2009학년도 수시논술 예시문제 답안의 예
(자연계)

문 제

[문제 1] 지구의 반지름을 R, 질량을 M이라고 두자. 제시문에서 달의 반지름은 지구반지름의 $\frac{1}{4}$ 정도라고 했으므로, 달의 반지름은 $\frac{1}{4}R$이 된다. 따라서 달의 부피는 지구의 부피의 $\frac{1}{4^3}$이다. 이 때, 달과 지구의 밀도가 같다고 가정하면, 달의 질량은 지구의 질량의 $\frac{1}{4^3}$이다. 따라서 $g_{moon} = \frac{G\times \frac{1}{4^3}M}{(\frac{1}{4}R)^2} = \frac{1}{4}\times \frac{GM}{R^2} = \frac{1}{4}g_{earth}$ 이므로, 달 표면에서의 중력가속도는 지구 표면에서의 중력가속도의 $\frac{1}{4}$으로 나온다.

이 결과는 제시문에서 실제로 달 표면에서의 중력가속도는 지구 표면에서의 중력가속도의 $\frac{1}{6}$이라고 한 것보다 큰 값이다. 중력은 천체의 질량에 비례하므로, 실제 달의 질량은 위 계산에서 사용한 지구의 질량의 $\frac{1}{4^3}$보다 더 작아야 한다. 따라서 달의 밀도는 지구의 밀도보다 더 작음을 알 수 있다.

[문제 2] 우주에서 우주인들이 겪게 되는 신체변화들은 우주의 무중력 상태로 인해 발생되는 운동감각의 둔화 , 키의 증가, 골다공증 발생, 허리둘레의 감소, 얼굴의 부종 등 이다. 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.

문 제

[문제 3] 데이터 저장영역을 나선을 따라 자른 폭이 좁고 길이가 긴 띠 모양을 근사적으로 폭이 w, 길이가 L인 직사각형이라고 근사적으로 생각할 수 있다. 따라서 이 직사각형의 면적은 근사적으로 환 모양의 데이터 저장 영역의 면적과 같다.

폭이 w, 길이가 L인 직사각형의 면적은 wL이고, 데이터 저장 영역은 반지름이 각각 $R=58$mm, $r=22.5$mm인 두 원 사이이므로, 그 면적은 $\pi R^2-\pi r^2=\pi(R^2-r^2)$이다. 따라서 다음의 근사식을 얻게 된다.

$$wL \approx \pi(R^2-r^2)$$

위 식으로부터 나선의 길이 L의 근삿값 L_1을 다음과 같이 구한다.

$$L \approx L_1 = \frac{\pi(R^2-r^2)}{w} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

<문제 4> 데이터 저장영역을 채우고 있는 나선의 트랙 간격 w mm는 1/1000 mm 정도로 아주 촘촘히 배열되어있다.

따라서 전체 나선의 길이 L은 w mm 간격으로 놓인 동심원들의 둘레의 합과 근사적으로 같다고 할 수 있다.

이 동심원의 반지름들은 공차가 w인 등차수열이다. 동심원의 반지름을 안쪽에서부터 r_k, $(k=1,2,\cdots,N)$로 두면, 일반항은 $r_k=r+kw$이다. 그리고 동심원의 개수는 데이터 저장영역의 폭 $R-r$을 간격 w로 나눈 값 $N=\dfrac{R-r}{w}$이므로 동심원들의 둘레 길이의 합은 $\displaystyle\sum_{k=1}^{N} 2\pi r_k$ 이다.

따라서 나선의 길이 L의 근삿값 L_2를 다음과 같이 얻는다.

$$L \approx L_2 = \sum_{k=1}^{N} 2\pi r_k = 2\pi \sum_{k=1}^{N}(r+kw) = 2\pi rN + \pi wN(N+1) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

<문제 5> 문제 4에서와 같이 전체 나선의 길이 L은 w mm 간격으로 놓인 동심원들의 둘레의 합과 근사적으로 같다고 하고 등각속도 방식 디스크의 용량 S의 근삿값을 구한다. 등각속도 방식에서는 일정한 각만큼 회전하는 동안 같은 양의 데이터를 읽으므로, 데이터 저장 영역의 어느 부분에서도 360도 회전하는 동안 읽는 데이터의 양은 항상 일정하다.

따라서 각 동심원에 저장되는 데이터의 양은 모두 같다.

가장 안쪽 원의 둘레의 길이가 가장 작으므로, 가장 안쪽 원의 둘레에 저장할 수 있는 최대 데이터의 양이 모든 동심원에 저장되는 양이 된다. 따라서 각 동심원에 저장되는 데이터의 양은 모두 $\delta\times$(가장 안쪽 원의 둘레)$=\delta\times(2\pi r_1)$이다.

$r_1=r+w$이고 w가 아주 작은 값이므로 $r_1\approx r$이다. 따라서 각 동심원에 저장되는 데이터의 양은 모두 $2\pi r\delta$이다.

이 값에 동심원의 개수를 곱하면 전체 디스크의 저장용량이 된다. 즉,

$$S \approx 2\pi r\delta N \approx \frac{2\pi r\delta(R-r)}{w} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

$f(r)=\dfrac{2\pi\delta r(R-r)}{w}$로 두면, $f(r)$은 r에 대한 이차함수이고, 그 대칭축인 $r=\dfrac{R}{2}$에서 최댓값을 갖는다.