

실험 1-1. 컴퓨터를 이용한 측정 및 자료 분석

1. 목적

에어트랙 글라이더를 이용해서 간단한 실험을 수행하면서 인터페이스(Interface)에 대해서 알아본다. 또한 각각의 인터페이스 방법에 따라 나타나는 데이터(Data)를 비교하여 차이를 알아본다.

2. 이론

1) 인터페이스의 정의

인터페이스는 본래 두 개의 구성요소, 기능단위가 갖는 경계/접촉면 또는 공유하는 영역이란 의미를 가지며 인간과 기계의 경계에 있어서는 인간이 취급하기 쉽도록 설계한 시스템(System)/장치나 규격/규약을 말한다.

인터페이스는 컴퓨터와 관련해서는 하드웨어(Hard ware)나 소프트웨어(Soft ware)를 접속할 때의 규약을 뜻한다. 예를 들면 컴퓨터 본체와 프린터(Printer)를 접속할 경우 서로의 규격이 같지 않으면 데이터의 교환이 불가능하며 규격이 같을 때 비로소 컴퓨터의 명령에 의해 출력이 가능해진다. 이때 “두 장치 사이에 같은 인터페이스를 구비하고 있다.”고 한다.

2) 인터페이스의 종류

- (1) 시스템/장치에 있어서는 서로 다른 기능을 갖는 기기 간의 상호연결
- (2) 데이터 전송에 있어서는 두 개의 시스템 또는 장기간의 물리적 접속조건, 연결부분품 또는 서브시스템(Subsystem)의 물리적 표면/간격 등 기계적 조건, 정합신호레벨(Signal matching level)/ 임피던스(Impedance)/ 전력 레벨(Power level) 등의 전기적 조건, 두 개의 장치/시스템 상호접속에 관한 회로의 형식과 신호의 형식 등에 관한 규격
- (3) 프로그램(Program) 가능한 계측기에 있어서는 시스템 상호간 또는 시스템의 부분간에서 공용되는 경계
- (4) 소프트웨어에서는 두 개의 장치를 연결할 경우의 두 개 이상의 프로그램에 의해 공용되는 기억 장치의 일부 또는 레지스터(Register), 다른 시스템 컴포넌트(Component)와 상호작용하거나 통신하는 것 등이 포함된다.

또한 인터페이스에는 입출력 인터페이스, 맨머신(Man machine) 인터페이스, 시스템콜(System call) 인터페이스, 통신 프로토콜 등 여러 가지가 있는데 그 중 맨머신 인터페이스는 컴퓨터와 그것을 사용하는 인간이 직접 관여하는 키보드(Key board)나 디스플레이(Display) 장치 등을 말한다. 그러나 현재로는 키보드나 디스플레이의 사용방법을 지칭하는 경우가 많으며 “맨머신 인터페이스가 우수하다”고 하는 것은 조작하기가 쉬워 사용이 용이하다는 것이 된다.

3) 인터페이스를 위한 통신의 종류 및 방법

인터페이스는 기기를 신호선으로 연결하여 통신을 처리할 때 그 송/수신 정보가 정확히 상대방에게 전달되도록 하기 위한 전기적, 기계적 취급 방법이며, 신호선을 통합하여 버스(Bus)라고 한다. 버스에는 데이터 신호선, 제어 신호선, 그라운드 신호선 등이 있다. 버스의 신호선 수는 인터페이스에 따라 다르므로 일정하지는 않다.

사용빈도가 높은 인터페이스 통신에는

- RS-232 (정식명칭은 EIA-RS232C) ~ 30년 된 프로토콜
- GP-IB(General Purpose Interface Bus)
 - IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- 센트로닉스 병렬 인터페이스(Centronics parallel interface)

가 있다. 이것들에도 장점, 단점이 있기 때문에 사용하는 환경에 따라 가장 좋은 방법을 선택해야 한다.

시스템 엔지니어(System engineer)는 사용자가 형식에 근거하여 사용할 컴퓨터나 인터페이스를 선택해야 하므로 그 역량이 문제된다. 인터페이스용 집적회로(Integrated circuit)나 근거리통신망(Local area network)용 집적회로가 급속도로 개량되고 있어서 컴퓨터, 소프트웨어에 종사하는 사람들이 그것을 따라가기가 힘겨운 것이 현실이다.

버스의 종류에는 병렬(Parallel)연결과 직렬(serial)로 크게 나눌 수 있다. RS-232C는 직렬 전송, GP-IB나 센트로닉스는 병렬 전송이다. 8bit CPU(Central Process Unit)를 예로 하여 그 전송 방식의 원리를 살펴보면 데이터는 8bit이므로 8개의 신호선으로 상대 측과 연결하여 8bit의 정보를 1bit씩 보낸다. 병렬전송방식은 한 번에 1바이트를 보낼 수 있으므로 확실히 효율이 좋지만 신호선이 많아 지므로 거리가 길어지면 전송 비용이 높아지게 된다. 그래서 같은 건물 내이거나 짧은 거리 전송에 이용된다. 직렬전송방식을 사용하고 있는 우리 주변의 예로는 컴퓨터 간의 통신, 공중통신 회선을 들 수 있다.

3. 기구와 장치

1) 초시계를 이용한 인터페이스 실험

기구와 장치	Equipment	수량	비고
2 m 에어트랙	2 m Air Track	1	
에어블로어	Air Blower	1	
수평계	Level	1	공용
충돌용범퍼	Bumper	1	
O형 고리	Glider Hook	1	
글라이더	Glider	1	
도르래	Pulley	1	
실	String	1	
가위	Scissors	1	공용
추걸이	Mass Hanger	1	
전자 저울	Balance	1	공용
추	Mass Set	1	
초 시계	Stop Watch	1	

2) 포토게이트를 이용한 인터페이스 실험

기구와 장치	Equipment	수량	비고
2 m 에어트랙	2 m Air Track	1	
에어블로어	Air Blower	1	
수평계	Level	1	공용
충돌용범퍼	Bumper	1	
O형 고리	Glider Hook	1	
글라이더	Glider	1	
도르래	Pulley	1	
실	String	1	
가위	Scissors	1	공용
추걸이	Mass Hanger	1	
전자 저울	Balance	1	공용
추	Mass Set	1	
포토게이트 세트	Photogate Set	1	
블레이드	Glider Blades	1	

3) 모션센서를 이용한 인터페이스 실험

기구와 장치	Equipment	수량	비고
2 m 에어트랙	2 m Air Track	1	
에어블로어	Air Blower	1	
수평계	Level	1	공용
충돌용범퍼	Bumper	1	
O형 고리	Glider Hook	1	
글라이더	Glider	1	
도르래	Pulley	1	
실	String	1	
가위	Scissors	1	공용
추걸이	Mass Hanger	1	
전자 저울	Balance	1	공용
추	Mass Set	1	
컴퓨터	Computer	1	
850인터페이스	850 Interface	1	
모션센서 II	Motion Sensor II	1	
모션센서타겟	Motion Sensor Target	1	

4) 로터리모션센서를 이용한 인터페이스 실험

기구와 장치	Equipment	수량	비고
2M 에어트랙	2M Air Track	1	
에어블로어	Air Blower	1	
수평계	Level	1	공용
충돌용범퍼	Bumper	1	
O형 고리	Glider Hook	1	
글라이더	Glider	1	
실	String	1	
가위	Scissors	1	공용
추걸이	Mass Hanger	1	
전자 저울	Balance	1	공용
추	Mass Set	1	
850인터페이스	850 Interface	1	
로터리 모션센서	Rotary Motion Sensor	1	
센서장착막대	Rotary Sensor Mount Rod	1	

4. 실험방법

주 의 사 항

- 글라이더가 트랙에 직접 부딪치지 않도록 충돌면에 항상 범퍼를 장착한다.
- 추걸이가 땅에 닿지 않게 실의 길이를 조절한다.
- 글라이더에 추를 엮을 때는 좌우 대칭이 되도록 양쪽에 같은 질량을 놓는다.
- 글라이더가 트랙을 이탈해서 떨어지지 않도록 조심해서 실험한다.

1) 초시계를 이용한 인터페이스 실험



그림 1. 에어트랙 설치 및 수평 맞추기

- (1) [그림 1]과 같이 에어트랙을 실험테이블 위에 준비하고 에어블로어와 연결한다.
- (2) 수평계를 트랙 위 글라이더에 올려 놓고 수평조정나사를 조절하여 1차 수평을 맞춘다.
- (3) 에어블로어를 작동시키고 글라이더가 어느 한쪽으로 쏠리는지 확인하고, 쏠리지 않도록 수평조정나사를 미세조정하여 2차 수평을 맞춘다.
- (4) [그림 2]와 같이 도르래를 트랙의 끝에 고정한다.
- (5) [그림 2]와 같이 트랙에 충돌용 범퍼를 설치하여 글라이더와 트랙이 충돌하는 것을 방지한다.

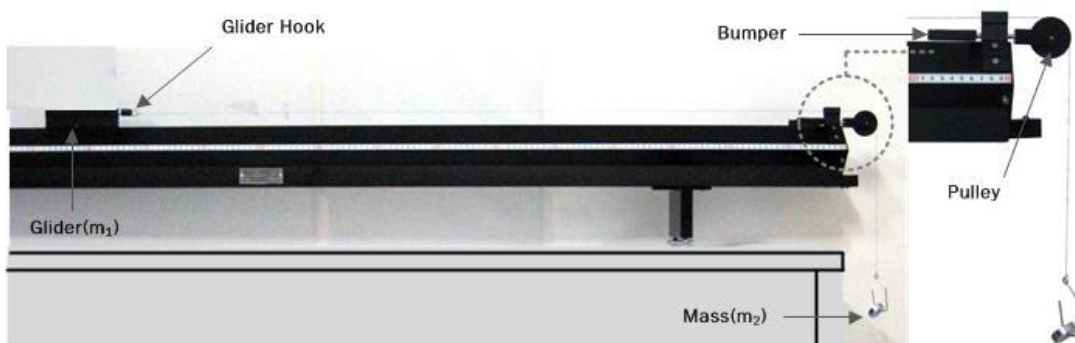


그림 2. 트랙에 도르래 및 추걸이 설치하기

- (6) 추걸이의 질량을 측정한다.
- (7) 실(길이 약 1m)의 한쪽 끝을 O형 고리를 통해 글라이더에 연결하고 나머지 한쪽 끝을 에어트랙 상단구멍 사이로 빼내서 추걸이에 연결한다.

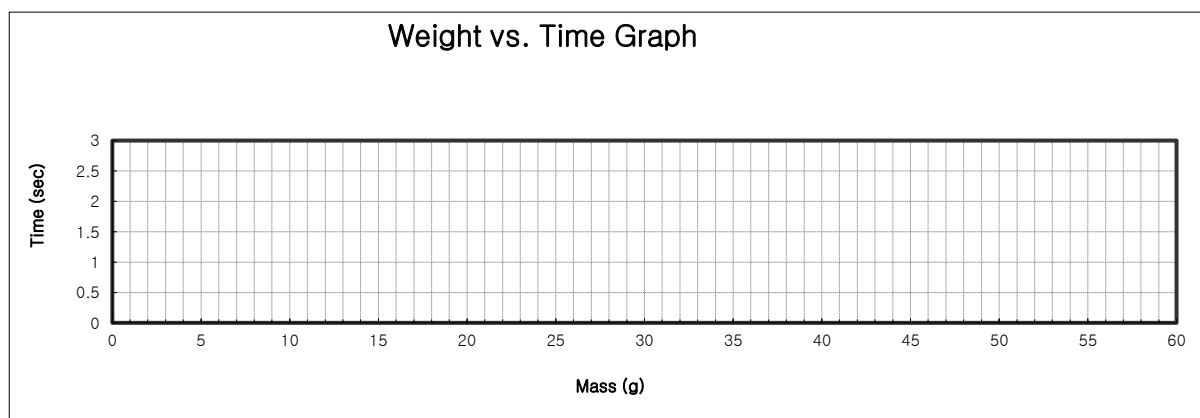
- (8) 트랙 위에 50cm의 구간을 정하고 표시한다. (출발지점 A, 시작 지점 B, 끝 지점 C)
- (9) 출발지점에 글라이더를 놓는다. 이때 에어블로어는 Off 상태에 있어야 한다.
- (10) 초시계를 준비한 후, 에어블로어를 작동시키면 마찰이 없어지면서 정지되어 있던 글라이더가 운동을 하게 된다.
- (11) 글라이더가 B지점을 통과하는 순간 초시계의 시작 버튼을 누르고, C지점을 통과하는 순간 초시계의 정지 버튼을 눌러서 B지점과 C지점 사이의 시간을 측정한다.
- (12) (10)~(11)번을 3회 반복하여 DATA SHEET에 기록한다.
- (13) 추걸이에 10g, 30g, 50g 추를 올려 놓고 (10)~(11)번 실험을 3회 반복하여 DATA SHEET에 기록한다.
- (14) 평균 시간, 평균 속도를 구하고 질량 증가에 따른 시간변화, 속도변화 그래프를 그린다.
- (15) 실험이 끝난 후 사용한 기구와 장치를 원래 상태로 복원한다.

초시계를 이용한 인터페이스 실험 DATA SHEET

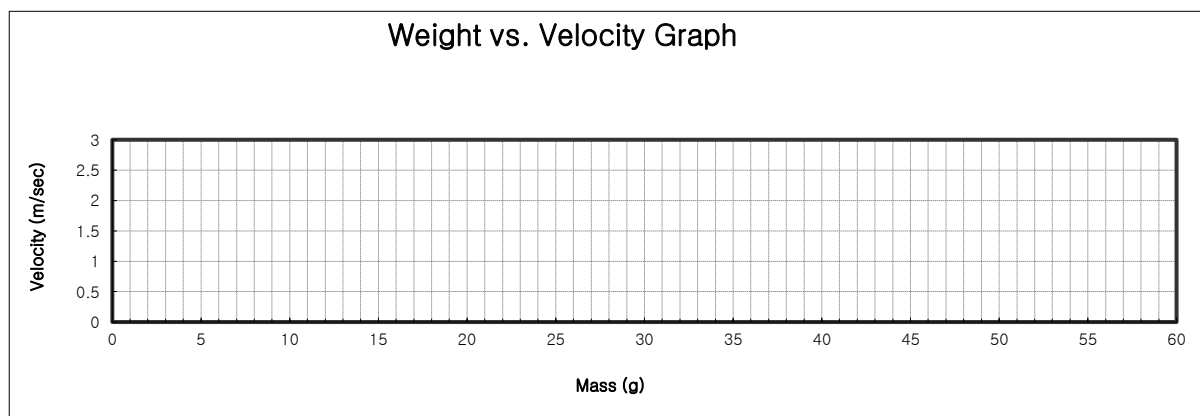
1. 추걸이의 질량(M): _____ g
2. B지점과 C지점 사이의 거리: _____ cm
3. 추걸이에 걸린 질량에 따른 B지점과 C지점 사이를 이동하는데 걸린 시간

회수	M+10g	M+30g	M+50g
1			
2			
3			
평균시간			
평균속도			

4. 질량 증가에 따른 시간변화 그래프



5. 질량 증가에 따른 속도변화 그래프



주 의
사 항

- 글라이더가 트랙에 직접 부딪치지 않도록 충돌면에 항상 범퍼를 장착한다.
- 추걸이가 땅에 닿지 않게 실의 길이를 조절한다.
- 글라이더에 추를 엮을 때는 좌우 대칭이 되도록 양쪽에 같은 질량을 놓는다.
- 글라이더가 트랙을 이탈해서 떨어지지 않도록 조심해서 실험한다.

2) 포토게이트를 이용한 인터페이스 실험

- (1) [그림 1]과 같이 에어트랙을 실험데이블 위에 준비하고 에어블로어와 연결한다.
- (2) 수평계를 트랙 위 글라이더에 올려 놓고 수평조절나사를 조절하여 1차 수평을 맞춘다.
- (3) 에어블로어를 작동시키고 글라이더가 어느 한쪽으로 쏠리는지 확인하고, 쏠리지 않도록 수평조절나사를 미세조정하여 2차 수평을 맞춘다.
- (4) [그림 2]와 같이 도르래를 트랙의 끝에 고정한다.
- (5) [그림 2]와 같이 트랙에 충돌용 범퍼를 설치하여 글라이더와 트랙이 충돌하는 것을 방지한다.
- (6) 추걸이의 질량을 측정한다.
- (7) 실(길이 약 1m)의 한쪽 끝을 O형 고리를 통해 글라이더에 연결하고 나머지 한쪽 끝을 에어트랙 상단구멍 사이로 빼내서 추걸이에 연결한다.
- (8) 트랙 위에 50cm의 구간을 정하고 [그림 4]와 같이 시작지점과 끝지점에 포토게이트 타이머와 부속 포토게이트를 설치한다.(출발지점 A, 시작 지점 B, 끝지점 C)

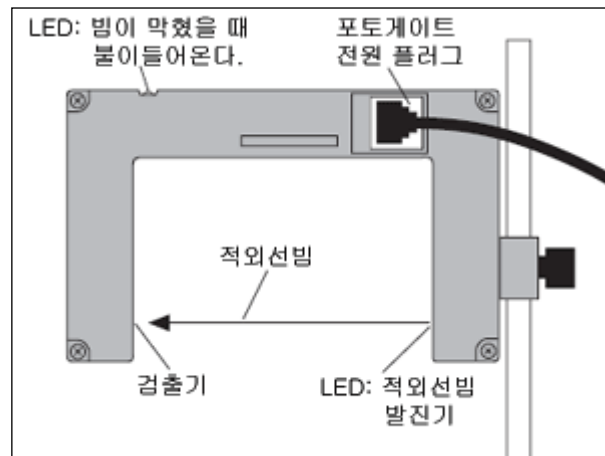


그림 1 포토게이트 헤드의 구성

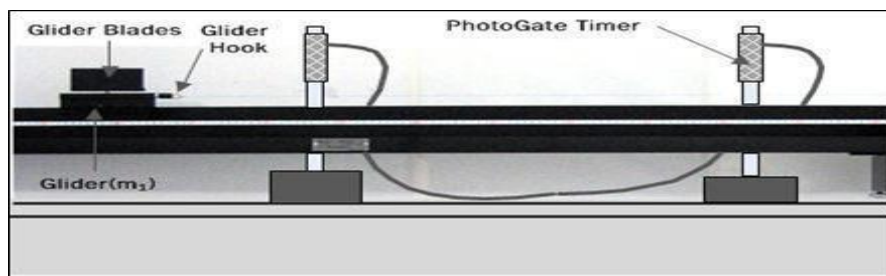


그림 4. 트랙 위에 배치된 포토게이트 모습

- (9) 850 Interface의 전원을 켜고 컴퓨터의 전원을 켜다.
- (10) 컴퓨터의 바탕화면에 있는 파스코캡스톤(PASCO Capstone) 아이콘을 클릭한 후 부록#1에 있는 순서에 따라 실험을 준비한다.
- (11) 출발지점에 글라이더를 놓는다. 이때 에어블로어는 Off 상태에 있어야 한다.
- (12) PASCO Capstone의 시작버튼 **RECORD**을 누른 후 에어블로어를 작동시키면 마찰이 없어지면

서 정지되어 있던 글라이더가 운동을 하게 된다.

(13) 추걸이에 10g, 30g, 50g 추를 올려 놓고 각 무게에 대하여 실험을 3회 반복하여 DATA SHEET에 기록한다.

(14) 평균 시간, 평균 속도를 구하고 질량 증가에 따른 시간변화, 속도변화 그래프를 그린다.

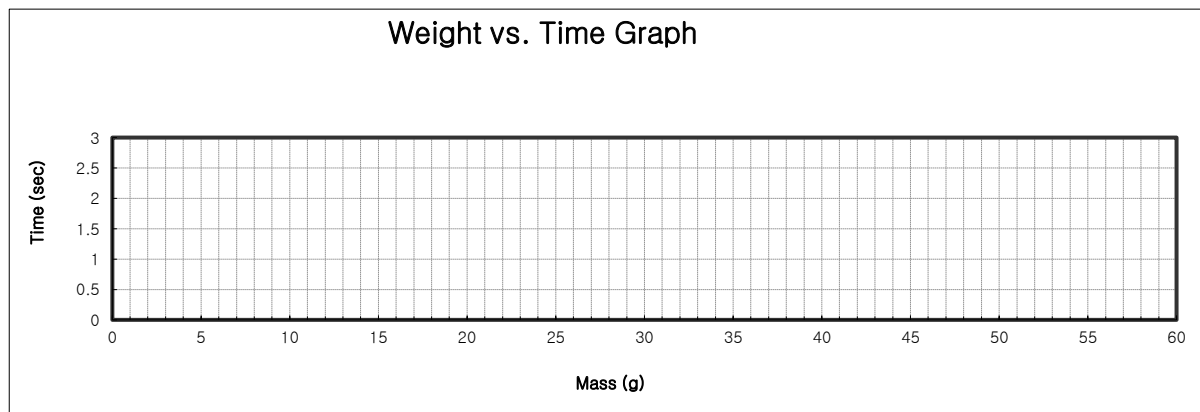
(15) 실험이 끝난 후 사용한 기구와 장치를 원래 상태로 복원한다.

포토게이트를 이용한 인터페이스 실험 DATA SHEET

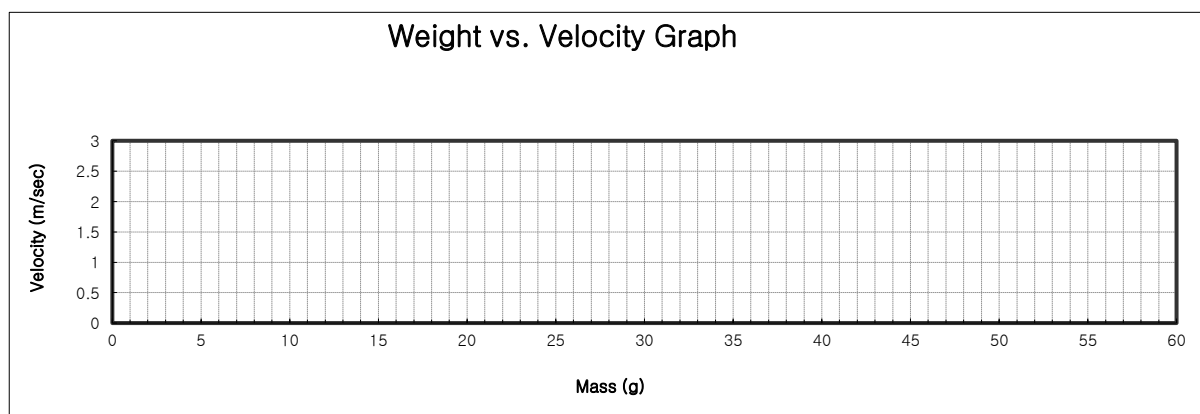
1. 추걸이의 질량(M): _____ g
2. B지점과 C지점 사이의 거리: _____ cm
3. 추걸이에 걸린 질량에 따른 B지점과 C지점 사이를 이동하는데 걸린 시간
4. 질량 증가에 따른 시간변화 그래프

회수	M+10g	M+30g	M+50g
1			
2			
3			
평균시간			
평균속도			

4. 질량 증가에 따른 시간변화 그래프



5. 질량 증가에 따른 속도변화 그래프



주 의
사 항

- 글라이더가 트랙에 직접 부딪치지 않도록 충돌면에 항상 범퍼를 장착한다.
- 추걸이가 땅에 닿지 않게 실의 길이를 조절한다.
- 글라이더에 추를 엮을 때는 좌우 대칭이 되도록 양쪽에 같은 질량을 놓는다.
- 글라이더가 트랙을 이탈해서 떨어지지 않도록 조심해서 실험한다.

3) 모션센서를 이용한 인터페이스 실험

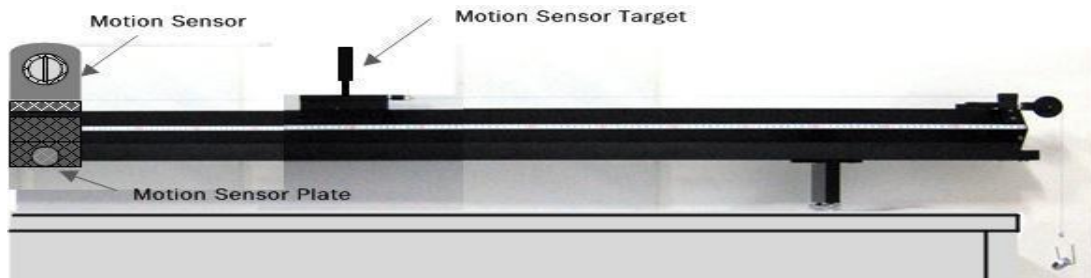


그림 5. 에어트랙에 모션 센서를 장착한 모습

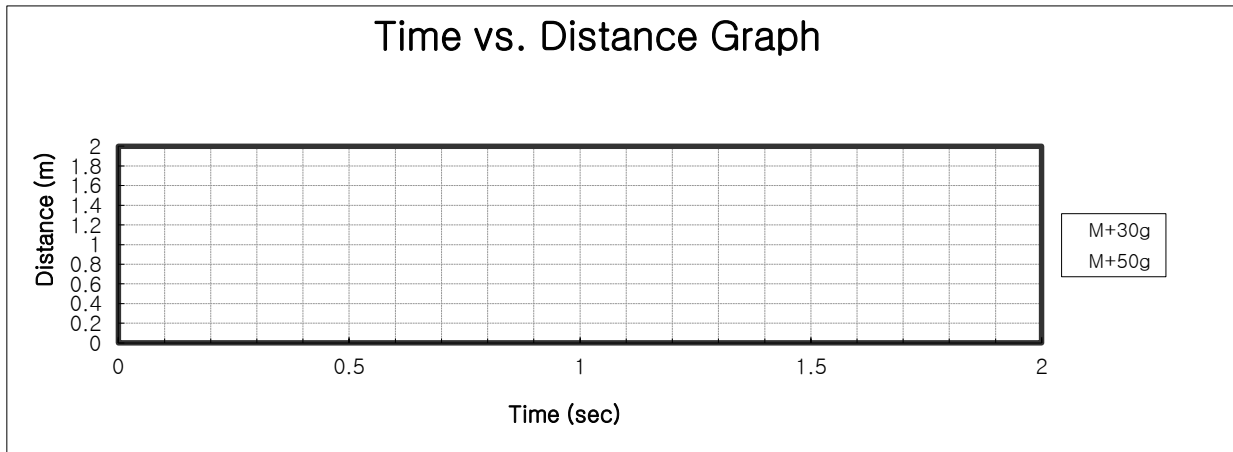
- (1) [그림 1]과 같이 에어트랙을 실험테이블 위에 준비하고 에어블로어와 연결한다.
- (2) 수평계를 트랙 위 글라이더에 올려 놓고 수평조절나사를 조절하여 1차 수평을 맞춘다.
- (3) 에어블로어를 작동시키고 글라이더가 어느 한쪽으로 쏠리는지 확인하고, 쏠리지 않도록 수평조절나사를 미세조정하여 2차 수평을 맞춘다.
- (4) [그림 2]와 같이 도르래를 트랙의 끝에 고정한다.
- (5) [그림 2]와 같이 트랙에 충돌용 범퍼를 설치하여 글라이더와 트랙이 충돌하는 것을 방지한다.
- (6) [그림 5]와 같이 모션센서를 트랙에 장착하고, 글라이더에 모션센서용 타겟을 꼽아둔다.
- (7) 추걸이의 질량을 측정한다.
- (8) 실(길이 약 1m)의 한쪽 끝을 O형 고리를 통해 글라이더에 연결하고 나머지 한쪽 끝을 에어트랙 상단구멍 사이로 빼내서 추걸이에 연결한다.
- (9) 트랙 위에 시작지점과 끝지점을 50cm로 정하고 출발지점을 결정한다.
(출발지점 A, 시작 지점 B, 끝지점 C)
- (10) 850 Interface의 전원을 켜고 컴퓨터의 전원을 켜다.
- (11) 컴퓨터의 바탕화면에 있는 파스코캡스톤(PASCO Capstone) 아이콘을 클릭한 후 부록#2에 있는 순서에 따라 실험을 준비한다.
- (12) 출발지점에 글라이더를 놓는다. 이때 에어블로어는 Off 상태에 있어야 한다.
- (13) PASCO Capstone의 시작버튼 **RECORD**을 누른 후 에어블로어를 작동시키면 마찰이 없어지면서 정지되어 있던 글라이더가 운동을 하게 된다.
- (14) 글라이더가 완충기에 부딪히면 PASCO Capstone의 정지버튼 **STOP**을 누른다.
- (15) 추걸이에 30g, 50g 추를 올려 놓고 (12)~(14)번 실험을 한다.
- (16) 부록#2를 참고하여 데이터를 저장하고, 저장된 자료를 자신이 가져온 저장장치에 저장한다.

※ 주의 : 데이터 저장시, 측정값이 제대로 나왔는지 확인 후 저장한다.

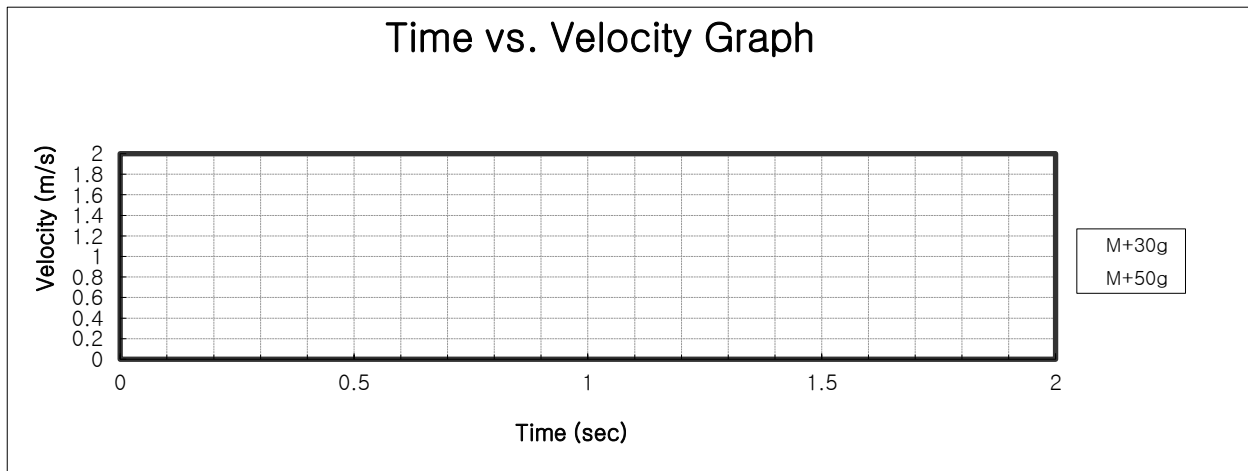
- (17) 이동거리를 이용하여 속도와 가속도를 구하고 질량 증가에 따른 그래프를 그린다.
- (18) 실험이 끝난 후 PASCO Capstone를 종료하고 컴퓨터를 종료한다.
- (19) 850 Interface의 전원을 끈다.
- (20) 실험이 끝난 후 사용한 기구와 장치를 원래 상태로 복원한다.

모션센서를 이용한 인터페이스 실험 DATA SHEET

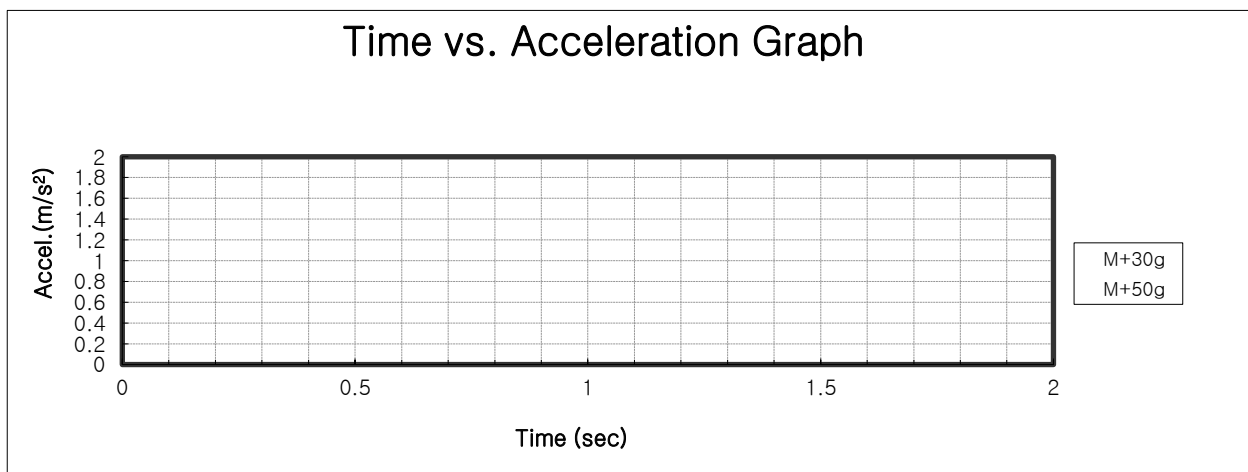
1. 추걸이의 질량(M): _____ g
2. B지점과 C지점 사이의 거리: _____ cm
3. 추걸이에 걸린 질량에 따른 B지점과 C지점 사이를 이동하는데 걸린 시간 → 파일로 저장
4. 질량 증가에 따른 이동거리 변화 그래프



5. 질량 증가에 따른 속도 변화 그래프



6. 질량 증가에 따른 가속도 변화 그래프



주 의
사 항

- 글라이더가 트랙에 직접 부딪치지 않도록 충돌면에 항상 범퍼를 장착한다.
- 추걸이가 땅에 닿지 않게 실의 길이를 조절한다.
- 글라이더에 추를 엮을 때는 좌우 대칭이 되도록 양쪽에 같은 질량을 놓는다.
- 글라이더가 트랙을 이탈해서 떨어지지 않도록 조심해서 실험한다.

4) 로터리 모션센서를 이용한 인터페이스 실험

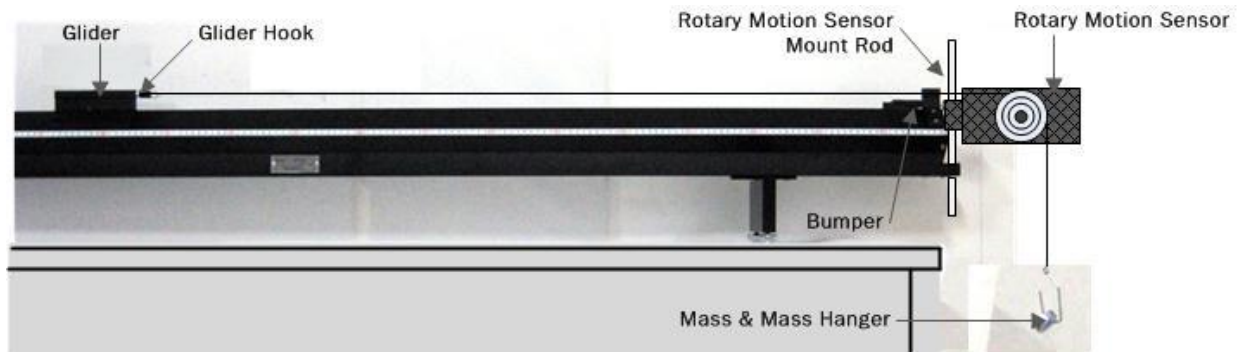


그림 6. 로터리 모션 센서를 에어트랙에 장착한 모습

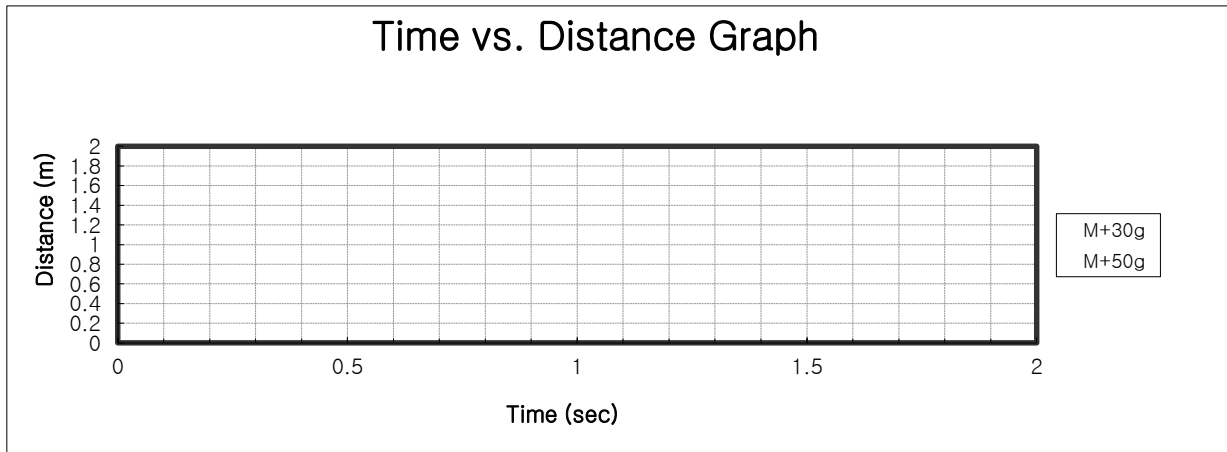
- (1) [그림 1]과 같이 에어트랙을 실험데이블 위에 준비하고 에어블로어와 연결한다.
- (2) 수평계를 트랙 위 글라이더에 올려 놓고 수평조정나사를 조절하여 1차 수평을 맞춘다.
- (3) 에어블로어를 작동시키고 글라이더가 어느 한쪽으로 쏠리는지 확인하고, 쏠리지 않도록 수평조정나사를 미세조정하여 2차 수평을 맞춘다.
- (4) [그림 6]과 같이 로터리 모션센서 고정막대를 이용해서 로터리 모션센서 에어트랙에 설치한다.
- (5) [그림 2]와 같이 트랙에 충돌용 범퍼를 설치하여 글라이더와 트랙이 충돌하는 것을 방지한다.
- (6) 추걸이의 질량을 측정한다.
- (7) 실(길이 약 1m)의 한쪽 끝을 O형 고리를 통해 글라이더에 연결하고 나머지 한쪽 끝을 에어트랙 상단구멍 사이로 빼내서 추걸이에 연결한다.
- (8) 연결된 실을 로터리 모션센서에 걸친다.
- (9) 트랙 위에 시작지점과 끝지점을 50cm로 정하고 출발지점을 결정한다.
(출발지점 A, 시작 지점 B, 끝지점 C)
- (10) 850 Interface의 전원을 켜고 컴퓨터의 전원을 켜다.
- (11) 컴퓨터의 바탕화면에 있는 파스코캡스톤(PASCO Capstone) 아이콘을 클릭한 후 부록#2에 있는 순서에 따라 실험을 준비한다.
- (12) 출발지점에 글라이더를 놓는다. 이때 에어블로어는 Off 상태에 있어야 한다.
- (13) PASCO Capstone의 시작버튼 **RECORD**을 누른 후 에어블로어를 작동시키면 마찰이 없어지면서 정지되어 있던 글라이더가 운동을 하게 된다.
- (14) 수레가 범퍼에 부딪히면 PASCO Capstone의 정지버튼 **STOP**을 누른다.
- (15) 추걸이에 30g, 50g 추를 올려 놓고 (12)~(14)번 실험을 한다.
- (16) 부록#2를 참고하여 데이터를 저장하고, 저장된 자료를 자신이 가져온 저장장치에 저장한다.

※ 주의 : 데이터 저장시, 측정값이 제대로 나왔는지 확인 후 저장한다.

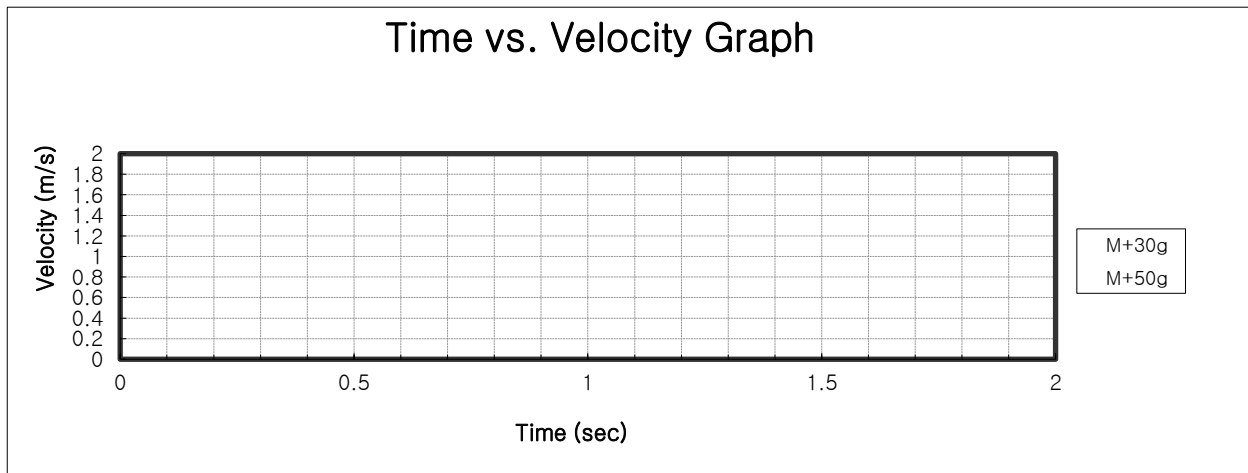
- (17) 이동거리를 이용하여 속도와 가속도를 구하고 질량 증가에 따른 그래프를 그린다.
- (18) 실험이 끝난 후 PASCO Capstone을 종료하고 컴퓨터를 종료한다.
- (19) 850 Interface의 전원을 끈다.
- (20) 실험이 끝난 후 사용한 기구와 장치를 원래 상태로 복원한다.

로터리 모션센서를 이용한 인터페이스 실험 DATA SHEET

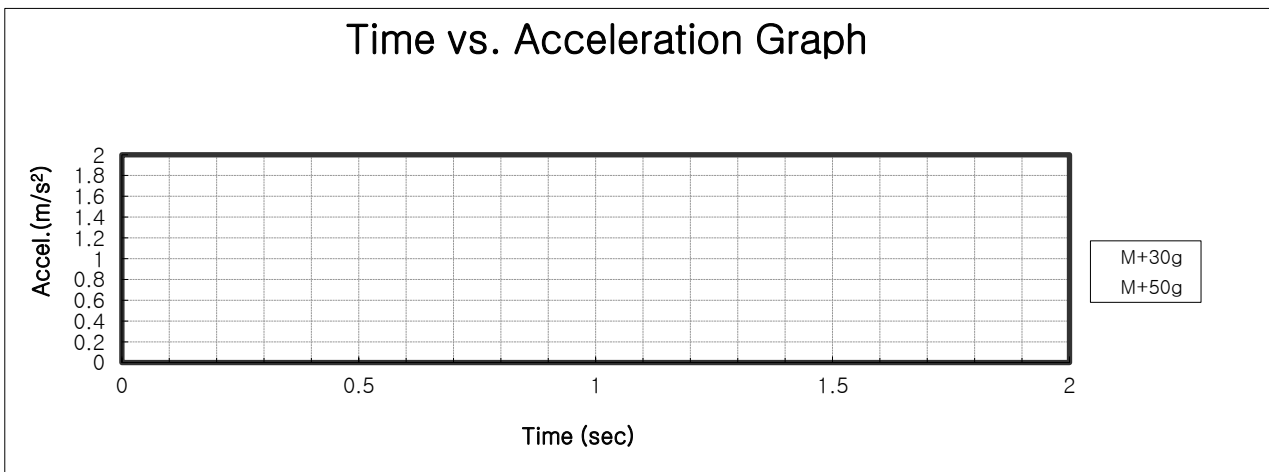
1. 추걸이의 질량(M): _____ g
2. B지점과 C지점 사이의 거리: _____ cm
3. 추걸이에 걸린 질량에 따른 B지점과 C지점 사이를 이동하는데 걸린 시간 → 파일로 저장
4. 질량 증가에 따른 이동거리 변화 그래프



5. 질량 증가에 따른 속도 변화 그래프



6. 질량 증가에 따른 가속도 변화 그래프



5. 질문

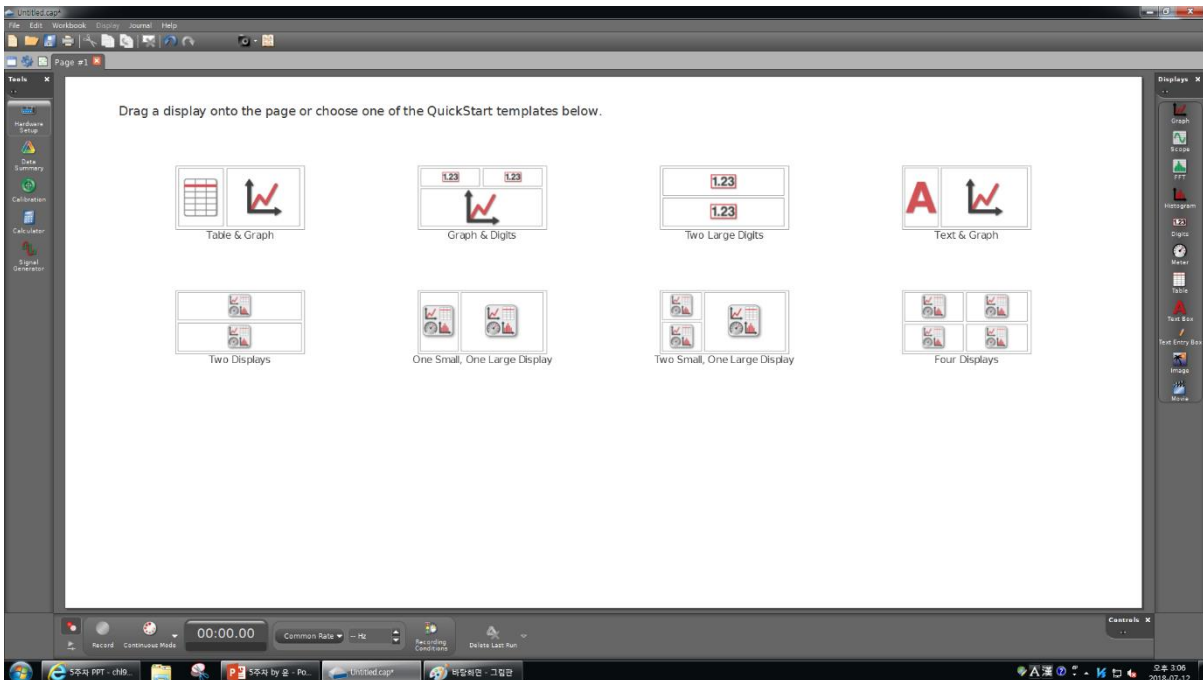
- 1) 초시계를 이용한 인터페이스 실험과 포토게이트를 이용한 인터페이스 실험의 장단점은 무엇인가?
- 2) 모션센서를 이용한 인터페이스 실험과 로터리 모션센서를 이용한 인터페이스 실험의 장단점은 무엇인가?

부록 #1 PASCO Capstone을 이용한 포토게이트 실험순서

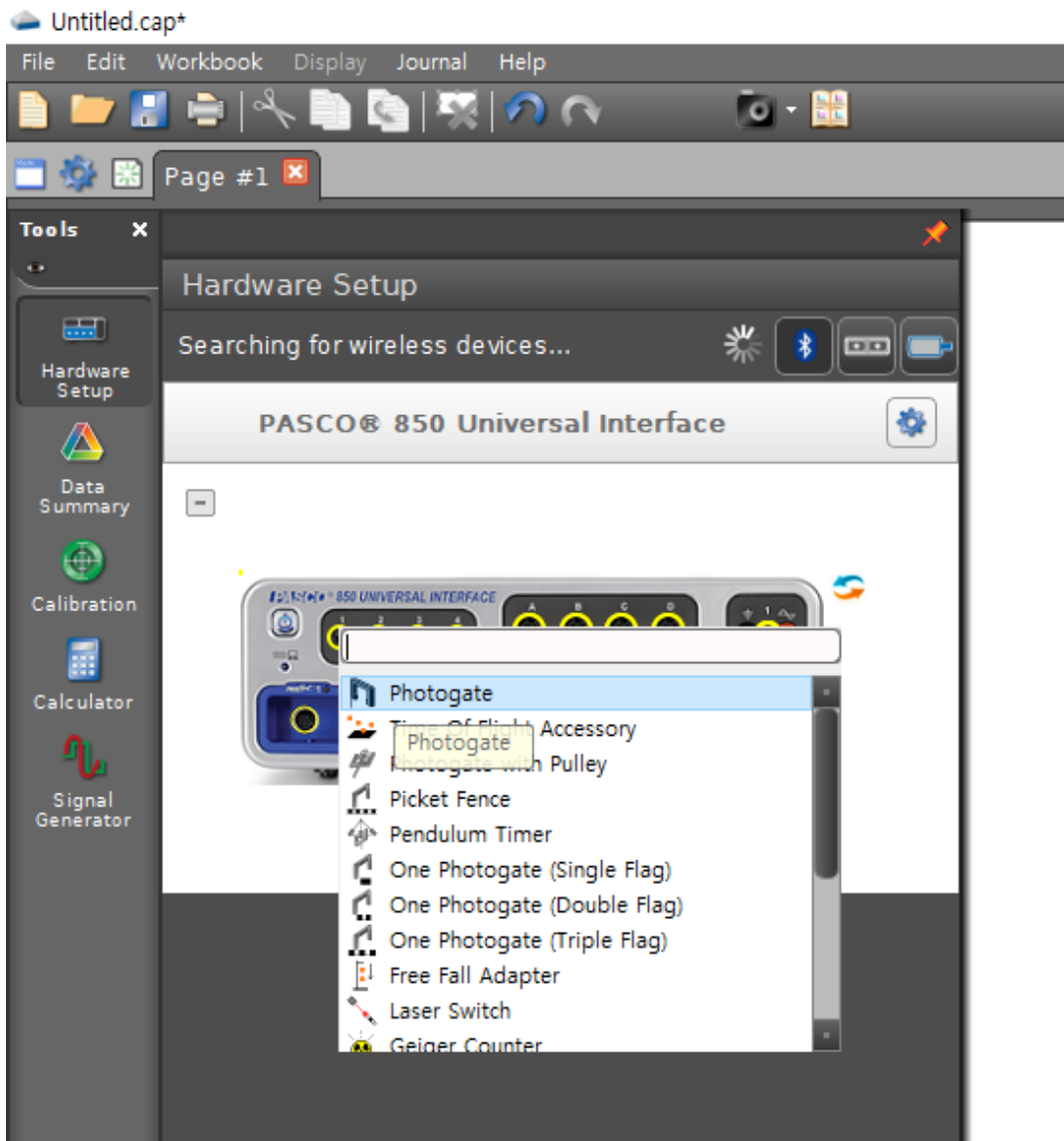
1) 바탕화면에서 **PASCO capstone 바로가기**를 더블 클릭한다.



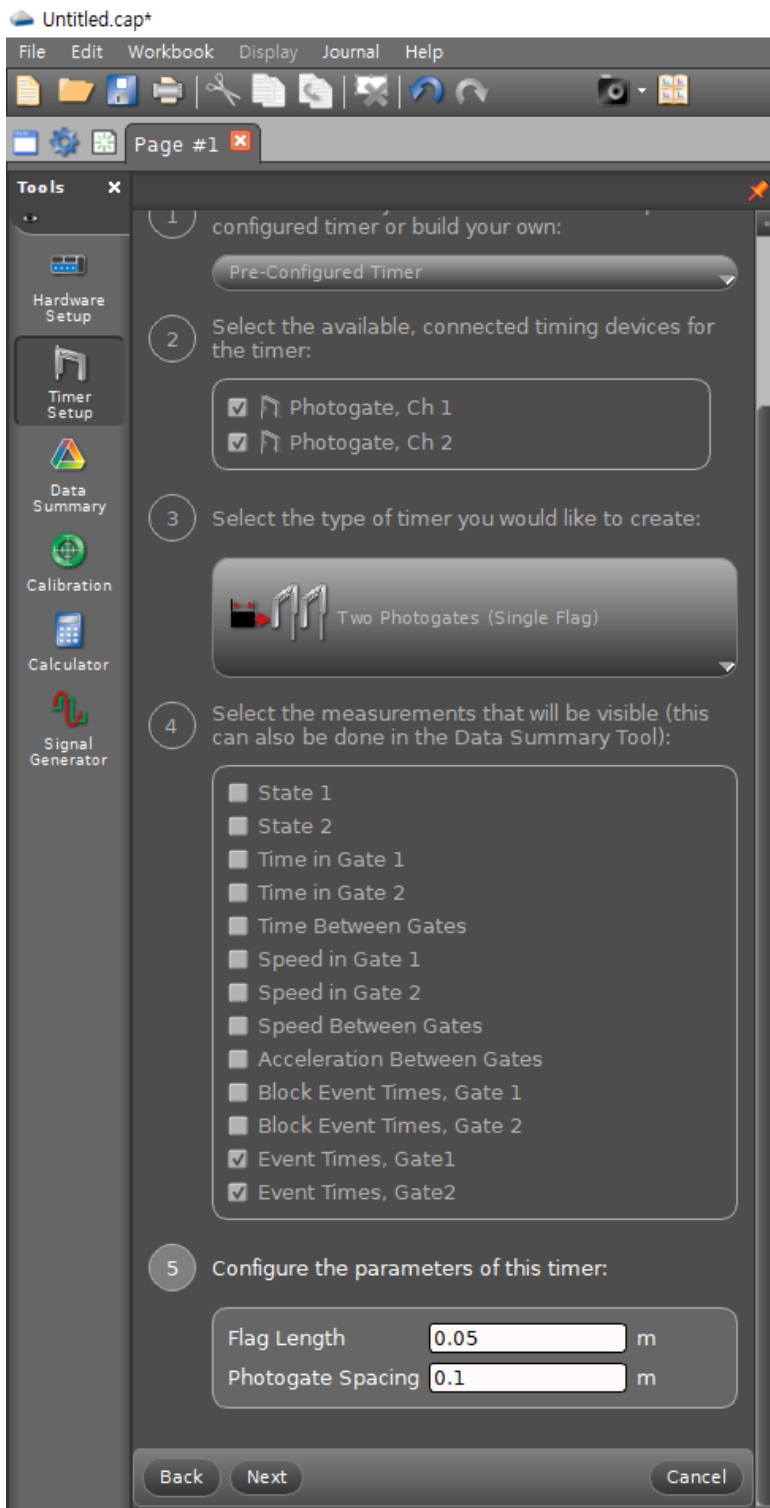
2) PASCO capstone의 시작화면에서 **Hardware Setup**을 클릭한다.



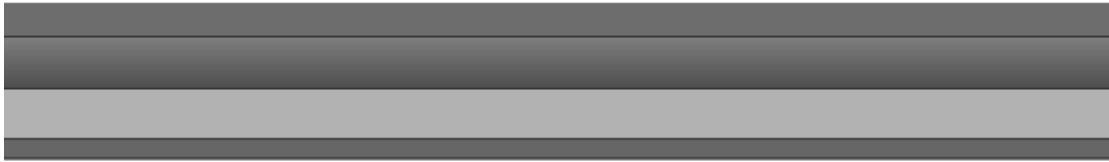
3) 850 interface에 포토게이트를 연결하고 Hardware Setup에서 Photogate를 입력한다.



- 4) Timer Setup에서 아래 그림과 같이 선택한다. 3번 과정에서 Two Photogates(Single Flag)를 선택하고 5번 과정에서는 기본설정을 유지한다.



- 5) 시작버튼 **RECORD**을 누르고 측정을 하면 아래와 같이 측정된다. 각 열은 각 포토게이트의 time event 이고 물체가 들어온 시간과 나간 시간을 기록한다. 두 개의 포토게이트에 들어온 시간끼리(1행과 3행) 비교하거나 나간 시간(2행과 4행)을 비교하여 시간을 구한다.



[Table title here]

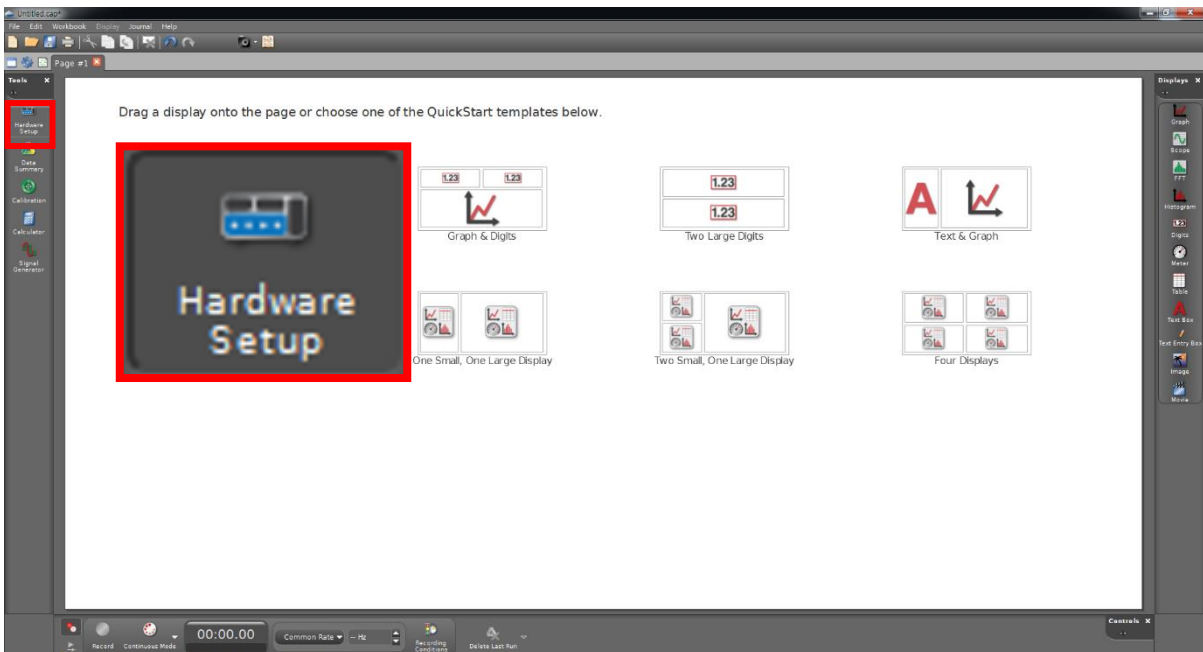
	⌂ Run #1	▲ Run #1
	Event Times, Gate1, Ch 1 (s)	Event Times, Gate2, Ch 2 (s)
1		1.38
2		1.79
3	2.73	
4	3.16	
5		
6		
7		

부록 #2 PASCO Capstone을 이용한 모션센서 및 로터리 모션센서 실험순서

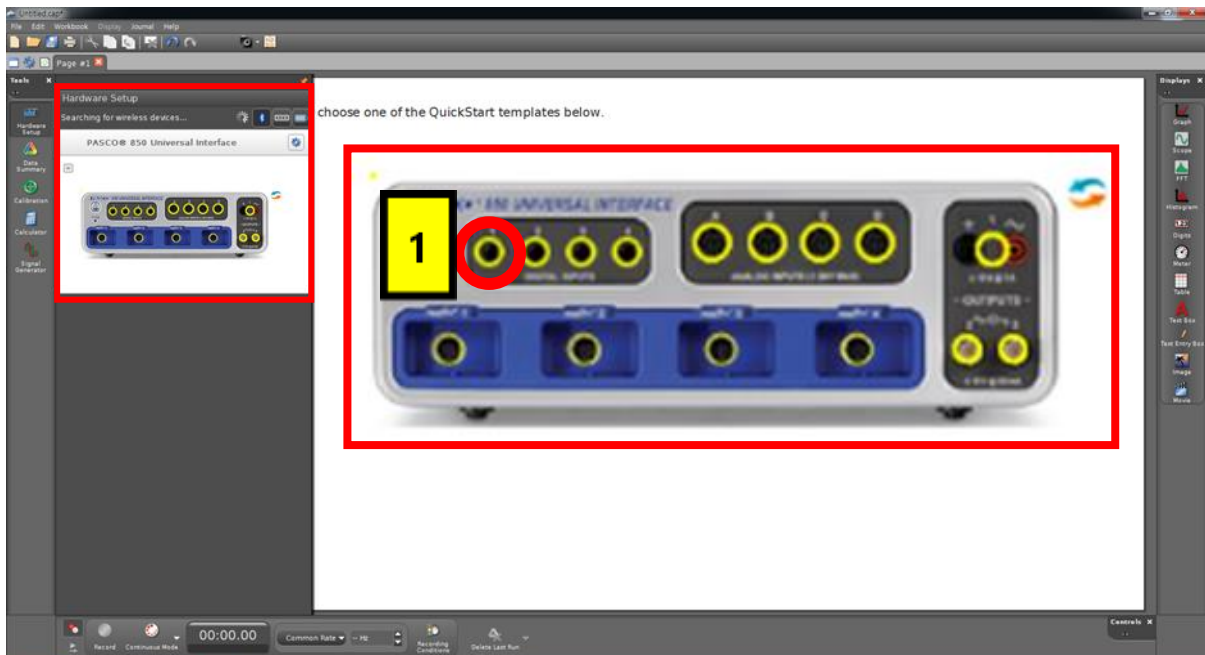
1) 바탕화면에서 **PASCO capstone 바로가기**를 더블 클릭한다.



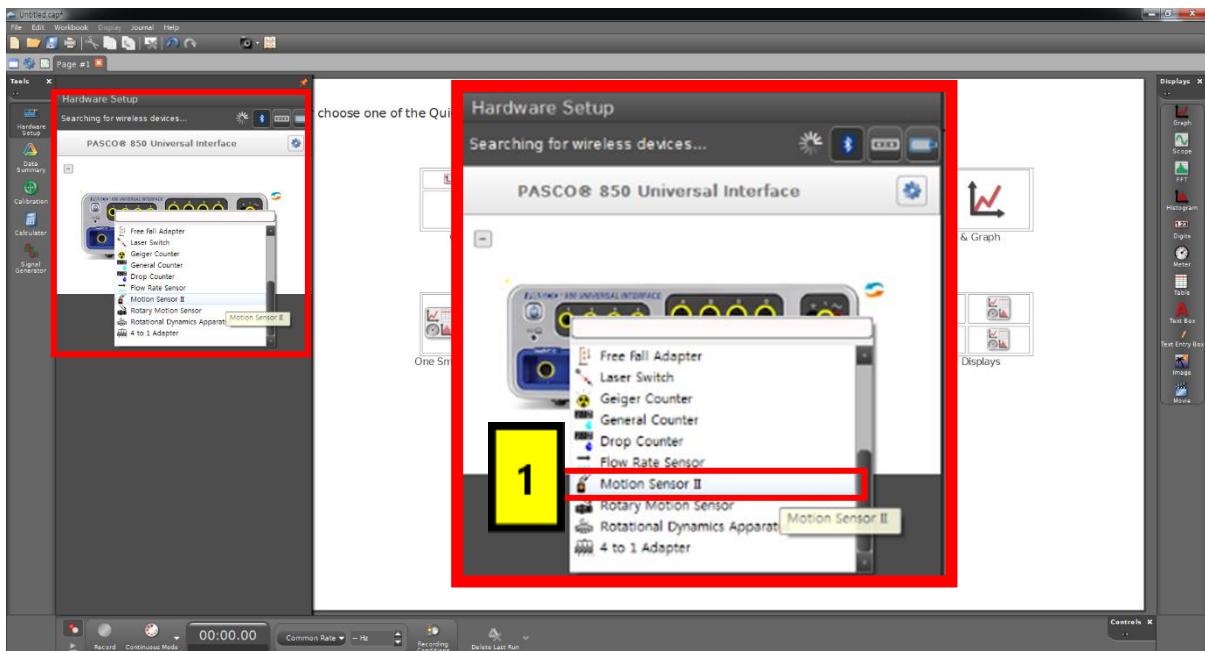
2) PASCO capstone의 시작화면에서 **Hardware Setup**을 클릭한다.



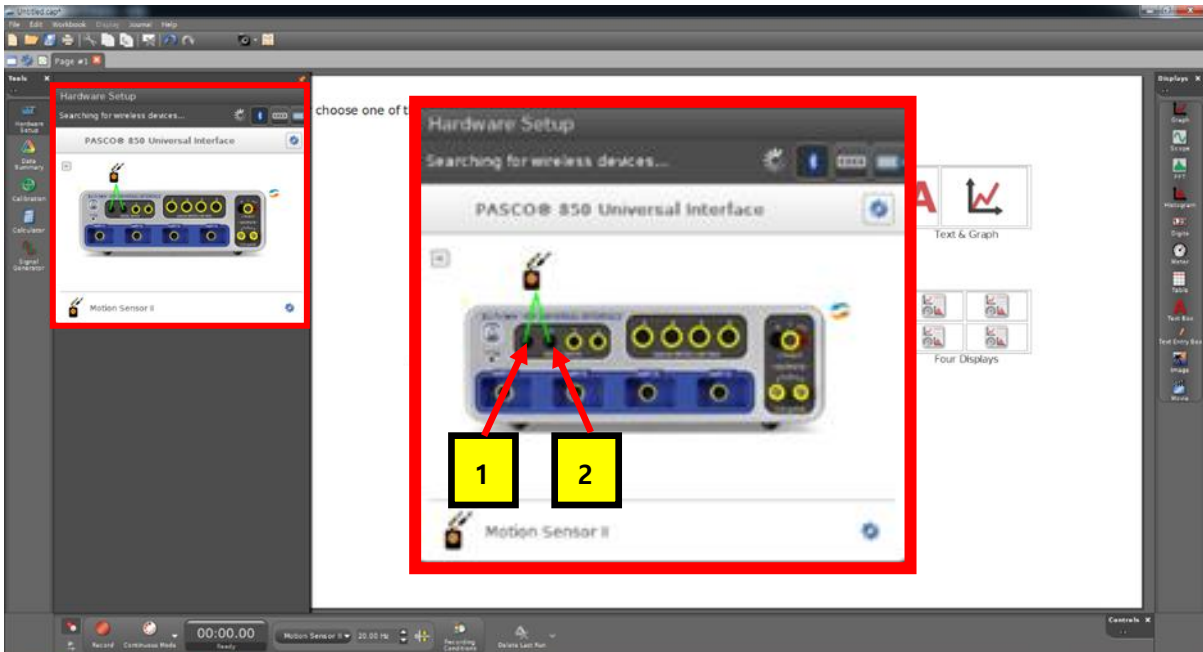
3) 센서를 연결하는 부분(첫번째 노란 원, 사진에서의 붉은 원¹⁾)을 클릭한다.



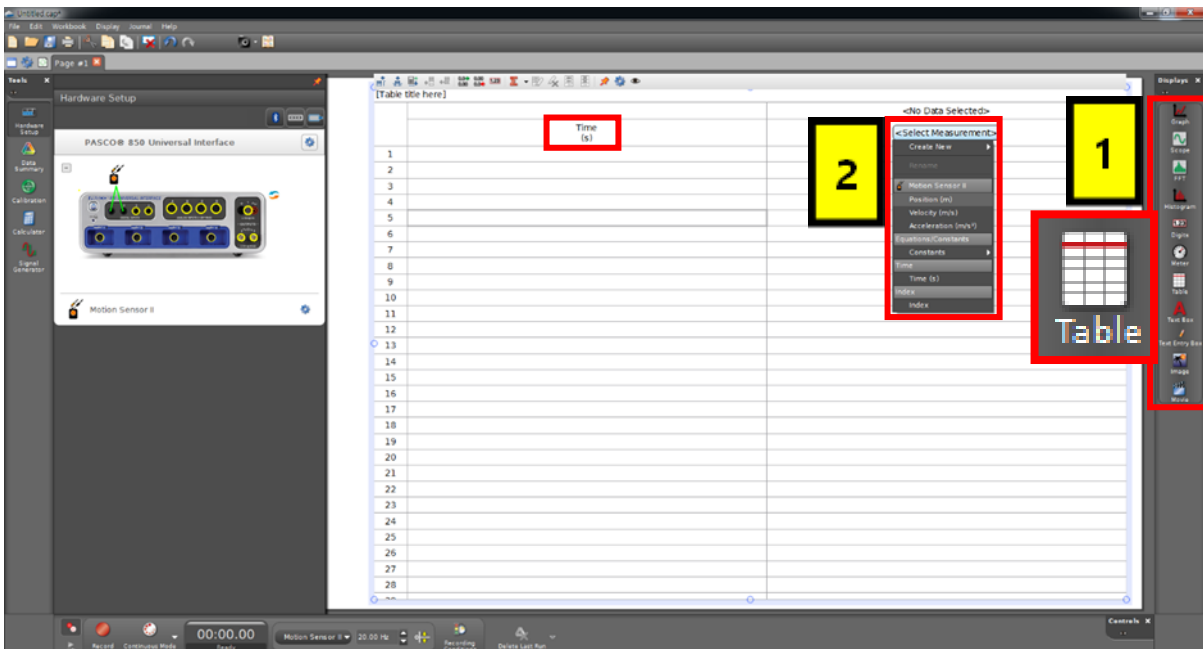
4) 센서목록에서 Scale Bar를 아래로 내려서 Motion Sensor¹를 찾아서 클릭한다.



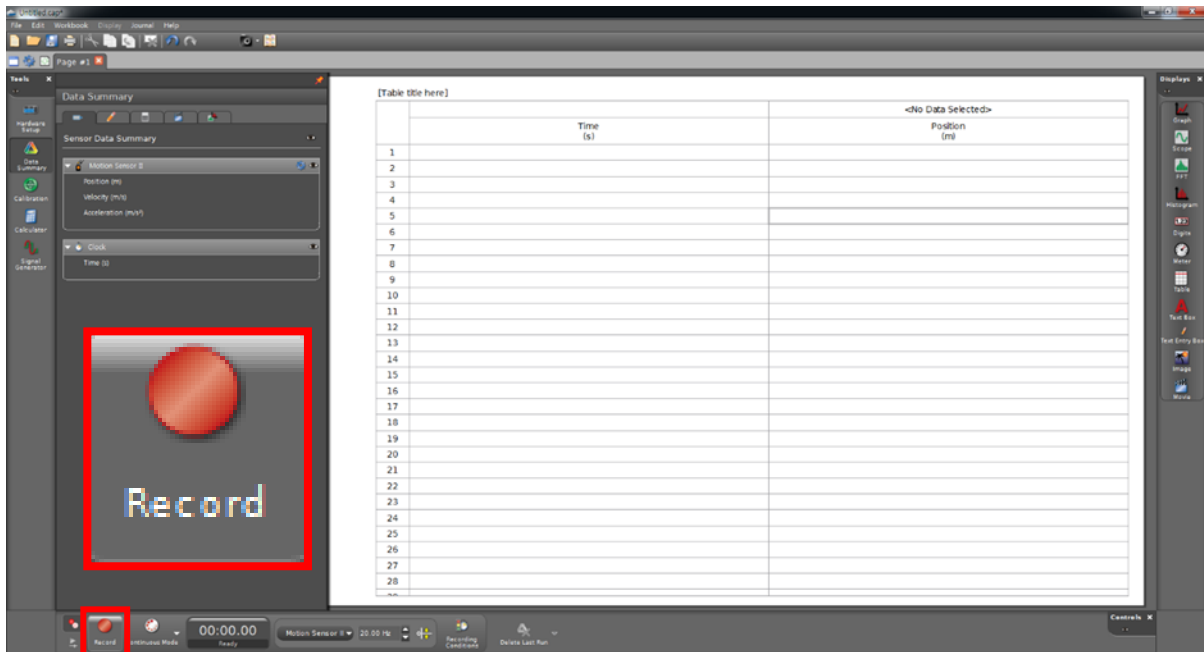
- 5) 850 Interface에 모션센서의 **노란색선¹**과 **검은색선²**을 연결한다.
(노란색 연결선을 1번(가장 왼쪽)에 연결하고, 검은색 연결선을 2번에 연결한다.)



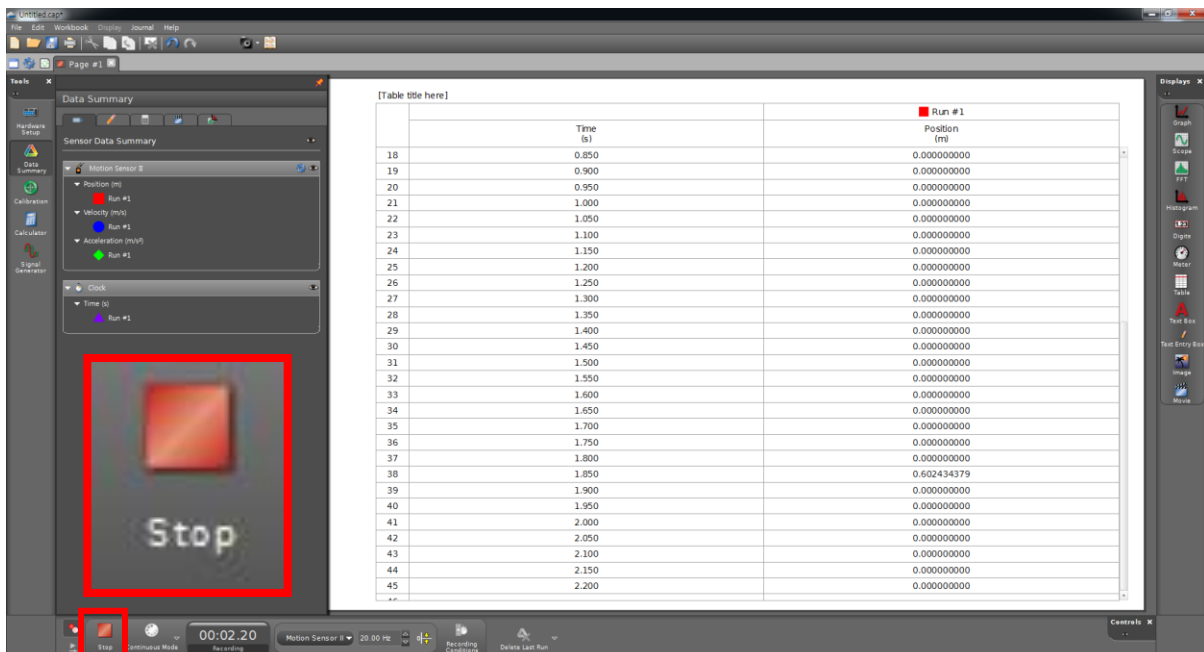
- 6) 화면의 우측의 Displays¹ 창에서 **Table**을 더블 클릭하여 Table 창을 띄우고, <select measurement>²에서 보고자 하는 time과 position을 선택한다.



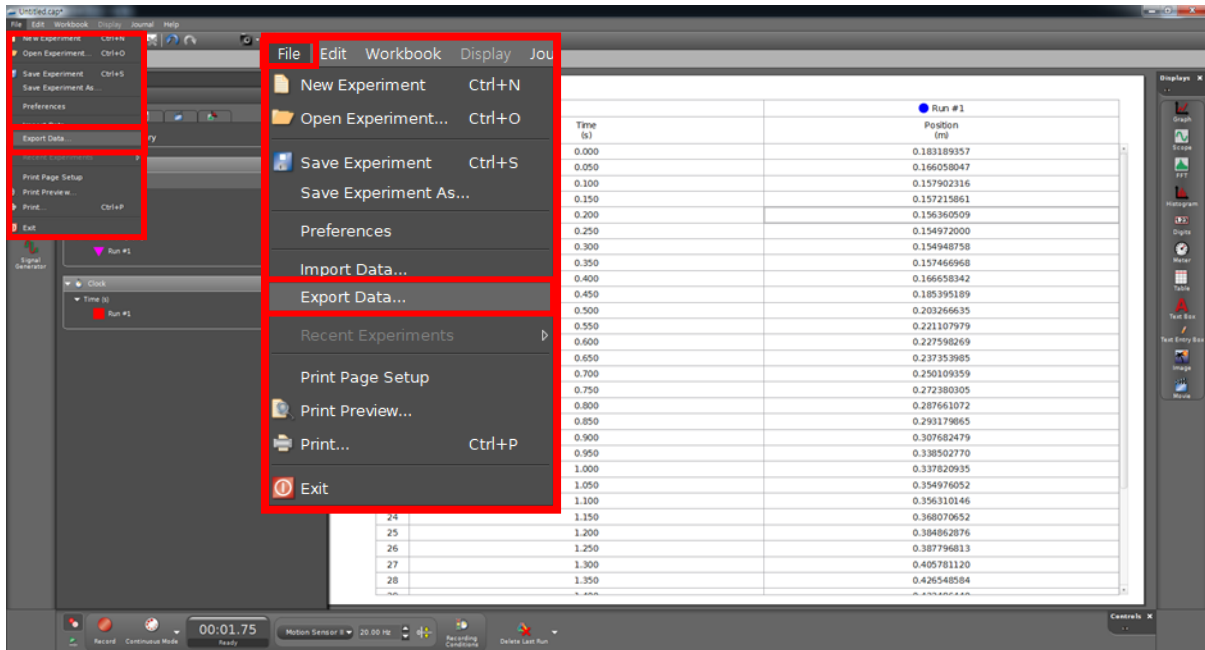
7) 현재상태가 측정준비가 완료된 상태이다. 실험을 준비하고 **RECORD**를 클릭하면 측정이 시작된다.



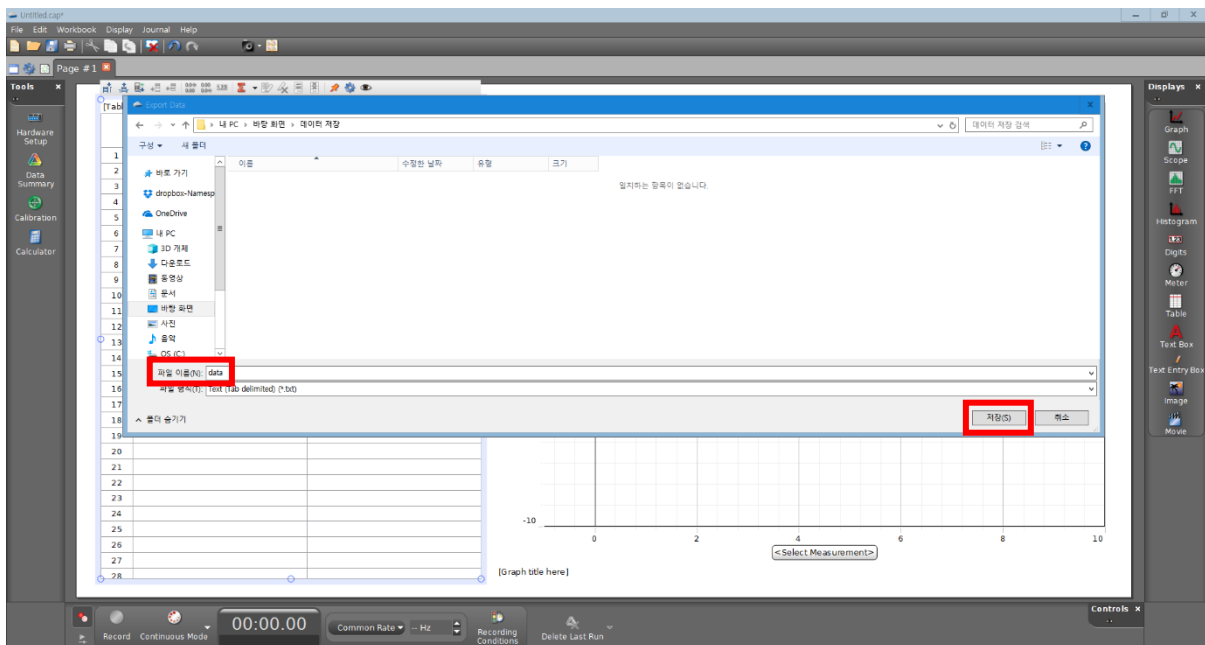
8) 측정이 끝나면 **STOP**을 클릭한다.



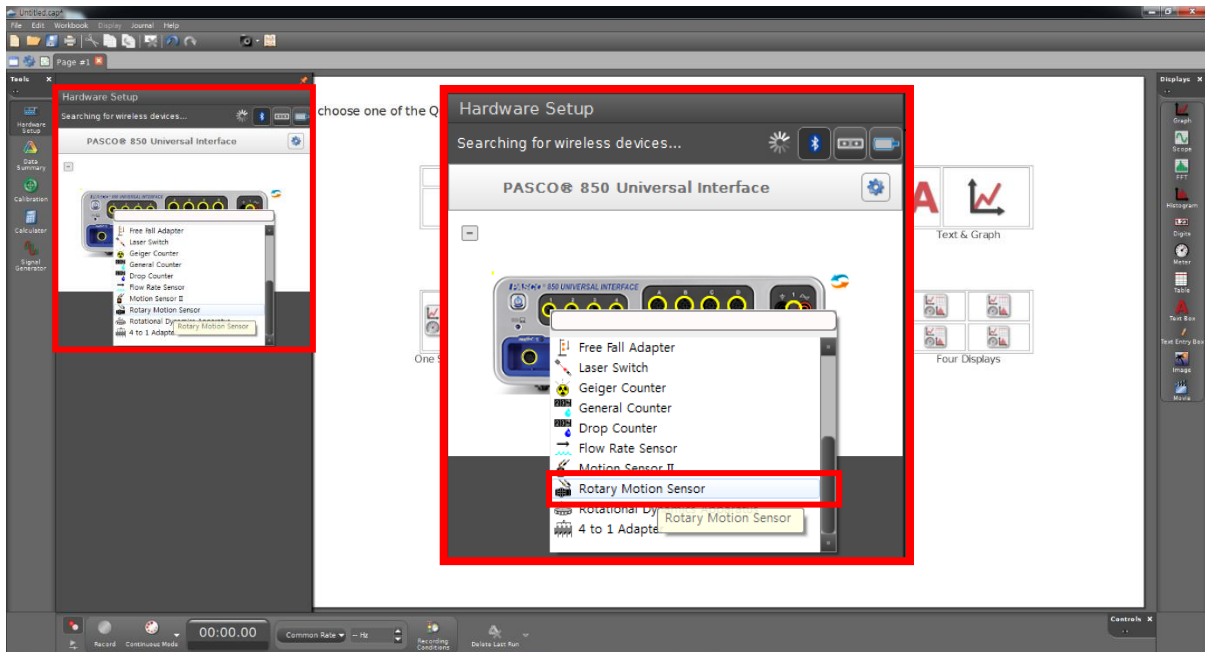
- 9) 모든 측정이 끝난 후, 데이터를 저장하기 위해서 우측상단 MENU BAR의 **File**의 메뉴에서 **Export Data**를 클릭한다.



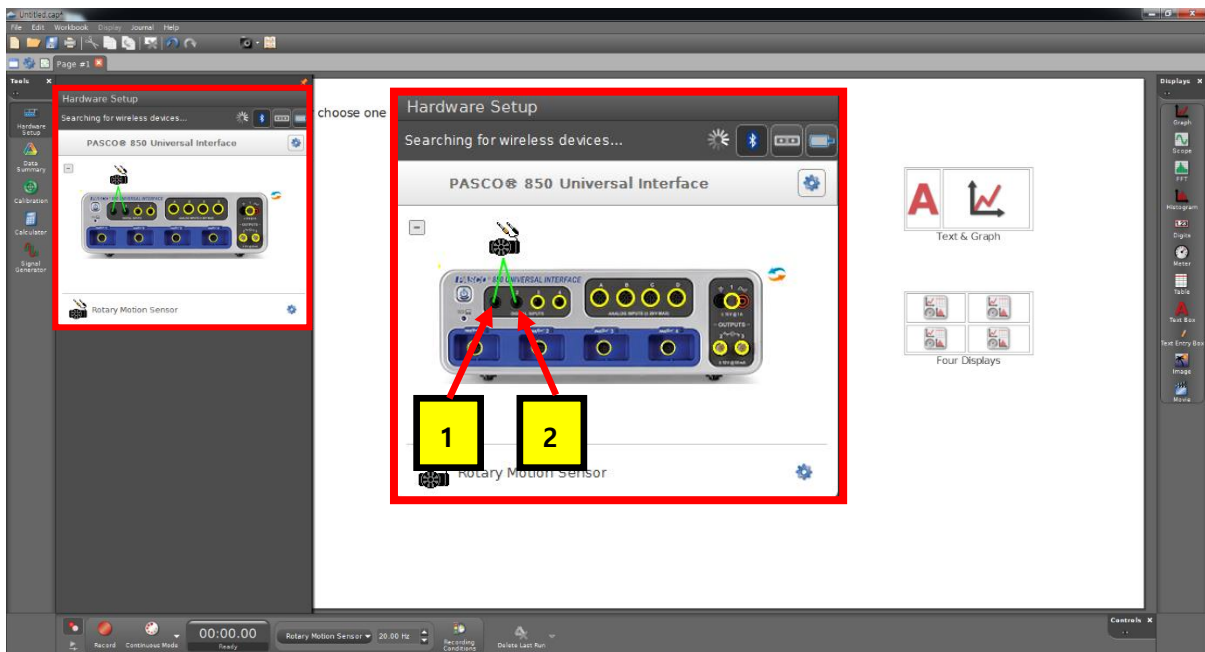
- 11) 파일 이름에 파일명을 적은 후에 **저장**을 누른다. 이 때 센서가 측정한 모든 종류의 데이터가 하나의 파일안에 저장되며, 확장자명은 .txt와 .csv로 선택할 수 있다. 저장된 데이터는 MS excel을 통해서 확인할 수 있다.



12) 로터리 모션센서로 실험하기 위해서는 **Hardware Setup**창에서 Sensor의 Scroll Bar를 아래로 내려 **Rotary Motion Sensor**를 더블 클릭한다.



13) 850 interface에 로터리 모션센서를 연결하기 위해 모션센서를 연결한 경우와 동일하게 **노란색선과 검은색선**을 연결한다. (노란색 연결선을 1번(가장 왼쪽)에 연결하고, 검은색 연결선을 2번에 연결한다.)



실험 1-2. 버니어 캘리퍼스 사용법

1. 목적

버니어 캘리퍼스(Vernier calipers)를 이용하여 물체의 길이, 안 지름, 바깥 지름과 깊이, 구의 지름을 측정하고 사용법을 익힌다.

2. 이론

버니어가 달린 캘리퍼스를 버니어 캘리퍼스라고 하는데, 버니어는 1631년 이를 발명한 Pierre Vernier의 이름을 딴 것이다. 버니어는 부척이라고도 하는데, 자의 최소 눈금을 $1/10$ 까지 또는 그 이상의 정밀도까지 읽을 수 있도록 고안된 장치이다.

버니어는 주척의 9눈금을 10등분하여 눈금을 만든 것이며 이렇게 함으로써 버니어의 한 눈금은 주척의 눈금보다 $1/10$ 만큼 짧게 되어 있다. 따라서 주척의 한 첫 번째 눈금과 버니어의 첫째 눈금을 일치시키면 버니어는 눈금이 $1/10$ 만큼 이동하게 된다. 이와 같은 원리로 버니어의 n 번째 눈금이 주척 눈금과 일치하고 있으면, 주척의 $n/10$ 눈금만큼 이동하게 된다.

일반적으로 주척의 최소 눈금을 $1/n$ 까지 읽으려면, 주척의 $(n-1)$ 눈금을 n 등분하여 버니어를 만들거나 또는 주척의 $(n+1)$ 눈금을 n 등분한 눈금을 사용하기도 한다.

[그림 1](a)는 주척의 최소 9눈금을 10등분 하여 만든 부척이다. [그림 1](b)는 이 부척으로 물체의 길이를 측정할 경우 ↑표가 나타낸 곳이 부척과 주척의 눈금이 일치했으므로 3.7이라고 읽으면 된다. [그림 1](c)는 주척의 11눈금을 10등분한 것이고 [그림 1](d)는 이것을 측정한 것이다. 역시 3.7이 됨을 알 수 있다.

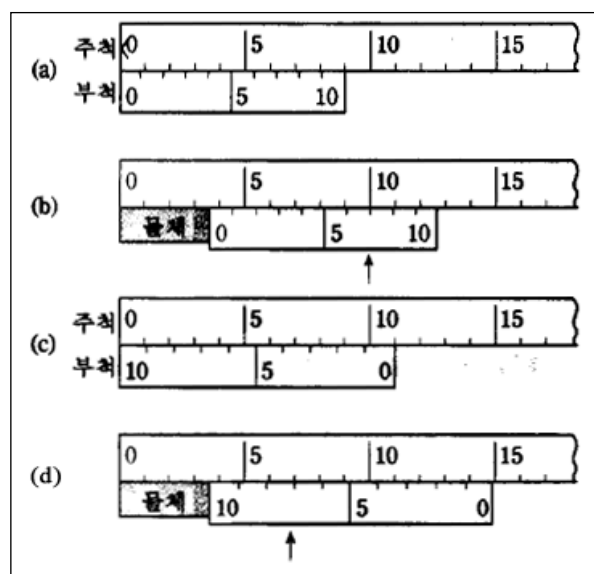


그림 2 버니어 캘리퍼스의 눈금 읽기 예

그 외에 더 정밀히 읽기 위하여 주척의 19눈금을 20등분한 버니어 캘리퍼스도 있는데([그림 2](a) 참조) 이 캘리퍼는 0.05mm까지 측정할 수 있다. 주척의 39눈금을 20등분한 것([그림 2](b) 참조)은 역시 0.05mm까지 측정할 수 있다. [그림 2](c)는 주척의 49눈금을 50등분한 것으로 0.02mm까지 측정할 수 있다.

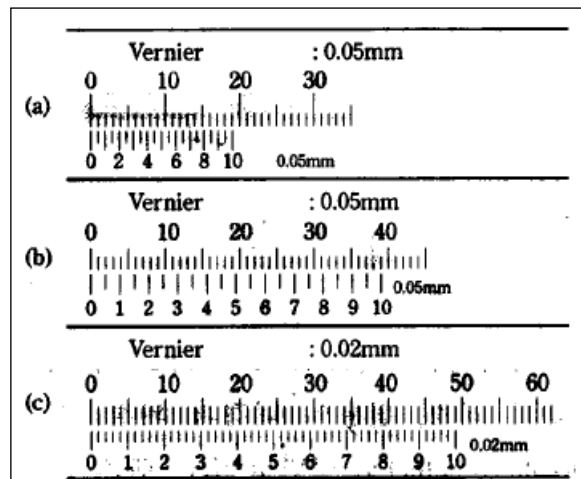


그림 3 다양한 종류의 버니어 캘리퍼스

위의 각 경우에 대하여 실제로 측정한 값을 읽어 놓은 예를 [그림 3]에 그려 놓았다.

	주척 : 8 mm 부척 (0.05 × 10) : 0.50 mm 읽기 : 8.50 mm
	주척 : 9 mm 부척 (0.05 × 3) : 0.15 mm 읽기 : 9.15 mm
	주척 : 9 mm 부척 (0.02 × 13) : 0.26 mm 읽기 : 9.26 mm

그림 4 버니어 캘리퍼스를 이용해 측정한 값의 예

한편 버니어 캘리퍼스의 용도를 살펴보면 [그림 4]의 AB 의 바깥 지름 재기(outside jaws)로 바깥 지름을 측정하고, CD 의 안 지름재기(inside jaws)로 안 지름을, 그리고 E 의 깊이(depth bar)로 깊이를 측정할 수 있다.

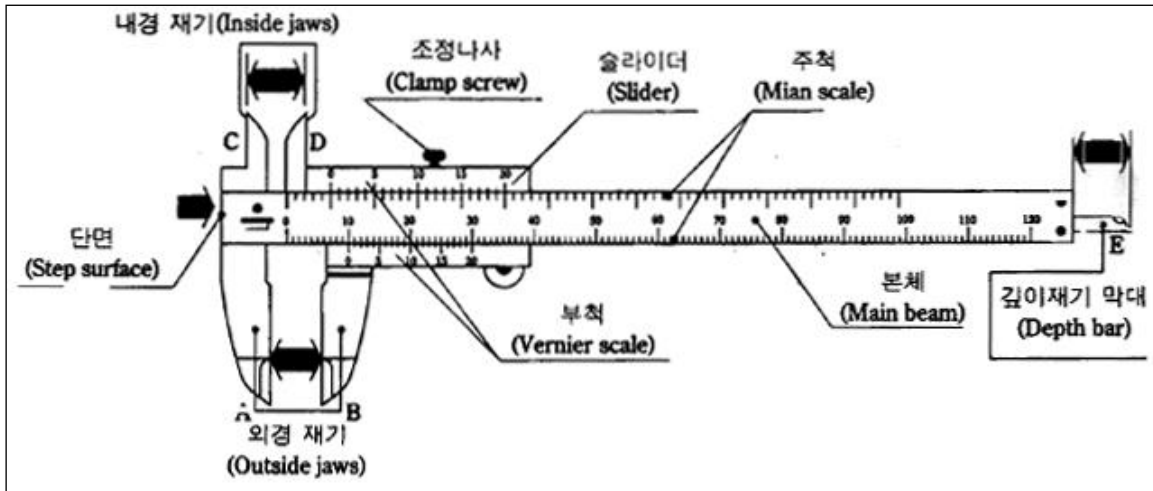


그림 5 버니어 캘리퍼스

[그림 5] 는 버니어 캘리퍼스의 올바른 사용법을 그림으로 보였다.

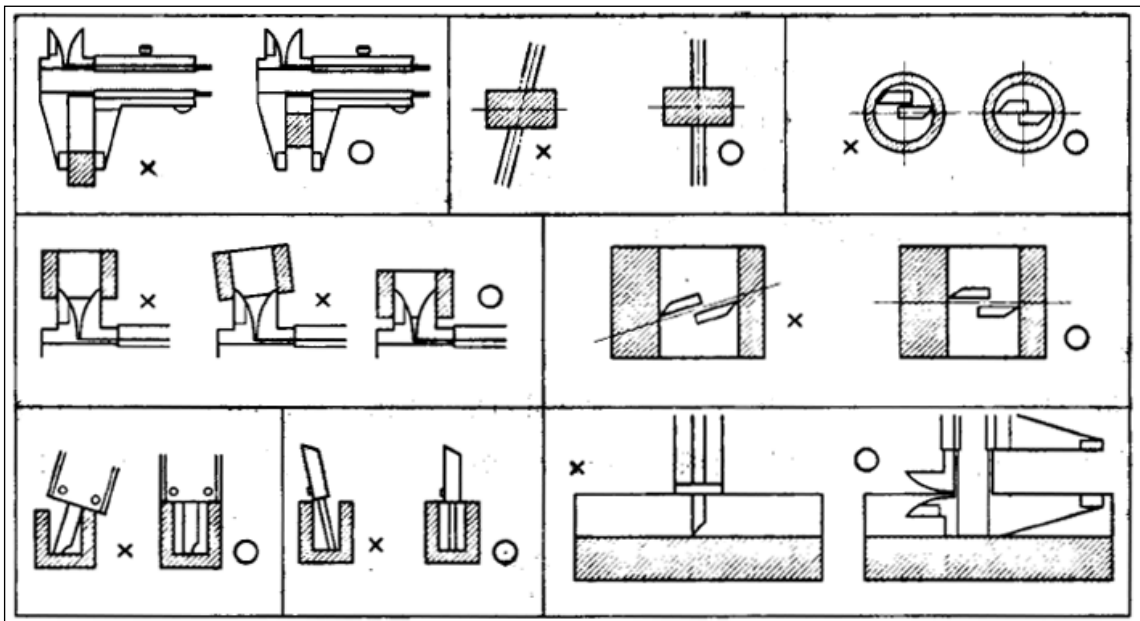


그림 6 버니어 캘리퍼스의 올바른 사용 예

3. 기구와 장치

기구와 장치	Equipment	수량	비고
구리 원통	Copper cylinder	1	
쇠구슬	Solid steel ball	1	
버니어 캘리퍼스	Vernier calipers	1	

4. 실험방법

주 의

- 구리 원통 또는 쇠구슬이 바닥에 떨어지지 않게 주의한다.

사 항

- 측정 후 반드시 고정나사를 죄어 버니어를 고정시키고 수치를 읽고 기록한다.

(16)이 실험과 관련된 기구와 장치를 확인한다.

(17) 버니어 캘리퍼스를 이용해서 구리 원통의 길이, 안 지름과 바깥 지름, 깊이를 차례로 10회씩 측정하여 그들의 평균과 표준편차, 분산을 구한다.

(18) 쇠구슬의 지름을 구하고 차례로 5회씩 측정하여 그들의 평균과 표준편차, 분산을 구한다.

(19) 실험이 끝난 후 사용한 기구와 장치를 원래 상태로 복원한다.

버니어 캘리퍼스 사용법 실험 DATA SHEET

1. 구리 원통

횟수	길이	외경			내경		깊이
		외경1	외경2	외경3	내경1	내경2	
1							
2							
3							
4							
5							
평균							
표준편차							
분산							

2. 쇠구슬의 지름

횟수	지름
1	
2	
3	
4	
5	
평균	
표준편차	
분산	