



경희대학교

2023학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(의·약학계-수학)

[11월 19일(토) 오후]

지원학부(과) ()

수험번호

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

성명 ()

<유의사항 : 아래 내용 위반시 감점 또는 0점 처리할 수 있음>

1. 수학은 필수, 과학 선택과목(물리학, 화학, 생명과학 중 택일)은 수험생이 원하는 과목을 선택하여 응시하시오.
2. 답안의 작성과 정정은 반드시 본교에서 지급한 흑색 필기구를 사용하시오.
3. 답안지에 제목을 쓰지 말고, 특별한 표시를 하지 마시오.
4. 답안지에 답안과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마시오(예: 감사합니다 등).
5. 답안 작성 시 논제번호(예: I, II...)에 맞춰 답안을 작성하며, 논제별 소문제번호[예: (1), (2)...]를 쓰고 이어서 논술하시오.
6. 답안 정정 시에는 두 줄을 긋고 작성하며, 수정도구(수정액 또는 수정테이프) 사용은 절대 불가하므로 유의하시오.
7. 논제별 분량 제한을 준수하고 답안지는 반드시 1장만 사용하시오.
8. 지정된 답안의 작성 영역을 벗어나지 않도록 각별히 유의하시오.
9. 의·약학계 문제지는 총 5장 9쪽입니다.

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

[가] 함수 $f(x)$ 가 어떤 열린구간에서 미분가능하고, 이 구간에 속하는 모든 x 에서

- ① $f'(x) > 0$ 이면 $f(x)$ 는 그 구간에서 증가한다.
- ② $f'(x) < 0$ 이면 $f(x)$ 는 그 구간에서 감소한다.

[나] $a > b$ 일 때, 정적분 $\int_a^b f(x) dx$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$\int_a^b f(x) dx = - \int_b^a f(x) dx$$

[다] 함수 $f(x)$ 가 임의의 세 실수 a, b, c 를 포함하는 닫힌구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때,

$$\int_a^b f(x) dx = \int_a^c f(x) dx + \int_c^b f(x) dx$$

[라] 함수 $f(t)$ 가 실수 a 를 포함하는 구간에서 연속이면 이 구간에 속하는 임의의 x 에 대하여

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

[마] 사건 A 가 일어났을 때의 사건 B 의 조건부확률은

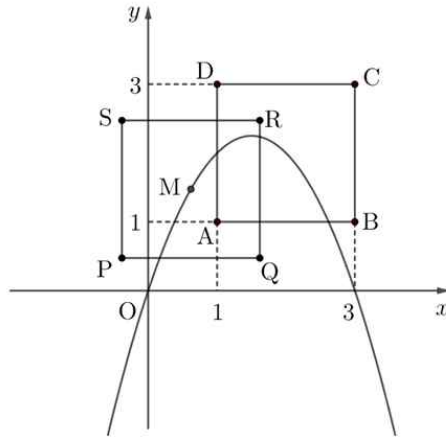
$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \quad (\text{단, } P(A) > 0)$$

[바] 어떤 시행에서 사건 A 가 일어날 확률이 p ($0 < p < 1$)일 때, 이 시행을 n 회 반복하는 독립시행에서 사건 A 가 r 회 일어날 확률은

$${}_n C_r p^r (1-p)^{n-r} \quad (\text{단, } r = 0, 1, 2, \dots, n)$$

< 뒷면에 계속 >

[문제 1-1] 네 점 $A(1, 1)$, $B(3, 1)$, $C(3, 3)$, $D(1, 3)$ 을 꼭짓점으로 하는 정사각형 $ABCD$ 가 있다. 한 변의 길이가 2이고, 모든 변이 x 축 또는 y 축과 평행한 정사각형 $PQRS$ 의 두 대각선의 교점 $M(x, y)$ 의 위치는 $x=t$, $y=-t^2+3t$ 이다. 이때 $0 < t < 3$ 에서 두 정사각형이 겹치는 부분의 넓이를 $f(t)$ 라고 하자. (단, $f(0)=f(3)=0$)

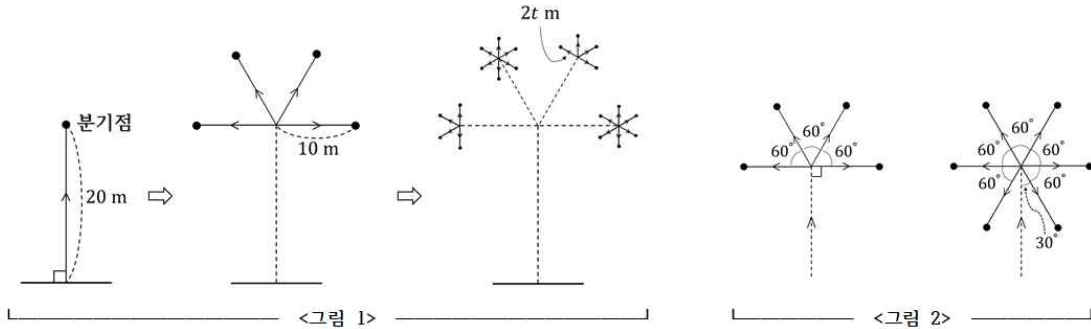


- (1) 함수 $f(t)$ 를 구하고, 함수 $g(t) = \begin{cases} 2t & (t < 2) \\ 12-4t & (t \geq 2) \end{cases}$ 에 대하여 $\int_0^3 |f(t) - g(t)| dt$ 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (16점)
- (2) 상수 a 에 대하여 곡선 $y=f(t)$ ($2 \leq t \leq 3$), 직선 $y=f(a)$ 및 두 직선 $t=2$, $t=3$ 으로 둘러싸인 부분의 넓이를 $S(a)$ 라고 하자. $2 < a < 3$ 일 때 $S(a)$ 가 최소가 되는 a 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (12점)

< 다음 면에 계속 >

[문제 1-2] 어느 불꽃놀이에서 불꽃을 쏘아 올리면 불꽃이 지면에서 출발한다. 이 불꽃은 지면에서 수직 방향으로 20 m를 이동한 후 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지면서 이동한다. 이 갈라지는 지점을 '첫 번째 분기점'이라고 한다. 첫 번째 분기점에서 갈라진 불꽃들은 각각 10 m씩 이동하여 다시 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지면서 이동한다. 두 번째 갈라지는 지점을 '두 번째 분기점'이라고 한다. 두 번째 분기점들에서 갈라진 불꽃들은 각각 2t m씩 이동한 후 사라진다. (단, $0 < t < \frac{5}{2}$)

<그림 1>은 첫 번째 분기점에서 네 갈래로 갈라지고 두 번째 분기점에서 각각 4, 6, 4, 6 갈래로 갈라진 경우의 예시이다. <그림 2>는 점선을 따라 이동한 불꽃이 분기점에서 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지는 모양을 나타낸 것이다. 점선의 화살표 방향을 따라 이동한 불꽃은 <그림 2>와 같은 각도로만 갈라진다.

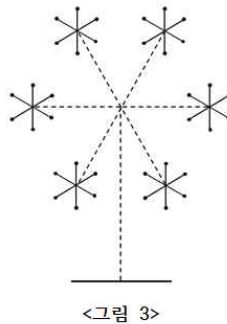


다음 조건을 만족할 때 아래 물음에 답하시오.

- (가) 각 분기점에서 불꽃이 갈라지는 시행은 독립시행이다.
- (나) 각 분기점에서 불꽃이 네 갈래로 갈라질 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.
- (다) 불꽃은 한 평면 위에서 움직인다.
- (라) 불꽃은 동일한 속력으로 움직이고, 직선으로 이동한다. (단, 분기점은 제외한다.)

(1) 두 번째 분기점에서 생기는 불꽃의 개수를 확률변수 X 라고 하자. $20 \leq X \leq 28$ 인 사건 A 가 일어났을 때, 첫 번째 분기점에서 불꽃이 여섯 갈래로 갈라진 사건 B 의 조건부확률 $P(B|A)$ 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (16점)

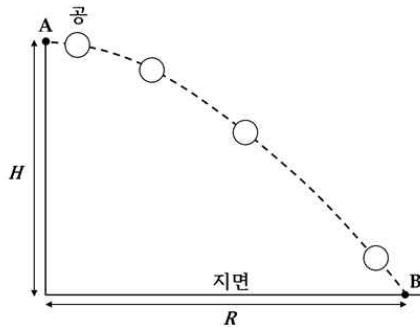
(2) <그림 3>과 같이 모든 분기점에서 불꽃이 여섯 갈래로 갈라진 경우를 생각하자. 36개로 갈라진 불꽃의 마지막 위치를 점으로 나타낼 때, 이 점들 사이의 거리의 최솟값을 $f(t)$ 라고 하자. $0 < t < \frac{5}{2}$ 일 때, 함수 $y = f(t)$ 가 미분가능하지 않은 t 의 값과 그 때의 $f(t)$ 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (16점)



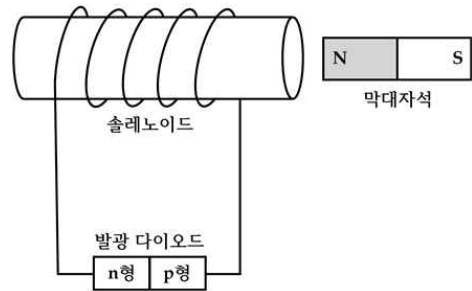
< 수학 끝 >

[문제 II-1] 제시문 [가]~[다]를 참고하여 다음 물음에 답하시오.

(1) <그림 1>은 지면으로부터 높이 H 에 위치한 점 A와 지면을 따라 수평 거리 R 에 위치한 점 B 사이에서 중력을 받으며 운동하는 공의 위치를 나타낸다. 공의 궤적이 그림과 같을 때, 점 A에서 오른쪽 수평 방향으로 공을 던졌는지, 혹은 점 B에서 왼쪽 위 방향으로 비스듬히 공을 던졌는지를 알 수 있을까? 이를 예 또는 아니오로 답하고, 그 근거를 논술하시오. 단, 공기 저항과 공의 크기는 무시한다. (8점)



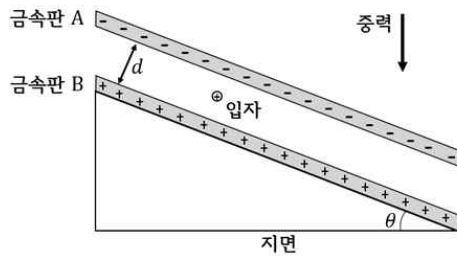
<그림 1>



<그림 2>

[문제 II-2] 제시문 [라]~[사]를 참고하여 다음 물음에 답하시오.

<그림 3>과 같이 두 금속판 A, B를 일정한 간격 d 로 평행하게 하여 지면과의 각도가 θ 를 이루도록 하고, 금속판 A를 (-) 전하로, 금속판 B를 (+) 전하로 대전시켰다. 두 금속판 사이에는 질량 m , 전하량 $+q$ 인 입자가 있다. 중력의 방향은 지면과 수직이고, 중력 가속도는 g 이다. 단, 입자의 크기는 무시하고, 두 금속판의 크기는 금속판 사이의 간격 d 에 비해 충분히 크며, 금속판 사이의 전기력과 중력 외의 다른 요인은 모두 무시한다.



<그림 3>

(1) 입자의 처음 속도가 0일 때, 이 입자가 운동하면서 두 금속판으로부터 멀어지거나 가까워지지 않았다. 이 입자에 가해지는 알짜힘의 크기와 금속판 A, B 사이의 전위차를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (7점)

(2) 이번에는 이 입자가 두 금속판으로부터 같은 거리만큼 떨어진 곳에서 처음 속도 v_0 로 운동하다가 얼마 후 금속판 A에 닿았다. 처음 속도의 방향은 오른쪽이고, 지면과 평행하다. 이 입자가 금속판에 닿는 순간의 운동 에너지를 구하고, 그 근거를 논술하시오. 그리고 이 입자가 금속판에 닿는 순간까지 중력이 한 일을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (18점)

< 물리학 끝 >

[문제 II-1] 제시문 [가]~[라]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

<표 1>은 원소 A~C의 주기, 원자 반지름과 이온 반지름을, <표 2>는 원소 D와 E의 주기와 순차 이온화 에너지를 나타낸 것이다. (A~E는 임의의 원소 기호이고, 서로 다른 원소이다. A~E 이온은 안정한 이온이고 전자 배치는 비활성 기체와 같다.)

원소	A	B	C
주기	2	2	3
원자 반지름 (pm)	73	72	186
이온 반지름 (pm)	140	133	102

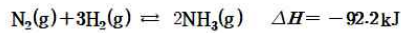
원소	주기	순차 이온화 에너지 (kJ/mol)			
		E_1	E_2	E_3	E_4
D	3	577	1816	2744	11577
E	3	738	1451	7733	10542

(1) 원소 A~E 중 금속 원소를 찾고 그 이유를 서술하시오. 금속 원소로 이루어진 물질은 퍼짐성과 뭉침성을 갖는데 이 성질에 대해 화학 결합을 이용하여 서술하시오. (5점)

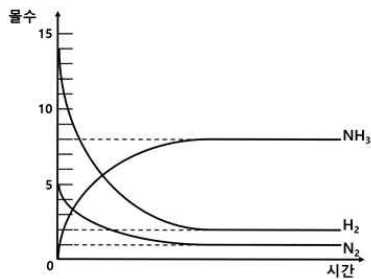
(2) 원소 D의 이온 반지름과 원소 E의 이온 반지름의 크기를 비교하고, 원소 E가 산소 기체와 반응할 때의 화학 반응식을 완성하시오. 이 반응의 생성물은 NaCl보다 높은 녹는점을 가지는데 그 이유를 논술하시오. (10점)

[문제 II-2] 제시문 [마]~[사]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

농산물 생산량의 증가에 큰 역할을 하는 질소 비료의 주성분인 암모니아는 1906년 하버에 의하여 제시된 공기 중의 질소와 수소의 반응을 통해 대량으로 합성할 수 있게 되었으며, 그 화학 반응식은 다음과 같다.



<그림 1>은 온도 T K에서 500 mL 용기 속에 N_2 5몰과 H_2 14몰을 넣고 반응시켰을 때, 시간에 따른 N_2 , H_2 , NH_3 의 몰수 변화를 나타낸 것이다.



<그림 1>

반응	처음 농도(몰/L)		
	N_2	H_2	NH_3
I	2	1	2
II	1	2	3
III	3	1	3

(1) 온도 T K에서 <표 3>과 같이 처음 농도를 달리하여 반응을 진행하였을 때, I ~ III 반응의 반응 초기에 정반응과 역반응 중 어느 반응이 우세하게 일어나는지 각각 논술하시오. (15점)

(2) 평형 상태에서 암모니아의 수득률을 늘리기 위한 반응의 조건을 르샤틀리에 원리에 기반하여 논술하시오. (10점)

< 화학 끝 >



경희대학교

2023학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(의·약학계-생명과학)

[11월 19일(토) 오후]

지원학부(과) ()

)

수험번호

성명 ()

)

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

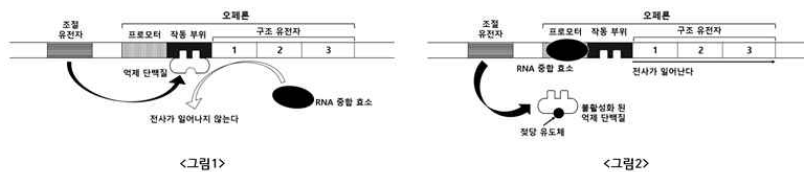
[가] 상동 염색체의 같은 위치에는 하나의 형질을 결정하는 유전자가 있는데 이를 대립유전자라 한다. 어떤 형질에 대한 우열 관계가 분명한 한 쌍의 대립유전자가 이형접합성일 때 나타나는 형질을 우성, 나타나지 않는 형질을 열성이라 한다. 사람의 체세포는 모양과 크기가 같은 염색체가 2개씩 쌍을 이룬 22쌍의 상염색체와 성에 따라 차이를 보이는 한 쌍의 성염색체를 가진다.

[나] 상염색체 유전 형질은 성별과 관계없이 자손에게 유전되어 남녀 모두에서 동일한 빈도로 나타난다. 성염색체 유전 형질은 자손의 성별에 따라 나타나는 빈도가 다른데 이는 자손이 가지는 성염색체의 구성이 성별에 따라 다르기 때문이다.

[다] 가계도는 가족 구성원의 관계와 특정 형질의 발현 유무를 나타낸다. 가계도를 분석하면 형질의 유전 양상과 가족 구성원의 표현형 및 유전자형을 파악하거나 확률을 예측할 수 있다.

[라] 생명체의 DNA 특정 영역에는 형질을 결정하는 정보가 암호화되어 있는데 이를 유전자라 한다. 유전자로부터 유전 형질이 나타나기까지의 과정을 유전자 발현이라 한다. 생명체에는 유전자 발현을 조절하는 체계가 있는데 원핵생물은 주로 전사 과정에서, 진핵생물은 전사 과정을 포함한 여러 단계에서 유전자 발현이 조절된다.

[마] 대장균은 포도당이 있을 때 포도당을 분해하여 에너지를 얻지만, 젓당만 있을 때는 젓당을 분해하여 에너지를 얻는다. 따라서 젓당 분해에 필요한 효소는 젓당 유무에 따라 발현이 조절되어야 한다. 젓당 오페론의 발현은 조절 유전자에서 만들어진 억제 단백질에 의해 조절된다. 젓당이 없을 때는 억제 단백질이 작동 부위에 결합하여 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하는 것을 방해하므로 젓당 오페론의 발현이 억제된다(<그림 1>). 포도당이 없고 젓당만 있을 때는 젓당 유도체가 억제 단백질에 결합하여 입체 구조가 변형되므로 억제 단백질이 작동 부위에 결합하지 못한다. 따라서 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하여 전사가 시작되고 젓당을 분해하는 효소가 합성된다(<그림 2>).

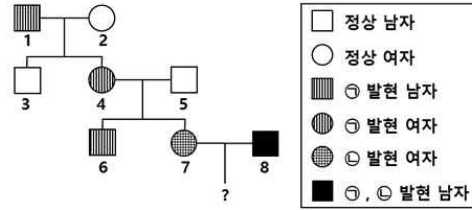


[바] DNA의 유전부호는 연속적인 염기 3개로 구성되는 3염기 조합으로, 유전자를 구성하는 DNA의 염기 서열에 변화가 생기면 유전자의 기능에 이상이 생겨 형질이 변하는데 이를 유전자 이상이라고 한다. 사람의 헤모글로빈 유전자에 돌연변이가 생겨 나타나는 낫 모양 적혈구 빈혈증은 단 하나의 염기가 다른 염기로 바뀌었을 때 나타나는 유전병의 대표적인 예이다. 또한 DNA 염기 서열에서 하나의 염기가 추가되거나 삭제되어 코돈의 변화가 생기면 다른 아미노산 서열을 가진 단백질이 만들어질 수 있다.

< 뒷면에 계속 >

[문제 II-1] 제시문 [가]~[다]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

오른쪽 그림은 어떤 집안의 유전병 ㉠과 ㉡에 대한 가계도이다. ㉠은 대립유전자 A와 A'에 의해 결정되며, 1과 2는 A와 A' 중 한 종류씩만 가진다. ㉡은 대립유전자 B와 B'에 의해 결정된다. 각 대립유전자의 우성과 열성의 관계는 분명하다. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)



- (1) 유전병 ㉠과 ㉡이 우성 유전인지 열성 유전인지 판단하고, 각 유전병이 상염색체 유전인지 성염색체 유전인지 논술하시오. (10점)
- (2) 7과 8의 자손에게서 유전병 ㉠과 ㉡이 나타날 가능성을 이 자손의 성별에 따라 구분하여 논술하시오. (5점)

[문제 II-2] 제시문 [라]~[바]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

(1) 다음은 젓당 오페론에 변이가 생긴 돌연변이 ㉠과 ㉡ 대장균을 연구한 결과이다.

- ㉠ ㉠은 젓당 오페론의 작동 부위에 변이가 생긴 돌연변이로 억제 단백질이 작동 부위에 결합하지 않는다.
- ㉡ ㉡은 억제 단백질의 젓당 유도제 결합 부위에 변이가 생긴 돌연변이로 억제 단백질이 항상 활성화되어 있다.

돌연변이 ㉠과 ㉡을 포도당이 없고 젓당이 있는 배지에서 각각 배양할 경우, 시간의 경과에 따른 젓당의 농도 변화를 추론하여 논술하시오. (단, ㉠과 ㉡의 배양 조건은 동일하고 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.) (8점)

(2) 다음은 야생형 대장균과 돌연변이 ㉢ 대장균의 젓당 오페론 구조 유전자 1에 관한 내용이다.

- ㉠ 야생형 대장균에서 젓당 오페론 구조 유전자 1의 말단 부위 DNA 한 가닥의 염기 서열과 이 서열에 암호화된 단백질의 아미노산 서열은 아래와 같다. 염기 서열 위의 번호는 염기의 위치를 표시하는 임의의 번호이다.

DNA 염기 서열 5'-----GGTCTGGTGTCAAAAATAATAATAACCGGCAGGCCATGTCTGCCCGTATTTTCGCGTAAAG-----3'

야생형 아미노산 서열 -----발린-트립토판-시스테인-글루타민-라이신
- ㉡ 돌연변이 ㉢의 젓당 오페론 구조 유전자 1에서 만들어지는 단백질의 말단 부위 아미노산 서열은 야생형 구조 유전자 1에서 만들어지는 단백질의 아미노산 서열에 이어 13개 아미노산(○로 표시)이 추가되어 있다.

돌연변이 아미노산 서열 ----- 발린-트립토판-시스테인-글루타민-라이신-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○
- ㉢ 돌연변이 ㉢에 추가된 아미노산은 글라이신 1개, 발린 1개, 시스테인 1개, 아스파라진 3개, 아르저닌 1개, 알라닌 2개, 페닐알라닌 1개, 프롤린 1개, 타이로신 1개, 히스티딘 1개로 밝혀졌다.

아래의 코돈표를 참조하여 돌연변이 ㉢의 추가된 말단 아미노산 서열을 순서대로 적고, 돌연변이 ㉢에서 발생한 유전자 이상에 대해 논술하시오. (단, 돌연변이는 1회 발생했으며, 두 개 이상의 염기의 변화는 고려하지 않는다.) (17점)

두 번째 염기

	U	C	A	G	
U	UUU 페닐알라닌	UCU 세린	UAU 타이로신	UGU 시스테인	U
	UUC 페닐알라닌	UCC 세린	UAC 타이로신	UGC 시스테인	C
	UUA 류신	UCA 세린	UAA 종결 코돈	UGA 종결 코돈	A
	UUG 류신	UCG 세린	UAG 종결 코돈	UGG 트립토판	G
C	CUU 류신	CCU 프롤린	CAU 히스티딘	CGU 아르저닌	U
	CUC 류신	CCC 프롤린	CAC 히스티딘	CGC 아르저닌	C
	CUA 류신	CCA 프롤린	CAA 글루타민	CGA 아르저닌	A
	CUG 류신	CCG 프롤린	CAG 글루타민	CGG 아르저닌	G
A	AUU 아이소류신	ACU 트레오닌	AAU 아스파라진	AGU 세린	U
	AUC 아이소류신	ACC 트레오닌	AAC 아스파라진	AGC 세린	C
	AUA 아이소류신	ACA 트레오닌	AAA 라이신	AGA 아르저닌	A
	AUG 메싸이오닌 (개시 코돈)	ACG 트레오닌	AAG 라이신	AGG 아르저닌	G
G	GUU 발린	GCU 알라닌	GAU 아스파르트산	GGU 글라이신	U
	GUC 발린	GCC 알라닌	GAC 아스파르트산	GGC 글라이신	C
	GUA 발린	GCA 알라닌	GAA 글루탐산	GGA 글라이신	A
	GUG 발린	GCG 알라닌	GAG 글루탐산	GGG 글라이신	G

첫 번째 염기

< 생명과학 끝 > < 끝 > - 총 5장 9쪽입니다. -

1. 일반정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 필답고사
전형명	논술우수자전형
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의약학계열 / (수학 I-1)문항

2. 2023학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

[제시문]

[가] 함수 $f(x)$ 가 어떤 열린구간에서 미분가능하고, 이 구간에 속하는 모든 x 에서

- ① $f'(x) > 0$ 이면 $f(x)$ 는 그 구간에서 증가한다.
- ② $f'(x) < 0$ 이면 $f(x)$ 는 그 구간에서 감소한다.

[나] $a > b$ 일 때, 정적분 $\int_a^b f(x) dx$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$\int_a^b f(x) dx = - \int_b^a f(x) dx$$

[다] 함수 $f(x)$ 가 임의의 세 실수 a, b, c 를 포함하는 닫힌구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때,

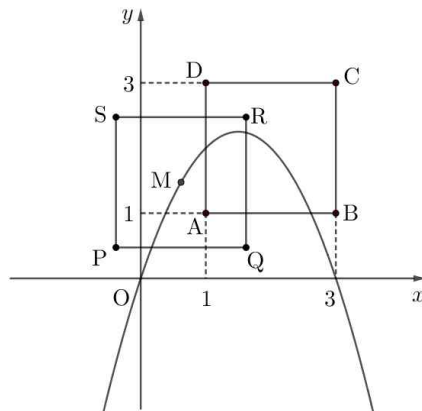
$$\int_a^b f(x) dx = \int_a^c f(x) dx + \int_c^b f(x) dx$$

[라] 함수 $f(t)$ 가 실수 a 를 포함하는 구간에서 연속이면 이 구간에 속하는 임의의 x 에 대하여

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

[문제 I-1] 네 점 $A(1, 1)$, $B(3, 1)$, $C(3, 3)$, $D(1, 3)$ 을 꼭짓점으로 하는 정사각형 ABCD가 있다. 한 변의 길이가 2이고, 모든 변이 x 축 또는 y 축과 평행한 정사각형 PQRS의 두 대각선의 교점 $M(x, y)$ 의 위치는 $x = t$, $y = -t^2 + 3t$ 이다.

이때 $0 < t < 3$ 에서 두 정사각형이 겹치는 부분의 넓이를 $f(t)$ 라고 하자. (단, $f(0) = f(3) = 0$)



(1) 함수 $f(t)$ 를 구하고, 함수 $g(t) = \begin{cases} 2t & (t < 2) \\ 12 - 4t & (t \geq 2) \end{cases}$ 에 대하여 $\int_0^3 |f(t) - g(t)| dt$ 의 값을 구하고,

그 근거를 논술하시오. (16점)

(2) 상수 a 에 대하여 곡선 $y = f(t)$ ($2 \leq t \leq 3$), 직선 $y = f(a)$ 및 두 직선 $t = 2$, $t = 3$ 으로 둘러싸인 부분의 넓이를 $S(a)$ 라고 하자. $2 < a < 3$ 일 때 $S(a)$ 가 최소가 되는 a 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (12점)

3. 2023학년도 수시모집 논술고사출제 의도

[논제 I-1]에서는 고등학교 교육과정의 함수의 미분과 적분의 기본 개념을 종합적으로 잘 이해하고 응용할 수 있는지를 파악할 수 있는 논제를 출제하였다. 주어진 조건으로부터 수학적으로 추론하고 단순한 공식의 적용보다는 주어진 상황을 수학적으로 표현하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

4. 2023학년도 수시모집 논술고사문항 해설

[논제 I-1]에서는 함수의 미분과 적분을 이용하여 제시된 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
수학II	박교식 외 19인	동아출판(주)	2020	83	제시문[가]	X
수학II	김원경 외 14인	(주) 비상교육	2022	113	제시문[나]	X
수학II	홍성복 외 10인	(주) 지학사	2021	134	제시문[다]	X
수학II	박교식 외 19인	동아출판(주)	2020	130	제시문[라]	X

5. 2023학년도 수시모집 논술고사채점 기준

[논제 I-1]

(1) (16점)

<8점> t 의 구간에 따라 $f(t)$ 를 구한다.

<8점> $f(t) - g(t) \leq 0$ 를 보이고 주어진 정적분을 계산한다.

(2) (12점)

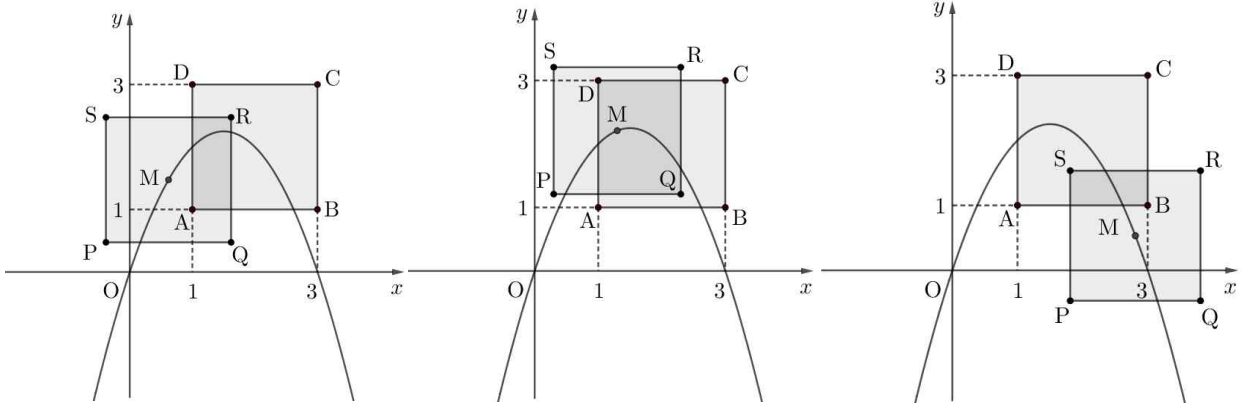
<6점> 주어진 구간에서 $f(t)$ 의 성질을 이용하여 $S(a)$ 를 계산한다.

<6점> $S(a)$ 의 극소가 되는 a 의 값을 계산하여 최소가 되는 점을 계산한다.

6. 2023학년도 수시모집 논술고사 예시답안

[문제 I-1]

(1) $0 < t < 3$ 이면 두 정사각형이 겹치는 부분은 t 의 값에 따라 다른 크기의 직사각형이 된다. 따라서 각 경우에 대하여 직사각형의 두 변의 길이를 구하면 된다.



[경우 1]

[경우 2]

[경우 3]

문제에서 주어진 정사각형의 꼭짓점의 좌표는 $A(1, 1)$, $B(3, 1)$, $C(3, 3)$, $D(1, 3)$ 이고, 중심이 $(t, -t^2 + 3t)$ 인 정사각형의 꼭짓점의 좌표는 $P(t-1, -t^2 + 3t - 1)$, $Q(t+1, -t^2 + 3t - 1)$, $R(t+1, -t^2 + 3t + 1)$, $S(t-1, -t^2 + 3t + 1)$ 이 된다.

[경우 1] $0 < t < 1$ 이면 겹치는 부분은 두 변의 길이가 t 와 $-t^2 + 3t$ 인 직사각형이므로 넓이 $f(t)$ 는 $f(t) = t(-t^2 + 3t) = -t^3 + 3t^2$ 이다.

[경우 2] $1 \leq t < 2$ 이면 겹치는 부분은 두 변의 길이가 t 와 $3 - (-t^2 + 3t - 1)$ 인 직사각형이므로 넓이 $f(t)$ 는 $f(t) = t(t^2 - 3t + 4) = t^3 - 3t^2 + 4t$ 이다.

[경우 3] $2 \leq t < 3$ 이면 겹치는 부분은 두 변의 길이가 $3 - (t - 1)$ 과 $(-t^2 + 3t + 1) - 1$ 인 직사각형이므로 넓이 $f(t)$ 는 $f(t) = (-t + 4)(-t^2 + 3t) = t^3 - 7t^2 + 12t$ 이다.

따라서 $f(t)$ 는 다음과 같다.

$$f(t) = \begin{cases} -t^3 + 3t^2 & (0 \leq t < 1) \\ t^3 - 3t^2 + 4t & (1 \leq t < 2) \\ t^3 - 7t^2 + 12t & (2 \leq t \leq 3) \end{cases}$$

[경우 1] $0 \leq t < 1$ 이면 $f(t) = -t^3 + 3t^2$ 이고 $g(t) = 2t$ 이므로 $f(t) - g(t) = (-t^3 + 3t^2) - 2t = -(t^3 - 3t^2 + 2t) = -t(t-1)(t-2) \leq 0$ 이다.

[경우 2] $1 \leq t < 2$ 이면 $f(t) = t^3 - 3t^2 + 4t$ 이고 $g(t) = 2t$ 이므로 $f(t) - g(t) = (t^3 - 3t^2 + 4t) - 2t = t^3 - 3t^2 + 2t = t(t-1)(t-2) \leq 0$ 이다.

[경우 3] $2 \leq t \leq 3$ 이면 $f(t) = t^3 - 7t^2 + 12t$ 이고 $g(t) = -4t + 12$ 이므로 $f(t) - g(t) = (t^3 - 7t^2 + 12t) - (-4t + 12) = t^3 - 7t^2 + 16t - 12 = (t-2)^2(t-3) \leq 0$ 이다.

모든 $0 \leq t \leq 3$ 에 대하여 $f(t) - g(t) \leq 0$ 이므로 $\int_0^3 |f(t) - g(t)| dt = \int_0^3 \{g(t) - f(t)\} dt$ 가 되어

$$\int_0^3 |f(t) - g(t)| dt = \int_0^1 (t^3 - 3t^2 + 2t) dt + \int_1^2 (-t^3 + 3t^2 - 2t) dt + \int_2^3 (-t^3 + 7t^2 - 16t + 12) dt$$

이때 $\int_0^1 (t^3 - 3t^2 + 2t) dt = \frac{1}{4}$, $\int_1^2 (-t^3 + 3t^2 - 2t) dt = \frac{1}{4}$, $\int_2^3 (-t^3 + 7t^2 - 16t + 12) dt = \frac{1}{12}$ 이다.

따라서 $\int_0^3 |f(t) - g(t)| dt = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{7}{12}$ 이다.

(2) $2 < t < 3$ 에서 $f'(t) = 3t^2 - 14t + 12 = 3\left(t - \frac{7}{3}\right)^2 - \frac{13}{3}$ 이므로 $f'(t) < 0$ 이다. 그러므로 $f(t)$ 는 $2 \leq t \leq 3$ 에서 감소한다.

따라서 $S(a) = \int_2^a f(x) dx - (a-2)f(a) + (3-a)f(a) - \int_a^3 f(x) dx = \int_2^a f(x) dx + \int_3^a f(x) dx - (2a-5)f(a)$ 가 된다.

이때 $S'(a) = f(a) + f(a) - 2f(a) - (2a-5)f'(a) = -(2a-5)f'(a)$ 이다.

한편 $2 < a < 3$ 에서 $f'(a) < 0$ 이므로 $S'(a) = 0$ 인 a 는 $\frac{5}{2}$ 뿐이다. 또한 $2 < a < \frac{5}{2}$ 에서 $S'(a) < 0$ 이고 $\frac{5}{2} < a < 3$ 에서 $S'(a) > 0$ 이므로 $S(a)$ 는 $a = \frac{5}{2}$ 에서 최솟값을 갖는다.

1. 일반정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 필답고사
전형명	논술우수자전형
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의약학계열 / 수학 I-2 문항

2. 2023학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

[제시문]

[마] 사건 A 가 일어났을 때의 사건 B 의 조건부확률은

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \quad (\text{단, } P(A) > 0)$$

[바] 어떤 시행에서 사건 A 가 일어날 확률이 p ($0 < p < 1$)일 때, 이 시행을 n 회 반복하는 독립시행에서 사건 A 가 r 회 일어날 확률은

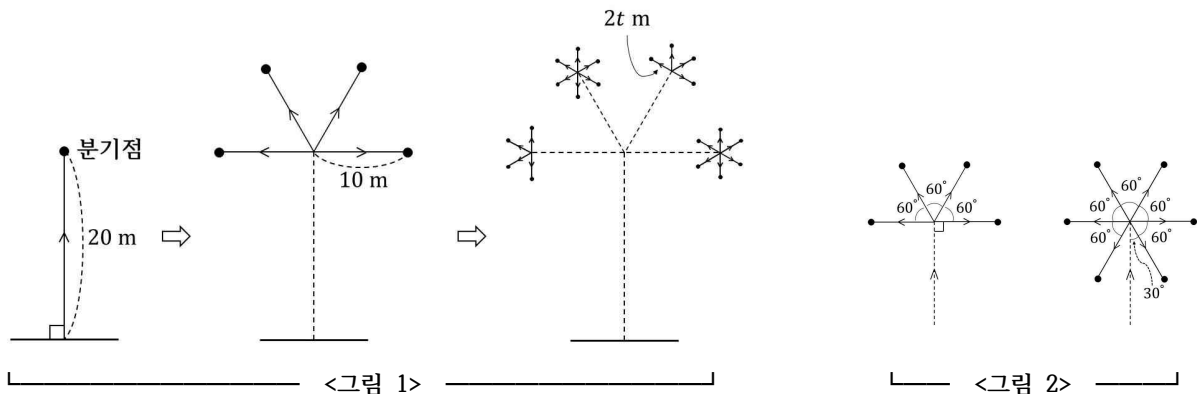
$${}_n C_r p^r (1-p)^{n-r} \quad (\text{단, } r=0, 1, 2, \dots, n)$$

[문제 I-2]

어느 불꽃놀이에서 불꽃을 쏘아 올리면 불꽃이 지면에서 출발한다. 이 불꽃은 지면에서 수직 방향으로 20 m를 이동한 후 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지면서 이동한다. 이 갈라지는 지점을 '첫 번째 분기점'이라고 한다. 첫 번째 분기점에서 갈라진 불꽃들은 각각 10 m씩 이동하여 다시 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지면서 이동한다. 두 번째 갈라지는 지점을 '두 번째 분기점'이라고 한다. 두 번째 분기점들에서 갈라진 불꽃들은 각각 $2t$ m씩 이동한 후 사라진다. (단, $0 < t < \frac{5}{2}$)

<그림 1>은 첫 번째 분기점에서 네 갈래로 갈라지고 두 번째 분기점에서 각각 4, 6, 4, 6 갈래로 갈라진 경우의 예시이다.

<그림 2>는 점선을 따라 이동한 불꽃이 분기점에서 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지는 모양을 나타낸 것이다. 점선의 화살표 방향을 따라 이동한 불꽃은 <그림 2>와 같은 각도로만 갈라진다.

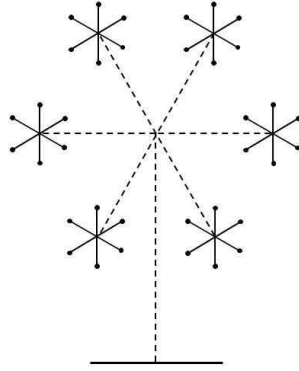


다음 조건을 만족할 때 아래 물음에 답하시오.

- (가) 각 분기점에서 불꽃이 갈라지는 시행은 독립시행이다.
 (나) 각 분기점에서 불꽃이 네 갈래로 갈라질 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다.
 (다) 불꽃은 한 평면 위에서 움직인다.
 (라) 불꽃은 동일한 속력으로 움직이고, 직선으로 이동한다. (단, 분기점은 제외한다.)

(1) 두 번째 분기점에서 생기는 불꽃의 개수를 확률변수 X 라고 하자. $20 \leq X \leq 28$ 인 사건 A 가 일어났을 때, 첫 번째 분기점에서 불꽃이 여섯 갈래로 갈라진 사건 B 의 조건부확률 $P(B|A)$ 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (16점)

(2) <그림 3>과 같이 모든 분기점에서 불꽃이 여섯 갈래로 갈라진 경우를 생각하자. 36개로 갈라진 불꽃의 마지막 위치를 점으로 나타낼 때, 이 점들 사이의 거리의 최솟값을 $f(t)$ 라고 하자. $0 < t < \frac{5}{2}$ 일 때, 함수 $y = f(t)$ 가 미분가능하지 않은 t 의 값과 그 때의 $f(t)$ 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (16점)



<그림 3>

3. 2023학년도 수시모집 논술고사출제 의도

[문제 1-2]에서는 고등학교 교육과정의 조건부 확률과 사건의 독립과 종속을 종합적으로 잘 이해하고 응용할 수 있는지를 파악할 수 있는 논제를 출제하였다. 주어진 조건으로부터 수학적으로 추론하고 단순한 공식의 적용보다는 주어진 상황을 수학적으로 표현하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

4. 2023학년도 수시모집 논술고사문항 해설

[문제 1-2]에서는 조건부 확률과 사건의 독립과 종속을 이용하여 제시된 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 확률과 통계	김원경 외 14인	(주)비상교육	2022	54	제시문 [마]	X
고등학교 확률과 통계	황선욱 외 9인	(주)미래엔	2020	65	제시문 [바]	X

5. 2023학년도 수시모집 논술고사채점 기준

[문제 1-2]

(1) (16점)

<6점> 독립시행의 확률을 이용하여 처음에 네 갈래의 경우의 확률을 계산한다.

<6점> 독립시행의 확률을 이용하여 처음에 여섯 갈래의 경우의 확률을 계산한다.

<4점> 조건부확률을 계산한다.

(2) (16점)

<8점> 최소거리를 함수로 나타낸다.

<8점> 함수가 미분가능하지 않은 t 값과 이때의 함수값을 구한다.

6. 2023학년도 수시모집 논술고사 예시답안

[문제 1-2]

(1)

$X=20$ 인 경우: 첫 번째 분기점에서 네 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 4, 6, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times {}_4C_2 \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{3}{16}$$

$X=22$ 인 경우: 첫 번째 분기점에서 네 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 6, 6, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times {}_4C_1 \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{8}$$

$X=24$ 인 경우:

(i) 첫 번째 분기점에서 네 갈래, 두 번째 분기점에서 6, 6, 6, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{32}$$

(ii) 첫 번째 분기점에서 여섯 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 4, 4, 4, 4, 4 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^6 = \frac{1}{128}$$

$X=26$ 인 경우: 첫 번째 분기점에서 여섯 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 4, 4, 4, 4, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times {}_6C_1 \left(\frac{1}{2}\right)^6 = \frac{3}{64}$$

$X=28$ 인 경우: 첫 번째 분기점에서 여섯 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 4, 4, 4, 6, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times {}_6C_2 \left(\frac{1}{2}\right)^6 = \frac{15}{128}$$

따라서

$$P(A \cap B) = \frac{1}{128} + \frac{3}{64} + \frac{15}{128} = \frac{11}{64} \quad \text{이고} \quad P(A) = \frac{3}{16} + \frac{1}{8} + \frac{1}{32} + \frac{1}{128} + \frac{3}{64} + \frac{15}{128} = \frac{33}{64}$$

이므로

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{1}{3}$$

(2) 한 분기점에서 갈라지는 두 점 사이의 최소 거리는 $2t$ 이고,

서로 다른 분기점에서 갈라지는 두 점 사이의 최소 거리는 $10 - 2\sqrt{3}t$ 이다.

$2t \leq 10 - 2\sqrt{3}t$ 이면 $2(\sqrt{3}+1)t \leq 10$ 이므로 $t \leq \frac{5}{\sqrt{3}+1} = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$ 이다.

또한 $2t > 10 - 2\sqrt{3}t$ 이면 $t > \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$ 이다.

$t_0 = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$ 라고 하면 $f(t) = \begin{cases} 2t & (0 < t \leq t_0) \\ 10 - 2\sqrt{3}t & (t_0 < t < \frac{5}{2}) \end{cases}$ 이다.

따라서 $\lim_{t \rightarrow t_0^-} \frac{f(t) - f(t_0)}{t - t_0} = 2$, $\lim_{t \rightarrow t_0^+} \frac{f(t) - f(t_0)}{t - t_0} = -2\sqrt{3}$ 이므로 $f'(t_0)$ 가 존재하지 않는다.

즉, 함수 $f(t)$ 는 $t = t_0 = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$ 에서 미분가능하지 않다. 이때 $f(t_0) = 2t_0 = 5(\sqrt{3}-1)$ 이다.

1. 일반정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 필답고사
전형명	논술우수자전형
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	(의·약학계)계열 / 물리학 II-1문항

2. 2023학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 지면 위에서 비스듬히 던진 물체는 수평 방향으로 등속도로, 수직 방향으로 등가속도로 운동하면서 포물선 궤적을 그린다. 수평 방향과 θ 의 각도를 이루며 속력 v_0 으로 물체를 던졌을 때, 시간 t 에서 물체의 수평(x) 방향과 수직(y) 방향의 위치는 다음과 같다. 여기서 x_0 과 y_0 은 각각 물체의 수평 방향과 수직 방향의 처음 위치이고, g 는 중력 가속도이다.

$$x = x_0 + (v_0 \cos \theta) t$$
$$y = y_0 + (v_0 \sin \theta) t - \frac{1}{2} g t^2$$

[나] 자석과 솔레노이드가 상대적인 운동을 하면, 솔레노이드를 통과하는 자기 선속이 변하면서 솔레노이드를 연결한 회로에 전류가 유도된다. 이러한 현상을 전자기 유도라고 하며, 유도 전류가 흐르도록 솔레노이드에 생긴 전압을 유도 기전력이라고 한다.

[다] 발광 다이오드(LED)는 p-n 접합 다이오드의 일종으로 순방향으로 연결하면 빛을 방출할 수 있다. 즉, 발광 다이오드에 순방향 전압을 걸면 전자들은 n형 반도체에서 p형 반도체 쪽으로 이동하다가 p-n 접합면에서 양공과 결합한다. 이때 전자가 잃는 에너지만큼 빛 에너지로 방출된다.

[라] 물체에 작용하는 여러 힘들의 합을 알짜힘이라 한다. 알짜힘이 물체에 작용하면 물체는 가속도 운동을 하게 되는데, 이때 물체의 가속도는 작용한 알짜힘에 비례하고 물체의 질량에 반비례한다.

[마] 처음 위치 x_0 에서 처음 속도 v_0 인 물체가 일정한 가속도 a 로 운동하면 시간 t 에서 물체의 속도 $v = v_0 + at$ 이고, 물체의 위치 $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 이다.

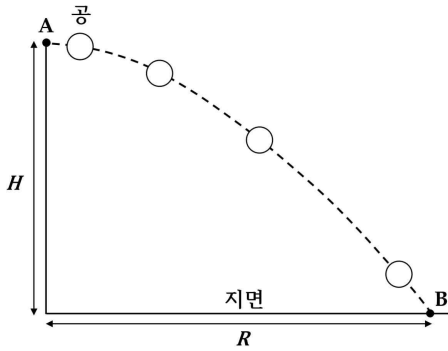
[바] 물체에 힘을 작용하여 힘과 나란한 방향으로 물체가 이동하였을 때, 물체에 작용한 힘이 일을 하였다고 정의한다. 힘이 물체에 한 일은 작용한 힘의 크기와 물체가 힘의 방향으로 이동한 거리의 곱이다. 이때 물체에 해 준 일만큼 물체의 운동 에너지가 변한다.

[사] 평행한 두 금속판에 부호가 반대인 전하가 각각 대전될 때, 두 금속판의 크기가 둘 사이의 간격에 비해 충분히 크다면 두 금속판 사이에는 균일한 전기장이 만들어진다. 전하량 $+q$ 인 점전하는 세기가 E 인 균일한 전기장 안에서 $F = qE$ 의 전기력을 받는다. 이 점전하를 전기장 내의 한 지점에서 전기장 방향과 반대 방향으로 거리 d 만큼 옮기기 위해서는 $W = qEd$ 만큼의 일을 해 주어야 한다. 이때 점전하에 해 준 일만큼 점전하의 전기적 퍼텐셜 에너지가 증가한다.

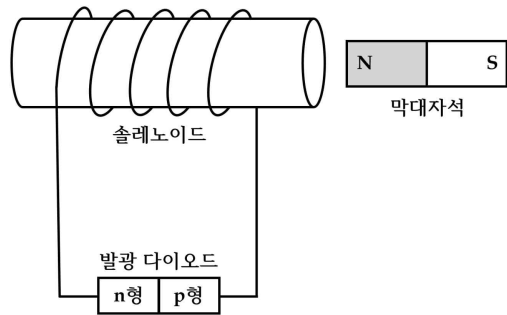
[문제 II-1] 제시문 [가]~[다]를 참고하여 다음 물음에 답하시오.

(1) <그림 1>은 지면으로부터 높이 H 에 위치한 점 A와 지면을 따라 수평 거리 R 에 위치한 점 B 사이에서 중력을 받으며 운동하는 공의 위치를 나타낸다. 공의 궤적이 그림과 같을 때, 점 A에서 오른쪽 수평 방향으로 공을 던졌는지, 혹은 점 B에서 왼쪽 위 방향으로 비스듬히 공을 던졌는지를 알 수 있을까? 이를 예 또는 아니오로 답하고, 그 근거를 논술하시오. 단, 공기 저항과 공의 크기는 무시한다. (8점)

(2) <그림 2>와 같이 솔레노이드와 발광 다이오드(LED)를 직렬로 연결하였다. 솔레노이드는 정지한 채, 막대자석이 솔레노이드 근처에서 수평 방향으로 운동하고 있다. 막대자석의 운동에 의해 발광 다이오드가 빛을 방출한다면, 막대자석이 솔레노이드에 가까이 오고 있는지, 혹은 솔레노이드로부터 멀어지고 있는지를 알 수 있을까? 이를 예 또는 아니오로 답하고, 그 근거를 논술하시오. 솔레노이드에서 도선을 감은 방향, 막대자석의 N극과 S극의 위치, 발광 다이오드의 p형과 n형 반도체의 위치는 그림과 동일하다. (7점)



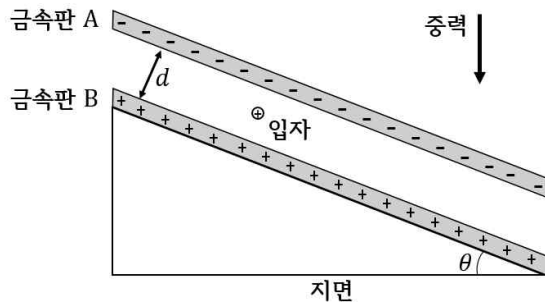
<그림 1>



<그림 2>

[문제 II-2] 제시문 [라]~[사]를 참고하여 다음 물음에 답하시오.

<그림 3>과 같이 두 금속판 A, B를 일정한 간격 d 로 평행하게 하여 지면과의 각도가 θ 를 이루도록 하고, 금속판 A를 (-) 전하로, 금속판 B를 (+) 전하로 대전시켰다. 두 금속판 사이에는 질량 m , 전하량 $+q$ 인 입자가 있다. 중력의 방향은 지면과 수직이고, 중력 가속도는 g 이다. 단, 입자의 크기는 무시하고, 두 금속판의 크기는 금속판 사이의 간격 d 에 비해 충분히 크며, 금속판 사이의 전기력과 중력 외의 다른 요인은 모두 무시한다.



<그림 3>

(1) 입자의 처음 속도가 0일 때, 이 입자가 운동하면서 두 금속판으로부터 멀어지거나 가까워지지 않았다. 이 입자에 가해지는 알짜힘의 크기와 금속판 A, B 사이의 전위차를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (7점)

(2) 이번에는 이 입자가 두 금속판으로부터 같은 거리만큼 떨어진 곳에서 처음 속도 v_0 으로 운동하다가 얼마 후 금속판 A에 닿았다. 처음 속도의 방향은 오른쪽이고, 지면과 평행하다. 이 입자가 금속판에 닿는 순간의 운동 에너지를 구하고, 그 근거를 논술하시오. 그리고 이 입자가 금속판에 닿는 순간까지 중력이 한 일을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (18점)

3. 2023학년도 수시모집 논술고사출제 의도

과학-물리의 논제 II-1에서는 고등학교 물리학I과 물리학 II에서 다루고 있는 ‘반도체 소자’, ‘전자기 유도’, ‘포물선 운동’ 등의 개념을 이용하여 역학, 전자기장과 관련된 자연 현상을 논리적으로 탐구하는 능력을 시험하였다. 물리 법칙이나 물리 공식을 단순히 대입하는 방식으로 해답을 찾는 일차원적인 평가를 회피하고자 하였다. 논제의 제시문과 문제에서 제공된 정보와 조건을 이용하여 문제의 해결책을 체계적으로 접근하는 과정을 평가하였다. 문항 (1)에서는 중력에 의한 ‘포물선 운동’의 성질을 활용하여 처음 위치와 도착 위치가 같을 때 양쪽 방향의 운동 궤도가 같다는 사실을 증명하는 문제이다. 따라서 초기 조건이 주어졌을 때, 물체의 운동 궤적을 수학적으로 기술하는 능력이 필요하다. 문항 (2)에서는 렌츠의 법칙과 전자기 유도를 올바르게 이해하고, 이를 p-n 접합 다이오드의 동작 원리와 결합하는 복합 상황을 다루고 있다. 발광 다이오드와 같은 p-n 접합 다이오드에서는 순방향의 전압이 걸렸을 때 한 쪽 방향으로만 전류가 흐를 수 있다는 점에 착안하여 막대자석의 운동 방향을 예측할 수 있음을 깨달아야 한다.

4. 2023학년도 수시모집 논술고사문항 해설

과학-물리의 논제 II-1에서는 각 문제의 조건에서 대상 물체의 운동 방향을 예측할 수 있는 지에 대해 질문하고 있다. 문항 (1)에서는 두 출발점 A, B에 관계없이 공은 같은 중력을 받으며 운동하므로 출발점과 도착점에서의 처음 속도와 나중 속도가 서로 방향이 뒤바뀐 채 크기가 같다면, 같은 운동 궤도를 그리게 된다. 이는 각 상황에서 포물선 방정식을 직접 구하는 방식으로 증명할 수 있다. 문항 (2)에서는 발광 다이오드가 빛을 방출한다면, 전류는 시계 방향으로 흐르고, 이에 따라 왼쪽 방향으로 자기 선속을 만든다. 이는 렌츠의 법칙에 따라 막대자석의 N극이 솔레노이드로부터 멀어지고 있음을 의미한다. 즉, 발광 다이오드의 점등 여부를 통해 막대자석의 운동 방향을 결정할 수 있다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 물리학II	김영민 외 7인	교학사	2019	32	제시문 [가]	○
고등학교 물리학II	강남화 외 5인	천재교육	2018	127	제시문 [나]	○
고등학교 물리학I	강남화 외 5인	천재교육	2018	112	제시문 [다]	○

5. 2023학년도 수시모집 논술고사채점 기준

[논제 II-1]

(1) (8점)

- (i) 높이 H 의 점 A에서 오른쪽 방향으로 던진 공의 궤적을 구하였다. (2점)
- (ii) 수평 거리 R 의 점 B에서 왼쪽 방향으로 던진 공의 궤적을 구하였다. (2점)
- (iii) 두 궤적이 같다는 점을 보임으로써 공의 운동 방향을 결정할 수 없다는 점을 밝혔다. (4점)

문제의 풀이 방법은 예시 답안의 서술에 국한되지 않고, 제시한 다른 풀이 방법이 논리적으로 정당한 경우 전체 또는 부분 점수를 부여할 수 있다.

(2) (7점)

- (i) 발광 다이오드에 흐르는 전류의 방향을 설명하였다. (1점)
- (ii) 솔레노이드에 흐르는 전류에 의해 발생하는 자기 선속의 방향을 설명하였다. (2점)
- (iii) 렌츠의 법칙에 따라 막대자석의 운동 방향을 결정할 수 있다는 점을 밝혔다. (4점)

문제의 풀이 방법은 예시 답안의 서술에 국한되지 않고, 제시한 다른 풀이 방법이 논리적으로 정당한 경우 전체 또는 부분 점수를 부여할 수 있다.

6. 2023학년도 수시모집 논술고사 예시답안

[문제 II-1]

(1) 높이 H 의 점 A에서 오른쪽 수평 방향으로 속력 v_0 으로 공을 던졌을 때, 시간 t 에서 공의 수평(x) 방향과 수직(y) 방향의 위치는 다음과 같다.

$$x = v_0 t \quad (1)$$

$$y = H - \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

식 (1)에서 $t = \frac{x}{v_0}$ 이고, 이를 식 (2)에 대입하면 다음과 같은 포물선 방정식을 얻는다.

$$y = H - \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0} \right)^2 \quad (3)$$

즉, A에서 오른쪽 수평 방향으로 던진 공은 식 (3)의 궤적을 따라 운동한다.

A에서 오른쪽 수평 방향으로 던진 공이 지면에 닿을 때의 수평(v_x) 방향과 수직(v_y) 방향의 속력은 다음과 같다.

$$v_x = v_0 \quad (4)$$

$$v_y = -g t' \quad (5)$$

여기서 t' 는 공이 지면에 닿을 때까지 걸린 시간이고, 식 (1)을 이용하면 다음과 같다

$$t' = \frac{R}{v_0} \quad (6)$$

수평 거리 R 의 점 B에서 왼쪽 위로 비스듬히 던진 공의 수평 방향과 수직 방향 속력의 절댓값이 각각 식 (4)와 식 (5)의 절댓값과 같을 때, 시간 t 초에서 물체의 수평(x) 방향과 수직(y) 방향의 위치는 다음과 같다.

$$x = R - v_0 t \quad (7)$$

$$y = \frac{gR}{v_0} t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (8)$$

식 (7)에서 $t = \frac{R-x}{v_0}$ 이고, 이를 식 (8)에 대입하면 다음과 같은 포물선 방정식을 얻는다.

$$y = \frac{gR^2}{2v_0^2} - \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0} \right)^2 \quad (9)$$

한편, 식 (2)를 이용하면 t' 는 다음과 같다

$$t' = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (10)$$

식 (6)과 식 (10)을 이용하면, 다음의 등식이 성립한다.

$$H = \frac{gR^2}{2v_0^2} \quad (11)$$

식 (11)을 식 (9)에 대입하면, 다음과 같다.

$$y = H - \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0} \right)^2 \quad (12)$$

\therefore 식 (3)과 식 (12)는 같다. 즉, A 또는 B에서 던진 공의 궤적은 서로 같으므로, 공의 궤적을 아는 것만으로는 공의 운동 방향을 결정할 수 없다. 따라서 답은 '아니오'다.

(2) 솔레노이드를 통과하는 자기 선속이 증가하면 코일에 유도되는 기전력은 자기 선속을 감소시키는 방향으로 생긴다. 반대로 자기 선속이 감소하면 유도 기전력은 자기 선속을 증가시키는 방향으로 생긴다. 이를 렌츠의 법칙이라고 한다. 한편, 발광 다이오드는 p-n 접합 다이오드의 특성에 의해 순방향 전압이 걸릴 때 빛을 방출할 수 있다. 문제에서 발광 다이오드가 빛을 방출한다면, 전류는 시계 방향으로 흐르면서 왼쪽 방향으로 자기 선속을 만든다. 이는 렌츠의 법칙에 따라 막대자석의 N극이 솔레노이드로부터 멀어지고 있다는 뜻이다. 즉, 발광 다이오드의 점등 여부를 통해 막대자석의 운동 방향을 결정할 수 있다. 따라서 답은 '예'이다.

1. 일반정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 필답고사
전형명	논술우수자전형
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의·약학계열 / 물리학 II-2 문항

2. 2023학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

[라] 물체에 작용하는 여러 힘들의 합을 알짜힘이라 한다. 알짜힘이 물체에 작용하면 물체는 가속도 운동을 하게 되는데, 이때 물체의 가속도는 작용한 알짜힘에 비례하고 물체의 질량에 반비례한다.

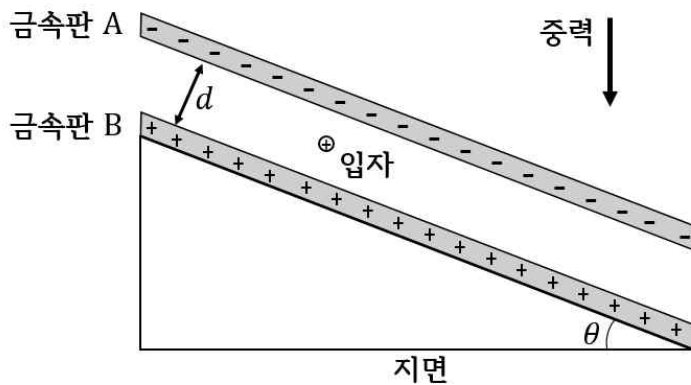
[마] 처음 위치 x_0 에서 처음 속도 v_0 인 물체가 일정한 가속도 a 로 운동하면 시간 t 에서 물체의 속도 $v = v_0 + at$ 이고, 물체의 위치 $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 이다.

[바] 물체에 힘을 작용하여 힘과 나란한 방향으로 물체가 이동하였을 때, 물체에 작용한 힘이 일을 하였다고 정의한다. 힘이 물체에 한 일은 작용한 힘의 크기와 물체가 힘의 방향으로 이동한 거리의 곱이다. 이때 물체에 해 준 일만큼 물체의 운동 에너지가 변한다.

[사] 평행한 두 금속판에 부호가 반대인 전하가 각각 대전될 때, 두 금속판의 크기가 둘 사이의 간격에 비해 충분히 크다면 두 금속판 사이에는 균일한 전기장이 만들어진다. 전하량 $+q$ 인 점전하는 세기가 E 인 균일한 전기장 안에서 $F = qE$ 의 전기력을 받는다. 이 점전하를 전기장 내의 한 지점에서 전기장 방향과 반대 방향으로 거리 d 만큼 옮기기 위해서는 $W = qEd$ 만큼의 일을 해 주어야 한다. 이때 점전하에 해 준 일만큼 점전하의 전기적 퍼텐셜 에너지가 증가한다.

[문제 II-2] 제시문 [라]~[사]를 참고하여 다음 물음에 답하시오.

<그림 3>과 같이 두 금속판 A, B를 일정한 간격 d 로 평행하게 하여 지면과의 각도가 θ 를 이루도록 하고, 금속판 A를 (-) 전하로, 금속판 B를 (+) 전하로 대전시켰다. 두 금속판 사이에는 질량 m , 전하량 $+q$ 인 입자가 있다. 중력의 방향은 지면과 수직이고, 중력 가속도는 g 이다. 단, 입자의 크기는 무시하고, 두 금속판의 크기는 금속판 사이의 간격 d 에 비해 충분히 크며, 금속판 사이의 전기력과 중력 외의 다른 요인은 모두 무시한다.



<그림 3>

(1) 입자의 처음 속도가 0일 때, 이 입자가 운동하면서 두 금속판으로부터 멀어지거나 가까워지지 않았다. 이 입자에 가해지는 알짜힘의 크기와 금속판 A, B 사이의 전위차를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (7점)

(2) 이번에는 이 입자가 두 금속판으로부터 같은 거리만큼 떨어진 곳에서 처음 속도 v_0 으로 운동하다가 얼마 후 금속판 A에 닿았다. 처음 속도의 방향은 오른쪽이고, 지면과 평행하다. 이 입자가 금속판에 닿는 순간의 운동 에너지를 구하고, 그 근거를 논술하시오. 그리고 이 입자가 금속판에 닿는 순간까지 중력이 한 일을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (18점)

3. 2023학년도 수시모집 논술고사출제 의도

논제 II 과학-물리에서는 고등학교 물리학 I 과 물리학 II에서 다루고 있는 ‘뉴턴 운동 법칙’, ‘역학적 에너지 보존’, ‘등가속도 운동’, ‘힘의 합성과 분해’, ‘전하와 전기장’ 등의 개념을 이용하여 주어진 상황에 알맞은 물리학 법칙을 찾아 적용할 수 있는 능력을 시험하였다. 논제 II-2는 대전된 평행한 금속판이 지면에 대해 기울어져 있을 때 이 안에서의 입자의 운동을 다루는 문제이다. 서로 다른 두 힘이 일정하게 작용할 때 입자에 작용하는 알짜힘을 계산하고, 이때의 궤적과 에너지 등을 구하여야 한다. 물리학적 기본 원리에 대한 이해를 바탕으로 직관력과 논리력을 발휘하면 물리 현상의 핵심을 명확하게 이해하여 문제를 해결할 수 있다. 이러한 통찰은 일반적으로 현대 사회의 복잡한 문제를 해결하고 이해하기 위해 꼭 필요한 능력이다.

4. 2023학년도 수시모집 논술고사문항 해설

과학-물리의 논제 II-2에서는 균일한 전기장과 중력장 안에서 작용하는 힘과 입자의 운동에 관한 문제를 출제하였다. (1)번 문항에서는 균일하게 대전된 평행판 사이에서는 전기장이 일정하게 발생함을 이해하고, 방향이 서로 다른 두 힘이 입자에 작용했을 때 알짜힘의 크기와 방향을 이해하는 능력이 필요하다. (2)번 문항에서는 입자에 일정한 힘이 가해질 때의 입자의 운동과 이에 따른 역학적 에너지의 개념을 이해하고 있는지 확인하였다. 문제를 해결하기 위해 등속도 운동과 등가속도 운동에 따른 입자의 운동 경로와 운동 에너지, 힘이 한 일의 개념을 이해해야 한다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 물리학 II	김영민 외 7인	교학사	2019	11	제시문 [가]	0
고등학교 물리학 II	김성원 외 5인	지학사	2018	16,17	제시문 [라]	0
고등학교 물리학 I	곽영진 외 3인	와이비엠	2018	24		
고등학교 물리학 I	김성진 외 6인	미래엔	2018	25	제시문 [마]	0
고등학교 물리학 II	김성진 외 6인	미래엔	2018	29		
고등학교 물리학 II	강남화 외 5인	천재교육	2018	61,63	제시문 [바]	0
고등학교 물리학 II	김성원 외 5인	지학사	2018	113	제시문 [사]	0

5. 2023학년도 수시모집 논술고사채점 기준

[논제 II-2]

(1) (7점) 다음의 각 내용이 논리적으로 서술되어 있으면 부분 점수를 부여한다.

<3점> 입자에 작용하는 중력과 전기력의 크기와 방향을 적절히 나타내어, 논제의 조건에서 전기력과 중력의 금속판에 수직인 성분이 서로 상쇄됨을 보였다.

<4점> 입자에 가해지는 알짜힘의 크기와, 논제의 조건을 만족시키기 위한 전위차를 정확히 구하였다.

(2) (18점) 다음의 각 내용이 논리적으로 서술되어 있으면 부분 점수를 부여한다.

<3점> 입자의 처음 속도와 입자에 가해지는 알짜힘을 적절히 고려하여, 알짜힘의 크기와 방향에 따라 등속도 운동 또는 등가속도 운동을 따름을 보였다.

<5점> 입자가 금속판에 도달할 때의 시간이나 위치를 논제에서 주어진 변수들에 대해 구하였다.

<5점> 입자가 금속판에 닿는 순간의 운동 에너지를 논제에서 주어진 변수들에 대해 정확히 구하였다.

<5점> 입자가 금속판에 닿을 때까지 중력이 한 일을 논제에서 주어진 변수들에 대해 정확히 구하였다.

문제의 풀이 방법은 예시 답안의 서술에 국한되지 않으며, 제시한 다른 풀이 방법이 논리적으로 정당한 경우 전체 또는 부분 점수를 부여할 수 있다.

6. 2023학년도 수시모집 논술고사 예시답안

[문제 II-2]

(1) 이 문제에서 입자에 가해지는 힘은 중력과, 평행한 금속판 사이의 전기장에 의한 전기력이 있다. 중력은 아래쪽 방향으로 일정하게 작용하며, 크기 $F_g = mg$ 이다.

전하량이 $+q$ 인 입자에 가해지는 전기력 $F_e = qE$ 인데, 금속판 A, B의 전위차를 V_0 이라 하면, 두 금속판 사이의 전기장은 크기 $E = \frac{V_0}{d}$, 방향은 그림에서 금속판과 수직인 오른쪽 위 방향으로 일정하다. 따라서 전기력은 금속판 A로 끌려가는 방향으로 작용하며, 크기 $F_e = \frac{qV_0}{d}$ 로 두 금속판 사이에서 일정하게 작용한다. 입자의 운동은 두 힘의 합인 알짜힘에 의해 결정된다.

문제에서 처음 속도가 0인 입자가 운동할 때 금속판과 가까워지거나 멀어지지 않는다고 하였다. 이를 만족하려면 알짜힘의 금속판과 수직 방향 성분이 0이 되어야 한다. 즉, 중력의 금속판에 대한 수직 성분과, 전기력의 금속판에 대한 수직 성분을 합해 0이 되어야 한다.

금속판과 수직인 방향은 오른쪽 위로 갈수록 양의 방향이 되도록, 평행한 방향은 왼쪽 위로 갈수록 양의 방향이 되도록 하자. 그리고 알짜힘의 금속판과 수직인 방향 성분은 $F_{수직}$ 으로, 평행한 방향 성분은 $F_{평행}$ 으로 표기하자. 같은 방식으로 중력의 도체판과 수직 또는 평행한 성분을 각각 $F_{g수직}$ 과 $F_{g평행}$ 으로, 전기력의 도체판과 수직 또는 평행한 성분을 $F_{e수직}$, $F_{e평행}$ 으로 정하면 아래 식과 같이 정리할 수 있다.

$$F_{수직} = F_{g수직} + F_{e수직} = -mg \cos\theta + \frac{qV_0}{d} = 0$$

$$F_{평행} = F_{g평행} + F_{e평행} = -mg \sin\theta + 0 = -mg \sin\theta$$

따라서 전위차는 $\frac{mg}{q} d \cos\theta$ 이고, 알짜힘의 크기는 $mg \sin\theta$ 임을 알 수 있다.

(2) 문제 (1)의 풀이에 따르면, 도체 표면과 알짜힘의 수직 방향 성분은 0이고, 알짜힘의 평행 방향 성분 $F_{평행} = -mg \sin\theta$ 로 입자의 위치와 상관없이 일정하다. 이렇게 힘이 가해졌을 때 입자의 움직임은 도체 표면과 수직 방향으로는 등속도 운동, 도체 표면과 평행 방향으로는 등가속도 운동으로 나타난다.

입자의 처음 속도가 지면에 대해 수평 오른쪽 방향으로, 크기는 v_0 로 주어졌는데, 이를 도체 표면에 대한 수직 성분 $v_{0수직}$ 과 평행 성분 $v_{0평행}$ 으로 나누어 적으면, $v_{0수직} = v_0 \sin\theta$ 이고 $v_{0평행} = -v_0 \cos\theta$ 이다.

입자의 처음 위치로부터의 변위를 도체판과 수직, 평행 성분으로 나누어 $x_{수직}$, $x_{평행}$ 으로 표기하자. 알짜힘의 금속판과 수직인 성분이 0이고, $v_{0수직}$ 은 0보다 크다. 따라서 입자는 금속판과 수직인 방향으로 금속판 A에 닿을 때까지 등속도 운동한다. 등속도 운동 공식을 적용하여 수직 방향 위치를 구하면 $x_{수직} = v_{0수직}t = v_0 t \sin\theta$ 이다.

입자가 금속판에 닿았을 때 수직 방향 변위는 금속판 간격의 절반인 $\frac{d}{2}$ 이므로, 이때의 시간은 $t = \frac{d}{2v_0 \sin\theta}$ 이다.

다음으로, 속도와 가속도의 금속판과 평행한 성분을 각각 $v_{평행}$ 와 $a_{평행}$ 이라 표기하고, 금속판과 평행인 성분에 대해 등가속도 운동 공식을 적용하면 $v_{평행} = a_{평행}t + v_{0평행}$ 이다. 여기에서 $a_{평행} = \frac{F_{평행}}{m} = -g \sin\theta$ 이고, t 와 $v_{0평행}$ 은 위에서 구한 결과를 대입하여 정리하면 다음과 같다.

$$v_{평행} = -g \sin\theta \cdot \left(\frac{d}{2v_0 \sin\theta} \right) - v_0 \cos\theta = -\frac{gd}{2v_0} - v_0 \cos\theta$$

속력 $v = \sqrt{v_{\text{수직}}^2 + v_{\text{수평}}^2}$ 이므로 다음 식을 얻을 수 있다.

$$v = \sqrt{(v_0 \sin \theta)^2 + \left(-\frac{gd}{2v_0} - v_0 \cos \theta\right)^2} = \sqrt{v_0^2 + gd \cos \theta + \left(\frac{gd}{2v_0}\right)^2}$$

따라서 입자가 금속판에 닿는 순간의 운동 에너지는 다음과 같다.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}mgd \cos \theta + \frac{m}{2}\left(\frac{gd}{2v_0}\right)^2$$

연직 방향으로 이동한 거리를 h 라 할 때 중력이 한 일 $W_g = mgh$ 이다. 입자가 이동한 연직 방향의 거리는 처음

속도와 위치가 모두 0일 때의 등가속도 운동의 거리 공식을 활용하면 $h = \frac{1}{2}a_{\text{연직}}t^2$ 이고, $a_{\text{연직}} = \frac{F_{\text{연직}}}{m}$ 이다.

문제 (1)의 결과로부터 알짜힘의 연직 방향 성분은 $F_{\text{연직}} = F \sin \theta = mg \sin^2 \theta$ 임을 구할 수 있고, 도달 시간

$t = \frac{d}{2v_0 \sin \theta}$ 은 문제 (2)의 풀이 과정 중 구하였으므로, 대입하여 정리하면 중력이 한 일은 다음 식과 같다.

$$W_g = \frac{mg}{2}(g \sin^2 \theta) \left(\frac{d}{2v_0 \sin \theta}\right)^2 = \frac{m}{2}\left(\frac{gd}{2v_0}\right)^2$$

1. 일반정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 필답고사
전형명	논술우수자전형
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	(의·약학)계열 / (화학 II-1)문항

2. 2023학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

[가] 화학 반응은 본래의 물질과 성질이 전혀 다른 새로운 물질이 생성되는 현상이다. 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 관계를 화학식을 이용하여 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화살표(→)를 기준으로 반응물의 화학식은 왼쪽에 쓰고 생성물의 화학식은 오른쪽에 쓰며, 반응물이나 생성물이 두 가지 이상이면 ‘+’로 연결한다. 화학 반응식을 쓸 때 반응물과 생성물의 상태를 화학식 뒤의 괄호 안에 약자를 써서 표시하기도 한다. 고체는 *s*, 액체는 *l*, 기체는 *g*, 수용액은 *aq*로 나타낸다.

[나] 원자를 구성하는 전자들은 원자핵과의 인력 때문에 원자핵 주위에서 운동하게 된다. 그런데 전자가 여러 개 있는 원자에서는 전자 사이의 반발력이 전자에 작용하는 원자핵의 인력을 약하게 만드는데, 이것을 가려막기 효과라고 한다. 가려막기 효과를 고려하여 전자에 실제로 작용하는 핵전하를 유효 핵전하라고 한다. 원자의 현대적 모형에서는 원자핵 주위에 존재하는 전자의 위치를 정확히 정의할 수 없다. 따라서 일반적으로 원자 반지름은 같은 종류의 두 원자가 결합되어 있을 때 두 원자핵 사이 거리의 반으로 정의한다. 바닥 상태 원자가 전자를 잃거나 얻어서 18족 원소의 전자 배치와 같은 안정한 이온이 되었을 때 반지름을 이온 반지름이라 한다.

[다] 원자핵과 전자 사이에는 인력이 작용하므로 원자에서 전자를 떼어 내려면 에너지가 필요하다. 원자가 양이온이 될 때는 원자핵과 인력이 가장 작은 원자가 전자가 먼저 분리된다. 기체 상태의 원자에서 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 최소한의 에너지를 이온화 에너지라 한다. 2개 이상의 전자를 갖는 원자에서 전자를 1개 이상 떼어 내는 경우, 첫 번째 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지를 제1 이온화 에너지(E_1)라고 하고, 두 번째 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지를 제2 이온화 에너지(E_2)라고 한다. 이러한 E_1, E_2, E_3, \dots 을 순차 이온화 에너지라고 한다.

[라] 우리 주변의 물질들은 다양한 원자들이 이온 결합, 공유 결합, 금속 결합을 하여 생성되고, 결합에 따라 녹는 점, 전도성 등 물질의 성질이 달라진다. 전기적으로 중성 상태인 원자는 전자를 얻거나 잃어 이온이 될 수 있다. 전자를 잃은 양이온과 전자를 얻은 음이온이 만나 정전기적 인력이 작용하고 이 인력으로 형성된 결합을 이온 결합이라고 한다. 금속 원자에서 빠져나온 전자들은 금속 양이온 사이를 자유롭게 움직이는데, 이러한 전자들을 자유 전자라고 한다. 이 자유 전자와 금속 양이온 사이의 정전기적 인력에 의해 형성되는 결합을 금속 결합이라고 한다.

[문제 II-1] 제시문 [가]~[라]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

[표 1]은 원소 A~C의 주기, 원자 반지름과 이온 반지름을, [표 2]는 원소 D와 E의 주기와 순차 이온화 에너지를 나타낸 것이다. (A~E는 임의의 원소 기호이고, 서로 다른 원소이다. A~E 이온은 안정한 이온이고 전자 배치는 비활성 기체와 같다.)

[표 1]				[표 2]					
원소	A	B	C	원소	주기	순차 이온화 에너지 (kJ/mol)			
주기	2	2	3			E_1	E_2	E_3	E_4
원자 반지름 (pm)	73	72	186	D	3	577	1816	2744	11577
이온 반지름 (pm)	140	133	102	E	3	738	1451	7733	10542

(1) 원소 A~E 중 금속 원소를 찾고 그 이유를 서술하시오. 금속 원소로 이루어진 물질은 퍼짐성과 뿔힘성을 갖는데 이 성질에 대해 화학 결합을 이용하여 서술하시오. (5점)

(2) 원소 D의 이온 반지름과 원소 E의 이온 반지름의 크기를 비교하고, 원소 E가 산소 기체와 반응할 때의 화학 반응식을 완성하시오. 이 반응의 생성물은 NaCl보다 높은 녹는점을 가지는데 그 이유를 논술하시오. (10점)

3. 2023학년도 수시모집 논술고사출제 의도

논제 II-1에서는 고등학교 화학 I 교육 과정에서 다루는 원자구조, 전자배치, 이온화 에너지, 결합에 관한 기본 개념의 정확한 이해력과 응용 능력에 대한 평가를 하고자 하였다. 원자가 이온화가 되는 과정은 화학 I 에서 다루는 산화 환원 반응식을 완성하는데 기초가 되고, 화학 II의 분자 간 상호 작용과 연계되는 내용으므로 필수적으로 숙지해야할 내용이다. 또한, 대부분 물질의 성질이 화학결합에서 결정되므로 결합의 종류와 특성을 이해하는 것은 매우 중요하다. 그러므로 원자에 따라 가질 수 있는 결합 종류와 그에 따른 특성을 판단할 수 있는지 평가하고자 하였다. 모든 제시문과 논제는 고등학교 교과서를 기본으로 제시하였다.

4. 2023학년도 수시모집 논술고사문항 해설

논제 II-1 (1)에서는 화학 I, 원자의 세계 단위에 나오는 원자의 구조 및 주기율표에 있는 원소의 주기성과 화학 결합에서 금속 결합의 특성을 이해하고 있는지 묻는 문제이다. 제시문에서 이온 상태는 가장 안정한 이온임을 제시하였다. A, B는 2주기 원소로 원자 반지름이 이온 반지름 보다 작으므로 음이온에 해당하고, C는 3주기 원소이며 이온 반지름 보다 원자 반지름이 더 크기 때문에 금속 양이온을 의미한다. E와 F는 표에 제시된 순차적 이온화 에너지를 참고하면 D는 13족 원소, E는 2족 원소임을 판단 할 수 있다. 그러므로 금속인 원소는 C, D, E 이다. 금속 결합 물질은 자유 전자들이 한 이온에 묶여 있지 않고 금속 양이온 사이를 자유롭게 움직일 수 있다. 퍼짐성과 뿔힘성을 갖는 이유는 금속 양이온이 힘을 받아 밀려나더라도 자유 전자의 재배열에 의해 결합이 유지되기 때문이다. 논제 II-1 (2)에서는 문항 1과 연계되는 내용으로 문항 1을 해결하면, 쉽게 답을 도출 할 수 있다. 원소 D는 3주기 원자가 전자 수가 3인 13족 원소, E는 3주기 원자가 전자 수가 2인 2족 원소임을 알 수 있다. D와 E가 등전자 이온 상태일 때 13족 유효 핵전하가 크기 때문에 이온 반지름이 2족 원소인 E 보다 작다. E와 산소가 반응할 때 생성되는 생성물은 EO 이고 정전기적 인력으로 이루어진 이온결합으로 구성되어 있다. NaCl과 비교했을 때 EO의 이온 전하량이 크고 이온 간의 거리가 짧기 때문에 녹는점이 높다.

5. 2023학년도 수시모집 논술고사채점 기준

화학 논제 II-1

(1) 총 5점

금속 원소 C, D, E를 제시하고 이유를 설명: 2점.

부분 점수 없음. 금속 원소만 제시: 0점.

자유 전자의 움직임에 의해 금속 결합이 유지되어 뿔힘성, 퍼짐성 유지: 3점

※ 답안에 결합 유지가 포함되어야 함.

(2) 총 10점

이온화 에너지 해석하고 D는 3주기 13족 원소임, E는 3주기 2족 원소임: 2점

D와 E가 안정한 이온 상태이면 등전자 이온이므로, (D^{3+} 이고 E^{2+} 일 때)

13족 원소의 유효 핵전하가 2족 원소보다 크므로 이온 반지름이 작아짐을 설명: 3점

* 안정한 이온 상태일 때, D^{3+} 와 E^{2+} 의 전자 수가 같다는 표현이 들어가야 함.

화학 반응식 제시: $2E(s) + O_2(g) \rightarrow 2EO(s)$: 1점

생성물은 금속 양이온(E^{2+}), 비금속 음이온(O^{2-})의 정전기적 인력으로 결합된 이온 결합: 1점

NaCl보다 EO의 이온 전하량이 크고, 이온 사이의 거리가 짧음: 3점

* 이온 전하량 또는 이온 사이 거리만 제시: 0점

(E를 Mg로 설명해도 정답으로 인정)

6. 2023학년도 수시모집 논술고사 예시답안

화학 논제 II-1

(1) A, B는 2주기 원소로 원자 반지름이 이온 반지름 보다 작으므로 음이온에 해당. 비금속 원소임.

C는 3주기 원소이며 이온 반지름 보다 원자 반지름이 더 크기 때문에 금속 양이온을 의미함.

D와 E는 순차 이온화 에너지를 참고하면 D는 원자가 전자 수가 3인 13족 원소, E는 원자가 전자 수가 2인 2족 원소이므로 금속임. 그러므로 금속 원소는 C, D, E

금속 결합 물질은 자유 전자들이 한 이온에 묶여 있지 않고 금속 양이온 사이를 자유롭게 움직임.

금속 양이온이 힘을 받아 밀려나더라도 자유 전자의 움직임에 의해 **결합이 유지**되어 퍼짐성과 뽀핍성을 가질 수 있음.

(2) D는 이온화 에너지가 $E_3 \rightarrow E_4$ 일 때 급격하게 변화, E는 $E_2 \rightarrow E_3$ 일 때 급격하게 변화.

D는 3주기 원자가 전자 수가 3인 13족 원소, E는 원자가 전자 수가 2인 2족 원소임.

D와 E가 안정한 이온일 때 등전자 이온이므로 양성자수가 많을수록 유효 핵전하가 증가.

유효핵전하가 크면 이온 반지름이 작아짐.

D가 E보다 유효 핵전하가 크기 때문에 D의 이온 반지름이 E보다 작음.

화학 반응식: $2E(s) + O_2(g) \rightarrow 2EO(s)$

생성물은 금속 양이온(E^{2+}) 과 비금속 음이온(O^{2-})의 정전기적 인력으로 결합된 이온결합이므로

NaCl보다 EO의 이온 전하량이 크고 이온 사이의 거리가 짧기 때문에 녹는점이 높음.

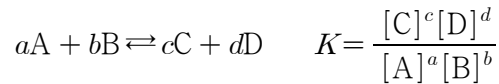
1. 일반정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 필답고사
전형명	논술우수자전형
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	(의약학)계열 / (화학 II-2)문항

2. 2023학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

[마] 화학 반응 중 반응물이 생성물로 변하는 정반응과 생성물이 반응물로 변하는 역반응이 모두 일어나는 반응을 가역 반응이라고 하며, 가역 반응에서 반응물과 생성물의 농도가 더는 변하지 않고 일정하게 유지되는 상태를 화학 평형이라고 한다. 화학 평형 상태에서는 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어나 겉으로는 반응이 정지한 것처럼 보이는데, 이와 같은 평형 상태를 동적 평형 상태라고 한다.

[바] 일반적으로 A와 B가 반응하여 C와 D를 생성하는 화학 반응에서 평형에 도달했을 때 항상 일정한 값을 나타내는 농도비를 K 라고 한다.

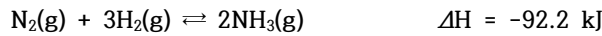


이때 K 를 평형 상수라고 하며, 평형 상수는 온도가 일정하면 농도와 관계없이 일정한 값을 갖는다. 반응이 평형에 도달하지 않았을 때, 반응물과 생성물의 농도를 평형 상수 식에 넣어 계산한 값을 반응 지수(Q)라고 한다.

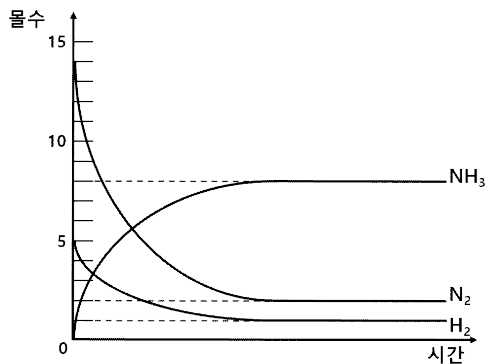
[사] 1884년 프랑스의 르샤텔리에(Le Châtelier, H. L.)는 ‘화학 반응이 평형 상태에 있을 때 농도, 온도, 압력과 같은 반응 조건을 변화시키면 그 변화를 감소시키는 방향으로 반응이 진행되어 새로운 평형에 도달한다.’라고 주장하였는데, 이를 르샤텔리에 원리 또는 평형 이동 법칙이라고 한다.

[문제 II-2] 제시문 [마]~[사]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

농산물 생산량의 증가에 큰 역할을 하는 질소비료의 주성분인 암모니아는 1906년 하버에 의하여 제시된 공기 중의 질소와 수소의 반응을 통해 대량으로 합성할 수 있게 되었으며, 그 화학 반응식은 다음과 같다.



<그림 1>은 온도 T K의 500 mL 용기 속에 N_2 5몰과 H_2 14몰을 넣고 반응시켰을 때 시간에 따른 N_2 , H_2 , NH_3 의 몰수 변화를 나타낸 것이다.



<그림 1>

<표 3>

반응	처음 농도(몰/L)		
	N_2	H_2	NH_3
I	2	1	2
II	1	2	3
III	3	1	3

(1) 온도 TK 에서 <표 3>과 같이 처음 농도를 달리하여 반응을 진행하였을 때, I ~ III 반응의 반응 초기에 정반응과 역반응 중 어느 반응이 우세하게 일어나는지 각각 논술하시오. (15점)

(2) 평형 상태에서 암모니아의 수득률을 늘리기 위한 반응의 조건을 르샤틀리에 원리에 기반하여 논술하시오. (10점)

3. 2023학년도 수시모집 논술고사출제 의도

논제 II-2에서는 고등학교 화학 I과 II의 교육 과정에서 다루는 가역 반응에서의 동적 평형, 화학 평형, 평형 상수, 화학 평형 이동 등의 기본 개념에 대한 정확한 이해력과 응용 능력에 대한 평가를 하고자 하였다. 이를 위하여 교육 과정에서 다루고 있는 암모니아 합성을 이용하여 화학 반응의 조건에 따른 반응의 진행 방향을 추론하는 문제를 구성하고 평형 이동 법칙인 르샤틀리에 원리를 통한 생성물의 수득률 조절에 관한 이해를 종합적으로 평가하고자 하였다. 각 제시문은 고등학교 교과서를 기본으로 하여 제시하였고 교육 과정을 충실히 따르고 제시문을 정확하게 이해할 수 있는 학생들을 대상으로 출제하였다. 각 영역의 단편적인 지식의 습득 유무보다는 통합적인 이해와 논리적인 설명과 함께 실용적인 응용을 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

4. 2023학년도 수시모집 논술고사문항 해설

해설: 논제 II-2의 (1)에서는 화학 평형에서 평형 상수를 구하고 화학 반응의 초기 조건에 따른 반응 지수와 비교하여 반응의 진행 방향을 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 논제 II-2의 (2)에서는 평형 이동 법칙인 르샤틀리에의 원리를 실질적인 응용인 암모니아 수득률과 관련지어 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

출제범위:

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	(제시문(가)) 고등학교 화학 I	노태희 외	천재교육	2018	159-162
	(제시문(가)) 고등학교 화학 II	최미화 외	미래엔	2018	90-97
	(제시문(나)) 고등학교 화학 II	장낙한 외	상상아카데미	2018	96-103
	(제시문(다)) 고등학교 화학 II	박종석 외	비상교육	2018	82-91
기타					

5. 2023학년도 수시모집 논술고사채점 기준

[논제 II-2]

(1) 총 15점

평형 상수 K 를 올바르게 계산함: 5점

반응 I, II, III의 반응 지수를 올바르게 계산함: 5점

평형 상수와 반응 지수의 크기 비교를 통하여 반응 I, II, III의 우세 반응을 올바르게 설명함: 5점

반응 I은 평형, 우세 반응 없음, 정반응과 역반응이 동일함 등 평형에 대한 표현을 모두 맞는 것으로 채점함

(2) 총 10점

암모니아의 수득률을 증가시키기 위해서는 평형이 정반응 쪽으로 이동하여 새로운 평형을 만들어야 함을 서술함: 1점

암모니아 생산 반응에서 반응물의 농도를 높이거나 생성물의 농도를 낮추어야 수득률이 증가함을 설명함: 3점 (두 가지 경우를 모두 제시하여야 3점, 하나만 제시하면 1점)

암모니아 생산 반응에서 정반응은 발열반응이며 온도를 낮추어야 수득률이 증가함을 설명함: 3점

암모니아 생산 반응에서 정반응은 기체의 양이 감소하는 반응이며 압력을 증가시켜야 수득률이 증가함을 설명함: 3점

6. 2023학년도 수시모집 논술고사 예시답안

[문제 II-2]

(1) 평형에 도달하였을 때 N_2 , H_2 , NH_3 의 몰농도는 각각 2몰/L, 4몰/L, 16몰/L임.

평형 상수 K 는 아래와 같이 구함.

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{16^2}{2 \times 4^3} = 2$$

표에 주어진 반응 1~3의 반응 지수는 아래와 같이 구함.

$$\text{반응 1의 반응 지수 } Q_1 = \frac{2^2}{2 \times 1^3} = 2$$

$$\text{반응 2의 반응 지수 } Q_2 = \frac{3^2}{1 \times 2^3} = 1.125$$

$$\text{반응 3의 반응 지수 } Q_3 = \frac{3^2}{3 \times 1^3} = 3$$

정반응과 역반응 중 우세 반응은 평형상수 K 와 반응 지수 Q 의 크기 비교를 통하여 아래와 같이 구할 수 있음.

$K > Q$ 이면 정반응 우세, $K = Q$ 이면 평형, $K < Q$ 이면 역반응 우세

따라서, 반응 I은 평형, 반응 II는 정반응 우세, 반응 III은 역반응 우세 임.

(2) 암모니아의 수득률을 증가시키기 위해서는 평형을 정반응 쪽으로 진행시켜 새로운 평형을 만들어야 하며, 르샤틀리에 원리에 의해 물질의 농도, 반응 온도, 반응 압력을 조절하여 새로운 평형을 만들 수 있음.

반응물의 농도를 높이거나 생성물의 농도를 낮추면 암모니아가 생성되는 정반응 쪽으로 새로운 평형이 이동하여 암모니아의 수득률이 증가함.

암모니아가 생성되는 정반응은 발열 반응임. 발열 반응은 온도를 낮추면 정반응 쪽으로 반응이 일어나 새로운 평형에 도달하므로 암모니아의 수득률이 증가함.

암모니아 생성 반응은 기체의 반응으로 압력에 의해 평형이 이동할 수 있음. 압력을 증가시키면 기체의 양이 감소하는 쪽으로 반응이 일어나 새로운 평형에 도달하므로 암모니아의 수득률이 증가함.

1. 일반정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 필답고사
전형명	논술우수자전형
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	(의약학)계열 / (생명과학 II-1)문항

2. 2023학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

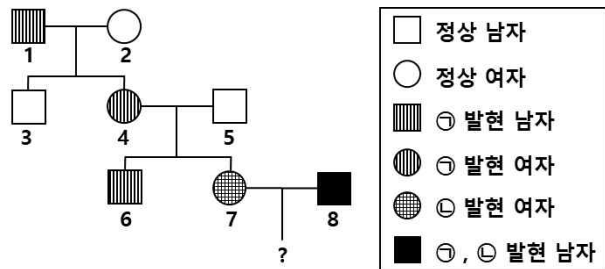
[가] 상동 염색체의 같은 위치에는 하나의 형질을 결정하는 유전자가 있는데 이를 대립유전자라 한다. 어떤 형질에 대한 우열 관계가 분명한 한 쌍의 대립유전자가 이형접합성일 때 나타나는 형질을 우성, 나타나지 않는 형질을 열성이라 한다. 사람의 체세포는 모양과 크기가 같은 염색체가 2개씩 쌍을 이룬 22쌍의 상염색체와 성에 따라 차이를 보이는 한 쌍의 성염색체를 가진다.

[나] 상염색체 유전 형질은 성별과 관계없이 자손에게 유전되어 남녀 모두에서 동일한 빈도로 나타난다. 성염색체 유전 형질은 자손의 성별에 따라 나타나는 빈도가 다른데 이는 자손이 가지는 성염색체의 구성이 성별에 따라 다르기 때문이다.

[다] 가계도는 가족 구성원의 관계와 특정 형질의 발현 유무를 나타낸다. 가계도를 분석하면 형질의 유전 양상과 가족 구성원의 표현형 및 유전자형을 파악하거나 확률을 예측할 수 있다.

[논제 II-1] 제시문 [가]~[다]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

오른쪽 그림은 어떤 집안의 유전병 ㉠과 ㉡에 대한 가계도이다. ㉠은 대립유전자 A와 A*에 의해 결정되며, 1과 2는 A와 A* 중 한 종류씩만 가진다. ㉡은 대립유전자 B와 B*에 의해 결정된다. 각 대립유전자의 우성과 열성의 관계는 분명하다. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)



(1) 유전병 ㉠과 ㉡이 우성 유전인지 열성 유전인지 판단하고, 각 유전병이 상염색체 유전인지 성염색체 유전인지 논술하시오. (10점)

(2) 7과 8의 자손에게서 유전병 ㉠과 ㉡이 나타날 가능성을 이 자손의 성별에 따라 구분하여 논술하시오. (5점)

3. 2023학년도 수시모집 논술고사출제 의도

2023학년도 의약학 계열-생명과학 논술고사는 고등학교 생명과학 I과 II 교과에 공통으로 나오는 IV. 유전과 IV. 유전자의 발현과 조절 단원의 내용으로 구성하였다.

논제 II-1은 가계도에 나타난 세대 간 유전병의 발생을 이용하여 두 가지 유전병의 유전 형질이 상염색체에 있는지 상염색체에 있는지 우성인지 열성인지를 파악하고 자손의 성별에 따라 나타날 유전병의 확률을 판단하여 논술할 수 있는지 평가하고자 하였다.

4. 2023학년도 수시모집 논술고사문항 해설

논제 II-1은 가계도에 나타난 세대 간 유전병의 발생을 이용하여 두 가지 유전병의 유전 형질이 우성인지 열성인지를 파악하고 자손에서 나타날 유전병의 가능성을 판단하여 논술하도록 하였다.

(1) 각 유전병을 결정하는 유전자의 성/상염색체 위치와 우/열 관계를 판단하여 논술하도록 하였다.

(2) 가계도 분석을 통해 자손에서 나타날 유전병의 가능성을 자손의 성별에 따라 구분하여 논술하도록 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
생명과학I	오현선외	미래엔	2018	130-133, 140-144	제시문[가][나][다]	○
생명과학I	심규철외	비상교육	2018	117, 130-136	제시문[가][나][다]	○
생명과학I	이용철외	와이비엠	2019	125, 141-146	제시문[가][나][다]	○
생명과학I	김윤택외	동아출판	2018	120, 135-140	제시문[가][나][다]	○
생명과학I	권혁빈외	교학사	2018	125-126, 134-141	제시문[가][나][다]	○
생명과학I	심재호외	금성출판사	2018	140-141, 148-151	제시문[가][나][다]	○
생명과학I	이준규외	천재교육	2018	121-122, 136-138	제시문[가][나][다]	○
생명과학I	전상학외	지학사	2018	114-115, 126-129	제시문[가][나][다]	○

5. 2023학년도 수시모집 논술고사채점 기준

[논제 II-1]

(1) 10점

유전병 ㉠의 경우,

① 3과 4를 통해 유전병 ㉠이 상염색체 X에 존재함을 기술하거나 상염색체 유전임을 논리적으로 논술하면 (3점)

② A인지 A* 관계없이 (또는 언급 없이, 또는 A인지 A* 둘 중 하나를 병 결정 유전자라 가정하며) 병 결정 유전자가 우성임을 논리적으로 논술 (2점)

유전병 ㉡의 경우,

③ 4와 5의 부모에서 없던 형질이 자손 딸에게 나타났음을 논술(1점)하며 상염색체에 존재함을 기술하거나 상염색체 유전임을 논리적으로 논술 (2점)

④ B인지 B* 관계없이 (또는 언급 없이, 또는 B인지 B* 둘 중 하나를 병 결정 유전자라 가정하며) 병 결정 유전자가 열성임을 논리적으로 논술 (2점)

(2) 5점

① ㉠에 대해서, 자손이 아들일 경우 모두 정상 (1점), 딸일 경우 모두 병 발생(1점)

② ㉡에 대하여, 아들과 딸 모두 유전병을 가짐 (2점) (아들과 딸로 구분하여 논술할 경우 각 1점)

③ ①과 ② 경우에 대해 7과 8의 유전형질을 근거로 ①과 ②의 답을 논리적으로 논술 (1점)

6. 2023학년도 수시모집 논술고사 예시답안

(1) 유전병 ㉠의 경우, 1과 2가 A와 A*중 한 종류씩만 가지므로 이들 유전자가 상염색체 유전이라면 자손 아들 3과 딸 4는 모두 병을 가지거나 모두 병을 가지지 않아야 한다. 하지만 가계도에서 아들 3은 정상이며, 1의 유전병이 딸 4에게 유전되었으므로 이 유전자는 성염색체인 X 염색체에 존재하며 병을 결정하는 대립유전자는 우성이다. 유전병 ㉡의 경우 4와 5에서 없던 형질이 자손에게 나타났으므로 이 유전병의 유전은 상염색체유전이며 병을 결정하는 유전자는 열성이고 두 부모는 BB* 이형접합이어야만 한다.

(2) 7은 유전병 ㉠을 결정하는 유전자는 열성 동형접합이며, 8은 우성 대립유전자를 X 염색체에 가지고 있으므로 자손이 아들일 경우 모두 유전병 ㉠에 대해서는 정상이다. 자손이 딸일 경우 8로부터 전달되는 유전병 ㉠유전자를 무조건 하나 가진 X 염색체를 가지므로 항상 유전병 ㉠에 걸린다. 하지만 7과 8은 유전병 ㉡ 유전자 열성 동형접합체를 가진 사람들로 그 자손은 성별과 상관없이 항상 유전병 ㉡을 가진다.

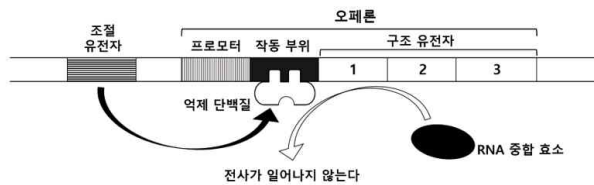
1. 일반정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 필답고사
전형명	논술우수자전형
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	(의약학)계열 / (논제 II-2)문항

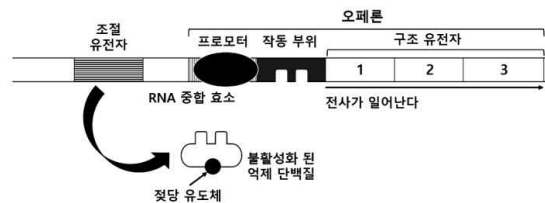
2. 2023학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

[라] 생명체의 DNA 특정 영역에는 형질을 결정하는 정보가 암호화되어 있는데 이를 유전자라 한다. 유전자로부터 유전 형질이 나타나기까지의 과정을 유전자 발현이라 한다. 생명체에는 유전자 발현을 조절하는 체계가 있는데 원핵생물은 주로 전사 과정에서, 진핵생물은 전사 과정을 포함한 여러 단계에서 유전자 발현이 조절된다.

[마] 대장균은 포도당이 있을 때 포도당을 분해하여 에너지를 얻지만, 젖당만 있을 때는 젖당을 분해하여 에너지를 얻는다. 따라서 젖당 분해에 필요한 효소는 젖당 유무에 따라 발현이 조절되어야 한다. 젖당 오페론의 발현은 조절 유전자에서 만들어진 억제 단백질에 의해 조절된다. 젖당이 없을 때는 억제 단백질이 작동 부위에 결합하여 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하는 것을 방해하므로 젖당 오페론의 발현이 억제된다(<그림 1>). 포도당이 없고 젖당만 있을 때는 젖당 유도체가 억제 단백질에 결합하여 입체 구조가 변형되므로 억제 단백질이 작동 부위에 결합하지 못한다. 따라서 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하여 전사가 시작되고 젖당을 분해하는 효소가 합성된다(<그림 2>).



<그림1>



<그림2>

[바] DNA의 유전부호는 연속적인 염기 3개로 구성되는 3염기 조합으로, 유전자를 구성하는 DNA의 염기 서열에 변화가 생기면 유전자의 기능에 이상이 생겨 형질이 변하는데 이를 유전자 이상이라고 한다. 사람의 헤모글로빈 유전자에 돌연변이가 생겨 나타나는 낫 모양 적혈구 빈혈증은 단 하나의 염기가 다른 염기로 바뀌었을 때 나타나는 유전병의 대표적인 예이다. 또한 DNA 염기 서열에서 하나의 염기가 추가되거나 삭제되어 코돈의 변화가 생기면 다른 아미노산 서열을 가진 단백질이 만들어질 수 있다.

[논제 II-2] 제시문 [라]~[바]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

(1) 다음은 젖당 오페론에 변이가 생긴 돌연변이 ㉠과 ㉡ 대장균을 연구한 결과이다.

- ① ㉠은 젖당 오페론의 작동 부위에 변이가 생긴 돌연변이로 억제 단백질이 작동 부위에 결합하지 않는다.
 ② ㉡은 억제 단백질의 젖당 유도체 결합 부위에 변이가 생긴 돌연변이로 억제 단백질이 항상 활성화되어 있다.

돌연변이 ㉠과 ㉡을 포도당이 없고 젖당이 있는 배지에서 각각 배양할 경우, 시간의 경과에 따른 젖당의 농도 변화를 추론하여 논술하시오. (단, ㉠과 ㉡의 배양 조건은 동일하고 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.) (8점)

(2) 다음은 야생형 대장균과 돌연변이 ㉠ 대장균의 젓당 오페론 구조 유전자 1에 관한 내용이다.

① 야생형 대장균에서 젓당 오페론 구조 유전자 1의 말단 부위 DNA 한 가닥의 염기 서열과 이 서열에 암호화된 단백질의 아미노산 서열은 아래와 같다. 염기 서열 위의 번호는 염기의 위치를 표시하는 임의의 번호이다.

1 11 21 31 41 51 61

DNA 염기 서열 5'-----GGTCTGGTGTCAAAAATAATAATAACCGGGCAGGCCATGTCTGCCCGTATTTTCGCGTAAGG-----3'

야생형 아미노산 서열 -----발린-트립토판-시스테인-글루타민-라이신

② 돌연변이 ㉠의 젓당 오페론 구조 유전자 1에서 만들어지는 단백질의 말단 부위 아미노산 서열은 야생형 구조 유전자 1에서 만들어지는 단백질의 아미노산 서열에 이어 13개 아미노산(○로 표시)이 추가되어 있다.

돌연변이 아미노산 서열 ----- 발린-트립토판-시스테인-글루타민-라이신-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○

③ 돌연변이 ㉠에 추가된 아미노산은 글라이신 1개, 발린 1개, 시스테인 1개, 아스파라진 3개, 아르지닌 1개, 알라닌 2개, 페닐알라닌 1개, 프롤린 1개, 타이로신 1개, 히스티딘 1개로 밝혀졌다.

아래의 코돈표를 참조하여 돌연변이 ㉠의 추가된 말단 아미노산 서열을 순서대로 적고, 돌연변이 ㉠에서 발생한 유전자 이상에 대해 논술하시오. (단, 돌연변이는 1회 발생했으며, 두 개 이상의 염기의 변화는 고려하지 않는다.) (17점)

두 번째 염기

		U	C	A	G	
첫 번째 염기	U	UUU 페닐알라닌	UCU 세린	UAU 타이로신	UGU 시스테인	U
		UUC 페닐알라닌	UCC 세린	UAC 타이로신	UGC 시스테인	C
		UUA 류신	UCA 세린	UAA 종결 코돈	UGA 종결 코돈	A
		UUG 류신	UCG 세린	UAG 종결 코돈	UGG 트립토판	G
C	CUU 류신	CCU 프롤린	CAU 히스티딘	CGU 아르지닌	U	
	CUC 류신	CCC 프롤린	CAC 히스티딘	CGC 아르지닌	C	
	CUA 류신	CCA 프롤린	CAA 글루타민	CGA 아르지닌	A	
	CUG 류신	CCG 프롤린	CAG 글루타민	CGG 아르지닌	G	
A	AUU 아이소류신	ACU 트레오닌	AAU 아스파라진	AGU 세린	U	
	AUC 아이소류신	ACC 트레오닌	AAC 아스파라진	AGC 세린	C	
	AUA 아이소류신	ACA 트레오닌	AAA 라이신	AGA 아르지닌	A	
	AUG 메싸이오닌 (개시 코돈)	ACG 트레오닌	AAG 라이신	AGG 아르지닌	G	
G	GUU 발린	GCU 알라닌	GAU 아스파르트산	GGU 글라이신	U	
	GUC 발린	GCC 알라닌	GAC 아스파르트산	GGC 글라이신	C	
	GUA 발린	GCA 알라닌	GAA 글루탐산	GGA 글라이신	A	
	GUG 발린	GCG 알라닌	GAG 글루탐산	GGG 글라이신	G	

3. 2023학년도 수시모집 논술고사출제 의도

2023학년도 의약학 계열-생명과학 논술고사는 고등학교 생명과학 I과 II 교과에 공통으로 나오는 IV. 유전과 IV. 유전자의 발현과 조절 단원의 내용으로 구성하였다.

논제 II-2는 유전자의 발현과 조절 단원에서 심층적으로 학습하는 대장균의 젓당 오페론 유전자 발현의 조절 현상을 제시문을 통해 잘 나타내었으며, 주어진 각 돌연변이로 인해 나타나는 배양액 내 젓당의 농도 변화를 추론하여 논술할 수 있는지, 돌연변이에서 발견된 아미노산 길이 변화를 유전 암호를 활용하여 제시할 수 있는지 평가하고자 하였다.

4. 2023학년도 수시모집 논술고사문항 해설

문제 II-2는 유전자의 발현과 조절 단위에서 학습하는 대장균의 젓당 오페론 유전자의 발현 조절을 제시문을 바탕으로 판단하고 논술하도록 하였다.

(1) 젓당 오페론에서 조절 유전자의 단백질인 억제 단백질이 결합하는 작동 부위에 돌연변이가 일어난 경우와 젓당 유도체가 결합하는 억제 단백질 부위에 돌연변이가 발생하여 항상 활성화된 억제 단백질이 있는 경우를 들어 구조 유전자 1의 발현을 결정하고, 그 결과로 나타나는 배양액 내 젓당의 농도 변화를 추론하여 논술하도록 하였다.

(2) 하나의 돌연변이에서 분석된 결과를 제시하고, 유전자의 염기 서열에서의 변화가 유전자의 발현을 통해 아미노산 서열의 변화를 어떻게 일으키는지 유전 암호를 활용하여 판단하고 작성하도록 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
생명과학II	권혁빈외	교학사	2018	101-103, 111-122	제시문[라][마]	○
생명과학II	오현선외	미래엔	2018	114-115,124-135	제시문[라][마]	○
생명과학II	심규철외	비상교육	2018	122-135	제시문[라][마]	○
생명과학II	전상학외	지학사	2018	114-129	제시문[라][마]	○
생명과학II	이준규외	천재교육	2018	115-130	제시문[라][마]	○
생명과학II	권혁빈외	교학사	2018	111-122	제시문[라][마]	○
생명과학I	오현선외	미래엔	2018	146-147	제시문[바]	○
생명과학I	심규철외	비상교육	2018	147	제시문[바]	○
생명과학I	전상학외	지학사	2018	134-135	제시문[바]	○
생명과학I	이준규외	천재교육	2018	141-146	제시문[바]	○
생명과학I	이용철외	와이비엠	2018	155	제시문[바]	○
생명과학I	김운택외	동아출판	2018	144-147	제시문[바]	○
생명과학I	심재호외	금성출판사	2018	153-156	제시문[바]	○

5. 2023학년도 수시모집 논술고사채점 기준

[문제 II-2]

(1) 8점

① 돌연변이 ㉠은 구조 유전자 1, 2, 3이 발현되므로 배양액에 포함된 젓당은 시간의 경과에 따라 농도가 감소함을 논리적으로 논술 (4점)

② 돌연변이 ㉡은 억제단백질이 활성화되어 구조 유전자 1, 2, 3이 발현되지 않아 배양액 내의 젓당은 배양 시간이 경과하더라도 농도가 변화되지 않음을 논리적으로 논술 (4점)

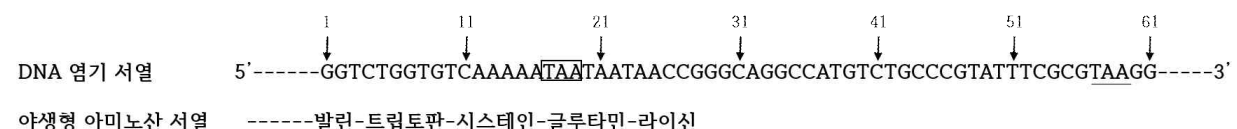
(2) 17점

① 야생형 대장균의 DNA 염기 서열과 아미노산 서열을 바탕으로 17번으로부터 시작되는 첫 번째 종결 코돈(TAA 또는 UAA)에서 종결이 되었음을 논리적으로 논술 (4점)

② 돌연변이 ㉢은 주어진 염기 서열에서 57번으로부터 시작되는 TAA(종결 코돈)에서 종결되었음을 논리적으로 논술 (4점)

③ 변이에서의 늘어난 13개의 아미노산을 바탕으로 야생형 대장균의 DNA 염기 서열 중 17 번째부터 시작되는 종결 코돈의 “T”가 삭제되었음을 논리적으로 논술 (4점)

④ 추가된 13개의 아미노산이 순서대로 아스파라진 - 아스파라진 - 아스파라진 - 아르지닌 - 알라닌 - 글라이신 - 히스티딘 - 발린 - 시스테인 - 프롤린 - 타이로신 - 페닐알라닌 - 알라닌임을 논술 (5점)



6. 2023학년도 수시모집 논술고사 예시답안

[논제 II-2]

(1) 돌연변이 ㉠은 젓당 오페론 작동 부위에 돌연변이가 생겨 억제 단백질이 결합하지 않는 변이이므로 프로모터 영역에 결합한 RNA 중합 효소에 의해 구조 유전자 1, 2, 3이 전사와 번역을 거쳐 발현된다. 따라서 배양액에 포함된 젓당은 젓당 분해 효소의 작용으로 시간의 경과에 따라 농도가 감소한다. 돌연변이 ㉠은 젓당 유도체가 억제 단백질에 결합하지 못해 억제 단백질이 활성화 되어 있으므로 젓당이 있어도 작동 부위에 결합해 구조 유전자 1, 2, 3의 전사를 억제하고 단백질은 발현되지 않는다. 따라서 배양액 내의 젓당은 배양 시간이 경과하더라도 농도의 변화가 없다.

(2) 돌연변이 ㉡은 변이가 생겨 야생형 구조 유전자 1의 동일한 단백질에 13개의 아미노산이 길어졌다. 유전 부호를 참고하여 야생형 대장균이 가지는 종결 코돈(17번부터 시작되는 TAA)과 돌연변이 대장균이 가지는 종결코돈(57번부터 시작되는 TAA)을 결정하면 변이에 의해 늘어난 13개의 아미노산을 확인할 수 있다.

	1	11	21	31	41	51	61
DNA 염기 서열	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	5'-----GGTCTGGTGTCAAAAA <u>TAA</u> TAATAACCGGGCAGGCCATGTCTGCCCGTATTTCGCGTAAGG-----3'						
야생형 아미노산 서열	-----발린-트립토판-시스테인-글루타민-라이신						

돌연변이 ㉡의 변이는 야생형 단백질 다음의 첫 번째 종결 코돈에서 17번째 “T”가 결실되어 야생형 단백질과 동일한 아미노산 서열 이후 13개의 아미노산이 아스파라진-아스파라진-아스파라진-아르지닌-알라닌-글라이신-히스티딘-발린-시스테인-프롤린-타이로신-페닐알라닌-알라닌의 순서대로 추가된 단백질이 만들어진다.