

2012학년도 연세대학교(원주) 논술시험 의예과 문제지

지원전형		모집단위		수험번호		성명		응시좌석번호		감독확인	
------	--	------	--	------	--	----	--	--------	--	------	--

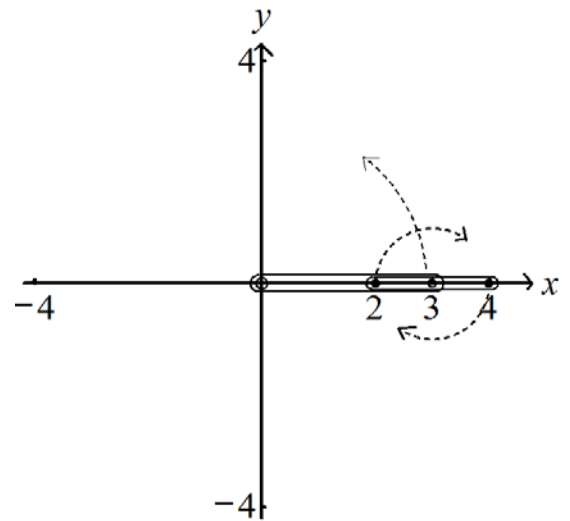
[문제 1] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오. (50점)

일변수 함수로 직선 위의 움직임을 표현하는 데는 충분하지만 평면에 있는 점 $P(x,y)$ 의 움직임을 표현하기에는 부족하다. 예를 들어 인공위성의 이동을 추적하려 한다면 시간의 변화에 따른 인공위성의 위치를 알아야 한다. 이 때 좌표를 설정하고 시간 t 를 매개변수로 사용하여 위성의 위치를 나타내는 점 $P(x,y)$ 의 움직임을 방정식

$$x = x(t), y = y(t)$$

로 표현할 수 있는 데 이러한 방정식을 **매개변수방정식**이라 한다.

놀이공원에서 볼 수 있는 오른쪽 <그림 1>과 같은 스크램블러(scrambler)는 회전하는 두 팔로 구성되어 있다. 길이가 3 m인 안쪽 팔은 반시계방향으로 회전한다. 이 경우 각속도가 $\omega \text{ rad/sec}$ 라고 가정하면 안쪽 팔 끝점의 위치는 매개변수방정식 $x = 3\cos \omega t, y = 3\sin \omega t$ 로 나타낼 수 있다. 안쪽 팔 끝에서는 한 쪽의 길이가 1 m인 바깥쪽 팔이 시계방향으로 회전한다. 이 스크램블러의 바깥쪽 팔의 회전 속도는 안쪽 팔 회전 속도의 세 배라고 한다. <그림 1>과 같은 상태에서 바깥쪽 팔의 오른쪽 끝점에 한 사람을 태우고 스크램블러가 움직이기 시작하였다.



<그림 1> 스크램블러

[1-1] 안쪽 팔의 각속도가 1 rad/sec 라고 할 때, 스크램블러의 안쪽 팔이 한 바퀴 회전하는 동안에 타고 있는 사람의 움직임을 나타내는 매개변수방정식을 구하고, 그 그래프를 좌표평면에 그리시오. (10점)

[1-2] 위 문제 [1-1]에서 구한 매개변수방정식을 이용하여 스크램블러에 타고 있는 사람의 속력이 0인 시각을 모두 구하고, 문제 [1-1]에서 그린 곡선의 길이를 구하시오. (20점)

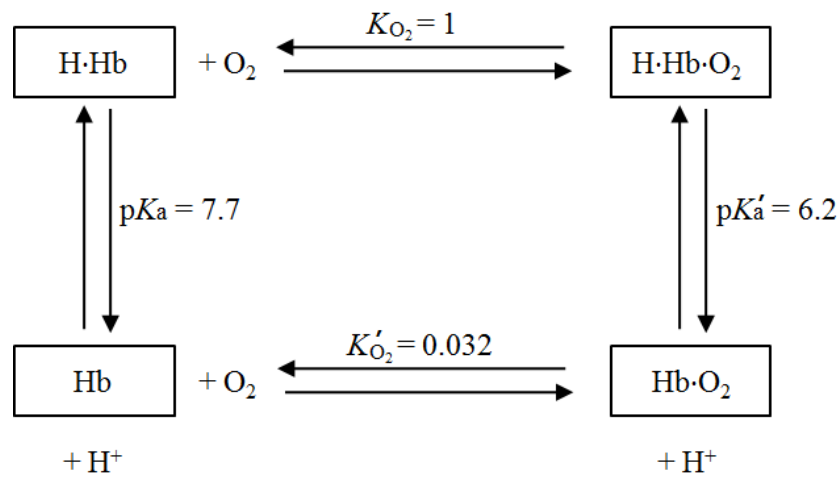
[1-3] 위 문제 [1-1]에서 그린 곡선으로 둘러싸인 영역의 넓이를 구하시오. (20점)

(뒷면에 계속)

2012학년도 연세대학교(원주) 논술시험 의예과 문제지

【문제 2】 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오. (25점)

(가) 사람 호흡계의 주요 구성원인 폐에는 다수의 폐포가 있어 공기와 접촉할 수 있는 표면적이 넓으므로 기체 교환이 효율적으로 일어난다. 폐포와 모세 혈관 사이의 기체 교환을 외호흡이라 하고, 조직 세포와 모세 혈관 사이의 기체 교환을 내호흡이라고 부른다. 조직 세포는 영양소의 화학 결합에 저장된 에너지를 생명 활동에 사용할 수 있는 에너지로 전환하는 세포 호흡을 수행한다. 사람이 호흡할 때 산소(O₂)는 ①외호흡 ②혈액 속에서의 운반 ③내호흡의 세 단계를 거쳐 조직 세포로 전달된다. ①의 단계에서, 폐 속으로 들어온 O₂가 폐포를 거쳐 모세 혈관으로 확산된다. ②의 단계에서는, O₂가 적혈구에 의해 운반으로 운반된다. ③의 단계에서, O₂는 모세혈관에서 조직 세포로 확산된다. 한편, 이산화탄소(CO₂)는 이와 반대의 과정을 거쳐 조직 세포로부터 체외로 배출된다. 혈액의 세포 구성원 중 하나인 적혈구는 골수에서 생성되어 대략 120일 정도 활동하다 간이나 지라에서 분해됨으로써 그 수명을 다하게 된다. 적혈구 속에는, 철을 포함하는 헴(Heme) 분자와 글로빈 단백질로 구성된 헤모글로빈(Hb)이 다량 존재한다. 아래 <그림 1>은 혈액 속에서 일어나는 헤모글로빈의 반응을 나타낸 것으로 헤모글로빈이 O₂와 결합 또는 해리됨을, 또한 수소 이온(H⁺)과 결합 또는 해리됨을 보여준다. H·Hb는 H⁺과 결합한 헤모글로빈을, H·Hb·O₂는 H⁺ 및 O₂와 결합한 헤모글로빈을, Hb·O₂는 O₂와 결합한 헤모글로빈을 각각 나타낸다.



<그림 1>

이 그림에서 주어진 상수는 모두 해리 반응에 대한 평형 상수(equilibrium constant)이다.

(나) 화학 반응에서, 반응 조건에 따라 정반응과 역반응이 동시에 일어날 수 있는 반응을 가역 반응이라고 하고, ⇌ 기호를 사용해서 화학 반응식을 나타낸다. 가역 반응에서 특히 정반응과 역반응이 같은 속도로 진행되는 상태를 화학 평형 상태라고 한다. 평형 상태에서는 생성물과 반응물의 농도가 일정하게 유지되는데, 이때의 농도를 평형 농도라고 한다. 평형 상태에 있는 반응계는, 겉보기에는 반응이 정지된 것처럼 보이지만 정반응과 역반응이 같은 속도로 진행되고 있는 동적 평형 상태에 있다. 화학 반응이 평형 상태에 도달하였을 때의 반응 물질과 생성 물질 사이의 정량적인 관계에 대한 연구 결과 “일정한 온도에서 어떤 가역 반응이 평형 상태에 있을 때 반응 물질의 농도의 곱과 생성 물질의 농도의 곱의 비율은 항상 같다”라는 사실이 발견되었다. 이것을 화학 평형의 법칙이라고 하고, 이때의 일정한 값 K를 평형 상수라고 한다. 예를 들어, 임의의 산(acid) HA의 이온화 반응에 대한 반응식과 평형 상수식은 다음과 같다.



$$K_a = [\text{H}^+][\text{A}^-] / [\text{HA}]$$

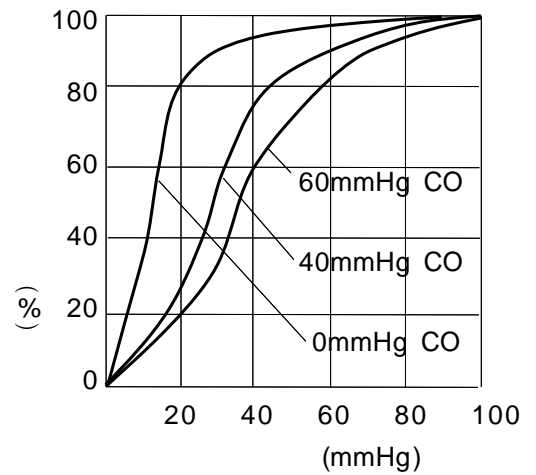
여기서 K_a 는 평형 상수(또는, 산의 이온화 상수라고도 함)이며, $[\text{H}^+]$, $[\text{A}^-]$, $[\text{HA}]$ 는 각각 H^+ , A^- , HA의 평형상태에서의 몰 농도를 나타낸다. K_a 값 대신 편의상 pK_a 값을 사용하기도 한다($pK_a = -\log K_a$).

(다음 장에 계속)

2012학년도 연세대학교(원주) 논술시험 의예과 문제지

[2-1] 신생아의 몸에 빌리루빈이라는 색소가 많아지면서 피부가 오렌지색이나 노란색을 띠는 증상을 신생아 황달이라 한다. 대다수의 경우에 이 증상은 신생아의 출생 직후 일시적으로 생겼다가 저절로 사라지는데 다만, 혈액 중 빌리루빈 수치가 매우 높아지면 빌리루빈이 뇌에 쌓여 신경세포를 파괴할 수 있으므로 치료가 필요하다. 제시문 (가)를 참고하여, 황달이 생기는 이유를 신생아의 출생 전과 후의 적혈구 대사와 연관시켜 설명하시오. (10점)

[2-2] 오른쪽 <그림 2>는 기체 분압 변화에 따른 헤모글로빈의 산소 포화도를 나타낸 산소 해리 곡선이다.



<그림 2>

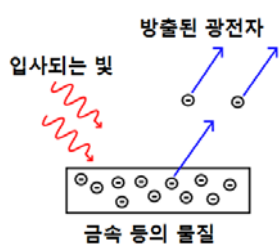
1) 제시문 (가)와 <그림 2>에 근거하여, 격렬한 운동을 하고 있는 운동선수가 근육에 필요한 산소를 빠르게 공급받을 수 있는 원리를 호흡 운동의 조절 측면에서 설명하시오. (5점)

2) 제시문 (가)의 <그림 1>과 제시문 (나)의 정보에 근거하여, 혈액 중 CO₂의 분압이 헤모글로빈의 산소 해리에 미치는 영향이 <그림 2>와 같이 나타나는 이유를 자세히 설명하시오. (10점)

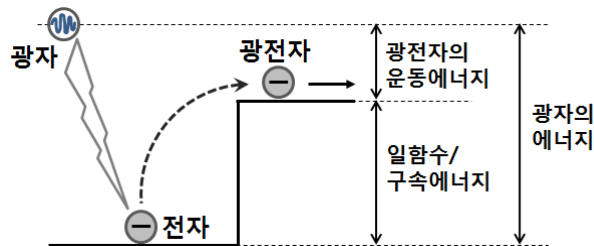
[문제 3] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오. (25점)

(가) 태양빛을 분광기로 보면 연속스펙트럼이 나타나는데, 수소 원자에서 방출되는 빛은 선스펙트럼으로 나타난다. 수소 원자에서 선스펙트럼이 관찰되는 현상은 전자가 원자핵 주위에 무질서하게 존재하는 것이 아니라 특정 에너지를 가진 몇 개의 궤도 상에 존재하기 때문이다. 전자는 특정 에너지 준위에서 다른 에너지 준위로만 이동할 수 있으며, 이동할 때 에너지 준위 간의 차이만큼의 에너지를 빛이나 혹은 다른 형태로 흡수하거나 방출한다.

(나) 금속 등의 물질에 높은 에너지의 빛을 쬐었을 때 원자 내에 구속되어 있는 전자를 방출하는 현상을 광전효과라고 한다. 광전효과는 빛의 입자성(광자)을 증명하는데, 방출된 전자는 광전자라고 불린다. 광자의 에너지와 전자의 구속에너지 또는 일함수의 차이는 방출된 광전자의 운동 에너지와 같다(그림 3, 4 참조).

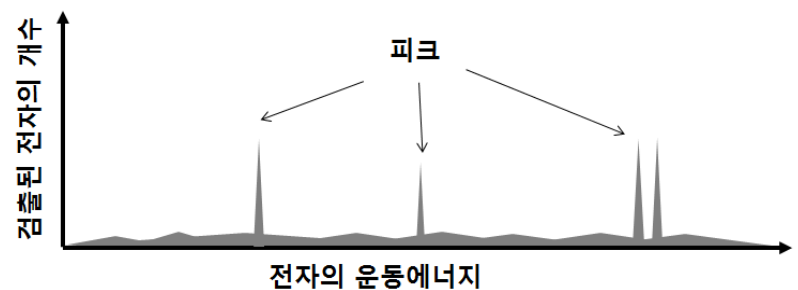


<그림 3>



<그림 4>

(다) X선 광전분광법은 시료의 물리화학적 구조를 연구하는 데 이용된다. X선 광전분광법은 시료에 일정한 파장을 가진 X선을 쬐어서 시료 밖으로 광전효과에 의해서 방출된 전자의 운동에너지를 분석하는 방법이다. X선 광전분광법으로 측정되는 스펙트럼은 <그림 5>와 같이 가로축은 방출된 전자의 운동 에너지, 세로축은 검출된 전자의 개수로 나타내는데, 원자의 구조에 따라 다양한 피크가 나타난다.



<그림 5>

(뒷면에 계속)

2012학년도 연세대학교(원주) 논술시험 의예과 문제지

(라) 전자가 2개 이상 존재하는 다전자 원자에서 원자핵과 하나의 전자 사이에 작용하는 정전기적 인력은 가리움 효과에 의하여 감소할 수 있다. 가리움 효과는 전자와 전자간 반발력이 원자핵과 전자 사이의 인력을 부분적으로 상쇄시키는 효과를 말한다. 가리움 효과에 의해서, 어떤 한 전자가 느끼는 원자핵의 유효 핵전하는 본래 원자핵의 전하보다 감소하게 되고, 결과적으로 전자에 실제로 작용하는 원자핵의 인력도 감소한다.

(마) 1932년에 미국의 과학자 폴링은 원자 간에 공유 결합이 있을 때, 각 원자가 공유 전자쌍을 끌어당기는 상대적 힘의 크기를 수치로 나타내고, 이것을 전기음성도라고 정의하였다. 예를 들어, 수소(H)의 전기음성도는 2.1, 탄소(C)는 2.5, 산소(O)는 3.5, 플루오르(F)는 4.0이다.

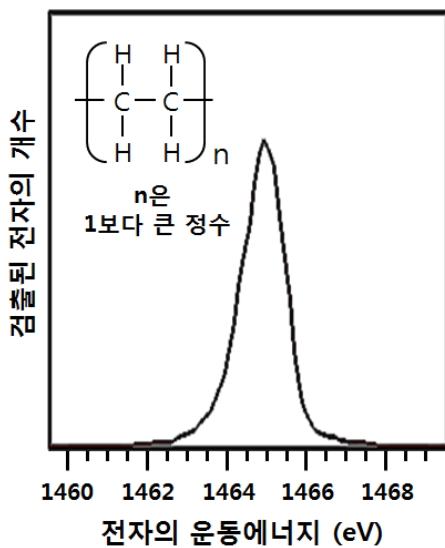
[3-1] Na, Mg 그리고 Al 세 개의 금속 표면에 X선을 쬐어서 방출된 전자의 피크 에너지를 2개의 다른 검출장비(A, B)로 측정하였다. 장비 A를 사용하였을 경우에는 피크 에너지 1, 2, 3만 검출되었고, 측정감도가 더 높은 장비 B를 사용하였을 경우에는 추가로 피크 에너지 4도 검출되었으며, 그 값은 오른쪽과 같다. X선 에너지는 1750 eV이다.

장비	검출장비 A			검출장비 B
	피크 에너지 1	피크 에너지 2	피크 에너지 3	피크 에너지 4
Na	680 eV	1690 eV	1720 eV	1010 eV
Mg	447 eV	1662 eV	1700 eV	1203 eV
Al	191 eV	1632 eV	1677 eV	? eV

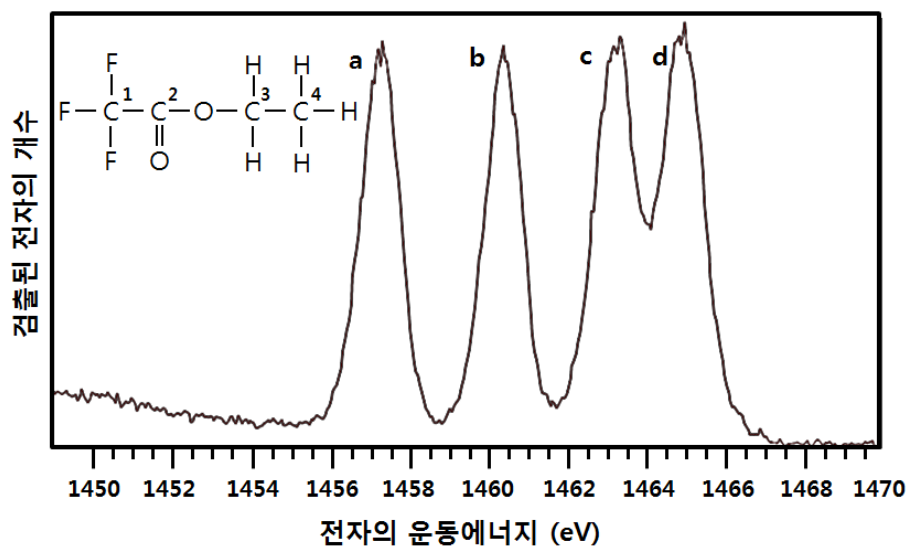
1) 피크 에너지 1, 2, 3을 고려하여 Na, Mg 그리고 Al의 전자 에너지 준위의 경향성을 설명하고 그 원인을 추론하시오. (이때 진공상태의 전자 에너지는 0 eV로 가정한다.) (6점)

2) Al 원자의 피크 에너지 4의 값을 구하고, 피크 에너지 4를 갖는 전자가 어떤 과정을 통하여 방출되었는지 추론하시오. (9점)

[3-2] X선 광전분광법을 이용하여 폴리에틸렌(그림 6)과 삼플루오르화아세트산에틸에스터(그림 7)의 탄소에 존재하는 전자 중 가장 낮은 에너지 준위에 존재하는 전자를 방출시켜 운동에너지를 측정하였더니 폴리에틸렌에서는 하나, 삼플루오르화아세트산에틸에스터에서는 네 개의 피크가 나타났다. 삼플루오르화아세트산에틸에스터에서의 피크가 폴리에틸렌에서와 다른 형태로 나타나는 이유를 설명하고, <그림 7>의 각 탄소와 피크를 대응시키시오(예: 1-a, 2-b). X선 에너지는 1750 eV이다. (10점)



<그림 6>



<그림 7>