자기 퍽

2000년 7월

2.5시간

이 실험에서는 측정, 결과, 그래프의 불확도를 나타내야 한다.

목적

퍽이 비탈을 미끄러져 내려갈 때 작용하는 힘을 조사한다.

경고

퍽의 둥글고 평평한 면이나 비탈의 종이 표면을 손으로 만지지 마시오. 주어진 장갑을 쓰시오. 편의를 위해 두 면에 서로 다른 색의 종이 스티커가 붙어 있지만, 두 종이 면의 마찰 특성은 같다고 가정해도 된다.

시간 재기

트랙 밑의 센서가 상자 속 전자 게이트를 작동시키며, 퍽이 센서들 사이에 있을 때 초록 LED가 켜진다. 초록 불이 켜져 있는 동안 멀티미터는 정전류원(전류가 건전지 전압에 비례한다)에 연결된 축전기 양단의 전위차를 잰다. 따라서 멀티미터 읽은 값은 퍽이 센서들 사이에 있는 시간의 척도이다. 이 읽은 값으로 퍽의 속력을 임의 단위로 얻을 수 있다.

타이머 다루기

i) 상자 옆면의 검은 누름단추를 눌러 누르고 있으시오. 그러면 전자 장치가 켜진다.

ii) 초록 불이 켜지면 퍽을 (밝은 면을 위로 하여) 아래쪽 센서를 지나도록 미시오. 초록 불이 꺼질 것이다.

iii) 퍽을 놓기 전에 빨간 단추를 10초 이상 눌러 축전기 양단의 전위차를 0으로 만들 수 있다.

iv) 건전지 기호가 표시된 단자에 멀티미터를 연결하면 건전지의 전위차를 잴 수 있다.

정의

(i) 빗면을 미끄러져 내려가는 물체는 접선 방향의 저항력 F와 수직 항력 N을 받는다.
다음을 정의한다

$$\mu = \frac{F}{N}$$

(ii) 저항력이 마찰에만 의한 것이면 x는 μ_s와 같으며, 이를 표면의 운동 마찰 계수라 한다.
이것은 속력에 무관하다.

(iii) 파란(어두운) 면이 빗면에 닿을 때 다음을 정의한다

$$\mu_d = \frac{F_d}{N}$$

여기서 접선력 F_d는 일부는 표면 마찰에 의한 것이고 일부는 자기 효과에 의한 것이다.

(iv) 자기 효과만 나타내는 변수 x_{ds}는 다음과 같이 정의한다

$x_{ds} = x_d - x_s$

중요한 도움말과 조언

(i) 처음에는 퍽의 행동을 정성적으로 조사해 보면 도움이 될 것이다.

(ii) 정량적으로 조사하기 전에 물리를 생각하시오. 될 수 있으면 그래프로 나타내는 것을 기억하시오.

(iii) 시간이 넉넉하지 않으면 실험 읽은 값을 너무 많이 얻으려 하지 마시오.

(iv) 여러분은 전해 축전기 양단의 전위차를 재고 있다. 이것은 단순한 공기 축전기와 똑같이 행동하지 않는다. 전하가 천천히 새는 것은 정상이며 전위차는 완전히 일정하게 머물지 않을 것이다.

(v) 퍽 하나와 9.0 V 건전지 하나가 주어진다. 건전지를 아끼시오! 축전기를 채우는 정전류는 건전지의 전위차에 비례한다. 따라서 건전지의 전위차를 지켜보는 것이 좋다. 또 건전지의 전위차가 8.4 V 아래로 떨어지면 센서를 믿을 수 없을 수도 있다. 그러면 다른 건전지를 요청하시오.

(vi) 답안 묶음에는 그래프 용지가 4면만 들어 있다. 더 주지 않는다. 실험이 끝나면 퍽은 가져도 된다.

(vii) 멀티미터를 다루기 어려우면 감독관에게 요청하시오.

데이터

- 퍽의 무게 = 5.84×10^{-2} N

· 전압계 읽은 값은 퍽이 지나간 시간을 나타낸다. 건전지의 전위차가 9.0 V일 때 1 V는 0.213 s에 해당한다

· 센서 사이의 거리 = 0.294 m

실험

주어진 장치만 써서, 수평에 대한 트랙 기울기 θ에서 x_{ds}가 퍽의 속력 v_θ에 어떻게 의존하는지 조사하시오.

결과를 분석하고 그래프를 그리는 데 쓴 대수 식/관계를 답안지에 적으시오.

결과를 설명하는 정량적 모형을 제안하시오. 모은 데이터로 모형을 정당화하시오.