

경희대학교 2010학년도 모의논술고사 문제지(자연계)

접수번호 성명 () 출신 고교 ()

<유의사항>

1. 제목은 쓰지 마시고 특별한 표시를 하지 마시오.
2. 제시문 속의 문장을 그대로 쓰지 마시오.
3. 답안 작성과 정정은 반드시 본교에서 지급한 필기구를 사용하시오.
4. 본교에서 지급한 필기구를 사용하지 않았거나, 답안지에 특별한 표시를 한 경우에는 감점 또는 0점 처리합니다.
(예: 감사합니다. 등)
5. 답안 정정 시에는 두 줄로 긋고 정정하며 수정액 등을 사용한 경우에는 감점 처리합니다.

※ 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

[가] 여러 사물들은 제 각각의 특성을 지닌 채 자기만의 모양을 가지고 있다. 이러한 사물들을 이루는 가장 기본적인 요소들은 점, 선, 면이라고 할 수 있다. 그와 같은 기하학적 도형 중에서도 가장 기본적인 것은 직선과 원이다. 그리스인들은 직선과 원이야말로 기하학적 도형이며 완전하다고 생각하고 집중적으로 연구하였다. 이러한 믿음을 배경으로 그리스인들은 작도의 도구를 오직 원과 직선만을 그릴 수 있는 ‘자’와 ‘컴퍼스’에 국한시켰던 것이다. 수학적으로 모든 원은 닮은꼴이며 같은 원에서는 어느 점에서나 굽은 정도가 같다. 따라서 물체의 바퀴는 거의 대부분 원형이다. 또한 원은 어느 방향으로 재든지 폭(지름의 길이)은 일정하며 이 개념을 확장한 것이 정폭도형이며, 맨홀의 뚜껑 중 원모양이 많은 것은 이를 이용한 대표적인 예라고 할 수 있다.

원과 관련된 유용한 정리로 등주정리와 등적정리를 꼽을 수 있다. 등주정리는 같은 둘레의 길이를 가지는 도형 중에서 넓이가 최대가 되는 것은 원이라는 것이며, 등적정리는 같은 넓이를 가지는 도형 중에서 둘레의 길이가 최소가 되는 것은 원이라는 사실이다. 우리 생활 속에서 볼 수 있는 간단한 예는 두루마리 화장지의 심(화장지를 감는 축)이 원형이라는 것에서 찾아볼 수 있다. [출처 : 수학으로 풀어보는 물리의 법칙, 오가미 마사시 외 1인 공저, 임정 역, 이지북, 2005. 08]

[나] 하나의 세포로 구성되는 단세포 생물이든 수백에서 수 십 조개에 이르는 세포들로 구성되는 다세포 생물이든 상관없이 세포는 지구상에 존재하는 모든 생물체의 기본 단위로 인식되어 있다. 이와 같이 세포를 단위로 하는 모든 생물체는 열역학적 관점에서 개방계이기 때문에 탄생 이후부터 죽음에 이르기까지 단 한순간도 쉬지 않고 생물체를 둘러싼 환경과 상호 작용하며 생명현상을 유지한다.

대부분 세포의 크기는 특별한 경우를 제외하고는 매우 작으며 부피는 겨우 $1\sim 1000\ \mu\text{m}^3$ 정도이다. 물론 조류의 알과 같이 육안으로 관찰할 수 있을 만큼 매우 큰 세포도 있지만 체법 길이가 긴 신경세포들도 실질적인 부피는 “정상적인” 범위를 크게 넘어서지 못한다. 원핵세포의 지름은 대부분 $1\sim 5\ \mu\text{m}$ 정도이며 가장 크기가 작은 박테리아인 미코플라즈마의 지름은 약 $0.1\sim 1.0\ \mu\text{m}$ 로서 이는 물질대사를 조절하기에 충분한 양의 DNA와 세포를 유지하고 생식하는데 필요한 효소 및 기타 세포성분을 포함한 최소 크기에 가깝다. 이와 달리 진핵세포의 지름은 평균 $10\sim 100\ \mu\text{m}$ 로서 상대적으로 매우 큰 편이다. 진핵세포들은 세포 밖과 접하는 원형질막뿐만 아니라 세포 내부를 구획 짓는 내막을 가지고 있다. 세포 소기관을 둘러싼 넓고 정교한 세포 내막 중 상당 부분은 ‘핵막-소포체-골지체-원형질막’ 등을 연결하는 ‘내막계’를 구성한다. [출처 : 고등학교 생물 I, 생물 II, 조희형 외 4인, 대한교과서(주), 2008. 03; Biology 8th Ed. Campbell 외 6인, Pearson Education Inc., 2008]

[다] 수소를 대량으로 안정하게 저장·공급하는데 필요한 수소저장법 중에서 수소저장합금에 의한 저장법이 필요한 이유는 다음과 같다. 그 첫 번째 이유는 상온, 대기압에서 수소를 대량으로 안정하게 저장할 수 있기 때문이다. 아래 <표 1>의 수소저장법 비교표에서 알 수 있듯이 0°C , 1 기압에서 $1\ \text{cm}^3$ 당 수소가스대비 저장량을 비교하면, 0°C , 200 기압의 압축 수소가스는

(ㄱ) 배의 수소가스를, -253°C 로 냉각한 액체수소는 약 800배의 수소가스를 저장하지만, 수소저장합금을 이용한 수소저장법의 경우 약 1,000배의 수소가스를 상온, 대기압에서 안정하게 저장할 수 있다. 두 번째 이유는 수소와 수소저장합금의 가역반응이 에너지의 변환기능을 갖고 있기 때문에 이를 응용한 2차전지, 냉난방장치 및 센서 등의 연구개발이 활발하게 진행되고 있기 때문이다. 수소는 여러 종류의 금속과 반응하여 금속수소화물을 생성한다. 예를 들어, Mg, Ti, La는 각각 MgH_2 , TiH_2 , LaH_3 라는 안정적인 금속수소화물을 생성한다. 한편, Fe와 Ni를 고온, 고압 조건에서 수소와 반응시키면 불안정한 금속수소화물을 생성한다. 안정한 수소화물을 생성하는 금속과 불안정한 수소화물을 생성하는 금속 합금 중에서 가역적으로 수소와 반응하는 능력을 갖는 것이 있다. 그 중에서 상온, 대기압 부근에서 수소와 반응시키면 금속수소화물의 형태로 수소를 저장하고, 가열과 감압에 의해 빠른 속도로 수소를 방출하는 합금을 수소저장합금이라고 한다. [출처 : 고등학교 화학 I, 우규환외 4인, (주) 중앙교육진흥연구소, 2007. 03]

<표 1> 수소저장법 비교

	압축수소가스	액체수소	금속수소화물
저장방법	상온·고압 내압탱크	극저온(-253° C)·대기압 단열용기	상온·대기압 금속수소화물상태
1 cm ³ 당 0° C, 1 기압의 수소가스대비 저장량	(ㄱ) 배 (200 기압의 경우)	약 800배	약 1,000배
충전시간	5분 이하	5분 이하	10분 이하

[라] 1897년 톰슨(Joseph John Thomson)이 음(-)으로 대전된 입자인 전자(electron)을 발견함으로써 원자는 나뉠 수 있는 내부 구조가 존재하는 것을 예상하였다. 그리고 1911년 러더퍼드(Ernest Rutherford)는 알파입자(α particle) 산란실험(scattering experiment)을 통해 원자가 전자가 원자핵(nucleus)으로부터 멀리 떨어져서 움직이는 작은 행성과 유사한 모양임을 알아냈다. 이 산란실험은 원자나 원자핵에 있는 전자 등의 아원자 물질을 발사하여 발사체가 반사하거나 산란되는 모양을 관찰하여 원자 혹은 원자핵의 특성을 유추해 내는 실험이다. 러더퍼드는 발사체로 방사능 물질에서 방출되는 아원자인 양(+)으로 대전된 알파입자를 사용하였다. 러더퍼드는 모든 입자들이 직선으로 얇은 금속 박편을 뚫고 지나갈 것이라고 예상하였으나, 몇몇 입자들이 매우 큰 각으로 반사되었다. 이를 통해 러더퍼드는 핵에 가까이 발사된 알파입자가 핵과의 강한 정전기적 힘에 의해 반사되고, 휘어짐의 정도는 핵의 전하량에 따라 달라지는 것을 알아냈다. 또한 양(+)으로 대전된 알파입자와 반발한 것으로 미루어 이 핵은 양(+)의 전하를 띠고 있음을 알 수 있었다. 알파입자가 전자의 영향을 받지 않은 이유는 전자들이 너무 가벼워서 알파입자와의 전자기적 힘이 약하기 때문이다. 이로써 원자에 원자핵이 존재함을 밝혔다. 그 후 1919년에는 핵 충돌로 질소핵을 깨뜨림으로써 원자핵도 나뉠 수 있음을 실험으로 증명하였다. 그리고 그때 방출된 입자 중 하나가 수소핵임을 확인하고 양성자(proton)이라고 명명하였다. 또한, 러더퍼드는 원자가 전기적으로 중성을 이루기 위해 전자와 같은 수의 양성자가 있어야 하고, 원자 질량의 대부분은 원자핵이 차지하므로 원자의 질량은 양성자 질량의 합일 것으로 생각했다. 러더퍼드는 여러 원자들을 가지고 그들의 원자핵 질량을 조사하였는데, 원자핵의 질량과 원자핵을 구성하는 양성자의 질량이 일치하지 않는다는 것을 알게 되었고 양성자의 질량이 원자핵 질량의 약 반 정도에 해당한다는 것을 알았다. 그래서 원자핵 안에는 양성자의 질량과 비슷한 질량을 가지며 전하를 띠지 않는 입자가 양성자와 같은 수만큼 존재한다고 생각하였다. 그 후 영국의 채드윅(James Chadwick)이 1932년에 중성자의 존재를 알아냈다. 그는 베릴륨으로 만들어진 얇은 판에 α 선을 충돌시켰다. 그랬더니 전하를 띠지 않는 입자가 튀어나왔고, 이 입자를 중성자라고 하였다.

원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있고, 양성자와 중성자를 핵자라고 한다. 양성자와 중성자 개수의 합을 핵자의 수라고 하고 대략 원자의 질량에 해당하므로 질량수라고도 한다. 가령 원자번호 Z인 원소라면 그 원자핵은 Z개의 양성자와 N개의 중성자로 이루어지고, 그 합 $A=Z+N$ 이 질량수이다. 질량수 A는 동위원소 식별표시로서 원소기호의 왼편 위쪽에 ¹⁶O 등으로 표기한다. 일반적으로 원소기호가 X인 원자핵을 표시할 때 그 구성 성분을 나타내기 위하여 A_ZX 로 나타낸다. 예를 들어 원자번호가 2이고 질량수가 4인 헬륨(He)의 원자핵은 ${}^4_2\text{He}$ 로 나타낸다.

또한 원자핵의 크기는 질량수 A의 1/3 제곱에 비례하는 것으로 나타났고, 여러 가지 산란 실험에 의해서 원자핵의 반지름 R은 질량수 A에 따라 달라지고 다음과 같은 관계가 성립한다. $R=R_0A^{1/3}$. [출처 : 원자핵, 중성자와 질량수 - 두산백과사전]

<문제 1> 제시문 [가]를 참조하여 다음 물음에 답하시오(40점).

- (1) 둘레의 길이가 일정한 직사각형 중에서 넓이가 가장 큰 것을 구하는 방법에 대하여 논술하시오.
- (2) 밑줄 친 “두루마리 화장지의 심(화장지를 감는 축)이 원형이라는 것에서 찾아 볼 수 있다”의 이유를 논술하시오.
- (3) 원과 임의의 도형을 이용하여 등주정리로부터 등적정리를 유도하는 방법과 등적정리로부터 등주정리를 유도하는 방법에 대하여 논술하시오.

<문제 2> 제시문 [나]를 참조하여 다음 물음에 답하시오(20점).

- (1) 세포의 일반적인 크기가 “정상적인” 범위 내에 한정되어 있는 가능한 이유를 논술하시오.
- (2) 지구상에는 원핵세포 생물도 많지만 인간을 포함한 많은 수의 진핵세포 생물들이 번성하고 있다. 이 두 종류 생물의 세포들이 본질적으로 갖는 장점과 단점을 세포의 크기와 구조를 중심으로 서술하고, 그를 바탕으로 원핵세포 생물에 비해 진핵세포 생물이 상대적으로 폭이 큰 진화를 나타내온 이유를 논술하시오.

<문제 3> 제시문 [다]를 참조하여 다음 물음에 답하시오(20점).

- (1) (ㄱ)에 적절한 값을 추정하고 그 근거를 논술하시오.
- (2) 제시문 [다]에 근거하여 수소저장합금에 의한 수소저장법의 장·단점에 대하여 논술하시오.

<문제 4> 제시문 [라]를 참조하여 다음 물음에 답하시오(20점).

- (1) 황(³²S)의 원자핵 반지름은 헬륨(⁴He)의 원자핵 반지름의 몇 배인지 추정하시오.
- (2) 원자핵의 모양을 구형이라고 가정할 때 원자핵의 부피와 질량수간의 상관관계를 설명하고, 황(³²S)의 원자핵 부피는 헬륨(⁴He)의 원자핵 부피의 몇 배인지 계산하시오.
- (3) 위에서 구한 원자핵의 부피와 질량수간의 상관관계를 이용하여 원자핵 속의 핵자들의 구성 상태를 추론하시오.