

2023학년도 대학 신입학생 수시모집 일반전형 면접 및 구술고사 [물리학]

※ 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

문제 1. 물체에 작용하는 알짜힘이 0인 위치를 ‘평형 위치’라고 한다. 다음의 질문에 답하시오. 특별한 언급이 없는 경우, 전하 사이의 중력과 상대론적 효과, 양자역학적 효과, 전자기파의 방출, 마찰 등으로 인한 에너지 손실 및 전하의 크기는 무시한다. (g 는 중력가속도, k 는 쿨롱 상수이다.)

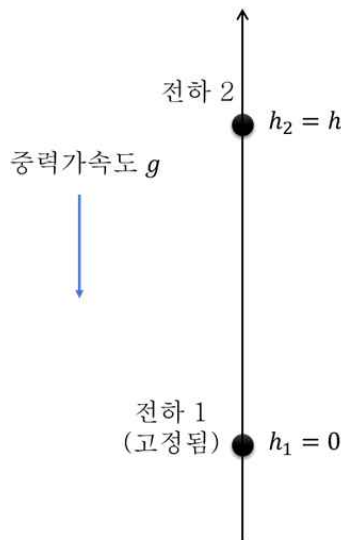
풀이에서 필요한 경우, 다음의 수식을 사용할 수 있다.

Δx 가 매우 작을 때, 아래 수식으로 근사된다.

$$(1 + \Delta x)^{-1} \simeq 1 - \Delta x$$

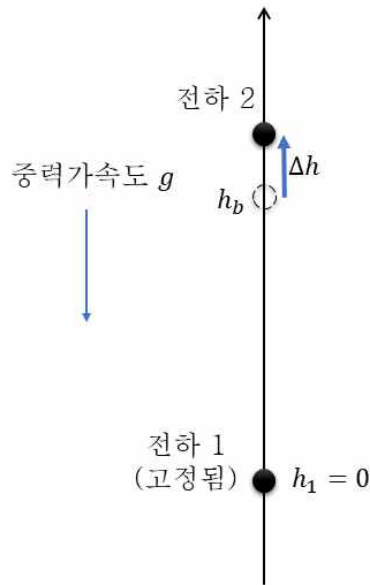
$$(1 + \Delta x)^{-2} \simeq 1 - 2\Delta x$$

- 1-1. [그림 1]과 같이 전하량 $+q$ 와 질량 m 을 가진 전하 1이 $h_1 = 0$ 에 고정되어 있고, 전하량 $+q$ 와 질량 m 을 가진 전하 2는 직선 상에서 이동할 수 있다. 직선과 평행하게 아래로 작용하는 균일한 세기의 중력이 존재한다. (a) 중력과 전기력의 크기를 h 에 대한 하나의 그래프로 나타내시오. (b) 전하 2의 평형 위치 h_b 의 값을 구하고, 그래프 위에 표시하시오. (c) 전하 2의 질량을 점차 증가시키면 h_b 의 값이 어떻게 변화하는지 정성적으로 설명하고, 전하 2가 전하 1 아래로 떨어질 수 있는지 설명하시오.



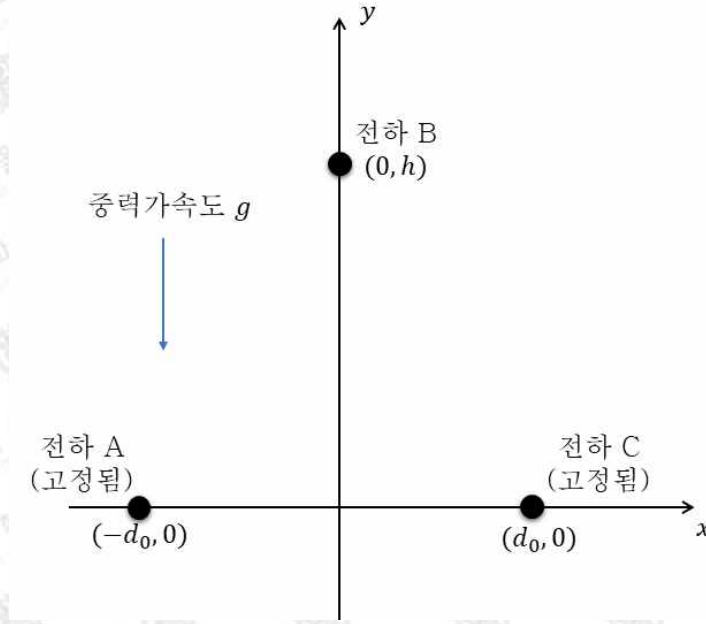
[그림 1]

- 1-2. [그림 2]와 같이 전하 2가 평형 위치 h_b 에서 매우 작은 변위 Δh 만큼 떨어져 있는 경우, 전하에 작용하는 알짜힘을 $F = -K\Delta h$ 로 근사적으로 나타낼 수 있고, 이는 가상의 용수철이 가하는 힘으로 생각할 수 있다. (a) K 를 구하시오. (b) 직선 위의 전하 2를 매우 작은 변위 $\Delta h (\neq 0)$ 만큼 당긴 후 정지한 상태에서 놓았을 때, 전하 2의 운동을 정성적으로 설명하시오. (c) 마찰이 있어서 열에너지가 발생한다면, (b)에서 전하 2의 운동이 어떻게 달라지는지 설명하시오. (d) 만약 F 의 부호와 Δh 의 부호가 같다면, (b)에서 전하 2의 운동이 어떻게 달라지는지 설명하시오. (K 는 상수이다.)



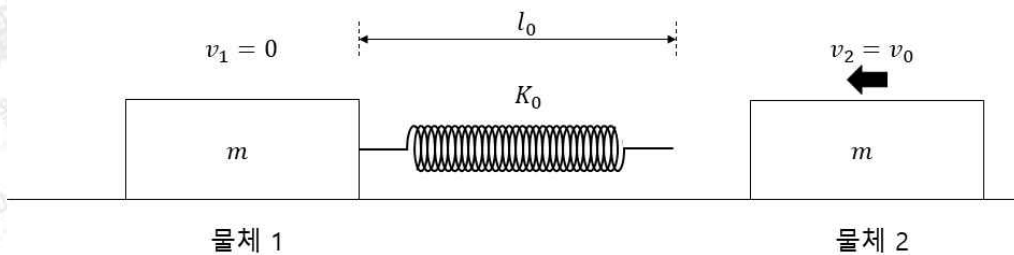
[그림 2]

- 1-3. [그림 3]과 같이, x 축과 y 축으로 이루어진 2차원 평면 위에 같은 질량 m 과 같은 전하량 $+q$ 를 가지는 3개의 전하가 존재하고, $-y$ 방향의 균일한 중력이 작용한다. (z 축으로의 이동은 고려하지 않는다.) 전하 A와 C는 각각 $(x_A, y_A) = (-d_0, 0)$ 과 $(x_C, y_C) = (d_0, 0)$ 의 위치에 움직이지 않고 고정되어 있고 (d_0 는 양의 상수), 전하 B는 y 축 위에서 $(x_B, y_B) = (0, h)$ 의 위치로 h 값에 따라 자유롭게 움직일 수 있다. 초기에 전하 B는 전기력과 중력에 의해 가해지는 힘들이 평형을 이루는 평형 위치 $(0, h'_b)$ 에 위치해있다고 하자. (a) 이 평형 위치에서 전하 B에 가해지는 모든 힘들을 전하 B에서 시작하는 벡터로 그려서 나타내고 (b) 전하 B가 힘의 평형을 이룸을 (a)의 벡터를 x , y 축의 성분으로 각각 나누어 그려서 설명하시오. (c) 평형을 이룰 조건을 h'_b 에 대한 식으로 나타내시오. (d) 만약, 평형 위치에 있는 전하 B의 질량을 계속 증가시키면, 결국 전하 B는 어떤 위치에서도 평형을 유지하지 못한다. 그 이유를 설명하시오.

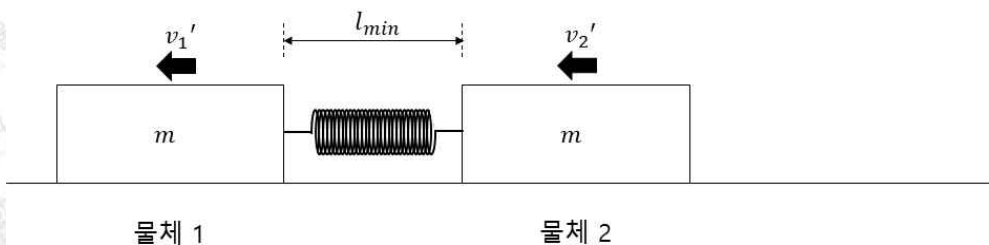


[그림 3]

1-4. [그림 4]와 같이 같은 질량 m 을 가진 두 물체 1, 2가 마찰이 없는 수평면 위에 놓여있고, 물체 1에는 용수철 상수가 K_0 인 용수철이 달려있다. 용수철의 길이는 힘을 가하지 않았을 때 l_0 이다. 충돌 전 물체 1의 속력은 $v_1 = 0$, 물체 2의 속력은 $v_2 = v_0$ 이고, 서로 가까워지고 있으며 용수철은 힘을 받지 않고 있는 상태이다. 운동량 보존 법칙과 역학적 에너지 보존 법칙을 이용하여 [그림 5]의 충돌과정에서 용수철이 가장 압축된 순간의 (a) 두 물체의 속력 v_1' , v_2' 과 (b) 이때의 용수철 길이 $l_{\min}$ 을 각각 구하시오. (용수철의 질량과 모든 마찰은 무시한다.)



[그림 4] 충돌 전



[그림 5] 가장 압축된 순간

문제 1

활용 모집단위	자연과학대학 물리·천문학부(물리학전공, 천문학전공), 지구환경과학부 사범대학 물리교육과
문항해설	- 중력가속도가 주어졌을 때, 뉴턴 제 2 법칙을 이용하여 중력을 구하고, 중력과 전기력을 이해한 후 이를 이용하여 한 물체에 가해진 알짜힘이 0임을 통해 물체가 평형을 이루는 조건을 구할 수 있는지 평가한다. - 물체의 평형을 이해하고, 중력과 전기력의 알짜힘을 탄성력의 형태로 해석할 수 있는지 평가한다. - 힘이 벡터임을 알고 성분으로 분해할 수 있는지 평가한다. - 알짜힘이 0임을 이용하여 물체의 평형을 이해하는지 평가한다. - 탄성력에 의한 탄성 퍼텐셜 에너지를 이해하고, 운동량 보존과 역학적 에너지 보존을 이용하여 용수철에 달린 물체의 운동과 용수철의 변화를 정량적으로 설명할 수 있는지 평가한다.
출제의도	- 중력을 뉴턴 제 2법칙의 형태로 기술할 수 있는지 평가한다. - 전기력을 기술할 수 있는지 평가한다. - 힘의 성분을 나타낼 수 있는지 평가한다. - 한 물체에 여러 가지 힘을 가한 상황에서 물체가 힘의 평형을 이루는 조건과 그 평형 위치를 구할 수 있는지 평가한다. - 탄성력을 통해 용수철에 매달린 물체의 운동을 이해하는지 평가한다. - 역학적 에너지가 보존되는 경우와 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우의 운동을 구별하여 설명할 수 있는지 평가한다. - 운동량 보존 법칙을 이해하고 있는지 평가한다. - 역학적 에너지 보존 법칙을 이해하고 있는지 평가한다. - 탄성 퍼텐셜 에너지를 이해하고 있는지 평가한다.
교육과정 출제근거	[개념] 알짜힘, 물체의 평형, 탄성력, 뉴턴 운동 법칙, 전기력, 역학적 에너지 보존, 힘의 합성과 분해, 운동량 보존 [출처] 교육부 고시 2015-74호 [별책9] “과학과 교육과정” 《통합과학》 - (3) 역학적 시스템 《물리학Ⅰ》 - (1) 역학과 에너지 《물리학Ⅰ》 - (2) 물질과 전자기장 《물리학Ⅱ》 - (1) 역학적 상호 작용 《물리학Ⅱ》 - (2) 전자기장

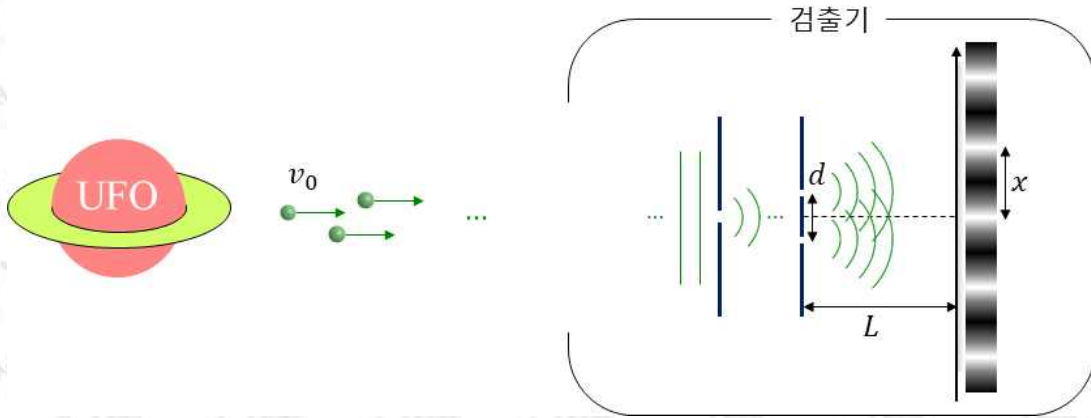
자료출처

김영민 외, 《물리학Ⅰ》, 교학사, 2020, 26-35, 37, 46-48, 61-66, 103-105쪽
 김성진 외, 《물리학Ⅰ》, 미래엔, 2020, 20, 24-25, 36, 51-54, 98-99쪽
 손정우 외, 《물리학Ⅰ》, 비상교육, 2020, 20-24, 28, 30, 47-49, 90쪽
 김성원 외, 《물리학Ⅰ》, 지학사, 2020, 22-23, 29, 32-36, 48-50, 93-94쪽
 강남화 외, 《물리학Ⅰ》, 천재교육, 2020, 20, 22-24, 38-39, 47-48쪽
 곽영직 외, 《물리학Ⅰ》, 와이비엠, 2020, 21, 24-25, 34, 49-52, 107쪽
 송진웅 외, 《물리학Ⅰ》, 동아출판, 2020, 18-23, 27, 29-31, 41-42, 89쪽
 이상연 외, 《물리학Ⅰ》, 금성출판사, 2020, 20-23, 31, 42-45, 85쪽
 김영민 외, 《물리학Ⅱ》, 교학사, 2020, 39, 77-78, 95쪽
 김성진 외, 《물리학Ⅱ》, 미래엔, 2020, 45, 94쪽
 손정우 외, 《물리학Ⅱ》, 비상교육, 2020, 69-70, 86쪽
 김성원 외, 《물리학Ⅱ》, 지학사, 2020, 77-79, 99쪽
 강남화 외, 《물리학Ⅱ》, 천재교육, 2020, 68-71, 87쪽

※ 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

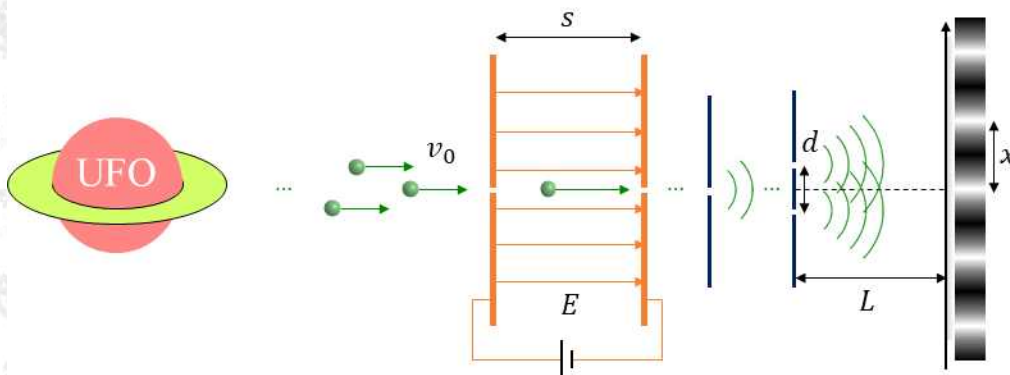
문제 2. UFO(미확인 비행물체)가 정지해 있고, 질량이 m 인 미지의 입자 X 를 일정한 속력 v_0 로 지속적으로 방출하고 있다. 실험을 통해 X 의 성질을 확인하고자 한다. (UFO와 입자의 크기, 상대론적인 영향, 전자기파 방사에 의한 영향은 모두 무시한다.)

2-1. UFO 근처에 검출기가 고정되어 있다. 검출기는 [그림 6]과 같이 이중슬릿과 스크린으로 구성되어 있고 X 는 이중슬릿에 수직인 방향으로 입사한다. 슬릿 사이의 간격은 d 이고, 이중슬릿과 스크린 사이의 간격은 L 이다. (L 은 d 보다 굉장히 크다.) 입자의 파동성을 고려하였을 때 X 는 이중슬릿을 통과한 후 전자기파와 같은 원리로 스크린에 간섭무늬를 나타낸다. 스크린 상에서 보강간섭이 일어나는 두 이웃한 지점 간의 간격을 x 라고 할 때, x 를 v_0 로 나타내시오. (플랑크 상수는 h 이고, 중력에 의한 영향은 무시한다.)



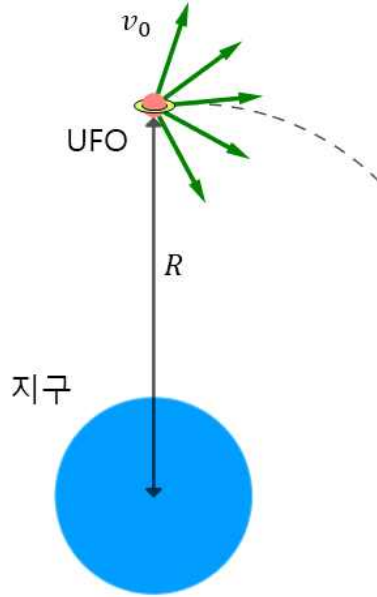
[그림 6]

2-2. [문제 2-1]과 같은 상황에서, 검출기 앞에 작은 구멍이 뚫린 평행판 축전기를 설치하여 X 를 통과시킨 후 검출기에 입사시키고자 한다. ([그림 7] 참고) 평행판 사이의 간격은 s 이고, 평행판 사이에는 균일한 세기 E 의 전기장이 X 의 이동방향과 같은 방향으로 걸려 있다. X 의 전하량이 $Q(>0)$ 일 때, [문제 2-1]의 x 가 어떻게 변하는지 계산하시오. (중력에 의한 영향은 무시한다.)



[그림 7]

2-3. 이번에는 UFO가 지구에서 멀리 떨어진 곳에 정지해 있다. UFO에서 입자 X 가 속력 v_0 로 어떤 방향으로 방출된 후 지구 중력만 받으며 운동하는 상황을 생각하자. ([그림 8] 참고) 이 입자가 지구 주위를 등속 원운동 하기 위한 조건으로, (a) 지구 중심으로부터 UFO까지의 거리 R 을 v_0 로 나타내고 (b) 입자가 방출되는 방향을 제시하시오. 중력 상수는 G , 지구의 질량은 M_E 로 나타내시오. (X 의 입자성만을 고려하고, 지구의 중력 외에 다른 힘은 모두 무시한다.)



[그림 8]

2-4. 이제 UFO에서 입자 X 를 방출하는 방향은 [문제 2-3(b)]에서와 같으나 속력이 다른 경우를 생각한다. UFO에서 방출된 입자 X 하나가 지구에 충돌하거나 통과하지 않고 UFO로 다시 돌아오는데 걸리는 최소 시간을 구하시오. 지구 중심으로부터 UFO까지의 거리는 R , 중력 상수는 G , 지구의 반지름은 R_E , 지구의 질량은 M_E 로 나타내시오. (지구는 완벽한 구 모양임을 가정하고, 지구 중력 외에 다른 힘은 모두 무시한다.)

문제 2

활용 모집단위	자연과학대학 물리·천문학부(물리학전공, 천문학전공), 지구환경과학부 사범대학 물리교육과
문항해설	2-1. 입자가 파동성을 가지고 있음을 이해하고, 드브로이 파장을 알고 있는지 확인한다. 이를 이중슬릿 실험(영의 간섭실험)에 응용하여 적용할 수 있는지 평가한다. 2-2. 전하를 띄는 입자가 균일한 전기장 내에서 등가속도 운동을 한 이후 속력이 변화함을 이해하고, 이로 인해 간섭무늬의 모양이 변한다는 것을 추론할 수 있는지 평가한다. 2-3. 뉴턴의 중력 법칙으로부터 지구의 중력의 크기를 계산할 수 있고 방향이 항상 지구의 중심 방향임을 알고 있는지 평가한다. 지구의 중력을 받으며 등속 원운동을 하는 물체의 경우, 지구의 중력이 구심력으로 작용함을 이해하는지 평가한다. 2-4. 케플러 법칙으로부터 지구의 중력을 받는 입자가 타원 궤도를 따라 운동한다는 사실을 아는지 확인하고, 주기가 최소가 되는 궤도의 모양과 조건을 추론할 수 있는지 평가한다. 등속 원운동의 주기와 케플러 제 3법칙을 이용하여 타원 궤도의 주기를 구할 수 있는지 평가한다.
출제의도	◦ 물질의 이중성을 이해하는지 평가한다. ◦ 드브로이 파장을 계산할 수 있는지 평가한다. ◦ 이중슬릿 실험에서 보강간섭이 일어날 조건을 정량적으로 기술할 수 있는지 평가한다. ◦ 균일한 전기장 내에서 전하가 받는 전기력과 일을 이해하는지 평가한다. ◦ 일-운동에너지 관계를 이해하고 있는지 평가한다. ◦ 등속 원운동의 원리와 조건을 이해하는지 평가한다. ◦ 뉴턴의 중력 법칙을 이해하는지 평가한다. ◦ 중력을 받는 물체가 등속 원운동을 할 조건을 정량적으로 기술할 수 있는지 평가한다. ◦ 케플러 제 1법칙(타원 궤도 법칙)을 이해하는지 평가한다. ◦ 케플러 제 3법칙(조화 법칙)을 이해하는지 평가한다.

교육과정 출제근거	[개념] 물질의 이중성, 물질파, 일-운동에너지 정리, 등가속도 운동, 등속 원운동, 구심력, 이중슬릿 실험, 평행판 축전기, 균일한 전기장, 뉴턴 중력 법칙, 케플러 법칙 [출처] 교육부 고시 2015-74호 [별책9] “과학과 교육과정” 《물리학Ⅰ》 - (1) 역학과 에너지 《물리학Ⅰ》 - (3) 파동과 정보통신 《물리학Ⅱ》 - (1) 역학적 상호 작용 《물리학Ⅱ》 - (2) 전자기장 《물리학Ⅱ》 - (3) 파동과 물질의 성질
자료출처	김영민 외, 《물리학Ⅰ》, 교학사, 2020, 60, 204쪽 김성진 외, 《물리학Ⅰ》, 미래엔, 2020, 50, 200-201쪽 손정우 외, 《물리학Ⅰ》, 비상교육, 2020, 46-47, 176-177쪽 김성원 외, 《물리학Ⅰ》, 지학사, 2020, 189-190쪽 강남화 외, 《물리학Ⅰ》, 천재교육, 2020, 46, 178-180쪽 곽영직 외, 《물리학Ⅰ》, 와이비엠, 2020, 49, 199-201쪽 송진웅 외, 《물리학Ⅰ》, 동아출판, 2020, 40, 184-186쪽 이상연 외, 《물리학Ⅰ》, 금성출판사, 2020, 180-182쪽 김영민 외, 《물리학Ⅱ》, 교학사, 2020, 35-37, 41-45, 66, 108, 162-163, 203-204쪽 김성진 외, 《물리학Ⅱ》, 미래엔, 2020, 42-45, 47-52, 72, 118-119, 192-194, 202-203쪽 손정우 외, 《물리학Ⅱ》, 비상교육, 2020, 32-41, 63, 96, 142-145, 178-179쪽 김성원 외, 《물리학Ⅱ》, 지학사, 2020, 40-44, 49-52, 72, 113, 169-170, 207-209쪽 강남화 외, 《물리학Ⅱ》, 천재교육, 2020, 34-42, 63, 91, 169-171, 183-185쪽