2011학년도 인하대학교

모의 논술고사 (자연계열)

■ 일반 유의사항

1. 시험시간은 120분, 배점은 [문항 1]이 20점, [문항 2]가 20점, [문항 3]이 60점입니다.
2. 각 문항의 답안은 반드시 해당 답안지에 작성하시오.
3. 답안을 구상할 때 문제지 내의 연습장을 사용하시오.
4. 답안을 작성할 때 흑색 펜만 사용하시오(연필은 사용하지 마시오).
5. 답안을 정정할 때 두 줄을 긋고 정정하시오.
   (수정액 또는 수정 테이프는 사용하지 마시오.)

※ 답안지는 절대 교체할 수 없습니다.

■ 답안 작성 유의사항

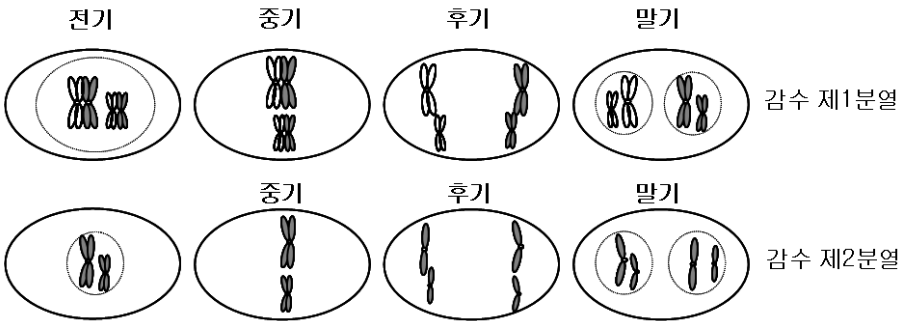
1. 제시된 분량을 지키시오.
2. 제시문의 문장을 그대로 옮기지 마시오.
3. 수험번호, 성명 등 신상에 관련된 사항을 답안에 드러내지 마시오.
4. 풀이의 과정을 순차적으로 서술하되, 수식은 반드시 문장 속에 포함 시키시오.

모의 논술고사 (자연계열)

【문항 1 : 생물】 [20점]

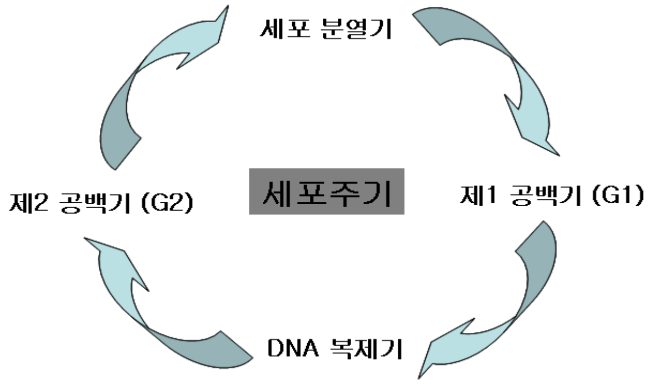
※ 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 사람의 체세포에는 46개의 염색체가 들어 있고 이 염색체 수는 다음 세대에서도 계속 일정하게 유지된다. 이것은 감수분열이라는 과정을 통해 염색체 수가 체세포의 반으로 감소된 생식세포를 만들기 때문에 가능하다. 감수 분열은 아래의 [그림 1]에서 나타낸 바와 같이 감수 제1분열과 감수 제2분열로 구분되어 분열 과정이 2회 연속해서 일어난다. 감수 제1분열 전기에는 상동 염색체끼리 접합하여 2가 염색체를 형성하고, 중기와 말기를 거치는 동안 2가 염색체는 무작위적으로 양극으로 분리, 이동하여 분열 결과 염색체 수가 반감된다. 감수 제2분열은 간기 없이 시작되며, 염색체의 행동이 체세포 분열 과정과 거의 비슷하다.



[그림 1]

(나) 세포주기란 세포 분열을 통해 하나의 세포가 생긴 시점으로부터 다시 이 세포가 두 개의 세포로 분열하는 일련의 과정을 의미한다. 세포주기는 넓은 의미에서 두 단계, 즉 세포의 생장과 염색체의 구성 요소인 DNA가 복제되는 간기와 세포분열이 일어나는 분열기로 구성되어 있다 [그림 2]. 간기는 다시 첫 번째 공백기 (G1기)와 DNA 복제기 (S기) 그리고 두 번째 공백기 (G2기)의 세단계로 나뉘다. 이 중 DNA 복제기에는 DNA가 복제되어 두 배로 증가한다.



[그림 2]

[문제 1] 암, 수 배우자의 수정을 통해 생식을 하는 이배체 $(2n)$ 생물의 체세포가 가지는 염색체의 수가 12개라고 한다. 두 배우자로부터 태어난 자손의 체세포가 부모와 다른 염색체 조합을 가지는 경우의 수를 제시문 (가)의 내용만을 고려하여 논하시오. (10점)

[문제 2] 정자는 정원 세포$(2n)$가 생장기(간기)를 거친 후, 제 1 정모 세포$(2n)$가 되고, 다시 감수 제1분열과정을 거쳐 염색체의 수가 $2n$ 에서 n 으로 감소된 제 2정모 세포(n)로부터 만들어진다. 제 1 정모 세포와 정자가 가지는 유전 물질 즉 DNA의 상대적인 양을 표로 나타내고, DNA의 양이 같은 정원 세포와 제 2 정모세포를 비교하여 '$2n$'과 'n' 의 의미를 논하시오. (10점)

단계	정원 세포 $(2n)$	제 1 정모세포	제 2 정모세포 (n)	정자
상대적 DNA양	1		1	

모의 논술고사 연습장

모의 논술고사 (자연계열)

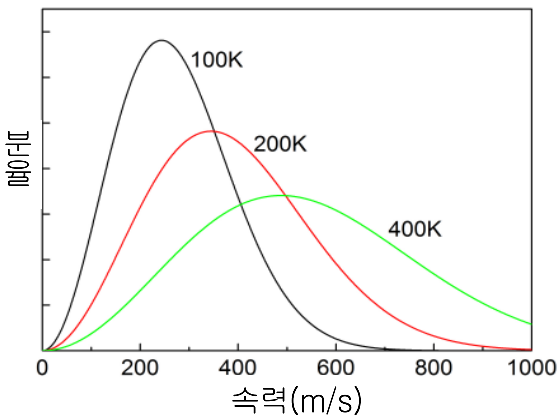
【문항 2 : 화학】 [20점]

※ 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 일정한 온도에서 압력에 따르는 기체의 부피 변화는 Boyle의 법칙으로 요약되는 데, Boyle의 법칙에 의하면 기체의 부피는 압력에 반비례한다. 온도에 따른 부피 혹은 압력 변화는 Charles의 법칙으로 기술하는 데, 일정한 압력에서 기체의 부피는 온도에 비례한다. 부피가 일정한 경우에는 기체의 압력과 온도는 서로 비례하게 된다.

(나) 대부분의 화학반응은 분자 간의 충돌에 의해 일어난다. 따라서 화학반응의 속도는 충돌횟수와 직접적으로 연관되어 있다. 화학반응의 속도를 설명하는 이론인 충돌이론에 의하면 일정한 온도에서 화학반응의 속도는 반응하는 분자 간의 충돌횟수에 비례하며, 충돌횟수는 각 반응물 분자의 농도에 비례한다. 따라서 A 분자가 다른 A 분자와 충돌하여 생성물 $B+C$ 를 생성하는 반응의 경우 충돌횟수는 A 분자의 농도의 제곱에 비례하게 된다. 또한 충돌횟수는 충돌하는 분자의 평균 속력에 비례한다.

(다) 기체 분자운동론에 의하면 일정한 온도 T 에서 기체 분자들의 속력 분포는 다음 그림과 같은 넓은 분포를 갖는다. 기체 분자들의 속력을 대표하는 값으로 흔히 분자들의 속력을 산술 평균한 값인 평균 속력을 사용한다. 그림에서 보듯이 온도가 변하면 기체 분자들의 속력 분포도 달라지는 데, 온도가 높아지면 속력 분포의 폭이 넓어지는 동시에 분자들의 평균 속력이 높아진다. 정량적으로 나타내면 기체상 분자들의 평균 속력은 기체의 온도의 제곱근에 비례한다. 즉 $\overline{v} \propto \sqrt{T}$ 이다.



[문제 1] 일정한 부피의 반응용기 내에 반응 기체를 넣고 온도를 $300K$ 에서 $432K$ 로 올리면 충돌빈도가 약 20% 증가함을 보이시오. 반응은 제시문 (나)에서와 같이 A 분자가 다른 A 분자와 충돌하여 일어나는 반응이라고 가정한다. (8점)

[문제 2] 문제 1과 같은 반응을 압력이 일정하게 유지되는 반응용기에서 진행시킨다. 온도를 초기 $100K$ 에서 $400K$ 로 올린다면 $400K$ 에서의 충돌횟수는 $100K$ 에서의 충돌횟수의 몇 $\%$ 가 될까? 단, A 기체는 실험한 온도 범위에서 Boyle의 법칙과 Charles의 법칙을 따른다고 가정한다. (12점)

모의 논술고사 연습장

모의 논술고사 (자연계열)

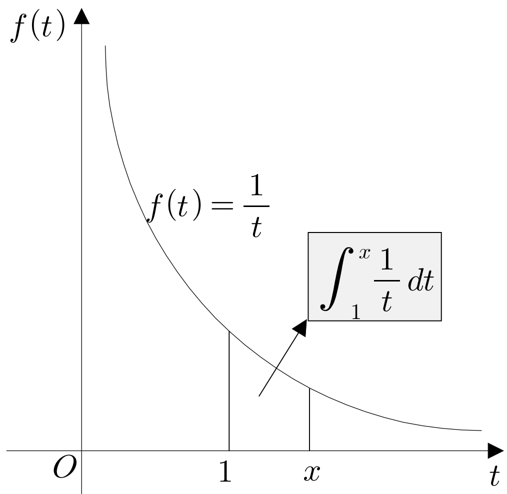
【문항 3 : 수학+물리】 [60점]

※ 다음 제시문을 읽고 물음에 답하시오.

(가) 양의 실수 x 에 대하여 자연로그함수 $\ln x$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$\ln x = \int_1^x \frac{1}{t}\,dt \quad (x>0)$$

$x>1$ 일 때 $\ln x$ 는 [그림 1]과 같이 구간 $[1,x]$ 에서 함수 $f(t)=\dfrac{1}{t}$ 의 그래프와 t-축 사이의 영역의 넓이를 뜻한다. 한편, $0<x<1$ 이면 $\ln x = -\displaystyle\int_x^1 \frac{1}{t}\,dt$ 는 구간 $[x,1]$ 에서 함수 $f(t)=\dfrac{1}{t}$ 의 그래프와 t-축 사이의 영역의 넓이에 마이너스(−) 부호를 붙인 값과 같다. 이로부터 $x>1$ 이면 $\ln x>0$ 이고, $0<x<1$ 이면 $\ln x<0$ 임을 알 수 있다. 또, $\ln 1=0$ 임은 당연하다.



[그림 1]

(나) 함수의 그래프 아래의 넓이와 미분과의 관계를 함수 $f(t)=5-t^2$ 의 예를 통해 알아보자. [그림 2]와 같이 임의의 수 $x(>a)$ 에 대해, a 에서 x 까지 $f(t)$ 의 그래프 아래의 넓이를 $S(x)$ 라 하자. 이때 x 의 증분 $\Delta x(>0)$에 대한 $S(x)$ 의 증분을 ΔS 라 하면 $\Delta S = S(x+\Delta x)-S(x)$ 이다. 그런데 [그림 2]에서 구간 $[x, x+\Delta x]$ 사이의 빗금 친 부분은 밑변의 길이가 Δx , 높이가 $f(x)$ 인 직사각형에 포함되고, 높이가 $f(x+\Delta x)$ 인 직사각형을 포함하므로 부등식 $\left(5-(x+\Delta x)^2\right)\Delta x < \Delta S < \left(5-x^2\right)\Delta x$ 이 성립한

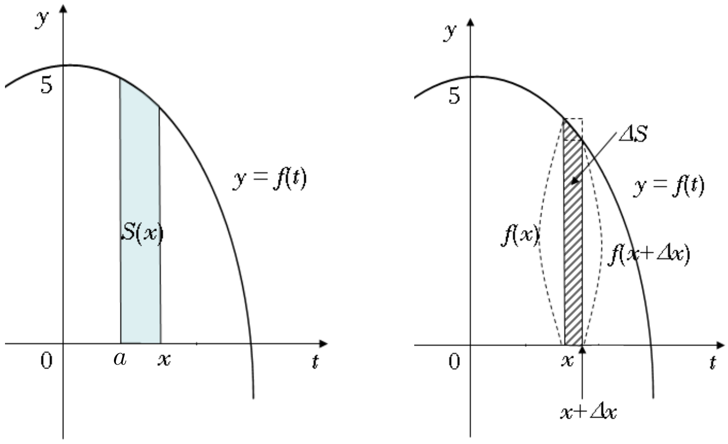
다. 이 부등식의 각 항을 Δx 로 나누면

$$\left(5-(x+\Delta x)^2\right) < \frac{\Delta S}{\Delta x} < \left(5-x^2\right)$$

이고, 극한 $\lim_{\Delta x \to 0}\left(5-(x+\Delta x)^2\right) = 5-x^2$ 으로부터 $\frac{d}{dx}S(x) = \lim_{\Delta x \to 0}\frac{\Delta S}{\Delta x} = 5-x^2 = f(x)$ 이 된다. 즉

$$\frac{d}{dx}\int_a^x f(t)dt = f(x)$$

이다.

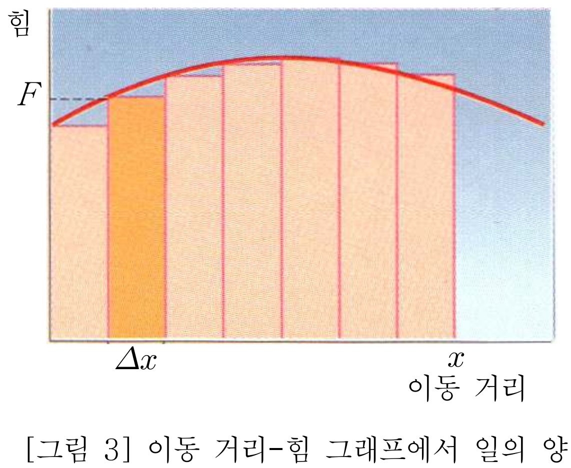


[그림 2] 정적분과 미분의 관계

(다) [그림 3]은 물체에 작용하는 힘의 크기가 변할 때 이동 거리와 힘의 관계 그래프를 나타낸 이다. 이 경우 이동하는 데 필요한 일 W 을 구하려면 이동 거리를 매우 작은 구간 Δx 로 나누고 각 구간마다 힘이 한 일 $(=F\,\Delta x)$을 구한 다음, 작은 직사각형의 넓이를 모두 더하면 물체가 이동하는 데 한 일이 계산된다. 결국 이동 거리를 무한히 많은 구간으로 나누면 그래프 아래 면적이 한 일이 된다. 따라서 물체를 거리 $x=x_1$ 에서 $x=x_2$ 까지 이동 시키는 데 필요한 일의 양은

$$W=\int_{x_1}^{x_2} F(x)\,dx$$

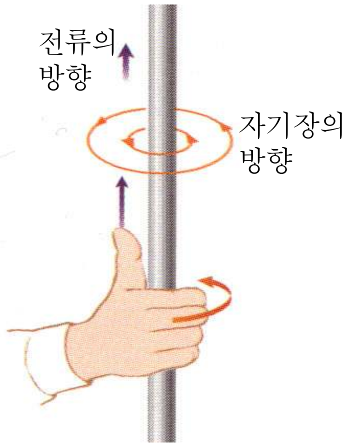
과 같이 힘을 거리에 대해 적분함으로써 구해낼 수 있다.



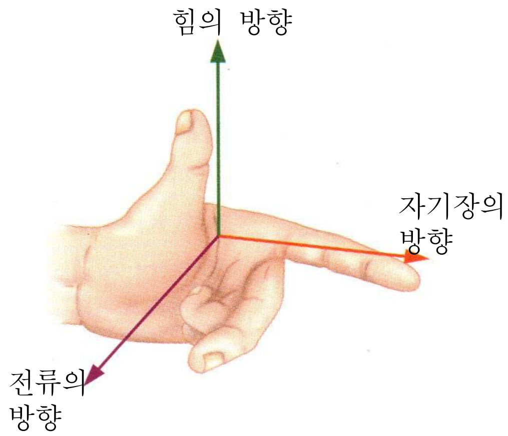
[그림 3] 이동 거리-힘 그래프에서 일의 양

(라) 1820년까지 사람들은 전기와 자기는 전혀 다른 별개의 현상으로 생각하였다. 덴마크의 외르스테드에 의해 전류가 흐르는 도선 주위에는 자기장이 생긴다는 사실이 밝혀졌다. 전류가 흐르는 무한히 긴 직선 도선으로부터 거리 r (m)만큼 떨어져 있는 점에서의 자기장의 세기 B 는 도선에 흐르는 전류의 세기 I (A)에 비례하며, 도선으로부터의 수직 거리 r 에 반비례한다. 즉, $B = k\dfrac{I}{r}$ 가 된다. 단위로는 테슬라(T), 또는 N/A · m을 사용한다. 여기서 k 는 비례 상수로 2×10^{-7} $(\mathrm{N/A^2})$의 값을 갖는다. 그리고 이 자기장의 방향은 앙페르의 오른손 법칙에 의해 결정되는데 전류가 흐르는 도선을 [그림 4]와 같이 오른손 엄지손가락이 전류의 방향을 가리키도록 도선을 감아쥐면, 다른 네 손가락의 방향이 자기장의 방향을 나타낸다.

(마) 자기장 속에 있는 도선에 전류가 흐르면 도선은 자기장으로부터 힘을 받는다. 전류가 흐르는 도선이 자기장과 수직할 때 도선이 받는 자기력 F 는 전류의 세기 I 와 자기장의 세기 B 에 비례하며, 자기장 속에 들어 있는 도선의 길이 l (m)에 비례한다. 따라서 $F = BIl$ (N)이 된다. 그리고 이 자기력의 방향은 플레밍의 왼손 법칙으로 설명이 가능 한데, [그림 5]와 같이 집게손가락이 자기장의 방향을 가리키고 중지가 전류의 방향을 가리킬 때 엄지가 가리키는 방향이 자기력의 방향이 된다.



[그림 4] 앙페르의 오른손 법칙



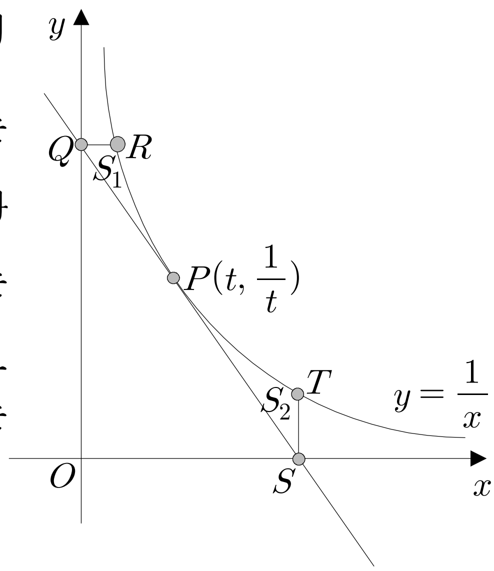
[그림 5] 플레밍의 왼손 법칙

[문제 1] 제시문 (가)에서 정의한 자연로그함수 $\ln x$ $(x>0)$에 대하여 $x \neq 1$ 일 때, 미분공식

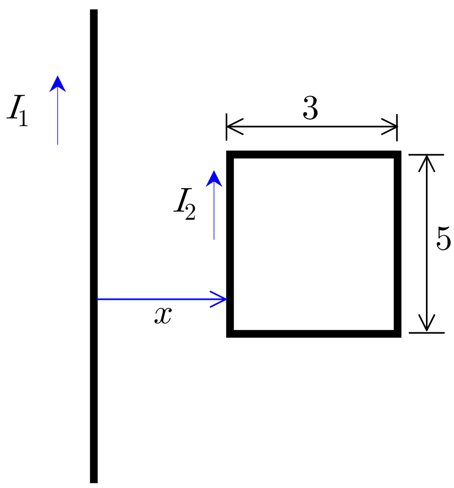
$$\frac{d}{dx}\ln x = \frac{1}{x}$$

을 제시문 (나)에서 설명한 방법을 사용하여 유도하고, 정적분 $\displaystyle\int_1^2 \frac{1}{x^2+3x}\,dx$ 의 값을 구하시오. (20점)

[문제 2] 오른쪽 그림과 같이 함수 $y=\dfrac{1}{x}$ $(x>0)$ 위의 임의의 점 $P(t, \dfrac{1}{t})$에서 접선이 x-축, y-축과 만나는 점을 각각 S, Q라 하고, 점 S에서 x-축에 수직인 직선과 점 Q에서 y-축에 수직인 직선이 함수 $y=\dfrac{1}{x}$과 만나는 점을 각각 T, R이라 하자. 그리고 P, Q, R를 잇는 선으로 둘러싸인 영역의 넓이를 S_1이라 하고 P, S, T를 잇는 선으로 둘러싸인 영역의 넓이를 S_2라 할 때, $S_1=S_2$임을 보이시오. (20점)



[문제 3] 오른쪽 그림과 같이 지면위에 고정된 무한히 긴 직선 도선에 전류 $I_1=5$ (A)가 위쪽방향으로 흐르고 도선의 오른쪽에 거리가 x (m)만큼 떨어져 전류 $I_2=2$ (A)가 흐르는 직사각형의 도선이 같은 지면위에 놓여있다. 직사각형 도선의 가로와 세로의 길이는 각각 3 (m)과 5 (m)이고 전류 I_2는 시계방향으로 흐르고 있다. 직선 도선에 흐르는 전류에 의해 생긴 자기장의 영향으로 직사각형 도선이 힘을 받는다. 직사각형 도선의 각 변이 받는 힘의 방향과 크기로부터 직사각형 도선에 작용하는 알짜 힘(합력)의 크기와 방향을 구하고, 직선 도선으로부터 거리 $x=1$ (m)에 있는 직사각형 도선을 거리 $x=2$ (m)까지 옮기는데 외부에 해주어야하는 일의 양을 구하시오. (20점)



모의 논술고사 연습장