

2015년도 수시모집 논술시험 의예과(물리)

출제의도 및 제시문 분석

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 다음 질문에 답하십시오.

(가) 물체의 운동을 안다는 것은 임의의 시간에 그 물체의 위치를 알 수 있음을 뜻한다. 그런데 운동은 속도와 가속도를 통하여 표현되기도 하기 때문에 속도와 가속도는 위치와 함께 매우 중요한 물리량이다. 물체의 운동은 궁극적으로 물체에 힘이 가해져서 일어나기 때문에 운동과 힘은 매우 밀접한 관계가 있다. 뉴턴(Newton)은 이러한 물체의 운동을 수학적 기반을 가지고 체계적으로 분석할 수 있었다. 예를 들면 임의의 순간에서 속도는 위치의 시간에 따른 변화율(시간에 대한 미분)이고 가속도는 속도의 시간에 따른 변화율이다.

운동 과정에서 마찰이 있는 경우 마찰력은 운동 방향에 반대로 작용하는데 수직항력에 비해하고 비례상수는 운동마찰계수로 표현된다. (보통은 그리스 문자 μ (mu로 읽음)로 표현).

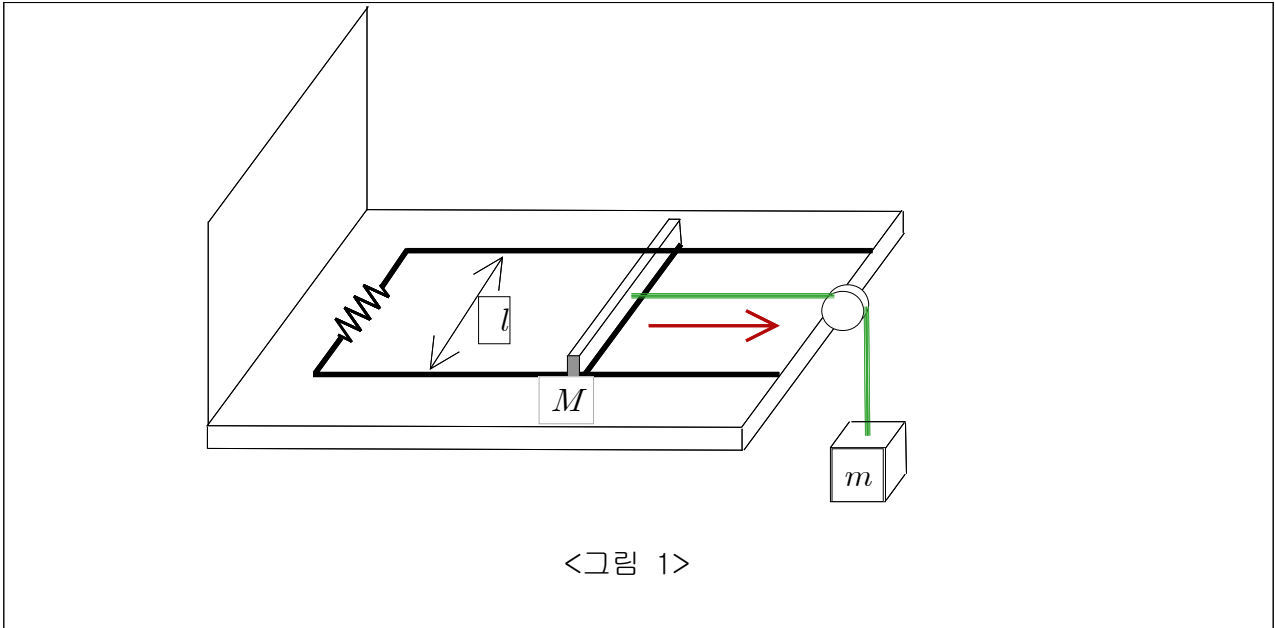
(나) 원형도선을 검류계에 연결한 후 자석을 원형도선에 갑자기 접근시키면 검류계에 전류가 흐르는 것을 관측할 수 있다. 반대로 자석을 정지시키고 도선을 접근시켜도 검류계에 전류가 흐른다. 이는 원형도선에 들어가는 자속이 시간에 따라 변화하기 때문이다. 이러한 현상을 체계적으로 설명한 것을 패러데이(Faraday) 법칙이라고 한다. 구체적으로 패러데이 법칙이 적용되는 예는 매우 많다. 키포드의 바퀴가 회전하면서 내는 빛이나 자동차가 달리면서 자동차의 배터리가 충전되는 과정 등이 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 예들이다.

(다) 우리는 전기가 없이는 생활할 수 없는 시대에 살고 있다. 전기를 생산하는 방법은 여러 가지가 있지만 일반적으로 전기는 역학적인 운동을 이용하여 만들어진다. 역학적 에너지를 전기적 에너지로 변환시키는 과정은 패러데이 법칙으로 설명할 수 있다. 패러데이 법칙을 실제 상황에 응용하기 위해서는 물체의 운동과 전자기적인 현상을 동시에 이해할 수 있어야 한다.

(라) 테이블 위에 고정된 ‘ㄷ’자형의 도선의 중간에 전구가 연결되어 있다. (<그림1>에서 전구는 저항으로 표시되어 있다.) ‘ㄷ’자형의 도선 위에는 밀이 도선으로 이루어진 질량이 M 인 막대가 도르래를 통해 테이블 아래로 매달린 질량이 m 인 물체와 연결되어 있다. (<그림1> 참조) 저항으로 표시된 전구의 저항 값은 R 이고 막대의 길이는 저항이 걸려있는 폭과 동일한 l 이다. 이들을 연결한 줄은 운동 중 수축하거나 늘어나지 않는다. 도르래의 질량은 무시할 만큼 작고 도르래의 회전 시 마찰도 무시할 정도로 작다.

막대의 운동 중 막대 밑의 도선과 ‘ㄷ’자형 도선 사이에는 마찰이 존재한다고 하자.

이 마찰은 운동 마찰계수 μ 로 표시된다. (테이블과 막대는 닿지 않는다고 가정한다.) 또한, 테이블의 위에서 아래쪽 방향으로 크기가 B 인 균일한 자기장이 테이블에 수직하게 가해진다. 이 상황에서 질량 m 이 떨어지기 시작하여 어느 순간 이후 두 물체가 어떤 등속도(v)로 운동한다. 이 경우에 전구에 불이 들어온다는 것은 막대와 ‘ㄷ’자형 도선의 일부로 이루어진 회로에 전류가 흐름을 의미한다.



(문제 2-1) 제시문 (라)에서 정지 상태에 있던 질량 m 이 아래로 떨어지기 시작하면서 막대도 그림의 화살표 방향으로 도선과 평행하게 이동한다. 이때 질량 m 과 막대에 가해진 알짜의 힘들과 각 물체의 가속도를 뉴턴 법칙을 이용하여 추론하시오.

(문제 2-2) 제시문 (라)의 상황에서 전구에 불이 들어오는 상태를 생각하자. 막대의 속도를 v 라고 할 때 도선에 유도되는 전류(I)의 크기를 패러데이 법칙을 이용하여 추론하시오. 또한, 전류 방향은 테이블 위에서 볼 때 시계 방향인지 반시계 방향인지 그 근거를 제시하여 설명하시오.

(문제 2-3) 위의 (문제 2-2)에서 전류(I)의 크기를 속도 v 를 이용하여 표현하였지만 속도를 아직 구한 상태는 아니다. 제시문 (라)에 주어진 상황에서 속도와 관계없는 형태로 전류를 계산할 수 있는 방법을 찾아 구하고 이 과정에서 속도를 계산하시오.

(문제 2-4) 제시문 (라)의 과정에서 에너지(E)의 보존 관계를 근거를 제시하여 설명하시오. 편의에 따라 계산 과정에서 Δt 시간 동안의 에너지를 생각할 수 있다. (여기서 Δt 는 반드시 미세한 양을 표현하는 것은 아니다.) 에너지 보존과 관련된 식을 이용하여 물체의 속도 v 를 구하고 이를 (문제 2-3)에서 구한 것과 비교하시오.

1. 출제의도

주어진 제시문을 기초로 물리 과정에서 나오는 Newton의 운동 법칙과 전자기유도에 관한 Faraday 법칙이 복합적으로 관련된 문제를 통합적으로 사고하고 응용할 수 있는가를 점검한다. 물체의 운동, 전자기유도, 회로, 에너지의 보존에 대한 통합적 이해와 응용 능력과 이 과정에서 얻어지는 식들을 바탕으로 여러 가지 물리량들을 해석하고 유추해낼 수 있는 능력을 검증한다.

2. 제시문 분석

제시문 (가)는 물체의 운동에 대한 뉴턴 법칙을 제시문 (나)는 패러데이 법칙을 개략적으로 소개하고 설명한다. 제시문 (다)는 위의 두 제시문이 통합적으로 이해되어야 패러데이 법칙을 설명할 수 있음을 제시한다.

제시문 (라)는 위의 제시문들을 실제 문제에 응용했을 때 상황을 묘사한다.

3. 문항분석

(문제 2-1) 힘과 가속도에 대한 정확한 내용을 이해하고 이를 바탕으로 주어진 상황에서 물체의 힘과 가속도를 추론할 수 있는지 판단한다.

(문제 2-2) 전자기유도를 통해 생성된 전류에 대하여 이해하고 이것을 간단한 회로에 응용할 수 있는지를 확인한다. 또한, 전자기유도에 있어서 렌츠(Lenz)의 법칙에 대한 정확한 이해를 확인한다.

(문제 2-3) 역학적인 힘 외에 자기력이 통합적으로 물체에 작용하며 이를 운동법칙으로 해석할 수 있는 능력을 검증한다.

(문제 2-4) 추론된 식들을 바탕으로 전기적인 일률(Power)과 역학적인 일률을 계산하고 에너지보존에 대하여 추론한다. 그리고 추론 과정에서 나온 식들을 응용할 수 있는 능력이 있는가를 점검한다.