

경희대학교 2012학년도 신입생
수시 2차 모집 논술고사 문제지(자연계)

[11월 13일(일) 오전]

전형유형 () 지원학부(과) () 수험번호

--	--	--	--	--	--	--	--

 성명 ()

<유의사항>

1. 제목은 쓰지 마시고 특별한 표시를 하지 마시오.
2. 제시문 속의 문장을 그대로 쓰지 마시오.
3. 답안작성과 정정은 반드시 본교에서 지급한 필기구를 사용하시오.
4. 본교에서 지급한 필기구를 사용하지 않았거나, 답안지에 특별한 표시를 한 경우에는 감점 또는 0점 처리합니다. (예: 감사합니다. 등)
5. 답안 정정 시에는 두줄을 긋고 작성하며, 수정액 등을 사용한 경우에는 0점 또는 감점 처리합니다.
6. 답안 작성은 답안지 인쇄된 부분을 이용하여 1장 이내로 작성하시오.

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

[가]

사람들의 관심이 변하지 않는 것에서 변하는 것으로 바뀌면서 변화를 나타낼 수 있는 수단이 필요하게 되었다. 움직이는 물체의 위치변화, 높이에 따른 온도변화 등을 수학적으로 표현해 주는 것이 함수이다. 함수를 ‘변수와 상수로 이루어진 해석적인 식’이라고 한 오일러(Euler)의 정의는 훗날 코시(Cauchy)에 의해 더욱 정교해지고 확장되었다. 함수는 두 변수 사이의 관계, 두 값 사이의 대응으로 자연현상이나 사회현상을 설명하고, 그 속에서 일어나는 여러 가지 문제를 해결해 준다. 집합 X 의 각 원소에 집합 Y 의 원소가 오직 하나씩 대응할 때 이 대응을 집합 X 에서 집합 Y 로의 함수라 하고, 기호로 $f: X \rightarrow Y$ 와 같이 나타낸다. 이 때, 집합 X 를 함수 f 의 정의역, 집합 Y 를 함수 f 의 공역이라 한다. 함수 f 에 의하여 집합 X 의 원소 x 에 집합 Y 의 원소 y 가 대응할 때, 이것을 기호로 $y=f(x)$ 와 같이 나타낸다. 특히, 정의역의 모든 원소가 공역의 한 원소에 대응하는 함수 f 를 상수함수라 하고, 함수 $f(x)$ 가 x 에 대한 이차식인 함수를 이차함수라 한다.

[나]

미분은 움직이는 물체의 순간속도, 가속도를 구하거나 경제활동에서 앞으로의 경기나 주가의 변동을 예측할 때 이용된다. 미분법은 17세기 후반에 뉴턴(Newton)과 라이프니츠(Leibniz)에 의하여 학문적 체계가 갖추어졌다. 뉴턴은 역학적인 관점에서, 라이프니츠는 기하학적인 접선의 관점에서 독립적으로 미분법을 연구하였다. 미분은 자연과학 전반에 걸쳐 큰 영향을 끼쳤으며 경제학, 의학 등의 다양한 분야에서 활용되고 있다. 함수 $y=f(x)$ 에서 x 의 값이 a 에서 $a+h$ 까지 변할 때의 평균변화율에서 h 가 한없이 0에 가까워질 때의 극한값 $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h)-f(a)}{h}$ 가 존재하면 함수 $y=f(x)$ 는 $x=a$ 에서 미분 가능하다고 한다. 그리고 이 극한값을 함수 $y=f(x)$ 의 $x=a$ 에서의 순간변화율 또는 미분계수라 하고, 기호로 $f'(a)$ 와 같이 나타낸다. 또한, $y=f(x)$ 의 정의역에 속하는 임의의 원소 x 에 대하여 미분계수 $f'(x)$ 를 대응시키면 새로운 함수 $f': x \rightarrow f'(x)$ 를 얻는다. 이때, $f'(x)$ 를 $f(x)$ 의 도함수라 부른다.

[다]

적분법은 우리의 실생활에서 다양하게 이용되고 있다. 예를 들면, 건축 설계도에서 넓이를 구하고, 건물의 용적을 계산하며, 또 강 위에 하중을 고려하여 다리를 놓는 등 여러 분야에서 활용하고 있다. 나아가 달이나 화성에 보내는 우주탐사선, 지구 궤도를 돌고 있는 인공위성의 거리와 속도를 고려한 운동방정식을 통해 역학적 문제를 해결하고 있다. 17세기 뉴턴과 라이프니츠에 의하여 만들어진 적분법은 19세기 독일의 리만(Riemann)에 의하여 그 체계가 확립되었다. 함수 $f(x)$ 가 폐구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때 구간 $[a, b]$ 를 n 등분하여 양 끝점과 각 등분점을 $a=x_0, x_1, \dots, x_n=b$ 라 하고, 각 소구간의 길이를 $\Delta x = x_k - x_{k-1} = \frac{b-a}{n}$, ($k=1, 2, \dots, n$)라 놓으면, 이때 극한값 $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n f(x_k) \cdot \Delta x$ 가 존재하고, 이 값을 함수 $f(x)$ 의 a 에서 b 까지의 정적분이라 하며 기호 $\int_a^b f(x) dx$ 로 나타낸다. 정적분을 나타내는 식

$$\int_a^b f(x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n f(x_k) \cdot \Delta x, \quad \left(x_k = a + \frac{(b-a)k}{n}, \Delta x = \frac{b-a}{n} \right)$$

는 극한을 이용하여 정의됨으로, 역으로 정적분을 이용하여 극한값을 구할 수도 있다.

<문제 I-1> 제시문 [가]를 참조하고 제시문 [나]의 논지를 이용하여 다음 질문에 답하시오. (15점)

(1) 실수에서 정의된 미분 가능한 함수 $f(x)$ 가 임의의 실수 x, y 에 대하여 $f(x+y) = f(x) + f(y) - 3xy(x+y)$ 와 $f'(0) = 12$ 를 만족할 때, $f(x)$ 의 극값을 구하고 함수 $f(x)$ 의 그래프를 간단히 보이시오.

(2) 미분 가능한 함수 $f(x)$ 와 함수 $g(x)$ 가 모든 실수 x, y 에 대하여 $f(x+y) = f(x)f(y)$, $f(x) = 1 + xg(x)$ 그리고 $\lim_{x \rightarrow 0} g(x) = 1$ 을 모두 만족할 때, $f'(-x) = \frac{1}{f'(x)}$ 임을 보이고 그 이유를 서술하시오.

<문제 I-2> 제시문 [가]를 참조하고 제시문 [다]의 논지를 이용하여 다음 질문에 답하시오. (10점)

함수 $f(x)$ 가 임의의 실수 x, y 에 대하여 $f(x+y) = f(x) + f(y)$ 와 $\int_0^1 f(1+x)dx = 11$ 를 만족할 때, $\int_{11}^{22} f(x)dx$ 의 값을 구하고 그 근거를 서술하시오.

<문제 I-3> 제시문 [가]를 참조하여 다음 질문에 답하시오. (15점)

모든 실수 x 에 대하여 $4(1-x)^2 f\left(\frac{1-x}{2}\right) + 16f\left(\frac{1+x}{2}\right) = 16(1-x) - (1-x)^4$ 을 만족하는 함수 $f(x)$ 를 모두 조사하고 그 근거를 서술하시오.

경희대학교 2012학년도 신입생
수시 2차 모집 논술고사 문제지(자연계)

[11월 13일(일) 오전]

전형유형 () 지원학부(과) () 수험번호

--	--	--	--	--	--	--	--

 성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

[가]

모든 물질은 원자로 구성되어 있고 원자는 원자핵과 전자로 나뉘며, 전자는 원자핵을 중심으로 바깥쪽에서 회전하고 있다. 수소원자는 양성자 한 개와 전자 한 개를 갖고 있고 수소원자 두 개가 전자 하나씩을 서로 공유하여 수소분자 H_2 를 형성한다. 이때 수소분자의 결합 에너지는 -4.52 eV 이며, $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$, $1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$ 이다.

[나]

물(H_2O)은 우리의 일상적인 생활뿐만 아니라 농업, 공업 등 여러 곳에서 사용되는 귀중한 자원이다. 자연적으로 물은 별다른 조작용 하지 않아도 스스로 정화할 수 있는 자정능력을 가지고 있다. 하지만 최근 인구가 늘고 산업이 발전하면서 생활오수와 산업폐수 등으로 물은 점점 오염이 되어 더 이상 자정작용을 기대하기 어려운 환경이 되었다. 물의 정화과정은 상수원의 수질에 따라 약간의 차이는 있으나, 일반적으로 정수장에서 우리가 먹는 물은 침전과 산화, 여과 등의 물리·화학적 과정과 마지막으로 세균을 죽이는 과정을 거친다. 우리나라의 경우 수돗물을 소독하는 데 중요하게 사용하는 물질은 염소(Cl_2) 기체이다. 한편, 여과된 물에 자외선(UV)을 사용하면 살균을 할 수 있다.

[다]

자외선(UV)은 $200 \sim 400 \text{ nm}$ 정도의 파장을 가진다. 특정 파장의 자외선은 유기화합물의 변형을 일으킬 수 있다. 예를 들면, DNA의 염기 중 티민(thymine)의 분자구조는 자외선에 의해 변형되거나 파괴된다. 변형된 티민은 이웃한 티민이나 시토신(cytosine)과 결합하여 DNA의 복제를 제대로 이루어지지 못하게 하는데, 이러한 현상은 식당 등에서 볼 수 있는 자외선 살균 소독기에 응용되고 있다.

[라]

우리가 일상생활 속에서 마주치는 대부분의 물질은 혼합물이다. 설탕물, 생리식염수, 콜라, 이온 음료, 샴페인과 바닷물 등의 수용액은 혼합물의 예들이다. 용매인 물은 통과하지만 용질분자는 통과할 수 없는 막을 반투막(semipermeable membrane)이라 한다. 반투막으로 격리된 용기의 한 쪽에는 용액을, 다른 한 쪽에는 순수한 용매를 넣으면, 시간이 흐름에 따라 용액 쪽의 부피는 증가하고 순수한 용매 쪽의 부피는 감소한다. 이처럼 반투막을 통하여 용매가 용액으로 흘러 들어가는 것을 삼투현상(osmosis)이라 한다. 결국에는 액체의 부피가 변화되는 것이 멈추게 되고, 이는 계(system)가 평형에 도달한 것을 나타낸다. 이때 두 액체의 높이가 다르므로 순수한 용매보다 용액이 더 큰 수압을 받게 된다. 이 압력을 삼투압(osmotic pressure)이라 한다.

[마]

생물의 세포막 내외는 물이라는 액체의 용매에 나트륨, 칼륨과 염소 등의 무기질 이온은 물론, 아미노산과 포도당 등의 유기질 분자, 그리고 단백질과 같은 거대분자 등의 용질이 녹아있는 수용액 상태이다. 세포가 생명을 유지하기 위해서는 세포막 내외에 녹아있는 각 용질들의 수송이 세포막을 통한 단순한 확산 또는 삼투뿐만 아니라, 세포막에 존재하는 단백질의 구조 변화를 통해서 끊임없이 일어나야만 한다. 세포막에 어떠한 단백질이 얼마나 발현되어 존재하느냐가 선택적 수송의 정도를 결정하게 되고, 따라서 생체 내 여러 세포들의 특성이 나타나게 된다. 한편, 이러한 용질의 수송은 궁극적으로 물의 수송으로 이어져서 삼투현상이 일어나게 된다.

<문제 II-1> 제시문 [가]와 [다]를 참조하여 다음 물음에 답하시오. (20점)

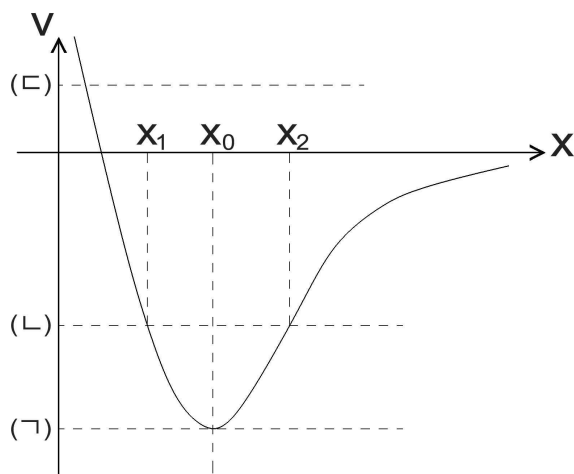


그림 1. 수소분자(H₂)의 원자 간 위치에너지.

(1) 에너지(E)는 운동에너지(K)와 위치에너지(V)로 나눌 수 있으며 에너지가 보존되면 운동에너지와 위치에너지의 합은 항상 일정하다($E = K + V$). 수소분자는 수소원자 두 개가 용수철로 묶여 있는 것으로 가정할 수 있는데, 수소원자 간의 탄성에너지를 위치에너지로 간주할 수 있다. 이때, 수소원자 간의 위치에너지는 위의 그림과 같이 나타낼 수 있다. 수소원자간 거리(X)에 따른 위치에너지의 그림으로부터 수소분자의 총 에너지가 (ㄱ), (ㄴ), (ㄷ)의 상태에 있을 때 수소분자는 어떤 운동을 할 것인지 각각에 대하여 논술하시오(단, 에너지 E 는 항상 위치에너지 V 보다는 같거나 커야 한다).

(2) 티민의 원자구조를 생각했을 때 결합에너지가 가장 낮은 결합은 탄소와 질소 간의 공유결합으로, 이들 간에는 -3.17 eV 정도의 결합에너지를 가지고 있다. 자외선 살균을 하기 위해서는 최소한 얼마 이하의 파장을 가지는 빛이 입사되어야 하는지에 대해 빛의 입자성과 파동성에 근거하여 논술하시오.

<문제 II-2> 제시문 [나]와 [라]를 참조하여 다음 질문에 답하시오. (20점)

(1) 물을 정화하는 과정의 응고·응집 단계에서는 황산알루미늄($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$)을 주성분으로 하는 백반과 수산화칼슘($Ca(OH)_2$)을 함께 사용하고, 살균에는 염소(Cl_2)를 사용한다는 전제 하에 물의 전체 정화과정에 대해 논술하시오(단, 응고·응집과 살균 단계에 관여하는 화학 반응들은 모두 화학반응식을 사용하여 설명하시오).

(2) 미국 캘리포니아 해변의 카타리나(Catalina) 섬에서는 물의 공급이 부족해지면서 바닷물의 탈염(desalination)이 필요하게 되었다. 태양열을 이용한 증발이나 남극에서 빙산을 끌어오는 방법까지도 고려하게 되었으나 최종적으로 인공반투막을 이용한 탈염공장을 짓기로 결정하였다. ‘반투막을 이용하여 바닷물을 우리가 마실 수 있는 순수한 물로 만드는 방법’에 대해서 논술하시오(단, 바닷물과 순수한 물 사이의 삼투압은 24.8 기압(atm)이라고 가정한다).

<문제 II-3> 제시문 [라]와 [마]를 참조하여 다음 질문에 답하시오. (20점)

(1) 세포막은 생명현상을 유지하는 내부의 수용액을 외부의 수용액과 나누기 위하여 어떻게 구성되고 배열되었으며 물리·화학적 상태는 어떠한 지를 기술하고, 용질의 종류 및 크기에 따른 다양한 수송의 종류를 논술하시오.

(2) 생물은 세포막에서의 선택적 수송을 어떻게 조절하고 있는지를 논술하고, 다양한 생물들은 세포 외액의 삼투압적 환경의 변화에 어떻게 적응하고 있는지를 설명하시오.