

## 2015학년도 연세대학교 모의논술 문제(수학, 물리)

[문제 1] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

(가) 한국 팀이 A, B, C 팀과의 개별 경기에서 이길 확률은 각각  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{1}{10}$ 이다. 또한 A, B, C 팀과 비길 확률은 각각  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{5}$ 이다.

(나) 한국 팀이 A, B, C 팀과 조별 경기를 한다고 하자. 한국 팀이 첫 경기에서 A, B, C 각 팀과의 이길 확률과 비길 확률은 개별 경기의 확률과 같다. 두 번째, 세 번째 경기에서 한국 팀이 이길 확률은 바로 앞서 벌어진 경기의 결과에 따라 다음과 같이 영향을 받는다.

- ▶ 직전 경기에서 이긴 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 1.3배이다.
- ▶ 직전 경기에서 비긴 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 1.1배이다.
- ▶ 직전 경기에서 진 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 0.9배이다.
- ▶ 비기는 확률은 직전 경기의 결과에 영향을 받지 않고 개별 경기에서 확률과 같다.

[1-1] 한국 팀의 조별 경기가 A팀, B팀, C팀의 순서로 정하여졌다. 한국 팀이 B팀과의 경기에서 질 확률을 구하시오. [8점]

[1-2] 한국 팀의 조별 경기가 A팀, B팀, C팀의 순서로 정하여졌다. 한국 팀이 B팀과의 경기에서 지지 않았을 때, 모든 경기에서 지지 않으면서 두 경기 이상 이길 확률을 구하시오. [8점]

[1-3] 조별 경기 순서를 추첨을 통하여서 결정하였을 때, 한국 팀이 첫 번째 경기를 지고, 두 번째 경기는 비기고, 마지막 경기는 이겼다고 한다. 이런 경우가 일어날 확률이 가장 높은 한국 팀의 경기 순서를 찾고 그 이유를 설명하시오. [8점]

[문제 2] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하십시오.

(가) 함수  $f(x)$ 는 실수 전체의 집합  $R$ 을 정의역과 공역으로 갖는 연속 함수이다.

포물선  $y = x^2 + px$ 을 생각하자. 함수  $y = x^2 + px - f(x)$ 는 상수  $p$ 의 값에 따라 최솟값을 가질 수도 가지지 않을 수도 있다. 집합  $A$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$A = \{p \in R \mid x^2 + px - f(x) \text{가 최솟값을 가진다.}\}$$

함수  $F(p)$ 는  $p \in A$ 에 대하여  $x^2 + px - f(x)$ 의 최솟값을 대응하는 함수이다. 집합  $B$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$B = \{t \in R \mid \text{어떤 } p \in A \text{에 대하여 } x^2 + px - f(x) \text{는 } x = t \text{에서 최솟값을 갖는다.}\}$$

(나) 연속 함수  $g(x)$ 에 대하여 부등식  $g(x) \geq f(x)$ 가 모든 실수  $x$ 에 대하여 성립하고 등호는 단 한 점에서만 성립하면 곡선  $y = g(x)$ 가 곡선  $y = f(x)$ 의 위쪽에서 단 한 번 만난다고 한다.

(다) 두 실수  $a, b$ 에 대하여  $\min(a, b)$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$\min(a, b) = \begin{cases} a, & a \leq b \\ b & a > b \end{cases}$$

[2-1] 함수  $f(x)$ 의 도함수  $f'(x)$ 가 모든 실수에 대하여 존재하고 또한 연속이라고 가정하자.

집합  $A = \{1\}$ 이고  $B = (-\infty, \infty)$ 인 함수  $f(x)$ 를 모두 찾고 그 이유를 설명하십시오.

집합  $A = (0, \infty)$ 인 함수  $f(x)$ 가 존재하는지를 판단하고 그 이유를 설명하십시오. [8점]

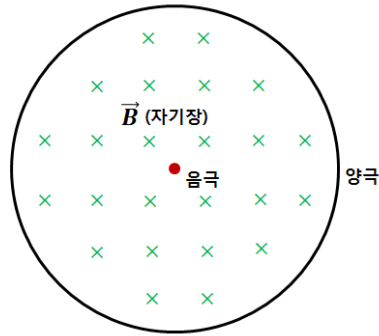
[2-2] 포물선  $y = x^2$ 을  $x$ 축과  $y$ 축의 양의 방향으로 각각  $a$ 와  $b$ 만큼 평행이동 하면 곡선  $y = f(x)$ 의 위쪽에서 단 한 번 만난다고 하자. 이 정보만을 가지고 집합  $A$ 의 원소  $p$ 를 최소한 1개 찾아서  $a, b$ 에 대한 식으로 표현하고  $F(p)$ 를 구하십시오. [8점]

[2-3] 함수  $f(x)$ 의 최댓값이 존재한다고 가정하자. 이 때 집합  $A$ 를 구하고 그 이유를 설명하십시오. [8점]

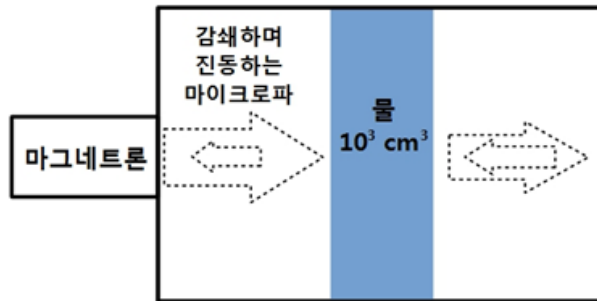
[2-4] 함수  $f(x) = \min(ax + b, cx + d)$ 에 대하여 (단,  $a < c$ ) 집합  $A$ 와  $B$ 를 찾고,  $F(p)$ 를  $a, b, c, d$ 와  $p$ 에 대한 식으로 나타내시오. [10점]

**[문제 3] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.**

- (가) 마이크로파는 파장이 1mm ~ 1m 이고, 진동수는 1 ~ 300GHz의 전자기파로, 파장이 mm 또는 cm 이므로 밀리미터파 또는 센티미터파라고도 한다. 마이크로파를 활용한 대표적인 것으로 전자 레인지가 있다.
- (나) 물이 가장 잘 흡수할 수 있는 마이크로파의 진동수는 17GHz이다. 따라서 전자레인지에서 사용하는 2.45GHz의 마이크로파는 물에 모두 흡수되지 않고 투과하는 양도 많다. 그럼에도 2.45GHz의 마이크로파를 사용하는 까닭은 음식물의 속까지 골고루 익히기 위해서이다. 만일 17GHz의 마이크로파를 사용한다면 음식물 표면의 물에서 전부 흡수되어 음식물 겉만 익게 될 것이다.
- (다) 전자레인지에는 마그네트론이라는 곳에서 마이크로파가 발생한다. [그림 1]과 같이 마그네트론 중심부의 음극이 가열되면 전자가 방출되는데, 방출된 전자는 원형의 바깥쪽 양극으로 끌려간다. 이때 위아래로 자기장을 걸어주면 전자가 바깥쪽으로 이동하면서 회전한다. 전자의 회전은 가속 운동에 해당하므로 가속 운동하는 전자는 전자기파를 발생한다. 이때 발생하는 전자기파가 마이크로파이다.
- (라) 마그네트론 내에서 회전하는 전자는 일정한 운동 에너지를 가지며, 전자기파를 원활히 발생시키기 위해서는 원운동을 방해하는 공기 분자와 충돌하지 않아야 한다. 가속된 전자가 단위길이당 공기 분자와 충돌하는 평균 횟수는 단위부피당 공기 분자의 개수와 공기 분자의 단면적의 곱과 같다. (단, 가속된 전자의 속력은 빛의 속력에 비해 매우 작다.)
- (마) 마그네트론으로부터 마이크로파가 전자레인지 안으로 입사되었다. 초기에 이 마이크로파는  $3 \times 10^4 \text{J}$ 의 에너지를 가지고 전자레인지 내부 모든 영역에 균일하게 입사되었으며 전자기파가 전달하는 단위 시간, 단위 면적 당 에너지는 전기장의 진폭의 제곱에 비례한다.
- (바) 이 마이크로파는 전자레인지의 양쪽 벽에 수직으로 입사되고, 다시 수직으로 반사 되도록 설계되어 있다. 입사한 마이크로파는 양쪽 벽에서 반사가 일어나면서 좌우로 진동한다. 벽에서 반사 시, 마이크로파의 일부 흡수가 일어나 전기장의 진폭이 줄어들고, 이로 인해 반사가 일어날 때마다 반사 직전 에너지의 80 %로 전자기파의 에너지가 감소한다.



[그림 1] 마그네트론의 단면 모식



[그림 2] 전자레인지 단면도

<주요 물리량>

물리량	값	물리량	값(관계)
기본 전하량( $e$ )	$1.6 \times 10^{-19} \text{C}$	물의 분자량	18
전자의 질량( $m_e$ )	$9.1 \times 10^{-31} \text{Kg}$	아보가드로 수	$6 \times 10^{23} \text{개/몰}$
비전하 ( $e/m_e$ )	$1.8 \times 10^{11} \text{C/Kg}$	물의 밀도	$1 \text{ g/cm}^3$
빛의 속도( $c$ )	$3 \times 10^8 \text{m/s}$	물의 비열	$1 \text{ cal/g} \cdot \text{K}$
볼츠만 상수( $k_B$ )	$1.4 \times 10^{-23} \text{J/K}$	에너지-열 관계	$4 \text{ (J)} = 1 \text{ (cal)}$

[3-1] 전자레인지에서 사용하는 2.45 GHz의 진동수에 해당하는 마이크로파의 파장을 논하고 전자레인지 전면부 유리를 통해 음식이 데워지는 것을 볼 수 있지만 전자파는 밖으로 새어 나오지 않도록 하는 방법을 제안하시오. [10점]

[3-2] 반지름 5 cm 높이 10 cm인 원통모양의 진공 상태인 마그네트론 중심부의 음극에서 자기장을 걸지 않았을 때 -100 V의 전압에 의해 방출된 전자의 속력을 기술하고, 마그네트론 내에 균일한 자기장이 있을 때 벽에 부딪히지 않고 온전한 원운동을 가능케 하는 최소 자기장의 조건에 대해 논하시오. [10 점]

**[3-3]** 마그네트론 내의 전자가 진공상태가 아닌 대기압의 공기 (온도 300 K, 압력  $10^5\text{N/m}^2$ )중에 있을 때 공기 분자와 부딪히지 않고 진행할 수 있는 평균 거리에 대해서 논하고, 전자에 문제**[3-2]** 에서 논의한 최소 자기장이 작용하는 경우 전자가 공기 분자와 부딪히지 않고 원운동을 가능하게 하는 공기 압력에 대하여 논하시오. 단, 공기 분자는 평균 반지름이  $1 \times 10^{-10}\text{m}$ 인 구형이고, 실험 용기 안의 공기 온도는 300K 으로 일정하다. [10 점]

**[3-4]** 제시문(마), (바) 와 같이 설계된 전자레인지 중심에  $10^3\text{cm}^3$ 의 물을 **[그림 2]** 와 같이 전자레인지 내부 공간의 크기에 정확히 들어맞는 용기를 준비하여 가득 채웠다. 개개의 물 분자는 전자기파가 한번 지나갈 때 마다  $2 \times 10^{-22}(\text{J}/\text{개})$  의 에너지를 흡수한다. 마그네트론에서 출발한 전자기파가 모든 에너지를 잃고 소멸할 때까지 용기내의 물이 흡수한 에너지에 대해 설명하고, 이 에너지가 모두 열로 바뀌었을 때 물의 온도 변화에 대하여 논하시오. [유효숫자: 소수 자리 버림] [10 점]

## 2015학년도 연세대학교 모의논술 문제(수학, 화학)

[문제 1] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

(가) 한국 팀이 A, B, C 팀과의 개별 경기에서 이길 확률은 각각  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{1}{10}$ 이다. 또한 A, B, C 팀과 비길 확률은 각각  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{5}$ 이다.

(나) 한국 팀이 A, B, C 팀과 조별 경기를 한다고 하자. 한국 팀이 첫 경기에서 A, B, C 각 팀과의 이길 확률과 비길 확률은 개별 경기의 확률과 같다. 두 번째, 세 번째 경기에서 한국 팀이 이길 확률은 바로 앞서 벌어진 경기의 결과에 따라 다음과 같이 영향을 받는다.

- ▶ 직전 경기에서 이긴 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 1.3배이다.
- ▶ 직전 경기에서 비긴 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 1.1배이다.
- ▶ 직전 경기에서 진 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 0.9배이다.
- ▶ 비기는 확률은 직전 경기의 결과에 영향을 받지 않고 개별 경기에서 확률과 같다.

[1-1] 한국 팀의 조별 경기가 A팀, B팀, C팀의 순서로 정하여졌다. 한국 팀이 B팀과의 경기에서 질 확률을 구하시오. [8점]

[1-2] 한국 팀의 조별 경기가 A팀, B팀, C팀의 순서로 정하여졌다. 한국 팀이 B팀과의 경기에서 지지 않았을 때, 모든 경기에서 지지 않으면서 두 경기 이상 이길 확률을 구하시오. [8점]

[1-3] 조별 경기 순서를 추첨을 통하여서 결정하였을 때, 한국 팀이 첫 번째 경기를 지고, 두 번째 경기는 비기고, 마지막 경기는 이겼다고 한다. 이런 경우가 일어날 확률이 가장 높은 한국 팀의 경기 순서를 찾고 그 이유를 설명하시오. [8점]

[문제 2] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하십시오.

(가) 함수  $f(x)$ 는 실수 전체의 집합  $R$ 을 정의역과 공역으로 갖는 연속 함수이다.

포물선  $y = x^2 + px$ 을 생각하자. 함수  $y = x^2 + px - f(x)$ 는 상수  $p$ 의 값에 따라 최솟값을 가질 수도 가지지 않을 수도 있다. 집합  $A$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$A = \{p \in R \mid x^2 + px - f(x) \text{가 최솟값을 가진다.}\}$$

함수  $F(p)$ 는  $p \in A$ 에 대하여  $x^2 + px - f(x)$ 의 최솟값을 대응하는 함수이다. 집합  $B$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$B = \{t \in R \mid \text{어떤 } p \in A \text{에 대하여 } x^2 + px - f(x) \text{는 } x = t \text{에서 최솟값을 갖는다.}\}$$

(나) 연속 함수  $g(x)$ 에 대하여 부등식  $g(x) \geq f(x)$ 가 모든 실수  $x$ 에 대하여 성립하고 등호는 단 한 점에서만 성립하면 곡선  $y = g(x)$ 가 곡선  $y = f(x)$ 의 위쪽에서 단 한 번 만난다고 한다.

(다) 두 실수  $a, b$ 에 대하여  $\min(a, b)$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$\min(a, b) = \begin{cases} a, & a \leq b \\ b, & a > b \end{cases}$$

[2-1] 함수  $f(x)$ 의 도함수  $f'(x)$ 가 모든 실수에 대하여 존재하고 또한 연속이라고 가정하자.

집합  $A = \{1\}$ 이고  $B = (-\infty, \infty)$ 인 함수  $f(x)$ 를 모두 찾고 그 이유를 설명하십시오.

집합  $A = (0, \infty)$ 인 함수  $f(x)$ 가 존재하는지를 판단하고 그 이유를 설명하십시오. [8점]

[2-2] 포물선  $y = x^2$ 을  $x$ 축과  $y$ 축의 양의 방향으로 각각  $a$ 와  $b$ 만큼 평행이동 하면 곡선  $y = f(x)$ 의 위쪽에서 단 한 번 만난다고 하자. 이 정보만을 가지고 집합  $A$ 의 원소  $p$ 를 최소한 1개 찾아서  $a, b$ 에 대한 식으로 표현하고  $F(p)$ 를 구하십시오. [8점]

[2-3] 함수  $f(x)$ 의 최댓값이 존재한다고 가정하자. 이 때 집합  $A$ 를 구하고 그 이유를 설명하십시오. [8점]

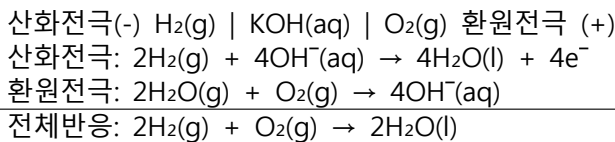
[2-4] 함수  $f(x) = \min(ax + b, cx + d)$ 에 대하여 (단,  $a < c$ ) 집합  $A$ 와  $B$ 를 찾고,  $F(p)$ 를  $a, b, c, d$ 와  $p$ 에 대한 식으로 나타내시오. [10점]

**[문제 3] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.**

(가) 화석연료의 사용으로 발생한 대기 중 이산화탄소는 지구온난화와 같은 환경문제의 주원인으로 인식되고 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로 공기중의 이산화탄소를 포집하여 저장하는 기술과 이산화탄소의 배출을 획기적으로 줄일 수 있는 친환경 에너지원이 각광을 받고 있다. 이산화탄소를 저장하는 대표적인 방법으로는 다공성 물질 내부에 저장하는 방법과 탄산염 광물 형태로 저장하는 방법이 있으며, 친환경 에너지원으로는 태양열을 이용한 방법과 수소-산소 연료전지 등이 있다.

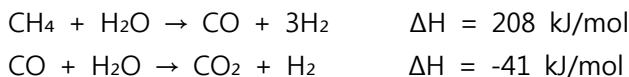
(나) 다공성 물질은 스펀지, 숯과 같이 내부에 많은 구멍을 가진 물질들로 흡착의 과정을 통해 다른 물질들을 내부구멍에 저장할 수 있다. 특히 나노미터 크기의 매우 작은 내부구멍들을 가지는 다공성 물질들은 기체 분자를 저장할 수 있으며 다공성 물질 내부에 넓은 표면적을 제공하여 단위 부피당 많은 양의 기체 분자를 효과적으로 포집할 수 있게 한다. 결정형태의 다공성 물질은 일정한 크기의 내부구멍을 규칙적으로 가지고 있으며, 종류에 따라 내부구멍에 특정한 작용기를 도입하여 포집된 분자와의 상호작용이나 화학반응을 촉진시킬 수도 있다. 현재 다양한 종류의 다공성 물질이 알려져 있으며 이를 이용하여 기체들을 선택적으로 포집하거나 분리하려는 노력들이 이루어지고 있다.

(다) 연료전지는 수소와 산소의 화학반응으로 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술로 화석연료를 이용한 발전에 비해 매우 효율이 높으며 이산화탄소의 배출이 없는 친환경적인 기술이다. 다음 화학반응식은 수소-산소연료전지를 나타내는 것으로 금속촉매를 주입한 다공성 탄소전극과 전도성 전해질을 포함하고 있다. 수소와 산소기체는 각각 분리된 전극에서 수소는 산화되고 산소는 환원된다. 이 때 산화전극에서 발생한 전자는 외부 회로를 통해 환원전극으로 이동하며 부산물로는 수증기가 발생한다.



수소기체를 이용한 연료전지를 상용화하기 위해서는 수소기체의 생산, 운반, 저장기술의 발전이 필수적이다.

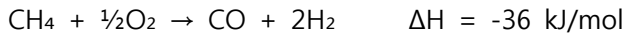
(라) 수소는 화석연료와 모든 유기물질에 존재하는 원소이다. 수소기체는 자연적으로 얻어지지 않으나 다양한 기술들을 이용하여 쉽게 생산할 수 있다. 수소기체를 생산하는 방법에는 천연가스, 석탄과 같은 화석연료에서 열화학적 방법으로 뽑아내는 방법과 물의 전기분해 또는 광분해를 통해 얻는 방법 외에 다양한 방법들이 개발되고 있다. 이 중 메테인 (CH<sub>4</sub>)이 주성분을 이루는 천연가스에서 열화학적 방법을 통해 수소기체를 추출하는 두 가지 방법이 널리 쓰이고 있다. 수증기 개질법은 천연가스에 고온의 수증기를 개질시켜 수소를 얻는 방법으로 현재 가장 널리 쓰이는 수소 생산법 중 하나이며 다음과 같이 두 단계의 반응으로 이루어진다.



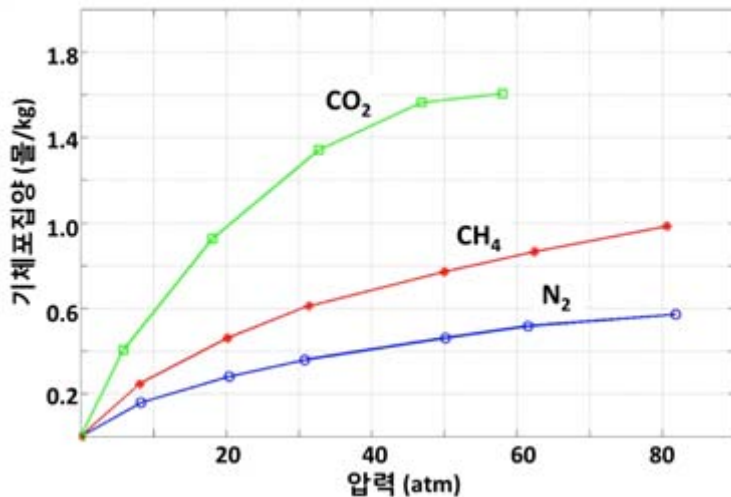
부분산화법은 천연가스를 적은 양의 산소와 반응시켜 일산화탄소와 수소를 얻는 방법이며, 생성



된 일산화탄소는 수증기 개질법의 두 번째 단계와 동일하게 수증기와 반응하여 이산화탄소와 수소기체로 변환될 수 있다.



(마) 석탄층에 존재하는 석탄층메테인가스(CBM)는 석탄층 속에서 미생물과 압력, 온도의 작용으로 인해 석탄 표면에서 생성되는 가스를 말한다. CBM은 메테인을 약 95% 함유하고 있으며 그 외에 에테인(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), 이산화탄소, 질소로 구성되어 있고 연소 시 유해 물질 발생량이 적어 청정화석연료로 분류된다. CBM은 지층수의 압력에 의해 석탄층의 미세한 구멍이나 틈과 같은 표면에 흡착되어 존재한다. **[그림 1]**은 압력에 따른 석탄층의 CBM 포집 용량을 나타낸 것이다. CBM 생산은 석탄 채굴 이전에 탄광에서 갱내가스를 제거하는 과정에서 시작되는데, CBM 가스를 추출함으로써 채탄과정의 안정성 및 청정에너지원 확보 등 1석2조의 효과를 거둘 수 있다. 휘발성 역청탄이나 무연탄 중에 1톤당 16~25m<sup>3</sup>의 메테인이 다량 발생한다. CBM의 1/3은 1,000m이내의 석탄층 내에 있고, 2/3는 1,000~2,000m 부근에 부존하여 일반가스에 비해 석탄층의 심도가 낮게 분포되어 있어 생산에서의 유리한 점을 가지고 있다. 또한 일반 천연가스가 특정지역에 집중되어 있는 반면, CBM 석탄층은 세계적으로 고르게 널리 분포되어 있다는 것도 장점이다.



**[그림 1]** 압력에 따른 석탄층의 CBM포집 용량

**[3-1]** 제시문(나)에서 제시된 결정형태의 다공성 물질의 기체 포집 용량을 증가시킬 수 있는 방법을 3가지 이상 제시하시오 (5점).

**[3-2]** 천연가스를 이용한 수소생산의 마지막 단계는 수소기체와 이산화탄소의 분리 공정이다. 제시문(나)에서 제시된 결정형태의 다공성 물질을 이용하여 이를 수행할 방법을 설명하고, 이에 적합한 다공성 물질의 조건을 제시하시오 (10점).

**[3-3]** 제시문(라)에 제시된 천연가스로부터 열화학적으로 얻는 주요한 두 가지 방법의 장단점을 환경적인 측면과 에너지적인 측면에서 비교하여 서술하시오 (10점).

**[3-4]** 수증기 개질법을 이용한 수소기체 생성반응은 평형반응이다. 대략 75%로 알려진 수증기 개질법을 이용한 수소생산효율을 개선할 수 있는 방법을 3가지 이상 제시하시오 (5점).

**[3-5]** 제시문(라)에 제시된 석탄층으로부터 메테인가스를 추출할 수 있는 방법을 3가지 이상 제시하고 각 방법의 장단점을 서술하시오 (10점).

# 2015학년도 연세대학교 모의논술 문제(수학, 생명과학)

[문제 1] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

(가) 한국 팀이 A, B, C 팀과의 개별 경기에서 이길 확률은 각각  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{1}{10}$ 이다. 또한 A, B, C 팀과 비길 확률은 각각  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{5}$ 이다.

(나) 한국 팀이 A, B, C 팀과 조별 경기를 한다고 하자. 한국 팀이 첫 경기에서 A, B, C 각 팀과의 이길 확률과 비길 확률은 개별 경기의 확률과 같다. 두 번째, 세 번째 경기에서 한국 팀이 이길 확률은 바로 앞서 벌어진 경기의 결과에 따라 다음과 같이 영향을 받는다.

- ▶ 직전 경기에서 이긴 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 1.3배이다.
- ▶ 직전 경기에서 비긴 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 1.1배이다.
- ▶ 직전 경기에서 진 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 0.9배이다.
- ▶ 비기는 확률은 직전 경기의 결과에 영향을 받지 않고 개별 경기에서 확률과 같다.

[1-1] 한국 팀의 조별 경기가 A팀, B팀, C팀의 순서로 정하여졌다. 한국 팀이 B팀과의 경기에서 질 확률을 구하시오. [8점]

[1-2] 한국 팀의 조별 경기가 A팀, B팀, C팀의 순서로 정하여졌다. 한국 팀이 B팀과의 경기에서 지지 않았을 때, 모든 경기에서 지지 않으면서 두 경기 이상 이길 확률을 구하시오. [8점]

[1-3] 조별 경기 순서를 추첨을 통하여서 결정하였을 때, 한국 팀이 첫 번째 경기를 지고, 두 번째 경기는 비기고, 마지막 경기는 이겼다고 한다. 이런 경우가 일어날 확률이 가장 높은 한국 팀의 경기 순서를 찾고 그 이유를 설명하시오. [8점]

[문제 2] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하십시오.

(가) 함수  $f(x)$ 는 실수 전체의 집합  $R$ 을 정의역과 공역으로 갖는 연속 함수이다.

포물선  $y = x^2 + px$ 을 생각하자. 함수  $y = x^2 + px - f(x)$ 는 상수  $p$ 의 값에 따라 최솟값을 가질 수도 가지지 않을 수도 있다. 집합  $A$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$A = \{p \in R \mid x^2 + px - f(x) \text{가 최솟값을 가진다.}\}$$

함수  $F(p)$ 는  $p \in A$ 에 대하여  $x^2 + px - f(x)$ 의 최솟값을 대응하는 함수이다. 집합  $B$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$B = \{t \in R \mid \text{어떤 } p \in A \text{에 대하여 } x^2 + px - f(x) \text{는 } x = t \text{에서 최솟값을 갖는다.}\}$$

(나) 연속 함수  $g(x)$ 에 대하여 부등식  $g(x) \geq f(x)$ 가 모든 실수  $x$ 에 대하여 성립하고 등호는 단 한 점에서만 성립하면 곡선  $y = g(x)$ 가 곡선  $y = f(x)$ 의 위쪽에서 단 한 번 만난다고 한다.

(다) 두 실수  $a, b$ 에 대하여  $\min(a, b)$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$\min(a, b) = \begin{cases} a, & a \leq b \\ b, & a > b \end{cases}$$

[2-1] 함수  $f(x)$ 의 도함수  $f'(x)$ 가 모든 실수에 대하여 존재하고 또한 연속이라고 가정하자.

집합  $A = \{1\}$ 이고  $B = (-\infty, \infty)$ 인 함수  $f(x)$ 를 모두 찾고 그 이유를 설명하십시오.

집합  $A = (0, \infty)$ 인 함수  $f(x)$ 가 존재하는지를 판단하고 그 이유를 설명하십시오. [8점]

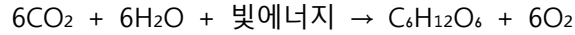
[2-2] 포물선  $y = x^2$ 을  $x$ 축과  $y$ 축의 양의 방향으로 각각  $a$ 와  $b$ 만큼 평행이동 하면 곡선  $y = f(x)$ 의 위쪽에서 단 한 번 만난다고 하자. 이 정보만을 가지고 집합  $A$ 의 원소  $p$ 를 최소한 1개 찾아서  $a, b$ 에 대한 식으로 표현하고  $F(p)$ 를 구하십시오. [8점]

[2-3] 함수  $f(x)$ 의 최댓값이 존재한다고 가정하자. 이 때 집합  $A$ 를 구하고 그 이유를 설명하십시오. [8점]

[2-4] 함수  $f(x) = \min(ax + b, cx + d)$ 에 대하여 (단,  $a < c$ ) 집합  $A$ 와  $B$ 를 찾고,  $F(p)$ 를  $a, b, c, d$ 와  $p$ 에 대한 식으로 나타내시오. [10점]

[문제 3] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

(가) 광합성은 빛을 에너지원으로 이용해서 대기 중의 이산화탄소와 물을 재료로 탄수화물(포도당)을 합성하는 과정으로 부산물로 산소가 생성되며 일반적으로 다음과 같이 나타낸다.



광합성은 크게 명반응과 암반응으로 이루어진다. 광합성 색소들이 흡수한 빛에너지를 화학에너지로 전환시키는 과정인 명반응은 틸라코이드 막에서 일어나는데, 이 과정에서 물이 분해되어 산소가 방출된다. 명반응에서 만들어진 에너지를 이용하여 이산화탄소를 탄수화물로 고정하는 암반응은 스트로마에서 일어나며 캘빈회로라는 일련의 순환 과정을 통해서 진행된다. 현재 우리가 사용하고 있는 화석 연료도 아주 오래 전에 이루어진 광합성의 산물이다. 화석 연료는 그 생성 과정이 매우 느려서 한번 추출되고 나면 매장되었던 양만큼 다시 채워지기 어려워서 재생이 불가능하며, 결국 고갈된다. 이 때문에 최근에는 신재생 에너지에 대한 관심이 점차 증가하고 있다. 우리나라에서는 신재생 에너지를 태양광, 태양열, 바이오, 풍력, 수력, 해양, 폐기물, 지열 등 재생 에너지 8개 분야와 연료 전지, 석탄 액화 가스화, 수소 에너지 등 신에너지 3개 분야로 총 11개 분야로 구분한다.

(나) 지구에 도달하는 태양 에너지 총량은 약 120조kW에 달한다. 그러나 이 가운데 광합성에 사용되는 양은 0.1%도 되지 않는다. 태양빛은 파장과 입자의 특성을 모두 가지고 있으며, 각 파장의 빛이 운반하는 에너지의 크기는 파장의 길이에 반비례한다. 광합성의 광반응 정도를 산소 발생률로 측정한 작용 스펙트럼을 보면, 빛의 파장이 짧아질수록 명반응의 효율이 높아지는 것이 아니고, 청색광이나 적색광 파장과 같이 특정 파장의 빛이 광반응을 더 효율적으로 진행시킴을 알 수 있다.

(다) 조류(藻類)는 식물의 뿌리와 줄기 구조를 갖지 않는 광독립영양생물을 총칭하는 이름이다. 대부분의 조류는 바다에 서식한다. 적절한 영양물질과 빛의 파장, 성장할 수 있는 표면에 따라 서식처가 결정된다. 물은 물리적인 지지와 생식, 영양물질의 확산에 꼭 필요하다. 일반적으로 조류는 시원한 온도에서 서식하나 아열대 지방의 일부 바다에서도 갈조류의 일종인 모자반류가 거대한 덩어리 형태로 떠다니는 것이 발견된다. 갈조류의 일부 종은 남극해에서도 자란다. 보통 바다에 서식하는 조류는 수심이 깊어짐에 따라 녹조류, 갈조류, 홍조류 등의 순서로 분포한다.

(라) 일반적으로 생태계에서 생산자는 무기물을 받아들여 유기물을 합성하고, 이 유기물은 먹이 사슬을 따라 이동한다. 생물체가 죽게 되면 생물을 구성하는 물질은 분해자에 의해 분해되어 결국 무기 환경으로 되돌아가게 된다. 이처럼 생태계에서 생물은 무기 환경과 끊임없이 물질을 주고받기 때문에 생물과 무기 환경사이에서는 물과 탄소 등의 물질순환이 이루어진다. 생태계에서 이용되는 에너지의 근원은 태양에너지이며 생산자에 의해 다른 에너지 형태로 전환된다. 생물체들은 이렇게 전환된 에너지를 사용하여 살아가는데 에너지는 결국 열로 방출된다.

**[3-1]** 실내에서 식물의 생장을 촉진시키기 위해서 특정 파장의 빛을 낼 수 있는 LED 전구를 광원으로 이용하는 재배시스템을 종종 볼 수 있다. 이때 제시문(나)의 밑줄 친 부분의 내용에 근거해서 좀 더 강한 빛에너지를 제공할 목적으로 청색광보다 짧은 파장의 빛을 내는 LED 광원을 사용하였더니, 식물들이 단순히 낮은 광합성률을 보이는 것이 아니고 오히려 심한 스트레스 반응을 보이며 생장이 억제되었다. 이러한 현상을 광반응과 빛 파장과의 관계를 토대로 설명하시오.

**[3-2]** 위 제시문(가), (나)에 근거하여 제시문(다)의 밑줄 친 문장의 이유를 설명하시오.

**[3-3]** 지구상의 생태계에서는 항상 물질의 순환이 일어나고 있으며, 또한 건강한 생태계 유지를 위해서는 구성원간의 끊임없는 에너지 흐름이 필요하다. 제시문(라)에서 설명하고 있는 생태계에서의 에너지 전환과정을 산화-환원의 개념을 적용하여 설명하시오.

**[3-4]** 조류는 신재생 에너지 개발에 활용될 가능성이 높다고 한다. 그 이유를 제시문(가), (나), (다), (라)에 근거하여 설명하시오.

# 2015학년도 연세대학교 모의논술 문제(수학, 지구과학)

[문제 1] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

(가) 한국 팀이 A, B, C 팀과의 개별 경기에서 이길 확률은 각각  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{1}{10}$ 이다. 또한 A, B, C 팀과 비길 확률은 각각  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{5}$ 이다.

(나) 한국 팀이 A, B, C 팀과 조별 경기를 한다고 하자. 한국 팀이 첫 경기에서 A, B, C 각 팀과의 이길 확률과 비길 확률은 개별 경기의 확률과 같다. 두 번째, 세 번째 경기에서 한국 팀이 이길 확률은 바로 앞서 벌어진 경기의 결과에 따라 다음과 같이 영향을 받는다.

- ▶ 직전 경기에서 이긴 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 1.3배이다.
- ▶ 직전 경기에서 비긴 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 1.1배이다.
- ▶ 직전 경기에서 진 경우, 다음 경기에서 이길 확률은 개별 경기에서 이길 확률의 0.9배이다.
- ▶ 비기는 확률은 직전 경기의 결과에 영향을 받지 않고 개별 경기에서 확률과 같다.

[1-1] 한국 팀의 조별 경기가 A팀, B팀, C팀의 순서로 정하여졌다. 한국 팀이 B팀과의 경기에서 질 확률을 구하시오. [8점]

[1-2] 한국 팀의 조별 경기가 A팀, B팀, C팀의 순서로 정하여졌다. 한국 팀이 B팀과의 경기에서 지지 않았을 때, 모든 경기에서 지지 않으면서 두 경기 이상 이길 확률을 구하시오. [8점]

[1-3] 조별 경기 순서를 추첨을 통하여서 결정하였을 때, 한국 팀이 첫 번째 경기를 지고, 두 번째 경기는 비기고, 마지막 경기는 이겼다고 한다. 이런 경우가 일어날 확률이 가장 높은 한국 팀의 경기 순서를 찾고 그 이유를 설명하시오. [8점]

[문제 2] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하십시오.

(가) 함수  $f(x)$ 는 실수 전체의 집합  $R$ 을 정의역과 공역으로 갖는 연속 함수이다.

포물선  $y = x^2 + px$ 을 생각하자. 함수  $y = x^2 + px - f(x)$ 는 상수  $p$ 의 값에 따라 최솟값을 가질 수도 가지지 않을 수도 있다. 집합  $A$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$A = \{p \in R \mid x^2 + px - f(x) \text{가 최솟값을 가진다.}\}$$

함수  $F(p)$ 는  $p \in A$ 에 대하여  $x^2 + px - f(x)$ 의 최솟값을 대응하는 함수이다. 집합  $B$ 를 다음과 같이 정의한다.

$$B = \{t \in R \mid \text{어떤 } p \in A \text{에 대하여 } x^2 + px - f(x) \text{는 } x = t \text{에서 최솟값을 갖는다.}\}$$

(나) 연속 함수  $g(x)$ 에 대하여 부등식  $g(x) \geq f(x)$ 가 모든 실수  $x$ 에 대하여 성립하고 등호는 단 한 점에서만 성립하면 곡선  $y = g(x)$ 가 곡선  $y = f(x)$ 의 위쪽에서 단 한 번 만난다고 한다.

(다) 두 실수  $a, b$ 에 대하여  $\min(a, b)$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$\min(a, b) = \begin{cases} a, & a \leq b \\ b, & a > b \end{cases}$$

[2-1] 함수  $f(x)$ 의 도함수  $f'(x)$ 가 모든 실수에 대하여 존재하고 또한 연속이라고 가정하자.

집합  $A = \{1\}$ 이고  $B = (-\infty, \infty)$ 인 함수  $f(x)$ 를 모두 찾고 그 이유를 설명하십시오.

집합  $A = (0, \infty)$ 인 함수  $f(x)$ 가 존재하는지를 판단하고 그 이유를 설명하십시오. [8점]

[2-2] 포물선  $y = x^2$ 을  $x$ 축과  $y$ 축의 양의 방향으로 각각  $a$ 와  $b$ 만큼 평행이동 하면 곡선  $y = f(x)$ 의 위쪽에서 단 한 번 만난다고 하자. 이 정보만을 가지고 집합  $A$ 의 원소  $p$ 를 최소한 1개 찾아서  $a, b$ 에 대한 식으로 표현하고  $F(p)$ 를 구하십시오. [8점]

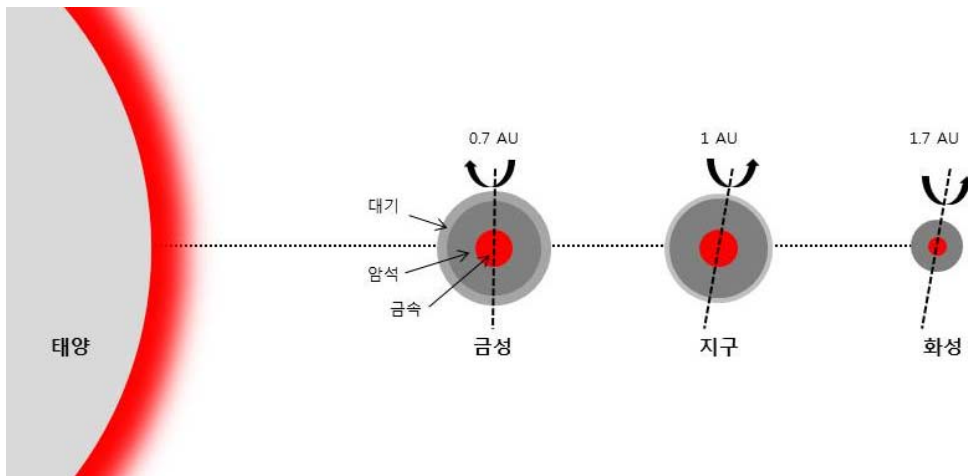
[2-3] 함수  $f(x)$ 의 최댓값이 존재한다고 가정하자. 이 때 집합  $A$ 를 구하고 그 이유를 설명하십시오. [8점]

[2-4] 함수  $f(x) = \min(ax + b, cx + d)$ 에 대하여 (단,  $a < c$ ) 집합  $A$ 와  $B$ 를 찾고,  $F(p)$ 를  $a, b, c, d$ 와  $p$ 에 대한 식으로 나타내시오. [10점]



**[문제 3] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.**

- (가) 태양계에는 8개의 행성이 존재하며 지구에 이웃한 행성으로 금성과 화성이 있다. 금성은 지구의 크기와 비슷하며 태양으로부터 약 0.7 AU 거리에 위치하고, 화성은 지구 크기의 약 절반이며 태양으로부터 약 1.7 AU 거리에 위치한다(1 AU = 지구와 태양 사이 평균거리). 금성과 화성의 대기 모두 대표적인 온실가스인 이산화탄소가 주성분으로 구성되어 있다. 금성의 경우 이산화탄소의 대기가 두껍게 형성되어 지표에서의 기압이 지구의 약 90배에 달하는 반면, 화성의 이산화탄소 대기는 매우 희박하여 지표에서의 기압이 지구의 약 1/150로 추정된다. 금성 표면에서의 탈출 속도는 지구와 비슷하여 약 10km/sec인 반면 화성 표면에서의 탈출 속도는 지구와 금성의 절반 정도인 약 5km/sec 이다.
- (나) 지구의 북반구에서는, 천문현상 중 하나인 별의 일주운동이 북극성을 기준으로 반시계 방향의 천구 움직임으로 관측되며, 기상현상 중 하나인 열대 저기압(태풍 혹은 허리케인)의 자전 방향도 반시계방향으로 관측된다. 지구와 화성은 자전축이 비슷하게 약 24도의 기울기를 보이며 반시계 방향으로 자전하는 반면, 금성은 자전축이 약 177도 기울어져 같은 위치에서 보았을 때 지구나 화성과는 달리 시계 방향으로 아주 느린 속도로 자전을 한다.
- (다) 행성에서 자기장의 존재는 대기를 태양풍으로부터 보호함으로써 수권과 생명의 발현 및 유지에 필수적인 요소이다. 다이나모 이론에 따르면 자기장의 형성에는 금속성 유체의 존재와 이것의 대류가 필수적인 요소이다. 금성과 화성 모두 지구에서와 같이 금속성 물질이 행성의 핵을 이루고 있으나, 지구에만 유일하게 현재 자기장이 형성되고 있다.
- (라) 지구를 일컫는 말로 '살아있는 행성', 푸른 행성, 혹은 '태양으로부터 세 번째 돌덩어리'라는 등의 표현을 쓴다. 이들은 모두 지구는 우리가 아는 형태의 생명체가 존재할 수 있는 지표환경을 제공해주며, 지표의 상당부분이 물로 덮여있고 또한 전체적으로 암석으로 이루어진 행성임을 뜻한다. 이러한 생명체가 가능한 지표환경을 제공해주며 물질의 순환에 중요한 역할을 하는 지질작용 중의 하나가 지각 판의 형성과 그 이동이다. 지각 판의 운동의 결과 지구의 표면에는 산맥과 열도가 특징적인 모양으로 형성되며, 이는 판의 운동이 없는 금성과 화성에서의 조산운동과 차이를 보여주게 된다. 화성에는 태양계에서 가장 큰 순산화산인 올림포스 산이 존재하며, 이는 지구의 에베레스트 산 높이의 세 배에 달한다.



[그림 1] 금성, 지구, 화성의 개략적 크기, 구성, 자전축의 기울기 및 태양으로부터의 거리를 보여주는 그림

- [3-1] 제시문(가)를 바탕으로, 3개 행성 중에서 금성이 가장 두꺼운 대기층을 가지게 된 이유를 추론하고, 행성 대기 분자의 평균 속도와 행성표면 탈출속도를 비교해 볼 때 모순점이 없는지 논하시오. 단, 빛의 세기는 거리의 제곱에 반비례한다. [10점]
- [3-2] 제시문(나)에 언급된 두 현상을 지구 남반구에서 관측할 때, 별의 일주운동 방향과 남반구에서의 열대 저기압 (사이클론 혹은 윌리윌리)의 자전 방향과 비교하고, 이 두 운동 방향이 연관되어있는 이유에 대해서 설명하시오. 또한 금성과 화성의 남반구에서는 천체의 일주운동이 지구와 비교하여 어떻게 관찰되는지 제시문에 근거하여 추론해보시오. 단, 금성에서도 일주운동 관측이 가능하다고 가정한다. [10점]
- [3-3] 제시문(다)에서 금성과 화성에 자기장이 형성되지 않는 이유를 제시문(가)의 내용을 참고하여 추론하시오. [10점]
- [3-4] 제시문(라)를 바탕으로 지구에서 판의 운동을 통해 일어나는 물의 순환 과정에 대하여 추론하고, 화성에 태양계에서 가장 큰 화산이 존재할 수 있는 이유에 대하여 추측해보시오. [10점]

2015학년도 연세대학교 모의논술 설문조사

(자연계열)

이름: \_\_\_\_\_ 고교명: \_\_\_\_\_ 졸업(예정)년월: \_\_\_\_\_ 년 월 \_\_\_\_\_ 지망학과: \_\_\_\_\_

번호	설문내용	문제	매우 부적절	부적절	보통	적절	매우 적절
1	제시문은 고교과정을 충실히 이수하면 이해할 수 있는 정도의 수준으로 적절하였다.	1번(수학) 2번(수학) 3번(과학)					
2	논술 문제가 요구하는 사고와 분석 수준은 고교과정 내에서 다루어 볼 수 있는 정도의 수준이었다.	1번(수학) 2번(수학) 3-1(과학) 3-2(과학) 3-3(과학) 3-4(과학) 3-5(과학)					
3	모의논술에서 제시한 시간은 문제를 풀기에 적절하였다.	수학 과학					
4	지원자 본인이 체감한 모의논술의 난이도는 어떠하였습니까?	수학 과학	매우 어려웠다	어려웠다	보통이다	쉬웠다	매우 쉬웠다

5. 모의 논술에 대한 종합적인 의견을 적어주세요.

6. 논술시험을 위한 방법과 준비기간을 적어주시기 바랍니다.(중복체크 가능)

방법	준비기간
학교 정규교육과정	개월
학교 방과후 프로그램	개월
학원 또는 과외	개월
개인학습	개월
기타( )	