

2015학년도 고려대학교 수시모집 일반전형(자연계) 논술고사

1. 수학 A형

가. 출제의도

고등학교 교육과정에서 기본적으로 다루는 두 점 사이의 거리, 이차함수의 최대·최소, 정적분, 함수의 극한, 직선의 방정식, 항등식, 도형의 이동, 미분 등 다양한 주제에 대한 기본적인 지식과 응용능력을 평가할 수 있도록 논제를 구성하였다. 각각의 문제들의 독립성을 유지하도록 구성하였고 교과과정의 내용을 단편적으로 암기하기 보다는 원리들을 얼마나 잘 이해하고 있는가를 평가하는 데 초점을 맞추었다. 기본적인 계산능력과 주어진 상황을 해결할 수 있는 논리적인 사고력을 가진 학생들은 충분히 해결할 수 있도록 출제하였다. 제시문과 문제의 문장을 고등학교 교과서의 표현과 용어를 이용하여 학생들에게 친근한 문장이 되도록 선정하였고 사교육을 받지 않고도 교과서의 내용을 충실하게 공부한 학생이라면 무난히 풀 수 있는 문제를 출제하였다.

나. 제시문

(가)

$s < t$ 인 두 실수 s, t 에 대하여 두 점 $A(s, s^2)$ 과 $B(t, t^2)$ 은 곡선 $y = x^2$ 위를 움직인다.

(나)

다음 성질을 만족하는 함수는 무수히 많다.

함수 $f(x)$ 는 모든 실수 x 에 대하여 다음 식을 만족한다.

$$f(x) + f(x+1) = x^2$$

(다)

함수 $f(x)$ 는 구간 $(0, 3)$ 에서 정의되고 양의 함수값을 갖는 미분가능한 함수이다. 곡선 $y = f(x)$ 위의 임의의 점 C 와 원점을 연결하는 직선을 점 C 를 중심으로 -45° 만큼 회전시켜 얻은 직선은 점 C 에서 곡선 $y = f(x)$ 에 접한다.

다. 문항

◎ 제시문을 읽고 아래 물음에 답하시오.

(a) 제시문 (가)에서 두 점 A 와 B 가 $\overline{AB} = 1$ 을 만족하며 움직일 때, 선분 AB 와 곡선 $y = x^2$ 으로 둘러싸인 영역의 넓이를 $F(s)$ 라 하자. 극한값 $\lim_{s \rightarrow \infty} s^3 F(s)$ 를 구하시오.

(b) 제시문 (가)에서 두 점 A 와 B 가 $t = s + 1$ 을 만족하며 움직일 때, 선분 AB 가 지나가는 영역을 $x^2 \leq y \leq g(x)$ 로 나타낼 수 있다. 이 때 함수 $g(x)$ 를 구하시오.

(c) 제시문 (나)의 성질을 만족하는 다항함수 $P(x)$ 를 구하시오. 제시문 (나)의 성질을 만족하는 다항함수가 아닌 연속함수 $Q(x)$ 하나를 찾고 적분값 $\int_{-3}^3 Q(x) dx$ 를 구하시오.

(d) 제시문 (다)의 성질을 만족하는 함수 $f(x)$ 에 대하여 적분값 $\int_1^2 f(x) dx$ 를 $f(1)$ 과 $f(2)$ 를 이용하여 나타내시오.

라. 채점기준

문항 (a)는 두 점 사이의 거리 공식과 이차함수의 정적분을 활용하여 주어진 함수의 극한값을 구할 수 있어야 한다.

문항 (b)는 주어진 조건을 사용하여 이차함수를 만들고 이 이차함수의 최댓값을 이용하여 구하고자 하는 함수의 함수값을 찾을 수 있어야 한다.

문항 (c)는 주어진 성질을 만족하는 다항함수를 찾는 과정을 통해서 지원자의 항등식에 대한 기본 개념과 문제해결 능력을 평가한다. 이렇게 찾아낸 다항함수와 주어진 항등식을 만족하는 연속함수와의 관계를 이용하여 주어진 항등식을 만족하는 연속함수를 올바르게 찾을 수 있어야 한다.

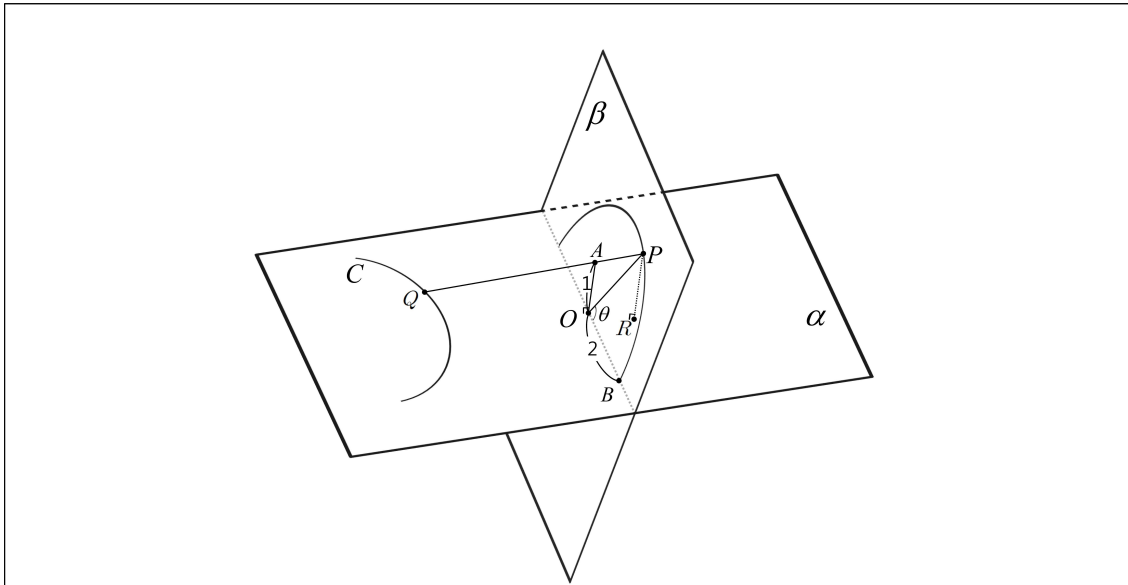
문항 (d)는 제시문에 설명되어있는 상황을 식으로 나타낼 수 있는가를 평가하고 얻어진 식과 적분의 기본적인 방법(치환적분, 부분적분법)을 활용하여 주어진 적분값을 계산해낼 수 있어야 한다.

2. 수학 B형

가. 출제의도

고등학교 교육과정에서 기본적으로 다루는 공간에서 두 점 사이의 거리, 직선과 평면의 위치 관계, 삼각비, 정사영의 넓이, 곡선의 점근선, 극한, 미분 등 다양한 주제에 대한 기본적인 지식과 응용능력을 평가할 수 있도록 논제를 구성하였다. 교과과정의 내용을 단편적으로 암기하기 보다는 원리들을 얼마나 잘 이해하고 있는가를 평가하는데 초점을 맞추었다. 기본적인 계산능력과 주어진 상황을 해결할 수 있는 논리적인 사고력을 가진 학생들은 충분히 해결할 수 있도록 출제하였다. 제시문과 문제의 문장을 고등학교 교과서의 표현과 용어를 이용하여 학생들에게 친근한 문장이 되도록 선정하였고 교과서의 내용을 충실하게 공부한 학생이라면 무난히 풀 수 있는 문제를 출제하였다.

나. 제시문



점 O 는 평면 α 와의 거리가 1인 점 A 에서 평면 α 에 내린 수선의 발이다. 평면 β 는 점 O 를 포함하고 평면 α 와 $\frac{\pi}{3}$ 의 각을 이루고 있다. 평면 β 위에 중심이 O 이고 반지름이 2인 원이 있다. 이 원이 평면 α 와 만나는 점들 중 하나를 점 B 라 한다. 점 P 는 $\angle AOP$ 가 예각이 되는 원 위의 임의의 점이고 점 R 은 점 P 에서 평면 α 에 내린 수선의 발이다. $\angle BOP$ 를 θ 라 하

고, 점 P 와 A 를 지나는 직선이 평면 α 와 만날 때 교점을 Q 라 한다. 점 P 가 평면 α 와의 거리가 1이 되도록 하는 예각 θ 를 θ_0 이라 하고 이때의 R 을 R_0 이라 한다.

다. 문항

◎ 제시문을 읽고 아래 물음에 답하시오.

(a) $\theta = \frac{\pi}{2}$ 일 때 $\angle AOP$ 와 선분의 길이 \overline{OQ} 를 구하시오.

(b) $\sin \theta_0$ 을 구하시오.

(c) $\theta_0 < \theta < \pi - \theta_0$ 일 때 선분의 길이 \overline{OQ} 를 $f(\theta)$ 라 하자.
 $\lim_{\theta \rightarrow \theta_0 + 0} (\theta - \theta_0)f(\theta)$ 를 구하시오.

(d) $\theta_0 < \theta < \pi - \theta_0$ 일 때 $\triangle R_0OR$ 의 넓이를 θ 의 함수로 나타내시오.

(e) $\theta_0 < \theta < \pi - \theta_0$ 을 만족하는 θ 에 대하여 점 Q 의 자취를 C 라 하자. 두 점 O 와 R_0 을 지나는 직선이 곡선 C 의 점근선이 되는지 답하고 이유를 설명하시오.

라. 채점기준

문항 (a)는 공간에서 직선과 평면의 위치 관계를 잘 이해하고 삼각비 계산을 할 수 있는지 평가한다. 각 BOP가 직각이 되는 경우 각 POR이 두 평면 사이의 각이 됨을 이해하여 각 AOP의 값을 찾을 수 있어야 한다. 삼각비를 이용하여 선분 OQ의 길이를 구할 수 있어야 한다.

문항 (b)는 피타고라스 정리를 이용하여 선분 PR의 길이가 1이 될 때 각 BOP의 값을 찾을 수 있어야 한다.

문항 (c)는 공간도형에서 삼각비를 이용하여 선분 PR의 길이를 각 BOP의 값으로 표현할 수 있어야 하고 부정형의 극한값 계산을 할 수 있어야 한다.

문항 (d)는 삼각함수를 이용하여 삼각형의 넓이를 표현할 수 있는지 평가한다. 도형의 정사영을 이해하고 도형의 넓이와 평면 사이의 각을 이용하여 그 도형의 정사영의 넓이를 구할 수 있어야 한다.

문항 (e)는 주어진 직선에 곡선 C의 점근선이 되는지 판정할 수 있어야 한다. 삼각비를 이용하여 점과 직선과의 거리를 표현하고 부정형의 극한값 계산을 이용하여 함수의 그래프가 주어진 직선에 한없이 가까워지는지 판정할 수 있어야 한다. 교과과정의 다른 여러 가지 판정법을 사용하여 답을 제시할 수도 있다.

3. 물리 A형

가. 출제의도

고등학교 교육과정에서 가장 중요한 개념 중 하나인 여러 힘이 동시에 작용하는 물리계에서 힘의 합력에 의하여 나타나는 운동과 평형 현상을 수험생이 정확하게 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 용수철의 힘, 전기장, 이상기체의 압력 등에 의해 나타나는 다양한 힘의 크기와 방향을 이해하고, 역학적 평형과 열평형을 동시에 적용하는 등 서로 다른 형태로 나타나는 유사한 물리량 또는 물리적 현상들을 통합적으로 다루는 융합적인 사고력을 평가하고자 하였다. 고등학교 물리 I의 교과 과정을 이수한 학생들은 높은 점수를 받을 수 있도록 교과서 내용에 기술된 소재들을 응용해 평이하게 출제하였다.

나. 제시문

(가)

한 변의 길이가 L 인 정사각형 금속판 두 장을 거리가 d 가 되도록 평행하게 놓고 전압 V 를 걸면 두 금속판 사이에 전하가 충전되고 전기장 E 가 발생한다. E 의 크기는 위치와 관계없이 균일하며 전압을 두 판 사이의 거리로 나눈 값과 같다. 금속판에 충전된 전하량 Q 는 전압에 비례한다. 이 금속판 사이에 전하를 놓으면 전기장의 영향을 받아 운동한다. 매우 작은 전하 q 가 균일한 전기장에 의해 받는 전기력과 전기적 위치 에너지는 질량 m 인 물체가 지표면 근처에서 받는 중력 mg 와 높이가 h 인 지점에서의 위치 에너지와 각각 유사하다.

(나)

제시문 (가)의 금속판 사이에 그림 1처럼 금속판과 동일한 면적의 매우 얇은 부도체 판 A 를 놓고 용수철로 왼쪽 금속판에 연결하였다. 힘을 받지 않았을 때 용수철의 길이는 $\frac{d}{2}$ 이고 용수철 상수는 k 이다. A 는 매우 작은 전하 q 로 균일하게 대전되어 있고 질량은 m 이다. 초기에 A 가 움직이지 못하도록 잡은 상태에서 그림 1과 같이 전압 V 를 건 후 살며시 놓으면 A 가 수평하게 오른쪽으로 움직이기 시작한다. 움직이기 시작한 후 어느 순간 A 의 이동 거리를 x 라고 하고, 중력의 영향은 무시한다.

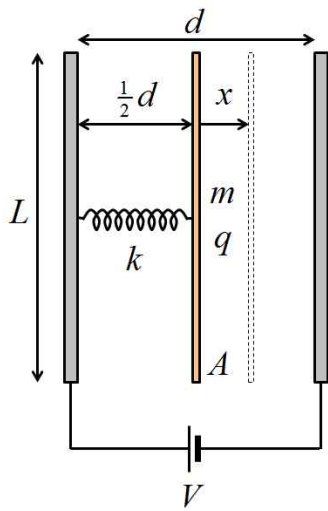


그림 1. 제시문 (나)의 장치

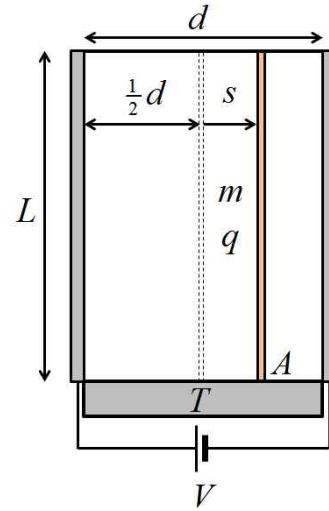


그림 2. 제시문 (다)의 장치

(다)

N 개의 이상 기체 분자로 구성된 기체의 압력과 부피의 곱은 볼츠만 상수 k_B 와 절대온도 T 를 이용해 $Nk_B T$ 로 표현할 수 있다. 그림 1의 장치에서 용수철을 제거하고 주변을 막아 그림 2에서와 같이 기체를 담을 수 있는 두 공간을 만들었다. A 의 양쪽에는 이상 기체 분자가 각각 N 개씩 밀폐되어 있고, 절대온도

$T = \frac{\sqrt{3} q V}{2Nk_B}$ 의 열원에 접촉시켜 열평형을 이루게 하였다. 전압 V 를 걸고

오랜 시간이 지난 후에 A 는 s 의 지점에서 마찰 없이 멈추었고, 이 지점에서 역학적 평형과 동시에 열평형을 이루었다.

다. 문항

◎ 제시문 (가)와 (나)를 읽고 아래 물음에 답하시오.

(a) 그림 1의 실험에서 A 가 움직이기 시작한 후 가속도가 0이 되는 지점을 찾는 방법을 제시하고, 그 위치를 구하시오.

(b) 그림 1의 실험에서 A 에 가해지는 합력을 이용해 A 가 금속판에 닿지 않도록 하는 용수철 상수 k 의 범위를 구하시오.

(c) 제시문 (가)에 기술된 전기적 위치 에너지의 개념을 활용하여 그림 1의 실험에서 A 가 갖는 모든 위치 에너지와 이들의 총합을 x 의 함수로 표현하시오.

◎ 제시문 (가)와 (다)를 읽고 아래 물음에 답하시오.

(d) 그림 2의 실험에서 A 가 평형점 s 에 있을 때, 왼쪽과 오른쪽의 이상 기체가 A 에 가하는 두 힘의 크기를 각각 L 과 R 이라고 하자. 이 두 힘과 그 합력의 방향을 각각 설명하시오.

(e) 그림 2의 실험에서 평형점 s 의 위치를 구하시오.

라. 채점기준

문항 (a)에서는 용수철과 전기장에 의한 힘을 이해하고, 뉴턴의 제2법칙을 활용하여 답변을 제시해야 한다.

문항 (b)에서는 위치의 함수로 나타낸 힘과 일의 관계를 이해하고, 가해진 일과 운동에너지 변화가 동일함을 이해하여 답변을 제시해야 한다.

문항 (c)에서는 가속도를 일으키는 힘에 의한 위치에너지를 힘과 위치의 관계로 표현할 수 있어야 한다.

문항 (d)에서는 기체의 압력과 힘의 방향의 관계 및 이상 기체 방정식에 대해 이해하고 답변을 제시해야 한다.

문항 (e)에서는 역학적 평형과 열평형을 이해하고, 이상 기체 방정식에 의해 힘을 계산할 수 있어야 한다.

4. 물리 B형

가. 출제의도

고등학교 교육과정에서 가장 기본적인 개념 중 하나인 힘과 에너지의 관계 및 그에 의한 운동을 위치의 함수로 나타내는 방법을 수험생이 정확하게 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 중력과 전자기력에 의해 나타나는 힘의 크기와 방향을 이해하고 이에 의한 가속도 운동을 이해하며, 이를 에너지 보존의 법칙으로 연결시키는 통합적 사고력을 평가하고자 하였다. 고등학교 물리 I의 교육과정을 이수한 학생들은 높은 점수를 받을 수 있도록 교과서 내용에 기술된 소재들을 응용해 평이하게 출제하였다.

나. 제시문

(가)

두 점전하 q_1 과 q_2 사이에 작용하는 중력과 전기력은 거리 r 의 제곱에 반비례하고 쿨롱 상수를 k 라고 할 때 전기적 위치 에너지는 $\frac{kq_1q_2}{r}$ 이다. 힘 F 가 한 일 W 는 $W = Fs \cos\phi$ 로 주어지고 여기서 s 는 물체가 이동한 거리이며 ϕ 는 힘의 방향과 이동 방향 사이의 각이다. 자연의 기본 입자 중 하나인 전자는 질량과 전하를 모두 가지고 있으므로 중력과 전기력의 영향을 동시에 받을 수 있다. 표 1에 있는 물리상수를 이용하면 전자가 받는 전기력과 중력의 크기를 알 수 있다. 전자 사이의 만유인력은 무시할 정도로 작다.

표 1. 물리상수

기본전하량 e	전자의 질량 m	중력 가속도 g	쿨롱 상수 k
$2 \times 10^{-19} \text{ C}$	$1 \times 10^{-30} \text{ kg}$	10 m/s^2	$1 \times 10^{10} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

(나)

중력 가속도가 g 로 일정한 곳에서 중력을 받아 xy 평면에서 운동하는 전자가 있다. 전자는 그림 1 처럼 시간 $t = 0 \text{ s}$ 인 순간 x 축으로부터 시계방향으로 각도 θ 를 이루며 v_0 의 속력으로 원점 O 를 출발한다. 중력의 방향은 y 축의 음의 방향이다.

(다)

그림 2는 좌표 $(0, -h)$ 인 지점에 한 개의 전자 B를 고정시킨 경우를 나타

낸다. 시간 $t = 0$ s인 순간 원점에서 전자 A를 살며시 놓으면 A는 중력과 전기력을 받아 운동한다. h 를 변화시킬 때 $h = a$ 를 기점으로 전자 A의 출발 직후 속도의 방향이 바뀐다.

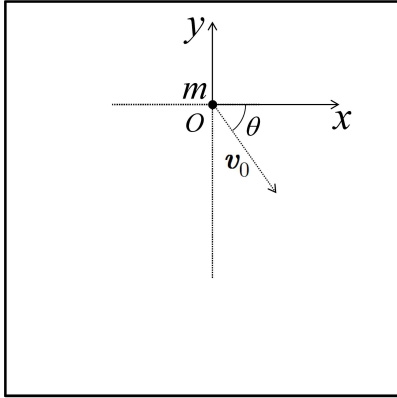


그림 1.

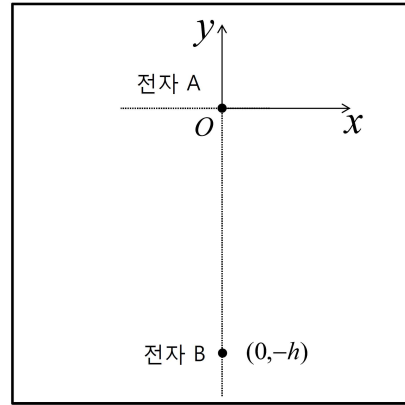


그림 2.

다. 문항

◎ 제시문 (가)와 (나)를 읽고 아래 물음에 답하시오.

(a) 그림 1에서 $v_0 = 1 \text{ m/s}$ 이고 $\theta = \frac{\pi}{6}$ 라면 시간 $t = 1 \text{ s}$ 일 때 전자가 어디에 있을지 좌표 (x, y) 로 나타내시오.

(b) 그림 1에서 $t > 0$ 인 어느 한 순간 전자의 x 좌표와 y 좌표의 크기가 모두 d 와 같을 때 거리 d 를 θ 의 함수로 나타내고 θ 의 범위를 구하시오.

◎ 제시문 (가)와 (다)를 읽고 아래 물음에 답하시오.

(c) 제시문 (다)에 소개된 거리 a 의 값을 구하고, 전자 A가 도달하는 최고점의 좌표를 $h < a$ 인 경우와 $h > a$ 인 경우에 대해 a 의 함수로 표현하시오.

(d) 문제 (c)에서 $h > a$ 인 경우, 전자 A의 속력이 최대가 되는 지점 P의 좌표와 전자의 속력이 다시 0이 되는 지점 Q의 좌표를 구하시오.

(e) 문제 (c)에서 $h < a$ 인 경우 전자 A가 정지할 때까지 중력이 전자 A에 한 일 W_G 를 구하고, 이로부터 전기력이 한 일 W_E 를 유추하십시오.

라. 채점기준

문항 (a)에서는 2차원 공간에서 물체의 위치좌표를 이해하고 좌표 값을 계산할 수 있어야 한다.

문항 (b)에서는 2차원 공간에서 등가속도 운동하는 물체의 이동거리를 계산하고 주어진 초기 조건에 맞게 이동한 거리와 각도의 관계 및 허용 범위를 이해하여 답변을 제시해야 한다.

문항 (c)에서는 두 전자 사이에 작용하는 힘들과 전자의 중력 위치에너지, 전기 위치에너지, 운동에너지 불변성 및 힘의 평형이 이루어지는 원리를 이해하고 답변을 제시해야 한다.

문항 (d)에서는 중력과 전자기력이 같이 작용할 때, 전자의 이동 속도가 가장 빠를 조건과, 에너지의 합은 변하지 않는 기본물리의 내용을 이해하여 답변을 제시해야 한다.

문항 (e)에서는 중력이 한일을 주어진 조건을 이용하여 계산해야 하고, 에너지의 총합은 변하지 않는 기본물리의 내용을 이해하여 답변을 제시해야 한다.

5. 화학 A형

가. 출제의도

본 논술에서는 이러한 화학 I 교과내용에서 다루는 원자의 성질 및 분자의 성질에 대한 기본적인 내용을 다룬다. 구체적으로 원자의 크기, 전기 음성도, 전자배치, 공유결합, 루이스 전자점식, 전자쌍 반발원리, 쌍극자 모멘트, 분자의 극성 개념을 학생들이 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 제시문은 이러한 교과서의 내용을 단순히 요약하여 놓은 것이다. 본 논술 출제의 철학은 선행 학습에 매달린 학생들보다 고등학교 교과과정의 기본적인 개념을 충실히 학습한 학생들에게 더욱 유리하게 논제를 구성하는 것이다. 중학교 수학의 공간도형, 고등학교 수학의 간단한 벡터개념, 화학의 기본 원리를 이해하는 학생은 누구나 손쉽게 접근할 수 있도록 논제를 구성하였다.

나. 제시문

(가)

전기음성도는 원자가 화학결합을 이룬 후에 전자를 끌어당겨 음전하를 띠고자 하는 경향의 정량적인 척도이다. 아래 표에 표시한 바와 같이 일반적으로 주기율표의 오른쪽으로 갈수록 전기음성도는 증가하며 주기율표의 아래로 갈수록 전기음성도는 감소한다.



※ 주의: 주기율표에서 가장 오른쪽 세로줄을 차지하는 비활성 기체 He, Ne, Ar, Kr 등은 빠져 있음. 숫자는 전기음성도를 나타낸다.

(나)

공유결합은 극성 결합과 무극성 결합으로 나뉜다. 같은 원자로 이루어진 결합의 경우 두 원자의 전기음성도의 차이가 없어서 결합에 사용된 전자쌍이 어느 한쪽으로 치우치지 않으므로 무극성 결합이 된다. 서로 다른 원자로 이루어진 결합은 일반적으로 극성 결합이다. 하지만 C-H 결합과 같이 전기음성도의 차이가 크지 않은 원자들로 이루어진 결합의 경우는 공유 결합에 사용된 전자가 한쪽 원자로의 치우침이 매우 작아서 무극성 결합으로 간주할 수 있다. 결합의 극성을 나타내는 쌍극자 모멘트(m)는 원자의 부분전하량(q)과 두 전하 사이의 거리(r)를 곱한 값의 크기를 갖고, 양전하에서 음전하 쪽으로의 방향을 가지는 벡터이다.

(다)

루이스 전자점식과 전자쌍 반발원리에 따르면 메테인(CH_4) 분자에서 네 개의 수소 원자는 정사면체를 이루며 이 정사면체의 중심에 탄소 원자가 자리를 잡게 된다. 이 분자에서 결합각($\angle \text{H-C-H}$)은 109.5° 이다. 루이스 전자점식과 전자쌍 반발원리를 이용하여 물(H_2O) 분자의 구조가 굽은형이라는 것을 알 수 있으나, 두 O-H 결합이 이루는 각($\angle \text{H-O-H}$)을 정확히 결정하기는 어렵다.

다. 문항

(a) 전자배치 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 를 가지는 원소가 물(H_2O)과 반응하면 이 원소의 산화물과 H_2 기체가 생성된다(산화물은 CO , MgO , Li_2O , Fe_2O_3 등과 같이 원소에 산소 원자가 결합된 물질을 일컫는다). 이 원소의 원소기호를 이용하여 화학 반응식을 쓰고, 반응이 완결되었을 때 이 원소의 최종 전자배치와 산화수를 표시하시오.

(b) C-Cl 결합 길이를 L 이라 하고 염소 원자에 생성된 부분전하를 q 라 할 때 C-Cl 결합의 쌍극자 모멘트 값 D 를 구하시오. 양전하와 음전하 사이의 거리는 전하를 띠는 두 원자의 거리와 같다고 가정하시오.

(c) CH_3Cl , CH_2Cl_2 , $CHCl_3$, CCl_4 분자들의 각각의 쌍극자 모멘트 값을 D 로 표시하고 이들의 상대적인 크기를 비교하시오. 이 결과를 이용하여 이들 중 어떠한 분자가 물과 가장 잘 섞일 것인지 논술하시오 (아래의 조건을 이용하시오).

- D 는 한 개의 C-Cl 결합의 쌍극자 모멘트의 크기이다.
- 분자의 종류에 상관없이 C-Cl 결합의 쌍극자 모멘트의 크기가 같고, 모든 분자가 정사면체 구조를 이루며 탄소원자가 정사면체의 중심에 있다고 가정하시오.
- C-H 결합은 무극성 결합이며 양전하와 음전하 사이의 거리는 전하를 띠는 두 원자의 거리와 같다고 가정하시오.
- 분자의 쌍극자 모멘트 값을 비교할 때 다음 중 필요한 숫자를 골라서 쓰시오.

$\sin(54.75^\circ) = 0.8$	$\cos(54.75^\circ) = 0.6$	$\tan(54.75^\circ) = 1.4$
$\sin(109.5^\circ) = 0.9$	$\cos(109.5^\circ) = -0.3$	$\tan(109.5^\circ) = -2.8$
$\sqrt{2} = 1.4$	$\sqrt{3} = 1.7$	$\sqrt{6} = 2.5$

(d) 공유 결합 길이와 원소의 전기음성도를 동시에 고려하여 물(H_2O)과 황화수소(H_2S) 분자 중 어느 분자의 쌍극자 모멘트가 더 클 것인지 추측하시오.

(e) 과산화수소(H_2O_2) 분자의 루이스 전자점식을 그리고 전자쌍 반발원리를 이용하여 이 분자의 3차원적인 구조를 예측하시오. 과산화수소 분자의 쌍극자 모멘트는 물 분자의 쌍극자 모멘트의 1.2배이다. 위의 예측된 구조에서 어떠한 변화가 일어나면 이와 같은 쌍극자 모멘트 값이 가능한지 추론하시오(단, O-H 결합 자체의 쌍극자 모멘트 값은 분자의 종류에 상관없이 같다고 가정하시오).

라. 채점 기준

문항 (a)는 주어진 조건에서 ‘ $2\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2$ ’ 라는 화학반응식을 쓸 수 있어야 하며 더불어 ‘Na 와 Na^+ 의 전자배치’ 와 ‘ Na^+ 의 산화수’ 를 판단할 수 있어야 한다.

문항 (b)는 쌍극자모멘트는 ‘결합길이×전하’ 라는 것을 알고 방향성이 있음을 수식으로 표현할 수 있어야 한다.

문항 (c)는 쌍극자 모멘트를 평면 및 공간 도형의 개념을 이용하여 D로 표시할 수 있어야 하고, 극성분자 간에 잘 섞이고 무극성 분자 간에 잘 섞이는 성질을 알고 있어야 한다.

문항 (d)는 쌍극자모멘트는 결합길이×전하이므로 결합 길이가 길수록 전하량이 클수록 커진다. 이에 ‘S-H 결합길이’ 와 ‘O-H 결합길이’ 를 비교하고, ‘SH 와 OH 결합’ 중 어느 것이 쌍극자 모멘트가 더 큰지 판단할 수 있으며 이 둘을 복합적으로 고려할 수 있으면 좋은 평가를 받을 수 있다.

문항 (e)는 전자점식을 이용하여 HOOH 순의 배열을 이끌어 낼 수 있고, 이 분자의 공간적인 배치를 전자쌍 반발원리로 예측할 수 있어야 한다. 또한 분자의 쌍극자 모멘트가 각 결합의 쌍극자 모멘트의 합이라는 것을 알고 있으면 좋은 답안을 작성할 수 있다.

6. 화학 B형

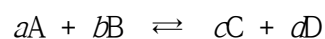
가. 출제의도

자연계 B 화학은 기본 개념 및 정의에 대한 이해와 적용능력을 평가하고자 하였다. 고등학교 교과 과정에서 공통적으로 가장 많이 언급되는 산염기 정의, 산염기 평형, 산염기 적정 및 르샤틀리에 원칙의 일반적인 지식을 정확하게 이해하고 있는지 판단하기 위한 문제를 출제하였다. 또한 강산 및 약산의 농도에 따른 해리도의 변화를 이해하고 있는지 판단하고자 하였다. 고등학교 교과 과정을 충실히 이행하고 제시문을 정확하게 이해한 학생은 충분히 높은 점수를 받을 수 있도록 하였다.

나. 제시문

(가)

온도가 일정할 때, 평형상태에서는 생성물의 농도의 곱과 반응물의 농도의 곱의 비는 항상 일정하다. 이것을 화학 평형의 법칙이라고 한다. 일반적으로 화학 평형의 법칙은 다음과 같이 나타낼 수 있다.



$$K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

이 때 K 를 평형 상수라고 하며, 평형 상수는 농도와는 관계가 없고 온도에 따라 변한다. 평형 상태에 도달한 가역 반응에서 농도, 압력, 온도 등을 변화시키면 평형이 깨어져 새로운 평형 상태에 이르게 된다. 이러한 현상을 평형 이동이라고 한다.

(나)

산은 물에 녹아 순수한 물보다 더 높은 농도의 수소 이온(H^+) 또는 하이드로늄 이온(H_3O^+)을 생성시키는 물질이고, 염기는 순수한 물보다 더 높은 수산화 이온(OH^-)을 생성시키는 물질이다. 이러한 정의는 1887년에 아레니우스가 제안한 것으로 수용액에서 일어나는 반응에만 적용할 수 있다. 1923년에는 브뢴스테드와 로우리에 의해 보다 일반화된 산-염기 정의가 각각 제안되었다. 브뢴스테드와 로우리는 다른 물질에게 수소 이온(양성자)을 내놓는 물질을 산, 다른 물질로부터 수소 이온을 받아들일 수 있는 물질을 염기라고 정의하였다. 이후 루이스는 수소 이온이 관여하지 않는 반응에서까지 산-염기의 정의를 확장하기 위하여, 비공유 전자쌍을 이용하여 산-염기를 정의하였다.

(다)

공통이온효과는 어떤 이온 평형계에서 그 평형에 참여하는 이온과 공통되는 이온을 추가하면 그 추가된 이온의 농도가 감소하는 방향으로 평형이 이동하는 현상을 말한다. 열역학적 평형 이동에 관한 이론인 르샤틀리에 원리가 적용되는 예이다. 물에 잘 녹지 않는 염화은($AgCl$)을 물에 넣으면 $AgCl$ 이 조금 녹아 Ag^+ 과 Cl^- 을 형성한 상태에서 평형을 이룬다. 이 평형계에 염화나트륨($NaCl$)을 넣으면 $NaCl$ 은 모두 Na^+ 과 Cl^- 으로 이온화한다. 평형계에 들어간 Cl^- 은 본래의 평형에 참여하던 Cl^- 과 같은 이온이므로 평형계에서 Cl^- 의 농도를 증가시키는 요인으로 작용한다. 그러므로 Cl^- 의 농도를 감소시키는 방향으로 평형이 이동하여 $AgCl$ 이 석출되는 결과가 나타난다.

(라)

클레오파트라라는 당시 고대 로마의 실력자인 안토니우스를 위해 성대한 연회를 개최하였다. 그녀는 연회 중에 진주 귀걸이를 이용한 흥미로운 사건을 벌인다. 시종에게 식초가 담긴 잔을 가져오게 하고, 진주 귀걸이 한쪽을 잔에 담근다. 얼마 후 그녀는 약간의 하얀 거품이 생긴 이 식초 잔을 단숨에 들이킨다. 클레오파트라의 대범함에 놀란 안토니우스는 그녀에게 마음을 빼앗기게 된다. 이것이 바로 ‘클레오파트라의 진주’에 관한 이야기이다. 진주의 주성분인 탄산칼슘($CaCO_3$)은

산과 반응하면 녹는다. 따라서 진주 역시 식초의 아세트산(CH₃COOH)에 의해 녹게 된다.

다. 문항

- (a) 진주(CaCO₃)가 식초에서 녹는 반응을 화학식으로 나타내시오.
- (b) 진주 1.0 g이 아세트산의 농도가 0.03 M인 식초 1.0 L에 완전히 녹았다면 남아 있는 식초의 pH는 얼마인가? 진주는 CaCO₃로만 이루어졌다고 가정하자.
(CaCO₃의 분자량 = 100g/몰, K_a(아세트산, 25°C) = 1.8×10⁻⁵, pK_a(아세트산, 25°C) = 4.7)
- (c) 클레오파트라의 시종이 비싼 진주가 녹는 것을 막기 위해 문제 (b)의 식초에 1.2g의 NaOH를 넣고 클레오파트라에게 전달했다고 가정하자. 이 때 용액의 pH가 7보다 큰지 작은지를 설명하고, 이를 이용하여 시종의 계획이 성공하겠는가를 간단히 논술하시오. (NaOH의 분자량 = 40g/몰)
- (d) 만약 문제 (c)에서 시종이 NaOH 대신 0.03 몰의 아세트산나트륨(CH₃COONa)을 넣고, 이 용액에 진주를 넣으면 이 진주는 어떻게 되겠는가? 문제 (b)의 식초에 진주를 넣었을 때와 비교하여 논술하시오.
- (e) 일반적으로 묽은 수용액에서 이온 농도가 증가하면 용액의 전기 전도도가 증가한다. 만약 1.0×10⁻³ M의 강산(HA)의 농도를 100배 높일 때 전기 전도도가 100배 증가한다면, 1.0×10⁻³ M의 약산(HX, K_a(25 °C)=1.0×10⁻⁷)의 농도를 100배 높일 때 전기 전도도가 몇 배 증가하겠는가?

라. 채점기준

문항 (a)는 ‘CaCO₃ + 2CH₃COOH ⇌ Ca²⁺ + 2CH₃COO⁻ + H₂O + CO₂’ 이다.

문항 (b)는 반응 후 아세트산의 농도를 구할 수 있고, 주어진 조건을 이용하여 식초의 pH를 구할 수 있어야 한다.

문항 (c)는 CH₃COO⁻ 는 약산의 짝염기(강한 짝염기)이므로 물과 다시 가수분해 반응을 하여 용액 내에 OH⁻를 생성하므로 용액은 염기라는 결론을 이끌어낼 수 있어야 좋은 평가를 받을 수 있다.

문항 (d)는 0.03몰의 아세트산나트륨(CH₃COONa)의 초기 평형 화학식을 이용하여 ‘H⁺의 농도를 구해 진주가 천천히 녹는다는 결론에 도달하면 좋은 답변이 될 수

있다.

문항 (e)는 강산에서 농도가 증가하면 이온의 수와 전도도가 증가함을 알고 전도도는 이온 수에 정비례한다는 결론을 이끌어낼 수 있어야 한다.

7. 생명과학 A형

가. 출제의도

고등학교 교육과정의 생명과학 I 과 II에서 배운 세포막을 통한 물질의 수송, 폐에서의 기체 교환, 노폐물의 배설, 당뇨병, 젖산 발효에 대한 내용을 통합적으로 이해하고 있는지 평가한다. 제시문은 교과서에 있는 내용을 약간 변형하거나 일반적인 상식의 수준의 지식을 혼합하여 재구성하였으며, 물이 극성 분자라는 기초적인 지식에서부터 당뇨병까지 연결하는 문제로 지원자가 콩팥, 골격근, 폐의 기능을 통합적으로 이해하고 있어야 문제 해결이 가능하다.

나. 제시문

(가)

세포막은 세포와 외부환경 사이에 경계를 이룬다. 인지질과 막단백질이 섞여 있는 세포막은 인지질의 성질 때문에 유동성을 가진다. 인지질은 인산기와 2개의 지방산으로 이루어져 있다.

(나)

사람의 적혈구를 등장액에 넣으면 적혈구의 부피 변화가 일어나지 않는다. 그러나 적혈구를 고장액에 넣으면 적혈구는 2-3분 안에 쭈그러지며 저장액에 넣으면 2-3분 안에 용혈된다.

(다)

혈액의 삼투압이 높거나 체내 수분양이 감소하면 뇌하수체에서 항이뇨 호르몬의 분비가 촉진된다. 항이뇨 호르몬은 혈액을 통하여 콩팥의 집합관으로 운반되어 집합관 세포막에 존재하는 항이뇨 호르몬 수용체를 자극한다. 활성화된 항이뇨 호르몬 수용체는 집합관 세포막에서 물 통로단백질의 수를 증가시킨다.

(라)

인슐린을 생산하지 못하는 당뇨병 환자의 경우 포도당과 함께 다량의 수분이 오줌

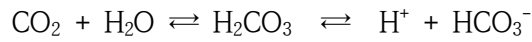
으로 배설된다. 그 결과 혈액량이 감소하여 저혈압 증상이 나타난다. 골격근을 비롯한 여러 조직은 저혈압으로 충분한 혈액을 제공받지 못하여 발효를 시작한다.

(마)

폐에서의 기체 교환은 분압 차이로 인한 확산에 의하여 일어난다. 산소는 산소 분압이 높은 폐포에서 산소 분압이 낮은 모세 혈관으로, 이산화탄소는 이산화탄소 분압이 높은 모세혈관에서 이산화탄소 분압이 낮은 폐포로 확산한다.

(바)

다음은 혈액에서 일어나는 반응이다.



혈액에서 HCO_3^- 농도는 H^+ 농도에 비해서 600,000배 더 높다.

다. 문항

(a) 인지질로만 구성된 리포솜의 구조를 그리시오. 인산기는 동그라미로 지방산은 직선으로 표시하시오.

(b) 수용액에 존재하는 산소 분자와 물 분자 중 어떤 분자가 인지질로만 구성된 리포솜 막을 단순 확산으로 더 잘 통과하는가? 그 이유를 설명하시오.

(c) 리포솜 막에 물 통로단백질을 삽입하였다. 이 리포솜을 이용하여 물 통로단백질이 물을 수송하는 기능을 가지고 있음을 증명하고자 한다. 제시문에 근거하여 이에 대한 실험방법을 제안하고 예상결과를 설명하시오.

(d) 무산소 운동을 할 때 골격근은 해당과정을 통해 ATP를 생성한다. 해당과정은 NAD^+ 를 NADH 로 환원시키기 때문에 NAD^+ 가 고갈되어 궁극적으로 해당과정이 멈출 것으로 예상되나 실제로 이러한 골격근에서 지속적으로 해당과정이 일어난다. 그 이유를 설명하시오.

(e) 인슐린을 생산하지 못하는 당뇨병 환자의 경우 병이 심해지면 폐의 호흡량이 증가한다. 그 이유를 설명하시오.

라. 채점기준

문항 (a)는 지질 이중층으로 구성되어 있는 원형의 구조물을 그림으로 나타낼 수 있어야하며, 인지질 머리는 외부와 내부 환경에, 인지질 꼬리는 막의 내부에 존재하도록 그려야 좋은 답변이라 할 수 있다.

문항 (b)는 수용액에 존재하는 산소 분자와 물 분자의 성질에 대해 이해하여 산소 분자는 극성물질이기 때문에 비극성의 지질 이중층을 잘 통과할 수 없다는 것을 정확하게 서술한다면 좋은 답변이라 할 수 있다.

문항 (c)는 리포솜을 이용하여 물 통로단백질이 물을 수송하는 기능을 가지고 있음을 증명할 수 있는 실험방법과 예상 결과를 둘 다 제시하여야 한다. 예를 들어 물 통로단백질이 삽입되거나 삽입되지 않는 리포솜을 저장액, 등장액에 넣은 후 2-3 분 동안 리포솜의 모양 변화를 광학 현미경으로 관찰한 다음 그 결과를 서술할 수 있으며, 그 결과에서 저장액, 고장액, 등장액 중 두 개만 기술해도 좋은 점수를 줄 수 있다.

문항 (d)는 포도당에서 피루브산이 만들어질 때 NAD⁺에서 NADH가 생성된다는 것을 이해하고, 무산소호흡시 피루브산은 젖산으로 전환되면서 NADH가 NAD⁺로 전환되어 NAD⁺가 계속 공급된다는 것을 정확하고 구체적으로 설명할 수 있어야 좋은 답변이라 할 수 있다.

문항 (e)는 인슐린 의존성 당뇨병 환자의 경우 병이 심해지면 폐의 호흡량이 증가하는 이유를 제시문과 이전 문항들의 내용을 통합하여 단계적으로 제시하여야 한다.

8. 생명과학 B형

가. 출제의도

고등학교 교육과정의 생명과학 I 과 II에서 배운 기본적인 개념을 통합하여 추론하는 능력을 평가한다. 제시문은 생명의 기원과 진화, 물질대사, 유전, 생명공학 기술 및 분자의 구조 등 다양한 주제에 걸쳐 고등학교 교과서 내용을 발췌하거나 약간의 변형을 하여 작성되었고, 지원자들이 제시된 서로 다른 주제들을 통합적으로 사고할 수 있는지 평가한다. 예를 들어, 생명의 기원에 관한 실험에서 물질 대사의 원리를 유추할 수 있는지 묻는 것으로, 생물학의 다양한 주제들이 실제로는 유기적

으로 연결되어 있음을 지원자들이 이해하고 문제를 해결할 수 있어야 한다.

나. 제시문

(가)

러시아의 생화학자 오파린은 원시 지구의 환경에서 원시 대기 성분들 사이에 화학 반응이 일어나 유기물이 합성되었고 이 유기물로부터 원시 생명체가 탄생했을 것이라는 가설을 제시하였다. 이를 실험적으로 뒷받침하기 위하여 밀러와 유리는 원시 대기 성분으로 여겨지는 메테인(CH_4), 암모니아(NH_3), 수증기(H_2O), 수소(H_2)의 혼합 기체를 실험 장치에 넣고 밀폐한 다음, 한쪽에서는 물을 끓여 수증기를 공급하고 원시 대기의 짙은 번개를 재현하는 고압의 전기 방전을 1주일 동안 계속하는 실험을 수행하였다. 1주일 후 U자관에 모인 물질을 분석한 결과 여러 가지 아미노산이 발견되었다.

(나)

영양요구주는 유전자의 돌연변이에 의하여 생장과 증식에 필수적인 특정 영양소를 합성하는 능력을 잃은 생물체를 의미한다. 대장균과 같은 미생물의 경우, 야생형은 당, 무기 염류, 비타민만 포함된 최소 배지에서도 생장 및 증식할 수 있다. 그러나 영양요구주는 특정 물질을 배지에 첨가할 경우에만 생장과 증식이 이루어진다. 한 연구실에서 아미노산 X 또는 아미노산 Y에 대한 영양요구주 7 종류(대장균 1~대장균 7)를 분리하였다. 이 때 X와 Y의 생합성과정의 중간물질인 A~E가 영양요구주들을 생장시킬 수 있는지의 여부를 조사하여 아래와 같은 결과를 얻었다. 여기서 +는 생장을 -는 비생장을 나타내며, X와 Y의 생합성 과정은 1개 이상의 공통적인 중간물질을 가진다.

영양요구주	최소배지에 더해준 물질							
	A	B	C	D	E	X	Y	X + Y
대장균 1	-	-	+	-	-	-	-	+
대장균 2	-	-	-	-	-	+	-	+
대장균 3	-	-	+	+	-	-	-	+
대장균 4	+	-	-	-	-	-	+	+
대장균 5	+	-	-	-	+	-	+	+
대장균 6	-	-	-	-	-	-	+	+
대장균 7	-	+	-	-	-	+	-	+

(다)

물질 대사에는 동화 작용과 이화 작용이 있으며, 물질 대사가 일어날 때는 반드시 에너지의 출입이 함께 일어나므로 물질 대사를 에너지 대사라고도 한다. 동화 작용은 간단하고 작은 물질을 복잡하고 큰 물질로 합성하는 반응이며, 동화 작용이 일어날 때는 에너지가 필요하기 때문에 에너지 대사 측면에서는 흡열 반응이다. 반면에, 이화 작용은 복잡하고 큰 물질을 간단하고 작은 물질로 분해하는 반응으로, 이화 작용이 일어날 때는 에너지가 방출되기 때문에 에너지 대사 측면에서는 발열 반응이다.

(라)

단백질은 몸을 구성하는 주요 성분이며, 물질 대사와 생리 기능의 조절에 핵심적인 역할을 수행한다. 단백질을 구성하는 기본 단위는 아미노산으로 20종의 아미노산이 펩타이드 결합을 통해 기다란 사슬 구조(폴리펩타이드)를 형성한다. 아미노산의 종류와 수, 아미노산 사이의 상호작용에 따라 단백질의 입체 구조가 달라지는데, 이 때 아미노산 곁가지의 화학적 성질이 아미노산 사이의 상호작용을 결정한다. 예를 들어, 아르지닌, 라이신, 히스티딘 등은 양전하를 띤 곁가지를 가지고, 아스파르트산, 글루탐산 등은 음전하를 띤 곁가지를 가지며, 세린, 트레오닌, 아스파라진 등은 극성을 띤 곁가지를 가진다.

(마)

다음은 mRNA로부터 단백질이 합성되는 번역 과정에서 사용되는 mRNA의 유전 암호를 나타낸 표이다.

		두 번째 염기									
		U		C		A					
첫 번째 염기	U	UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인	U	
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	
		UUA	류신	UCA		종결코돈	UGA	종결코돈		A	
		UUG		UCG			UAG	UGG		트립토판	G
	C	CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌	U	
		CUC		CCC		CAC		CGC		C	
		CUA		CCA		CAA	글루타민	CGA		아르지닌	A
		CUG		CCG		CAG		CGG			G
	A	AUU	아이소류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린	U	
		AUC		ACC		AAC		AGC		C	
		AUA		ACA		AAA	라이신	AGA		아르지닌	A
		AUG		메싸이오닌(개시코돈)		ACG		AAG			AGG
	G	GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파르트산	GGU	글라이신	U	
		GUC		GCC		GAC		GGC		C	
		GUA		GCA		GAA	글루탐산	GGA		글라이신	A
		GUG		GCG		GAG		GGG			G

다. 문항

(a) 제시문 (가)를 바탕으로 생명의 기원에 대한 화학적 진화설을 간략히 서술하고

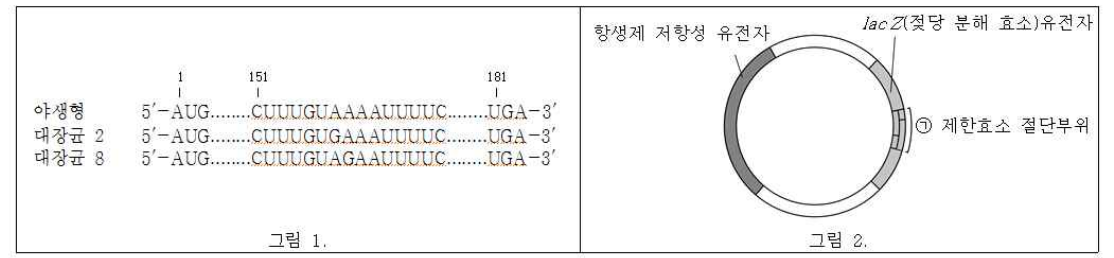
화학적 진화 과정이 생명체의 탄생을 완전히 설명하지 못하는 이유를 설명하시오.

(b) 제시문 (가)에서 고압의 전기 방전의 역할을 제시문 (다)의 관점에서 서술하고, 이를 생체 내에서 일어나는 생합성 반응과 비교 서술하시오.

(c) 제시문 (나)의 X와 Y의 생합성 과정에서 나타나는 중간물질들을 합성 순서대로 나열하고 어느 단계에서 각 영양요구주의 생합성이 저해되었는지를 제시하시오.

(d) 제시문 (나)의 대장균 2의 유전체를 분석한 결과 X의 생합성에 관여하는 유전자 H 에서 야생형과 다른 염기서열을 발견하였다. 제시문 (나)의 표에 없는 또 다른 돌연변이주 대장균 8도 야생형과 다른 H의 염기서열을 가지고 있으나, 야생형에 비해 80% 수준의 X의 생합성 효율을 보인다. 대장균 2와 대장균 8에서 H의 mRNA 염기서열이 야생형과 다른 부분은 아래 그림 1과 같다. 제시문 (라)와 (마)에 근거하여 대장균 2와 대장균 8이 다른 형질을 나타내는 이유를 설명하시오.

(e) 제시문 (나)의 대장균 2가 야생형의 형질을 가지도록 하기 위하여 야생형 H를 아래 그림2 플라스미드의 ㉠위치에 클로닝 하여 대장균 2에 도입하고자 한다. 야생형 H를 가지는 대장균을 선별하는 방법을 설명하시오.



라. 채점기준

문항 (a)는 생명체의 정의라 할 수 있는 자기복제능력을 이해하고 있는지 평가하기 위한 것으로, 지원자가 화학적 진화설을 정확하게 이해하고 설명할 수 있으며 화학적 진화 과정이 생명체의 탄생을 완전히 설명하지 못하는 이유를 같이 제시한다면 좋은 답변이라 할 수 있다.

문항 (b)는 생명의 기원에 대한 내용과 물질대사 및 효소에 대한 내용을 모두 이해하고 통합적으로 사고할 수 있는지 평가하기 위한 것으로, 고압의 전기 방전의 역할을 서술하고 이를 생체 내에서 일어나는 생합성 반응과 비교 서술한다면 좋은

답변이라 할 수 있다.

문항 (c)는 생명과학 II 교육과정에서 제시된 비들과 테이텀 실험을 응용한 문제로, 동일한 논리적 방식을 적용하되 확장하여 서술한다면 좋은 답변이라 할 수 있다.

문항 (d)는 생명과학 I 에 소개된 단백질에 대한 이해와 생명과학 II 에서 소개된 효소의 입체구조의 중요성, 그리고 분자의 결합에 대한 내용을 통합적으로 사고할 수 있는지 평가하기 위한 것으로, 분자간의 상호작용이 아미노산의 화학적 성질에 의해 바뀔 수 있음을 이해하여 서술하면 좋은 답변이라 할 수 있다.

문항 (e)는 생명과학 II 에 소개된 생명공학 기술 가운데 클로닝에 관한 실험을 이해하고 있는지 평가하기 위한 것으로, 항생제를 이용한 선별과 X-gal을 이용한 선별 등을 이해하여 야생형 H를 가지는 대장균을 선별하는 방법을 설명한다면 좋은 점수를 줄 수 있다.

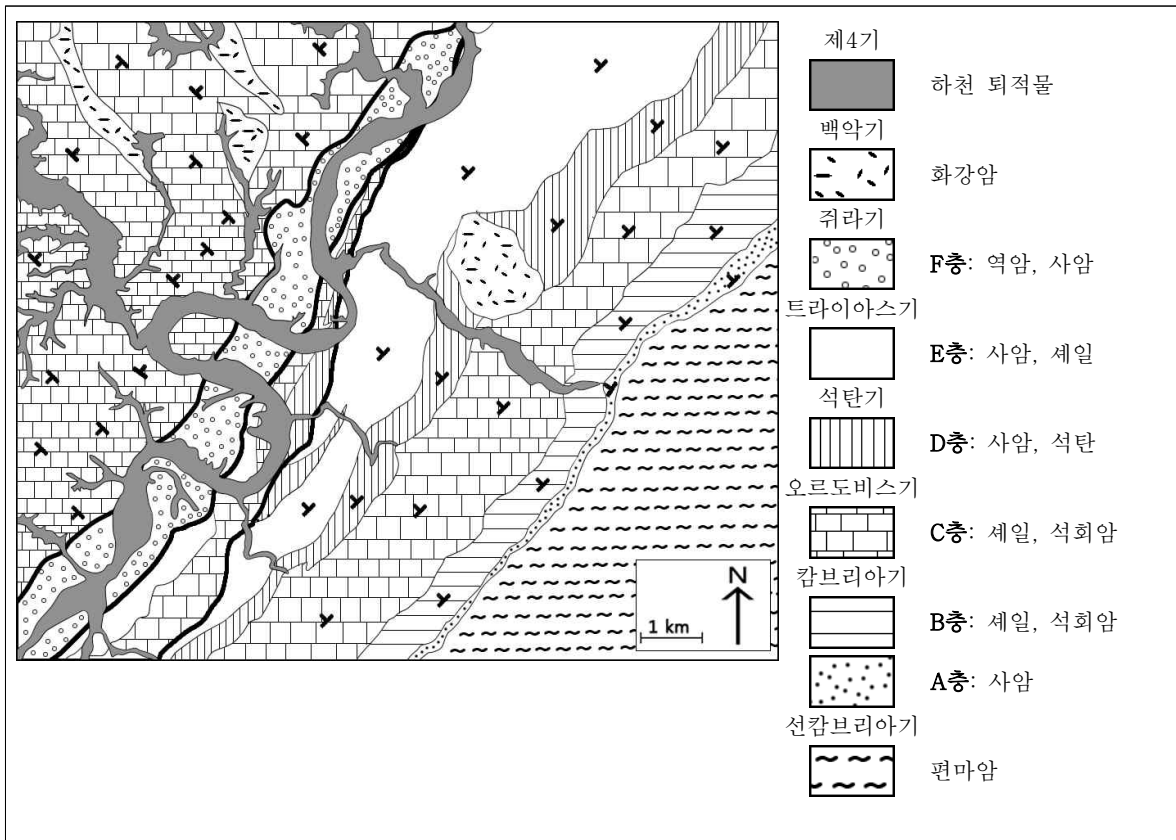
9. 지구과학 A형

가. 출제의도

지구과학 I에 포함된 지권, 수권, 기권, 생물권의 상호작용에 대한 내용을 융합한 문제를 출제하였다. 또한 지구 환경을 구성하는 각 권역의 개별적 특성 및 이들 사이의 상호작용에 대한 이해를 기반으로 복잡한 지구시스템을 유추하고 통합할 수 있는 사고 능력을 평가할 수 있도록 하였다. 오늘날 지구과학에서 이러한 상호 작용에 의한 지구 환경 변화의 종합적 이해는 매우 중요하며, 특히 고등학교 지구과학 교육의 기본 주제로 자리 잡고 있다. 따라서 지구시스템을 이루는 각 요소들의 상호 작용에 의한 현상을 과학적으로 탐구하여 이해함으로써, 과거에서 현재까지 나타난 지구 환경의 변화를 분석하고, 이를 바탕으로 현재와 미래의 지구 환경 변화의 방향을 정확히 예측할 수 있는 능력을 함양하도록 하였다. 본 논제를 푸는 데 필요한 기초 지식은 고등학교 지구과학 I의 제 1단원 [소중한 지구], 2단원 [생동하는 지구], 3단원 [위기의 지구], 4단원 [다가오는 우주]에서 다루고 있다.

나. 제시문





(가) 오늘날 우리가 살고 있는 한반도는 지금으로부터 약 1만 8천 년 전 빙하기가 약해지며 간빙기로 접어들 때 해수면이 전 세계적으로 100m 이상 상승하면서 서해지역이 바닷물에 잠기게 되어 형성되었다. 현재 한반도 지표에 노출된 암석의 약 40%는 선캄브리아기에 형성된 변성암, 약 35%는 중생대의 화성암, 그리고 25%는 퇴적암이다.

위 그림은 충청북도 단양군 일대에서 지표에 노출된 암석의 종류와 암석이 형성된 지질시대에 따른 분포를 지형도에 도시하여 표현한 지질평면도(지질도)이다. 이 지질도에서 각 무늬는 다른 지층 또는 암석을 나타내며, 각 지층의 연령과 암석의 종류는 오른쪽에 설명되어 있다. 퇴적층의 주향(-)과 경사(∠)는 “∠” 기호로 표시하였다. 예를 들면, B층은 북동방향의 주향과 북서쪽으로 기울어진 경사로 발달한다. 또한 이 지역에 존재하는 단층들은 굵은 선으로 지질도에 표시하였다.

위 지질도를 보면 동남쪽부터 선캄브리아기에 형성된 변성암, 고생대 캄브리아기와 오르도비스기 바다에서 퇴적된 퇴적암층(A, B, C층)과, 석탄기에 퇴적된 퇴적암층(D, E, F층) 등이 분포한다. 석탄기에 퇴적된 D층에는 저지대 늪에서 식물이 쌓여 만들어진 석탄층이 존재하여 1990년대까지 활발한 탄광개발이 있었다. 중생대 백악기에 마그마가 들어와서 형성된 화강암은 중부 및 북서부의 일부 지역에 분포한다. 아직 굳지 않은 현생퇴적물은 오늘날의 하천을 따라 나타난다.

(나) 단양지역 퇴적층 중 B와 C층에는 두꺼운 석회암이 나타난다. B와 C층을 구성하는 석회암층은 우리나라 고생대 지층에 널리 분포하며 이는 고생대 당시 기후가 전반

적으로 온난하였음을 나타내는 증거이기도 하다. 또한 고생대 석회암층에는 많은 석회 동굴이 발달하여 관광자원으로 활용되고 있다. 우리나라 천연기념물 중 동굴은 모두 18곳으로, 이 중 10곳이 강원도, 경상북도, 충청북도에 분포한 고생대 석회암층에 존재한다.

지구시스템에서 암석의 순환은 지권, 기권, 수권, 생물권의 상호 작용에 의해 일어난다. 지표와 지표 부근에 분포하는 암석이나 광물이 대기와 물 등의 작용으로 오랜 세월이 걸쳐 잘게 부서지거나 성분이 변화하는 과정을 풍화 작용이라고 한다. 풍화 작용의 종류에는 화학 성분의 변화 없이 암석의 크기를 잘게 깨어지게 하는 기계적 풍화 작용과, 암석 내 광물들이 화학적으로 변화되거나 용해되는 화학적 풍화 작용 그리고 생물의 작용에 의해 기계적·화학적 풍화를 촉진시키는 생물학적 풍화 작용 등이 있다. 자연 상태에서 이러한 풍화 작용은 개별적으로 일어나기보다는 대부분의 경우 함께 일어난다. 다만 환경 조건에 따라 특정 풍화 작용이 더 우세하게 일어날 수 있다.

다. 문항

◎ 제시문 (가)와 (나)를 읽고 아래 질문에 답하시오.

- (a) 위 지질도에서 얻을 수 있는 정보를 바탕으로 우리나라 충청북도 단양지역은 판구조론의 관점에서 어떤 형태의 판 경계에 속해 있었는지 판단하고 그 이유를 설명하시오.
- (b) 약 8천만 년 전 중생대 백악기에 화강암이 단양지역에 관입된 이후 이 지역 지각이 지난 8천만 년 동안 어떤 운동을 하였다고 생각하는가? 그 이유를 설명하시오.
- (c) 석회 동굴은 절리가 발달한 석회암을 통과하여 흐르는 지하수에 의하여 형성된다. 지속적으로 화석 연료 사용이 증가한다면 이러한 석회 동굴의 형성이 감소 또는 증가 할 것인지를 논하고 그 이유를 설명하시오.
- (d) 만약 E층 사암에 동일한 광물로 이루어진 점이층리가 잘 발달되어 있다면, 이 사암이 고온다습한 지표 환경에 노출되어 있을 때 어떤 풍화 경향을 보일지 설명하시오.
- (e) 간빙기가 끝나고 다시 전 세계적으로 빙하기가 오는 경우, 편마암에 포함된 규산염 광물 중 하나인 장석이 어떻게 풍화 작용을 받을 것인지 추론하여 설명하시오.

(f) 위 지질도에 나타나는 모든 종류의 암석 중 태양계의 다른 지구형 행성(수성, 금성, 화성)에 존재할 가능성이 가장 낮은 암석 두 종류와 그 이유를 제시하시오.

라. 채점기준

(a) 문항은 판 경계의 종류에 따라 생성될 수 있는 여러 지질구조의 형태를 이해하고, 그 중 문항에서 제시한 지역에서 생성될 수 있는 지질구조 중 올바른 것을 찾아낼 수 있어야 한다.

(b) 문항은 화성암의 종류 중 심성암과 분출암의 개념을 이해하고 이를 바탕으로 지각의 상하운동 및 침식 작용과 연계하여 이해해야 한다.

(c) 문항은 화석 연료 사용에 의한 대기 환경의 변화를 추론하고, 대기·물·지표·암석 및 광물 사이의 상호작용을 이해해야 한다.

(d) 문항은 점이 층리의 형태와 형성원리를 이해하고, 환경 조건 변화에 따른 풍화 작용 종류의 변화와, 화학적 풍화 작용에 미치는 영향 인자는 어떠한 것이 있는지 이해해야 한다.

(e) 문항은 빙하기와 간빙기 등 기후 변화의 원인과 환경 조건을 차례로 제시하고 이에 따라 물리적 및 화학적 풍화 작용이 어떻게 변화하는지 논리적으로 추론할 수 있다면 좋은 평가를 받을 수 있다.

(f) 문항은 태양계의 형성 과정과 지구형 행성의 진화과정의 공통점과 차이점을 이해하고 비교·대조할 수 있어야 한다.