Physics and Engineering Physics

일반물리학 실험

역학적 에너지 보존

Mechanical Energy Conservation

김주혁 수정일자 – 2020.03.03
이진호 수정일자 – 2021.02.23

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Contents

실험 목적 01

이론 02

실험 기구 및 장치 03

실험 방법 04

데이터 및 결과 05

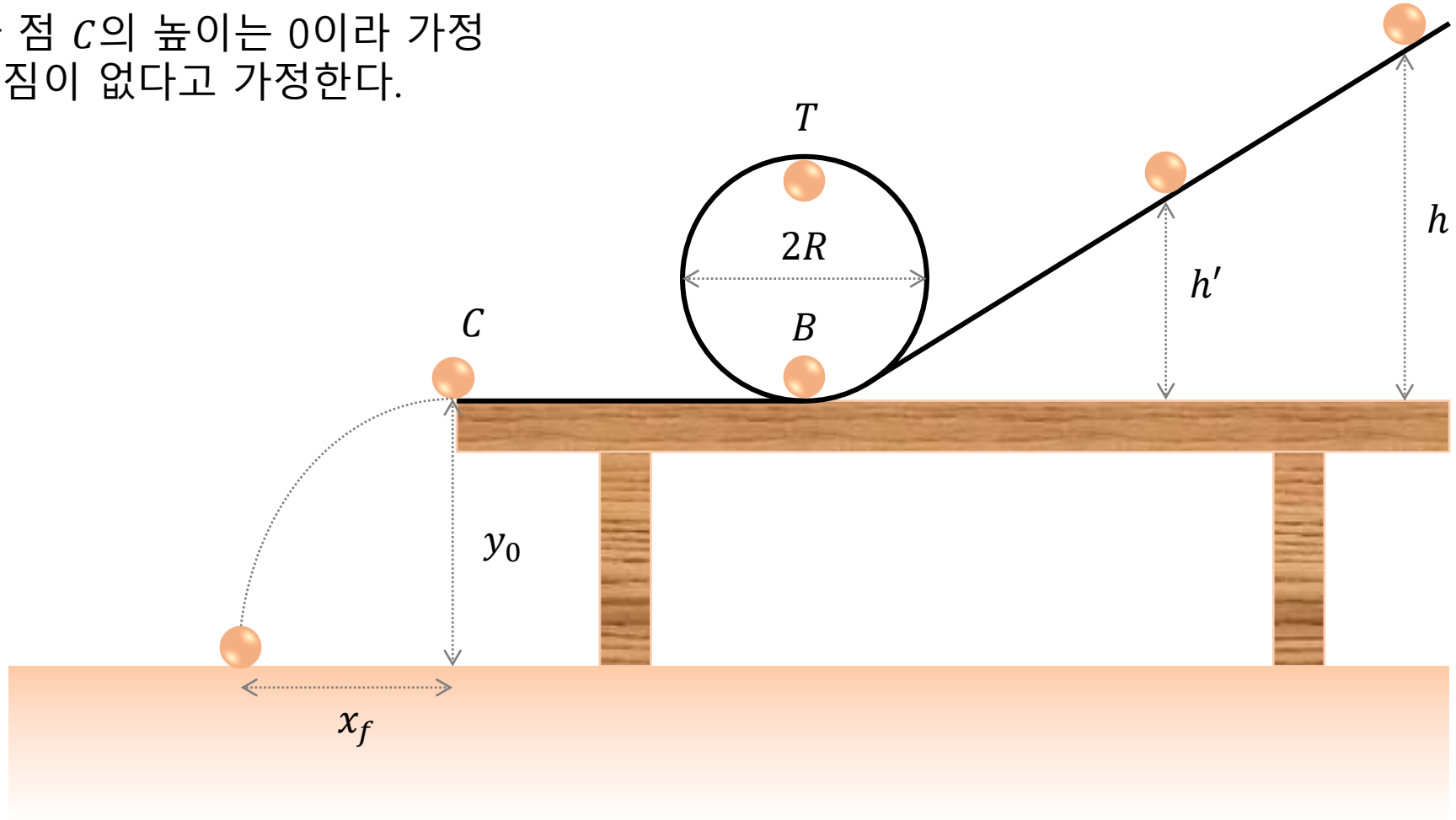
- 비스듬한 면과 원으로 된 경로를 따라 구르는 구슬을 통해 역학적 에너지 보존을 확인한다.

연세대학교 YONSEI UNIVERSITY

- **역학적 에너지 보존 법칙**
  - 공기의 저항을 무시할 수 있을 때, 물체가 가지고 있는 역학적 에너지는 서로 전환되지만 그 양은 항상 일정하게 보존

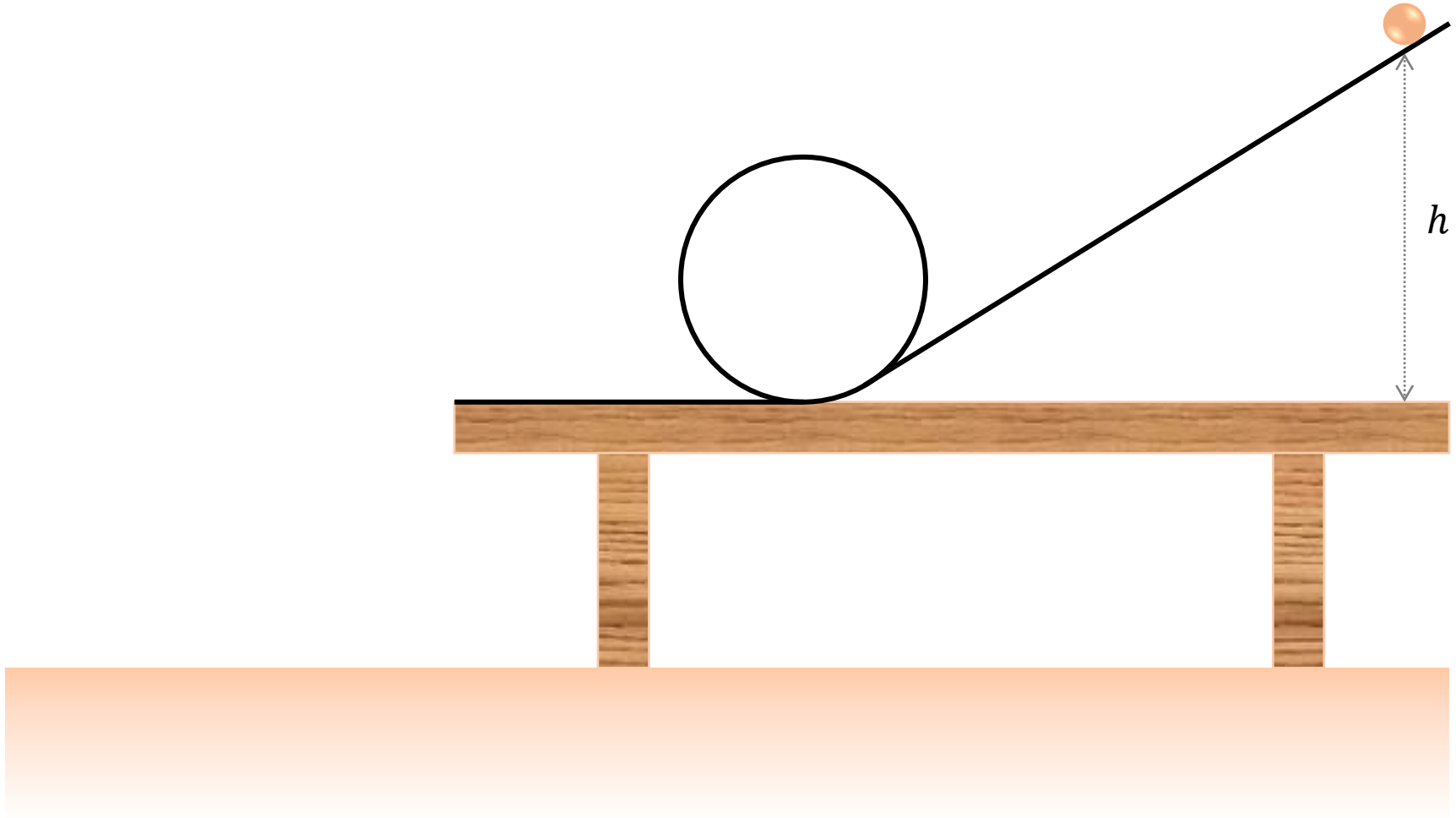
$$E_{mech} = K(\text{운동에너지}) + U(\text{위치에너지})$$

✓ 점 B와 점 C의 높이는 0이라 가정
✓ 미끄러짐이 없다고 가정한다.

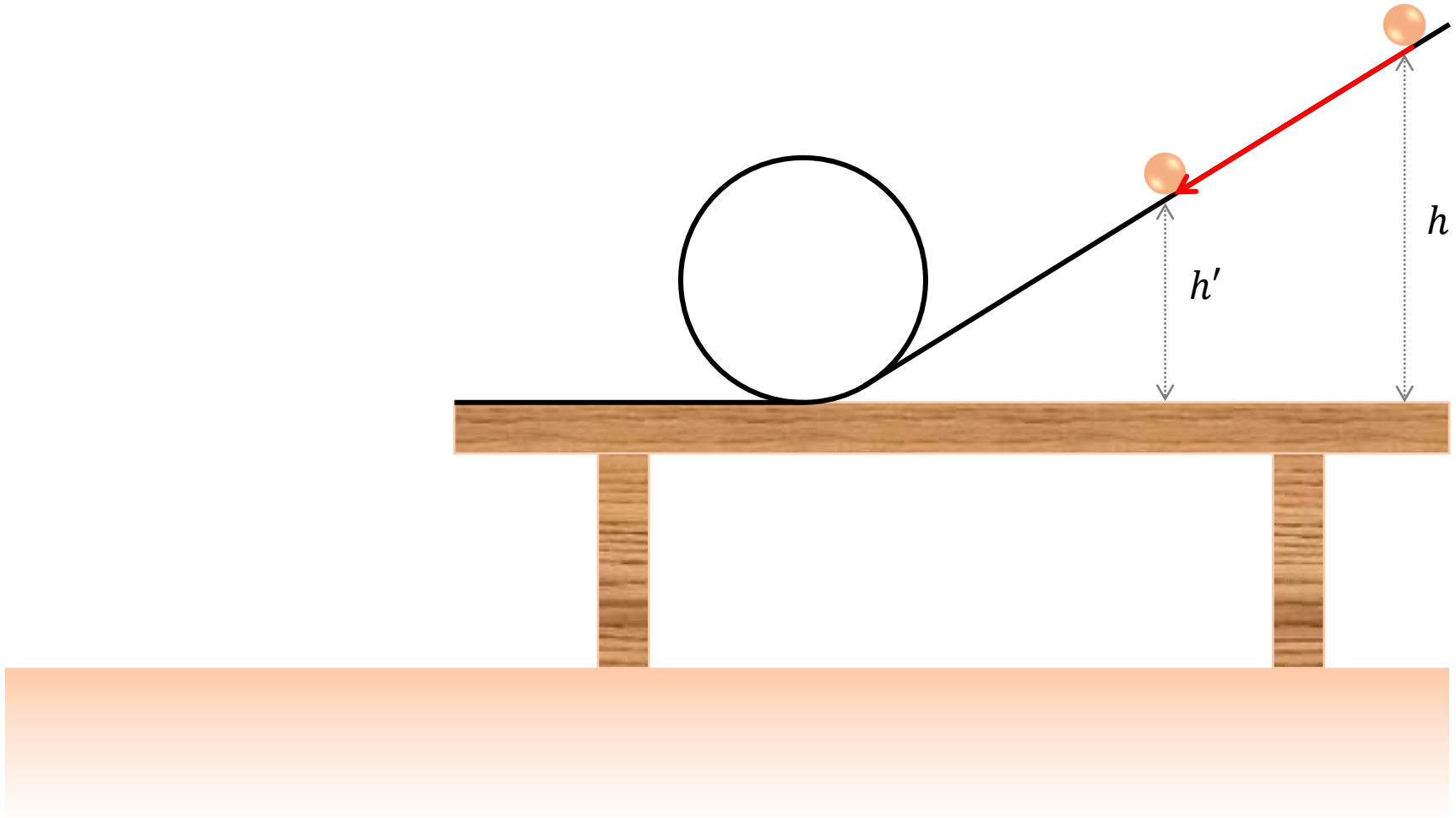


연세대학교 YONSEI UNIVERSITY

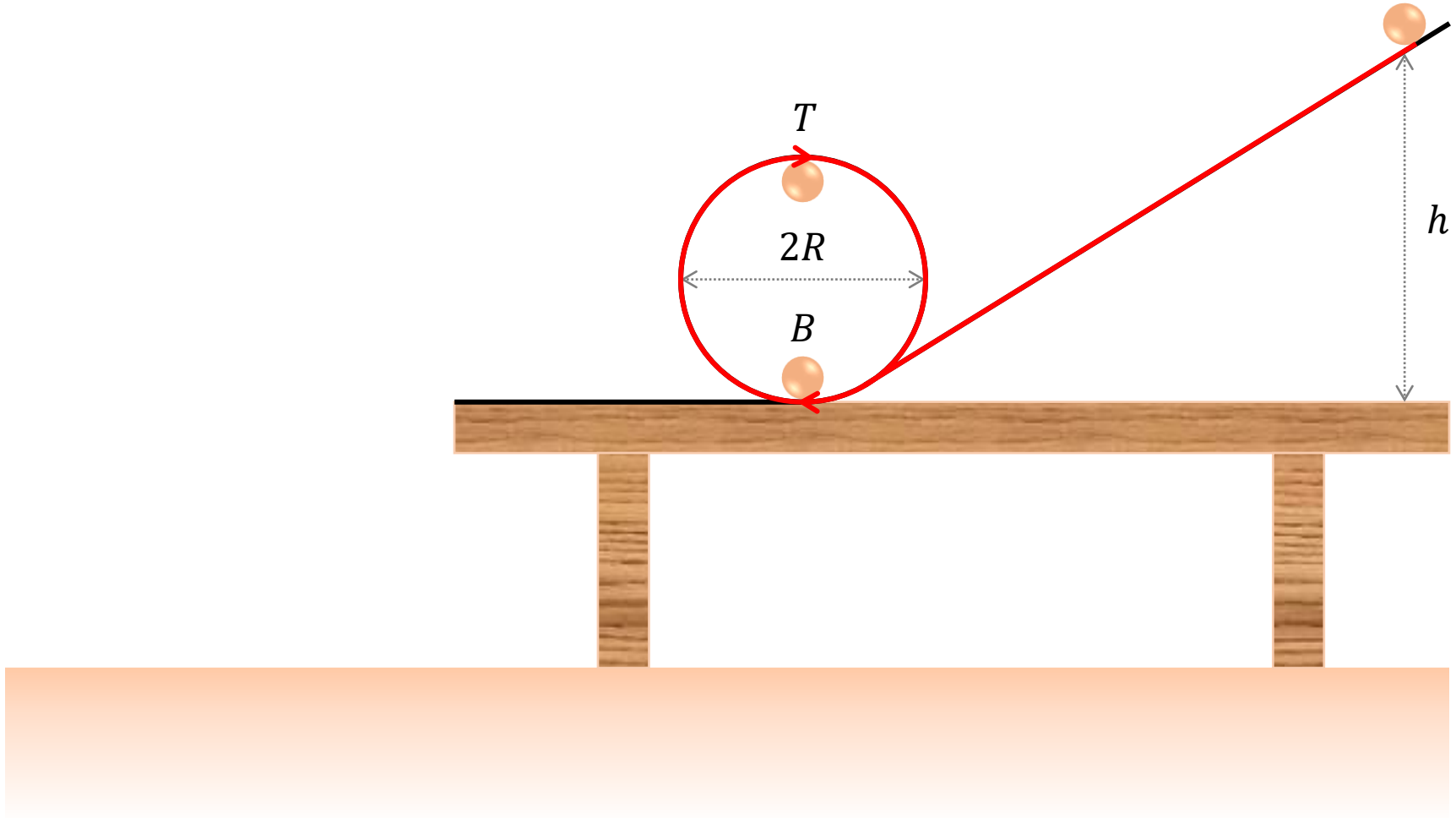
$E_{mech} = mgh$



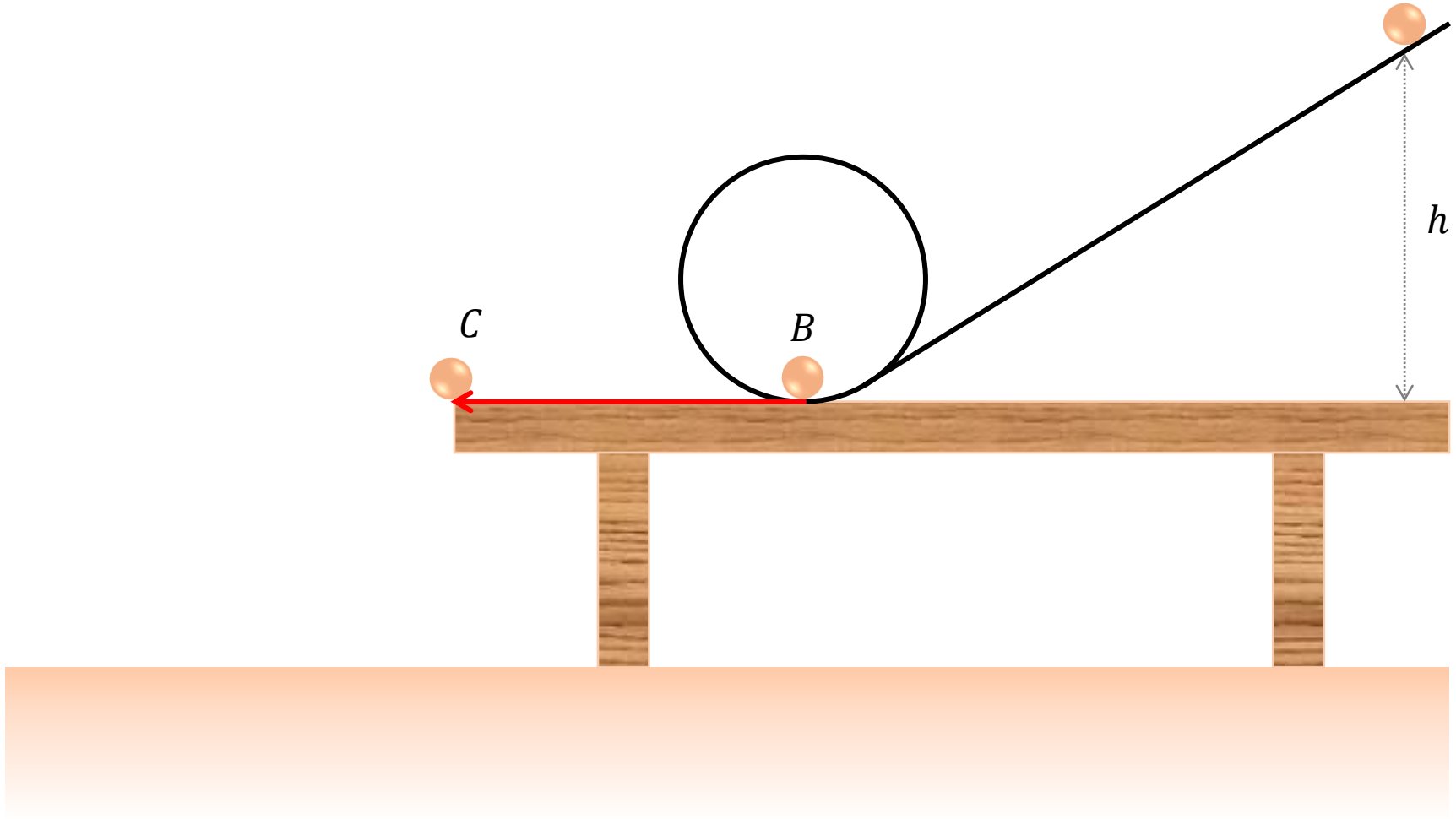
연세대학교 YONSEI UNIVERSITY



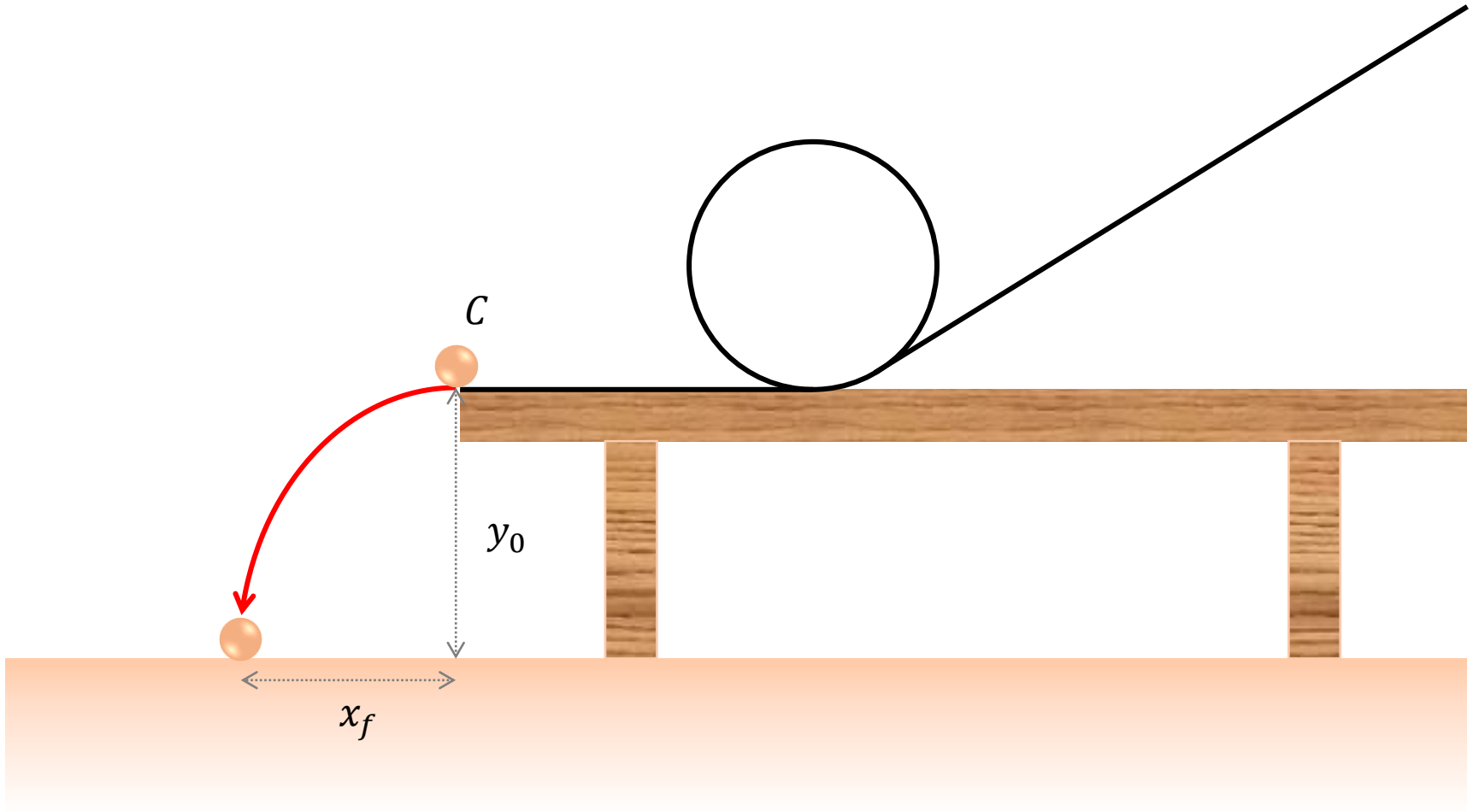
연세대학교 YONSEI UNIVERSITY



연세대학교 YONSEI UNIVERSITY



연세대학교 YONSEI UNIVERSITY



연세대학교 YONSEI UNIVERSITY

◆ 경사면에서의 총 역학적 에너지보존

$$E_{h'} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 + mgh' = E_{mech} = mgh$$

- 속이 꽉 찬 구의 관성 모멘트

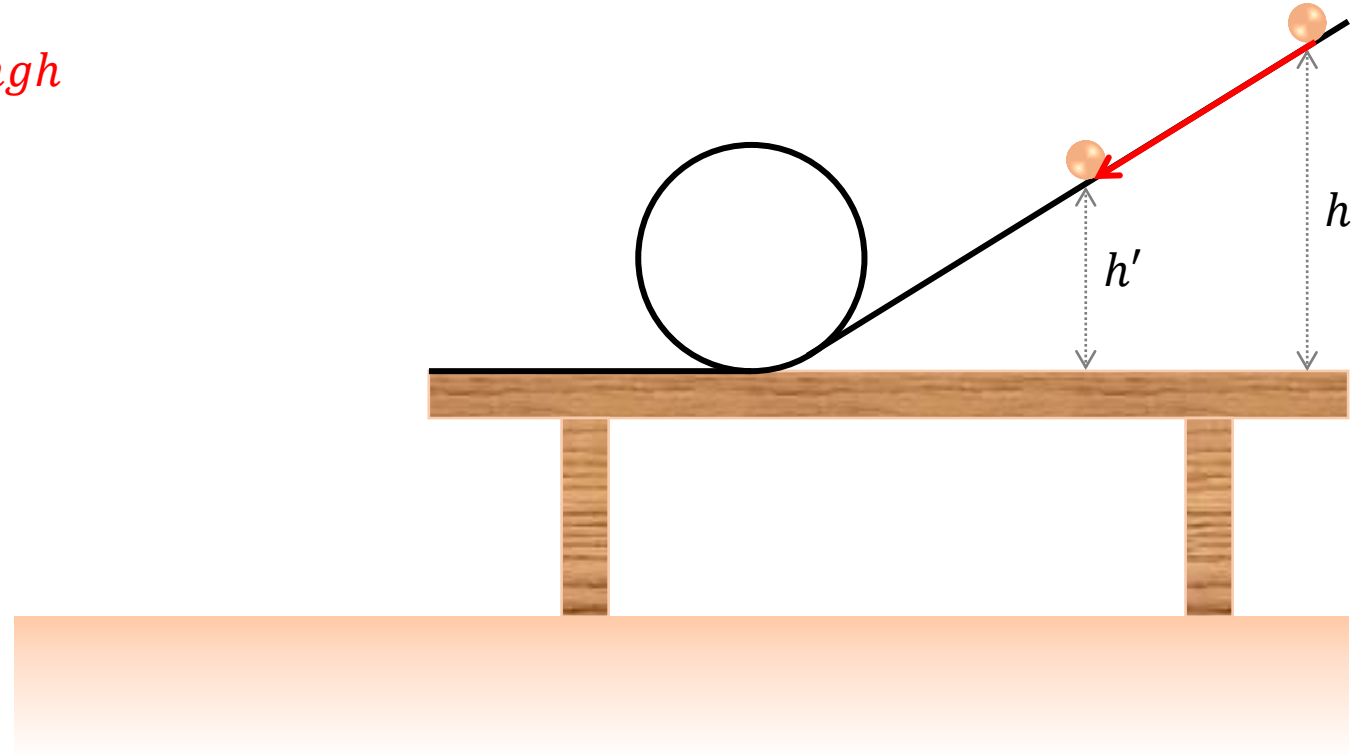
$$I = \frac{2}{5}mr^2$$

- 각속력

$$\omega = \frac{v}{r}$$

➢ 경사면에서의 속력

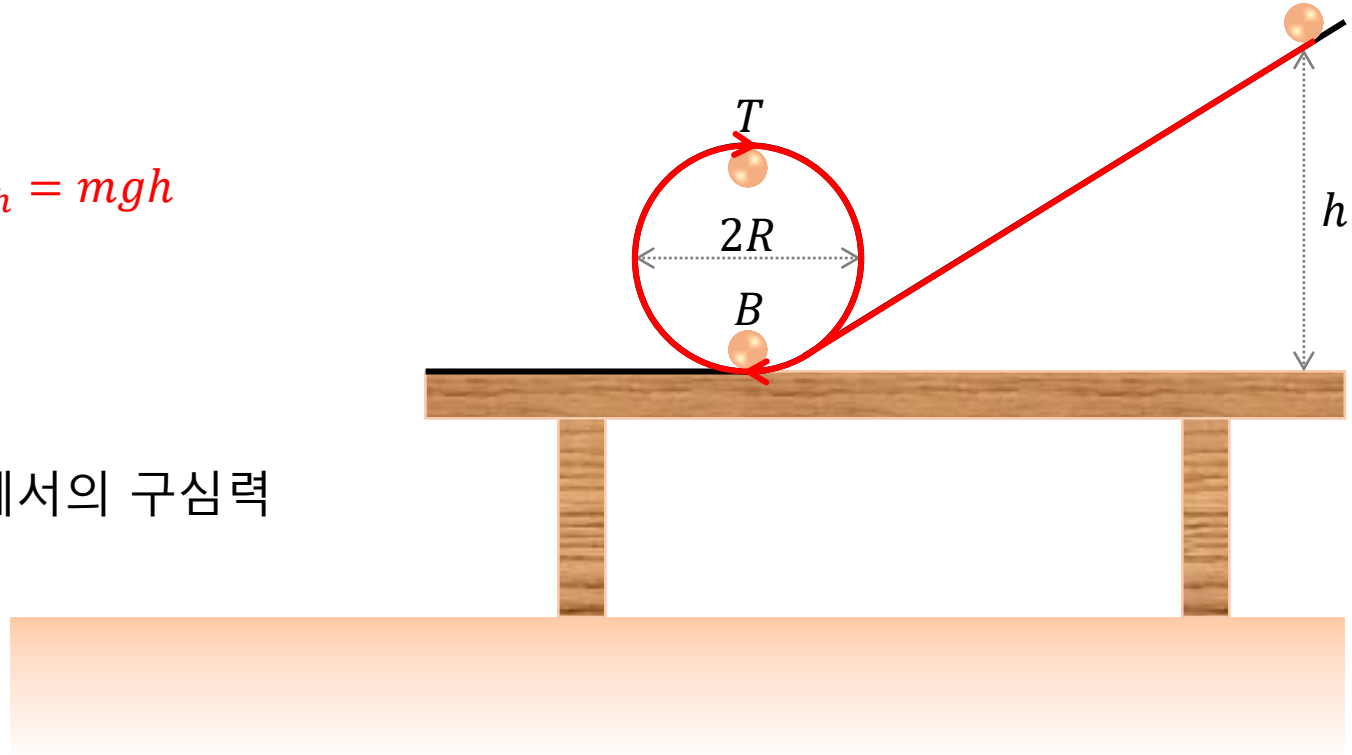
$$v = \sqrt{\frac{10}{7}g(h - h')}$$



연세대학교 YONSEI UNIVERSITY

◆ 원형 트랙 꼭지점 T에서의 총 역학적 에너지보존

$$E_T = \frac{1}{2}mv_T^2 + \frac{1}{2}I\omega_T^2 + mg(2R) = E_{mech} = mgh$$



➢ 구가 최소의 힘으로 원운동 할 때 점 T에서의 구심력

구심력 = 중력

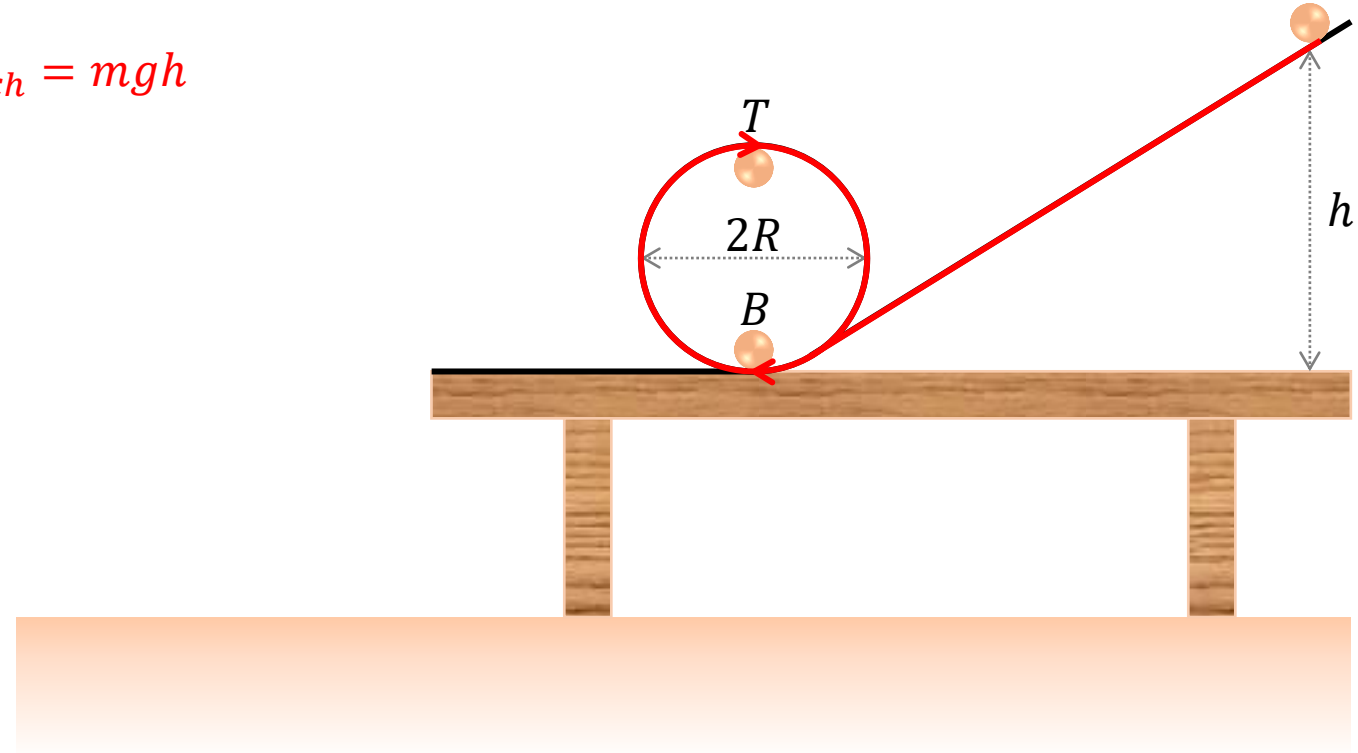
$$\frac{mv_T^2}{R} = mg$$

연세대학교 YONSEI UNIVERSITY

➢ 구가 원운동을 하기 위한 최소한의 에너지

$$E_T = \frac{1}{2}mv_T^2 + \frac{1}{2}I\omega_T^2 + mg(2R) = E_{mech} = mgh$$

- $\frac{mv_T^2}{R} = mg$
- $\omega_T = \frac{v_T}{r}$
- $I = \frac{2}{5}mr^2$



➢ 구가 원운동을 하기위한 최소한의 높이

$$h = \frac{27}{10}R$$

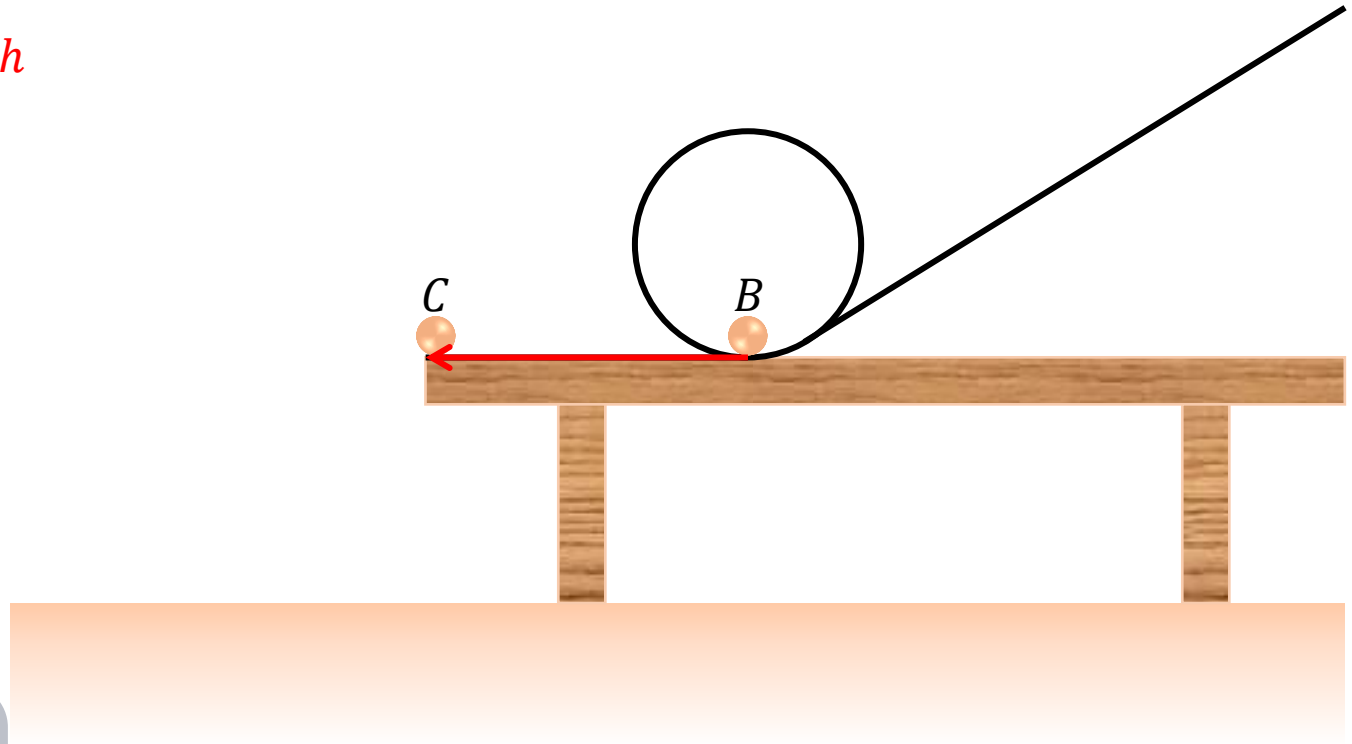
연세대학교 YONSEI UNIVERSITY

◆ 점 B에서의 총 역학적 에너지보존

$$E_B = \frac{1}{2}mv_B^2 + \frac{1}{2}I\omega_B^2 = E_{mech} = mgh$$

- 구가 원운동을 하기 위한 최소 높이

$$h = \frac{27}{10}R$$



➢ 점 B, C에서의 이론 속력

$$v_B = \sqrt{\frac{27}{7}gR} = v_C$$

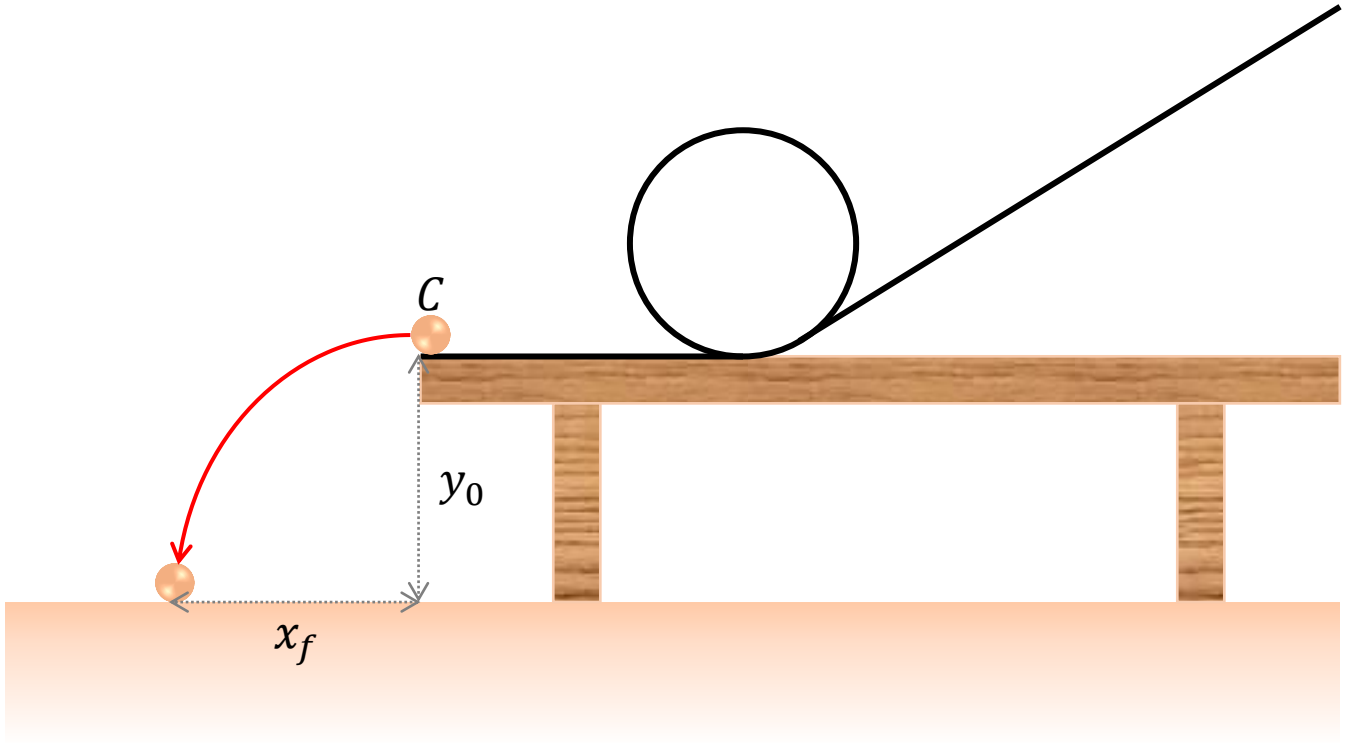
연세대학교 YONSEI UNIVERSITY

◆ 트랙을 지난 구의 운동 (포물선 운동)

$$y = y_0 - \left(\frac{g}{2v_C^2}\right)x^2$$

➢ 점 B, C에서의 속력

$$v_C = \sqrt{\frac{gx_f^2}{2y_0}}$$



연세대학교 YONSEI UNIVERSITY

구의 운동 장치

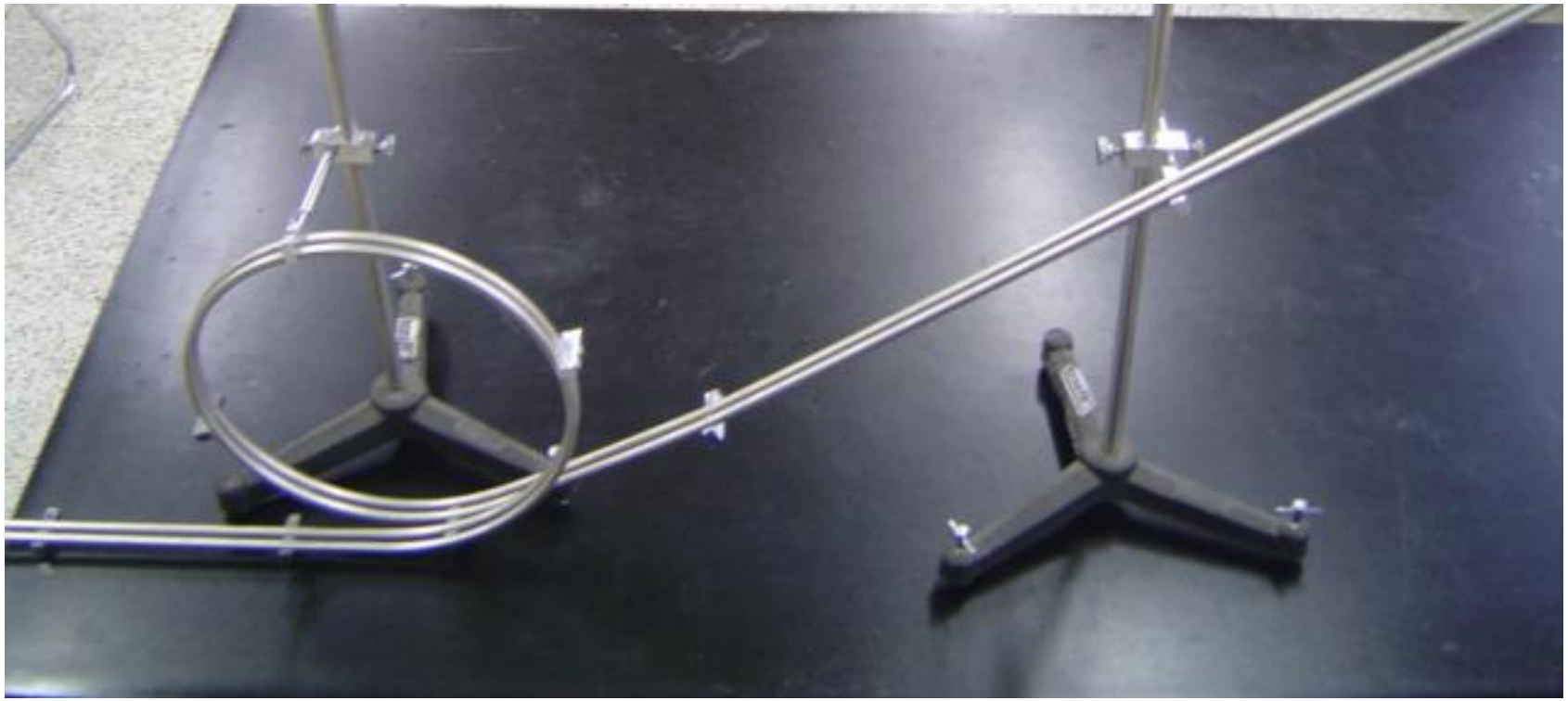
레일 고정 어뎁터

먹지, 측정용 종이

줄자, 주황색 공

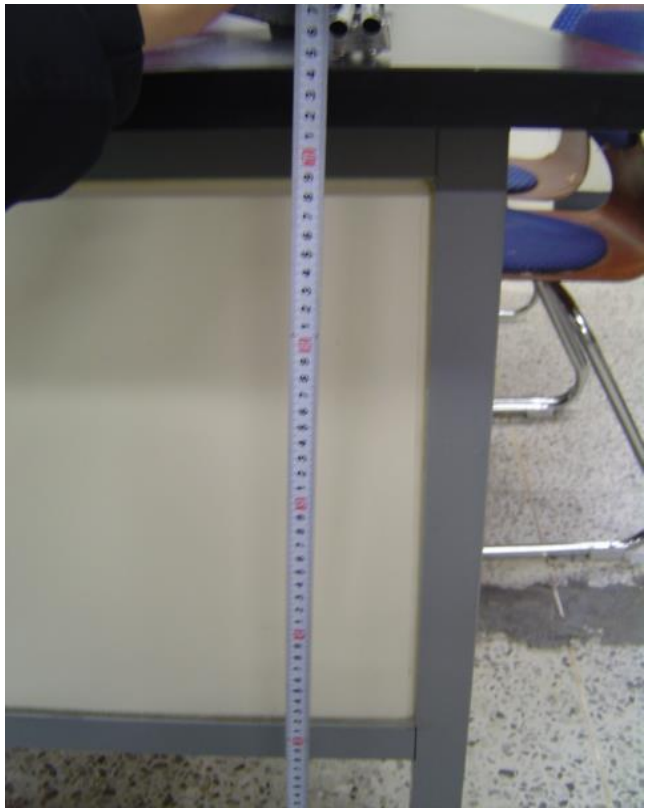
연세대학교 YONSEI UNIVERSITY

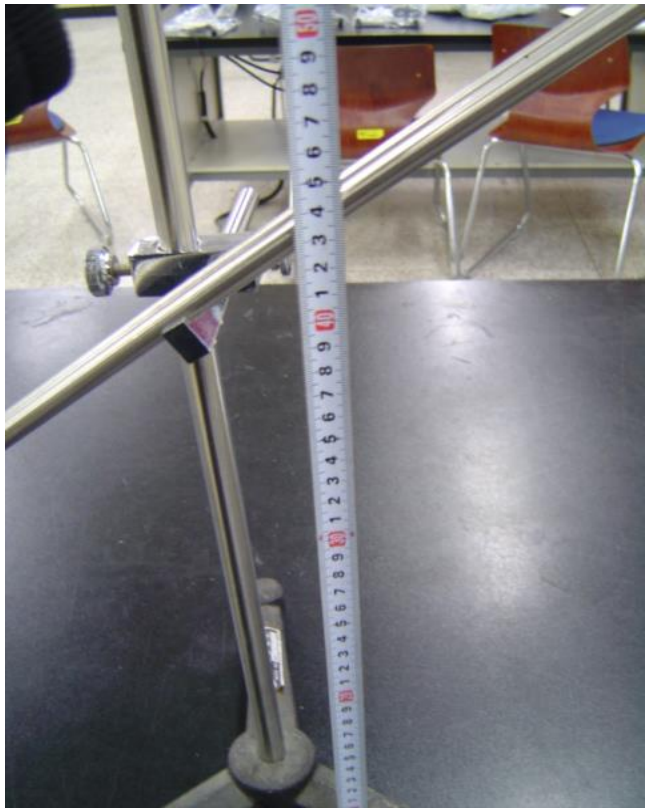
1) 구의 운동장치를 수평이 되게 설치한다.



2) 트랙으로부터 지면까지의 거리 y_0를 측정한다.

3) 구가 원형트랙의 꼭지점 T를 간신히 지나갈 때의 출발점 높이 h를 측정한다.





4) 원형트랙의 반지름 R을 측정한다.

5) 추정되는 구의 낙하 위치에 먹지와 흰 종이를 깔고 높이 h에서 구를 굴려 낙하하는 수평거리 x_f를 측정

6) 과정 5)를 10회 반복

7) 측정한 R을 사용하여 이론 속력 v_C를 구한다.

$$v_B = \sqrt{\frac{27}{7} gR} = v_C$$

8) 측정한 x_f와 y_0를 사용하여 점 C에서의 구의 속력을 계산

$$v_C = \sqrt{\frac{g x_f^2}{2y_0}}$$

연세대학교 YONSEI UNIVERSITY

주의 사항

1. 공이 떨어지는 지점에 놓은 먹지는 반드시 고정시킨다.
2. 공이 빠르게 이동하므로 분실사고에 주의한다.

- 측정값 : 구가 트랙을 출발하여 이동한 수평 거리

트랙 끝점의 높이 y_0 (m)											
출발점의 높이 h (m)											
원형 트랙의 반경 R (m)											
점 C에서의 이론 속력 v_C (m/s)											
측정횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평균
수평거리 x_f(m)											
점 C의 속력 $v_C(m/s)$											

연세대학교 YONSEI UNIVERSITY

수평거리의 평균값 $x_f(m)$	
점C에서 공의 속력평균 $v_{paper}(m/s)$	

$$v_c = \sqrt{\frac{gx_f^2}{2y_0}}$$

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

◆ v_C(이론)값과 v_{paper} (측정)값 비교

◆ 점 C 에서의 구의 속력 이론값 : m/s

◆ 먹지를 이용한 구의 속력 (v_{paper}) 계산값 : m/s

✓ 상대 오차율 : %

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

Physics and Engineering Physics

실 험 시 작

연세대학교
YONSEI UNIVERSITY