

탄환의 속도 측정

조	3조		
조원	20215545 김윤진	20215692 김이찬	20216793 김준섭
작성자	20216793 김준섭		

[1] 실험값

(1) 탄동 진자를 이용한 탄환의 속도 측정

●탄환의 질량, $m = 66.72g$

●탄동 진자의 질량, $M = 171.02g$

●회전축으로부터 (탄환을 넣은) 탄동 진자의 질량중심까지의 거리, $l = 26.7cm$

① 탄환의 발사 강도 : 1단

	1	2	3	4	5	6	7	8	평균
$\theta_i(^{\circ})$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	
$\theta_f(^{\circ})$	22.0	20.5	21.0	20.0	22.0	22.5	19.0	21.5	
$\theta(^{\circ})$	21.5	20.0	20.5	19.5	21.5	22.0	18.5	20.5	20.5

$$v_{(실험)} = \frac{m+M}{m} \sqrt{2gl(1-\cos\theta)} = 205(cm/s)$$

② 탄환의 발사 강도 : 2단

	1	2	3	4	5	6	7	8	평균
$\theta_i(^{\circ})$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
$\theta_f(^{\circ})$	37.0	37.5	38.0	38.5	40.0	39.0	43.5	41.5	
$\theta(^{\circ})$	36.0	36.5	37.0	37.5	39.0	38.0	42.5	40.5	38.4

$$v_{(실험)} = \frac{m+M}{m} \sqrt{2gl(1-\cos\theta)} = 379(cm/s)$$

(2) 수평 도달거리를 이용한 탄환의 속도 측정

●탄환의 낙하 높이, $H = 87.3cm$

① 탄환의 발사 강도 : 1단

	1	2	3	4	5	6	7	8	평균
$x_p(cm)$	79.4	85.0	85.6	86.9	84.8	85.6	86.4	88.0	85.2

$$v_{(실험)} = x_p \sqrt{\frac{g}{2H}} = 202(cm/s)$$

② 탄환의 발사 강도 : 2단

	1	2	3	4	5	6	7	8	평균
$x_p(cm)$	138.8	139.7	140.3	140.5	140.7	141.7	142.4	144.0	141.0

$$v_{(실험)} = x_p \sqrt{\frac{g}{2H}} = 334(cm/s)$$

[2] 결과 분석

발사 강도	$v_{(실험)}(cm/s)$	$v_{(이론)}(cm/s)$	$\frac{v_{(이론)} - v_{(실험)}}{v_{(이론)}} \times 100(\%)$
1단	205	202	-1.61
2단	379	334	-13.4

실험	표준편차
[1]-(1)-①	1.16 ($\theta(^{\circ})$ 값에 대하여)
[1]-(1)-②	2.20 ($\theta(^{\circ})$ 값에 대하여)
[1]-(2)-①	2.57 ($x_p(cm)$ 값에 대하여)
[1]-(2)-②	1.64 ($x_p(cm)$ 값에 대하여)

(1) 경향성 분석

발사 강도와 무관하게 $v_{(실험)}(cm/s)$ 은 $v_{(이론)}(cm/s)$ 보다 작게 측정되었다. 이는 이론값을 도출하는 실험보다 실험값을 구하는 실험이 저항이 작용하는 요소가 더 많아 속도가 작게 측정되었을 것이다. 또한, 각 실험에서의 1회~8회까지의 시도를 살펴보면 [1]-(1)-①에서는 3회와 8회가 가장 정확하게 측정되었고 [1]-(1)-②에서는 6회가 가장 정확하게 측정되었다. [1]-(2)-①에서는 2회, [1]-(2)-②에서는 5회가 가장 정확하게 측정되었다. 또한, 실험 [1]-(1)에서는 1단으로 발사했을 경우 2단으로 발사한 경우보다 더 정밀하게 실험되었다는 것을 알 수 있다. 실험 [1]-(2)에서는 2단으로 발사한 경우가 1단으로 발사한 경우보다 정밀하게 실험되었다는 것을 알 수 있다. 따라서 이를 통해 실험할 때 탄환 발사장치의 단수는 정밀도에 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다.

(2) 물리학적 의미

[1]-(1)의 실험을 통해 운동량 보존과 역학적 에너지 보존이 거의 성립한다는 것을 알 수 있었다. 즉 이를 통해 속도를 구하기 위해서는 m, M, g, l, θ 의 값을 알 필요가 있다는 것을 알 수 있었다. 또, [1]-(2)의 실험에서 역학적 에너지 보존이 역시 성립함을 알 수 있었다. 또한, 속도는 탄환의 질량과 무관하다는 것을 알 수 있으며 x_p, g, H 의 값을 알면 속도를 계산할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

[3] 오차 논의 및 검토

(1) 계기 오차

- ① 모든 길이는 더욱 정밀한 장비를 이용하여 측정하여야 한다.
(ex) 버니어 캘리퍼스, 고정밀 레이저 거리 측정기
- ② 각도 측정은 각도기를 눈으로 보기보다 더 정밀한 장비를 이용하여 측정해야 한다.
- ③ 전자저울 또한 더 정밀한 전자저울로 측정하여야 한다.
- ④ 먹지를 사용하기보다 조금 더 정확한 트래킹 장치를 이용하여야 한다.
- ⑤ 중력 가속도를 근사치를 사용하였다. 물론 근사치가 실제 값보다 작았기 때문에 실제값을 사용한다면 오차가 더 컸을 것이라고 예상할 수 있다.

(2) 우연 오차

- ① 탄환 발사장치의 출력이 발사할 때마다 다를 수 있다. 스프링을 이용한 기계식 장치이기 때문에 정확도를 신뢰할 수 없다.

(3) 환경 오차

- ① 각종 저항이 발생한다.(공기저항, 회전 시 진자와 고정 장치 간의 마찰 등)
- ② 탄환 발사장치가 탄환을 발사할 때 소음이 발생하므로 에너지 보존이 되지 않는다.

(4) 과실 오차

- ① 실험자가 탄동 진자의 끝부분과 탄동 진자의 탄동 받이가 완전히 밀착되지 않은 상태에서 실험을 진행했을 경우 정확하지 않은 값이 측정된다.

(5) 이론 오차

- ① [1]-(2)의 실험 방식은 이론값(참값)이라고 할 수 없다. 해당 실험 또한 오차가 발생하기 때문에 참값으로 보기 힘들다.

[4] 결론

해당 실험은 탄동 진자를 이용하여 탄환의 발사 속도를 측정하는 실험이다. 또한, 이 과정에서 적용한 선운동량 보존 법칙과 역학적 에너지 보존 법칙을 이해하기 위한 실험이다. 해당 실험은 수평 도달거리를 기준으로 탄환의 속도를 측정한 것을 이론값으로 간주하고 탄동 진자를 이용하여 탄환의 속도를 측정한 값과 비교하여 그 결과를 도출하는 실험이다. 탄동 진자를 이용하여 실험할 경우 이론값보다 항상 작게 나온다는 것을 알 수 있다. 또, 탄동 진자를 이용한 실험에서는 탄환의 속도와 m, M, g, l, θ 의 값들 간의 관계를 알 수 있었다. 그리고 탄동 진자를 사용한 실험에서는 선운동량 보존 법칙과 역학적 에너지 보존 법칙이 거의 성립함을 알 수 있었으며 수평 도달거리를 이용하여 탄환의 속도를 구하는 실험에서는 역학적 에너지가 보존된다는 사실을 알 수 있었다. 또한, 해당 실험의 오차는 각종 저항의 영향을 받아 실제 값보다 더 작은 값이 나왔을 것이라 생각하며, 그 외에도 참값으로 수평 도달거리를 이용하여 도출한 값을 썼다는 점, 중력가속도를 근사값으로 쓴 점 등 다양한 원인으로 인해 오차가 발생했을 것이라 생각한다.