

(주)한국과학
VER 5.16



Graphical Analysis

버니어 그래프 분석 프로그램



☎ 02-929-1110
🌐 www.koreasci.com
✉ info@koreasci.com

(주)한국과학



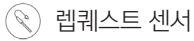
(주)한국과학
유튜브 채널

목 차

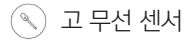
1. 시작화면	4
2. 기본화면	4
3. 고 무선 센서 연결	6
3-1. 고 무선 센서 연결 [블루투스]	6
1) 고 무선 센서 전원 켜기	6
2) 버니어 그래프 분석 프로그램 실행 및 센서 연결	6
3-2. 고 무선 센서 연결 [USB]	7
4. 데이터 수집	8
5. 그래프 분석	10
1) 그래프와 데이터 세트 확인	10
2) 그래프의 구간 설정	10
3) 축의 이동과 자동 조절	11
4) 그래프 축 변경하기	12
5) 그래프 옵션 편집	13
6) 데이터 사이 값 추정	13
7) 기울기	14
8) 통계	14
9) 적분	15
10) 곡선 맞춤 적용	15
11) 주석 설명 추가	16
12) 예측 그래프 그리기	17
6. 데이터 세트 활용	18
1) 데이터 세트 이름변경	18
2) 열 옵션	18
3) 수동 열 생성	18
4) 계산된 열 생성	18
4-1) 계산된 열의 그래프 확인	19
7. 다양한 기능	20
1) 단위 설정	20
2) 데이터 수집 설정	20

버니어 그래프 분석 프로그램

Graphical Analysis™



랩퀘스트 센서



고 무선 센서

랩퀘스트 미니, 랩퀘스트 3 또는 고! 링크를 이용해 그래프 분석 프로그램에서 실험 데이터를 수집, 공유 및 분석 할 수 있습니다.

고 무선 센서를 블루투스 또는 USB를 이용해 그래프 분석 프로그램과 유/무선으로 연결해서 사용할 수 있습니다.



<https://www.vernier.com/products/software/graphical-analysis>

그래프 분석 프로그램은 ChromeOS, Windows, macOS, iOS 및 Android의 각 스토어에서 무료로 소프트웨어를 다운로드하여 실험 데이터를 수집, 공유 및 분석할 수 있습니다.

■ 요구사항

Windows

Windows10 이상의 OS와 블루투스나 USB 연결을 지원하는 데스크톱 또는 노트북, 태블릿PC

iOS Devices

iOS 16.7.8 이상의 OS를 지원하는 아이패드 또는 아이폰

Mac OS

MacOS 12.7.5 이상의 OS를 지원하는 맥북 또는 아이맥

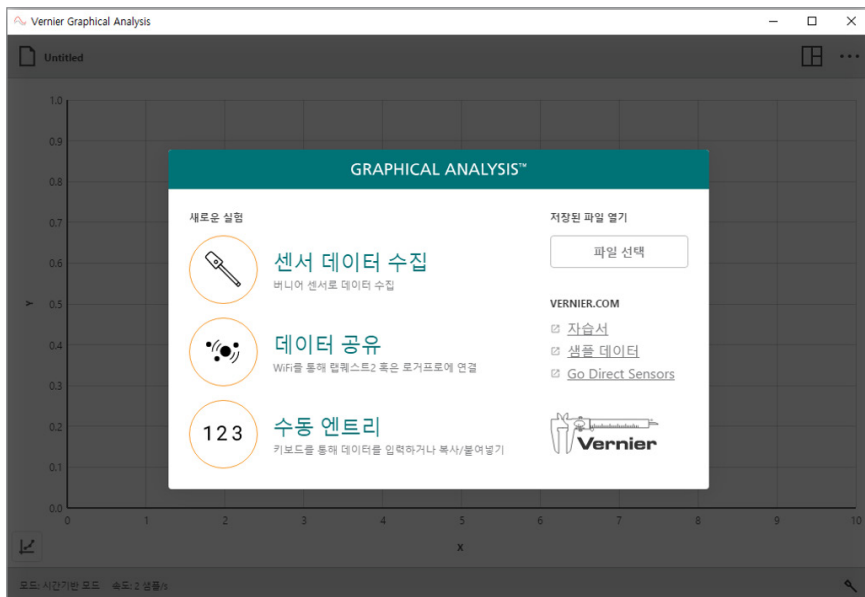
Android Devices

Android 12 이상의 OS를 지원하는 태블릿 또는 스마트폰

Chromebook











ChromeOS 132 이상을 지원하는 크롬북
Chromebook에서는 오직 웹 브라우저 기반을 통해서만 사용 가능

1. 시작화면



2. 기본화면



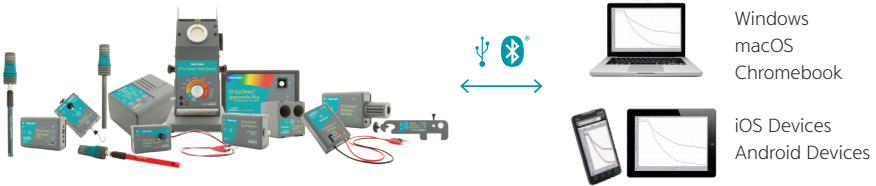
①		새로운 실험	새로운 파일을 만듭니다.
		열기	파일을 불러옵니다.
		저장	현재 실험 데이터를 저장합니다.
		다른 이름으로 저장	실험 데이터를 다른 이름으로 저장합니다.
		내보내기	<div>CSV</div> <div>PNG</div> <div>PDF</div> <div>AMBL</div> <div>데이터 세트를 엑셀에서 읽을 수 있는 파일로 저장합니다.</div> <div>그래프 화면을 이미지로 저장합니다.</div> <div>그래프 화면을 PDF로 저장합니다.</div> <div>이전 버전의 그래프 분석 파일로 저장합니다.</div>
②		그래프	표시할 그래프 개수(1~3)를 지정합니다.
		데이터 테이블	데이터 세트를 표시합니다.
		미터	센서의 데이터 값을 표시합니다.
		동영상	동영상 화면을 표시합니다.
③		정보	앱 버전확인 및 업데이트
		화면 설정	화면크기 조절 (1배~2배)
		유저 매뉴얼	버니어 홈페이지 자습서 연결
		업데이트 확인	버니어 그래프 분석 앱 버전 업데이트 확인
		새소식	버니어 그래프 분석 앱 버전정보 (수정 및 변화 내용)
④		Y축 옵션 변경	Y축에 표시할 데이터 열 선택
⑤		X축 옵션 변경	X축으로 사용할 데이터 열 선택
⑥		그래프 도구	그래프 모양 변경, 통계, 적분, FFT, 히스토그램 등의 표시
⑦		데이터 수집 설정	데이터를 수집하는 방법 및 조건 설정
⑧		단위 변경	센서의 단위 변경, 영점 조정(센서가 연결되어야 활성화)
⑨		센서 설정	센서의 연결 및 해제, 센서 정보 확인
⑩		수집	센서 데이터 수집(센서가 연결되어야 활성화)

3. 고 무선 센서 연결

고 무선 센서는 Bluetooth(무선) 또는 USB(유선)를 통해 연결할 수 있습니다.

3-1. 고 무선 센서 연결 [블루투스]

고 무선 센서는 블루투스 4.0 이상에서 최대 5개의 센서를 동시에 연결할 수 있습니다.

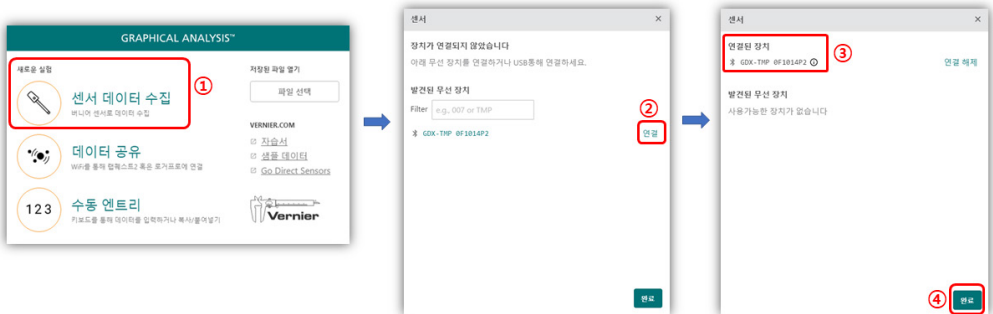


1) 고 무선 센서 전원 켜기



- ① 고 무선 센서의 전원 스위치를 누릅니다.
- ② 고 무선 센서의 전원 스위치를 누르면 빨간 불이 점멸합니다.

2) 버니어 그래프 분석 프로그램 실행 및 센서 연결[모든 OS 동일]



- ① Bluetooth를 지원하는 기기에서 버니어 그래프 분석 앱을 실행시킨 후 [센서 데이터 수집]을 누릅니다.
- ② 연결 화면이 나오면 센서를 선택하고 연결을 클릭합니다.
- ③ 연결된 장치에서 원하는 센서가 연결되었는지 확인합니다.
- ④ 완료를 클릭하면 센서가 연결됩니다.

⑤ 고 무선 센서의 연결 확인

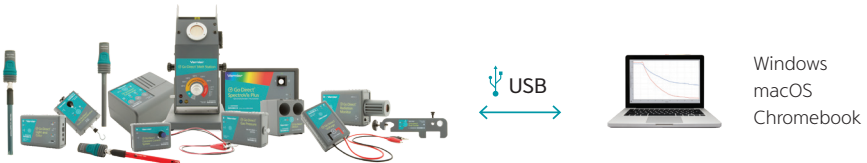
- 고 무선 센서와 버니어 그래프 분석 앱이 연결되면 고 무선 센서에서 녹색 불이 점멸합니다.



- 고 무선 센서와 버니어 그래프 분석 앱이 연결되면 화면에 연결된 센서의 기본 단위가 표시되고 [수집]아이콘이 활성화 됩니다.



3-2. 고 무선 센서 연결 [USB]

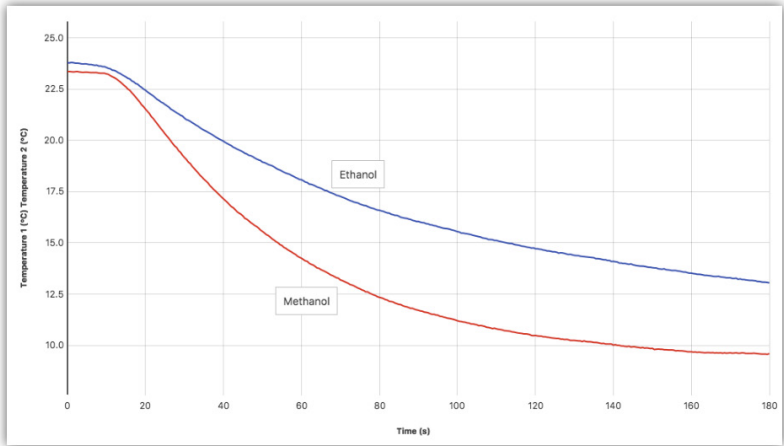


① 고 무선 센서에 동봉된 USB 케이블을 결합하여 컴퓨터에 연결합니다.

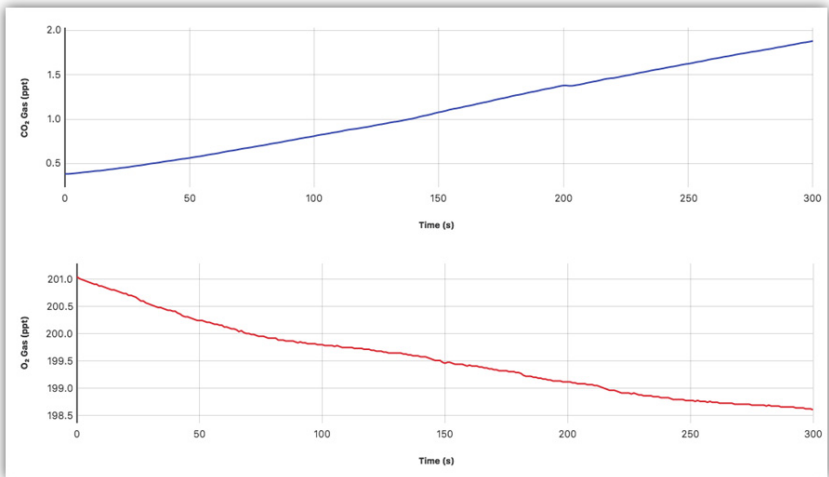
② 버니어 그래프 분석 앱을 실행하면 자동으로 센서와 연결됩니다.

4. 데이터 수집

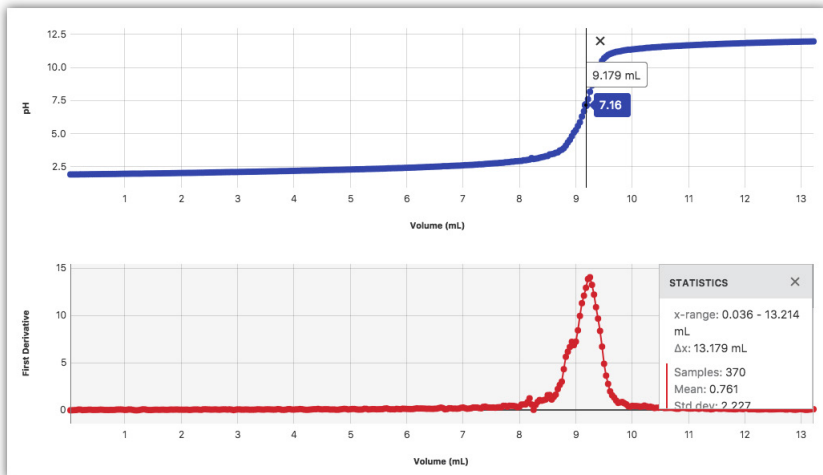
1) 센서가 연결된 상태에서 수집 을 클릭하면 데이터 수집이 시작됩니다.



[고 무선 온도센서를 활용한 에탄올과 메탄올의 증발열]



[고 무선 산소센서와 고 무선 이산화탄소센서를 활용한 세포호흡]

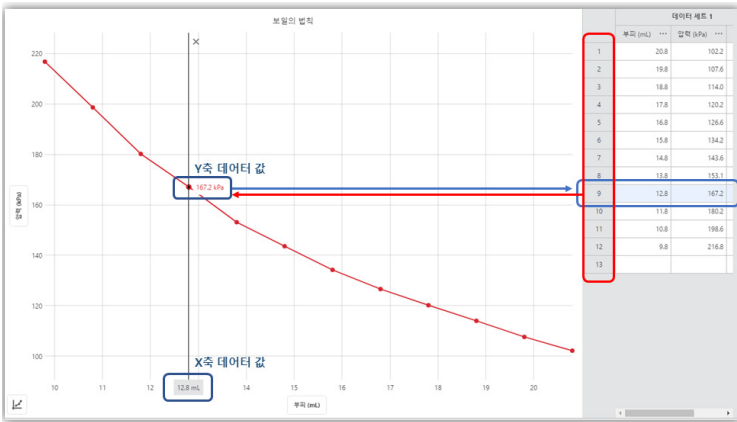


[고 무선 pH 센서와 고 무선 방울계수기를 활용한 산-염기 중화적정]

5. 그래프 분석

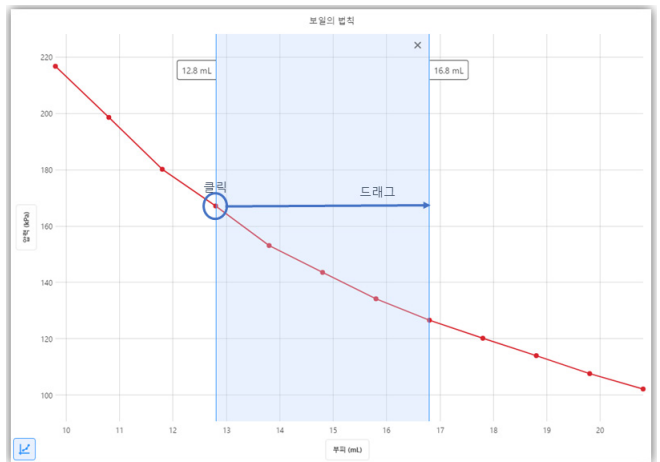
1) 그래프와 데이터 세트 확인

- ① 화면 좌측 그래프 영역을 클릭하거나 터치하면 해당 지점의 X축과 Y축 값을 확인할 수 있습니다.
그와 동시에 우측 데이터 세트에서도 데이터를 확인할 수 있습니다.
- ② 화면 우측의 데이터 세트의 열 번호를 누르면 그래프에 데이터 세트의 데이터 값이 표시됩니다.




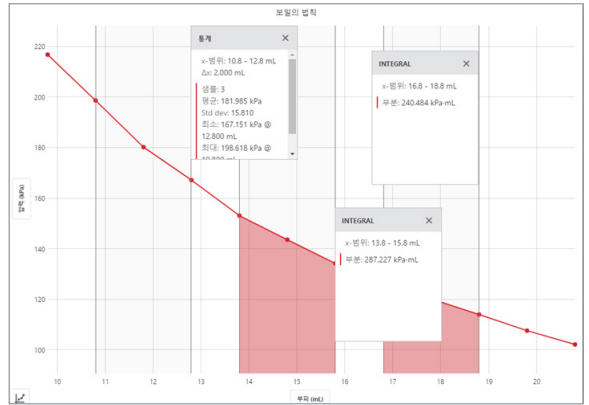
2) 그래프의 구간 설정

- ① 그래프 영역을 드래그하면
그래프의 구간을 설정할 수 있습니다.





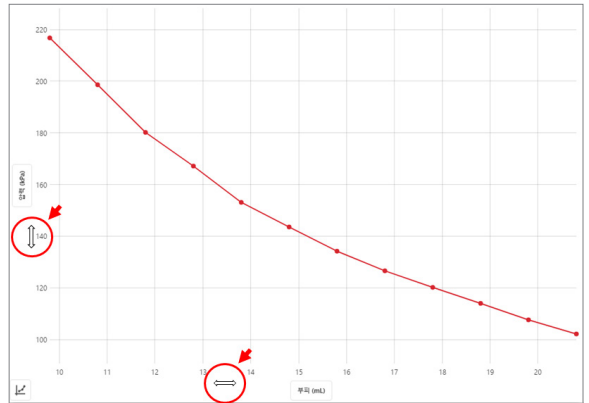
② 구간을 설정한 후에 그래프

도구 () 아이콘을 누르면
구간의 [통계보기], [보간], [곡선
추세선 적용], [주석추가]를 할 수
있습니다.

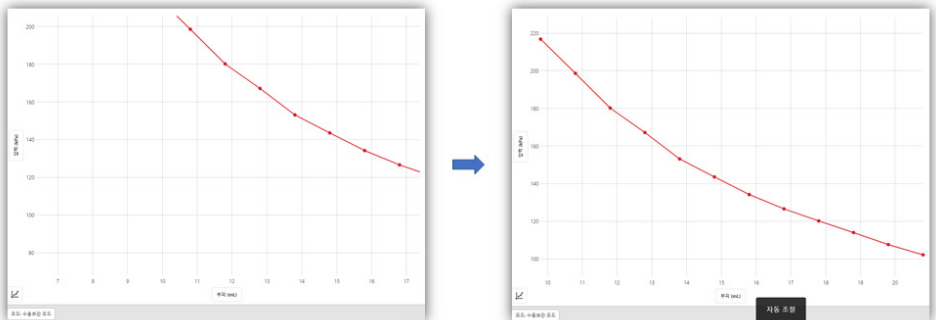


3) 축의 이동과 자동 조절

① 마우스 포인터를 화면 그래프의
X축과 Y축 근처로 이동시키면
 모양의 아이콘이
나타납니다.  X축에서는
모양의 아이콘을 클릭한 상태에서
마우스를 좌우로 움직이면서 축을
이동시킬 수 있습니다. Y축에서는
마우스를 상하로 움직이면 축이
이동됩니다.



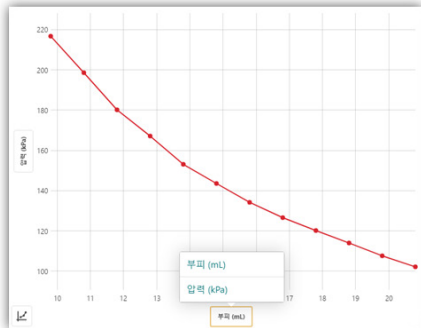
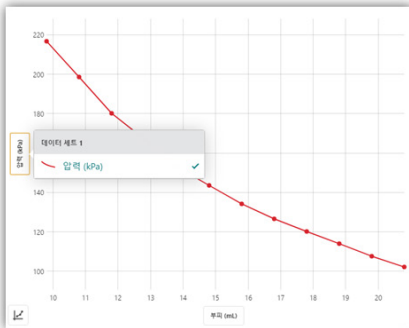
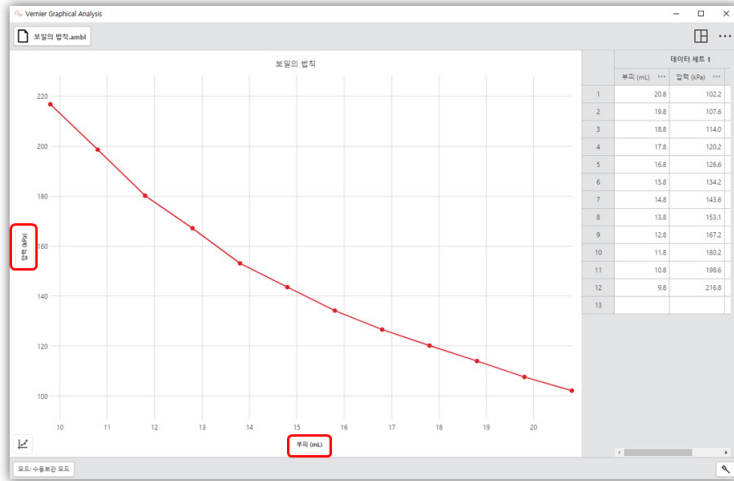
② 축 이동으로 그래프가 화면에서 이동하였을 경우 그래프 영역을 더블클릭하면 [자동 조절]
통해 최적화된 그래프 화면으로 다시 돌아옵니다.



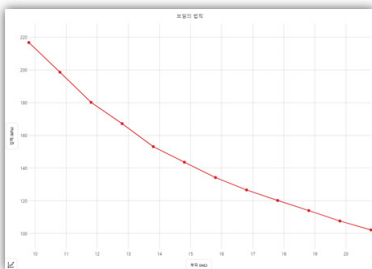
X축, Y축 이동 → 그래프 영역 더블클릭 → 자동 조절

4) 그래프 축 변경하기

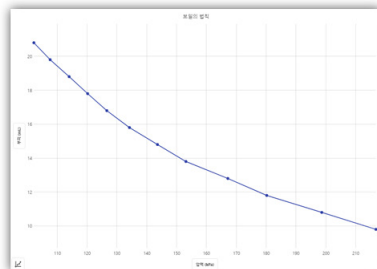
① 그래프의 X축과 Y축의 단위를 클릭하면 각 축의 데이터 열을 변경할 수 있습니다.



ex) X축과 Y축의 변경

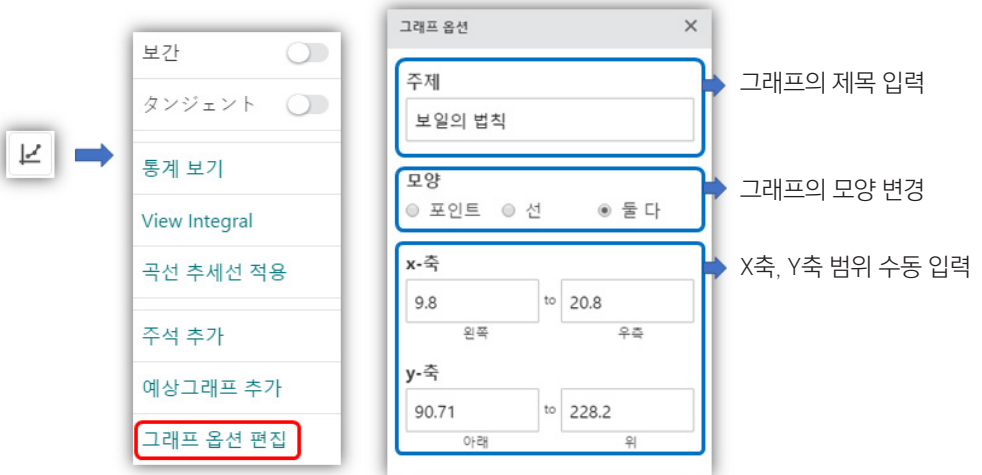


X축 : 부피, Y축: 압력



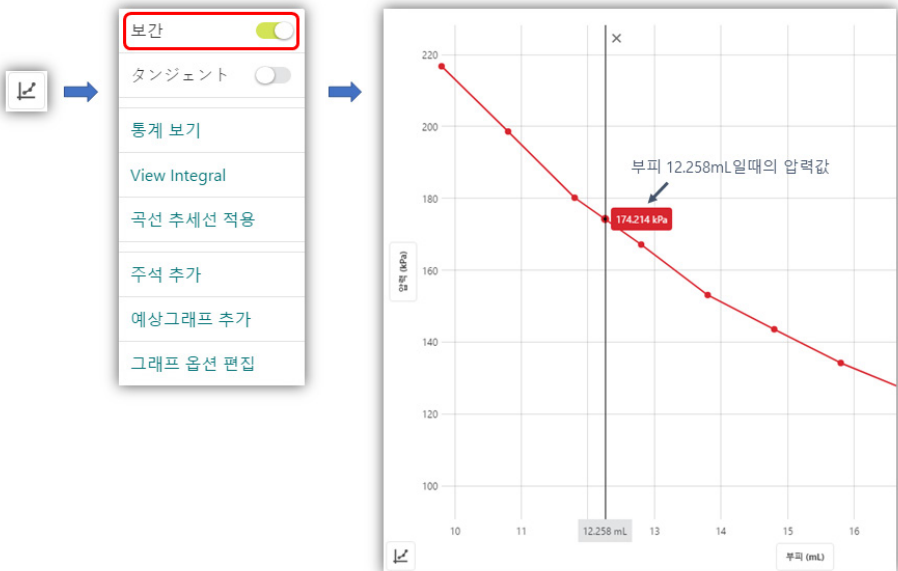
X축 : 압력, Y축: 부피

5) 그래프 옵션 편집

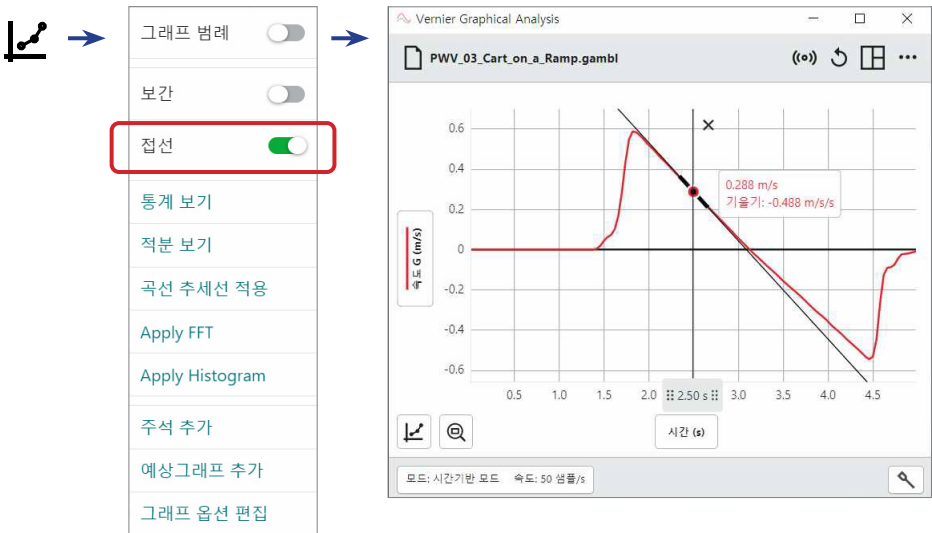


6) 데이터 사이 값 추정

[데이터 사이 값 추정]은 실험으로 측정된 데이터를 기반으로 사용자가 측정하지 않은 데이터의 근사값을 보여주는 기능입니다. 이 기능을 활성화하면 측정한 데이터 사이 값을 확인할 수 있습니다.

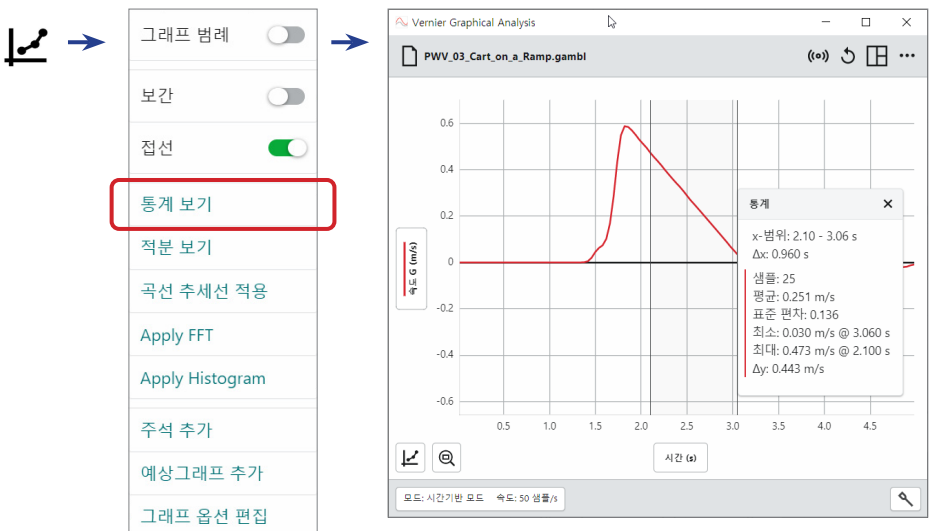


7) 기울기



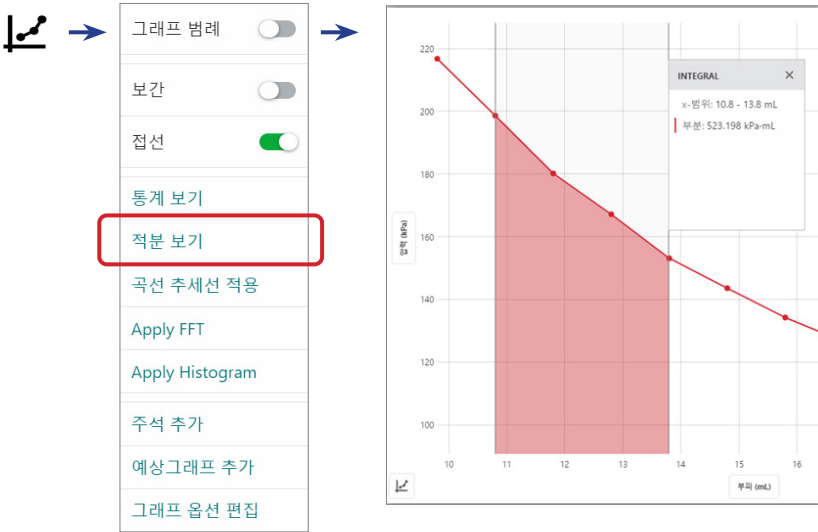
8) 통계

- ① 그래프 전체 또는 사용자가 지정한 구간의 통계값(X축과 Y축 범위, 샘플수, 평균값, 표준편차, 최대값, 최소값)을 확인할 수 있습니다.

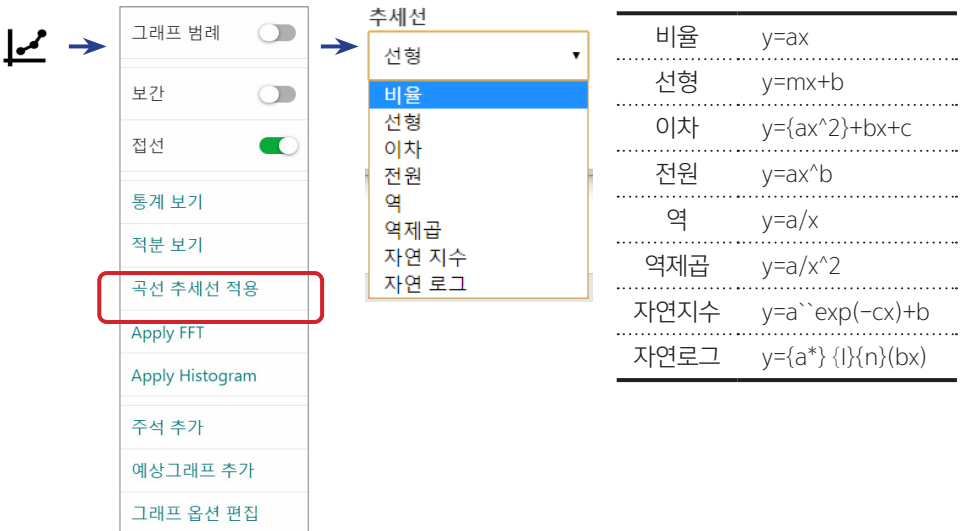


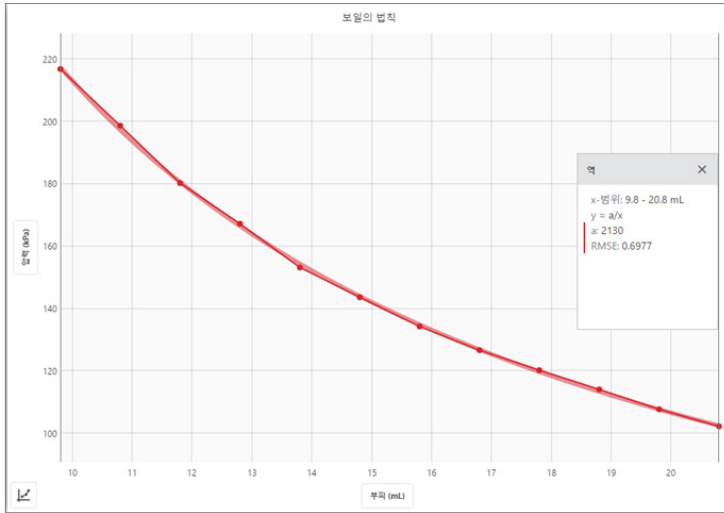
9) 적분

① 그래프 전체 또는 사용자가 지정한 구간의 적분값을 확인할 수 있습니다.



10) 곡선 맞춤 적용

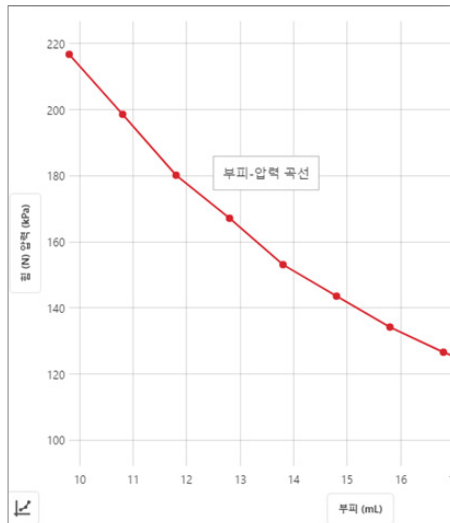




ex) 보일의 법칙 실험 그래프의 곡선추세선 적용. 반비례 함수가 잘 맞아서 부피와 압력은 반비례한다는 것을 알 수 있습니다. RMSE 값이 작을수록 그래프는 더욱 정확합니다.

11) 주석 설명 추가

- 그래프에 사용자가 텍스트 주석을 넣을 수 있습니다. 그래프에 넣은 주석은 사용자가 자유롭게 이동할 수 있습니다.

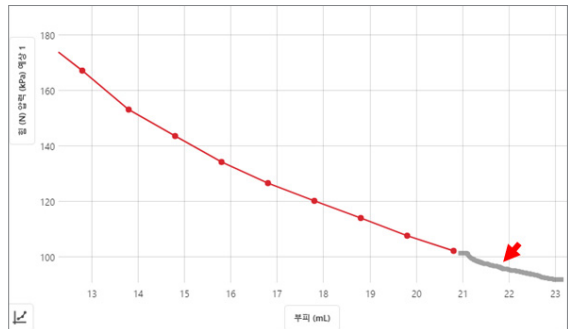


12) 예측 그래프 그리기

- 사용자가 그래프 화면에 예측 그래프를 직접 그려볼 수 있습니다.



그래프 범위	<input type="checkbox"/>
보간	<input type="checkbox"/>
접선	<input checked="" type="checkbox"/>
통계 보기	
적분 보기	
곡선 추세선 적용	
Apply FFT	
Apply Histogram	
주석 추가	
예상그래프 추가	
그래프 옵션 편집	



6. 데이터 세트 활용

	1조	
	부피 (mL)	압력 (kPa)
1	20.8	102.0
2	19.8	108.1
3	18.8	114.0
4	17.8	119.8
5	16.8	126.6
6	15.8	135.0
7	14.8	144.1
8	13.8	154.7
9	12.8	166.0
10	11.8	180.4
11	10.8	196.8
12	9.8	218.9

데이터 세트 이름변경

1조

이름변경

열 옵션

수동 열 생성

계산된 열 생성

열 옵션

이름: 부피 단위: mL

표시된 정밀도: 자동 * 소수점 자리 유효 숫자

☐ 과학적 표기법 사용

취소 적용

수동 열 생성

이름: Manual 2 단위: mL

표시된 정밀도: 자동 * 소수점 자리 유효 숫자

☐ 과학적 표기법 사용

취소 적용

1) 데이터 세트 이름변경

- 데이터 세트의 이름을 변경할 수 있습니다.

2) 열 옵션

- 데이터 세트의 열의 이름과 단위 등을 변경할 수 있습니다.

3) 수동 열 생성

- 수동으로 열을 생성하여 그래프에 반영할 수 있습니다.

4) 계산된 열 생성

[계산된 열 생성]을 통해 수집된 데이터의 다양한 수식관계를 확인할 수 있습니다.

① 계산할 열의 이름과 단위를 설정합니다. (ex. 보일의 법칙을 확인하기 위해 압력 부피의 열을 생성)

② [수식 삽입]을 클릭하면 수식 화면이 나옵니다.

계산된 열 생성

이름: 압력X부피 단위: PV

표시된 정밀도: 3 * 소수점 자리 유효 숫자

☐ 과학적 표기법 사용

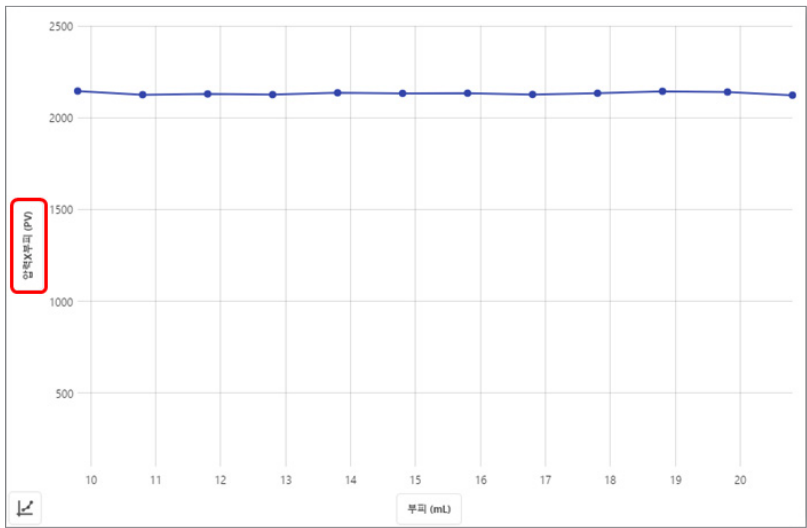
수식: 수식 삽입

취소 적용

- ③ 필요한 수식을 클릭합니다. (ex. 계산할 열이 [압력 부피]이므로 $[X*Y]$ 선택)
- ④ 선택된 수식에 구체적인 값을 설정합니다. (ex. $[X*Y]$ 선택하였으므로 X열은 [부피], Y열은 [압력])
- ⑤ 수식설정을 완료하고 적용을 클릭하면 데이터 세트에 계산된 열이 생성됩니다. (ex. 압력 부피 (PV)열 생성)



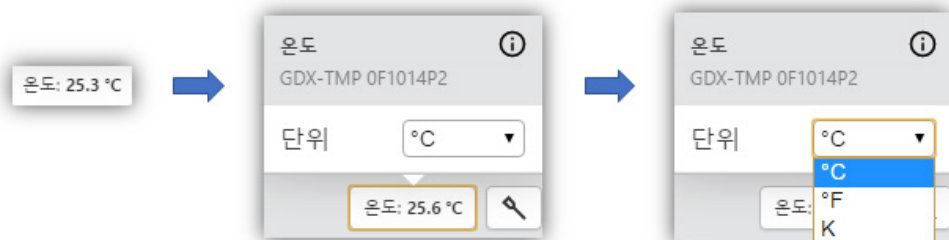
4-1) 계산된 열의 그래프 확인



Y축을 [압력 부피]로 변경하면 X축 [부피]의 변화에 따라 Y축 [압력 부피]는 일정한 것을 통해 보일의 법칙에서 PV 값이 일정한 것을 확인할 수 있습니다.

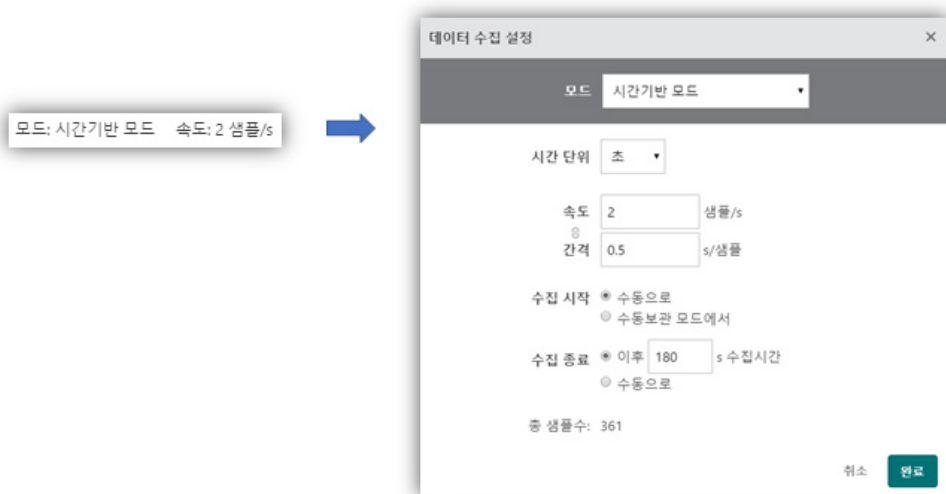
7. 다양한 기능

1) 단위 설정



- 화면의 우측 하단에 있는 데이터 값의 아이콘을 클릭하면 수집하고자 하는 데이터의 단위를 변경할 수 있습니다. (ex. 고 무선 온도센서)

2) 데이터 수집 설정



- 화면의 좌측 하단에 있는 [모드] 아이콘을 클릭하면 수집하고자 하는 데이터의 수집방법을 변경할 수 있습니다.

① [시간기반 모드] : 정해진 시간동안 데이터 수집을 하는 모드입니다.

시간 단위 : 데이터 수집 시간의 단위 (ms, 초, 분, h)

속도 & 간격 : 데이터 수집 시간의 단위 기본 1단위 마다 데이터를 수집하는 횟수

ex)

시간 단위	초 ▾	
속도	2	샘플/s
① 간격	0.5	s/샘플

1초 동안 데이터를 2번 수집

수집 시작 수동으로 화면에서 [수집] 버튼을 누를 때 데이터 수집을 시작

수동모관 모드에서 데이터를 시작하는 시간(조건) 설정

수집 종료 이후 ()s 수집시간 설정한 수집시간 동안만 데이터 수집

수동으로 화면에서 [중지] 버튼을 누를 때 데이터 수집을 종료

② [이벤트 기반]

■ 수동보관 모드 : 보관 버튼을 클릭할 때마다 데이터가 저장됩니다. 사용자가 보관 버튼을 클릭하여 특정 데이터를 수동으로 입력하고, 이때 센서도 측정을 합니다.

ex) 보일의 법칙 : 보관 버튼 클릭시에 눈으로 측정한 부피값을 수동으로 입력하고, 이때의 압력값은 센서가 데이터 기록

■ 자동보관 모드 : 보관 버튼을 클릭할 때마다 데이터가 하나의 열에 저장됩니다.

데이터 수집 설정

모드 이벤트 기반 ▾

이벤트 모드 ☒ 수동보관 모드 ☐ 자동보관 모드

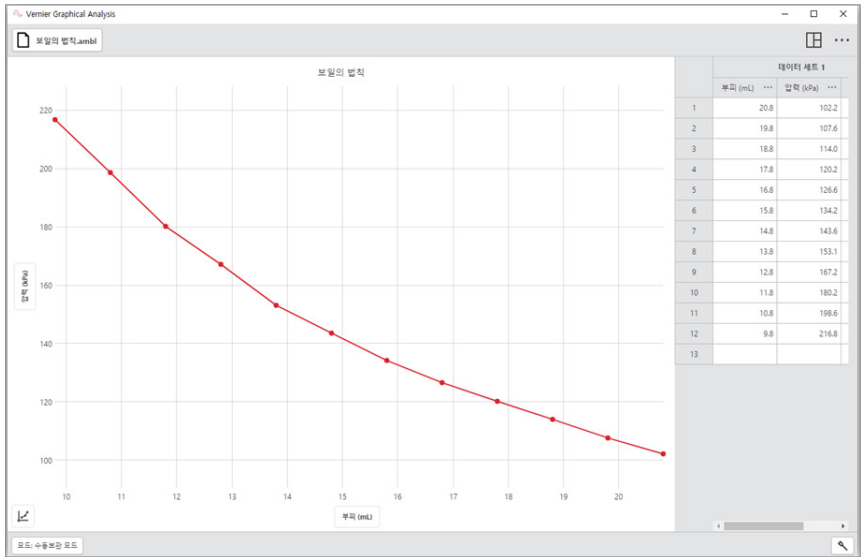
이벤트 이름 이벤트

단위

☐ 10초 마다 평균 값

취소 완료

ex) 데이터 수집화면



고 무선 기체압력 센서를 이용하여 [이벤트 기반 모드]의 [수동보관 모드], [이벤트 이름 : 부피]로 압력 데이터 수집

③ [방울계수 모드] 방울 계수기를 사용할 때 선택합니다.

데이터 수집 설정

모드방울계수 모드

매 방울마다 센서에서 값을 가져오기.

취소완료

④ [포토게이트 타이밍]

데이터 수집 설정
✕

모드 포토게이트 타이밍

☐ 게이트 통과 속도
☒ 선운동 (거리, 속도, 가속도)

측정

물체 피켓 펜스

간격
 m

표적 수

데이터 수집 종료
☒ 플래그의 설정된 수 이후
☐ 수동으로

☐ 각 운동 (거리, 속도, 가속도)
☐ 타이머 또는 주기
☐ 포물선 실험장치

취소
완료

포토게이트를 사용 시 다양한 모드들 지원합니다.

- 게이트 통과 속도 : 게이트 간격(게이트가 2개 있을 경우)으로 속도 측정
- 선운동(거리,속도, 가속도)
 피켓팬스, 카트 피켓 팬스, 저마찰 도르레 등의 속도
- 각운동(각도, 각속도, 각가속도)
- 주기 : 게이트 간의 시간, 진자의 주기
- 포물선 실험장치

(주)한국과학

