



경희대학교

2025학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(의·약학계-수학)

[11월 16일(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 문제번호(예: I, II...)에 맞춰 답안을 작성하며, 문제별 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. 답안은 한국어, 숫자, 기호로 작성하며, 띄어쓰기를 포함하여 문제별 분량 제한을 준수하고, 답안지는 모든 논제를 포함하여 반드시 최종 1장만 제출 가능하오니 각별히 유의하시오.
8. 지정된 답안의 영역을 벗어나지 않도록 작성해야 하며, 뒷면에 거꾸로 작성하지 않도록 유의하시오.
9. 의·약학계 문제지는 총 4장 8쪽(표지 제외)입니다.

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

[가] 두 초점 $F(c, 0)$, $F'(-c, 0)$ 으로부터의 거리의 합이 $2a(a > c > 0)$ 인 타원의 방정식은

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (\text{단, } b^2 = a^2 - c^2)$$

[나] 타원 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ 위의 점 $P(x_1, y_1)$ 에서의 접선의 방정식은

$$\frac{x_1x}{a^2} + \frac{y_1y}{b^2} = 1$$

[다] 방정식 $f(x, y) = 0$ 이 나타내는 도형을 x 축 방향으로 a 만큼, y 축 방향으로 b 만큼 평행이동한 도형의 방정식은

$$f(x-a, y-b) = 0$$

[라] 일반적으로 수열 $\{a_n\}$ 에서 n 의 값이 한없이 커질 때, a_n 의 값이 일정한 값 α 에 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.

[마] 사건 A 가 일어났을 때의 사건 B 의 조건부확률은

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

< 뒷면에 계속 >

[문제 I-1] 다음 물음에 답하시오.

(1) 서로 다른 양수 p 와 t 에 대하여 두 점 $(p, 0)$ 과 $(3p, 0)$ 을 초점으로 하는 타원과, 두 점 $(p, 0)$ 과 $(t, 0)$ 을 초점으로 하는 타원이 모두 원점을 지난다. 각 타원마다 타원의 네 꼭짓점을 꼭짓점으로 하는 마름모를 생각하자. 이때 두 마름모가 서로 닮음이 되는 t 를 구하고 그 근거를 논술하시오. (단, $t \neq 3p$) (12점)

(2) 서로 다른 양수 p 와 자연수 n 에 대하여 두 점 $(p, 0)$ 과 $(n, 0)$ 을 초점으로 하는 타원이 원점을 지난다. p 보다 작은 양수 k 에 대하여 x 좌표가 k 이고 y 좌표가 0보다 큰 타원 위의 점에서의 접선의 기울기를 a_n 이라고 하자. 이때 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ 을 구하고 그 근거를 논술하시오. (16점)

[문제 I-2] 원점 O 를 출발하여 좌표평면 위를 움직이는 점이 있다. 한 개의 동전과 한 개의 주사위를 각각 던져, 동전의 앞면이 나오면 x 축의 양의 방향으로, 뒷면이 나오면 y 축의 양의 방향으로 주사위에서 나온 눈의 수만큼 이동한다. 이와 같은 시행을 한 번 하여 이동한 점을 P_1 , 점 P_1 에서 이 시행을 다시 하여 이동한 점을 P_2 , 점 P_2 에서 이 시행을 다시 하여 이동한 점을 P_3 이라 하자. 다음 물음에 답하시오.

(1) 세 선분 OP_1 , P_1P_2 , P_2O 로 둘러싸인 도형의 넓이가 6 이상일 확률을 구하고 그 근거를 논술하시오. (단, 세 점 O , P_1 , P_2 가 일직선 위에 있을 때는 도형의 넓이를 0으로 한다.) (8점)

(2) 세 선분 OP_2 , P_2P_3 , P_3O 로 둘러싸인 도형의 넓이가 18 이상일 때, 세 번째 시행에서 던진 주사위에서 나온 눈의 수가 6일 확률을 구하고 그 근거를 논술하시오. (단, 세 점 O , P_2 , P_3 이 일직선 위에 있을 때는 도형의 넓이를 0으로 한다.) (24점)

< 수학 끝 >



경희대학교

2025학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(의·약학계-물리학)

[11월 16일(토) 오후]

지원학부(과) ()

수험번호

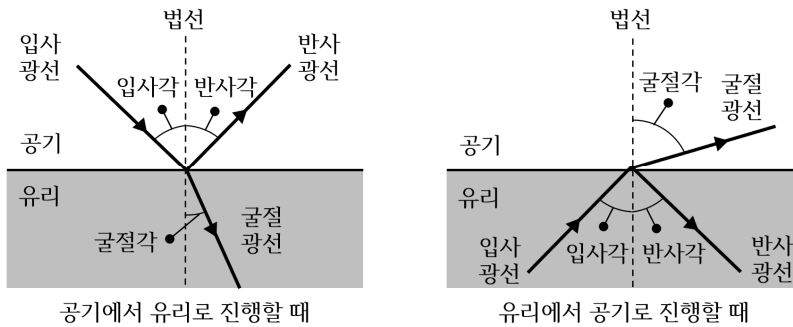
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 파동이 서로 다른 두 매질의 경계면을 비스듬히 지날 때 각 매질을 지나는 파동의 속력이 달라져 파동의 진행 방향이 꺾이는데, 이러한 현상을 파동의 굴절이라고 한다.

[나] 빛은 진행하는 매질이 바뀔 때 반사와 굴절을 한다. 빛이 반사할 때 입사각과 반사각은 항상 같다. 빛이 굴절할 때는 매질에서의 빛의 속력에 의해 굴절하는 정도가 결정된다. 그림과 같이 빛이 공기에서 유리로 진행할 때는 입사각이 굴절각보다 크고, 반대로 빛이 유리에서 공기로 진행할 때는 굴절각이 입사각보다 크다. 빛이 다른 매질로 입사할 때, 입사각이 클수록 굴절각도 커진다.



[그림]

[다] 물속의 물체에서 나온 빛이 공기 중으로 나올 때 굴절각이 입사각보다 크다. 이때 물체는 굴절 광선의 연장선상 어딘가에 있는 것처럼 관측자에게 보인다.

[라] 운동을 하는 물체에 힘이 작용하면, 힘의 크기가 클수록, 힘이 작용한 시간이 길수록 물체의 운동량의 변화량은 커진다. 작용한 힘과 힘이 작용한 시간의 곱을 충격량이라 하고, 이는 물체의 운동량의 변화량과 같다. 여기서, 운동량은 물체의 질량과 속도를 곱한 값이다.

[마] 용수철은 늘어나거나 줄어든 길이에 비례하는 힘을 매달린 물체에 작용한다. 이때 힘의 방향은 용수철이 원래 길이로 돌아가려는 방향이다. 용수철을 늘리거나 줄일 때 용수철에 가한 힘이 한 일은 탄성 퍼텐셜 에너지로 용수철에 저장된다.

[바] 물체에 힘을 작용하여 지면으로부터 일정한 높이까지 들어 올리며 일을 하면, 물체는 힘이 한 일만큼 일을 할 수 있는 능력인 에너지가 증가한다. 물체의 질량을 m , 물체를 들어 올린 높이를 h , 중력 가속도를 g 라고 하면, 지면을 기준으로 할 때 중력 퍼텐셜 에너지 $E_p = mgh$ 이다.

[사] 물체가 중력이나 용수철의 탄성력 등을 받아서 운동할 때는 퍼텐셜 에너지와 운동 에너지는 서로 전환되며, 마찰이나 공기 저항 등을 받지 않는다면 그 합인 역학적 에너지는 일정하게 보존된다. 이것을 역학적 에너지 보존 법칙이라고 한다.

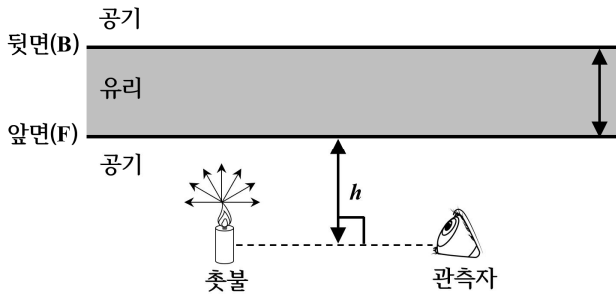
< 뒷면에 계속 >

[문제 II-1] 제시문 [가], [나], [다]를 읽고 다음 물음에 답하시오.

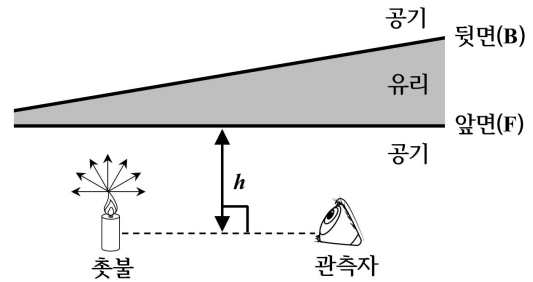
[그림 1]과 같이 두께 d 의 두꺼운 유리 앞에 한 개의 촛불과 관측자가 있다. 유리의 앞면 F와 뒷면 B는 공기와 접해 있다. 촛불은 관측자의 눈높이에 있고, 촛불과 관측자는 유리의 앞면으로부터 같은 거리 h 만큼 떨어져 있다. 유리의 내부에서 두 번 이상 반사하는 빛의 경로는 고려하지 않는다. 촛불은 단색광이 나오는 점광원으로 생각하고, 빛의 간섭 현상은 무시한다.

(1) F와 B가 평행일 때, F와 B에서 각각 반사한 빛에 의해 관측자에게 촛불 두 개가 있는 것처럼 보였다. 유리의 두께가 늘어한다면, 관측자에게 보이는 두 촛불의 간격이 가까워지는지, 혹은 멀어지는지를 밝히고, 그 근거를 논술하시오. (8점)

(2) [그림 2]와 같이 왼쪽으로 갈수록 두께가 줄어드는 유리로 바꾸었더니 관측자에게 두 개의 촛불이 겹쳐 있는 것처럼 보였다. 관측자에게 두 개의 촛불이 겹쳐 보이는 이유를 빛의 경로를 그려 설명하고, 그 근거를 논술하시오. (8점)



[그림 1]

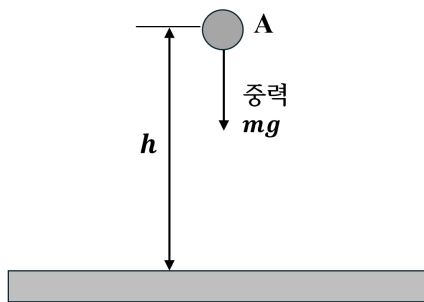


[그림 2]

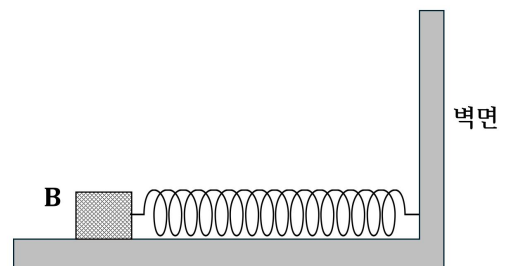
[문제 II-2] 제시문 [라], [마], [바], [사]를 읽고 다음 물음에 답하시오.

(1) [그림 3]과 같이, 바닥으로부터 높이 h 지점에서 질량이 m 인 물체 A를 가만히 놓아 자유 낙하시킨다. A가 자유 낙하하는 도중 순간적인 충격을 받는데, 그 충격량의 크기는 I 이고, 중력과 같은 방향이다. 이때 A의 운동 속도는 변하지만 A의 위치 변화와 이에 따른 중력 퍼텐셜 에너지 변화는 무시할 수 있다고 하자. A가 충격을 받은 순간 바닥으로부터의 높이를 y 라 할 때, 충격을 받은 후 A의 역학적 에너지 $E_{역학}$ 을 구한 뒤 y 에 대한 $E_{역학}$ 의 그래프를 그리고, 그 근거를 논술하시오. 단, 중력 가속도는 g 이고, 중력 퍼텐셜 에너지는 바닥에서 0이며, 공기 저항 및 물체의 크기는 무시한다. (12점)

(2) [그림 4]와 같이, 용수철의 한쪽 끝이 벽면에 고정되어 있고, 반대쪽 끝은 질량이 m 인 물체 B와 연결되어 있다. B가 용수철이 압축되는 방향으로 충격량 I 의 순간적인 충격을 받는 경우를 생각하자. 이때 B의 운동 속도는 변하지만 B의 위치 변화와 이에 따른 용수철의 탄성 퍼텐셜 에너지 변화는 무시할 수 있다고 하자. 정지해 있던 B가 임의의 서로 다른 순간에 충격량 I 의 충격을 두 번 받은 이후, B의 운동 에너지와 용수철의 탄성 퍼텐셜 에너지의 합인 역학적 에너지가 가질 수 있는 값의 범위를 구하시오. 또한, 정지해 있던 B가 임의의 서로 다른 순간에 충격량 I 의 충격을 총 N 번 받은 경우에 대해서도 역학적 에너지가 가질 수 있는 값의 범위를 구하고, 그 근거를 논술하시오. 단, 용수철의 질량, 물체의 크기, 마찰력, 공기 저항 등은 무시한다. (12점)



바닥
[그림 3]



바닥
[그림 4]

< 물리학 끝 >



경희대학교

2025학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(의·약학계-화학)

[11월 16일(토) 오후]

지원학부(과) ()

수험번호

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

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 원자, 분자, 이온과 같은 입자를 셀 때에는 묶음 단위인 몰(mol)을 사용한다. 입자 1몰은 아보가드로수만큼 모인 입자의 묶음을 뜻하며, 그 질량은 각각의 원자량, 분자량, 화학식량에 g을 붙인 값과 같다. (탄소, 산소, 수소의 원자량은 각각 12, 16, 1이다). 몰 농도는 용액 1L 속에 녹아 있는 용질의 몰수이며, 단위로는 M 또는 mol/L를 사용한다.

[나] 모든 물질은 어떤 압력과 온도에서 고유한 에너지를 가지고 있는데, 이를 엔탈피라고 하며 기호 H 로 나타낸다. 일정한 압력에서 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 엔탈피 변화를 반응 엔탈피(ΔH)라고 하며, 이것은 생성물의 엔탈피에서 반응물의 엔탈피를 뺀 것이다. 화학 반응식으로 화학 반응에 관여하는 물질의 종류뿐만 아니라 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 알 수 있다. 화학 반응식에 반응 엔탈피를 함께 나타낸 것을 열화학 반응식이라고 한다.

[다] 1840년 헤스(Hess, G. H.)는 ‘화학 반응이 일어날 때 반응물의 종류와 상태, 그리고 생성물의 종류와 상태가 같으면 어떤 경로를 거치더라도 반응 엔탈피의 합은 일정하다.’는 헤스 법칙을 발견하였다. 헤스 법칙을 이용하면 실험적으로 측정하기 힘든 반응의 반응 엔탈피를 구할 수 있다.

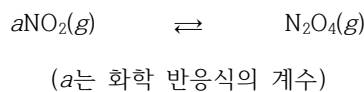
[라] 산과 염기가 반응하면 산이 내놓는 H^+ 과 염기가 내놓는 OH^- 이 만나 물을 생성하는데, 이러한 반응을 중화 반응이라고 한다. 중화 반응을 이용하여 농도를 모르는 산과 염기 수용액의 농도를 알아내는 방법을 중화 적정이라고 한다. 한편, 중화 반응의 양적 관계에 의해 산의 H^+ 양(mol)과 염기의 OH^- 양(mol)이 같아지는 지점을 중화점이라고 한다. 산과 염기가 중화 반응할 때 물과 함께 생성되는 이온 결합 물질을 염이라고 한다. 염은 산의 음이온과 염기의 양이온이 결합한 화합물이다. 수용액에서 염을 이루는 이온이 물과 반응하여 OH^- 이나 H_3O^+ 을 생성하는 반응을 염의 가수분해라고 한다. 염 수용액의 액성은 염을 이루는 양이온과 음이온의 종류에 따라 달라진다.

[마] 가역 반응에서 반응물과 생성물의 농도가 달라지지 않고 일정하게 유지되는 상태를 화학 평형이라고 한다. 화학 평형은 보기에는 아무런 변화가 없는 것처럼 보이지만, 실제로는 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어나는 동적 평형 상태이다. 일정한 온도에서 어떤 가역 반응이 평형 상태일 때, 반응물의 농도 곱에 대한 생성물의 농도 곱의 비는 반응물과 생성물의 초기 농도와 관계없이 일정하다. 이때 반응물의 농도 곱에 대한 생성물의 농도 곱의 비를 평형 상수(K)라고 하고, 이 식을 평형 상수 식이라고 한다.

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD \quad K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} = \text{일정}$$

([A], [B], [C], [D]는 평형 상태에서 각 물질의 농도)

[바] 이산화 질소(NO_2)와 사산화 이질소(N_2O_4)는 다음과 같이 화학 평형을 이룬다.

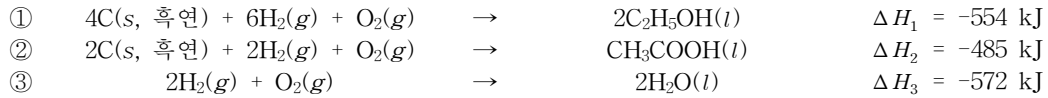


위의 평형 상태에서 이산화 질소(NO_2) 또는 사산화 이질소(N_2O_4)를 첨가하면 새로운 평형 상태에 도달한다.

< 뒷면에 계속 >

[문제 II-1] 제시문 [가]~[라]를 참고하여 다음 문제에 답하십시오. (16점)

(1) 곡주나 과일주의 마개를 열고 오래 두면 시큼한 향이 난다. 이것은 알코올성 음료 성분인 에탄올(C_2H_5OH)이 산화하여 식초의 주성분인 아세트산(CH_3COOH)으로 변했기 때문이다. *Acetobacter aceti*와 같은 세균은 산소를 이용하여 에탄올을 발효시켜 아세트산을 생산할 수 있다. 아래 열화학 반응식을 참조하여 이 발효 반응의 열화학 반응식을 완성하십시오. (8점)



(2) 위의 발효 반응을 활용하여 에탄올로부터 아세트산을 합성하였다. 합성된 아세트산을 완전히 중화하는 데 0.3 M 수산화 나트륨($NaOH$) 수용액 500 mL가 사용되었다. i) 합성된 아세트산의 질량(g)을 구하고, ii) 중화점에서 용액의 액성을 판단하고 근거를 논하십시오. (8점)

[문제 II-2] 제시문 [가]와 [마]~[바]를 참고하여 다음 문제에 답하십시오. (24점)

(1) 어떤 온도의 밀폐된 3.0 L 용기 안에서 NO_2 와 N_2O_4 의 가역 반응이 평형 상태에 도달하여 NO_2 와 N_2O_4 가 각각 0.3몰(mol)과 0.06몰(mol)씩 존재할 때, i) 제시문 [바]의 화학 반응식의 계수(a)를 구하고, ii) 이 화학 반응식의 평형 상수(K)를 구하십시오. (10점)

(2) 밀폐된 2.0 L 용기 안에 0.5몰(mol)의 N_2O_4 를 넣고 동적 평형 상태에 도달하였을 때, 평형 상수(K)가 위의 (1)과 같았다. 이때 NO_2 와 N_2O_4 의 평형 농도를 각각 구하십시오. (14점)

< 화학 끝 >



경희대학교

2025학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(의·약학계-생명과학)

[11월 16일(토) 오후]

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

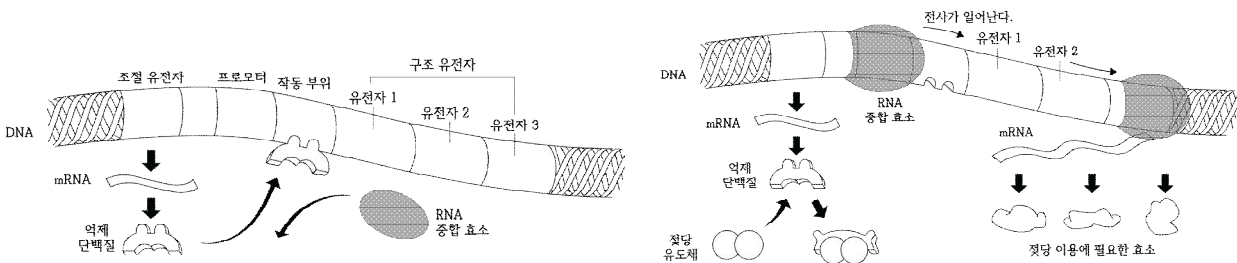
II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 생식세포가 생성되는 생식세포 분열은 분열 결과 염색체 수가 절반으로 줄어들기 때문에 감수 분열이라고 한다. 감수 분열은 체세포 분열과는 달리 연속해서 2회 분열이 일어나므로 감수 1분열과 감수 2분열로 구분된다. 감수 2분열은 감수 1분열이 끝난 후 간기 없이 곧바로 분열이 진행되므로 DNA가 복제되지 않는다.

[나] 체세포 분열에서는 염색 분체가 분리되어 두 개의 딸세포가 생성되며, 딸세포의 유전자 구성은 서로 같다. 암수 생식세포가 결합하여 자손을 만드는 생물은 생식세포를 통해 부모의 유전자가 자손에게 전달된다. 감수 분열 결과 형성된 생식세포는 유전적 다양성을 갖는다.

[다] 염색체를 구성하는 DNA에는 형질을 결정하는 유전자가 있다. 사람의 혀 말기나 ABO식 혈액형의 결정과 같이 한 쌍의 대립유전자가 하나의 유전 형질 결정에 관여하는 경우를 단일 인자 유전이라고 한다. 반면 사람의 피부색, 키, 체중과 같이 하나의 유전 형질 결정에 여러 대립유전자 쌍이 관여하는 경우를 다인자 유전이라고 한다.

[라] 대장균은 포도당이 있을 때는 포도당을 먼저 분해하여 에너지를 얻지만, 포도당이 없고 젓당만 있을 때는 젓당을 분해하여 포도당을 만들어 에너지를 얻을 수 있는데, 이때 사용되는 것이 젓당 오페론이다(아래 그림). 젓당 오페론 앞에는 조절 유전자가 있어서 오페론의 작동을 조절한다. 젓당이 없을 때 조절 유전자에 의해 만들어진 억제 단백질이 작동 부위와 결합하면 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합할 수 없어 구조 유전자의 전사가 일어나지 않는다. 포도당이 없고, 젓당이 있을 때는 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하여 구조 유전자가 전사되어 젓당 분해에 필요한 효소가 생성된다.



<젓당이 없을 때>

<젓당이 있을 때>

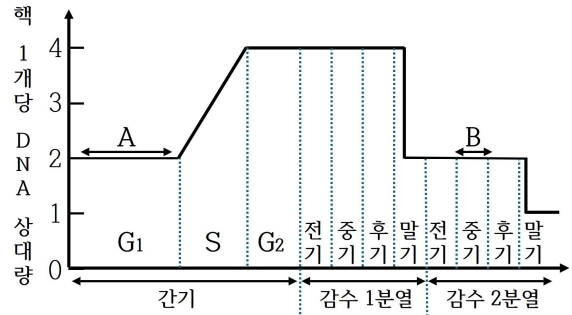
[마] 유전자를 구성하는 DNA의 염기 서열에 변화가 생기면 유전자의 기능에 이상이 생겨 단백질이 생성되지 않거나 정상적인 기능을 하지 못하는 단백질이 생성될 수 있다. 그 결과 형질에 변화가 나타나기도 하는데 이러한 현상을 유전자 돌연변이라고 한다.

[바] 효소가 작용하는 반응물을 기질이라고 하며, 기질이 효소의 활성 부위에 결합하여 효소·기질 복합체를 형성함으로써 반응의 활성화 에너지를 낮춘다. 효소는 활성 부위에 잘 들어맞는 입체 구조를 가진 특정 기질하고만 결합하여 반응을 촉매하며, 이러한 특성을 기질 특이성이라고 한다.

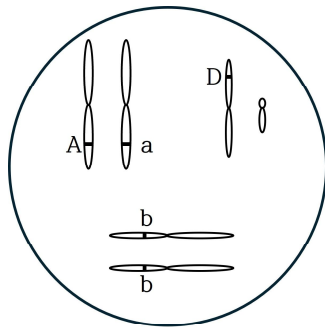
< 뒷면에 계속 >

[문제II-1] 제시문 [가]~[다]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

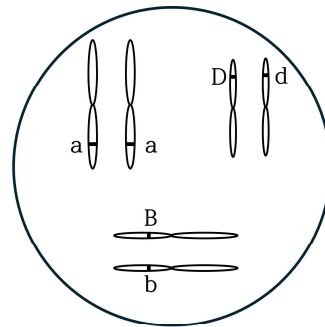
(1) 오른쪽 그림은 생식세포 형성 과정에서 핵 1개당 DNA 상대량의 변화를 그래프로 나타낸 것이다. A와 B 시기 세포에서 염색체와 유전자 구성의 차이를 설명하고, 생식세포의 유전적 다양성이 나타나는 과정을 논술하시오. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) (8점)



(2) 다음은 형질 H가 나타난 남자 ㉠과 H가 나타나지 않은 여자 ㉡의 체세포에서 염색체 세 쌍만을 그림으로 나타낸 것이다. (단, 형질 H는 대립유전자 A와 a, 대립유전자 B와 b, 대립유전자 D와 d에 의해 결정된다.)



남자 ㉠의 체세포

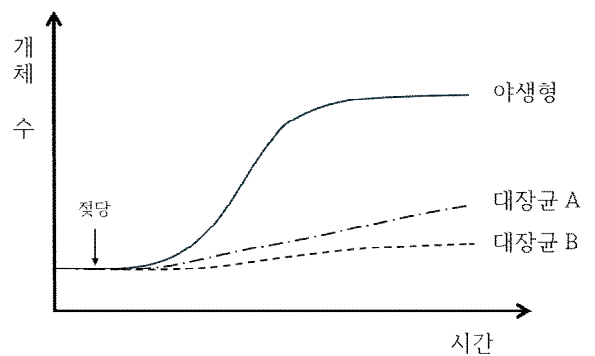


여자 ㉡의 체세포

형질 H는 A와 D가 존재하고, B가 없을 때만 나타난다. 남자 ㉠과 여자 ㉡ 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 형질 H가 나타나게 될 확률은 얼마인지 성별에 따라 구분하여 논술하시오. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) (8점)

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

어떤 사람의 장에서 야생형 대장균과 젓당 분해 능력에 차이가 있는 대장균 A와 B가 분리되었다. 오른쪽 그림은 각각의 대장균을 포도당이 없고 젓당이 있는 조건에서 분리 배양했을 때 나타난 성장곡선이다. 야생형 대장균과 성장곡선의 차이가 나타난 이유를 알아내기 위해 야생형 대장균과 대장균 A와 B에서 젓당 오페론과 조절 유전자 부위의 DNA 염기 서열 분석을 진행하였다.



(1) 대장균 A의 조절 유전자에서만 야생형 대장균과는 다른 염기 서열의 변화가 발견되었다면, 대장균 A의 생장이 야생형 대장균보다 늦어진 이유가 무엇일지 추론하여 논술하시오. (단, 대장균 A와 야생형 대장균의 억제 단백질은 작동 부위에 붙는 결합 차이가 없다.) (10점)

(2) 대장균 B의 젓당 분해 효소 유전자(유전자1)에서 야생형 대장균과는 다른 염기 서열의 변화가 발견되었다면, 대장균 B의 생장이 야생형 대장균보다 늦어진 이유가 무엇일지 추론하여 논술하시오. (단, 효소 작용에 영향을 미치는 요소인 기질의 농도, 온도, pH, 저해제의 작용은 고려하지 않는다.) (14점)

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사
전형명	논술우수자전형
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	(의·약학)계열 / (수학 I -1)문항

2. 2025학년도 논술고사 문항 및 제시문

제시문

[가] 두 초점 $F(c, 0)$, $F'(-c, 0)$ 으로부터의 거리의 합이 $2a(a > c > 0)$ 인 타원의 방정식은

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (\text{단, } b^2 = a^2 - c^2)$$

[나] 타원 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ 위의 점 $P(x_1, y_1)$ 에서의 접선의 방정식은

$$\frac{x_1x}{a^2} + \frac{y_1y}{b^2} = 1$$

[다] 방정식 $f(x, y) = 0$ 이 나타내는 도형을 x 축 방향으로 a 만큼, y 축 방향으로 b 만큼 평행이동한 도형의 방정식은

$$f(x-a, y-b) = 0$$

[라] 일반적으로 수열 $\{a_n\}$ 에서 n 의 값이 한없이 커질 때, a_n 의 값이 일정한 값 α 에 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.

[문제 I-1] 다음 물음에 답하시오.

(1) 서로 다른 양수 p 와 t 에 대하여 두 점 $(p, 0)$ 과 $(3p, 0)$ 을 초점으로 하는 타원과, 두 점 $(p, 0)$ 과 $(t, 0)$ 을 초점으로 하는 타원이 모두 원점을 지난다. 각 타원마다 타원의 네 꼭짓점을 꼭짓점으로 하는 마름모를 생각하자. 이때 두 마름모가 서로 닮음이 되는 t 를 구하고 그 근거를 논술하시오. (단, $t \neq 3p$) (12점)

(2) 서로 다른 양수 p 와 자연수 n 에 대하여 두 점 $(p, 0)$ 과 $(n, 0)$ 을 초점으로 하는 타원이 원점을 지난다. p 보다 작은 양수 k 에 대하여 x 좌표가 k 이고 y 좌표가 0보다 큰 타원 위의 점에서의 접선의 기울기를 a_n 이라고 하자. 이때 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ 을 구하고 그 근거를 논술하시오. (16점)

3. 2025학년도 논술고사 출제 의도

[문제 I -1]에서는 이차곡선의 기본 개념들을 종합적으로 이해하고, 수열의 극한에 대한 성질 들 활용할 수 있는지 파악하고자 하였다. 이차곡선이 좌표평면에서 방정식으로 표현되어 대 수적으로 다룰 수 있음을 인식하고, 수열과 그 극한의 성질들을 바르게 이해함으로써 주어진 문제를 논리적으로 해결할 수 있는지 평가하고자 하였다.

4. 2025학년도 논술고사 문항 해설

[문제 I -1]에서는 타원의 초점, 장축과 단축의 길이 등이 만족하는 조건을 이용하여, 주어진 타원의 특성을 파악할 수 있는지, 그리고 여러 가지 타원에 대한 접선의 기울기와 그 극한값 을 구할 수 있는지를 평가하고자 한다.

5. 2025학년도 논술고사 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 I -1 - (1)	<6점> 두 타원의 장축과 단축의 길이를 구한다. <6점> 두 마름모가 서로 닮음이 되는 t 의 값을 구한다.	12
문제 I -1 - (2)	<10점> 타원의 접선의 기울기를 구한다. <6점> 수열의 극한값을 구한다.	16

6. 2025학년도 논술고사 예시 답안

[문제 I -1] (1) 초점이 $(p, 0)$ 과 $(t, 0)$ 인 타원의 장축의 길이를 $2a$, 단축의 길이를 $2b$, 두 초 점 사이의 거리를 $2c$ 라고 하자. 이 타원의 중심은 $(a, 0)$ 이고, 중심은 두 초점의 중점이므로, $a = \frac{t+p}{2}$ 이다. $b^2 = a^2 - c^2$ 으로부터 $b^2 = \left(\frac{t+p}{2}\right)^2 - \left(\frac{t-p}{2}\right)^2 = pt$ 를 얻는다.

주어진 두 타원의 장축과 단축의 길이는 각각 $3p+p=4p$, $2\sqrt{3p \times p}=2\sqrt{3}p$ 와 $t+p$, $2\sqrt{tp}$ 이다. 타원의 꼭짓점으로 이루어진 마름모들이 서로 닮음이면 장축과 단축의 비율이 같고, 이 비율이 같으면 서로 닮음이다. 따라서 $\frac{2\sqrt{3}p}{4p} = \frac{2\sqrt{tp}}{t+p}$ 이고, 정리하면 $3t^2 - 10pt + 3p^2 = 0$ 을 얻는다. 그러므로 $t=3p$ 또는 $t = \frac{p}{3}$ 인데 t 는 $3p$ 와 다르므로, $t = \frac{p}{3}$ 이다.

(2) 초점이 x 축의 양의 방향 위에 있고 원점을 지나는 타원의 방정식은 그 장축의 길이가 $2a$, 단축의 길이가 $2b$ 일 때 $\frac{(x-a)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ 이다.

이때, (1)에서 살펴본 대로, $a = \frac{n+p}{2}$, $b = \sqrt{pn}$ 이다. x 좌표가 k 이고, y 좌표가 0보다 큰 타원 위의 점을 (k, m) 이라 하면 $m = \frac{b}{a}\sqrt{2ak - k^2}$ 이다.

타원 $\frac{(x-a)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ 위의 점 (k, m) 에서의 접선의 기울기는 타원 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ 위의 점 $(k-a, m)$ 에서의 접선의 기울기와 같다. 타원 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ 위의 점 $(k-a, m)$ 에서의 접선의

방정식은 $\frac{(k-a)x}{a^2} + \frac{my}{b^2} = 1$ 이므로,

$$a_n = \frac{b^2(a-k)}{a^2} \frac{1}{m} = \frac{b^2(a-k)}{a^2} \frac{a}{b\sqrt{2ak - k^2}} = \frac{(a-k)b}{a\sqrt{2ak - k^2}} = \frac{(n+p-2k)\sqrt{pn}}{(n+p)\sqrt{(n+p)k - k^2}}$$
 이다. 따

라서 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(n+p-2k)}{(n+p)} \frac{\sqrt{pn}}{\sqrt{kn + pk - k^2}} = \sqrt{\frac{p}{k}}$ 이다.

1. 일반 정보

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

2. 2025학년도 논술고사 문항 및 제시문

[제시문]

[마] 사건 A 가 일어났을 때의 사건 B 의 조건부확률은

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

[논제 I -2] 원점 O 를 출발하여 좌표평면 위를 움직이는 점이 있다. 한 개의 동전과 한 개의 주사위를 각각 던져, 동전의 앞면이 나오면 x 축의 양의 방향으로, 뒷면이 나오면 y 축의 양의 방향으로 주사위에서 나온 눈의 수만큼 이동한다. 이와 같은 시행을 한 번 하여 이동한 점을 P_1 , 점 P_1 에서 이 시행을 다시 하여 이동한 점을 P_2 , 점 P_2 에서 이 시행을 다시 하여 이동한 점을 P_3 이라 하자. 다음 물음에 답하시오.

(1) 세 선분 OP_1 , P_1P_2 , P_2O 로 둘러싸인 도형의 넓이가 6 이상일 확률을 구하고 그 근거를 논술하시오. (단, 세 점 O , P_1 , P_2 가 일직선 위에 있을 때는 도형의 넓이를 0으로 한다.) (8점)

(2) 세 선분 OP_2 , P_2P_3 , P_3O 로 둘러싸인 도형의 넓이가 18 이상일 때, 세 번째 시행에서 던진 주사위에서 나온 눈의 수가 6일 확률을 구하고 그 근거를 논술하시오. (단, 세 점 O , P_2 , P_3 이 일직선 위에 있을 때는 도형의 넓이를 0으로 한다.) (24점)

3. 2025학년도 논술고사 출제 의도

[논제 I -2]에서는 고등학교 교육과정의 확률 및 조건부확률을 구하는 방법을 이해하며, 주어진 조건으로부터 경우를 나누어 수학적으로 추론하고 단순한 공식의 적용보다는 주어진 상황을 올바르게 이해하고 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

4. 2025학년도 논술고사 문항 해설

[논제 I -2]에서는 확률의 정의와 조건부확률 등을 이용하여 주어진 상황을 고려하여 경우를 나누어 제시된 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

5. 2025학년도 논술고사 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
논제 I-2- (1)	<3점> 동전이 나올 수 있는 경우를 파악한다. <5점> 도형의 넓이가 6 이상일 확률을 구한다.	8점
논제 I-2- (2)	<5점> 동전이 나올 수 있는 경우를 파악한다. <10점> 도형의 넓이가 18 이상일 확률을 구한다. <9점> 도형의 넓이가 18 이상이며 세 번째 시행에서 나온 주사위의 눈의 수가 6일 조건부확률을 구한다.	24점

6. 2025학년도 논술고사 예시 답안

(1) 동전의 앞면이 나오는 것을 H, 동전의 뒷면이 나오는 것을 T로 나타내자. 세 선분 OP_1, P_1P_2, P_2O 로 둘러싸인 도형의 넓이가 6 이상이 되려면, 세 점 O, P_1, P_2 가 삼각형을 이뤄야 하며, 따라서 첫 번째 시행과 두 번째 시행에서 동전이 HT나 TH로 나와야 한다. 이 조건을 만족할 확률은 $\frac{1}{2}$ 이다. 또한, 첫 번째 시행과 두 번째 시행에서 나온 주사위의 눈의 수를 각각 a, b 라 하면 $ab \geq 12$ 여야 한다. 이를 만족하는 (a, b) 순서쌍은 총 17개이며, 따라서 이 확률은 $\frac{17}{36}$ 이다. 그러므로 세 선분 OP_1, P_1P_2, P_2O 로 둘러싸인 도형의 넓이가 6 이상일 확률은

$$\frac{1}{2} \times \frac{17}{36} = \frac{17}{72}$$

(2) 세 선분 OP_2, P_2P_3, P_3O 로 둘러싸인 도형의 넓이가 18 이상이 되려면, 세 점 O, P_2, P_3 이 삼각형을 이뤄야 한다. 세 점 O, P_2, P_3 이 삼각형을 이루려면, 세 번의 시행에서 동전이 HTT, HTH, HHT, THH, THT, TTH로 나와야 한다. 세 선분 OP_2, P_2P_3, P_3O 로 둘러싸인 도형의 넓이가 18 이상인 사건을 A , 세 번째 시행에서 던진 주사위에서 나온 눈의 수가 6인 사건을 B 라 하자.

1) HTT 인 경우

동전이 HTT로 나올 확률은 $\frac{1}{8}$ 이며, 이때 각 시행에서 나온 주사위의 눈의 수를 차례대로 a, b, c 라 하면 $ac \geq 36$ 이어야 하며, 이를 만족하는 (a, c) 순서쌍은 1개이다. 따라서, 이때의 확률은

$$\frac{1}{8} \times \frac{1}{36} = \frac{1}{288}$$

2) HTH 인 경우

동전이 HTH로 나올 확률은 $\frac{1}{8}$ 이며, 이때 각 시행에서 나온 주사위의 눈의 수를 차례대로 a, b, c 라 하면 $bc \geq 36$ 이어야 하며, 이를 만족하는 (b, c) 순서쌍은 1개이다. 따라서, 이때의 확률은

$$\frac{1}{8} \times \frac{1}{36} = \frac{1}{288}$$

3) HHT 인 경우

동전이 HHT로 나올 확률은 $\frac{1}{8}$ 이며, 이때 각 시행에서 나온 주사위의 눈의 수를 차례대로 a, b, c 라 하면 $(a+b)c \geq 36$ 이어야 한다. 이를 만족하는 (a, b, c) 순서쌍의 개수는 $c=6$ 일 때 $a+b \geq 6$ 인 순서쌍 26개, $c=5$ 일 때 $a+b \geq 8$ 인 순서쌍 15개, $c=4$ 일 때 $a+b \geq 9$ 인 순서쌍 10개, $c=3$ 일 때 $a+b \geq 12$ 인 순서쌍 1개로 총 52개이다. 따라서, 이때의 확률은

$$\frac{1}{8} \times \frac{52}{216} = \frac{52}{1728} = \frac{13}{432}$$

4) THH인 경우는 1) HTT인 경우와 동일하므로, 확률은 $\frac{1}{288}$ 이다.

5) THT인 경우는 2) HTH인 경우와 동일하므로, 확률은 $\frac{1}{288}$ 이다.

6) TTH인 경우는 3) HHT인 경우와 동일하므로, 확률은 $\frac{13}{432}$ 이다.

따라서,

$$P(A) = \frac{1}{288} + \frac{1}{288} + \frac{13}{432} + \frac{1}{288} + \frac{1}{288} + \frac{13}{432} = \frac{32}{432} = \frac{2}{27}$$

한편, 세 선분 OP_2, P_2P_3, P_3O 로 둘러싸인 도형의 넓이가 18 이상이면 세 번째 시행에서 던진 주사위에서 나온 눈의 수가 6일 확률을 비슷한 방법으로 구하면, 1) HTT인 경우 $\frac{1}{288}$

2) HTH인 경우 $\frac{1}{288}$ 3) HHT인 경우 $\frac{13}{864}$ 4) THT인 경우 $\frac{1}{288}$ 5) THH인 경우 $\frac{1}{288}$ 6)

TTH인 경우 $\frac{13}{864}$ 이므로

$$P(A \cap B) = \frac{1}{288} + \frac{1}{288} + \frac{13}{864} + \frac{1}{288} + \frac{1}{288} + \frac{13}{864} = \frac{19}{432}$$

따라서, 세 선분 OP_2, P_2P_3, P_3O 로 둘러싸인 도형의 넓이가 18 이상일 때, 세 번째 시행에서 던진 주사위에서 나온 눈의 수가 6일 확률은

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{\frac{19}{432}}{\frac{2}{27}} = \frac{19}{32}$$

1. 일반 정보

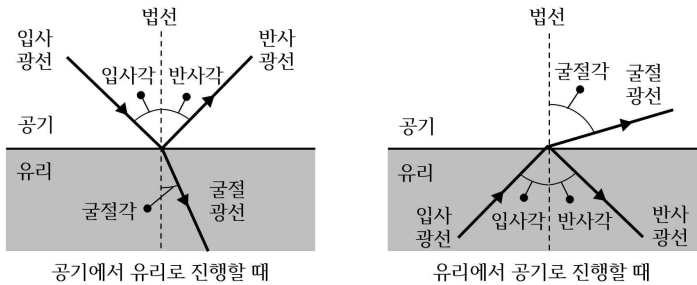
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사
전형명	논술우수자전형
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	(의·약학)계열 / (물리학 II-1)문항

2. 2025학년도 논술고사 문항 및 제시문

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 파동이 서로 다른 두 매질의 경계면을 비스듬히 지날 때 각 매질을 지나는 파동의 속력이 달라져 파동의 진행 방향이 꺾이는데, 이러한 현상을 파동의 굴절이라고 한다.

[나] 빛은 진행하는 매질이 바뀔 때 반사와 굴절을 한다. 빛이 반사할 때 입사각과 반사각은 항상 같다. 빛이 굴절할 때는 매질에서의 빛의 속력에 의해 굴절하는 정도가 결정된다. 그림과 같이 빛이 공기에서 유리로 진행할 때는 입사각이 굴절각보다 크고, 반대로 빛이 유리에서 공기로 진행할 때는 굴절각이 입사각보다 크다. 빛이 다른 매질로 입사할 때, 입사각이 클수록 굴절각도 커진다.



[그림]

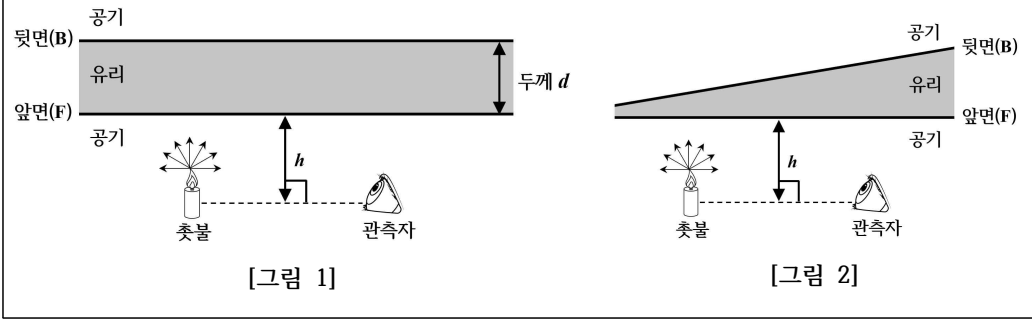
[다] 물속의 물체에서 나온 빛이 공기 중으로 나올 때 굴절각이 입사각보다 크다. 이때 물체는 굴절 광선의 연장선상 어딘가에 있는 것처럼 관측자에게 보인다.

[논제 II-1] 제시문 [가], [나], [다]를 읽고 다음 물음에 답하시오.

[그림 1]과 같이 두께 d 의 두꺼운 유리 앞에 한 개의 촛불과 관측자가 있다. 유리의 앞면 F와 뒷면 B는 공기와 접해 있다. 촛불은 관측자의 눈높이에 있고, 촛불과 관측자는 유리의 앞면으로부터 같은 거리 h 만큼 떨어져 있다. 유리의 내부에서 두 번 이상 반사하는 빛의 경로는 고려하지 않는다. 촛불은 단색광이 나오는 점광원으로 생각하고, 빛의 간섭 현상은 무시한다.

(1) F와 B가 평행일 때, F와 B에서 각각 반사한 빛에 의해 관측자에게 촛불 두 개가 있는 것처럼 보였다. 유리의 두께가 늘어난다면, 관측자에게 보이는 두 촛불의 간격이 가까워지는지, 혹은 멀어지는지를 밝히고, 그 근거를 논술하시오. (8점)

(2) [그림 2]와 같이 왼쪽으로 갈수록 두께가 줄어드는 유리로 바꾸었더니 관측자에게 두 개의 촛불이 겹쳐 있는 것처럼 보였다. 관측자에게 두 개의 촛불이 겹쳐 보이는 이유를 빛의 경로를 그려 설명하고, 그 근거를 논술하시오. (8점)



3. 2025학년도 논술고사 출제 의도

의학계 물리학 [문제 II-1]의 (1), (2)에서는 빛이 서로 다른 성질의 매질을 지날 때 매질의 경계면에서 일어나는 기본 현상인 반사와 굴절에 관한 이해를 바탕으로 두꺼운 유리에서 반사되는 물체가 두 개로 보이는 이유를 밝히고, 이를 해결하는 방법론을 탐색하였다. 두꺼운 유리의 앞면과 뒷면에서 반사하는 빛의 경로가 반사하고 굴절함에 따라 서로 일치하지 않음을 보임으로써 유리 앞에 있는 물체가 관측자에게 두 개로 보이고, 유리가 두꺼워질수록 관측자에게 보이는 두 물체 사이의 간격이 멀어짐을 밝힐 수 있다. 하지만 뒷면이 한쪽으로 기울어진 썸기 모양의 유리를 활용하면, 유리의 앞면과 뒷면에서 반사하는 빛의 최종 경로를 서로 일치하게 할 수 있으므로 두 개로 보이는 물체가 겹쳐 보일 수 있음을 이해할 수 있다. 각 문제에서 요구하는 답을 구하기 위해 빛의 반사와 굴절을 이용하여 빛의 진행 경로를 그려보고, 이를 해석하는 능력을 평가하고자 하였다.

4. 2025학년도 논술고사 문항 해설

의학계 물리학 [문제 II-1]의 (1), (2)에서는 고등학교 물리학 I 교과서의 “파동과 정보 통신” 단원에서 다루는 ‘파동의 성질’, ‘파동의 굴절’의 기초 개념을 이해하고 이를 문제에서 주어진 상황에 맞추어 적용하는 능력을 평가하였다. 빛이 공기에서 유리로 지나갈 때 반사와 굴절하면서 빛의 진행 경로가 결정된다. 이때 관측자에게는 자신을 향하는 빛의 경로의 연장선상에 물체가 있는 것처럼 보인다는 점을 이해하면, [문제 II-1]은 복잡한 풀이 과정이나 수식의 사용 없이 빛의 진행 경로를 그려봄으로써 고등학교 교육 과정의 범위 내에서 논제를 해결할 수 있다.

5. 2025학년도 논술고사 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
논제 II-1-(1)	<2점> 유리의 앞면과 뒷면에서 반사되는 빛의 경로를 정확하게 서술하거나 그렸다.	8
	<2점> 관측자를 향하는 빛의 최종 경로의 연장선상에 촛불이 있는 것처럼 보임을 설명하였다.	
	<2점> 관측자에게 두 개의 촛불이 있는 것처럼 보이는 이유를 설명하였다.	
	<2점> 유리의 두께가 늘어남에 따라 관측자에게 보이는 두 촛불의 간격이 멀어짐을 밝혔다.	
논제 II-1-(2)	<2점> 관측자에게 향하는 두 빛의 최종 경로가 서로 일치하도록 그렸다.	8
	<2점> 기울어진 유리 뒷면으로 인해 유리 내부에서의 반사각이 증가함을 서술하거나 그렸다.	
	<2점> 유리의 뒷면에서 반사되는 빛이 유리의 앞면에서 반사되는 빛의 경로의 중앙을 지나도록 그렸다.	
	<2점> 유리의 내부로 들어갈 때의 입사각보다 유리의 내부에서 빠져나올 때의 굴절각을 더 크게 그리거나 서술하였다.	

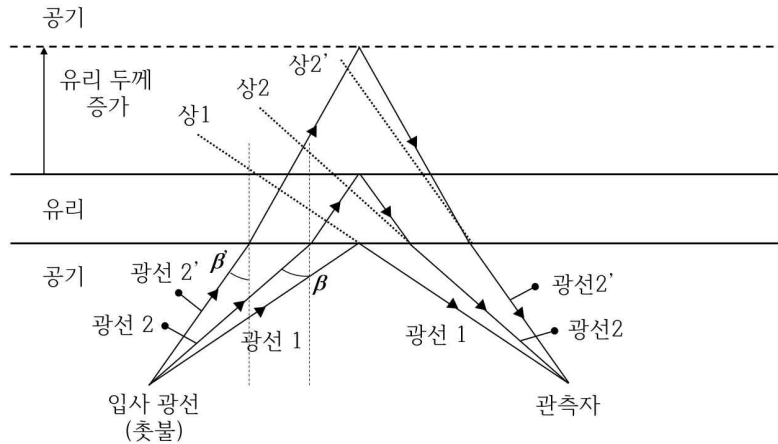
6. 2025학년도 논술고사 예시 답안

[문제 II-1-(1)]

그림 1과 같이 촛불에서 나온 빛(입사 광선)이 (i) 유리의 앞면에서 반사(입사각 α , 반사각 α)한 뒤 관측자로 향하는 “광선1”의 경로 또는 (ii) 유리의 앞면과 뒷면에서 차례대로 굴절(입사각 β , 굴절각 γ), 반사(반사각 $\delta = \gamma$)한 뒤 유리의 앞면에서 다시 굴절(입사각 $\gamma = \delta$, 굴절각 β)하며 관측자로 향하는 “광선2”의 경로를 따르므로 관측자에게 두 개의 촛불이 있는 것처럼 보인다.

[그림 1]

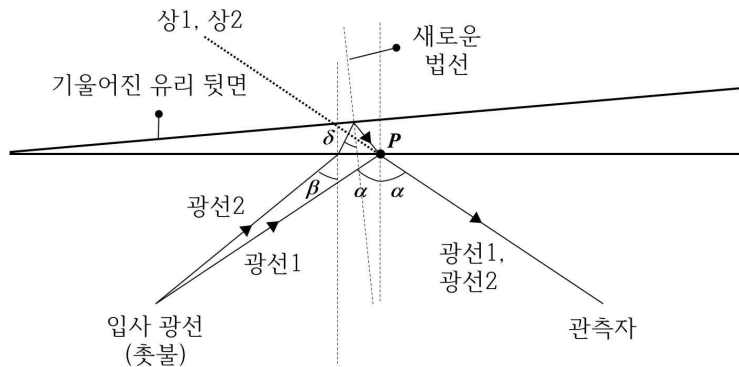
즉, 관측자에게 광선1의 연장선에 “상1”이, 광선2의 연장선에 “상2”가 있는 것처럼 보인다. 광선2의 경로를 따라 진행하는 빛은 유리의 내부를 지나면서 수평 방향으로 이동한 후 관측자에게 도달하므로 광선2의 입사각 β 는 광선1의 입사각 α 보다 작아야 한다. 그림 2와 같이 유리의 두께가 늘어나면, 입사각(β')이 β 보다 작아지며 “광선2'”의 경로를 따라 관측자로 향하므로, 관측자에게 보이는 두 촛불의 간격(상1과 상2')은 이전 상황(상1과 상2)과 비교하여 더 멀어진다.



[그림 2]

[문제 II-1-(2)]

관측자에게 두 개의 촛불이 겹쳐 있는 것처럼 보이려면, 그림 3과 같이 관측자로 향하는 광선1의 반사 경로와 광선2의 유리 밖으로 나올 때의 굴절 경로가 서로 일치해야 한다. 이를 위해 광선2의 경로를 따르는 빛이 기울어진 유리의 뒷면에서 반사한 뒤, 광선1이 유리의 앞면에서 반사하는 점 P를 지나야 한다. [문제 I-1]의 상황과 마찬가지로 광선2의 입사각 β 는 광선1의 입사각 α 보다 작다. 하지만 광선2가 유리의 뒷면에서 반사할 때 뒷면의 기울기만큼 반사각 δ 가 커지게 된다 (즉, $\delta > \gamma$, 여기서 γ 는 유리 앞면에서의 굴절각, 그림 1 참고). 따라서 광선2가 유리 밖으로 나올 때의 굴절각 역시 β 보다 커지게 되어 광선 1의 반사각 α 와 같게 할 수 있다 (즉, 광선1과 광선2의 경로를 일치하게 할 수 있다).



[그림 3]

1. 일반 정보

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

2. 2025학년도 논술고사 문항 및 제시문

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[라] 운동을 하는 물체에 힘이 작용하면, 힘의 크기가 클수록, 힘이 작용한 시간이 길수록 물체의 운동량의 변화량은 커진다. 작용한 힘과 힘이 작용한 시간의 곱을 충격량이라 하고, 이는 물체의 운동량의 변화량과 같다. 여기서, 운동량은 물체의 질량과 속도를 곱한 값이다.

[마] 용수철은 늘어나거나 줄어든 길이에 비례하는 힘을 매달린 물체에 작용한다. 이때 힘의 방향은 용수철이 원래 길이로 돌아가려는 방향이다. 용수철을 늘리거나 줄일 때 용수철에 가한 힘이 한 일은 탄성 퍼텐셜 에너지로 용수철에 저장된다.

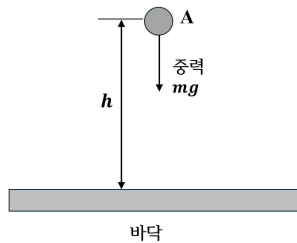
[바] 물체에 힘을 작용하여 지면으로부터 일정한 높이까지 들어 올리며 일을 하면, 물체는 힘이 한 일만큼 일을 할 수 있는 능력인 에너지가 증가한다. 물체의 질량을 m , 물체를 들어 올린 높이를 h , 중력 가속도를 g 라고 하면, 지면을 기준으로 할 때 중력 퍼텐셜 에너지 $E_p = mgh$ 이다.

[사] 물체가 중력이나 용수철의 탄성력 등을 받아서 운동할 때는 퍼텐셜 에너지와 운동 에너지는 서로 전환되며, 마찰이나 공기 저항 등을 받지 않는다면 그 합인 역학적 에너지는 일정하게 보존된다. 이것을 역학적 에너지 보존 법칙이라고 한다.

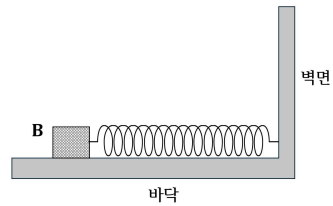
[논제 II-2] 제시문 [라], [마], [바], [사]를 읽고 다음 물음에 답하시오.

(1) [그림 3]과 같이, 바닥으로부터 높이 h 지점에서 질량이 m 인 물체 **A**를 가만히 놓아 자유 낙하시킨다. **A**가 자유 낙하하는 도중 순간적인 충격을 받는데, 그 충격량의 크기는 I 이고, 중력과 같은 방향이다. 이때 **A**의 운동 속도는 변하지만 **A**의 위치 변화와 이에 따른 중력 퍼텐셜 에너지 변화는 무시할 수 있다고 하자. **A**가 충격을 받은 순간 바닥으로부터의 높이를 y 라 할 때, 충격을 받은 후 **A**의 역학적 에너지 $E_{역학}$ 을 구한 뒤 y 에 대한 $E_{역학}$ 의 그래프를 그리고, 그 근거를 논술하시오. 단, 중력 가속도는 g 이고, 중력 퍼텐셜 에너지는 바닥에서 0이며, 공기 저항 및 물체의 크기는 무시한다. (12점)

(2) [그림 4]와 같이, 용수철의 한쪽 끝이 벽면에 고정되어 있고, 반대쪽 끝은 질량이 m 인 물체 **B**와 연결되어 있다. **B**가 용수철이 압축되는 방향으로 충격량 I 의 순간적인 충격을 받는 경우를 생각하자. 이때 **B**의 운동 속도는 변하지만 **B**의 위치 변화와 이에 따른 용수철의 탄성 퍼텐셜 에너지 변화는 무시할 수 있다고 하자. 정지해 있던 **B**가 임의의 서로 다른 순간에 충격량 I 의 충격을 두 번 받은 이후, **B**의 운동 에너지와 용수철의 탄성 퍼텐셜 에너지의 합인 역학적 에너지가 가질 수 있는 값의 범위를 구하시오. 또한, 정지해 있던 **B**가 임의의 서로 다른 순간에 충격량 I 의 충격을 총 N 번 받은 경우에 대해서도 역학적 에너지가 가질 수 있는 값의 범위를 구하고, 그 근거를 논술하시오. 단, 용수철의 질량, 물체의 크기, 마찰력, 공기 저항 등은 무시한다. (12점)



[그림 3]



[그림 4]

3. 2025학년도 논술고사 출제 의도

의학적 물리학 [문제 II-2]의 (1), (2)에서는 운동하는 물체에 충격량이 주어졌을 때, 역학적 에너지 변화 등의 물리량 변화가 충격량이 주어질 때의 운동 상태에 따라 어떻게 달라지는지를, 충격량과 운동량의 관계, 역학적 에너지 보존 등의 개념을 바탕으로 이해할 수 있는지 탐색하였다. 먼저, 자유 낙하 운동하는 물체에 이를 적용하여 물체의 속도에 따라 역학적 에너지 변화량이 달라짐을 이해할 수 있다. 다음으로 이를 용수철과 같이 왕복 운동을 하는 물체에 적용하여 주어진 문제에 대한 답을 논리적으로 추론할 수 있다. 각 문제에서는 주어진 구체적인 상황을 충격량-운동량 관계와 역학적 에너지 보존 등의 물리적 개념을 적용하여 이해할 수 있는 능력과 함께, 주어진 문제에 대한 답을 찾는 논리적 사고 능력을 평가하고자 하였다.

4. 2025학년도 논술고사 문항 해설

의학적 물리학 [문제 II-2]의 (1), (2)에서는 고등학교 물리학 I 교과서의 “역학과 에너지” 단원에서 다루는 ‘운동량과 충격량’, ‘역학적 에너지와 보존’의 기초 개념을 이해하고, 이를 문제에 주어진 구체적 상황에 적용하여 답을 찾아가는 논리적 사고 능력을 평가하였다. 먼저, 자유 낙하 운동하는 물체에 이를 적용하여 같은 충격량이 주어지더라도 운동하는 물체의 속도에 따라 역학적 에너지의 변화량이 달라짐을 이해할 수 있다. 다음으로 용수철과 같이 왕복 운동을 하는 물체에서는, 충격량이 주어질 때의 물체 속도에 따라 최대 속력과 역학적 에너지가 증가, 감소할 수 있음을 이해하고 주어진 문제에 대한 답을 논리적으로 추론할 수 있다. 고등학교 교육 과정 범위 내의 충격량과 운동량의 관계, 역학적 에너지 보존 등을 주어진 문제에 적용하여 이해하고, 주어진 질문에 대한 답을 논리적으로 추론함으로써 논제를 해결할 수 있다.

5. 2025학년도 논술고사 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 II-2-(1)	<3점> 자유 낙하하는 물체의 위치와 속도의 관계를 올바르게 구하였다.	12
	<3점> 충격량에 의한 속도 변화를 올바르게 표현하였다.	
	<4점> 역학적 에너지를 위치의 함수로 올바르게 구하였다.	
	<2점> 논제에서 요구하는 그래프를 올바르게 그렸다.	
문제 II-2-(2)	<2점> 첫 번째 충격량이 주어진 이후의 운동을 올바르게 기술하였다.	12
	<4점> 두 번의 충격량이 주어진 이후의 역학적 에너지 범위를 올바르게 구하였다.	
	<2점> N 번의 경우에 대해 역학적 에너지의 최댓값을 올바르게 구하였다.	
	<4점> N 번의 경우에 대해 역학적 에너지의 최솟값을 올바르게 구하였다.	

6. 2025학년도 논술고사 예시 답안

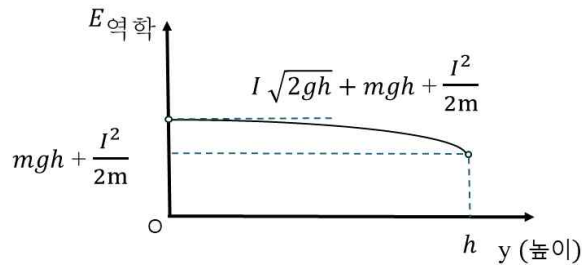
[문제 II-2-(1)]

A는 높이 h 에서 정지해 있었으므로 충격을 받기 이전의 역학적 에너지는 $E_{\text{역학}} = mgh$ 이다. 충격을 받기 직전, A의 높이를 y , 속도를 v 라 하자 (중력 방향이 +). 역학적 에너지 보존 법칙 $E_{\text{역학}} = mgh = mgy + \frac{1}{2}mv^2$ 을 이용하면, 속도는 $v = \sqrt{2g(h-y)}$ 로 구해진다. 순간적인 충격에 의한 A의 위치 변화와 중력 퍼텐셜 에너지 변화는 무시하므로 속도와 운동 에너지

변화만을 고려한다. 충격을 받으면 충격량 I 만큼 A 의 운동량이 변하므로 속도 변화량 $\Delta v = \frac{I}{m}$ 이다 (이후 풀이에서 Δv 는 V 로 둔다). 따라서 충격을 받은 직후의 속도는 $v' = v + V$ 이고, 운동 에너지 변화량은 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m [V^2 + 2vV]$ 이다. 역학적 에너지 변화량은 운동 에너지 변화량과 같으므로 역학적 에너지는 다음과 같다.

$$E'_{\text{역학}} = mgh + \frac{I^2}{2m} + I \times \sqrt{2g(h-y)}$$

역학적 에너지는 높이 y 가 작을수록 (속도가 클수록) 커진다. 그래프로 그리면 다음과 같다.



[문제 II-2-(2)]

용수철이 변형된 길이를 x 라 하자 (압축될 때를 +). 순간적인 충격에 의한 B의 위치 변화와 탄성 퍼텐셜 에너지 변화는 무시하므로 이때의 속도와 운동 에너지 변화만을 고려한다.

충격을 받으면 B는 충격량 I 를 받아 속도 $V = \frac{I}{m}$, 역학적 에너지 $E_{\text{역학}} = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{I^2}{2m}$ 로 운동을 시작한다. 두 번째 충격을 받기 직전의 B의 속도를 v 라 하자. 탄성 퍼텐셜 에너지는 0보다 작을 수 없으므로 역학적 에너지 보존 법칙에 의해 $|v| \leq V$ 이다. (1)과 마찬가지로 두 번째 충격량을 받은 직후의 속도와 역학적 에너지 변화는 다음과 같다.

$$v' = v + V,$$

$$\Delta E_{\text{역학}} = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m [V^2 + 2vV]$$

이때, 역학적 에너지 변화가 최대(최소)가 될 때는 속도 v 가 $v = V$ ($v = -V$)일 때이고, 그때의 탄성 퍼텐셜 에너지는 0이다. 따라서 두 번째 충격을 받은 이후의 역학적 에너지는 최댓값

$E_{2\text{max}} = \frac{1}{2}m(2V)^2 = \frac{2I^2}{m}$ 와 최솟값 $E_{2\text{min}} = \frac{1}{2}m(0)^2 = 0$ 사이의 값을 갖는다.

$N (\geq 2)$ 번의 충격을 받는 경우, B가 충격 방향으로 최대 크기의 속도로 움직일 때 모든 충격을 받는다면, 각각의 충격에서 최대 속력이 V 만큼 커지고, 역학적 에너지 또한 최대로 증가한다. 최종적인 역학적 에너지의 최종 속도가 $N \times V$ 일 때 가장 크므로

$E_{Nmax} = \frac{1}{2}m(NV)^2 = \frac{N^2I^2}{2m}$ 이다. 한편, 최솟값 E_{Nmin} 은 0이다. 예를 들어, 첫 번째 충격 이후 두 번째부터 $(N-1)$ 번째까지의 모든 충격을 B의 속도가 $v = -\frac{1}{2}V$ 일 때 받는다면, 각각의 충격 이후 B의 속도는 $v' = v + V = +\frac{1}{2}V$ 로 충격 전과 속력이 같고, $\Delta E_{역학} = 0$ 이다. 따라서 역학적 에너지는 첫 번째 충격 이후와 같고, 마지막 N 번째에서 $v = -V$ 일 때 충격을 받으면 역학적 에너지는 0이 된다. 역학적 에너지는 0에서 $\frac{N^2I^2}{2m}$ 사이의 값을 갖는다.

1. 일반 정보

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

2. 논술고사 문항 및 제시문

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 원자, 분자, 이온과 같은 입자를 셀 때에는 묶음 단위인 몰(mol)을 사용한다. 입자 1몰은 아보가드로수만큼 모인 입자의 묶음을 뜻하며, 그 질량은 각각의 원자량, 분자량, 화학식량에 g을 붙인 값과 같다. (탄소, 산소, 수소의 원자량은 각각 12, 16, 1이다). 몰 농도는 용액 1 L 속에 녹아 있는 용질의 몰수이며, 단위로는 M 또는 mol/L를 사용한다.

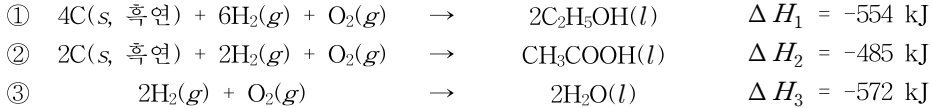
[나] 모든 물질은 어떤 압력과 온도에서 고유한 에너지를 가지고 있는데, 이를 엔탈피라고 하며 기호 H 로 나타낸다. 일정한 압력에서 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 엔탈피 변화를 반응 엔탈피(ΔH)라고 하며, 이것은 생성물의 엔탈피에서 반응물의 엔탈피를 뺀 것이다. 화학 반응식으로 화학 반응에 관여하는 물질의 종류뿐만 아니라 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 알 수 있다. 화학 반응식에 반응 엔탈피를 함께 나타낸 것을 열화학 반응식이라고 한다.

[다] 1840년 헤스(Hess, G. H.)는 ‘화학 반응이 일어날 때 반응물의 종류와 상태, 그리고 생성물의 종류와 상태가 같으면 어떤 경로를 거치더라도 반응 엔탈피의 합은 일정하다.’는 헤스 법칙을 발견하였다. 헤스 법칙을 이용하면 실험적으로 측정하기 힘든 반응의 반응 엔탈피를 구할 수 있다.

[라] 산과 염기가 반응하면 산이 내놓는 H^+ 과 염기가 내놓는 OH^- 이 만나 물을 생성하는데, 이러한 반응을 중화 반응이라고 한다. 중화 반응을 이용하여 농도를 모르는 산과 염기 수용액의 농도를 알아내는 방법을 중화 적정이라고 한다. 한편, 중화 반응의 양적 관계에 의해 산의 H^+ 양(mol)과 염기의 OH^- 양(mol)이 같아지는 지점을 중화점이라고 한다. 산과 염기가 중화 반응할 때 물과 함께 생성되는 이온 결합 물질을 염이라고 한다. 염은 산의 음이온과 염기의 양이온이 결합한 화합물이다. 수용액에서 염을 이루는 이온이 물과 반응하여 OH^- 이나 H_3O^+ 을 생성하는 반응을 염의 가수분해라고 한다. 염 수용액의 액성은 염을 이루는 양이온과 음이온의 종류에 따라 달라진다.

[문제 II-1] 제시문 [가]~[라]를 참고하여 다음 문제에 답하시오. (16점)

(1) 곡주나 과일주의 마개를 열고 오래 두면 시큼한 향이 난다. 이것은 알코올성 음료 성분인 에탄올(C_2H_5OH)이 산화하여 식초의 주성분인 아세트산(CH_3COOH)으로 변했기 때문이다. *Acetobacter acet*와 같은 세균은 산소를 이용하여 에탄올을 발효시켜 아세트산을 생산할 수 있다. 아래 열화학 반응식을 참조하여 이 발효 반응의 열화학 반응식을 완성하시오. (8점)



(2) 위의 발효 반응을 활용하여 에탄올로부터 아세트산을 합성하였다. 합성된 아세트산을 완전히 중화하는 데 0.3 M 수산화 나트륨(NaOH) 수용액 500 mL가 사용되었다. i) 합성된 아세트산의 질량(g)을 구하고, ii) 중화점에서 용액의 액성을 판단하고 근거를 논하시오. (8점)

3. 2025학년도 논술고사 출제 의도

[문제 II-1]에서는 고등학교 화학 I의 교육과정에서 다루는 물(12화학 I 01-03), 화학 반응식(12화학 I 01-04), 중화 반응의 양적 관계(12화학 I 04-03) 그리고 화학 II의 교육과정에서 다루는 열화학 반응식(12화학 II 02-01), 헤스 법칙(12화학 II 02-03), 염의 가수분해(12화학 II 02-06) 등의 기본 개념에 대한 이해력을 확인하고 이를 일상생활(12화학 I 01-02)에 적용하는 능력에 대해 평가하고자 한다. 이를 위하여 교육과정에서 다루고 있는 화합물인 에탄올과 아세트산 간의 반응(12화학 I 01-02)을 제시하였고 기본적인 지식을 통해 실용적인 응용을 추론할 수 있는지 평가하고자 한다. 이를 산·염기 중화 적정과 관련지어 화학에 대한 통합적 이해를 하였는지 평가하고자 한다.

4. 2025학년도 논술고사 문항 해설

[문제 II-1]에서는 물, 화학 반응식, 중화 반응의 양적 관계 그리고 화학 II의 교육과정에서 다루는 열화학 반응식, 헤스 법칙, 염의 가수분해 등의 기본 개념에 대한 이해력을 확인하고 이를 일상생활에 적용하는 능력에 대해 평가하고자 한다.

(1) 문항은 에탄올, 아세트산, 물을 생성하는 열화학 반응식을 제시하였고 이를 근거로 에탄올로부터 아세트산을 생성하는 발효 반응의 화학 반응식을 완성할 수 있다. 헤스의 법칙을 이용하면 3가지 열화학 반응식으로 발효 반응의 반응 엔탈피를 구하고 열화학 반응식을 완성할 수 있다.

(2) 문항은 아세트산과 수산화 나트륨의 중화 적정 실험을 제시하였다. 중화 반응의 양적 관계를 이용하여 아세트산을 정량할 수 있고 중화점에서 생성되는 염의 액성을 염의 가수분해를 통해 확인할 수 있다.

5. 2025학년도 논술고사 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
논제 II-1-(1)	<4점> 헤스의 법칙을 이용하여 발효 반응의 반응 엔탈피를 구함 (-494 kJ)	8
	<4점> 에탄올로부터 아세트산을 생성하는 발효 반응의 열화학 반응식을 완성함	
논제 II-1-(2)	<2점> 중화 적정을 이용해 생성된 아세트산의 양을 정량함 (9.0 g)	8
	<2점> 아세트산과 수산화 나트륨의 중화 적정으로 생성되는 염(CH ₃ COONa)을 확인함	
	<2점> 중화점에서 수용액의 액성을 판단함 (염기성)	
	<2점> 중화점에서 수용액의 액성을 염의 가수분해로 설명함	

6. 2025학년도 논술고사 예시 답안

[논제 II-1]

(1) 제시문 [나]에 근거하여, 반응물과 생성물의 양적 관계를 토대로 에탄올과 산소로부터 아세트산을 생성하는 화학 반응의 열화학 반응식은 아래와 같다.

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}(l) + \text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H_4 = ?$$

제시문 [다]의 헤스의 법칙을 활용하여 아세트산 생성 반응의 엔탈피 (ΔH_4)를 구하면 아래와 같다.

① $4\text{C}(s, \text{흑연}) + 6\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l) \quad \Delta H_1 = -554 \text{ kJ}$
 ② $2\text{C}(s, \text{흑연}) + 2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}(l) \quad \Delta H_2 = -485 \text{ kJ}$
 ③ $2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H_3 = -572 \text{ kJ}$

생성 반응식 사이의 관계(②+ $\frac{1}{2}$ ③- $\frac{1}{2}$ ①)를 이용하여 발효 반응의 화학 반응식의 반응 엔탈피를 구하면 아래와 같다.

$$\Delta H_4 = \Delta H_2 + \frac{1}{2} \Delta H_3 - \frac{1}{2} \Delta H_1 = -485 - 286 - (-277) = -494$$

열화학 반응식을 완성하면 아래와 같다.

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}(l) + \text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H_4 = -494 \text{ kJ}$$

(2) 제시문 [가]와 [라]에 근거하여, 중화 적정을 이용해 생성된 아세트산의 양을 구할 수 있다.

산이 내놓는 H^+ 의 양(mol) = 염기가 내놓는 OH^- 의 양(mol)

= (염기의 가수) \times (몰 농도) \times (용액의 부피)

생성된 아세트산이 내놓는 H^+ 의 양(mol) = $1 \times 0.3 \text{ mol/L} \times 500 \text{ mL} = 0.15 \text{ mol}$

생성된 아세트산의 질량(g) = $0.15 \text{ mol} \times \text{아세트산의 분자량}(60 \text{ g/mol}) = 9.0 \text{ g}$

제시문 [라]에 근거하여, CH_3COOH 와 $NaOH$ 의 산·염기 적정 후 생성되는 염은 $CH_3COONa(aq)$ 이다.

$CH_3COONa(aq)$ 은 아래와 같이 이온화한다.



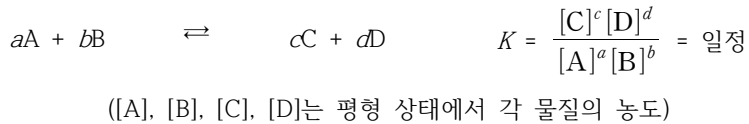
아세트산 이온(CH_3COO^-)은 약산인 아세트산의 짝염기이다. 일부가 물과 반응하여 OH^- 을 생성하므로 수용액은 염기성이 된다. 이 때문에 적정 중화점에서 수용액은 염기성을 나타낸다.

1. 일반 정보

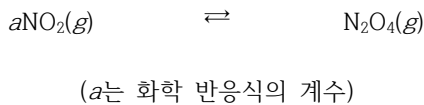
유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사
전형명	논술우수자전형
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	(의·약학)계열 / (화학 II-2)문항

2. 2025학년도 논술고사 문항 및 제시문

[마] 가역 반응에서 반응물과 생성물의 농도가 달라지지 않고 일정하게 유지되는 상태를 화학 평형이라고 한다. 화학 평형은 보기에는 아무런 변화가 없는 것처럼 보이지만, 실제로는 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어나는 동적 평형 상태이다. 일정한 온도에서 어떤 가역 반응이 평형 상태일 때 반응물의 농도 곱에 대한 생성물의 농도 곱의 비는 반응물과 생성물의 초기 농도와 관계없이 일정하다. 이때 반응물의 농도 곱에 대한 생성물의 농도 곱의 비를 평형 상수(K)라고 하고, 이 식을 평형 상수식이라고 한다.



[바] 이산화 질소(NO_2)와 사산화 이질소(N_2O_4)는 다음과 같이 화학 평형을 이룬다.



위의 평형 상태에서 이산화 질소(NO_2) 또는 사산화 이질소(N_2O_4)를 첨가하면 새로운 평형 상태에 도달한다.

[문제 II-2] 제시문 [가]와 [마]~[바]를 참고하여 다음 문제에 답하시오. (24점)

- (1) 어떤 온도의 밀폐된 3.0 L 용기 안에서 NO_2 와 N_2O_4 의 가역 반응이 평형 상태에 도달하여 NO_2 와 N_2O_4 가 각각 0.3몰(mol)과 0.06몰(mol)씩 존재할 때, i) 제시문 [바]의 화학 반응식의 계수(a)를 구하고, ii) 이 화학 반응식의 평형 상수(K)를 구하시오. (10점)
- (2) 밀폐된 2.0 L 용기 안에 0.5몰(mol)의 N_2O_4 를 넣고 동적 평형 상태에 도달하였을 때, 평형 상수(K)가 위의 (1)과 같았다. 이때 NO_2 와 N_2O_4 의 평형 농도를 각각 구하시오. (14점)

3. 2025학년도 논술고사 출제 의도

[문제 II-2]에서는 '고등학교 교육과정'에서 기술하고 있는 화학 I의 내용 체계 중에서 물질의 구조(영역)-물질의 구성 입자(핵심 개념)-물질은 입자로 되어 있다(일반화된 지식)-화학 반응식/몰 농도(내용 요소)에 근거하여 '화학 반응에서의 양적 관계' 및 '몰 농도에 대한 이해력'을 평가하며 또한 화학 II의 내용 체계 중에서, 물질의 변화(영역)-화학반응(핵심개념)-물질은 가역 반응에서 동적 평형을 이룬다(일반화된 지식)-화학 평형(내용요소)에 근거하여, NO₂와 N₂O₄의 화학 반응 사이의 평형 상수(K)의 계산 및 동적 평형에 의한 반응물과 생성물의 농도에 대한 이해력을 평가하고자 하였다.

4. 2025학년도 논술고사 문항 해설

고등학교 화학 I과 화학II의 내용 중에서 화학 반응의 동적 평형 상태, 평형 상수 및 평형 상태에서 반응물과 생성물의 농도 계산을 위해서 가장 기본적인 지식은 농도(M) 계산과 화학 반응식의 계수를 맞출 수 있어야 한다. [문제 II-2] (1) 문항은 NO₂(g)와 N₂O₄(g) 사이의 화학 반응식의 계수를 측정하는 문제로 2몰의 NO₂(g)가 1몰의 N₂O₄(g)로 변환되므로 '계수(x)는 2'이다. 이를 사용하여 평형 상태에 도달한 NO₂(g)와 N₂O₄(g)의 양을 농도로 변환하고 '평형 상수식'에 대입하면 '평형 상수(K) = 2'이다. [문제 II-2] N₂O₄(g)를 밀폐 용기에 넣고 동적 평형에 도달한 후, 반응물과 생성물의 평형 농도의 계산은 N₂O₄(g)가 분해되는 양이 x M 일 때, N₂O₄의 농도는 (0.25-x) M이고 NO₂의 평형 농도는 2x M이다. 동일한 온도에서 평형 상수(K)는 항상 일정하므로, $K = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{(0.25-x)}{(2x)^2} = 2.0$ 의 계산식에 대입하여 x의 값을 구하면 음수와 양수의 2개 값이 얻어지고, 물질의 양은 양수만 가능하며 x = 0.125이다. 따라서 N₂O₄의 평형 농도는 0.125 M이고, NO₂의 평형 농도는 0.250 M이다.

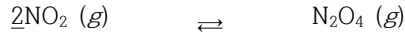
5. 2025학년도 논술고사 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점	
문제 II-2-(1)	화학 반응식의 계수(x) = 2	2	10
	$K = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$	4	
	$K = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{[0.02]}{[0.1]^2} = \frac{[0.02]}{[0.01]} = 2$	4	
문제 II-2-(2)	N ₂ O ₄ 의 초기 농도: $\frac{0.5 \text{ mol}}{2L} = 0.25 \text{ M}$ 이고	2	14
	N ₂ O ₄ 의 농도: (0.25 - 0.125) M = 0.125 M - 농도는 맞게 구했으나 M 단위가 누락된 경우 1점 감점 - 풀이 과정 없이 다만 작성한 경우 2점 감점	6	

NO_2 의 농도: $2(0.125) \text{ M} = 0.250 \text{ M}$ - 농도는 맞게 구했으나 M 단위가 누락된 경우 1점 감점 - 풀이 과정 없이 다만 작성한 경우 2점 감점	6	
--	---	--

6. 2025학년도 논술고사 예시 답안

(1) i) 제시문 [바]에 주어진 반응식에서 화학 반응의 양적 관계를 고려하면, 화학 반응식은 다음과 같다.



따라서 화학 반응식의 계수(a)는 2이고,

ii) 제시문 [마]와 i)의 얻은 화학 반응식에 근거하여 평형 상수식은 다음과 같다.

$$K = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$$

따라서,

$$[\text{NO}_2] \text{의 평형 농도: } \frac{0.3 \text{ mol}}{3\text{L}} = 0.1 \text{ M,}$$

$$[\text{N}_2\text{O}_4] \text{의 평형 농도: } \frac{0.06 \text{ mol}}{3\text{L}} = 0.02 \text{ M이다.}$$

$$\text{따라서 } K = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{0.02}{(0.1)^2} = \frac{0.02}{0.01} = 2$$

(2) 제시문 [마]와 [바]에 근거하여

$$\text{N}_2\text{O}_4 \text{의 초기 농도: } \frac{0.5 \text{ mol}}{2\text{L}} = 0.25 \text{ M이고}$$

N_2O_4 의 x M이 NO_2 로 분해되고 동적 평형 상태에 도달한 경우,

$$\text{N}_2\text{O}_4 \text{의 평형 농도: } (0.25 - x) \text{ M}$$

$$\text{NO}_2 \text{의 평형 농도: } 2x \text{ M}$$

[논제 II-2]의 논제 (1)에서 구한 평형 상수(K) 값을 이용하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$\text{즉, } K = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{(0.25 - x)}{(2x)^2} = 2$$

$$0.25 - x = 8.0x^2$$

$$8.0x^2 + x - 0.25 = 0$$

$$x = \frac{-1 \pm \sqrt{1^2 - 4(8)(-0.25)}}{2(8)} \text{ 에서}$$

x 는 $\frac{-1-3}{16} = -0.25$ (음수)와 $\frac{-1+3}{16} = +0.125$ (양수)이며, x 는 물질의 양을 나타내는 값으로 음수(-)가 불가능하므로 $+0.125$ 만 가능하다.

따라서, 동적 평형 상태에서

N_2O_4 의 농도: $(0.25 - 0.125) \text{ M} = 0.125 \text{ M}$,

NO_2 의 농도: $2x \text{ M} = 2(0.125) \text{ M} = 0.250 \text{ M}$ 이다.

1. 일반 정보

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

2. 2025학년도 논술고사 문항 및 제시문

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

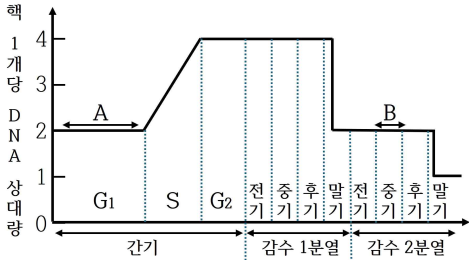
[가] 생식세포가 생성되는 생식세포 분열은 분열 결과 염색체 수가 절반으로 줄어들기 때문에 감수 분열이라고 한다. 감수 분열은 체세포 분열과는 달리 연속해서 2회 분열이 일어나므로 감수 1분열과 감수 2분열로 구분된다. 감수 2분열은 감수 1분열이 끝난 후 간기 없이 곧바로 분열이 진행되므로 DNA가 복제되지 않는다.

[나] 체세포 분열에서는 염색 분체가 분리되어 두 개의 딸세포가 생성되며, 딸세포의 유전자 구성은 서로 같다. 암수 생식세포가 결합하여 자손을 만드는 생물은 생식세포를 통해 부모의 유전자가 자손에게 전달된다. 감수 분열 결과 형성된 생식세포는 유전적 다양성을 갖는다.

[다] 염색체를 구성하는 DNA에는 형질을 결정하는 유전자가 있다. 사람의 혀 말기나 ABO식 혈액형의 결정과 같이 한 쌍의 대립유전자가 하나의 유전 형질 결정에 관여하는 경우를 단일 인자 유전이라고 한다. 반면 사람의 피부색, 키, 체중과 같이 하나의 유전 형질 결정에 여러 대립유전자 쌍이 관여하는 경우를 다인자 유전이라고 한다.

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

(1) 오른쪽 그림은 생식세포 형성 과정에서 핵 1개당 DNA 상대량의 변화를 그래프로 나타낸 것이다. A와 B 시기 세포에서 염색체와 유전자 구성의 차이를 설명하고, 생식세포의 유전적 다양성이 나타나는 과정을 논술하시오. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) (8점)



(2) 다음은 형질 H가 나타난 남자 ㉠과 H가 나타나지 않은 여자 ㉡의 체세포에서 염색체 세 쌍만을 그림으로 나타낸 것이다. (단, 형질 H는 대립유전자 A와 a, 대립유전자 B와 b, 대립유전자 D와 d에 의해 결정된다.)

남자 ㉠의 체세포

여자 ㉡의 체세포

형질 H는 A와 D가 존재하고, B가 없을 때만 나타난다. 남자 ㉠과 여자 ㉡ 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 형질 H가 나타나게 될 확률은 얼마인지 성별에 따라 구분하여 논술하시오. (단, 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) (8점)

3. 2025학년도 논술고사 출제 의도

2025학년도 의약학 계열-생명과학 논술고사는 고등학교 생명과학I의 IV 유전에서 “2. 생식세포의 형성과 유전적 다양성”과 “3. 사람의 유전”의 내용으로 구성하였다.

논제 II-1은 생식세포의 형성과 유전적 다양성을 묻는 문항으로 생식세포 형성 과정에서 핵상과 염색체의 특성을 과정별로 구분하고 논리적으로 설명할 수 있는지, 생성된 생식세포 사이에서 수정이 되었을 때 상염색체와 성염색체를 구분하고 이들이 수정될 확률을 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

4. 2025학년도 논술고사 문항 해설

[논제 II-1]

(1) 생식세포 형성 과정에서 간기의 G1기와 감수 2분열의 중기에 세포의 염색체와 유전자 차이를 이해하고, 감수 1분열과 감수 2분열을 통해 생식세포의 유전적 다양성이 나타나는 과정을 논술하도록 요구하였다.

(2) 남성의 생식세포와 여성의 생식세포를 제시하고, 두 개의 생식세포로부터 나타날 수 있는 유전형질과 상염색체와 성염색체의 유전 원리를 이해하고, 특정 형질이 자손에게서 나타날 확률을 계산하도록 요구하였다.

5. 2025학년도 논술고사 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 II-1-(1)	<2점> A 시기와 B 시기의 핵상을 정확히 구분	8
	<2점> A 시기와 B 시기의 핵과 염색체, 유전자의 차이점을 구분	
	<2점> 생식세포를 형성하는 과정 중 감수 1분열 중기에 상동염색체가 세포의 중앙에 무작위로 배열되어 유전적 다양성이 발생함을 서술	
	<2점> 생식세포를 형성하는 과정 중 감수 1분열 후기에 상동염색체가 서로 반대쪽으로 끌려가면서 부계 염색체와 모계 염색체가 분리되어서 유전적 다양성이 발생함을 서술	
문제 II-1-(2)	<2점> 아들은 아버지로부터 Y 염색체 1개를 물려받음. 아들이 어머니로부터 받은 X 염색체에 유전자 D가 있을 확률이 1/2임을 서술	8
	<2점> 딸은 아버지로부터 X 염색체 1개, 어머니에게서 X 염색체 1개를 각각 물려받음. 아버지로부터 물려받은 X 염색체에 이미 D가 있으므로, 어머니의 X 염색체와 관계없이 항상 유전자 D를 가짐을 서술(즉 딸은 D유전자를 가질 확률이 1임)	
	<2점> 한편 상염색체 위에 있는 유전자 A, a, B, b는 성별과 관계없이 자손에게 전달됨. 따라서 자손의 성별과 관계없이 유전자 A를 가지면서 B가 없을 확률은 $1/2 \times 1/2$ 임을 서술	
	<1점> 따라서 아들이 형질 H를 나타낼 확률 = 유전자 D를 가질 확률 \times 유전자 A를 가질 확률 \times 유전자 B가 없을 확률 = $1/2 \times 1/2 \times 1/2 = 1/8$ 임을 서술	
	<1점> 딸이 형질 H를 가질 확률 = 유전자 D를 가질 확률 \times 유전자 A를 가질 확률 \times 유전자 B가 없을 확률 = $1 \times 1/2 \times 1/2 = 1/4$ 임을 서술	

6. 2025학년도 논술고사 예시 답안

(1) (2점) A 시기의 세포는 체세포와 마찬가지로 부계와 모계 염색체를 모두 가지고 있어서 핵상이 $2n$ 인 데 비하여 B 시기의 세포는 감수 1분열을 거친 후 부계와 모계 염색체가 서로 반대쪽으로 끌려가 분리된 후이므로 핵상이 n 이다. (2점) 또한 A 시기 세포의 염색체는 길게 풀어진 염색사의 형태로 핵 안에 존재하고 대립 유전자가 한 쌍인 반면, B 시기 세포의 염색체는 응축된 형태로 한 개의 대립유전자가 세포질에 존재한다. (2점) 생식세포를 형성하는 과정에서 나타나는 유전적 다양성은 감수 1분열 중기에 상동 염색체가 세포의 중앙에 무작위로 배열되며, (2점) 감수 1분열 후기에 서로 반대쪽으로 끌려가면서 부계 염색체와 모계 염색체가 분리되어서 나타난다.

(2) (4점) 남자아이는 아버지(♂)로부터 Y 염색체를, 어머니(♀)로부터 X 염색체를 물려받는다. 따라서 태어난 남자아이가 X 염색체에 D 유전자를 가질 확률은 1/2이다.

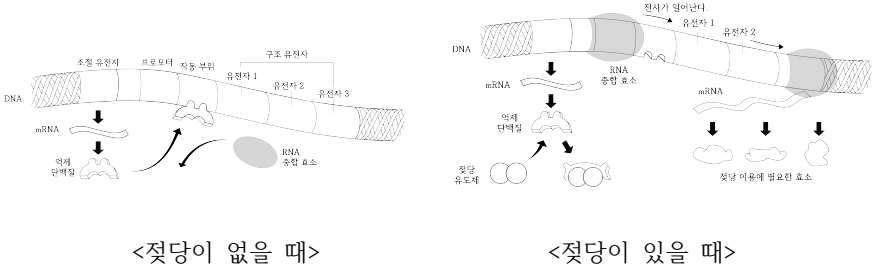
여자아이는 아버지로부터 X 염색체 하나를, 어머니로부터 X 염색체 하나를 각각 물려받게 되는데, 아버지로부터 물려받은 X 염색체에 이미 D 유전자가 있으므로 어머니로부터 물려받은 X 염색체와 상관없이 항상 D 유전자를 갖는다. 즉, 태어난 여자아이가 D 유전자를 가질 확률은 1이다. (4점) 한편 상염색체를 통한 유전은 성별에 상관없이 일어나며, 태어난 아이가 A 유전자를 가질 확률은 1/2, B 유전자가 없을 확률 또한 1/2이다. 정리하자면 남자아이가 유전병을 가질 확률은 (유전자 D를 가질 확률 1/2) × (유전자 A를 가질 확률 1/2) × (유전자 B가 없을 확률 1/2) = 1/8이다. 여자아이가 유전병을 가질 확률은 (유전자 D를 가질 확률 1) × (유전자 A를 가질 확률 1/2) × (유전자 B가 없을 확률 1/2) = 1/4이다.

1. 일반 정보

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

2. 2025학년도 논술고사 문항 및 제시문

[라] 대장균은 포도당이 있을 때는 포도당을 먼저 분해하여 에너지를 얻지만, 포도당이 없고 젖당만 있을 때는 젖당을 분해하여 포도당을 만들어 에너지를 얻을 수 있는데, 이때 사용되는 것이 젖당 오페론이다(아래 그림). 젖당 오페론 앞에는 조절 유전자가 있어서 오페론의 작동을 조절한다. 젖당이 없을 때 조절 유전자에 의해 만들어진 억제 단백질이 작동 부위와 결합하면 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합할 수 없어 구조 유전자의 전사가 일어나지 않는다. 포도당이 없고, 젖당이 있을 때는 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하여 구조 유전자가 전사되어 젖당 분해에 필요한 효소가 생성된다.

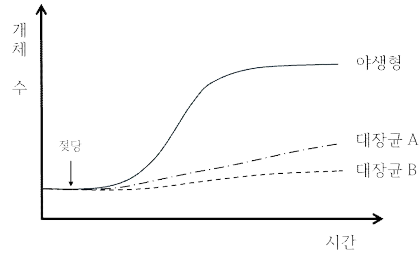


[마] 유전자를 구성하는 DNA의 염기 서열에 변화가 생기면 유전자의 기능에 이상이 생겨 단백질이 생성되지 않거나 정상적인 기능을 하지 못하는 단백질이 생성될 수 있다. 그 결과 형질에 변화가 나타나기도 하는데 이러한 현상을 유전자 돌연변이라고 한다.

[바] 효소가 작용하는 반응물을 기질이라고 하며, 기질이 효소의 활성 부위에 결합하여 효소·기질 복합체를 형성함으로써 반응의 활성화 에너지를 낮춘다. 효소는 활성 부위에 잘 들어맞는 입체 구조를 가진 특정 기질하고만 결합하여 반응을 촉매하며, 이러한 특성을 기질 특이성이라고 한다.

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

어떤 사람의 장에서 야생형 대장균과 젓당 분해 능력에 차이가 있는 대장균 A와 B가 분리되었다. 오른쪽 그림은 각각의 대장균을 포도당이 없고 젓당이 있는 조건에서 분리 배양했을 때 나타난 성장곡선이다. 야생형 대장균과 성장곡선의 차이가 나타난 이유를 알아내기 위해 야생형 대장균과 대장균 A와 B에서 젓당 오페론과 조절 유전자 부위의 DNA 염기 서열 분석을 진행하였다.



(1) 대장균 A의 조절 유전자에서만 야생형 대장균과는 다른 염기 서열의 변화가 발견되었다면, 대장균 A의 생장이 야생형 대장균보다 늦어진 이유가 무엇인지 추론하여 논술하시오. (단, 대장균 A와 야생형 대장균의 억제 단백질은 작동 부위에 붙는 결합 차이가 없다.) (10점)

(2) 대장균 B의 젓당 분해 효소 유전자(유전자1)에서 야생형 대장균과는 다른 염기 서열의 변화가 발견되었다면, 대장균 B의 생장이 야생형 대장균보다 늦어진 이유가 무엇인지 추론하여 논술하시오. (단, 효소 작용에 영향을 미치는 요소인 기질의 농도, 온도, pH, 저해제의 작용은 고려하지 않는다.) (14점)

3. 2025학년도 논술고사 출제 의도

2025학년도 의약학 계열-생명과학 논술고사는 고등학교 생명과학 I의 “IV. 유전”에서 “유전자와 염색체”, “염색체 이상과 유전자 이상”의 내용과 고등학교 생명과학 II의 “II. 세포의 특성”에서 “효소”, “IV. 유전자의 발현과 조절”에서 “유전체의 구성과 유전자의 구조”, “유전자 발현의 조절”의 내용으로 구성하였다.

문제 II-2는 원핵생물의 유전자의 구성과 발현의 과정을 바탕으로 유전자의 발현 조절을 이해하고, 젓당 분해가 이루어지지 않는 대장균 A와 B의 조절 유전자 및 젓당 분해 효소 유전자에 발생한 돌연변이를 논리적으로 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다.

4. 2025학년도 논술고사 문항 해설

[문제 II-2]

(1) 생명의 특징인 유전의 개념과 현상을 이해하고 제시된 대장균 A의 돌연변이가 나타내는 생장 억제의 이유를 원핵생물의 유전자 발현 조절을 바탕으로 조절 유전자의 돌연변이에 따른 결과로 추론하여 설명하도록 요구하였다.

(2) 생명의 특징인 유전의 개념과 현상을 이해하고 제시된 대장균 B의 돌연변이가 나타내는 생장 억제의 이유를 원핵생물의 유전자 발현 조절을 바탕으로 젓당 분해 효소 유전자(구조 유전자1)의 돌연변이 다양성에 따른 결과로 추론하여 설명하도록 요구하였다.

5. 2025학년도 논술고사 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
문제 II-2-(1)	<4점> 조절 유전자에 생긴 돌연변이로 인해 억제 단백질의 젓당 유도체 결합 부위에 이상이 생겨 젓당 유도체가 억제 단백질에 붙지 못하기 때문임을 서술	10
	<3점> 젓당이 있더라도 억제 단백질은 계속 작동 부위에 결합하여 RNA 중합 효소가 프로모터에 부착하는 것을 방해하여 전사를 막는다는 것을 서술	
	<3점> 젓당 분해 효소의 발현이 억제되므로 젓당만 있는 조건에서 야생형과 같은 생장을 할 수 없음을 서술	
문제 II-2-(2)	<4점> 유전자1 부분에서 다른 염기 서열의 돌연변이가 생겼기 때문에, 젓당 분해 효소를 구성하는 단백질의 구조에도 변성이 생김을 서술	14
	<3점> 이 염기 서열의 돌연변이가 젓당 분해 효소의 활성 부위의 구조를 변성시켰다면, 기질이 젓당이 효소의 활성 부위에 결합하지 못하여 젓당을 분해하지 못하므로 대장균 B의 생장이 억제됨을 서술	
	<3점> 또한, 활성 부위에 일어난 돌연변이가 아니더라도 활성 부위의 입체 구조에 영향을 줄 수 있는 돌연변이가 일어나면 젓당 분해 활성에 영향을 주어 젓당 분해를 하지 못해 생장이 억제될 수 있음을 서술	
	<4점> 만약 돌연변이가 일어나 유전자1의 중간에 종결 코돈이 생기면, 젓당 분해 효소의 전체 아미노산 길이가 짧아져 효소의 기능이 없어지므로 생장이 억제됨을 서술	

6. 2025학년도 논술고사 예시 답안

[문제 II-2]

(1) 대장균 A에서 생장이 억제된 이유는 조절 유전자에 생긴 돌연변이로 인해 억제 단백질의 젓당 유도체 결합 부위에 이상이 생겨 젓당 유도체가 억제 단백질에 붙지 못하기 때문이다. 따라서 억제 단백질은 젓당이 있더라도 계속 작동 부위에 결합하여 RNA 중합 효소가 프로모터에 부착하는 것을 방해하여 전사를 막는다. 이에 따라 젓당 분해 효소의 발현이 억제되므로 젓당만 있는 조건에서 야생형과 같은 생장을 할 수 없었을 것이다.

(2) 대장균 B에서 생장이 억제된 이유는 젓당 분해 효소의 활성 부위에 돌연변이가 생겨 기질인 젓당이 결합하지 못하여 젓당을 분해하지 못하므로 생장이 억제되었기 때문이다. 또는 활성 부위에 일어난 돌연변이가 아니더라도 활성 부위의 입체 구조에 영향을 줄 수 있는 돌연변이가 일어나면 젓당 분해 활성에 영향을 주어 젓당 분해를 못해 생장이 억제될 수 있을 것이다. 만약 돌연변이가 일어나 유전자1의 중간에 종결 코돈이 생기면, 젓당 분해 효소의 전체 아미노산 길이가 짧아져 효소의 기능이 없어지므로 생장이 억제된다.