[라]

기차가 마침내 움직이기 시작했다. 서서히 살레 풍의 역사 지붕이 움직였다. 기차를 따라 달리는 원주민들의 고함 소리가 가팔라졌다. 물건 값이 뚝 떨어지고 있었다. 나무 조각상 얼굴들이 마지막으로 승객들의 구매 의향을 묻는 듯 차창 너머로 튀어 올랐다 사라졌다.

"일 실링 육 펜스에 가져가세요, 나리!"

흡사 날아오는 공을 잡듯 사람들의 손들이 바빠졌다. 한 남자가 황급히 주머니를 뒤져 일 실링 육 펜스를 꺼내 던졌다. 따라오던 한 늙은 원주민이 숨을 헐떡거리며 마른 발가락으로 모랫바닥을 세차게 차내면서 사자상을 던져 주었다.

흑인 아이들이 손을 흔들어 주었다. 개들도 떠나는 기차를 배웅하듯 꼬리를 살살 흔들었다. 토담집의 한 여자가 허리에 손을 얹고 떠나는 기차를 바라보았고 역장은 서서히 살레 지붕의 역사 안으로 들어갔다.

늙은 원주민은 갈빗대 사이로 가쁜 숨을 몰아쉬며 서 있었다. 모래 속에서 불안한 균형을 잡은 채 미소를 지으며 머리를 흔들고 있었다. 무언가를 받는 자세로 떠받쳐진 손바닥에는 조각품의 값으로 받은 일 실링 육 펜스가 놓여 있었다.

이제는 어찌해 볼 도리도 없이 기차는 꼬리를 흔들거리며 역 밖으로 빠져나가고 있었다.

남편이 숨을 몰아쉬며 객실로 돌아왔다. 그는 의기양양해 있었다.

"자, 이걸 보시라."

그가 사자상을 흔들며 말했다.

"일 실링 육 펜스에 샀어."

"뭐라구요?"

그녀가 어이가 없는 듯 말했다.

"장난삼아 마지막으로 값을 흥정했지. 그랬더니 기차가 막 떠나려고 할 때 그 노인이 기차를 따라오며 일 실링 육 펜스에 가져가라고 하더군."

그가 만면에 희색을 띠며 말했다.

"자, 이거 당신 선물이야."

여자는 조각상을 받아들었다. 떡 벌어진 입, 뾰족한 이빨, 검은 혀 그리고 섬세한 갈기! 여자는 마치 다른 어떤 것을 생각하듯 초점을 잃은 두 눈으로 조각상을 바라보았다. 생각대로 일이 잘되어 가지 않을 때 아이들이 짓는 표정처럼 여자는 얼굴을 찡그리고 있었다. 눈썹은 위로 치켜 올라가 있었고 입 가장자리는 신경질적으로 기울어져 있었다. 아주 천천히 그리고 조심스럽게 여자는 손가락을 들어 올려 사자의 갈기를 어루만졌다.

"당신, 어떻게 그럴 수가 있죠?"

여자의 얼굴에 분노의 빛이 역력했다.

"뭐가? 도대체 왜 그래?"

당황한 남편이 물었다.

"이걸 그렇게 사고 싶었으면……."

흥분한 여자의 목소리가 날카롭게 갈라졌다.

"왜 처음부터 사지 않고 그렇게 뜸을 들였죠? 왜 기차가 떠날 때까지 기다렸다 샀냔 말이에요. 그것도 일 실링 육 펜스에 말이죠."

여자는 사자상을 남편에게 떠다밀었다.

"이거 당신이 갖고 싶어 했던 것 아니야? 무척 맘에 들어 했잖아."

"물론이에요. 그렇지만 이건 아주 훌륭한 조각품이라구요."

여자는 마치 조각품을 보호하려는 것처럼 맹렬하게 말했다.

"당신이 이 조각품이 아주 맘에 드는데 너무 비싸다고 혼잣말로 중얼거리는 소리를 들었다구."

"이봐요."

여자가 참을 수 없다는 듯이 격하게 말을 내뱉었다.

"당신……."

여자는 사자상을 바닥에 내동댕이쳐 버렸다.

남편은 망연자실 여자를 바라보고 서 있을 뿐이었다.

여자는 모퉁이에 앉아 두 손으로 얼굴을 감싸 쥔 채 창밖을 무표정하게 응시했다. 갖가지 생각들이 그녀의 머릿속에서 교차하는 것 같았다. 일 실링 육 펜스라! 나무 조각과 다리의 근육과 채찍 같은 꼬리를 사는 데 일 실링 육 펜스라! 그렇게 늠름하게 벌려져 있는 입과 파도처럼 말려 있는 검은 혀에 그토록 정교한 목의 갈기까지 얻는 데 일 실링 육 펜스라! 분노로 인한 열기가 여자의 다리를 타고 목까지 올라와 귀에 모래를 쓸어 내는 소리를 쏟아 부었다. 그 소리는 한 동안 계속되었다. 여자는 속이 메스꺼워짐을 느꼈다. 피로와 무기력함과 불현듯 찾아든 공허감이 여자의 사지로 퍼져나갔다. 여자의 육신에서 소중한 그 무언가가 빠져나가는 듯했다.

– 네이딘 고디머, 「로디지아 발 기차」(고등학교 '문학' 교과서)

2016학년도 논술고사 - 인문사회계 I

출제 의도 및 문제 해설

※ 출제 의도

건국대학교 2016학년도 수시모집 논술고사 〈인문사회계 I 〉은 고등학교 교과 과정에서 학습한 내용을 바탕으로 대학생활에 필요한 읽기 능력과 사고력, 쓰기 능력을 종합적으로 평가할 수 있도록 하였다.

제시문 [가]와 [나]는 고등학교 '독서와 문법' 교과서에서, [라]는 고등학교 '문학' 교과서에서 취하였으며, [다]의 도표는 고등학교 '사회 · 문화' 교과서의 자료를 참고하여 작성하였다. 전체적으로 고등학교 교육과정 및 교육내용에 충실함으로써 학교 교육의 정상화를 뒷받침하고자 하였다. 학교 수업에 충실했던 수험생이라면 좋은 답안을 쓸 수 있을 것이다. 다만, 서로 분야와 성격을 달리하는 다양한 제시문을 통합적으로 다루도록 하고, 이면적 요소에 대한 정확하고 깊이 있는 통찰을 하도록 함으로써 우수학생 전형에 필요한 변별력을 확보하고자 하였다.

논술고사 1번 문항(문제 1)은 다양한 층위의 의미요소를 지니는 '열림'과 '닫힘'의 개념을 적용해서 사회적 삶의 양상에 얽힌 자료를 분석하도록 하였다. [다]에 제시된 세 도표는 부모 세대와 자녀 세대의 사회 계층 간 관계를 다양한 형태로 나타내고 있다. 제시문 [가]와 [다]는 '열린 사회'와 '닫힌 사회'라는 공통 요소를 지니고 있는바, 그 연결고리를 파악해서 세 사회의 특성을 정확히 분석하는 것이 요구된다. 이 문제에서는 인문학적 사유와 사회 자료 분석을 정합적으로 통합하여 사유할 수 있는지를 점검하는 데 주안점을 두었다.

2번 문항(문제 2)에서는 서로 다른 두 글에서 상호 연계가 가능한 요소를 찾아서 통합한 뒤 그것을 구체적 문제 상황에 적용하여 주체적 분석을 진행하고 해결방안을 찾도록 하였다. [가]의 화두는 '열림'과 '닫힘'이고 [나]의 화두는 '적정 기술'인데, 두 글은 세상에 대한 '탈중심의 사고'와 함께 현세상이 안고 있는 사회적 격차와 갈등에 대한 '상생'의 해법을 추구한다는 점에서 공통점을지닌다. 제시문 [라]는 얼핏 부부간의 성격적 · 심리적 갈등을 그린 것처럼 보이지만, 핵심 문제가 되는 것은 관광객과 늙은 원주민의 격차로 표현된 계층간 · 지역간의 갈등이라 할 수 있다. '탈중심의 사고'와 '공생'을 주요 화두로 하여 이에 대한 '적정한' 해법을 제시한 수험생은 좋은 평가를 받을 수 있을 것이다. 통합적인 사고와 문제의 이면을 살피는 통찰력, 창의적 문제해결 방안을 함께 평가할 수 있도록 문제를 구성하였다.

2016학년도 건국대학교 논술고사는 교과서를 통해 학습한 지식을 바탕으로 개방적이고 통합적인 사고와 건전한 세계관적 고민을 할 수 있도록 구성하였다. 건국대학교가 필요로 하고 또 미래 한국사회가 필요로 하는 인재를 선발하기 위한 문제라고 할 수 있다.

※ 문제 해설

▶ 1번 문항

이 문항의 기본 과제는 [다]의 도표들을 정확하게 분석하는 데 있다. [다]의 세 도표는 부모 세대와 자녀 세대의 사회 계층간 관계를 점도표의 형태로 표시한 것이다. 이들 도표의 각 점 또는 각 관측치는 부모와 그 자녀가 속한 사회 계층을 짝지어 표시한 것으로 점들이 좌하단의 꼭짓점과 우상단의 꼭짓점을 연결한 대각선상에 위치할수록 전자와 후자가 서로 밀접히 연관되며, 대각선에서 벗어날수록 연관성은 낮다고 할 수 있다. 대각선에 의해 나누어진 두 구역 중 좌상단(◸부분)은 부모에 비해 자녀 계층이 더 높은 상향 이동을 보여준다면, 우하단의 구역(◿부분)은 하향이동을 나타낸다. 관측치가 도표의 특정 영역에 촘촘하게 배치되어 있다면, 부모의 직업이 자녀에게 대물림되는 경우와 같이 두 계층간 관계가 '전형적'이라고 말할 수 있다.

[다]에 상정된 세 사회 중 A사회의 경우 부모 세대의 계층과 자녀 세대의 계층의 유사성이 높으며 경향이 일관적이다. 사회 계층이 사회적 지위와 부를 나타낸다면, A사회에서 부모의 사회적 지위와 부가 다음 세대에서 재생산되거나 자녀에게 상속되는 경향이 가장 높다고 볼 수 있다. 계층간의 이

동이 좁은 범위 안으로 한정돼 있으므로 A사회는 기본적으로 '닫힌 사회'의 특성을 지닌다고 할 수 있다.

반면 B사회의 경우, 부모와 자녀의 계층 사이에 의미 있는 연관성을 찾아보기 어렵다. 연관성이 전혀 없다고 보아도 좋을 만한 수준이다. 이 경우 자녀의 계층은 부모의 지위나 부가 아닌 자녀 자신의 노력이나 능력과 같은 다른 요인에 의해 결정된다고 해석할 수 있다. B사회는 세대간 계층의 이동성이 가장 높은 '열린 사회'에 해당한다고 할 수 있다.

특별히 주목할 것은 C사회의 사례다. C사회는 B사회와 같이 대각선을 멀리 벗어난 영역에 관측치들이 있다는 점에서 '열린 사회'의 특징을 보이는 면이 있다. 그러나 C사회는 B사회와 달리 계층의 상향 이동을 보여주는 도표의 좌상단(◸부분)과 하향 이동을 보여주는 우하단 영역(◿부분)에서 훨씬 적은 사례만을 볼 수 있어 '열림'이 제한적이다. 그 열림은 '예외적인' 현상이라고 봄이 합당하다. 동시에 〈도표3〉에서는 부모와 자녀의 계층이 '하위-하위'와 '상위-상위'로 연결된 영역에서 대각선 부근에 매우 조밀하게 관측치들이 확인된다는 점에서 실질적으로 A사회 이상으로 계층이 재생산되는 '닫힌 사회'의 면모를 지닌다고 할 수 있다.

제시문 [가]와 연결해서 설명하면, C사회는 [가]의 회전문과 구조적으로 유사한 속성을 지닌다고 할 수 있다. 얼핏 보기에는 열려 있으나 실제로는 '유리벽'에 의해 닫힌 사회의 면모다. 사회 최상층이 회전문의 축처럼 중심에 자리하고 있는 가운데 계층 이동을 조정하고 통제하는 사회라는 추리도 가능하다. A사회와 B사회를 [가]에서 말하는 '문'의 비유와 연결시켜 설명하는 방식으로는, A사회를 '닫힌 여닫이문', B사회를 '열린 여닫이문'으로 연결시키는 것이 가장 자연스러운 해석이라 할 수 있다. (단, 논리를 잘 세울 경우 A사회를 회전문과 연결시켜 설명하는 것도 가능하다.)

만약 응시자가 A사회는 [가]의 '닫힘'에 해당하고 B와 C사회는 '열림'에 해당한다고 보았다면 단순하고 부정확한 분석이라 할 수 있다. C사회가 A사회와 B사회의 중간에 해당한다고 하는 식의 설명도 핵심을 놓친 분석이 된다. 만약 C사회가 A사회나 B사회보다 더 바람직한 사회형태라는 식으로 말한다면 방향을 잘못 잡은 분석이라 할 수 있다. C사회는 계층 이동이 예외적으로만 이루어지고 최상층과 최하층의 세습성이 가장 두드러지다는 점에서 '겉보기에는 열려 있지만 실질적으로는 닫힌 사회'라고 하는 것이 핵심을 짚어낸 분석이 된다. 이러한 분석을 제대로 해냈는가 하는 점이 중요한 평가 대상이 된다.

▶ 2번 문항

제시문 [가]와 [나]는 모두 자아와 타자의 상생적인 만남 그리고 이러한 관계에 기반을 둔 사회가 어떤 모습이 될 수 있는지에 대한 진지한 모색을 담고 있다. [가]는 회전문과 여닫이문이 갖는 특성을 구별하고 있다. 회전문이 열림과 닫힘의 교차적 상태를 가정하는 것처럼 보이지만 언제나 닫혀 있는 반면에 여닫이문은 열림과 닫힘의 관계가 매우 유연하다. 뿐만 아니라 중심에 위치하지 않으면서 문이 본래의 기능을 제대로 수행하도록 하는 역할을 하는 미덕을 지니고 있다. 회전문과 여닫이문의 이러한 특징은 단순히 문의 특징을 기술하기 위한 것이 아니라 상징적 맥락과 의미를 지니고 있다. 그것은 특정 사회의 구조나 세계 구조를 대상으로 하여 폭넓게 적용할 수 있다. 결국 [가]의 글은 중심과 주변, 열림과 닫힘, 군림과 공존에 관한 사유틀을 대비하는 것이다.

[나]의 적정기술에 관한 지문은 두 문의 상징적 관계를 구체적으로 확인할 수 있는 상황을 제시해 준다. 최첨단 기술이 전 세계적으로 확산되고 있는 가운데 개발도상국의 사람들에게 실제적인 도움을 줄 수 있는 기술이 적정 기술이다. 적정 기술은 선진국과 개발도상국의 진정한 공생, 즉 서로를 이해하고 인정하는 상호적 열림의 관계 형성에 기여할 수 있는 기술이다. 현지인들의 지리적 · 문화적 · 사회적 상황에 맞는 기술을 제공하고자 하는 노력이 진정한 열림의 미학을 실천하는 일이라고 할 수 있다. 결국 적정기술은 타자의 입장에서 그들의 요구와 이익을 이해하고 도모하는 여닫이문적 만남을 사회적으로 실현하는 좋은 예가 되는 것이다.

[라]의 원주민 노인과 여행 중인 부부 사이에서 벌어지는 흥정과 매매의 과정은 [가]와 [나]의 핵심적인 논지를 바탕으로 설명될 수 있다. 먼저 남편의 자세는 회전문적인 닫힌 자세라고 판단할 수 있다. 많은 공을 들여 제작한 조각상을 마지막 순간까지 흥정하여 싼 가격에 구매하는 자세는 원주민 노인에 대한 배려를 상실하고 있다. 타인의 노력과 사정을 고려하지도 인정하지도 않고 자신의 이익만을 추구하는 닫힌 태도를 여실히 보여준다. 그는 자기가 속해 있는 사회의 일반적인 기준을 판단의 중심에 놓고 크게는 현지인의 삶, 작게는 사자상의 가치를 판단하고 있을 뿐이다. 여자가 그런 남편을 비난하는 것은 배려의 태도가 결여된 남편에 대한 실망이라고 할 수 있다. 여자는 여닫이문의 사고 구조를 바탕으로 사자상으로 형상화된 원주민의 삶과 그 예술적 표현의 맥락을 수용하고 그 의미를 이해하고 있는 것이다.

분석은 개인적 차원에 머물지 말고 사회적 차원으로 확대되어야 한다. 여행객으로 상징화된 선진국과 원주민으로 상징화된 개발도상국간의 상호이해와 인정에 관한 논의로 발전되는 과정이 필요하다. 단순히 시혜적 차원에서 개발도상국에 대한 일회적 지원은 그들에 대한 진정한 이해가 결핍된 것이다. 그들이 진정으로 필요한 것이 무엇이고 그들 스스로 지속적으로 사용할 수 있는 기술이 무엇인지 고민하는 과정이야 말로 타인을 이해하는 열림의 태도라고 할 수 있다. 이러한 고민은 문제 상황을 해결하기 위한 적정한 방안으로 이어질 수 있다. 하나는 개발도상국 원주민과의 여닫이문적 만남에 대한 남편의 이해와 인식의 제고이다. 다른 하나는 공정 무역 혹은 윤리적 소비의 예처럼 원주민이 자신의 생산품을 정당한 가격으로 팔수 있는 장을 마련하는 것을 생각해 볼 수 있다. 더불어 공정무역 아래서도 제3세계의 삶이 선진국의 생산과 소비의 구조에 종속될 수밖에 없다는 점을 지적할 수도 있다. 수험생이 나름의 경험과 사고에 기초하여 독창적이면서도 설득력 있는 해법을 제시한다면 높은 평가를 받을 수 있을 것이다.

2016학년도 논술고사 문제

인문사회계 II

※ 유의 사항

1. 제목은 쓰지 말고 본문부터 쓰기 시작한다.
2. 1번 문항은 답안지 앞면의 [문제 1]로 기재된 답안 영역에, 2번 문항은 답안지 뒷면의 [문제 2-1] / [문제 2-2] / [문제 2-3]로 기재된 답안 영역에 답안을 작성하여야 한다.
3. 1번 답안 작성은 어문 규정과 원고지 사용 규칙을 따르되, 분량은 문제에서 요구하는 글자 수로 작성하여야 한다.
   (글자 수를 초과하거나 미달한 답안은 감점 처리함)
   2번 답안은 별도로 글자 수 제한이 없으며, 필요한 경우에 수식 및 그림을 사용할 수 있다.
4. 필기구는 반드시 흑색 필기구만을 사용하여야 한다. (흑색 이외의 색 필기구로 작성한 답안은 최하점으로 처리함)
5. 문제와 관계없는 불필요한 내용이나 자신의 성명 또는 신분이 드러나는 내용이 있는 답안, 낙서 또는 표식이 있는 답안은 모두 최하점으로 처리한다.

[문제 1] [가]에서 말하는 '열림'과 '닫힘'의 관점에서 [나]의 세 도표를 비교 분석하시오. (401~600자) [40점]

[가]

회전문의 축은 중심에 있다. 축을 중심으로 통상 네 짝의 문이 계속 돌게 되어 있다. 마치 계속 열려 있는 것과 같은 착각을 일으키게 하지만, 사실은 네 짝의 문이 계속 안과 밖을 차단하도록 만들어져 있다. 실질적으로는 열려 있는 순간이 없이 계속 닫혀 있는 것이다. 또한 회전문을 이용하는 사람은 회전문의 구조와 운동 메커니즘에 맞추어야 실수 없이 통과해 안으로 들어갈 수 있다. 어린아이, 장애인, 또는 민첩성이 없는 노인은 쉽게 그것에 맞출 수가 없다. 맞이하는 사람의 방식과 틀에 들어오는 사람이맞추도록 하는 열림은 진정한 열림이 아니다. 그것은 회전문의 축의 구조처럼 맞이하는 자가 모든 것의 중심에 군림하려 하고 타 자의 개별적 특성을 고려하지 않기 때문이다.

반면 여닫이문은 말 그대로 열고 닫을 수 있다. 뿐만 아니라 열어 놓을 수도 있고 닫아 놓을 수도 있다. 들어오는 사람이 원하면 반쯤 열고 중간에서 있다가 들어올 수도 있다. 이렇게 다양한 방식이 가능한 것은 바로 여닫이문의 축이 맨 가장자리에 있기 때문이다. 축이 주변에 비켜 있음으로 해서 문의 기능은 원활하고 다양하지만, 막상 문설주에 붙어 있는 '돌쩌귀'는 눈에 띄지도 않는다. 돌쩌귀가 제공하는 기축(機軸)성은 열림과 닫힘을 가능하게 하면서 표가 나지 않는다. 이는 그가 문을 지지하고 운동을 가능하게 하는 '기축'의 기능을 가질 뿐이지 통제적 기능을 지닌 '중심'에 있지 않기 때문이다. 그리고 돌쩌귀는 열고 닫을 때마다 자신에게 힘이 실리는 것을 고스란히 감내한다.

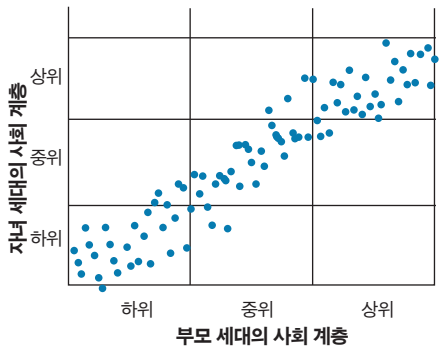
사회는 각 개인의 여닫이 운동으로 이루어져 있다고 볼 수 있다. 개인은 자기의 정체성과 특성을 유지하기 위해 닫음을 필요로 할 때가 있고, 타자를 인정하고 수용하기 위해 엶을 행할 때가 있다. 이 세상에서 완전하고 영원한 닫힘과 완전하고 영원한 열림은 존재할 수 없다. 수없이 많은 열고 닫음이 있을 뿐이다.

– 김용석, 「열린 사회의 신화」(고등학교 '독서와 문법' 교과서)

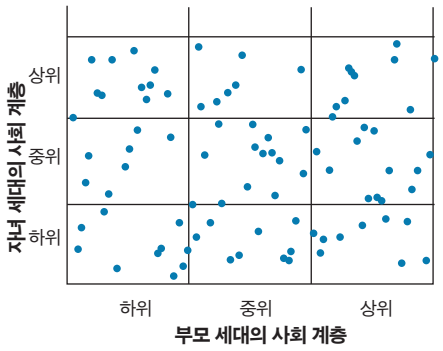
[나]

다음 도표는 A, B, C 세 사회에서 부모 세대와 자녀 세대 간 사회 계층의 관계를 각각 하위, 중위, 상위의 세 수준으로 나타낸 것이다.

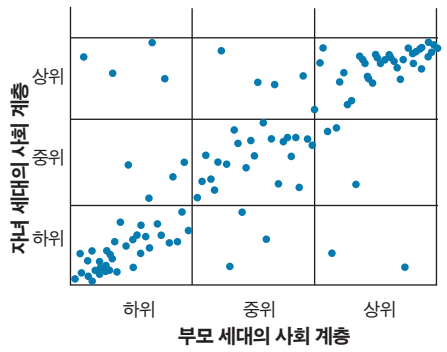
〈도표 1〉 A 사회 부모와 자녀의 계층



〈도표 2〉 B 사회 부모와 자녀의 계층



〈도표 3〉 C 사회 부모와 자녀의 계층



※ 자료 : 고등학교 '사회 · 문화' 교과서 자료를 참고하여 작성함

[문제 2] 다음 제시문들을 읽고 물음에 답하시오. [총 60점]

[다]

국제 거래에서 한 나라가 다른 나라보다 어떤 재화를 생산하는 데 동일한 생산 요소를 투입해서 더 많이 생산하거나, 그 나라보다 적은 생산 요소를 투입해서 더 싸게 생산할 수 있을 때, 즉 다른 나라보다 낮은 생산비로 생산할 수 있는 능력을 절대 우위라고 한다. 두 나라가 각각 절대 우위를 가진 재화와 서비스를 특화 생산하여 교환하면 두 나라 모두에게 이익이 된다는 이론이 절대 우위론이다. 무역을 할 때, A국이 B국보다 생산비가 절대적으로 적게 드는 재화와 서비스를 생산하여 B국에 수출하고, 생산비가 절대적으로 많이 드는 재화와 서비스를 B국으로부터 수입하면 모두에게 이익이 된다.

한 단위 생산 비용

구분	휴대 전화	옷
A국	10달러	12달러
B국	15달러	8달러

위 표와 같이, 휴대 전화 생산은 A국이 10달러이고, B국이 15달러이므로 A국이 더 싸게 생산할 수 있다. 반면, 옷 생산은 A국이 12달러이고 B국이 8달러이므로 B국이 더 싸게 생산할 수 있다. 이때 A국은 휴대 전화 생산에 B국은 옷 생산에 절대 우위가 있다고 한다. 양국 모두 절대 우위에 있는 상품을 특화하여 1:1로 교환하면 A국은 20달러, B국은 16달러로 휴대 전화 1대와 옷 1벌씩을 얻을 수 있게 되므로 무역 전보다 A국은 2달러, B국은 7달러의 무역 이익이 발생한다.

– 고등학교 '경제' 교과서

[라]

일반적으로 이산확률변수 X가 다음 표와 같은 확률분포

X	x_1	x_2	…	x_n	합계
$P(X=x_i)$	p_1	p_2	…	p_n	1

를 가진다고 할 때, 확률변수 X의 값과 그 확률의 곱의 총합

$$x_1p_1+x_2p_2+\cdots+x_np_n$$

을 확률변수 X의 기댓값 또는 평균이라 하고, 기호 $E(X)$ 로 나타낸다.

– 고등학교 '확률과 통계' 교과서

[마]

요즘은 갖가지 금융 상품이 개발되면서 저축 수단으로 금융 투자를 선택하는 사람들이 늘어나고 있다. 금융 투자는 예금보다 높은 수익을 얻을 수도 있지만, 때로는 원금까지도 손실을 볼 수도 있기 때문에 신중하게 선택하여야 한다. 합리적인 자산 관리를 위해서는 예금과 금융 투자의 대상이 되는 다양한 금융 상품의 특징을 잘 이해하여야 한다. 일반적으로 자산 관리를 위해 구입하는 금융 상품으로는 예금과 적금, 주식, 채권, 펀드, 보험, 연금 등이 있다.

– 고등학교 '경제' 교과서

[문제 2-1]

A와 B 두 국가는 제품 X와 Y를 생산하고 상호간 무역을 진행하고 있다. 아래 표는 두 국가의 각 제품별 n년도 단위생산비용이다.

한 단위 생산 비용

구분	X	Y
A국	$3 \times 4^{5-n}$	2^{1-n}
B국	2^{1-n}	$3 \times 4^{5-n}$

$n \geqq 1$년도 A의 무역이익 a_n과 누적무역이익 $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$을 구하고, 시간이 지남에 따라 A의 수출과 수입 제품의 구성이 어떻게 변하는지 설명하라. 단, A와 B는 제시문 [다]에서 설명하는 원리에 따라 상호 무역을 진행하며, 교환은 매년 한 단위만 이루어진다. (15점)

[문제 2-2]

A사와 B사는 스마트폰 시장에서 점유율을 다투는 경쟁사이다. 신제품 출시와 관련하여 A사와 B사의 지난 10년간 시장 점유율 평균은 다음과 같다. A사와 B사가 동시에 신제품을 출시했을 경우, A사는 평균 10%의 시장 점유율을 보였고 B사는 평균 12%의 시장점유율을 보였다. A사만 신제품을 출시했을 경우, A사는 평균 12%의 시장점유율을 보였고 B사는 평균 10%의 시장점유율을 보였다. B사만 신제품을 출시했을 경우, A사는 평균 $a\%$의 시장점유율을 보였고 B사는 평균 $c\%$의 시장점유율을 보였다. A사와 B사 모두 다 신제품을 출시하지 않았을 경우, A사는 평균 $b\%$의 시장점유율을 보였고 B사는 평균 $d\%$의 시장점유율을 보였다.

B사가 신제품을 출시할 확률을 p, A사가 신제품을 출시할 경우 A사의 시장 점유율을 X, A사가 신제품을 출시하지 않을 경우 A사의 시장 점유율을 Y라고 하자. 단, X와 Y는 지난 10년간 A사의 시장 점유율의 평균을 값으로 가지는 확률변수이다.

제시문 [라]를 이용하여 확률분포 및 X와 Y의 기댓값을 구하고, 이 결과를 사용하여 A사의 신제품 출시 여부와 그 이유를 간단히 설명하라. 단, B사의 신제품 출시 확률이 $p = 0.5$인 경우, X와 Y의 기댓값은 같다. (20점)

[문제 2-3]

금융회사 V는 새로운 금융 상품 X를 개발하였다. 상품 X는 원금 P_0를 투자하고 투자 시점부터 시간 t가 지났을 때 $P(t)$만큼 가격을 보장하는 상품이다. $P(t)$는 다음과 같이 주어진다.

$$P(t) = P_0 a^{rt}.$$

a와 r은 시간에 따라 변하지 않는 양의 상수이며 a는 1보다 크다.

기업 U는 금(gold) Y 를 소유하고 있다. 시장에서 시간 t에 따른 금 Y의 가격 $Q(t)$는 다음과 같다.

$$Q(t) = ca^{3\sqrt{t}}.$$

위 식에서 c는 양의 상수이고 현재 시점은 $t = 0$이다.

제시문 [마]와 같이 U는 기업의 자산 가치를 높이기 위해 Y를 활용하고자 한다. U가 시장에서 Y의 가격 상승을 기대하고 Y를 계속 소유하는 것보다 일정 시점에는 Y를 팔아 생긴 현금을 금융 상품 X에 투자하는 것이 U의 자산 가치를 더 높일 수 있음을 보여라. 그리고 파는 것이 최선이 되는 시점을 구하라. (25점)

2016학년도 논술고사 – 인문사회계 II

출제 의도 및 문제 해설

※ 출제 의도

건국대학교 2016학년도 수시모집 논술고사 〈인문사회계 II〉는 고등학교 교과 과정에서 학습한 내용을 바탕으로 대학생활에 필요한 읽기 능력과 사고력, 쓰기 능력을 종합적으로 평가할 수 있도록 하였다.

제시문 [가]는 고등학교 '독서와 문법' 교과서에서, [나]의 도표는 고등학교 '사회 · 문화' 교과서의 자료를 참고하여 작성하였다. 전체적으로 제시문 및 문항 설정에서 고등학교 교육과정 및 교육내용에 충실함으로써 학교 교육의 정상화를 뒷받침하고자 하였다. 학교 수업에 충실했던 수험생이라면 좋은 답안을 쓸 수 있을 것이다.

논술고사 1번 문항(문제 1)은 다양한 층위의 의미요소를 지니는 '열림'과 '닫힘'의 개념을 적용해서 사회적 삶의 양상에 얽힌 자료를 분석하도록 하였다. [나]에 제시된 세 도표는 부모 세대와 자녀 세대의 사회 계층 간 관계를 다양한 형태로 나타내고 있다. 제시문 [가]와 [나]는 '열린 사회'와 '닫힌 사회'라는 공통 요소를 지니고 있는바, 그 연결고리를 파악해서 세 사회의 특성을 정확히 분석하는 것이 요구된다. 이 문제에서는 인문학적 사유와 사회 자료 분석을 정합적으로 통합하여 사유할 수 있는지를 점검하는 데 주안점을 두었다.

2번 문항은 수리논술 형태로 출제하였다. 경제에 대한 감각과 수리분석 능력을 함께 점검하는 데 주안점을 두었으며, 단순한 수학 문제가 아니라 논리적 사고력과 독해력이 드러날 수 있는 형태로 문제를 구성하였다. 주어진 제시문을 정확히 이해하고 이에 대한 자신의 생각을 간결한 문장으로 표현하는 능력, 서술문 형태로 주어진 수학적 개념을 엄밀한 수식으로 표현하는 능력 등이 관건이 될 것이다. 출제범위는 고등학교 교과과정으로 한정하였으며, 학교 수업에서 다루었을 내용을 중심으로 하여 총 3개의 문항을 고안하였다.

2016학년도 건국대학교 논술고사는 교과서를 통해 학습한 지식을 바탕으로 개방적이고 통합적인 사고와 논리적이고 치밀한 수리분석 능력을 검증할 수 있도록 구성하였다. 건국대학교가 필요로 하고 또 미래 한국사회가 필요로 하는 인재를 선발하기 위한 문제라고 할 수 있다.

※ 문제 해설

▶ 1번 문항

이 문항의 기본 과제는 [나]의 도표들을 정확하게 분석하는 데 있다. [나]의 세 도표는 부모 세대와 자녀 세대의 사회 계층간 관계를 점도표의 형태로 표시한 것이다. 이들 도표의 각 점 또는 각 관측치는 부모와 그 자녀가 속한 사회 계층을 짝지어 표시한 것으로 점들이 좌하단의 꼭짓점과 우상단의 꼭짓점을 연결한 대각선상에 위치할수록 전자와 후자가 서로 밀접히 연관되며, 대각선에서 벗어날수록 연관성은 낮다고 할 수 있다. 대각선에 의해 나누어진 두 구역 중 좌상단(◸부분)은 부모에 비해 자녀 계층이 더 높은 상향 이동을 보여준다면, 우하단의 구역(◿부분)은 하향이동을 나타낸다. 관측치가 도표의 특정 영역에 촘촘하게 배치되어 있다면, 부모의 직업이 자녀에게 대물림되는 경우와 같이 두 계층간 관계가 '전형적'이라고 말할 수 있다.

[나]에 상정된 세 사회 중 A사회의 경우 부모 세대의 계층과 자녀 세대의 계층의 유사성이 높으며 경향이 일관적이다. 사회 계층이 사회적 지위와 부를 나타낸다면, A사회에서 부모의 사회적 지위와 부가 다음 세대에서 재생산되거나 자녀에게 상속되는 경향이 가장 높다고 볼 수 있다. 계층간의 이동이 좁은 범위 안으로 한정돼 있으므로 A사회는 기본적으로 '닫힌 사회'의 특성을 지닌다고 할 수 있다.

반면 B사회의 경우, 부모와 자녀의 계층 사이에 의미 있는 연관성을 찾아보기 어렵다. 연관성이 전혀 없다고 보아도 좋을 만한 수준이다. 이 경우 자녀의 계층은 부모의 지위나 부가 아닌 자녀 자신의 노력이나 능력과 같은 다른 요인에 의해 결정된다고 해석할 수 있다. B사회는 세대간 계층의 이동성

이 가장 높은 '열린 사회'에 해당한다고 할 수 있다.

특별히 주목할 것은 C사회의 사례다. C사회는 B사회와 같이 대각선을 멀리 벗어난 영역에 관측치들이 있다는 점에서 '열린 사회'의 특징을 보이는 면이 있다. 그러나 C사회는 B사회와 달리 계층의 상향 이동을 보여주는 도표의 좌상단(◸부분)과 하향 이동을 보여주는 우하단 영역(◿부분)에서 훨씬 적은 사례만을 볼 수 있어 '열림'이 제한적이다. 그 열림은 '예외적인' 현상이라고 봄이 합당하다. 동시에 〈도표3〉에서는 부모와 자녀의 계층이 '하위-하위'와 '상위-상위'로 연결된 영역에서 대각선 부근에 매우 조밀하게 관측치들이 확인된다는 점에서 실질적으로 A사회 이상으로 계층이 재생산되는 '닫힌 사회'의 면모를 지닌다고 할 수 있다.

제시문 [가]와 연결해서 설명하면, C사회는 [가]의 회전문과 구조적으로 유사한 속성을 지닌다고 할 수 있다. 얼핏 보기에는 열려 있으나 실제로는 '유리벽'에 의해 닫힌 사회의 면모다. 사회 최상층이 회전문의 축처럼 중심에 자리하고 있는 가운데 계층 이동을 조정하고 통제하는 사회라는 추리도 가능하다. A사회와 B사회를 [가]에서 말하는 '문'의 비유와 연결시켜 설명하는 방식으로는, A사회를 '닫힌 여닫이문', B사회를 '열린 여닫이문'으로 연결시키는 것이 가장 자연스러운 해석이라 할 수 있다. (단, 논리를 잘 세울 경우 A사회를 회전문과 연결시켜 설명하는 것도 가능하다.)

만약 응시자가 A사회는 [가]의 '닫힘'에 해당하고 B와 C사회는 '열림'에 해당한다고 보았다면 단순하고 부정확한 분석이라 할 수 있다. C사회가 A사회와 B사회의 중간에 해당한다고 하는 식의 설명도 핵심을 놓친 분석이 된다. 만약 C사회가 A사회나 B사회보다 더 바람직한 사회형태라는 식으로 말한다면 방향을 잘못 잡은 분석이라 할 수 있다. C사회는 계층 이동이 예외적으로만 이루어지고 최상층과 최하층의 세습성이 가장 두드러지다는 점에서 '겉보기에는 열려 있지만 실질적으로는 닫힌 사회'라고 하는 것이 핵심을 짚어낸 분석이 된다. 이러한 분석을 제대로 해냈는가 하는 점이 중요한 평가 대상이 된다.

▶ 2번 문항

※ 출제 의도

주어진 지문을 정확히 이해하고 이에 대한 자신의 생각을 간결한 문장으로 표현하는 능력, 서술문 형태로 주어진 수학적 개념을 엄밀한 수식으로 표현하는 능력을 평가하는 데 초점을 맞추었다. 출제범위는 고등학교 교과과정으로 한정하였고, 학교 수업에서 다루었을 내용을 중심으로 문제를 고안하였다.

[문제 2-1]

지문을 통해, 생산비용의 차이와 무역이익의 측면에서 국가 간 무역의 원리를 설명하는 절대 우위론을 제시하였다. 문제에서는 첫째, 절대 우위론의 기본 논리요소인 생산비용 차이와 무역이익과의 관계를 정확히 이해할 수 있는지를 묻고 있으며, 둘째, 이러한 논리요소가 시간이 지남에 따라 변화하는 상태를 가정하여 절대 우위론의 원리를 좀 더 복잡한 상황에 적용시킬 수 있는가를 묻고 있다. 문제 풀이에 사용되는 경제적 지식은 지문에서 미리 제공하고 있으며, 수학적 지식은 등비수열, 등비수열의 합, 무한 등비수열의 합, 간단한 지수와 로그의 성질 등 고등학교 '수학1'의 범위에서 충분히 학습할 수 있는 내용이다.

[문제 2-2]

한 기업이 자사의 시장 점유율을 향상시키기 위하여 경쟁관계인 다른 기업의 상황을 고려하여 의사를 결정하는 상황을 제시하고 그 결정을 수학적 논리로 정할 수 있는가를 묻고 있다. 문제에서는 신제품 출시를 통해 얻을 수 있는 기대 점유율을, 경쟁사의 출시확률을 바탕으로 계산할 수 있는가를 묻고 있으며 확률변수, 확률변수의 기댓값, 일차함수의 개형 등 '미적분과 통계 기본' 과 '수학1'에서 학습하는 간단한 개념을 이해하면 충분하다.

[문제 2-3]

경제생활을 하면서 다양한 금융수단의 특징을 이해, 비교해 보고 미래의 재무계획을 세울 수 있는지 묻고 있다. 주어진 지문 내용으로부터 수학식을 세우고 이를 풀어서 원하는 결론을 도출할 수 있느냐가 주된 관점이다. 다루는 경제내용요소는 금융수단, 투자계획이며, 수학내용요소는 '수학1'의 지수함수 범위 중 지수함수의 그래프와 성질, '미적분과 통계 기본' 중 다항식의 극대 극소와 그래프 개형 등이다.

※ 예시 답안

[문제 2-1] 예시 답안

먼저, 제품 X 혹은 제품 Y에 대하여 두 국가의 절대 우위 현황에 대하여 파악한다.

(과정 1) 다음과 같이, 제품 X에 대하여 A국의 생산비용의 대소를 확인하면 다음과 같다. 제품 Y를 고려해도 동일한 결과를 얻는다.

$3\times4^{5-n}/2^{1-n}=3\times2^{9-n}>1\Leftrightarrow9-n\geqq-1\Leftrightarrow n\leqq10.$

(과정 2) 따라서 $n\leqq10$이면 A는 Y에 절대 우위이고 $n\geq11$이면 A는 X에 절대 우위이다.

즉, $n\leqq10$ 이면 A는 Y만 B는 X만 생산하여 수출하고, $n\geqq11$이면 반대이다.

다음으로 A의 무역이익 a_n을 계산한다.

(과정 3) $n\leqq10$인 경우 다음과 같다. (X, Y 생산 vs Y, Y 생산)

$a_n=(3\times4^{5-n}+2^{1-n})-(2^{1-n}+2^{1-n})=3\times4^{5-n}-2^{1-n},\ n\leqq10$

(과정 4) $n\geqq11$인 경우 다음과 같다. (X,Y 생산 vs X, X 생산)

$a_n=(3\times4^{5-n}+2^{1-n})-(3\times4^{5-n}+3\times4^{5-n})=2^{1-n}-3\times4^{5-n},\ n>=11.$

마지막으로 A의 누적무역이익 $\sum_{n=1}^{\infty}a_n$ 을 계산한다.

(과정 5) $n\leqq10$인 경우 다음과 같다.

$$\sum_{n=1}^{10}a_n=\left\{3\times4^4\times\frac{1-(1/4)^{10}}{1-1/4}-1\times\frac{1-(1/2)^{10}}{1-1/2}\right\}=2^{10}-2^{-10}-2+2^{-9}.$$

(과정 6) $n\geqq11$인 경우 다음과 같다.

$$\sum_{n=11}^{\infty}a_n=2^{-10}\times\frac{1}{1-1/2}-3\times4^{-6}\times\frac{1}{1-1/4}=2^{-9}-2^{-10}.$$

(과정 7) 위 결과를 종합하면, $n\geqq1$인 기간 동안 A가 얻을 수 있는 누적무역이익은 다음과 같다.

$2^{10}-2^{-10}-2+2^{-9}+2^{-9}-2^{-10}=2^{10}-2^1+2^{-9}.$

[문제 2-2] 예시 답안 Ⅰ : a를 이용한 풀이

(과정 1) A사의 내년도 시장점유율 X(출시)와 Y(비출시)의 확률분포는 각각 다음과 같다.

x	10	12
$P(X=x)$	p	$1-p$

y	a	b
$P(Y=y)$	p	$1-p$

(과정 2) 따라서 X와 Y의 기댓값은 다음과 같다.

$E(X)=10p+12(1-p)=-2p+12,$

$E(Y)=ap+b(1-p)=(a-b)p+b.$

(과정 3) $p=0.5$인 경우 두 기댓값이 같아지므로

$-2\times0.5+12=11=(a-b)\times0.5+b=(a+b)/2\Leftrightarrow b=22-a$ 또는 $a+b=22$

(과정 4) 따라서 Y의 기댓값은 다음과 같다.

$E(Y) = 2(a - 11)p + 22 - a$.

(결과해석) 만약 $22 - a < 12 \Leftrightarrow a > 10$이면 다음과 같다.

$p < 0.5 \Rightarrow E(X) > E(Y)$,

$p > 0.5 \Rightarrow E(X) < E(Y)$

B사의 출시 확률이 0.5보다 작으면, A사는 신제품을 출시하고 0.5보다 크면 출시하지 않는다.

마찬가지로 만약 $22 - a > 12 \Leftrightarrow a < 10$이면 다음과 같다.

$p < 0.5 \Rightarrow E(X) < E(Y)$,

$p > 0.5 \Rightarrow E(X) > E(Y)$.

B사의 출시 확률이 0.5보다 작으면, A사는 신제품을 출시하지 않고 0.5보다 크면 출시한다.

p=0.5이거나 a=10인 경우, A사는 어떤 선택을 해도 A사의 시장점유율에 영향을 끼치지 않는다.

[문제 2-2] 예시 답안 II : b를 이용한 풀이

(과정 1) A사의 내년도 시장점유율 X(출시)와 Y(비출시)의 확률분포는 각각 다음과 같다.

x	10	12
$P(X = x)$	p	$1 - p$

y	a	b
$P(Y = y)$	p	$1 - p$

(과정 2) 따라서 X와 Y의 기댓값은 다음과 같다.

$E(X) = 10p + 12(1-p) = -2p + 12$,

$E(Y) = ap + b(1-p) = (a-b)p + b$.

(과정 3) $p = 0.5$인 경우 두 기댓값이 같아지므로

$-2 \times 0.5 + 12 = 11 = (a-b) \times 0.5 + b = (a+b)/2 \Leftrightarrow a = 22 - b$ 또는 $a + b = 22$

(과정 4) 따라서 Y의 기댓값은 다음과 같다.

$E(Y) = 2(11 - b)p + b$.

(결과해석) 만약 $b < 12$이면 다음과 같다.

$p < 0.5 \Rightarrow E(X) > E(Y)$,

$p > 0.5 \Rightarrow E(X) < E(Y)$.

따라서 B사의 출시 확률이 0.5보다 작으면, A사는 신제품을 출시하고 0.5보다 크면 출시하지 않는다.

마찬가지로 만약 $b > 12$이면 다음과 같다.

$p < 0.5 \Rightarrow E(X) < E(Y)$,

$p > 0.5 \Rightarrow E(X) > E(Y)$.

따라서 B사의 출시 확률이 0.5보다 작으면, A사는 신제품을 출시하지 않고 0.5보다 크면 출시한다.

마지막으로, p=0.5이거나 a=10인 경우, A사는 어떤 선택을 해도 A사의 시장점유율에 영향을 끼치지 않는다.

[문제 2-3] 예시 답안

U가 Y를 팔지 않고 계속 보유하는 경우와 $t = t_0$에서 Y를 팔아 X에 투자한 경우를 비교해보자.

(과정 1) 그 비율은 다음 식으로 주어진다.

$$\frac{\text{시간 } t\text{에서 } Q(t)}{\text{시간 } t\text{에서 } P(t)} = \frac{ca^{\sqrt[3]{t}}}{ca^{\sqrt[3]{t_0}}a^{r(t-t_0)}} = \frac{1}{a^{\sqrt[3]{t_0}-rt_0}}a^{\sqrt[3]{t}-rt}$$

$t \to \infty$ 일 때 $\sqrt[3]{t} - rt \to -\infty$이다.

$a > 1$이므로 시간이 충분히 흐르면 비율이 1보다 작아지므로 계속 보유하고 있는 것이 손해이다. 따라서 어느 시점에는 Y를 팔아 그 금액을 X에 투자하는 것이 더 이익이다.

(과정 2) 두 시점 t_0, t_1 에서 Y를 팔아 X에 투자하였을 때 시간 t에서 두 투자금을 계산해서 비교해보자.

시점 t_0에서 팔아 X에 투자하였을 때 투자금은 $c\,a^{\sqrt[3]{t_0}}a^{r(t-t_0)} = c\,a^{rt}a^{\sqrt[3]{t_0}-rt_0}$이고

시점 t_1에서 팔아 X에 투자하였을 때 투자금은 $c\,a^{\sqrt[3]{t_1}}a^{r(t-t_1)} = c\,a^{rt}a^{\sqrt[3]{t_1}-rt_1}$이다.

비교를 통해 최고의 이득을 얻기 위해서는 $a^{\sqrt[3]{t}-rt}$ 의 값이 최대가 되어야 한다.

$a > 1$일 때 지수함수는 증가함수이므로 $a^{\sqrt[3]{t}-rt}$ 이 최댓값이 되기 위해서는 지수 $\sqrt[3]{t} - rt = x - rx^3 (x = \sqrt[3]{t}$ 라두면 $)$ 가 $x \geq 0$범위에서 최대가 되어야 한다는 것을 알 수 있다.

$f(x) = x - rx^3$ 라 두고 최댓값을 구하기 위해 미분하면

$f'(x) = 1 - 3rx^2$ 이다.

$0 = f'(x) = 1 - 3rx^2$ 을 풀면 $x = \pm\frac{1}{\sqrt{3r}}$ 이 나온다.

함수 $f(x)$가 최고차 항이 음수인 3차 다항식이므로 $x \geq 0$ 범위에서 최댓값은 $x = \frac{1}{\sqrt{3r}}$, 즉, $t = \left(\frac{1}{3r}\right)^{\frac{3}{2}}$ 에서 발생한다. 따라서 팔 시점도 $t = \left(\frac{1}{3r}\right)^{\frac{3}{2}}$이다.

2016학년도 논술고사 문제

자연계

※ 유의 사항

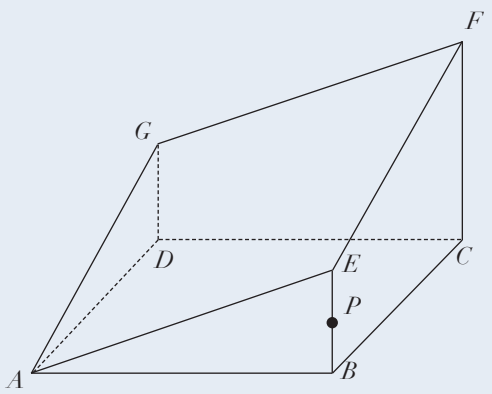
1. 수학 문항은 답안지 앞면의 [수학]으로 기재된 답안 영역에, 과학 문항은 답안지 뒷면의 [과학]으로 기재된 답안 영역에 답안을 작성하여야 한다.
2. 과학 문항은 모집단위별 지정과목이 있을 경우(생명과학, 화학, 물리 중) 지정된 1과목만을 응시하여야 한다.
   (지정 과목이 없는 모집단위는 수험생이 자유롭게 과목을 선택하여 응시함)
3. 과학을 2과목 이상 선택하여 작성할 경우 과학 문항은 최하점으로 처리한다.
4. 답안 작성 시 필요한 경우에 수식 및 그림을 사용할 수 있다.
5. 필기구는 반드시 흑색 필기구만을 사용하여야 한다.(흑색 이외의 색 필기구로 작성한 답안은 모두 최하점으로 처리함)
6. 문제와 관계없는 불필요한 내용이나 자신의 신분을 드러내는 내용이 있는 답안, 낙서 또는 표식이 있는 답안은 모두 최하점으로 처리한다.

| 수 학 |

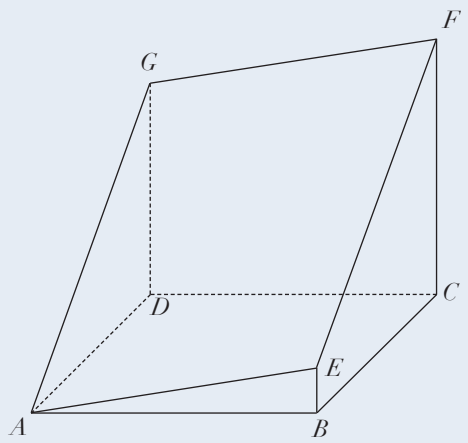
제시문 1

(가) 두 평면 α와 β가 직선 l에서 만난다 하자. 평면 α위에 있고 직선 l위에 있지 않은 점 P에 대하여 P에서 평면 β와 직선 l에 내린 수선의 발을 각각 Q, O 라 할 때, $\angle POQ$의 크기가 두 평면 α와 β가 이루는 이면각의 크기이다.

(나) 다음 그림 각각은 한 변의 길이가 3인 정사각형 $ABCD$를 밑면으로 갖는 사각기둥을 적당한 평면으로 잘라 얻은 입체 도형이다. (사각기둥의 옆면은 밑면과 수직이다.)



〈그림 1〉



〈그림 2〉

[문제 1-1] 단답형

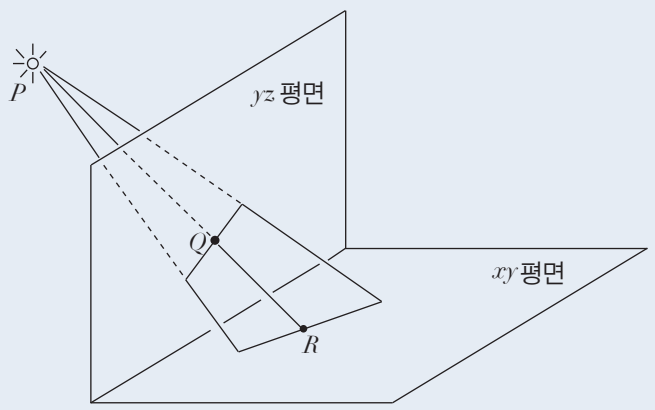
〈그림 1〉에서 $\overline{BE}=\overline{DG}=1$이다. 선분 BE의 중점 P에서 평면 $AEFG$와 평면 $ABCD$의 교선에 내린 수선의 발을 H라 할 때, 선분 PH의 길이를 구하여 답만 쓰시오.

[문제 1-2] 서술형

〈그림 2〉에서 $\overline{DG}-\overline{BE}=2$이다. s는 사각형 $AEFG$의 넓이이고 t는 삼각형 ABE, 삼각형 ADG, 사각형 $BCFE$, 사각형 $CFGD$의 넓이의 합이라 할 때, $t=2s$이다. 평면 $AEFG$와 평면 $ABCD$가 이루는 이면각의 크기가 θ일 때, $\cos\theta$를 구하고 풀이 과정도 함께 쓰시오.

제시문 2

광원이 점 $P(-1,0,1)$에 놓여 있다. yz평면 위의 점들의 xy평면에서의 그림자를 살펴보자. 〈그림 3〉에서 점 Q의 그림자는 직선 PQ와 xy평면의 교점 R이다. (단, Q의 z좌표는 0보다 크고 1보다 작다.)



〈그림 3〉

[문제 2-1] 단답형

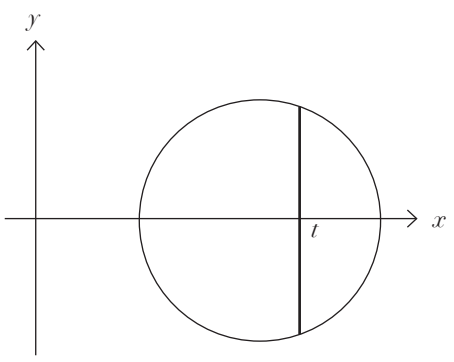
xy평면 위의 두 점 $A(7,4,0)$, $B(7,6,0)$을 잇는 선분을 그림자로 갖는 yz평면 위의 선분의 길이를 구하여 답만 쓰시오.

[문제 2-2] 서술형

xy평면 위의 두 직선 m과 n의 방정식이 각각 $y=7$, $y=x+3$이라 하자 (단, $x>0$). 직선 m과 n을 그림자로 갖는 yz평면 위의 두 직선이 이루는 각의 크기를 θ라고 할 때, $\tan\theta$의 절댓값을 구하고 풀이 과정도 함께 쓰시오.

[문제 2-3] 서술형

〈그림 4〉는 xy평면에서 y축에 평행한 직선 $x=t$와 원 $(x-2)^2+y^2=1$이 만나서 생기는 선분을 나타낸 것이다. 이런 선분들을 그림자로 갖는 yz평면 위의 선분들의 길이를 비교하면, xy평면 위의 직선이 $x=t_0$일 때 그 길이가 가장 크다. t_0의 값을 구하고 풀이 과정도 함께 쓰시오.



〈그림 4〉

| 생명과학 |

제시문

(가) 지구에 최초로 나타난 생명체는 단순한 구조의 단세포 원핵생물이었다. 이후 원핵세포보다 복잡한 구조를 가진 진핵세포가 출현하였다. 진핵세포는 유전물질이 막으로 싸인 핵 속에 들어 있어서 '진정한 핵을 가진 세포'라는 의미이다. 진핵세포의 세포질에는 막으로 둘러싸인 다양한 세포 소기관이 있어서 원핵세포보다 구조적으로 더 복잡하고 훨씬 조직화되어 있다. 과학자들은 진핵세포에 있는 막으로 싸인 여러 세포 소기관의 형성 과정에 대해 몇 가지 가설을 제안한다. 막 함입설은 세포막이 안쪽으로 함입되어 세포 안으로 떨어져 들어가서 세포 소기관이 만들어졌다고 설명한다. 세포막은 유동성이 있으므로 핵, 소포체, 골지체처럼 막 구조를 가지고 있는 세포 소기관은 이런 방식으로 형성될 수 있을 것이다. 그러나 자체 DNA를 가지고 자기 복제를 하는 세포 소기관들의 형성 과정은 이 가설로 설명할 수 없다. 분자유전 실험기법이 발달하여 유전자를 분석할 수 있게 된 1970년대와 80년대에 진핵세포의 유전체를 비교하여 분석해 본 결과 몇몇 세포소기관의 유전체는 원핵세포 유전체와 매우 유사하다는 것을 발견하였다.

(나) 세포는 생장하고 분열하여 딸세포를 얻는 과정을 주기적으로 반복하는데, 이러한 세포의 일생을 세포 주기라고 한다. 세포 주기는 유전물질의 복제 및 세포의 생장이 일어나는 간기와 분열이 일어나는 분열기로 구분한다. 간기는 G_1기, S기, G_2기의 세 시기로 구분된다. G_1기에 세포는 단백질을 비롯한 여러 가지 세포 구성 물질을 합성하고, 세포내 소기관 수를 늘린다. DNA 복제는 S기에 일어나며, S기가 지난 세포는 G_2기에 방추사를 구성하는 단백질을 합성하는 등 분열을 준비하여 다음 단계인 분열기에 들어가게 된다. 분열기는 합성한 DNA를 딸세포에게 고르게 분배하는 과정으로 간기에 비하여 매우 짧다. 체세포 분열의 핵분열은 전기, 중기, 후기, 말기의 네 단계로 구분되며, 핵분열의 마지막에 세포질 분열이 함께 일어나 분열기가 완성된다. 체세포 분열로 만들어진 딸세포는 모세포와 똑같은 DNA 양과 염색체 수를 가진다. 그러나 초파리 유충의 침샘 세포에 있는 염색체는 상동 염색체가 붙은 채로 복제만 거듭하기 때문에 보통 염색체의 100배 이상으로 커질 수 있다. 이렇게 만들어진 거대 염색체는 염색체가 2개씩 쌍으로 붙어있어서 그 수는 체세포 염색체 수의 반이다.

(다) 배아 발생은 한 개의 정자와 난자가 결합하여 이배체의 접합자를 만드는 수정으로 시작된다. 먼저, 정자가 난자에 접근한 다음, 난자를 둘러싸고 있는 젤리층과 접촉한다. 이 때, 정자에서는 난자 표면의 젤리층을 녹이는 효소가 분비되어 구멍이 만들어지면서 정자의 원형질막과 난자의 원형질막이 융합된다. 이 두 막의 융합으로 정자의 핵이 난자의 세포질 속으로 들어가게 된다. 이런 과정으로 형성된 수정란의 세포 주기는 G_1기와 G_2기가 거의 없고 짧은 S기와 분열기만 존재하여, 세포는 성장 없이 분열만 계속한다.

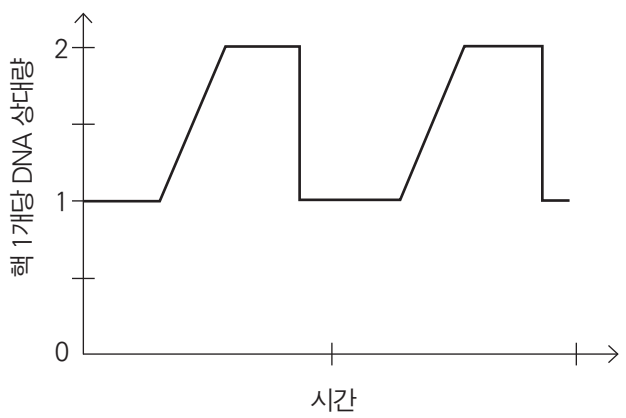
[문제 1]

적록색맹은 옵신 유전자의 이상으로 인해 시각 세포의 기능에 문제가 생겨 적색과 녹색을 잘 구별하지 못하는 증상이고, 레베르 시신경병은 미토콘드리아 유전자가 제대로 작동하지 못하여 시신경의 발달이 비정상으로 진행되면서 점차 시력을 잃게 되는 유전 질환이다. 건우와 건희의 친할머니가 적록색맹이고 레베르 시신경병을 진단받았다면, 오빠 건우와 여동생 건희에게서 예상되는 유전적 결함을 각각 서술하고 그 근거를 제시하시오 (단, 돌연변이와 교차는 없다고 가정한다).

[문제 2]

오른쪽 그림은 분열하는 성인의 체세포에서 두 세포 주기 동안 변하는 핵 1개당 DNA의 상대량을 나타낸 그래프다. 시간에 따른 성인의 신경세포와 수정란의 핵 1개당 DNA 상대량을 오른쪽 그래프와 대비하여 각각 그래프로 나타내고 설명하시오.

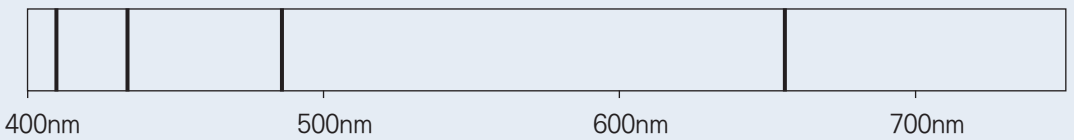
그리고 초파리 유충 침샘 세포의 경우, 침샘 세포로 분화가 시작되어 핵 DNA 복제가 세 번 일어날 때까지 침샘 세포 하나의 시간에 따른 핵 DNA 상대량과 미토콘드리아 DNA 상대량을 제시문에 근거하여 각각 그래프로 나타내고 설명하시오.



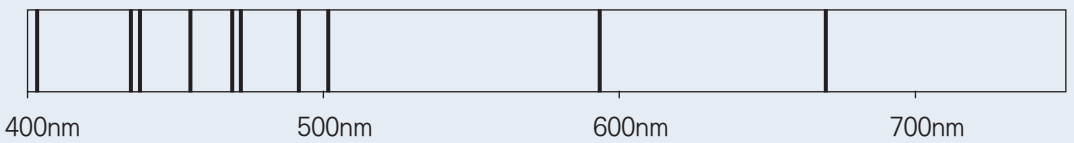
| 화 학 |

제시문

(가) 햇빛을 프리즘에 통과시키면 무지개와 같이 색이 연속적으로 나타나는 연속 스펙트럼을 관찰할 수 있지만, 수소 방전관에서 나오는 빛을 분광기로 들여다보면 몇 개의 선이 불연속적으로 나타나는 선 스펙트럼을 관찰할 수 있다. 스펙트럼에 나타나는 색은 파장과 관계가 있고, 파장은 에너지와 관련이 있다. 따라서 스펙트럼은 에너지와 관련이 있다. 파장이 400nm에서 750nm 사이인 영역에서 수소 원자와 헬륨 원자의 선 스펙트럼은 다음 그림과 같다.



수소 원자의 선 스펙트럼



헬륨 원자의 선 스펙트럼

(나) 1913년 보어는 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명하기 위해 전자가 원자핵 주위에 무질서하게 존재하는 것이 아니라, 특정한 에너지 준위를 가진 궤도에만 있을 수 있다는 새로운 모형을 제안하였다. 보어가 제안한 수소 원자 모형에서 원자핵 주위의 전자는 특정한 에너지를 가진 원형 궤도를 따라 빠르게 원운동하고 있다. 이 궤도를 전자 껍질이라고 하며 전자 껍질은 핵에서 가장 가까운 것부터 K(n=1), L(n=2), M(n=3), N(n=4) 껍질이라고 부른다. 여기서 n은 주양자수라고 하며 주양자수에 따른 각 궤도가 가지는 에너지 준위는 다음과 같다.

$E_n = -\frac{k}{n^2}$ (k는 상수, $n = 1, 2, 3, \ldots$)

전자가 같은 궤도를 돌고 있을 때는 에너지를 흡수하거나 방출하지 않으나 에너지 준위가 다른 궤도로 전이할 때는 두 궤도의 에너지 준위 차이만큼 에너지를 흡수하거나 방출한다.

(다) 빛의 에너지는 진동수에 비례한다. 따라서 진동수가 클수록, 또는 파장이 짧을수록 빛의 에너지가 더 높다.

$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ (E : 빛의 에너지, λ: 파장, υ: 진동수, c : 빛의 속도, h : 플랑크 상수)

(라) 바닥상태의 원자는 에너지가 가장 낮은 오비탈부터 전자가 채워지고, 그 오비탈이 완전히 채워지면 다음으로 에너지 준위가 높은 오비탈에 전자가 채워지는 전자 쌓음 원리로 전자가 배치된다. 다전자 원자에서 오비탈의 에너지 준위는 다음과 같은 순서로 높아진다.

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < \ldots$

[문제 1]

제시문의 수소 원자의 선 스펙트럼에서 486nm파장은 주양자수 n=4인 전자 껍질에서 n=2인 전자 껍질로 전자 전이가 일어날 때 방출되는 빛의 파장이다. 수소 원자에서 주양자수 $n \geq 7$에서 n=2로의 전자 전이에 해당하는 선 스펙트럼은 위의 스펙트럼 영역에서 나타나지 않는데 그 이유를 수소 원자 선 스펙트럼의 배열 경향에 근거하여 추론하시오.

또한, 어떤 수소 원자가 121.5nm파장의 빛을 방출한다면 이 때 일어나는 전자 전이에서 주양자수는 어떻게 변하는지 설명하시오.

[문제 2]

보어의 수소 원자 모형은 헬륨 이온 (He^+) 에도 적용할 수 있다. 바닥상태의 헬륨 이온과 바닥상태의 수소 원자에서 전자를 떼어내는데 필요한 최소한의 에너지는 어느 경우가 더 큰지 설명하시오.

그리고 헬륨 원자 (He)의 선 스펙트럼이 수소 원자의 선 스펙트럼보다 더 무질서하고 복잡한 이유에 대해 제시문에 근거하여 설명하시오.

| 물 리 |

제시문

(가) 용수철의 길이가 x만큼 늘어나거나 줄어들게 되면 용수철은 원래의 길이로 되돌아가려는 탄성력이 생기게 되는데 이 때 탄성력의 크기는 $F = -kx$로 표현된다. 여기에서 음의 부호($-$)는 탄성력과 용수철의 변위가 반대 방향이라는 의미이며, k는 용수철의 역학적 특성에 따라 정해지는 용수철 상수이다.

(나) 질량이 각각 M과 m인 두 물체가 거리 r만큼 떨어져 있을 때 두 물체 사이에 작용하는 만유인력 F는 다음과 같다.

$F = G\dfrac{Mm}{r^2}$ (G는 중력 상수 또는 만유인력 상수라 하며 그 값은 $6.7 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$이다.)

한편 전하량이 각각 Q와 q인 두 전하가 거리 r만큼 떨어져 있을 때 두 전하 사이에 작용하는 전기력 F는 다음과 같다.

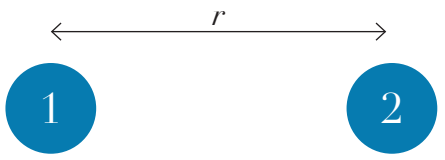
$F = k_e\dfrac{Qq}{r^2}$ (k_e는 쿨롱 상수라고 하며, 진공 중에서 그 값은 $9.0 \times 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$이다.)

전기력은 만유인력과 수학적 표현 형태는 유사하지만 전하의 종류가 양(+)전하와 음(−)전하가 있어 인력 혹은 척력 모두 나타낼 수 있다. 같은 종류의 전하 사이에는 척력이 작용하고, 다른 종류의 전하 사이에는 인력이 작용한다.

(다) 정지해 있는 물체의 질량중심에 힘을 가하면 그 물체는 직선운동을 한다. 그러나 정지해 있는 물체의 질량중심에 가해진 알짜힘이 0이라면 정지해 있는 그대로 있게 된다. 만약 알짜힘이 0이어도 물체에 돌림힘이 작용할 수 있다면 물체는 직선 운동을 하지는 않지만 회전운동은 할 수 있다. 일반적인 경우, 물체에 작용하는 돌림힘의 합과 알짜힘이 모두 0이 되면 그 물체는 역학적 평형 상태에 놓여 있다고 한다.

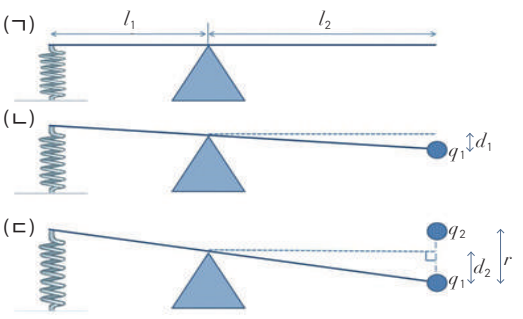
[문제 1]

오른쪽 그림과 같이 질량 $m_1 = 9.0kg$인 물체 *1*을 질량 $m_2 = 1.6kg$이고 전하량 q인 물체 2근처에 가져다 놓으면 두 물체 사이에 만유인력이 작용하게 된다. 이때 동시에 물체 1에 전자 1개를 대전시켜서 두 물체 사이에 전기력이 생기도록 하였더니 두 물체가 거리 r만큼의 간격을 두고 정지해 있는 상태가 되었다고 한다. 물체 2가 가진 전하량 q값이 얼마가 되면 이러한 상태가 될 수 있는지 기술하시오. (두 물체 사이에 만유인력, 전기력 이외의 힘은 작용하지 않는다. 전자 한 개의 전하량은 $-1.6 \times 10^{-19}C$ 이고 질량은 무시한다.)



[문제 2]

그림 (ㄱ)과 같이 팔의 길이가 각각 l_1, l_2인 지렛대의 왼쪽 끝에 용수철 상수가 k인 용수철이 외부의 힘을 받지 않은 상태로 지면과 연결되어 있다고 하자. 이 지렛대의 오른쪽 끝에 전하량이 q_1인 물체를 놓았더니 그림 (ㄴ)과 같이 지렛대의 오른쪽 끝이 원래 높이보다 d_1만큼 내려가서 정지하게 되었다. 이 상태에서 다시 지렛대의 오른쪽 끝에 있는 물체에 전하량 q_2인 물체를 가져갔더니 그림 (ㄷ)과 같은 상태로 정지하였는데, 이때 두 물체 사이의 거리는 r이고 지렛대에 놓여있는 물체는 원래 높이에서 d_2만큼 아래로 내려가 있었다고 한다. 두 물체 사이의 만유인력은 무시할 수 있다고 하면, 이때 오른쪽에 있는 두 물체 사이의 거리 r이 얼마가 되는지 제시문에 근거하여 기술하시오. (단, 지렛대의 길이는 물체 및 용수철이 움직이는 길이에 비해 충분히 긴 것으로 가정하여 용수철 및 물체가 지렛대에 가하는 힘은 수직으로만 작용한다고 가정한다. 전하는 물체에만 존재하고 지렛대 내에는 존재하지 않는다. 지렛대와 용수철의 질량은 무시한다.)



2016학년도 논술고사 – 자연계

출제 의도 및 문제 해설

※ 수학 출제 의도 및 문제 해설

• 수학 출제 의도

[문제 1] 다음 사항을 알아본다.

(1) 두 평면의 교선을 찾을 수 있는가?

(2) 삼수선의 정리를 이해하고 있는가?

(3) 두 평면이 이루는 이면각을 이해하고 있는가?

[문제 2] 다음 사항을 알아본다.

(1) 평면과 직선의 교점을 찾을 수 있는가?

(2) 직선의 방정식을 구할 수 있는가?

(3) 두 직선이 이루는 각의 크기를 계산할 수 있는가?

(4) 함수의 최댓값을 찾을 수 있는가?

• 제시문 출처

(가) 기하와 벡터 (기하와 벡터, 교학사 106쪽)

(나) 기하와 벡터 (기하와 벡터, 성지출판 93쪽)

• 예시 답안

[문제 1-1] 단답형 정답 : $\frac{\sqrt{19}}{2}$

점 A, B, D가 각각 $(0, 0, 0)$, $(3, 0, 0)$, $(0, 3, 0)$에 오도록 도형을 좌표공간에 놓는다. 평면 $ABCD$의 방정식은 $z=0$ 이다.
평면 $AEFG$는 $(0, 0, 0)$, $(3, 0, 1)$, $(0, 3, 1)$을 지나므로 평면 $AEFG$의 방정식은 $x + y - 3z = 0$이다. 따라서, 두 평면 $ABCD$와 $AEFG$의 교선 l의 방정식은
$z = 0, x + y = 0$ 이다.

xy평면 위에서 직선 $x + y = 0$ 에 수직이고 점 B를 지나는 직선의 방정식은 $y = x - 3$이다. $x + y = 0, y = x - 3$을 연립하여 풀면 두 직선의 교점 $\left(\frac{3}{2}, -\frac{3}{2}, 0\right)$을 얻는다. 삼수선의 정리에 의하여 점 $\left(\frac{3}{2}, -\frac{3}{2}, 0\right)$은 점 P에서 교선 l에 내린 수선의 발 H이다. P의 좌표가 $\left(3, 0, \frac{1}{2}\right)$이므로, 선분 PH의 길이는 $\sqrt{(\frac{3}{2})^2 + (\frac{3}{2})^2 + (\frac{1}{2})^2} = \frac{\sqrt{19}}{2}$ 이다.

[문제 1-2] 서술형 정답: $\frac{3}{\sqrt{22}}$

점 A, B, D가 각각 $(0, 0, 0)$, $(3, 0, 0)$, $(0, 3, 0)$이 되도록 도형을 좌표공간에 놓는다. 점 E, G의 좌표를 각각 $(3, 0, p)$, $(0, 3, q)$라 하자. 점 F의 좌표는 $(3, 3, p+q)$가 된다.

평면 $ABCD$의 방정식은 $z = 0$이다. 점 A, E, G를 이용하여 평면 $AEFG$의 방정식 $-px - qy + 3z = 0$을 얻는다.

두 평면의 법선벡터는 각각 $(-p, -q, 3)$, $(0, 0, 1)$이므로

$\cos\theta = \frac{(-p, -q, 3) \cdot (0, 0, 1)}{\sqrt{p^2+q^2+9}} = \frac{3}{\sqrt{p^2+q^2+9}}$ 이다.

사각형 $AEFG$의 정사영이 사각형 $ABCD$이므로 $s = \frac{9}{\cos\theta} = 3\sqrt{p^2+q^2+9}$ 이다.

$t = \frac{3}{2}(p + q + (2p + q) + (p + 2q)) = 6(p + q)$이다.

$t = 2s$를 이용하여 $p + q = \sqrt{p^2 + q^2 + 9}$ 을 얻고, 양변을 제곱하여 $pq = \frac{9}{2}$를 얻는다.

$\overline{DG} - \overline{BE} = 2$이므로 $q - p = 2$이다. 따라서 $p^2 + q^2 = (q - p)^2 + 2pq = 4 + 9 = 13$ 이다.

따라서 $\cos\theta = \frac{3}{\sqrt{p^2+q^2+9}} = \frac{3}{\sqrt{13+9}} = \frac{3}{\sqrt{22}}$ 이다.

[문제 2-1] 단답형 정답: $\frac{1}{4}$

그림자가 점 $(h, k, 0)$인 점과 P를 잇는 직선의 방정식은 $x = (h + 1)t - 1$, $y = kt$, $z = -t + 1$이다 (단, t는 실수). 이 직선과 yz평면과의 교점은 $(0, \frac{k}{h+1}, \frac{h}{h+1})$ 이다. 따라서 점 A와 B를 그림자로 갖는 점은 $(0, \frac{1}{2}, \frac{7}{8})$, $(0, \frac{3}{4}, \frac{7}{8})$이다.

선분 AB를 그림자로 갖는 선분의 길이는 이 두 점 사이의 거리인 $\frac{1}{4}$ 이다.

[문제 2-2] 서술형 정답: $\frac{1}{3}$

문제 2-1의 풀이에 따라 점 $(h, k, 0)$를 그림자로 갖는 점은 $(0, \frac{k}{h+1}, \frac{h}{h+1})$ 이다.

직선 m을 그림자로 갖는 직선을 찾는다. 점 $(h, 7, 0)$을 그림자로 갖는 점은 $(0, \frac{7}{h+1}, \frac{h}{h+1})$ 이다.

$y = \frac{7}{h+1}$, $z = \frac{h}{h+1}$로 놓고 $h = \frac{7 - y}{y}$ 임을 이용하여 h를 소거하면 $y + 7z = 1$을 얻는다.

따라서, 직선 m를 그림자로 갖는 직선의 방정식은 $y + 7z = 1$이다.

같은 방법으로, 직선 n을 그림자로 갖는 직선을 찾는다. 점 $(h, h + 3, 0)$을 그림자로 갖는 점은 $(0, \frac{h+3}{h+1}, \frac{h}{h+1})$ 이고, 구하는 직선의 방정식은 $y + 2z = 3$이다.

두 직선의 yz평면에서의 기울기는 각각 $\tan\theta_1 = -\frac{1}{7}$, $\tan\theta_2 = -\frac{1}{2}$이므로 $|\tan\theta| = |\tan(\theta_1 - \theta_2)| = \left|\frac{\tan\theta_1 - \tan\theta_2}{1 + \tan\theta_1 \tan\theta_2}\right| = \frac{1}{3}$이다.

또는, 두 직선의 yz평면에서의 법선벡터가 각각 $(1, 7)$, $(1, 2)$이므로 $\cos\theta = \frac{(1, 7) \cdot (1, 2)}{|(1, 7)||(1, 2)|} = \frac{3}{\sqrt{10}}$ 이고, 따라서 $\tan\theta = \frac{1}{3}$ 이다.

[문제 2-3] 서술형 정답: $\frac{5}{3}$

$1 < t < 3$일 때, xy평면에서 주어진 원과 직선 $x = t$의 교점을 잇는 선분의 길이는 $2\sqrt{1 - (t - 2)^2}$ 이다.

선분의 두 끝점을 A, B라 하고, A, B를 그림자로 갖는 yz평면 위의 두 점을 각각 A', B' 이라 하자. 삼각형 PAB와 삼각 $PA'B'$는 닮음비가 $t + 1$:1인 닮은 삼각형이다. 따라서, xy평면 위의 직선 $x = t$로부터 얻어지는 선분을 그림자로 갖는 yz평면 위의 선분의 길이는 $f(t) = \frac{2\sqrt{1 - (t - 2)^2}}{t + 1}$ 이다.

$t = t_0$일 때 $f(t)$가 최댓값을 가지므로, 극값 정리에 의하여 $f'(t_0) = 0$이다.

$f'(t_0) = \frac{-6t_0 + 10}{(t_0 + 1)^2\sqrt{1 - (t_0 - 2)^2}} = 0$에서 $t_0 = \frac{5}{3}$ 이다.

※ 생명과학 출제 의도 및 문제 해설

• 생명과학 출제 의도

고등학교 생명과학1 과정에서 학습하는 진핵 세포내 세포 소기관에 대한 내용과 세포 주기와 세포 분열에 대한 이해를 바탕으로 유전의 기본 원리에 대해 이해하고 있는지, 핵분열과 세포질 분열로 이루어진 체세포 분열의 과정을 단계별로 정확히 이해하고 있는지를 평가한다. 주어진 제시문을 바탕으로 핵 내 DNA와 미토콘드리아의 DNA를 구별하고 이를 고교과정에서 비중 있게 다루어지는 세포 주기 및 유전과 연결시켜 통합적으로 이해할 수 있는지, 세포질 유전과 반성 유전을 이해하고 있는지, 그리고 고교과정에서 학습하는 다양한 종류의 세포들의 특징을 이해하고 세포 주기를 정확히 표현할 수 있는지가 주요 평가 요소이다.

• 제시문 출처

(가) 교학사, 비상교육, 상상아카데미, 천재교육 생명과학1 교과서 '1-1 생물의 구성'

(나), (다) 교학사, 비상교육, 상상아카데미, 천재교육 생명과학1 교과서 '2-1 세포와 세포분열'

• 예시 답안

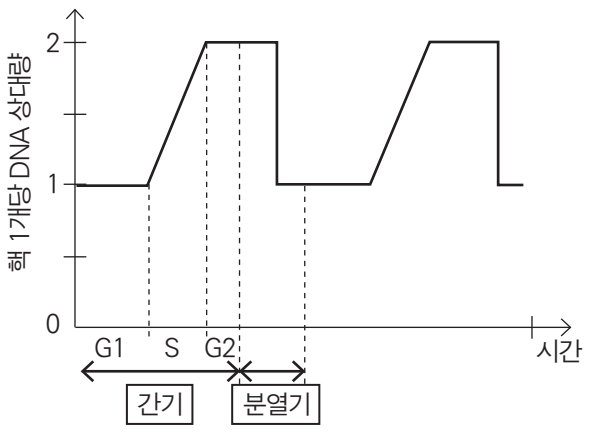
[문제 1]

적록색맹은 핵 내 X염색체 상에 존재하는 유전자 돌연변이에 의해 발생하여 반성유전되는 증상이고, 레베르 시신경병의 경우에는 미토콘드리아 DNA에 이상이 생겨 발생하는 유전 질환이다. 제시문 (다)에서 유추해 볼 때, 정자의 미토콘드리아는 수정란에 포함되지 않으므로 미토콘드리아 DNA는 모계유전이 될 것임을 알 수 있다. 따라서 친할머니가 레베르 시신경증을 앓고 있다면, 건우의 아버지는 레베르 시신경병을 앓고 있겠지만, 어머니의 건강한 미토콘드리아 DNA를 전해받은 오빠 건우와 여동생 건희 모두 레베르 시신경병이 발생할 가능성은 매우 낮다 (=없다). 만약 어머니 역시 레베르 시신경병 유전자를 보유하고 있다면, 건우와 건희 모두 레베르 시신경병이 발생할 것이라고 예상할 수 있다.

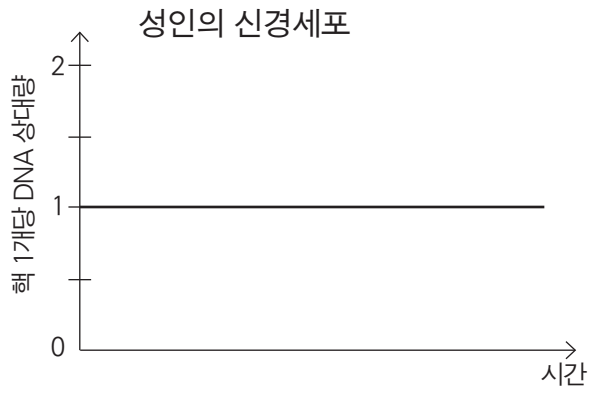
적록 색맹의 경우, 친할머니의 X 염색체 상의 적록색맹 유전자를 물려받을 수밖에 없는 건우의 아버지는 적록색맹(X'Y)일 것으로 예상할 수 있다. 따라서 어머니가 적록색맹 유전자를 보유하고 있지 않다면, 어머니의 X 염색체를 물려받은 오빠 건우는 적록 색맹이 아닐 것으로 예상된다. 건희의 경우 적록색맹을 유발하는 아버지의 X 염색체를 물려받았지만 어머니의 정상 X 염색체도 함께 물려받을 것이므로 건희는 적록색맹 유전자 보인자(X'X)이나 적록 색맹 형질은 나타나지 않을 것으로 예상할 수 있다. 만약 어머니가 적록색맹이라면, 오빠 건우와 여동생 건희 모두 적록색맹일 것이다. 어머니가 적록색맹 보인자(X'X)라면 오빠 건우는 정상 (확률 50%)이거나 적록색맹(확률 50%)이고 건희는 적록색맹 보인자(확률 50%) 이거나 적록색맹(확률 50%)일 것이다.

[문제 2]

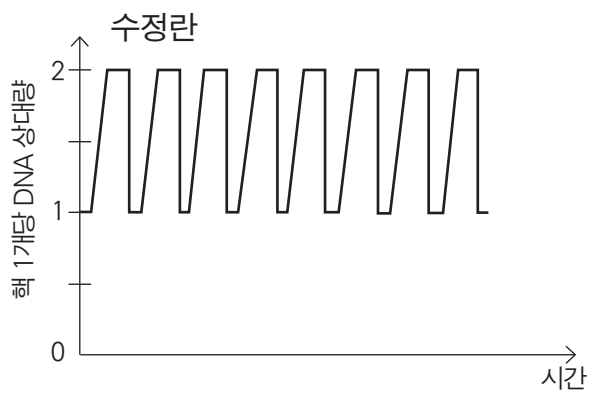
주어진 성인의 체세포에서 두 세포 주기 동안 변하는 핵 1개당 DNA 상대량 그래프를 분석해보면, 오른쪽에서 볼 수 있듯이 G1, S, G2기로 이루어진 간기와 분열기를 구별할 수 있다. 이를 바탕으로 각 세포의 시간에 따른 DNA 상대량 그래프를 그리면 아래와 같다.



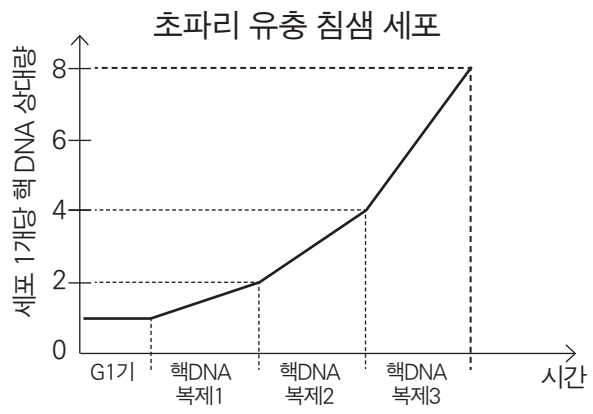
성인의 신경 세포는 분화가 끝난 다음 더 이상 분열하지 않는 세포이다. 따라서 시간이 지나도 핵 1개당 DNA 상대량은 변화가 없을 것으로 예상할 수 있다.



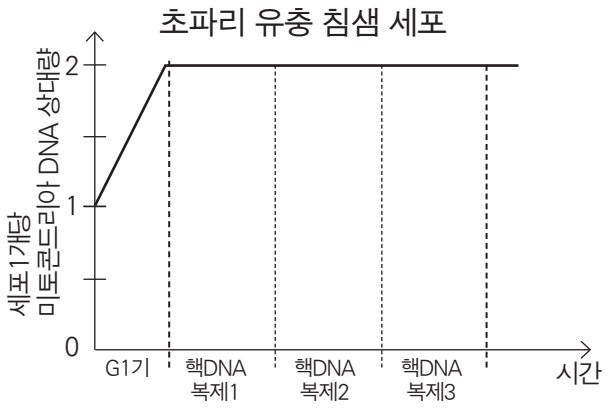
제시문 (다)에 제시된 바와 같이 수정란의 세포주기는 G1기와 G2기는 거의 없고 짧은 S기와 분열기만 존재한다고 하였으므로, 수정란은 짧은 세포 주기가 반복하여 진행될 것으로 예상할 수 있다.



제시문 (나)에서 볼 수 있듯이 초파리 유충의 거대 염색체는 염색체가 2개씩 쌍으로 붙어있어서 침샘 세포로 분화를 시작하는 세포의 염색체 수는 체세포 염색체 수의 반이나, 핵 DNA의 양은 체세포와 같다. 침샘 세포의 핵 DNA는 복제가 일어날 때마다 두 배로 증가하므로, 세 번의 핵 DNA 복제 기간 동안 DNA 상대량은 8배로 증가될 것이라고 예상할 수 있다. 단, 거대 염색체의 경우 분열 없이 상동 염색체가 붙은 채로 복제만 거듭한다고 제시되었으므로 DNA의 양은 증가만 할 뿐 G2기로 진행되지는 않을 것으로 예상할 수 있다.



세포내 소기관인 미토콘드리아는 자체 DNA를 가지고 있으며(제시문 (가)), 핵 DNA 복제시기와 달리 미토콘드리아 DNA는 세포질내의 세포내 소기관 수가 증가되는 G1기에 복제가 일어날 것이다(제시문 (나)). 초파리 유충 침샘 세포의 경우 세포질 분열이 없기 때문에 G1기에 미토콘드리아 DNA 양은 2배로 늘어나고, 이후 핵 DNA 복제 기간 동안에는 세포 주기가 진행되지 않기 때문에 변화 없이 유지될 것으로 예상할 수 있다.



※ 화학 출제 의도 및 문제 해설

• 화학 출제 의도

다음의 사항을 알아본다

(1) 보어의 수소 원자 모형을 이해하고 있는가?

(2) 발머계열 및 빛과 에너지의 상관관계를 이해하고 있는가?

(3) 오비탈과 오비탈의 에너지, 유효 핵전하를 이해하고 있는가?

• 제시문 출처

교학사 화학 Ⅰ, 70 – 73쪽, 77-80쪽

비상교육 화학 Ⅰ, 76 – 86쪽

천재교육 화학 Ⅰ, 79-93쪽

상상아카데미 화학 Ⅰ, 77 – 86쪽

• 예시 답안

[문제 1]

보어의 수소 원자 모형에서 각 전자 궤도의 에너지는 제시문(나)에서 주어진 식과 같이 주양자수 n의 제곱에 반비례 하여 얻어진다. 또한 빛의 에너지와 파장사이에는 제시문(다)에서 주어진 바와 같이 반비례 관계가 성립한다. 따라서 에너지 간격이 큰 궤도간에 전자전이가 일어날 경우 에너지가 큰 짧은 파장의 빛이 방출 혹은 흡수되며, 에너지 간격이 작은 궤도간에 전자전이가 일어날 경우 에너지가 작은 긴 파장의 빛이 방출 혹은 흡수된다.

수소 원자의 가시광선 영역에서 선 스펙트럼은 제시문의 그림과 같이 4개의 선으로 얻어진다. 가시광선 영역에서 얻어지는 스펙트럼은 발머 계열이라고 하는데 주양자수가 $n \geq 3$에서 $n = 2$로의 전자전이가 발머계열에 해당한다.

여기서 486nm파장이 주양자수 $n = 4$에서 $n = 2$로의 전자 전이에 의한 것이라고 문제에서 주어져 있으므로 이보다 긴 파장(작은 에너지)에서 얻어지는 오른편의 선(약 656nm)은 에너지 간격이 $n = 4$에서 $n = 2$로의 전이보다 에너지가 더 작아야 하므로 주양자수 $n = 3$에서 $n = 2$로의 전자 전이 라는 것을 알 수 있다. 486nm보다 짧은 파장(큰 에너지)에서 얻어지는 왼편의 두 선(약 434nm와 약 410nm)은 에너지 간격이 $n = 4$에서 $n = 2$로의 전이보다 에너지가 더 커야하므로 각각 주양자수 $n = 5$에서 $n = 2$로 및 $n = 6$에서 $n = 2$로 전자 전이 라는 것을 알 수 있다.

주양자수 $n \geq 7$에서 $n = 2$로의 전자 전이는 $n = 6$에서 $n = 2$로의 전자 전이(약 410nm)보다 에너지가 더 커야하므로 더 짧은 파장 쪽에서 얻어질 것으로 기대된다. 따라서 이들 전자 전이에 의한 선 스펙트럼은 문제에서 제시한 스펙트럼 영역(400nm~750nm)를 벗어난 자외선 영역에서 얻어지므로 위의 스펙트럼에서는 나타나지 않는다.

(실제 계산해 보면 주양자수 $n \geq 7$에서 $n = 2$로의 전자 전이는 397nm이하의 파장영역에서 얻어진다. 계산을 통해 $n = 7$에서 $n = 2$로의 전자 전이를 계산하여 증명한 경우도 정답 처리함)

수소 원자에서 121.5nm의 파장에 대한 주양자수 변화는 다음과 같이 계산할 수 있다.

먼저 이 파장이 제시문에 주어진 선 스펙트럼의 파장보다 더 작으므로 더 큰 에너지를 가진다는 것을 알 수 있고, 이는 주양자수가 $n \geq 2$에서 $n = 1$로의 전자 전이(라이먼 계열)에 해당한다는 것을 알 수 있다.

따라서 주양자수 $n = x$에서 주양자수 $n = 1$로의 전자 전이에 의해서 121.5nm의 빛이 방출된다고 가정하고 식을 세우면 다음과 같다.

주양자수 $n = x$궤도와 주양자수 $n = 1$궤도의 에너지 차이는,

$$\Delta E = E_x - E_1 = -\frac{k}{x^2} - \left(-\frac{k}{1^2}\right) = k\left(1 - \frac{1}{x^2}\right)$$

이때 방출되는 빛의 파장이 $121.5\mathrm{nm}$이므로,

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{121.5\mathrm{nm}}$$

이고, 따라서 위의 두 식을 연립하면

$$k\left(1 - \frac{1}{x^2}\right) = \frac{hc}{121.5\mathrm{nm}}$$

$$\left(1 - \frac{1}{x^2}\right) = \frac{hc}{k} \times \frac{1}{121.5\mathrm{nm}} \quad \text{----------(식 1)}$$

이 된다.

여기서 h, c, k에 대한 값이 주어져 있지 않으므로 이를 구하기 위해 문제에서 주어진 $486nm$ 파장이 주 양자수 $n = 4$에서 $n = 2$로의 전자 전이에 의한 것이라는 것을 이용한다. 이 전자 전이에 대해 식을 세우면

$$k\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = \frac{hc}{486\mathrm{nm}}$$

이 된다.

이를 정리하면

$$\frac{hc}{k} = 486\mathrm{nm}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = \frac{3}{16} \times 486\mathrm{nm}$$

이 된다.

여기서 구한 $\frac{hc}{k}$ 를 위의 식(1)에 대입하면

$$\left(1 - \frac{1}{x^2}\right) = \frac{hc}{k} \times \frac{1}{121.5\mathrm{nm}} = \frac{3}{16} \times 486\mathrm{nm} \times \frac{1}{121.5\mathrm{nm}} = \frac{3}{4}$$

이 되고, x는 2이상의 자연수이므로 $x = 2$가 된다.

따라서 수소원자에서 $121.5\mathrm{nm}$의 파장에 대한 주양자수 변화는 $n = 2$에서 $n = 1$로의 전자 전이에 의한 것이다.

[문제 2]

헬륨 이온(He^{+})은 전자가 1개 밖에 없으므로 보어의 수소 원자 모형을 그대로 적용할 수 있다.
하지만 헬륨 이온의 핵에는 양성자가 2개 있어서 양성자가 1개 밖에 없는 수소 원자의 핵 보다 전하량이 크다. 유효 핵전하는 수소가 1, 헬륨이온은 2가 된다. 따라서 헬륨 이온에서 핵과 전자의 상호작용이 더 강하게 작용하므로 헬륨 이온에서의 전자의 에너지는 수소 원자에서 보다 더 에너지가 낮다. 따라서 이를 제거하기 위해 필요한 최소한의 에너지(=이온화 에너지)는 헬륨 이온이 더 크다.

헬륨 원자(He)는 전자가 2개 있으므로 전자 간의 상호작용에 의한 효과도 고려되어야 한다. 이 효과는 복잡하지만 제시문 (라)에 설명된 바와 같이 다전자 원자에서는 주양자수 뿐만 아니라 오비탈의 종류(s, p, d 오비탈 등)에 따라서도 에너지가 결정되는 양상으로 나타난다. 따라서 다전자 원자인 헬륨의 선 스펙트럼은 주양자수 뿐만 아니라 오비탈의 종류에 따른 에너지 준위 분리 및 이들 궤도간의 전자 전이를 모두 포함하므로 더 복잡하고 무질서한 선들을 보여준다.

※ 물리 출제 의도 및 문제 해설

• 물리 출제 의도

역학적 평형에 대한 개념을 고등학교 물리 Ⅰ 교과서에 소개된 만유인력 및 정전기력에 적용하여 이해하고 있는지를 평가하는 문제이다. 정전기력과 만유인력에 대한 기본 개념을 이해하여 주어진 문제에서 이해하고자 하는 물리량을 파악하는 능력, 그리고 지렛대를 통한 역학적 평형상태를 정전기력과 용수철의 탄성력을 통해 이해하고 이를 물리적으로 해석하는 능력을 평가한다.

• 제시문 출처

(가) 교학사 물리 Ⅰ (54, 64-65, 107-108, 311-316쪽)

(나) 천재교육 물리 Ⅰ (50, 93쪽)

(다) 천재교육 물리 Ⅰ (272-276쪽), 교학사 물리 Ⅰ (310-318쪽)

• 예시 답안

[문제 1]

두 물체가 정지하게 된 것은 중력과 전기력이 역학적 평형상태에 놓여있게 되었기 때문이다. 따라서 역학적 평형에 의해 거리 r에서 두 물체의 전기력과 만유인력이 같다는 뜻이 된다.

즉 전기력 = 만유인력이 된다.

따라서 $k_e\frac{eq}{r^2}=G\frac{m_1m_2}{r^2}$이므로 문제에 주어진 물체의 질량, 전자의 전하량 값과 제시문에 기술한 만유인력 상수, 쿨롱상수를 대입하여 계산하면, 물체의 전하량은

$q=\frac{Gm_1m_2}{k_ee}=\frac{6.7\times10^{-11}\,\mathrm{N\,m^2\,kg^{-2}}\times9.0\mathrm{kg}\times1.6\mathrm{kg}}{9.0\times10^{9}\,\mathrm{N\,m^2\,C^{-2}}\times(-1.6\times10^{-19}\mathrm{C})}=-0.67\mathrm{C}$ 이 될 때 두 물체가 힘의 평형을 이루어 정지할 수 있게 된다.

[문제 2]

그림 (ㄴ)은 지렛대의 오른쪽 물체 1에 가해지는 중력과 왼쪽의 용수철의 탄성력이 평형을 이룬 상태이다. 오른쪽 지렛대 끝이 원래 높이보다 d_1 만큼 내려갈 때 용수철의 변위 x는 닮은꼴 두 삼각형의 비례 관계식으로부터 $x=d_1\frac{l_1}{l_2}$ 식을 얻는다.

즉, 물체 1에 의한 탄성력 = $k\frac{l_1}{l_2}d_1$ ----------(1)

그림 (ㄷ)에서 물체 1이 작용하는 힘에 더하여 물체 2에 의한 전기력이 더해져서 오른쪽 지렛대가 d_2 만큼 이동하였으므로 이때 탄성력의 크기는 $k\frac{l_1}{l_2}d_2$ 가 된다.

즉, 물체 2에 의해 추가된 탄성력 = $k\frac{l_1}{l_2}(d_2-d_1)$ ----------(2)

(1), (2)에 의해 물체1과 물체 2 사이의 전기력과 지렛대의 운동으로 추가된 탄성력 사이에 돌림힘 평형 식은 $k\frac{l_1}{l_2}(d_2-d_1)l_1=k_e\frac{q_1q_2}{r^2}l_2$ 이 되고 이 식을 통해 r값을 계산하면 $r=\frac{l_2}{l_1}\sqrt{\frac{k_eq_1q_2}{k(d_2-d_1)}}$ 이 된다.

2016학년도 KU논술우수자전형 결과

지원 현황

단과대학	모집단위	KU자기추천	KU논술우수자	KU교과우수자	정시 일반학생		
					가군	나군	다군
문과대학	국어국문학과	28.77	89.75	17.00		3.75	
	영어영문학과	17.43	83.63	16.25			19.31
	중어중문학과	21.00	83.15	12.67		4.59	
	철학과	11.80	83.14	15.67		4.75	
	사학과	32.78	90.43	14.00		3.77	
	미디어커뮤니케이션학과	47.45	123.50	13.00			25.44
	문화콘텐츠학과	52.29	112.00	10.00		4.20	
이과대학	수학과	11.22	44.71	28.67		4.36	
	물리학과	11.17	17.93	8.20	3.74		
	화학과	16.33	37.00	9.50		4.69	
	지리학과	14.69	64.40	11.00			22.22
건축대학	건축학과	13.26	31.33	25.20	4.94		
공과대학	인프라시스템공학과	5.82	20.00	25.33		3.89	
	환경공학과	25.00	31.50	15.67		4.76	
	기계공학과	27.00	53.00	19.29	4.50		
	기계설계학과	11.25	22.67	10.57	9.00		
	항공우주정보시스템공학과	15.92	26.75	11.33	5.35		
	전기공학과	8.08	30.75	30.00	4.29		
	융합신소재공학과	15.18	56.38	18.67		5.95	
	화학공학과	15.64	73.50	22.00	5.26		
	생물공학과	12.00	43.38	15.00	5.38		
	유기나노시스템공학과	16.89	36.70	11.00		5.33	
	산업공학과	10.00	39.67	8.67		4.96	
정보통신대학	인터넷 · 미디어공학과	19.33	34.75	16.20	5.58		
	컴퓨터공학과	36.50	57.00	16.50	4.92		
	전자공학과	12.75	32.28	16.00	4.60		
정치대학	정치외교학과	31.29	76.86	11.67		3.47	
	행정학과	20.70	83.40	16.36		5.39	
	부동산학과	8.10	66.30	13.33		3.63	
상경대학	경제학과	13.28	30.50	14.00		4.02	
	국제무역학과	13.60	34.20	17.43	6.32		
	응용통계학과	10.78	29.17	13.67		2.74	
경영대학	경영학과	19.03	38.22	26.71		3.38	20.70
	기술경영학과	10.80	31.10	17.25		3.76	

단과대학	모집단위	KU자기추천	KU논술우수자	KU교과우수자	정시 일반학생		
					가군	나군	다군
동물생명과학대학	줄기세포재생생물학과	26.67	23.38	9.67		4.69	
	축산식품공학과	8.86	20.13	8.00		4.00	
	동물자원과학과	19.00	18.71	7.33		4.21	
	바이오산업공학과	13.80	27.30			5.40	
생명환경과학대학	응용생물과학과	16.00	21.40	15.33		4.48	
	생명자원식품공학과	13.04	27.57			4.17	
	사회환경플랜트공학과	5.55	21.25	7.67		7.69	
	보건환경과학과	7.80	21.80			8.33	
	녹지환경계획학과	7.63	19.57			5.20	
생명특성화대학	생명과학특성학과	33.71	28.00	12.00		5.85	
	시스템생명특성학과	12.13	26.88	10.75	5.38		
	융합생명특성학과	12.13	23.50	11.25	5.64		
수의과대학	수의예과	28.29	98.63	19.67	5.12		
예술디자인대학	커뮤니케이션디자인학과					10.62	
	산업디자인학과					8.88	
	의상디자인학과-인문계	73.50				3.94	
	의상디자인학과-예체능계					7.55	
	리빙디자인학과					9.33	
	현대미술학과					12.11	
	영화 · 애니메이션학과-애니메이션						13.97
	영화 · 애니메이션학과-연출 · 제작	47.10					20.67
	영화 · 애니메이션학과-연기						
사범대학	일어교육과	12.19		28.33	6.13		
	수학교육과	28.33		11.33	3.58		
	체육교육과					9.07	
	음악교육과						12.74
	교육공학과	33.40				3.18	
	영어교육과	22.83		10.00	5.82		
글로벌융합대학	융합인재학부공공인재전공	18.70	61.11	35.67		3.52	
	융합인재학부과학인재전공	7.43	14.14	8.00		4.46	
	글로벌비즈니스학부	14.81	55.20	11.50	6.90		
계		18.02	45.42	15.83	5.18	5.58	18.56