



2016학년도 경희대학교

모의논술고사 문제지(자연계-수학)

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

<유의사항>

1. 제목을 쓰지 말고, 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 시에는 원고지 교정법에 따라야 하고 수정액 등을 사용한 경우에는 0점 또는 감점 처리합니다.
6. 답안 작성은 답안지 인쇄된 부분을 이용하여 반드시 1장 이내로 작성하시오.
7. 답안 작성 시 수학은 필수, 과학은 물리/화학/생명과학 중 한 과목을 선택하여 작성하시오.
(단, 원서접수 시 선택한 과목과 다른 과목 선택 가능함)

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. <수학>

[가]

최대 최소의 정리: 함수 $f(x)$ 가 닫힌 구간 $[a,b]$ 에서 연속이면, $f(x)$ 는 이 구간에서 반드시 최댓값과 최솟값을 갖는다.

함수 $f(x)$ 가 닫힌 구간 $[a,b]$ 에서 연속이고 열린 구간 (a,b) 에서 미분가능하며, a 와 b 사이의 점 $x=c$ 에서 최댓값 혹은 최솟값을 가지면 $f'(c)=0$ 이다.

[나]

롤의 정리: 함수 $f(x)$ 가 닫힌 구간 $[a,b]$ 에서 연속이고 열린 구간 (a,b) 에서 미분가능할 때, $f(a)=f(b)$ 이면 $f'(c)=0$ 인 c 가 a 와 b 사이에 적어도 하나 존재한다.

롤의 정리를 일반화해서 다음의 평균값 정리를 얻을 수 있다.

평균값 정리: 함수 $f(x)$ 가 닫힌 구간 $[a,b]$ 에서 연속이고 열린 구간 (a,b) 에서 미분가능하면

$$\frac{f(b)-f(a)}{b-a} = f'(c)$$

인 c 가 a 와 b 사이에 적어도 하나는 존재한다.

평균값 정리에 의해, 열린 구간 (a,b) 의 모든 x 에 대해 $f'(x) \leq 0$ 이면 구간 (a,b) 의 $x_1 \leq x_2$ 인 임의의 두 수 x_1, x_2 에 대해 $f(x_1) \geq f(x_2)$ 를 얻는다. 즉, 함수 $f(x)$ 는 증가하지 않는 함수이다.

[다]

만약 주어진 함수 $f(x)$ 가 두 번 미분가능하다면, 이계도함수 $f''(x)$ 로부터 함수 $f(x)$ 의 그래프의 모양을 알 수 있다. 어떤 구간에서 $f''(x) > 0$ 이면 곡선 $y=f(x)$ 는 이 구간에서 아래로 볼록하고, $f''(x) < 0$ 이면 곡선 $y=f(x)$ 는 위로 볼록하다.

< 뒷면에 계속 >

[문제 I-1] 구간 $0 \leq x \leq 3$ 에서 아래와 같이 정의된 함수 $f(x)$ 가 있다.

$$f(x) = \begin{cases} -2x+4, & 0 \leq x \leq 1 \\ 2, & 1 \leq x \leq 2 \\ 2x-2, & 2 \leq x \leq 3 \end{cases}$$

$0 \leq k \leq 5$ 인 k 에 대해, 구간 $0 \leq x \leq 3$ 에서 함수 $g(x) = f(x) - kx$ 의 최댓값을 $M(k)$, 최솟값을 $m(k)$ 라 하자.

함수 $F(k) = M(k) - m(k)$ 의 최댓값과 최솟값을 구하고 그 근거를 논술하시오. (15점)

[문제 I-2] 함수 $f(x)$ 가 열린 구간 $(-1,1)$ 에서 미분가능하다. 구간 $(-1,1)$ 의 모든 x_1, x_2 ($x_1 < x_2$)에 대해 $\frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1} > 0$ 이면 구간 $(-1,1)$ 의 모든 x 에 대해 $f'(x) > 0$ 인지 답하고 그 근거를 논술하시오. (9점)

[문제 I-3] 함수 $f(x)$ 는 모든 실수 x 에 대해 두 번 미분가능하다. 그리고 $f(x)$ 는 구간 $[-1,1]$ 에서 상수 함수가 아니며, 모든 실수 x 에 대해 $f''(x) \leq 0$ 이고 $f(-1) = f(1) = 0$ 이다. 함수 $f(x)$ 에 대한 주어진 조건을 이용해 그래프의 모양을 생각해보면 $f'(1)$ 의 부호를 알 수 있다. 다음 중 맞는 답을 고르고 그 이유를 논술하시오. (18점)

① $f'(1) > 0$

② $f'(1) < 0$

③ $f'(1) = 0$

[문제 I-4] 함수 $f(x)$ 는 모든 실수 x 에 대해 두 번 미분가능하다. 모든 실수 x 에 대해 $f''(x) \leq 0$ 이고 $f(-1) = -1$, $f(1) = 1$ 이다. 구간 $(-1,1)$ 의 모든 점 x 에 대해 $f(-1) < f(x)$ 임을 보이고 그 이유를 논술하시오. (18점)

< 뒷면에 계속 >

< 수학이 끝났습니다. 다음 장은 물리입니다. >



모의논술고사 문제지(자연계-물리)

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. <물리> [40점]

(가) 우리 주변에서 물체는 다양하게 운동한다. 속도가 일정하게 증가하거나 감소하여 가속도가 일정하고 직선상에서 움직이는 물체의 운동을 등가속도 직선 운동이라고 한다. 기울기가 일정한 빗면을 따라 내려가는 물체나 가만히 들고 있다 놓은 물체는 속력이 점점 증가하는 등가속도 직선 운동을 한다. 또 다른 운동의 예로 비스듬히 위로 던진 물체는 포물선을 그리며 날아간다. 이러한 포물선 운동은 수평 방향(x축) 운동과 수직 방향(y축) 운동으로 분해하여 생각할 수 있다. 공기 저항을 무시하면 포물선 운동하는 물체는 수평 방향으로의 힘을 받지 않으므로 수평 방향의 가속도는 0이다. 따라서 수평방향의 속도는 변하지 않고 등속도 운동을 한다. 수직 방향으로의 중력만을 받으므로 중력가속도 g인 등가속도 직선 운동을 한다.

(나) 공기저항이나 마찰력이 작용하지 않을 때 중력 등의 보존력은 역학적 에너지를 보존한다. 물체가 중력에 의해 낙하하는 동안 중력에 의한 일만큼 물체의 운동에너지는 증가하지만 위치에너지는 그만큼 감소하여 운동에너지와 위치에너지의 합인 역학적 에너지는 일정하게 보존된다.

(다) 충돌현상은 천체 망원경을 통해 관측되는 은하들의 충돌에서부터 소립자 산란실험에 이르기까지 매우 광범위하다. 우리 주변의 실생활에서도 각종 스포츠 경기를 비롯해 다양한 충돌현상의 예를 볼 수 있다. 충돌현상에서 일관되게 적용되는 운동량 보존법칙은 충돌 전후에 운동량의 총합이 일정하게 유지된다는 것이다. 충돌에 의해 물체 각각의 운동 상태는 변할 수 있지만 물체들의 운동량의 총합은 변하지 않는다. 운동에너지가 보존되는지 여부에 따라 탄성충돌, 비탄성충돌로 구분한다. 충돌후의 운동에너지의 총합이 충돌전과 같으면 탄성충돌이고 충돌 시 운동에너지의 일부가 소리나 열에너지 등으로 바뀌어 운동에너지의 총합이 보존되지 않으면 비탄성충돌이다. 그리고 충돌 후 두 물체의 속도가 같게 한 덩어리로 합쳐져 운동하는 경우를 완전비탄성충돌이라 한다.

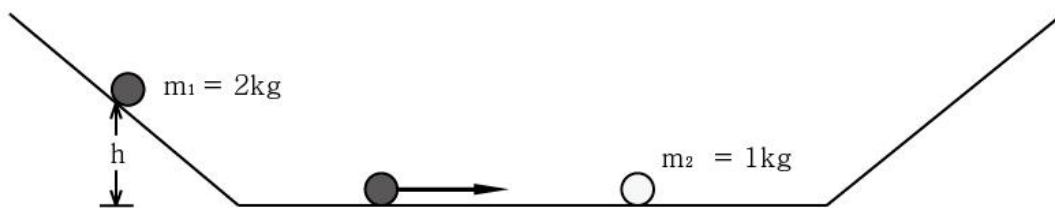
제시문 (가)를 읽고 다음 질문에 대해 답하시오.

- (1) 물체 1을 연직방향으로(수평면과 수직하게) 위로 던지고, 정확히 2초 후에 물체 2도 물체1과 같이 연직방향으로 위로 던졌다. 물체 1, 2의 초기 속도는 모두 50m/s이다. 물체 1을 던진 몇 초 후에 물체 2와 충돌하는지를 논술하시오. (단, 중력 가속도는 10m/s²이다.) (10점)
- (2) 물체를 40m/s의 속도로 수평면에 대하여 60°가 되도록 위쪽 방향으로 던졌다. 물체가 최고점에 도달하는 시간과 그 높이는 각각 얼마인지 논술하시오. (단, 중력 가속도는 10m/s²이고, $\sqrt{3}=1.7$ 로 한다.) (10점)

제시문 (나), (다)를 읽고 다음 질문에 대해 답하시오.

아래 그림과 같이 경사로와 수평로로 이루어진 마찰이 없는 도랑 길을 따라 두 물체가 충돌하며 운동한다. 높이 h의 위치에서 정지해 있던 물체 1이 중력에 의해 가속되면서 경사로를 내려와 수평한 곳에 정지해 있는 물체 2와 충돌한다. 물체 1, 2의 질량은 각각 $m_1 = 2kg$, $m_2 = 1kg$ 이다.

- (3) 두 물체가 탄성충돌 할 때 물체 2가 도달하는 최대높이 h'을 h의 몇 배가 되는지를 구하고 그 과정을 논술하시오. (12점)
- (4) 두 물체가 완전비탄성충돌 할 때 물체가 도달하는 최대높이를 구하시오. 그리고 충돌 직전과 직후에 운동에너지 총합이 얼마나 다른지 논술하시오. (8점)



< 뒷면에 계속 >

< 물리가 끝났습니다. 다음 장은 화학입니다. >



모의논술고사 문제지(자연계-화학)

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. <화학> [40점]

[가] 우리의 환경이나 모든 살아있는 유기체 안의 수용액은 항상 어느 정도 산(acid)이나 염기(base)성을 가지고 있다. 지구상에서 광합성이나 호흡작용은 산-염기 반응에 의존한다. 이산화탄소(CO2)는 자연에서 산이 만들어지는 대표적인 하나의 예이다. 빗물은 일반적으로 녹아있는 이산화탄소 때문에 약한 산성을 나타내고 산성비는 기체상태의 오염물질인 이산화 황(SO2)과 이산화질소에 의해 형성되는 산에 의한 빗물의 산성화의 결과이다. 많은 지하수와 지구표면의 물 때문에 바닷물은 약한 염기성이다. 자연수 또한 산성이 될 수 있다.

[나] 1887년 스웨덴 화학자인 아레니우스(Arrhenius, S. A.)는 산(acid)은 수용액에서 수소이온(H+, 양성자)과 음이온을 만들어 내기 위해 이온화되고, 염기(base)는 수산화 이온(OH-)과 양이온을 만들어 내기 위해 이온화된다고 제안을 하였다. 하지만 아레니우스의 정의와 달리 수소이온은 수용액에서 홀로 존재하지 않고 물과 결합하여 하이드로늄 이온(H3O+)으로 존재한다고 밝혀졌다.

[다] 1908년과 1990년 사이 영국 런던 소재 "성바울(St. Paul) 성당"의 외벽이 산성비로 0.5 mm가 녹았다고 한다. 발전소가 폐쇄될 때까지 그 방향의 한쪽은 다른 부분보다 무려 열 배나 더 녹았다. 석탄을 사용하는 발전소나 공업에서 SO2가 방출되는데, 이것은 산성비의 주원인이기도 하다. 중공업이 없어지고 방출이 규제됨으로써 이 지역의 대기 중 SO2는 1970년대에 100 ppb이었던 것이 2000년에는 10 ppb로 줄었다. 이에 따라 1990년과 2000년 사이 이 성당의 외벽은 0.25 mm만이 사라졌다.

[라] 1884년 프랑스 화학자인 "헨리 르 샤틀리에(Henry Le Chatelier)"는 화학평형에 관한 규칙성을 연구하여 "평형상태에 있는 계의 조건들이 변화하면 계는 더 이상 평형에 있지 못하고, 그 조건의 변화를 감소시키는 방향으로 평형이 이동하여 새로운 평형에 도달한다"라는 평형이동에 관한 법칙을 발표하였다. 이것을 "르 샤틀리에 원리(Le Chatelier's principle) 또는 평형이동법칙"이라 한다.

[마] 일정한 온도에서 어떤 가역 반응이 평형 상태에 있을 때, 반응물의 농도 곱과 생성물의 농도 곱의 비는 항상 일정하며, 이 값을 평형상수 K 라고 한다. 반응물 A와 B가 반응하여 생성물 C와 D가 생성되는 반응에서 평형상수 K는 각 물질의 평형 농도로부터 다음과 같이 구할 수 있으며, 역반응의 평형상수는 정반응의 평형상수와 역수 관계가 성립한다.

aA + bB ⇌ cC + dD, K = [C]^c [D]^d / [A]^a [B]^b

[바] 전기음성도는 두 원자 사이의 공유 결합에서 공유 전자쌍을 잡아당기는 능력을 상대적으로 비교하여 정한 값이다. 전기음성도는 공유 전자쌍이 원자핵에 가까울수록 크며, 같은 주기에서는 원자핵의 전하량이 클수록 크다. 따라서 주기율표의 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 커지며, 위에서 아래로 갈수록 작아지는 경향을 나타낸다. 다음과 같이 2주기 원소들의 전기 음성도는 원자 번호가 하나씩 증가함에 따라 0.5씩 증가하여 F일 때 4.0으로 가장 크다.

Table with 8 columns: 원소, Li, Be, B, C, N, O, F and 2 rows: 전기음성도, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0

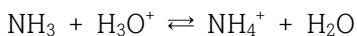
[논제 II-1] 제시문 [가]~[라]를 참조하여 다음 질문에 답하시오.

(1) 염기성 물질인 암모니아(NH3)는 물에 녹으면 물의 수소 이온(H+)을 빼앗으므로, 직접 수산화 이온(OH-)을 내어놓지는 않아도 간접적으로 수산화 이온의 농도가 증가하게 된다. 이 경우 "아레니우스의 산-염기" 정의로는 암모니아를 염기에 포함시킬 수 없게 되는데, 1923년 덴마크 과학자인 브뢴스테드(N. Brønsted)와 영국 과학자인 로우리(T. M. Lowry)는 수용액에서의 수소 이온을 이용하여 산-염기를 정의하는 새로운 방법을 제안하였다. 이들이 제안한 Brønsted-Lowry의 산과 염기의 성질을 설명하시오. 암모니아와 물 사이에 일어나는 화학 반응식을 적고, Brønsted-Lowry의 산-염기 정의에 따라 이 화학 반응식의 반응물과 생성물을 각각 산과 염기로 구별하시오. (6점)

(2) 석회석과 대리석은 탄산 칼슘 결정인 방해석(CaCO3)이 주성분인 건축 재료이다. 이 광물은 중성이나 염기성 용액에는 잘 녹지 않으나 (용해도곱, Ksp = 4.5 × 10^-9) 산성 용액에서는 녹는다고 한다. 성바울 성당 외벽의 주성분이 방해석이었다면, 1908년과 1990년 사이에 성벽이 녹은 현상이 발생한 것과 관련한 화학 반응식을 적고, 르 샤틀리에 원리를 이용하여 논술하시오. (14점)

[논제 II-2] 제시문 [마]~[바]를 참조하여 다음 질문에 답하시오.

(1) 암모늄 이온(NH4+)이 수소 이온(H+)을 내어놓는 평형 반응의 평형상수 K는 5.7 × 10^-10 이고, 하이드로늄 이온(H3O+)이 수소 이온(H+)을 내어놓는 평형 반응의 평형상수 K는 5.0 × 10 이라고 한다. 다음 반응의 평형상수를 예상하고, 그 결과로부터 암모늄 이온과 하이드로늄 이온 중 어느 물질이 더 수소이온을 잘 내어놓는 물질인지 설명하시오. (10점)



(2) 암모늄 이온과 하이드로늄 이온 사이에 수소 이온을 내어놓는 정도의 차이가 발생하는 이유를 제시문 [바]를 참조하여 설명하시오. (10점)

< 뒷면에 계속 >

< 화학이 끝났습니다. 다음 장은 생명과학입니다. >



모의논술고사 문제지(자연계- 생명 과학)

지원학부(과) () 수험번호 [] 성 명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. <생명과학>

[가] 세균은 진정세균계와 고세균계로 구분된다. 대부분의 병원성 세균을 포함하여 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 세균들은 진정세균에 속한다. 한편, 고세균은 생리학적, 형태학적, 분자생물학적 특징에 따라 구분하는데, 호열성 고세균은 화산 온천이나 심해 열수구 등 고온 환경에서 서식한다.

[나] DNA에는 형질을 결정하는 유전자가 존재하며 생물은 DNA를 복제하여 자손에게 전달함으로써 형질을 물려준다. DNA의 구성 단위인 디옥시리보뉴클레오타이드는 인산, 당, 염기로 이루어져 있으며 유전자는 염기 서열 형태로 단백질의 아미노산 서열을 암호화 하고 있다. 단백질은 아미노산 서열에 따라 구조가 결정되고 세포는 합성된 단백질에 따라 성질과 기능이 결정된다. 한편, 생명 현상을 일으키기 위해서는 촉매 작용을 하는 효소가 필요한데, 효소의 주성분은 단백질이다.

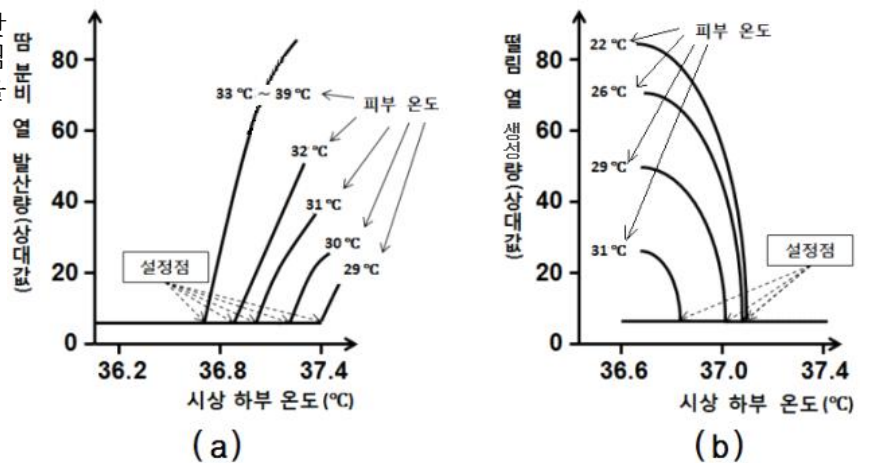
[다] 돌연변이는 DNA의 복제 과정에서 우연히 일어나기도 하고 방사성 물질이나 화학 물질에 의해 DNA를 구성하는 염기에 변화가 발생하여 일어나기도 한다. 이러한 DNA의 유전적 변이는 진화의 한 요인이 된다. 현대 진화설에 의하면 격리가 일어나 서로 다른 환경에 놓인 개체군 내에서 생존이나 생식에 유리한 변이를 가진 개체가 자연선택 되거나 특정 방향으로 교잡이 일어나는 등 개체군의 유전자 풀이 변화될 때 새로운 종이 분화된다. 한편, 여러 생물 종에서 같은 기능을 담당하는 단백질이 존재하는데, 이 단백질을 암호화 하고 있는 DNA 부위를 잘라서 섞으면 상보적인 염기 서열을 많이 가진 DNA일수록 더 강하게 결합한다. 이와 같이 서로 다른 종의 단일 가닥 DNA끼리 결합한 것을 혼성 DNA라고 하며 이에 대한 실험을 혼성 DNA 실험이라고 한다.

[라] 중합 효소 연쇄 반응(PCR)은 DNA의 특정 부위를 증폭시키는 기술이다. PCR은 DNA의 특정 염기 서열과 상보적으로 결합하는 2종류의 프라이머와 DNA 중합 효소, 4종류의 디옥시리보뉴클레오타이드가 필요하며, 열처리와 프라이머 결합, DNA 합성의 과정을 반복하여 DNA를 증폭한다. PCR은 돌연변이를 일으킬 때도 사용된다. 염기 서열에 변화를 주고 싶은 DNA 부위에 대한 프라이머를 만들어 PCR을 수행하면 경우에 따라 돌연변이가 일어난다. 이 때 원하는 돌연변이 DNA 가닥을 선별하여 PCR로 증폭시켜 자동 염기 서열 분석을 하면 돌연변이 DNA의 염기 서열을 알아낼 수 있다.

[마] 세포막은 인지질 2층층에 단백질과 스테로이드가 군데군데 끼어있고 인지질과 단백질은 고정되어 있지 않고 유동성을 나타내는데, 이와 같은 세포막의 구조를 유동 모자이크 구조라고 한다. 온도가 높아지면 세포막의 유동성이 증가하고 물질의 수송이 빨라진다.

[바] 사람의 순환계는 심장과 혈관 등으로 이루어져 있으며, 혈액은 온 몸을 순환하며 물질과 열을 운반한다. 예를 들어, 혈액은 소화계에서 흡수한 영양소의 일부와 호흡계에서 흡수한 산소, 면역계에서 생성한 항체, 내분비계에서 생성한 호르몬을 운반한다.

[사] 그림 (a)는 기상 하부 온도와 피부 온도에 따른 땀 분비에 의한 열 발산량을, (b)는 기상 하부 온도와 피부 온도에 따른 골격근 떨림에 의한 열 생성량을 나타낸 것이다. 설정점은 기상 하부가 체온을 조절 하는 기준 온도로서 피부 온도에 따라 달라진다.



[논제 II-1] 제시문 [가] ~ [라]를 읽고 다음 질문에 답하시오. [15점]

- (1) 주변에서 흔히 볼 수 있는 진정세균은 주로 23 °C 내외에서 잘 자라도록 적응된 반면 호열성 고세균은 고온에서 살기 적합하게 진화되었다. 각 생물의 효소도 서식 환경에서 가장 효과적으로 기능하도록 진화되었다. 만약 어떤 진정세균과 호열성 고세균이 같은 기능을 일으키는 효소를 갖고 있다면, 두 효소 간에는 어떤 유사점과 차이점이 있을지 논술하시오. 또 그 진정세균이 고온 환경에 적응하여 새로운 종으로 분화되었다면, 단백질과 DNA에 어떤 변화가 발생하였을지 그리고 이를 확인할 수 있는 방법에 대해 논술하시오. (10점)
(2) 유전자 변형 생물(GMO)은 유전자 재조합 기술을 통해 유용한 유전자를 도입하여 형질 전환된 생물로서 기존의 선택적 교배에 의해서는 쉽게 가질 수 없는 형질이나 유전자를 지니도록 개발된 생물이다. 이와 같은 유전 공학 기법을 통해 특정 효소 유전자의 변이를 유발하여 고온 환경에서 살아갈 수 있도록 개발된 세균과 자연선택에 의하여 고온 환경에서 살아갈 수 있게 진화된 세균에서 각각 효소 유전자의 변이에 어떤 차이점이 있을 수 있는지 논술하시오. (5점)

[논제 II-2] 제시문 [마] ~ [사]를 읽고 다음 질문에 답하시오. [25점]

- (3) 감염성 질병은 병원체에 의해 발생하는 질병이다. 인체는 감염 발생 시 1차 방어 작용을 통해 병원체의 종류나 감염 경험과 관계없이 신속하게 열과 부어오름 등의 염증 반응을 일으킨다. 따라서 면역 반응에서 체온의 증가가 흔히 나타나는데 이 현상이 유용한 까닭을 세포막의 유동성 및 물질의 수송과 관련지어 논술하시오. (10점)
(4) 세균 감염에 의하여 체온이 정상 온도인 36.6 °C에서 37.2 °C로 증가한 경우 추위를 느끼게 된다. 이 때 피부 온도가 29 °C에서 31 °C로 증가하였다면, 체온 조절을 위한 땀 분비와 골격근 떨림의 변화에 대하여 논술하시오. (15점)