

<출제원칙>

[수학 문항]

1. 출제 방향

- 1) 교과서에 기초하여 고등학교 과정 내의 문제를 출제한다.
- 2) 지문에 대한 정확한 독해력, 내용의 분석 능력, 제시된 지식을 이용하여 문제를 해결하는 능력 등을 측정하는 문제를 출제한다.
- 3) 대학 진학 후 교과목을 수강할 수 있을 정도의 기초적인 이해력, 분석력, 사고력, 응용력, 논리력을 갖추고 있는지 평가하는 문제를 출제한다.

2. 출제 유형

- 1) 지문 제시형으로 출제한다.
- 2) 제시문은 고교 교과서(“수학I”, “수학 II”, “적분과 통계”, “기하와 벡터”)를 참조하여 구성한다.
- 3) 만점은 200점이며 2개의 문항으로 구성하되, 난이도에 따라 각각 2개의 논제로 구성한다.
- 4) 60분 이내에 작성하도록 한다.

[과학(물리/화학/생명과학) 문항]

1. 출제 방향

- 1) 고교 교과서에 기반한 고교 과정 내의 문제를 출제한다.
- 2) 제시문에 대한 독해력과 분석력, 제시문을 바탕으로 논제를 해결하는 사고력과 생각하는 바를 논리적으로 전개하는 논술능력을 측정하는 문제를 출제한다.
- 3) 각각 물리 II / 화학 II / 생명과학 II 까지의 고교 교육 과정에 대해 이해하고 있으면 충분히 해결할 수 있는 문제를 출제한다.

2. 출제 유형

- 1) 지문 제시형으로 출제한다.
- 2) 제시문은 고교 교과서를 참조하여 구성한다.
- 3) 만점은 100점이며 1개의 문항으로 구성하되, 난이도에 따라 각각 2~3개의 논제로 구성

- 한다.
- 4) 30분 이내에 작성하도록 한다.

[보건의료 문항]

1. 출제 방향

- 1) 비판적 사고력, 통합적 이해력, 창의력 등을 평가할 수 있는 문제를 출제한다.
- 2) 보건의료와 관련된 사안을 과학적 관점 뿐 아니라 인문사회적인 관점을 통해 폭넓게 사고할 수 있는 능력을 평가할 수 있도록 출제한다.
- 3) 보편적 가치들(생명의 존엄성, 인류의 행복, 세계 평화 등의 공동체 가치)을 성찰할 수 있는 문제를 출제한다.

2. 출제 유형

- 1) 지문 제시형으로 출제한다.
- 2) 배점은 200점이며 1개의 논제를 출제한다.
- 3) 답안은 여백포함 700~800자 분량으로 원고지에 작성한다.
- 4) 60-70분 이내에 해결할 수 있도록 출제한다.
- 5) 객관적인 채점 기준이 마련될 수 있는 문제를 출제한다.

3. 주제와 지문

- 1) 고등학생이 의학적인 지식 없이도 이해할 수 있는 보건의료 관련 현안을 주제로 삼는다.
- 2) 제시문 중 최소 1개는 고등학교 교과서나 EBS 교재에서 발췌하고, 다른 제시문들은 언론 보도나 교양도서 내용을 고교생이 이해할 수 있는 수준으로 제시한다.
- 3) 지식수준 확인이 아닌 비판적 사고 능력과 자신의 생각과 입장을 정연하게 풀어나가는 능력 평가가 가능하도록 한다.
- 4) 시중 참고서나 기출문제와 중복되는 지문은 피한다.

<채점기준>

[수학 문항] (200점)

I. 기본 사항

가. 각 논제를 각각 가중치를 가지고 채점하되 총점으로 환산하여 총괄 평가. 수학논술에서는 배당된 점수 범위 내에서 등급이 아닌 점수로 표기하여 합산함.

나. 채점위원 2인이 1조가 되어 한 답안지를 1차와 2차로 나누어 채점하고, 1차 채점의 결과가 50점 이상의 차이가 날 경우 채점위원이 공동 합의로 2차 채점을 진행하고, 2차 채점에서 위원간의 조정이 이루어지지 않을 경우 3차 채점을 실시한다. 3차 채점은 출제위원을 포함한 새로운 채점위원 2인이 채점하되 1차 채점의 상위와 하위 점수 사이의 점수를 부여한다.

다. 논술 답안에 수험생의 신원을 알릴 만한 요소가 있을 때는 다음과 같이 처리한다.

- ① 이름이 본문 내용과 별도로 표기된 경우 : 내용, 형식 모두 0점으로 채점
- ② 이름이 본문 중에 자연스럽게 노출된 경우 : 형식 부분에서 30점 감점
- ③ 제목이 표기된 경우 : 형식 부분에서 30점 감점
- ④ 기타 의도적으로 수험생의 신원을 알리는 기호로 판단되는 요소가 있는 경우 : 사안의 경중에 따라 형식 부분에서 30점 이상 감점

II. 채점 기준 및 정답

1. 출제 유형 및 의도

가. 출제 유형

- 1) 경우의 수, 확률, 미분의 극대값 정리 및 로그의 성질을 통합적으로 활용하여 기댓값을 최대화 하는 전략을 유도해 낼 수 있는지 측정하고자 하였다.

나. 출제 의도

- 1) 그래프를 통해 쉽게 얻을 수 있는 답을 그래프를 이용하지 않고 논술하도록 유도함으로써 수험생들이 자신의 사고를 얼마나 논리적으로 설명할 수 있는지 평가하도록 하였고, 동시에 여러 가지 경우가 나타나는 상황에서 얼마나 차분하고 꼼꼼하게 분석하고 논술할 수 있는지를 측정하고자 하였다.

2) 궁극적으로 고등학교 수학 문제 제시를 통해 대학 진학 후 이과과목을 수강할 수 있을 정도의 기초적인 능력을 갖추고 있는지와 자신의 사고를 얼마나 체계적으로 설명할 수 있는지를 측정하고자 하였다.

2. 정답

[문항 1]

문제 1. (60점)

동전의 앞면이 나오는 경우(A 항아리에서 B 항아리로 공을 옮기는 경우)를 +, 뒷면이 나오는 경우(B 항아리에서 A 항아리로 공을 옮기는 경우)를 - 라고 하고, $N(k)$ 를 $n=k$ 가 되는 경우의 수, $P(k)$ 를 $n=k$ 일 확률이라고 하자.

$n=k > 0$ 가 되기 위해서는 첫 번째: +, 마지막에서 두 번째와 마지막 번째는 - 가 되고, -의 개수가 +의 개수보다 1개 많아야 한다. 따라서 $k=5$ 인 경우는 + + - - -, + - + - - 두 가지이고, $N(5)=2$ 이 된다.

1. $N(7), P(7)$ 구하기

(1) 두 번째가 - 라면 그 뒷부분에 의해 결정되는 경우의 수는 $N(5)$ 와 동일해 진다.

(2) 두 번째가 + 라면 + + a b c - - 의 형태가 되어야 하고, a, b, c 부분에는 + 가 1번, -가 2번 나와야 한다. 이런 경우는 모두 3가지이다.

따라서 $N(7) = N(5) + 3 = 5$ 가 되고, $P(7) = 5a^3(1-a)^4$ 가 된다.

2. $N(9), P(9)$ 구하기

(1) 두 번째가 - 라면 그 뒷부분에 의해 결정되는 경우의 수는 $N(7)$ 과 동일해 진다.

(2) 두 번째가 + 라면 + + a b c d e - - 의 형태가 되어야 하고, a b c d e 부분에는 +가 2번, -가 3번 나와야 한다. 또한 9번째 전에 B에 공이 하나도 없는 경우가 발생하면 안 되므로, 9번째 시점 전까지는 모든 시점에 대하여 그 시점까지의 - 총개수가 + 총개수 보다 클 수는 없다.

a b c d e 부분을 +를 기준으로 $\triangle + \bigcirc + \star$ 형태로 나타내면

\triangle 부분에 -가 0개인 경우는 \bigcirc 부분에 -가 각각 0, 1, 2, 3 개가 올 수 있고

\triangle 부분에 -가 1개인 경우는 \bigcirc 부분에 -가 각각 0, 1, 2 개가 올 수 있고

\triangle 부분에 -가 2개인 경우는 \bigcirc 부분에 -가 각각 0, 1 개가 올 수 있다.

모든 경우에서 \star 부분은 자동으로 결정되므로 총 경우의 수는 $4+3+2=9$ 가지가 된다. 따라서 $N(9) = N(7) + 9 = 14$ 가 되고 $P(9) = 14a^4(1-a)^5$ 가 된다.

제시문 (라)에 의하여 $n = 7$ 또는 $n = 9$ 일 확률은

$$P(7) + P(9) = f(a) = 5a^3(1-a)^4 + 14a^4(1-a)^5$$

가 된다. $f(a)$ 를 최대화 하는 a 를 구하기 위해 $f(a)$ 를 미분하여 정리하면

$$f'(a) = a^2(1-a)^3(126a^3 - 182a^2 + 21a + 15)$$

가 되고 원하는 방정식은 $126a^3 - 182a^2 + 21a + 15 = 0$ 이 된다.

문제 2. (40점)

$P(25)$ 를 최대화하는 a 를 구하면 되므로 $g(a) = P(25)$ 라고 하자.

$g(a) = N(25)a^{12}(1-a)^{13}$ 으로 나타내지고 $N(25)$ 는 양의 상수이므로 문제 2는 $h(a) = a^{12}(1-a)^{13}$ 을 최대화하는 a 를 구하는 것과 동일하다.

$h(a)$ 를 미분해서 정리하면

$$h'(a) = a^{11}(1-a)^{12}(25a - 12)$$

가 되고 $h(a)$ 는 $0 < a < 0.48$ 에서 증가함수, $0.48 < a < 1$ 에서 감소함수임을 알 수 있다. 따라서 $g(a)$ 는 $a = 0.48$ 에서 유일한 최대값을 갖는다.

제시문 (다)에 주어진 동전 중에서 $h(a)$ 를 최대화 하기 위해 선택가능한 a 값은 0.4와 0.5인데

$$\log_{10}\left(\frac{h(0.5)}{h(0.4)}\right) = \log_{10}\left(\frac{5^{25}}{4^{12}6^{13}}\right) \equiv \log_{10}\left(\frac{5^{25}}{4^{12}6^{13}}\right) = 25 - 61\log_{10}2 - 13\log_{10}3$$

이 되고 $\log_{10}2 \sim 0.3010, \log_{10}3 \sim 0.4771$ 이므로 $\log_{10}\left(\frac{h(0.5)}{h(0.4)}\right) > 0$,

즉 $h(0.5) > h(0.4)$ 임을 알 수 있다. 따라서 $a = 0.5$ 인 동전을 선택한다.

[문항 2]

문제 1. (30점)

$f \circ g$ 는 $x = 0$ 에서의 값이 0, $x = 1$ 에서의 값이 1인 단조증가하는 일대일 대응임을 보이면 된다.

$f(x)$ 와 $g(x)$ 는 V 의 원소이므로 $f(0) = g(0) = 0$ $f(1) = g(1) = 1$ 을 만족한다. 따라서 $(f \circ g)(0) = f(g(0)) = f(0) = 0$ 이고, $(f \circ g)(1) = f(g(1)) = f(1) = 1$ 임을 알 수 있다.

$0 \leq x_1 < x_2 \leq 1$ 임의의 두 실수 x_1, x_2 에 대하여 $y_1 = g(x_1)$ $y_2 = g(x_2)$ 라고 하자. $g(x)$ 는 단조증가함수이므로 제시문 (나)에 의해 $y_1 \leq y_2$ 가 성립한다. $f(x)$ 또한 단조증가함수이므로 제시문 (나)에 의해 $f(y_1) \leq f(y_2)$ 임을 알 수 있다. 따라서 $(f \circ g)(x_1) = f(y_1) \leq f(y_2) = (f \circ g)(x_2)$ 성립하므로 $f \circ g$ 는 단조증가함수이다. 한편, $f(x)$ 와

$g(x)$ 는 V 의 원소이므로 임의의 $0 \leq z \leq 1$ 인 실수 z 에 대하여 $z = f(y)$ 를 만족하는 실수 y , ($0 \leq y \leq 1$)가 유일하게 존재하며 그러한 실수 y 에 대하여 $y = g(x)$ 인 실수 x , ($0 \leq x \leq 1$)가 유일하게 존재한다. 따라서 $f \circ g$ 는 $[0,1]$ 에서 $[0,1]$ 로 가는 일대일 대응이 되며 $f \circ g \in V$ 이다.

만약 f_n 이 V 의 원소라면 위의 논증으로부터 $f_{n+1} = f \circ f_n$ 역시 V 의 원소이다. 그런데, $f_1 = f$ 가 V 의 원소이므로 수학적 귀납법에 의해 모든 자연수 n 에 대해 f_n 이 V 의 원소임은 증명된다.

문제 2. (70점)

$f(0) = 0, f(1) = 1$ 이고 $0 \leq x_1 < x_2 \leq 1$ 인 임의의 두 실수 x_1, x_2 에 대하여

$$(*) \quad f(x_2) - f(x_1) = (x_2 - x_1)(2x_2(1 - x_1) + 2x_1(1 - x_2) + x_2(1 - x_1) + x_1(1 - x_2)) > 0$$

가 되어 함수 $f(x)$ 는 최대값이 1 최소값이 0인 단조증가함수가 된다. 한편, 함수 f 가 연속함수이므로 중간값 정리를 적용할 수 있다. 즉, 임의의 실수 y , ($0 \leq y \leq 1$)에 대해서 $y = f(x)$ 인 실수 x , ($0 \leq x \leq 1$)가 존재하고 또한 식 (*)에 의해서 이러한 실수 x 가 유일하게 존재함을 알 수 있다. 따라서 함수 $f(x)$ 는 $[0,1]$ 에서 $[0,1]$ 로 가는 일대일 대응이 된다. 위의 성질들에 의해 함수 $f(x)$ 는 V 의 원소이다.

제시문 (바)에 의해 $0 \leq a \leq 1$ 인 임의의 a 에 대해 수열 $\{f_n(a)\}$ 는 극한값이 존재한다. 이 수열은 $f_{n+1}(a) = f(f_n(a))$ 가 성립하므로 제시문 (아)에 의해 그 극한값은 $x = f(x)$ 의 해가 되어야 한다. $f(x) - x = -2x^3 + 3x^2 - x = -x(2x - 1)(x + 1)$ 이므로 방정식 $f(x) = x$ 의 해는 $0, 1, \frac{1}{2}$

이고 수열 $\{f_n(a)\}$ 는 $0, 1$, 혹은 $\frac{1}{2}$ 셋 중의 하나의 값으로 수렴해야만 한다. 한편, 함수 $f(x)$ 는 열린구간 $(0, \frac{1}{2})$ 에서는 x 보다 작고, 열린 구간 $(\frac{1}{2}, 1)$ 에서는 x 보다 크다.

1. $a = 0, 1, \frac{1}{2}$ 인 경우.

$f(\frac{1}{2}) = \frac{1}{2}$ 이므로, $f_n(\frac{1}{2}) = \frac{1}{2}$ 가 모든 n 에 대해서 성립한다. 따라서 $f_0(\frac{1}{2}) = \frac{1}{2}$ 이다. 유사하게 $f_0(0) = 0, f_0(1) = 1$ 임을 알 수 있다.

2. $0 < a < \frac{1}{2}$ 인 경우.

문제 1의 결과에 따라 $f_n(x)$ 역시 V 의 원소이고 $0 < a < \frac{1}{2}$ 이므로 모든 자연수 n 에 대해 $0 < f_n(a) < \frac{1}{2}$ 이다. 한편, 열린구간 $(0, \frac{1}{2})$ 에서 $f(x)$ 는 x 보다 작으므로, 모든 자연수 n 에 대해 $f_{n+1}(x) = f(f_n(x)) < f_n(x) \leq f(x) < x$ 성립함을 알 수 있다. 즉, 모든 자연수 n 에 대해 $0 < f_n(x) < x$ 이다. 따라서 제시문 (사)에 의해 수열 $\{f_n(a)\}$ 의 극한값은 닫힌구간 $[0, a]$ 의 한

값이어야 하는데, 앞에서 가능한 극한값이 $0, 1, \frac{1}{2}$ 셋 중에 하나라고 했으므로 그 극한값은 0이 되어야 한다. 따라서 $f_0(a) = 0$ 이다.

3. $\frac{1}{2} < a < 1$ 인 경우.

$\frac{1}{2} < x < 1$ 이므로 모든 자연수 n 에 대해 $\frac{1}{2} < f_n(x) < 1$ 이다. 한편, 열린구간 $(\frac{1}{2}, 1)$ 에서 $f(x)$ 는 x 보다 크므로 $f_{n+1}(x) = f(f_n(x)) > f_n(x) \geq f_1(x) > x$ 성립되어 모든 자연수 n 에 대해 $x < f_n(x) < 1$ 가 만족한다. 제시문 (사)에 의해 수열 $\{f_n(a)\}$ 의 극한값은 닫힌구간 $[a, 1]$ 의 한 값이므로, 그 극한값은 1이 되어야 한다. 따라서 $f_0(a) = 1$ 이다.

3. 세부 사항

가. 문제의 의도에서 완전히 이탈했거나 각 논제와 전혀 다른 내용을 서술한 경우는 0점으로 채점한다.

나. 채점 기준

[문항 1]

논제 1. (60점)

- $P(7)$ 을 구하면 최대 10점 부여
- $P(9)$ 을 구하면 최대 25점 부여
- 합을 구하면 최대 5점 부여
- 미분식을 구하면 최대 10점 부여
- 방정식을 구하면 최대 5점 부여
- 전체적인 설명의 완결성에 대해서 최대 5점 부여.

논제 2. (40점)

- $g(a)$ 을 구하면 최대 15점 부여
- $a = 0.8$ 을 구하면 최대 10점 부여
- 0.4인 경우와 0.5인 경우를 정확히 비교하면 최대 10점 부여
- 전체적인 설명의 완결성에 대해서 최대 5점 부여.

[문항 2]

논제 1. (30점)

- $(f \circ g)(0) = 0, (f \circ g)(1) = 1$ 을 논증하면 최대 5점 부여
- 증가함수임을 논증하면 최대 5점 부여
- 일대일함수임을 논증하면 최대 5점 부여

f_n 이 V 의 원소임을 논증하면 최대 10점 부여.
전체적인 설명의 완결성에 대해서 최대 5점 부여.

문제 2. (70점)

$f(x)$ 가 V 의 원소임을 논증하면 최대 10점.
수열의 극한값을 구하기 위해 $f(x) = x$ 를 이용하고 가능한 극한값을 기술하면 최대 10점
 $f_0(0) = 0$, $f_0(1) = 1$, $f_0(\frac{1}{2}) = \frac{1}{2}$ 임을 바르게 논증하면 5점.

$0 < a_1 < \frac{1}{2} < a_2 < 1$ 임의의 두 실수 a_1, a_2 에 대해서 $f_0(a_1) = 0$, $f_0(a_2) = 1$ 을 바르게 논증하면 각각에 대해 최대 20점부여.
전체적인 설명의 완결성에 대해서 최대 5점 부여.

[물리 문항] (100점)

I. 기본 사항

가. 각 문제를 각각 가중치를 가지고 채점하되 총점으로 환산하여 총괄 평가. 물리논술에서는 배당된 점수 범위 내에서 등급이 아닌 점수로 표기하여 합산함.

나. 채점위원 2인이 1조가 되어 한 답안지를 1차와 2차로 나누어 채점하고, 1차 채점의 결과가 25점 이상의 차이가 날 경우 채점위원이 공동 합의로 2차 채점을 진행하고, 2차 채점에서 위원간의 조정이 이루어지지 않을 경우 3차 채점을 실시한다. 3차 채점은 출제위원을 포함한 새로운 채점위원 2인이 채점하되 1차 채점의 상위와 하위 점수 사이의 점수를 부여한다.

다. 논술 답안에 수험생의 신원을 알릴 만한 요소가 있을 때는 다음과 같이 처리한다.

- ① 이름이 본문 내용과 별도로 표기된 경우 : 내용, 형식 모두 0점으로 채점
- ② 이름이 본문 중에 자연스럽게 노출된 경우 : 형식 부분에서 15점 감점
- ③ 제목이 표기된 경우 : 형식 부분에서 15점 감점
- ④ 기타 의도적으로 수험생의 신원을 알리는 기호로 판단되는 요소가 있는 경우 : 사안의 경중에 따라 형식 부분에서 15점 이상 감점

II. 채점 기준 및 정답

1. 출제 유형 및 의도

가. 출제 유형

- 1) 지문제시형 문제를 출제한다.
- 2) 제시문은 고교 교과서의 내용을 참조하여 출제자의 필요에 맞게 적절하게 변형된 형태로 제시한다. 특정 교과서의 내용을 그대로 차용하지는 않았지만, 편의상 제시문의 지문이 교학사 물리 I과 천재 교육 물리 II의 어느 부분에 나온 내용인지 명시한다. (“교”는 물리 I, “천”은 물리 II를 의미한다)
 - 운동 에너지의 정의 (교 52 쪽)
 - 탄성 충돌 (천 40 쪽)
 - 평면 상의 탄성 충돌 (천 41~43 쪽)
 - 이상 기체의 정의 (천 70쪽)
 - 열 평형 (천 60쪽)
 - 맥스웰 분포 (천 80 쪽) : 제시문이나 논제에는 맥스웰 분포라는 표현을 쓰지 않았다.
 - 논제 2의 분자 1개의 평균 에너지 (천 78 쪽)
 - 확률 방법의 도입 (천 93쪽)
- 3) 고교 수학 교과 과정에 나오는 확률 밀도 함수와 사건의 독립의 개념을 이용한다.
- 4) 약 30분 이내에 작성할 수 있도록 한다.

나. 출제 의도

- 1) 제시문을 통해 고교 교과 과정에서 배우는 기본 물리 개념을 환기시키고, 그 개념을 적용하여 이상 기체의 맥스웰 속도 분포를 추론할 수 있는 방법을 논리적으로 전개할 수 있도록 문제를 출제하였다. 물리에 대한 최소한의 이해를 바탕으로 제시문에 주어진 내용을 제대로 이해하고 문제 해결에 적용할 수 있는 능력을 측정하고자 하였다.

2. 정답

논제 1. (60점)

제시문 (라)의 이상 기체의 열평형 상태일 때의 성질과 제시문 (다)의 두 분자의 속도는 독립이라는 사실로부터 다음의 식을 추론할 수 있다.

$$f(\vec{v}_1)f(\vec{v}_2)R(\vec{v}_1, \vec{v}_2; \vec{v}_3, \vec{v}_4) = f(-\vec{v}_3)f(-\vec{v}_4)R(-\vec{v}_3, -\vec{v}_4; -\vec{v}_1, -\vec{v}_2) \quad \dots\dots\dots(1)$$

제시문 (나)에 의해 식 (1)의 양변에 있는 R 값은 같아야 하고, 제시문 (다)에서 $f(\vec{v})=g(v^2)$ 이어야 한다고 했으므로, 식 (1)은 다음과 같다.

$$g(v_1^2)g(v_2^2) = g(v_3^2)g(v_4^2) \quad \dots\dots\dots(2)$$

식 (2)의 양변에 자연 로그 \ln 을 취하고 $h(v^2) = \ln g(v^2)$ 이라고 정의하면, 함수 $h(x)$ 가 만족하는 식은 다음과 같다.

$$h(v_1^2) + h(v_2^2) = h(v_3^2) + h(v_4^2) \quad \dots\dots\dots(3)$$

탄성 충돌이므로 에너지 보존 법칙에 의해 식 (3)의 속력은 다음의 관계를 만족한다.

$$v_1^2 + v_2^2 = v_3^2 + v_4^2 \dots\dots\dots(4)$$

따라서 제시문 (마)에 의해 $h(v^2) = a - bv^2$ 의 꼴이 되므로, $\ln g(v^2) = a - bv^2$ 이고, $g(v^2) = e^{a-bv^2} = f(\vec{v})$ 의 형태가 되어야 한다.

문제 2. (40점)

우선 $f(\vec{v})$ 는 확률 밀도 함수이므로 모든 가능한 \vec{v} 에 대해 적분을 하면 1이 되어야 한다.

$$\int f(\vec{v})d\vec{v} = 1 \dots\dots\dots(5)$$

또한 한 분자의 평균 운동 에너지는 $f(\vec{v})$ 를 이용하여 표현할 수 있고, 제시문 (바)에서 그 값이 $\frac{3}{2}k_B T$ 라고 했으므로,

$$\int \frac{1}{2}mv^2 f(\vec{v})d\vec{v} = \frac{3}{2}k_B T \dots\dots\dots(6)$$

우리가 구해야할 미지수는 a, b 두 개이므로 식 (5)와 식 (6)을 연립해서 풀면 그 값을 결정할 수 있다.

3. 세부 사항

가. 문제의 의도에서 완전히 이탈했거나 각 문제와 전혀 다른 내용을 서술한 경우는 0점으로 채점한다.

나. 채점 기준

문제 1. (60점)

제시문 (라)의 이상 기체의 열평형 상태일 때의 성질과 제시문 (다)의 두 분자의 속도는 독립이라는 사실로부터 다음의 식을 추론할 수 있다. $f(\vec{v}_1)f(\vec{v}_2)R(\vec{v}_1, \vec{v}_2; \vec{v}_3, \vec{v}_4) = f(-\vec{v}_3)f(-\vec{v}_4)R(-\vec{v}_3, -\vec{v}_4; -\vec{v}_1, -\vec{v}_2) \dots\dots\dots(1)$	20점
제시문 (나)에 의해 식 (1)의 양변에 있는 R 값은 같아야 하고, 제시문 (다)에서 $f(\vec{v}) = g(v^2)$ 이어야 한다고 했으므로, 식 (1)은 다음과 같다. $g(v_1^2)g(v_2^2) = g(v_3^2)g(v_4^2) \dots\dots\dots(2)$	20점
식 (2)의 양변에 자연 로그 \ln 을 취하고 $h(v^2) = \ln g(v^2)$ 이라고 정의하면, 함수 $h(x)$ 가 만족하는 식은 다음과 같다. $h(v_1^2) + h(v_2^2) = h(v_3^2) + h(v_4^2) \dots\dots\dots(3)$ 탄성 충돌이므로 에너지 보존 법칙에 의해 식 (3)의 속력은 다음의 관계를 만족한다. $v_1^2 + v_2^2 = v_3^2 + v_4^2 \dots\dots\dots(4)$	15점
따라서 제시문 (마)에 의해 $h(v^2) = a - bv^2$ 의 꼴이 되므로, $\ln g(v^2) = a - bv^2$ 이	5점

고, $g(v^2) = e^{a-bv^2} = f(\vec{v})$ 의 형태가 되어야 한다.

문제 2. (40점)

<p>우선 $f(\vec{v})$는 확률 밀도 함수이므로 모든 가능한 \vec{v}에 대해 적분을 하면 1이 되어야 한다.</p> $\int f(\vec{v})d\vec{v} = 1 \dots\dots\dots(5)$	15점
<p>또한 한 분자의 평균 운동 에너지는 $f(\vec{v})$를 이용하여 표현할 수 있고, 제시문 (바)에서 그 값이 $\frac{3}{2}k_B T$라고 했으므로,</p> $\int \frac{1}{2}mv^2 f(\vec{v})d\vec{v} = \frac{3}{2}k_B T \dots\dots\dots(6)$	20점
<p>우리가 구해야할 미지수는 a, b 두 개이므로 식 (5)와 식 (6)을 연립해서 풀면 그 값을 정할 수 있다.</p>	5점

[화학 문항] (100점)

I. 기본 사항

가. 각 논제를 각각 가중치를 가지고 채점하되 총점으로 환산하여 총괄 평가. 화학논술에서는 **배당된 점수 범위 내에서 등급이 아닌 점수로 표기하여 합산함.**

나. 채점위원 2인이 1조가 되어 한 답안지를 1차와 2차로 나누어 채점하고, 1차 채점의 결과가 25점 이상의 차이가 날 경우 채점위원이 공동 합의로 2차 채점을 진행하고, 2차 채점에서 위원간의 조정이 이루어지지 않을 경우 3차 채점을 실시한다. 3차 채점은 출제위원을 포함한 새로운 채점위원 2인이 채점하되 1차 채점의 상위와 하위 점수 사이의 점수를 부여한다.

다. 논술 답안에 수험생의 신원을 알릴 만한 요소가 있을 때는 다음과 같이 처리한다.

- ① 이름이 본문 내용과 별도로 표기된 경우 : 내용, 형식 모두 0점으로 채점
- ② 이름이 본문 중에 자연스럽게 노출된 경우 : 형식 부분에서 15점 감점
- ③ 제목이 표기된 경우 : 형식 부분에서 15점 감점
- ④ 기타 의도적으로 수험생의 신원을 알리는 기호로 판단되는 요소가 있는 경우 : 사안의 경중에 따라 형식 부분에서 15점 이상 감점

II. 채점 기준 및 정답

1. 출제 유형 및 의도

가. 출제 유형

- 1) 지문제시형 문제를 출제한다.
- 2) 제시문은 고교 교과서의 내용을 참조하여 출제자의 필요에 맞게 적절하게 변형된 형태로 제시한다.
 - 전기 음성도 (화학 I, 천재교육 114쪽)
 - 결합 에너지 (화학 I, 천재교육 145-146쪽)
 - 분자의 극성 (화학 I, 천재교육 155-161쪽)
 - 분자 사이에 작용하는 힘 (화학 II, 천재교육 13-17쪽)
 - 분자 간 상호 작용 (화학 II, 교학사 16-20쪽)
 - 용해와 용액 (화학 II, 천재교육 55-57쪽)
 - 다이에틸에테르, 에탄올 화학식 (화학 I, 상상아카데미 223쪽, 천재교육 161쪽)
- 3) 약 30분 이내에 작성하도록 한다.

나. 출제 의도

- 1) 제시문을 통해 고교 교과 과정에서 배우는 화학 결합의 종류 및 개념을 이해하고, 자료 해석을 통해 극성 공유 결합의 특징을 유추하고 전기음성도를 직접 계산해 볼 수 있게 문제를 출제하였다. 또한 용해, 끓는점과 같이 거시적으로 나타나는 현상을 분자간의 상호작용으로 해석할 수 있는 지를 물어보는 문제를 출제하였다.

2. 정답

문제 1. (40점)

AB형태의 이원자 분자의 경우 전자쌍을 잡아당기는 능력의 차이가 다르기 때문에 부분적으로 전하를 띠게 되어 이온 결합 성질을 가지게 된다. 이를 확인해 볼 수 있는 방법이 AB분자의 결합에너지를 A_2 와 B_2 결합에너지의 평균으로 예측해 보는 것이다.

	예측값 (산술평균값)	실제값	차이 (실제값-예측값)
HF	295.5	565	269.5
HCl	338	429	91
HBr	313	363	50
HI	292	295	3
ClF	197.5	254	56.5

위의 표에서 보듯이 예측값이 항상 실제값보다 작게 된다. 그 이유는 화학결합내 이온 결합 성질의 첨가에 의하여 화학결합이 더욱 안정해 졌기 때문이다.

문제 2. (30점)

위 문제에서 구한 차이값이 이온 결합 성질에 의한 안정화 정도이며, 이 값이 두 원자의 전

를 계산	
HF, HCl, HBr, HI, CIF의 결합 에너지 예측 값과 실제값의 차이를 비교하여 그 차이가 전자쌍을 끌어당기는 능력 차이에 기인한 것이라는 올바른 추론 (단, 미리 전기 음성도 값을 알고 그것을 이용하여 추론한 경우 점수를 부여하지 않음)	10점
이온 결합 성질에 의한 화학 결합의 안정화 정도에 대한 올바른 추론	10점

문제 2. (30점)

HF, HCl 차이 값을 비교하여 F의 전기 음성도가 클 것이라는 올바른 추론 (단, F의 전기 음성도 값을 미리 알고 그 사실을 이용할 시 점수를 부여하지 않음)	15점
CIF의 차이 값을 이용, 올바르게 F의 전기 음성도 값을 올바르게 유추 (단, F의 실제 전기 음성도인 4.0 값을 제시할 시 점수를 부여하지 않음)	15점

문제 3. (30점)

용해과정을 설명하는데 필요한 수소 결합 (화합물과 물 분자 사이)과 끊는점을 설명하는데 필요한 수소 결합 (같은 분자 사이)을 명확히 구분하여 설명	15점
수소 결합들을 정확히 작성	15점

[생명과학 문항] (100점)

I. 기본 사항

가. 각 문제를 각각 가중치를 가지고 채점하되 총점으로 환산하여 총괄 평가. 생명과학논술에서는 **배당된 점수 범위 내에서 등급이 아닌 점수로 표기하여 합산함.**

나. 채점위원 2인이 1조가 되어 한 답안지를 1차와 2차로 나누어 채점하고, 1차 채점의 결과가 25점 이상의 차이가 날 경우 채점위원이 공동 합의로 2차 채점을 진행하고, 2차 채점에서 위원간의 조정이 이루어지지 않을 경우 3차 채점을 실시한다. 3차 채점은 출제위원을 포함한 새로운 채점위원 2인이 채점하되 1차 채점의 상위와 하위 점수 사이의 점수를 부여한다.

다. 논술 답안에 수험생의 신원을 알릴 만한 요소가 있을 때는 다음과 같이 처리한다.

- ① 이름이 본문 내용과 별도로 표기된 경우 : 내용, 형식 모두 0점으로 채점
- ② 이름이 본문 중에 자연스럽게 노출된 경우 : 형식 부분에서 15점 감점
- ③ 제목이 표기된 경우 : 형식 부분에서 15점 감점
- ④ 기타 의도적으로 수험생의 신원을 알리는 기호로 판단되는 요소가 있는 경우 : 사안의 경중에 따라 형식 부분에서 15점 이상 감점

II. 채점 기준 및 정답

1. 출제 유형 및 의도

가. 출제 유형

- 1) 지문제시형 문제를 출제한다.
- 2) 제시문은 고교 교과서의 내용을 참조하여 출제자의 출제 의도에 맞게 적절하게 변형된 형태로 제시한다.
- 3) 제시문에 활용된 교과 과정의 내용은 생명과학I-생물의 구성체제, 생명과학I-세포와 생명의 연속성, 생명과학II-세포 호흡, 생명과학II-발효를 참조하였음.
- 4) 약 30분 이내에 문제를 풀 수 있도록 출제하였음.

나. 출제 의도

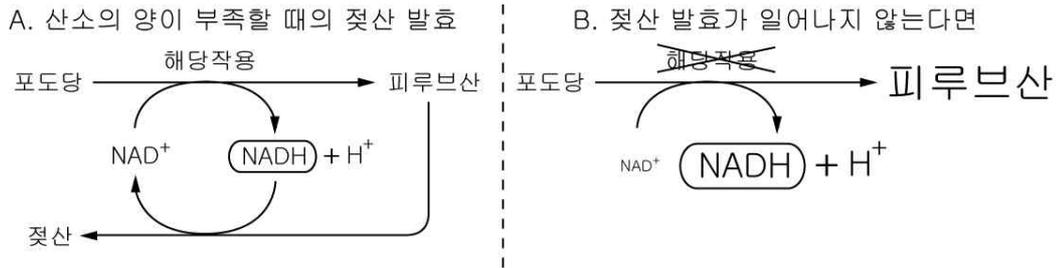
- 1) 제시문을 통해 세포를 구성하는 세포 소기관의 기능과 세포 호흡의 한 과정인 젖산 발효에 대한 기본 정보를 주고 세포 호흡 과정을 자연스럽게 상기하도록 근거를 제시하였음. 세포 호흡 과정 중 젖산 발효의 기능적 의미를 학생들이 이해하고 있는지 확인하는 문제를 논제1에 출제하였음.
- 2) 미토콘드리아 DNA의 이상으로 인한 것임을 세포 호흡 과정에 대한 이해를 바탕으로 유추하도록 하며 미토콘드리아 DNA의 유전 특성을 유추할 수 있는 질환 모델의 가계도를 제시하여 가계도 분석을 통해 유전 특성을 판단할 수 있는지 확인하고자 함. 이를 통해 미토콘드리아 DNA의 유전이 모계로 부터만 전달된다는 결론을 내릴 수 있는지 확인하고자 하였음. 또한 NADH와 FADH₂ 증가가 동반되는 것으로 보아 전자 전달계가 정상 작동하지 못하고 있음을 유추하여 이상이 있는 유전자가 전자전달계 관련 단백질을 만드는 유전자임을 유추할 수 있는지 확인하고자 함.
- 3) 전체적으로 세포호흡의 충실한 이해도와 형질 유전 특성을 파악하는 능력을 갖추고 있는지 확인하고자 함.

2. 정답

논제 1. (30점)

근육 수축을 위해서는 원활한 ATP 공급이 필수적이다. 과도한 운동으로 근육으로 공급되는 산소가 부족할 때는 산소가 필요 없는 ATP 공급 과정인 해당과정이 지속적으로 일어나야 한다. 해당과정에서는 NAD⁺가 NADH로 전환되는 과정을 거쳐 ATP를 생산하며, 해당과정을 거치면 포도당은 2개의 피루브산이 된다. 산소가 풍부한 상황에서는 피루브산은 미토콘드리아에서 TCA 회로와 산화적 인산화를 거쳐 추가적으로 ATP를 생산한다. 하지만 산소가 부족한 상황에서는 다음 그림 A에서와 같이 피루브산이 NADH를 NAD⁺로 전환하며 젖산으로 바뀌게 된다. 이 과정을 통해 해당과정이 지속될 수 있도록 NAD⁺를 공급해 주게 되며

해당과정의 산물인 피루브산의 농도를 낮추는 것은 추가적으로 해당과정의 진행을 촉진하게 된다. 따라서 젖산발효는 산소가 부족한 상황에서 근 수축에 필요한 ATP 공급을 담당하는 해당과정이 원활하게 일어나도록 돕는 역할을 한다.



문제 2. (30점)

제시문의 가계도에서 유전형질은 모든 세대에서 나타나므로 우성유전의 특징을 보이고 있다. F₁ 유전병 남자의 유전형질이 3대에 걸쳐 전혀 나타나지 않고 반면에 유전병 여자의 유전형질은 F₂세대의 모든 자손에서 나타났으므로 멘델의 법칙이나 분리의 법칙을 따르고 있지 않은 것으로 보아 상염색체상의 돌연변이는 아닌 것으로 알 수 있다. 또한 부계에서는 유전이 되지 않고 모계에서만 유전이 되므로 성염색체 유전으로 생각하기 쉽지만 X 염색체에 의한 반성유전이 되기 위해서는 아버지가 반드시 유전병이어야 하므로 반성유전이 아니고, Y 염색체에 의한 남성에서만 나타나는 한성유전의 특징도 보이고 있지 않은 것으로 보아 성염색체상의 돌연변이도 아니다.

하지만 전 세대에서 유전병 여자의 경우 유전형질이 모든 자식들에게 전달되는 반면 유전병 남자의 유전형질은 자식에게 전달되지 않는 것으로 보아 모계 유전임을 알 수 있다. 엽록체와 미토콘드리아는 둘 다 자신의 DNA와 리보솜 등을 갖고 있어 독자적으로 증식이 가능하며 각각 고유의 단백질을 발현한다. 정자의 경우 DNA 정보만을 자손에게 물려주지만 난자는 핵과 미토콘드리아를 비롯한 세포내 소기관들을 수정란에게 물려주기 때문에 미토콘드리아는 모계로부터 유전된다. 따라서 3대에 걸친 모계유전의 유전병은 미토콘드리아 DNA의 이상을 예상할 수 있게 한다.

문제 3. (40점)

제시문 (다)에서 이 유전병의 특징은 평상시 약간의 운동만으로 일어나는 젖산의 축적에 의한 장애를 나타내고 있다. 가벼운 운동만으로도 산소가 풍족한 상태에서 젖산이 축적되는 것은 문제 1에 의해 세포 내에서 산소를 이용하는 세포 호흡에 문제가 있음을 나타내고, 문제 2에 의해 세포 호흡과 관련된 미토콘드리아 고유 단백질의 기능 이상을 예상할 수 있다.

제시문에서 NADH/NAD⁺와 FADH₂/FAD의 비율이 정상인에 비해 매우 높게 증가되어 있음은 TCA 회로에 의한 NADH와 FADH₂의 생성은 정상이지만 생성된 NADH와 FADH₂가 산화적 인산화 과정의 이상에 의해 사용되지 못하여 축적되고 있음을 알 수 있다.

따라서 이 질환은 다음과 같은 산화적 인산화 과정에 관련된 전자 전달계의 이상이나 화학삼투과정의 이상에 의해 불충분한 ATP의 생성과 젖산의 생성이 일어남을 예상할 수 있다.

1. 전자 전달계의 이상일 경우: 전자 전달계를 이루고 있는 전자전달효소복합체들의 이상에 의해 미토콘드리아의 막간 공간내로의 양성자의 이동에 이상이 생겨 막간 공간과 기질내

의 양성자의 농도차이가 생기지 않아 정상적인 ATP 합성효소를 가지고 있더라도 ATP 생성이 일어나지 않아 생길 수 있다.

2. 전자 전달계가 정상인 경우: 전자 전달계에 의해 생긴 양성자의 농도 차이를 이용해 ATP를 합성하는 ATP 합성효소의 이상에 의해 ATP가 생성되지 못할 수 있다.

3. 세부 사항

가. 문제의 의도에서 완전히 이탈했거나 각 문제와 전혀 다른 내용을 서술한 경우는 0점으로 채점한다.

나. 채점 기준

문제 1. (30점)

과도한 운동으로 근육으로 공급되는 산소가 부족할 때는 산소가 필요 없는 ATP 공급 과정인 해당과정이 지속적으로 일어나야 한다.	5점
산소가 부족한 상황에서는 피루브산이 NADH를 NAD ⁺ 로 전환하며 젖산으로 바뀌게 된다.	10점
이 과정을 통해 해당과정이 지속될 수 있도록 NAD ⁺ 를 공급해 주게 되며 해당과정의 산물인 피루브산의 농도를 낮추는 것은 추가적으로 해당과정의 진행을 촉진하게 된다.	10점
젖산발효는 산소가 부족한 상황에서 근 수축에 필요한 ATP 공급을 담당하는 해당과정이 원활하게 일어나도록 돕는 역할을 한다.	5점

문제 2. (30점)

멘델의 법칙이나 분리의 법칙을 따르고 있지 않고 반성유전이나 한성유전의 특징도 보이고 있지 않으므로 상염색체나 성염색체 유전은 아닌 것으로 알 수 있다	5점
미토콘드리아는 자신의 DNA와 리보솜 등을 갖고 있어 독자적으로 증식이 가능하다	5점
전 세대에서 유전병 여자의 경우 유전형질이 모든 자식들에게 전달되지만 유전병 남자의 유전형질은 자식에게 전달되지 않는 것으로 보아 모계 유전임을 알 수 있다	10점
모계유전이 되는 유전물질은 미토콘드리아의 DNA이다	10점

문제 3. (40점)

미토콘드리아에서 TCA 회로나 전자전달계에 의해 처리되지 못하여 일어나는 현상이다	5점
가벼운 운동만으로도 산소가 풍족한 상태에서 젖산이 축적되어 일어나고 있음은 미토콘드리아의 기능 이상을 알 수 있다	5점
NADH와 FADH ₂ 가 축적되는 것으로 보아 TCA 회로는 정상이지만 산화적 인산화 과정의 이상으로 ATP로 전환되지 못하고 있다는 것을 알 수 있다	15점
전자전달계를 이루고 있는 전자전달효소복합체들이나 ATP 합성효소의 이상을	15점

예상할 수 있다.	
-----------	--

[보건의료 문항] (200점)

I. 기본 사항

1. 채점 방법

가. 8등급으로 채점 : A+, A0, B+, B0, C+, C0, D, F

※C0, D는 2등급 차이임

※F는 0점으로 처리됨

나. 내용 90%, 형식 10%로 구별해서 채점

다. 내용이 F이면 형식도 F로 판정

라. 400자 미만인 경우, 내용과 형식 모두 F로 채점

마. 동일한 문항을 2인 1조로 각자 채점

① 1차 채점의 결과 3등급 이상의 차이가 날 경우, 2차 채점 실시

② 1차 채점에서 한 명의 채점위원만 F를 준 경우, 등급 차이에 상관없이 2차 채점 실시

③ 2차 채점에서도 3등급 이상의 차이가 날 경우, 3차 채점 실시

④ 3차 채점은 출제위원을 포함한 새로운 채점위원 2인이 실시하되, 1차 채점에서의 높은 등급과 낮은 등급 사이의 등급을 부여

2. 제목과 이름이 표기된 경우의 처리

가. 수험생의 신원을 확인할 수 있는 이름, 수험번호 등이 본문 내용과 별도로 표기된 경우 : 내용, 형식 모두 F로 채점

나. 수험생의 신원을 확인할 수 있는 이름, 수험번호 등이 본문 중에 자연스럽게 노출된 경우 : 형식 부분에서 2등급 감점

다. 제목이 표기된 경우 : 형식 부분에서 2등급 감점

II. 답안의 내용과 형식에 대한 채점 기준

1. 내용 (90%)

가. 문항 취지

- A. 제시문을 읽고 주요 내용의 의미를 해석하며, 제시문 간의 연관성을 찾아내는 능력을 평가한다.
- B. 자신의 생각과 판단을 논리적으로 전개하는 능력을 평가한다.
- C. 제기된 문제점에 대한 창의적이고 합리적인 해결 방안을 설득력 있게 서술하는 능력을 평가한다.

나. 제시문 출처

- (가) 최하나, “머리가 좋아지는 약, 먹어볼래?”, 한겨레 오피니언넷 혹, 발췌해서 수정
- (나) 천재교육 <생활과 윤리> 262-263쪽, 교학사 <생활과 윤리> 281쪽
- (다) 이제이북스 <니코마코스 윤리학>(아리스토텔레스 지음, 이창우·김재홍·강상진 옮김) 13쪽, 362쪽, 발췌해서 수정

다. 제시문 주요 내용

- 1) 제시문 [가]는 스마트 드러그 오남용의 현황과 그것이 야기하는 개인적·사회적 차원의 문제점을 기술하고 있다.
- 2) 제시문 [나]는 스포츠의 본질을 놀이와 경쟁의 차원에서 제시하고, 이 둘의 조화를 강조하며 승리에만 집착하는 과도한 경쟁이 자칫 놀이의 측면을 훼손할 수 있음을 경고한다.
- 3) 제시문 [다]는 인간의 활동이 어떤 좋음이라는 목적을 지향한다는 것을 언급하면서, 이를 활동 자체를 즐기며 목적으로 하는 경우와 그 활동에서 결과로 얻어지는 성과(물)를 목적으로 하는 경우로 구분하고 있다.

라. 문제 해설

- 1) 제시문들을 통합적으로 이해하여 찾아낸 공부의 본질에 비추어 스마트 드러그 복용의 문제점을 제기하고 해결책을 제시하는 문제이다.
- 2) 제시문 [가]를 통해 스마트 드러그 복용의 현황과 문제점을 파악한다.
- 3) 제시문 [나], [다]를 읽고 스포츠의 본질을 제시하는 방식을 이해하여 공부의 본질 제시에 적용한다.
- 4) 공부의 본질에 비추어 제시문 [가]에 제시된 스마트 드러그 복용의 문제점을 지적한다.
- 5) 문제에 대한 창의적이고 합리적인 해결책을 설득력 있게 제시한다.

마. 채점 방향

- 1) <문제해설 3>과 관련하여 공부의 본질을 논하지 않은 경우 1~2등급 감점한다.
- 2) <문제해설 4>와 관련하여, 수험생 본인이 제시한 공부의 본질에 비추어 스마트 드러그 복용의 문제점을 논리적으로 전개하지 못했으면 1~2등급 감점한다.
- 3) 합리적인 해결의 방향을 다양한 차원에서 제시하지 못했으면 1~2등급 감점한다.

2. 형식 (10%)

가. 문장 구성과 표현 능력

- 1) 문장 구성에서 문법 오류가 있을 경우, 정도에 따라 1~2등급 감점

나. 분량

- 1) 900자 초과 : 2등급 감점
- 2) 800자 ~ 900자 초과 : 1등급 감점
- 3) 600자 ~ 700자 미만 : 1등급 감점
- 4) 500자 ~ 600자 미만 : 2등급 감점
- 5) 400자 ~ 500자 미만 : 3등급 감점
- 6) 400자 미만 : F