

2014학년도 수시모집 논술고사 문제지 (자연계)

지 원 모 집 단 위	수험 번호	성 명

※ 유의사항

1. 생물, 화학, 물리 중 반드시 2개 과목에 대한 답안을 작성하여야 한다. 만약 3개 과목에 대한 답안을 모두 작성할 경우 답안지 전체에 대하여 최하점으로 처리한다.
2. 해당과목 답안은 해당 영역에 답안을 작성하여야 한다. 예를 들어, 화학 문제의 답안을 생물 답안영역에 작성할 수 없다.
3. 모집단위별 지정과목이 있을 경우 반드시 확인하여 선택하여야 한다.

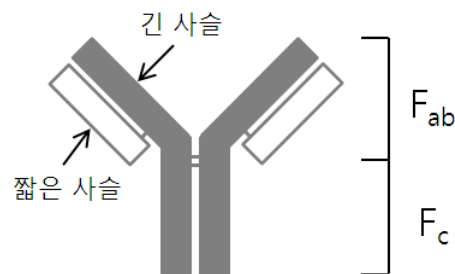
- ☞ 답안 작성 시 필요한 경우에 수식 및 그림을 사용할 수 있다.
- ☞ 답안지 범위를 초과한 답안은 감점 처리한다.
- ☞ 필기구는 반드시 흑색 펜만을 사용하여야 한다.(연필 또는 샤프를 사용하여 작성한 답안, 흑색 이외의 색 필기구로 작성한 답안은 모두 최하점으로 처리함)
- ☞ 답안을 수정할 때 흑색 이외의 색 필기구나 수정액 등을 사용한 경우에 최하점으로 처리한다.(수정 시에는 틀린 부분을 두 줄 긋고 이어서 작성함)
- ☞ 문제와 관계없는 불필요한 내용이나 자신의 신분을 드러내는 내용이 있는 답안, 낙서 또는 표식이 있는 답안은 모두 최하점으로 처리한다.

◆ 다음 각각의 제시문을 읽고 문제에 답하여라.

[생물 제시문]

(가) 사람의 혈액은 체중의 약 8%를 차지하고 있으며 그 중 45%는 고형 성분인 혈구이고 나머지 55%는 액체 성분인 혈장으로 이루어져 있다. 혈구에는 적혈구, 백혈구, 혈소판이 있으며, 혈장은 대부분이 물이고 영양소, 노폐물, 산소, 이산화탄소 등이 포함되어 있다. 적혈구는 철을 포함한 헤모글로빈을 가지고 있으며 체내의 산소 운반을 담당한다. 백혈구는 체내에 침입한 이물질이나 세균 등을 잡아먹는 식균 작용을 하며 항원 항체 반응에 직접 관여하기도 한다.

(나) 병원체가 체내에 침입하면 이를 물리치기 위해 면역 반응이 일어난다. 병원체와 같이 면역 반응을 일으키는 이물질을 항원이라고 하는데, 항원에 대한 면역 반응은 항원의 종류를 인식하고 이에 대해 특이적으로 반응하는 림프구에 의해 이루어진다. 항원이 침입하면 림프구가 형질 세포로 분화하여 항체라는 물질을 만들어 항원을 제거하게 된다. 항체는 아래 그림과 같이 4개의 폴리펩티드 사슬이 Y자 모양으로 결합되어 있는 단백질로, 짧은 사슬(light chain) 2개와 긴 사슬(heavy chain) 2개로 구성되어 있다. 양쪽 팔 부분은 F_{ab} 부위라 하며 항체의 특이성을 결정하는 항원 결합 부위가 포함되어 있다. 이 결합 부위는 항체의 종류에 따라 다르기 때문에 항체는 한 종류의 항원하고만 결합할 수 있다. Y자형 항체의 줄기부분은 F_c 부위라고 하는데, 그 항체가 다섯 가지 면역글로불린 집단 중 어디에 속하는지를 결정한다. F_c 부위는 중 특이성을 지닌다.



(다) 항체는 면역 반응에 관여할 뿐 아니라 실험실에서 제작되어 다양한 종류의 진단과 치료에 활용되고 있다. 자가임신진단 키트는 항체를 임상적으로 이용한 대표적인 예로써, 임신한 여성의 소변에 존재하는 인간융모막생식호르몬 (human chorionic gonadotropin, hCG)을 탐지하는 항체를 이용한 진단 방법이다. 질병 치료에 사용되는 항체의 예로는 유방암 치료제인 허셉틴 (Herceptin)이 있다. 허셉틴은 유전공학적으로 제조된 항체 신약으로, 암세포 표면에 비정상적으로 많이 발현하는 특정 성장호르몬 수용체를 표적으로 하여 암세포의 증식을 늦춘다.

(생물 1)

i) 혈액을 이용한 유전자 치료를 하고자, 혈액을 채취한 후 혈액 내의 특정 세포를 분리하였는데 이 세포에 유전자 정보가 없었다면 그 이유가 무엇인지 추론하시오.

ii) 일반적으로 항체를 만드는 방법 중 하나는 우선 생쥐에게 항원을 주사하여 이 항원에 결합하는 항체를 만드는 것이다. 이런 방법으로 암세포에 대해 특이적인 항체를 제작한 다음, 그 항체만을 순수분리하여 환자에게 주입하였을 때 예상되는 문제점을 제시문에 근거하여 기술하고, 이를 해결하기 위한 방법을 제시하시오.

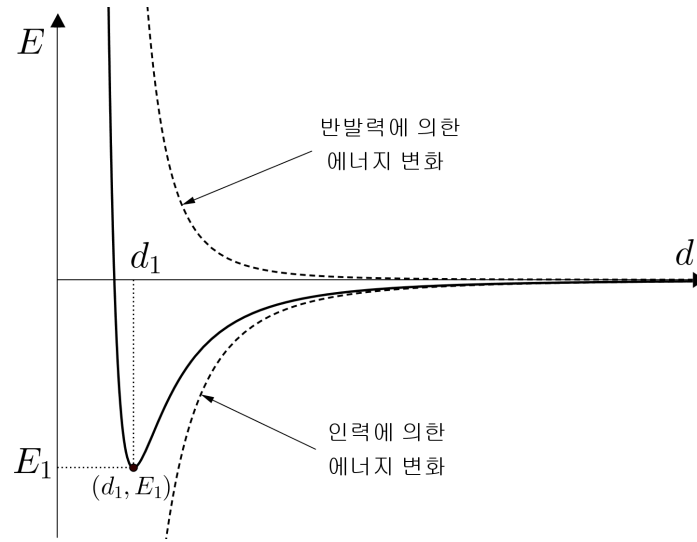
(생물 2)

현재 적혈구의 수가 N 인 사람이 적혈구 수가 감소해 어지럼증을 겪고 있다. 이 사람의 경우 적혈구 수가 $\frac{5}{6}N$ 이하로 감소하면 악성 빈혈이 된다. 하루에 생산되는 적혈구의 수는 $\frac{1}{108}N$ 으로 항상 일정하고, 하루에 파괴되는 적혈구의 수는 전날 혈액 속에 있던 적혈구의 $\frac{1}{81}$ 이라고 하자. 60일이 지났을 때, 이 사람이 악성 빈혈에 걸려 있을지를 판단하고 근거를 제시하시오. ($\log_{10}2 = 0.3010$, $\log_{10}3 = 0.4771$)

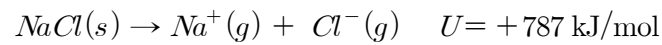
[화학 제시문]

(가) 원자의 최외각 전자 껍질에 있는 전자가 실제로 느끼는 핵의 전하는 양성자 수에 따른 핵전하와 다르다. 예를 들어, 수소 원자는 양성자와 전자가 각각 1개 밖에 없으므로 전자에 작용하는 핵전하는 +1이다. 그러나 양성자와 전자가 각각 6개인 탄소 원자에서는 여러 전자들이 핵전하를 가리기 때문에 최외각 전자가 실제로 느끼는 핵전하는 +6보다 작다. 이처럼 전자가 실제로 느끼는 핵전하를 유효 핵전하라고 한다. 유효 핵전하는 주기율표에서 원자 또는 이온 반지름과 같은 원소의 주기적 성질을 예측하는데 매우 중요하다.

(나) 양이온과 음이온 사이의 거리가 가까워질수록 두 이온 사이에 작용하는 인력에 의해 에너지는 점차 감소한다. 그러나 두 이온이 계속 접근하여 거리가 너무 가까워지면, 두 이온의 전자구름이 겹쳐지게 되고 핵과 핵 사이의 반발력이 커지므로 에너지는 증가하여 불안정한 상태가 된다. 아래 그림과 같이 양이온과 음이온은 인력과 반발력이 균형을 이루어 가장 낮은 에너지 E_1 을 가지는 거리 d_1 에서 가장 안정한 상태가 되며 이온 결합을 형성한다.



이온성 고체 화합물에서 반대 전하를 가진 이온들의 배열에서 오는 안정도의 크기를 격자 에너지 U 라고 한다. 격자 에너지란 이온성 고체 화합물 1몰의 모든 이온을 기체 상태의 이온으로 완전히 분리해 내는데 필요한 에너지이다. 염화나트륨 ($NaCl$) 을 예로 들면, 염화나트륨 고체를 계속 팽창시켜 각 이온 간 거리가 무한대로 되어 모든 이온들을 완전히 분리시킬 때까지 필요한 에너지는 787 kJ/mol 이고, 이것이 염화나트륨의 격자 에너지 값이다.



격자 에너지 크기는 이온의 전하량과 크기, 고체 내 이온의 정렬 방식에 따라 결정된다. 격자 에너지는 다음 식과 같다.

$$U = -k \frac{Q_1 Q_2}{d_1}$$

여기서 Q_1 과 Q_2 는 각각 두 이온의 전하량이며, d_1 은 두 이온의 결합 거리이고, k 는 양의 상수이다.

(화학 1)

i) 다음 원자 또는 이온 $O^{2-}, F^-, Ne, Na^+, Mg^{2+}$ 을 반지름이 작은 것부터 차례로 나열하고 그 이유를 설명하시오.

ii) 위 그림의 실선은 염화나트륨 ($NaCl$) 에 대한 두 이온 사이의 거리 d 에 따른 에너지 E 의 변화를 나타낸 것으로 가장 안정한 상태에서의 거리와 에너지는 각각 d_1 과 E_1 이다. 염화마그네슘 ($MgCl_2$) 과 산화마그네슘 (MgO) 에 대하여 가장 안정한 상태에서의 거리와 에너지를 각각 (d_2, E_2) , (d_3, E_3) 라 할 때, 위 그림과 같은 좌표평면 위에 세 점 (d_1, E_1) , (d_2, E_2) , (d_3, E_3) 의 상대적인 위치를 개략적으로 표시하고 그 이유를 격자 에너지를 이용하여 설명하시오. (세 화합물에 대한 상수 k 는 모두 같고, 각 이온들이 멀리 떨어져 있을 때의 에너지는 모두 동일하다고 가정한다.)

(화학 2)

두 이온 간의 거리가 d 일 때 에너지 E 는 인력에 의한 에너지 $-\frac{\alpha}{d}$ 와 반발력에 의한 에너지 $\frac{\beta}{d^2}$ 의 합이라고 하자. 여기서, α, β 는 양의 상수이다. 어떤 이온성 고체 화합물의 두 이온 간의 결합 거리가 d_4 이고 에너지가 E_4 라고 할 때 d_4 와 E_4 를 α, β 로 나타내시오. 그리고 d_4 와 E_4 가 $1 \leq d_4 \leq 2, E_4 \geq -1$ 를 만족할 때, $\alpha + \beta$ 의 최댓값을 구하시오.

[물리 제시문]

(가) 금속판에 특정 진동수 이상의 진동수를 가진 빛을 쬐어 주면 금속판 안에 있던 전자들이 튀어나오는 현상을 광전효과라 한다. 주어진 금속에 대해 전자를 방출시킬 수 있는 빛의 최소 진동수를 문턱 진동수라 하는데, 이때 튀어나오는 전자를 광전자라고 한다. 광전효과 실험으로 다음과 같은 사실이 밝혀졌다.

1. 금속 표면에 쬐어 주는 빛의 진동수가 문턱 진동수보다 작으면 아무리 센 빛을 쬐어 주어도 광전자가 방출되지 않는다.
2. 광전자의 운동에너지는 빛의 세기와는 관계가 없고 빛의 진동수에 비례한다.
3. 쬐어 주는 빛의 진동수가 문턱 진동수보다 크면 즉시 광전자가 방출되며, 단위 시간 방출되는 광전자의 수는 빛의 세기에 비례한다.

1905년 아인슈타인은 ‘빛은 진동수에 비례하는 에너지를 갖는 광자(광양자)라고 하는 입자의 흐름이다’라는 광양자설로 광전효과를 설명하였다. 광양자설에 의하면 진동수 f 인 광자 에너지 E 는 $E=hf$ (h :플랑크 상수)로 주어진다. 진동수 f 인 빛을 금속 표면에 비추면 전자가 광자로부터 hf 의 에너지를 얻는다. 금속 내의 전자들이 튀어나오려면 금속 내의 원자핵이 당기는 힘을 극복하기 위한 에너지가 필요하다. 이때 필요한 최소 광자 에너지가 hf_0 이며 f_0 은 문턱 진동수에 해당한다. 따라서 방출된 광전자 하나가 갖는 운동 에너지 E_K 는 $E_K=hf-hf_0$ 이다.

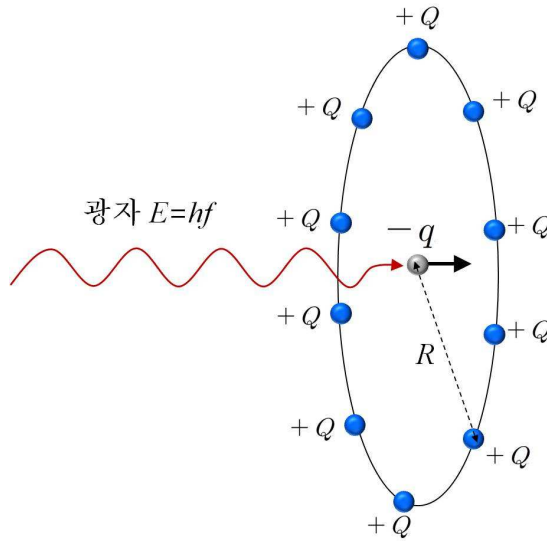
(나) 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기는 1785년 쿨롱에 의해 처음으로 정밀하게 측정되었다. 쿨롱은 전하량이 각각 q_1, q_2 인 전하가 거리 r 만큼 떨어져 있을 때 두 전하 사이에 작용하는 전기력은 $F=k_e \frac{q_1q_2}{r^2}$ 임을 알아내었다. k_e 는 쿨롱 상수이다. 음전하 $-q$ 와 양전하 $+Q$ 사이에는 인력이 작용하므로, $-q$ 전하와 $+Q$ 전하 사이의 거리를 증가시키기 위해서는 외부에서 일을 해 주어야 한다. 따라서 $-q$ 전하는 외부로부터 받은 일과 같은 양의 에너지를 가지게 된다. 이것을 전기 퍼텐셜 에너지라고 하며 $E_P=-k_e \frac{qQ}{r}$ 로 주어진다. 만약 $-q$ 전하 주위에 여러 개의 $+Q$ 전하들이 서로 다른 위치에 놓여 있다면, $-q$ 전하가 지니는 총 전기 퍼텐셜 에너지는 각각의 $+Q$ 전하에 대해 $-q$ 전하가 가지게 되는 전기 퍼텐셜 에너지들의 합으로 주어진다. 예를 들어, $-q$ 전하로부터 두 개의 $+Q$ 전하가 각각 r_1, r_2 만큼 떨어져 있을 때 $-q$ 전하가 지니는 총 전기 퍼텐셜 에너지는 $E_P=-k_e \frac{qQ}{r_1}-k_e \frac{qQ}{r_2}$ 이 된다.

(물리 1)

i) 문턱 진동수가 각각 f_A 와 f_B 인 금속판 A, B 에 진동수 f 인 빛을 쬐었더니 금속판 A, B 에서 속도가 각각 v_A, v_B 인 광전자가 튀어나왔다.

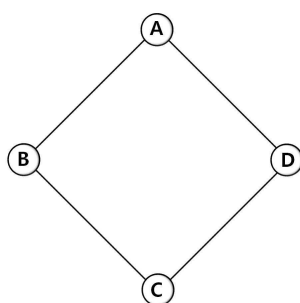
제시문에 근거하여 속도비 $\frac{v_A}{v_B}$ 를 f_A, f_B, f 로 나타내시오.

ii) 그림과 같이 N 개의 $+Q$ 전하가 반지름이 R 인 원 위에 일정한 간격으로 고정되어 놓여 있고, $-q$ 전하가 원의 중심에 정지해 있다. 진동수 f 인 광자가 원을 포함하는 평면에 수직으로 $-q$ 전하와 충돌하였다. 제시문에 근거하여 $-q$ 전하가 N 개의 $+Q$ 전하들이 놓여 있는 평면 밖으로 탈출하는데 필요한 광자의 최소 진동수를 구하시오. (단, 전하에 작용하는 힘은 전기력뿐이라고 가정하며, $-q$ 전하의 가속운동에 의한 에너지 방출은 무시한다. $-q$ 전하가 $+Q$ 전하들로부터 탈출한다는 것은 전기력에 의해 다시 평면으로 되돌아오지 않음을 의미한다.)



(물리 2)

그림과 같이 정사각형의 네 꼭짓점에 양전하 A, B, C, D가 놓여 있다. 전하량의 비는 $Q_A : Q_B : Q_C : Q_D = 1 : 2 : 3 : 4$ 이다. 정사각형을 포함하는 평면에 음전하 $-q$ 가 놓여졌다. A, B, C, D에 의한 전하 $-q$ 의 전기 퍼텐셜 에너지를 각각 E_A, E_B, E_C, E_D 라 할 때 $E_A = E_C, E_B = E_D$ 가 되는 전하 $-q$ 의 위치의 개수를 구하시오.



2014학년도 수시논술 (자연계) 출제 의도 및 문제 해설

2014학년도 건국대학교 수시논술(자연계)에서는 고등학교 1, 2학년 교과과정(2009년 개정 기준)에 나오는 기초 과학 지식과 관련된 다양한 제시문을 제공하고 지문에 담겨있는 과학적인 원리와 현상을 이해하여 이를 바탕으로 논리적인 설명, 추론 할 수 있는지 그리고 과학적 모델을 구성하여 문제 해결 능력이 있는지를 파악하고자 하였다. 제시된 지문은 고등학교 교과서를 중심으로 첨부, 수정하여 내용의 난이도를 고등학교 교과서 수준을 넘지 않도록 하였으며 문제해결에 필요한 배경도 1, 2학년 교과과정을 넘지 않도록 하였다.

각 제시문 별 출제 의도와 지문 출처

◎ 생물 출제 의도

고교 생명과학1 과정에서 습득한 혈액의 성분과 각 성분의 역할에 대한 지식과 항원 항체 반응의 특이성에 대한 내용을 제시문을 통해 환기하고, 세포내 소기관의 구조 및 역할에 대한 기본 지식을 바탕으로, 혈액 내 세포들의 차이점을 인지하고 항원 항체 반응의 기본 원리를 이해하고 있는지가 중요한 평가 요소이다. 특히, 제시문을 바탕으로 항체의 구조 및 응용 방안에 대해 이해하고 활용도까지 고려할 수 있는 생물학적 추론 능력을 평가한다. 그리고 주어진 조건으로부터 일련의 규칙을 찾아내어 수식으로 표현하고 이를 수리적으로 해결할 수 있는 지를 평가한다.

◎ 제시문 출처

(가) 비상교육 생명과학1 교과서 ‘생명활동과 에너지’ 및 ‘방어작용’ 단원

(나) Human Physiology, Silverthorn, Pearson

(다) Campbell Biology, Reece et al., Pearson

(문제 근거)

생명과학 1: ‘생명활동과 에너지’ 및 ‘방어작용’ 단원

수학1: 수열, 상용로그

◎ 화학 출제 의도

고등학교 화학I 과정에 나오는 원소의 분류와 주기율 그리고 주기적 성질의 기본 개념을 이해하고 나아가 화학결합 중 이온결합의 형성과정과 에너지에 관한 지식을 평가한다. 동일한 전자수를 가지는 원자와 이온에서 최외각 전자가 실제로 느끼는 핵전하가 다를 수 있음을 이해하여 원자 또는 이온의 반지름을 유추하고, 이온의 반지름과 전하량을 이용하여 격자에너지의 크기를 예측하여 이온결합 형성 시 거리에 따른 에너지 변화를 예상할 수 있는지 평가한다.

그리고 주어진 변수가 만족하는 수학적 조건을 제시문으로 부터 파악할 수 있는가를 평가한다. 집합을 좌표평면의 영역으로 표시할 수 있고, 미적분의 기초적인 내용을 이해하고 있는지 평가한다.

◎ 제시문 출처

(가) 고등학교 화학 I (천재교육)

(나) 고등학교 화학 I (비상교육)

(문제 근거)

(가) 화학 1: 개성 있는 원소-주기율, 아름다운 분자 세계-화학결합

(나) 수학: 방정식과 부등식, 좌표와 도형

◎ 물리 출제 의도

현대물리학의 가장 중요한 발견 중의 하나인 빛의 입자성에 대한 학생들의 이해도를 보기 위한 문제를 출제하였다. 이를 위해 빛의 입자성을 밝힌 광전효과를 제시문으로 설정하였다. 빛의 광양자설에서 광자 에너지는 금속에서 전자를 떼어내는데 필요한 에너지와 방출된 전자의 운동에너지로 보존된다. 이 관계식을 이용하여 전자의 속도를 구하는 문제를 통해 광전효과에 대한 기본 개념을 이해하고 있는지를 판단하고자 하였다. 또한, 광전효과의 개념을 확장하여 특정 진동수 이상의 빛이 전기력에 구속된 전자를 탈출시키는 상황을 고려하였다. 이를 통해 빛의 입자성과 광전효과에서의 문턱 진동수의 개념을 학생들이 이해하고 있는지를 판단하고자 하였다.

◎ 제시문 출처

(가) 고등학교 물리 I (천재교육)

(나) 고등학교 물리 I (교학사)

(문제 근거)

(가) 물리 1: 정보와 통신-광전효과, 물질과 전자기장-전기력

(나) 수학: 도형의 방정식