



2018학년도 경희대학교

모의논술고사 문제지(의학계)

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

<유의사항>

1. 수학은 필수이며, 과학은 물리, 화학, 생명과학 중 1과목을 선택하여 답안지에 체크하고 답안을 작성하시오.
2. 제목은 쓰지 마시고 특별한 표시를 하지 마시오.
3. 제시문 속의 문장을 그대로 쓰지 마시오.
4. 답안 작성과 정정은 반드시 본교에서 지급한 필기구를 사용하시오.
5. 본교에서 지급한 필기구를 사용하지 않았거나, 답안지에 특별한 표시를 한 경우에는 감점 또는 0점 처리합니다. (예: 감사합니다 등)
6. 답안 정정 시에는 두줄을 긋고 작성하며, 수정액 등을 사용한 경우에는 감점 또는 0점 처리합니다.
7. 답안 작성은 답안지 인쇄된 부분을 이용하여 과목당 1면 이내로 작성하시오.
8. 의학계열 문제지는 총 3장 5쪽입니다.

I. 다음 제시문과 그림을 참조하여 논제에 답하시오. <수학>

[가] 두 함수 $y=f(x)$ 와 $y=g(x)$ 가 구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때, 두 곡선 $y=f(x)$ 와 $y=g(x)$ 및 두 직선 $x=a$, $x=b$ 로 둘러싸인 도형의 넓이 S 는

$$S = \int_a^b |f(x) - g(x)| dx$$

[나] 구간 $[a, b]$ 의 임의의 x 에서 x 축에 수직인 평면으로 자른 단면의 넓이가 $S(x)$ 일 때, 입체도형의 부피 V 는

$$V = \int_a^b S(x) dx$$

[다] 일반적으로 적분과 미분 사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다. 함수 $f(t)$ 가 닫힌 구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(t) dt = f(x) \quad (\text{단, } a < x < b)$$

[라] 함수 $f(x)$ 가 미분가능하고 $f'(a)=0$ 일 때, $x=a$ 의 좌우에서 $f'(x)$ 의 부호가

- (1) 양(+)에서 음(-)으로 바뀌면 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극대이고, 극댓값 $f(a)$ 를 가진다.
- (2) 음(-)에서 양(+)으로 바뀌면 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극소이고, 극솟값 $f(a)$ 를 가진다.

[마] 함수 $y=f(x)$ 의 그래프의 개형은 다음을 고려하여 그린다.

- (1) 함수의 정의역과 치역
- (2) 좌표축과의 교점
- (3) 함수의 증가와 감소, 극대와 극소, 곡선의 오목과 볼록, 변곡점
- (4) 점근선

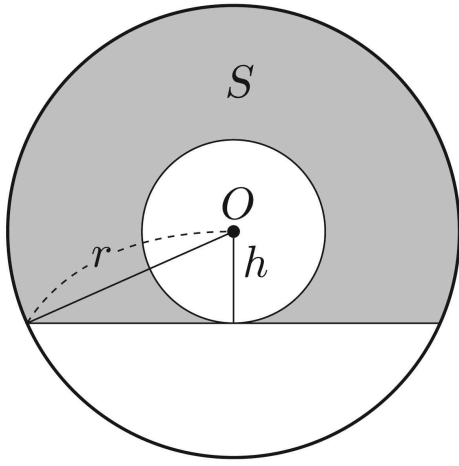
[바] 중심이 $C(a, b)$ 이고 반지름의 길이가 r 인 원의 방정식은

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$$

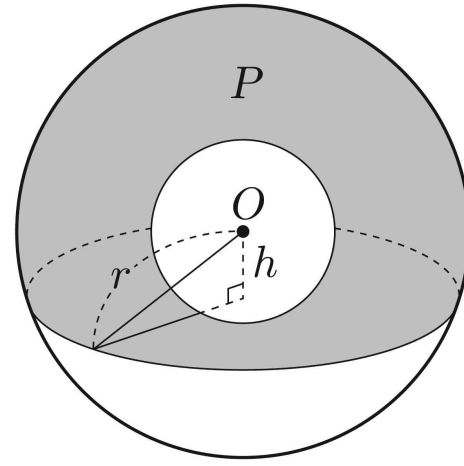
특히, 중심이 원점이고 반지름의 길이가 r 인 원의 방정식은

$$x^2 + y^2 = r^2$$

이다.



[그림 1]



[그림 2]

[문제 I-1] 자연식 가습기는 지표면과 수직으로 달려 있고 아래 쪽 일부가 물에 잠겨 있는 원반을 가지고 있고, 이 원반이 회전할 때, 바람을 불러 주어 원반에 묻어 있는 물이 증발하는 원리로 가습한다. 자연식 가습기에 반지름의 길이가 r 인 원반이 회전하고 있을 때, 물에 적시어지는 원반의 부분 중 공기에 노출된 부분을 S 라고 하자. [그림 1]에서 색칠된 부분이 S 이다. 원반의 중심 O 에서 물의 수면까지 거리를 h 라고 할 때, S 의 넓이 A 를 정적분을 포함하는 h 에 대한 식으로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (단, $0 \leq h \leq r$) (10점)

[문제 I-2] [문제 I-1]에서 구한 넓이 A 의 식을 이용하여 S 의 넓이가 최대가 되는 h 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (25점)

[문제 I-3] [그림 1]의 S 를 원반의 중심을 지나고 지표면과 수직인 직선에 대하여 회전시키면 [그림 2]에서 색칠된 것처럼 입체도형 P 가 얻어진다. 다시 말하면 입체도형 P 는 중심이 O 이고 반지름의 길이가 r 인 구에서 중심이 O 이고 반지름의 길이가 h 인 구와 이 작은 구에 접하는 평면의 바깥쪽에 있는 부분을 제외하여 얻어진다. (단, $0 \leq h \leq r$) 이 때, 입체도형 P 의 부피 V 를 h 에 대한 다항식으로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

[문제 I-4] [문제 I-3]에서 구한 식을 이용하여 입체도형 P 의 부피 V 가 최대가 되는 h 의 값과 최대 부피 V 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

< 뒷면에 계속 >

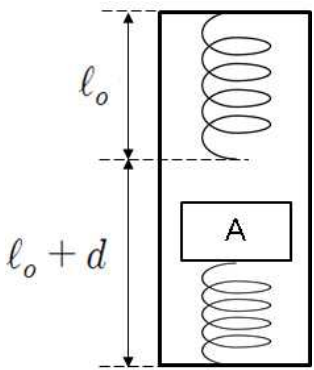
< 수학이 끝났습니다. 다음 장은 물리입니다. >

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. < 물리 >

[가] 한 물체에 둘 이상의 힘이 동시에 작용할 때, 같은 효과를 나타내는 하나의 힘을 알짜힘이라고 한다. 한 물체에 서로 같은 방향으로 두 힘이 작용할 때 두 힘의 합이 알짜힘이 되며, 알짜힘의 방향은 두 힘의 방향과 같다. 만약 반대 방향으로 두 힘의 작용할 경우 두 힘의 차가 알짜힘이 되며, 알짜힘의 방향은 큰 힘의 방향과 같다.

[나] 물체에 힘이 작용하면 알짜힘의 방향으로 물체가 가속될 것이고 그 가속도 a 는 물체에 작용하는 알짜힘 F 에 비례하고 질량 m 에 반비례한다. 이를 수식으로 나타내면 $a = \frac{F}{m}$, 즉 $F = ma$ 이다.

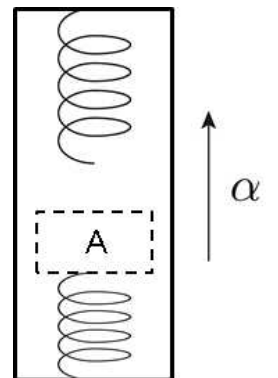
[다] 용수철에 힘이 작용하여 용수철의 길이가 x 만큼 압축되었을 때 압축된 길이는 용수철에 작용한 힘에 비례한다. 길이가 x 만큼 압축된 용수철이 원래의 길이로 되돌아가려는 탄성력 F 는 $F = -kx$ 로 주어지고, 이를 훅의 법칙이라고 한다. 여기에서 $(-)$ 는 탄성력과 용수철의 변위가 반대 방향이라는 의미이며, k 는 용수철의 특성에 따라 정해지는 용수철 상수이다.



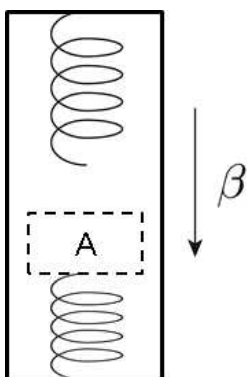
[그림 1]

[그림 1]과 같이 높이가 $2\ell_0 + d$ 인 직육면체 상자의 바닥면과 윗면에 용수철 상수가 k 이고 길이가 ℓ_0 인 동일한 스프링이 각각 달려 있고, 질량이 m 이고 높이가 d 인 물체 A가 아래쪽 스프링 위에 놓여있다. 물체 A에 작용하는 중력의 영향에 의해 아래쪽 스프링은 일정 부분 압축되어 스프링의 길이가 ℓ_0 보다 작아진 상태이다. 용수철은 완전히 압축되어 용수철 자체의 길이가 0, 즉 압축된 부분의 길이가 ℓ_0 가 되어도 훅의 법칙이 계속 만족되고, 이 때 물체 A는 상자의 면과 접촉한다고 가정한다. 또한, 물체 A의 면들은 상자의 면들과 항상 평행하고, 뒤집어지거나 기울어지지 않는다고 가정한다. 중력가속도는 g 로 표시하고, 용수철의 질량은 무시한다.

[문제 II-1] 물체 A가 담겨있는 상자가 외부의 힘을 받아 중력가속도의 반대 방향으로 속도가 일정하게 커지는 등가속도 운동을 할 때, 가속도의 크기를 α 라고 하자. [그림 2]에는 등가속도 운동의 방향과, 특히 $\alpha = 0$ 일 때 물체 A의 위치가 표시되어있다. 가속도의 크기 α 가 $0 \leq \alpha \leq \frac{k}{m}\ell_0$ 의 범위에 있는 경우, α 의 크기와 용수철의 압축된 길이의 관계를 그래프로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (15점)



[그림 2]



[그림 3]

[문제 II-2] 물체 A가 담겨있는 상자가 외부의 힘을 받아 중력가속도의 방향으로 속도가 일정하게 커지는 등가속도 운동을 할 때, 가속도의 크기를 β 라고 하자. [그림 3]에는 등가속도 운동의 방향과, 특히 $\beta = 0$ 일 때 물체 A의 위치가 표시되어있다.

(1) 가속도의 크기 β 가 $0 \leq \beta \leq g$ 의 범위에 있는 경우, β 의 크기와 용수철의 압축된 길이의 관계를 그래프로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(2) 가속도의 크기 β 가 $g < \beta \leq \frac{2k}{m}\ell_0$ 의 범위에 있는 경우, 상자 안에서 물체 A의 위치와 스프링의 상태를 그림으로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(3) 상자의 내면이 물체 A를 미는 힘이 0이 아닌 β 의 범위를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (5점)

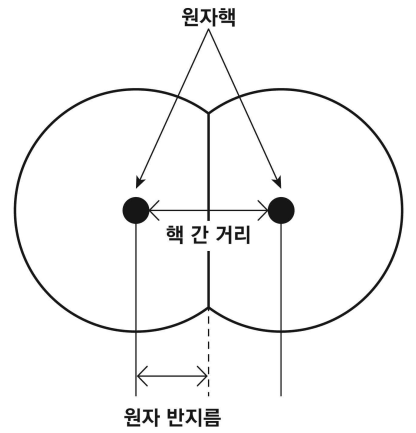
< 뒷면에 계속 >

< 물리가 끝났습니다. 다음 장은 화학입니다. >

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. < 화학 >

[가]

보어의 원자 모형에서 바닥상태의 전자 배치는 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 가장 바깥 전자껍질에 들어 있는 전자가 1개씩 증가하며, 같은 족에서 원자 번호가 증가할수록 전자껍질이 1개씩 증가하는 주기성이 있다. 이러한 보어의 원자 모형에 따른 전자 배치의 주기성을 통해 원자가 전자 수의 변화와 원자 반지름의 변화 및 다양한 변화를 예측하고 비교할 수 있다. 현대 원자 모형에서는 전자의 발견 확률 밀도를 구름과 같이 나타내는데, 전자의 발견 확률 밀도는 원자핵으로부터 멀어질수록 감소하지만 아주 먼 거리에서도 0이 되지 않는다고 생각한다면 원자 반지름을 정하기가 쉽지 않다. 따라서 원자 반지름은 오른쪽의 그림과 같이 2개의 같은 원자가 결합했을 때 두 핵간 거리의 $\frac{1}{2}$ 로 정의한다.



[나]

주기율표에서 여러 가지 원소의 원자 반지름을 비교하면 비교적 규칙적으로 변화됨을 알 수 있다. 원자 반지름은 전자껍질 수와 유효핵 전하의 영향을 받는다. 전자껍질 수가 많아지면 원자가 전자가 원자핵에서 멀어지므로 원자 반지름이 커지게 된다. 또, 원자가 전자에 실제로 작용하는 핵전하인 유효 핵전하가 증가하면 원자핵과 원자가 전자 사이의 정전기적 인력이 증가하여 원자 반지름이 작아지게 된다. 금속 원소가 가장 바깥 전자껍질의 전자를 모두 잃어서 양이온이 될 때는 전자껍질 1개가 줄어들어 원자 반지름보다 양이온의 반지름이 작아진다. 그러나 비금속 원소가 가장 바깥 전자껍질에 전자를 받아들여서 음이온이 될 때는 전자 사이의 반발력이 커지므로 원자 반지름보다 음이온의 반지름이 커진다.

[다]

원소 기호를 이용하여 복잡한 화합물을 화학식으로 간단하게 나타내듯이, 화학식을 이용하여 화학적 변화를 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응이 일어나도 반응 전후 원자는 새로 생겨나거나 없어지지 않으며, 반응 물질의 원자 수 총합과 생성 물질의 원자 수 총합이 같은 것을 이용하여 화학 반응식을 나타낼 수 있다. 화학 변화를 화학식으로 나타낸 화학 반응식을 보면, 화학 반응에 관여하는 물질들의 종류뿐만 아니라 반응물들과 생성물들 사이의 양적 관계인 화학양론(stoichiometry)도 알 수 있다.

[라]

화학 반응에서 출입하는 열에너지 변화, 즉 반응 엔탈피 (ΔH)를 함께 나타낸 화학 반응식을 열화학 반응식이라고 한다. 열화학 반응식은 다음 몇 가지 규칙을 따라야 한다. 첫째, 열화학 반응식에 나타낸 계수의 비는 반응 물질과 생성 물질의 몰수비이다. 둘째, 반응 물질과 생성 물질이 가지는 엔탈피는 상태에 따라 달라지므로 반드시 물질의 상태, 즉 고체(s), 액체(l), 기체(g) 및 수용액(aq) 등을 화학식과 함께 표시한다. 셋째, 엔탈피의 값은 온도와 압력에 따라 달라지므로 열화학 반응식을 쓸 때에는 온도와 압력 등 반응 조건을 표시해야 한다. 넷째, 엔탈피는 몰수에 비례하므로 열화학 반응식의 계수가 변하면 엔탈피의 크기도 변한다.

[마]

화학 반응의 종류에 따라 나타나는 반응열의 종류는 다양하다. 반응열의 종류에는 연소열, 중화열, 생성열, 분해열, 용해열 등이 있으며, 일반적으로 반응열은 25 °C, 1기압의 조건에서 나타낸다. 어떤 물질 1몰이 완전히 연소하여 가장 안정한 상태의 생성물로 될 때 방출되는 열량을 연소열이라고 한다.

[논제 II-1] 제시문 [가]와 [나]를 참조하여 다음 질문에 답하시오.

- (1) 다음 원소들을 원자 반지름이 큰 것부터 작은 것의 순서로 나열하고 그 이유에 대해 논술하시오 :
Al, Cl, Na, P, Mg. (8점)
- (2) 다음 이온들을 이온 반지름이 큰 것부터 작은 것의 순서로 나열하고 그 이유에 대해 논술하시오 :
 N^{3-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} , O^{2-} . (8점)

[논제 II-2] 제시문 [다]~[마]를 참조하여 다음 질문에 답하시오.

25 °C, 1 기압의 조건에서 벤젠($C_6H_6(l)$)은 공기 중에서 연소되어 이산화 탄소($CO_2(g)$)와 액체 상태의 물($H_2O(l)$)을 생성하며 3268 kJ/몰의 연소열을 발생한다.

- (1) 벤젠 연소 반응의 열화학 반응식에 대해 논술하시오. (8점)
- (2) 산소가 든 밀폐된 용기에 벤젠 39.0 g을 주입하고 25 °C, 1 기압에서 연소시켜 물 10.8 g을 얻었다. 연소 전 밀폐된 용기에 존재한 산소의 질량에 대해 논술하시오 (단, 밀폐된 용기 내에서의 연소는 반응물 중 어느 하나라도 모두 소모될 때까지 비가역적으로 진행되고 C, H, O의 원자량은 각각 12.0, 1.0, 16.0 g/몰이라 가정한다). (8점)
- (3) [논제 II-2] (2)의 반응 후 반응 용기에 남은 반응물의 종류와 질량 및 발생한 연소열에 대해 논술하시오. (8점)

< 뒷면에 계속 >

< 화학이 끝났습니다. 다음 장은 생명과학입니다. >

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. < 생명과학 >

[가] 핵산에는 DNA와 RNA가 있고, DNA는 유전 정보를 저장하고 있으며, RNA는 유전 정보에 따라 단백질을 합성하는 과정에 관여한다. 핵산은 뉴클레오타이드라는 단위체로 구성되어 있으며, 뉴클레오타이드는 염기, 당, 인산이 1 : 1 : 1로 결합되어 있다. 뉴클레오타이드의 구성 성분인 당에는 리보스와 디옥시리보스의 두 가지가 있으며, 염기는 질소 원자를 가지고 있는 유기 화합물로, 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 티민(T), 유라실(U)의 다섯 종류가 있다.

[나] DNA 이중 나선은 마치 사다리를 꼬아 놓은 모양의 구조로, 각 폴리뉴클레오타이드 가닥에서 당-인산 골격은 나선 구조의 바깥쪽에 위치하고, 염기는 안쪽에 위치한다. 두 폴리뉴클레오타이드 가닥은 서로 반대 방향으로 결합하여, 한쪽 가닥의 끝이 5' 말단이면 다른 쪽 가닥의 끝은 3' 말단인 구조를 하고 있다. 또, 두 가닥에 있는 염기는 수소 결합에 의하여 쌍을 이루고 있다.

[다] 1950년 샤가프는 여러 종류의 생물에서 추출한 조직이나 세포의 DNA 염기 구성을 분석하였다. 그 결과 염기의 상대적인 양과 비율은 생물 종에 따라 다르지만 한 종 내에서는 일정하다는 것을 알아냈다. 그런데 흥미로운 사실은 한 종의 DNA에서는 항상 염기 A와 T의 양이 같고, G와 C의 양이 같다는 것이었다. 이를 샤가프의 법칙이라고 한다.

[라] DNA 복제 시 DNA 중합 효소는 뉴클레오타이드의 3' 말단에 다음 뉴클레오타이드를 결합하기 때문에 새로운 DNA 가닥은 항상 5' → 3' 방향으로만 신장된다. DNA가 복제될 때는 DNA 이중 나선이 풀어지는 방향으로 DNA의 합성이 진행되어야 하는데, DNA의 두 가닥은 그 방향이 서로 반대이므로 두 가닥 모두에서 이중 나선이 풀리는 방향으로 합성이 진행될 수 없다.

[마] 중합 효소 연쇄 반응(PCR)은 시험관 내에서 DNA 분자의 특정 염기 서열을 선택적으로 빠르게 증폭하는 기술이다. PCR은 세포 내에서 일어나는 DNA 복제 과정을 모방한 것으로 (1) DNA 변성(열을 가해 DNA를 두 개의 단일 가닥으로 만드는 것), (2) 프라이머 결합, (3) DNA 합성의 3단계로 이루어진 순환(cycle)을 여러 번 반복하는 것이다. 프라이머란 DNA나 RNA 합성 과정에서 출발점 역할을 하는 짧은 단일 DNA 가닥을 말하는데, 특정한 DNA 부위에만 결합하기 때문에, 여러 종류의 DNA가 있어도 한 가지 DNA만을 빠르게 만들 수 있다.

[바] 제한 효소는 특정 염기 서열을 인식하여 그 부위의 DNA 가닥을 절단하는 효소이다. 제한 효소에는 여러 가지 종류가 있으며, 제한 효소마다 인식하는 염기 서열이 서로 다르다. 다양한 제한 효소를 골라 같이 사용하면 원하는 부위를 포함하는 DNA 절편을 얻을 수 있다.

[논제 II-1] 110개의 염기쌍으로 이루어진 어느 DNA 이중 나선의 한쪽 가닥에서 염기 서열을 분석한 결과, 아데닌(A)이 22개, 티민(T)이 30개, 사이토신(C)이 25개인 것으로 나타났다. 이 DNA 이중 나선의 양쪽 가닥에는 각각 몇 개의 구아닌(G)과 디옥시리보스가 있을 것으로 예상되는지 제시문 [가]~[다]를 참조하여 논술하시오(단, 돌연변이는 고려하지 않는다). (10점)

[논제 II-2] 다음 그림은 어떤 이중 나선 DNA의 한쪽 가닥의 염기서열 중 일부로서, 상자로 표시한 부위는 중합 효소 연쇄 반응(PCR)에서 프라이머가 수소 결합을 이루게 될 부위를 나타낸다.

5'-ATGCCATTAGCT GAGGTCTTAACTTGGAGCTGCATGCTTCTGGAAT-3'

(1) 위의 사각형으로 표시한 DNA의 염기 서열에 상보적으로 결합할 프라이머의 염기 서열을 5' 말단 → 3' 말단의 방향으로 기술하고 제시문 [나]~[마]를 참조하여 논술하시오. (10점)

(2) 이 상자 부위에 (1)에서 기술한 프라이머가 결합한 후 PCR의 DNA 합성 단계에서 DNA 중합 효소에 의해 첫 번째로 추가되는 뉴클레오타이드는 어떤 염기를 갖는지 제시문 [나]~[마]를 참조하여 논술하시오. (10점)

[논제 II-3] 다음 표는 8.1 kb 길이의 선형 DNA 단편을 제한 효소 (가), (나), (다)로 단독 혹은 혼합 처리하여 얻은 결과이다.

| 제한 효소 처리 | 얻어진 절편의 개수 | 각 절편의 길이(kb) |
|----------|------------|-------------------------|
| (가) | 3 | 0.9, 1.7, 5.5 |
| (나) | 2 | 3.5, 4.6 |
| (가)+(나) | 4 | 0.9, 1.7, 2.6, 2.9 |
| (가)+(다) | 5 | 0.7, 0.9, 1.4, 1.7, 3.4 |
| (나)+(다) | 4 | 0.5, 1.4, 1.6, 4.6 |

만일 이 DNA 단편을 제한 효소 (다)로 단독 처리하여 자른다면 나타날 DNA 절편의 개수와 각 절편의 길이는 얼마일지 제시문 (바)를 참조하여 그림과 함께 논술하시오. (10점)