**<결과 레포트>**

**7주차 물리진자/자유낙하 운동실험**

|  |
| --- |
| 일반물리실험 / 9분반 |
| 담당조교 박제명 |
| 2021년 5월 5일 |
| 화공생명공학과 / 2학년 |
| 20181736 |
| 김태현 |

1. 실험 목적

회전운동과 연관되어 주기 운동을 하는 물체의 운동을 관찰하고 진동 주기를 측정하여 중력가속도 g를 구한다.

1. 데이터 정리
2. 물리진자 실험

막대의 길이=0.5m

h=0.18m의 주기운동 그래프

h=0.15m의 주기운동 그래프

h=0.12m의 주기운동 그래프

h=0.06m의 주기운동 그래프

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Distance h (m) | Period (s) | | | Gravitational acceleration(m/s^2) | |
| exp | theory | error (%) | exp | error (%) |
| 0.18m | 1.09273 | 1.09113 | 0.146637 | 9.77789 | 0.293270 |
| 0.15m | 1.07959 | 1.07842 | 0.108492 | 9.78527 | 0.218015 |
| 0.12m | 1.08894 | 1.08719 | 0.160965 | 9.77517 | 0.321007 |
| 0.06m | 1.27967 | 1.28037 | 0.0546717 | 9.81737 | 0.109314 |

중력가속도 g의 이론값 = 9.80665m/s^2

h에 따른 주기의 변화 그래프

1. 자유낙하 운동 실험

낙하위치에 따른 낙하시간

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| d (m) | t1 | t2 | t3 | t4 | t5 | t avg | t^2 avg |
| 0.53 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.102 |
| 0.47 | 0.30 | 0.30 | 0.31 | 0.30 | 0.31 | 0.304 | 0.0924 |
| 0.37 | 0.27 | 0.28 | 0.29 | 0.28 | 0.27 | 0.278 | 0.0773 |

낙하위치에 따른 중력가속도의 실험값과 오차

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| d (m) | t^2 avg | gravitational acceleration exp (m/s^2) | error (%) |
| 0.53 | 0.102 | 10.4 | 6.05 |
| 0.47 | 0.0924 | 10.2 | 4.01 |
| 0.37 | 0.0773 | 9.57 | 2.41 |

1. 결과 분석
2. 중력

어떠한 물체에 작용하는 중력은 다른 물체를 향하여 서로 끌리는 힘을 말한다. 실험에서는 진자나 구슬이 다른 물체와 작용하는 중력은 매우 미약하므로 무시하며 오직 물체와 지구사이에 작용하는 힘만 중력으로 상정한다. 중력은 지구의 중심을 향하여, 즉 지면에 수직으로 작용한다. 질량이 m인 물체가 자유낙하 한다면 물체에 작용하는 힘은 공기저항을 무시하면 중력밖에 없고, 그 힘은 m\*g로 계산된다.

1. 단순조화운동

단순조화운동은 물체가 원점을 중심으로 같은 양만큼 반복하여 진동하는 운동으로 다음과 같은 코사인함수를 통해 나타낼 수 있다.

이때 xm의 값은 진동의 진폭이고, ω의 값은 진동의 각진동수이며, φ는 운동의 위상각이다. 진자의 진동은 마찰이나 공기저항에 의한 주기의 차이가 거의 없는 정도의 기간 내에서는 단순조화운동으로 볼 수 있다. 우리는 캡스톤을 이용하여 ω의 값을 구할 수 있었고, 이를 통해 진동의 주기를 확인할 수 있었다.

1. 진자

진자는 일정한 축이나 점의 둘레를 운동하는 물체를 말한다. 진자는 크게 단진자와 물리진자로 나뉜다. 단진자는 질량이 없는 줄의 끝에 추를 고정한 형태이고 물리진자는 실생활에서 우리가 흔히 볼 수 있는 강체를 한 점에 고정시키고 회전하는 진자들을 의미한다. 물리진자는 단진자와 달리 질량분포가 복잡하다. 물리진자의 단순조화운동의 주기는 다음과 같은 식으로 계산된다.

(T=주기, I=관성모멘트, h=회전축과 질량중심 간의 거리)

실험에서 사용하는 막대의 관성모멘트는 질량중심에서 회전할 경우 으로 구할 수 있다. 하지만 우리는 질량중심이 아닌 다른 축을 중심으로 회전시킬 수 있다. 그러므로 다른 축을 중심으로 회전하는 막대의 관성모멘트는 으로 구할 수 있다. 그러므로 이번 실험에서 사용하는 물리진자의 주기는 다음과 같이 계산된다.

1. 자유낙하 운동

자유낙하 운동은 물체가 다른 간섭을 받지 않고 낙하하는 운동으로 공기저항을 제외하면 중력만이 작용한다. 정지된 물체의 자유낙하 운동에서의 낙하거리는 다음과 같다.

이 식에서 자유낙하의 경우 가속도 a는 중력가속도 g와 같다.

이번 실험은 진자 운동과 자유낙하 운동을 통해 중력가속도를 구하는 것이었다.

실험 1은 물리 진자의 주기 운동으로 중력가속도를 구하였다. 막대를 살짝 들었다가 놓으면 막대는 일정한 주기로 진동하기 시작한다. 이 운동의 주기를 구하고 위의 식을 사용하면 중력가속도의 실험값을 구할 수 있다. 중력가속도의 실험값은 실제 중력가속도 값과 거의 일치했다.

실험 2는 구슬의 자유낙하 운동을 통해 중력가속도를 구하였다. 구슬을 떨어뜨리면 캡스톤에 연결된 장치가 구슬의 낙하시간을 측정해준다. 구슬의 낙하시간과 낙하거리를 통해 중력가속도의 실험값을 구할 수 있다. 중력가속도의 실험값은 실제 중력가속도와 조금의 차이를 보였다. 실험 1과 실험 2의 오차율의 차이에 대해서는 후술하겠다.

1. 질문
2. 실험1
3. 단진자와 물리진자는 어떻게 다른가?

단진자는 줄에 매달린 추의 형태를 가지고 줄의 질량은 없는 것으로 가정한다. 그러므로 단진자에서는 모든 질량이 추의 중심에 모여 있다고 가정한다. 이러한 가정은 가상의 문제를 풀 때 편리하지만 실생활에서는 활용하기 힘들다. 물리진자는 단진자와 달리 질량의 분포가 복잡하게 되어있는 진자로 중력이 진자의 질량 중심에 작용한다. 그러므로 실생활에 활용하기 좋다.

1. 물리진자의 질량중심과 회전축 사이의 거리와 주기 사이의 관계는 어떻게 되는가?

질량중심과 회전축 사이의 거리와 주기의 관계는 다음과 같은 식으로 나타난다.

그러므로 진자의 길이와 질량중심과 회전축 사이의 거리를 알고 있으면 운동의 주기를 알 수 있다.

1. 주기가 최소가 되는 물리진자의 질량중심과 회전축 사이의 거리는 어느 지점인가?

위의 식을 보면 알 수 있듯이 질량중심과 회전축 사이의 거리 h가 작을수록 주기의 값도 줄어든다. 주기가 최소가 되는 h의 값은 0이다. 그러므로 물리진자의 질량중심과 회전축이 일치할 때 주기가 최소가 된다.

1. 실험2
2. 가속도가 일정한가?

가속도는 거의 비슷했다.

1. 가속도의 값은 얼마인가?

가속도의 값은 각각 10.4, 10.2, 9.57로 중력가속도 g와 비슷한 값이 나왔다.

질문 (3)~(5)는 구슬을 바꾸어 진행하지 않았으므로 X

1. 토의

실험 1의 경우, 구한 중력가속도와 실제 중력가속도의 값이 1%이하의 아주 작은 오차가 발생하였다. 이런 오차의 발생원인을 알아보자. 첫번째로는 축에서 생기는 마찰과 공기저항이다. 막대가 회전할 때 축 막대도 같이 회전하여 로터리 모션센서에 신호를 주는 것이므로 막대의 마찰은 필연적이다. 막대의 마찰과 공기저항은 이 진동을 단순조화운동이 아니라 감쇠조화진동으로 만든다. 여기에서 오차가 발생할 수 있다. 두번째는 축과 진자를 연결하는 나사가 꽉 조여지지 않아서 진자가 좌우로 움직이면서 앞뒤로도 조금씩 움직였을 가능성이다. 나사를 최대한 꽉 조이긴 했지만 실험을 진행하면서 약간 풀어졌을 가능성이 있다. 앞뒤로 살짝 덜컥거리면서 주기 운동을 방해하여 오차가 발생했을 수 있다. 세번째로는 진자인 막대가 옆에서 보았을 때 살짝 휘어져 있던 점이다. 약간이긴 하지만 이때문에 오차가 생겼을 것이다.

실험 2의 경우, 구한 중력가속도와 실제 중력가속도의 값은 2~6%정도로 작은 오차가 발생하였다. 오차의 발생원인을 분석해보자. 첫번째로는 공의 낙하위치의 차이가 있다. 알다시피 낙하실험 장치의 공을 받는 부분은 경사가 있다. 이 경사의 위쪽 끝부분에 맞는것과 아래쪽을 맞는 것은 약간이지만 낙하길이의 차이가 있다. 두번째로는 기기 자체의 결함이다. 실험을 진행하면서, 2번의 낙하 중 1번은 기록이 안될 정도로 기기에 문제가 있는 것 같았다. 그리고 낙하 시간을 소수점 아래 한자리 까지만 기록하므로 기록의 정확성도 떨어진다.

중력을 이용하는 실생활의 예는 흔히 볼 수 있다. 물레방아는 중력에 의해 떨어지는 물을 통해 돌아간다. 모터에 의해 높이 올라간 놀이기구가 떨어지는 것도 중력에 의한 것이다. 과학계에서는 우주탐사선을 보낼 때 중력이 사용된다. 탐사선에 보낼 수 있는 한정되어 있으므로 탐사선이 앞으로 진행할 경로를 계산하고 그 근처의 행성이나 위성의 중력을 적절히 이용하면 탐사선의 진로를 조정하거나 가속, 감속할 수 있다. 이를 스윙바이 기법이라고 한다.

1. 참고 문헌

일반물리학 실험 매뉴얼, 서강대학교 물리학과

할리데이 외 2인, 일반물리학 1권, 범한서적주식회사, 10판, 2014, p118~119 p407~410 p480~484, p494~497