

2020년 한국중학생물리대회

문제지

13:30 ~ 16:15

총 16 쪽 (표지포함)

수험번호	
학교명	
성 명	

2020년 한국중학생물리대회

작성자 : 한국물리학회

(시작시간 :

시

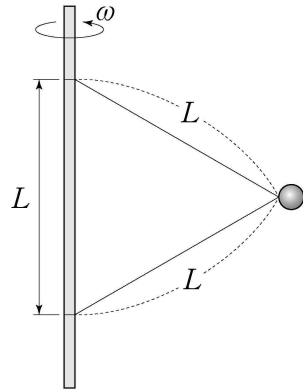
분)

(종료시간 :

시

분)

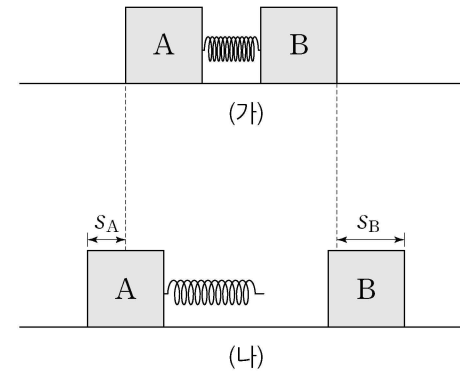
- 1 그림과 같이 막대에 연결된 두 실의 끝에 매달린 물체가 일정한 각속도 ω 로 회전하고 있다. 두 실의 길이는 L 로 같고, 두 실이 막대에 연결된 위치의 간격은 L 이다. 위쪽 실의 장력은 아래쪽 실의 장력의 두 배이다.



ω 는? (단, 실의 질량, 막대의 두께와 물체의 크기는 모두 무시하고, 중력가속도는 g 이다.)

답) $\sqrt{\frac{6g}{L}}$

- 2 그림 (가)는 마찰이 없는 수평면 위에 압축된 용수철에 연결된 물체 A, B가 정지한 모습을, (나)는 (가)의 상태에서 압축이 풀려 A와 B가 각각 거리 s_A , s_B 만큼 이동한 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 용수철의 질량은 무시한다.)

<보기>

- ㄱ. (가)에서 A와 B에 작용하는 탄성력의 크기는 같다.
- ㄴ. (가)에서 용수철에 저장된 위치에너지는 (나)에서 A와 B의 운동에너지의 합과 같다.
- ㄷ. 질량은 B가 A의 $\sqrt{\frac{s_A}{s_B}}$ 배이다.

답) ㄱ, ㄴ

2020년 한국중학생물리대회

작성자 : 한국물리학회

(시작시간 :

시

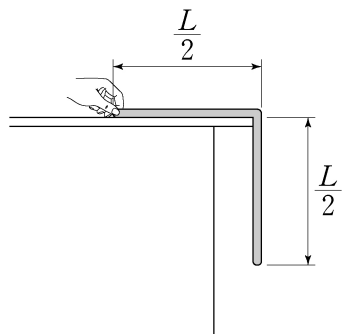
분)

(종료시간 :

시

분)

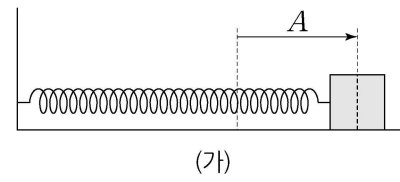
- 3 그림은 질량이 M 이고 길이가 L 인 줄을 책상 면에 $\frac{L}{2}$ 만큼 걸친 상태로 잡고 있는 모습을 나타낸 것이다.



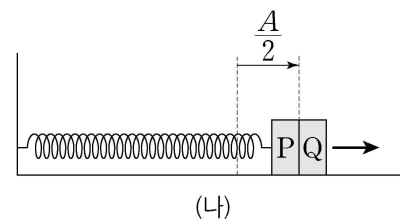
줄을 가만히 놓아 줄이 책상 면으로부터 완전히 벗어나는 순간, 줄의 속력은? (단, 중력가속도는 g 이다. 줄은 균일하고, 줄의 두께와 모든 마찰은 무시한다. 바닥으로부터 책상 면의 높이는 L 보다 크다.)

답) $\frac{\sqrt{3gL}}{2}$

- 4 그림 (가)와 같이 마찰이 없는 수평면에서 용수철에 연결된 물체가 진폭이 A 인 단진동 운동을 하고 있다. 그림 (나)와 같이 물체가 진동의 중심으로부터 $\frac{A}{2}$ 만큼 떨어져 있을 때, 물체는 같은 질량의 P와 Q로 분리되어 P는 주기가 T 인 단진동 운동을, Q는 등속 운동을 한다. 분리될 때, P와 Q 사이에 작용하는 힘은 0이다.



(가)



(나)

P와 Q가 분리된 순간부터 T 일 때까지, P의 이동 거리는?

답) $\sqrt{10}A$

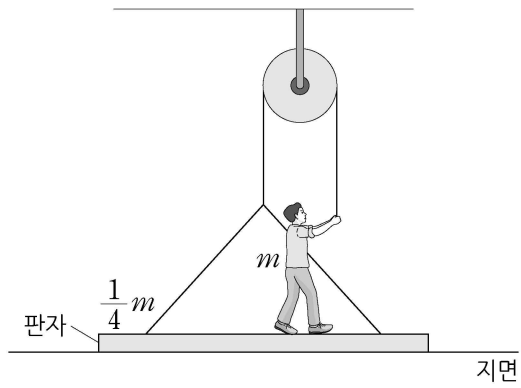
2020년 한국중학생물리대회

작성자 : 한국물리학회

(시작시간 : 시 분)

(종료시간 : 시 분)

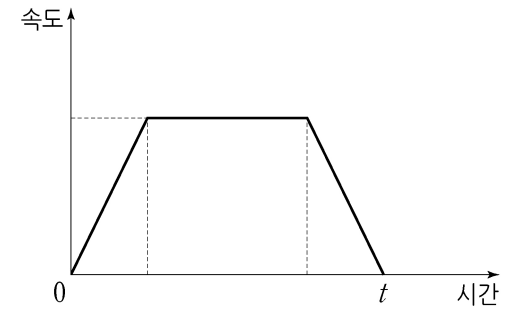
- 5 그림과 같이 지면에 놓여 있는 판자 위에 서 있는 사람이 줄을 잡고 있다. 줄의 다른 쪽 끝은 판자에 매어 있다. 판자와 사람의 질량은 각각 $\frac{1}{4}m$, m 이다.



사람이 줄을 잡아당겨 판자가 가속도 $\frac{1}{10}g$ 로 연직방향으로 올라갈 때, 사람이 줄을 잡아당기는 힘의 크기는? (단, 중력가속도는 g 이고, 도르래의 마찰과 줄의 질량은 무시한다.)

답) $\frac{11}{16}mg$

- 6 그림은 일직선 상에서 운동하는 자동차의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다. 자동차는 가속도의 크기가 a 인 등가속도 운동을 한 후 등속도 운동을 하다가, 다시 가속도의 크기가 a 인 등가속도 운동을 하여 정지한다. 자동차가 출발하여 다시 정지할 때까지 이동 거리와 걸린 시간은 각각 s , t 이다.



자동차가 등속 운동하는 동안 걸린 시간은?

답) $\sqrt{t^2 - \frac{4s}{a}}$

2020년 한국중학생물리대회

작성자 : 한국물리학회

(시작시간 :

시

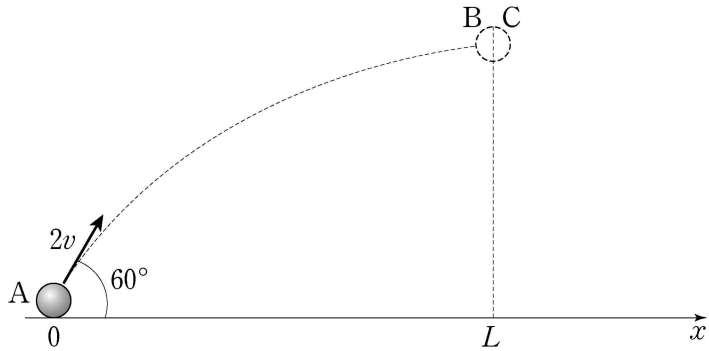
분)

(종료시간 :

시

분)

- 7 그림은 지면에 대해 60° 의 각도로 속력 $2v$ 로 던져진 물체 A가 포물선 운동을 하다가, 속력이 v 가 되는 순간 지면과 나란하게 두 물체 B와 C로 분리되는 것을 나타낸 것이다. B와 C의 질량은 같고, B와 C는 지면에 동시에 도달한다. A가 던져진 지점은 $x=0$ 이고, 분리되기 직전까지 A의 수평 이동 거리는 L 이며, 분리 후 B는 지면상의 $x = \frac{L}{2}$ 인 지점에 도달한다.



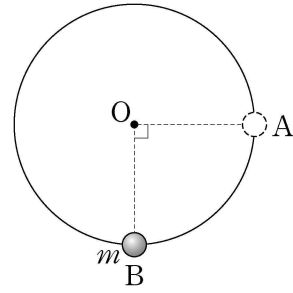
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 물체의 크기와 모든 마찰은 무시하고, A, B, C는 동일 연직면 상에서 운동한다.)

<보기>

- ㄱ. 분리된 순간 지면에 대한 B의 속력은 $\frac{v}{2}$ 이다.
- ㄴ. 분리된 순간 B에 대한 C의 속력은 $3v$ 이다.
- ㄷ. C는 지면 상의 $x = \frac{5L}{2}$ 인 지점에 도달한다.

답) ㄱ, ㄴ

- 8 그림과 같이 연직면 상에 고정된 중심이 O인 원형 고리에 끼워진 구슬을 점 A에서 가만히 놓았더니, 구슬은 고리의 최저점 B에 속력 v 로 도달하였다. 구슬의 질량은 m 이고, $\angle AOB$ 는 90° 이다.



B에서 고리가 구슬에 작용하는 힘의 크기는? (단, 중력가속도는 g 이고, 구슬의 크기와 모든 마찰은 무시한다.)

답) $3mg$

2020년 한국중학생물리대회

작성자 : 한국물리학회

(시작시간 :

시

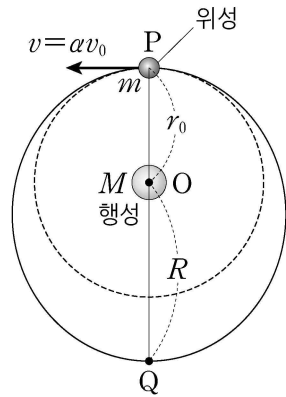
분)

(종료시간 :

시

분)

- 9 그림과 같이 질량이 M 인 행성을 중심으로 반지름이 r_0 인 원궤도를 따라 속력 v_0 으로 등속 원운동하던 위성이 점 P에서 내부 추진력에 의해 속력이 $v = \alpha v_0$ ($\alpha > 1$)으로 증가하여 행성을 초점으로 하는 타원 궤도를 따라 운동한다. 타원 궤도에서 행성의 중심 O와 점 Q 사이의 거리는 R 이고, P와 Q는 O로부터 각각 가장 가까운 지점과 가장 먼 지점이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, G 는 만유인력 상수이다.)

<보기>

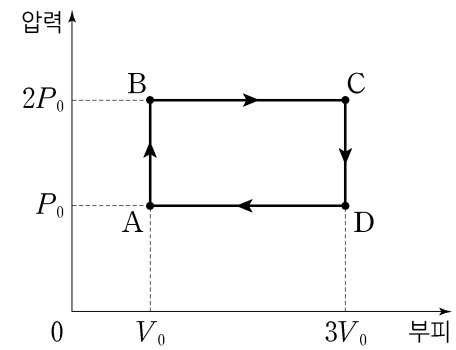
ㄱ. $r_0 v_0^2 = \frac{1}{2} GM$ 이다.

ㄴ. 추진 후, 위성의 속력은 P에서가 Q에서보다 크다.

ㄷ. $\frac{R}{r_0} = \frac{\alpha^2}{2 - \alpha^2}$ 이다.

답) ㄴ, ㄷ

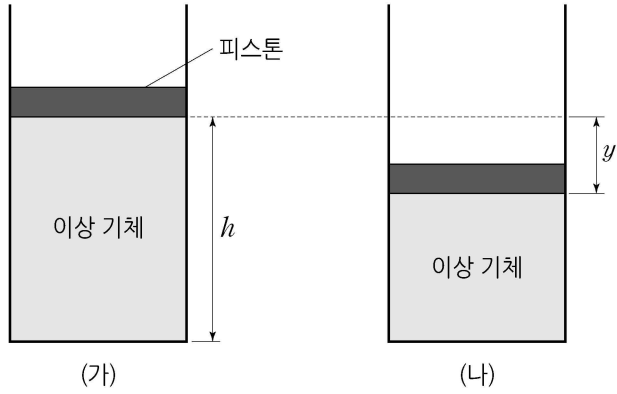
- 10 그림은 어떤 열기관에서 1몰의 단원자 분자 이상 기체가 상태 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ 를 따라 순환하는 동안 기체의 압력과 부피를 나타낸 것이다.



이 열기관의 효율은?

답) $\frac{4}{23}$

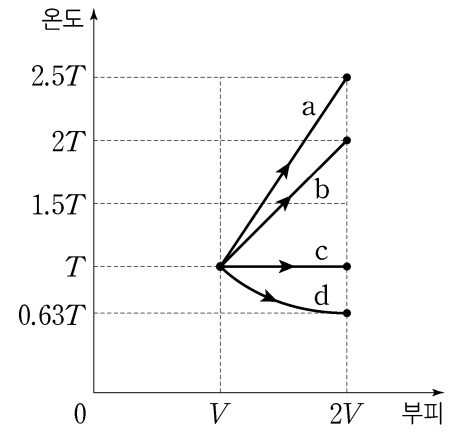
- 11 그림 (가)는 1몰의 단원자 분자 이상 기체가 들어있는 실린더의 피스톤이 힘의 평형을 이루며 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다. 실린더 바닥에서 피스톤까지의 높이는 h 이다. 그림 (나)와 같이 (가)의 피스톤을 h 에 비해 아주 짧은 y 만큼 눌렀다 놓았더니 피스톤은 단진동 운동을 하였다. 이상 기체의 온도는 T 로 일정하고, 피스톤의 질량은 m 이다.



단진동 운동의 주기는? (단, 기체 상수는 R 이고, 모든 마찰은 무시한다. $y \ll h$ 일 때, $h+y \approx h$ 로 어림할 수 있다. 힘이 0이 될 수 없음에 주의하라.)

답) $2\pi h \sqrt{\frac{m}{RT}}$

- 12 그림은 일정량의 이상 기체가 과정 a~d 중 하나를 통해 팽창할 때, 기체의 온도와 부피를 나타낸 것이다. a~d 중 하나는 등압과정이고, 하나는 단열 과정이다.

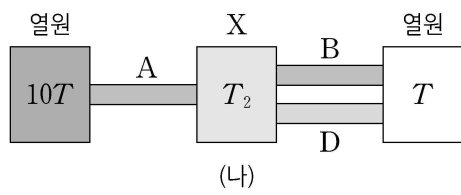
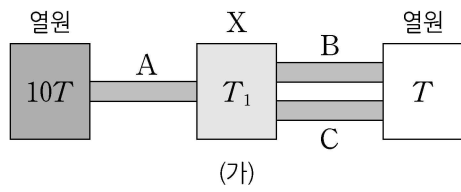


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. a에서 기체의 압력은 증가한다.
 - ㄴ. 기체가 한 일은 b에서가 c에서의 1.5배이다.
 - ㄷ. d에서 기체는 열을 방출한다.

답) ㄱ

- 13 그림 (가)와 같이 동일한 금속 막대 A, B, C를 온도가 각각 $10T$, T 인 열원과 물체 X에 연결하여 충분한 시간이 지났을 때, X의 온도는 T_1 이다. 그림 (나)는 (가)의 C를 단면적과 길이는 같고, 열전도율은 2배인 금속 막대 D로 바꾼 것을 나타낸 것으로, 충분한 시간이 지났을 때 X의 온도는 T_2 이다.



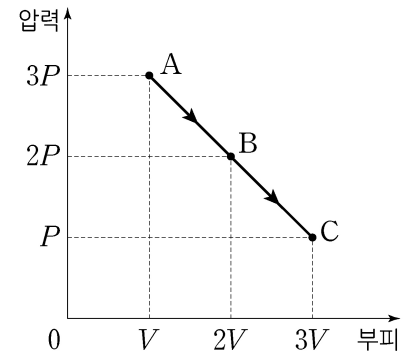
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. $T_1 = 4T$ 이다.
- ㄴ. $T_1 > T_2$ 이다.
- ㄷ. 1초 동안 B를 통해 X에서 온도가 T 인 열원으로 전도되는 열량은 (나)에서가 (가)에서보다 크다.

답) ㄱ, ㄴ

- 14 그림은 일정량의 이상 기체가 상태 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 를 따라 변할 때 압력과 부피를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. $A \rightarrow B$ 에서 기체는 열을 흡수한다.
- ㄴ. $B \rightarrow C$ 는 등온 과정이다.
- ㄷ. 기체가 한 일은 $A \rightarrow B$ 에서와 $B \rightarrow C$ 에서가 서로 같다.

답) ㄱ

2020년 한국중학생물리대회

작성자 : 한국물리학회

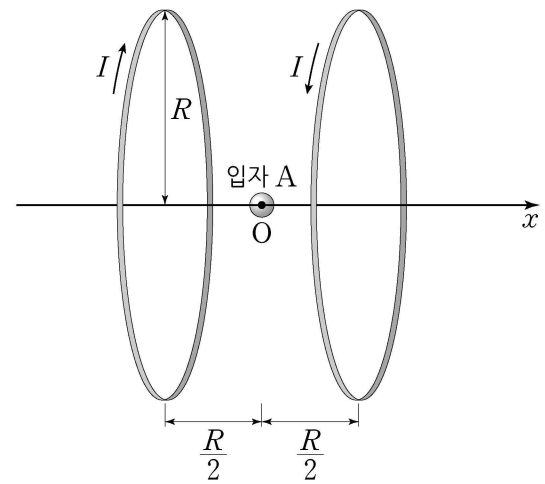
(시작시간 : 시 분)

(종료시간 : 시 분)

- 15 온도가 -10°C 이고 질량이 20g 인 얼음 조각을 물 500mL 에 넣어서 물의 온도를 낮추려 한다. 80°C 의 물을 10°C 이하로 낮추려면 얼음 조각을 최소한 몇 개를 넣어야 하는가? (단, 물의 비열은 $4\text{J/g}\cdot\text{K}$, 얼음의 비열 $2\text{J/g}\cdot\text{K}$, 얼음의 융해열은 330J/g 이고, 얼음은 모두 녹아서 물이 되며, 물의 증발 및 열 손실은 무시한다.)

답) 18개

- 16 그림과 같이 반지름이 R 인 고정된 두 원형 도선에 세기가 I 인 전류가 서로 반대 방향으로 흐르고 있다. 원형 도선의 중심축은 x 축이고, 두 원형 도선의 중심과 원점 O 사이의 거리는 $\frac{R}{2}$ 로 같다. O 에 자기 쌍극자 모멘트의 크기가 m 인 입자 A 를 놓았다.



이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르시오.

답)

- O 에서 두 원형 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 크기는 0이다.
- 자기쌍극자의 방향이 도선의 중심축에 수직일 때, A 에 작용하는 자기력은 0이다.
- 자기쌍극자의 방향이 $+x$ 일 때, A 에 작용하는 자기력의 방향은 $+x$ 이다.
- 자기쌍극자의 방향이 $+x$ 일 때, I 가 증가하면 A 에 작용하는 자기력의 크기는 증가한다.

2020년 한국중학생물리대회

작성자 : 한국물리학회

(시작시간 :

시

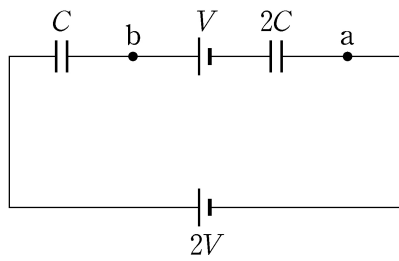
분)

(종료시간 :

시

분)

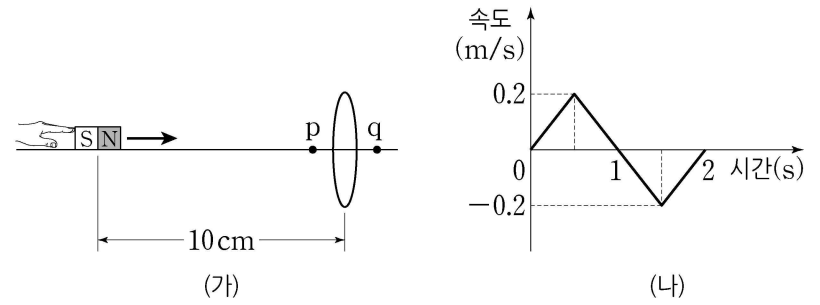
- 17 그림은 전기 용량이 C , $2C$ 인 축전기 2개를 전압이 V , $2V$ 로 일정한 전원에 연결한 회로를 나타낸 것이다. 회로상의 두 점 a, b에서 전위는 각각 V_a , V_b 이다.



$V_b - V_a$ 는?

답) $\frac{4}{3}V$

- 18 그림 (가)는 0초일 때 원형 도선의 중심으로부터 10cm만큼 떨어져 있는 자석이 고정된 원형 도선을 향해 운동하는 모습을 나타낸 것이고, (나)는 자석의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다. 자석은 원형 도선의 중심축 상에서 운동하고, 점 p, q는 원형 도선의 중심축 상에 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 자석의 크기는 무시한다.)

<보기>

- ㄱ. 0.5초일 때, 원형 도선의 중심에서 유도 전류에 의한 자기장의 방향은 $q \rightarrow p$ 이다.
- ㄴ. 1.5초일 때, 자석과 원형 도선 사이에는 인력이 작용한다.
- ㄷ. 0~0.5초 동안 손이 자석에 작용하는 힘의 크기는 자석과 원형 도선 사이의 자기력의 크기보다 크다.

답) ㄱ, ㄴ, ㄷ

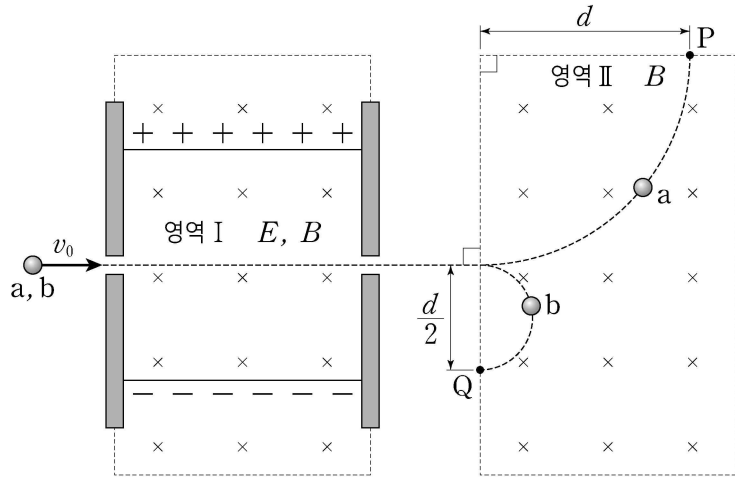
2020년 한국중학생물리대회

작성자 : 한국물리학회

(시작시간 : 시 분)

(종료시간 : 시 분)

- 19 그림과 같이 전하량의 크기가 같은 두 입자 a, b를 각각 영역 I에 일정한 속력 v_0 로 입사시켰더니 영역 I에서 등속 직선 운동을 하다가, 영역 II에서 a, b는 반지름이 각각 $d, \frac{d}{4}$ 인 원궤도를 따라 운동하여 a는 점 P에, b는 점 Q에 도달하였다. I에서 세기 E 인 균일한 전기장과 세기 B 인 균일한 자기장은 서로 수직이며, II에서 자기장의 세기는 B 이고 균일하다. I, II에서 자기장의 방향은 종이면에 수직으로 들어가는 방향이다.



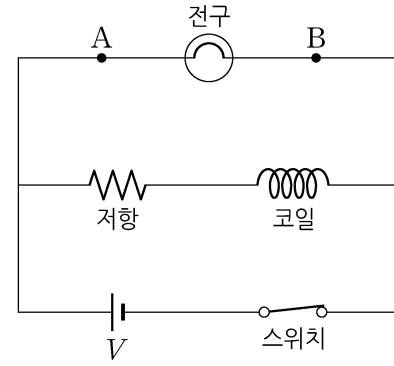
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보기>—

- ㄱ. $v_0 = \frac{E}{B}$ 이다.
- ㄴ. a는 음(-)전하이다.
- ㄷ. 질량은 a가 b의 2배이다.

답) ㄱ

- 20 그림은 자체 유도 현상을 관찰하기 위해 코일과 저항, 전구를 전압이 V 인 직류 전원에 연결한 모습을 나타낸 것이다.



스위치를 여는 순간에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보기>—

- ㄱ. 코일 양 끝에 걸리는 전압의 크기는 스위치를 열기 전보다 크다.
- ㄴ. 전구에 흐르는 전류의 방향은 $B \rightarrow$ 전구 $\rightarrow A$ 이다.
- ㄷ. 전구의 밝기는 점점 밝아진다.

답) ㄱ, ㄴ

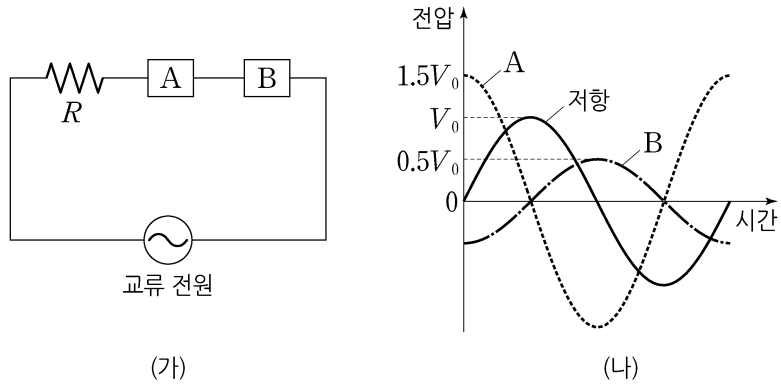
2020년 한국중학생물리대회

작성자 : 한국물리학회

(시작시간 : 시 분)

(종료시간 : 시 분)

- 21 그림 (가)는 저항값이 R 인 저항과 전기 소자 A, B를 전압의 최댓값이 일정한 교류 전원에 연결한 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 교류 전원의 진동수가 f_0 일 때 저항과 A, B에 각각 걸리는 전압을 시간에 따라 나타낸 것이다. A, B는 각각 코일과 축전기 중 하나이다.

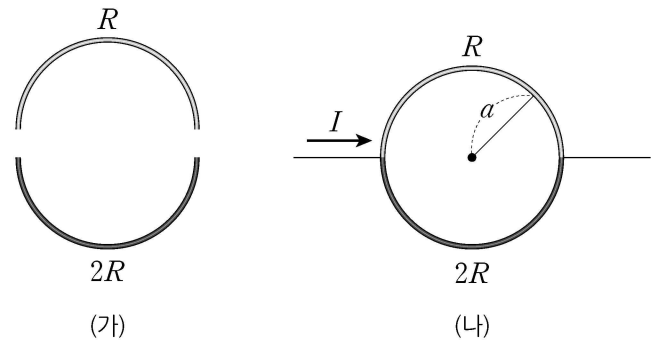


이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. A는 코일이다.
 - ㄴ. 회로의 임피던스는 $\sqrt{3}R$ 이다.
 - ㄷ. 저항에 흐르는 전류의 최댓값은 교류 전원의 진동수가 f_0 일 때와 $\frac{1}{3}f_0$ 일 때가 서로 같다.

답) ㄱ, ㄷ

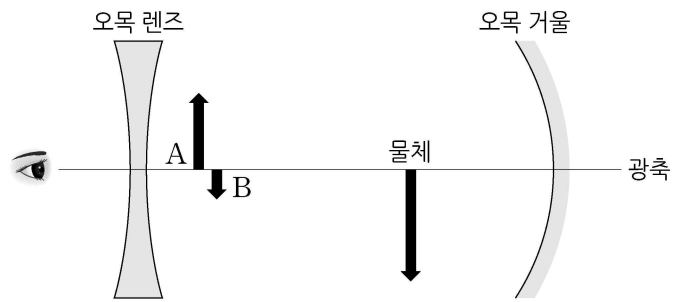
- 22 그림 (가)와 같이 저항값이 각각 R , $2R$ 이고 반지름이 a 로 같은 두 반원형 도선으로 그림 (나)와 같이 원형 도선을 만들어 전류 I 를 흐르게 하였다.



(나)에서 원형 도선의 중심에서 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는? (단, 반지름이 r 인 원형 도선에 전류 I 가 흐를 때, 원의 중심에서 I 에 의한 자기장의 세기는 $k\frac{I}{r}$ 이다.)

답) $k\frac{I}{6a}$

- 23 그림과 같이 광축이 서로 같은 오목 렌즈와 오목 거울 사이에 물체를 놓았더니 물체의 상 A와 B가 생겼다.



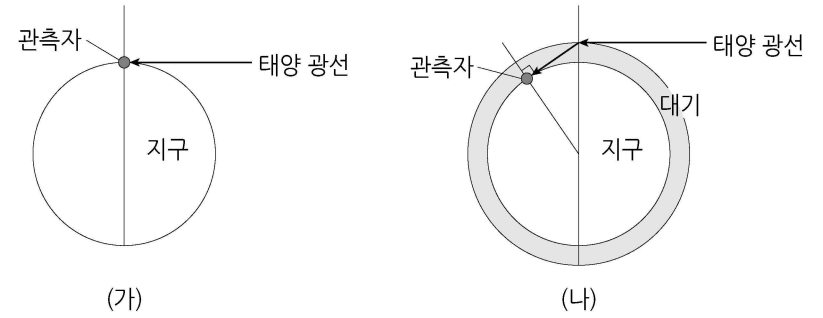
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. 오목 거울과 오목 렌즈에 의한 물체의 상은 B이다.
 ㄴ. 물체는 오목 거울의 초점과 구심 사이에 위치한다.
 ㄷ. 물체를 오른쪽으로 움직이면 B는 오른쪽으로 이동한다.

답) ㄴ, ㄷ

- 24 지구 표면의 관측자는 대기에 의한 빛의 굴절로 인해 대기가 없을 때보다 일몰을 시간 t 만큼 더 늦게 관찰한다. 그림 (가)와 (나)는 각각 대기가 없을 때와 있을 때, 적도 면에서 일몰을 관찰하는 관측자와 빛의 진행 경로를 나타낸 것이다.



t 로 가장 적절한 것은? (단, 지구는 완전한 구형이고 대기는 균일하다.

대기의 굴절률은 1.0003이고, $\sin(\frac{1}{1.0003}) = 0.0174$,

$\sin(1.0003) = 0.0175$, $\sin^{-1}(\frac{1}{1.0003}) = 88.6^\circ$ 이다.)

답) 5.6분

2020년 한국중학생물리대회

작성자 : 한국물리학회

(시작시간 :

시

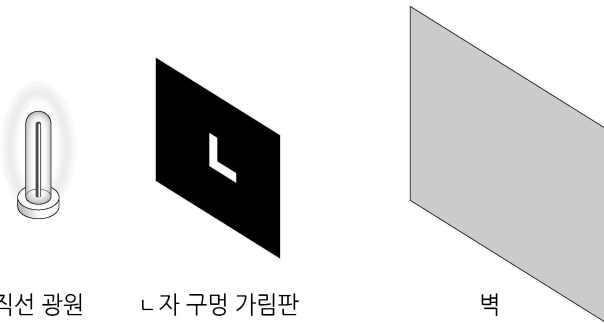
분)

(종료시간 :

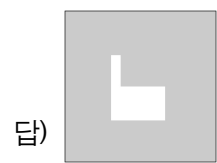
시

분)

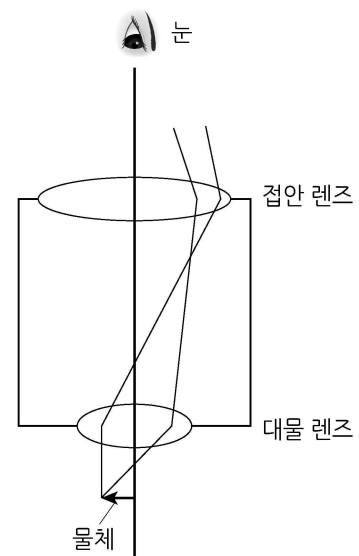
- 25 그림과 같이 직선 광원과 벽 사이에 L자 구멍이 있는 가림판을 놓았다.



벽에 나타나는 모양으로 가장 적절한 것은? (단, 구멍의 틈은 광원에서 방출되는 빛의 파장에 비해 매우 크다.)



- 26 그림은 광학 현미경을 통해 물체를 관찰하고 있는 것을 나타낸 것이다. 대물 렌즈와 접안 렌즈의 초점거리는 각각 f_1 , f_2 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. $f_1 > f_2$ 이다.
 ㄴ. 대물 렌즈와 접안 렌즈에 의한 물체의 상은 허상이다.
 ㄷ. 대물 렌즈와 접안 렌즈에 의한 물체의 상은 정립상이다.

답) ㄴ

작성자 : 한국물리학회

(시작시간 :

시

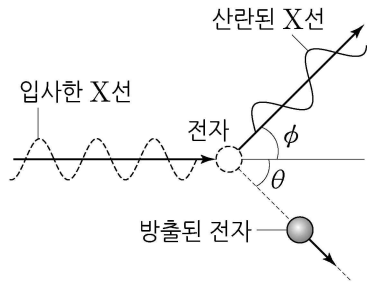
분)

(종료시간 :

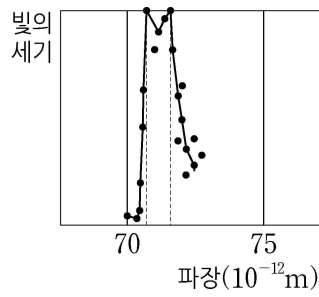
시

분)

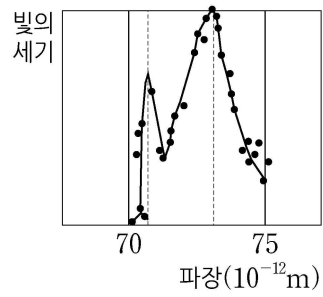
- 27 그림 (가)는 전자에 대한 X선의 콤프턴 산란을 나타낸 것이고, (나)와 (다)는 서로 다른 산란각 ϕ 에서 X선의 세기를 파장에 따라 나타낸 것이다.



(가)



(나)



(다)

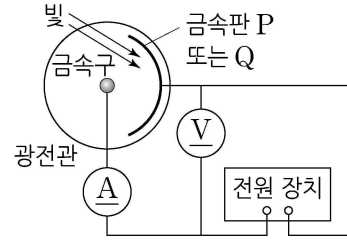
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

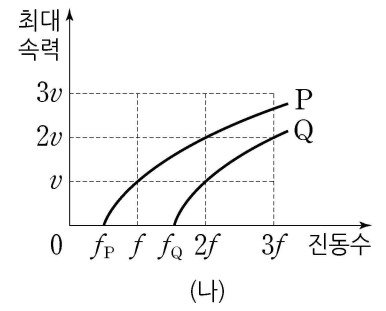
- ㄱ. ϕ 는 (나)에서가 (다)에서보다 작다.
- ㄴ. 콤프턴 산란된 X선 광자의 에너지는 (나)에서가 (다)에서보다 크다.
- ㄷ. 이 실험 결과로 X선은 파동의 성질을 갖는다는 것을 알 수 있다.

답) ㄱ, ㄴ

- 28 그림 (가)는 광전 효과 실험 장치를 모식적으로 나타낸 것이고, (나)는 금속판 P, Q에 빛을 비추었을 때, P와 Q에서 방출되는 광전자의 최대 속력을 빛의 진동수에 따라 나타낸 것이다. P와 Q의 문턱 진동수는 각각 f_P , f_Q 이다.



(가)

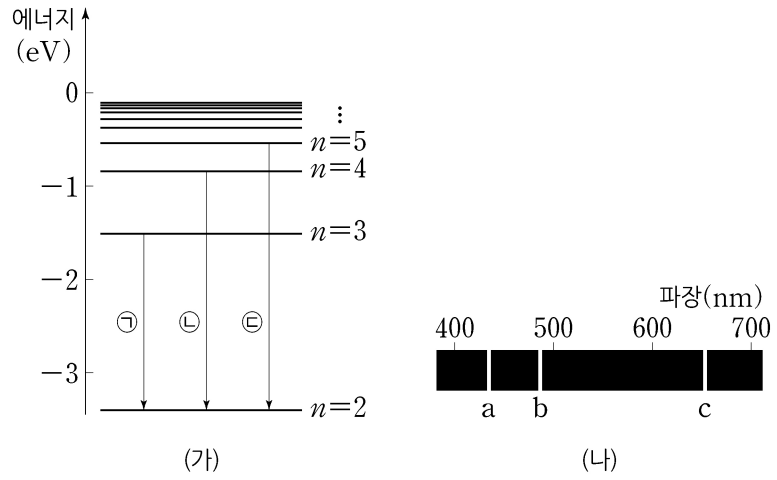


(나)

$f_P : f_Q$ 는?

답) 2 : 5

- 29 그림 (가)는 보어의 수소 원자모형에서 양자수 n 에 따른 전자의 에너지 준위와 세 전이 ㉠, ㉡, ㉢을 나타낸 것이고, (나)는 방출되는 빛의 선 스펙트럼을 나타낸 것이다. a, b, c는 ㉠, ㉡, ㉢ 중 하나에 의해 나타난 스펙트럼 선이다.



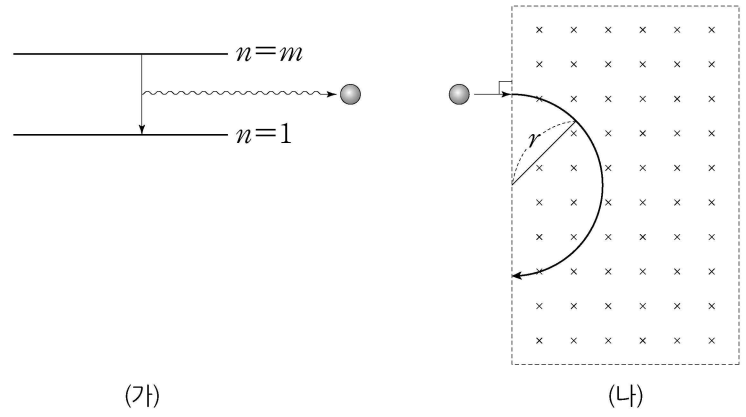
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. ㉢에 의해 나타난 스펙트럼 선은 c이다.
 ㄴ. a와 b의 진동수 차이는 b와 c의 진동수 차이보다 작다.
 ㄷ. b와 c의 파장 차이는 $n=4$ 에서 $n=3$ 인 상태로 전이할 때 방출되는 빛의 파장과 같다.

답) ㄴ

- 30 그림 (가)와 같이 보어의 수소원자 모형에서 양자수가 $n=m$ 인 상태에 있던 전자가 바닥 상태로 전이할 때 방출된 빛을 정지해 있던 입자가 완전히 흡수하였다. 그림 (나)는 (가)의 입자가 자기장 영역에 수직으로 입사하여 자기장 영역에서 원궤도를 따라 운동하는 것을 나타낸 것이다. $m=2$ 일 때 반지름은 r_2 , $m=4$ 일 때 반지름은 r_4 이다.



$\frac{r_4}{r_2}$ 는? (단, 입자는 (나)에서 평면 운동을 한다.)

답) $\frac{\sqrt{5}}{2}$