

---

# 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

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

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

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

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

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

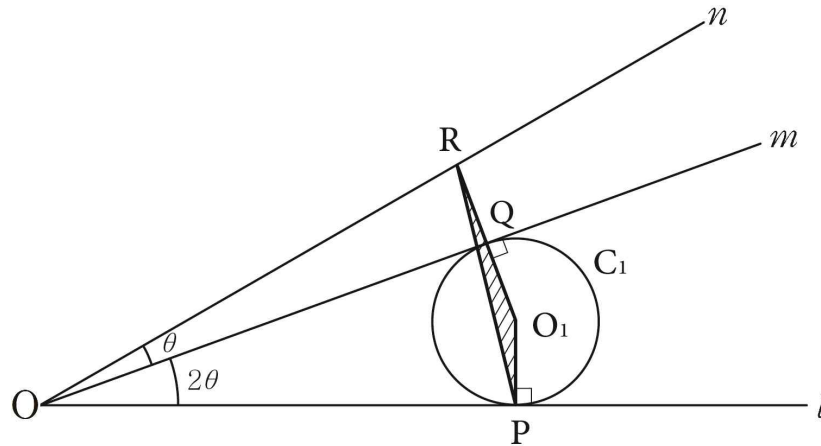
이때,  $n$ 과  $p$ 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (단,  $Z$ 가 표준정규분포를 따르는 확률변수일 때,  $P(0 \leq Z \leq 1) = 0.3413$ ,  $P(0 \leq Z \leq 2) = 0.4772$ ,  $P(0 \leq Z \leq 3) = 0.4987$ 로 계산한다.)  
(10점)

[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  $\theta$ , 두 반직선  $l$ 과  $m$ 이 이루는 각의 크기는  $2\theta$ , 두 반직선  $l$ 과  $n$ 이 이루는 각의 크기

는  $3\theta$ 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  $\int_0^x t f(x-t)h(x-t)dt = f(x) - 1$ 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  $\lambda$ 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 걸어진 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)

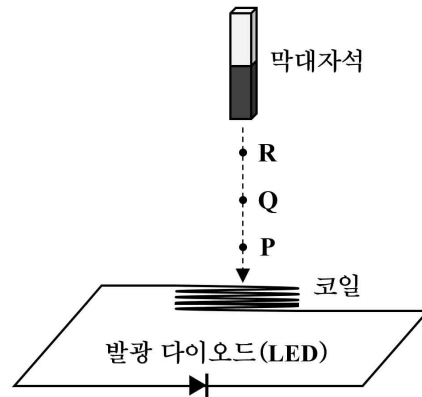
(2) A가 지면에 처음 닿기 전 공중에 떠 있는 동안 A와 B가 같은 높이에 위치하는 순간이 한 번 있을 때, 반드시 B가 A보다 늦게 지면에 닿음을 보이고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(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.

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

(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)
(㉠)	0.3	0	0.3
(㉡)	0.6	0.2	0.4
(㉢)	0.9	0.6	0.3
(㉣)	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 (㉠)~(㉣)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)

## 논제 II <생명과 과학>

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 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, 사람을 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

### 문제 I <수학>

[문제 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.

[문제 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

$$P(x+y)=P(x)+P(y)+2xy \cdots \cdots ①$$

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

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

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.

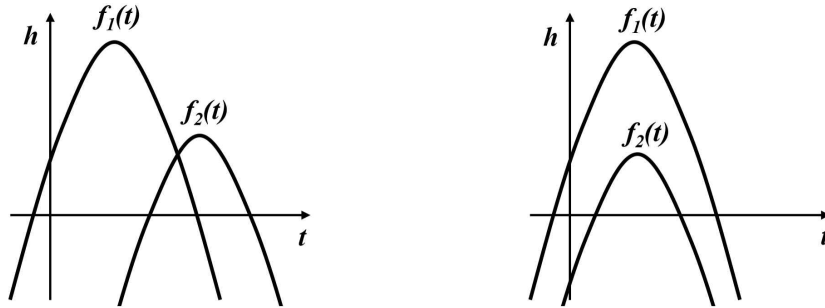
## 문제 II <물리>

### [문제 II-1]

(1) 공을 속력  $v$ 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 한 번 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.

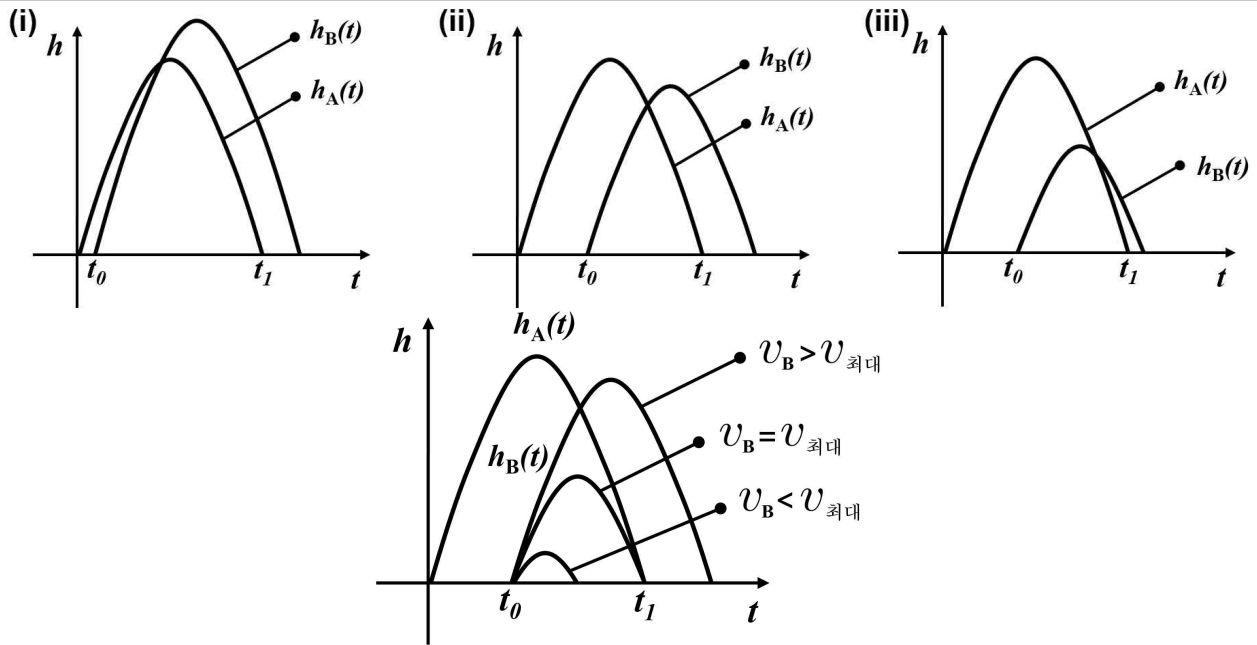
(i) A가 최고점에 도달하기 전 & B가 최고점에 도달하기 전: A와 B가 같은 높이에 위치할 때 B의 순간 속력이 A의 순간 속력보다 크다는 뜻이고, 이후 B는 A보다 더 높은 위치까지 올라가므로 B는 A보다 늦게 바닥에 닿는다.

(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  $\text{H}_2\text{O}$  분자에 2 mol의 H가 존재.

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

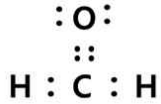
$\text{XYH}_n$  화학식을 가지는 하나의 분자가 가지고 있는 양성자의 개수는 16. H는 양성자 1개, O는

양성자 8개.

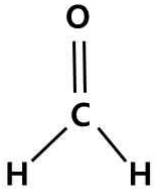
$16 - 8 - 2 \times 1 = 6$ . 양성자가 6개인 원소는 C.

그러므로 X는 C, Y는 O, n은 2,  $\ominus$ 의 화학식은  $\text{COH}_2$ .

(루이스 점자점식에 따라 다음과 같은 구조를 유추 가능.)

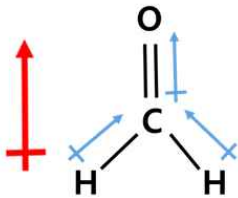


전자쌍 반발 이론에 따르면 센터 원자는 중심 원자 (C)의 주위에 3개의 공유 전자쌍(다중 결합은 단일 결합과 같이 1개의 공유 전자쌍으로 취급)이 존재하며, 공유 전자쌍 3개가 서로 최대한 멀리 떨어지려고 하므로  $\ominus$ 은 평면삼각형(또는 삼각형) 모양이라는 것을 유추 가능.



(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  $\text{H}^+$ 가 모두 반응하게 되고 이 때 생성된 물 분자수(상대값)가 3이므로 0.3 mL  $\text{HBr(aq)}$ 에 들어 있는  $\text{H}^+$ 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  $\text{H}^+$ 의 개수(상대값)는 2이고, 생성된 물 분자수(상대값)가 4이므로, 0.1 mL  $\text{HCl(aq)}$ 에 들어 있는  $\text{H}^+$ 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	$\text{Na}^+$ 의 개수	$\text{OH}^-$ 의 개수	$\text{H}^+$ 의 개수	$\text{Cl}^-$ 의 개수	$\text{H}^+$ 의 개수	$\text{Br}^-$ 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 <sup>+</sup> 의 개수	OH <sup>-</sup> 의 개수	H <sup>+</sup> 의 개수	Cl <sup>-</sup> 의 개수	H <sup>+</sup> 의 개수	Br <sup>-</sup> 의 개수	총 이온 개수
(㉠)	5	2	-	-	0	3	10
(㉡)	10	2	0	4	0	4	20
(㉢)	15	0	0	12	0	3	30
(㉣)	20	0	4	24	-	-	48

(2) NaOH(aq) 1.2 mL 속에 들어 있는 OH<sup>-</sup>의 개수(상대값)는 20이다.

그리고, HCl(aq) 0.2 mL에 있는 H<sup>+</sup>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<sup>-</sup>의 개수(상대값)는 30이다.

그리고, HBr(aq) 0.3 mL에 있는 H<sup>+</sup>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.

## 논제Ⅱ<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 변화가 아닌 급격한 변화이므로 진화와 상관없다. 또한 텃새는 개체군내에서의 질서 유지를 위한 상호 작용이며, 곰팡이 발생이라는 환경과의 상호 작용으로 인한 노란색 개구리의 개체수가 줄어든 이유는 텃새와 관련이 없다. 따라서 ㉠의 분석에서 노란색 개구리가 초록색 개구리로 진화되었다는 분석은 타당하지 않으며, ㉡에서 초록색 개구리에 의한 텃새로 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  $\theta$ 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

## 논제 II <생명과학>

### [논제 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

### [논제-2] (10점)

<5점> 근육 운동과 에너지와의 상관관계를 논리적으로 서술

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

### [논제-3] (10점)

<7점> 유성생식을 통한 유전적 다양성을 논리적으로 서술

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

### [논제-4] (10점)

<5점> ㉠의 오류에 대하여 논리적으로 서술

<5점> ㉡의 오류에 대하여 논리적으로 서술

## 4. 2021학년도 수시모집 논술고사출제 의도

### 논제 I <수학>

논제 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 논제를 출제하였다. 주어진 조건으로부터 수학적으로 추론하고 단순한 공식의 적용보다는 주어진 상황을 수학적으로 표현하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

### 논제 II <물리>

논제 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

### 논제 I <수학>

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

### 논제 II <물리>

논제 II 과학-물리의 논제 II-1에서는 시간 간격을 두고 연직 위로 던진 두 개의 공이 겹칠 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.

논제 II-2에서는 ‘전자기 유도’, ‘에너지파’, ‘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		
	최미화 외	미래엔	2018	30,64		
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		
	최미화 외	미래엔	2018	134-141		
화학 I	이상권 외	지학사	2019	27-42	제시문[마]	○
	하윤경 외	금성출판사	2019	29-43		
	강대훈 외	와이비엠	2019	35-57		
	황성용 외	동아출판	2019	29-38		
	장낙한 외	상상아카데미	2019	31-50		
화학 I	이상권 외	지학사	2019	168-174	제시문[바]	○
	하윤경 외	금성출판사	2019	149-165		
	강대훈 외	와이비엠	2019	174-187		
	황성용 외	동아출판	2019	172-183		
	장낙한 외	상상아카데미	2019	167-178		

## **논제 II <생명과학>**

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

---

# 2021학년도 수시 논술우수자전형 논술고사 기출문제

---

---

<자연계>

2020.12.5.(토) 오전 실시

---



경희대학교 입학처

# 1. 2021학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

## 논제 I <수학>

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

[가] 점  $(x_1, y_1)$ 을 지나고 기울기가  $m$ 인 직선의 방정식은

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

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

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

[다] 삼각함수의 도함수

$$(\sin x)' = \cos x,$$

$$(\cos x)' = -\sin x,$$

$$(\tan x)' = \sec^2 x,$$

$$(\csc x)' = -\csc x \cot x,$$

$$(\sec x)' = \sec x \tan x,$$

$$(\cot x)' = -\csc^2 x$$

[라] 삼각함수의 덧셈정리

$$(1) \sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta, \quad \sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta$$

$$(2) \cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta, \quad \cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$$

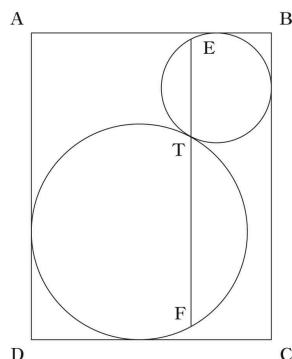
$$(3) \tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \tan \beta}, \quad \tan(\alpha - \beta) = \frac{\tan \alpha - \tan \beta}{1 + \tan \alpha \tan \beta}$$

[마] 함수  $f(x)$ 가 어떤 구간에 속하는 임의의 두 수  $x_1, x_2$ 에 대하여  $x_1 < x_2$ 일 때  $f(x_1) < f(x_2)$ 이면 함수  $f(x)$ 는 그 구간에서 증가한다고 한다. 또,  $x_1 < x_2$ 일 때  $f(x_1) > f(x_2)$ 이면  $f(x)$ 는 그 구간에서 감소한다고 한다. 함수  $f(x)$ 가 어떤 열린구간에서 미분가능할 때, 그 열린구간에 속하는 모든  $x$ 에 대하여

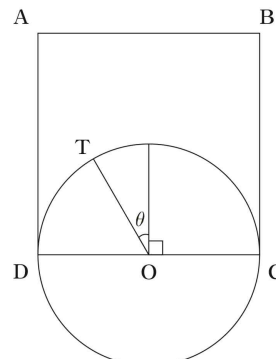
(1)  $f'(x) > 0$ 이면  $f(x)$ 는 그 열린구간에서 증가한다.

(2)  $f'(x) < 0$ 이면  $f(x)$ 는 그 열린구간에서 감소한다.

[논제 I] 제시문 [가]~[마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.



[그림 1]



[그림 2]



[문제 I-1]

[그림 1]과 같이 직사각형 ABCD의 내부에 원  $S_1$ 과 원  $S_2$ 가 있다. 원  $S_1$ 은 선분 AB와 BC에 동시에 접하고 원  $S_2$ 는 선분 CD와 AD에 동시에 접하며, 원  $S_1$ 과 원  $S_2$ 는 한 점 T에서 만난다. 점 T를 지나고 선분 AD에 평행한 직선이 원  $S_1$ , 원  $S_2$ 와 만나는 T가 아닌 점들을 각각 E, F라 하자. 선분 AB의 길이가 100이고 선분 EF의 길이가 120일 때, 다음 물음에 답하시오.

(1) 직사각형 ABCD의 넓이를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

(2) 두 원의 넓이의 합의 최댓값과 최솟값을 구하시오. 이때 두 원의 반지름의 길이를 각각 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

[문제 I-2]

넓이가 4인 정사각형 ABCD와 변 CD의 중점 O를 중심으로 하고 반지름의 길이가 1인 원이 있다. [그림 2]와 같이 사각형 ABCD의 내부에 있는 원 위의 한 점을 T라 하자. 점 O에서 시작하고 선분 AB의 중점을 지나는 반직선으로부터 반시계방향으로 선분 OT까지의 각을  $\theta$ 라 하고, 점 T에서 원에 접하는 직선을  $l$ 이라 할 때, 다음 물음에 답하시오. (단,  $0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$ )

(1) 직선  $l$ 이 점 B를 지날 때,  $\sin \theta$ ,  $\cos \theta$ ,  $\tan \theta$ 를 각각 구하고, 그 근거를 논술하시오. (5점)

(2) 직선  $l$ 이 정사각형 ABCD와 만나는 두 점 사이의 거리를  $\theta$ 에 관한 함수  $f(\theta)$ 로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

(3) [문제 I-2] (2)에서의  $f(\theta)$ 에 대하여

$$J = \int_0^{\frac{\pi}{4}} (f(\theta) \sin \theta \cos \theta - \cos \theta) d\theta$$

일 때,  $\sin J$ 의 값을 계산하고, 그 과정을 논술하시오. (10점)

## 문제 II <물리>

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

[가] 지하철이나 백화점에 설치되어 있는 에스컬레이터는 속력과 방향이 일정한 운동을 한다. 이러한 운동을 등속 직선 운동이라고 한다. 한편 물체의 운동에는 속력이나 운동 방향이 변하는 경우가 있다. 속력이나 운동 방향이 변하는 운동을 가속도 운동이라고 한다. 공기 저항을 무시하면 지면 가까이에서 낙하하는 물체는 시간에 따른 속력 변화와 운동 방향이 일정한 운동을 한다. 이처럼 운동 방향의 변화 없이 직선 상에서 물체의 속력이 일정하게 빨라지거나 느려지는 운동을 등가속도 직선 운동이라고 한다.

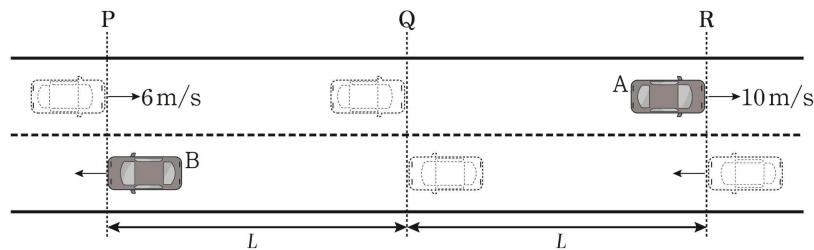
[나] 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 나침반을 놓을 때 자침이 회전하는 것은 도선 주위에 자기장이 만들어졌기 때문이다. 이처럼 전류가 흐르면 그 주위에 자기장이 만들어지는데, 이런 현상을 전류에 의한 자기 작용이라고 한다.

[다] 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 오른손 엄지손가락이 전류의 방향을 가리키도록 했을 때, 나머지 네 손가락이 도선을 감아쥐는 방향이다. 직선 도선에 흐르는 전류의 세기가 클수록 나침반의 자침이 크게 회전하고, 직선 도선으로부터의 거리가 멀수록 나침반의 자침이 작게 회전한다. 이것은 자기장의 세기가 도선에 흐르는 전류의 세기에 비례하고, 직선 도선으로부터의 거리에 반비례하기 때문이다.

#### [문제 II-1]

[그림 1]과 같이 자동차 A, B가 직선 도로를 따라 서로 반대 방향으로 운동하고 있다.  $t=0$ 초일 때 A와 B는 각각 P와 R지점을 통과한 후, A는 등가속도 운동을 하고 B는 등속 운동을 한다.  $t=6$ 초일 때 A, B는 동시에 Q지점을 통과한다. 이후 A는 이전과 다른 가속도로 등가속도 운동을 하고 B는 등가속도 운동을 하여,  $t=11$ 초일 때 A, B는 각각 R와 P를 통과한다. A가 P와 R를 통과할 때의 속력은 각각  $6\text{m/s}$ 와  $10\text{m/s}$ 이다. P에서 Q 사이의 거리와 Q에서 R 사이의 거리는  $L$ 로 같다.

시오. (8점)



[그림 1]

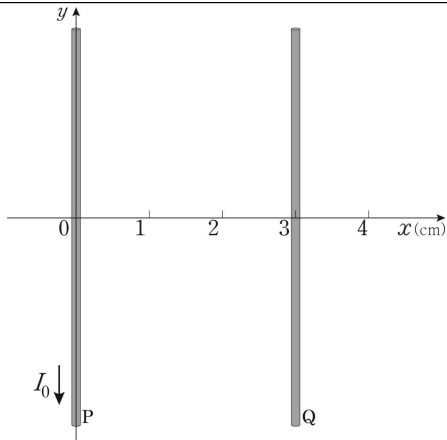
(1) A가 Q를 통과하는 순간 A의 속력  $v_A$ 와  $L$ 을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (8점)

(2) B가 Q에서 P까지 이동하는 동안 B의 가속도 크기를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

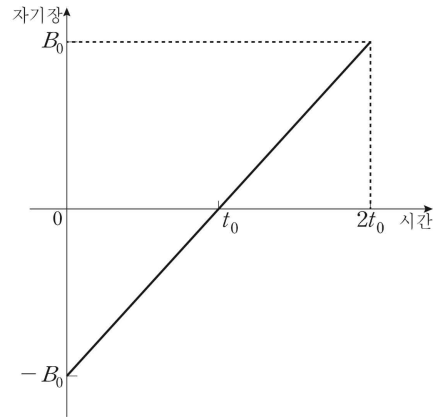
#### [문제 II-2]

[그림 2]와 같이  $xy$  평면에 무한히 길고 가는 직선 도선 P, Q가  $x=0\text{cm}$ ,  $x=3\text{cm}$ 에 각각  $y$ 축과 나란하게 고정되어 있다. P에는  $-y$  방향으로 세기가  $I_0$ 로 일정한 전류가 흐르고 있다.

[그림 3]은 Q에 흐르는 전류가 변함에 따라  $x=2\text{cm}$ 에서 측정된 자기장을 시간에 관한 그래프로 나타낸 것이다.  $t=t_0$ 일 때,  $x=1\text{cm}$ 에서 측정된 자기장은  $\frac{3}{2}B_0$ 이다. (단, 종이면에서 수직으로 나오는 자기장의 방향을  $+$ , 종이면에서 수직으로 들어가는 자기장의 방향을  $-$ 로 한다.)



[그림 2]



[그림 3]

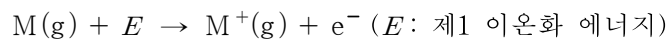
- (1) Q에 흐르는 전류의 세기를 시간에 관한 그래프로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (단,  $+y$  방향으로 흐르는 전류의 방향을  $+$ ,  $-y$  방향으로 흐르는 전류의 방향은  $-$ 로 한다.) (12점)
- (2)  $x = 4\text{ cm}$ 에서의 자기장을 시간에 관한 그래프로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

## 문제 II <화학>

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

**[가]** 자연계에 존재하는 대부분의 원소에는 동위 원소가 존재하고, 그 존재 비율은 원소마다 일정하다. 우리가 이용하는 각 원소의 원자량은 동위 원소의 존재 비율에 따른 원자량의 평균값으로 나타내는데, 이것을 평균 원자량이라고 한다. 주기율표에서 여러 가지 원소의 원자 반지름을 비교하면 대체로 규칙적으로 변화함을 알 수 있는데, 같은 주기 원소의 원자 반지름은 원자 번호가 증가할수록 작아진다. 이것은 유효 핵전하의 증가로 최외각 전자가 원자핵 쪽으로 더 끌리기 때문이다. 같은 족 원소에서는 원자 번호가 증가할수록 전자 껍질 수가 증가하므로 원자 반지름이 커진다. 그리고 중성 원자가 전자를 잃고 양이온이 되면 원자인 경우보다 반지름이 작아진다. 반대로 전자를 얻어 음이온이 되면 최외각 껍질에 전자 수가 많아져 전자 사이의 반발력이 증가하므로 원자일 때보다 반지름이 커진다.

**[나]** 원자 내부에서 전자와 원자핵 사이에 인력이 작용하고 있으므로 원자에서 전자를 떼어 내려면 외부에서 에너지를 공급해 주어야 한다. 기체 상태의 원자(M)로부터 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지를 제1 이온화 에너지라고 하는데, 원자핵과 전자 사이에 작용하는 인력이 강할수록 더 큰 이온화 에너지가 필요하다.



**[다]** 양성자와 중성자로 이루어진 원자핵은 원자의 중심에 위치하고, 전자는 원자핵 주위를 운동하고 있다. 이때 전자가 존재할 확률 분포를 나타낸 것을 오비탈이라고 하는데, 오비탈의 주 양자수는 전자 껍질 순서와 같다. 주 양자수가 커질수록 전자와 원자핵 사이의 거리가 멀어져 에너지가 높아지고, 주 양자수가 같은 오비탈은 방위 양자수가 커질수록 에너지 준위가 높아진다. 따라서 다전자 원자에서 오비탈의 에너지 준위 순서는 다음과 같다.

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

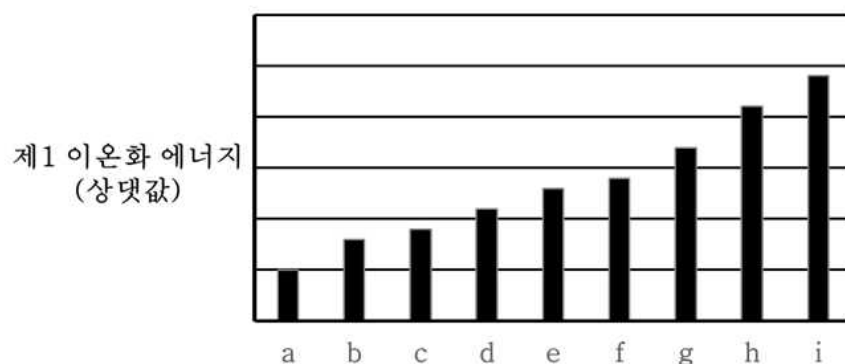
원자 안에서 전자는 다양하게 배치될 수 있지만, 에너지 준위가 가장 낮게 배치될 때 안정한 상태가 된다. 이때의 전자 배치를 바닥상태 전자 배치라고 한다. 바닥상태의 원자에서는 에너지가 가장 낮은 오비탈부터 차례대로 전자가 채워지는데, 이것을 쌓음 원리라고 한다. 전자 배치를 표시할 때에는 오비탈 기호의 오른쪽 위에 전자 수를 작은 숫자로 나타내거나, 상자로 표현한 오비탈 안에 전자의 스핀 방향을 화살표로 나타낸다. 파울리 배타 원리에 따라 각 오비탈에 채워진 2개의 전자는 스핀 방향이 다르므로 화살표로 나타낼 때 방향이 반대가 되도록 한다. 예를 들면, 1족인 나트륨의 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 이고 17족인 염소의 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 이다. 한편, 분자 또는 이온에서 중심 원자의 전자쌍들이 모두 (-)전하를 띠고 있으므로 정전기적 반발력을 최소화하기 위해 가능한 멀리 떨어져 있으려 하는데, 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 분자는 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.

**[라]** 화학 반응은 본래의 물질과 성질이 전혀 다른 새로운 물질이 생성되는 현상이다. 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 관계를 화학식과 기호를 사용해 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식으로 알 수 있는 다양한 정보 가운데 반응물과 생성물 사이의 양적 관계가 중요하다. 화학 반응식에서 각 물질의 계수비는 몰비와 같으므로 반응물의 양만으로도 생성물이 얼마나 생길지 예상할 수 있고, 생성물의 양으로 얼마만큼의 물질이 반응에 사용되었는지 알 수 있다.

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

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

a~i는 각각 원자 번호 2~10의 원소 중 하나이다. 아래 그림은 a~i의 제1 이온화 에너지를 나타낸 것이다.



(1) 원소 a~i를 평균 원자량의 순서로 나열하시오. (4점)

(2) 원소 b와 d는 각각 원소 g와 안정한 화합물인  $bg_x$ 와  $dg_y$ 를 형성한다.  $bg_x$ 와  $dg_y$ 의 분자식을 각각 실제 원소 기호를 사용하여 제시하시오. (단, x와 y는 정수이다.) 전자쌍 반발 이론을 고려하여 이들 화합물의 분자 구조를 그림으로 나타내고 분자 극성에 대해서도 논술하시오. (8점)

(3) 원소 e, g, h가 비활성 기체의 바닥상태 전자 배치를 가질 때 입자의 크기를 비교하시오. 바닥상태의 원소 h가 에너지를 흡수해서 3s 오비탈에 전자쌍이 존재할 때의 가장 안정한 전자 배치를 적고 홀전자의 개수에 대해 논술하시오. (8점)

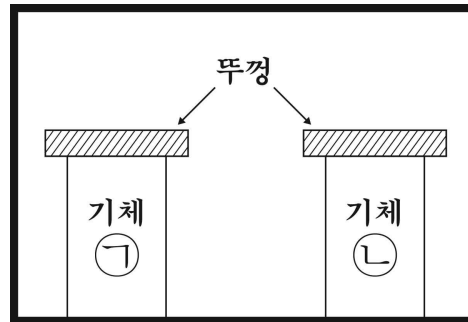
[문제 II-2] 제시문 [라]와 [마]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

미지의 행성에는 원소 C, H, O, N, F, Cl, Br, I만이 존재한다. 0°C, 1기압에서 부피가 5.6 L인 용기에 채취한 기체 ㉠과 ㉡은 안정하며 이때의 질량은 각각 4.25 g과 20.25 g이다. (단, H, C, N, O, F, Cl, Br, I의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16, 19, 35.5, 80, 127이다.)

(1) ㉠과 ㉡의 화학식을 결정하고 그 이유를 논술하시오. (7점)

(2) 두 기체 ㉠과 ㉡을 혼합하면 고체 ㉢이 생성된다. 이 반응의 화학 반응식에 대해 논술하시오. (4점)

(3) 아래 그림과 같이, 진공 상태의 밀폐된 용기 안에 8.5 g의 기체 ㉠과 32.4 g의 기체 ㉡이 담긴 용기가 있다. ㉠과 ㉡이 담긴 용기의 뚜껑을 열고 반응을 완결시켰다. 밀폐된 용기에 존재하는 ㉠, ㉡과 ㉢의 몰수와 질량에 대해 각각 논술하시오. (9점)



## 문제 II <생명과 과학>

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

[가] 생명과학은 생명체의 특성을 연구하는 학문 분야이다. 생명의 기원으로부터 구조와 기능, 생식과 유전, 분류 및 분포 등의 다양한 생명 현상과 생물과 환경의 상호 관계를 연구한다. 보편적이고 객관적인 생명 현상의 원리를 규명하기 위한 방법으로 연역적 탐구 방법과 귀납적 탐구 방법이 주로 이용된다.

[나] 모든 생물은 세포라는 단위 구조를 가지며, 스스로 물질대사와 자기 복제를 한다. 원핵생물인

박테리아로부터 진핵생물인 동·식물에 이르기까지 세포의 구조는 조금씩 다르지만, 모든 세포는 인지질로 구성된 세포막으로 싸여 있다. 단세포 생물 또는 다세포 생물은 생명 현상을 유지하기 위해 지속적으로 외부와 물질 교환을 하고 물질대사를 수행하며 자신의 유전자를 물려받은 자손을 생성한다.

**[다]** 생물은 물질대사, 항상성, 발생과 생장, 생식과 유전, 진화라는 특성을 가진다. 물질대사는 생명체에서 일어나는 화학 반응으로 물질을 분해하는 이화 작용과 물질을 합성하는 동화 작용으로 구분된다. 항상성 조절, 면역 반응도 물질대사를 통해 일어난다. 인체는 물질대사, 항상성, 방어 작용 등을 통하여 유전적 요인이나 환경적 요인으로 유발된 비감염성 질병과 병원체(세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이 등)로 인한 감염성 질병에 대응하고 있다.

**[라]** 질병과 항상성은 밀접한 상관관계가 있다. 질병에 의하여 항상성이 무너질 수 있으며, 역으로 항상성 불균형이 질병을 유발시킬 수도 있다. 사람은 탄수화물, 지방, 단백질 등의 영양소 섭취를 통하여 생명 현상에 필요한 에너지를 얻는데, 에너지 섭취량과 에너지 소비량의 균형이 건강 유지에 중요하다. 에너지 섭취량과 소비량 불균형의 한 예로 에너지 과잉이 지속되면 비만, 당뇨병, 고혈압, 심장병 등의 대사성 질환이 유발될 수 있다.

**[마]** 상동 염색체의 같은 위치에는 같은 형질을 결정하는 대립유전자가 있다. 이들 대립유전자가 다를 경우(Aa) 그 중 한 가지 대립유전자의 형질만 표현될 때 겹으로 표현되는 형질을 우성이라 하고, 이 형질을 결정하는 대립유전자를 우성 대립유전자(A)라 한다. 반면 겹으로 표현되지 않는 형질을 열성이라 하고, 이 형질을 결정하는 대립유전자를 열성 대립유전자(a)라 한다.

**[바]** 일정 지역의 생태계에서 시간의 흐름에 따라 생물 군집이 점진적으로 변화해가는 과정을 천이라 한다. 천이 과정은 지역의 수분, 토양 등의 비생물적 요소와 생물적 요소에 따라 단계적으로 변화해가며, 최종적으로 종의 구성과 수가 가장 안정적인 상태인 극상에 이른다.

**[사]** 천이는 생물이 없던 불모지에서 시작하는 1차 천이와 산불, 홍수, 산사태 등에 의해 기존 생물이 제거되거나 또는 버려진 경작지 등에서 시작하는 2차 천이로 구분한다. 1차 천이는 수분이 적은 곳에서 시작되는 건성 천이와, 호수나 연못과 같은 습지에서 시작되는 습성 천이가 있다.

**[문제 II-1]** 제시문 [가]와 [나]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

(1) 연역적 탐구 방법과 귀납적 탐구 방법을 정의하고, 두 방법의 차이에 대하여 논술하시오. (4점)

(2) 귀납적 탐구 방법과 관련지어 바이러스가 생물이 아님을 논술하시오. (4점)

[논제 II-2] 제시문 [다]와 [라]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

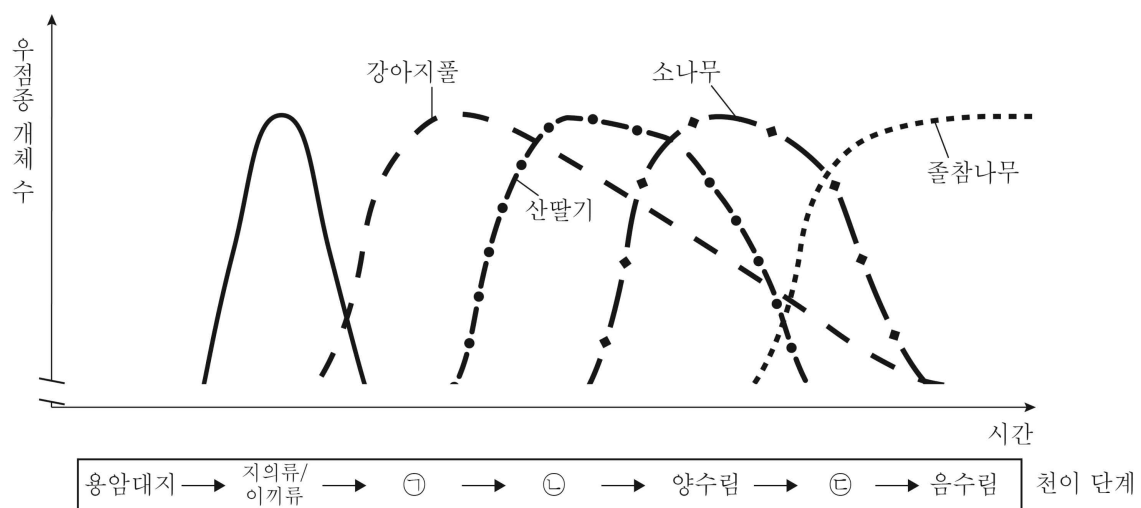
유전적으로 동일하며 같은 시기에 태어난 수컷 생쥐 100마리를 각각 50마리씩 집단 A와 B로 나누었다. 집단 A는 일반 사료를 섭취시키고, 집단 B는 고탄수화물·고지방 사료를 섭취시키며 사육한 결과, 집단 B의 생쥐는 집단 A에 비해 체중과 혈당량이 현저하게 증가하였다. 집단 B의 체내 에너지 대사와 항상성 유지 및 호르몬 분비 변화에 대하여 논술하시오. (단, 이자성  $\beta$ 세포의 손상은 고려하지 않으며, 사료 외 모든 사육 조건은 동일하다.) (10점)

[논제 II-3] 제시문 [마]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

영양소 ㉠은 물질대사를 통해 분해된다. 영양소 ㉠은 효소 A에 의해 분해되기도 하고, 독립적인 방법으로 효소 B에 의해 분해될 수도 있다. 두 효소는 각각 한 쌍의 대립유전자에 의해 생성되며 각 대립유전자의 우열 관계는 분명하다. 우성 형질은 영양소 ㉠을 분해할 수 있고, 열성 형질은 영양소 ㉠을 분해하지 못한다. 효소 A의 대립유전자는 상염색체에 존재하고, 효소 B의 대립유전자는 X 염색체에 존재한다. 효소 A와 효소 B에 대해 각각 우성 대립유전자만 가진 수컷과 열성 대립유전자만 가진 암컷을 교배하여 잡종 1세대를 만든다. 이 잡종 1세대에 속한 수컷과 암컷을 교배 했을 때, 영양소 ㉠을 분해하지 못하는 자손이 생겨날 확률에 대하여 논술하시오. (단, 교차와 돌연변이는 고려하지 않으며, 성염색체의 구성은 사람과 같다.) (12점)

[논제 II-4] 제시문 [바]와 [사]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

그림은 식물의 1차 건성 천이 과정에서 단계별 식물 우점종의 개체 수 변화를 나타낸 것이다. 생물이 없는 용암대지에서 극상에 이르기까지 비생물적 요소와 생물들의 상호 관계는 천이 단계별로 그 지역에서의 종의 구성과 수를 변화시킨다. (단, 그림의 우점종 개체 수는 각 식물종의 최대 개체 수에 대한 상대값이다.)



(1) ㉠, ㉡에 해당하는 천이 단계는 무엇이며, 천이 단계 ㉢의 우점종 식물의 변화에 대하여 논술하시오. (3점)

(2) 1차 건설 천이가 진행되는 동안 지표면에 도달하는 빛의 세기와 토양에 포함된 양분의 양적 변화에 대하여 논술하시오. (3점)

(3) 산불이 발생하여 일어나는 2차 천이는 1차 천이보다 극상에 이르는 속도가 빠르다. 2차 천이 과정에서 초기 단계의 우점종은 주로 무엇이며, 2차 천이가 1차 천이에 비해 빠르게 진행되는 이유에 대하여 논술하시오. (4점)

## 2. 2021학년도 수시모집 논술고사 예시답안

### 문제 I <수학>

#### [문제 I-1] (1)

오른쪽 그림처럼 원  $S_1$  과 원  $S_2$  의 중심을 각각  $O_1$  과  $O_2$  라 하고, 점  $T$  를 지나고 선분  $AB$  에 평행한 직선이 원  $S_1$  과  $S_2$  와 만나는 점을 각각  $G$  와  $H$  라 하자.

삼각형  $O_1ET$  는 선분  $O_1E$  와  $O_1T$  의 길이가 같은 이등변 삼각형이다. 따라서  $O_1$  을 지나고 선분  $AB$  에 평행한 직선은 선분  $ET$  를 이등분한다. 마찬가지로  $O_1$  을 지나고 선분  $BC$  에 평행한 직선은 선분  $GT$  를 이등분하고,  $O_2$  을 지나고 선분  $AB$  에 평행한 직선은 선분  $FT$  를 이등분하며,  $O_2$  을 지나고 선분  $BC$  에 평행한 직선은 선분  $HT$  를 이등분한다.

원  $S_1$  과 원  $S_2$  의 반지름을 각각  $r_1$  과  $r_2$  라 하고,  $\frac{\overline{GH}}{2} = k$  라 하면,  $\overline{AB} = r_1 + r_2 + \frac{\overline{GH}}{2}$  이므로

$$100 = r_1 + r_2 + k \dots\dots ①$$

이고,

$$\overline{BC} = r_1 + r_2 + \frac{\overline{EF}}{2} = r_1 + r_2 + 60 \dots\dots ②$$

이다.

①에 의해 두 원의 중심사이의 거리는  $\overline{O_1O_2} = r_1 + r_2 = 100 - k$  이고,

$\overline{O_1O_2}^2 = \left(\frac{\overline{GH}}{2}\right)^2 + \left(\frac{\overline{EF}}{2}\right)^2$  이므로,  $(100 - k)^2 = k^2 + 60^2$  이다. 따라서

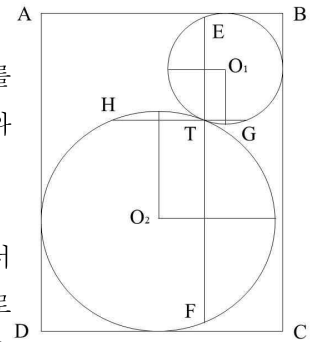
$$\frac{\overline{GH}}{2} = k = 32 \dots\dots ③$$

이다. ①과 ③으로부터  $r_1 + r_2 = 68$  이므로, ②에 의해  $\overline{BC} = r_1 + r_2 + 60 = 128$  이다. 따라서 사각형  $ABCD$  의 넓이는 12800이다.

#### [문제 I-1] (2)

원  $S_1$  과 원  $S_2$  가 사각형  $ABCD$  의 내부에 있으므로,  $0 \leq r_1 \leq 50$  이고  $0 \leq r_2 \leq 50$  이다. 또한 [문제 I-1] (1)에서  $r_1 + r_2 = 68$  이므로  $18 \leq r_1 \leq 50$  이고  $18 \leq r_2 \leq 50$  이다.

두 원의 넓이의 합은  $\pi(r_1^2 + r_2^2) = \pi[r_1^2 + (68 - r_1)^2] = \pi(2r_1^2 - 136r_1 + 4624)$  이므로, 이의 최댓값과 최솟값은  $18 \leq r_1 \leq 50$  에서 함수  $f(r_1) = \pi(2r_1^2 - 136r_1 + 4624)$  의 최댓값과 최솟값이다.





$f'(r_1) = \pi(4r_1 - 136)$ 이므로,  $f'(34) = 0$ 이다.

$18 < r_1 < 34$  일 때  $f'(r_1) < 0$ 이고,  $34 < r_1 < 50$  일 때  $f'(r_1) > 0$ 이므로,  $f(r_1)$  일 때 최솟값  $f(34) = 2312\pi$ 을 가진다. 따라서 두 원의 넓이의 합의 최솟값은  $2312\pi$ 이며, 이때 두 원의 반지름은  $34$ 로 서로 같다.

$f(r_1)$ 는  $f(18) = f(50) = 2824\pi$ 일 때 최대이므로, 두 원의 넓이의 합의 최댓값은  $2824\pi$ 이며, 이때 두 원의 반지름은 각각  $18$ 과  $50$ 이다.

[문제 I-2]

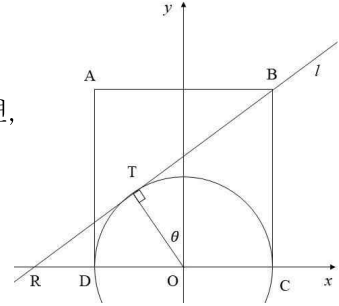
(1) 오른쪽 그림과 같이 좌표평면의 원점에 원의 중심  $O$ 가 위치하고, 네 점  $A(-1, 2)$ ,  $B(1, 2)$ ,  $C(1, 0)$ ,  $D(-1, 0)$ 인 상황을 생각하면, 점  $T$ 는  $T(-\sin\theta, \cos\theta)$ 이다.

$T$ 에서 원에 접하는 직선  $l$ 이  $x$ 축과 만나는 점을  $R$ 이라 하면,

$\angle ROT = \frac{\pi}{2} - \theta$ 이므로  $\angle ORT = \theta$ 이다. 따라서 직선  $l$ 의 방정식은

$$l : y = (\tan\theta)x + \sec\theta \quad \dots\dots \textcircled{1}$$

이다.



직선  $l$ 이  $B(1, 2)$ 를 지날 때의  $\theta$ 를  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha < \frac{\pi}{2}$ )라 하면,  $\textcircled{1}$ 에 의해  $2 = \tan\alpha + \sec\alpha$ 이므로

$2\cos\alpha = \sin\alpha + 1$ 이다.  $2\sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sin\alpha + 1$ 에 의해  $\sin\alpha = \frac{3}{5}$ ,  $\cos\alpha = \frac{4}{5}$ ,

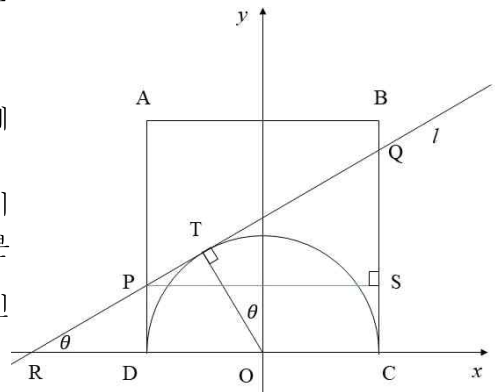
$\tan\alpha = \frac{3}{4}$ 이다.

(2) 직선  $l$ 이 정사각형  $ABCD$ 와 만나는 두 점 중에서 선분  $AD$ 와 만나는 점을  $P$ 라 하고, 나머지 한 점을  $Q$ 라 하자.

i) 직선  $l$ 이 선분  $BC$ 와 만날 때, [문제 I-2] (1)의 결과에 의해  $\theta$ 의 범위는  $0 \leq \theta \leq \alpha$ 이다.

오른쪽 그림과 같이 점  $P$ 를 지나고 선분  $AB$ 에 평행한 직선이 선분  $BC$ 와 만나는 점을  $S$ 라 하면, 삼각형  $PQS$ 는 선분  $PS$ 의 길이가 2이고  $\angle QPS$ 가  $\theta$ 이며  $\angle PSQ$ 가  $\frac{\pi}{2}$ 인 직각삼각형이다.

$\cos\theta = \frac{2}{PQ}$ 이므로, 선분  $PQ$ 의 길이는  $2\sec\theta$ 이다.



ii) 직선  $l$ 이 선분  $AB$ 와 만날 때, [문제 I-2] (1)의 결과에 의해  $\theta$ 의 범위는  $\alpha \leq \theta < \frac{\pi}{2}$ 이다.

$T$ 에서 원에 접하는 직선  $l$ 의 방정식  $y = (\tan\theta)x + \sec\theta$ 에 의해 직선  $l$ 이  $x$ 축과 만나는 점  $R$ 의 좌표는  $(-\csc\theta, 0)$ 이다.

점  $Q$ 를 지나고 선분  $BC$ 에 평행한 직선이 선분  $CD$ 와 만나는 점을  $S$ 라 하면, 삼각형  $QRS$ 는 선분  $QS$ 의 길이가 2이고

$\angle QRS$ 가  $\theta$ 이며  $\angle QSR$ 이  $\frac{\pi}{2}$ 인 직각삼각형이다. 따라서  $\sin\theta = \frac{QS}{QR} = \frac{2}{QR}$ 로부터

$$\overline{QR} = 2\csc \theta \dots\dots ①$$

이다.

삼각형 RPD는 선분 DR의 길이가  $\csc \theta - 1$ 이고  $\angle PRD$ 가  $\theta$ 이며  $\angle RDP$ 가  $\frac{\pi}{2}$ 인

직각삼각형이다. 따라서  $\cos \theta = \frac{\overline{DR}}{\overline{PR}} = \frac{\csc \theta - 1}{\overline{PR}}$ 로부터

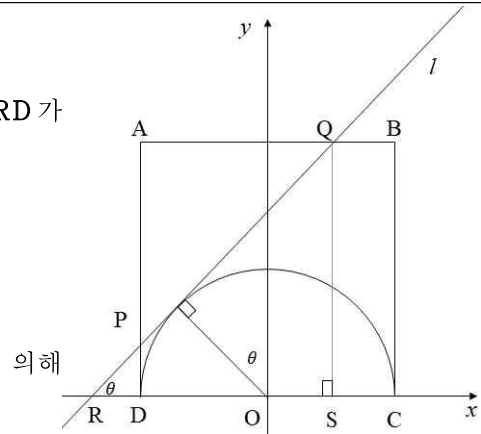
$$\overline{PR} = \csc \theta \sec \theta - \sec \theta \dots\dots ②$$

이며,

①과

②에

$\overline{PQ} = \overline{QR} - \overline{PR} = 2\csc \theta + \sec \theta - \csc \theta \sec \theta$ 이다.



i)과 ii)에 의해, 함수  $f(\theta)$ 는

$$f(\theta) = \begin{cases} 2\sec \theta & (0 \leq \theta \leq \alpha) \\ 2\csc \theta + \sec \theta - \csc \theta \sec \theta & (\alpha \leq \theta < \frac{\pi}{2}) \end{cases}$$

이다.

(3)  $\tan \theta$ 는  $0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$ 에서 증가함수이고, [문제 I-2]의 (1)에 의해  $\tan \alpha = \frac{3}{4}$ ,  $\tan \frac{\pi}{4} = 1$ 이므로

$0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{4}$ 이다. 따라서

$$\begin{aligned} J &= \int_0^{\frac{\pi}{4}} (f(\theta) \sin \theta \cos \theta - \cos \theta) d\theta = \int_0^{\alpha} (f(\theta) \sin \theta \cos \theta - \cos \theta) d\theta + \int_{\alpha}^{\frac{\pi}{4}} (f(\theta) \sin \theta \cos \theta - \cos \theta) d\theta \\ &= \int_0^{\alpha} (2\sin \theta - \cos \theta) d\theta + \int_{\alpha}^{\frac{\pi}{4}} (\cos \theta + \sin \theta - 1) d\theta \\ &= 2 - \cos \alpha - 2\sin \alpha + \alpha - \frac{\pi}{4} \end{aligned}$$

이다.

[문제 I-2] (1)에서  $\sin \alpha = \frac{3}{5}$ ,  $\cos \alpha = \frac{4}{5}$ 이므로  $J = \alpha - \frac{\pi}{4}$ 이고, 따라서

$$\sin J = \sin \left( \alpha - \frac{\pi}{4} \right) = \sin \alpha \cos \frac{\pi}{4} - \cos \alpha \sin \frac{\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{10} \text{이다.}$$

## 문제 II <물리>

[문제 II-1]

(1) A가 Q를 통과할 때의 속력을  $v_A$ 라고 하면, A가 P에서 Q까지 이동한 거리

$$L = \frac{1}{2}(v_A + 6)6 \text{이고 Q에서 R까지 이동한 거리 } L = \frac{1}{2}(v_A + 10)5 \text{이다. 따라서 두 식을 연립하여}$$

풀면  $v_A = 14 \text{ m/s}$ ,  $L = 60 \text{ m}$ 이다.

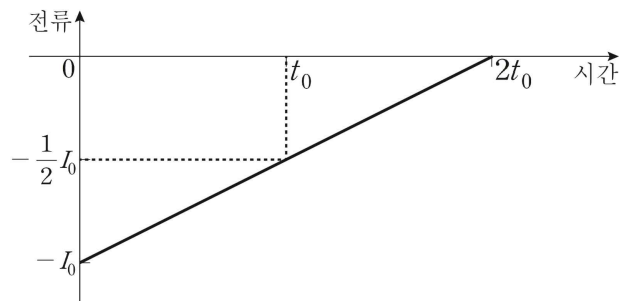
(2) B는 R에서 60 m 거리를 등속도 운동을 하여 6초 만에 Q를 통과하므로, Q에서 B의 속력은 10 m/s이다. 또한 B가 Q에서 60 m 거리를 등가속도 운동을 하여 5초 만에 P를 통과하는 동안 B의

평균 속력 12 m/s이다. B가 P를 통과할 때의 속력을  $v_B$ 라고 하면,  $\frac{1}{2}(10 + v_B) = 12 \text{ m/s}$ 이므로

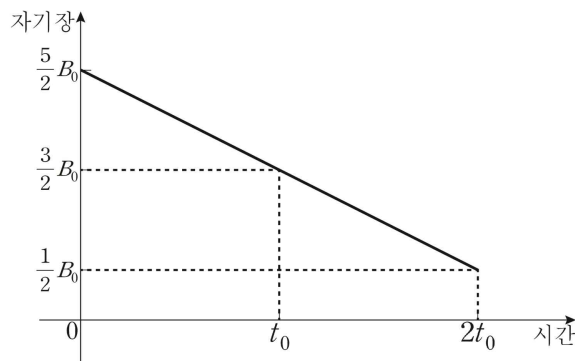
$v_B = 14 \text{ m/s}$ 이다. B가 5초 만에 Q에서 P까지 이동하는 동안  $4 \text{ m/s}$ 의 속력이 증가하였으므로 B의 가속도 크기는  $\frac{4}{5} = 0.8 \text{ m/s}^2$ 이다.

[문제 II-2]

(1) 자기장의 세기  $B$ 는 직선 도선으로부터의 거리  $r$ 에 반비례하고, 전류의 세기  $I$ 에 비례하므로  $B \propto \frac{I}{r} (= k \frac{I}{r})$ 이다. Q에 흐르는 전류의 세기를  $I_Q$ 라고 하면  $t = t_0$ 일 때,  $x = 2 \text{ cm}$ 에서 자기장은 0이므로  $0 = k \frac{I_0}{2} - k \frac{I_Q}{1}$ 이다. 따라서 Q에는  $-y$  방향으로  $\frac{1}{2}I_0$ 의 전류가 흐른다.  $t = t_0$ 일 때,  $x = 1 \text{ cm}$ 에서  $\frac{3}{2}B_0 = k \frac{I_0}{1} - k \frac{I_Q}{4}$ 이므로  $B_0 = k \frac{I_0}{2}$ 이다.  $t = 0$ 일 때,  $x = 2 \text{ cm}$ 에서  $-B_0 = -k \frac{I_0}{2} = k \frac{I_0}{2} - k \frac{I_Q}{1}$ 이므로 Q에는  $-y$  방향으로  $I_0$ 의 전류가 흐른다.  $t = 2t_0$ 일 때,  $x = 2 \text{ cm}$ 에서  $B_0 = k \frac{I_0}{2}$ 이므로 Q에 흐르는 전류는 0이다. 따라서 Q에 흐르는 전류의 세기를 시간에 관한 그래프로 나타내면 다음과 같다.



(2)  $x = 4 \text{ cm}$ 에서 P, Q에 흐르는 전류에 의한 자기장을 구하면  $t = 0$ 일 때  $k \frac{I_0}{4} + k \frac{I_0}{1} = k \frac{5I_0}{4} = \frac{5}{2}B_0$ 이고,  $t = t_0$ 일 때  $k \frac{I_0}{4} + k \frac{I_0}{2} = k \frac{3I_0}{4} = \frac{3}{2}B_0$ 이고,  $t = 2t_0$ 일 때  $k \frac{I_0}{4} = \frac{1}{2}B_0$ 이다. 따라서  $x = 4 \text{ cm}$ 에서 P, Q에 흐르는 전류에 의한 자기장을 시간에 관한 그래프로 나타내면 다음과 같다.



문제 II <화학>

[문제 II-1]

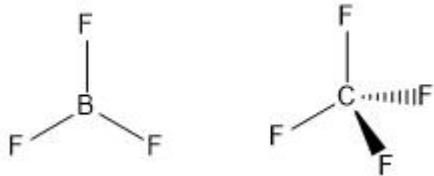
(1) 원자 번호 2인 He과 2주기 원소들 중에서 He의 제1 이온화 에너지가 가장 높고, 2주기 원소 중에서는 Be와 B, N과 O에서 제1 이온화 에너지 크기의 순서가 바뀐다.

즉, 원자 번호 2-10의 원소의 평균 원자량 크기는,  $\text{He} < \text{Li} < \text{Be} < \text{B} < \text{C} < \text{N} < \text{O} < \text{F} < \text{Ne}$ 이므로,  $i < a < c < b < d < f < e < g < h$ 이다.

(i, a, c, b, d, f, e, g, h 또는 h, g, e, f, d, b, c, a, i도 정답)

(2) 원소 b와 d, 그리고 g는 각각 B, C, F이므로, 안정한 화합물은  $\text{BF}_3$ 와  $\text{CF}_4$ 이다.

분자 구조는 각각 평면삼각형(또는 정삼각형)과 정사면체이다.



$\text{BF}_3$ 와  $\text{CF}_4$  둘 모두 무극성

(3) 원소 e, g, h는 각각 O, F, Ne이며, 이온화되지 않는 비활성 기체를 포함한 입자는 순서대로  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ , Ne이다.

비금속 원소의 원자가 안정한 음이온이 되면 전자 수가 증가하여 전자 사이의 반발력이 증가하고 유효 핵전하가 감소하므로 반지름이 커진다. 따라서 입자 크기를 비교하면  $\text{O}^{2-} > \text{F}^- > \text{Ne}$ 이다.

Ne의 두 개의 전자가 3s 오비탈로 옮겨진 가장 안정한 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2$ 이다. 따라서 홀전자의 개수는 2p 오비탈의 전자 2개이다.

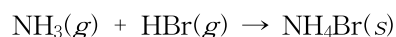
## [문제 II-2]

(1)  $0^\circ\text{C}$ , 1기압에서의 기체의 부피가 5.6 L이므로 기체의 몰수는  $\frac{5.6\text{ L}}{22.4\text{ L/mol}} = 0.25\text{ 몰}$ 이다.

㉠ 기체 4.25 g이 0.25몰이고 기체 ㉠의 몰 질량은  $\frac{4.25\text{ g}}{0.25\text{ mol}} = 17\text{ g/mol}$ 이므로 기체 ㉠은  $\text{NH}_3$ 임을 알 수 있다.

㉡ 기체 20.25 g이 0.25몰이고 기체 ㉡의 몰 질량은  $\frac{20.25\text{ g}}{0.25\text{ mol}} = 81\text{ g/mol}$ 이므로 기체 ㉡은  $\text{HBr}$ 임을 알 수 있다.

(2) 두 기체가 혼합되어 일어나는 반응은 아래와 같다. (상태 표시는 필수 아님)



(3) 8.5 g의 기체 ㉠의 몰수는  $\frac{8.5\text{ g}}{17\text{ g/mol}} = 0.5\text{ 몰}$ 이고 32.4 g의 기체 ㉡의 몰수는  $\frac{32.4\text{ g}}{81\text{ g/mol}} = 0.4\text{ 몰}$ 이다.

1몰의 기체 ㉠은 1몰의 기체 ㉡과 반응하여 1몰의 고체 ㉢을 생성한다. 0.4몰의 기체 ㉡은 0.4몰의 기체 ㉠과 반응하여 0.4몰의 고체 ㉢을 생성하므로 혼합 용액에는 0.1몰의 기체 ㉠과 0.4몰의 고체 ㉢이 존재하고 기체 ㉡은 모두 소모되어 존재하지 않는다.  $\text{NH}_4\text{Br}$ 의 몰 질량은 98 g/mol이므로 용기 내에 존재하는 ㉠, ㉡과 ㉢ 각각의 몰수와 질량은 아래와 같다.

기체 ㉠ : 0.1몰, 1.7 g  
기체 ㉡ : 0.0몰, 0.0 g  
고체 ㉢ : 0.4몰, 39.2 g

## 문제 II <생명과 과학>

### [문제 II-1]

(1) 연역적 탐구 방법은 관찰로부터 제기된 문제에 대한 잠정적 결론(가설)을 세우고, 적절한 탐구를 설계하고 수행하여 얻은 반복된 결과를 분석함으로써 보편적이고 객관적인 생명의 법칙을 규명하는 방법이다. 귀납적 탐구방법은 많은 관찰과 탐색 활동 그리고 자료의 분석을 통해 규칙성을 발견하고 결론을 이끌어 내는 방법이다. 이들 방법의 차이는 문제에 대한 잠정적 결론인 가설의 유무이다. 연역적 탐구 방법에는 가설을 설정하고 설계된 탐구 수행의 결과가 가설과 맞지 않을 경우 가설을 수정하고 설계와 수행을 다시 하며 생명의 법칙을 규명하지만, 귀납적 탐구 방법은 가설 설정과 가설을 검증하는 탐구 방법을 포함하지 않는다.

(2) 귀납적 탐구 방법을 통해 바이러스가 생물이 아님을 주장하기 위해서는 많은 관찰과 탐색 활동을 통해 생물 특성의 보편적이고 객관적인 법칙을 일반화 하고 바이러스의 특성과 비교하여 차이를 가지고 생물이 아님을 주장하면 된다. 하지만 생물의 특성은 이미 오랜 기간과 학자들에 의해 연역적 방법으로 정의되어 있고 바이러스의 특성들도 이미 일반화되어 있다. 그러므로 일반화된 생물의 특성과 바이러스의 특성을 비교하고 바이러스가 그 생물의 특성과 일치하지 않음을 도출해냄으로써 아래와 같이 귀납적으로 결론을 이끌어 낼 수 있다.

일반화된 생물의 특성에 대한 일반적인 정의는 세포로 구성되어 있으며, 자기 복제 능력과 활발한 물질대사를 할 수 있어야 한다. 하지만 바이러스는 세포 구조를 가지지 않으며, 숙주 생물이 없이는 복제나 물질대사를 할 수 없다. 그러므로 바이러스는 생물이 아니다.

### [문제 II-2]

동물은 탄수화물 등의 음식물 섭취를 통하여 에너지를 ATP로 저장하여 생명 활동에 이용한다. 그러나 탄수화물과 지방을 과하게 섭취하면 에너지의 과잉으로 인하여 대사와 에너지의 불균형으로 항상성이 무너진다. 일반사료를 섭취시키며 사육한 집단 A는 혈액 내 인슐린과 글루카곤의 길항작용을 통해 혈당을 일정하게 유지하며, 이화와 동화작용 대사를 통해 에너지의 생산과 소비를 적절하게 조절한다. 반면 집단 B의 생쥐는 탄수화물과 지방이 많은 사료를 섭취하여 체중과 혈당이 증가하였다. 혈당이 증가하면 이자섬의  $\beta$ 세포에서 인슐린이 분비된다. 인슐린은 간에 작용하여 포도당이 글리코젠으로 합성되는 작용을 촉진시키고, 세포에 작용하여 포도당의 흡수를 촉진함으로써 혈당량을 낮춘다. 고탄수화물, 고지방 사료를 지속적으로 섭취하는 경우 에너지 과잉으로 항상성 불균형을 야기할 수 있으며 그로인해 체중과 혈당이 증가했을 것이다.

### [문제 II-3]

부모 세대 우성 수컷의 유전자형은  $AAX^BY$ 이고 부모 세대 열성 암컷의 유전자형은  $aaX^bX^b$ 이므로 이들의 자손인 잡종 1세대는  $AaX^bY$ (수컷)와  $AaX^AX^a$ (암컷)만 태어날 수 있다. 잡종 1세대 간 교배를 한 경우 총 16가지의 유전자형 자손이 태어날 수 있고 이들 중 모두 열성 대립유전자를 가져 영양소 ㉠을 분해하지 못하는 자손의 유전자형( $aaX^bX^b$ ,  $aaX^bY$ )가 태어날 확률은  $2/16$  ( $=0.125$ ) 이다.

### [문제 II-4]

(1) ㉠은 강아지풀과 같은 초본류가 우점종으로 자리하는 초원이 형성되는 단계이며, ㉡은 키가 작은

산딸기 같은 관목들이 우점종으로 자리하는 관목림 단계이며, ㉔은 혼합림 단계로 소나무와 졸참나무가 함께 공존하는 단계이지만, 초기에는 이전 단계(양수림) 우점종인 소나무가 많이 자리하다 그 개체 수가 점점 줄어들며 다음 단계(음수림) 우점종인 졸참나무의 개체 수가 점점 많아져 우점종으로 자리하게 되는 개체 수 변화를 갖는다.

(2) 초원, 관목과 같이 키 작은 식물이 우점종인 단계에 지표면에 도달하는 빛의 세기는 양수가 우점종으로 자리하면서부터 줄어들어 그늘진 환경에서도 잘 자랄 수 있는 음수림이 성장한다. 그러므로 1차 건성 천이 단계가 일어나는 동안 지표면에 도달하는 빛의 세기는 높은 용암대지로부터 극상으로 갈수록 점점 줄어든다. 천이 초기 단계에서 토양이 형성되면 식물이나 동물의 사체가 세균이나 균류에 의해 분해되고 축적되어 토양의 양분을 풍부하게 만든다. 즉, 천이 단계가 진행되는 동안 토양에 포함된 양분의 양은 점점 많아진다.

(3) 2차 천이 초기에 정착하는 우점종은 초본류 식물이며, 땅속에 뿌리가 살아남은 관목이 있다면 빠르게 관목림으로 전환된다. 산불의 발생으로 지상부에 존재하는 식물은 화재로 모두 죽을 수 있으나, 토양은 이미 형성되어져 있으며 식물의 성장에 적합한 조건을 갖추고 있다. 이런 이유로 다른 지역으로부터 옮겨온 식물의 씨앗이나 지하에 죽지 않고 살아남은 뿌리에 의해 식물이 빠르게 성장할 수 있어 1차 천이보다 훨씬 빠른 속도로 진행된다.

### 3. 2021학년도 수시모집 논술고사채점 기준

#### 논제 I <수학>

##### [논제 I-1] (30점)

(1) <8점> 사각형의 변의 길이와 선분 EF의 길이 그리고 두 원의 반지름의 합 사이의 관계식을 논리적으로 제시한다.

<7점> 직각삼각형의 변사이의 관계를 이용하여 직사각형의 넓이를 정확히 구한다.

(2) <5점> 원의 반지름의 범위와 두 원의 넓이의 합을 정확히 표현한다.

<10점> 도함수와 함수의 증가 및 감소를 이용하여 최댓값 과 최솟값을 구하고 해당 반지름을 정확히 제시한다.

##### [논제 I-2] (30점)

(1) <5점> 접선의 방정식을 통해 삼각함수의 값을 정확히 제시한다.

(2) <5점> 접선이 선분 BC와 만날 때의  $f(\theta)$ 를 정확히 제시한다.

<10점> 접선이 선분 AB와 만날 때의  $f(\theta)$ 를 정확히 제시한다.

(3) <6점> 적분구간을 명시하고 적분을 삼각함수를 이용하여 정확히 표현한다.

<4점> 접선이 점 B를 지날 때의 삼각비를 이용하여 적분의 싸인값을 정확히 계산한다.

#### 논제 II <물리>

##### [논제 II-1]

(1) (8점)

<4점> A가 이동한 거리와 A의 속력에 관한 식을 논리적으로 표현한다.

<4점>  $v_A$ ,  $L$ 을 구하고 논거를 설명한다.

(2) (10점)

<5점> B의 속력에 대해 논리적으로 설명한다.

<5점> B의 가속도를 구하고 논거를 설명한다.

**[문제 II-2]**

(1) (12점)

<8점>  $t=0$ ,  $t=t$ ,  $t=2t$  일 때, Q에 흐르는 전류의 세기를 구하고 논거를 설명한다.

<4점> Q에 흐르는 전류의 세기를 시간에 관한 그래프로 나타내고 논거를 설명한다.

(2) (10점)

<6점>  $t=0$ ,  $t=t$ ,  $t=2t$  일 때,  $x=4\text{cm}$ 에서의 자기장 세기를 구하고 논거를 설명한다.

<4점>  $x=4\text{cm}$ 에서의 자기장을 시간에 관한 그래프로 나타내고 논거를 설명한다.

**문제 II <화학>**

**[문제 II-1]**

(1) <총 4점>

제1 이온화 에너지를 이해하고 평균 원자량 비교를 명확히 하였으면 7점

(2) <총 8점>

원소 b와 d, 그리고 g가 각각 B, C, F이고, 형성된 화합물이  $\text{BF}_3$ 와  $\text{CF}_4$ 임을 이해하고 그 분자 구조를 명확히 하였으면 8점

(3) <총 8점>

원소 e, g, h가 각각 O, F, Ne이고, 이온화되지 않는 비활성 기체를 포함한 입자 크기 비교와 Ne의 두 개의 전자가 3s 오비탈로 옮겨진 가장 안정한 전자 배치를 명확히 설명하였으면 8점.

**[문제 II-2]**

(1) <총 7점>

각각의 몰 질량과 기체의 분자식을 논리적으로 구해 명확히 논술했으면 7점

(2) <총 4점>

화학 반응식을 명확히 표현하였으면 4점 (상대 표시는 필수 아님)

(3) <총 9점>

화학 반응식의 반응물과 생성물의 양적 관계를 정확히 이해하여 논술했으면 9점

**문제 II <생명과 화학>**

**[문제 II-1] (8점)**

(1) (4점)

<3점> 연역적 탐구 방법과 귀납적 탐구 방법을 논리적으로 서술

<1점> 두 방법의 가장 큰 차이점인 잠정적 결론(또는 가설)의 유무로 논리적으로 서술

(2) (4점)

<4점> 일반화된 생물의 특성과 바이러스의 특성을 비교하며 바이러스가 생물이 아님을 귀납적 방법을 이용하여 논리적으로 서술 (생물의 특성을 교육과정 내에서 서술하되 구체적으로 나열할 필요는 없음)

**[문제 II-2] (10점)**

<4점> 대사와 항상성에 대한 일반적 조절을 논리적으로 서술

<6점> 고탄수화물과 고지방의 섭취로 인한 집단 B 생쥐의 에너지 불균형과 혈당 조절이라는 항상성 조절의 변화를 호르몬과 관련하여 논리적으로 서술

**[문제 II-3] (12점)**

<3점> 부모 세대가 가질 수 있는 유전자형을 논리적으로 서술

<3점> 잡종 1세대의 유전자형을 논리적으로 서술

<6점> 잡종 1세대 간 교배를 통해 ①을 분해하지 못하는 자손( $aaX^bX^b$ ,  $aaX^bY$ )이 태어날 확률이  $2/16$  ( $=0.125$ )임을 논리적으로 서술

**[문제 II-4] (10점)**

(1) (3점)

<1점> ①단계는 초원 또는 초원을 형성하는 단계임을 논리적으로 서술

<1점> ②은 관목림 단계 또는 관목림을 형성하는 단계임을 논리적으로 서술

<1점> ③은 (혼합림 단계로) 우점종이 소나무에서 졸참나무로 변화함을 논리적으로 서술

(2) (3점)

1차 건성 천이 단계가 일어나는 동안 지표면에 도달하는 빛의 세기가 점점 줄어들음을 논리적으로 서술하고 토양에 포함된 양분은 점점 풍부해짐을 논리적으로 서술

(3) (4점)

<1점> 2차 천이 초기에 정착하는 우점종은 초본류 식물임을 논리적으로 서술

<3점> 2차 천이가 1차 천이보다 빠르게 진행되는 이유를 초기 우점종 식물의 성장에 필요한 토양의 조건과 관련하여 논리적으로 서술

**4. 2021학년도 수시모집 논술고사출제 의도**

**문제 I <수학>**

문제 I-1 수학에서는 고등학교 수학 교육과정인 삼각함수의 정의와 그 도함수를 활용하여 함수가 최댓값과 최솟값을 가질 때의 조건을 수학적으로 추론하고 그 근거를 논리적으로 사고하는 문제를 출제였다. 문제 I-2 수학에서는 주어진 도형들 사이의 관계와 삼각함수를 이용하여 제시된 조건을 만족시키는 각에 대한 삼각비를 구하고 선분의 길이를 함수로 표현하고, 적분을 계산하기 위한 관계식을 정확히 추론하고 근거를 논술하는 능력을 평가하고자 하였다. 단편적인 수학지식의 직접적인 적용능력 보다는 주어진 상황을 종합적으로 이해하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

**문제 II <물리>**

문제 II 과학-물리 문제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 기본적인 과학적 소양을 바탕으로, 물리 분야의 통합적인 사고 능력과 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 평가하고자 하였다. 문제의 제시문에서는 고등학교 물리 교과서의 내용을 바탕으로 하여 등속도 운동, 등가속도 운동, 전류에 의한 자기 작용, 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향과 세기 등의 기본적인 물리적 개념을 제시하였다. 문제에서 주어진 구체적인 상황에 대해, 제시문의 정보를 적절히 이용하고,



논리적 과정으로 추론하여, 논제에 대한 과학적이고 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

## 논제 II <화학>

논제 II-1은 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 원자의 전자 배치를 통한 원소의 주기적 성질을 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 주기율표의 주기적 성질과 현대적 원자 모형인 오비탈의 개념을 정확하게 이해하고 다전자 원자의 전자 배치 및 분자의 입체적인 구조를 이해하고 있는지를 종합적으로 평가하고자 하였다.

논제 II-2는 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 화학 반응에서의 반응물과 생성물의 양적 관계를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 기체 분자의 양과 부피의 관계를 이해하고 화학 반응식을 완성할 수 있는지와 반응물과 생성물 간의 양적 관계에 대한 이해를 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 <생명과 과학>

논제 II 과학-생명 과학에서는 코로나 바이러스 확산으로 인해 다른 해보다 많은 고통과 제한 속에서 입시를 준비해온 수험생들에게 논술을 통해 자신의 노력에 대한 충분한 보상을 받을 수 있도록 교과서에 충실하고 기본적인지만 생명과학도로서 가져야 할 충분한 지식의 이해와 응용력을 평가할 수 있는 문제의 출제를 위해 노력했다. 2021학년도 수시모집을 위한 논제 II 과학-생명과 과학의 논제들은 가까운 미래, 국가 생명과학을 선도할 생명과학자로서 가져야 할 생명에 대한 필수적인 지식, 탐구방법, 현대과학에서 추구하는 세포 내 다양한 물질들의 반응과 조절기작에 대한 논술, 생식이라는 생물의 독특한 특성을 통해 전달되는 유전법칙에 대한 논술, 생태계 내 생물의 지위와 역할에 대한 이해와 자연과의 상호관계를 통한 생태계 형성에 대한 논술을 요구한다.

## 5. 2021학년도 수시모집 논술고사문항 해설

## 논제 I <수학>

논제 I-1의 첫 번째 논제에서는 도형들 사이의 관계와 삼각함수의 성질을 이용하여 주어진 길이를 논리적으로 제시할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 논제 I-1의 두 번째 논제에서는 첫 번째 논제에서 도출한 조건을 만족하는 두 원의 반지름 사이의 관계식을 이용하여 원의 넓이의 합의 최댓값과 최솟값을 논리적으로 제시할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 논제 I-2의 첫 번째 논제에서는 삼각함수를 이용하여 제시된 조건을 만족시키는 각에 대한 삼각비를 논리적으로 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였으며, 두 번째 논제에서는 주어진 도형들 사이의 관계에 기반하여 제시된 조건을 만족시키는 각각의 구간에서 선분의 길이를 함수로 표현할 수 있는 논리적 사고를 평가하고자 하였으며, 세 번째 논제에서는 제시된 구간에서의 적분을 논리적으로 표현하고, 조건을 만족시키는 각에 대한 삼각비를 이용하여 적분의 계산과정을 정확히 논술할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 수학	고성은 외 6인	(주)좋은책신사고	2020	119	제시문[가]	X
고등학교 수학 II	황선욱 외 8인	(주)미래엔	2020	126	제시문[나]	X
미적분	김원경 외 14인	(주)비상교육	2020	68, 78	제시문[다]	X
미적분	박교식 외 19인	동아출판(주)	2020	65	제시문[라]	X
고등학교 수학 II	이준열 외 9인	(주)천재교육	2020	83, 85	제시문[라]	X

## **문제 II <물리>**

문제 II 과학-물리 문제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 기본적인 과학적 소양을 바탕으로, 물리 분야의 통합적인 사고 능력과 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 평가하고자 하였다. 문제의 제시문에서는 고등학교 물리 교과서의 내용을 바탕으로 하여 등속도 운동, 등가속도 운동, 전류에 의한 자기 작용, 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향과 세기 등의 기본적 물리적 개념을 제시하였다. 문제에서 주어진 구체적인 상황에 대해, 제시문의 정보를 적절히 이용하고, 논리적 과정으로 추론하여, 문제에 대한 과학적이고 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

구체적으로 제시문 [가]는 등속도 운동과 등가속도 운동을 설명하며, 제시문 [나]는 전류가 흐르는 직선 도선에 의한 자기 작용 설명하고 있다. 제시문 [다]는 직선 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향과 세기를 설명한다.

제시문 [가]~[다]는 두 종류의 물리 교과서에 모두 다루고 있는 내용이며, 그 출처는 아래와 같다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 물리 I	강남화 외 5인	천재교육	2018	25	제시문 [가]	O
고등학교 물리 I	곽영직 외 3인	와이비엠	2018	16,17	제시문 [가]	O
고등학교 물리 I	김성원 외 5인	지학사	2019	16,24	제시문 [가]	O
수능완성 물리 I	강태욱 외 5인	EBS	2020	4,5	제시문 [가]	O
고등학교 물리 I	곽영직 외 3인	와이비엠	2018	134	제시문 [나]	O
고등학교 물리 I	송진웅 외 4인	동아출판	2018	115	제시문 [나]	O
고등학교 물리 I	강남화 외 5인	천재교육	2018	120	제시문 [다]	O
고등학교 물리 I	곽영직 외 3인	와이비엠	2018	134	제시문 [다]	O
고등학교 물리 I	강태욱 외 5인	EBS	2020	74	제시문 [다]	O

## 문제 II <화학>

문제 II-1은 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 원자의 전자 배치를 통한 원소의 주기적 성질을 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 주기율표의 주기적 성질과 현대적 원자 모형인 오비탈의 개념을 정확하게 이해하고 다전자 원자의 전자 배치 및 분자의 입체적인 구조를 이해하고 있는지를 종합적으로 평가하고자 하였다.

문제 II-2는 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 화학 반응에서의 반응물과 생성물의 양적 관계를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 기체 분자의 양과 부피의 관계를 이해하고 화학 반응식을 완성할 수 있는지와 반응물과 생성물 간의 양적 관계에 대한 이해를 종합적으로 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
화학 I	이상권 외	지학사	2018	60, 87-89	제시문 [가]	O
	하윤경 외	금성출판사	2018	58-61, 78-85		
	강대훈 외	와이비엠	2018	71-73, 94-104		
	황성용 외	동아출판	2018	62-63, 82-93		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	64-66, 91-95		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	89-92	제시문 [나]	O
	하윤경 외	금성출판사	2018	85-87		
	강대훈 외	와이비엠	2018	105-109		
	황성용 외	동아출판	2018	94-97		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	95-98		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	62-70	제시문 [다]	O
	하윤경 외	금성출판사	2018	66-73		
	강대훈 외	와이비엠	2018	80-87		
	황성용 외	동아출판	2018	66, 70-71, 146		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	71-79		

화학 I	이상권 외	지학사	2018	34-39	제시문 [라]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	34-39		
	강대훈 외	와이비엠	2018	50-56		
	황성용 외	동아출판	2018	39-44		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	40-47		
	박종석 외	비상교육	2018	34-39		
	노태희 외	천재교육	2018	30-39		
	홍훈기 외	교학사	2018	39-44		
	최미화 외	미래엔	2018	36-41		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	31-33	제시문 [마]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	32		
	강대훈 외	와이비엠	2018	38-40		
	황성용 외	동아출판	2018	31-33		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	35		
	박종석 외	비상교육	2018	31		
	노태희 외	천재교육	2018	28		
	홍훈기 외	교학사	2018	33		
	최미화 외	미래엔	2018	32-33		

## **문제 II <생명과학>**

문제 II 과학-생명과학의 문제 II-1에서는 예비 생명과학도로서 탐구대상인 생물의 특성에 대한 이해와 생명현상의 규명을 위한 대표적인 탐구방법에 대해 알고 있으며 응용할 수 있는지를 평가하고자 하였으며, 생명 유지를 위해 체내에서 일어나는 필수적인 생명활동과 조절에 대한 이해도를 문제 II-2를 통하여 평가하고자 하였다. 더불어 생명의 생식과정을 통해 일어나는 유전현상을 다양한 유전자 변이 과정을 통해 해석하고 분석할 기본적인 능력을 문제 II-3을 통하여 평가하고, 문제 II-4를 통해 생태계 안에서 생물이 가지는 역할과 주변 환경과의 상호관계를 이해를 바탕으로 지속 가능한 지구 생태계를 위해 예비 생명과학자로서의 기본적인 지식과 자질을 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
고등학교 생명과학I	오현선외	미래N	2020	22-28	제시문[가]	○
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2020	20-24	제시문[가]	○
고등학교 생명과학I	김운택외	동아출판	2020	18-25	제시문[가]	○
고등학교 생명과학I	이준규외	천재교육	2020	16-22	제시문[가]	○
고등학교 생명과학I	심재호외	금성출판	2019	22-33	제시문[가]	○
고등학교 생명과학I	오현선외	미래N	2020	14-19	제시문[나]	○
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2020	12-19	제시문[나]	○
고등학교 생명과학I	김운택외	동아출판	2020	12-17	제시문[나]	○

고등학교 생명과학I	이준규외	천재교육	2020	11-15	제시문[나]	○
고등학교 생명과학I	심재호외	금성출판	2019	14-21	제시문[나]	○
고등학교 생명과학I	오현선외	미래N	2020	38-57, 96-111	제시문[다]	○
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2020	33-49, 96-102	제시문[다]	○
고등학교 생명과학I	김윤택외	동아출판	2020	35-47, 93-101	제시문[다]	○
고등학교 생명과학I	이준규외	천재교육	2020	33-46, 95-103	제시문[다]	○
고등학교 생명과학I	심재호외	금성출판	2019	53-62, 110-117	제시문[다]	○
고등학교 생명과학I	오현선외	미래N	2020	54-57, 96-99	제시문[라]	○
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2020	46-47, 86-93	제시문[라]	○
고등학교 생명과학I	김윤택외	동아출판	2020	46-47, 83-87	제시문[라]	○
고등학교 생명과학I	이준규외	천재교육	2020	44-46, 87-90	제시문[라]	○
고등학교 생명과학I	심재호외	금성출판	2019	52-62, 101-105	제시문[라]	○
고등학교 생명과학I	오현선외	미래N	2020	140-145	제시문[마]	○
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2020	121-132	제시문[마]	○
고등학교 생명과학I	김윤택외	동아출판	2020	117-122	제시문[마]	○
고등학교 생명과학I	이준규외	천재교육	2020	119-139	제시문[마]	○
고등학교 생명과학I	심재호외	금성출판	2019	132-140	제시문[마]	○
고등학교 생명과학I	오현선외	미래N	2020	182-187	제시문[바]	○
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2020	171-176	제시문[바]	○
고등학교 생명과학I	김윤택외	동아출판	2020	180-181	제시문[바]	○
고등학교 생명과학I	이준규외	천재교육	2020	170-171	제시문[바]	○
고등학교 생명과학I	심재호외	금성출판	2019	186-187	제시문[바]	○
고등학교 생명과학I	오현선외	미래N	2020	182-187	제시문[사]	○
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2020	171-176	제시문[사]	○

고등학교 생명과학I	김윤택외	동아출판	2020	180-181	제시문[사]	○
고등학교 생명과학I	이준규외	천재교육	2020	170-171	제시문[사]	○
고등학교 생명과학I	심재호외	금성출판	2019	186-187	제시문[사]	○

---

# 2021학년도 수시 논술우수자전형 논술고사 기출문제

---

---

<의학계>

2020.12.7.(월) 오전 실시

---



경희대학교 입학처

## 1. 2021학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

### 논제 I <수학>

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

[가] 이차함수  $y = ax^2 + bx + c$  ( $a > 0$ )의 그래프가  $x$ 축과 한 점에서 만나면 이차방정식  $ax^2 + bx + c = 0$ 은 중근을 갖는다. 이때 중근을  $\alpha$ 라고 하면 이차부등식의 해는 다음과 같다.

- (1)  $ax^2 + bx + c > 0$ 의 해는  $x \neq \alpha$ 인 모든 실수      (2)  $ax^2 + bx + c < 0$ 의 해는 없다.  
 (3)  $ax^2 + bx + c \geq 0$ 의 해는 모든 실수      (4)  $ax^2 + bx + c \leq 0$ 의 해는  $x = \alpha$

[나] 삼각함수의 덧셈정리

- (1)  $\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$        $\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta$   
 (2)  $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$        $\cos(\alpha - \beta) = \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta$   
 (3)  $\tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \tan \beta}$        $\tan(\alpha - \beta) = \frac{\tan \alpha - \tan \beta}{1 + \tan \alpha \tan \beta}$

[다] 두 변수  $x, y$  사이의 관계가 변수  $t$ 를 매개로 하여

$$x = f(t), y = g(t)$$

와 같이 나타내어질 때, 변수  $t$ 를  $x, y$ 의 매개변수라 하고, 두 함수  $x = f(t), y = g(t)$ 를 매개변수로 나타낸 함수라고 한다.

[라] 첫째항부터 차례대로 일정한 수를 곱하여 만든 수열을 등비수열이라 하고, 곱하는 일정한 수를 공비라고 한다.

공비가  $r$ 인 등비수열  $\{a_n\}$ 에서 제  $n$ 항에 공비  $r$ 을 곱하면 제  $(n+1)$ 항이 되므로

$$a_{n+1} = ra_n \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

이 성립한다.

[마] 등비급수  $\sum_{n=1}^{\infty} ar^{n-1} = a + ar + ar^2 + \dots + ar^{n-1} + \dots$  ( $a \neq 0$ )은

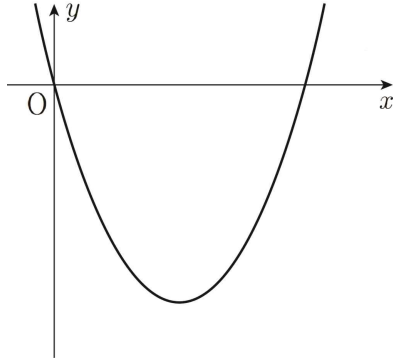
- (1)  $|r| < 1$ 일 때, 수렴하고 그 합은  $\frac{a}{1-r}$ 이다.  
 (2)  $|r| \geq 1$ 일 때, 발산한다.

[논제 I] 제시문 [가]~[마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

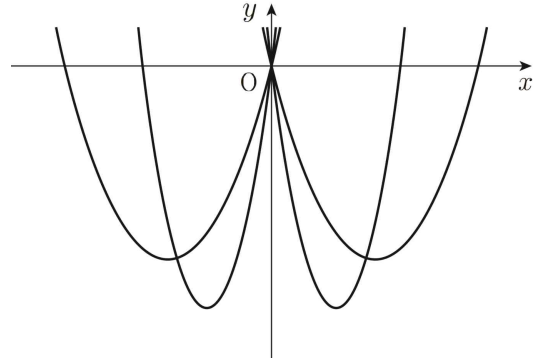
[논제 I-1] 두 실수  $\theta$ 와  $k$ 에 대하여 아래와 같이 매개변수  $t$ 로 나타낸 함수를 생각하자.

$$x = (\cos \theta)t, y = t^2 - (\sin(\theta + k))t \dots\dots \textcircled{1}$$





[그림 1]



[그림 2]

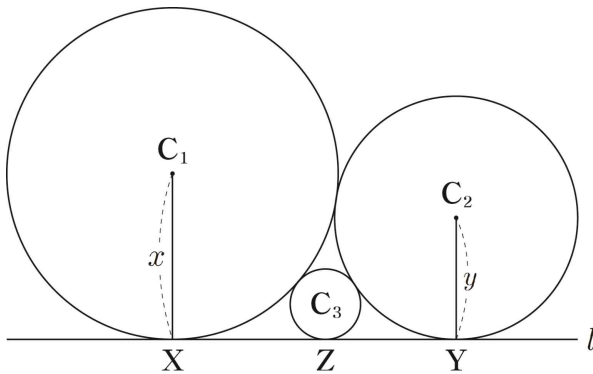
(1)  $k$ 를  $\frac{\pi}{5}$ 라 할 때,  $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ 인  $\theta$ 에 대하여 함수 ①은 [그림 1]과 같이  $x$ 축과 만난다. 이때 원점이 아닌 교점의  $x$ 좌표를  $\theta$ 에 대한 함수  $g(\theta)$ 로 나타낸 다음,  $g(\theta)$ 가 최댓값을 가지는  $\theta$ 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

(2)  $k$ 를 0이라 할 때, 다음 두 조건을 만족하는 두 실수  $a, c$ 를 구하고, 이 두 조건이 성립함을 논술하시오. (20점)

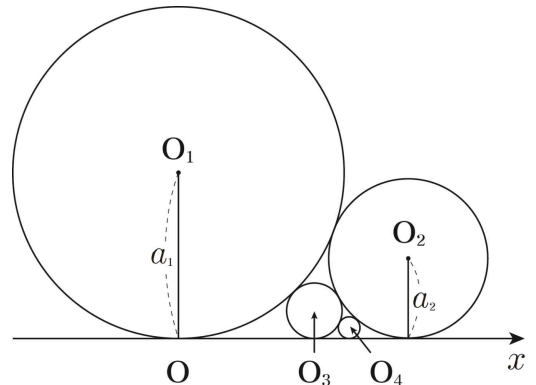
(ㄱ)  $0 \leq \theta \leq \pi$ 인 모든  $\theta$ 에 대하여 함수 ① 위의 점  $(x, y)$ 가  $y \geq ax^2 + c$ 를 만족한다.

(ㄴ)  $q \geq ap^2 + c$ 인 점  $(p, q)$ 마다  $0 \leq \theta \leq \pi$ 인 어떤  $\theta$ 가 존재하여 점  $(p, q)$ 가 함수 ①의 한 점이 된다.

[문제 I-2] 각 원의 중심은 다른 원의 내부에 포함되지 않는다고 할 때, 다음 질문에 답하시오.



[그림 3]



[그림 4]

(1) [그림 3]과 같이 반지름의 길이가 각각  $x$ 와  $y$ 인 원  $C_1$ 과 원  $C_2$ 가 서로 한 점에서 만나고, 동시에 직선  $l$ 에 점  $X$ 와 점  $Y$ 에서 각각 접한다. 반지름의 길이가  $z$ 인 원  $C_3$ 가 원  $C_1$ 과 원  $C_2$ 에 각각 한 점에서 만나고, 동시에 점  $Z$ 에서 직선  $l$ 에 접한다. 이때 선분  $YZ$ 의 길이와 원  $C_3$ 의 반지름의 길이를  $x$ 와  $y$ 에 관한 식으로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (단,  $x > y > z$ ) (15점)

(2) 좌표평면에서 원  $O_1$ 은 반지름의 길이가 1이고 원점  $O$ 에서  $x$ 축에 접한다. [그림 4]와 같이

반지름의 길이가  $\frac{(\sqrt{5}-1)^2}{4}$  인 원  $O_2$ 는 원  $O_1$ 과 한 점에서 만나고 동시에  $x$ 축에 접한다. 원  $O_3$ 는 원  $O_1$ , 원  $O_2$ 와 각각 한 점에서 만나고 동시에  $x$ 축에 접한다. 원  $O_4$ 는 원  $O_2$ , 원  $O_3$ 와 각각 한 점에서 만나고 동시에  $x$ 축에 접한다. 이와 같은 과정을 계속하여  $n$ 번째로 얻은 원  $O_n$ 의 반지름의 길이를  $a_n$ , 중심의  $x$ 좌표를  $x_n$ 이라 하자. 이때  $a_n$ 과  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n$ 을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (단,  $x_n \geq 0$ 이고  $a_1 > a_2 > a_3 > \dots > a_n > \dots$ ) (15점)

## 문제 II <물리>

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

[가] 케플러의 제1법칙은 모든 행성이 태양을 한 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 운동한다는 것이다. 케플러의 제2법칙은 행성이 타원 궤도를 돌면서 일정한 시간 동안 태양과 행성을 잇는 선분이 쓸고 간 면적이 항상 같다는 것이다. 케플러의 제3법칙은 행성의 공전 주기의 제곱이 타원 궤도의 긴반지름의 세제곱에 비례한다는 것이다.

[나] 처음 위치와 처음 속도가 각각  $x_o, v_o$ 인 물체가 가속도  $a$ 로 시간  $t$  동안 등가속도 직선 운동을 할 때 물체의 위치  $x$ 와 속도  $v$ 는 다음 관계를 만족한다.

$$x = x_o + v_o t + \frac{1}{2} a t^2, \quad v = v_o + a t, \quad v^2 - v_o^2 = 2a(x - x_o)$$

[다] 질량이  $m$ 이고, 처음 속력이  $v_o$ 인 물체에 알짜힘  $F$ 가 작용하여,  $F$ 와 같은 방향으로 물체가 거리  $s$ 만큼 이동한 경우, 물체의 나중 속력  $v$ 는  $Fs = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_o^2$ 를 만족하고, 이를 일·운동 에너지 정리라고 한다.

[라] 전기장  $\vec{E}$ 는 단위 양전하(+1C)가 받는 전기력이므로, 전하량  $q$ 의 전하가 받는 전기력이  $\vec{F}$ 라면 그곳에서의 전기장은  $\frac{\vec{F}}{q}$ 이다.

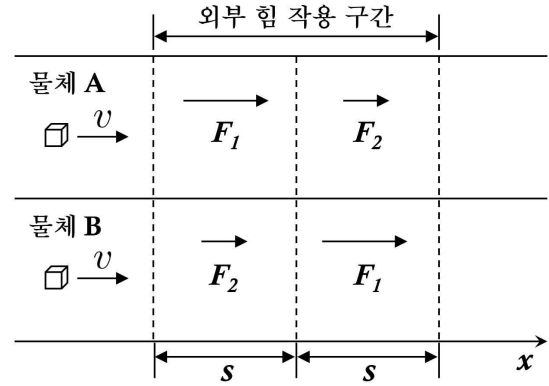
[마] 물체에 알짜힘  $F$ 가 작용하면 알짜힘의 방향으로 가속도  $a$ 가 생긴다. 그 가속도의 크기는 물체에 작용하는 알짜힘의 크기에 비례하고 물체의 질량  $m$ 에 반비례해서,  $F=ma$ 의 관계가 얻어진다.

### [문제 II-1]

지표면으로부터 높이  $h$ 인 곳에 위치한 물체 O, A, B, C가 서로 다른 속력  $v_o, v_A, v_B, v_C$ 으로 각각 수평 방향 운동을 시작하였다(단,  $v_o < v_A < v_B < v_C$ ). 물체 O는 지표면으로부터 높이  $h$ 를 유지하면서 지구 주위의 원 궤도를 따라 운동하고, 물체 A, B, C는 지구의 중심을 타원의 한 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 운동하고 있다. A, B, C가 만드는 각각의 타원 궤도에서 지구와 가장 먼 위치의 가속도 크기에 대한 가장 가까운 위치의 가속도 크기 비율은 각각 4, 9, 16이다. O, A, B, C에 의한 궤도 운동의 주기를 각각  $T_o, T_A, T_B, T_C$ 라고 할 때,  $T_o : T_A : T_B : T_C$ 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (6점)

[문제 II-2]

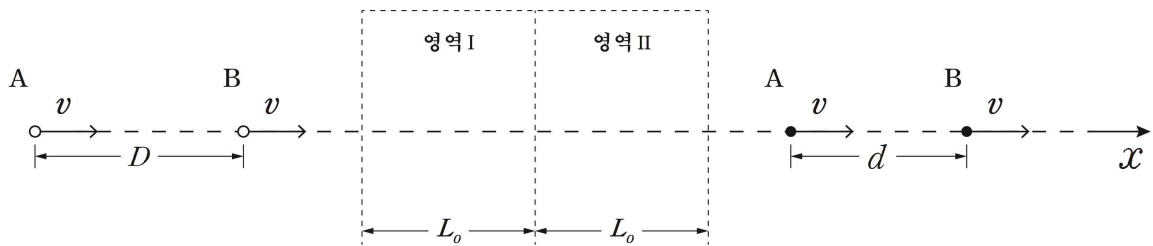
[그림 1]과 같이 질량이 같은 물체 A, B가  $x$ 축과 평행하게 같은 속력  $v$ 로 직선 운동하다가 '외부 힘 작용 구간'에 동시에 각각 진입한다. 각 구간에는 같은 거리  $s$ 에 대해 일정한 힘  $F_1$ 과  $F_2$ 가  $x$ 축과 평행하게 오른쪽 방향으로 작용하고, 크기는  $F_1 > F_2$ 이다. A, B가 '외부 힘 작용 구간'에 진입하는 순간부터 빠져나올 때까지 걸리는 시간을 각각  $t_A$ ,  $t_B$ 라고 할 때,  $t_A$ 와  $t_B$ 의 대소 관계를 비교하고, 그 근거를 논술하시오. 단, 물체의 크기는 무시한다. (8점)



[그림 1]

[문제 II-3]

[그림 2]는 전자 A, B가 거리  $D$ 를 유지하면서 속력  $v$ 로 등속도 운동을 하다가 영역 I, II를 통과한 후, 거리  $d$ 를 유지하면서 같은 속력  $v$ 로 등속도 운동하는 것을 나타내며,  $D > d$ 이다. 각각의 영역 I, II에는 전자가 해당 영역 안에 있을 때에만 전기장이 가해진다. 가해진 전기장의 방향은 각 영역 안에 있는 A, B에 따라  $+x$  방향 또는  $-x$  방향 중 한 방향만 될 수 있으며, 전기장의 세기는  $E_0$ 로 일정하다. I, II의  $x$  방향 길이는  $L_0$ 로 같고, B가 II를 빠져나오기 전에는 A가 I에 진입하지 않는다. 전자의 질량은  $m$ , 전자의 전하량은  $q = -e$ 로 표시하고,  $E_0 < \frac{mv^2}{2eL_0}$ 이다. 단, A와 B는 I과 II의 전기장에 의해서만 힘을 받고, 상대론적 효과와 전자기파의 발생은 무시한다.



[그림 2]

(1) A와 B가 I에 진입하는 순간부터 빠져나올 때까지 걸리는 시간을 각각  $t_{A,I}$ ,  $t_{B,I}$ , A와 B가 II에 진입하는 순간부터 빠져나올 때까지 걸리는 시간을 각각  $t_{A,II}$ ,  $t_{B,II}$ 라고 하자.  $t_{A,I}$ ,  $t_{A,II}$ ,  $t_{B,I}$ ,  $t_{B,II}$  사이의 대소 관계를 비교하고, I, II에서의 전기장  $E$ 를 시간  $t$ 에 대한 그래프로 각각 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (12점)

(2)  $E_0 = \frac{mv^2}{4eL_0}$ 인 경우,  $\frac{D-d}{D}$ 의 최댓값을 소숫점 둘째 자리까지 구하고, 그 근거를 논술하시오. 단,  $\sqrt{2} = 1.414$ ,  $\sqrt{3} = 1.732$ 로 계산한다. (14점)

## 문제 II <화학>

### II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

[가] 원자량이나 분자량을 이용하면 물질의 질량으로부터 입자의 수를 알 수 있다. 그러나 기체의 경우에는 질량보다 부피를 측정하기 쉬우며, 기체의 부피와 몰의 관계로부터 기체의 입자 수를 알 수 있다. 기체의 종류와 관계없이 0°C, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 항상 22.4 L로 일정하다.

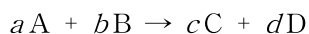
[나] 화학 반응은 본래의 물질과 성질이 전혀 다른 새로운 물질이 생성되는 현상이다. 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 관계를 화학식과 기호를 사용해 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식으로 알 수 있는 다양한 정보 가운데 반응물과 생성물 사이의 양적 관계가 중요하다. 화학 반응식에서 각 물질의 계수비는 몰비와 같다. 이를 이용하면 반응물의 양만으로도 생성물이 얼마나 생길지 예상할 수 있고, 생성물의 양으로 얼마만큼의 물질이 반응에 사용되었는지 알 수 있다.

[다] 두 종류 이상의 순물질이 균일하게 섞여 있는 혼합물을 용액이라고 한다. 일상생활에서 가장 많이 사용하는 농도는 용액 100 g에 녹아 있는 용질의 질량(g)을 나타내는 질량 퍼센트 농도(%)이다. 화학에서는 용질의 입자 수를 이용하여 농도를 나타내는 몰 농도를 주로 사용한다. 몰 농도는 용액 1 L에 녹아 있는 용질의 양(mol)을 의미하며 단위는 M 또는 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] 산의 수용액에는 수소 이온( $H^+$ )과 음이온이 들어 있고, 염기의 수용액에는 수산화 이온( $OH^-$ )과 양이온이 들어 있다. 산 수용액과 염기 수용액을 혼합하면  $H^+$ 과  $OH^-$ 이 반응하여 물( $H_2O$ )을 생성하고, 산의 음이온과 염기의 양이온이 반응하여 염을 생성한다. 묽은 암모니아수에 낄숨을 붙여 넣으면, 낄숨 속에 들어 있는 이산화 탄소가 물에 녹으면서 탄산( $H_2CO_3$ )이 만들어진다. 염기성 물질인 암모니아수와 산성 물질인 탄산이 반응하면 산과 염기의 성질이 사라지는데, 이러한 반응을 중화 반응이라고 한다. 속이 쓰릴 때 수산화 마그네슘 성분의 제산제를 먹는 것과 생선 비린내를 없애기 위해 생선에 레몬즙을 뿌리는 것도 중화 반응을 이용한 예이다.

[마] 물질을 구성하는 원자의 산화수를 알면 화학 반응에서 산화되는 물질과 환원되는 물질을 판단할 수 있다. 산화수가 증가하는 것은 전자를 잃는 것(산화)을 뜻하고, 산화수가 감소하는 것은 전자를 얻는 것(환원)을 뜻한다. 산화 환원 반응은 전자를 주고받는 반응이고 산화와 환원은 항상 동시에 일어나므로 한 반응에서 전자를 잃는 물질이 있으면 반드시 전자를 얻는 물질이 있어야 한다. 산화 반응에서 잃는 전체 전자 수와 환원 반응에서 얻는 전체 전자 수가 같으므로, 산화 환원 반응 전후에 증가한 산화수와 감소한 산화수는 항상 같아야 한다.

[바] 반응 속도는 반응물의 농도에 따라 달라진다. 다음과 같은 일반적인 반응을 예로 들어 보자.



이 반응에서 반응 속도( $v$ )는 반응물 A와 B의 농도에 의존하므로 비례 상수  $k$ 를 사용하여 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$v = k[A]^m[B]^n$$

반응 속도가 반응물의 농도에 얼마나 의존하고 있는지를 나타낸 식을 반응 속도식 또는 반응 속도 법칙이라고 한다. 반응 속도식에서 비례 상수  $k$ 는 반응 속도 상수로 반응에 따라 고유한 값을

가지며, 온도에 의해서만 변한다.

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

X는 화학식이  $C_nH_{2n+2}O_n$ 인 탄소 화합물이다.

(1) 25 °C, 1기압에서 같은 분자 수의 순수한 에탄올( $C_2H_5OH$ )과 X를 완전 연소시킬 때 필요한 산소의 부피비는 6 : 7 이다. X의 분자량에 대해 논술하시오. (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.) (7점)

(2) 일정량의 X가 녹아 있는 400 mL 수용액 A의 밀도는  $1.15 \text{ g/cm}^3$  이다. 수용액 A에 1.0 M 에탄올 600 mL를 혼합하면 X의 농도는 0.2 M이다. 수용액 A의 농도를 X의 질량 퍼센트로 나타내시오. (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 용액의 부피의 합과 같다.) (5점)

(3) 경희는 일정량의 X를 완전 연소시켰을 때 생성된 이산화 탄소를 과량의 수산화 나트륨 수용액과 중화 반응시켜 제거하였다. 연소와 중화 반응으로 얻은 물의 양은 총 12.6 g 이다. 같은 양의 X를 완전 연소시켜 얻은 이산화 탄소를 0.3 M 수산화 칼슘 수용액을 이용하여 제거할 때, 필요한 0.3 M 수산화 칼슘 수용액의 최소 부피에 대해 논술하시오. (8점)

[문제 II-2] 제시문 [나], [다], [마], [바]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

산성 조건에서 KI 수용액과  $KMnO_4$  수용액을 혼합하면  $I_2$ ,  $H_2O(l)$ 과  $Mn^{2+}$ 이 생성된다.

(1) 이 반응의 완성된 화학 반응식에 대해 논술하시오. (6점)

(2) 산성 조건에서 41.5 g의 KI이 용해된 수용액 100 mL(밀도  $1.215 \text{ g/cm}^3$ )와 3.16 g의  $KMnO_4$ 이 용해된 수용액 100 mL(밀도  $1.0316 \text{ g/cm}^3$ )를 혼합했을 때 생성되는  $I_2$ 의 질량과 혼합 용액에 존재하는  $I^-$ 과  $K^+$ 의 몰 농도(M)와 몰랄 농도( $m$ )에 대해 각각 논술하시오. (단, O, K, Mn, I의 원자량은 각각 16, 39, 55, 127이다. 혼합 용액의 부피는 혼합 전 용액의 부피의 합과 같고 반응 전후의 용액의 온도는 같다. 각 값은 소수점 셋째 자리를 반올림한다.) (10점)

(3) 아래의 표는 25°C에서  $KI(aq)$ 과  $K_2S_2O_8(aq)$ 의 초기 농도를 변화시키면서 초기 반응 속도를 측정하여 얻은 결과이다.

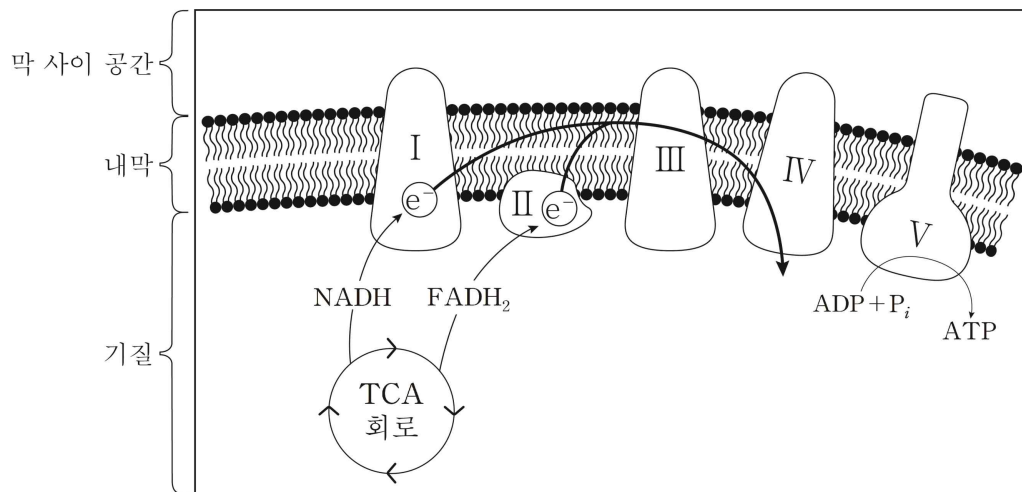
실험	반응물의 초기 농도(M)		초기 반응 속도(M/s)
	$[I^-]$	$[S_2O_8^{2-}]$	
1	0.04	0.04	$8.4 \times 10^{-6}$
2	0.04	0.02	$4.2 \times 10^{-6}$
3	0.02	0.04	$4.2 \times 10^{-6}$

이 반응의 반응 속도식( $v$ )과 반응 속도 상수( $k$ )에 대해 논술하시오. (4점)

## 문제 II <생명과학>

### II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

[가] 사람의 생명 유지를 위해서는 영양소와 산소가 지속적으로 공급되어야 한다. 소화계로 흡수된 영양소와 호흡계로 흡수된 산소는 혈액을 통해 온몸의 조직 세포로 운반된다. 조직 세포로 흡수된 포도당은 세포 호흡을 통해 산화되어 이산화 탄소와 물로 분해된다. 이때 방출된 에너지의 일부는 ATP에 저장되고, 나머지는 열에너지로 전환된다. 아래 그림은 미토콘드리아에서 일어나는 TCA 회로와 산화적 인산화 과정을 나타낸 것이다. 전자 전달계(I~IV)는 전자( $e^-$ )를 운반하고 그 중 일부는 내막을 통과하여  $H^+$ 을 운반한다. 미토콘드리아 내막의 전자 전달 과정에서 발생한 에너지는 ATP 합성 효소(V)에 의해 ATP 합성 과정에 이용되고 이 과정에는 화학 삼투가 관여한다.



[나] 인간 유전체 사업(Human Genome Project)을 통해 사람 DNA의 염기 서열이 밝혀졌다. 한 사람의 체세포 핵에서 분리한 DNA의 염기 서열은 어느 조직 세포에서나 동일하다. 한편, 유전자 발현은 전사 단계에서의 조절이 매우 중요한데, 그 조절 방식은 원핵세포보다 진핵세포에서 특히 더 복잡하고 다양하다.

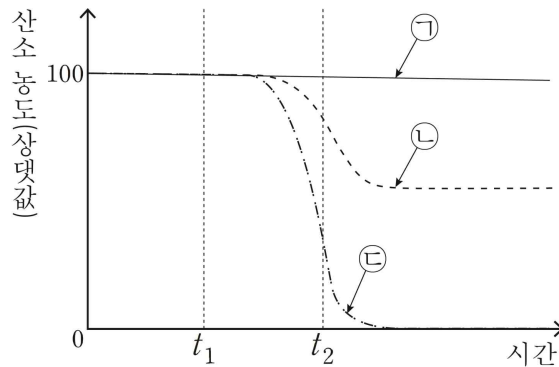
[다] 우리 몸에 이물질이나 병원체가 침입하면 이에 대항하는 방어 작용이 일어나서 우리 몸을 보호한다. 외부에서 침입한 병원체를 항원이라 하고 항원과 특이적으로 결합하여 항원을 무력화시키는 단백질을 항체라 한다. 우리 몸에서는 이전에 감염되었던 항원과 동일한 항원에 다시 감염되었을 때 더 강력한 방어 작용이 일어난다. 이러한 방어 작용의 특성을 이용하는 것이 백신이다. 코로나19(COVID-19)를 일으키는 코로나 바이러스(SARS-CoV-2)는 항원으로 인식될 수 있는 표면 단백질의 변이가 심하다. 최근 세계 각국의 과학자들의 노력으로 다양한 종류의 백신이 개발되었다는 반가운 뉴스가 보도되었다.

[라] 단일 인자 유전에 의한 사람의 유전병은 주로 열성 대립 유전자에 의해 나타나지만 우성 대립 유전자에 의해 나타나는 경우도 있다. 질병을 일으키는 대립 유전자와 정상 대립 유전자 사이의 우열 관계는 가계도 분석을 통해 파악될 수 있다.

[문제 II-1] 제시문 [가]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

다음은 미토콘드리아의 ATP 합성에 관한 실험이다.

TCA 회로의 중간 산물인 4탄소 화합물과  $P_i$ 이 충분히 들어 있는 시험관 ①~③에 같은 수의 미토콘드리아를 각각 넣은 후, 시간에 따라 시험관 내 산소 농도를 측정하였다. 시점  $t_1$ 일 때 시험관 ①에는 ADP를, ②에는 ADP와 저해제 X를, ③에는 ADP와 저해제 Y를 첨가한 후 시간에 따라 산소 농도를 측정하였다. 저해제 X는 전자 전달계의 전자 흐름을 차단하는 물질이고, 저해제 Y는 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해  $H^+$ 이 새어나가게 하는 물질이다. 아래 그래프는 시험관 ①~③에서 시간에 따라 측정한 산소 농도를 나타낸 것이다. 곡선 ㉠~㉢은 각각 시험관 ①~③ 중 하나에서 측정된 산소 농도 곡선이다. 시점  $t_2$ 에서 산소 농도 곡선 ㉢의 시험관에서만 ATP가 검출되었다. (단, 시험관 ①~③은 밀폐되어 있고, 주어진 조건 외에 다른 조건은 모두 동일하였다.)



(1) 시험관 ①의 경우 시점  $t_2$ 에서 미토콘드리아의 막 사이 공간과 기질의 pH 차이 및 전자가 최종적으로 수용되는 과정에 대해 각각 논술하시오. (4점)

(2) 산소 농도 곡선 ㉠과 ㉢이 각각 시험관 ①~③ 중 어느 것에서 측정된 것인지를 논술하시오. (4점)

(3) 시점  $t_2$ 에서 산소 농도 곡선 ㉢의 시험관에서 ATP가 검출되지 않은 이유를 논술하시오. (4점)

[문제 II-2] 제시문 [나]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

인체는 다양한 기관의 유기적인 작용으로 생명을 유지한다. 뇌, 폐, 심장, 위 등을 구성하는 조직 세포가 동일한 DNA를 가지고 있음에도 각 기관이 고유한 형태와 기능을 나타내는 이유를 유전자 발현과 관련지어 논술하시오. (10점)

[문제 II-3] 제시문 [다]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

SARS-CoV-2에 대한 백신 개발이 완성되고 사용이 최종 승인된 후 경희가 이 백신을 접종받았다. 백신 접종 1~2주 후 면역 반응과 백신 접종 2달 후 SARS-CoV-2에 감염되었을 때의 면역 반응을 비교하여 논술하시오. (단, 경희는 면역 기능이 정상이고 백신 접종 전 SARS-CoV-2에 감염된 적이 없다.) (8점)

[문제 II-4] 제시문 [라]를 읽고 다음 문제에 답하시오.

아래 그림은 단일 인자 유전에 의해 발생하는 어떤 유전병을 가진 집안의 가계도이다.

○ 정상 여자  
□ 정상 남자  
● 유전병 여자  
■ 유전병 남자

(1) 위 가계도를 통해 이 유전병이 우성 또는 열성 형질인지를 판단할 수 있는지 논술향시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (6점)

(2) 이 유전병의 유전자가 성염색체와 상염색체 중 어디에 위치하는지 논술향시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) (4점)

## 2. 2021학년도 수시모집 논술고사 예시답안

### 논제 I <수학>

#### [논제 I-1]

(1) 매개변수  $t$ 로 나타낸 함수  $x = (\cos \theta)t$ ,  $y = t^2 - \left(\sin\left(\theta + \frac{\pi}{5}\right)\right)t$ 가  $x$ 축을 만날 때,

$y = 0$ , 즉,  $0 = t^2 - \left(\sin\left(\theta + \frac{\pi}{5}\right)\right)t$ 이므로,  $t = 0$  또는  $t = \sin\left(\theta + \frac{\pi}{5}\right)$ 이다.

$t = 0$ 일 때,  $x = (\cos \theta)t = 0$ 으로 원점이 교점이므로,  $t \neq 0$ 이다.

그래서  $t = \sin\left(\theta + \frac{\pi}{5}\right)$ 일 때,  $g(\theta) = x = \cos \theta \sin\left(\theta + \frac{\pi}{5}\right)$ 이다.

이를 미분하면,  $g'(\theta) = (-\sin \theta)\sin\left(\theta + \frac{\pi}{5}\right) + \cos \theta \cos\left(\theta + \frac{\pi}{5}\right) = \cos\left(2\theta + \frac{\pi}{5}\right)$ 이다.

$0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ 이므로  $\frac{\pi}{5} < 2\theta + \frac{\pi}{5} < \frac{6\pi}{5}$ 이고,  $\theta = \frac{3\pi}{20}$ 에서만  $g'(\theta) = 0$ 이다.

$\theta = \frac{3\pi}{20}$ 에서  $g'(\theta)$ 의 부호가 양에서 음으로 바뀌어  $g(\theta)$ 가 극댓값을 가지므로,

$g(\theta)$ 는  $\theta = \frac{3\pi}{20}$ 에서 최댓값을 가진다.

(2) 조건 (1)을 만족하는 두 실수  $a$ 와  $c$ 를 찾기 위하여, 먼저  $\theta \neq \frac{\pi}{2}$ 라 하자. 이때  $\cos \theta \neq 0$ 이다.

매개변수 함수

$$x = (\cos \theta)t, \quad y = t^2 - (\sin \theta)t \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

에서  $t = \frac{x}{\cos \theta}$ 이고  $y = t^2 - (\sin \theta)t = \left(\frac{x}{\cos \theta}\right)^2 - (\sin \theta)\frac{x}{\cos \theta} = (\sec^2 \theta)x^2 - (\tan \theta)x$ 이다.

따라서 매개변수 함수의 점  $(x, y)$ 는  $y = (\sec^2 \theta)x^2 - (\tan \theta)x$ 를 만족한다.



이 점  $(x, y)$ 가 부등식  $y \geq ax^2 + c$ 를 만족해야 하므로 모든 실수  $x$ 에 대하여

$$y = (\sec^2 \theta)x^2 - (\tan \theta)x \geq ax^2 + c, \text{ 즉}$$

$$(\sec^2 \theta - a)x^2 - (\tan \theta)x - c \geq 0 \dots\dots ②$$

이어야 한다. 만약  $\sec^2 \theta - a \leq 0$ 이면, 부등식 ②가 성립하지 않는  $x$ 가 항상 있기에,  $a$ 는

$0 \leq \theta \leq \pi$ 이고  $\theta \neq \frac{\pi}{2}$ 인 모든  $\theta$ 에 대하여  $\sec^2 \theta - a > 0$ 를 만족해야 한다.

이때 방정식  $(\sec^2 \theta - a)x^2 - (\tan \theta)x - c = 0$ 이 중근을 가지면 부등식 ②가 성립하므로, 판별식

$$(\tan \theta)^2 + 4c(\sec^2 \theta - a) = \tan^2 \theta + 4c(\tan^2 \theta + 1) - 4ac = (4c + 1)\tan^2 \theta + 4c(1 - a)$$

이 0이 되는  $a, c$ 를 찾는다. 여기서  $\tan \theta$ 에 대한 계수가 모두 0이면 이 조건을 항상 만족시킨다.

$a = 1, c = -\frac{1}{4}$ 이라 하자. 이때 계수가 0이 되어 위에서 고려된  $\theta = \frac{\pi}{2}$  또는  $\sec^2 \theta - a \leq 0$ 인

경우를 제외하면 부등식  $y \geq x^2 - \frac{1}{4}$ 이 항상 성립한다.

$\theta = \frac{\pi}{2}$ 일 때,  $x = 0, y = t^2 - t \geq -\frac{1}{4}$ 가 되어 부등식  $y \geq x^2 - \frac{1}{4}$ 을 만족한다.

$\sec^2 \theta \leq 1$ 일 때,  $\theta = 0$  또는  $\theta = \pi$ 이고,  $\tan \theta = 0$ 이다. 부등식 ②가  $\frac{1}{4} = -c \geq 0$ , 즉, 부등식

$y \geq x^2 - \frac{1}{4}$ 를 만족한다.

결론적으로, 모든  $\theta (0 \leq \theta \leq \pi)$ 에 대하여 매개변수 함수 ①은 부등식  $y \geq x^2 - \frac{1}{4}$ 를 만족함을 알 수 있다.

(ㄴ) 조건이 성립함을 보이기 위하여

$$q \geq p^2 - \frac{1}{4} \dots\dots ③$$

인 점  $(p, q)$ 를 생각하자.

만약  $p = 0$ 이면,  $q \geq -\frac{1}{4}$ 이므로, 이차방정식  $t^2 - t - q = 0$ 의 해  $t = \alpha$ 가 존재한다. 이때  $\theta = \frac{\pi}{2}$ ,

$t = \alpha$ 로 하면 점  $(p, q)$ 는 매개변수 함수의 점이 된다.

이제,  $p \neq 0$ 라 하자. 변수  $z$ 에 대한 이차방정식  $p^2 z^2 - pz + p^2 - q = 0$ 은 부등식 ③에 의하여 판별식

$$p^2 - 4p^2(p^2 - q) = 4p^2\left(\frac{1}{4} - p^2 + q\right) \geq 0 \text{이 되어 해 } z = \beta \text{를 가진다.}$$

방정식  $\tan \theta = \beta$ 의 해인  $\theta = \alpha$ 가 구간  $0 \leq \theta \leq \pi$ 에 존재한다. 이로부터

$$p^2 \tan^2 \alpha - p \tan \alpha + p^2 - q = 0 \text{이고}$$

$$q = p^2(\tan^2 \alpha + 1) - p \tan \alpha = p^2 \sec^2 \alpha - p \tan \alpha = \left(\frac{p}{\cos \alpha}\right)^2 - \sin \alpha \left(\frac{p}{\cos \alpha}\right) \text{이다.}$$

이로부터  $t = \frac{p}{\cos \alpha}$ 라 할 때,  $p = (\cos \alpha)t, q = t^2 - (\sin \alpha)t$ 가 성립되므로 점  $(p, q)$ 가 어떤  $\theta = \alpha$ 에 대하여 함수 ①의 한 점이 된다.

그래서  $a = 1, c = -\frac{1}{4}$ 일 때, 조건 (ㄴ)이 성립함을 알 수 있다.

**[문제 I-2]**

(1) 오른쪽 그림에서  $C_2$ 에서 직선  $C_1X$ 에 내린 수선의 발을  $F$ 라 할 때, 사각형  $YXFC_2$ 는 직사각형, 삼각형  $C_1FC_2$ 는 직각삼각형이므로, 피타고라스 정리에 의하여

$$\begin{aligned}\overline{XY} &= \overline{FC_2} = \sqrt{C_1C_2^2 - C_1F^2} \\ &= \sqrt{(x+y)^2 - (x-y)^2} = 2\sqrt{xy} \text{ 이다.}\end{aligned}$$

사각형  $ZXX'C_3$ , 사각형  $YZC_3Y'$ 이 모두 직사각형이고,

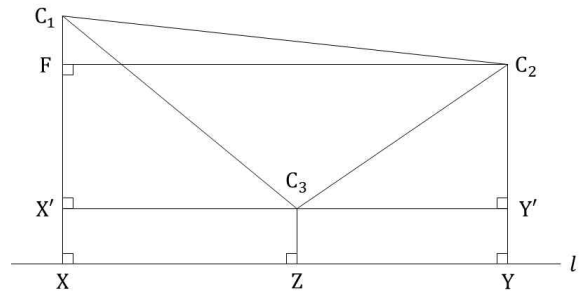
삼각형  $C_3X'C_1$ , 삼각형  $C_2Y'C_3$ 가 모두 직각삼각형이므로

$$\overline{XZ} = \overline{X'C_3} = \sqrt{C_1C_3^2 - C_1X'^2} = \sqrt{(x+z)^2 - (x-z)^2} = 2\sqrt{xz} \text{ 이고}$$

$$\overline{YZ} = \overline{Y'C_3} = \sqrt{C_2C_3^2 - C_2Y'^2} = \sqrt{(y+z)^2 - (y-z)^2} = 2\sqrt{yz} \text{ 이다.}$$

이로부터  $2\sqrt{xy} = \overline{XY} = \overline{XZ} + \overline{YZ} = 2\sqrt{xz} + 2\sqrt{yz} = 2\sqrt{z}(\sqrt{x} + \sqrt{y})$ 을 얻는다. 이를  $z$ 에 대하여

$$\text{풀면 원 } C_3 \text{의 반지름 } z = \frac{xy}{(\sqrt{x} + \sqrt{y})^2} \text{ 이고, } \overline{YZ} = 2\sqrt{yz} = \frac{2y\sqrt{x}}{\sqrt{x} + \sqrt{y}} \text{ 이다.}$$



(2) 주어진 조건으로부터  $a_1 = 1$ ,  $a_2 = r$ 이다. 여기서  $r = \frac{(\sqrt{5}-1)^2}{4}$ 이라 하자.

(1)의 결과를 적용하여

$$a_3 = \frac{1 \cdot r}{(\sqrt{1} + \sqrt{r})^2} = \frac{\frac{(\sqrt{5}-1)^2}{4}}{\left(1 + \frac{\sqrt{5}-1}{2}\right)^2} = \frac{(\sqrt{5}-1)^2}{(\sqrt{5}+1)^2} = \left(\frac{(\sqrt{5}-1)(\sqrt{5}-1)}{(\sqrt{5}+1)(\sqrt{5}-1)}\right)^2 = \left(\frac{(\sqrt{5}-1)^2}{4}\right)^2 = r^2$$

임을 알 수 있다.

원  $O_3$ 와 원  $O_2$ 의 반지름의 길이의 비  $\frac{a_3}{a_2}$ 는 원  $O_2$ 와 원  $O_1$ 의 반지름의 길이의 비  $\frac{a_2}{a_1}$ 와  $r$ 로 서로 같다. 원  $O_2$ 와 원  $O_3$ 가 서로 한 점에서 만나고 동시에  $x$ 축에 접하는 관계는 원  $O_1$ 와 원  $O_2$ 가 서로 한 점에서 만나고 동시에  $x$ 축에 접하는 관계와 닮았고 그 닮음비가  $r$ 이다. 그래서 원  $O_2$ 와 원  $O_3$  사이 관계에서 만들어진 원  $O_4$ 와 원  $O_1$ 와 원  $O_2$  사이 관계에서 만들어진 원  $O_3$ 의 닮음비가  $r$ 이 되고, 원  $O_4$ 의 반지름의 길이  $a_4$ 는 원  $O_3$ 의 반지름의 길이  $a_3$ 의  $r$ 배가 된다. 즉,  $a_4 = ra_3 = r^3$ 이다. 이와 같은 닮은 관계가 계속되므로  $a_{n+1} = ra_n$ 이 되어  $a_n$ 은 등비  $r$ 을 가지는 등비수열이다.

$$\text{그래서 } a_n = r^{n-1} = \frac{(\sqrt{5}-1)^{2n-2}}{4^{n-1}} \text{ 이다.}$$

모든 자연수  $n$ 에 대하여 원  $O_n$ 과  $x$ 축과의 교점을  $X_n$ 이라 하자. 원  $O_{n+1}$ 은,  $n$ 이 짝수일 때, 원  $O_n$ 의 왼쪽,  $n$ 이 홀수일 때, 원  $O_n$ 의 오른쪽에 위치하므로,

$$x_{n+1} = x_n + (-1)^{n-1} \overline{X_n X_{n+1}}$$

이다.

그래서  $\overline{X_n X_{n+1}}$ 은 (1)의 결과로부터

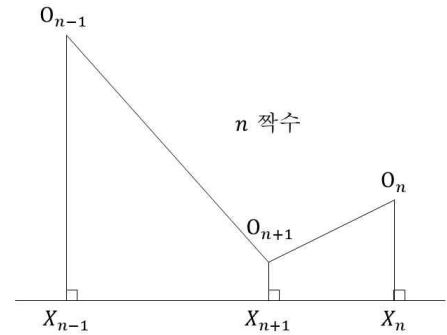
$$\overline{X_n X_{n+1}} = \frac{2r^{n-1} \cdot \sqrt{r^{n-2}}}{\sqrt{r^{n-2}} + \sqrt{r^{n-1}}} = \frac{2r^{n-1}}{1 + \sqrt{r}} = \frac{2}{1 + \sqrt{r}} r^{n-1}$$

$$= \frac{4}{\sqrt{5} + 1} r^{n-1} = (\sqrt{5} - 1) r^{n-1} \text{이다.}$$

$x_1 = 0$ 이므로

$$x_{n+1} = \sum_{i=1}^n (-1)^{n-1} \overline{X_n X_{n+1}} = \sum_{i=1}^n (\sqrt{5} - 1)(-r)^{n-1} \text{이다.}$$

$$\text{그래서 } \lim_{n \rightarrow \infty} x_n = \frac{\sqrt{5} - 1}{1 - (-r)} = \frac{\sqrt{5} - 1}{1 + \frac{2}{2}} = \frac{2(\sqrt{5} - 1)}{5 - \sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{2\sqrt{5}}{5} \text{이다.}$$



## 문제 II <물리>

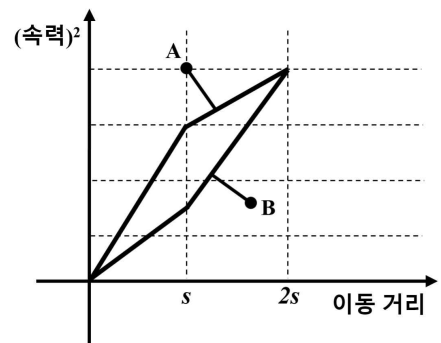
### [문제 II-1]

타원 궤도에서 지구와 가장 가까운 위치와 가장 먼 위치에서 지구까지의 거리를  $R_m, R_M$ 이라 하자. A, B, C가 만드는 각각의 궤도에서 지구와 가장 먼 위치의 가속도 크기에 대한 가장 가까운 위치의 가속도 크기의 비율이 4, 9, 16이라는 조건으로부터 A, B, C에 대한  $R_m : R_M$ 는 각각 1:2, 1:3,

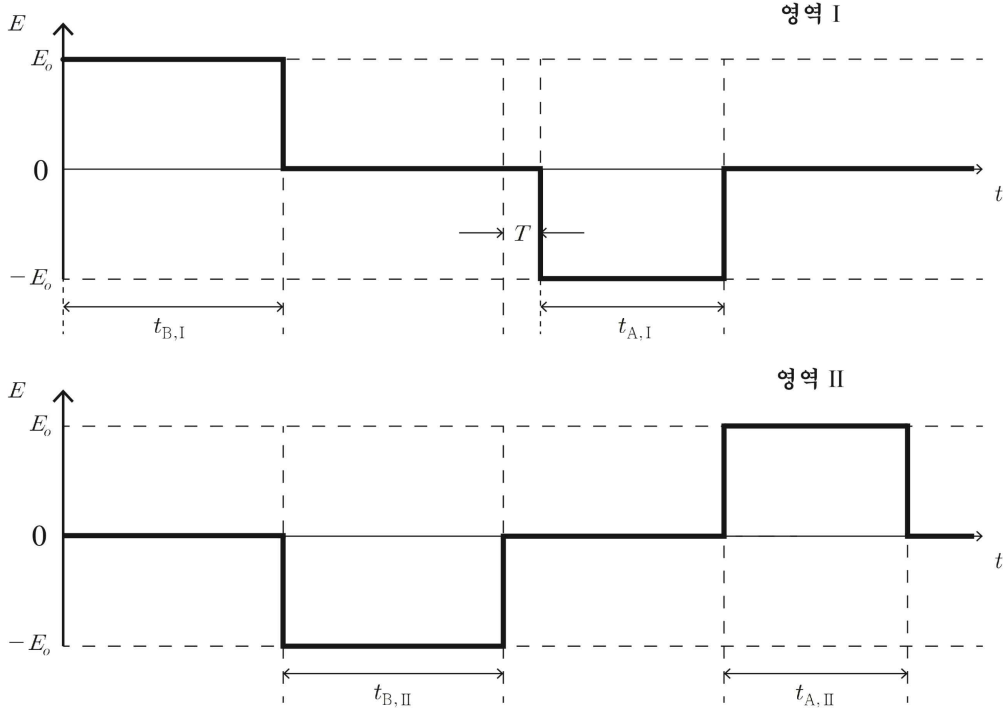
1:4이다. 타원의 긴 반지름은  $\frac{R_m + R_M}{2}$ 이고, 각 궤도에 대한  $R_m$ 은 같으므로 O, A, B, C에 대한 긴 반지름의 비는 2:3:4:5이고, 케플러의 제3법칙으로부터 주기의 제곱은 긴 반지름의 세제곱에 비례하므로,  $T_O : T_A : T_B : T_C = 2\sqrt{2} : 3\sqrt{3} : 8 : 5\sqrt{5}$ 이다.

### [문제 II-2]

일·운동 에너지 정리에 의해 물체 A, B가 각 구간을 빠져나온 직후의 속력은 같다. 또한, 각 물체가 구간의 반(힘의 크기가 바뀌는 경계)에 도달할 때 물체의 속력은 A가 B보다 크다. 따라서 이동 거리에 따른 각 물체에 대한 속력의 제곱은 다음 그래프와 같은 개형을 따른다. 그래프에서 알 수 있듯이, 구간 내 모든 위치에서 A의 순간 속력이 B의 순간 속력보다 크므로  $t_A < t_B$ 이다.



[문제 II-3] (1) 영역을 통과하기 전과 후에 전자의 속도가 같다는 조건으로부터 전자가 I, II를 지날 때 전기장의 방향이 두 영역에서 모두  $-x$  방향이거나,  $+x$  방향일 수 없고, 방향이 바뀌어야 한다. 또한  $D > d$ 라는 조건으로부터 B가 I, II를 지날 때 각각  $E_{B,I} = E_o$ ,  $E_{B,II} = -E_o$ 이 되도록 하고(단, 전기장이 +일 때 전기장의 방향은  $+x$  방향이고, -일 때 전기장의 방향은  $-x$  방향), A가 I, II를 지날 때 각각  $E_{A,I} = -E_o$ ,  $E_{A,II} = E_o$ 가 되어야 한다. 또한, B가 II를 빠져나오기 전에는 A가 I에 진입하지 않는다는 조건으로부터  $T \geq 0$ 이어야 하고, [문제 II-2]의 결과로부터  $t_{B,I} = t_{B,II} > t_{A,I} = t_{A,II}$ 이므로, 각 영역에서 전기장의 세기를 시간에 대한 그래프로 그리면 다음과 같다.



(2) B가 I, II를 통과할 때  $E_{B,I} = E_o = \frac{mv^2}{eL_o}\alpha$ ,  $E_{B,II} = -E_o = -\frac{mv^2}{eL_o}\alpha$  (단,  $\alpha > 0$ )라고 하면, B가 I,

II를 통과할 때 가속도를 각각  $a_{B,I}$ ,  $a_{B,II}$ 라고 하면  $a_{B,I} = -\frac{eE_{B,I}}{m} = -\frac{v^2}{L_o}\alpha$ ,

$a_{B,II} = -\frac{eE_{B,II}}{m} = \frac{v^2}{L_o}\alpha$ 이다. 등가속도 운동 공식으로부터 B가 II에 진입할 때의 속도는

$v_B = \sqrt{v^2 + 2a_{B,I}L_o} = v\sqrt{1-2\alpha}$ 이고, II를 통과한 후 속도는

$v_f = \sqrt{v_B^2 + 2a_{B,II}L_o} = \sqrt{v^2(1-2\alpha) + 2\alpha v^2} = v$ . B가 I에 진입하는 순간부터 빠져나올 때까지 걸리는

시간은  $t_{B,I} = \frac{\sqrt{v^2 + 2a_{B,I}L_o} - v}{a_{B,I}} = \frac{L_o}{v} \frac{(1 - \sqrt{1-2\alpha})}{\alpha} = t_{B,II}$ 이고,  $t_{B,I} + t_{B,II} = \frac{2L_o}{v\alpha}(1 - \sqrt{1-2\alpha})$ .

마찬가지 방식으로 계산하면  $t_{A,I} = \frac{L_o}{v} \frac{(\sqrt{1+2\alpha} - 1)}{\alpha} = t_{A,II}$ 이고,

$t_{A,I} + t_{A,II} = \frac{2L_o}{v\alpha}(\sqrt{1+2\alpha} - 1)$ 이다. 따라서

$(t_{B,I} + t_{B,II}) - (t_{A,I} + t_{A,II}) = \frac{2L_o}{v\alpha}(2 - \sqrt{1-2\alpha} - \sqrt{1+2\alpha})$ . 한편 B가 II를 빠져 나간 순간부터 A가

I에 진입하는 순간까지의 시간이  $T$ 이므로  $D = v(T + t_{B,I} + t_{B,II})$ 로부터  $T = \frac{D}{v} - (t_{B,I} + t_{B,II})$ 이고,

$d = v(T + t_{A,I} + t_{A,II}) = v\left(\frac{D}{v} - (t_{B,I} + t_{B,II}) + (t_{A,I} + t_{A,II})\right)$ 이므로,

$\frac{D-d}{D} = \frac{v}{D}(t_{B,I} + t_{B,II} - t_{A,I} - t_{A,II}) = \frac{2L_o}{D\alpha}(2 - \sqrt{1-2\alpha} - \sqrt{1+2\alpha})$ . 한편 B가 II를 빠져 나오기

전에 A는 I에 진입하지 않는다는 조건으로부터  $T = \frac{D}{v} - (t_{B,I} + t_{B,II}) \geq 0$ 을 만족해야 하므로

$T = \frac{D}{v} - (t_{B,I} + t_{B,II}) = \frac{D}{v} - \frac{2L_o}{v\alpha}(1 - \sqrt{1-2\alpha}) = \frac{D}{v}\left(1 - \frac{2L_o}{\alpha D}(1 - \sqrt{1-2\alpha})\right) \geq 0$ 이고,

$$\frac{D}{L_o} \geq \frac{2}{\alpha} (1 - \sqrt{1-2\alpha}) \text{ 이므로 } \frac{L_o}{D} \leq \frac{\alpha}{2} \frac{1}{(1 - \sqrt{1-2\alpha})} \text{ 이다. 따라서,}$$

$$\frac{D-d}{D} = \frac{2L_o}{D\alpha} (2 - \sqrt{1-2\alpha} - \sqrt{1+2\alpha}) \leq \frac{2 - \sqrt{1-2\alpha} - \sqrt{1+2\alpha}}{1 - \sqrt{1-2\alpha}} \text{이며, 주어진 조건 } \alpha = \frac{1}{4} \text{ 를}$$

이용하면  $\left(\frac{D-d}{D}\right)_{Max} = \frac{2 - \sqrt{2}/2 - \sqrt{6}/2}{1 - \sqrt{2}/2} \simeq 0.23$  이다.

## 문제 II <화학>

### [문제 II-1]

#### [문제 II-1]

(1) 에탄올의 연소 반응식;  $C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$

탄소 화합물 X의 연소 반응식;  $C_nH_{2n+2}O_n + aO_2(g) \rightarrow nCO_2(g) + (n+1)H_2O(g)$

(상태 표시는 필수 아님)

i) 탄소 화합물 X의 연소 반응식에서 산소의 계수비를 이용하여 (질량보존의 법칙),

$$n + 2a = 2n + (n+1) \cdots \textcircled{1}$$

ii) 같은 분자 수(같은 몰수)의 두 물질이 완전히 연소할 때 필요한 산소의 비는 반응식의 계수와 비례하므로,  $6 : 7 = 3 : a \cdots \textcircled{2}$

①과 ②를 통해  $n = 3, a = \frac{7}{2}$  이다.

$\therefore$  탄소 화합물 X의 분자식은  $C_3H_8O_3$  이고, 분자량은 92 g/mol이다.

(2) 수용액 A에 들어있는 화합물 X의 몰수를  $x$  mol이라고 하면,

$$\text{혼합 용액의 농도 } 0.2 = \frac{x(\text{mol})}{0.4(\text{L}) + 0.6(\text{L})} \Rightarrow x = 0.2(\text{mol})$$

$$\text{수용액 A에 들어있는 X의 질량} = 0.2 \text{ mol} \times 92 \text{ g/mol} = 18.4 \text{ g}$$

$$\text{수용액 A의 퍼센트 농도} = \frac{\text{X의 질량}}{\text{수용액 A의 질량}} \times 100 = \frac{18.4}{400 \times 1.15} \times 100 = 4(\%)$$

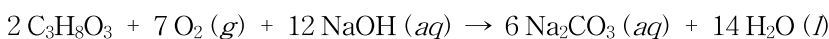
$\therefore$  수용액 A의 질량 퍼센트 농도는 4%이다.

(3) (상태 표시는 필수 아님)

X의 연소 반응식:  $2C_3H_8O_3 + 7O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 8H_2O(l)$

이산화탄소의 중화 반응식:  $CO_2(g) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na_2CO_3(aq) + H_2O(l)$

연소와 중화 반응을 종합하면 다음과 같은 화학 반응식을 쓸 수 있다.



위의 반응식에서,  $C_3H_8O_3 : NaOH : H_2O = 1 : 7$  이고 12.6 g (0.7 mol)의  $H_2O$ 이 생성되었으므로 반응에 참여한  $C_3H_8O_3$ 의 양은 0.1 mol이다.

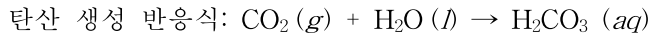
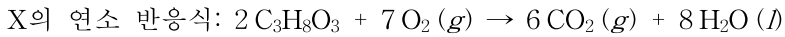
$\therefore$  0.1 mol의  $C_3H_8O_3$ 를 완전 연소시켜 얻은  $CO_2$ 는 0.3 mol이다.

수산화 칼슘을 이용한 중화 반응식:  $CO_2(g) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaCO_3(aq) + H_2O(l)$

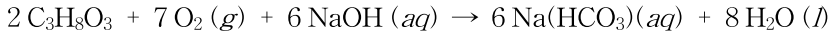
중화 반응에서  $CO_2 : Ca(OH)_2$ 의 몰수비가 1 : 1이므로, 0.3 mol의 수산화 칼슘이 필요하다.

$$\therefore \text{필요한 } 0.3 \text{ M의 수산화 칼슘의 부피} = 0.3 \text{ mol} \times \frac{1}{0.3(\text{mol/L})} = 1.0 \text{ L}$$

※ 탄산이 생성되는 반응을 고려해 아래와 같이 논술할 수도 있다.



연소와 중화 반응을 종합하면 다음과 같은 화학 반응식을 쓸 수 있다.

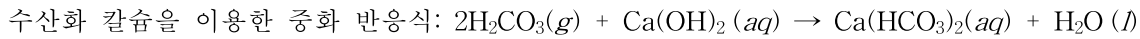
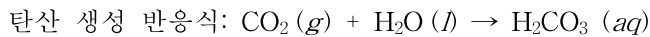


위의 반응식에서,

$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 4$  이고 12.6 g (0.7 mol)의  $\text{H}_2\text{O}$ 이 생성되었으므로

반응에 참여한  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 의 양은 0.175 mol이다.

∴ 0.175 mol의  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 를 완전 연소시켜 얻은  $\text{CO}_2$ 는 0.525 mol이다.

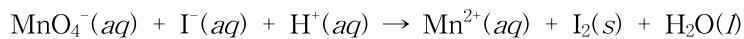


$\text{CO}_2 : \text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 몰수비가 2 : 1이므로, 0.2625 mol의 수산화 칼슘이 필요하다.

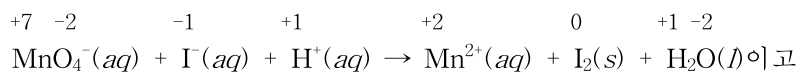
$$\therefore \text{필요한 } 0.3 \text{ M의 수산화 칼슘의 부피} = 0.2625 \text{ mol} \times \frac{1}{0.3 (\text{mol/L})} = 0.875 \text{ L}$$

## [문제 II-2]

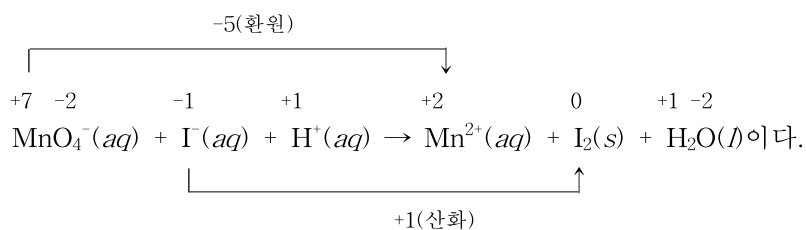
(1) 산성 용액이므로 반응물과 생성물의 관계는 아래와 같다. (상태 표시는 필수 아님)



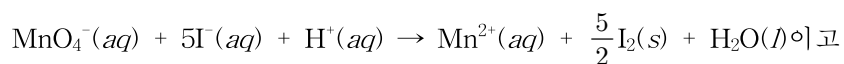
반응에 관여하는 모든 원자의 산화수를 표시하면



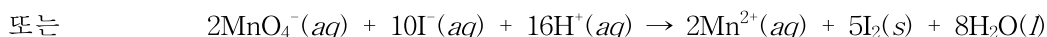
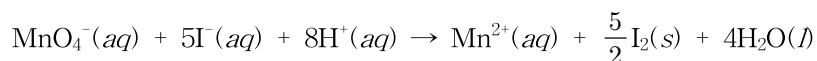
산화수가 증가하거나 감소한 원자의 산화수 변화를 표시하면



증가한 산화수와 감소한 산화수가 같도록 계수를 조정하면

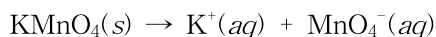
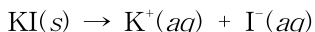


반응 전후의 원자 수가 같아지도록 계수를 확인하여 조정하면 아래와 같은 완성된 화학 반응식(알짜 이온 반응식)을 얻게 된다.

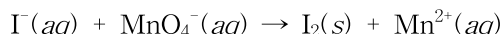


※ 산화 환원 반쪽 반응을 고려해 아래와 같이 논술할 수도 있다.

KI와  $\text{KMnO}_4$ 는 물에 녹아 아래와 같이 해리된다.



두 용액이 혼합되면  $\text{I}^-$ 가 산화되어  $\text{I}_2$ 가 생성되고  $\text{MnO}_4^-$ 가 환원되어  $\text{Mn}^{2+}$ 가 생성되(고  $\text{K}^+$  이온은 반응에 참여하지 않는 구경꾼 이온이)므로 아래와 같이 정리할 수 있다.



산화 반쪽 반응 :  $2\text{I}^-(aq) \rightarrow \text{I}_2(s) + 2e^-$

환원 반쪽 반응 :  $\text{MnO}_4^-(aq) + 5e^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(aq) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$

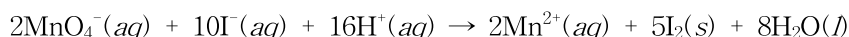
산성 용액이므로 수소 개수를 맞추면  $\text{MnO}_4^-(aq) + 5e^- + 8\text{H}^+(aq) \rightarrow \text{Mn}^{2+}(aq) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$ 이다.

산화 반쪽 반응과 환원 반쪽 반응의 전자 수를 같게 하면

산화 반쪽 반응 :  $10\text{I}^-(aq) \rightarrow 5\text{I}_2(s) + 10e^-$

환원 반쪽 반응 :  $2\text{MnO}_4^-(aq) + 10e^- + 16\text{H}^+(aq) \rightarrow 2\text{Mn}^{2+}(aq) + 8\text{H}_2\text{O}(l)$ 이다.

두 반쪽 반응을 합하면 아래와 같은 화학 반응식(알짜 이온 반응식)을 얻게 된다.



(2) KI의 몰 질량은 166 g/mol이고  $\text{KMnO}_4$ 는 158 g/mol,  $\text{I}_2$ 는 254 g/mol이다.

41.5 g의 KI의 몰수는 0.25몰이고 3.16 g의  $\text{KMnO}_4$ 는 0.02몰이다.

KI와  $\text{KMnO}_4$ 는 5:1의 비로 반응한다.

$\text{KMnO}_4$ 와 반응하여 산화되는 KI의 몰수는 0.1몰이고 생성되는  $\text{I}_2$ 의 몰수는 0.05몰이므로 반응을 통해 생성되는  $\text{I}_2$ 의 질량은  $254 \times 0.05 = 12.7$  g이다.

혼합 용액 중 반응하지 않고 남아 있는  $\text{I}^-$ 의 몰수는 0.15몰이고  $\text{K}^+$ 의 총 몰수는 0.27몰이다.

혼합 용액의 부피는 200 mL이므로  $\text{I}^-$ 와  $\text{K}^+$ 의 몰 농도는 아래와 같다.

$$\text{I}^- : \frac{0.15 \text{ 몰}}{0.2 \text{ L}} = 0.75 \text{ M}$$

$$\text{K}^+ : \frac{0.27 \text{ 몰}}{0.2 \text{ L}} = 1.35 \text{ M}$$

KI 수용액의 밀도가 1.215 g/mL이므로 KI 수용액의 질량은 121.5 g이고 용매인 물의 질량은 80 g이다.  $\text{KMnO}_4$  수용액의 밀도가 1.0316 g/mL이므로  $\text{KMnO}_4$  수용액의 질량은 103.16 g이고 용매인 물의 질량은 100 g이다. 반응을 통해 0.08몰의 물이 생성되므로 생성된 물의 질량은 1.44 g이다.

혼합 용액의 용매인 물의 총 질량은 181.44 g이므로  $\text{I}^-$ 와  $\text{K}^+$ 의 몰랄 농도는 아래와 같다.

$$\text{I}^- : \frac{0.15 \text{ mol}}{0.18144 \text{ kg}} = 0.83 \text{ m}$$

$$\text{K}^+ : \frac{0.27 \text{ mol}}{0.18144 \text{ kg}} = 1.49 \text{ m}$$

(3) 반응 속도식을  $v = k[\text{I}]^m[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^n$ 으로 나타낸 후 반응 차수를 구한다.

실험 1과 2에서는  $[\text{I}]$ 는 일정하고  $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$ 가 절반으로 감소할 때 반응 속도가 절반으로 감소했으므로  $n = 1$ 이다.

실험 1과 3에서는  $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$ 가 일정하고  $[\text{I}]$ 는 절반으로 감소할 때 반응 속도가 절반으로 감소했으므로  $m = 1$ 이다.

따라서 반응 속도식은  $v = k[I^-][S_2O_8^{2-}]$ 이다.

실험 1의 값을 반응 속도식에 대입하여  $k$ 를 구하면

$$k = \frac{v}{[I^-][S_2O_8^{2-}]} = \frac{8.4 \times 10^{-6} \text{ M s}^{-1}}{(0.04 \text{ M})(0.04 \text{ M})} = 5.25 \times 10^{-3} \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{이다.}$$

## 문제 II <생명과 과학>

### [문제 II-1]

(1) 전자 전달계는 해당과정, 피루브산의 산화, TCA 회로에서 공급되는 NADH와  $FADH_2$ 로부터 고에너지 전자를 제공받아 전달한다. 전자 전달계는 고에너지 전자가 전달될 때 방출되는 에너지를 이용하여 미토콘드리아 기질에서 막 사이 공간으로  $H^+$ 을 능동 수송한다. 그 결과 미토콘드리아 막 사이 공간은  $H^+$  농도가 증가하고 기질은  $H^+$  농도가 감소한다. 따라서 미토콘드리아가 정상적으로 작동하는 시험관 ①의 경우 시점  $t_2$ 에서 막 사이 공간이 pH가 더 낮다. 전자 전달계에서 전자는 최종적으로 산소에 전달되고, 산소는 전자와  $H^+$ 를 받아 물로 환원된다.

(2) 시험관 ②의 경우 저해제 X를 첨가하였으므로 전자 전달계의 전자 흐름이 차단되어 산소가 소모되지 않으므로 시험관 내 산소 농도가 변화가 없다. 따라서 산소 농도 곡선 ㉠은 시험관 ②에서 측정된 것이다. 이 때  $H^+$ 의 농도 차이가 생성되지 않아서 ATP는 합성되지 않는다. 시험관 ①의 경우 저해제를 첨가하지 않았으므로 전자 전달계와 ATP 합성 효소가 모두 정상적으로 작동하므로 ATP가 합성될 수 있다. 따라서 산소 반응 곡선 ㉡에서 측정된 것이다.

(3) ATP 합성 효소에 의한 ATP 합성은 막 사이 공간과 기질 사이의  $H^+$ 의 농도 차이에 의한 화학 삼투가 필요하다. 저해제 Y는 미토콘드리아 내막에 있는 인지질을 통해  $H^+$ 이 새어나가게 하는 물질이므로 전자 전달계에 의해 미토콘드리아 내막을 사이에 두고 막 사이 공간과 기질 사이에 형성되었던  $H^+$ 의 농도 차이를 없애지게 한다. 따라서 화학 삼투를 통한  $H^+$ 의 이동이 일어나지 못하므로 ATP가 합성되지 않는다.

### [문제 II-2]

서로 다른 조직으로 분화된 세포에서는 발현되는 유전자들이 달라진다. 유전자 발현에는 핵심 조절 유전자뿐만 아니라 여러 전사 인자가 중요한 역할을 한다. 유전자는 다양한 조절 부위가 있어서 유전자가 특정 조직 세포에서 또는 발생의 특정 시기에 발현되도록 조절하는 기능을 가진다. 각기 다른 조직 세포들은 각각 다른 종류의 전사 인자들을 발현하고, 이들이 서로 다른 조합으로 유전자 발현 조절 부위에 결합하여 다른 종류의 RNA와 단백질들을 합성한다. 따라서, 뇌, 폐, 심장, 위 등을 구성하는 조직 세포가 동일한 DNA를 가지고 있음에도 서로 다른 종류의 RNA와 단백질들을 합성하게 됨으로써 각 기관이 고유한 형태와 기능을 나타나게 된다.

### [문제 II-3]

백신 접종 1주일 후에는 1차 면역 반응이 일어난다. 백신 접종으로 항원이 처음 도입되면 대식 세포가 항원을 세포 표면에 제시한다. 항원을 인식한 보조 T 림프구가 B 림프구를 활성화한다. 활성화된 B 림프구는 형질 세포와 기억 세포로 분화하고 형질 세포가 소량의 항체를 형성하는 1차 면역 반응이 일어난다.

백신 접종 2달 후에는 2차 면역 반응이 일어난다. 1차 면역 반응으로 형성된 기억 세포는 백신의



항원이 제거된 후에도 남아 있다가 같은 종류의 항원이 재침입하면 더 많은 형질 세포로 분화한다. 따라서 짧은 시간 내에 다량의 항체를 생성하는 2차 면역 반응이 일어난다.

#### [문제 II-4]

(1) 이 유전병이 우성이라면 부모 중 한 사람에서만 유전병이 나타나도 유전병을 가진 자녀가 나타날 수 있다. 또 이 유전병이 열성이라면 부모가 유전병 여부와 관계없이 부모가 모두 열성 대립유전자를 가지고 있으면 유전병을 가진 자녀가 나타날 수 있다. 즉 유전병이 발병한 환자의 배우자(I-2, II-1, II-3, II-7)가 모두 보인자일 경우 열성 유전도 가능하다. 따라서 이 가계도만으로 이 유전병이 우성 또는 열성 형질인지 판단할 수 없다.

(2) 이 유전병은 여성에게도 발병했으므로 Y 염색체에 의한 유전은 아니다. 그리고 X 염색체에 의한 열성 형질을 가정하면 II-3은 우성 대립유전자(정상 대립유전자)가 X 염색체에 있고 해당 X 염색체를 딸에게 유전하게 되는데, III-6은 유전병 여자이므로 모순된다. 또한 X 염색체에 의한 우성 형질을 가정하면 II-6은 우성 대립유전자(유전병 대립유전자)가 X 염색체에 있으므로 모든 딸은 유전병을 가져야 하는데 III-14는 정상이므로 이 가정도 모순됨을 알 수 있다. 따라서 이 유전병 유전자는 상염색체에 위치함을 알 수 있다.

### 3. 2021학년도 수시모집 논술고사채점 기준

#### 문제 I <수학>

##### [문제 I-1]

(1) (10점)

<4점> 함수  $g(\theta)$ 를 찾을 수 있다.

<6점>  $g(\theta)$ 가 최댓값을 가지는  $\theta$ 를 찾을 수 있다.

(2) (20점)

<7점> 조건 (ㄱ)로부터 실수  $a, c$ 를 찾을 수 있다.

<3점> 조건 (ㄱ)이 성립함을 보일 수 있다.

<10점> 조건 (ㄴ)이 성립함을 보일 수 있다.

##### [문제 I-2]

(1) (15점)

<8점> 선분 XY의 길이를  $x, y$ 로 표현할 수 있다.

<7점> 선분 YZ의 길이와 원  $C_3$ 의 반지름의 길이를 찾을 수 있다.

(2) (15점)

<7점>  $a_n$ 을 구할 수 있다.

<8점>  $x_n$ 의 극한값을 구할 수 있다.

#### 문제 II <물리>

##### [문제 II-1]

-문제의 조건으로부터 O, A, B, C에 대해 지구로부터 가장 가까운 위치와 지구까지의 거리( $R_m$ )와

지구로부터 가장 먼 위치에서 지구까지의 거리( $R_M$ ) 사이의 관계를 얻어냄. (2점)

-각 궤도에서  $R_m$ 이 같다는 사실을 도출하여 각 궤도의 긴 반지름 비를 얻어냄. (2점)

-케플러의 제3법칙으로부터, 주기의 비를 얻어냄. (2점)

**[문제 II-2]**

-일-에너지 정리로부터 '외부 힘 작용 구간'을 지나기 전과 후의 속도가 같음을 얻어냄. (3점)

- 구간 내 모든 위치에서 A의 속력이 B의 속력보다 큼을 얻어냄. (3점)

- 구간 내 모든 위치에서 A의 속력이 B의 속력보다 크므로  $t_B > t_A$ 를 얻어냄. (2점)

**[문제 II-3]**

(1) -B가 영역 I, II를 통과할 때 각각 전기장의 방향이  $+x$  방향과  $-x$  방향으로 가해져야 함을 얻어냄. (2점)

-A가 영역 I, II를 통과할 때 각각 전기장의 방향이  $-x$  방향과  $+x$  방향으로 가해져야 함을 얻어냄. (2점)

-B가 II를 빠져 나오기 전에 A는 I에 진입하지 않는다는 조건으로부터  $T > 0$ 이 되는 조건을 얻어냄. (2점)

- $t_{A,I}$ ,  $t_{A,II}$ ,  $t_{B,I}$ ,  $t_{B,II}$ 의 대소 관계를 얻어냄. (2점)

- $E$ 를 시간  $t$ 에 대한 그래프로 나타냄. (4점)

(2) -  $t_{A,I}$ 와  $t_{A,II}$ 에 대한 식을 얻어냄. (2점)

-  $t_{B,I}$ 와  $t_{B,II}$ 에 대한 식을 얻어냄. (2점)

-  $D$ 에 대한 식을 얻어냄. (2점)

-  $d$ 에 대한 식을 얻어냄. (2점)

-  $\frac{D-d}{D}$ 에 대한 식을 얻어냄. (2점)

-  $T > 0$ 을 만족하기 위한 조건식을 얻어냄. (2점)

-  $T > 0$ 을 만족하기 위한 조건식으로부터,  $\frac{D-d}{D}$ 의 최댓값을 얻어냄. (2점)

**문제 II <화학>**

**[문제 II-1]**

(1) <총 7점>

두 화합물의 연소 반응식의 계수비를 통해 화합물 X의 분자량에 대해 논술했으면 7점 (상태 표시는 필수 아님)

(2) <총 5점>

수용액 A에 들었는 X의 몰수와 질량을 알아내고 퍼센트 농도를 정확히 계산하였으면 5점

(3) <총 8점>

연소와 중화 반응을 통해 생성된 이산화 탄소의 양을 계산하고 0.3 M의 수산화 칼슘 수용액의 필요량에 대해 논술했으면 8점. 중화 반응에서 이산화 탄소에 의한  $H_2CO_3$ 의 생성을 고려한 예도 정답으로 처리한다. 단, 일관성 없게  $H_2CO_3$ 의 생성을 고려해 정량 계산을 한 경우에는

부분 점수를 부여한다.

[문제 II-2]

(1) <총 6점>

산화 환원 반응의 완성된 화학 반응식에 전자의 개수가 나타나지 않고 반응물과 생성물의 원자 개수가 동일하도록 논술하였으면 6점 (상태 표시는 필수 아님)

※ 산화 환원 반쪽 반응을 고려해 논술할 수도 있다.

(2) <총 10점>

산화 환원 반응의 완성된 화학 반응식의 반응물과 생성물의 양적 관계와 몰 농도, 몰랄 농도를 정확히 이해하여 논술하였으면 10점

(3) <총 4점>

초기 농도에 따른 초기 반응 속도로부터 반응 속도식과 반응 속도 상수를 명확히 논술하였으면 4점

문제 II <생명과 과학>

[문제 II-1]

(1) (4점)

<2점> 전자 전달계의 전자 이동과  $H^+$  운반을 관련지어 막 사이 공간의 pH가 더 낮음을 논리적으로 서술

<2점> 전자 전달계에서 최종적으로 전자가 산소에 수용되어 물을 생성하는 반응을 논리적으로 서술

(2) (4점)

<2점> 시험관 ①에서 측정한 산소 농도 곡선이 ㉠임을 논리적으로 서술

<2점> 시험관 ②에서 측정한 산소 농도 곡선이 ㉡임을 논리적으로 서술

(3) (4점)

<2점> 시험관 ③에서 저해제 Y에 의해 막 사이 공간과 기질 사이의  $H^+$  농도 차이가 없어짐을 논리적으로 서술

<2점> ATP 합성 효소를 통해  $H^+$ 이 막 사이 공간에서 기질 쪽으로 확산되는 화학 삼투가 일어날 수 없어서 ATP가 합성되지 않음을 논리적으로 서술

[문제 II-2]

<4점> 서로 다른 조직으로 분화된 세포에서는 서로 다른 유전자들이 발현됨을 논리적으로 서술

<6점> 동일한 DNA를 가진 다양한 조직 세포들이 각각 다른 종류의 전사 인자들을 발현하고, 이것들이 서로 다른 조합으로 세포의 유전자 발현 조절 부위에 결합하여 다양한 RNA와 단백질들을 발현함을 논리적으로 서술

[문제 II-3]

백신 접종 1~2주일 후에는 1차 면역반응이 일어남을 서술

<2점> 대식 세포, 보조 T 림프구, B 림프구를 통해 1차 면역 반응이 일어남을 논리적으로 서술

<2점> 형질 세포의 기억 세포로 분화, 형질 세포가 소량의 항체를 형성함을 논리적으로 서술

백신 접종 2달 후에는 2차 면역반응이 일어남을 서술

<2점> 기억 세포가 항원이 제거된 후에도 남아 있음과 같은 종류의 항원이 재 침입하면 더 많은 형질 세포로 분화함을 논리적으로 서술

<2점> 짧은 시간 내에 다량의 항체를 생성함을 논리적으로 서술

#### [문제 II-4]

(1) (6점)

<2점> 우성 유전이 가능함을 논리적으로 서술

<2점> 열성 유전이 가능함을 논리적으로 서술

<2점> 이 가계도만으로 이 유전병이 우성 또는 열성 형질인지 판단할 수 없음을 논리적으로 서술

(2) (4점)

<1점> 유전병 유전자가 Y 염색체에 위치하지 않음을 논리적으로 서술

<2점> 유전병 유전자가 X 염색체에 위치하지 않음을 논리적으로 서술

<1점> 유전병 유전자가 상염색체에 위치함을 서술

### 4. 2021학년도 수시모집 논술고사출제 의도

#### 문제 I <수학>

문제 I 수학 문제에서는 고등학교 수학 교육과정의 방정식과 부등식을 활용하여 이차방정식과 이차부등식의 해를 찾는 문제와 고등학교 수학 교육과정의 등비급수를 활용하여 도형의 위치를 찾는 문제를 출제하였다. 이차함수가 바뀔 때 그 해가 어떻게 변화하는지와 도형의 닮음 관계로부터 어떤 점의 위치가 등비수열로 표현됨을 논리적으로 사고하고 수학적으로 추론할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 단편적인 수학의 공식의 활용 능력보다는 주어진 조건을 종합적으로 이해하여 주어진 상황을 수학적 문제로 해석하고, 그 문제를 체계적이고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖고 있는지를 평가하고자 하였다.

#### 문제 II <물리>

문제 II 과학-물리 문제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 기본적인 과학적 소양을 바탕으로, 물리 분야의 통합적인 사고 능력과 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 평가하고자 하였다. 문제의 제시문에서는 고등학교 물리 교과서의 내용을 바탕으로 하여 케플러 법칙, 등가속도 운동, 일-에너지 정리, 전기장에서의 힘, 뉴턴 운동법칙 등의 기본적 물리적 개념을 제시하였다. 문제에서 주어진 구체적인 상황에 대해, 제시문의 정보를 적절히 이용하고, 논리적 과정으로 추론하여, 문제에 대한 과학적이고 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

#### 문제 II <화학>

문제 II-1은 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 연소 반응과 산 염기 중화 반응에서의 양적 관계를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 다양한 농도의 개념을 정확하게 이해하고 반응물과 생성물 간의 양적 관계를 정확히 이해하고 있는 지를 종합적으로 평가하고자 하였다.

논제 II-2는 고등학교 화학 I과 II의 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 농도에 따른 반응 속도의 변화를 이해하고 있는지를 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 <생명과학>

논제 II 과학-생명 과학-의학계에서는 고등학교 교육 과정 생명과학 I과 생명과학 II에서 다루고 있는 생물의 특성과 생명 현상 전반에 관한 핵심 개념을 통합적으로 이해하고 있는지, 또 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다. [논제 II-1]에서는 생명과학 II의 ‘세포 호흡’ 영역에서 과학적 실험 방법에 의해 도출된 결과를 이해하고, 세포 호흡을 통한 에너지 전환 과정과 산소의 중요성에 대한 정확한 개념을 논리적으로 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. [논제 II-2]에서는 생명과학 I의 ‘유전’과 생명과학 II의 ‘유전자의 발현과 조절’ 영역을 연계하여 진핵세포가 동일한 DNA에서 세포나 조직에 따라 다른 전사 조절 인자들의 발현으로 다른 종류의 RNA와 단백질들을 발현함을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. [논제 II-3]에서는 생명과학 I의 ‘항상성과 방어 작용’, ‘방어작용’ 영역에서 백신에 의해 나타나는 1차, 2차 면역반응의 원리를 이해하고, 이를 현 코로나19 방역에 대한 시사와 연결하여 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. [논제 II-4]에서는 생명과학 I의 ‘사람의 유전’ 영역에서 가계도를 이해하고 이에 대한 분석을 통해 유전의 우열 관계 및 성염색체 또는 상염색체에 의한 유전을 구분할 수 있는 지 평가하고자 하였다.

## 5. 2021학년도 수시모집 논술고사문항 해설

## 논제 I <수학>

논제 I-1에서는 ‘수학’의 ‘방정식과 부등식’ 단원에서 학습하는 이차방정식의 해를 구하고 그 해가 최댓값을 갖는 때를 찾는 문제와 이차부등식의 해의 표현과 그 의미를 잘 이해하고 활용할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 논제 I-2에서는 좌표평면에서 연속되는 두 원들이 한 점에서 서로 만나고 동시에  $x$ 축에 접하는 상황에서 ‘수학I’의 ‘등비수열’ 단원과 ‘미적분’의 ‘등비급수’단원에서 학습하는 내용을 잘 이해하고 활용하여 이 원들의 중심의 좌표를 등비수열로 표현할 수 있고 그 극한을 계산할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
수학	고성은 외 6인	(주)좋은책신사고	2019	88	제시문[가]	X
미적분	류희찬 외 9인	(주)천재교과서	2019	69, 71	제시문[나]	X
미적분	홍성복 외 10인	(주)지학사	2019	95	제시문[다]	X
수학 I	김원경 외 14인	(주)비상교육	2018	127	제시문[라]	X
미적분	황선욱 외 8인	(주)미래엔	2019	35	제시문[마]	X

## 문제 II <물리>

문제 II 과학-물리 문제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 기본적인 과학적 소양을 바탕으로, 물리 분야의 통합적인 사고 능력과 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 평가하고자 하였다. 문제의 제시문에서는 고등학교 물리 교과서의 내용을 바탕으로 하여 케플러 법칙, 등가속도 운동, 일-에너지 정리, 전기장에서의 힘, 뉴턴 운동법칙 등의 기본적 물리적 개념을 제시하였다. 문제에서 주어진 구체적인 상황에 대해, 제시문의 정보를 적절히 이용하고, 논리적 과정으로 추론하여, 문제에 대한 과학적이고 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

제시문들에 관해 좀 더 구체적으로 설명하면 제시문 [가]는 케플러 법칙을 설명하며, 제시문 [나]는 등가속도 운동을 설명하고 있다. 제시문 [다]는 일-에너지 정리, [라]는 전기장에서의 힘, [마]는 뉴턴 운동법칙을 설명한다. 제시문 [가]~[마]는 다섯 종류의 물리II 및 여덟 종의 물리I 교과서에서 모두 다루고 있는 내용이며, 출처는 아래와 같다.

도서명	저자	발행처	발행년 도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	41,42	제시문 [가]	O
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	48	제시문 [가]	O
고등학교 물리 II	손정우 외 5인	비상교육	2020	39	제시문 [가]	O
고등학교 물리 II	김성원 외 5인	지학사	2020	50,51	제시문 [가]	O
고등학교 물리 II	강남화 외 5인	천재교육	2020	40,41	제시문 [가]	O
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	33	제시문 [나]	O
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	29	제시문 [나]	O
고등학교 물리 II	손정우 외 5인	비상교육	2020	22~27	제시문 [나]	O
고등학교 물리 II	김성원 외 5인	지학사	2020	27~30	제시문 [나]	O
고등학교 물리 II	강남화 외 5인	천재교육	2020	27~28	제시문 [나]	O
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	70	제시문 [다]	O
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	70~72	제시문 [다]	O
고등학교 물리 II	손정우 외 5인	비상교육	2020	62~63	제시문 [다]	O
고등학교 물리 II	김성원 외 5인	지학사	2020	72~73	제시문 [다]	O
고등학교 물리 II	강남화 외 5인	천재교육	2020	63	제시문 [다]	O
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2020	98	제시문 [라]	O
고등학교 물리 II	김성진 외 6인	미래엔	2020	95	제시문 [라]	O

고등학교 물리 II	손정우 외 5인	비상교육	2020	87	제시문 [라]	○
고등학교 물리 II	김성원 외 5인	지학사	2020	100	제시문 [라]	○
고등학교 물리 II	강남화 외 5인	천재교육	2020	88	제시문 [라]	○
고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2020	27	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	이상연 외 4인	금성출판사	2020	21	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	곽영직 외 3인	와이비엠	2020	23~25	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	김성원 외 5인	지학사	2020	23	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	강남화 외 5인	천재교육	2020	24	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	송진웅 외 4인	동아출판	2020	20	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	김성진 외 6인	미래엔	2020	24	제시문 [마]	○
고등학교 물리 I	손정우 외 5인	비상교육	2020	24	제시문 [마]	○

## 논제 II <화학>

논제 II-1은 고등학교 화학 I의 교육 과정에서 다루는 연소 반응과 산 염기 중화 반응에서의 양적 관계를 추론할 수 있도록 문항을 구성하였다. 다양한 농도의 개념을 정확하게 이해하고 반응물과 생성물 간의 양적 관계를 정확히 이해하고 있는 지를 종합적으로 평가하고자 하였다.

논제 II-2는 고등학교 화학 I과 II의 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 농도에 따른 반응 속도의 변화를 이해하고 있는 지를 종합적으로 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
화학 I	노태희 외	천재교육	2018	26-28	제시문 [가]	○
	장낙한 외	상상아카데미	2018	32-35		
	홍훈기 외	교학사	2018	30-33		
	강대훈 외	와이비엠	2018	36-38		
	최미화 외	미래엔	2018	30-32		
	박종석 외	비상교육	2018	31		
	이상권 외	지학사	2018	31-33		
	하윤경 외	금성출판사	2018	32		
	황성용 외	동아출판	2018	31-33		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	34-39	제시문 [나]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	34-39		
	강대훈 외	와이비엠	2018	50-56		
	황성용 외	동아출판	2018	39-44		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	40-47		
	박종석 외	비상교육	2018	34-39		
	노태희 외	천재교육	2018	30-39		
	홍훈기 외	교학사	2018	39-44		
	최미화 외	미래엔	2018	36-41		
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	노태희 외	천재교육	2018	173-174	제시문 [라]	○
	장낙한 외	상상아카데미	2018	175		
	홍훈기 외	교학사	2018	161		
	강대훈 외	와이비엠	2018	185-186		
	최미화 외	미래엔	2018	167		
	박종석 외	비상교육	2018	148-159		
	이상권 외	지학사	2018	168-171		
	하윤경 외	금성출판사	2018	158-163		
	황성용 외	동아출판	2018	175-177		
화학 I	이상권 외	지학사	2018	175-180	제시문 [마]	○
	하윤경 외	금성출판사	2018	168-173		
	강대훈 외	와이비엠	2018	193-199		
	황성용 외	동아출판	2018	188-196		
	장낙한 외	상상아카데미	2018	182-189		
	박종석 외	비상교육	2018	166-171		
	노태희 외	천재교육	2018	184-196		
	홍훈기 외	교학사	2018	174-181		
	최미화 외	미래엔	2018	176-186		
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	150-151	제시문 [바]	○
	장낙한 외	상상아카데미	2018	151-152		
	박종석 외	비상교육	2018	123-124		
	노태희 외	천재교육	2018	142-144		
	홍훈기 외	교학사	2018	136-138		
	최미화 외	미래엔	2018	144-145		

## 

논제 II-1은 세포 호흡을 통한 에너지 전환 과정과 산소의 중요성에 대해 논리적으로 이해하고 있는 지 평가하고자 하였다. 논제 II-2는 진핵 세포 유전자 발현 조절에서 전사 조절 인자들의 중요성을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-3는 백신에 의한 면역반응을 통합적으로 이해하고 설명하는 능력을 평가하고자 하였다. 논제 II-4은 가계도를 이해하고 사람의 유전 현상을 설명하는 사고력을 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
생명과학I	오현선 외	미래엔	2018	38-53	제시문 [가]	○
생명과학I	이준규 외	천재교육	2018	33-43	제시문 [가]	○
생명과학I	김윤택 외	동아출판	2018	40-47	제시문 [가]	○



생명과학I	이용철 외	와이비엠	2019	31-38	제시문 [가]	O
생명과학I	심재호 외	금성출판사	2018	49-54	제시문 [가]	O
생명과학I	권혁빈 외	교학사	2018	33-40	제시문 [가]	O
생명과학II	전상학 외	지학사	2018	72-80	제시문 [가]	O
생명과학II	권혁빈 외	교학사	2018	69-77	제시문 [가]	O
생명과학II	심규철 외	비상교육	2018	78-84	제시문 [가]	O
생명과학II	오현선 외	미래엔	2018	78-90	제시문 [가]	O
생명과학II	이준규 외	천재교육	2018	70-79	제시문 [가]	O
생명과학I	전상학 외	지학사	2018	112-142	제시문 [나]	O
생명과학I	김윤택 외	동아출판	2018	116-124	제시문 [나]	O
생명과학I	이용철 외	와이비엠	2019	125-127	제시문 [나]	O
생명과학I	심재호 외	금성출판사	2018	132-138	제시문 [나]	O
생명과학I	권혁빈 외	교학사	2018	120-124	제시문 [나]	O
생명과학II	전상학 외	지학사	2018	112-124	제시문 [나]	O
생명과학II	권혁빈 외	교학사	2018	123-129	제시문 [나]	O
생명과학II	심규철 외	비상교육	2018	136-141	제시문 [나]	O
생명과학II	오현선 외	미래엔	2018	136-140	제시문 [나]	O
생명과학II	이준규 외	천재교육	2018	131-136	제시문 [나]	O
생명과학I	오현선 외	미래엔	2018	105-109	제시문 [다]	O
생명과학I	전상학 외	지학사	2018	92-100	제시문 [다]	O
생명과학I	김윤택 외	동아출판	2018	98-102	제시문 [다]	O
생명과학I	이용철 외	와이비엠	2019	98-112	제시문 [다]	O
생명과학I	심재호 외	금성출판사	2018	114-121	제시문 [다]	O
생명과학I	권혁빈 외	교학사	2018	105-109	제시문 [다]	O
생명과학I	전상학 외	지학사	2018	112-142	제시문 [라]	O
생명과학I	김윤택 외	동아출판	2018	134-150	제시문 [라]	O
생명과학I	이용철 외	와이비엠	2019	140-153	제시문 [라]	O
생명과학I	심재호 외	금성출판사	2018	146-158	제시문 [라]	O
생명과학I	권혁빈 외	교학사	2018	134-143	제시문 [라]	O

---

# 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

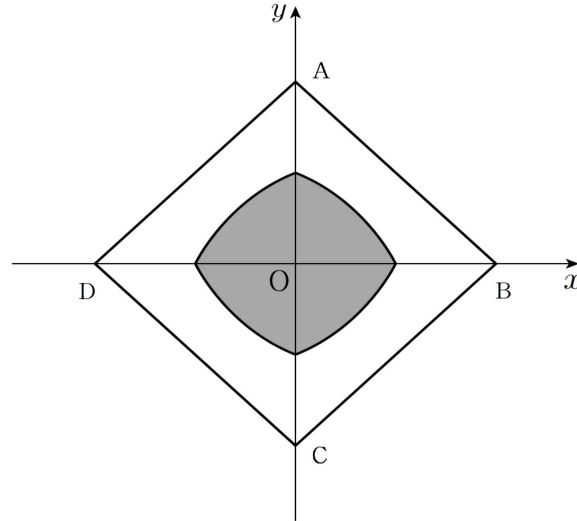
$$V = \int_a^b S(x) dx$$

[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,  $n! = n(n-1)(n-2) \times \cdots \times 3 \times 2 \times 1$ )

- (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.

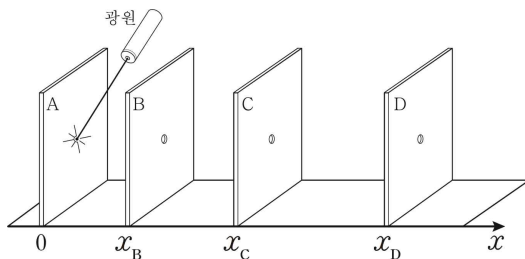
[다] 전기장 내에 단위 양전하가 갖는 전기력에 의한 퍼텐셜 에너지를 그 지점의 전위라고 하고, 전기장 내 두 지점 사이의 전위의 차를 전위차 또는 전압이라고 한다. 두 평행판 사이의 전위차가  $V$ 일 때, 전하량이  $+q$ 인 전하를 전기력에 거슬러 옮기기 위해서는  $W=qV$  만큼의 일을 해 주어야 한다. 예를 들어 전자 하나를 전위차가  $1V$ 인 두 점 사이에서 전기력에 거슬러 옮기는 데 필요한 일은  $1.6 \times 10^{-19} J$  또는  $1eV$ (전자볼트)이다.

[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.

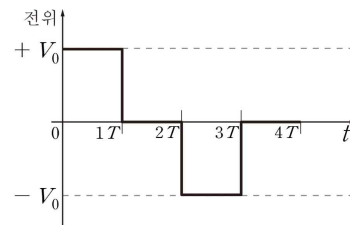
[마] 광전효과에 의해 금속 표면에서 전자가 튀어나오게 할 때 필요한 최소한의 에너지를 일함수라고 하며  $W_0$ 으로 나타낸다. 광자의 에너지값이  $W_0$ 보다 클 때 금속판으로부터 나오는 전자의 최대 운동 에너지는  $E_k = \frac{hc}{\lambda} - W_0$ 이며, 광자의 에너지값이  $W_0$ 보다 작을 때는 전자가 방출되지 않는다.

[문제 II] 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 쏠 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  $6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  또는  $4.14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$ 이다. (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)

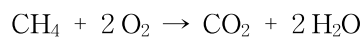
(4) 문제 (3)의 상황에서 A부터 D까지 거리  $x_D$ 를 변수  $T, \lambda, V_0$ 을 이용하여 구하고, D에서 전자의 운동 에너지  $E_D$ 는 변수  $\lambda, V_0$ 을 이용하여 구하고, 그 근거를 논술하시오. 단, 전자의 질량은  $m$ , 전하량은  $q$ , 금속의 일함수는  $W_0$ , 플랑크 상수는  $h$ , 진공에서 빛의 속력은  $c$ 로 한다. (13점)

(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.

$$P V = n R T \quad (R = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$$

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.

$$\Pi = C R T$$

[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 묶은 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.

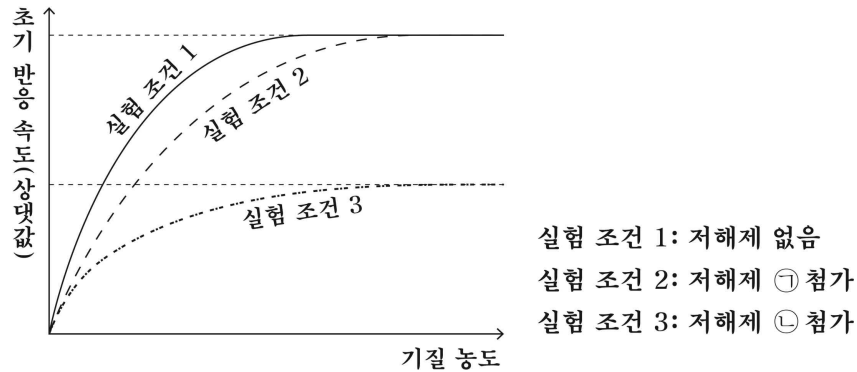
[라] DNA는 세포가 분열하기 전 간기에 복제된다. 세포 분열 전기의 염색체는 두 가닥으로 이루어져 있는데, 각각의 가닥을 염색 분체라 한다. 하나의 염색체를 이루고 있는 2개의 염색 분체는 같은 DNA로부터 복제되어 동일한 유전 정보를 가지고 있다. 감수 분열 과정은 상동 염색체가 분리되는 감수 1분열과 염색 분체가 분리되는 감수 2분열로 구성된다.



[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.

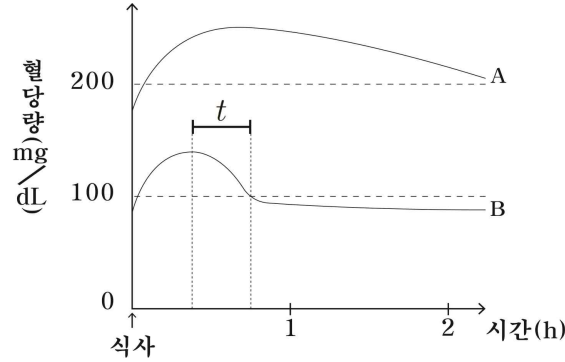
상염색체에 존재하는 3개의 유전자에 대한 유전자형이 DDEeFf인 어떤 대학생이 있다. 아래 표는 이 학생의 생식 세포 분열 과정에서 나타나는 세포 ㉠~㉢에 존재하는 대립유전자 D, e, F의 DNA 상대량을 나타낸 것이다.

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

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

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,

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

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

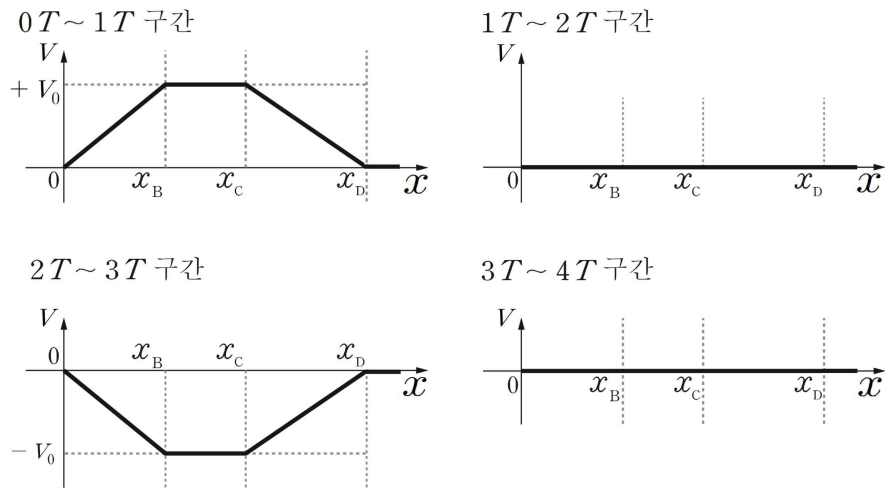
을 얻는다.

## 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 250nm 인 광자의

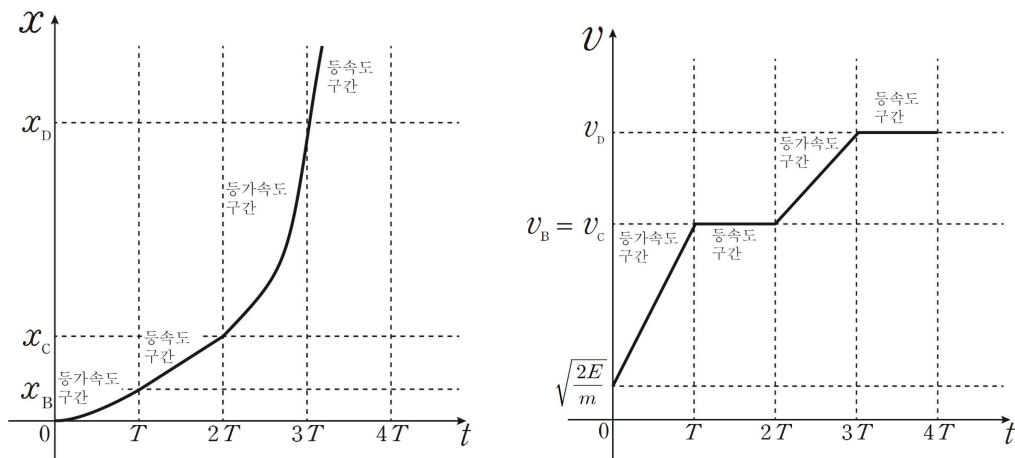
에너지를 계산하면,  $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(4.14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}) \times (3 \times 10^8 \text{ m/s})}{250 \times 10^{-9} \text{ m}} = 4.97 \text{ eV}$ 이다. 문제에서

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, C 사이에서 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,  $x_B = \frac{qV_0}{2mx_B}T^2 + v_0T$  이다. 이 식을 이차방정식의 근의 공식을

이용하여 풀면,  $x_B = \frac{v_0T}{2} \pm \sqrt{\frac{qV_0}{2m}T^2 + \frac{v_0^2T^2}{4}}$  이다.  $x_B$  는 항상 0보다 커야 하므로, 양의 부호를

포함하는 해만 선택하여 정리하여,  $x_B = \frac{v_0T}{2} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{mv_0^2}} \right)$  을 얻는다. 편의상

$R = \frac{2qV_0}{mv_0^2}$  이라 적으면,  $x_B = \frac{v_0T}{2}(1 + \sqrt{1+R})$  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,

$x_D - x_C = \frac{v_0T}{2}(\sqrt{1+R} + \sqrt{1+2R})$  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,

$x_D = \frac{v_0T}{2}(1 + 3\sqrt{1+R}) + \frac{v_0T}{2}(\sqrt{1+R} + \sqrt{1+2R})$  이므로,  $x_D = \frac{v_0T}{2}(1 + 4\sqrt{1+R} + \sqrt{1+2R})$ ,

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

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

- D에서 전자의 운동 에너지  $E_D = \frac{hc}{\lambda} - W_0 + 2qV_0$  이다.

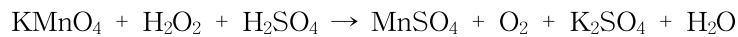
(5) D에서 전자의 운동 에너지는  $E_D = \frac{hc}{\lambda} - W_0 + 2qV_0$ 이므로, 금속판에 가해지는 전위의 크기  $V_0$ 을 크게 하면  $E_D$ 가 일정하게 증가시킬 수 있다.

반면, (4)의 결과인,  $x_D = \frac{T}{2} \sqrt{\frac{2}{m}(hc/\lambda - W_0)} \left( 1 + 4\sqrt{1 + \frac{qV_0}{hc/\lambda - W_0}} + \sqrt{1 + \frac{2qV_0}{hc/\lambda - W_0}} \right)$  에서 볼 수 있듯,  $V_0$ 에 따라 장치의 길이도 점점 늘어나야 한다.

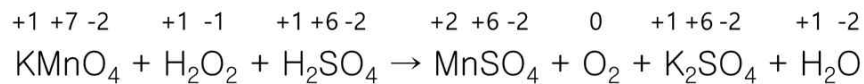
## 문제 II <화학>

### [문제 II-1]

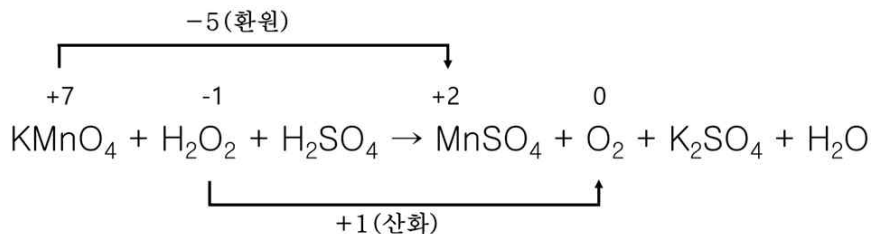
(1)  $H_2SO_4$ ,  $KMnO_4$ 와  $H_2O_2$ 의 반응을 통해  $MnSO_4$ ,  $O_2$ ,  $K_2SO_4$ 와  $H_2O$ 이 생성되는 반응을 식으로 나타내면 아래와 같다.



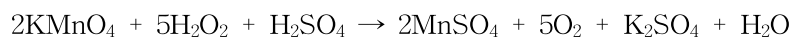
반응에 관여하는 모든 원자의 산화수를 표시하면



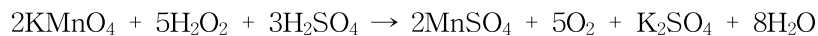
산화수가 증가하거나 감소한 원자의 산화수 변화를 표시하면



증가한 산화수와 감소한 산화수가 같도록 계수를 조정하면



반응 전후의 원자 수가 같아지도록 계수를 확인하여 조정하면 아래와 같은 완성된 화학 반응식을 얻게 된다.



이 반응에서  $KMnO_4$ 는 산화제로,  $H_2O_2$ 는 환원제로 작용한다.

(2)  $KMnO_4$ ,  $H_2O_2$ 와  $H_2SO_4$ 의 몰 질량은 각각 158 g/mol, 34 g/mol와 98 g/mol이다.

$$KMnO_4 \text{의 몰수: } \frac{31.6 \text{ g}}{158 \text{ g/mol}} = 0.2 \text{ mol}$$

$$H_2O_2 \text{의 몰수: } \frac{0.25 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} \times 200 \text{ mL} = 0.05 \text{ mol}$$

$$H_2SO_4 \text{의 몰수: } \frac{0.5 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} \times 200 \text{ mL} = 0.1 \text{ mol}$$

$KMnO_4$ ,  $H_2O_2$ 와  $H_2SO_4$ 는 2:5:3의 비로 반응하므로 0.02 mol의  $KMnO_4$ , 0.05 mol의  $H_2O_2$ 와 0.03 mol의  $H_2SO_4$ 가 반응하여 0.05 mol의  $O_2$ 를 생성한다.

0°C, 1기압에서 0.05 mol의  $O_2$ 의 부피는 1.12 L이다.

## [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  $0.5 \text{ M}$ 이다.

용액의 부피가  $500 \text{ mL}$ 이므로 수용액에 용해되어 있는 ㉠의 몰수는  $0.5 \text{ M} \times 0.5 \text{ L} = 0.25 \text{ mol}$ 이고

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  $500 \text{ mL}$ 이고 밀도는  $1.031 \text{ g/mL}$ 이므로 용액의 질량은  $515.5 \text{ g}$ 이다.

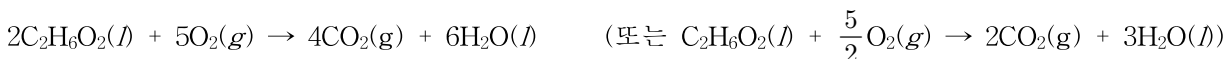
용액 중 포함된 ㉠의 질량이  $15.5 \text{ g}$ 이므로 용매인 물의 질량은  $500 \text{ g}$ 이다.

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



$6.2 \text{ g}$ 의 ㉠( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ )은  $0.1 \text{ mol}$ 이고  $17.6 \text{ g}$ 의  $\text{O}_2$ 는  $0.55 \text{ mol}$ 이다.

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

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

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

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

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

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

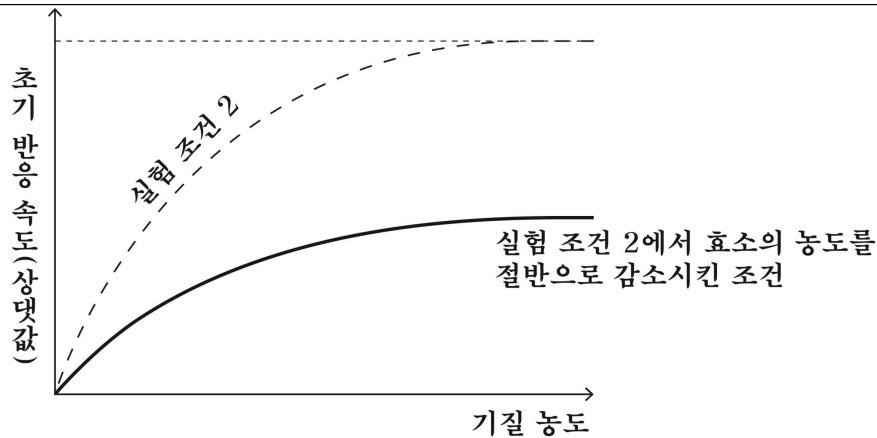
## 문제 II <생명과학>

### [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 ㉠에 의해 저해되는 효소 A의 비율이 높아지기 때문에 실험 조건 2에 비해 초기 반응 속도가 감소된다. 기질의 농도가 증가하면 저해제 ㉠의 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 유전 될 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  $2n$ 의 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  $n$ 과 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  $n$ 과 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>

물은 용액의 성질과 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 <생명과 과학>

### [문제 II-1]

(10점)

(1) (6점)

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

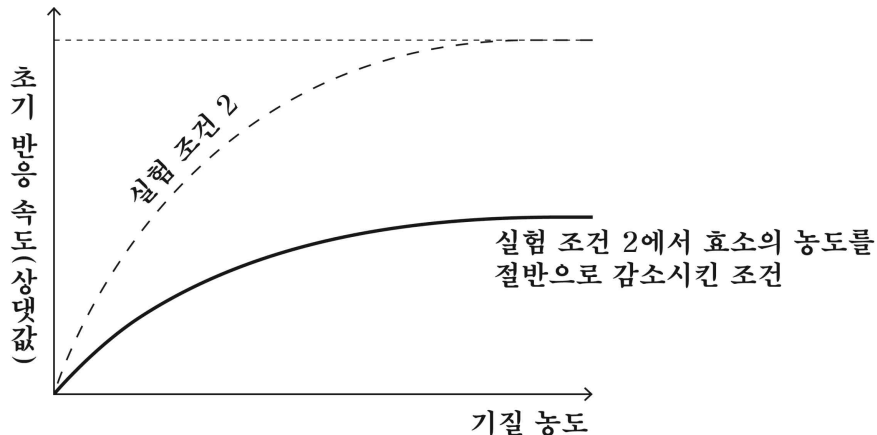
<3점> 저해제 ㉡(비경쟁적 저해제)이 기질과 경쟁하지 않고 효소의 비활성 부위에 결합하여 효소의 활성을 저해함을 논리적으로 기술

(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 <생명과 과학>

논제 II 과학-생명과 과학에서는 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

### 논제 I <수학>

논제 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. 논제 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

### 논제 II <물리>

논제 II 과학-물리 논제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 개념에 대한 이해를 바탕으로 주어진 정보를 활용하여 논제에서 주어진 상황을 이해하고 구체화하여 논제에 따른 질문에 대한 답을 해 나가며 결론을 도출해 나가는 과정을 보일 수 있는지 평가하고자 하였다. 논제의 제시문은 고등학교 교과서의 내용을 바탕으로 재구성하여, 힘, 등가속도 운동, 일과 에너지, 전위와 전기장의 형성, 광전효과에 따른 광전자의 발생과 같은 주요 개념을 제시하였다. 논제에서 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

## **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.

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

	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		

## 논제 II <생명과학>

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.

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]	○