

성신여자대학교 2009학년도 수시2학기 논술고사 예시문제 해설(자연계)

과학적인 원리와 논리적인 추론 과정을 설명하고 있는 지문의 내용을 잘 이해해야 한다. 지문의 내용은 전문적 연구가 아닌 일반적인 과학적, 수학적 원리를 담고 있다. 지문이 설명하고 있는 식의 유도하는 과정을 주의 깊게 읽어, 고교 교과과정 안에서 배운 수학적 도구를 사용하여 답을 제시하여야 한다. 식을 얻는 과정을 설명할 때, 단순히 수식들을 나열하는 것은 논리적인 설명이 아니다. 또한 추론에 있어서도 그 근거와 추론과정, 그에 따른 결과를 논리적으로 서술해야 한다. 자신의 생각을 다른 사람이 읽었을 때 명확하고 설득력 있는 글로 표현하는 것이 자연계 논술의 요점이다.

[제시문 1]

지구와 그 주변 천체에 대한 과학적 사실과 원리를 설명하고 있으며, 유인 우주탐사에 있어서 무중력 상태와 관련된 사실을 제시하고 있다.

[문제 1]

제시문에서 달의 반지름은 지구반지름의 $\frac{1}{4}$ 정도라고 하였다. 또한 실제 관측에 의하여 달의 중력가속도는 지구의 중력가속도의 약 6분의 1 정도라고 제시문에서 말하고 있다. 이 자료들을 이용하여 실제 달의 밀도가 지구의 밀도보다 큰지 작은지 알아내는 문제이다.

먼저, 달과 지구의 밀도가 같다고 가정하면, 달이 부피와 지구의 부피의 비율이 달의 질량과 지구 질량의 비율이 된다. 구의 부피는 $\frac{4}{3}\pi \times (\text{반지름})^3$ 이므로, 달의 질량은 지구의 질량의 $\frac{1}{4^3}$ 이다. 이 결과를 제시문에 주어진 중력가속도 공식에 대입하면, 달 표면에서의 중력

가속도는 지구 표면에서의 중력가속도의 $\frac{1}{4}$ 임을 얻게 된다. 이 결과는 제시문에서 실제로

달 표면에서의 중력가속도는 지구 표면에서의 중력가속도의 $\frac{1}{6}$ 이라고 한 것보다 큰 값이다.

중력가속도는 천체의 질량에 비례하므로, 달의 질량을 실제보다 더 크게 두고 계산하였기 때문에 더 큰 중력가속도 값을 얻게 된 것이다. 그리고 달의 반지름은 알려져 있으므로, 결국은 달의 밀도를 실제보다 더 크게 계산하였기 때문에 나온 결과이다.

따라서 실제로 달의 밀도는 지구의 밀도보다 더 작음을 알 수 있다.

[문제 2]

***** 답안 예시와 별도의 해설 필요 *****

우주에서 우주인들이 겪게 되는 신체변화들은 우주의 무중력 상태로 인해 발생하는 운동감각의 둔화, 키의 증가, 골다공증 발생, 허리둘레의 감소, 얼굴의 부종 등이다. 운동감각의 둔화는 균형감각을 담당하는 귀 안쪽의 세반고리관과 통각세포가 중력의 변화로 인해 제대로 작동하지 못해 균형감각을 잃게 되고 받아들이는 감각신호들도 달라져 뇌에서 지시를 내려도 전달이 잘 안되기 때문이다. 키의 증가는 척추의 뼈와 뼈 사이 연골, 팔다리의 관절이 무중력 상태에서 늘어나는 변화이다.

골다공증 발생의 주된 원인은 무중력 상태인 우주선 내에선 지구 중력에 맞서 몸을 일으키거나 걷는 데 필요한 근육을 사용하지 않기 때문에 근력이 약해지고 뼈의 골밀도가 감소해 골다공증의 진행 속도가 빨라진다. 허리둘레의 감소는 우주에서는 아래로 당기는 중력이 작용하지 않아 몸안의 혈액이 균등하게 분포되고 신체 각 부분의 혈압도 동일해져 머리의 혈압이 지구에서 보다 높아져 얼굴이 부풀어 오르고 허리의 혈액이 가슴으로 이동하게 되어 허리둘레가 줄어든다.

[제시문 2]

레이저를 이용하여 만드는 화상·문서·데이터 기록장치인 CD의 데이터 저장 용량을 결정하는 원리를 설명하는 제시문이다.

[문제 3] CD의 데이터 저장영역에 대한 제시문의 설명을 잘 읽고 이해하면, 수리적인 추론은 직사각형과 원의 면적을 비교하여 간단히 유도할 수 있는 문제이다. 나선을 따라 데이터 저장영역을 자르면 가느다란 긴 띠 모양이 될 것이다. 이 띠는 휘어져 있겠지만, 그 길이에 비해 폭이 아주 작으므로, 윗변과 아랫변의 길이는 거의 같다. 따라서 이 띠를 긴 직사각형이라고 생각하고 면적을 구한다는 것을 이해해야 한다.

[문제 4] 데이터 저장영역을 이루는 나선의 길이의 근삿값을 구하는 두 번째 방법에 대한 제시문의 설명을 이해해야 한다. 이 두 번째 방법에서는 트랙간의 간격이 아주 좁게 여러 번 회전하는 나선을 근사적으로 여러 겹의 동심원으로 생각하고 있다. 나선과 동심원이 길이는 정확히 같지는 않지만, 반지름에 비해서 폭이 아주 작기 때문에 나선이나 원의 길이의 차이는 크지 않다. 동심원의 길이를 구하기 위해서 반지름의 일반식을 얻어야 할 것이다. 동심원의 반지름은 안쪽에서부터 트랙간의 폭 w 를 한 번씩 계속 더하여 얻어지므로 등차수열의 일반항을 이용하여 간단히 구할 수 있다. 동심원의 개수를 구할 때, 가장 안쪽 원부터 셀지 그 다음부터 셀지는 전체 개수의 근삿값을 구하는 데에 영향을 주지 않는다. 제시문의 식 (2)를 얻기 위해서 어느 원부터 세었는지를 생각하면 된다. 계산과정에서는 등차수열의 합을 이용한다.

[문제 5] 등각속도 방식과 나선의 길이를 동심원으로 근사시키는 방법에 대한 제시문의 설명을 이해하여야 한다. 등각속도 방식은 데이터를 읽어 들이는 각속도가 일정하다는 것이다. 같은 각을 돌아갈 때, 같은 양의 데이터를 읽을 수 있으므로, 안쪽에 있던 바깥쪽에 있던 동심원 한 바퀴에 저장되는 데이터의 양은 같아야함을 이해해야 한다. 바깥쪽의 동심원이 더 길기 때문에 안 쪽 원보다 더 많은 데이터를 저장할 수 있다. 하지만, 위치에 관계없이 동심원마다 같은 양의 데이터를 저장해야 하므로, 가장 안쪽 원에 저장할 수 있는 최대 데이터의 양이 모든 동심원에 똑같이 저장되어야 한다. 이 양과 동심원의 개수를 곱하여 전체 디스크의 저장용량이 식(3)과 같이 얻어지는 과정을 설명하도록 한다. 근사식 (3)의 우변을 $f(r) = \frac{2\pi\delta r(R-r)}{w}$ 로 두면, $f(r)$ 은 r 에 대한 이차함수이고, 그 대칭축을 구하여 $f(r)$ 이 최댓값을 갖는 r 의 값을 찾는다.