< 2015학년도 논술고사 자연계I(토) >

논 술 출 제 개 요

2015학년도 경희대학교 자연계I 논술고사는 자연계 고교 교과과목의 기본 개념들에 대한 이해도와 응용력에 바탕을 두고, 창의적인 사고의 틀 안에서 학생들의 이해 능력, 합리적이며 논리적인 사고 능력, 기본개념의 해석력, 그리고 논리적 설명 능력을 측정할 수 있도록 출제되었다. 따라서 고등학교 교과 교육을 충실히 이수한 학생이라면 누구든지 풀 수 있는 문제로 구성하였다. 각 논제별 출제개요는 다음과 같다.

논제 I의 수학에서는 기하학적 대상의 경우의 수, 확률변수와 평균(기대값), 미분법과 함수의 최대, 최소, 이차곡선(타원) 등 중, 고등학교 교과 과정에서 학습하는 전반적인 내용을 활용하여 제시된 문제를 수학적으로 표현하고 논술하도록 하였다. 논제I-1에서는 기본적인 정육각형과 관련된 경우의 수와 확률변수, 확률분포의 개념을 결합하여 넓이의 평균을 구하는 과정을 서술하도록 하였다. 논제I-2에서는 이를 원에 내접하는 육각형의 경우로 대상을 바꾸어 평균값을 각도의 함수로 표현하는 과정을 서술하고, 논제I-3에서는 미분을 이용하여 평균이 최대가 되는 경우를 논술하도록 하였다. 논제I-4에서는 원의 경우를 타원의 경우로 확장하여 평균값의 일반식을 찾고, 최대가 되는 경우를 기하학적 정보로 논술하도록 하였다. 이 과정을 통하여, 수학적 개념을 종합적으로 활용할 수 있는지를 파악하고자 하였다.

논제 II의 과학-물리에서는 “힘과 운동”에서 다루고 있는 기본 개념들인 속도와 가속도, 등속도 운동, 등가속도 운동, 마찰력, 힘과 가속도, 중력을 잘 이해하고 있는 지 평가하고자 하였다. 물체가 마찰이 있는 표면 위를 이동할 때 마찰력과 기울어진 경사면을 오를 때의 중력에 의한 등가속도 운동을 하는 역학계를 문제에서 다루고 있다. 등가속도 운동을 정성적으로 이해하고, 물리량들을 정량적으로 계산할 수 있는 능력을 평가하는 문제들이 출제되었다. 그리고 “전하와 전기장”에서 다루고 있는 기본 개념인 전하 사이에 작용하는 힘과 전기장과 전위사이의 관계를 이해하고 있는지를 평가하고자 한다. 전기장내에서 전위와 일을 정량적으로 계산 할 수 있는 능력과 전하의 운동을 이해하고 있는지를 파악하고자 하였다.

논제 II 과학-화학에서는 학생들의 기본 개념 이해도와 기본 화학 개념의 응용력을 평가하고자 하였다. 산-염기 중화 반응을 통해 산-염기 평형 개념의 이해도를 평가하고, 산-염기 평형 개념을 pH에 따른 아미노산의 이온화 구조에 연결하여, 학생들의 응용력을 평가하도록 출제하였다. 또한 이온 결합 물질의 수화를 분자 수준에서 이해하는지를 평가하고, 그 이해를 바탕으로 반투막의 선택적 투과성을 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다.

논제 II 과학-생명과학에서는 돌연변이가 일어난 후 자연 선택과 적응 등에 의해 일어나는 진화의 기본 개념과 원리를 이해하고 기본적인 멘델 유전 법칙을 바탕으로 연관 유전과 반성 유전 등 멘델 유전의 확장 유전 법칙을 이해하는지, 그리고 현대 생명 공학의 근간인 유전자 재조합과 유전자 도입 등의 생명 공학 기법을 이해하고 있는지를 평가 하여 개념과 이해도를 파악하고자 하였다.

<논제 I-수학 출처>

중학교 수학I, 류희찬 외 3인, 천재교육, 2014
고등학교 적분과 통계, 계승혁 외 5인, 성지출판, 2014
고등학교 수학II, 황선욱 외 12인, 좋은책신사고, 2014

<논제 II-과학-물리 출처>

고등학교 물리I, II 곽성일 외 7인, 천재교육 2011
고등학교 물리I, II 김영민 외 7인, 교학사 2011
EBS 물리 I, II 김상욱 외 5인, 한국교육방송공사 2013

<논제 II-과학-화학 출처>

고등학교 화학 I. 노태희 외 7인, 천재교육 2011
고등학교 화학 II. 노태희 외 7인 천재교육 2011
고등학교 화학 I. 류해일 외 7인 비상교육 2011
고등학교 화학-II. 류해일 외 7인 비상교육 2011

<논제 II-과학-생명과학 출처>

고등학교 생명과학I, II, 이길재 외 7인, 2013, 상상아카데미
고등학교 생명과학I, 박희송외 4인, 2013, 교학사.
고등학교 생명과학I, II, 권혁빈 외 5인, 2014, 교학사
EBS 생명과학II, 곽세근 외 5인, 2013, 한국교육방송공사
고등학교 생명과학I, II, 심규철 외 5인, 2013, 비상교육
EBS 수능특강 생명과학I, II, 송점석 외 5인, 2014, 한국교육방송공사
고등학교 생명과학I, II, 이준규 외 5인, 2014, 천재교육

<2015학년도 논술고사-자연계I-수학>

1. 채점 기준

1) <논제 I> (100점 만점/60점 기본 점수)

<논제 I-1> (6점 = 2 + 2 + 2)

<2점> [핵심문구] 주어진 조건을 만족하는 삼각형은
$(1,2,4)$, $(1,2,5)$, $(1,3,4)$, $(1,3,5)$, $(1,3,6)$, $(1,4,5)$, $(1,4,6)$의 7가지 종류
(※ 대칭을 이용하여 한 점을 고정시키고 삼각형을 찾는 대신 만들 수 있는 모든 삼각형을 고려하는 경우도 인정)

<2점> [핵심문구] 이 중에서
$(1,2,4)$, $(1,2,5)$, $(1,3,4)$, $(1,3,6)$, $(1,4,5)$, $(1,4,6)$는 **합동인 직각삼각형**
$(1,3,5)$는 **정삼각형**
(※ 찾은 삼각형을 직각삼각형과 정삼각형으로 분류하면 인정)

<2점> [핵심문구] 확률을 계산하여 확률분포표를 제시하고, 평균을 정확하게 계산

X	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{3\sqrt{3}}{4}$	계
$\mathrm{P}(X=x)$	$\frac{6}{7}$	$\frac{1}{7}$	1

평균 $\frac{6}{7}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}+\frac{1}{7}\cdot\frac{3\sqrt{3}}{4}=\frac{15\sqrt{3}}{28}$

<논제 I-2> (10점 = 4 + 4 + 2)

<4점> [핵심문구] 주어진 조건을 만족하는 삼각형은
$(1,2,4)$, $(1,2,5)$, $(1,3,4)$, $(1,3,5)$, $(1,3,6)$, $(2,3,5)$, $(2,3,6)$의 7가지 종류

이 중에서
$(1,2,4)$, $(1,2,5)$, $(2,3,5)$, $(2,3,6)$는 **합동인 직각삼각형**
$(1,3,4)$, $(1,3,6)$도 또 다른 서로 **합동인 직각삼각형**
$(1,3,5)$는 **이등변삼각형**
(※ 찾은 삼각형을 직각삼각형 2개와 이등변삼각형 1개로 분류하면 인정)

<4점> [핵심문구] 각각의 넓이와 그 확률을 정확하게 서술

$(1,2,4),\ (1,2,5),\ (2,3,5),\ (2,3,6)$: **넓이** $\frac{1}{2}\cdot 1^2\cdot\sin\theta\cdot 2=\sin\theta$, **확률** $\frac{4}{7}$

$(1,3,4),\ (1,3,6)$: **넓이** $\frac{1}{2}\cdot 1^2\cdot\sin 2\theta\cdot 2=\sin 2\theta$, **확률** $\frac{2}{7}$

$(1,3,5)$: **넓이** $2\cdot\frac{1}{2}\cdot 1^2\cdot\sin\theta+\frac{1}{2}\cdot 1^2\cdot\sin 2\theta=\sin\theta+\frac{1}{2}\sin 2\theta$, **확률** $\frac{1}{7}$

(※ 빠뜨린 경우가 있으면 감점)

<2점> [핵심문구] 평균을 정확하게 계산

평균 $\frac{4}{7}\sin\theta+\frac{2}{7}\sin 2\theta+\frac{1}{7}\left(\sin\theta+\frac{1}{2}\sin 2\theta\right)=\frac{5}{14}(2\sin\theta+\sin 2\theta)$

또는 $\frac{4}{7}\sin\theta+\frac{2}{7}\sin 2\theta+\frac{1}{7}\left(\sin\theta+\frac{1}{2}\sin 2\theta\right)=\frac{5}{7}\sin\theta(1+\cos\theta)$

<논제 I-3> (10점 = 5 + 5)

<5점> [핵심문구] 확률변수 X의 평균 $f(\theta)=\frac{5}{14}(2\sin\theta+\sin 2\theta)\ \left(0<\theta<\frac{\pi}{2}\right)$의 **극값 계산**

$f'(\theta)=\frac{5}{7}(\cos\theta+\cos 2\theta)=\frac{5}{7}(\cos\theta+2\cos^2\theta-1)=\frac{5}{7}(2\cos\theta-1)(\cos\theta+1)$

$0<\theta<\frac{\pi}{2}$의 범위에서 $f'(\theta)=0$이 되는 경우는 $\cos\theta=\frac{1}{2}$, 즉 $\theta=\frac{\pi}{3}$

<5점> [핵심문구] $f''(\theta)=\frac{5}{7}(-\sin\theta-2\sin 2\theta)<0$이므로 $\theta=\frac{\pi}{3}$에서 **극대**

$f(0)=0,\ f\left(\frac{\pi}{2}\right)=\frac{5}{7}=\frac{20}{28},\ f\left(\frac{\pi}{3}\right)=\frac{15\sqrt{3}}{28}$이므로 **$\theta=\frac{\pi}{3}$일 때 최대**

(※ 아래와 같이 이계도함수를 이용하는 대신 일계도함수의 부호를 이용하여도 인정

$0<\theta<\frac{\pi}{3}$일 때 $f'(\theta)>0$이고, $\frac{\pi}{3}<\theta<\frac{\pi}{2}$일 때 $f'(\theta)<0$이므로 **$\theta=\frac{\pi}{3}$일 때 최대**)

(※ 미분을 이용하여 최대를 구하는 과정을 합리적으로 서술하였으나
[논제 I-2]에서 구한 평균이 틀려서 답이 틀리게 되는 경우에는 부분점수 인정)

<논제 I-4> (14점 = 4 + 5 + 5)

<4점> [핵심문구] 주어진 조건을 만족하는 삼각형은
$(1,2,3)$, $(1,2,4)$, $(1,2,5)$, $(1,2,6)$, $(1,3,4)$, $(1,3,5)$, $(1,3,6)$, $(2,3,4)$, $(2,3,5)$, $(2,3,6)$의 10가지 종류

이 중 $(1,2,3)$는 이등변삼각형, $(1,3,5)$는 이등변삼각형
$(1,2,4)$, $(2,3,6)$는 합동, $(1,2,5)$, $(2,3,5)$는 합동
$(1,2,6)$, $(2,3,4)$는 합동, $(1,3,4)$, $(1,3,6)$는 직각삼각형

<5점> [핵심문구] 각각의 넓이와 그 확률을 정확하게 서술

$(1,2,3)$: **넓이** $\frac{1}{2}\cdot 2q\cdot(a-p)=q(a-p)$, **확률** $\frac{1}{10}$

$(1,2,4)$, $(1,2,5)$, $(2,3,5)$, $(2,3,6)$: **넓이** $2\cdot\frac{1}{2}\cdot a\cdot q=aq$, **확률** $\frac{4}{10}$

$(1,2,6)$, $(2,3,4)$: **넓이** $\frac{1}{2}\cdot 2p\cdot q=pq$, **확률** $\frac{2}{10}$

$(1,3,4)$, $(1,3,6)$: **넓이** $\frac{1}{2}\cdot 2q\cdot 2p=2pq$, **확률** $\frac{2}{10}$

$(1,3,5)$: **넓이** $\frac{1}{2}\cdot 2q\cdot(a+p)=q(a+p)$, **확률** $\frac{1}{10}$

(※ 빠뜨린 경우가 있으면 적절하게 감점)

<5점> [핵심문구] 평균을 정확하게 계산

평균 $\frac{1}{10}(q(a-p)+4aq+2pq+2(2pq)+q(a+p))=\frac{1}{10}(6aq+6pq)=\frac{3}{5}(a+p)q$

[핵심문구] 평균의 최대를 정확하게 계산

$q=\frac{1}{a}\sqrt{1-\frac{p^2}{a^2}}=\frac{\sqrt{a^2-p^2}}{a^2}$ 이므로 **평균** $\frac{3}{5}(a+p)q=\frac{3}{5}(a+p)\frac{\sqrt{a^2-p^2}}{a^2}$

$g(p)=(a+p)\sqrt{a^2-p^2}$ 이라고 정의하면

$g'(p)=\sqrt{a^2-p^2}+(a+p)\frac{-2p}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{a^2-p^2}}=\frac{-(2p-a)(p+a)}{\sqrt{a^2-p^2}}$

$0<p<a$이고 $0<a<1$이므로, $g'\left(\frac{a}{2}\right)=0$

$0<p<\frac{a}{2}$일 때 $g'(p)>0$, $\frac{a}{2}<p<a$일 때 $g'(p)<0$이므로 $p=\frac{a}{2}$**에서** $g(p)$**가 최대**

$\mathrm{B}_6=\left(\frac{a}{2},\frac{\sqrt{3}}{2a}\right)$**일 때, 최대 평균**

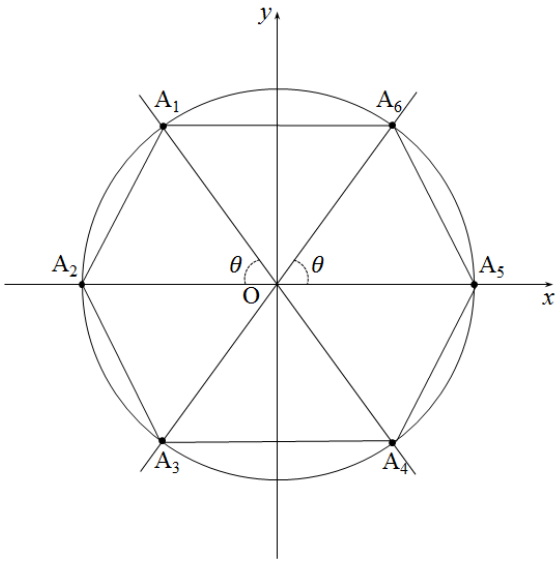
(※ 일계도함수를 이용하는 대신 이계도함수를 이용하여도 인정)

2015학년도 논술고사 예시답안(자연계I)

논제 I-수학

[논제 I-1]

$\theta=\frac{\pi}{3}$이면 원의 중심에 대하여 대칭이므로 A_1을 포함하는 경우만 생각하면 된다.



표기의 편의를 위하여 삼각형 $A_iA_jA_k$는 (i,j,k)로 표시하기로 한다.

주어진 조건을 만족하는 삼각형은 $(1,2,4)$, $(1,2,5)$, $(1,3,4)$, $(1,3,5)$, $(1,3,6)$, $(1,4,5)$, $(1,4,6)$의 7가지 종류가 있다.

이 중에서 $(1,2,4)$, $(1,2,5)$, $(1,3,4)$, $(1,3,6)$, $(1,4,5)$, $(1,4,6)$는 합동인 직각삼각형이고, $(1,3,5)$는 정삼각형이다.

각각의 넓이는 $\frac{1}{2}\cdot 1\cdot\sqrt{3}=\frac{\sqrt{3}}{2}$, $\frac{\sqrt{3}}{4}\cdot(\sqrt{3})^2=\frac{3\sqrt{3}}{4}$이다.

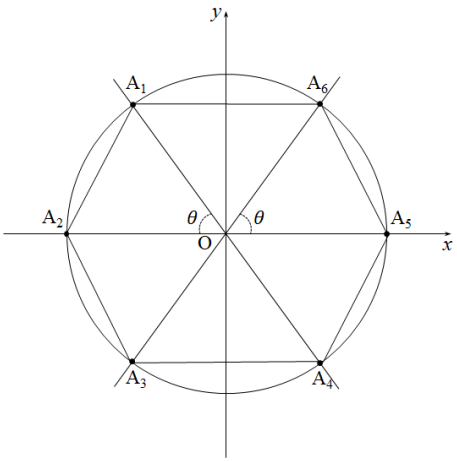
따라서 확률분포표는 아래와 같다.

X	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{3\sqrt{3}}{4}$	계
$P(X=x)$	$\frac{6}{7}$	$\frac{1}{7}$	1

그러므로 확률변수 X의 평균은 $\frac{6}{7}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}+\frac{1}{7}\cdot\frac{3\sqrt{3}}{4}=\frac{15\sqrt{3}}{28}$이다.

[논제 I-2]

θ가 임의의 각일 때, 주어진 점들이 x축, y축에 대하여 대칭임을 감안하여 주어진 조건을 만족하는 삼각형을 분류하자.



삼각형은 $(1,2,4)$, $(1,2,5)$, $(1,3,4)$, $(1,3,5)$, $(1,3,6)$, $(2,3,5)$, $(2,3,6)$의 7가지 종류가 있다.
이 중에서 $(1,2,4)$, $(1,2,5)$, $(2,3,5)$, $(2,3,6)$는 합동인 직각삼각형이고,
$(1,3,4)$, $(1,3,6)$도 서로 합동인 직각삼각형이며,
$(1,3,5)$는 이등변삼각형이다.
중심각을 이용하여 각각의 넓이와 그 확률을 구하면 아래와 같다.

$(1,2,4)$, $(1,2,5)$, $(2,3,5)$, $(2,3,6)$: 넓이 $\frac{1}{2}\cdot 1^2\cdot\sin\theta\cdot 2=\sin\theta$, 확률 $\frac{4}{7}$

$(1,3,4)$, $(1,3,6)$: 넓이 $\frac{1}{2}\cdot 1^2\cdot\sin 2\theta\cdot 2=\sin 2\theta$, 확률 $\frac{2}{7}$

$(1,3,5)$: 넓이 $2\cdot\frac{1}{2}\cdot 1^2\cdot\sin\theta+\frac{1}{2}\cdot 1^2\cdot\sin 2\theta=\sin\theta+\frac{1}{2}\sin 2\theta$, 확률 $\frac{1}{7}$

따라서 확률변수 X의 평균은 $\frac{4}{7}\sin\theta+\frac{2}{7}\sin 2\theta+\frac{1}{7}\left(\sin\theta+\frac{1}{2}\sin 2\theta\right)=\frac{5}{14}(2\sin\theta+\sin 2\theta)$이다.

[논제 I-3]

확률변수 X의 평균은

$f(\theta)=\frac{5}{14}(2\sin\theta+\sin 2\theta)\ \left(0<\theta<\frac{\pi}{2}\right)$이다.

$f'(\theta)=\frac{5}{14}(2\cos\theta+2\cos 2\theta)=\frac{5}{7}(\cos\theta+\cos 2\theta)=\frac{5}{7}(\cos\theta+2\cos^2\theta-1)=\frac{5}{7}(2\cos\theta-1)(\cos\theta+1)$

따라서 $0<\theta<\frac{\pi}{2}$의 범위에서 $f'(\theta)=0$이 되는 경우는 $\cos\theta=\frac{1}{2}$, 즉 $\theta=\frac{\pi}{3}$이다.

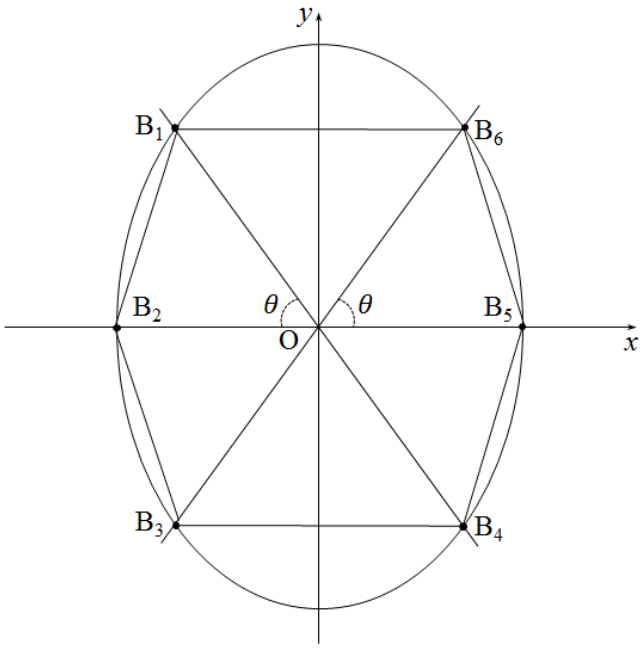
$f''(\theta)=\frac{5}{7}(-\sin\theta-2\sin 2\theta)<0$이므로 $\theta=\frac{\pi}{3}$에서 극대이다.

$f(0)=0,\ f\left(\frac{\pi}{2}\right)=\frac{5}{7}=\frac{20}{28},\ f\left(\frac{\pi}{3}\right)=\frac{15\sqrt{3}}{28}$ 이므로

$\theta=\frac{\pi}{3}$일 때, 확률변수 X의 평균이 최대가 된다.

[논제 I-4]

B_6의 좌표가 (p,q)이므로 $0<p<a,\ 0<q<\frac{1}{a}$이다.



또한 (p,q)는 타원 $\frac{x^2}{a^2}+a^2y^2=1$ 위의 점이므로 $q=\frac{1}{a}\sqrt{1-\frac{p^2}{a^2}}=\frac{\sqrt{a^2-p^2}}{a^2}$이다.

앞의 논제와 마찬가지로 주어진 점들이 x축, y축에 대하여 대칭임을 감안하여 주어진 조건을 만족하는 삼각형을 분류하면

$(1,2,3),\ (1,2,4),\ (1,2,5),\ (1,2,6),\ (1,3,4),\ (1,3,5),\ (1,3,6),\ (2,3,4),\ (2,3,5),\ (2,3,6)$

의 10가지 종류가 있다.

이 삼각형들을 합동인 것으로 분류하여 a, p, q로 표현한 넓이와 이에 대응하는 확률은 아래와 같다.

$(1,2,3)$: 넓이 $\frac{1}{2}\cdot 2q\cdot(a-p)=q(a-p)$, 확률 $\frac{1}{10}$

$(1,2,4),\ (1,2,5),\ (2,3,5),\ (2,3,6)$: 넓이 $2\cdot\frac{1}{2}\cdot a\cdot q=aq$, 확률 $\frac{4}{10}$

$(1,2,6),\ (2,3,4)$: 넓이 $\frac{1}{2}\cdot 2p\cdot q=pq$, 확률 $\frac{2}{10}$

$(1,3,4),\ (1,3,6)$: 넓이 $\frac{1}{2}\cdot 2q\cdot 2p=2pq$, 확률 $\frac{2}{10}$

$(1,3,5)$: 넓이 $\frac{1}{2}\cdot 2q\cdot(a+p)=q(a+p)$, 확률 $\frac{1}{10}$

따라서 확률변수 Y의 평균은

$$\frac{1}{10}(q(a-p)+4aq+2pq+2(2pq)+q(a+p)) = \frac{1}{10}(6aq+6pq) = \frac{3}{5}(a+p)q$$
$$= \frac{3}{5}(a+p)\frac{\sqrt{a^2-p^2}}{a^2}$$

이다.

$g(p) = (a+p)\sqrt{a^2-p^2}$ 이라고 정의하자.

$$g'(p) = \sqrt{a^2-p^2}+(a+p)\frac{-2p}{2}\cdot\frac{1}{\sqrt{a^2-p^2}} = \frac{-(2p-a)(p+a)}{\sqrt{a^2-p^2}}$$

$0<p<a$이고 $0<a<1$이므로, $g'\left(\frac{a}{2}\right)=0$이다.

또한 $0<p<\frac{a}{2}$일 때 $g'(p)>0$이고, $\frac{a}{2}<p<a$일 때 $g'(p)<0$이므로

$p=\frac{a}{2}$에서 $g(p)$가 최대가 된다.

따라서 $\mathrm{B}_6=\left(\frac{a}{2},\frac{\sqrt{3}}{2a}\right)$일 때, 확률변수 Y의 평균이 최대가 된다.

<2015학년도 논술고사-자연계I-물리>

1) <논제 II> (100점 만점/60점 기본 점수)

(논제 II-1)

① <2점> 상자와 표면사이의 마찰력은 $F=\mu N=\mu mg=0.2\times 1(kg)\times 10(m/s^2)=2(N)$.

② <1점> 가속도 $a=\frac{F}{m}=\frac{2(N)}{1(kg)}=2(m/s^2)$, 가속도 $a=-2(m/s^2)$ 등가속도 운동.

③ <1점> $v=v_0+at=0=10-2(m/s^2)t$, t=5(s).

④ <2점> $2as=v^2-v_0^2=-2\times 2(m/s^2)s=0-(10(m/s))^2$에서 총 이동거리s=25(m).

⑤ <2점> 평균 속도 $\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{25(m)}{5(s)}=5(m/s)$.

(논제 II-2)

① <2점> $F_{경사면}=mgsin30^o=1(kg)\times 10(m/s^2)\times\frac{1}{2}=5(N)$

② <1점> $a=\frac{F}{m}=\frac{5(N)}{1(kg)}=5(m/s^2)$, $a=-5(m/s^2)$ 등가속도 운동.

③ <1점> $2as=v^2-v_0^2=-2\times 5(m/s^2)s=0-(10(m/s))^2$ 이동거리s=10(m).

④ <1점> $v=v_0+at=0=10-5(m/s^2)t$, t=2(s).

⑤ <2점> $\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{10(m)}{2(s)}=5(m/s)$.

⑥ <3점> $F_{마찰}=\mu mgcos30^o=0.2\times 1(kg)\times 10(m/s^2)\times\frac{\sqrt{3}}{2}=\sqrt{3}(N)$,

⑦ <1점> $F=F_{경사면}+F_{마찰력}=5+\sqrt{3}(N)$, $a=-(5+\sqrt{3})(m/s^2)$.

⑧ <1점> $2as=v^2-v_0^2=-2\times(5+\sqrt{3})(m/s^2)s=0-(10(m/s))^2$, $s=\frac{50}{(5+\sqrt{3})}(m)$.

⑨ <2점> $v=v_0+at=0=10-(5+\sqrt{3})(m/s^2)t$, $t=\frac{10}{(5+\sqrt{3})}(m)$.

⑩ <2점> 평균 속도 $\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{\frac{50}{(5+\sqrt{3})}(m)}{\frac{10}{(5+\sqrt{3})}(s)}=5(m/s)$.

(논제 II-3)

① <2점> 입자는 x방향(전기장과 수직한 방향)으로 등속도 운동 $v_x=v_0$.

② <4점> y축 방향(전기장과 나란한 방향)으로는 등가속도 운동 $a=\frac{qE}{m}$, $v_y=at=(\frac{qE}{m})t$.

③ <4점> 경계선을 통과하는 순간의 속도 $v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}$ 이므로 $v=\sqrt{v_0^2+(\frac{qE}{m}\cdot t)^2}$.

(논제 II-4)

① <3점> A점과 B점 사이의 전위차는 $V_{AB} = Ed = 5\,\mathrm{V/m} \times 0.4\,\mathrm{m} = 2\,\mathrm{V}$.

② <3점> B점→C점까지 $W = q\triangle V = 0$. 그리고 C점→A점까지 $W = 1\,\mu\mathrm{C} \times 2\,\mathrm{V} = 2\,\mu\mathrm{J}$. 따라서 전체 필요한 일은 $2\,\mu\mathrm{J}$.

※ 채점시 유의사항

(1) 풀이과정에서 수식 계산 없이도 올바른 물리개념이 적용되어 동일한 결과를 기술하였다면 정답으로 간주한다.

(2) 부분적인 오류로 답이 틀리더라도 주요개념이 올바르게 들어가면 부분점수를 줄 수 있다.

(3) 풀이 순서는 바뀌어도 된다.

2015학년도 논술고사 예시답안(자연계I)

논제 II-과학-물리

[논제 II-1]

(1)

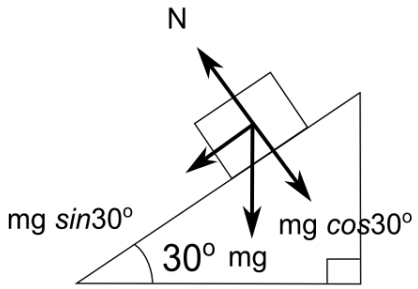
상자와 표면사이의 마찰력은 $F=\mu N=\mu mg=0.2\times 1(kg)\times 10(m/s^2)=2(N)$로 주어지므로, 이 마찰력에 의한 가속도 $a=\frac{F}{m}=\frac{2(N)}{1(kg)}=2(m/s^2)$로 주어지며, 그 방향은 이동방향의 반대이므로 가속도 $a=-2(m/s^2)$로 주어지는 등가속도 운동을 하게 된다.

순간 속도가 0이 되기 위해 요구되는 시간(t)는 $v=v_0+at=0=10-2(m/s^2)t$에서 t=5(s)로 원점에서 순간 속도가 0이 되는 순간까지 걸리는 시간(t)는 5초이다.

총 이동거리(s)는 $2as=v^2-v_0^2=-2\times 2(m/s^2)s=0-(10(m/s))^2$에서부터 25(m)로 주어진다.

상자가 원점에서 출발하여 순간 속도 0이 되는 곳까지의 평균 속도를 계산하기위해서는 변위를 총 이동시간으로 나누어 주면 된다. 그러므로 평균 속도 $\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{25(m)}{5(s)}=5(m/s)$이다.

(2)



(i) 상자는 경사면에서 위의 그림과 같이 $F_{경사면}=mgsin30^o=1(kg)\times 10(m/s^2)\times\frac{1}{2}=5(N)$의 힘을 받게 되므로, 이 경사면에 의한 가속도 $a=\frac{F}{m}=\frac{5(N)}{1(kg)}=5(m/s^2)$이며, 진행방향과 반대방향으로 작용하므로 $a=-5(m/s^2)$으로 주어진다.

총 이동거리(s)는 $2as=v^2-v_0^2=-2\times 5(m/s^2)s=0-(10(m/s))^2$에서부터 10(m)로 주어진다.

순간 속도가 0이 되기 위해 요구되는 시간(t)는 $v=v_0+at=0=10-5(m/s^2)t$에서 t=2(s)로 원점에서 순간 속도가 0이 되는 순간까지 걸리는 시간(t)는 2초이다.

그러므로 평균 속도 $\bar{v}=\frac{s}{t}=\frac{10(m)}{2(s)}=5(m/s)$이다.

(ii) 마찰력이 존재하는 경우에 표면에 대한 상자의 수직 항력은 그림과 같이 $mgcos30^o$으로 주어지므로, 마찰력은 $F_{마찰}=\mu mgcos30^o=0.2\times 1(kg)\times 10(m/s^2)\times\frac{\sqrt{3}}{2}=\sqrt{3}(N)$을 얻게 된다. 그러므로 상자에 작용하는 힘은 $F=F_{경사면}+F_{마찰력}=5+\sqrt{3}(N)$으로 주어지고, 진행방향과 반대방향으로 주어지므로 이 힘에 의한 가속도는 $a=-(5+\sqrt{3})(m/s^2)$를 얻게 된다.

총 이동거리(s)는 $2as = v^2 - v_0^2 = -2\times(5+\sqrt{3})(m/s^2)s = 0-(10(m/s))^2$에서부터 $s = \frac{50}{(5+\sqrt{3})}(m)$로 주어진다. 순간 속도가 0이 되기 위해 요구되는 시간(t)는 $v = v_0 + at = 0 = 10-(5+\sqrt{3})(m/s^2)t$에서 $t = \frac{10}{(5+\sqrt{3})}(m)$을 얻게 된다.

그러므로 평균 속도 $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{\frac{50}{(5+\sqrt{3})}(m)}{\frac{10}{(5+\sqrt{3})}(s)} = 5(m/s)$이다.

[논제 II-2]

(1)

입자는 x방향(전기장과 수직한 방향)으로 받는 힘이 없어 등속도 운동을 하므로 $v_x = v_0$ 이다.

y축 방향(전기장과 나란한 방향)으로는 전기력을 받아 등가속도 운동을 하고 $F = ma = qE$에서 가속도 $a = \frac{qE}{m}$ 이다. 따라서 $v_y = at = (\frac{qE}{m})t$이다. 경계선을 통과하는 순간의 속도 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$이므로 $v = \sqrt{v_0^2 + (\frac{qE}{m}\cdot t)^2}$ 이다.

(2)

B점과 C점은 전기장 방향과 수직을 이루는 등전위선 상에 있으므로 전위차는 0이다. 그러므로 A점과 B점사이의 전위차는 A점과 C점사이의 전위차와 같고, AC사이의 직선거리 40 cm이다. 따라서 A점과 B점 사이의 전위차는 $V_{AB} = V_{AC} = Ed = 5\,\mathrm{V/m}\times 0.4\,\mathrm{m} = 2\,\mathrm{V}$ 이다. 점전하를 B점→C점까지 이동 할 때 $W_{BC} = q\triangle V = 0$ 에 의해 일이 필요 없다. C점→A점까지 이동할 때는 $W_{CA} = 1\,\mu\mathrm{C}\times 2\,\mathrm{V} = 2\,\mu\mathrm{J}$이 필요하다. 따라서 전체 필요한 일은 $2\,\mu\mathrm{J}$이다.

<2015학년도 논술고사-자연계I-과학-화학>

논 술 채 점 기 준 표

밑줄친 부분이 포함되면 해당하는 점수를 부여한다

<논제 II-1> (20점)

아세트산과 수산화 나트륨의 중화 반응은

$CH_3COOH(aq) + NaOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l)$ 이고, (2점)

생성염인 아세트산 나트륨의 용해 반응은

$CH_3COONa(s) \rightarrow Na^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$ 이며, (2점)

혹은 $CH_3COONa(aq) \rightarrow Na^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$

약산인 아세트산(CH_3COOH)의 짝염기인 아세트산 이온(CH_3COO^-)은 물과 반응하여 OH^-을 생성하므로, 염의 가수 분해 반응은

$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$ 이다. (4점)

결과적으로 $[OH^-]$가 증가하므로, **염기성**이 된다. (2점)

※ 채점시 유의사항

각각 화학반응식에서 반응식만 쓰고, 물질 상태, 한방향(→)과 쌍방향(⇄) 화살표가 틀리면 2점 배점에선 1점을 4점 배점에선 2점을 주십시오.

(2) 10점

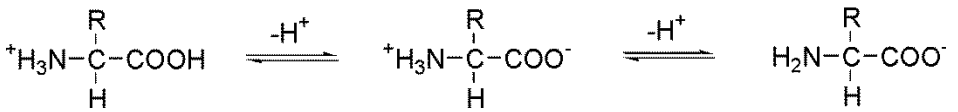
아미노기(—NH_2)의 짝산(K_a ≈ 암모늄 이온의 K_a)과 카복시기(—COOH) 산(K_a ≈ 아세트산의 K_a)중에 **카복시기 산이 더 강한 산임**. (2점)

염기인 아미노기와 약산인 카복시기 **산성에서 모두 양성자화** 됨.(1점)

산성에서 중성으로 pH가 바뀔 때 더 강한 산인 카복시기 산이 먼저 H^+을 내어 놓고, **중성에서 카복시기 산 이온(—COO^-)**이 됨. (1점)

중성에서 염기성으로 pH가 바뀔 때 아미노기의 짝산이 H^+을 내어 놓고, **염기성에서 아미노기(—NH_2)가** 됨. (1점)

위 과정을 아미노산의 구조식으로 정리하면



(5점)

산성 중성 염기성

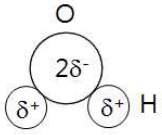
※ 채점시 유의사항

각 pH에서의 아미노산의 이온화가 일치해야 함. 그림 전체를 완성하지 못하고, 한 부분만 맞을 경우는 (1점), 두 부분 맞으면 (3점)

<논제 II-2> (20점)

(1) 10점

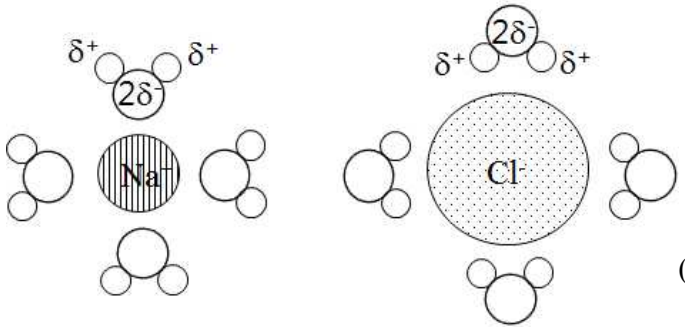
물 분자에서 전기 음성도가 큰 **산소 원자 쪽에 부분적인 음전하**($2\delta^-$)가, 전기 음성도가 작은 **수소 원자 쪽에 부분적인 양전하**(δ^+)가 형성됨. (2점)

혹은 그림으로 표현 

<8점>

물 분자 내에서 부분적인 음전하($2\delta^-$)를 띠고 있는 **물의 산소 원자가 나트륨 이온(Na^+) 쪽으로 향함**. (2점)

물 분자 내에서 부분적인 양전하(δ^+)을 띠고 있는 물의 수소 원자가 염화 이온(Cl^-) 쪽으로 향함. (2점)



(4점)

※ 채점시 유의사항

물 분자의 부분전하의 표시 없이 배향만 맞게 표현한 그림도 인정

나트륨 이온 혹은 염화 이온의 수화상태를 하나만 그리면 감점(-2점).

4개 미만의 물 분자로 그림을 표현 하면 감점 (-2점).

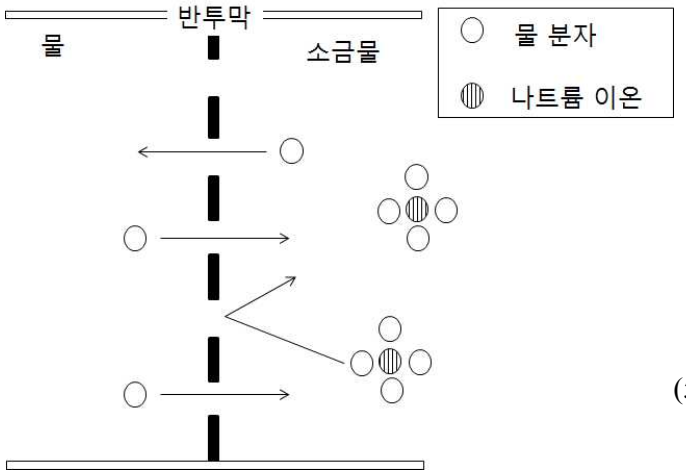
(2) 10점

<5점>

나트륨 이온은 물 속에서 극성이 큰 **물 분자들에 의해 둘러싸여 수화**됨. (1 점)

나트륨 이온은 수화된 물 층에 의해 **크기가 커지는** 효과가 발생함.(2 점)

그 결과, **물은 반투막을 자유롭게 통과하지만, 물 층으로 둘러싸인 나트륨 이온은 반투막을 잘 통과할 수 없게 됨**. (2 점)



(5 점)

※ 채점시 유의사항

물 분자와 수화된 나트륨 이온의 선택적 투과를 크기의 관점에서 표현한 그림은 정답으로 인정.

그려진 물 분자 수 혹은 수화된 나트륨 이온 수는 고려하지 않는다.

2015학년도 논술고사 예시답안(자연계I)

논제 II-과학-화학

[논제 II-1]

(1)

아세트산과 수산화 나트륨의 중화 반응은

$CH_3COOH(aq) + NaOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l)$ 이고,

생성염인 아세트산 나트륨의 용해 반응은

$CH_3COONa(s) \rightarrow Na^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$ 이며,

약산인 아세트산(CH_3COOH)의 짝염기인 아세트산 이온(CH_3COO^-)은 물과 반응하여 OH^-을 생성하므로, 염의 가수 분해 반응은

$CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$ 이다.

결과적으로 $[OH^-]$가 증가하므로, 염기성이 된다.

(2)

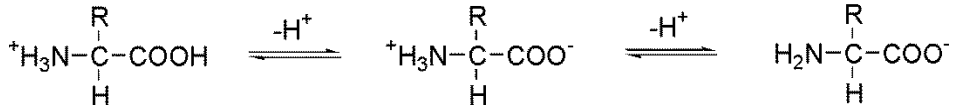
아미노기($—NH_2$)의 짝산($K_a \approx$ 암모늄 이온의 K_a)과 카복시기(—COOH) 산($K_a \approx$ 아세트산의 K_a)중에 카복시기 산이 더 강한 산임.

산성에서 염기인 아미노기와 약산인 카복시기 모두 양성자화 됨.

산성에서 중성으로 pH가 바뀔 때 더 강한 산인 카복시기 산이 먼저 H^+을 내어 놓고, 카복시기 산 이온($—COO^-$)이 됨.

중성에서 염기성으로 pH가 바뀔 때 아미노기의 짝산이 H^+을 내어 놓고, 중성인 아미노기가 됨.

위 과정을 아미노산의 구조식으로 정리하면

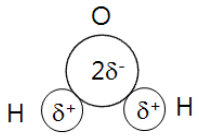


산성 중성 염기성

[논제 II-2]

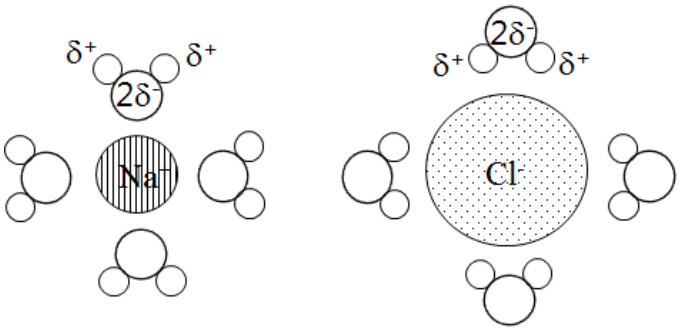
(1)

물 분자에서 전기 음성도가 큰 산소 원자 쪽에 부분적인 음전하($2\delta^-$)가, 전기 음성도가 작은 수소 원자 쪽에 부분적인 양전하(δ^+)가 형성됨.



물 분자 내에서 부분적인 음전하($2\delta^-$)를 띠고 있는 물의 산소 원자가 나트륨 이온(Na^+) 쪽으로 향함.

물 분자 내에서 부분적인 양전하(δ^+)을 띠고 있는 물의 수소 원자가 염화 이온(Cl^-) 쪽으로 향함.

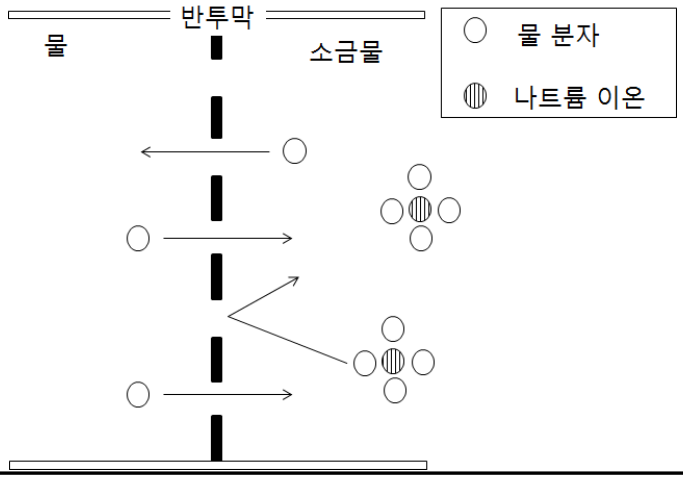


(2)

나트륨 이온은 물 속에서 극성이 큰 물 분자들에 의해 둘러싸여 수화됨.

나트륨 이온은 수화된 물 층에 의해 크기가 증가하는 효과가 발생함.

그 결과, 물은 반투막을 자유롭게 통과하지만, 물 층으로 둘러싸여 수화된 나트륨 이온은 반투막을 잘 통과할 수 없게 됨.



<2015학년도 논술고사-자연계I-생명과학>

(100점 만점/60점 기본 점수)

[논제Ⅱ-1]

(1) 우리나라에서만 살던 고유종인 검은색 초파리가 농산물 수출과 더불어 유럽지역으로 이동하게 되었다. 대부분의 개체는 새로운 환경에 적응하지 못하고 사라졌지만, 일부는 환경에 적응하기 시작하였다. 환경에 적응한 개체들의 몸 색의 표현형 비는 '검은색:회색 = 4:1'이고, 이들의 유전자형의 비는 'AA:Aa:aa = 3:1:1'이었다. 또 이로부터 10년 후에 다시 조사해 본 결과 유전자형의 비가 'AA:Aa:aa = 1:5:10'으로 나타났다.

위에서 관찰된 유전자형 비율의 변화를 참고하여, 위에서 10년 후에 조사했을 당시 표현형의 비와 표현형의 비가 이와 같이 변화된 이유를 설명하고, 환경의 변화가 없다면 그 이후의 표현형의 비가 어떻게 변화될지 예측하고 그 근거를 논술하시오. (8점)

(1)에 대한 배당 점수: 8 점 (밑줄친 부분이 포함되면 해당하는 점수를 부여한다)

① 처음 조사에서 유전자형의 비가 'AA : Aa : aa = 3 : 1 : 1' 이고 표현형의 비가 검은색 : 회색 = 4 : 1이므로 검은색 대립 유전자 A가 회색 대립 유전자 a에 대하여 우성이다. 10년 후의 조사에서는 유전자형의 비가 'AA : Aa : aa = 1 : 5 : 10' 이므로 이 경우 표현형의 비는 검은색 : 회색 = 6 : 10 = 3 : 5 이다. (2점-검은색 : 회색 = 6 : 10 = 3 : 5을 기술)

② 이와 같은 유전형의 비의 변화와 표현형의 비의 변화로 보아, 이 초파리는 환경적인 변화에 적응하기 위해 검은색 : 회색의 비가 4 : 1에서 3 : 5의 비율로 우성이 아닌 열성 유전자형을 가지고 있는 개체 수가 증가하여 열성 유전자를 가진 개체수의 비가 늘어났다. (1점- 검은색이 우성임에도 열성인 회색이 늘어남을 기술)

③ 이는 동일종의 초파리에 돌연변이가 일어난 후 자연선택에 의해 서로 다른 방향으로 변화하고 환경에 적응하여 새로운 개체가 나타나 유전자 풀이 바뀐 것이다. (1점- 돌연변이, 자연선택, 적응을 기술)

④ 환경의 변화나 지리적 단절에 의해 발생하는, 지리적으로 독립된 위치에 놓여 더 이상 유전자 교류가 일어 날 수 없기 때문에 발생하게 된다. (2점- 지리적으로 독립된 위치 또는 이소적 종 분화를 기술)

⑤ 환경의 변화가 없이 지속될 경우 열성 유전자형이 환경에 더 유리하기 때문에, 이후에도 열성 유전형 비율이 더욱 증가할 것으로 예상된다. (2점- 열성 유전자를 가진 비율이 더 증가 될 것으로 예상됨을 기술)

(2) 이 초파리의 눈 색을 암호화 하는 대립 유전자는 B(붉은색)와 b(흰색)가

있는데, B는 b에 대하여 우성이며 성 염색체 X에 있다. 대립 유전자 B에 돌연변이가 일어나서 b'로 바뀐 수컷과 유전자형이 Bb인 암컷을 교배하여 F_1을 얻었다. 이 F_1의 암컷과 수컷에서 각각 대립 유전자 b'를 가질 확률과 흰색 눈이 나타날 확률을 구하고 그 근거를 논술하시오. (단, 흰색 눈은 대립유전자 B에 돌연변이가 일어나서 그 유전자가 기능을 하지 못할 때 나타난다고 가정한다.) (11점)

(2)에 대한 배당 점수: 11 점 (밑줄친 부분이 포함되면 해당하는 점수를 부여한다, 표 참조)

① 눈 색 유전자는 X 염색체에 존재하는 반성 유전을 한다. 따라서 수컷의 Y염색체에는 눈 색 유전자가 없고, X의 경우는 모두 돌연변이 대립 유전자인 b' 유전자를 가지고 있다. 암컷의 경우, 50%는 B, 50%는 b 대립 유전자형을 가지고 있다. 따라서 F1의 수컷에서 흰 색 눈을 가질 확률은 B와 b를 가질 확률이 각 50%(p=0.5)이므로 50%(p=0.5)이고, 암컷 또한 Bb' 와 bb'일 확률이 50%(p=0.5) 이기 때문에 흰 색 눈일 확률은 50%(p=0.5)이다. (아래 표 참조) (5점- 수컷은 흰 색 눈을 가질 확률이 50%이고, 암컷도 50%임을 기술; 논리적이면 3점을 주고, 답만 맞을 경우 각 1점)

② 하지만, b'을 가질 확률은 수컷의 경우 반성 유전(X-linked inheritance)이기 때문에 0%(p=0)이고 암컷은 100%(p=1) b' 유전자를 가지고 있다. (6점- b'을 가질 확률은 수컷은 0%이고 암컷은 100% 임을 기술; 논리적이면 4점을 주고, 답만 맞을 경우 각 1점)

		암컷		F1	
		X(B)	X(b)	성	눈색
수컷	Y	X(B)Y	X(b)Y	암컷	붉은색:흰색=1:1
	X(b')	X(B)X(b')	X(b)X(b')	수컷	붉은색:흰색=1:1

(3) 이 초파리에서 다른 형질과의 연관 유전 여부를 알아보기 위해, 우성 형질의 암컷 초파리를 검정 교배 시켜 얻은 자손 중 암컷 초파리만을 가지고 아래 표를 작성하였다. 이때 A, B, C는 각각 몸의 색, 눈의 색, 날개의 형태를 결정하는 우성 대립 유전자를 나타낸다.

유전자형	개체수	유전자형	개체수
AaBbCc	105	AabbCc	93
AaBbcc	0	Aabbcc	0
aaBbCc	0	aabbCc	0
aaBbcc	107	aabbcc	95

위의 표를 참고하여 몸의 색, 눈의 색, 날개의 형태에 대하여 연관 유전 여부를 논술하시오. 또한 이 초파리 집단에서 체세포가 가질 수 있는 유전자형의 가지

수를 암컷과 수컷으로 구분하여 논술하시오. (단, 돌연변이와 교차는 없다고 가정한다.) (11점)

(3)에 대한 배당 점수: 11 점 (밑줄친 부분이 포함되면 해당하는 점수를 부여한다)

① 서로 다른 형질을 결정하는 유전자들이 동일한 염색체에 위치하여 감수 분열시 생식 세포로 함께 전달되는 유전을 연관 유전이라 한다. 제시된 표의 유전자형을 보면 검정 교배 결과 유전자형이 aabbcc인 자손이 나타났으므로 이 교배 실험에 사용된 우성 형질의 암컷 초파리의 유전형은 AaBbCc이다. A와 B의 유전 연관성에 대하여 보면, 이론적으로 A 와 B가 독립 유전이라면, [AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 1 : 1 : 1 : 1이어야 한다. 관찰 결과는 [AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 105 : 93 : 107 : 95 이므로 거의 비슷하다. 따라서 **몸 색 유전자(A) 와 눈색 유전자(B)는 독립 유전**이다.
한편 A와 C의 관계를 보면, 검정 교배 결과 [AC] : [Ac] : [aC] : [ac] = 198 : 0 : 0 : 202 이므로 위의 1: 1: 1 : 1과는 다른 [AC] : [ac] = 약 1 : 1의 비율이었다. 따라서 A와 C, 대립 유전자 a 와 c 가 각각 같은 염색체에 존재하며, **몸 색 유전자(A) 와 날개 형태 유전자(C) 는 연관 유전**을 함을 알 수 있다. 결과적으로 눈 색 유전자(B)와 날개 형태 유전자(C)는 서로 다른 염색체에 존재하며 독립 유전을 한다. (**3점**- 몸의 색(A)과 날개의 형태(C)는 한 염색체 안에 위치하며 매우 연관됨을 기술, **2점**- B유전자는 다른 유전자와 연관성이 없이 독립된 유전을 함을 기술)
② 위의 결과로 이 초파리 집단은 A와 C 및 a와 c가 각각 한 염색체에 있으며, 대립 유전자 B (또는 b)는 X 염색체에 존재한다. 따라서 암컷의 생식세포인 난자의 유전자형은 ABC, AbC, acB, acb 4가지가 가능하고 (A와 C는 연관되어 있으므로 이후 A라 표기 함), 수컷의 생식 세포인 정자의 유전형은 AB, Ab, AY, aB, ab, aY 6가지가 가능하다. 이와 같은 생식 세포의 수정에 의해 태어날 수 있는 자손의 유전형은 다음 표와 같이 나타낼 수 있다.

		암컷				
수컷		AX^B	AX^b	aX^B	ab	F1 성
	AX^B	AAX^BX^B	AAX^BX^b	AaX^BX^B	AaX^BX^b	암컷
	AX^b	AAX^BX^b(중)	AAX^bX^b	AaX^BX^b(중)	AaX^bX^b	암컷
	AY	AAX^BY	AAX^bY	AaX^BY	AaX^bY	수컷
	aX^B	AaX^BX^B(중)	AaX^BX^b(중)	aaX^BX^B	aaX^BX^b	암컷
	aX^b	AaX^BX^b(중)	AaX^bX^b(중)	aaX^BX^b(중)	aaX^bX^b	암컷
	aY	AaX^BY(중)	AaX^bY(중)	aaX^BY	aaX^bY	수컷

(중): 중복되는 유전자형
C는 A와 동일하게 유전되므로, 이 표에서는 AC는 A라 표기하였고 ac는 a로 표기하였다.

따라서 **수컷은 6가지, 암컷은 9가지 유전자형**이 있을 수 있다. (**6점**- 수컷은 6가지 유전자형이 암컷은 9가지임을 기술; 논리적이면 4점을 주고, 확률 두가지중 답만 맞을 경우 각 1점)

[논제 II-2]

(1)어떤 곤충의 날개 색을 암호화 하는 대립 유전자는 D(회색)와 d(투명한 색)가 있는데, D는 d에 대하여 우성이다. 이 곤충은 회색 날개가 유리한 환경에 놓여 있다. 회색 날개를 가진 부모에게 대립 유전자 d가 존재하는지 여부를 확인할 수 있는 생화학적 방법을 설명하시오. 또한 투명한 색 날개를 가진 개체가 회색 날개를 갖도록 하는 유전자 치료 기법의 과정을 논술하시오. (10점)

(1)에 대한 배당 점수: 10 점 (**밑줄친 부분이 포함되면 해당하는 점수를 부여한다**)

① 정상적인 유전자 D와 돌연변이 대립 유전자 d가 있으며, D는 d에 대하여 우성이다. 회색 날개를 가진 부모의 유전자형은 DD와 Dd가 있다. 보인자 검사를 통해 우성 형질을 가진 부모에게서 열성 대립 유전자의 존재 여부를 확인 할 수 있다. 따라서 이 부모 곤충이 DD와 Dd 중 어떤 유전자형을 가지고 있는지를 판단하는 생화학적 방법(유전자 진단법)으로 **PCR**과 **유전자 염기 서열 결정법**을 사용 할 수 있다. 회색 날개를 가진 부모로부터 DNA를 추출한 다음, 원하는 유전자 D 또는 대립 유전자 d가 있는 부위 (날개색 유전자 부위)를 PCR을 이용하여 증폭할 수 있다. (이 경우 이를 직접 이용하여 D로부터 d를 확인 할 수도 있다.) 증폭된 DNA 조각을 염기 서열 분석하여 돌연변이 또는 유전자형이 다른지를 확인 할 수 있다. (**2점**-유전자 염기 서열 결정법을 기술, PCR에 의해 할 수 있음을 기술해도 2점; 논리적이기만 하면 1점)

② 과학이 발달하면서 유전자의 결함에 의해 유전 질환이 발생 한다는 것을 알게 되었으며, 특정 유전자를 분리하여 원하는 형태로 조작할 수 있는 기술이 발달하면서 근본적인 원인을 치료할 수 있게 되었다. 예시에서와 같이 단일 유전자에 의해 발생하는 유전적인 결함의 경우 유전자 치료 기법으로 치료가 가능하다. 투명한 날개를 가진 개체를 유전자 치료 기법을 사용하여 회색의 날개를 갖도록 하기 위해서는 우선 회색의 날개를 가진 개체로부터 DNA를 추출하여 원하는 돌연변이가 있는지 없는지를 염기 서열 분석법으로 확인한다. 돌연변이가 없을 경우 이를 PCR을 이용하여 증폭한 후 **유전자 재조합 기술(1점)**을 이용하여 이 DNA를 플라스미드 또는 바이러스에 옮겨 **재조합 DNA(1점)**를 만들고, 유전자 치료 기법을 사용하여 투명한 색의 날개를 가진 초파리의 날개 세포에 재조합 된 **정상 유전자를 도입(1점)**한다. 이 도입된 유전자가 있는 세포를 초파리에 도입하였을 경우의 표현형을 관찰하여 돌연변이에 의한 **표현형(1점)**이 검은색으로 바뀌는지 확인한다. (생명공학 기술의 적용이 순서적이고 논리적이면 4점; 각 필요한 단계에 대하여 1점)

2015학년도 논술고사 예시답안(자연계I)

논제 II-과학-생명과학

[논제 II-1]

(1) 서로 다른 형질을 갖고 있는 두 순종 부모를 교배시켜 얻은 잡종 1세대에 한 쪽 부모의 형질만이 나타나면 이를 우성이라 하고, 나타나지 않는 형질을 열성이라 한다. 처음 조사에서 유전자형의 비가 'AA : Aa : aa = 3 : 1 : 1' 이고 표현형의 비가 검은색 : 회색 = 4 : 1이므로 검은색 대립 유전자 A가 회색 대립 유전자 a에 대하여 우성이다. 10년 후의 조사에서는 유전자형의 비가 'AA : Aa : aa = 1 : 5 : 10' 이므로 표현형의 비는 검은색 : 회색 = 6 : 10 = 3 : 5 이다. 이와 같은 유전자형 비의 변화와 표현형 비의 변화로 보아, 이 초파리는 환경적인 변화에 적응하기 위해 검은색 : 회색의 비가 4 : 1에서 3 : 5의 비율로 우성이 아닌 열성 유전자형을 가지고 있는 개체 수가 증가하여 열성 유전자를 가진 개체수의 비가 늘어났다. 이는 동일종의 초파리에 돌연변이가 일어난 후 자연선택에 의해 서로 다른 방향으로 변화하고 환경에 적응하여 새로운 개체가 나타나 유전자풀이 바뀐 것이다. 환경의 변화나 지리적으로 독립된 위치에 놓여 더 이상 유전자 교류가 일어 날 수 없기 때문에 발생하게 된다. 환경의 변화가 없이 지속 될 경우 열성 유전자형이 환경에 더 유리하기 때문에, 이후에도 열성 유전형 비율이 더욱 증가할 것으로 예상 된다.

(2) 눈 색 유전자는 X 염색체에 존재하며 반성 유전을 한다. 따라서 수컷의 Y 염색체에는 눈 색 유전자가 없고, X의 경우는 모두 돌연변이 대립 유전자인 b′ 유전자를 가지고 있다. 암컷의 경우, 50%는 B, 50%는 b 대립 유전자형을 가지고 있다. 따라서 F1의 수컷에서 흰 색 눈을 가질 확률은 B와 b를 가질 확률이 각 50%(p=0.5)이므로 50%(p=0.5)이고, 암컷 또한 Bb′ 와 bb′일 확률이 50%(p=0.5) 이기 때문에 흰 색 눈일 확률은 50%(p=0.5)이다(아래 표 참조). 하지만 b′을 가질 확률은 수컷의 경우 반성 유전(X-linked inheritance)이기 때문에 0%(p=0)이고 암컷은 100%(p=1) b′ 유전자를 가지고 있다.

		암컷		F1	
		X(B)	X(b)	성	눈색
수컷	Y	X(B)Y	X(b)Y	암컷	붉은색:흰색=1:1
	X(b′)	X(B)X(b′)	X(b)X(b′)	수컷	붉은색:흰색=1:1

(3) 서로 다른 형질을 결정하는 유전자들이 동일한 염색체에 위치하여 감수 분열시 생식 세포로 함께 전달되는 유전을 연관 유전이라 한다. 제시된 표의 유전자형을 보면 검정 교배 결과 유전자형이 aabbcc인 자손이 나타났으므로 이 교배 실험에 사용된 우성 형질의 암컷 초파리의 유전형은 AaBbCc이다. A와 B의 유전 연관성에 대하여 보면, 이론적으로 A 와 B가 독립 유전이라면, [AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 1 : 1 : 1 : 1이어야 한다. 관찰 결과는 [AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = 105 : 93 : 107 : 95 이므로 거의 비슷하다. 따라서 몸 색 유전자(A)와 눈색 유전자(B)는 독립 유전이다.

한편 A와 C의 관계를 보면, 검정 교배 결과 [AC] : [Ac] : [aC] : [ac] = 198 : 0 : 0 : 202 이므로 위의 1: 1: 1 : 1과는 다른 [AC] : [ac] = 약 1 : 1의 비율이었다. 따라서 A와 C, 대립 유전자 a 와 c가 각각 같은 염색체에 존재하며, 몸 색 유전자(A) 와 날개 형태 유전자(C)는 연관 유전을 함을 알 수 있다. 결과적으로 눈 색 유전자(B)와 날개 형태 유전자(C)는 서로 다른 염색체에 존재하며 독립 유전을 한다.

위의 결과로 이 초파리 집단은 A와 C 및 a와 c가 각각 한 염색체에 있으며, 대립 유전자 B (또는 b)는 X 염색체에 존재한다. 따라서 암컷의 생식세포인 난자의 유전자형은 ABC, AbC, acB, acb 4가지가 가능하고(A와 C는 연관되어 있으므로 이후 A라 표기 함), 수컷의 생식 세포인 정자의 유전형은 AB, Ab, AY, aB, ab, aY 6가지가 가능하다. 이와 같은 생식 세포의 수정에 의해 태어날 수 있는 자손의 유전형은 다음 표와 같이 나타낼 수 있다.

		암컷				
수컷		AX^B	AX^b	aX^B	ab	F1 성
	AX^B	AAX^BX^B	AAX^BX^b	AaX^BX^B	AaX^BX^b	암컷
	AX^b	AAX^BX^b(중)	AAX^bX^b	AaX^BX^b(중)	AaX^bX^b	암컷
	AY	AAX^BY	AAX^bY	AaX^BY	AaX^bY	수컷
	aX^B	AaX^BX^B(중)	AaX^BX^b(중)	aaX^BX^B	aaX^BX^b	암컷
	aX^b	AaX^BX^b(중)	AaX^bX^b(중)	aaX^BX^b(중)	aaX^bX^b	암컷
	aY	AaX^BY(중)	AaX^bY(중)	aaX^BY	aaX^bY	수컷

(중): 중복되는 유전자형

C는 A와 동일하게 유전되므로, 이 표에서는 AC는 A라 표기하였고 ac는 a로 표기하였다.

따라서 수컷은 6가지, 암컷은 9가지 유전자형이 있을 수 있다.

[논제 II-2]

(1) 정상적인 유전자 D와 돌연변이 대립 유전자 d가 있으며, D는 d에 대하여 우성이다. 회색 날개를 가진 부모의 유전자형은 DD와 Dd가 있다. 보인자 검사를 통해 우성 형질을 가진 부모에게서 열성 대립 유전자의 존재 여부를 확인 할 수 있다. 따라서 이 부모 곤충이 DD와 Dd 중 어떤 유전자형을 가지고 있는지를 판단하는 생화학적 방법(유전자 진단법)으로 PCR과 유전자 염기 서열 결정법을 사용 할 수 있다. 회색 날개를 가진 부모로부터 DNA를 추출한 다음, 원하는 유전자 D 또는 대립 유전자 d가 있는 부위(날개 색 유전자 부위)를 PCR을 이용하여 증폭할 수 있다. (이 경우 이를 직접 이용하여 D로부터 d를 확인 할 수도 있다.) 증폭된 DNA 조각을 염기 서열 분석하여 돌연변이 또는 유전자형이 다른지를 확인 할 수 있다.

과학이 발달하면서 유전자의 결함에 의해 유전 질환이 발생 한다는 것을 알게 되었으며, 특정 유전자를 분리하여 원하는 형태로 조작할 수 있는 기술이 발달하면서 근본적인 원인을 치료할 수 있게 되었다. 예시에서와 같이 단일 유전자에 의해 발생하는 유전적인 결함의 경우 유전자 치료 기법으로 치료가 가능하다. 투명한 날개를 가진 개체를 유전자 치료 기법을 사용하여 회색의 날개를 갖도록 하기 위해서는 우선 회색의 날개를 가진 개체로부터 DNA를 추출하여 원하는 돌연변이가 있는지 없는지를 염기 서열 분석법으로 확인한다. 돌연변이가 없을 경우 이를 PCR을 이용하여 증폭한 후 유전자 재조합 기술을 이용하여 이 DNA를 플라스미드 또는 바이러스에 옮겨 재조합 DNA를 만들고, 유전자 치료 기법을 사용하여 투명한 색의 날개를 가진 초파리의 날개 세포에 재조합 된 정상 유전자를 도입한다. 이 도입된 유전자가 있는 세포를 초파리에 도입하였을 경우의 표현형을 관찰하여 돌연변이에 의한 표현형이 검은색으로 바뀌는지 확인한다.