

2011학년도 중앙대학교

# 수시 2차 논술 문제지 (자연계열 I)

대학		학 과 (학부·계열)		수험 번호		성명	
----	--	----------------	--	----------	--	----	--

### ◆ 답안 작성시 유의 사항 ◆

- 문제지는 표지를 제외하고 모두 5장으로 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.



# 2011학년도 중앙대학교 수시 2차 논술 문제지 (자연계열 I)

## ▣ 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오. (100점)

(가) 사람은 생명을 유지하는데 필요한 에너지와 몸을 구성하는데 필요한 물질을 음식물 속에 들어 있는 영양소로부터 얻는다. 탄수화물은 포도당과 같은 단당류로, 단백질은 아미노산으로 분해되어 흡수된다. 지질은 물에 녹지 않는 물질로 소화과정에서 글리세롤과 지방산으로 분해되어 흡수된다. 여기서 '흡수'라고 하는 현상은 체외로부터 물질이 혈관 속으로 들어가는 것을 의미하며 영양물질의 흡수는 소장에서 가장 활발하다. 흡수를 담당하는 주요 조직인 상피조직은 상피세포로 이루어져 있다. 세포막은 지질과 단백질로 구성되며 세포막을 통한 물질의 수송에는 수동수송 또는 능동수송이 관여한다. 수동수송은 물질이 지질막에 분배, 용해되어 확산되는 과정으로, 지용성이 높은 물질일수록 투과성이 크다. 수동수송에서 물질 이동을 일으키는 힘은 세포막 내부와 외부의 농도 차이이기 때문에 단위 시간동안 단위 면적을 통과하는 물질의 양은 세포막 내부와 외부의 농도 차이에 비례한다.

(나) 아미노산, 단당류와 같이 생체에 필수적인 영양 물질, 비타민, 호르몬 등은 세포막의 친수성 통로를 통과할 수 없을 정도의 큰 분자이고 수용성이다. 이 분자들은 수송담체(transport carrier 또는 pump)의 도움을 받아 농도 차이에 역행하여 세포막을 통과한다. 능동수송에 관여하는 담체는 소장의 특정 부위에서 특정 물질만을 선택적으로 수송하며 생체 내 대사 에너지를 필요로 한다. 소장의 융털에는 아미노산과 포도당을 수송하기 위한 담체가 잘 발달되어 있는데, 그 예로는 글루타민을 수송하는 중성 아미노산담체, 글리신을 수송하는 글리신 담체, 포도당을 수송하는 포도당 담체 등이 있다. 능동수송에 관여하는 담체의 수가 제한되어 있기 때문에 수송 물질의 단위 시간 당 투과량이 물질의 농도에 비례하여 증가하지 않고 일정 수준에서 포화된다.

(다) 플럭스란 단위 시간동안 단위 면적을 통과하는 흐름의 양을 가리키는 용어로서 액체나 기체와 같은 유체(fluid), 전하(electric charge)와 같은 입자, 물체에서 복사된 에너지 등이 흐르는 정도를 나타낸다. 플럭스와 함께 사용되는 유용한 개념으로 입체각이 있는데, 이는 평면에서 정의되는 각이 3차원으로 확장된 것이다. 다음 그림 (1)과 같이 공간상의 한 점  $O$ 에서 바라보는 임의의 물체를, 점  $O$ 를 중심으로 하는 반경 1인 단위 구의 표면에 투사시킨 면적이 입체각이다. 입체각의 단위로는 스테라디안(steradian, sr)을 사용하며, 그 최댓값은 단위 구의 표면적에 해당하는  $4\pi$ (단위: sr)이다. 물체를 바라보는 입체각은 관측자와 그 물체 사이 거리의 제곱에 반비례하여 줄어든다.

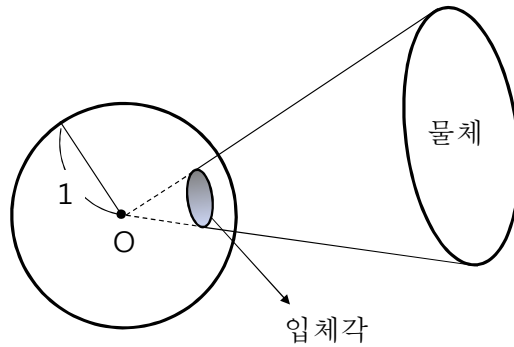


그림 (1)

예를 들어, 지구에서 보았을 때 태양과 달이 거의 같은 크기로 보이는 것은 태양과 달의 입체각이 거의 같기 때문이다. 복사 에너지를 플럭스로 나타내는 경우, 동일한 입체각으로 발산되는 플럭스의 합은 거리와 상관없이 일정하게 유지된다. 입체각의 크기가 매우 작을 경우 입체각  $\alpha$ 는 식 (1)과 같이 근사적으로 표현된다. 식 (1)에서  $A$ 는 물체의 면적,  $D$ 는 관측자와 물체 사이의 거리이다.

$$\alpha \approx \frac{A}{D^2} \quad (1)$$

**(라)** 복사 평형(radiation balance)이란, 물체가 복사를 통해 흡수하는 에너지와 방출하는 에너지의 양이 같아서 온도가 일정하게 유지되는 상태를 말한다. 흑체(black body)는 입사된 모든 빛을 흡수하는 이상적인 물체를 의미하며, 외부와 복사 평형 상태에 있는 경우 입사된 에너지만큼의 빛을 발산한다. 물체에 흡수된 복사 에너지의 크기를 입사된 복사 에너지의 크기로 나눈 값을 흡수율(absorptivity)이라고 부르는데, 흑체는 흡수율이 1인 물체이다.

절대온도가  $T$ 인 흑체 표면에서 단위 시간동안 발산되는 복사 에너지는 온도의 4제곱에 비례하는데, 이를 스테판-볼츠만(Stefan-Boltzmann) 법칙이라 부르며 식 (2)와 같이 표현된다. 식 (2)에서  $J$ 는 단위 시간동안 단위 면적에서 발산되는 복사 에너지,  $S$ 는 스테판-볼츠만 상수라고 불리는 고정된 값이다.

$$J = ST^4 \quad (2)$$

임의의 물체가 발산하는 복사 에너지의 크기를, 이 물체와 표면 온도가 같은 흑체가 발산하는 복사 에너지의 크기로 나눈 값을 방사율(emissivity)이라고 부르는데, 복사 평형 상태에서 모든 물체의 방사율은 그 물체의 흡수율과 크기가 같아진다. 이 현상을 키르히호프(Kirchhoff)의 법칙이라고 한다.

(마) X선 영상장비는 주로 의료용으로 사용되지만, 물체 내부의 비정상적인 부분을 찾아내는 비파괴검사의 용도로 사용되기도 한다. X선 영상장비로 특정 부분의 위치를 파악하는 첫 과정은 X선 발생지점과 영상판 사이의 위치 관계를 계산하는 것이다. 영상판에 투사된 영상으로부터 X선 발생지점을 계산하기 위해 그림 (2)와 같이 변의 길이가  $m$ 인 정사각형 형태의 보정장비를 사용한다. 보정장비의 네 꼭짓점( $a, b, c, d$ )에는 작은 쇠구슬이 있어서, 보정장비의 X선 영상을 영상판에서 얻으면 각 꼭짓점에 해당하는 네 점의 위치를 측정할 수 있다. 그림 (2)에서 X선 발생지점과 네 꼭짓점은 동일한 평면에 있으며, 보정장비가 놓인 지점의 좌표계는  $xy$ , 영상판이 놓인 지점의 좌표계는  $x'y'$ 이고,  $a', b', c', d'$ 는 꼭짓점  $a, b, c, d$ 가 영상판에 투사된  $y'$  축 좌표이다.

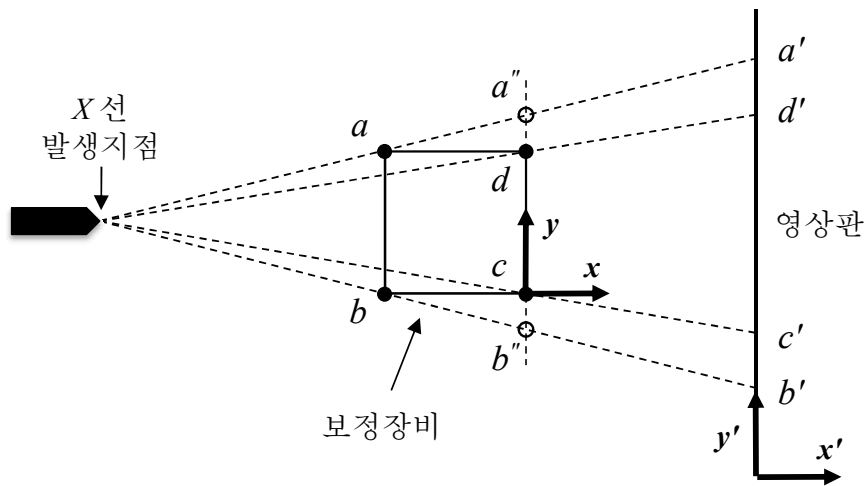


그림 (2)

$c$ 가  $xy$ 좌표계의 원점일 때,  $y'$ 축 위에 있는  $c', d'$ 와  $y$ 축 위에 있는  $c, d$ 의 위치를 이용하여  $y$ 축 좌표와  $y'$ 축 좌표 사이의 관계식을 구하면 다음과 같다.

$$y' = \frac{d' - c'}{m} y + c' \quad (3)$$

식 (3)을 역으로 이용하면,  $a$ 와  $b$ 가  $y$ 축 위에 가상적으로 투사된 점인  $a''$ 와  $b''$ 의  $y$ 축 좌표를 식 (4)와 같이 얻는다.

$$a'' = \frac{m}{d' - c'} (a' - c'), \quad b'' = \frac{m}{d' - c'} (b' - c') \quad (4)$$

**[문제 1]** 다음 자료는 단백질, 탄수화물, 지방이 소화되어 생성된 분해물 A, B, C의 특성을 정리한 것이다.

물질명	A	B	C
녹는점(°C)	182	146	13
열량(kcal/g)	4	4	9
물에서의 용해도(g/100ml, 25°C)	25	91	0.001
기름에서의 용해도(g/100ml, 25°C)	0.01	0.18	65

위 자료에 나타난 물질 A, B, C의 세포막 투과 방식이 능동수송인지 수동수송인지를 제시문 (가)와 (나)에 근거하여 설명하시오. [15점]

**[문제 2]** 아래 그림 (a)는 농도에 따라 올레산과 포도당이 소장에서 흡수되는 속도를 플럭스로 표시한 그래프이다. 일정 농도의 올레산과 그 두 배 농도의 포도당을 사용하여 소장의 동일 면적에서 흡수 실험을 하였는데, 같은 시간 동안 두 물질이 동일한 양만큼 흡수됨을 관찰하였다. 제시문 (다)에서 설명한 플럭스의 개념에 근거하여, 실험에 사용된 올레산의 농도를 구하는 과정을 논리적으로 설명하시오. 단, log는 밑을 10으로 하는 상용로그이며, 필요 시 아래 그림 (b)의 그래프를 이용하시오. [15점]

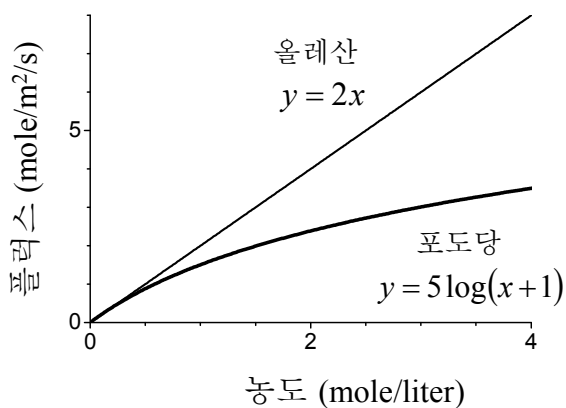


그림 (a)

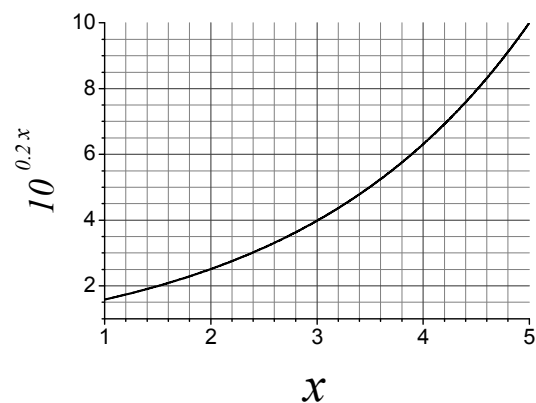


그림 (b)

**[문제 3]** 독일의 천문학자 올버스는 “무한히 넓은 우주에 무한히 많은 항성이 균일하게 분포한다면, 하늘에 별이 가득 차 보여서 밤에도 대낮처럼 밝아야 한다”는 ‘올버스의 역설’을 제시하였다. 태양과 같은 크기와 밝기를 지닌 항성이, 공간의 단위 부피  $V$ 당 하나씩, 지구로부터 거리가 100 AU 이상인 우주 전체에 균일하게 분포한다고 가정하자. 올버스의 주장과 같이 밤하늘 전체가 별로 가득 차 보이기 위해 필요한 우주의 최소 반경을 구하는 과정을 제시문 (다)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, 1AU는 지구와 태양 사이의 거리이며, 지구에서 바라본 태양의 입체각은  $\alpha$ 라고 하자. 필요 시 반경  $R$ 인 구의 부피에 관한 아래의 식을 참고하시오. [20점]

$$\text{구의 부피} = \int_0^R 4\pi r^2 dr$$

**[문제 4]** 태양을 반경  $R$ , 표면 온도  $T$ 인 흑체로 가정하고, 태양과 지구 사이의 거리를  $D$ 라고 하자. 반경이  $r$ 인 지구가 복사 평형 상태에 있다고 할 때, 제시문 (다)와 (라)에 근거하여 지구 표면의 온도  $T_E$ 를 구하는 과정을 논리적으로 설명하시오. 단,  $D$ 는  $r$ 보다 매우 큰 값이며, 지구는 흑체가 아니다. [15점]

**[문제 5]** 제시문 (마)에서  $X$ 선 발생지점으로부터 영상관의 중심까지 거리가  $L$ 로 측정되었다고 하자. 영상관이 원형이고 직경이  $h$ 인 경우, 제시문 (다)에 근거하여 영상 입체각의 최댓값을 구하는 과정을 논리적으로 설명하시오. 단, 영상 입체각은  $X$ 선 발생지점에서 영상관을 바라볼 때의 입체각이다. 필요 시 곡선  $y=f(x)$ 의 구간  $a \leq x \leq b$ 부분의 호의 길이를 구하는 아래의 식을 참고하시오. [20점]

$$\text{호의 길이} = \int_a^b \sqrt{1 + \left(\frac{df(x)}{dx}\right)^2} dx$$

**[문제 6]** 제시문 (마)에서  $c$ 를 원점으로 하여  $X$ 선 발생지점의 좌표  $(x, y)$ 를 구하는 과정을 논리적으로 설명하시오. [15점]

- 끝 -