

2016학년도 건국대학교 수시모집 논술고사

자 연 계

- 시험 시간은 10:00 ~ 11:40 (100분)입니다.
- 필요한 경우에는 수식 및 그림을 사용할 수 있습니다.
- 답안지의 수험번호 및 생년월일은 반드시 컴퓨터용 싸인펜을 사용하여 마킹하여야 합니다.
- 답안 작성 시에는 반드시 흑색 필기구만을 사용하여야 하며, 다른 색의 필기구는 사용할 수 없습니다.
- 답안 정정 시에는 틀린 부분을 두 줄 긋고 이어서 작성합니다.

※ 시험이 시작되기 전에는 표지를 넘기지 마십시오.

자연계

※ 유의 사항

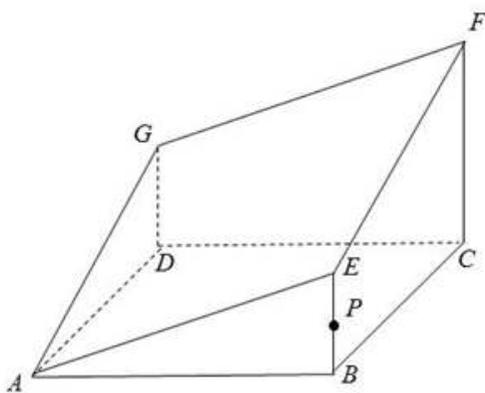
1. 수학 문항은 답안지 앞면의 [수학]으로 기재된 답안 영역에, 과학 문항은 답안지 뒷면의 [과학]으로 기재된 답안 영역에 답안을 작성하여야 한다.
2. 과학 문항은 모집단위별 지정과목이 있을 경우(생명과학, 화학, 물리 중) 지정된 1과목만을 응시하여야 한다.
(지정 과목이 없는 모집단위는 수험생이 자유롭게 과목을 선택하여 응시함)
3. 과학을 2과목 이상 선택하여 작성할 경우 과학 문항은 최하점으로 처리한다.
4. 답안 작성 시 필요한 경우에 수식 및 그림을 사용할 수 있다.
5. 필기구는 반드시 흑색 필기구를 사용하여야 한다.(흑색 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.

수학

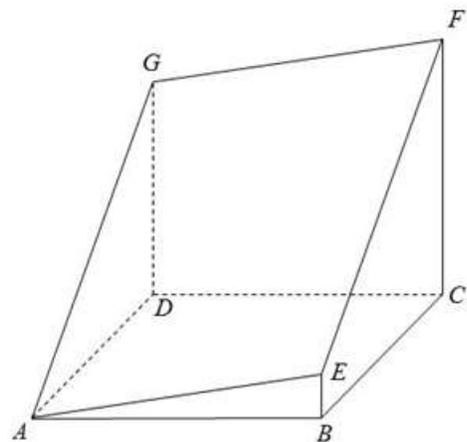
제시문 1

(가) 두 평면 α 와 β 가 직선 l 에서 만난다 하자. 평면 α 위에 있고 직선 l 위에 있지 않은 점 P 에 대하여 P 에서 평면 β 와 직선 l 에 내린 수선의 발을 각각 Q , O 라 할 때, $\angle POQ$ 의 크기가 두 평면 α 와 β 가 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]



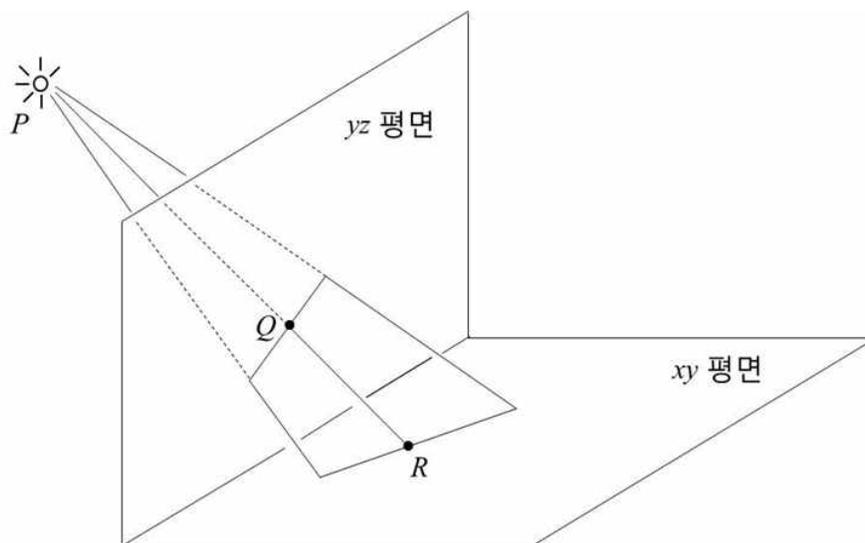
[그림 2]

문제 1-1 (단답형) [그림 1]에서 $\overline{BE} = \overline{DG} = 1$ 이다. 선분 BE 의 중점 P 에서 평면 $AEFG$ 와 평면 $ABCD$ 의 교선에 내린 수선의 발을 H 라 할 때, 선분 PH 의 길이를 구하여 답만 쓰시오.

문제 1-2 (서술형) [그림 2]에서 $\overline{DG} - \overline{BE} = 2$ 이다. s 는 사각형 $AEFG$ 의 넓이이고 t 는 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 θ 일 때, $\cos \theta$ 를 구하고 풀이 과정도 함께 쓰시오.

제시문 2

광원이 점 $P(-1,0,1)$ 에 놓여 있다. yz 평면 위의 점들의 xy 평면에서의 그림자를 살펴보자. [그림 3]에서 점 Q 의 그림자는 직선 PQ 와 xy 평면의 교점 R 이다. (단, Q 의 z 좌표는 0보다 크고 1보다 작다.)

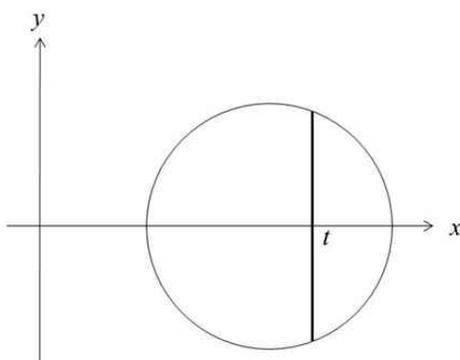


[그림 3]

문제 2-1 (단답형) xy 평면 위의 두 점 $A(7,4,0)$, $B(7,6,0)$ 을 잇는 선분을 그림자로 갖는 yz 평면 위의 선분의 길이를 구하여 답만 쓰시오.

문제 2-2 (서술형) xy 평면 위의 두 직선 m 과 n 의 방정식이 각각 $y=7$, $y=x+3$ 이라 하자 (단, $x > 0$). 직선 m 과 n 을 그림자로 갖는 yz 평면 위의 두 직선이 이루는 각의 크기를 θ 라고 할 때, $\tan\theta$ 의 절댓값을 구하고 풀이 과정도 함께 쓰시오.

문제 2-3 (서술형) [그림 4]는 xy 평면에서 y 축에 평행한 직선 $x=t$ 와 원 $(x-2)^2 + y^2 = 1$ 이 만나서 생기는 선분을 나타낸 것이다. 이런 선분들을 그림자로 갖는 yz 평면 위의 선분들의 길이를 비교하면, xy 평면 위의 직선이 $x=t_0$ 일 때 그 길이가 가장 크다. t_0 의 값을 구하고 풀이 과정도 함께 쓰시오.



[그림 4]

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.

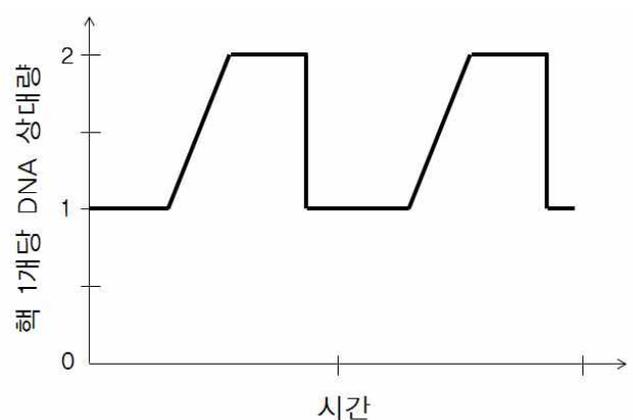
(나) 세포는 성장하고 분열하여 딸세포를 얻는 과정을 주기적으로 반복하는데, 이러한 세포의 일생을 세포 주기라고 한다. 세포 주기는 유전물질의 복제 및 세포의 생장이 일어나는 간기와 분열이 일어나는 분열기로 구분한다. 간기는 G_1 기, S기, G_2 기의 세 시기로 구분된다. G_1 기에 세포는 단백질을 비롯한 여러 가지 세포 구성 물질을 합성하고, 세포내 소기관 수를 늘린다. DNA 복제는 S기에 일어나며, S기가 지난 세포는 G_2 기에 방추사를 구성하는 단백질을 합성하는 등 분열을 준비하여 다음 단계인 분열기에 들어가게 된다. 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_1 기와 G_2 기가 거의 없고 짧은 S기와 분열기만 존재하여, 세포는 성장 없이 분열만 계속한다.

문제 1 적록색맹은 옅은 유전자의 이상으로 인해 시각 세포의 기능에 문제가 생겨 적색과 녹색을 잘 구별하지 못하는 증상이고, 레베르 시신경병은 미토콘드리아 유전자가 제대로 작동하지 못하여 시신경의 발달이 비정상적으로 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).

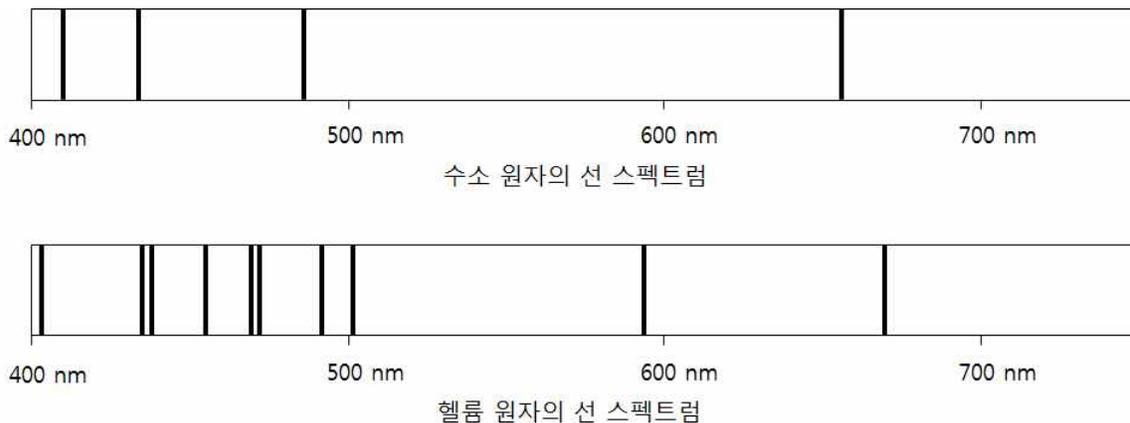
문제 2 오른쪽 그림은 분열하는 성인의 체세포에서 두 세포 주기 동안 변하는 핵 1개당 DNA의 상대량을 나타낸 그래프다. 시간에 따른 성인의 신경세포와 수정란의 핵 1개당 DNA 상대량을 오른쪽 그래프와 대비하여 각각 그래프로 나타내고 설명하시오.

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.



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 400 nm에서 750 nm 사이인 영역에서 수소 원자와 헬륨 원자의 선 스펙트럼은 다음 그림과 같다.



(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 n 은 주양자수라고 하며 주양자수에 따른 각 궤도가 가지는 에너지 준위는 다음과 같다.

$$E_n = -\frac{k}{n^2} \quad (k \text{는 상수, } n = 1, 2, 3, \dots)$$

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.

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

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

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

문제 1 제시문의 수소 원자의 선 스펙트럼에서 486 nm 파장은 주양자수 $n = 4$ 인 전자 껍질에서 $n = 2$ 인 전자 껍질로 전자 전이가 일어날 때 방출되는 빛의 파장이다. 수소 원자에서 주양자수 $n \geq 7$ 에서 $n = 2$ 로의 전자 전이에 해당하는 선 스펙트럼은 위의 스펙트럼 영역에서 나타나지 않는데 그 이유를 수소 원자 선 스펙트럼의 배열 경향에 근거하여 추론하시오.

또한, 어떤 수소 원자가 121.5 nm 파장의 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.

제시문

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

(나) 질량이 각각 M 과 m 인 두 물체가 거리 r 만큼 떨어져 있을 때 두 물체 사이에 작용하는 만유인력 F 는 다음과 같다.

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

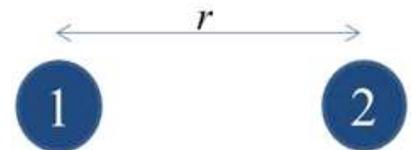
한편 전하량이 각각 Q 와 q 인 두 전하가 거리 r 만큼 떨어져 있을 때 두 전하 사이에 작용하는 전기력 F 는 다음과 같다.

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

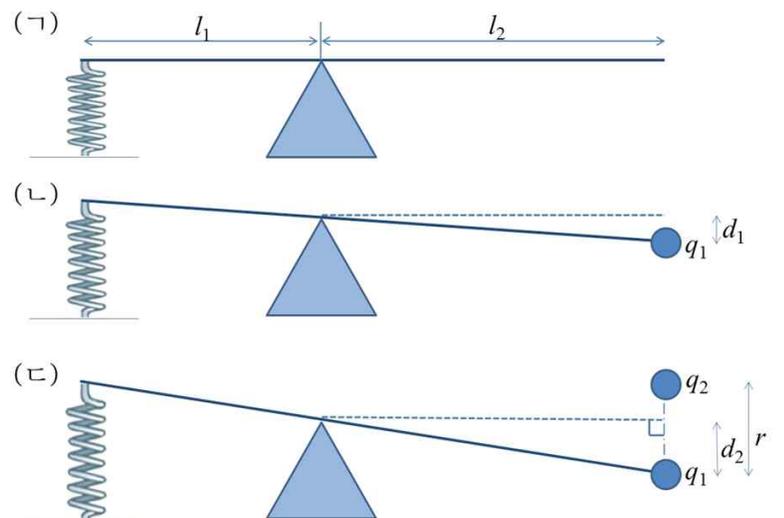
전기력은 만유인력과 수학적 표현 형태는 유사하지만 전하의 종류가 양(+전하와 음(-)전하가 있어 인력 혹은 척력 모두 나타낼 수 있다. 같은 종류의 전하 사이에는 척력이 작용하고, 다른 종류의 전하 사이에는 인력이 작용한다.

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

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



문제 2 그림 (ㄱ)과 같이 팔의 길이가 각각 l_1, l_2 인 지렛대의 왼쪽 끝에 용수철 상수가 k 인 용수철이 외부의 힘을 받지 않은 상태로 지면과 연결되어 있다고 하자. 이 지렛대의 오른쪽 끝에 전하량이 q_1 인 물체를 놓았더니 그림 (ㄴ)과 같이 지렛대의 오른쪽 끝이 원래 높이보다 d_1 만큼 내려가서 정지하게 되었다. 이 상태에서 다시 지렛대의 오른쪽 끝에 있는 물체에 전하량 q_2 인 물체를 가져갔더니 그림 (ㄷ)과 같은 상태로 정지하였는데, 이때 두 물체 사이의 거리는 r 이고 지렛대에 놓여있는 물체는 원래 높이에서 d_2 만큼 아래로 내려가 있었다고 한다. 두 물체 사이의 만유인력은 무시할 수 있다고 하면, 이때 오른쪽에 있는 두 물체 사이의 거리 r 이 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.)



※ 시험이 시작되기 전에는 표지를 넘기지 마십시오.