

---

# 2021학년도 수시 논술우수자전형 논술고사 기출문제

---

---

<의학계>

2020.12.7.(월) 오후 실시

---



경희대학교 입학처

# 1. 2021학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

## 논제 I <수학>

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

[가] 두 수열  $\{a_n\}$ 과  $\{b_n\}$ 이 수렴하고  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$ ,  $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = \beta$  ( $\alpha, \beta$ 는 실수)일 때,

(1) 모든 자연수  $n$ 에 대하여  $a_n \leq b_n$ 이면  $\alpha \leq \beta$ 이다.

(2) 수열  $\{c_n\}$ 이 모든 자연수  $n$ 에 대하여  $a_n \leq c_n \leq b_n$  이고  $\alpha = \beta$ 이면, 수열  $\{c_n\}$ 은 수렴하고  $\lim_{n \rightarrow \infty} c_n = \alpha$ 이다.

[나] 좌표평면 위의 두 점  $A(x_1, y_1)$ ,  $B(x_2, y_2)$  사이의 거리는

$$\overline{AB} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

[다] 점  $(x_1, y_1)$ 과 직선  $ax + by + c = 0$  사이의 거리  $d$ 는

$$d = \frac{|ax_1 + by_1 + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}}$$

[라] 함수  $f(x)$ 가 닫힌구간  $[a, b]$ 에서 연속일 때, 곡선  $y = f(x)$ 와  $x$ 축 및 두 직선  $x = a$ ,  $x = b$ 로 둘러싸인 도형의 넓이  $S$ 는

$$S = \int_a^b |f(x)| dx$$

[마] 닫힌구간  $[a, b]$ 에서  $x$ 좌표가  $x$ 인 점을 지나고  $x$ 축에 수직인 평면으로 자른 단면의 넓이가  $S(x)$ 인 입체도형의 부피  $V$ 는

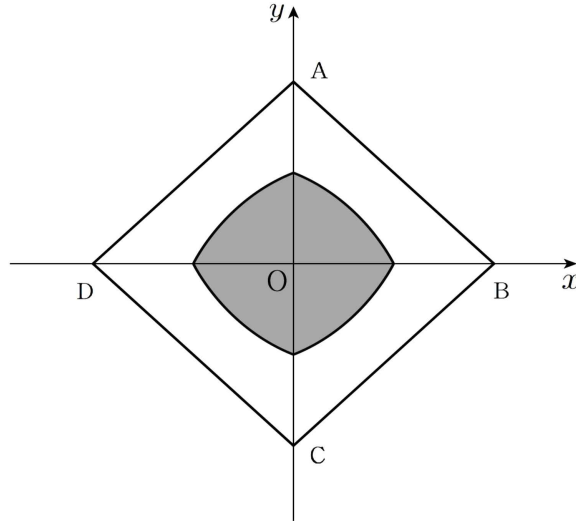
$$V = \int_a^b S(x) dx$$

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

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

[논제 I] 제시문 [가]~[바]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

[논제 I-1]



[그림 1]

[그림 1]과 같이 좌표평면 위에 네 점  $A(0,1)$ ,  $B(1,0)$ ,  $C(0,-1)$ ,  $D(-1,0)$ 을 꼭짓점으로 하는 마름모가 있다. 이 마름모 내부의 점들 중에서, 그 점과 원점  $O$  사이의 거리가 그 점과 가장 가까운 마름모의 변까지 거리의  $\sqrt{2}$ 배가 되는 점들이 나타내는 곡선으로 둘러싸인 도형을  $R$ 이라 하자.

- (1)  $R$ 의 넓이를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)
- (2)  $R$ 을 밑면으로 하고,  $x$ 축에 수직인 평면으로 자른 단면이 반원이 되는 입체도형이 있다. 이 입체도형의 부피를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

[문제 I-2] 실수  $k(0 \leq k \leq 2)$ 와 자연수  $n$ 에 대하여 아래와 같은 수열  $\{a_n\}$ 이 있다.

$$a_n = \int_0^k \frac{x^n (x-k)^n}{n!} e^x dx$$

(단,  $n! = n(n-1)(n-2) \times \dots \times 3 \times 2 \times 1$ )

- (1) 극한  $\lim_{n \rightarrow \infty} |a_n|$ 을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)
- (2)  $a_1, a_2, a_3, a_4$ 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (20점)

### 문제 II <물리>

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

[가] 직선상에서 속력이 일정하게 증가하거나 감소하는 물체의 운동을 등가속도 직선 운동이라고 한다. 등가속도 직선 운동을 하는 물체의 속도-시간 그래프는 기울기가 일정한 직선을 나타내고, 위치-시간 그래프는 이차함수, 즉 포물선 모양을 나타낸다.

[나] 질량이  $m$ 이고 처음 속력이  $v_0$ 인 물체에 알짜힘이 작용하여 나중 속력이  $v$ 가 되었을 때 물체에 한 일은  $W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ 이다. 이는 물체에 해 준 일이 물체의 운동 에너지의 변화량과 같다는 것을 의미한다. 이때 일의 단위는 J(줄)이며, 1J은 1N의 힘으로 물체를 1m 이동시킨 일을

나타낸다.

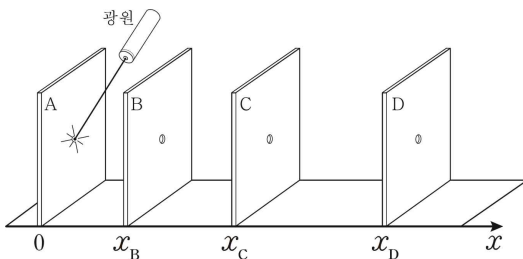
[다] 전기장 내에 단위 양전하가 갖는 전기력에 의한 퍼텐셜 에너지를 그 지점의 전위라고 하고, 전기장 내 두 지점 사이의 전위의 차를 전위차 또는 전압이라고 한다. 두 평행판 사이의 전위차가  $V$ 일 때, 전하량이  $+q$ 인 전하를 전기력에 거슬러 옮기기 위해서는  $W=qV$  만큼의 일을 해 주어야 한다. 예를 들어 전자 하나를 전위차가  $1V$ 인 두 점 사이에서 전기력에 거슬러 옮기는 데 필요한 일은  $1.6 \times 10^{-19} J$  또는  $1eV$ (전자볼트)이다.

[라] 아인슈타인은 빛을 연속적인 파동의 흐름이 아니라 진동수에 비례하는 에너지를 갖는 불연속적인 에너지 입자의 흐름으로 가정함으로써 광전 효과의 실험 결과를 모두 설명할 수 있었다. 그 불연속적인 에너지 입자를 광자라고 한다. 진공 속에서 빛의 속력을  $c$ , 빛의 파장을  $\lambda$ 라고 하면, 광자 하나의 에너지는  $E = \frac{hc}{\lambda}$ 와 같고, 여기서  $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$ 로 플랑크 상수이다.

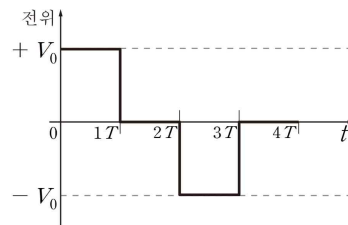
[마] 광전효과에 의해 금속 표면에서 전자가 튀어나오게 할 때 필요한 최소한의 에너지를 일함수라고 하며  $W_0$ 으로 나타낸다. 광자의 에너지값이  $W_0$ 보다 클 때 금속판으로부터 나오는 전자의 최대 운동 에너지는  $E_k = \frac{hc}{\lambda} - W_0$ 이며, 광자의 에너지값이  $W_0$ 보다 작을 때는 전자가 방출되지 않는다.

[문제 III] 제시문 [가]~[마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

[그림 1]은 평행한 금속판 사이의 전기장을 이용해 전자를 가속시키는 장치를 나타낸 것이다. 금속판 A, B, C, D를  $x$ 축과 수직으로 서로 평행하게 각각  $x=0, x_B, x_C, x_D$ 에 배치하였고, 광원을 설치하여 A에 빛을 쬐일 수 있게 하였다. A를 제외한 나머지 B, C, D의 중앙에는 전자가 통과할 수 있는 작은 구멍이 있다. A, D,  $x > x_D$ 인 영역의 전위는  $0V$ 로 유지하고, B와 C의 전위를 [그림 2]와 같이 시간  $t$ 에 따라 변화시켰다. 단, 각 금속판의 두께는 무시하고, 구멍에서의 전위는 금속판의 전위와 같으며, 금속판 사이의 전기장은 균일하다. 장치 전체는 진공상태이고, 전자기파의 발생이나 상대론적 효과는 무시한다.



[그림 1]



[그림 2]

(1)  $t=0$ 부터  $t=4T$ 까지 위치  $x$ 에 대한 전위  $V$ 의 그래프를 시간 구간  $0T \sim 1T, 1T \sim 2T, 2T \sim 3T, 3T \sim 4T$ 로 각각 구분하여 그리고, 그 근거를 논술하시오. (6점)

(2) A의 중앙에 짧은 시간 동안 파장 250 nm인 빛을 쏘았다. 이때 A에서 전자가 튀어나온다면 이 순간 전자의 최대 운동 에너지  $E_k$ 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. 만약 전자가 튀어나오지 않는다면 그 이유에 대해 논술하시오. 단, A를 이루는 금속의 일함수  $W_0$ 은 4.50 eV이고, 플랑크 상수  $h$ 는  $6.63 \times 10^{-34}$  J·s 또는  $4.14 \times 10^{-15}$  eV·s이다. (7점)

(3) A의 중앙에 파장이  $\lambda$ 인 빛을 쏘아  $t=0$ 일 때 질량  $m$ , 전하량  $q$ 인 광전자가 최대 운동 에너지로 튀어나왔다. 이 전자가 시간  $t=1T, 2T, 3T$ 일 때 B, C, D의 구멍을 각각  $v_B, v_C, v_D$ 의 속도로 통과하였다. 시간  $0 \leq t \leq 4T$  범위에서 전자의 위치  $x$ 와 속도  $v$ 를 시간  $t$ 에 대한 그래프로 각각 그리고, 그 근거를 논술하시오. (7점)

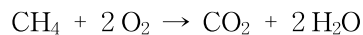
(4) 문제 (3)의 상황에서 A부터 D까지 거리  $x_D$ 를 변수  $T, \lambda, V_0$ 을 이용하여 구하고, D에서 전자의 운동 에너지  $E_D$ 는 변수  $\lambda, V_0$ 을 이용하여 구하고, 그 근거를 논술하시오. 단, 전자의 질량은  $m$ , 전하량은  $q$ , 금속의 일함수는  $W_0$ , 플랑크 상수는  $h$ , 진공에서 빛의 속력은  $c$ 로 한다. (13점)

(5) 전자의 운동 에너지  $E_D$ 를 높이기 위해  $V_0$ 을 바꾸려 한다.  $V_0$ 을 증가시킴에 따라 장치의 전체 길이  $x_D$ 에 미치는 영향을 문제 (4)의 결과를 근거로 논술하시오. (7점)

## 문제 II <화학>

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

[가] 화학 반응식은 화학식과 기호를 사용하여 화학 반응을 나타낸 식이다. 화살표의 왼쪽에 반응물을, 오른쪽에 생성물을 표기한다. 아래는 화학 반응식의 예이다.



화학 반응식을 통해 반응물과 생성물의 종류를 알 수 있으며, 물질의 양(mol), 분자 수, 질량, 기체의 부피 등의 양적 관계도 파악할 수 있다.

[나] 기체 상태에서는 분자를 구성하는 원자의 수가 다르더라도 온도와 압력이 같은 조건에서 같은 부피에 같은 양(mol)의 분자가 포함되어 있다. 이를 아보가드로 법칙이라고 하며 0°C, 1기압에서 기체 분자 1몰, 즉  $6.02 \times 10^{23}$ 개의 분자가 차지하는 부피는 기체의 종류와 관계없이 22.4 L로 일정하다.

[다] 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. 용액의 부피는 온도에 따라 변하므로 몰 농도는 온도에 따라 달라진다. 온도 변화와 관계없이 일정한 농도 값이 필요할 때에는 몰 농도 대신 몰랄 농도를 사용한다. 몰랄 농도는 용매 1 kg에 녹아 있는 용질의 양을 나타내며, 단위는  $m$  또는

mol/kg을 사용한다.

**[라]** 산화수란 공유 결합 물질에서 전기 음성도가 더 큰 원자로 공유 전자쌍이 완전히 이동한다고 가정할 때 각 원자가 갖게 되는 가상의 전하이다. 전자를 잃은 상태는 (+)부호를 사용하고 전자를 얻은 상태는 (-)부호를 사용하여 나타낸다. 예를 들어 물 분자에서 산소는 수소보다 전기 음성도가 더 크므로 공유 전자쌍이 모두 산소로 이동한다고 가정하면 산소는 2개의 수소로부터 각각 전자 1개씩 얻는 것이고 수소는 전자 1개를 잃은 것이다. 따라서 산소의 산화수는 -2이고 수소의 산화수는 +1이다. 화학 반응에서 전자를 잃는 것은 산화이고 전자를 얻는 것은 환원이다. 산화와 환원은 전자를 주고받는 반응이기 때문에 항상 동시에 일어나므로 한 원자의 산화수가 증가하면 다른 원자의 산화수가 감소한다. 따라서 환원되는 물질은 다른 물질을 산화시키므로 산화제라고 하고, 반대로 산화가 되는 물질은 다른 물질을 환원시키므로 환원제라 한다.

**[마]** 기체의 부피는 기체의 몰수와 절대 온도에 비례하고 압력에 반비례한다. 이를 비례 상수( $R$ )를 이용하여 정리하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있고, 이 식을 이상 기체 방정식이라고 한다.

$$PV = nRT \quad (R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1})$$

기체 1몰은 0°C, 1기압에서 22.4 L의 부피를 가지므로 이를 대입하면  $R$ 값을 구할 수 있다. 이  $R$ 을 기체 상수라고 한다.

**[바]** 비휘발성, 비전해질 용질이 녹아 있는 묽은 용액의 증기 압력 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, 삼투압은 용질의 종류에는 관계없이 용액에 녹아 있는 용질의 입자 수로 결정된다. 이러한 묽은 용액의 성질을 용액의 총괄성이라고 한다. 예를 들어, 반투막을 사이에 두고 농도가 묽은 용액의 용매 분자가 농도가 더 진한 용액 쪽으로 이동하는 현상을 삼투 현상이라고 하고 외부에서 진한 용액 쪽에 압력을 가하면 삼투 현상을 막을 수 있다. 삼투 현상을 막는 데 필요한 압력을 삼투압이라고 하며, 기호  $\Pi$ 로 나타낸다.

$$\Pi = CRT$$

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

$\text{H}_2\text{SO}_4$ 을 포함하는 수용액에서  $\text{KMnO}_4$ 과  $\text{H}_2\text{O}_2$ 가 반응하면  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ 과  $\text{H}_2\text{O}$ 이 생성된다. (단,  $\text{H}_2\text{O}_2$ 는  $\text{KMnO}_4$ 과만 반응한다.)

- (1) 이 반응의 화학 반응식을 완성하고 산화제 및 환원제가 무엇인지에 대해 논술하시오. (12점)
- (2) 0°C, 1기압에서  $\text{H}_2\text{O}_2$ 와  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 을 포함하는 200 mL의 용액에 31.6 g의  $\text{KMnO}_4$ 을 넣어서 반응시켰다. 이 용액의  $\text{H}_2\text{O}_2$ 와  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 의 몰 농도는 각각 0.25 M와 0.5 M이다. 반응이 완료될 때까지 발생하는 산소( $\text{O}_2$ )의 부피에 대해 논술하시오. (단, H, O, S, K, Mn의 원자량은 각각 1, 16, 32, 39, 55이다.) (8점)

**[문제 II-2]** 제시문 [가]~[다], [마]와 [바]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

㉠은  $\text{C}_n\text{H}_{3n}\text{O}_n$ 의 분자식을 갖는 화합물이다. 15.5 g의 ㉠이 용해된 수용액 500 mL는 27°C에서

아래와 같은 묽은 용액의 성질을 갖는다. (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이고 0°C는 273 K이다.)

순수한 물의 어는점(°C)	0.0
순수한 물의 끓는점(°C)	100.0
$K_f$ (°C/m)	1.86
$K_b$ (°C/m)	0.51
수용액의 밀도(g/cm <sup>3</sup> )	1.031
수용액의 삼투압(기압)	12.3

- (1) 위의 표를 이용해 ㉠의 분자식에 대해 논술하시오. (6점)
- (2) 1기압에서 용액의 어는점과 끓는점에 대해 논술하시오. (단, 각 값은 소수점 셋째 자리를 반올림한다.) (6점)
- (3) 40 L의 부피를 갖는 밀폐된 용기에 6.2 g의 ㉠과 17.6 g의 O<sub>2</sub>가 채워져 있다. ㉠을 완전히 연소시킨 후 용기 내부의 온도를 127°C로 유지하였다. 밀폐된 용기 내에 존재하는 각 기체의 분압에 대해 논술하시오. (8점)

## 논제 II <생명과학>

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

**[가]** 효소의 입체 구조와 활성은 온도, pH, 저해제 등의 영향을 받아 변화될 수 있다. 저해제는 효소의 활성 부위에 기질과 서로 경쟁적으로 결합하거나, 활성 부위 이외의 다른 부분에 결합해서 활성 부위의 구조를 변화시키는 방식으로 효소의 활성을 저해한다. 또한 효소의 농도가 일정한 경우, 기질의 농도가 증가할수록 초기 반응 속도가 증가한다. 그러나 기질의 농도가 일정 수준에 도달하면 모든 효소가 기질과 결합하여 포화 상태가 되기 때문에 초기 반응 속도가 더 이상 증가하지 않는다.

**[나]** 식물의 광합성은 물과 이산화 탄소로부터 포도당을 합성하는 과정으로 엽록체에서 일어나며, 명반응과 캘빈 회로(암반응)의 두 단계로 진행된다. 명반응은 틸라코이드 막에 있는 광계, 전자 전달계, ATP 합성 효소에 의해 일어나며, 빛에너지를 이용하여 H<sup>+</sup>의 농도 기울기를 형성하고 이를 통해 ATP를 합성한다.

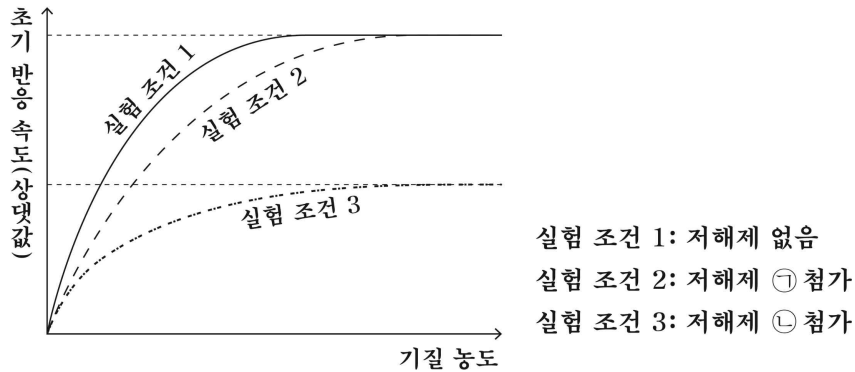
**[다]** 멘델 집단은 ①교배가 무작위로 일어나며 ②돌연변이가 발생하지 않고 ③자연 선택이 일어나지 않으며 ④개체군의 크기가 충분히 크고 ⑤개체군에서 개체의 이입과 이출이 일어나지 않는 조건을 충족한다. 이러한 멘델 집단은 세대를 거듭하여도 대립유전자의 빈도와 유전자형의 빈도가 변하지 않는 하디-바인베르크 평형 상태를 유지한다.

**[라]** DNA는 세포가 분열하기 전 간기에 복제된다. 세포 분열 전기의 염색체는 두 가닥으로 이루어져 있는데, 각각의 가닥을 염색 분체라 한다. 하나의 염색체를 이루고 있는 2개의 염색 분체는 같은 DNA로부터 복제되어 동일한 유전 정보를 가지고 있다. 감수 분열 과정은 상동 염색체가 분리되는 감수 1분열과 염색 분체가 분리되는 감수 2분열로 구성된다.

[마] 정상인의 공복 혈당량은 약 90 mg/dL의 농도로 유지된다. 혈당량이 정상치보다 낮으면 조직 세포가 생명 활동에 필요한 에너지를 충분히 생산할 수 없고, 혈당량이 정상치보다 높으면 당뇨병이 유발될 수 있다. 혈당량은 인슐린과 글루카곤의 길항 작용 등에 의해 일정하게 유지된다.

[문제 II-1] 제시문 [가]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

아래 그래프는 세 가지 실험 조건 1~3에서 기질 농도에 따른 효소 A의 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. (단, 각 실험 조건에서 첨가하는 효소 A의 농도와 저해제의 농도는 각각 일정하다.)



(1) 저해제 ⊕과 저해제 ⊙이 효소 A의 활성을 저해하는 방법의 차이를 논술하시오. (6점)

(2) 실험 조건 2에서 첨가하는 효소 A의 농도를  $\frac{1}{2}$ 로 줄일 경우 초기 반응 속도가 어떻게 변화할지 그래프로 나타내고 그렇게 예측한 이유에 대해 논술하시오. (4점)

[문제 II-2] 제시문 [나]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

햇볕 아래에 놓여 있던 식물을 암실로 옮겼더니, 틸라코이드 내부의 pH가 시간에 따라 증가하다가 일정 수준으로 유지되었다. 틸라코이드 내부의 pH가 이와 같이 변화된 이유를 ATP 생성량과 관련지어 논술하시오. (5점)

[문제 II-3] 제시문 [다]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

멘델 집단 A의 남자 중에서 적록 색맹인 사람의 비율은 2%이다. 집단 A의 여자 중 적록 색맹 보인자의 빈도에 대해 논술하시오. (단, 적록 색맹은 X 염색체에 존재하는 열성 대립유전자에 의해 발현된다.) (6점)

[문제 II-4] 제시문 [라]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

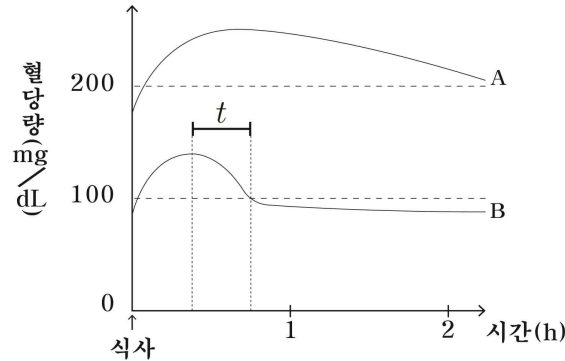
상염색체에 존재하는 3개의 유전자에 대한 유전자형이 DDEeFf인 어떤 대학생이 있다. 아래 표는 이 학생의 생식 세포 분열 과정에서 나타나는 세포 ㉠~㉢에 존재하는 대립유전자 D, e, F의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.

세포	D	e	F
㉠	2	1	1
㉡	2	2	0
㉢	1	0	1

세포 ㉠~㉢의 핵상과 염색체 수 및 생식 세포 분열 단계에 대해 논술하시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (9점)

[문제 II-5] 제시문 [마]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

아래 그림은 당뇨병 환자 A와 정상인 B가 공복 상태에서 식사를 한 후 혈당량의 변화를 시간에 따라 측정한 결과이다.



- (1) 구간  $t$ 에서의 정상인 B의 혈당량 변화를 호르몬과 관련지어 논술하시오. (6점)
- (2) 정상인 B에 비해 당뇨병 환자 A가 항상 높은 혈당량을 나타내는 모든 가능한 이유에 대해 논술하시오. (4점)

## 2. 2021학년도 수시모집 논술고사 예시답안

### 문제 I <수학>

[문제 I-1] (1) 세 점  $O(0,0)$ ,  $A(0,1)$ ,  $B(1,0)$ 을 꼭짓점으로 하는 삼각형을 생각하자. 한 점  $P$ 가 삼각형  $OAB$  내부에 있으면  $P$ 에서 선분  $AB$ 까지 거리는 다른 세 변들까지의 거리보다 짧거나 같다. 삼각형 내부의 점들 중 원점까지 거리가 선분  $AB$ 까지 거리의  $\sqrt{2}$ 배가 되는 점들의 집합을  $S$ 라고 하고 곡선  $S$ 와  $x$ 축,  $y$ 축으로 둘러싸인 도형을  $T$ 라고 하자. 그러면  $T$ 는 도형  $R$ 이 1사분면에 속하는 부분이 된다. 삼각형  $OAB$ 의 내부의 한 점  $(x,y)$ 에서 원점까지 거리와 그 점에서 선분  $AB$ 까지 거리는 각각  $\sqrt{x^2+y^2}$ ,  $\frac{|x+y-1|}{\sqrt{2}}$ 이므로,  $S$ 는

$$\sqrt{x^2+y^2} = |x+y-1|$$

를 만족하는 점들의 집합이다. 양변을 제곱하면  $x^2+y^2 = x^2+y^2+2xy-2x-2y+1$ 이고, 정리하면  $2xy-2x-2y+1=0$ 를 얻는다.  $x \neq 1$ 이므로, 위 식을  $y$ 에 관하여 정리하면,

$$y = \frac{1}{2(x-1)} + 1$$

을 얻는다. 따라서  $T$ 는 유리함수의 그래프  $y = \frac{1}{2(x-1)} + 1$ 와  $x$ 축,  $y$ 축으로 둘러싸인 도형이고, 그 넓이는

$$\int_0^{\frac{1}{2}} \left( \frac{1}{2(x-1)} + 1 \right) dx = \left[ \frac{1}{2} \ln|x-1| + x \right]_0^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}(1 - \ln 2)$$

이다. 구하고자 하는  $R$ 의 넓이는  $T$ 의 넓이의 4배이므로,  $2(1 - \ln 2)$ 이다.

(2)  $x$ 가 0보다 크고  $\frac{1}{2}$ 보다 작을 때,  $x$ 를 지나고  $y$ 축과 나란한 직선이  $S$ 와 만나는 점의  $y$ 좌표가

$y = \frac{1}{2(x-1)} + 1$ 이다. 따라서 문제의 입체도형을  $x$ 축에 수직인 평면으로 잘랐을 때 그 단면의

넓이는  $\frac{\pi}{2} \left( \frac{1}{2(x-1)} + 1 \right)^2$ 이다.  $R$ 이  $y$ 축에 대하여 대칭이므로, 구하는 입체의 부피는

$$2 \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{\pi}{2} \left( \frac{1}{2(x-1)} + 1 \right)^2 dx = \pi \left[ -\frac{1}{4} \frac{1}{(x-1)} + \ln|x-1| + x \right]_0^{\frac{1}{2}} = \pi \left( \frac{3}{4} - \ln 2 \right)$$

이다.

**[문제 I-2]** (1) 구간  $[0, k]$ 에 속하는  $x$ 에 대하여

$$(x-k)^n = (-1)^n (k-x)^n \text{이므로, } |a_n| = \left| (-1)^n \int_0^k \frac{x^n (k-x)^n}{n!} e^x dx \right| = \int_0^k \frac{x^n (k-x)^n}{n!} e^x dx \text{이다.}$$

이차함수  $y = x(k-x)$ 는 최댓값  $\frac{k^2}{4}$ 을 가지므로  $(x(k-x))^n \leq \left(\frac{k^2}{4}\right)^n \leq 1$ 이다. 따라서 구간  $[0, k]$ 에

속하는 모든  $x$ 에 대해  $\left(1 - \frac{x^n (k-x)^n}{n!}\right) \frac{e^x}{n!} = \left(\frac{1}{n!}\right) e^x - \frac{x^n (k-x)^n}{n!} e^x$ 은 0보다 크거나 같다. 그러므로

이 함수를 구간  $[0, k]$ 에서  $x$ 에 대하여 적분하면, 함수의 그래프와  $x$ 축 및 두 직선  $x=0$ ,  $x=k$ 로 둘러싸인 도형의 넓이가 되어 그 값이 0보다 크거나 같게 된다. 이제

$$\int_0^k \left( \frac{1}{n!} \right) e^x - \frac{x^n (k-x)^n}{n!} e^x dx = \frac{1}{n!} \int_0^k e^x dx - \int_0^k \frac{x^n (k-x)^n}{n!} e^x dx = \frac{1}{n!} (e^k - 1) - |a_n| \text{이므로}$$

$$0 \leq |a_n| \leq \frac{1}{n!} (e^k - 1) \text{이다. } 0 \leq k \leq 2 \text{이고, } e^2 - 1 \leq 8 \text{이므로 } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n!} (e^k - 1) \leq \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{8}{n!} = 0 \text{이다.}$$

그러므로  $\lim_{n \rightarrow \infty} |a_n| = 0$ 이다.

(2)  $a_1$ 에서  $f(x) = x(x-k)$ ,  $g'(x) = e^x$ 로 놓으면  $f'(x) = 2x-k$ ,  $g(x) = e^x$ 이므로 부분적분법을 적용하면

$$a_1 = \int_0^k x(x-k)e^x dx = [x(x-k)e^x]_0^k - \int_0^k (2x-k)e^x dx = - \int_0^k (2x-k)e^x dx$$

이다. 이 식에서  $f(x) = 2x-k$ ,  $g'(x) = e^x$ 로 놓고 다시 부분적분법을 적용하면

$$a_1 = - \int_0^k (2x-k)e^x dx = [-(2x-k)e^x]_0^k + \int_0^k 2e^x dx = (-k+2)e^k - (k+2)$$

를 얻는다.

$$a_2 \text{에서 } f(x) = \frac{x^2(x-k)^2}{2}, g'(x) = e^x \text{로 놓으면 } f'(x) = (2x-k)x(x-k), g(x) = e^x \text{이므로}$$

부분적분법을 적용하면

$$a_2 = \left[ \frac{x^2(x-k)^2}{2} e^x \right]_0^k - \int_0^k (2x-k)x(x-k)^2 e^x dx = - \int_0^k (2x-k)x(x-k)^2 e^x dx$$

를 얻는다. 이 식에서  $f(x) = (2x-k)x(x-k)$ ,  $g(x) = e^x$ 로 놓고 다시 부분적분법을 적용하면

$$a_2 = [-2(x-k)x(x-k)e^x]_0^k + \int_0^k (2x(x-k) + (2x-k)^2)e^x dx = \int_0^k (2x(x-k) + 4x(x-k) + k^2)e^x dx$$

이고, 이를 정리하면

$$a_2 = 6 \int_0^k x(x-k)e^x dx + k^2 \int_0^k e^x dx = 6a_1 + k^2(e-1) = (k^2 - 6k + 12)e^k - (k^2 + 6k + 12)$$

이다.

이제 3보다 크거나 같은  $n$ 에 대하여  $u_n(x) = \frac{x^n(x-k)^n}{n!}$  이라고 하자. 이 함수를  $x$ 에 대하여 미분하면

$$u_n'(x) = (2x-k) \frac{x^{n-1}(x-k)^{n-1}}{(n-1)!}$$

이고, 한 번 더 미분하면

$$u_n''(x) = 2 \frac{x^{n-1}(x-k)^{n-1}}{(n-1)!} + (2x-k)^2 \frac{x^{n-2}(x-k)^{n-2}}{(n-2)!}$$

이다. 이 때,  $(2x-k)^2 = 4x(x-k) + k^2$  이고,

$$(4x(x-k) + k^2) \frac{x^{n-2}(x-k)^{n-2}}{(n-2)!} = (4n-4) \frac{x^{n-1}(x-k)^{n-1}}{(n-1)!} + k^2 \frac{x^{n-2}(x-k)^{n-2}}{(n-2)!} \text{ 이므로,}$$

$$u_n''(x) = (4n-2) \frac{x^{n-1}(x-k)^{n-1}}{(n-1)!} + k^2 \frac{x^{n-2}(x-k)^{n-2}}{(n-2)!}$$

이다.

$a_n$ 에서  $f(x) = u_n(x)$ ,  $g'(x) = e^x$ 로 놓고 부분적분법을 적용하면,  $u_n(0) = u_n(k) = 0$ 이므로,

$$a_n = \int_0^k u_n(x)e^x dx = [u_n e^x]_0^k - \int_0^k u_n'(x)e^x dx = - \int_0^k u_n'(x)e^x dx$$

이다. 이 식에서  $f(x) = u_n'(x)$ ,  $g'(x) = e^x$ 로 놓고 부분적분법을 적용하면,  $u_n'(0) = u_n'(k) = 0$ 이므로,

$$a_n = - \int_0^k u_n'(x)e^x dx = [-u_n'(x)e^x]_0^k + \int_0^k u_n''(x)e^x dx = \int_0^k u_n''(x)e^x dx$$

이다. 이제 앞서 구한  $u_n''(x)$  을 대입하면,

$$a_n = \int_0^k u_n''(x)e^x dx = (4n-2) \int_0^k u_{n-1}(x)e^x dx + k^2 \int_0^k u_{n-2}(x)e^x dx = (4n-2)a_{n-1} + k^2 a_{n-2} \cdots \textcircled{1}$$

를 얻는다. 이제 앞서 구한  $a_1, a_2$ 에  $\textcircled{1}$ 을 차례대로 적용하면,

$$a_3 = 10a_2 + k^2 a_1 = (-k^3 + 12k^2 - 60k + 120)e^k - (k^3 + 12k^2 + 60k + 120),$$

$$a_4 = 14a_3 + k^2 a_2 = (k^4 - 20k^3 + 180k^2 - 840k + 1680)e^k - (k^4 + 20k^3 + 180k^2 + 840k + 1680)$$

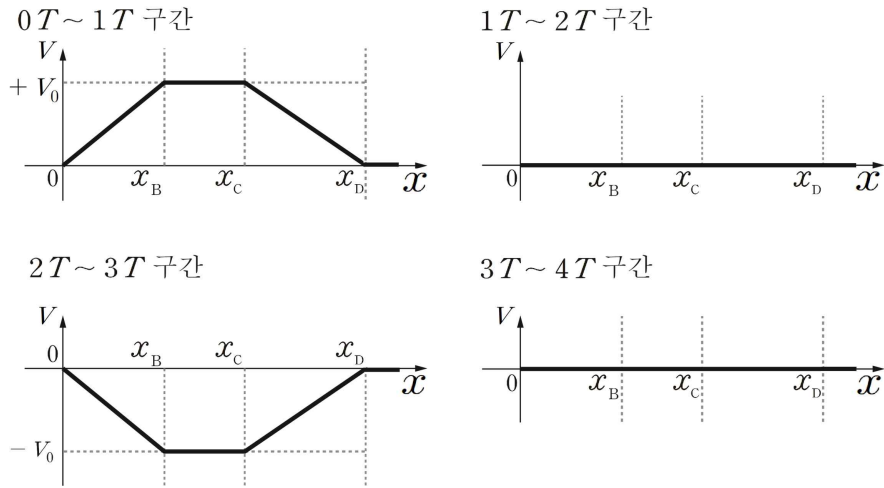
을 얻는다.

## 문제 II <물리>

### [문제 II]

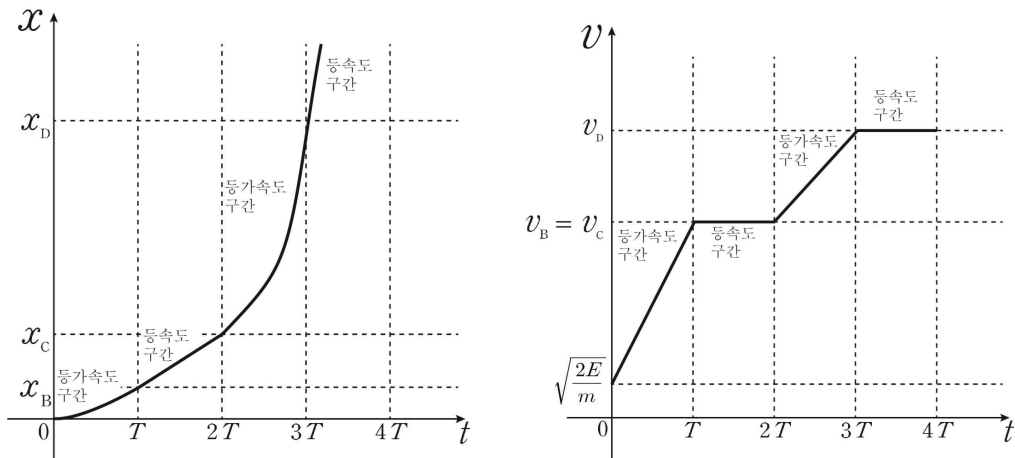
(1) B와 C에는 같은 전위를 갖고 이 안에서 전위는 같은 시간 구간 내에서 일정하다. 한편, A, B 사이와 C, D사이에서는 평행한 금속판 사이에 전위차가 있어, 이 안에서 전위가 일정하게

증가하거나 감소하는 형태를 갖는다. 이를 그래프로 표시하면 다음과 같다.



(2) 금속의 일함수보다 높은 에너지에 해당하는 짧은 파장의 빛을 쏘았을 때만 광전효과에 의해 전자가 튀어나올 수 있다. 제시문에서 주어진 상수값을 활용하여 파장이 250nm인 광자의 에너지를 계산하면,  $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(4.14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}) \times (3 \times 10^8 \text{ m/s})}{250 \times 10^{-9} \text{ m}} = 4.97 \text{ eV}$ 이다. 문제에서 일함수는  $W_0 = 4.5 \text{ eV}$ 으로 주어졌고, 빛의 에너지가 일함수보다 크므로 전자가 튀어나올 수 있다. 이때 전자의 최대 운동 에너지는  $E_k = \frac{hc}{\lambda} - W_0 = 4.97 \text{ eV} - 4.5 \text{ eV} = 0.47 \text{ eV}$  (또는  $7.52 \times 10^{-20} \text{ J}$ )이다.

(3) 전자는 음의 전하량을 갖기 때문에 평행판 사이에서 전위차가 있으면 발생하는 균일한 전기장에 의해 전위가 높은 쪽 방향으로 일정한 힘을 받는다. 따라서 전자는 A, B사이에서 시간  $0T \sim 1T$  동안 등가속도 운동을 하고, B, C사이에서 시간  $1T \sim 2T$  동안 등속도 운동을, 그리고 C, D 사이에서는 시간  $2T \sim 3T$  동안 다시 등가속도 운동을 한다. 따라서 전자의 위치-시간 그래프를 그렸을 때 시간  $0T \sim 1T$ 와  $2T \sim 3T$  동안은 아래로 볼록한 이차함수,  $1T \sim 2T$ 와  $3T \sim 4T$  동안은 직선으로 부드럽게 연결한 형태로 나타난다. 속도-시간 그래프에는 등가속도 구간인  $0T \sim 1T$ ,  $2T \sim 3T$  동안 속도가 일정하게 증가하고, 등속도 구간인  $1T \sim 2T$ ,  $3T \sim 4T$  동안은 속도가 변하지 않아  $t$ 축에 수평한 직선 형태로 나타난다.



(3) 시간  $0T \sim 1T$  일 때 전자가 A, B 사이에 있다고 하면, 전하량이  $q$  인 전자에 가해지는 힘의 크기는  $F = qE = \frac{qV_0}{x_B - 0}$  이고, 전자는 음의 전하량을 갖기 때문에 등가속도 운동에 따라 오른쪽 방향으로 속도가 증가한다. 시간  $t$ 에 대해 처음 속도  $v_0$ , 가속도  $a$  일 때 등가속도 운동의 변위는

$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$  로 주어지므로,  $x_B = \frac{qV_0}{2m x_B} T^2 + v_0 T$  이다. 이 식을 이차방정식의 근의 공식을

이용하여 풀면,  $x_B = \frac{v_0 T}{2} \pm \sqrt{\frac{qV_0}{2m} T^2 + \frac{v_0^2 T^2}{4}}$  이다.  $x_B$  는 항상 0보다 커야 하므로, 양의 부호를

포함하는 해만 선택하여 정리하여,  $x_B = \frac{v_0 T}{2} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{mv_0^2}} \right)$  을 얻는다. 편의상

$R = \frac{2qV_0}{mv_0^2}$  이라 적으면,  $x_B = \frac{v_0 T}{2} (1 + \sqrt{1+R})$  이다. 이 때 금속판 B에 도달한 전자의 속력

$v_B$  는, 일·에너지 정리로부터  $\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + qV_0$  이므로,  $v_B = v_0 \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{mv_0^2}} = v_0 \sqrt{1+R}$  이다.

다음으로 전자는 시간  $1T \sim 2T$  동안 B, C사이에서 등속도 운동을 한다. 따라서 금속판 C에 도달한 전자의 속력  $v_C$  는  $v_B$  와 같으므로,  $v_C = v_0 \sqrt{1+R}$  이다. 시간  $T$  동안의 변위는

$x_C - x_B = v_B T = v_0 T \sqrt{1+R}$  이다.

마지막으로, 시간  $2T \sim 3T$  동안 전자가 C, D사이에 진입하였을 때는 금속판 C의 전위가  $-V_0$ 로 바뀌어 전자는  $0T \sim 1T$  동안과 같은 식으로 등가속도 운동을 하며, 오른쪽 방향으로 속도가 증가한다. 시간  $0T \sim 1T$ 에 대한 전자의 변위 결과를 활용하여  $x_B$  대신  $x_D - x_C$  를,  $v_0$  대신  $v_C$  를

대입하면,  $x_D - x_C = \frac{v_C T}{2} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{mv_C^2}} \right)$  이고,  $v_C$  에 대해 구한 결과 식을 대입해 정리하면

$x_D - x_C = \frac{v_0 \sqrt{1+R} T}{2} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{mv_0^2(1+R)}} \right)$  이다. 즉,

$x_D - x_C = \frac{v_0 T}{2} (\sqrt{1+R} + \sqrt{1+2R})$  이다.

D에서 전자의 운동 에너지는 전자의 처음 운동 에너지에 전기장이 전자에 해준 일을 모두 더한 것과 같으므로,  $E_D = E_k + 2qV_0 = hc/\lambda - W_0 + 2qV_0$  이다.

위에서 구한 구간별 변위를 모두 더하면,

$x_D = \frac{v_0 T}{2} (1 + 3\sqrt{1+R}) + \frac{v_0 T}{2} (\sqrt{1+R} + \sqrt{1+2R})$  이므로,  $x_D = \frac{v_0 T}{2} (1 + 4\sqrt{1+R} + \sqrt{1+2R})$ ,

단  $R = \frac{2qV_0}{mv_0^2} = \frac{qV_0}{hc/\lambda - W_0}$  이다.

문제에서 제시한 변수들과 상수들을 이용해 정리하면,

- A에서 D까지 총 거리인  $x_D$  는

$$x_D = \frac{T}{2} \sqrt{\frac{2}{m}(hc/\lambda - W_0)} \left( 1 + 4\sqrt{1 + \frac{qV_0}{hc/\lambda - W_0}} + \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{hc/\lambda - W_0}} \right),$$



[문제 II-2]

(1) 수용액의 삼투압은  $\Pi = 12.3$  기압 =  $C \cdot R \cdot T = C \times 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}$ 이므로 몰 농도는 0.5 M이다.

용액의 부피가 500 mL이므로 수용액에 용해되어 있는 ㉠의 몰수는  $0.5 \text{ M} \times 0.5 \text{ L} = 0.25$ 몰이고 수용액에 존재하는 용질의 물질량은  $\frac{15.5 \text{ g}}{0.25 \text{ mol}} = 62 \text{ g/mol}$ 이다.

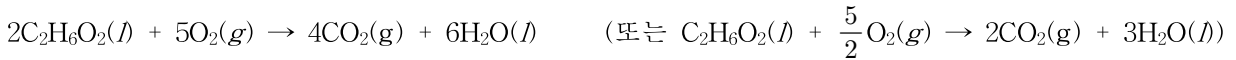
$\text{C}_n\text{H}_{3n}\text{O}_n$ 의 물질량은  $12n + 3n + 16n = 31n = 62$ 이므로  $n$ 은 2이다. 따라서 ㉠의 분자식은  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ 이다.

(2) 용액의 부피가 500 mL이고 밀도는 1.031 g/mL이므로 용액의 질량은 515.5 g이다. 용액 중 포함된 ㉠의 질량이 15.5 g이므로 용매인 물의 질량은 500 g이다.

따라서 ㉠의 몰랄 농도는  $\frac{0.25 \text{ 몰}}{0.5 \text{ kg}} = 0.5 \text{ m}$ 이므로

수용액의 어는점 내림은  $\Delta T_f = K_f \cdot m = 1.86 \times 0.5 = 0.93$ 이 되어 녹는점은  $-0.93^\circ\text{C}$ 이고 끓는점 오름은  $\Delta T_b = K_b \cdot m = 0.51 \times 0.5 = 0.255 \approx 0.26$ 이 되어 끓는점은  $100.26^\circ\text{C}$ 이다.

(3) ㉠의 연소 반응에 대한 화학 반응식은 아래와 같다. (상태 표시는 필수 아님)



6.2 g의 ㉠( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ )은 0.1몰이고 17.6 g의  $\text{O}_2$ 는 0.55몰이다.

㉠은  $\text{O}_2$ 와 2:5의 몰비로 반응하므로 연소 반응을 통해 ㉠은 모두 소모되고 0.3몰의  $\text{O}_2$ 가 용기 내에 남는다.

따라서 용기 내에는 생성된 0.2몰의  $\text{CO}_2$ 와 0.3몰의  $\text{H}_2\text{O}$  및 0.3몰의  $\text{O}_2$ 가 용기 내에 존재한다.

$127^\circ\text{C}$ 의 온도에서 용기 내에 존재하는 각 기체의 분압은 아래와 같다.

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{0.2 \times 0.082 \times 400}{40} = 0.164 \text{ 기압}$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{0.3 \times 0.082 \times 400}{40} = 0.246 \text{ 기압}$$

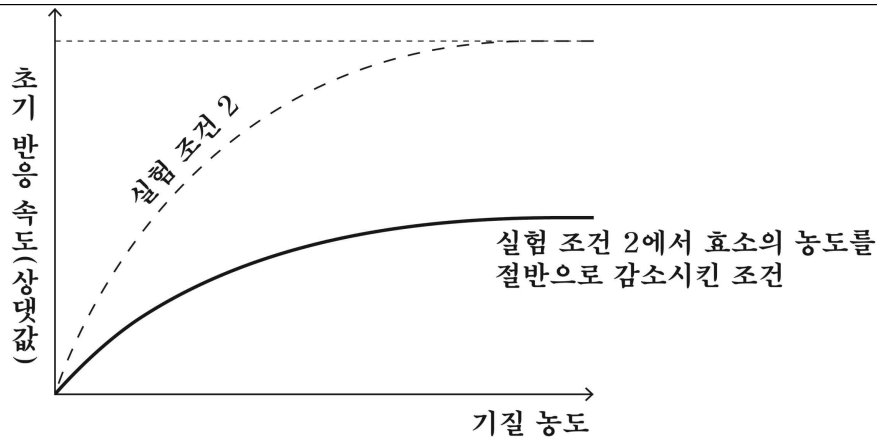
$$P_{\text{O}_2} = \frac{0.3 \times 0.082 \times 400}{40} = 0.246 \text{ 기압}$$

문제 II <생명과학>

[문제 II-1]

(1) 저해제 ㉠이 있으면(실험 조건 2), 저해제가 없는 조건(실험 조건 1)보다 초기 반응 속도가 느리지만 기질의 농도가 충분하면 저해제 ㉠의 효과가 사라지므로 기질과 경쟁적으로 효소의 활성 부위에 결합하는 경쟁적 저해제라 추정할 수 있다. 반면, 저해제 ㉡이 존재하는 경우(실험 조건 3), 기질의 농도가 아주 높은 경우에도 저해제 ㉡의 효과가 사라지지 않는 것으로 보아, 기질과 경쟁하지 않고 효소의 활성 부위가 아닌 다른 부위에 결합하여 효소의 활성을 저해하는 비경쟁적 저해제임을 추정할 수 있다.

(2)



실험 조건 2에서 첨가하는 효소 A의 농도를 절반으로 줄이면, 기질과 결합할 수 있는 효소가 감소되고 동시에 저해제 ①에 의해 저해되는 효소 A의 비율이 높아지기 때문에 실험 조건 2에 비해 초기 반응 속도가 감소된다. 기질의 농도가 증가하면 저해제 ①의 효과는 사라지지만 기질과 결합할 수 있는 효소 A의 양은 실험 조건 2에 비해 절반이므로 초기 반응 속도의 최댓값은 실험 조건 2에서 관찰한 속도보다 낮다.

**[문제 II-2]**

햇볕 아래에 놓여 있던 식물의 틸라코이드 막에 존재하는 전자 전달계는 빛에너지를 이용하여 전자를 이동시키면서 방출되는 에너지로  $H^+$ 을 스트로마에서 틸라코이드 내부로 능동 수송한다. 그로 인해 형성된  $H^+$ 의 농도 기울기에 따라  $H^+$ 이 ATP 합성 효소를 통해 틸라코이드 내부에서 스트로마로 확산해 빠져나가면서 ATP가 생성된다. 그런데 암실로 식물을 옮기면 빛에너지에 의한  $H^+$ 의 능동 수송이 일어나지 않고, 이미 있는  $H^+$  농도 기울기에 의한 ATP 생성 과정만 일어난다. 틸라코이드 내부에서 스트로마로  $H^+$ 이 빠져나가는 과정만 있으므로 틸라코이드 내부의 pH는 상승하게 되고, 스트로마와 틸라코이드 내부 사이의 농도 기울기가 없어질 때까지 틸라코이드 내부의 pH가 상승한 후 평형 상태를 유지하게 된다. 그러므로 ATP 생성량은 점차 감소하다가  $H^+$ 의 농도 기울기가 완전히 없어지면서 더 이상 ATP를 생성되지 않는다.

**[문제 II-3]**

적록 색맹 대립유전자가 포함된 X 염색체( $X'$ )가 멘델 집단 내에서 무작위로 유전되기 때문에 남자와 여자에게서 적록 색맹 대립유전자의 빈도는 같다. 예를 들면,  $XX'$ 의 유전자형을 가진 여자의 X 염색체가 다음 세대로 유전될 때 자녀의 성별에 상관없이 무작위로 한 개의 X 염색체가 유전된다. 그러므로 적록 색맹 대립유전자의 빈도는 2%이고 정상 대립유전자 빈도는 98%임을 알 수 있다. 또한 보인자 여성의 유전형 빈도는 하디-바인베르크 평형 이론을 기반으로 3.92% 정도임을 추정할 수 있다 [ $2 \times 98\%$  (정상 대립유전자 빈도)  $\times 2\%$  (적록 색맹 대립유전자 빈도) = 3.92%]

**[문제 II-4]**

문제에서 제시된 대학생의 유전형은 DDEeFf이다. DNA 복제 전 2n의 핵상과 46개의 염색체를 가진 세포에서 대립유전자 D, e, F의 DNA의 상대량은 각각 2, 1, 1이다. DNA 복제 후에는 핵상과 염색체의 수의 변화는 없으나, D, e, F의 DNA의 상대량은 두 배로 많아져 각각 4, 2, 2가 된다. 감수 분열의 경우, 감수 1분열시 상동 염색체가 분리되므로 감수 1분열 후의 핵상과 염색체의 수는 각각 n과 23개이며 복제된 염색체(동일한 염색 분체가 2개 존재)인 상태이기 때문에 세포에 따라서 각 대립유전자의 DNA 상대량은 0 또는 2로만 나타난다. 그리고 감수 2분열 시 염색 분체가 분리되기 때문에 핵상과 염색체의 수는 각각 n과 23개로 변화가 없으나 세포에 따라서 각

대립유전자의 DNA 상대량은 0 또는 1로만 나타난다.

그러므로 해당 대학생의 생식 세포 분열 과정에서 나타나는 세포 ㉠, ㉡, ㉢에 존재하는 대립유전자 D, e, F의 DNA 상대량을 볼 때, 세포 ㉠은 감수 분열 전 DNA 복제가 안 된 세포로 핵상과 염색체수는 각각 2n과 46개이다. 세포 ㉡은 감수 1분열이 끝난 세포로 핵상과 염색체수는 각각 n과 23개이다. 세포 ㉢은 감수 2분열이 끝난 세포로 핵상과 염색체수는 각각 n과 23개이다.

**[문제 II-5]**

(1) 혈당량이 높아지면 이자섬의  $\beta$ 세포에서 인슐린이 분비된다. 인슐린은 간에 작용하여 포도당이 글리코젠으로 합성되는 작용을 촉진시키고, 세포에 작용하여 포도당의 흡수를 촉진함으로써 혈당량을 낮춘다.

(2) 혈당량이 정상보다 높게 유지되는 것으로 보아, 이 환자는 인슐린을 생성하지 못하는 상태(제1형 당뇨병)이거나 분비된 인슐린에 반응하지 못하는 상태(제2형 당뇨병)로 추정할 수 있다.

**3. 2021학년도 수시모집 논술고사채점 기준**

**문제 I <수학>**

**[문제 I-1]**

(1) (15점)

<10점> R이 좌표축들에 대해 대칭이므로 제1사분면만 고려해도 충분함을 관찰하고, 곡선 S가

만족하는 식  $y = \frac{1}{2(x-1)} + 1$ 을 찾을 수 있다.

<5점> R의 넓이를 적분으로 표현하고 적분값을 구할 수 있다.

(2) (10점)

<5점> 단면의 넓이가  $\frac{\pi}{2} \left( \frac{1}{2(x-1)} + 1 \right)^2$ 가 됨을 관찰할 수 있다.

<5점> 부피를 정적분으로 구할 수 있다.

**[문제 I-2]**

(1) (15점)

<10점>  $|a_n| = \int_0^k \frac{x^n (k-x)^n}{n!} e^x dx$ 가 됨을 관찰하고,  $\left(\frac{1}{n!}\right) e^x - \frac{x^n (k-x)^n}{n!} e^x$ 이 0보다 크거나 같음을 보일 수 있다.

<5점> 극한의 대소관계를 비교하여  $\lim_{n \rightarrow \infty} |a_n| = 0$ 을 도출할 수 있다.

(2) (20점)

<5점> 부분적분법을 적용하여  $a_1, a_2$ 를 구할 수 있다.

<10점> 부분적분법을 적용하여  $a_n$ 을  $a_{n-1}, a_{n-2}$ 으로 표현할 수 있다.

<5점>  $a_1, a_2$ 와  $a_n, a_{n-1}, a_{n-2}$  사이의 관계로부터,  $a_3$ 와  $a_4$ 를 구할 수 있다.

## 문제 II <물리>

### (1) (6점)

<4점> 금속판 사이의 전위를 이해하여 각 구간별 전위-위치 그래프의 개형을 올바르게 표현한다.

<2점> 문제에서 주어진 바와 같이 금속판의 위치  $0, x_B, x_C, x_D$ 에 대해 전위  $V$ 를 그래프 위에서 올바르게 표시한다.

### (2) (7점)

<2점> 일함수를 고려하여 짧은 파장의 빛을 쏘아야 광전효과에 의해 전자가 튀어나올 수 있음을 이해한다.

<2점> 주어진 상수와 빛의 파장을 이용하여 빛의 에너지를 계산한다.

<3점> 일함수와 빛의 에너지를 비교하여 이때 전자가 튀어나올 수 있음을 이해하고, 최대 운동 에너지를 계산한다.

### (3) (7점)

<3점> 전자 전하량의 부호를 고려하여 각 시간 구간별 전자가 받는 힘을 이해하고 구간별로 등가속도 운동이나 등속도 운동함을 이해한다.

<2점> 위치-시간 그래프를 각 시간 구간에 따라 표현한다.

<2점> 속도-시간 그래프를 각 시간 구간에 따라 표현한다.

### (4) (13점)

<8점> 등가속도운동과 등속도 운동에서 입자의 운동을 이해하여 각 구간에 따라 변위를 계산하여  $x_D$ 를 올바르게 구한다.

<5점> 전자의 운동 에너지  $E_D$ 를 올바르게 구한다.

### (5) (7점)

<3점> 전자의 운동 에너지와  $V_0$ 의 관계를 이해한다.

<4점> 장치의 길이와  $V_0$ 의 관계를 이해한다.

## 문제 II <화학>

### [문제 II-1]

#### (1) <총 12점>

산화 환원 반응의 화학 반응식을 완성하고 산화수 변화를 이용해 산화제와 환원제를 논리적으로 추론하였으면 12점

#### (2) <총 8점>

화학 반응식의 양적 관계를 이용해 생성되는 기체의 부피를 논리적으로 추론하였으면 8점

### [문제 II-2]

#### (1) <총 6점>

묽은 용액의 성질을 이용하여 화합물의 분자식을 논리적으로 추론하였으면 6점

#### (2) <총 6점>

붉은 용액의 색깔과 몰랄 농도를 이용하여 논리적으로 추론하였으면 6점

(3) <총 8점>

연소 반응의 화학 반응식을 완성하고 양적 관계를 이용해 각 기체의 분압을 논리적으로 추론하였으면 8점 (상태 표시는 필수 아님)

## 문제 II <생명과학>

### [문제 II-1]

(10점)

(1) (6점)

<3점> 저해제 ㉠(경쟁적 저해제)이 기질과 경쟁적으로 효소의 활성 부위에 결합하는 저해제임을 논리적으로 기술

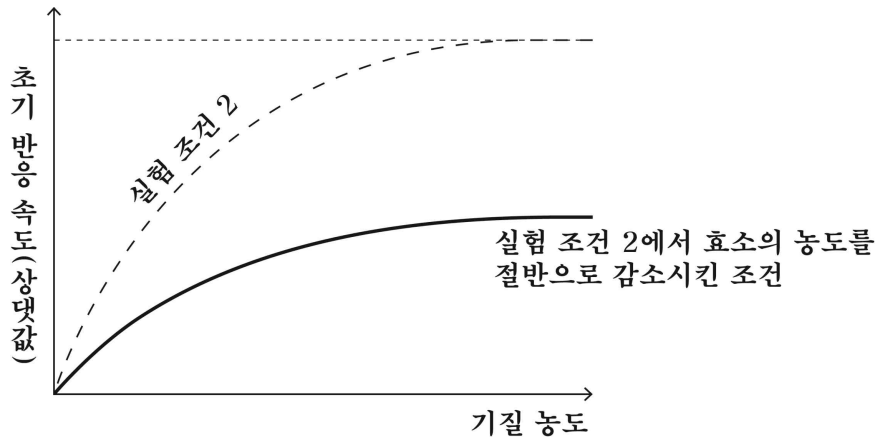
<3점> 저해제 ㉡(비경쟁적 저해제)이 기질과 경쟁하지 않고 효소의 비활성 부위에 결합하여 효소의 활성을 저해함을 논리적으로 기술

(주의: 논리적으로 서술하였으면 경쟁적/비경쟁적 저해제라는 용어가 없더라도 무관함)

(2) (4점)

<2점> 실험 조건 2에 비해 낮은 초기 반응 속도가 있도록 그래프로 그리면 2점

(주의: 예상되는 초기 반응 속도를 수치로 나타내는 것은 평가 대상이 아니며, 그래프에 어떤 값을 표기하더라도 평가점수를 가감할 수 없음.)



<2점> 효소의 농도가 절반으로 줄고, 효소의 일부가 저해제 ㉠에 의해서 비활성화 된 상태이면, 기질과 결합할 수 있는 효소가 양이 실험 조건 2일 때 보다 더 적게 됨을 서술하고 기질의 농도가 높아지더라도 초기 반응 속도의 최댓값이 실험 조건 2에서의 초기 반응 속도보다 낮음을 논리적으로 서술

### [문제 II-2]

(5점)

<3점> 햇빛 아래에 놓여 있던 식물은 명반응이 활발히 일어난 상태이므로, 전자 전달계를 통해 이동된  $H^+$ 으로 인해  $H^+$ 의 농도 기울기가 존재하고, 암실로 식물을 옮기면 빛에너지에 의한  $H^+$ 의 능동 수송이 일어나지 않게 되고,  $H^+$ 이 ATP 합성 효소를 계속 통과하면서 틸라코이드 내부의 pH는 상승하고 농도 기울기가 없어짐을 논리적으로 서술

<2점> ATP 생성량이 감소하다가 없어짐을  $H^+$ 의 농도 기울기와 관련지어 논리적으로 서술

**[문제 II-3]**

(6점)

<3점> 남자와 여자에게서 적록 색맹 대립유전자의 빈도는 같음을 논리적으로 서술

<3점> 보인자 여자의 빈도를 하디-바인베르크 평형 이론으로 논리적으로 추정:  $2 \times 98\%$  (정상 대립유전자 빈도)  $\times 2\%$  (적록 색맹 대립유전자 빈도) = 3.92%

**[문제 II-4]**

(9점)

<3점> 세포 ㉠은 감수 분열 전 DNA 복제가 안 된 세포로 핵상과 염색체수는 각각  $2n$ 과 46개임을 논리적으로 서술

<3점> 세포 ㉡은 감수 1분열이 끝난 세포로 핵상과 염색체수는 각각  $n$ 과 23개임을 논리적으로 서술

<3점> 세포 ㉢은 감수 2분열이 끝난 세포로 핵상과 염색체수는 각각  $n$ 과 23개임을 논리적으로 서술

**[문제 II-5]**

(10점)

(1) (6점)

<2점> 혈당량이 높아지면 이자섬의  $\beta$ 세포에서 인슐린이 분비됨을 논리적으로 서술

<2점> 인슐린은 간에 작용하여 포도당이 글리코젠으로 합성되는 작용을 촉진시킴을 논리적으로 서술

<2점> 인슐린은 세포에 작용하여 포도당의 흡수를 촉진함으로써 혈당량을 낮출 수 있음을 논리적으로 서술.

(주의: 인슐린 외 다른 조절 방법에 대한 답변은 평가 시 고려하지 않음)

(2) (4점)

<2점> 인슐린의 생성(또는 분비)에 문제가 있음을 논리적으로 서술(제1형 당뇨병)

<2점> 인슐린에 반응하지 못하는 상태일 수 있음을 논리적으로 서술(제2형 당뇨병)

(주의: 논리적으로 서술하였으면 제1형/제2형 당뇨병이라는 용어가 없더라도 무관함)

**4. 2021학년도 수시모집 논술고사출제 의도**

**문제 I <수학>**

문제 I-1 수학 문제에서는 고등학교 수학 교육과정의 두 점 사이의 거리 및 점과 직선 사이의 거리를 활용하여 주어진 도형을 파악하고, 입체도형의 부피를 단면의 넓이를 적분하여 찾는 문제를 출제하였다. 좌표평면의 한 도형이 다른 두 도형들과의 거리가 만족하여야 하는 조건으로 주어졌을 때 이를 논리적으로 추론할 수 있는지, 그리고 함수의 정적분을 주어진 상황에 활용할 수 있는지를 평가하였다. 문제 I-2 수학 문제에서는 고등학교 교과과정의 정적분과 수열의 귀납적 정의를 활용하여 적분으로 주어진 수열의 극한값과 처음 몇 개의 항을 구하는 문제를 출제하였다. 적분으로 주어진 수열의 정의를 이해하여 극한값을 계산할 수 있는지, 부분적분을 활용하여 수열의 이웃하는 여러 항 사이의 관계식을 찾아낼 수 있는지를 평가하였다. 단편적인 공식의 활용 능력보다는 상황을 종합적으로 이해하여 수학적 문제로 해석하고, 그 문제를 체계적이고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖고 있는지를 평가하고자 하였다.

**문제 II <물리>**

논제 II 과학-물리 논제에서는 고등학교 교과과정 범위 안에서 다루어진 내용 전반에 대한 종합적 이해를 바탕으로, 제시문과 논제에서 주어진 정보를 활용하여 물리적 개념을 대응시키고 그래프와 수식 유도 과정을 통해 논리를 전개하고 합리적인 결론을 유도할 수 있는지 평가하고자 하였다. 논제의 제시문은 고등학교 물리학 교과서의 내용을 바탕으로 힘과 물체의 등가속도 운동과 등속도 운동, 일과 에너지, 전위와 전기장의 형성, 광전효과에 따른 광전자의 발생 등 주요 개념들을 제시하였고, 고등학교 교과 과정의 학습 내용과 제시문의 정보를 바탕으로 질문에 대한 답을 도출할 수 있도록 하였다. 논제에서는 전자를 가속하는 가상의 장치를 바탕으로, 물리학 개념에 대한 단순 암기나, 공식을 단순 적용하는 수준을 넘어, 논제에 따른 질문에 대한 답을 도출하기까지 논리적 단계를 차근차근 밟아나가고, 도출된 수식으로부터 물리적 상황에 대하여 각 변수들의 관계와 영향을 이해할 수 있는지 평가하고자 하였다.

## 논제 II <화학>

논제 II-1은 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 산화 환원 반응에서의 반응물과 생성물의 양적 관계를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 산화 환원 반응의 화학 반응식을 완성하고 반응물과 생성물 간의 양적 관계에 대한 이해와 산화수 변화를 통한 산화제와 환원제의 이해 등을 종합적으로 평가하고자 하였다.

논제 II-2는 고등학교 화학 I과 II의 교육 과정에서 다루는 농도와 화학 반응에서의 양적 관계 및 용액의 총괄성 등을 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 몰 농도와 몰랄 농도 등 다양한 농도를 이용해 추론할 수 있는지와 기체의 분압 관계 등을 종합적으로 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 <생명과과학>

논제 II 과학-생명과과학에서는 고등학교 교과 과정 생명과학 I과 II에서 다루고 있는 개념에 관한 단편적인 지식의 유무를 평가하기보다는 통합적으로 이해하고 있는지, 논리적으로 설명할 수 있는지, 특정 현상에 적용하여 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 논제 II-1에서는 저해제와 효소의 농도가 효소의 초기 반응 속도에 미치는 영향에 관한 종합적 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-2에서는 빛에너지를 이용하여 포도당 합성에 필요한 ATP를 합성하는 과정인 광인산화의 원리를 기반으로 논제에서 서술된 현상의 이유를 논리적으로 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-3에서는 멘델 집단으로 가정된 개체군 내 유전적 평형 상태를 하디-바인베르크 법칙으로 논리적으로 추론할 수 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-4에서는 DNA를 복제와 감수 분열 과정을 염색체와 대립유전자의 개수를 기반으로 이해하고 추론할 수 있는 능력이 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-5에서는 혈당량 조절을 낮추어 혈당량을 유지하는 과정에 관한 종합적 이해를 평가하고자 하였다.

## 5. 2021학년도 수시모집 논술고사문항 해설

### 문제 I <수학>

문제 I-1에서는 수학의 ‘도형의 방정식’ 단원에서 학습하는 내용인 좌표평면 위에서 두 점 사이의 거리 및 점과 직선 사이의 거리를 구하는 법을 잘 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 그리고  $x$ 좌표가  $x$ 이고  $x$ 축에 수직인 평면으로 자른 단면의 넓이가 연속인 함수일 때, 그 입체도형의 부피를 정적분으로 구할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 문제 I-2에서는 미적분의 ‘수열의 극한’ 단원에서 학습하는 수열의 극한의 대소 관계를 이해하고 활용할 수 있는지, 그리고 수학II의 ‘정적분의 활용’ 단원에서 학습하는 닫힌구간에서 연속이고 음이 아닌 함수를 적분하면 함수의 그래프와  $x$ 축 및  $y$ 축에 나란한 두 직선으로 둘러싸인 도형의 넓이가 된다는 내용을 잘 이해하여 주어진 상황에 적용할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 그리고 미적분학 ‘여러 가지 적분법’ 단원에서 학습하는 정적분의 부분적분법과에 대한 이해와 적용 능력을 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
미적분	황선옥 외 8인	미래엔	2019	20	제시문[가]	X
수학	류희찬 외 10인	(주) 천재교과서	2020	133	제시문[나]	X
수학	류희찬 외 10인	(주) 천재교과서	2020	109	제시문[다]	X
수학II	홍성복 외 10인	(주)지학사	2019	142	제시문[라]	X
미적분	황선옥 외 8인	미래엔	2019	169	제시문[마]	X
미적분	황선옥 외 8인	미래엔	2019	153	제시문[바]	X

### 문제 II <물리>

문제 II 과학-물리 문제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 개념에 대한 이해를 바탕으로 주어진 정보를 활용하여 문제에서 주어진 상황을 이해하고 구체화하여 문제에 따른 질문에 대한 답을 해 나가며 결론을 도출해 나가는 과정을 보일 수 있는지 평가하고자 하였다. 문제의 제시문은 고등학교 교과서의 내용을 바탕으로 재구성하여, 힘, 등가속도 운동, 일과 에너지, 전위와 전기장의 형성, 광전효과에 따른 광전자의 발생과 같은 주요 개념을 제시하였다. 문제에서 주어진 상황에 대해 제시문과 문제의 정보를 활용하여 그래프와 수식 유도 과정을 통하여 논리적 과정에 따라 추론하여 합리적인 결론을 도출할 수 있는지 평가하고자 하였다.

제시문에 대하여 구체적으로 설명하면, 제시문 [가]는 등가속도 직선 운동에서 위치, 속도, 시간에 대한 관계를, 제시문 [나]는 일과 물체의 운동 에너지의 관계를 설명하였다. 제시문 [다]는 전기장과 전위, 전위차에 따른 일 그리고 전기장 내에서 전자에 가해주는 일을 설명하였다. 제시문 [라], [마]는 광전효과에서 빛의 입자성과 함께 광전자의 발생에 대하여 설명하였다. 각 제시문은 5종의 물리 교과서의 내용을 기반으로 하고 있으며 그 출처는 아래와 같다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	32	제시문 [가]	O
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	29	제시문 [가]	O
고등학교 물리 II	손정우 외 7인	비상교육	2020	24	제시문 [가]	O
고등학교 물리 II	김성원 외 7인	지학사	2020	27~29	제시문 [가]	O
고등학교 물리 II	강남화 외 7인	천재교육	2020	27	제시문 [가]	O
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	70~71	제시문 [나]	O
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	72	제시문 [나]	O
고등학교 물리 II	손정우 외 7인	비상교육	2020	63	제시문 [나]	O
고등학교 물리 II	김성원 외 7인	지학사	2020	68,73	제시문 [나]	O
고등학교 물리 II	강남화 외 7인	천재교육	2020	61~63	제시문 [나]	O
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	108	제시문 [다]	O
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	97,199	제시문 [다]	O
고등학교 물리 II	손정우 외 7인	비상교육	2020	96,97	제시문 [다]	O
고등학교 물리 II	김성원 외 7인	지학사	2020	112,201	제시문 [다]	O
고등학교 물리 II	강남화 외 7인	천재교육	2020	92,181	제시문 [다]	O
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	200	제시문 [라]	O
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	199	제시문 [라]	O
고등학교 물리 II	손정우 외 7인	비상교육	2020	174	제시문 [라]	O
고등학교 물리 II	김성원 외 7인	지학사	2020	201	제시문 [라]	O
고등학교 물리 II	강남화 외 7인	천재교육	2020	177,181	제시문 [라]	O
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	201,202	제시문 [마]	O
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	200	제시문 [마]	O
고등학교 물리 II	손정우 외 7인	비상교육	2020	174	제시문 [마]	O
고등학교 물리 II	김성원 외 7인	지학사	2020	201	제시문 [마]	O
고등학교 물리 II	강남화 외 7인	천재교육	2020	181	제시문 [마]	O

## 문제 II <화학>

문제 II-1은 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 산화 환원 반응에서의 반응물과 생성물의 양적 관계를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 산화 환원 반응의 화학 반응식을 완성하고 반응물과 생성물 간의 양적 관계에 대한 이해와 산화수 변화를 통한 산화제와 환원제의 이해 등을 종합적으로 평가하고자 하였다.

문제 II-2는 고등학교 화학 I과 II의 교육 과정에서 다루는 농도와 화학 반응에서의 양적 관계 및 용액의 총괄성 등을 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 몰 농도와 몰랄 농도 등 다양한 농도를 이용해 추론할 수 있는지와 기체의 분압 관계 등을 종합적으로 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
-----	----	-----	------	----	------	-------

화학 I	이상권 외	지학사	2018	34-39	제시문[가]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	34-39		
	강대훈 외	와이비엠	2018	50-56		
	황성용 외	동아출판	2018	39-44		
	홍훈기 외	교학사	2018	39-44		
	박종석 외	비상교육	2018	34-39		
	노태희 외	천재교육	2018	30-39		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	40-47		
최미화 외	미래엔	2018	36-41			
화학 I	이상권 외	지학사	2018	31-33	제시문[나]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	32		
	강대훈 외	와이비엠	2018	38-40		
	황성용 외	동아출판	2018	31-33		
	홍훈기 외	교학사	2018	33		
	박종석 외	비상교육	2018	31		
	노태희 외	천재교육	2018	28		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	35		
최미화 외	미래엔	2018	32-33			
화학 I	이상권 외	지학사	2018	40-42	제시문 [다]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	40-43		
	강대훈 외	와이비엠	2018	41-43		
	황성용 외	동아출판	2018	36-37		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	48-50		
	박종석 외	비상교육	2018	40-42		
	노태희 외	천재교육	2018	40-43		
	홍훈기 외	교학사	2018	43-44		
	최미화 외	미래엔	2018	44-45		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	175-180	제시문[라]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	168-173		
	강대훈 외	와이비엠	2018	193-199		
	황성용 외	동아출판	2018	188-196		
	홍훈기 외	교학사	2018	174-181		
	박종석 외	비상교육	2018	166-141		
	노태희 외	천재교육	2018	184-196		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	182-189		
최미화 외	미래엔	2018	176-186			
화학 II	이상권 외	지학사	2018	17-18	제시문 [마]	○
	장낙한 외	상상아카데미	2018	21-23		
	박종석 외	비상교육	2018	15-16		
	노태희 외	천재교육	2018	18		
	홍훈기 외	교학사	2018	19-21		
	최미화 외	미래엔	2018	20-21		
화학 II	이상권 외	지학사	2018	49-52	제시문 [다]	○
	장낙한 외	상상아카데미	2018	55-57		

	박종석 외	비상교육	2018	39-41		
	노태희 외	천재교육	2018	49-52		
	홍훈기 외	교학사	2018	53-57		
	최미화 외	미래엔	2018	52-57		
화학 II	이상권 외	지학사	2018	53-60	제시문 [바]	○
	장낙한 외	상상아카데미	2018	62-70		
	박종석 외	비상교육	2018	42-48		
	노태희 외	천재교육	2018	53-62		
	홍훈기 외	교학사	2018	59-69		
	최미화 외	미래엔	2018	58-67		

### 문제 II <생명과학>

문제 II-1에서는 저해제와 효소의 농도가 효소의 초기 반응 속도에 미치는 영향에 관한 종합적 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 문제 II-2에서는 빛에너지를 이용하여 포도당 합성에 필요한 ATP를 합성하는 과정인 광인산화의 원리를 기반으로 문제에서 서술된 현상의 이유를 논리적으로 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. 문제 II-3에서는 멘델 집단으로 가정된 개체군 내 유전적 평형 상태를 하디-바인베르크 법칙으로 논리적으로 추론할 수 있는지 평가하고자 하였다. 문제 II-4에서는 DNA를 복제와 감수 분열 과정을 염색체와 대립유전자의 개수를 기반으로 이해하고 추론할 수 있는 능력이 있는지 평가하고자 하였다. 문제 II-5에서는 혈당량 조절을 낮추어 혈당량을 유지하는 과정에 관한 종합적 이해를 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
생명과학II	권혁빈외	교학사	2018	53-56	제시문[가]	○
생명과학II	오현선외	미래엔	2018	58-61	제시문[가]	○
생명과학II	심규철외	비상교육	2018	57-59	제시문[가]	○
생명과학II	전상학외	지학사	2018	57-69	제시문[가]	○
생명과학II	이준규외	천재교육	2018	57-58	제시문[가]	○
생명과학II	권혁빈외	교학사	2018	82,87-88	제시문[나]	○
생명과학II	오현선외	미래엔	2018	97-99	제시문[나]	○
생명과학II	심규철외	비상교육	2018	92-97	제시문[나]	○
생명과학II	전상학외	지학사	2018	84-87	제시문[나]	○
생명과학II	이준규외	천재교육	2018	90-91	제시문[나]	○
생명과학II	권혁빈외	교학사	2018	165	제시문[다]	○
생명과학II	오현선외	미래엔	2018	175	제시문[다]	○
생명과학II	심규철외	비상교육	2018	178-179	제시문[다]	○
생명과학II	전상학외	지학사	2018	175	제시문[다]	○
생명과학II	이준규외	천재교육	2018	175-177	제시문[다]	○
생명과학I	권혁빈외	교학사	2018	130	제시문[라]	○
생명과학I	심재호외	금성출판사	2018	137,139	제시문[라]	○
생명과학I	김운택외	동아출판	2018	122-124	제시문[라]	○
생명과학I	이용철외	와이비엠	2019	132-135	제시문[라]	○
생명과학I	전상학외	지학사	2018	120-121	제시문[라]	○
생명과학I	권혁빈외	교학사	2018	90-91	제시문[마]	○
생명과학I	심재호외	금성출판사	2018	104	제시문[마]	○
생명과학I	김운택외	동아출판	2018	84-85	제시문[마]	○
생명과학I	이용철외	와이비엠	2019	94	제시문[마]	○
생명과학I	전상학외	지학사	2018	86-88	제시문[마]	○