

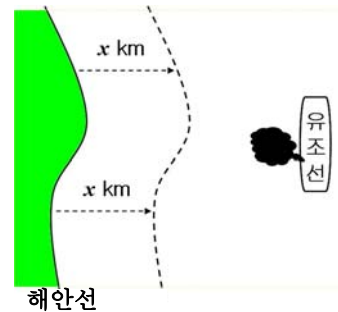
2008학년도 연세대학교 논술(자연계열) 입학시험 문제지

모집 단위		수험 번호		성 명	
----------	--	----------	--	--------	--

[문제 1] 다음 제시문은 해양 원유유출 사고에 관한 것이다. 제시문을 읽고 아래 문제에 답하시오. (이 문제는 논리적 사고능력을 평가하기 위한 것이므로 계산능력보다는 수리 분석과 문제해결 능력을 검증합니다.) (40점)

(가) 해안선에서 대략 10 km 떨어진 곳에 정박 중인 유조선이 해상 크레인선과 충돌하면서 원유 1만 톤이 바다로 유출되는 사고가 발생했다고 하자. 유출된 원유는 바람과 해류를 타고 해안선으로 이동하고 있다. 유출된 원유가 해안가에 도달하여 축적될 경우 막대한 경제적 손실을 입게 된다. 따라서 유출된 원유의 이동상황을 예측할 수 있다면, 효과적으로 방제작업을 할 수 있어 단기 피해를 줄일 수 있을 것이다.

(나) 조류와 풍향, 풍속 등이 시시각각으로 변화하고 있어 유출된 기름이 확산되는 것을 정확히 예측하는 것은 어려우나, 기름의 이동에 영향을 주는 여러 가지 요소들을 단순화하여 아래와 같은 수학적 모델을 만들 수 있다. 사고 발생 후 a 시간이 경과했을 때, 오른쪽 그림과 같이 해안선으로부터 x km 이내의 영역에 퍼져있는 원유의 총량을 $F(x)$ 라 하자. (단, a 는 양의 실수임.) 사고 발생 a 시간 후 유출된 원유 1만 톤은 해안선으로부터 9~10 km 사이에 퍼져있다고 하자. 즉, $0 \leq x < 9$ 일 때 $F(x)=0$ 이고, $x \geq 10$ 일 때 $F(x)=1$ 만 톤이 된다. 함수 $F(x)$ 가 $x > 0$ 에서 미분가능하다고 가정하고, $f_1(x) = \frac{d}{dx}F(x)$ ($x > 0$), $f_1(0)=0$, 그리고 f_2, f_3, \dots 은 다음과 같이 정의한다.



$$\textcircled{1} \quad f_{n+1}(x) = \frac{4}{5}f_n(x) + \frac{1}{5}f_n(x+1) \quad (x \geq 0) \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

이 때, $\int_0^x f_n(s)ds$ 는 사고 발생 후 $a \times n$ 시간 경과했을 때, 해안선으로부터 x km 이내의 영역에 퍼져있는 원유의 총량을 나타낸다. 그리고 사고 발생 후 $a \times n$ 시간 경과했을 때, 해안가에 축적된 원유의 총량을 S_n 이라 하고 이를 다음과 같이 표현한다.

$$\textcircled{2} \quad S_1 = 0, \quad S_{n+1} = S_n + \frac{1}{5} \int_0^1 f_n(x)dx \quad (n = 1, 2, 3, \dots).$$

이 모델에 따르면 $a = 0.5$ 일 때, 사고 발생 5시간 후 기름이 해안가에서 처음 발견될 것으로 예상된다.

(다) 방재 대책본부는 사고 발생 16시간 후부터 12시간동안 방제작업에 투입할 수 있는 자원봉사자 천명을 긴급히 확보하였다. 자원봉사자가 방제작업에 한 번 투입되면 연속하여 4시간동안 방제작업을 한 후 귀가시키기로 하였다. 그리고 환경오염을 고려하여 기름이 해안가에 도달하는 즉시 처리하는 것을 원칙으로 하였다.

[1-1] (a) 제시문 (나)의 모델이 실제 상황을 적절하게 반영했는지에 관한 자신의 견해를 간결하게 서술하시오. (5점)

(b) 제시문 (나)의 모델을 쉽게 이해하기 위해 $f_1(x) = \begin{cases} 1 & (9 \leq x < 10) \\ 0 & (0 \leq x < 9 \text{ 또는 } x \geq 10) \end{cases}$ 라 가정하자. 이때, 함수 f_1, f_2, f_3 가 어떻게 변하는 지 그래프를 그려보고, f_3 을 f_1 에 대한 식으로 표현해 보고, 이를 근거로 $f_n(x)$ 가 의미하는 바를 설명하시오. (15점)

[1-2] 제시문 (나)의 모델에서 $a = 1$ 일 때, 사고 발생 후 기름이 해안가에서 처음 발견되는 시간을 예측하고, 예측한 시간으로부터 2시간동안 해안가에 축적될 원유의 총량의 변화를 설명하시오. (10점)

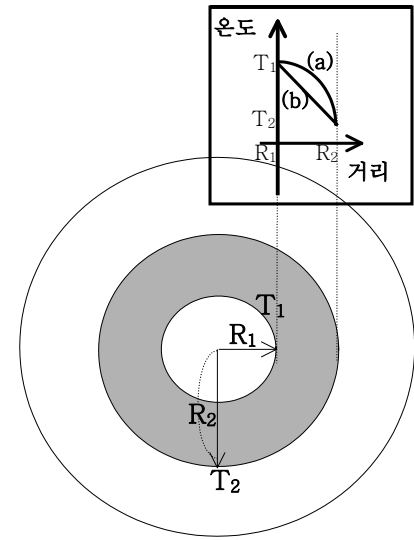
[1-3] 제시문 (다)에서 $a = 2$ 일 때, 자원봉사자를 사고 발생 16시간 후부터 4시간 간격으로 투입하기로 하였다. 제시문 (나)의 모델을 근거로 자원봉사자 수를 어떤 비율로 투입하는 것이 가장 효율적인지 설명하시오. (10점)

[문제 2] 다음 제시문은 지구 내부의 구조와 지구와 태양간에 작용하는 만유인력에 관한 내용이다. 제시문을 읽고 아래 문제에 답하시오. (30점)

(가) 지구는 다양한 크기의 물질들이 중력에 의해서 집적되는 과정을 거치면서 형성되었다. 초기의 지구는 높은 온도로 인해 녹아있는 상태로 있었으며, 그 대표적인 열원 중 하나는 중력에너지가 열에너지로 변화하는 과정에서 발생한다. 이후 물질의 집적과정이 줄어들어 따라 지구는 꾸준히 식어갔으며, 구성 물질이 밀도의 차이에 따라 나뉘면서 지구 내부의 특징적인 층들이 만들어졌다. 행성 내부에서 전기를 통하는 물질이 대류하면 자기장이 발생한다고 알려져 있으며, 지구의 경우 액체 상태의 철로 구성된 외핵이 지구 자기장의 발생에 가장 중요한 역할을 한다. 자기장이 지구 형성 초기부터 발생하여 현재까지 유지되면서 태양풍으로부터 지구의 대기가 보호되어 생물이 살 수 있는 환경이 조성되었다. 지진파의 분석, 광물 물리 실험, 지구화학 그리고 행성탐사 기술 등의 발전에 힘입어 지구 내부의 구조에 대한 과학적인 모델은 지속적으로 수정, 발전해왔다. 한편 일반인들의 지구 내부에 대한 관심도 함께 증가하여 왔다. 최근에 개봉된 한 공상과학 영화에서는 과학자들이 액체 상태의 철로 구성된 외핵까지 탐사선을 타고 진입한 후 핵폭발에 의한 충격파를 발생시켜 약해져 가는 지구 자기장을 소생시키는 장면이 등장한다.

(나) 1619년 케플러는 천문 관측자였던 티코 브라헤의 방대한 관측기록을 세밀히 분석하여 행성 운동에 대한 법칙을 정립하였다. 뉴턴은 자신이 발견한 운동 법칙과 케플러 법칙을 기반으로 만유인력의 이론을 정립하였다. 질량을 가진 두 물체 간에 작용하는 만유인력의 크기는 거리의 제곱에 반비례하며 두 물체의 질량의 곱에 비례한다. 거리의 제곱에 반비례하는 물리 현상은 만유인력 외에도 전하로부터 발생하는 전기력에도 적용되며, 태양으로부터 방출되는 단위 면적당 복사 에너지 또한 거리의 제곱에 반비례한다. 현재 지구는 만유인력에 의해 태양 주위를 타원 궤도로 공전한다. 태양계에는 지구 외에도 여러 행성과 위성들이 존재하고, 이들도 태양-지구 사이의 만유인력에 영향을 주어 지구 공전 궤도를 변화시킨다. 밀란코비치는 지구 자전축 경사도의 변화, 지축 방향의 변화, 지구 공전궤도의 변화를 계산하고 이에 근거하여 기후가 주기적으로 변할 것이라는 이론을 제시했다.

[2-1] 오른쪽 그림과 같이 현재 지구의 외핵은 반경 R_1 과 R_2 사이에 존재하고 지구 자기장을 형성한다고 가정하자. 지구의 외핵이 순수한 철로 구성되어 있다고 할 때, 깊이에 따른 지구의 온도와 철의 녹는점 변화가 그래프 (a)와 (b)에 각각 나타나 있다. (반경 R_1 인 경계 표면에서의 온도 T_1 은 반경 R_2 인 경계 표면에서의 온도 T_2 보다 크다.) 이 때 일어나는 외핵의 대류현상에 대해 설명하고, 지구 내부가 계속 식어가면서 T_1 , T_2 가 감소할 때 일어나는 지구 자기장의 변화에 관하여 논하시오. (단, 깊이에 따른 철의 녹는점 변화는 그래프(b)로 일정하며 지구의 냉각과는 무관하다고 가정한다.) (15점)



[2-2] 지난 100년 동안 지구의 평균 기온이 지속적으로 상승하면서, 기후 변화를 일으키는 원인에 대한 관심이 증가되었다. 지구의 기후는 지구 외적 요인과 내적 요인에 의해 영향을 받는데, 대표적인 내적 요인은 탄소의 증가와 같은 대기 구성 성분의 변화와 대기 및 해양 순환 등이다. 가장 중요한 외적 요인은 지구에 도달하는 태양 에너지의 변화이며, 이 변화는 지구의 공전궤도와 자전축의 이동과 관련되어 있다. 지구 공전궤도가 대략 십 만년을 주기로 타원(장축:단축의 비가 1:0.8)에서 원으로 변한다고 가정하자. 제시문 (나)를 참조하여 타원과 원형 궤도에 대해 지구에서 받는 태양에너지 변화를 정량적으로 비교하고, 이에 따른 지구 기후의 변화에 대해 논하시오. (단, 자전축의 위치 변화나 대륙-해양의 분포는 무시한다. 타원궤도와 원궤도가 그리는 면적은 같다고 가정한다. 참고로 타원의 면적은 $\frac{\pi}{4} \times (\text{장축의 길이}) \times (\text{단축의 길이})$ 이다.) (15점)

[문제 3] 다음 제시문은 인체에서 일어나는 화학 반응과 체온 변화에 관한 것이다. 제시문을 읽고 아래 문제에 답하시오. (30점)

(가) 생명체가 생명 활동을 유지하기 위해서는 많은 화학 반응들이 일어나야 하고, 화학 반응이 일어나기 위해서는 일정한 크기 이상의 에너지가 필요하다. 효소는 이 때 필요한 에너지를 크게 낮추어 반응이 쉽게 일어나도록 해 준다. 일반적으로 화학 반응은 온도가 올라갈수록 반응 속도가 증가하지만, 효소 반응은 일정 온도 이상이 되면 반응 속도가 오히려 급격히 떨어진다. 이것은 효소의 주성분이 단백질이기 때문이다. 단백질은 20가지의 아미노산이 긴 사슬 모양으로 연결된 고분자 화합물이며, 단백질의 특성은 일차적으로 아미노산의 종류와 배열 순서에 따라 결정된다. 효소를 구성하는 단백질은 입체 구조를 가지고 있어 그 입체 구조에 맞는 특정 기질에 대해서만 작용한다.

(나) 사람 몸무게의 약 66%를 차지하는 물은 혈액이나 조직액과 같은 체액의 주성분이며, 세포를 구성하는 원형질의 주성분이다. 물은 용매로 작용하여 생물체 내의 당당류, 아미노산, 무기 염류 등의 저분자 물질을 쉽게 용해시켜 양분을 포함한 각종 물질의 흡수와 이동을 용이하게 해 준다. 그 외에도 물은 원형질 내에서 일어나는 각종 화학 반응의 매체가 되며 탈수·축합이나 가수분해 등의 화학 반응에 관계하여 물질 대사를 유지시킨다. 그리고 물은 다른 액체 물질에 비해 녹는점과 끓는점이 높고, 비열이 크기 때문에 체온을 유지하는데 유리하다.

(다) 열사병은 고온 조건에서 에너지 소비량이 많은 활동을 할 때 발생하는데, 체온 발산이 제대로 되지 않아 체온 조절 중추의 능력이 상실되었을 때 그 증세가 나타난다. 흔히 더운 날씨에 ‘더위 먹었다’라고 말하는 열사병도 일종의 열사병이다. 열사병의 주요 증상으로는 두통, 어지러움, 구역질과 함께 체온이 40℃ 이상으로 오르면서 땀이 나지 않는 것 등이 있으며, 심해지면 혼수상태에 빠지게 된다. 열사병 증세를 보이는 환자는 우선 시원한 곳으로 옮기고 찬물에 적신 수건을 덮어주거나 얼음찜질을 해 체온을 낮춘 뒤 빨리 병원으로 옮겨야 한다. 이러한 응급 처치를 하지 않으면 인체가 회복 불가능한 손상을 입어 사망하는 경우도 있다.

(라) 다음은 우리나라 구전 동화의 내용을 수정·요약한 것이다.

“옛날 어느 산골 마을에 늙으신 어머니를 모시고 사는 효성이 지극한 아들이 있었다. 어느 날 어머니가 삼복더위에 발일을 하다 그만 열사병으로 쓰러져, 정신을 잃고 헛소리를 하면서 잉어가 먹고 싶다고 하였다. 이웃에 사는 할아버지에게 물어보니 잉어는 사람에게 보약이 되는 물고기라고 하였다. 이 말은 들은 아들은 삼십 리나 되는 험한 산길을 쉬지 않고 달려 강으로 가서, 잉어를 잡아다가 술에 넣고 푹 고아 어머니께 드렸다. 그랬더니 정말로 열이 내리면서 어머니의 병이 씻은 듯이 나았다.”

[3-1] 제시문 (다)의 밑줄 친 문장에 언급된 ‘회복 불가능한 손상’의 원인을 제시문 (가), (나), (다)의 내용에 근거하여 설명하시오. (10점)

[3-2] 제시문 (라)의 밑줄 친 문장에 서술된 대로 잉어 육수에 열사병 치료제 성분이 있었다고 가정하자. 위의 모든 제시문에 기술된 내용에 근거하여 이 치료제의 생물학적 작용 원리와 화학적 특성을 유추하시오. (20점)

끝