

YON

2023 학년도 연세대학교
대학별 고사 자료집
「논술전형 및 면접전형 안내자료」

SEI



연세대학교 대표전화 1599-1885

서울캠퍼스 03722 서울특별시 서대문구 연세로 50

입학처 02)2123-4131

<http://admission.yonsei.ac.kr>



연세대학교 서울캠퍼스

2023학년도 대학별 고사 자료집 (논술전형 및 면접전형 안내자료)

논술전형

- 2022학년도 논술시험 기출문제 및 해설

면접전형

- 2022학년도 학생부종합전형 면접구술시험 기출 문제
- 2022학년도 시스템반도체특별전형 면접구술시험 기출 문제
- 2022학년도 고른기회전형 면접구술시험 기출 문제

면접전형(특기자 전형)

- 2022학년도 특기자전형 면접구술시험 기출 문제

이 자료의 저작권은 연세대학교에 있습니다.
상업적인 사용을 금합니다.

논술 전형

2022학년도 논술시험 기출문제 및 해설

● 인문 · 사회계열	1
● 자연계열(수학)	8
● 자연계열(물리)	16
● 자연계열(화학)	21
● 자연계열(생명과학)	26
● 자연계열(지구과학)	31

2022학년도 연세대학교 수시모집

논술시험 문제(인문·사회계열)

* 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

<제시문 가>

이스라엘의 하이파에서 이루어진 연구를 살펴보자. 그곳의 어린이집은 난처한 상황에 처해 있었다. 아이를 맡긴 부모 중 25%가 운영 시간이 지나 늦게 아이를 데리러 오는 바람에 아이들은 불안해하고 직원들은 초과 근무를 하게 된 것이다. 그래서 어린이집은 부모가 늦게 올 때마다 3달러의 벌금을 부과하기로 결정했다. 좋은 계획처럼 들리는가? 이제 부모들에게는 제 시간에 도착하게 하는 인센티브가 도덕적인 것과 경제적인 것 두 가지가 되었다.

새로운 방안이 발표된 뒤, 늦게 도착한 부모의 수는 기대와 달리 증가했다. 오래지 않아 30%가 마감시간 이후에 도착했으며 몇 주만에 40%가 되었다. 그 이유는 간단했다. 부모들은 지각 요금을 벌금이 아니라 할증금으로 해석하고 이제 아이를 제 시간에 데리러 와야 하는 의무에서 벗어났다고 생각한 것이다. 이후 많은 다른 연구에서 이 결과를 재확인했다. 사실 사람들이 일하는 이유는 가끔 서로 충돌하게 마련이다. 몇 년 전 메사추세츠 대학의 연구자들은 직장에서 경제적 인센티브가 가져오는 효과에 관한 51건의 연구를 분석했다. 그들은 보너스가 직원의 자발적인 동기와 도덕적 잣대를 둔화시킬 수도 있다는 압도적인 증거를 발견했다. 그리고 그것만으로 충분하지 않았는지 그들은 보너스와 목표가 창의성을 훼손할 수도 있다는 사실을 발견했다. 예컨대, 시간당으로 임금을 지불하면 근무 시간만 늘어난다. 출판물별로 비용을 지불하면 출판물 수만 증가한다. 외과 수술 횟수로 비용을 지불하면 수술 횟수만 늘어난다.

이 점에서 서구 자본주의 경제와 구소련 경제체제는 놀라울 정도로 유사하다. 구소련 시대의 관리자들은 목표치를 가지고 일했다. 예를 들어 가구 공장에서 목표치를 높이면 제품의 품질이 떨어졌다. 다음으로 테이블과 의자의 가격이 무게에 따라 책정되자 갑자기 공장에서는 무거워서 옮기기 힘든 부품이 생산되었다. 재미있게 들릴지 모르지만 슬픈 사실은 오늘날 많은 조직에서 이런 일이 여전히 일어나고 있다는 점이다. 치료 횟수로 돈을 받는 외과 의사는 더 나은 치료를 제공하는 것보다 수술 건수를 늘이려 골몰할 뿐이다. 직원에게 최소 시간(연간 1,500시간) 근무 청구서를 요구하는 거대 로펌은 변호사로 하여금 일을 더 잘하는 것이 아니라 더 오래 하게 만들 뿐이다. 공산주의나 자본주의 두 시스템 모두에서 숫자의 폭정은 우리에게서 내재적 동기를 앗아간다.

<제시문 나>

These days, the politicians argue that we should all be able to rise as far as our talent and hard work will take us. But why exactly that far? Why assume that our talents should determine our destiny, and that we deserve the rewards that flow from them?

There are two reasons to question this assumption. First, my having this or that talent is not my doing but a matter of good luck, and I do not deserve the benefits (or burdens) that derive from luck. People who value merit acknowledge that I do not deserve the benefits that arise from being born into a wealthy family. So why should other forms of luck—such as having a particular talent—be any different? If I won a million dollars in the state lottery*, I would be delighted at my good fortune. But it would be foolish to claim I had earned the unexpected gain, or that my winning had anything to do with my merit. Similarly, if I bought a lottery ticket and failed to win, I might be disappointed, but I could not complain that I had been denied something I deserved.

Second, that I live in a society that prizes the talents I happen to have is also not something for which I can claim credit. This too is a matter of good fortune. An NBA** superstar makes tens of millions of dollars playing basketball, a hugely popular game. Beyond being blessed with exceptional

athletic gifts, he is lucky to live in a society that values and rewards them. It is not his doing that he lives today, when people love the game at which he excels, rather than in Renaissance Florence, when fresco painters, not basketball players, were in high demand. The same can be said of those who excel in pursuits our society values less highly. The world champion arm wrestler may be as good at arm wrestling as the superstar is at basketball. It is not his fault that, except for a few supporters, no one is willing to pay to watch him pin an opponent's arm to the table.

Much of the appeal of the faith in merit consists in the idea that our success is our own doing, at least under the right conditions. Insofar as the economy is a field of fair competition, free from privilege^{***} or prejudice^{****}, we are responsible for our fate. We succeed or fail based on our merits. We get what we deserve. This is a liberating picture, for it suggests we can be self-made human agents, the authors of our fate, the masters of our destiny. It is also morally satisfying, because it suggests the economy can answer to the ancient notion of justice as giving people their due. But the recognition that our talents are not our own doing complicates this picture of self-making. It puts in doubt the faith that overcoming prejudice and privilege is sufficient to bring about a just society. If our talents are gifts for which we are indebted—whether to the genetic lottery or to God—then it is a mistake to assume we deserve the benefits that flow from them.

*lottery: 복권, **NBA: 미국 프로농구연맹, ***privilege: 특권, ****prejudice: 편견

<제시문 다>

공정이란 개인의 재능과 노력에 대한 합당한 평가를 통해 실현된다. 불평등은 그 자체로 정의롭지 않다고 할 수 없다. 재능을 타고났다고 하더라도 그 재능을 활용하여 성과를 내는 것은 개인의 노력에 달려 있기 때문이다. 따라서 개인의 재능과 노력에 기초한 기여도를 중시해야 한다. 누군가 타인에게 직접적인 피해를 주지 않으면서 재화를 소유하거나 특정한 자격을 얻었다면, 그 사람의 업적은 정당하게 인정되어야 한다. 즉 자신의 노력으로 얻은 것에 대해서는 정당한 권리를 갖는다는 것이다.

개인의 성취가 정당한 노력의 대가로 이루어진 것이라면, 그 결과가 비록 어느 정도의 불평등을 유발하더라도 그것은 정의를 위하여 치러야 할 대가로 보아야 한다. 그 결과가 불평등으로 나타난다고 해서 이를 정의롭지 않다고 느끼는 것은 타당하지 않다. 만약 천부적 재능을 한 사회의 공동 자산으로 생각하고 이 재능이 산출하는 이익을 구성원들이 함께 나누자고 한다면, 이는 개인의 권리에 대한 부당한 간섭이자 정의를 침해하는 일일 수 있다.

마찬가지 이유로 대학의 학생선발 과정이나 절차는 지원자의 재능과 노력을 반영하는 학업성취도에 따라 이뤄져야 한다. 만약 그런 과정과 절차를 거치지 않고 학업능력과 상관없이 성별, 출신 지역, 국적, 소득수준, 혹은 순전한 운 등을 기준으로 선발한다면 다양한 문제가 야기될 수 있다. 우선 지원자의 학업성취 욕구를 현저히 저하시킬 것이며, 소모적인 공정성 논란을 일으킬 수 있다. 더 심각한 문제는 재능과 노력을 정당하게 평가하지 않는 선발 절차가 대학을 넘어 사회 발전에까지 악영향을 미칠 것이라는 점이다.

<제시문 라>

최후통첩 게임(Ultimatum Game)에서는 두 명의 참가자가 '제안자'와 '응답자'의 역할을 맡아 돈을 나눈다. 제안자는 먼저 이 돈을 둘로 쪼개어 자신의 몫과 상대의 몫을 제안한다. 응답자가 이를 수락하면, 두 사람은 각자의 몫을 챙겨 게임을 끝낸다. 응답자가 제안을 거부해도 게임은 끝난다. 다만, 이때는 두 사람 모두 빈털터리로 집에 돌아가야 한다. 최후통첩 게임을 활용한 두 건의 실험이 진행되었다.

첫 번째 실험에서는 게임 전에 동전 던지기를 통해 제안자와 응답자의 역할을 나누었다. 두 참가자는 이전에 서로 만난 적이 없고 앞으로도 만날 일이 없다. 참가자들이 냉철한 의사결정자라면 게임은 항상 제안자가 응답자보다 훨씬 더 많은 돈을 가진 채 끝나야 한다. 경제적 관점에서 응답자는 1원이라도 챙기는 것이 빈손으로 집에 가는 것보다 낫다. 이 사실을 제안자도 알기 때문에 얼마든지 자기 몫을 더 요구할 수 있다. 그러나 실제 게임에서는 대부분 두 사람이 60:40에 가까운 비율로 돈을 나누어 가지면서 끝난다. 제안자는 더 큰 몫을 가지길 주저하고, 응답자는 당연히 절반에 가까운 돈을 받을 거라 기대한다. 드물게 어떤 제안자가 더 큰 돈을 챙

기려 하면, 그래서 가령 80:20 혹은 90:10으로 제안을 하면, 응답자는 즉시 표정이 굳어지고 제안을 거절할 것이다.

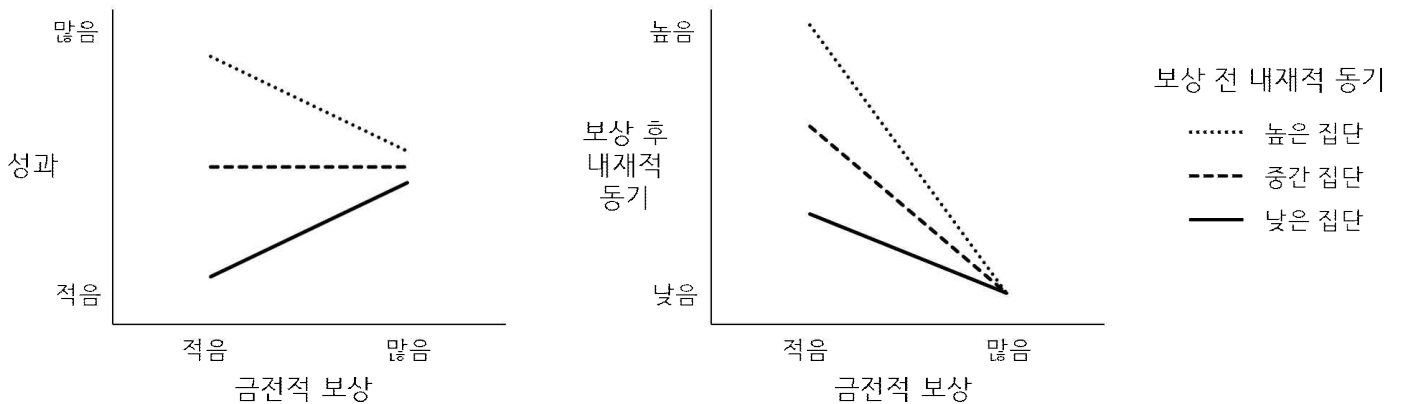
왜 그럴까? 한 가지 이유는 두 사람의 역할을 결정했던 방식에 있다. 만약 사람들이 다른 절차를 통해 자격을 획득했다면 어떨까? 두 번째 실험에서는 동전을 던지는 대신에 참가자들이 일련의 상식 문제에 답하게 하였다. 시험에서 높은 점수를 받은 사람에게 제안자 역할을, 낮은 점수를 받은 사람에게는 응답자 역할을 맡겼다. 이후 절차는 같았지만, 게임 결과는 크게 달랐다. 제안자들은 평균 80:20의 비율로 제안하였고, 응답자들은 기꺼이 그 제안을 받아들였다.

[문제 1-1] <제시문 가>와 <제시문 나> 각각의 관점에서 아래 지문을 평가하시오. (600자 안팎, 25점)

성과급 제도는 직원을 실적에 따라 경제적으로 보상한다. 회사에서 모든 직원이 능력, 업적, 성과에 상관없이 같은 임금을 받는다면 직원들은 열심히 일하려고 하지 않을 것이다. 더 많은 교육을 받았고 경력도 많고 열심히 일하여 그 조직에 많은 보탬이 된다고 스스로 생각하는 직원이 그에 상응하는 보상을 기대하는 것은 자연스러운 일이다.

[문제 1-2] <제시문 나>와 <제시문 다> 각각의 관점에서 <제시문 라>의 실험 결과를 설명하시오. (600자 안팎, 25점)

[문제 2-1] 개인이 가지고 있었던 일에 대한 내재적 동기에 따라 사람들을 세 집단으로 나누었다. 아래 왼쪽 그림은 집단별로 금전적 보상과 성과의 관계를 보여주는 추세선이고, 오른쪽 그림은 금전적 보상과 '보상 후'의 내재적 동기의 관계를 보여주는 추세선이다. 두 개의 그래프를 다양한 측면에서 분석하고, 이를 기초로 <제시문 가>의 주장을 평가하시오. (600자 안팎, 25점)



[문제 2-2] 최후통첩 게임에서 두 참가자가 1만 원을 나눈다. 먼저 제안자가 자신의 몫으로 $(1-x)$ 만 원, 응답자의 몫으로 x 만 원을 제안한다(단, $0 \leq x \leq 1$). 응답자는 제안을 수락 또는 거부할 수 있다. 응답자가 수락하면 제안대로 배분하고, 두 사람의 만족감은 다음과 같이 정해진다.

제안자: $y_1 = 1 - x$

응답자: $y_2 = x - c \times \max(0, 0.5 - x)$ (단 $c \geq 0$ 이고 $\max(a, b)$ 는 a 와 b 의 최댓값을 의미함.)

응답자의 만족감은 수익 x 에서 균등한 배분 0.5를 받지 못해서 생기는 불만감 $c \times \max(0, 0.5 - x)$ 를 뺀 것이다. 여기서 c 는 개인이 균등한 배분을 중요시하는 정도를 나타낸다. 만약 응답자가 제안을 거부하면 두 사람 모두 돈을 받지 못하고, 만족감도 둘 다 0이 된다. 따라서 응답자는 $y_2 \geq 0$ 이면 제안을 수락하고, $y_2 < 0$ 이면 거부한다. 이러한 점을 고려하여 제안자는 x 를 정한다. 이때 제안자는 응답자의 c 를 알고 있다고 가정한다. 이런 상황에서 제안자의 만족감 y_1 을 최대화하는 x 를 구하여 c 의 함수로 표현하고, <제시문 라>의 실험 결과를 그 함수를 이용하여 설명하시오. (글자 수 제약 없음, 25점)

2022학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 인문·사회계열 출제 의도 및 해설

● 출제의도

1. 이번 <인문·사회계열> 논술시험은 고등학교 교육과정과 연계된 지문과 문제를 통해 수험생의 종합적인 사고능력을 측정하려는 취지로 구성되었다.
2. 고등학교 교과 「통합사회」, 「생활과 윤리」, 「사회·문화」에서 다루는 '정의와 불평등'을 대주제로 설정하고, '사회 불평등', '분배적 정의', '업적주의', '사회적 계층과 권리'의 개념을 다양한 관점에서 파악하고 추론하는 능력을 평가하고자 하였다.
3. 제시문은 고등학교 교과서에 등재된 지문이나 그와 관련된 일반 교양서적의 지문을 발췌하고 윤문하여 활용하였다. 현행 고등학교 교육과정에서 접하는 주제와 개념을 이해하고 교과서 지문에 익숙한 수험생이라면 제시문을 정확히 이해할 수 있을 것으로 기대하였다.
출처: <제시문 가> 루트허르 브레흐만, 『휴먼카인드: 감춰진 인간 본성에서 찾은 희망의 연대기』
<제시문 나> 마이클 샌델, 『공정하다는 착각: 능력주의는 모두에게 같은 기회를 제공하는가』
<제시문 다> 고등학교 교과서 「통합사회」 (미래엔, 천재교육)
<제시문 라> 출제위원회 작성(출처: Hoffman 등, 1994, Games and Economic Behavior)
[문제 1-1] 소지문 고등학교 교과서 「사회·문화」 (미래엔)
4. '능력과 노력에 근거한 경제적 보상'에 연관된 제시문들을 비교·분석하게 하여 수험생의 독해력, 논리력, 표현력과 독창성을 평가하고자 하였다.
5. 사회과학 연구 결과를 해석하고, 인문·사회 현상을 수리적 개념을 활용하여 사고하는 능력을 평가하고자 하였다.

● 제시문 해설

<제시문 가>는 금전적 보상의 효과를 논한다. 금전적 보상이 내재적 동기를 낮추고, 도덕적 감각을 둔화시키며, 창의성을 훼손시키고, 성과를 낮춘다고 지적한다.

<제시문 나>에 따르면, 흔히 개인의 재능과 노력에 의한 성취라고 여겨지는 것도 사실 우연히 타고난 소질과 사회적 조건에 의해서만 가능한 것이다. 개인의 성공이 온전히 그 사람의 몫이라고 믿는 것은 정당하지 않다.

<제시문 다>는 개인의 성과나 업적이 오롯이 각자의 재능과 노력의 산물이라고 본다. 그 결과 야기되는 사회적 불평등은 감수해야 할 대가이며, 그 이익을 사회 구성원이 공유하려는 것은 권리에 대한 부당한 간섭이자 정의에 대한 침해라고 주장한다.

<제시문 라>는 최후통첩 게임에서 제안자를 정하는 방식이 다른 두 실험을 소개한다. 동전 던지기를 통해 제안자를 정한 첫 번째 실험과 달리, 상식시험을 통해 제안자에게 일종의 자격을 부여한 두 번째 실험에서 더 불균등한 배분이 이루어졌다.

● 예시 답안

[문제 1-1] <제시문 가>와 <제시문 나> 각각의 관점에서 아래 지문을 평가하시오. (600자 안팎, 25점)

<제시문 가>와 <제시문 나>는 모두 성과급 제도에 대해 비판적인 입장이지만, 그 이유는 다르다. <제시문 가>는 성과급 제도가 직원의 업무 동기에 미치는 부작용에 주목한다. 우수한 직원들은 애초에 각기 다른 이유로 좋은 성과를 달성한다. 가령, 성실한 직업윤리를 추구했을 수 있고 회사의 성장에서 성취감을 느꼈을 수도 있다. 그러나 성과급 제도하에서 이러한 다양한 동기는 경제적 동기로 대체되는 경향이 있다. 직원들이 돈 때문에 일하게 되는 것이다. 도덕적 의무를 인식하고 능동적으로 행동하는 대신, 직원 들은 외적 보상에 따라 수동적으로 움직이는 존재로 전락할지 모른다. 이와 달리, <제시문 나>는 실적이 개인에게서만 비롯된다는 성과급 제도의 전제 자체에 의문을 품는다. 어떤 직원의 높은 성과는 그에게 우연히 주어진 재능이 우연히 갖춰진 환경에서 발휘될 수 있었기 때문이지, 개인적 노력을 통해서만 생겨난 것이 아니다. 성취의 우연적 요인을 인식한다면, 한 직원이 성과에서 비롯된 혜택을 온전히 누릴 자격은 없다. 요약하자면, <제시문 가>는 성과를 금전적으로 보상하는 제도의 위험성에 주의를 환기하며, <제시문 나>는 성과를 개인의 업적으로 취급하는 제도의 정당성에 이의를 제기한다.

[문제 1-2] <제시문 나>와 <제시문 다> 각각의 관점에서 <제시문 라>의 실험 결과를 설명하시오. (600자 안팎, 25점)

<제시문 나>의 관점에서 두 실험의 참가자들은 모두 50:50의 비율로 돈을 배분했어야 했다. 동전 던지기 는 우연히 결정되므로 제안자가 응답자보다 조금이라도 더 가져가는 것은 정당하지 않다. 상식시험도 우연에 의존하기는 마찬가지다. 개인의 상식은 실험 참가와 상관이 없다. 두 사람은 우연히 실험에서 만 났고, 상식 문제는 각자의 재능과 관련없이 정해졌다. 우연에 근거하여 유불리한 자격을 부여하는 것은 합리적이지 않다. 이에 <제시문 나>는 사람들이 자격과 혜택의 관계를 쉽게 오해한다는 것이 실험에서 증명되었다고 설명하고, 사람들로 하여금 이를 명심하여 정당한 배분에 힘쓰도록 촉구할 것이다. <제시문 다>의 관점에서 두 실험의 결과는 재능과 노력을 인정하는 것이 공정성을 실현하는 데 얼마나 중요한지 확인해준다. 사람들은 운(동전 던지기)에 따라 자격이 정해질 때보다 능력(상식시험)에 근거하여 자격이 정해질 때 80:20과 같은 불균등한 배분에 쉽게 동의하였다. 참가자들이 실수하고 있다고 보는 <제시문 나>와 달리, <제시문 다>는 이들이 합리적으로 판단했다고 본다. 운이 자격을 결정할 때는 상대적으로 균등한 분배를 선호했고, 능력이 자격을 결정할 때는 상대적으로 불균등한 분배를 수용했기 때문이다.

[문제 2-1] 개인이 가지고 있었던 일에 대한 내재적 동기에 따라 사람들을 세 집단으로 나누었다. 아래 왼쪽 그림은 집단별로 금전적 보상과 성과의 관계를 보여주는 추세선이고, 오른쪽 그림은 금전적 보상과 '보상 후'의 내재적 동기의 관계를 보여주는 추세선이다. 두 개의 그래프를 다양한 측면에서 분석하고, 이를 기초로 <제시문 가>의 주장을 평가하시오. (600자 안팎, 25점)

왼쪽 그림에 따르면, 내재적 동기가 높았던 집단은 금전적 보상이 많을수록 성과가 감소한다. 그에 비해, 내재적 동기가 중간 수준이었던 집단은 금전적 보상의 크기와 상관없이 일정한 성과를 산출하고, 내재적 동기가 낮았던 집단은 금전적 보상에 비례하여 성과가 증가한다. 집단별로 분석하면, 경제적 인센티브가 성과를 떨어뜨린다는 <제시문 가>의 주장은 내재적 동기가 높았던 집단에서만 유효하고 다른 집단에게는 적용될 수 없다. 즉, <제시문 가>는 내재적 동기의 개인차를 간과한 것이다. 그러나 세 집단의 규모가 같 다고 가정하면, 전체 평균이 항상 일정하여 비용 대비 성과가 감소한 셈이므로 여전히 <제시문 가>의 주 장을 입증했다고 볼 수 있다. 오른쪽 그림에서는 세 집단 모두 금전적 보상이 많을수록 내재적 동기를 잃었는데, 그 경향이 보상 전 동기가 높을수록 뚜렷했다. 특히, 금전적 보상이 클 때는 모든 집단의 내재적 동기가 이전에 비해 더 낮은 수준으로 수렴되었다. 따라서 두 그림을 종합하면, 금전적 보상으로 인해 장기적으로 모든 구성원의 내재적 동기가 감소하고, 보상을 많이 지급해도 전체 집단의 성과가 예전 평균 을 밑돌게 될 거라는 결론에 도달할 수 있다. 이러한 예상은 <제시문 가>의 주장과 일치한다.

[문제 2-2] 최후통첩 게임에서 두 참가자가 1만 원을 나눈다. 먼저 제안자가 자신의 몫으로 $(1-x)$ 만 원, 응답자의 몫으로 x 만 원을 제안한다(단, $0 \leq x \leq 1$). 응답자는 제안을 수락 또는 거부할 수 있다. 응답자가 수락하면 제안대로 배분하고, 두 사람의 만족감은 다음과 같이 정해진다.

제안자: $y_1 = 1 - x$

응답자: $y_2 = x - c \times \max(0, 0.5 - x)$ (단 $c \geq 0$ 이고 $\max(a, b)$ 는 a 와 b 의 최댓값을 의미함.)

응답자의 만족감은 수익 x 에서 균등한 배분 0.5를 받지 못해서 생기는 불만감 $c \times \max(0, 0.5 - x)$ 를 뺀 것이다. 여기서 c 는 개인이 균등한 배분을 중요시하는 정도를 나타낸다. 만약 응답자가 제안을 거부하면 두 사람 모두 돈을 받지 못하고, 만족감도 둘 다 0이 된다. 따라서 응답자는 $y_2 \geq 0$ 이면 제안을 수락하고, $y_2 < 0$ 이면 거부한다. 이러한 점을 고려하여 제안자는 x 를 정한다. 이때 제안자는 응답자의 c 를 알고 있다고 가정한다. 이런 상황에서 제안자의 만족감 y_1 을 최대화하는 x 를 구하여 c 의 함수로 표현하고, <제시문 라>의 실험 결과를 그 함수를 이용하여 설명하시오. (글자 수 제약 없음, 25점)

응답자가 제안을 수락하는 경우에만 제안자가 만족감을 얻을 수 있으므로, 먼저 응답자가 제안을 수락하는 x 의 범위를 찾는다.

① $0.5 \leq x \leq 1$ 인 경우, 응답자가 제안을 수락하면 만족감은

$$y_2 = x - c \times \max(0, 0.5 - x) = x - c \times 0 = x$$

$x \geq 0.5$ 이므로 만족감 y_2 가 0보다 크다. 따라서 $0.5 \leq x \leq 1$ 이면 응답자는 제안을 수락한다.

② $x < 0.5$ 인 경우, 응답자가 제안을 수락하면 만족감은

$$y_2 = x - c \times \max(0, 0.5 - x) = x - c(0.5 - x)$$

응답자는 $y_2 \geq 0$, 즉 $x - c(0.5 - x) \geq 0$ 이 성립하는 경우에만 제안을 수락한다. 이 부등식을 정리하면 제안 수락을 위한 x 의 범위를 얻는다.

$$x \geq \frac{c}{2(c+1)}$$

이 부등식의 우변에서 $\frac{c}{(c+1)} < 1$ 이므로 부등식의 우변은 항상 $\frac{1}{2}$ 보다 작다. 그리고 이 조건은

$x < 0.5$ 인 경우에 적용되므로 제안 수락을 위한 x 의 범위는 다음과 같다.

$$\frac{c}{2(c+1)} \leq x < 0.5$$

③ 지금까지의 결과를 종합하면 제안 수락을 위해서는 $0.5 \leq x \leq 1$ 이거나 $\frac{c}{2(c+1)} \leq x < 0.5$ 이 성립해야 한다. 두 조건을 결합하면 응답자가 제안을 수락하는 x 의 범위를 얻는다.

$$x \geq \frac{c}{2(c+1)}$$

제안자가 만족감을 최대화하려면 응답자의 제안 수락 여부를 고려해야 한다.

① 만약 $x < \frac{c}{2(c+1)}$ 을 제안하면 응답자는 거부하고, 제안자의 만족감은 0이 된다.

② 반면에 $x \geq \frac{c}{2(c+1)}$ 이면 응답자의 만족감은 $y_2 \geq 0$ 이므로 응답자는 수락한다. 그러므로 제안자는

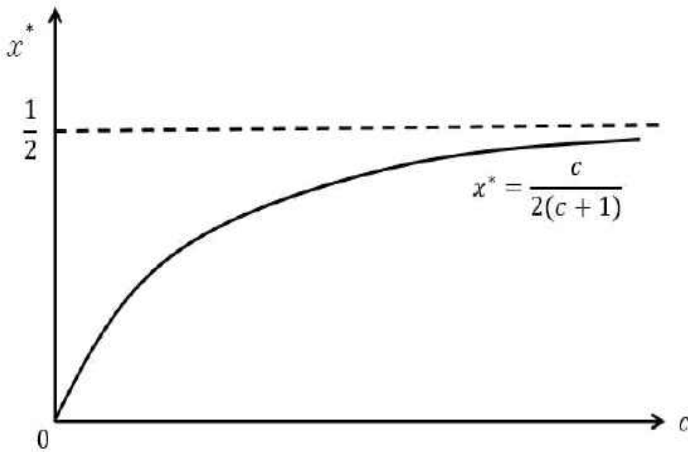
$\frac{c}{2(c+1)}$ 보다 크거나 같은 x 를 제안해야 양의 만족감을 얻을 수 있다.

③ 하지만 만족감 y_1 이 최대가 되려면 x 가 최소가 되어야 하므로, 제안자는 응답자가 받아들일 수 있는 최소한의 금액인 $x = \frac{c}{2(c+1)}$ 을 제안한다. 그러면 응답자는 제안을 수락하고 제안자의 만족감은 최대가 된다. 그

러므로 제안자의 만족감을 최대화 하는 $x = x^*$ 는 다음과 같은 c 의 함수로 표현된다. $x^* = \frac{c}{2(c+1)}$ 이 함수 관계를 바탕으로 <제시문 라>의 실험 결과를 아래와 같이 설명할 수 있다.

① x^* 와 c 의 관계를 파악하기 위해 x^* 를 다음과 같이 다시 쓴다.

$$x^* = \frac{c}{2(c+1)} = \frac{1}{2} \left[\frac{(c+1-1)}{c+1} \right] = \frac{1}{2} \left[1 - \frac{1}{c+1} \right]$$



그래프에서 볼 수 있듯이 x^* 는 c 의 증가함수이며 $c=0$ 일 때 $x^*=0$ 이 되고, $c \rightarrow \infty$ 이면 x^* 는 $\frac{1}{2}$ 로 수렴한다.

② 이 함수를 해석하면 다음과 같다. x 가 클수록 응답자는 균등한 배분을 중요하게 여기고, $x < 0.5$ 일 때 큰 불만을 느낀다. 따라서 응답자는 x 가 작으면 제안을 거부할 것이고, 제안자는 이 점을 고려하여 응답자에게 상대적으로 큰 몫을 나눠줄 것이다. 그러므로 c 가 증가 하면 x^* 도 증가한다.

③ <제시문 라>의 실험에서는 제안자가 배분 비율을 결정할 수 있어 상대적으로 유리하다. 그런데 동전 던지기를 통해 우연히 제안자가 결정되면, 응답자는 불균등한 배분에 불만을 느끼고 c 가 클 것이다. 따라서 제안자는 50:50에 가까운 배분을 제안하여 응답자의 수락을 유도한다. 그에 비해, 상식 시험으로 제안자가 결정되면, 응답자는 제안자의 자격을 어느 정도 인정하여 불균등한 배분에 불만을 덜 느끼고 c 가 작을 것이다. 따라서 제안자가 훨씬 큰 몫을 스스로 챙기고 작은 몫을 제안해도 응답자는 받아들일 가능성이 높다.

2022학년도 연세대학교 수시모집

자연계열 논술시험 문제(수학)

* 문제에 답하시오.

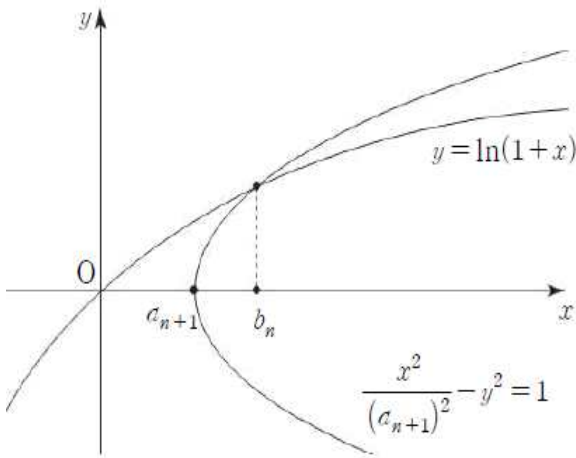
[문제1] 한 개의 주사위를 던져서 나오는 눈의 수를 a 라 하자. x 축, y 축 및 직선 $x+y=a$ 로 둘러싸인 직각이등변 삼각형에 대하여 다음 물음에 답하시오.

[문제1-1] 직각이등변삼각형의 빗변 위의 점들 중 x 좌표와 y 좌표가 모두 음이 아닌 정수인 점들의 개수를 확률변수 X 라 할 때, $E(X)$ 의 값을 구하시오. [4점]

[문제1-2] 직각이등변삼각형의 둘레 또는 내부에 있는 점들 중 x 좌표와 y 좌표가 모두 음이 아닌 정수인 점들의 개수를 확률변수 Y 라 할 때, $E(Y)$ 의 값을 구하시오. [4점]

[문제2] <그림 1>과 같이 모든 항이 양수인 수열 $\{a_n\}$ 에 대하여 쌍곡선 $\frac{x^2}{(a_{n+1})^2} - y^2 = 1 \quad (x \geq a_{n+1})$ 과 함수 $y = \ln(1+x)$ 의 그래프는 한 점에서 만난다. 이 점의 x 좌표를 b_n 이라 할 때, 아래 제시문을 참고하여 다음 물음에 답하시오.

제시문 1. $x > 0$ 인 실수 x 에 대하여 $\ln(1+x) < x$ 가 성립한다.
 제시문 2. 자연수 n 에 대하여 $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n \leq \left(1 + \frac{1}{n+1}\right)^{n+1}$ 이 성립한다.



<그림 1>

[문제2-1] 수열 $\{a_n\}$ 이 $1 + \frac{1}{(a_n)^2} \leq \frac{1}{(a_{n+1})^2}$ 을 만족시킬 때, $a_{n+1} < b_n < a_n$ 이 성립함을 보이시오. [10점]

[문제2-2] $a_n = \frac{1}{\sqrt{n}} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{-\frac{n}{2}}$ 일 때, $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} \ln(1+b_n)$ 의 값을 구하시오. [7점]

[문제3] 자연수 N 에 대하여 다음 조건을 만족시키는 모든 홀수 m 의 값의 합을 $f(N)$ 이라 하자.

- (가) 등차수열 $\{a_n\}$ 은 첫째항이 자연수이고 공차가 1이다.
- (나1) $\sum_{k=1}^m a_k = N$ 이다.

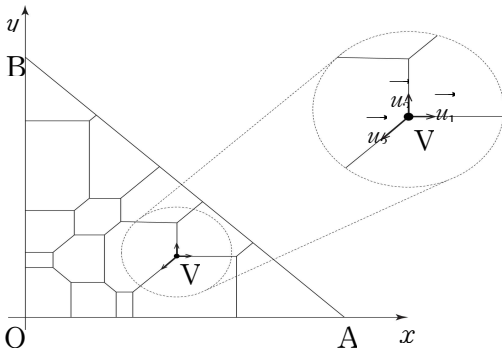
예를 들어, $N=21$ 인 경우에 아래의 두 가지만 가능하므로 $f(21) = 1 + 3 = 4$ 이다.

$$21 = 21 = \sum_{k=1}^1 (20+k), \quad 21 = 6+7+8 = \sum_{k=1}^3 (5+k)$$

자연수 N 과 홀수 m 에 대하여 다음 조건을 만족시키는 수열 $\{a_n\}$ 의 첫째항이 될 수 있는 자연수의 개수를 $g_N(m)$ 이라 할 때, 다음 물음에 답하시오.

- (가) 등차수열 $\{a_n\}$ 은 첫째항이 자연수이고 공차가 1이다.
- (나2) $\sum_{k=1}^m a_k \leq N$ 이다.

[문제3-1] N 을 m 으로 나눈 나머지가 r 일 때, $g_N(m)$ 을 N, m, r 를 이용하여 나타내시오. [7점]



<그림 2>

[문제3-2] $\sum_{N=1}^{200} f(N)$ 의 값을 구하시오. [10점]

[문제4] 세 점 $O(0, 0)$, $A(2022, 0)$, $B(0, 2022)$ 를 꼭짓점으로 하는 직각이등변삼각형 OAB 의 내부 및 둘레에 다음 조건을 만족하도록 여러 개의 선분을 그어 그 선분을 변으로 하는 유한 개의 다각형을 만든다고 할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 양 끝점 중 적어도 한 개의 점이 삼각형 OAB 의 내부에 있는 선분은 두 다각형의 변이 되고, 두 끝점이 모두 삼각형 OAB 의 둘레에 있는 선분은 오직 한 다각형의 변이 된다.)

- (가) 다각형의 모든 변은 x 축, y 축, 직선 $y = x$, 직선 $y = -x$ 중 하나와 평행하다.
- (나) 다각형의 모든 내각의 크기는 180° 보다 작다.
- (다) 다각형의 변과 삼각형 OAB 의 변이 한 점에서 만날 때, 두 선분은 서로 수직이다.
- (라) 다각형의 꼭짓점이 삼각형 OAB 의 내부에 있을 때, 이 꼭짓점은 서로 다른 세 선분의 끝점이고 세 선분 중 두 개는 좌표축과 평행하다.

[문제4-1] <그림 2>와 같이 다각형의 꼭짓점 V 가 삼각형 OAB 의 내부에 있을 때, 점 V 에서 점 V 와 선분으로 연결된 세 점으로 향하는 벡터와 방향이 같은 세 개의 벡터 $\vec{u}_1, \vec{u}_2, \vec{u}_3$ 가 있다. 가능한 모든 세 개의 벡터에 대하여 $\vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{u}_3 = \vec{0}$ 임을 보이시오. (단, 세 벡터 $\vec{u}_1, \vec{u}_2, \vec{u}_3$ 의 성분은 -1 또는 0 또는 1 이다.) [5점]

[문제4-2] 다각형의 꼭짓점 P 가 삼각형 OAB 의 둘레에 있고 점 P 와 선분으로 연결된 점 Q 가 삼각형 OAB 의 내부에 있을 때, 벡터 \vec{QP} 와 방향이 같은 벡터 \vec{u} 를 점 P 에 대한 경계벡터라 하자. 모든 경계벡터의 합이 $\vec{0}$ 임을 보이시오. (단, 경계벡터 \vec{u} 의 성분은 -1 또는 0 또는 1 이다.) [7점]

[문제4-3] 선분 OA , 선분 OB , 선분 AB 와 각각 만나는 다각형의 개수가 모두 같음을 보이시오. (예를 들어, <그림 2>에서 선분 OA , 선분 OB , 선분 AB 와 각각 만나는 다각형의 개수는 모두 5이다.) [6점]

2022학년도 연세대학교 수시모집

자연계열 논술시험 문제(수학) 출제 의도 및 해설

◎ 출제의도

[수학 1번] 고등학교 교육과정에서 중요하게 다루는 「확률과 통계」 과목에서 문제를 출제하였다. 구체적으로 기댓값에 관한 기본적인 개념 및 원리를 묻는 문제를 출제하였다. 고등학교 수학과에서 다루는 중요한 개념의 확실한 이해를 바탕으로 제시된 조건과 상황을 정확히 분석하여 논리적 사고력과 창의적 문제 해결 능력을 발휘할 수 있는지를 평가한다.

[수학 2번] 고등학교 교육과정에서 중요하게 다루는 「수학 I」, 「수학 II」, 「미적분」, 「기하」 과목에서 문제를 출제하였다. 구체적으로 수열, 연속함수의 성질, 로그함수, 쌍곡선에 관한 기본적인 개념 및 원리를 묻는 문제를 출제하였다. 고등학교 수학과에서 다루는 중요한 개념의 확실한 이해를 바탕으로 제시된 조건과 상황을 정확히 분석하여 논리적 사고력과 창의적 문제 해결 능력을 발휘할 수 있는지를 평가한다.

[수학 3번] 고등학교 교육과정에서 중요하게 다루는 「수학 I」 과목에서 문제를 출제하였다. 구체적으로 등차수열과 수열의 합에 관한 기본적인 개념 및 원리를 묻는 문제를 출제하였다. 고등학교 수학과에서 다루는 중요한 개념의 확실한 이해를 바탕으로 제시된 조건과 상황을 정확히 분석하여 논리적 사고력과 창의적 문제 해결 능력을 발휘할 수 있는지를 평가한다.

[수학4번] 고등학교 교육과정에서 중요하게 다루는 「기하」 과목에서 문제를 출제하였다. 구체적으로 평면벡터에 관한 기본적인 개념 및 원리를 묻는 문제를 출제하였다. 고등학교 수학과에서 다루는 중요한 개념의 확실한 이해를 바탕으로 제시된 조건과 상황을 정확히 분석하여 논리적 사고력과 창의적 문제 해결 능력을 발휘할 수 있는지를 평가한다.

● 문제 해설

[문제 1] 한 개의 주사위를 던져서 나오는 눈의 수를 a 라 하자. x 축, y 축 및 직선 $x+y=a$ 로 둘러싸인 직각이등변삼각형에 대하여 다음 물음에 답하시오.

[문제 1-1] 직각이등변삼각형의 빗변 위의 점들 중 x 좌표와 y 좌표가 모두 음이 아닌 정수인 점들의 개수를 확률변수 X 라 할 때, $E(X)$ 의 값을 구하시오. [4점]

주사위를 던져서 나오는 눈의 수를 a 라 할 때, 빗변 위의 점들 중 x, y 좌표가 모두 음이 아닌 정수인 점들의 개수는 $a+1$ 이다. 따라서 확률변수 X 의 확률분포를 표로 나타내면 다음과 같다.

X	2	3	4	5	6	7
$P(X=x)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

따라서 $E(X)$ 는 $\frac{9}{2}$ 이다.

[문제 1-2] 직각이등변삼각형의 둘레 또는 내부에 있는 점들 중 x 좌표와 y 좌표가 모두 음이 아닌 정수인 점들의 개수를 확률변수 Y 라 할 때, $E(Y)$ 의 값을 구하시오. [4점]

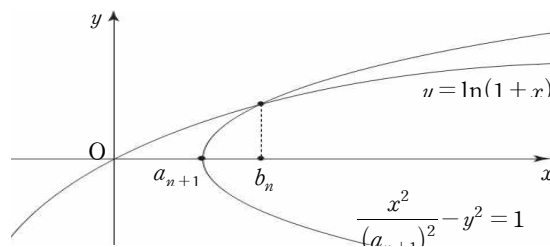
주사위를 던져서 나오는 눈의 수를 a 라 할 때, 둘레 또는 내부에 있는 점 중 x, y 좌표가 모두 음이 아닌 정수인 점들의 개수는 $\frac{(a+1)(a+2)}{2}$ 이다. 따라서 확률변수 Y 의 확률분포를 표로 나타내면 다음과 같다.

Y	3	6	10	15	21	28
$P(Y=y)$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$

따라서 $E(Y)$ 는 $\frac{83}{6}$ 이다.

[문제 2] <그림 1>과 같이 모든 항이 양수인 수열 $\{a_n\}$ 에 대하여 쌍곡선 $\frac{x^2}{(a_{n+1})^2} - y^2 = 1$ ($x \geq a_{n+1}$)과 함수 $y = \ln(1+x)$ 의 그래프는 한 점에서 만난다. 이 점의 x 좌표를 b_n 이라 할 때, 아래 제시문을 참고하여 다음 물음에 답하시오.

제시문 1. $x > 0$ 인 실수 x 에 대하여 $\ln(1+x) < x$ 가 성립한다.
 제시문 2. 자연수 n 에 대하여 $\left(1 + \frac{1}{n}\right)^n \leq \left(1 + \frac{1}{n+1}\right)^{n+1}$ 이 성립한다.



<그림 1>

[문제 2-1] 수열 $\{a_n\}$ 이 $1 + \frac{1}{(a_n)^2} \leq \frac{1}{(a_{n+1})^2}$ 을 만족시킬 때, $a_{n+1} < b_n < a_n$ 이 성립함을 보이시오. [10점]

가정에 의해 수열 $\{a_n\}$ 이 $\frac{1}{(a_n)^2} < 1 + \frac{1}{(a_n)^2} \leq \frac{1}{(a_{n+1})^2}$ 이므로 $a_n > a_{n+1}$ 이다.

$f(x) = \ln(1+x) - \frac{1}{a_{n+1}}\sqrt{x^2 - (a_{n+1})^2}$ 이라 하면 $f(a_{n+1}) = \ln(1+a_{n+1}) > 0$ 이고,

제시문 1에 의해

$$f(a_n) = \ln(1+a_n) - \frac{1}{a_{n+1}} \sqrt{(a_n)^2 - (a_{n+1})^2} < a_n - \sqrt{\frac{(a_n)^2}{(a_{n+1})^2} - 1} \leq 0 \left(\because 1 + \frac{1}{(a_n)^2} \leq \frac{1}{(a_{n+1})^2} \right)$$

함수 $f(x)$ 는 닫힌 구간 $[a_{n+1}, a_n]$ 에서 연속이고 $f(a_n) < 0 < f(a_{n+1})$ 이므로 사잇값 정리와 <그림 1>에 의하여 $f(x) = 0$ 의 한 개의 근 b_n 이 열린 구간 (a_{n+1}, a_n) 에 존재한다.

따라서 $a_{n+1} < b_n < a_n$ 이다.

[문제 2-2] $a_n = \frac{1}{\sqrt{n}} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{-\frac{n}{2}}$ 일 때, $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} \ln(1+b_n)$ 의 값을 구하시오. [7점]

제시문 2에 의해

$$\begin{aligned} 1 + \frac{1}{(a_n)^2} &= 1 + n \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n \leq 1 + n \left(1 + \frac{1}{n+1}\right)^{n+1} \\ &= 1 + (n+1) \left(1 + \frac{1}{n+1}\right)^{n+1} - \left(1 + \frac{1}{n+1}\right)^{n+1} \\ &= 1 + \frac{1}{(a_{n+1})^2} - \left(1 + \frac{1}{n+1}\right)^{n+1} < \frac{1}{(a_{n+1})^2} \end{aligned}$$

이므로 수열 $\{a_n\}$ 은 [문제 2-1]의 조건을 만족한다. 따라서 [문제 2-1]에 의해 $a_{n+1} < b_n < a_n$ 이다.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{-\frac{n}{2}} = \frac{1}{\sqrt{e}} \text{이므로 } \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0, \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} a_n = \frac{1}{\sqrt{e}} \text{이고}$$

수열의 극한의 성질에 의해 $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0, \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} b_n = \frac{1}{\sqrt{e}}$ 이다.

따라서 $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} \ln(1+b_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n} b_n \times \frac{\ln(1+b_n)}{b_n} = \frac{1}{\sqrt{e}}$ (단, e 는 자연상수)이다.

[문제 3] 자연수 N 에 대하여 다음 조건을 만족시키는 모든 홀수 m 의 값의 합을 $f(N)$ 이라 하자.

(가) 등차수열 $\{a_n\}$ 은 첫째항이 자연수이고 공차가 1이다.

$$(나1) \sum_{k=1}^m a_k = N \text{이다.}$$

예를 들어, $N = 21$ 인 경우에 아래의 두 가지만 가능하므로 $f(21) = 1 + 3 = 4$ 이다.

$$21 = 21 = \sum_{k=1}^1 (20+k), \quad 21 = 6+7+8 = \sum_{k=1}^3 (5+k)$$

자연수 N 과 홀수 m 에 대하여 다음 조건을 만족시키는 수열 $\{a_n\}$ 의 첫째항이 될 수 있는 자연수의 개수를 $g_N(m)$ 이라 할 때, 다음 물음에 답하시오.

(가) 등차수열 $\{a_n\}$ 은 첫째항이 자연수이고 공차가 1이다.

$$(나2) \sum_{k=1}^m a_k \leq N \text{이다.}$$

[문제3-1] N 을 m 으로 나눈 나머지가 r 일 때, $g_N(m)$ 을 N, m, r 를 이용하여 나타내시오. [7점]

첫째항이 a 이고 공차가 1인 수열 $\{a_n\}$ 에 대하여

$$\sum_{k=1}^m a_k = \sum_{k=1}^m (a+k-1) = am + \frac{m(m-1)}{2}$$

이고, 이 합이 N 보다 작거나 같아야 하므로 $am + \frac{m(m-1)}{2} \leq N$ 이다.

따라서 $a \leq \frac{N}{m} - \frac{m-1}{2}$ 을 만족시켜야 하고, a 는 $\frac{N}{m} - \frac{m-1}{2}$ 보다 작거나 같은 자연수가 될 수 있다.

N 을 m 으로 나누는 나머지는 r 이고 m 은 홀수이므로, $\frac{N}{m} - \frac{m-1}{2}$ 보다 작거나 같은 최대의 자연수는 $\frac{N-r}{m} - \frac{m-1}{2}$ 이다. 따라서 $g_N(m) = \frac{N-r}{m} - \frac{m-1}{2}$ 이다.

[문제3-2] $\sum_{N=1}^{200} f(N)$ 의 값을 구하시오. [10점]

1부터 홀수 m 까지의 자연수의 합이 200이하가 되려면

$$1 + 2 + \dots + m = \frac{m(m+1)}{2} \leq 200$$

이므로 $m \leq 19$ 이다. 따라서 $\sum_{N=1}^{200} f(N)$ 은 19 이하인 홀수 m 에 대해 각각 $g_{200}(m)$ 을 구하여 $m \times g_{200}(m)$ 을 모두 더한 값과 같으므로

$$\sum_{N=1}^{200} f(N) = \sum_{k=1}^{10} \{(2k-1) \times g_{200}(2k-1)\}$$

200을 m 으로 나누는 나머지를 r_m 이라 두면

$$\sum_{k=1}^{10} \{(2k-1) \times g_{200}(2k-1)\} = \sum_{k=1}^{10} \{200 - r_{2k-1} - (k-1)(2k-1)\} = 1990 - \sum_{k=1}^{10} r_{2k-1} - 2 \sum_{k=1}^{10} k^2 + 3 \sum_{k=1}^{10} k$$

200을 19 이하의 홀수로 나누는 나머지는 아래 표와 같고, 이들의 합은 43이다.

m	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
r_m	0	2	0	4	2	2	5	5	13	10

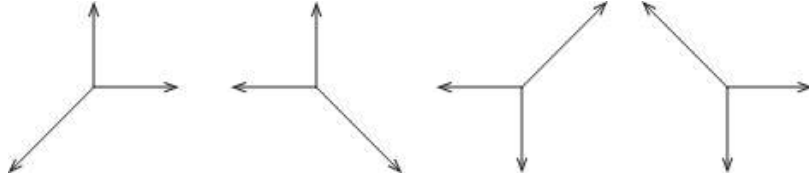
따라서 $\sum_{k=1}^{10} (2k-1) \times g_{200}(2k-1) = 1990 - \frac{10 \times 11 \times 21}{3} + 3 \times 55 - 43 = 1342$ 이다.

[문제 4] 세 점 $O(0, 0)$, $A(2022, 0)$, $B(0, 2022)$ 를 꼭짓점으로 하는 직각이등변삼각형 OAB 의 내부 및 둘레에 다음 조건을 만족하도록 여러 개의 선분을 그어 그 선분을 변으로 하는 유한 개의 다각형을 만든다고 할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 양 끝점 중 적어도 한 개의 점이 삼각형 OAB 의 내부에 있는 선분은 두 다각형의 변이 되고, 두 끝점이 모두 삼각형 OAB 의 둘레에 있는 선분은 오직 한 다각형의 변이 된다.)

- (가) 다각형의 모든 변은 x 축, y 축, 직선 $y = x$, 직선 $y = -x$ 중 하나와 평행하다.
- (나) 다각형의 모든 내각의 크기는 180° 보다 작다.
- (다) 다각형의 변과 삼각형 OAB 의 변이 한 점에서 만날 때, 두 선분은 서로 수직이다.
- (라) 다각형의 꼭짓점이 삼각형 OAB 의 내부에 있을 때, 이 꼭짓점은 서로 다른 세 선분의 끝점이고 세 선분 중 두 개는 좌표축과 평행하다.

[문제 4-1] <그림 2>와 같이 다각형의 꼭짓점 V 가 삼각형 OAB 의 내부에 있을 때, 점 V 에서 점 V 와 선분으로 연결된 세 점으로 향하는 벡터와 방향이 같은 세 개의 벡터 $\vec{u}_1, \vec{u}_2, \vec{u}_3$ 가 있다. 가능한 모든 세 개의 벡터에 대하여 $\vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{u}_3 = \vec{0}$ 임을 보이시오. (단, 세 벡터 $\vec{u}_1, \vec{u}_2, \vec{u}_3$ 의 성분은 -1 또는 0 또는 1 이다.) [5점]

다각형의 변이 x 축, y 축, 직선 $y = x$, 또는 직선 $y = -x$ 와 평행하므로, 꼭짓점 V 에서 만나는 세 선분이 서로 이를 수 있는 각 중 180° 보다 작은 각은 $45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 중 하나이다. 조건 (라)에 의하여 두 개의 선분이 좌표축과 평행하므로 남은 하나의 선분은 직선 $y = x$ 또는 직선 $y = -x$ 와 평행해야 한다. 따라서, 꼭짓점 V 에서 점 V 와 선분으로 연결된 세 점으로 향하는 벡터 방향의 조합은 아래 그림과 같다.

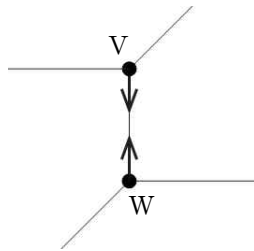


각각의 경우 성분이 0, 1, -1 중 하나로 이루어진 벡터들의 집합 $\{\vec{u}_1, \vec{u}_2, \vec{u}_3\}$ 는

$\{(-1, -1), (1, 0), (0, 1)\}, \{(1, -1), (0, 1), (-1, 0)\}, \{(1, 1), (-1, 0), (0, -1)\}, \{(-1, 1), (0, -1), (1, 0)\}$ 이다.

따라서 네 가지 경우 모두 $\vec{u}_1 + \vec{u}_2 + \vec{u}_3 = \vec{0}$ 이다.

[문제 4-2] 다각형의 꼭짓점 P가 삼각형 OAB의 둘레에 있고 점 P와 선분으로 연결된 점 Q가 삼각형 OAB의 내부에 있을 때, 벡터 \vec{QP} 와 방향이 같은 벡터 \vec{u} 를 점 P에 대한 경계벡터라 하자. 모든 경계벡터의 합이 $\vec{0}$ 임을 보이시오. (단, 경계벡터 \vec{u} 의 성분은 -1 또는 0 또는 1이다.) [7점]



삼각형 OAB의 둘레와 만나지 않는 선분의 양 끝점 V, W를 생각해 보자.

그림에 의해 위에 모은 벡터 중 V에서 W로, W에서 V로 향하는 두 벡터의 합은 $\vec{0}$ 이다. 이렇게 삼각형 OAB의 둘레와 만나지 않는 모든 선분을 고려하면, \vec{u}_{total} 의 값은 모든 경계벡터의 합과 같다.

따라서 모든 경계벡터의 합은 $\vec{0}$ 이다.

[문제 4-3] 선분 OA, 선분 OB, 선분 AB와 각각 만나는 다각형의 개수가 모두 같음을 보이시오. (예를 들어, <그림 2>에서 선분 OA, 선분 OB, 선분 AB와 각각 만나는 다각형의 개수는 모두 5이다.) [6점]

조건 (다)에 의해 경계벡터는 삼각형 OAB의 한 변에 수직이므로 선분 OA에 수직인 경계벡터는 $(0, -1)$, 선분 OB에 수직인 경계벡터는 $(-1, 0)$, 선분 AB에 수직인 경계벡터는 $(1, 1)$ 이다.

이들의 개수를 각각 l, m, n 이라 하면,

$$\vec{u}_{total} = l(0, -1) + m(-1, 0) + n(1, 1) = (n - m, n - l) = \vec{0} \text{ 이므로 } l = m = n \text{ 이다.}$$

선분 OA, 선분 OB, 선분 AB와 각각 만나는 다각형의 개수는 $l+1, m+1, n+1$ 이므로, 다각형의 개수가 모두 같다.

2022학년도 연세대학교 수시모집

자연계열 논술시험 문제(물리)

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

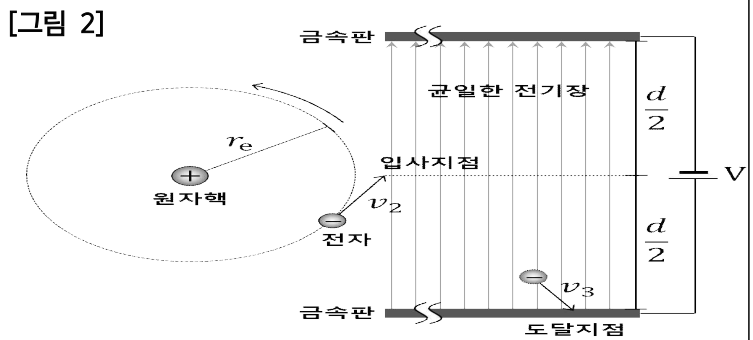
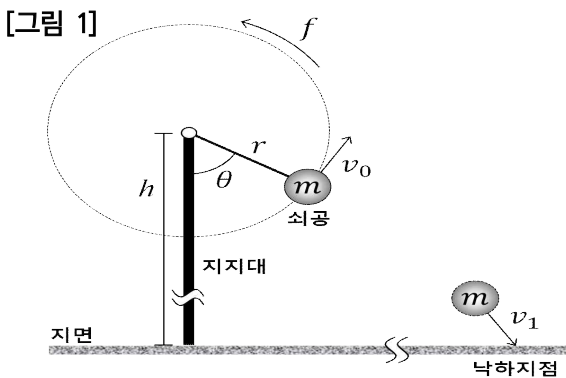
쇠공과 같은 거시적인 세계의 입자와 전자와 같은 미시적인 세계의 입자에 작용하는 운동 법칙은 겉보기에 달라 보이지만 자연스럽게 서로 대응된다. 이를 알아보기 위해 중력의 영향을 받는 쇠공과 전기력의 영향을 받는 전자의 운동을 비교하고 특정 위치에서 속력을 제어하는 장치를 설계해 보자.

[가] [그림 1]과 같이 질량이 m 인 쇠공이 지면으로부터의 높이가 h 인 지점을 중심으로 반지름이 r 인 원 궤도를 그리며 진동수 f 로 등속 원운동한다. 쇠공을 돌리는 줄과 지지대의 사잇각이 θ 가 되는 순간 갑자기 줄을 끊었다고 가정하자. 쇠공은 줄이 끊어지는 순간의 속력 v_0 를 초기 속력으로 운동하여 지면의 낙하지점에 최종 속력 v_1 으로 도달한다.

[나] 보어의 원자 모형에서는 원자핵과 전자 사이에 작용하는 전기력이 구심력의 역할을 한다. [그림 2]와 같이 질량이 m_e 인 전자가 고정된 원자핵을 중심으로 반지름이 r_e 인 원 궤도를 그리며 일정한 속력 v_2 로 등속 원운동한다. 원자핵과 전자의 전하량은 각각 $+e$ 와 $-e$ 이다.

[다] [그림 2]에서 전자가 등속 원운동을 하던 중 갑자기 원자핵이 사라졌다고 가정하자. 전자는 원자핵이 사라지는 순간의 속력 v_2 로 직선 운동하여 균일한 전기장이 형성되어 있는 두 개의 평행한 금속판의 가운데 지점에서 입사한다. 입사한 전자는 두 개의 금속판 사이 균일한 전기장 영역에서 운동하여 아래쪽 금속판에 속력 v_3 로 도달한다. (전자는 이 과정에서 위쪽 금속판에 도달하지 않는다).

[라] 드브로이의 물질파 이론에 따르면 미시적인 세계의 입자뿐만 아니라 거시적인 세계의 입자도 파동적 성질을 갖는다. 입자들이 나타내는 파동을 물질파라 하고 물질파의 파장을 드브로이 파장이라 한다. 하지만 거시적인 세계의 입자가 지닌 파동적 성질은 보통 관찰하기 어렵다.



[주의] 아래 질문에 답할 때 물리 상수와 단위 변환은 아래 표의 값을 사용한다.

중력 가속도 g	$10 \text{ (m/s}^2\text{)}$	기본 전하량 e	$1.6 \times 10^{-19} \text{ (C)}$
플랑크 상수 h	$6.6 \times 10^{-34} \text{ (J} \cdot \text{s)}$	전자의 질량 m_e	$9 \times 10^{-31} \text{ (kg)}$
에너지 단위 변환	$1 \text{ (eV)} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ (J)}$	쿨롱 상수 k	$9 \times 10^9 \text{ (N} \cdot \text{m}^2\text{/C}^2\text{)}$

1. 제시문 [가]의 상황에서 쇠공의 질량 m 이 3 (kg), 등속 원운동의 반지름 r 이 2 (m), 진동수 f 가 $\frac{1}{\pi}$ (s^{-1}), 줄을 끊는 순간의 θ 가 60° 일 때, 낙하지점의 속도 v_1 이 줄이 끊어지는 순간의 속도 v_0 의 4 배가 되도록 하기 위해서는 지지대의 높이 h 를 얼마로 설계해야 하는지 논하시오. (단, 줄의 질량과 공기저항은 무시한다.) [10점]
2. 제시문 [나]의 상황에서 전자가 등속 원운동하는 궤도의 반지름 r_e 가 1×10^{-10} (m)일 때, 전자의 속도 v_2 와 운동에너지에 관해 논하시오. (단, 중력과 공기저항은 무시한다.) [10점]
3. 제시문 [다]의 상황에서 전자가 아래쪽 금속판에 도달하는 순간의 속도 v_3 가 원자핵이 사라지는 순간의 속도 v_2 의 4배가 되도록 하기 위해서는 평행한 금속판 사이의 전위차 V 를 얼마로 설계해야 하는지 논하시오. (단, 중력과 공기저항은 무시한다.) [10점]
4. 제시문 [라]를 읽고 질량이 3 (kg)이고 속력이 10 (m/s)인 쇠공과 속력이 $\frac{1}{3} \times 10^6$ (m/s)인 전자의 드브로이 파장을 각각 구하여 비교하고, 미시적인 세계의 입자에 비해 거시적인 세계의 입자가 지닌 파동적 성질을 관찰하기 어려운 이유를 간단히 논하시오. [10점]

2022학년도 연세대학교 수시모집

자연계열 논술시험 문제(물리) 출제 의도 및 해설

◎ 출제의도

[물리 1번] 고등학교 물리학 교육과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 물체의 운동에 대한 분석을 수행하도록 하여, 문제 이해력, 논리적 분석력, 문제 통합 및 해결 능력을 골고루 평가하고자 하였다. 특히, 기본 개념으로부터 물리적 상황을 해결하는 능력을 평가하고자 노력하였다.

[물리 2번] 고등학교 물리학 교육과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 전하를 띤 입자의 운동에 대한 분석을 수행하도록 하여, 문제 이해력, 논리적 분석력, 문제 통합 및 해결 능력을 골고루 평가하고자 하였다. 특히, 기본 개념으로부터 물리적 상황을 해결하는 능력을 평가하고자 노력하였다.

[물리 3번] 고등학교 물리학 교육과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 전하를 띤 입자의 운동에 대한 분석을 수행하도록 하여, 문제 이해력, 논리적 분석력, 문제 통합 및 해결 능력을 골고루 평가하고자 하였다. 특히, 기본 개념으로부터 물리적 상황을 해결하는 능력을 평가하고자 노력하였다.

[물리 4번] 고등학교 물리학 교육과정의 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로, 미시적 입자의 운동이 물질파와 어떤 연관이 있는지에 대한 분석을 수행하도록 하여, 문제 이해력 및 문제 해결 능력을 평가하고자 하였다. 특히, 개념을 묻는 질문을 통해 기본 원리를 올바르게 이해하고 있는지 평가하고자 노력하였다.

● 문제 해설

1. 제시문 [가]의 상황에서 쇠공의 질량 m 이 3 (kg), 등속 원운동의 반지름 r 이 2 (m), 진동수 f 가 $\frac{1}{\pi}$ (s^{-1}), 줄을 끊는 순간의 θ 가 60° 일 때, 낙하지점의 속력 v_1 이 줄이 끊어지는 순간의 속력 v_0 의 4 배가 되도록 하기 위해서는 지지대의 높이 h 를 얼마로 설계해야 하는지 논하시오. (단, 줄의 질량과 공기저항은 무시한다.) [10점]

- ① 등속 원운동하는 쇠공의 속력 $v_0 = 2\pi r f$
 (숫자를 대입하면) $= 2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot (1/\pi) = 4 \text{ m/s}$
- ② 등속 원운동하는 쇠공의 운동 에너지 $\frac{1}{2}mv_0^2$
 (숫자를 대입하면) $= \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 4^2 = 24 \text{ J}$
- ③ 줄이 끊어지는 순간 쇠공의 위치 에너지 $mg(h - r \cos\theta)$
 (숫자를 대입하면) $= 3 \cdot 10 \cdot (h - 2 \cdot \frac{1}{2}) = 30(h - 1)$
- ④ 낙하지점에서 쇠공의 운동 에너지 $\frac{1}{2}mv_1^2$
 (숫자를 대입하면) $= \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 16^2 = 384 \text{ J}$
- ⑤ 줄이 끊어지는 순간의 역학적 에너지 총합은 낙하지점의 운동 에너지와 같으므로,
 $mg(h - r \cos\theta) + \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_1^2$
 $(v_1/v_0 \text{ 비로 전환하는 과정을 거친다면 } \frac{v_1}{v_0} = \frac{1}{v_0} \sqrt{v_0^2 + 2g(h - r \cos\theta)} = 4)$
- ⑥ 숫자를 대입하면
 $3 \cdot 10 \cdot (h - 2 \cdot \frac{1}{2}) = 30(h - 1) = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 16^2 - \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 4^2 = 384 - 24$
 $h = 13 \text{ m}$ 이다.

2. 제시문 [나]의 상황에서 전자가 등속 원운동하는 궤도의 반지름 r_e 가 1×10^{-10} (m)일 때, 전자의 속력 v_2 와 운동에너지에 관해 논하시오. (단, 중력과 공기저항은 무시한다.) [10점]

- ① 전기력과 구심력이 같으므로 $k \frac{e^2}{r_e^2} = m_e \frac{v_2^2}{r_e}$
- ② v_2 를 구하면 $v_2 = \sqrt{\frac{ke^2}{m_e r_e}}$
 $= \sqrt{\frac{(9 \times 10^9) \cdot (1.6 \times 10^{-19})^2}{(9 \times 10^{-31}) \cdot (1 \times 10^{-10})}} = 1.6 \times 10^6 \text{ (m/s)}$
- ③ 운동 에너지는 $E_k = \frac{1}{2}m_e v_2^2$ or $\frac{ke^2}{2r_e}$
 $= \frac{(9 \times 10^9) \cdot (1.6 \times 10^{-19})^2}{2 \cdot (1 \times 10^{-10})} = 1.152 \times 10^{-18} \text{ J or } 7.2 \text{ eV}$

3. 제시문 [다]의 상황에서 전자가 아래쪽 금속판에 도달하는 순간의 속력 v_3 가 원자핵이 사라지는 순간의 속력 v_2 의 4배가 되도록 하기 위해서는 평행한 금속판 사이의 전위차 V 를 얼마로 설계해야 하는지 논하시오. (단, 중력과 공기저항은 무시한다.) [10점]

v_2 와 운동 에너지는 각각 1.6×10^6 m/s와 1.152×10^{-18} J or 7.2 eV이다.

① 전자가 입사하는 지점에서 퍼텐셜 에너지 $qEd = e\left(\frac{V}{d}\right)d = \frac{eV}{2}$

② 도달지점에서의 운동 에너지 $\frac{1}{2}m_e v_3^2 = \frac{1}{2}m_e (4v_2)^2$

(숫자를 대입하면) $= \frac{1}{2} \cdot (9 \cdot 10^{-31}) \cdot (1.6 \cdot 4 \cdot 10^6)^2 = 1.8432 \times 10^{-17}$ J or 115.2 eV

③ 전자의 입사 지점에서 역학적 에너지 총합은 도달지점의 운동 에너지와 같으므로,

$$\frac{1}{2}m_e v_2^2 + \frac{eV}{2} = \frac{1}{2}m_e v_3^2$$

(v_3/v_2 비로 전환하는 과정을 거친다면 $\frac{v_3}{v_2} = \frac{1}{v_2} \sqrt{v_2^2 + \frac{eV}{m_e}} = 4$)

④ 숫자를 대입하면 $V = \frac{15 \cdot (1.6 \times 10^6)^2 \cdot 9 \times 10^{-31}}{1.6 \times 10^{-19}} = 216$ V

(eV 단위에서 풀면) $= 2 \cdot (115.2 - 7.2) = 216$ V

4. 제시문 [라]를 읽고 질량이 3 (kg)이고 속력이 10 (m/s)인 쇠공과 속력이 $\frac{1}{3} \times 10^6$ (m/s)인 전자의 드브로이 파장을 각각 구하여 비교하고, 미시적인 세계의 입자에 비해 거시적인 세계의 입자가 지닌 파동적 성질을 관찰하기 어려운 이유를 간단히 논하시오. [10점]

① 쇠공의 드브로이 파장은 $\lambda_{\text{쇠공}} = \frac{h}{mv} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{3 \cdot 10} = 2.2 \times 10^{-35}$ m

② 전자의 드브로이 파장은 $\lambda_e = \frac{h}{m_e v_e} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{9 \times 10^{-31} \cdot (1/3) \times 10^6} = 2.2 \times 10^{-9}$ m

③ 거시적인 세계의 입자의 드브로이 파장은 미시적인 세계의 입자의 드브로이 파장에 비해 매우 짧기 때문에 관찰하기 어렵다.

2022학년도 연세대학교 수시모집

자연계열 논술시험 문제(화학)

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

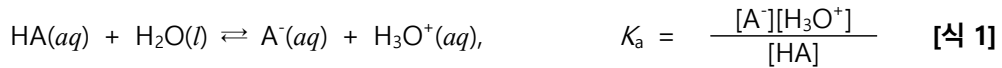
[가] 정반응 속도와 역반응 속도가 같아 반응물과 생성물의 농도가 변하지 않고 일정하게 유지되는 것을 화학 평형이라고 한다. 화학 평형에서 반응물과 생성물의 상대적인 양은 평형 상수(K)를 이용하여 알 수 있다. 화학 반응이 일어나기 위해서는 반응물들이 충분한 에너지를 가지고 반응에 적합한 방향으로 충돌해야 한다. 반응물과 생성물 사이에 넘어야 하는 에너지 장벽, 즉 화학 반응이 일어나는 데 필요한 최소한의 에너지를 활성화 에너지(E_a)라고 한다. 활성화 에너지는 반응 속도에 큰 영향을 준다. 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 상대적인 양은 화학 평형뿐만 아니라 반응 속도를 동시에 고려해야 한다. 화학 반응에서 반응물이나 생성물이 기체일 때, 반응 속도는 시간에 따른 부피 변화나 압력 변화로 나타낼 수 있다.

[나] [표 1]은 25°C에서 금속 마그네슘(Mg)을 충분한 양의 묽은 염산(HCl)에 넣어서 발생한 수소 기체의 부피를 15초 간격으로 측정한 결과이다.

[표 1] 반응 시간에 따른 수소 기체의 발생량

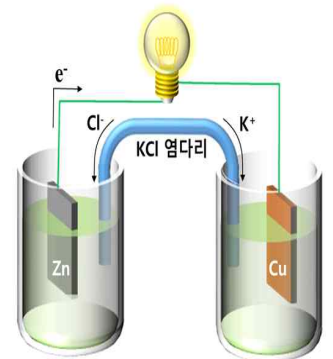
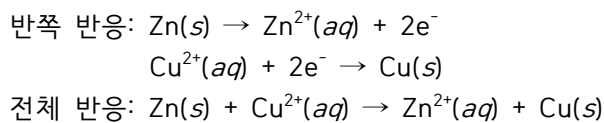
시간 (s)	0	15	30	45	60	75
기체의 부피 (mL)	0	20	36	43	46	47

[다] 산(HA)은 수용액에서 [식 1]과 같이 이온화 평형을 이루며, 산의 세기는 이온화 상수(K_a)로 비교할 수 있다.



25 °C에서 염산의 K_a 는 약 10^7 정도이며 아세트산(CH_3COOH)의 K_a 는 2.0×10^{-5} 이다.

[라] [그림 1]은 다니엘 전지의 모식도이다. 아연 전극과 구리 전극을 각각 황산 아연(ZnSO_4)과 황산 구리(II)(CuSO_4) 수용액에 담고 두 수용액을 염다리로 연결한 뒤, 두 금속판을 도선으로 연결하면 전류가 흐른다. 각 전극에서 일어나는 반쪽 반응과 전체 반응은 다음과 같다.



[그림 1] 다니엘 전지 모식도

[마] 자동차는 연료의 연소 반응을 이용하여 에너지를 얻는다. 압축된 공기와 연료가 반응하게 되는 엔진 내부의 온도는 2400 K이다. 엔진 내부에서는 연료의 연소 반응 외에 질소와 산소의 반응으로 산화 질소(NO)가 생성된다. 산화 질소는 유해 가스이므로 대기 중으로 배출을 막기 위해 배기구에 산화 질소의 양을 줄이는 장치를 설치하는 것이 의무화 되어 있다.

※H, C, N, O, Mg, Cu, Zn, Ag의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16, 24, 64, 65, 108이다.

[문제 1] 제시문 [가]와 [나] 및 [표 1]을 참고하여 묶은 염산과 금속 마그네슘이 반응할 때, 시간에 따른 수소 기체 발생량을 그래프로 표현하고, 이를 바탕으로 0~15 초, 15~30 초, 30~45 초, 45~60 초 구간의 평균 반응 속도를 구하시오. 시간에 따른 평균 반응 속도의 변화와 그 이유에 대해서 논하고, 제시한 이유로 설명할 수 있는 우리 주변의 예를 서술하시오. (단, 발생한 수소 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [10점]

[문제 2] 묶은 염산(0.10 M, 100 mL)과 아세트산 수용액(0.10 M, 100 mL)이 각각 들어 있는 비커에 2.40 g의 금속 마그네슘을 각각 넣었다. 각 비커에서 반응이 완결될 때까지 발생한 수소 기체의 질량을 구하고, 두 경우의 차이점에 대해 제시문 [가]와 [다]를 참고하여 논하시오. [10점]

[문제 3] 질산 은(AgNO₃) 수용액(0.10 M, 100 mL)에 충분한 양의 구리 리본을 넣었더니 표면에 은이 석출되었다. 반응이 완결된 후, 용액만 분리하여 [용액 1]을 만들었다. 아연 전극 1.30 g을 질산 아연(Zn(NO₃)₂) 수용액(0.10 M, 100 mL)에, 구리 전극 1.28 g을 [용액 1]에 각각 넣어 제시문 [라]의 화학 전지를 구성하였다. 화학 전지에서 반응이 완결되어 더 이상 전류가 흐르지 않을 때, 남아 있는 아연 전극의 질량을 구하고 과정을 제시하시오. (단, 모든 수용액에서 음이온은 반응하지 않는다.) [10점]

[문제 4] 제시문 [가]와 [마]를 참고하여 자동차 엔진과 배기구에서 발생하는 산화 질소의 양을 화학 평형의 관점에서 비교하여 서술하시오. 제시문 [마]의 장치가 필요한 이유와 이 장치가 가져야 할 특성에 대해서 반응 속도의 관점에서 논하시오. (단, 배기구의 온도는 1000 K이며, $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ 반응의 1000 K와 2400 K에서의 평형상수는 각각 5.25×10^{-5} , 3.10×10^{-3} 이다.) [10점]

2022학년도 연세대학교 수시모집

자연계열 논술시험 문제(화학) 출제 의도 및 해설

● 출제의도

[화학 전체] 고등학교 교육과정에서 다루고 있는 화학의 학문적 중요성을 인식하고 화학 평형, 반응 속도, 산의 성질, 전기 화학 등의 관련된 다양한 화학 현상들에 대해서 기본적인 개념과 원리를 활용하여 화학과 관련된 일상생활의 중요한 문제를 통합적으로 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 단순한 지식 평가를 지양하고 관련 제시문으로부터 「통합과학」, 「화학 I」, 「화학 II」 교과목 교육과정에 제시된 성취기준에 근거하여 고등학교 교육과정의 교과서를 충실히 공부한 학생들이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 출제되었다.

[화학 1번] 제시된 화학 반응 속도의 정의로부터 화학 반응 속도를 계산하고 농도에 따라서 반응 속도가 달라지는 이유를 제시하고 관련된 일상생활의 예를 찾을 수 있는지 평가하고자 하였다.

[화학 2번] 수용액에서 산·염기의 이온화 평형을 이해하고, 르샤틀리에 원리를 적용하여 평형 이동의 방향을 예측할 수 있는지 평가하고자 하였다. 반응물의 양(몰)에 따른 생성물의 양을 화학 반응의 양적 관계를 이용하여 정량적으로 계산할 수 있는지 평가하고자 하였다.

[화학 3번] 금속의 이온화 경향 차이에 의한 자발적인 산화·환원 반응을 이해하고 이를 응용하여 다니엘 전지를 구성할 수 있는지 평가하고자 하였다. 또한 화학 반응의 양적 관계를 화학 전지에 응용할 수 있는지 평가하고자 하였다.

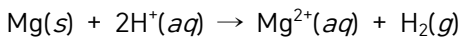
[화학 4번] 제시문 [가]에 나타난 것과 같이 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 상대적인 양을 화학 평형과 함께 반응 속도를 고려하여 예측할 수 있는지 평가하고자 하였다. 구체적으로 온도에 따른 화학 평형 상수, 반응 속도 및 촉매의 역할을 종합적으로 이해하는지 평가하는 데 주안점을 두었다.

● 문제 해설

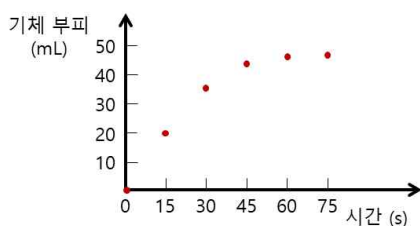
[문제 1] 제시문 [가]와 [나] 및 [표 1]을 참고하여 묶은 염산과 금속 마그네슘이 반응할 때, 시간에 따른 수소 기체 발생량을 그래프로 표현하고, 이를 바탕으로 0~15 초, 15~30 초, 30~45 초, 45~60 초 구간의 평균 반응 속도를 구하시오. 시간에 따른 평균 반응 속도의 변화와 그 이유에 대해서 논하고, 제시한 이유로 설명할 수 있는 우리 주변의 예를 서술하시오. (단, 발생한 수소 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [10점]

화학 반응의 빠르기는 화학 반응의 다양한 조건에 따라서 변화한다. 화학 반응 속도의 의미를 이해하고 실제 화학 반응 데이터에서 반응 속도를 계산할 수 있는지 평가한다. 계산된 반응 속도가 시간에 따라서 변화하는 이유를 설명하고 관련된 일상생활의 예를 찾아서 기술할 수 있는지 평가한다.

금속 마그네슘을 충분한 양의 묶은 염산에 넣으면 산의 특징에 의해서 다음과 같이 수소 기체가 발생한다.



[표 1]을 참고하여 시간에 따른 수소 기체 발생량은 다음과 같은 그래프로 나타낼 수 있다.



각 구간의 평균 반응 속도는 $\frac{\text{구간에서 발생한 수소 기체 부피}}{\text{구간 시간}}$ 이므로 0-15초, 15-30초, 30-45초, 45-60초 구간의

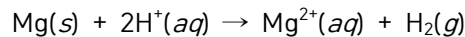
평균 반응 속도는 각각 $\frac{20}{15}$, $\frac{16}{15}$, $\frac{7}{15}$, $\frac{3}{15}$ ($\text{mL}\cdot\text{s}^{-1}$)이다.

각 구간의 평균 반응 속도는 시간이 증가함에 따라서 감소하는 경향을 보이는데, 이는 반응물 중의 하나인 마그네슘의 농도가 반응이 진행됨에 따라서 감소하기 때문이다. 화학 반응이 일어나려면 반응하는 입자가 서로 충돌해야 하는데 마그네슘의 농도가 낮아지면 단위 부피 속의 입자 수가 감소하므로 용액 중 마그네슘과 수소 이온의 충돌 수가 감소하며 반응 속도가 감소한다.

농도에 따라서 반응 속도가 달라지는 일상 생활의 예는 “고압 산소 치료기를 활용한 저산소증 치료”, “숯을 태울 때 산소를 주입하면 더 빠르게 연소하는 경우” 등을 들 수 있다.

[문제 2] 묶은 염산(0.10 M, 100 mL)과 아세트산 수용액(0.10 M, 100 mL)이 각각 들어 있는 비커에 2.40 g의 금속 마그네슘을 각각 넣었다. 각 비커에서 반응이 완결될 때까지 발생한 수소 기체의 질량을 구하고, 두 경우의 차이점에 대해 제시문 [가]와 [다]를 참고하여 논하시오. [10점]

금속 마그네슘과 산의 반응은 아래의 반응식으로 나타낼 수 있다.



마그네슘의 원자량이 24이므로, 주어진 2.40 g의 마그네슘을 몰 수로 환산하면 0.1 몰이다. 주어진 두 종의 산은 0.10 M, 100 mL이므로, 완전 이온화할 시 생성되는 수소 이온의 총량은 0.01 몰임을 알 수 있다. 위 반응식에 따라 금속 마그네슘과 수소 이온은 1:2의 몰 비로 반응하므로, 주어진 조건에서 수소 이온이 모두 반응하고, 마그네슘은 0.005 몰만 반응한다. 수소 이온이 모두 반응해 수소 기체가 발생하면서 시간이 충분히 흐른다면 이온화 상수와 관계없이 산은 모두 이온화하여 수소 이온을 내놓는다. 따라서 염산과 아세트산 두 경우 모두 같은 0.01 몰의 수소 이온이 반응에 참여한다. 수소 이온 0.01 몰이 반응하여 수소 기체를 발생시킬 때, 위 식의 양적 관계에 따라서 0.005 몰의 수소 기체가 발생하게 되고, H_2 의 분자량 2를 적용하면 0.01 g의 수소가 생성됨을 알 수 있다. 이때, 염산과 아세트산을 활용한 두 반응의 차이점은 이온화 상수의 차이에서 발생하는 수소 이온의 농도 차이이다. 제시문 [다]를 참고하면, 염산이 아세트산에 비해 이온화 상수가 크므로, 염산 용액의 수소 이온 농도가 아세트산 수용액의 수소 이온 농도보다 크다. 제시문 [가]를 참고하면 충분한 에너지를 가진 반응물들의 충돌이 반응 속도를 결정함을 알 수 있고, 반응물의 농도가 높으면 반응 속도가 더 빠름을 유추할 수 있다. 따라서 염산과 금속 마그네슘의 반응이 아세트산 수용액과 금속 마그네슘의 반응보다 더 빠르게 완결된다.

[문제 3] 질산 은(AgNO₃) 수용액(0.10 M, 100 mL)에 충분한 양의 구리 리본을 넣었더니 표면에 은이 석출되었다. 반응이 완결된 후, 용액만 분리하여 [용액 1]을 만들었다. 아연 전극 1.30 g을 질산 아연(Zn(NO₃)₂) 수용액(0.10 M, 100 mL)에, 구리 전극 1.28 g을 [용액 1]에 각각 넣어 제시문 [라]의 화학 전지를 구성하였다. 화학 전지에서 반응이 완결되어 더 이상 전류가 흐르지 않을 때, 남아 있는 아연 전극의 질량을 구하고 과정을 제시하시오. (단, 모든 수용액에서 음이온은 반응하지 않는다.) [10점]

질산 은 수용액과 구리 리본의 산화·환원 반응은 아래 식으로 나타낼 수 있다.

$$\text{Cu}(s) + 2\text{Ag}^+(aq) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(aq) + 2\text{Ag}(s)$$
 질산 은 수용액(0.10 M, 100 mL) 안에 존재하는 은 이온은 0.01 몰이고, 은 이온이 구리 금속과 2:1의 몰 비로 반응하므로, 반응이 완결된 [용액 1] 속 구리 이온의 양은 0.005 몰이다.
 아연 전극의 아연 몰수는 $\frac{1.30}{65}$ 몰이다. 제시문 [라]의 반응식에서 반응물은 아연 전극과 수용액 속 구리 이온이고, 구리 이온이 모두 소진되면 반응이 완결되어 전류가 흐르지 않는다. 수용액 속 구리 이온과 금속 아연은 제시문 [라]에 따라 1:1의 몰 비로 반응하므로, 반응이 완료된 후 남은 아연은 0.015 몰이다. 원자량을 활용하여 질량으로 변환하면 남은 아연 전극의 질량은 0.975 g이다.

[문제 4] 제시문 [가]와 [마]를 참고하여 자동차 엔진과 배기구에서 발생하는 산화 질소의 양을 화학 평형의 관점에서 비교하여 서술하시오. 제시문 [마]의 장치가 필요한 이유와 이 장치가 가져야 할 특성에 대해서 반응 속도의 관점에서 논하시오. (단, 배기구의 온도는 1000 K이며, $\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}(g)$ 반응의 1000 K와 2400 K에서의 평형 상수는 각각 5.25×10^{-5} , 3.10×10^{-3} 이다.) [10점]

2400 K에서 작동하는 자동차 엔진에서는 연료의 연소 반응 외에 다음과 같은 반응으로 산화 질소가 생성될 수 있다.

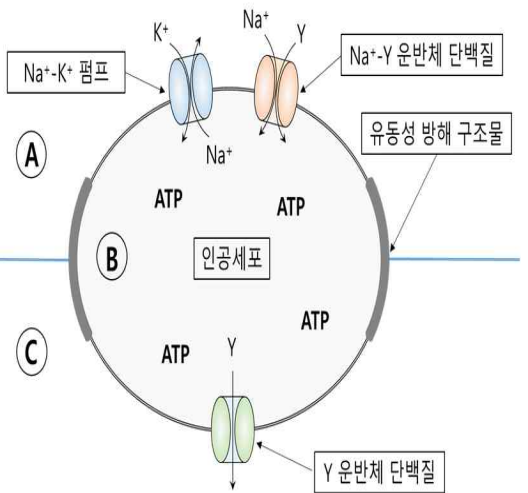
$$\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}(g) \text{ (반응 1)}$$
 제시문 [가]에 제시된 것과 같이 (반응 1)의 생성물인 산화 질소의 상대적인 양을 비교하기 위해서는 화학 평형과 반응 속도를 동시에 고려해야 한다.
 문제에 주어진 온도에 따른 평형 상수의 값으로부터 (반응 1)은 흡열 반응임을 알 수 있다.
 자동차 엔진과 같이 배기구보다 온도가 많이 높은 2400 K에서는 (반응 1)은 정반응 쪽으로 이동하여 산화 질소가 많이 생성된다. 반면, 산화 질소가 1000 K 온도의 배기구를 지날 때 온도가 급격히 떨어져서 (반응 1)의 평형은 역반응 쪽으로 이동하여 산화 질소의 양이 엔진에 비해서 줄어들 것으로 예측된다.
 화학 평형의 관점에서는 엔진에서 생겨난 산화 질소가 배기구에서는 많이 없을 것으로 예측되지만, 배기구에서는 엔진에 비해 온도가 많이 낮아져서 반응이 느려지고 산화 질소가 산소 및 질소 기체로 변환되는데 시간이 많이 걸릴 것이다. 따라서 배기구에서는 산화 질소 저감 장치가 필요하다.
 (반응 1)에 대해서 화학 평형 및 반응 속도 측면에서 고찰할 때 배기구에서 사용할 수 있는 산화 질소 저감 장치는 촉매 역할을 할 수 있어야 한다. 촉매 물질을 저감 장치에 사용하면 반응물을 이루는 원자들 사이의 화학 결합이 약해져 활성화 에너지가 낮아지므로, 낮은 온도에서도 (반응 1)의 역반응이 빠르게 일어날 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 조건을 만족하는 대표적인 촉매는 산업 현장에서 많이 사용하는 금속 고체를 활용하는 표면 촉매를 예로 들 수 있다.

2022학년도 연세대학교 수시모집 자연계열 논술시험 문제(생명과학)

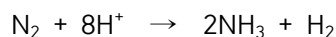
※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 우리 몸의 항상성 유지에는 신경계와 내분비계의 통합적 조절이 중요하다. 신경계와 내분비계는 각각 신경 전달 물질과 호르몬을 분비하여 표적 세포를 조절한다. 예를 들어 체온이 정상보다 낮아지면 신경계는 표적 세포에서 골격근 떨림과 피부 근처의 모세혈관 수축을 일으키고, 내분비계는 티록신 호르몬 분비를 통하여 표적 세포에서 물질대사를 촉진한다. 이러한 통합적 조절을 통하여 궁극적으로 체온이 일정하게 유지된다.

[나] 세포막은 세포 안팎으로의 물질 이동을 조절하는 중요한 기능을 담당한다. 세포막을 통한 물질 이동은 물질 종류에 따라 선택적으로 일어난다. 이 과정에 관여하는 세포막 단백질로서 촉진 확산을 담당하는 운반체 단백질과 능동 수송을 담당하는 운반체 단백질인 펌프가 존재한다. 이런 운반체 단백질을 이용해서 혼합 수용액 ①에 존재하는 물질 Y를 선택적으로 분리할 수 있는 인공세포를 그림과 같이 제작하였다. 인공세포 중간에 세포막 유동성을 방해하는 구조물을 설치하여 세포막 단백질의 이동을 방지했다. Na⁺의 촉진 확산에 의해서 Y를 함께 수송할 수 있는 Na⁺-Y 운반체 단백질과 Na⁺-K⁺ 펌프를 ②부위와 인접한 세포막에 삽입시켰고, 촉진 확산에 의하여 Y를 수송하는 Y 운반체 단백질을 ③부위와 인접한 세포막에 삽입하였다. (단, ①과 ③ 사이에는 물을 포함한 모든 물질의 직접적 이동이 일어나지 않는다.)



[다] 대기의 약 78%가 질소로 구성되어 있음에도 불구하고, 질소 분자는 두 개의 질소 원자가 단단하게 결합되어 있어 식물은 질소 기체를 이용할 수 없다. 대기의 질소를 식물이 이용하기 위해서는 반드시 질소고정이라는 과정에 의해 질소 기체가 환원되어야 하는데, 이는 특정 세균에서 질소고정효소복합체에 의해 일어나며 그 과정은 다음과 같다.



작물재배에 필요한 질소비료 사용량을 줄이기 위한 과학적 접근 방법 중 하나가 세균의 질소고정효소복합체를 식물세포에서 발현시키는 것이다. 그러나 이를 위해서는 몇 가지 어려운 점을 해결해야 한다. 우선, 질소고정효소복합체를 구성하는 많은 종류의 유전자가 적절한 수준으로 동시에 발현되어야 할 뿐 아니라, 이 효소복합체는 산소에 매우 민감하여 산소와의 접촉이 최소화되어야 한다. 또한 이 효소복합체의 활성을 위해서는 전자공여체가 필요하며 적절한 온도와 pH 조건이 충족되어야 한다. 현재 이를 해결하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[문제 1] 항상성 유지에서 신경계와 내분비계에 의한 조절 방식의 차이점을 비교하기 위하여, 각각의 표적 세포에 염색질 응축을 일으키는 약물을 처리한 후 표적 세포의 티록신과 신경 전달 물질에 대한 반응성을 비교하였다. 그 결과 각각의 표적 세포에서 티록신에 대한 반응은 일어나지 않았고 신경 전달 물질에 대한 반응은 정상적으로 이루어졌다. 제시문 [가]를 바탕으로 항상성 유지에서 신경계와 내분비계 조절 작용의 차이점을 설명하고, 위의 실험결과를 기반으로 티록신과 신경 전달 물질이 표적 세포에 작용하는 방식의 차이를 추론하여 서술하시오. (단, 표적 세포에서 약물의 영향은 염색질 응집만 고려한다.) [10점]

[문제 2] 제시문 [나]에 소개된 인공세포를 바탕으로 다음 질문에 답하시오.

2-1 혼합 수용액 ㉠에서 수용액 ㉡로 물질 Y를 선택적으로 분리하기 위하여 ㉠과 ㉡에서 Na^+ 의 상대적 농도는 어떠한지 하는지 답하고, 그 이유와 형성 과정을 설명하시오. (단, ㉠에서 Y의 농도는 ㉡에서보다 상대적으로 낮고 ㉡에 존재하는 Y는 지속적으로 침전을 시켜서 분리 정제한다.) [5점]

2-2 Y를 필요에 따라 이동시키거나 멈추게 하기 위하여 신경 세포에서 활동 전위에 관여하는 Na^+ 통로 단백질을 리포솜에 삽입한 후에 ㉠부위와 인접한 세포막으로 전달했다. 이런 인공세포에서 막전위를 조절하면 필요에 따라서 Y 이동을 조절하게 된다. 막전위 변화를 통한 Y 이동 조절의 원리를 설명하시오. (단, 세포에 삽입한 전극을 이용하여 막전위는 자유롭게 변화시킬 수 있다.) [10점]

[문제 3] 작물의 생산성을 높이기 위해 질소고정효소복합체를 이루는 여러 유전자를 식물체 게놈에 삽입하여 발현시켰다. 이 효소복합체가 A 식물체에서는 미토콘드리아 기질에서, B 식물체에서는 틸라코이드 내부에서 작용하도록 만들었다.

3-1 A 식물체와 B 식물체의 질소고정 효율에는 어떤 차이가 있을지 이유를 들어 설명하시오. (단, 미토콘드리아 기질과 엽록체 틸라코이드 내부의 절대적인 H^+ 농도 차이는 없다고 가정한다.) [5점]

3-2 만약 B 식물체에서 질소고정이 효율적으로 일어날 수 있다면, 이 식물체에서 질소고정이 시작된 후에 탄소고정 반응(암반응)과 관계된 중간물질의 농도와 최종산물의 생성속도는 시간에 따라 어떻게 변하는지 이유와 함께 설명하시오. [10점]

2022학년도 연세대학교 수시모집

자연계열 논술시험 문제(생명과학) 출제 의도 및 해설

◎ 출제의도

[생명과학 1번] 제시문에 언급된 인체 항상성 유지 과정에서 신경계와 내분비계의 구조적 특성에 따른 작용 방식의 차이점을 이해하고, 진핵 세포 유전자 발현 조절에서 전사 인자가 작용하기 위한 염색질 응축 여부와의 관계에 대한 이해를 바탕으로 티록신 호르몬과 신경 전달 물질의 표적 세포 조절 방식을 추론할 수 있는지를 알아보고자 하였다.

[생명과학 2번] 세포막을 통한 물질 출입 현상을 이해하고, 특히 촉진 확산, 능동 수송 현상의 원리를 이해한다. 이를 바탕으로 신경 세포 활동 전위에 의한 흥분 전도 과정에 관여하는 Na^+ 통로의 원리를 이해하고, 세포막을 통한 물질 이동을 제어할 수 있는 방법을 추론해서 설명할 수 있는지를 알아보고자 하였다.

[생명과학 3번] 효소가 활성을 띠는 조건과 질소 분자의 환원 화학식을 이해하고, 이 효소활성에 적합한 조건을 갖는 세포내 위치를 세포 호흡과 광합성에 관한 이해를 바탕으로 추론할 수 있는지를 알아보고자 하였다. 또한 광합성 탄소 고정 반응은 순환 회로로 이루어져 있으며, 틸라코이드 내부의 H^+ 농도가 스트로마의 탄소 고정 반응에 영향을 미치는 과정을 이해하고 있는지를 알아보고자 하였다.

● 문제 해설

[문제 1] 항상성 유지에서 신경계와 내분비계에 의한 조절 방식의 차이점을 비교하기 위하여, 각각의 표적 세포에 염색질 응축을 일으키는 약물을 처리한 후 표적 세포의 티록신과 신경 전달 물질에 대한 반응성을 비교하였다. 그 결과 각각의 표적 세포에서 티록신에 대한 반응은 일어나지 않았고 신경 전달 물질에 대한 반응은 정상적으로 이루어졌다. 제시문 [가]를 바탕으로 항상성 유지에서 신경계와 내분비계 조절 작용의 차이점을 설명하고, 위의 실험결과를 기반으로 티록신과 신경 전달 물질이 표적 세포에 작용하는 방식의 차이를 추론하여 서술하시오. (단, 표적 세포에서 약물의 영향은 염색질 응집만 고려한다.) [10점]

신경계는 신경 세포 간 또는 표적 세포에 시냅스를 형성하여 연결이 되고 화학 물질인 신경 전달 물질을 분비한다. 반면에 내분비계는 내분비샘에서 화학 물질인 호르몬을 분비하면 혈액을 타고 온몸에 전달되어 수용체가 있는 표적 세포에 작용한다. 이런 다른 구조로 인해서 신경계는 시냅스를 형성하여 연결이 된 일부 표적 세포에만 신경 신호를 빠른 속도로 전달하고 짧은 기간 동안에만 반응을 유발한다. 그러나 내분비계는 분비된 호르몬이 혈액을 타고 전신적으로 순환하기 때문에 작용 범위가 넓고 반응은 신경계에 비해서 상대적으로 느리지만 오래 지속되는 특성이 있다.

진핵생물에서 유전자 발현은 핵 안에서 응축된 염색질이 풀려야만 전사인자가 조절 부위에 결합해서 전사를 일으킬 수 있다는 점을 고려하면 약물 처리에 의한 염색질 응축은 유전자 발현을 억제한다. 실험 결과로서 약물 처리된 표적 세포에서 티록신 반응성은 일어나지 않고 신경 전달 물질에 의한 반응은 정상적으로 나온 결과는 티록신에 의한 물질대사조절은 표적 세포에서 유전자 발현을 필요로 하는 반면에 신경 전달 물질에 의한 조절은 유전자 발현이 필요하지 않다.

[문제 2] 제시문 [나]에 소개된 인공세포를 바탕으로 다음 질문에 답하시오.

[2-1] 혼합 수용액 ㉠에서 수용액 ㉢로 물질 Y를 선택적으로 분리하기 위하여 ㉠과 ㉡에서 Na^+ 의 상대적 농도는 어떠해야 하는지 답하고, 그 이유와 형성 과정을 설명하시오. (단, ㉠에서 Y의 농도는 ㉡에서보다 상대적으로 낮고 ㉢에 존재하는 Y는 지속적으로 침전을 시켜서 분리 정제한다.) [5점]

세포막을 통한 물질의 이동 중에는 확산과 능동 수송이 있다. 제시문을 통해서 제작된 인공세포에서 물질 Y 이동 원리는 Na^+ 의 농도차에 의한 촉진 확산이 주요하게 작용한다. 특히 ㉠에서 ㉢로 Na^+ 의 촉진 확산에 의해서 Y가 이동하기 위해서는 Na^+ 의 농도차가 ㉠가 ㉢에 비해서 높아야 가능하다. 이러한 ㉠과 ㉢의 농도차를 유지하기 위해서, 인공세포막에는 지속적으로 세포 밖에서 Y와 같이 유입되는 Na^+ 이온을 농도에 역행해서 ATP 에너지를 사용하면서 세포 밖으로 이동시키는 Na^+-K^+ 펌프가 작동한다.

[2-2] Y를 필요에 따라 이동시키거나 멈추게 하기 위하여 신경 세포에서 활동 전위에 관여하는 Na^+ 통로 단백질을 리포솜에 삽입한 후에 ㉠부위와 인접한 세포막으로 전달했다. 이런 인공세포에서 막전위를 조절하면 필요에 따라서 Y 이동을 조절하게 된다. 막전위 변화를 통한 Y 이동 조절의 원리를 설명하시오. (단, 세포에 삽입한 전극을 이용하여 막전위는 자유롭게 변화시킬 수 있다.) [10점]

Y 이동 조절 기능이 가능한 인공세포를 만들기 위하여 신경세포 활동전위를 유발하는 Na^+ 통로 단백질을 리포솜을 활용하여 인공 세포막으로 삽입한다. Na^+ 통로는 막전위를 역치 전위 이상으로 자극을 주면 닫혀있던 통로가 전위차를 감지하여 열리게 된다. 그 결과로 Na^+ 이 농도차에 의해서 세포 밖에서 안쪽으로 이동하게 된다. 이를 활용하여 Na^+ 통로 단백질을 인공세포막에 삽입한 후에 전극을 활용해서 세포막을 역치 전위 이상의 막전위를 만들어주면 Na^+ 통로가 열리게 되고, 그 결과 세포 외부에 있던 높은 농도의 Na^+ 이 지속적으로 세포 안쪽으로 유입된다. 그러면 세포 밖과 안쪽의 Na^+ 이온 농도차가 작아지면서 촉진 확산에 의한 Y 이동이 멈추게 된다. 반대로 Y의 이동이 가능하게 하기 위해서는 역치전위 이하의 막전위가 형성되게 조절하면 Na^+ 이동 통로가 닫혀서 더 이상의 Na^+ 이 세포 안쪽으로 유입이 없고 Na^+-K^+ 펌프에 의해서 Na^+ 이 세포 밖으로 지속적으로 배출이 되어 세포 밖과 안의 Na^+ 농도차가 형성되고, 그 결과 촉진 확산에 의한 Y 이동이 가능하게 된다.

[문제 3] 작물의 생산성을 높이기 위해 질소고정효소복합체를 이루는 여러 유전자를 식물체 게놈에 삽입하여 발현시켰다. 이 효소복합체가 A 식물체에서는 미토콘드리아 기질에서, B 식물체에서는 틸라코이드 내부에서 작용하도록 만들었다.

[3-1] A식물체와 B식물체의 질소고정 효율에는 어떤 차이가 있을지 이유를 들어 설명하시오. (단, 미토콘드리아 기질과 엽록체 틸라코이드 내부의 절대적인 H⁺ 농도 차이는 없다고 가정한다.) [5점]

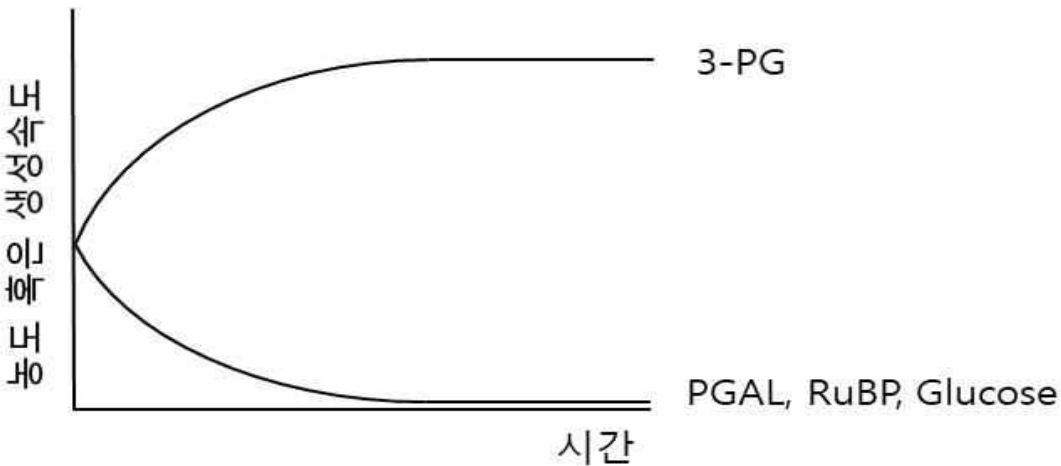
미토콘드리아 기질에서는 산소가 지속적으로 사용되어 물로 전환된다. 따라서 산소가 낮은 농도로 유지되는 데 반해 엽록체 틸라코이드 내부는 물의 광분해로 지속해서 산소가 발생한다. 질소 고정 효소 복합체가 산소에 민감하므로 광분해에 의해서 발생한 산소에 영향을 받는 B 식물체에 비해서 A 식물체에서 이 효소의 질소 고정효율은 상대적으로 높다.

[3-2] 만약 B 식물체에서 질소고정이 효율적으로 일어날 수 있다면, 이 식물체에서 질소고정이 시작된 후에 탄소고정반응(암반응)과 관계된 중간물질의 농도와 최종산물의 생성속도는 시간에 따라 어떻게 변하는지 이유와 함께 설명하시오. [10점]

질소 고정이 시작되면, 이 식물체에서는 틸라코이드 내부의 수소 이온이 질소 환원에 사용되어 틸라코이드 내부와 스트로마 사이의 수소 이온 농도 기울기가 줄어들게 될 것이다. 따라서 틸라코이드막의 스트로마 면에서 일어나는 ATP 합성이 줄어들 것이다.

ATP 합성이 줄어들면 스트로마에서 일어나는 광합성 탄소 고정 반응(암반응, 캘빈회로)에 필요한 에너지가 제대로 공급되지 않아 1단계의 탄소 고정으로 3-인산글리세르산(3-PG, 3-phosphoglyceric acid)이 만들어진 후, ATP와 NADPH를 필요로 하는 환원 과정이 제대로 일어나지 않아 3-인산글리세르산(3-PG)이 축적되고 인산글리세르알데하이드(PGAL)의 생성은 줄어들 것이다.

환원 과정 뿐 아니라 재생과정도 제대로 일어나지 않아 리불로스2인산(RuBP, ribulose-1.5- bisphosphate)이 지속적으로 만들어질 수 없으므로, 3-인산글리세르산의 농도가 지속적으로 증가하지는 않을 것이다. 탄소 고정 반응(암반응, 캘빈회로)이 작동하지 않아 포도당 생성은 지속해서 억제될 것이다. 중간물질의 농도와 최종 산물 생성 속도의 시간에 따른 변화는 다음과 같다.



2022학년도 연세대학교 수시모집

자연계열 논술시험 문제(지구과학)

※제시문을 읽고 다음 페이지의 질문에 답하시오.

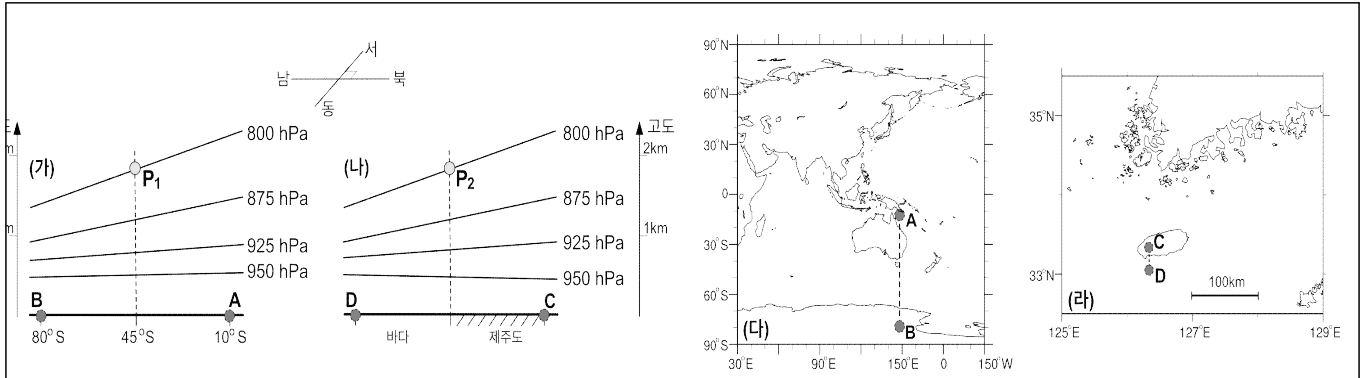
[가] 지구 전체적으로 보면 입사하는 태양 복사 에너지양과 방출하는 지구 복사 에너지양이 평형을 이루기 때문에 지구의 온도는 거의 일정하게 유지된다. 그러나 이러한 복사 평형이 모든 위도에서 유지되지는 않으며, 실제로는 위도별 에너지 불균형이 발생한다. 전 지구적으로 발생하는 수평 온도 차이는 수평 기압 차이를 만들어 내며, 이로 인해 바람은 저위도의 과잉된 에너지를 고위도로 이동시키는 중요한 역할을 한다.

[나] 기본적으로 바람은 기압이 수평적으로 변하기 때문에 발생하며, 기압의 불균형을 해소하는 자연적인 현상이다. 공기는 기압 경도력의 영향으로 고기압 지역에서 저기압 지역으로 흐르게 되지만, 지구는 구형이며 자전하기 때문에, 공기를 움직이게 하는 힘을 이해하기 위해서는 추가적인 요소들을 고려하여야 한다. 또한, 이들의 규모에 따른 상호 작용을 이해하는 것이 중요하다. 예를 들어, 대기를 움직이게 하는 힘들을 분석해 보면 기압 경도력 이외에도 전향력, 구심력, 마찰력 등이 중요한 역할을 하지만, 지표로부터 멀어지는 상층에서는 마찰력의 효과를 무시할 수 있다. 또한, 전향력은 토네이도나 산곡풍과 같은 중간규모 이하에서는 그 효과를 무시할 수 있지만, 태풍이나 저기압/고기압처럼 수 일 이상 지속되는 종관규모 이상에서는 중요한 역할을 한다.

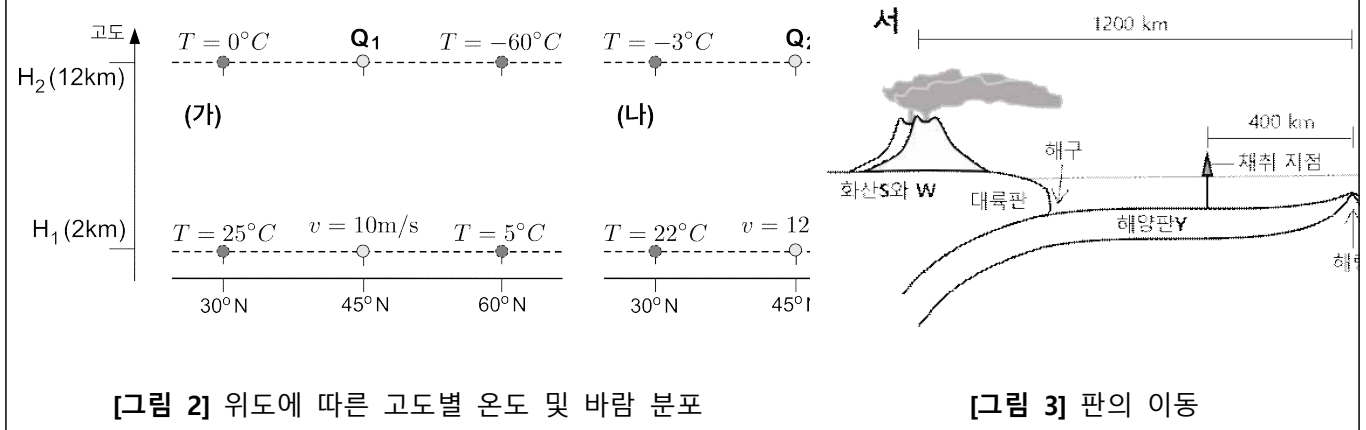
[다] 저위도의 따뜻한 공기와 고위도의 차가운 공기가 중위도에서 만나면 지구 자전의 영향으로 대류권 상층에서 수천 km이상의 파장을 가지는 파동이 발생한다. 큰 규모의 파동에는 좁은 구역의 바람이 존재하는데 이를 제트류라고 하며, 주로 남북 간의 온도 차이에 의해 발생한다. 일반적으로 남북 간의 온도 차이는 대류권 내에서 상층으로 갈수록 커지기 때문에, 대류권 제일 높은 곳에서 최대 속도를 가지는 바람을 제트류라고 이해하기도 한다. 또한, 제트류는 황사 등의 대기 물질을 멀리 수송하는 역할을 한다.

[라] 지구의 표면은 해령, 해구, 변환 단층 등을 경계로 여러 판으로 나누어져 있다. 판의 경계는 상호 작용에 따라 발산형, 수렴형, 보존형 경계로 구분된다. 발산형 경계는 두 판이 서로 멀어지는 경계이며, [그림 3]과 같은 해령이 이에 해당한다. 반면 수렴형 경계는 두 판이 서로 가까워지는 경계이며, 섭입형과 충돌형 경계로 구분된다. [그림 3]과 같이 해양판이 대륙판 아래로 진행되는 경우, 섭입형 경계인 해구가 형성되며 마그마 분출에 의한 화산 활동이 일어나기도 한다.

[마] 암석의 생성 시기를 정량적으로 나타내는 것을 절대 연령이라고 한다. 절대 연령은 보통 방사성 동위원소가 스스로 붕괴하여 안정한 원소가 되는 원리를 이용한다. 붕괴하는 원소를 모원소, 붕괴 후 생성된 안정한 원소를 자원소라고 한다. 모원소가 절반으로 줄어드는 데 걸리는 시간을 반감기라고 하며, 방사성 동위원소의 종류에 따라 일정하게 나타난다.



[그림 1] AB 지점과 CD 지점의 연직 기압 분포도



[그림 2] 위도에 따른 고도별 온도 및 바람 분포

[그림 3] 판의 이동

[문제 1] [그림 1]의 (가)와 (나)는 동일한 시각에 (다)의 남반구 AB 지점과 (라)의 제주도 해안가 부근 CD 지점을 따라 관측한 지표 부근의 기압을 나타낸 것이다. [그림 1]의 (가)와 (나)는 연직 기압 분포가 상당히 유사하지만, P1과 P2에서의 풍향은 같지 않다. P1과 P2의 풍향을 유추하고, 그 이유를 논하시오. (단, 지표 마찰력의 효과는 고도 1km까지만 영향을 미친다고 가정하며, CD 사이의 기압 분포는 하루를 주기로 변한다.) [8점]

[문제 2] [그림 2]는 고기후 자료에서 복원된 북반구의 평균적인 (가) 여름철과 (나) 겨울철의 대기 온도(T)와 바람의 연직 분포를 나타낸 것이다. 위도 45°N 의 서로 다른 높이 $H_1(2\text{km})$ 와 $H_2(12\text{km})$ 에서의 바람이 지균풍이라고 가정한다면, 풍속(v)이 수평 온도 차이(ΔT)와 어떤 관계를 갖는지 논하시오. 또한, 이를 바탕으로 지점 Q1과 Q2에서의 풍속(v)을 구하시오. (단, 수평 기압의 차이는 밀도와 수평 온도 차이의 곱과 같다.) [12점]

[문제 3] [그림 3]에서 해령으로부터 400km 떨어진 위치에서 채취한 해양판Y의 암석에 가상의 방사성 동위 원소 X(8.28mg)와 그 자원소 Z(124.2mg)가 포함되어 있다. 반감기가 백만 년이라고 했을 때, 해양판Y의 평균 이동 속도를 추론하시오. 또한, 판을 움직이는 원동력에 관하여 논하시오. [8점]

[문제 4] 위도 45°N 에 위치한 섭입대 부근의 대륙에서 [그림 3]과 같이 인접한 화산S와 화산W가 [문제 3]의 암석생성과 같은 해 여름철과 겨울철에 차례로 분출하였다. 이들 화산에서 나온 화산재가 고도 12km까지 올라 제트류를 타고 먼 지역으로 이동하기 시작하였다. 화산재가 [그림 2]에서 유추된 각 계절의 지균풍을 타고 이동할 때 화산재의 평균 낙하 속도는 동일하게 0.3m/s 이었다. [문제 3]의 암석에서 어느 화산으로부터 기원한 화산재가 나올 수 있는지 논리적으로 설명하시오. (단, 화산과 해령 사이의 거리 변화는 없었다고 가정한다. 화산재는 H_1 과 H_2 의 지균풍 평균 속도로 이동하였고, 해수면에 떨어진 화산재가 해저면 퇴적까지 걸리는 시간과 이동 거리는 무시할 만큼 작다고 가정한다.) [12점]

2022학년도 연세대학교 수시모집

자연계열 논술시험 문제(지구과학) 출제 의도 및 해설

◎ 출제의도

[지구과학 1번] 대기의 수평 운동을 이해하기 위하여 바람에 작용하는 힘들에 대한 개념을 알고 있는지 평가하고자 하였다. 또한, 대기의 운동을 시·공간적 규모에 따라 구분할 수 있는지 평가하고자 하였다.

[지구과학 2번] 지구적 순환 관점에서 남북간의 온도 차이로 수평 기압 차이가 발생할 수 있다는 것을 이해하는지 평가하고자 하였다. 또한, 대기를 움직이는 힘을 정량적으로 설명할 수 있는지와 이를 바탕으로 지균풍의 생성원리를 이해하는지 평가하고자 하였다.

[지구과학 3번] 방사성 원소의 모원소와 자원소의 양 및 반감기를 이용하여 절대 연령을 측정할 수 있는지 평가하고자 하였다. 해양 지각이 해령에서 만들어져 해구의 방향으로 확장하며, 해양 지각의 나이가 해령을 축으로 멀어질수록 많아진다는 것을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 판 구조론에서 말하는 판을 움직이는 원동력에 관해 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

[지구과학 4번] 화산재의 평균 낙하 속도와 고도 정보를 가지고 전체 낙하 시간을 계산하고, 여름철과 겨울철에 다른 지균풍의 평균 속도를 통하여 계절별 화산재의 이동 거리를 예측할 수 있는지 평가하고자 하였다. 새로운 암석이 해령에서 만들어져 해양 지각을 만들고 해구의 방향으로 확장하며, 해양 퇴적물과 함께 이동하여, 해령에서 멀어질수록 그 연령이 증가함을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다. 판의 움직임으로 퇴적된 장소와 시간이 지난 후 암석의 위치가 다를 수 있다는 것을 이해하는지 평가하고자 하였다. 판의 평균 이동 속도와 암석의 절대 연령을 가지고 퇴적 또는 생성 당시의 위치를 예측할 수 있는지 평가하고자 하였다.

● 문제 해설

[문제 1] [그림 1]의 (가)와 (나)는 동일한 시각에 (다)의 남반구 AB 지점과 (라)의 제주도 해안가 부근 CD 지점을 따라 관측한 지표 부근의 기압을 나타낸 것이다. [그림 1]의 (가)와 (나)는 연직 기압 분포가 상당히 유사하지만, P_1 과 P_2 에서의 풍향은 같지 않다. P_1 과 P_2 의 풍향을 유추하고, 그 이유를 논하시오. (단, 지표 마찰력의 효과는 고도 1km까지만 영향을 미친다고 가정하며, CD 사이의 기압 분포는 하루를 주기로 변한다.) [8점]

P_1 : 서풍, P_2 : 북풍

우선 바람을 일으키는 근본적인 힘인 기압 경도력은 P_1 지점에서 북쪽에서 남쪽으로 작용하며, AB지점 사이의 기압 분포도에서 등압선이 원형이 아니므로 구심력은 무시할 수 있다. P_1 지점은 고도 약 2km에 위치하고 있으므로 마찰력을 무시할 수 있으나, AB지점 사이의 거리는 100km 이상인 종관 규모이므로 전향력을 고려해야 한다. 따라서 P_1 지점에서는 기압 경도력과 전향력이 평형을 이루는 지균풍이 불게 되며, 남반구에서는 바람의 방향에 왼쪽으로 전향력이 작용하므로 P_1 지점에는 서풍이 분다고 유추할 수 있다.

반면, P_2 지점의 풍향은 기압 경도력만 고려하여 유추할 수 있는데 그 이유는 CD사이의 거리가 100km보다 작은 중간규모 순환으로 전향력을 무시할 수 있기 때문이다. AB 지점과 유사하게, CD지점 사이의 기압 분포도에서 등압선이 원형이 아니므로 구심력을 무시할 수 있고, P_2 지점은 고도 약 2km 부근이므로 마찰력을 무시할 수 있다. 한편, CD 사이의 기압 분포는 하루를 주기로 변한다고 하였으므로, 해륙풍으로 판단할 수 있다. 결과적으로 P_2 지점의 풍향은 북쪽에서 남쪽으로 작용하는 기압 경도력의 영향만을 고려하여 북풍이 분다고 유추할 수 있다.

[문제 2] [그림 2]는 고기후 자료에서 복원된 북반구의 평균적인 (가) 여름철과 (나) 겨울철의 대기 온도(T)와 바람의 연직 분포를 나타낸 것이다. 위도 45°N 의 서로 다른 높이 $H_1(2\text{km})$ 과 $H_2(12\text{km})$ 에서의 바람이 지균풍이라고 가정한다면, 풍속(v)이 수평 온도 차이(ΔT)와 어떤 관계를 갖는지 논하시오. 또한, 이를 바탕으로 지점 Q_1 과 Q_2 에서의 풍속(v)을 구하시오. (단, 수평 기압의 차이는 밀도와 수평 온도 차이의 곱과 같다.) [12점]

문제에서 위도 45°N 에서 부는 바람은 모두 지균풍이라고 가정하였으므로, 각 고도에서의 밀도를 ρ , 위도 30°N 와 60°N 와의 거리를 ΔX 라고 하자. 지균풍은 수평 기압 경도력 (여기서는 남북간의 기압 경도력)과 전향력 ($2\Omega \sin 45^\circ v$)이 균형을 이루는 것이므로, $2\Omega \sin 45^\circ v = \frac{1}{\rho} \frac{\Delta P}{\Delta X}$ 의 관계식을 만족한다. 여기서 수평 기압 차이

(ΔP)가 밀도(ρ)와 수평 온도 차이(ΔT)의 곱이라고 하였으므로, 이 식은 다시 $2\Omega \sin 45^\circ v = \frac{1}{\rho} \frac{\rho \Delta T}{\Delta X}$ 로 표현할 수 있다. 따라서, 정리하면 위도 45°N 의 각 고도에서 풍속은

$$v = \frac{1}{2\Omega \sin 45^\circ} \frac{\Delta T}{\Delta X} \text{ 로 간단히 표현할 수 있다.}$$

동일한 위도의 H_1 과 H_2 에서의 지균풍의 풍속을 각각 v_1 과 v_2 라고 한다면, $\frac{v_2}{v_1} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}$ 의 간단한 관계를 가진다.

즉, 수평 온도 차이(ΔT)가 클수록 풍속(v)이 크다고 할 수 있다. Q_1 지점에서의 바람은 30m/s 이고, Q_2 지점에서의 바람은 48m/s 이다.

[문제 3] [그림 3]에서 해령으로부터 400km 떨어진 위치에서 채취한 해양판Y의 암석에 가상의 방사성 동위원소 X(8.28mg)와 그 자원소 Z(124.2mg)가 포함되어 있다. 반감기가 백만 년이라고 했을 때, 해양판Y의 평균 이동 속도를 추론하시오. 또한, 판을 움직이는 원동력에 관하여 논하시오. [8점]

방사성 동위원소 X의 양이 8.28mg이고 자원소 Z의 양이 124.2mg이므로 모원소의 처음 양이 $132.48\text{mg}(=8.28\text{mg} + 124.2\text{mg})$ 이 된다.

현재 모원소의 양과 처음 모원소의 양의 비가 6.25%가 되므로, 네 번의 반감기가 지난 것을 알 수 있다.

반감기가 백만 년(1,000,000년)이므로 암석의 절대 연령은 4백만 년(4,000,000년)이다.

암석을 채취한 위치가 해령으로부터 400km이므로 해양판 이동 속도는 $0.0001\text{km/yr} = 0.1\text{m/yr} = 10\text{cm/yr}$ 가 된다. 판 구조론에서 말하는 판을 움직이는 원동력은 근본적으로 맨틀 상부에 존재하는 연약권의 대류이다. 이러한 대류는 해령 아래에서 마그마가 상승하며 판을 양쪽으로 미는 힘과 섭입대를 따라 내려가는 판이 잡아당기는 힘을 일으킨다. 해령에서는 고온, 저밀도의 물질이 부력에 의해 상승하면서 판을 양방향으로 분리시키고 섭입대로 가까이 갈수록 판은 냉각되어 밀도가 커지고 두께가 두꺼워지므로 무거운 상태로 침강하게 된다.

[문제 4] 위도 45°N 에 위치한 섭입대 부근의 대륙에서 [그림 3]과 같이 인접한 화산S와 화산W가 [문제 3]의 암석생성과 같은 해 여름철과 겨울철에 차례로 분출하였다. 이들 화산에서 나온 화산재가 고도 12km까지 올라 제트류를 타고 먼 지역으로 이동하기 시작하였다. 화산재가 [그림 2]에서 유추된 각 계절의 지균풍을 타고 이동할 때 화산재의 평균 낙하 속도는 동일하게 0.3m/s 이었다. [문제 3]의 암석에서 어느 화산으로부터 기원한 화산재가 나올 수 있는지 논리적으로 설명하시오. (단, 화산과 해령 사이의 거리 변화는 없었다고 가정한다. 화산재는 H_1 과 H_2 의 지균풍 평균 속도로 이동하였고, 해수면에 떨어진 화산재가 해저면 퇴적까지 걸리는 시간과 이동 거리는 무시할 만큼 작다고 가정한다.) [12점]

화산 폭발로 인하여 화산재가 고도 12km까지 상승하여 동일하게 0.3m/s 의 속도로 낙하하므로 낙하하는 동안 걸리는 시간은 $40,000\text{초}(= 12\text{km} \div 0.3\text{m/s})$ 이다.

여름철에 분출한 화산S는 [그림 2]의 (가)와 같은 지균풍에 의해 이동되었고, 겨울철에 분출한 화산W는 [그림 2]의 (나)와 같은 지균풍에 의해 이동되었다. 화산재는 H_1 과 H_2 의 지균풍 평균 속도로 이동한다고 했으므로 여름철의 H_2 에서의 바람의 속도는 30m/s , H_1 에서는 10m/s 이므로, 그 평균은 20m/s 이고, 겨울철의 H_2 에서의 바람의 속도는 48m/s , H_1 에서는 12m/s 이므로, 그 평균은 30m/s 이다.

화산재의 낙하 시간 동안 여름철은 $800\text{km}(= 40,000\text{s} \times 20\text{m/s})$ 를 바람을 따라 이동하고, 겨울철은 $1200\text{km}(= 40,000\text{s} \times 30\text{m/s})$ 를 이동할 수 있다. 따라서 여름철에 분출한 화산S의 화산재는 화산으로부터 해령 방향으로 800km 이동되어 퇴적되며, 겨울철에 분출한 화산W의 화산재는 화산에서 1200km 떨어진 해령까지 이동하여 퇴적된다. 문제에서 화산 폭발이 [문제 3]에서 암석의 생성 시기와 같은 해에 일어났다고 했으니 [문제 3]에서 유추한 암석의 절대 연령인 4백만 년 전에 화산이 폭발한 것으로 유추할 수 있다. 해양판은 해령에서 해구 쪽으로 확장하여 이동하므로, 계산된 평균 이동 속도인 10cm/yr 를 사용하여 4백만 년 동안 화산S의 화산재는 화산에서 해령 방향으로 400km 떨어진 곳까지 이동하였고, 화산W의 화산재는 화산에서 해령 방향으로 800km 떨어진 곳까지 이동한 것을 알 수 있다.

채취 지점 또한 화산에서 해령 방향으로 800km , 또는 해령에서 400km 거리의 지점에 있으므로 겨울철에 분출한 화산W에서 기원한 화산재가 [문제 3]에서의 암석과 함께 나올 수 있다.

면접 전형

2022학년도 면접시험 기출문제

- 학생부 교과전형[추천형] 39
인문·사회·통합계열(오전, 오후)
자연계열(오전, 오후)
- 학생부종합전형[활동우수형, 기회균형 I·II] 45
인문·사회·통합계열(오전, 오후)
자연계열(오전, 오후)
- 학생부종합전형[국제형(국내고)] 52
- 시스템반도체특별전형 54
- 고른기회전형 55
- 특기자전형[국제인재] 57

2022학년도 연세대학교 학생부교과전형[추천형]

인문·사회·통합계열 (오전)

면접구술시험 문제

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오. (총 100점)

제시문 (가)

조선시대의 한 선비가 자식들에게 말했다. 부지런함이란 무얼 뜻하겠는가? 오늘 할 일을 내일로 미루지 말며, 아침 때 할 일을 저녁때로 미루지 말며, 맑은 날에 해야 할 일을 비 오는 날까지 끌지 말도록 하고, 비 오는 날 해야 할 일도 맑은 날까지 끌지 말아야 한다. 늙은이는 앉아서 감독하고, 어린 사람들은 직접 행동으로 어른의 감독을 실천에 옮기고, 젊은이는 힘든 일을 하고, 병이 든 사람은 집을 지키고, 부인들은 길쌈*을 하느라 한밤중이 넘도록 잠을 자지 않아야 한다. 요컨대, 집안의 상하 남녀 간에 단 한 사람도 놀며 지내는 사람이 없게 하고, 또 잠깐이라도 한가롭게 보여서는 안 된다. 이런 걸 부지런함이라 한다.

* 길쌈: 실을 내어 옷감을 짜는 모든 일.

제시문 (나)

우리 세대 사람들 대부분처럼 나도 부지런하게 일하는 것이 최고의 미덕이고 게으름은 죄악이라는 말을 들으며 자랐다. 그러나 근면이 미덕이라는 믿음은 현대 사회에 엄청난 해악을 일으킨다는 것이 나의 일관된 신념이다.

문명이 시작된 이후 산업혁명에 이르기까지 줄곧 인간은 열심히 일해도 자신과 가족의 생계에 필요한 정도밖에 생산할 수 없었다. 하지만 8시간 이상의 과도한 노동을 강요했던 예전과 달리 현대 사회는 과학기술을 활용함으로써 4시간의 노동만으로도 행복한 삶을 누릴 수 있을 만큼 발전되었다. 그럼에도 우리는 기계가 없던 예전과 마찬가지로 계속 쉴새 없이 일하고 있다. 이 점에서 우리는 어리석었다. 그러나 이러한 어리석음을 지속시킬 이유는 전혀 없다.

여가란 문명에 필수적인 것이다. 예전에는 다수의 노동이 있어야만 소수의 여가가 가능할 수 있었다. 그러나 다수의 노동이 가치 있는 이유는 일이 좋은 것이어서가 아니라 여가가 좋은 것이기 때문이었다. 이제 현대 사회는 기술의 발전으로 문명에 피해를 주지 않고도 얼마든지 공평하게 여가를 분배할 수 있게 되었다. 누구도 하루 4시간 이상 일하도록 강요받지 않는 세상에서는 과학적 호기심에 사로잡힌 사람이라면 누구든 그 호기심을 맘껏 탐닉할 수 있을 것이고, 어떤 수준의 그림을 그리는 화가든 배꼽지 않고 그림을 그릴 수 있을 것이다.

제시문 (다)

무더운 여름날 온몸이 햇볕에 까맣게 탄 개미들이 땀을 뻘뻘 흘리며 일을 하고 있었습니다. 그런데 서늘한 풀잎 그늘에서 기타를 치면서 노래를 부르던 베짖이가 개미들에게 말했습니다.

“얘들아, 같이 놀면서 쉬엄쉬엄 하지 그래? 왜 이렇게 더운 날까지 열심히 일을 하고 있어?”

“우리는 추운 겨울에 먹을 양식을 준비하는 거야.”

어느덧 여름이 가고 가을이 왔습니다. 산과 들은 누렇게 물들고 날씨는 점점 추워졌습니다.

“어이구 추워, 벌써 겨울이 오는 건가?”

베짖이는 추워서 오들오들 떨며 따뜻한 양지쪽만 찾아다녔습니다.

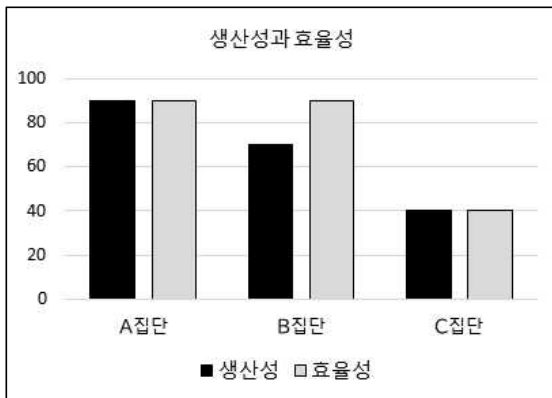
그러나 본격적인 추위는 금방 닥쳐왔습니다.
 “큰일 났구나. 이리다가는 얼어 죽거나 굶어 죽겠는걸.”
 추위와 배고픔에 지친 베짖이는 할 수 없이 도움을 청하러 개미들을 찾아갔습니다. 하지만 개미들은 그런 베짖이에
 게 소리쳤습니다.
 “우리가 힘들게 일할 때 놀며 즐긴 너는 우리 사회에 쓸모없는 존재야!”
 결국 잠자리와 먹을 음식을 개미들에게서 얻지 못한 베짖이는 이곳저곳을 떠돌며 이루 말할 수 없이 힘든 겨울을
 보내게 되었습니다.

제시문 (라)

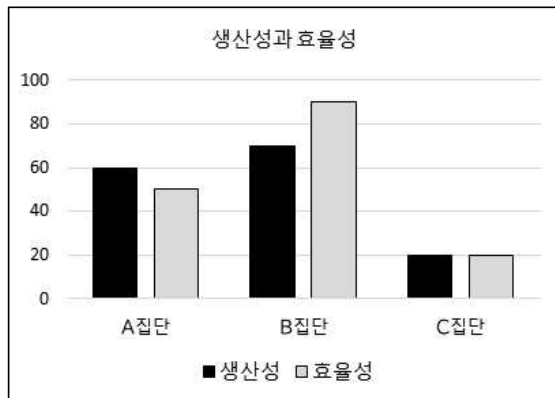
영국의 한 연구소는 열심히 일하는 사람과 열심히 일하지 않는 사람의 비율이 노동의 생산성과 효율성에 미치는 영
 향을 살펴보고자 했다. 이를 위해, 열심히 일하는 사람과 그렇지 않은 사람의 비율이 노동의 생산성과 효율성에 어느
 정도 영향을 미치는지, 그리고 그 비율이 각각 단기적으로 그리고 장기적으로 어떠한 효과를 가져오는지를 조사하였
 다. 아래의 <표>는 서로 다른 세 집단에서의 열심히 일하는 사람과 열심히 일하지 않는 사람의 비율을 보여준다. <그
 림 1>은 열심히 일하는 사람과 열심히 일하지 않는 사람의 비율을 관찰한 지 2개월 후 생산성과 효율성을 측정하
 고, <그림 2>는 3년 후에 다시 측정한 것이다.

	열심히 일하는 사람의 비율 (%)	열심히 일하지 않는 사람의 비율 (%)
A집단	100	0
B집단	80	20
C집단	30	70

<표> A, B, C집단의 열심히 일하는 사람과 열심히 일하지 않는 사람의 비율



<그림 1> 2개월 후 생산성과 효율성



<그림 2> 3년 후 생산성과 효율성

[문제 1] 제시문 (가), (나), (다)에는 근면에 대한 다양한 관점이 포함되어 있다. 제시문 (나)의 관점에서 제시문 (가)와 (다)를 각각 평가하시오. (50점)

[문제 2] 제시문 (라)의 조사 결과를 분석하고, 그 결과를 통해 제시문 (가)와 (다)를 평가하시오. (50점)

2022학년도 연세대학교 학생부교과전형[추천형]

인문·사회·통합계열 (오후)

면접구술시험 문제

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오. (총 100점)

제시문 (가)

정신분석학자 프로이트(Freud)는 어떤 대상을 상실했을 때 상실한 대상에게 쏟아부었던 리비도(libido)*를 서서히 거둬들여서 새로운 대상에게 쏟아붓는 과정을 애도(mourning)라고 말한다. 그런데 상실한 대상이 무엇인지 모르거나 상실 자체를 인지하지 못할 때 애도는 불가능해진다. 이처럼 애도가 원천적으로 봉쇄된 상태를 프로이트는 우울(melancholy)이라고 말한다. 프로이트는 무의식에 억압된 것들이 사라지지 않고 언제든지 귀환할 수 있다고 말한다. 애도되지 않은 상실도 우울로 남아 우리 안에 머문다. 애도와 우울은 흔히 개인적인 사건으로 인식되지만 여러 학자들은 이것이 사회적 일이며, 때로는 정치적인 사건이 될 수 있다고 말한다. 상실과 애도는 사회적인 층위에서 다양한 계기들과 연결되며, 때로는 '애도할 수 있음'과 '애도할 수 없음' 사이에서 해당 사회의 다양한 수준과 경계가 드러난다. 한 학자는 대부분의 사회가 저마다의 고유한 애도 방식을 갖고 있는데 '애도할 수 없음'의 상황에 직면할 때 큰 문제를 겪게 된다고 지적하기도 하였다.

(*리비도(libido): 좁은 의미로는 성적 본능이나 욕구, 충동 등을 가리키지만 넓은 의미로는 인간 개개인에 내재한 정신적 에너지를 뜻하는 말이다. 여기서는 후자의 의미로 해석한다.)

제시문 (나)

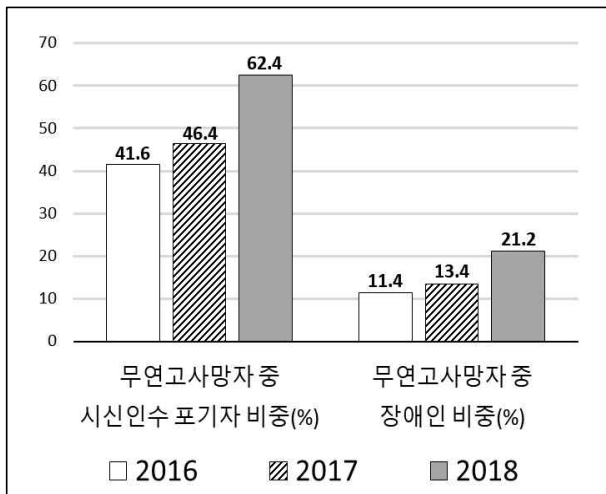
인간은 누구나 죽는다. 인간은 어떤 의존 없이 죽음에 이를 수 없고, 죽음 이후에도 누군가의 도움을 필요로 한다. 사회적 동물로서 인간은 공동체 내 관계와 이 관계에 기반한 의존 속에서 죽음을 맞이한다. 사람이 공동체 안에서 더불어 산다는 것은 물리적으로 가까이 모여 사는 것만을 뜻하는 게 아니라, 타고난 상호의존성과 구성원들 사이의 상호 책임을 인정한다는 것을 의미한다. 이러한 사실을 뒷받침하는 가장 구체적인 예로 사회보장 정책을 펴서 국민을 보살피겠다는 정부의 약속을 들 수 있다. 하지만 공동 책임의 원칙이 국가에만 있는 것은 아니며, 도시와 지역 사회, 직장, 사교 단체, 종교 단체 등에도 이 책임과 연관된 다양한 역할 규범과 기대가 존재한다. 이런 맥락에서 볼 때 나와 상관없는 죽음이란 존재하지 않는다. 상호 의존과 상호 책임의 관점에서는 내가 알지 못하는 이의 죽음조차도 나의 애도 대상이 된다.

제시문 (다)

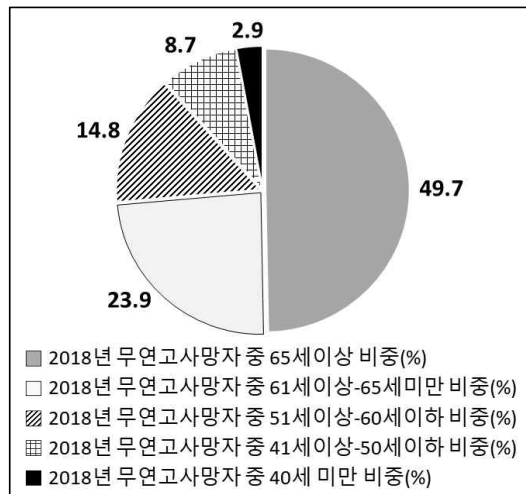
뉴욕시는 'COVID-19' 희생자들의 시신을 보관하기 위해 냉장 트럭을 사용하고 있는데, 대유행의 절정기에 사망자가 급증하면서 시신들이 감당할 수 없을 정도로 늘어나자 이 트럭들을 1년 전부터 임시 영안실로 사용해왔다. 뉴욕시 검시국은 '750구의 시신을 브루클린 부두의 냉장 트레일러에 장기간 보관하고 있다'고 말했다. 그런데 수석 검시관실의 부청장은 시의회 위원회에서 '39번가 부두에 안치된 시신들 중 상당수가 하트 섬의 도시 공장에 묻힐 수도 있다'고 말했다. 뉴욕시는 무연고 유해를 하트 섬에 묻기 전에 유해 보관 기간을 14일로 단축하고, 무연고 유해를 나중에 옮길 수 있도록 일시적으로만 섬에 묻는 방안을 모색하고 있다고 말했다.

제시문 (라)

다음 그래프는 A국가의 복지 관련 부서에서 조사한 무연고사망자에 관한 자료를 바탕으로 무연고사망자 중 시신 인수 포기자의 비중과 장애인의 비중(2016년~2018년, <그림1>), 그리고 무연고사망자의 연령대별 비중(2018년, <그림2>)을 표시한 것이다. 무연고사망자는 2016년에 1820명, 2017년에 2008명, 2018년에 2447명이었다.



<그림1>



<그림2>

[문제 1] 제시문 (가)와 (나)를 바탕으로, 제시문 (다)가 제시하는 사회적 상황을 분석하고 이에 대한 대응 방안을 설명하시오. (50점)

[문제 2] 제시문 (가)와 (나)를 바탕으로, 제시문 (라)의 그래프를 통해 드러나는 사회 현상을 '애도'의 관점에서 분석하시오. (50점)

2022학년도 연세대학교 학생부교과전형[추천형]

자연계열 (오전)

면접구술시험 문제

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오.

[가]

모든 물질은 원자라고 불리는 작은 입자로 구성되어 있으며 원자는 없어지거나 새로 생기지 않는다. 원자는 다른 원자로 변화하지 않으며, 한 가지 원소를 구성하는 원자는 크기와 질량이 일정하다. 서로 다른 원자들은 일정한 정수비로 결합하여 화합물을 형성한다. 원자는 양성자와 중성자로 이루어진 핵과, 주변에 분포하고 있는 전자로 구성된다. 원자의 종류는 원자를 구성하고 있는 양성자의 숫자에 의해 결정되며, 원자는 원자핵 주변의 전자를 잃거나 얻어서 안정된 형태의 양이온이나 음이온을 형성할 수 있다.

[나]

단맛과 짠맛을 내는 조미료로 사용되는 설탕과 소금은 모두 결정성 고체를 이룬다. 두 가지 물질은 모두 물에 잘 녹는 성질을 갖고 있다. 설탕과 소금은 모두 생명 현상을 유지하는 데 매우 중요한 역할을 할 수 있는 물질들로, 설탕은 생명체의 에너지원으로 활용되지만 소금은 에너지원으로는 작용하지 않는다. 설탕의 결정은 서서히 가열하면 180°C에서 녹아 흘러내리며 200°C 정도가 되면 누렇게 변하기 시작한다. 설탕을 더 높은 온도로 가열하면 검은색으로 변하면서 타게 된다. 반면에 소금의 결정은 800°C의 고온에서 액체 상태로 변화하며, 분해되거나 타는 현상은 발견되지 않는다.

[다]

자연계에는 중력, 전자기력 등 여러 종류의 힘이 존재한다. 쿨롱은 전하를 띤 두 금속 구 사이에 작용하는 힘을 관찰하는 실험을 진행하였다. 그는 두 금속 구 사이에 작용하는 힘이 거리의 제곱에 반비례하고 두 금속 구가 가진 전하량의 곱에 비례함을 발견했는데 이를 쿨롱 법칙이라고 한다. 두 금속 구가 같은 부호의 전하를 가진 경우 서로 미는 힘이 작용하며, 서로 다른 부호의 전하를 가진 경우 서로 당기는 힘이 작용한다. 쿨롱 법칙은 이온 결합 등 전하를 띤 물체의 상호작용을 이해하는 데 중요한 역할을 한다.

[라]

공유 결합 물질이 화학반응을 할 때 원자들 사이의 공유 결합이 끊어지면서 새로운 공유 결합이 형성된다. 각각의 공유 결합은 서로 다른 결합력을 가지는데 끊어지는 공유 결합과 새로 형성되는 공유 결합의 결합력 차이만큼 에너지를 흡수하거나 방출하게 된다.

[문제 1] 설탕은 생명체의 에너지원으로 사용될 수 있으나, 소금은 에너지원으로 사용될 수 없는 이유에 대해서 제시문[가], [나], [라]를 참고하여 구술하시오. [15점]

[문제 2] 설탕과 소금의 녹는점이 크게 차이 나는 이유와 200°C 이상의 온도에서 설탕이 변화되는 이유에 대해서 구술하시오. [15점]

[문제 3] 같은 질량을 가지면서 서로 다른 전하량을 갖는 3개의 입자 A, B, C가 2차원 평면 위에 놓여 있다. 전하량 +4인 A 입자는 $x=0$ 인 어느 위치에 고정되어 있으며 전하량 -1인 C 입자는 $x=1$ 인 어느 위치에 고정되어 있다. 전하량 +2인 B 입자에 작용하는 알짜 힘이 0이라고 할 때, B 입자의 위치를 추론하고 이 추론의 성립을 위해 본인이 사용한 전제조건에 대해 구술하시오. [10점]

2022학년도 연세대학교 학생부교과전형[추천형]

자연계열 (오후)

면접구술시험 문제

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오.

[가]

행성은 목성형 행성과 지구형 행성으로 구분된다. 목성형 행성은 지구형 행성보다 큰 질량을 가지며 태양으로부터 멀리 떨어져 있다. 지구형 행성의 대기에는 수소나 헬륨이 거의 존재하지 않지만, 목성형 행성 대기의 주성분은 수소와 헬륨으로 구성되어 있다. 행성의 대기는 항상 일정한 상태를 유지하지는 않는다. 여러 가지 원인에 의해서 행성의 대기 성분은 변화할 수 있으며, 행성이 당기는 힘에 붙잡힌 기체 성분들이 행성의 대기를 형성한다. 지구보다 크기와 질량이 작은 화성은 매우 낮은 농도의 대기층을 가지며 매우 큰 일교차를 보인다.

[나]

지구의 대기는 질소와 산소를 주성분으로 하고 있으며, 이 대기에는 온실 기체로 알려진 수증기 (36~70%), 이산화 탄소(9~26%), 메테인(4~9%), 오존(3~7%) 등의 성분이 포함되어 있다.* 대기 중의 이산화 탄소는 광합성에 이용되어 식물의 구성 성분이 되고, 먹이사슬을 따라 이동하다가 호흡이나 사체의 분해를 통해 대기 중으로 돌아간다. 분해되지 않은 유기물은 퇴적물이 되어 오랜 기간이 지난 후에 석유나 석탄과 같은 화석연료 (화석에너지)로 변한다. 이산화 탄소는 물에 녹아 탄산이 되며 칼슘 이온과 결합하여 탄산칼슘을 이룬다.

[다]

기체 분자는 매우 빠른 속력으로 움직이면서 분자들끼리 끊임없이 충돌하는 무질서한 운동을 하고 있다. 이때 기체 분자의 평균 운동 속력은 온도가 높을수록 증가한다.

[라]

대체에너지원으로 주목받고 있는 수소는 산소와 반응하여 물을 생성하는 과정에서 에너지를 방출한다. 수소 1몰이 산소와 반응하여 물을 생성할 때 방출되는 에너지는 285.8 kJ로 알려져 있다.

[마]

어떤 물질의 온도를 1 °C 높이는 데 필요한 열량을 열용량이라고 하는데, 물은 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 물질 중 단위 질량당 가장 높은 열용량을 가진 물질이다.

*괄호안의 숫자는 "Earth's Annual Global Mean Energy Budget"에 보고된 주요 온실 기체의 온실효과 기여도를 나타낸다.

[문제 1] 목성형 행성의 대기 주성분이 수소와 헬륨으로 이루어질 수 있는 이유에 대해서 제시문 [가]와 [다]에 근거하여 구술하시오. [15점]

[문제 2] 지구에는 풍부한 물이 존재하며 지구 표면의 2/3 이상은 바다로 덮여 있다. 지구에 존재하는 풍부한 물이 생명체의 생존을 위해 어떠한 도움을 주고 있는지 제시문 [가], [나], [마]를 참고하여 구술하시오. [15점]

[문제 3] 독일의 화학자 되베라이너는, 산소와 수소 기체를 함께 담아둔 병에서 아무리 시간이 지난 후에도 물이 생성되지 않는 반면 백금(Pt)을 넣었더니 잠깐 사이에 물이 생겨난 현상을 관찰하였다. 이러한 사실과 제시문 [나]와 [라]를 참조하여, 지구 온난화를 완화할 방법에 대해서 구술하시오. [10점]

2022학년도 연세대학교 면접구술시험

학생부종합전형[활동우수형, 기획균형 I·II]

인문·사회·통합계열 (오전)

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오. (총 100점)

제시문 (가)

불확실한 상황에 놓여있는 것은 누구에게나 불편하고 괴로운 일이다. 자신이 처해 있는 상황에 대해 정확하게 알고 있다면 가장 적절하다고 생각하는 행동으로 대처하면 된다. 그러나 불확실한 상황에서 우리는 미래를 예측하기 어렵고, 상황을 통제할 수 없다고 느끼게 되고, 이는 곧 심리적 불편과 스트레스를 유발한다.

물론 어떤 사람들은 다른 사람들에 비해 더 많이 걱정하고 불안해한다. 불확실한 상황에 대해 얼마나 불편하게 느끼는지는 개인마다 다를 수 있기 때문이다. 심리학에서는 이처럼 예측할 수 없는 미래로 인해 경험하게 되는 불안을 피하려고 하는 경향성을 '불확실성 회피'라고 정의한다.

불확실성 회피 성향이 높은 사람들은 모호한 상황을 싫어하고 결과를 예측할 수 없을 때 위험을 무릅쓰지 않는다. 또 그런 사람들은 변화나 혁신에 대해 저항감을 느끼며 개성이나 재능을 마음껏 펼치기보다는 안정적인 직업에 높은 가치를 부여하기도 한다. 예를 들어, 불확실성 회피 성향이 높은 사람이라면 여행을 준비하면서도 미리 꼼꼼하게 계획을 세우고, 여행에서 일어날 수 있는 모든 일을 예측 가능하게 만들려고 할 것이다. 만약 미리 알아본 식당이 하필이면 문을 닫았다거나, 여행 중 예상하지 못했던 일이 생긴다면 상당히 강한 스트레스를 받을 것이다. 이런 불확실성 회피 성향은 개인마다 차이가 있지만, 나이가 들수록 그 성향은 점차 높아지게 된다고 한다.

제시문 (나)

숨페터는 기업가들이 새로운 경영 조직을 만들고, 새로운 시장을 개척하고, 새로운 제품을 개발하는 창조적 과정을 '창조적 파괴'라고 부르면서, 창조적 파괴가 경제 발전의 본질이라고 보았다. 그가 말하는 창조적 파괴 과정은 기술혁신을 의미한다. 기술혁신은 새로운 상품, 새로운 원료, 새로운 시장, 새로운 경영 조직 등이 등장하는 과정이다.

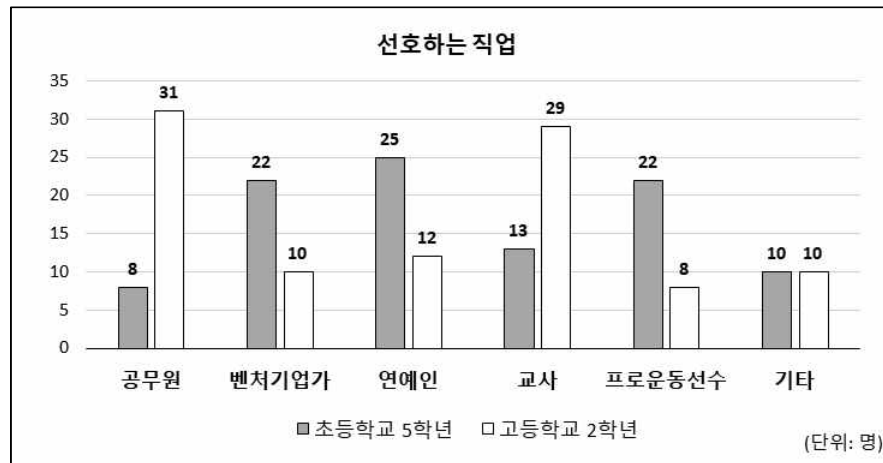
혁신을 주도하는 기업가에게는 손해를 보거나 망할지도 모른다는 위험이 뒤따르기 마련이다. 그런 위험을 무릅쓰고 새로운 분야에 진출하여 성공할 때 비로소 독점적 이익을 확보하게 된다. 미래가 불확실하고 위험 부담이 큰 새로운 영역에 도전하는 모험적이고 창의적인 속성을 '기업가 정신'이라고 한다. 애플사를 창업한 스티브 잡스는 창의성과 새로운 시장을 보는 안목, 강한 성취 욕구 등을 통해 오늘날까지 변화에 대해서 두려워하지 않으며 위험을 극복하고자 했던 기업가 정신의 본모기를 보여 주고 있다.

제시문 (다)

사람은 살아가면서 여러 가지 상황을 마주하게 되는데, 각 상황에서 어떻게 생각하고 행동해야 하는지에 대해 모호하거나 불확실하다고 느끼는 경우가 많다. 이때 대부분의 사람은 상황을 더 잘 파악하기 위해 타인의 행동을 관찰하고, 이를 정보의 원천으로 삼아 자신이 할 행동을 결정한다. 왜냐하면 상황에 대한 타인의 해석이 더 정확해서 적절한 행동을 할 수 있을 것이라고 믿기 때문이다. 심리학자 세리프의 실험에 따르면, 어두운 방에서 촛불 한 점을 바라보도록 하고 불빛이 움직인 거리를 추정하도록 했을 때, 피험자들은 혼자서 불빛을 보았을 때는 서로 다른 추정치를 제시하였지만, 집단으로 함께 모여서 타인들의 추정치를 들었을 때는 그 말에 근거해 자기 자신의 판단을 포기하고 모두 비슷한 추정치를 제시하였다. 이러한 결과는 사람들이 불확실한 상황에 처했을 때 타인을 정보의 원천으로 삼아 자기 행동을 결정한다는 점을 말해 준다.

제시문 (라)

사람들의 불확실성 회피 성향과 선호하는 직업과의 연관성이 연령별로 차이가 있는지를 알아보기 위해 다음과 같은 설문조사를 실시하였다. 100명의 초등학교 5학년 학생들과 100명의 고등학교 2학년 학생들 각각에게 장래에 어떤 직업을 선택할지 물어보고 아래의 그래프와 같은 결과를 얻었다. (연령 외에 부모의 직업, 학력 수준, 소득 등의 다른 조건들은 모두 동일한 것으로 가정한다.)



[문제 1] 제시문 (가), (나), (다)에는 불확실성을 바라보는 다양한 관점이 들어있다. 각 제시문을 비교, 분석하시오. (50점)

[문제 2] 제시문 (라)의 설문조사 결과를 분석하고, 이를 제시문 (가)와 (나)에 연결해 설명하시오. (50점)

2022학년도 연세대학교 면접구술시험

학생부종합전형[활동우수형, 기회균형 I·II]

인문·사회·통합계열 (오후)

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오. (총 100점)

제시문 (가)

연결(Connectivity)은 사람이 갈구하는 가장 크고 근원적인 욕구 중 하나다. 아리스토텔레스(Aristotle)는 일찍이 사람을 규정하면서 상호 연결에 의한 휴먼 네트워크(Human Network)를 필수적인 요소로 밝혔다. 연결은 인간의 본능이며 삶의 질을 결정짓는 핵심 동력 중 하나이기 때문에 관계가 단절된 사람은 인간다운 삶을 살기 어렵다.

연결의 중요성을 인식하게 되면서 연결 매체도 함께 진화했다. 과거 최소 구성 집단인 가족과 같은 작은 공동체에서는 면대면(face to face) 커뮤니케이션만으로도 충분한 의사소통이 가능했다. 추가적인 수단과 매체가 필요하지 않았다. 하지만 시간이 흐르면서 공동체의 규모는 ‘가족-마을-국가’ 단위로 확장됐다. 소통해야 하는 지역이 확대되면서 연결 수단도 진화했다. 미디어 학자 마셜 매클루언(M. McLuhan)은 ‘미디어는 단순한 수단이 아니며, 감각의 확장으로 연결된다’고 정의하였다. 가상현실도 감각을 확장하는 매체 가운데 하나다. 가상현실을 통해 확장된 감각은 몸이 불편한 이들에게 새로운 경험을 안겨 주기도 한다.

제시문 (나)

뉴욕타임스는 2015년 정기구독자 100만여 명에게 가상현실 체험 기기를 배송했다. 그리고 가상현실 체험 기기를 통해 신문 기사 속 현장을 체험할 수 있는 가상현실 콘텐츠 플랫폼을 개발해 배포했다. 이 플랫폼을 통해 배포된 대표적인 가상현실 콘텐츠는 내전으로 고통받는 아이들의 삶을 다룬 <난민(The Displaced)>이었다. 독자들은 뉴욕타임스가 배송한 가상현실 체험 기기를 활용해 활자와 사진으로 보았던 이슈의 현장을 접할 수 있게 됐다.

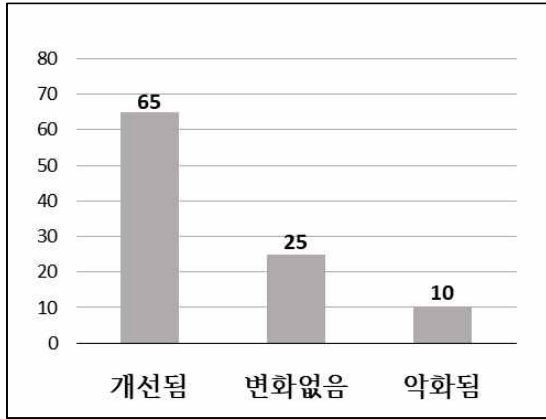
그런데 가상현실 체험에 참여한 사람이 가상의 현장에 있다고 믿도록 만들기 위해서는 사람이 느낄 수 있는 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각 등 인체의 오감이 일치되어야 한다. 만약 참여자가 빵집에서 전쟁 관련 가상현실을 체험한다면 그가 눈으로 보는 것은 전쟁터의 모습인 반면, 코로 맡는 냄새는 빵집에서 갓 만들어낸 빵 냄새일 것이다. 이렇게 될 때 참여자는 완벽하게 가상의 공간에 있다는 느낌을 받을 수 없고, 인지불일치를 경험하게 된다. 시각 정보와 실제 신체 정보의 불일치에서 일어나는 이와 같은 현상을 가상현실 멀미라고 한다.

제시문 (다)

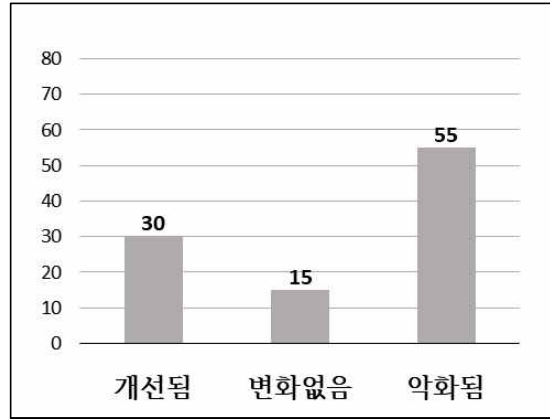
한 철학자는 이라크 전쟁을 두고 ‘이라크전은 일어나지 않았다’고 말했다. ‘이라크전이 일어나지 않았다’고 말한 것은 미디어를 통해 전세계에 보도된 이미지로서의 전쟁이 이라크에서 사람들이 경험한 전쟁과는 판이하게 다른 것이었기 때문이다. 세계인들이 본 것은 방송을 통해 중계된 전폭기 조종사의 모니터 영상일 뿐이다. 폭격기 모니터를 통해 이라크 지상에 폭탄이 투하되는 것을 본 사람들은 이라크 전쟁을 컴퓨터 게임 속의 장면들과 다르지 않은 것으로 인식하기 쉽다. 이 화면상의 ‘깨끗한 전쟁’을 지켜본 사람들은 전쟁의 참상 속에서 피 흘리며 죽어간 이들이나 고통에 몸부림치는 이들을 상상하기 어렵다. 방송을 통해 생중계된 전쟁을 보면서, 사람들은 전쟁의 참혹함과 잔인함에 경악하는 대신 영화 속의 장엄한 광경 같은 장면들에 빠져들게 되는 것이다.

제시문 (라)

가상현실 기술은 의학 분야에서도 다양하게 활용되고 있다. 아래 두 개의 그래프는 전쟁터에서 돌아온 참전군인들을 대상으로, 가상현실 기술을 활용하여 외상 후 스트레스 장애 치료를 시행한 후 치료 전후의 효과 변화를 비교하여 나타낸 것이다. 치료 과정에 참여한 200명의 참전 군인들은 외상 후 스트레스 정도에 따라 경증과 중증 그룹으로 나뉘어 가상현실 기술을 활용한 동일 내용의 치료를 받았다. 이들은 신체 조건, 사회적 환경, 가족 관계 등 외상 후 스트레스 정도를 제외한 나머지 조건이 모두 동일한 것으로 설정되었다. 여기서 <그림 1>은 경증 환자 그룹에 나타난 치료 효과를, <그림 2>는 중증 환자 그룹에 나타난 치료 효과를 표시한 것이다. 그래프의 수치는 사람 수를 나타낸다.



<그림 1> 경증 환자 그룹의 치료 효과 (총 100명)



<그림 2> 중증 환자 그룹의 치료 효과 (총 100명)

[문제1] 제시문 (가), (나), (다)를 '연결'의 관점에서 비교 분석하여 논하시오. (50점)

[문제2] 제시문 (라)의 그래프를 분석한 후, 이를 제시문 (가), (나), (다)의 핵심 내용과 연결하여 설명하시오. (50점)

2022학년도 연세대학교 면접구술시험

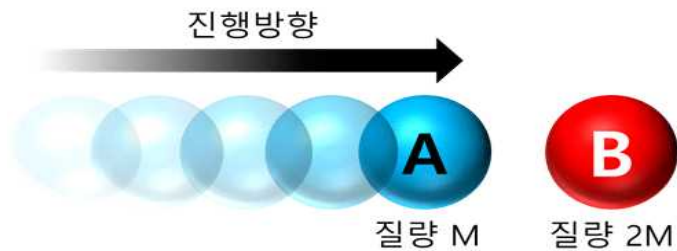
학생부종합전형[활동우수형, 기회균형 I·II]

자연계열 (오전)

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오.

- [가] 식물은 광합성을 통해서 이산화 탄소와 물을 이용하여 포도당을 합성한다. 광합성의 과정은 명반응과 암반응으로 구성된다. 명반응 과정에서는 물을 광분해하여 산소를 방출하며, 이때 NADPH, ATP 등의 고에너지 화합물이 생성된다. 암반응 과정에서는 이산화 탄소를 고정하여 포도당을 합성하는데, 포도당 분자 1개를 합성하기 위해서는 NADPH 12분자와 ATP 18분자가 요구된다. 세포는 세포 호흡을 통해서 포도당을 분해하여 NADH, FADH₂, ATP 등을 생성한다.
- [나] 생물은 외부 환경이 변해도 내부 상태를 항상 일정하게 유지하려고 하는데 이를 항상성이라고 한다. 동물은 신경계, 근육계, 내분비계의 복합적인 작용을 통해 항상성을 유지한다. 생명체 내에서 일어나는 여러 현상에는 다양한 단백질이 관여한다. 예를 들어 세포막에서 물질이 이동하는 과정에서 막단백질을 통한 능동수송이 이루어지며, 생체분자의 합성, 세포 호흡, 근섬유의 수축 이완, 신경전달 물질을 통한 신호 전달 등의 과정에서도 단백질은 매우 중요한 역할을 한다.
- [다] 속력은 물체의 빠르기를 나타내는 물리량이며, 단위 시간 동안에 움직이는 이동 거리를 나타낸다. 속도는 속력에 방향을 더한 물리량으로, 단위 시간 동안의 위치 변화를 나타낸다. 움직이는 물체의 질량에 속도를 곱한 값을 운동량이라 하며, 속력의 제곱에 질량을 곱한 값의 절반이 운동에너지이다. 두 물체가 충돌하는 경우, 충돌 전후 두 물체가 가지는 운동량의 합은 일정하며 이를 운동량보존법칙이라 한다.
- [라] 기체 분자는 매우 빠른 속력으로 운동하면서 분자들끼리 끊임없이 충돌하는 무질서한 운동을 하고 있다. 이때 기체 분자의 운동에너지는 속력에 따라 다양한 값을 가지지만, 운동에너지의 평균값은 절대온도에 비례한다. 기체가 열을 흡수하면 온도가 높아지면서 기체의 부피는 증가한다. 온도가 높아지는 것은 기체의 내부 에너지가 커지는 과정이며, 부피가 증가하는 것은 기체가 외부에 일하는 과정이다.
- [마] 물분자들 사이에는 강한 수소결합이 작용한다. 물이 기화되어 수증기로 변화하는 과정에는 수소결합을 끊을 수 있는 충분한 에너지가 요구되므로 물은 매우 높은 증발열을 가진다. 더운 여름날 소나기가 내리기 전에는 날씨가 후덥지근하지만, 소나기가 내리고 나면 시원함을 느낄 수 있는 것도 이러한 효과 때문이다.

- [문제 1] 생명체에서 일어나는 다양한 현상들이 일반적인 화학반응보다 효율적으로 진행되는 이유를 제시문 [가]와 [나]를 참고하여 구술하시오. [10점]
- [문제 2] 수증기를 포함하는 뜨거운 공기와 건조한 찬 공기가 혼합되는 과정에서 일어나는 변화와 수증기를 포함하지 않는 뜨거운 공기와 찬 공기가 혼합되는 과정을 비교하여 기체 분자의 평균 속력과 내부에너지의 관점에서 제시문 [라]와 [마]를 참고하여 구술하시오. 그리고, 이와 유사한 기상현상의 예를 들고 그 이유를 설명하시오. (단, 수증기의 포함 여부와 무관하게 혼합 전에는 뜨거운 공기와 찬 공기가 각각 같은 온도와 압력을 갖는다.) [15점]
- [문제 3] 질량이 M 인 입자 A가 아래 그림과 같이 일정한 속력 v 로 직선을 따라 이동하다가 질량이 $2M$ 인 정지 입자 B와 충돌한 후 그 자리에 멈추었다. 충돌 후 입자 B의 속력과 이동 방향을 제시하고, 충돌 전후 두 입자의 운동에너지의 합을 비교하여 그 결과를 운동량보존법칙 및 에너지보존법칙을 고려하여 구술하시오. (단, 입자 운동에 대한 마찰력의 영향은 무시한다.) [15점]



2022학년도 연세대학교 면접구술시험

학생부종합전형[활동우수형, 기회균형 I·II]

자연계열 (오후)

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오.

- [가] 반응물 A가 생성물 B로 변화하는 과정의 반응 속도식은 $v = k[A]^m$ 로 표현된다. 이 때, m이 1일 경우 1차 반응이라 하며 반응속도는 반응물의 농도에 비례한다. 1차 반응에서 반응물의 농도가 초기농도의 절반으로 감소하는 데 걸리는 시간을 반감기라고 한다.
- [나] 물질을 구성하는 원자는 중심의 원자핵과 주변의 전자로 이루어져 있고, 원자핵은 양성자와 중성자로 이루어져 있다. 중성자의 질량은 양성자의 질량에 비해 약 0.1% 정도 더 크다. 원소는 양성자의 수로 구분되며, 양성자수와 중성자수의 합을 질량수라고 한다. 질량수가 12인 탄소(^{12}C) 원자의 질량을 12로 정하고, 이를 기준으로 다른 원자들의 질량을 환산한 값을 원자량이라고 한다. 질량수가 1인 수소(^1H)의 원자량은 1.0078이다.
- [다] 자연계에는 양성자수는 같지만 중성자수가 서로 다른 원소들이 있는데 이를 동위원소라고 한다. 일부 동위원소는 불안정하여 전자기파나 입자를 방출하며 스스로 붕괴하여 다른 원소로 변화한다. 방사성 동위원소 중 질량수 14인 탄소(^{14}C)가 초기 질량의 절반이 되는데 걸리는 시간은 약 5,000년 정도이다. 방사성 동위원소가 붕괴되는 과정에서 방출되는 전자기파는 강한 에너지를 가지므로 화학결합을 파괴할 수 있다. 또한, 방사성 동위원소가 붕괴되는 과정에서 방출되는 입자는 가까운 거리의 원자들과 충돌하여 화학적 변화를 일으킬 수 있다.
- [라] 대기 대순환은 위도에 따라 연중 일정하게 부는 바람을 만들고, 이 바람이 표층의 해수를 일정한 방향으로 움직여 표층류가 생긴다. 표층류는 북반구와 남반구에서 거의 대칭으로 흐르며 순환하는데, 이를 표층 순환이라 한다.
- [마] 생태계는 빛, 공기, 온도, 물, 토양과 같은 비생물적 요인과 생산자, 소비자, 분해자로 구성된 생물적 요인으로 이루어져 있다. 태양으로부터 생태계로 유입된 에너지는 광합성을 통해 생산자에 의해 유기물의 화학 에너지 형태로 바뀌는데, 일부는 세포 호흡을 통해 열로 방출되고 일부는 먹이 사슬을 따라 상위 영양 단계로 이동한다. 먹이 관계에서 에너지양, 개체수 등 상위 영양 단계로 갈수록 점점 줄어드는 값을 그림으로 나타낸 것을 생태 피라미드라고 한다. 탄소는 생물의 몸을 구성하는 유기물 분자의 골격을 형성하며 광합성과 세포 호흡을 통해 생물과 대기 사이를 순환한다.

- [문제 1] 2011년 동일본 대지진으로 인해 후쿠시마에서 원전 사고가 발생하였다. 최근 일본 정부는 후쿠시마 원전 오염수의 해양 방류를 결정하였다. 원전 오염수의 해양 방류로 발생할 수 있는 문제에 대해서 제시문을 참고하여 구술하시오. [10점]
- [문제 2] 고대 유적에서 항아리에 담겨있는 법씨가 발견되었다. 법씨에 포함된 ^{14}C 의 양을 측정한 결과 최근에 재배된 법씨에 포함된 ^{14}C 의 양의 1/4정도로 나타났다. 항아리가 만들어진 연대를 대략적으로 추론하고, 추론이 성립하기 위한 전제 요건에 대해서 제시문 [가]와 [다]를 참고하여 구술하시오. [15점]
- [문제 3] 주기율표상의 탄소(C) 원자량은 12.011이다. 탄소의 원자량이 12가 아닌 이유와 이 값으로부터 추론할 수 있는 내용을 제시문 [나]와 [다]를 참고하여 구술하시오. 수소 원자들과 중성자들이 모여 몇 단계의 핵융합 반응을 거치면서 ^{12}C 가 생성될 때 에너지의 출입에 대해 추론하고, ^1H 의 원자량이 정확히 ^{12}C 의 원자량의 1/12이 아닌 이유는 무엇인지 구술하시오. [15점]

2022학년도 연세대학교 면접구술시험

학생부종합전형[국제형(국내고)]

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 한국어로 답하시오. (총 100점)

제시문 (가)

민주 사회에서 시민들은 자유롭게 의견을 발표할 권리를 가진다. 그러나 각자가 처한 입장과 가치관이 다르기 때문에 의견이 상충되고 갈등이 발생하기도 한다. 대화와 합의를 통해 만장일치에 도달하면 모두가 만족하는 결과를 얻을 수 있다. 그런데 이것이 여의치 않을 경우 불가피하게 다수의 의견을 물어 집단의 의사를 결정하는 것이 다수결의 원칙이다. 모두의 동의를 이끌어 내는 만장일치가 가장 이상적이기는 하지만, 현실적으로 불가능하기 때문에 보다 많은 사람이 동의하는 의견이 더 합리적일 것이라는 전제 하에서 다수결의 원칙을 따르는 것이다. 다수결 원칙이 가장 잘 드러나는 것은 투표다. 의견이 충돌하고 이해관계가 상충되어 있을 때 다수결에 의한 결정은 문제를 해결하는 가장 민주적인 방법으로 인식된다. 대의민주주의에서는 투표로 선출된 대리인을 통해 자신의 이익과 주장을 관철시킨다. 대통령과 국회의원 등을 뽑는 선거는 물론이고, 학교에서의 반장 선거와 학급 회의의 의사결정 과정도 다수결의 원칙을 따른다.

제시문 (나)

Plato frequently used stories to teach people how to think. One story Plato used to teach about the limitations of democracy was about a ship in the middle of the ocean. On this ship was a captain who was rather shortsighted* and slightly deaf. He and his crew followed the principles of majority rule on decisions about navigational direction. They had a very skilled navigator who knew how to read the stars on voyages, but the navigator was not very popular and was rather introverted**. As you know, it's not easy to communicate with introverted people, in particular, on the ship. In the panic of being lost, the captain and crew made a decision by voting to follow the most charismatic and persuasive of the crew members. They ignored and ridiculed the navigator's suggestions, remained lost, and ultimately starved to death at sea.

* shortsighted: 근시, 근시안적인 ** introverted: 내향적인

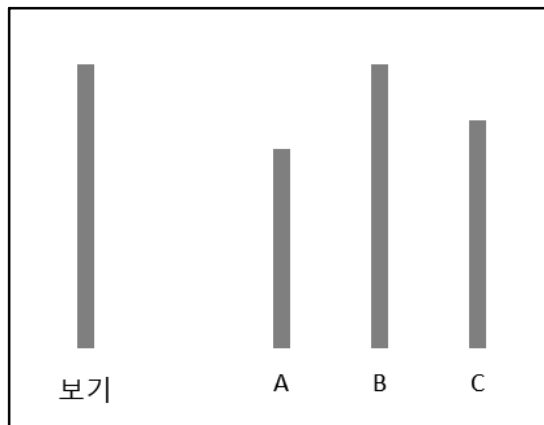
제시문 (다)

미국은 코로나19와의 전쟁이 종반전에 접어들었다. 그렇지만 종반전이 쉽지만은 않아 보인다. 백신 접종을 거부하거나 주저하는 이들 때문이다. 바이든 대통령은 독립기념일까지 18세 이상 성인 70%에게 최소 1차례 이상 백신을 접종한다는 목표를 세웠지만 상당 기간이 지난 지금도 이 수치는 67.7%에 머물러있다. 백신이 남아도는 상황에서도 백신을 맞지 않은 30% 이상의 시민들을 어떻게 백신을 맞도록 유도할 것인가가 미국이 안고 있는 최대 숙제다.

물가까지 왔지만 물을 먹지 않고 버티는 소에게 물을 먹이는 방법은 두 가지다. 스스로 물을 먹도록 설득하는 방법, 아니면 억지로 물을 먹이는 강압적인 방법이다. 설득은 정보제공자가 상대방에게 어떤 정보를 제공하여 자신이 의도한 방향으로 상대방이 행동하게끔 하는 것을 말한다. 이때 설득은 상대방의 의사결정에 도움을 줄 뿐, 그 결정은 상대방의 자유에 맡기는 것이다. 반면, 지배자가 피지배자를 설득할 수 없을 경우나 아주 짧은 시간 내에 피지배자의 행동을 일정한 방향으로 규제해야 할 필요가 있을 경우에는 강압적 수단에 의존하는 수밖에 없다.

제시문 (라)

집단 내에서 다수의 의견이 개인의 태도와 견해에 변화를 가져오는지 알아보기 위해 다음과 같은 실험을 했다. 두 단계로 진행된 실험에서 첫 번째 단계에서는 실험참가자 1명이 혼자 실험실에서 아래의 <그림>과 같이 A, B, C의 세 개의 선분 가운데 어떤 것이 '보기'의 선분과 길이가 같은지 대답하도록 했다. 실험참가자들은 99% 이상이 B를 답으로 선택했다. 두 번째 단계에서는 8명의 실험참가자가 실험실에 함께 있는 상황에서 같은 질문에 대답하도록 했다. 그러나 실험참가자 8명 중 진짜 실험대상자는 1명뿐이었고, 나머지 7명은 일부러 A를 답으로 선택하는 연기자들이었다. 이 실험은 B가 정답이라는 것이 뻔히 보이기 때문에 누구라도 쉽게 맞힐 수 있는 것이었지만, 실험 결과 50%가 넘는 실험참가자들이 다수의 의견을 따라 A를 답으로 선택했다. 또한 실험참가자들에게 이 실험을 여러 차례 반복하자 이들의 75%가 적어도 한 번은 A를 답으로 선택했다. 그러나 이 실험에서 누구도 실험참가자에게 다수의 의견을 따르라고 강요하지 않았다.



<그림> 실험에 사용된 선분

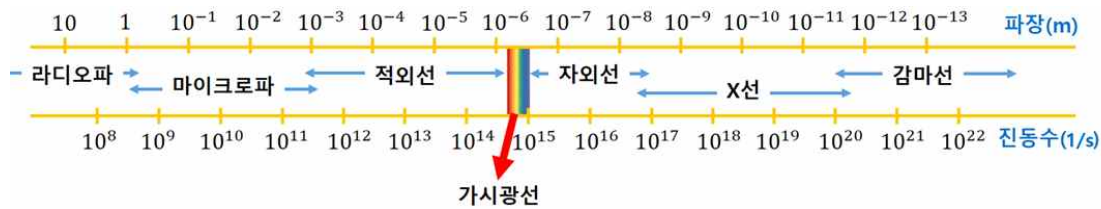
[문제 1] 제시문 (가), (나), (다)에는 집단의 의사를 결정하는 다양한 방식들이 포함되어 있다. 그 방식들을 각각 설명하시오. (60점)

[문제 2] 제시문 (라)의 실험 결과를 설명하고, 이를 토대로 제시문 (가)와 (나)를 평가하시오. (40점)

2022학년도 연세대학교 시스템반도체특별전형 면접구술시험 문제

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오.

[가] 전하가 가속 운동을 하거나 전류의 세기가 변하면 전하 주위의 전기장이 변하고, 전하의 흐름에 의해 생긴 자기장도 함께 변한다. 따라서 전기장과 자기장이 함께 변하고, 이러한 변화가 공간을 통해 퍼져나가는 것이 전자기파이다. 전자기파는 파장(λ) 또는 진동수(f)에 따라 라디오파, 마이크로파, 적외선, 가시광선, 자외선, X선, 감마선 등으로 구분할 수 있다. [그림 1]은 파장 또는 진동수에 따른 전자기파의 구분을 나타낸다. 전자기파 중에서 사람의 눈으로 볼 수 있는 영역을 가시광선이라고 한다. 적외선은 물체에 흡수되어 온도를 높이는 열작용을 하며, 자외선은 미생물을 파괴할 수 있는 살균 기능이 있다. 마이크로파는 전자레인지, 휴대 전화에 이용되며, X선은 투과력이 크므로 인체 내부 골격 사진을 찍을 때 이용한다.

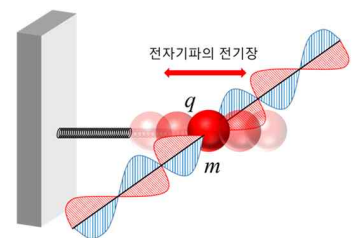


[그림 1]

[나] 용수철 상수가 k 인 용수철에 연결된 질량 m 인 물체를 거리 A 만큼 잡아당겼다가 놓으면 물체는 왕복 운동을 한다. 손을 놓기 직전에 운동에너지는 0이고 탄성 퍼텐셜 에너지는 $\frac{1}{2}kA^2$ 이다. 물체는 손을 놓았을 때 탄성력을 받아 탄성 퍼텐셜 에너지가 0이 되는 평형 위치에 도달하면 운동에너지는 최대가 된다.

[다] 온실 기체는 지구 복사 에너지를 흡수한 후 재방출하는 과정에서 지구의 기온을 상승시킨다. 유엔 기후변화에 관한 정부 협의체의 보고서와 식량농업기구의 보고서에 따르면 세계 온실 기체 배출량의 10% 이상을 농업이 차지하며 이 중 40%를 가축이 내뿜는 메테인(CH_4) 가스가 차지한다. 분자당 온실 효과는 메테인이 이산화탄소(CO_2)의 25배이다.

[라] [그림 2]와 같이 질량 m , 전하량 q 를 갖는 입자가 용수철에 매달려 왕복 운동을 하고 있다. 전하를 띤 입자가 왕복 운동을 하고 있으므로 입자 주변의 전기장도 함께 변화한다. 이때, 전자기파가 입자에 입사되면 전기장의 주기적인 변화로 인해 왕복 운동의 진폭이 증가할 수 있다. 이는 전자기파를 수신하는 안테나의 작동 원리와 비슷하다.



[그림 2]

[문제 1] 탄소 원자가 수소 원자 혹은 산소 원자와 결합하여 메테인과 이산화탄소를 형성할 수 있는 이유에 대해서 각 원자의 원자가 전자를 고려하여 설명하고 이들 분자의 구조적 특징에 대해서 구술하시오. [15점]

[문제 2] 제시문 [나]의 내용을 바탕으로 입자의 최대 속력(V)과 잡아당긴 거리(A)의 상관관계를 설명하시오. 입자의 질량이 10^{-20} kg이며 용수철 상수가 10^8 N/m일때의 $\frac{V}{A}$ 를 계산하고, 그 값을 단위로 함께 구술하시오. [15점]

[문제 3] 온실 기체에 전자기파가 입사했을 경우, 어떤 현상이 일어나는지 제시문 [가], [다], [라]에 근거하여 구술하시오. [10점]

2022학년도 연세대학교 수시모집 고른기회전형 면접구술시험[오전]

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오.

[가] 집단지성은 최근 주목받고 있는 개념으로 개인들이 서로 협력하거나 경쟁하는 과정에서 도출되는 집단적 능력으로 이해된다. 원래 개미집단의 협업 과정을 관찰한 결과에서 시작되었던 이 개념은 학자들에 의해 인터넷 공간에서 서로 협조하거나 경쟁하며 지식체계를 구축하는 개인들의 관계로까지 확장되었다. 최근 들어 기후변화 평가, 신기술과 신약 개발, 가짜뉴스 대응법에 이르기까지 다양한 문제들을 해결하는 데 활용되고 있다. 그렇지만 집단지성이 적절한지에 대한 논란도 적지 않다.

[나] 인터넷에서 다수를 형성하는 권력집단은 '우리는 결코 틀릴 수 없다'는 '절대 진실의 오류'에 빠지곤 한다. 대표적인 예가 여러 사이트에 혼재된 온라인 백과사전이다. 누구나 자유롭게 글을 쓰거나 고칠 수 있어 부정확한 내용과 책임성 부족으로 논란이 끊이지 않고 있다. 집단지성이 반드시 개인의 지력과 판단력보다 우위에 있다고 볼 수 없다.

[다] 집단지성 관점에서의 협업은 개인의 적극적 참여를 통한 생산과 공유뿐 아니라 다수의 공동참여와 협업에 의한 해결 방식이 중요하게 작용한다. A 회사는 기업의 각종 연구·개발 과제를 과학자 집단과 연결하여 해결해주는 인터넷 비즈니스 회사로, 문제가 제기되면 과학자들이 다수의 해결안을 제안하는 방식으로 운영되고 있다. B 회사는 온라인 티셔츠 디자인 생산업체로 약 60만 명의 참여자가 매주 800여 개의 티셔츠 디자인을 제안하고 참여자들 간 투표를 통해 선호 디자인들을 선별하는 방식으로 외부 자원과 협력하여 운영되고 있다. 이 외에도 집단지성을 활용한 성공 사례는 많이 보고되고 있다.

[문제 1] 학교 활동에서 여러 사람이 하나의 문제를 해결하기 위해 협력한 경험을 말하고, 이 경험을 바탕으로 집단지성을 활용하는 것이 적절한지 설명하시오. (40점)

[문제 2] 제시문 [나]와 [다]를 참고하여 집단지성의 문제점들을 말하고, 이에 대한 대처 방안을 제시하시오. (60점)

2022학년도 연세대학교 수시모집 고른기회전형 면접구술시험[오후]

※ 다음 제시문을 읽고 질문에 답하시오.

[가] 인공지능은 인간의 인지 기능을 모방해 데이터를 스스로 학습함으로써 패턴을 인식하고 의사결정을 한다. 인공지능은 인간보다 우수한 정확성과 속도를 장점으로 생산성과 효율성이 부각되면서 우리 삶 깊숙이 자리 잡고 있다. 자율주행 자동차, 의사 왓슨, 판사 로스, 번역기 파파고 등으로 상징되는 인공지능은 인류의 진화 속도를 추월했다. 그러나 인공지능에게 판단을 맡길 수 있는 것과 맡길 수 없는 것은 인간이 구분해야 한다.

[나] 온라인 스트리밍 서비스를 제공하는 N사는 인공지능을 활용한 '추천 콘텐츠' 서비스를 제공한다. 이 서비스는 이용자의 기호와 성향에 맞춰 관심을 가질만한 콘텐츠를 추천한다. N사 전체 영화 시청의 75%가 추천을 통해 이루어진다고 발표될 정도로, '추천 콘텐츠' 서비스는 N사의 성공 요인 중 하나라고 할 수 있다. 그러나 일부 사용자들은 개인정보를 무분별하게 활용하는 것에 거부감을 느끼기도 한다. 어느 국가의 법원은 피고의 범죄 참여, 생활 방식, 성격과 태도, 사회적 배경 등을 점수로 환산해 재범 가능성을 계산하여 판사에게 구속 여부를 추천하는 인공지능 프로그램을 활용한다. 그러나 얼마 전 이 인공지능 프로그램이 특정 인종을 차별하여 수 년간 무고한 사람들을 수감하였음이 밝혀졌다.

[다] 연세고등학교의 학생회장 선거에 A, B 학생이 출마하였다. A 학생은 연세고 학생들을 대상으로 진행한 설문조사를 통해 파악한 개선점을 공약으로 제시하였고, B 학생은 인공지능 어플을 활용하여 공약을 제시하였다. B 학생이 활용한 인공지능 어플은 SNS상의 고등학교 학생들이 자주 언급하는 것들을 분석하여 공약으로 제안하였다. 두 학생의 공약은 다음과 같다.

연세고등학교 학생회장 후보 공약

A 학생	B 학생
1. 급식 메뉴 개선 2. 기숙사 에어컨 설치 3. 시험 기간 간식 제공 4. 자습실 확대 운영	1. 수업 중 휴대전화 사용 허가 2. 개인 라이브 방송 부스 설치 3. 유명 업체 디저트 급식 제공 4. 교내 헬스장 설치

[문제 1] 연세고등학교 학생회장 투표 결과, A 학생이 선출되었다. B 학생이 인공지능 어플이 제안한 내용을 공약으로 제시하였음에도 불구하고 선출되지 못한 이유는 무엇이라고 생각하는지 설명하시오. (40점)

[문제 2] 학생회장 투표 결과와 제시문 [가], [나]를 바탕으로 인공지능을 활용한 의사결정이 갖는 문제점들을 말하고, 이에 대한 대처 방안을 제시하시오. (60점)

2022학년도 연세대학교 특기자전형[국제인재]

언더우드 학부 (인문·사회) 면접구술시험 문제

Instructions. Please read the passages and answer the following questions.
Question 1 is worth 40% and question 2 is worth 60% of your final score.

Passage 1

In pre-modern Japan, it was a social obligation to seek revenge if someone killed their parent or lord. This was confirmed by Confucian views of justice, which forbade a person to live "under the same heaven" with the person who killed his lord, parent, or brother. In addition, Confucianism determined the degrees of kinship*, or other relationships, within which the duty of revenge was considered necessary. The entire Confucian system was founded upon ancestor-worship and this reinforced the principle of filial piety**. Confucianism was in accord with Japanese morality and justice. As military power developed in Japan, the Confucian code of revenge was commonly accepted and supported by law and custom. One Japanese lord ordered that anyone seeking revenge should give written notice to the local criminal court. His order stated,

When someone injures a master or father, then Confucius says, 'You and the violator cannot live together under the same heaven.' A person seeking revenge must give written notice to the local criminal court. While the avenger cannot be stopped or hindered in seeking revenge, their pursuit of vengeance cannot lead to a riot. Anyone who neglects to give written notice of revenge is like a wild wolf and that person will be punished or pardoned by the lord depending on the circumstances.

*kinship = 친족
**filial piety = 효도

Question 1

a) In pre-modern Japan, revenge was a common part of everyday life. According to passage 1, what were the Confucian principles that sustained the Japanese culture of revenge?

b) In the lord's order at the bottom of passage 1, what do you think he was trying to achieve by imposing conditions on revenge? In your answer, explain the purpose of giving notice to the local court system if revenge was permitted.

Passage 2

Modern theories of justice reject revenge as a legitimate form of criminal punishment. The Matin School, for example, argues that punishment is only justified if it brings social benefit through:

- 1) reforming the criminal's behavior;
- 2) preventing future crimes;
- 3) or protecting society from harm.

Matinists (supporters of the Matin School) believe that only punishments which advance these social goals are legitimate. They reject all acts of revenge, even if these acts satisfy victims of crime, because they do not benefit the community as a whole. Rather, Matinists claim that revenge is an irrational and emotional response to a personal grievance that provides short-term pleasure to an individual, but does not bring true justice. They therefore argue that judicial punishments should be informed by calm, rational deliberation that takes the welfare of the community into consideration.

Question 2

- a) Based upon your reading of passage 2 and your own personal understanding of justice, critique the Matinist view of revenge.
- b) How do you think the Japanese lord from passage 1 might react to passage 2?
- c) Based upon your understanding of passage 1 and passage 2, explain how the ethics of the two passages overlap or differ on the topic of justice.

2022학년도 연세대학교 특기자전형[국제인재]

언더우드학부 (생명과학공학)

면접구술시험 문제

Instructions. Please read the passages and answer the following questions.

[Passage 1] Eukaryotic cells* are surrounded by a cell membrane*, and there are various organelles* surrounded by membranes such as the nucleus, mitochondria, endoplasmic reticulum*, Golgi apparatus*, and lysosomes. The membranes forming the cell membrane and organelles are composed of phospholipids* and proteins. Phospholipids, composed of a polar head and a hydrophobic* tail, form a lipid bilayer*.

[Passage 2] The biosynthesis of proteins according to genetic information is called gene expression. In eukaryotes*, genetic information is stored in DNA, located in the cell nucleus. For the biosynthesis of proteins, genetic information stored in DNA should be transcribed into mRNA. The mRNA produced in the nucleus is translocated to the cytoplasm* through a nuclear pore*, binds to ribosomes in the cytoplasm, and is translated in the synthesis of proteins.

[Passage 3] Small non-polar substances such as oxygen or carbon dioxide easily pass through phospholipid bilayer membranes. However, most substances need the help of membrane proteins to pass through the phospholipid bilayer membranes. Due to their large size and polarity, biomacromolecules* such as proteins and nucleic acids are very difficult to pass through phospholipid bilayer membranes.

[Passage 4] When a foreign substance such as a pathogen* invades our body, it is recognized as an antigen and a specific defense action occurs. When the protein constituting the surface of the virus is injected into the body, it acts as an antigen* and an antibody* is generated. Therefore, part of the surface proteins of the virus can be utilized as a vaccine to build immunity.

* Eukaryotic cell: 진핵세포, membrane: 막, organelle: 세포소기관,
endoplasmic reticulum: 소포체, Golgi apparatus: 골지체, phospholipid: 인지질,
hydrophobic: 소수성, lipid bilayer: 지질 이중층, eukaryotes: 진핵세포, cytoplasm: 세포질,
nuclear pore: 핵공, biomacromolecules: 생체고분자, pathogen: 병원체, antigen: 항원,
antibody: 항체

Question 1. Recently, vaccines using genes have been developed and are being used to prevent COVID-19 infection. Refer to the passages [2] and [4], and describe what kind of principle is being applied to the gene-based vaccines. [25 pts.]

Question 2. Describe what information and functions are required to manufacture a vaccine using genes, referring to the passages [2], [3], and [4]. [25 pts.]

Question 3. DNA-based vaccines would go through a much more complicated biological processes than RNA-based ones. Explain the reason by referring to all the passages. [50 pts.]

