



경희대학교

2015학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(자연계열-수학)

[11월 16일(일) 오전]

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

<유의사항>

1. 수학은 필수이며, 과학은 물리, 화학, 생명과학 중 1과목을 선택하여 답안지에 체크하고 답안을 작성하시오.
2. 제목은 쓰지 마시고 특별한 표시를 하지 마시오.
3. 제시문 속의 문장을 그대로 쓰지 마시오.
4. 답안 작성과 정정은 반드시 본교에서 지급한 필기구를 사용하시오.
5. 본교에서 지급한 필기구를 사용하지 않았거나, 답안지에 특별한 표시를 한 경우에는 감점 또는 0점 처리합니다. (예: 감사합니다 등)
6. 답안 정정 시에는 두줄을 긋고 작성하며, 수정액 등을 사용한 경우에는 감점 또는 0점 처리합니다.
7. 답안 작성은 답안지 인쇄된 부분을 이용하여 과목당 1면 이내로 작성하시오.
8. 자연계열 문제지는 총 4장 8쪽입니다.

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

[가]

일정한 간격으로 막대를 나열한 다음, 처음에 있는 막대를 넘어뜨리면 다음의 막대가 넘어지고, 차례로 그 다음의 막대가 넘어져서 결국은 모든 막대가 넘어지는 게임을 도미노 게임이라고 한다. 도미노 게임과 같은 원리를 가지고 있는 수학적 귀납법은 모든 자연수 n 에 대하여 명제 $p(n)$ 이 성립함을 보이기 위하여 아래 두 명제 (i)과 (ii)가 참임을 증명하는 방법이다.

(i) $n=1$ 일 때, 명제 $p(n)$ 이 성립한다.

(ii) $n=k$ 일 때, 명제 $p(n)$ 이 성립한다고 가정하면, $n=k+1$ 일 때에도 명제 $p(n)$ 이 성립한다.

[나]

첫째항 a_1 의 값과 이웃하는 두 항 a_n, a_{n+1} 사이의 관계식으로 수열 $\{a_n\}$ 을 정의하는 것을 수열의 귀납적 정의라 하고, 그 관계식을 점화식이라고 한다. 수열의 귀납적 정의를 이용하면 수열의 형태를 다양하게 변화시킬 수 있다. 예를 들면, a_n 이 모두 양수이고 $a_{n+1}=2a_n^2$ 인 경우 양변에 로그를 취하여 변형할 수 있다.

수열 $\{a_n\}$ 에서 n 이 커짐에 따라 a_n 의 값이 일정한 실수 A 에 한없이 가까워지면 수열 $\{a_n\}$ 은 A 에 수렴한다고 하며, 이것을 기호로 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = A$ 와 같이 나타낸다. 이때 A 를 수열 $\{a_n\}$ 의 극한값 또는 극한이라고 한다.

[다]

예쁘게 디자인되고 깔끔하게 진열된 상품을 보면 구매 욕구가 생긴다. 어느 상품이나 제품을 생산하여 판매할 때에는 비용 함수, 수입 함수, 수익 함수가 활용된다. 이러한 함수들을 미분하여 비용과 수익의 변화율을 구하고 최적의 제품을 설계할 수 있다. 또한, 경제학에서는 최소의 비용으로 최대의 수익을 얻기 위한 조건을 구할 때 미분을 이용한다.

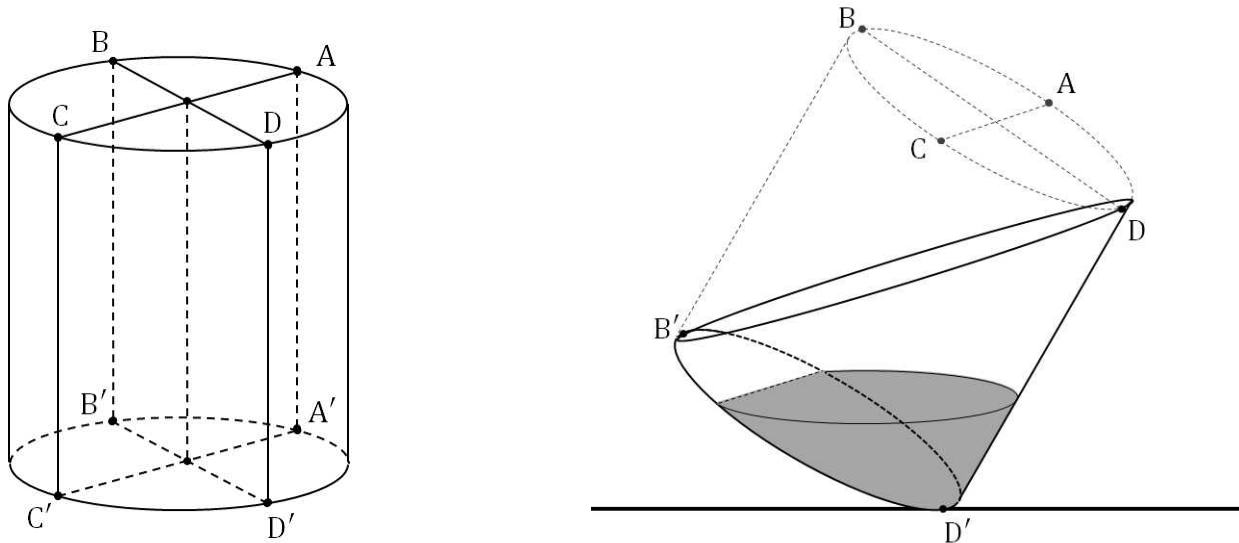
[라]

평면 α 밖의 한 점 P 에서 평면 α 에 내린 수선의 발 P' 을 점 P 의 평면 α 위로의 정사영이라고 한다. 도형 F 에 속하는 각 점의 평면 α 위로의 정사영 전체의 집합을 F' 이라고 하자. 이때 F' 을 도형 F 의 평면 α 위로의 정사영이라고 한다.

<뒷면에 계속>

[문제 I]

아래 그림에서 점 A, B, C, D는 원기둥의 밑면의 둘레를 4등분하고, 점 A', B', C', D'은 각각 점 A, B, C, D의 맞은편 원기둥 밑면으로의 정사영이다. 사각형 ACC'A'을 포함하는 평면이 평평한 지면과 이루는 각이 θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$)가 되도록 원기둥을 점 D'이 지면에 접하게 기울인다. 기울어진 원기둥을 점 A, C를 지나는 직선과 평행이면서 점 D, B'을 포함하는 평면으로 잘라서 아래 오른쪽 그림과 같은 용기를 만들어 물을 채우려한다. 첫 번째 단계에서 비어있는 용기에 1만큼의 물을 채운다. 그리고 다음 단계에서 현재 용기에 담겨있는 물의 양의 반의 제곱을 덜어내고 다시 1만큼의 물을 용기에 추가한다. 이와 같은 과정을 반복하여 n번째 단계에서 용기에 담겨있는 물의 양을 V_n 이라 하자.



[문제 I-1] 모든 단계에서 $0 < V_n < 2$ 임을 수학적 귀납법을 이용하여 논술하시오. (12점)

[문제 I-2] n 이 커짐에 따라 물의 양 V_n 이 증가함을 논술하시오. (12점)

[문제 I-3] 수열 $\{V_n\}$ 의 일반항과 극한값을 구하고 그 근거를 서술하시오. (15점)

[문제 I-4] 위에서 정의된 각 θ 와 용기의 크기는 모든 단계에서 물이 넘치지 않으면서 용기의 겉넓이가 최소가 되도록 설계되었다. 이 용기에 물을 가득 채웠을 때, 수면의 넓이를 S 라고 하자. 원기둥 밑면의 넓이를 S_0 라고 할 때, 두 넓이의 비 $\frac{S}{S_0}$ 에 가장 가까운 자연수를 구하고 그 근거를 서술하시오. 단, 용기의 두께는 무시한다. (21점)



경희대학교

2015학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(자연계열-과학-물리)

[11월 16일(일) 오전]

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가]

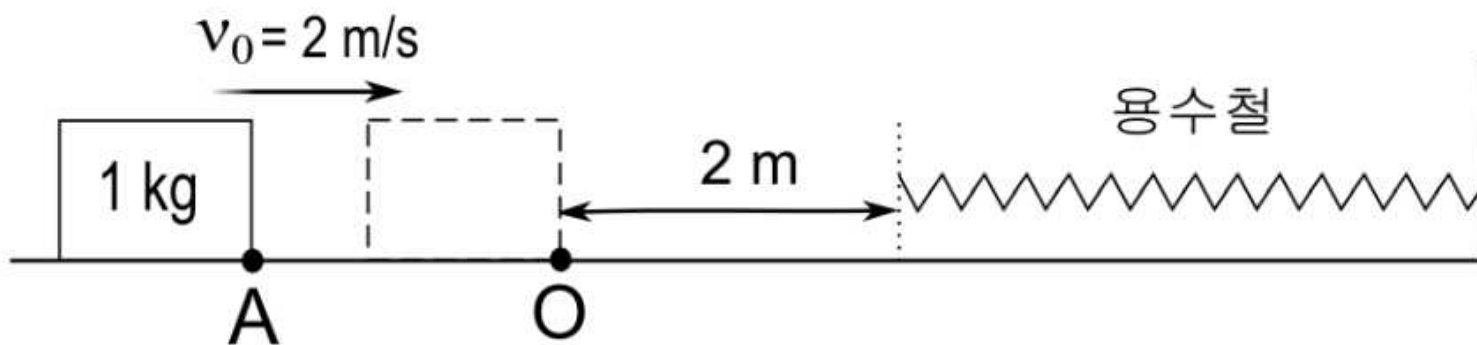
용수철의 탄성력은 추를 원래 위치로 돌아가게 한다. 이와 같이 원래 위치로 돌아가게 하는 힘을 복원력이라고 한다. 용수철 변위의 크기에 비례하고 변위의 방향과 반대 방향으로 복원력이 작용하여 주기적으로 왕복하는 운동을 단진동이라고 한다. 용수철에 매달린 추가 단진동하는 것을 용수철 진자라고 한다. 용수철 진자와 유사하게 가벼운 실에 추를 매달아 작은 진폭으로 왕복 운동시키는 것을 단진자라고 한다. 이와 같은 단진자를 이용하여 추시계를 제작할 수 있으며, 진자의 길이를 조절하여 단진자의 주기를 조절하는 것이 가능하다.

[나]

전자제품을 작동시키려면 전기 에너지가 필요하다. 우리가 주로 사용하는 컴퓨터나 휴대전화와 같은 대부분의 전자 기기에는 전기 에너지를 저장하거나 방출함으로써 필요한 동작을 하게 하는 축전기가 들어있다. 평행판 축전기는 두 개의 금속판을 서로 나란히 평행하게 놓아 쉽게 만들 수 있다. 축전기의 각 금속판에 전원을 연결하면 같은 양의 (+)전하와 (-)전하가 각 금속판에 충전되어 전하를 저장한다. 평행판 축전기가 얼마나 많은 전하로 대전될 수 있는지를 나타내는 것이 전기 용량이다. 전기 용량이 클수록 많은 (+)전하와 (-)전하를 각각 저장할 수 있다. 전기 용량의 단위로는 F(패럿)을 사용한다. 1F은 1V(볼트)의 전압을 걸었을 때, 양 금속판에 +1C(쿨롬)의 전하와 -1C(쿨롬)의 전하를 각각 저장할 수 있는 용량을 의미한다.

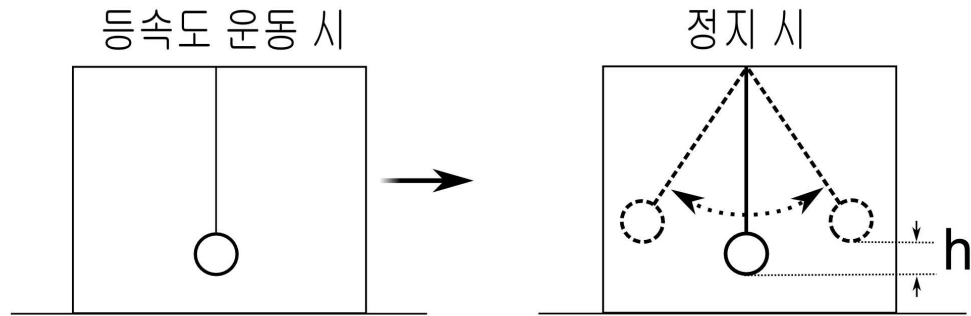
[논제 II-1] 제시문 [가]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

(1) 아래 그림과 같이 4N/m의 용수철 상수를 갖는 용수철이 수평면과 나란하게 벽에 고정되어 있고, 원점 O와 용수철의 왼쪽 끝은 2m 떨어져 있다. 질량이 1kg인 상자가 초기속도 $v_0 = 2\text{m/s}$ 로 마찰이 없는 수평면 위를 등속도 운동하여 용수철과 충돌할 때, 상자의 A 지점이 원점 O를 지나는 순간부터 순간속도가 0이 될 때까지의 평균속도가 몇 m/s 인지 구하고 그 과정을 논술하시오. (단, 원주율 $\pi = 3$, 용수철의 길이는 충분히 길다고 가정한다.) (10점)



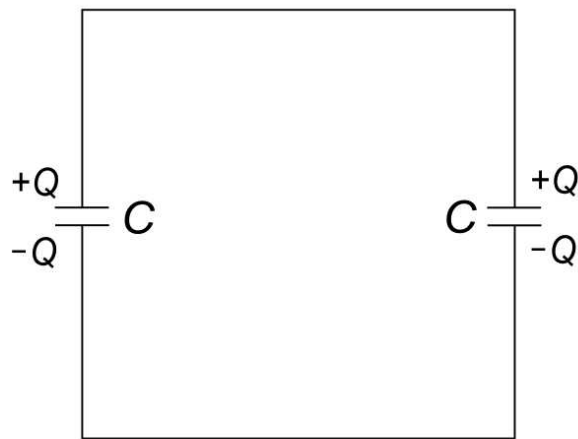
<뒷면에 계속>

(2) 아래 그림과 같이 질량이 1 kg 인 추를 매단 단진자가 들어 있는 질량이 10 kg 인 상자가 등속도 운동을 한다. 이 단진자는 상자 안에서 보았을 때 움직임이 없는 상태를 유지하고 있다. 이 상자를 갑자기 정지시키면, 추는 단진자 운동을 하게 된다. 이때 추가 가장 낮은 곳에 있을 때와 가장 높은 곳에 있을 때의 높이 차(h)는 0.1 m 이고, 그 주기가 3 초로 관찰되었다. 정지 전의 상자의 속도가 몇 m/s 이고, 단진자의 줄의 길이가 몇 m 인지 구하고 그 과정을 논술하시오. (단, 원주율 $\pi = 3$ 으로, 중력가속도 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 으로 가정한다.) (10점)

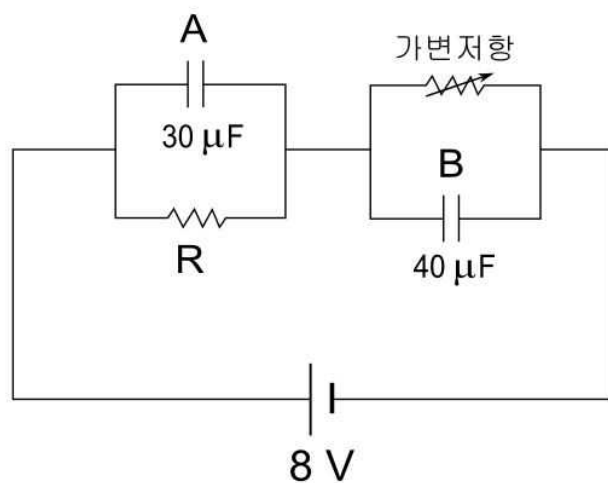


[문제 II-2] 제시문 [나]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

(1) 같은 전기 용량 C 를 갖는 2 개의 평행판 축전기가 각각 같은 전하량 Q 로 충전된 후에 아래 그림과 같이 도선으로 연결되어 있다. Q 와 C 를 이용하여, 둘 중 어느 한쪽 평행판 축전기의 두 금속판 사이의 거리를 3 배로 증가시키기 위해 필요한 일 W 를 구하고 그 과정을 논술하시오. (10점)



(2) 아래 그림은 전압이 8 V 인 전원에 전기 용량이 $30 \mu\text{F}$ 인 축전기 A 와 전기 용량이 $40 \mu\text{F}$ 인 축전기 B, 저항 R 그리고 가변저항을 연결한 회로를 나타낸 것이다. 가변저항 값이 저항 R 값과 같을 때, 축전기 A 와 B 에 충전되는 전하량이 각각 몇 C(쿨롱)인지 논술하고, 가변저항 값이 저항 R 값의 3 배일 때, 축전기 A 와 B 에 저장되는 전기 에너지가 각각 몇 J(줄)인지 구하고 그 과정을 논술하시오. (10점)





2015학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(자연계열-과학-화학)

[11월 16일(일) 오전]

지원학부(과) ()

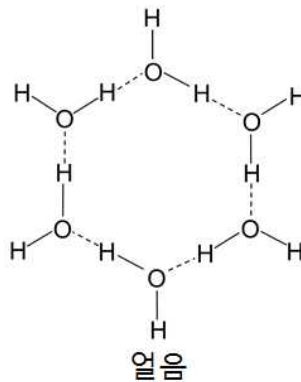
수험번호

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가]

분자 간 힘 중에는 몇몇 특별한 분자들 사이에서만 나타나는 힘이 있다. N, O, F 등 전기 음성도가 매우 큰 원자와 H가 결합된 분자의 경우에는 쌍극자 모멘트가 매우 커서 N, O, F과 결합한 H와 이웃한 분자의 N, O, F 사이에는 강한 인력이 작용하게 된다. 이러한 힘을 수소 결합이라고 한다. 아래 그림과 같이 얼음은 물 분자가 수소 결합에 의해 빈 공간이 많은 육각고리 구조를 형성하므로 물보다 밀도가 작다.



[나]

전자쌍 반발 이론은 중심 원자를 둘러싸고 있는 전자쌍들이 (-)전하를 띠고 있어서 정전기적 반발력이 최소가 되도록 가능한 한 멀리 떨어지려는 방향으로 배치된다는 것이다.

[다]

극성 공유 결합이 있는 분자라도 쌍극자 모멘트의 합이 0이 되는 구조이면 무극성 분자가 된다. 극성 공유 결합이 있는 분자로 쌍극자 모멘트의 합이 0이 되지 않는 구조이면 극성 분자가 된다.

[라]

금속은 산소 이외의 다른 물질과도 반응을 한다. 예를 들어, 어떤 금속을 다른 금속염 수용액에 넣어두면 반응이 일어난다. 질산 은(AgNO₃) 수용액과 구리를 반응시키면 질산 은 수용액 속의 은 이온이 전자를 얻어 구리 표면에 금속 은으로 석출된다. 동시에 구리는 전자를 잃고 구리 이온이 된다. 즉, 구리는 산화되고 은 이온은 환원된다.

[마]

표준 환원 전위는 환원이 일어나는 경향을 나타낸다. 즉, 표준 환원 전위가 클수록 환원되기 쉽고, 표준 환원 전위가 작을수록 산화되기 쉽다. 따라서 전지를 이루는 두 반쪽 전지 중 표준 환원 전위가 큰 쪽에서는 환원 반응이 일어나고, 작은 쪽에서는 산화 반응이 일어난다. 표준 전지 전위($E_{\text{전지}}^{\circ}$)는 두 반쪽 전지의 표준 환원 전위를 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$E_{\text{전지}}^{\circ} = E_{\text{환원전극}}^{\circ} - E_{\text{산화전극}}^{\circ}$$

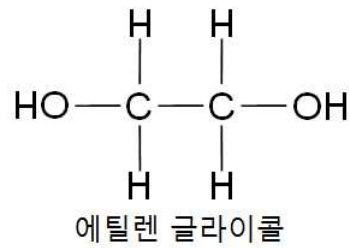
몇 가지 반쪽 전지의 표준 환원 전위를 아래 표에 나타내었다.

환원 반쪽 반응	표준 환원 전위 (V)
$\text{Ag}^+(aq) + e^- \rightarrow \text{Ag}(s)$	+0.80
$\text{AuCl}_4^-(aq) + 3e^- \rightarrow \text{Au}(s) + 4\text{Cl}^-(aq)$	+0.99
$\text{PdCl}_6^{4-}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{Pd}(s) + 6\text{Cl}^-(aq)$	+0.62

<뒷면에 계속>

[문제 II-1] 제시문 [가]~[다]를 참조하여 다음 질문에 답하시오.

자동차의 냉각수는 순수한 물에 아래 그림과 같은 구조의 에틸렌 글라이콜이 들어 있는 부동액을 넣은 것이다.

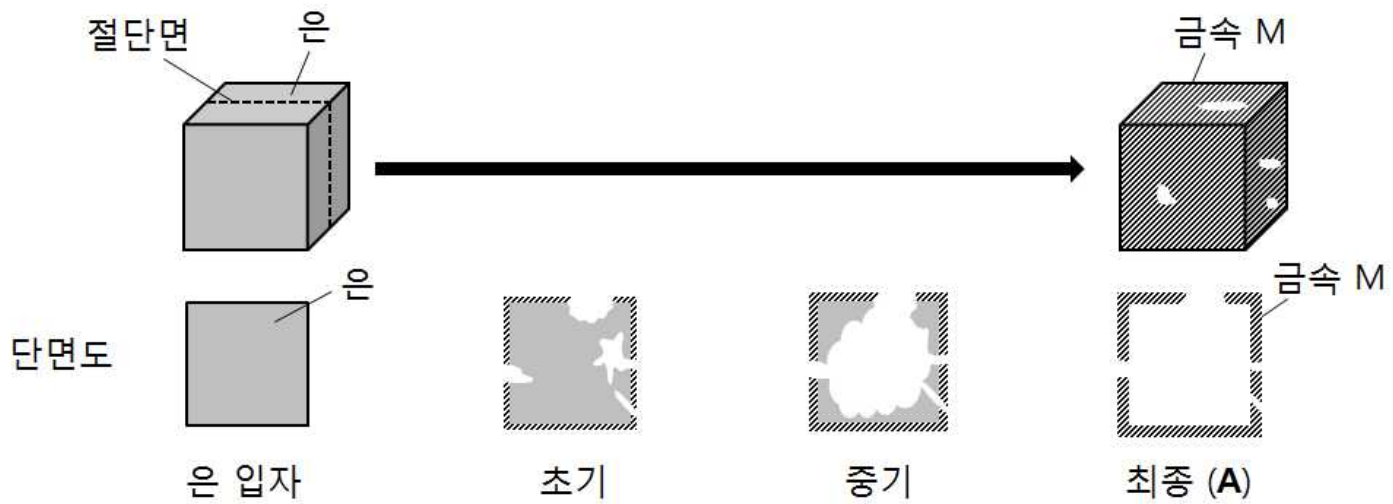


(1) 에틸렌 글라이콜의 분자 구조가 입체인 이유를 전자쌍 반발 원리를 이용하여 제시하고, 에틸렌 글라이콜 분자가 극성인지 무극성인지를 논술하시오. (12점)

(2) 에틸렌 글라이콜이 들어 있는 부동액을 넣은 냉각수가 추운 겨울에도 얼지 않는 원리를 분자 간 상호작용을 고려하여 논술하시오. (8점)

[문제 II-2] 제시문 [라], [마]를 참조하여 다음 질문에 답하시오.

매우 작은 크기의 금속 은 입자를 은이 아닌 금속 M 이온 용액에 넣었더니, 아래 그림과 같이 반응이 진행되어 최종적으로 내부가 비어 있는 금속 M 입자(A)로 변화했다.



(1) 제시문 [마]의 표에 나타난 금속 원소들(Ag, Au, Pd)의 환원 반쪽 반응에서의 산화수 변화를 모두 서술하고, $\text{PdCl}_6^{4-}(\text{aq})$ 와 $\text{AuCl}_4^{-}(\text{aq})$ 이온 용액 중에서 어떤 금속 이온 용액에 금속 은 입자를 넣어야 위 그림과 같은 결과를 얻을 수 있는지 논술하시오. 단, Cl의 산화수는 변하지 않는다. (12점)

(2) [문제 II-2]의 (1)에서 선택한 금속 이온 용액과 금속 은 입자 간의 화학 반응식을 쓰고, 최종 금속 M 입자(A)의 모양에 도달하게 되는 과정을 논술하시오. (8점)



2015학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(자연계열-과학-생명과학)

경희대학교

[11월 16일(일) 오전]

지원학부(과) ()

수험번호

--	--	--	--	--	--	--	--

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가]

현재 지구상의 대부분의 생물들은 생존에 필요한 에너지를 태양으로부터 직접 또는 간접적으로 얻는다. 생물체 내에서 일어나는 물질대사인 동화 작용과 이화 작용은 에너지 전환과 이동이 수반되기 때문에 물질대사를 에너지 대사라 부르기도 한다. 광합성과 세포 호흡은 각각 대표적인 동화 작용과 이화 작용이다. 광합성은 태양의 빛에너지를 사용하여 이산화탄소(CO₂)와 물(H₂O)로부터 포도당(C₆H₁₂O₆)을 합성함으로써, 빛에너지를 화학 에너지로 전환하고 산소(O₂)를 발생시키는 과정이며, 세포 호흡은 포도당이 산소에 의하여 다시 물과 이산화탄소로 분해되면서 방출되는 에너지의 일부를 ATP의 화학 에너지로 저장하는 과정이다.

[나]

광합성을 하는 식물은 직접 태양의 빛에너지를 사용하여 물로부터 유래된 전자(H₂O → $\frac{1}{2}$ O₂ + 2e⁻ + 2H⁺)를 고에너지 준위로 올린다. 고에너지 준위의 전자가 엽록체의 틸라코이드 막에 존재하는 전자 전달계를 거치면서 생성하는 ATP와 NADPH는 이어서 이산화탄소를 고정 및 환원시킴으로써 포도당을 생산하게 된다. 이렇게 합성된 포도당에는 에너지가 화학 결합의 형태로 저장되어 있다.

처음에 과학자들은 광합성에서 생성되는 산소가 이산화탄소에서 유래하는 것으로 추측하였다. 그러나 일부 광합성 세균이 이산화탄소를 포도당을 합성하면서도 산소를 배출하지 않는다는 사실이 알려진 후 물이 분해되어 산소가 생성된다는 가설이 제시되었다. 이 가설은 이후 실험을 통하여 사실임이 밝혀졌다.

[다]

세포 호흡을 하는 생물의 경우에는 광합성에서 합성된 포도당이 해당 과정, 피루브산 산화 및 TCA(tricarboxylic acid) 회로를 거치면서 이산화탄소로 산화되는 과정에서 ATP, NADH와 FADH₂를 생성한다. 이어서 NADH와 FADH₂가 전달하는 전자는 전자 전달계를 거치면서 미토콘드리아의 내막을 경계로 H⁺ 농도 기울기를 형성하고, 최종적으로 산소를 환원시킴으로써 물을 생성하게 된다. 이때 미토콘드리아 내막을 경계로 형성된 H⁺ 농도 기울기의 에너지는 화학 삼투 현상에 의하여 막단백질인 ATP 합성 효소의 작용으로 ATP를 생산하게 된다.

산소가 부족하거나 없을 경우에는 생명체에 따라서 해당 과정만을 거치는 발효를 함으로써 ATP를 생산한다. 이 생명체는 ATP의 생성을 계속하면서도 더불어 생성되는 피루브산과 NADH의 축적을 막고 NAD⁺을 재생시키는 전략을 갖고 있다. 피루브산 및 NADH가 축적되면 해당 과정의 효소가 효과적으로 작용하지 못할 뿐만 아니라, 고농도의 NADH가 세포를 해치게 된다. 발효로 생성되는 부산물로는 젖산과 에탄올 등이 있다.

[라]

산화란 어떤 물질이 산소를 얻거나 수소를 잃는 것 또는 전자를 잃는 것을 말하고, 환원은 어떤 물질이 산소를 잃거나 수소를 얻는 것 또는 전자를 얻는 것을 말한다. 어떤 물질에서 전자가 빠져나가 그 물질이 산화되면, 이탈한 전자는 다른 물질에 결합하여 그 물질을 환원시킨다. 따라서 산화 반응과 환원 반응은 짝을 이루어 동시에 일어나므로 산화-환원 반응이라고 한다. 산화-환원 반응에서는 에너지의 출입이 함께 일어나게 된다. 산화 반응에서는 에너지가 방출되고, 환원 반응에서는 에너지가 흡수되어 저장된다. 즉, 전자 공여체가 산화되면서 고에너지 상태의 전자를 방출하고, 전자 수용체는 고에너지 상태의 전자를 받아 환원되면서 에너지를 저장하게 된다.

<뒷면에 계속>

[마]

생명체에서 일어나는 화학 반응은 효소의 작용에 의하여 효과적으로 일어날 수 있다. 효소는 대부분 단백질로 이루어져 있고 고유한 구조를 갖고 있으며, 효소의 작용은 반응물이 결합하는 활성 부위(active site)에서 일어난다. 효소는 온도, pH 등의 조건이 최적일 때 효과적으로 작용한다. 한편, 세포 호흡에서 일어나는 산화 반응은 해당 과정, 피루브산 산화 및 TCA 회로, 전자 전달계를 거치면서 단계적으로 천천히 조절되어 일어나는 효소에 의한 화학 반응이며, 이때 단계별로 소량씩 방출된 에너지의 일부는 ATP의 화학 에너지로 저장된다.

[논제 II-1] 제시문 [가] ~ [라]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

(1) 광합성에서 태양의 빛에너지가 포도당의 화학 에너지로 전환되는 과정과, 세포 호흡에서 포도당의 화학 에너지가 ATP의 화학 에너지로 저장되는 과정을 산화-환원 반응의 관점에서 논술하시오. (15점)

(2) 광합성에서 발생하는 산소가 이산화 탄소가 아니라 물에서 유래한다는 것을 확인할 수 있는 실험 방법을 제시하고 논술하시오. (5점)

[논제 II-2] 제시문 [가], [다], [라], [마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

(1) 발효에서 ATP를 계속 얻기 위하여 선택한 산화-환원 반응의 전략을 전자 공여체 및 전자 수용체의 관점에서 논술하시오. (10점)

(2) 효소가 관여하는 생명체 내의 화학 반응은 온도, pH 등의 환경 조건이 최적일 때 가장 효과적으로 일어난다. 이러한 조건이 변하면 효소에 의한 화학 반응이 효과적으로 일어나지 못하는 이유에 대하여 논술하시오. (10점)