
2021학년도 수시 논술우수자전형 논술고사 기출문제

<자연계>

2020.12.6.(일) 오전 실시



경희대학교 입학처

1. 2021학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

논제 I <수학>

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

[가] n 번의 독립시행에서 사건 A 가 일어나는 횟수를 X 라고 하면 X 는 $0, 1, \dots, n$ 의 값을 갖는 확률변수이다. 한 번의 시행에서 사건 A 가 일어날 확률을 p 라고 하면 X 의 확률질량함수는 독립시행의 확률에 의하여

$$P(X=k) = {}_n C_k p^k q^{n-k} \quad (q=1-p, k=0,1, \dots, n)$$

이다.

[나] 미분가능한 두 함수 $y=f(u)$ 와 $u=g(x)$ 에 대하여 합성함수 $y=f(g(x))$ 의 도함수는

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \times \frac{du}{dx} \quad \text{또는} \quad \{f(g(x))\}' = f'(g(x))g'(x)$$

이다.

[다] 미분가능한 함수 $f(x)$ 의 도함수는

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

[라] 두 함수 $f(x), g(x)$ 가 미분가능하고 $f'(x), g'(x)$ 가 닫힌구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때,

$$\int_a^b f(x)g'(x)dx = [f(x)g(x)]_a^b - \int_a^b f'(x)g(x)dx$$

[마] 함수 $f(t)$ 가 닫힌구간 $[a, b]$ 에서 연속일 때,

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(t)dt = f(x) \quad (\text{단, } a < x < b)$$

[논제 I] 제시문 [가]~[마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

[논제 I-1]

자연수 n 과 확률 p 에 대하여 이산확률변수 X 가 가질 수 있는 값은 0부터 n 까지 음이 아닌 정수이며, X 의 확률질량함수는

$$P(X=k) = {}_n C_k p^k q^{n-k} \quad (q=1-p, k=0,1, \dots, n)$$

이다. X 의 평균과 표준편차를 각각 m 과 σ 라 할 때, 다음 조건들이 성립한다.

$$(\neg) n \geq 60, \quad 0.1 \leq p \leq 0.5 \quad (\cup) m\sigma = 80 \quad (\sqsubset) P\left(|X-m| \geq \frac{2}{5}m\right) = 0.0456.$$

이때, n 과 p 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (단, Z 가 표준정규분포를 따르는 확률변수일 때, $P(0 \leq Z \leq 1) = 0.3413$, $P(0 \leq Z \leq 2) = 0.4772$, $P(0 \leq Z \leq 3) = 0.4987$ 로 계산한다.)

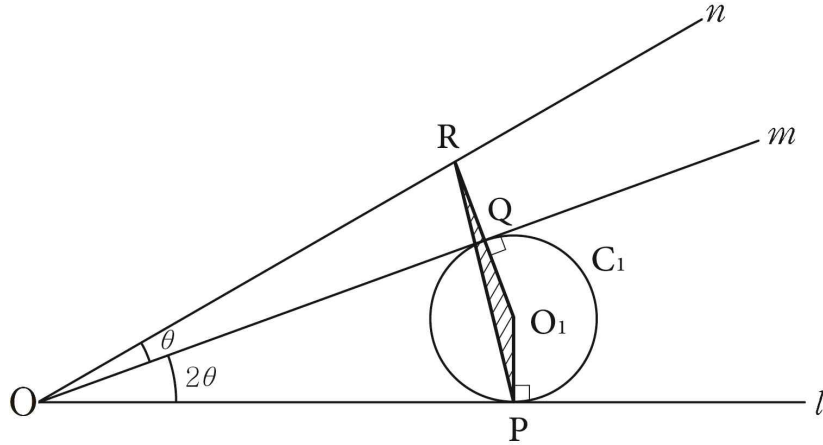
(10점)

[논제 I-2]

[그림 1]과 같이 점 O 에서 시작하는 세 반직선 l, m, n 이 있다. 두 반직선 m 과 n 이 이루는 각의 크기는 θ , 두 반직선 l 과 m 이 이루는 각의 크기는 2θ , 두 반직선 l 과 n 이 이루는 각의 크기

는 3θ 이다. 원 C_1 은 반직선 l 과 점 P 에서 접하고 반직선 m 과 점 Q 에서 접한다. 선분 OP 의 길이는 1이며 원 C_1 의 중심 O_1 과 점 Q 를 지나는 직선은 반직선 n 과 점 R 에서 만난다. 삼각형 O_1PR 의 넓이를 $S(\theta)$ 라 할 때, $\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} S(\theta) d\theta$ 의 값을 구하고, 그 과정을 논술하시오.

(단, $0 < \theta < \frac{\pi}{3}$) (15점)



[그림 1]

[문제 I-3]

실수 전체의 집합에서 미분가능하며 양의 값을 가지는 함수 $f(x)$ 가 모든 실수 x, y 에 대하여

$$f(x+y) = f(x)f(y)e^{2xy}, \quad f'(0) = 0$$

을 만족시킬 때, 다음 물음에 답하시오.

(1) $f(x)$ 을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(2) 양의 실수 전체의 집합에서 미분가능한 함수 $g(x)$ 가 모든 실수 x 에 대하여

$$g'(f(x))f'(x) = 2x(1+2x^2)f(\sqrt{2}x), \quad g(1) = 0$$

을 만족시킨다. 이때 $g(e)$ 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(3) 실수 전체의 집합에서 연속인 함수 $h(x)$ 가 $\int_0^x tf(x-t)h(x-t)dt = f(x) - 1$ 을 만족시킨다. 곡선 $y = h(x)$ 위의 점 $(a, h(a))$ 에서의 접선과 수직이며 점 $(a, h(a))$ 를 지나는 직선이 x 축과 만나는 점을 $(49, 0)$ 라 할 때 a 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

문제 II <물리>

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

[가] 지면 가까이에서 연직 아래로 낙하하는 물체나 연직 위로 던져 올린 물체는 공기 저항을 무시하면 시간에 따른 속도 변화가 일정한 등가속도 직선 운동을 한다.

[나] 처음 속도가 v_0 인 물체가 가속도 a 로 시간 t 동안 등가속도 직선 운동을 할 때 물체의 변위

s는 다음과 같다.

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

[다] 코일에 연결된 회로에 전지를 연결하지 않아도 코일에 막대자석을 넣었다 뺐다 하면 전류가 흐른다. 이와 같이 회로에 전류가 흐르게 된 이유는 코일 양단에 기전력이 생겼기 때문이고, 이를 유도 기전력이라고 한다. 유도 기전력의 크기는 코일을 통과하는 자기 선속의 시간 변화율에 비례한다.

[라] 빛이 진동수 f 에 비례하는 에너지 E 를 갖는 입자인 광자로 이루어졌다고 생각할 때, 광자의 에너지 E 와 진동수 f 의 관계는 $E = hf$ 이고, h 는 플랑크 상수이다.

[마] 모든 파동은 한 번 진동하는 동안 한 파장의 거리를 진행한다. 속력은 단위 시간 동안 이동한 거리이므로, 파동의 진동수를 f , 파장을 λ 라고 할 때, 파동의 속력 v 는 다음과 같다.

$$v = f\lambda$$

[바] 다이오드는 p형 반도체와 nn형 반도체가 접합된 구조로 되어 있다. 다이오드의 p형 반도체를 전원의 (+)극에, n형 반도체를 전원의 (-)극에 연결하면 양공과 전자는 p-n 접합면으로 이동하게 되어 전류가 흐르게 된다. 이때의 전압을 순방향 전압이라고 한다. 다이오드는 순방향으로 걸어준 전압에 대해서 전류가 잘 흐른다.

[사] 발광 다이오드는 어떤 화합물을 반도체 재료로 사용하는지에 따라 p형 반도체와 n형 반도체 사이의 에너지 차이를 다양하게 만들 수 있다. 이 에너지 차이에 의해 전자가 전이할 때 방출하는 빛의 색깔이 달라진다.

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

질량 m_A 인 공 A를 지면에서 속력 v_A 로 연직 위로 던지고 난 뒤, 시간 t_0 가 지난 후 질량 m_B 인 공 B를 지면의 다른 수평 위치에서 속력 v_B 로 연직 위로 던진다. 단, A가 지면에 처음 닿기 전에 B를 던지고, 중력 가속도는 g 이다.

(1) A가 지면에 처음 닿을 때까지 A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 두 번 이상 있을 수 없음을 보이고, 그 근거를 논술하시오. (5점)

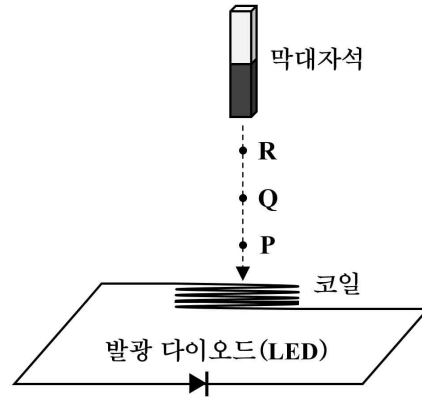
(2) A가 지면에 처음 닿기 전 공중에 떠 있는 동안 A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 한번 있을 때, 반드시 B가 A보다 늦게 지면에 닿음을 보이고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(3) A가 지면에 처음 닿기 전 공중에 떠 있는 동안 A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 없을 때, 속력 v_B 의 최댓값을 문제에서 주어진 변수를 이용하여 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

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

그림과 같이 발광 다이오드(LED)가 연결된 코일 위에서 막대자석을 가만히 놓는 높이를 P, Q, R로 변화시킬 때마다 LED에 불이 켜지는지를 확인한다. 각 높이마다 청색, 녹색, 적색 LED를

하나씩 바꾸어 연결한 후 실험한다. 모든 실험에서 막대자석은 같은 직선 경로를 따라 코일을 통과한다.



(1) 막대자석의 높이가 P일 때는 적색 LED만, Q일 때는 적색과 녹색 LED에, R일 때는 적색, 녹색, 청색 LED에 모두 불이 켜졌다. 이러한 현상이 관찰되는 이유를 논술하시오. 단, 빛의 파장은 청색, 녹색, 적색의 순서대로 커진다. (10점)

(2) (1)번 문제의 실험에서, 막대자석이 낙하할 때 막대자석의 아래쪽이 N극인지 S극인지에 상관없이 같은 현상이 관찰되었다. 이러한 결과가 나타나는 이유를 논술하시오. (5점)

문제 II <화학>

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

[가] 원자들이 모여 분자를 만들 때, 분자를 이루는 원자들의 원자량을 합한 값을 분자량이라고 한다. 원소의 종류는 원자를 구성하는 입자들 중 양성자수에 따라 달라진다. 원소는 화학 반응 과정에서 전자 수가 변하여도 달라지지 않고, 양성자수에 의해서만 원소가 구별되므로 양성자수를 기준으로 원자 번호를 부여한다. 전기적으로 중성인 원자는 양성자수와 전자 수가 같다.

[나] 원자의 오비탈은 양자수에 의해 구별되며 여러 개의 전자를 가진 원자 오비탈의 에너지 준위는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < \dots$$

원자 안에서 전자는 다양하게 배치될 수 있지만, 에너지 준위가 가장 낮게 배치될 때 안정한 상태가 된다. 이때의 전자 배치를 바닥상태 전자 배치라고 한다. 바닥상태의 원자에서는 에너지가 가장 낮은 오비탈부터 차례대로 전자가 채워지는데, 이것을 쌓음 원리라고 한다.

[다] 화학 결합을 이룰 때 비금속 원소들은 홀전자를 서로 내놓아 전자쌍을 만들고, 이 전자쌍을 서로 공유함으로써 18족 원소와 같은 안정한 전자 배치를 가진다. 즉 옥텟 규칙을 만족한다. 루이스 전자점식으로 표현한 공유 결합 분자의 전자 배치를 간단하게 나타내려면 공유 전자쌍 1개를 결합선(-) 1개로 나타내고 비공유 전자쌍은 생략하기도 하는데, 이것을 루이스 구조식이라고 한다. 두 원자 사이에 공유 전자쌍이 1개인 공유 결합을 단일 결합이라고 하며, 결합선 1개로 나타낸다. 두 원자 사이에 공유 전자쌍이 2개와 3개인 공유 결합을 2중 결합과 3중 결합이라고 하며, 각각 결합선 2개와 3개로 나타낸다.

[라] 공유 결합 분자에서 중심 원자 주위의 가장 바깥 전자껍질의 전자쌍들은 반발력을 최소화하기 위해 가능한 한 멀리 떨어져 있으려고 한다. 이를 전자쌍 반발 이론이라고 한다. 공유 결합 화합물의

극성은 각 결합을 형성하고 있는 원자들의 전기 음성도 차이에 의해서만 결정된다. 전기 음성도는 분자에서 각 원자가 공유 전자쌍을 끌어당기는 정도를 상대적으로 비교하여 정한 값이다. 2개 이상의 원자로 이루어진 분자의 각 결합을 이루고 있는 원자들의 전기 음성도가 다르면 결합은 쌍극자 모멘트를 가지게 되고 각 결합의 쌍극자 모멘트의 합이 분자의 쌍극자 모멘트의 크기와 방향을 결정하게 된다.

[마] 용액의 농도는 화학 반응에서의 양적 관계를 다룰 때 중요하다. 화학 반응은 수용액에서 많이 일어나며, 물질들은 일정한 입자 수의 비로 반응하므로 화학에서는 용액의 농도를 단위 부피의 용액 속에 포함된 용질의 양(mol)으로 표현하기도 한다. 용액 1 L에 녹아 있는 용질의 양(mol)을 몰 농도라고 하며, 단위는 M이나 mol/L를 사용한다.

[바] 수용액에서 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질은 산이고 수산화 이온(OH^-)을 내놓는 물질은 염기이다. 산의 H^+ 과 염기의 OH^- 이 만나서 물(H_2O)이 생성되는 반응을 중화 반응이라고 한다. 중화 반응에서 H^+ 과 OH^- 은 같은 몰수만큼 반응한다. H^+ 과 OH^- 의 반응한 몰수가 같아 모두 반응한 지점을 중화점이라고 한다.

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

다음은 미지의 원소 X와 Y 및 수소(H)로 이루어진 화합물 ㉠에 관한 설명이다.

- I. ㉠의 화학식은 XYH_n 이다. (단, n은 정수이다.)
- II. 1 mol의 ㉠을 완전히 연소시켜 얻어진 물(H_2O)의 양은 18 g이다.
- III. 하나의 ㉠ 분자에 존재하는 양성자의 총 개수는 16개이다.
- IV. 1 mol의 원자 Y에는 바닥상태에서 p 오비탈에 4 mol의 전자가 존재한다.

(1) ㉠의 화학식을 구하고 전자쌍 반발 이론을 이용하여 ㉠의 분자 구조에 대해 논술하시오. (14점)

(2) ㉠에 존재하는 각 공유 결합의 쌍극자 모멘트와 분자 극성에 대해 논술하시오. (6점)

[문제 II-2] 제시문 [마]와 [바]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

경희는 일정 농도의 수산화 나트륨 수용액($NaOH(aq)$)에 농도가 서로 다른 염산($HCl(aq)$)과 브로민산($HBr(aq)$)을 아래 표의 부피만큼 각각 혼합하여 (㉠)~(㉢)을 제조하였다.

| 혼합 용액 | NaOH (aq)의 부피(mL) | HCl (aq)의 부피(mL) | HBr (aq)의 부피(mL) |
|-------|-------------------|------------------|------------------|
| (ㄱ) | 0.3 | 0 | 0.3 |
| (ㄴ) | 0.6 | 0.2 | 0.4 |
| (ㄷ) | 0.9 | 0.6 | 0.3 |
| (ㄹ) | 1.2 | 1.2 | 0 |

이때 각 혼합 용액에서 생성된 물 분자 수의 비는 3 : 8 : 15 : 20으로 측정되었다. (단, NaOH, HCl, HBr은 수용액에서 모두 이온화한다.)

(1) 경희는 위 혼합 용액 (ㄱ)~(ㄹ)에 물을 더해 부피를 각각 5 mL로 맞추었다. 이때 각 혼합 용액에 존재하는 이온들의 농도(M) 합의 비에 대해 논술하시오. (10점)

(2) 위 실험에서 사용한 염산과 브로민산의 농도(M) 비에 대해 논술하시오. (10점)

문제 II <생명과학>

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

[가] 생명과학은 생명체의 특성을 연구하는 학문의 분야이며 생명의 기원과 분류, 생명체의 구조와 기능, 생식과 유전 등의 다양한 생명 현상 뿐만 아니라 적응과 진화 등 생물과 환경의 상호 관계를 연구한다. 보편적이고 객관적인 생명 현상을 규명하기 위한 생명과학의 탐구 방법으로 연역적 탐구 방법과 귀납적 탐구 방법이 주로 사용된다.

[나] 생물은 다양하고 활발한 생명 활동을 위해 에너지를 필요로 한다. 사람은 섭취한 음식물에 함유되어 있는 포도당을 이용하거나 저장성 다당류인 글리코젠 등으로부터 분해한 포도당에서 얻은 에너지의 일부를 ATP에 저장하여 생명 활동에 사용한다. 포도당과 산소를 이용하여 ATP를 생산하고 이산화 탄소와 물이 발생하는 물질대사를 세포 호흡이라 한다. 세포 호흡 과정에는 포도당과 같은 탄수화물이 주로 이용되지만 지방과 단백질이 이용되기도 한다.

[다] 호흡계로 흡수된 산소가 혈액을 통해 근육 세포로 이동하게 되면, 근육 세포의 미토콘드리아는 산소를 이용하여 세포 호흡을 하게 된다. 한편, 격렬한 운동을 하게 되면 근육에 공급되는 산소의 양이 부족하게 되어 미토콘드리아에 의한 세포 호흡량이 감소된다.

[라] 생명 현상의 특성 중 생식은 개체 생존에는 필수적이지 않지만 생물은 다양한 방식의 생식을 통해 개체군을 유지한다. 생물의 생식 방법은 크게 두 가지로 구분되는데, 아메바와 같은 단세포 생물은 암수 생식 세포의 결합 없이 새로운 개체가 어버이 개체로부터 만들어져 분리되고, 사람과 비롯한 대부분의 동물은 암수 개체로부터 감수 분열에 의해 형성된 생식 세포가 결합하는 방식으로 자손을 만든다. 이 과정에서 어버이의 유전자가 자손에게 전달되는데 이를 유전이라 한다.

[마] 생물 다양성은 같은 종으로 구성된 개체군에서도 나타난다. 예를 들어, 사람의 피부색, 키, 몸무게 등의 형질은 두 가지 이상의 유전자가 관여하는 다인자 유전 형질로 한 개체군에서 점진적인 연속 변이를 나타낸다. 개체들 사이에 다양한 유전적 변이가 있을 때 유전적 다양성이 높다고 한다. 유전적 다양성은 군집의 종 다양성을 유지하는데 중요한 역할을 하고, 군집의 종 다양성은 생태계의

다양성과 안정성을 유지하는 원천이 된다.

[바] 개체군 내의 상호 작용에는 텃세, 순위제, 리더제 등이 있어 질서를 유지하고 있다. 개체군이 모여 군집을 형성하게 되고 군집을 이루는 개체군과 개체군 사이에는 경쟁, 분서, 포식과 피식, 공생과 기생 등의 상호 작용이 일어나고 있다.

[문제 II-1] 제시문 [가]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

다음은 바이러스 A에 의한 돼지 전염병의 치료제 개발 과정이다.

바이러스 A에 의한 돼지 전염병이 발생하여 전국적으로 확산되기 시작하였다. 대부분의 농장에서는 감염으로 인해 돼지가 죽었으나, 특이하게도 두 농장에서는 바이러스 A에 의한 감염률이 현저히 낮았고 감염된 돼지는 가벼운 증상 발현 후 회복되었다. 과학자들은 두 농장의 돼지가 바이러스 A에 대한 항체를 가지고 있다고 가설을 설정하였다. 가설을 기반으로 두 농장의 돼지로부터 얻은 혈액에서 혈장을 분리하여 감염된 돼지에 주사하였더니 빠른 속도로 회복되는 결과를 얻었으나, ㉠ 같은 혈액에서 항체를 제거한 혈장을 주사한 돼지는 회복되지 않고 죽었다. 수차례의 반복 실험을 수행한 결과 항체를 함유한 혈장을 주사한 돼지가 회복되는 결과가 일관되게 나타나서 두 농장의 돼지로부터 얻은 혈장이 치료제로 사용될 수 있다는 결론을 도출하였다.

(1) 이 치료제 개발 과정에서 사용된 생명과학의 탐구 방법이 무엇인지 논술하시오. (5점)

(2) ㉠에서 항체를 제거한 혈장을 주사한 이유에 대하여 논술하시오. (5점)

[문제 II-2] 제시문 [나]와 [다]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

사람 A는 근육 세포 내 미토콘드리아의 생성 기능이 저하되어 정상인보다 현저히 적은 수의 미토콘드리아를 가지고 있다. 정상인과 비교하여 사람 A는 운동 능력이 현저하게 저하되었다. 그 이유에 대해 논술하시오. (단, 미토콘드리아 수를 제외한 다른 조건은 동일하다.) (10점)

[문제 II-3] 제시문 [라]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

다음은 무성 생식 중 이분법으로 증식하는 개체군 A와 유성 생식으로 증식하는 개체군 B에 대한 가상의 자료이다.

- 각 개체군의 최초 부모 세대의 개체 수는 N으로 동일하다.
- 개체군 B는 암수의 개체 수가 같다.
- 각 개체군의 한 아버지는 두 개체의 자손만 만든다.
- 개체군 B의 경우, 자손은 항상 암컷 한 개체와 수컷 한 개체로 구성된다.
- 3세대에 걸쳐 생성되는 자손의 개체 수는 아래 표와 같다.

| 세대 | 개체군 A | 개체군 B |
|--------|------------------|-------|
| 자손 1세대 | 2N | N |
| 자손 2세대 | 2 ² N | N |
| 자손 3세대 | 2 ³ N | N |

위 표와 같이, 개체군 A에 비해 자손의 개체 수 증가 측면에서는 불리하지만 개체군 B의 생식 방법이 가지는 장점에 대해 논술하시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (10점)

[문제 II-4] 제시문 [마]와 [바]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

노란색 개구리와 초록색 개구리가 집단으로 서식하는 지역에서 어느 날 노란색 개구리의 개체

수가 급격하게 줄어들기 시작하였다. 이 지역의 풀숲은 초록색 개구리의 색깔과 유사하였다. 또한 노란색 개구리와 초록색 개구리 모두 체내에서 병원성 곰팡이 A가 발견되었다. 노란색 개구리들은 곤충을 잘 잡아먹지 못하는 등의 건강 이상이 나타난 반면, 초록색 개구리들은 건강 상태가 양호하였다. 어떤 과학자는 노란색 개구리의 개체 수가 급격하게 줄어든 원인을 다음과 같이 분석하였다.

초록색 개구리는 곰팡이 A에 감염되지 않는 방어 기능을 가지고 있거나 곰팡이 A에 대한 항체가 형성되어 있어 사망하지 않은 것으로 분석된다. 또한 ㉠ 노란색 개구리가 오랜 시간 동안 점진적 변이를 통하여 초록색 개구리로 진화하였으며, ㉡ 초록색 개구리는 노란색 개구리에 대해 텃세를 가지고 있는 것으로 분석된다.

밑줄 친 ㉠과 ㉡이 타당한 분석인지 논술하시오. (단, 제시된 자료 외에 다른 요인은 고려하지 않는다.) (10점)

2. 2021학년도 수시모집 논술고사 예시답안

논제 I <수학>

[논제 I-1]

주어진 이산확률변수 X 의 확률질량함수로부터 X 는 이항분포 $B(n, p)$ 를 따른다. 따라서 X 의 평균은 $m = np$ 이고 표준편차는 $\sigma = \sqrt{np(1-p)}$ 이다.

$n \geq 60, 0.1 \leq p \leq 0.5$ 에서 $np \geq 5, np(1-p) \geq 5$ 이므로 X 는 근사적으로 정규분포

$N(np, np(1-p))$ 를 따른다. 따라서 $P(|X - m| \geq \frac{2m}{5}) = P\left(\frac{|X - m|}{\sigma} \geq \frac{2m}{5\sigma}\right) = P\left(|Z| \geq \frac{2m}{5\sigma}\right) = 0.0456$

이고 $P(|Z| \geq 2) = 1 - 2P(0 \leq Z \leq 2) = 0.0456$ 에서 $\frac{2m}{5\sigma} = 2$ 이다. 따라서 $m = 5\sigma$ 이고 $m\sigma = 80$ 에서 $m = 20, \sigma = 4$ 이므로 $np = 20, np(1-p) = 16$ 이다. 따라서, $n = 100, p = 0.2$ 이다.

[논제 I-2]

$\triangle OO_1P$ 와 $\triangle OO_1Q$ 는 합동이므로 $\angle O_1OP = \angle O_1OQ = \theta$ 이고 $\overline{PO_1} = \overline{QO_1} = \tan \theta$ 이다.

또한, $\triangle OO_1Q$ 와 $\triangle ORQ$ 는 선분 OQ 를 공유하고 $\angle O_1OQ = \angle ROQ = \theta, \angle OQO_1 = \angle OQR = \frac{\pi}{2}$ 이므로

합동이다. $\overline{O_1Q} = \overline{RQ} = \tan \theta$ 에서 $\overline{O_1R} = 2\tan \theta$ 이고 $\angle OO_1P = \angle OO_1Q = \frac{\pi}{2} - \theta$ 이다. 즉, $\angle PO_1R = \pi - 2\theta$ 이다.

사인법칙에 의해 삼각형 O_1PR 의 넓이는 $S(\theta) = \frac{1}{2} \overline{O_1P} \cdot \overline{O_1R} \cdot \sin(\angle PO_1R) = \tan^2 \theta \sin 2\theta$ 이고

$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1, \sin 2\theta = 2\sin \theta \cos \theta$ 이므로,

$$\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} S(\theta) d\theta = \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} \tan^2 \theta \sin 2\theta d\theta = 2 \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} \frac{\sin^2 \theta}{\cos^2 \theta} \sin \theta \cos \theta d\theta = 2 \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} \frac{1 - \cos^2 \theta}{\cos \theta} \sin \theta d\theta \text{이다.}$$

$t = \cos \theta$ 로 치환하면

$$\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} S(\theta) d\theta = -2 \int_{\frac{\sqrt{3}}{2}}^{\frac{\sqrt{2}}{2}} \frac{1-t^2}{t} dt = -2 \left[\ln t - \frac{t^2}{2} \right]_{\frac{\sqrt{3}}{2}}^{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \ln 3 - \ln 2 - \frac{1}{4} = \ln \frac{3}{2} - \frac{1}{4} \text{이다.}$$

[문제 I-3]

(1) $f(x)$ 가 양의 값을 가지므로 $x=y=0$ 을 대입하면 $f(0)=1$ 이다.

식 $f(x+y)=f(x)f(y)e^{2xy}$ 양변에 \ln 을 취하고 $P(x)=\ln f(x)$ 라고 하면 $P(x)$ 는

$$P(x+y)=P(x)+P(y)+2xy \dots\dots ①$$

과 $P'(0)=\frac{f'(0)}{f(0)}=0$, $P(0)=\ln f(0)=0$ 을 만족한다. ①식에 $y=h$ 을 대입하면

$$\frac{P(x+h)-P(x)}{h}=2x+\frac{P(h)}{h} \text{에서 } P(x) \text{가 미분가능하고 } P'(0)=0 \text{이므로 } h \text{가 } 0 \text{으로 가는 극한을}$$

$$\text{생각하면 } \lim_{h \rightarrow 0} \frac{P(x+h)-P(x)}{h}=2x+\lim_{h \rightarrow 0} \frac{P(h)}{h}=2x+\lim_{h \rightarrow 0} \frac{P(h)-P(0)}{h-0}=2x+P'(0)=2x \text{에서}$$

$P'(x)=2x$ 이고 $P(0)=0$ 이므로 $P(x)=\ln f(x)=x^2$ 이 된다. 따라서 $f(x)=e^{x^2}$ 이다.

(2) $f(x)=e^{x^2}$ 이므로 $g'(f(x))f'(x)=2x(1+2x^2)e^{2x^2}$ 이다. 치환적분을 이용한 정적분에 의해 $f(0)=1, g(1)=0$ 에서

$$g(f(x))=g(f(x))-g(f(0))=\int_0^x g'(f(t))f'(t)dt=2\int_0^x t(1+2t^2)e^{2t^2}dt$$

이다. $f(1)=e$ 이므로 $g(e)=2\int_0^1 t(1+2t^2)e^{2t^2}dt$ 이다.

$y=f(t)=e^{t^2}$ 으로 치환하면 $1+2t^2=1+2\ln y, \frac{dy}{dt}=2te^{t^2}$ 이므로

$$g(e)=2\int_0^1 t(1+2t^2)e^{2t^2}dt=\int_0^1 e^{t^2}(1+2t^2)2te^{t^2}dt=\int_1^e y(1+2\ln y)dy$$

을 얻는다.

정적분에 대한 부분적분법에 의해서 $\int_1^e y \ln y dy = \left[\frac{y^2}{2} \ln y \right]_1^e - \int_1^e \frac{y}{2} dy$ 이므로

$$g(e)=2\int_1^e y \ln y dy + \int_1^e y dy = 2\left[\frac{y^2}{2} \ln y \right]_1^e = e^2 \text{이다.}$$

(3) $s=x-t$ 라고 하면 $\int_0^x t f(x-t)h(x-t)dt = \int_0^x (x-s)f(s)h(s)ds = f(x)-1$ 에서 $f(x)=e^{x^2}$ 이므로

$$\int_0^x (x-t)e^{t^2}h(t)dt = e^{x^2}-1 \dots\dots ②$$

이다. $\int_0^x (x-t)e^{t^2}h(t)dt = x\int_0^x e^{t^2}h(t)dt - \int_0^x te^{t^2}h(t)dt$ 에서 ②의 양변을 x 로 미분하면

$$\int_0^x e^{t^2}h(t)dt = 2xe^{x^2} \text{이고, 이 식을 다시 } x \text{로 미분하면 } e^{x^2}h(x) = (4x^2+2)e^{x^2} \text{에서 } h(x) = 4x^2+2 \text{이다.}$$

$y=h(x)$ 위의 점 $(a, h(a))$ 에서 접선의 기울기는 $h'(a)=8a$ 이므로 이 접선에 수직인 직선의 기울기는 $-\frac{1}{8a}$ 이다. 기울기가 $-\frac{1}{8a}$ 이며 점 $(a, h(a))=(a, 4a^2+2)$ 을 지나는 직선의 방정식은

$$y = -\frac{1}{8a}(x-a) + 4a^2 + 2 = -\frac{1}{8a}x + 4a^2 + \frac{17}{8} \text{이고 이 직선이 } x \text{축과 만나는 점이 } (49, 0) \text{이므로 } a \text{는}$$

$32a^3 + 17a - 49 = 0$ 을 만족한다. 따라서

$$32a^3 + 17a - 49 = (a-1)(32a^2 + 32a + 49), \quad 32a^2 + 32a + 49 = 32\left(a + \frac{1}{2}\right)^2 + 41 > 0$$

에서 $a=1$ 이다.

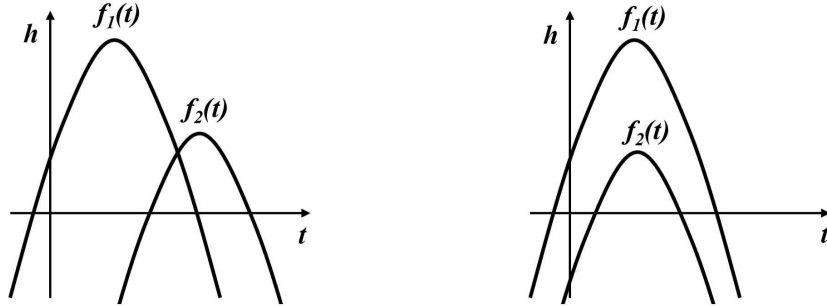
문제 II <물리>

[문제 II-1]

(1) 공을 속도 v 로 연직 위로 던질 때 시간 t 에 따른 공의 높이 h 는 공의 질량과 관계없이 다음과 같다.

$$h = vt - \frac{1}{2}gt^2$$

즉, h 는 매개 변수 t 에 대해 위로 볼록한 2차 함수이고, 볼록한 정도는 오직 g 에 의해서만 결정된다. 문제에서 물체 A와 B의 높이는 시간에 대한 2차 함수로 표현되고, 볼록한 정도가 서로 같다. 다음 그래프와 같이 볼록한 정도가 같은 임의의 2차 함수 $h=f_1(t)$ 와 $h=f_2(t)$ 는 $h > 0$ 인 조건에서 한번 만나거나 (왼쪽) 만나지 않는 (오른쪽) 경우만 가능하다.



위의 결론을 문제의 상황에 대입하면 ($h > 0$ 인 조건은 공이 공중에 떠 있는 상황을 의미), A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 두 번 이상 존재하지 않음을 알 수 있다.

(2) A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 한 번 존재하는 상황은 다음과 같이 구분된다.

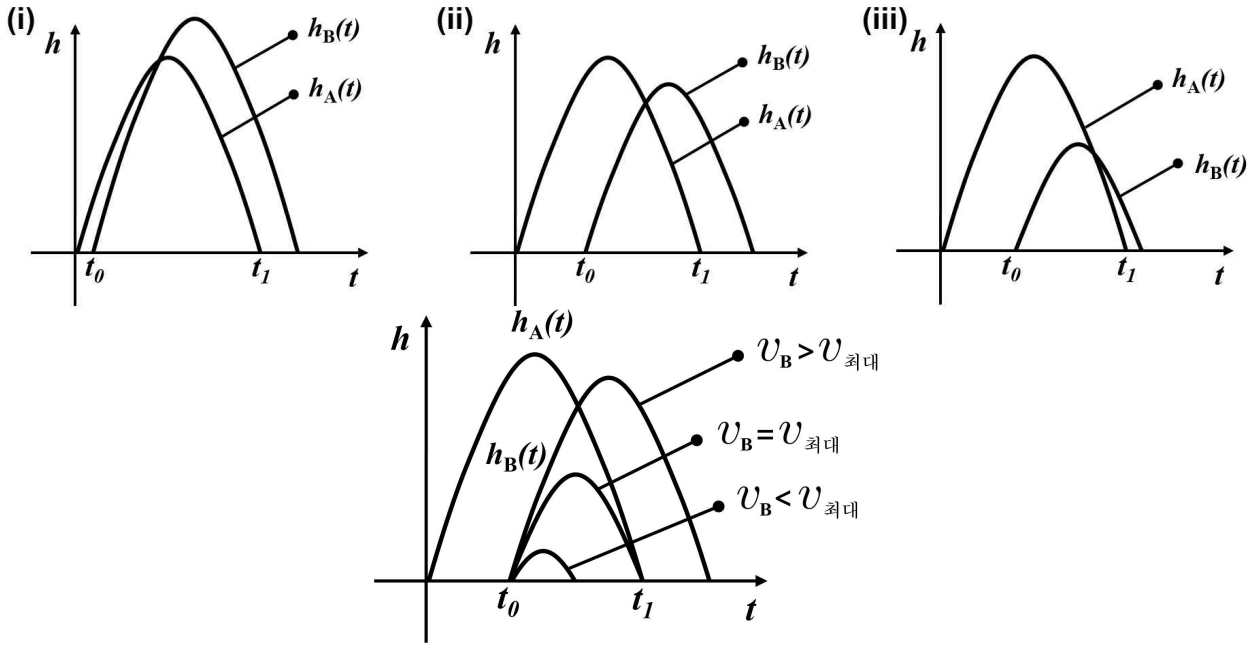
(i) A가 최고점에 도달하기 전 & B가 최고점에 도달하기 전: A와 B가 같은 높이에 위치할 때 B의 순간 속력이 A의 순간 속력보다 크다는 뜻이고, 이후 B는 A보다 더 높은 위치까지 올라가므로 B는 A보다 늦게 바닥에 닿는다.

(ii) A가 최고점에 도달한 후 & B가 최고점에 도달하기 전: A와 B가 같은 높이에 위치한 뒤 B가 최고점에 도달하는 동안 A는 더 낮은 위치까지 내려가므로 B는 A보다 늦게 바닥에 닿는다.

(iii) A가 최고점에 도달한 후 & B가 최고점에 도달한 후: A와 B가 같은 높이에 위치할 때 A의 순간 속력이 B의 순간 속력보다 크다는 뜻이므로 B는 A보다 늦게 바닥에 닿는다.

이를 그래프로 나타내면 다음과 같고, 모든 상황 (i), (ii), (iii)에 대해 B는 A보다 늦게 바닥에 닿음을 알 수 있다. 그래프에서 $h_A(t)$ 는 시간에 따른 A의 높이, $h_B(t)$ 는 시간에 따른 B의 높이를 나타낸다.

(3) 시간에 따른 A의 높이를 $h_A(t)$, B의 높이를 $h_B(t)$ 라고 하자. $h_A(t) > 0$ 인 조건에서 v_B 가 최댓값 $v_{\text{최대}}$ 를 가지면서 $h_A(t)$, $h_B(t)$ 가 서로 만나지 않는다면, $h_B(t)$ 는 다음 그래프와 같은 개형을 따른다.



즉, $v_B = v_{\text{최대}}$ 일 때 $h_A(t_1) = h_B(t_1) = 0$ 이므로, 다음과 같은 식이 성립한다.

$$2v_{\text{최대}} = g(t_1 - t_0)$$

여기서 t_1 은 A가 바닥에 닿을 때까지 걸리는 시간이고, $t_1 = \frac{2v_A}{g}$ 이다. $\therefore v_{\text{최대}} = v_A - \frac{1}{2}gt_0$

[문제 II-2]

(1) 막대자석이 낙하를 시작하는 처음 위치가 높아짐에 따라 막대자석이 코일을 통과할 때 일어나는 자기 선속의 시간 변화율이 증가하므로 보다 큰 유도 기전력이 형성된다. 한편, 발광 다이오드에서 방출되는 빛의 파장(또는 색깔)은 발광 다이오드를 이루는 반도체의 띠 간격에 의해 결정된다. 청색, 녹색, 적색의 순서대로 빛의 파장은 커지고, 진동수는 작아진다. 따라서 광자의 에너지 E 와 진동수 f 의 관계 $E = hf$ 에 의해 청색, 녹색, 적색의 순서대로 발광 다이오드를 이루는 반도체의 띠 간격은 줄어든다. 이를 종합하면, 막대자석의 처음 위치가 높아짐에 따라 발생된 유도 기전력 또한 커지므로, 가장 낮은 위치 P에서는 적색 발광 다이오드만이 켜질 수 있다. 하지만 중간 높이인 위치 Q에서는 적색과 녹색 발광 다이오드가 같이 켜질 수 있고, 가장 높은 위치 R에서는 모든 발광 다이오드가 같이 켜질 수 있다.

(2) 다이오드는 순방향의 전압이 걸릴 때만 전류가 잘 흐를 수 있다. 한편, 렌츠의 법칙에 따르면, 막대자석이 낙하하며 코일을 통과하기 전에 코일에 가까워지는 상황과 코일을 통과한 후에 코일에서 멀어지는 상황에 대해 서로 반대 방향의 유도 기전력이 코일에 형성된다. 따라서 막대자석이 코일을 통과하면서 발광 다이오드에는 순방향의 전압이 반드시 한 번 걸리게 되므로, 코일을 먼저 통과하는 막대자석의 극에 관계없이 (1)번 문제의 실험에서 관측된 현상이 나타날 수 있다.

문제 II <화학>

[문제 II-1]

(1) 18 g의 H_2O 에는 H가 2 mol 존재하므로 1 mol의 \ominus 분자에 2 mol의 H가 존재.

바닥상태에서 p 오비탈에 4 mol의 전자를 가지고 있는 1 mol의 원자는 O.

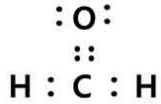
XYH_n 화학식을 가지는 하나의 분자가 가지고 있는 양성자의 개수는 16. H는 양성자 1개, O는

양성자 8개.

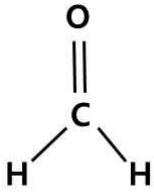
$16 - 8 - 2 \times 1 = 6$. 양성자가 6개인 원소는 C.

그러므로 X는 C, Y는 O, n은 2, \ominus 의 화학식은 COH_2 .

(루이스 점자점식에 따라 다음과 같은 구조를 유추 가능.)

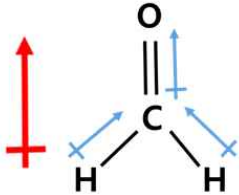


전자쌍 반발 이론에 따르면 센터 원자는 중심 원자 (C)의 주위에 3개의 공유 전자쌍(다중 결합은 단일 결합과 같이 1개의 공유 전자쌍으로 취급)이 존재하며, 공유 전자쌍 3개가 서로 최대한 멀리 떨어져려고 하므로 \ominus 은 평면삼각형(또는 삼각형) 모양이라는 것을 유추 가능.



(2) 전기음성도는 $\text{O} > \text{C} > \text{H}$. 따라서 H에서 C로, C에서 O로 쌍극자 모멘트가 존재.

분자 구조를 고려할 때 쌍극자 모멘트의 합이 0이 아니므로 극성 분자.



[문제 II-2]

(1) 혼합 용액 (ㄱ)에서 $\text{HBr}(aq)$ 의 H^+ 가 모두 반응하게 되고 이 때 생성된 물 분자수(상대값)가 3이므로 0.3 mL $\text{HBr}(aq)$ 에 들어 있는 H^+ 의 개수(상대값)는 3이다. 혼합 용액 (ㄴ)의 경우, $\text{NaOH}(aq)$ 가 0.3 mL이 사용되었다고 가정하면, 0.2 mL $\text{HBr}(aq)$ 에 들어 있는 H^+ 의 개수(상대값)는 2이고, 생성된 물 분자수(상대값)가 4이므로, 0.1 mL $\text{HCl}(aq)$ 에 들어 있는 H^+ 의 개수(상대값)는 2이다. 혼합 용액 (ㄱ)과 (ㄴ)의 결과로 볼 때, 5 mL로 희석하기 전 각 용액 속에 존재하는 이온의 수(상대값)는 다음과 같다.

혼합 용액을 만들기 전 각 혼합 용액에 들어 있는 이온의 개수(상대값)

| 혼합용액 | Na^+ 의 개수 | OH^- 의 개수 | H^+ 의 개수 | Cl^- 의 개수 | H^+ 의 개수 | Br^- 의 개수 | 생성된 물분자 개수 |
|------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------|
| (ㄱ) | 5 | 5 | - | - | 3 | 3 | 3 |
| (ㄴ) | 10 | 10 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 |
| (ㄷ) | 15 | 15 | 12 | 12 | 3 | 3 | 15 |
| (ㄹ) | 20 | 20 | 24 | 24 | - | - | 20 |

5 mL로 희석되어 혼합 용액의 총 부피가 모두 같으므로 이온들의 농도 합의 비는 각 혼합 용액에 있는 이온 개수비와 같으므로, 이온들의 농도 합의 비는 10 : 20 : 30 : 48(또는 5 : 10 : 15 : 24)이다.

혼합 용액을 만든 후 용액에 들어 있는 이온의 개수(상대값)

| 혼합용액 | Na ⁺ 의 개수 | OH ⁻ 의 개수 | H ⁺ 의 개수 | Cl ⁻ 의 개수 | H ⁺ 의 개수 | Br ⁻ 의 개수 | 총 이온 개수 |
|------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------|
| (ㄱ) | 5 | 2 | - | - | 0 | 3 | 10 |
| (ㄴ) | 10 | 2 | 0 | 4 | 0 | 4 | 20 |
| (ㄷ) | 15 | 0 | 0 | 12 | 0 | 3 | 30 |
| (ㄹ) | 20 | 0 | 4 | 24 | - | - | 48 |

(2) NaOH(aq) 1.2 mL 속에 들어 있는 OH⁻의 개수(상대값)는 20이다.
 그리고, HCl(aq) 0.2 mL에 있는 H⁺의 개수(상대값)는 4이다. 즉, 1.2 mL의 수산화 나트륨 수용액이 완전 중화되기 위해서는 HCl(aq) 1 mL가 필요함을 알 수 있다.
 따라서, NaOH(aq)의 농도가 x M이라고 하고 중화 반응에서의 양적 관계(nMV = n'M'V')를 이용하면 HCl(aq)의 농도는 1.2x M임을 알 수 있다.

NaOH(aq) 1.8 mL 속에 들어 있는 OH⁻의 개수(상대값)는 30이다.
 그리고, HBr(aq) 0.3 mL에 있는 H⁺의 개수(상대값)는 3이다. 즉, 1.8 mL의 수산화 나트륨 수용액이 완전 중화되기 위해서는 HBr(aq) 3 mL가 필요함을 알 수 있다.
 따라서, NaOH(aq)의 농도가 x M이라고 하고 중화 반응에서의 양적 관계(nMV = n'M'V')를 이용하면 HBr(aq)의 농도는 0.6x M임을 알 수 있다.

∴ 염산과 브로민산의 농도비는 2 : 1이다.

논제 II <생명과학>

[논제-1]

(1) 위의 탐구 방법은 바이러스 A가 전국으로 확산된 가운데 두 농장의 돼지가 감염률이 현저히 낮다는 관찰로부터 두 농장의 돼지는 이미 바이러스 A에 대한 항체를 가진 돼지이므로 이 돼지로부터 항체를 분리하여 바이러스에 감염된 돼지를 치료할 수 있을 것이라는 가설을 설정하였다. 이 가설을 바탕으로 두 돼지로부터 항체를 가진 혈장을 분리하여 주사하겠다는 연구 계획을 설정하였으며, 실험을 수행하여 나온 결과를 바탕으로 가설을 입증하였다. 이처럼 가설을 세우고 이를 검증해 나가는 것은 연역적 탐구 방법이다.

(2) 연역적 탐구 방법에서 수행하는 탐구는 결과에 대한 타당성을 높이기 위해서는 대조군을 설정하여 실험군과 비교하는 대조 실험을 실시해야 한다. 위 실험에서 바이러스 감염을 억제한 인자가 두 농장에서 키우는 돼지가 가진 항체라는 가설을 검증하고 결과에 대한 타당성을 높이기 위해 같은 혈액으로부터 항체만을 제거한 혈장을 대조군으로 사용된 것이다.

[논제II-2]

척추동물의 운동은 근육의 수축과 이완을 필요로 하며, 근육이 수축하는 동안 ATP를 사용한다. ATP는 세포 호흡 과정을 통해 합성되어지며, 세포 호흡 과정의 대부분은 미토콘드리아에서 일어난다. A는 근육 운동 능력이 정상인에 비해 현격히 떨어진다. 이유는 근육 세포 내 미토콘드리아의 수가 적어 근육 운동을 위해 필요한 ATP를 충분히 생산하지 못하기 때문이다.

[논제II-3]

동물의 생식 방법은 암컷과 수컷으로부터 만들어지는 각각의 생식 세포의 결합을 통해 1개체의 자손을 만드는 유성 생식이다. 무성 생식에 비해 수적으로 생산 효율은 매우 떨어지지만 자손들이

가지는 유전적 다양성은 아메바와 비교하여 매우 크다. 표에서와 같이 아메바 3세대 자손은 최초 어버이 세대와 100% 동일한 유전자형을 가지나, 사람의 경우 3세대 자손은 최초 어버이의 유전자형과 다른 유전적 다양성을 가진다. 생식 세포 분열 과정 중 감수 1분열에서 상동 염색체가 세포 중앙에 나란히 정렬되었다가 분리되어 무작위로 각각 다른 딸세포로 들어간다. 그 결과 자손은 어버이와 다른 새로운 조합의 염색체를 가짐으로서 다양성이 나타난다. 그리고 생식 세포간의 수정을 통해 만들어지는 자손의 유전적 다양성도 더욱 증가하게 된다. 유전적 다양성을 가진 자손은 주변 환경의 변화, 질병 등에 대한 저항력을 가질 수 있어 개체군의 높은 생존력 가질 수 있는 장점을 가진다.

[문제II-4]

곰팡이에 의해 급격하게 개체 수가 줄어든 현상은 점진적 변이가 아닌 급격한 변화이므로 진화와 상관없다. 또한 텃세는 개체군내에서의 질서 유지를 위한 상호 작용이며, 곰팡이 발생이라는 환경과의 상호 작용으로 인한 노란색 개구리의 개체수가 줄어든 이유는 텃세와 관련이 없다. 따라서 ㉠의 분석에서 노란색 개구리가 초록색 개구리로 진화되었다는 분석은 타당하지 않으며, ㉡에서 초록색 개구리에 의한 텃세로 그 지역에서 노란색 개구리의 개체 수가 줄어들었다는 분석 또한 타당하지 않다.

3. 2021학년도 수시모집 논술고사채점 기준

문제 I <수학>

문제 I <수학>

[문제 I-1]

- <2점> 이산확률변수 X 의 평균과 분산을 n 과 p 로 표현한다.
- <3점> $np \geq 5, np(1-p) \geq 5$ 에서 이산확률변수 X 의 분포가 근사적으로 정규분포를 따름을 설명한다.
- <5점> 주어진 표준정규분포에 대한 확률을 이용하여 n 과 p 를 구한다.

[문제 I-2]

- <7점> 삼각형의 합동을 이용하여 삼각형 O_1PR 의 넓이를 θ 로 표현한다.
- <8점> 삼각함수의 공식과 치환적분을 이용하여 $S(\theta)$ 를 적분한다.

[문제 I-3]

- (1) <5점> $\ln f(x)$ 의 관한 함수방정식을 도출한다.
 - <5점> 도함수의 정의를 이용하여 $\ln f(x) = x^2$ 임을 보인다.
- (2) <5점> $g(e)$ 의 값을 정적분으로 표현한다.
 - <5점> 치환적분과 부분적분을 이용하여 $g(e)$ 를 구한다.
- (3) <10점> 치환과 정적분, 미분의 성질을 이용하여 $h(x)$ 를 구한다.
 - <5점> 접선의 방정식을 이용하여 a 값을 구한다.

문제 II <물리>

[문제 II-1]

- (1) (5점) 다음 내용이 논리적으로 서술되어 있으면 해당되는 부분 점수를 부여한다.
 - <1점> 물체를 연직 위로 던질 때 시간과 높이의 관계가 2차 함수로 표현된다.
 - <1점> 시간에 따른 A와 B의 높이가 ‘블록한 정도’가 같은 2차 함수로 표현된다.
 - <3점> ‘블록한 정도’가 같은 2차 함수는 만나지 않거나 한 번만 만나므로, A와 B가 같은 높이에

위치하는 순간은 두 번 이상 존재하지 않는다.

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

(2) (10점) 다음 내용이 논리적으로 서술되어 있으면 해당되는 부분 점수를 부여한다.

<5점> A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 한 번 존재하는 상황을 조건에 따라 구분한다.

<5점> 각 상황에서 그래프(혹은 서술 또는 계산)를 통해 B가 A보다 늦게 바닥에 닿음을 밝힌다.

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

(3) (10점)

다음 내용이 논리적으로 서술되어 있으면 해당되는 부분 점수를 부여한다.

<5점> v_B 가 최댓값을 갖는 상황에서 A와 B는 동시에 바닥에 닿는다.

<2점> A가 바닥에 닿을 때까지 걸리는 시간은 $\frac{2v_A}{g}$ 이다.

<3점> v_B 의 최댓값은 $v_A - \frac{1}{2}gt_0$ 이다.

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

[문제 II-2]

(1) (10점)

다음 내용이 논리적으로 서술되어 있으면 해당되는 부분 점수를 부여한다.

<3점> 막대자석이 낙하를 시작하는 높이가 증가하면 발생하는 유도 기전력이 커진다.

<1점> 발광 다이오드에 방출되는 빛의 파장이 커질수록 진동수는 작아진다.

<2점> 발광 다이오드의 에너지 띠 간격이 커질수록 발생하는 빛의 진동수는 증가한다.

<4점> 발광 다이오드가 켜지기 위해 적색, 녹색, 청색의 순서대로 더 큰 유도 기전력이 필요하다.

(2) (5점)

다음 내용이 논리적으로 서술되어 있으면 해당되는 부분 점수를 부여한다.

<3점> 막대자석이 코일 통과 전 코일에 가까워지는 상황과 코일 통과 후 코일에서 멀어지는 상황에 대해 서로 반대 방향의 유도 기전력이 코일에 형성된다.

<2점> 막대자석이 코일을 통과하면서 발광 다이오드에는 순방향의 전압이 반드시 한 번 걸린다.

문제 II <화학>

[문제 II-1]

(1) <총 14점>

오비탈, 양자수의 개념과 몰 개념을 이해하고 전자쌍 반발 이론을 이용하여 분자를 이루는 원소와 분자구조를 논리적으로 추론하였으면 14점

(2) <총 6점>

전기 음성도와 쌍극자 모멘트의 개념을 이해하고 분자의 극성을 명확히 설명하였으면 6점

[문제 II-2]

(1) <총 10점>

중화 반응과 구경꾼 이온의 개념과 몰 개념을 이해하고 각 용액에 존재하는 이온들의 합의 비를 명확히 설명하였으면 10점

(2) <총 10점>

중화 반응과 구경꾼 이온의 개념과 몰 개념을 이해하고 염산과 브로민산의 농도 비를 명확히 설명하였으면 10점

문제 II <생명과학>

[문제 II-1]

(1) (5점)

<2점> 연역적 탐구 방법임을 제시

<3점> 가설을 설정하고 이 가설에 대하여 실험을 수행하여 나온 결과를 바탕으로 가설을 입증해 나가는 과정임을 논리적으로 서술

(2) (5점)

<2점> 대조군 설정을 위한 것임을 제시

<3점> 대조군의 필요성을 논리적으로 서술

[문제-2] (10점)

<5점> 근육 운동과 에너지와의 상관관계를 논리적으로 서술

<5점> 세포 내 미토콘드리아의 수가 적을 경우 ATP 생산량이 감소함을 논리적으로 서술

[문제-3] (10점)

<7점> 유성생식을 통한 유전적 다양성을 논리적으로 서술

<3점> 다양성 획득에 의한 개체군 유지, 진화적 관점의 장점을 논리적으로 서술

[문제-4] (10점)

<5점> ㉠의 오류에 대하여 논리적으로 서술

<5점> ㉡의 오류에 대하여 논리적으로 서술

4. 2021학년도 수시모집 논술고사출제 의도

문제 I <수학>

문제 I 수학에서는 고등학교 교육과정의 이산확률변수, 이항분포와 정규분포의 관계, 도함수의 정의 및 활용, 치환적분과 부분적분을 포함한 정적분의 활용 등의 기본 개념을 종합적으로 잘 이해하고 응용할 수 있는지를 파악할 수 있는 문제를 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.

문제 II <물리>

문제 II 과학-물리에서는 고등학교 물리학I에서 다루는 ‘힘과 운동’, ‘전자기 유도’, ‘반도체와 에너지띠’, ‘다이오드의 원리’ 등의 내용을 바탕으로 실생활에서 경험 가능한 여러 상황을 제시하고,

문제에 대한 답을 고등학교 물리학I의 범주 내에서 찾는 능력을 시험한다. 물리 법칙 또는 공식을 기계적으로 대입하여 수치를 얻는 종래의 평가 방법을 벗어나고자 제시문과 문제에서 주어진 정보를 토대로 논리적이고, 효율적으로 문제의 해결책을 탐색하는 과정을 평가할 수 있는 문항을 출제하였다. 논제 II-1에서는 연직 위로 던진 공의 높이와 시간이 포물선 형태의 2차 함수로 표현된다는 기초 사실에 입각하여 수식 활용 없이 그래프를 통해 각 문항에서 요구하는 답을 손쉽게 구할 수 있다. 결과를 그래프로 표현하거나 그래프를 이용하여 문제의 답에 접근하는 전략은 물리 사고 능력에 있어 핵심적인 요소이다. 논제 II-2에서는 ‘전자기 유도’, ‘에너지띠’, ‘다이오드’ 등 현대 과학기술의 발전에 있어 가장 중요한 물리 개념에 대한 이해를 통합적으로 평가하는 문항이다. 논제 II-1과 같이 수식 활용보다는 수험생이 알고 있는 각 물리 개념의 논리적 서술 능력에 중점을 둔다.

논제 II <화학>

논제 II-1는 고등학교 화학 I의 교육과정에서 다루는 원자의 전자배치 및 양성자의 특성을 통한 원소의 종류를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 화학식량과 현대적 원자 모형인 양성자, 오비탈의 개념을 정확하게 이해하고 다전자 원자의 전자 배치 및 분자의 입체적인 구조를 이해하고 있는 지를 종합적으로 평가하고자 하였다. 또한 전자 친화도를 기반으로 한 쌍극자 모멘트의 개념과 각각의 공유결합의 쌍극자 모멘트의 합으로 나타내어지는 분자의 극성 유무를 유추하는 능력을 파악하고자 하였다.

논제 II-2는 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 산염기의 중화반응을 이용하여 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 설명하는 능력을 파악하고자 하였으며 산염기의 중화반응으로 생성되는 물분자수 등을 통해 평가하고자 하였다.

각 제시문은 고등학교 교과서를 기본으로 하여 제시하였고 교육 과정을 충실히 따르고 제시문을 정확하게 이해할 수 있는 학생들을 대상으로 출제하였다. 각 영역에 대한 단편적인 지식의 습득 유무보다는 각 영역에 대한 기본적인 개념의 이해를 바탕으로 한 통합적인 사고 및 활용 능력을 파악하고자 하였다.

논제 II <생명과학>

논제 II-1은 생명의 특성과 생명현상에 대한 과학적 탐구방법을 설명할 수 있는지와 연역적 탐구 방법에서 가설로부터 결과를 도출하는 과정에서 대조군의 중요성을 논리적으로 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다.

논제 II-2는 생명 활동에 필요한 에너지 이용 측면에서 조직세포 내의 미토콘드리아의 산소 호흡량을 이해하여 근육 세포를 예시로 제시함으로써 학생들이 이를 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

논제 II-3은 생명 현상의 특성 중 유성 생식과 무성 생식의 차이를 이해하고 있는지와 이러한 생식의 방법을 유전 다양성과 연계하여 논제를 논리적으로 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다.

논제 II-4는 개체군내의 상호 작용과 진화를 구분하여 이해하고 설명할 수 있는지를 평가하기 위하여 급격하게 변화한 개체군 변이 현상을 예시로 제시하여 학생들이 급격한 변화와 점진적 변화에 의한 진화의 특성 및 개체군내의 질서유지를 위한 상호작용을 이해하고 자연의 현상을 타당하게 분석하여 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

5. 2021학년도 수시모집 논술고사문항 해설

문제 I <수학>

문제 I 수학의 첫 번째 문제 I-1에서는 이항분포를 따르는 이산확률변수의 평균과 분산을 구하고, n 이 충분히 클 때 이항분포를 정규분포로 근사됨을 이해하여 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 문제 I-2에서는 삼각형의 합동, 삼각비 및 사인법칙을 이용하여 구하려는 삼각형의 넓이를 논리적으로 제시하고 주어진 정적분을 치환적분을 이용하여 계산할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 문제 I-3 (1)에서는 도함수의 정의를 이용하여 주어진 함수방정식을 풀 수 있는 능력을 평가하고자 하였으며 문제 I-3 (2)에서는 정적분에 대한 치환적분과 부분적분을 이용하여 원하는 값을 계산할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 문제 I-3 (3)에서는 적분과 미분의 관계를 이해하여 함수 $h(x)$ 와 접선의 방정식을 구할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

| 도서명 | 저자 | 발행처 | 발행년도 | 쪽수 | 관련자료 | 재구성여부 |
|-------|-----------|------|------|-----|--------|-------|
| 확률과통계 | 김원경 외 14명 | 비상교육 | 2020 | 83 | 제시문[가] | X |
| 미적분 | 이준열 외 7명 | 천재교육 | 2019 | 89 | 제시문[나] | X |
| 수학 2 | 이준열 외 9명 | 천재교육 | 2019 | 153 | 제시문[다] | X |
| 미적분 | 황선욱 외 8명 | 미래엔 | 2019 | 153 | 제시문[라] | X |
| 수학 2 | 김원경 외 14명 | 비상교육 | 2019 | 114 | 제시문[마] | X |

문제 II <물리>

문제 II 과학-물리의 문제 II-1에서는 시간 간격을 두고 연직 위로 던진 두 개의 공이 겪을 수 있는 여러 상황을 세부 문항으로 출제하였다. 높이와 시간이 포물선 형태의 2차 함수로 표현된다는 기초 사실에 입각하여 그래프를 통해 각 문항에서 요구하는 문제를 해결할 수 있다. 각 상황에 대해 논리적 서술 또는 수식을 통해서도 동일한 답을 구할 수 있으므로 수험생의 사고 체계에 따라 다양한 풀이가 가능한 문항이다.

문제 II-2에서는 ‘전자기 유도’, ‘에너지띠’, ‘다이오드’ 등의 이해를 바탕으로 문항에서 설명된 실험 결과를 설명한다. 첫 번째 세부 문항에서는 막대자석이 낙하를 시작하는 높이가 증가하면 발생하는 유도 기전력이 커진다는 점과 발광 다이오드가 켜지기 위해 적색, 녹색, 청색의 순서대로 더 큰 유도 기전력이 필요하다는 점에 대한 이해가 필요하다. 두 번째 세부 문항에서는 막대자석이 코일 통과 전 코일에 가까워지는 상황과 코일 통과 후 코일에서 멀어지는 상황에 대해 렌츠의 법칙에 따라 서로 반대 방향의 유도 기전력이 코일에 형성되므로, 막대자석이 코일을 통과하면서 발광 다이오드에는 순방향의 전압이 반드시 한 번 걸린다는 점에 대한 이해가 필요하다.

| 도서명 | 저자 | 발행처 | 발행년도 | 쪽수 | 관련자료 | 재구성여부 |
|-----------|----------|------|------|-----|---------|-------|
| 고등학교 물리학I | 곽영직 외 3인 | 와이비엠 | 2018 | 17 | 제시문 [가] | ○ |
| 고등학교 물리학I | 곽영직 외 3인 | 와이비엠 | 2018 | 17 | 제시문 [나] | ○ |
| 고등학교 물리학I | 김영민 외 7인 | 교학사 | 2019 | 142 | 제시문 [다] | ○ |
| 고등학교 물리학I | 김영민 외 7인 | 교학사 | 2019 | 144 | 제시문 [다] | ○ |
| 고등학교 물리학I | 강남화 외 5인 | 천재 | 2018 | 176 | 제시문 [라] | ○ |
| 고등학교 물리학I | 강남화 외 5인 | 천재 | 2018 | 150 | 제시문 [마] | ○ |
| 고등학교 물리학I | 이상연 외 4인 | 금성 | 2018 | 103 | 제시문 [바] | ○ |
| 고등학교 물리학I | 강남화 외 5인 | 천재 | 2018 | 112 | 제시문 [사] | ○ |

논제 II <화학>

논제 II-1는 고등학교 화학 I의 교육과정에서 다루는 원자의 전자배치 및 양성자의 특성을 통한 원소의 종류를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 화학식량과 현대적 원자 모형인 양성자, 오비탈의 개념을 정확하게 이해하고 다전자 원자의 전자 배치 및 분자의 입체적인 구조를 이해하고 있는 지를 종합적으로 평가하고자 하였다. 또한 전자 친화도를 기반으로 한 쌍극자 모멘트의 개념과 각각의 공유결합의 쌍극자 모멘트의 합으로 나타내어지는 분자의 극성 유무를 유추하는 능력을 파악하고자 하였다.

논제 II-2는 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 산염기의 중화반응을 이용하여 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 설명하는 능력을 파악하고자 하였으며 산염기의 중화반응으로 생성되는 물분자수 등을 통해 평가하고자 하였다.

| 도서명 | 저자 | 발행처 | 발행년도 | 쪽수 | 관련자료 | 재구성여부 |
|-------|-------|--------|-------|----------------|--------|-------|
| 화학 I | 이상권 외 | 지학사 | 2018 | 30,58 | 제시문[가] | ○ |
| | 하윤경 외 | 금성출판사 | 2018 | 30,59 | | |
| | 강대훈 외 | 와이비엠 | 2018 | 36,72 | | |
| | 황성용 외 | 동아출판 | 2018 | 30,60 | | |
| | 홍훈기 외 | 교학사 | 2018 | 28,59 | | |
| | 박종석 외 | 비상교육 | 2018 | 28,58 | | |
| | 노태희 외 | 천재교육 | 2018 | 26,61 | | |
| | 장낙한 외 | 상상아카데미 | 2018 | 32,64 | | |
| 화학 I | 이상권 외 | 지학사 | 2018 | 62-70 | 제시문[나] | ○ |
| | 하윤경 외 | 금성출판사 | 2018 | 66-73 | | |
| | 강대훈 외 | 와이비엠 | 2018 | 80-87 | | |
| | 황성용 외 | 동아출판 | 2018 | 66, 70-71, 146 | | |
| | 홍훈기 외 | 교학사 | 2018 | 66-77 | | |
| | 박종석 외 | 비상교육 | 2018 | 60-67 | | |
| | 노태희 외 | 천재교육 | 2018 | 68-74 | | |
| | 장낙한 외 | 상상아카데미 | 2018 | 72-76 | | |
| 최미화 외 | 미래엔 | 2018 | 72-77 | | | |
| 화학 I | 이상권 외 | 지학사 | 2018 | 120-122 | 제시문[다] | ○ |
| | 하윤경 외 | 금성출판사 | 2018 | 121-124 | | |
| | 강대훈 외 | 와이비엠 | 2018 | 145-147 | | |
| | 황성용 외 | 동아출판 | 2018 | 142-145 | | |
| | 홍훈기 외 | 교학사 | 2018 | 120-124 | | |

| | | | | | | |
|------|-------|--------|------|---------|--------|---|
| | 박종석 외 | 비상교육 | 2018 | 115-116 | | |
| | 노태희 외 | 천재교육 | 2018 | 132-136 | | |
| | 장낙한 외 | 상상아카데미 | 2018 | 130-135 | | |
| | 최미화 외 | 미래엔 | 2018 | 130-131 | | |
| 화학 I | 이상권 외 | 지학사 | 2018 | 133-139 | 제시문[라] | ○ |
| | 하윤경 외 | 금성출판사 | 2018 | 125-130 | | |
| | 강대훈 외 | 와이비엠 | 2018 | 148-156 | | |
| | 황성용 외 | 동아출판 | 2018 | 146-151 | | |
| | 홍훈기 외 | 교학사 | 2018 | 128-135 | | |
| | 박종석 외 | 비상교육 | 2018 | 123-128 | | |
| | 노태희 외 | 천재교육 | 2018 | 138-143 | | |
| | 장낙한 외 | 상상아카데미 | 2018 | 139-148 | | |
| 화학 I | 최미화 외 | 미래엔 | 2018 | 134-141 | 제시문[마] | ○ |
| | 이상권 외 | 지학사 | 2019 | 27-42 | | |
| | 하윤경 외 | 금성출판사 | 2019 | 29-43 | | |
| | 강대훈 외 | 와이비엠 | 2019 | 35-57 | | |
| | 황성용 외 | 동아출판 | 2019 | 29-38 | | |
| 화학 I | 장낙한 외 | 상상아카데미 | 2019 | 31-50 | 제시문[바] | ○ |
| | 이상권 외 | 지학사 | 2019 | 168-174 | | |
| | 하윤경 외 | 금성출판사 | 2019 | 149-165 | | |
| | 강대훈 외 | 와이비엠 | 2019 | 174-187 | | |
| | 황성용 외 | 동아출판 | 2019 | 172-183 | | |
| | 장낙한 외 | 상상아카데미 | 2019 | 167-178 | | |

문제 II <생명과학>

문제 II-1은 생명 현상의 과학적 탐구방법 중 연역적 탐구방법과 귀납적 탐구방법을 이해하고 있는지와 가설로부터 결과를 도출하는 과정에서 대조군의 중요성을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 문제 II-2는 음식물 섭취로부터 생명활동에 필요한 ATP의 생산과정을 이해하고 미토콘드리아에서의 산소 호흡을 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 문제 II-3은 유성 생식과 무성 생식의 차이를 이해하고 이들 생식 방법과 유전적 다양성과의 관계를 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 문제 II-4는 개체군내의 상호 작용과 진화를 구분하여 이해하고 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

| 도서명 | 저자 | 발행처 | 발행년도 | 쪽수 | 관련자료 | 재구성 여부 |
|-------|-------|-----|------|--------------|------------|--------|
| 생명과학I | 전상학 외 | 지학사 | 2018 | 22-25 | 제시문[가] | O |
| 생명과학I | 오현선 외 | 미래N | 2018 | 26-28 | 제시문[가] | O |
| 생명과학I | 권혁빈 외 | 교학사 | 2018 | 22-24 | 제시문[가] | O |
| 생명과학I | 심규철 외 | 비상 | 2018 | 15-18 | 제시문[가] | O |
| 생명과학I | 오현선 외 | 미래N | 2018 | 28-45 | 제시문[나],[다] | O |
| 생명과학I | 권혁빈 외 | 교학사 | 2018 | 33-36, 38 | 제시문[나],[다] | O |
| 생명과학I | 심규철 외 | 비상 | 2018 | 35-40 | 제시문[나],[다] | O |
| 생명과학I | 전상학 외 | 지학사 | 2018 | 34-40, 44 | 제시문[나],[다] | O |
| 생명과학I | 오현선 외 | 미래N | 2018 | 132-137 | 제시문[라] | O |
| 생명과학I | 권혁빈 외 | 교학사 | 2018 | 128-133 | 제시문[라] | O |
| 생명과학I | 심규철 외 | 비상 | 2018 | 126-129 | 제시문[라] | O |
| 생명과학I | 전상학 외 | 지학사 | 2018 | 124-125 | 제시문[라] | O |
| 생명과학I | 오현선 외 | 미래N | 2018 | 174-175, 195 | 제시문[마],[바] | O |
| 생명과학I | 권혁빈 외 | 교학사 | 2018 | 167, 184-185 | 제시문[마],[바] | O |
| 생명과학I | 심규철 외 | 비상 | 2018 | 137, 176-177 | 제시문[마],[바] | O |
| 생명과학I | 전상학 외 | 지학사 | 2018 | 131, 168-171 | 제시문[마],[바] | O |