

1. 전기 블랙박스: 정전용량 변위 센서

진동 주파수가 f 인 이완 발진기의 구성 요소인 커패시턴스 C 의/커패시터의 경우 f 와 C 의 관계는 다음과 같습니다:

$$f = \frac{\alpha}{C}$$

여기서 α 는 상수이고 C 는 회로의 표유 커패시턴스입니다. 주파수 f 는 다음과 같을 수 있습니다.

디지털 주파수 측정기를 사용하여 모니터링합니다.

이 실험에서 주어진 전기 블랙박스는 병렬 플레이트 커패시터입니다. 각 플레이트는 동일한 기하학적 모양의 여러 개의 작은 톱니로 구성되어 있습니다. C 의 값은 상부 판을 하부 판에 대해 수평으로 이동시킴으로써 변화시킬 수 있습니다. 두 플레이트 사이에는 유전체 재료 시트가 있습니다.

장비: 이완 발진기, 이완 발진기의 주파수를 측정하기 위한 디지털 멀티미터, 알려진 커패시턴스, 전기 및 배터리 세트.

주의: 배터리 전압을 확인하고 전압이 9V 미만인 경우 새 요청하세요.

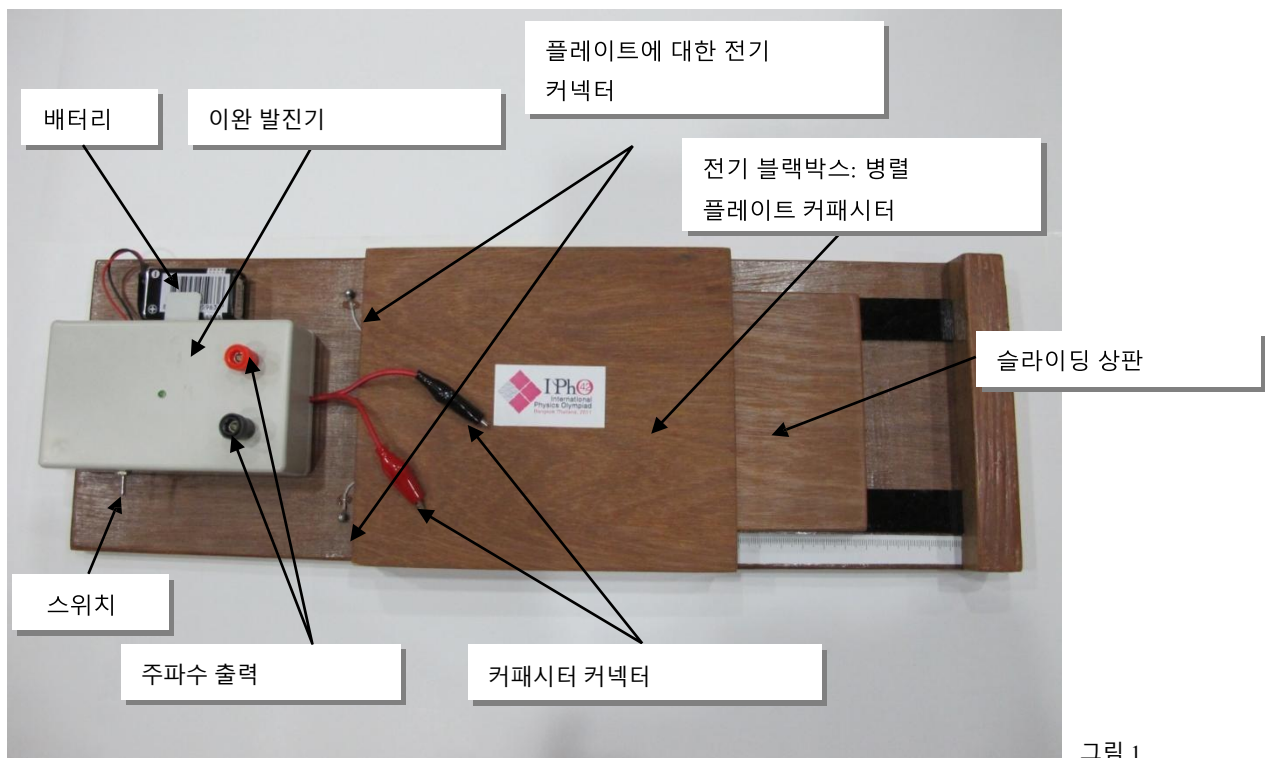


그림 1

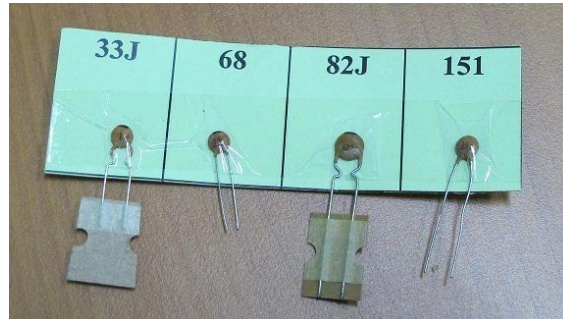


그림 2 커패시터



주파수 측정 위치

그림 3 주파수 측정용 디지털 멀티미터

표 1 공칭 커패시턴스 값

코드	커패시턴스 값 (pF)
33J	34 $\pm$ 1
68	68 $\pm$ 1
82J	84 $\pm$ 1
151	150 $\pm$ 1

1부. 캘리브레이션

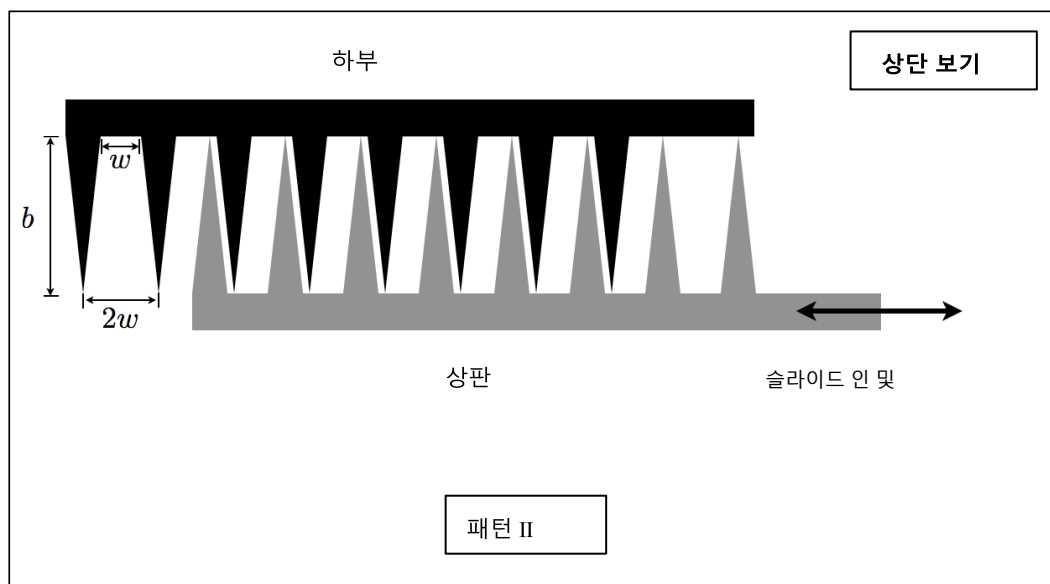
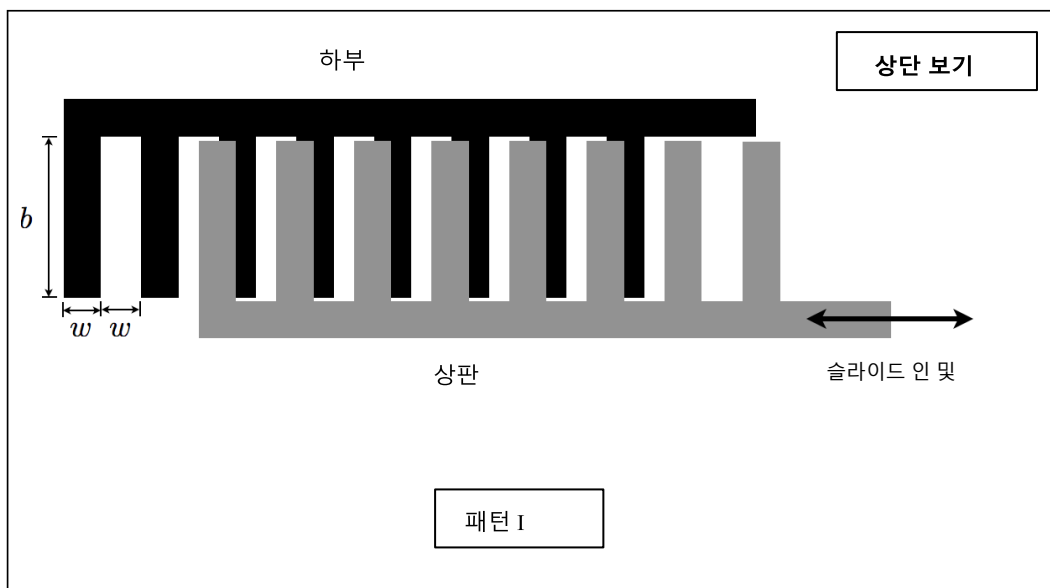
주어진 알려진 커패시터를 사용하여 f 의 측정을 . 적절한 그래프를 그려 α 및 C_s 의 값을 구합니다. 오류 분석은 필요하지 않습니다.

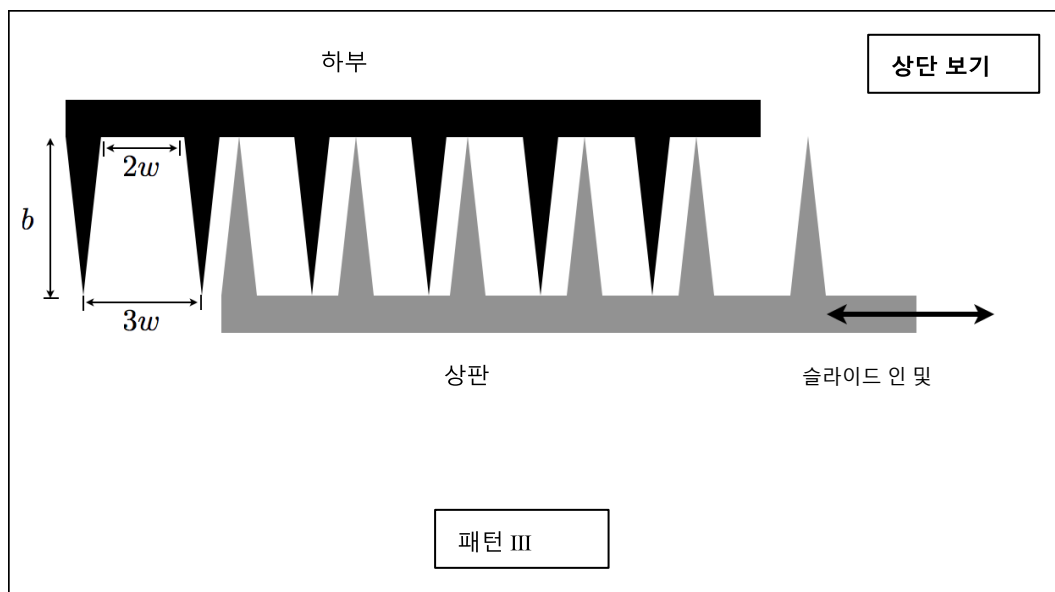
3.0점 | 3.0점

2부. 평행 플레이트 커패시터의 기하학적 모양 결정

[6.0점]

다음과 같이 세 가지 가능한 기하학적 모양이 패턴 I, 패턴 II 및 패턴 III으로 주어집니다:





각 패턴에 대해 C 와 위치에 대한 예상 그래프를 정성적으로 그리되, x 축에 레이블을 지정합니다. 그런 다음 상판의 위치에 대한 f 의 측정을.

그래프를 그리고 이 그래프에서 병렬 플레이트 커패시터의 패턴과 그 치수(b 및 w 값) 추론합니다. 상판과 하판 사이의 간격 d 는 0.20mm입니다.

플레이트 사이의 유전체 시트는 유전 상수 K

≈ 1.5 . 자유의 유전율은

공간 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$. 오류 분석은 필요하지 않습니다.

3부. 디지털 캘리퍼의 해상도

[1.0포인트]

평행 플레이트의 상대적 위치가 달라지면 커패시턴스가 패턴에 따라 변화합니다. 이 설정은 길이 측정을 위한 디지털 캘리퍼스로 사용할 수 있습니다. 이 실험의 평행판 커패시터를 디지털 캘리퍼스로 사용하려면 파트 2의 실험 데이터에서 다음 값을 추정합니다.

해상도: 주파수 값 f 에 대해 측정할 수 있는 최소 거리입니다.

$\approx 5 \text{ kHz}$ 입니다. 최종

답변에 대한 오차 추정치는 필요하지 않습니다.

2. 기계식 블랙박스: 내부에 공이 들어 있는 실린더

질량 m 의 작은 거대한 입자(공)가 질량 M 인 속이 빈 원통의 상단 거리 z // 고정되어 있습니다. 중심 축에 수직으로 일련의 구멍이 뚫려 있습니다. 이 구멍은 원통이 수직면에 매달릴 있도록 피벗하기 위한 것입니다.

학생들은 오차 추정치와 함께 다음의 수치를 결정하기 위해 필요한 비파괴 측정을 수행해야 합니다:

- i. 내부에 공이 있는 실린더의 질량 중심 위치입니다.

또한 질량 중심을 측정하기 위한 실험 설정의 개략도를 제공합니다.

[1.0점]

- ii. 거리 z

[3.5점]

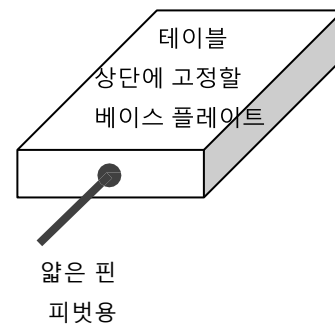
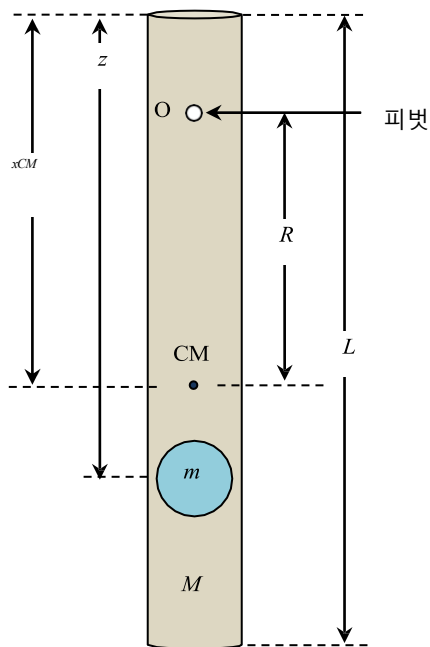
- iii. 비율 $\frac{M}{m}$.

[3.5점]

- iv. 중력으로 인한 가속도, g .

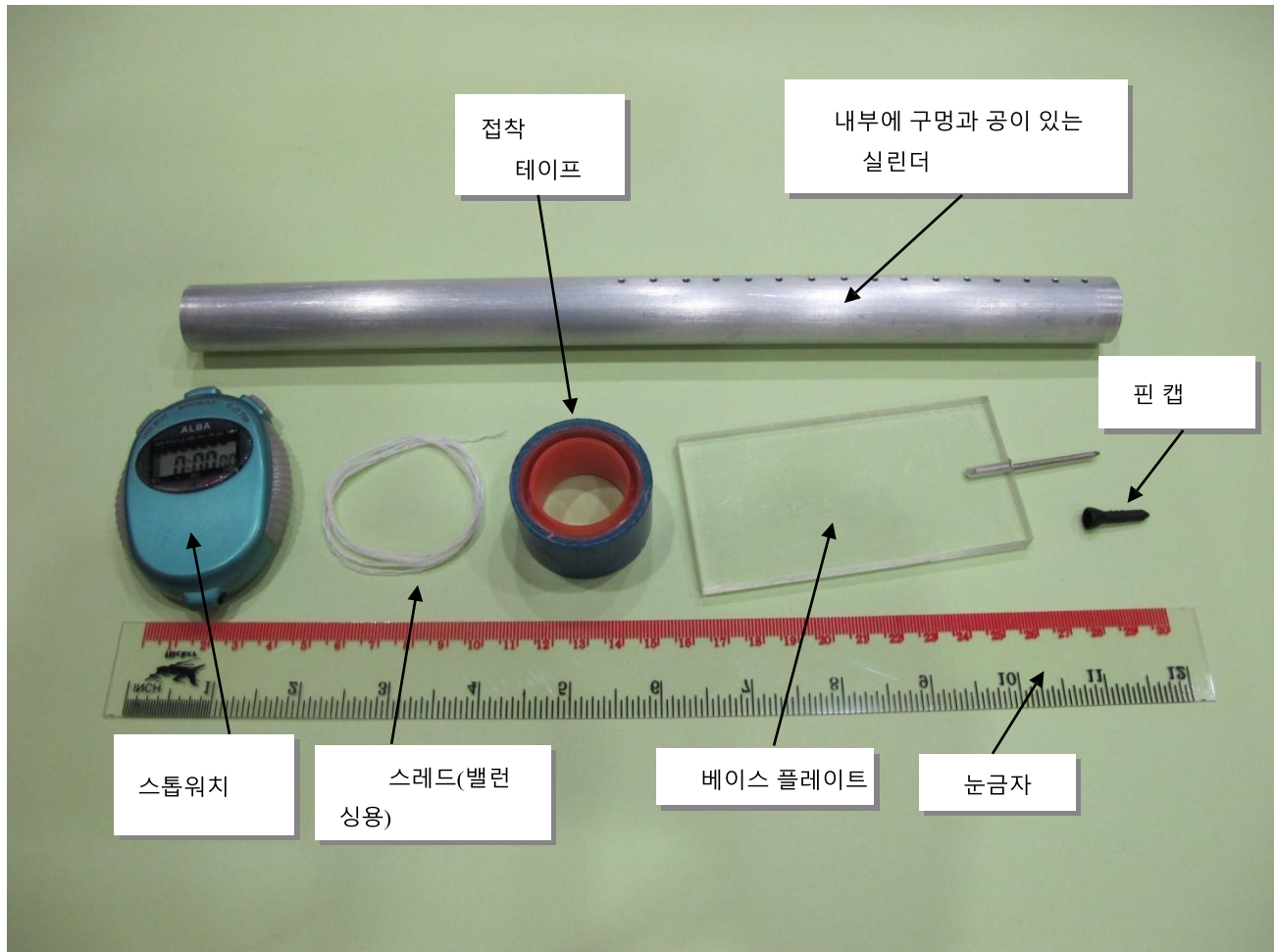
[2.0점]

장비: 뚫린 원통과 내부에 공, 얇은 핀이 달린 베이스 플레이트, 핀 캡, 자, 스톱워치, 실, 연필, 접착 테이프가 있습니다.



x_{CM} 는 원통의 상단에서 질량 중심까지의 .

R 는 피벗 포인트에서 질량 중심까지의 거리입니다.



주의: 얇은 핀은 날카롭습니다. 사용하지 않을 때는 안전을 위해 핀 캡으로 보호해야 합니다.

유용한 정보:

- 이러한 물리적 진자의 경우,
$$M + m R^2 + I_{CM} \frac{d^2 \theta}{dt^2} \approx -g M + m R \theta$$
 여기서 I_{CM} 은

는 질량 중심에 대한 공이 있는 원통의 관성 모멘트이고 θ 는 각 변위입니다.

- 길이 L , 질량 M 의 긴 중공 원통의 경우 중심에 대한 관성 모멘트는 다음과 같습니다.

회전축이 원통에 수직인 질량은 다음과 같이 근사화할 수 있습니다.

$$\frac{1}{3} M \left(\frac{L}{2} \right)^2.$$

- 평행축 정리:
$$I = I_{(중심)(의)(질량)} + Mx^2,$$
 여기서 x 는 회전으로부터의 거리입니다.

는 질량 중심을 가리키고, M 은 물체의 총 질량을 나타냅니다.

- 공은 점 덩어리로 취급할 수 있으며 원통의 중심 축에 위치합니다.
- 실린더가 균일하고 엔드캡의 질량이 무시할 수 있는 수준이라고 가정합니다.