단국대학교 2013학년도 수시 2차 논술고사

자연계열

[문제 1] 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오. (40점)

<제시문>

(가) 다음과 같이 상수항이 없는 일차식에 따라 좌표평면 위의 점 $P(x, y)$를 점 $P'(x', y')$에 대응시키는 변환을 일차변환이라 한다.

$$\begin{cases} x' = ax + by \\ y' = cx + dy \end{cases} \quad (\text{단, } a, b, c, d\text{는 상수})$$

좌표평면 위의 점을 일차변환 후 평행이동시키는 변환을 다음과 같이 상수항을 포함한 일차식으로 표현할 수 있다.

(a) $g : (x, y) \to (x', y')$, $\begin{cases} x' = ax + by + e \\ y' = cx + dy + f \end{cases}$ (단, a, b, c, d, e, f는 상수)

이를 다음과 같이 행렬을 사용하여 간략히 나타낼 수 있다.

(b) $g : X \to AX + B$, $g(X) = AX + B$ 여기서, $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$, $X = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix}$

또는

(c) $g = (A, B)$

도형의 평행이동, 점이나 선에 대한 대칭이동, 점이나 방향에 대한 확대/축소, 한 점을 중심으로 한 회전 등을 (a), (b), (c)와 같은 형식으로 표현할 수 있다.

(나) 두 변환 f와 g의 합성변환을 $f \circ g$로 나타내고 변환 g를 n번 합성한 변환을 g^n으로 표기한다. (단, n은 자연수) 예를 들어, $g^3 = g \circ g \circ g$이다.

(다) 수열 $\{a_n\}, \{b_n\}, \{c_n\}, \{d_n\}$이 수렴하고 $\lim_{n\to\infty} a_n = a$, $\lim_{n\to\infty} b_n = b$, $\lim_{n\to\infty} c_n = c$, $\lim_{n\to\infty} d_n = d$ 일 때, 행렬 $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$는 행렬 $\begin{pmatrix} a_n & b_n \\ c_n & d_n \end{pmatrix}$의 극한이고, 이것을 다음과 같이 나타낸다.

$$\lim_{n\to\infty} \begin{pmatrix} a_n & b_n \\ c_n & d_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

[논제 1] $A = \begin{pmatrix} -2 & -1 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix}$, $g = (A, B)$일 때, 합성변환 g^{2013}을 제시문 (가)의 (c) 형식으로 표현하시오. (단, E는 2차 정사각 단위행렬이고, O는 2차 정사각 영행렬이다.) (15점)

[논제 2] $S = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 5 \end{pmatrix}$, $C = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & \frac{1}{3} \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$일 때, 변환 g를 $g = (S^{-1}CS, B)$라 하자.

n이 한없이 커짐에 따라 g^n에 의해 중심이 $(1, 1)$이고, 반지름이 1인 원이 무엇으로 수렴하는지 논하시오. (25점)

[문제 2] 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오. (30점)

<제시문>

(가) **(a)** 위로 볼록한 두 함수의 합은 위로 볼록하다.

(b) 이차함수의 그래프가 위로 볼록한지 아래로 볼록한지를 최고차항 계수의 부호로 알 수 있다.

(c) $p(x)=-(x-k)^2+1$이고 $q(x)=-\{x-(k+1)\}^2+1$일 때,

$$f(x)=ap(x)+bq(x) \quad (\text{단, } a, b, k\text{는 상수이고 } a+b\neq 0)$$

이라 하면 이차함수 $f(x)$는 $x=k+\dfrac{b}{a+b}$에서 극댓값 또는 극솟값 $(a+b)-\dfrac{ab}{a+b}$를 가진다.

(나) 두 다항함수 $u(x), v(x)$에 대하여 다음이 성립한다.

$$\int\{au(x)+bv(x)\}dx=a\int u(x)dx+b\int v(x)dx \quad (\text{단, } a, b\text{는 상수})$$

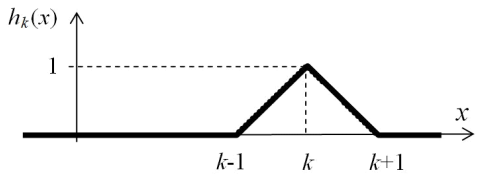
(다) 자동차의 가속도를 측정하여 그 자료를 순서쌍의 집합으로 나타내고자 한다. 자동차가 출발한 후 k분에 측정한 가속도를 a_k라 한다면 측정한 자료를 다음과 같은 순서쌍의 집합으로 나타낼 수 있다.

$$\{(k, a_k) \mid k\in K\}, \quad K=\{0, 1, 2, 3, \cdots, n\}$$

단, n은 양의 정수이고 모든 $k\in K$에 대하여 $a_k\in R$이다. 여기서, R은 실수 전체의 집합을 나타낸다.

(라) 제시문 (다)와 같이 측정 자료를 순서쌍의 집합으로 나타낼 때 각 원소를 좌표평면 위의 점으로 표현할 수 있다. 이 때, 실수 전체의 집합에서 다음과 같이 정의된 함수

$$h_k(x)=\begin{cases} 0 & (x<k-1 \text{ 또는 } x\geq k+1) \\ -|x-k|+1 & (k-1\leq x<k+1) \end{cases}$$



(단 , $k=\cdots -2,-1,0,1,2\cdots$)

를 이용하면, 이웃한 두 점을 선분으로 잇는 연속함수를 체계적으로 구성할 수 있다. 예를 들어, 자료 $\{(1,1), (2,3), (3,-7), (4,11)\}$의 이웃한 원소를 선분으로 이어 구성한 함수 $h(x)$를 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$h(x)=h_1(x)+3h_2(x)-7h_3(x)+11h_4(x)$$

이 방법은 함수 $h_k(x)$에 대한 다음의 성질을 활용하고 있다.

(라-1) 두 일차함수의 합은 일차함수이거나 상수함수이다.

(라-2) 연속함수의 합은 연속이다.

(라-3) 정수 m, k에 대하여, $h_k(m)=\begin{cases} 0 & (m\neq k) \\ 1 & (m=k) \end{cases}$

[논제 1] 양의 정수 n에 대하여, $S_n = \int_0^{n+1} \left\{ \sum_{k=1}^{n} \left(3^{-k} h_k(x)\right) \right\} dx$일 때, $S = \lim_{n\to\infty} S_n$을 구하시오. (10점)

[논제 2] 실수 전체의 집합에서 정의된 함수

$$g_k(x) = \begin{cases} 0 & (x < k-1 \text{ 또는 } x \geq k+1) \\ -(x-k)^2 + 1 & (k-1 \leq x < k+1) \end{cases}$$

(단, $k = \cdots -2, -1, 0, 1, 2 \cdots$)

와 제시문 (라)에서 정의된 함수 $h_k(x)$를 사용하여 두 함수 $h(x)$와 $g(x)$를 실수 전체의 집합에서 다음과 같이 정의하자.

$$h(x) = h_1(x) + 3h_2(x) - 7h_3(x) + 11h_4(x)$$
$$g(x) = g_1(x) + 3g_2(x) - 7g_3(x) + 11g_4(x)$$

이 때, 닫힌 구간 $[1, 4]$에서 함수 $h(x)$의 그래프의 개형을 그리시오. 그리고, $x = 1, 2, 3, 4$에서 $h(x)$와 $g(x)$의 함숫값 및 열린 구간 $(1, 4)$에서 극솟값과 극댓값을 구하여 다음 표를 완성하시오. (답안지에 표를 작성하시오.) (20점)

	함숫값				극솟값	극댓값
	$x=1$	$x=2$	$x=3$	$x=4$		
함수 $h(x)$						
함수 $g(x)$						

[문제 3] 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오. (30점)

<제시문>

(가) 산업혁명 이후 과도한 화석 연료의 사용으로 인하여 이산화탄소 배출량이 증가함에 따라 지구의 온도는 점차 올라가고 있다. 이러한 지구 온난화 현상은 해수 온도를 상승시키는 결과를 초래하여 생태계 교란의 원인이 되기도 한다. 또한 온실효과에 의한 대기 온도 상승과 더불어 화석 연료를 이용하는 전기에너지 사용량의 증가는 대도시 지역을 중심으로 열섬 현상을 발생시키기도 한다. 실제로 지난 140여 년 동안 지구의 평균 기온은 0.7℃ 이상 상승하였으며, 특히 한반도는 1909년부터 2003년까지 평균 기온이 1.7℃ 상승하였다. 바닷물이나 공기 중의 열을 이용하여 에너지를 만들 수 있는 열기관을 만든다면 이러한 지구 온난화의 문제도 어느 정도 해결이 가능할 것이다. 예를 들어, 배의 앞쪽에서 바닷물을 빨아들여 열을 빼앗아 뜨거운 증기를 만들어 이를 에너지로 사용하고 차가운 물은 뒤로 흘려버리는 배를 만든다면 이는 에너지 보존 법칙에 위배되지 않고 바닷물의 열을 이용하여 움직이는 열기관이 될 수 있을 것이다.

(나) 우리는 주변에서 매우 다양한 곳으로부터 에너지를 얻는다고 생각하지만, 우리에게 에너지를 제공하는 근원을 거슬러 올라가면 가장 마지막에는 태양이 있다. 태양 에너지라고 하면 태양열이나 태양광을 통해 직접 얻는 에너지만을 생각하기가 쉽다. 그러나 이 외에도 태양 에너지는 다양한 형태로 이용이 가능하다. 태양열에 의해 데워진 지표면과 공기는 바람을 일으키고, 태양열에 의해 증발된 수증기는 구름을 만들고 비가 되어 강을 따라 흐르는데, 우리는 그러한 바람과 강물을 에너지원으로 사용하고 있다. 이러한 에너지들은 우리가 사용해도 바로 다시 생산되므로 쓰기에 부족함이 없어 보인다. 이것이 우리가 흔히 이야기하는 재생 가능한 에너지이다.

(다) 선진국의 화석 연료 에너지의 비효율적인 사용은 에너지 고갈에 대한 불안과 기후 변화를 초래하고 있다. 유엔에 따르면 세계 인구 중 약 14억 명이 전기를 공급받지 못하고 있으며, 약 30억 인구는 조리, 난방을 위해 전통적인 바이오매스 연료에 의존하고 있고, 10억 명 이상은 불안정한 전력을 공급받고 있는 실정이다. 이에 유엔은 2030년까지 현대적인 에너지의 보편적 이용을 달성하고 에너지 효율성과 재생 가능한 에너지의 활용을 두 배로 늘리기 위하여, 2012년을 '모두를 위한 지속 가능한 에너지의 해'로 지정하였고, 유엔환경계획, 유엔발전계획 등의 다양한 사업을 준비하고 있다.

[논제 1] 제시문 (가)의 밑줄 친 부분의 예를 과학적 원리를 이용하여 비판하시오. (600자 내외) (15점)

[논제 2] 제시문 (다)에서처럼 재생 가능한 에너지를 개발해야 하는 당위성을 설명하고, 제시문 (나)를 바탕으로 재생 가능한 에너지를 한 가지 선택하여 본인이 선택한 재생 가능한 에너지의 원리 및 발생 방법과 그 재생 가능한 에너지가 환경에 미칠 수 있는 순기능과 역기능을 서술하시오. (600자 내외) (15점)

문제 1

□ 출제의도

[논제 1] 함수의 합성변환을 행렬의 합성변환에 적용할 수 있는지 평가

[논제 2] 수열의 극한 개념을 행렬의 극한 개념에 적용할 수 있는지와 이를 이용하여 도형의 변환개념을 행렬의 곱으로 표현할 수 있는지 평가

□ 자료출처

○ 이강섭 외(2009), 수학 I, 지학사, 12-39쪽
○ 황선욱 외(2009), 수학 I, 좋은책 신사고, 10-36쪽
○ 우정호 외(2009), 수학 I, 두산동아, 10-43쪽
○ 이강섭 외(2009), 기하와 벡터, 지학사, 12-37쪽
○ 황선욱 외(2009), 기하와 벡터, 좋은책 신사고, 11-33쪽
○ 우정호 외(2009), 기하와 벡터, 두산동아, 12-41쪽

[논제 1 평가기준]

- $g^{2013}(X)=A^{2013}X+(A^{2012}+A^{2011}+\cdots+A+E)B$를 제시 : 5점
- $A^{2013}=E$를 제시 : 3점
- $A^{2012}+A^{2011}+\cdots+A+E=O$를 제시 : 2점
- $g^{2013}=(E, O)$를 제시 : 5점

□ 예시 답안

[논제 1]

$g(X)=AX+B,$

$g^2(X)=A(AX+B)+B=A^2X+AB+B=A^2X+(A+E)B,$

$g^3(X)=A(A^2X+(A+E)B)+B=A^3X+(A^2+A+E)B,$

$\cdots$

와 같이 규칙을 파악하면

$$g^{2013}(X)=A^{2013}X+(A^{2012}+A^{2011}+\cdots+A+E)B$$

이다.

$$A^2=\begin{pmatrix}-2 & -1\\ 3 & 1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}-2 & -1\\ 3 & 1\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}1 & 1\\ -3 & -2\end{pmatrix},\quad A^3=A^2A=\begin{pmatrix}1 & 1\\ -3 & -2\end{pmatrix}\begin{pmatrix}-2 & -1\\ 3 & 1\end{pmatrix}=E$$

$A^3=E$이므로 $A^{2013}=(A^3)^{671}=E$이고 $A^2+A+E=\begin{pmatrix}1 & 1\\ -3 & -2\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}-2 & -1\\ 3 & 1\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{pmatrix}=O$이다.

따라서

$$g^{2013}(X) = A^{2013}X + (A^{2012} + A^{2011} + \cdots + A + E)B$$
$$= EX + 671(A^2 + A + E)B$$

이다. 즉,

$$\underline{g^{2013} = (E, O)} \text{ 또는 } \underline{g^{2013} = \left(\begin{pmatrix}1&0\\0&1\end{pmatrix}, \begin{pmatrix}0&0\\0&0\end{pmatrix}\right)}$$

이다.

[논제 2 평가기준]

- $g^n = (S^{-1}C^nS,\ S^{-1}(C^{n-1} + C^{n-2} + \cdots + C + E)SB)$를 제시 : 5점
- $\lim_{n\to\infty} S^{-1}C^nS = O$를 제시 : 5점
- $\lim_{n\to\infty} S^{-1}\begin{pmatrix}\sum_{k=0}^{n-1}\left(\frac{1}{2}\right)^k & 0\\ 0 & \sum_{k=0}^{n-1}\left(\frac{1}{3}\right)^k\end{pmatrix}SB$를 제시 : 5점
- $\lim_{n\to\infty} g^n = (O, \begin{pmatrix}\frac{43}{2}\\ -9\end{pmatrix})$를 제시 : 5점
- 중심이 $(1, 1)$이고, 반지름이 1인 원은 점 $\left(\frac{43}{2}, -9\right)$로 수렴한다를 제시 : 5점

□ **예시 답안**

[논제 2]

$g = (S^{-1}CS, B) = (A, B)$라 하면, 임의의 자연수 n에 대하여

$$g^n = (A^n,\ (A^{n-1} + A^{n-2} + \cdots + A + E)B)$$

이다.

$$A^n = (S^{-1}CS)(S^{-1}CS)\cdots(S^{-1}CS) = (S^{-1}C)(SS^{-1})C(SS^{-1})\cdots(SS^{-1})(CS)$$

즉,

$$A^n = S^{-1}C^nS$$

이다. 따라서

$$g^n = (S^{-1}C^nS,\ S^{-1}(C^{n-1} + C^{n-2} + \cdots + C + E)SB)$$

이다.

$$\lim_{n\to\infty} C^n = \lim_{n\to\infty}\begin{pmatrix}\left(\frac{1}{2}\right)^n & 0\\ 0 & \left(\frac{1}{3}\right)^n\end{pmatrix} = O$$

이므로

$$\lim_{n\to\infty} A^n = \lim_{n\to\infty} S^{-1}C^nS = O$$

이다.

한편,

$$\lim_{n\to\infty} S^{-1}(C^{n-1}+C^{n-2}+\cdots+C+E)SB = \lim_{n\to\infty} S^{-1}\begin{pmatrix} \sum_{k=0}^{n-1}\left(\frac{1}{2}\right)^k & 0 \\ 0 & \sum_{k=0}^{n-1}\left(\frac{1}{3}\right)^k \end{pmatrix} SB$$

이므로

$$\lim_{n\to\infty} S^{-1}\begin{pmatrix} \sum_{k=0}^{n-1}\left(\frac{1}{2}\right)^k & 0 \\ 0 & \sum_{k=0}^{n-1}\left(\frac{1}{3}\right)^k \end{pmatrix} SB = S^{-1}\begin{pmatrix} \frac{1}{1-\frac{1}{2}} & 0 \\ 0 & \frac{1}{1-\frac{1}{3}} \end{pmatrix} SB = S^{-1}\begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & \frac{3}{2} \end{pmatrix} SB$$

$$= \begin{pmatrix} 5 & -3 \\ -3 & 2 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & \frac{3}{2} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 5 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{43}{2} \\ -9 \end{pmatrix}$$

이다.

결국,

$$\lim_{n\to\infty} g^n = (O, \begin{pmatrix} \frac{43}{2} \\ -9 \end{pmatrix})$$

이 되어, 중심이 $(1, 1)$이고, 반지름이 1인 원은 점 $\left(\frac{43}{2}, -9\right)$로 수렴한다.

문제 2

□ 출제의도

[논제 1] 무한급수의 합을 구하고 정적분의 성질을 이용하여 정적분을 구할 수 있는지 평가

[논제 2] 이차함수의 최고차항 계수의 부호로 함수의 그래프 개형을 파악할 수 있는지 평가, 절댓값 기호를 포함한 함수의 그래프를 이해하고 그래프의 개형을 그릴 수 있는지 평가, 함수의 극값을 구할 수 있는지 평가

□ 자료출처

○ 황우형 외(2008), 수학, 미래엔, 255쪽
○ 정상권 외(2009), 수학 I, 금성출판사, 176쪽
○ 황선욱 외(2009), 미적분과 통계기본, 좋은책 신사고, 105-106쪽
○ 황석근 외(2009), 미적분과 통계기본, 교학사, 60-61쪽

[논제 1 평가기준]

- $\int_0^{n+1} h_k(x)dx = 1$을 제시 : 5점
- $S_n = \sum_{k=1}^{n} \left(\frac{1}{3}\right)^k$을 제시 : 3점
- $S = \frac{1}{2}$을 제시 : 2점

□ 예시 답안

[논제 1]

$k = 1, 2, \cdots, n$에 대하여,

$$\int_0^{n+1} h_k(x)dx = \int_{k-1}^{k+1} \{-|x-k|+1\}dx = \int_{-1}^{1} \{-|x|+1\}dx = 2\int_0^1 \{-x+1\}dx = 1$$

또는, 정적분의 정의에 의해 함수 $h_k(x)$의 그래프 개형으로부터, $\int_0^{n+1} h_k(x)dx = 1$이다.

$$S_n = \int_0^{n+1} \left\{\sum_{k=1}^{n} \left(3^{-k} h_k(x)\right)\right\} dx = \sum_{k=1}^{n} \left(3^{-k} \int_0^{n+1} h_k(x)dx\right) = \sum_{k=1}^{n} \left(\frac{1}{3}\right)^k$$

$$S = \lim_{n\to\infty} S_n = \frac{\frac{1}{3}}{\left(1-\frac{1}{3}\right)} = \frac{1}{2}$$

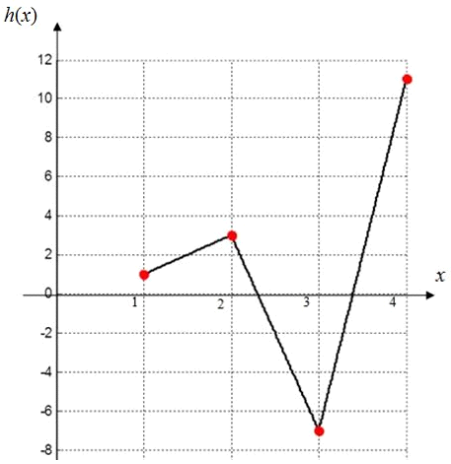
따라서

$$S=\frac{1}{2}$$

이다.

[논제 2 평가기준]

- 그래프의 개형을 제시 : 5점



- 함수 $h(x)$의 함숫값, 극솟값, 극댓값을 모두 제시 : 5점

	함숫값				극솟값	극댓값
	$x=1$	$x=2$	$x=3$	$x=4$		
함수 $h(x)$	1	3	-7	11	-7	3
함수 $g(x)$						

- 함수 $g(x)$의 함숫값을 모두 제시 : 5점

	함숫값				극솟값	극댓값
	$x=1$	$x=2$	$x=3$	$x=4$		
함수 $h(x)$						
함수 $g(x)$	1	3	-7	11		

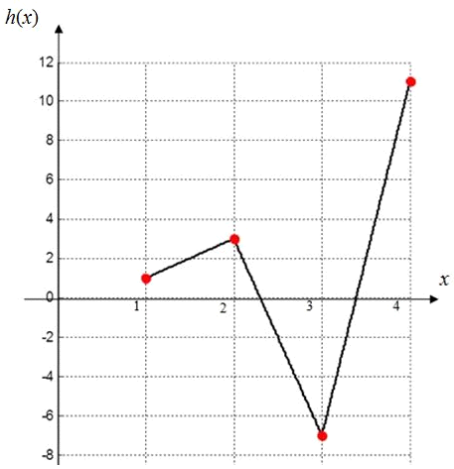
- 함수 $g(x)$의 극솟값과 극댓값을 모두 제시 : 5점

	함숫값				극솟값	극댓값
	$x=1$	$x=2$	$x=3$	$x=4$		
함수 $h(x)$						
함수 $g(x)$					-7	$\frac{13}{4}$

□ 예시 답안

[논제 2]

제시문 (라-3)의 성질을 $g_k(x)$도 만족하므로, $g(x)$와 $h(x)$ 모두 점 $(1,1),(2,3),(3,-7),(4,11)$을 지난다. 제시문 (라)에서 제시된 방법을 따라 위의 4개의 점을 선분으로 이어 $h(x)$의 그래프를 쉽게 그릴 수 있다.



그래프로부터 $x=2$에서 함수 $h(x)$가 극댓값을, $x=3$에서 극솟값을 가짐을 알 수 있다.

함수 $g(x)$의 그래프를 그리기 위해 각 구간 $(k,k+1)$ $(k=1,2,3)$에서 함수가 위로 볼록한지, 아래로 볼록한지, 극대나 극소가 존재하는지를 점검하여야 한다. 편의를 위해 $b_1=1$, $b_2=3$, $b_3=-7$, $b_4=11$이라 하면

$$g(x)=g_1(x)+3g_2(x)-7g_3(x)+11g_4(x)=\sum_{k=1}^{4}b_k g_k(x)$$

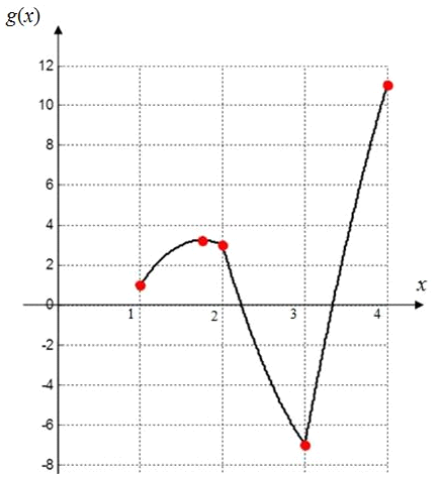
이다. 구간 $(k,k+1)$에서 최고차항의 계수인 $-(b_k+b_{k+1})$의 부호로 해당 구간의 그래프 개형(위로 볼록 여부)을 점검할 수 있다. 제시문 (가)의 (c)에 의하면,

$$0<\frac{b_{k+1}}{b_k+b_{k+1}}<1$$

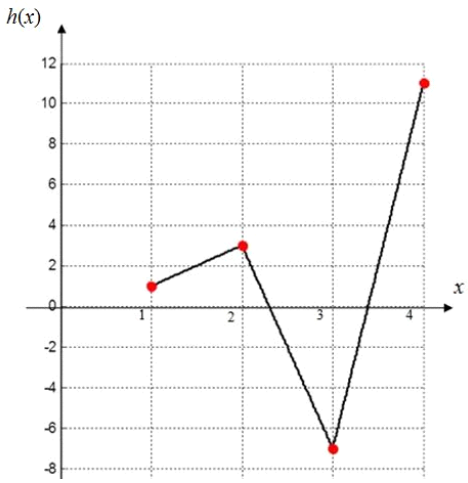
일 때, 구간 $(k,k+1)$에서 극대나 극소가 존재함을 알 수 있다.

k	구간 $(k,\ k+1)$	$(b_k,\ b_{k+1})$	b_k+b_{k+1}	볼록	$\frac{b_{k+1}}{b_k+b_{k+1}}$	극대 극소	극대, 극솟값 $(b_k+b_{k+1})-\frac{b_kb_{k+1}}{b_k+b_{k+1}}$
1	$(1,\ 2)$	$(1,\ 3)$	$4>0$	위로	$0<\frac{3}{4}<1$	극대	$\frac{13}{4}$
2	$(2,\ 3)$	$(3,\ -7)$	$-4<0$	아래로	$\frac{7}{4}>1$	없음	없음
3	$(3,\ 4)$	$(-7,\ 11)$	$4>0$	위로	$\frac{11}{4}>1$	없음	없음

이를 그래프로 그리면 다음과 같다.



그래프로부터 정수 값 $x=3$에서 함수 $g(x)$가 극소임을 알 수 있다.
이를 정리하면 다음과 같다.



	함숫값				극솟값	극댓값
	$x=1$	$x=2$	$x=3$	$x=4$		
함수 $h(x)$	1	3	-7	11	-7	3
함수 $g(x)$	1	3	-7	11	-7	$\frac{13}{4}$

문제 3

□ 출제 의도

[논제 1]
에너지 전환과 보존, 특히 에너지 전환 효율 및 에너지 이동과 관련된 열역학 제2법칙을 이해하고 있는지 평가하고, 과학적 원리를 기반으로 주어진 논제의 오류를 논리적, 분석적으로 설명할 수 있는지 평가

[논제 2]
에너지 자원의 고갈에 따른 문제점을 설명하고 있는지 평가, 태양, 풍력, 수력, 조력, 지열, 바이오 등의 재생 에너지 자원의 원리 및 발생 방법을 알고 예를 들어 설명할 수 있는지 평가, 에너지 개발이 환경에 미치는 영향에 대해 이해하고 있는지 평가

□ 자료 출처

○ 안태인 외(2009), 과학, 금성출판사, 342-345쪽
○ 정완호 외(2009), 과학, 교학사, 358-361쪽
○ 조현수 외(2009), 과학, 천재교육, 315쪽, 341-345쪽, 368-369쪽
○ 곽영직 외(2009), 과학, 더텍스트, 402-404쪽, 408쪽
○ 유네스코한국위원회 UNESCO 소개, 세계기념일·기념해 2012

[논제 1 평가기준]
열역학 제2법칙의 내용을 이해하고 서술한 후 주어진 예가 이에 위배됨을 기술해야 하며 다음의 기준으로 점수 부여

- 열역학 제2법칙을 ① 에너지가 흐르는 방향의 비가역성, ② 비가역현상, ③ 무질서도가 증가하는 방향으로의 에너지 이동, ④ 열효율 100%인 열기관의 불가능, ⑤ 단일 열원으로 동작하면서 외부에 일을 하는 열기관의 불가능 등의 개념 중 한 가지를 이용하여 기술 : 8점
- 제시문의 예가 본인이 설명한 열역학 제2법칙에 모순됨을 논리적으로 기술(예를 들어 열역학 제2법칙을 비가역현상으로 기술했다면, 제시문의 예는 자발적 비가역현상의 역방향이므로 불가능하다고 기술) : 7점

□ 예시 답안

[논제 1]
어느 현상에 관여된 모든 물질이 외부로부터의 작용 없이는 처음 상태와 동일한 상태로 돌아가지 않을 때 이 현상을 비가역과정이라고 한다. 비가역 현상은 규칙적이고 체계화된 정도가 감소하는 방향 즉, 무질서도(엔트로피)가 증가하는 방향으로만 일어나며 그 역과정은 일어나지 않는다. 대부분의 자연현상은 비가역적으로 한쪽으로만 진행할 뿐이고 그 역으로는 진행하지 않는다. 이와 같은 자연 현상의 비가역성을 일반화한 것이 열역학 제2법칙이다. 열역학 제2법칙에 의하면 어떤 열기관이라도 흡수한 열을 모두 역학적인 일로 바꿀 수는 없다.
열이 고온의 물체에서 저온의 물체로 이동하는 과정은 자발적이며 비가역적이므로 그 역과정은 자발적으로 일어나지 않는다. 무질서도 관점에서 보면 열이 고온의 물체에서 저온의 물체로 이동하는 것은

열에너지가 고루 분포하므로 무질서한 상태이다. 따라서 그 역과정은 무질서도가 감소하는 방향으로서 자발적으로는 일어나지 않는다. 제시문의 열기관이 가능하려면 열이 온도가 낮은 바닷물에서 뜨거운 증기로 이동해야 하는데 이는 외부로부터 에너지의 공급 없이는 불가능한 일이다. 따라서 이러한 열기관을 이용하는 배는 열역학 제2법칙에 모순되어 제작할 수 없다.

[논제 2 평가기준]

재생 가능한 에너지 개발의 당위성, 본인이 선택한 재생 가능한 에너지의 원리 및 발생 방법, 이러한 에너지가 환경에 미치는 순기능 및 역기능 등을 기술해야 하며 다음의 기준으로 점수 부여

- 화석 연료를 포함하는 에너지 자원의 고갈 및 환경오염의 문제점 등에 대해 기술 : 5점
  (에너지 자원의 고갈이나 환경오염에 대한 언급 없이 인류의 보편적이면서 균등한 에너지 사용에 관해서만 언급 : 2점)
- 태양, 풍력, 조력, 수력, 지열, 바이오 등의 재생 에너지 자원을 한 가지 선택하여 그 원리와 발생 방법을 기술 : 5점
- 재생 가능 에너지 개발이 환경에 미치는 긍정적 영향을 기술 : 2점
- 재생 가능 에너지 개발이 환경에 미치는 부정적 영향을 기술 : 3점

□ 예시 답안

[논제 2]

석탄, 석유 및 천연가스 등의 화석 연료는 지구에서 오래전 서식했던 생명체가 분해되어 생성된 에너지 자원으로서, 매장량의 한계가 있기 때문에 고갈될 수도 있고, 화석 연료의 과다한 사용은 공기와 물의 오염, 지구의 온난화 및 기후 변화 등의 환경오염을 유발하는 원인이 되기도 한다. 이러한 화석 연료의 한계를 극복하기 위해서 재생 에너지의 개발은 절실하며, 대표적인 재생 에너지로 수력 에너지가 가능하다. 수력 에너지는 물이 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐를 때 발생하는 에너지로, 이 에너지를 이용하여 터빈을 돌려 전기를 생산한다. 수력 발전에는 흐르는 강물로 터빈을 돌려 전기를 생산하는 방법과, 강을 막아 댐을 건설하고 강의 바닥 쪽에 수로를 내어 아래쪽에 위치한 물이 보다 많은 압력을 받아 커다란 운동 에너지로 발전기의 날개를 효율적으로 돌려 전기를 생산하는 방법이 있다. 수력 발전은 한번 건설해 놓으면 연료 걱정 없이 전기를 계속 생산할 수 있으며, 발전 비용이 적게 들고 공해도 없다. 그러나 댐 건설로 인하여 물의 흐름을 막음으로써 물고기의 이동을 막게 되고, 동식물과 사람의 생활 터전이 물에 잠기는 등의 문제에 의한 생태계 파괴를 발생시킬 수 있다.

※ 수력 에너지 외 가능한 재생 에너지 (가능한 예시 답안)

① 풍력 에너지

석탄, 석유 및 천연가스 등의 화석 연료는 지구에서 오래전 서식했던 생명체가 분해되어 생성된 에너지 자원으로서, 매장량의 한계가 있기 때문에 고갈될 수도 있고, 화석 연료의 과다한 사용은 공기와 물의 오염, 지구의 온난화 및 기후 변화 등의 환경오염을 유발하는 원인이 되기도 한다. 이러한 화석 연료의 한계를 극복하기 위해서 재생 에너지의 개발은 절실하며, 대표적인 재생 에너지로 풍력 에너지가 가능하다. 풍력 에너지는 바람이 가진 에너지로, 바람이 날개를 돌리면 날개에서 발생한 운동 에너지가 발전기를 돌려 전기를 생산하게 된다. 풍력 에너지를 사용하는 과정에서 어떤 오염 물질도 생성되지 않으므로 대기와 수질에 전혀 영향을 주지 않으며, 발전 설비 면적을 적게 차지해 국토를 효율적으로 이용할 수 있다. 다른 재생 에너지에 비해 설치 기간이 짧고 전력 생산 단가가 저렴하여 경제성이 매우 높다. 하지만 풍력 에너지를 발생하기 위한 풍력 발전 터빈은 소음과 진동을 발생시키며 새들의 안전을 위협하는 문제가 있다. 또한 설치하기에 적합한 장소가 제한적이며 바람이 지속적으로

불지 않거나 바람의 세기나 방향이 항상 변하므로 정확한 예측이 어려우며, 이에 따라 발전량 차이가 많이 발생하는 단점이 있다.

② 태양 에너지

석탄, 석유 및 천연가스 등의 화석 연료는 지구에서 오래전 서식했던 생명체가 분해되어 생성된 에너지 자원으로서, 매장량의 한계가 있기 때문에 고갈될 수도 있고, 화석 연료의 과다한 사용은 공기와 물의 오염, 지구의 온난화 및 기후 변화 등의 환경오염을 유발하는 원인이 되기도 한다. 이러한 화석 연료의 한계를 극복하기 위해서 재생 에너지의 개발은 절실하며, 대표적인 재생 에너지로 태양 에너지가 가능하다. 태양 에너지를 이용하는 방법은 태양 전지를 통해 태양의 빛 에너지를 전기 에너지로 전환하는 태양광 발전과, 집열 장치를 통해 태양의 열 에너지를 전기 에너지로 전환하는 태양열 발전이 있다. 태양 에너지의 이용 방법은 화석 연료를 연소하지 않아 공기와 물을 오염시키는 물질을 발생시키지 않으며, 무한히 공급되는 태양 에너지는 한번 설치하면 지속적으로 사용이 가능하므로 연료 구입 비용, 오염 물질 회수 비용 등 유지 비용이 들지 않는다. 하지만 고가의 초기 설치 비용이 요구되고 날씨나 계절 등의 영향을 받아 지속성을 유지하는데 어려움이 있으며, 태양전지를 위해 사용되는 반도체 소자 설비 제조 및 사용 후 폐기와 관련한 환경 오염은 단점으로 작용된다.

③ 조력 에너지

석탄, 석유 및 천연가스 등의 화석 연료는 지구에서 오래전 서식했던 생명체가 분해되어 생성된 에너지 자원으로서, 매장량의 한계가 있기 때문에 고갈될 수도 있고, 화석 연료의 과다한 사용은 공기와 물의 오염, 지구의 온난화 및 기후 변화 등의 환경오염을 유발하는 원인이 되기도 한다. 이러한 화석 연료의 한계를 극복하기 위해서 재생 에너지의 개발은 절실하며, 대표적인 재생 에너지로 조력 에너지가 가능하다. 조력 에너지는 바다의 밀물과 썰물의 높이 차이로 발생하는 에너지로, 강의 하구나 만에 보를 설치하고 밀물이 밀려왔을 때 수문을 통하여 물을 가두었다가 썰물 때 물이 방출되어 물이 빠지는 힘을 이용해 발전기를 돌리는 방식이다. 조력 발전은 조수 작용이 매일 두 번씩 일어나므로 풍력이나 태양광 발전에 비해 지속적으로 에너지를 생산할 수 있으며, 고갈될 염려가 없고 공해가 발생하지 않는다는 장점이 있다. 그러나 조차가 균일하지 않아 발전량의 편차가 크며 조류가 멈추는 시간에는 발전할 수 없다는 단점이 있다. 또한 환경적으로 제방 안쪽에 바닷물을 가두므로 갯벌이 사라지고, 염분의 농도 변화, 먹이 사슬의 변화 등 조력 발전소가 위치한 지역의 해양 생태계에 혼란을 줄 수 있다.

④ 지열 에너지

석탄, 석유 및 천연가스 등의 화석 연료는 지구에서 오래전 서식했던 생명체가 분해되어 생성된 에너지 자원으로서, 매장량의 한계가 있기 때문에 고갈될 수도 있고, 화석 연료의 과다한 사용은 공기와 물의 오염, 지구의 온난화 및 기후 변화 등의 환경오염을 유발하는 원인이 되기도 한다. 이러한 화석 연료의 한계를 극복하기 위해서 재생 에너지의 개발은 절실하며, 대표적인 재생 에너지로 지열 에너지가 가능하다. 지구가 만들어질 때 저장된 에너지와 방사성 원소가 붕괴하면서 나오는 지구 내부로부터의 열 에너지를 지열 에너지라 한다. 지열을 직접 이용하는 방법에는 지하의 따뜻한 물을 퍼 올려 직접 이용하는 방법과 펌프를 이용하여 물을 지하로 순환시켜 실내 온도를 일정하게 유지하는 방법이 있다. 지열 발전은 지하에서 올라오는 1% 미만의 이산화탄소 외에 다른 물질을 생성하지 않으며, 땅속에서 에너지가 계속 전달되므로 24시간 내내 전기를 생산할 수 있고 날씨의 영향을 받지 않는다. 또한 지열 발전의 규모는 자유로우며 필요하면 쉽게 증설이 가능하다. 그러나 지열 에너지는 간헐천이 존재하는 화산대가 있는 지역에서 얻기 쉬운 지역적 한계가 있으며, 지열 에너지 개발은 소규모 지진이나 지반 침하로 이어질 수 있다.

⑤ 바이오 에너지

석탄, 석유 및 천연가스 등의 화석 연료는 지구에서 오래전 서식했던 생명체가 분해되어 생성된 에너지 자원으로서, 매장량의 한계가 있기 때문에 고갈될 수도 있고, 화석 연료의 과다한 사용은 공기와 물의 오염, 지구의 온난화 및 기후 변화 등의 환경오염을 유발하는 원인이 되기도 한다. 이러한 화석 연료의 한계를 극복하기 위해서 재생 에너지의 개발은 절실하며, 대표적인 재생 에너지로 바이오 에너지가 가능하다. 바이오 에너지란 바이오매스를 이용해서 얻을 수 있는 에너지로, 동식물에 존재하는 유기물을 바이오매스라 하는데 곡물, 가축 분뇨, 동식물 사체, 음식물 쓰레기, 퇴비 등이 모두 에너지 생산에 이용될 수 있다. 바이오 에너지는 화학 에너지 형태로 이용 가능하기 때문에 기존의 시설을 교체하지 않아도 되며 재생성이 있어 자원의 고갈 문제가 없고 황산화물을 배출하지 않으므로 대기 오염을 줄일 수 있다. 그러나 자원이 여기저기 흩어져 있어서 수집이나 수송이 불편하고, 자원의 종류가 다양하여 이용 기술도 다양하게 개발해야 하는 어려움이 있다. 또한 바이오매스 공급을 위한 작물을 대규모로 경작할 경우에는 토양의 침식이나 비료나 농약의 투입, 생물의 다양성 측면에서 부정적인 영향을 줄 수 있다. 끝.

◈ 문항별 채점 요소에 따른 배점 표

문 항		채점 요소	배 점	총점(100점)
[문제 1](40점)	1)번 문제	단계별 제시능력 반영	15점	40점
	2)번 문제		25점	
[문제 2](30점)	1)번 문제		10점	30점
	2)번 문제		20점	
[문제 3](30점)	1)번 문제	열역학 법칙 이해 및 기술능력	15점	40점
	2번 문제	출제취지에 합당한 기술능력 (재생 가능 에너지 개발의 당위성, 재생 가능한 에너지의 원리 및 발생 방법, 환경에 미치는 순기능 및 역기능 등 기술)	15점	