

2016학년도 수시모집 논술우수전형

논술시험(자연 1)

< 2015. 11. 15(일) 10:40 자연계 1교시 >

모집단위	전형유형	논술우수전형
수험번호	성명	

□ 답안작성 유의사항

- 가. 시험 시간은 120분이며, 답안은 반드시 과목별 지정 답안영역에 작성해야 합니다.
- 나. [수학1], [수학2]는 필수 문제이며, [물리I], [물리II], [화학I], [화학II], [생명과학I], [생명과학II]의 6문제 중 2문제를 선택하여 응시해야 합니다.
(총 4문제)
- 다. 과학문제 선택과목을 반드시 표기(마킹●)해야 합니다.
- 라. 답안은 지정된 작성영역 내에 작성해야 하며, 지정된 작성영역을 초과하여 작성한 부분에 대해서는 평가하지 않습니다.
- 마. 답안 작성영역에는 어떠한 경우에도 인적사항을 기재하면 안됩니다. 인적사항(성명, 서명 등) 또는 답안과 관계없는 표기를 하는 경우 결격처리 될 수 있습니다.
- 바. 흑색 또는 청색 필기구를 사용해야 합니다.(연필·샤프 사용가능, 답안작성 중 필기구 종류 또는 색상 변경 불가)
- 사. 답안 수정 시에는 취소선을 긋거나 지우개로 지워야 하며 수정액이나 수정테이프는 사용할 수 없습니다.
- 아. 답안지 전면 상단에 본인의 인적사항(모집단위, 수험번호, 성명 등)을 기재하고, 감독위원의 확인을 받아야 합니다.

논술시험 (자연 1)

[수학 1]

다음 <제시문1> ~ <제시문4>를 읽고 [수학 1-i] ~ [수학 1-ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
좌표평면의 네 점 $O(0, 0)$, $A(2, 0)$, $B(2, 2)$, $C(0, 2)$ 를 꼭짓점으로 하는 정사각형 $OABC$ 가 주어져 있다.

<제시문2>
정사각형 $OABC$ 의 한 변 OA 위에 두 점 $D(t, 0)$, $G(t+1, 0)$ 을 잡는다. (단, $0 \leq t \leq 1$)

<제시문3>
점 D 에서 선분 OA 에 수직인 직선이 선분 CA 및 선분 CB 와 만나는 점을 각각 E, F 라 한다. 점 G 에서 선분 OA 에 수직인 직선이 선분 CA 및 선분 CB 와 만나는 점을 각각 H, I 라 한다.

<제시문4>
삼각형 CEF 의 넓이를 $S_1(t)$, 삼각형 AHG 의 넓이를 $S_2(t)$ 라 한다.

[수학1-i] $S_1(t)$ 와 $S_2(t)$ 의 곱을 $g(t)$ 라 할 때, $g(t)$ 를 t 에 관한 식으로 나타내고, 그 이유를 논하시오.

[수학1-ii] $g(t)$ 의 최댓값과 그 때의 t 를 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학 2]

다음 <제시문1> ~ <제시문5>를 읽고 [수학 2]를 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

좌표평면에서 제1사분면의 점들 전체의 집합을 H 라 한다.

<제시문2>

실수 $a(a > 4)$ 가 주어지 있을 때, 좌표평면의 두 점 $E(2, 0)$, $E'(-2, 0)$ 으로부터의 거리의 합이 $2\sqrt{a}$ 로 일정한 점들 전체의 집합을 A 라 한다.

<제시문3>

<제시문2>에서 주어진 실수 $a(a > 4)$ 에 대하여, 좌표평면의 두 점 $F(\sqrt{a}, 0)$, $F'(-\sqrt{a}, 0)$ 으로부터의 거리의 차가 4 로 일정한 점들 전체의 집합을 B 라 한다.

<제시문4>

원점 $O(0, 0)$ 으로부터의 거리가 $\sqrt{5}$ 로 일정한 점들 전체의 집합을 C 라 한다.

<제시문5>

유한개의 원소를 가지는 임의의 집합 D 에 대하여 $n(D)$ 는 집합 D 의 원소의 개수를 나타낸다.

[수학2] $n(A \cap B \cap C \cap H) = 1$ 이 되는 a 의 값을 구하고, 그 이유를 논하시오.

논술시험 (자연 1)

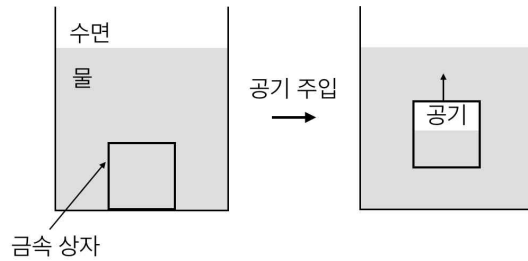
[물리 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문2>를 읽고 [물리 I-i] ~ [물리 I-ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
 물체에 작용하는 부력은 잠긴 부분의 부피에 해당하는 유체의 무게와 같다. 즉, 밀도가 ρ 인 유체에 부피 V 만큼 물체가 잠겼을 때, 이 물체가 받는 부력 F 는 $F = \rho Vg$ 가 된다(g 는 중력 가속도).

<제시문2>
 케플러의 제 3법칙(조화 법칙): 행성의 타원 궤도의 긴반지름의 세제곱과 주기의 제곱은 서로 비례한다.
 행성의 운동이 원운동이라고 가정하고, 원운동을 하도록 하는 힘은 행성과 태양 사이에 작용하는 중력임을 이용하면 조화 법칙을 확인할 수 있다.

[물리 I-i] 질량 m 인 금속을 얇게 편 후 가공해 정육면체 모양의 속이 빈 상자를 만들었다. 상자 내부의 빈공간의 부피는 V 이다. 금속 상자를 물이 채워진 수조에 넣었다. 아주 작은 구멍을 통해 들어온 물이 내부공간을 가득 채워 상자가 물속에 가라앉았다. 상자가 수면을 향해 위로 움직이도록 공기를 주입하려한다. 주입해야 하는 공기의 부피는 최소 어떤 값보다 커야 하는지 논하시오.(단, 공기의 밀도는 0, 물의 밀도는 ρ 이며, 금속 자체의 부피는 무시하시오.)



[물리 I-ii] 생명체가 존재할 가능성이 있는 지구와 비슷한 외계 행성 X가 발견되었다. 행성 X의 공전 주기는 1년으로 지구와 같고, 중심별로부터 2 AU 떨어진 거리에서 원 궤도를 따라 등속 원운동한다는 것이 알려졌다. 행성 X가 공전하는 중심별의 질량 M' 와 지구가 공전하는 태양의 질량 M 과의 관계식을 구하고, 그 근거를 제시하시오.(단, 1 AU는 지구와 태양사이의 거리이다.)

논술시험 (자연 1)

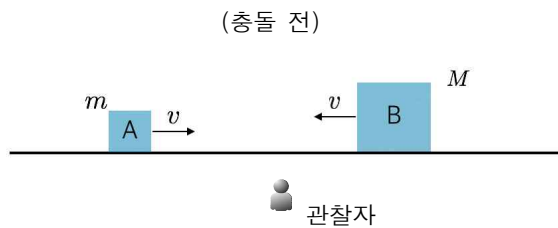
[물리 II]

다음 <제시문1> ~ <제시문2>를 읽고 [물리II-i] ~ [물리II-ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

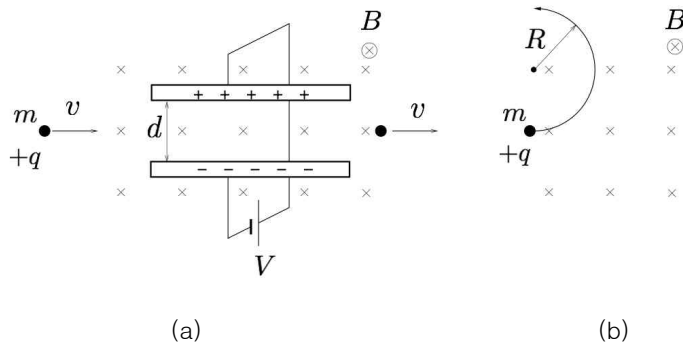
<제시문1>
 운동량은 질량과 속도의 곱으로 정의된다. 운동량 보존 법칙은 외력이 작용하지 않는 모든 충돌에서 성립한다. 충돌 전후의 운동 에너지가 보존되는 충돌을 완전 탄성 충돌이라고 한다.

<제시문2>
 y 축 방향으로 크기가 B 인 자기장이 걸려 있는 공간 안에서 점전하 $+q$ 가 x 축 방향으로 v 의 속력으로 움직이고 있을 때, 전하에는 z 축 방향으로 크기 $F_B = qvB$ 인 자기력이 작용한다. 크기가 E 인 전기장 안에서 전하는 전기장의 방향으로 크기 $F_E = qE$ 인 전기력을 받는다.

[물리II-i] 그림과 같이 마찰이 없는 지면 위에서 속도 v 로 움직이는 질량 m 인 물체 A가 있다. 질량 M 인 물체 B가 A의 반대 방향으로 같은 속도 v 로 움직여 A와 정면으로 완전 탄성 충돌하였다. 지면에 정지해 있는 관찰자가 본 충돌 후 물체 A의 속력을 구하고, m 이 M 보다 무시할 수 있을 정도로 작은 경우 충돌 후 A의 운동에 대해 논하시오.(단, 물체의 크기는 무시하고 일차원 충돌을 가정하시오.)



[물리II-ii] 그림과 같이 크기가 B 인 균일한 자기장이 걸려있는 공간 안에 전위차 V 가 걸린, 간격 d 만큼 떨어진 두 평행판이 있다. 평행판의 왼쪽에서 질량 m , 전하량 $+q$ 인 입자가 자기장에 수직인 방향으로 들어왔다. 그림 (a)와 같이 평행판을 통과한 입자가 그림 (b)와 같이 자기장이 있는 영역으로 들어왔다.



(가) 그림 (a)처럼 입자가 두 평행판 사이를 통과할 때 통과 전후의 속도를 일정하게 하기 위한 입사 속도 v 를 구하고, 그 근거를 제시하시오.

(나) 그림 (a)의 두 평행판 사이를 통과한 입자가 그림 (b)처럼 같은 크기의 자기장 B 가 걸려 있는 공간에 들어오면 등속 원운동을 하게 된다. 원운동의 반지름 R 을 측정해서 입자의 전하량과 질량의 비 $\left(\frac{q}{m}\right)$ 를 구하고자 한다. 실험에서 측정 가능한 물리량인 V, d, B, R 만을 이용해 $\frac{q}{m}$ 를 표시하고, 그 근거를 제시하시오.

논술시험 (자연 1)

[화학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문5>를 읽고 [화학 I -i] ~ [화학 I -iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
 분자에서 모든 원자가 전자를 나타내는 식을 루이스 전자점식이라고 한다. 루이스 전자점식은 결합에 참여한 전자와 결합에 참여하지 않은 전자가 드러나도록 표시한 화학식이다.

<제시문2>
 전자쌍 반발 원리는 한 분자 내에서 중심 원자를 둘러싸고 있는 전자쌍끼리는 서로의 정전기적 반발력이 작용하여 가능하면 멀리 떨어져 있으려고 한다는 이론이다. 이 원리는 공유 결합으로 만들어진 분자의 구조와 결합각을 예측하는데 유용하다.

<제시문3>
 화학 반응이 일어날 때 반응 물질과 생성 물질의 관계를 나타낸 식을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식을 이용하여 반응물과 생성물의 종류를 알 수 있고, 계수로부터 반응물과 생성물의 양적관계를 파악할 수 있다.

<제시문4>
 이온 결합은 양이온과 음이온 사이의 전기적 인력에 의해 형성되는 결합이며 공유 결합은 원자 사이에 전자쌍을 공유하여 이루어지는 결합이다. NaCl과 MgO는 양이온과 음이온 사이에 강한 전기적 인력에 의해 결합되어 있어 녹는점과 끓는점이 높으므로 상온에서 고체로 존재한다. 반면에 분자로 이루어진 공유 결합 물질인 CH₄와 Br₂는 녹는점과 끓는점이 낮아 상온에서 각각 기체와 액체로 존재한다.

<제시문5>
 화학 반응에서 전자를 잃는 것을 산화라고 하고 전자를 얻는 것을 환원이라고 한다. 산화-환원 반응을 설명하기 위하여 산화수를 사용한다. 산화수는 어떤 물질 속에서 원소가 어느 정도로 산화되었는지를 나타내는 가상적인 전하량이다.

[화학 I - i] 요소는 NH₂CONH₂의 화학식을 가지는 분자이다. 요소의 구조에서 ∠OCN과 ∠CNH의 결합각을 각각 a와 b라 하자. 요소는 화학반응에 의해 HNCO와 암모니아로 분해된다. HNCO의 구조에서 ∠OCN의 결합각을 c라 하자. 요소와 HNCO의 루이스 전자점식을 제시하고 결합각 a, b, c의 크기를 비교하여 논하시오.

[화학 I - ii] 질소 기체와 수소 기체의 반응을 통해 암모니아가 합성되고, 암모니아와 이산화 탄소의 반응을 통해 요소와 물이 생성된다. 이러한 합성 과정으로 요소를 합성하고자 할 때, 0°C 1기압에서 11.2 L의 부피를 가지는 수소 기체를 사용하여 얻을 수 있는 요소의 최대량(g)을 구하고, 그 근거를 제시하시오. (H, C, N, O의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16이다. 질소 기체와 이산화 탄소는 충분한 양을 사용한다.)

[화학 I - iii] 암모니아와 이산화 탄소의 반응에 의한 요소의 생성반응에서 NH₂COONH₄의 화학식을 가지는 중간 물질이 얻어졌다. 요소와 이 중간물질에 대해 화학 결합의 차이를 논하고, 두 물질의 녹는점을 비교하시오.

[화학 I - iv] 콩과 식물에서 1몰의 N₂와 8몰의 H⁺가 반응하여 2몰의 NH₃과 1몰의 H₂를 생성한다고 할 때 1몰의 암모니아 생성에 필요한 전자의 개수를 논하시오.

논술시험 (자연 1)

[화학 II]

다음 <제시문1> ~ <제시문5>를 읽고 [화학II-i] ~ [화학II-iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

산과 염기가 중화 반응하여 물이 생성될 때 주위로 방출되는 열량을 중화열이라고 한다. 염산과 수산화 나트륨 수용액이 반응하여 물이 생성되는 중화 반응은 발열 반응이다.

<제시문2>

순수한 물은 물 분자끼리 서로 수소 이온을 주고받아 다음 화학 반응식과 같이 이온화하는데, 이것을 물의 자동 이온화라고 한다. $\text{H}_2\text{O}(l) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(aq) + \text{OH}^-(aq)$

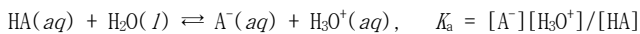
이때 H_3O^+ 과 OH^- 의 몰농도의 곱($[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$)은 일종의 평형 상수로 물의 이온곱 상수(K_w)라고 한다. 25°C에서 물의 K_w 는 1×10^{-14} 이다.

<제시문3>

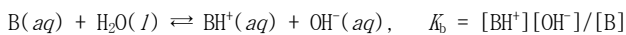
수용액이 산성인지 염기성인지 쉽게 알아보고 표현하기 위하여 수소 이온 농도 지수 pH가 제안되었다. 용액의 pH는 다음과 같이 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 의 역수의 상용로그 값이다. $\text{pH} = \log(1/[\text{H}_3\text{O}^+]) = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$

<제시문4>

산 HA가 물에 녹아 이온화 평형을 이룰 때 산의 이온화 상수 K_a 는 다음과 같다.



염기 B가 물에 녹아 이온화 평형을 이룰 때 염기의 이온화 상수 K_b 는 다음과 같다.



HCl과 Cl^- 같이 H^+ 의 이동에 의하여 산과 염기로 되는 한 쌍의 물질을 짝산-짝염기 쌍이라고 한다. 산의 이온화 상수 K_a 와 그 짝염기의 이온화 상수 K_b 사이에는 $K_w = K_a \cdot K_b$ 의 관계가 성립한다.

<제시문5>

지시약은 수용액의 pH에 따라 색깔이 달라지는 물질로, 그 자체가 약산 또는 약염기이다. 지시약은 수용액에서 다음과 같은 평형을 이룬다. $\text{HIn}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{In}^-(aq) + \text{H}_3\text{O}^+(aq)$

지시약을 산성 용액에 넣으면 H_3O^+ 의 농도가 증가하여 평형이 역반응 쪽으로 이동하므로 HIn의 색깔이 나타난다.

지시약을 염기성 용액에 넣으면 OH^- 와의 중화 반응에 의해 H_3O^+ 의 농도가 감소하여 평형이 정반응 쪽으로 이동하므로 In^- 의 색깔이 나타난다.

[화학II-i] 순수한 물을 상온(25°C)에서 가열하여 온도를 올렸을 경우, 상온 상태와 비교하여 H_3O^+ 의 농도 ($[\text{H}_3\text{O}^+]$)변화를 추론하시오.

[화학II-ii] 중화 적정에서 지시약 페놀프탈레인은 pH 8.2~10.0에서 색이 변한다. 지시약 메틸 오렌지는 pH 3.1~4.4에서 색이 변한다. 산으로서 페놀프탈레인과 메틸 오렌지의 산의 세기를 비교하여 논하시오.

[화학II-iii] 상온에서 0.2 M 아세트산(CH_3COOH) 수용액 100 mL를 0.2 M NaOH 수용액으로 중화 적정을 하고 있다. 상온에서 아세트산의 이온화 상수(K_a)를 계산의 편의를 위해서 1×10^{-5} 이라할 때, 중화점에서의 용액의 pH 값을 구하고, 그 근거를 제시하시오.

[화학II-iv] 위의 [화학II-iii]의 중화 적정에서 NaOH 용액을 200 mL까지 첨가할 때, 첨가된 NaOH 용액의 부피에 따른 용액 상의 CH_3COO^- 의 농도($[\text{CH}_3\text{COO}^-]$)변화를 추론하시오.(그래프를 그리고, 첨가된 NaOH 용액이 0 mL, 100 mL, 200 mL일 때의 용액 상의 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 값을 제시하시오.)

논술시험 (자연 1)

[생명과학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문2>를 읽고 [생명과학 I -i] ~ [생명과학 I -iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
 호흡 운동으로 폐 속으로 공기가 들어오면 기체 분자가 분압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하는 확산 현상에 의해 산소는 폐포를 둘러싸고 있는 모세 혈관 쪽으로 이동하고, 반대로 이산화 탄소는 모세 혈관에서 폐포 쪽으로 이동하는 기체 교환이 일어난다. 폐포와 모세 혈관 사이의 기체 교환은 기체의 분압차에 의하는데, 분압이란 혼합 기체 속의 한 성분 기체가 차지하는 압력이다.

<제시문2>
 생물의 항상성이란 외부 환경이 변한다 하더라도 생물이 내부 환경 조건을 일정 범위 내에서 유지할 수 있는 능력을 말한다. 체온 유지, 심장박동 조절, 일정한 혈압 유지, 혈액 중 산소와 이산화 탄소의 농도 조절, 무기 염류량 유지 등이 그 예이다. 항상성 유지를 위해서 신체의 각 기관들은 서로 신호를 주고받으며, 이 과정에서 내분비계와 신경계가 상호 작용을 한다.

[생명과학 I - i] 산소(O₂)는 물에는 잘 용해되지 않지만, 혈액에서는 적혈구 세포에 헤모글로빈이라는 산소 운반 단백질이 있어 많은 양의 산소를 운반할 수 있다. 이산화 탄소(CO₂)도 산소처럼 물에는 용해가 잘 되지 않는다. 그렇다면 조직 세포에서 대사 작용 중에 생성되는 CO₂는 어떻게 폐포로 이동하는지 논하시오.

[생명과학 I - ii] 일반 대기의 산소 분압보다 산소의 분압이 낮은 상태에서 하는 운동은 일반 대기 중에서 운동을 하는 경우와 비교하여 단기적으로 맥박수에 변화를 일으킨다. 맥박수에는 어떠한 변화가 예상되며 이러한 변화를 항상성 개념을 이용하여 논하시오.

[생명과학 I - iii] 새로운 행성 ‘성균2015’가 발견되었다. 탐사 결과, 행성의 대기가 95%의 산소와 5%의 이산화 탄소를 이루어져 있는 것을 제외하고는 모든 조건이 지구와 동일하였다. 이 행성 대기에 인간이 노출되면, 단기적으로 호흡에 어떠한 변화가 예상되는지 논하시오.

논술시험 (자연 1)

[생명과학 II]

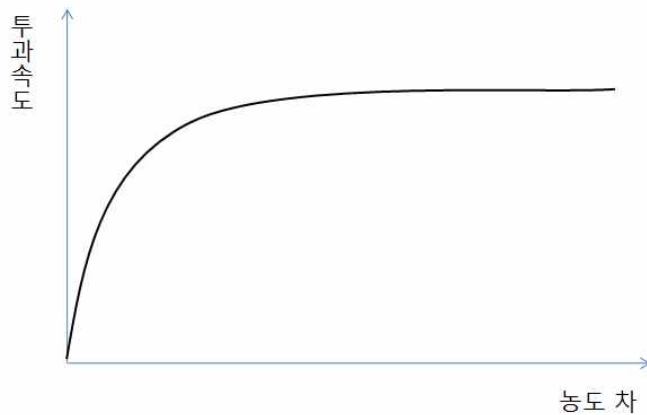
다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [생명과학II-i] ~ [생명과학II-iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
 물, 이산화 탄소, 산소 등의 작은 분자들은 세포막의 인지질 층을 직접 통과하여 확산된다. 예를 들면 폐와 아가미에서 일어나는 가스 교환도 확산 현상이다. 세포 내에서 물질 대사에 의해 산소는 소비되고 이산화 탄소가 생성되면 세포 내의 산소 농도는 외부보다 낮아지고 이산화 탄소의 농도는 외부보다 높아진다. 그 결과 산소는 세포 밖에서 안으로 확산되어 들어오고 이산화 탄소는 세포 안에서 밖으로 확산되어 나간다. 이를 단순 확산이라 부른다.

<제시문2>
 설탕이나 아미노산 같은 큰 분자들은 막을 직접 통과하지 못하고 세포막에 존재하는 단백질을 통과하여 이동한다. 이러한 분자의 이동을 촉진 확산이라고 한다. 촉진 확산도 단순 확산과 이동 방향이 같으며 에너지를 소모하지 않는다.

<제시문3>
 김치를 담글 때 배추에 소금을 뿌려 두면 배추가 숨이 죽는다. 이와 같이 물과 같은 저분자 물질은 통과시키지만 용질과 같은 고분자 물질은 통과시키지 않는 막의 성질을 반투과성이라 하고 이러한 막을 반투과성 막이라 한다. 이와 같이 반투과성 막을 사이에 두고 용액의 농도가 낮은 쪽에서 농도가 높은 쪽으로 물 분자가 이동하는 현상을 삼투라고 한다. 이때 물 분자가 용액의 농도가 낮은 쪽에서 농도가 높은 쪽으로 투과하려는 힘을 삼투압이라고 한다. 두 용액을 비교하여 삼투압이 낮은 용액을 저장액, 삼투압이 높은 용액을 고장액이라 하고, 두 용액의 삼투압이 동일하면 한쪽 용액에 대해 다른 쪽 용액을 등장액이라고 한다. 세포를 둘러싼 세포막도 반투과성 막이므로 분자량이 작은 물질과 용매를 확산에 의해 통과시킨다.

[생명과학II-i] 다음은 물질 X에 대한 세포막 투과성을 관찰한 결과를 보여주는 그래프이다. ‘농도 차’는 물질 X의 세포 내부와 외부 농도의 차이를 의미하며 ‘투과속도’는 물질 X가 세포막을 투과하는 속도를 나타낸다. 물질 X는 어떠한 수송 방법을 이용하여 세포막을 투과하고 있는지 논하시오.



[생명과학II-ii] 일반적으로 분자량이 작은 물질은 분자량이 큰 물질에 비해 반투과성 막을 통과하기가 더 용이하다. 그러나 대부분의 분자량이 작은 이온들은 분자량이 작음에도 불구하고 세포막의 인지질 층을 직접적으로 통과하지 못한다. 왜 이런 현상이 일어나는지 그 이유를 논하시오.

[생명과학II-iii] DNA와 같은 거대 생체 분자들은 세포막을 통과하지 못한다. 이들이 세포 내부에서 세포의 삼투압에 미치는 영향에 대해서 논하시오.

2016학년도 수시모집 논술우수전형

논술시험(자연 2)

< 2015. 11. 15(일) 14:40 자연계 2교시 >

모집단위	전형유형	논술우수전형
수험번호	성명	

□ 답안작성 유의사항

- 가. 시험 시간은 120분이며, 답안은 반드시 과목별 지정 답안영역에 작성해야 합니다.
- 나. [수학1], [수학2]는 필수 문제이며, [물리I], [물리II], [화학I], [화학II], [생명과학I], [생명과학II]의 6문제 중 2문제를 선택하여 응시해야 합니다.
(총 4문제)
- 다. 과학문제 선택과목을 반드시 표기(마킹●)해야 합니다.
- 라. 답안은 지정된 작성영역 내에 작성해야 하며, 지정된 작성영역을 초과하여 작성한 부분에 대해서는 평가하지 않습니다.
- 마. 답안 작성영역에는 어떠한 경우에도 인적사항을 기재하면 안됩니다. 인적사항(성명, 서명 등) 또는 답안과 관계없는 표기를 하는 경우 결격처리 될 수 있습니다.
- 바. 흑색 또는 청색 필기구를 사용해야 합니다.(연필·샤프 사용가능, 답안작성 중 필기구 종류 또는 색상 변경 불가)
- 사. 답안 수정 시에는 취소선을 긋거나 지우개로 지워야 하며 수정액이나 수정테이프는 사용할 수 없습니다.
- 아. 답안지 전면 상단에 본인의 인적사항(모집단위, 수험번호, 성명 등)을 기재하고, 감독위원의 확인을 받아야 합니다.

논술시험 (자연 2)

[수학 1]

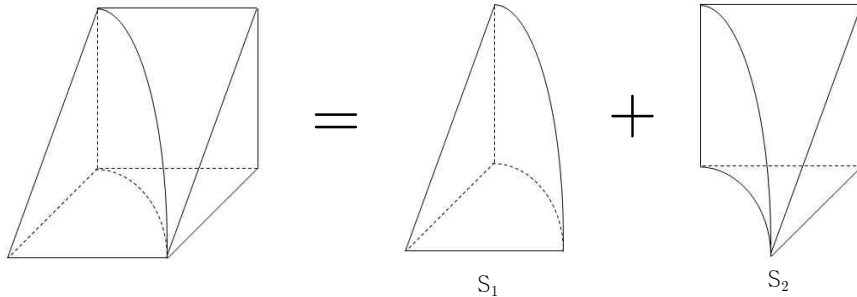
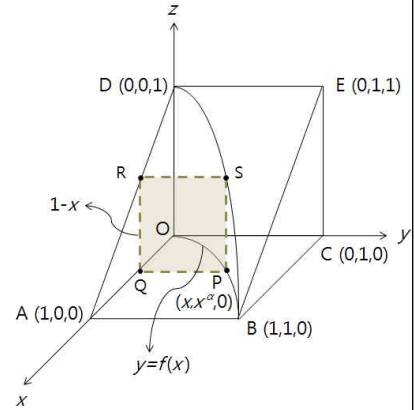
다음 <제시문1> ~ <제시문2>를 읽고 [수학1-i] ~ [수학1-ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

오른쪽 그림과 같이 직각이등변삼각형 OAD를 밑면으로 하고, 높이가 1인 삼각기둥 OADCBE가 좌표공간 안에 옆으로 놓혀있다.

양의 실수 α 에 대하여, xy 평면 위에 곡선 $y=f(x)=x^\alpha$ 위의 점 $P(x, x^\alpha, 0)$ 에서 x 축 위에 내린 수선의 발을 Q라 하자. 선분 PQ를 밑면으로 하고 높이가 $1-x$ 인 직사각형 PQRS를 x 축에 수직인 평면 위에 그린다.

점 P가 곡선 $y=f(x)$ 위를 원점에서 점 $(1, 1, 0)$ 까지 움직일 때, 이 직사각형이 만드는 입체도형을 S_1 이라고 한다. 이 입체도형은 삼각기둥 OADCBE 안에 놓이게 되는데, 삼각기둥 내부이면서 S_1 의 외부인 입체도형을 S_2 라고 한다.



<제시문2>

양의 실수 β 에 대하여 $\int x^\beta dx = \frac{1}{\beta+1} x^{\beta+1} + C$ (C 는 상수)이다.

[수학1-i] <제시문1>에서 $\alpha=1$ 일 때 S_1 의 부피의 값을 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학1-ii] S_1 과 S_2 의 부피의 값이 같아지는 α 의 값을 구하고, 그 이유를 논하시오.

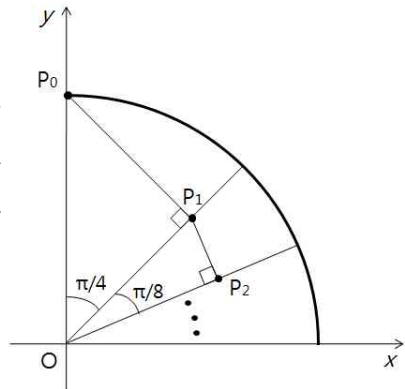
논술시험 (자연 2)

[수학 2]

다음 <제시문1> ~ <제시문2>를 읽고 [수학2-i] ~ [수학2-iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

오른쪽 그림과 같이 좌표평면 위에 중심이 원점 O 이고 반지름이 1인 원 위에 점 $P_0(0, 1)$ 을 잡는다. 선분 OP_0 을 원점을 중심으로 하여 시계 방향으로 $\frac{\pi}{4}$ 만큼 회전시킨 선분 위에, 점 P_0 으로부터 내린 수선의 발을 점 P_1 이라고 한다. 다시 선분 OP_1 을 원점을 중심으로 하여 시계방향으로 $\frac{\pi}{8}$ 만큼 회전시킨 선분 위에, 점 P_1 에서 내린 수선의 발을 점 P_2 라고 한다. 위의 과정을 n 번 반복하였을 때 생기는 점을 P_n 이라고 한다. 즉, 선분 OP_{n-1} 을 원점을 중심으로 하여 시계방향으로 $\frac{\pi}{2^{n+1}}$ 만큼 회전시킨 선분 위에, 점 P_{n-1} 에서 내린 수선의 발을 점 P_n 이라고 한다. 이때, 점 P_n 의 좌표는 (x_n, y_n) 이라고 한다.



<제시문2>

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$ 의 값은 1이다. (단, x 의 단위는 라디안)

[수학2-i] 점 P_1 의 좌표 (x_1, y_1) 을 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학2-ii] $\sum_{n=0}^{\infty} y_n$ 의 값을 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학2-iii] $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n$ 의 값을 구하고, 그 이유를 논하시오.

논술시험 (자연 2)

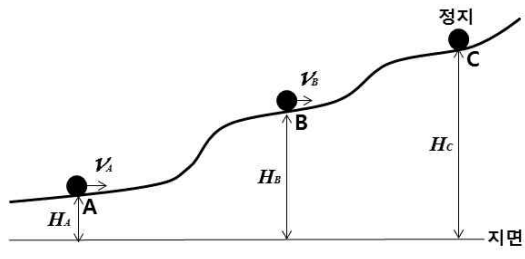
[물리 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문2>를 읽고 [물리 I-i] ~ [물리 I-ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
 역학적 에너지는 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합으로 정의된다. 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지는 운동하는 동안 서로 전환될 수 있으나 그 합은 항상 일정하며, 이를 역학적 에너지 보존 법칙이라고 한다.

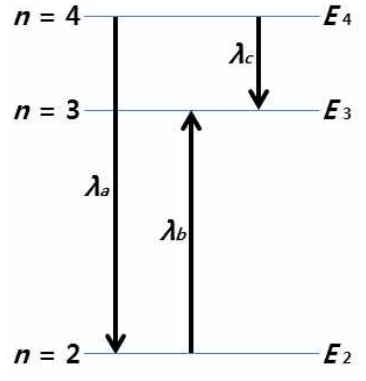
<제시문2>
 전자가 에너지 준위 사이로 이동하는 것을 전이라고 한다. 일반적으로 에너지 준위 E_n 에 있던 전자가 E_m 으로 전이될 때 나오는 빛의 진동수 f 는 다음과 같이 쓸 수 있다. $hf = E_n - E_m$ (h 는 플랑크 상수이고, $E_n > E_m$ 이다.)

[물리 I-i] 아래 그림은 궤도를 따라 운동하는 물체가 지면으로부터 높이가 H_A 인 A 지점을 속력 v_A 로 통과하여, B 지점을 속력 v_B 로 지나 최고점 C에 도달하여 일시 정지한 모습이다.
 (단, 지면에서 물체의 중력에 의한 퍼텐셜 에너지는 0이며, 물체의 크기, 마찰 및 공기 저항은 무시한다.)



- (가) 각 지점에서의 높이가 $H_B = 2H_A$, $H_C = 3H_A$ 를 만족할 때, 물체의 속력의 비 $\frac{v_A}{v_B}$ 를 구하고, 그 이유를 논하시오.
- (나) B 지점에서 물체의 중력에 의한 퍼텐셜 에너지는 운동 에너지의 2배이며, $v_B = \frac{2}{3}v_A$ 의 조건을 만족할 때, 높이의 비 $\frac{H_C}{H_B}$ 를 구하고, 그 근거를 논하시오.

[물리 I-ii] 오른쪽 그림은 보어의 수소 원자 모형에서 전자의 에너지 준위를 나타낸 것이다. 양자수 n 에 따른 에너지는 $E_n = -\frac{A}{n^2}$ 이다(단, A 는 양의 상수). 전자가 $n=4$ 에서 $n=2$ 로 전이될 때 방출되는 빛의 파장은 λ_a 이고, $n=2$ 에서 $n=3$ 으로 전이될 때 흡수하는 빛의 파장은 λ_b 이다.



- (가) 파장 크기의 비 $\frac{\lambda_a}{\lambda_b}$ 를 숫자로 나타내고, 그 근거를 제시하시오.
- (나) 전자가 $n=4$ 에서 $n=3$ 으로 전이될 때 방출되는 빛의 파장은 λ_c 이다. λ_c 를 λ_a 와 λ_b 를 이용하여 표시하고, 그 이유를 논하시오.

논술시험 (자연 2)

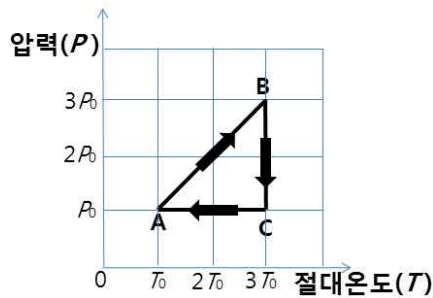
[물리 II]

다음 <제시문1> ~ <제시문2>를 읽고 [물리II-i] ~ [물리II-ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
 이상 기체 상태 방정식은 이상 기체의 압력(P), 부피(V) 그리고 절대온도(T)에 대한 상관관계를 나타내는 방정식이다.

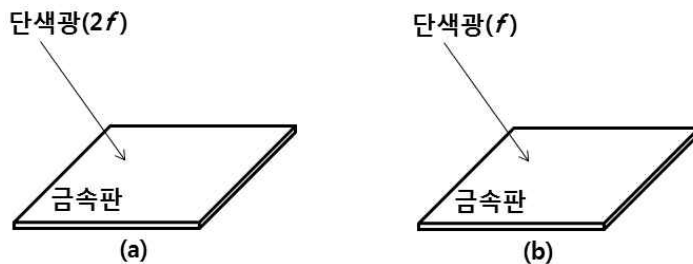
<제시문2>
 금속에 문턱 진동수보다 큰 진동수를 가진 빛을 비추었을 때 전자가 방출되는 현상을 광전 효과라 한다.

[물리II-i] 아래 그림은 1몰의 단원자 분자 이상 기체의 상태가 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ 를 따라 변할 때, 압력과 절대온도의 관계를 나타낸 그래프이다. A에서 기체의 압력, 절대온도, 부피는 P_0, T_0, V_0 이다.



- (가) 이상 기체 상태 방정식을 이용하여 C와 B에서의 부피의 비 $\frac{V_C}{V_B}$ 를 구하고, 그 이유를 논하시오.
- (나) 위에 주어진 압력-절대온도 그래프를 이용하여, 압력-부피 그래프를 그리고, 그 근거를 제시하시오.
- (다) $C \rightarrow A$ 과정에서 기체가 외부로 방출한 열량을 P_0 과 T_0 을 이용하여 표시하고, 그 근거를 제시하시오.

[물리II-ii] 1905년 아인슈타인은 플랑크 양자설을 전자기파에 적용한 광자 이론을 제안하여 광전 효과를 설명하였다. 아래 그림 (a)와 (b)처럼 동일한 금속판에, 진동수가 $2f, f$ 인 단색광을 비추었다.



- (가) 금속판의 문턱 진동수가 $\frac{2}{3}f$ 일 때, 그림 (a)와 (b)의 금속판에서 각각 방출되는 최대 운동 에너지를 갖는 광전자의 물질파 파장을 λ_a, λ_b 라고 한다. 이때 파장의 비 $\frac{\lambda_b}{\lambda_a}$ 를 구하고, 그 근거를 제시하시오.
- (나) 금속판의 문턱 진동수가 $\frac{4}{3}f$ 일 때, 그림 (a)와 (b) 각각에 대하여, 광전자가 방출되는 경우에는 최대 운동 에너지를 갖는 광전자의 물질파 파장을 구하고, 방출되지 않는 경우에는 그 이유를 논하시오.

논술시험 (자연 2)

[화학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문5>를 읽고 [화학 I -i] ~ [화학 I -iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

현대 주기율표에서 같은 족 원소들은 화학적 성질이 비슷하며, 원자 번호에 따라 물리적 성질이 규칙적으로 변화한다. 또한 같은 주기에서는 원자 번호에 따라 물리적 성질과 화학적 성질이 규칙적으로 변화한다. 예를 들면, 몇 가지 원소들은 주기율표에 다음과 같이 표기 된다.

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17
2	Li	Be	B	C	N	O	F
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
4	K	Ca					

<제시문2>

주기율표에 있는 18족 원소들은 최외각 전자 껍질에 전자들이 모두 채워진 균형 잡힌 전자 배치를 하고 있다. 따라서 반응성이 매우 작고 화학적으로 안정하기 때문에 비활성 기체라고 한다. 18족 원소 이외의 대부분의 원자들은 전자를 잃거나 얻어서 네온, 아르곤과 같은 비활성 기체처럼 최외각 전자 껍질에 8개의 전자를 채워 안정한 전자 배치를 가지려고 한다. 이러한 경향을 옥텟 규칙이라고 한다.

<제시문3>

기체 상태의 중성 원자에서 2개 이상의 전자를 순차적으로 떼어 낼 때 필요한 에너지를 순차적 이온화 에너지(E)라고 하며, 제1 이온화 에너지(E_1), 제2 이온화 에너지(E_2), 제3 이온화 에너지(E_3), ...로 나타낸다.

<제시문4>

원자들이 모여 분자를 만들 때, 분자를 이루는 원자들의 원자량을 합한 값을 분자량이라고 한다. 분자로 존재하지 않는 물질은 분자량과 마찬가지로 화학식을 이루는 원소들의 원자량 합인 화학식량으로 상대적인 질량을 나타낸다. 예를 들어, $AgNO_3$ 은 170, $CaCl_2$ 는 110, $AgCl$ 은 143의 화학식량을 갖는다.

<제시문5>

3개의 원자가 결합한 분자에서 중심 원자의 원자핵과 중심 원자와 결합한 두 원자의 핵을 연결했을 때 두 원자핵 사이의 거리를 결합 길이라고 하고, 중심 원자와 다른 두 원자가 이루는 각을 결합각이라고 한다.

[화학 I - i] O, N, F, Mg, Al, Na 원소들이 Ne와 같은 수의 원자가 전자를 가질 때 형성되는 이온의 크기가 큰 것부터 이온의 형태로 나열하고, 그 이유를 논하시오.

[화학 I - ii] 화성에서 발견된 어느 원소의 순차적 이온화 에너지(E)를 실험을 통해 다음과 같이 얻었다고 하자. 이 원소의 원자가 전자의 개수는 몇 개인지 논리적으로 추론하시오.

순차적 이온화 에너지(kJ/mol)			
E_1	E_2	E_3	E_4
578	1817	2745	11575

[화학 I - iii] 질산은($AgNO_3$) 수용액은 염화칼슘($CaCl_2$) 수용액과 반응하여 질산칼슘($Ca(NO_3)_2$)과 염화은($AgCl$)을 형성한다. 340 g의 질산은을 포함한 용액과 55 g의 염화칼슘을 포함하는 용액을 섞었을 때 최대 몇 g의 염화은 이 생성될지 논하시오.

[화학 I - iv] 메톡시아민(CH_3ONH_2)은 산과 반응하여 $CH_3ONH_3^+$ 이온을 형성한다. 반응 전후, 질소 원자를 중심으로 이루어지는 결합각 $\angle HNH$ 의 변화를 논하시오.

논술시험 (자연 2)

[화학 II]

다음 <제시문1> ~ <제시문4>를 읽고 [화학II-i] ~ [화학II-iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

알코올의 끓는점이 물보다 낮은 이유는 알코올 분자 사이에 작용하는 힘이 물 분자 사이에 작용하는 힘보다 작기 때문이다. 즉, 물질의 상태가 액체에서 기체로 변하는 온도인 끓는점은 분자 사이에 작용하는 힘이 작을수록 낮고, 클수록 높다.

<제시문2>

덴마크 화학자 쇠렌센은 1909년에 H^+ 과 OH^- 의 농도를 간단히 나타낼 수 있는 pH라는 새로운 척도를 고안하였다.

$$pH = -\log[H^+], \quad pOH = -\log[OH^-]$$

$25^\circ C$ 에서 순수한 물의 이온곱 상수는 1×10^{-14} 이며, $25^\circ C$ 에서 중성 용액의 pH는 7이 된다.

<제시문3>

자발적인 과정에서 우주의 엔트로피는 항상 증가한다. 이것을 열역학 제2법칙이라고 한다. 반응계의 ΔH 가 (-)값을 가지면 열이 주위로 빠져나가서 주위의 엔트로피를 증가시킨다. 또한 $-T\Delta S$ 가 (-)값을 가지는 것은 ΔS 가 (+)값을 가지게 되어 반응계의 엔트로피가 증가하는 경우이다. 따라서 ΔG 가 (-)값을 가지는 것은 반응계와 주위의 합, 즉 우주 전체의 엔트로피가 증가하는 것에 해당한다.

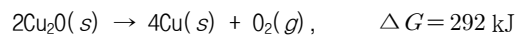
<제시문4>

$\Delta S_{\text{우주}}$ 에 영향을 미치는 주위의 엔트로피 변화($\Delta S_{\text{주위}}$)는 주로 열의 흐름에 따라 결정된다. $\Delta S_{\text{주위}}$ 는 전달된 열의 양에 정비례하고 온도에는 반비례한다. 일정 압력에서의 열의 흐름은 엔탈피 변화로 표현할 수 있으므로 다음과 같이 나타낼 수 있다. $\Delta S_{\text{주위}} = -\frac{\Delta H}{T}$

[화학II-i] H_2S , H_2O , H_2 , C_2H_6 , $NaBr$ 을 끓는점이 높은 것부터 나열하고, 그 이유를 논하시오.

[화학II-ii] $25^\circ C$ 에서 0.4 M 황산 수용액 100 mL와 0.4 M 수산화 나트륨 수용액 300 mL를 섞는다면 용액의 pH는 얼마가 될지 논하시오.

[화학II-iii] 산화 구리(Cu_2O) 분해 반응은 $25^\circ C$ 1기압에서 다음과 같이 진행된다. 이 반응을 $0^\circ C$ 1기압에서 진행시킬 때 반응의 자발성을 논하시오.



[화학II-iv] 1기압에서 구리를 산화시켜 산화 구리(Cu_2O)를 형성하는 반응을 $25^\circ C$ 와 $0^\circ C$ 에서 진행시킬 때, $\Delta S_{\text{주위}}$ 의 변화 값을 비교하여 논하시오.

논술시험 (자연 2)

[생명과학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문4>를 읽고 [생명과학 I]을 문항별로 풀이와 함께 답하십시오.

<제시문1>
 생물이 지닌 여러 가지 특성을 형질이라 하며, 부모의 형질이 자손에게 전달되는 것을 유전이라고 한다. 생물의 유전적 형질이 나타나는 정보의 단위체를 유전자라고 한다. 유전자는 핵 안에 있는 DNA에 들어 있다.

<제시문2>
 멘델은 대조되는 형질(대립 형질)이 뚜렷한 완두콩을 이용한 교배 실험을 통해 유전 현상의 기본 원리, 우성과 열성, 대립 유전자, 분리의 법칙, 독립의 법칙에 대한 개념을 제시하였다.

<제시문3>
 생물에서 겉으로 드러나는 형질을 표현형이라 하며, 표현형의 원인이 되는 유전자 구성을 기호로 나타낸 것을 유전자형이라고 한다. 대립 유전자의 구성이 동일한 개체를 순종이라 하고, 대립 유전자의 구성이 서로 다른 개체를 잡종이라고 한다.

<제시문4>
 사람의 염색체 23쌍 중에서 1번부터 22번까지의 22쌍을 상염색체라 하고, 나머지 한 쌍은 사람의 성을 결정하기 때문에 성염색체라 한다. 남성은 성염색체 X와 Y를 가지며 여성은 두 개의 X염색체를 가진다. 사람은 성염색체에 의한 유전방식과 상염색체에 의한 유전방식을 따른다.

[생명과학 I] 과학자들이 지금까지 발견되지 않은 새로운 생명체를 발견하였다. 이 생명체는 사람과 같은 성염색체 구성과 유전 방식을 따른다. 아래 표는 유전자형을 알지 못하는 검은색 털의 생명체와 흰색 털의 생명체를 교배하여 얻은 결과이다.

교배	부모		자손(개체수)	
	수컷	암컷	검은색	흰색
(ㄱ)	검은색	검은색	9	3
(ㄴ)	검은색	흰색	6	6
(ㄷ)	흰색	흰색	0	12
(ㄹ)	흰색	검은색	12	0
(ㅁ)	흰색	검은색	6	6

- (가) 털 색깔 중 우성인 것과 열성인 것을 정하고, 그 이유를 논하십시오. (단, 생명체의 털 색깔은 상염색체에 의한 유전방식을 따른다.)
- (나) 교배 (ㄷ)의 흰색 수컷 생명체와 교배 (ㄹ)의 검은색 암컷 생명체를 교배할 때 예상되는 표현형의 비를 구하고, 그 이유를 논하십시오. (단, 감수 분열시 나타나는 염색체의 교차에 의한 재조합, 비분리 현상, 그리고 유전자의 돌연변이는 모두 없다고 가정한다.)
- (다) 빨간색 눈을 가진 순종의 생명체와 흰색 눈을 가진 순종의 생명체를 교배하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

교배	잡종 1대	잡종 2대
흰색 암컷 x 빨간색 수컷	암수 모두 흰색	8 마리의 빨간색 수컷 8 마리의 흰색 수컷 16 마리의 흰색 암컷

흰색 눈을 가진 순종의 암컷 생명체와 잡종 2대에 태어난 흰색 눈을 가진 수컷 생명체를 교배할 때 예상되는 표현형의 비를 구하고, 그 이유를 논하십시오. (단, 감수 분열시 나타나는 염색체의 교차에 의한 재조합, 비분리 현상, 그리고 유전자의 돌연변이는 모두 없다고 가정한다.)

논술시험 (자연 2)

[생명과학 II]

다음 <제시문1> ~ <제시문4>를 읽고 [생명과학II-i] ~ [생명과학II-iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
 제한 효소는 특정한 염기 서열을 인식하여 그 부위의 DNA 가닥을 절단하는 효소이다. 제한 효소에는 여러 종류가 있으며, 제한 효소마다 인식하는 염기 서열이 서로 다르므로, 다양한 제한 효소를 골라 사용하면 DNA의 원하는 곳을 자를 수 있다.

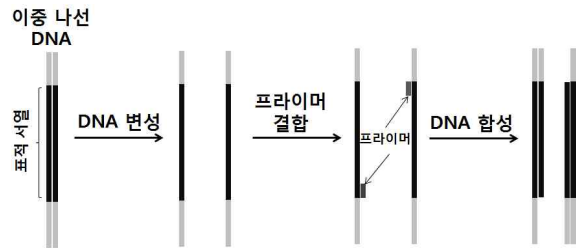
<제시문2>
 중합 효소 연쇄 반응은 시험관 내에서 DNA 분자의 특정 염기 서열을 선택적으로 빠르게 증폭하는 기술이다. 중합 효소 연쇄 반응은 DNA 복제 과정을 모방한 것으로, DNA를 가열하여 단일 가닥으로 분리하는 DNA 변성 단계, 온도를 낮추면 프라이머가 DNA 주형 가닥에 결합하는 프라이머 결합 단계, DNA 중합 효소에 의해 주형 DNA 가닥에 새로운 DNA 가닥이 형성되는 DNA 합성 단계로 구성되어 있다.

<제시문3>
 사람의 유전 현상을 연구할 때에는 주로 가계도 조사, 집단 조사, 쌍둥이 연구 등과 같은 간접적인 방법을 이용한다. 가계도는 어떤 특정한 형질이 가계에 따라 자손이 어떻게 나타나는지를 조사하여 도표로 나타낸 것이다.

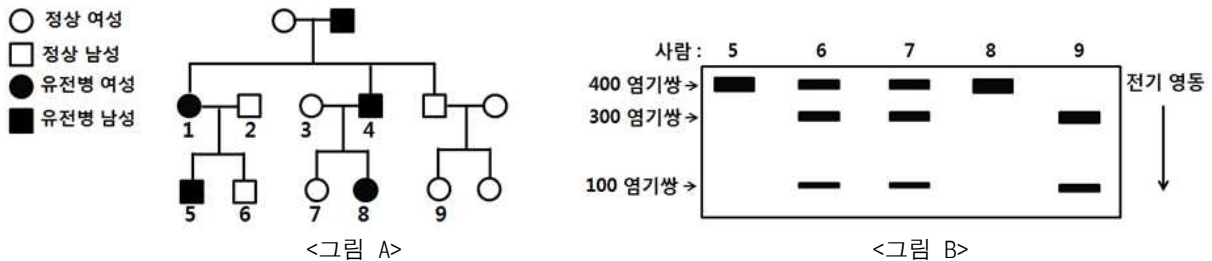
<제시문4>
 생물의 유전적 형질이 나타나는 정보의 단위를 유전자라고 한다. 유전자는 핵 안에 있는 DNA에 들어 있다. 사람은 성염색체에 의한 유전방식과 상염색체에 의한 유전방식을 따른다.

[생명과학II-i] *EcoRI* 은 DNA의 6개의 연속적인 염기 서열을 인식하여 자르는 제한 효소이다. 8000 염기쌍으로 이루어진 직선과 원형의 이중 나선 DNA 각각을 *EcoRI* 으로 자를 경우 생성될 수 있는 DNA 조각의 최대 개수를 각각 구하고, 그 이유를 논하시오. (직선과 원형의 이중 나선 DNA에서 4개의 염기는 무작위로 사용되었다.)

[생명과학II-ii] 오른쪽 그림은 표적 염기 서열을 증폭시키는 중합 효소 연쇄 반응을 나타낸 것이다. 중합 효소 연쇄 반응을 4회 반복할 경우 생성되는 DNA 단편들 중 표적 서열만으로 이루어진 이중 나선 DNA의 개수를 구하고, 그 이유를 논하시오. (단, 이 실험에서 1개의 이중 나선 DNA가 주형으로 사용되었다.)



[생명과학II-iii] 아래 <그림 A>는 유전병이 있는 어느 집안의 가계도를 나타낸 것이다. 이 유전병은 크기가 400 염기쌍으로 이루어진 유전자 X내에 존재하는 DNA 상에서 1개의 염기가 바뀌는 유전자 돌연변이에 의하여 유발된다. 1개의 염기가 바뀌면, 유전자 X내에 존재하는 제한 효소 *BamHI* 인식 부위가 사라진다. 이 가계도의 5, 6, 7, 8, 9의 각 개인으로부터 추출된 DNA를 주형으로 사용한 중합 효소 연쇄 반응의 결과, 400 염기쌍을 가지는 증폭된 유전자 X의 DNA 조각을 얻었다. 제한 효소인 *BamHI* 을 이용하여 증폭된 유전자 X의 DNA 조각을 자른 후, 전기영동을 하여 <그림 B>와 같은 결과를 얻었다.



가계도의 1, 2, 3, 4의 각 개인으로부터 추출된 DNA를 주형으로 중합 효소 연쇄 반응을 하였다. 이 결과로 400 염기쌍을 가지는 증폭된 유전자 X의 DNA 조각을 얻었다. 증폭된 유전자 X의 DNA를 *BamHI* 으로 자른 후 전기영동을 하였을 때, 예측되는 결과를 그림으로 그리고, 그 이유를 논하시오. (중합 효소 연쇄 반응 과정 중에는 돌연변이가 일어나지 않았다.)