

2021학년도 건국대학교 수시모집 논술고사

자 연 계 A

1. 시험 시간은 14:00 ~ 15:40 (100분)입니다.
2. 수학 문항은 답안지 뒷면의 [수학]으로 기재된 답안 영역에,
과학 문항은 답안지 앞면의 [과학]으로 기재된 답안 영역에 답안을 작성해야 합니다.
3. 과학 문항은 모집단위별 지정 과목이 있는 경우(생명과학, 화학, 물리 중)지정된 1과목만 응시
해야 하며, 지정 과목이 없는 모집단위는 자유롭게 과목을 선택하여 응시해야 합니다.
(과학을 2과목 이상 선택하여 작성할 경우 과학 문항은 최하점으로 처리)
4. 답안지상의 수험번호 및 생년월일은 반드시 컴퓨터용 사인펜을 사용하여 표기해야 합니다.
5. 답안지상의 수험번호 및 생년월일은 수정이 불가하며, 수정해야 할 경우 반드시 답안지를
교환해야 합니다.
6. 답안 작성 시 필요한 경우에는 수식 및 그림을 사용할 수 있습니다.
7. 답안 작성 시에는 반드시 흑색 필기구만(연필, 샤프, 검정색 볼펜)을 사용해야 하며,
다른 색의 필기구는 사용할 수 없습니다.(흑색 이외의 색 필기기로 작성한 답안은 모두 최하점으로 처리함)
8. 답안 작성 및 수정 시에는 개인이 지참한 흑색 필기구, 지우개, 수정테이프 사용이 가능합니다.
9. 문제와 관계없는 불필요한 내용이나 자신의 신분을 드러내는 내용이 있는 답안, 낙서 또는
표식이 있는 답안은 모두 최하점으로 처리합니다.

※ 시험이 시작되기 전에는 표지를 넘기지 마십시오.

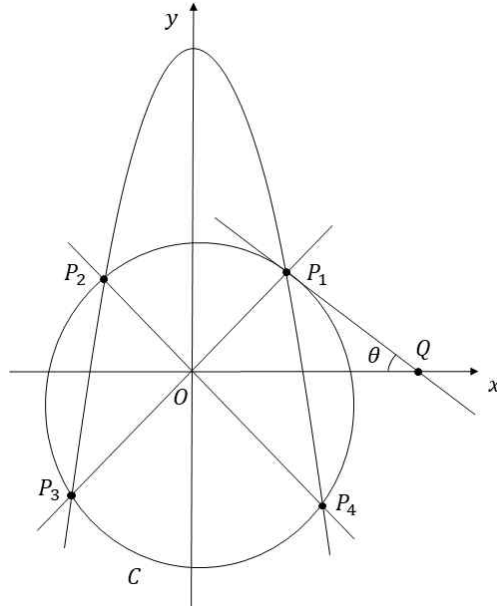
자연계 A

수학

제시문 1

(가) 수열 $\{a_n\}$ 에서 n 의 값이 한없이 커질 때, a_n 의 값이 일정한 값 α 에 한없이 가까워지면 수열 $\{a_n\}$ 은 α 에 수렴한다고 한다. 이때 α 를 수열 $\{a_n\}$ 의 극한값 또는 극한이라 하고, 이것을 기호로 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$ 또는 $n \rightarrow \infty$ 일 때 $a_n \rightarrow \alpha$ 와 같이 나타낸다.

(나) [그림 1]에서 곡선 $y = -x^2 + t$ ($t > 0$)은 직선 $y = x$ 와 점 P_1, P_3 에서 만나고, 직선 $y = -x$ 와 점 P_2, P_4 에서 만난다. 네 점 P_1, P_2, P_3, P_4 를 모두 지나는 원이 C 이다. 제1사분면의 점 P_1 에서 원 C 에 접하는 직선이 x 축과 만나는 점이 Q 이다. $\angle P_1QO$ 의 크기는 θ 이다.



[그림 1]

문제 1-1
제시문 1의 (나)에서 자연수 n 에 대하여 $t = n$ 일 때, 사각형 $P_1P_2P_3P_4$ 의 넓이를 R_n 이라 하고, 원 C 의 넓이를 S_n 이라 하자. 다음 극한값을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{R_n}{S_n}$$

문제 1-2
제시문 1의 (나)에서 $\sin \theta = \frac{3}{5}$ 일 때, t 의 값을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

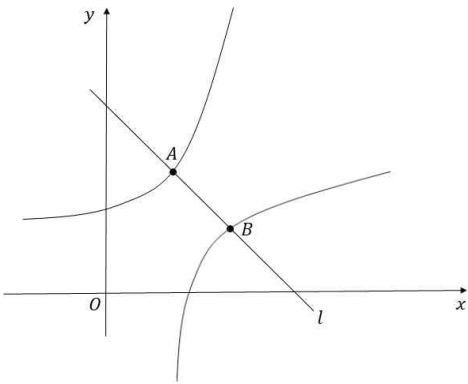
제시문 2

(가) 미분법은 움직이는 물체의 운동 또는 곡선의 특징과 변화를 분석하는 중요한 수학적 도구로 오늘날 미분법은 영화 속 특수 효과, 소리의 파동, 교통의 흐름, 열전도율 등과 같이 변화하는 현상과 관련된 문제를 해결하는 과정에 활용된다.

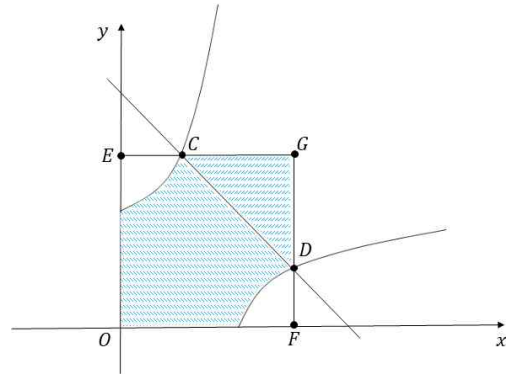
(나) 밑이 e 인 로그 $\log_e x$ 를 x 의 자연로그라 하고, 이것을 간단히 $\ln x$ 와 같이 나타낸다.

(다) [그림 2]는 곡선 $y = e^{x-1} + 2$, 곡선 $y = 1 + \ln(x-2)$, 기울기가 -1 인 직선 l 을 나타낸 것이다. 점 A 는 직선 l 과 곡선 $y = e^{x-1} + 2$ 의 교점이고, 점 B 는 직선 l 과 곡선 $y = 1 + \ln(x-2)$ 의 교점이다.

(라) [그림 3]은 직선 $y = -x + t$ ($t > 0$), 곡선 $y = x^3 + 1$, 곡선 $y = (x-1)^{\frac{1}{3}}$ 을 나타낸 것이다. 점 C 는 직선 $y = -x + t$ 과 곡선 $y = x^3 + 1$ 의 교점이고, 점 D 는 직선 $y = -x + t$ 과 곡선 $y = (x-1)^{\frac{1}{3}}$ 의 교점이다. 점 E 는 점 C 에서 y 축에 내린 수선의 발이고, 점 F 는 점 D 에서 x 축에 내린 수선의 발이다. 빗금친 영역은 정사각형 $OFGE$ 의 안쪽에 있고 곡선 $y = x^3 + 1$ 의 아래쪽, 곡선 $y = (x-1)^{\frac{1}{3}}$ 의 위쪽에 놓인 영역이다.



[그림 2]



[그림 3]

문제 2-1

제시문 2의 (다)에서 \overline{AB} 가 가질 수 있는 값 중 가장 작은 것을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

문제 2-2

제시문 2의 (라)에서 빗금친 영역의 넓이를 $S(t)$ 라 하자. 미분계수 $S'(3)$ 의 값을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

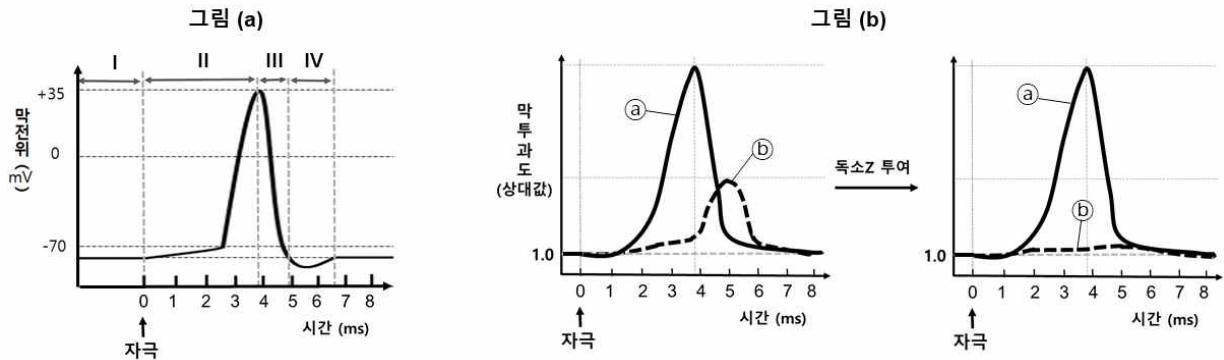
제시문

(가) 뉴런의 세포막을 구성하는 인지질 이중층은 이온에 대한 투과성이 없지만 세포막에 존재하는 일부 막 단백질들은 이온 통로와 펌프로 작용하여 세포 안과 밖의 이온들이 불균등하게 분포하게 만든다. 이러한 이온들의 불균등한 분포와 막 투과성의 차이로 뉴런이 자극을 받지 않을 때는 세포 안과 밖의 전위차가 $-80\text{ mV} \sim -60\text{ mV}$ 정도 생기며 이를 휴지 전위라고 한다. 휴지 전위를 가지는 뉴런의 내부는 바깥보다 Na^+ 의 농도가 낮고 K^+ 의 농도가 높아서 세포막 안쪽은 음(-)전하를, 막 바깥쪽은 양(+전하)을 띠는 상태인 뉴런의 분극이 이루어진다. 뉴런에 역시 이상의 자극이 주어지면 막전위가 급격히 상승했다가 다시 되돌아오는 막전위의 변화인 활동 전위가 발생한다.

(나) 우리의 몸은 호르몬을 통해 수분량과 무기염류의 양을 조절하여 혈장의 삼투압을 조절한다. 부신 겉질에서 분비되는 무기질 코르티코이드 호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬에 의해 조절되며 콩팥에서 Na^+ 의 재흡수를 촉진한다. 삼투압은 수용액의 이온농도에 비례하므로 체내 수분량이 감소하거나 무기염류의 농도가 높아지면 체액의 삼투압은 증가한다.

(다) 내분비샘에서 생성된 호르몬은 혈액으로 분비되어 이동하다가 특정 세포나 기관에 도달하여 작용하는데 이러한 세포와 기관을 표적 세포 또는 표적 기관이라고 한다. 표적 세포와 표적 기관은 특정 호르몬을 인식하고 결합하는 수용체를 가지고 있어 특정 호르몬에 반응한다. 만일 어느 한 내분비샘에 이상이 생겨 호르몬의 분비가 부족하거나 과다해지면 질병으로 나타날 수 있다.

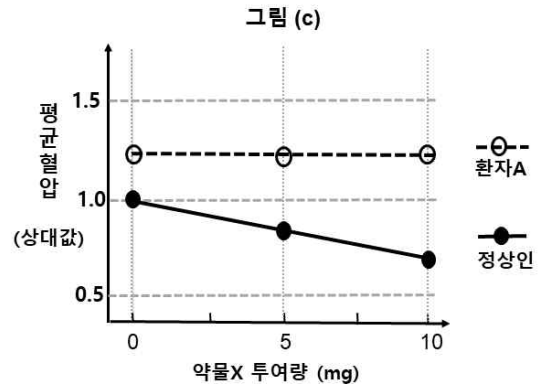
문제 1 뉴런은 자극을 받으면 막전위가 $+35\text{ mV}$ 까지 급격히 상승하는 탈분극을 통해 활동 전위가 발생한다. 활동 전위의 정점에 이르면 막전위가 감소하는 재분극을 통해 휴지 전위 상태로 돌아간다. 그림 (a)는 역시 이상의 자극을 받았을 때 뉴런의 한 지점에서의 막전위 변화를, 그림 (b)는 이 지점에서 이온들의 막 투과도 변화를 나타낸 그래프이다. (단, 이온 ㉠과 ㉡는 각각 Na^+ 과 K^+ 중 하나이다)



- (1) 그림 (a)의 구간 I에서 일정한 휴지 전위가 유지되는 원리를 제시문 (가)를 참고하여 설명하시오.
- (2) 뉴런이 자극을 받았을 때, 막전위에 영향을 주는 이온들의 막 투과도 변화는 그림 (b)의 왼쪽 그래프처럼 나타난다. 이온 ㉡는 무엇인지 답하시오. 뉴런에 신경독소 Z를 투여하면, 그림 (b)의 오른쪽 그래프와 같이 이온 ㉡의 투과도가 현저히 떨어진다. 이 경우, 시간에 따른 막전위 변화를 그림 (a)의 막전위 변화와 비교하여 그래프로 나타내고 그 이유를 설명하시오.

문제 2 무기질 코르티코이드 호르몬이 과다 분비되는 질환의 원인은 다양하며 고혈압을 유발할 수 있다. 환자 A는 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환을 가지고 있으며 다른 조건은 정상인과 동일하다고 한다. 평균 혈압 측정값들은 단시간 약물 투여 후 얻은 결과로서 음성 피드백 현상은 고려하지 않는다.

- (1) 그림 (c)는 정상인과 환자 A에게 뇌하수체 전엽의 호르몬 분비 기능을 저해하는 약물 X를 각각 투여하고 평균 혈압을 측정한 결과이다. 환자 A의 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환은 어느 내분비샘의 이상으로 유발되었는지 제시문 (나), (다)에 근거하여 설명하시오.
- (2) 약물 Y는 표적 기관에서 무기질 코르티코이드 호르몬의 수용체에 결합하여 이 호르몬의 작용을 억제한다. 약물 Y를 투여할 경우, 정상인과 환자 A의 평균 혈압 변화 그래프를 그림 (c)와 비교하여 나타내고 제시문 (다)에 근거하여 그 이유를 설명하시오.



제시문

(가) 원자 반지름은 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하와 전자가 채워진 전자 껍질 수에 영향을 받는다. 같은 주기에서는 전자 껍질 수가 같지만 원자 번호가 커질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 커져 전자들이 원자핵 쪽으로 강하게 끌리므로 원자 반지름이 작아진다. 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 많아지고 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하도 커진다. 하지만 전자 껍질 수가 많아져 원자 반지름이 커지는 효과가 더 크기 때문에 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 커진다.

(나) 금속 원자가 양이온이 될 때는 가장 바깥 전자 껍질의 전자를 모두 잃어 전자 껍질 수가 적어지므로 양이온의 반지름이 원자 반지름보다 작다. 그러나 비금속 원자가 음이온이 될 때는 가장 바깥 전자 껍질의 전자 수가 많아져 전자 사이의 반발력이 커지므로 음이온의 반지름이 원자 반지름보다 크다.

(다) 기체 상태의 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지를 이온화 에너지라고 한다. 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 강해지므로 이온화 에너지가 대체로 증가하게 된다. 반면, 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 약해지므로 이온화 에너지가 감소하게 된다. 수소를 제외한 원자들은 전자를 2개 이상 가지고 있으므로 한 원자에서 2개 이상의 전자를 떼어 낼 수 있다. 첫 번째 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지를 제1 이온화 에너지(E_1), 그 다음은 차례로 제2 이온화 에너지(E_2), 제3 이온화 에너지(E_3)... 라고 하며, 이때 $E_1, E_2, E_3 \dots$ 를 순차 이온화 에너지라고 한다.

(라) 염화 나트륨(NaCl)이 형성되는 과정에서 나트륨 원자는 전자 1개를 잃어 나트륨 이온(Na^+)이 되고, 염소 원자는 이 전자를 받아 염화 이온(Cl^-)이 된다. 이때 두 이온은 서로 반대 전하를 띠고 있어 정전기적 인력이 작용하고, 이렇게 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성된 결합을 이온 결합이라고 한다. 이온 결합 물질은 전기적으로 중성이므로 이온 결합을 형성하는 이온의 종류에 따라 결합하는 이온의 개수가 달라진다. 따라서 이온 결합 물질을 화학식으로 나타낼 때에는 양이온과 음이온의 원소 기호 뒤에 이온의 개수비를 가장 간단한 정수비로 나타낸다. 이온 결합 물질의 화학식은 양이온을 먼저 쓰고, 나중에 음이온을 쓴다. 예를 들어 칼슘 이온(Ca^{2+})과 염화 이온(Cl^-)이 결합하여 생성되는 염화 칼슘은 양이온과 음이온이 1:2의 개수비로 결합하므로 화학식이 CaCl_2 이다.

(마) 분자 구조는 분자를 이루는 원자들의 상대적인 위치를 나타내는 것으로, 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자 구조를 예측하고 설명할 수 있다. 전자쌍 반발 이론은 중심 원자의 전자쌍들이 정전기적 반발력을 최소화하기 위해 가능한 한 멀리 떨어져 있으려 한다는 이론이다. 중심 원자 주위에 2개의 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 서로 반대 방향, 즉 180° 의 각을 이루면서 선형으로 배치된다. 중심 원자 주위에 3개의 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 120° 의 각을 이룰 때 최대한 서로 멀리 위치하면서 반발이 최소가 되므로 평면 삼각형 배치를 한다. 중심 원자 주위에 4개의 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 각각 정사면체의 꼭짓점 위치에 놓이면서 109.5° 의 각을 이룬다. 공유 결합 분자에서 비공유 전자쌍은 한 원자의 핵에 의한 인력을 받지만, 공유 전자쌍은 두 원자의 핵에 의한 인력을 받는다. 따라서 비공유 전자쌍은 공유 전자쌍보다 주변의 공간을 더 많이 차지한다. 전자쌍이 차지하는 공간이 크면 반발력이 세계 작용한다. 즉, 비공유 전자쌍 사이의 반발력은 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 더 크며, 이것은 분자의 구조와 결합각의 크기에 영향을 끼친다.

아래 표는 주기율표에서 n 부터 n+2 주기의 일부 원소(A~D, W~Z)를 나타낸 것이다. (단, $1 < n < 5$ 이다.)

\ 족 주기	1	2	13	14	15	16	17	18
n						W	X	
n+1	A	B				Y	Z	
n+2	C	D						

문제 1 제시된 원소 중 2개를 사용하여 이온 결합 물질을 만들 때, 제1 이온화 에너지가 가장 큰 원소와 가장 작은 원소로 이루어진 물질을 (I), 이온 사이의 거리가 가장 긴 물질을 (II)라고 하자. (I)과 (II)의 화학식이 무엇인지 제시문에 근거하여 설명하시오.

문제 2 $\text{YX}_2, \text{YX}_3^+, \text{YX}_4^{2+}$ 의 결합각($\angle \text{X-Y-X}$) 크기를 제시문에 근거하여 비교하시오. (단, 중심 원자는 Y이다.)

제시문

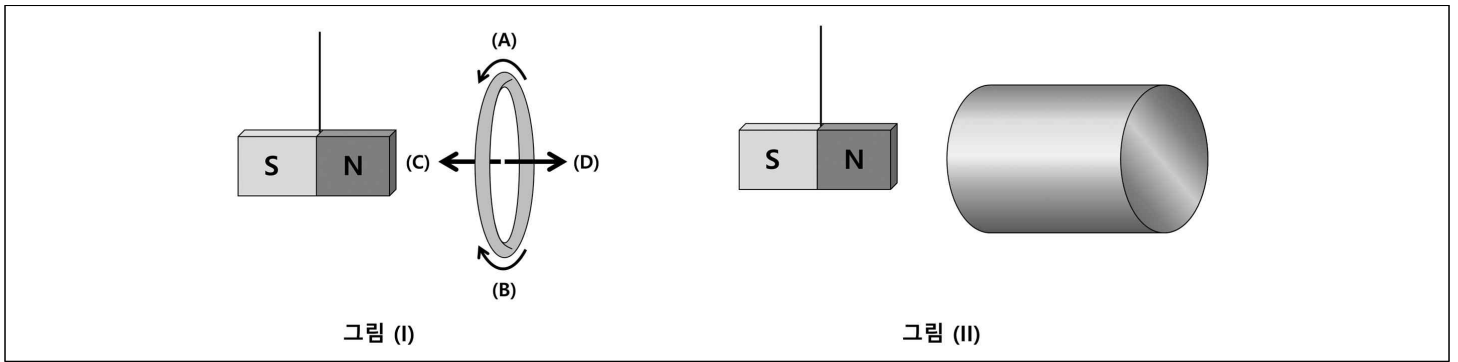
(가) 구리, 은, 알루미늄, 철과 같이 전기 전도성이 좋은 물질을 도체라 하고, 유리, 고무, 플라스틱, 종이와 같이 전기 전도성이 좋지 않은 물질을 절연체(부도체)라고 한다. 그리고 저마늄이나 실리콘과 같이 전기 전도성이 도체와 절연체 중간 정도인 물질을 반도체라고 한다.

(나) 직선 전류 주위의 자기장은 도선을 중심으로 동심원이 되며, 전류의 방향을 반대로 하면 자기력선의 모양은 그대로이나 자기장의 방향은 반대가 된다. 직선 도선에 흐르는 전류를 오른손 엄지손가락이 전류 방향을 가리키도록 도선을 감아쥐면, 다른 네 손가락의 방향이 자기장의 방향을 나타낸다. 이를 앙페르의 법칙이라고 한다. 또한, 원형 도선의 자기장은 도선의 각 부분을 직선 도선의 일부분으로 보고, 앙페르의 법칙을 이용해 합해 보면 원의 중심에서 수직 방향의 자기장이 생긴다.

(다) 자석을 원형 코일에 가까이 하거나 멀리 하여 원형 코일을 통과하는 자기 선속을 변화시키면 원형 코일을 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 유도전류가 흐른다. 이를 렌츠의 법칙이라고 한다. 이 때, 유도전류의 세기는 원형 코일의 단면을 통과하는 자기 선속의 변화 속도에 비례한다. 이것을 패러데이 법칙이라고 한다.

(라) 원자 내 전자는 원자핵을 중심으로 원운동을 하고 있고, 이것을 전자의 궤도 운동이라고 한다. 전자의 궤도 운동은 원형 도선에 전류가 흐르는 것과 같은 효과를 나타낸다. 또한 전자는 자신의 축을 기준으로 자전하는 스핀을 가진다. 따라서 원자는 전자의 궤도 운동과 스핀에 의해 자기장을 형성하기 때문에 매우 작은 자석이라고 생각할 수 있다.

(마) 외부 자기장을 가했을 때 자성을 띠는 원자들인 원자 자석들이 외부 자기장의 방향으로 배열되어 약하게 자기화 되는 성질을 상자성이라고 한다. 종이, 백금, 알루미늄, 산소, 아연, 주석 등이 이러한 상자성을 띤다. 한편, 물질을 구성하는 각 원자들의 자기장이 너무 약하거나 0이 되어 원자 자석이 없는 상태에서 외부 자기장을 가했을 때 원자 자석이 외부 자기장의 방향과 반대 방향으로 배열되어 자기화 되는 성질을 반자성이라고 한다. 산소를 제외한 대부분의 기체, 금이나 구리 등의 몇몇 금속, 플라스틱 등이 이러한 반자성을 띤다.



문제 1
그림 (I)과 같이 실에 매달려 있는 자석에 원형 코일을 빠른 속도로 가까이 가져갔을 때 발생하는 유도전류의 방향을 (A), (B) 중에 고르고 이로 인한 자기장의 방향을 (C), (D) 중에 고르시오. 원형 코일을 원자 내 전자의 궤도라고 가정하여 물질의 자성을 이해한다고 할 때, 이상의 실험결과에 대응되는 자성을 상자성 또는 반자성 중에 선택하시오.

문제 2
그림 (II)와 같이 어떤 하나의 물질로 만든 원기둥 모양의 막대가 빠른 속도로 자석에 대해서 이동할 때와 자석 가까이에 멈춰있을 때 자석의 움직임을 관찰하였다. 자석은 왼쪽이나 오른쪽으로 이동하거나 제자리에 멈춰있게 되는데, 세 운동 상태를 임의로 알파벳 (E), (F), 또는 (G)로 표시하였다. 원기둥을 이루는 물질 (1), (2)에 대한 실험결과가 아래의 표와 같을 때, 운동 상태 (E), (F), (G)를 결정하시오. 또한, (1)과 (2)에 해당하는 물질을 구리, 알루미늄, 종이, 플라스틱 중에서 하나씩 찾아 쓰고 제시문을 이용하여 이유를 설명하시오. 단, 공기의 흐름에 의한 효과는 무시한다.

물질	원기둥이 빠른 속도로 자석에 가까이 갈 때	원기둥이 자석 가까이에서 멈춰 있을 때	원기둥이 빠른 속도로 자석에서 멀어질 때
(1)	(E)	(F)	(E)
(2)	(G)	(G)	(F)

※ 시험이 시작되기 전에는 표지를 넘기지 마십시오.