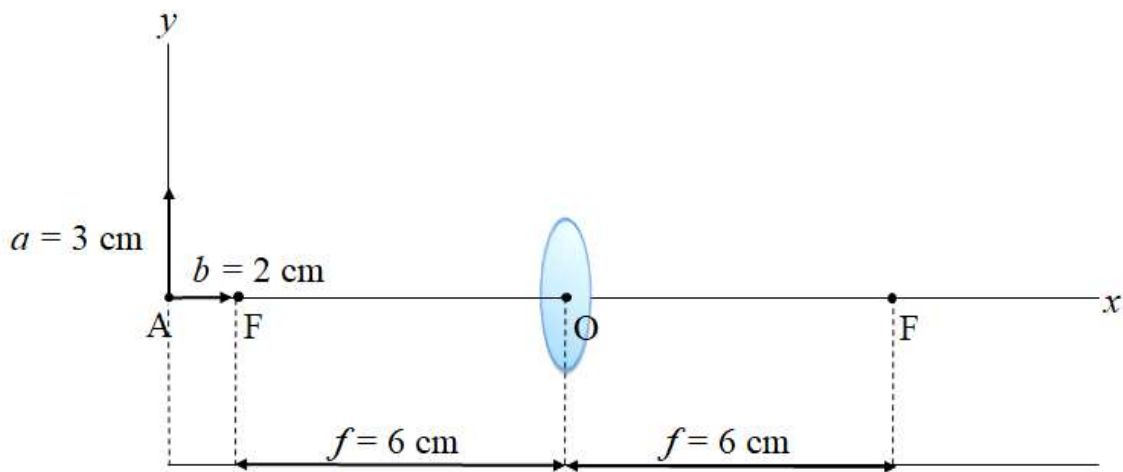


2022학년도 대학 신입학생 수시모집 일반전형 면접 및 구술고사 [물리학]

※ 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

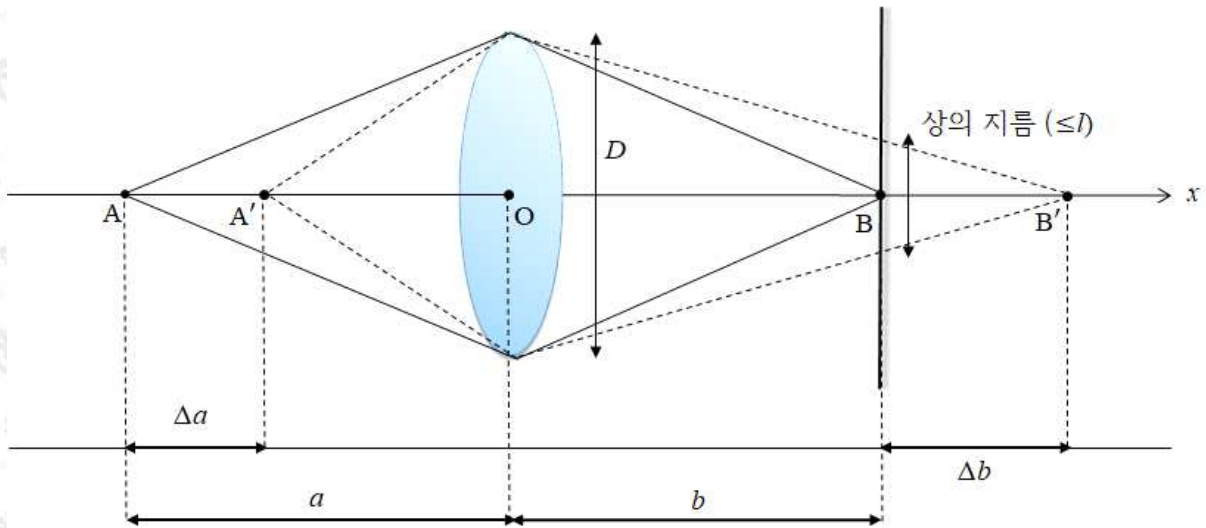
문제 1. 빛의 굴절 효과에 의해 물체를 확대 또는 축소하여 볼 수 있는 광학 기기들 중 대표적인 예로 볼록 렌즈가 있다. 또한, 볼록 렌즈를 이용한 물체의 상은 광선 추적에 의해 알아볼 수 있다. 아래의 모든 문제에서 렌즈 방정식을 적용할 수 있으며, 렌즈 자체의 두께는 무시한다. 문제의 물음에 답하시오.

- 1-1. [그림 1]과 같이 두께를 무시할 수 있고 초점 거리 f 가 6 cm인 볼록 렌즈가 점 O에 놓여 있다. 또한, 점 O로부터 8 cm 떨어진 점 A에는 y 축 방향으로 3 cm, x 축 방향으로 2 cm 길이의 두 물체 a , b 의 시작점이 놓여 있다. 볼록 렌즈에 의해 생기는 물체 a , b 의 상을 광선 추적 및 렌즈 방정식을 이용하여 시작점의 위치, 상의 크기, 상의 방향을 구하시오. 또한, 각 상의 종류는 실상인지 허상인지 판명하시오.



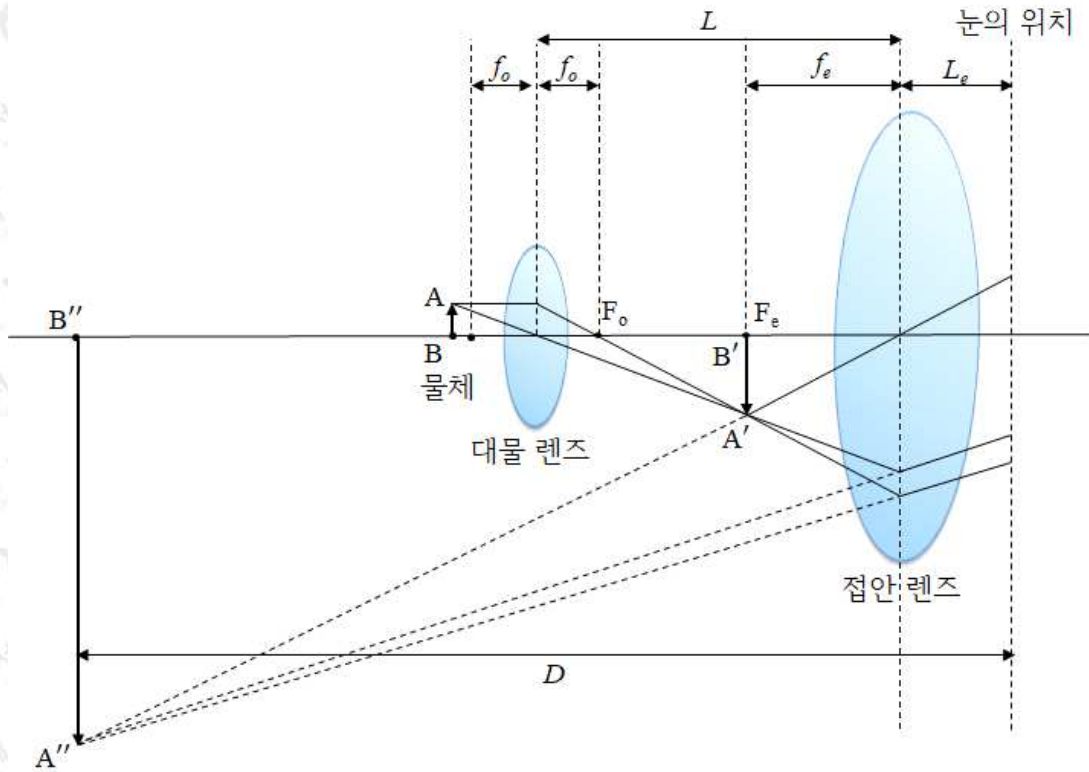
[그림 1] 물체 a , b 와 볼록 렌즈

1-2. [그림 2]는 물체의 위치에 따라 볼록 렌즈에 의한 상을 관찰하는 실험을 나타낸다. 물체는 크기가 매우 작은 발광 물체이다. 초점 거리가 f 이고 지름이 D 인 볼록 렌즈에 의해 스크린 위에 완벽하게 또렷한 상이 맺히도록 하는 물체의 위치는 점 A이다. 이때 볼록 렌즈와 스크린 사이의 거리는 b 이다. 물체를 점 A에서 Δa 만큼 떨어진 점 A'으로 옮기면 스크린 위에는 원형 상이 생긴다. 이 상의 지름이 l 이하일 때 우리의 눈은 이를 또렷한 상으로 인식한다. 점 O를 원점이라 하고, x 축 위에서 물체를 점 A로부터 $+x$ 방향으로 이동시킬 때 우리의 눈이 상을 여전히 또렷한 상으로 인식하는, 점 A로부터 가장 멀리 떨어진 물체의 좌표를 구하고자 한다. 이를 b, f, l, D 만을 이용하여 표현하시오 (단, $a > f, D > l$ 이다).



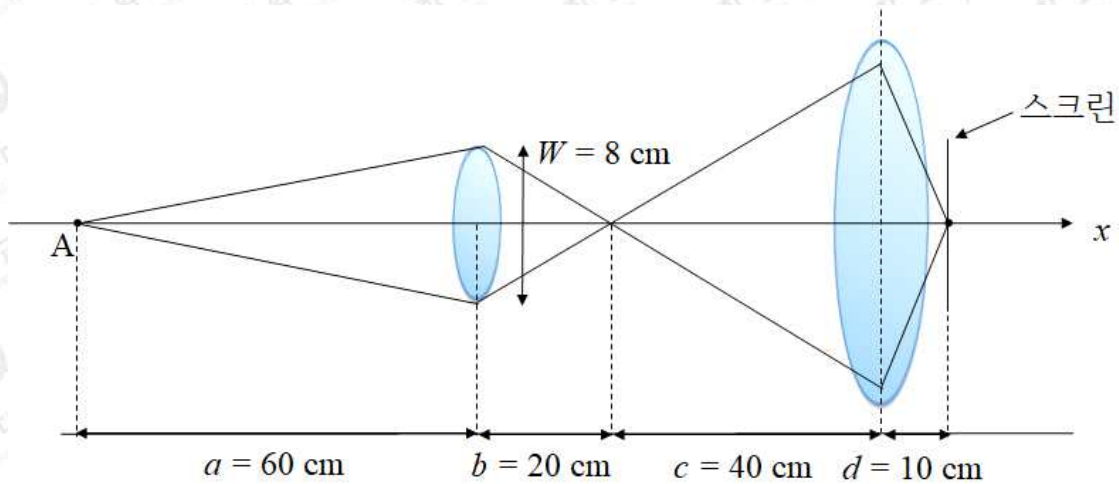
[그림 2] 물체를 점 A에서 $+x$ 방향으로 이동시킬 때 볼록 렌즈에 의한 상

1-3. [그림 3]처럼 두 개의 볼록 렌즈를 이용해 물체를 확대하여 보여주는 현미경 광학 장치를 만들었다. 물체 AB가 대물 렌즈의 초점 거리 f_o 바로 밖의 한 점에 있을 때 접안 렌즈의 초점 거리 f_e 바로 안쪽(오른쪽)에 첫 번째 상이 맺히며, 접안 렌즈는 이를 거리 D 만큼 떨어진 곳에 확대된 상을 만든다. 접안 렌즈의 중심과 눈 사이의 거리가 L_e 일 때, 이 광학 장치의 배율을 f_o , f_e , L , L_e , D 를 사용하여 표현하시오. (단, 볼록 렌즈가 여러 개 있을 때 최종 상의 배율은 각 볼록 렌즈의 배율의 곱으로 표현된다)



[그림 3] 현미경 광학 장치

1-4. 두 개의 볼록 렌즈를 이용하여 문제 1-2처럼 크기가 매우 작은 물체가 만드는 상을 관찰하는 실험을 수행하고자 한다 ([그림 4] 참고). 인간의 눈은 스크린 위에 맺히는 상의 지름이 $l (= 80 \mu\text{m} = 8 \times 10^{-3} \text{cm})$ 이하일 때 또렷한 상과 흐릿한 상을 구별하지 못한다. 즉, 상의 지름이 l 이하면 우리의 눈은 모두 또렷한 상으로 인식한다. 물체가 점 A에 있을 때 스크린 위에 또렷한 상이 맺힌다고 하자. 물체를 $-x$ 방향으로 무한히 멀리 떨어진 점으로부터 점 A를 향해 이동시킬 때, 상의 지름이 l 이 되는 순간 물체와 점 A 사이의 거리는 몇 cm인지 유효 숫자 첫째 자리까지 구하시오. (단, 첫 번째 볼록 렌즈를 통과한 모든 광선은 두 번째 볼록 렌즈를 통과한다. 또한, $|\alpha| \ll 1$ 일 경우 $\frac{1}{1-\alpha} \simeq 1 + \alpha$ 의 근사가 가능하다.)



[그림 4] 두 개의 볼록 렌즈에 의한 상의 관찰

문제 1

활용 모집단위	자연과학대학 물리·천문학부(물리학전공), 물리·천문학부(천문학전공) 지구환경과학부 사범대학 물리교육과
문항해설	[1-1] 볼록 렌즈에 의한 상이 맺히는 원리를 이해하고 있는지 평가한다. [1-2] 물체의 위치에 따른 볼록 렌즈에 의한 상과 초점의 관계를 렌즈 방정식을 통해 이해할 수 있는지 평가한다. [1-3] 렌즈 방정식을 통한 볼록 렌즈의 배율을 이해할 수 있는지 평가하고 두 개의 볼록 렌즈로 구성된 광학 기기의 배율을 구해본다. [1-4] 두 개의 볼록 렌즈로 구성된 광학 기기에서 물체의 위치에 따른 상과 초점의 관계를 유추해 보고 상의 위치를 렌즈 방정식을 통해 알아본다.
출제의도	[1-1] 볼록 렌즈에서 상이 맺히는 과정을 렌즈 방정식을 이용하여 설명할 수 있는지 평가한다. 초점과 상의 관계, 도립상과 정립상을 정성적으로 이해할 수 있는지 평가한다. [1-2] 볼록 렌즈에서 물체의 위치에 따라 상이 맺히는 변화를 광선 추적과 렌즈 방정식을 통해 이해할 수 있는지 평가한다. 볼록 렌즈에서 물체의 위치에 따른 초점의 변화를 이해하는지 평가한다. [1-3] 볼록 렌즈의 배율을 이해하고 있는지 평가한다. 두 개의 볼록 렌즈로 구성된 광학 기기에서 상의 형성을 이해하고 배율을 구할 수 있는지 평가한다. [1-4] 볼록 렌즈에서 물체의 위치에 따라 상이 맺히는 변화를 광선 추적과 렌즈 공식을 통해 이해할 수 있는지 평가한다. 볼록 렌즈로 구성된 광학 기기에서 상의 형성을 이해하고 있는지 평가한다. 두 개의 볼록 렌즈로 구성된 현미경 광학 장치에서 초점과 상의 관계를 정량적으로 구할 수 있는지 평가한다.
교육과정 출제근거	[개념] 볼록 렌즈, 볼록 렌즈에 의한 상, 광선 추적, 렌즈 방정식, 렌즈 배율, 실상과 허상, 볼록 렌즈의 초점 [출처] 교육부 고시 2015-74호 [별책9] “과학과 교육과정” 《물리학Ⅱ》 - (3) 파동과 물질의 성질
자료출처	손정우 외, 《물리학Ⅱ》, 비상교육, 2018, 160-168쪽 강남화 외, 《물리학Ⅱ》, 천재교육, 2018, 164-168쪽 김성원 외, 《물리학Ⅱ》, 지학사, 2018, 191-195쪽 김성진 외, 《물리학Ⅱ》, 미래엔, 2018, 186-191쪽 김영민 외, 《물리학Ⅱ》, 교학사, 2018, 190-194쪽

총 72쪽 중 33쪽

이 문서는 상업적인 목적으로 사용할 수 없으며, 문서의 변형 및 발췌도 금지합니다.

※ 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

문제 2. 수소 원자, 태양 주위를 공전하는 지구, 그리고 먼 우주의 블랙홀 주위를 공전하는 별의 궤도운동을 비교해보자. 수소 원자는 전자와 양성자가 전기력으로 결합하여 있고, 나머지는 중력으로 결합하여 있다. 아래의 문제에서, 수치 계산은 [표 1]을 참고하여 유효 숫자 한 자리까지 구하여라.

[표 1] 물리 상수표

빛의 속력	$c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
플랑크 상수	$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J s}$
중력 상수	$G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
쿨롱 상수	$k = 9.0 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$
전자의 전하량	$-e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
양성자의 전하량	$+e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
전자의 질량	$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
양성자의 질량	$m_p = 1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$
태양의 질량	$M_{\odot} = 2.0 \times 10^{30} \text{ kg}$
지구의 질량	$M_{\oplus} = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$
양성자의 반지름	$r_p = 1.0 \times 10^{-15} \text{ m}$
보어 반지름	$a_0 = 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$

2-1. 수소 원자를 이루는 전자와 양성자의 전하량이 실제 값의 10,000 배로 커졌을 때의 전자의 궤도 반지름을 보어의 원자모형을 이용하여 계산하고, 이 상황이 물리적으로 가능한지 설명하라. (전자는 크기가 없는 점입자로 생각한다.)

2-2. 중력 법칙을 이용하여 기술하는 지구의 공전운동에 보어의 원자모형을 적용해보자. 보어 반지름에 해당하는 값을 구하고, 궤도 반지름이 태양과 지구 사이 거리인 $1 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ 가 되는 양자수 N 을 구하여라. 또한, $N+1$ 상태와 N 상태의 궤도 반지름의 차이를 구하여라. (원자모형의 전기력 대신에 중력, 쿨롱 상수 대신에 중력 상수, 전하량 대신에 질량을 이용하라.)

2-3. 수소 원자의 전자가 어느 순간 빛을 흡수하거나 방출하여 궤도운동 속력이 $\frac{1}{2}$ 배로 줄었을 때, 보어의 원자모형을 이용하여 전자의 궤도 반지름이 원래의 몇 배가 되는지 계산하라. 이때 전자가 빛을 흡수하는지 방출하는지 판단하고, 이 빛의 진동수를 구하여라. (빛의 진동수는 수치 계산 없이 물리 상수들로 표현하여도 좋다.)

2-4. 지구가 태양 주위를 반지름이 $r = 1 \text{ AU}$ 인 궤도로 원운동을 하다 어느 순간 궤도운동 속력이 $\frac{1}{2}$ 배로 줄었다고 하자. 케플러 법칙에 의하면 지구는 태양을 한 초점으로 하는 타원 궤도로 운동하며, 지구가 태양으로부터 떨어진 거리가 r_1 일 때 공전 속력이 v_1 , 떨어진 거리가 r_2 일 때 공전 속력이 v_2 라고 하면 $r_1 v_1 = r_2 v_2$ 가 성립한다. 이를 이용하여 태양으로부터 원일점과 근일점까지의 거리를 각각 구하고, 타원 궤도운동의 주기를 구하여라. (중력 퍼텐셜 에너지는 전기력에 의한 퍼텐셜 에너지에서 쿨롱 상수 k 대신 중력 상수 G , 전하량 대신 질량을 이용하여 구할 수 있다. 지표면 근처에서의 중력 퍼텐셜 에너지 mgh 는 사용하지 않는다.)

2-5. 블랙홀을 중심으로 원운동을 하는 별을 관측하여 블랙홀을 발견하고자 한다. 블랙홀의 질량 M 은 별의 질량 m 에 비해 훨씬 크고, 별의 속력과 공전 주기는 각각 v , T 이다. 이들은 지구로부터 너무 멀어서 별의 궤도운동을 직접 관측할 수는 없지만, 지구에서 관측된 별빛의 진동수가 별의 운동에 따라 변할 것이다. 충분히 긴 시간 동안 관측했을 때, 별빛의 진동수가 시간에 따라 어떻게 변하는지 정량적으로 기술하라. 블랙홀의 존재와 질량을 어떻게 알아낼 수 있는가? (우주의 팽창이나 상대론적 효과는 무시하라. 지구와 블랙홀은 정지해 있고, 지구에서 본 별의 시선 방향은 별의 궤도평면 위에 있다고 가정하라. 빛은 속력이 c 인 음파처럼 다룰 수 있고, 필요하다면 다음 근사를 사용하라.)

$$|x| \ll 1 \text{ 이면 } (1+x)^n \simeq 1+nx$$

문제 2

활용 모집단위	자연과학대학 물리·천문학부(물리학전공), 물리·천문학부(천문학전공) 지구환경과학부 사범대학 물리교육과
문항해설	[2-1] 보어의 원자모형을 이해하고 보어 반지름을 수소 원자의 안정성과 연관 지어 생각할 수 있는지 평가한다. [2-2] 보어의 원자모형을 태양 주위를 공전하는 지구에 적용할 수 있는지 평가한다. [2-3] 보어의 원자모형에서 궤도 반지름과 운동 속력이 양자수에 어떻게 의존하는지를 이해하는지 평가한다. 원자의 에너지 준위를 이해하고, 빛의 진동수와 에너지 사이의 관계를 이해하는지 평가한다. [2-4] 케플러 법칙과 역학적 에너지 보존을 이해하고 이를 통해 타원 궤도 운동을 정량적으로 기술할 수 있는지 평가한다. [2-5] 케플러 법칙과 역학적 에너지 보존을 이해하고 이를 통해 타원 궤도 운동을 정량적으로 기술할 수 있는지 평가한다.
출제의도	[2-1] 보어의 원자모형을 이해하고 보어 반지름을 수소 원자의 안정성과 연관 지어 생각할 수 있는지 평가한다. [2-2] 보어의 원자모형을 다른 물리적 상황에 적용할 수 있는지 평가한다. [2-3] 보어의 원자모형과 원자의 에너지 준위, 빛의 진동수와 에너지 사이의 관계를 이해했는지 평가한다. [2-4] 케플러 법칙과 역학적 에너지 보존을 이해하고 이를 통해 타원 궤도 운동을 정량적으로 기술할 수 있는지 평가한다. [2-5] 천체의 운동으로부터 도플러 효과가 생길 수 있음을 이해하고, 이에 영향을 끼치는 변수들을 찾고 근사적으로 기술할 수 있는지 평가한다.
교육과정 출제근거	[개념] 보어의 원자모형, 보어 반지름, 중력, 구심력, 케플러 법칙, 타원 궤도 운동, 역학적 에너지 보존, 도플러 효과 [출처] 교육부 고시 2015-74호 [별책9] “과학과 교육과정” 《물리학Ⅰ》 - (2) 물질과 전자기장 《물리학Ⅱ》 - (1) 역학적 상호 작용 《물리학Ⅱ》 - (3) 파동과 물질의 성질

자료출처

김영민 외, 《물리학Ⅰ》, 교학사, 2018, 103-112쪽
김성진 외, 《물리학Ⅰ》, 미래엔, 2018, 98-107쪽
손정우 외, 《물리학Ⅰ》, 비상교육, 2018, 88-97쪽
김성원 외, 《물리학Ⅰ》, 지학사, 2018, 93-105쪽
강남화 외, 《물리학Ⅰ》, 천재교육, 2018, 91-100쪽
송진웅 외, 《물리학Ⅰ》, 동아출판, 2018, 87-97쪽
곽영직 외, 《물리학Ⅰ》, 와이비엠, 2018, 104-114쪽
이상연 외, 《물리학Ⅰ》, 금성출판사, 2018, 84-95쪽
김영민 외, 《물리학Ⅱ》, 교학사, 2018, 35-45, 72-79, 174-178, 203-216쪽
김성진 외, 《물리학Ⅱ》, 미래엔, 2018, 42-52, 63, 74-76, 166-170, 202-212쪽
손정우 외, 《물리학Ⅱ》, 비상교육, 2018, 32-43, 66-70, 150-153, 178-188쪽
김성원 외, 《물리학Ⅱ》, 지학사, 2018, 40-54, 74-81, 177-182, 207-219쪽
강남화 외, 《물리학Ⅱ》, 천재교육, 2018, 34-42, 66-71, 91-92, 154-158, 183-193쪽