

2022학년도 수시모집 논술우수전형

논술시험(자연 1)

< 2021. 11. 21.(일) 자연계 1교시 >

모집단위	전형유형	논술우수전형
수험번호	성명	

□ 답안작성 유의사항

가. 시험 시간은 100분이며, 답안은 반드시 과목별 지정 답안영역에 작성해야 합니다.

나. [수학1], [수학2]는 필수 문제이며, [물리학 I], [화학 I], [생명과학 I]의 3문제 중 1문제를 선택하여 응시해야 합니다.

(총 3문제)

다. 과학문제 선택과목을 반드시 표기(마킹●)해야 합니다.

라. 답안은 지정된 작성영역 내에 작성해야 하며, 지정된 작성영역을 초과하여 작성한 부분에 대해서는 평가하지 않습니다.

마. 답안 작성영역에는 어떠한 경우에도 인적사항을 기재하면 안됩니다. 인적사항(성명, 서명 등) 또는 답안과 관계없는 표기를 하는 경우 결격처리 될 수 있습니다.

바. 흑색 필기구를 사용해야 합니다.(연필·샤프 사용가능, 답안작성 중 필기구 종류 또는 색상 변경 불가)

사. 답안 수정 시에는 취소선을 긋거나 지우개로 지워야 하며 수정액이나 수정테이프는 사용할 수 없습니다.

아. 답안지 표지 상단에 본인의 인적사항(모집단위, 수험번호, 성명 등)을 기재하고, 감독위원의 확인을 받아야 합니다.

논술시험 (자연 1)

[수학 1]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [수학1-i] ~ [수학1-iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

첫째항에 차례로 일정한 수를 더하여 얻어진 수열을 등차수열이라 하고, 그 일정한 수를 공차라고 한다. 그리고, 첫째항에 차례로 일정한 수를 곱하여 얻어진 수열을 등비수열이라 하고, 그 일정한 수를 공비라고 한다.

<제시문2>

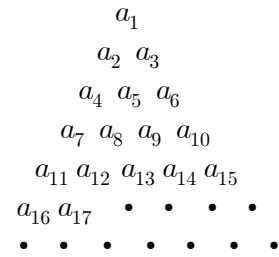
자연수의 거듭제곱의 합은 다음의 등식으로 구할 수 있다.

(i) $1+2+3+\dots+n = \sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$

(ii) $1^2+2^2+3^2+\dots+n^2 = \sum_{k=1}^n k^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$

<제시문3>

수열 $\{a_n\}$ 을 오른쪽 그림과 같이 삼각형 모양으로, 가장 위 꼭짓점에서부터 출발하여 왼쪽에서 오른쪽으로, k 번째 줄에는 k 개씩 순서대로 배열하자. 그리고 모든 양의 정수 n 에 대하여, 이 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 S_n 이라고 한다.



[수학1-i] <제시문3>에서 모든 양의 정수 n 에 대하여 $S_n = n^2 + n + 1$ 일 때, 삼각형의 위 꼭짓점에서부터 50번째 줄까지 각 줄의 가장 오른쪽에 배열되는 수들의 합을 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학1-ii] <제시문3>에서 수열 $\{a_n\}$ 을 삼각형 모양으로 배열할 때, 짝수번째 줄의 배열은 역순으로 하자. 예를 들어, 두 번째 줄은 $a_2 a_3$ 이 아니라 $a_3 a_2$ 로 재배열하고, 네 번째 줄은 $a_7 a_8 a_9 a_{10}$ 이 아니라 $a_{10} a_9 a_8 a_7$ 로 재배열한다. [수학1-i]에서와 같이 모든 양의 정수 n 에 대하여 $S_n = n^2 + n + 1$ 일 때, 삼각형의 위 꼭짓점에서부터 50번째 줄까지 각 줄의 가장 오른쪽에 배열되는 수들의 합을 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학1-iii] <제시문3>에서 모든 양의 정수 n 에 대하여 $S_n = 2^n$ 이고, 수열 $\{a_n\}$ 을 삼각형 모양으로 배열할 때, [수학1-ii]에서와 같이 짝수번째 줄의 배열은 역순으로 하자. 이때 삼각형의 위 꼭짓점에서부터 50번째 줄까지 각 줄의 가장 오른쪽에 배열되는 수들의 곱을 구하고, 그 이유를 논하시오.

논술시험 (자연 1)

[수학 2]

다음 <제시문1> ~ <제시문2>를 읽고 [수학2-i] ~ [수학2-iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

(i) 함수 $f(x)$ 를 다음과 같이 정의하자.

$$f(x) = \begin{cases} -x^2 - x & (x \leq 0) \\ x^2 - x & (x > 0) \end{cases}$$

(ii) 함수 $g(x)$ 를 다음과 같이 정의하자. $g(0)=0$ 이며, 0이 아닌 실수 b 에 대하여, 곡선 $y=f(x)$ 위의 점 $(b, f(b))$ 에서의 접선이 접점을 제외한 곡선 $y=f(x)$ 와 다시 만나는 점의 x 좌표를 $g(b)$ 로 한다.

(iii) 함수 $h(x)$ 를 함수 $g(x)$ 의 역함수로 정의하자.

<제시문2>

(i) $x_0=1$ 로 놓고, 음이 아닌 정수 n 에 대하여, $x_{n+1}=h(x_n)$ 으로 정의하자.

(ii) 음이 아닌 정수 n 에 대하여, $y_n=f(x_n)$ 으로 정의하고, 점 P_n 을 (x_n, y_n) 으로 놓자.

(iii) 음이 아닌 정수 n 에 대하여, 점 P_n 과 점 P_{n+1} 을 잇는 직선의 방정식을 $y=L_n(x)$ 로 놓자.

(iv) 음이 아닌 정수 n 에 대하여, 직선 $y=L_n(x)$ 와 곡선 $y=f(x)$ 로 둘러싸인 영역의 넓이를 A_n 이라고 하자.

[수학2-i] <제시문1>에서 정의된 두 함수 $g(x)$ 와 $h(x)$ 를 모두 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학2-ii] 음이 아닌 정수 m 에 대하여, <제시문2>에 주어진 일차함수 $L_{2m}(x)$ 와 $L_{2m+1}(x)$ 의 모든 계수를 α 와 m 에 대한 식으로 표시하고, 그 이유를 논하시오. (단, α 는 $1-\sqrt{2}$ 이다.)

[수학2-iii] 음이 아닌 정수 m 에 대하여, <제시문2>에 주어진 A_{2m} 과 A_{2m+1} 을 모두 α 와 m 에 대한 식으로 표시하고, 그 이유를 논하시오. (단, α 는 $1-\sqrt{2}$ 이다.)

[수학2-iv] 음이 아닌 정수 m 에 대하여, $\frac{A_{2m+1}}{A_{2m}}$ 의 값을 구하고, m 에 관계없이 항상 일정함을 논하시오.

논술시험 (자연 1)

[물리학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문4>를 읽고 [물리학 I -i] ~ [물리학 I -iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

이상적인 용수철은 늘어나거나 줄어든 길이 x 에 비례하는 힘 F 를 물체에 작용한다. 이때 힘의 방향은 용수철이 원래 길이로 되돌아 가려는 방향이다. 이러한 힘을 탄성력이라 하고 비례상수 k 를 용수철 상수라고 한다.

<제시문2>

계의 내부 에너지의 변화량은 외부에서 가해 준 열량에서 계가 외부에 한 일을 뺀 것과 같다. 이를 열역학 제1법칙이라고 한다.

<제시문3>

실제 열기관에서는 항상 마찰이나 외부로의 열손실이 존재하므로, 실제 열기관의 열효율은 카르노 기관의 열효율보다 작다.

<제시문4>

코일 내부의 자기 선속이 변할 때 코일에 전류가 흐르는 현상을 전자기 유도라 한다. 이때 흐르는 전류를 유도 전류라고 하며 유도 전류의 세기는 코일 내부를 통과하는 자기 선속의 변화율에 비례한다. 유도 전류는 코일 내부를 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 생기며 이를 렌츠 법칙이라 한다.

[물리학 I - i] 질량을 무시할 수 있는 용수철이 있다. 그림 (a)와 같이 중력장 안에서 물체를 매달지 않았을 때 이 용수철의 길이는 1 m이고 용수철 상수는 20 N/m이다. (단, 중력 가속도 $g=9.8 \text{ m/s}^2$ 이고 공기의 저항은 무시한다.)

(가) 이 용수철의 한쪽 끝은 천장에 고정되어 있고 다른 한쪽 끝에는 질량 1 kg인 물체가 매달려 있다. 그림 (b)와 같이, 용수철의 길이가 2 m가 될 때까지 물체를 아래 방향으로 당긴 후 정지 상태에서 물체를 놓았다. 물체가 움직이기 시작하는 순간의 가속도 크기를 구하고 그 근거를 논하시오.

(나) (가)의 물체가 최고 속도에 도달했을 때 용수철의 길이를 구하고 그 근거를 논하시오.

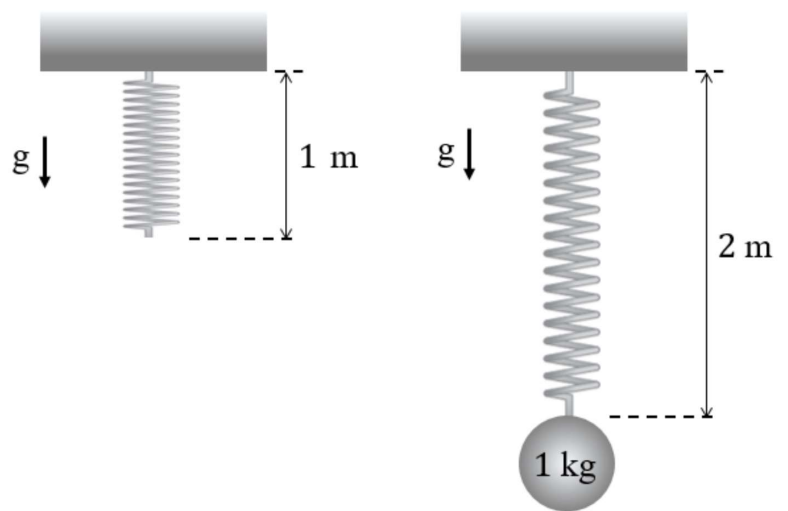


그림 (a)

그림 (b)

[물리학 I - ii] 절대온도가 T_1 인 고열원에서 열에너지 3 J을 흡수하고 절대온도 T_2 인 저열원으로 열에너지 1 J을 방출하는 열기관이 있다. (그림 (c))

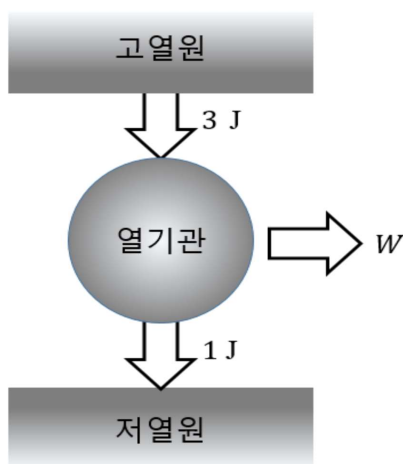


그림 (c)

(가) 이 열기관이 외부에 하는 일 W 를 구하고 그 근거를 논하시오.

(나) 이 열기관의 효율을 구하고 그 근거를 논하시오.

(다) $T_1 = 600 \text{ K}$ 인 경우, 열역학 제2법칙이 허용하는 T_2 의 범위에 대해 논하시오.

논술시험 (자연 1)

[물리학 I-iii] 그림 (d)와 같이 자석의 N극을 원형도선 주위에서 위아래로 움직일 때 원형도선 내부를 통과하는 자기 선속이 그림 (e)와 같이 시간에 따라 ϕ 와 4ϕ 사이에서 변화하였다.

- (가) 1초와 2초 사이에 원형도선에 흐르는 전류의 크기를 구하고 그 근거를 논하시오.
- (나) 2초와 3초 사이에 원형도선에 흐르는 전류의 방향을 구하고 그 근거를 논하시오.
- (다) 4초와 6초 사이에 원형도선에 흐르는 전류는 0초와 1초 사이에 원형도선에 흐르는 전류의 몇 배인지 구하고 그 근거를 논하시오.

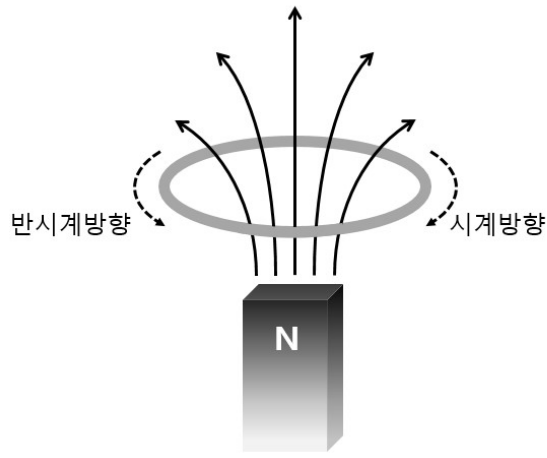


그림 (d)

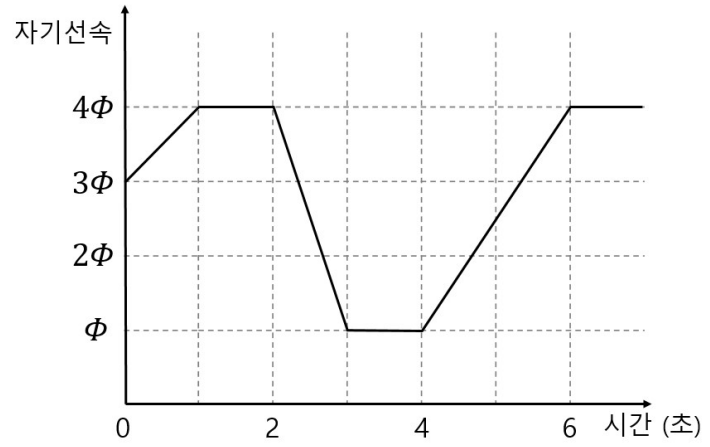


그림 (e)

논술시험 (자연 1)

[화학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문5>를 읽고 [화학 I-i] ~ [화학 I-v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

용액 100 g에 녹아 있는 용질의 질량(g)을 질량 퍼센트 농도라고 하며, 단위는 %를 사용한다. 몰 농도는 1 L 속에 녹아 있는 용질의 양(mol)으로, 단위는 M, 또는 mol/L를 쓴다.

<제시문2>

기체 상태의 원자 1 몰에서 1 몰의 전자를 떼어내는 데 필요한 에너지를 이온화 에너지라고 한다. 이온화 에너지의 크기는 원자의 종류에 따라 다르다. 원자핵과 전자 사이에 작용하는 인력이 강할수록 전자를 떼어 내기 어려우므로 이온화 에너지도 커진다.

<제시문3>

한 오비탈에 배치된 쌍을 이룬 전자들을 전자쌍이라 하고, 오비탈에서 쌍을 이루지 않은 전자를 홀전자라고 한다.

<제시문4>

화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 관계를 화학식을 이용하여 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식을 통해 반응물과 생성물의 종류를 알 수 있고, 물질의 양, 분자 수, 질량, 기체의 부피 등의 양적 관계를 파악할 수 있다.

<제시문5>

수용액의 $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ 로 나타내며 $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ 로 나타낼 수 있다. 25°C에서 물의 이온화 상수 K_w 는 1.0×10^{-14} 로 일정하므로 $\text{pH} + \text{pOH} = 14$ 의 관계가 성립한다.

[화학 I-i] 요소(NH_2CONH_2)가 메탄올(CH_3OH)과 물의 혼합 용매에 녹아 있는 용액 A가 400 g 있다. 이 용액의 요소와 메탄올의 질량 퍼센트 농도는 각각 15%와 40%이다. 용액 A에 존재하는 수소, 탄소, 질소, 산소 원소의 개수(mol)를 각각 나타내고, 그 근거를 논하시오. (단, H, C, N, O의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16이다.)

[화학 I-ii] 문제 [화학 I-i]의 용액 A에 존재하는 분자들의 (1) 비공유 전자쌍 총 개수(mol)와 (2) 공유 전자쌍의 총 개수(mol)를 각각 구하고, 그 근거를 논하시오.

[화학 I-iii] 아래 6가지 원소의 (1) 원자 반지름, (2) 안정한 이온 형태의 이온 반지름, (3) 이온화 에너지에 대하여 값이 작은 것에서 커지는 순으로 부등호를 이용하여 각각 나타내고, 그 근거를 논하시오. (단, O, F, Na, Mg, S, Cl의 원자 번호는 각각 8, 9, 11, 12, 16, 17이다.)

O, F, Na, Mg, S, Cl

[화학 I-iv] 문제 [화학 I-iii]의 6가지 원자가 각 1 몰씩 들어 있는 시료 B가 있을 때, 시료 B 안의 (1) p 오비탈의 전자 총 개수(mol)와 (2) 홀전자의 총 개수(mol)를 각각 구하고, 그 근거를 논하시오.

[화학 I-v] 0.005 mol 염소 기체를 충분한 양의 물과 반응시켜 하이포염소산(HClO)과 염산(HCl)의 혼합물 200 mL를 얻었다. 이 혼합물에 0.5 M $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 수용액 20 mL를 첨가하여 용액 C를 얻었다. 용액 C에 물을 첨가하여 25°C에서 부피 1 L인 용액 D를 얻었을 때, 용액 D의 pH를 구하고, 그 근거를 논하시오.

논술시험 (자연 1)

[생명과학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문5>를 읽고 [생명과학 I-i] ~ [생명과학 I-v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>
 염색체 또는 유전자에 이상이 생겨 염색체 구조가 달라지거나 DNA 염기서열이 변함으로서 부모에게 없던 형질이 나타나는 현상을 돌연변이라고 한다.

<제시문2>
 사람의 유전 형질 중 귓불, 보조개, 이마선은 상염색체에 있는 한 쌍의 대립유전자에 의해 결정되고, 우성과 열성이 명확하게 구분되는 것으로 알려져 있다. 한 쌍의 대립유전자에 의해 하나의 형질이 결정되는 유전을 단일 인자 유전이라고 한다.

<제시문3>
 우리 몸에서 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계는 서로 다른 기능을 수행하면서도 유기적으로 연결되어 통합적으로 작용한다. 따라서 한 기관계에 이상이 생기면 생명 활동이 정상적으로 일어나기 어렵다.

<제시문4>
 체내에서 물질대사에 이상이 생겨 발생하는 질환을 모두 일컬어 대사성 질환이라고 한다. 즉 대사성 질환은 물질대사에 관여하는 효소의 결핍이나 호르몬 분비 이상 등으로 체외로 배설되어야 할 대사 물질이 체내에 축적되거나, 체내에 필요한 대사 물질이 부족해져서 다양한 기능 장애가 나타나는 질병이다.

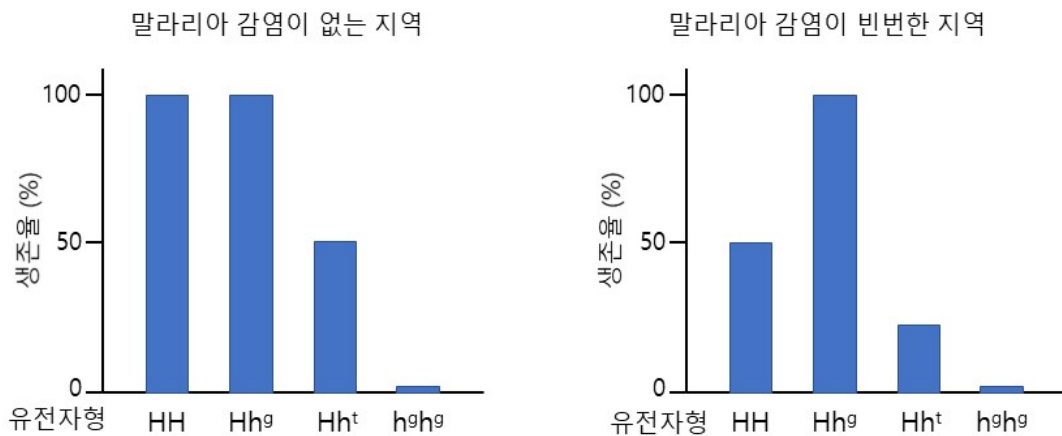
<제시문5>
 체온을 유지하거나 혈당량을 조절하는 것과 같이 우리 몸의 항상성 유지에 필요한 반응들은 내분비계와 신경계가 상호 작용하여 일어난다. 특히 호르몬의 분비가 과다하거나 부족하면 항상성 유지가 어려워 질병으로 이어진다.

[생명과학 I-i] 사람의 경우 산소는 적혈구에 있는 헤모글로빈을 통해 인체 내부의 조직 세포로 전달된다. 성균이는 여러 연구를 통해 헤모글로빈을 구성하는 유전자의 돌연변이 중 기존에 알려진 낫 모양 적혈구 빈혈증을 유도하는 돌연변이 외에 두 종류의 새로운 돌연변이가 존재함을 확인하였다. 낫 모양 적혈구 빈혈증과 유사한 증상을 일으키는 돌연변이 대립유전자를 h^g 로 표시하고 낫 모양 적혈구 빈혈증의 증상과는 전혀 다른 증상을 유발하는 새로운 돌연변이 대립유전자를 h^t 로 표시하였으며 정상 대립유전자는 H로 표시하였다. 각 대립유전자의 체세포 1개당 DNA의 상대량을 조사하여 <표1>을 만들었다.(단, 체세포 1개당 염색체 수는 동일하다.)

<표1>

대립유전자	체세포 1개당 DNA의 상대량
정상 대립유전자 H	1
돌연변이 대립유전자 h^g	1
돌연변이 대립유전자 h^t	0

또한 성균이는 말라리아 감염이 빈번하게 발생하는 지역과 말라리아 감염이 거의 없는 서로 다른 두 지역에서 각각의 유전자형을 가진 사람들의 생존율을 조사하여 다음과 같은 그래프를 얻게 되었다(그림1).

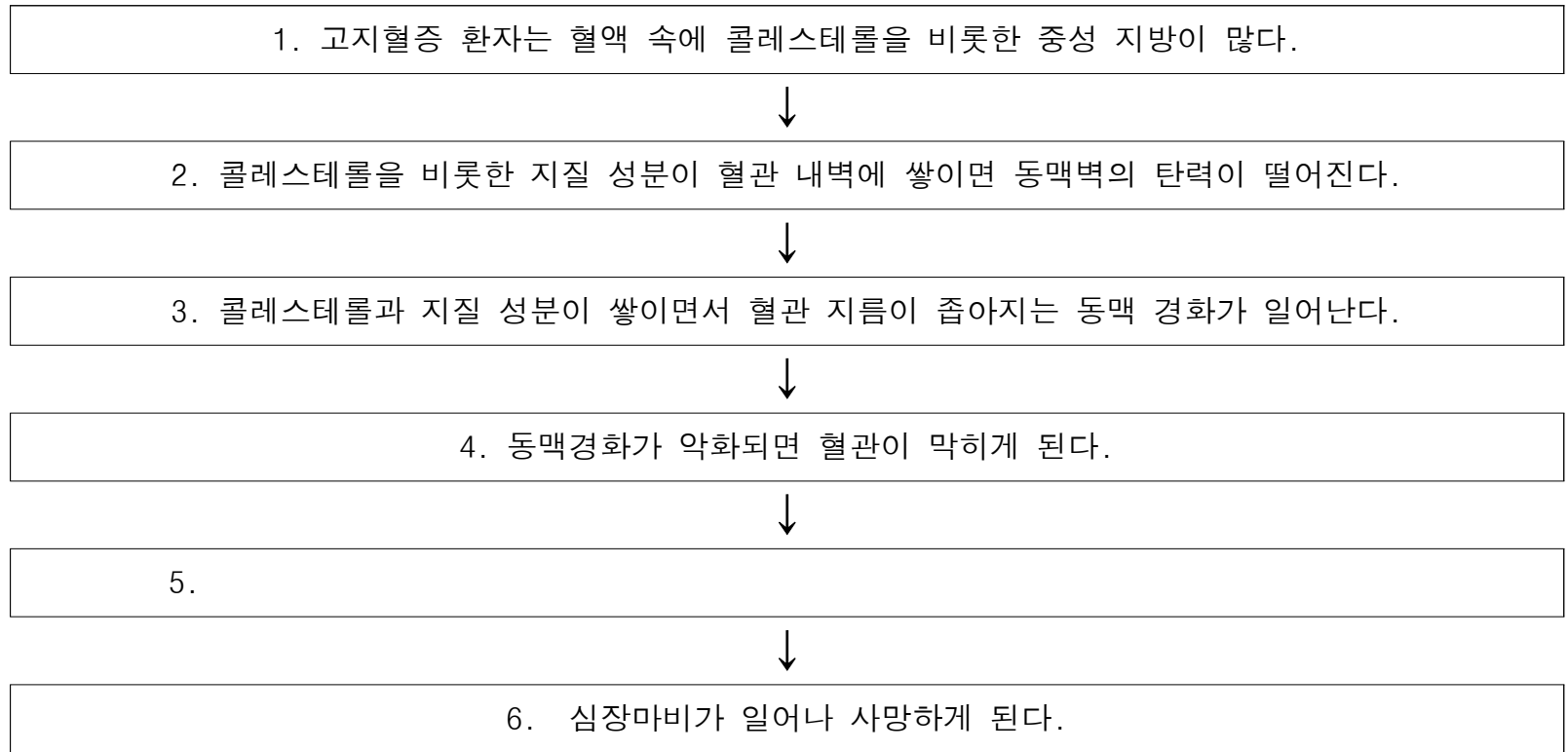


<그림 1>

논술시험 (자연 1)

- (1) <표1>과 <제시문1>을 참조하여 대립유전자 h^1 와 대립유전자 h^0 에서 나타나는 돌연변이의 특징을 유추하고 그 근거를 논하시오.
- (2) 두 지역에서 유전자형에 따른 표현형의 하나인 생존율을 분석하였을 때, 멘델 유전 법칙이 정확하게 적용되지 않는 경우가 있음을 알 수 있다. <제시문2>를 참조하여, 각 지역에서 멘델 유전 법칙에서 벗어난 경우를 가장 잘 설명할 수 있는 유전자형을 선택한 후 그 근거를 논하시오. (단, 유전자형이 h^1h^1 와 h^0h^1 인 경우 수정 후 발생 단계에서 사망하여 태어나지 않으며, 유전자형이 h^0h^0 인 경우 태어난 후 거의 생존하지 못한다.)

[생명과학 I - ii] 다음은 대사성 질환 중의 하나인 고지혈증 때문에 심장마비가 발생하는 과정을 순서대로 표시한 것이다.



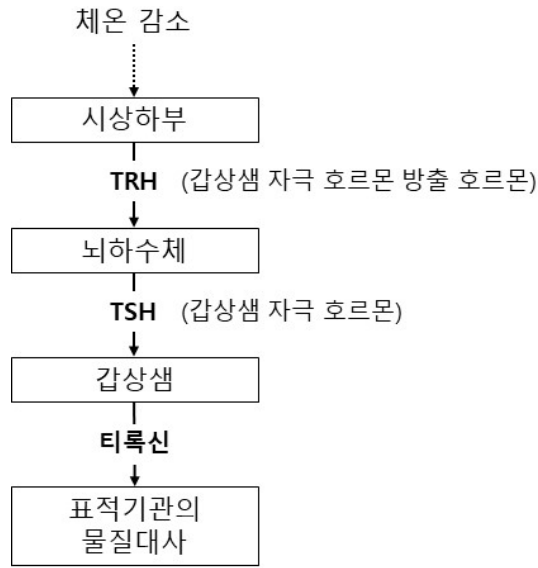
<제시문3>과 <제시문4>를 참조하여, 4번과 6번 사이에 어떤 일들이 일어나서 심장마비가 나타나는지 논하시오.

[생명과학 I - iii] 성균이는 제1형 당뇨병 환자의 근육세포(A)와 제2형 당뇨병 환자의 근육세포(B)를 각각 분리하여 배양하였다. 각각의 살아 있는 근육세포 A와 B에 동일한 양의 인슐린과 동일한 양의 포도당을 처리한 경우, 각각의 세포내 포도당 양의 상대적 차이를 예측하고 근거를 논하시오.

[생명과학 I - iv] 혈당량 조절에 어려움을 겪고 있는 환자가 있다. 이 환자는 식사를 규칙적으로 하고 운동을 하지 않으면 혈당량에 큰 문제가 없었으나, 식사를 하지 않거나 운동을 한 경우 혈당량이 급격히 떨어지는 증상을 가지고 있다. 성균이는 이 환자의 이자에서 분비되는 호르몬들 중 특정 호르몬에 문제가 있을 것이라고 가정하였고 실험을 통해 본인의 가설이 옳다는 것을 확인하였다. 성균이가 생각한 호르몬은 무엇인지 그리고 어떤 근거에서 가설을 세웠는지 논하시오. (단, 제시된 조건 이외에 혈당량에 영향을 미치는 요인은 없다.)

논술시험 (자연 1)

[생명과학 I-v] 사람의 대사 작용은 혈당량을 조절하는 호르몬들뿐만 아니라 갑상샘에서 분비되는 티록신에 의해서도 조절되어 진다. <그림2>는 정상인에게서 체온이 내려갈 때 나타나는 갑상샘 호르몬 분비 과정이다. 갑상샘에서 분비되는 티록신은 아이오딘 원소를 함유하고 있는 유일한 호르몬이다.



<그림 2>

흥미롭게도 성균이는 아이오딘이 포함된 음식을 충분히 그리고 장기간 섭취하지 못하는 경우, 갑상샘 기능 저하증과 더불어 갑상샘이 비정상적으로 비대해진다는 사실을 알게 되었다. 이러한 현상이 나타나는 이유에 대해 논하시오. (단, 제시된 조건 이외에 갑상샘에 영향을 미치는 요인은 없으며 다른 호르몬은 전혀 관여하지 않는다.)

2022학년도 수시모집 논술우수전형

논술시험(자연 2)

< 2021. 11. 21.(일) 자연계 2교시 >

모집단위	전형유형	논술우수전형
수험번호	성명	

□ 답안작성 유의사항

- 가. 시험 시간은 100분이며, 답안은 반드시 과목별 지정 답안영역에 작성해야 합니다.
- 나. [수학1], [수학2]는 필수 문제이며, [물리학 I], [화학 I], [생명과학 I]의 3문제 중 1문제를 선택하여 응시해야 합니다.
(총 3문제)
- 다. 과학문제 선택과목을 반드시 표기(마킹●)해야 합니다.
- 라. 답안은 지정된 작성영역 내에 작성해야 하며, 지정된 작성영역을 초과하여 작성한 부분에 대해서는 평가하지 않습니다.
- 마. 답안 작성영역에는 어떠한 경우에도 인적사항을 기재하면 안됩니다. 인적사항(성명, 서명 등) 또는 답안과 관계없는 표기를 하는 경우 결격처리 될 수 있습니다.
- 바. 흑색 필기구를 사용해야 합니다.(연필·샤프 사용가능, 답안작성 중 필기구 종류 또는 색상 변경 불가)
- 사. 답안 수정 시에는 취소선을 긋거나 지우개로 지워야 하며 수정액이나 수정테이프는 사용할 수 없습니다.
- 아. 답안지 표지 상단에 본인의 인적사항(모집단위, 수험번호, 성명 등)을 기재하고, 감독위원의 확인을 받아야 합니다.

논술시험 (자연 2)

[수학 1]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [수학1-i] ~ [수학1-iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

$f(x)$ 는 최고차항의 계수가 -1 인 사차함수이다. 기울기가 양수이고 원점을 지나는 직선 L 이 $y=f(x)$ 에 두 점 $(a, f(a))$ 와 $(b, f(b))$ 에 접한다. 그리고 L 과 평행인 직선이 $y=f(x)$ 와 $(c, f(c))$ 에 접한다. (단, a, b, c 는 $0 < a < c < b$ 를 만족하는 실수이다.)

<제시문2>

<제시문1>에서 주어진 함수 $f(x)$ 와 a, b, c 에 대하여 $c < x < b$ 를 만족하며 $f'(x)$ 가 최대가 되게 하는 x 의 값을 d 라 하자.

<제시문3>

<제시문1>에서 주어진 함수 $f(x)$ 와 a, b, c 에 대하여 두 점 $(c, f(c))$ 와 $(b, f(b))$ 를 잇는 직선이 $y=f(x)$ 와 만나는 점을 $(e, f(e))$ 라 하자. (단, e 는 $c < e < b$ 를 만족하는 실수이다.)

[수학1-i] <제시문1>에서 주어진 c 를 a, b 로 표현하고 그 이유를 논하시오.

[수학1-ii] <제시문2>에서 주어진 d 를 a, b 로 표현하고 그 이유를 논하시오.

[수학1-iii] <제시문3>에서 주어진 e 를 a, b 로 표현하고 그 이유를 논하시오.

[수학1-iv] <제시문1> ~ <제시문3>에서 주어진 a, b, d, e 에 대해 $\frac{e-d}{b-a}$ 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

논술시험 (자연 2)

[수학 2]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [수학 2-i] ~ [수학 2-iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

함수 $f(x)$ 에서 $x=a$ 를 포함하는 어떤 열린구간에 속하는 모든 x 에 대하여 $f(x) \leq f(a)$ 일 때, 함수 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극대라 하며, $f(a)$ 를 극댓값이라고 한다. 또한, $x=a$ 를 포함하는 어떤 열린구간에 속하는 모든 x 에 대하여 $f(x) \geq f(a)$ 일 때, 함수 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극소라 하며, $f(a)$ 를 극솟값이라고 한다. 극댓값과 극솟값을 통틀어 극값이라고 한다.

<제시문2>

함수 $f(x)$ 가 닫힌구간 $[a, b]$ 에서 연속이고 함수 $F(x)$ 가 $f(x)$ 의 한 부정적분일 때 다음이 성립한다.

$$\int_a^b f(x)dx = [F(x)]_a^b = F(b) - F(a)$$

<제시문3>

임의의 실수 a, b, c 에 대해, 함수 $g(x)$ 와 $h(x)$ 의 그래프는 $y=|x|$ 의 그래프를 x 축의 방향으로 각각 a 와 b 만큼 평행이동한 것이라 하고, 함수 $u(x)$ 의 그래프는 $y=-|x|$ 의 그래프를 y 축의 방향으로 c 만큼 평행이동한 것이라 하자.

[수학 2-i] <제시문3>에서 $a=1$ 이고 $c<0$ 이라고 가정하자. 두 함수 $y=2x(x-2)g(x)$ 와 $y=u(x-1)$ 의 그래프가 서로 다른 두 개의 교점을 가질 때, 두 그래프로 둘러싸인 부분의 넓이를 구하고, 그 이유를 논하시오.

[수학 2-ii] <제시문3>에서 양의 실수 a 에 대하여 함수 $y=(x-a)g(x)$ 의 역함수를 $y=w(x)$ 라고 하자. 두 곡선 $y=(x-a)g(x)$, $y=w(x)$ 및 직선 $y=-x$ 로 둘러싸인 부분의 넓이를 $S(a)$ 라고 할 때, $\sum_{k=1}^{12} S(k)$ 의 값을 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 2-iii] <제시문3>에서 고정된 실수 a 에 대해

$$\int_0^b (x-a)^2 g(x) dx = \int_0^a (x-b)^2 h(x) dx$$

가 성립할 때, 가능한 모든 b 의 값의 곱을 a 에 관한 식으로 나타내고 그 이유를 논하시오.

논술시험 (자연 2)

[물리학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문4>를 읽고 [물리학 I-i] ~ [물리학 I-ii]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

가속도가 a 로 일정한 물체의 직선 운동에서 물체의 처음 속도가 v_0 일 때 시간 t 가 지난 후 물체의 속도 v 와 변위 s 는 다음과 같은 관계를 만족한다.

$$v = v_0 + at, \quad s = v_0t + \frac{1}{2}at^2, \quad v^2 - v_0^2 = 2as$$

<제시문2>

일정한 크기의 힘 F 에 의하여 물체가 힘의 방향으로 직선거리 s 만큼 이동하였을 때 힘이 한 일은 $W = Fs$ 이고, 물체에 해 준 일만큼 물체의 운동 에너지가 증가한다. 질량 m , 속력 v 인 물체의 운동 에너지는 $\frac{1}{2}mv^2$ 이다.

<제시문3>

물체 A의 속도를 v_A , 물체 B의 속도를 v_B 라고 하면, 물체 A에 대한 물체 B의 상대속도는 $v_B - v_A$ 이다.

<제시문4>

어떤 계에 알짜힘이 작용하지 않는 한 계의 전체 운동량은 일정하게 보존되는데, 이것을 운동량 보존법칙이라고 한다.

[물리학 I-i] 그림 (a)는 직선운동을 하는 질량이 3 kg인 물체의 시간에 따른 속도 변화를 나타낸 그래프이다.

(단, 직선운동에서 오른쪽이 양의 방향이다.)

(가) A 지점에서 E 지점까지 물체가 움직인 거리와 변위를 각각 구하고 그 근거를 논하시오.

(나) 그림 (b)를 답안지에 옮겨 그리고, 시간에 따른 가속도의 변화를 그래프로 나타내고 그 근거를 논하시오.

(다) C와 D 사이의 구간에서 물체에 작용하는 알짜힘과 그 힘이 물체에 해 준 일을 각각 구하고 그 근거를 논하시오.

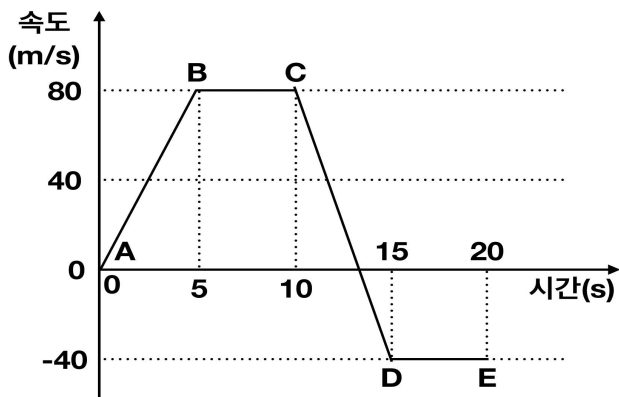


그림 (a)

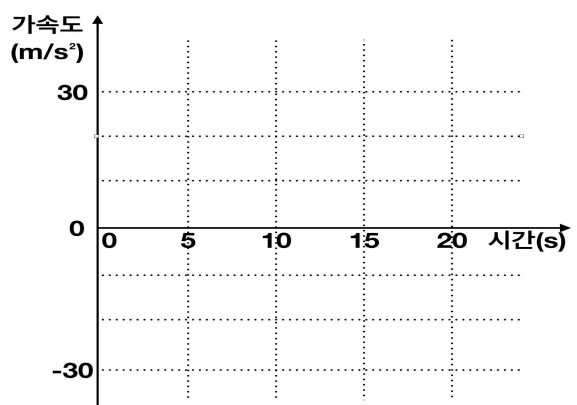


그림 (b)

[물리학 I-ii] 그림 (c)와 같이 질량이 M_1 인 배 모양의 썰매에 질량이 M_2 인 사람이 한 개의 질량이 m 인 공 3개를 가지고 있다. 아래의 두 상황에 대하여 각각 답하시오. (단, 썰매와 얼음 사이의 마찰과 공기저항은 무시하고, 사람은 썰매와 같은 속도로 움직인다.)

(가) 정지해 있는 썰매에서 공 3개를 썰매 밖으로 동시에 v 의 속력으로 뒤쪽 수평방향으로 던진다. 공을 던진 후 사람이 타고 있는 썰매의 속도를 M_1, M_2, m 과 v 를 이용하여 나타내고 그 근거를 논하시오.

(나) 정지해 있는 썰매에서 공을 하나씩 차례대로 썰매 밖으로 뒤쪽 수평방향으로 던진다. 각각의 공을 썰매에 대하여 v 의 속력으로 뒤쪽 수평방향으로 던진다고 할 때, 공 3개를 모두 던진 후, 사람이 타고 있는 썰매의 속도를 M_1, M_2, m 과 v 를 이용하여 나타내고 그 근거를 논하시오.

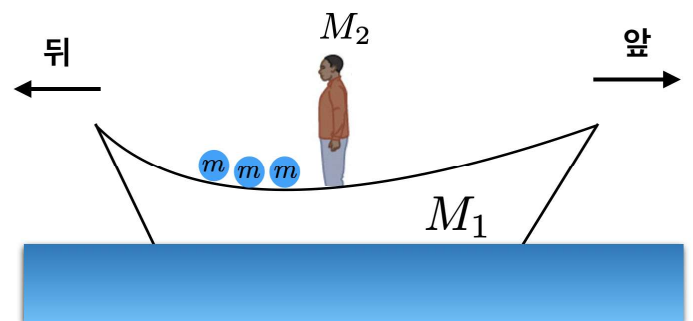


그림 (c)

[화학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문8>를 읽고 [화학 I-i] ~ [화학 I-v]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

기체 상태에서는 분자를 구성하는 원자의 수가 다르더라도 온도와 압력이 같은 조건에서 같은 부피에 같은 양 (mol)의 분자가 포함되어 있다. 이를 아보가드로 법칙이라고 한다. 특히 0℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 기체의 종류에 관계없이 모두 22.4 L이다. 즉, 0℃, 1기압에서 수소, 산소, 이산화 탄소 기체 1몰이 차지하는 부피는 모두 22.4 L이고, 그 속에는 각각 6.02×10^{23} 개의 수소, 산소, 이산화탄소 분자가 들어 있다.

<제시문2>

1906년 하버는 공기 중의 질소를 수소와 반응시켜 암모니아를 대량으로 합성하는 제조 공정을 개발하였다. 이렇게 합성한 암모니아로 만든 질소 비료는 농산물의 생산량을 늘려 식량 증대에 크게 기여하였다.

<제시문3>

화학식을 이용하여 화학 반응을 나타낸 식을 화학 반응식이라고 한다. 화학 반응식으로 화학 반응에 관여하는 물질의 종류뿐만 아니라 몰, 질량, 부피 등의 여러 가지 양적 관계를 알 수 있다.

<제시문4>

원자에 에너지를 가하면 최외각 전자 껍질에 있는 전자는 원자핵으로부터 떨어져 나오게 된다. 이때 바닥상태에 있는 기체 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어 내어 기체 양이온으로 만드는 데 필요한 최소 에너지를 이온화 에너지라고 한다. 바닥상태에 있는 기체 다전자 원자에서는 전자를 차례대로 떼어 낼 수 있다. 첫 번째 전자를 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지를 제1 이온화 에너지(E_1)라 하고, 대체로 원소의 이온화 에너지를 뜻한다. 2번째, 3번째 전자를 떼어 내는데 필요한 최소 에너지를 제2 이온화 에너지(E_2), 제3 이온화 에너지(E_3)라고 한다. 이와 같은 이온화 에너지를 순차 이온화 에너지라고 하며 크기는 $E_1 < E_2 < E_3 \dots$ 순으로 증가한다.

<제시문5>

양이온과 음이온 사이의 인력은 모든 방향으로 작용한다. 따라서 이온 결합 화합물은 서로 다른 전하를 띤 이온 사이의 인력은 최대화하고, 서로 같은 전하를 띤 이온 사이의 반발력은 최소화하는 방향으로 배열되어 규칙적인 결정 구조를 이루므로 여러 가지 특성을 나타낸다. 이온 결합 화합물을 구성하는 양이온과 음이온 사이에는 강한 정전기적 인력이 작용하므로 이들 결합을 끊으려면 많은 에너지가 필요하다. 따라서 이온 결합 화합물은 녹는점과 끓는점이 매우 높아 상온에서 대부분 고체 상태로 존재한다.

<제시문6>

농도를 모르는 일정한 부피의 산에 농도를 알고 있는 염기 용액을 조금씩 넣으면서 완전히 중화시키는 데 필요한 염기의 부피를 측정하면 산의 농도를 구할 수 있다. 이와 같이 중화 반응에서 산과 염기의 양적 관계를 이용해 농도를 모르는 산이나 염기의 농도를 알아내는 방법을 중화 적정이라고 한다.

<제시문7>

간이 열량계를 사용하여 출입하는 열량을 측정할 때 열량계가 열의 출입을 차단한다고 가정하면 화학 반응에서 방출한 열량은 열량계 속 물이 흡수한 열량과 같다. 따라서 물의 비열, 물의 질량, 온도 변화로 화학 반응에서 방출하는 열량을 구할 수 있다. 이때 열량의 단위는 J을 쓴다.

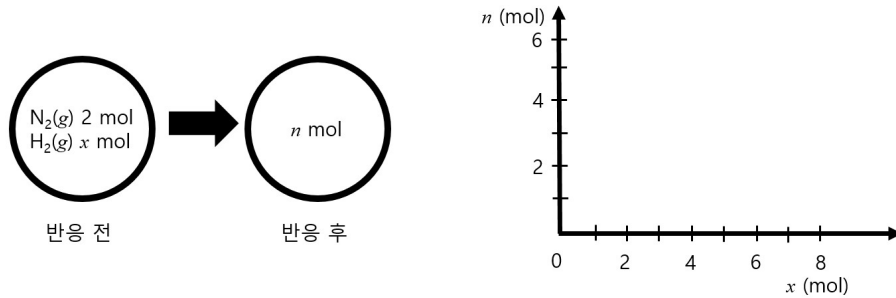
<제시문8>

수용액 속의 H_3O^+ 이나 OH^- 의 농도는 매우 작은 값이므로 사용하기에 불편하다. 덴마크의 생화학자 쇠렌센은 1909년에 H_3O^+ 의 농도 대신 pH라고 하는 간단한 수를 제안하였다. pH는 수용액 속의 $[H_3O^+]$ 의 역수의 상용로그 값이다.

논술시험 (자연 2)

[화학 I - i] $t^{\circ}\text{C}$, 1 기압에서 미지의 기체 (A) 5 L의 질량이 8 g이고, 이산화 탄소(CO_2) 10 L의 질량이 22 g이다. 미지의 기체 (A) 64 g이 0°C , 1 기압에서 차지하는 부피를 구하고, 그 근거를 논하시오. (단, C, O의 원자량은 각각 12, 16이다.)

[화학 I - ii] 질소 기체와 수소 기체가 반응하여 암모니아가 생성되는 화학 반응을 생각해보자. 그림은 강철 용기에 N_2 2 mol과 H_2 x mol을 넣고 반응을 완결시켰을 때의 변화를 나타낸 것이다. 반응 전에 넣은 H_2 의 양($x(\text{mol})$)에 따른 반응 후 전체 기체의 양($n(\text{mol})$)을 그래프로 표기하고, 그 근거를 논하시오. (답안지에 그래프를 그려 넣으시오.)



[화학 I - iii] 아래 주어진 표는 같은 주기에 있는 원자의 순차 이온화 에너지 값을 나타내고 있다. 원자 (다)로부터 비활성 기체와 같은 전자 배치를 갖는 이온(γ)을 생성하기 위한 최소 에너지 값을 예측하고, 그 이유를 논하시오. 또한 원자 (가)~(다)가 등전자 이온으로 존재할 때, 이온 반지름의 크기가 작은 것에서 커지는 순으로 부등호를 이용하여 나열하고, 그 근거를 논하시오.

원자	순차 이온화 에너지(kJ/mol)			
	E_1	E_2	E_3	E_4
(가)	496	4562	6912	9543
(나)	738	1451	7733	10540
(다)	578	1817	2745	11577

[화학 I - iv] 아래 주어진 표는 이온 결합 물질의 녹는점에 영향을 주는 요인을 알아보기 위한 탐구 자료이다. 녹는점에 영향을 주는 요인이 무엇인지 결정하고, 그 근거를 탐구 자료에 주어진 물질 간 상호 비교를 통해 논하시오.

물질	이온 사이의 거리(pm)	녹는점($^{\circ}\text{C}$)
NaCl	276	801
NaBr	291	747
NaI	311	661

물질	이온 사이의 거리(pm)	녹는점($^{\circ}\text{C}$)
CaO	240	2572
SrO	253	2531
BaO	275	1972

[화학 I - v] 다음은 [산 염기의 중화 적정 실험] 및 [화학 반응에 출입하는 열의 측정 실험]이다. 실험 과정 (바)에 기술된 혼합 용액의 최종 온도 $T^{\circ}\text{C}$ 와 pH를 구하고, 그 근거를 논하시오.

[산 염기 중화 적정 실험 과정]

- (가) 0.10 M의 $\text{H}_2\text{SO}_4(aq)$ 를 준비한다.
- (나) (가)의 수용액 10 mL에 물을 넣어 100 mL의 수용액을 만든다.
- (다) (나)에서 만든 수용액 50 mL를 삼각 플라스크에 넣고 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 떨어뜨린다.
- (라) (다)의 삼각 플라스크에 0.1 M $\text{NaOH}(aq)$ 을 한 방울씩 떨어뜨리면서 삼각 플라스크를 흔들어 준다.
- (마) (라)의 삼각 플라스크 속 수용액 전체가 붉은색으로 변하는 순간 적정을 멈추고 적정에 사용된 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피(V)를 측정한다.

[화학 반응에 출입하는 열의 측정 실험 과정]

(바) (마)에서 측정된 0.1 M $\text{NaOH}(aq)$ 의 측정된 부피(V)와 0.01 M의 HCl 90 mL를 열량계에 넣고 섞었다. $\text{NaOH}(aq)$ 용액과 $\text{HCl}(aq)$ 용액의 초기 온도는 똑같이 22.0°C 였고, 혼합 용액의 최종 온도는 $T^{\circ}\text{C}$ 였다. 열량계 속 용액이 얻은 열량은 1.26 kJ 이다. (용액의 밀도와 비열은 각각 1.00 g/mL , $4.2 \text{ J/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$ 로 물에 대한 값과 같다고 가정한다. 중화 반응 전후 용액의 부피 변화는 없다고 가정한다.)

[생명과학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문6>을 읽고 [생명과학 I-i] ~ [생명과학 I-iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

질병은 비감염성 질병과 감염성 질병으로 나눌 수 있다. 비감염성 질병은 고혈압, 당뇨병과 같이 병원체와는 상관없이 일어나며, 감염성 질병은 세균, 바이러스, 원생생물, 곰팡이 등이 몸에 침입하여 발생한다. 이와 같이 감염성 질병을 일으키는 것을 병원체라 한다. 체내에 침입한 세균은 빠르게 증식하고 독소를 만들어 세포의 기능을 저해하거나 세포에 손상을 입힌다. 세균이 질병의 원인일 때는 항생제로 치료한다. 바이러스는 숙주 세포 내에 증식하면서 숙주 세포가 정상적으로 기능하지 못하게 하고 이들을 파괴하여 질병을 유발한다. 바이러스의 작용을 억제하기 위해서는 항바이러스제가 쓰이지만, 바이러스가 증식하는 과정에서 돌연변이가 자주 일어나 예방과 치료가 어렵다.

<제시문2>

우리 몸의 방어 작용에는 병원체의 종류에 관계없이 동일한 방식으로 일어나는 비특이적 방어 작용과 병원체의 종류에 따라 다르게 작용하는 특이적 방어 작용이 있다. 특이적 방어 작용은 비특이적 방어 작용에 비해 느리게 일어나지만, 침입한 병원체를 인식하고 기억하는 특성이 있으며, 여기에는 여러 가지 종류의 림프구와 항체가 중요한 역할을 한다.

<제시문3>

몸에 병원체 같은 이물질이 침입하면 이를 제거하는 면역 반응이 일어나며, 면역 반응을 일으키는 이물질을 항원이라고 한다. 항원이 체내에 처음 침입하면 항체를 생성하는 1차 면역 반응이 일어난다. 항원이 재침입하면 다량의 항체가 빠르게 생성되는 2차 면역 반응이 일어난다. 항체는 항원과 결합하여 항원의 기능을 무력화시키는데, 이러한 반응을 항원 항체 반응이라고 한다.

<제시문4>

한 생물이 가진 염색체의 수, 모양, 크기 등과 같이 관찰할 수 있는 염색체의 형태적인 특징을 핵형이라고 하며, 핵형 분석을 통해 성별과 염색체 수, 구조 이상을 확인할 수 있다. 염색체 수 이상은 대부분 감수 분열 과정에서 나타나는 염색체 비분리 현상에 의해 나타나는데, 21번 염색체가 3개로 47개의 염색체를 가지는 다운 증후군이 예가 된다. 염색체 구조 이상에는 염색체의 결실, 중복, 역위, 전좌가 있다.

<제시문5>

형질을 결정하는 유전자가 어느 염색체에 있느냐에 따라 상염색체 유전과 성염색체 유전으로 구분된다. 상염색체 유전의 경우 남녀에 공통으로 유전자가 있으므로 성별에 관계없이 유전된다. 성염색체 유전은 X염색체나 Y염색체에 존재하는 유전자에 의해 형질이 결정되는 경우이며, 성염색체에 있는 유전자에 의해 일어나는 유전 현상을 반성 유전이라고 한다.

<제시문6>

모세포가 분열하여 세포가 형성된 순간부터 그 세포가 분열을 마칠 때까지의 기간을 세포 주기라고 하며, 간기와 분열기로 구분한다. G₁기는 활발한 물질대사를 통해 세포가 성장하는 시기이며, S기는 DNA 복제가 일어나는 시기이다. 간기를 거친 세포는 분열기로 들어간다. 세포 분열에는 체세포 분열과 감수 분열이 있으며, 가장 큰 차이점은 분열 후 염색체 수의 변화이다.

논술시험 (자연 2)

[생명과학 I - i]

울전이는 병원체 A에 대한 특이적 방어 작용을 연구하기 위하여, 병원체에 한 번도 노출된 적이 없는 생쥐 1, 2번에 병원체 A를 주입하고, 30일 후까지 형질 세포와 세포 독성 T 세포의 수를 각각 측정하여 <표1>에 기록하였다. 병원체 A에 감염된 지 30일째 되는 날, 건강을 회복한 생쥐 1, 2번에서 혈장을 얻어서 냉장고에 보관을 하였다. 이후, B 세포와 T 세포가 모두 결핍된 생쥐 3, 4번을 병원체 A에 노출 시키고, 생쥐 3번에는 생쥐 1번에서 얻은 혈장을, 생쥐 4번에는 생쥐 2번에서 얻은 혈장을 주입하여, 30일 동안 생쥐의 건강 상태를 관찰하였다. (단, 모든 생쥐에는 동일한 양의 병원체 A가 사용되었으며, 관찰 기간 동안 병원체 A에 대한 면역 반응만 일어났다.)

<표1>

세포수		기간	병원체 주입	3일	7일	10일	15일	20일	25일	30일
형질 세포 수 (상대값)	생쥐 1번		0	0	0	0	0	0	0	0
	생쥐 2번		0	400	1,000	2,500	4,000	800	400	20
세포 독성 T 세포 수 (상대값)	생쥐 1번		0	1,600	3,200	6,400	2,000	800	800	20
	생쥐 2번		0	1,500	3,000	6,000	2,000	600	600	20

- (가) 병원체 A에 대한 생쥐 1, 2번의 특이적 방어 작용에 대해 그 근거를 논하시오.
- (나) 생쥐 3, 4번이 병원체 A에 감염된 지 30일이 되는 시점에 생쥐 3, 4번의 생존 여부를 유추하고, 그 근거를 논하시오. (단, 생쥐 3, 4번은 유전적으로 동일하다.)

논술시험 (자연 2)

[생명과학 I - ii]

명륜이는 병원체 A에서 파생된 병원체 A1, A2에 의한 감염병을 연구하기 위해 유전적으로 동일한 생쥐를 이용하여, 세 단계의 실험을 수행하였으며 아래는 첫 번째 단계의 실험 결과이다.

1. 같은 시기에 같은 양의 병원체 A가 주입된 생쥐 6 ~ 10번은 일정 기간이 지난 후 건강을 회복하였다.
2. 생쥐 6 ~ 10번의 혈중 항체 농도 변화는 <표2>와 같다.
3. 생쥐 6, 7번의 병원체 A에 대한 기억 세포 형성 여부에 대한 기록은 없다.
4. 생쥐 8 ~ 10번에서는 병원체 A에 대한 기억 세포가 발견되었다.
5. 생쥐 6 ~ 10번은 병원체 A외 다른 병원체에는 노출된 적이 없다.

<표2>

	병원체 A 주입	4일	7일	10일	14일	17일	21일	25일	28일
생쥐 6번	해당 없음	해당 없음	20	70	250	180	100	50	30
생쥐 7번	해당 없음	해당 없음	40	70	300	200	120	50	10
생쥐 8번	해당 없음	해당 없음	20	100	400	200	60	30	20
생쥐 9번	해당 없음	해당 없음	40	80	200	140	50	20	3
생쥐 10번	해당 없음	해당 없음	30	90	330	200	70	10	3

두 번째 단계에서 명륜이는 A1을 생쥐 6, 7번에, A2를 생쥐 8, 9, 10번에 주입하여 혈중 항체 농도를 확인하였다. 각 생쥐에는 동일한 양의 A1, A2를 사용하였고, 혈중 항체 농도 결과는 각각 <표3>, <표4>에 표시하였다. (단, 모든 생쥐에서는 병원체 A1, A2에 대한 면역 반응만이 일어나고, T 세포에 의한 면역 반응은 고려하지 않는다. 혈중 항체 농도는 상대값이다.)

<표3>

	병원체 A1 주입	4일	7일	10일	14일	17일	21일	25일	28일
생쥐 6번	해당 없음	800	10000	9000	6000	2500	1360	800	500
생쥐 7번	해당 없음	1000	18000	10000	8000	4000	1800	1200	900

<표4>

	병원체 A2 주입	4일	7일	10일	14일	17일	21일	25일	28일
생쥐 8번	해당 없음	10	20	80	360	180	80	25	20
생쥐 9번	해당 없음	10	30	90	200	120	60	20	15
생쥐 10번	해당 없음	20	28	60	280	160	70	30	3

(가) 병원체 A, A1, A2의 동일성 여부를 분석하고, 그 이유를 논하시오.

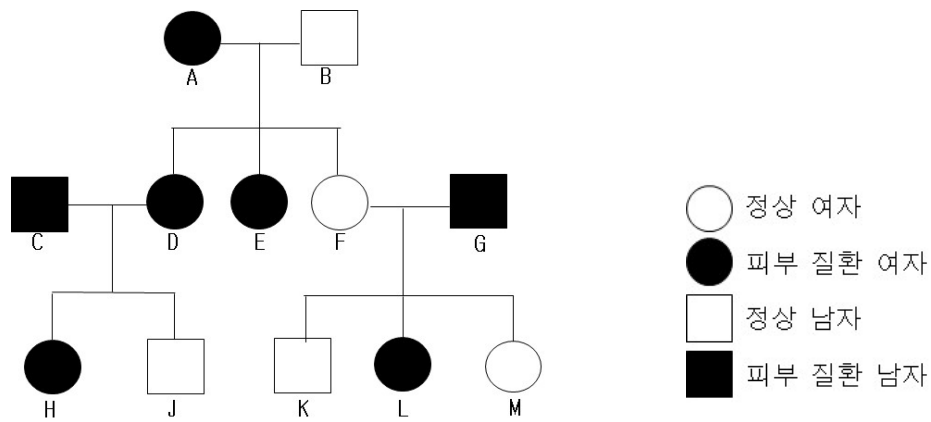
이후, 명륜이는 병원체 A2에 대해 인공적으로 적당한 처리를 통해 독성을 없앤 물질을 개발하였다. 이것의 효능을 확인하기 위해, 명륜이는 이 물질을 생쥐 6 ~ 10번에 주입하고 30일간 생쥐의 혈중 항체 농도 변화를 관찰하였다.

(나) 각각의 생쥐에서 예상되는 혈중 항체 농도 변화 그래프를 그리고, 그 이유를 논하시오. (단, 모든 생쥐에는 같은 양의 물질을 주입하였다.)

논술시험 (자연 2)

[생명과학 I-iii] 최근 뉴스에서 특정 피부 유전 질환이 있는 사람은 병원체 A에 감염될 확률이 높다는 연구 결과가 보도되었다. 율전이(J)와 명륜이(L)의 가계도는 <그림1>과 같다. 율전이와 명륜이가 병원체 A에 노출이 되었고, 명륜이만 병원체 A에 감염이 되었다. 율전이가 감염되지 않은 이유를 찾기 위하여 피부 유전 질환과 관련 있는 유전자 Q와 q의 DNA 상대량을 측정하여 <표5>에 기록하였다. 대립 유전자 Q와 q의 우열 관계는 분명하고, 각각의 DNA 상대량은 1이다. (단, A ~ M의 염색체 수는 모두 정상이고, 염색체 비분리는 일어나지 않는다.)

<그림1>



<표5>

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
Q와 q의 DNA 상대량	2	1	1	1	2	2	1	2	0	1	1	1
감염 여부	○	×	○	○	○	×	○	○	×	×	○	×

○ 감염됨; × 감염안됨

- (가) 피부 질환이 우성 형질인지 열성 형질인지, 그리고 성염색체 유전인지 상염색체 유전인지를 찾고, 그 근거를 논하시오.
- (나) <그림1>과 <표5>를 참고하여, 율전이(J)가 병원체 A에 감염 되지 않은 이유를 모두 논하시오.
- (다) 명륜이 여동생(M)이 병원체 A에 감염 되지 않은 이유를 명륜이(L)와 비교하여 논하시오.

[생명과학 I-iv] 율전이와 명륜이는 병원체 A에 대한 후보 약물 3가지(DA-1, DA-2, DA-3)를 개발하여 각각의 효능을 확인한 후, 안전성 평가를 위해 약물이 동물의 체세포 주기에 미치는 영향을 확인하는 실험을 진행하였다. 병원체 A에 감염되지 않은 체세포 분열 직후 상태의 세포들을 4개의 그룹으로 나누어, 각각에 생리 식염수와 후보 약물들을 처리하였다. <그림2>는 약물을 처리한 지 20시간이 경과된 시점의 세포 1개당 DNA 양에 따른 세포 수를 나타낸 것이고, <표6>는 실험에 사용된 동물 체세포 주기이다.

<그림2>



<표6>

G ₁	S	G ₂	M
6시간	12시간	2.5시간	0.5시간

병원체 A에 대한 후보 약물 3가지를 안전성이 높은 것부터 순서대로 나열하고, 그 이유를 논하시오. (단, 3개 약물 모두 병원체 A에 대한 효능은 같다. 각 그룹에는 같은 수의 세포가 사용되었으며 약물 농도는 고려하지 않는다.)

2022학년도 수시모집 논술우수전형

논술시험(자연 3)

< 2021. 11. 21.(일) 자연계 3교시 >

모집단위	전형유형	논술우수전형
수험번호	성명	

□ 답안작성 유의사항

- 가. 시험 시간은 100분이며, 답안은 반드시 과목별 지정 답안영역에 작성해야 합니다.
- 나. [수학1], [수학2]는 필수 문제이며, [물리학 I], [화학 I], [생명과학 I]의 3문제 중 1문제를 선택하여 응시해야 합니다.
(총 3문제)
- 다. 과학문제 선택과목을 반드시 표기(마킹●)해야 합니다.
- 라. 답안은 지정된 작성영역 내에 작성해야 하며, 지정된 작성영역을 초과하여 작성한 부분에 대해서는 평가하지 않습니다.
- 마. 답안 작성영역에는 어떠한 경우에도 인적사항을 기재하면 안됩니다. 인적사항(성명, 서명 등) 또는 답안과 관계없는 표기를 하는 경우 결격처리 될 수 있습니다.
- 바. 흑색 필기구를 사용해야 합니다.(연필·샤프 사용가능, 답안작성 중 필기구 종류 또는 색상 변경 불가)
- 사. 답안 수정 시에는 취소선을 긋거나 지우개로 지워야 하며 수정액이나 수정테이프는 사용할 수 없습니다.
- 아. 답안지 표지 상단에 본인의 인적사항(모집단위, 수험번호, 성명 등)을 기재하고, 감독위원의 확인을 받아야 합니다.

논술시험 (자연 3)

[수학 1]

다음 <제시문1> ~ <제시문2>를 읽고 [수학1-i] ~ [수학1-iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

- (i) $f(x), g(x), h(x)$ 는 이차함수이다.
- (ii) $f(x), g(x)$ 는 $f(0)=f(1)=g(2)=0$ 와 $f''(0)=-2$ 를 만족한다.
- (iii) $F(x)$ 는 다음과 같이 정의되는 함수이다.

$$F(x) = \begin{cases} f(x) & (x \leq 1) \\ g(x) & (1 < x \leq 2) \\ h(x) & (x > 2) \end{cases}$$

- (iv) $F(x)$ 는 모든 실수에서 미분가능하며 최댓값이 2이다.

<제시문2>

정의역이 음이 아닌 실수의 집합인 함수 $k(x)$ 를 다음과 같이 정의한다.
 음이 아닌 실수 x 에 대하여 $k(x)$ 는 두 점 $(-1, 0)$ 과 $(x, F(x))$ 을 지나는 직선의 기울기이다.
 (단, $F(x)$ 는 <제시문1>에서 정의된 함수이다.)

[수학1-i] <제시문1>에서 정의된 함수 $F(x)$ 의 식을 찾고 그 이유를 논하시오.

[수학1-ii] <제시문1>에서 정의된 함수 $F(x)$ 에 대하여 점 $(-1, 0)$ 에서 $y=F(x)$ 에 접선을 그을 때 가능한 접점의 x 좌표들 중 양수인 것을 모두 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학1-iii] 한 개의 주사위를 세 번 던져서 나온 수를 차례로 a, b, c 라 하자. 이때 함수 $G(x)$ 를 다음과 같이 정의하자.

$$G(x) = \begin{cases} a - |x - a| & (x \leq 2a) \\ b - |x - 2a - b| & (2a < x \leq 2a + 2b) \\ c - |x - 2a - 2b - c| & (x > 2a + 2b) \end{cases}$$

<제시문2>에서 정의된 함수 $k(x)$ 에 대하여, 합성함수 $(k \circ G)(x)$ 가 열린구간 $(0, 2a + 2b + 2c)$ 에서 9개의 극댓값을 갖게 되는 순서쌍 (a, b, c) 의 개수를 구하시오. (단, 주사위는 각 면에 1부터 6까지의 자연수가 하나씩 적힌 정육면체이다.)

논술시험 (자연 3)

[수학 2]

다음 <제시문>을 읽고 [수학 2 - i] ~ [수학 2 -iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문>

이차함수 $f(x) = ax^2 + bx + c$ 가 다음의 조건들을 만족한다.

(i) a 는 0이 아닌 정수이고, b 와 c 는 모두 정수이다.

(ii) $b^2 - 4ac = 1$

[수학 2 - i] 1보다 큰 자연수 N 에 대하여, <제시문>에 주어진 이차함수 $f(x)$ 가 두 조건 $f(0) < 0$ 와 $f(N) > 0$ 를 동시에 만족할 수 있는지에 대하여 논하시오.

[수학 2 - ii] 1보다 큰 자연수 N 과 <제시문>에 주어진 이차함수 $f(x)$ 에 대하여, $a < 0$ 이고 $f\left(\frac{1}{N}\right) > 0$ 일 때, 가능한 이차함수 $f(x)$ 를 모두 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 2 - iii] 1보다 큰 홀수 M 과 <제시문>에 주어진 이차함수 $f(x)$ 에 대하여, $f(0) < 0$ 이고 $f\left(\frac{2}{M}\right) > 0$ 일 때, 가능한 이차함수 $f(x)$ 를 모두 구하고 그 이유를 논하시오.

[수학 2 -iv] $N=100$ 일 때 [수학 2 - ii]에서 구한 이차함수 중 하나를 $Q(x)$ 라 하고, $M=19$ 일 때 [수학 2 - iii]에서 구한 이차함수 중 하나를 $R(x)$ 라 하자. 자연수 n 에 대하여 $Q(n)$ 이 어떤 수열 $\{a_n\}$ 의 첫째항부터 제 n 항까지의 합과 같고, $R(n)$ 은 어떤 수열 $\{b_n\}$ 의 첫째항부터 제 n 항까지의 합과 같다고 하자. 이때 가능한 모든 수열 $\{a_n\}$ 과 수열 $\{b_n\}$ 에 대하여, $\sum_{n=1}^{10} |a_n - b_n|$ 의 최솟값과 최댓값을 구하고 그 이유를 논하시오.

논술시험 (자연 3)

[물리학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문3>을 읽고 [물리학 I-i] ~ [물리학 I-iii]을 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

외부에서 알짜힘이 작용하지 않을 때 운동량이 보존되는 것은 하나의 물체에 대해서만이 아니라 여러 개의 물체로 이루어진 계에 대해서도 성립한다. 즉 어떤 계에 알짜힘이 작용하지 않는 한 계의 전체 운동량은 일정하게 보존되는데, 이것을 운동량 보존 법칙이라고 한다.

<제시문2>

파동은 한 주기라는 시간 동안 한 파장만큼의 거리를 진행한다. 파동의 파장을 λ , 주기를 T , 진동수를 f 라고 할 때 파동의 속력 v 는 다음과 같다. $v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$

<제시문3>

용수철 상수 k 인 용수철에 매달린 물체를 평형 위치에서 x 만큼 잡아당기면 용수철이 물체에 작용하는 힘은 $F = -kx$ 이다.

[물리학 I-i] 고정된 벽을 향해 그림 (a)와 같이 질량이 각각 m_1, m_2 인 물체가 마찰이 없는 수평면 위에서 직선을 따라 같은 속도 v 로 움직이고 있다. 시간 $t=0$ 에서 두 물체의 위치는 각각 $x=b, x=a$ 이다. 물체와 벽, 그리고 두 물체 사이의 충돌과정에서 운동에너지의 합은 보존된다.(단, 공기의 저항과 질량 m_1, m_2 인 두 물체의 크기는 무시한다.)

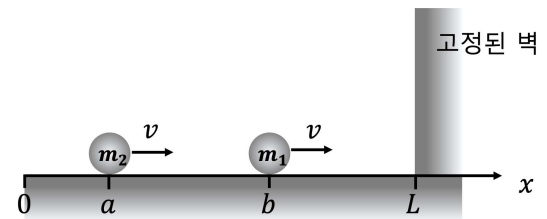


그림 (a)

- (가) 질량 m_1 인 물체가 벽에 충돌하는 시간 t_1 을 구하고 그 근거를 제시하시오.
- (나) 벽과 충돌 후($t > t_1$) 질량 m_1, m_2 인 두 물체가 충돌하는 시간 t_2 를 구하고 그 근거를 논하시오.
- (다) 충돌 전후 운동량과 운동에너지의 총합이 각각 보존된다는 것을 이용해 두 물체의 충돌 후($t > t_2$) 물체 m_1, m_2 의 속도 v_1, v_2 를 구하고 그 근거를 제시하시오.
- (라) m_2 가 m_1 보다 아주 작은 경우, 충돌 후 m_2 의 속도를 구하고 그 근거를 논하시오.
- (마) 첫 충돌 후($t > t_2$) 물체 m_2 의 속도가 $v_2 > 0$ 를 만족하면 두 물체는 다시 충돌한다. m_1 이 m_2 보다 아주 작은 경우, 두 물체의 두 번째 충돌 직후 m_1, m_2 의 속도를 근거와 함께 제시하시오.

[물리학 I-ii] 1차원 직선 위를 따라 진행하는 파동이 있다. 아래 그림 (b)는 파원으로부터의 거리가 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m인 위치에서 파동을 각각 시간 t 의 함수로 그린 것이다.

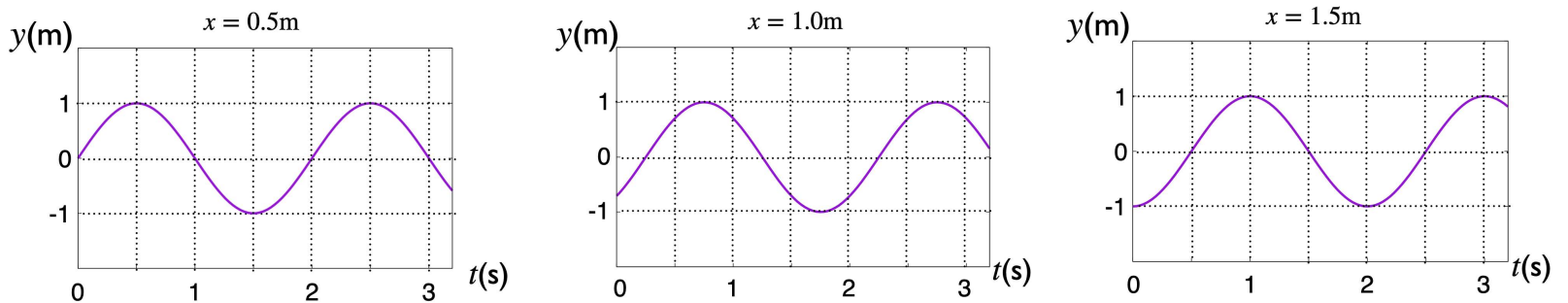


그림 (b)

- (가) 파동의 진폭, 주기, 진동수, 파장, 그리고 파동의 속력을 구하고 그 근거를 제시하시오.
- (나) 그림 (c)를 답안지에 옮겨 그리고 그 위에 시간 $t=1.0$ s일 때 파동을 위치 x 의 함수로 나타내고 그 근거를 제시하시오.

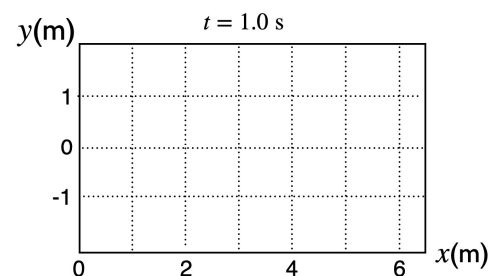


그림 (c)

논술시험 (자연 3)

[물리학 I-iii] 질량을 무시할 수 있는 두 개의 용수철이 있다. 그림 (d)와 같이 물체를 매달지 않았을 때 용수철 1, 2의 길이는 각각 l , $2l$ 이며, 용수철 상수는 각각 k_1 , k_2 이다. (단, 중력가속도는 g 이다.)

(가) 질량이 m 인 물체를 각 용수철에 중력장 안에서 수직으로 매달면, 그림 (d)와 같이 두 용수철은 각각 $\frac{1}{2}l$, l 만큼 길이가 늘어난 위치에서 평형에 도달한다. 용수철 상수 k_1 , k_2 를 m, g, l 을 이용해 각각 표시하고 그 근거를 논하시오.

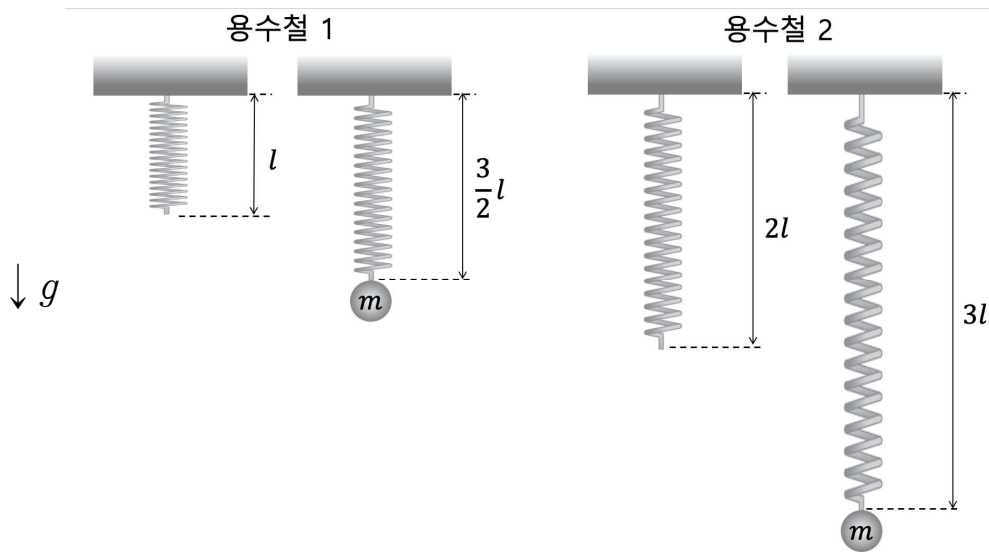


그림 (d)

(나) (가)에서 이용한 두 용수철과 질량 m 인 물체가 그림 (e)와 같이 천장으로부터 바닥 사이에 고정되어 평형상태에 있다. 천장으로부터 바닥까지의 거리가 $6l$ 일 때, 천장으로부터 질량 m 인 물체까지의 거리 L 를 구하고 그 근거를 논하시오. (단, 질량 m 인 물체의 크기는 무시한다.)

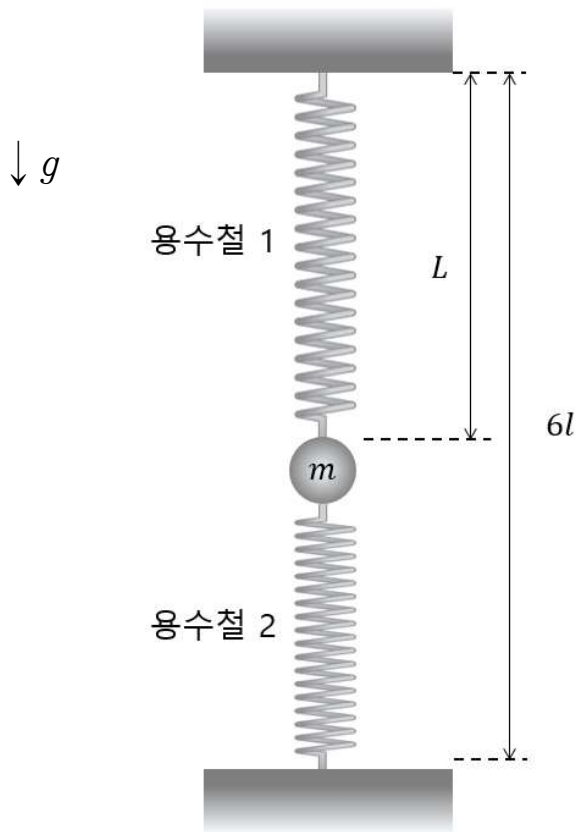


그림 (e)

[화학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문9>를 읽고 [화학 I -i] ~ [화학 I -iv]를 문항별로 풀이와 함께 답하시오.

<제시문1>

화학 반응식에서 계수비는 반응에 관여하는 물질의 몰비에 해당한다. 따라서, 화학 반응식으로부터 반응물과 생성물의 질량비 관계를 알 수 있다. 온도와 압력이 일정할 때에는 반응에 관여하는 기체의 부피비도 계산할 수 있다. 즉, 화학 반응식을 통해 반응물과 생성물의 종류, 몰비, 질량비, 기체 부피비 등을 알 수 있다.

<제시문2>

화학 반응에서 반응물과 생성물이 가지고 있는 에너지가 서로 다르기 때문에 화학 반응이 일어날 때 열의 출입이 있게 된다. 반응물이 생성물보다 더 많은 에너지를 함유하고 있으면 화학 반응이 진행되면서 주위로 열을 방출한다. 이러한 반응을 발열 반응이라고 한다. 반대로, 반응물보다 생성물이 더 많은 에너지를 함유하고 있다면 화학 반응이 일어날 때 주위로부터 열을 흡수한다. 이러한 반응을 흡열 반응이라고 한다.

<제시문3>

원자나 이온이 전자를 잃는 반응을 산화 반응이라고 하며, 전자를 얻는 반응을 환원 반응이라고 한다. 전자를 잃는 산화 반응이 일어나려면 전자를 얻는 환원 반응도 일어나야 한다. 반대로 환원 반응이 일어나려면 산화 반응도 일어나야 한다. 이처럼 산화 반응과 환원 반응은 항상 동시에 일어나므로 산화 환원 반응이라고 부른다. 산화 환원 반응이 일어날 때, 산화 반응에서 잃은 전자의 수는 환원 반응에서 얻은 전자의 수와 같다.

<제시문4>

산화수는 물질을 구성하는 원자가 어느 정도로 산화되었는지를 나타내는 가상적인 값이다. 이온 결합 물질에서 산화수는 각 이온의 전하가 그 이온의 산화수이며, 공유 결합 물질에서는 공유 전자쌍이 그것을 더 세게 끌어당기는 원자에 속해 있다고 가정할 때 각 원자에 할당된 전하수가 산화수가 된다. 화학 반응 전후에 어떤 원자의 산화수가 증가한다면 그 원자가 포함된 물질은 산화된 것이다. 산화제는 다른 물질을 산화시키고 자신은 환원되는 물질이며, 환원제는 다른 물질을 환원시키고 자신은 산화되는 물질이다.

<제시문5>

같은 온도와 압력에서 모든 기체는 같은 부피 속에 같은 수의 분자가 들어 있다. 0°C, 1 기압에서 기체 분자 1 몰이 차지하는 부피는 기체의 종류와 관계없이 22.4 L로 일정하다.

<제시문6>

같은 원소의 원자는 양성자수가 항상 같지만 중성자수는 다를 수 있다. 양성자수는 같으나 중성자수가 달라서 질량수가 다른 원소를 동위 원소라고 한다. 동위 원소의 존재 비율을 고려하여 계산한 각 동위 원소 원자량의 평균 값이 평균 원자량이다.

<제시문7>

pH는 수소 이온 농도 지수이며, $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ 와 같이 나타낼 수 있다. 순수한 물에서는 H_3O^+ 과 OH^- 의 농도가 같으며, 두 이온의 농도를 곱한 값을 물의 이온화 상수(K_w)라고 한다. 25°C 순수한 물에서 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ 이다.

<제시문8>

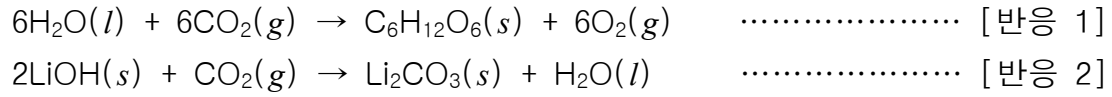
전자쌍 반발 원리에 따르면, 공유 결합 분자에서 중심 원자 주위의 가장 바깥 전자 껍질의 전자쌍들은 정전기적 반발력을 최소화하기 위해 가능한 한 멀리 떨어져 있으려고 한다. 중심 원자의 원자핵과 다른 두 원자의 원자핵이 이루는 각을 결합각이라고 한다.

<제시문9>

분자 안에 전자가 고르게 분포하지 않고 한쪽으로 치우쳐서 부분적인 양전하와 음전하를 띠는 분자를 극성 분자라고 하고, 전자가 고르게 분포하여 부분적인 전하를 띠지 않는 분자를 무극성 분자라고 한다. 물질은 극성에 따라 용해성이 달라지는데, 극성 물질은 극성 용매에 잘 녹고 무극성 물질은 무극성 용매에 잘 녹는다.

논술시험 (자연 3)

[화학 I - i] 성균이의 내연기관 자동차 A는 1 km를 달릴 때 132 g만큼의 CO₂를 발생시킨다고 한다. 성균이는 발생하는 CO₂를 어떻게 없앨 수 있는지 궁금하여, 문헌을 찾아보다가 CO₂가 반응물이 되는 다음 두 개의 반응을 발견하였다. (단, H, Li, C, O의 원자량은 각각 1, 7, 12, 16이다.)



- (가) 성균이가 자동차 A로 20 km를 이동하는데 발생하는 CO₂를, 식물이 [반응 1]을 통해 모두 포도당 (C₆H₁₂O₆)으로 바꾼다면 포도당 몇 kg이 생성될지 예측하고, 그 근거를 논하시오.
- (나) 성균이는 포도당이 공기 중에서 연소될 때 열이 발생한다는 사실을 알고 있었다. 이 사실에 근거하여 [반응 1]의 과정에서 열의 출입을 논하시오.
- (다) 성균이는 [반응 2]가 잠수함이나 우주선과 같은 폐쇄된 공간에서 발생하는 CO₂를 제거하는데 사용된다는 것을 알게 되었다. 그렇다면, 0°C, 1 기압에서 가로, 세로, 높이가 각각 2 m, 2 m, 14 m인 공간을 채우고 있는 공기의 1%(몰비)가 CO₂일 때, 이 CO₂를 LiOH와 반응시켜 모두 흡수하려고 한다면 성균이가 준비해야 하는 LiOH의 최소 질량(kg)이 얼마인지 구하고, 그 근거를 논하시오. (단, 1 m³ = 1000 L)
- (라) [반응 1]과 [반응 2]가 각각 산화 환원 반응인지 아닌지 논하고, 산화 환원 반응인 경우 산화제와 환원제는 각각 무엇인지 제시하고, 그 근거를 논하시오.

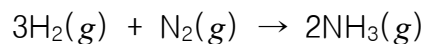
[화학 I - ii]

³⁵X와 ^aX의 두 동위 원소로 이루어진 X₂ 기체 시료에 대하여, ³⁵X의 존재 비율은 75%인 것이 알려져 있다. 0°C, 1 기압에서 이 기체 11.2 L의 질량을 측정했더니 35.5 g이었다. 이 기체 시료에 존재하는 ^aX의 원자량을 구하고, 그 근거를 논하시오.

[화학 I - iii] 원자량 24인 2족 금속 M 3.6 g을 염산 수용액에 넣었더니 수소 기체가 발생하였다.

- (가) 발생하는 기체가 염소 기체가 아니라 수소 기체인 이유에 대하여 산화 환원 반응에 관한 제시문을 참고하여 논하시오.
- (나) 넣어준 금속 M이 모두 반응하였다면, 발생한 수소 기체의 부피가 0°C, 1 기압에서 몇 L가 되는지 구하고, 그 근거를 논하시오.

[화학 I - iv] 수소는 질소와 결합하여 암모니아를 생성할 수 있다.



- (가) 수소와 질소는 물에 잘 녹지 않는데, 생성물인 암모니아는 물에 잘 녹는다고 한다. 그 이유가 무엇인지 루이스 전자점식과 분자 구조를 사용하여 논하시오.
- (나) 0°C, 1 기압에서 1.68 L의 수소 기체가 모두 반응하여 생성된 암모니아 분자를 모두 물에 녹여 500 mL의 수용액을 만들었을 때, 이 암모니아 수용액의 몰 농도를 구하고, 그 근거를 논하시오.
- (다) 물에 녹은 암모니아 분자의 일부는 NH₄⁺ 이온이 된다. 물의 자동 이온화 및 NH₄⁺ 이온의 형성 과정을 연관지어 25°C 암모니아 수용액의 pH를 논하시오.
- (라) 암모니아 분자가 NH₄⁺ 이온으로 될 때 결합각의 변화를 논하시오.

[생명과학 I]

다음 <제시문1> ~ <제시문5>를 읽고 [생명과학 I-i] ~ [생명과학 I-v]를 문항별로 풀이와 함께 답하십시오.

<제시문1>

척추동물은 뼈와 근육의 상호 작용으로 운동을 한다. 뼈와 연결된 골격근은 근육 섬유 다발로 이루어져 있고, 근육 섬유는 더 가는 근육 원섬유 다발로 구성되며, 근육 원섬유를 이루는 것은 가는 액틴 필라멘트와 굵은 마이오신 필라멘트이다.

<제시문2>

근육 원섬유 마디는 나란히 놓인 가는 액틴 필라멘트 사이에 굵은 마이오신 필라멘트가 일부분씩 겹쳐 배열된 구조이다. 액틴 필라멘트만 있는 곳은 밝게 보이므로 명대(I대), 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹쳐져 있는 곳은 어둡게 보이므로 암대(A대)라고 한다. A대는 마이오신 필라멘트만 있는 H대를 포함하며, 그 중앙에는 M선이 있다. 근육 원섬유에서 밝은 부분의 중앙에는 수직으로 선이 나타나는데, 이를 Z선이라고 한다. 근육 원섬유 마디(근절)는 Z선과 Z선 사이를 말하며, 근육 수축의 기본 단위가 된다.

<제시문3>

몸을 움직이는 근육의 수축과 이완은 골격근에 분포한 운동 신경의 작용으로 조절된다. 대뇌를 비롯한 여러 기관이 운동 신경을 자극하면, 자극을 받은 운동 신경의 축삭 돌기 말단에서 아세틸콜린을 분비한다. 분비된 아세틸콜린이 골격근에 작용하면 골격근의 수축이 시작된다.

<제시문4>

뉴런의 축삭 돌기 말단에는 신경 전달 물질이 들어 있는 시냅스 소포가 있다. 활동 전위가 축삭 돌기 말단으로 전도되면 시냅스 소포는 세포막과 융합하여 신경 전달 물질을 시냅스 틈으로 보낸다. 시냅스 이후 뉴런에는 이러한 신경 전달 물질과 결합할 수 있는 수용체가 있다. 수용체가 신경 전달 물질과 결합하면 Na^+ 통로가 열리고 Na^+ 이 세포 안으로 들어와 막전위가 변한다.

<제시문5>

근육 원섬유가 수축할 때에는 근육 원섬유 마디가 짧아진다. 이때 마이오신 필라멘트가 있는 A대의 길이는 변하지 않고, 액틴 필라멘트만 있는 I대와 근육 원섬유 마디 중심부의 마이오신 필라멘트만 있는 H대가 짧아진다. 근 수축의 원리를 이와 같이 설명하는 것을 활주설이라고 한다. 액틴 필라멘트들이 미끄러져 들어가면서 양쪽 끝의 Z선들도 따라서 잡아당기기 때문에 근육 원섬유 마디의 길이가 짧아지게 된다. 또한, 근육 섬유 전반에서 근육 원섬유 마디가 동시에 짧아지면서 근육 섬유 전체 길이가 짧아진다.

논술시험 (자연 3)

김생명 박사 연구진은 근육이 수축할 때와 이완할 때 근육 원섬유 마디 X의 변화를 조사하였다. 첫 번째 단계로 근육 원섬유 마디 X의 모양을 관찰한 결과 X는 원통형의 모양을 가지고 있으며 그 단면의 직경은 $1.03 \mu\text{m}$ 임을 관찰하였다. X의 필라멘트 구성을 조사한 결과 세 가지의 다른 구조를 갖는 단면을 관찰하였다. 단면 (가)는 직경 $0.011 \mu\text{m}$ 인 필라멘트가 분포하고, 단면 (나)는 직경 $0.0055 \mu\text{m}$ 인 필라멘트가 분포하며, 단면 (다)는 직경 $0.011 \mu\text{m}$ 인 필라멘트와 직경 $0.0055 \mu\text{m}$ 인 필라멘트가 함께 분포함을 관찰하였다. 두 번째 단계로 김생명 박사 연구진에 속한 박과학 연구원이 근육의 수축과 이완 과정을 5개의 다른 시점에서 근육 원섬유 마디 X의 길이, 단면 (가)의 구조를 갖는 부분의 길이, 단면 (나)의 구조를 갖는 부분의 길이, 단면 (다)의 구조를 갖는 부분의 길이를 측정하는 실험을 수행하였다. 이때 X의 길이는 좌우 대칭이므로 단면 (나)와 (다)의 구조를 갖는 부분의 길이는 각 길이의 절반에 해당하는 부분만을 측정하여 기록하였다. 세 번째 단계로 이분석 연구원이 박과학 연구원이 기록한 실험 자료를 분석하고자 하였는데 박과학 연구원이 X의 길이 변화는 정확하게 기록하였으나 단면 (가), (나), (다)의 구조를 갖는 부분의 길이 변화는 단면 종류의 구분에 대한 기록이 없이 단순히 (a), (b), (c)로 표시한 것을 발견하였다. 실험 자료에는 시점이 13 ms, 25 ms, 37 ms, 40 ms, 52 ms일 때 X, (a), (b), (c)의 길이에 대한 측정값이 기록되었다. 시점 37 ms일 때 (a)의 길이는 $0.56 \mu\text{m}$ 였고, 시점 52 ms일 때 X의 길이는 $2.5 \mu\text{m}$, (b)의 길이는 $0.66 \mu\text{m}$ 였다. 시점 40 ms에서 (c)의 길이는 $0.78 \mu\text{m}$ 였고, 시점 25 ms일 때 (c)의 길이는 $1.44 \mu\text{m}$ 였다. 시점 13 ms일 때 X의 길이는 $3.5 \mu\text{m}$, (b)의 길이는 $0.16 \mu\text{m}$ 였다. 실험 기록지의 한쪽 구석에는 시점 40 ms일 때 (c)의 길이에서 시점 13 ms일 때 (a)의 길이를 뺀 후 시점 40 ms일 때 (c)의 길이로 나눈 결과와 시점 13 ms일 때 (a)의 길이에서 시점 40 ms일 때 (c)의 길이를 뺀 후 시점 37 ms일 때 (a)의 길이로 나눈 결과가 같다고 적혀 있었다.

[생명과학 I - i] 시점 13 ms일 때 (a)의 길이를 구하고, 그 근거를 논하시오.

[생명과학 I - ii] 이분석 연구원은 (a)가 단면 (가), (나), (다)의 구조를 갖는 부분 중 어느 부분에 해당하는지 결정하기 위하여 각각의 경우를 가정하고 이때 해당 경우가 실험 자료를 설명할 수 있는지를 분석하였다. (a)가 단면 (가)의 구조를 갖는다고 가정한 경우, 단면 (나)의 구조를 갖는다고 가정한 경우, 단면 (다)의 구조를 갖는다고 가정한 경우에 대해 각 경우가 실험 자료를 설명할 수 있는지를 정하고, 그 근거를 논하시오.

[생명과학 I - iii] 이분석 연구원은 실험자료를 복구하여 <표1>의 양식으로 정리하였다.

<표1>

시점 (ms)	X의 길이 (μm)	(가)의 길이 (μm)	(나)의 길이 (μm)	(다)의 길이 (μm)
13				
25				
37				
40				
52				

<표1>을 완성하고 시점 37 ms 일 때 측정한 X의 길이를 구하고, 그 근거를 논하시오.

[생명과학 I - iv] 시점 25 ms 일 때 단면 (가), (나), (다)의 구조를 갖는 부분의 길이 중 가장 긴 길이와 가장 짧은 길이의 비율($\frac{\text{가장 긴 길이}}{\text{가장 짧은 길이}}$)을 구하고, 그 근거를 논하시오.

[생명과학 I - v] 단면 (가)의 구조를 갖는 부분과 단면 (나)의 구조를 갖는 부분이 겹치는 구간의 길이의 최대값과 최소값의 차이를 구하고, 그 근거를 논하시오.