



경희대학교

2017학년도 온라인 모의논술고사

논술고사 문제지(자연계열-수학)

[7월 22일(금) ~ 24(일)]

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

<유의사항>

1. 수학은 필수이며, 과학은 물리, 화학, 생명과학 중 1과목을 선택하여 답안지에 체크하고 답안을 작성하시오.
2. 제목은 쓰지 마시고 특별한 표시를 하지 마시오.
3. 제시문 속의 문장을 그대로 쓰지 마시오.
4. 답안작성과 정정은 반드시 본교에서 지급한 필기구를 사용하시오.
5. 본교에서 지급한 필기구를 사용하지 않았거나, 답안지에 특별한 표시를 한 경우에는 감점 또는 0점 처리합니다. (예: 감사합니다. 등)
6. 답안 정정 시에는 두줄을 긋고 작성하며, 수정액 등을 사용한 경우에는 0점 또는 감점 처리합니다.
7. 답안 작성은 답안지 인쇄된 부분을 이용하여 과목당 1면 이내로 작성하시오..(수학은 답안지 앞면, 과학은 답안지 뒷면 기재)
8. 자연계열 문제지는 총 3장 6쪽입니다.(수학·물리 1장, 화학·생명과학 각 1쪽 씩)

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

[가] 주사위나 동전을 던지는 것과 같이 같은 조건에서 몇 번이고 반복할 수 있으며 그 결과가 우연에 의해서 정해지는 실험이나 관찰을 시행이라고 한다. 또 어떤 시행에서 일어날 수 있는 모든 결과의 집합을 표본공간이라 하고, 표본공간의 부분집합을 사건이라고 한다. 어떤 시행에서 사건 A 가 일어날 확률을 기호로 $P(A)$ 로 나타내고 표본공간 S 가 유한집합이면 $P(A) = n(A)/n(S)$ 이다.

표본공간 S 의 두 사건 A, B 에 대하여 A, B 가 동시에 일어나지 않을 때 이 두 사건을 배반사건이라 하고, $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$ 이다. 두 사건 A, B 에 대하여 한 사건이 일어나는 것이 다른 사건이 일어날 확률에 아무런 영향을 주지 않을 때 두 사건은 서로 독립이라 하고, $P(A \cap B) = P(A)P(B)$ 이다.

어떤 시행에서 표본공간의 각 원소에 하나의 실수의 값을 대응시키는 것을 확률변수라고 한다. 특히 어떤 범위 안에 속하는 모든 실수의 값을 가지는 확률변수를 연속확률변수라고 한다. 범위 $\alpha \leq x \leq \beta$ 에 속하는 모든 실수의 값을 가지는 연속확률변수 X 가 a 이상 b 이하의 값을 ($\alpha \leq a \leq b \leq \beta$) 가질 확률 $P(a \leq X \leq b)$ 가 어떤 함수 $y = f(x)$ 의 ($f(x) \geq 0$) 그래프와 x 축 및 두 직선 $x = a, x = b$ 로 둘러싸인 부분의 넓이와 같을 때, 함수 $f(x)$ 를 연속확률변수 X 의 확률밀도함수라고 한다. 만약 X 가 범위 $\alpha \leq x \leq \beta$ 에 속하는 각각의 실수의 값을 같은 정도로 가질 수 있다면 그 확률밀도함수는 $f(x) = 1/(\beta - \alpha)$ 이고 따라서 $P(a \leq X \leq b) = (b - a)/(\beta - \alpha)$ 이다.

[나] 함수 $f(x)$ 가 닫힌 구간 $[a, b]$ 에서 연속이고 $f(x) \geq 0$ 일 때, 구간 $[a, b]$ 를 n 등분하여 양 끝점과 각 분점의 x 좌표를 차례대로 $a = x_0, x_1, \dots, x_n = b$ 라고 하자. 또 각 소구간의 길이를 Δx 라고 하면 $\Delta x = (b - a)/n$, $x_k = a + k\Delta x$ ($k = 0, 1, \dots, n$)이다. 이때

$S_n = \sum_{k=1}^n f(x_k)\Delta x$ 라고 하면, n 이 커질 때 S_n 의 극한값은 곡선 $y = f(x)$ 와 x 축 및 두 직선 $x = a, x = b$ 로 둘러싸인 도형의 넓이 S 와 같

으므로 $S = \lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n f(x_k)\Delta x$ 가 성립한다. 일반적으로 함수 $f(x)$ 가 구간 $[a, b]$ 에서 연속이면 이 극한값이 항상 존재함이 알려

져 있고 이것을 함수 $f(x)$ 의 a 에서 b 까지의 정적분이라고 하며, 기호로 $\int_a^b f(x)dx$ 로 나타낸다.

[다] 18세기 프랑스의 수학자 뷔퐁(Buffon; 1707 ~ 1788)은 다음과 같은 문제를 제기하였다. “평행선이 일정한 간격으로 그려져 있는 바닥에 바늘을 임의로 떨어뜨렸을 때, 바늘이 평행선과 만날 확률은 얼마인가?” 이 문제는 '뷔퐁의 바늘 문제'로 널리 알려져 있으며, 뷔퐁은 이 문제에서 바늘의 길이를 L , 평행선 사이의 거리를 d 로 놓았을 때, $L \leq d$ 이면 바늘이 평행선과 만날 확률이 $\frac{2L}{\pi d}$ 임을 알아내었다.

여기서, 뷔퐁이 구한 확률은 수학적 확률이다. 따라서 시행 횟수가 충분히 클 때, 상대도수가 수학적 확률과 가까워진다는 사실을 이용하면 바늘을 던져 보는 실험만으로 원주율 π 의 값을 추측할 수 있다. 즉, 바늘을 많이 던져 보는 실험을 하여 바늘이 평행선과 만날 상대도수를 구하고, 이것을 수학적 확률인 $\frac{2L}{\pi d}$ 과 같다고 하면 π 의 값을 대략적으로 구할 수 있다.

<뒷면에 계속>

<문제 I> 제시문 [가], [나], [다]를 읽고 다음 질문에 답하시오. [60점]

- (1) 길이가 1인 선분 N 을 평면 위에 임의로 던질 때, 이 선분과 교점을 갖는 수평선 $y=k$ 의 (k 는 정수) 존재 여부는 평면 위에 떨어진 선분 N 의 위치와 방향에 따라 결정된다. 문제를 단순화하여 선분 N 이 x 축의 양의 방향과 이루는 각도 θ 가 항상 $\pi/3$ 로 고정되어 있고, 선분의 중심 C 는 영역 $H = \{(x, y) | 0 \leq y \leq 1\}$ 에만 임의로 떨어진다고 하자. 확률변수 Y 를 점 C 로부터 H 의 두 경계선까지의 거리 중에 크지 않은 값이라 하고, 선분 N 이 영역 H 의 두 경계선 중 적어도 하나와 교점을 갖는 것을 사건 A 라 하자. 사건 A 가 일어날 확률변수 Y 의 범위를 구하고, 확률 $P(A)$ 를 구하시오. (15점)
- (2) 문제 (1)의 선분 N 이 x 축의 양의 방향과 이루는 각도 θ 가 $n\pi/6$ 중 ($n=0, 1, \dots, 5$) 하나를 균일한 확률로 갖고, 영역 H 에만 떨어지는 중심 C 의 위치는 θ 의 값에 영향을 받지 않는다고 하자. 선분 N 이 영역 H 의 두 경계선 중 적어도 하나와 교점을 갖는 사건 B 의 확률 $P(B)$ 를 구하시오. (15점)
- (3) 길이가 2인 선분 M 을 평면 위에 임의로 던질 때, 선분 M 이 x 축의 양의 방향과 이루는 각도 θ 가 $[0, \pi)$ 에 속하는 임의의 실수 값을 균일한 확률로 갖고, 선분 M 의 중심 D 는 영역 $H = \{(x, y) | 0 \leq y \leq 1\}$ 에만 임의로 떨어진다고 하자. 중심 D 의 위치는 θ 의 값에 영향을 받지 않는다고 할 때, 선분 M 이 영역 H 의 두 경계선 중 적어도 하나와 교점을 가질 확률을 구하시오. (15점)
- (4) 이번에는 수평선 뿐 만 아니라 수직선과의 교점도 같이 생각해 보자. 다시 길이가 1인 선분 N 을 평면 위에 던질 때, 그 중심 C 는 영역 $G = \{(x, y) | 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1\}$ 에만 임의로 떨어진다고 하자. 선분 N 이 x 축의 양의 방향과 이루는 각도 θ 가 $[0, \pi)$ 에 속하는 임의의 실수 값을 균일한 확률로 갖고, 중심 C 의 위치는 θ 의 값에 영향을 받지 않는다고 하자. 선분 N 이 정사각형 G 의 네 변 중 적어도 하나와 교점을 가질 확률을 구하시오. (15점)



경희대학교

2017학년도 온라인 모의논술고사

논술고사 문제지(자연계열-과학-물리)

[7월 22일(금) ~ 24(일)]

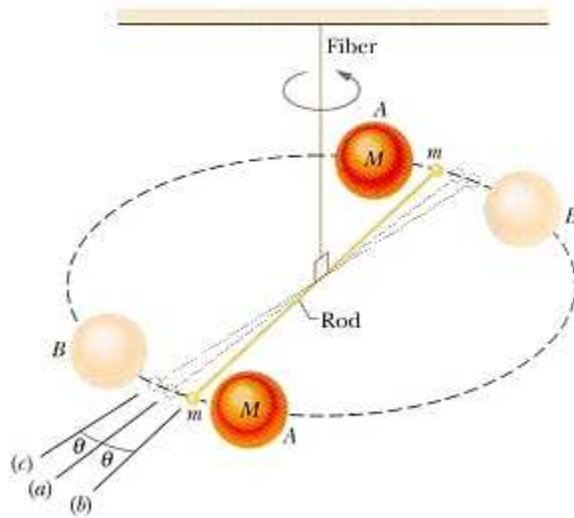
지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 1797년부터 1798년까지 영국의 물리학자 케번디시는 길이 $2R = 2 \text{ m}$ 인 나무 막대에 줄을 매달고 그 양쪽에 지름이 2인치, 질량 m 이 1 kg인 납공 두 개를 매달아 비틀림 저울을 만들었다. 이 비틀림 진자 주변으로 [그림 II-1]과 같이 지름 12인치, 질량 $M = 160 \text{ kg}$ 인 납공 A 를 질량 m 의 양쪽에 가까이 접근시켜 비틀림 진자가 휘어지는 정도를 측정하여 중력상수를 측정하였다. 현재는 그 정밀도가 계속 향상되어 알려진 중력상수 값은 $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ 이다. (여기에서 R 은 나무막대 중심으로부터 질량 m 까지의 거리이다.)



[그림 II-1] 케번디시의 비틀림 진자실험

[나] 구심력은 회전하는 물체에서 관찰되는 가짜 힘이다. 구심력의 방향은 원 운동의 중심을 향하며, 질량 m 인 물체가 v 의 선속도로 반지름 R 인 원운동을 한다면 구심력의 크기는 다음과 같다.

$$F = m \frac{v^2}{R}$$

[다] 케플러는 그의 스승 티코 브라헤(1546-1601)가 물려준 방대한 천문관측 자료를 바탕으로 1618년 “세계의 조화”라는 책을 출간하였다. 이 책에서 케플러는 한 행성이 태양의 둘레를 한 바퀴 도는 데 걸리는 시간인 주기는 태양에서 그 행성까지의 거리와 관계가 있음을 밝혀냈다. 즉, 어떤 행성의 주기의 제곱은 태양에서 그 행성까지의 공전궤도 장반경의 세제곱에 비례함을 알아낸 것이다. 이것이 케플러 제3법칙인 조화법칙이다.

<뒷면에 계속>

<문제II> 제시문 (가)와 (나)를 읽고 다음 질문에 대해 답하시오.

(1) [그림 II-1]의 캐번디시 비틀림 진자 실험에서 질량 $m = 1 \text{ kg}$ 과 질량 $M = 160 \text{ kg}$ 사이의 거리가 10 cm 일 경우 이 두 개의 질량 사이에 작용하는 중력으로 인한 돌림힘 τ (torque)은 얼마인가? (단, 중력상수는 G 그대로 나타내어라.)

돌림힘은 비틀림 각 θ 에 비례하는데 $\tau = \mu\theta$ (여기에서 μ 는 비틀림 상수), 질량 m 과 M 사이의 거리가 10 cm 였을 때 비틀림 각은 $\theta = 4 \times 10^{-3} \text{ rad}$ 이었다. 그러면 질량 m 과 M 사이의 거리를 20 cm 로 하면 비틀림 각은 얼마가 되겠는가? (10점)

(2) 지표면에서 중력가속도는 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 으로 알려져 있다. 지구의 반지름이 대략 6000 km 라고 한다면 지표면으로부터 6000 km 떨어진 우주에서 작용하는 지구의 중력가속도는 지표면의 중력가속도보다 몇 배가 되는가? (10점)

<문제II> 제시문 (가) ~ (라)를 읽고 다음 질문에 대해 답하시오.

(3) 뉴턴의 역제곱 법칙을 이용하여 중력이 구심력으로 달에 작용한다고 할 때 달의 공전주기 T 도 행성의 공전주기와 마찬가지로 케플러 제 3법칙을 따른다는 것을 논하여라. 단, 여기에서 공전주기란 달이 지구 주위를 한 바퀴 도는 시간으로써 달의 공전거리를 접선 속도 v 로 나눈 값이다. 또, 지구 중심에서 달 중심까지의 거리는 r 이다. (10점)

(4) 현대에는 특별한 목적으로 인공위성을 쏘아 올리는데, 이때 위성의 공전시간과 지구의 자전시간이 같은 인공위성을 정지위성이라고 한다. 정지위성이 되기 위해서는 지구 표면으로부터 얼마의 높이 h 에 도달해야 하는지 논하여라. 단, 여기에서 지구의 질량을 M , 지구의 반지름을 R_E 라고 하자. (10점)



경희대학교

2017학년도 온라인 모의논술고사

논술고사 문제지(자연계열-과학-화학)

[7월 22일(금) ~ 24(일)]

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 화학 반응이 일어나면 물질의 성질이나 상태가 달라진다. 이는 반응하는 물질, 즉 반응물의 원자간 결합이 끊어지고 새로운 결합이 형성되어 다른 물질, 즉 생성물이 만들어지면서 물질의 에너지가 달라지기 때문이다. 호흡 반응은 포도당과 산소가 이산화탄소와 물로 변화되는 화학 반응이다. 이러한 화학 반응을 식으로 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 완결된 화학 반응식을 이용하면 반응물과 생성물 사이의 양적인 관계, 즉 몰과 부피, 몰과 질량, 그리고 질량과 부피의 관계를 알 수 있다.

[나] 식물로부터 얻는 식량의 생산량을 늘리기 위해 질소 성분을 인위적으로 공급해야한다는 사실을 알게 된 인류는 풀과 동물의 분뇨를 섞어 만든 퇴비를 사용하였다. 1909년에 하버 (Haber, F., 1868-1934)에 의해 개발된 암모니아 합성공정인 하버-보슈법은 질소 비료의 대량생산을 가능하게 함으로써 인류의 식량 문제를 해결하였다. 하버-보슈법의 화학 반응식은 $3\text{H}_2 (\text{g}) + \text{N}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3 (\text{g})$ 이다.

[다] 암모니아를 원료로 하여 합성된 요소나 질산 암모늄, 황산 암모늄등의 물질들은 상온에서 고체로 존재하여 보관이 편리하고 독성이 없어 토양에 공급하는 것이 용이하므로 식물의 질소 공급원으로 많이 쓰인다.

[라] 물이 든 컵을 공기 중에 놓아 두면 물의 양이 점점 줄어든다. 이것은 물이 수증기로 증발하기 때문이며, 차가운 음료수를 공기 중에 놓아 두면 컵의 표면에 물방울이 맺힌다. 이와 같이 물은 조건에 따라 수증기로 변하기도 하고, 수증기가 다시 물로 응결하기도한다. 화학 반응에서 반응의 조건에 따라 반응의 진행방향이 달라지는 데, 이 때 반응물이 생성되는 반응을 정반응이라고 하고, 생성물이 반응물로 되는 반응을 역반응이라고 한다. 또 이렇게 반응의 조건에 따라 정반응과 역반응이 모두 일어나는 반응을 가역반응이라고 한다. 1884년에 르 샤틀리에에 이러한 화학반응의 가역성과 화학 평형에 관한 규칙성을 연구하여 ‘가역 반응이 평형상태에 있을 때 온도, 압력, (생성물과 반응물) 농도 등과 같은 조건을 변화시키면 그 조건의 변화를 감소시키는 쪽으로 정반응과 역반응이 진행되어 평형이 이동하여 새로운 평형에 도달한다.’라는 평형이동에 관한 법칙을 발표하였다.

[마] 우리 몸에는 위산 이외에도 대사 활동의 결과로 생긴 산성 물질들이 있다. 예를 들어 운동을 오래하면 몸에 젖산이 쌓이는데, 우리 몸에는 탄산 이온 (CO_3^{2-}), 인산이온 (PO_4^{3-}) 등의 염기가 있어서 이러한 산을 중화시키므로 세포 환경은 중성에서 크게 벗어나지 않으며 혈액도 거의 중성을 유지한다.

<논제II> 다음 제시문 [가]~[라]를 읽고 다음 질문에 대해 답하시오.

(1) 최근 세계의 연간 암모니아 생산량은 1억 3천만톤에 달한다. 생산된 암모니아 (분자량 17g/몰)를 모두 비료로 사용한다면, 세계의 69억 인구는 하루에 1인당 암모니아 52g을 비료로 사용하는 셈이다. 화학 반응에서의 양적 관계를 이용하면 암모니아 52g을 얻기 위해 필요한 질소의 양을 몰과 부피로 구하시오.(10점)

(2) 하버-보슈법은 공기중에 풍부한 질소 기체를 수소와 반응시켜 암모니아로 만드는 방법이다. 이 반응은 매우 간단한 화학 반응처럼 보이지만, 실제로 이 반응은 질소분자에서 질소 원자간의 강한 결합 때문에 고온, 고압에서 촉매의 존재하에서 일어난다. 일반적으로 기체의 반응은 분자간의 충돌 빈도를 높여줘서 정반응의 효율을 높이는 데 기여한다. 화학 반응식을 보고 높은 압력조건이 이 반응에 유리한 이유를 설명하시오.(10점)

<논제II> 다음 제시문 [가], [라]~[마]를 읽고 다음 질문에 대해 답하시오.

(3) 호흡, 소화, 운동과 같은 생명을 유지하는 기초적인 활동을 통하여 우리 몸에서는 다양한 종류의 산과 염기가 생성된다. 하지만, 우리 혈액의 pH는 대부분의 경우 일정하게 유지된다. 혈액의 pH가 조절되는 원리를 화학평형의 관점에서 설명하시오.(20점)

<화학 끝>



2017학년도 온라인 모의논술고사

논술고사 문제지(자연계열-과학-생명과학)

[7월 22일(금) ~ 24(일)]

지원학부(과) ()

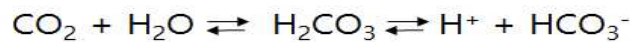
수험번호

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 생물의 항상성이란 외부 환경이 변한다 하더라도 생물이 내부 환경 조건을 일정 범위 내에서 유지할 수 있는 능력을 말한다. 혈액 중의 산소와 이산화탄소의 농도 조절, 일정한 pH 유지 등이 그 예이다. 에너지를 얻기 위한 세포 호흡 과정에는 산소가 필요하며, 그 결과 이산화탄소가 만들어진다. 따라서 세포 호흡을 하려면 끊임없이 몸 안의 세포에 산소가 공급되어야 하며, 생성된 이산화탄소가 몸 밖으로 배출되어야 한다. 체내에서 일어나는 물질대사에는 효소가 관여한다. 효소의 활성은 pH에 따라서 크게 변화하므로 몸의 내부 pH를 일정하게 유지하는 것은 생명유지에 필수적이다.

[나] 세포 호흡의 결과로 생긴 이산화탄소의 증가에 의해 혈액의 pH의 변화가 일어난다. 이에 관여하는 평형반응은 다음과 같다.



[다] 혈액의 45%를 차지하는 혈구에는 적혈구, 백혈구, 혈소판이 있다. 적혈구는 혈구의 대부분을 차지하며 철분을 함유한 헤모글로빈이 들어 있어 붉은색을 띤다. 적혈구는 폐포에서 혈액으로 들어온 산소를 헤모글로빈에 결합시켜 각 조직 세포로 운반하고, 세포에서 발생한 이산화탄소를 폐로 운반한다.

[라] 한 변의 길이가 30μm인 정육면체 세포 a와 한 변의 길이가 10μm인 정육면체 세포 여러 개가 모여 이루어진 b가 있다고 가정하자. a와 b의 부피가 서로 같을 경우, a와 b의 표면적은 서로 다르다.

[마] 사람은 44개의 상염색체와 X, Y의 성염색체 1쌍을 가진다. 성염색체에는 성을 결정하는 유전자 외에도 여러 가지 형질을 결정하는 유전자가 존재한다. 형질을 결정하는 유전자가 상염색체 상에 있으면 형질이 남녀 구분 없이 나타나지만, 유전자가 성염색체에 있으면 남자와 여자의 염색체 구성이 다르므로 남녀에 따라서 형질이 나타나는 빈도가 달라진다.

[바] 유전자 돌연변이에 의한 질환 중에는 우성 형질로 표현되는 헌팅턴 무도병이 있다. 헌팅턴 무도병은 신경계가 점진적으로 파괴되면서 지적 장애가 생기고, 머리와 팔다리의 떨림이 통제가 되지 않는 질환으로, 일단 발병하면 5-15년 후에는 사망에 이른다. 일반적으로 우성 질환을 가진 사람은 대부분 일찍 죽어 유전자를 후대에 물려줄 수 없지만, 헌팅턴 무도병은 30-50세 정도가 되어야 증세가 나타나므로 후대로 이어질 가능성이 높다.

<논제 II> 제시문 [가] - [라]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

- (1) 적혈구는 사람을 구성하는 세포 중 제일 작은 것으로 알려져 있다. [라]에 제시된 같은 부피를 가진 a(한 변이 30μm인 정육면체 세포)와 b(한 변이 10μm인 정육면체 세포가 여러 개 모인 것)의 표면적 차이를 구하고, 이를 이용해 적혈구의 크기가 작아서 얻을 수 있는 이점에 대하여 논하시오.(10점).
- (2) 만약 우리 몸속의 이산화탄소가 효율적으로 제거되지 않는다고 가정하자. 이때 혈액 내에 일어날 수 있는 pH 변화와 이로 인하여 나타날 수 있는 결과에 대하여 논하시오.(10점).

<논제 II> 제시문 [마] - [바]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

- (3) X 염색체 상에 존재하는 어떤 유전자 돌연변이의 질환이 우성 형질로 표현된다고 가정하자. 부모 중에서 아버지가 이 유전자 돌연변이의 질환을 나타내고 어머니는 정상일 때, 가족 중에서 3명의 아들과 2명의 딸이 이 유전병을 물려받을 확률에 대하여 논하시오.(10점)
- (4) 철수의 아버지는 제시문 [바]의 헌팅턴 무도병으로 사망하였으나 철수의 어머니와 55세인 누나는 헌팅턴 무도병의 증상을 전혀 보이지 않는다. 현재 45세인 철수가 이 유전병을 물려받을 확률에 대해서 논하시오.(10점)

<생명과학 끝>