

# 1. 2020학년도 수시모집 논술고사 문항 및 제시문

## 논제I<수학>

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

[가] 이차방정식  $ax^2 + bx + c = 0 (a \neq 0)$ 의 두 근을  $\alpha, \beta$ 라고 하면

$$\alpha + \beta = -\frac{b}{a}, \quad \alpha\beta = \frac{c}{a}$$

[나] 함수  $f(x)$ 가 어떤 구간에서 미분가능하고, 이 구간의 모든  $x$ 에 대하여

(1)  $f'(x) > 0$  이면  $f(x)$ 는 이 구간에서 증가한다.

(2)  $f'(x) < 0$  이면  $f(x)$ 는 이 구간에서 감소한다.

[다] 함수  $f(x)$ 가 구간  $[a, b]$ 에서 연속이고,  $F(x)$ 가  $f(x)$ 의 부정적분이면

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

[라] (1) 두 함수  $f(x), g(x)$ 가 미분가능하고  $g(x) \neq 0$ 일 때,

$$y = \frac{f(x)}{g(x)} \text{ 이면 } y' = \frac{f'(x)g(x) - f(x)g'(x)}{\{g(x)\}^2}$$

(2) 두 함수  $y = f(u), u = g(x)$ 가 미분가능할 때, 합성함수  $y = f(g(x))$ 의 도함수는

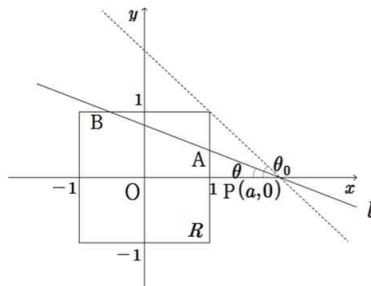
$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \cdot \frac{du}{dx} \quad \text{또는} \quad \{f(g(x))\}' = f'(g(x))g'(x)$$

[마] 미분가능한 함수  $t = g(x)$ 의 도함수  $g'(x)$ 가 구간  $[a, b]$ 에서 연속이고,  $g(a) = \alpha, g(b) = \beta$ 에 대하여 함수  $f(t)$ 가  $\alpha$ 와  $\beta$ 를 양 끝으로 하는 닫힌 구간에서 연속일 때,

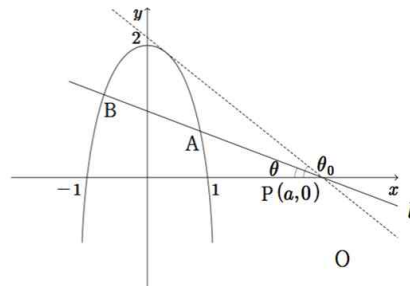
$$\int_a^b f(g(x))g'(x) dx = \int_{\alpha}^{\beta} f(t) dt$$

[논제 I] 제시문 [가]~[마]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

$a \geq 1$ 이고  $0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$ 일 때, 점  $P(a, 0)$ 을 지나고  $x$ 축의 음의 방향과 이루는 각의 크기가  $\theta$ 인 직선  $l$ 의 방정식은  $y = -\tan \theta (x - a)$ 이다.



[그림 1]



[그림 2]

[문제 I-1]

[그림 1]과 같이  $a > 1$  이고 사각형  $R$ 은 꼭짓점이  $(1, 1)$ ,  $(-1, 1)$ ,  $(-1, -1)$ ,  $(1, -1)$  인 정사각형이다. 직선  $l$ 이  $(1, 1)$ 을 지날 때의  $\theta$ 를  $\theta_0$ 이라 하자.  $0 \leq \theta < \theta_0$  일 때, 직선  $l$ 과 정사각형  $R$ 은 서로 다른 두 점에서 만나고 이 두 점을  $A$ 와  $B$ 라 하자. (단,  $A$ 의  $x$ 좌표가  $B$ 의  $x$ 좌표보다 크다.)  $\theta = \theta_0$ 인 경우 한 점에서 만나므로 점  $A$ 와  $B$  모두  $(1, 1)$ 이라 하자.

(1) 직선  $l$ 이 점  $(-1, 1)$ 을 지날 때의  $\theta$ 를  $\theta_1$ 이라 하자.  $\tan \theta_1$ 을  $a$ 를 이용하여 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (3점)

(2)  $0 \leq \theta \leq \theta_0$ 에 대하여  $\overline{PB}^2 - \overline{PA}^2$ 을  $\theta$ 에 관한 함수  $g(\theta)$ 로 나타낼 수 있다.  $\int_0^{\theta_0} g(\theta) d\theta$ 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

[문제 I-2]

[그림 2]와 같이 직선  $l$ 이 곡선  $C: y = -2x^2 + 2$ 에 접하고, 이 접점의  $y$ 좌표가 0보다 크거나 같을 때의  $\theta$ 를  $\theta_2$ 라 하자.  $0 \leq \theta < \theta_2$ 일 때, 직선  $l$ 과 곡선  $C$ 는 서로 다른 두 점에서 만나고 이 두 점을  $A$ 와  $B$ 라 하자. (단,  $A$ 의  $x$ 좌표가  $B$ 의  $x$ 좌표보다 크다.)

(1)  $\tan \theta_2$ 를  $a$ 를 이용하여 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (12점)

(2)  $a = 1$ 이고  $0 \leq \theta < \theta_2$ 일 때,  $\overline{AB}^2$ 이 최대가 되는  $\tan \theta$ 와  $\overline{AB}^2$ 의 최댓값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

(3) 직선  $l$ 이 점  $(0, 2)$ 를 지날 때의  $\theta$ 를  $\theta_3$ 이라 하자.  $0 \leq \theta \leq \theta_3$ 에 대하여  $A$ 와  $B$ 의 중점이  $M$ 일 때, 선분  $PM$ 과 선분  $MB$ 의 길이의 곱  $\overline{PM} \times \overline{MB}$ 를  $\theta$ 에 관한 함수  $h(\theta)$ 로 나타낼 수 있다.  $\int_0^{\theta_3} h(\theta) d\theta$ 를  $a$ 를 이용하여 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

## 문제 II <물리>

II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (40점)

[가] 축전기가 얼마나 많은 전하로 대전될 수 있는지를 나타내는 물리량이 전기용량( $C$ )이다. 축전기에 저장되는 전하량  $Q$ 는 금속판 사이의 전위차  $V$ 에 비례하므로  $Q = CV$ 로 나타낼 수 있다. 금속판의 넓이가  $S$ 이고 두 극판 사이의 거리가  $d$ 인 평행판 축전기의 전기용량  $C = \varepsilon \frac{S}{d}$ 이다. 여기서  $\varepsilon$ 은 두 극판 사이를 채운 유전체의 종류에 관계되는 물리량으로 유전율이라고 한다. 진공의 유전율  $\varepsilon_0$ 을 이용하여 유전체의 유전율  $\varepsilon = \kappa \varepsilon_0$ 으로 표현한다. 여기서  $\kappa$ 는 유전 상수이다. 진공의 유전 상수가 1이고 다른 유전체들의 유전 상수는 1보다 크다.

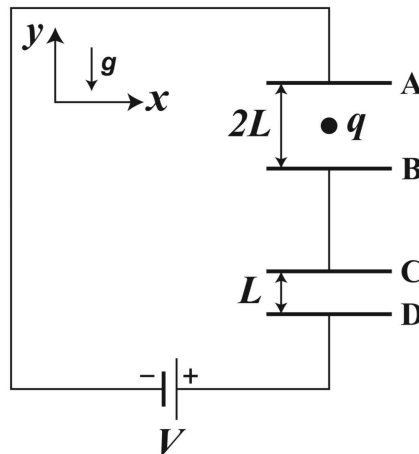
[나] 물체가 운동 상태의 변함없이 안정적으로 정지해 있는 상태를 평형 상태라고 한다. 물체에 작용하는 힘의 평형만으로는 물체의 평형 상태를 유지하기 어렵고, 물체에 작용하는 모든 돌림힘도 평형이 이루어져야 한다.

[다] 자기장( $B$ )에 수직하게 속력  $v$ 로 운동하는 전하량  $q$ 인 입자에 작용하는 힘  $F=qvB$ 이다. 이와 같이 자기장 속에서 운동하는 대전 입자가 받는 힘을 로런츠 힘이라고 한다. 대전 입자가 균일한 자기장 속에 속력  $v$ 로 수직으로 입사하면 로런츠 힘이 구심력으로 작용하여 등속 원운동한다. 반지름  $r$ 인 원 궤도에서 속력  $v$ 로 운동하는 질량  $m$ 인 물체에 작용하는 구심력  $F=\frac{mv^2}{r}$ 이다.

[라] 중력 가속도가  $g$ 인 지표 부근에서 수평면과  $\theta$ 의 각도로 처음 속력  $v_0$ 으로 던진 물체는 포물선 운동을 한다. 이때, 지표면에서 물체의 수평 방향 도달 거리  $R=\frac{v_0^2}{g}\sin 2\theta$ 이다.

[문제 II-1]

[그림 1]과 같이 넓이가 같은 4장의 금속판 A, B, C, D를 이용하여 만든 두 개의 평행판 축전기를 전압이  $V$ 인 전원장치에 연결하였다. A와 B 사이의 거리는  $2L$ 이고, C와 D 사이의 거리는  $L$ 이다. A와 B 사이에 질량  $m$ , 전하량  $q$ 인 입자를 가만히 놓았더니 정지한 상태가 되었다. 중력 가속도는  $g$ 이다.



[그림 1]

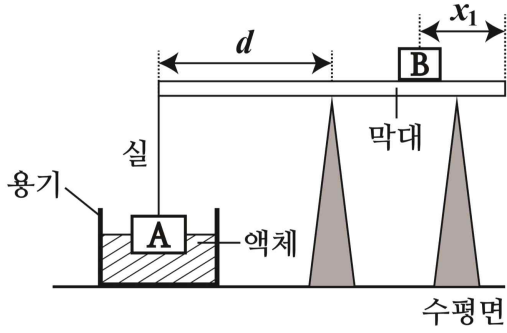
(1) C와 D 사이의 거리  $L$ 을  $V$ ,  $m$ ,  $q$ ,  $g$ 를 이용하여 표현하고, 그 근거를 논술하시오. (단, 두 축전기의 내부는 진공이고, 입자의 크기는 무시한다.) (10점)

(2) 두 축전기 중에서 C와 D로 만든 축전기의 내부를 유전 상수가 1보다 큰 유전체로 채웠을 때, 입자의 운동 방향을 설명하고, 그 근거를 논술하시오. (6점)

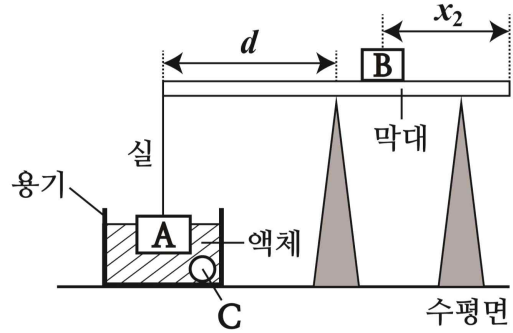
[문제 II-2]

[그림 2-1]과 같이 밑넓이가  $SS$ 인 직육면체 모양의 물체 A가 길이가  $2d$ 인 막대 왼쪽 끝에 실로 연결되어 밑넓이가  $3S$ 인 용기에 담긴 밀도가  $\rho$ 인 액체에 일부가 잠겨 있다. A의 밀도와 막대의 밀도는 각각 균일하고, 막대는 받침대 위에서 수평으로 평형 상태를 유지한다.

막대의 오른쪽 끝에서 질량이  $2m$  인 물체 B까지의 거리를  $x$ 라고 할 때, 막대가 수평을 유지하기 위한  $x$ 의 최댓값은  $x_1$ 이다. [그림 2-2]는 [그림 2-1]의 액체가 담긴 용기에 밀도가  $2\rho$ 이고 질량이  $m$ 인 물체 C를 넣고 C가 완전히 액체에 잠겼을 때를 나타낸 것이다. [그림 2-2]에서 막대가 수평을 유지하기 위한  $x$ 의 최댓값은  $x_2$ 이다.  $d$ 가  $(x_2 - x_1)$ 의 몇 배인지를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (단, 막대의 두께와 폭, 실의 질량, B의 크기는 무시한다. A의 밑면은 수평면과 나란하고, A의 밀도는  $\rho$ 보다 크다.) (12점)



[그림 2-1]

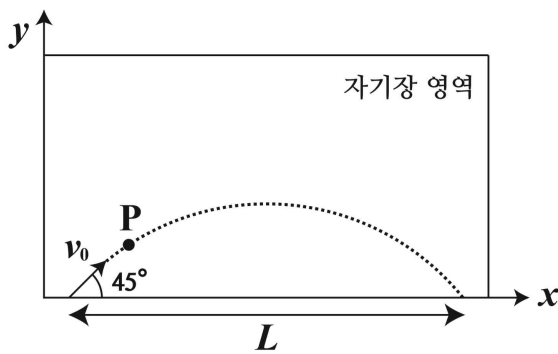


[그림 2-2]

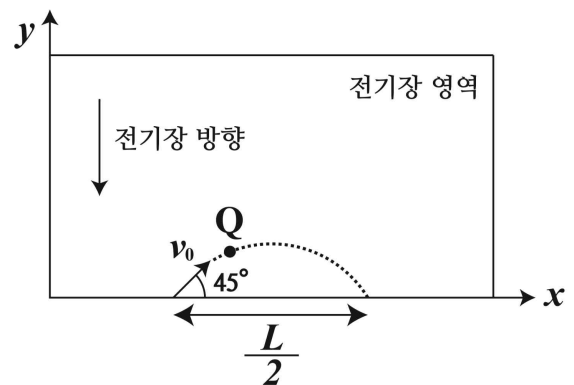
[문제 II-3]

[그림 3-1]은 세기가  $0.2T$ 이고 방향이  $xy$  평면과 수직인 자기장 영역으로 점전하 P가  $x$ 축과  $45^\circ$  방향으로 속력  $v_0$ 으로 입사하여 운동하는 모습을 나타낸 것이고, [그림 3-2]는 세기가  $0.4N/C$ 이고 방향이  $-y$ 방향인 전기장 영역으로 점전하 Q가  $x$ 축과  $45^\circ$  방향으로 속력  $v_0$ 으로 입사하여 운동하는 모습을 나타낸 것이다. P와 Q의 전하량과 질량은 같다. 자기장 영역에서 P가  $x$ 축 방향으로 이동한 거리가  $L$ 이고, 전기장 영역에서 Q가  $x$ 축 방향으로 이동한 거리는  $\frac{L}{2}$ 일 때,  $v_0$ 을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (단, 중력의 영향은 무시한다.)

(12점)



[그림 3-1]



[그림 3-2]

## 문제 II <화학>

### II. 다음 제시문을 읽고 문제에 답하십시오. (40점)

[가] 오비탈이란 일정한 에너지를 가진 전자가 원자핵 주위에서 발견될 확률 분포를 나타내는 함수이다. 바닥 상태 원자의 전자 배치는 파울리 배타 원리와 훈트 규칙을 따르면서 에너지가 낮은 오비탈부터 순서대로 전자가 채워지는 쌓음 원리로 배치된다. 파울리 배타 원리에 의하면, 1개의 오비탈에는 스핀 방향이 서로 다른 전자가 최대 2개까지 채워질 수 있다. 또한 전자가 같은 에너지의 오비탈에 채워질 때, 바닥 상태 원자의 전자는 훈트 규칙에 따라 가능한 한 서로 쌍을 이루지 않게 배치된다. 이때 쌍을 이루고 있지 않은 전자를 홀전자라고 한다.

[나] 수소 원자는 양성자 1개와 전자 1개로 이루어져 있어 원자핵과 전자 사이의 인력만 존재한다. 따라서 수소 원자의 전자는 양성자 1개에 해당하는 핵전하를 느끼게 된다. 반면 2개 이상의 전자를 가지는 원자의 경우 핵과 전자 사이의 인력뿐 아니라 전자 사이의 반발력도 고려된다. 따라서 가장 바깥 껍질에 있는 전자가 실제로 느끼는 핵전하는 가려막기 효과에 의해 감소한다. 이때 전자가 실제로 느끼는 핵전하를 유효 핵전하라고 한다.

[다] 기체 상태의 원자 1몰로부터 전자 1몰을 떼어낼 때 필요한 에너지를 이온화 에너지라고 한다. 원자 1몰에서 전자를 1몰씩 순차적으로 떼어낼 때 필요한 에너지를 차례로 제1 이온화 에너지( $E_1$ ), 제2 이온화 에너지( $E_2$ ), 제3 이온화 에너지( $E_3$ ), ...라고 하고, 이를 순차적 이온화 에너지라고 한다. 원자에서 전자를 떼어낼수록 전자 간의 반발력은 감소하고 전자와 원자핵 사이의 인력은 증가하므로 순차적 이온화 에너지가 점점 증가한다. 원자에서 원자가 전자를 떼어낼 때에 비하여 안쪽 전자 껍질에 있는 전자를 떼어낼 때에는 이온화 에너지 값이 급격히 커진다.

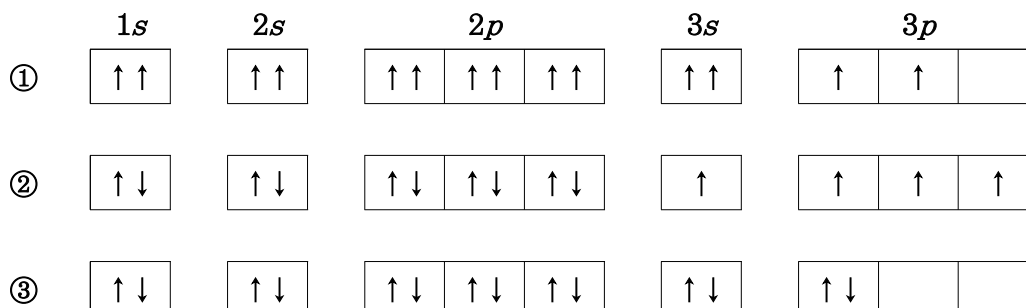
[라] 원자의 원자가 전자를 점으로 나타낸 것을 루이스 전자점식이라고 한다. 원자가 공유 결합을 할 때에는 홀전자들이 전자쌍을 이루어 공유 전자쌍을 만든다. 전자가 쌍을 이루고 있으나 공유 결합에 참여하지 않은 전자쌍을 비공유 전자쌍이라고 한다. 공유 결합 화합물의 구조를 간단하게 나타내기 위하여 비공유 전자쌍은 생략하고 공유 전자쌍을 결합선으로 나타낸 화학식을 구조식이라고 한다.

[마] 생명체는 수많은 세포로 이루어져 있다. 세포핵은 생명체의 유전 정보를 담고 있는 긴 사슬 모양의 분자인 핵산으로 가득 차 있다. 핵산을 이루고 있는 기본 단위는 뉴클레오타이드이다. 뉴클레오타이드는 인산 결합을 통해 핵산을 형성한다. 인산( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )의 중심 원자는 주변의 전자가 10개로 옥텟 규칙을 만족하지 못하여 확장된 옥텟 규칙이 적용된다.

[바] 원유로부터 얻을 수 있는 물질은 대부분 탄소와 수소로만 이루어진 화합물인데, 이를 탄화수소라고 한다. 분자 내의 모든 탄소-탄소 결합이 단일 결합인 탄화수소를 포화 탄화수소라고 한다. 탄화수소는 분자 모양에 따라 사슬 모양 탄화수소와 고리 모양 탄화수소로 구분한다. 탄화수소를 구성하는 탄소가  $n$ 개일 때 수소는 사슬 모양 포화 탄화수소의 경우  $2n + 2$ 개이고, 고리 모양 포화 탄화수소의 경우  $2n$ 개이다.

[문제 II-1] 제시문 [가]~[다]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

(1) 양성자 14개를 가지는 임의의 3주기 원자 X의 바닥 상태 전자 배치를 그림으로 나타내는 문제에 아래의 오답들(①, ②, ③)이 제출되었다. 각각의 오답에서 만족하지 못한 전자 배치 규칙에 대하여 논술하고, 원자 X의 바닥 상태 전자 배치를 그림으로 제시하시오. (8점)



(2) 바닥 상태 전자 배치에서 [문제 II-1] (1)의 X와 홀전자 수가 동일한 임의의 3주기 원소 Y의 원자 반지름을 비교하고 그 이유에 대해 논술하시오. (4점)

(3) 아래 표는 임의의 3주기 원자 A~D의 순차적 이온화 에너지를 나타낸 것이다. 원자 A~D가 어떤 원소인지 논술하고, 이들 중 [문제 II-1] (2)의 X, Y에 해당하는 원소를 제시하시오. (6점)

원자	순차적 이온화 에너지 ( $E_n$ , kJ/몰)						
	$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$	$E_5$	$E_6$	$E_7$
A	496	4560	6910	9540	13400	16600	20100
B	1000	2250	3360	4560	7010	8500	27100
C	1010	1900	2910	4950	6270	21269	25400
D	789	1580	3230	4360	16100	19800	23800

[문제 II-2] 제시문 [라]~[바]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

(1)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 은 고체 상태의 인(P)을 완전 연소시켜 얻은 고체인  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ 과  $\text{H}_2\text{O}$ 의 반응을 통해 만들어진다. P의 완전 연소를 통해  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ 이 만들어지는 화학 반응식과  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ 과  $\text{H}_2\text{O}$ 의 반응을 통해  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 이 만들어지는 화학 반응식을 각각 제시하고,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 의 구조식에 대해 논술하시오. (8점)

(2) 한 분자당 6개의 탄소를 가진 고리 모양의 포화 탄화수소 1몰을  $x$  g의  $\text{O}_2$ 를 이용해 완전 연소시켰더니  $\text{H}_2\text{O}$ 과  $\text{CO}_2$ 가 생성되었고  $\text{O}_2$ 가 남았다. 생성된  $\text{H}_2\text{O}$ 과 남은  $\text{O}_2$ 를 [문제 II-2] (1) 반응의 반응물로 이용하였더니  $\text{H}_2\text{O}$ 과  $\text{O}_2$ 가 모두 소모되었다. 초기  $\text{O}_2$ 의 질량  $x$ 에 대해 논술하시오. (단, H, C, O, P의 원자량은 각각 1, 12, 16, 31이다.) (14점)

## 논제 II <생명과학>

### II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 혈당량은 신경계와 인슐린, 글루카곤, 당질 코르티코이드 등 호르몬의 상호 작용으로 일정하게 유지된다. 인슐린이 부족한 당뇨병 환자는 비정상적인 포도당 대사로 인해 신체 기관에 에너지 공급이 원활하지 않다. 당뇨병 환자는 약물, 운동, 식이 요법 등을 통한 혈당량 조절이 필요하다.

[나] 근육 섬유는 액틴 필라멘트와 마이오신 필라멘트가 겹쳐져 있는 형태의 근육 원섬유 마디를 단위로 구성되어 있다. 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 겹친 부분이 증가하면 근육 원섬유 마디가 짧아져서 근수축이 일어나고, 겹친 부분이 감소하면 근육 원섬유 마디가 길어져서 근이완이 일어난다. 근육 섬유가 반복적인 근수축을 하기 위해서는 ATP가 필요한데, 근육에 저장된 ATP, 포도당 산화로 합성된 ATP 등이 이용된다.

[다] 가시에 찔려 손상된 피부 조직에 세균이 침입하면 열, 부종, 통증 등의 증상이 나타나는데, 이를 염증 반응이라고 한다. 손상된 피부의 조직 세포에서는 히스타민이 분비되어 모세 혈관이 확장되고, 혈관의 투과성이 증가한다. 이때 혈액에 있는 백혈구 등의 식세포들이 상처 부위에 모여들어 침입한 세균을 죽이는 식세포 작용을 한다.

[라] 생식 세포가 형성될 때는 분열이 2회 연속해서 일어나 염색체 수가 모세포의 절반인 4개의 딸세포가 생성되는데, 이러한 분열을 감수 분열이라고 한다. 감수 1분열 과정에서 상동 염색체가 제대로 분리되지 않거나, 감수 2분열 과정에서 염색 분체가 제대로 분리되지 않으면, 정상보다 더 많거나 적은 수의 염색체를 가지는 생식 세포가 만들어지는데 이를 염색체 비분리 현상이라고 한다. 성염색체 수 이상의 예로는 터너 증후군과 클라인펠터 증후군 등이 있다. 클라인펠터 증후군은 X 염색체를 하나 더 가지고 있는 남성에서 나타난다.

[마] 일정한 지역에 서식하는 개체군의 집합을 군집이라고 한다. 군집을 이루는 개체군 사이에는 서로 먹고 먹히는 관계가 형성되는데 이를 먹이 사슬이라 하고, 군집에서 여러 먹이 사슬이 복잡하게 얽혀 그물처럼 나타나는 것을 먹이 그물이라고 한다. 영양 단계는 먹이 사슬을 통해 물질과 에너지가 전달되는 단계로, 가장 하위 단계에 생산자가 있고, 생산자를 먹는 1차 소비자, 1차 소비자를 먹는 2차 소비자 등의 순서로 상위 영양 단계로 올라간다.

[논제 II-1] 제시문 [가]와 [나]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

혈당이 매우 높은 당뇨병 환자가 약물 치료 없이 단지 강한 운동 요법만으로 혈당량을 조절하고자 한다.

- (1) 이 환자의 운동 지속 가능성을 근수축에 필요한 ATP 공급원의 관점에서 논술하시오. (6점)
- (2) 이 환자의 운동 요법이 혈당량 조절에 미치는 영향을 신경계와 호르몬의 상호 작용 관점에서 논술하시오. (6점)

[논제 II-2] 제시문 [다]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

가시에 찔려 염증 반응이 일어날 때 상처 부위에 열이 나고 붉게 부어오르는 이유를 히스타민의 작용 관점에서 논술하시오. (8점)

[논제 II-3] 제시문 [라]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

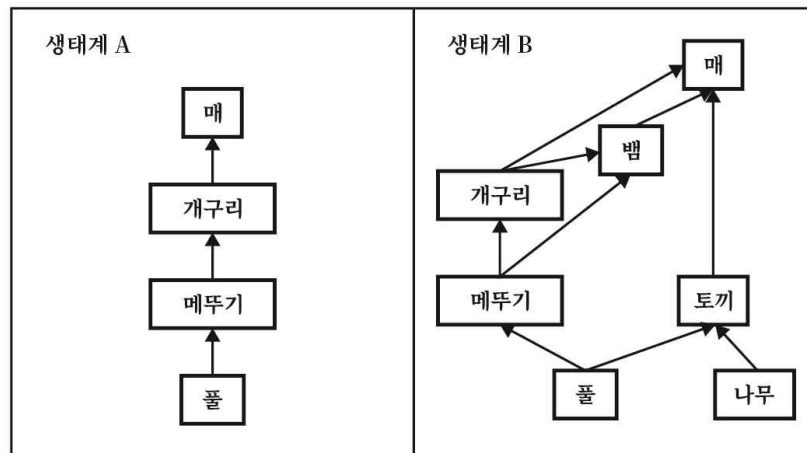
핵형이 정상인 부부에서 아내는 적록 색맹 보인자이고 남편은 적록 색맹이다. 이 부부로부터 클라인펠터 증후군(XXY)이면서 적록 색맹인 아들이 태어날 수 있는 모든 경우를, 감수 분열 중 성염색체 비분리가 일어난 시기와 생식 세포의 성염색체 조합의 관점에서 논술하시오. (단, 성염색체 비분리 이외의 돌연변이와 교차는 고려하지 않는다.) (12점)

[논제 II-4] 제시문 [마]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

아래 그림은 생태계 A의 먹이 사슬과 생태계 B의 먹이 그물을 나타낸 것이다.

(1) 생태계 A와 B에서 매의 영양 단계를 비교하여 논술하시오. (4점)

(2) 생태계 A와 B에서 개구리가 사라졌을 때, 매의 개체수가 어떻게 변화될지 비교하여 논술하시오. (단, 제시된 종만 고려하고, 이입과 이출은 없다.) (4점)



[그림]



## 2. 2020학년도 수시모집 논술고사 예시답안

### 논제I<수학>

#### [논제 I-1]

(1) 점 P와 점  $(-1, 1)$ 에서  $x$ 축에 내린 수선의 발  $(-1, 0)$ 까지 거리가  $a+1$ 이므로  $\tan\theta_1 = \frac{1}{a+1}$ 이다.

(2)  $\cos\theta = \frac{a-1}{\overline{PA}}$ 이므로  $\overline{PA} = \frac{a-1}{\cos\theta}$ 이다. 직선  $l$ 이 점  $(-1, 1)$ 을 지날 때  $\theta$ 를  $\theta_1$ 이라 하자.  $0 \leq \theta \leq \theta_1$ 이면 점 B는  $(-1, 0)$ 을 지나는 정사각형  $R$ 의 변 위에 있고,  $x$ 좌표는  $-1$ 이므로  $\overline{PB} = \frac{a+1}{\cos\theta}$ 이다.  $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_0$ 이면 점 B는  $(0, 1)$ 을 지나는 정사각형  $R$ 의 변 위에 있고,  $y$ 좌표는  $1$ 이므로  $\overline{PB} = \frac{1}{\sin\theta}$ 이다. 따라서

$$g(\theta) = \overline{PB}^2 - \overline{PA}^2 = \begin{cases} \frac{4a}{\cos^2\theta} & (0 \leq \theta \leq \theta_1) \\ \frac{1}{\sin^2\theta} - \frac{(a-1)^2}{\cos^2\theta} & (\theta_1 \leq \theta \leq \theta_0) \end{cases}$$

제시문 [라]를 이용하면  $(\tan\theta)' = \frac{1}{\cos^2\theta}$ ,  $(\cot\theta)' = -\frac{1}{\sin^2\theta}$ 이고 제시문 [다]를 이용하여 적분하면

$$\begin{aligned} \int_0^{\theta_0} g(\theta) d\theta &= 4a \int_0^{\theta_1} \frac{1}{\cos^2\theta} d\theta + \int_{\theta_1}^{\theta_0} \left\{ \frac{1}{\sin^2\theta} - \frac{(a-1)^2}{\cos^2\theta} \right\} d\theta \\ &= 4a \tan\theta_1 + (\cot\theta_1 - \cot\theta_0) - (a-1)^2(\tan\theta_0 - \tan\theta_1) \end{aligned}$$

$\tan\theta_1 = \frac{1}{a+1}$ ,  $\tan\theta_0 = \frac{1}{a-1}$ 이므로, 대입하면

$$\int_0^{\theta_0} g(\theta) d\theta = \frac{4a}{a+1} + 2 - (a-1)^2 \left( \frac{1}{a-1} - \frac{1}{a+1} \right) = \frac{4a}{a+1} + \frac{4}{a+1} = 4$$

#### [논제 I-2]

(1)  $y = -\tan\theta(x-a)$ 를  $y = -2x^2 + 2$ 에 대입하면  $x$ 에 관한 이차방정식

$2x^2 - x\tan\theta + a\tan\theta - 2 = 0$ 을 얻는다.  $\theta = \theta_2$ 일 때 직선  $l$ 이 곡선  $C$ 에 접하려면

$2x^2 - x\tan\theta_2 + a\tan\theta_2 - 2 = 0$ 은 중근을 갖고, 판별식에 의해

$$\tan^2\theta_2 - 8a\tan\theta_2 + 16 = \{\tan\theta_2 - 4(a - \sqrt{a^2 - 1})\} \{\tan\theta_2 - 4(a + \sqrt{a^2 - 1})\} = 0$$

$a > 1$ 인 경우,  $\tan\theta = 4(a - \sqrt{a^2 - 1})$ 일 때 접점의  $y$ 좌표는  $4(a - \sqrt{a^2 - 1})\sqrt{a^2 - 1} > 0$ 이고  $\tan\theta = 4(a + \sqrt{a^2 - 1})$ 일 때 접점의  $y$ 좌표는  $-4(a + \sqrt{a^2 - 1})\sqrt{a^2 - 1} < 0$ 이다.  $a = 1$ 인 경우,  $\tan\theta_2 = 4$ 이고 접점의  $y$ 좌표는  $0$ 이다. 따라서  $\tan\theta_2 = 4(a - \sqrt{a^2 - 1})$ 이다.

(2)  $y = -\tan\theta(x-1)$ 를  $y = -2x^2 + 2$ 에 대입하여 얻은  $x$ 에 관한 이차방정식  $2x^2 - x\tan\theta + \tan\theta - 2 = 0$ 의 두 근을  $\alpha, \beta(\alpha > \beta)$ 라 하면, 점 A의  $x$ 좌표는  $\alpha$ 이고 점 B의  $x$ 좌표는  $\beta$ 이다. 따라서, 제시문 [가]를 이용하면

$$\overline{AB}^2 = \frac{(\alpha - \beta)^2}{\cos^2\theta} = \frac{(\alpha + \beta)^2 - 4\alpha\beta}{\cos^2\theta} = \frac{(\tan^2\theta - 8\tan\theta + 16)(1 + \tan^2\theta)}{4} = \frac{(\tan\theta - 4)^2(1 + \tan^2\theta)}{4}$$

$\tan\theta$ 는  $0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$ 에서 연속이고 증가함수이므로 [논제 I-2](1)번에 의해,  $0 \leq \theta < \theta_2$ 일 때

$0 \leq \tan\theta < 4$ 이다.  $\tan\theta = t$ 로 놓으면,  $0 \leq t < 4$ 이고  $\overline{AB}^2 = \frac{1}{4}(t-4)^2(1+t^2)$ 이다.

$f(t) = \frac{1}{4}(t-4)^2(1+t^2)$ 라 하면,  $f'(t) = (t-4)\left(t - \frac{2-\sqrt{2}}{2}\right)\left(t - \frac{2+\sqrt{2}}{2}\right)$ 이고 제시문 [나]를 이용하여 증가와 감소를 표로 나타내면 다음과 같다.

$t$	0	...	$\frac{2-\sqrt{2}}{2}$	...	$\frac{2+\sqrt{2}}{2}$	...	4
$f'(t)$	-	-	0	+	0	-	
$f(t)$	4	$\searrow$	$\frac{71-8\sqrt{2}}{16}$	$\nearrow$	$\frac{71+8\sqrt{2}}{16}$	$\searrow$	

따라서  $t = \tan\theta = \frac{2+\sqrt{2}}{2}$ 일 때, 최댓값은  $\frac{71+8\sqrt{2}}{16} = \frac{71}{16} + \frac{\sqrt{2}}{2}$ 이다.

(3) 세 점 P, A, B가 직선  $l$ 위에 있고 M은 A와 B의 중점이므로, 네 점 P, A, B, M 모두 직선  $l$ 위에 있다.  $\overline{MB} = \overline{MA}$ 이고  $\overline{PB} > \overline{PA}$ 이기 때문에  $\overline{PM} = \overline{PB} - \overline{MB} = \overline{PA} + \overline{MB}$ 이다. 따라서  $\overline{PM} = \frac{\overline{PB} + \overline{PA}}{2}$ ,  $\overline{MB} = \frac{\overline{PB} - \overline{PA}}{2}$ 이고  $\overline{PM} \times \overline{MB} = \frac{\overline{PB} + \overline{PA}}{2} \times \frac{\overline{PB} - \overline{PA}}{2} = \frac{1}{4}(\overline{PB}^2 - \overline{PA}^2)$ 이다.

$y = -\tan\theta(x-a)$ 를  $y = -2x^2 + 2$ 에 대입하여 얻은  $x$ 에 관한 이차방정식

$2x^2 - x\tan\theta + a\tan\theta - 2 = 0$ 의 두 근을  $\alpha, \beta(\alpha > \beta)$ 라 하면 점 A의  $x$ 좌표는  $\alpha$ 이고 점 B의  $x$ 좌표는  $\beta$ 이다. 제시문 [가]를 이용하면

$$h(\theta) = \frac{1}{4} \left( \frac{(a-\beta)^2}{\cos^2\theta} - \frac{(a-\alpha)^2}{\cos^2\theta} \right) = \frac{(\alpha-\beta)(2a-\alpha-\beta)}{4\cos^2\theta} = \frac{\sqrt{\tan^2\theta - 8a\tan\theta + 16}(4a - \tan\theta)}{16\cos^2\theta}$$

$$\int_0^{\theta_3} h(\theta) d\theta = \frac{1}{16} \int_0^{\theta_3} \frac{\sqrt{\tan^2\theta - 8a\tan\theta + 16}(4a - \tan\theta)}{\cos^2\theta} d\theta$$

$\theta = \theta_3$ 일 때, 직선  $l$ 이  $(0, 2)$ 를 지나므로  $\tan\theta_3 = \frac{2}{a}$ 이다.  $u = \tan^2\theta - 8a\tan\theta + 16$ 이라 하면,

$\frac{du}{d\theta} = \frac{2\tan\theta - 8a}{\cos^2\theta}$ 이고  $\theta = 0$ 일 때  $u = 16$ ,  $\theta = \theta_3$ 일 때  $u = \frac{4}{a^2}$ 이다. 제시문 [마]와 [라]를 이용

하면,  $\int_0^{\theta_3} h(\theta) d\theta = -\frac{1}{32} \int_{16}^{\frac{4}{a^2}} \sqrt{u} du = \frac{4}{3} - \frac{1}{6a^3}$ 이다.

## 문제 II <물리>

### [문제 II-1]

(1) 도체판의 면적을  $S$ , 간격을  $d$ 라고 하면 진공에서 평행판 축전기의 전기용량  $C = \epsilon_0 \frac{S}{d}$ 이다.

두 축전기의  $S$ 는 같고  $d$ 가 2:1 이므로 전기용량비는 1:2 이고, 축전기에 걸리는 전압은 전기용량에 반비례 하므로 두 축전기의 전압비는 2:1 이다. A와 B 사이에 입자가 정지한 상태로 있으므로 B에서 A 방향으로 발생하는 전기장  $E$ 에 의해 중력과 크기가 같고 방향이 반대인 전기력이 작용한다. 따라서 A와 B 사이에 걸리는 전압이  $V_{A,B}$ 이면,

$$mg = qE = \frac{q}{2L} V_{A,B} = \frac{q}{2L} \frac{2}{3} V = \frac{qV}{3L} \text{ 이다. 그러므로 } L = \frac{qV}{3mg} \text{ 이다.}$$

(2) A와 B 사이에서 중력과 반대 방향으로 전기력을 받는 입자는 양(+)전하이다. 축전기에 유전 상수가  $\kappa$ 인 유전체를 넣으면 진공일 때 보다 유전율과 전기용량이  $\kappa$ 배 만큼 증가하고,

C와 D 사이에 걸리는 전압  $V_{C,D} = \frac{q}{C_{C,D}}$ 이므로  $V_{C,D}$ 는 작아진다. 그러므로 직렬 연결된

축전기의  $V_{A,B}$ 는 커지고,  $E = \frac{V_{A,B}}{L}$ 이므로  $E$ 의 크기도 커지게 된다. 결국, 양전하로 대전된 입자에 전기장과 같은 방향으로 알짜힘이 작용하여 입자는 위(+y 방향)로 움직인다.

### [문제 II-2]

C의 부피는  $\frac{m}{2\rho}$ 이고, C를 액체가 담긴 용기에 넣은 후 A가 액체에 더 잠긴 부분의 부피는

$\frac{m}{4\rho}$ 이므로 A에 작용하는 부력은  $\rho(\frac{m}{4\rho})g = \frac{mg}{4}$ 만큼 증가한다. 가운데 받침대와 수평의 막대가

만나는 점을 기준으로 시계 반대 방향으로 회전시키는 돌림힘의 크기는  $d \times \frac{mg}{4}$ 만큼 감소하고,

시계방향으로 회전시키는 돌림힘의 크기도 같은 크기만큼 감소한다. 따라서

$d \times \frac{mg}{4} = (x_2 - x_1) \times 2mg$  에서  $d = 8(x_2 - x_1)$ 이다. 즉,  $d$ 는  $(x_2 - x_1)$ 보다 8배 더 크다.

### [문제 II-3]

P와 Q의 전하량( $q$ )과 질량( $m$ )이 같다. 자기장  $B$ 에 의한 P의 원운동의 반지름  $r$ 을 구하면,

$$Bqv_0 = \frac{mv_0^2}{r} \text{ 이므로 } r = \frac{mv_0}{Bq} \text{ 이다. 자기장 영역에서 P의 } x \text{방향 이동거리 } L = \sqrt{2}r \text{이므로}$$

$L = \sqrt{2} \frac{mv_0}{Bq}$  이다. 전기장 영역에서 발생하는 전기장의 세기가  $E$ 이면,  $ma = qE$ 이므로 가속도

의 크기  $a = \frac{qE}{m}$ 이다. 따라서 전기장 영역에서 Q의 포물선 운동에 대한  $x$ 방향 이동거리를 구

$$\text{하면 } \frac{L}{2} = \frac{v_0^2 \sin(2 \times 45^\circ)}{a} \text{ 이므로 } L = \frac{2mv_0^2}{qE} \text{ 이다. 그러므로 } L = \sqrt{2} \frac{mv_0}{Bq} = \frac{2mv_0^2}{qE},$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{E}{B} = \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \left(\frac{0.4}{0.2}\right) = \sqrt{2} \text{ m/s 이다.}$$

## 문제 II <화학>

### [문제 II-1]

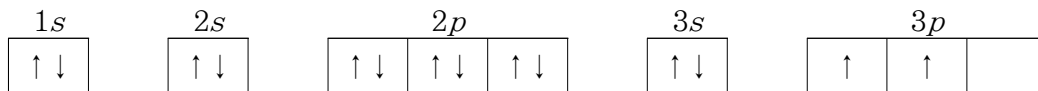
#### (1) (8점)

오답 ①은 하나의 오비탈에 스핀 방향이 서로 다른 전자가 2개 채워져야 하는 파울리 배타 원리를 만족하지 못한다.  $1s$ ,  $2s$ ,  $2p$ ,  $3s$  오비탈에서 전자의 스핀 방향이 서로 달라야 한다.

오답 ②는 에너지가 낮은 오비탈부터 순서대로 전자가 채워져야 하는 쌓임 원리를 만족하지 못한다.  $3s$  오비탈에 2개의 전자를 먼저 채운 후  $3p$  오비탈에 전자를 채워야 한다.

오답 ③은 바닥 상태 원자의 전자 배치에서 에너지가 같은 오비탈에 전자를 채울 때 가능한 한 서로 쌍을 이루지 않게 배치되어야 하는 훈트 규칙을 만족하지 못한다.  $3p$  오비탈에 서로 홀전자를 이루게 전자를 배치해야 한다.

원자 X의 바닥 상태 전자 배치는 아래와 같다.



#### (2) (4점)

원자 X의 홀전자 수는 2이며 3주기 원자 중 홀전자 수가 2인 원자는 양성자 수가 16인 원자이다.

X와 Y의 원자 반지름을 비교하면 Y의 원자 반지름이 더 작다. 그 이유는 유효 핵전하 때문이다. 같은 주기 원소들의 원자 반지름은 유효 핵전하에 영향을 받으며 유효 핵전하가 클수록 원자 반지름이 더 작다. 원자 X와 Y의 유효 핵전하를 비교하면, Y의 유효 핵전하가 더 크기 때문에 Y의 원자 반지름이 더 작다.

#### (3) (6점)

순차적 이온화 에너지 값이 급격히 커지는 것을 이용하여 원자가 전자 수를 구하면 A는 1, B는 6, C는 5, D는 4이다.

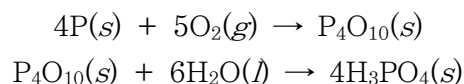
원자 A~D가 3주기 원소이므로 A는 나트륨(Na), B는 황(S), C는 인(P), D는 규소(Si)이다.

원자 X와 Y의 양성자 수는 각각 14, 16인 3주기 원자로 원자가 전자 수가 각각 4, 6이다. 따라서 원자 X는 D인 규소이고 원자 Y는 B인 황이다.

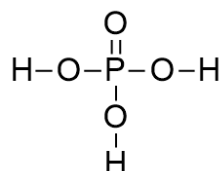
### [문제 II-2]

#### (1) (8점)

인의 연소 반응과  $P_4O_{10}$ 과  $H_2O$ 이 반응하여 인산이 생성되는 반응의 화학 반응식은 각각 다음과 같다.

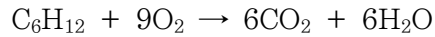


제시문 [마]에 따라 인산에는 확장된 옥텟 규칙이 적용되므로, 인산의 구조식은 다음과 같다.



(2) (14점)

고리 모양의 포화 탄화수소,  $C_6H_{12}$ 의 연소 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



1몰의  $C_6H_{12}$ 을 완전 연소시켰을 때 생성되는  $H_2O$ 은 6몰이다.

$x$  g의  $O_2$ 는  $\frac{x}{32}$ 몰이므로, 남은  $O_2$ 의 몰수는  $\frac{x}{32} - 9$ 몰이다.

논제 [II-2] (1)의 화학 반응식에서 각각 반응물로 사용한  $O_2$ 와  $H_2O$ 의 몰 비율은 5 : 6이므로,

$$\frac{x}{32} - 9 : 6 = 5 : 6$$

$$\frac{x}{32} - 9 = 5$$

$$\frac{x}{32} = 14$$

$$x = 448 \text{ g이다.}$$

## 논제 II <생명과학>

### [논제 II-1]

(1) 강한 운동을 할 경우, 근육 섬유가 반복적인 근수축을 하기 위해서는 다량의 ATP가 필요하다. 그런데 혈당이 매우 높은 당뇨병 환자는 인슐린 작용의 이상이 매우 심한 상태여서 세포 호흡을 통해 포도당으로부터 다량의 ATP를 얻는 과정이 원활하지 않다. 그러므로 ATP가 부족하여 액틴 필라멘트가 마이오신 필라멘트로 미끄러져 들어가는 근수축이 원활하게 일어나기 어렵기 때문에 운동 지속 가능성이 낮다.

한편, 인슐린 작용의 이상으로 근육 섬유에서 포도당을 산화시켜 ATP를 얻는 세포 호흡이 원활하지 못하면, 마치 격렬한 운동을 했을 때와 같이 젖산 발효를 통해 ATP를 얻게 된다. 따라서 근육에 젖산이 쌓여 피로와 통증이 심하기 때문에 운동 지속 가능성이 낮다.

(2) 강한 운동을 하면 포도당이 소비되므로 혈당량이 감소함에 따라 자율 신경계와 호르몬의 작용으로 혈당량을 증가시키는 조절 작용이 일어난다. 그러나 혈당이 매우 높은 당뇨병 환자는 인슐린 작용의 이상으로 혈당량을 낮추는 일이 원활하지 않기 때문에, 약물 치료를 하지 않으면 운동을 하더라도 혈당량을 정상 수준으로 낮추기 어렵다.

### [논제 II-2]

가시에 찔려 피부가 손상되면 상처 부위의 조직 세포에서 히스타민이 분비되어 모세 혈관이 확장되고 혈류량이 증가하므로, 상처 부위에 열이 나고 붉게 보인다. 또한 히스타민의 작용으로 모세 혈관의 투과성이 증가하여 상처 주변 조직으로 혈장이 새어 나와 상처 부위가 부어오른다.

### [논제 II-3]

정상 대립 유전자를 가진 성염색체를 X, 적록 색맹 대립 유전자를 가진 성염색체를  $X^c$  이라고 하면, 남편은 핵형이 정상이고 적록 색맹이므로 성염색체가  $X^c Y$ 이고, 아내는 핵형이 정상이고 적록 색맹 보인자이므로 성염색체는  $XX^c$  이다. 이 부부로부터 클라인펠터 증후군이면서 적록 색맹, 즉 성염색체가  $X^c X^c Y$ 인 아들이 태어나는 경우는 다음과 같다.

1)  $X X$  을 가지는 난자가  $Y$ 를 가지는 정상 정자와 수정되는 경우

(예 1) 아내의  $X$  염색 분체가 감수 2분열 때 비분리 되어 형성된  $X X$  을 가지는 난자가 남편의  $Y$ 를 가지는 정상 정자와 수정되는 경우

(예 2) 아내의  $XX$  염색체가 감수 1분열 때 비분리 된 다음, 다시 감수 2분열 때  $X$  염색 분체,  $X$  염색 분체가 각각 비분리 되어 형성된  $X X$  을 가지는 난자가 남편의  $Y$ 를 가지는 정상 정자와 수정되는 경우

2)  $X$  을 가지는 정상 난자가  $X Y$ 를 가지는 정자와 수정되는 경우

(예) 남편의  $X Y$  염색체가 감수 1분열 때 비분리 되어 형성된  $X Y$ 를 가지는 정자가 아내의  $X$  을 가지는 정상 난자와 수정되는 경우

3) 성염색체가 없는 난자가  $X X Y$ 를 가지는 정자와 수정되는 경우

(예) 남편의  $X Y$  염색체가 감수 1분열 때 비분리 된 다음, 다시 감수 2분열 때  $X$  염색 분체가 비분리 되어 형성된  $X X Y$ 를 가지는 정자가 아내의  $XX$  염색체가 감수 1분열 또는 감수 2분열 때 비분리 되어 형성된 성염색체가 없는 난자와 수정되는 경우

#### [문제 II-4]

(1) 생태계 A에서 매의 영양 단계는 3차 소비자 [메뚜기(1차)-개구리(2차)-매(3차)] 이다. 생태계 B에서 매의 영양 단계는 먹이 사슬에 따라 2차 소비자 [토끼(1차)-매(2차)], 3차 소비자 [메뚜기(1차)-개구리(2차) 또는 뱀(2차)-매(3차)], 4차 소비자[메뚜기(1차)-개구리(2차)-뱀(3차)-매(4차)] 이다.

(2) 생태계 A에서 개구리가 사라지면 매는 먹이가 없어져 개체수가 0이 될 것이다. 반면, 생태계 B에서 개구리가 사라지면 매의 개체수는 먹이의 일부가 사라져 일시적으로 감소하나 또 다른 먹이인 뱀과 토끼의 개체수와 새로운 균형을 이루며 유지될 것이다.

### 3. 2020학년도 수시모집 논술고사채점 기준

#### 논제 I <수학>

##### [논제 I-1]

- (1) <3점> 점 P와  $(-1, 0)$ 까지의 거리를 이용하여  $\tan\theta_1$ 를 구한다.  
(2) <9점>  $\theta$ 의 범위에 따라 점 B의 위치를 고려하여  $g(\theta)$ 를 구한다.  
    <6점> 제시문 [다]와 [라]를 이용하여  $g(\theta)$ 를 적분한다.

##### [논제 I-2]

- (1) <8점> 두 식을 연립하여 얻은 이차방정식의 판별식을 이용하여  $\tan\theta_2$ 가 될 수 있는 값들을 구한다.  
    <4점> 점점의 위치를 고려하여  $\tan\theta_2$ 를 결정한다.  
(2) <7점> 제시문 [가]를 이용하여  $\overline{AB}^2$ 를  $\tan\theta$ 로 나타낸다.  
    <8점> 치환을 통해  $\overline{AB}^2$ 를 간단히 나타내고 제시문 [나]를 이용하여 최솟값을 구한다.  
(3) <9점> 제시문 [가]를 이용하여  $h(\theta)$ 를 구한다.  
    <6점> 제시문 [나]를 이용하여  $h(\theta)$ 를 적분한다.

#### 논제 II <물리>

##### [논제 II-1]

- (1) (10점)  
    <4점> 직렬 연결된 두 평행판 축전기의 전압비가 2:1임을 논리적으로 설명한다.  
    <6점>  $L$ 을 구하고, 논거를 설명한다.  
(2) (6점)  
    <2점> 입자가 양(+)전하임을 논리적으로 설명한다.  
    <4점> C와 D 사이를 유전체로 채웠을 때 입자가 받는 알짜힘의 방향으로부터 입자의 운동방향을 논리적으로 설명한다.

##### [논제 II-2]

- (12점)  
    <4점> C를 용기에 넣은 후, A에 작용하는 부력이 어떻게 변하는지 논리적으로 설명한다.  
    <4점> C를 용기에 넣은 후, 부력의 변화로부터 돌림힘이 어떻게 변하는지 논리적으로 설명한다.  
    <4점>  $d$ 를 구하고, 논거를 설명한다.

##### [논제 II-3]

- (12점)  
    <4점> P의  $x$ 방향 이동거리를 구한다.  
    <4점> Q의  $x$ 방향 이동거리를 구한다.  
    <4점>  $v_0$ 을 구하고, 논거를 설명한다.

## 문제 II <화학>

### [문제 II-1] (18점)

#### (1) (8점)

<6점> 각 오답이 원자 X의 바닥 상태 전자 배치에서 만족하지 못하는 규칙과 그 설명을 명확히 논술함.

<2점> 원자 X의 바닥 상태 전자 배치를 올바르게 그림.

#### (2) (4점)

<2점> 원자 X의 홀전자 수(2)를 명확히 논술하고 원자 X와 홀전자 수가 동일한 원자 Y의 양성자 수(16) 또는 원자 번호(16)를 명확히 논술함.

<2점> X와 Y의 원자 반지름을 바르게 비교하고 그 이유를 유효 핵전하를 이용하여 명확히 논술함.

#### (3) (6점)

<4점> 주어진 표의 순차적 이온화 에너지 값을 이용하여 원자 A, B, C, D의 원자가 전자 수와 원자 이름을 구하는 과정을 명확히 논술함.

<2점> 원자 X, Y의 이름을 명확히 논술함.

### [문제 II-2] (22점)

#### (1) (8점)

<6점> 인의 연소 반응을 통한  $P_4O_{10}$ 의 생성과  $P_4O_{10}$ 과 물의 반응을 통한 인산의 생성에 대한 각각의 화학 반응식을 올바르게 제시함. 단, 인을  $P_4$ 로 나타내어도 무방함.

<2점> 확장된 옥텟 규칙에 따른 인산의 구조식을 올바르게 제시함.

#### (2) (14점)

<4점> 인이 반응하여 인산이 생성되는 일련의 화학 반응식을 이용하여 반응물인  $H_2O$ 과  $O_2$ 의 양적 관계를 명확히 논술함.

<4점> 6개의 탄소로 이루어진 고리형 탄화수소의 화학식을 제시하고 연소 반응에서 반응물과 생성물의 양적 관계를 명확히 논술함.

<4점> 반응 후 남은  $O_2$ 의 양과 반응에서 생성된  $H_2O$ 의 양적 관계에서  $x$ 를 구하는 과정을 논리적으로 논술함.

<2점>  $x$ 를 단위를 포함하여 명확히 제시함.

## 문제 II <생명과과학>

### [문제 II-1]

#### (1) (6점)

<2점> 세포 호흡을 통해 포도당으로부터 다량의 ATP를 얻는 과정이 원활하지 않음을 논리적으로 기술

<3점> 운동 지속 가능성이 낮음을 논리적으로 기술

<1점> 인슐린 부족, 포도당 산화 반응 저하, ATP 부족, 젖산 발효 등을 논리적으로 기술



(2) (6점)

〈3점〉 혈당량을 증가시키는 조절 작용이 일어남을 논리적으로 기술

〈3점〉 약물 치료를 하지 않으면 운동을 하더라도 혈당량을 정상 수준으로 낮추기 어려움을 논리적으로 기술

**[문제 II-2]**

(8점)

〈4점〉 히스타민이 분비되어 모세 혈관이 확장되고 혈류량이 증가하여 열이 나고 붉게 보인다고 논리적으로 기술

〈4점〉 히스타민의 작용으로 모세 혈관의 투과성이 증가하여 혈장이 새어 나와 상처 부위가 부어오른다고 논리적으로 기술

**[문제 II-3]**

(12점)

〈4점〉 X X 을 가지는 난자가 Y를 가지는 정상 정자와 수정되는 경우를 예를 들어 논리적으로 기술

〈4점〉 X 을 가지는 정상 난자가 X Y를 가지는 정자와 수정되는 경우를 예를 들어 논리적으로 기술

〈4점〉 성염색체가 없는 난자가 X X Y를 가지는 정자와 수정되는 경우를 예를 들어 논리적으로 기술

**[문제 II-4]**

(1) (4점)

〈4점〉 생태계 A에서는 3차 소비자, 생태계 B에서는 먹이 사슬에 따라 2차 소비자, 3차 소비자, 4차 소비자라고 논리적으로 기술

(2) (4점)

〈4점〉 매는 생태계 A에서 모두 사라지고(개체수 0), 생태계 B에서 먹이의 일부가 사라져 일시적으로 감소하나 또 다른 먹이인 뱀과 토끼의 개체수와 새로운 균형을 이루며 유지될 것임을 논리적으로 기술

### 논제 I <수학>

논제 I 수학에서는 고등학교 수학 교육과정인 이차방정식의 근과 계수와의 관계, 직선과 곡선의 성질, 미분과 적분을 이용하여 논리적으로 사고하는 문제를 출제하였다. 주어진 직선과 도형 또는 곡선의 성질 및 관계를 이용하여 선분의 길이를 삼각함수와 관련하여 논리적으로 기술하고 도함수의 부호에 따른 함수의 증가 및 감소구간을 고려하여 함수의 최댓값에서의 조건사이의 관계를 수학적으로 추론하고 그 근거를 논리적으로 서술할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 단편적인 수학지식의 직접적인 적용능력 보다는 주어진 상황을 종합적으로 이해하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

### 논제 II <물리>

논제 II 과학-물리 논제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 기본적인 과학적 소양을 바탕으로, 물리 분야의 통합적인 사고 능력과 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 평가하고자 하였다. 논제의 제시문에서는 고등학교 물리 교과서의 내용을 바탕으로 하여 전기용량, 유전 상수, 돌림힘, 돌림힘의 평형, 로런츠 힘, 구심력, 포물선 운동의 수평 방향 도달 거리 등의 기본적 물리적 개념을 제시하였다. 논제에서 주어진 구체적인 상황에 대해, 제시문의 정보를 적절히 이용하고, 논리적 과정으로 추론하여, 논제에 대한 과학적이고 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

### 논제 II <화학>

논제 II 과학-화학에서는 고등학교 화학I의 교육 과정에서 다루는 ‘개성 있는 원소(원소의 주기적 성질)’, ‘화학의 언어(화학 반응식)’, ‘아름다운 분자 세계(다양한 구조의 탄소 화합물)’, ‘따뜻한 화학 반응(생명 속의 화학)’의 기본 개념을 학생들이 정확하게 이해하고 종합할 수 있는가를 파악하고자 하였다. 현대적 원자 모형인 오비탈과 스핀 개념을 이해하고 다전자 원자의 전자 배치를 설명하고 이와 관련된 원자의 물리적 성질을 이해하는 능력을 파악하고자 하였다. 또한 화학 반응을 이용하여 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 설명하는 능력을 파악하고자 하였고 분자의 구조식과 확장된 옥텟 규칙이 적용되는 인산의 구조에 대한 이해를 파악하고자 하였다. 각 제시문은 고등학교 교과서를 기본으로 하여 제시하였고 교육 과정을 충실히 따르고 제시문을 정확하게 이해할 수 있는 학생들을 대상으로 출제하였다. 특히 각 영역에 대한 단편적인 지식의 습득 유무보다는 자연 계열 지원 학생의 각 영역에 대한 기본적인 개념의 이해를 바탕으로 한 통합적인 사고 및 활용 능력을 파악하고자 하였다.

## 논제 II <생명과학>

논제 II 과학-생명 과학에서는 고등학교 교과 과정 생명 과학 I에서 다루고 있는 생물의 특성에 대한 개념을 단편적인 지식의 유무를 평가하기 보다는 통합적으로 이해하고 있는지, 또 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 논제 II-1에서는 생명과학 I의 ‘항상성과 몸의 조절’ 영역에서 포도당 대사와 혈당량 조절, 근육 수축의 원리, 에너지 공급과 소모를 논리적으로 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-2에서는 생명과학 I의 ‘항상성과 몸의 조절 작용’ 영역에서 방어 작용 중 염증 반응과 관련된 내용을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-3에서는 생명과학 I의 ‘세포와 생명의 연속성’ 영역에서 염색체 수의 이상과 적록 색맹을 연계하여 유전 현상을 통합적으로 이해하는 사고력을 평가하고자 하였다. 논제 II-4에서는 생명과학 I의 ‘자연 속의 인간’ 영역에서 군집의 특성을 통합적으로 이해하는 능력을 평가하고자 하였다.

## 5. 2020학년도 수시모집 논술고사문항 해설

### 논제 I <수학>

논제 I-1에서는 삼각형의 성질을 이용하여 두 점사이의 거리를 구하고 삼각함수의 적분을 이용하여 문제를 논리적으로 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 논제 I-2에서는 직선과 이차함수의 그래프가 주어질 때 위치관계를 이차방정식의 성질을 이용하여 두 점사이의 거리를 구하고 미분을 이용하여 최솟값 구하고, 치환을 이용하여 적분을 논리적으로 해결하는 능력을 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
수학 I	우정호 외 24명	동아출판사	2016	71	제시문[가]	X
미적분 I	황선욱 외 10명	좋은책 신사고	2017	117	제시문[나]	X
미적분 I	정상권 외 7명	(주)금성출판사	2016	174	제시문[다]	X
미적분 II	김창동 외 14명	(주)교학사	2016	112, 117	제시문[라]	X
미적분 II	이준열 외 9명	천재교육	2016	180	제시문[마]	X

### 논제 II <물리>

논제 II 과학-물리 논제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안에서 다루어진 기본적인 과학적 소양을 바탕으로, 물리 분야의 통합적인 사고 능력과 실제 상황에 적용하는 활용 능력을 평가하고자 하였다. 논제의 제시문에서는 고등학교 물리 교과서의 내용을 바탕으로 하여 전기용량, 유전 상수, 돌림힘, 돌림힘의 평형, 로런츠 힘, 구심력, 포물선 운동의 수평 방향 도달 거리 등의 기본적 물리적 개념을 제시하였다. 논제에서 주어진 구체적인 상황에 대해, 제시문의 정보를 적절히 이용하고, 논리적 과정으로 추론하여, 논제에 대한 과학적이고 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

제시문들에 관해 좀 더 구체적으로 설명하면 제시문 [가]는 평행판 축전기의 전기용량과 유전체의 유전 상수를 설명하며, 제시문 [나]는 돌림힘의 평형을 설명하고 있다. 제시문 [다]는 로런츠 힘과 등속원운동에 대해 설명하고, 제시문 [라]는 중력에 의한 포물선 운동의 수평 방향 도달 거리를 설명한다.

제시문 [가]~[라]는 두 종류의 물리 교과서에 모두 다루고 있는 내용이며, 그 출처는 아래와 같다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2013	232	제시문 [가]	O
고등학교 물리 II	곽성일 외 7인	천재교육	2013	120	제시문 [가]	O
고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2013	274	제시문 [나]	O
고등학교 물리 I	곽성일 외 7인	천재교육	2013	315	제시문 [나]	O
고등학교 물리 II	김영민 외 7인	교학사	2013	150, 151	제시문 [다]	O
고등학교 물리 II	곽성일 외 7인	천재교육	2013	150, 152	제시문 [다]	O
고등학교 물리 I	곽성일 외 7인	천재교육	2013	50, 51	제시문 [다]	O
고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2013	64	제시문 [다]	O
고등학교 물리 I	김영민 외 7인	교학사	2013	32	제시문 [라]	O
고등학교 물리 I	곽성일 외 7인	천재교육	2013	32	제시문 [라]	O

## 논제 II <화학>

논제 II 과학-화학 논제에서는 현대적 원자 모형인 오비탈과 스핀 개념을 이해하고 다전자 원자의 전자 배치를 설명하고 이와 관련된 원자의 물리적 성질을 이해하는 능력을 파악하고자 하였다. 또한 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 이로부터 반응물과 생성물의 양적 관계를 이해하는 능력을 파악하고자 하였다. 나아가 분자의 구조식과, 확장된 옥텟 규칙에 따른 인산의 구조식을 이해하는 능력을 파악하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성여부
고등학교 화학I	노태희 외	천재교육	2011	89-93	제시문 [가]	○
	박종석 외	교학사	2011	77-80		
	김희준 외	상상아카데미	2011	83-87		
	류해일 외	비상교육	2011	83-88		
고등학교 화학I	김희준 외	상상아카데미	2011	88-89	제시문 [나]	○
	노태희 외	천재교육	2011	106		
	박종석 외	교학사	2011	95		
	류해일 외	비상교육	2011	90		
고등학교 화학I	박종석 외	교학사	2011	99-100	제시문 [다]	○
	김희준 외	상상아카데미	2011	98-101		
	노태희 외	천재교육	2011	111-112		
	류해일 외	비상교육	2011	111-112		
고등학교 화학I	노태희 외	천재교육	2011	141-143	제시문 [라]	○
	박종석 외	교학사	2011	160-161		
	김희준 외	상상아카데미	2011	137-138		
	류해일 외	비상교육	2011	142-143		
고등학교 화학I	노태희 외	천재교육	2011	237-238	제시문 [마]	○
	박종석 외	교학사	2011	246-249		
	김희준 외	상상아카데미	2011	208-211		
	류해일 외	비상교육	2011	228-229		
고등학교 화학I	노태희 외	천재교육	2011	168-172	제시문 [바]	○
	박종석 외	교학사	2011	183-189		
	김희준 외	상상아카데미	2011	153-157		
	류해일 외	비상교육	2011	170-172		

## 논제 II <생명과과학>

논제 II-1은 포도당 대사와 혈당량 조절, 근육 수축의 원리, 에너지 공급과 소모를 논리적으로 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-2는 방어 작용 중 염증 반응과 관련된 내용을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 논제 II-3은 염색체 수의 이상과 적록 색맹을 연계하여 유전 현상을 통합적으로 이해하는 사고력을 평가하고자 하였다. 논제 II-4는 군집의 특성을 통합적으로 이해하는 능력을 평가하고자 하였다.

도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
고등학교 생명과학I	이길재외	상상아카데미	2013	125,126,156	제시문[가]	○
고등학교 생명과학I	박희송외	교학사	2015	168, 169	제시문[가]	○
고등학교 생명과학I	심규철외	비상교육	2015	167-169,174	제시문[가]	○
고등학교 생명과학I	이준규외	천재	2015	116-118	제시문[가]	○
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2014	129	제시문[가]	○
고등학교 생명과학1	이길재외	상상아카데미	2013	148-151	제시문[나]	○
고등학교 생명과학1	박희송외	교학사	2015	161-163	제시문[나]	○
고등학교 생명과학1	이준규외	천재교육	2015	147-150	제시문[나]	○
고등학교 생명과학1	심규철외	비상교육	2015	140-143	제시문[나]	○
고등학교 생명과학1	권혁빈외	교학사	2014	149-151	제시문[나]	○
고등학교 생명과학1	이길재외	상상아카데미	2013	172-173	제시문[다]	○
고등학교 생명과학1	박희송외	교학사	2015	183-184	제시문[다]	○
고등학교 생명과학1	이준규외	천재교육	2015	166-168	제시문[다]	○
고등학교 생명과학1	심규철외	비상교육	2015	190-191	제시문[다]	○
고등학교 생명과학1	권혁빈외	교학사	2014	168-169	제시문[다]	○
고등학교 생명과학1	이길재외	상상아카데미	2015	94-95	제시문[라]	○
고등학교 생명과학1	박희송외	교학사	2013	116-117	제시문[라]	○
고등학교 생명과학1	심규철외	비상교육	2013	98-99	제시문[라]	○
고등학교 생명과학1	권혁빈외	교학사	2013	87-88	제시문[라]	○
고등학교 생명과학1	이준규외	천재교육	2013	87-88	제시문[라]	○
고등학교 생명과학I	심규철외	비상교육	2013	209,230,243	제시문[마]	○
고등학교 생명과학I	이길재외	상상아카데미	2015	193,199,204	제시문[마]	○
고등학교 생명과학I	박희송외	교학사	2013	218,232,233	제시문[마]	○
고등학교 생명과학I	권혁빈외	교학사	2013	192,201	제시문[마]	○
고등학교 생명과학I	이준규외	천재	2013	185,190,211,212	제시문[마]	○