

## 성신여자대학교 2009학년도 수시2학기 논술고사 예시문제(자연계)

[제시문 1]은 [문제 1], [문제 2]에 대한 지문이며, [제시문 2]는 [문제3], [문제 4], [문제 5]에 대한 지문입니다. 각 제시문은 일반적인 과학, 수학적 원리를 담고 있습니다. 주어진 문제들은 제시문 안에 설명되어 있는 내용을 바탕으로 하고 있습니다. 제시문을 잘 읽고 제시문에 근거하여 수식과 논리를 명확히 전개하여 답하시오.

### [제시문 1]

하늘에서 스스로 빛을 내면서 밝게 보이는 천체를 별(항성)이라 부른다. 별은 거의 움직이지 않는 것처럼 보이며, 지구에서 아주 멀리 있기 때문에 망원경으로 관측해도 작은 점으로 보일 뿐이다.

태양은 지구에서 약 1억 5,000만Km 떨어진 공간에서 스스로 빛을 내고 있는 가장 가까이 있는 별이다. 태양에서 오는 빛과 열이 없다면 우리는 단 한순간도 지구에서 살아갈 수 없다. 거대한 수소 기체 덩어리로 이루어진 태양은 압력이 매우 높으며, 질량은  $2 \times 10^{33}$  Kg으로 지구의 약 33만 배에 이른다. 태양의 반지름은 약 70만 Km로 이며, 표면온도는 약 6,000°C이다.

태양은 내부에서 핵융합 반응이 일어나 엄청난 에너지를 방출하고 있을 뿐만 아니라, 매우 큰 중력으로 주변의 천체들을 잡아당기고 있다. 뉴턴이 발견한 중력(Gravity)은 우리들이 땅 위에 견고하게 서있도록 붙들고 있으며, 지구가 태양의 둘레를 공전할 수 있도록 한다. 이러한 태양의 인력에 의해 지구를 비롯한 여러 천체들은 태양둘레를 회전하고 있다. 뉴턴의 법칙에 따르면 질량이 각각  $M$ 과  $m$ 이고, 거리가  $d$ 인 두 물체 사이에서 작용하는 인력의 크기  $F$ 는 두 물체의 질량의 곱에 비례하고 거리의 제곱에 반비례한다. 즉,  $F = G \frac{m \times M}{d^2}$ 이다(여기에서  $G$ 는 만유인력 상수). 이로부터 질량이  $M$ , 반지름이  $R$ 인 천

체의 표면에서의 중력가속도는  $g = \frac{GM}{R^2}$ 이다.

지구는 생명체가 존재하는 현재까지 알려진 유일한 천체이다. 지구의 지름은 12,742Km이고 태양에 너무 가깝지도 너무 멀지도 않은 곳에 있는 지구는 대기와 해수를 가지고 있다. 따라서 열이 지구 전체적으로 고르게 전달되어 연평균 기온이 18°C정도로 비교적 온화한 기후 조건을 갖추고 있다. 게다가 액체상태의 물도 있어 지구는 생명체가 살기에 적합한 축복받은 천체라 할 만하다.

이러한 지구 둘레를 달이 약 27.3일을 주기로 서쪽에서 동쪽으로 공전하고 있다. 달과 같이 행성의 둘레를 공전하는 천체들을 위성이라 부른다. 달은 지구에 비해서 지름이 약  $\frac{1}{4}$  정도로 작기 때문에 중력이 지구에 비해 훨씬 작아 대기를 가지고 있지 않다. 최근에는 달 주변을 비행하는 인공천체에 미치는 달의 인력으로부터 달의 평균밀도를 보다 정확히 구할 수 있게 되었다. 또, 달의 반지름과 질량으로부터 달 표면에서의 중력의 크기를 구할 수 있다. 계산에 의하면 그 값은  $1.62\text{m/s}^2$ 으로, 지구의 중력가속도  $9.80\text{m/s}^2$ 의 약 6분의 1이 된다.

우리가 살고 있는 지구를 우주의 중심이라 여기던 적이 있었다. 그러나 오늘날 우리는 지구가 태양계를 구성하는 하나의 행성에 불과하다는 사실을 알고 있다. 이제 인류는 과학기술의 힘을 빌려 지구를 넘어 저 먼 우주까지 시선을 넓혀가고 있다. 인간의 끝없는 호기심이 미지의 세계, 우주에 과감하게 도전장을 내밀고 있는 것이다. 우주에 대한 인류의 시각을 바꿀 수 있었던 계기는 바로 망원경의 발견이다. 맨눈으로 천체를 관측하던 시

절에는 미처 알지 못했던 새로운 세계를 망원경을 통해 경험하게 되었다. 일찍이 갈릴레이는 망원경을 만들어 달과 태양을 관측하였으며 목성둘레를 공전하는 천체들의 존재를 밝혀냈다.

그러나 망원경만으로 천체를 관측하는 것은 인간의 호기심을 충족시키는데 한계가 있었다. 그런데 인류의 오래된 꿈이 결국 이루어지게 되었다. 인간이 직접 우주공간으로 날아가 천체를 관측하기 시작한 것이다. 1957년 러시아에서 최초로 스푸트니크 인공위성을 발사하였다. 그리고 1961년 4월 보스토크호가 인간을 태우고 우주공간을 여행하였다. 그 후 세계 여러 나라에서 경쟁적으로 우주개발에 노력하였고 그 결과 1969년 미국은 인류 최초로 아폴로 11호를 이용하여 인간을 달에 착륙 시켰다. 그로부터 약 40년이 지난 오늘에도 세계 각국은 우주선 개발에 박차를 가하고 있다. 그 동안 많은 탐사선이 태양을 비롯한 행성들을 관측 하였다. 일부 탐사선 중에는 태양계를 벗어나 떠나면 우주공간을 여행하는 것도 있다.

우주선의 내부는 무중력 상태이기 때문에 모든 물체와 사람들이 공중에 둥둥 떠다닌다. 위아래의 구별도 없기 때문에 물건을 놓아도 아래로 떨어지지 않는다. 흔히 공상 과학 영화를 보면 우주선에서 생활하는 우주인이 지구에서와 똑같이 행동하기 때문에 실제로도 그럴 것이라고 착각하기 쉽다. 그러나 우주인들은 지구와는 조건이 매우 다른 무중력 상태에서 지내야 하므로 우주로 출발하기 전에 몇 달 또는 몇 년 동안 힘든 훈련을 받는다.

<홍준의, 최후남, 고현덕, 김태일 저, 「살아있는 과학 교과서」에서 발췌, 일부 내용 추가>

**[문제 1]** 지구와 달의 밀도가 같다고 가정할 때, 위 [제시문 1]의 자료를 이용하여, 달 표면에서 중력가속도와 지구표면에서의 중력가속도의 비율을 구하시오. 그리고 그 결과를 이용하여 실제 달의 밀도와 지구의 밀도를 비교하시오.

**[문제 2]** [제시문 1]를 통해 우주에서 우주인들이 경험하게 되는 신체변화들을 추론하여 논리적으로 설명하시오.

[제시문 1]

화상·문서·데이터를 기록하는 장치인 CD는 디스크 표면에 무수히 많은 작은 구멍을 뚫어 레이저광의 반사를 변화시키는 원리로 만들어지는 레이저 디스크이다.

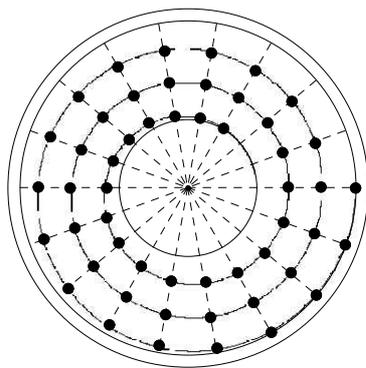
CD의 데이터 저장 용량을 결정하는 데 중요한 두 가지 요소가 있다.

그 첫 번째는 레이저의 파장이다. 트랙간의 거리와 1mm당 저장할 수 있는 데이터의 바이트 수(선밀도)는 파장에 따라 정해진다. 다음 표는 세 가지 종류의 레이저의 파장과 그에 따른 트랙간의 거리, 선밀도를 나타낸다. (표에서 1마이크로미터는 1/1000mm이다.)

레이저의 색	파장(nm)	트랙간의 거리(micrometer)	선밀도(bytes/mm)
적외선	780	1.6	121
적색	640	0.74	387
청색	405	0.32	830

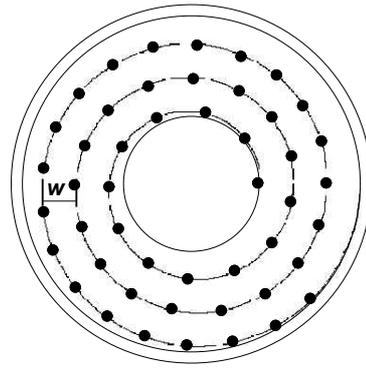
CD의 데이터 저장 용량을 결정하는 두 번째 요소는 디스크 드라이브의 작동방식이다. 레이저 디스크는 기본적으로 등선속도 방식(CLV, constant linear velocity)이나 등각속도 방식(CAV, constant angular velocity)으로 만들어진다.

등선속도 방식의 드라이브는 데이터를 읽는 렌즈가 나선형 트랙을 따라 시간 당 일정한 거리를 가도록 되어있어, 바깥쪽 데이터를 읽을 때보다 안쪽 데이터를 읽을 때 회전속도가 더 빨라야한다. 반면 등각속도 방식의 드라이브는 데이터를 읽는 렌즈가 일정한 각속도로 움직이며, 안쪽 트랙에 있던 바깥쪽 트랙에 있던 일정한 각만큼 회전하는 동안 같은 양의 데이터를 읽게 된다.



도 방식

등선속도 방식



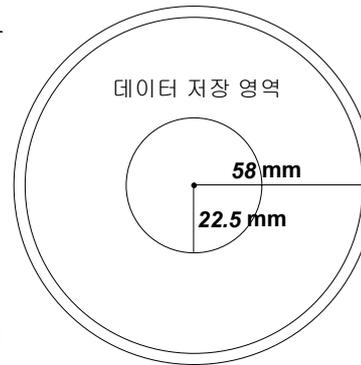
등 각 속

(두 그림에서 나선을 따라 두 점 사이에 저장되는 데이터의 양은 일정하다.)

등선속도 방식은 데이터를 읽고 쓰는 속도가 일정하게 되어 각 트랙은 낭비 없이 물리적 영역만큼의 최대한의 데이터를 저장할 수 있다. 연속적인 오디오 또는 비디오 트랙에 적합한 반면, 임의접근(random access)을 요구하는 응용에는 부적합하다. 다시 말하면, 등선속도 방식은 저장용량이 큰 반면, 헤드의 위치에 따라 회전속도를 조절해야 하므로 데이터 접근시간이 느린 단점을 지닌다.

등각속도 방식의 장점은 모터의 회전속도를 변경할 필요가 없으므로, 구조적으로는 설계와 생산이 등선속도 방식에 비해 간단하다. 또한 데이터에 접근할 때, 헤드를 해당 트랙에 위치시키고 해당섹터가 회전하여 헤드 아래에 올 때까지 기다리기만 하면 되므로 거의 즉시 데이터를 접근할 수 있는 장점이 있다. 반면, 더 넓은 바깥쪽 트랙이 안쪽 트랙과 같은 양의 데이터를 저장하여 낭비가 생기게 되는 단점이 있다. 회전속도를 일정하게 하기 위하여 바깥쪽 트랙일수록 데이터가 덜 조밀하게 저장된다.

환 모양의 정보 저장영역의 바깥쪽 지름  $R$ 과 안쪽 지름  $r$ 을 각각  $R=58\text{mm}$ ,  $r=22.5\text{mm}$ 라고 하고, 정보를 기록하는 나선을 이루는 트랙간의 거리를  $w$  mm라 하자. 나선의 전체 길이를  $L$  mm, 나선을 따라 1mm 당 저장할 수 있는 정보의 양(선밀도)을  $\delta$  bytes/mm로 나타내면, 디스크의 용량은  $S=\delta \times L$  bytes로 구해진다.



등선속도 방식 디스크의 용량  $S$ 의 근삿값을 구하기 위하여 먼저 다음 두 가지 방법으로 의 정보를 기록하는 나선의 길이  $L$ 의 근삿값을 구해보자.

1. 나선을 따라 자르면 폭이 좁고 길이가 긴 띠 모양을 얻는다. 이 띠 모양을 근사적으로 좁고 긴 직사각형이라 생각할 수 있고, 그 면적이 근사적으로 환 모양의 데이터 저장영역의 면적과 같다고 생각하여 나선의 길이  $L$ 의 근삿값  $L_1$ 을 다음과 같이 얻는다.

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

2. 데이터 저장영역에  $w$  mm 간격으로 놓인 동심원들의 길이의 합을 구하여 나선의 길이  $L$ 의 근삿값을 구한다. 먼저 동심원의 개수는 근사적으로 다음과 같다.

$$N = \frac{R - r}{w}$$

그리고 나선의 길이  $L$ 의 근삿값  $L_2$ 를 다음과 같이 얻는다.

$$L \approx L_2 = 2\pi rN + \pi wN(N + 1) \dots\dots\dots (2)$$

적외선 레이저를 사용한 CD-ROM의 경우,  $w = 0.0016$  mm,  $\delta = 121$  bytes/mm이고, 위의 두 방법으로  $L_1$ 과  $L_2$ 를 구하여 저장용량  $S$ 의 근삿값을 구하면  $S \approx 121 \times L_1 \approx 678,952,659$  bytes,  $S \approx 121 \times L_2 \approx 678,988,067$  bytes이다. 이로부터 적외선 레이저를 사용한 CD-ROM의 경우 데이터 저장용량  $S$ 는 약 680메가바이트(MB) 정도임을 알 수 있다.

또, 적색 레이저를 사용하는 DVD의 경우에는  $w = 0.00074$  mm,  $\delta = 387$  bytes/mm이므로, 위의 두 방법으로  $L_1$ 과  $L_2$ 를 구하여 저장용량  $S$ 의 근삿값을 구하면  $S \approx 387 \times L_1 \approx 4,692,811,536$  bytes,  $S \approx 387 \times L_2 \approx 4,695,237,940$  bytes이다. 이로부터 적색 레이저를 사용하는 DVD의 경우 데이터 저장용량  $S$ 는 약 4.7기가바이트(GB) 정도임을 알 수 있다.

등각속도 방식 디스크의 용량  $S$ 의 근삿값을 구하기 위하여, 데이터가 저장되는 나선을  $w$  mm 간격으로 놓인 동심원들로 생각하자. 등각속도 방식에서는 일정한 각만큼 회전하는 동안 같은 양의 데이터를 읽으므로, 각 동심원에 저장되는 데이터의 양은 모두 같다는 사실로부터 다음 근사식을 얻는다.

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

적외선 레이저를 사용한  $R=58\text{mm}$ ,  $r=22.5\text{mm}$ 인 CD-ROM의 경우,  $w = 0.0016$  mm,  $\delta = 121$  bytes/mm이므로,  $S \approx 379,538,675$  bytes, 약 380메가바이트(MB) 정도이다.

[문제 3] 위 [제시문 2]에서 식 (1)을 얻는 과정을 논리적으로 설명하시오.

[문제 4] 위 [제시문 2]에서 식 (2)를 얻는 과정을 논리적으로 설명하시오.

[문제 5] 위 [제시문 2]의 식 (3)을 얻는 과정을 논리적으로 설명하고, 이 근사식의 우변을 데이터 저장영역의 안쪽 지름  $r$ 의 함수로 생각할 때, 이 함수가 최댓값을 갖는  $r$ 의 값을 구하시오.