
2021년 과학 교사연구회 교수학습 자료

AI 및 지능정보기술 활용 과학 수업 콘텐츠 개발

2021. 12. 31.

충북과학고등학교

2021년 과학 교사연구회 교수학습 자료 요약

과제 1 (화학)	
주제	파이썬 프로그래밍을 통한 화학반응속도 빅데이터 처리 및 반응차수 결정
대상 학년	고등학교 3학년
차시	내용 및 학습목표
1차시	<ul style="list-style-type: none"> ○ 화학 반응 속도, 1차 반응의 반감기를 설명할 수 있다. ○ 아두이노, RGB 센서를 이용한 조도측정장치를 구상 및 설계할 수 있다.
2차시	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조도측정장치 제작 및 농도 데이터 수집을 위한 프로그래밍을 수행할 수 있다. ○ 식용색소 blue#1과 과산화수소의 탈색반응을 이용한 반응속도론 실험을 수행할 수 있다.
3차시	<ul style="list-style-type: none"> ○ 빅데이터 분석을 통한 반응차수, 반응속도상수를 결정할 수 있다. ○ 반감기를 이용해 반응차수를 자동화하여 알아내는 아이디어를 고안할 수 있다.

과제 2 (생명과학)	
주제	Teachable machine을 이용한 식물 분류
대상 학년	고등학교 2-3학년
차시	내용 및 학습목표
1차시	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기계학습과 크롤링에 대해 이해하고, 이를 활용할 수 있다.
2차시	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기계학습을 이용하여 식물을 분류하는 프로젝트를 제작할 수 있다. ◦ 기계학습을 이용하여 식물을 문 수준으로 분류할 수 있다.

과학 교사연구회 교수학습 자료 (과제 1)

1. 개요

영역	화학II	핵심개념	반응 속도, 반감기
단원	3. 반응 속도와 촉매		
성취기준	[12화학II03-01] 화학 반응의 속도가 다양하다는 것을 알고, 화학 반응 속도를 계산할 수 있다. [12화학II03-02] 자료 해석을 통하여 반응 속도식을 구할 수 있다. [12화학II03-03] 1차 반응의 반감기를 구할 수 있다.		
개발 방향 및 목적	<p>(과제 1 전반) 화학 반응 속도에 대해 수집한 실험 데이터를 지능정보기술을 활용하여 탐구하는 학생주도 수업 콘텐츠를 개발한다.</p> <p>(1차시) 화학 반응 속도, 반응 속도식에 대한 핵심 개념의 이해를 바탕으로 화합물의 농도 측정을 위한 아두이노 실험 장치를 설계할 수 있다.</p> <p>(2차시) 제작한 아두이노 장치를 바탕으로 농도 데이터 수집을 위한 프로그래밍을 수행하고, 탈색반응을 이용한 반응속도론 실험을 수행할 수 있다.</p> <p>(3차시) 빅데이터 분석을 통해 반응차수, 반응속도상수를 결정하고, 더 나아가 반감기를 이용해 반응차수를 자동화하여 알아내는 프로그래밍 아이디어를 제시할 수 있다.</p>		

2. 교수학습 활동 및 평가 개요

차시	학습주제	교수·학습활동	수업모형 및 학습방법	평가 방법	과학과 교과 역량 ¹⁾
1	화학 반응 속도, 아두이노 장치 설계	- 화학 반응 속도, 반응속도식, 반감기 개념 학습 - 반응물 농도 측정을 위한 모듈별 아두이노 실험 장치 설계	문제해결학습 협동학습	포트폴리오 평가	과학적 문제해결력
2	아두이노 장치를 이용한 반응속도 실험 데이터 수집	- 농도 데이터 수집을 위한 프로그래밍 수행 - 식용색소의 탈색반응을 이용한 반응속도론 실험 수행	실험실습 협동학습	포트폴리오 평가	과학적 사고력
3	실험 빅데이터 분석 및 결과 해석	- Excel을 활용한 실험 빅데이터 분석 및 반응차수 결정 - 지능정보기술을 접목한 반응차수 자동화 프로그래밍 아이디어 제안	실험실습 협동학습	포트폴리오 평가	과학적 탐구력

1) 2015 개정 교육과정 과학과 교과 역량인 "과학적 사고력", "과학적 탐구력", "과학적 문제해결력", "과학적 의사소통능력", "과학적 참여 및 평생학습능력"을 기준으로 작성

3. 교수학습 설계

가. 1차시

1차시				
주제		화학 반응 속도, 반응물 농도 데이터를 수집하는 아두이노 장치 설계		
학습목표		<ul style="list-style-type: none"> 화학 반응 속도, 1차 반응의 반감기를 설명할 수 있다. 아두이노, RGB 센서를 이용한 조도측정장치를 구상 및 설계할 수 있다. 		
성취기준		[12화학Ⅱ03-01] 화학 반응의 속도가 다양하다는 것을 알고, 화학 반응 속도를 계산할 수 있다. [12화학Ⅱ03-03] 1차 반응의 반감기를 구할 수 있다.		
학습방법		문제해결학습, 협동학습	과학교과역량	과학적 문제해결력
수업 단계	소요 시간	교수학습 활동		수업 자료 및 유의점
도입	5분	▶ 학습목표 제시 <ul style="list-style-type: none"> 화학 반응 속도, 반응 속도식에 대한 핵심 개념의 이해를 바탕으로 화합물의 농도 측정을 위한 아두이노 실험 장치를 설계할 수 있다. ▶ [문제의 발견 및 정의] 문제 제시 <ul style="list-style-type: none"> 식용색소 blue#1과 과산화수소의 탈색 반응 제시 ‘아두이노를 이용해 반응물의 농도 [A]를 측정할 수 있는 방법은 무엇이 있을까?’ 질문하기 		▶ 활동지, PPT
전개	40분	▶ [핵심 개념 설명] 화학 반응 속도란? <ul style="list-style-type: none"> 반응 속도의 정의: 화학 반응이 빠르게 또는 느리게 일어나는 정도, 단위 시간 동안 증가한 생성물, 감소한 반응물의 ‘농도 변화’를 관찰하여 측정 반응 속도의 측정 방법: 초기속도법 설명 반응 속도식: 반응 속도식의 의미, 반응 차수(반응 차수의 실험적 결정 방법), 반응 속도 상수 설명 적분 속도식: 1차 반응의 적분 속도식, 반감기 설명 ▶ [문제의 본질적 이해] 반응물의 ‘농도 측정’을 위한 아두이노 장치 설계 <ul style="list-style-type: none"> 아두이노 실험 장치 아이디어 구상하기 <ul style="list-style-type: none"> 주어진 아두이노와 각종 센서의 역할과 사용법에 대해 설명한다. 푸른색 반응물을 통과하는 조도값을 이용하여 반응물의 농도를 측정하는 방법을 토의하도록 한다. 아두이노 우노, RGB 센서, LED 스탠드, 케이블, 노트북을 이용해 반응물의 농도 측정을 위한 장치를 활동지에 구상한다. 		▶ 활동지, PPT ◎ 아두이노, 각종 센서에 대한 경험 이 있는 학생을 조별로 고르게 배치한다. ◎ 제시된 문제를 해결하기 위해 ‘Why’라는 물음을 연속적으로 던지며 문제의 본질을 이해하도록 한다.

		<p>▶ [최선의 대안 선정] 그룹별 아이디어 중 최선의 해결책 찾기</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 아이디어 발표 및 정교화 <ul style="list-style-type: none"> - 그룹별로 구상한 장치의 설계도, 농도 측정의 원리를 발표한다. - 발표한 아이디어들에 대해 돌아가면서 질의응답의 시간을 갖고, 장치의 개선점을 보완한다. - 과학적 원리를 바탕으로 푸른색 반응물의 농도를 가장 정확하게 측정할 것 같은 장치를 최종 선정한다. <p>▶ [실행 및 반성] 모범 답안 제시 및 아이디어 보완</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 모범 답안 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 조도계를 모방하여 설계한 장치의 농도 측정 원리를 설명하고, 최종 선정된 장치와 비교하여 장치의 개선점을 보완한다. 	
정리	5분	<p>▶ 학습 정리</p> <ul style="list-style-type: none"> - 반응 속도식을 복습하고 학습 내용을 활동지에 정리하도록 한다. <p>▶ 동료 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 동료평가지를 활용하여 활동 중 동료의 역할을 평가한다. <p>▶ 학습 과제</p> <ul style="list-style-type: none"> - 그룹별로 파란색 용액을 통과하는 빛의 RGB 값을 측정해주는 코드 생각해보기 <p>▶ 차시 예고</p> <ul style="list-style-type: none"> - 농도 데이터 수집을 위한 프로그래밍 수행 - 식용색소의 탈색반응을 이용한 반응속도론 실험 수행 	▶ 활동지, 동료평가지
관련 수업자료		○ 1차시 수업용 PPT	과제1 PPT(1차시)

가. 2-3차시

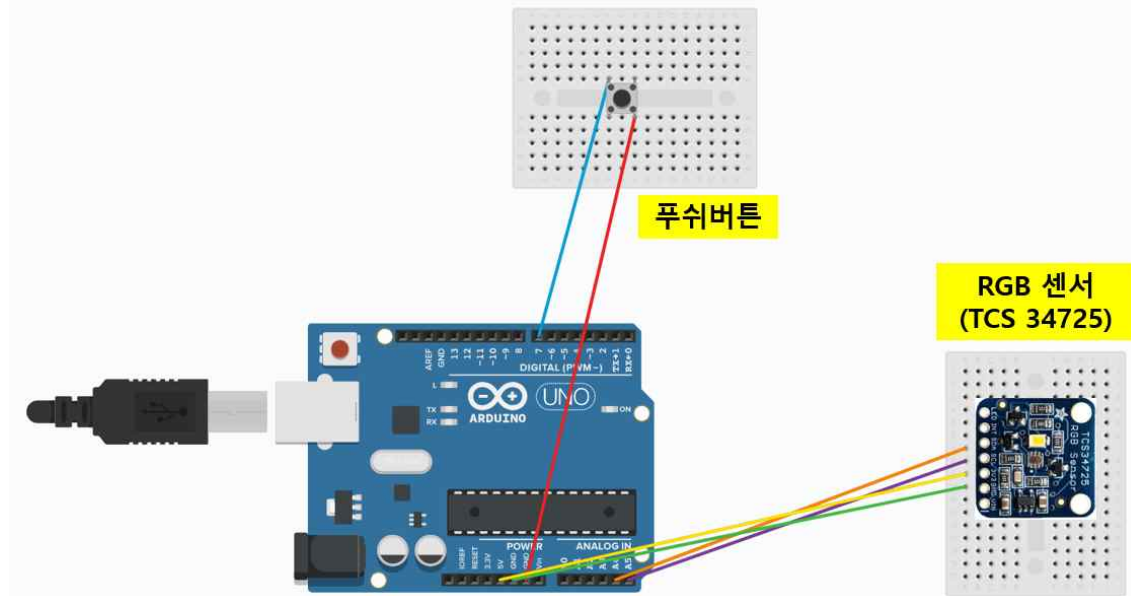
2-3차시											
주제		파이썬 프로그래밍을 통한 화학반응속도 빅데이터 처리 및 반응차수 결정									
학습목표		◦ 식용색소 blue#1과 과산화수소의 탈색반응을 이용한 반응속도론 실험을 수행할 수 있다. ◦ 실험 결과를 바탕으로 반응 차수를 자동화하는 프로그래밍 아이디어를 제시할 수 있다.									
성취기준		[12화학II03-02] 자료 해석을 통하여 반응 속도식을 구할 수 있다. [12화학II03-03] 1차 반응의 반감기를 구할 수 있다.									
학습방법		실험실습, 협동학습	과학교과역량	과학적 사고력, 과학적 탐구력							
수업 단계	소요 시간	교수학습 활동		수업 자료 및 유의점							
도입	10분	▶ 학습목표 제시 - 식용색소 Blue#1과 과산화수소의 탈색반응을 이용한 반응속도론 실험을 수행할 수 있다. ▶ 아두이노 조도측정장치 소개 - 미리 제작한 아두이노 조도측정장치를 소개하고 원리를 설명한다. - 프로그래밍한 아두이노 코드에 대해 설명하고, RGB 데이터 수집 방법을 이해한다.		▶ 활동지, PPT ◎ 1차시에서 구상한 설계도를 바탕으로 아두이노 조도측정장치를 미리 제작하여 준비한다. ◎ 조별로 조도 측정을 위한 아두이노 프로그래밍을 미리 준비하여 배포한다.							
		▶ [활동 1-1] 적분속도식을 이용한 반응 차수 x 결정 - Blue #1 + H ₂ O ₂ (released from sodium percarbonate) → colorless products 의 반응에서 Rate = k [H ₂ O ₂] ^y [Blue #1] ^x 의 반응 속도식을 세운다. - 과량의 H ₂ O ₂ 를 사용하여 Rate ≈ k' [Blue #1] ^x 의 근사식을 세우고, Blue#1의 농도에 따른 반응 속도를 측정하여 Excel로 선형의 그래프가 나타낼 때를 찾아 반응 차수 x를 결정한다. - 작성한 Excel 그래프를 활동지에 첨부하도록 한다. ▶ [활동 1-1] 초기속도법을 이용한 반응 차수 y 결정 - 초기속도법을 이용하여 H ₂ O ₂ 의 농도를 다양하게 하고, Blue#1의 농도를 고정시켜 반응 속도(v)를 계산한다. - 반응 속도(v)를 비교하여 반응 차수 y를 결정한다. <table border="1"><thead><tr><th>Hydrogen peroxide concentration (from sodium percarbonate)</th><th>Blue #1 dye concentration</th><th>Initial Rate</th></tr></thead><tbody><tr><td>a</td><td>b</td><td>rate 1</td></tr><tr><td>2a</td><td>b</td><td>rate 2</td></tr></tbody></table> ▶ [활동 2] 반응 차수를 자동화하는 프로그래밍 아이디어 제시 - 실험 데이터를 그래프 등으로 가공하지 않고도 반응 차수를 자동화할 수 있는 프로그래밍 아이디어를 조별 토의한다.		Hydrogen peroxide concentration (from sodium percarbonate)	Blue #1 dye concentration	Initial Rate	a	b	rate 1	2a	b
Hydrogen peroxide concentration (from sodium percarbonate)	Blue #1 dye concentration	Initial Rate									
a	b	rate 1									
2a	b	rate 2									

		- 실험에서의 인공지능 활용 방안, 장점과 단점에 대해 조별 토의한다.	치할 때의 반응 차수를 찾는다.
정리	15분	▶ 실험 결과 발표 - 각 조에서 구한 반응 차수 x , y 를 발표한다. - 반응 차수를 자동화하는 프로그래밍 아이디어에 대해 발표한다. ▶ 동료 평가 - 동료평가지를 활용하여 활동 중 동료의 역할을 평가한다.	활동지, 동료평가지
관련 수업자료		○ 2,3차시 수업용 PPT	과제1 PPT(2,3차시)
		○ 2,3차시 수업용 교사용 안내 자료	수업 준비 자료 붙임 자료
		○ 2,3차시 수업용 활동지	수업 활동지

4. 교사용 수업 안내 자료

가. 수업 준비 자료

○ 아두이노 조도계 회로도

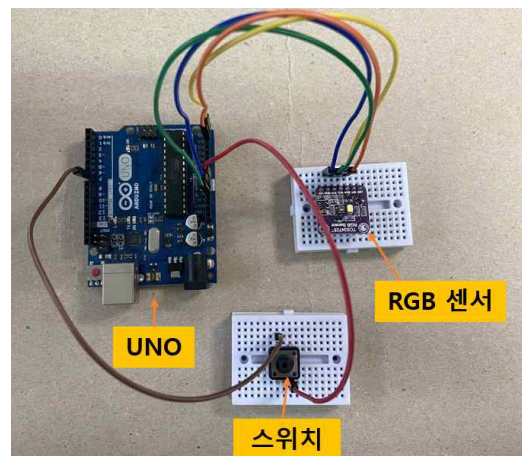


1. RGB 센서 연결

[센서]	[UNO]
GND	GND
3V3	5V
SCL	A5
SDA	A4

2. 푸쉬버튼 연결

대각선 연결	GND
	7



○ PLX-DAQ v2.11 프로그램 설치법(크롬이나 엣지에서 다운)

구글 → 'PLX-DAQ v2.11 다운로드' 검색 또는

<https://forum.arduino.cc/t/plx-daq-version-2-now-with-64-bit-support-and-further-new-features/420628>

628 → **v2.11** 클릭 → PLX-DAQ-v2.11.zip (502 KB)

○ 아두이노 사용법

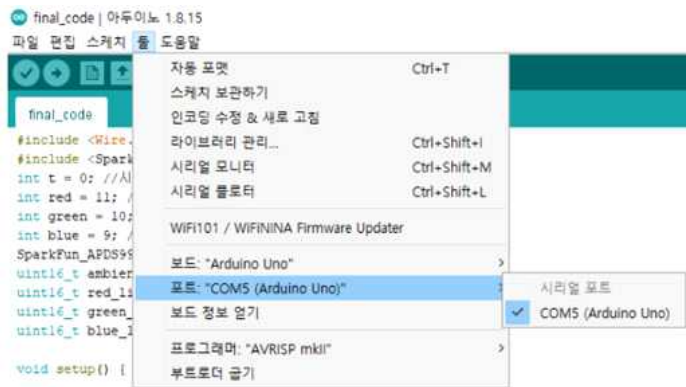
① 아두이노 소프트웨어 다운로드

<https://www.arduino.cc> → 상단 **SOFTWARE** → **Windows** Win 7 and newer → **JUST DOWNLOAD**

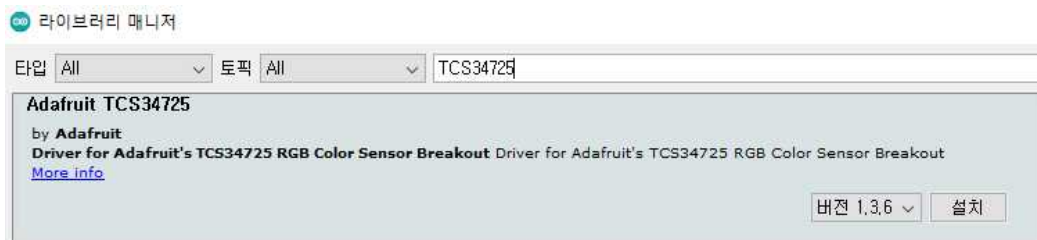
② 바탕화면의 Arduino 프로그램()을 실행한다.

③ 아두이노 분광계를 노트북 usb 포트에 연결한다.

④ 상단의 [툴] - [포트] - [연결되어있는 COM 클릭]



⑤ 상단의 [스케치] - [라이브러리 포함하기] - [라이브러리 관리] - [라이브러리 관리] - 'TCS34725' 검색 - 설치

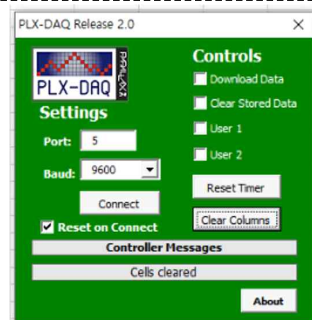


⑥ '붙임자료'의 아두이노 코드 붙여넣기

⑦ 상단의 업로드 아이콘(📤) 클릭

⑧ PLX-DAQ v2.11 프로그램 실행

○ PLX-DAQ 2 프로그램 사용법(아두이노 시리얼 데이터를 엑셀과 연동하는 프로그램)



• Port : Arduino 프로그램에서 연결했던 port 번호 입력

• ☒ Reset on Connect 체크

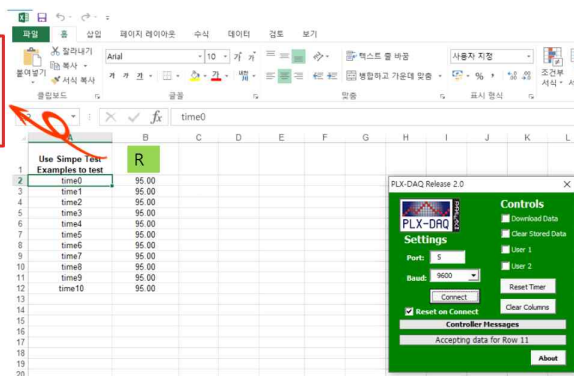
• 측정 시작 : Connect

• 측정 중지: Disconnect

• 데이터 지우기: 두 개 클릭



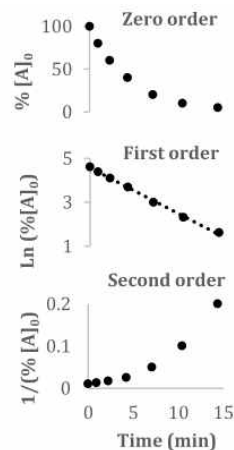
R 값
(Red 빛의 세기)



나. 수업 활동지

[실험 주제] FD&C Blue 1와 Sodium Percarbonate의 반응: 조도계를 이용한 다양한 반응속도론 실험

○ 개요

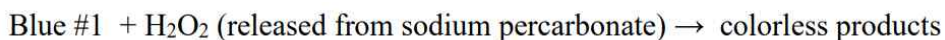


본 실험은 식용색소 FD&C Blue 1과 염화 표백제 대체제인 과탄산나트륨(sodium percarbonate) 사이에 환경친화적인 표백 반응을 제시하며, 15분 이내에 완료되며 저렴한 광도계로 모니터링할 수 있다. 짧은 반응 시간으로 속도법칙 결정을 위한 초기속도법(method of initial rates), 아레니우스 plot을 이용한 활성화 에너지 측정 등 다양한 실험을 수행할 수 있다.

○ 이론적 배경

◇ 염료의 탈색 과정

sodium percarbonate는 서서히 과산화 수소를 방출하고, 이것은 염료를 산화시키며 탈색시킨다.



반응속도법칙은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\text{Rate} = k [\text{H}_2\text{O}_2]^y [\text{Blue \#1}]^x$$

과량의 sodium percarbonate를 사용하여 과량의 과산화 수소를 생성시키면, 과산화 수소의 농도는 상수 취급하여 다음과 같은 속도식으로 근사할 수 있다.

$$\text{Rate} \approx k' [\text{Blue \#1}]^x, \quad k' = k [\text{H}_2\text{O}_2]^y$$

이 실험의 첫 파트(graphical method)에서는 x 와 k' 을 구하는 것이다. 선형의 그래프가 나타날 때를 찾아 x 를 결정하고, 그래프의 기울기로부터 k' 를 계산한다. 두 번째 파트(method of initial rates)에서는 초기속도법을 이용하여 H_2O_2 의 농도를 다양하게 하고, Blue#1의 농도를 고정시켜 v 를 계산한다. v 를 비교하여 y 를 찾을 수 있다.

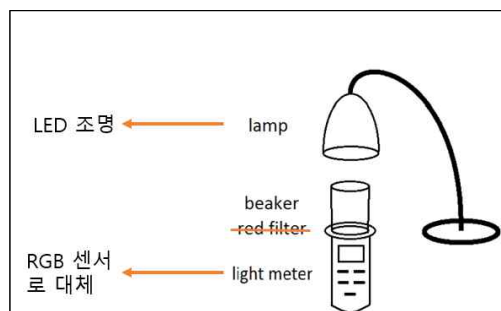
Hydrogen peroxide concentration (from sodium percarbonate)	Blue #1 dye concentration	Initial Rate
a	b	rate 1
$2a$	b	rate 2

◇ 화학 반응 속도는 0차 반응, 1차 반응, 2차 반응, 3가지가 존재한다.

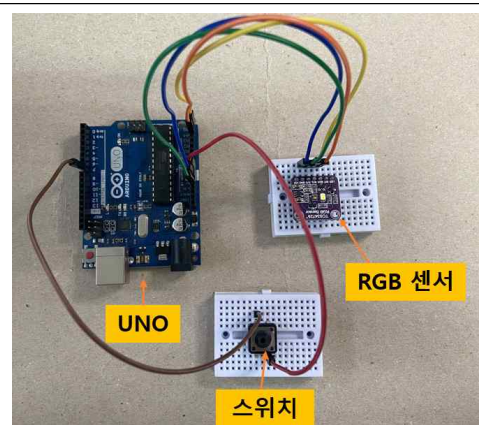
<표1> 화학 반응 속도식

	반응 속도식	반감기	농도식
0차 반응	$v = k[A]^0$	$t = \frac{[A]_0}{2k}$	$[A]_t = -kt + [A]_0$
1차 반응	$v = k[A]^1$	$t = \frac{\ln 2}{k}$	$\ln[A]_t = -kt + \ln[A]_0$
2차 반응	$v = k[A]^2$	$t = \frac{1}{k[A]_0}$	$\frac{1}{[A]_t} = \frac{1}{[A]_0} + kt$

◇ **실험 도구 및 시약:** 아두이노 UNO, RGB 센서(TSC-34725), 100-mL 비커, LED 전구가 달린 램프, FD&C Blue #1 파우더(792.85 g/mol), 과탄소산 나트륨, 교반기, 디지털 온도계, 매스실린더, 약스푼, 타이머



<조도 측정 장치>



<조도 측정 장치 - 아두이노>

: Blue #1 dye는 빨간색 빛을 흡수하고, 염료가 점점 탈색될수록 통과하는 빨간색 빛의 세기는 커질 것이다.

○ 실험도구 및 시약

◇ 조도 측정용 비커는 100mL이 가장 좋으며, 조도를 측정할 때는 **항상 똑같은 비커**를 써서 사용한다.

◇ Blue 1 표준 용액 준비

- $2.00 \times 10^{-5} \text{M}$ Blue 1 Stock Solution
(0.0159 g Blue #1, 총 부피 1L로 용해)

◇ $2.00 \times 10^{-5} \text{M}$ Blue 1 Stock Solution의 희석된 용액 각 250mL

<표2> 희석 용액의 제조, 조도(R값)의 측정

희석 용액	$2.00 \times 10^{-5} \text{M}$ Blue #1 Stock Solution (mL)	증류수 (mL)	희석 용액 몰농도	R값 (30mL)
80%	200	50	$1.6 \times 10^{-5} \text{M}$	
60%	150	100	$1.2 \times 10^{-5} \text{M}$	
40%	100	150	$0.8 \times 10^{-5} \text{M}$	
20%	50	200	$0.4 \times 10^{-5} \text{M}$	
10%	25	225	$0.2 \times 10^{-5} \text{M}$	
5%	12.5	237.5	$0.1 \times 10^{-5} \text{M}$	

◇ 과탄산 나트륨 용액 준비

실험 전에 항상 교반기를 이용해 최소 20분 동안 저어주어야 한다.

◇ LED 스탠드는 미리 켜두어(예열) 조명값을 일정하게 해준다.

○ 실험 방법

[Part 1: Graphical Method. Blue #1에 대한 반응 차수 결정]

<미리 측정해 둘 것>

: <표2>에 해당하는 희석 용액의 R 값

- ① 눈금실린더를 이용하여 25.0mL의 증류수를 50mL비커에 넣는다. 후드 아래에서 스티어바를 비커에 넣고 교반기를 이용해 젓는다.
- ② 1.50g의 과탄산나트륨을 약포지에 떨어놓는다.
- ③ 시간을 기록하면서, 증류수가 들어있는 비커에 넣는다. 20분동안 교반하여 충분히 과탄산나트륨을 녹인다. 과산화수소가 산소 기체로 분해되며 버블이 생길 것이다.
- ④ 100mL비커에 $2.00 \times 10^{-5} \text{M}$ Blue #1 용액 30mL를 넣는다.
- ⑤ 과정 3에서 제조한 과탄산나트륨 용액 2mL를 Blue #1 이 담긴 용액에 재빨리(중요!) 넣고, 막대로 재빨리(중요!) 섞은후 조도(R값) 측정용 장치에 재빨리(중요!) 넣는다. 그리고 80%, 60%, 40%, 20%, 10%, 5% 농도에 도달할 때 까지 걸린 시간을 측정한다. → 실험 결과 기록
- ⑥ 시간(t)에 따른 농도([A]) 데이터를 EXCEL로 0차, 1차, 2차 그래프로 그려 [Blue #1]에 대한 반응 차수(x)를 결정한다.

[Part 2: 초기속도법을 이용한 속도 법칙 결정]

※ 실험이 정확하려면 같은 비커를 씻어서 계속 사용

[실험 개요] 조도계 장치를 설치한다. 학생들은 반응의 20%가 완료되었을 때(=Blue 1 이 80% 남아있을 때)를 판단하기 위한 표준 조도(R값)를 얻기 위해 블루 1 희석용액 80%, 54 mL를 통해 전달되는 조도(R값)을 측정해둔다. 동일한 비커를 사용하여 <표 3>의 세가지 용액을 제조하고, 염료가 20% 반응하는 데 걸리는 시간을 측정한다.

- ① 증류수 40.0mL를 100mL 비커에 넣는다. 스티어바를 넣고, 후드 아래에서 교반한다.
- ② 2.40g의 과탄산나트륨을 증류수가 들어있는 비커에 넣고, 20분 동안 교반한다.
- ③ 과탄산나트륨이 충분히 녹으면 과산화수소가 분해되어 생성된 산소 거품을 관찰할 수 있다.
- ④ 조도 측정용 장치를 설치한다. (조명이 예열되어있지 않으면 RGB센서에서 측정되는 값은 일정하지 않을 것이다.)
- ⑤ 실험 part1에서 만든 60%자리 54mL를 사용하여 조도(R값)을 측정한다.→ 실험 결과 기록
- ⑥ <표3>의 용액 1을 제조한다.(이 때, 과탄산나트륨은 조도(R값)측정 직전에 첨가한다.)
- ⑦ 단계⑤에서 측정한 조도 값에 도달할 때 까지 걸린 시간을 측정한다.
- ⑧ 용액 2, 3에 대해서도 같은 실험을 반복한다.

<표3> 초기속도법을 위한 3가지 농도의 용액

용액 번호	$2 \times 10^{-5} \text{ M}$ Blue #1 용액 (mL)	첨가한 증류수 부피(mL)	과탄산나트륨 용액 부피 (mL)	전체 부피 (mL)	20% 반응했을 때의 조도값 (R값) =단계⑤결 과	20% 반응했을때까 지 걸린 시간 (min, sec)
1	50.0	0.0	4.0	54.0		
2	50.0	2.0	2.0	54.0		
3	50.0	3.0	1.0	54.0		

[Part 1: Graphical Method. Blue #1에 대한 반응 차수 결정]

Q1) 해당 농도에 도달하는데 까지 걸린 시간 측정값

농도	시간(s)	조도값 - <표2>의 R값
100%(시작)	0	
80%		
60%		
40%		
20%		
10%		
5%		

Q2) Excel을 활용하여 0차, 1차, 2차 반응을 가정한 그래프를 그리고, Blue #1 의 반응 차수(x)를 결정하시오.(Excel 그래프는 네이버 카페 업로드)

○ 실험 결과

[Part 2: 초기속도법을 이용한 속도 법칙 결정]

Q1) 블루 1 희석용액 80%, 54 mL를 통과하는 조도(R값): ()

Q2) 실험 결과

용액 번호	2×10^{-5} M Blue #1 용액 (mL)	첨가한 증류수 부피(mL)	과탄산나트륨 용액 부피 (mL)	전체 부피 (mL)	20% 반응했을 때의 조도값 (R값)	20% 반응했을때까 지 걸린 시간 (min, sec)
1	50.0	0.0	4.0	54.0		
2	50.0	2.0	2.0	54.0		
3	50.0	3.0	1.0	54.0		

Q3) 데이터 처리(혼합물 속에서의 최종 농도, 반응속도 계산)

용액 번호	혼합물에서 Blue #1 용액의 초기 농도 (M)	혼합물에서 과탄산나트 륨 용액의 초기 농도 (M)	*혼합물에서 과산화 수소의 초기 농도 (M)	20% 반응했을때 까지 걸린 시간 (sec)	**반응 속도 계산(M/s)
1					
2					
3					

* 과탄산나트륨 1분자는 1.5개의 과산화수소를 생성함.

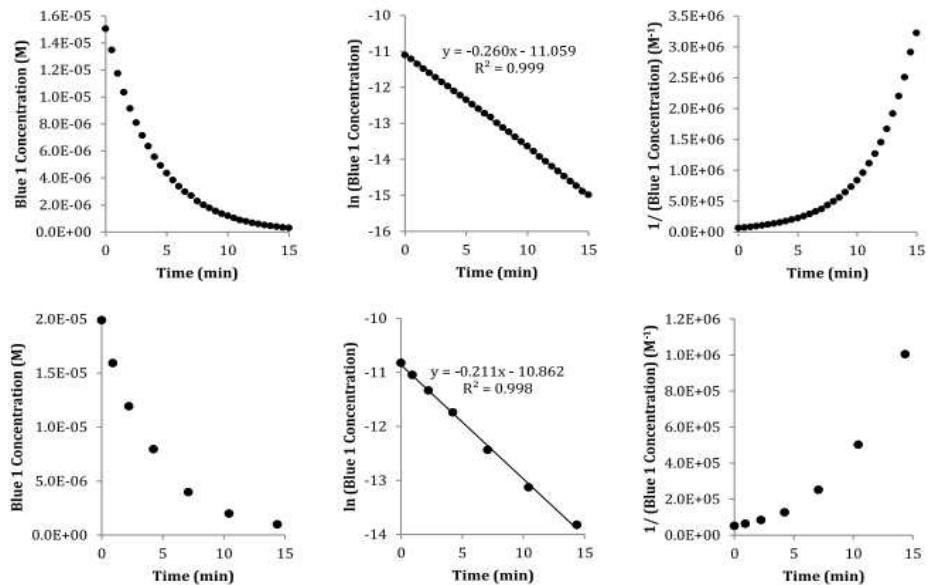
** 반응 속도 $\approx 0.2 \times (\text{혼합물에서 Blue \#1 용액의 초기 농도}) / (20\% \text{ 반응했을때까지 걸린 시간})$

$$\text{(왜냐하면 } v = -\frac{\Delta [\text{blue}]}{\Delta t} = -\frac{\Delta [H_2O_2]}{\Delta t} = k [H_2O_2]^y [\text{blue}]^1 \text{)}$$

Q4) 과산화 수소에 대한 반응 속도 차수(y) 계산

- 용액 1과 2 결과 비교를 통한 반응 차수 계산:
- 용액 2와 3 결과 비교를 통한 반응 차수 계산:

○ 참고자료



위 그림은 분광광도계 또는 조도계로 측정했을 때 블루 1에 대한 반응 순서를 결정하는 데 사용되는 0차, 1차, 2차 반응의 농도 데이터를 비교한다. 각각의 경우 (블루 1 농도)-(ln플롯)의 선형성은 블루 1에 대해 1차 반응임을 나타낸다.

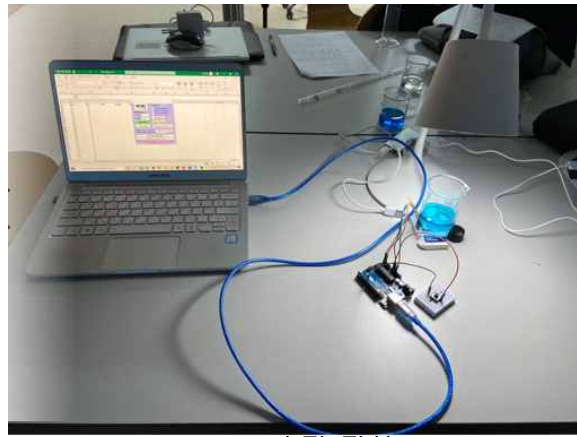
	<table><tr><th>Molarity of H₂O₂^a</th><th>Molarity of Blue 1</th><th>Time for 20% of Blue 1 to React (s)</th><th>Initial Rate (M/s)</th><th>Calculated Order with Respect to H₂O₂^b</th></tr><tr><td>0.0425</td><td>1.88 × 10⁻⁵</td><td>78</td><td>4.82 × 10⁻⁸</td><td></td></tr><tr><td>0.0212</td><td>1.88 × 10⁻⁵</td><td>146</td><td>2.57 × 10⁻⁸</td><td>0.904</td></tr><tr><td>0.0106</td><td>1.88 × 10⁻⁵</td><td>308</td><td>1.22 × 10⁻⁸</td><td>0.990</td></tr></table> <p>위 표는 과탄산나트륨에서 방출되는 과산화수소에 대한 반응 차수를 결정하는데 사용되는 초기 속도 방법에 대한 데이터를 보여준다.</p> <p>블루 1의 초기 농도를 일정하게 유지할 때, 그 비율은 과산화수소의 초기 농도와 정비례하여, 과산화수소에 대한 반응이 1차 반응임을 알 수 있다.</p> <p>또한 ln(초기 속도) 대 ln([H₂O₂])을 표시하고 기울기를 취함으로써 순서를 계산할 수 있다.</p>	Molarity of H ₂ O ₂ ^a	Molarity of Blue 1	Time for 20% of Blue 1 to React (s)	Initial Rate (M/s)	Calculated Order with Respect to H ₂ O ₂ ^b	0.0425	1.88 × 10 ⁻⁵	78	4.82 × 10 ⁻⁸		0.0212	1.88 × 10 ⁻⁵	146	2.57 × 10 ⁻⁸	0.904	0.0106	1.88 × 10 ⁻⁵	308	1.22 × 10 ⁻⁸	0.990
Molarity of H ₂ O ₂ ^a	Molarity of Blue 1	Time for 20% of Blue 1 to React (s)	Initial Rate (M/s)	Calculated Order with Respect to H ₂ O ₂ ^b																	
0.0425	1.88 × 10 ⁻⁵	78	4.82 × 10 ⁻⁸																		
0.0212	1.88 × 10 ⁻⁵	146	2.57 × 10 ⁻⁸	0.904																	
0.0106	1.88 × 10 ⁻⁵	308	1.22 × 10 ⁻⁸	0.990																	
○ 고찰	<p>반응속도차수를 자동으로 결정해주는 프로그램 구상</p>																				

다. 붙임 자료

○ 활동 사례 및 실험 결과 [활동 사진]



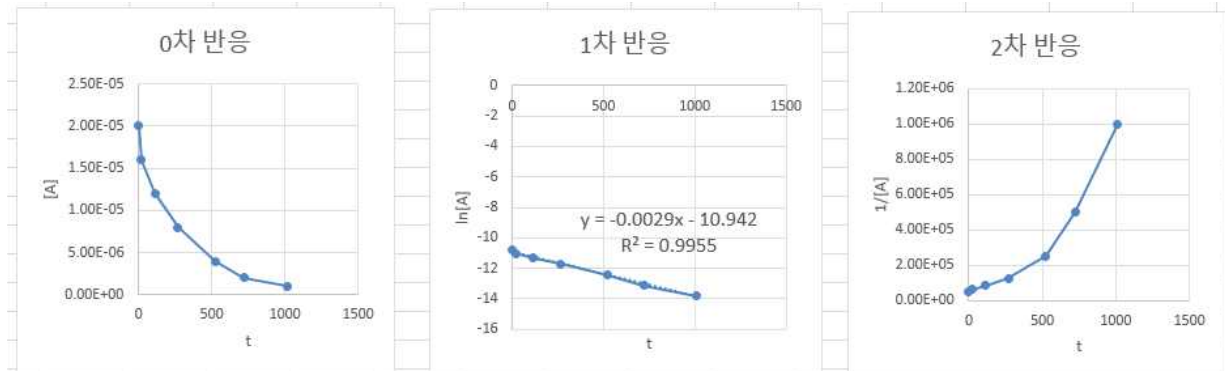
<조도 측정 모습>



<조도 측정 장치>

[Part 1 결과: Graphical Method. Blue #1에 대한 반응 차수 결정]

R값	표준용액 농도(%)
44	80
56	60
71	40
116	20
145	10
153	5



: 1차 반응을 가정하였을 때, 데이터가 선형을 나타내므로, 따라서 $x = 1$ 이다.

[Part 2 결과: 초기속도법을 이용한 속도 법칙 결정]

용액 번호	40% 반응 R값	걸린 시간(s)
1	40	117
2	40	230
3	40	557

*** 20% 반응했을때까지 걸린 시간은 너무 빨라서 40% 반응 시간으로 결정함

: 과탄산나트륨의 농도가 2배 묽어짐에 따라 반응속도가 대략 2배 느려지므로, $y = 1$ 이다.

따라서 $\text{Rate} = k [\text{H}_2\text{O}_2]^y [\text{Blue \#1}]^x$ 에서 $x=1, y=1$ 임을 알 수 있다.

○ 아두이노 조도계 코드

```
#include<Wire.h>
#include "Adafruit_TCS34725.h"

Adafruit_TCS34725 tcs = Adafruit_TCS34725(TCS34725_INTEGRATIONTIME_50MS,
TCS34725_GAIN_4X);

int t=0;

void setup(){
  Serial.begin(9600);
```



```
Serial.println("CLEARDATA");
Serial.println("LABEL,Time,Red");
pinMode(7, INPUT_PULLUP);
delay(100);
}

void loop() {
  if(digitalRead(7)==0){
    while(digitalRead(7)==0){
      t=0;
      delay(10);
    }
    while(1){
      uint16_t clear, red, green, blue;
      tcs.getRawData(&red, &green, &blue, &clear);
      int r = map(red, 0, 21504, 0, 1025);
      Serial.print("DATA,");
      Serial.print(t);
      Serial.print(",");
      Serial.println(r);
      delay(1000);
      t+=1;
      if(digitalRead(7)==0){
        while(digitalRead(7)==0){
          t=0;
          delay(10);
        }
        break;
      }
    }
  }
}
```

5. 평가

가. 교사평가(포트폴리오 평가)

평가 항목	평가 내용 / 평가 기준	매우 그렇다(3)	그렇다 (2)	그렇지 않다(1)
과학적 문제해결력	① 적분속도식을 이용해 반응 차수를 결정하는 방법을 설명할 수 있다.			
	② 초기속도법을 이용해 반응 속도를 측정하는 방법을 설명할 수 있다.			
	③ 반응물의 농도를 측정하는 아두이노 장치를 설계할 수 있다.			
과학적 사고력	① 아두이노 조도측정장치의 원리를 설명할 수 있다.			
	② 실험 조건에 맞는 반응속도식을 세울 수 있다.			
	③ 반응 차수를 자동화하는 프로그래밍 아이디어를 제시할 수 있다.			
과학적 탐구력	① 실험을 통해 반응 차수를 결정하는 방법을 설명할 수 있다.			
	② 실험 데이터 해석을 통해 반응 차수를 바르게 결정할 수 있다.			
	③ 실험 데이터를 목적에 맞게 그래프로 가공할 수 있다.			
합계				


학교생활기록부 기재 예시

- 화학 반응 속도, 반응 속도식에 대한 핵심 개념의 이해를 바탕으로 화합물의 농도 측정을 위한 아두이노 실험 장치를 설계할 수 있음. 푸른색 반응물을 통과하는 조도값을 이용하여 반응물의 농도를 측정하는 방법에 대해 적극적으로 토의함. 조도계를 모방하여 설계한 장치의 농도 측정 원리를 설명하고, 최종 선정된 장치와 비교하여 장치의 개선점을 모색함. 식용색소 Blue#1과 과산화수소의 탈색반응을 이용한 반응속도론 실험을 수행할 수 있음. 적분속도식, 초기속도법을 이용해 반응 차수를 결정할 수 있으며, 실험 데이터를 목적에 맞게 처리할 수 있음. 실험 데이터를 그래프 등으로 가공하지 않고도 반응 차수를 자동화할 수 있는 프로그래밍 아이디어를 제시할 수 있음.

나. 동료평가

평가 항목	평가 내용 / 평가 기준	매우 그렇다(3)	그렇다 (2)	그렇지 않다(1)
준비도	수업 준비와 집중하는 태도가 잘 형성 되어 있는가?			
공헌도	팀의 토론과 학습에 있어 적극적으로 기여했는가?			
의견 존중	다른 팀원의 의견이나 생각을 말할 수 있도록 촉진하였는가?			
과학적 근거	토의 과정에 있어 과학적 근거가 충분 한 의견을 주장하는가?			
유연성	의견의 불일치가 발생했을 때 유연하게 대처했는가?			
합계				

다. 자기평가

평가내용	매우 그렇다(3)	그렇다 (2)	그렇지 않다(1)
① 화학 반응 속도, 반응 속도식에 대해 이해했나요?			
② 아두이노, RGB 센서를 이용해 조도측정장치를 제작할 수 있나요?			
③ 실험 조건에 맞는 반응속도식을 바르게 세울 수 있나요?			
④ 아두이노를 이용해 농도 데이터를 수집할 수 있나요?			
⑤ 데이터 해석을 통해 반응 차수를 결정할 수 있나요?			
⑥ 반응 차수를 자동화하는 프로그래밍 아이디어를 제시할 수 있나요?			
⑦ 실험에서의 인공지능 활용 방안, 장점과 단점에 대해 말할 수 있나요?			
합계			
 활동소감을 적어보세요.			

2021년 교육부의 재원으로 한국과학창의재단의 지원을 받아 수행되었음