

물리 1 및 실험 보고서

[결과보고서]

역학적 에너지 보존 실험

소속	학번	이름	실험 조
AI 융합학부	20243265	김수현	6
실험날짜	2024.05.16.목요일	제출날짜	2024.05.23.목요일
담당교수	이동재	담당조교	-

1. 실험제목

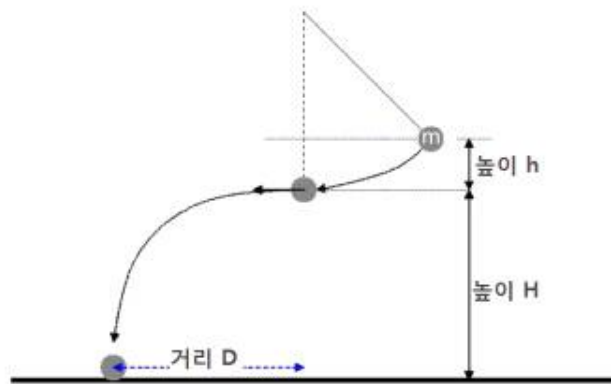
역학적 에너지 보존 실험

2. 실험목적

실에 매달린 추의 위치에너지와 운동에너지의 변화를 측정하여 추가 가지는 역학적 에너지가 보존됨을 확인한다.

3. 실험이론

역학적 에너지 보존 법칙에 따르면, 외력이 하는 일이 0인 물체는 위치에너지와 운동에너지가 시간에 따라 변할지라도 그들의 합인 역학적 에너지는 시간에 관계없이 일정하다.



<그림 1>

<그림 1>은 역학적 에너지가 보존됨을 확인하기 위한 이번 실험의 모형도이다. 이 상황에서 한쪽이 고정된 가벼운 실의 반대쪽 끝에 매달려있는 질량이 m 인 추가 실이 끊어지지 않은 채로 왕복운동을 한다면, 추가 도달하는 가장 낮은 지점(끊어지기 전 기준)을 기준점으로 잡았을 때, 최고점에서 추의 위치에너지 $U = mgh$ 이고 최저점(기준점)에서 추의 위치에너지는 0일 것이다. 하지만 추는 최고점에서 속도가 0이고, 최저점에서 속도가 가장 빠르므로 운동에너지 K 는 추가 최고점일 때 0이고, 최저점일 때 속력 v_b 를 가진다고 하면 $K = \frac{1}{2}mv_b^2$ 이다. 공기의 마찰을 배제한다면 역학적 에너지는 보존될 것이므로

$mgh = \frac{1}{2}mv_b^2$ 의 등식이 성립할 것이다. 이를 변형하면 $v_b = \sqrt{2gh}$ ----(1), 즉 최저점에서 추의 속력 v_b 를 구할 수 있다.

최저점에서 추의 속도를 측정하기 위해 또 다른 방법을 이용할 수 있다. <그림 1>처럼 추가 최저점에 도달할 때 실이 끊어진다면, 이후부터 추는 포물선 운동을 할 것이다. 수직 방향으로는 중력만을 받는 등가속도 운동을 하고, 수평 방향으로는 등속도 운동을 하므로, 시간 t 가 지나 지면에 도달했다고 한다면 수직 방향으로 $H = \frac{1}{2}gt^2$ 만큼 떨어지고, 수평 방향으로 $D = V_b t$ 만큼 이동할 것이다. 이때 V_b 는

실이 끊어질 때의 추의 속력이다. 따라서 두 식을 연립하면 $V_b = \sqrt{\frac{g}{2} \frac{D}{\sqrt{H}}}$ ----(2), 즉 최저점에서 추의 속력을 또 다른 방법으로 구할 수 있다.

4. 관찰 및 결과

(1) 추의 질량과 위치 측정

- 추의 질량 $m = 0.675\text{kg}$

<표 1> 추의 최고점 높이, 수직 낙하 거리, 수평 이동 거리 측정값

실험 차수	추의 최고점 높이 h (m)	추의 낙하 거리 H (m)	추의 수평이동 거리 D (m)
1	0.200	0.535	0.660
2	0.300	0.535	0.795
3	0.400	0.535	0.920

5. 분석 및 토의

■ 최저점에서 속도 비교

<표 2> 식(1)과 식(2)를 사용하여 계산한 최저점에서 추의 속도

실험 차수	$v_b = \sqrt{2gh}$ (m/s)	$V_b = \sqrt{\frac{g}{2} \frac{D}{\sqrt{H}}}$ (m/s)	$(v_b - V_b)/v_b$ (%)
1	1.98	2.00	-0.884
2	2.43	2.41	0.780
3	2.80	2.79	0.562

■ 역학적 에너지 보존 확인

<표 3> 최고점에서 에너지와 식 (2)를 사용하여 계산한 최저점에서 추의 에너지

실험 차수	최고점에서 에너지 $E_t = mgh$ (J)	최저점에서 에너지 $E_b = \frac{1}{2}mV_b^2$ (J)	에너지 변화율 $(E_t - E_b)/E_t$ (%)
1	1.32	1.35	-1.78
2	1.99	1.96	1.55
3	2.65	2.62	1.12

[질문 1] <표 2>에서 속도의 차이가 발생하는 요인을 분석해 보자.

: 공기저항이 속도에 영향을 주었을 수 있고, 추를 h 만큼 들어 올리는 과정에서 장치를 이용하여 정확하게 할 수 없었으므로 그 부분에서 오차가 발생했을 수 있다. 또한 여러 길이들을 측정하는 과정에서 오차가 발생한 것이 속도의 차이에 영향을 미쳤을 수 있다.

[질문 2] <표 3>에서 에너지의 차이가 발생하는 요인을 분석해 보자

: 실험 2, 3처럼, 이론대로라면 공기와의 마찰로 인한 열에너지 발생으로 최고점에서 에너지가 최저점

에서 에너지보다 약간 더 커야 한다고 생각했는데, 실험 1에서는 질문 1에서 제시했던 여러 가지 이유 때문에 값에 오류가 생겨 최고점에서의 에너지가 최저점에서의 에너지보다 더 크게 나오는 문제가 발생한 것 같다. 또한 실이 끊어지는 과정에서 추에 영향을 줘 에너지를 추가로 손실시켰을 가능성도 있다.

[생각해보기] 스윙하고 있는 추가 최고점에서 가지고 있는 위치에너지는 어떻게 되는가? 다른 형태의 에너지로 변환되는가? 이 과정에서 에너지는 보존되는가?

: 스윙하고 있는 추가 최고점에서 가지고 있는 위치에너지는 추가 최저점으로 내려오면서 운동에너지로 전환된다. 이 과정에서 공기와의 마찰로 인한 에너지 손실이 있을 수 있지만, 공기와의 마찰을 배제한다면 에너지는 보존된다.

6. 결론

실에 매달린 추가 중력을 받으면서 운동하는 동안, 위치에너지가 운동에너지로 전환되면서 추가 가지고 있는 역학적 에너지가 거의 보존됨을 확인할 수 있었다. 또한, 에너지의 차이가 발생하는 것을 통해 실제로는 공기와의 마찰로 인해 약간의 에너지 손실이 발생함도 추측할 수 있었다. 하지만 여러 길이들을 측정하는 과정, 특히 h 값을 측정하는 과정이 사람의 눈에 의존해야 하는 약간은 불확실한 과정인 것 같아 이 부분을 보완하여 실험한다면 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이라고 생각한다.

7. 참고문헌

-김창배 외 8명, (2022), 대학물리학실험, 북스힐.

-Raymond A. Serway 외 1명, (2017), 이재희 외 1명 편역(9판), 북스힐.