

모의 논술고사 문제지(자연계 II)

접수번호

--	--	--	--	--

성명 (

)

<유의사항>

1. 제목은 쓰지 마시고 특별한 표시를 하지 마시오.
2. 제시문 속의 문장을 그대로 쓰지 마시오.
3. 답안작성과 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 시에 수정액 등을 사용한 경우에는 감점 처리합니다.

<문제 II> 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

[가] 두 원자가 전자를 공유하여 안정한 화합물을 만드는 형태의 화학 결합을 공유 결합이라고 한다. 이는 원자들이 맨 바깥 껍질의 전자인 원자가전자를 서로 공유하여 8개의 전자로 둘러싸이는 전자 배치를 가지려 하며, 이러한 전자 배치를 갖게 되면 안정한 상태가 되기 때문이다. 물 분자(H₂O), 암모니아 분자(NH₃), 메탄 분자(CH₄)도 공유결합에 의해 형성된 분자이며, 이들의 중심 원자인 O, N, C는 공유 결합을 통해 비활성 기체인 Ne의 전자 배치를 갖게 되어 안정화된다. 이 때, 서로 공유하는 전자쌍을 공유 전자쌍이라 하고, 공유 결합 형성에 참여하지 않은 전자쌍을 비공유 전자쌍이라고 한다. 물 분자는 1개의 산소 원자와 2개의 수소 원자가 104.5°의 각도로 결합한 굽은 구조를 띠고 있다. 이는 중심 원자 산소 주위에 공유 전자쌍 두 개와 비공유 전자쌍 두 개가 존재하여, 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍의 반발력에 의해 정사면체의 결합각인 109.5°보다 작아졌기 때문이다.

플루오르(F), 산소(O), 질소(N)와 같은 원자들은 주위의 전자를 강하게 잡아당기는 경향이 있다. 이런 원자들이 공유 결합 화합물을 형성하게 되면 공유한 전자쌍을 강하게 잡아당김으로써 분자의 내부에 부분적인 전하의 분리가 일어날 수 있다. 전하의 분리가 일어난 양전하 부위와 다른 분자의 음전하 부위 사이에는 마치 결합이 형성된 것처럼 쉐 인력이 작용하는데, 이렇게 수소 원자가 연결고리 역할을 하는 결합을 수소 결합이라고 한다. 물의 녹는점과 끓는점이 다른 공유 결합 물질에 비해 매우 높고, 비열이 크며, 4°C에서 물의 밀도가 최대가 되는 것도 모두 물 분자들 사이의 수소 결합 때문이다.

[나] 여러 가지 원소의 원자들을 원자량의 순서로 늘어놓으면 화학적 성질이 비슷한 원소들이 일정한 간격을 두고 주기적으로 나타나는데, 이 관계를 기준으로 하여 원소를 배열한 표를 원소의 주기율표라고 한다. 1865년 영국 화학자 뉴런즈는 당시까지 알려진 16개의 원소들을 원자량이 증가하는 순서대로 배열하고, 8번째마다 물리적, 화학적 성질이 비슷한 원소가 나왔던다는 옥타브(Octave)설을 제안하였다. 그러나 현대의 주기율표에는 뉴런즈의 한 옥타브마다 비활성 기체가 하나씩 들어가서, 9번째 원소마다 주기적 성질이 나타난다고 볼 수 있다. 이와 같은 연구를 토대로 완성된 주기율표의 세로줄을 족(group)이라고 하는데, 같은 족의 원소들이 비슷한 화학적 성질과 반응성을 나타내는 이유는, 같은 족의 원소들은 원소의 성질을 결정하는 원자가전자의 수가 동일하기 때문이다. 다음은 원자 번호 1부터 20까지의 원소 기호를 나타낸 것이다.

1H	2He	3Li	4Be	5B	6C	7N	8O	9F	10Ne	11Na	12Mg	13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar	19K	20Ca
----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	------	------	------	------	------	-----	-----	------	------	-----	------

[다] 유전자의 형질 발현 과정에서 유전정보가 DNA에서 RNA로 전달되는 과정을 전사라 하며, 이때 만들어진 mRNA의 정보로 세포질에서 단백질이 생합성 되는 과정을 번역이라고 한다. 전사과정에서는 RNA 중합효소가 프로모터라 불리는 염기서열을 인식한 후, DNA의 이중나선 중 한 가닥만을 주형으로 하여 상보적인 뉴클레오타이드를 차례로 결합시킴으로써 mRNA가닥을 만들어낸다. DNA의 유전정보를 전사받은 mRNA는 세포질에서 단백질이 합성되는 장소인 리보솜과 결합하게 된다. 이때 tRNA는 mRNA의 코돈을 인식하여 그에 알맞은 아미노산을 리보솜으로 운반하는 역할을 수행한다. tRNA 분자의 한쪽 끝에는 아미노산과 결합하는 부위가 있으며, 그 반대쪽에는 mRNA의 코돈과 상보적인 결합을 하는 3개의 염기로 구성된 안티코돈이 있다. 아래 그림은 지구상에 존재하는 20종류의 아미노산 각각에 대한 코돈을 보여주고 있다.

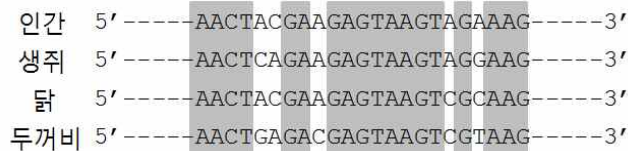
첫째염기	둘째 염기				세째염기
	U	C	A	G	
U	페닐알라닌	세린	티로신	시스테인	U
	페닐알라닌	세린	티로신	시스테인	C
	류신	세린	정지코돈	정지코돈	A
	류신	세린	정지코돈	트립토판	G

첫째염기	둘째 염기				셋째염기
	U	C	A	G	
C	류신	프롤린	히스티딘	아르기닌	U
	류신	프롤린	히스티딘	아르기닌	C
	류신	프롤린	글루타민	아르기닌	A
	류신	프롤린	글루타민	아르기닌	G
A	이소류신	트레오닌	아스파라긴	세린	U
	이소류신	트레오닌	아스파라긴	세린	C
	이소류신	트레오닌	리신	아르기닌	A
	메티오닌	트레오닌	리신	아르기닌	G
G	발린	알라닌	아스파르트산	글리신	U
	발린	알라닌	아스파르트산	글리신	C
	발린	알라닌	글루탐산	글리신	A
	발린	알라닌	글루탐산	글리신	G

[라] 다국적 연구단체인 인간게놈 프로젝트팀과 미국의 생명공학 회사인 셀레라 제노믹스는 2001년 2월 13일 미국 워싱턴에서 완성된 인간게놈지도를 공개하면서, 인간의 게놈은 모두 약 30억 쌍의 염기로 구성되어 있으며, 단백질로 발현되는 유전자는 당초에 알려진 것보다 훨씬 적은 26,000 ~ 39,000개 정도라고 밝혔다. 더욱 놀라운 것은 이 유전자들은 인간 전체 게놈의 불과 3% 정도만을 차지하는 것으로 보고되었다.

사람의 특징을 나타내는 유전자가 내, 외적 요인에 의해 변함으로써 자손에게 전달되는 기형이나 질병을 유발할 수 있는데 이를 유전병이라 한다. 지금까지 알려진 여러 유전병 중에 R 유전병은 영아기에 시작되는 독특한 발달 장애로 전세계적으로 다양한 인종과 종족에게서 발견되며, 의사소통 능력과 운동 능력 상실을 동반하게 된다. 과학자들은 오랜 연구를 통해 M 단백질에 돌연변이가 발생되면 R 유전병이 일어난다는 것을 밝혀내었다. 이 M 단백질은 다양한 종의 동물들에서도 존재하는 것으로 알려져 있다.

아래 그림은 M 단백질의 일부 아미노산 서열에 해당하는 DNA 염기서열을 나타내고 있다. 이 아미노산 서열은 M 단백질이 활성을 나타내는데 필수적인 역할을 하며, 그림에서 네 가지 종의 동물 (인간, 생쥐, 닭, 두꺼비)에서 염기서열이 모두 동일한 염기는 회색으로 표시되어 있다. 단 아래 염기서열의 5'에서 3'방향으로만 전사가 일어난다고 가정한다.

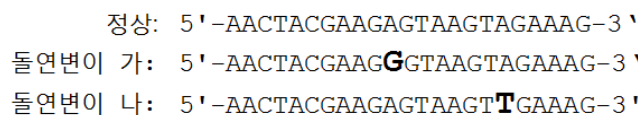


<문제 II-1> 제시문 [가], [나]를 참조하여 다음 물음에 답하시오.

- (1) 고체 상태인 물(H₂O)의 삼차원적 구조에서 한 개의 물 분자는 몇 개의 다른 물 분자와 수소 결합을 형성하고 있는지 제시문 [가]에 근거하여 설명하시오.
- (2) 늘렌즈가 원소들의 물리적, 화학적 성질이 8번째가 아닌 6번째마다 주기적으로 나타나는 것을 발견하였다고 가정하자. (단, ¹H와 ²He를 제외하고, ³Li부터 이러한 주기가 발견된다고 하자.) 이에 따라 만들어진 새로운 주기율표에 따르면, ⁸O와 같은 족의 원소들과 수소원자 두 개와 반응하여 만들어지는 물(H₂O)과 같은 분자는 존재할 수 없다. 그 이유를 설명하시오.
- (3) 늘렌즈의 새로운 주기율표에 존재하는 미지의 중심 원자 X가 두 개의 수소 원자와 결합하여 XH₂ 분자를 형성하였다고 하자. 공유결합물 XH₂를 형성하는 주기율표 상의 첫번째 원소 X를 밝히고, XH₂ 분자의 분자간 결합력, 끓는점, 실온에서의 상태 등 화학적 성질을 예상하시오.

<문제 II-2> 제시문 [다], [라]를 참조하여 다음 물음에 답하시오.

- (1) 위의 인간 M 단백질에 해당하는 DNA 유전정보에 돌연변이가 발생하여 아래와 같이 되는 경우 (가, 나), 각각 어떤 아미노산 서열로 해독되는가? 그리고 각 돌연변이가 M 단백질의 활성에 미칠 수 있는 영향에 대해 예측하시오.



- (2) R 유전병 환자들의 혈액을 채취하여 그로부터 DNA 염기서열을 분석한 결과, 약 70%의 환자들에서 M 단백질의 아미노산 서열에 해당하는 DNA 염기서열에 돌연변이가 발생되어 있음을 발견하였다. 그러나 R 유전병으로 판명된 나머지 약 30% 환자들 경우에는 이 DNA 염기서열에 돌연변이가 발견되지 않았다. M 단백질이 R 유전병을 일으키는 유일한 원인 단백질이라고 하였을 때, 이러한 30%의 환자들에서 R 유전병이 일어날 수 있는 이유를 제시문에 근거하여 설명하시오. (단, 환경적 요인은 배제하는 것으로 한다.)