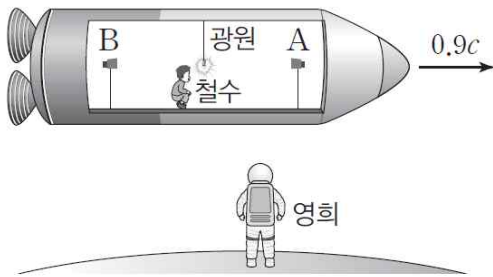


2021학년도 수능특강 물리학1

#강	05	#쪽	085	#번	005	#문항코드	20021-0105
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제1]

그림과 같이 영희에 대하여  $0.9c$ 의 속력으로 등속도 운동을 하는 우주선 안에 두 빛 검출기 A, B를 설치하고, A, B로부터 같은 거리만큼 떨어진 지점에 광원을 설치하였다.



광원에서 빛을 감박했을 때, 영희와 우주선 안의 철수가 측정한 물리량에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단,  $c$ 는 빛의 속력이고, A, 광원, B는 동일 직선상에 있다.)

< 보 기 >

- ㄱ. 영희와 철수가 측정한 빛의 속력은 같다.
- ㄴ. 영희는 빛이 A와 B에 동시에 도달한다고 측정한다.
- ㄷ. 철수는 빛이 A보다 B에 먼저 도달한다고 측정한다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ
- ⑤ ㄱ, ㄷ

[정답/모범답안]

1

[해설]

**광속 불변 원리와 동시성의 상대성**

광속 불변 원리에 의하면 모든 관성 좌표계에서 보았을 때, 진공 중에서 진행되는 빛의 속력은 광원이나 관찰자의 속력에 관계없이 일정하다. 동시성의 상대성에 의하면 한 관성 좌표계에서 동시에 일어난 사건이 다른 관성 좌표계에서는 동시에 일어난 것이 아닐 수 있다.

- ㄱ. 빛의 속력은 광원이나 관찰자의 속력과 무관하게 진공 중에서의 광속  $c$ 로 동일하다.
- ㄴ. 영희가 볼 때 빛이 진행되는 동안 A는 빛의 진행 방향으로 이동하고, B는 빛의 진행 방향과 반대 방향으로 이동하므로 빛은 A보다 B에 먼저 도달한다.
- ㄷ. 철수가 볼 때 광원으로부터 A와 B까지의 거리가 서로 같으므로 빛은 A와 B에 동시에 도달한다.

**{포인트 짚어보기}**

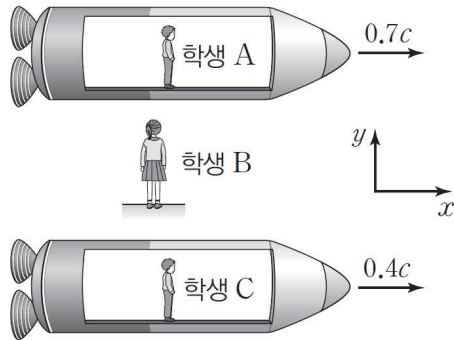
- ① 특수 상대성 이론의 두 가지 가정
  - 상대성 원리: 모든 관성계에서 물리 법칙은 동일하게 성립 한다.
  - 광속 불변 원리: 모든 관성계에서 진공 속을 진행하는 빛의 속력은 광원이나 관찰자의 속력에 관계없이 일정하다.
- ② 특수 상대성 이론에 의한 현상
  - 동시성의 상대성: 사건의 동시성은 절대적인 개념이 아니라 상대적인 개념이다.
  - 시간 지연(시간 팽창): 운동하는 관성계의 시간을 정지한 관성계에서 측정하면 운동하는 관성계의 시간은 정지한 관성계의 시간보다 느리게 간다.
  - 길이 수축: 운동하는 물체의 길이를 정지한 관성계에서 측정하면 고유 길이보다 짧게 측정된다.

2021학년도 수능특강 물리학1

#강	05	#쪽	085	#번	006	#문항코드	20021-0106
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제2]

그림은 학생 B에 대해 +x 방향으로 각각 일정한 속도  $0.7c$ ,  $0.4c$ 로 운동하는 학생 A가 탄 우주선과 학생 C가 탄 우주선을 나타낸 것이다. 두 우주선의 x방향의 고유 길이는 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단,  $c$ 는 빛의 속도이다.)

< 보 기 >

- ㄱ. A가 측정할 때, B는  $-x$  방향으로 움직이는 것으로 보인다.
- ㄴ. B가 측정할 때, 두 우주선의 x 방향의 길이는 같다.
- ㄷ. B가 측정할 때, A의 시간이 C의 시간보다 느리게 간다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

[정답/모범답안]

4

[해설]

상대 속도와 길이 수축

서로 다른 두 관성 좌표계 A, B에서 A가 측정할 때 B의 운동 방향과 B가 측정할 때 A의 운동 방향은 서로 반대이다.

ㄱ. B가 측정할 때 A는  $+x$  방향으로 운동하므로, A가 측정할 때 B는  $-x$  방향으로 움직이는 것으로 보인다.

ㄴ. 두 우주선의 x 방향의 고유 길이는 같고, B가 측정할 때 A가 탄 우주선의 속력이 C가 탄 우주선의 속력보다 크므로, 길이 수축에 의해 B에서 A가 탄 우주선의 길이를 측정할 때가 B에서 C가 탄 우주선의 길이를 측정할 때보다 작다. 따라서 B가 측정할 때, 두 우주선의 x 방향의 길이는 서로 다르다.

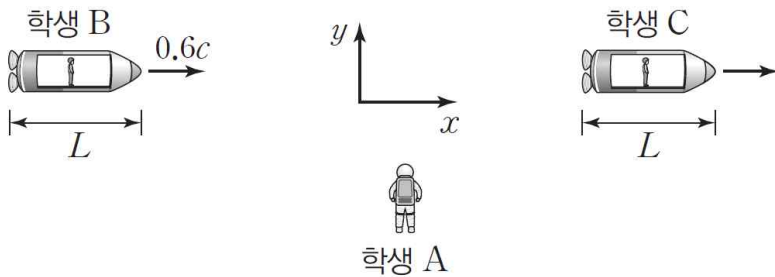
ㄷ. 관찰자에 대하여 상대방의 속력이 클수록 관찰자가 측정할 때 상대방의 시간이 느리게 간다. B가 측정할 때 A의 속력이 C의 속력보다 크므로, B가 측정할 때 A의 시간이 C의 시간보다 느리게 간다.

2021학년도 수능특강 물리학1

#강	05	#쪽	085	#번	007	#문항코드	20021-0107
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제3]

그림은 학생 B가 탄 우주선이 학생 A에 대하여  $0.6c$ 의 속력으로  $+x$  방향으로 등속도 운동을 하고, 학생 C가 탄 우주선이 A에 대하여  $+x$  방향으로 등속도 운동을 하고 있는 모습을 나타낸 것이다. A가 측정할 때 두 우주선의  $x$  방향의 길이는  $L$ 로 같고, B의 시간이 C의 시간보다 느리게 간다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단,  $c$ 는 빛의 속력이다.)

< 보 기 >

- ㄱ. A가 측정할 때, C의 속력은  $0.6c$ 보다 크다.
- ㄴ. B가 측정할 때, A의 시간이 자신의 시간보다 느리게 간다.
- ㄷ. 우주선의  $x$  방향의 고유 길이는 B가 탄 우주선이 C가 탄 우주선보다 길다.

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

[정답/모범답안]

4

[해설]

시간 지연과 길이 수축

관찰자에 대해 운동하고 있는 시계의 시간은 천천히 가므로 여러 다른 관성계에서 측정된 시간은 고유 시간보다 느리다. 상대 속도의 크기가 클수록 상대방의 시간이 더 느리게 간다. 또한 관찰자에 대해 운동하는 물체는 관찰자에게 운동 방향으로 그 길이가 줄어든 것으로 보인다. 상대 속도의 크기가 클수록 길이 수축은 더 크게 일어난다.

ㄱ. A가 측정할 때 B의 시간이 C의 시간보다 느리게 가므로 A에 대한 B의 속도의 크기가 A에 대한 C의 속도의 크기보다 크다.

따라서 A가 측정할 때, C의 속력은  $0.6c$ 보다 작다.

ㄴ. 관찰자가 측정할 때 상대 속도의 크기가 클수록 상대방의 시간이 더 느리게 간다. 따라서 B가 측정할 때 A의 시간이 자신의 시간보다 느리게 간다.

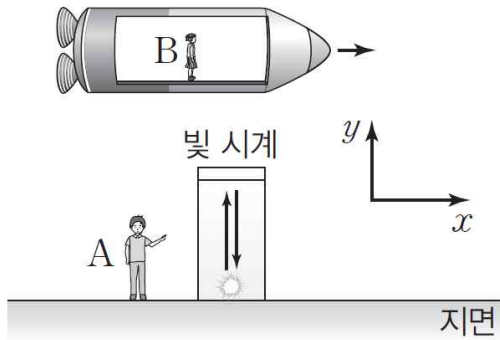
ㄷ. 상대 속도의 크기가 큰 우주선의 운동 방향의 길이가 더 많이 짧아져 보인다. A에 대하여 B가 탄 우주선의 속력은  $0.6c$ 이고, C가 탄 우주선의 속력은  $0.6c$ 보다 작은데, A가 측정할 때  $x$  방향의 수축된 두 우주선의 길이가 같으므로 우주선의  $x$  방향의 고유 길이는 B가 탄 우주선이 C가 탄 우주선보다 길다.

2021학년도 수능특강 물리학1

#강	05	#쪽	085	#번	008	#문항코드	20021-0108
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제4]

그림은 지면에 대해 정지한 관찰자 A와 빛 시계, A에 대해 +x 방향으로 광속에 가까운 일정한 속도로 운동하는 우주선 안의 관찰자 B를 나타낸 것이다. A가 빛 시계를 관측할 때 빛은 y축과 나란하게 진행한다.

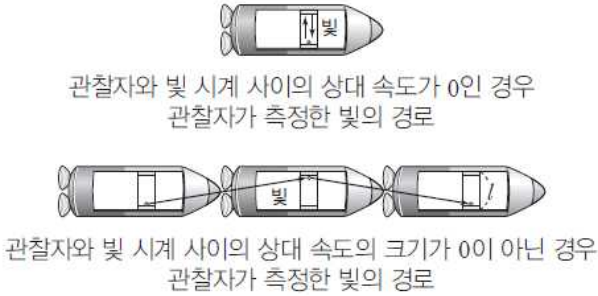


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

- ㄱ. A가 측정할 때 자신의 시간이 B의 시간보다 느리게 간다.
- ㄴ. A가 측정한 x축 방향의 우주선의 길이는 x축 방향의 우주선의 고유 길이이다.
- ㄷ. 빛 시계에서 빛이 왕복하는 동안 빛이 진행한 거리를 측정하면, B가 측정할 때가 A가 측정할 때보다 크다.

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



[정답/모범답안]

2

[해설]

시간 지연과 길이 수축

관찰자에 대해 운동하고 있는 시계의 시간은 천천히 가므로 여러 다른 관성계에서 측정된 시간은 고유 시간보다 느리고, 관찰자에 대해 운동하고 있는 물체는 관찰자에게 운동 방향으로 그 길이가 줄어든 것으로 보인다.

- ㄱ. A가 측정할 때 자신의 시간은 A에 대하여 운동하는 B의 시간보다 빠르게 간다.
- ㄴ. 우주선의 고유 길이는 우주선과 함께 운동하는 B가 측정한 길이이다.
- ㄷ. A는 빛 시계가 정지한 것으로 관측하고, B는 빛 시계가 운동하는 것으로 관측한다. 따라서 빛 시계에서 빛이 왕복하는 동안 빛이 진행한 거리를 측정하면, B가 측정할 때가 A가 측정할 때 보다 크다.

{포인트 짚어보기}

상대 속도의 유무에 따른 빛 시계의 진행 경로

관찰자와 빛 시계 사이의 상대 속도가 0인 경우 관찰자는 빛시계 속의 빛이 광원과 천장 사이를 직선으로 왕복 운동을 하는 것으로 보고, 관찰자와 빛 시계 사이의 상대 속도의 크기가 0이 아닌 경우 관찰자는 빛 시계 속의 빛이 광원과 천장 사이를 비스듬히 올라갔다가 비스듬히 내려오는 것으로 본다.

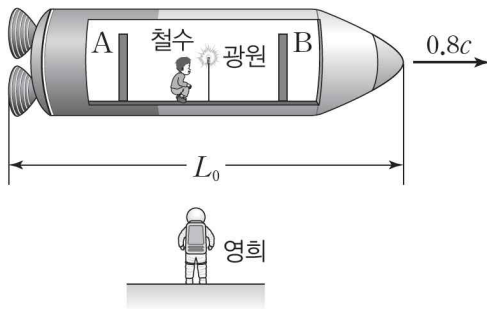
따라서 빛이 왕복한 거리는 관찰자와 빛 시계 사이의 상대 속도의 크기가 0이 아닌 경우에 측정할 때가 관찰자와 빛 시계 사이의 상대 속도가 0인 경우에 측정할 때보다 크다.

2021학년도 수능특강 물리학1

#강	05	#쪽	088	#번	004	#문항코드	20021-0116
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제5]

그림은 영희에 대해  $0.8c$ 의 일정한 속력으로 등속 직선 운동을 하는 우주선에 철수가 타고 있는 모습을 나타낸 것이다. 철수가 측정할 때 우주선 안의 광원은 빛 검출기 A, B로부터 같은 거리만큼 떨어져 있고, 광원에서 발생한 빛은 A, B를 향해 진행하고 있다. 영희가 측정한 우주선의 길이는  $L_0$ 이다. A, 광원, B는 동일 직선상에 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단,  $c$ 는 빛의 속력이다.)

< 보 기 >

- ㄱ. 철수가 측정한 우주선의 길이는  $L_0$ 보다 작다.
- ㄴ. 영희가 측정할 때 광원에서 발생한 빛이 A에 도달하는 데 걸리는 시간은 B에 도달하는 데 걸리는 시간보다 크다.
- ㄷ. 철수가 측정할 때 영희의 시간은 자신의 시간보다 느리게 간다.

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

[정답/모범답안]

2

[해설]

시간 지연과 길이 수축

우주선에 대하여 정지한 관찰자가 측정한 우주선의 길이가 고유길이이다. 영희가 측정할 때 광원에서 발생한 빛이 A로 진행한 거리가 B로 진행한 거리보다 짧다. 관찰자에 대하여 운동하는 상대방의 시간은 관찰자 자신의 시간보다 느리게 간다.  
 ㄱ. 영희에 대하여 운동하고 있는 우주선의 길이  $L_0$ 은 수축된 길이이다. 우주선에 대하여 정지한 철수가 측정한 우주선의 길이는 우주선의 고유 길이이다. 따라서 철수가 측정한 우주선의 길이는  $L_0$ 보다 크다.

ㄴ. 영희가 측정할 때 광원에서 발생한 빛이 A까지 진행하는 거리가 B까지 진행하는 거리보다 짧다. 빛의 속력은 관찰자의 운동에 관계없이 일정하므로, 영희가 측정할 때 광원에서 발생한 빛이 빛 검출기에 도달하는 데 걸리는 시간은 이동 거리가 긴 B까지일 때가 A까지일 때보다 크다.

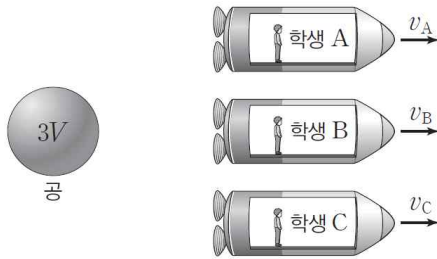
ㄷ. 철수가 측정할 때 운동하는 영희의 시간은 시간 지연 현상이 발생한다. 따라서 철수가 측정할 때 영희의 시간은 자신의 시간보다 느리게 간다.

2021학년도 수능특강 물리학1

#강	05	#쪽	089	#번	005	#문항코드	20021-0117
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제6]

그림은 부피가  $3V$ 인 구형의 공에 대하여 학생 A, B, C가 탄 우주선이 각각  $v_A$ ,  $v_B$ ,  $v_C$ 의 속력으로 등속도 운동을 하고 있는 모습을 나타낸 것이다. 표는 A, B, C가 측정한 공의 부피를 나타낸 것이다. 우주선의 속력은  $v_A > v_C$ 이다.



학생	A	B	C
관찰자가 측정한 공의 부피	㉠	$2V$	$V$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠은  $2V$ 보다 크다.
- ㄴ.  $v_B$ 는  $v_C$ 보다 크다.
- ㄷ. A가 측정한 공의 질량은 공의 정지 질량보다 크다.

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

관찰자	A	B	C
관찰자가 측정한 공의 부피	 $V$ 보다 작다.	 $2V$	 $V$

[정답/모범답안]

2

[해설]

상대 속도에 따른 길이 수축

길이를 측정하는 물체에 대해 정지해 있는 관찰자가 측정한 길이가 고유 길이이고, 물체에 대해 움직이는 관찰자가 측정한 물체의 길이는 고유 길이보다 작다. 관찰자에 대한 물체의 상대 속도의 크기가 클수록 길이 수축 정도는 크다.

ㄱ. 공에 대한 우주선의 속력이 빠를수록 관찰자가 측정한 공의 속력도 크므로 관찰자가 측정한 공의 길이 수축이 크게 발생한다.  $v_A > v_C$ 이므로 ㉠은  $V$ 보다 작다.

ㄴ. 관찰자가 측정한 공의 부피는 B에서 C에서보다 크다. 따라서  $v_B$ 는  $v_C$ 보다 작다.

ㄷ. 상대론적 질량은 정지 질량보다 항상 크다. A가 측정한 공의 질량은 상대론적 질량이므로 공의 정지 질량보다 크다.

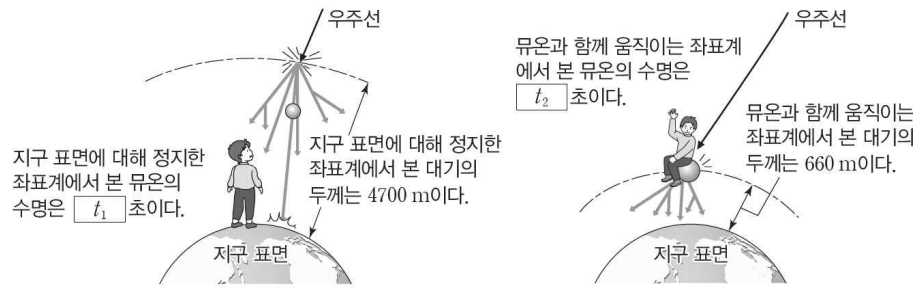
2021학년도 수능특강 물리학1

#강	05	#쪽	090	#번	007	#문항코드	20021-0119
----	----	----	-----	----	-----	-------	------------

[문제7]

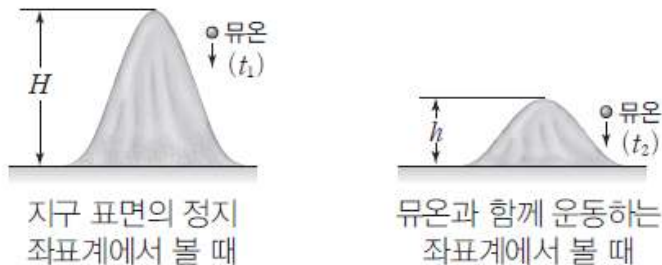
다음은 뮤온과 특수 상대성 이론에 대한 설명이다.

우주선(cosmic ray)을 구성하는 입자들은 수명이 매우 짧아서 이내 다른 입자로 바뀌기도 한다. 대기권 상층에서 발생한 뮤온이 0.99c의 속력으로 이동할 수 있는 최대 거리는 700m에도 못 미치지만, 4700m가 넘는 상공에서 발생한 뮤온이 지구 표면에 도달하는 경우도 있다. 지구 표면에 대해 정지한 관찰자에게는 빠르게 움직이는 뮤온 입자의 시간이  $\text{㉠}$  간다.



㉠에 들어갈 말과  $t_1, t_2$ 의 크기 비교로 옳은 것은? (단, c는 빛의 속력이다.)

- ㉠  $t_1, t_2$ 의 크기 비교
- ① 빠르게  $t_1 > t_2$
  - ② 빠르게  $t_1 = t_2$
  - ③ 빠르게  $t_1 < t_2$
  - ④ 느리게  $t_1 > t_2$
  - ⑤ 느리게  $t_1 < t_2$



[정답/모범답안]

4

[해설]

**뮤온의 운동에서 길이 수축과 시간 지연**  
지구 표면의 정지 좌표계에서는 운동하는 뮤온의 시간이 느리게 흐르기 때문에 뮤온이 지구 표면에서 관측되고, 뮤온과 함께 움직이는 좌표계에서는 대기권의 거리가 짧아지기 때문에 뮤온이 지구 표면에 도달한다고 설명한다.

④ 지구 표면에 대해 정지한 관찰자는 빠르게 움직이는 뮤온 입자의 시간이 시간 지연에 의해 느리게(㉠) 가서 실제 수명보다 더 오래 존재하게 된다고 설명한다. 뮤온과 함께 운동하는 관찰자는 지구 표면이 자신에게 다가오는 것으로 느끼므로 대기의 두께가 작아져 자신의 여행 거리가 길이 수축으로 짧아지기 때문에 수명이 다하기 전에 지구 표면에 도달한다고 설명한다.

따라서 지구 표면에서 본 뮤온의 수명  $t_1$  이 뮤온과 함께 움직이는 좌표계에서 본 뮤온의 수명  $t_2$ 보다 크다.