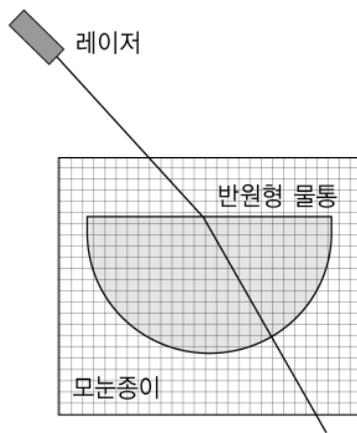
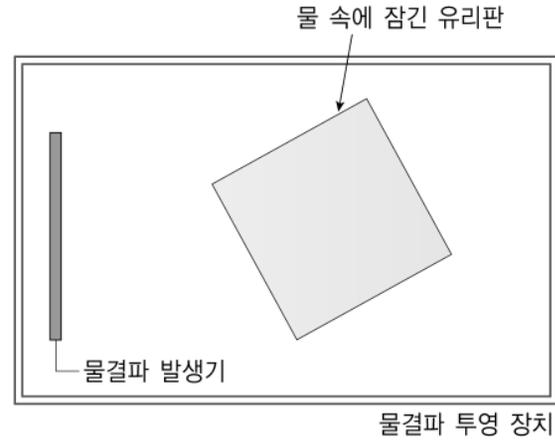


1. 그림 (가)와 (나)는 굴절과 관련하여 고등학교 물리 I 교과서에 나오는 대표적인 두 가지 실험에 대한 개략도이다. 이 실험들은 ‘실험을 통하여 굴절의 법칙을 알고 굴절률을 측정한다.’라는 학습 목표를 달성하기 위해 이용될 수 있다. 김 교사는 실험 수업을 하기에 앞서 이 두 실험들을 고윈(Gowin)의 V도에 적용하여 분석하려고 한다.



(가)



(나)

과학적 탐구에서 V도가 갖는 의미를 서술하고, 두 실험에 대해서 초점 질문, 사건, 기록, 자료 변환, 지식 주장, 개념, 법칙으로 구성된 V도를 각각 작성한 후, 이를 바탕으로 개념적 측면과 방법론적 측면에서 두 실험의 차이를 설명하시오. 또한 실제로 실험할 때 측정이 잘 되도록 하기 위한 방안을 각 실험별로 2가지씩 이유와 함께 설명하시오. 【20점】

2. 자연에서 관찰되는 진동 현상들은 용수철 진자의 운동 모형으로 단순화시켜 이해할 수 있다. 먼저 용수철 진자에 대한 평가 문항을 고찰해 보고, 관련된 다른 현상에 적용해 보자. 【30점】

2-1. 예비교사 A는 ‘물리 학습 평가’ 수업 시간에 ‘용수철 진자의 주기 측정 실험에서 학생의 탐구 능력 평가’를 위하여 아래와 같이 두 가지 평가 목표를 설정하고 문항 초안을 만들었다.

<평가 목표>

- 용수철 진자의 주기 측정 실험 과정을 이해한다.
- 용수철 진자의 주기 측정 실험으로부터 얻어진 주기 관계식을 이해한다.

<문항 초안>

1. 다음은 수직으로 매단 용수철을 이용한 단진동 실험의 과정과 결론이다.

[실험 과정]

(가) 용수철 상수 k 인 용수철에 질량 m 인 추를 매달아 연직 아래로 10 cm만큼 잡아당겼다가 가만히 놓아 단진동하게 한다.

(나) 10회, 20회, 30회 왕복했을 때의 시간을 측정하여 이로부터 주기를 구한다.

(다) 추의 질량을 바꾸어 가면서 위의 과정을 반복 실험하여 용수철 진자의 주기를 구한다.

(라) 진폭을 바꾸어 가면서 위의 과정을 반복 실험하여 용수철 진자의 주기를 구한다.

[도출된 결론]

용수철 진자의 주기의 제곱은 질량에 비례하고, 진폭과는 무관하다.

이 실험에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 중력가속도는 9.8 m/s^2 이다.)

<보 기>

ㄱ. 질량이 4배가 되면 주기는 2배가 된다.

ㄴ. 이 실험에서 주기는 독립 변인이고, 질량은 종속 변인이다.

ㄷ. 용수철 진자가 최하점에 있을 때 용수철에 저장된 위치에너지는 최대가 된다.

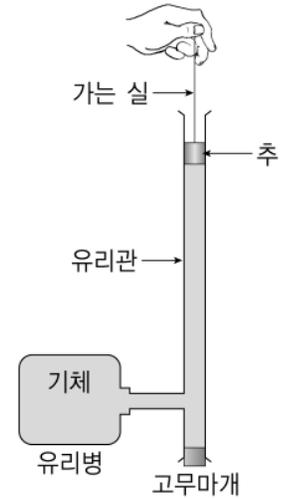
ㄹ. 질량이 1 kg인 추를 매달고 실험했을 때 예상되는 주기는 2π 초이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

예비교사 A가 만든 위 문항 초안에서 개선할 부분 4가지를 찾아 수정하고, 그 이유를 쓰시오. 또, 수정한 내용을 근거로 선택형 문항을 개발할 때 고려해야 할 사항을 제안하시오. 【10점】

2-2. 기체의 압축에 의한 물체의 진동은 공기식 충격 흡수 장치(air shock absorber)에 이용되고 있다. 그 원리를 이해하고 진동 현상을 관찰하기 위하여 기체로 채워진 관 속에서 진동하는 물체의 운동을 세 단계로 나누어 생각해 본다.

그림은 유리병과 연결된 반지름 r 인 유리관 속에 공기보다 무거운 기체를 가득 채우고, 가는 실이 연결된 질량 m 인 작은 원통형 추를 유리관 속에 넣고 실을 잡고 있는 것이다. 유리병과 유리관 속의 기체의 압력이 대기압과 같은 P_0 이고 부피가 V_0 인 상태에서 실을 놓을 때 추의 운동방정식은 $m \frac{d^2y}{dt^2} = F_{\text{ext}} + (P_0 - P)\pi r^2$ 이다. 여기서 P 는 추가 진동하는 동안 관 속 기체의 압력이고, F_{ext} 는 대기압과 관 속 기체의 압력 차에 의한 힘을 제외한 모든 외력의 합이다. 추가 진동하는 동안 기체는 준정적 단열과정($PV^\gamma = \text{일정}$, 여기서 γ 는 정압비열과 정적비열의 비이다.)을 유지한다.



1) 상황을 단순화시켜 용수철 진자의 운동과 비교한다.

기체의 압력 P 를 처음 부피 V_0 와 기체가 압축된 길이 y 의 함수로 바꾸고, 위 운동방정식에서 F_{ext} 는 중력뿐이라고 할 때, 운동방정식을 단순화시켜서 정리하면 수직으로 세워진 용수철 위에 연결되어 있는 물체의 운동방정식 $m \frac{d^2y}{dt^2} = mg - Ky$ 와 같은 형태의 방정식이 얻어진다.

2) 실제 운동을 관찰한다.

이 실험을 실행하였더니 진동하는 동안 유리관 속의 기체는 빠지지 않았으며, 감쇠진동이 관찰되었다. 그러므로 추에는 중력 외에 속도에 의존하는 감쇠력이 작용했다.

3) 다른 상황에서 일어나는 유사한 현상을 찾아 진동 현상을 관찰한다.

추의 운동과 유사한 단진동과 감쇠진동을 관찰할 수 있는 전기회로를 각각 만들어 특정 회로요소 양단에 오실로스코프를 연결하여 전위차를 관찰함으로써 시간에 따른 추의 변위를 유추해 본다.

추의 운동을 단진동으로 단순화시킬 조건, 단진동의 각진동수의 값과 풀이 과정, 실제 운동에서 추에 작용하는 감쇠력이 $-bv$ 라고 할 때 감쇠상수 b 의 범위와 풀이 과정을 쓰시오. 또 단진동과 감쇠진동을 관찰할 수 있는 각 전기회로의 개략도와 오실로스코프로 관찰되는 전위차의 그래프를 그리시오. (단, 필요한 경우 $(1+x)^{-a} \simeq 1 - ax$ ($x \ll 1$)의 근사식을 사용하시오.)

[20점]

수고하셨습니다