

제 1 교시

수능특강 독서 2부 과학·기술 평가원화

국어 영역

성명		수험 번호																		
----	--	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- 문제지의 해당란에 성명과 수험 번호를 정확히 쓰시오.
- 답안지의 필적 확인란에 다음의 문구를 정자로 기재하십시오.

이제부터 난 마음껏 자유롭게 춤을 출 거야

- 답안지의 해당란에 성명과 수험 번호를 쓰고, 또 수험 번호와 답을 정확히 표시하십시오.
- 문항에 따라 배점이 다릅니다. 3점 문항에는 점수가 표시되어 있습니다. 점수 표시가 없는 문항은 모두 2점입니다.

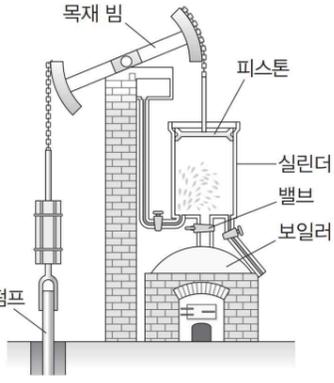
※ 시험이 시작되기 전까지 표지를 넘기지 마시오.

오르비 섹시스타

[1~4] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오. (정답과 해설 65p)

다트머스 출신의 철물상 뉴코먼은 그의 동료 배관공인 캘리와 함께 철물을 팔기 위해 광산들을 돌아다니다가 광산에 물이 차는 문제의 심각성을 알게 되었다. 1712년에 그들은 광산의 배수를 위한 증기 기관을 만들었다. 펌프질하는 거대한 뉴코먼의 증기 기관은 <그림 1>과 같이 보일러에서 발생하는 수증기를 사용하였다. 수증기가 실린더로 들어오면서 피스톤을 위로 한껏 밀어 올렸을 때 차가운 물을 실린더 안에 살짝 쏘아 주었다.

그러면 수증기가 물로 변하면서 부피가 줄어들어 실린더 안의 압력이 줄어들면서 피스톤에 작용하는 대기압에 의해 피스톤이 아래로 밀려 내려갔다. 이때 피스톤은 지레를 이루는 목재 빔의 한쪽 끝을 아래로

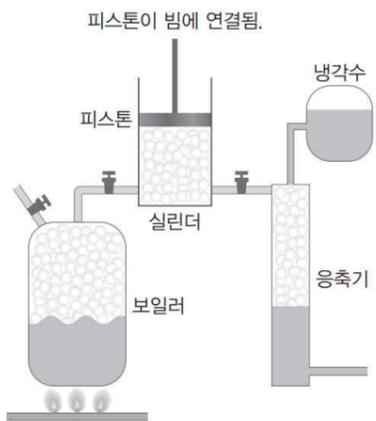


<그림 1> 뉴코먼의 증기 기관

목재 빔의 다른 쪽 끝이 위로 올라가면서 펌프를 당겨 물이 위로 끌어 올려졌다. 이어서 실린더 밑의 밸브가 열리면서 새롭게 주입되는 수증기에 의해 피스톤이 다시 밀려 올라갔고 같은 과정이 반복되었다. 이 장치를 사용하면 28킬로그램의 석탄으로 100미터 지하에서 2.5톤의 물을 끌어 올릴 수 있었다.

① 뉴코먼의 증기 기관은 즉각적인 성공을 거두었고 10년 뒤에는 유럽 전역에서 사용되었다. 사용자들은 더욱 큰 실린더를 요구하기 시작했지만 비용이 문제가 되었다. 당시에 실린더를 만드는 데 놋쇠가 사용되었는데 그 가격이 엄청나게 비쌌기 때문이었다. 1722년에 뉴코먼은 산업 혁명기 영국 철강 산업의 중심이었던 콜브룩데일에서 해결책을 찾아냈다. 그는 콜브룩데일의 기술자인 다비가 만든 주철을 사용해서 훨씬 싼 가격으로 실린더를 만들 수 있었고 그의 증기 기관은 더욱 많이 팔려 나갔다.

글래스고 대학의 도구 제작자였던 와트는 뉴코먼의 증기 기관 모형의 수리 의뢰를 받고 증기 기관에 관심을 갖게 되었다. 그는 스스로 작은 규모의 증기 기관의 제작을 시도하면서 광산용 배수펌프의 동력을 공급하는 이 장치의 효율을 높일 방안을 고민하기 시작했다. 뉴코먼의 증기 기관에서는 분사된 물이 실린더 안의 수증기를 응축시킬 때 실린더가 함께 냉각되는 것이 문제였다. 다음 과정에서 냉각된 실린더에 수증기가 들어오면 그 일부가 응축되어 피스톤을 밀어 올리는 힘이 약해졌다. 와트는 실린더가 두 가지 목적을 위해 다른 상태를 유지해야 한다는 것을 깨달았다. 실린더는 수증기가 너무 일찍 응축하지



<그림 2> 와트의 증기 기관

않도록 뜨겁게 가열된 상태로 유지되어야 했고, 적당한 때에 수증기를 식히기 위해 차가워야 했다. 그러나 뉴코먼의 증기 기관에서 실린더는 상반되는 두 일을 효과적으로 할 수 없었기에 와트는 이와는 다른 시스템이 필요하다고 생각하였다. 이 문제를 해결하기 위하여 그는 분리된 응축 장치를 설계했다. 그는 <그림 2>와 같이 실린더와는 따로 설치된 응축기가 실린더와 함께 수증기를 받도록 관을 연결했다. 그리고 물을 분사하는 작용이 냉각되어 있는 응축기에서 일어나게 하였다. 그러면 응축기 안의 수증기가 식으면서 응축기와 실린더 안의 압력이 함께 낮아졌다. 이에 의해 실린더 안의 피스톤이 대기압에 밀려 내려오면서 피스톤에 지레로 연결된 펌프를 작동시켰다. 피스톤이 어느 정도 내려오면 아래 밸브가 열리고 수증기가 실린더로 주입되면서 피스톤을 다시 밀어 올리고 이때 응축기 쪽으로도 수증기가 들어갔다. 이 과정이 반복되는 동안 실린더 주위에는 보일러로부터 오는 뜨거운 수증기가 돌게 하여 실린더를 계속 뜨겁게 유지하였다.

② 설계가 성공적으로 이루어졌음에도 불구하고 ① 와트의 증기 기관은 1769년에 그가 특허를 땀 때에도 효율적으로 작동되지 못했다. 뉴코먼의 증기 기관에서는 밀봉을 위해 피스톤 위에 물을 남겨 두었는데, 와트의 증기 기관에서는 실린더가 식지 않도록 물을 없애면서 밀봉을 위해서는 실린더와 피스톤이 잘 맞아야 했기 때문이다. 이렇게 정확한 치수로 실린더를 주조하는 기술이 당시까지는 없었다. 그러다가 1775년에 월킨슨이 대포 포신의 구멍을 깎는 데 활용한 기술을 실린더 제조에 도입하면서 문제가 해결되었다. 월킨슨은 동전 두께 이상의 오차가 나지 않는 범위에서 실린더를 깎을 수 있었다. 이것은 와트의 증기 기관의 효율을 크게 증가시켜 뉴코먼의 증기 기관의 4배에 달하게 하였고, 광산에서 뉴코먼의 증기 기관을 대체하여 와트의 증기 기관이 널리 쓰이게 되었다. 이후 와트는 증기 기관을 계속 개선하였고, 와트의 증기 기관은 배수펌프뿐 아니라 다른 기계의 동력 장치로도 널리 사용되면서 동력 혁명을 견인하게 되었다.

1. 윗글에서 알 수 있는 내용이 아닌 것은?

- ① 뉴코먼의 증기 기관에서 실린더는 초기에는 값이 비싼 놋쇠로 만들어졌다.
- ② 뉴코먼의 증기 기관에서 실린더의 밀봉은 피스톤 위에 남겨 둔 물에 의해 이루어졌다.
- ③ 와트는 이전의 증기 기관이 실린더의 냉각으로 인하여 효율이 낮아지는 문제를 해결했다.
- ④ 증기 기관의 보급으로 석탄 수요가 많아지면서 석탄 광산의 배수 문제가 발생하기 시작했다.
- ⑤ 대포 포신의 구멍을 깎는 새로운 기술을 도입하면서 와트의 증기 기관은 효율을 증가시킬 수 있었다.

2. 윗글을 참고할 때 ㉠의 내용을 적절하게 제시한 것은?

- ① 실린더를 뜨겁게 유지하기 위해 분리된 응축기에서 응축이 일어나게 한다.
- ② 실린더와 피스톤 사이의 밀봉을 위하여 정밀하게 실린더를 제작하게 한다.
- ③ 실린더가 뜨겁게 유지될 수 있도록 충분한 수증기를 실린더에 주입하게 한다.
- ④ 실린더가 정확한 시점에 차가워질 수 있도록 물이 분사되는 시기를 제어하게 한다.
- ⑤ 피스톤이 뜨거운 수증기로 팽창하여 실린더에 끼는 일이 없도록 크기를 조절하게 한다.

3. ㉠과 ㉡을 비교한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠과 ㉡ 모두 광산용 배수펌프의 동력 공급용으로 설계되었다.
- ② ㉠과 ㉡ 모두 뜨거운 수증기의 힘을 이용해 피스톤을 밀어 올렸다.
- ③ ㉠과 달리 ㉡에서는 실린더 내부의 압력을 낮추는 과정이 필요했다.
- ④ ㉠과 달리 ㉡에서는 응축기 안에서 찬물을 뿌려 주는 일이 실행되었다.
- ⑤ ㉡과 달리 ㉠에는 실린더를 고온으로 유지하는 장치가 설치되지 않았다.

4. <보기>를 참고하여 윗글을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보 기>

㉠ 어떤 기술이 등장하고 사회에 보급되기 위해서는 그 기술에 대한 사회의 요구가 선행되어야 한다. 또한 ㉡ 어떤 새로운 발명품이라 하더라도 기존의 기술을 토대로 하여 당시의 기술이 실현할 수 있는 새로운 요소를 추가한 것이므로 그 발명품이 세상에 나오게 된 것은 발명자만의 공로는 아니다. 그러므로 ㉢ 새로운 기술의 출현과 전파를 위해서는 그 기술을 출현시키고 퍼뜨리기 위한 사회적·기술적 토대가 갖추어져야 한다.

- ① ㉠: 배수펌프 외의 다른 기계에도 동력 장치가 요구되었기에 와트의 증기 기관이 더 널리 채택될 수 있었다.
- ② ㉠: 광산의 배수 문제의 해결에 대한 사회의 요구가 있었기 때문에 뉴코먼의 증기 기관이 창안될 수 있었다.
- ③ ㉡: 다비의 주철 기술이라는 기존의 기술 덕택에 뉴코먼의 증기 기관은 현장에서 비로소 제대로 작동될 수 있었다.
- ④ ㉡: 와트는 뉴코먼의 증기 기관이라는 기존의 기술을 토대로 하고 당시 기술로 실현 가능한 분리된 응축기를 추가하여 그의 증기 기관을 발명하였다.
- ⑤ ㉢: 월킨슨의 포신 깎는 기술이라는 기술적 토대를 실린더 제조에 활용한 덕분에 와트의 증기 기관은 실현될 수 있었다.

[5~8] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오. (정답과 해설 68p)

1889년에 폰 메링과 민코프스키가 개에게서 이자를 제거하면 심각하고 치명적인 당뇨병이 발생한다는 것을 증명한 이후, 생리학자들과 임상자들은 혈당이 과도하게 높아지고 소변에 당이 섞여 나오는 당뇨병을 료하는 데 효과가 있는 이자 분비물을 얻기 위해 다양한 방식을 시도했다. 민코프스키를 시작으로 많은 연구자들은 다양한 방식으로 채취한 이자 분비물을 실험동물과 당뇨병을 앓고 있는 사람에게 경구, 피하, 정맥 등으로 투여하였지만 병세의 개선이 거의 또는 전혀 이루어지지 않았다. 1901년에 미국의 의사 오피가 이자의 조직에 분포하는 이질적인 세포 덩어리인 섬 세포가 부분적으로 또는 전체적으로 파괴되면 당뇨병이 발생한다는 것을 발견했고, 이에 따라 연구자들은 당뇨병을 치료하려면 섬 세포의 분비물을 얻어야 한다는 이해에 도달하였다. 1908년에 독일의 의사 쾰처는 알코올로 추출한 이자 분비물을 당뇨병 환자에게 투여하여 증세를 일시적으로 호전시키는 결과를 얻었지만 분비물에 포함된 불순물 때문에 열이 오르는 부작용이 발생했다. ㉠ 이후 여러 연구자들이 이자 분비물을 얻어 당뇨병을 치료하려는 시도를 하여 부분적 성공을 거두었으나, 임상적 적용을 보증할 만큼 좋은 결과를 얻지 못했다.

1920년에 캐나다의 외과의인 밴팅은 미국의 연구자인 배론의 논문에서 이자액을 전달하는 이자관을 묶으면 이자를 구성하는 세포의 일종인 설포 세포가 퇴화한다는 내용을 읽었다. 밴팅은 이자관을 묶어 설포 세포를 퇴화시키면 섬 세포 분비물을 설포 세포에서 기원하는 트립신과 기타 소화 효소에 의해 파괴되지 않은 상태로 얻을 수 있을 것이라는 생각이 들었다. 1921년에 밴팅은 토론토 대학의 생리학 교수인 매클라우드의 도움으로 그의 실험실에서 조수인 베스트와 함께 동물의 이자에서 목적에 맞는 추출물을 얻는 연구를 시작했다. 그들은 먼저 개들의 이자관을 묶었다. 7주가 지난 후 이 개들의 이자를 살펴보니 모두 수축되어 있었고, 조직학적 검사 결과 건강한 설포 세포가 없음을 확인하였다. 그들은 건강한 설포 세포가 없는 이자를 작은 조각으로 자르고 간 후 분비물을 생리 식염수로 추출했다. 그다음에 당뇨병에 걸린 개의 정맥에 이 추출물을 투여하였다. 정맥 주사 후 개의 혈당은 정상이 되거나 정상보다 낮은 수준으로 감소했고 소변에서 당이 검출되지 않았다. 개들은 더 건강해지고 더 생기 넘치게 되었다. 밴팅의 팀이 이 첫 번째 유형의 추출물에서 얻은 유의미한 결과는, 설포 세포에서 기원한 소화 효소들이 당뇨를 방지하는 ‘항당뇨 성분’ 곧 인슐린을 파괴한다는 것을 입증하고 이들 효소를 제거한 이자 추출물에서 활성이 있는 인슐린을 얻을 수 있다는 생각을 확인한 것이었다.

밴팅의 두 번째 유형의 추출물은 십이지장의 점막에서 분비되는 호르몬인 세크레틴을 장기간 계속 주입하여 설포 세포에서 기원하는 소화 효소를 고갈시킨 개의 이자에서 추출하였다. 이러한 방식으로 만들어진 추출물은 당뇨병에 걸린 개의 혈당을 이전 추출물보다 더 많이 낮추고 일반적인 임상 상태를 개선시켰지만 이 방법이 항상 설포 세포에서 기원하는

소화 효소를 완전히 고갈시킬 수 있는 것은 아니었다. 결과적으로 이 추출물에서는 독성이 자주 유발되었다. 밴팅의 세 번째 유형의 추출물은 임신 4개월 미만인 소의 태아의 이자에서 얻어졌다. 설포 세포가 미발달한 태아 이자에서 얻은 추출물은 이전의 두 종류의 추출물보다 훨씬 더 농축된 용액으로 추출할 수 있었다. 이 추출물의 투여로 당뇨병에 걸린 개의 혈당은 현저히 낮아졌고, 소변의 당이 없어져 임상적으로 현저한 개선이 있었다.

이후 밴팅은 그때까지 추출제로 사용하던 식염수 대신에 약산성 알코올을 추출제로 사용하면서 동물의 신선한 분비선에서 인슐린을 추출할 수 있었다. 이렇게 제조된 밴팅의 네 번째 유형의 추출물은 이자가 제거된 개에게 투여되었다. 이자가 제거된 개들은 혈중의 포도당을 변형시켜 간에 글리코젠으로 저장할 수 없었기에 이자 절제 후 3~4일 안에 간에 저장된 글리코젠이 모두 소진되면서 혈당이 높아졌다. 그리고 소변에서 당이 검출되는 상태였다. 이들에게 이 네 번째 추출물을 투여하자 개들은 모두 혈당이 낮아졌다. 이후 인슐린은 사람에게 투여되어 효과를 나타냈고 환자들의 생명을 연장시켜 주는 기적의 약물로 인정을 받았으며 곧이어 1923년에는 밴팅에게 노벨 생리 의학상을 안겨 주었다.

5. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 폰 메링과 민코프스키는 이자를 제거한 개에게서 당뇨병이 유발된다는 것을 입증했다.
- ② 배론은 이자액의 통로가 되는 이자관을 막으면 이자의 선포 세포가 퇴화됨을 인지했다.
- ③ 오피는 항당뇨 성분이 선포 세포에서 나오는 소화 효소에 의해 파괴된다는 것을 발견했다.
- ④ 켈처는 이자 분비물을 추출하여 그것이 당뇨병 환자에게 일시적 효과가 있음을 확인하였다.
- ⑤ 밴팅은 이자에서 나오는 소화 효소를 제거하면 활성이 있는 인슐린을 추출할 수 있음을 확인했다.

6. ㉠의 이유로 가장 적절한 것은?

- ① 이자의 분비물이 당뇨병을 치료할 수 있다는 것을 제대로 인식하지 못했기 때문
- ② 선포 세포의 분비물이 혈당을 낮출 수 있을 수준으로 충분히 정제되지 않았기 때문
- ③ 섬 세포에서 분비되는 인슐린을 파괴되지 않은 채 순도 높게 얻는 방법을 몰랐기 때문
- ④ 트립신이 특정 동물에게서 당뇨병을 치료하는 효과가 있다는 것을 인식하지 못했기 때문
- ⑤ 사람과 다른 동물에게서 발생하는 당뇨병의 원인이 상이하다는 것을 깨닫지 못했기 때문

7. [밴팅의 추출물에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① 네 가지 유형의 추출물은 모두 동물의 이자에서 추출한 인슐린을 포함하였다.
- ② 첫 번째 유형의 추출물은 선포 세포를 인위적으로 퇴화시켜 활성이 있는 인슐린을 포함하였다.
- ③ 두 번째 유형의 추출물은 세크레틴을 써서 선포 세포의 소화 효소를 고갈시킴으로써 전보다 혈당을 낮추는 효과가 커졌다.
- ④ 세 번째 유형의 추출물은 선포 세포가 미발달한 소의 태아에서 생산되어 이전의 추출물보다 더 순도 높은 소화 효소가 함유된 것이었다.
- ⑤ 네 번째 유형의 추출물은 추출제를 바꾸어 신선한 분비선에서 인슐린을 추출할 수 있게 하여 얻어졌다.

8. 윗글을 참고할 때, <보기>의 ㉡에 대한 해석으로 가장 적절한 것은?

— <보 기> —

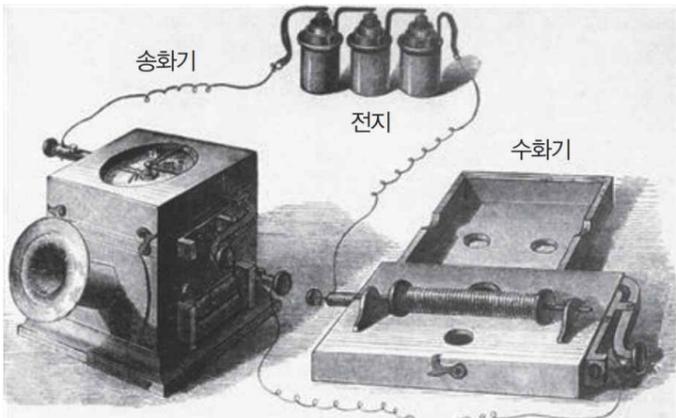
밴팅 연구팀은 섬 세포가 모두 파괴되어 당뇨병에 걸린 개에게 포도당과 인슐린을 함께 투여함으로써 간에 글리코젠을 8~12%까지 저장할 수 있었다. 통상적으로 당뇨병에 걸린 개는 14일 이상 사는 경우가 거의 없는데, 밴팅은 인슐린을 매일 투여함으로써 이 개를 10주 동안 건강하게 생존하게 할 수 있었다. ㉡ 10주 후 검사한 결과 이 개의 이자에서 정상적인 섬 세포는 발견되지 않았다.

- ① 개에게 투여한 인슐린의 효과로 간에서 글리코젠이 형성되는 데에는 섬 세포의 작용이 요구된다.
- ② 개에게 인슐린을 투여하여 혈당이 낮아진 것은 섬 세포가 선포 세포로 바뀌었기에 가능해진 것이다.
- ③ 개에게 인슐린을 투여해도 섬 세포가 형성되지 않은 것은 인슐린이 섬 세포 형성을 방해함을 의미한다.
- ④ 섬 세포가 없더라도 개에게 인위적으로 투여한 인슐린의 효과로 당뇨가 개선될 수 있다는 것을 의미한다.
- ⑤ 개에게 인슐린을 투여하여 혈당이 낮아지고 글리코젠이 간에 생성된 효과는 섬 세포를 파괴함으로써 나타난 것이다.

[9~14] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오. (정답과 해설 70p)

우리는 전화기의 발명자가 벨이라고 알고 있지만, 벨보다 먼저 전화기의 아이디어를 실현했다고 알려진 사람 중에 라이스(J. P. Reis)가 있다. 어떤 연구자는 라이스가 벨보다 먼저 전선을 통해 음성을 전달하는 데 성공했기 때문에 라이스가 전화기의 발명자라고 불리는 것이 마땅하다고 주장한다. 그렇지만 ㉠라이스는 살아 있는 동안 전화기의 발명자로 인정받지 못했다. 독일의 기술자였던 라이스는 프랑크푸르트 물리학회 회원이 되어 지역 교수들에게 정기적으로 물리학과 화학 강의를 들으며 독일과 해외의 과학자들과 교류하였다. 그는 학교 교사가 되어 1860년에 전화기에 대한 연구를 시작하였고 자신의 발명품에 ‘Telephon’이라는 이름을 붙였다. 그의 전화기는 음성은 전달할 수 있었으나 사람의 발음을 식별할 수 있게 명쾌하게 전달하지는 못했다. 그는 여러 곳에서 강연하면서 자신의 발명품을 세상에 알렸고, 여러 대의 전화기를 만들어 세계 각처에 보냈으나 반응은 신통치 않았다. 그는 전화기로 특허를 내지 않았고 저명한 학술지인 포젠도르프의 《물리 화학 연보》에 전화기에 대한 논문을 보냈으나 출판을 거절당했다. 결국 그는 세상의 주목을 받지 못하고 세상을 떠났다.

라이스의 전화기가 음성을 전달하는 데 한계를 갖게 된 이유는 그의 전화기가 단속 전류를 사용하였기 때문이다. 단속 전류는 세기는 일정하나 흐름이 끊어졌다 이어졌다를 반복하는 전류이다. 라이스가 단속 전류의 사용을 고집했던 이유는 독일에서 음향학의 권위자였던 헬름홀츠의 진동 현미경이나 모음 합성기 같은 실험 장치에서 단속 전류가 널리 활용되고 있어서 그가 이러한 연구 경향을 따랐기 때문이다.



〈그림〉 라이스 전화기

라이스의 전화기는 송화기, 전지, 수화기가 직렬로 연결되어 하나의 회로를 형성한 형태였다. ㉡라이스의 송화기는 정육면체 상자의 윗면에 원형의 구멍을 뚫고 그곳에 팽팽하게 양피지를 씌운 다음 양피지 중앙에 금속 단자를 고정하고 그 단자에 도선을 연결해 둔 형태였다. 그리고 그 도선의 다른 쪽 끝은 일정한 세기의 전류를 공급하는 전지의 단자에 연결되어 있었다. 양피지에 고정된 금속 단자 위에는 약간의 간격을 두고 고정된 금속 단자가 하나 더 있었고 거기에 또 하나의 도선이 연결되어 있었다. 상자의 옆에 뚫린 구멍에는 나팔이 달려 있었는데 그 구멍을 통해 사람의 음성이 상자 안으로 들어와 양피지가 진동하면 중앙의 금속 단자는 양피지 위쪽에 고정된 다른 금속

단자와 접촉과 분리를 반복하면서 복잡한 패턴의 단속 전류를 발생시켰다. 라이스의 수화기는 자기장의 영향을 받을 때 특정한 금속이 팽창하거나 수축하는 현상인 자왜효과를 이용하여 진동을 일으켰다. 라이스는 뜨개바늘 크기의 금속 막대 양쪽을 받침대에 고정하고 금속 막대를 도선으로 감아 코일을 만들었다. 양쪽 받침대는 속이 빈 울림 상자 위에 고정되어 있었다. 금속 막대를 감고 있는 코일에 송화기에서 온 단속 전류가 흐르면 코일 주변에서 일어나는 자기장의 변화 때문에 금속 막대는 길이가 계속 변하였고 그로 인한 진동이 양쪽 받침대를 통해 밑에 있는 울림 상자에서 증폭되어 상자 위에 뚫려 있는 두 개의 구멍에서 소리가 나오게 되어 있었다. 송화기와 수화기를 ㉢이격하더라도 송화기에 들어온 소리는 전류가 흐를 수 있는 회로가 마련되면 얼마든지 먼 거리에서도 수화기의 금속 막대를 진동시킬 수 있었다. 이 방식으로는 송화기에 들어온 소리와 동일한 진동수의 소리를 수화기에서 발생시킬 수 있었지만 송화기로 들어온 음성을 전기 신호를 통해 전달하여 서로 다른 모음과 자음을 변별할 수 있는 음파의 형태로 수화기에서 재생시킬 수는 없었다.

벨은 다양한 방법을 사용하여 음성을 전달할 수 있는 장치 만들기를 시도하였는데, 그가 라이스와 달리 발음을 변별할 수 있게 음성을 성공적으로 전달할 수 있었던 것은 진동 전류를 사용하였기 때문이었다. 1876년에 특허를 낸 전화기에서 벨은 액체 송화기를 채택했다. 벨은 원통의 아래에 얇은 막을 팽팽하게 펼치고 막의 아랫부분에 부착한 코르크 중앙에 백금선을 꽂아 아래로 내려 원통 아래에 담아 놓은 물에 잠기게 했다. 물에는 전기의 전도가 용이하도록 산을 용해하였고 거기에 도선의 한쪽을 담근 뒤 그 도선의 다른 쪽 끝은 전지에 연결하였다. 원통 안에 대고 말을 하면 원통 아래의 막이 진동하였고, 막에 부착된 백금선이물과 접촉하는 길이가 변하면서 전기 저항이 바뀔 때 따라 도선에 흐르는 전류의 세기가 변했다. 수화기에는 전자석에 흐르는 전류의 세기가 변하면 전자석이 만드는 자기장이 변하면서 앞의 철판을 진동시켜 소리가 발생하는 원리를 적용하였다. 진동 전류는 전류의 세기가 계속해서 변하면서 사람의 음성이 만들어 내는 복잡한 공기 진동을 그대로 전기 신호로 옮길 수 있었다. 벨의 송화기는 처음에는 저항을 변화시켜 전류의 세기를 변화시키는 방법을 택하였으나 나중에는 전자기 유도 현상을 이용해 금속 단자의 진동을 전류의 진동으로 바꾸는 방식으로 변화되었는데, 두 방식 모두 세기가 변화하는 진동 전류를 이용하였기에 단속 전류를 사용했던 라이스와는 달리 변별 가능한 음성을 전달할 수 있었던 것이다.

9. 윗글의 서술 방식의 특징으로 가장 적절한 것은?

- ① 유사한 범주의 대상을 나열하여 공통적 속성을 추리하고 있다.
- ② 대조적인 대상을 비교하여 구조와 작동 방식의 차이를 부각하고 있다.
- ③ 존재하지 않은 대상을 상상하여 실재하는 대상에 대한 이해를 심화하고 있다.
- ④ 실제 세계에서 접할 수 있는 사례를 제시하여 추상적인 개념을 구체화하고 있다.
- ⑤ 보편적 법칙으로부터 구체적 사례를 연역하여 그들 사이의 논리적 관계를 규명하고 있다.

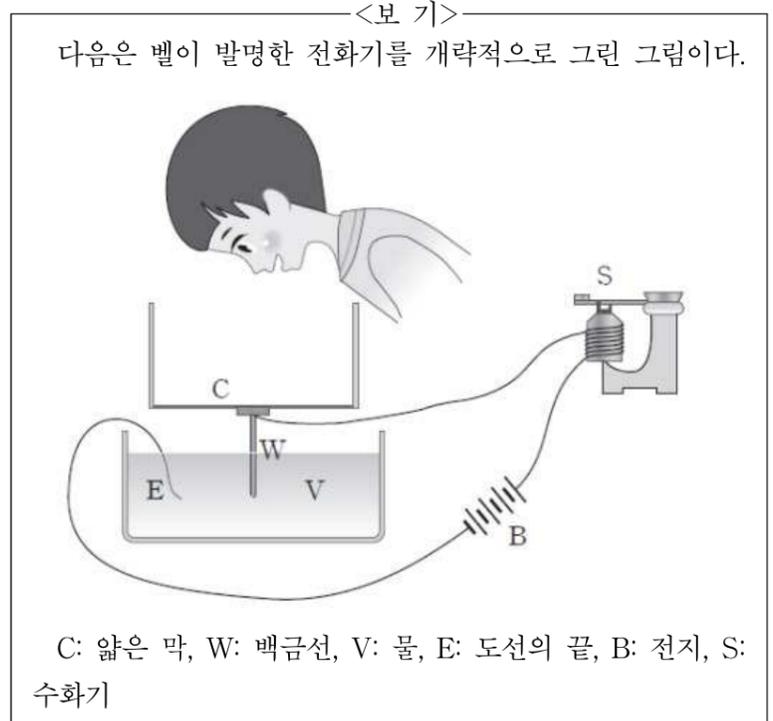
10. 윗글을 통해 알 수 있는 내용이 아닌 것은?

- ① 라이스의 전화기는 사람의 음성을 전기로 전달할 수 있었다.
- ② 라이스의 수화기는 울림 상자가 소리를 증폭하게 되어 있었다.
- ③ 라이스의 수화기는 벨의 수화기와 같은 원리로 진동을 일으켰다.
- ④ 라이스의 송화기는 소리에 의한 공기의 진동이 양피지를 진동시켰다.
- ⑤ 라이스의 송화기는 사람의 음성으로 단속 전류를 발생시키는 장치였다.

11. 윗글을 참고할 때 ㉠의 이유로 적절하지 않은 것은?

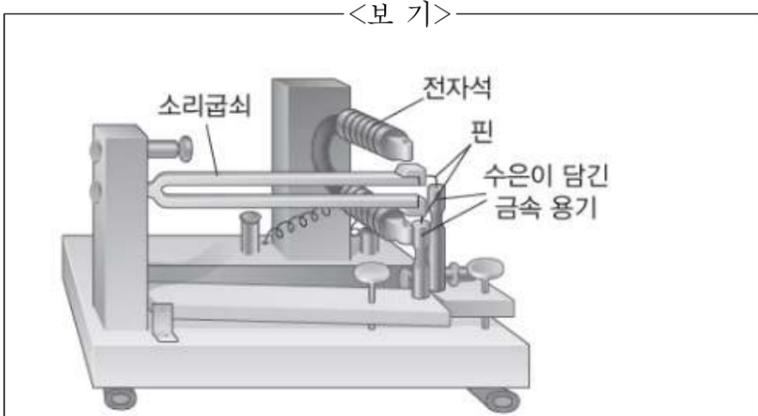
- ① 라이스의 전화기는 소리의 진동을 전류를 통해 전달하려고 했기 때문이다.
- ② 라이스의 전화기를 세상에 알리려는 노력에 상응하는 반응을 얻지 못했기 때문이다.
- ③ 라이스의 전화기는 헬름홀츠가 주도하는 당시 음향학의 연구 경향을 따랐기 때문이다.
- ④ 라이스의 전화기는 금속 단자 사이의 접촉과 분리를 통해 단속 전류를 발생시켰기 때문이다.
- ⑤ 라이스의 전화기는 소리는 전달할 수 있었지만 음성을 변별력 있게 전달할 수 없었기 때문이다.

12. 윗글과 관련지어 <보기>의 ㉠~㉦를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?



- ① C는 사람이 원통을 향해 하는 말에 따라 진동이 일어나게 되어 있다.
- ② W의 위쪽 끝은 코르크에 연결되어 V 표면의 진동을 감지하게 되어 있다.
- ③ V에는 전류가 흐르도록 하기 위하여 산이 용해되어 있다.
- ④ E는 V에 잠겨 있어서 V를 통해 흐른 전류가 B로 흘러가게 되어 있다.
- ⑤ S에서는 진동 전류가 일으키는 자기장의 변화가 철편을 진동시키게 되어 있다.

13. 윗글의 ㉠과 <보기>의 ㉡을 비교한 내용으로 적절하지 않은 것은?



단속 전류 발생 장치

헬름홀츠가 고안한 ㉡ 단속 전류 발생 장치는 놓힌 철제 소리굽쇠의 가지 끝에 직각으로 부착되어 있는 핀의 끝이 작은 금속 용기 속에 담겨 있는 수은에 잠기게 되어 있었다. 소리굽쇠의 가지가 진동하면, 일정한 세기의 전류를 공급하는 전지와 도선으로 연결되어 형성된 회로가 수은에 담겨 있던 금속 핀의 끝과 금속인 수은의 접촉 여부에 따라 끊겼다가 이어졌다가를 반복하면서 단순한 패턴의 단속 전류를 생산하였다. 이렇게 형성된 단속 전류가 놓혀져있는 소리굽쇠의 가지 옆에 설치된 전자석에 흐르면서 소리굽쇠의 가지를 주기적으로 잡아당기게 되면 이 장치는 전지가 방전되기까지 연속적으로 진동하면서 단속 전류를 생산할 수 있었다.

- ① ㉠과 ㉡은 모두 일정한 세기의 전류를 공급하기 위해 전지가 연결되어 있었다.
- ② ㉠과 ㉡은 모두 금속과 금속의 접촉 여부에 따라 회로가 연결되거나 끊어졌다.
- ③ ㉠은 단속 전류를 생산하기 위하여 양피지가 진동했지만, ㉡은 소리굽쇠가 진동했다.
- ④ ㉠이 생산한 단속 전류는 양피지를, ㉡이 생산한 단속 전류는 소리굽쇠를 진동시켰다.
- ⑤ ㉠은 음성에 의해 복잡한 패턴의 단속 전류를, ㉡은 소리굽쇠에 의해 단순한 패턴의 단속 전류를 생산했다.

14. 문맥상 ㉢와 바꿔 쓰기에 가장 적절한 것은?

- ① 잘 만들더라도
- ② 서로 돕게 하더라도
- ③ 잘 맞추어 주더라도
- ④ 되풀이하여 쓰더라도
- ⑤ 멀리 떨어뜨려 놓더라도

가독성을 위해 빈 페이지로 남겨 두었다.

[15~19] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오. (정답과 해설 73p)

데이터베이스는 사물에 대한 데이터를 ㉠ 모아 놓은 것으로 사물에 관한 정보 관리를 쉽게 해 주므로 산업, 행정, 의료, 교육 등 다방면에서 활용되고 있다. 오늘날 대부분의 상용 데이터베이스는 사물들 사이의 관계를 표로 나타내어 데이터를 정리하는 ‘관계형 데이터베이스’로 분류된다. 관계형 데이터베이스에서 정보를 구분하여 저장하는 데 기본이 되는 표를 ‘릴레이션’이라고 한다. 릴레이션은 하나의 고유한 이름을 가지며 하나의 데이터베이스에서는 같은 이름을 갖는 릴레이션이 둘 이상 존재할 수 없다. 릴레이션의 이름은 릴레이션이 다루는 ‘개체(entity)’를 ㉡ 나타내도록 부여하는데 개체는 현실 세계에 존재하는 실체나 실체와 관련된 추상적인 개념을 의미한다.

학번	학생 이름	학생 이메일
22101	김○지	y*kim@clever.edu
22102	남○호	s*nam@honey.com
22103	도○호	s*art@sugar.ac.kr
22104	류○영	y*yo@cowboy.co.kr

〈표 1〉

학생 데이터를 관리하기 위하여 ㉢ <표 1>과 같은 ‘학생’이라는 이름의 릴레이션을 ㉣ 만들었다고 해 보자. 이 릴레이션은 각각의 열이 ‘학번’, ‘학생 이름’, ‘학생 이메일’이라는 이름을 갖는데 이를 통칭하여 ‘속성’이라 하고, 속성의 수를 그 릴레이션의 ‘차수’라고 한다. 이 릴레이션은 차수가 3이다. 릴레이션에서 실질적인 정보를 담고 있는 각 행을 ‘튜플’이라고 하며, 튜플의 수를 그 릴레이션의 ‘카디널리티’라고 한다. 이 릴레이션의 카디널리티는 4인데 정보를 담은 튜플 수가 늘어나면 얼마든지 커질 수 있다. 릴레이션에서 속성은 최소 하나가 있어야 하므로 차수의 최솟값은 1이고, 릴레이션에서 튜플은 0개일 수도 있으므로 카디널리티의 최솟값은 0이다.

학번	학생 이름	학생 이메일	지도 교수 이름	지도 교수 휴대 전화 번호
22101	김○지	y*kim@clever.edu	손○철	010-123*-5678
22102	남○호	s*nam@honey.com	이○혁	010-11*1-4321
22103	도○호	s*art@sugar.ac.kr	손○철	010-123*-5678
22104	류○영	y*yo@cowboy.co.kr	이○우	010-*222-5678

〈표 2〉

릴레이션에서 데이터값은 자유롭게 ㉤ 바꿀 수 있으며, 새로운 학생의 정보를 입력하거나 기존 학생 데이터를 삭제할 수도 있다. 그러나 속성을 추가할 때에는 주의가 필요하다. <표 1>에 학생에 대한 정보의 양을 늘리기 위해 그 학생의 ‘지도교수 이름’과 ‘지도 교수 휴대전화 번호’라는 2개의 속성을 추가하여 ㉥ <표 2>를 만들었다고 해 보자. 만약 이 표를 만든 사람이 이 표를 가지고 지도 교수에 관한 정보도 함께 관리하고자 한다면, 이 표는 데이터를 갱신할 때 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어 류 ○영 학생의 튜플을 삭제하면 이 ○우라는 지도 교수 이름과

그의 휴대 전화 번호까지 동시에 삭제된다. 그러면 이 ○우 교수의 휴대 전화 번호는 데이터베이스에서 사라진다. 표의 데이터값을 수정할 때에도 문제가 발생할 수 있다. 세번째 튜플의 손 ○철 교수의 휴대 전화 번호를 변경하면 첫 번째 튜플의 손 ○철 교수의 휴대 전화 번호와 일치하지 않게 된다. 이런 상태로 두게 되면 손 ○철 교수의 휴대 전화 번호가 어느 것이 정확한지 불확실해진다. 이를 방지하려면 표에 있는 손 ○철 교수의 모든 휴대 전화 번호를 찾아서 모두 변경해 주어야 한다. 그리고 만약 지도 학생이 없는 교수를 데이터에 추가하고자 하면 어떤 일이 생길까? 예를 들어 김 ○혁이라는 교수는 지도 학생이 없지만 그의 휴대 전화 번호를 이 표에 기록하려면, 새로운 튜플을 추가하면서 데이터가 없는 빈칸이 생길 것이다. 데이터베이스에서는 데이터로 채워지지 않은 빈칸을 가리켜 ‘널(null)값을 갖는다’라고 한다. 널값은 되도록 만들지 않는 것이 데이터 관리에 유익하다.

사생 번호	이름	이메일	호실	휴대 전화 번호
A01	김○지	y*kim@clever.edu	301호	010-*432-2452
A02	남○호	s*nam@honey.com	203호	010-4*21-4524
A03	도○호	s*art@sugar.ac.kr	301호	010-45*0-4354
A04	류○영	y*yo@cowboy.com	404호	010-451*-4532

〈표 3〉

이러한 문제는 표에 잘못된 속성을 추가하면서 발생하는 문제라고 볼 수 있다. <표 3>의 ‘기숙사 사생’ 릴레이션에서는 이러한 문제가 발생하지 않는다. 기존 사생의 튜플을 삭제할 수 있고, 남 ○호의 휴대 전화 번호를 바꿀 수 있으며, 새로운 사생의 정보를 얼마든지 입력할 수 있다. 우리가 예상하지 못한 혼란은 발생하지 않게 된다. 그 이유가 무엇일까? 두 표의 근본적 차이는 <표 3>이 ‘기숙사 사생’이라는 하나의 개체에 대한 것인 반면에 <표 2>는 ‘학생’과 ‘지도 교수’라는 두 개의 개체에 관한 것이라는 점이다. 즉 <표 2>의 일부 데이터는 학생에 관한 것이고 일부 데이터는 지도 교수에 대한 것이다. 릴레이션의 이름은 여러 개의 개체가 아니라 하나의 개체를 ㉦ 가리키는 것이어야 한다. 그러므로 <표 2>는 ‘학생’ 릴레이션과 ‘지도 교수’ 릴레이션으로 분리될 수 있다. 이때 두 릴레이션에서 ‘지도 교수 이름’이라는 속성은 공유될 수 있다. 왜냐하면 ‘지도 교수’ 릴레이션에서 지도 교수 이름은 핵심적인 정보이고, ‘학생’ 릴레이션에서 학생에 대한 정보로서 그 학생의 지도 교수 이름을 포함할 수 있기 때문이다. 추가적으로 각 릴레이션은 ‘기본 키’를 지정받아야 하는데, 기본 키는 튜플마다 각각 다른 값을 가져 각각의 튜플을 구분할 수 있는 고유한 정보를 담은 속성 중에서 선택한다. <표 3>의 경우에는 ‘이름’이 기본 키가 될 수 있다고 생각할 수 있으나 동명이인이 있을 수도 있으므로 적절하지 않다. 반면에 ‘사생 번호’는 두 사생이 공유할 수 없으므로 기본 키의 역할을 할 수 있다. 기본 키에는 널값이 할당되는 빈칸이 없어야 함은 당연하다.

15. 윗글에서 알 수 있는 내용이 아닌 것은?

- ① 릴레이션에서 차수의 최솟값은 카디널리티의 최솟값보다 크다.
- ② 릴레이션의 하나의 열에는 같은 내용이 중복되어 나타날 수 없다.
- ③ 같은 이름을 갖는 릴레이션이 하나의 데이터베이스에 복수로 존재하면 안 된다.
- ④ 릴레이션에 새로운 정보를 추가하는 방법 중 하나는 튜플의 수를 늘리는 것이다.
- ⑤ 기본 키는 튜플을 구분할 수 있는 식별 가능한 고유한 정보를 담는 속성 중에서 선택한다.

16. ㉠과 ㉡을 비교한 내용으로 적절한 것은?

- ① ㉠과 ㉡의 차수는 같다.
- ② ㉠과 ㉡의 각각에 중복된 정보가 없다.
- ③ ㉠과 ㉡에서 '류 ○영'에 관한 정보의 양은 같다.
- ④ ㉠은 ㉡과 달리 새로운 학생에 대한 정보를 새로운 튜플로 추가할 수 있다.
- ⑤ ㉡은 ㉠과 달리 하나의 튜플만을 수정하면 데이터베이스에 문제가 생기는 경우가 있다.

17. <표 3>을 이해한 것으로 적절하지 않은 것은?

- ① 카디널리티가 4인 릴레이션이다.
- ② '기숙사 사생'이라는 개체에 대한 것이다.
- ③ 5개의 속성을 나타내는 5개의 열이 있다.
- ④ '도 ○호'를 포함하는 행을 삭제하면 '301호'와 관련된 정보가 표에서 모두 사라진다.
- ⑤ 휴대 전화가 없는 사람이 추가될 가능성도 있으므로 '휴대 전화 번호'는 기본 키로 적절하지 않다.

18. 윗글을 참고할 때, <보기>의 '표'에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

—<보기 1>—

다음은 문구 도매점인 'S 문구'에서 관리하는 '주문'이라는 이름을 갖는 표이다.

주문 번호	주문 상품	주문자 ID	주문량	주문 일자	제조사 명	제조사 대표
001	볼펜300	study303	100	22-03-31	C	김○수
002	샤프D45	office_12	200	22-03-31	B	여○영
003	샤프D45	study303	50	22-05-30	B	여○영
004	형광펜T	kinder557	100	22-07-30	A	박○소

- ① 기본 키는 튜플마다 중복되지 않는 고유한 값을 갖는 '주문 번호'로 정하는 것이 적절하다.
- ② '제조사 대표'라는 열은 '주문'과 관련성이 떨어지므로 현재의 표는 릴레이션으로서 적절하지 않다.
- ③ '주문자'와 '제조사'라는 2개의 개체를 다루는 표이므로 데이터의 관리에서 문제가 발생할 수 있다.
- ④ 이 표를 두 개의 릴레이션으로 분리할 경우에 '주문 일자'는 '주문'이라는 이름의 릴레이션에 속하는 것이 적절하다.
- ⑤ '주문 번호 003'의 주문에서 주문량을 25로 변경하여 해당 튜플 하나를 수정하여도 다른 튜플에 문제가 생기지 않는다.

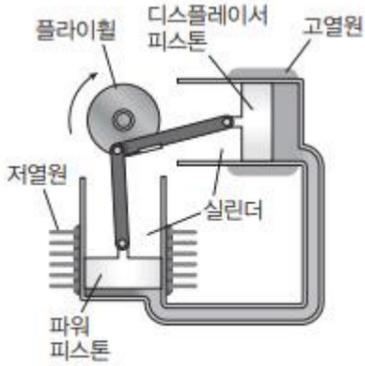
19. ㉠~㉡을 바꿔 쓰기에 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠: 수집(收集)해
- ② ㉡: 표시(表示)하도록
- ③ ㉢: 제조(製造)했다고
- ④ ㉣: 변경(變更)할
- ⑤ ㉤: 지칭(指稱)하는

[20~24] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오. (정답과 해설 75p)

19세기 초에 증기 기관은 불안정하고 위험했으며 증기 기관의 구동에 필수적인 보일러의 폭발에 의한 사고가 많이 일어났다. 이에 스코틀랜드의 목사였던 스텔링은 증기 기관을 대체하기 위해 새로운 형태의 엔진 제작에 심혈을 기울였으며 1818년 당시로는 획기적인 스텔링 엔진이라는, 보일러의 사용이 필요치 않은 외연 열기관을 개발하였다. 열기관이란 열을 일로 변환시켜 동력을 얻는 장치를 일컫는다. 열기관에는 가솔린 기관, 디젤 기관 등과 같이 실린더 내부에서 열을 발생시켜 동력을 얻는 내연 열기관과 증기 기관, 스텔링 엔진처럼 엔진 밖에서 열을 공급하여 동력을 얻는 외연 열기관이 있다.

스텔링 엔진은 다음과 같은 원리로 작동한다. 실린더와 피스톤으로 이루어진 공간 내에 수소나 헬륨 등의 작동 기체를 가두고, 외부에서 이를 가열하거나 냉각하면 ㉠ 작동 기체의 팽창과 수축에 따라 피스톤이 움직여 동력이 발생하게 된다. 열을 가해 팽창한 작동 기체로 바뀌를 돌리는 일을 하고, 일을 한 작동 기체는 처음 상태로



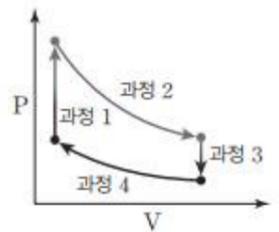
(그림 1)

돌아오면서 남은 열을 방출한다. 이 순환 과정에서는 기관이 공급받은 열로 일을 하고, 남은 열은 방출하여 다시 처음 상태로 돌아오기 때문에 한 순환 과정이 끝난 후 내부 에너지 변화는 없다. 스텔링 엔진은 형태에 따라 알파·베타·감마·델타형으로 나눌 수 있는데, <그림 1>은 두 개의 실린더와 파워 피스톤, 디스플레이서 피스톤으로 이루어진 알파형 스텔링 엔진이다. 순환 과정동안 열의 공급 및 방출은 각각 고열원에서 디스플레이서 피스톤 쪽 실린더 내부의 작동 기체로, 파워 피스톤 쪽 실린더에서 저열원 쪽으로 일어난다. 가령 화력 발전소 폐열을 이용하여 스텔링 엔진을 작동하고 남은 열이 호수의 물로 빠져나간다면 발전소의 폐열이 고열원이며 호수의 물이 저열원이다.

파워 피스톤은 작동 기체가 팽창할 때 외부에 일을 하고, 디스플레이서 피스톤은 파워 피스톤과 90°의 위상차를 가지고 움직이면서 작동 기체를 고열원과 저열원 쪽으로 옮기는 역할을 한다. 스텔링 엔진은 가열, 팽창, 냉각, 압축의 열역학적 과정을 거친다. 가열 과정에서 파워 피스톤은 거의 제자리에 머물러 있고 디스플레이서 피스톤이 왼쪽으로 이동한다. 이때 작동 기체는 고열원 쪽에 모여 있으며 고열원에 의해서 가열되고 압력이 높아지게 된다. 이렇게 높아진 압력 때문에 팽창한 작동 기체가 판을 따라 파워 피스톤 쪽으로 이동하면 파워 피스톤이 위로 올라가면서 외부에 일을 하게 되는데 이때 디스플레이서 피스톤은 거의 제자리에 머물러 있게 된다. 냉각 과정에서는 파워 피스톤은 거의 제자리에 머물러 있고 그동안 디스플레이서 피스톤은 오른쪽으로 이동한다. 이때 작동 기체는 주로 저열원

쪽에 모여 있으며 냉각된다. 마지막으로 압축 과정에서는 플라이휠의 회전 관성과 냉각된 기체의 부피 감소에 따라 파워 피스톤이 아래로 내려오게 되는데 이 과정에서도 열은 외부로 방출되며 디스플레이서 피스톤은 고열원에서 전달되는 열을 차단하면서 제자리에 머물러 있다. 이렇게 한 번의 사이클이 끝나면 새로운 사이클 과정을 시작하게 된다. 열역학 과정에서 등적, 등온은 각각 부피가 일정하게 유지되는 과정과 온도가 일정하게 유지되는 과정을 의미하는데, 스텔링 엔진의 한 사이클 과정을 이상적인 열역학 과정으로 생각하면 등적 가열, 등온 팽창, 등적 냉각, 등온 압축의 4행정의 과정으로 이해할 수 있다. 이때 스텔링 기관의 열효율은 외부에서 유입된 열의 양이 얼마나 등온 팽창 과정에서 외부의 일로 쓰였는가를 의미한다.

스텔링 엔진의 열효율은 아래 <그림 2>와 같이 작동 기체의 압력(P)과 부피(V)의 상관관계 그래프를 그려보면 쉽게 파악된다. 세로축은 작동 기체의 압력, 가로축은 작동 기체의 부피를 표시한다. 스텔링 엔진의 작동



(그림 2)

기체로는 처음에는 공기가 쓰였지만, 열효율을 높이기 위해 수소가 쓰이다가 폭발의 위험성을 없애는 것이 ㉡ 어려운 문제여서 최근에는 헬륨이 많이 사용된다. <그림 2>는 이상적인 스텔링 엔진의 작동 기체의 부피와 압력의 관계를 근사화하여 그린 그래프이다. 열역학에서의 일은 압력과 부피 변화의 곱으로 정의되기 때문에 <그림 2>의 과정 2에서 엔진은 과정 2의 곡선 아래 면적에 해당하는 만큼의 일을 외부로 하는 것이 되며, 과정 4를 통해서는 과정 4의 곡선 아래의 면적만큼 외부에서 일을 받게 된다. 따라서 1회의 사이클을 거치게 되면 스텔링 엔진은 이론적으로 도형의 내부의 면적에 해당하는 만큼 일을 한다. 따라서 1회 사이클 동안 스텔링 엔진이 한 일을 외부에서 투입된 열의 총량으로 나누면 스텔링 엔진의 열효율을 알 수 있다. 열기관의 열효율은 100%가 될 수 없으며, 저열원의 온도가 정해져 있을 때 고열원과 저열원의 온도 차가 클수록 열효율이 커지게 되는데 현재 개발되어 있는 스텔링 기관의 열효율은 약 30% 정도가 된다.

스텔링 엔진은 온도 차가 존재하면 스텔링 기관이 작동하여 운동 에너지를 만들 수 있기 때문에 화석 연료뿐만 아니라 태양열, 지열과 같은 다양한 연료와 차가운 대기 등의 주변 조건까지 이용할 수 있다. 폐쇄 사이클로 환경 친화성이 높고, 일반적인 내연 기관과 구성 재료가 동일하여 재활용 등에서 별도의 오염을 적게 일으킨다. 현재 스텔링 엔진은 소형 발전기, 선박용 기관 및 극저온 냉동기 등에 쓰이고 있으며 스텔링 엔진-가정용 열병합 시스템 개발 연구도 한창 진행 중에 있다. 또한, 스텔링 엔진은 내연 기관과 달리 폭발 행정 없이 엔진의 소음과 진동이 작아 잠수함의 엔진으로 쓰이기도 한다.

20. 밑줄을 활용하여 해결할 수 없는 질문은?

- ① 스텔링 엔진은 어떤 분야에 활용되고 있는가?
- ② 스텔링 엔진은 누구에 의해 처음으로 발명되었는가?
- ③ 스텔링 엔진이 작동하는 열역학적 과정은 어떻게 구성되는가?
- ④ 스텔링 엔진은 내연 기관과 외연 기관 중 어디에 해당하는가?
- ⑤ 스텔링 엔진의 알파형과 감마형의 작동 원리는 어떻게 다른가?

21. ㉠에 대한 이해로 가장 적절한 것은?

- ① 실린더의 내부와 외부 사이를 이동하면서 엔진을 작동시킨다.
- ② 저열원이 대기 중의 공기라면 대기 중의 공기가 작동 기체이다.
- ③ 안전성을 높이기 위해서는 헬륨 기체보다 수소 기체가 선호된다.
- ④ 같은 압력에서 팽창되는 정도가 클수록 스텔링 기관의 일이 증가한다.
- ⑤ 실린더 내부에서 연소되어 스텔링 엔진에 열을 제공해 주는 역할을 한다.

22. <그림 1>에 대한 설명으로 적절한 것은?

- ① 플라이휠의 관성은 엔진이 외부에 하는 일을 만들어 낸다.
- ② 파워 피스톤이 2회 왕복하면 플라이휠은 한 바퀴 회전한다.
- ③ 고열원의 온도를 유지하고 저열원의 온도를 낮추면 열효율이 증가한다.
- ④ 고열원에 의해 가열된 기체는 파워 피스톤 쪽 실린더로 이동하는 것이 불가능하다.
- ⑤ 디스플레이서 피스톤 쪽 실린더 내의 작동 기체의 부피가 감소할 때 이와 동시에 파워 피스톤 쪽 실린더 내부 기체의 부피도 감소한다.

23. 밑글을 바탕으로 <보기>의 'T-S 선도'에 대해 이해한 것으로 적절한 것은?

<보 기>

열기관의 사이클 과정을 온도(T)와 엔트로피(S)의 관계로 나타낸 것을 T-S선도라고 하는데 이것은 열기관의 열출입을 이해하는데 편리하다. 엔트로피는 출입한 열의 양을 온도로 나눈 값으로 정의된다. 그림은 이상적인 스텔링엔진의 한 사이클에 대한 T-S 선도이다.

- ① (i) 과정은 스텔링 기관의 등적 냉각에 해당하는 과정이다.
- ② (ii) 과정은 외부에서 스텔링 기관에 일을 하는 과정이다.
- ③ (iii) 과정 중 디스플레이서 피스톤은 거의 제자리에 머물러 있다.
- ④ (iv) 과정은 스텔링 기관의 등온 압축에 해당하는 과정이다.
- ⑤ (iii)과 (iv)의 과정에서는 플라이휠은 회전하지 않고 있다.

24. ㉠와 문맥상 의미가 가장 가까운 것은?

- ① 어머니는 어려운 살림에도 자녀를 훌륭하게 키웠다.
- ② 질병으로 나라가 어려운 때일수록 힘을 모아야 한다.
- ③ 작은아버지는 사람들이 대화하기에 어려운 분이다.
- ④ 내 친구는 성미가 어려워 교우 관계가 원만하지 않다.
- ⑤ 한 시간도 지나지 않아 협상은 어렵지 않게 타결되었다.

[25~29] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오. (정답과 해설 77p)

과학에서는 각 상황을 설명하는 개별의 이론이나 법칙도 중요하지만 가능한 한 많은 상황에 대해 하나의 이론이나 법칙으로 간단하게 설명을 가능하게 하는 것이 더 큰 가치를 갖는 경우가 많다. 물질의 온도, 압력, 부피 등의 열역학적 변수를 이용하여 계(system)를 ㉠ 기술하는 학문인 열역학에서도 예외가 아니다. 열역학적 변수들의 상관관계에서 대응 상태의 원리(The law of corresponding state)가 이에 해당한다. 여기서 ‘대응’의 의미는 열역학적 변수를 특정한 값으로 ㉡ 환산함을 의미하며, 대응 상태의 원리는 다양한 종류의 기체의 열역학적 상태를 단순하게 설명할 수 있게 해 준다.

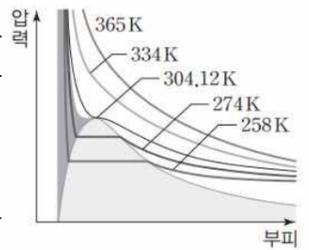
다음과 같은 간단한 실험을 생각해 보자. 실린더에 기체를 채우고 피스톤을 누르면 실린더 내부의 부피가 감소하면서 압력이 증가한다. 또한 실린더 부피를 일정하게 유지한 채 온도를 높이면 실린더 내부 압력이 증가한다. 계를 이루는 기체의 압력, 몰당 부피, 절대 온도의 상관관계를 방정식으로 표현한 것을 기체의 상태 방정식이라 하는데, 이상 기체*의 경우 소위 이상 기체 상태 방정식인 $P(\text{압력}) \times V_m(\text{몰당 부피}) = R(\text{기체 상수}) \times T(\text{절대 온도})$ 에 의해 열역학적 상태를 기술할 수 있다. 기체 상수는 기체의 종류와 상관없이 동일한 값을 지니므로 보편 기체 상수라고도 지칭한다. 실린더 내의 분자의 수가 매우 적어서 계의 부피에 분자 자체의 부피가 기여하는 바가 매우 작고 분자 간의 상호 작용이 무시할 만하면 이상 기체 상태 방정식은 매우 유용하게 쓰일 수 있다. 그러나 실제 기체에서는 이러한 이상 기체 상태 방정식의 정확성이 떨어지게 된다. 따라서 이상 기체 상태 방정식을 실제 기체의 분자 간의 상호 작용 및 분자의 자체 부피를 고려하여 보정한 반데르발스 상태 방정식과 같은 기체의 상태 방정식들이 제시되어 왔다.

실제 기체가 이상 기체와 다른 정도를 나타내는 개념 중 하나가 압축 인자이다. 압축 인자란 어떤 기체의 몰당 부피를 이상 기체의 몰당 부피로 나눈 값이다. 따라서 어떤 기체가 이상 기체에 가까울수록 압축 인자는 1에 가까운 값을 갖는다. 기체 분자 사이의 상호 작용에 의해 발생하는 힘에는 인력과 반발력이 있는데 인력이 반발력에 비해서 우세할 경우에는 이상 기체 상태 방정식에서 기대되는 몰당 부피보다 실제 기체의 몰당 부피가 더 작아지므로 압축 인자는 1보다 작은 값을 갖게 되고, 반발력이 인력보다 우세한 경우에는 그 반대의 현상이 일어난다. 이러한 상호 작용은 계의 온도에 따라 서로 ㉢ 양상이 달라지는데 온도가 올라갈수록 반발력이 커지게 되고 특정 온도 이상에서는 압력의 전 영역에서 반발력이 인력보다 우세하게 된다. 이때의 특정 온도를 보일(Boyle) 온도라고 한다. 압축 인자의 유용성은 복잡한 실제 기체의 상태 방정식을 이용하지 않고도 어떤 물질의 압축 인자만 알고 있으면 물질의 부피를 바로 알 수 있다는 데 있다.

일정한 온도에서 기체의 압력과 몰당 부피의 값은 서로 하나의 값이 커지면 다른 하나가 감소하는 관계를 갖는다.

그러나 실제 기체의 경우 특정 온도 아래에서는 이러한 반비례 관계가 성립하지 않는다. 가령 이산화 탄소 기체를 실린더에 채운 후 실린더 내부의 부피를 줄여 가는 경우를 <그림>을 보며 생각해 보자. 이때 부피와 압력의 관계를 살펴보면 특정 온도 이상에서는 압력과 부피 사이에는 위의 반비례 관계가 성립한다. 하지만 특정 온도 아래에서는 실린더 내부의 기체의 부피를 줄여 가면 압력이 커지다가 더 이상 커지지 않고 일정하게 유지되는 구간이 나타난 후 다시 압력이 급격하게 증가하는 현상을 관찰할 수 있다. 이때 압력이 일정하게 유지되는 구간에서는 기체가 계속하여 액화하기

때문에 압력이 더 이상 커지지 않고 같은 압력을 유지하게 된다. 계의 모든 기체가 액화된 후에는 부피를 줄여 감에 따라 다시 압력이 급격하게 증가한다. 이러한 액화 현상이 처음 일어나는 온도를 임계 온도라 한다.



<그림>

<그림>에서 볼 수 있듯이 임계 온도에서는 변곡점이 나타난다. 이때 변곡점에 해당하는 몰당 부피를 임계 몰당 부피, 압력을 임계 압력이라 한다. 이러한 임계 온도는 기체마다 ㉣ 고유한 값을 갖는다.

어떤 계의 몰당 부피, 압력, 온도를 각각 임계 몰당 부피, 임계 압력, 임계온도로 나눈 값을 환산 몰당 부피(V_{mr}), 환산 압력(P_r), 환산 온도(T_r)라 한다. 실제 기체의 압축 인자를 계의 압력 변화에 따라 나타내면 기체의 종류에 따라 다른 모양의 그래프가 그려진다. 그러나 환산 몰당 부피를 이용해서 개별 환산 온도에서의 환산된 압축 인자의 변화를 환산 압력에 따라 그래프로 나타내면 압축 인자는 같은 환산 압력에서 기체의 종류에 상관없이 거의 동일한 값을 갖는다. 이를 대응 상태의 원리라 하며 대응 상태의 원리는 다양한 기체의 열역학적 관계의 파악을 ㉤ 용이하게 해 준다. 가령 실제 기체의 대표적인 상태 방정식인 반데르발스 상태 방정식은 $(P + a/V_m^2) \times (V_m - b) = RT$ 의 형태로 실제 기체 분자 간의 인력을 고려한 계수 a 와 기체 분자의 자체부피를 감안한 계수 b 가 도입되어 있으며 a, b 는 분자 종류에 따라 그 값이 다르다. 하지만 반데르발스 방정식에 환산값들을 대입하고 임계점에서 변곡점이 나타난다는 점을 수학적으로 이용하여 이를 환산 압력에 대해 표현하면 a 와 b 가 사라지며 환산 온도와 환산 몰당 부피만의 식이 된다. 즉 기체의 종류와 상관없이 같은 환산 온도와 환산 몰당 부피에서 기체는 같은 환산 압력을 나타낸다.

*이상 기체: 기체 분자가 자체 부피를 가지고 있지 않으며 기체 분자 간의 상호 작용이 없는 가상의 기체.

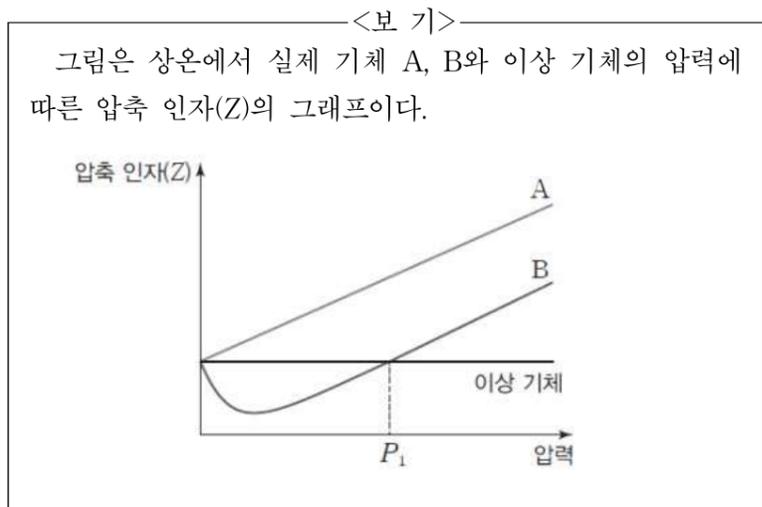
25. 윗글에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 이상 기체를 설명하는 데 필요한 두 이론을 소개하고 각 이론의 장단점을 비교하고 있다.
- ② 이상 기체와 실제 기체의 차이점을 제시하고 실제 기체의 상태 방정식의 한계를 소개하고 있다.
- ③ 이상 기체와 실제 기체를 기술하는 각각의 열역학적 변수들이 다른 이유에 대해서 밝히고 있다.
- ④ 실제 기체의 열역학적 상태를 하나의 원리로 설명할 수 있는 대응 상태의 원리를 설명하고 있다.
- ⑤ 실제 기체와 이상 기체의 동질성을 강조함으로써 대응 상태의 원리를 실제 기체에서 적용할 수 있음을 증명하고 있다.

26. 윗글을 통해 알 수 있는 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 특정 기체의 임계 온도는 특정 기체의 고유 성질이다.
- ② 기체 상수는 기체의 종류와 상관없이 같은 값을 갖는다.
- ③ 반데르발스 상태 방정식은 이상 기체 상태 방정식을 보정하여 만들어졌다.
- ④ 임계 온도 이상에서 온도가 일정할 때 기체의 부피와 압력은 반비례 관계이다.
- ⑤ 기체 분자 자체의 부피가 계의 부피에 기여하는 정도가 클수록 이상 기체에 가깝다.

27. 윗글을 읽고 <보기>에 대해 탐구한 내용으로 가장 적절한 것은?



- ① 실제 기체 A, 실제 기체 B, 이상 기체의 압축 인자가 만나는 점의 압축 인자의 값은 0이다.
- ② 실제 기체 B의 경우 P1보다 더 큰 압력에서 기체 분자 간 인력이 반발력보다 더 우세하다.
- ③ 그래프의 개형을 보았을 때 실제 기체 A의 보일 온도가 실제 기체 B의 보일 온도보다 낮다.
- ④ 상온보다 더 높은 온도에서 그래프를 도시하면 이상 기체의 Z값은 현재 그래프의 값보다 커진다.
- ⑤ 압력이 0에 수렴할 때 실제 기체 B와 달리 실제 기체 A는 이상 기체의 성질에서 더 벗어나게 된다.

28. 윗글을 바탕으로 <보기>의 (가)~(라)에서 적절한 것을 있는 대로 고른 것은?

—<보 기>—

선생님: 분자 간 상호 작용이 다른 어떤 기체 A와 B가 있습니다. A와 B의 임계 온도가 각각 200K과 400K이고, 두 기체 A와 B의 온도를 400K에서 1200K으로 올려 가면서 압력을 측정한다고 해 봅시다. 이때 두 기체의 열역학적 성질은 어떠할까요?

<학생 반응>

(가) A의 400K에서 환산 온도는 B의 1200K에서의 환산 온도보다 작을 것입니다.

(나) 400K과 1200K 사이에서 몰당 부피에 따른 압력을 그리면 A와 B 모두 압력이 변곡점을 갖는 곡선이 그려질 것입니다.

(다) 환산된 압축 인자의 변화를 압력에 따라 그래프로 나타내면 A와 B는 거의 동일한 형태일 것입니다.

(라) 반데르발스 상태 방정식에 B의 환산값을 적용하여 환산 압력에 대해 나타내면 A의 환산값을 적용한 것과 달리 반데르발스 계수 b가 나타날 것입니다

- ① (가), (나)
- ② (가), (다)
- ③ (나), (다)
- ④ (나), (라)
- ⑤ (다), (라)

29. ㉠~㉡의 뜻풀이로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠: 대상이나 과정의 내용과 특징을 있는 그대로 열거하거나 기록하여 서술함.
- ② ㉡: 어떤 단위나 척도로 된 것을 다른 단위나 척도로 고쳐서 헤아림.
- ③ ㉢: 사물이나 현상의 모양이나 상태.
- ④ ㉣: 어떤 사실을 널리 알려서 깨우쳐 줌.
- ⑤ ㉤: 어렵지 아니하고 매우 쉬움.

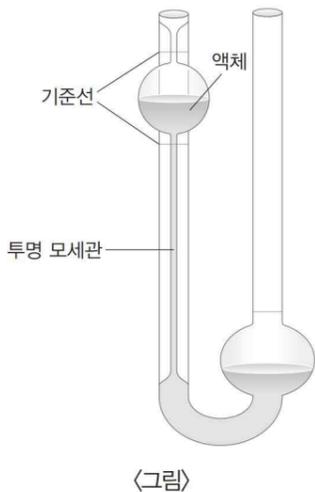
[30~33] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오. (정답과 해설 79p)

꿀이나 물엿과 같은 액체들은 끈끈한 정도가 물과 다르며, 이것들을 흐르게 하면 흐르는 속도 역시 서로 다르다. 이처럼 끈끈한 정도는 물질마다 다르며 끈끈한 정도에 따라 액체의 흐름도 달라지게 된다. 이러한 성질들을 표현할 수 있는 개념이 점도인데, 점도란 기체, 액체와 같은 유체가 흐를 때 흐름에 저항하는 성질을 의미한다. 점도는 액체나 기체의 상태나 흐름을 이해하는 데 매우 중요한 개념이다. 예를 들어 액체의 점도는 파이프라인으로 원유, 화학 약품 등을 보낼 때나 플랜트의 배관 설계 시에 중요한 변수로 작용한다. 석유 화학 이외에도 도료, 인쇄, 식품, 의약품, 화장품 등 다양한 산업 분야에서 이루어지는 연구, 개발, 제조공정의 품질 관리에서도 그 중요성을 확인할 수 있으며 제품의 품질 향상을 위해 점도에 대한 이해가 필요하다.

원형관의 내부에 딱 채워져서 흐르는 액체를 생각해 보자. 원형의 관 속에 들어 있는 액체 기둥은 동심(同心) 층, 즉 동심 원통의 액체들로 이루어져 있다고 간주할 수 있다. 액체가 관 속을 흘러갈 때 벽에 가장 가까워서 표면에 맞닿아 있는 층은 정지해 있는 것으로 간주할 수 있다. 이보다 안쪽에 있는 여러 층들은 그 바로 바깥쪽에 인접해 있는 층보다 더 빨리 흐르며, 이때 흐름의 속도는 관의 중심부로 갈수록 빨라지고 원통의 중심에서 가장 빠른 속력을 보인다. 이런 흐름을 층류라 한다. 이를 이론적으로 취급할 때는 가상의 동심 원통으로 구성된 액체에서 각 원통들이 이러한 층들의 속도 차에 의해 힘을 받게 되는데, 이를 전단 응력이라 한다. 이때 유체 흐름을 구성하는 동심 원통에 따라 속도 차이가 나는데, 전단 응력은 이러한 속도차이의 기울기인 전단율에 비례하게 된다. 또한 흐름에 저항하는 정도가 커질수록 같은 전단율에서 전단응력이 커지게 된다. 따라서 전단율과 비례 상수의 곱으로 전단 응력을 나타낼 수 있으며 이때 비례 상수가 점도이다. 이러한 점도를 뒤에 설명할 상대 점도와 구분하기 위해서 절대 점도라고 부른다.

절대 점도는 최초로 점도를 정의한 프랑스 과학자 푸아죄유(Poiseuille)를 기리기 위해 푸아즈(P)라는 단위를 사용하여 나타내는데 1P는 질량, 길이, 시간을 이용해 나타내면 $1\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 에 해당하며 물의 절대 점도는 25°C 에서 $8.9 \times 10^{-3}\text{P}$ 이다. 절대 점도의 측정은 비교적 고가의 장비가 필요하나 간단한 기구를 이용하여 상대 점도를 측정함으로써 원하는 유체의 절대 점도를 간단하게 알아낼 수 있다.

상대 점도란 기준 물질의 절대 점도 대비 특정 물질의 절대 점도의 상대적인 값으로 단위가 없는 값인데 통상 기준 물질로는 물이 자주 쓰인다. 이때 가장 흔히 사용되는 기구는 <그림>에 나타낸 것과 같은 오스트발트 점도계이다. 오스트발트 점도계는 유체의 흐름을 육안으로 관찰하며



액체가 일정 거리를 흐르는 데 걸리는 시간을 재는 장치이다. 오스트발트 점도계는 유체 흐름을 관찰하기 쉽도록 투명 모세관으로 만들어져 있다. 오스트발트 점도계에서 측정되는 것은 상대 점도이고 기준 액체로는 특정 온도의 물이 사용된다. 오스트발트 점도계를 이용하여 점도를 측정하는 방법의 요체는 일정한 부피의 액체가 중력의 영향을 받아서 길이와 반지름이 알려진 모세관을 통해서 일정 거리를 흘러내리는 데 소요되는 시간을 측정하는 것이다. 오스트발트 점도계에서는 다른 두 액체 1과 2의 절대 점도의 비는 $\eta_1/\eta_2 = (d_1 t_2)/(d_2 t_1)$ 와 같이 주어진다. 여기서 d는 액체의 밀도이고 t는 <그림>의 두 기준선의 거리만큼 액체가 흘러내리는 데 걸린 시간이다. 만일 물질 2가 기준 액체라면 임의로 η_2 의 값을 1로 잡는다. 그런 다음 식에 밀도와 흐름에 소요된 시간을 대입하여 η_1 을 구한다. 만일 오스트발트 점도계에 사용된 두 액체 1과 2의 온도가 25°C 이고 액체 2가 순수한 물이었다면 η_1 에 물의 절대 점도인 $8.9 \times 10^{-3}\text{P}$ 를 곱하면 그 값이 25°C 에서 액체 1의 절대 점도가 된다.

한편 점도가 아주 큰 액체들의 경우는 모세관을 통해 흐르기 어렵기 때문에 오스트발트 점도계로 점도를 측정할 수 없다. 이런 액체의 경우 상대 점도를 구하는 방법으로 공 낙하법을 사용한다. 이 방법에서는 밀도를 알고 있는 작은 공이 기준 액체 및 점도를 측정하려고 하는 시료 액체 속에서 일정한 거리를 낙하하는 데 걸리는 시간을 육안으로 측정한다. 낙하하는 공의 반지름은 액체가 들어 있는 원통형 관의 반지름보다 훨씬 작아야 한다. 그렇지 않으면, 벽에 가까운 액층은 거의 정지 상태로 있으므로 이 액층에 의해서 낙하하는 공을 '잡아끄는' 효과가 생겨서 그 값이 부정확해진다. 육안으로 관찰하는 제한된 높이의 공 낙하법 실험에서는 ① 기준 액체는 식용유와 같이 상당히 큰 점도를 가지고 있어야 정확한 값을 구할 수 있다. 또한 모든 물질의 점도는 온도에 따라 다른 값을 가지므로 어떤 유체의 점도는 온도와 함께 제시되어야 한다.

30. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 액체가 관 속을 흘러갈 때 관의 내부 표면에 가까울수록 유체의 속도가 느리다.
- ② 유체의 상대 점도는 절대 점도와 마찬가지로 점도의 단위로 푸아즈가 사용된다.
- ③ 공 낙하법으로 점도를 측정할 때 유체 속에서 낙하하는 공의 밀도를 알아야 한다.
- ④ 유체가 흐르고 있을 때 유체의 전단율과 전단 응력의 관계에서 비례 상수가 절대 점도이다.
- ⑤ 오스트발트 점도계를 사용하여 특정 유체의 점도를 측정할 때 기준 액체로는 물이 쓰일 수 있다.

31. ㉠의 이유로 가장 적절한 것은?

- ① 기준 액체의 점도를 모르고 있어도 시료의 점도를 알 수 있기 때문이다.
- ② 점도 계산에 필요한 낙하하는 공의 밀도를 정확히 구해 낼 수 있기 때문이다.
- ③ 낙하하는 공의 반지름이 액체가 차 있는 원통형 관의 반지름보다 훨씬 작기 때문이다.
- ④ 오스트발트 점도계를 이용하여 점도를 측정할 때는 액체의 점도가 클수록 유리하기 때문이다.
- ⑤ 공이 침강하는 속도가 매우 느려서 일정 거리를 낙하하는 데 걸리는 시간을 정확히 측정하는 것이 용이하기 때문이다.

32. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절한 것은?

—<보 기>—

오스트발트 점도계를 이용하여 용액 A와 B의 점도를 측정하기 위해 물을 기준 액체로 사용하였으며 특정 거리를 흘러내리는 데 필요한 시간을 측정하고, 각 물질의 밀도 또한 측정하였다. 물이 흘러내리는 데 걸린 시간은 3초였고 A와 B가 흘러내리는 데 걸린 시간은 각각 2초와 6초였다.

- ① A의 밀도가 B의 밀도보다 3배 크다면 절대 점도는 서로 같겠군.
- ② 절대 점도를 구하는 실험이므로 상대 점도를 알아낼 필요는 없겠군.
- ③ A와 B보다 점성이 더욱 큰 액체일수록 모세관을 통한 액체의 흐름이 용이해지겠군.
- ④ 기준 액체를 물이 아니라 A로 삼아서 B의 점도를 측정하려면 A의 점도값은 필요치 않겠군.
- ⑤ 점도가 다른 용액 A와 B를 측정하기 위해서는 오스트발트 점도계의 기준선 간의 거리가 달라져야겠군.

33. 윗글을 바탕으로 <보기>의 '가'와 '나'에 들어갈 내용으로 가장 적절한 것은?

—<보 기>—

온도가 올라가면 기체 분자의 운동 에너지가 증가하여 기체 분자 간 충돌이 많아지게 되는데 충돌 후에 무작위로 기체의 운동 방향이 바뀌게 된다. 기체 분자 간의 충돌 횟수가 증가하게 되면 한쪽 방향으로의 흐름은 어려워진다. 액체의 경우는 온도가 올라감에 따라 층류에서도 충돌에 의한 운동의 영향은 줄어들고 분자들 간의 응집력은 약화되므로 흐름 층이 같은 전단율에서 유체가 받는 전단 응력이 감소한다. 따라서 온도가 낮아짐에 따라 액체의 점도는 [가], 기체의 점도는 [나].

- | 가 | 나 |
|--------|--------|
| ① 감소하고 | 증가한다 |
| ② 감소하고 | 변함이 없다 |
| ③ 증가하고 | 변함이 없다 |
| ④ 증가하고 | 감소한다 |
| ⑤ 증가하고 | 증가한다 |

[34~39] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오. (정답과 해설 80p)

웨어러블 센서는 4차 산업 혁명 시대의 핵심 부품 중 하나로, 주변 환경에 대한 정보나 개인의 신체 변화 정보를 실시간으로 수집하게끔 해 준다. 웨어러블 센서는 신체 활동으로 인한 센서의 인장* 상황에서도 그 성능을 유지해야 한다. 최근 웨어러블 센서 중 신축 자외선 센서가 큰 주목을 받고 있다. 사람은 야외 활동 때문에 태양 빛에 자주 노출되는데, 태양 빛은 적외선, 가시광선, 자외선을 포함하고 있으며 이 중 파장이 가장 짧고 에너지가 가장 큰 자외선은 피부 노화와 피부암을 ㉠ 유발하기 때문이다. 신축 자외선 센서는 신체에 부착되거나 의복의 일부분을 구성하며 자외선의 변화를 감지한다.

신축 자외선 센서는 두 전극을 반도체가 연결하는 구조이다. 이때 신축성이 있는 고분자 기판 위에 반도체 물질을 양과 망과 같은 그물 구조로 만들어 입힘으로써 반도체 물질 또한 신축성을 지니도록 한다. 많이 쓰이는 반도체 물질 중 하나가 산화 아연이다. 반도체 물질은 (+)전하인 정공의 흐름이 전류인 p형 반도체와 (-)전하인 전자의 흐름이 전류인 n형 반도체로 나뉘는데, 산화 아연은 전형적인 n형 반도체이다.

그물망 형태의 산화 아연을 고분자 기판에 입히는 공정은 진공 장비 안에서 이루어진다. 이후 진공 장비에서 산화 아연을 꺼내면 공기 중에 있는 산소가 아연의 표면에 흡착*한다. 고체 표면에 기체가 흡착하는 현상은 물리 흡착과 화학 흡착으로 나뉘는데, 전자의 전달이 없는 물리 흡착과 달리, 화학 흡착에서는 기체 분자가 고체 표면에 흡착하면서 전자를 주거나 받는 화학 반응이 일어난다. 반도체 물질의 표면에 전자를 주면서 흡착하는 ㉡ 전자 기여체 분자들과 달리 산소는 전형적인 전자 수용체 분자로 하나의 산소 분자는 산화 아연으로부터 한 개의 전자를 받아서 산소 이온의 형태로 흡착한다. 산소 분자의 흡착량은 시간이 지남에 따라 증가하다가 일정 시간이 지나면 포화된다. 이러한 과정에서 산화 아연 표면의 일정 깊이까지 전자 결핍 영역*이 생겨 본래의 산화 아연보다 전기 저항이 커져서 전기 전도도가 떨어진다. 산소가 아니라 전자 기여체 분자로 전처리하여 만든 경우에는 이와는 반대 현상이 일어난다. 두 경우 모두 반도체 물질의 두께가 얇을수록 결핍 영역에 의해 전자의 흐름이 받는 영향이 커져서 전기 전도도의 변화가 크게 나타난다.

이렇게 만들어진 센서에 자외선이 도달하면 시간의 경과에 따라 산화 아연 표면에 흡착되어 있던 산소 이온은 빛으로부터 에너지를 받아 산소 분자의 형태로 탈착*되고 전자를 산화 아연에 되돌려 준다. 따라서 시간이 지남에 따라 결핍 영역의 두께는 얇아지고 전압이 가해진 두 전극 사이의 저항이 줄어들어 전류량이 늘어난다. 전류량은 시간이 지남에 따라 상승하다가 일정 시간이 지난 후 최댓값이 유지되는 S자형 곡선의 형태를 나타내는데, 이것은 산소 이온이 탈착되는 속도와 공기 중의 산소 분자가 흡착되는 속도가 평형을 이루기 때문이다. 이처럼 자외선이 센서에 ㉢ 조사되면 출력값인 저항

혹은 전류를 읽어 자외선을 감지하는 것이 자외선 센서의 원리이다. 측정되는 전류나 저항값은 반도체 물질의 크기에 따라 다르고 계측기마다 측정할 수 있는 한계도 차이가 있지만 계측기의 정밀도가 올라감에 따라 10-10A까지의 측정이 가능하다. p형 반도체 물질 또한 자외선 센서로 쓰인다. 이 경우에는 흡착되어 있던 산소 이온이 탈착하면서 반도체 물질에 되돌려 주는 전자가 정공과 결합하면서 반도체 물질의 표면 근처의 정공이 ㉣ 소멸한다. 따라서 시간이 지남에 따라 저항이 증가하여 최댓값에 도달한 후 이 값을 유지한다.

신축 자외선 센서의 주된 성능 지표는 선택도, 온-오프 비(On-off ratio), 반응 시간, 신축 저항 변화 민감도이다. 선택도는 여러 파장대의 빛이 조사되었을 때 자외선이 출력값에 ㉤ 기여한 정도를 말한다. 온-오프 비는 빛이 조사되기 전의 출력값과 빛이 조사된 이후에 전류가 일정하게 유지되는 정상 상태에서의 출력값의 차이의 절댓값을 빛이 조사되기 전 출력값으로 나눈 값으로 정의된다. 따라서 온-오프 비는 센서의 민감도를 나타내는 지표이며 온-오프 비가 더 클수록 센서의 민감도 측면에서 센서가 더 우수한 성능을 가진다. 센서의 반응 시간은 신축 자외선 센서가 얼마나 빨리 정상 상태 출력값인 최댓값 혹은 최솟값에 도달하는가의 지표로, 짧을수록 좋다. 센서의 반응 시간은 자외선 조사 후 최대 혹은 최소 출력값의 90%에 도달하는 시간으로 정의하는데, ㉥ 이렇게 정상 상태 출력값의 90%에 도달하는 값으로 센서의 반응 시간을 정하는 것은 출력값이 최댓값이나 최솟값에 접근*의 형태로 수렴하며 센서에 사용되는 계측기는 성능에 따라 측정되는 전류나 저항의 최소 자릿수가 다르기 때문이다. 신축 자외선 센서는 신체 활동에 의한 그물 구조의 신축 정도에 ㉦ 대응하여 두 전극 사이의 저항이 변화하게 된다. 이때 저항 변화가 작아야 온-오프 비가 충분히 확보되므로 신축에 따른 자외선 센서의 저항 변화 정도인 신축 저항 변화 민감도가 작아야 한다.

- *인장: 힘을 받아 늘어남.
- *흡착: 분자나 원자 등이 고체 표면에 달라붙는 현상.
- *결핍 영역: 반도체 물질에서 전류의 흐름에 관여하는 전자나 정공이 부재하여 전기적으로 절연이 이루어지는 영역.
- *탈착: 고체 표면에 붙어 있던 분자나 원자 등이 떨어지는 현상.
- *접근: 어떤 함수가 특정한 방향으로 진행하면서 가까워지는 선.

34. 밑줄의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 전자는 정공과 결합할 수 있다.
- ② 적외선은 자외선보다 파장이 길다.
- ③ 산화 아연은 n형 반도체로 분류된다.
- ④ 물리 흡착 과정에서는 전자를 주고받는다.
- ⑤ 자외선에 노출되면 피부암이 생길 수 있다.

35. ㉠에 대해 추론한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠이 산화 아연 표면에 흡착하는 현상은 산소와 마찬가지로 화학 흡착일 것이다.
- ② ㉠이 n형 반도체에 흡착이 되면 반도체 물질의 전기 전도도가 증가하게 될 것이다.
- ③ ㉠이 산화 아연에 흡착하게 되면 산화 아연의 전류의 흐름은 정공에 의해서 이루어질 것이다.
- ④ 결핍 영역이 있는 n형 반도체의 표면에 ㉠의 흡착이 진행됨에 따라 결핍 영역의 두께가 얇아질 것이다.
- ⑤ 반도체 표면에 ㉠의 흡착이 이루어질 때 반도체 표면과 기체 사이에서 전자가 전달되는 현상이 일어날 것이다.

36. 윗글을 읽고 <보기>에 대해 탐구한 내용으로 적절하지 않은 것은?

—<보 기>—

n형 반도체 물질 기반의 신축 자외선 센서 A, B를 각각 이용하여 빛의 조사에 따른 전류값을 측정하였다. 이때 자외선 센서는 반도체 물질의 표면에 전자를 주면서 흡착되는 기체가 미리 흡착되어 있고, 외부 공기에 노출이 되지 않도록 밀봉된 상태로 만들어졌다. 빛이 센서에 조사되기 전 광센서 A, B의 출력값은 100mA로 동일하였다. 빛을 조사하니 센서 A의 전류값이 감소하기 시작해서 2mA가 된 후 이 값이 유지되었다. 반면 센서 B의 전류값은 센서 A의 전류값보다 급격한 기울기로 감소하다가 10mA 값에서 유지되었다. 또한 두 센서 A, B를 20% 인장 상태에서 처음의 실험을 반복하였더니 센서 A의 전류값의 변화 양상은 처음 실험과 큰 차이를 나타내지 않았으나 센서 B의 전류값은 5mA로 떨어진 후 유지되었다.

- ① 센서 A와 B에서 측정되는 전류값의 변화로 보아 센서를 만들 때 미리 흡착된 기체는 산소가 아니겠군.
- ② 센서 B가 센서 A보다 전류값이 더 빠르게 떨어지는 것으로 보아 센서 B의 센서 민감도가 더 크다고 할 수 있겠군.
- ③ 센서 A와 센서 B의 인장 상황에 따른 전류값의 변화 정도를 비교해 볼 때 센서 B의 신축 저항 민감도가 더 크겠군.
- ④ 센서 A와 센서 B의 출력값의 빛 조사 후 감소 경향을 볼 때 센서 B의 반응 시간이 센서 A의 반응 시간보다 더 짧겠군.
- ⑤ 센서 A, B 모두 빛의 조사 후 전류값이 감소하는 것은 센서 A, B 모두 빛에 의해 결핍 영역의 두께가 변화하기 때문이겠군.

37. ㉡에 대한 이해로 가장 적절한 것은?

- ① 태양 빛에 섞여 있는 적외선과 가시광선의 영향을 배제할 수 있다.

- ② 적외선 센서 장비의 반응 시간을 작은 숫자로 표현하는 것이 편리하다.
- ③ 반도체 물질이 탈착되는 산소의 양을 줄여서 반도체 물질의 내구성을 증가시킬 수 있다.
- ④ 저항값으로 나타나는 출력값이 빠르게 최솟값 혹은 최댓값에 도달하도록 하여 측정 시간을 단축할 수 있다.
- ⑤ 측정 장비에 따라 센서가 정상 상태에 도달하는 시간이 달라져도 센서의 반응 시간의 일치성을 높일 수 있다.

38. <보기>는 기사문의 내용을 정리한 것의 일부분이다. 윗글을 바탕으로 기사문에 나왔을 내용을 추론한 것으로 가장 적절한 것은?

—<보 기>—

- 우리나라의 ○○○연구소는 최근 수십 나노미터의 직경을 가지는 반도체 나노선을 이용한 고성능 자외선 센서를 개발하였는데, 이 센서는 이보다 두께가 큰 필름 형태의 반도체 물질을 사용하는 자외선 센서의 성능을 뛰어넘어 주목을 받고 있다.
- 수 ~ 수십 나노미터의 직경을 갖는 원통 모양의 반도체를 반도체 나노선이라 한다. 직경이 큰 물체를 나노선으로 만들면 표면적 대 부피의 비가 획기적으로 증가한다.
- 반도체에 형성되는 결핍 영역의 두께는 흡착되는 기체와 반도체의 종류에 의존하나 반도체의 크기와는 관련이 없으며 통상 수 나노미터 정도이다.

- ① 나노선을 이용하게 되면 빛 조사에 따른 저항 변화가 기존의 물질보다 상당히 커지기 때문에 온-오프 비가 크게 향상된다.
- ② n형 반도체보다 p형 반도체의 표면적 대 부피의 비가 더 크기 때문에 나노선은 n형 반도체로 만드는 것이 센서에 유리하다.
- ③ 진공 장비에서 반도체 나노선을 꺼내도 공기 중의 산소가 반도체 표면에 흡착하지 않기 때문에 센서의 내구성이 크게 증대된다.
- ④ 결핍 영역의 두께는 원통형 반도체의 직경에 의존하지 않기 때문에 나노선 기반 자외선 센서는 자외선의 유무에 따른 저항 변화가 거의 없게 된다.
- ⑤ 반도체 물질의 표면적 대 부피의 비가 커지면 반도체 표면에 흡착되는 산소 분자의 양이 더 오랜 시간 동안 증가하기 때문에 자외선 센서의 성능이 향상된다.

39. ㉢~㉤의 뜻풀이로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉢: 어떤 것이 다른 일을 일어나게 함.
- ② ㉣: 사물의 내용을 명확히 알기 위해 자세히 살펴보거나 찾아봄.
- ③ ㉤: 사라져 없어짐.
- ④ ㉢: 도움이 되도록 이바지함.
- ⑤ ㉣: 어떤 두 대상이 주어진 어떤 관계에 의하여 서로 짝이 됨.

[40~43] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오. (정답과 해설 82p)

자기 치유 소재란 시간이 지남에 따라 균열이나 부식이 생기는 금속이나 플라스틱, 콘크리트와 같은 재료에 첨가되어 이러한 손상을 스스로 치유할 수 있도록 돕는 물질을 말하는데, 이와 관련된 기술을 자기 치유기술이라고 한다. 기본 원리는 금속, 플라스틱, 콘크리트와 같은 재료에 강력 접착제와 유사한 복원 물질을 첨가함으로써, 균열이나 부식이 일어날 경우 첨가되었던 복원 물질이 흘러나와 굳어져 균열이나 부식을 메우고 손상된 부분이 저절로 복구되게 하는 것이다.

자기 치유 기술의 적용은 사용 목적과 환경에 따라 달라진다. 복구가 시급한 경우에는 기술의 효과가 신속하게 나타나야 하지만, 비행기 날개나 헬리콥터의 로터*와 같이 장시간 사용하면서 생기는 균열, 즉 피로 파괴에 대응하는 것이 중요한 경우에는 균열이 생길 때마다 내부에서 조금씩 천천히 물질이 새어 나오는 것이 좋다. 사용 환경의 경우, 일상생활에서 사용하는 것이라면 공기를 만났을 때 굳어지는 것으로 충분하지만, 선박의 스크루나 바다, 잠수함의 외벽에는 물을 만나 굳어지는 복원 물질을 사용하는 것이 좋다. 공기가 아예 없는 밀폐된 환경이나 우주선의 외벽에는 복원 물질과 함께 이를 견고하게 해 주는 화학 물질인 가 교체를 추가로 넣어 주어야 한다. 이 외에도 온도에 반응해 가교제의 반응이 일어나도록 하는 방법도 존재한다.

자기 치유 기술에서 사용하는 방법으로는 우선 마이크로캡슐을 사용하는 방법을 들 수 있다. 머리카락 굵기 정도 지름의 작은 초소형 캡슐 속에 복원 물질을 넣은 후, 이 캡슐을 다시 재료 속에 섞어 넣어 여러 가지 제품을 만드는 것이다. 원래의 재료 속에 섞어 넣는 캡슐의 크기나 수를 조정하면 원하는 만큼의 성능을 기대할 수 있다. 이 방법은 캡슐이 일회용이라 동일 부위에 균열이 생기면 두 번째부터는 복구가 어려우며, 이로 인한 경제적 부담이 큰 편이라는 단점이 있다. 하지만 실제로 균열이 그렇게 자주 일어나지는 않는다는 점, 한 번이라도 큰 사고를 막을 수 있으니 그 자체로 쓸모가 크다는 점 등을 감안하면 적지 않은 이점이 존재하며, 주로 단단한 합성수지로 만든 제품의 내구성을 올리는 방법으로 활용된다.

유리 혹은 유사 소재로 만든 미세관이나 속이 빈 섬유에 복원 물질을 주입했다가 충격이나 균열이 생기면 미세관이나 섬유가 파괴되면서 속에 있던 복원 물질이 흘러나오게 만드는 방식인 혈관 모사법도 있다. 이 방법은 미세관이나 섬유를 통해 복원 물질을 지속적으로 공급할 수 있기 때문에 자기 치유 소재의 복원 능력이 장시간 유지된다는 장점이 있으나, 자기 치유 과정에서 마이크로캡슐에 비해 복원 물질이 더 많이 흘러나오는 경향이 있기 때문에 정밀 부품에 사용하기에는 다소 어려움이 존재한다.

전통적으로는 실리콘이나 젤과 같은 물질이 복원 물질로 활용되었지만, 최근에는 세균이나 곰팡이를 자기 치유 기술에 활용하기도 한다. 세균을 활용하는 경우는, 세균을 건조시켜 포자 모양의 껍질 속에서 휴면상태에 들어가게 한 뒤 영양분인

젓산 칼슘과 함께 압축, 건조해 생분해성 플라스틱으로 만든 캡슐에 넣어 콘크리트에 섞는다. 플라스틱 캡슐은 콘크리트가 굳은 후 서서히 분해되는데, 콘크리트에 균열이 생기면 캡슐 안의 포자 모양 껍질에 들어 있던 휴면 상태의 세균이 공기 중의 수분 및 산소와 결합하면서 활성화된다. 이후 세균은 옆에 있던 젓산 칼슘을 먹고 이를 분해하면서 시멘트 원료인 석회석의 주성분을 이루는 탄산 칼슘을 생성해 자동으로 균열을 메우게 된다. 세균이 들어간 캡슐 대신 곰팡이를 이용하기도 한다. 곰팡이의 포자는 오랜 시간 동안 산소나 물 없이 생존할 수 있는데, 균열이 발생해서 그 틈으로 물과 산소가 공급되면 증식하기 시작한다. 이 과정에서 주변 물질을 흡수한 곰팡이는 탄산 칼슘 구조물을 만들어서 균열을 복원한다. 보통 건축물에 생기는 곰팡이가 건축물 균열 틈새로 성장하며 달라붙어 붕괴를 초래하는 것과는 정반대이다. 생명체의 대사 과정을 이용한다는 점에서는 세균을 이용한 방법과 비슷하다. 균열이 완전히 메워지면 물과 산소의 공급이 중단되기 때문에 곰팡이는 다시 포자 상태로 돌아가 다음 기회를 노린다.

*로터: 헬리콥터의 회전 날개.

40. 밑글의 내용을 정리한 학생의 메모로 적절하지 않은 것은?

• 자기 치유 기술은 자기 치유 소재를 이용하여 대상의 균열이나 부식을 스스로 치유하는 기술이다. ...①
 • 복원 물질은 균열이나 부식이 생겨날 수 있는 재료에 첨가되어 강력 접착제와 유사한 역할을 하는 물질이다.②
 • 자기 치유 기술에서는 공기나 온도에 반응하는 복원 물질이 활용되기도 한다.③
 • 마이크로캡슐을 활용한 자기 치유 기술은 단단한 합성수지로 만든 제품에는 비효율적이다.④
 • 혈관 모사법의 경우 복원 물질의 양이 필요 이상으로 흘러나올 수 있다는 단점이 있다.⑤

41. 밑글을 읽고 <보기>의 상황을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

—<보 기>—
 A. 콘크리트로 만들어진 교량이 시간의 흐름에 따라 지속적으로 균열, 부식되는 상황
 B. 지구 주위 궤도를 운항 중인 국제 우주 정거장(ISS)의 외벽에 갑작스러운 충격으로 인한 균열이 발생하여 내부의 공기가 빠져나가는 상황

- ① A에서는 마이크로캡슐을 사용하는 것보다 혈관 모사법 기술을 활용하는 것이 좋다.
- ② A의 교량 건축에서 세균을 복원 물질로 포함한 콘크리트가 사용되었다면 교량의 균열은 세균을 활성화하는 계기가 되었을 것이다.
- ③ B에서는 피로 파괴에 효과적으로 대응할 수 있는 방법을 사용하는 것이 효율적이다.
- ④ B에서는 복원 물질과 함께 가교제를 추가한 자기 치유 소재로 외벽을 만들어야 한다.
- ⑤ B에서는 세균이나 곰팡이를 활용한 복원 물질이 효과를 발휘할 것으로 기대하기 어렵다.

42. 밑글을 읽고 <보기>의 ㉠에 대해 보인 반응으로 가장 적절한 것은?

—<보 기>—
 로탁세인이라는 분자 구조물은 얇은 실 모양의 분자에 고리형 분자를 꿰어 낸 형태로 이루어져 있다. 이 구조물의 분자 끝부분에 봉산과 알코올이 결합하면 로탁세인 분자 간에 강한 접착성이 생긴다. 이는 원자가 전자를 공유하면서 마치 본래부터 하나의 물질인 것처럼 강하게 달라붙는 공유결합의 원리를 이용한 것이다. 이렇게 만든 로탁세인 결합물을 특정 재료에 반죽하듯 섞어 넣으면 이 혼합물은 자기 치유의 속성을 지니게 된다. ㉠이 자기 치유 기술은 별도의 복원 물질을 활용하여 균열이나 부식을 메우는 방식의 다른 자기 치유 기술과는 달리 화학적 결합을 통해 재료 자체가 자기 치유가 가능한 속성을 지니도록 변화시킨다는 점을 특징으로 하며, 상대적으로 유연하고 부드러운 재료에 효과적으로 작용한다.

- ① 첨가되었던 로탁세인이 분리되면서 재료에 생긴 균열이나 부식을 메우는 방법이로군.
- ② 복원 물질을 지속적으로 공급한다는 점에서 혈관 모사법과 유사한 방법으로 볼 수 있군.
- ③ 세균이나 곰팡이를 동원한 자기 치유 기술처럼 공기 중의 수분이나 산소를 필요로 하겠군.
- ④ 재료 자체의 속성이 변화하도록 유도한다는 점에서 다른 자기 치유 기술과 구별되는 면이 있군.
- ⑤ 마이크로캡슐을 이용한 자기 치유 기술처럼 단단한 합성수지로 만든 제품의 내구성을 높이는 데 효율적이겠군.

43. 다음은 밑글을 읽은 학생의 반응이다. 이에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

—<보 기>—
 이 글을 읽고 자기 치유 기술에 관한 다른 글을 더 찾아 읽다가 의외의 사실을 알았어. 자기 치유소재가 포함된 콘크리트나 금속을 사용할 경우 가격이 비싸거나 대량 생산이 어렵거나 평범한 재료보다 강도가 떨어지는 것 같은 문제가 생길 수도 있다고 해. 이 글에서는 마이크로캡슐을 이용한 방법을 설명하면서 경제적 부담이 크다는 점보다는 장점을 부각하고 있는데, 경제성이 떨어지는 기술이 널리 쓰이기를 기대하는 것은 어렵지 않을까 하는 생각이 들었어.

- ① 유사한 제재를 다른 다른 글을 찾아 읽으면서 배경지식을 범주화하고 있다.
- ② 새로이 알게 된 내용에 근거하여 밑글에 대한 비판적 시각을 드러내고 있다.
- ③ 새로 알게 된 지식을 활용하여 밑글에 제시된 기술들 간의 우위를 평가하고 있다.
- ④ 밑글에 제시된 내용과 비교하여 공통으로 언급된 기술의 발전 방향을 파악하고 있다.
- ⑤ 새로이 알게 된 내용을 활용하여 자기 치유 기술의 미래를 긍정적으로 전망하고 있다.

[44~49] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오. (정답과 해설 84p)

세균은 단세포 원핵생물로, 막으로 둘러싸인 세포 소기관이 없어 구조는 단순하지만 효소가 있어 물질대사*를 할 수 있다. 그리고 모세포가 반으로 나뉘는 이분법을 통해 번식하므로 환경이 적합하면 빠르게 증식할 수 있다. 대부분의 세균은 사람에게 해롭지 않지만, 일부는 병원성이 있어 질병을 일으킨다. 병원성 세균은 소화 기관, 호흡 기관 등을 통해 인체 내로 침입한 후 빠르게 증식하며 독소를 생산하는데, 1시간 만에 16개가 되는 한 개의 세균 세포는 2시간 만에 250개를 넘어서며, 5시간이면 100만 개가 ㉠ 넘는다. 그 결과 인체 세포나 조직이 손상되고 물질대사에 이상이 생긴다. 병원성 세균에 의해 발생하는 질병으로는 세균성 식중독, 세균성 폐렴, 결핵 등이 있다.

항생제란 이러한 세균 세포의 증식 속도를 늦추거나 세균 세포를 완전히 파괴해 감염증을 치료하는 효능을 지닌 약이다. 흔히 항생제가 바이러스성 질환에도 효과가 있는 것으로 생각하지만 그렇지 않다. 바이러스성 질환의 경우에는 항바이러스성 약물을 통해 치료하거나 백신 접종을 통해 사전에 병을 차단해야 한다. 항생제는 세균의 단백질 합성 과정 등 세균 세포가 생존하기 위해 필요한 과정을 방해하여 세균을 죽인다.

하지만 세균은 어떤 새로운 항생제가 널리 사용되고 나서 몇 년 안에, 빠르면 몇 달 안에 내성을 가지기도 한다. 항생제 내성은 세균이 항생제의 효과에 저항하여 생존 혹은 증식할 수 있는 능력을 말하는데, 항생제의 공격에 살아남기 위한 세균의 생존 전략이라고 볼 수 있다. 세균이 기존에 사용하던 항생제에 내성을 가지게 되면 당연히 기존 항생제로는 내성 세균으로 인한 감염 질환의 치료가 어려워진다. 이에 따라 내성 세균을 표적으로 하는 새로운 항생제가 개발되지만 새로운 항생제에 내성을 가진 세균이 또 나타나기 때문에 세균 감염 질환의 치료는 항생제와 내성 세균 간의 앞치락뒤치락하는 싸움이 되었다.

세균은 다음과 같은 네 가지 방식으로 항생제에 내성이 있는 유전자를 가질 수 있다. 먼저 ㉡ 무작위적인 유전자 돌연변이이다. 세균 세포는 분열하면서 DNA를 복제해 각각의 딸세포*가 원래의 유전 물질을 전부 갖도록 한다. 하지만 이때 세포 분열 과정에서 오류가 생기면 돌연변이가 일어난다. 자연 상태에서의 돌연변이인 무작위적 돌연변이는 1개의 세균이 1,000만 개가 될 때마다 1개가 나오는 확률로 발생한다. 이렇게 말하면 돌연변이가 드문 것처럼 생각될 수도 있지만, 세균 세포가 늘어나는 속도를 고려한다면 드문 일이 아니다. 돌연변이 가운데 일부는 항생제가 세균 세포 안으로 들어오지 못하게 하거나 안에 들어온 항생제가 세균 세포에 해를 끼치기 전에 세포 밖으로 내보내기도 한다.

다음으로 ㉢ 접합이다. 접합은 살아 있는 세균과 세균 사이의 접촉을 통해 유전 정보가 전달되는 현상을 말한다. 전부는 아니지만 많은 종류의 세균이 접합을 할 수 있다. 세균은 같은 종이나 다른 종의 세균과 접합하는 동안 항생제에 내성을 가진

유전자를 전달하기도 한다. 접합 과정에서 한 세균의 선모*가 다른 세균에 뻗쳐 두 세포 사이의 통로를 만들고, 한 세포의 플라스미드*가 이중 나선 DNA 가운데 한 가닥을 다른 세포로 이동시킨다. 그러면 두 세균은 각각 한 가닥의 DNA에 대한 상보적인 가닥을 복사하여 완전한 유전물질을 갖게 된다. 이때 세균이 항생제에 내성을 가진 DNA를 전달하는 경우가 많다. 수백만 번 접합이 일어나면서 이 과정이 반복되면 항생제 내성이라는 형질이 각 세균들 사이에 널리 퍼지게 된다.

㉣ 형질 전환도 세균이 항생제에 내성이 있는 유전자를 갖는 방식이다. 형질 전환이란 세포가 주위 환경에서 외래의 DNA를 흡수한 후 재조합을 통하여 자신의 유전자와 통합하는 것인데, 몇몇 세균은 다른 종의 세균이나 죽은 세균에 남아 있는 어떤 DNA 조각을 흡수한다. 인체 내의 다른 세균이나 세균 세포의 사멸 등으로 부유하는 이런 DNA 조각에 항생제 내성을 갖는 유전자가 있으면 그 조각을 재조합한 세균 역시 내성을 가질 수 있다.

마지막으로 형질 도입이다. 바이러스가 사람을 감염시키는 것과 마찬가지로 '박테리오파지'라 불리는 일군의 바이러스는 특정 세균을 공격해 감염시킨다. 박테리오파지는 자신의 DNA를 세균을 공격할 때에 주입하고, 이후 그 세균이 가지고 있는 항생제 내성 유전자의 조각을 자기 DNA에 더하여 조합한다. 다른 모든 바이러스와 마찬가지로 박테리오파지는 자기 자신을 여러 번 복제하는데, 각각의 후손 바이러스들은 원래 항생제 내성을 가진 세균에게 얻은 내성 유전자를 지니게 된다. 그 후 복제된 박테리오파지는 효용성이 다한 세균에서 나오거나 세균을 파괴하고 밖으로 나가 다시 다른 세균을 공격하면서 내성 유전자를 또 다른 세균에 옮길 수 있다. 이렇게 내성 유전자를 지닌 박테리오파지의 공격을 받은 세균 가운데 살아남은 세균이 내성 유전자를 지니게 된다. 이런 형질 도입 과정에서 동시에 여러 항생제에 내성을 갖는 세균이 탄생한다.

*물질대사: 생물체에 필요한 물질을 합성하거나 분해하는 과정.
 *딸세포: 세포 분열의 결과로 생겨난 2개의 새로운 세포. 분열 전 모세포에 대비되는 용어.
 *선모: 세포의 표면에 돋아나 있는 가는 실 모양의 구조.
 * 플라스미드: 세균에 염색체와 별도로 존재하는 작은 원형의 복제 가능한 DNA 분자. 크기가 작아 분리와 조작이 쉬우며, 세포 내로 쉽게 전달될 수 있음.

44. 밑줄의 내용 전개 방식으로 가장 적절한 것은?

- ① 항생제의 종류를 제시한 후 항생제 내성으로 인한 다양한 증상을 비교하고 있다.
- ② 항생제의 효과를 높이기 위해 표적 치료제에 적용된 기술에 대해 분석하고 있다.
- ③ 항생제 내성에 대한 정의를 제시한 후 세균성 감염병의 치료 과정을 서술하고 있다.

- ④ 항생제의 개념을 설명한 후 세균이 항생제에 내성이 있는 유전자를 갖는 방식을 병렬적으로 제시하고 있다.
- ⑤ 항생제가 인체에 작용하는 조건을 제시한 후 항생제에 내성을 가진 유전자의 발달을 억제하는 과정을 설명하고 있다.

45. 밑줄의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 세균은 세포 소기관이 없지만 물질대사를 할 수 있다.
- ② 세균 세포가 생존하기 위해서는 단백질 합성이 필요하다.
- ③ 병원성 세균은 소화 기관이나 호흡 기관 등을 거쳐 인체 내로 침입한다.
- ④ 세균은 이분법을 통해 번식하므로 생존에 적합한 환경에서 빠르게 증식할 수 있다.
- ⑤ 대부분의 세균은 해롭지 않기 때문에 인체가 병원성 세균에 감염되어도 인체 세포나 조직이 손상되지 않는다.

46. ㉠~㉢에 대한 설명으로 적절한 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

— <보 기> —

㉠. ㉠과 ㉢은 세균 세포가 세대를 거쳐 항생제에 내성이 있는 유전자를 가지는 방식이다.

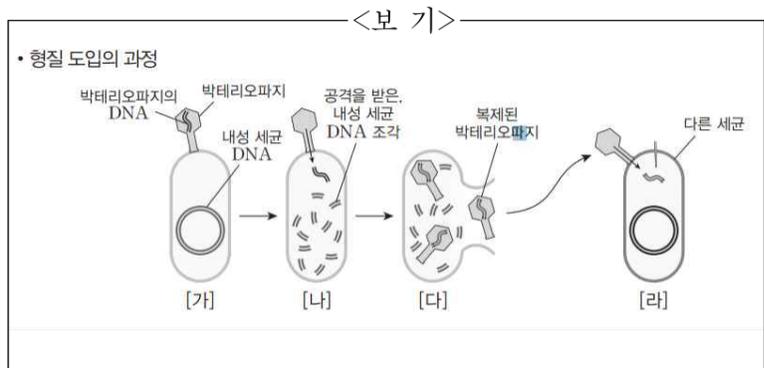
㉡. ㉡는 ㉠과 달리 분열 없이 세균 세포 간에 유전 정보를 전달하는 방식으로 이루어진다.

㉢. ㉢은 ㉡와 달리 죽은 세균에 남아 있는 DNA를 흡수하는 것도 가능하다.

㉣. ㉡와 ㉢은 세균이 자체적으로 항생제에 내성이 있는 유전자를 가지는 방식이다.

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

47. [A]를 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?



- ① [가] → [나]의 과정에서 박테리오파지는 자신의 DNA를 세균을 공격할 때에 주입한다.
- ② [나] → [다]의 과정에서 박테리오파지는 세균이 가지고 있는 내성 유전자의 조각을 자기 DNA에 더하여 조합한다.

- ③ [다]에서 자기 자신을 여러 번 복제한 박테리오파지는 스스로 생성한 내성 유전자를 세균에게 준다.
- ④ [다] → [러]의 과정에서 복제된 박테리오파지는 세균 밖으로 나가 다른 세균을 공격한다.
- ⑤ [러]에서 세균은 항생제 내성 유전자를 복제한 박테리오파지의 공격에서 살아남으면 내성 유전자를 갖게 된다.

48. 밑글과 <보기>를 함께 읽고 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

— <보 기> —

사람들이 감기나 독감 같은 바이러스성 질환에 걸렸을 때 항생제 처방을 요구하거나 복용하는 것은 항생제를 오용하는 대표적인 사례이다. 이와 같은 일을 방지하기 위해서는 증상에 따라 항생제를 의사에게 처방받아 올바르게 복용하는 것이 중요하데, 의사의 처방에도 불구하고 환자들이 처방을 그대로 따르지 않을 경우에는 문제가 생길 수 있다. 일부 환자들은 항생제를 처방대로 끝까지 복용하지 않고 몸이 조금 나은 기분이 들면 곧바로 중단한다. 하지만 이 시점은 항생제에 민감한 세균들만 죽은 상태일 가능성이 높다. 세균 가운데 일부는 아직 살아 있을 수 있으며, 이 과정에서 항생제에 내성을 갖게 된다. 그러므로 세균을 모두 없애기 위해서는 처방받은 대로 항생제를 복용해야 한다. 만약 환자가 복용해야 할 약을 전부 먹지 않으면 내성을 가진 세균은 계속 번식해서 다음 세대에 항생제 내성을 퍼뜨릴 것이다.

- ① 감기나 독감을 치료하기 위해서는 항바이러스성 약물을 사용해야겠군.
- ② 의사는 세균성 식중독을 치료하기 위해서 항생제를 처방할 수 있겠군.
- ③ 항생제는 세균 세포의 증식을 촉진하여 세균 세포를 짧은 시간 안에 사멸시키기 위해 복용하는 것이겠군.
- ④ 내성 세균을 표적으로 개발된 항생제라고 하더라도 의사의 처방에 따라 약을 복용해야 증상을 치료할 수 있겠군.
- ⑤ 항생제를 복용한 후, 몸이 조금 나은 기분이 드는 시점에서 복용을 중단하면 항생제의 효능을 제대로 볼 수 없어 내성 세균이 늘어나겠군.

49. 문맥상 의미가 ㉠과 가장 가까운 것은?

- ① 그 일은 일주일이 넘게 걸렸다.
- ② 우리 가족은 산 정상을 넘어 마을로 내려왔다.
- ③ 이 고비만 무사히 넘으면 재도약할 수 있을 것이다.
- ④ 그는 비바람을 헤치고 파도를 넘어서 육지로 헤엄쳤다.
- ⑤ 여름 장마로 강물이 넘어서 온 동네가 물바다가 되었다.

[50~54] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오. (정답과 해설 85p)

네트워크는 여러 대의 컴퓨터가 공유된 통신망에 의해 상호 연결된 망으로, 인터넷은 각기 다른 네트워크들의 연결로 이루어진다. 인터넷에 접속하여 다른 컴퓨터와 통신을 하기 위해서는 여러 네트워크에 연결된 수많은 컴퓨터 중에서 원하는 컴퓨터를 정확히 확인하여 접속해야 하는데, 이를 위해 네트워크에 연결된 컴퓨터나 네트워크 기기는 각기 고유한 주소를 사용한다.

인터넷상에 연결된 컴퓨터 각각에 부여된 주소를 IP 주소라 하는데, IP 주소는 2진수로 되어 있다. 2진수는 10진수와 달리, 수를 0과 1로만 표기한다. 이때 2진수로 표현된 한 자리의 숫자는 정보량의 최소 기본 단위인 1비트(bit)에 해당하고 8개의 비트는 1바이트(byte)에 해당한다. IP 주소는 8비트짜리 ① 필드 4개로 구성되어 있는데, 이렇게 32비트로 표현되는 주소 체계를 IPv4 주소 체계라 한다. 예를 들어, 2비트 2진수 10의 경우 10진수로 환산하면 $(1 \times 2^1) + (0 \times 2^0)$ 인 2가 되며, 4비트 2진수 1101의 경우, 10진수로 환산하면 $(1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$ 인 13이 된다. 하지만 실제 IP 주소는 2진수로 표현되어 사람들이 사용하기 불편한 점이 있기 때문에 IPv4 주소 체계에서는 <예시>와 같이 각각의 필드를 10진수로 바꾼 다음, 점을 찍어 구분하는 ‘점-10진’ 표기법으로 IP 주소를 나타내기도 한다. 그러나 ‘점-10진’ 표기법도 숫자만으로 이루어져 기억하기 쉽지 않기 때문에, 숫자로 된 IP 주소는 일반적으로 알파벳 문자로 구성된 ‘도메인 이름’으로 바꾸어 사용한다. 이러한 ‘점-10진’이나 ‘도메인 이름’은 이용자의 편의를 위하여 만들어진 것으로, 시스템상에서는 여전히 2진수가 사용되며, IPv4 주소 체계의 경우 32비트이므로 이론적으로 232개의 주소를 가질 수 있다.

	필드	필드	필드	필드			
실제 IP 주소	11000010	10000000	00000000	11011111			
점-10진 표기법	194	.	128	.	0	.	223

<예시>

IPv4 주소 체계에서 IP 주소는 네트워크 부분(Net ID)과 호스트 부분(Host ID)의 2단계 주소 체계로 구성되는데, 네트워크 부분은 일반적으로 IP 주소의 맨 앞부분부터이며, 호스트 부분은 네트워크 부분을 제외한 나머지 뒤 바이트 부분이다. 인터넷에서 서로 다른 네트워크를 연결해 주는 장치인 라우터는 일반적으로 찾고자 하는 기기의 IP 주소 중, 네트워크 부분만을 우선적으로 참조해 특정 네트워크를 찾고, 다음으로 호스트 부분을 참조해 해당 네트워크 내의 특정 기기를 찾는다. 따라서 IP 주소에서 어디까지가 네트워크 주소이고, 어디부터가 호스트 주소인지를 구분할 필요가 있는데, 이에 대한 정보를 담고 있는 것이 서브넷 마스크이다. IPv4 주소 체계에서 서브넷 마스크는 IP 주소와 유사하게 32비트로 구성되어 있으며, 각 바이트는 2진수의 연속된 1과 연속된 0으로 구성된다. 이때 서브넷 마스크에서 연속된 2진수 1로 구성된 바이트는 IP

주소에서 해당 위치의 바이트가 네트워크 부분임을, 연속된 2진수 0으로 구성된 바이트는 IP 주소에서 해당 바이트가 호스트 부분임을 의미한다. 이때 서브넷 마스크의 맨 앞자리부터 연속된 2진수 1의 부분만큼이 IP 주소에서 네트워크 부분이 되고, 뒤에 이어지는 연속된 2진수 0으로 구성된 나머지 부분만큼이 IP 주소에서 호스트 부분이 된다. 서브넷 마스크는 ‘점-10진’ 표기법으로 나타낼 수도 있고, 2진수 1의 개수를 ‘/n’과 같이 나타낼 수도 있다. 가령 2진수로 표현된 서브넷 마스크 11111111 00000000 00000000 00000000의 경우, IP 주소의 맨 앞 바이트가 네트워크 부분임을 의미하며, ‘점-10진’ 표기법으로는 255.0.0.0, 2진수 1의 개수로는 ‘/8’과 같이 각각 나타낼 수 있는 것이다.

전 세계의 컴퓨터를 연결하려면 막대한 수의 IP 주소가 필요하다. 이를 위해 IPv4 주소 체계에서는 네트워크 규모에 따라 IP 주소를 효율적으로 나누기 위해 네트워크 부분과 호스트 부분의 길이를 미리 정해진 유형인 클래스로 나누어 구분한다. 일반적으로 사용되는 IP 주소의 유형은 A, B, C 클래스로 구분된다. A클래스는 네트워크 부분이 1바이트, 호스트 부분은 나머지 3바이트로 구성되며, 네트워크 부분은 맨 앞 비트가 2진수 0으로 시작된다. 가령 A 클래스 IP 주소의 경우, 첫 바이트는 2진수 00000000부터 01111111까지이며, 이를 ‘점-10진’으로 나타내면 0부터 127까지로 표현될 수 있다. B 클래스는 네트워크 부분이 2바이트이고 호스트 부분은 나머지 2바이트로 구성되며, 네트워크 부분의 맨 앞 비트 두 자리는 2진수 10으로 시작된다. C 클래스는 네트워크 부분이 3바이트, 호스트 부분은 나머지 1바이트이며, 네트워크 부분의 맨 앞 비트 세 자리가 2진수 110으로 시작한다. 따라서 IP 주소를 ‘점-10진’ 표기법으로 나타낼 경우, 첫 번째 바이트를 통해 해당 IP 주소가 어느 클래스에 속하는지 알 수 있다.

한편, 하나의 네트워크에는 특정 기기에 할당할 수 없는 2가지 특수한 주소가 있다. 호스트 부분이 2진수로 모두 0인 주소는 해당 IP 주소가 소속된 네트워크 전체를 대표하는 네트워크 주소이고, 호스트 부분이 2진수로 모두 1인 주소는 해당 IP 주소가 소속된 네트워크 내의 모든 기기를 가리키는 브로드캐스트 주소이다. 이때 브로드캐스트란 특정 컴퓨터에서 네트워크상의 모든 장치에 같은 정보를 한꺼번에 보내 여러 컴퓨터와 동시에 통신하는 것을 의미한다. 따라서 어떤 네트워크의 IP 주소가 k비트의 호스트 부분을 가지고 있으면 호스트 주소의 총 개수는 2^k 개가 될 수 있지만, 실제 할당할 수 있는 호스트 주소는 네트워크 주소와 브로드캐스트 주소를 제외한 $2^k - 2$ 개가 된다. 즉 C 클래스 주소 하나를 배정받으면 $2^8 = 256$ 개의 호스트 주소가 있지만, 연결할 수 있는 호스트 주소는 254개가 되는 것이다.

32비트 주소 체계인 IPv4는 수많은 인터넷 기기의 등장으로 주소 고갈이 문제가 되어 이를 해결하기 위해 128비트 주소 체계인 IPv6이 등장하였다. IPv6 역시 2진수로 되어 있으나, IPv4에 비해 확장된 주소 공간과 강화된 보안을 지원하여 점차적으로 그 활용이 증가하고 있다.

50. 밑글에서 알 수 있는 내용으로 적절한 것은?

- ① IP 주소는 인터넷을 사용하는 사람이 숫자로 확인할 수 없는 추상적인 주소이다.
- ② 동일한 네트워크 내에서는 IP 주소의 호스트 부분만으로도 원하는 컴퓨터를 찾을 수 있다.
- ③ 컴퓨터마다 고유한 주소가 지정되기 때문에 특정 컴퓨터가 여러 컴퓨터와 동시에 통신할 수 없다.
- ④ 동일한 네트워크에 연결된 컴퓨터들은 다른 기기와의 구분을 위해 서로 다른 고유한 서브넷 마스크를 부여받는다.
- ⑤ 도메인 이름을 사용하면 알파벳 문자의 결합 방식이나 길이를 조절할 수 있어, 2진수를 사용할 때보다 더 많은 IP 주소를 가질 수 있다.

51. IPv4 주소 체계에서 ㉠의 특성에 대해 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 실제 IP 주소에서 각 필드는 2진수로 된 8개의 숫자로 구성된다.
- ② 필드 하나는 10진수로 환산할 때, 0~255의 범위 내에서 표현된다.
- ③ 시스템상에서 사용되는 실제 IP 주소에서는 각 필드가 점으로 구분되지 않는다.
- ④ IP 주소의 첫 번째 필드를 통해 해당 IP 주소의 네트워크 부분이 몇 바이트인지 알 수 있다.
- ⑤ A 클래스 IP 주소를 2진수로 나타낼 때, 두 번째 필드가 모두 0이라면 브로드캐스트 주소이다.

52. 밑글을 바탕으로 <보기>에 대해 보인 반응으로 적절한 것은?

—<보 기>—

다음은 네트워크 내 특정 컴퓨터에 부여된 IP 주소로, '점-10진' 표기법으로 표현되어 있다. 해당 네트워크 내 기기들은 모두 IPv4 주소 체계를 사용하고 있으며, IP 주소를 미리 정해진 클래스로 나누는 클래스 방식을 따르고 있다.

128. 11. 3. 31

- ① 이 네트워크의 IP 주소 체계에서 실제 할당 가능한 호스트 주소의 개수는 총 2⁸-2개이겠군.
- ② 이 IP 주소의 서브넷 마스크를 2진수 1의 개수로 나타낼 경우, '/32'와 같이 표현할 수 있겠군.
- ③ 이 IP 주소를 실제 IP 주소로 표현할 경우, 첫 번째 필드는 2진수 10000101로 나타낼 수 있겠군.
- ④ 이 IP 주소의 네트워크 부분 첫 바이트를 참고할 때, 이 IP 주소의 유형은 B 클래스라 볼 수 있겠군.
- ⑤ 이 컴퓨터의 서브넷 마스크를 '점-10진' 표기법으로 나타낼 경우, 255.255.255.255로 표현 되어야 하겠군.

밑글과 <보기>를 바탕으로 53번과 54번의 두 물음에 답하시오.

—<보 기>—

IPv4 주소 체계에서 주소를 식별하는 방법이 개발될 때, 바이트를 기준으로 네트워크 부분과 호스트 부분을 식별하는 기존의 주소 형식만으로 충분할 것으로 생각했다. 하지만 더 많은 네트워크를 수용하기 위해, 기존 주소 형식의 호스트 부분에서 비트 일부를 빌려 네트워크 부분으로 활용할 수 있도록 하는 새로운 주소 형식이 개발되었다.

새로운 주소 형식에서는 바이트를 기준으로 나뉜 네트워크 부분의 바로 뒤에 위치한 호스트 부분 앞자리 비트 일부를 빌려 네트워크 부분으로 활용하게 되기 때문에 하나의 클래스 내에서 각기 다른 서브넷 마스크를 사용할 수 있으며, 서브넷 마스크의 바이트 각각이 11111111이나 00000000처럼 모두 연속된 2진수 1 또는 0으로 구성되지 않을 수 있다. 가령 서브넷 마스크를 '/10'으로 나타낼 경우, 기존의 호스트 부분인 두 번째 필드의 맨 앞자리에서부터 2비트를 네트워크 부분으로 활용하고 있다는 의미인데, 이때 서브넷 마스크의 두 번째 필드는 2진수 11000000이 된다.

이를 참고할 때 새로운 주소 형식에서 실제 IP 주소가 11000000 10101000 00000001 11010001이고 서브넷 마스크를 '/28'과 같이 나타낼 경우, 이 IP 주소가 소속되어 있는 네트워크 주소와 브로드캐스트 주소를 '점-10진' 표기법으로 표현한다면 각각 [㉠]과 [㉡]임을 알 수 있다.

53. <보기>에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① 서브넷 마스크가 '/10'인 IP 주소의 호스트 부분은 22비트로 구성되겠군.
- ② '기존의 주소 형식'에서는 네트워크 부분과 호스트 부분이 바이트를 기준으로 구분되어 식별되겠군.
- ③ '새로운 주소 형식'에서는 동일한 클래스에 속하는 IP 주소들이라도 서브넷 마스크가 서로 다를 수 있겠군.
- ④ 서브넷 마스크가 '/22'인 경우, '기존 주소 형식의 호스트 부분'에서 2비트를 빌려 네트워크 부분으로 활용해야 하겠군.
- ⑤ '새로운 주소 형식'에서는 '점-10진'으로 표현된 서브넷 마스크의 특정 바이트가 '0'이나 '255' 이외의 수로도 나타낼 수 있겠군.

54. <보기>의 ㉠, ㉡에 들어갈 내용으로 적절한 것은?

	㉠ 네트워크 주소	㉡ 브로드캐스트 주소
①	127.172.2.201	255.255.1.192
②	194.192.1.208	172.128.1.223
③	192.168.1.128	192.168.1.255
④	192.168.1.208	192.168.1.223
⑤	255.255.255.0	255.255.255.253

[55~59] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오. (정답과 해설 88p)

당알코올은 일반적인 당류의 화학 구조가 갖는 알데하이드 또는 케톤기가 하이드록시기(-OH)로 환원되어 결과적으로 일반적인 당류보다 증가된 수의 하이드록시기(-OH)를 갖는다. 당알코올은 당류에 해당하기 때문에 기본적으로 단맛이 나며, 일부 당알코올은 입안에서 시원한 느낌을 주기도 한다. 당알코올의 화학 구조의 일부는 설탕 등의 일반적인 당류와 같은 요소로 되어 있지만, 또 다른 일부는 알코올과 같은 요소로 되어 있다.

㉠ 당알코올은 식품에 활용될 수 있는데, ㉡ 설탕 등을 활용하는 경우보다 화학적으로 안정적이며 가공성이 뛰어나고 다양한 목적에 따른 기능성 식품으로 활용될 수 있다. 당알코올 중에서도 천연 감미료로 많이 사용하는 자일리톨은 설탕처럼 당도를 갖고 있고, 고체 상태에서는 구강에서 상쾌감을 느끼게 한다. 특히 치아 우식*을 유발하는 것으로 알려진 미생물 무탄스균이 구강에서 활동하는 것을 억제하기 때문에 치아 우식을 예방할 수 있는 식품으로 활용할 수 있다. 자일리톨을 섭취했을 때 구강에서 무탄스균의 활동이 억제되는 과정을 이해하기 위해서는 치아 우식의 발생 과정을 먼저 살펴보아야 한다.

치아 우식은 다음과 같은 과정을 통해 발생한다. 설탕 등의 일반적인 당류가 구강으로 들어오면 구강에 서식하는 무탄스균이 당류로부터 점착성의 글루칸을 합성하여 치아에 강하게 부착된다. 무탄스균이 치아에 부착되면 구강 세균들과 엉켜 치석을 형성하고, 당류가 다양한 산으로 분해되어 구강의 산도(pH)*를 낮추게 됨으로써 구강 내가 산성으로 변한다. 구강 내 산성의 세기가 높아지면 치아를 구성하고 있는 성분 중에 하나인 칼슘을 녹아내리게 하여 치아 표면에 미세한 홈집을 형성시키고, 결국 치아 우식이 발생하는 것이다.

자일리톨을 섭취했을 때 구강에서 일어나는 과정은 다음과 같다. 자일리톨은 5개의 탄소로 이루어진 5탄당 구조로 되어 있어 무탄스균이 분해하지 못한다. 무탄스균은 당을 섭취하면 에너지를 얻기 위해 인산화반응을 거쳐 당을 분해하고 산을 발생시킨다. 하지만 자일리톨은 무탄스균이 인산화 반응을 거치는 과정에서 분해되지 않기 때문에 산을 발생시키지 못하고, 자일리톨은 자일리톨 5인산으로 변환된다. 이렇게 변환된 자일리톨 5인산은 독성을 갖기 때문에 무탄스균 내에서 자일리톨과 독성이 없는 무기 인산염으로 가수 분해되고, 자일리톨은 무탄스균의 세포 밖으로 배출된다. 배출된 자일리톨을 무탄스균이 다시 당류로 여겨 섭취하게 되지만, 인산화 반응과 가수 분해 과정을 여러 차례 반복하면서 무탄스균은 에너지를 얻지 못하는 과정을 반복하게 된다. 결국 무탄스균의 활동성이 점차 떨어지게 되고, 자일리톨은 무탄스균이 산을 만드는 것을 방해하여 치아의 우식 발생을 감소시킬 수 있다. 또한 자일리톨은 구강에서 타액의 활발한 분비를 돕는데, 구강 내의 산도가 중성이 되면 타액에 용해되었던 칼슘이 법랑질*과 다시 결합하게 되어 미세하게 우식이 일어난 부분을 다시 복원하게 된다.

한편, ㉢ 당알코올이 식품에 활용되면 건강의 측면에서 설탕을 활용할 때보다 다양한 기능을 기대할 수 있다. 당알코올은 설탕에 비해 낮은 칼로리를 갖고 있고, 체내 분해율과 흡수율이 낮아 에너지화되는 정도가 낮으며 용해도도 낮은 편이다. 이로 인해 체내 흡수가 설탕보다 매우 천천히 이루어져 느리고 완전하지 못하기 때문에 건강을 유지하기 위한 식품으로 이용이 가능하다. 이 외에도 소르비톨 등의 일부 당알코올은 고농도 결정 상태일 때 입안에 넣으면 흡열 반응이 일어나 입안을 상쾌하게 하기 때문에 치약 등에 활용된다.

당알코올이 함유된 식품을 섭취했을 때, 대부분의 경우는 당알코올로 인해 신체 내에서 별다른 문제를 일으키지 않지만 당알코올에 민감한 경우에는 위장 장애와 같은 현상이 일어날 수 있다. 이 현상은 그 정도가 미미하며 일시적으로 일어나는 경우가 대부분이고, 당알코올이 함유된 식품을 섭취하고 나서 며칠이 지나면 당알코올에 적응하게 되어 위장 장애와 같은 현상이 감소된다.

*치아 우식: 구강 내에 있는 세균에 의해 당질이 발효된 후 생성된 산에 의해 치아 법랑질과 상아질이 손상되어 충치가 생기는 것.

*산도(pH): 용액이 가지고 있는 산의 세기로, 수치가 낮을수록 강한 산으로 분류됨.

*법랑질: 사람의 치아를 구성하는 치관 중 가장 최상단에 위치한 보이는 하얀 빛깔의 조직.

55. 윗글에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 당알코올을 활용해 온 여러 사례를 소개하고 그로부터 당알코올의 활용 가능성을 도출하고 있다.
- ② 당알코올이 구강에서 작용하는 과정을 언급하고, 치아의 우식을 예방하기 위한 방법과 그 방법의 한계를 제시하고 있다.
- ③ 당알코올의 다양한 기능을 소개하고, 각 기능별로 당알코올을 활용하는 과정에서 주의해야 할 점이 무엇인지를 밝히고 있다.
- ④ 당알코올과 일반적인 당류가 지닌 차이점을 비교하고, 각각이 포함된 식품을 섭취하는 과정에서 발생하는 부작용을 제시하고 있다.
- ⑤ 당알코올의 특성을 바탕으로 치아 우식이 예방되는 과정을 밝히고, 당알코올을 활용할 때의 기대 효과와 섭취할 때 나타나는 현상을 제시하고 있다.

56. 윗글에서 답을 찾을 수 있는 질문에 해당하지 않은 것은?

- ① 당알코올이 활용된 식품의 종류와 각각의 식품들의 장단점은 무엇일까?
- ② 당알코올이 일반적인 당류와 구별되는 화학 구조의 차이점은 무엇일까?
- ③ 소르비톨과 같은 일부 당알코올이 입안에서 시원한 느낌을 주는 이유는 무엇일까?
- ④ 당알코올에 민감한 경우 당알코올로 인해 신체 내에서 발생할 수 있는 현상은 무엇일까?
- ⑤ 일반적인 당류가 구강 내에서 산도를 낮추어 구강 내가 산성으로 변하게 되는 이유는 무엇일까?

57. ㉠과 ㉡에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠은 ㉡에 비해, 칼로리가 낮고 체내에서 에너지로 변환되는 양이 적다.
- ② ㉠을 식품에 활용하면, ㉡을 식품에 활용할 때보다 화학적으로 안정적이다.
- ③ ㉠은 ㉡에 비해, 체내에서의 흡수가 매우 천천히 이루어지는 특성을 지니고 있다.
- ④ ㉡은 ㉠과 달리, 식품으로서의 가공성이 뛰어나 식품의 목적에 따라 사용이 가능하다.
- ⑤ ㉠과 ㉡은 모두, 식품에 함유되어 구강으로 들어왔을 때 무탄스 균이 당류로 여겨 섭취하게 된다.

58. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

— <보 기> —

갑은 치아 정기 검진을 받던 중에, 의사로부터 설탕을 통해 단맛을 내는 음식을 자주 섭취한 것이 원인이 되어 치아 표면에 미세한 우식이 생겼으니 단 음식의 섭취를 자제하라는 안내를 받았다. 대신에 단 음식을 먹고 싶을 때는 설탕 대신 당알코올을 통해 단맛을 내는 식품을 섭취하도록 권고받았다. 갑은 단 음식을 먹고 싶을 때는 의사의 권고대로 자일리톨을 통해 단맛을 내는 식품을 섭취했고, 얼마 뒤 병원에서 재검진 후 치아 표면의 미세한 우식이 상당 부분 복원되었음을 알게 되었다.

- ① 갑이 의사의 권고대로 섭취한 식품에 포함된 자일리톨은 무탄스 균이 에너지를 얻지 못하도록 하는 과정을 반복하게 했겠군.
- ② 갑이 설탕을 통해 단맛을 내는 음식을 섭취했을 때, 구강에 서식하는 무탄스 균이 글루칸을 형성하여 치아에 강하게 부착되었겠군.
- ③ 갑이 먹은 단 음식의 자일리톨을 구강에 서식하는 무탄스 균이 섭취하면 독성을 가진 무기인산염이 배출되어 무탄스 균의 활동성을 떨어뜨리겠군.
- ④ 갑이 치아 검진을 받기 전에 섭취한 음식의 당류가 구강에서 다양한 산으로 분해된 것은 갑의 치아 표면에 미세한 우식이 생긴 이유 중에 하나로 볼 수 있겠군.
- ⑤ 갑이 섭취한 식품에 포함된 자일리톨은 구강에서 타액의 활발한 분비를 도와 구강 내의 산도를 변화시킴으로써 치아의 미세한 우식이 일부 복원될 수 있었겠군.

59. ㉠의 이유로 가장 적절한 것은?

- ① 당알코올이 식품에 함유되는 과정에서 당알코올의 화학 구조가 설탕과 달라지기 때문이다.
- ② 당알코올이 함유된 식품을 섭취하면 설탕에 비해 체내에서의 분해율과 흡수율이 낮기 때문이다.
- ③ 당알코올이 함유된 식품의 성분들은 체내에서 인산화 반응과 가수 분해에 의해 흡수되지 않기 때문이다.
- ④ 당알코올이 함유된 식품이 입안으로 들어가면 산을 생성하지 못함으로써 음식의 분해가 어렵기 때문이다.
- ⑤ 화학 구조가 다른 일부 당알코올은 일반적인 당류에 비해 많은 하이드록시기가 붙어 있어서 단맛을 내지 못하기 때문이다.

[60~65] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오. (정답과 해설 90p)

우리 몸의 혈액은 혈관을 따라 온몸을 순환하며 생명 활동에 필요한 물질을 공급한다. 혈액이 기능을 제대로 수행하기 위해서는 혈액이 굳지 않고 액체 상태로 유지되어야 한다. 하지만 혈관에 손상이 생겨서 혈액이 몸 밖으로 나오는 출혈이 일어나면 출혈 부위의 혈액이 빠르게 응고되는 것이 중요하다. 손상된 부위가 닫히지 않아서 출혈이 계속되면 혈액의 순환이 원활하지 못하게 되어 생명에 위협이 될 수 있기 때문이다. 혈관의 손상된 부위를 완전히 막아 혈액의 흐름을 ㉠ 차단하면 문제를 간단히 해결할 수도 있지만 막힌 혈관에 의해 혈액을 공급받지 못하는 조직들은 영양과 산소를 공급받지 못하고 죽을 수도 있다. 그래서 우리 몸은 손상된 혈관을 ㉡ 복원하는 동안에도 혈관 내부의 혈액 흐름을 유지한다.

출혈이 일어나면 우리 몸은 곧바로 지혈을 시작한다. 지혈은 혈액이 혈관의 손상된 부위로 나오지 못하게 하는 과정이다. 지혈은 세 단계로 이루어진다. 먼저 혈관 수축 단계에서는 손상된 혈관의 내피세포에서 분비되는 신호 전달 물질에 의해 손상된 혈관이 즉각적으로 수축되고, 지혈이 일어나는 동안 혈관 내부의 압력이 낮아진다. 혈관 속의 혈액은 강한 압력에 있는데 이 압력이 계속된다면 손상된 혈관을 복원하는 것이 힘들어지기 때문이다. 따라서 혈관의 손상 부위에 혈액이 응고되며 형성되는 덩어리인 혈병이 단단히 ㉢ 부착될 수 있을 정도로 충분히 긴 시간 동안 혈압을 낮춰야 한다. 또한 혈액의 흐름도 일정 부분 감소시켜서 이후의 단계가 잘 이루어질 수 있도록 해야 한다. 흔히 상처 부위에 압박을 가하는 것은 손상된 부위로의 혈액 흐름을 감소시키는 역할을 한다.

혈소판 단계에서는 손상된 혈관이 물리적으로 봉합된다. 혈관이 손상되면 내피세포 아래에 있는 콜라겐이 노출되어 혈액 응고를 담당하는 작은 세포인 혈소판을 자극한다. 자극을 받아 활성화된 혈소판은 노출된 콜라겐과 결합하여 손상된 혈관에 신속하게 부착된다. 혈소판은 혈류의 힘으로 인해 콜라겐으로부터 떨어져 나갈 수 있지만 접착제의 역할을 하는 물질인 vWF에 의해 콜라겐과 결합할 수 있다. 콜라겐에 결합한 혈소판은 자신의 내부에 저장되어 있던 세로토닌, ADP, 트롬복산 A2 등의 물질들을 방출하는 혈소판 방출 반응을 일으킨다. 세로토닌은 혈관을 수축시키고, ADP와 트롬복산 A2는 새로운 혈소판들을 손상 부위 근처로 동원하고 끈적하게 만들어서 콜라겐에 붙어 있는 혈소판에 붙게 한다. 이렇게 만들어진 혈소판의 두 번째 층에서도 혈소판 방출 반응이 일어나고 같은 작용이 반복되면서 혈소판이 계속 겹쳐진다. 이러한 과정을 통해 손상된 혈관에 혈소판 마개가 형성된다. 한편, 손상되지 않은 내피세포는 세포막의 지질을 프로스타사이클린으로 ㉣ 변환시킬 수 있는데 이 물질은 내피세포에서 분비되는 산화 질소(NO)와 더불어 혈소판의 부착과 응집을 방해한다. 이를 통해 혈소판 마개가 계속 성장하면서 손상되지 않은 다른 혈관에게서 먼저 가는 것을

막을 수 있다. 혈소판이 콜라겐에 부착되어 형성된 마개는 아직 느슨한 형태여서 완전한 지혈이 되지 않기 때문에 추가적인 과정이 더 필요하다.

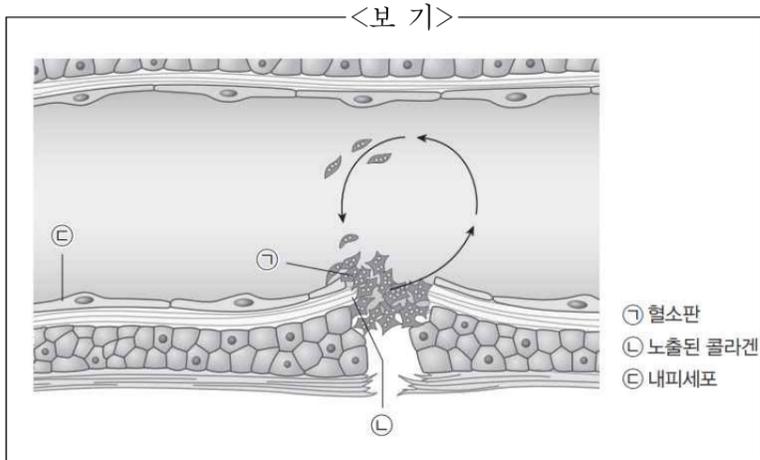
응고 단계에서는 노출된 콜라겐과 조직 인자들이 **혈액 응고 연쇄 반응**이라고 하는 일련의 반응을 유도한다. 활성화된 혈소판들은 불활성 당단백질인 프로트롬빈을 활성 효소인 트롬빈으로 전환시키고 트롬빈은 혈액 속에 흐르고 있던 수용성 물질인 피브리노겐을 불용성 단백질 섬유인 피브린으로 전환시킨다. 피브린들은 서로 결합하여 피브린 중합체를 형성함으로써 혈소판 마개를 ㉤ 지지하는 그물망을 형성한다. 이렇게 강화된 혈소판 마개가 혈병이다. 혈병에는 혈소판과 피브린이 포함되고 여기에 적혈구들이 걸려 있어서 혈병은 적색을 띤다. 이후 혈병 뒷당김 과정에서 혈소판 덩어리가 수축함으로써 혈소판 마개는 더욱 치밀해지고 손상된 혈관을 더 효과적으로 막을 수 있다. 한편, 혈병은 손상된 혈관을 막는 임시적인 처방일 뿐이다. 혈병을 구성하는 성분 중 하나인 플라스미노겐은 불활성 형태로 존재하는데 이는 트롬빈에 의해 활성 형태인 플라스민으로 전환된다. 새로운 세포의 성장과 분열로 손상된 혈관이 회복되는 동안 플라스민에 의해 피브린이 분해되는 피브린 용해를 거치며 혈병이 해체되고 지혈의 과정은 마무리된다.

지혈 반응이 너무 약하면 과도한 출혈의 위험이 있고 지나친 지혈 반응은 손상되지 않은 혈관 벽에 혈병이 부착되는 현상인 혈전을 형성할 수도 있다. 과도한 혈전은 혈관을 완전히 폐쇄하기 때문에 혈액의 흐름이 중단될 수도 있다. 따라서 우리 몸은 지혈 과정에서 적절한 균형을 유지하여 안정적인 상태로 지혈이 이루어질 수 있도록 한다.

60. 윗글에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 혈관이 손상되는 과정을 설명하며 지혈을 통해 이를 예방하는 방법을 제시하고 있다.
- ② 혈관이 손상되었을 때 그에 대응해 인체에서 일어나는 반응을 단계적으로 설명하고 있다.
- ③ 혈관이 손상되었을 때의 지혈 과정을 인체 내의 다른 치유 과정과 비교하여 설명하고 있다.
- ④ 혈액의 순환을 단계적으로 설명하며 인체의 각 부분에 영양 물질이 공급되는 과정을 설명하고 있다.
- ⑤ 혈관의 손상 유형에 따라 인체에서 이를 복원하는 다양한 방법을 구체적 사례를 바탕으로 설명하고 있다.

61. <보기>는 [A]를 그림으로 나타낸 것이다. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 것으로 적절하지 않은 것은?



- ① 혈관이 손상되면 ㉠은 혈액이 외부로 나가는 것을 막기 위해 느슨한 형태의 마개를 형성하는군.
- ② 혈관이 손상되면 ㉠은 vWF에 의해 ㉡과 결합하여 혈소판 방출 반응을 일으키는군.
- ③ 혈관이 손상되면 ㉡의 내부에 있는 세로토닌, ADP, 트롬복산 A₂ 등의 물질들이 방출되어 혈관의 회복을 돕는군.
- ④ 혈관이 손상되면 ㉢에 의해 ㉠이 자극을 받아 혈관의 봉합을 시작하는군.
- ⑤ ㉢은 프로스타사이클린과 산화 질소를 통해 ㉠이 손상되지 않은 혈관에 달라붙지 못하게 하는군.

62. 윗글을 읽고 알 수 있는 내용으로 적절한 것은?

- ① 혈관이 손상되면 손상된 부위의 혈액은 응고된 상태로 변환되어야 한다.
- ② 상처 부위에 압박을 가해 혈압을 높이면 혈병이 손상 부위에 단단하게 부착된다.
- ③ 혈관이 손상되어 인체의 지혈 과정이 이루어지는 중에는 영양과 산소가 전달되지 않는다.
- ④ 지혈이 시작되면 과정의 끝까지 혈관 내부의 혈액의 흐름을 완전히 멈추게 해야 손상 부위의 빠른 회복이 가능하다.
- ⑤ 혈관이 손상되어 혈액이 몸 밖으로 나오게 되면 손상 부위에 세포막의 지질이 응집되면서 손상 부위의 회복을 돕는다.

63. [혈액 응고 연계 반응]에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 혈병은 이를 구성하는 성분인 플라스민으로 인해 적색을 띤다.
- ② 활성화된 혈소판들은 혈액 내부에 흐르는 피브리노겐을 피브리노겐으로 전환시킨다.
- ③ 트롬빈은 피브린과 결합하여 혈소판 마개를 지지하는 피브린 중합체를 형성한다.
- ④ 혈병은 손상된 혈관에만 달라붙기 때문에 지혈 과정에서 혈액의 흐름이 계속 유지될 수 있다.
- ⑤ 혈병 뒷당김 과정을 통해 혈소판 단계에서 만들어진 혈소판 덩어리가 수축되면서 손상된 혈관을 더 효과적으로 막을 수 있다.

64. 윗글과 <보기>를 함께 읽고 추론한 내용으로 가장 적절한 것은?

—<보 기>—

혈전이 생기면 혈액의 흐름이 막히기 때문에 신체 내부의 조직이 죽거나 손상을 입게 된다. 이를 방지하기 위해 사용하는 약물로 항혈소판제가 있다. 항혈소판제는 혈소판의 점성을 약화시켜 혈소판이 응집되는 것을 막아서 혈전의 생성을 억제한다. 항혈소판제에는 여러 종류가 있는데 COX 억제제는 트롬복산 A₂의 생성에 관여하는 효소인 사이클로옥시게나제를 억제함으로써 혈전의 생성을 억제한다. ADP 수용체 길항제는 ADP의 작용을 방해하여 혈소판의 응집을 억제한다. 당단백질 IIb/IIIa 길항제는 피브리노겐이 피브린으로 전환되는 것을 억제하여 혈소판의 응집을 억제한다.

- ① 지혈 과정에서 손상된 혈관이 막히지 않아 생기는 부작용을 막기 위해서 항혈소판제를 사용한다.
- ② 항혈소판제는 혈관의 수축 정도를 조절하여 혈액의 흐름을 빠르게 함으로써 혈병이 혈관 벽에 부착되지 않게 한다.
- ③ COX 억제제를 사용하면 트롬복산 A₂의 작용을 막아 생성된 혈소판 마개를 해체시키기 때문에 혈전의 생성이 억제된다.
- ④ ADP 수용체 길항제를 사용하면 새로운 혈소판이 달라붙는 것이 억제되므로 혈소판 마개가 형성되기 어려워진다.
- ⑤ 당단백질 IIb/IIIa 길항제는 피브린 중합체를 다시 피브리노겐으로 분해하여 혈병을 해체시킴으로써 혈전의 생성을 막는다.

65. ㉠~㉤의 사전적 의미로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠: 액체나 기체 따위의 흐름 또는 통로를 막거나 끊어서 통하지 못하게 함.
- ② ㉡: 원래대로 회복함.
- ③ ㉢: 빈틈없이 뽁뽁하게 모임.
- ④ ㉣: 달라져서 바뀜. 또는 다르게 하여 바꿈.
- ⑤ ㉤: 무거운 물건을 받치거나 버팀.

수능특강 독서 2부 과학·기술 정답					
01 뉴코먼과 와트의 증기 기관					
④	①	③	③		
02 밴팅의 인슐린 연구					
③	③	④	④		
03 라이스의 전화기					
②	③	①	②	④	⑤
04 관계형 데이터베이스와 릴레이션					
②	⑤	④	③	③	
05 스텔링 엔진					
⑤	④	③	④	⑤	
06 대응 상태의 원리					
④	⑤	③	②	④	
07 점도					
②	⑤	①	④		
08 웨어러블 신축 자외선 센서					
④	③	②	⑤	①	②
09 자기 치유 기술					
④	③	④	②		
10 항생제 내성					
④	⑤	③	③	③	①
11 IP 주소와 서브넷 마스크					
②	⑤	④	④	④	
12 당 알코올의 기능과 효과					
⑤	①	④	③	②	
13 지혈의 과정					
②	③	①	⑤	④	③

※ 시험이 시작되기 전까지 표지를 넘기지 마시오.