

## 2017학년도 KU모의논술 출제의도 및 해설

# 자연계

### | 수학 |

#### ※ 수학 출제 의도 및 문제 해설

• **제시문 1** : 수학 I (좋은책 신사고) 149쪽 발췌 편집

• 예시 답안

#### [문제 1-1] (답) $t > 5$

$L$ 은 선분  $BC$ 의 수직이등분선이므로 방정식이  $x = 3$ 인 직선이다. 또,  $t \neq 1$ 이면,  $S_t$ 는 두 점  $A, B$ 를  $t:1$ 로 내분하는 점과 외분하는 점을 지름의 양 끝으로 하는 원이다. 두 점  $A, B$ 를  $t:1$ 로 외분하는 점의  $x$ 좌표가  $\frac{2t+2}{t-1}$ 이므로  $S_t$ 와  $L$ 이 만나지 않으려면  $\frac{2t+2}{t-1} < 3$ 이어야 한다. 이 부등식을 풀면  $t > 5$ 이다.

#### [문제 1-2]

선분  $AB$ 를  $t:1$ 로 내분하는 점과 외분하는 점이 각각  $(\frac{2t-2}{t+1}, 0), (\frac{2t+2}{t-1}, 0)$  이므로 아폴로니오스 원  $S_t$ 의 중심의 좌표와 반지름의 길이는 각각  $(\frac{2(t^2+1)}{t^2-1}, 0), \frac{4t}{t^2-1}$ 이다.

그러므로 주어진 직선이 원  $S_t$ 의 접선이 되기 위해서는 이 원의 중심에서 직선까지의 거리와 이 원의 반지름의 길이가 같아야 한다. 이 조건으로부터 2차 방정식  $2t^2 - \sqrt{3}t - 3 = 0$ 을 얻는다. 이 2차방정식을 풀면,  $t = \sqrt{3}$  또는  $t = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ 이다.  $t > 0$  이므로  $t = \sqrt{3}$ 이다. 따라서  $S_{\sqrt{3}}$ 의 넓이는  $\pi(\frac{4\sqrt{3}}{(\sqrt{3})^2-1})^2 = 12\pi$ 이다.

• **제시문 2** : 수학 II (미래엔) 105 쪽 발췌 편집

• 예시 답안

#### [문제 2-1] (답) 1

$f(x) = x^3 - 3x + 1$ 라 했을 때,  $f$ 가 연속함수이고  $f(-2) = -1 < 0, f(0) = 1 > 0, f(1) = -1 < 0, f(2) = 3 > 0$  이므로 사이값 정리에 따르면 삼차방정식  $x^3 - 3x + 1 = 0$ 은 서로 다른 세 실근을 가질 뿐만 아니라 세 실근을 크기 순서로  $\alpha, \beta, \gamma$  라 하면  $1 < \alpha < 2, 0 < \beta < 1, -2 < \gamma < 0$ 이다.  $\alpha$ 를 넘지 않는 가장 큰 정수는 1이다.

#### [문제 2-2]

삼차방정식  $x^3 - 3x + 1 = 0$ 의 세 실근이 모두  $-2$ 와  $2$  사이에 있으므로 각 실근은  $2\sin\theta$  꼴로 표시할 수 있다. 이를 방정식에 대입하면  $8\sin^3\theta - 6\sin\theta + 1 = 0$ 을 얻는다. 사인의 3배각 공식  $\sin 3\theta = 3\sin\theta - 4\sin^3\theta$  이용하면 이 식은  $-2\sin 3\theta + 1 = 0$ 이 된다. 그러므로  $\sin 3\theta = \frac{1}{2}$ 이 되어  $3\theta = \frac{\pi}{6}, \frac{5\pi}{6}, -\frac{7\pi}{6}$ 이다. 따라서 주어진 삼차방정식의 세 실근은  $2\sin \frac{\pi}{18}, 2\sin \frac{5\pi}{18}, -2\sin \frac{7\pi}{18}$ 이다.

#### [문제 2-3]

삼차방정식  $x^3 - 3x + 1 = 0$ 의 양의 실근 중 가장 작은 것  $\beta$ 는  $0$ 과  $1$  사이에 있다. 차례로  $f(\frac{1}{2}) < 0, f(\frac{1}{4}) > 0, f(\frac{3}{8}) < 0, f(\frac{5}{16}) > 0$ 을 확인하면  $\frac{5}{16} < \beta < \frac{3}{8}$ 임을 알 수 있다. 따라서  $\beta$ 의 값을 소수점 아래 첫 번째 자리까지 구하면 0.3이다.

## 자연계

2017학년도 KU모의논술 출제의도 및 해설

### | 생명과학 |

#### ※ 생명과학 출제 의도 및 문제 해설

##### • 생명과학 출제 의도

고등학교 생명과학1 과정에서 학습하는 유전의 기본 원리와 유전 물질의 구조에 관한 설명을 바탕으로 유전자의 기능과 이상에 대해 이해하고 있는지를 평가한다. 또한 생명과학 연구의 기본 방법론에 대해 이해하고 있는지, 그리고 실제 연구 내용 이해에 적용할 수 있는지를 평가한다.

##### • 제시문 출처

(가) 교학사, 비상교육, 상상 아카데미, 천재교육 생명과학 1 교과서, '세포와 생명의 연속성' 단원 중 소단원 '유전' (천재교육 생명과학1, 86-87쪽)

(나) 교학사, 비상교육, 상상 아카데미, 천재교육 생명과학 1 교과서, '생명과학의 이해' 단원 (천재교육 생명과학1, 28쪽)

(다) 교학사, 비상교육, 상상 아카데미, 천재교육 생명과학 1 교과서, '세포와 생명의 연속성' 단원 중 소단원 '세포와 세포 분열' (상상아카데미, 생명과학1, 51-52쪽)

##### • 예시 답안

#### [문제 1]

급성 림프구성 백혈병은 여러 가지 유전자의 변이에 의해 발생한다고 하였고 일란성 쌍둥이의 경우 언니와 동생이 동일한 유전자를 갖고 있다. 쌍둥이 자매의 부모님이 건강하고 일란성 쌍둥이인 언니 역시 건강하다고 하였으므로, 부모님의 생식 세포에 급성 림프구성 백혈병에 관여하는 유전자의 돌연변이가 발생했을 가능성은 매우 낮다. 따라서 동생의 경우에만 급성 림프구성 백혈병에 관여하는 유전자의 염기 서열에 이상이 생기는 유전자 돌연변이가 생겼을 가능성이 있다 (제시문 (가)). 또 다른 가능성으로는 제시문 (다)에 의하면 유전물질인 DNA는 뉴클레오솜의 형태로 존재하며, 히스톤 단백질을 감고 있어 응축된 부분의 DNA는 발현되지 않는다고 하였으므로 동생의 유전자 염기 서열에는 변화가 없더라도 동생의 뉴클레오솜 구조에 이상이 생겨 급성 림프구성 백혈병 발병억제에 관여하는 유전자가 지나치게 응축되어 있거나 백혈병 발병 유전자의 응축이 풀려있을 가능성이 있다.

#### [문제 2]

독립 변인은 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 요인으로 조작변인과 통제변인이 있으며, 종속변인은 조작 변인의 영향을 받아 변하는 변인, 즉 실험 결과에 해당한다. 따라서 이 신약 효능 실험의 독립 변인(조작변인)은 암치료제인 KU2017의 투여 여부이며, 종속 변인은 암세포의 크기이다.

생명과학 실험은 실험군과 대조군을 설정하여 대조 실험을 함으로써 실험 결과의 타당성을 인정받을 수 있다. 제시된 실험 결과에 따르면 KU2017을 처리한 경우 암세포의 크기가 일반적으로 자라는 암세포의 크기보다는 줄어드는 것을 확인할 수 있으나, 본 신약 효능 실험의 경우 대조군이 없으므로 실험군과 비교하여 정확한 결론을 도출할 수 없다. 따라서 KU2017을 투여하지 않은 쥐 또는 효능이 없는 위약을 투여한 쥐에게서 암세포의 크기를 측정하거나, 같은 쥐에서 KU2017을 투여하기 전의 암세포의 크기를 측정하여 KU2017을 투여한 이후의 암세포 크기와 비교해야 KU2017의 효능을 정확히 알 수 있을 것이다.

## 자연계

2017학년도 KU모의논술 출제의도 및 해설

## | 화학 |

## ※ 화학 출제 의도 및 문제 해설

## • 화학 출제 의도

루이스전자식과 전자쌍 반발 이론에 바탕을 둔 분자의 결합길이와 입체구조, 그리고 루이스 산, 염기 개념에 대한 이해도를 측정한다. 수소결합이 분자간 인력에 미치는 영향에 대해 DNA를 예를 들어 물어본다.

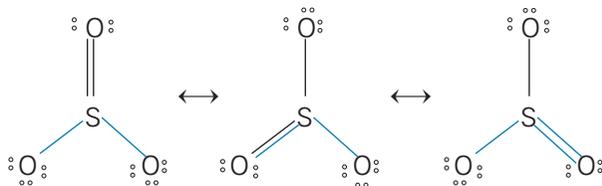
## • 제시문 출처

- (가) 화학1 교과서. <천재교육(노태희 외), 142쪽, Ⅲ. 아름다운 분자 세계, 218쪽, Ⅳ. 닦은꼴 화학 반응>  
 (나) 화학1 교과서. <상상아카데미(김희준 외), 157쪽, Ⅲ. 아름다운 분자 세계 >  
 (다) 화학1 교과서. <교학사(박종석 외), 177쪽, Ⅲ. 아름다운 분자 세계>  
 (라) 화학1 교과서. <비상교육(류해일 외), 228쪽, Ⅳ. 닦은꼴 화학 반응>

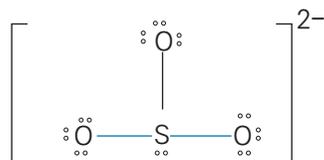
## • 예시 답안

## [문제 1]

$SO_3$ 의 루이스 구조식은 아래와 같은 공명구조를 갖는다.



중심 원자에 비공유 전자쌍이 없으므로 평면삼각형의 구조를 가진다. 따라서 결합각도는  $120^\circ$ 이다.  $SO_3^{2-}$ 의 루이스 구조식은 아래와 같다.



중심 원자에 비공유 전자쌍이 있으므로 삼각피라미트 구조를 갖는다. 비공유전자쌍에 의한 반발이 더 크므로 결합각도는 정사면체일 때의  $109.5^\circ$  보다 약간 더 작을 것으로 예상된다.

$SO_3$ 의 공명구조에서 보듯이  $S-O$  결합은 이중결합의 성질을 약간 가지고 있다. 하지만  $SO_3^{2-}$ 에서는 모두 단일결합이다. 따라서 단일결합인  $SO_3^{2-}$ 의 결합길이 가 더 길 것이다.

## [문제 2]

DNA의 염기들인 A,T,C,G는 모두 비공유 전자쌍을 가진 질소를 가지고 있으므로 루이스 염기이다. 즉, A,T,C,G가 따로 물에 녹아 있을때는 이들 질소 원자가 내놓는 비공유 전자쌍이 수소이온을 받아들여 실제 염기로 작용할 수 있을 것이다.

G와 C 사이에는 수소결합이 세 개 존재하고 A와 T 사이에는 두 개 존재한다. 따라서 G-C 결합이 A-T 결합보다 더 강하다. 이중나선의 DNA에서 G,C의 함량이 더 많아진다는 것은 단일사슬 사이의 전체 수소결합이 더 많아진다는 것을 의미하므로 이를 풀기 위해선 더 많은 에너지가 필요하다. 따라서  $T_m$ 은 증가한다.

## 자연계

2017학년도 KU모의논술 출제의도 및 해설

### | 물리 |

#### ※ 물리 출제 의도 및 문제 해설

##### • 물리 출제 의도

운동량과 역학적 에너지 보존의 법칙에 대한 이해를 알아보고자 한다.

##### • 제시문 출처

고등학교 물리 I (주) 교학사

##### • 예시 답안

#### [문제 1]

용수철 퍼텐셜에너지는 모두 물체1의 운동에너지로 전환된다.

$$\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} m v_1^2$$

물체1과 물체2가 탄성 충돌 전후 운동량과 역학적 에너지가 보존된다.

$$\text{운동량 보존식: } v_1 = v'_1 + v'_2$$

$$\text{운동에너지 보존식: } v_1^2 = v'^2_1 + v'^2_2$$

$$v'_2 = v_1, v'_1 = 0$$

즉 물체1의 운동에너지는 모두 물체2에 전달된다. 부채꼴 호 끝점에서의 중력에 의한 퍼텐셜에너지는  $mgR(1-\cos 60^\circ) = \frac{mgR}{2}$  이다, 따라서 물체2가 그 끝 점에

도달하기 위해서는  $\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} mgR$  이 되어야 한다. 즉 부채꼴 호를 넘어 지면으로 떨어지기 위해서는  $x$ 는  $\sqrt{\frac{mgR}{k}}$  보다 커야 한다.

#### [문제 2]

용수철 퍼텐셜에너지는 모두 물체1의 운동에너지로 전환된다.

$$\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} m v_1^2$$

비탄성 충돌이므로 충돌전후 운동량 보존되나 역학적 에너지는 보존되지 않는다.

물체1과 물체2의 충돌 전 후 운동량은 같으므로  $v_1 = 2v'_{12}$  이다.

충돌 후 합쳐져 두 물체가 호 끝점에 도달하기 위해서는  $\frac{1}{2}(2m)v'^2_{12} = \frac{1}{2}(2m)gR$  이어야 한다.  $\frac{1}{2}m v_1^2 = 2mgR$  이 된다. 그러므로 부채꼴 호를 넘기 위해  $x$ 는  $2\sqrt{\frac{mgR}{k}}$  보다 커야 한다.