

◆ 15-9평 A형 16~18번

[16~18] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

음식이 상한 것과 가스가 새는 것을 쉽게 알아차릴 수 있는 것은 우리에게 냄새를 맡을 수 있는 후각이 있기 때문이다. 이처럼 후각은 우리 몸에 해로운 물질을 탐지하는 문지기 역할을 하는 중요한 감각이다. 어떤 냄새를 일으키는 물질을 ‘취기재(臭氣材)’라 부르는데, 우리가 어떤 냄새가 난다고 탐지할 수 있는 것은 취기재의 분자가 코의 내벽에 있는 후각 수용기를 자극하기 때문이다.

일반적으로 인간은 동물만큼 후각이 예민하지 않다. 물론 인간도 다른 동물과 마찬가지로 취기재의 분자 하나에도 민감하게 반응하는 후각 수용기를 갖고 있다. 하지만 개[犬]가 10억 개에 이르는 후각 수용기를 갖고 있는 것에 비해 인간의 후각 수용기는 1천만 개에 불과하여 인간의 후각이 개의 후각보다 둔한 것이다.

우리가 냄새를 맡으려면 공기 중에 취기재의 분자가 충분히 많아야 한다. 다시 말해, 취기재의 농도가 어느 정도에 이르러야 냄새를 탐지할 수 있다. 이처럼 냄새를 탐지할 수 있는 최저 농도를 ‘탐지 역치’라 한다. 탐지 역치는 취기재에 따라 차이가 있다. 우리가 메탄올보다 박하 냄새를 더 쉽게 알아챌 수 있는 까닭은 메탄올의 탐지 역치가 박하향에 비해 약 3,500배 가량 높기 때문이다.

취기재의 농도가 탐지 역치 정도의 수준에서는 냄새가 나는지 안 나는지 정도를 탐지할 수는 있지만 그 냄새가 무슨 냄새인지 인식하지 못한다. 즉 ㉠ 냄새의 존재 유무를 탐지할 수는 있어도 냄새를 풍기는 취기재의 정체를 인식하지는 못하는 상태가 된다. 취기재의 정체를 인식하려면 취기재의 농도가 탐지 역치보다 3배가량은 높아야 한다. 즉 취기재의 농도가 탐지 역치 수준으로 낮은 상태에서는 그 냄새가 꽃향기인지 비린내인지 알 수 없는 것이다. 한편 같은 취기재들 사이에서는 농도가 평균 11% 정도 차이가 나야 냄새의 세기 차이를 구별할 수 있다고 알려져 있다.

연구에 따르면 인간이 구별할 수 있는 냄새의 가짓수는 10만 개가 넘는다. 하지만 그 취기재가 무엇인지 다 인식해 내지는 못한다. 그 이유는 무엇일까? 한 실험에서 실험 참여자에게 실험에 쓰일 모든 취기재의 이름을 미리 알려 준 다음, 임의로 선택한 취기재의 냄새를 맡게 하고 그 종류를 맞히게 했다. 이때 실험 참여자가 틀린 답을 하면 그때마다 정정해 주었다. 그 결과 취기재의 이름을 알아맞히는 능력이 거의 두 배로 향상되었다.

위의 실험은 특정한 냄새의 정체를 파악하기 어려운 이유가 냄새를 느끼는 능력이 부족하기 때문이 아님을 보여 준다. 그것은 우리가 모든 냄새에 대응되는 명명 체계를 갖고 있지 못할 뿐만 아니라 특정한 냄새와 그것에 해당하는 이름을 연결하는 능력이 부족하기 때문이다. 즉 인간의 후각은 기억과 밀접한 관련이 있는 것이다. 이에 따르면 어떤 냄새를 맡았을 때 그 냄새와 관련된 과거의 경험이나 감정이 떠오르는 일은 매우 자연스러운 현상이다.

16. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 후각 수용기는 취기재의 분자에 반응한다.
- ② 후각은 유해한 물질을 탐지하는 역할도 한다.
- ③ 박하향의 탐지 역치는 메탄올의 탐지 역치보다 높다.
- ④ 인간은 개[犬]에 비해 적은 수의 후각 수용기를 갖고 있다.
- ⑤ 인간의 후각 수용기는 취기재의 분자 하나에도 반응할 수 있다.

17. 윗글을 통해 알 수 있는 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 과거에 경험한 사건이 그와 관련된 냄새를 통해 환기되는 경우가 있다.
- ② 특정한 냄새와 그 명칭을 정확히 연결하는 능력은 학습을 통해 향상될 수 있다.
- ③ 취기재의 이름을 알아맞히는 능력이 향상되면 그 취기재의 탐지 역치를 낮출 수 있다.
- ④ 인간이 구별할 수 있는 냄새의 가짓수는 인간이 인식하는 취기재의 가짓수보다 많다.
- ⑤ 같은 취기재들 사이에서 농도 차이가 평균 11% 미만이라면 냄새의 세기를 구별하기 어렵다.

18. ㉠의 경우에 해당하는 것은?

- ① 탐지 역치가 10인 취기재의 농도가 5인 경우
- ② 탐지 역치가 10인 취기재의 농도가 15인 경우
- ③ 탐지 역치가 10인 취기재의 농도가 35인 경우
- ④ 탐지 역치가 20인 취기재의 농도가 15인 경우
- ⑤ 탐지 역치가 20인 취기재의 농도가 85인 경우

◆ 09년 4월 고3 23~26번

[23 ~ 26] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

인간의 감각을 흉내 내는 기술들은 끊임없이 발전해왔다. 그러나 다른 감각에 비해 후각은 아직 정복되지 않았다. 하지만 최근 과학자들은 ‘전자코(electronic nose)’라는 기계를 발명하면서 후각의 신비에 도전하고 있다.

1980년대 연구자들은 전류가 흐르는 센서에 어떤 기체분자가 닿을 경우 센서의 전기 저항값이 바뀐다는 사실을 발견했다. 그리고 이 저항값의 변화를 적당한 소프트웨어를 이용하여 분석해 좌표상의 한 점으로 변환하면 자체 데이터베이스를 통해 그 기체분자에 대한 정보를 얻을 수 있다는 것도 알아냈다. 이 과정이 마치 사람의 코에서 일어나는 일과 비슷해 ‘전자코’라는 장치를 만들게 된 것이다.

하지만 인간의 후각은 이보다 매우 정교하다. 콧속 천장에 있는 후각상피라고 불리는 부분은 콧구멍을 통해 흘러 들어온 냄새분자를 감지하는 곳으로, 후각상피세포의 표면에는 냄새분자를 감지하는 약 1천 가지의 냄새수용체 단백질이 있다. 이 수용체로 사람은 1만 가지의 냄새를 구별할 수 있는데 반해, 최근 발표된 전자코의 냄새수용체 센서도 아직 십여 종에 불과하다.

최초의 상업적인 전자코는 1993년에 나왔는데 여기에는 일련의 금속산화물이 냄새센서로 쓰였다. 6~12가지 센서에서 나오는 전기 신호를 데이터로 처리하여 좌표상의 한 점으로 변환하는 방식을 이용한 것이다. 이후에는 센서의 재료로 플라스틱을 활용했으나 전기를 전도하는 플라스틱의 수가 많지 않아 감지할 수 있는 화학물질의 수가 제한돼 있다는 단점이 있었다. 그래서 최근 한 연구팀은 새로운 방식의 전자코를 개발했다. 감지재료로 보통의 플라스틱에 탄소 입자를 섞는 방식을 이용하여 전기가 전도되도록 한 것이다. 즉 다양한 플라스틱을 사용해 여러 화학물질을 감지할 수 있는 센서를 만들어 낼 수 있게 된 것이다.

전자코가 실용화된다면 그 쓰임새는 매우 다양할 것이다. 사람의 코는 매우 우수하지만 항상 일정한 것은 아니며 냄새의 강도를 수치로 표시할 수 없기 때문에 ㉠ 시간이 지남에 따라 냄새가 얼마만큼 변하는지 정량적으로 추적할 수가 없다. 하지만 전자코가 사람의 코를 대신할 수 있는 ㉡ 진정한 ‘인공코’가 되기 위해서는 해결해야 할 과제가 많다. 현재의 전자코는 사람이 냄새를 맡을 수 없는 물질과는 종종 반응하는 반면, 냄새가 강해 사람이 충분히 알아차릴 수 있는 농도인데도 그냥 지나치는 경우도 많다. 그나마 센서의 감도는 대체로 1ppm(1백만분의 1) 내외로 사람의 후각에 훨씬 뒤떨어져 있다. 또 지금까지 개발된 센서 중 실제로 응용할 만한 것은 수십 종에 지나지 않는다. 센서가 되기 위해서는 휘발분자와 결합할 때 그 결합이 일시적이어야 하고 센서분자가 변형되면 안 되며, 같은 분자에 대해서는 언제 측정해도 똑같은 신호를 보내야 하기 때문이다.

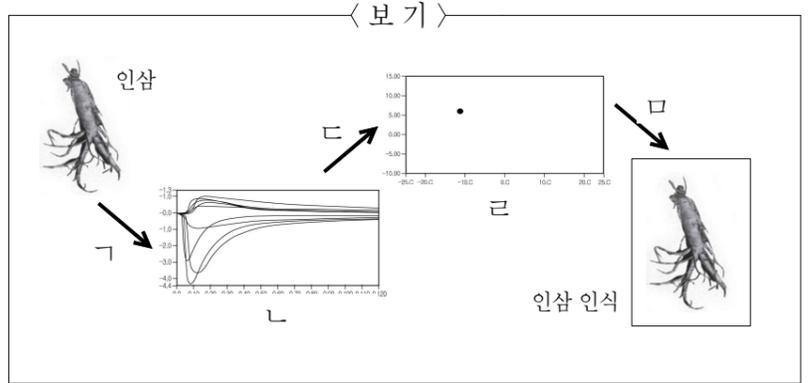
23. 위 글로 미루어 볼 때, ㉠이 실현되기 위해 해결해야 할 과제만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. 냄새센서의 종류 확대  
 ㄴ. 냄새센서의 감도 개선  
 ㄷ. 냄새센서의 처리 속도 개선

- ① ㄱ                      ② ㄱ, ㄴ                      ③ ㄱ, ㄷ  
 ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

24. [A]를 참고하여 ‘전자코’가 인삼 향기를 인식하는 과정을 <보기>와 같이 정리하였다. ㄱ~ㄷ에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?



- ① ㄱ : 금속산화물 센서나 플라스틱을 활용한 센서가 인삼의 향기 분자들을 감지한다.  
 ② ㄴ : 인삼의 향기 분자들이 센서의 전기 저항값에 변화를 가져오고 그 결과를 그래프로 나타낸 것이다.  
 ③ ㄷ : 전자코는 특정 소프트웨어를 이용하여 냄새수용체 단백질이 지닌 패턴을 분석한다.  
 ④ ㄴ : ㄷ의 패턴 분석의 결과를 좌표상의 한 점으로 나타낸 그래프이다.  
 ⑤ ㄷ : 전자코는 ㄴ의 점이 자체 데이터베이스에 있는 인삼향의 좌표에 해당한다고 분석한다.

25. ㉠로 볼 때, ‘전자코’가 필요한 상황으로 가장 적절한 것은?

- ① 식품의 유효 기간을 냄새로 확인해야 할 때  
 ② 인체 유해 가스 여부를 냄새로 판별해야 할 때  
 ③ 인터넷으로 음식을 냄새와 함께 광고해야 할 때  
 ④ 마약탐지견 대신 냄새로 마약을 탐지해야 할 때  
 ⑤ 향수의 향기를 미세하게 조정해서 판매해야 할 때

26. [A]와 문맥적 의미가 가장 가까운 것은?

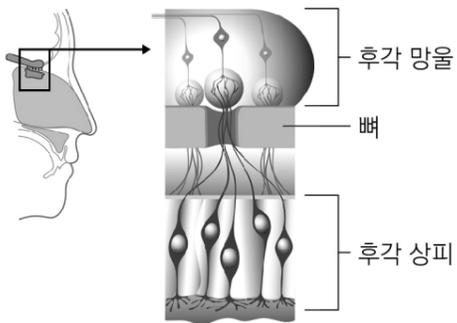
- ① 손이 천장에 닿다.  
 ② 그에게 기별이 닿았다.  
 ③ 그의 말은 이치에 닿는다.  
 ④ 기회가 닿으면 연락하겠습니다.  
 ⑤ 모르는 사이에 버스 정류소에 닿았다.

[26~30] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

우리는 냄새를 어떻게 인식할까? 냄새의 원인이 되는 기체 상태의 분자가 코로 들어온 후 몇 가지 과정을 거쳐 뇌에서 냄새를 인식하게 된다. 과학자들은 분자의 구조와 뇌가 인식하는 냄새 사이에 직접적인 관련이 있다고 추측하고 이를 밝히려 했으나 한계에 부딪혔다. 단일 분자 물질이 농도에 따라 전혀 다른 냄새로 인식되는 경우를 설명할 수 없었기 때문이다. 이후 다른 감각들은 자극이 전기 신호로 바뀌어 인식된 것이라는 점에 착안하여 후각을 이해하려는 접근이 도입되었다. 20세기 후반에 미국의 과학자인 액셀과 벅은 냄새 분자를 전기 신호로 전환하는 매개체인 후각 수용체를 발견했다. 후각 수용체를 중심으로 **후각 자극의 신호 전달 과정**을 살펴보자.

코안의 가장 윗부분에 후각 수용체가 있는 엄지손톱 크기의 후각 상피가 있다. 냄새 분자는 우리가 호흡할 때 공기에 실려 후각 상피로 가는데, 방향에 따라 정방향 경로와 역방향 경로가 있다. 전자는 숨을 들이쉴 때 신체 외부에 있던 냄새 분자가 콧속으로 유입되는 경로이고, 후자는 신체 내부에 있던 냄새 분자가 목구멍을 통해 코 뒤로 올라가 숨을 내쉴 때 후각 상피에 도달하는 경로이다. 후자를 통해 이동한 냄새 분자는 미각으로 느낀 맛을 더욱 풍부하게 할 수 있다.

이러한 경로를 통해 냄새 분자가 도달한 **① 후각 상피**에는 냄새를 받아들이는 후각 신경 세포 수백만 개가 밀집해 있다. 세포의 말단에는 가느다란 섬모들이 뻗어 나와



얇은 점액질층에 잠겨 있고, 섬모 표면에는 특정한 몇 종류의 분자와 선택적으로 결합하는 막단백질인 후각 수용체가 점점이 박혀 있는데 한 개의 후각 신경 세포에는 한 종류의 후각 수용체만 존재한다. 냄새 분자는 점액질층을 통과하여 후각 수용체와 결합한다. 대부분의 냄새에는 수백 종류의 분자가 포함되는데, 이 냄새 분자와 특이적으로 결합하는 후각 수용체가 동시에 활성화된다. 인간은 약 400종류의 후각 수용체로 1만여 가지의 냄새를 맡을 수 있다.

후각 수용체가 활성화되면 후각 신경 세포의 세포막 안팎에 전압 차가 만들어지면서 후각 신경 세포에서 전기 신호가 발생한다. 이 신호는 후각 신경 세포에서 뻗어 나온 긴 돌기인 축삭을 타고 뼈의 구멍을 통해 뇌로 올라가 **② 후각 망울**에 있는 토리로 전달된다. 하나의 토리에는 동일한 종류의 후각 수용체가 활성화되어 만들어진 모든 전기 신호가 모인다. 이때 수천 개의 토리 중 신호를 전달받은 토리들이 패턴을 만드는데, 신호의 세기도 패턴에 반영된다. 냄새마다 고유한 일종의 패턴 지도가 있어 다른 냄새와 구별할 수 있는 특징이 된다. 단일 분자로 이루어진 물질이라도 농도에 따라 다른 패턴이 만들어진다면 우리는 이를 전혀 다른 냄새로 인식한다.

후각 망울의 토리에서 만들어진 패턴은 신경 세포인 승모 세포를 통해 전기 신호가 강화되어 대뇌로 전달되고, 대뇌의 다양한 정보들과 합쳐져 최종적으로 냄새를 인식하게 된다.

승모 세포가 연결된 대뇌의 후각 겉질에는 과거에 맡았던 냄새 정보가 저장되어 있어 새로운 냄새의 정보를 기존의 것과 비교하고, 냄새 정보를 편도체, 해마, 눈확이마 겉질 등 대뇌의 다른 영역으로 보낸다. 이 냄새 정보는 정서 반응에 관여하는 편도체 및 기억을 담당하는 해마로 즉시 전달된다. 이때문에 어떤 냄새를 맡으면 무의식중에 즐겁거나 불쾌한 감정을 느낄 수도 있고, 순식간에 과거의 기억이 **㉠ 떠오를** 수도 있다. 그리고 눈확이마 겉질에서는 개인의 경험, 기대, 상황 등의 정보를 종합하여 최종적으로 어떤 냄새인지 판단하여 냄새를 인식하게 된다.

26. 윗글을 통해 답을 찾을 수 있는 질문으로 적절한 것은?

- ① 후각 상피에 있는 점액질층의 성분은 무엇인가?
- ② 후각 겉질과 눈확이마 겉질을 나누는 기준은 무엇인가?
- ③ 후각 수용체가 냄새 분자와 결합하는 원리는 무엇인가?
- ④ 냄새 분자가 정방향 경로로 들어올 때의 장점은 무엇인가?
- ⑤ 냄새를 맡으면 순식간에 기억이 떠오르는 이유는 무엇인가?

27. 윗글을 읽고 추론한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 두 물질의 냄새 분자가 다르다면 토리에서 만들어진 패턴이 다르겠군.
- ② 액셀과 벅은 냄새 분자의 구조에 따라 냄새가 인식되는 방법을 발견했겠군.
- ③ 자극이 전기 신호로 바뀌어 인식될 것이라는 접근은 후각 이외의 감각에 먼저 도입되었겠군.
- ④ 어떤 냄새를 꿀 냄새로 판단했다면 과거의 냄새 정보와 새로운 정보를 비교하는 과정이 있었겠군.
- ⑤ 코가 막혔을 때 미각으로 느낀 맛을 더욱 풍부하게 느끼지 못하는 것은 후각 상피로 가는 역방향 경로가 막혔기 때문이겠군.

28. **후각 자극의 신호 전달 과정**을 중심으로 ㉠, ㉡을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠에서 냄새 분자가 섬모에 닿으려면 먼저 점액질층을 통과해야 한다.
- ② ㉠에서 냄새 분자와 후각 수용체가 결합하면 후각 신경 세포에서 전기 신호가 발생한다.
- ③ ㉡에서 만들어진 패턴은 승모 세포를 통해 전기 신호가 강해져 대뇌의 후각 겉질로 전달된다.
- ④ ㉠에서 서로 다른 종류의 후각 수용체가 활성화되어 발생한 전기 신호는 한 개의 축삭에 모여 ㉡으로 전달된다.
- ⑤ ㉠으로부터 전달된 전기 신호와 세기를 반영하여 ㉡에서는 패턴이 만들어진다.

29. 윗글과 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

[3점]

— <보 기> —

‘전자 코’는 질병 조기 진단, 식품의 신선도 측정 등에 두루 쓰인다. 최근 사람의 후각과 원리가 비슷한 6가지 나노 금 입자로 구성된 전자 코가 개발돼 질병 진단을 위해 단백질을 분석할 때 쓰이고 있다. 6가지 나노 금 입자에 특정한 단백질과 결합하는 물질들이 코팅되어 있다. 나노 금 입자는 형광물질과 결합한 상태인데 단백질이 결합하면 형광물질이 분리되면서 빛을 낸다. 나노 금 입자와 단백질의 결합 여부 및 결합하는 정도에 따라 빛의 세기가 달라지고, 이러한 빛들이 만드는 빛의 분포는 단백질마다 다른 고유한 특징이다. 이러한 빛의 분포를 컴퓨터로 분석하고 기존의 데이터와 비교하여 단백질의 종류를 파악한다.

- ① ‘토리에서 만들어진 패턴’과 ‘빛의 분포’는 대상마다 다르게 나타나는 고유한 특징이라는 점에서 유사하다고 볼 수 있겠군.
- ② ‘후각 수용체’와 ‘단백질과 결합하는 물질들’은 대상과 선택적으로 결합한다는 점에서 유사하다고 볼 수 있겠군.
- ③ ‘대뇌의 후각 겉질’과 ‘컴퓨터’는 새로운 정보를 기존의 정보와 비교한다는 점에서 유사하다고 볼 수 있겠군.
- ④ ‘승모 세포’와 ‘나노 금 입자’는 대상과의 결합 여부와 정도를 알려 준다는 점에서 유사하다고 볼 수 있겠군.
- ⑤ ‘전기 신호’와 ‘빛’은 두 대상의 결합으로 인해 발생한다는 점에서 유사하다고 볼 수 있겠군.

30. 문맥상 ㉠의 의미와 가장 가까운 것은?

- ① 바람에 날린 연이 높이 떠올랐다.
- ② 붉은 태양이 바다 위로 떠올랐다.
- ③ 어머니의 얼굴에 미소가 떠올랐다.
- ④ 그 사람의 이름이 이제야 떠올랐다.
- ⑤ 그녀는 배구계의 새 강자로 떠올랐다.

◆ 14년 10월 고3 A형 20~22번

[20~22] 다음을 읽고 물음에 답하십시오.

지름 10 $\mu\text{m}$  이하인 미세 먼지는 각종 호흡기 질환을 유발할 수 있기 때문에, 예방 차원에서 대기 중 미세 먼지의 농도를 알 필요가 있다. 이를 위해 미세 먼지 측정기가 개발되었는데, 이 기기들은 대부분 베타선 흡수법을 사용하고 있다. 베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기는 입자의 성분에 상관없이 설정된 시간에 맞추어 미세 먼지의 농도를 자동적으로 측정한다. 이 기기는 크게 분립 장치, 여과지, 베타선 광원 및 감지기, 연산 장치 등으로 구성된다.

미세 먼지의 농도를 측정하기 위해서는 우선 분석에 쓰일 재료인 시료의 채취가 필요하다. 시료인 공기는 흡인 펌프에 의해 시료 흡입부로 들어오는데, ㉠ 이때 일정한 양의 공기가 일정한 시간 동안 유입되도록 설정된다. 분립 장치는 시료 흡입부를 통해 유입된 공기 속 입자 물질을 내부 노즐을 통해 가속한 후, 충돌판에 충돌시켜 10 $\mu\text{m}$ 보다 큰 입자만 포집하고 그보다 작은 것들은 통과할 수 있도록 한다.

결국 지름 10 $\mu\text{m}$ 보다 큰 먼지는 충돌판에 그대로 남고, 이보다 크기가 작은 미세 먼지만 아래로 떨어져 여과지에 쌓인다. 여과지는 긴 테이프의 형태로 되어 있으며, 일정 시간 미세 먼지를 포집한다. 여과지에 포집된 미세 먼지는 베타선 광원과 베타선 감지기에 의해 그 질량이 측정된 후 자동 이송 구동 장치에 의해 밖으로 배출된다.

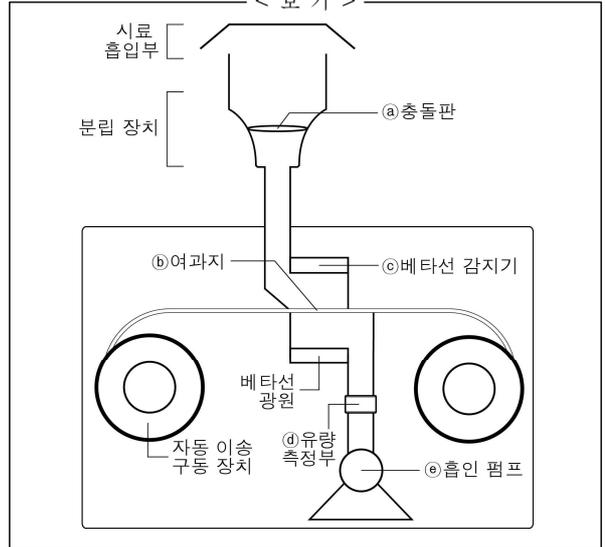
방사선인 베타선을 광원으로 사용하는 이유는 베타선이 어떤 물질을 통과할 때, 그 물질의 질량이 커질수록 베타선의 세기가 감쇠하는 성질이 있기 때문이다. 또한 종이는 빠르게 투과하나 얇은 금속판이나 플라스틱은 투과할 수 없어, 안전성이 뛰어나기 때문이다. 베타선 광원으로부터 조사(照射)된 베타선은 여과지 위에 포집된 미세 먼지를 통과하여 베타선 감지기에 도달하게 된다. 이때 감지된 베타선의 세기는 미세 먼지가 없는 여과지를 통과한 베타선의 세기보다 작을 수밖에 없다. 왜냐하면 베타선이 여과지 위에 포집된 미세 먼지를 통과할 때, 그 일부가 미세 먼지 입자에 의해 흡수되거나 소멸되기 때문이다. 따라서 미세 먼지가 없는 여과지를 통과한 베타선의 세기와 미세 먼지가 있는 여과지를 통과한 베타선의 세기에는 차이가 발생한다.

베타선 감지기는 이 두 가지 베타선의 세기를 데이터 신호로 바꾸어 연산 장치에 보낸다. 연산 장치는 이러한 데이터 신호를 수치로 환산한 후 미세 먼지가 흡수한 베타선의 양을 고려하여 여과지에 포집된 미세 먼지의 질량을 구한다. 이렇게 얻어진 미세 먼지의 질량은 유량 측정부를 통해 측정된, 시료 포집 시 흡입된 공기량을 감안하여 ppb단위를 갖는 대기 중의 미세 먼지 농도로 나타나게 된다.

20. 윗글을 읽은 학생들의 반응으로 적절하지 않은 것은?

- ① 미세 먼지 측정기는 미세 먼지 농도 측정 시 미세 먼지의 성분에 영향을 받는다.
- ② 베타선 감지기는 베타선 세기를 데이터 신호로 바꾸어 주는 장치다.
- ③ 대기 중 미세 먼지의 농도 측정은 시료의 채취부터 시작하겠군.
- ④ 베타선은 플라스틱으로 만들어진 물체를 투과하지 못하겠군.
- ⑤ 미세 먼지 측정기에는 베타선 흡수법이 널리 사용되는데.

21. '베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기를 <보기>와 같이 나타냈을 때, 이에 대한 이해로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① ㉠에서는 ㉣에 의해 들어온 공기가 부딪히면서 먼지 입자가 분리된다.
- ② ㉡에는 ㉠를 거쳐 온 지름 10 $\mu\text{m}$  이하의 먼지 입자가 쌓인다.
- ③ ㉣에서 측정되는 베타선의 세기는 ㉡에 포집된 미세 먼지의 질량에 반비례한다.
- ④ ㉣에서 측정된 베타선 세기와 ㉤에서 측정된 흡입 공기량을 활용해 미세 먼지 농도를 알아낸다.
- ⑤ ㉤와 ㉣ 사이의 공간에는 질량 측정이 끝난 여과지에 포집된 미세 먼지가 축적된다.

22. ㉠의 이유로 가장 적절한 것은?

- ① 미세 먼지의 질량을 농도로 나타낼 때 필요한 기준을 마련하기 위해
- ② 미세 먼지로 인한 호흡기 질환 유발 가능성을 진단하기 위해
- ③ 미세 먼지를 투과하는 베타선의 세기를 유지하기 위해
- ④ 미세 먼지의 발생 원인을 효과적으로 분석하기 위해
- ⑤ 미세 먼지를 짧은 시간 안에 많이 포집하기 위해

◆ 24년 10월 고2 26~29번

[26 ~ 29] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

정전용량형 근접 습도 센서는 전극에 축적되는 전하의 용량인 정전용량의 변화를 이용하여 인체나 기계의 물리적 접촉 없이 습도 변화를 감지하는 센서이다. 이 센서는 공중 보건을 위해 엘리베이터나 출입문의 버튼 등 다중 이용 시설에 활용되고 있다.

일반적으로 정전용량형 근접 습도 센서는 전기 회로에 연결된 축전기 등으로 구성된다. 축전기는 전하를 전극에 저장하는 장치로, 평면으로 된 두 개의 전극과 한 개의 수분 유지 기관으로 구성되어 있다. 두 개의 전극은 전기가 통하는 도체로, 축전기 상부와 하부에 각각 고정되어 있다. 이때 얇은 투습성 소재로 제작된 상부 전극은 센서 외부로 노출되어 있어, 센서 외부의 물 분자가 축전기 내부로 유입되는 통로가 된다. 하부 전극은 축전기 내부 아래에서 상부 전극을 마주 보고 위치하여 있는데, 이들 상하부 전극 사이에 전기가 통하지 않는 부도체인 수분 유지 기관이 끼워져 있다. 수분 유지 기관에는 작은 인력만으로 물 분자를 쉽게 많이 흡착할 수 있는 이황화몰리브덴 등과 같은 박막 소재가 증착되어 있다.

센서에 전원이 공급되면 수분 유지 기관에는 전기가 흐르지 않지만, 상하부 전극에는 서로 다른 전하가 모여 두 전극 사이에는 전기장이 형성된다. 이때 수분 유지 기관을 구성하고 있는 각 분자 내에서 음전하를 띠는 전자가 양전하를 띠는 전극 쪽으로 모이게 되면서 분자 내부의 전자와 양전하를 띠는 원자핵은 재배열된다. 그 결과 기관 내부에서는 분자 간의 경계에 위치한 음전하와 양전하가 상쇄되고 상하부 전극과 접하는 기관 상하부

표면의 한쪽은 음전하, 한쪽은 양전하가 분포된다. 이렇게 부도체의 표면에 전하가 형성되는 현상을 분극이라고 한다. 수분 유지 기관의 분극으로 인해 상하부 전극에는 더 많은 전하가 축적될 수 있는데, 이때의 정전용량 값이 센서가 가지는 정전용량의 기본값이 된다.

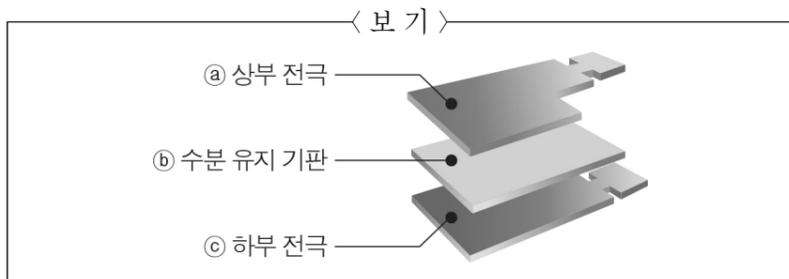
이렇게 ㉠ 전원이 공급된 상태의 정전용량형 근접 습도 센서가 물 분자를 감지하는 과정은 다음과 같다. 물 분자가 공기 중으로 확산되어 센서로 이동하면 상부 전극을 통과하여 수분 유지 기관에 흡착된다. 수분 유지 기관에 물 분자가 흡착되면 물 분자 내부의 음전하를 띠는 산소 원자와 양전하를 띠는 수소 원자는 상하부 전극 사이의 전기장이 형성된 방향에 따라 분극된다. 이때 분극이 일어나는 정도를 유전율이라고 하는데, 수분 유지 기관보다 유전율이 높은 물 분자가 수분 유지 기관에 흡착되면, 수분 유지 기관에서는 이전보다 분극이 더 잘 일어난다. 이에 따라 상하부 전극에 축적되는 전하의 양도 많아지면서 결과적으로 정전용량도 증가하게 된다. 이렇게 감지된 정전용량이 일정값을 넘으면 전기 회로에서는 전기 신호를 통해 센서와 연결된 기계를 작동시키게 되는 것이다.

㉡ 이후 수분 유지 기관에 흡착된 물 분자는 수분 유지 기관에 증착된 박막 소재와의 인력을 오래 유지하지는 못하고, 빠르게 탈착된다. 이는 박막 소재에서 음전하를 띠는 부분과 물 분자의 산소 원자 사이에 작용하는 전기력 때문이다. 수분 유지 기관에서 물 분자가 탈착하면 축전기 상하부 전극의 정전용량도 원래 크기를 회복하면서 센서는 또 다른 습도 변화에 반응할 수 있는 상태가 된다.

26. '정전용량형 근접 습도 센서'에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

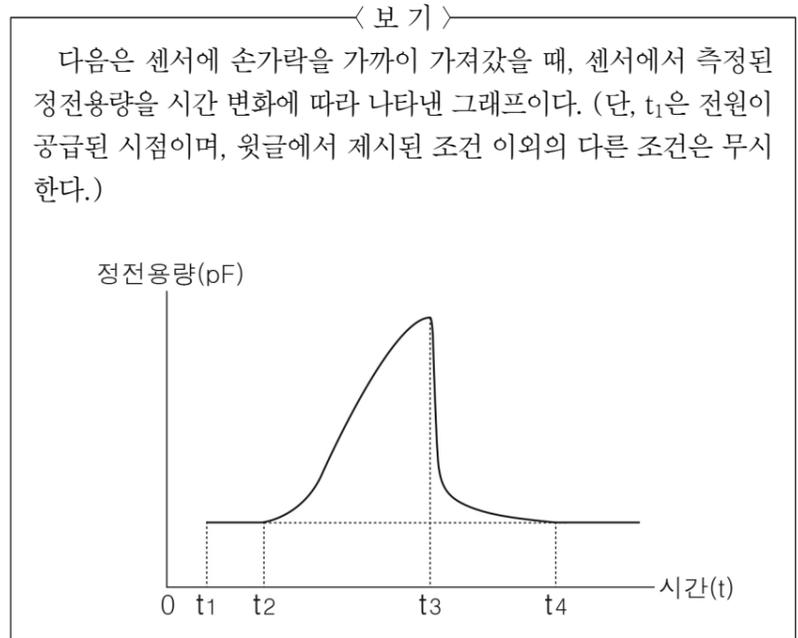
- ① 축전기를 구성하는 두 전극 중 하나만 외부에 노출되어 있다.
- ② 정전용량의 기본값은 부도체에 축적된 전하의 양에 반비례한다.
- ③ 전극에 축적되는 전하의 용량 변화를 이용하여 습도 변화를 감지한다.
- ④ 감지된 정전용량이 일정값을 넘으면 센서와 연결된 기계가 작동한다.
- ⑤ 습도를 측정하기 위해 전하를 전극에 저장할 수 있는 장치를 활용한다.

27. <보기>는 축전기의 구조를 도식화한 것이다. 윗글을 참고하여 <보기>를 이해한 것으로 적절하지 않은 것은?



- ① 공기 중 물 분자는 ㉠을 통해서 축전기 내부로 유입된다.
- ② 전원이 공급되면 ㉡의 내부에서는 분자 간의 경계에서 음전하와 양전하가 상쇄된다.
- ③ 전원이 공급되면 ㉠과 ㉢에는 서로 다른 전하가 모인다.
- ④ ㉠과 ㉢는, ㉡와 달리 전기가 통하는 도체이다.
- ⑤ ㉠과 ㉢ 사이에 형성된 전기장으로 인해 ㉡에 전기가 흐르게 된다.

28. <보기>는 ㉠을 학습하기 위한 학습지의 일부이다. 이에 대한 학생의 반응으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ①  $t_1$ 과  $t_3$ 일 때, 수분 유지 기관에서 나타나는 유전율은 다르겠군.
- ②  $t_1$ 에서 수분 유지 기관을 구성하고 있는 분자의 원자핵과 전자는 분자 내에서 재배열되었군.
- ③  $t_2$ 와  $t_3$  구간에서는 물 분자 내부의 산소와 수소 원자가 분극되었군.
- ④  $t_2$ 와  $t_3$  구간에서는 상하부 전극에 축적되는 전하의 양이 증가했겠군.
- ⑤  $t_4$ 에서는 수분 유지 기관에 일어났던 분극이 사라졌겠군.

29. ㉡의 이유를 추론한 것으로 가장 적절한 것은?

- ① 수분 유지 기관에 흡착된 물 분자는 투습성 소재로 제작된 상부 전극을 통해 탈착되기가 쉽기 때문이다.
- ② 수분 유지 기관에 흡착된 물 분자가 탈착하면서 축전기 상하부 전극의 정전용량도 원래 용량을 회복하기 때문이다.
- ③ 수분 유지 기관의 박막 소재에서 음전하를 띠는 부분과 물 분자의 산소 원자가 서로 다른 극성을 띠고 있기 때문이다.
- ④ 수분 유지 기관에 흡착된 물 분자에 영향을 주는 상부 전극과 하부 전극이 서로 마주 보고 있는 형태로 구성되어 있기 때문이다.
- ⑤ 수분 유지 기관의 박막 소재와 물 분자의 산소 원자가 서로 밀어내는 전기력이 박막 소재와 물 분자 사이의 인력보다 크게 작용하기 때문이다.

[48~50] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

우리는 생활에서 각종 유해 가스에 노출될 수 있다. 인간은 후각이나 호흡 기관을 통해 위험 가스의 존재를 인지할 수는 있으나, 그 종류를 감각으로 판별하기는 어려우며, 미세한 농도의 감지는 더욱 불가능하다. 따라서 가스의 종류나 농도 등을 감지할 수 있는 고성능 가스 센서를 사용하는 것이 위험 가스로 인한 사고를 미연에 방지할 수 있는 길이다.

가스 센서란 특정 가스를 감지하여 그것을 적당한 전기 신호로 변환하는 장치의 총칭이다. 각종 가스 센서 가운데 산화물 반도체 물질을 이용한 저항형 센서는 감지 속도가 빠르고 안정성이 높으며 휴대용 장치에 적용할 수 있도록 소형화가 용이하기 때문에 널리 사용되고 있다. 센서 장치에서 ㉠안정성이 높다는 것은 시간이 지남에 따라 반복 측정하여도 동일 조건 하에서는 센서의 출력이 거의 일정하다는 뜻이다.

저항형 가스 센서는 두께가 수백 나노미터( $10^{-9}\text{m}$ )에서 수 마이크로미터( $10^{-6}\text{m}$ )인 산화물 반도체 물질이 두 전극 사이를 연결하는 방식으로 되어 있다. 가스가 센서에 다다르면 시간이 지남에 따라 산화물 반도체 물질에 흡착\*되는 가스의 양이 늘어나다가 흡착된 가스의 양이 일정하게 유지되는 정상 상태(定常狀態)에 도달하여 일정한 저항값을 나타내게 된다. 정상 상태에 도달하는 동안 이산화질소와 같은 산화 가스는 산화물 반도체로부터 전자를 받으면서 흡착하여 산화물 반도체의 저항값을 증가시킨다. 반면에 일산화탄소와 같은 환원 가스는 산화물 반도체 물질에 전자를 주면서 흡착하여 산화물 반도체의 저항값을 감소시킨다. 이러한 저항값 변화로부터 가스를 감지하고 농도를 산출하는 것이 센서의 작동 원리이다.

저항형 가스 센서의 성능을 평가하는 주된 요소는 응답 감도, 응답 시간, 회복 시간이다. 응답 감도는 특정 가스가 존재할 때 가스 센서의 저항이 얼마나 민감하게 변하는가에 대한 정도이며, 일정하게 유지되는 정상 상태 저항값( $R_s$ )과 특정 가스 없이 공기 중에서 측정된 저항값( $R_{\text{air}}$ )으로부터 도출된다. 이는  $R_s$ 와  $R_{\text{air}}$ 의 차이를  $R_{\text{air}}$ 로 나누어 백분율로 나타낸 것으로, 이 값이 클수록 가스 센서는 감도가 좋다고 할 수 있다. 또한 가스 센서가 특정 가스를 얼마나 빨리 감지하고 반응하느냐의 척도인 응답 시간은 응답 감도 값의 50% 혹은 90% 값에 도달하는 데 걸리는 시간으로 정의된다. 한편, 센서는 반복적으로 사용해야 하기 때문에 산화물 반도체 물질에 정상 상태로 흡착돼 있는 가스를 가능한 한 빠른 시간 내에 탈착\*시켜 처음 상태로 되돌려야 한다. 따라서 흡착된 가스가 공기 중에서 탈착되는 데 필요한 시간인 회복 시간 역시 가스 센서의 성능을 평가하는 중요한 요소로 꼽힌다.

\* 흡착: 고체 표면에 기체나 액체가 달라붙는 현상.

\* 탈착: 흡착된 물질이 고체 표면으로부터 떨어지는 현상.

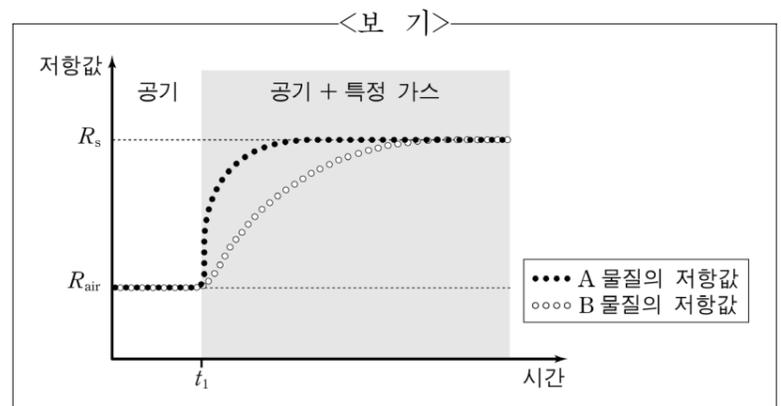
48. 위 글의 내용과 일치하는 것은?

- ① 산화물 반도체 물질은 가스 흡착 시 전자를 주거나 받을 수 있다.
- ② 인간은 후각을 이용하여 유해 가스 농도를 수치로 나타낼 수 있다.
- ③ 회복 시간이 길어야 산화물 반도체 가스 센서를 오래 사용할 수 있다.
- ④ 산화물 반도체 물질에 흡착되는 가스의 양은 시간이 지남에 따라 계속 늘어난다.
- ⑤ 저항형 가스 센서는 가스의 탈착 전후에 변화한 저항값으로부터 가스를 감지한다.

49. ㉠에 해당하는 예로 가장 적절한 것은?

- ① 어제 잠자리에 들기 전 음악을 듣고 마음의 안정을 찾았다.
- ② 체육 시간에 안정적인 자세로 물구나무를 서서 박수를 받았다.
- ③ 모형 항공기가 처음에는 맞바람에 요동쳤으나 곧 안정되어 활강하였다.
- ④ 자세를 여러 가지로 바꾸어 가며 공을 던졌으나 50m 이상 날아가지 않았다.
- ⑤ 매일 아침 운동장을 열 바퀴 걸은 직후 맥박을 재어 보니 항상 분당 128~130 회였다.

50. 산화물 반도체 물질 A와 B를 각각 이용한 두 센서를 가지고 같은 조건에서 실험하여 <보기>와 같은 그래프를 얻었다. 이에 대한 해석으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① 실험에 사용된 가스는 산화 가스이다.
- ② 응답 감도는 A를 이용한 센서와 B를 이용한 센서가 같다.
- ③ 응답 시간은 A를 이용한 센서와 B를 이용한 센서가 같다.
- ④ 특정 가스가 흡착하기 전에는 공기 중에서 A와 B의 저항값이 같다.
- ⑤  $t_1$  직후부터 정상 상태에 도달하기 직전까지는 A의 저항값이 B의 저항값보다 크다.

[14 ~ 17] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

전기화학식 가스 센서는 화학 반응을 통해 발생하는 전류를 이용해 특정 가스를 검지\*하기 위한 장치이다. 이 센서는 ㉠ 유입된 가스가 센서의 전극들과 작용하여 산화 환원 반응을 하는 과정에서 생성되는 전류의 양을 측정하여 가스 누출을 검지하고 농도를 측정한다.

전기화학식 가스 센서는 일반적으로 유입부, 감지부, 후방부로 구성된다. 먼저, 유입부는 가스가 센서로 들어오면 검지하고자 하는 가스 이외의 불순물을 걸러주는 기능을 담당하며 먼지 필터, 간섭 가스 필터, 분리막으로 구성되어 있다. 공기 중에 가스가 누출되어 센서의 유입부로 들어오면, 우선 먼지나 물 등 기체가 아닌 불순물들은 먼지 필터에 의해 걸러지고, 기체 상태인 가스만 간섭 가스 필터로 보내진다. 이후 간섭 가스 필터에서는 특정 가스를 검지하는 데 방해가 되는 가스들은 필터에 흡착시키고, 검지하려는 가스만 통과시켜 분리막으로 보내게 된다. 분리막은 유입부와 감지부를 분리하는 장치로, 간섭 가스 필터로부터 보내진 가스는 정확한 측정을 위해 분리막을 통해 감지부로 유입된다.

감지부는 가스가 유입되면 산화 환원 반응을 통해 전류를 생성하는 기능을 담당하며 작용 전극, 대응 전극, 기준 전극으로 구성되어 있다. 감지부는 평상시에도 기준 전극에서 생성되는 전류가 일정하게 흐르고 있고, 감지부의 전극들은 전해질이 녹아 있는 물속에 담겨 있다. 전해질은 물에 녹였을 때 전자의 이동을 가능하게 하여 전류를 생성하는 매개체의 역할을 한다. 분리막을 통과하여 감지부에 ㉡ 도달한 가스는 먼저 작용 전극에서 물과 반응하여 수소 이온과 전자를 생성하는 산화 반응을 한다. 이러한 산화 반응을 활발히 ㉢ 유도하기 위해 작용 전극은 여러 개의 구멍으로 이루어진 다공성 막의 형태를 띠고 있으며, 산화 반응의 속도를 증가시키기 위해 백금과 같은 촉매로 코팅되어 있다. 산화 반응을 거쳐 발생한 수소 이온과 전자는 전해질을 매개체로 하여 대응 전극으로 이동하고, 대응 전극에서는 수소 이온과 전자가 후방부의 산소 유입구에서 공급된 산소와 결합하여 물이 되는 환원 반응이 일어나게 된다. 이 과정에서 작용 전극과 대응 전극 사이의 전자의 이동량만큼 전류가 발생하고, 발생하는 전류의 양은 유입된 가스의 농도에 비례한다.

마지막으로 후방부는 감지부에서 발생한 전류를 통해 가스 누출 여부를 확인하고 누출된 가스의 농도를 측정하는 기능을 주로 담당하며 집전장치와 센서 핀, 산소 유입구로 구성되어 있다. 감지부에서 새롭게 ㉣ 생성된 전류는 집전장치를 통해 한곳으로 모아져 센서 핀으로 이동된다. 센서 핀에서는 새롭게 생성된 전류의 양과 평상시 흐르는 전류의 양을 비교하여 새롭게 생성된 전류의 양이 더 많다면 가스 누출을 검지하고 가스의 농도를 측정하게 된다.

한편 가스 센서를 통해 검지된 가스가 기준 농도 이상일 때 센서와 연결된 경보기에서는 이를 알리기 위한 경보를 내게 된다. 경보를 내는 방식으로는 ㉤ 즉시 경보형과 ㉬ 지연 경보형 등이 있다. 즉시 경보형은 가스 농도가 센서에 ㉭ 설정된 경보 설정치 이상이 되면 바로 경보를 내는 방식이다. 이 방식은 독성 가스와 같이 가스의 발생 자체가 위험한 경우에 주로 사용된다. 지연 경보형은 검지된 가스의 농도가 경보설정치를 넘었더라도 바로 경보를 내지 않고, 일정한 시간으로 설정된 지연 시간 동안 가스의 농도가 경보설정치 이상으로 유지될 경우에 경보하는 방식이다. 이는 가스레인지 점화 오작동처럼 순간적으

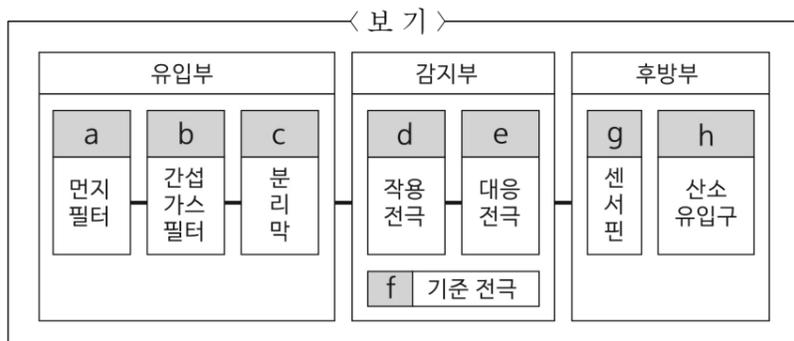
로 높은 농도의 가스가 검지되었을 경우와 같이 일시적인 가스 누출 상황에서는 경보를 내지 않는 특징이 있다.

\* 검지: 검사하여 알아냄.

14. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

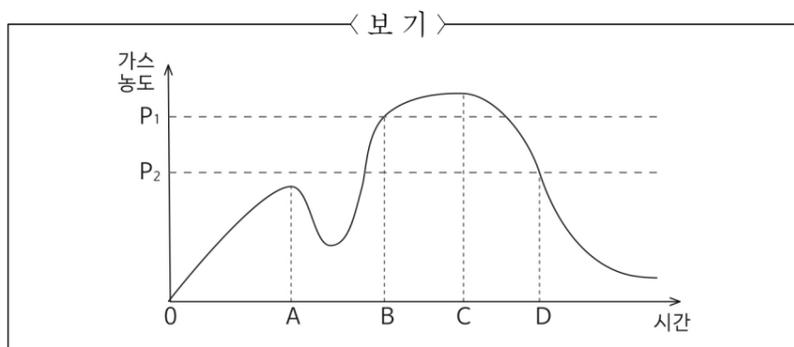
- ① 백금을 촉매로 사용하면 산화 반응의 속도는 증가한다.
- ② 센서 핀을 통해 한곳으로 모아진 전류는 집전장치로 이동한다.
- ③ 센서의 감지부에는 가스가 유입되기 전에도 일정량의 전류가 흐르고 있다.
- ④ 전자와 수소 이온은 전해질을 매개로 작용 전극에서 대응 전극으로 이동한다.
- ⑤ 즉시 경보형은 독성 가스와 같이 가스 발생 자체가 위험한 경우에 주로 사용된다.

15. <보기>는 전기화학식 가스 센서의 주요 장치를 도식화한 것이다. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 보인 학생의 반응으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① a에서는 기체는 모두 통과되고, b에서는 기체가 흡착되거나 통과 되겠군.
- ② b에서 c로 보내진 가스의 양이 증가한다면 d에서 e로 이동하는 수소 이온과 전자의 양이 증가하겠군.
- ③ d가 다공성 막의 형태를 띠고 있는 이유는 c로부터 유입되는 가스의 양을 조절하기 위해서겠군.
- ④ g에서 가스 누출이 검지되었다면 d와 e 사이에서 생성된 전류의 양이 f에서 생성된 전류의 양보다 많겠군.
- ⑤ e에서 수소 이온과 전자가, 물이 되는 반응을 위해 필요한 산소는 h를 통해 공급되겠군.

16. <보기>는 시간의 경과에 따른 검지된 가스 농도의 변화를 나타낸 그래프이다. 이를 참고하여 ㉠, ㉡에 대해 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?



- ① 경보설정치가 P<sub>1</sub>으로 설정되어 있다면, A에서 ㉠과 ㉡ 중 어떤 것도 경보를 내지 않겠군.
- ② 경보설정치가 P<sub>1</sub>으로 설정되어 있다면, B에서 ㉠은 경보를 내지만 ㉡은 경보를 내지 않겠군.
- ③ 경보설정치를 P<sub>1</sub>에서 P<sub>2</sub>로 변경하면, ㉠은 경보를 내는 시점이 더 빨라지겠군.
- ④ 경보설정치가 P<sub>1</sub>으로 설정되어 있고, ㉡이 C에서 경보를 냈다면, 경보 지연 시간은 D만큼 설정되어 있겠군.
- ⑤ 경보설정치가 P<sub>2</sub>로 설정되어 있고 ㉡이 경보를 냈다면, 경보 지연 시간 동안은 가스 농도가 P<sub>2</sub> 이상이겠군.

17. ㉠ ~ ㉢의 사전적 의미로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠: 액체나 기체, 열 따위가 어떤 곳으로 흘러들.
- ② ㉡: 어떤 곳이나 때를 거쳐서 지나감.
- ③ ㉢: 사물이나 물건을 목적인 장소나 방향으로 이끔.
- ④ ㉠: 사물이 생겨남. 또는 사물이 생겨 이루어지게 함.
- ⑤ ㉢: 새로 만들어 정해 둌.

◆ 13년 9월 고2 A형 19~21번

[19~21] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

불꽃 감지기는 화재 시 발생하는 불꽃을 초기에 발견하여 인명 및 재산 피해를 최소화하기 위해 설치하는 장치이다. 주로 가연성 액체를 취급하는 장소, 도로나 터널, 격납고 등에서 발생하는 화재를 초기에 발견하기 위해 불꽃 감지기를 사용한다. 그런데 불꽃 감지기는 화재로 발생한 불꽃을 자연광이나 인공 조명과 어떻게 구분하는 것일까?

불꽃 감지기는 연소하는 물질에서 나오는 에너지 파장을 분석하여 화재 여부를 판단한다. 고온의 물질이나 연소하는 물질은 특정 파장에서 최대치 에너지를 방사하는데, 불꽃 감지기는 바로 이러한 에너지를 감지하여 화재 여부를 판단하고 경보를 울린다.

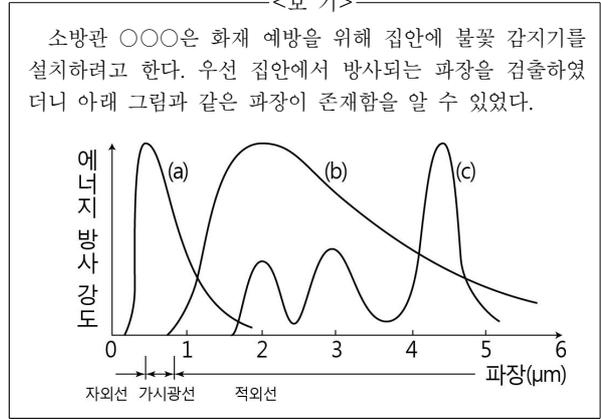
대부분의 물질에서는 자외선, 적외선 등의 파장이 검출된다. 이에 따라 불꽃 감지기의 종류에는 자외선 감지 방식과 적외선 감지 방식이 있다. 자외선 감지 방식은 가격이 싼 대신에 형광등, 태양광, 용접 불꽃 등에서 나오는 자외선에 오작동을 하기 때문에 잘 쓰이지 않는다. 반면 적외선 감지 방식은 가격은 비싸지만 자외선 방식에 비해 오작동이 적어서 화재가 우려되는 곳에 많이 설치된다.

적외선 감지의 대표적 방식으로는 플리커 검출 방식과 2파장 검출 방식이 있다. 플리커 검출 방식은 불꽃에서 발생하는 적외선의 깜박거림인 플리커를 감지하는 방식이다. 일반적으로 태양광이나 인공조명에 비해 화재 시 발생하는 불꽃은 깜박거림이 매우 심하다. 따라서 불꽃 흔들림의 변화량을 검출하면 화재 여부를 판별할 수 있다. 2파장 검출 방식은 두 개 이상의 파장을 동시에 검출하는 방식이다. 화재 불꽃의 경우 2 $\mu\text{m}$ , 4.4 $\mu\text{m}$  부근에서 두 번의 방사를, 도시 가스 불꽃의 경우 2 $\mu\text{m}$ , 3 $\mu\text{m}$ , 4.4 $\mu\text{m}$  부근에서 세 번의 방사를 보이기 때문에 2파장 검출 방식에서는 이것을 모두 화재로 판단한다. 반면 햇빛은 0.44 $\mu\text{m}$ 에서, 전기난로와 같은 고온의 물체는 2 $\mu\text{m}$  부근에서만 강한 에너지 방사를 보이기 때문에 2파장 검출 방식에서는 화재로 판단하지 않는다.

①적외선 방식의 불꽃 감지기는 천장이나 벽에 떨어지지 않도록 부착하는데 제품의 감지 방향을 고려하여 사각지대가 생기지 않도록 해야 한다. 또한 불꽃이 잘 감지되는 방향으로 설치되 감지 목적물과 감지기 사이에 감지를 방해하는 장애물을 제거해야 한다. 정상적으로 가스레인지 사용해도 가스레인지 불꽃에 감지기가 반응할 수 있으므로 이와 같은 오작동을 막기 위해서는 가스레인지와 가까운 곳에 감지기를 설치하지 않아야 한다. 이외에도 오작동을 일으킬 수 있는 다른 요인이 없는지 꼼꼼하게 점검한 후 설치해야 한다. 또한 공간이 넓어서 전체를 감지할 수 없는 경우에는 감지기를 추가 설치하는 것을 고려해야 한다.

19. '불꽃 감지기'에 대해 언급하지 않은 것은?
- ① 개념
  - ② 구조
  - ③ 종류
  - ④ 설치 장소
  - ⑤ 작동 원리

20. 윗글로 볼 때 <보기>의 소방관이 보일 반응으로 적절한 것은? [3점]



- ① (a)를 고려하여 자외선 방식의 감지기를 설치해야겠군.
- ② (b)를 방사하는 물체 때문에 2파장 검출 방식의 감지기가 오작동 하겠군.
- ③ (c)로 인한 오작동을 막으려면 자외선 감지기를 설치해야겠군.
- ④ 2파장 검출 방식의 감지기에서는 (a)와 (b)를 화재로 판단하지 않겠군.
- ⑤ 플리커 검출 방식의 감지기로는 (a)와 (c)를 구분할 수가 없겠군.

21. ㉠의 설치상 유의점으로 적절하지 않은 것은?

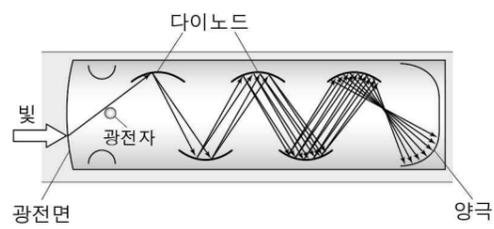
설치상 유의점
<ol style="list-style-type: none"> <li>① 장애물을 피해 설치하세요.</li> <li>② 불꽃이 발생하는 방향으로 설치하세요.</li> <li>③ 넓은 곳에는 다수의 감지기를 설치하세요.</li> <li>④ 발열 물질에 설치할 경우 밀착하여 설치하세요.</li> <li>⑤ 감지기를 부착면에 단단히 고정하여 설치하세요.</li> </ol>

[24~28] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

화재 시 불꽃에서 방사되는 복사 에너지는 자외선 영역, 가시광선 영역, 적외선 영역에 ㉠ 걸쳐서 나타난다. 불꽃 감지기는 불꽃에서 발생하는 다양한 복사 에너지 중 자외선이나 적외선의 특정 파장을 검출하여 이를 전기 에너지로 변환한다. 탄소를 함유한 가연물이 연소할 경우 자외선은 약  $0.2\mu\text{m}^*$  부근의 파장에서, 적외선은 약  $2.7\mu\text{m}$ 와 약  $4.3\mu\text{m}$  부근의 파장에서 최대 방사 강도를 나타내는데, 불꽃 감지기 내부의 센서는 최대 방사 강도에 해당하는 불꽃의 파장을 감지할 수 있게 설계되었다.

자외선 불꽃 감지기의 센서는 광전자 증배관에서 전자를 증배하는 원리를 이용한다. 광전자 증배관은 진공 상태의 유리관

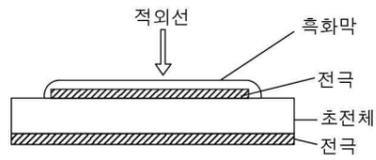
으로, 음극과 양극, 그리고 그 사이에서 2차 전자\*를 방출하는 전극인 다이노드 등으로 구성되어 있다. 빛이 입사하여 광전면인 음극에 도달하면 음극



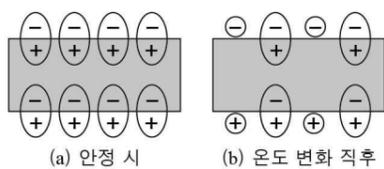
<그림 1> 광전자 증배관

표면에서 광전자가 방출되는데, 이를 광전 효과라 한다. 방출된 광전자는 집속전극에 의해 가속된 후 제1 다이노드에 충돌한다. 제1 다이노드에서는 충돌에 의해 보다 많은 전자가 방출되며, 방출된 전자들은 다시 가속되어 제2 다이노드에 충돌한다. 이러한 과정이 반복되면 전자가 기하급수적으로 증배되어 양극에 도달하기 때문에 미약한 빛이 입사하여도 상당히 큰 신호 전류를 얻을 수 있다. 이러한 원리를 바탕으로 자외선 불꽃 감지기는 특정 파장에 해당하는 미세한 자외선의 발생 유무도 감지할 수 있어 화재 상황에 ㉡ 빠르게 대처할 수 있도록 해준다.

적외선 불꽃 감지기에는 일반적으로 초전형 센서와 특정 적외선 파장대의 빛 에너지를 선택적으로 수용할 수 있는 광학 필터가 사용된다. 광학 필터를 통과한 적외선은 센서 표면의 열 흡수막인 흑화막에 의해 초전체의 온도를 상승시킨다. 초전체는 온도가 변하면 분극이 변하는 물질이다. 분극이란 <그림 2-2>의 (a)와 같이 음전하와 양전하가 일정 거리를 유지하며 마주보고 있는 상태를 말하는데, 특히 외부의 압력이나 전기장의 영향 없이도 분극이 유지되는 현상을 가리켜 자발 분극이라고 한다. 초전형 센서의 초전체로는 자발 분극 특성을 ㉢ 가지는 물질인 강유전체가 주로 활용된다. 초전형 센서에 적외선이 입사하면 강유전체의 온도가 상승하여 자발 분극의 크기가 감소하고, 그 결과 <그림 2-2>의 (b)와 같이 전기적인 평형이 무너져 결합할 상대가 없는 자유 전하가 발생한다. 이러한 자유 전하가 이동함에 따라 전류를 흐르게 하는 힘인 기전력이 발생함으로써 센서는 초전체와 위아래로 맞닿아 있는 전극으로 전기적인 신호를 보내 화재가 일어난 것을 감지하게 된다.



<그림 2-1> 초전형 센서



<그림 2-2> 초전체의 분극 변화

한편 불꽃 감지기의 감지 가능 거리는 화염의 크기에 비례하는데, 화재원이 감지기로부터 더 멀리 ㉣ 떨어져 있으면 감지

기가 감지할 수 있는 화염의 최소 크기 또한 그 거리의 제곱에 비례하여 커야 한다. 만약 어떤 불꽃 감지기가 20m 거리에 있는  $0.1\text{m}^2$  크기의 화염을 감지한다고 했을 때, 화재원을 40m 위치에 ㉤ 두게 되면 감지기가 감지할 수 있는 최소 화염의 크기는  $0.4\text{m}^2$ 이며, 화재원을 10m 위치에 두게 되면  $0.025\text{m}^2$ 의 화염의 크기에도 경보를 울린다는 의미이다.

\*  $\mu\text{m}$ : 마이크로미터. 100만 분의 1미터.

\* 2차 전자: 매우 빠른 속도로 진행되는 전자가 기체 분자나 고체와 부딪힐 때 생기는 전자.

24. 윗글에서 알 수 있는 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 광전자 증배관의 광전면에서 방출된 광전자는 집속전극에 의해 가속된다.
- ② 적외선 불꽃 감지기가 불꽃을 감지하면 내부의 음전하와 양전하 간 거리가 일정하게 유지된다.
- ③ 광전자 증배관의 제2 다이노드에서 방출되는 전자 수는 제1 다이노드에서 방출되는 전자 수보다 더 많다.
- ④ 불꽃 감지기는 불꽃 복사 에너지 중 자외선이나 적외선의 특정 영역의 파장을 감지하여 화재 발생 여부를 알려준다.
- ⑤ 30m 거리에 있는  $0.1\text{m}^2$  크기의 화염을 감지할 수 있는 불꽃 감지기는 15m 거리에 있는  $0.03\text{m}^2$  크기의 화염도 감지할 수 있다.

25. 윗글의 광전자 증배관을 바탕으로 <보기>의 'UV 트론'을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보 기>

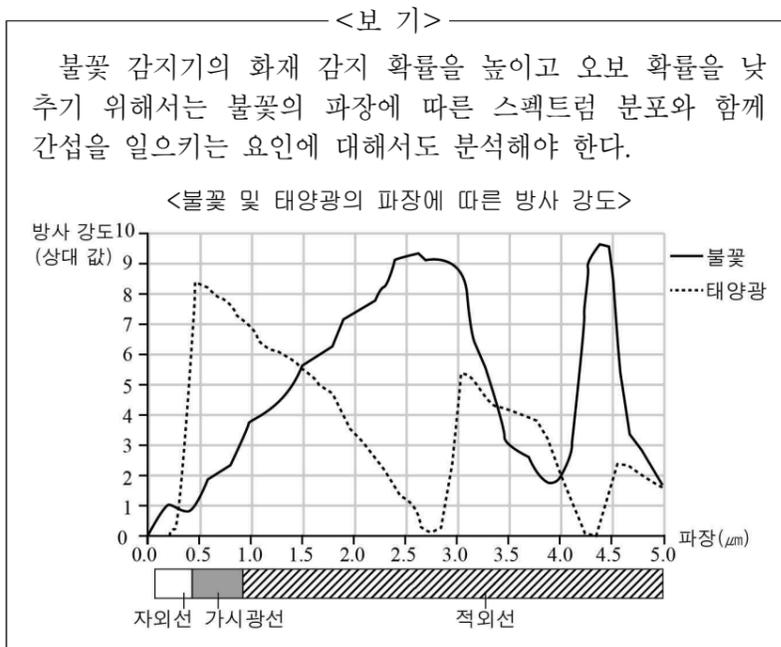
자외선 불꽃 감지기의 센서로는 'UV 트론'을 주로 사용한다. 자외선이 'UV 트론'의 유리관을 통과하여 음극에 도달하면 광전 효과에 의해 전자가 방출된다. 이것은 양극에 도달할 때까지 유리관 속을 채운 가스 분자들과 끊임없이 충돌하며 2차 전자를 다량으로 발생시킨다. 이러한 현상의 반복으로 음극과 양극 사이에는 큰 전류가 급속도로 발생된다.

- ① 광전자 증배관과 달리 'UV 트론'은 전자를 증배할 때 가스 분자를 활용하는군.
- ② 광전자 증배관과 달리 'UV 트론'은 음극에서 방출된 2차 전자를 활용하여 불꽃의 파장을 감지하는군.
- ③ 광전자 증배관과 'UV 트론'은 모두 전자의 충돌 과정을 통해 큰 전류를 발생시키는군.
- ④ 광전자 증배관과 'UV 트론'은 모두 광전 효과를 활용하여 전기적인 신호를 발생시키는군.
- ⑤ 광전자 증배관과 'UV 트론'은 모두 전자를 증배함으로써 미세한 자외선에도 반응할 수 있도록 하는군.

26. 밑글의 '초전형 센서'에 대한 내용으로 적절한 것은?

- ① 초전체에서 부유 전하가 발생하지 않으면 전기적인 신호를 보낼 수 없다.
- ② 외부 자극에 의해 초전체의 자발 분극 특성이 사라지는 순간 기전력 또한 소멸된다.
- ③ 흑화막은 특정 파장의 적외선만 선별해 넘으로써 초전체의 표면 온도를 상승시키는 역할을 한다.
- ④ 전극을 통해 강유전체에 지속적으로 전류가 흐르지 않으면 강유전체의 자발 분극 특성이 유지되지 않는다.
- ⑤ 초전형 센서는 불꽃 감지기 외부의 온도 변화를 적외선 파장으로 변환한 뒤 이를 전기적 신호로 보내는 장치이다.

27. 밑글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 가장 적절한 것은? [3점]



- ① 자외선 불꽃 감지기는 불꽃의 최대 방사 구간인 4.0 ~ 4.5 $\mu$ m의 파장을 감지하는 센서를 사용해야 한다.
- ② 자외선 불꽃 감지기는 태양광의 방사 강도가 최고조에 달하는 0.4 $\mu$ m 부근의 파장을 감지하는 센서를 사용해야 한다.
- ③ 적외선 불꽃 감지기는 불꽃과 태양광의 방사 강도가 동일한 지점들의 파장을 감지하는 센서를 사용하면 오보 확률을 낮출 수 있다.
- ④ 적외선 불꽃 감지기는 태양광의 방사 강도가 0에 가까운 특정한 파장만을 감지하는 센서를 사용하면 오보 확률을 낮출 수 있다.
- ⑤ 적외선 불꽃 감지기는 불꽃의 복사 에너지 중 약 3.4 ~ 4.0 $\mu$ m에 해당하는 파장에도 민감하게 반응할 수 있는 센서를 사용하면 오보 확률을 낮출 수 있다.

28. ㉠~㉣의 문맥적 의미를 활용하여 만든 문장으로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠: 그날은 열 시간에 걸쳐 회의가 진행됐다.
- ② ㉡: 그는 행동이 빠르고 민첩하다는 평가를 받는다.
- ③ ㉢: 두 나라는 동반자적 관계를 가지기로 합의했다.
- ④ ㉣: 식당은 학생회관과 조금 떨어진 곳에 위치해 있다.
- ⑤ ㉤: 소화기는 반드시 눈에 잘 띄는 곳에 두어야 한다.

[16~21] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

‘지방’은 몸을 구성하는 주요 성분이다. 또한 지방은 우리 몸의 에너지원이 되기도 하는데, 탄수화물과 단백질은 1g당 4kcal의 열량을 내는 데 비해 지방은 9kcal의 열량을 낸다. ‘체지방’은 섭취한 영양분 중 쓰고 남은 영양분을 지방의 형태로 몸 안에 축적해 놓은 것을 지칭하는 용어이다. 체지방은 지방 조직을 ㉠ 이루는 지방세포에 축적되며, 피부 밑에 위치하는 피하지방과 내장 기관 주위에 위치하는 내장지방으로 나뉜다. 이 체지방은 내장 보호와 체온 조절 기능을 할 뿐 아니라 필요시 분해되어 에너지를 만들기도 한다.

체지방이 과잉 축적된 상태인 비만은 여러 가지 질병을 유발할 수 있으므로 건강을 유지하기 위해서는 체지방을 조절해야 한다. 이때 활용할 수 있는 지수가 체중에서 체지방이 차지하는 비율인 ‘체지방률’이다. 체지방률은 남성의 경우 15~20%, 여성의 경우 20~25%를 표준으로 삼고, 남성은 25% 이상, 여성은 30% 이상을 비만으로 판정한다.

비만의 판정과 관련하여 흔히 쓰이는 ‘체질량지수(BMI)’는 신장과 체중을 이용한 여러 체격지수 중에서 체지방과 가장 상관성이 높은 것으로 알려져 있다. BMI는 체중(kg)을 신장의 제곱(m<sup>2</sup>)으로 나누어 구하는데, 18.5~22.9이면 정상 체중, 23 이상이면 과체중, 25 이상이면 경도 비만, 30 이상이면 고도 비만으로 판정한다. 그러나 운동선수처럼 근육량이 많은 사람은 체지방량이 적어도 상대적으로 BMI가 높을 수 있다. 이처럼 BMI는 체지방량에 대한 추정만 가능할 뿐 체지방량을 정확하게 알려줄 수 없다는 단점이 있다. 그렇다면 BMI의 단점을 보완할 수 있는 체지방 측정 방법에는 어떤 것이 있을까?

체지방을 측정하는 방법 중 가장 간단한 방법으로 ㉡ ‘피부두겹법’이 있다. 이 방법은 살을 캘리퍼스\*로 집어서 피하지방의 두께를 잰 후 통계 공식에 넣어 체지방을 산출한다. 하지만 이 방법은 측정 부위나 측정자의 숙련도에 따라 측정 오차가 발생할 수 있고, 내장지방을 측정할 수 없다는 한계가 있다.

㉢ ‘수중체중법’은 신체를 물에 완전히 잠근 후 수중 체중을 측정하고 물 밖 체중과 비교하여 체지방량을 계산하는 방법이다. 체중은 체지방과 체지방\*의 합이다. 체지방은 밀도가 0.9g/cm<sup>3</sup>로 물에 뜨고, 체지방은 밀도가 1.1g/cm<sup>3</sup>로 물보다 높아 가라앉는다. 그러므로 체지방량이 많을수록 수중 체중이 줄어들어 물 밖 체중과의 차이가 커진다. 이 차이를 이용하여 체지방량을 얻어낼 수 있다. 이 방법은 체지방량을 구하는 표준 방법으로 쓰일 정도로 이론적으로는 정확성이 높다. 하지만 신체 부위별 체지방의 구성이나 비율은 정확하게 측정할 수 없다. 그리고 체내 공기량에 따라 측정치가 달라질 수 있으므로 이에 대한 보정이 필요하며, 고가의 장비가 필요한 점 등으로 인해 연구 목적 외에는 잘 사용되지 않는다.

체지방 측정기를 이용하여 체지방을 측정할 수도 있는데, 이때 ‘생체 전기저항 분석법(BIA)’이 활용된다. 이 방법은 일정한 신체 부위에 접촉된 전극을 통해 체내에 미약한 전류를 흘려보내 전기저항을 알아봄으로써 체지방량을 산출하는 방법이다. 전류가 흘러갈 때 이를 방해하는 힘을 저항 또는 전기저항이라고 하는데, 인체 내의 수분은 전기가 잘 통하므로 전기저항이 매우 작다. 근육세포는 많은 수분을 함유하고 있어 근육

이 많은 곳에서는 전기저항이 비교적 작게 나타난다. 반면 지방세포는 수분을 거의 함유하지 않아 지방이 많은 곳에서는 전기저항이 크게 나타난다. 전류가 신체를 통과해서 나온 값이 처음 흘려보낸 값에서 얼마나 손실되었는지 확인하면 신체의 전기저항을 구할 수 있다. 이런 성질을 이용하면 체지방량을 산출할 수 있게 된다.

그런데 단일 주파수의 전류로는 세포와 관련된 정보를 정확히 확인할 수 없어서 다주파수 측정 방식을 사용한다. 10kHz 이하의 저주파 전류는 세포막을 넘어서는 데 어려움이 있어서 세포 외 공간에서만 흐를 수 있다. 세포 외 공간은 수분이 대부분이어서 전기저항이 매우 작다. 하지만 50kHz 이상의 고주파 전류는 세포 외 공간과 세포 내 공간을 구별하지 않고 흐른다. 다양한 주파수의 전류를 보내면 세포의 수나 세포 내외 수분의 양을 정확히 측정할 수 있게 되고, 이를 바탕으로 신체의 구성 성분 비율까지 얻을 수 있게 된다. 한편, 전기저항 수치는 체내 수분의 양에 절대적 영향을 받는다. 따라서 음료 섭취나 운동 등으로 체내 수분의 양에 변화가 생기면 전기저항 수치가 변하여 체지방량을 정확하게 측정할 수 없다. 그러므로 체지방 측정기를 사용할 때에는 매일 정해진 시간에 일정한 조건에서 측정해야 한다.

- \* 캘리퍼스: 자로 재기 힘든 물체의 두께, 지름 따위를 재는 도구.
- \* 체지방: 근육과 뼈, 수분 등 지방 이외의 신체 구성성분.

16. 윗글에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 체지방을 정의하는 상반된 관점을 대비하고 있다.
- ② 체지방이 수행하는 역할을 단계별로 설명하고 있다.
- ③ 체지방을 조절하는 방법들의 장단점을 소개하고 있다.
- ④ 체지방을 측정하는 다양한 방법과 그 특성을 밝히고 있다.
- ⑤ 체지방에 대한 잘못된 통념을 다양한 근거로 비판하고 있다.

17. 윗글을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 지방은 탄수화물과 단백질에 비해 열량이 높다.
- ② 체지방률은 판정 기준치가 성별에 따라 다르다.
- ③ 체지방은 피하지방과 내장지방으로 나눌 수 있다.
- ④ 비만은 인체에 체지방이 과잉 축적된 상태를 말한다.
- ⑤ 체중은 체지방과 체지방의 전기저항 차이를 통해 산출한다.

18. ㉠과 ㉡의 공통점으로 적절한 것은?

- ① 일정한 시간에 일정한 조건에서 측정해야 한다.
- ② 내장지방을 별도로 측정할 수 없다는 한계가 있다.
- ③ 측정의 정확성이 높아 표준 측정 방법이 될 수 있다.
- ④ 연구 목적 외에도 실제 측정 방법으로 널리 활용된다.
- ⑤ 측정자의 숙련도와 상관없이 정확하게 측정할 수 있다.

19. 윗글을 읽고 <보기>에 대해 반응한 내용으로 적절하지 않은 것은?

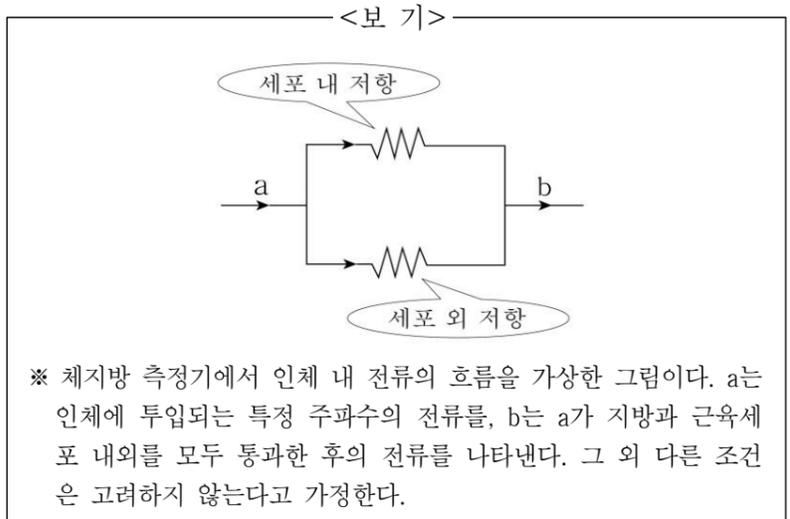
<보 기>

아래의 측정값은 체중이 60kg인 A, B 두 남성에게서 얻은 것이다.

측정 대상	BMI	체지방량(kg)
A	24.2	16.2
B	20.4	13.2

- ① 신장이 더 작은 사람은 A이다.
- ② 체지방량이 더 많은 사람은 B이다.
- ③ 수중 체중이 더 나가는 사람은 A이다.
- ④ BMI만 볼 때 정상 체중인 사람은 B이다.
- ⑤ 체지방률로만 볼 때 비만인 사람은 A이다.

20. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① a는 50kHz 이상의 주파수를 가질 것이다.
- ② 지방보다 근육에서 '세포 내 저항'이 작게 나타날 것이다.
- ③ a만으로는 세포 내외의 수분을 정확히 측정할 수 없을 것이다.
- ④ a가 흐를 때 '세포 내 저항'이 '세포 외 저항'보다 작게 나타날 것이다.
- ⑤ 땀을 많이 흘린 후 다시 측정하면 그 전보다 b의 값이 감소할 것이다.

21. ㉠과 바꾸어 쓸 수 있는 말로 가장 적절한 것은?

- ① 구성(構成)하는
- ② 달성(達成)하는
- ③ 양성(養成)하는
- ④ 완성(完成)하는
- ⑤ 합성(合成)하는

◆ 19-6평 35~38번

[35~38] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

건강 상태를 진단하거나 범죄의 현장에서 혈흔을 조사하기 위해 검사용 키트가 널리 이용된다. 키트 제작에는 다양한 과학적 원리가 적용되는데, 적은 비용으로 쉽고 빠르고 정확하게 검사할 수 있는 키트를 제작하는 것이 요구된다. 이러한 필요에 따라 항원-항체 반응을 응용하여 시료에 존재하는 성분을 분석하는 다양한 형태의 키트가 개발되고 있다. 항원-항체 반응은 항원과 그 항원에만 특이적으로 반응하는 항체가 결합하는 면역 반응을 말한다. 항체 제조 기술이 발전하면서 휴대성이 높고 분석 시간이 짧은 측면유동면역분석법(LFIA)을 이용한 다양한 종류의 키트가 개발되고 있다.

LFIA 키트를 이용하면 키트에 나타나는 선을 통해, 액상의 시료에서 검출하고자 하는 목표 성분의 유무를 간편하게 확인할 수 있다. LFIA 키트는 가로로 긴 납작한 막대 모양인데, 시료 패드, 결합 패드, 반응막, 흡수 패드가 순서대로 나란히 배열된 구조로 되어 있다. 시료 패드로 흡수된 시료는 결합 패드에서 복합체와 함께 반응막을 지나 여분의 시료가 흡수되는 흡수 패드로 이동한다. 결합 패드에 있는 복합체는 금-나노 입자 또는 형광 비드 등의 표지 물질에 특정 물질이 붙어 이루어진다. 표지 물질은 발색 반응에 의해 색깔을 내는데, 이 표지 물질에 붙어 있는 특정 물질은 키트 방식에 따라 종류가 다르다. 일반적으로 한 가지 목표 성분을 검출하는 키트의 반응막에는 항체들이 띠 모양으로 두 가닥 고정되어 있는데, 그중 시료 패드와 가까운 쪽에 있는 가닥이 검사선이고 다른 가닥은 표준선이다. 표지 물질이 검사선이나 표준선에 놓이면 발색 반응에 의해 반

응선이 나타난다. 검사선이 발색되어 나타나는 반응선을 통해서 목표 성분의 유무를 판정할 수 있다. 표준선이 발색된 반응선이 나타나면 검사가 정상적으로 진행되었음을 알 수 있다.

LFIA 키트는 주로 ㉠ 직접 방식 또는 ㉡ 경쟁 방식으로 제작되는데, 방식에 따라 검사선의 발색 여부가 의미하는 바가 다르다. 직접 방식에서 복합체에 포함된 특정 물질은 목표 성분에 결합할 수 있는 항체이다. 시료에 목표 성분이 포함되어 있다면 목표 성분은 이 항체와 일차적으로 결합하고, 이후 검사선의 고정된 항체와 결합한다. 따라서 검사선이 발색되면 시료에서 목표 성분이 검출되었다고 판정한다. 한편 경쟁 방식에서 복합체에 포함된 특정 물질은 목표 성분에 대한 항체가 아니라 목표 성분 자체이다. 만약 시료에 목표 성분이 포함되어 있으면 시료의 목표 성분과 복합체의 목표 성분이 서로 검사선의 항체와 결합하려 경쟁한다. 이때 시료에 목표 성분이 충분히 많다면 시료의 목표 성분은 복합체의 목표 성분이 검사선의 항체와 결합하는 것을 방해하므로 검사선이 발색되지 않는다. 직접 방식은 세균이나 분자량이 큰 단백질 등을 검출할 때 이용하고, 경쟁 방식은 항생 물질처럼 목표 성분의 크기가 작은 경우에 이용한다.

한편, 검사용 키트는 휴대성과 신속성 외에 정확성도 중요하다. 키트의 정확성을 측정하기 위해서는 키트를 이용해 여러 번의 검사를 실시하고 그 결과를 분석한다. 키트가 시료에 목표 성분이 들어있다고 판정하면 이를 양성이라고 한다. 이때 시료에 목표 성분이 실제로 존재하면 진양성, 시료에 목표 성분이 없다면 위양성이라고 한다. 반대로 키트가 시료에 목표 성분이 들어 있지 않다고 판정하면 음성이라고 한다. 이 경우 실제로 목표 성분이 없다면 진음성, 목표 성분이 있다면 위음성이라고 한다. 현실에서 위양성이나 위음성을 배제할 수 있는 키트는 없다.

여러 번의 검사 결과를 통해 키트의 정확도를 구하는데, 정확도란 시료를 분석할 때 올바른 검사 결과를 얻을 확률이다. 정확도는 민감도와 특이도로 나뉜다. 민감도는 시료에 목표 성분이 존재하는 경우에 대해 키트가 이를 양성으로 판정한 비율이다. 특이도는 시료에 목표 성분이 없는 경우에 대해 키트가 이를 음성으로 판정한 비율이다. 민감도와 특이도가 모두 높아 정확도가 높은 키트가 가장 이상적이지만 현실에서는 그렇지 않은 경우가 많아서 상황에 따라 민감도나 특이도를 고려하여 키트를 선택해야 한다.

35. 윗글을 읽고 알 수 있는 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① LFIA 키트에서 시료 패드와 흡수 패드는 모두 시료를 흡수하는 역할을 한다.
- ② LFIA 키트를 통해 검출하려고 하는 목표 성분은 항원-항체 반응의 항원에 해당한다.
- ③ LFIA 키트를 사용할 때 정상적인 키트에서 검사선이 발색되지 않으면 표준선도 발색되지 않는다.
- ④ LFIA 키트에 표지 물질이 없다면 시료에 목표 성분이 있더라도 이를 시각적으로 확인할 수 없다.
- ⑤ LFIA 키트를 이용하여 검사할 때, 시료에 목표 성분이 포함되어 있지 않더라도 검사선이 발색될 수 있다.

36. ㉠과 ㉡에 대한 이해로 가장 적절한 것은?

- ① ㉠은 ㉡과 달리, 시료에 들어 있는 목표 성분은 검사선에 도달하기 이전에 항체와 결합을 하겠군.
- ② ㉠은 ㉡과 달리, 시료에서 목표 성분을 검출했다면 검사선에서 항체와 목표 성분의 결합이 존재하지 않겠군.
- ③ ㉡은 ㉠과 달리, 시료가 표준선에 도달하기 이전에 검사선에 먼저 도달하겠군.
- ④ ㉡은 ㉠과 달리, 정상적인 검사로 시료에서 목표 성분을 검출했다면 반응막에 아무런 반응선도 나타나지 않았겠군.
- ⑤ ㉠과 ㉡은 모두 시료에 들어 있는 목표 성분이 표지 물질과 항원-항체 반응으로 결합하겠군.

- ③ ㉠을 이용하여 음식물의 살모넬라균 오염 여부를 검사하려면 시료를 액체 상태로 만들어야겠군.
- ④ ㉠을 이용하여 현장에서 살모넬라균 오염 의심 시료를 선별하기 위해서는 특이도보다 민감도가 높은 것이 더 효과적이겠군.
- ⑤ ㉠을 이용하여 살모넬라균이 검출되었다고 키트가 판정한 경우에도 기존의 분석법으로는 균이 검출되지 않을 수 있겠군.

37. 윗글을 참고할 때, <보기>의 A와 B에 들어갈 말을 올바르게 짝지은 것은?

<보 기>

검사용 키트를 가지고 여러 번의 검사를 실시하여 키트의 정확성을 측정하였을 때, 검사 결과 ( A )인 경우가 적을수록 민감도는 높고, ( B )인 경우가 많을수록 특이도는 높다.

- |   | A   | B   |
|---|-----|-----|
| ① | 진양성 | 진음성 |
| ② | 진양성 | 위음성 |
| ③ | 위양성 | 위음성 |
| ④ | 위음성 | 진음성 |
| ⑤ | 위음성 | 위양성 |

38. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 반응으로 적절하지 않은 것은? [3점]

<보 기>

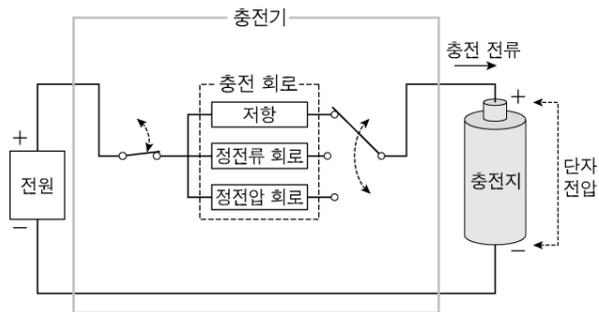
살모넬라균은 집단 식중독을 일으키는 대표적인 병원성 세균이다. 기존의 살모넬라균 분석법은 정확도는 높으나 3~5일의 시간이 소요되어 질병 발생 시 신속한 진단 및 예방에 어려움이 있었다. 살모넬라균은 감염 속도가 빠르므로 다량의 시료 중 오염이 의심되는 시료부터 신속하게 골라낸 후에 이 시료만을 대상으로 더 정확한 방법으로 분석하여 오염 여부를 확정 짓는 것이 효과적이다. 최근에 기존 방법보다 정확도는 낮으나 저렴한 비용으로 살모넬라균만을 신속하게 검출할 수 있는 ㉠ LFIA 방식의 새로운 키트가 개발되었다고 한다.

- ① ㉠을 개발하기 전에 살모넬라균과 결합하는 항체를 제조하는 기술이 개발되었겠군.
- ② ㉠의 결합 패드에는 표지 물질에 살모넬라균이 붙어 있는 복합체가 들어 있겠군.

◆ 22 수능 예시문항 30~34번  
[30~34] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

충전과 방전을 ㉠ 통해 반복적으로 사용할 수 있는 충전지는 충전기를 ㉡ 통해 충전하는데, 충전기는 적절한 전류와 전압을 제어하기 위한 충전 회로를 가지고 있다. 충전지는 양극에 사용되는 금속 산화 물질에 따라 납 충전지, 니켈 충전지, 리튬 충전지로 나눌 수 있다. 충전지가 방전될 때 양극 단자와 음극 단자 간에 전위차, 즉 전압이 발생하는데, 방전이 진행되면서 전압이 감소한다. 이렇게 변화하는 단자 전압의 평균을 공칭 전압이라 한다. 충전지를 크게 만들면 충전 용량과 방전 전류 세기를 증가시킬 수 있으나 전극의 물질을 바꾸지 않는 한 공칭 전압은 변하지 않는다. 납 충전지의 공칭 전압은 2V, 니켈 충전지는 1.2V, 리튬 충전지는 3.6V이다.

충전지는 최대 용량까지 충전하는 것이 효율적이며 이러한 상태를 만충전이라 한다. 최대 용량을 넘어서 충전하는 과충전이나 방전 하한 전압 이하까지 방전시키는 과방전으로 인해 충전지의 수명이 줄어들기 때문에 충전 양을 측정·관리하는 것이 중요하다. 특히 과충전 시에는 발열로 인해 누액이나 폭발의 위험이 있다. 니켈 충전지의 일종인 니켈카드뮴 충전지는 다른 충전지와 달리 메모리 효과가 있어서 일부만 방전한 후 충전하는 것을 반복하면 충·방전할 수 있는 용량이 줄어든다.



충전에 사용하는 충전기의 전원 전압은 충전지의 공칭 전압보다 높은 전압을 사용하고 충전지로 유입되는 전류를 저항으로 제한한다. 그러나 충전이 이루어지면서 충전지의 단자 전압이 상승하여 유입되는 전류의 세기가 점점 줄어들게 된다. 그러므로 이를 막기 위해 충전기에는 충전 전류의 세기가 일정하도록 하는 정전류 회로가 사용된다. 또한 정전압 회로를 사용하기도 하는데, 이는 회로에 입력되는 전압이 변해도 출력되는 전압이 일정하도록 해 준다. 리튬 충전지를 충전할 경우, 정전류 회로를 사용하여 충전하다가 만충전 전압에 이르면 정전압 회로로 전환

하여 정해진 시간 동안 충전지에 공급하는 전압을 일정하게 유지함으로써 충전지 내부에 리튬 이온이 고르게 분포될 수 있게 한다.

충전지의 ㉢ 만충전 상태를 추정하여 충전을 중단하는 방식에는 몇 가지가 있다. 최대 충전 시간 방식에서는, 충전이 시작된 후 완전 방전에서 만충전될 때까지 소요될 것으로 추정되는 시간이 경과하면 무조건 충전 전원을 차단한다. 전류 적산 방식에서는 일정한 시간 간격으로 충전 전류의 세기를 측정하여, 각각의 값에 측정 시간 간격을 곱한 것을 모두 더한 값이 충전지의 충전 용량에 이르면 충전 전원을 차단한다. 충전 상태 검출 방식에서는 충전지의 단자 전압과 충전지 표면의 온도를 측정하여 만충전 여부를 판정한다. 충전지에 충전 전류가 유입되면 충전이 시작되어 단자 전압과 온도가 서서히 올라간다. 충전량이 만충전 용량의 약 80%에 이르면 발열량이 많아져 단자 전압과 온도가 급격히 올라간다. 만충전 상태에 가까워지면 단자 전압이 다소 감소하는데 일정 수준으로 감소한 시점을 만충전에 도달했다고 추정하여 충전 전원을 차단한다. 니켈카드뮴 충전지의 경우는 단자 전압의 강하를 검출할 수 있으나 다른 충전지들의 경우는 이러한 전압 강하가 검출이 가능할 만큼 크게 나타나지 않기 때문에 최대 단자 전압, 최대 온도, 온도 상승률 등의 기준을 정하고 측정된 값이 그 기준들을 넘어서지 않도록 하여 과충전을 방지한다.

30. 윗글의 내용과 일치하는 것은?

- ① 과충전은 충전지의 수명에 영향을 끼치지 않는다.
- ② 방전 시 충전지의 단자 전압은 공칭 전압보다 낮을 수 있다.
- ③ 정전압 회로에서는 입력되는 전압이 변하면 출력되는 전압이 변한다.
- ④ 전극의 물질을 바꾸어도 충전지의 평균적인 단자 전압은 변하지 않는다.
- ⑤ 니켈카드뮴 충전지는 일부만 방전한 후 충전하기를 반복해도 방전할 수 있는 용량이 줄어들지 않는다.

31. 다음은 리튬 충전지의 사용 설명서 중 일부이다. 윗글에서 근거를 찾을 수 없는 것은?

**유의 사항**

- 충전지에 표시된 전압보다 전원 전압이 높은 충전기를 사용해야 합니다. …………… ①
- 충전지에 표시된 충전 허용 전류보다 충전 전류의 세기가 강하면 충전지의 수명이 줄어듭니다. …………… ②
- 충전지의 온도가 과도하게 상승하면 충전을 중지해야 합니다. …………… ③
- 충전지를 사용하다가 수시로 충전해도 무방합니다. …………… ④
- 과도하게 방전시키면 충전지의 수명이 줄어듭니다. …………… ⑤

32. <보기>는 윗글을 읽은 발명 동아리 학생들이 새로운 충전기 개발을 위해 진행한 회의의 일부이다. ㉠에 대한 의견으로 적절하지 않은 것은?

<보 기>

부장: 충전기에 적용할 수 있는 충전 중단 방식이 지닌 장점에 대한 의견 잘 들었습니다. 이제 각 방식을 사용할 경우 발생할 수 있는 문제점을 생각해 보시고 의견을 말씀해 주십시오.

부원 1: 최대 충전 시간 방식을 사용할 경우, 완전 방전이 되지 않은 상태에서 충전을 시작하면 과충전 상태에 이르는 한계가 있습니다.

부원 2: 전류 적산 방식을 사용할 경우, 충전 전류가 변할 때보다 충전 전류가 일정할 경우에, 추정된 충전 양과 실제 충전 양의 차이가 커질 수 있다는 단점이 있습니다.

부장: 충전 상태 검출 방식에 대한 의견을 말씀해 주십시오.

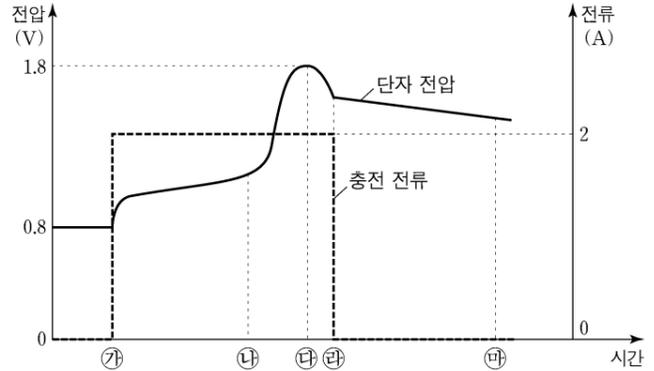
부원 3: 충전 상태 검출 방식 중 전압 강하를 검출하는 방식은 여러 종류의 충전지를 두루 충전하는 충전기에 사용하기에는 적절하지 않습니다.

부원 4: 충전 상태 검출 방식 중 온도로 상태를 파악하는 방식에서는 주변 환경이 충전지 표면 온도에 영향을 준다면 충전 완료 시점을 정확하게 추정하기 어렵습니다.

부원 5: 지금까지 논의한 방식은 모두 충전 전원을 차단하는 장치가 없다면 과충전을 방지할 수 없다는 한계가 있습니다.

- ① 부원 1의 의견                      ② 부원 2의 의견
- ③ 부원 3의 의견                      ④ 부원 4의 의견
- ⑤ 부원 5의 의견

33. 다음은 어떤 충전지를 충전할 때의 단자 전압과 충전 전류를 나타낸 그래프이다. 윗글을 참고할 때, ㉠~㉣에 대한 이해로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① ㉠: 단자 전압이 공칭 전압 이하인 상태에서 충전이 시작되는군.
- ② ㉡: 충전 전류에 의해 온도가 상승하고 정전류 회로가 작동하고 있군.
- ③ ㉢: 단자 전압이 최대에 도달했으므로 만충전에 이르렀군.
- ④ ㉣: 정전류 회로가 작동을 멈추고 전원이 차단되었군.
- ⑤ ㉤: 충전 전류가 흐르지 않는 상태에서 방전이 되고 있군.

34. ㉠, ㉡의 의미로 쓰인 예가 바르게 짝지어진 것은?

- ① [ ㉠: 그 사람에게 그런 식은 안 통한다.  
      ㉡: 전깃줄에 전류가 통한다. ]
- ② [ ㉠: 그와 나는 서로 통하는 면이 있다.  
      ㉡: 청년기를 통해 노력의 중요성을 익혔다. ]
- ③ [ ㉠: 이 길은 바다로 가는 길과 통해 있다.  
      ㉡: 모두 비상구를 통해 안전하게 빠져나갔다. ]
- ④ [ ㉠: 이곳은 바람이 잘 통해 빨래가 잘 마른다.  
      ㉡: 그런 알팍한 수는 나에게 통하지 않는다. ]
- ⑤ [ ㉠: 철저한 실습을 통해 이론을 확실히 익힌다.  
      ㉡: 망원경을 통해 저 멀리까지 내다보았다. ]

## ◆ 17년 10월 고3 32~35번

[32~35] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

기계나 설비 등이 목적에 맞게 작동하도록 온도, 압력, 유량, 회전 속도 등의 물리량을 조절하는 기술을 제어 기술이라고 한다. 제어 대상의 현재 물리량의 크기를 센 측정값을 원하는 목표인 설정값에 일치시키기 위해, 출력되는 조작량을 조절하는 제어 기술에는 여러 방식이 있다. 그중 가장 간단한 방식은 ‘on/off 스위치 방식’으로, 물의 온도를 맞출 때 사용되는 보일러의 온도 조절 장치에 흔히 활용된다. 이 장치에서는 ㉠ 현재 온도가 원하는 온도보다 낮으면 스위치가 on되어 가열기에 전원이 공급되며, 원하는 온도보다 높으면 스위치가 off되어 가열기에 공급되는 전원이 차단된다. 스위치가 on일 때에는 100%에 해당하는 조작량이 출력되고, 스위치가 off일 때에는 조작량이 0%가 된다. 가열기가 처음 작동될 때 수온을 올리기 위해 on 상태를 유지하는데, 어느 순간 수온이 설정값을 넘는 ‘오버슈트’가 발생한다. 오버슈트가 발생하면 시스템에 무리를 줄 수 있으므로 ㉡ 스위치를 반복적으로 on과 off하여 현재 온도를 설정값에 이르도록 한다. 수온은 압력이나 유량처럼 물리량의 변화가 연속적인 아날로그적 속성을 지니므로 수온이 상승하여 스위치를 off로 바꾸었다고 해서 급세 낮아지지는 않는다. 따라서 스위치를 반복적으로 on과 off하면 설정값을 기준으로 수온이 위아래로 일정하게 오르내리는 ‘헌팅’이 발생한다.

on/off 스위치 방식은 오버슈트와 헌팅이 발생하여 제어 대상의 물리량을 정밀하게 제어하기 어렵다. 이런 on/off 스위치 방식의 결점을 보완하기 위해 ‘PID 제어 방식’이 활용된다. PID 제어 방식은 P(비례) 제어, I(적분) 제어, D(미분) 제어를 모두 활용하여 제어 대상의 물리량을 정밀하게 제어한다. 그런데 목적에 따라 P 제어 방식, PI 제어 방식, PD 제어 방식이 활용되는 경우도 있다.

P 제어는 설정값의 위아래에 일정한 비례대를 설정하여, 비례대 안에서 설정값과 측정값의 편차에 비례하는 조작량을 출력한다. 예컨대 P 제어가 활용된 보일러의 온도 조절 장치에서 현재의 온도가 비례대 하한선 아래에 있을 경우 현재 온도가 비례대 하한선에 이를 때까지는 100%의 조작량이 출력되어 스위치를 on 상태로 유지한다. 그러다 현재 온도가 비례대 하한선보다 높아지면 비례 주기를 갖게 되는데, 각 주기에서는 스위치의 on과 off 동작이 반복된다. 즉, ㉢ 비례대 하한선을 넘는 현재 온도가 설정값에 이르기 전까지는 on 시간이 off 시간보다 긴 동작이 주기적으로 반복되는 것이다. 현재 온도가 설정값에 도달하면 50%의 조작량이 출력되어 on과 off 시간이 1:1인 동작이 반복된다. 현재 온도가 설정값보다 오르면 off 시간이 on 시간보다 긴 동작이 주기적으로 반복되고, 현재 온도가 비례대 상한선을 넘으면 off 상태를 유지한다. 이처럼 P 제어를 활용하면 측정값을 설정값에 정밀하게 근접시킬 수

있으므로 on/off 스위치 방식만 활용할 때보다 헌팅이 크게 줄어든다. 그러나 P 제어에서는 ㉣ 측정값이 일정하게 유지되는 안정 상태가 되어도 설정값에 대하여 일정한 오차가 설정값의 위 또는 아래에 필연적으로 발생하는데, 이를 ‘잔류편차’라 한다. 보일러의 온도 조절 장치에 P 제어가 활용될 때, ㉤ 비례대를 넓게 설정할수록 가열을 위한 on과 off의 반복 동작이 시작되는 온도가 낮아지므로 현재 온도가 설정값에 근접하는 시간이 길어지고 잔류편차가 커지지만 헌팅은 거의 발생하지 않는다. 반면에 비례대를 좁게 설정할수록 현재 온도가 설정값에 근접하는 시간은 짧아지고 잔류편차가 작아지지만 헌팅이 발생하기 쉽다.

I 제어를 P 제어와 같이 활용하면 잔류편차를 없앨 수 있어 측정값이 설정값에 거의 근접하게 된다. PI 제어의 적분 동작은 측정값과 설정값 사이의 편차의 적분값에 비례하는 조작량을 출력하는 것으로, 적분 동작의 강도를 나타내는 적분 시간을 통해 동작의 세기를 조절한다. 적분 시간을 짧게 하면 제어 대상의 상태 변화를 수정하는 동작이 강해져 잔류편차를 짧은 시간에 없앨 수 있지만 헌팅이 발생하는 원인이 될 수 있다. 반대로 적분 시간을 길게 하면 수정 동작이 약해져 헌팅은 발생하지 않지만, 잔류편차를 없애는 데 긴 시간이 걸린다.

그런데 P 제어나 PI 제어만 활용할 경우에는 외부 충격이나 진동 등이 발생하여 제어 대상의 상태가 급격히 변화할 때 측정값이 설정값으로 돌아가는 데 긴 시간이 걸린다. 이때 D 제어를 활용하면 빠르게 설정값으로 돌아갈 수 있다. 외부 충격이나 진동 등이 발생하면 측정값과 설정값 사이에 편차가 커지는데, PD 제어나 PID 제어의 미분 동작은 측정값과 설정값 사이의 편차가 변화하는 속도에 비례하여 조작량을 출력하는 것이다. 미분 동작의 세기는 미분 시간을 통해 조절하는데, 미분 시간을 짧게 하면 제어 대상의 상태 변화를 수정하는 동작이 약해져 측정값이 설정값까지 도달하는 시간은 길어지지만 오버슈트는 발생하지 않는다. 반면, 미분 시간을 길게 하면 수정 동작이 강해져 측정값이 설정값에 도달하는 시간은 짧아지지만 오버슈트가 발생하기 쉽다.

### 32. 윗글의 내용과 일치하는 것은?

- ① 미분 동작은 측정값과 설정값 사이의 편차가 일정할 때 수행된다.
- ② 헌팅 현상이 지속되면 측정값과 설정값이 일치하는 상태가 안정적으로 유지된다.
- ③ PI 제어에서 조작량은 측정값과 설정값의 편차가 변화하는 속도에 비례하여 출력된다.
- ④ on/off 스위치 방식이 활용된 온도 조절 장치로 물을 데울 때, 조작량은 데울 물의 양이다.
- ⑤ P 제어는 단독으로 활용되기도 하지만, I 제어와 함께 활용되기도 하고 D 제어와 함께 활용되기도 한다.

### 33. ㉠ ~ ㉤에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠: 측정값이 설정값보다 낮은 경우이다.
- ② ㉡: 조작량이 100%와 0%인 상태가 반복되는 상태이다.
- ③ ㉢: 100%에서 50% 사이의 조작량이 출력되는 때이다.
- ④ ㉣: 스위치가 on 상태로 지속되는 때이다.
- ⑤ ㉤: 비례 주기가 시작되는 온도가 낮아지는 경우이다.

34. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

— < 보 기 > —

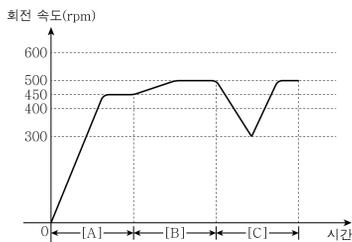
최근 강한 수증기 압력으로 진한 커피를 추출하는 커피 기계가 많이 쓰인다. 이 기계에는 물을 끓이는 가열기의 온도를 조절하는 장치, 분출되는 수증기의 압력을 조절해 주는 증기압 조절 장치, 수조의 물이 일정하게 유지되도록 물을 보충해 주는 수위 조절 장치가 등이 장착되어 있다.

- ① 온도 조절 장치에 on/off 스위치 방식만 활용될 때, 가열기의 작동 초기에 on 상태를 계속 유지하면 오버슈트가 발생할 수 있을 것이다.
- ② 온도 조절 장치에 PID 제어 방식이 활용될 때, 온도가 설정값 위로 갑자기 상승해도 미분 동작에 의해 빠르게 설정값으로 돌아갈 수 있을 것이다.
- ③ 증기압 조절 장치에 P 제어 방식이 활용될 때, 비례대를 좁게 하면 잔류편차를 없앨 수 있을 것이다.
- ④ 증기압 조절 장치에 on/off 스위치 방식만 활용될 때, 현재의 증기압이 설정값 위로 급하게 상승하는 경우에 스위치를 off로 바꾸어도 증기압이 설정값 아래로 곧바로 낮아지지는 않을 것이다.
- ⑤ 수위 조절 장치에 P 제어 방식이 활용될 때, on/off 스위치 방식만 활용될 때보다 헛팅을 줄일 수 있을 것이다.

35. 윗글을 바탕으로 <보기>를 탐구한 내용으로 적절한 것은?

— < 보 기 > —

다음의 그래프는 'PID 제어 방식'의 효과를 확인하기 위한 실험에서 모터 회전 속도를 측정된 결과이다. [A]에서는 P 제어, [B]에서는 PI 제어, [C]에서는 PID 제어를 활용하였다. (단, 설정값은 500 rpm\*, 비례대는 400 ~ 600 rpm, 잔류편차는 50 rpm이다.)



\* rpm : 1분당 회전 속도를 표시하는 단위.

- ① [A]에서 비례대가 430 ~ 570 rpm으로 수정되면 잔류편차는 50 rpm보다 크겠구나.
- ② [B]에서 헛팅이 발생했을 때, 현재보다 적분 시간을 짧게 수정하면 헛팅의 발생을 막을 수 있겠구나.
- ③ [B]에서 현재보다 적분 시간을 길게 하면 450 rpm에서 500 rpm에 도달하는 시간이 현재보다 더 짧아지겠구나.
- ④ [C]에서 현재보다 미분 시간을 짧게 하면 300 rpm에서 500 rpm에 도달하는 시간이 현재보다 더 길어지겠구나.
- ⑤ [C]에서 미분 동작으로 오버슈트가 발생했을 때, 현재보다 미분 시간을 길게 수정하면 오버슈트를 막을 수 있겠구나.

[45~48] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

1434년 7월 1일. 조선 왕조는 자격루(自擊漏)라고 불리는 자동 물시계를 국가의 새로운 표준 시계로 채택했다. 세종의 명을 받은 장영실은 더 정확한 물시계를 만들기 위해 시각을 측정하는 잣대의 길이를 4배 가량 키워 눈금을 세밀하게 새겨 넣고, 물받이 통을 비울 때도 연속적으로 시간을 켤 수 있게 통을 2개로 늘렸다. 여기에 자동으로 시간을 알려 주는 장치를 더하여 자격루를 완성하였다.

자격루는 시각을 측정하는 물시계, 물시계에서 측정된 시간을 소리로 바꿔 주는 시보 장치, 물시계와 시보 장치를 연결해 주는 방목(方木) 등 크게 세 부분으로 이루어져 있다. 현재만 원짜리 지폐에서 볼 수 있는 물시계 부분은, 물을 공급하는 항아리인 파수호에서 물을 흘러 보내면 물받이 통인 수수호에 물이 고이는 구조로 되어 있다. 수수호에 띄워 놓은 잣대가 고인 물의 부력에 의해 떠오르면 잣대에 새긴 눈금을 읽어 시각을 알아낸다. 따라서 물시계의 정확도를 높이려면 수수호를 튼튼하게 제작하여 물이 가득 찼을 때 받는 수압에도 변형되지 않도록 만들 필요가 있었다. 실제 자격루의 수수호는 지금까지 원형을 그대로 유지하고 있다.

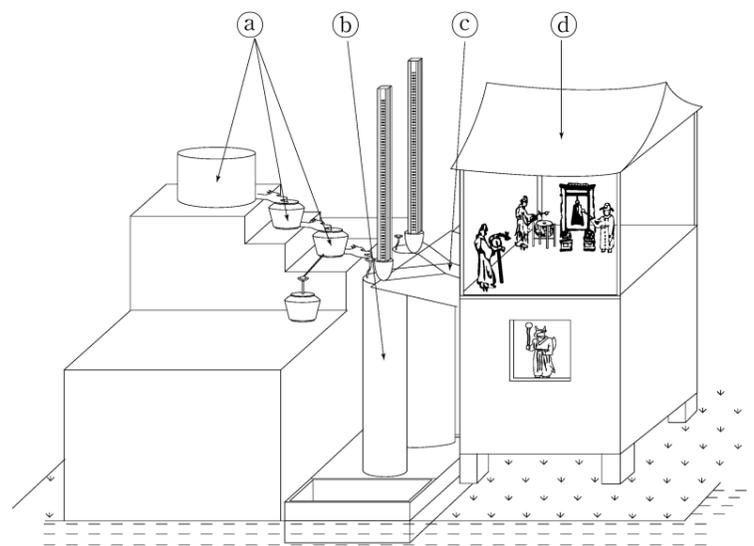
시보 장치의 상단에 설치된 3개의 시보 인형은 시(時), 경(更), 점(點)마다 각각 종, 북, 징을 쳐서 시간을 알린다. 시보 인형 가운데 하나는 시를 알려 준다. 매 시각마다 인형의 팔뚝과 연결된 제어 장치가 작동하여 인형의 팔뚝을 움직이고 그 움직임이 종을 울리게 한다. 시를 담당한 인형이 종을 울리면 곧이어 시보 장치 하단에서 12지신 가운데 그 시에 해당하는 동물 인형이 시 이름이 적힌 팻말을 들고 나온다. 예를 들어 자시(子時)에는 쥐 인형이 ‘자(子)’라는 글자가 적힌 팻말을 들고 나와 지금 울린 종소리가 자시라고 알려 준다. 이러한 일련의 동작은 시보 장치 안에 있는 복잡하면서도 정교한 기계에 의해 자동으로 진행된다. 경과 점을 알려 주는 다른 2개의 인형은 경점법이라는 우리의 고유한 시간 표시 방법에 따라 작동하면서 시간을 더 자세하게 알려 준다.

아날로그-디지털 신호 변환기의 원리가 들어 있는 방목은 시보 장치가 자동으로 작동할 수 있는 동력을 제공한다. 즉, 수수호에 물이 차올라 잣대가 떠오르면서 방목 안에 설치된 장치가 구리로 만든 작은 구슬을 차례대로 떨어뜨린다. 연속적으로 흘러내리는 물의 양인 아날로그 신호가 일정한 간격마다 구슬이 떨어지는 불연속적인 디지털 신호로 변환되는 것이다. 그리고 구슬이 떨어지면서 발생하는 운동 에너지는 시보 장치에 전달되어 시간을 알려 주는 데 사용된다. ㉠ 한마디로 말해 자격루는 디지털 방식을 도입한 기계식 시계인 셈이다.

한편, 조선 왕조에는 자격루가 제작되기 전부터 시간을 측

정하고 알려 주는 일을 담당하는 관청이 있었다. 물시계를 맡은 관리는 밤낮으로 물시계를 지켜보면서 시간을 알려 주었는데, 가끔씩 제때를 놓쳐 처벌되는 경우도 있었다. 이런 상황에서 자동 시보 장치를 가진 정확한 물시계의 제작은 모든 시계 제작 기술자의 꿈이었으며, 예로부터 정확한 시간을 알려 줄 책무를 지닌 왕의 소망이기도 하였다. 자격루는 그 꿈을 실현시킨 15세기의 첨단 기술이었던 것이다.

45. 아래 그림은 위 글을 읽고 자격루의 구조를 추정하여 그린 것이다. ㉠~㉣의 명칭을 순서대로 배열한 것은? [1점]



- |       |     |       |       |
|-------|-----|-------|-------|
| ㉠     | ㉡   | ㉢     | ㉣     |
| ① 수수호 | 파수호 | 잣대    | 시보 장치 |
| ② 물시계 | 파수호 | 방목    | 시보 장치 |
| ③ 물시계 | 잣대  | 시보 장치 | 방목    |
| ④ 파수호 | 수수호 | 방목    | 시보 장치 |
| ⑤ 파수호 | 수수호 | 잣대    | 방목    |

46. <보기>를 이용하여 자격루에 대해 추론한 내용으로 잘못된 것은?

<보 기>

- 경점법이란 해가 진 뒤부터 다음 날 해가 뜨기 전까지의 하룻밤을 5등분하여 5경으로 나누고, 1경은 다시 5등분하여 5점으로 나누는 방법이다.
- 해가 뜨고 지는 시각은 매일 조금씩 변하므로 경과 점의 길이 역시 조금씩 달라진다.

- ① 경과 점을 알리는 시보 인형은 밤에만 작동한다.
- ② 12지신의 동물 인형은 항상 같은 간격으로 나타난다.
- ③ 밤낮의 길이 변화에 따라 눈금이 다르게 새겨진 잣대를 사용한다.
- ④ 북소리와 징소리가 울리는 시간 간격은 계절에 따라 달라진다.
- ⑤ 시보 인형 3개의 역할은 각각 오늘날 시계의 시침, 분침, 초침에 해당한다.

47. ㉠에 대해 판단한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 물시계 부분은 아날로그 방식이라고 생각해.
- ② 자격루는 기계식이라서 오늘날의 전자식 시계와는 차이가 있어.
- ③ 자격루를 자동 물시계라고 부르는 것은 디지털 방식이기 때문이겠군.
- ④ 자격루에서 방목의 디지털 신호를 받아 작동되는 부분은 시보 장치야.
- ⑤ 시보 장치 안의 복잡한 기계 장치를 작동하기 위해 동력이 필요하구나.

48. 위 글을 읽고 '자격루의 원리'에 대한 심화 학습을 하고자 할 때, 던질 수 있는 질문으로 가장 적절한 것은?

- ① 자격루에서 발생하는 오차는 어떻게 보정했을까?
- ② 자격루는 언제까지 국가의 표준 시계로 사용되었을까?
- ③ 일반 백성들에게 시간을 알려 주는 방법은 무엇이였을까?
- ④ 조선 시대의 왕은 왜 그렇게 정확한 시간을 알려고 했을까?
- ⑤ 만 원짜리 지폐에 자격루 그림이 들어간 이유는 무엇일까?