

2012학년도 중앙대학교

수시 2차 논술 문제지 (자연계열 I)

대학		학과 (학부)		수험 번호		성명	
----	--	------------	--	----------	--	----	--

◆ 답안 작성시 유의 사항 ◆

- 문제지는 표지를 제외하고 모두 7장으로 구성되어 있습니다.
- 연습지가 필요할 경우 문제지의 여백을 이용하십시오.
- 답안지의 수험번호 표기란에는 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜으로 표기하고 답안은 흑색 필기구를 사용하여 작성하십시오.
- 답안지는 한 장만 사용하십시오.
- 답안을 작성할 때 답과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마십시오.
- 답안은 반드시 문항별로 지정된 구역에만 작성하십시오.
 - ※ 지정된 구역을 벗어난 답안은 채점이 불가능함.
 - ※ 수정액, 수정테이프는 절대 사용불가함.



2012학년도 중앙대학교 수시 2차 논술 문제지 (자연계열 I)

▣ 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 사람들은 18세기 초 이전까지만 해도 식물이 필요한 영양분을 모두 토양으로부터 흡수한다고 생각하였다. 그러나, 18세기 중반부터 행해진 일련의 실험을 통해 식물은 특정한 파장의 햇빛을 흡수하여 생체 에너지로 변환시키고, 이 에너지를 이용해 공기 중의 이산화탄소를 고정하여 필요한 영양분인 탄수화물을 만들고 산소를 방출한다는 사실이 밝혀졌다. 대표적인 실험으로서, 1882년 독일의 앙겔만은 해캄과 호기성 세균을 이용한 실험에서 그림 (1)과 같이 빛의 파장에 따라 호기성 세균이 모이는 정도가 다르다는 것을 알아냈다.

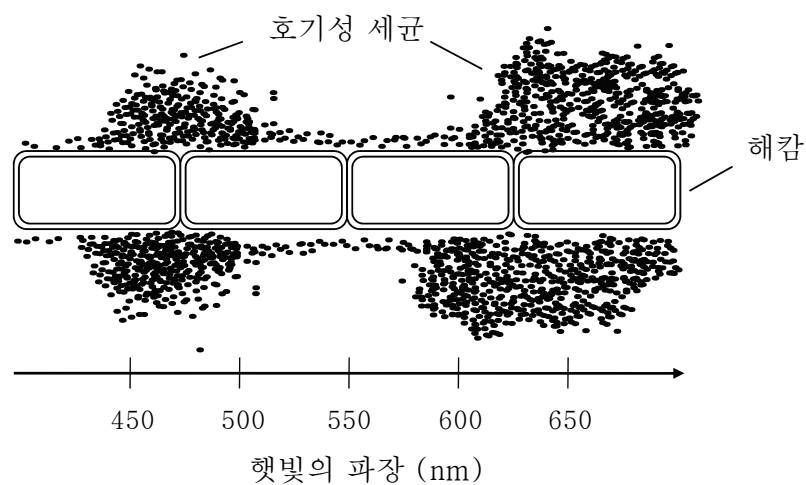


그림 (1)

1905년 영국의 블랙만은 그림 (2)의 그래프와 같이 일정한 온도에서의 광합성률이 초기에는 빛의 세기에 따라 증가하다가 어느 정도 빛이 강해지면 더 이상 증가하지 않고 일정해지며, 약한 빛에서 온도는 광합성률에 영향을 거의 끼치지 못하지만 일정 수준보다 강한 빛에서 광합성률은 온도에 의하여 조절된다는 사실을 알아냈다.

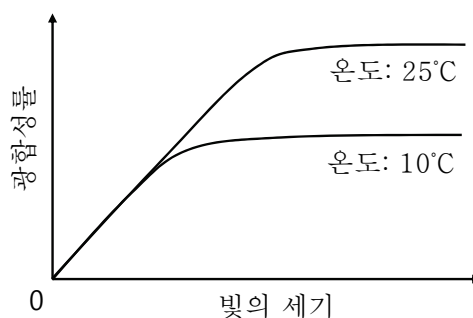


그림 (2)

(나) 생물의 개체 발생 과정 동안 한 개의 수정란은 분열과 분화의 복잡한 과정을 거쳐 조직의 기능을 수행하기에 적합한 특정 형태의 세포들로 변환된다. 예를 들어, 신경 조직 세포의 경우 복잡한 자극을 효과적으로 처리하기 위해 세포 주위에 많은 돌기들이 나와 있다. 또한, 골격 근육 조직 세포는 수축성 단백질이 일렬로 배열된 특수한 형태의 섬유모양 세포들로 구성되어 수축 기능을 담당하기에 적합한 구조로 되어 있다. 이와 같이 조직의 기능에 따라 달라지는 세포의 형태적 특성은 세포 주위 환경과 상호작용에 의하여 형성된 세포의 장력과 세포 자체에서 분비된 신호 전달 물질의 농도에 따라 조절된다.

그림 (3)은 수축력을 증가시키는 활성 인자의 농도와 세포의 장력 변화에 따라 동일한 세포가 평면상에서 서로 다른 모양으로 변화되는 양상을 보여주는 모식도이다. 이와 같이 서로 다른 모양을 가진 세포는 결국 각각의 특수한 생리적 기능을 담당하게 된다.

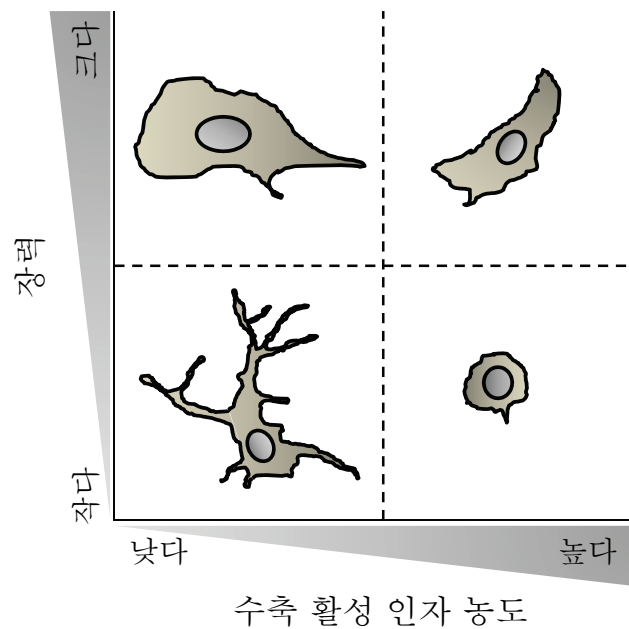


그림 (3)

(다) 수 세기 동안 입자 모형과 파동 모형이라는 빛에 대한 두 개의 모형이 있었다. 뉴턴은 빛의 입자 모형을 믿었다. 그는 빛을 속력이 대단히 빠른 작은 입자들로 이루어졌다고 생각하였다. 한편 호이겐스는 빛이 파동 현상이라고 믿었다. 뉴턴과 호이겐스 이후 백 년도 더 지나서 영이 빛의 간섭 실험을 함으로써 파동 모형이 더 활발하게 주장되었다. 나중에 맥스웰은 빛이 전자기파의 일부분이라고 제안하였다. 헤르츠가 맥스웰이 예측하였던 성질을 가진 전파를 만들어 내었을 때 파동 모형은 더 큰 지지를 얻게 되었다. 파동으로 보았을 때 빛은 다음과 같은 특징이 있다.

첫째, 파동이 전달하는 에너지는 진폭의 제곱과 진동수의 제곱에 비례한다.

둘째, 빛의 진폭, 즉 빛의 세기는 빛의 밝기에 따라 달라지고,
빛의 진동수는 빛의 색깔에 따라 달라진다.

1887년 헤르츠는 아연 표면에 자외선을 쬐었을 때 전자들이 방출되는 현상을 발견하였다. 이와 같이 물질에 빛을 쬐었을 때 전자가 튀어나오는 현상을 광전 효과라고 하며, 이때 금속 표면에서 튀어나오는 전자를 광전자라고 한다. 정밀한 실험에 의한 광전 효과의 실험 결과를 분석하여 알아낸 광전 효과의 특징은 다음과 같다.

첫째, 쬐인 빛의 진동수가 어떤 특정한 값보다 작으면 매우 센 빛을 쬐어도 전자는 튀어나오지 않는다.

둘째, 세기가 매우 약한 빛이라도 진동수가 한계 진동수보다 크면 광전자는 빛을 쬐이자마자 튀어나온다.

셋째, 금속 표면에서 튀어나오는 광전자의 최대 운동 에너지는 빛의 세기에는 관계없고, 빛의 진동수에만 관계된다.

넷째, 같은 진동수의 빛을 쬐일 경우에 튀어나오는 광전자의 수는 빛의 세기에 비례한다.

아인슈타인은 플랑크가 열복사 현상을 설명하며 제안한 에너지 양자의 개념을 광전 효과에 도입하여, 빛은 연속적인 파동이 아니라 광자라고 불리는 불연속적인 에너지 입자의 흐름이며, 진동수 f 인 광자가 가지는 에너지 E 는

$$E = hf$$

라고 설명하였다. 위의 식에서 h 는 플랑크상수이다.

(라) 주사위나 동전을 여러 번 던지는 것과 같이 어떤 시행을 되풀이할 때, 각 시행의 결과가 다른 시행의 결과에 아무런 영향을 주지 않을 경우, 즉 매회 일어나는 사건이 서로 독립일 때, 이와 같은 시행을 독립시행이라고 한다. 사건 A 가 일어날 확률을 p 라고 할 때, N 회의 독립시행에서 사건 A 가 n 회 일어날 확률은 다음과 같다.

$${}_N C_n p^n (1-p)^{N-n} = \frac{N!}{n!(N-n)!} p^n (1-p)^{N-n}$$

독립시행의 확률은 평균값에 적용될 수도 있다. 예를 들어, T 시간 동안 평균적으로 m 번 발생하는 사건이 있다고 가정하자. T 시간을 N 등분한 T/N 시간 동안 이 사건이 한번 발생할 확률은 m/N 으로 볼 수 있으며, T 시간 동안 이 사건이 n 번 발생할 확률 $p(n)$ 은 독립시행의 확률을 이용하여 표현하면 다음과 같다.

$$p(n) = \frac{N!}{n!(N-n)!} \left(\frac{m}{N}\right)^n \left(1 - \frac{m}{N}\right)^{N-n}$$

위의 식에서 $N \rightarrow \infty$ 이면, $p(n)$ 은 다음과 같이 표현된다.

$$p(n) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N!}{(N-n)!N^n} \left(1 - \frac{m}{N}\right)^{N-n} \frac{m^n}{n!} = \frac{m^n e^{-m}}{n!}$$

단, $e = 2.71828\dots$ 은 자연로그의 밑이다.

(마) 일차변환 $T: (x, y) \rightarrow (ax+by, cx+dy)$ 를 행렬로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

위 식에서 $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ 라 하고 $A^{-1} = \begin{pmatrix} e & f \\ g & h \end{pmatrix}$ 가 존재한다고 하면, 아래의 식이 성립한다.

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e & f \\ g & h \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix}$$

점 (x, y) 가 직선 $\alpha x + \beta y + \gamma = 0$ 위의 점일 때, $x = ex' + fy'$, $y = gx' + hy'$ 를 대입하여 정리하면 $(\alpha e + \beta g)x' + (\alpha f + \beta h)y' + \gamma = 0$ 을 얻는다. 따라서 점 (x', y') 는 다음 직선 위의 점이다.

$$(\alpha e + \beta g)x + (\alpha f + \beta h)y + \gamma = 0$$

이와 같이, 역변환을 갖는 일차변환은 직선을 직선으로 옮긴다.

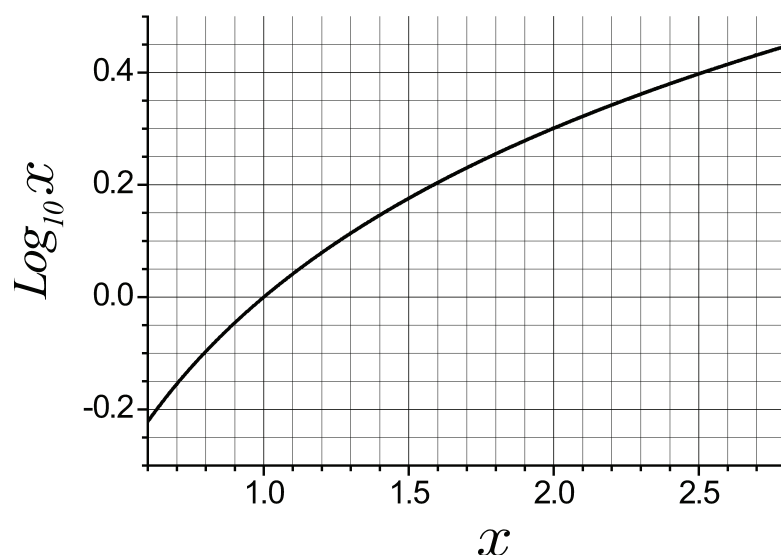
네 개의 정수 p, q, r, s 를 성분으로 하는 행렬 $B = \begin{pmatrix} p & r \\ q & s \end{pmatrix}$ 에 의한 일차변환을 S , B 의 역행렬 $B^{-1} = \begin{pmatrix} s & -r \\ -q & p \end{pmatrix}$ 에 의한 일차변환을 S^{-1} 라 하면 다음이 성립함을 알 수 있다. 단, $ps - qr = 1$ 이다.

$$\begin{cases} S: (1, 0) \rightarrow (p, q) \\ S: (0, 1) \rightarrow (r, s) \\ S^{-1}: (p, q) \rightarrow (1, 0) \\ S^{-1}: (r, s) \rightarrow (0, 1) \end{cases}$$

$L = \{(x, y) | x, y \text{는 정수}\}$ 라고 하자. 행렬 B 와 B^{-1} 의 모든 성분이 정수이므로 S (또는 S^{-1})의 정의역을 L 로 제한하면 L 에서 L 로의 일대일대응을 얻는다. 역변환을 갖는 일차변환은 직선을 직선으로 옮기므로, 네 점 $(0, 0), (np, nq), (mr, ms), (np+mr, nq+ms)$ 을 꼭짓점으로 갖는 평행사변형은 S^{-1} 에 의해서 네 점 $(0, 0), (n, 0), (0, m), (n, m)$ 을 꼭짓점으로 갖는 직사각형으로 옮겨진다. 여기서, n, m 은 임의의 정수이다.

[문제 1] 제시문 (가)에서 설명한 앵겔만과 블랙만의 실험 결과를 제시문 (다)에 나타난 빛의 입자성과 파동성에 근거하여 각각 논리적으로 설명하시오. [20점]

[문제 2] 제시문 (나)의 그림 (3)에서 좌측 하단에 보이는 나뭇가지 모양의 돌기가 뺀어 있는 세포의 모양은 외부의 장력이 작은 경우에 나타나며, 수축 활성 인자의 농도에 따라 세포의 돌기 수가 일정한 분포를 갖는다. 활성 인자의 농도와 장력이 균일한 배양접시에 있는 세포들 중 10개의 돌기를 가진 세포를 추출하여 실험에 사용하려 한다. 주어진 환경에서 세포가 10개의 돌기를 가질 확률이 20%라고 가정할 때, 이 세포를 적어도 2개 이상 얻을 확률이 50% 이상이 되기 위해 추출해야 할 세포 수의 최솟값을 구하는 과정을 제시문 (라)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 필요시 아래의 상용로그 그래프를 이용하시오. [20점]



[문제 3] 제시문 (나)에서 설명된, 수축 활성 인자의 농도와 장력에 따라 다른 형태로 변
 환되는 세포들이 밑면이 정사각형($100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$)인 배양접시에 담겨있다. 세포의 형
 태 결정 조건을 한 번의 실험으로 알아내기 위해, 배양접시의 가로와 세로 방향으로 각
 각 그림 (a), (b)와 같이 활성 인자의 농도와 장력에 변화를 주었다. 그 결과, 배양접시
 위에 균일하게 퍼져있던 세포들은 그림 (c)와 같이 네 영역으로 구분되어 서로 다른 특
 정 형태의 세포로 변환되었다. 배양접시의 가로 방향을 x 축, 세로 방향을 y 축이라 할
 때, 네 영역으로 구분하는 두 직선의 식은 각각 $y_1 = 2x - 50$, $y_2 = 0.5x + 25$ 이었다.

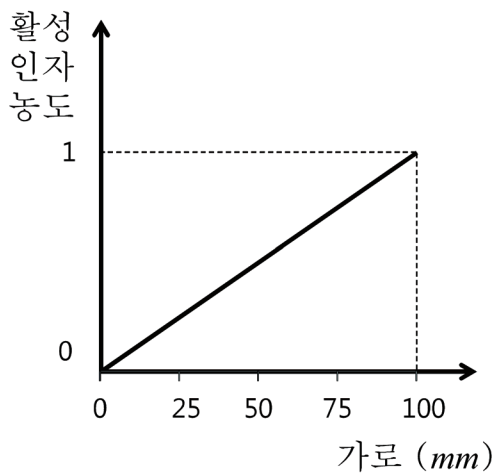


그림 (a)

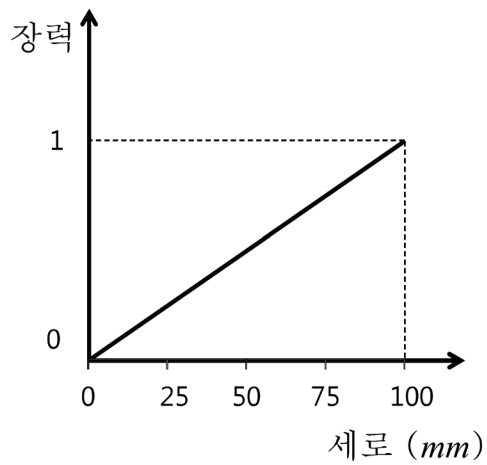


그림 (b)

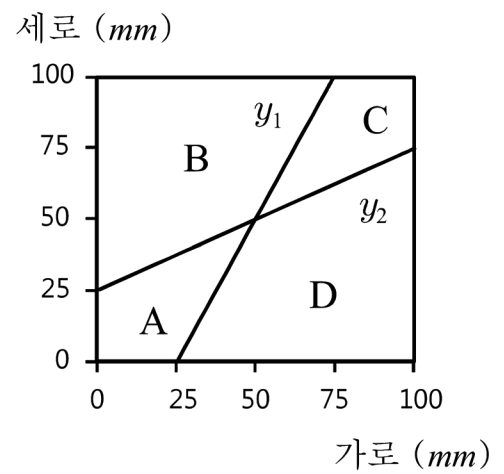


그림 (c)

이 배양접시에 10^4 개의 세포가 균일하게 퍼져있고, 세로 방향의 장력 변화는 그림 (b)
 와 동일하나, 가로 방향의 활성 인자 농도 변화가 주위 환경으로 인해 그림 (d)와 같이
 2차 곡선의 형태로 변했을 때, 그림 (c)의 A 영역에 속할 세포의 수를 구하는 과정을 논
 리적으로 설명하시오. [20점]

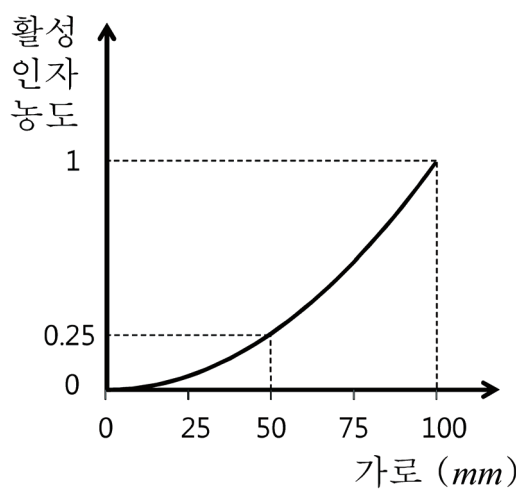
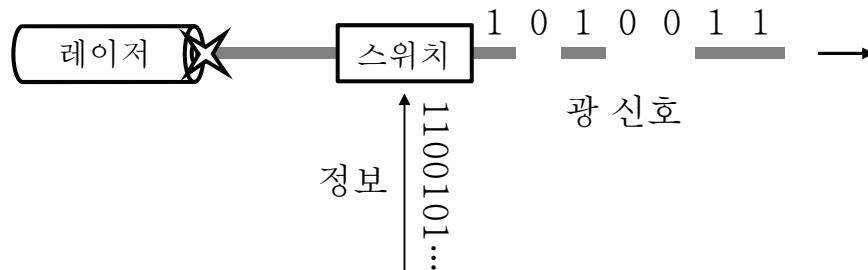


그림 (d)

[문제 4] ‘1100101...’과 같은 형태로 무한히 긴 2진수 정보가 있다. 아래 그림과 같이, 레이저에서 나온 진동수 f 인 빛을 On/Off 시키는 방식으로 2진수 정보를 광 신호로 변환하며, 변환을 담당하는 On/Off 스위치는 초당 10^6 bit의 속도로 오류 없이 동작한다. 하나의 bit를 표시하는 1 또는 0은 각각 스위치에 의한 빛의 On 또는 Off로 표현된다. 사용된 레이저의 광 출력(일률)은 일정한 평균값을 가지며, 이 값은 제시문 (라)에 나타난 독립시행의 분포를 따른다.



1이 0으로 또는 0이 1로 변환되는 경우를 변환 오류라고 할 때, 변환 오류의 발생 빈도를 10^9 bit당 1회 이하로 낮추기 위해 필요한 레이저의 광 출력을 구하는 과정을 제시문 (다), (라)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, 2진수 정보에는 1과 0이 각각 50%의 비율로 포함되어 있으며, 광자가 1개 이상이면 1로 인식된다. [20점]

[문제 5] 제시문 (나)에서 설명된, 장력에 따른 세포의 형태 및 크기의 변화를 관찰하기 위해 크기가 매우 작은 나노 격자를 이용하여 세포 내부에 있는 격자점의 수로 세포의 크기를 표시하려 한다. 장력이 가해진 상황에서 배양된 한 개의 세포가 격자 좌표에서 표1의 네 꼭짓점을 갖는 평행사변형 모양이었는데, 장력을 제거한 후 표2의 네 꼭짓점을 갖는 직사각형 모양으로 변형되었다고 하자. 장력이 가해진 상황에서 측정된 세포의 크기를 구하는 과정을 제시문 (마)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, 세포의 경계에 있는 격자점들은 크기에 포함시키지 않는다. [20점]

	x 좌표	y 좌표
꼭짓점1	0	0
꼭짓점2	65	39
꼭짓점3	91	56
꼭짓점4	156	95

→

	x 좌표	y 좌표
꼭짓점1	0	0
꼭짓점2	13	0
꼭짓점3	0	7
꼭짓점4	13	7

- 끝 -