중2 과학 · 물질의 특성 02

가열하는데 왜 온도가 멈출까?

끓는점·녹는점·어는점

대치동 재우쌤

> 냄비의 물이 끓기 시작한 뒤 불을 더 세게 하면 물의 온도도 계속 높아질까? 얼음이 녹는 동안 온도계가 같은 값을 가리킨다면, 열에너지를 받지 않는 것일까?

같은 눈금이어도 상태 변화는 진행된다



© 대치동 재우쌤 | 010-9524-4849 | https://leessaem.com/ | https://blog.naver.com/leessaem84
본 자료는 직접 제작한 학습 자료입니다. 개인 학습을 위한 열람·인쇄는 자유롭게 할 수 있으며, 무단 복제·재배포·수정 후 재배포 및 상업적 이용을 금합니다.

이 편에서 답할 질문

유형	이 편에서 답할 질문
1	끓는 동안 열에너지를 계속 받아도 온도가 일정한 까닭은 무엇일까?
2	녹는점과 어는점은 무엇이 같고 무엇이 다를까?
3	가열·냉각 그래프에서 상태와 열에너지의 출입을 어떻게 읽을까?
4	양·가열 세기·압력을 바꾸면 무엇이 달라지고, 끓는점·녹는점은 어떻게 잴까?
5	끓는점과 녹는점으로 물질을 어디까지 구별할 수 있을까?

이 편의 약속

① 따로 말이 없으면 한 가지 물질로 이루어진 순물질을, 압력이 일정한 조건에서 다룬다.

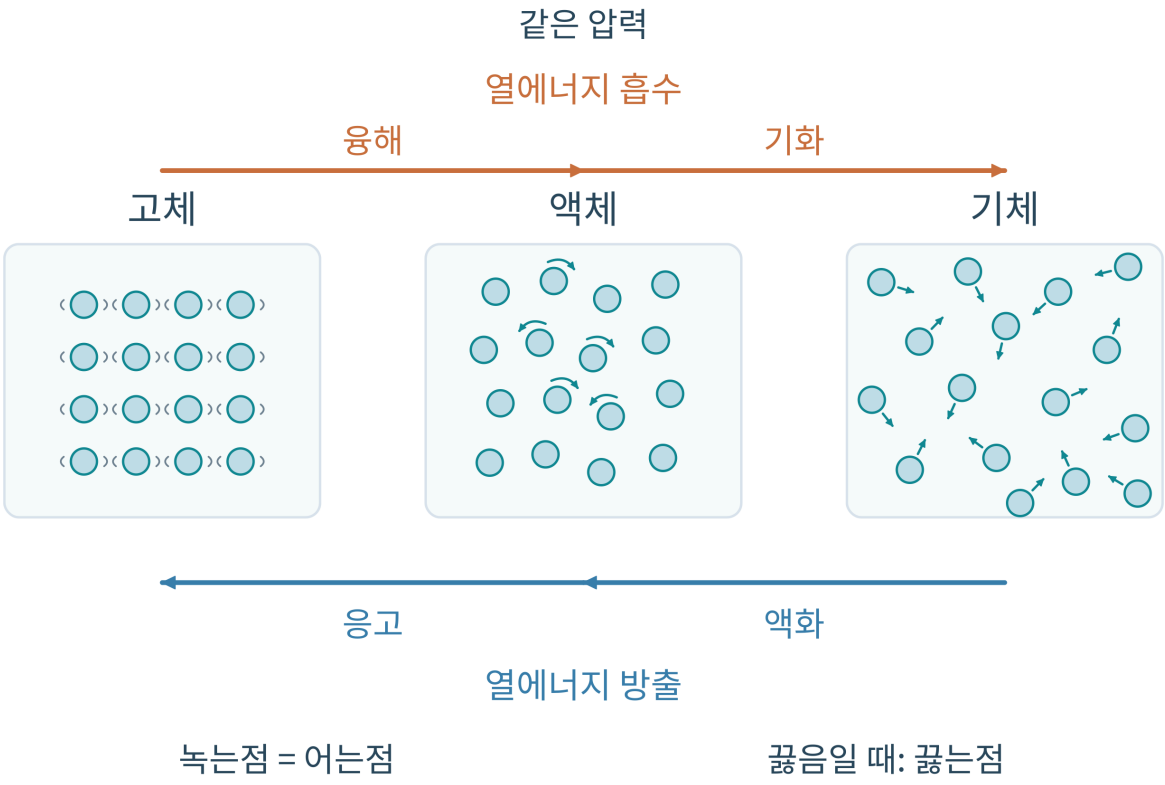
② 물이 끓는 온도 100 ℃와 얼음이 녹는 온도 0 ℃는 1기압에서의 값을 어림한 것이다.

다시 보는 상태 변화

상태 변화	방향	열에너지의 출입	이 편에서 쓰는 온도
융해	고체 → 액체	흡수	녹는점
응고	액체 → 고체	방출	어는점
기화(증발·끓음)	액체 → 기체	흡수	끓는점(끓음일 때)
액화	기체 → 액체	방출	—

같은 압력에서 같은 물질의 녹는점과 어는점은 같은 온도이다. 방향과 열에너지의 출입은 반대이다.

다시 보는 상태 변화



녹는점 = 어는점

끓음일 때: 끓는점

일정한 압력에서 순물질의 세 온도는 다음과 같이 구별한다.

이름	뜻
끓는점	액체가 끓어 기체로 변하는 동안 일정하게 유지되는 온도
녹는점	고체가 액체로 변하는 동안 일정하게 유지되는 온도
어는점	액체가 고체로 변하는 동안 일정하게 유지되는 온도

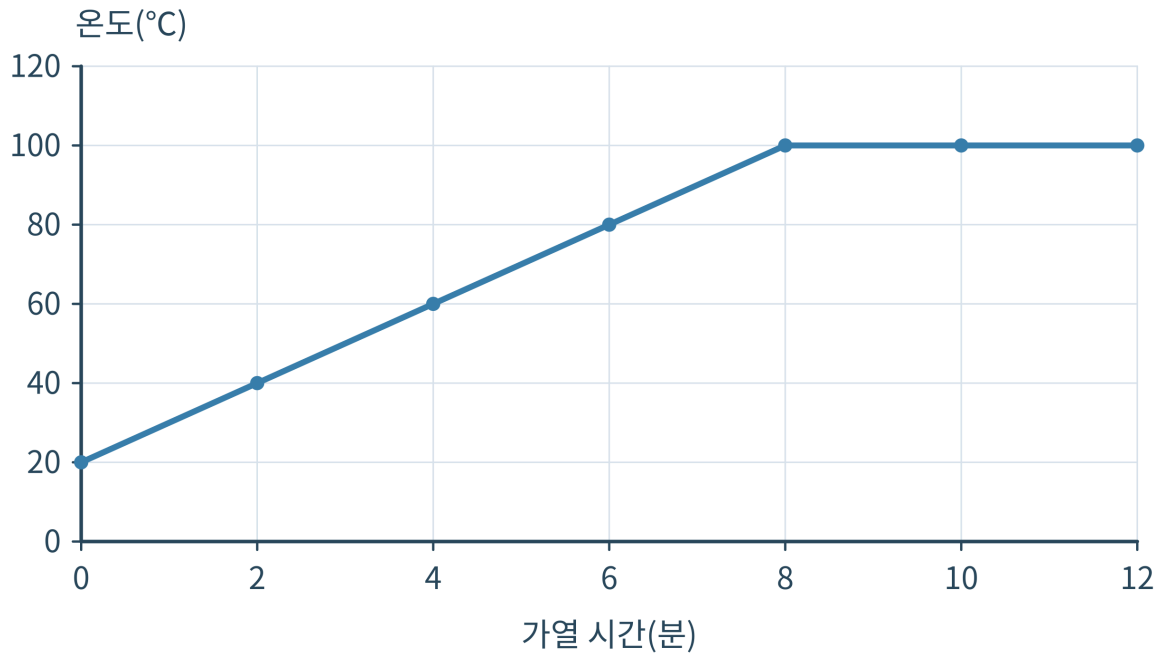
유형 1 끓는점과 끓는 동안의 온도 이해하기

문항 01 대표문제

1기압에서 순수한 물을 열린 용기에 담아 계속 가열했다. 8분부터 물속에서 기포가 활발하게 생기며 끓었고, 12분에도 액체인 물이 남아 있었다.

가열 시간(분)	0	2	4	6	8	10	12
온도(℃)	20	40	60	80	100	100	100

문항 01



(1) 이 실험에서 물의 끓는점을 쓰시오.

(2) 10분일 때 물이 열에너지를 흡수하는지 쓰고, 온도가 일정한 까닭을 설명하시오.

(3) 10분일 때 가열하는 물질에 함께 존재하는 두 상태를 쓰시오.

(1) 답

(2) 답

(3) 답

질문으로 이해하기

Q01 끓는점은 '기체가 처음 생기는 온도'일까?

한 줄 답 아니다. 끓는점은 일정한 압력에서 순물질의 액체가 끓어 기체로 변하는 동안 일정하게 유지되는 온도이며, 액체는 끓는점 아래에서도 표면에서 기체로 변할 수 있다.

젖은 바닥은 물을 100 °C로 가열하지 않아도 마른다. 물의 표면에서 물이 기체로 변해 공기 중으로 퍼지기 때문이다. 앞의 상태 변화 지도에서 본 **기화**는 액체가 기체로 변하는 현상이다. 기화에는 **증발**과 **끓음**이 있다.

액체가 끓을 때에는 표면뿐 아니라 **액체 내부에서도 기화가 일어난다.** 액체 내부에 그 물질의 기체로 된 기포가 생겨 올라온다. '기체가 생겼다'는 관찰만으로 끓었다고 판단하지 않는다.

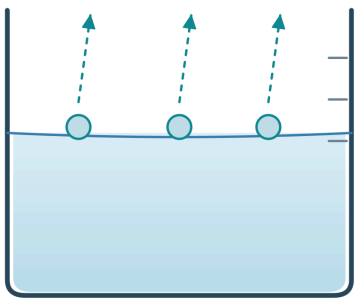
Q02 증발과 끓음은 어떻게 구별할까?

한 줄 답 증발은 액체 표면에서, 끓음은 액체 표면과 내부에서 일어나는 기화이다.

구분	증발	끓음
일어나는 곳	액체 표면	액체 표면과 내부
온도	끓는점 아래에서도 일어날 수 있다.	주어진 압력에서 끓는점에 도달하면 일어난다.
관찰 예	실온에 둔 물이 서서히 줄어든다.	물속에서 기포가 계속 생기며 올라온다.
공통점	액체가 기체로 변한다.	액체가 기체로 변한다.

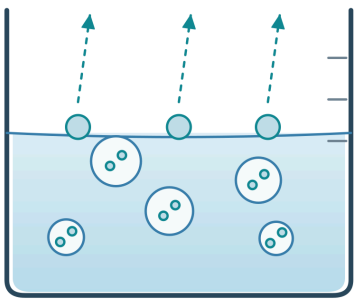
기화가 일어나는 곳이 다르다

증발 — 표면



입자 모형

끓음 — 표면과 내부



입자 모형

점은 실제로 보이는 모습이 아닌 모형이다

자주 하는 실수

- **틀린 생각** 물은 100 °C가 되어야만 기체로 변한다.
- **바른 문장** 1기압에서 물은 약 100 °C에서 끓지만, 그보다 낮은 온도에서도 표면에서 증발한다.

Q03 계속 가열하는데 왜 끓는 동안 온도가 일정할까?

한 줄 답 끓는 동안 흡수한 열에너지가 액체를 기체로 바꾸는 데 쓰이기 때문이다.

끓기 전에는 가열하면서 물의 온도가 높아진다. 그러나 일정한 압력에서 순수한 물이 끓는 동안에는 열에너지를 계속 흡수해도 온도가 일정하다. 흡수한 열에너지가 **상태를 바꾸는 데 쓰이기 때문**이다. 그동안 액체인 물의 양은 줄고, 기체로 변한 물의 양은 늘어난다.

온도가 일정하다는 사실과 열에너지의 출입이 없다는 말은 다르다. 끓는 도중에 불을 끄면 잠시 뒤 끓음이 멈춘다. 이처럼 같은 압력에서 끓음이 계속되려면 열에너지를 계속 받아야 한다.

비유로 이해하기 **계단의 층계참**

계단을 오를 때는 한 걸음마다 높이가 올라간다. 그런데 계단 중간의 넓고 평평한 층계참에서는 계속 걸어도 높이가 그대로이다. 걸음이 높이를 올리는 데가 아니라 다음 계단까지 가는 데 쓰이기 때문이다.

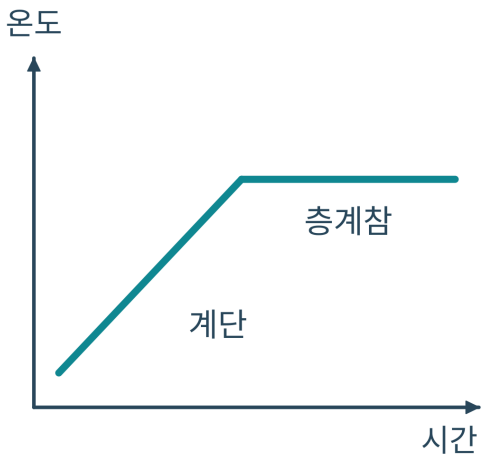
끓는 물에서도 비슷한 모습을 볼 수 있다. 끓기 전에는 열에너지를 받으며 온도가 오르지만, 끓는 동안에는 열에너지를 계속 받아도 온도가 그대로이다. 받은 열에너지가 온도를 올리는 데가 아니라 액체를 기체로 바꾸는 데 쓰이기 때문이다.

층계참에서도 계속 걷는다

계단과 층계참



온도의 변화에 대응



계단 ↔ 온도 상승　층계참 ↔ 끓는 동안

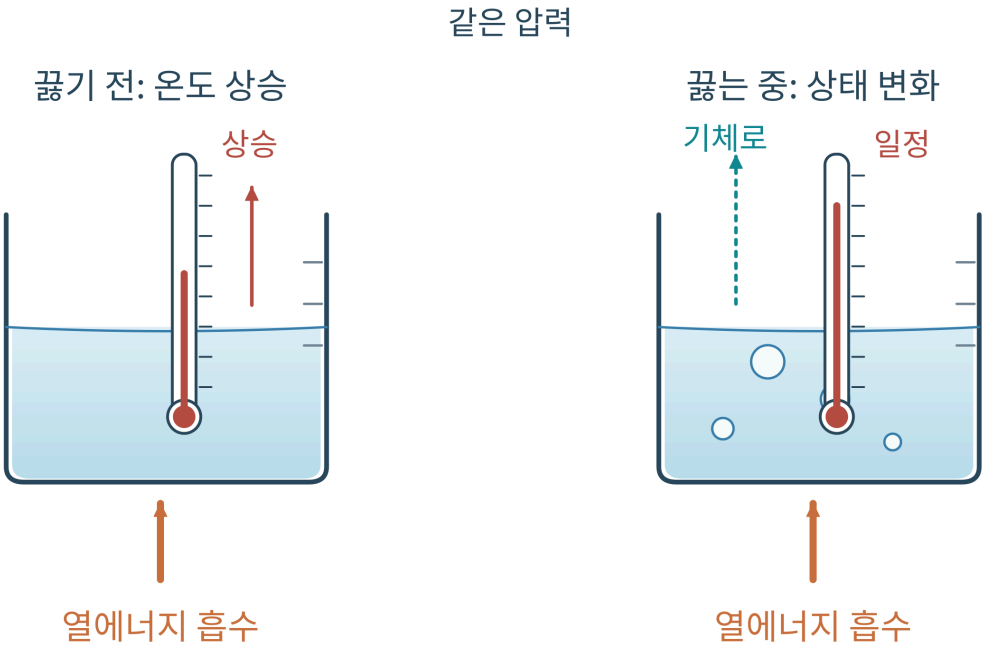
비유 그림 — 실제 그래프의 눈금이 아님

계단	끓는 물(문항 01)
계속 걷는다.	열에너지를 계속 받는다.
계단에서는 높이가 올라간다.	0~8분: 온도가 올라간다.
층계참에서는 높이가 그대로이다.	8~12분: 끓는 동안 온도가 그대로이다.
같은 빠르기로 걸으면 긴 층계참을 지나는 데 더 오래 걸린다.	같은 세기로 열에너지를 공급하면, 더 많은 물을 모두 기체로 바꾸는 데 더 오래 걸린다(Q13).

이 비유는 여기까지만 맞다

계단 비유는 가열 곡선의 모양과 받은 열에너지의 쓰임을 비교한 것이다. 층계참의 높이가 그대로인 까닭은 바닥이 평평하기 때문이지만, 끓는 물의 온도가 그대로인 까닭은 받은 열에너지가 입자 사이의 거리를 벌려 기체로 바꾸는 데 쓰이기 때문이다. 사람의 걸음이 입자의 움직임을 뜻하는 것은 아니다. 어는 과정에서는 열에너지를 방출한다(Q08).

온도가 일정해도 열에너지를 받는다



Q04 끓는 물의 기포와 하얀 김은 모두 수증기일까?

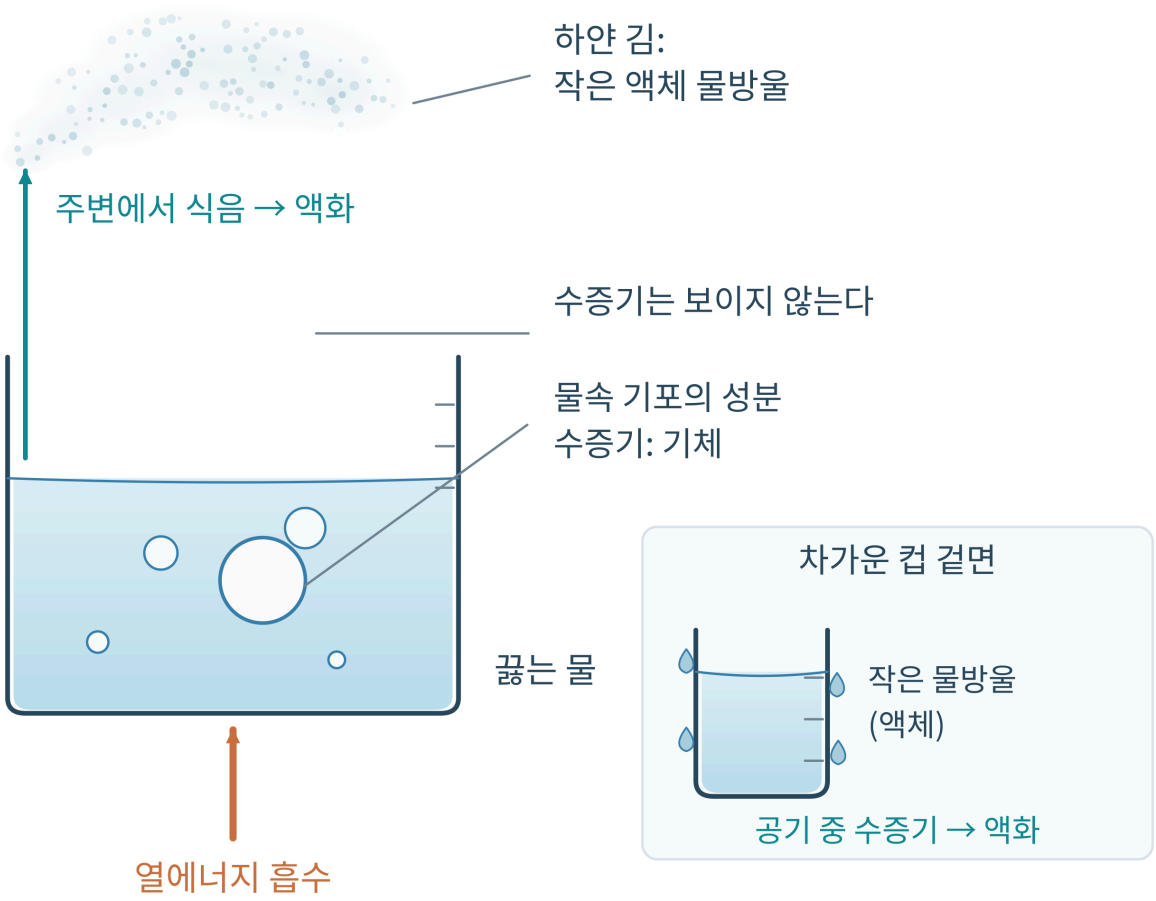
한 줄 답 **끓는 물 내부에서 생기는 기포의 주성분은 기체인 수증기이고, 눈에 보이는 하얀 김은 주로 작은 액체 물방울이다.**

물은 기체 상태일 때 눈에 보이지 않는다. 물에서 나온 수증기가 주변에서 식으면 작은 물방울로 변할 수 있고, 이것이 모여 하얗게 보인다. 앞의 상태 변화 지도에서 본 **액화**는 기체가 액체로 변하는 상태 변화이다.

겨울에 입김이 하얗게 보이는 것과 차가운 음료 컵 겉면에 물방울이 맺히는 것도 수증기가 식어 액화하는 예이다.

물을 데우기 시작할 때 생기는 작은 기포에는 물에 녹아 있던 공기가 빠져나온 것도 있다. 따라서 **기포 하나가 보였다는 이유만으로 끓는점에 도달했다고 판단하지 않는다.** 온도와 끓는 모습을 함께 확인한다.

수증기와 하얀 김은 다르다



꼭 기억할 지식

질문	판단
물이 기체로 변했는가?	증발도 가능하므로 끓었다고 단정하지 않는다.
순물질이 일정한 압력에서 끓고 있는가?	액체가 남아 끓는 동안 온도는 일정하다.
온도가 일정한가?	열에너지의 출입이 없다고 단정하지 않는다.
하얀 김이 보이는가?	주로 작은 액체 물방울이다.

대표문제 풀이

문항 01: (1) 100 °C이다. (2) 열에너지를 흡수하며, 그 열에너지가 액체를 기체로 바꾸는 데 쓰여 온도가 일정하다. (3) 액체와 기체가 함께 존재한다. 12분에도 액체가 남아 있으므로 그래프의 마지막 점을 '기체만 남은 상태'로 해석하면 안 된다.

적용 문제

문항 02

증발과 끓음에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 증발은 액체 내부에서만 일어난다.
② 끓음은 액체 표면에서만 일어난다.
③ 둘 다 액체가 기체로 변하는 현상이다.
④ 증발하려면 언제나 끓는점에 도달해야 한다.
⑤ 끓을 때 생기는 기포는 모두 산소이다.

문항 03

1기압에서 순수한 물이 100 °C로 끓고 있고 액체인 물이 남아 있다. 온도가 일정하므로 열에너지를 흡수하지 않는다는 말이 옳은지 판단하고 이유를 쓰시오.

답

문항 04

실온에서 젖은 수건을 두었더니 점점 말랐다. 이 현상을 '물의 끓음'으로 설명할 수 없는 까닭을, 기화가 일어나는 위치와 연결하여 쓰시오.

답

문항 05

끓는 주전자 위에 보이는 하얀 김에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 수증기가 식어 생긴 작은 액체 물방울이다.
② 눈에 보이는 기체 상태의 물이다.
③ 물이 분해되어 생긴 산소이다.
④ 물속에 있던 소금이 기체로 나온 것이다.
⑤ 주전자 주변 공기가 모두 고체가 된 것이다.

문항 06

물을 데우기 시작한 지 얼마 되지 않았을 때 작은 기포가 보였다. 아직 물 전체가 끓는 모습은 없었고 온도도 물의 끓는점보다 낮았다. '기포가 있으니 끓는다'는 판단이 성급한 까닭을 쓰시오.

답

유형 2 녹는점과 어는점 비교하기

문항 07 대표문제

한 순물질을 같은 압력에서 가열하고 냉각했다. 가열할 때에는 고체가 액체로 바뀌는 동안 48 °C가 유지되었고, 냉각할 때에는 액체가 고체로 바뀌는 동안 48 °C가 유지되었다.

(1) 이 물질의 녹는점과 어는점을 각각 쓰시오.
(2) 녹는 동안과 어는 동안의 열에너지의 출입을 각각 '흡수' 또는 '방출'로 쓰시오.
(3) 두 과정에서 온도가 같다는 이유로 상태 변화의 방향도 같다고 말할 수 있는가? 이유를 쓰시오.

(1) 답

(2) 답

(3) 답

질문으로 이해하기

Q05 녹는점과 어는점은 무엇일까?

한 줄 답 **녹는점은 고체가 액체로 변하는 동안, 어는점은 액체가 고체로 변하는 동안 일정하게 유지되는 온도이다.**

앞의 상태 변화 지도에서 본 **융해**는 고체가 액체로, **응고**는 액체가 고체로 변하는 것이다. 일정한 압력에서 순물질이 녹거나 어는 동안에는 온도가 일정하게 유지된다.

구분	녹는 과정	어는 과정
상태 변화	고체 → 액체	액체 → 고체
이름	융해	응고
그때의 온도	녹는점	어는점
열에너지의 출입	열에너지를 흡수한다.	열에너지를 방출한다.

얼음이 물로 변하는 것과 설탕이 물에 녹는 것은 다르다. 얼음은 같은 물질이 고체에서 액체로 바뀌지만, 설탕을 물에 녹이는 것은 설탕이 물과 섞여 용액이 되는 **용해**이다. 용해는 뒤의 편에서 다룬다.

Q06 같은 물질의 녹는점과 어는점은 같을까?

한 줄 답 같은 압력에서 같은 순물질의 녹는점과 어는점은 같다.

1기압에서 얼음은 약 0 °C에서 녹고, 순수한 물은 약 0 °C에서 언다. 하나는 고체가 액체로 바뀌는 과정이고, 다른 하나는 액체가 고체로 바뀌는 과정이다. **온도는 같아도 변화의 방향과 열에너지의 출입은 반대**이다.

따라서 가열 그래프에서 녹는점이 48 °C였던 순물질은 같은 압력에서 냉각하면 48 °C에서 언다. 가열한 시료와 냉각한 시료의 양이 달라도 이 온도는 같다.

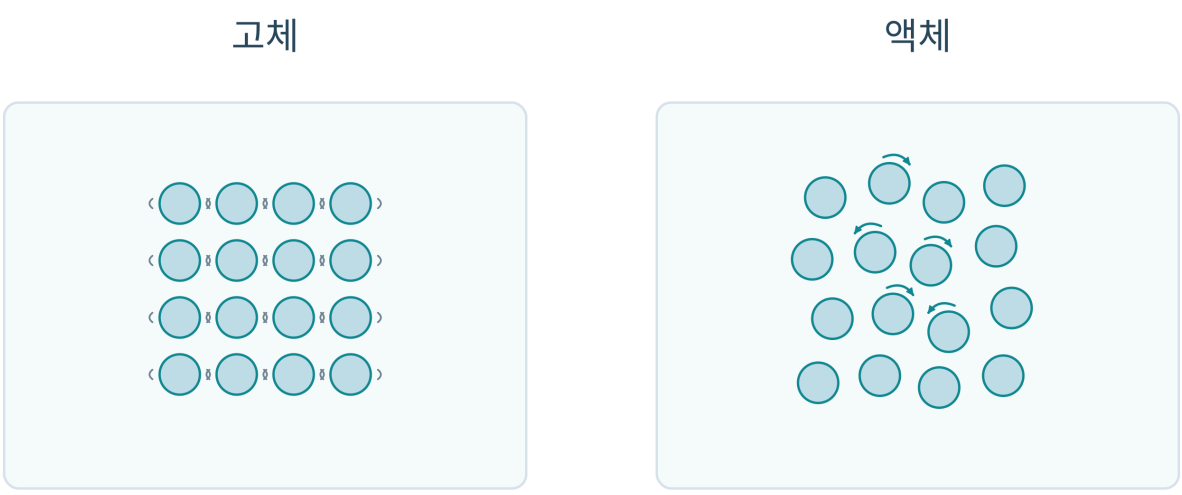
Q07 얼음이 녹는 동안 온도가 일정하면 입자도 멈추어 있을까?

한 줄 답 아니다. 고체에서도 입자는 제자리 부근에서 움직이고, 녹는 동안에도 입자는 계속 움직인다.

온도는 입자가 얼마나 활발하게 운동하는지와 관련이 있다. 하지만 열에너지를 받는다고 언제나 온도가 높아지는 것은 아니다. 녹는 동안에는 흡수한 열에너지가 고체의 규칙적인 배열을 흐트러뜨리고 액체 상태가 되게 하는 데 쓰인다.

‘입자가 움직이지 않아서 온도가 그대로이다’라고 설명하면 안 된다. 또한 녹는다고 입자 자체가 녹아 없어지거나 다른 종류의 입자로 바뀌는 것도 아니다.

녹아도 입자가 사라지지 않는다



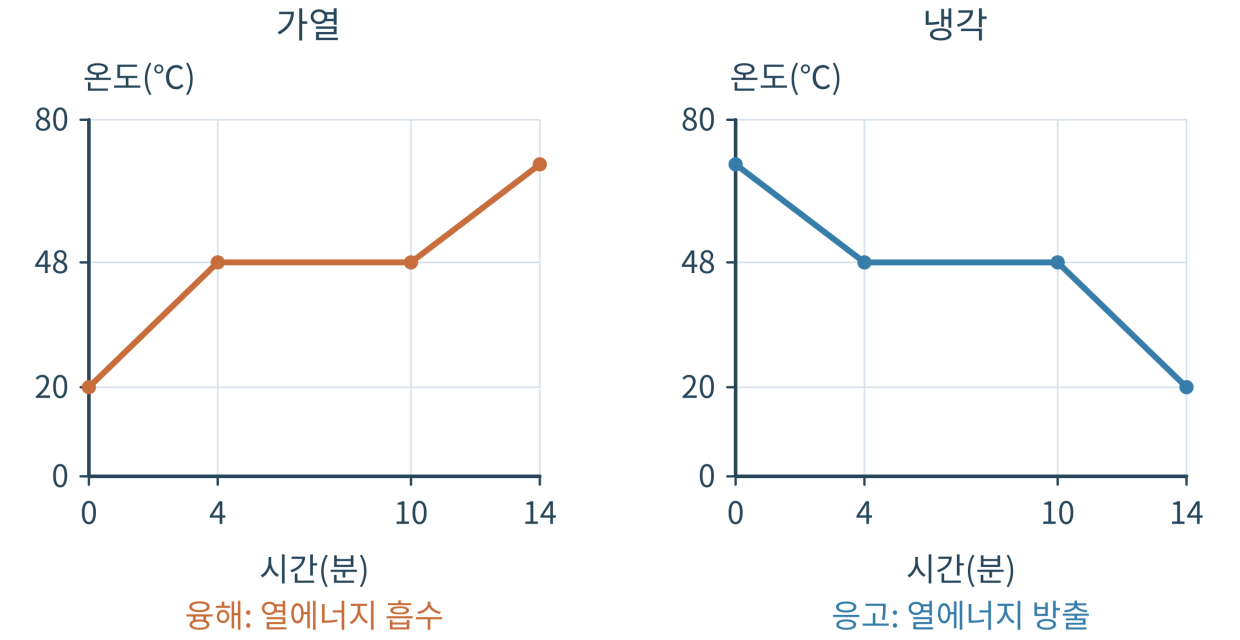
배열과 움직임을 나타낸 모형 · 입자 수와 크기는 같다

Q08 식히는 동안에도 온도가 일정한 구간이 있을까?

한 줄 답 있다. 순물질이 어는 동안에는 열에너지를 계속 방출해도 온도가 일정하게 유지된다.

액체를 식히면 처음에는 온도가 내려간다. 어는점에 도달하면 액체가 고체로 변하면서 열에너지를 방출한다. 이때에는 열에너지가 밖으로 나가도 상태 변화가 진행되는 동안 온도가 일정하다. 모두 언 뒤 계속 식히면 고체의 온도가 다시 내려간다.

같은 온도에서 녹고 언다



녹는점 = 어는점 = 48 ℃

온도가 일정한 과정	열에너지의 출입	진행되는 변화
녹는 중	흡수	고체가 줄고 액체가 늘어난다.
끓는 중	흡수	액체가 줄고 기체로 변한 양이 늘어난다.
어는 중	방출	액체가 줄고 고체가 늘어난다.

자주 하는 실수

- **틀린 생각** 온도가 일정한 구간에서는 언제나 열에너지를 흡수한다.
- **바른 문장** 가열하며 녹거나 끓을 때에는 열에너지를 흡수하고, 냉각하며 얼 때에는 열에너지를 방출한다.

꼭 기억할 지식

같은 점	다른 점
같은 압력에서 같은 순물질의 녹는점과 어는점은 같다.	융해는 고체 → 액체, 응고는 액체 → 고체이다.
상태 변화 동안 온도가 일정하다.	융해는 열에너지를 흡수하고, 응고는 열에너지를 방출한다.

대표문제 풀이

문항 07: (1) 녹는점 48 °C, 어는점 48 °C이다. (2) 녹을 때 흡수하고 얼 때 방출한다. (3) 상태 변화 방향은 반대이다. 같은 온도가 유지된다는 사실만으로 같은 과정이라고 판단하지 않는다.

적용 문제

문항 08

순물질 P의 녹는점이 62 °C이다. 같은 압력에서 P의 어는점과 어는 동안의 열에너지의 출입을 바르게 짝지은 것은?

① 0 °C, 흡수　② 0 °C, 방출　③ 62 °C, 흡수　④ 62 °C, 방출　⑤ 100 °C, 방출

문항 09

순물질이 녹는 동안 고체의 양과 액체의 양은 각각 어떻게 변하는가? 물질이 밖으로 새거나 반응하지 않는다.

답

문항 10

융해에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 고체가 액체로 변한다.
② 물질은 열에너지를 흡수한다.
③ 입자의 배열과 움직임이 달라진다.
④ 상태 변화 전후에 물질의 종류가 바뀌는 것은 아니다.
⑤ 입자 자체가 녹아 사라진다.

문항 11

다음 현상을 각각 '융해' 또는 '용해'로 구별하시오.

(가) 얼음 조각이 액체인 물로 바뀐다.
(나) 설탕을 물에 넣고 저어 설탕물이 된다.

답

문항 12

순물질의 액체가 어는 동안 온도계는 30 ℃를 가리켰다. 이때 열에너지는 어느 방향으로 이동하며, 액체가 모두 언 뒤에도 계속 냉각하면 온도는 어떻게 되는가?

답

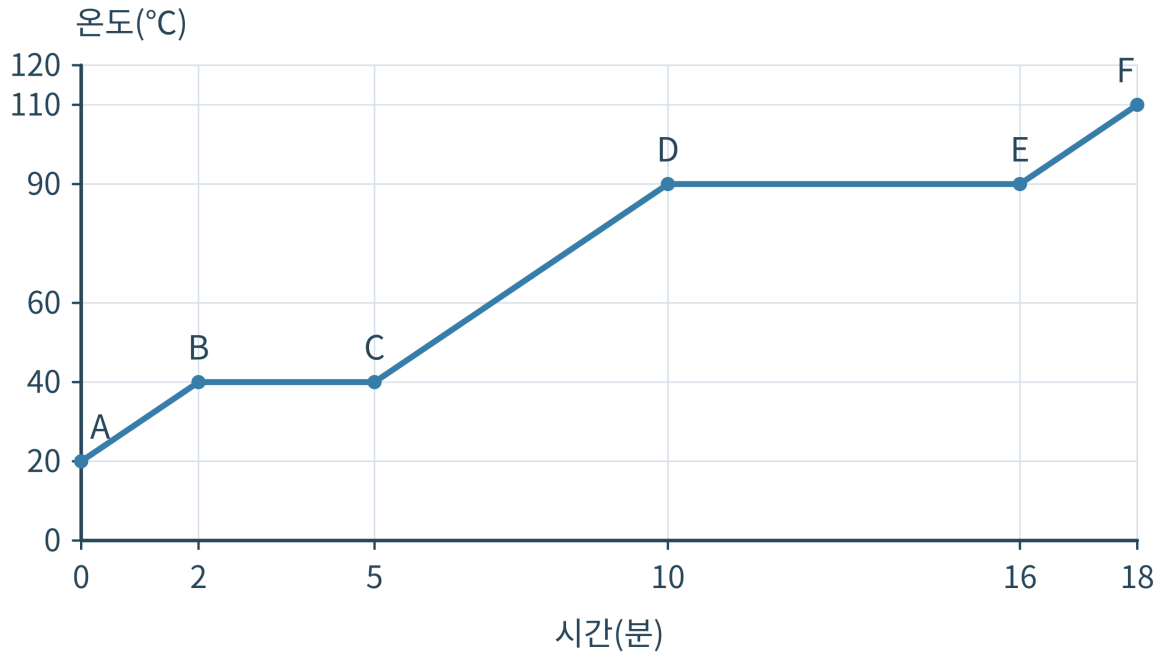
유형 3 가열·냉각 곡선과 물질의 상태 읽기

문항 13 대표문제

처음에 고체인 순물질 X를 기체가 빠져나가지 않고 압력을 일정하게 유지할 수 있는 장치에서 계속 가열했다. 다음은 상태 변화의 기본적인 모습을 나타낸 자료이며, 그래프에서는 각 점을 차례로 직선으로 이었다.

점	A	B	C	D	E	F
시간(분)	0	2	5	10	16	18
온도(℃)	20	40	40	90	90	110

문항 13



B에서 녹기 시작하고 C에서 모두 녹았다. D에서 끓기 시작하고 E에서 모두 기체가 되었다.

(1) X의 녹는점과 끓는점을 각각 쓰시오.
(2) 3분, 7분, 12분, 17분에 존재하는 상태를 각각 쓰시오.
(3) B~C와 D~E에서 물질이 열에너지를 흡수하는지 방출하는지 쓰시오.

(1) 답	(2) 답	(3) 답

질문으로 이해하기

Q09 가열 곡선에서는 무엇을 먼저 읽을까?

한 줄 답 가로축과 세로축을 읽고, 온도가 변하는 구간과 일정한 구간을 나눈다.

이 편의 가열·냉각 곡선은 가로축이 시간, 세로축이 온도이다. 선이 오른쪽 위로 올라가면 시간이 지나며 온도가 높아지고, 오른쪽 아래로 내려가면 온도가 낮아진다. 수평이면 시간이 지나도 온도가 일정하다.

01편의 질량–부피 그래프와 축이 다르다. **온도–시간 그래프의 기울기를 밀도라고 읽으면 안 된다.** 여기서 기울기는 온도가 얼마나 빠르게 변하는지와 관련이 있다.

그래프의 모습	직접 읽을 수 있는 것	추가로 확인할 것
오른쪽 위로 올라간다.	온도가 높아진다.	어떤 상태의 물질인지
수평이다.	온도가 일정하다.	열에너지를 계속 받고 있는지, 어떤 변화가 진행 중인지
오른쪽 아래로 내려간다.	온도가 낮아진다.	어떤 상태의 물질인지

Q10 가열 곡선의 두 수평 구간은 각각 무슨 뜻일까?

한 줄 답 고체부터 기체까지 가열하는 순물질의 곡선에서는 낮은 수평 구간이 융해, 높은 수평 구간이 끓음에 해당한다.

문항 13의 구간을 나누면 다음과 같다. 표의 '구간 안쪽'은 상태 변화가 시작되거나 끝나는 경계점을 제외한 부분이다.

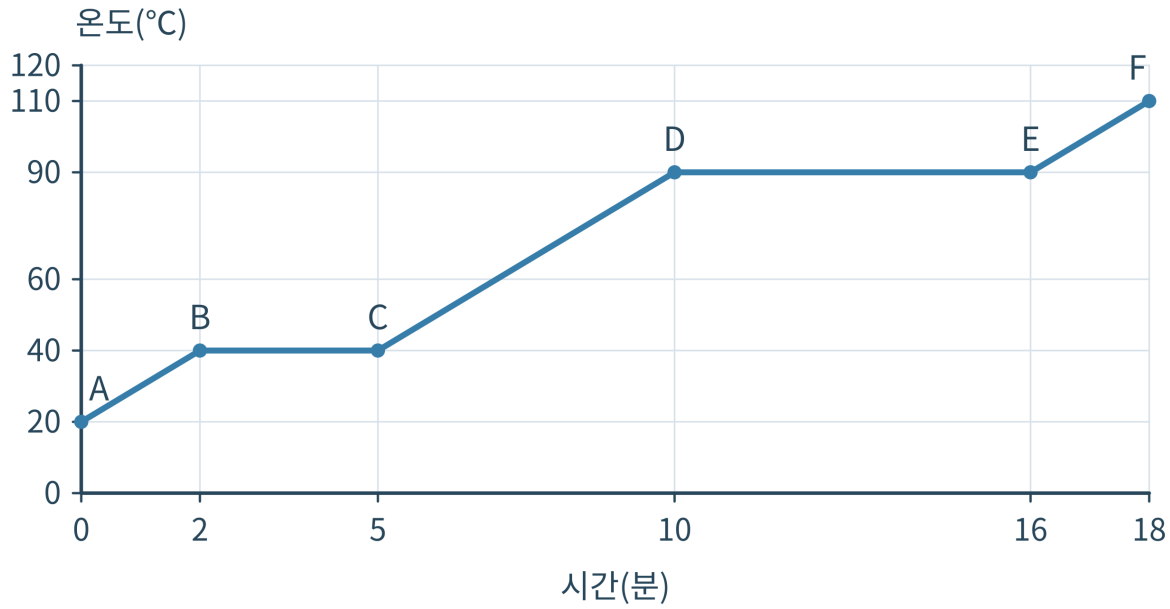
구간 안쪽	존재하는 상태	온도	열에너지의 출입
A~B	고체	높아진다.	흡수
B~C	고체와 액체	일정하다.	흡수
C~D	액체	높아진다.	흡수
D~E	액체와 기체	일정하다.	흡수
E~F	기체	높아진다.	흡수

E~F는 기체가 빠져나가지 않고 압력이 일정하게 유지되는 장치에서 계속 가열한 경우의 그래프이다. 열린 냄비에서는 물이 모두 기체가 되어 공기 중으로 흩어지므로, 남아 있는 물의 온도를 재던 방식으로 이 구간을 관찰할 수 없다.

곡선의 모양만 보면 층계참이 두 개인 계단과 비슷하다. 두 수평 구간에서도 열에너지를 계속 흡수한다.

같은 물질이 두 상태로 함께 있는 것은 서로 다른 물질이 섞인 혼합물이라는 뜻이 아니다. 순수한 얼음과 순수한 물이 함께 있어도 둘 다 같은 물질인 물이다.

가열 곡선의 다섯 구간



고체	고체와 액체	액체	액체와 기체	기체

모든 구간: 열에너지 흡수

구간의 상태를 판단할 때 점 B·C·D·E는 제외

Q11 녹는점과 정확히 같은 온도라면 상태를 하나로 정할 수 있을까?

한 줄 답 **온도만으로는 하나로 정하기 어렵다. 녹기 전인지, 녹는 중인지, 모두 녹은 직후인지도 알아야 한다.**

문항 13에서 B는 녹기 시작하는 경계이고 C는 모두 녹은 경계이다. 둘 다 40 °C이지만 진행 상황은 다르다. B와 C 사이에서는 고체와 액체가 함께 존재한다.

따라서 '40 °C니까 반드시 액체만 있다'거나 '40 °C니까 반드시 고체와 액체가 함께 있다'고 단정하지 않는다. 끓는점에서도 **끓는 중인지 모두 기체가 된 뒤인지**를 함께 확인한다.

자주 하는 실수

- **틀린 생각** 온도가 녹는점과 같으면 언제나 고체와 액체가 절반씩 있다.
- **바른 문장** 두 상태의 비율은 온도만으로 알 수 없으며, 상태 변화의 진행 정도에 따라 달라진다.

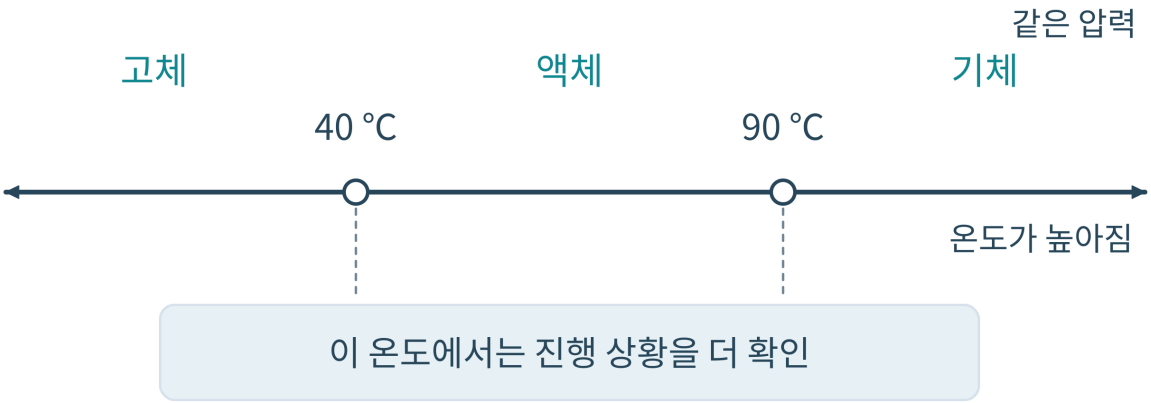
Q12 녹는점과 끓는점으로 어떤 온도에서의 상태를 알 수 있을까?

한 줄 답 같은 압력에서 녹는점보다 낮은 온도에서는 고체, 녹는점과 끓는점 사이에서는 액체, 끓는점보다 높은 온도에서는 기체이다.

문항 13의 X는 녹는점이 40 °C, 끓는점이 90 °C이다.

온도	상태 판단
40 °C보다 낮다.	고체
40 °C보다 높고 90 °C보다 낮다.	액체
90 °C보다 높다.	기체
정확히 40 °C 또는 90 °C이다.	온도 외에 상태 변화의 진행 정보가 필요하다.

온도로 상태 판단하기



꼭 기억할 지식

가로축과 세로축을 확인한 뒤 다음 순서로 판단한다.

① 가열인가, 냉각인가?

↓

② 수평 구간의 온도는?

↓

③ 그 구간 앞뒤의 상태는?

↓

④ 구간 안쪽인가, 시작·끝 점인가?

↓

⑤ 열에너지를 흡수하는가, 방출하는가?

대표문제 풀이

문항 13: (1) 녹는점 40 °C, 끓는점 90 °C이다. (2) 3분은 고체와 액체, 7분은 액체, 12분은 액체와 기체, 17분은 기체이다. (3) 두 구간 모두 가열 중이므로 열에너지를 흡수한다. 수평 구간의 높이는 상태 변화 온도이고, 가로 길이는 그 자료에서 상태 변화에 걸린 시간이다.

적용 문제

문항 14

순물질 P의 녹는점은 −10 °C, 끓는점은 55 °C이다. 같은 압력에서 P가 −20 °C, 20 °C, 70 °C일 때의 상태를 순서대로 바르게 나열한 것은?

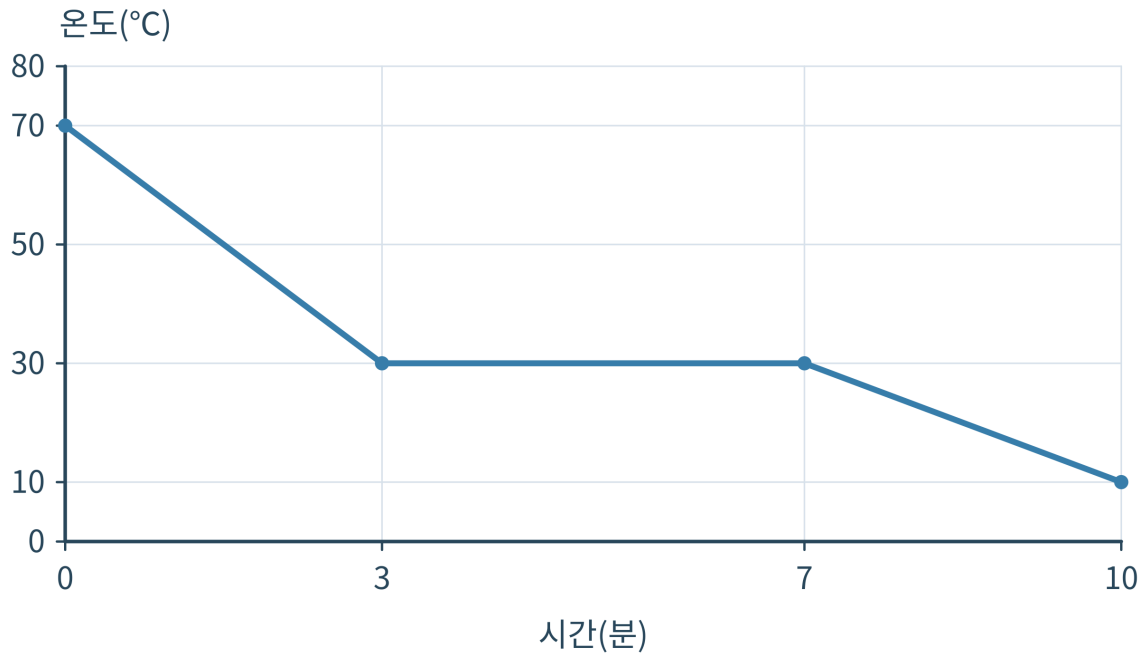
① 액체, 고체, 기체 ② 고체, 기체, 액체 ③ 액체, 액체, 기체 ④ 고체, 액체, 기체 ⑤ 고체, 액체, 액체

문항 15

순물질의 액체를 계속 냉각했다. 아래 점들을 차례로 이은 냉각 곡선에서 3분에 얼기 시작해 7분에 모두 얼었다.

시간(분)	0	3	7	10
온도(℃)	70	30	30	10

문항 15



(1) 이 물질의 어는점을 쓰시오.
(2) 5분에 존재하는 상태와 열에너지의 출입을 쓰시오.
(3) 9분에 존재하는 상태를 쓰시오.

(1) 답

(2) 답

(3) 답

문항 16

일정한 압력에서 순수한 얼음과 물이 함께 있으며 얼음이 계속 녹고 있다. 옳은 것을 모두 고른 것은?

ㄱ. 열에너지를 흡수한다.

ㄴ. 고체와 액체가 함께 존재한다.

ㄷ. 서로 다른 물질 두 종류가 섞였으므로 반드시 혼합물이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문항 17

순물질 X의 녹는점은 40 °C이다. 어떤 시료의 온도가 정확히 40 °C라는 정보만 보고 ‘고체가 절반, 액체가 절반이다’라고 결론 내릴 수 있는가? 이유를 쓰시오.

답

문항 18

일정한 압력에서 어떤 순물질을 가열했더니, 녹는 동안 온도가 35 °C로 일정했고 이 수평 구간은 2분부터 8분까지였다. 바르게 해석한 것은?

① 녹는점 6 °C, 녹는 데 걸린 시간 35분

② 녹는점 35 °C, 녹는 데 걸린 시간 6분

③ 녹는점 35 °C, 녹는 데 걸린 시간 8분

④ 녹는점 8 °C, 녹는 데 걸린 시간 2분

⑤ 녹는점 2 °C, 녹는 데 걸린 시간 35분

문항 19

다음 두 상황을 비교하시오.

(가) 고체 X를 계속 가열하는 동안 4분에서 9분까지 온도가 40 °C로 일정했고, 고체가 점점 줄면서 액체가 늘어났다.
(나) 실온에 오래 둔 구리 조각은 고체 상태를 유지하며, 가열하지 않아도 온도가 거의 변하지 않았다.

(1) 상태 변화가 일어나고 있는 것은 (가)와 (나) 중 어느 것인가?
(2) 그렇게 판단한 근거를 '열에너지'라는 말을 넣어 쓰시오.

(1) 답

(2) 답

유형 4 양·가열 세기·압력과 측정 실험

4-A. 양·가열 세기·압력을 바꾸면?

문항 20 대표문제

같은 온도에서 시작한 순수한 물을 같은 모양의 열린 용기에 담아 가열했다. 외부 압력은 모두 1기압이고, 끓는 동안 물이 모두 없어지지는 않았다. 다음은 실험에서 관찰한 결과이다.

실험	처음 물의 질량	가열 세기	끓기 시작한 시간	끓는 동안 온도
A	50 g	약함	4분	100 °C
B	100 g	약함	8분	100 °C
C	50 g	강함	2분	100 °C

(1) 물의 양에 따른 차이를 알아보려면 어떤 두 실험을 비교해야 하는가?
(2) 가열 세기에 따른 차이를 알아보려면 어떤 두 실험을 비교해야 하는가?
(3) 이 자료에서 물의 양이나 가열 세기가 달라져도 같게 유지된 값은 무엇인가?

(1) 답

(2) 답

(3) 답

질문으로 이해하기

Q13 물이 많으면 끓는점도 높아질까?

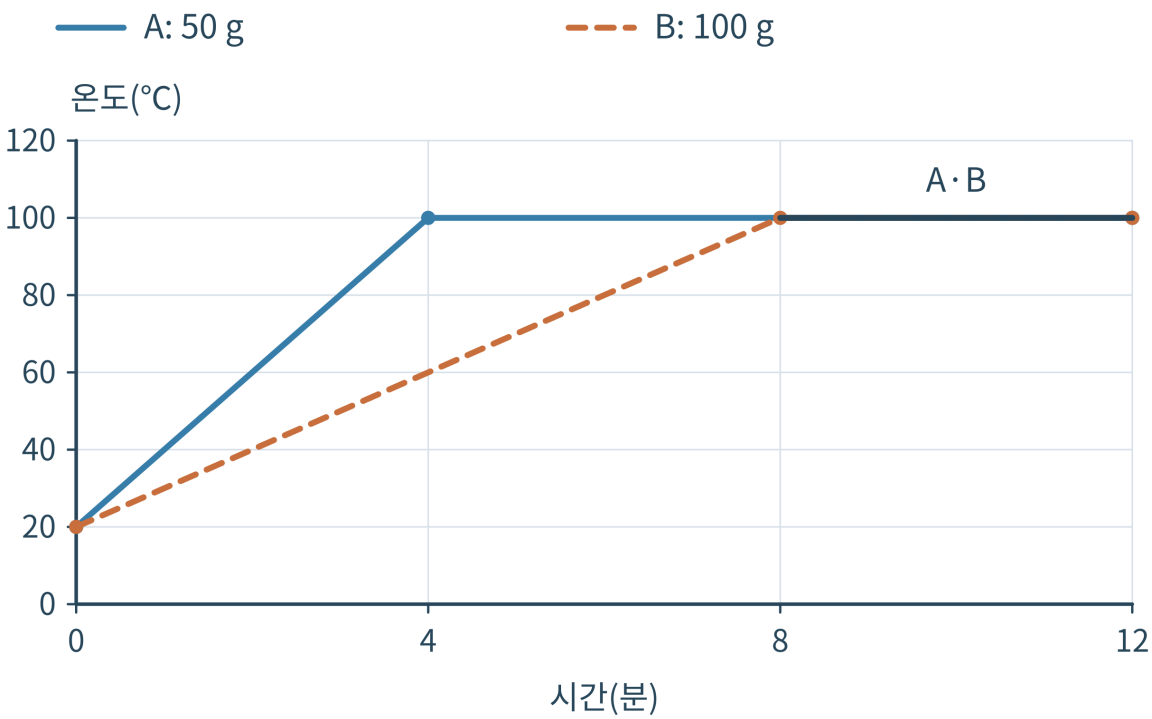
한 줄 답 아니다. 같은 압력에서 같은 순물질의 끓는점은 양과 관계없이 같다.

같은 온도에서 시작하고 다른 조건이 같다면, 물이 많을수록 끓는점까지 데우는 데 필요한 열에너지가 많다. 같은 정도로 가열하면 끓기 시작하기까지 더 오래 걸릴 수 있다. 그러나 **끓기 시작하는 시간이 달라지는 것과 끓는 온도가 달라지는 것은 다르다.**

녹는점도 마찬가지이다. 같은 순물질을 많이 준비했다고 더 높은 온도에서 녹는 것은 아니다. 상태 변화에 걸리는 시간은 양과 열에너지가 드나드는 조건의 영향을 받지만, 상태 변화 온도는 같은 압력에서

일정하다.

양이 달라도 끓는점은 같다



같은 가열 세기 · 1기압 · 끝까지 액체가 남아 있음

끓는점은 같음

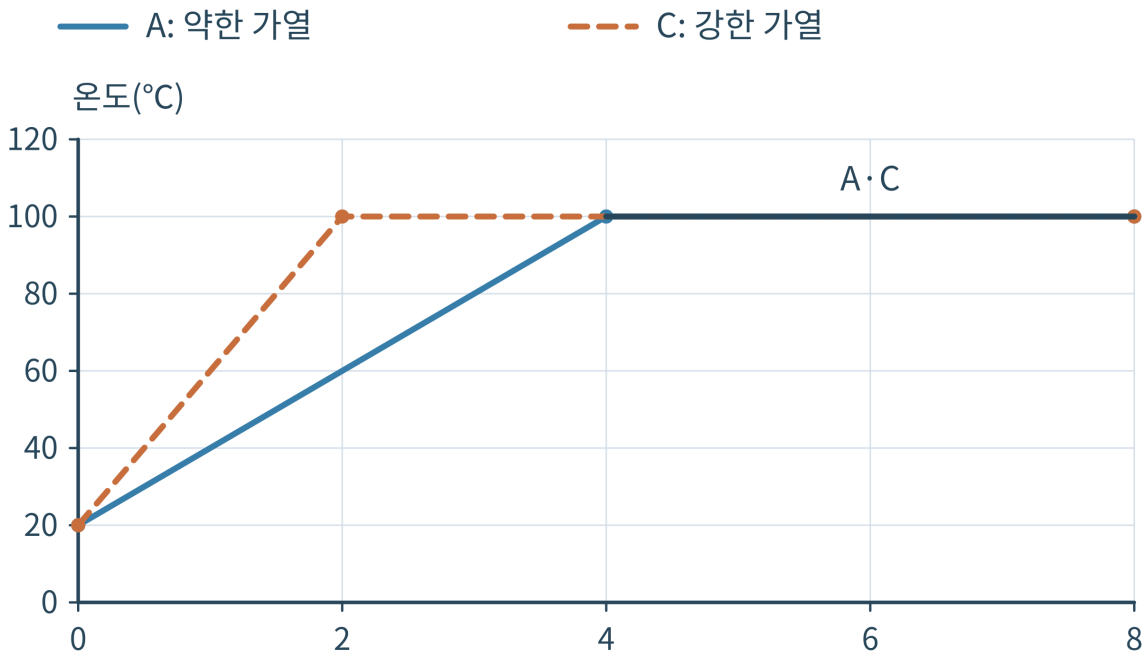
Q14 불을 세게 하면 끓는 물이 더 뜨거워질까?

한 줄 답 **같은 압력에서 순수한 물이 끓고 있고 액체가 남아 있다면, 불을 세게 해도 물의 끓는점은 높아지지 않는다.**

가열을 강하게 하면 끓기 시작하기까지 걸리는 시간이 짧아지거나, 끓는 동안 같은 시간에 더 많은 물이 기체로 변할 수 있다. 온도가 계속 높아져서가 아니라 **열에너지를 더 빠르게 공급하기 때문**이다.

‘세게 끓는다’와 ‘더 높은 온도에서 끓는다’는 같은 뜻이 아니다. 압력솥 안의 물이 100 °C보다 높은 온도에서 끓는 까닭은 불이 세서가 아니라 솥 안의 압력이 높아졌기 때문이다(Q15).

가열 세기가 달라도 끓는점은 같다



각각 50 g · 1기압 · 끝까지 액체가 남아 있음

끓는점은 같음

Q15 산과 압력솥에서는 왜 물의 끓는점이 달라질까?

한 줄 답 **물이 받는 외부 압력이 낮아지면 끓는점이 낮아지고, 높아지면 끓는점이 높아지기 때문이다.**

높은 산에서는 평지보다 대기압이 낮아 물이 더 낮은 온도에서 끓는다. 물이 끓는다고 항상 100 °C라고 생각하면 안 된다. 끓는 물의 온도가 낮으면 같은 음식이 익는 데 더 오래 걸릴 수 있다.

압력솥은 내부 압력을 높여 물이 100 °C보다 높은 온도에서 끓을 수 있게 한다. 같은 음식과 조건을 비교할 때 이 높은 조리 온도는 더 빨리 익는 데 도움이 된다.

조건 변화	물의 끓는점
외부 압력이 낮아진다.	낮아진다.
외부 압력이 높아진다.	높아진다.
압력은 같고 물의 양만 늘어난다.	변하지 않는다.
압력은 같고 가열 세기만 강해진다.	변하지 않는다.

비유로 이해하기 **붐비는 지하철**

붐비는 지하철에서 몸을 펴려면 주변 사람들이 미는 것보다 세게 밀어야 한다. 사람이 적으면 조금만 밀어도 된다.

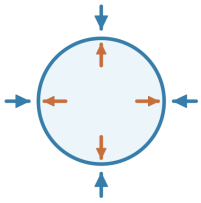
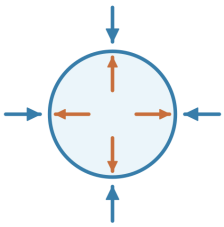
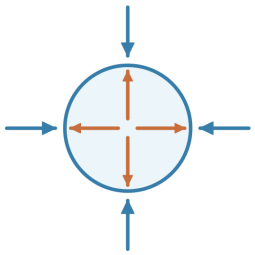
물속에 생긴 기포도 바깥 압력을 밀어내야 커질 수 있다. 같은 액체라면 온도가 높을수록 그 액체에서 생긴 기체가 미는 압력이 커진다. 그래서 바깥 압력이 낮으면 더 낮은 온도에서, 높으면 더 높은 온도에서 끓는다.

붐비는 지하철	끓는 물
주변 사람이 미는 힘	바깥 압력(대기압, 솥 안의 압력)
내가 미는 힘	기포 속 기체가 미는 힘(온도가 높을수록 셈)
붐빌수록 더 세게 밀어야 한다.	바깥 압력이 높을수록 더 높은 온도에서 끓는다.

이 비유는 여기까지만 맞다

기포는 사람처럼 마음먹고 힘을 조절하지 않는다. 같은 액체에서 온도가 높아지면 기체가 미는 압력이 커져, 더 높은 바깥 압력에서도 끓을 수 있다는 관계를 비교한 것이다.

압력이 달라지면 끓는점도 달라진다

높은 산	평지	압력솥
		
압력 낮음 끓는점 낮음	1기압 약 100 °C	내부 압력 높음 끓는점 높음
		

끓으려면 기포 속 기체가 미는 힘이 바깥 압력만큼 커야 한다
→ 바깥 압력이 클수록 더 높은 온도가 필요

바깥 압력 기포 속 기체가 미는 힘

기포 확대 모형 · 화살표 길이는 정성 비교

꼭 기억할 지식

비교하려는 영향	바꾸는 것	같게 할 핵심 조건
물질의 양	같은 물질의 양	압력, 처음 온도, 가열 조건
가열 세기	열에너지를 공급하는 빠르기	물질의 종류·양, 압력, 처음 온도
압력	물질이 받는 압력	물질의 종류와 순도

양이 2배라고 걸리는 시간이 꼭 정확히 2배가 되는 것은 아니다. 문항 20의 시간은 그 실험의 결과일 뿐이다.

대표문제 풀이

문항 20: (1) A와 B, (2) A와 C, (3) 끓는 동안 온도, 곧 끓는점이다. B와 C는 양과 가열 세기가 모두 달라 하나의 영향만 분리해 비교하기 어렵다.

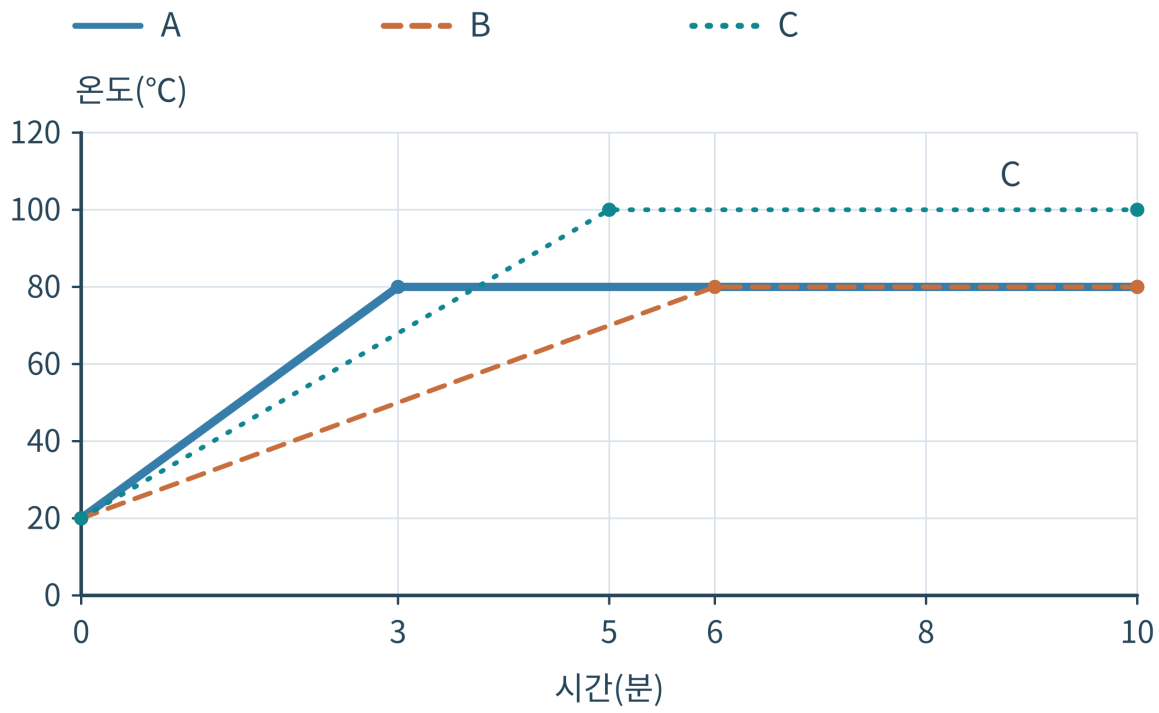
적용 문제

문항 21

같은 압력에서 같은 가열 장치와 같은 세기로 순수한 액체 A, B, C를 각각 가열했다. 처음 온도와 용기의 조건은 같고, A~C 중 정확히 두 시료는 같은 물질이며 질량만 다르다. 끓는점에 도달하기 전에는 양이 줄지 않았다. 수평 구간에서는 액체가 끓고 있었고, 10분까지 세 시료 모두 액체가 남아 있었다. 다음 점들을 차례로 이은 가열 곡선을 보고 답하시오.

시료	시간(분), 온도(℃)의 좌표
A	(0, 20) → (3, 80) → (10, 80)
B	(0, 20) → (6, 80) → (10, 80)
C	(0, 20) → (5, 100) → (10, 100)

문항 21



(1) 같은 물질인 두 시료를 고르고, 그렇게 판단한 근거를 쓰시오.
(2) (1)의 두 시료 중 질량이 더 큰 것을 고르고, 그 까닭을 쓰시오.

(1) 답

(2) 답

문항 22

1기압에서 끓고 있는 순수한 물에 가하는 가열 세기를 높였다. 물이 남아 있고 압력은 변하지 않았다. 가장 적절한 설명은?

① 끓는점이 곧바로 120 °C가 된다.
② 물이 기체로 변하는 속도가 빨라질 수 있다.
③ 물의 입자가 다른 물질의 입자로 변한다.
④ 온도가 일정하므로 열에너지 공급은 변하지 않았다.
⑤ 물이 기체로 변하는 현상이 멈춘다.

문항 23

높은 산에서 물이 평지보다 낮은 온도로 끓는 까닭을 쓰시오.

답

문항 24

압력솥에서 물이 100 °C보다 높은 온도로 끓을 수 있는 직접적인 까닭은?

① 물의 양이 줄었기 때문이다.
② 불을 세게 했기 때문이다.
③ 물이 다른 물질로 변했기 때문이다.
④ 온도계 눈금이 바뀌었기 때문이다.
⑤ 물이 받는 압력이 높아졌기 때문이다.

4-B. 끓는점·녹는점은 어떻게 잴까?

질문으로 이해하기

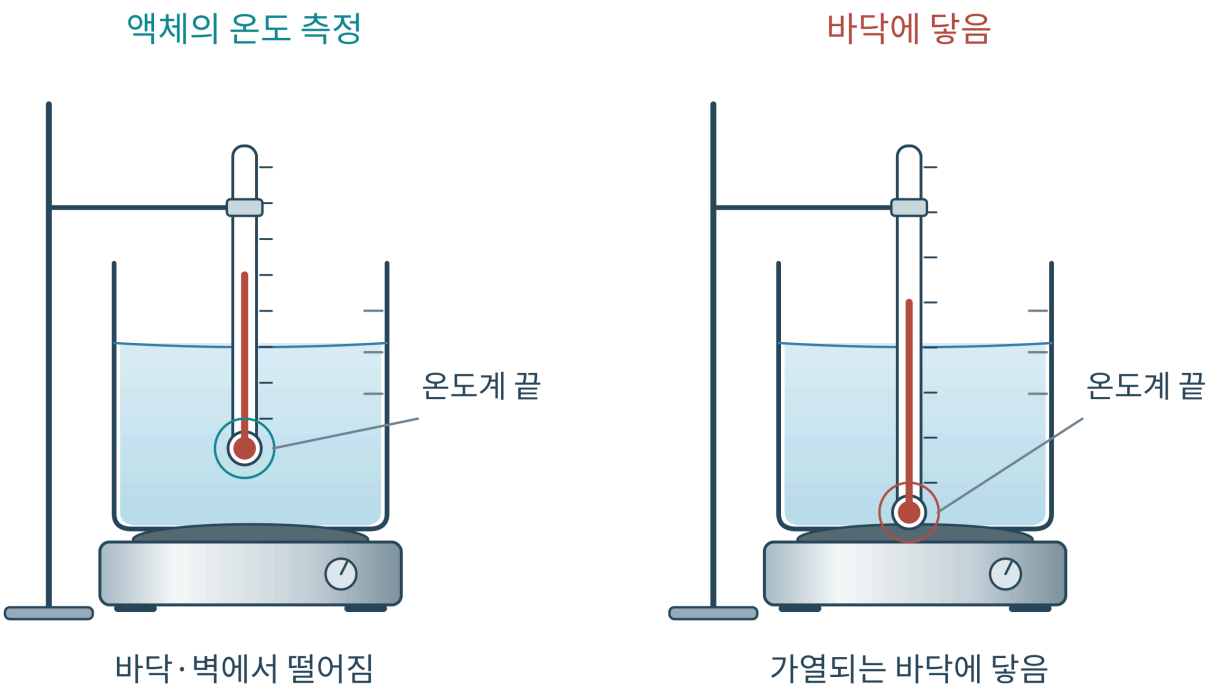
Q16 끓는점을 재려면 온도계는 어디에 두어야 할까?

한 줄 답 액체의 온도를 재는 실험에서는 온도계 끝(온도를 재는 부분)이 액체 속에 잠기되, 용기의 바닥이나 벽에 닿지 않게 한다.

가열되는 용기의 바닥은 액체보다 더 뜨거울 수 있다. 온도계 끝이 바닥에 닿으면 측정하려는 액체의 온도와 다른 값을 읽을 수 있다. 온도계가 액체 밖에 있거나 충분히 기다리지 않은 경우에도 적절한 측정값을 얻기 어렵다.

점검할 것	까닭
온도계 끝의 위치	액체 자체의 온도를 재기 위해서이다.
일정한 시간 간격의 기록	온도가 변하는 과정과 일정한 구간을 확인하기 위해서이다.
충분한 측정 시간	온도계 끝이 액체의 온도를 제대로 나타내게 하기 위해서이다.
압력과 시료의 순도	같은 물질도 조건이나 섞인 물질에 따라 측정값이 달라질 수 있기 때문이다.

온도계 끝이 닿는 곳을 확인한다



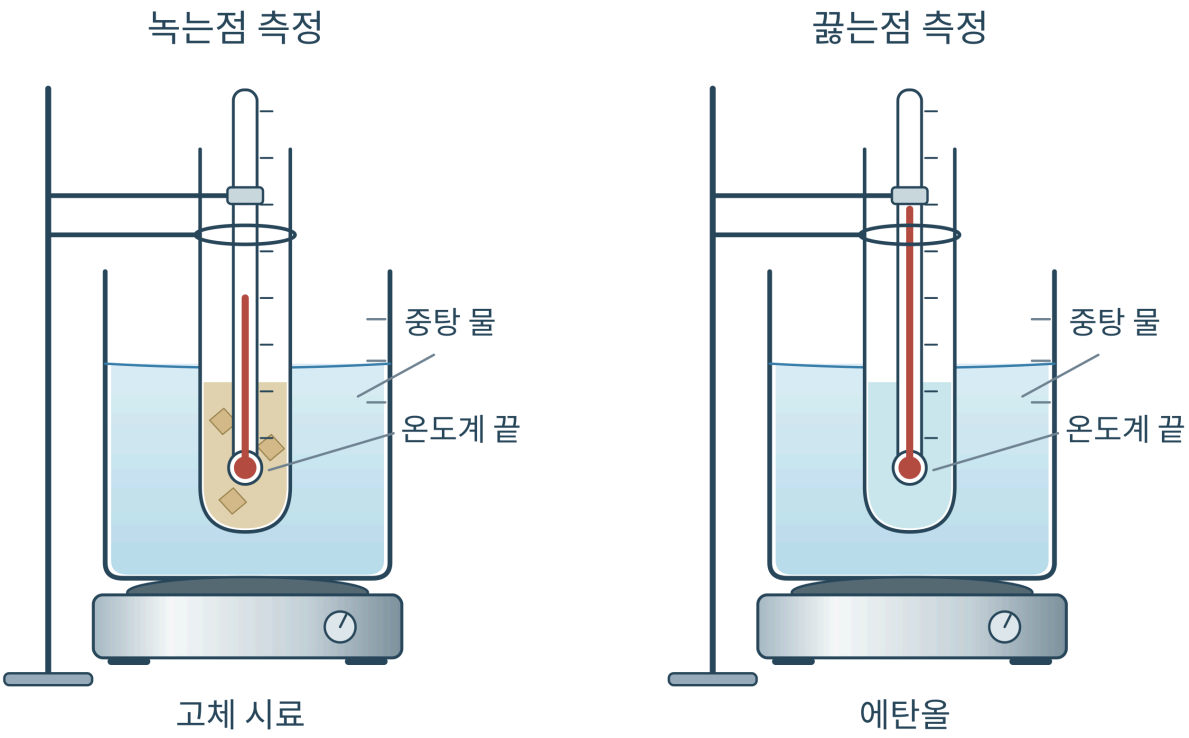
녹는점을 재는 실험에서는 고체 시료가 들어 있는 시험관을 물중탕으로 데우기도 한다. 이때 측정하는 온도는 바깥 중탕 물이 아니라 **안쪽 시료의 온도**이다. 열에너지를 공급하는 물의 온도가 시료의 녹는점보다 충분히 높아야 시료를 녹일 수 있다. 끓는 물중탕으로 모든 고체를 녹일 수 있는 것은 아니다.

에탄올처럼 불이 붙기 쉬운 액체의 끓는점을 잴 때에도 불꽃으로 직접 가열하지 않고 물중탕으로 열에너지를 전달한다.

물중탕을 이용하는 실험	측정하는 온도	물중탕을 쓰는 까닭
고체 시료의 녹는점 측정	안쪽 시료의 온도	시료에 열에너지를 고르게 전달하기 위해서이다.
에탄올의 끓는점 측정	안쪽 에탄올의 온도	불이 붙기 쉬운 액체이기 때문이다.

뜨거운 물에 그릇째 담가 초콜릿을 녹이는 것도 물중탕의 예이다. 물을 통해 열에너지를 전달하면 한곳만 지나치게 뜨거워지는 것을 막을 수 있다. 다른 열원이 없다면 시료를 중탕 물보다 뜨겁게 데울 수 없다.

물중탕으로 안쪽 시료를 데운다



온도계 끝은 안쪽 시료에 잠기고 벽·바닥과 떨어진다

불이 붙기 쉬운 액체는 불꽃으로 직접 가열하지 않는다

실험은 교사의 지도 아래 하고, 용기를 막은 채 가열하지 않는다.

꼭 기억할 지식

측정의 핵심	기억할 것
온도계의 위치	온도계 끝을 재려는 물질 속에 두고, 용기의 바닥·벽에 닿지 않게 한다.
물중탕의 온도 한계	다른 열원이 없다면 중탕 물보다 뜨겁게 데울 수 없다. 1기압의 끓는 물은 약 100 °C이다.

적용 문제

문항 25

끓는점 측정에서 온도계 끝이 가열되는 비커 바닥에 닿아 있었다. 이 측정값을 액체의 온도로 바로 사용하면 안 되는 까닭과 고칠 점을 쓰시오.

답

문항 26

1기압에서 끓는 물중탕으로 고체 P를 데우려 한다. P의 녹는점은 150 °C이다. 다른 열원은 없고 시료는 반응하지 않는다. P가 모두 녹을 때까지 기다리기만 하면 되는가? 까닭을 설명하시오.

답

유형 5 물질 구별과 생활 속 이용

문항 27 대표문제

아래는 같은 압력에서 측정한 가상 순물질의 특성이다. 미지 시료 X는 A~C 중 하나이며, 측정 오차와 불순물은 없다.

후보	녹는점(℃)	끓는점(℃)
A	20	80
B	35	80
C	35	110

X의 끓는점은 80 ℃였다.

(1) 이 결과만으로 남는 후보를 모두 쓰시오.
(2) X의 녹는점을 추가로 측정했더니 35 ℃였다. X는 어느 후보인가?
(3) 후보가 정해져 있지 않다면, 끓는점 하나가 같다는 이유만으로 같은 물질이라고 할 수 있는가? 이유도 쓰시오.

(1) 답

(2) 답

(3) 답

질문으로 이해하기

Q17 끓는점과 녹는점은 왜 물질의 특성일까?

한 줄 답 같은 압력에서 순물질의 양과 관계없이 일정하고, 물질을 구별하는 기준으로 이용할 수 있기 때문이다.

물 50 g과 100 g의 끓는점은 같은 압력에서 같다. 반면 물과 다른 물질은 끓는점이 다를 수 있다. 양이 달라져도 유지되는 값을 비교하면 겉모습만으로 구별하기 어려운 물질을 조사하는 데 도움이 된다.

‘물질의 특성’은 **조건을 바꾸어도 절대 변하지 않는 값**이라는 뜻이 아니다. 끓는점을 비교할 때 압력을 확인하는 이유도 여기에 있다.

Q18 끓는점이 같으면 반드시 같은 물질일까?

한 줄 답 아니다. 한 특성이 같다는 사실만으로 모든 물질 가운데 하나를 확정할 수는 없다.

01편에서 밀도가 같아도 반드시 같은 물질은 아니라고 배웠다. 끓는점도 마찬가지이다. 문항 27에서 A와 B는 끓는점이 같아 끓는점만으로 구별되지 않는다. 녹는점까지 비교하면 주어진 후보 중 B로 판단할 수 있다.

비유로 이해하기 **동명이인 찾기**

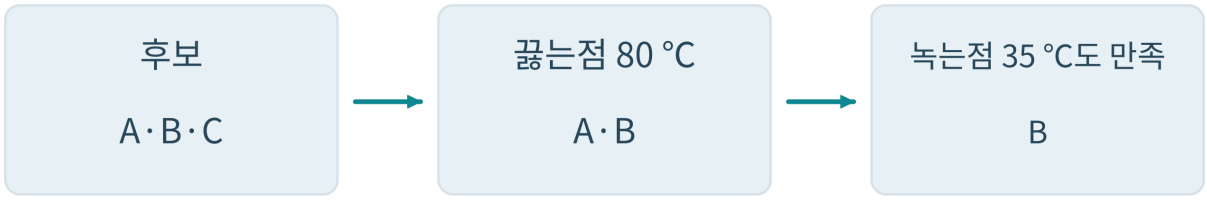
학교 명단에 이름이 같은 사람이 두 명 있으면, 이름만으로는 누구인지 알 수 없어 학년·반을 더 확인한다. 물질도 한 특성이 같은 후보가 여럿이면 다른 특성을 함께 비교한다.

동명이인 찾기	문항 27의 물질 구별
학교 명단	주어진 후보 A~C
이름 확인	끓는점 80 °C에 맞는 A·B
학년·반 추가 확인	녹는점 35 °C에도 맞는 B

이 비유는 여기까지만 맞다

이름은 사람이 붙인 것이지만 끓는점·녹는점은 재서 얻는 성질이다. 주어진 명단이나 후보 안에서, 조건을 더 확인하여 대상을 좁히는 과정만 비교한다.

특성을 하나 더 확인하면 후보가 좁혀진다



가상 물질 · 주어진 후보 중 하나 · 측정 오차 없음

Q19 혼합물도 끓는 동안 온도가 일정할까?

한 줄 답 일정한 압력에서 순물질은 끓는 동안 온도가 일정하지만, 혼합물은 일반적으로 일정하지 않다. 소금물은 끓는 동안 온도가 점점 높아진다.

01편에서 배운 것처럼 한 가지 물질로 이루어진 것은 **순물질**, 두 가지 이상의 순물질이 섞인 것은 **혼합물**이다.

소금물이 끓으면 물이 기체로 빠져나가고 소금은 남는다. 남은 소금물이 점점 진해지므로 끓는 온도도 높아진다.

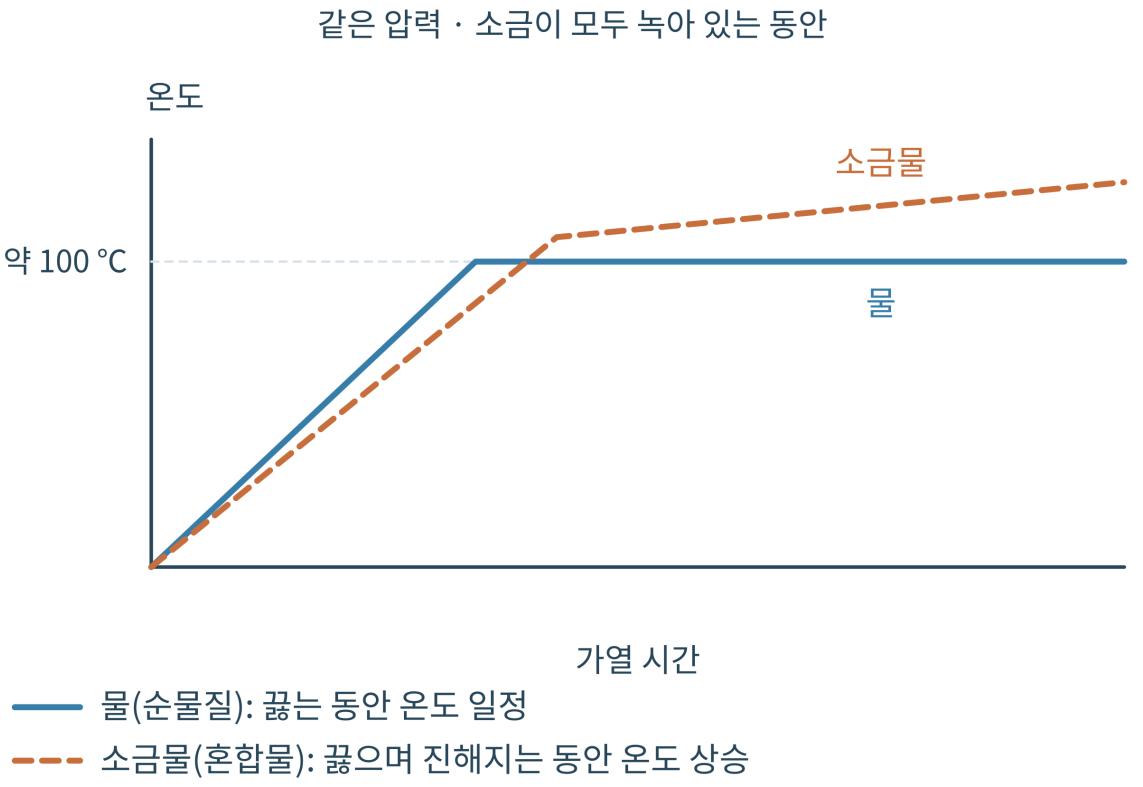
순수한 물과 소금물을 같은 압력에서 가열하면 다음과 같은 차이가 나타난다.

비교할 것	순물질(예: 순수한 물)	혼합물(예: 소금물)
끓는 동안 온도	일정하다.	점점 높아진다.
끓는 동안 그래프 모양	수평이다.	완만하게 올라간다.

※ 소금물의 예는 소금이 모두 녹아 있는 동안을 비교한 것이다.

기본적인 가열 곡선 문제에서는 같은 압력에서 끓는 동안 그래프가 수평이면 순물질, 계속 올라가면 혼합물로 판단한다.

물과 소금물: 끓는 동안의 온도



설명용 모형

단, 압력이 바뀌거나 온도계 위치가 잘못되어도 온도가 변해 보일 수 있으므로 측정 조건이 같은지 먼저 확인한다.

Q20 녹는점·어는점의 높고 낮음을 어디에 이용할까?

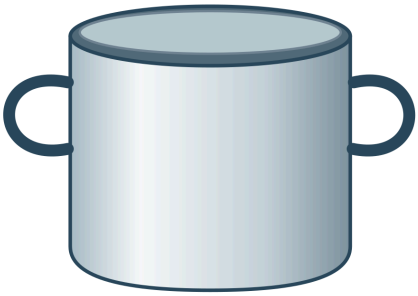
한 줄 답 **높은 온도에서도 고체로 남아야 하는지, 쉽게 녹아야 하는지, 추운 곳에서도 액체로 남아야 하는지에 따라 재료를 고른다.**

쓰임	이용한 성질(높다/낮다)	까닭
높은 온도에서 사용하는 금속 용기	녹는점이 사용 온도보다 충분히 높음	사용 중 고체 모양을 유지해야 한다.
녹아서 회로를 끊는 퓨즈	사용하는 도선보다 녹는점이 낮은 재료를 이용	과도한 전류로 뜨거워지면 먼저 녹아 회로를 끊도록 하기 위해서이다.
추운 곳에서 쓰는 알코올 온도계	알코올의 어는점이 물보다 낮음	물이 어는 온도에서도 액체 상태로 온도를 잴 수 있다.

Q15의 높은 산과 압력솥은 압력에 따른 끓는점 차이를 이용하는 예이다. 실제 재료를 고를 때는 녹는점·어는점 말고도 여러 성질을 함께 따진다.

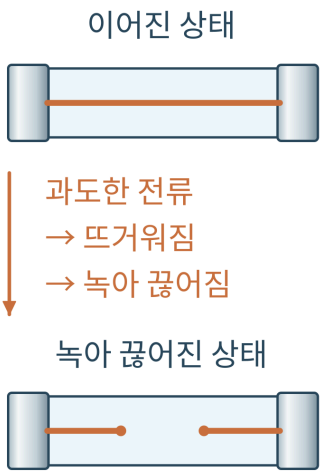
물질의 특성을 이용한 생활 속 도구

고온용 금속 용기



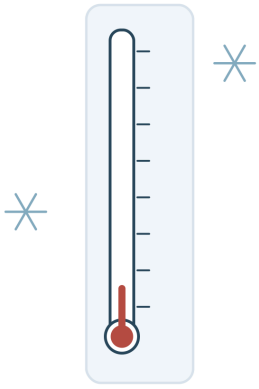
녹는점이
사용 온도보다 높음

퓨즈



녹는점이
낮은 재료 이용

알코올 온도계



어는점이
물보다 낮음

각 도구에 이용한 녹는점·어는점의 높고 낮음

꼭 기억할 지식

자료에서 확인한 것	적절한 결론
같은 조건에서 한 특성이 다르다.	서로 다른 물질이다.
한 특성이 같다.	그 특성만으로 반드시 같은 물질이라고 단정하지 않는다.
주어진 후보 중 모든 측정값에 맞는 것이 하나이다.	주어진 후보와 측정 조건 안에서 그 물질로 판단한다.

대표문제 풀이

문항 27: (1) A, B이다. (2) B이다. (3) 같은 물질이라고 할 수 없다. 끓는점이 같은 서로 다른 물질이 있을 수 있기 때문이다. 첫 측정은 후보를 둘로 줄였고 두 번째 측정이 둘을 구별했다. ‘X는 후보 중 하나’라는 조건도 판단의 근거이다.

적용 문제

문항 28

끓는점에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 같은 압력에서 같은 순물질의 양이 달라도 끓는점은 같다.

② 끓는점이 같으면 언제나 같은 물질이다.

③ 물이 많으면 끓는점은 반드시 높아진다.

④ 압력이 달라도 끓는점은 변하지 않는다.

⑤ 가열을 강하게 할수록 끓는점은 계속 높아진다.

문항 29

같은 압력에서 시료 X와 Y의 끓는점이 모두 80 °C로 측정되었다. 이 둘을 더 구별하려면 조사할 수 있는 다른 물질의 특성을 한 가지 쓰고, 추가 조사가 필요한 까닭을 쓰시오.

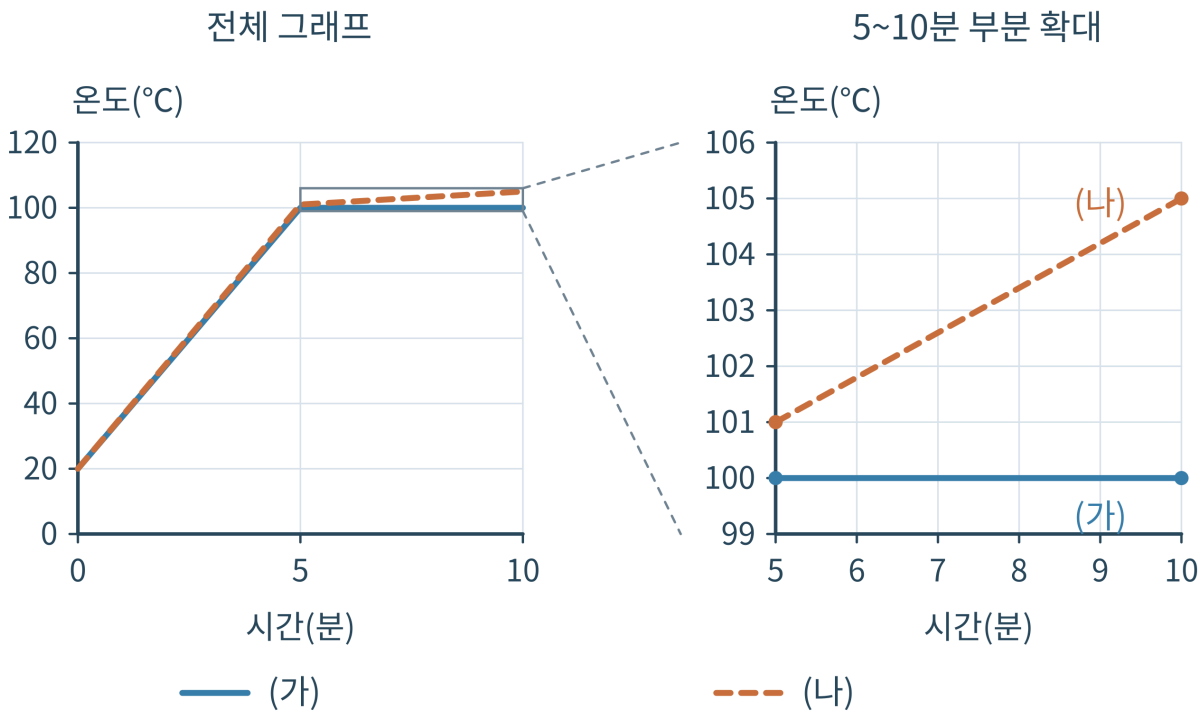
답

문항 30

같은 압력에서 온도계를 바르게 설치하고 액체 (가)와 (나)를 가열했다. 두 시료는 순수한 물과 소금물 중 하나씩이다. 둘 다 5분에 끓기 시작했고 10분까지 액체가 남아 있었다. 소금물에서는 소금이 모두 녹아 있었다. 다음 점들을 차례로 이은 그래프를 보고 답하시오.

시료	시간(분), 온도(℃)의 좌표
(가)	(0, 20) → (5, 100) → (10, 100)
(나)	(0, 20) → (5, 101) → (10, 105)

문항 30



(1) 순물질인 것을 고르고, 그래프에서 찾은 근거를 쓰시오.
(2) (나)의 온도가 끓는 동안 계속 높아지는 까닭을 쓰시오.

(1) 답	(2) 답

문항 31

고온에서 고체 모양을 유지해야 하는 용기의 재료를 고를 때, 녹는점과 관련하여 가장 적절한 기준은?

① 녹는점이 사용 온도보다 낮아야 한다.
② 녹는점과 사용 온도는 아무 관계가 없다.
③ 녹는점이 사용 온도보다 충분히 높아야 한다.
④ 재료의 양을 늘리면 녹는점이 높아진다.
⑤ 녹는점 대신 가열 시간만 조사하면 된다.

문항 32

순수한 물과 얼음이 함께 있는 시료를 보고 “두 상태가 보이므로 두 물질의 혼합물이다.”라고 말했다. 이 말을 바르게 고쳐 쓰시오.

답

한눈에 정리

자주 묻는 말	먼저 구별할 것
온도가 일정한데 열에너지를 받는가?	녹거나 끓는 중이라면 열에너지를 흡수한다.
온도가 일정한데 열에너지를 내보내는가?	어는 중이라면 열에너지를 방출한다.
기체가 생기면 끓는가?	표면의 증발인지 내부에서도 일어나는 끓음인지 본다.
더 오래 걸리면 끓는점이 높은가?	가로축의 시간과 세로축의 온도를 구별한다.
양이 많거나 불이 세면 끓는점이 변하는가?	같은 압력의 같은 순물질이면 끓는점은 같다.
압력이 달라졌는가?	압력이 낮으면 끓는점도 낮아진다.
정확히 녹는점·끓는점인가?	온도만으로 상태나 두 상태의 비율을 단정하지 않는다.
특성 하나가 같은가?	다른 특성과 주어진 후보 조건도 확인한다.
끓는 동안 온도가 계속 오르는가?	같은 압력에서 바르게 측정했다면 혼합물로 판단한다. 순물질은 끓는 동안 온도가 일정하다.

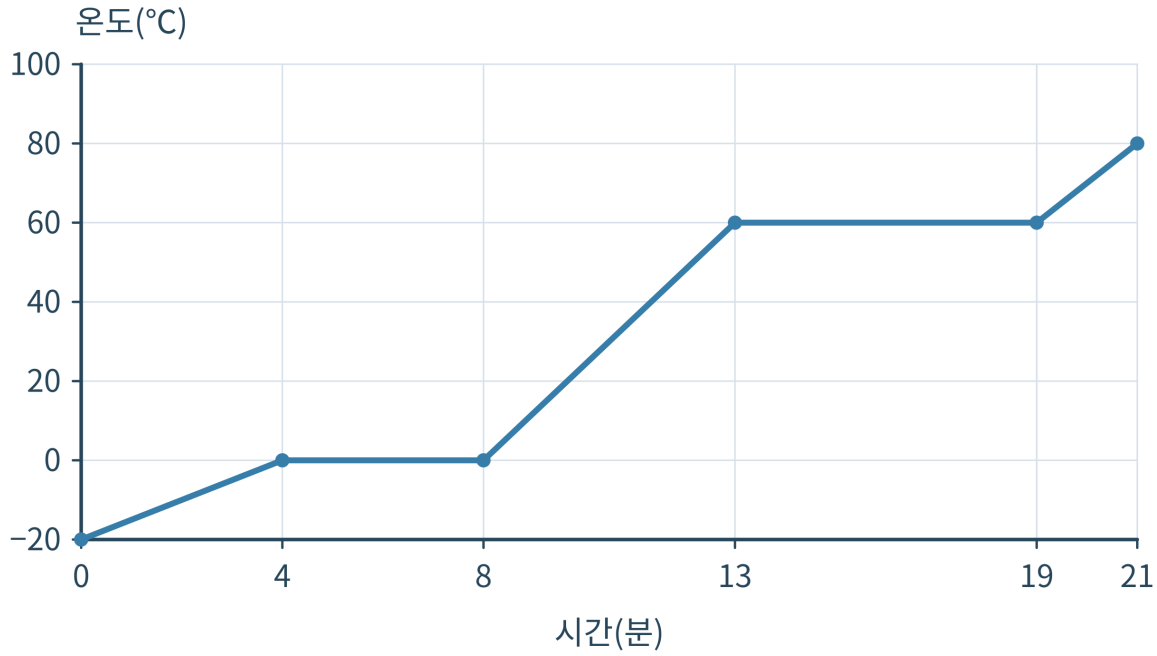
통합 확인 문제

문항 33

일정한 압력에서 고체인 순물질 Y를 가열했다. 각 점을 차례로 직선으로 이은 그래프이며, 온도가 일정한 동안 상태 변화가 진행되었다. 4분에 녹기 시작해 8분에 모두 녹았고, 13분에 끓기 시작해 19분에 모두 기체가 되었다.

시간(분)	0	4	8	13	19	21
온도(℃)	−20	0	0	60	60	80

문항 33



(1) 녹는점과 끓는점을 각각 쓰시오.

(2) 6분과 16분에 존재하는 상태를 각각 쓰시오.

(3) 녹는 데 걸린 시간과 끓어 모두 기체가 되는 데 걸린 시간을 각각 구하시오.

(1) 답	(2) 답	(3) 답

문항 34

문항 33과 같은 압력에서 25 °C와 70 °C일 때 순물질 Y의 상태를 각각 쓰시오.

답

문항 35

처음 온도와 가열 장치가 같은 두 실험에서 같은 순수한 액체를 각각 40 g, 80 g씩 가열했다. 외부 압력도 같았다. 두 시료 모두 75 °C에서 끓기 시작했으며, 끓기 시작한 시간은 각각 3분과 6분이었다. 옳은 것을 모두 고른 것은?

ㄱ. 이 자료에서 양이 많을수록 끓기 시작하기까지 더 오래 걸렸다.

ㄴ. 두 시료의 끓는점은 같다.

ㄷ. 80 g 시료의 끓는점은 40 g 시료의 두 배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

문항 36

같은 순물질을 같은 압력에서 관찰했다. (가)에서는 고체가 액체로 변하며 온도가 일정했고, (나)에서는 액체가 고체로 변하며 온도가 일정했다.

(1) (가)와 (나)의 상태 변화 이름과 열에너지의 출입을 각각 쓰시오.
(2) (가)와 (나)에서 일정하게 유지되는 온도는 같은가, 다른가?

(1) 답

(2) 답

문항 37

다음은 같은 압력에서 측정한 가상 순물질의 자료이다. 미지 시료는 이 후보 중 하나이며, 측정 오차는 없다.

후보	녹는점(℃)	끓는점(℃)
A	−15	65
B	5	65
C	5	95

미지 시료는 65 ℃에서 끓고, 0 ℃에서 액체 상태였다. 이 시료는?

① A　② B　③ C　④ A 또는 B　⑤ B 또는 C

문항 38

1기압에서 순수한 물이 열린 용기에서 끓고 있다. 학생은 “물이 더 빨리 기체가 되려면 끓는점 자체를 높여야 해. 같은 압력에서 불을 더 세게 하면 끓는점이 올라가겠지.”라고 말했다.

(1) 학생의 말에서 틀린 부분을 찾아 바르게 고쳐 쓰시오.
(2) 물의 끓는점 자체를 높이는 조건 변화를 한 가지 쓰시오. 물에 다른 물질을 섞는 방법은 제외한다.

(1) 답

(2) 답

정답과 해설

빠른 정답

문항	정답
01	(1) 100 °C (2) 흡수, 액체를 기체로 바꾸는 데 쓰임 (3) 액체와 기체
02	③
03	옳지 않음. 열에너지를 흡수하며 상태가 변함
04	표면에서의 증발로 마르며, 내부에서도 기화하는 끓음과 다름
05	①
06	녹아 있던 공기가 빠져나온 기포일 수 있으므로 온도·끓는 모습도 확인
07	(1) 모두 48 °C (2) 녹을 때 흡수, 얼 때 방출 (3) 방향은 반대
08	④
09	고체 감소, 액체 증가
10	⑤
11	(가) 융해 (나) 용해
12	물질에서 주변으로 열에너지 방출, 모두 언 뒤 온도 하강
13	(1) 40 °C, 90 °C (2) 고체와 액체 / 액체 / 액체와 기체 / 기체 (3) 모두 흡수
14	④
15	(1) 30 °C (2) 고체와 액체, 방출 (3) 고체
16	③
17	불가. 온도만으로 진행 정도·두 상태의 비율을 알 수 없음
18	②
19	(1) (가) (2) 열에너지를 계속 받아도 온도가 일정하며 고체가 액체로 변함
20	(1) A와 B (2) A와 C (3) 끓는점
21	(1) A와 B, 끓는점이 80 °C로 같음 (2) B, 같은 조건에서 끓는점까지 데우는 데 더 오래 걸림
22	②

문항	정답
23	대기압이 낮아 끓는점이 낮아짐
24	⑤
25	액체 대신 바닥의 온도가 반영될 수 있음. 온도계 끝을 액체 속에 두고 벽·바닥에서 뗌
26	안 됨. 약 100 °C인 중탕 물로 150 °C의 녹는점에 도달시킬 수 없음
27	(1) A, B (2) B (3) 불가. 끓는점이 같은 서로 다른 물질이 있을 수 있음
28	①
29	녹는점·밀도 등. 한 특성이 같아도 서로 다른 물질일 수 있음
30	(1) (가), 끓는 동안 온도 일정 (2) 물이 기체로 빠져나가 남은 소금물이 진해짐
31	③
32	두 상태 모두 물이라는 한 물질이므로, 상태가 둘이라는 이유로 혼합물은 아님
33	(1) 0 °C, 60 °C (2) 고체와 액체 / 액체와 기체 (3) 4분, 6분
34	액체, 기체
35	③
36	(1) 융해·흡수 / 응고·방출 (2) 같음
37	①
38	(1) 가열 세기 증가는 기화 속도를 높일 수 있지만 같은 압력의 끓는점은 그대로 (2) 외부 압력 증가

자세한 해설

01 **정답** (1) 100 °C (2) 열에너지를 흡수한다. 흡수한 열에너지가 액체를 기체로 바꾸는 데 쓰인다. (3) 액체와 기체

8분 이후 계속 가열하는데도 100 °C가 유지되므로 이 자료에서의 끓는점은 100 °C이다. 10분에도 액체가 남아 있고 기체로 바뀌고 있으므로 두 상태가 함께 있다.

인정 범위 (2)는 열에너지의 흡수와 상태 변화에 쓰임이 함께 드러나면 인정한다. '열에너지를 안 받아서'는 인정하지 않는다.

다시 볼 질문 Q01~Q03

02 **정답** ③

증발과 끓음은 모두 기화이다. ① 증발은 표면에서 일어난다. ② 끓음은 내부에서도 일어난다. ④ 증발은 끓는점 아래에서도 가능하다. ⑤ 끓는 물의 기포의 주성분은 산소가 아니라 수증기이다.

다시 볼 질문 Q01·Q02·Q04

---

03 **정답** 옳지 않다. 물은 열에너지를 흡수하며, 그 열에너지가 액체를 기체로 바꾸는 데 쓰인다.

온도만 보면 그대로이지만 액체인 물의 양은 줄고 기체로 변한 양은 늘어난다. 온도 일정과 열에너지의 출입 없음을 같은 뜻으로 보면 안 된다.

인정 범위 '열에너지를 흡수하면서 상태가 변한다'는 뜻이면 인정한다.

다시 볼 질문 Q03

---

04 **예시 답안** 물 표면에서 증발하여 마르는 것이며, 물 내부에서도 기화가 일어나는 끓음과는 다르다.

수건이 마르는 것은 물이 낮은 온도에서도 기체가 될 수 있음을 보여 준다. '실온에서는 기화하지 않는다'는 설명은 틀리다.

인정 범위 표면에서 일어나는 증발임을 밝히고 끓음과 구별하면 인정한다.

다시 볼 질문 Q01·Q02

---

05 **정답** ①

눈에 보이는 하얀 김은 주로 수증기가 식어 생긴 작은 물방울이다. ② 기체인 수증기는 보이지 않는다. ③ 물이 끓는 것은 산소로 분해되는 변화가 아니다. ④·⑤도 하얀 김의 성분과 상태를 잘못 설명했다.

다시 볼 질문 Q04

---

06 **예시 답안** 물에 녹아 있던 공기가 빠져나오며 기포가 생길 수 있으므로 기포만으로 끓었다고 판단할 수 없다.

문제에서는 끓는점보다 낮고 전체가 끓는 모습도 없다고 했다. 물 내부의 활발한 기화와 초기의 작은 기포를 구별해야 한다.

다시 볼 질문 Q04

---

07 **정답** (1) 녹는점과 어는점 모두 48 ℃ (2) 융해할 때 흡수, 응고할 때 방출 (3) 방향은 반대이다.

같은 순물질이 같은 압력에서 녹고 어는 온도는 같다. 그러나 고체 → 액체와 액체 → 고체는 반대 방향이며 열에너지의 출입도 반대이다.

다시 볼 질문 Q05·Q06·Q08

---

08 **정답** ④

같은 압력에서 어는점은 녹는점과 같은 62 ℃이고, 얼면서 열에너지를 방출한다. ①·②는 모든 물질의 어는점을 물과 같은 0 ℃로 보았다. ③은 열에너지의 출입을 뒤집었다. ⑤는 100 ℃를 잘못 적용했다.

다시 볼 질문 Q05·Q06

---

09 **정답** 고체의 양은 줄고 액체의 양은 늘어난다.

융해는 고체가 액체로 바뀌는 과정이다. 문제의 조건에서 고체와 액체를 합친 전체 물질의 질량이 사라지는 것은 아니다.

다시 볼 질문 Q05·Q07

---

10 **정답** ⑤

상태가 변해도 입자 자체가 녹아 없어지는 것은 아니다. ①~④는 융해의 방향, 열에너지의 흡수, 입자 배열 변화와 물질의 종류가 유지됨을 바르게 설명했다.

다시 볼 질문 Q07

---

11 **정답** (가) 융해 (나) 용해

얼음은 물이라는 같은 물질이 고체에서 액체로 바뀐다. 설탕물은 설탕이 물과 섞여 용액이 된 것이다. 일상어 '녹는다'만으로 두 과정을 같은 변화로 보지 않는다.

다시 볼 질문 Q05

---

12 **정답** 물질에서 주변으로 열에너지를 방출하며, 모두 언 뒤에도 계속 냉각하면 고체의 온도가 내려간다.

어는 동안에는 상태 변화와 함께 열에너지가 나간다. 응고가 끝나면 더 이상 그 상태 변화 구간이 아니므로 계속 냉각할 때 온도가 낮아진다.

다시 볼 질문 Q08

---

13 **정답** (1) 40 °C, 90 °C (2) 3분: 고체와 액체 / 7분: 액체 / 12분: 액체와 기체 / 17분: 기체 (3) 모두 흡수

3분은 B~C 안쪽, 7분은 C~D 안쪽, 12분은 D~E 안쪽, 17분은 E~F 안쪽이다. 모두 경계점이 아닌 시간을 물었으므로 표의 구간 상태를 적용할 수 있다.

인정 범위 상태의 순서를 구별해 쓰면 인정한다. 3분과 12분에서 한 상태만 쓰면 불완전하다.

다시 볼 질문 Q09~Q12

---

14 **정답** ④

−20 °C는 녹는점보다 낮아 고체, 20 °C는 녹는점과 끓는점 사이여서 액체, 70 °C는 끓는점보다 높아 기체이다. ①~③은 온도 구간을 잘못 짝지었고, ⑤는 끓는점보다 높은 상태를 액체로 보았다.

다시 볼 질문 Q12

---

15 **정답** (1) 30 °C (2) 고체와 액체, 열에너지 방출 (3) 고체

3~7분에 온도가 일정하고 액체가 고체로 바뀐다. 5분은 이 구간 안쪽이므로 두 상태가 함께 있고, 9분은 응고가 끝난 뒤여서 고체이다. 냉각 과정이므로 열에너지를 방출한다.

다시 볼 질문 Q08·Q10·Q11

---

16 **정답** ③

ㄱ 녹으면서 열에너지를 흡수하고, ㄴ 고체인 얼음과 액체인 물이 함께 있다. ㄷ 두 상태 모두 같은 물질인 물이므로 서로 다른 물질 두 종류라는 설명은 틀리다. 따라서 ㄱ, ㄴ을 모두 고른 ③이다.

다시 볼 질문 Q05·Q10

---

17 **정답** 결론 내릴 수 없다. 온도만으로 녹는 과정이 얼마나 진행되었는지와 두 상태의 비율을 알 수 없다.

40 °C는 녹기 시작하거나 녹는 중이거나 모두 녹은 직후에도 나타날 수 있다. 녹는 중이라도 고체와 액체의 비율이 항상 반반은 아니다.

인정 범위 ‘온도만으로 상태 변화 진행 정도나 비율을 알 수 없다’는 의미가 드러나면 인정한다.

다시 볼 질문 Q11

---

18 **정답** ②

세로축의 값 35 °C가 녹는점이다. 녹는 데 걸린 시간은 끝 시간에서 시작 시간을 빼서 8−2=6분이다. ③은 끝난 시각을 걸린 시간으로 잘못 읽었다. ①·④·⑤는 시간과 온도를 혼동했다.

다시 볼 질문 Q09·Q10

---

19 **정답** (1) (가) (2) 열에너지를 계속 받는데도 온도가 일정하고 고체가 액체로 변하므로, 받은 열에너지가 상태 변화에 쓰이고 있다.

(나)는 주변과 온도가 같아진 구리 조각이 고체 상태로 남아 있는 상황이다. 온도계 숫자만 보는 것이 아니라 가열 여부와 상태 변화를 함께 확인한다. (나)는 가열에 의해 고체가 액체로 변하는 상황이 아니다.

인정 범위 (가)의 열에너지 흡수와 상태 변화를 연결하면 인정한다. '온도가 일정하니까'만 쓰면 근거가 부족하다.

다시 볼 질문 Q03·Q07·Q09

---

20 **정답** (1) A와 B (2) A와 C (3) 끓는점

A와 B는 양이 다르고 가열 세기가 같다. A와 C는 양이 같고 가열 세기가 다르다. 세 실험의 끓기 시작한 시간은 다르지만 끓는 온도는 모두 100 °C이다.

다시 볼 질문 Q13·Q14

---

21 **정답** (1) A와 B — 끓는점이 80 °C로 같다. (2) B — 같은 가열 조건에서 끓는점에 도달하는 데 더 오래 걸렸다.

세 시료 중 정확히 두 시료가 같은 물질이라는 조건이 있다. A와 B의 끓는점은 80 °C로 같고 C는 100 °C이므로 A와 B를 고른다. 처음 온도도 같으므로 같은 물질인 A와 B를 끓는점까지 데우는 데 필요한 열에너지는 질량이 큰 쪽이 더 많다. 같은 세기로 가열하여 B가 6분, A가 3분 걸렸으므로 B의 질량이 더 크다. 다른 물질인 C의 질량은 이 정보만으로 비교하지 않는다.

인정 범위 (1)은 A·B와 끓는점 80 °C 일치, (2)는 B와 같은 조건에서 더 오래 가열했다는 근거가 함께 있으면 인정한다.

다시 볼 질문 Q13·Q18

---

22 **정답** ②

열에너지를 더 빠르게 공급하면 같은 시간에 기체로 변하는 물의 양이 늘어날 수 있다. ① 압력이 같으므로 끓는점은 그대로이다. ③ 상태 변화는 물질의 종류가 바뀌는 변화가 아니다. ④ 온도 일정과 열에너지 공급의 크기는 별개이다. ⑤ 기화가 멈추는 것이 아니다.

다시 볼 질문 Q03·Q14

---

23 **예시 답안** 높은 산에서는 대기압이 낮아 물의 끓는점이 낮아지기 때문이다.

주변 공기가 차갑다는 이유만으로 끓는점이 낮아지는 것은 아니다. 끓는점 변화와 직접 연결하는 조건은 외부 압력이다.

다시 볼 질문 Q15

---

24 **정답** ⑤

내부 압력이 높아져 물의 끓는점이 높아진다. ① 물의 양은 끓는점을 바꾸지 않는다. ② 같은 압력에서 불의 세기를 높여도 끓는점은 변하지 않는다(Q14). ③ 물의 종류는 바뀌지 않았고, ④ 온도계 눈금도 바뀌지 않는다.

다시 볼 질문 Q14·Q15

---

25 **예시 답안** 온도계 끝에 액체보다 뜨거운 비커 바닥의 온도가 반영될 수 있다. 온도계 끝을 액체 속에 두되 바닥과 벽에 닿지 않게 한다.

이 실험의 측정 대상은 비커가 아니라 액체이다. 문제의 잘못된 위치를 고치는 것이 핵심이다.

인정 범위 바닥 접촉으로 측정 대상의 온도를 정확히 나타내지 못할 수 있다는 이유와 위치 수정이 모두 드러나면 인정한다.

다시 볼 질문 Q16

---

26 **정답** 기다리기만 해서는 녹지 않는다. 1기압의 끓는 중탕 물은 약 100 °C이므로 다른 열원 없이 시료를 녹는점 150 °C까지 데울 수 없다.

초콜릿 중탕처럼 시료는 바깥 물을 통해 열에너지를 받는다. 가열 시간이 길다는 이유로 중탕 물보다 시료가 한없이 뜨거워지는 것은 아니다. 물중탕에 알맞은 녹는점 범위인지 먼저 확인한다.

다시 볼 질문 Q16

---

27 **정답** (1) A, B (2) B (3) 그렇다고 할 수 없다. 끓는점이 같은 서로 다른 물질이 있을 수 있기 때문이다.

끓는점 80 °C에는 A와 B가 모두 맞는다. 그중 녹는점 35 °C에 맞는 것은 B이다. C는 녹는점은 같지만 끓는점이 다르다. 주어진 후보 중 하나라는 조건 안에서 B로 판단한다.

다시 볼 질문 Q17·Q18

---

28 **정답** ①

같은 압력의 같은 순물질은 양이 달라도 끓는점이 같다. ②는 한 특성만으로 물질을 확정했고, ③은 양과 온도를 혼동했다. ④는 압력의 영향을 무시했고, ⑤는 가열 세기와 끓는점을 혼동했다.

다시 볼 질문 Q13~Q15·Q18

---

29 **예시 답안** 같은 조건에서 녹는점을 더 조사한다. 끓는점이 같아도 서로 다른 물질일 수 있기 때문이다.

같은 온도·압력에서 밀도를 비교하는 답도 가능하다.

인정 범위 녹는점 또는 조건을 맞춘 밀도 등 다른 적절한 특성 한 가지와 추가 조사의 이유가 있으면 인정한다. 질량·부피 각각만을 제시한 것은 물질의 양에 따라 달라져 충분하지 않다.

다시 볼 질문 Q18

---

30 **정답** (1) (가) — 끓는 동안 온도가 일정하다. (2) 물이 기체로 빠져나가고 소금은 남아 소금물이 점점 진해지기 때문이다.

두 시료가 순수한 물과 소금물 중 하나씩이라는 조건을 적용한다. 5~10분에 (가)는 100 °C로 일정하고, (나)는 101 °C에서 105 °C로 높아진다. 따라서 (가)는 순물질인 물이고 (나)는 혼합물인 소금물이다. 소금이 기체로 빠져나가서 온도가 높아지는 것은 아니다.

인정 범위 (1)은 (가)와 끓는 동안 온도 일정, (2)는 물의 기화와 남은 소금물이 진해짐을 연결하면 인정한다.

다시 볼 질문 Q19

---

31 **정답** ③

사용 온도에서 고체 모양을 유지하려면 녹는점이 그 온도보다 충분히 높아야 한다. ①은 쉽게 녹는 조건이다. ②는 관련성을 부정했고, ④는 양을 늘리면 녹는점이 높아진다는 오개념이다. ⑤는 상태 변화 온도를 확인하지 않았다.

다시 볼 질문 Q20

---

32 **예시 답안** 얼음과 물은 상태가 다른 같은 물질이므로 두 상태가 함께 있다는 이유만으로 혼합물이라고 할 수 없다.

물질의 종류와 상태의 수를 구별한다. 문제에서 두 상태가 모두 순수한 물이라고 했으므로 다른 물질이 섞였다고 볼 근거가 없다.

다시 볼 질문 Q10·Q19

---

33 **정답** (1) 녹는점 0 °C, 끓는점 60 °C (2) 6분: 고체와 액체 / 16분: 액체와 기체 (3) 4분, 6분

낮은 수평 구간은 4~8분, 높은 수평 구간은 13~19분이다. 걸린 시간은 각각 8−4=4분, 19−13=6분이다. 0 °C에서 녹는다는 이유만으로 이 물질을 물이라고 부르면 안 된다. 여기서는 가상의 순물질 Y이다.

다시 볼 질문 Q09~Q11

---

34 **정답** 25 °C: 액체 / 70 °C: 기체

Y의 녹는점 0 °C와 끓는점 60 °C 사이인 25 °C에서는 액체이고, 끓는점보다 높은 70 °C에서는 기체이다. 문제의 압력이 같다는 조건을 적용한다.

다시 볼 질문 Q12

---

35 **정답** ③

ㄱ은 주어진 시간 3분과 6분으로 확인할 수 있고, ㄴ은 두 시료가 모두 75 °C에서 끓으므로 맞다. ㄷ은 양이 두 배라는 사실을 끓는점에 잘못 적용했다. 따라서 ㄱ, ㄴ을 모두 고른 ③이다.

다시 볼 질문 Q13

---

36 **정답** (1) (가) 융해·열에너지 흡수, (나) 응고·열에너지 방출 (2) 같다.

같은 압력에서 같은 순물질의 녹는점과 어는점은 같다. 방향과 열에너지의 출입은 서로 반대이다.

다시 볼 질문 Q05·Q06·Q08

---

37 **정답** ①

끓는점 65 °C로 A와 B가 남는다. 0 °C는 A의 녹는점 −15 °C보다 높고 끓는점 65 °C보다 낮아 A는 액체이다. B는 녹는점 5 °C보다 낮으므로 고체이다. C는 끓는점부터 다르다. 따라서 A만 조건을 모두 만족한다.

다시 볼 질문 Q12·Q18

---

38 **예시 답안** (1) 같은 압력에서 가열 세기를 높이면 물이 기체로 변하는 속도가 빨라질 수 있지만 끓는점은 그대로이다. (2) 물이 받는 외부 압력을 높인다.

열에너지를 공급하는 빠르기와 끓는점이라는 온도 조건을 구별해야 한다. 압력 변화는 끓는점 자체에 영향을 준다. 답은 조건 변화에 대한 설명이며 임의의 용기를 밀폐해 가열하라는 뜻이 아니다.

인정 범위 (1)은 속도 증가와 끓는점 일정이 함께 드러나면 인정한다. (2)는 외부 압력 증가를 쓰면 인정한다.

다시 볼 질문 Q14·Q15