

일반물리실험 보고서

대학	실험실:
학부(과)	실험조: 조
담당교수:	실험자:
담당조교:	학 번:
실험일자: 년 월 일	공동실험자:

중력가속도 측정

1. 목 적

자유낙하 하는 물체의 이동거리와 시간을 측정하여 중력가속도 g 를 구해보고 물체의 크기와 질량에 관계없이 일정함을 확인해 본다.

2. 실험 기구

지지대, 전자석, 포토게이트 타이머, 타임오프패드, 스위치, 자유낙하 운동 장치, 전선, 쇠공 2개

3. 이 론

물체가 지구표면으로부터 어떤 위치(높이)에서 떨어질 때 지구중심을 향하여 가속하는 운동을 한다. 만약 공기의 마찰저항이 없는 진공 상태라면 물체는 지구 인력에 의해 일정한 가속도로 자유낙하를 하게 된다. 진공상태에서는 깃털과 사과는 같은 가속도인 g 로 가속되므로 두 물체의 속도는 같은 비율로 증가하면서 같아진다. 즉, 동일한 위치에서 모든 물체의 중력가속도는 물체의 질량, 밀도, 모양 등에 무관하며 항상 일정하다.

뉴턴의 제2법칙 $\vec{F} = m\vec{a}$ 와 만유인력의 법칙 $\vec{F} = G\frac{mM}{r^2}\hat{r}$ 로부터 간단하게 중력가속도를 계산할 수 있다. 여기서 중력이 작용함으로 $\vec{F} = m\vec{g}$ 가 된다. 그러므로 중력가속도는

$$g = \frac{GM}{r^2} \quad (1)$$

가 된다. 중력상수 $G = 6.67428 \times 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ($\text{m}^3/\text{s}^2 \cdot \text{kg}$), 지구의 질량 $M = 5.9722 \times 10^{24} \text{kg}$, 지구 평균 반지름 $r = 6,370 \text{ km}$ 을 (1)식에 대입하여 계산하면 $g = 9.82336 \text{ m/s}^2$ 이 되지만 1901년 3차 국제도량형 총회에서 물체의 표준 무게를 정하기 위해 표준가속도를 $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$ 라고 정의 내렸다.

그리고 등각속도운동식으로부터 중력가속도를 구하는 식을 유도할 수 있으며 다음과 같다.

$$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2 \quad \rightarrow \quad h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (s = h, a = g, v_0 = 0) \quad \rightarrow \quad \therefore g = \frac{2h}{t^2} \quad (2)$$

이동거리 s (높이 h)와 시간 t 를 측정하여 그 값들을 (2)식에 대입하여 중력가속도 g 를 계산한다.

4. 실험값

4.1. 강철구의 지름, 질량, 시간 측정값

강철구	지름	<i>mm</i>			<i>mm</i>		
	질량	g			g		
높이 h (m)	기준	0.3000	0.6000	0.9000	0.3000	0.6000	0.9000
	측정값						
낙하 시간 t (s)	1회						
	2회						
	3회						
	4회						
	5회						
	6회						
	7회						
	8회						
	9회						
	10회						

5. 계산

5.1. 강철구의 낙하시간에 대한 평균, 표준편차, 표준오차, 확률오차 계산

강철구 지름		<i>mm</i>			<i>mm</i>		
질량		g			g		
높이 h (m)	기준	0.3000	0.6000	0.9000	0.3000	0.6000	0.9000
	측정값						
측정 회수							
낙하 시간 t (s)	합계						
	평균						
	σ						
	σ_m						
	ϵ_m						

5.2. 중력가속도 계산

강철구		h (m)	t_{avg} (s)	g (m/s ²)			h' (m)	Δh (m)
지름(mm)	질량(g)				e	e^2		
합계								
평균								
σ					S			
σ_m								
ϵ_m								

- ※ e : 표준중력가속도 $g_n = 9.80665 \text{ m/s}^2$ 에 대한 오차(= $g - g_n$)
- \bar{e} : 중력가속도 측정값의 오차(e)의 평균
- S : 모집단의 표준편차 $S = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n}}$, $e_i = x_i - t$
- h' : 측정시간과 표준중력가속도로 계산한 높이(= $\frac{1}{2} g_n t_{avg}^2$)
- Δh : 높이에 대한 오차(= $h - h'$)

6. 실험결과

중력가속도(g)	±	m/s ²
표준편차(S)		

7. 검토 및 고찰

- 1) 시간이 어느정도 정밀하게 측정되었는지 고찰해 본다.
- 2) 측정에 의해서 구해진 중력가속도의 정확도와 정밀도에 대해서 고찰해 본다.
- 3) 만약 측정값으로 계산된 중력가속도가 표준중력가속도와 차이가 크다면 그 원인이 무엇 때문인지 분석해 보고 정확한 측정을 위한 개선방안을 생각해 본다.
- 4) 중력가속가 고도(높이)에 따라 실제로 일정한지 고찰해 본다.

8. 결론