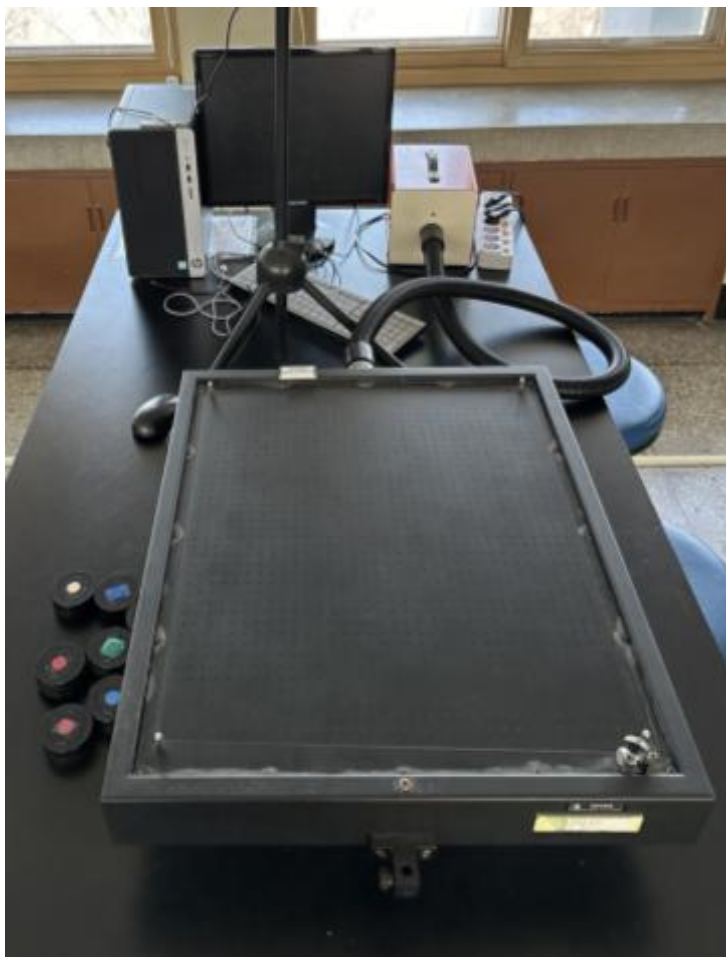


일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

3. 충돌의 해석(2차원 충돌)



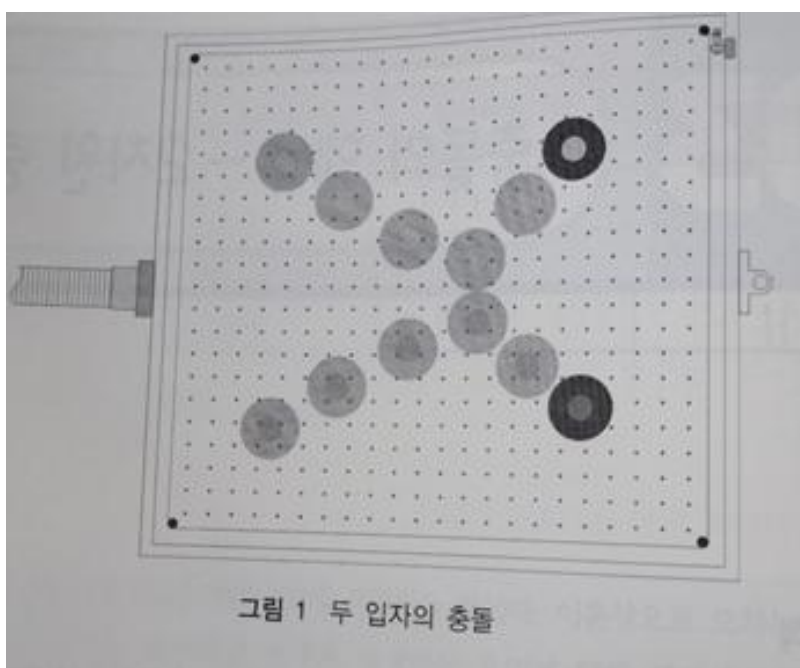
일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

실험 목표

에어테이블을 이용하여 두 개의 물체를 충돌시켜 충돌 전 후의 선운동량을 비교하여 선운동량 보존 법칙을 이해한다. 일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

기본 이론

1) 탄성충돌



질량 m_2 에 속도 v_2 인 물체2가 질량 m_1 , 속도 v_1 인 물체1과 충돌하면 이 입자는 충돌 후 그림 1과 같이 운동한다. 이 충돌에서 외력은 0이므로 선운동량은 보존된다. 즉,

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2' \quad (1)$$

이다.

식 (1)의 입사 방향을 x축, 이와 직각방향을 y축으로 하는 좌표계에서 성분으로 표시하면

$$x\text{성분} : m_1 v_1 \cos \theta_1 + m_2 v_2 \cos \theta_2 = m_1 v_1' \cos \theta_3 + m_2 v_2' \cos \theta_4 \quad (2)$$

$$y\text{성분} : m_1 v_1 \sin \theta_1 + m_2 v_2 \sin \theta_2 = m_1 v_1' \sin \theta_3 + m_2 v_2' \sin \theta_4 \quad (3)$$

이다.

여기서 v_1 은 물체1의 충돌 후 속도, v_2 은 물체2의 충돌 후 속도이다. 또 이 충돌이 탄성충돌이라면 충돌 전 후의 계의 운동량이 보존되므로

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad (4)$$

이다. 일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

만약, 입사물체 m_1 과 표적물체 m_2 의 질량이 같다면 x 성분과 y 성분은 이 되어 충돌 후 두 입자의 진행 방향은 직각을 이루게 된다.



일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

2)비탄성충돌

두 물체가 충돌 후 서로 붙잡는다면 이를 완전 비탄성 충돌로 간주할 수 있다. 그림 1에서와 같이 충돌이 일어나는 점을 원점으로 정하였다.

충돌 전 질량 m_1 인 물체가 v_1 의 속도로 x축으로 운동하고 있고 질량 m_2 인 물체가 v_2 의 속도로 y축으로 운동하고 있다면 충돌하는 동안 선운동량이 보존되기 때문에 선운동량의 x성분과 y성분은 다음과 같다.

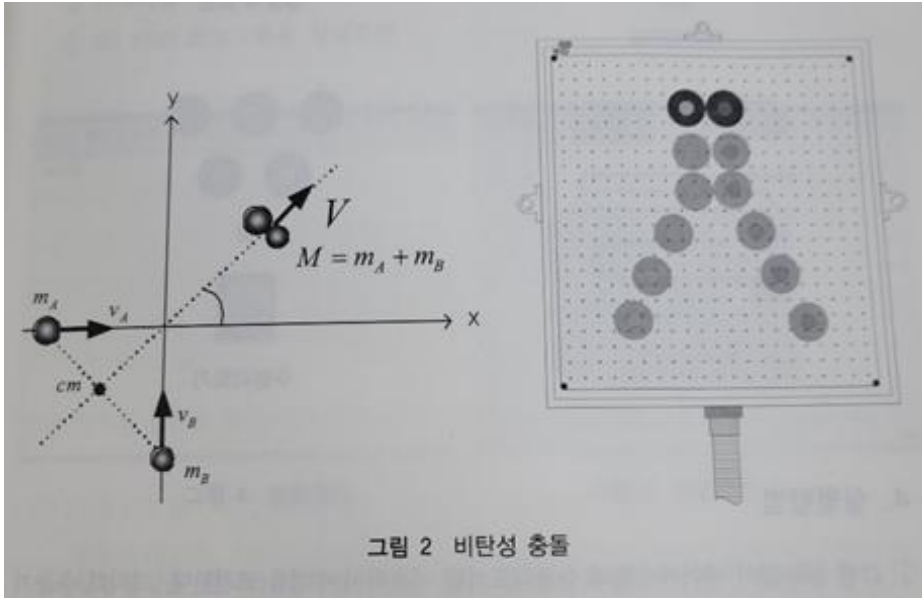


그림 2 비탄성 충돌

$$m_1 v_1 = M V \cos \theta \quad (1)$$

$$m_2 v_2 = M V \sin \theta \quad (2)$$

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지
 이며, $M = m_1 + m_2$ 이다. 식 (2)를 식 (1)로 나누면 $\tan \theta = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1}$ 이다. 그러므로

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} \right) \quad (3)$$

이 된다. 따라서 충돌 후의 속도 V 를 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$V = \frac{m_2 v_2}{M \sin \theta} \quad (4)$$

또한 비탄성 충돌의 경우 충돌 전후의 에너지는 같지 않고 충돌 후 에너지가 충돌 전 에너지보다 작게 된다.

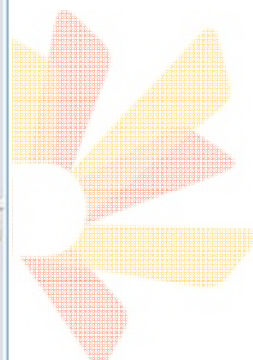
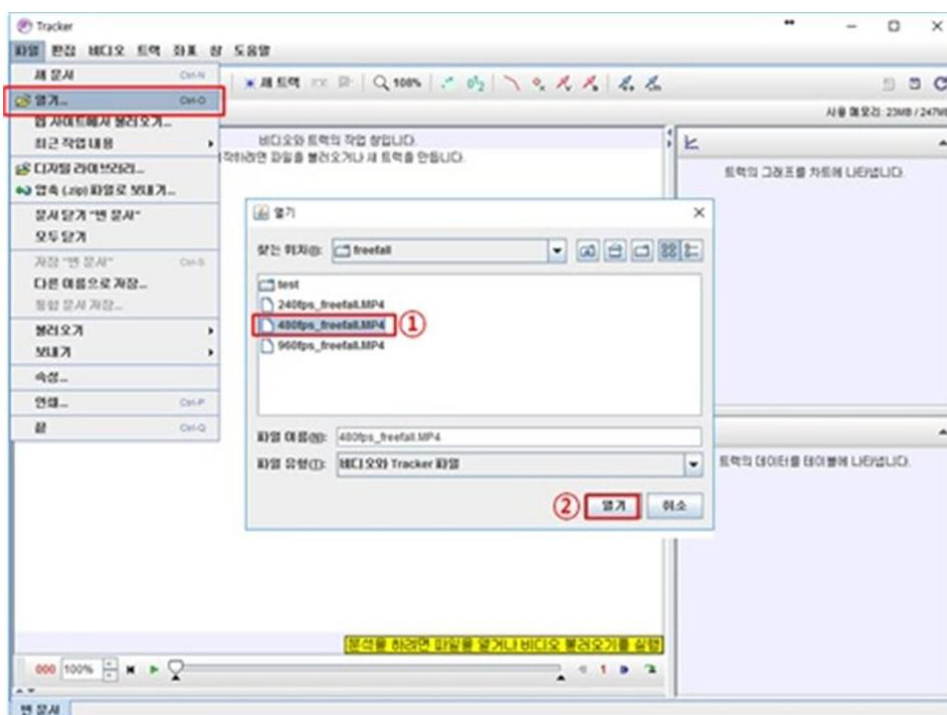
처음 운동에너지는 $K_i = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$ 이고, 나중 운동에너지는 $K_f = \frac{1}{2} M V^2$ 이기 때문에 그 변화는

$$\text{부분율} = \frac{|K_f - K_i|}{K_i} \quad (5)$$

로 에너지 감소율을 알 수 있다.

실험 방법

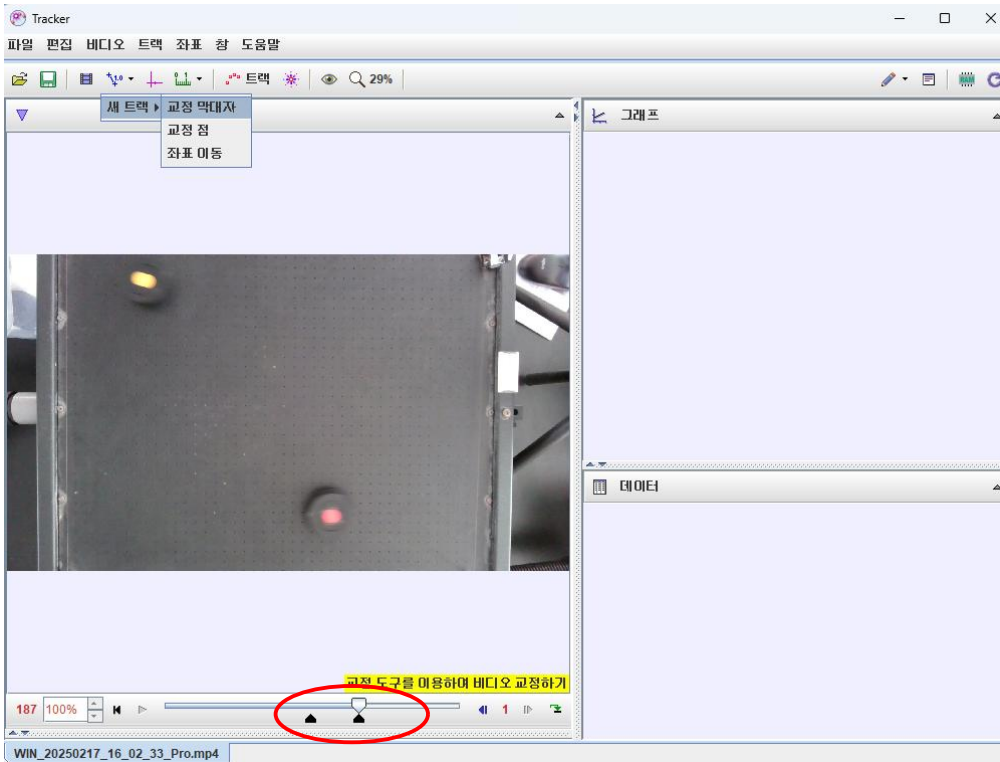
- 1) 카메라를 에어테이블이 잘 보이도록 설치한다.
일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지
- 2) 컴퓨터의 카메라 앱을 통해 실험영상을 촬영한다.
- 3) 바탕화면에 tracker 폴더 -> tracker 프로그램을 클릭하여 실행시킨다
- 4) 동영상 파일을 연다



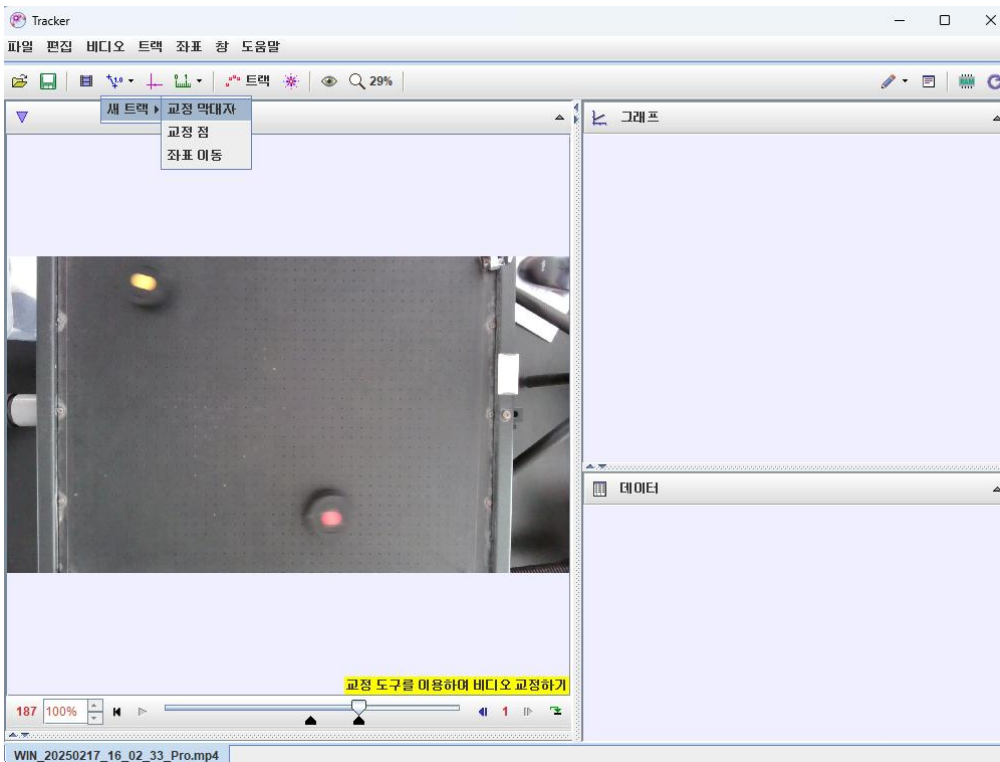
포 금지

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

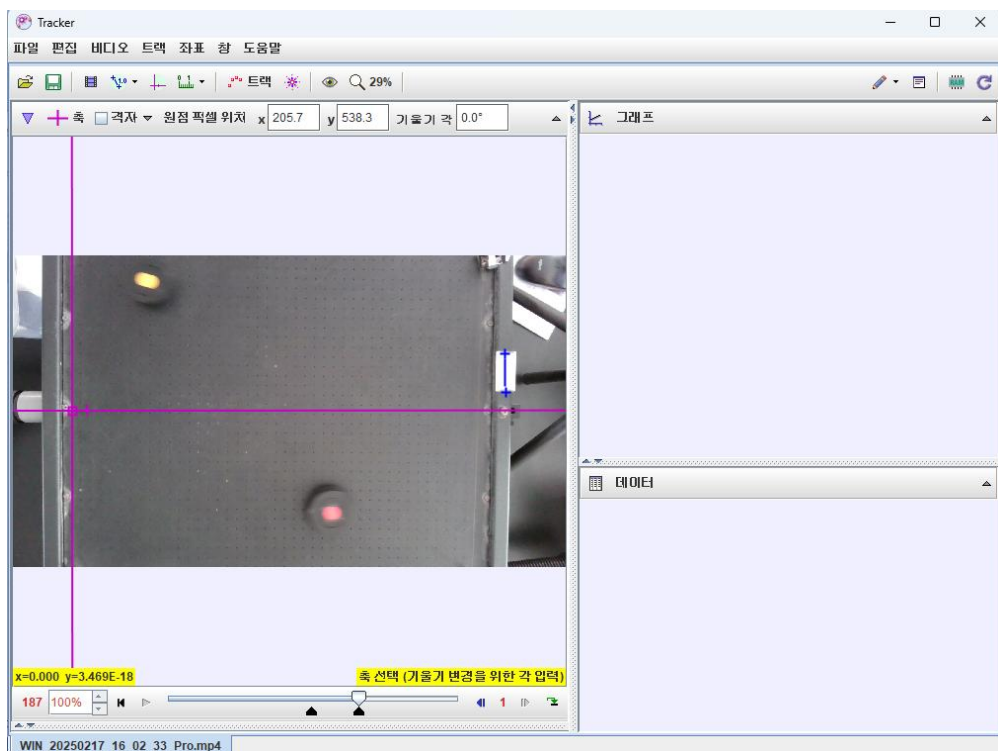
5) 운동을 추적할 영상의 시작과 끝점을 설정한다. 영상 전체를 대상으로 추적을 하면 시간 소모가 크게 되는 경우가 많으므로 필요한 부분만 선택해서 추적을 한다.



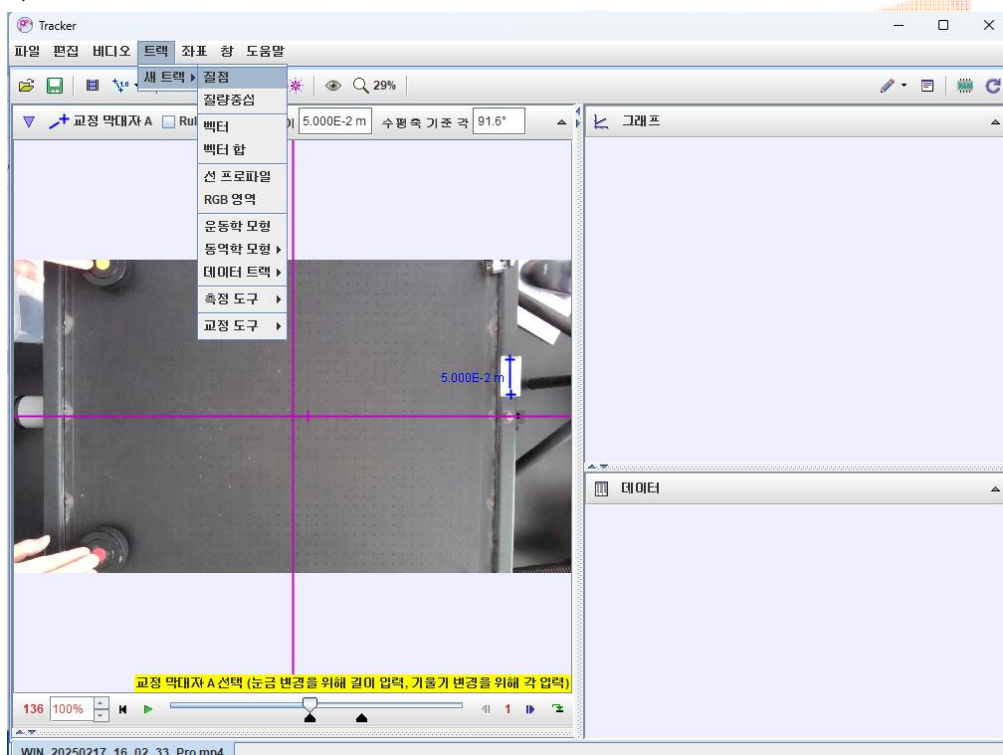
6) 교정막대자 선택 (교정줄자를 사용해도 됨) 실험 테이블의 50MM 기준자를 이용, 교정막대자 길이 설정



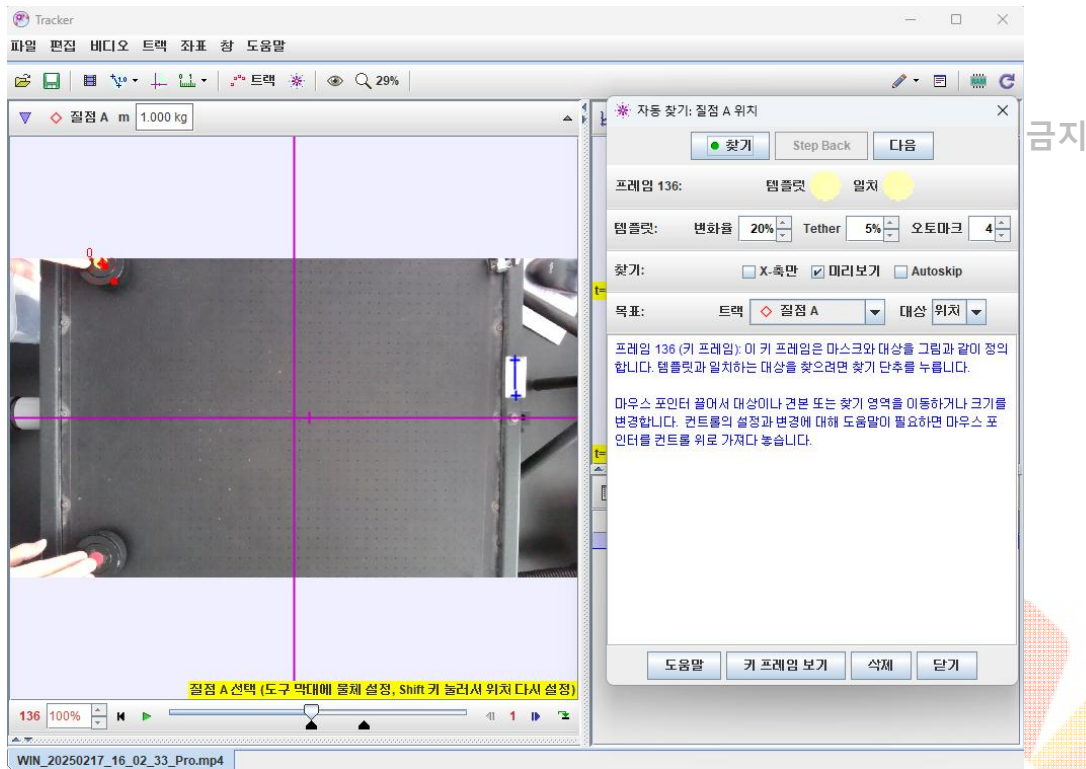
8)좌표축 설정 (설정 되어있는 경우 skip 해도 상관없음)



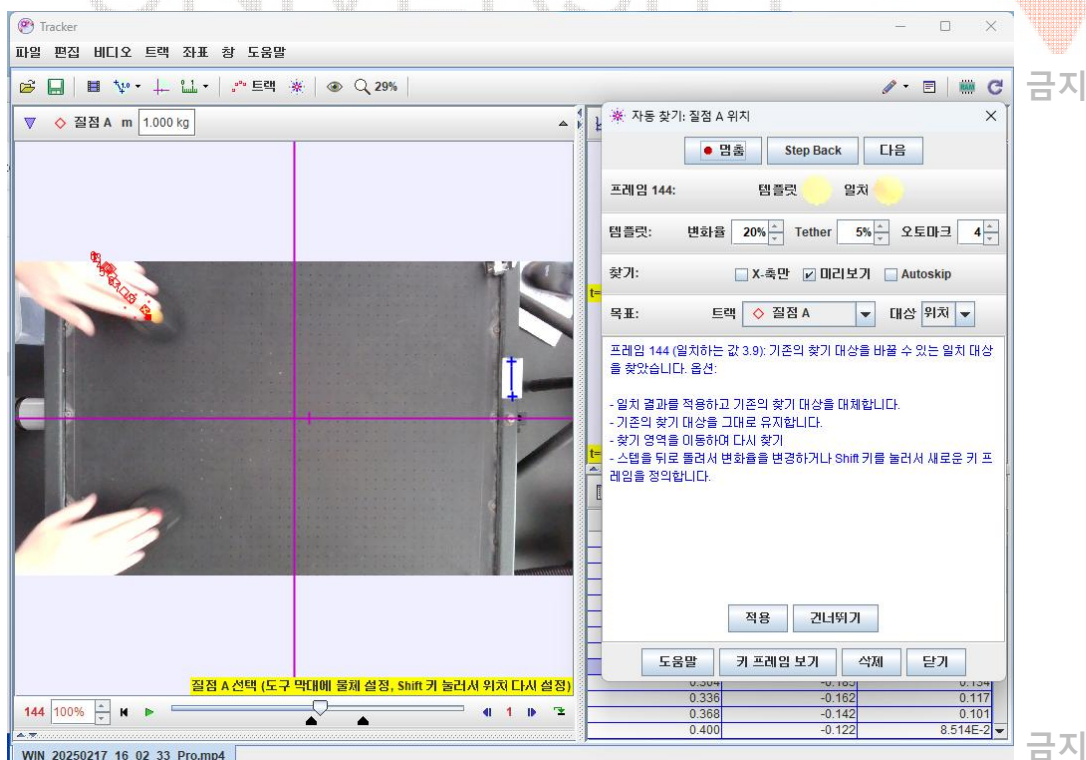
9) 물체의 운동을 추적하기 위하여 질점 선택



10) shift+클릭으로 추적할 좌표를 선택 한다.(픽의 색 부분을 선택한다)

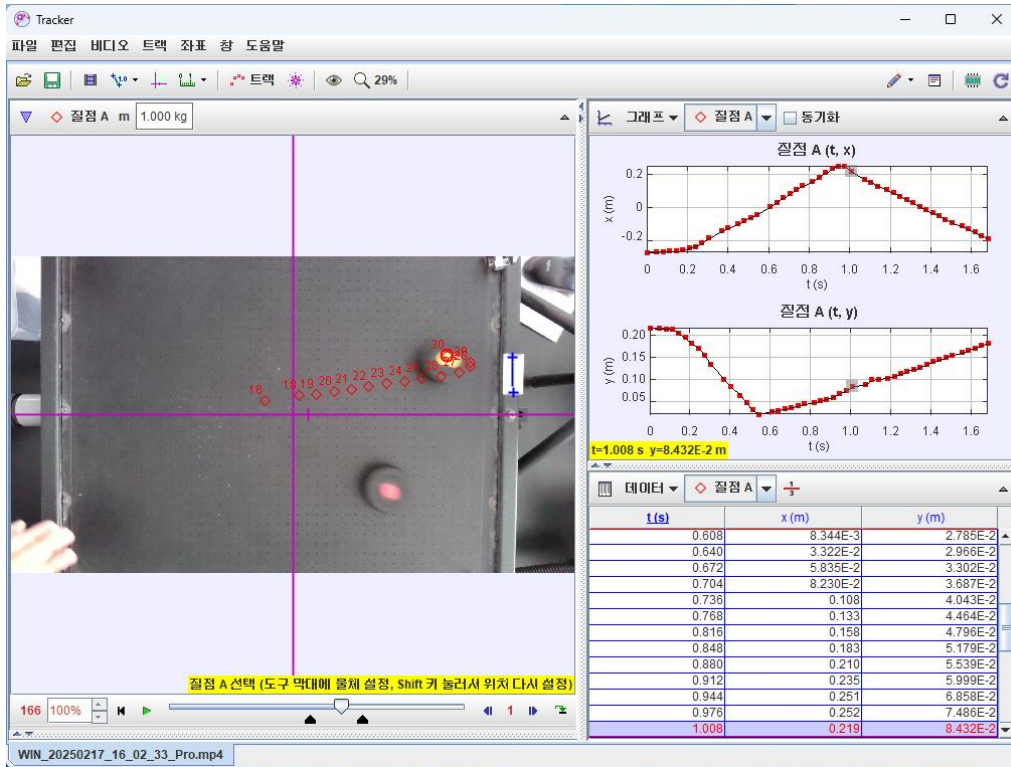


11) 찾기 버튼을 눌러 자동으로 추적이 되는지 확인한다. 중간에 자동 추적이 안될시 수동추적 (shift 키 클릭 후 적용)을 통해 진행한다



12. 프로그램 우측에 위치한 그래프 및 데이터 시트를 확인한다. 그래프의 축이름을 클릭하면 여러 선택 사항을 볼 수 있는데 이들을 선택하여 다양한 물리량에 대한 그래프를 확인할 수 있다.

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지



일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지