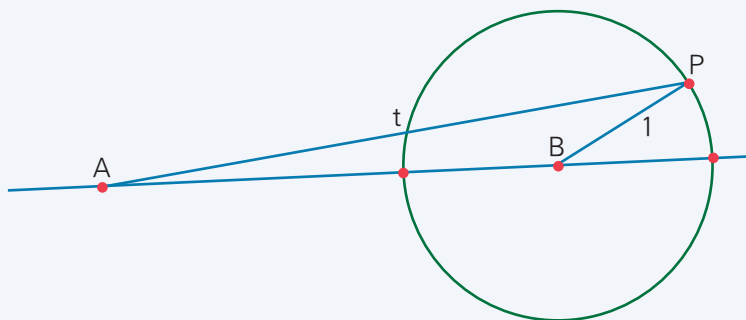


2017학년도 KU모의논술 문제  
자연계

| 수학 |

제시문 1

(가) 평면의 두 점  $A, B$ 에 대하여  
 $\overline{PA} : \overline{PB} = m : n (m > 0, n > 0, m \neq n)$   
 인 점  $P$ 가 그리는 도형을 아폴로니오스의 원이라고 한다.



(나) 좌표평면의 세 점  $A(-2,0), B(2,0), C(4,0)$ 이 있다. 양의 실수  $t$ 에 대하여  $\overline{PA} : \overline{PB} = t:1$ 을 만족하는 점  $P$ 가 그리는 도형을  $S_t$ 라 하고  $\overline{PB} : \overline{PC} = 1:1$ 인 점  $P$ 가 그리는 도형을  $L$ 이라 하자. 그러면  $t$ 의 값에 따라  $S_t$ 와  $L$ 은 한 점 또는 두 점에서 만나거나 서로 만나지 않는다.

[문제 1-1] (단답형)  $S_t$ 와  $L$ 이 만나지 않도록 하는 양의 실수  $t$ 의 범위를 구하여 답만 쓰시오.

[문제 1-2] (서술형) 직선  $\frac{x}{10} + \frac{y}{5\sqrt{2}} = 1$ 을 접선으로 갖는 아폴로니오스 원  $S_t$ 의 넓이를 구하되 풀이 과정도 함께 쓰시오.

제시문 2

(가) 고차방정식의 해를 구하는 가장 기본적인 방법은 인수분해를 하는 것이다. 하지만 인수분해가 어려울 때, 근의 대략적인 위치를 알아내는 좋은 수단 중의 하나가 사이값 정리(또는 중간값의 정리)이다. 예를 들어 삼차방정식  $x^3 - 3x + 1 = 0$ 의 한 실근은 열린구간  $(0, 1)$ 에 있음을 사이값 정리를 이용하면 보일 수 있다. 또한 구간  $[0, 1]$ 을 이등분하여 얻은 두 구간 중 한 구간인  $[\frac{1}{2}, 1]$ 에 사이값 정리를 적용하면, 이 실근이 열린구간  $(\frac{1}{2}, 1)$ 에 있음을 알 수 있다. 이와 같은 과정을 반복하여서 이 실근의 근삿값을 구할 수 있다.

(나) 사인함수가 구간  $[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}]$ 에서 구간  $[-1, 1]$ 로의 일대일 대응이므로 구간  $[-1, 1]$ 에 있는 각 실수는  $\sin\theta$  꼴로 표시할 수 있다. 제시문 2 (가)의 삼차방정식  $x^3 - 3x + 1 = 0$ 에 대하여, 중간값의 정리를 이용하여 근의 존재 범위를 잘 찾으면 실근의 정확한 값을  $a\sin\theta$  꼴로 표시할 수 있다.

## 자연계

2017학년도 KU모의논술 문제

[문제 2-1] (단답형) 삼차방정식  $x^3 - 3x + 1 = 0$ 의 실근 중 가장 큰 것을  $a$ 라 할 때,  $a$ 를 넘지 않는 가장 큰 정수를 구하여 답만 쓰시오.

[문제 2-2] (서술형) 삼차방정식  $x^3 - 3x + 1 = 0$ 의 실근을 모두  $a\sin\theta$  꼴로 표시하고 풀이과정도 함께 쓰시오.

[문제 2-3] (서술형) 삼차방정식  $x^3 - 3x + 1 = 0$ 의 양의 실근 중 가장 작은 것의 값을 소수점 아래 첫 번째 자리까지 구하고 그 이유를 쓰시오.

## | 생명과학 |

### 제시문

(가) 유전자는 형질에 대한 정보를 담고 있는 설명서와 같은 역할을 한다. 요리를 하거나 무언가를 만들 때 설명서가 달라지면 결과물의 모양이나 특징이 달라지듯이, 유전자에 변화가 생기면 생물의 형질에 변화가 나타난다. 돌연변이는 방사능이나 자외선 및 여러 가지 화학 물질에 의해 유전자가 손상되었을 때 나타나며, 생식 세포의 유전자에 이상이 생길 경우 돌연변이 형질은 다음 대의 자손에게 유전된다. 유전자를 구성하는 DNA의 염기 서열에 변화가 생기면 유전자의 기능에 이상이 생겨 형질에 변화를 일으키게 되는데, 이를 유전자 돌연변이라고 한다.

(나) 과학자들은 자연 현상이나 사물에 대해 호기심을 가지고 관찰하고 문제를 인식한다. 그리고 그 문제를 해결하기 위해 가설을 설정한다. 가설은 인식된 문제에 대한 잠정적인 결론으로, 가설을 검증하기 위해서는 실험 계획을 세우고 탐구를 수행한다. 이때 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 변인들을 통제해야 하는데, 변인에는 독립 변인과 종속 변인이 있다. 실험 조건을 변경 또는 제거한 집단을 실험군이라 하고, 실험군과 비교하기 위해 실험 조건을 변화시키지 않은 집단을 대조군이라고 한다. 만일, 가설을 검증하는 과정에서 실패하면 그 원인을 분석한 다음 가설을 수정하여 다시 탐구를 수행한다. 이러한 탐구 과정을 통해 관찰하거나 측정된 자료를 논리적으로 추리하여 결론을 이끌어냄으로써 새로운 과학 지식을 얻게 된다.

(다) DNA는 세포의 핵 속에 존재하며, DNA의 특정한 부위는 세포가 필요한 단백질을 만드는 데 필요한 정보를 포함하고 있다. DNA의 이 특정한 부위를 유전자라고 하며 유전자는 생물의 형질을 만들어 내는 역할을 한다. DNA는 히스톤 단백질을 휘감아 뉴클레오솜을 형성한다. 이렇게 형성된 수백만 개의 뉴클레오솜은 핵 안에 실처럼 풀어져 있는데, 이것을 염색사라고 한다. 매우 긴 DNA가 좁은 핵 속에 존재할 수 있는 것은 DNA가 뉴클레오솜 형태로 차곡차곡 쌓여있기 때문이다. 염색사는 세포가 분열하기 시작하면 코일 형태로 응축하면서 점차 굵어져 광학 현미경으로 관찰할 수 있는 막대 모양의 염색체가 된다. 이 때 히스톤 단백질을 감고 있어 응축된 DNA는 그 발현이 어려워진다.

[문제 1] 급성 림프구성 백혈병은 림프구 계통 세포의 증식, 분화, 성숙 및 파괴 과정에 관여하는 여러 가지 유전자의 변이에 의해 발병하는 것으로 알려져 있다. 일란성 쌍둥이 자매 중 언니는 건강하지만 동생은 급성 림프구성 백혈병을 진단받았다. 쌍둥이 자매의 부모는 모두 건강할 때, 부모의 생식 세포의 유전적 이상을 예측하고, 동생만 급성 림프구성 백혈병에 걸린 유전학적으로 가능한 이유 두 가지를 제시문에 근거하여 제시하시오.

[문제 2] 신약개발회사에서 새로운 암 치료제 KU2017을 개발하여 동물 실험을 수행하였다. 같은 연령대의 쥐에게 암세포를 주입하여 암을 유도한 다음, 일주일동안 KU2017을 투여하였다. 그리고 KU2017 투약한 후에 각각의 실험 동물에서 암세포의 크기를 측정하여 아래 표와 같은 결과를 얻었다. 일반적으로 이 암세포의 크기는  $1500\sim 1800\text{mm}^3$ 로 자라는 것이 알려져 있다고 하자.

## 자연계

2017학년도 KU모의논술 문제

동물 번호	성별	투약 후 암세포 크기 ( $mm^3$ )
쥐001	암컷	980
쥐002	수컷	1120
쥐003	수컷	1400
쥐004	암컷	1065

이 실험 효능 실험의 독립 변인과 종속 변인을 파악하고, 제시문에 근거하여 이 실험이 KU2017의 효능을 입증하기에 불완전한 이유를 제시하고 이 실험을 보완할 수 있는 방법을 제안하시오.

## | 화 학 |

### 제시문

(가) 루이스는 화학 결합을 나타내기 위해 원자들의 원자가 전자를 점으로 나타내는 방법을 이용하였는데, 이것을 루이스 전자점식이라고 한다. 원자의 최 외각 전자 껍질에 존재하는 원자가 전자 중에서 쌍을 이루지 않은 전자를 홀전자라고 하는데, 원자들이 공유 결합을 할 때에는 홀전자들이 전자쌍을 이루어 공유 전자쌍을 만든다. 전자가 쌍을 이루고 있으나 공유 결합에 참여하지 않은 전자쌍은 비공유 전자쌍이라고 한다. 공유 결합 분자의 전자 배치를 간편하게 나타내기 위해서 공유 전자쌍은 결합선으로 나타내고, 비공유 전자쌍은 1쌍의 점으로 나타내는데, 이것을 루이스 구조식이라고 한다. 루이스는 수소 이온이 관여하지 않는 반응에까지 산-염기의 정의를 확장하기 위하여, 비공유 전자쌍을 이용하여 산과 염기를 정의하였다. 즉, 루이스는 공유 결합을 형성할 수 있도록 비공유 전자쌍을 주는 물질은 염기, 공유 결합을 형성할 수 있도록 비공유 전자쌍을 받는 물질을 산이라고 정의하였다. 수소 이온을 받을 수 있으면 비공유 전자쌍을 가지고 있어야 하므로, 브뢴스테드-로우리 염기는 루이스 염기에 포함된다. 그러나 루이스 염기는 비공유 전자쌍을 수소 이온뿐만 아니라 다른 분자나 이온에도 줄 수 있으므로, 루이스의 염기 개념은 보다 확장된 것이다.

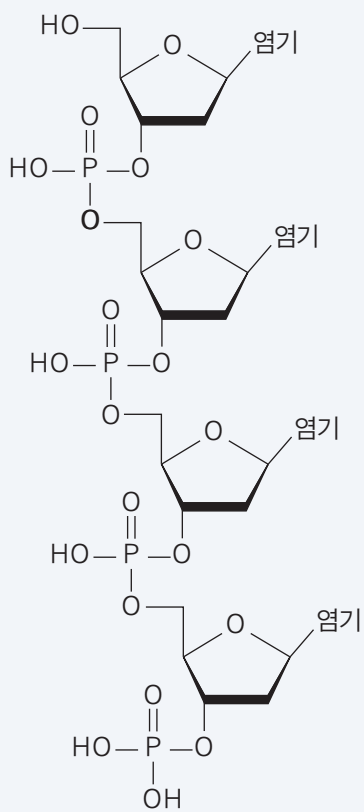
(나) 고리 모양을 이루는 불포화 탄화수소 중 가장 기본이 되는 물질은 벤젠( $C_6H_6$ )이다. 1865년 독일의 케쿨레는 벤젠의 구조로서 탄소와 탄소 사이에 이중 결합과 단일 결합이 교대로 존재하는 육각형 고리 모양의 구조를 제안하였다. 그 후 실제 벤젠의 구조는 단일 결합과 이중 결합의 중간적 성질을 갖는 공명 구조임이 밝혀졌다.

(다) 공유 결합 분자에서 중심 원자를 둘러싸고 있는 전자쌍들은 가능한 한 가장 멀리 떨어져 있으려고 한다는 전자쌍 반발 이론을 영국의 시지윅이 제안하였는데 이를 적용하면 분자의 모양을 예측할 수 있다. 전자쌍 사이의 반발력은 공유 전자쌍들 사이보다 비공유 전자쌍과 공유 전자쌍 사이가 더 크고, 비공유 전자쌍 사이가 가장 크다.

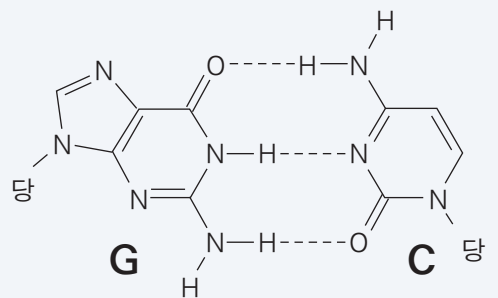
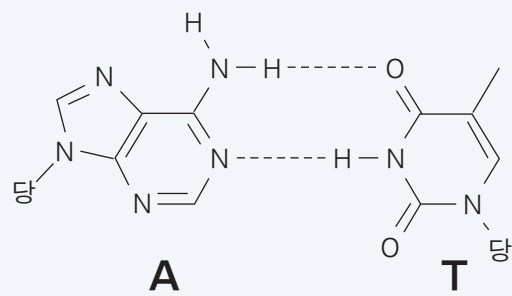
(라) 핵산은 뉴클레오타이드라는 사슬 단위가 길게 반복되는 구조이다. 뉴클레오타이드는 탄소 원자 5개로 이루어진 당, 인산, 그리고 염기의 세 부분으로 이루어져 있다. 인산에서 3개의 -OH 중 2개는 위아래로 당과 결합하여 '-당-인산-당-인산-'식의 골격을 만들 수 있다 <그림 1>. 그리고 남은 -OH의 수소는 수소 이온을 내놓고 (-)전하를 가지게 된다.

핵산에는 크게 DNA와 RNA가 있는데 DNA는 2개의 사슬이 이중 나선 구조를 만들면서 안쪽으로 공간을 만들고, 그 공간에 아데닌(A), 티민(T), 구아닌(G), 사이토신(C)의 네 가지 염기가 수소결합을 통해 A-T, G-C 쌍을 이루면서 그 순서에 따라 유전정보를 기록한다 <그림 2>.

자연계



<그림 1> 핵산의 골격 구조



<그림 2> DNA염기들의 수소결합

[문제 1] 루이스 구조식과 전자쌍 반발 이론을 이용하여  $SO_3$ 와  $SO_3^{2-}$ 의 각 경우에서 O-S-O결합 각도를 예측하시오. 그리고 이 두 물질 중에서 S원자와 O원자 사이의 결합 길이가 더 긴 것은 어떤 것인지 예측하고 그 이유를 말하시오.

[문제 2] 핵산은 핵 속에 존재하는 산성 물질이란 뜻에서 핵산으로 불리게 되었다. 이것은 인산이 핵산의 골격 바깥에 들어 있기 때문이다. 그러면, 핵산은 염기성의 성질을 갖지 않지만 A, T, C, G를 염기라 부르는 이유를 유추하시오. DNA의 이중나선은 높은 온도에서는 두 개의 단일 가닥으로 서로 풀려진다. 이 때의 최소온도를  $T_m$ 이라고 한다. DNA에서 G와 C의 함량이 많을수록  $T_m$ 은 증가할 것인가, 아니면 감소할 것인가를 답하고 그 이유를 설명하시오.

자연계

2017학년도 KU모의논술 문제

| 물리 |

제시문

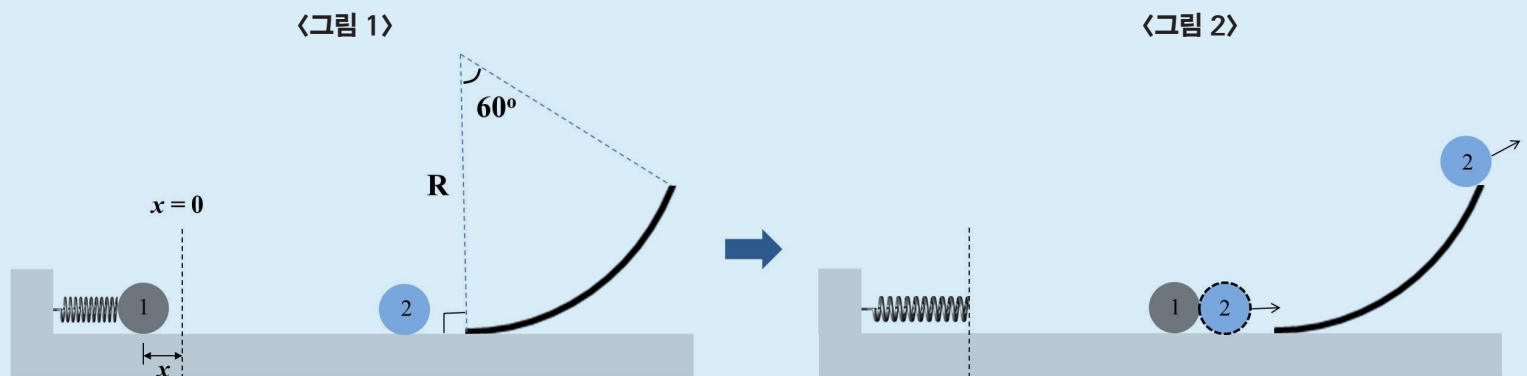
운동량은 물체의 운동 규모와 관련된 물리량으로서, 질량이  $m$ 이고, 속도가  $v$ 인 물체의 운동량은  $p=mv$ 로 정의된다. 만일 어떠한 물체가 운동하는 동안 질량이 변하지 않는다면 힘( $F$ )은 다음과 같다.

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

즉, 물체에 작용하는 힘은 그 물체의 운동량의 시간에 따른 변화율이다. 따라서 물체에 알짜힘이 작용하지 않는다면 그 물체의 운동량은 항상 같다.

물체에 일을 하면 물체는 운동을 하거나 위치가 바뀐다. 물체가 운동함으로써 운동에너지를 가지며, 물체의 위치가 달라짐으로써 퍼텐셜 에너지가 달라진다. 역학적 에너지는 운동에너지와 퍼텐셜 에너지의 합으로 정의된다. 운동에너지와 퍼텐셜 에너지는 운동하는 동안 서로 전환된다. 그러나 그 합, 즉 역학적 에너지는 늘 일정하다. 예를 들면, 용수철 상수가  $k$ 인 용수철이 평형 위치에서  $x$  만큼 늘어난 용수철이 가지는 탄성 퍼텐셜 에너지  $U = \frac{1}{2} kx^2$ 으로 표현된다.

[문제 1] <그림 1>과 같이 고정된 벽면에 매달려 있는 용수철이 평형위치 ( $x = 0$ )에서  $x$ 만큼 압축되어 있고, 용수철 끝에 물체1이 놓여 있다. <그림 2>와 같이 용수철의 탄성력에 의해 물체1은 운동하여 평면에 놓여 있는 물체2와 충돌한다고 하자. 탄성충돌 후 반경이  $R$ 이고 중심각이  $60^\circ$ 인 부채꼴 호 위로 물체가 운동한다. 이때 물체2가 부채꼴 호를 통과하여 지면으로 떨어지는데 필요한 용수철의 최소 압축길이 ( $x$ )를 구하시오. (단 두 물체의 질량은  $m$ 으로 같고, 중력가속도는  $g$ 이고, 물체의 크기와 모든 마찰은 무시한다. 충돌 전 용수철과 물체1과 물체2 모두 같은 직선상에 있다고 가정한다.)



[문제 2] 만약 두 물체가 충돌 후 하나의 물체로 합쳐져 운동을 할 때, 두 물체가 부채꼴의 호를 넘어 지면으로 떨어지는데 필요한 용수철의 최소 압축길이를 구하시오.