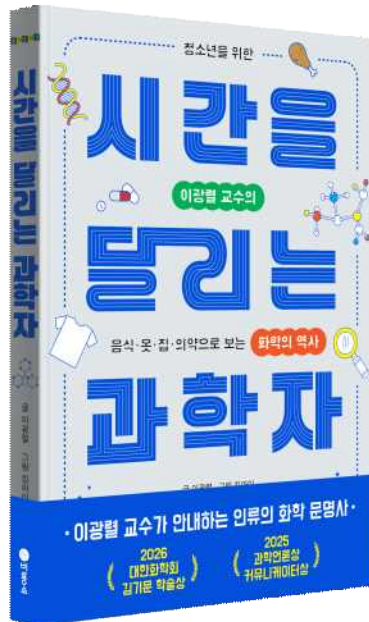


『시간을 달리는 과학자』 화학으로 떠나는 인류의 시간 여행



화학은 청소년들이 가장 어렵게 느끼는 과목 중 하나입니다. 원소 기호와 화학식부터 떠오르기 때문이지요. 그런데 화학이 사실은 매일 먹는 밥, 입는 옷, 사는 집, 아플 때 먹는 약 속에 숨어 있다면 어떨까요?

『시간을 달리는 과학자』는 박사님과 두 학생이 타임머신을 타고 200만 년 전 초원에서 미래 도시까지 여행하며, 음식·옷·집·의약 네 가지 주제로 화학이 인류의 역사를 어떻게 바꿔 왔는지 보여 줍니다. 각 장이 과거, 현재, 미래 순서로 이어져 있어 하나의 화학 원리가 시대에 따라 어떻게 발전해 왔는지 자연스럽게 따라갈 수 있습니다. 만화와 대화형 설명 코너가 있어 과학이 낯선 학생도 부담 없이 읽을 수 있지요.

이 활동지는 책의 구성을 따라 읽기 전 활동 1개와 본 활동 6개로 이루어져 있습니다. 활동마다 책에서 답을 찾는 ‘사실 확인’, 원리를 자기 말로 정리하는 ‘내용 정리’, 책 내용을 자기 생활과 연결하는 ‘생각 나누기’ 세 문항이 있습니다. 그럼 함께 화학의 시간 여행을 떠나 볼까요?

■ 책 읽기 전에 생각을 틔워요

『시간을 달리는 과학자』는 타임머신을 타고 과거, 현재, 미래를 오가며 화학의 역사를 살펴보는 책이에요.

❶ 이 책은 음식, 옷, 집, 의약 네 가지를 통해 화학의 역사를 살펴봅니다. 이 넷 중 화학과 가장 가까워 보이는 것과 가장 멀어 보이는 것을 하나씩 고르고, 이유를 적어 봅시다.

❷ 여러분이 타임머신을 탈 수 있다면 200만 년 전 초원, 빙하기, 고대 로마, 100년 뒤 미래 중 어디로 가고 싶나요? 그곳에서 확인해 보고 싶은 것을 한 가지 적어 봅시다.

❸ ‘화학’ 하면 떠오르는 단어를 세 개 적어 봅시다. 책을 다 읽은 뒤 활동 6에서 다시 확인합니다.

■ 인류 최초의 화학 실험, 요리를 알아봐요.

200만 년 전 초원에 불이 났습니다. 잿더미 속에서 인류는 처음으로 익힌 고기의 냄새를 맡았지요. 저자는 이 순간을 ‘인류 최초의 화학 실험’이라고 부릅니다.



● **[사실 확인]** 그림을 보고 연소 반응을 정리해 봅시다. 나무 같은 유기물이 무엇과 반응하고, 그 결과 무엇이 만들어지며, 이때 무엇이 함께 나오나요?

● **[내용 정리]** 생쌀은 소화가 어렵지만 밥은 잘 됩니다. 이 변화를 부르는 말은 무엇인가요? 책의 ‘실뭉치와 가위’ 비유를 사용해 생녹말이 소화되지 않는 이유와 익힌 녹말이 소화되는 이유를 설명해 봅시다.

● **[생각 나누기]** 저자는 “이 모든 것의 시작은 잘 익힌 밥 한 그릇”이라고 말합니다. 22쪽에서 요리와 농사가 인류에게 가져다준 변화 중 가장 놀라웠던 것을 하나 고르고, 왜 놀라웠는지 적어 봅시다.

■ 풍요로운 식탁의 화학을 살펴봐요

오늘날 우리는 역사상 처음으로 굶주림에서 벗어났습니다. 그 뒤에는 비료와 품종 개량 같은 화학의 힘이 있었어요. 그리고 이제 화학은 더 건강하고 지속 가능한 식탁을 준비하고 있습니다.

❶ **[사실 확인]** 공기의 78%는 질소이지만 식물은 이 질소를 바로 쓰지 못합니다. 콩과 식물은 어떻게 이 문제를 해결하고, 밀이나 쌀을 키울 때는 농부가 어떻게 해결하나요?

❷ **[내용 정리]** 책은 ATP를 ‘충전식 배터리’에 비유합니다. ATP, ADP, AMP의 이름에 담긴 숫자의 뜻을 쓰고, 식물에게 인 비료가 필요한 이유를 이 비유로 설명해 봅시다.

❸ **[생각 나누기]** 46~54쪽에는 미래의 식탁을 위한 기술로 수직 농장, 유전자 가위, 배양육, 곤충 식량, 바이오가스가 소개됩니다. 가장 기대되는 기술을 하나 고르고, 그 기술이 어떤 문제를 어떻게 해결하는지 책 내용을 바탕으로 정리해 봅시다.

■ 인류의 두 번째 피부, 옷의 화학을 알아봐요.

털이 없는 인류는 옷 덕분에 빙하기를 건너 지구 전체로 퍼져나갔습니다. 옷의 재료는 가죽과 풀에서 시작해 실험실에서 만든 섬유까지 발전했지요. 63쪽 표를 보고 물음에 답해 봅시다.

❶ [사실 확인] 녹말과 셀룰로오스는 둘 다 포도당으로 만들어졌습니다. 표를 보고, 하나는 먹고 하나는 입게 된 이유를 결합 방식의 차이로 설명해 봅시다.

❷ [내용 정리] 테플론으로 만든 옷은 비는 막고 땀은 내보냅니다. 76~77쪽을 읽고 ‘물방울’과 ‘수증기’라는 말을 써서 그 원리를 정리해 봅시다.

❸ [생각 나누기] 책은 미래의 옷으로 자가 세정 섬유, 실시간 위장 군복, 건강을 재는 웨어러블 센서, 인공 근육 엑소슈트, 스스로 전기를 만드는 옷을 소개합니다. 여러분의 생활에서 가장 쓸모 있을 것 같은 옷을 하나 고르고, 언제 어떻게 쓰고 싶은지 적어 봅시다.

■ 집을 지은 화학을 살펴봐요.

동굴을 떠난 인류는 진흙에 지푸라기를 섞어 벽을 세웠습니다. 놀랍게도 오늘날의 철근 콘크리트 건물도 같은 원리로 서 있어요.

● [사실 확인] 석회석을 가열하면 무엇이 되고, 여기에 물을 부으면 무엇이 되나요? 이 반죽이 시간이 지나 다시 단단해지는 이유를 115쪽에서 찾아 설명해 봅시다.

● [내용 정리] 사람의 뼈, 진흙에 지푸라기를 섞은 벽, 철근 콘크리트는 모두 두 재료를 합친 복합 재료입니다. 각각 어떤 두 재료로 되어 있는지 짚지어 쓰고, 콘크리트와 철근이 서로 어떤 약점을 보완하는지 정리해 봅시다.

● [생각 나누기] 책은 기후에 맞춰 집을 지은 지혜로 유럽의 석조 건물, 우리나라의 온돌, 이슬람 문화권의 중정을 소개합니다. 하나를 골라 어떤 원리로 더위나 추위를 이겨 냈는지 설명하고, 지금 우리 집에서 비슷한 원리를 찾을 수 있는지 적어 봅시다.

■ **생명을 지키는 화학을 알아봐요.**

옛날에는 수술이 잘 되어도 환자가 죽는 일이 많았습니다. 세균의 존재를 몰랐기 때문이에요. 현미경이 그 문을 열었고, 화학은 약을 설계하는 시대를 열었습니다. 161쪽 그림을 보고 물음에 답해 봅시다.

❶ **[사실 확인]** 페니실린이 약이 되기까지 세 과학자가 있었습니다. 플레밍, 플로리, 체인이 각각 무엇을 했는지 정리해 봅시다.

❷ **[내용 정리]** 아스피린이 만들어지는 과정을 설명해 봅시다. 살리실산에서 위벽을 자극하던 부분은 무엇이고, 그 자리에 무엇이 붙었나요? 저자는 아스피린을 왜 ‘인류 최초의 합성 신약’이라고 부르나요?

❸ **[생각 나누기]** 책은 미래 의학으로 유전자 가위, 인공지능 알파폴드, 캡슐 로봇, 줄기세포로 되살린 심장, 웨어러블 로봇을 소개합니다. 하나를 골라 어떤 원리로 작동하고 누구에게 도움이 될지 책 내용을 바탕으로 정리해 봅시다.

■ 화학이 만들어 갈 미래를 그려 봐요.

네 번의 시간 여행을 마쳤습니다. 저자는 “인류의 역사는 거대한 화학의 역사”라고 말하며, 지구를 지키는 답도 화학 안에 있다고 이야기합니다.

● [사실 확인] 저자의 말에서 ‘모든 것의 시작’으로 꼽은 화학 반응은 무엇인가요? 이 반응이 음식, 옷, 집, 의약 네 장에서 각각 어떤 모습으로 등장했는지 하나씩 찾아 봅시다.

● [내용 정리] 저자는 지구를 구하는 화학의 예로 세 가지 기술을 듭니다. 각 기술이 책의 어느 장에 나왔고 어떤 문제를 해결하는지 정리해 봅시다.

● [생각 나누기] 활동 0에서 적었던 ‘화학’ 하면 떠오르는 단어 세 개를 다시 봅시다. 책을 읽고 새로 떠오른 단어가 있다면 적고, 이 책에서 가장 기억에 남는 화학 이야기를 한 가지 소개해 봅시다.

독서 활동지 정답 및 독서 지도 자료

■ 인류 최초의 화학 실험, 요리를 알아봐요

[정답]

- ① 유기물이 산소와 반응해 이산화탄소와 물이 만들어지고, 이때 열과 빛이 나온다.
- ② 호화. 생녹말은 아밀로스·아밀로펙틴 사슬이 실뿔처럼 단단히 뭉쳐 있어 아밀라아제라는 가위가 들어갈 틈이 없다. 물과 열을 가하면 실타래가 풀려 효소가 사슬을 자를 수 있게 된다. (14~15쪽)
- ③ (예시) 아침·점심·저녁이라는 시간 개념이 생김 / 뇌에 포도당이 충분해져 생각할 여유가 생김 / 겨울에도 먹을 것이 있어 신화, 노래, 그림이 생겨남 / 훈제로 고기를 오래 보관하게 됨 (21~22쪽)

[추가! 독서 지도 자료] 도시가 생기자 전염병도 함께 왔어요.

18쪽 존 스노우의 '죽음의 지도'를 함께 봅니다. 1854년 런던에서 콜레라 사망자가 특정 물 펌프 주변에 몰려 있다는 것을 지도로 밝혀내, 콜레라가 물을 통해 퍼진다는 사실을 알아냈지요. 농경과 도시가 인류에게 풍요를 주었지만, 사람과 가축이 모여 살면서 인수공통전염병이라는 새로운 문제도 생겼다는 점(17~21쪽)을 이야기 나누어 봅니다. 코로나19 때 손 씻기와 마스크로 전염을 막았던 우리의 경험과 연결하면 좋습니다.

■ 풍요로운 식탁의 화학을 살펴봐요

[정답]

- ① 콩과 식물은 뿌리혹박테리아가 공기 중 질소를 암모니아로 바꿔 준다. 밀과 쌀에는 이 박테리아가 없어 농부가 요소처럼 식물이 흡수할 수 있는 질소가 든 화학 비료를 뿌린다. (30~31쪽)
- ② Tri=3, Di=2, Mono=1로, 아데노신에 붙은 인산의 개수를 뜻한다. 식물도 사람처럼 ATP 배터리를 끊임없이 만들어야 살 수 있는데 그 재료가 인이므로, 인산염 형태의 비료로 공급해 준다. (32~34쪽)
- ③ (예시) 수직 농장은 LED로 빛을 만들어 흙 없이 재배하며 살충제가 필요 없고 물 사용을 99% 줄인다 / 배양육은 동물을 죽이지 않고 땅과 물을 적게 쓴다 / 바이오가스는 가축 분뇨를 전기와 비료로 바꾼다 (49~53쪽)

[추가! 독서 지도 자료] 환경을 생각하는 식탁, 탄소 발자국 마크를 찾아봐요.

55쪽 탄소 발자국 인증 마크를 보여 줍니다. 제품을 만들고 쓰고 버리는 모든 과정에서 나오는 온실가스의 양을 계산해 겉면에 표시한 것이지요. 집이나 마트에서 이 마크가 붙은 제품을 찾아오게 한 뒤, 같은 종류의 제품끼리 숫자를 비교해 봅니다. 이어서 54쪽에서 저자가 소개한 '환경에 따라 달라지는 미래의 음식 가격'을 읽고, 건강에도 좋고 환경에도 좋은 음식을 고르기 위해 우리가 할 수 있는 일을 이야기 나누어 봅니다.

■ 인류의 두 번째 피부, 옷의 화학을 알아봐요

[정답]

- ① 녹말의 포도당은 소화 효소가 끊기 쉬운 굵은 형태(α -1,4 결합)로, 셀룰로오스의 포도당은 효소가

접근하기 어려운 곧고 뾰족한 형태(β -1,4 결합)로 연결되어 있다. 사람 몸에는 셀룰로오스 결합을 끊는 효소가 없어 소화되지 않으므로 옷으로 쓴다. (62~64쪽)

② 테플론은 물을 싫어하는 소수성이고, 옷감의 미세한 구멍이 물방울보다 작아 액체인 빗물은 들어오지 못한다. 땀은 피부의 열로 증발해 기체인 수증기가 되는데, 수증기는 그 구멍을 쉽게 통과해 밖으로 빠져나간다. (76~77쪽)

③ (열린 문항) 고른 옷의 기능을 책 내용대로 바르게 설명했는지 확인한다. (92~102쪽)

[추가! 독서 지도 자료] 보라색 옷 한 벌이 집 한 채 값이었던 이유를 알아봐요.

67~68쪽 티리언 퍼플 이야기를 읽어 줍니다. 로브 한 벌을 물들이는 데 붓고돈 1만 마리가 넘게 필요했기에 보라색은 황제만 입을 수 있는 색이었지요. 지금은 화학 덕분에 원하는 색을 공장에서 값싸게 만들 수 있습니다(70~71쪽). 색깔이 신분을 나타내던 시대와, 옷으로 나를 표현하는 지금(74~75쪽)을 비교해 이야기 나누어 봅니다. 이어서 93쪽 미세플라스틱 섬유 사진을 보며, 옷을 오래 아껴 입는 것이 왜 환경에 도움이 되는지 정리합니다.

■ 집을 지은 화학을 살펴봐요

[정답]

① 가열하면 생석회(CaO)가 되고, 물을 부으면 소석회(Ca(OH)_2)가 된다. 소석회가 공기 중 이산화탄소와 천천히 반응해 원래 석회석의 성분인 탄산 칼슘(CaCO_3)으로 되돌아가기 때문에 단단해진다. (111쪽, 114~115쪽)

② 뼈 = 인회석 결정 + 콜라겐 섬유 / 흙벽 = 진흙 + 지푸라기 / 건물 = 콘크리트 + 철근. 콘크리트는 누르는 힘(압축 강도)에 강하고 철근은 당기는 힘(인장 강도)에 강해서, 지진처럼 건물이 흔들릴 때 휘거나 부러지지 않게 잡아 준다. (109~110쪽, 122~123쪽)

③ (예시) 돌은 열전도율이 낮아 실내 온도를 일정하게 유지한다 / 구들장은 열용량이 커서 천천히 식으며 적외선을 내뿜어 방을 데운다 / 중정의 물이 증발하며 기화열을 빼앗아 집이 시원해진다. 우리 집의 이중창(공기층 단열), 보일러 바닥 난방 등과 연결할 수 있다. (114~116쪽, 127쪽)

[추가! 독서 지도 자료] 굴뚝과 부뚜막이 우리를 지켜 준 원리를 알아봐요.

116~117쪽 일산화탄소 이야기를 함께 읽습니다. 연료가 불완전 연소하면 생기는 일산화탄소는 산소보다 헤모글로빈에 훨씬 강하게 달라붙어 몸에 산소를 나르지 못하게 하지요. 그래서 조상들은 굴뚝을 세우고, 한옥은 부뚜막과 방을 분리했습니다. 오늘날 가스보일러 배기관 점검, 텐트 안에서 난로를 켜지 않기 같은 안전 수칙이 같은 원리에서 나왔다는 점을 이야기 나누어 봅니다. 시간이 되면 115쪽 온돌과 중정 사진을 보며, 우리 조상과 다른 문화권이 기후에 맞춰 집을 지은 지혜를 비교해 봅니다.

■ 생명을 지키는 화학을 알아봐요

[정답]

① 플레밍은 배양 접시에서 푸른곰팡이 주변의 세균이 사라진 것을 발견하고 그 물질에 페니실린이라는 이름을 붙였지만, 순수하게 분리하는 데는 실패했다. 플로리와 체인은 곰팡이를 대량으로 배양하고 유기 용매로 추출해 결정 형태의 페니실린을 얻었다. 세 사람은 1945년 노벨 생리의학상을 받았다.

(157~158쪽)

② 히드록시기(-OH)에서 수소 원자 하나가 떨어져 나가고 그 자리에 무수 아세트산의 아세틸기가 붙는다. 자연에서 약을 찾던 시대를 넘어, 사람이 원하는 대로 화학 구조를 바꾸어 약을 설계하고 합성한 첫 사례이기 때문이다. (160~161쪽)

③ (예시) 알파폴드는 아미노산 서열로 단백질의 3차원 구조를 예측해 신약 개발의 시간과 비용을 줄인다 / 웨어러블 로봇은 척추 신경이 끊어져 걷지 못하던 사람이 다시 일어서게 돕는다 / 유전자 가위는 병을 일으키는 유전자를 잘라내고 건강한 유전자로 바꾼다 (188~194쪽)

[추가! 독서 지도 자료] 몸속을 들여다보는 기술의 발전을 살펴봐요.

159쪽 린트겐이 찍은 아내의 손 X-선 사진을 보여 줍니다. 살아 있는 사람의 뼈를 처음 본 사람들에게 이 사진이 얼마나 놀라웠을지 이야기 나누어 봅니다. 이어서 179쪽 CT의 ‘사과 썰기’ 비유를 읽고, 실제 사과를 얇게 썰어 단면을 차례로 늘어놓으며 CT가 몸속을 어떻게 재구성하는지 함께 확인해 봅니다. 현미경(세균) → X-선(뼈) → CT·MRI(몸속 단면) → 전자현미경(세포 소기관)으로 이어지는 흐름을 정리하면 활동 5의 내용을 한눈에 묶을 수 있습니다.

■ 화학이 만들어 갈 미래를 그려 봐요

[정답]

① 연소 반응. 음식 = 불로 익히는 요리(10~11쪽) / 옷 = 구리와 철을 녹여 만든 금속 바늘(64~65쪽, 198쪽) / 집 = 흙을 구운 벽돌과 1450℃ 가마에서 굽는 시멘트(111쪽, 123쪽) / 의약 = 높은 온도로 끓여 미생물을 죽이는 소독(157쪽)

② 탄소 광물화 = 3장, 공장 굴뚝의 이산화탄소를 돌로 만들어 콘크리트 속에 가둠(138~140쪽) / 자가 세정 섬유 = 2장, 세탁 횟수를 줄여 미세플라스틱 배출을 막음(93~95쪽) / 인공지능 신약 설계 = 4장, 단백질 구조를 예측해 신약 개발의 비용과 시간을 줄임(189~191쪽)

③ (열린 문항) 읽기 전 활동과 비교해 낱말이 어떻게 달라졌는지, 책의 어떤 대목에서 그 변화가 생겼는지 발표하게 한다.

[추가! 독서 지도 자료] 노벨 화학상이 향하는 미래를 이야기해요.

책에 나온 크리스퍼 유전자 가위(188쪽)는 2020년 노벨 화학상을, 알파폴드(189~191쪽)는 2024년 노벨 화학상을 받았습니다. 두 기술이 각각 어떤 문제를 풀었는지 책에서 찾아 정리한 뒤, 192쪽 수술 로봇 사진처럼 이미 병원에서 쓰이고 있는 기술과 아직 연구 중인 기술을 구분해 봅니다. 마지막으로 활동 0의 3번으로 돌아가, 책을 읽기 전과 후에 ‘화학’ 하면 떠오르는 낱말이 어떻게 달라졌는지 발표하며 마무리합니다.