

[19~20] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

17세기에 수립된 ㉠ 뉴턴의 역학 체계는 3차원 공간에서 일어나는 물체의 운동을 취급하였는데 공간 좌표인 x, y, z 는 모두 시간에 따라 변하는 것으로 간주하였다. 뉴턴에게 시간은 공간과 무관한 독립적이고 절대적인 것이었다. 즉, 시간은 시작도 끝도 없는 영원한 것으로, 우주가 생겨나고 사라지는 것과 아무 관계없이 항상 같은 방향으로 흘러간다. 시간은 빨라지지도 느려지지도 않는 물리량이며 모든 우주에서 동일한 빠르기로 흐르는 실체인 것이다. 이러한 뉴턴의 절대 시간 개념은 19세기 말까지 물리학자들에게 당연한 것으로 받아들여졌다.

하지만 20세기에 들어 시간의 절대성 개념은 ㉡ 아인슈타인에 의해 근본적으로 거부되었다. 그는 빛의 속도가 진공에서 항상 일정하다는 사실을 기초로 하여 상대성 이론을 수립하였다. 이 이론에 의하면 시간은 상대적인 개념이 되어, 빠르게 움직이는 물체에서는 시간이 느리게 간다. 광속을 c 라 하고 물체의 속도를 v 라고 할 때 시간은 $\frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ 배 팽창한다. 즉, 광속의 50%의 속도로 달리는 물체에서는 시간이 약 1.15 배 팽창하고, 광속의 99%로 달리는 물체에서는 7.09 배 정도 팽창한다. v 가 c 에 비하여 아주 작을 경우에는 시간 팽창 현상이 거의 감지되지 않지만 v 가 c 에 접근하면 팽창률은 급격하게 커진다.

아인슈타인에게 시간과 공간은 더 이상 별개의 물리량이 아니라 서로 긴밀하게 연관되어 함께 변하는 상대적인 양이다. 따라서 운동장을 질주하는 사람과 교실에서 가만히 바깥 풍경을 보고 있는 사람에게 시간의 흐름은 다르다. 속도가 빨라지면 시간 팽창이 일어나 시간이 그만큼 천천히 흐르는 시간 지연이 생긴다.

- ④ 시간과 공간은 긴밀하게 연관되어 있지만 독립적으로 존재할 수 있으므로 이 둘의 관련성에만 주목하면 안 된다.
 ⑤ 물체의 속도가 광속에 가까워지면 시간이 반대로 흐를 수 있으므로 시간이 항상 같은 방향으로 흐르는 것은 아니다.

19. '시간 팽창'의 예로 적절한 것은?

- ① 움직이는 사람의 시계 바늘은 가만히 있는 사람의 시계 바늘보다 빨리 움직인다.
 ② 초고속 우주선을 타고 여행할 때, 지구에 정지해 있을 때보다 천천히 늙는다.
 ③ 사고로 갇혀 있는 조난자는 갇히기 전보다 시간이 느리게 간다고 느낀다.
 ④ 좋아하는 사람과 같이 있을 때, 평소보다 시간이 빨리 간다고 느낀다.
 ⑤ 수백만 년 전에 일어난 별의 폭발 장면이 지금 지구에서 관측된다.

20. ㉡의 입장에서 ㉠의 생각을 비판한 것으로 가장 적절한 것은?

- ① 시간은 모든 공간에서 동일하게 흐르는 것이 아니므로 절대적이지 않다.
 ② 상대 시간 개념으로는 시간에 따라 계속 변하는 물체의 운동을 설명할 수 없다.
 ③ 시간은 인간이 만들어 낸 개념이므로 우주를 시작도 끝도 없는 영원한 것으로 보아서는 안 된다.

국어 영역(B형)

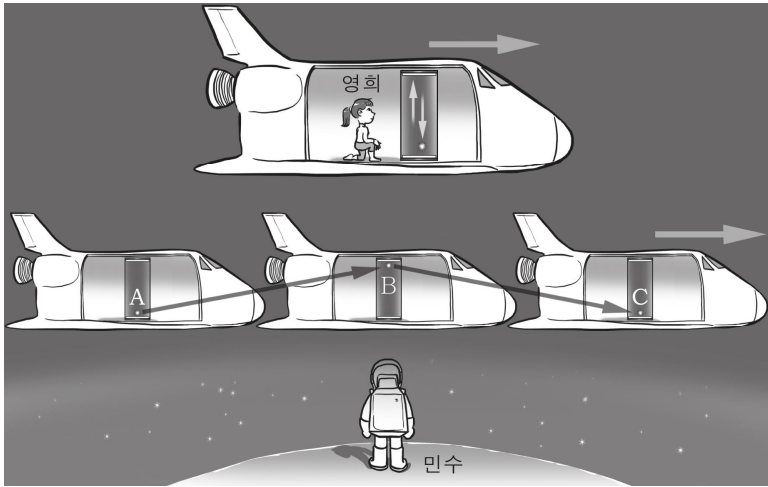
[24 ~ 25] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

현대 물리학에서 시간의 특성에 대한 새로운 관점을 창안한 사람은 아인슈타인이다. 그는 특수 상대성 이론을 발표하면서 시간과 공간이 사슬처럼 서로 맞물려 있다고 가정했다. 여기서 ‘특수’라는 말은 ‘특별하다’는 뜻보다는 매우 한정된 경우, 즉 ‘움직이는 물체의 속도가 일정하게 유지되는 경우’를 의미한다.

이 이론에서는 ‘빛의 속도는 우주 어디서나 동일한 상수 c 이다.’라는 전제 조건을 설정한다. 만일 당신이 자동차를 타고 시속 100킬로미터로 달리다가 차의 전조등을 켜다면, 그 빛의 속도는 시속 100킬로미터 + c 가 아니라 여전히 c 라는 것이다. 즉, 빛의 속도는 광원이나 관측자의 운동 상태와 무관한 범우 주적 상수이다.

빛의 속도의 불변성으로부터 얻어지는 가장 흥미로운 결과

는 시간의 흐름이 상대적이라는 것이다. 아래 그림과 같이 이동하는 우주선 내부에서 영희가 빛 시계를 관찰하고, 민수는 정지해 있는 행성에서 이 우주선의 빛 시계를 관찰하는 상황을 가정해 보자. 여기서 빛 시계란 거울을 사이에 두고 빛이 왕복하도록 만든 가상의 시계를 말한다. 만일 우주선 내부에 있는 영희가 보는 빛 시계에서 빛이 한 번 왕복을 했다고 할 때, 행성에 있는 민수의 눈에는 그 빛의 움직임이 어떻게 보일까?



빛 시계에서 빛이 한 번 상하로 왕복할 때 민수의 눈에는 그 빛이 우주선과 함께 움직이는 것으로 관찰될 것이다. 이때 빛은 A→B→C의 경로로 움직이게 되므로 결과적으로 영희가 관찰한 것보다 더 긴 거리를 이동한 셈이 된다. 특수 상대성 이론의 전제 조건에 따르면 빛의 속도는 일정하므로 민수는 우주선의 빛 시계가 한 번 왕복하는 데 걸린 시간을 영희보다 더 길게 측정하게 된다. 따라서 정지한 관찰자가 운동하는 관찰자를 보면 상대편의 시간이 느리게 가는 것으로 관찰되는데, 이것을 시간의 팽창이라고 한다. 이러한 시간 팽창 효과는 물체의 속도가 광속에 견줄 만큼 빨라야 눈에 띄게 나타난다.

24. 밑글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 특수 상대성 이론은 움직이는 물체의 속도가 변하는 경우에 적용된다.
- ② 특수 상대성 이론에 따르면 빛의 속도는 우주 어디서나 동일하다.
- ③ 특수 상대성 이론은 시간과 공간의 상호 연관성을 전제한다.
- ④ 시간의 팽창 현상은 일상생활에서는 거의 관찰되지 않는다.
- ⑤ 관찰자의 운동 상태에 따라 시간의 흐름은 상대적이다.

25. 밑글로 보아, <보기>의 ㉠에 들어갈 내용으로 적절한 것은?

— < 보 기 > —

1971년 물리학자 조지프 하펠과 리처드 키팅은 아인슈타인의 특수 상대성 이론을 다음과 같은 실험으로 증명하였다. 우선 초정밀 원자시계 8개를 준비하여 4개는 점보제트기에 실어 지구를 떠다니게 하고, 나머지 4개는 이것과 비교하기 위해 관측소에 남겨 놓았다. 이들 동안의 여행을 마친 점보제트기가 착륙한 후 이를 기다리던 과학자들은 탄성을 질렀다. 왜냐하면 ㉠

- ① 비행기에 실은 원자시계들이 관측소의 원자시계와 시간이 같았기 때문이다.
- ② 비행기에 실은 원자시계들이 출발할 때와 달리 모두 멈춰 있었기 때문이다.
- ③ 비행기에 실은 원자시계 4개가 모두 서로 다른 시간을 가리키고 있었기 때문이다.
- ④ 비행기에 실은 원자시계들이 관측소의 원자시계보다 빨라져 있었기 때문이다.
- ⑤ 비행기에 실은 원자시계들이 관측소의 원자시계보다 느려져 있었기 때문이다.

26. 다음 글에서 글쓴이가 강조하고 있는 독서 태도를 고려할 때, <보기>의 '학생'에게 해 줄 수 있는 조언으로 가장 적절한 것은? [3점]

오늘날에는 그 책은 높이면서도 그 마음은 놓치고, 그 글은 외우면서도 그 뜻은 뒷전으로 하고 있다. 그리하여 생각하면 망령된 것이라고 하고, 의심하면 참람한 것이라고 하며, 뜻을 밝히면 군더더기 말이라고 한다. 그리고 모든 사소한 것까지 억지로 금령을 설치하여 어리석음과 지혜로움의 구별이 없게 되었다. 이것이 어찌 고인이 후인들에게 바라는 바이겠는가? 사람이 백 리 길을 가는 것에 견주어 보자. 어떤 사람은 수레를 갖추고 마부가 길을 인도하게 하여 하루 만에 바로 도착하였고, 다른 사람은 여러 갈래의 지름길을 탐색하여 어렵사리 도달하였다. 나중에 그들로 하여금 다시 똑같은 길을 가게 하면, 지름길을 탐색하면서 갔던 사람은 분명하게 길을 인식할 수 있어서, 마부가 길을 인도해 주어 갔던 사람이 갈림길에서 길을 헤매는 것과는 비교가 되지 않을 것이다. 이를 통해 주석만을 그대로 따르는 것이 마음으로 터득하는 것이 아님을 알 수 있다.

- 이익, 「논어질서서(論語疾書序)」 -

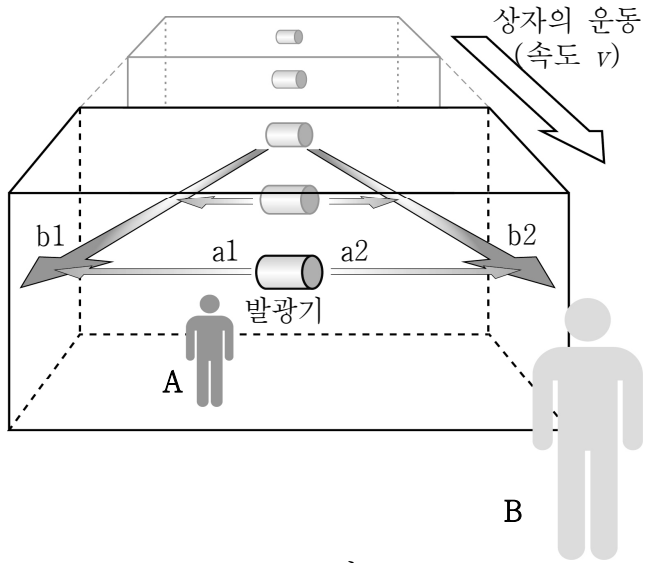
— < 보 기 > —

학생: “저는 아직 지식이 부족하여 최대한 많은 책을 읽는 것을 목표로 삼고 있어요. 책을 읽다 보면 이해하기 어려운 내용도 있는데, 이럴 때는 시간을 낭비하지 않기 위해 인터넷 검색으로 내용을 대강 파악하는 것으로 만족했어요. 그런데 분명히 읽었던 책인데도 다시 보면 여전히 이해가 안 될 때가 많아요.”

- ① 자료에만 의존하려고 하지 말고 자신의 힘으로 뜻을 찾기 위해 노력해야 해요.
- ② 많은 책을 읽기보다는 자신의 관심사를 고려하여 읽을 책을 선택해야 해요.
- ③ 작가의 생각에만 얽매이지 말고 다른 사람의 관점도 확인해 보아야 해요.
- ④ 지식을 쌓으려고만 하지 말고 그 지식의 활용 방안을 생각해 보아야 해요.
- ⑤ 지나치게 어려운 책보다는 자기 수준에 맞는 책을 찾아서 읽어야 해요.

[28~30] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

아인슈타인 이전 과학자들에게 에너지와 질량은 별개의 독립적인 물리량이었다. 하지만 아인슈타인은 $E = mc^2$ 이라는 공식으로 에너지(E)와 질량(m)의 관계를 밝혔다.



<그림>

㉠ 에너지와 질량의 관계에 대한 아인슈타인의 생각은 ‘상대성의 원리’와 ‘광속 일정의 원리’라는 두 가지 공리*에 기반을 두고 있는 <그림>과 같은 ㉠가상의 사고(思考) 실험을 통해 이해할 수 있다. 큰 상자가 있고 상자 안에는 A와 발광기가 각각 상자에 대해 정지 상태에 있다. 상자 안의 모든 상황을 볼 수 있는 상자 밖의 B를 향해 그 상자는 등속도로 접근해 오고 있다. 그리고 발광기가 어느 순간 좌우를 향해 완전히 같은 세기의 빛(에너지)을 발사한다. A의 입장에서 본다면, 발광기가 빛을 발사했지만 <그림>의 a1, a2와 같이 서로 정반대의 방향으로 동시에 발사했기 때문에 그로 인한 반동은 완전히 상쇄되어 발광기는 빛을 발사한 후에도 상자 안에서 상자에 대해 정지 상태를 유지해야 한다. 한편 B의 입장에서 상자가 자신을 향해 접근해 오기 때문에 당연히 상자 안의 발광기도 상자와 같은 속도로 접근해 온다. 그런데 발광기가 발사한 두 빛은 <그림>의 b1, b2와 같이 비스듬히 좌우로 퍼지면서 진행하기 때문에 빛의 발사로 인한 반동이 완전히 상쇄되지 못한다. 상쇄되지 못한 반동은 발광기의 운동에 감속 요인으로 작용하여, 상자의 속도에 비해 발광기가 접근해 오는 속도가 느려져야 한다. 결과적으로 동일한 발광기의 운동이 A와 B에게 각각 다르게 보이게 되는 모순이 생기게 된다.

이와 같은 모순과 관련하여 아인슈타인은 ㉡ 빛의 발사라는 에너지의 방출이 발광기 질량의 손실을 의미한다면, 빛을 방출하는 것에 따른 감속과 질량을 잃은 것에 따른 가속이 균형을 이루면서 발광기가 상자와 같은 속도로 B에게 접근한다고 생각했다. 결과적으로 A와 B가 보는 상황은 다르지 않으며, 서로 다른 물리량이라고 생각되었던 에너지와 질량이 광속(c)을 환산인자*로 하여 서로 환산될 수 있는 물리량이 된 것이다.

아인슈타인의 공식은 물체의 질량이 그 물체가 가진 잠재적인 에너지에 대한 척도이며, 물체가 에너지를 방출하면 그 질량은 E/c^2 만큼 작아진다는 점을 보여 준다. 광속(c)이 진공 중에서 대략 초속 30만 km이므로, 광속을 제곱한 값(c^2)은 대략 $9 \times 10^{16} m^2/s^2$ 의 천문학적인 수가 되는데, 이를 고려하면 아인슈타인의 공식은 우리에게 매우 작은 질량의 물질도 엄청난 에너지로 전환될 수 있음을 알려 준다고 할 수 있다.

* 공리: 수학이나 논리학 따위에서 증명이 없이 자명한 진리로 인정되며, 다른 명제를 증명하는 데 전제가 되는 원리.
* 환산인자: 어떤 단위로 표시되는 양을 다른 단위로 나타내기 위하여 곱하거나 나누는 인자.

28. 밑줄에서 언급되지 않은 것은?

- ① 진공 중에서 빛의 속도
- ② 아인슈타인의 공식에서 광속의 역할
- ③ 광속의 변화 이유에 대한 아인슈타인의 생각
- ④ 아인슈타인의 공식에 나타난 에너지와 질량의 관계
- ⑤ 에너지와 질량의 관련성에 대한 아인슈타인 이전 과학자들의 생각

29. ㉠에 근거하여 <보기>에 대해 보인 반응으로 적절하지 않은 것은? [3점]

— < 보 기 > —

에너지 보존 법칙에 따르면, 에너지가 다른 에너지로 전환될 때 전환 전후의 에너지 총합은 항상 일정하게 보존된다. 그리고 질량 보존 법칙에 따르면, 화학 반응에서 반응물 전체의 질량과 생성물 전체의 질량은 같다.

- ① 에너지가 다른 에너지로 전환될 때 엄밀한 의미에서 에너지의 총합은 증가하겠군.
- ② 에너지 보존 법칙이 엄밀하게 적용되기 위해서는 에너지의 전환 과정에서 질량의 변화 여부도 고려되어야겠군.
- ③ 화학 반응에서 반응물의 질량보다 생성물의 질량이 크다면 반응 결과에 따른 생성물에 잠재된 에너지는 증가했겠군.
- ④ 화학 반응에서 에너지의 유입이나 유출이 있다면 엄밀한 의미에서 질량 보존의 법칙이 성립하지 않을 수 있겠군.
- ⑤ 화학 반응에서 발열 등으로 질량 손실이 일어난다고 해도 일상적인 수준에서는 감지하기 어려울 만큼 적은 양이겠군.

30. ㉠, ㉡에 대해 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠에서 빛의 방출에는 반동이 수반된다고 본다.
- ② ㉠에서 A와 B가 인식하는 빛의 진행 방향은 다르다고 본다.
- ③ ㉡에서 에너지의 방출은 질량의 손실을 의미하는 것으로 본다.
- ④ ㉡에서 A와 B는 모두 발광기를 상자에 대해 정지 상태에 있는 것으로 인식한다고 본다.
- ⑤ ㉡에서 발광기에서 발사한 두 방향의 빛은 결과적으로 발광기의 운동을 변화시킨 것으로 본다.