Ⅴ. 출제의도와 문제해설(자연계)

1. 2009학년도 자연계 논술의 목표와 기본방향

정부는 2009 학년도 대학입시부터 논술 가이드라인을 폐지하고 대학 자율화에 따르기로 방침을 정하였다. 이에 따라 본고사 부활이나 잦은 제도변화로 인한 혼란에 대해 우려가 있어온 것이 사실이다. 고려대학교 논술본부는 이러한 우려를 줄이기 위해 2009학년도 논술출제에 대한 기본방향을 아래와 같이 설정하고 논술 모의고사를 실시하였다.

- 고교 과학교육 및 공교육의 정상화
- 과학교과 및 수리를 통합한 통합 교과형 논술 유형 유지
- 각 과학과목 I의 범위를 위주로 한 사고력 측정

공교육 정상화를 취지로 실시되었던 이전의 논술 가이드라인은 지나치게 평준화에 집착하여 단일 정답이나 수식사용 등을 금하면서 오히려 고교 과학교육의 본질을 왜곡시킨 면이 없지 않았다. 따라서 왜곡된 논술 가이드라인은 지양하되 올바른 과학교육을 장려하고 공교육 정상화의 기본 취지는 살리는 방향으로 출제하고자 한다.

2008학년도 고려대학교 자연계논술은 자연계의 특성을 살려 언어의 비중을 대폭 줄이는 반면 과학교과와 수리를 통합한 통합교과형의 요소를 가미하였다. 이는 각 대학마다 논술의 유형이 다른 데서 오는 혼란을 가급적 줄이고 고등학교 과학교육의 정상화를 돕고자하는 취지에서 비롯되었다. 무엇보다도 이전에 실시했던 수리논술이나 통합형논술이 수리적 능력에 치중하거나 언어적 표현력과 논리적 능력을 위주로 한 것이어서 자연계에 필수적인 과학적 사고와 분석적 능력을 평가하기엔 미흡하였던 점이 통합교과형 논술을 실시하게 된 이유이다. 2009학년도 논술은 이 유형을 그대로 유지하고자 한다.

자연계논술은 본고사 논란을 피하고 학교 교육의 내실을 기하고자 대부분의 제시문을 고등학교 교과서에서 직접 발췌하여 사용하였다. 제시문과 논제에 사용된 소재와 개념은 이미 고등학교 교과서를 통해 익숙하게 다루어지는 것들이며 논제들은 충실한 학교교육을 받은 학생이라면 쉽게 해결할 수 있는 것들로 선택하였다. 과학교과내용의 출제범위는 과학 선택과목에 따른 문제점으로 인해 과학 I의 범위를 위주로 출제하고 과학 II의 내용이 일부 포함되는 경우도 제시문에서 충분히 설명하여 과학 II 과목을 선택하지 않아도 풀 수 있도록 하였다.

2. 모의고사 자연계 논제 해설과 예시답안 평가

논제 1.

이 논제는 고등학교 물리 I 교과의 일과 에너지 단원과 수학 I 교과의 다항함수의 미분 단원에서

배우는 기본적인 법칙이나 개념들을 유기적으로 연결하여 일상생활에 나타나는 현상을 논리적으로 설명할 수 있는가를 묻고 있다. 제시문 (가)에 의하면 자동차의 연비는 단위 에너지로 달릴 수 있는 거리를 말한다. 자동차가 소모하는 에너지는 엔진을 돌리는 기본 출력과 공기의 저항력을 이겨내는데 사용된다. 이와 같은 조건을 이용하면 연비는 $v/(P+kv^3)$ 로 표현된다. 자동차 속도가 매우 느리거나 빠른 경우 연비는 각각 기본출력 P와 상수 k에 의해 전적으로 결정된다. 일반적인 경우 연비는 정지 시 0이고 속력이 증가하면서 증가하다가 공기의 저항에 의해 고속으로 갈수록 다시 감소하게 된다. 그래서 연비의 최댓값이 존재하고 이때의 속력을 경제속도라고 한다. 이와 같은 방법으로 연비를 결정하는 요소를 명확히 지적하고 상황에 따라 적절한 방법으로 연비와 경제속도를 논리적으로 설명하면 좋은 평가를 받을 수 있다.

다음은 수험생의 답안지 중 좋은 평가를 받은 답안을 편집한 것이다.

[우수한 답안의 예]

(a)

제시문 (가)에 따르면 자동차의 연비는 단위에너지를 사용해 평지에서 갈 수 있는 거리이다. 따라서 연비를 구하기 위해서는 이동거리와 소모한 에너지의 비율을 구하여야한다. 자동차가 일정한 속도 v로 시간 t동안 평지를 직선으로 운행한다면 이동거리는 $s=vt$ 이다. 자동차는 속도와 상관없이 기본적으로 Pt의 에너지를 소모한다. 또한 공기저항 $F=kv^2$을 이기고 $s=vt$만큼 진행하는 동안 $Fs=kv^3t$의 일을 한다. 따라서 연비는 다음과 같이 표현된다.

$$\text{연비}=\frac{\text{이동거리}}{\text{소모한에너지}}=\frac{vt}{Pt+kv^3t}=\frac{v}{P+kv^3}$$

저항력을 무시할 수 있을 정도로 낮은 속도로 운행하는 경우, v가 매우 작아 분모의 kv^3항은 P에 비해 무시할 수 있으므로 속도가 작을 때는 연비$=\frac{v}{P}$ 로 근사 할 수 있다.

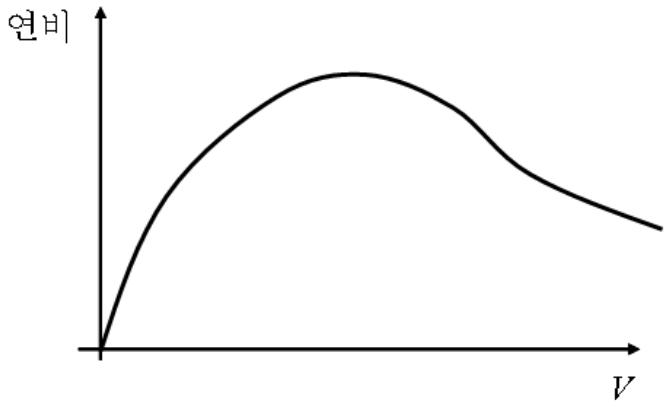
반면에 높은 속도로 운행하는 경우는 역으로 v가 매우 커서 P항이 kv^3항에 비해 무시할 수 있을 정도로 작으므로 속도가 클 때는 연비$=\frac{1}{kv^2}$ 로 쓸 수 있다.

(b)

위에서 서술한 바와 같이 공기저항과 기본 출력을 모두 고려한 경우의 연비 $R(v)$는

$R(v)=\frac{v}{P+kv^3}$ 이다.

가로축을 v로하고 세로축을 연비 $R(v)$로 하는 그래프를 그리자. (a)에서 구한 작은 속도와 큰 속도에서의 연비의 근사식에 따르면 v가 0일 때 연비는 0이고 v가 작을 때는 기울기가 $1/P$인 직선에 접하면서 증가한다. 반면에 v가 클 때는 곡선 $1/(kv^2)$에 접근하면서 감소한다. 이 함수는 v가 0보다 크거나 같은 모든 구간에서 연속이므로 어떤 v에서 최댓값을 갖는 형태가 된다.



(c)

연비 $R(v)$가 최대가 되는 속도가 경제속도이다. 이 속도를 $v = v_{\max}$라고하자. 이 때 $R(v)$의 도함수는 0이 되며 $v_{\max} = \left(\frac{P}{2k}\right)^{1/3}$ 로 주어진다.

$v < v_{\max}$인 모든 구간에서 $R(v)$의 도함수는 0보다 크므로 이 구간에서 $R(v)$는 증가한다. 또한 $v > v_{\max}$인 모든 구간에서 $R(v)$의 도함수는 0보다 작으므로 이 구간에서 $R(v)$는 감소한다. 따라서 $v = v_{\max}$에서 $R(v)$는 최댓값을 갖는다. 그러므로 위 식의 $v_{\max}$는 경제속도이다.

논제 2.

논제 2에서는 주어진 문제를 해결하기 위해 평균값의 정리를 정확하게 적용할 수 있는 능력을 판단하고자 하였다.

가) 논제 2-(a) 해설 및 평가

첫 번째 문항, (a)에서는 제시문 (다)에서 설정된 형과 동생이 자전거 시합을 하는 상황에서 형의 속도가 동생의 속도의 두 배가 되는 시점이 있음을 설명하기 위해 평균값의 정리를 적용하도록 요구하였다.

학생들이 작성한 답안을 보면, 많은 학생들이 평균값의 정리를 정확하게 이해하고 있으며, 평균값의 정리의 활용에도 익숙함을 알 수 있었다. 좋은 답안을 작성한 학생들은 문항 (a)에서 요구하는 사항에 답하기 위해 형의 위치 함수 $x_1(t)$와 동생의 위치 함수 $x_2(t)$에 각각 평균값의 정리를 적용하기 보다는 $x_1(t) - 2x_2(t)$ 등과 같은 적절한 함수를 도입하고 이 함수에 평균값의 정리를 적용하여 주어진 문제를 해결하였다.

그러나 평균값의 정리를 정확하게 이해하고 있지 못하거나, 정확하게 이해하고 있더라도 활용에 서툰 학생들은 형의 위치 함수 $x_1(t)$와 동생의 위치 함수 $x_2(t)$에 각각 평균값의 정리를 적용하려는 시도를 한 경우가 많았다. 이 경우 x_1에 평균값의 정리를 적용하여 찾은

$\frac{x_1(T)-x_1(0)}{T}=v_1(t)$를 만족하는 t와 x_2에 평균값의 정리를 적용하여 찾은

$\frac{x_2(T)-x_2(0)}{T}=v_2(t')$를 만족하는 t'이 같은 시점이 될 필요가 없음에도 불구하고 같은 시점이라 받아들이는 오류가 많았다.

다음은 학생들이 작성한 답안들 중 좋은 답안과 그렇지 않은 답안의 예이다.

[좋은 답안의 예]

$f(t)=x_1(t)-2x_2(t)$라 하면 $f(t)$는 폐구간 [0,T]에서 연속이고 개구간 (0,T)에서 미분가능하다.

$$\frac{f(T)-f(0)}{T-0}=\frac{(x_1(T)-2x_2(T))-(x_1(0)-2x_2(0))}{T}=\frac{(200-2\times150)-(0-2\times50)}{T}=0$$

이므로 평균값의 정리에 의해

$f'(c)=v_1(c)-2v_2(c)=0$

을 만족하는 c가 개구간 (0,T) 안에 존재한다.

[좋지 않은 답안의 예]

$x_1(t)$는 폐구간 [0,T]에서 연속이고 개구간 (0,T)에서 미분가능하다.

$\frac{x_1(T)-x_1(0)}{T-0}=\frac{200}{T}$ 이므로 평균값의 정리에 의해 $x_1{}'(c)=v_1(c)=\frac{200}{T}$를 만족하는 c가 개구간 (0,T) 안에 존재한다.

$x_2(t)$는 폐구간 [0,T]에서 연속이고 개구간 (0,T)에서 미분가능하다.

$\frac{x_2(T)-x_2(0)}{T-0}=\frac{100}{T}$ 이므로 평균값의 정리에 의해 $x_2{}'(c)=v_2(c)=\frac{100}{T}$를 만족하는 c가 개구간 (0,T) 안에 존재한다.

따라서 $v_1(c)=2v_2(c)$를 만족하는 c가 개구간 (0,T) 안에 존재한다.

나) 논제 2-(b) 해설 및 평가

두 번째 문항, (b)에서는 평균값의 정리를 잘못 적용한 예를 제시하고 논리적인 오류를 찾아 설명하기를 요구하였다. 평면 위를 움직이는 점 P의 좌표가 시간 t초 일 때 $P(x(t),y(t))$로 주어지

는 상황에서 함수 $x(t)$에 평균값의 정리를 적용하여 찾은 $x'(s)=\dfrac{x(t_2)-x(t_1)}{t_2-t_1}$를 만족하는 s와 함수 $y(t)$에 평균값의 정리를 적용하여 찾은 $y'(s)=\dfrac{y(t_2)-y(t_1)}{t_2-t_1}$를 만족하는 s가 같은 시점이 될 필요가 없음을 지적하면 좋은 답안이 될 것이다.

다음은 학생들이 작성한 답안들 중 좋은 답안의 예이다.

[좋은 답안의 예]

평균값의 정리에 의해

$$x'(s_1)=\frac{x(t_2)-x(t_1)}{t_2-t_1}$$

을 만족하는 s_1이 t_1과 t_2 사이에 존재한다. 마찬가지로

$$y'(s_2)=\frac{y(t_2)-y(t_1)}{t_2-t_1}$$

을 만족하는 s_2가 t_1과 t_2 사이에 존재한다.

그러나 s_1과 s_2를 같은 값으로 선택할 수 있다는 보장은 없다.

논제 3.

가) 논제 3의 출제의도와 문제해설

제시문 (마)와 논제 3은 수험생이 고등학교 수학과정에서 소개되고 있는 미분과 적분에 대한 정의와 기본적 성질을 정확히 이해하고 있는지 파악하고자 하였다. 또한 어떤 연속함수와 그 함수의 원시함수 사이의 관계식이 주어졌을 때, 이를 적절히 변형하여 적분의 개념을 응용한 문제에 이용할 수 있는지 묻고자 하였다.

논제 3의 (a)에서는 함수의 미분을 정확히 이해하고 있는지 알아보기 위해, 우선 세 함수가 곱해져 있는 경우 그 곱의 도함수를 구할 수 있는지 묻고, 두 번째로는 어떤 함수의 원시함수가 주어졌을 때, 이 원시함수의 도함수를 구할 수 있는지 묻고 있다. (b)에서는 함수의 그래프와 x축, x축과 수직인 두 직선으로 이루어진 영역을 x축 둘레로 회전하였을 때 얻어지는 회전체의 부피를 구할 수 있는지 묻고 있다. 특히 논제 (a)에서 주어진 함수와 그 원시함수 사이의 관계를 이용하여 회전체의 부피를 어떤 도함수의 적분 형식으로 바꾸어 부피를 구하도록 하고 있다. 정적분의 정의를 올바르게 이해하고 논제에서 주어진 조건을 적절히 이용할 경우 회전체의 부피를 계산할 수 있을 것이다.

나) 논제 3에 대한 채점기준

a. 세 함수의 곱 $y=\{F(x)\}^3$의 도함수를 구할 수 있는가?

b. 제시문 (마)에서 주어진 $F(x)=\int_0^x f(t)dt$를 x에 대하여 미분할 수 있는가?

c. 회전체의 부피를 계산하는 적분 형태를 유도할 수 있는가?

d. 제시문 (마)와 논제에서 주어진 사실을 이용하여 위 c에서 구해진 적분형태에서 부피에 해당하는 구체적인 값을 계산할 수 있는가?

다) 예시답안 사례와 평가

[우수답안의 사례]

(a) $y=\{F(x)\}^3$ 이므로, $y'=3\{F(x)\}^2f(x)=(f(x)-1)f(x)$이다.

(b) $F(x)=\int_0^x f(t)dt$이므로, $F(0)=0$이고, $F(a)=\int_0^a f(t)dt=1$이다.

(a)에서의 결과를 대입하면 회전체의 부피 $\pi\int_0^a (f(x))^2dx$는

$\pi\int_0^a (f(x))^2dx=\pi\int_0^a (F(x)^3)'+f(x)dx=\pi[(F(x))^3]_0^a+\pi=2\pi$ 이다.

[평가]

이 답안의 경우 (a)에서는 세 함수의 곱의 도함수를 올바르게 계산하고, 제시문 (마)에서 주어진 관계식을 미분하여 도함수를 $f(x)$에 관한 식으로 나타내었다. (b)에서는 제시문과 논제에서 주어진 사실을 이용하여 $F(0)$와 $F(1)$의 값이 각각 0과 1임을 파악하고, (a)에서 얻어진 결과를 이용하여 회전체의 부피가 2π임을 정확히 구하였다. 논제에서 고려된 채점기준을 적절히 만족하는 답안의 예이다.

[논제3의 (b)에 대한 부족답안의 사례]

$f(x)=3\{F(x)\}^2+1$이므로 회전체의 부피 $\pi\int_0^a (f(x))^2dx$는

$\pi\int_0^a (f(x))^2dx=\pi\int_0^a 9(F(x))^4+6(F(x))^2+1dx=\pi\left[\frac{9}{f(x)^5}(F(x))^5+\frac{2}{f(x)^2}(F(x))^3+x\right]_0^a$

이다. $F(0)=0$이므로 $f(0)=1$이고, $F(a)=1$이므로 $f(a)=4$임을 이용하면 회전체의 부피는 결국 $\left(\frac{19}{20}+a\right)\pi$가 된다.

[평가]

회전체의 부피를 구하는 적분값은 찾아내었지만, 미분과 적분의 개념을 올바르게 이해하고 있지 못한 답안이다. 특히, $(F(x))^4$의 적분을 $\frac{1}{f(x)^5}F(x)^5$로 하는 부분에서는 미분과 적분의 정의를 올바로 파악하고 있지 못함을 보여주고 있다. 단 채점시 이처럼 부족한 답안의 경우 올바르게 계산된 부분에 대한 부분 점수는 인정하여 주었다.

논제 4.

가) 출제의도

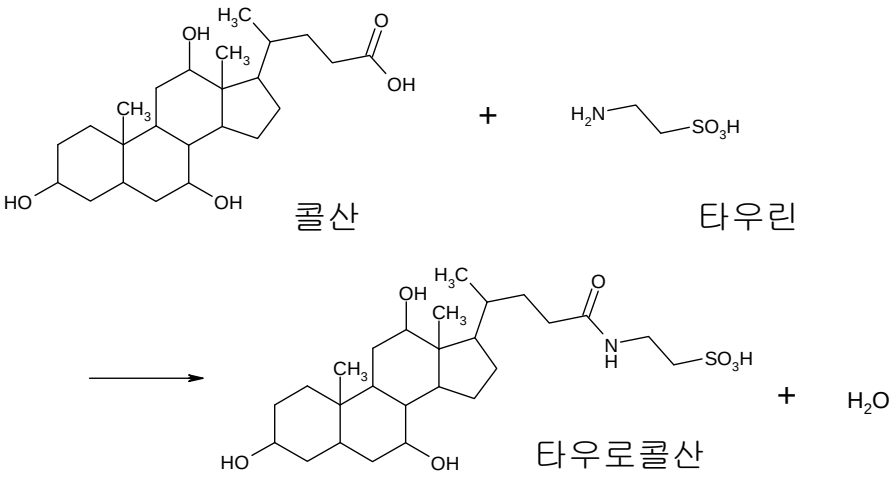
논제 4는 화학 I과 생물 I 교과에서 소개된 비누 세탁 과정과 지방 소화 원리에 대한 수험생의 종합적 이해 및 논리적 사고력을 평가하기 위한 문제이다. (a)는 아미드 결합이 형성되는 화학 반응 과정을 기술하고 비누 분자의 세탁 원리에 근거하여 타우로콜산염이 지방의 소화 과정을 어떻게 촉진하는지 논술하도록 하였다. (b)는 휘발유가 물 보다 훨씬 많은 상황에서 비누의 미셀 형성 개념을 어떻게 적용할 수 있는지 평가하고자 하였다.

제시문 (마)는 일상생활에서 널리 사용되고 있는 비누의 세탁 원리에 대한 설명을 화학 I 교과서에서 발췌하였다. 제시문 (바)는 스테로이드인 성 호르몬과 담즙산에 대해 소개하였다. 생물 I 교과에 소개된 답즙의 일반적 기능과 답즙의 주요 성분인 담즙산의 종류를 예시하였다.

나) 예시 답안과 평가

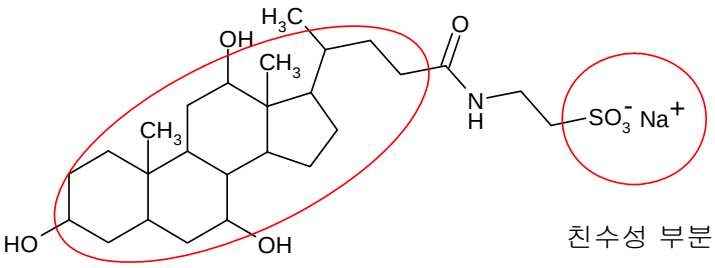
[우수답안의 예]

(a)



타우로콜산염의 구조를 아래와 같이 그려보면 비누 분자의 경우와 마찬가지로 친수성 부분과 친유성 부분으로 나뉜다.

따라서, 제시문 (바)에서 언급된 비누 분자의 친유성 부분이 때와 강하게 결합하고 친수성 부분이 물과 결합하여 때를 떼어내어 분산을 시키는 원리와 마찬가지로, 타우로콜산염 역시 친



수성 부분과 친유성 부분이 각각 물과 지방에 결합하여 지방을 유화, 분산시킨다. 이와 같은 방식으로 큰 지방 덩어리는 유화작용을 거쳐 작은 덩어리로 분해되고, 그 결과 리파아제에 의한 지방분해작용을 원활하게 해줌으로써 지방의 소화를 돕는다.

(b)

휘발유는 무극성이고 물은 극성이므로 이 두 물질은 잘 섞이지 않는다. 따라서 비커 B에서는 충분한 시간이 지나 안정화되면 휘발유와 물이 섞이지 못하고 층을 이룰 것이다. 이때, 밀도가 큰 휘발유가 아래에, 밀도가 작은 물이 위에 떠있게 된다.

한편 비커 A에는 친수성기와 친유성기를 모두 지닌 타우로콜산염이 첨가되었기 때문에, 제시문(바)에서 비누분자의 친수성기와 친유성기가 각각 물과 때에 결합하듯이, 타우로콜산염의 친수성기는 H2O와 결합하고 친유성기는 휘발유 쪽으로 향하여, 휘발유 속에서 H2O가 H2O끼리 뭉치지 않고 분산되어 있을 수 있다.

그런데 비커 A에서 일어나는 현상은 제시문 (바)의 상황과 다소 차이가 있다. 제시문 (바)에서는 바탕이 물이고 그 속에 약간의 때가 있는 상황에서 친수성기가 밖으로 친유성기가 안으로 향해있는 반면 비커 A에서는 휘발유가 바탕이고 그 속에 약간의 물이 있는 상황에서 친수성기가 안으로 친유성기가 밖으로 향해 있게 된다.

[평가]

(a) 콜산과 타우린이 반응하여 아미드 결합을 형성하고 타우로콜산과 물이 생성되는 반응을 화학구조식을 이용하여 정확하게 서술하였으며, 또한 타우로콜산과 타우로콜산염의 구조를 올바르게 구분하여 사용하였다.

타우로콜산염이 친수성 부분과 친유성 부분으로 이루어져 있음을 화학구조를 바탕으로 적절하게 서술하였으며, 유사한 분자구조로 인하여 타우로콜산염이 비누와 마찬가지로 미셀을 형성할 수 있음을 기술하였다. 이와 같은 유화작용을 통하여 타우로콜산염이 지방의 소화를 돕는다는 점을 논리적으로 기술하였다.

(b) 비이커 A에서는 담즙산염(계면활성제)의 친수성기 부분이 물 입자를 둘러싸고 소수성기 부분이 밖으로 향해 휘발유와 잘 섞이며 안정적으로 분산된다는 점을 명시하였다.

이와 비교하여 비이커 B에서는 물 입자와 휘발유간 친화력이 없으므로 작은 물 입자들은 서로 합쳐지면서 두 층으로 분리된다. 이때 가벼운 휘발유는 위층을, 무거운 물분자는 아래층을 형성한다는 점을 부정확하게 서술한 것이 지적되었다.

제시문 (가)의 비누 세탁은 물에 녹지 않는 때가 비누의 소수성기 부분에 둘러싸이고 비누의 친

수성기 부분이 물과의 친화력으로 인해 물에 쉽게 분산되는 즉 미셀(oil-in-water)을 형성한다. 그러나 비이커 A에서는 그 역으로 친수성기 부분이 안쪽으로 향하여 물을 둘러싸고 소수성기 부분이 바깥쪽으로 향해 휘발유내에 분산하는 역미셀(water-in-oil)을 형성한다는 점을 논리적으로 잘 기술하였다.

논제 5.

가) 제시문 해설

제시문 (바)의 일부와 제시문 (사)는 생명체의 가장 중요한 생명 현상 중의 하나인 '생식'이라는 주제 하에서 선택된 화학, 생물 분야의 통합형 제시문이다.

제시문 (바)에서 소개된 스테로이드계 화합물은 논제 4의 '비누화 반응'뿐만 아니라 광범위한 생명현상에도 관여한다. 이 제시문은 '스테로이드'계 물질의 화학 구조를 소개하고 있고, 남성과 여성의 성호르몬에 대한 소개를 하고 있다. 이들은 고등학교 화학I 교과서와 생물I 교과서에서 발췌하여 출제의도에 맞게 다듬은 것이다.

제시문 (사)는 생식과정에서 일어나는 감수분열과 수정란의 형성을 설명하고 있다. 더 나아가 생명체가 어떻게 종족을 보존하고 유전적 다양성을 획득하는지에 대해 소개하고 있다. 이 제시문도 고등학교 생물I 교과서에서 발췌하여 출제의도에 맞게 다듬은 것이다.

나) 출제의도

이 논제를 통하여 생명체의 가장 중요한 특성의 하나인 생식에 대한 지식을 묻고자 하였다. 이 논제를 풀기 위해서 생물I 교과서내의 단원간 통합 지식이 필요하다.

남성과 여성의 생식 세포의 형성은 스테로이드계 물질인 성 호르몬에 의해 절대적인 영향을 받는다. 이 성 호르몬의 화학구조는 비누화 반응과 비슷한 과정을 이용하여 소화를 돕는 담즙산염과 유사하다. 제시문 (사)에서 소개한 성 호르몬의 분비와 제시문 (아)에서 소개한 생식 세포의 형성 및 수정은 스테로이드계 호르몬과 관련된 일련의 생물학적 현상이다.

이 논제는 남성과 여성의 생식 세포를 형성하도록 하는 성 호르몬의 분비 과정을 정확히 알고 있는지, 생식 세포 형성 과정에 있어서 남녀간의 차이를 알고 있는지, 수정 이후에 어떻게 유전적 다양성이 획득되는 메커니즘을 제대로 알고 있는지 묻는 문제이다. 이 논제를 통하여 성 호르몬의 분비에서 시작하여 남성과 여성의 생식 세포가 형성되고 유전적 다양성을 획득하는 단계까지의 중요한 생물학적 메커니즘을 잘 이해하고 있는가를 종합적으로 테스트하고자 하였다.

다) 예시 답안과 평가

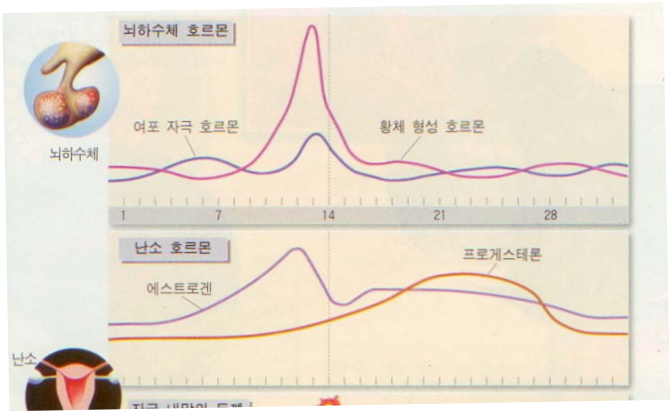
아래는 우수하게 작성된 1~2 답안에서 뽑아서 소개한 것이다. 우수한 답안을 작성한 학생들은 문제가 요구하는 생물학적 현상을 잘 기술하였으며 그림을 그리면서 답안을 작성하였다. 본 예시 답안에서는 학생들이 작성한 답안에 있는 그림대신 교과서의 그림을 첨부하였다.

논제 5-(a)

A. 답안

성호르몬은 뇌하수체전엽에서 분비되는 생식선 자극 호르몬과 성호르몬 사이의 음성 피드백 조절에 의해 분비가 조절된다. 여성 생식주기는 뇌하수체 전엽에서 분비되는 호르몬인 FSH, LH와

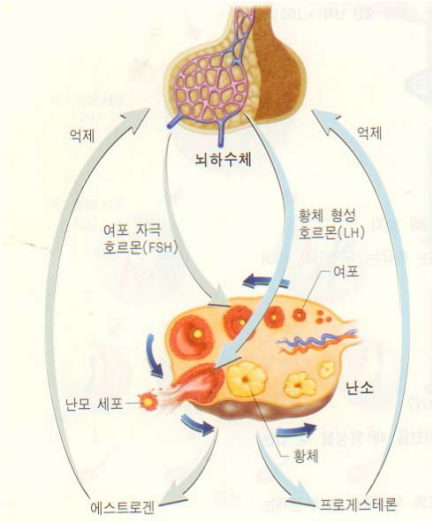
난소 호르몬인 에스트로겐, 프로게스테론에 의해서 조절된다. 월경 직후에 새로운 생식 주기가 시작되는데 먼저 FSH의 분비로 여포가 생성된다. 그러면 난소에서는 에스트로겐이 분비가 촉진되는데 에스트로겐은 FSH의 분비를 억제한다. 여포가 성숙하면 뇌하수체 전엽에서 LH를 분비하고, 이에 의해 배란이 일어나고 황체가 생성된다. LH는 에스트로겐과 FSH의 분비를 억제한다. 황체가 생성되면 난소에서는 프로게스테론이 분비되고 프로게스테론은 FSH, LH의 분비를 억제한다. 배란된 난자가 착상하지 못하면 자궁 내벽이 파열되면서 월경이 일어나고 새로운 생식주기가 시작된다. 이것을 그래프로 나타내면 오른쪽과 같다.



B. 답안

(1)제시문 (사)에 의거 성호르몬을 분비하는 내분비선(남-정소, 여-난소)을 자극하는 호르몬은 어떤 당단백질 형태의 호르몬이다 (생식기[선]자극 호르몬)

성호르몬과다 분비 -> 시상하부 인지 -> 생식선 자극 호르몬 분비 줄임 -> 성호르몬 분비량 감소 (부족) -> 시상하부인지 -> 생식선자극 호르몬 분비 늘림 "조절 - Feed back!"



(2) 여성 생식주기를 조절하는 성호르몬의 메커니즘

FSH; 여포를 자극해서 성숙시킨다

LH; 황체를 형성시켜 배란을 유도한다

에스트로겐; FSH 분비 억제, LH 분비 촉진, 자궁벽 발달, 여성을 여성답게

프로게스테론; FSH, LH 분비 억제, 자궁벽 발달 및 유지 -> 임신 유지

<메커니즘> 주기 : 평균적으로 28일

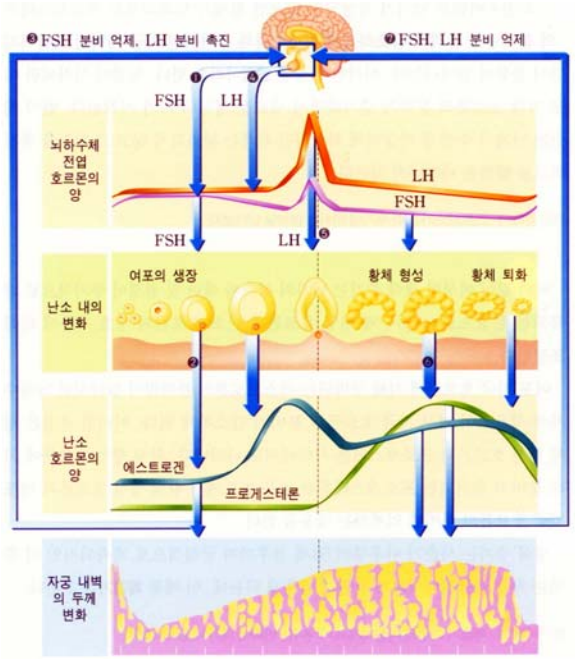
논제 5-(b)

A. 답안

정원세포와 난원세포는 총 두 번의 감수분열을 하는데, 그림과 같이 정원세포 1개에서는 4개의

정자가 난원세포 1개에서는 1개의 난자가 생성된다.

그 이유는 정자가 생성될 때는 세포질의 균등분리가 나타나는데 반해, 난자가 생성될 때는 난자에 에너지를 부축하기 위해 세포질의 불균등 분리가 일어나기 때문이다. 난자에 에너지를 비축해야 하는 이유는 난할시에 에너지가 필요하기 때문이다.



B. 답안

A. 답안과 거의 비슷하게 논술함.

논제 5-(c)

A. 답안

부모의 체세포에는 각각 23쌍의 상동염색체 즉, 46개의 염색체가 있다. 아버지의 정자가 생성될 수 있는 가지 수는 23쌍의 상동염색체중 1쌍에서 1개의 염색체를 뽑아야 하므로, 만들 수 있는 정자의 가짓수는 $(_2C_1)^{23}$개 이고, 난자의 경우도 마찬가지이므로 $(_2C_1)^{23}$개이다.

따라서 이때 난자 한개와 정자 한개가 수정했을때 수정란이 가질 수 있는 염색체 조합의 수는 $2^{23} \times 2^{23} = 2^{46}$개가 되므로 유전적 다양성을 가지게 된다.

B. 답안

위 그림(논제 5-(b)의 A. 답안의 그림)에 있듯이 제1 감수 분열시 상동염색체의 접합으로 2가 염색체를 형성한 후 나누어진다 (찢어진다). 이 과정에서 상동염색체는 분리 된다 (연관, 교차는 없음). 이 과정에서 경우의 수를 구해보면 인간의 핵상은 2n=46이다. 즉, 생식세포엔 n=23이란 뜻이다)

라) 평가요소

좋은 평가를 받은 답안을 작성한 학생들은 그림을 이용하여 논술을 하였다. 이공계의 논술은 그림을 이용하여 설명을 하는 것이 가장 명확하게 의미를 전달할 때가 많다. 따라서 그림을 통하여 논술을 하는 것은 본 논제뿐만 아니라 다른 자연계 논술 문제를 풀 때에도 적극 추천된다.

논제 5-(a) 성 호르몬 분비 조절 과정 및 여성 생식 주기 조절 메커니즘 문제

각 호르몬들이 맨 처음 뇌하수체에서 부터 신호전달에 의해 단계적으로 호르몬들을 분비하고 에스트로겐과 프로게스테론이 분비되는 과정을 잘 설명한 경우 좋은 점수를 받았다. 또한 이런 호르몬 분비 과정에 따라서 여포가 성장하고 배란으로 이어지며, 황체가 어떻게 형성, 퇴화하며 자궁 내벽의 두께 변화와 기초 체온의 변화까지 자세히 쓴 우수한 답안들도 있었다. 또한 음성피드백 과정을 정확히 인식하고 있는 경우도 우수한 평가를 받았다.

논제 5-(b) 장원 세포와 난원 세포 감수분열 차이점 비교 문제

이 논제는 응시한 많은 학생들이 답안을 잘 작성하였다. 단순 기술보다 제1 감수분열, 제2 감수분열 과정을 그림을 이용하여 설명한 학생들이 좋은 평가를 받았다. 정원 세포와 난원 세포가 제 1극체, 제 2극체를 거쳐서 정세포와 난세포가 되는데 정자의 경우는 1개의 정원 세포가 분열하여 4개의 정자가 만들어지고, 난자의 경우 1개의 난원 세포가 분열하여 1개의 난자만이 만들어지는 과정을 정확히 설명한 답안이 우수한 답안으로 평가받았다.

논제 5-(c) 유전적 다양성 획득 문제

답안 작성을 위해 제시문 (아)에서 끌어올 수 있는 정보로는 생식세포 형성 시 감수분열을 하며 정자와 난자가 수정을 한다는 것이다. 이미 연관과 교차가 없다는 가정을 주었으므로 고등 생명체의 유전적 다양성을 주는 연관 및 교차에 대해서는 언급할 필요가 없었다(이 내용은 생물II의 범위에 들어가는 내용이다). 다음의 두 가지 기술이 잘 작성된 답안이 높은 평가를 받았다. 정자와 난자의 감수분열에서 부모의 염색체가 각각 독립접인 분리가 된다는 점과 정자와 난자의 수정이 무작위적으로 일어난다는 점이다. 부모 염색체의 독립적인 분리는 2^{23}개의 조합을 만들고 무작위적 수정을 통해 2^{46}개의 조합이 만들어진다. 이런 기술을 정확히 한 답안이 우수한 답안으로 평가받았다.

결과 분석