[생명과학]

[문제 4] 다음 제시문 (가)–(라)를 읽고 문제에 답하시오.

(가)

피드백은 항상성 유지에 중요한 역할을 하는데, 양성 피드백은 반응의 결과가 원래의 자극을 더욱 증가시켜 같은 방향의 반응을 일으키게 하는 것이고, 음성 피드백은 반응의 결과가 그 반응을 억제하는 방향으로 작용하는 것이다. 음성 피드백 작용은 신체의 생리 기능이나 체액의 성분이 좁은 범위 내에서 유지되도록 하여 갑작스러운 변화를 막는 데 목적이 있다.

(나)

세포에서는 모든 유전자가 발현되는 것이 아니라 필요한 유전자만 선택적으로 발현된다. 전사 인자와 같은 조절 단백질은 유전자의 전사가 시작되도록 도와준다. 조절 유전자가 발현되어 조절 단백질이 만들어지면, 이 조절 단백질이 다른 여러 조절 유전자를 발현시키는 과정이 연속적으로 일어난다. 세포에서는 노화, 바이러스, 화학 물질, 방사선, 유전적인 요인 등에 의해 세포 분열을 조절하는 유전자에 돌연변이가 일어날 수 있다. 이때 만들어지는 비정상적인 조절 단백질에 의해, 세포 분열이 조절되지 않는 암세포가 형성될 수 있다.

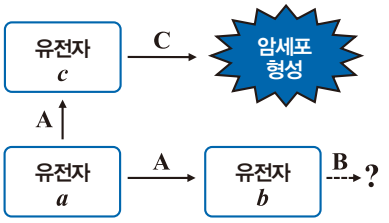
(다)

우리 몸에는 호르몬의 분비 조절 기구가 있어서 혈액 중 호르몬의 농도가 일정 수준으로 유지된다. 예를 들면, 시상 하부에서 분비된 갑상샘 자극 호르몬 방출 호르몬(TRH)이 뇌하수체 전엽을 자극하면 갑상샘 자극 호르몬(TSH)의 분비가 촉진된다. 그리고 TSH는 갑상샘을 자극하여 티록신을 분비하게 한다. 혈중 티록신의 양이 적정 수준 이상으로 증가하면 이 정보가 다시 시상 하부와 뇌하수체로 전달되어 TRH와 TSH의 분비를 억제한다.

(라)

뉴런이 자극을 받으면 세포막에 있는 통로가 열려 바깥쪽에 있던 많은 Na^+이 빠른 속도로 세포 안으로 들어와 순간적으로 막 바깥쪽은 (−), 안쪽은 (+)로 전위가 역전되는데, 이러한 현상을 탈분극이라고 한다. 탈분극이 일어나면 활동 전위가 발생한다. 활동 전위가 축삭 돌기 말단에 도달하면 Ca^{2+}이 유입되면서 말단에 있는 시냅스 소포에서 신경 전달 물질이나 호르몬과 같은 다양한 세포 활성 조절 인자들이 분비된다.

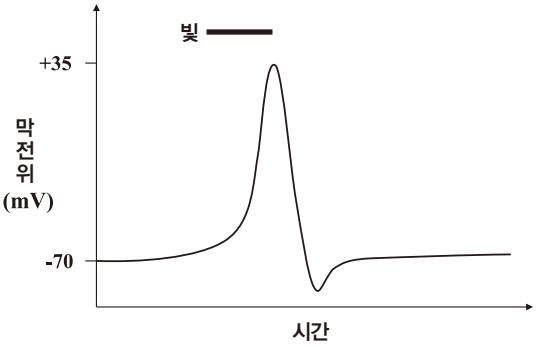
[문제 4–1] 아래 그림은 암세포 형성에 관여하는 유전자 *a*, *b*, *c*로부터 각각 만들어지는 조절 단백질 A, B, C의 작용 중 일부를 나타낸 것이다. 유전자 *a*로부터 만들어지는 조절 단백질 A는 유전자 *b*와 c의 발현을 유도하며, 조절 단백질 C는 암세포 형성을 촉진한다. 유전자 *c*만 존재하고 유전자 *a*, *b*가 존재하지 않는 어떤 세포에 유전자 *a*, *b*를 넣어 발현시킨 후, 이 세포가 암세포로 변화되는지를 관찰하여 아래 표에 정리하였다. 이 결과와 제시문 (가), (나)에 근거하여, 단백질 B에 의해 유전자 *a*, *c*의 발현이 조절되는 방식을 피드백 작용을 중심으로 설명하시오. [10점]



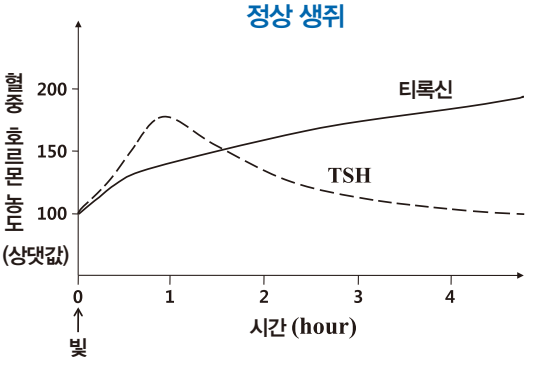
	발현시킨 유전자			
	없음	a	b	a, b
암세포 형성 여부	X	O	X	X

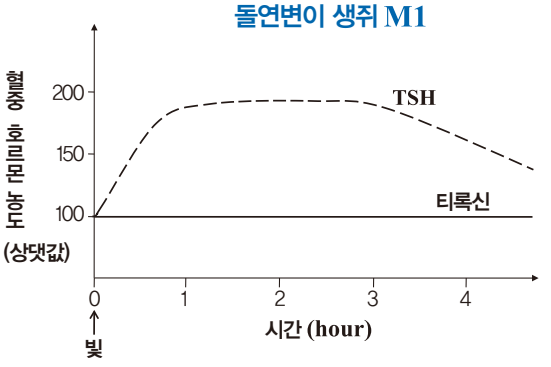
O: 형성됨, X: 형성되지 않음

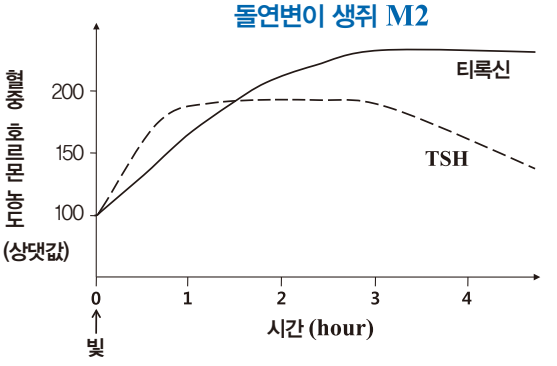
[문제 4-2] 최근 해조류의 세포에서 발견된 이온 통로 P는 특정한 파장의 빛에 의해 개폐가 조절된다. 이 이온 통로 P를 뉴런에 발현시킨 후 해당 파장의 빛을 쬐어 주었더니 뉴런의 막전위가 다음 그래프와 같이 변화하였다.



아래 그래프들은 이온 통로 P를 TRH분비 뉴런에 발현시키고 해당 파장의 빛을 쬐어 준 후, 시간에 따른 TSH와 티록신의 혈중 농도 변화를 측정한 결과이다. 이 결과에서 돌연변이 생쥐 M1, M2의 TSH와 티록신의 농도 변화가 정상 생쥐와 다르게 나타나는 이유와, 처음부터 빛을 쬐어 주지 않았을 경우에 나타날 돌연변이 생쥐 M1, M2의 TSH와 티록신의 농도 변화 양상을 제시문 (가), (다), (라)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. [20점]







[물리]

[문제 4] 다음 제시문 (가), (나)를 읽고 문제에 답하시오.

(가)

진동이 퍼져 나가는 것을 파동이라고 하고, 그 파장은 보통 λ로 표시하며 단위로 m를 사용한다. 진동수는 1초 동안 진동하는 횟수를 나타내며, 보통 f로 표시하고, 단위로 Hz를 사용한다. 주기는 한 번 왕복하는 데 걸리는 시간을 나타내며, 보통 T로 표시하고, 단위로 초를 사용한다. 이때 진동수와 주기는 $T = 1/f$의 관계를 만족한다. 파동의 속력 v는 파장 λ를 주기 T로 나누면 구할 수 있다. 빛은 파동이므로 한 매질에서 다른 매질로 진행할 때 매질의 경계면에서 굴절된다. 빛이 굴절률 n_1인 매질 1에서 굴절률 n_2인 매질 2로 입사할 때에는 입사각 θ_1과 굴절각 θ_2사이에 다음과 같은 스넬 법칙이 항상 성립한다.

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

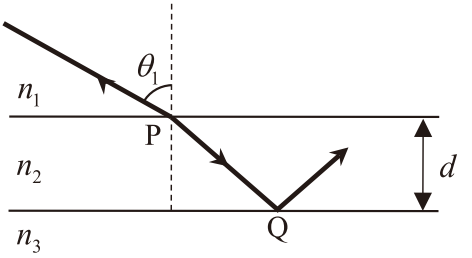
여기서 v_1은 매질 1에서 빛의 속력, v_2는 매질 2에서 빛의 속력이다.

(나)

물속에서 공기 중으로 빛이 진행할 때에는 입사각보다 굴절각이 크므로 입사각을 점점 더 크게 하면 굴절각이 $90°$가 되게 할 수 있다. 굴절각이 $90°$가 된다는 것은 공기 중으로 나가는 빛이 없다는 것과 같다. 이때의 입사각을 임계각이라고 한다. 따라서 입사각을 임계각보다 더 크게 하면 더 이상 공기 중으로 굴절되어 나가는 빛은 없고, 모든 빛이 물속으로 다시 반사되게 된다. 이러한 경우를 전반사라고 한다. 즉, 굴절되어 나가는 빛이 없이 모두 반사된다고 해서 전반사라고 한다.

[문제 4-1] 공기 중에서 빛의 속력을 c라 할 때 물질 A에서 황색 빛의 속력은 $c/2$로 측정되었다. 이 빛이 물질 A에서 공기 중으로 나가는 경우 임계각의 유무를 위 제시문에 근거하여 판단하고, 임계각이 존재할 경우 그 값을 구하는 과정을 논리적으로 설명하시오. 단, 공기의 굴절률은 1이다. [10점]

[문제 4-2] 공기 중에서 속력이 c이고 진동수가 f인 빛이 아래 그림과 같이 굴절률 n_1인 매질 1에서 굴절률 n_2인 매질 2를 통과하여 굴절률 n_3인 매질 3으로 입사한다. 매질 2의 두께는 d이고 입사각은 θ_1이다. 위 제시문에 근거하여 이 빛이 P에서 Q로 진행하는 동안 진동한 횟수를 구하고, 이 빛이 매질 2와 매질 3의 경계면에서 전반사될 경우 굴절률 n_1, n_2, n_3의 대소 관계를 논리적으로 설명하시오. 단, 공기의 굴절률은 1이다. [20점]



[화학]

[문제 4] 다음 제시문 (가)–(다)와 〈실험 및 결과〉를 읽고 문제에 답하시오.

(가)

화학 반응에서 전자를 잃는 것을 산화라고 하고, 전자를 얻는 것을 환원이라고 한다. 대부분의 금속은 산과 반응하여 금속 양이온이 되고, 수소 기체가 발생한다. 질산은($AgNO_3$) 수용액에 구리(Cu)판을 넣으면, 구리가 산화되어 용액 속으로 녹아들어 가고, 용액 중의 은 이온은 환원되어 은으로 석출된다. 서로 다른 금속과 금속 이온 사이의 이러한 반응을 이용하면 금속의 반응성 크기를 비교할 수 있다.

(나)

기체 상태의 원자 1몰로부터 전자 1몰을 떼어 내어 이온으로 만드는 데 필요한 최소 에너지를 이온화 에너지라고 한다. 기체 상태의 중성 원자에서 전자를 순차적으로 떼어 낼 때 필요한 에너지를 순차적 이온화 에너지라고 하며, 제1 이온화 에너지(E_1), 제2 이온화 에너지(E_2), 제3 이온화 에너지(E_3), …… 로 나타낸다. 원자로부터 원자가 전자 수만큼의 전자를 떼어 내기는 비교적 쉽지만, 그 이상의 전자를 떼어 낼 때는 이온화 에너지가 매우 커지므로, 순차적 이온화 에너지 값을 해석하면 그 원자의 원자가 전자 수를 예측할 수 있다.

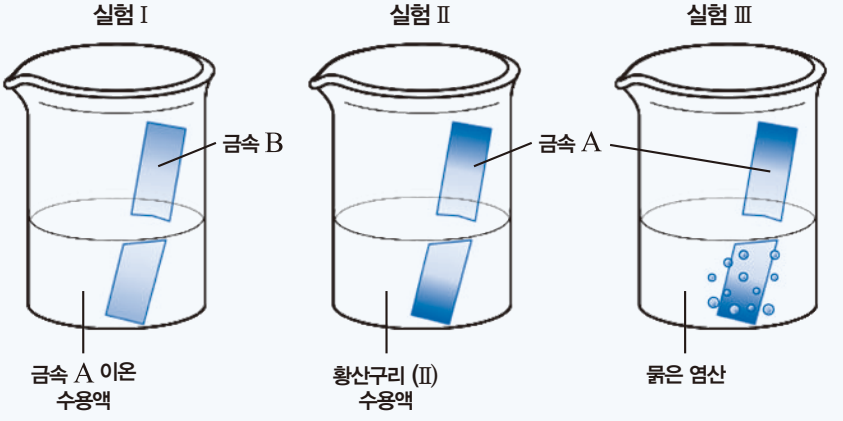
(다)

원자와 같이 매우 작은 입자의 수량을 나타내기 위해 몰이라는 단위를 사용한다. 1몰은 6.02×10^{23}개 입자의 집단이며, 이 수를 아보가드로수라고 한다. 실험에 의해 $0°C$, 1기압에서 1몰 기체의 부피는 그 종류에 관계없이 $22.4L$로 일정하다고 밝혀져 있으므로, 기체의 부피를 측정하면 기체 분자의 수를 알 수 있다.

〈실험 및 결과〉

금속 A, 금속 B, 구리의 반응성 크기를 비교하기 위한 실험과 그 결과는 다음과 같다.

- **실험 Ⅰ** _ 금속 A 이온 수용액에 금속 B 막대를 담갔더니 수용액의 질량이 감소하였다.
- **실험 Ⅱ** _ 금속 A 막대를 황산구리(Ⅱ) 수용액에 담갔더니 수용액의 질량이 감소하였다.
- **실험 Ⅲ** _ 금속 A 막대를 묽은 염산에 담갔더니 기체가 발생하였다.



[문제 4-1] 실험 Ⅰ, Ⅱ의 결과를 바탕으로 금속 A, 금속 B, 구리의 원자량 크기 순서를 정하고, 그 이유를 제시문 (가)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. [10점]

[문제 4-2] 금속 A의 순차적 이온화 에너지는 아래 표와 같다.

〈금속 A의 순차적 이온화 에너지(kJ/mol)〉

E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
578	1817	2745	11577	14842

실험 Ⅲ에서 금속 A 막대의 질량은 5.00g에서 4.55g으로 감소하였고, 이때 560mL의 수소 기체가 발생하였다. 이 실험 결과와 위의 표를 이용하여 금속 A의 원자량을 구하는 과정을 제시문 (나)와 (다)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. 단, 실험 결과는 0°C, 1기압에서 측정되었고, 금속 A막대는 실험 전에 표면이 충분히 세척된 후 사용되었다. [20점]



2015학년도 중앙대학교 논술 문제

자연계열 Ⅱ

제시문 출전 / 평가 목표 / 출제 의도

제시문 출전

[수학 문제 2]

제시문 (가) _ 수학 Ⅱ, 단원 Ⅲ, 소단원 3 여러 가지 함수의 극한 (성지출판, p. 101)

제시문 (나) _ 수학 Ⅰ, 단원 Ⅳ, 소단원 1 무한수열의 극한 (천재교육, p. 185)

제시문 (다) _ 수학, 단원 Ⅳ, 소단원 2 직선의 방정식 (중앙교육진흥연구소, p. 160)

[수학 문제 3]

제시문 (가) _ 수학 Ⅱ, 단원 Ⅱ, 소단원 1 삼각함수의 덧셈정리 (금성출판사, p. 49, p.71)

[생명과학 문제 4]

제시문 (가) _ 생명과학 Ⅰ, 단원 3, 항상성과 건강(천재교육, 이준규 외, p. 147)

제시문 (나) _ EBS 수능특강 생명과학 Ⅰ, 단원 2, 세포와 생명의 연속성(EBS, p. 50);
생명과학 Ⅱ, 단원 2, 유전자와 생명공학(비상교육, 심규철 외, p. 163)

제시문 (다) _ 생명과학 Ⅰ, 단원 3, 항상성과 건강(천재교육, 이준규 외, p. 146)

제시문 (라) _ 생명과학 Ⅰ, 단원 3, 항상성과 건강(교학사, 박희송 외, p. 156–157,p 160)

[물리 문제 4]

제시문 (가) _ 물리 Ⅰ, 단원 3 정보와 통신(교학사, p.172, p.178)

제시문 (다) _ 물리 Ⅰ, 단원 3 정보와 통신(교학사, p.251)

[화학 문제 4]

제시문(가) _ 화학 Ⅰ, 단원 3. 아름다운 분자 세계(천재교육, p. 142); EBS 화학 Ⅰ, 단원 4. 닮은꼴 화학 반응(한국교육방송공사, p. 220); 화학 Ⅰ, 단원 4. 닮은꼴 화학 반응(상상아카데미, p 177–178).

제시문(나) _ 화학 Ⅰ, 단원 2. 개성 있는 원소(교학사, p. 99–100).

제시문(다) _ 화학 Ⅰ, 단원 1. 화학의 언어(천재교육, p. 25–29).

평가 목표 및 출제 의도

[수학 문제 1]

다양한 상황에서 발생하는 확률적 사건과 이와 관련된 확률 및 기댓값의 개념은 논리적 사고 및 의사결정에서 중요한 부분이다. 본 문제에서는 상대적 넓이와 확률의 관련성을 정확하게 이해하고 각 상황에서의 이익을 기댓값 계산에 반영할 수 있는지를 평가한다.

[수학 문제 2]

수열의 뜻을 알고 일반항과 그들의 합을 구할 수 있는지, 무한 수열의 극한에 대한 기본 성질을 이해하고 극한값을 구할 수 있는지 평가하였다. 또, 점과 직선 사이의 거리공식과 수열의 개념을 통합적으로 이해하고 있는지 평가하였다.

[수학 문제 3]

삼각함수와 삼각함수의 덧셈정리를 기하를 통해 이해할 수 있는지 평가고자 하였다. 문제 3–1에서는 직각삼각형을 포함하는 최소 정사각형의 조건을 이해하고, 이의 기하 관계에 삼각함수와 삼각함수의 덧셈정리를 적용하여 최소 정사각형의 한 변의 길이를 구하는 방법을 유도할 수 있는지 평가하고, 문제 3–2에서는 주어진 탄젠트함수의 기하적인 해석을 이용하여, 탄젠트함수의 이배각과 삼배각 공식을 기하적으로 표현할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

[생명과학 문제 4]

피드백은 어떤 원인에 의해 결과가 나타나고, 그 결과가 다시 원인에 영향을 미치는 현상으로 유전자 수준에서 개체 수준에 이르는 다양한 생명 현상들을 이해하는데 중요한 개념이다. 문제 4–1은 한 유전자의 산물이 다른 유전자들의 발현을 조절하는 실험 결과를 제시한 후 이 실험 결과를 해석하는 능력과, 제시문 (가)와 (나)를 읽고 유전자 발현과 피드백 작용 간의 연관성을 찾아 논리적으로 설명하는 통합적 사고력을 평가하는 문제이다. 문제 4–2는 갑상샘 호르몬 분비에 문제가 생긴 돌연변이 생쥐를 이용한 실험결과를 제시한 후, 각 돌연변이에서 호르몬 분비 중 어떤 조절 단계에 문제가 생겼는지 추론하도록 한 문제이다. 갑상샘 호르몬 분비가 음성피드백에 의해 조절되는 기본적인 원리를 충분히 이해하고 이를 바탕으로 주어진 실험 결과를 올바로 해석할 수 있는지를 평가하는 문제이다. 또한 실험 결과들을 바탕으로 이온 통로 P에 빛을 쬐어 주면 시상 하부에서 TRH가 자극된다는 것을 해석하고, 빛을 쬐어주지 않은 경우의 실험 결과를 예측하는 논리적 사고력을 함께 평가하고자 하였다.

[물리 문제 4]

파동의 파장, 진동수, 주기, 속력과 파동의 굴절, 반사 현상은 물리 현상을 이해하고 적용하는 데 필요한 기본 개념으로서 고교 물리 교과 과정에서 중요하게 다루어지고 있다. 본 문항에서는 평가에서는 스넬 법칙을 적용하여 파동을 분석하고 이해하는 능력을 측정하는 문제를 출제하였다. 문제4–1에서는 파동의 속력이 주어진 두 매질 사이에서 전반사가 있게 되는 임계각 유무를 판단하고

임계각을 구하고 문제 4-2에서는 굴절률이 주어진 세 매질이 있을 때 두께가 주어진 가운데 매질을 통과하는 동안 빛이 진동한 횟수를 나타내고 두 번째 매질과 세 번째 매질의 경계면에서 전반사가 있을 때 굴절률의 관계에 대해 논리적으로 설명하는 문제이다. 제시문에 주어진 스넬 법칙을 이해하여 적용하게 된다. 두 매질의 경계면에서 스넬의 법칙에서 굴절각 $90°$ 또는 $\frac{\pi}{2}$라디안에 해당하는 입사각을 구하면 임계각을 구할 수 있다. 성립하여 90도 보다 작고 두 번째 매질과 세 번째 매질 사이의 경계면에서는 $90°$ 또는 $\frac{\pi}{2}$ 라디안 보다 작은 임계각이 존재하게 되므로 이러한 조건을 논리적으로 설명하면 된다. 두 번째 매질을 통과하는 동안 빛의 경로의 길이를 구하고 속도로 나누면 빛이 매질을 통과하는데 걸리는 시간을 구할 수 있고 이 시간에 진동수를 곱하면 그 동안 빛이 진동한 횟수를 구할 수 있다. 물리 현상의 이해하고 응용하며, 조건을 논리적으로 분석하는 능력을 평가하는 중상 정도 난이도의 문제이다.

[화학 문제 4]

고등학교 화학 I에서는 화학의 언어, 개성 있는 원소, 아름다운 분자 세계, 닮은꼴 화학 반응 등과 같은 물질의 기본 구성과 변화를 소개하는 주제들을 다룬다. 본 논술 고사에서는 이와 같이 화학에서 중요하게 다루는 기본 개념들의 전반적인 내용 및 실험에 대한 이해도를 평가한다. 제시문 및 실험에서 제공하는 정보들을 정확하게 숙지하여 금속 및 금속 이온 수용액 사이의 반응성을 논리적으로 판단한 후 산화-환원 반응을 이해하고, 나아가 수용액의 질량 변화를 통해 금속의 원자량 크기 순서를 찾아 내는 능력을 평가한다. 제시문 및 표에 있는 순차적 이온화 에너지를 보고 금속 양이온의 산화수를 판단하고, 실험에 주어진 화학 반응식을 논리적으로 제시하며, 화학 반응이 일어날 때 서로 다른 상에 있는 물질들 사이의 양적 관계를 정확하게 이해하는지 여부를 평가한다.

예시 답안 / 채점 기준

[수학 문제 1 예시 답안]

● ● 기대할 수 있는 상금은 세가지 종류(10만원, 5만원, 3만원)가 있고, 이들에 대한 확률은 각각 해당 과녁의 (전체 정사각형 과녁의 넓이에 대한) 상대적 넓이로 계산할 수 있다. 따라서, 기대 상금은

$$10\times\frac{\pi}{64}+5\times\frac{\pi(4-1)}{64}+3\times\frac{\pi(9-4)}{64}=\frac{40}{64}\pi=\frac{5}{8}\pi$$

● ● 따라서, 상금에서 참가비를 뺀 이익의 기댓값은, $5\pi/8$이므로 기댓값이 0 이상이기 위한 x의 최댓값은 $5\pi/8$(만원)이다. 참고: $5\pi/8$(만원) = 약 19,634원.

● ● 다음과 같이 기대이익을 한꺼번에 계산할 수도 있다.

$$(10-x)\times\frac{\pi}{64}+(5-x)\times\frac{\pi(4-1)}{64}+(3-x)\times\frac{\pi(9-4)}{64}+(0-x)\times\frac{64-9\pi}{64}$$

$$=10\times\frac{\pi}{64}+5\times\frac{\pi(4-1)}{64}+3\times\frac{\pi(9-4)}{64}-x=\frac{5}{8}\pi-x\ \ \therefore\frac{5}{8}\pi\geq x$$

[수학 문제 1 채점기준]

1. 다음과 같이 배점한다.

A. 확률 및 기댓값에 대한 개념적 이해: 5점

i. 3가지 과녁의 확률값 계산을 시도함: 3점

ii. 관련 확률과 상금을 곱하는 시도를 함: 2점

B. 상대적 넓이와 확률과의 관련성: 10점

i.각 과녁의 넓이를 정사각형 넓이로 나눔: 5점

ii.한 원판에 포함되어 있는 다른 원판의 넓이를 제외함: 5점

C. 상금에서 참가비를 뺀 이익이 0이상이어야 함을 고려: 5점

※ 계산 실수로 틀렸어도 논리 전개 과정이 맞으면 해당 부분에 1~2점의 부분 점수를 부여함.

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 20점 이내에서 −0.5 ~ +0.5점 추가 점수 부여 가능함.

[수학 문제 2-1 예시 답안]

●● $\alpha = \lim_{n\to\infty} a_n$이라 하면 α는 순환소수 $0.101010101\cdots$이다. 즉, $\alpha = \frac{10}{99}$이다.

●● 따라서

$$\lim_{n\to\infty}\left(\frac{n+100a_n}{n+a_n}\right)^n = \lim_{n\to\infty}\left(\frac{1+\frac{100a_n}{n}}{1+\frac{a_n}{n}}\right)^n = \frac{\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{100a_n}{n}\right)^n}{\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{a_n}{n}\right)^n}$$

$$= \frac{\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n/100a_n}\right)^{\frac{n}{100a_n}\cdot 100a_n}}{\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n/a_n}\right)^{\frac{n}{a_n}\cdot a_n}} = \frac{e^{100\alpha}}{e^{\alpha}} = e^{99\alpha} = e^{10}$$

[별해]

●● a_n은, 첫째 항이 0.1 이고 공비가 0.01인 등비수열의 첫째 항부터 n번째 항까지의 합이다.

●● $a_n = \frac{0.1(1-0.01^n)}{1-0.01} = \frac{0.1(1-0.01^n)}{0.99} = \frac{10(1-0.01^n)}{99}$ 이다.

● ● $\alpha = \lim_{n\to\infty} a_n = \frac{10}{99}$

● ● 따라서

$$\lim_{n\to\infty}\left(\frac{n+100a_n}{n+a_n}\right)^n = \lim_{n\to\infty}\left(\frac{1+\frac{100a_n}{n}}{1+\frac{a_n}{n}}\right)^n = \frac{\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{100a_n}{n}\right)^n}{\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{a_n}{n}\right)^n}$$

$$= \frac{\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n/100a_n}\right)^{\frac{n}{100a_n}\cdot 100a_n}}{\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{1}{n/a_n}\right)^{\frac{n}{a_n}\cdot a_n}} = \frac{e^{100\alpha}}{e^{\alpha}} = e^{99\alpha} = e^{10}$$

[수학 문제 2-1 채점기준]

1. α를 계산하면 +4점.

2. $\lim_{n\to\infty}\left(\frac{n+100a_n}{n+a_n}\right)^n = \frac{\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{100a_n}{n}\right)^n}{\lim_{n\to\infty}\left(1+\frac{a_n}{n}\right)^n}$를 계산하면 +4점

3. $\lim_{n\to\infty}\left(\frac{n+100a_n}{n+a_n}\right)^n = e^{10}$를 계산하면 +2점

※ 계산 실수로 틀렸어도 논리 전개 과정이 맞으면 해당 부분에 1~2점의 부분 점수를 부여함.

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 10점 이내에서 −0.5 ~ +0.5점 추가 점수 부여 가능함.

[수학 문제 2-2 예시 답안]

● ● $9.9a_1 = 0.99,\ \ 9.9a_2 = 0.9999,\ \ 9.9a_3 = 0.999999,\ \ \cdots\ ,\ \ 9.9a_n = 1-0.01^n$

● ● $9.9S_n = 9.9\sum_{k=1}^{n} a_k = \sum_{k=1}^{n}(1-0.01^k) = n - \sum_{k=1}^{n} 0.01^k = n - \frac{0.01(1-0.01^n)}{1-0.01} = n - \frac{1-0.01^n}{99}$

● ● $S_n = \frac{10n}{99} - \frac{10(1-0.01^n)}{99^2}$

●● 점 $(S_n,\ S_n^2-6S_n+11)$과 직선 $x-y-10=0$사이의 거리 d는 다음과 같다.

$$d=\frac{|\ S_n-S_n^2+6S_n-11-10\ |}{\sqrt{2}}=\frac{|\ S_n^2-7S_n+21\ |}{\sqrt{2}}=\frac{\left(S_n-7/2\right)^2+35/4}{\sqrt{2}}$$

●● $S_n=\frac{10n}{99}-\frac{10(1-0.01^n)}{99^2}$에서 $\frac{10(1-0.01^n)}{99^2}$은 n에 관계없이 매우 작은 수이고 $\frac{10n}{99}$은 $n=35$일 때, $3.53535\cdots$로서 $\frac{7}{2}$에 가장 가깝다.

●● 따라서 점 $(S_n,\ S_n^2-6S_n+11)$과 직선 $x-y-10=0$사이의 거리는 $n=35$일 때 최소이다.

[별해]

●● a_n은, 첫째 항이 0.1 이고 공비가 0.01인 등비수열의 첫째 항부터 n번째 항까지의 합이다.

●● $a_n=\frac{0.1(1-0.01^n)}{1-0.01}=\frac{0.1(1-0.01^n)}{0.99}=\frac{10(1-0.01^n)}{99}$이다.

●● 따라서 $S_n=\sum_{k=1}^{n}a_k=\sum_{k=1}^{n}\frac{10(1-0.01^k)}{99}=\frac{10}{99}\left(n-\sum_{k=1}^{n}0.01^k\right)$

$=\frac{10}{99}\left(n-\frac{0.01(1-0.01^n)}{1-0.01}\right)=\frac{10}{99}\left(n-\frac{1-0.01^n}{99}\right)$이다.

즉, $S_n=\frac{10n}{99}-\frac{10(1-0.01^n)}{99^2}$이다.

●● $S_n=\frac{10n}{99}-\frac{10(1-0.01^n)}{99^2}$

●● 점 $(S_n,\ S_n^2-6S_n+11)$과 직선 $x-y-10=0$사이의 거리 d는 다음과 같다.

$$d=\frac{|\ S_n-S_n^2+6S_n-11-10\ |}{\sqrt{2}}=\frac{|\ S_n^2-7S_n+21\ |}{\sqrt{2}}=\frac{\left(S_n-7/2\right)^2+35/4}{\sqrt{2}}$$

●● $S_n = \frac{10n}{99} - \frac{10(1-0.01^n)}{99^2}$에서 $\frac{10(1-0.01^n)}{99^2}$은 n에 관계없이 매우 작은 수이고 $\frac{10n}{99}$은 $n = 35°$일 때, $3.53535\cdots$로서 $\frac{7}{2}$에 가장 가깝다.

●● 따라서 점 $(S_n,\ S_n^2 - 6S_n + 11)$과 직선 $x - y - 10 = 0$사이의 거리는 $n = 35$일 때 최소이다.

[수학 문제 2-2 채점기준]

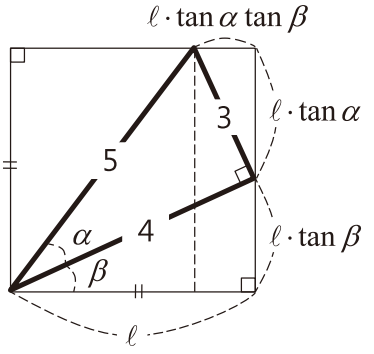
1. a_n을 계산하면 +3점.
2. S_n을 계산하면 +3점.
3. n을 계산하면 +4점.

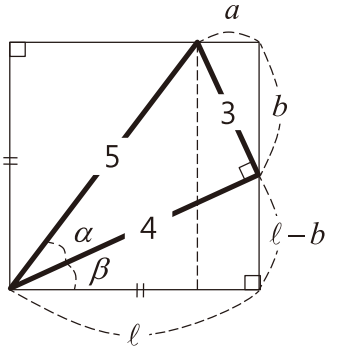
※ 계산 실수로 틀렸어도 논리 전개 과정이 맞으면 해당 부분에 1~2점의 부분 점수를 부여함.

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 10점 이내에서 −0.5~+0.5점 추가 점수 부여 가능함.

[수학 문제 3-1 예시 답안]

●● 제시문 (가)와 (나)에 근거하여 아래와 같은 그림을 그릴 수 있다.





●● 위 왼쪽 그림에서 다음과 같은 식을 유도할 수 있다.

$\cos\alpha = 4/5,\ \sin\alpha = 3/5,\ \cos\beta = \ell/4,\ \sin(\alpha+\beta) = \ell/5$ ❶

●● $\sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1-\left(\frac{\ell}{4}\right)^2} = \frac{\sqrt{16-\ell^2}}{4}$ ❷

●● $\sin(\alpha+\beta) = \sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta = \frac{3}{5}\frac{\ell}{4} + \frac{4}{5}\frac{\sqrt{16-\ell^2}}{4} = \frac{\ell}{5}$ ❸

●● 식 ❸의 ℓ에 대한 방정식으로부터 다음을 구할 수 있다.

$$\ell = \frac{16}{\sqrt{17}} \quad ❹$$

[별해 1]

●● 위 오른쪽 그림에서 다음 식을 유도할 수 있다.

$$\cos\beta = \frac{b}{3} = \frac{\ell}{4} \quad ❺$$

●● 식 ❺에서 다음 관계를 유도할 수 있다.

$$b = \frac{3}{4}\ell \quad ❻$$

●● $\sin\beta = \dfrac{\ell - b}{4} = \dfrac{\ell}{16}$ ❼

●● $\cos^2\beta + \sin^2\beta = \left(\dfrac{\ell}{4}\right)^2 + \left(\dfrac{\ell}{16}\right)^2 = 1$ ❽

●● 식 ❼의 ℓ에 대한 방정식으로부터 다음을 구할 수 있다.

$$\ell = \frac{16}{\sqrt{17}} \quad ❾$$

[별해 2]

●● 위 오른쪽 그림에서 삼각형의 닮은꼴을 이용하여 다음 비례식을 유도할 수 있다.

$$\ell : \ell - b = b : a \quad ❿$$

●● 식 ❶로부터 다음의 관계식을 유도할 수 있다.

$$a = \frac{b(\ell - b)}{\ell} \quad ⓫$$

●● 피타고라스 정리를 이용하여 다음의 관계식을 유도할 수 있다.

$$a^2 + b^2 = 3^2 \quad ⑫$$

$$\ell^2 + (\ell - b)^2 = 4^2 \quad ⑬$$

●● 식 ⑩을 식 ⑪에 대입하여 정리하면 다음과 같다.

$$\frac{b^2(\ell - b)^2}{\ell^2} + b^2 = 9 \quad ⑭$$

$$\frac{b^2}{\ell^2}\left((\ell - b)^2 + \ell^2\right) = 9 \quad ⑮$$

●● 식 ⑬을 식 ⑫를 이용하여 정리하면 다음과 같다.

$$\frac{b^2}{\ell^2}16 = 9$$

$$b = \frac{3}{4}\ell \quad ⑯$$

●● 식 ⑭를 식 ⑫에 대입하면 다음을 구할 수 있다.

$$\ell^2 + (\ell - \frac{3}{4}\ell)^2 = 4^2$$

$$\ell = \frac{16}{\sqrt{17}} \quad ⑰$$

[수학 문제 3-1 채점기준]

1. 식 ❶을 제시하면 +2.5.
2. 식 ❷를 제시하면 +2.5.
3. 식 ❸을 제시하면 +2.5.
4. 식 ❹를 제시하면 +2.5.

※각 단계에서 답이 틀려도 논리성을 고려하여 부분 점수 1~3점 부여 가능.

[수학 문제 3-1 별해 1 채점기준]

1. 식 ❺을 제시하면 +2.
2. 식 ❻를 제시하면 +2.
3. 식 ❼을 제시하면 +2.

4. 식 ❽를 제시하면 +2.

5. 식 ❾를 제시하면 +2.

※ 각 단계에서 답이 틀려도 논리성을 고려하여 부분 점수 1~3점 부여 가능.

[수학 문제 3-1 별해 2 채점기준]

1. 식 ⓫을 제시하면 +2.

2. 식 ⓮를 제시하면 +2.

3. 식 ⓯를 제시하면 +2.

4. 식 ⓰을 제시하면 +2.

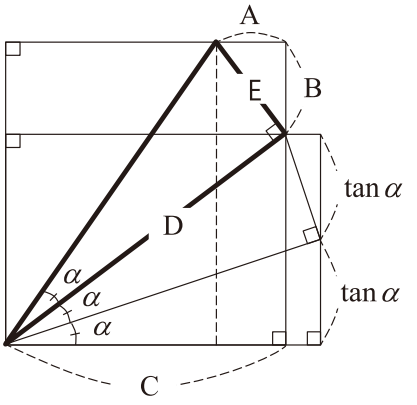
5. 식 ⓱을 제시하면 +2.

※각 단계에서 답이 틀려도 논리성을 고려하여 부분 점수 1~3점 부여 가능.

[수학 문제 3-2 예시 답안]

●● 아래 그림에서와 같이 가장 상단 삼각형에 포함하는 직사각형의 아랫 변 C의 길이는 제시문 (가)에 근거하여 다음과 같다.

변C의 길이 = $1-\tan^2\alpha$ ❶



●● 가장 상단 삼각형의 아랫 변 D의 길이는 다음과 같다.

변 D의 길이 = $\dfrac{1-\tan^2\alpha}{\cos 2\alpha}$ ❷

●● 가장 상단 삼각형의 짧은 변 E의 길이는 다음과 같다.

변 E의 길이 = $\tan\alpha\dfrac{1-\tan^2\alpha}{\cos 2\alpha}$ ❸

● ● B의 길이는 $(1-\tan^2\alpha)\tan\alpha$ ❹

● ● A의 길이는 $(1-\tan^2\alpha)\tan\alpha\tan 2\alpha = 2\tan^2\alpha$ ❺

[수학 문제 3-2 채점기준]

1. 식 ❶을 제시하면 +4점.
2. 식 ❷를 제시하면 +3점
3. 식 ❸를 제시하면 +3점.
4. 식 ❹를 제시하면 +5점
5. 식 ❺를 제시하면 +5점

※ 각 단계에서 답이 틀려도 논리성을 고려하여 부분 점수 1~3점 부여 가능.

[생명과학 문제 4-1 예시 답안]

● ● 유전자 a와 b를 동시에 발현시킨 경우에는 단백질 A, B, C가 모두 만들어질 수 있는 상황이 된다. 하지만 암세포가 형성되지 않았다. 이는 유전자 b로부터 만들어지는 단백질 B가 암세포 형성을 억제하는 기능이 있음을 유추할 수 있다.

● ● 단백질 B가 유전자 a와 c의 발현을 조절하여 암세포 형성을억제하는 결과를 피드백 작용으로 설명하면 다음과 같다. 유전자 a에 의해 만들어지는 단백질 A는 유전자 b의 발현을유도하여 단백질 B를 만들게 하고, 만들어진 단백질 B가 유전자 a의 발현을 억제하는 음성 피드백 작용이 일어난다. 그 결과 단백질 A가 만들어지지 않게 되므로 암세포 형성을 유도하는 단백질 C가 만들어 질 수 없게 된다.

[생명과학 문제 4-1 채점 기준]

1. 단백질 B가 유전자 a의 발현을 음성 피드백 작용으로 조절한다는 설명이 있으면+5점
2. 단백질 B는 유전자 a의 발현(단백질 A의 합성)을 음성 피드백 작용으로 조절하여 간접적으로 유전자 c의 발현(단백질 C의 합성)을 억제한다는 설명이 있으면 +5점
3. 음성 피드백에 대한 설명 없이 단백질 B가 암세포 형성을 억제하는 기능이 있다는 내용만 있으면 +3점

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 10점 이내에서 −0.5 ~ +0.5점 추가 점수 부여 가능함.

[생명과학 문제 4-2 예시 답안]

● ● 돌연변이 X는 TRH 자극에 대하여 TSH의 농도가 정상 생쥐에 비해 오랫동안 증가해 있고 티록신 농도 증가는 유도되지 않는다. 이 돌연변이는 TRH 분비는 일어나므로 뇌하수체 기능은 정상이지만, 티록신이 분비되지 않으므로, 갑상샘이 TSH에 대하여 반응하지 않거나, 티록신의 생산이나 분비에 문제가 있다고 볼 수 있다.

- 돌연변이 X에서는 TRH 분비가 정상 생쥐에 비해 오랫동안 일어나는데 이는 티록신에 의한 음성 피드백이 일어나지 않아 나타나는 현상이다.

- 돌연변이 Y는 TSH와 티록신 농도가 모두 증가해 있다. 티록신 농도가 증가함에도 불구하고 TSH 분비가 감소하지 않는것으로 보아, 티록신 농도 증가에 의해 뇌하수체에서 TSH 분비가 억제되는 음성 피드백 작용에 문제가 있다고 볼 수 있다.

- 돌연변이 Y는 티록신에 의한 음성 피드백이 일어나지 않아 TSH 농도가 정상 생쥐에 비해 증가하므로, 이에 따라 티록신 농도도 정상보다 증가하게 된다.

- TRH 뉴런에 이온통로 P를 발현시키고 빛을 쬐어주면 활동 전위가 발생하므로 TRH 뉴런의 말단에서 TRH가 분비될 것이다. 따라서 처음부터 빛을 쬐어주지 않을 경우에는 TSH 가 분비되지 않을 것이다.

- 돌연변이 X에 빛을 쬐어주지 않으면 TRH가 분비되지 않기 때문에 TSH 분비가 일어나지 않을 것이고, 티록신 농도는 여전히 증가하지 않을 것이다.

- 돌연변이 Y에 빛을 쬐어주지 않으면 TRH가 분비되지 않기 때문에 TSH 분비가 일어나지 않을 것이고, 따라서 티록신 농도도 증가하지 않을 것이다.

[생명과학 문제 4-2 채점 기준]

1. 돌연변이 X에서 갑상샘 기능(티록신 합성, 분비, TSH 인식 등)에 문제가 생겼다는 내용이 있으면 +4점
2. 돌연변이 X에서 TSH 농도가 증가한 원인(티록신이 분비되지 않아서 음성 피드백이 작용하지 않음)을 유추했으면 +4점
3. 돌연변이 Y에서 음성 피드백에 문제가생겨 TSH 농도가 증가했다는 내용이 있으면 +4점
4. 돌연변이 Y에서 TSH 농도가 증가한 결과 티록신 농도도 증가했다는 내용이 있으면 +4점
5. 빛을 쬐어 주었을 때에 활동전위가 생기고 TRH가 분비되는 것을 유추했으면 +2점
6. TRH가 분비되어 하위 호르몬 분비 경로를 활성화시키므로 빛을 쬐어주지 않으면 어떠한 경우에도 TSH와 티록신이 모두 분비되지 않는 것을 유추했으면 +2점

※ 각 부분에서 바르게 답안을작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 20점 이내에서 −0.5 ~ +0.5점 추가 점수 부여 가능함.

※ 오답인 경우에도 논리적으로 추론을 전개했으면 부분적으로 점수를 부여함.

[물리 문제 4-1 예시 답안]

● ● 굴절각을 $90°$ 또는 $\frac{\pi}{2}$라디안으로 두면 sin(입사각) = 공기중에서 빛의 속력 / 물질 A에서 빛의 속력 = $\frac{1}{2}$ 이다.

● ● 이때 sin(입사각)이 1보다 작으므로 임계각이 존재한다.

● ● 굴절각이 $90°$ 또는 $\frac{\pi}{2}$라디안일 때 입사각이 임계각이므로 sin(임계각) = $\frac{1}{2}$로 부터 임계각을 θ_c라하면

$\theta_c = \sin^{-1}\frac{1}{2} = 30°$이다.

[물리문제 4-1 채점기준]

1. 임계각이 존재한다고 쓰면 +3점.
2. 임계각이 존재하는 이유를 논리적으로 설명하면 추가로 +3점.
3. 임계각을 바르게 구하면 +4점.
4. (임계각을 틀리게 제시해도 임계각이 존재한다고 쓴 것으로 보아 최소 +3점을 준다. 설명이 충분하지 않아도 임계각을 바르게 구하면 최소 +7점을 준다.)

※ 계산 실수로 틀렸어도 논리 전개 과정이맞으면 해당 부분에 1~2점의 부분 점수를 부여함.

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 10점 이내에서-0.5~+0.5점 추가 점수 부여 가능함.

[물리 문제 4-2 예시 답안]

● ● 스넬 법칙에서 매질2에서의 굴절각을 θ_2빛의 속도를 v_2라 하면 다음이 성립한다.

$$\sin\theta_2 = \sin\theta_1 \frac{n_1}{n_2}$$

$$v_2 = c\frac{1}{n_2}$$

● ● 구간 PQ의 길이는 다음과 같다. $\overline{\mathrm{PQ}} = \frac{d}{\cos\theta_2} = \frac{d}{\sqrt{1-\left(\sin\theta_1 \frac{n_1}{n_2}\right)^2}}$

● ● 따라서구간 PQ를 통과하는데 걸리는 시간 Δt은 다음과 같다.

$$\Delta t = \frac{\overline{\mathrm{PQ}}}{v_2} = \frac{n_2^2 d}{c\sqrt{\left(n_2\right)^2 - \left(\sin\theta_1 n_1\right)^2}}$$

●● 시간 Δt 동안 이 빛이 진동하는 횟수는 다음과 같다.

$$(\Delta t)f = \frac{n_2 d}{c\sqrt{1-\left(\sin\theta_1 \ \frac{n_1}{n_2}\right)^2}} f = \frac{n_2^2 d}{c\sqrt{(n_2)^2 - (\sin\theta_1 n_1)^2}} f$$

●● 두 번째 매질과 세 번째 매질의 경계면에서 전반사가 시작되는 임계각에서 첫 번째 매질과 두 번째 매질의 경계면에서 스넬 법칙이 성립한고 두 번째 매질과 세 번째 매질 사이의 경계면에서는 굴절각 θ_3가 $90°$ 또는 $\frac{\pi}{2}$라디안이다.

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_3} = \sin\theta_2 = \frac{n_3}{n_2}$$

$$\therefore \sin\theta_1 = \sin\theta_2 \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_3}{n_2}\frac{n_2}{n_1} = \frac{n_3}{n_1}$$

●● 이때 $\sin\theta_1 = \frac{n_3}{n_1} < 1$과 $\sin\theta_2 = \frac{n_3}{n_2} < 1$이 성립한다. 즉 n_1, n_2, n_3의 관계는 다음과 같다.

$$n_3 < n_1 , \ n_3 < n_2$$

[물리 문제 4-2 채점 기준]

1. 매질2에서의 굴절각 θ_2와 빛의 속도 v_2를 이용하여 구간 PQ의 크기를 구하려는 시도를 했으면 부분점수 +3점, PQ의 크기를 바르게 구했으면 총 +6점.
2. 구간 PQ를 통과하는데 걸리는 시간 Δt를 이용하여 시간 Δt동안 빛이 진동하는 횟수를 구하려는 시도를 했으면 +3점 바르게 구했으면 총 +6점.
3. 첫 번째 매질과 두 번째 매질의 경계면에서 스넬 법칙과 두 번째 매질과 세 번째 매질의 경계면에서 전반사 조건을 함께 이용하여 $\sin\theta_1 = \frac{n_3}{n_1} < 1$, 즉 $n_3 < n_1$임을 논리적으로 설명했으면 +4점 (논리적으로 설명한 경우만 인정한다.)
4. 두 번째 매질과 세 번째 매질의 경계면에서 전반사 조건이 $\sin\theta_2 = \frac{n_3}{n_2} < 1$, 즉 $n_3 < n_2$임을 논리적으로 설명했으면 +4점.

   또는 그림에서 매질1에서 매질2로 입사하는 입사각 보다 굴절각이 작으므로

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} > 1$$

$$\therefore \ n_2 > n_1$$

라고 논리적으로 주장해도 4점을 인정한다. 이 경우는 앞의 $n_3 < n_1$과 함께쓰면 $n_3 < n_1 < n_2$가 된다.

$n_3 < n_2$과 $n_1 < n_2$은 중복으로 채점하지 않는다.

※ 계산 실수로 틀렸어도 논리 전개 과정이 맞으면 해당부분에 1~2점의 부분 점수를 부여함.
※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 20점이내에서 −0.5 ~ +0.5점 추가 점수 부여 가능함.

[화학 문제 4-1 예시 답안]

- 실험 Ⅰ에서 금속 B의 반응성이 더 크므로 산화-환원 반응에 의해 A이온은 전자를 얻어 금속 A로 환원되었고, 금속 B는 전자를 잃고 B 양이온으로 산화되었다.
- 실험 Ⅱ에서 금속 A가 반응성이 더 크므로 금속 A는 금속 양이온으로 산화되었고, 구리 이온은 금속 구리로 환원되었다.
- 실험 Ⅰ과 실험 Ⅱ에서 금속간의 반응성에 근거하여 원자량 크기 순서를 정하는 과정은 다음과 같다.

실험 Ⅰ: $mA^{n+}_{(aq)} + nB_{(s)} \rightarrow mA_{(s)} + nB^{m+}_{(aq)}$

수용액의 질량이 감소하였으므로, $mM_A > nM_B$ (또는 $M_A > n/mM_B$)

실험 Ⅱ: $2A_{(s)} + nCu^{2+}_{(aq)} \rightarrow 2A^{n+}_{(aq)} + nCu_{(s)}$

수용액의 질량이 감소하였으므로, $nM_{Cu} > 2M_A$ (또는 $M_A < n/2M_{Cu}$)

실험 Ⅰ과 Ⅱ를 종합하면, $(n/m)M_B < M_A < (n/2)M_{Cu}$의 순서가 얻어지고 m과 n의 산화수에 따라 원자량 크기를 정할 수 있다.

- 추가적으로 주어진 정보를 이용하면 다음과 같은 답안을 얻을 수도 있다.
  금속 B의 산화수가 +2, 금속 A의 산화수가 +3인 경우:

실험 Ⅰ: $2A^{3+}_{(aq)} + 3B_{(s)} \rightarrow 2A_{(s)} + 3B^{2+}_{(aq)}$

이때, 수용액의 질량이 감소하였으므로, $2M_A > 3M_B$ (또는 $M_A > 3/2M_B$)

실험 Ⅱ: $2A_{(s)} + 3Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow 2A^{3+}_{(aq)} + 3Cu_{(s)}$

이때, 수용액의 질량이 감소하였으므로, $3M_{Cu} > 2M_A$

실험 Ⅰ과 Ⅱ를 종합하면, $3M_{Cu} > 2M_A > 3M_B$이므로, $M_A > M_B$이고 $M_{Cu} > M_B$이다.

[화학 문제 4-1 채점 기준]

1. ● 실험 Ⅰ에서 금속 A보다 금속 B의 반응성이 크다라는 내용을 제시하면 +2점.
   (실험 Ⅰ에서 금속 A이온은 환원, 금속 B는 산화되었다는 내용을 명시하여도 +2점.)
   ● 실험 Ⅱ에서 구리보다 금속 A의 반응성이 크다라는 내용을 제시하면 +2점.
   (실험 Ⅱ에서 금속 A는 산화, 구리 이온은 환원되었다는 내용을 명시하여도 +2점.)
   ● 각 실험에 대해 구체적으로 A와 B의 반응성이나 산화-환원 내용을 정확하게 제시하지 못했지만, '반응성 차이'나 '산화-환원'이라는 언급만 있으면 각각 +1점.

2. 실험 Ⅰ과 실험 Ⅱ에서 각각 관찰된 수용액의 질량 변화를 맞게 기술하고, 이를 근거로 하여 금속의 원자량순서를 논리적으로 유추하면 +6점.

3. 금속의 가능한 산화수에 대해 여러 가지 경우를 제시하더라도, 각 산화수 변화에서 원자량 크기 순서를 정하는 방법을 논리적으로 맞게 제시하였으면 정답으로 인정.

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 10점 이내에서 −0.5 ~ +0.5점 추가 점수 부여 가능함.

[화학 문제 4-2 예시 답안]

●● 금속 A에 대한 순차적 이온화 에너지 표를 보면 E_4가 11577 kJ/mol로 갑자기 증가하므로, 금속 A 이온의 전하가 +3이 됨을 알 수 있다.

●● 금속 A는 묽은 염산과 반응하여 A^{3+}로 산화되고, 염산의 수소 이온은 전자를 얻어 수소 기체로 환원된다. 이에 대한 화학 반응식은 다음과 같다.

$$A\,(s) + 3HCl\,(aq) \rightarrow A^{3+}(aq) + 3Cl^{-}\,(aq) + 3/2H_2\,(g)$$
$$(\text{ 또는 } 2A\,(s) + 6HCl\,(aq) \rightarrow 2A^{3+}\,(aq) + 6Cl^{-}\,(aq) + 3H_2\,(g))$$
$$\text{양이온만 써도 됨 } (2A\,(s) + 6H^{+}\,(aq) \rightarrow 2A^{3+}\,(aq) + 3H_2\,(g))$$

●● 0 ℃, 1기압에서 발생한 560 mL의 H_2 기체는 (0.56 L) / (22.4 L) = 0.025 mol에 해당한다. 문제에서 사용된 금속 A는 (5.00 − 4.55) g = 0.45 g
반응식에서 1몰의 금속 A가 산화될 때, 3/2몰의 수소 기체가 발생하였으므로 다음의 양적 관계가 성립한다.

$$0.45\ \text{g} / M\ (\text{g/mol}) : 0.025\ \text{mol} = 1 : 1.5\ (\text{또는} = 2 : 3)$$

계산하면 금속 A의 원자량 M은 27 (g/mol)이 된다.

[화학 문제 4-2 채점 기준]

1. (1) 금속 A의 순차적 이온화 에너지 표에서 제3 이온화 에너지와 제4 이온화 에너지 차이가 매우 크다라는 점에 근거하여 금속 A이온의 전하가 +3이 됨을 맞게 쓰면 +6점.

(2) 순차적 이온화 에너지 차이에 근거한 언급이 없이 단순히 금속 A의 전하를 +3이 라고 쓰면 +3점.

2. (1) 금속 A와 묽은염산의 화학 반응식을 맞게 쓰면 +6점.

(2) 화학 반응식을 쓰지 않고 1몰의 금속 A와 염산의 반응에 의해 3/2몰의 수소 기체가 발생하였다는 말만 서술하면 +4점.

(3) 화학 반응식의 계수가 틀렸지만 금속 A와 염산의 반응에 의해 ACl_3와 H_2가 형성되는 반응식을 쓰면 +2점.

3. (1) 반응한 금속 A와 발생한 수소 기체의 몰비를 정확히 표현하고, 이를 이용하여 금속 A의 원자량이 27임을 맞게 구하면 +8점 (단위를 쓰지 않아도 맞음).

(2) 몰비 관계는 맞게 표현하였지만 계산이 틀리면 +4점.

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 10점 이내에서 −0.5 ~ +0.5점 추가 점수 부여 가능함.


CAU
CAU

교통안내

서울캠퍼스 교통편 안내

1) 지하철

❾호선 흑석(중앙대입구)역 4번 출구 〉〉	중앙대 정문까지 도보 5분 거리
❼호선 상도역 5번 출구 〉〉	중앙대 후문까지 도보 10분 거리 ⇨ 학교 셔틀버스: 상도역→중앙대 후문→중앙대 정문 ⇨ 마을버스(01번): 상도역→이화약국→중앙대후문→중앙대중문→중앙대정문 ⇨ 마을버스(21번): 상도역→이화약국→중앙대후문→중앙대중문→중앙대정문 ⇨ 마을버스(10번): 상도역→이화약국→중앙대후문→중앙대중문→중앙대정문
❶호선 노량진역 1번 출구 〉〉	셔틀버스, 마을버스 이용(약 15분 거리) ⇨ 학교 셔틀버스: 노량진역→상도역→중앙대후문→중앙대정문 ⇨ 마을버스(01번): 노량진역→상도역→이화약국→중앙대후문→중앙대중문→중앙대정문

2) 셔틀버스 운행안내(무료)

지원자가 학교까지 쉽고 편안하게 오실 수 있도록 지하철역에서 학교까지 무료로 셔틀버스를 운행하고 있으니 많은 이용바랍니다.	
상도역(7호선) / 노량진역(1호선)	정문 – 교내 – 상도역 – 노량진역 – 상도역 – 교내 – 정문 (08 : 00 ~ 18 : 30)
흑석(중앙대입구역)(9호선)	정문 – 중앙대입구역 – 정문 – 교내 – 후문 (08:00 ~ 10 : 00)

3) 버스

구분	번호
지선버스(초록색)	흑석 : 5511 5517 5524 6411
간선버스(파란색)	흑석 : 151 350 360 352 462 640 642 752
	상도 : 501 506 750A 750B
광역 및 공항버스(빨간색)	흑석 : 9408 6000 6016

〈중앙대학교 서울캠퍼스〉



〈중앙대학교 안성캠퍼스〉

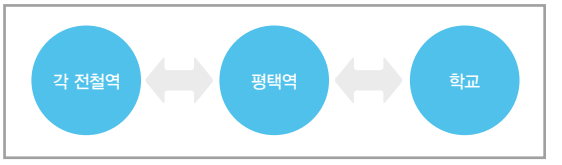


안성캠퍼스 교통편 안내

1) 버스 : 안성버스터미널 (www.anseongterminal.co.kr)
시외버스 노선 참조



2) 전철



– 방학 중 : 평택역에서 안성행 시외버스(70번, 50번, 500번)를 이용하여 안성캠퍼스 정문에서 하차
– 학기 중 : 평택역(평택시 종합사회복지관 앞) → 학교 간 무료셔틀 순환버스 이용
– 무료셔틀버스 운행시간표 및 중간정류소 안내

횟수	중앙대 출발	평택역 출발	횟수	중앙대 출발	평택역 출발
1	07:50	08:40	8	13:30	14:00
2	–	08:45	9	14:30	15:00
3	–	08:50	10	15:30	16:00
4	–	09:40	11	16:40	17:10
5	09:20	09:50	12	17:10	17:40
6	10:20	10:50	13	17:50	18:20
7	12:30	13:00			

▶ 정류장 : 평택역(평택시 종합사회복지관 앞) → 굿모닝병원 대로 맞은편 횡단보도 앞 →
우림아파트 진사리 승차장 → 공도약국 앞 → 대림동산 육교 밑→ 중앙대학교(약 20~25분 소요)

3) 통학버스(유료)

출발장소	안성행(오전)	서울행(오후)
① 반포 자이PLAZA 앞 (7호선 반포역 3번 출구 앞)	07:30~11:00까지 수시운행	12:30 ~ 21:00 까지 수시운행 (강남역, 양재역, 죽전정류장 경유) 단, 16:00~19:00까지는 죽전정류장만 경우
② 사당역	07:50(1회) – 금요일 제외	–
③ 부평역(북부광장 시계탑 앞)	07:20(1회)	15:40, 17:40 2회 운행(금요일제외)
④ 송내역(스테이션프라자건물 앞) * Safe 정차구역 NO13	07:40(1회)	15:40, 17:40 2회 운행(금요일제외)
⑤ 안양(비산동사거리 출발)	07:35(1회)	15:40, 17:40 2회 운행(금요일제외)
⑥ 분당(이매사거리 출발)	07:55(1회)	15:40, 17:40 2회 운행(금요일제외)
⑦ 잠실역(롯데호텔 근처)	07:35(1회)	16:00, 17:40 2회 운행(금요일제외)
⑧ 수원역(역전파출소 앞)	08:10(1회)	–
⑨ 죽전정류장	08:10(1회)	12:30 ~ 21:00 까지 수시운행
⑩ 고덕(상일동역 2번 출구 앞)	07:10(1회)	–
⑪ 강서구청(성지빌딩 앞)	07:00(1회)	–



더 많은 기회들을
더 좋은 기회들을

우리는 알고 있습니다.
당신이 무엇 때문에 밤을 지새우고
얼마나 많은 땀을 흘리고 있는지를

우리는 만들고 싶습니다.
당신이 최선을 다해 키워온 실력을
마음껏 펼쳐 보일 수 있도록

더 많은 기회들을
더 좋은 기회들을
만들어주고 싶습니다.

그것이 우리가 한발 더 나아가는 이유입니다.

중앙대학교
156-756 서울특별시 동작구 흑석로 84 | TEL.02-820-6393
http://admission.cau.ac.kr | http://da.cau.ac.kr (디지털입학처)
발행일 : 2015년 7월 22일 | 발행처 : 중앙대학교 입학처