
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

$$\begin{aligned} (\sin x)' &= \cos x, & (\cos x)' &= -\sin x, & (\tan x)' &= \sec^2 x, \\ (\csc x)' &= -\csc x \cot x, & (\sec x)' &= \sec x \tan x, & (\cot x)' &= -\csc^2 x \end{aligned}$$

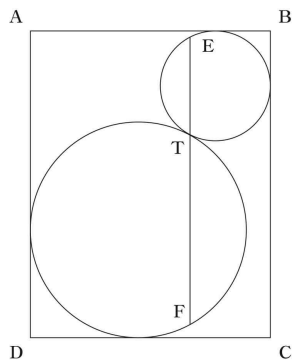
[라] 삼각함수의 덧셈정리

$$\begin{aligned} (1) \quad & \sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta, & \sin(\alpha - \beta) &= \sin \alpha \cos \beta - \cos \alpha \sin \beta \\ (2) \quad & \cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta, & \cos(\alpha - \beta) &= \cos \alpha \cos \beta + \sin \alpha \sin \beta \\ (3) \quad & \tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \tan \beta}, & \tan(\alpha - \beta) &= \frac{\tan \alpha - \tan \beta}{1 + \tan \alpha \tan \beta} \end{aligned}$$

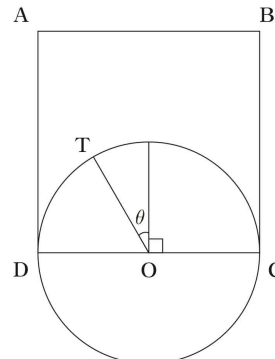
[마] 함수 $f(x)$ 가 어떤 구간에 속하는 임의의 두 수 x_1, x_2 에 대하여 $x_1 < x_2$ 일 때 $f(x_1) < f(x_2)$ 이면 함수 $f(x)$ 는 그 구간에서 증가한다고 한다. 또, $x_1 < x_2$ 일 때 $f(x_1) > f(x_2)$ 이면 $f(x)$ 는 그 구간에서 감소한다고 한다. 함수 $f(x)$ 가 어떤 열린구간에서 미분가능할 때, 그 열린구간에 속하는 모든 x 에 대하여

- (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 θ 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 θ 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.

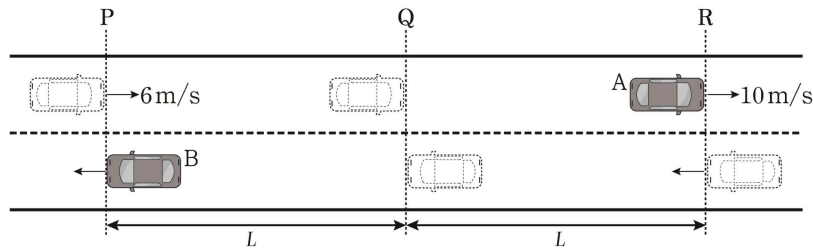
[나] 전류가 흐르는 직선 도선 주위에 나침반을 놓을 때 자침이 회전하는 것은 도선 주위에 자기장이 만들어졌기 때문이다. 이처럼 전류가 흐르면 그 주위에 자기장이 만들어지는데, 이런 현상을 전류에 의한 자기 작용이라고 한다.

[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 6m/s 와 10m/s 이다. P에서 Q 사이의 거리와 Q에서 R 사이의 거리는 L 로 같다.

시오. (8점)

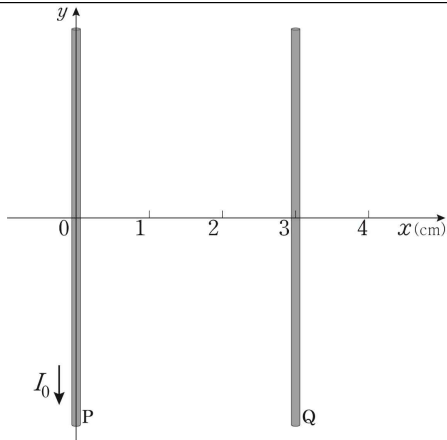


[그림 1]

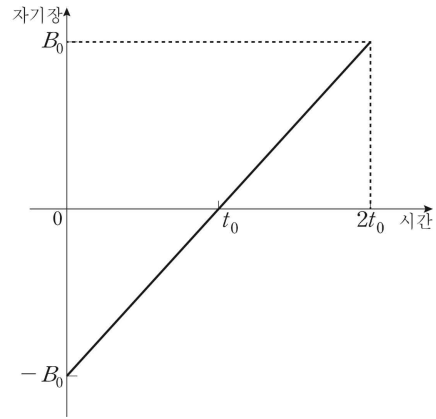
- (1) A가 Q를 통과하는 순간 A의 속력 v_A 와 L 을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (8점)
- (2) B가 Q에서 P까지 이동하는 동안 B의 가속도 크기를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

[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]

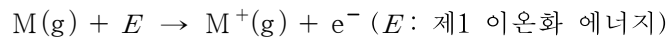
- (1) Q에 흐르는 전류의 세기를 시간에 관한 그래프로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (단, $+y$ 방향으로 흐르는 전류의 방향을 $+$, $-y$ 방향으로 흐르는 전류의 방향은 $-$ 로 한다.) (12점)
- (2) $x = 4\text{ cm}$ 에서의 자기장을 시간에 관한 그래프로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (10점)

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.

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

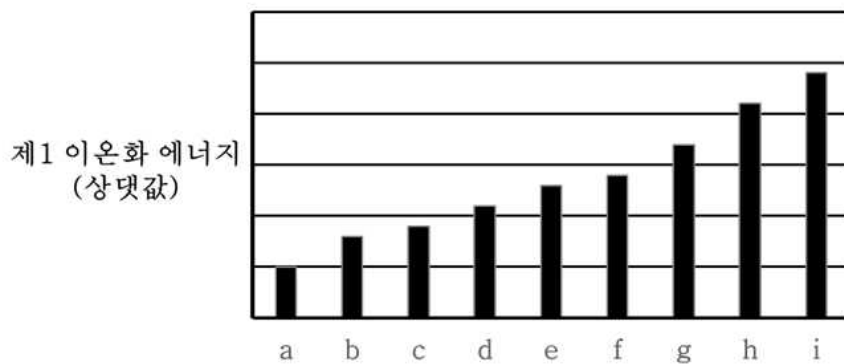
원자 안에서 전자는 다양하게 배치될 수 있지만, 에너지 준위가 가장 낮게 배치될 때 안정한 상태가 된다. 이때의 전자 배치를 바닥상태 전자 배치라고 한다. 바닥상태의 원자에서는 에너지가 가장 낮은 오비탈부터 차례대로 전자가 채워지는데, 이것을 쌓음 원리라고 한다. 전자 배치를 표시할 때에는 오비탈 기호의 오른쪽 위에 전자 수를 작은 숫자로 나타내거나, 상자로 표현한 오비탈 안에 전자의 스핀 방향을 화살표로 나타낸다. 파울리 배타 원리에 따라 각 오비탈에 채워진 2개의 전자는 스핀 방향이 다르므로 화살표로 나타낼 때 방향이 반대가 되도록 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°C, 1기압에서 기체 분자 1몰, 즉 6.02×10^{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)

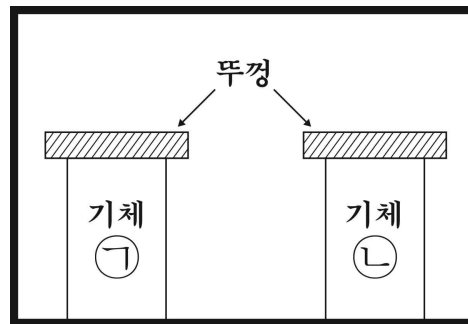
[문제 II-2] 제시문 [라]와 [마]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

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 <생명과학>

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 성장, 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)

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

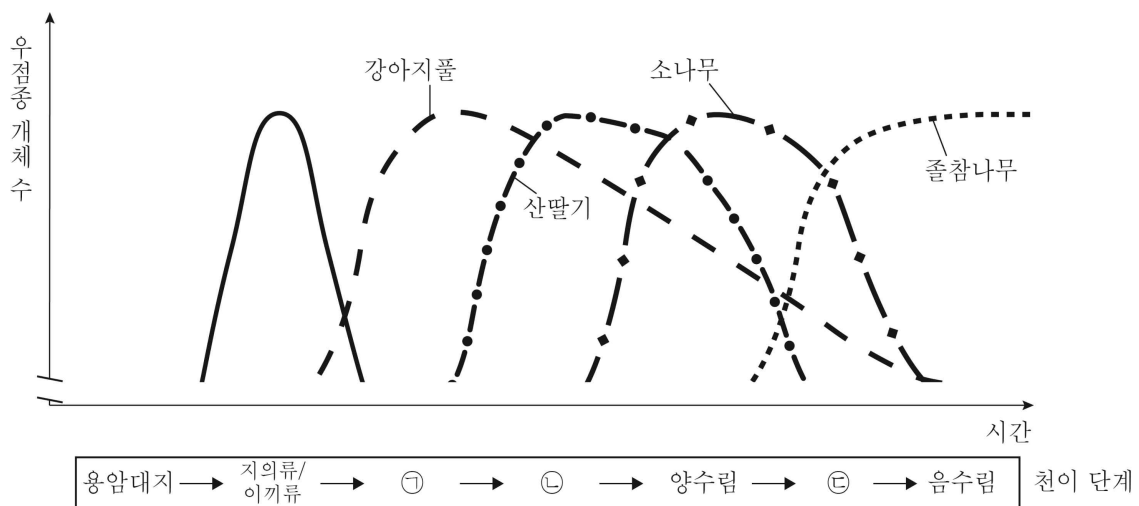
유전적으로 동일하며 같은 시기에 태어난 수컷 생쥐 100마리를 각각 50마리씩 집단 A와 B로 나누었다. 집단 A는 일반 사료를 섭취시키고, 집단 B는 고탄수화물·고지방 사료를 섭취시키며 사육한 결과, 집단 B의 생쥐는 집단 A에 비해 체중과 혈당량이 현저하게 증가하였다. 집단 B의 체내 에너지 대사와 항상성 유지 및 호르몬 분비 변화에 대하여 논술하시오. (단, 이자성 β세포의 손상은 고려하지 않으며, 사료 외 모든 사육 조건은 동일하다.) (10점)

[문제 II-3] 제시문 [마]를 참고하여 다음 문제에 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)

[문제 II-4] 제시문 [바]와 [사]를 참고하여 다음 문제에 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)

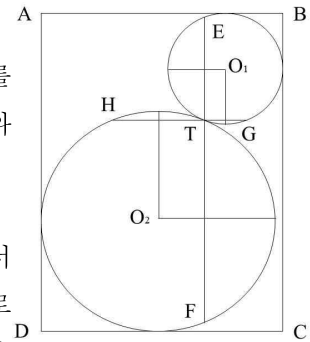
(3) 산불이 발생하여 일어나는 2차 천이는 1차 천이보다 극상에 이르는 속도가 빠르다. 2차 천이 과정에서 초기 단계의 우점종은 주로 무엇이며, 2차 천이가 1차 천이에 비해 빠르게 진행되는 이유에 대하여 논술하시오. (4점)

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 과 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.

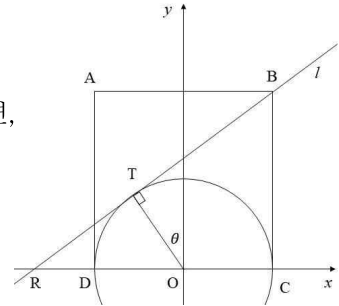
$f'(r_1) = \pi(4r_1 - 136)$ 이므로, $f'(34) = 0$ 이다.

$18 < r_1 < 34$ 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 2312π 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 2824π 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 θ 를 α ($0 \leq \alpha < \frac{\pi}{2}$)라 하면, $\textcircled{1}$ 에 의해 $2 = \tan\alpha + \sec\alpha$ 이므로

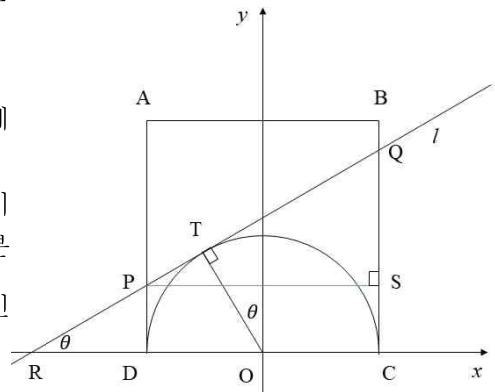
$2\cos\alpha = \sin\alpha + 1$ 이다. $2\sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sin\alpha + 1$ 에 의해 $\sin\alpha = \frac{3}{5}$, $\cos\alpha = \frac{4}{5}$,

$\tan\alpha = \frac{3}{4}$ 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 θ 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 θ 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 θ 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 θ 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 θ 이며 $\angle RDP$ 가 $\frac{\pi}{2}$ 인

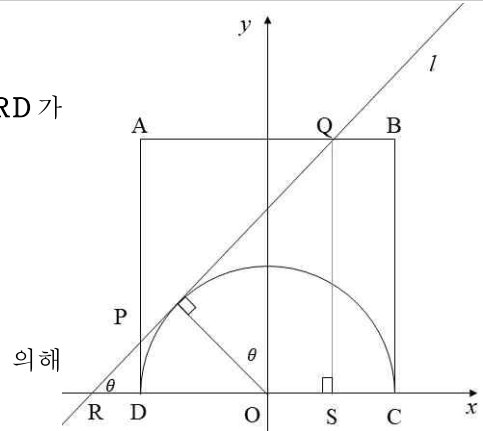
직각삼각형이다. 따라서 $\cos\theta = \frac{\overline{DR}}{\overline{PR}} = \frac{\csc\theta - 1}{\overline{PR}}$ 로부터

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

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]

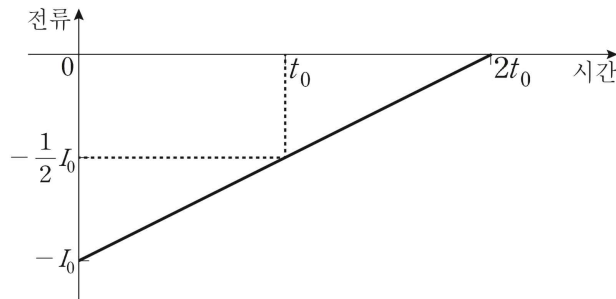
(1) A가 Q를 통과할 때의 속력을 v_A 라고 하면, A가 P에서 Q까지 이동한 거리 $L = \frac{1}{2}(v_A + 6)6$ 이고 Q에서 R까지 이동한 거리 $L = \frac{1}{2}(v_A + 10)5$ 이다. 따라서 두 식을 연립하여 풀면 $v_A = 14 \text{ m/s}$, $L = 60 \text{ m}$ 이다.

(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

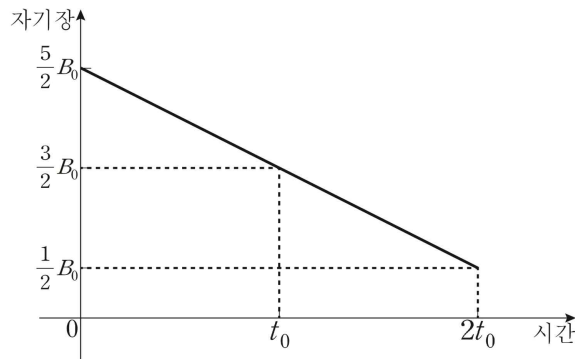
$v_B = 14 \text{ m/s}$ 이다. B가 5초 만에 Q에서 P까지 이동하는 동안 4 m/s 의 속력이 증가하였으므로 B의 가속도 크기는 $\frac{4}{5} = 0.8 \text{ m/s}^2$ 이다.

[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]

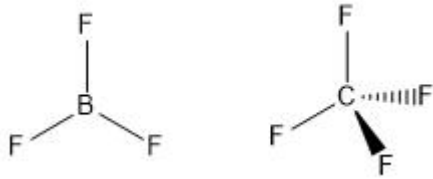
(1) 원자 번호 2인 He과 2주기 원소들 중에서 He의 제1 이온화 에너지가 가장 높고, 2주기 원소 중에서는 Be와 B, N과 O에서 제1 이온화 에너지 크기의 순서가 바뀐다.

즉, 원자 번호 2-10의 원소의 평균 원자량 크기는, He < Li < Be < B < C < N < O < F < Ne이므로, i < a < c < b < d < f < e < g < h이다.

(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 BF₃와 CF₄이다.

분자 구조는 각각 평면삼각형(또는 정삼각형)과 정사면체이다.



BF₃와 CF₄ 둘 모두 무극성

(3) 원소 e, g, h는 각각 O, F, Ne이며, 이온화되지 않는 비활성 기체를 포함한 입자는 순서대로 O²⁻, F⁻, Ne이다.

비금속 원소의 원자가 안정한 음이온이 되면 전자 수가 증가하여 전자 사이의 반발력이 증가하고 유효 핵전하가 감소하므로 반지름이 커진다. 따라서 입자 크기를 비교하면 O²⁻ > F⁻ > Ne 이다.

Ne의 두 개의 전자가 3s 오비탈로 옮겨진 가장 안정한 전자 배치는 1s²2s²2p⁴3s² 이다. 따라서 홀전자의 개수는 2p 오비탈의 전자 2개이다.

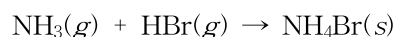
[문제 II-2]

(1) 0°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 NH₃임을 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 HBr임을 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. NH₄Br의 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 <생명과학>

[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 β 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, ⊕은 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 BF_3 와 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 <생명과학>

[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 ㉠을 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> ㉠단계는 초원 또는 초원을 형성하는 단계임을 논리적으로 서술

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

<1점> ㉢은 (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, 진류에 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 <생명과과학>

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-생명과과학의 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] | ○ |
| 고등학교 물리 I | 곽영직 외 3인 | 와이비엠 | 2018 | 16,17 | 제시문 [가] | ○ |
| 고등학교 물리 I | 김성원 외 5인 | 지학사 | 2019 | 16,24 | 제시문 [가] | ○ |
| 수능완성 물리 I | 강태욱 외 5인 | EBS | 2020 | 4,5 | 제시문 [가] | ○ |
| 고등학교 물리 I | 곽영직 외 3인 | 와이비엠 | 2018 | 134 | 제시문 [나] | ○ |
| 고등학교 물리 I | 송진웅 외 4인 | 동아출판 | 2018 | 115 | 제시문 [나] | ○ |
| 고등학교 물리 I | 강남화 외 5인 | 천재교육 | 2018 | 120 | 제시문 [다] | ○ |
| 고등학교 물리 I | 곽영직 외 3인 | 와이비엠 | 2018 | 134 | 제시문 [다] | ○ |
| 고등학교 물리 I | 강태욱 외 5인 | EBS | 2020 | 74 | 제시문 [다] | ○ |

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] | ○ |
| | 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] | ○ |
| | 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] | ○ |
| | 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 | 오현선의 | 미래N | 2020 | 22-28 | 제시문[가] | ○ |
| 고등학교 생명과학I | 권혁빈의 | 교학사 | 2020 | 20-24 | 제시문[가] | ○ |
| 고등학교 생명과학I | 김운택의 | 동아출판 | 2020 | 18-25 | 제시문[가] | ○ |
| 고등학교 생명과학I | 이준규의 | 천재교육 | 2020 | 16-22 | 제시문[가] | ○ |
| 고등학교 생명과학I | 심재호의 | 금성출판 | 2019 | 22-33 | 제시문[가] | ○ |
| 고등학교 생명과학I | 오현선의 | 미래N | 2020 | 14-19 | 제시문[나] | ○ |
| 고등학교 생명과학I | 권혁빈의 | 교학사 | 2020 | 12-19 | 제시문[나] | ○ |
| 고등학교 생명과학I | 김운택의 | 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 | 김운택외 | 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 | 김운택외 | 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 | 김운택외 | 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 | 김운택외 | 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 | 김운택외 | 동아출판 | 2020 | 180-181 | 제시문[사] | ○ |
| 고등학교 생명과학I | 이준규외 | 천재교육 | 2020 | 170-171 | 제시문[사] | ○ |
| 고등학교 생명과학I | 심재호외 | 금성출판 | 2019 | 186-187 | 제시문[사] | ○ |