입된 이지스 함에는 위상배열 레이더라는 것이 설치되어 있다. 위상배열 레이더에는 기계적으로 회전하는 안테나가 없으며, 같은 간격으로 일렬로 늘어선 여러 개의 안테나로 구성되어 있다. 위상배열 레이더는 각각의 안테나에서 발사되는 파동의 위상을 조금씩 달리하여 전자기파가 발사되는 방향을 조절한다. 위상배열 레이더는 전자장치를 이용하여 매우 빨리 위상을 바꿀 수 있으므로, 한 방향을 바라보는 시간을 획기적으로 줄일 수 있다. [그림 3]은 이지스 함에 설치된 위상배열 레이더의 모습(원 안의 팔각형 모양)이다.



[그림 1]



[그림 2]



[그림 3]

(1) 이중 슬릿 사이에 슬릿을 하나 더 만들어서 간격이 일정한 삼중 슬릿을 만들었다. (즉, 슬릿 간격이 $\frac{d}{2}$ 가 되었다.) (가)와 (나)의 제시문을 참조하여, 이중 슬릿과 삼중 슬릿에서 완전한 보강 간섭을 이루는 정면으로부터의 첫 번째 각도를 비교하시오. 이를 확장하여 이중슬릿 사이에 $(N-2)$ 개의 슬릿을 일정 간격으로 만들 경우 어떻게 될지 설명하시오. (이 경우의 슬릿 간격은 $\frac{d}{N-1}$ 가 된다.)

(2) 위에서 얻은 결론과 (라)의 제시문을 바탕으로 하여 위상배열 레이더의 원리를 설명하시오. (위상배열 레이더의 안테나를 마치 슬릿과 같이 생각하여 논리를 전개하시오.) 각각 $\frac{\lambda}{6}$ 만큼 떨어진 안테나들로 이루어진 위상배열 레이더의 경우, 좌우로 90도의 하늘을 살피기 위해서는 안테나 사이의 위상차를 어떤 범위에서 조정하여야 할지 설명하시오.

3. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

(가) 세포막은 세포의 내부로부터 외부 환경을 분리하는 기능을 하고 있으며 세포막을 통하여 많은 물질들의 선택적인 이동이 이루어진다. 일반적으로 물과 같은 작은 분자들은 높은 농도로부터 낮은 농도로 확산하므로 외부 에너지를 사용하지 않고 쉽게 세포막을 통과할 수 있다. 이에 반하여 당이나 아미노산, 이온 등과 같은 물질들은 세포막 투과가 어려워 여러 가지 단백질의 도움을 받아 세포막을 투과한다. 이러한 단백질에는 나트륨이나 칼륨과 같은 필요한 물질만 정확하게 맞추어 세포막을 통과하도록 하는 통로 단백질(channel protein)이나 투과 물질에 결합하여 세포막의 투과를 촉진하는 운반 단백질(carrier proteins) 등이 있다. 이처럼 수송에 관여하는 단백질을 통한 물질의 세포막 투과도 기본적으로는 농도 차에 의한 이동이지만 경우에 따라서는 에너지를 소비하여 농도 차를 거스르는 방향으로 이동이 가능하기도 하다. 이러한 세포막의 기능을 통하여 생리 활성 물질의 농도가 균형적으로 유지되며, 특히 농도 차에 의한 물의 이동은 인체의 균형을 이루는데 필수적인 요소이다.

(나) 식사를 통해 섭취된 분자량이 큰 음식물은 작은창자 내의 효소들에 의해 영양 성분(단당류, 지방산 및 아미노산)으로 분해된다. 이러한 영양소들은 장내로 흡수가 되어 다시 혈류 속으로 이동되는 과정을 통하여 에너지원으로 사용되어질 수 있다. 장의 상피조직 층은 이러한 물질의 수송에 중요한 역할을 하는데 특히 포도당의 경우 상피세포 내로의 이동은 외부의 에너지를 필요로 한다. 포도당의 장내 흡수를 촉진하는 작용은 나트륨 펌프에서 일어난다. 일반적으로 나트륨의 양이 세포 내에 비하여 세포 외에 다량으로 존재하기 때문에, 이러한 농도 차에 의한 나트륨의 이동 시에 상피세포에 존재하는 포도당 펌프가 나트륨펌프와 결합하여 포도당이 세포 내로 수송된다. 포도당을 수송시킨 나트륨은 다시 나트륨을 세포 밖으로 밀어내는 또 다른 펌프의 작용으로 상피세포의 안과 밖을 항상 일정한 농도로 유지하게 한다.

(다) 장 내의 작용이 영양소의 흡수에 중요한 역할을 한다면 콩팥은 노폐물을 걸러내는 기관으로 작용한다. 거를 필요가 있는 혈액으로 가득한 미세 혈관으로부터 혈액이 콩팥으로 들어가면 포도당이나 다른 영양분들, 이온, 물과 같이 재흡수가 되어 사용될 수 있는 물질들은 콩팥의 상피세포를 통하여 장내에서처럼 몸 안으로 재수송이 일어난다. 이러한 과정을 통하여 남겨진 물질들은 수송을 담당하는 단백질이 없는 독성 산물이나 노폐물 등이며 콩팥이 기능을 다하지 못하여 혈액 속에 노폐물들이 쌓일 경우 인체에 치명적인 장애를 가져올 수 있다.

(1) 콩팥의 기능 장애를 가진 환자를 치료하는 대표적인 방법으로 혈액 투석이 사용되고 있다. 투석은 환자의 혈액을 몸 밖으로 끄집어 낸 다음 인공적인 기구를 이용하여 노폐물이 많은 혈액을 건강한 혈액으로 바꾸어 준다. 투석을 위한 장치를 디자인하려 할 경우 투석장치의 기본적인 구조와 고려해야 할 조건, 파생될 수 있는 문제점 및 그 이유 등을 위의 지문들에 근거하여 설명하시오.

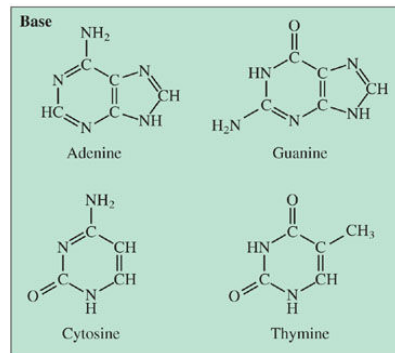
(2) 비브리오 콜레라균에 의하여 감염이 되는 콜레라는 아직도 개발도상국들의 주된 보건 문제이며 세계 보건기구의 관리 하에 있는 3대 전염성 질병 중의 하나이다. 콜레라의 대표적인 증상은 환자들의 설사로 인한 탈수 증세로, 이는 콜레라의 높은 치사율의 주된 원인으로 알려져 있다. 콜레라의 병원균이 장 내의 상피세포에 문제를 일으킨다고 가정하자. 위의 예시문들을 이용하여 콜레라 환자들이 탈수를 일으키는 메커니즘을 제시하고 이를 구체적으로 설명한 다음, 탈수를 치료하기 위하여 효과적으로 물을 공급하는 치료법을 제안하시오.

4. 수소 결합은 자연계에서 관찰되는 다양한 자연현상이 발현되고 유지되는데 반드시 필요한 요소이다. 특히 수소 결합은 단백질, 핵산 등의 생체 분자들에 있어서도 중요한 역할을 한다고 알려져 있다. 다음 예시문을 읽고 논제에 답하시오.

(가) 수소 결합은 분자의 물리, 화학, 생물학적인 특성에 대해 많은 것을 설명할 수 있게 해준다. 그러나 수소 결합의 본질적인 특징은 의외로 매우 간단하다. 즉, 전기 음성도가 큰 원자에 붙은 수소 원자는 주위에 있는 전기 음성도가 큰 다른 원자에 매우 강하게 끌린다는 것이다. 수소 결합의 성립요건은 수소가 끌리는 전기 음성도가 큰 원자가 비공유 전자쌍(공유결합에 참여하지 않는 전자쌍)을 가지고 있어야 한다는 것과, 기하학적인 구조로는 수소 원자가 전기 음성도가 큰 두 원자를 이은 선상에 위치하여야 한다는 것이다. 이렇게 간단한 원리의 수소 결합으로 아래에 예시된 단백질이나 핵산 등에서 일어나는 다양한 생명 현상을 설명할 수 있다.

(나) 단백질은 분자량이 크며 수백에서 수천 개의 아미노산 분자가 이어진 형태를 갖고 있다. 이러한 아미노산들이 연결된 사슬을 단백질 골격이라고 하며 단백질이 생체 내에서 작용하기 위해서는 아미노산 사슬이 감기고 접혀져서 활성화 형태의 특수한 입체 구조를 이루어야 한다. 단백질을 이러한 구조로 유지시키는 것은 단백질 골격을 이루는 아미노산의 원자들 사이에서 이루어지는 수소 결합이다. 예를 들면 대부분의 단백질에서 나타나는 기본 구조인 알파 나선 구조는 이러한 수소 결합에 의해 유지된다고 알려져 있다 그리고 대부분의 단백질은 50-60 °C 사이에서 변성되며 이 온도에서 수소 결합이 파괴되어 활성화 상태의 입체구조를 잃게 된다. 만약, 단백질의 수용액이 너무 뜨겁게 혹은 너무 오래 가열되지 않고 수용액을 천천히 식힌다면, 수소 결합이 다시 생성되어 아미노산 사슬이 감기고 접혀서 원래의 활성화 형태 구조로 돌아올 수 있다.

(다) 모든 생명체의 유전자는 당, 인산, 염기로 구성된 DNA로 이루어져 있다. DNA는 두 개의 평행한 사슬을 가지고 있는 사다리모양의 분자로서 당과 인산기가 수직 방향으로 번갈아 나타난다. 양 사슬의 각 당에는 염기가 결가지로 부착되어 있으며, 이들 염기간의 수소 결합이 이루어져 사다리의 발판 형태를 띤다. 염기는 [그림 1]과 같이 4개의 분자, 즉 아데닌(A), 구아닌(G), 시토신(C), 티민(T), 중 어느 한 가지가 될 수 있다. 염기쌍의 결합은 두 가지 방법이 있다. 아데닌과 티민 사이와 구아닌과 시토신 사이의 수소 결합이 그것이다. 살아 있는 세포에서 DNA 사다리는 이중 나선을 형성하며, 사슬을 따라 염기가 붙어 있는 순서는 유전적 정보를 암호화하여 저장하는 역할을 한다.

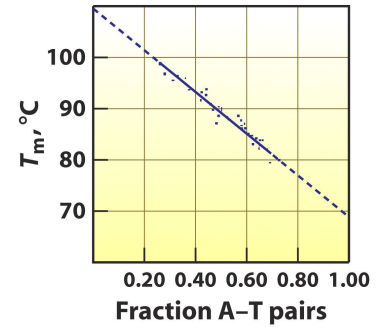


[그림 1]

(1) 위의 지문에서 언급된 DNA 이중 나선은 견고하여 용액 내에서 자유롭게 움직이지 못한다. 하지만 DNA의 용액을 가열하면 용액은 끈적한 상태에서 갑자기 물처럼 쉽게 흐르기 시작한다. 이러한 현상이 관찰되는 온도를 보통 T_m (melting point, 녹는점)으로 표시한다. 수용액의 온도가 T_m 일때 DNA에 일어나는 현상과 얼음이 녹을 때 일어나는 현상과는 어떤 다른 점과 유사성이 있는지 구체적으로 설명하시오.

(2) [그림2]는 DNA의 전체 염기쌍 중 A-T 염기쌍의 비율과 DNA 수용액의 T_m 간의 상관관계를 나타낸다. A, T, G, C 염기들의 분자구조를 이용하여 A-T 그리고 C-G 염기쌍 사이의 수소 결합의 수를 추정하고, 이를 바탕으로 A-T 염기쌍의 비율과 측정된 T_m 과의 상관관계를 설명하시오.

(3) 대부분의 단백질은 50~60 ℃ 정도에서 변성된다. 그러나 온천이나 깊은 바다 속 열수구(해저화산활동에 의해 광물이 녹아 있는 고온의 물이 솟아 오르는 곳) 근처는 물의 온도가 100 ℃에 가까움에도 불구하고 미생물이 살아가고 있다. 이들 지역에서의 미생물들의 단백질은 이렇게 뜨거운 환경에서 살아가기 위해 분자 수준에서 어떠한 차이점을 가지는지 설명하시오.



[그림 2]

수험생 유의사항

1. 논술 답안지의 수험번호란은 반드시 컴퓨터용 사인펜으로 표기할 것.
2. 논술 답안은 반드시 검정 볼펜으로 작성할 것.
3. 논술 작성은 180분 안에 완료할 것.
4. 수정시 수정액/수정테이프를 사용하지 말고, 검정 볼펜으로 줄을 긋고 다시 쓸 것.
5. 자신의 신원을 드러내는 표현이나 불필요한 표시를 하지 말 것.
6. 논술 문제지와 연습지도 제출할 것.