

2021학년도 건국대학교 수시모집 논술고사

자 연 계 B

1. 시험 시간은 17:40 ~ 19:20 (100분)입니다.
2. 수학 문항은 답안지 뒷면의 [수학]으로 기재된 답안 영역에,
과학 문항은 답안지 앞면의 [과학]으로 기재된 답안 영역에 답안을 작성해야 합니다.
3. 과학 문항은 모집단위별 지정 과목이 있는 경우(생명과학, 화학, 물리 중)지정된 1과목만 응시
해야 하며, 지정 과목이 없는 모집단위는 자유롭게 과목을 선택하여 응시해야 합니다.
(과학을 2과목 이상 선택하여 작성할 경우 과학 문항은 최하점으로 처리)
4. 답안지상의 수험번호 및 생년월일은 반드시 컴퓨터용 사인펜을 사용하여 표기해야 합니다.
5. 답안지상의 수험번호 및 생년월일은 수정이 불가하며, 수정해야 할 경우 반드시 답안지를
교환해야 합니다.
6. 답안 작성 시 필요한 경우에는 수식 및 그림을 사용할 수 있습니다.
7. 답안 작성 시에는 반드시 흑색 필기구만(연필, 샤프, 검정색 볼펜)을 사용해야 하며,
다른 색의 필기구는 사용할 수 없습니다.(흑색 이외의 색 필기구로 작성한 답안은 모두 최하점으로 처리함)
8. 답안 작성 및 수정 시에는 개인이 지참한 흑색 필기구, 지우개, 수정테이프 사용이 가능합니다.
9. 문제와 관계없는 불필요한 내용이나 자신의 신분을 드러내는 내용이 있는 답안, 낙서 또는
표식이 있는 답안은 모두 최하점으로 처리합니다.

※ 시험이 시작되기 전에는 표지를 넘기지 마십시오.

자연계 B

수학

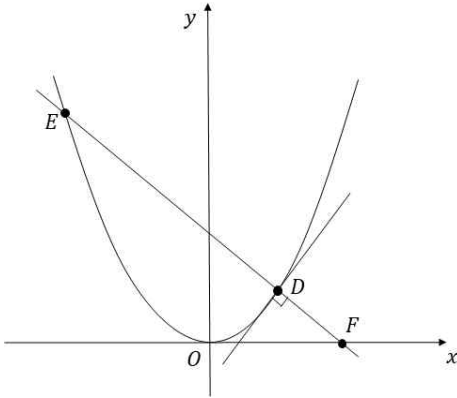
제시문 1

(가) 함수 $f(x)$ 가 $x=a$ 에서 미분가능할 때, 곡선 $y=f(x)$ 위의 점 $(a, f(a))$ 에서의 접선의 기울기는 $f'(a)$ 이므로 접선의 방정식은 다음과 같다.

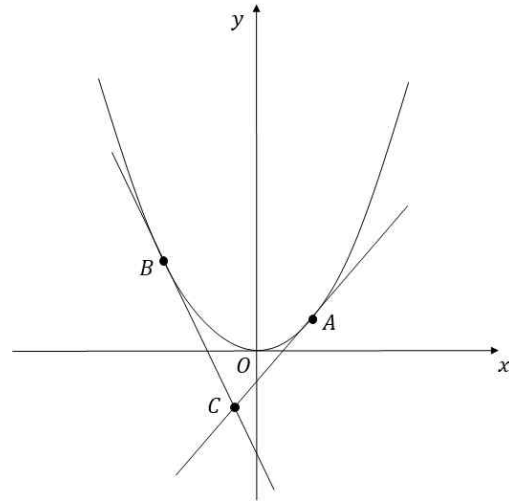
$$y - f(a) = f'(a)(x - a)$$

(나) [그림 1]은 곡선 $y=x^2$ 을 나타낸 것이다. 점 D 는 제1사분면에 있는 곡선 $y=x^2$ 위의 한 점이다. 점 D 에서 곡선 $y=x^2$ 의 접선에 수직인 직선이 곡선 $y=x^2$ 과 제2사분면의 점 E 에서 만나고, x 축과 점 F 에서 만난다.

(다) [그림 2]는 곡선 $y=x^2$ 을 나타낸 것이다. 이 곡선 위의 서로 다른 두 점 A 와 B 에서의 접선의 교점이 C 이다.



[그림 1]



[그림 2]

문제 1-1

제시문 1의 (나)에서 $\overline{ED} : \overline{DF} = 3 : 1$ 일 때, 점 D 의 좌표를 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

문제 1-2

제시문 1의 (다)에서 점 A 와 점 B 의 x 좌표를 각각 a 와 b 라 하자. a 와 b 가 다음을 만족할 때 두 접선의 교점 C 로 이루어진 영역의 넓이를 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

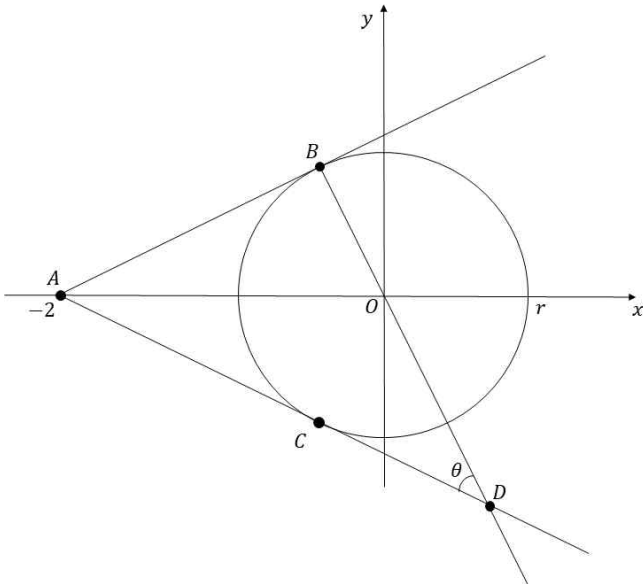
$$1 \leq a \leq 2, -2 \leq b \leq -1$$

제시문 2

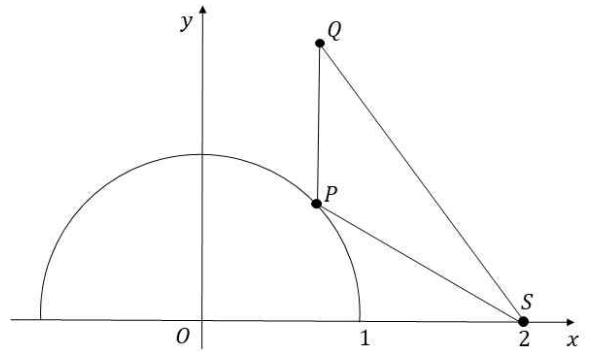
(가) 좌표평면 위에서 x 축의 양의 방향을 시초선으로 잡았을 때, 일반각 θ 를 나타내는 동경과 원점 O 를 중심으로 하고 반지름의 길이가 r 인 원의 교점을 $P(x, y)$ 라 하면 $\frac{y}{r}, \frac{x}{r}, \frac{y}{x}$ ($x \neq 0$)의 값은 r 의 값과 관계없이 θ 의 값에 따라 각각 하나로 정해진다. 이 함수를 차례로 θ 에 대한 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수라 하고, 기호로 각각 $\sin\theta = \frac{y}{r}, \cos\theta = \frac{x}{r}, \tan\theta = \frac{y}{x}$ ($x \neq 0$)로 정의하고, 이 함수들을 통틀어 θ 에 대한 삼각함수라 한다.

(나) [그림 3]은 중심이 원점 O 인 원과 점 $A(-2, 0)$ 을 나타낸 것이다. 점 A 에서 원에 그은 두 접선과 원이 만나는 점이 각각 B, C 이다. 직선 BO 와 직선 AC 의 교점이 D 이다. 원의 반지름이 r 일 때, $\angle CDO$ 의 크기가 θ 이다.

(다) [그림 4]는 중심이 원점 O 이고 반지름의 길이가 1인 반원과 점 $S(2, 0)$ 을 나타낸 것이다. 점 P 는 반원 위에 있다. 선분 PQ 는 y 축과 평행하고 점 Q 의 y 좌표는 점 P 의 y 좌표보다 1만큼 크다.



[그림 3]



[그림 4]

문제 2-1

제시문 2의 (나)에서 $r = 1$ 일 때 $\frac{d\theta}{dr}$ 의 값을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

문제 2-2

제시문 2의 (다)에서 $\angle PSQ$ 의 크기가 최소일 때 점 P 의 좌표를 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

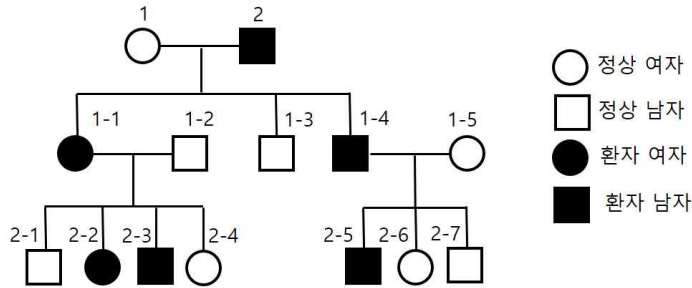
제시문

(가) 한 대립유전자 쌍에서 두 대립유전자가 서로 다를 때 표현형으로 나타나는 형질을 우성, 나타나지 않는 형질을 열성이라고 한다. 사람의 염색체 중 22쌍의 상염색체는 성별과 관계없이 공통으로 존재하므로 상염색체 상의 유전자가 자손에서 특정 표현형으로 나타날 확률은 성별과 관계없이 같다. 사람의 성염색체는 1쌍으로 성염색체의 구성은 남자는 XY, 여자는 XX이다. 딸은 어머니와 아버지로부터 X 염색체를 한 개씩 물려받지만, 아들은 어머니로부터 X 염색체를, 아버지로부터 Y 염색체를 물려받는다. 유전자의 돌연변이는 유전자를 구성하는 DNA의 염기서열에 이상이 생긴 돌연변이로 유전자의 유전정보가 바뀌면 단백질이 생성되지 않거나 정상적인 기능을 하지 못하는 단백질이 생성될 수 있으며, 이로 인해 유전병이 나타날 수 있다.

(나) 항원이 처음 체내에 침입하면 B 림프구가 형질 세포로 분화되어 이 항원에 대한 항체를 형성하는데, 이 반응을 1차 면역 반응이라고 한다. 1차 면역 반응에서는 항체 형성 속도가 느리고 항체 생성량도 상대적으로 적다. 1차 면역 반응에서 B 림프구의 일부는 항원 특성을 기억하는 기억 세포로 분화된다. 동일한 항원이 다시 침입하면 그 항원에 대한 기억 세포가 빠르게 형질 세포로 분화되어 많은 수의 형질 세포가 형성된다. 이에 따라 많은 양의 항체가 빠른 속도로 만들어 지는데, 이 반응을 2차 면역 반응이라고 한다.

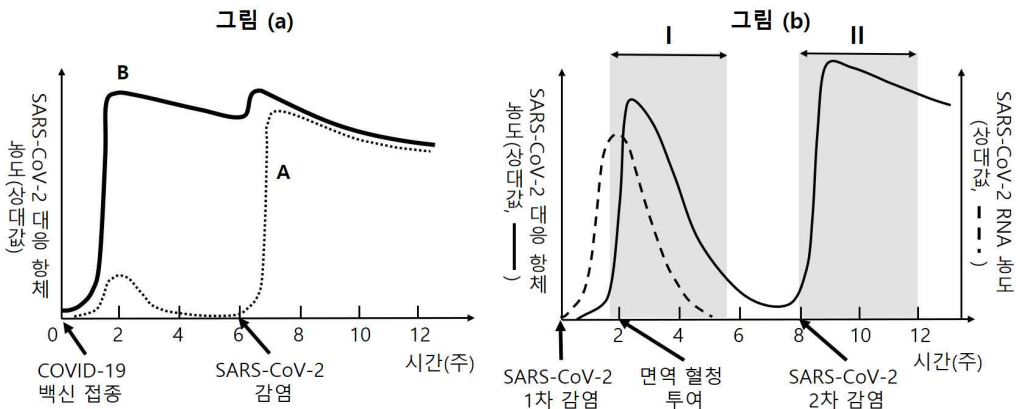
문제 1 그림은 어떤 집안의 질병 H에 관한 가계도이다. 질병 H는 한 쌍의 대립유전자로 결정되는 유전병이다.

- (1) 아래의 가계도로부터 질병 H가 상염색체 유전인지 성염색체 유전인지, 또한 우성 형질인지 열성 형질인지 가능한 모든 유전 방식을 쓰고, 그 이유를 제시문 (가)에 근거하여 설명하시오. (대립 유전자 표기는 우성일 경우 H, 열성일 경우 h로 표시하시오)
- (2) 가계도의 1-1과 1-2 사이에서 아이가 태어날 때, 이 아이에게서 질병 H가 나타날 확률을 문제 1-(1)에서 얻어진 유전 방식 별로 구하고 설명하시오. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다)



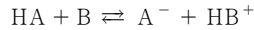
문제 2 현재 유행 중인 코로나바이러스 질병 2019(COVID-19)의 원인인 SARS-CoV-2 바이러스는 RNA를 유전물질로 가지는 바이러스이다. 상용화된 백신이 아직 없는 상황에서 COVID-19로부터 완치된 사람의 혈청을 COVID-19 감염 환자에게 투여하는 혈청 치료가 시도되고 있다. 혈청은 혈장에서 혈액의 응고 성분을 제거한 것으로 면역에 관여하는 항체 등이 들어있다. 그림 (a)는 COVID-19 백신이 상용화되어 시험자 A와 B에게 투여했을 때 바이러스 대응 항체의 농도 변화 그래프이다. 그림 (b)는 COVID-19 완치자의 혈청으로 치료를 받은 COVID-19 감염 환자(시험자 C)의 체내 SARS-CoV-2 바이러스 RNA 유전물질의 양과 대응 항체의 농도를 나타낸 것이다. 단, 그림 (b) 구간 II의 바이러스 RNA 유전물질의 양은 나타나지 않았다. 제시문 (나)에 근거하여 아래의 질문에 답하시오.

- (1) COVID-19 백신 접종을 받은 시험자 A와 B가 6주째에 SARS-CoV-2 바이러스에 감염되었다고 하자. 그림 (a)에서 COVID-19 백신 접종 이후 시험자 A와 B의 대응 항체의 농도가 시간에 따라 서로 다르게 나타나는 이유를 설명하시오.
- (2) 시험자 C가 SARS-CoV-2 바이러스에 두 번에 걸쳐 감염되었다고 하자. 그림 (b)의 구간 I과 II에서 검출되는 SARS-CoV-2 바이러스 대응 항체 생성의 차이점을 설명하고, 바이러스 2차 감염 후 체내 바이러스 RNA 유전물질 양의 변화를 1차 감염과 비교하여 구간 II에 그래프로 나타내고 설명하시오.



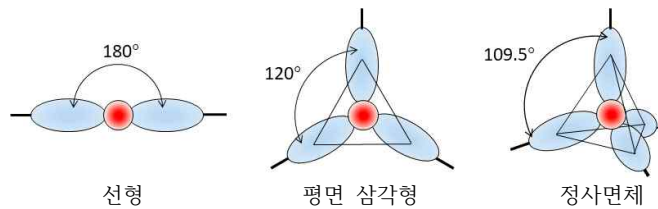
제시문

(가) 1923년 덴마크의 과학자 브뢴스테드와 영국의 과학자 로리는 산과 염기의 일반적인 정의를 제안하였다. 산은 반응 중 수소 이온(H^+)을 내놓는 물질이고, 염기는 수소 이온을 받는 물질이라고 정의하였다. 예를 들어 HA와 B의 다음 반응에서, HA는 B에 H^+ 를 주므로 산이고, B는 HA로부터 H^+ 를 받으므로 염기이다. 역반응을 보면 HB^+ 는 A^- 에 H^+ 를 주므로 산이고, A^- 는 HB^+ 로부터 H^+ 를 받으므로 염기이다.



(나) 산과 염기가 반응하면 산이 내놓는 수소 이온(H^+)과 염기가 내놓는 수산화 이온(OH^-)이 수용액에서 반응하여 물(H_2O)을 생성하는데, 이를 중화 반응이라고 한다. 중화 반응이 일어날 때 수소 이온과 수산화 이온은 항상 1:1의 개수비로 반응하므로, 반응하는 수소 이온과 수산화 이온의 양(몰)은 항상 같다. 따라서 1 몰당 n 몰의 H^+ 를 내놓는 산과 1 몰당 n' 몰의 OH^- 를 내놓는 염기가 반응하여 완전히 중화할 때, 몰농도가 M 인 산 V L와 몰 농도가 M' 인 염기 $V'L$ 가 반응하여 완전히 중화된다면, $nMV = n'M'V'$ 의 관계식이 성립한다.

(다) 분자의 구조는 중심 원자를 둘러싸고 있는 전자쌍들의 반발을 고려하여 예측할 수 있다. 공유 결합으로 형성된 분자에서 전자쌍들은 그들 사이의 반발을 최소화 하기 위해 가능한 한 서로 멀리 떨어져 있는 배치를 가지려고 하는데, 이를 전자쌍 반발 이론이라고 한다. 중심원자를 둘러싸고 있는 전자쌍이 공유 전자쌍만 있을 경우에, 공유 전자쌍이 2개일 때 전자쌍의 반발을 최소화 하기 위한 배치는 선형이 된다. 공유 전자쌍이 3개일 때는 각 전자쌍이 평면 삼각형의 꼭짓점에 배치되며, 공유 전자쌍이 4개일 때는 각 전자쌍이 정사면체의 꼭짓점에 배치된다.



중심 원자 주위에 비공유 전자쌍이 있을 때는 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수에 따라 분자 구조가 달라진다. 중심 원자 주위에 3개의 공유 전자쌍과 1개의 비공유 전자쌍이 존재하면 삼각뿔형, 2개의 공유 전자쌍과 2개의 비공유 전자쌍이 존재하면 굽은 형이 된다.

문제 1 P, Q, R은 각각 세 가지 물질 HCl, NH_3 , H_2O 중의 하나이다. 이들 사이의 산-염기 반응식은 다음과 같다.



위 반응식에서 X와 Z는 양이온이고, Y는 음이온이다. 또한, 전자쌍 반발 이론으로 예상되는 X와 R의 구조는 서로 같다. X와 Z의 화학식과 구조를 제시문에 근거하여 설명하시오. 반응식 1에서 P와 Y는 각각 산으로 작용하는지 혹은 염기로 작용하는지 설명하시오.

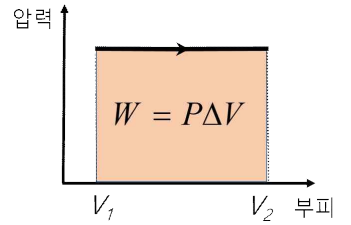
문제 2 수용액 (I)은 0.1 M HCl이고, 수용액 (II)는 0.2 M $Ba(OH)_2$ 이다. 50 mL의 수용액 (I)과 100 mL의 수용액 (II)를 혼합하였다. 이 혼합 용액을 완전히 중화하기 위해 수용액 (I)이나 (II) 중에서 추가로 넣어주어야 할 수용액은 무엇이며 부피는 얼마인지 설명하시오.

제시문

(가) 단면적이 A 인 실린더 속에 들어 있는 기체가 일정한 압력 P 를 유지하면서 피스톤을 거리 Δl 만큼 밀어 낼 때 피스톤에 작용하는 힘 F 는 $F=PA$ 이다. 이 힘에 의하여 피스톤의 거리 Δl 만큼 이동하므로 기체가 피스톤에 한 일 W 는 다음과 같다.

$$W = F \times \Delta l = P \times (A \Delta l) = P \Delta V \quad (\text{단, } \Delta V \text{ 는 부피의 변화량})$$

기체가 압력 P 를 일정하게 유지하면서 팽창되는 동안 압력과 부피 사이의 관계를 나타내면 오른쪽 그림과 같다. 이때 기체가 외부에 한 일은 $W = P \times (V_2 - V_1)$ 로 그래프 아랫부분의 넓이와 같고 일의 부호는 양(+)이다.



(나) 입자 사이에 상호작용이 없는 이상적인 경우에 대하여, 물체를 구성하는 입자의 평균 운동 에너지의 합을 내부 에너지(U)라고 한다. 온도가 높아지면 입자들의 운동이 활발해지므로 입자의 평균 운동 에너지의 합이 증가한다. 따라서 내부 에너지는 절대 온도 T 에 비례한다.

(다) 용기 속의 기체가 외부로부터 열을 받으면 그 열은 항상 같은 양의 일이나 내부 에너지로 전환된다. 기체가 열을 받으면 내부 에너지가 증가하고, 기체 입자들의 운동이 활발해진다. 그러면서 용기의 내벽과 충돌하여 부피가 팽창하면 외부에 일을 한다. 이러한 관계를 식으로 나타내면

$$Q = \Delta U + W$$

와 같다. 여기서 Q 는 기체가 외부로부터 받은 열이고, ΔU 는 기체의 내부 에너지 변화량, W 는 기체가 외부에 해준 일이다. 즉, 기체가 흡수한 열이 내부 에너지의 변화량과 기체가 외부에 한 일의 합과 같다는 것을 나타낸다. 이를 열역학 제1법칙이라고 하며, 열과 역학적 에너지를 포함한 에너지 보존 법칙이다.

(라) 기체의 압력이 일정한 열역학 과정을 등압 과정이라고 한다. 기체의 온도가 일정한 열역학 과정을 등온 과정이라고 한다. 기체가 열을 흡수하거나 방출하지 않는 열역학 과정을 단열 과정이라고 한다. 기체의 부피가 변하지 않는 열역학 과정을 등적 과정이라고 한다.

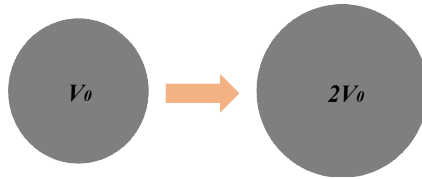
(마) 기체에 열을 가하면서 기체의 압력을 일정하게 유지하면, 기체의 온도가 증가하면서 기체의 부피도 증가한다. 즉 압력이 일정할 때 기체의 부피는 절대 온도에 비례하고 다음 관계가 성립한다.

$$\frac{V}{T} = \text{일정}$$

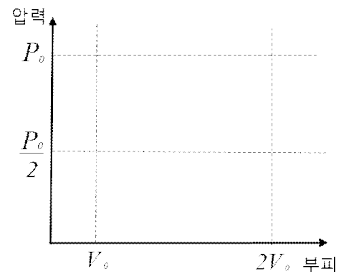
한편, 온도가 일정할 때 기체의 부피와 압력은 서로 반비례한다. 즉 다음 관계가 성립한다.

$$PV = \text{일정}$$

온도가 T_0 이고 내부 압력이 P_0 인 이상기체로 채워진 공이 있다. 다음 그림과 같이 공의 부피가 V_0 에서 $2V_0$ 로 등압 과정, 등온 과정, 혹은 단열 과정을 통해 각각 팽창한다. 단, 공의 탄성은 무시한다.



문제 1 이때 위 세 가지 과정을 통해 팽창하는 기체의 부피에 따른 압력의 변화를 다음 주어진 압력-부피 그래프에 각각 개략적으로 나타내시오.



문제 2 이때 각각의 팽창 과정을 통해 기체가 외부에 해준 일의 상대적 크기와 기체의 내부 에너지 변화를 표에 정리하고자 한다. 다음 표에서 (a)-(c)에 해당되는 팽창 과정을 쓰고, (d)-(f)에는 기체가 외부에 해준 일의 크기가 큰 것부터 L, M, S로 쓰시오. (a), (b), (c) 과정의 선택 이유를 온도와 관련지어 설명하시오.

팽창 과정의 종류	기체가 외부에 한 일의 상대적 크기	내부 에너지 변화
(a)	(d)	없음
(b)	(e)	증가
(c)	(f)	감소

※ 시험이 시작되기 전에는 표지를 넘기지 마십시오.