

2019학년도 중앙대학교

모의 논술 자연계열 문제지

대학		학부 · 학과		생년 월일		성명	
----	--	---------	--	----------	--	----	--

◆ 답안 작성 시 유의 사항 ◆

1. 문제지는 표지를 제외하고 모두 10장으로 구성되어 있습니다.
 2. 연습지가 필요할 경우 문제지의 여백을 이용하십시오.
 3. 답안지의 수험번호 표기란에는 반드시 컴퓨터용 수성 사인펜으로 표기하고, 답안은 흑색 필기구를 사용하여 작성하십시오.
 4. 답안지는 한 장만 사용하십시오.
 5. 답안을 작성할 때 답과 관련된 내용 이외에 어떤 것도 쓰지 마십시오.
 6. 답안은 반드시 문항별로 지정된 구역에만 작성하십시오. (지정 구역을 벗어난 답안은 채점이 불가능합니다.)
- ※ [문제 4]는 생명과학, 물리, 화학 중 본인이 선택한 한 과목만 답안을 작성하십시오. (다른 과목의 답안을 작성하면 0점 처리됩니다.)

※ 상기내용을 정확하게 숙지하였음을 확인합니다 : 응시자 성명_____ (서명)



CHUNG-ANG UNIVERSITY

[수학]

[문제 1] 총 4명의 선수가 참여하는 테니스 토너먼트 대회가 다음의 규칙으로 진행된다.

- 4명의 선수들은 지난 대회 성적이 좋은 순서대로 각각 1번부터 4번까지의 번호를 부여받는다.
- 1라운드에서 4명의 선수들은 임의로 결정된 대진표에 따라 경기를 진행한다.
- 1라운드 승자 두 명이 최종 결승을 치러서 최종 우승자를 가리고, 우승자에게는 상금이 주어진다.
- 모든 경기에서는 더 낮은 번호를 부여받은(즉, 지난 대회 성적이 더 좋은) 선수가 p 의 확률로 승리한다고 가정한다.

이러한 규칙을 따르는 두 토너먼트 대회 A, B가 같은 시기에 다른 장소에서 동시에 열릴 예정이다. 영희는 두 대회 중 한 대회를 선택해서 출전할 수 있다. 선수들의 상대적인 성적을 바탕으로 했을 때, 영희가 A대회에 참가하면 2번을 부여받게 되고, B대회에 참가하면 3번을 부여받는다. B대회의 우승 상금은 A대회 우승 상금의 두 배이다. 이때 영희가 B대회에 참가하였을 때 받을 수 있는 우승 상금의 기댓값이 A대회에 참가하였을 때의 우승 상금의 기댓값보다 크거나 같도록 하는 p 의 최댓값을 구하시오. [20점]

[문제 2] 다음 제시문 (가), (나), (다)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 좌표평면의 두 점 $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$ 를 이은 선분 AB 를 $m:n$ ($m > 0, n > 0$)으로 내분하는 점 P 는 $\overline{AP}:\overline{PB}=m:n$ 을 만족하는 점이고, 그 좌표 (x, y) 를 구하면 다음과 같다.

$$x = \frac{mx_2 + nx_1}{m + n}, \quad y = \frac{my_2 + ny_1}{m + n}$$

(나) 삼각함수의 덧셈정리를 이용하여 $a \sin \theta + b \cos \theta$ ($a \neq 0, b \neq 0$)를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$a \sin \theta + b \cos \theta = \sqrt{a^2 + b^2} \sin(\theta + \alpha)$$

$$\left(\text{단, } \cos \alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \sin \alpha = \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right)$$

(다) 함수 $f(x)$ 가 $x=c$ 에서 미분가능하고 $x=c$ 에서 극값을 가지면 $f'(c)=0$ 이다.

[문제 2-1] 서로 간의 거리를 1로 유지하면서 좌표평면의 x 축과 y 축 위를 각각 움직이는 점 A 와 B 가 있다. 선분 AB 위에 놓인 점 중에서 x 좌표가 $\frac{8}{27}$ 인 점의 y 좌표가 취할 수 있는 값의 최댓값과 최솟값의 차를 구하시오. [10점]

[문제 2-2] 좌표평면에 놓인 직선 $y = \frac{1}{2}x$ 위를 움직이는 점 C 와 직선 $y = -2x$ 위를 움직이는 점 D 사이의 거리가 1이라 하자. 선분 CD 를 8:5로 내분하는 점 $Q(x, y)$ 에 대하여 $x+y$ 의 최댓값을 구하시오. [15점]

[문제 3] 다음 제시문 (가), (나), (다)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 삼각함수의 미분법에서 $(\cos x)' = -\sin x$ 이므로 다음 삼각함수의 적분공식을 얻는다. 단, C 는 상수이다.

$$\int \sin x dx = -\cos x + C$$

(나) 서로 다른 두 실수 a, b 에 대하여 $a \neq 0, b \neq 0$ 일 때, 다음이 성립한다.

$$\frac{1}{ab} = \frac{1}{b-a} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

(다) 미분가능한 함수 $g(x)$ 를 매개변수 t 로 치환하여 $g(x) = t$ 로 놓으면 임의의 연속함수 $f(x)$ 에 대하여 다음이 성립한다.

$$\int f(g(x))g'(x)dx = \int f(t)dt$$

[문제 3-1] x 축 위를 움직이는 점 S 가 $x=0$ 에서 출발한다. t 초 후의 속도 $f(t)$ 가 다음과 같이 주어질 때, π 초가 경과한 시점에서 점 S 의 위치를 구하시오. [10점]

$$f(t) = \sum_{k=1}^{100} \frac{1}{k} \sin((k+2)t)$$

[문제 3-2] 다음을 계산하시오. [15점]

$$\int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{\pi}{2}} \left(\frac{1}{\sin x} - \sin x \right) dx$$

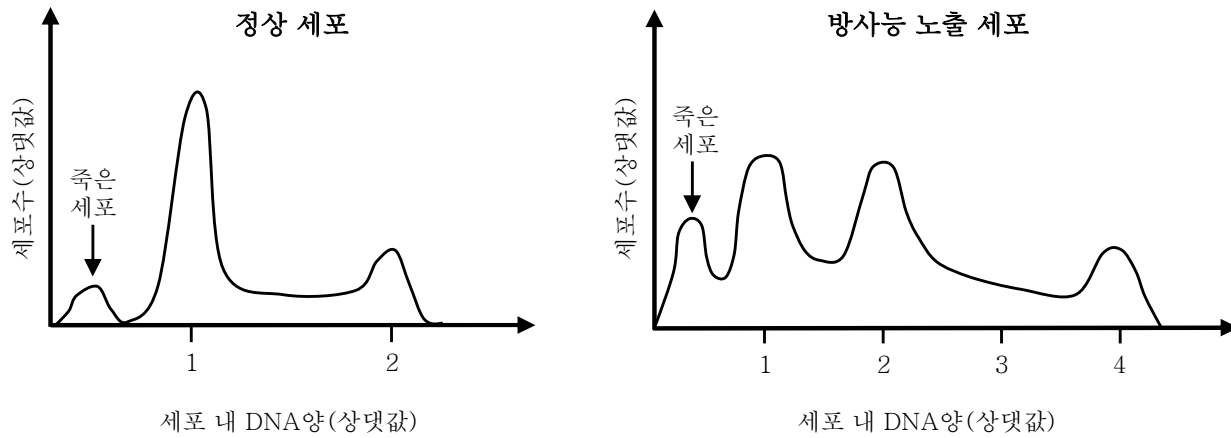
[생명과학]

[문제 4] 다음 제시문 (가)-(라)를 읽고 문제에 답하시오.

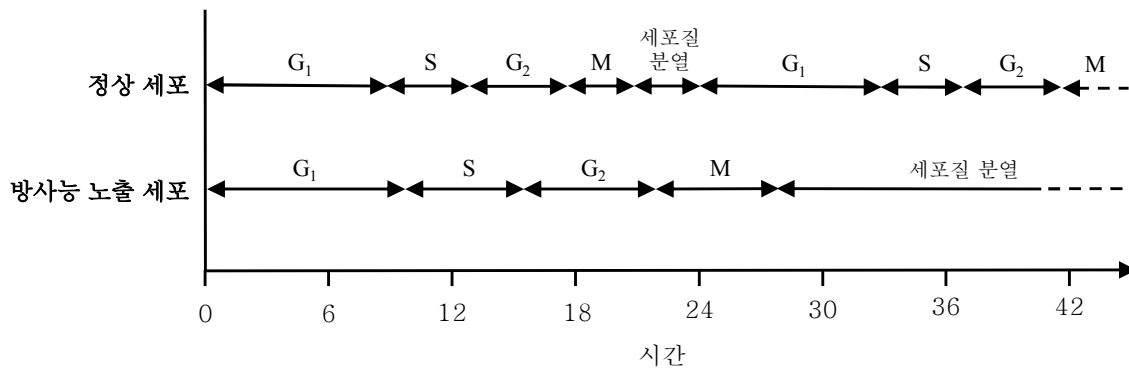
- (가) 세포 분열은 생물이 번식하고 자라는 데 여러 가지 중요한 역할을 담당한다. 세포 분열에 의해 1개의 세포가 2개의 딸세포로 분열하고, 딸세포는 일정한 시간이 지나면 다시 분열한다. 이처럼 분열로 생긴 딸세포가 자라서 다시 분열을 끝마칠 때까지를 세포 주기라고 한다. 세포 주기는 크게 간기와 분열기(M기)로 구분하며, 간기는 G_1 기, S기, G_2 기의 세 부분으로 나눌 수 있다. 세포는 간기 동안 세포의 구성 물질을 합성하고, 세포질 내의 소기관을 만들어 크기가 증가한다. DNA 복제는 오직 S기에서만 일어나고 S기가 지난 세포는 G_2 기 동안 세포 분열을 준비한다. 분열기는 간기에 비해 짧고, S기에서 합성된 DNA가 딸세포에 고르게 분배된다. 핵분열은 전기, 중기, 후기, 말기의 네 단계로 구분되며, 핵분열의 마지막에 세포질 분열이 함께 일어나 분열기가 완성된다.
- (나) 세포는 생명 현상이 일어나는 최소단위로, 그 안에 핵과 세포 소기관이 유기적으로 기능을 하고 있다. 핵은 핵막에 의해 세포질과 구별되며, 핵 속에는 유전 물질인 DNA가 있다. 세포질에 떠 있는 리보솜에서 합성된 단백질은 세포질 내에서 기능하고, 소포체 막에 붙어 있는 리보솜에서 합성된 단백질은 소포체 막에 삽입되거나, 분비소낭을 통해 세포로부터 외포 작용에 의해 분비된다. 골지체는 소포체에서 운반되어 온 물질을 다시 소낭의 형태로 세포의 다른 부위로 운반하거나 세포 밖으로 분비한다. 미토콘드리아는 세포 내의 발전소로 ATP를 생산하는 세포 호흡이 일어나는 장소이다. 세포 골격 단백질의 일종인 미세 섬유는 세포 모양의 변형, 세포질 유동 및 동물의 세포질 분열에서 세포막 가운데를 가늘게 조이는 수축 과정 등에 관여한다.
- (다) 병원체가 체내로 침입하면 곧바로 식세포 작용을 하는 백혈구와 만나게 된다. 백혈구 중에는 대식세포와 같이 침입한 병원체를 잡아먹은 다음 소화하여 그 조각을 세포 표면에 제시하는 것들이 있다. 이들 백혈구가 제시한 조각을 통하여 보조 T 림프구가 항원의 종류를 인식한다. 항원을 인정한 보조 T 림프구가 신호 전달 화학물질을 분비하고 이것이 B 림프구를 활성화시켜 체액성 면역이 시작된다. 이 항원이 B 림프구의 표면 항체에 특이적으로 결합하면 B 림프구는 형질세포나 기억세포로 성숙한다. 또한, 감염된 세포가 자신의 세포 표면에 침입한 항원 조각을 제시하면 세포독성 T 림프구는 이를 인지하여 감염된 세포와 직접 접촉하고, 화학물질을 분비하여 파괴한다.
- (라) 사람의 유전 형질을 결정하는 유전자가 상염색체에 있을 때와 성염색체에 있을 때, 그 유전자에 의해서 결정되는 형질은 서로 다르게 나타난다. 유전자가 상염색체에 있는 경우에 그 형질은 멘델의 법칙에 따라서 유전된다. 단일 인자 유전은 가계도 분석을 통하여 쉽게 그 형질이 우성인지 열성인지를 확인할 수 있다. 성염색체에는 성 결정 유전자뿐만 아니라 다른 형질들을 결정하는 유전자들도 함께 들어 있다. 딸은 어머니와 아버지로부터 X 염색체를 하나씩 물려받고, 아들은 어머니로부터 X 염색체를, 아버지로부터 Y 염색체를 물려받는다. 따라서 성염색체에 의한 유전은 성에 따라 다르게 나타난다.

[문제 4-1] 방사능에 오염된 지역에서 살았던 사람 중 일부에게서 혈액세포 유전자의 돌연변이가 보고되었다. 이 돌연변이가 세포에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위하여, 방사능에 노출되지 않은 정상인과 방사능에 노출된 사람의 혈액을 채취하여 세포 내 DNA양과 세포 주기를 각각 측정하여 (A)와 (B)에 나타내었다.

(A)



(B)



위 결과를 종합하여 돌연변이가 세포의 세포 주기 특징을 정상 세포와 비교하여 설명하고, 이 과정에서 돌연변이가 유전자의 기능을 제시문 (가), (나)에 근거하여 논리적으로 설명하시오. [10점]

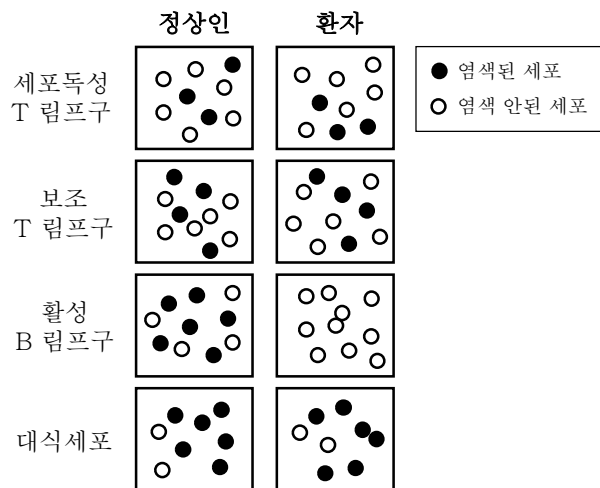
[문제 4-2] 다음은 선천성 면역질환에 걸린 남자아이의 발병 원인을 알아보기 위한 실험과 결과이다.

[실험]

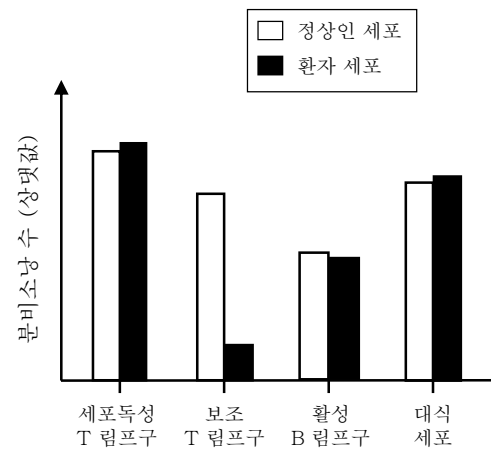
- I. 정상인과 환자의 혈액을 채취한 후, 혈액 내 각 세포를 구별할 수 있는 물질을 사용하여 염색한 시료를 현미경으로 관찰한 결과를 (A)에 나타내었다.
- II. 각 세포 안에 있는 분비소낭의 수를 측정하여 (B)에 나타내었다.
- III. 환자의 가계도를 조사하여 (C)에 나타내었다.

[결과]

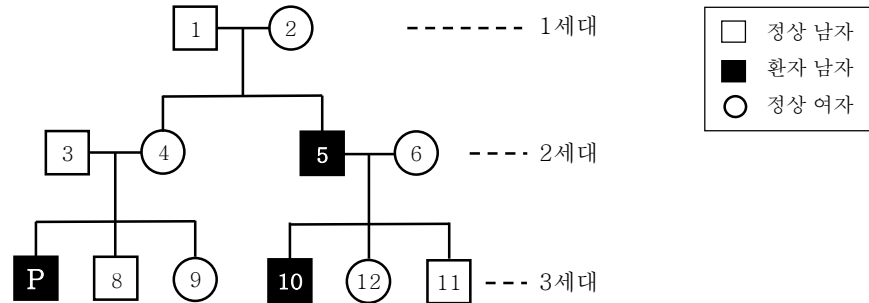
(A)



(B)



(C)



제시문 (나), (다), (라)에 근거하여 이 면역질환 환자의 발병 원인을 결과 (A), (B)를 이용하여 논리적으로 설명하시오. 또한, 환자 P의 가계도 분석을 통하여 이 병의 원인이 되는 유전자가 누구로부터 최초로 전달되었는지 지목하고, 그 이유를 유전자형에 근거하여 논리적으로 설명하시오. (단, 2세대 정상 남자 상염색체의 모든 유전자는 한 쌍의 똑같은 대립 유전자를 가지고 있다.) [20점]

- 끝 -

[물리]

[문제 4] 다음 제시문 (가)-(라)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 회전축에서 일정한 거리만큼 떨어진 지점에 힘을 가했을 때 물체의 회전 운동을 변화시키는 물리량을 돌림힘 또는 토크라고 한다. 회전축으로부터 힘이 작용하는 지점까지의 길이의 방향과, 힘의 방향이 평행하다면 돌림힘은 0이다. 반면에 회전축으로부터 힘이 작용하는 지점까지의 길이의 방향과, 힘의 방향이 수직일 때 돌림힘은 가장 크다. 이 경우에, 회전축으로부터 힘이 작용하는 지점까지의 길이가 d 이고, 길이의 방향에 대해 수직으로 작용하는 힘이 F 라면, 돌림힘의 크기 τ 는 $\tau = Fd$ 이다.

(나) 정지한 물체에 서로 반대 방향으로 회전하려는 두 돌림힘이 평형을 이루지 않는다면 물체는 돌림힘이 큰 쪽으로 회전하게 된다. 따라서, 물체에 작용하는 힘의 평형만으로는 물체가 평형 상태를 유지할 수 없다. 정지한 물체에 여러 가지 힘이나 돌림힘이 작용하고 있다고 하더라도, 모든 힘의 합력, 즉 알짜힘과 모든 돌림힘의 합이 각각 0이라면, 이 물체는 운동 상태의 변함없이 안정적으로 정지해 있는 상태에 있게 된다. 이때 물체는 역학적 평형 상태에 놓여 있다고 한다.

(다) 운동하는 물체의 질량(m)과 속도(v)에 비례하는 물리량을 운동량(p)이라 하며, $p = mv$ 로 나타낸다. 물체에 작용한 힘은 그 물체의 운동량의 시간에 따른 변화율이다. 따라서 물체에 알짜힘이 작용하지 않는다면 그 물체의 운동량은 항상 같다. 두 물체의 충돌에서 외력이 작용하지 않을 때 충돌 전과 충돌 후에 두 물체의 운동량의 합은 항상 일정하다. 이것을 운동량 보존 법칙이라고 한다. 따라서, 질량이 m_1 이고 속도가 v_1 인 물체가 질량이 m_2 이고 속도가 v_2 인 물체와 충돌한 후, 물체의 속도가 각각 v_1' , v_2' 이 되었을 때, 다음과 같은 식을 만족한다.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$$

(라) 일정한 힘이 작용하는 공간에서 힘의 방향과 평행하지 않게 던져진 물체가 포물선을 그리는 운동을 포물선 운동이라고 한다. 중력에 의한 포물선 운동은 자유 낙하 운동의 하나이다. 중력만이 작용하는 물체의 자유 낙하 운동에서 중력 가속도는 g 로 일정하다. 포물선 운동에는 수평으로 던진 물체의 운동과 비스듬히 던진 물체의 운동이 있다. 지표면에 대하여 수평으로 던진 물체의 운동은 수평 방향과 수직 방향으로 나누어 볼 수 있으며, 이 물체는 수평 방향의 등속도 운동과 수직 방향의 등가속도 운동을 합성한 운동을 한다.

[문제 4-1] 다음 그림 (a)와 같이 질량이 M 이고 길이가 $10l$ 인 균일한 막대를 한쪽 끝 점 P와 점 Q가 받침대에 닿도록 놓았다. 막대 위에 질량이 m 이고 길이가 l 인 물체 A를 막대의 오른쪽 끝에 놓았을 때, 막대가 수평을 유지하고 있다. 이때 받침대가 점 P와 점 Q에 작용하는 힘 F_P 와 F_Q 를 제시문 (가)와 (나)에 근거하여 논리적으로 구하시오. [10점]

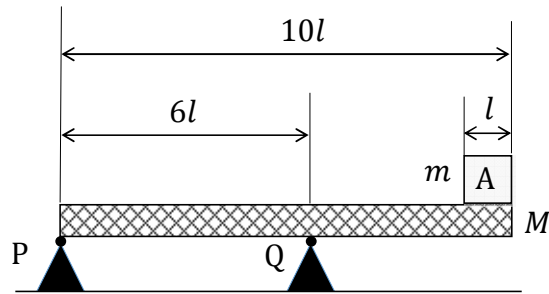


그림 (a)

[문제 4-2] 위 그림 (a)의 물체 A가 다음 그림 (b)와 같이 막대 위에 정지해 있고, 물체 A와 질량과 길이가 같은 물체 B가 막대의 왼쪽 끝에서부터 물체 A를 향해서 일정한 속도 v 로 움직이고 있다. 두 물체가 충돌하기 직전까지 막대가 수평 상태를 유지하기 위한 막대의 질량 M 에 대한 조건을 구하는 과정을 제시문 (가)와 (나)에 근거하여 기술하시오. 또한, 그림 (c)와 같이 두 물체가 충돌한 후 물체 B의 속도가 $\frac{1}{4}v$ 일 때, 물체 A가 높이 h 인 지점에서 떨어져서 지표면에 닿을 때까지 이동한 수평 거리를 구하는 과정을 제시문 (다)와 (라)에 근거하여 논리적으로 제시하시오. (단, 두 물체와 막대 사이의 마찰 및 공기 저항은 무시하고, 물체의 회전 운동은 없다고 가정한다.) [20점]

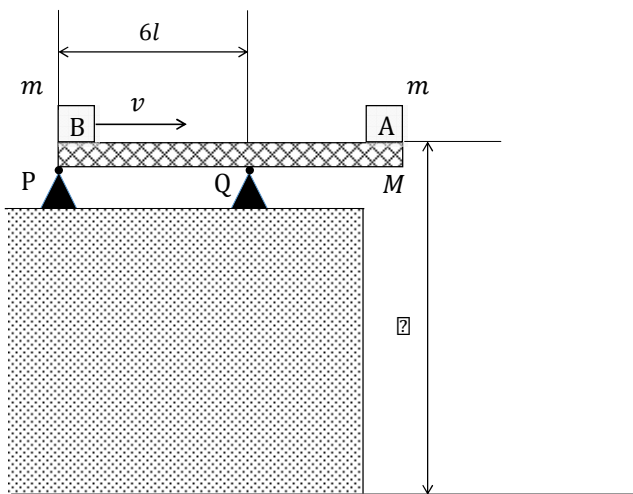


그림 (b)

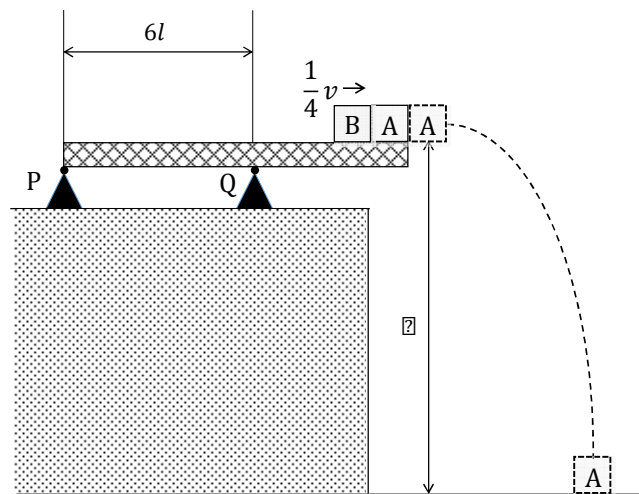


그림 (c)

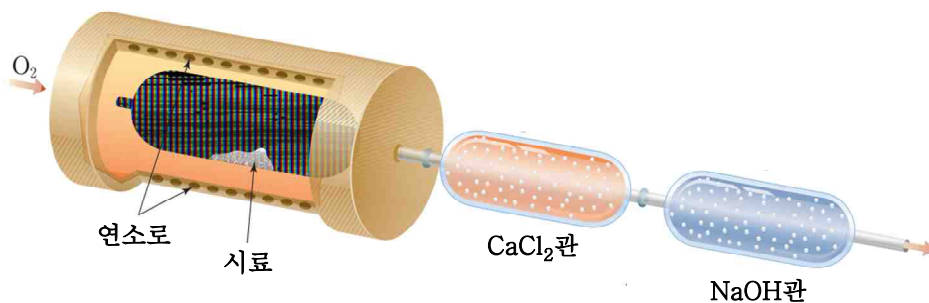
- 끝 -

[화학]

[문제 4] 다음 제시문 (가)-(라)를 읽고 문제에 답하시오.

(가) 우리 주변에 있는 많은 물질들은 두 가지 이상의 원소들로 이루어진 화합물의 형태로 존재한다. 다양한 물질들을 구별하고 특징을 표현하기 위해 물질을 원소 기호와 함께 성분비, 원자의 개수, 결합 방식 등으로 나타낸 것을 화학식이라고 하며, 물질을 구성하는 성분 원소의 원자 수를 가장 간단한 정수비로 나타낸 화학식을 실험식이라고 한다. 분자식은 한 분자를 이루는 각 원자의 총 개수로 나타낸다. 실험식에 포함된 성분 원소의 원자량 총합이 실험식량이므로, 분자량은 실험식량의 정수배가 된다. 따라서 어떤 화합물의 실험식과 분자량을 알면 그 물질의 분자식을 구할 수 있다.

(나) 탄소 화합물 내의 탄소와 수소의 조성비는 다음 그림과 같은 원소 분석 장치를 이용하면 알아 낼 수 있다. 이 장치에서 질량을 알고 있는 화합물을 산소 속에서 완전 연소시키면 성분 물질이 포함된 연소 생성물 즉, 물과 이산화 탄소가 얻어진다. CaCl_2 관에서는 물이 흡수되며, NaOH 관에서는 이산화 탄소가 흡수된다. 각 성분의 질량을 알게 되면 각각의 질량값을 성분 원소의 원자량으로 나누어 조성비를 구할 수 있다. 탄소 화합물 중에 가장 기본이 되는 것은 탄소(C) 원자와 수소(H) 원자로만 이루어진 탄화수소이다. 에테인, 에텐, 에타인과 같이 탄소 원자 사이의 결합이 일렬로 연결된 탄화수소를 사슬 모양 탄화수소라고 하고, 사이클로프로페인이나 사이클로헥세인과 같이 탄소 원자들이 고리 모양으로 결합한 탄화수소를 고리 모양 탄화수소라고 한다. 탄화수소는 분자식과 구조식으로 나타낼 수 있는데, 분자식은 같으나 구조가 달라서 녹는점이나 끓는점과 같은 물리적 특성이 다른 화합물을 구조 이성질체라고 한다.



(다) 화학 반응이 일어나면 물질의 성질이나 상태가 달라진다. 이는 반응하는 물질, 즉 반응물의 원자간 결합이 끊어지고 새로운 결합이 형성되어 다른 물질이 만들어지면서 물질의 에너지가 달라지기 때문이다. 이러한 화학 반응을 식으로 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식으로부터 반응 물질과 생성 물질의 종류, 분자 수, 질량, 부피 등 여러 가지 양적 관계를 알 수 있다. 그런데 화학 반응이 일어날 때에는 원자가 새로 생기거나 없어지지 않으므로 반응물과 생성물을 이루는 원소들의 원자 수를 같게 해야 한다. 그러므로 화학 반응식에 있는 원소들의 원자 수가 같아지도록 화학식 앞의 계수를 맞추어야 한다.

(라) 화학 반응은 여러 가지 다른 속도로 일어난다. 반응 속도는 반응물의 종류에 따라 달라지고, 같은 반응이라도 물질의 농도에 따라 달라진다. A와 B가 반응하여 C와 D가 생성되는 반응($aA + bB \rightarrow cC + dD$; 이때 a, b, c, d 는 균형을 맞춘 화학 반응식의 계수)에서 반응 속도는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$v = k[A]^m[B]^n$$

이 식을 반응 속도식이라 하며, k 를 반응 속도 상수라고 한다. 반응 속도식에서 m 과 n 은 반응 차수라고 하는데, m 과 n 은 화학 반응식의 계수와는 관계없고 실험에 의해 결정되는 값이다.

[문제 4-1] 40mg의 탄화수소 X를 원소 분석 장치에 넣고 완전 연소시켰더니, CaCl_2 관과 NaOH 관의 질량이 각각 36mg, 132mg 씩 증가하였다. 제시문 (가), (나)에 근거하여 탄화수소 X의 분자식을 구하고, 이 분자식으로부터 가능한 모든 구조식을 제시하시오. (단, C, H, O의 원자량은 각각 12, 1, 16이고, 탄화수소 X의 분자량은 40이며, 원소 분석 장치로 들어가는 O_2 에 포함된 물의 양은 무시한다.) [15점]

[문제 4-2] 대표적인 대기오염 기체인 일산화 질소는 수소와 반응하여 질소로 환원되고 수증기를 생성한다. 다음 자료는 700°C 에서 일산화 질소와 수소의 초기 농도를 변화시키면서 초기 반응 속도를 측정한 결과이다.

실험	반응물의 초기 농도(mol/L)		초기 반응 속도 (mol/L·s)
	[NO]	[H ₂]	
1	1.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	5.6×10^{-7}
2	1.0×10^{-4}	3.0×10^{-4}	1.7×10^{-6}
3	2.0×10^{-4}	1.0×10^{-4}	2.3×10^{-6}

일산화 질소와 수소의 반응에 대한 화학 반응식을 제시문 (다), (라)에 근거하여 완성하고, 이 반응식의 반응 차수와 반응 속도 상수를 구하시오. [15점]