

2012학년도 중등교사신규임용후보자선정경쟁시험

물 리

2차 시험	1교시	2문항 50점	시험 시간 120분
-------	-----	---------	------------

수험생 유의 사항

1. 문제지(초안 작성 용지 포함)와 답안지의 전체 면 수와 인쇄 상태를 확인하시오. **답안지는 문항당 2쪽(교시당 4쪽), 초안 작성 용지는 교시당 4쪽입니다. 답안은 문항당 2쪽 이내로만 작성하시오.**
2. 답안지 모든 면의 상단에 **컴퓨터용 사인펜을 사용**하여 성명과 수험 번호를 기재하고, 수험 번호, 문항별 답안지 쪽 번호를 해당란에 '●'로 표기하시오. '●'로 표기한 부분을 수정하고자 할 경우에는 반드시 수정 테이프를 사용하시오.

	1번 문항, 1번째 답안지 표기		1번 문항, 2번째 답안지 표기	
예시	문항 1 전용 답안지	쪽 번호 표기란	문항 1 전용 답안지	쪽 번호 표기란
		● ②		① ●

3. 답안은 **지워지거나 번지지 않는 동일한 종류의 검정색 펜**을 사용하여 작성하시오(연필이나 사인펜 종류는 사용할 수 없음.).
4. 수학, 과학 과목 등 필요한 경우 답안지 가운데 선을 그어 좌우의 2단으로 나누어 답안을 작성해도 됩니다.
5. 답안지에는 문항 내용을 일절 옮겨 적지 마시오. 단, 하위 문항이 있을 경우, 하위 문항의 번호(1-1, 1-2)를 답안지 앞부분에 쓰고 답안을 작성하시오.
6. 각 문항 답안 작성 후 **마지막 문장 뒤에는 반드시 '끝' 자를 쓰시오**(하위 문항이 있는 경우 각 하위 문항에도 '끝' 자를 쓰시오.).
7. 답안 초안 작성은 문제지의 맨 뒷부분에 있는 초안 작성 용지를 활용하시오.
8. 답안 수정 시 삭제하고자 하는 부분에 두 줄(=)을 그으시오.
9. **다음에 해당하는 답안은 채점하지 않으니 유의하시오.**
 - 문항당 답안지 2쪽을 초과하여 작성한 부분
 - 답안란 이외에(뒷면 등) 작성한 부분
 - 지워지거나 번지는 등 식별이 불가능한 부분
 - 수정 테이프나 수정액을 사용하여 수정한 부분
 - 개인 정보를 노출한 답안지 전체
 - 개인 정보를 암시하는 표시가 있는 답안지 전체
10. 시험 종료 전까지 답안 작성을 완료해야 합니다. 시험 종료 후 답안 작성은 부정 행위로 간주됩니다.
11. **답안을 작성하지 않은 빈 답안지도 성명, 수험 번호, 문항별 답안지 쪽 번호를 기재·표기한 후, 4쪽 모두 제출하시오.**

1. 포퍼(K. Popper)는 과학 지식의 생성과 변화 과정에 있어서 귀납의 한계를 지적하면서 이론 생성 과정보다는 이론 검증 과정의 중요성을 역설하였다. 포퍼는 과학자들의 탐구 과정이 아래의 <관점>에 제시된 논리적 과정을 따르며, 이러한 논리적 과정이 순환하면서 과학은 합리적으로 진보한다고 주장하였다. <상황 1>은 현대물리학의 발전에 있어서 중요한 탐구 과정의 한 사례를, <상황 2>는 학교에서 벌어지는 과학 탐구 과정의 한 사례를, <상황 3>은 산란의 한 예를 단순화한 경우를 나타낸 것이다. 【30점】

<관 점>

과학은 문제에서 출발한다. 과학자는 검증 가능한 여러 가지 가설을 통해 그 문제를 해결하려고 시도한다. 과학자는 가설의 오류를 탐색하고 오류가 있는 가설을 제거하기 위해 노력한다.

<상황 1>

알파 입자의 다양한 특성을 연구하던 러더퍼드(E. Rutherford)는 알파 입자 실험의 큰 장애물이었던 산란 현상을 본격적으로 탐구해 보기로 결심하고 가이거(H. Geiger), 마스덴(E. Marsden)과 함께 진공 속에서 얇은 금속박(metal foil)으로 진행되는 알파 입자의 산란 현상을 측정하는 실험을 수행했다. 1년여에 걸친 정교한 실험 끝에 알파 입자가 약 8천 개 중의 하나 꼴로 매우 드물게 90도 이상의 둔각으로 산란된다는 사실을 발견했는데, 이는 당시의 원자 구조에 대한 지식으로는 도저히 설명할 수 없는 결과였다.

러더퍼드는 이처럼 둔각으로 산란되는 현상을 설명하기 위해 여러 가지 대안들을 모색했으며, 결국에는 ‘알파 입자들이 수많은 원자들과 여러 차례 충돌하다가 우연히 다시 정면으로 돌아온다.’는 가설을 제안했다. 하지만 이 가설은 실험적으로 확인된 둔각 산란 현상과 정확히 들어맞지는 않았고 결국 폐기되었다. 다른 대안을 찾는 지속적인 시도 끝에 그는 ‘원자 대부분은 텅 빈 공간이며 양전하가 원자 중심의 매우 작은 부피 안에 밀집되어 있어서 알파 입자를 둔각으로도 산란시킨다.’는 가설을 세울 수 있게 되었다. 이 가설로부터 유도되는 산란 공식은 가이거와 마스덴이 실험적으로 얻은 결과와 일치하였다. 이론으로부터 도출한 공식과 실험 결과가 일치하는 것을 확인한 러더퍼드는 원자의 유핵(有核) 모형을 주장할 수 있었다.

러더퍼드의 산란 실험으로부터 얻어진 유핵 모형은 원자에 대한 이해에 획기적인 진보를 가져왔지만, 당시의 전자기학 이론과 상충한다는 점과 원자에서 방출되는 복사 에너지가 불연속적이라는 관찰 결과 때문에 새로운 문제 상황을 맞게 되었다.

<상황 2>

학생들이 옴의 법칙을 검증하기 위하여 꼬마전구, 건전지, 전압계, 전류계 등으로 회로를 구성하여 실험을 하였다. 실험 결과, 전압과 전류의 그래프는 직선 형태에서 약간 벗어났으며 전류가 증가할수록 그 차이가 심하게 나타났다. 김 교사는 학생들에게 이 실험 결과로부터 어떤 후속 탐구가 가능할 것인지 생각해 보고 그 이유를 말하도록 하였다.

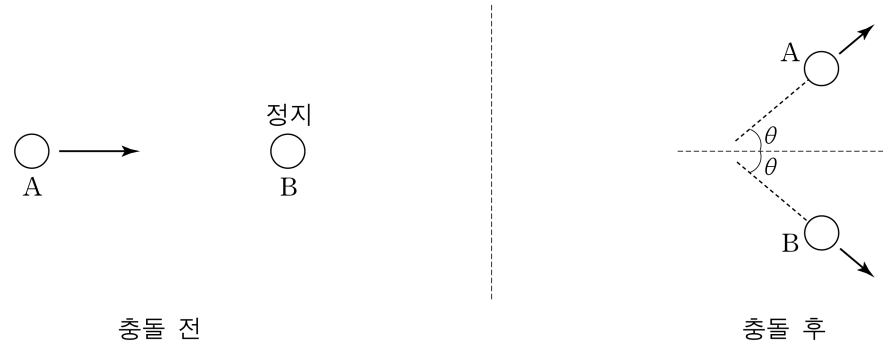
철수: 모든 실험에는 오차가 있어요. 이 정도의 차이는 실험에서 우연히 발생하는 오차라고 할 수 있고, 따라서 이 결과에는 아무런 문제가 없어요. 이 실험에 대해 더 이상의 탐구는 필요 없어요.

영희: 전류가 증가함에 따라 그 차이가 심해지는 경향을 보이기 때문에, 이것을 실험에서 우연히 발생하는 오차라고 할 수는 없고 뭔가 다른 원인이 있을 거예요. 저항값이 전류에 따라 변했다고 해 버리면 이 실험 결과로도 옴의 법칙을 충분히 설명할 수 있어요.

민수: 전류가 증가함에 따라 그 차이가 심해지는 경향을 보이는 것은 뭔가 다른 문제 때문이라고 생각해요. 열이 날수록 저항값이 커져서 그런 게 아닐까요? 꼬마전구 대신에 열이 덜 발생하는 탄소 저항으로 바꾸어 실험하여 전압과 전류가 비례하는 결과를 얻는다면, 옴의 법칙은 확실하게 증명될 거예요.

<상황 3>

그림과 같이 상대론적 총 에너지가 E_0 인 입자 A가 정지해 있던 입자 B와 탄성 충돌한 후, 각각 동일한 각 θ 로 산란되었다. A와 B의 정지 질량은 m 으로 동일하다.



1-1. <관점>을 근거로 과학의 탐구 과정을 세 단계로 나누어 설명한 후, 이를 적용하여 <상황 1>에 나타난 러더퍼드의 탐구 과정을 설명하고, <상황 2>에 나타난 세 학생의 응답을 앞에서 설명한 <관점>의 탐구 과정 세 단계에 근거하여 평가하시오. 또한, 물리 탐구를 지도할 때 고려할 점을 <관점>의 탐구 과정에 따라 논하시오. [20점]

1-2. <상황 3>에서 산란각 θ 의 표현식을 m , E_0 , 빛의 속도 c 로 나타내고, 이로부터 충돌 전 A의 속력이 c 보다 매우 작은 경우와 c 에 매우 가까운 경우로 나누어 산란각의 근사값을 구하시오. 또한 이를 통해 충돌 전 A의 속력에 따른 산란각의 변화에 대해 추론하시오. [10점]

2. 아래의 <질문>은 달과 지구의 대기에 관한 세 가지 질문을, <자료>는 어떤 학생이 각 질문에 대해 탐구하는 과정을 나타낸 것이다.

<질 문>

- 질문 I : 달에는 왜 산소 기체가 없을까?
 질문 II : 지구의 대기에는 왜 수소보다 산소 기체가 훨씬 많을까?
 질문 III : 높은 산에는 왜 산소가 적을까?

<자 료>

(가) 질문 I에 대한 탐구: 탈출속력 v_{esc} 를 이용하기

- 반지름 R , 질량 M 인 행성의 표면에서 속력 v_0 으로 출발한 입자가 도달하는 최대 높이가 $z_{\text{max}} = \frac{R^2 v_0^2}{2GM - Rv_0^2}$ 임을 에너지보존 법칙을 이용하여 구하였다. 여기서 G 는 만유인력 상수이다.
- 이로부터 입자가 무한히 멀어질 수 있는 탈출속력 v_{esc} 의 표현식을 유도하고, 지구 질량은 달의 약 80배, 지구 반지름은 달의 약 4배임을 이용하여 달과 지구에서의 탈출속력을 비교하였다.

(나) 질문 II에 대한 탐구: 제곱-평균-제곱근(rms) 속력 v_{rms} 를 이용하기

- 열역학에서의 에너지 등분배 정리를 이용하여 온도 T , 질량 m 인 기체의 병진 운동에너지의 평균값 $\langle K \rangle$ 를 구하였다.
- 이로부터 v_{rms} 의 표현식을 유도하고, 산소와 수소의 v_{rms} 를 비교하였다.

(다) 질문 III에 대한 탐구: 기체 밀도 $n(z)$ 를 이용하기

- 밀도가 n 인 이상기체의 화학퍼텐셜이 $\mu = k_B T \ln(n/n_0)$ 임을 이용하여, 중력 퍼텐셜에너지 mgz 가 더해질 때의 화학퍼텐셜 $\mu(z)$ 를 구하였다. (여기서 n_0 은 상수이며, 온도 T 는 지표면으로부터의 높이 z 에 무관하다고 가정하였다.)
- 이 계가 열역학적 평형상태에 있을 때 $\mu(z) = \mu(0)$ 임을 이용하여, 높이에 따른 이 기체의 밀도 $n(z)$ 의 표현식을 유도하였다.

<자료>에 제시된 절차에 따라 (가)에서의 z_{max} 와 v_{esc} , (나)에서의 $\langle K \rangle$ 와 v_{rms} , (다)에서의 $\mu(z)$ 와 $n(z)$ 의 표현식을 각각 유도하시오. 또한 이를 이용하여 질문 I, II, III에 대한 답을 추론하시오. 【20점】

수고하셨습니다