

2017학년도 건국대학교 수시모집 논술고사

자 연 계

- 시험 시간은 10:00 ~ 11:40 (100분)입니다.
- 필요한 경우에는 수식 및 그림을 사용할 수 있습니다.
- 답안지의 수험번호 및 생년월일은 반드시 컴퓨터용 싸인펜을 사용하여 마킹하여야 합니다.
- 답안지 상의 수험번호 및 생년월일은 수정이 불가하며, 반드시 답안지를 교환해야 합니다.
- 답안 작성 시에는 반드시 흑색 필기구만을 사용하여야 하며, 다른 색의 필기구는 사용할 수 없습니다.
- 답안 작성 및 수정 시에는 개인 지참한 흑색 필기구, 지우개, 수정테이프 사용이 가능합니다.
- 흑색 필기구는 종류에 상관없이 사용할 수 있으나, 반드시 동일한 필기구로 답안을 작성해야 합니다.

※ 시험이 시작되기 전에는 표지를 넘기지 마십시오.

자연계

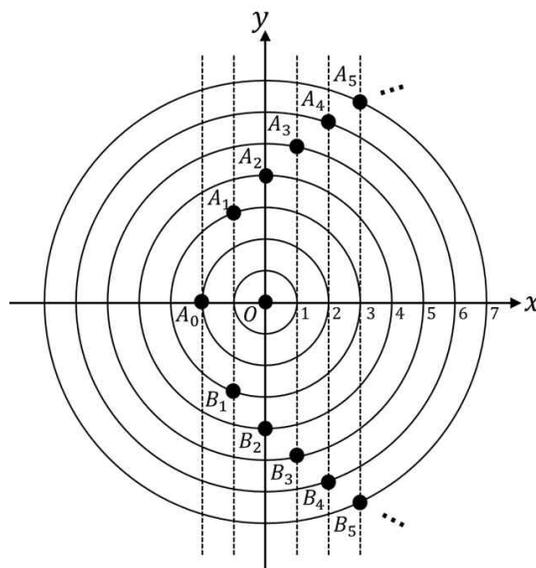
※ 유의 사항

1. 수학 문항은 답안지 앞면의 [수학]으로 기재된 답안 영역에, 과학 문항은 답안지 뒷면의 [과학]으로 기재된 답안 영역에 답안을 작성하여야 한다.
2. 과학 문항은 모집단위별 지정과목이 있을 경우(생명과학, 화학, 물리 중) 지정된 1과목만을 응시하여야 한다.
(지정 과목이 없는 모집단위는 수험생이 자유롭게 과목을 선택하여 응시함)
3. 과학을 2과목 이상 선택하여 작성할 경우 과학 문항은 최하점으로 처리한다.
4. 답안 작성 시 필요한 경우에 수식 및 그림을 사용할 수 있다.
5. 필기구는 반드시 흑색 필기구만을 사용하여야 한다.(흑색 이외의 색 필기구로 작성한 답안은 모두 최하점으로 처리함)
6. 문제와 관계없는 불필요한 내용이나 자신의 신분을 드러내는 내용이 있는 답안, 낙서 또는 표식이 있는 답안은 모두 최하점으로 처리한다.

수학

제시문 1

[그림 1]은 좌표평면에서 각 자연수 n 마다 중심이 원점 O 이고 반지름이 $n+1$ 인 원과 직선 $x=n-3$ 의 교점을 구하여 점 $A_0, A_1, B_1, A_2, B_2, \dots$ 으로 나타낸 것이다. 이들 모든 점을 지나는 포물선이 존재한다. 이 포물선을 C 라 하자.



[그림 1]

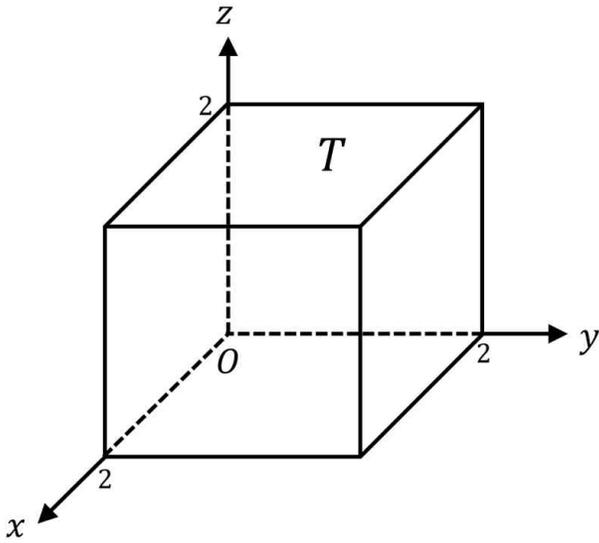
문제 1-1 (단답형) 포물선 C 위의 점 P 에서의 접선을 l 이라 하자. $\overline{OP} = a$ 일 때, 점 O 에서 l 까지 거리를 a 에 관한 식으로 구하여 답만 쓰시오.

문제 1-2 (서술형) 점 Q 와 R 은 각각 [그림 1]의 $A_0, A_1, B_1, A_2, B_2, \dots$ 중 하나이다. 점 Q 에서의 포물선 C 의 접선과 점 R 에서의 C 의 접선이 수직으로 만날 때, $\overline{OQ} + \overline{OR}$ 의 값을 모두 구하고 풀이과정을 쓰시오.

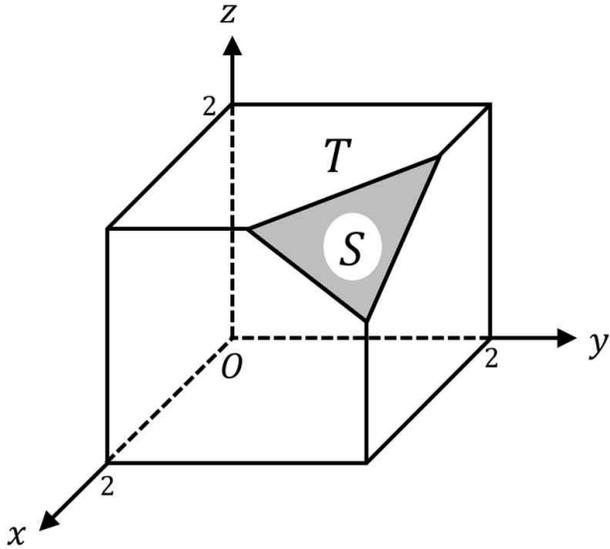
제시문 2

(가) 공간에서 두 직선 사이의 거리는 두 직선의 점을 연결하는 선분 중에서 가장 짧은 것의 길이로 정의한다. 따라서 꼬인 위치에 있는 두 직선 사이의 거리는 두 직선에 모두 수직인 선분의 길이와 같다.

(나) [그림 2]와 같이 정육면체 T 가 있다. T 는 $0 \leq x \leq 2, 0 \leq y \leq 2, 0 \leq z \leq 2$ 를 만족하는 점 (x, y, z) 의 모임이다. 정육면체 T 를 평면으로 자르면 그 단면은 점, 선, 면 등이 된다. [그림 3]의 S 는 이런 단면의 한 예이다.



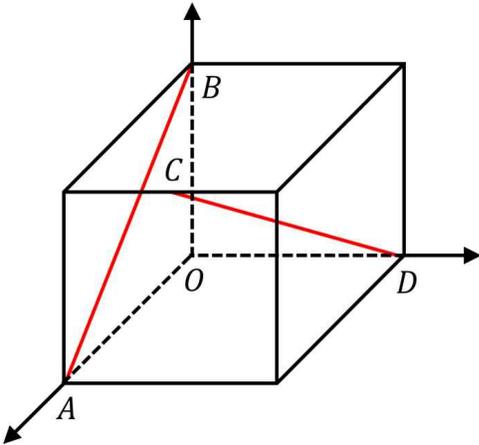
[그림 2]



[그림 3]

문제 2-1 (단답형) T 에서 $\sin(x+y+z)\pi = 0$ 을 만족하는 영역의 넓이를 구하여 답만 쓰시오.

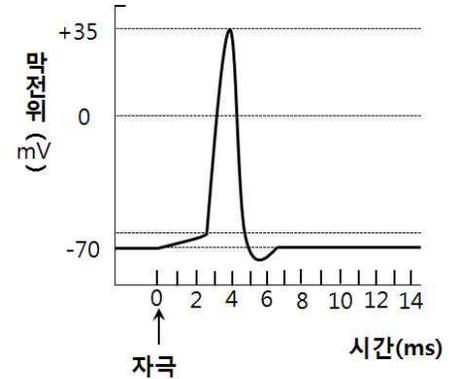
문제 2-2 (서술형) T 의 두 점 $A(2,0,0)$ 과 $B(0,0,2)$ 를 지나는 직선을 l , 두 점 $C(2,1,2)$ 와 $D(0,2,0)$ 을 지나는 직선을 m 이라 하자. l 과 m 사이의 거리를 구하고 풀이 과정을 쓰시오.



문제 2-3 (서술형) T 를 평면 $x+y+z=t$ ($2 \leq t \leq 4$)로 잘랐을 때 생기는 단면의 넓이를 t 에 관한 식으로 표현하고 풀이 과정을 쓰시오.

제시문

(가) 뉴런이 자극을 받아 세포막의 전기적 특성이 변하는 현상을 흥분이라고 하고, 하나의 뉴런 내에서 흥분이 이동되는 과정을 흥분의 전도라고 한다. 자극을 받지 않으면 뉴런 내부는 (-) 전하를, 외부는 (+) 전하를 띠는 분극 상태가 되는데, 이때 뉴런의 내부는 K^+ 의 농도가 높고, 외부는 Na^+ 의 농도가 높다. 이러한 분극 상태에서 뉴런 세포막 내외에 형성된 전위차를 휴지막 전위라 하며 일반적으로 약 -70 mV 에서 형성된다. 뉴런은 자극을 받으면 오른쪽 그래프와 같이 막전위가 $+35\text{ mV}$ 까지 급격히 상승하는 탈분극을 통해 활동 전위가 발생한다. 활동 전위의 정점에 이르면 막전위가 감소하는 재분극을 통해 휴지막 전위 상태로 돌아간다.

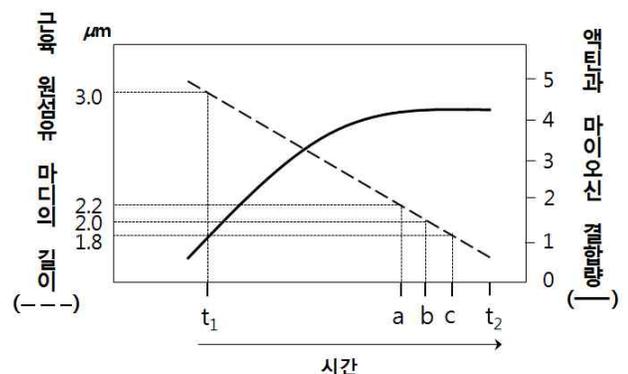


(나) 하나의 운동 뉴런은 그 말단이 근육 섬유막과 시냅스처럼 얇은 간격을 두고 접해 있다. 흥분이 운동 뉴런을 따라 전도되어 축삭돌기 말단에 이르면 이곳에서 아세틸콜린이 분비되고, 아세틸콜린이 근육 섬유막으로 확산되면 근육 섬유막이 탈분극 되어 활동 전위가 발생한다. 이 활동 전위가 근육 원섬유에 전달되면 근육이 수축한다. 근육의 수축은 액틴 필라멘트가 굽은 마이오신의 중심 쪽으로 미끄러지듯이 끌려들어가 근육 원섬유 마디가 짧아져서 일어난다. 이러한 현상은 액틴 필라멘트나 마이오신 자체가 수축하는 것이 아니라, 액틴 필라멘트와 마이오신의 결합이 증가하여 중첩된 부분이 늘어나는 것이다. 근육의 수축에 필요한 에너지는 ATP이다. 마이오신의 머리가 ATP를 에너지로 사용하여 액틴 필라멘트를 끌어당기게 되면 근육이 수축하게 되고, 마이오신이 액틴 필라멘트에서 떨어지면 근육이 이완되는 것이다.

(다) 하나의 근육 섬유에는 즉시 사용할 수 있는 ATP가 저장되어 있는데 약 3초간 수축을 지속할 수 있을 정도이다. 따라서 근육 섬유에는 반복적인 수축을 위해서 지속적이고 빠른 에너지 공급을 위한 물질대사 경로가 존재한다. 근육에 저장된 ATP가 고갈되면 크레아틴 인산으로부터 ATP를 합성하고, 크레아틴 인산의 양이 감소하면 포도당을 산화시켜 ATP를 합성한다. 글리코젠이 포도당으로 분해된 후 산소 공급이 부족하면 무산소 호흡 과정으로 ATP가 생산되는데, 이때 부산물로 젖산이 축적된다. 그러나 근육에 충분한 산소가 공급되면 포도당이나 지방산이 완전히 분해되어 이산화탄소와 함께 ATP가 생산된다.

문제 1 복어의 독은 대표적인 신경독소로 뉴런의 Na^+ 통로가 열리는 기능을 차단하는 저해제이다. 이에 비해 말미잘 신경독소는 같은 Na^+ 통로에 작용하지만 닫히는 기능을 차단하는 저해제이다. 그리고 화학신경독소인 테트라에틸암모늄은 K^+ 통로가 열리는 기능을 차단한다. 신경독소가 뉴런에 작용하였을 때 시간에 따른 막전위의 변화를 세 가지 독소별로 제시문 (가)의 그래프와 비교하여 그림으로 나타내고 그 변화의 이유를 설명하시오.

문제 2 제시문 (나)는 근육의 수축과정을 설명한 것이다. 오른쪽 그래프는 골격근 수축과정 (t_1 에서 t_2) 중에 일어나는 근육 원섬유 마디의 길이(---) 변화와 액틴과 마이오신의 결합량(—)의 변화를 보여준다. 시간에 따른 액틴과 마이오신 결합량의 증가가 멈춘 시점은 a로, H대가 사라진 시점은 b로, I대가 사라진 시점은 c로 표시하였다. 이 그래프를 이용하여 t_1 에서의 근육 원섬유 마디의 H대의 길이를 구하시오.



근육 수축에는 에너지가 필요하다. 매카들병은 글리코젠을 분해하는 효소가 결핍되어 나타나는 유전질환인데, 이 병을 앓는 환자의 경우 운동 강도가 높은 근육 운동을 하려면 운동 전이나 운동 중에 반드시 포도당을 섭취하여야 한다. 하지만 낮은 강도의 근육 운동을 하는 경우에는 포도당을 섭취하지 않아도 근육 운동을 지속할 수 있다. 이와 같은 차이가 나타나는 이유를 제시문 (다)에 근거하여 기술하시오.

제시문

(가) 원소들이 공유 전자쌍을 끌어당기는 힘은 전기 음성도로 나타내는데, 이는 원자의 종류에 따라 다르다. 공유 결합을 이루는 두 원자 사이의 전기 음성도 차이에 의해 공유 전자쌍이 한 쪽으로 치우쳐서 부분적으로 음전하와 양전하를 띠게 되는 결합을 극성 공유 결합이라고 한다. 전기 음성도가 가장 큰 원소는 플루오린으로서 4.0의 값을 가지며 산소, 질소, 탄소, 수소의 전기 음성도 값은 각각 3.5, 3.0, 2.5, 2.1이다.

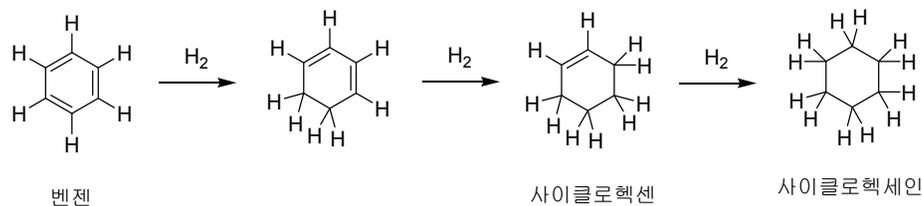
(나) 분자에서 결합하고 있는 두 원자의 핵 사이의 거리를 결합길이라고 하고, 중심 원자의 핵과 이웃하는 원자의 핵을 연결한 선이 이루는 각을 결합각이라고 한다. 전자쌍 반발이론은 중심원자를 둘러싸고 있는 전자쌍들은 (-) 전하를 띠고 있어서 정전기적 반발력이 최소가 되도록 가능한 한 멀리 떨어지려는 방향으로 배치된다는 것이다.

(다) 산화-환원은 전자의 이동으로 설명할 수 있다. 어떤 물질이 전자를 잃으면 산화, 전자를 얻으면 환원이라고 하며 산화와 환원은 항상 동시에 일어난다. 산화-환원 반응에서 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 물질을 산화제, 자신은 산화되면서 다른 물질을 환원시키는 물질을 환원제라고 한다. 철이 부식되는 것은 공기 중의 산소와 물이 철을 산화시키기 때문인데 이를 막기 위해 산소나 수분이 접촉하지 못하도록 철의 표면에 페인트, 기름, 에나멜 등을 칠하거나 철보다 반응성이 커서 먼저 산화되는 아연 등의 금속을 도금하거나 연결하여 철의 부식을 방지한다.

(라) 공유 결합 물질은 전자를 주고 받는 관계가 뚜렷하지 않아 전자의 이동으로 산화-환원 반응을 설명하기 어렵다. 하지만 전자의 치우침을 이용하면 산화-환원 반응을 설명할 수 있다. 예를 들어, 암모니아 합성 반응에서 반응 전에 질소와 수소 분자는 각각 분자 내에서 전기 음성도 차이가 없어 전하가 고르게 분포되어 있다. 그러나 합성된 암모니아 분자는 질소와 수소의 전기 음성도 차이에 의해 전자쌍이 질소 쪽으로 치우쳐 있어 전하가 고르지 않게 분포되어 있다. 반응 전과 비교해 보면 암모니아 분자에서 전기 음성도가 수소보다 큰 질소는 상대적으로 (-) 전하의 분포가 더 많아져 환원되고, 수소는 (-) 전하의 분포가 적어져 산화된다. 이와 같이 공유 결합 물질에서 전기 음성도 차이를 통해 반응 전과 후의 전자 치우침을 비교하여 산화-환원 반응을 설명할 수 있다. 공유 결합에 참여하는 원자 중에서 전기 음성도가 더 큰 원자로 공유 결합 전자가 완전히 이동하였다고 가정할 때, 원자가 갖는 전하의 수를 산화수라고 한다. 화학 반응 중에 산화수가 증가했다는 것은 전자를 잃었다는 것을 의미한다.

문제 1 묽은 황산(H_2SO_4) 수용액에 충분한 양의 아연(Zn) 금속판을 넣었더니 기체가 발생했다. 이 현상에 대한 반응식을 쓰고 이 반응식에서 산화제와 환원제는 각각 무엇인지 밝혀라. 금속을 넣기 전 처음 황산 수용액 속의 전체 이온의 수가 N이라고 하자. 아연 금속을 넣고 10분 후 더 이상 기체가 발생하지 않았다. 여기에 추가로 충분한 양의 철(Fe) 금속판을 넣어주고 10분이 더 경과하였다. 전체 20분의 반응 시간에 따른 용액 내 전체 이온의 수를 그래프로 나타내고 그 이유를 설명하라. (단, 아연 이온과 철 이온은 각각 Zn^{2+} , Fe^{2+} 이다.)

문제 2 아래 반응은 불포화탄화수소인 벤젠(C_6H_6)과 수소(H_2)의 촉매 반응에서 포화탄화수소인 사이클로헥세인(C_6H_{12})이 생성되는 것을 단계 별로 나타낸 것이다.



위 반응의 첫 번째 단계에서 어느 탄소의 산화수가 어떻게 변하는가를 전기 음성도를 이용해서 설명하라. 벤젠과 사이클로헥센(C_6H_{12})의 탄소-탄소 결합의 성질을 비교 설명하라. 벤젠과 사이클로헥세인(C_6H_{12})의 탄소 사이의 결합각을 이용하여 이들 두 분자의 구조적 차이를 설명하라.

제시문

(가) 아르키메데스는 저술 “뜨는 물체에 관하여”에서 “액체에 잠긴 물체는 잠긴 부분의 부피에 해당하는 액체의 무게만큼 가벼워진다.” 라고 말하였다. 이것을 아르키메데스의 법칙이라고 한다. 밀도가 ρ 인 유체에 부피 V 만큼 물체가 잠겼을 때, 이 물체가 받는 부력 $F_{\text{부력}}$ 은

$$F_{\text{부력}} = \rho Vg \quad (g \text{는 중력가속도})$$

가 된다.

(나) 프랑스 과학자 파스칼은 유체 표면에서 압력이 가해질 때 유체의 모든 지점에 같은 크기의 압력이 전달된다는 것을 발견하였다. 이것을 파스칼의 법칙이라고 한다. 이에 더하여, 유체는 그 자체의 무게 때문에 유체 내에는 깊이에 따른 압력도 같이 작용한다. 예를 들어 물통에 액체가 h 만큼의 깊이로 담겨 있다고 하자. 액체의 무게 때문에 물통 바닥이 받는 압력 P 는 다음과 같다.

$$P = \rho gh$$

즉, 밀도가 ρ 인 유체는 중력에 의해 깊이 h 인 지점에서 ρgh 의 압력을 받는다.

(다) 이상 기체의 경우 절대온도 T , 압력 P , 부피 V 사이에는 다음과 같은 이상 기체 방정식이 성립한다.

$$PV = Nk_B T \quad (N \text{은 이상기체 전체의 입자 수, } k_B \text{는 볼츠만 상수})$$

(라) ‘데카르트의 잠수부’는 뜨고 가라앉는 운동을 마음대로 조절할 수 있는 놀이 기구이다. 라파엘로 마지오티는 공기와 달리 물은 압축되지 않는다는 사실을 밝혀내면서 그의 저술에서 이 기구를 설명하였다.

※ ‘데카르트의 잠수부’는 다음과 같다. 다음을 읽고 문제 1과 문제 2에 답하시오.

<p>[그림 1] [그림 2] [그림 3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 잠수부를 [그림 1]과 같이 두 부분으로 나누어 구성한다. 윗부분은 두께와 질량을 무시할 수 있는 단단한 재질로 만들어진 부피 V_1인 직육면체이고 비어있는 내부로 유체가 드나들 수 있는 작은 구멍이 있다. 그 아래에 부피 V_2이고 질량 m인 추가 질량과 부피를 무시할 수 있는 실에 의해 매달려 있다. ● [그림 2]와 같이 깊이가 충분히 깊은 페트병에 물을 일부만 채우고, 압력 P_0에서 V_1에 공기를 가득 채운 잠수부를 띄우면 잠수부의 일부가 물에 잠긴 채로 떠 있게 된다. ● 페트병의 외부로 공기가 통하지 않게 페트병의 뚜껑을 닫은 후, 페트병을 눌러 물 표면에 압력 P를 작용하면 [그림 3]과 같이 잠수부가 가라앉고, 물 표면의 압력을 줄이면 [그림 2]와 같이 다시 떠오른다.
---------------------------------------	---

문제 1 [그림 1]에서 V_1 의 가로, 세로, 높이가 각각 1.0 cm, 1.0 cm, 1.5 cm이고, $V_2 = 1.0 \text{ cm}^3$, $m = 2.0 \text{ g}$, 물의 밀도 $\rho_{\text{물}} = 1.0 \text{ g/cm}^3$ 이라고 하자. 압력을 가하여 잠수부의 모든 부분이 물에 잠길 때, 직육면체 안으로 들어가는 물의 최소 부피를 구하고 그 과정을 쓰시오. (단, 기체의 무게는 무시한다.)

문제 2 잠수부가 물에 가라앉도록 물 표면에 작용한 압력을 P 라고 하자. [그림 3]과 같이 잠수부가 깊이 h 만큼 잠겨있을 때, 잠수부 내의 공기의 부피 V_h 를 P_0 와 P , V_1 , h , $\rho_{\text{물}}$, g 로 나타내고, 그 과정을 제시문에 근거하여 설명하시오. 이를 바탕으로 물의 표면에 충분한 압력이 작용하면 잠수부가 가라앉는 이유를 기술하시오. (단, 잠수부 내에서 기체 분자는 이상 기체 방정식을 따르고, 기체의 입자 수와 온도는 변하지 않는다고 가정한다. 또한 기체의 무게는 무시한다.)

※ 시험이 시작되기 전에는 표지를 넘기지 마십시오.