



2019학년도 온라인

# 모의논술고사 문제지(의학계-수학)

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. 답안작성과 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 0점 또는 감점 처리합니다.
7. 답안 작성은 답안지 인쇄된 부분을 이용하여 과목당 1면 이내로 작성하시오.(수학은 답안지 앞면, 과학은 답안지 뒷면 기재)
8. 자연계열 문제지는 총 4장 7쪽입니다.(수학 1장, 과학(물리, 화학, 생명과학) 각 1장 씩)

### I. 다음 제시문과 그림을 참조하여 논제에 답하시오. (60점)

[가] 구간  $\alpha \leq x \leq \beta$ 에서 이차함수  $f(x) = a(x-p)^2 + q$  ( $a > 0$ )의 최댓값과 최솟값은  $x=p$ 의 위치에 따라 다음과 같이 구할 수 있다.

- (i)  $\alpha \leq p \leq \beta$ 인 경우,  $x=\alpha$ 와  $x=\beta$ 에서의 함숫값  $f(\alpha)$ 와  $f(\beta)$  중 큰 값이 최댓값이고,  $x=p$ 에서 최솟값  $f(p)$ 를 가진다.
- (ii)  $p < \alpha$  또는  $p > \beta$ 인 경우,  $x=\alpha$ 와  $x=\beta$ 에서의 함숫값  $f(\alpha)$ 와  $f(\beta)$  중 큰 값이 최댓값이고, 작은 값이 최솟값이다.

[나] 원과 직선의 위치 관계는 서로 다른 두 점에서 만나거나, 접하거나, 만나지 않는 세가지 경우가 있다. 이때 원의 중심에서 직선까지의 거리와 반지름의 길이를 비교하여 위치 관계를 판단할 수 있다.

[다] 미분가능한 함수  $y=f(x)$ 에서  $f'(a)=0$ 이고,  $x=a$ 의 좌우에서  $f'(x)$ 의 부호가 양에서 음으로 바뀌면  $f(x)$ 는  $x=a$ 에서 극대이고, 극댓값  $f(a)$ 를 가진다.  $f'(x)$ 의 부호가 음에서 양으로 바뀌면  $f(x)$ 는  $x=a$ 에서 극소이고, 극솟값  $f(a)$ 를 가진다.

[라] 함수  $f(x)$ 가 열린 구간  $(a, b)$ 에서 미분가능하고 이 구간에 속하는 임의의  $x$ 에 대하여

- (1)  $f'(x) > 0$ 이면  $f(x)$ 는 그 구간에서 증가한다.
- (2)  $f'(x) < 0$ 이면  $f(x)$ 는 그 구간에서 감소한다.

[마] 좌표평면 위에서  $x$ 축의 양의 부분을 시초선으로하고, 일반각의 크기  $\theta$ 가 나타내는 동경과 원점  $O$ 를 중심으로 하고 반지름이  $r$ 인 원이 만나는 점  $P$ 의 좌표를  $(x, y)$ 라고 하면  $\frac{y}{r}, \frac{x}{r}, \frac{y}{x}$  ( $x \neq 0$ )의 값은 반지름의 길이  $r$ 에 관계없이  $\theta$ 에 따라 각각 하나씩 결정된다. 즉,

$$\theta \rightarrow \frac{y}{r}, \theta \rightarrow \frac{x}{r}, \theta \rightarrow \frac{y}{x} (x \neq 0)$$

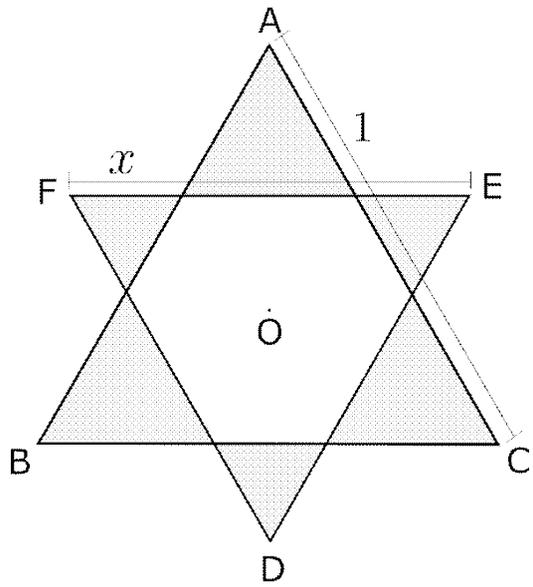
의 대응 관계는 각각  $\theta$ 에 대한 함수이다. 이 함수를 각각  $\theta$ 에 대한 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수라고 하며, 다음과 같이 나타낸다.

$$\sin(\theta) = \frac{y}{r}, \cos(\theta) = \frac{x}{r}, \tan(\theta) = \frac{y}{x} (x \neq 0)$$

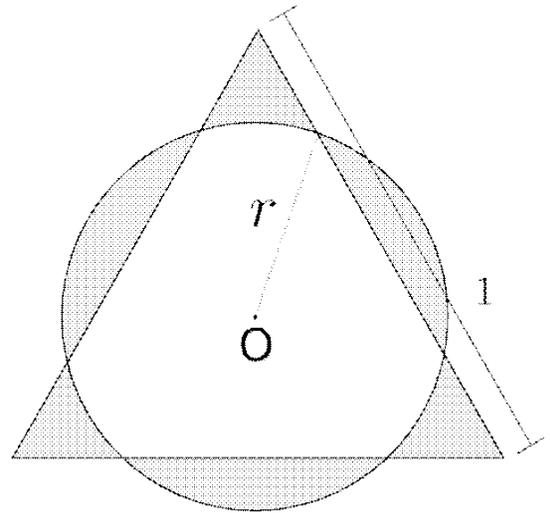
한편  $\sin(\theta), \cos(\theta), \tan(\theta)$ 의 역수로 정의한 함수를 차례로 코시컨트함수, 시컨트함수, 코탄젠트함수라고 하며, 다음과 같이 나타낸다.

$$\csc(\theta) = \frac{r}{y} (y \neq 0), \sec(\theta) = \frac{r}{x} (x \neq 0), \cot(\theta) = \frac{x}{y} (y \neq 0)$$

<뒷면에 계속>



[그림 1]



[그림 2]

[문제 I] 제시문 [가], [나], [다], [라], [마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

[문제 I-1]

원점  $O$ 를 무게중심으로 하는 두 개의 정삼각형  $ABC$ 와 정삼각형  $DEF$ 가 [그림 1]에서처럼 변  $BC$ 와 변  $EF$ 가 평행하면서 꼭지점  $A$ 와 꼭지점  $D$ 가 원점  $O$ 를 중심으로 반대방향에 놓여있다. 정삼각형  $ABC$ 의 한 변의 길이는 1이고 정삼각형  $DEF$ 의 한 변의 길이는  $x$ 이다. 한 정삼각형이 다른 정삼각형에 완전히 포함되지 않도록 하는  $x$ 의 범위를 구하고, 그 근거를 논술하시오.(10점)

[문제 I-2]

원점  $O$ 를 무게중심으로 하는 두 개의 정삼각형  $ABC$ 와 정삼각형  $DEF$ 가 [그림 1]에서처럼 변  $BC$ 와 변  $EF$ 가 평행하면서 꼭지점  $A$ 와 꼭지점  $D$ 가 원점  $O$ 를 중심으로 반대방향에 놓여있다. 정삼각형  $ABC$ 의 한 변의 길이는 1이고 정삼각형  $DEF$ 의 한 변의 길이는  $x$ 이다.  $x > 0$ 인 모든  $x$ 에 대하여 두 정삼각형의 내부 중에서 하나에만 포함되는 영역(색칠된 영역)의 넓이를  $T(x)$ 라 할 때,  $T(x)$ 를  $x$ 에 관한 함수로 표현하고  $T(x)$ 의 최솟값을 찾으시오. 그리고 그 근거를 논술하시오. (20점)

[문제 I-3]

원점  $O$ 를 무게중심으로 하고 한 변의 길이가 1인 정삼각형과 원점  $O$ 를 중심으로 하고 반지름이  $r$ 인 원이 [그림 2]에서처럼 놓여있다. 한 도형(삼각형 또는 원)이 다른 도형(원 또는 삼각형)에 완전히 포함되지 않도록 하는  $r$ 의 범위를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (5점)

[문제 I-4]

원점  $O$ 를 무게중심으로 하고 한 변의 길이가 1인 정삼각형과 원점  $O$ 를 중심으로 하고 반지름이  $r$ 인 원이 [그림 2]에서처럼 놓여있다.  $r > 0$ 인 모든  $r$ 에 대하여 삼각형과 원의 내부 중에서 하나에만 포함되는 영역(색칠된 영역)의 넓이를  $S$ 라 할 때,  $S$ 가 최소가 되는  $r$ 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (25점)



모의논술고사 문제지(의학계-물리)

지원학부(과) ( )

수험번호

성명 ( )

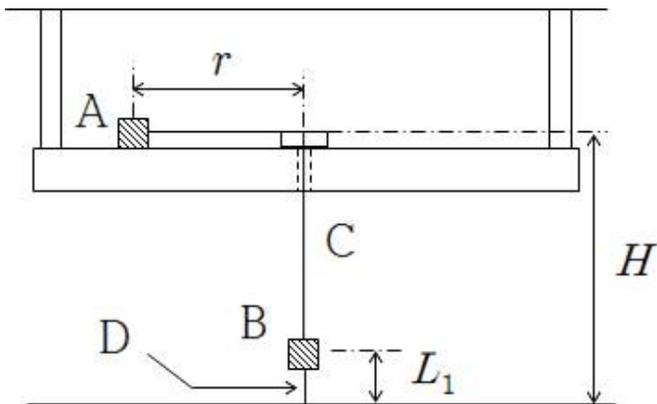
II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 한 물체에 둘 이상의 힘이 동시에 작용할 때, 같은 효과를 나타내는 하나의 힘을 알짜힘이라고 한다. 한 물체에 서로 같은 방향으로 두 힘이 작용할 때 두 힘의 합이 알짜힘이 되며, 알짜힘의 방향은 두 힘의 방향과 같다. 만약 반대 방향으로 두 힘의 작용할 경우 두 힘의 차가 알짜힘이 되며, 알짜힘의 방향은 큰 힘의 방향과 같다.

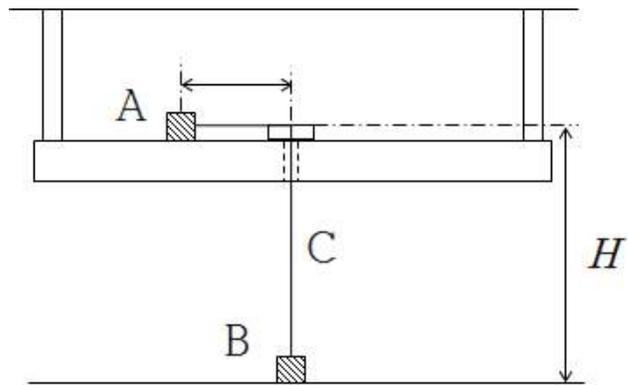
[나] 물체에 힘이 작용하면 알짜힘의 방향으로 물체가 가속될 것이고 그 가속도  $a$ 는 물체에 작용하는 알짜힘  $F$ 에 비례하고 질량  $m$ 에 반비례한다. 이를 수식으로 나타내면  $a = \frac{F}{m}$ , 즉  $F = ma$ 이다.

[다] 물체가 일정한 속력으로 원 궤도를 따라 운동할 때 이 물체는 등속원운동을 한다고 표현한다. 등속원운동은 가속도 운동이며, 그 가속도는 원의 중심을 향하므로 구심 가속도라고 한다. 물체의 질량이  $m$ , 원의 반지름이  $r$ , 원의 접선 방향의 속도가  $v$ 일 때 구심 가속도는  $\frac{mv^2}{r}$ 이다.

[논제 II] 크기를 무시할 수 있고 질량이 각각  $m_1, m_2$ 인 두 물체 A, B는 길이  $L_0$ 인 줄 C의 양쪽 끝에 연결되어 있고, 물체 B와 바닥면은 길이  $L_1$ 인 줄 D에 연결되어있다. 물체 A가 천장에 고정된 수평한 면 위에서 반지름  $r$ , 속력  $v$ 로 등속 원운동을 하고 있을 때 물체 B는 바닥면에서  $L_1$ 의 높이에 정지해 있는 것을 옆에서 본 모습이 [그림 1]에 나타나있다. [그림 2]는 물체 A의 등속 원운동 반지름이 [그림1]에서의 반지름보다 작은 경우에 물체 B가 바닥면에 닿아 정지해 있는 것을 옆에서 본 모습을 나타낸다. 바닥면에서 테이블 위에 위치한 줄까지의 거리는  $H$ 이다. (단,  $L_0 > H > L_1$ 이고, 물체 A가 등속 원운동을 하는 동안 물체 B는 정지 상태를 유지하며, 중력가속도는  $g$ 로 표시한다.)



[그림 1]



[그림 2]

- 1) 등속 원운동하는 물체 A의 구심력  $F_c$ 를 물체 A의 속력  $v$ 에 관한 식으로 표현한 뒤, 그래프로 나타내고 그 근거를 논술하시오. (10점)
- 2) 등속 원운동의 반지름  $r$ 을 물체 A의 속력  $v$ 에 관한 식으로 표현한 뒤 그래프로 나타내고, 그 근거를 논술하시오.(10점)
- 3) 줄 D가 물체 B에 작용하는 힘  $F_t$ 를 물체 A의 속력  $v$ 에 관한 식으로 표현한 뒤, 그래프로 나타내고, 그 근거를 논술하시오.(10점)
- 4) 바닥면에 작용하는 알짜힘  $F_b$ 를 물체 A의 속력  $v$ 에 관한 식으로 표현한 뒤, 그래프로 나타내고 그 근거를 논술하시오.(10점)

<물리 끝>



2019학년도 온라인

# 모의논술고사 문제지(의학계-화학)

지원학부(과) (            )

수험번호

성명 (            )

## II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 화학 반응이 일어나면 반응이 진행됨에 따라 반응 물질의 양은 점점 줄어들고 생성 물질의 양은 점점 늘어나므로, 반응 속도는 일정 시간 동안에 변화된 반응 물질의 양이나 생성 물질의 양으로 나타낼 수 있다. 반응 물질이나 생성 물질이 기체인 경우, 부피의 변화나 압력의 변화를 측정한다. 고체인 경우 질량의 변화를 측정한다. 그러나 반응 물질과 생성 물질이 혼합물일 경우 질량, 부피, 압력 등을 측정하기 전에 이들을 순수한 물질로 분리해서 각각에 해당하는 값을 얻어야 한다. 혼합물인 상태로 물질의 양에 비례하는 값은 농도이다. 따라서 반응 속도를 결정할 때 주로 측정하는 물질의 양은 몰 농도이다.

$$\text{반응 속도} = \frac{\text{반응물질의 농도 변화}}{\text{반응 시간}} = \frac{\text{생성물질의 농도 변화}}{\text{반응 시간}}$$

[나] 같은 단위 부피 속에 입자 수가 많을수록 입자 사이의 충돌 횟수는 증가하며, 입자들의 충돌 횟수가 증가하면 반응을 일으킬 수 있는 입자의 수가 많아지기 때문에 반응 속도는 증가한다. 즉 농도가 진해지면 반응 속도는 증가한다. 반응 물질이 기체인 경우에는 일정 온도에서 기체의 압력을 크게 하면 반응 속도가 빨라진다. 이것은 압력이 커지면 단위 부피 속의 기체 분자 수가 많아져서 충돌 횟수가 증가하기 때문이다. 일반적인 화학 반응(aA + bB → cC + dD)에서 반응 속도는 다음과 같다. 지수 m과 n은 반응 차수라고 하며, 실험을 통해서 결정되고, 상수 k는 이 반응의 속도 상수이다. 반응물의 초기 농도가 절반으로 되는 데까지 걸리는 시간을 반감기라고 하며, 반감기는 반응 차수와 관계가 있다. 1차 반응의 반감기는 초기 농도와 무관하며 항상 일정하다.

$$\text{반응 속도} = k[A]^m[B]^n$$

[다] 두 가지 이상의 순물질이 균일하게 섞인 혼합물을 용액이라고 한다. 따라서 기체와 기체, 액체와 기체, 액체와 액체, 액체와 고체, 고체와 기체 등으로 이루어진 균일한 혼합물은 모두 용액이라 할 수 있다. 액체와 액체, 고체와 고체가 섞인 용액과 같이, 같은 상태의 물질이 혼합되어있을 경우에는 양이 많은 물질을 용매, 양이 적은 물질을 용질이라고 한다. 용매와 용질이 섞여있는 비율을 용액의 농도라고 하고, 몰 농도는 용액 1 L 속에 녹아있는 용질의 몰수로, 단위는 M 또는 mol/L를 사용한다.

$$\text{몰 농도}(M) = \frac{\text{용질의 몰수}(mol)}{\text{용액의 부피}(L)}$$

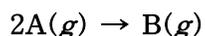
[라] 기체의 압력(P)과 부피(V)의 관계를 나타내는 보일 법칙, 기체의 온도(T)와 부피의 관계를 나타내는 샤를 법칙, 그리고 기체의 몰수(n)와 부피의 관계를 나타내는 아보가드로 법칙을 종합하면 다음의 식으로 나타낼 수 있고, 이를 이상 기체 방정식이라고 한다. 여기서 R은 기체 상수라고 한다.

$$PV = nRT$$

일정한 부피의 용기 속에 A와 B 기체가 혼합되어 있을 때의 압력(P)은 혼합 기체에서 A 기체와 B 기체가 각각 나타내는 압력인 부분 압력(분압)의 합이다 ( $P = P_A + P_B$ ;  $P_A, P_B$ 는 각각 기체 A와 B의 분압을 나타낸다).

<뒷면에 계속>

[문제 II-1] 기체 상태에서 분자 A 2개가 반응하여 분자 B 1개가 생성되는 비가역적 반응이 있다.



다양한 A의 농도에서 측정된 B의 생성 속도는 아래 표와 같다. 단, 모든 실험은 동일한 온도와 부피에서 진행하였다.

A의 농도 (M)	B의 생성 속도 (M/s)
1.000	0.060
0.500	0.015

- 1) 이 반응에서 A의 반응 차수와 반응 속도 상수에 대해 논술하고, 반응 속도식을 제시하시오. (8점)
- 2) A의 농도가 3.000 M일 때, B의 생성 속도(M/s)를 계산하시오. (4점)
- 3) A의 농도가 5.000 M일 때, A의 분압이 감소하는 속도를 기압/s (atm/s)로 제시하시오. 단, 기체 상수는 0.08 기압·L/mol·K 이고, 이 반응은 300K에서 진행되었다. (6점)
- 4) A의 농도가 2.000 M일 때, 반응 전체의 압력이 변화하는 방향(압력 증가 혹은 감소)과 속도에 대해 논술하시오. (8점)

[문제 II-2] 용액 상태의 분자 A 2개가 반응하여 분자 B 4개와 분자 C 1개가 생성되는 비가역적 반응이 있다.



300 K의 온도에서 진행된 이 반응에서 시간에 따른 A의 농도 변화는 아래 표와 같다.

A의 농도 (M)	시간 (분)
2.72	0
2.30	5.6
1.92	11.6
1.36	23.1
1.10	30.2
0.68	46.2
0.50	56.4
0.34	69.3

- 1) 이 반응에서 A의 반응 차수에 대해 논술하시오. (6점)
- 2) A의 농도가 0.17 M이 되었을 때의 시간에 대해 논술하고, 이 때 까지 생성된 기체 C의 분압을 제시하시오. 단, 이 반응 용액의 총 부피는 2 L로 일정하고, 기체 C는 물에 녹지 않으며, 반응 용기의 총 부피는 7 L이다. 기체 상수는 0.08 기압·L/mol·K 이다. (8점)



# 모의논술고사 문제지(의학계-생명과학)

지원학부(과) (                    )

수험번호

성 명 (                    )

## II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

**[가]** 세포는 일정한 기간 동안 생장을 하여 분열에 필요한 물질을 합성한다. 생장을 하는 동안 세포는 핵 속에 존재하는 유전물질인 DNA를 복제한다. DNA를 포함하여 분열에 필요한 물질이 준비되면 세포는 분열을 시작하는데, 핵이 먼저 분열하고 세포질이 둘로 나뉘는 과정을 거쳐 두 개의 딸세포를 형성한다. 이때 복제된 DNA를 두 개의 딸세포에 똑같이 분배하게 된다. 이렇게 세포가 분열한 시점에서부터 새로 생긴 딸세포가 다시 분열하는 시점까지의 일련의 과정을 세포 주기하며, 분열기와 간기로 구분된다.

**[나]** 생물의 특징을 결정하는 유전자는 염색체 상에 순서대로 존재한다. 따라서 유전자가 존재하는 염색체에는 수적·구조적 변화나 유전자의 염기 서열이 영구적으로 변하는 돌연변이가 일어나게 되면 표현형에 큰 변화가 나타날 수 있다. 염색체 수의 이상으로 인한 돌연변이는 특정 염색체의 수가 많아지거나 적어지는 경우와 염색체가 한 벌 단위로 변화하는 경우가 있다. 특정 염색체의 수가 정상과 달라져 염색체 수가  $2n$  보다 한두 개 많거나 모자라는 경우가 있는데, 이는 감수분열 때 한두 개의 염색체가 비분리되기 때문이다.

**[다]** 세포 호흡 과정 중 해당 작용은 산소가 필요하지 않지만, 미토콘드리아에서 이루어지는 TCA 회로와 산화적 인산화는 산소가 있어야 진행된다. 세포 호흡 과정에서 ATP는 주로 TCA 회로와 산화적 인산화에서 생산되므로, 세포에 산소가 충분히 공급되어야 많은 양의 에너지를 얻을 수 있다. 이처럼 유기물 분해에 산소가 필요한 호흡과정을 산소 호흡이라 한다.

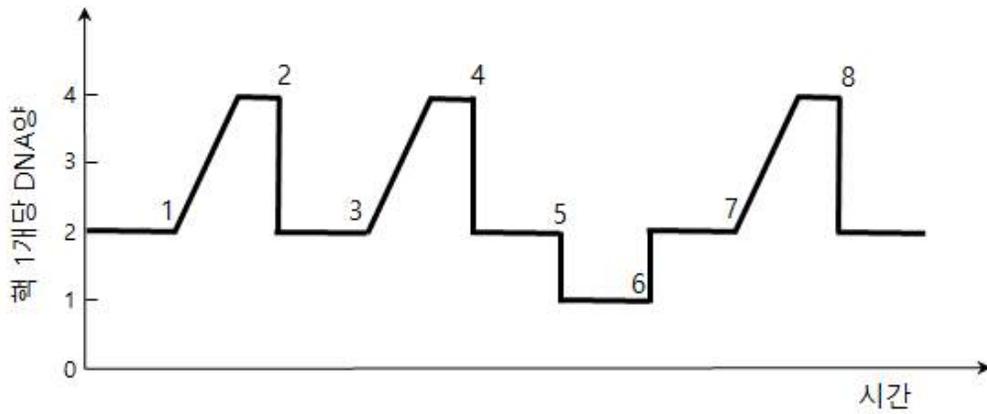
**[라]** 일부 미생물은 산소가 없는 상태에서 유기물을 분해해 ATP를 생산하는데, 이러한 호흡 과정을 무산소 호흡이라 한다. 미생물의 무산소 호흡으로 유기물이 불완전 분해되어 생성되는 최종 산물이 인간의 생활에 유용할 때 이를 발효라고 하고, 인간에게 해로운 경우 부패라고 한다.

**[마]** 초식 동물은 식물을 먹어 유기물을 얻고, 육식 동물은 다른 동물을 먹어 유기물을 얻는다. 이와 같이 유기물을 다른 생물로부터 얻어 살아가는 생물을 종속 영양 생물이라고 하며, 동물뿐만 아니라 균류와 대부분의 세균이 포함된다. 한편, 식물과 같이 다른 생물에 의존하지 않고 유기물을 스스로 합성하여 살아가는 생물을 독립 영양 생물이라고 하며, 식물, 조류, 광합성 조류 등이 포함된다. 광합성은 빛에너지를 이용하여 유기물을 합성하는 물질대사 과정으로 엽록체에서 일어나며, 이산화탄소와 물을 원료로 포도당과 산소를 합성하는 동화 작용이다.

**[바]** 생성 초기의 지구는 우주에서 운석, 유성 등이 쏟아지고 격렬한 화산 활동이 일어나는 불안정한 상태였으며, 화산 활동 결과 분출된 다량의 수증기, 암모니아, 수소, 메테인 등의 환원성 기체로 이루어진 대기가 존재했을 것으로 추측된다. 원시 지구의 바다에는 많은 양의 유기물이 존재하였으며 이를 이용하여 에너지를 얻는 생물이 서식하면서 원시 바다에서 생물이 이용하는 유기물의 양은 점차 감소하였을 것이다.

**[사]** 원핵세포로부터 최초의 진핵세포가 나타난 것은 21억 년 전 무렵으로, 최초의 생명체 탄생 이후 15억년 동안은 원핵생물이 지구의 유일한 거주자였을 것이다. 원핵생물이 지구의 오랜 거주자로 자리 잡고 있는 동안 지구 환경에는 많은 변화가 일어났으며, 생물도 많은 변화를 겪게 되었다.

[문제 II-1] 그림은 사람의 정소에서 일어나는 세포 분열 과정에서 시간에 따른 핵 1개당 DNA양을, 표는 어떤 사람의 감수 분열 결과 형성된 정자의 염색체 수를 나타낸 것이다. 제시문 [가]와 [나]를 참조하여 답하시오(15점).



정자	A	B	C	D
염색체 수(개)	23	23	24	22

- 1) 표에서 정자에 따른 염색체 수에 근거하여 염색체 비분리 현상이 일어난 시기는 위 그림에서 언제인지 밝히고 그 이유를 논술하시오(8점).
- 2) 정자 A, B, C, D가 각각 정상인 난자와 수정하여 발생할 때 유전병이 나타난다면, 어떤 정자와 수정했을 때 어떤 유전병이 나타날지에 대해 논술하시오(단, 염색체 비분리는 감수 분열 과정 중 성염색체에서 1회 일어났다.)(7점).

[문제 II-2] 제시문 [다]와 [라]를 참조하여 다음 문제에 답하시오. 어떤 동물이 화학 물질에 노출되어 미토콘드리아 내막에 산소가 공급되지 않게 되었다. 이 동물이 세포 호흡을 통해 100 ATP를 생성하려면 필요한 포도당의 양은 얼마이며, 이 과정에서 생성되는 이산화탄소의 양은 최소한 얼마인지 논술하시오(단, 세포의 다른 기능은 이상이 없으며, 세포질에  $NAD^+$ 는 충분히 공급된다)(15점).

[문제 II-3] 제시문 [마] ~ [사]를 참조하여 다음 문제에 답하시오. 아래 그림은 지구 역사에서 대기 중 산소 농도(상대값) 변화를 나타낸 것이다. 그림에서 시기 (A) 이후로 지구 대기의 산소량이 크게 증가하였는데 그 원인을 추론하고, 그래프의 (A)시기를 전후로 하여 출현했을 것으로 생각되는 생명체의 영양 방식과 호흡 방식을 비교하여 논술하시오.(10점).

