

2024학년도 대학수학능력시험 물리학2 분석&해설지

수능이 끝나고 너무나도 잉여해진 이 순간, 심심함을 달래기 위하여 2024학년도 물리학2 분석&해설지를 작성합니다. 정석적인 풀이, 현장에서의 풀이, 각종 풀이 스킬들을 담아보고자 합니다. 언젠가는 스킬들만 모아 칼럼을 써봐도 재미있을 것 같습니다. 이 작은 유희가 여러분들의 지적 유희 또는 수험생활에 도움이 되기를 바랍니다. -물범

1번(트랜지스터)

1. 다음은 트랜지스터의 A, B 작용에 대한 설명이다.

- A 작용: 베이스 전류의 미세한 변화로 컬렉터 전류의 큰 변화를 얻는다.
- B 작용: 베이스 전류를 이용하여 컬렉터 전류를 흐르게 하거나 흐르지 않게 한다.

A, B로 가장 적절한 것은?

- | <u>A</u> | <u>B</u> | <u>A</u> | <u>B</u> |
|----------|----------|----------|----------|
| ① 증폭 | 스위칭 | ② 증폭 | 상호 유도 |
| ③ 정류 | 스위칭 | ④ 정류 | 상호 유도 |
| ⑤ 스위칭 | 증폭 | | |

해설

정답:①

베이스 전류의 미세한 변화로 컬렉터 전류의 큰 변화를 얻는 것은 증폭작용이다. 베이스 전류를 이용하여 컬렉터 전류를 흐르게 하거나 흐르지 않게 하는 것은 스위칭 작용이다.

분석

트랜지스터의 기본적인 개념을 묻고 있는데, 정류작용은 평가원에서 처음 등장한 선지입니다. 수능특강과 같은 기본 개념서에 이미 등장한 개념입니다. 정확한 개념공부로 헛갈리지 않도록 합시다.

때론 전위를 물어보며 학생들을 당황시키기도 합니다. 230907문제 같은 예시가 있겠죠. 전위에 대한 정확한 이해가 필요합니다. 이 또한 기출을 열심히 정리하여 자신만의 문제 풀이 방식을 정립해 두시길 바랍니다.

2번(불확정성 원리)

2. 그림은 원자 모형 ㉠, ㉡에 대하여 학생 A, B, C가 대화하는 모습으로 ㉠과 ㉡은 보어의 수소 원자 모형과 현대 원자 모형을 순서 없이 나타낸 것이다.

원자 모형	내용
㉠	전자는 양자 조건을 만족하는 안정된 원 궤도를 따라 운동한다.
㉡	전자의 위치와 운동량을 동시에 정확히 측정할 수 없고, 전자의 위치는 확률적으로만 알 수 있다.

제시한 내용이 옳은 학생만을 있는 대로 고른 것은?

- ① A ② B ③ C ④ A, C ⑤ B, C

해설

정답: ④

전자가 안정된 원 궤도를 따라 운동하는 모형은 보어의 수소 원자 모형이다. 전자의 위치와 운동량을 동시에 정확히 측정할 수 없다는 것은 불확정성의 원리이고 현대 원자 모형이 이를 만족한다.

학생A: ㉠은 보어의 수소 원자 모형이다.

학생B: 보어의 수소 원자 모형에서 전자가 안정된 원 궤도를 따라 운동할 때, 전자기파가 방출되지 않는다.

학생C: ㉡은 현대 원자 모형으로 불확정성 원리를 만족한다.

분석

기본 개념을 묻고 있습니다. 보어의 수소 원자 모형, 현대 원자 모형을 비교하는 문제는 자주 등장하고 있습니다. 개념 공부 한번이면 틀릴일이 없을 것입니다.

3번(이중 슬릿에 의한 빛의 간섭)

3. 그림 (가)와 같이 단색광 레이저 A 또는 B를 이중 슬릿에 비추면, 레이저의 진행 방향과 수직이 되도록 설치한 스크린에 나타나는 간섭 무늬를 광센서로 측정한다. 그림 (나)는 A, B에 의해 나타난 간섭 무늬의 밝기 I 를 스크린상의 위치 x 에 따라 각각 나타낸 것이다. $x=0$ 인 점은 가장 밝은 무늬의 중심이고, A, B의 파장은 각각 λ_A, λ_B 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. $\lambda_A > \lambda_B$ 이다.

ㄴ. A는 $x = 2x_0$ 에서 보강 간섭을 한다.

ㄷ. B는 $x = x_0$ 에서 상쇄 간섭을 한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

정답: ①

- ㄱ. 이웃한 밝은 무늬 사이의 간격이 A가 더 크므로 $\lambda_A > \lambda_B$ 이다.
- ㄴ. A는 $x = 2x_0$ 에서 간섭 무늬의 밝기가 0이므로 상쇄 간섭을 한다.
- ㄷ. B는 $x = x_0$ 에서 간섭 무늬의 밝기가 최대이므로 보강 간섭을 한다.

분석

$\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$ 를 묻는 기본적인 문제입니다. 다양한 바리에이션으로 등장하고는 있으나 간단한 비례식 하나로 문제가 풀리니 어떻게 빠르게 풀어낼지 한 번 고민하시길 바랍니다.

4번(전자기파의 송수신)

4. 다음은 전자기파의 송수신 실험이다.


[실험 과정]

(가) 그림과 같이 압전 소자가 연결된 구리선을 알루미늄박에 고정하고, 알루미늄박을 바다 면에 수직으로 세워 놓는다.

(나) 발광 다이오드(LED)의 단자 a, b를 원형 안테나에 연결한 후, 안테나를 바다 면에 놓는다.

(다) 압전 소자를 누르며, 구리선 사이에서 불꽃 방전과 LED의 빛의 방출 여부를 관찰한다.

(라) (나)의 상태에서 a, b의 위치를 서로 바꾸어 안테나에 연결한 후, (다)를 반복한다.



[실험 결과]

과정	불꽃 방전	LED의 빛의 방출 여부
(다)	발생	방출됨
(라)	발생	방출됨

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보 기>

ㄱ. 구리선 사이에서 불꽃 방전이 일어날 때, 전자기파가 발생한다.
 ㄴ. LED에서 빛이 방출될 때, 안테나에는 유도 전류가 흐른다.
 ㄷ. (다)와 (라)에서 안테나는 전자기파를 수신한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

정답:⑤

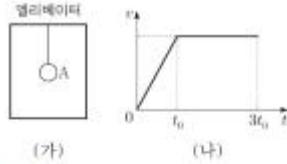
- ㄱ. 압전소자에 의해 구리선 사이에서 전자가 방출, 즉 전자기파가 발생한다.
 ㄴ. LED에서 빛이 방출 되었다는 것은, 안테나에 전류가 흐르기 때문이고, 안테나에 전류가 흐르는 것은 압전소자에 의하여 발생한 전자기파가 안테나를 통과하는 자기 선속에 변화를 주었기 때문이다.
 ㄷ. (다)와 (라) 모두 LED에서 빛이 방출 되었으므로 안테나는 전자기파를 수신하였다.

분석

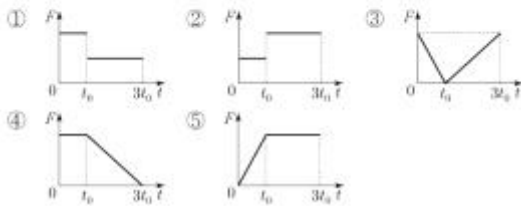
단골 소재입니다. 간혹 사설에서 pn다이오드와 연결시키기도 하던데 평가원에서 다를 확률은 낮습니다. 개념공부 한 번이면 맞출 수 있는 쉬운 문제입니다.

5번(관성력과 엘리베이터의 운동)

5. 그림 (가)는 엘리베이터의 천장에 실로 매달린 물체 A가 지표면에 고정된 관성 좌표계에 대해 엘리베이터와 함께 정지해 있는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 순간부터 엘리베이터가 A와 함께 연직 위 방향으로 운동할 때, 지표면에 고정된 관성 좌표계에서 측정한 A의 속력 v 를 시간 t 에 따라 나타낸 것이다.



실이 A를 당기는 힘의 크기 F 를 t 에 따라 나타낸 것으로 가장 적절한 것은? [3점]



해설

정답:①

$0 \sim t_0$ 에서는 엘리베이터는 연직 위 방향으로 등가속도 운동을 하고 있으므로 F 는 중력과 관성력의 크기를 더한 것과 같고, $t_0 \sim 3t_0$ 에서는 등속도 운동을 하고 있으므로 F 는 중력과 같다. 즉 $0 \sim t_0$ 사이의 F 의 값이 더 크고 각 구간에서 상수함수를 이루는 ①과 같은 형태가 나와야 한다.

현장에서의 풀이: 관성력이 일정하므로 상수함수를 일단 찾으시는 것이 좋습니다. 그리고 관성력의 방향을 찾아 그래프값의 대소만 보시고 답을 골라내시면 됩니다. 다들 이렇게 푸시죠?

분석

관성력에서 vt 그래프를 함께 물어보고 있습니다. vt 그래프의 기울기는 가속도이므로 이를 통해 관성력의 크기를 물어보는 것이죠. 이외에도 240610처럼 그림 2개를 비교하는 형태, 231107의 선지처럼 다소 낯선 형태로 물어볼 수도 있으니 다양한 바리에이션을 직접 만들어 보시는 것도 좋을 듯합니다.

6번(축전기)

6. 그림 (가)는 전압이 V 로 일정한 전원에 극판의 면적이 서로 같고 극판 사이의 간격이 d 로 같은 평행판 축전기 A, B가 연결되어 완전히 충전된 모습을, (나)는 (가)에서 B의 극판 사이의 간격을 $2d$ 로 바꾸고 유전율이 $2\epsilon_0$ 인 유전체를 채워 A, B가 완전히 충전된 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, ϵ_0 은 진공의 유전율이다.)

- <보 기>
- ㄱ. (가)에서, A와 B에 충전된 전하량은 서로 같다.
 ㄴ. (나)에서, 전기 용량은 A가 B의 2배이다.
 ㄷ. (나)에서, A와 B에 저장된 전기 에너지는 서로 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

정답:③

ㄱ. 두 극판의 면적, 사이의 간격이 같으므로 전기용량이 같고, 충전된 전하량도 같다.

ㄴ. 극판 사이의 간격이 2배, 유전율 2배가 되었으므로 B의 전기용량은 (가)와 (나)에서 같으므로 (나)에서도 A와 B의 전기용량은 같다.

ㄷ. 전기용량이 같으므로 (가)와 같은 상황이다. $E = \frac{Q^2}{2C}$ 를 통해 저장된 에너지는 같음을 알 수 있다.

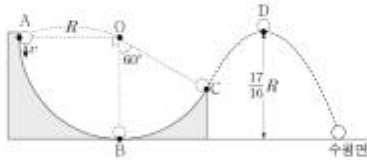
현장에서의 풀이: (가)와 (나)의 상황이 사실상 같음을 눈치채고 그림을 하나만 보며 선지들을 처리한다.

분석

전기용량을 비교하는 형태의 단순한 문제는 $C = \epsilon \frac{A}{d}$ 에서 무엇을 상수로 두고 변수로 두고 있는지를 빠르게 파악하시면 됩니다. 그러나 저항과 함께 축전기에 저장된 에너지, 전하량을 물어보는 경우에 대해서는 회로에 대한 기본적인 이해가 필요합니다. 물리학2를 공부하시는 분들이라면 부디 키르히호프 법칙, 전위에 대해 자세히 공부해 두시길 바랍니다. 회로 문제(옴의 법칙, 축전기, RLC, 트랜지스터 등)은 그냥 쉬어가는 코너가 될 수 있습니다.

7번(포물선 운동에서의 역학적 에너지 보존)

7. 그림과 같이 물체가 중심이 O이고 반지름이 R인 원형 트랙 위의 점 A를 속도 v 로 지나 수평면상의 점 B를 통과하여 점 C까지 원운동을 한 후, 포물선 운동을 하여 최고점 D를 지나 수평면에 도달하였다. O와 C를 이은 선이 연직선과 이루는 각은 60° 이고, D의 높이는 $\frac{17}{16}R$ 이다.



v 는? (단, 중력 가속도는 g 이고, 물체는 동일 연직면상에서 운동하며, 물체의 크기와 마찰은 무시한다.)

- ① $\sqrt{\frac{gR}{4}}$ ② $\sqrt{\frac{3gR}{8}}$ ③ $\sqrt{\frac{gR}{2}}$ ④ $\sqrt{\frac{5gR}{8}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{3gR}{4}}$

해설

정답:③

풀이 스킴: $K = \frac{1}{2}mv^2$, $U = mgR$ 이라 하자. 또한 역학적 에너지는 (운동에너지, 위치에너지)의 형태로 표기하자. (이미 다들 이렇게 하실겁니다.)

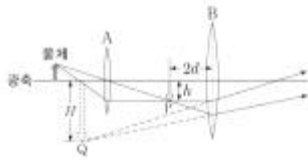
A에서 역학적 에너지는 (K, U) 이고 C에서의 역학적 에너지는 $(K + \frac{U}{2}, \frac{U}{2})$ 이고 C에서 포물선 운동을 시작할 때의 수평면과 물체의 운동 방향의 사이의 각이 60° 이므로 x축 방향 속력은 C에서의 속력의 $\frac{1}{2}$ 이므로 D에서의 운동 에너지는 C에서의 운동 에너지의 $\frac{1}{4}$ 만을 가지므로 D에서의 역학적 에너지는 $(\frac{K}{4} + \frac{U}{8}, \frac{3}{4}K + \frac{7}{8}U)$ 이다. 즉 $\frac{3}{4}K + \frac{7}{8}U = \frac{17}{16}U$ 이므로 $U = 4K$ 이다. 이를 정리하면 $v = \sqrt{\frac{gR}{2}}$ 이다.

분석

역학적 에너지+포물선의 전형적인 문항이나, 7번으로 전진 배치되어 당황하여 말린 사람이 있을 수 있습니다. 자신이 생각하는 어려운 유형이 앞에 나온다면 넘기고 나중에 푸는 것도 전략 중 하나일 수 있습니다.

8번(볼록 렌즈에 의한 상)

8. 그림은 물체에서 나온 빛의 일부가 볼록 렌즈 A와 B를 통과하여 진행하는 경로를 나타낸 것이다. A에 의한 상 P는 B에서 $2d$ 만큼 떨어진 지점에 생기고, 크기는 h 이다. B의 초점 거리는 $3d$ 이고, B에 의한 상 Q의 크기는 H 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. 물체와 A 사이의 거리는 A의 초점 거리보다 작다.
 ㄴ. Q는 허상이다.
 ㄷ. $H=3h$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

정답:④

ㄱ. A에 의한 상은 도립 실상이므로 이는 물체와 A 사이의 거리가 A의 초점보다 크음을 의미한다.

ㄴ. B에 의한 P의 상은 정립 허상이다.

ㄷ. $a=2d$, $f=3d$ 이므로 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 에 의해 $b=-6d$ 이므로 $m = \left| \frac{b}{a} \right|$ 이므로 $m=3$ 이므로 $H=3h$ 이다.

풀이 스킬: 배율 공식

실상: $m = \frac{b}{a} = \frac{f}{a-f} = \frac{b-f}{f}$, 허상: $m = \left| \frac{b}{a} \right| = \frac{f}{f-a} = \frac{b+f}{f}$

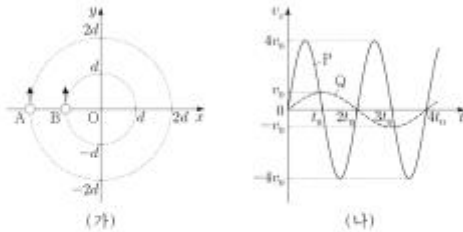
ㄷ 선지를 보면 $a=2d$, $f=3d$ 이므로 $m = \frac{f}{f-a}$ 를 적용하면 $m=3$ 이므로 $H=3h$ 이다. 정석 풀이와는 달리 b 를 구하는 과정을 생략할 수 있다.

분석

물리학2 개정 이후 이중렌즈가 최초로 등장했습니다. 그러나 연계교재에서 충분히 연습할 수 있었을 것입니다. 렌즈 문제는 렌즈 방정식 $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ 을 쓰면 대부분 풀 수 있으나 풀이 방식에 따라 풀이 속도가 꽤 달라지는 파트 중 하나입니다. 크게 풀이 방식을 나누면 렌즈 방정식, 배율 공식, 기하광학 3개로 나뉘고, 사실에서는 기하광학을 이용하여 푸는 형태가 꽤 등장하지만, 평가원과 사실 대부분 배율 공식이 가장 빠른 듯합니다.

9번(등속 원운동)

9. 그림 (가)는 xy 평면에서 원점 O 를 중심으로 반지름이 각각 $2d$, d 인 원 궤도를 따라 등속 원운동을 하는 물체 A, B가 시간 $t=0$ 일 때 x 축을 지나는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 t 에 따른 A, B의 속도의 x 성분 v_x 를 순서 없이 P, Q로 나타낸 것이다. A에 작용하는 구심력의 크기는 B에 작용하는 구심력의 크기의 2배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. P는 A의 v_0 이다.

ㄴ. 가속도의 크기는 A가 B의 8배이다.

ㄷ. 질량은 A가 B의 $\frac{1}{4}$ 배이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

정답: ⑤

ㄱ. P와 Q의 등속 원운동의 속력은 각각 그래프의 최댓값인 $4v_0$, v_0 와 같다. 또한 그래프를 통해 등속 원운동의 주기가 $2t_0$, $4t_0$ 이다. 이때 원운동의 주기는 $\frac{2\pi R}{v}$ 이므로 P와 Q의 원운동 반지름비가 2:1이므로 P가 A, Q가 B이다.

ㄴ. 구심 가속도는 $a = \frac{v^2}{r}$ 이므로 A는 $\frac{(4v_0)^2}{2d}$ B는 $\frac{v_0^2}{d}$ 이므로 A가 B의 8배이다.

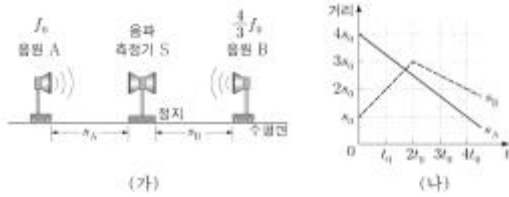
ㄷ. 구심력의 크기는 질량과 구심 가속도의 곱이다. A의 구심력의 크기가 B의 2배고 A의 구심 가속도가 B의 8배이므로 A의 질량은 B의 $\frac{1}{4}$ 배이다.

분석

230614와 완전히 같은, 기출에 나온 형태이니 9번으로 전진 배치된 것으로 생각합니다. 원운동은 다른 역학 주제와도 엮어서 나올 수 있는 좋은 소재입니다. 231120같은 문제가 좋은 예시겠죠. 원운동의 특성을 정리하여 두는 것이 좋을 듯합니다.

10번(도플러 효과)

10. 그림 (가)는 수평면에서 정지해 있는 음파 측정기 S와 진동수가 각각 f_0 , $\frac{4}{3}f_0$ 인 음파를 발생시키며 직선 운동을 하고 있는 음원 A, B를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 (가)의 S로부터 A, B까지의 거리 s_A , s_B 를 각각 시간 t 에 따라 나타낸 것이다. $t=t_0$ 일 때 A, B가 발생시킨 음파를 S가 측정할 진동수는 f_1 로 같고, $t=3t_0$ 일 때 B가 발생시킨 음파를 S가 측정할 진동수는 f_2 이다.



$\frac{f_2}{f_1}$ 는? (단, S, A, B는 동일 직선상에 있고, 음속은 일정하다) [3점]

- ① $\frac{25}{22}$ ② $\frac{13}{11}$ ③ $\frac{27}{22}$ ④ $\frac{14}{11}$ ⑤ $\frac{29}{22}$

해설

정답:④

풀이 스킬: 음속과 f_0 를 1로 둔다.

t_0 일 때 음원 A, B의 속력을 각각 $3v$, $4v$, $3t_0$ 일 때 음원 B의 속력을 $2v$ 라 하자. t_0 일 때 측정된 음원 A, B의 진동수는 $f_1 = \frac{1}{1-3v} = \frac{1}{1+4v} \times \frac{4}{3}$ 이므로 정

리하면 $v = \frac{1}{24}$, $f_1 = \frac{8}{7}$ 이다. $3t_0$ 일 때 측정된 음원 B의 진동수는

$$f_2 = \frac{1}{1-2v} \times \frac{4}{3} = \frac{48}{33} \text{이므로 } \frac{f_2}{f_1} = \frac{14}{11} \text{이다.}$$

분석

도플러효과는 음원이 움직이는 효과만이 남은 $f = \frac{V}{V \pm v_s} f_0$ 의 식을 쓰는 단순한 유형이 되었습니다. 결국 v_s 가 음속 V 의 몇 배인가를 구하는 것이 목적입니다. 계산 실수만 하지 않도록 합시다.

11번(광전효과)

11. 그림은 금속판 P, Q에 진동수가 f , $2f$ 인 단색광을 각각 비추어 정지 전압을 측정하는 광전 효과 실험 장치를 나타낸 것이다. 표는 방출된 광전자의 최대 운동 에너지에 해당하는 정지 전압과 물질과 파장의 최솟값을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, h 는 플랑크 상수이다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. $\lambda_1 = \sqrt{2} \lambda_2$ 이다.

ㄴ. Q의 일함수는 $\frac{1}{3}hf$ 이다.

ㄷ. P에 진동수가 f 인 단색광을 비추었을 때 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 $\frac{2}{3}hf$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

정답:③

풀이 스킴: $V_0 = 2$ 로 두어 보기 편하게 하자. $Em\lambda^2$ 은 일정하다.

정지전압은 최대 운동 에너지에 비례한다. 그러므로 정지전압을 최대 운동 에너지로 생각하자. 또한 단색광의 에너지는 단색광의 진동수에 비례하므로 단색광의 진동수를 에너지로 생각하여 표를 다음처럼 생각하자.

금속판	단색광의 에너지	최대 운동 에너지	물질과 파장의 최솟값
P	E	1	λ_1
P	$2E$	4	λ_2
Q	$2E$	2	λ_3

금속판이 P인 두 경우의 차이를 이용하면 $E = hf = 3\text{임}$ 을 알 수 있다. 이를 통해 금속판 P의 일함수는 2, Q의 일함수는 4임을 알 수 있다. 전자의 질량은 일정하므로 $K_{\max}\lambda_{\min}^2$ 이 일정하다. 따라서 표를 다음처럼 쓸 수 있다.

금속판	단색광의 에너지	최대 운동 에너지	물질과 파장의 최솟값
P(2)	3	1	$\lambda_1 = 2$
P(2)	6	4	$\lambda_2 = 1$
Q(4)	6	2	$\lambda_3 = \sqrt{2}$

ㄱ. $\lambda_1 = 2, \lambda_3 = \sqrt{2}$ 이므로 $\lambda_1 = \sqrt{2}\lambda_3$ 이다.

ㄴ. Q의 일함수는 4이므로 $4 = \frac{4}{3}hf$ 이다.

ㄷ. P에 단색광의 진동수가 f 인 빛을 비추면 최대운동에너지가 1이므로 $1 = \frac{1}{3}hf$ 이다.

풀이 과정을 장황하게 쓴 듯하지만, 현장 풀이는 이렇습니다.

11. 그림은 금속판 P, Q에 진동수가 $f, 2f$ 인 단색광을 각각 비추어 정지 전압을 측정하는 광전 효과 실험 장치를 나타낸 것이다. 표는 방출된 광전자의 최대 운동 에너지에 해당하는 정지 전압과 물질파 파장의 최솟값을 나타낸 것이다.

금속판	단색광의 진동수	정지 전압	물질파 파장의 최솟값
2 P	$3f$	0.5V	$2\lambda_1$
P	$6\ 2f$	4 V	$1\ \lambda_2$
4 Q	$6\ 2f$	2 V	$\sqrt{2}\ \lambda_3$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, h 는 플랑크 상수이다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. $\lambda_1 = \sqrt{2}\lambda_3$ 이다.

ㄴ. Q의 일함수는 $\frac{4}{3}hf$ 이다.

ㄷ. P에 진동수가 f 인 단색광을 비추었을 때 방출되는 광전자의 최대 운동 에너지는 $\frac{2}{3}hf$ 이다. $\frac{1}{3}hf$.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

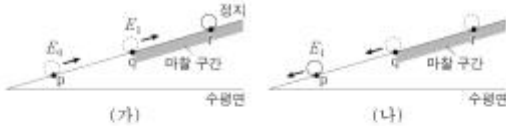
분석

왜인지는 모르겠는데 3점으로 자주 등장하는 소재입니다. $K_{\max} = E - W$ 를 이용하는 간단한 문제입니다. 그러나 물질파 파장을 물어보는지 단색광의 파장을 물어보는지로 낚시를 걸 수도 있습니다. 물질파 파장은 $E = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$ 을, 단색광

파장은 $E = \frac{hc}{\lambda}$ 를 이용합니다. 발문을 잘 읽으시길 바랍니다.

12번(일과 에너지)

12. 그림 (가), (나)와 같이 질량이 m 인 물체가 빗면의 점 p 를 지나 마찰 구간의 시작점 q 를 통과하여 최고점 r 에 도달한 후, 다시 q 와 p 를 지난다. (가)의 마찰 구간에서 물체의 역학적 에너지 감소량은 (나)의 마찰 구간에서 물체의 운동 에너지 증가량과 같다. (가)와 (나)의 qr 구간에서는 물체에 같은 크기의 일정한 마찰력이 작용한다. 물체의 운동 에너지는 (가)의 p 를 지날 때 E_0 이고, (가)의 q 를 지날 때와 (나)의 p 를 지날 때가 E_1 로 같다.



E_1 은? (단, 물체의 크기, 공기 저항, 마찰 구간 외의 모든 마찰은 무시한다.) [3점]

- ① $\frac{2}{5}E_0$ ② $\frac{3}{5}E_0$ ③ $\frac{2}{3}E_0$ ④ $\frac{4}{5}E_0$ ⑤ $\frac{5}{6}E_0$

해설

정답: ②

(가)에서 마찰 구간에서의 물체의 역학적 에너지 감소량과 (나)에서 마찰 구간에서의 운동 에너지 증가량이 같으므로 (가)에서의 비보존력의 크기와 (나)에서의 알짜힘의 크기가 같다. 이를 토대로 빗면력(보존력)의 크기를 $2f$, 마찰력(비보존력)의 크기를 f 로 둘 수 있다. qr 구간에서의 알짜힘의 크기는 (가)와 (나)가 각각 $3f$, f 이므로 (나)에서 q 에서의 운동 에너지는 $\frac{E_1}{3}$ 이다. 사전적격심사

사이의 운동 에너지 변화는 (가)와 (나)가 같으므로 $E_0 - E_1 = E_1 - \frac{E_1}{3}$ 이므로

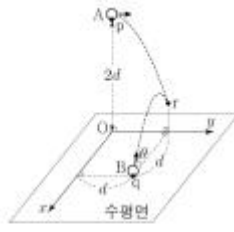
$E_1 = \frac{3}{5}E_0$ 이다.

분석

항상 꾸준하게 계산을 쥐어주는 역학적에너지 보존 문제입니다. 해당 문제는 220620의 마이너 형태이니 현장에서 푸는데는 큰 문제가 없었을 듯 합니다. 물1처럼 1차원에서 준다면 보존력과 비보존력의 크기를 구하는 형태, 2차원이 라면 포물선, 진자와 함께 자주 등장하는 것 같습니다.

13번(포물선 운동)

13. 그림과 같이 점 p에서 물체 A를 +y 방향으로 던진 순간, 점 q에서 물체 B를 x 축에 나란한 수평면상에서 수평면과 θ 의 각으로 던졌더니 두 물체가 각각 포물선 운동을 하여 점 r에서 만난다. p는 원점 O로부터 높이가 $2d$ 인 점이고, q는 x 축과 y 축으로부터 각각 d 만큼 떨어진 수평면상의 점이다.



$\tan\theta$ 는? (단, 물체의 크기는 무시한다.)

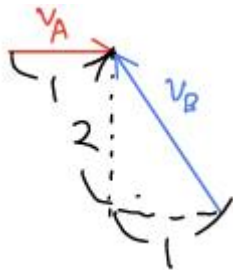
- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ③ 1 ④ $\sqrt{2}$ ⑤ 2

해설

정답:⑤

물체 A, B는 동시 출발, 동시 도착을 하는 상황에 있다. 수평면에 수직인 방향 (이후 z축방향으로 서술합니다)에 대해 A와 B의 상대속도를 생각하면 상대속도가 일정한 운동을 하고 이에 의한 변위의 크기가 $2d$ 이다. 또한 B는 x축 방향으로 등속도 운동을 하고 x축 방향의 변위의 크기는 d 이므로 $\tan\theta = \frac{2d}{d} = 2$ 이다.

풀이 스킬: 속도벡터 그리기



운동 방향을 펼쳐서 초속도를 생각해보면 다음과 같습니다.

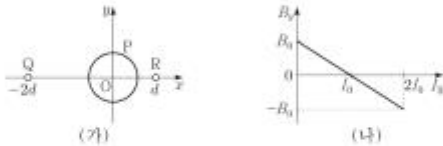
그림 바로 $\tan\theta = 2$ 가 보입니다.

분석

단순한 형태의 포물선 운동 문제입니다. 특이한 점이라면 그림이 3차원으로 주어졌다는 것입니다. 그러나 문제 읽고 5초만에 푸신 분들도 있으실 겁니다. 벡터를 활용할 수 있느냐 없느냐에 따라 풀이 시간이 확 차이 나는 문제였습니다. 그러나 평가원은 벡터 풀이를 그다지 달가워하지 않습니다. 수학에서 벡터를 모두가 배우지 않기에(교육과정 왜 이따구;) 이에 대해 풀이에 차이가 발생하는 부분이 생길 수 있기 때문입니다. 후에 기회가 된다면 이에 대해 글을 좀 써 보도록 하겠습니다.

14번(전류에 의한 자기장)

14. 그림 (가)와 같이 길이 중심이 원점 O인 원형 도선 P가 xy 평면상에 고정되어 있고, 무한히 긴 직선 도선 Q와 R는 xy 평면에 수직으로 고정되어 있다. P와 Q에는 각각 세기와 방향이 일정한 전류가 흐르고 있다. 그림 (나)는 (가)의 O에서 세 도선의 전류에 의한 자기장의 y 성분 B_y 를 R에 흐르는 전류의 세기 I_R 에 따라 나타낸 것이다. $I_R = I_0$ 일 때, O에서 세 도선의 전류에 의한 자기장의 세기는 B_0 이다.



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

- <보 기>
- ㄱ. Q와 R에 흐르는 전류의 방향은 서로 반대이다.
 - ㄴ. Q에 흐르는 전류의 세기는 $2I_0$ 이다.
 - ㄷ. $I_R = 2I_0$ 일 때, O에서 세 도선의 전류에 의한 자기장의 세기는 $\sqrt{2}B_0$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

해설

정답: ⑤

ㄱ. P에 의한 자기장은 xy 평면과 수직하고 Q,R에 의한 자기장은 y 축과 평행하다. I_R 이 증가함에 따라 세 도선에 의한 y 축 방향 자기장의 세기가 감소하고 Q와 R이 O에 대해 서로 반대 방향에 있으므로 Q와 R에 흐르는 전류의 방향은 같다.

ㄴ. $I_R = I_0$ 일 때 y 축 방향 자기장의 세기는 0이므로 P에 의한 자기장만 남고 이 세기가 B_0 이다. 또한 $I_R = 0$ 일 때 y 축 방향의 자기장의 세기가 B_0 이므로 $k \frac{I_0}{d} = B_0$ 임을 알 수 있다. Q와 O 사이의 거리는 $2d$ 이므로 Q에서의 전류의 세기는 $2I_0$ 이다.

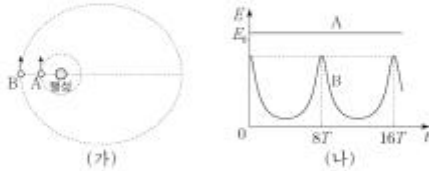
ㄷ. $I_R = 2I_0$ 일 때 y 축 방향의 자기장의 세기가 B_0 이므로 세 도선에 의한 자기장의 세기는 $\sqrt{B_0^2 + B_0^2} = \sqrt{2}B_0$ 이다.

분석

주로 2차원 합성이 등장하고 있습니다. 231118은 3차원 자기장이 등장하기도 하였으나 세 벡터가 모두 수직하여 계산에는 큰 문제가 없는 형태인 만큼 2차원 계산이 마지노선으로 나올 것입니다.

15번(케플러 법칙)

15. 그림 (가)는 동일한 평면에서 질량이 M 인 행성을 중심으로 원운동을 하는 위성 A와, 같은 행성을 한 초점으로 타원 운동을 하는 위성 B가 가장 가까워진 순간의 모습을 나타낸 것이다. 이때 A 중심과 B 중심 사이의 거리는 A의 궤도 반지름과 같다. 그림 (나)는 (가)의 순간부터 A, B의 운동 에너지 E 를 시간 t 에 따라 나타낸 것이다. A의 질량은 m 이고, 공전 주기는 T 이며, 운동 에너지는 E_0 이다.



$t=4T$ 일 때, A 중심과 B 중심 사이의 거리는? (단, 중력 상수는 G 이고, A, B에는 행성에 의한 중력만 작용한다.)

- ① $\frac{3GMm}{E_0}$ ② $\frac{7GMm}{2E_0}$ ③ $\frac{4GMm}{E_0}$ ④ $\frac{9GMm}{2E_0}$ ⑤ $\frac{5GMm}{E_0}$

해설

정답: ②

A의 속력을 v 라 하면 A의 운동에너지는 $E_0 = \frac{1}{2}mv^2$ 이다. A의 원 궤도 반지름

을 R 이라 하면, 위성 A의 속력은 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ 이므로 $E_0 = \frac{GMm}{2R}$ 이다. 이를

정리하면 $R = \frac{GMm}{2E_0}$ 이다. A, B의 운동 주기가 각각 T , $8T$ 이므로

$T \propto \sqrt{\frac{a^3}{M}}$ 의 관계에 의해 B의 긴반지름은 $4R$ 이다. $t=4T$ 일 때, A는 그림

(가)의 위치에, B는 타원궤도의 현재위치의 반대 꼭짓점에 있고 그림 (가)에서의 A와 B사이의 거리가 R 이므로 $t=4T$ 일 때 A와 B사이의 거리는

$7R = \frac{7GMm}{2E_0}$ 이다.

풀이스킬: 천체에서의 비리얼을 외워둔다. $2K + U = 0$, $U = -\frac{GMm}{R}$

$E_0 = \frac{GMm}{2R}$ 임을 바로 얻을 수 있다.

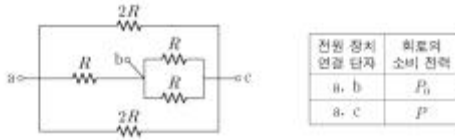
현장에서의 풀이: $t=4T$ 일 때 거리가 $7R$ 이니까 답에 7이 있는걸 고르고 검산
분석

요즘 케플러에서 계산을 꽤나 요구하고 있습니다. 231116의 계산이 가장 인상적이긴 합니다만 이후로 이정도의 계산을 요구하진 않겠쥬. 최근 대부분의 형

태에선 $T \propto \sqrt{\frac{a^3}{M}}$ 을 이용하여 처리 가능합니다. 그래프나 표를 통해 주기를 찾아내어 케플러3법칙에 대입하는 형태가 가장 많이 나오고, 행성을 2개주고 행성의 질량에 따른 계산을 시키는 형태도 최근 230911에 등장하여 학생들을 당황시켰죠. 개념공부+본인의 계산틀을 만들어두시는 것이 중요해 보입니다. 해당 문제에선 역학적 에너지를 함께 물어보고 있는데, 천체역학에서의 비리얼을 알아둔다면 전개과정없이 바로 쓸 수 있습니다. 이런 심화과정으로 날먹할 수 있는 형태를 후에도 다룰지는 모르겠으나 적당한 $+a$ 를 가져봅시다. $2K+U=0$, $U=-\frac{GMm}{R}$ 의 형태로 기억해 두시고, 변수에 따라 대입하시면 됩니다.

16번(저항의 연결)

16. 그림과 같이 저항값이 각각 R , $2R$ 인 저항을 연결하였다. 표는 단자 a, b, c 중 두 단자를 전압이 V 인 전원 장치에 연결하여 회로를 구성하였을 때, 회로의 소비 전력을 나타낸 것이다.



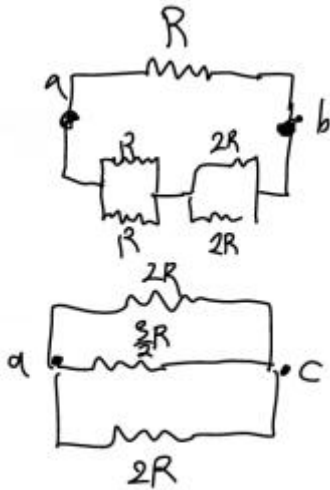
$\frac{P}{P_0}$ 는? [3점]

- ① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{2}{3}$ ③ $\frac{4}{5}$ ④ 1 ⑤ $\frac{4}{3}$

해설

정답:④

각각의 상황에 맞는 등가회로를 그려보면



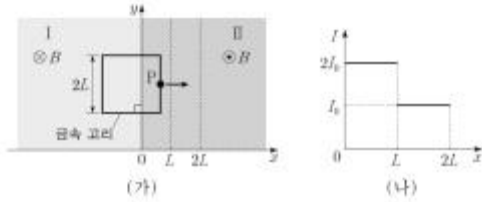
ab, ac를 연결한 상황 모두 합성저항이 $\frac{3}{5}R$ 로 같으므로 두 회로의 소비 전력은 같다. 즉 $\frac{P}{P_0}=1$ 이다.

분석

계산을 확 줄 수있고 무난하게도 넘어 갈 수도 있는 회로파트입니다. 일반적인 풀이 상황은 등가회로를 그려 합성저항을 구하여 옴의 법칙을 쓰거나 전력을 구하는 것이 주된 형태가 되는데, 키르히호프법칙을 쓰는 등 다양한 풀이전략을 쓸 수 있으니 다양한 풀이방식을 연습하시길 바랍니다.

17번(전자기 유도)

17. 그림 (가)와 같이 길이 저항값이 R 이고 한 변의 길이가 $2L$ 인 정사각형 금속 고리를 균일한 자기장 영역 I, II가 있는 xy 평면상에서 $+x$ 방향으로 운동시킨다. 고리의 한 점 P는 $0 \leq x \leq L$, $L < x \leq 2L$ 에서 각각 속력 v_1 , v_2 로 등속도 운동을 한다. 그림 (나)는 P의 위치에 따라 고리에 유도되는 전류의 세기 I 를 나타낸 것이다. I, II에서 자기장의 세기는 B 로 같고, 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 각각 들어가는 방향, 나오는 방향이다.



$v_1 + v_2$ 는? (단, 금속 고리의 굵기는 무시한다.)

- ① $\frac{5I_0 R}{8BL}$ ② $\frac{3I_0 R}{4BL}$ ③ $\frac{7I_0 R}{8BL}$ ④ $\frac{I_0 R}{BL}$ ⑤ $\frac{9I_0 R}{8BL}$

해설

정답: ②

I과 II의 자기장의 방향이 반대이고 세기가 B 로 같으므로 금속 고리에 유도되는 전류의 세기는 $2I_0 = \frac{2BLv_1 + 2BLv_1}{R}$, $I_0 = \frac{2BLv_2 + 2BLv_2}{R}$ 이다. 이를 정리

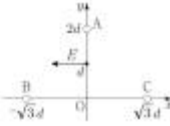
하면 $v_1 = \frac{RI_0}{2BL}$, $v_2 = \frac{RI_0}{4BL}$ 이므로 $v_1 + v_2 = \frac{3RI_0}{4BL}$ 이다.

분석

전형적인 전자기 유도 문제입니다. 그래프를 통해 자속의 변화를 체크하고 그에 맞는 변수를 정리하는 것이 목적입니다. 이 또한 계산 실수만 적다면 큰 문제는 없으니 기출만 열심히 푸셔도 될 듯 합니다.

18번(전기장)

18. 그림과 같이 점전하 A, B, C가 xy 평면에서 각각 y 축상의 $y=2d$ 와 x 축상의 $x=-\sqrt{3}d, x=\sqrt{3}d$ 에 고정되어 있다. y 축상의 $y=d$ 인 점에서 전기장의 크기는 E 이고, 방향은 $-x$ 방향이다. A, B의 전하의 종류와 전하량의 크기는 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

- <보 기>
- ㄱ. A는 양(+)전하이다.
 - ㄴ. 전하량의 크기는 C가 A의 7배이다.
 - ㄷ. 원점 O에서 전기장의 x성분은 $-\sqrt{3}E$ 이다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

정답:③

풀이 스킬: 상대량으로 계산을 간단하게

ㄱ. A, B를 -전하라 가정하자. y 축 상의 $y=d$ 에서의 전기장 벡터를 나타내면 다음과 같다.



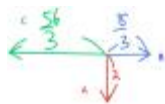
y 축 방향 자기장을 소거하면, $-x$ 축 방향 자기장을 만들 수 없으므로 모순이다. 따라서 A, B는 +전하이다.

ㄴ. y 축 상의 $y=d$ 에서의 전기장 벡터를 나타내면 다음과 같다.



A에 의한 전기장의 세기를 8이라고 하면 B에 의한 전기장의 세기는 2, C에 의한 전기장의 세기는 14이므로 C의 전하의 크기는 B의 전하의 크기의 7배이다. 또한 $E=6\sqrt{3}$ 으로 나타낼 수 있다.

ㄷ. O에서의 전기장 벡터를 나타내면 다음과 같다.



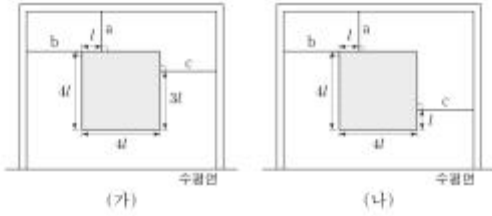
O에서의 전기장 x성분은 $-16 = -\frac{8}{9}\sqrt{3}E$ 이다.

분석

간단한 귀류가 들어간 전기장문제입니다. 수치적인 계산보다는 논리적인 추론이 빨라야 합니다. 개인적으로 이런 점전하 문제는 물1이 더 어렵다고 생각되니 연습이 필요하신 분들은 물1의 전기력문제를 찾아서 풀어보시는 것도 좋은 경험이 될 것입니다.

19번(역학적 평형)

19. 그림 (가), (나)와 같이 한 변의 길이가 $4l$ 이고 정사각형인 동일한 물체가 실 a, b, c에 각각 매달려 수평을 이루며 정지해 있다. a는 연직선상에 있으며, b, c는 수평면과 나란하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 물체의 밀도는 균일하고, 물체의 두께, 실의 질량은 무시한다.)

<보 기>

ㄱ. a가 물체에 작용하는 힘의 크기는 (가)에서와 (나)에서가 같다.
 ㄴ. (나)에서, a가 물체에 작용하는 힘의 크기는 b가 물체에 작용하는 힘의 크기의 3배이다.
 ㄷ. c가 물체에 작용하는 힘의 크기는 (가)에서가 (나)에서의 3배이다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

정답:⑤

ㄱ. 실 a로부터 오른쪽으로 l 만큼 떨어진 지점을 회전축으로 하자. 그럼 돌림힘을 계산할 때 물체와 실 b에 의한 돌림힘은 생략할 수 있다. (가)에서 실 a의 장력을 f 라 하면 힘의 평형에 의해 물체의 무게는 f , 돌림힘 평형에 의해 실 c의 장력도 f 이다. 연직방향힘은 실 a의 장력, 무게가 유일하므로 (나)에서의 실 a의 장력은 f 이다. 즉 (가)와 (나)에서 실 a의 장력은 같다.

ㄴ. (나)에서 돌림힘 평형에 의해 $f \times l = \frac{f}{3} \times 3l$ 이므로 실 c의 장력은 $\frac{f}{3}$, 힘의 평형에 의해 실 b의 장력도 $\frac{f}{3}$ 이므로 a가 물체에 작용하는 힘의 크기는 b가 작용하는 힘의 크기의 3배이다.

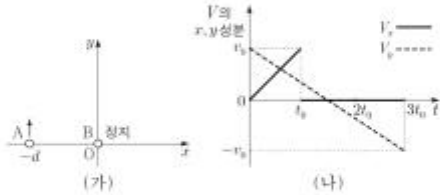
ㄷ. (가)에서 f , (나)에서 $\frac{f}{3}$ 이므로 (가)에서가 (나)에서의 3배이다.

분석

2차원 돌림힘을 본격적으로 시작하는 느낌입니다. 그러나 달라지는 맥락은 크게 없습니다. 어디를 회전축으로 잡아서 계산을 할지를 문제를 풀어보시며 많이 고민해 보시길 바랍니다. 또한 돌림힘 문제도 다양한 풀이를 구사할 수 있으니 다양한 풀이를 시도하시고 자신의 틀을 만드시길 바랍니다.

20번(등가속도 운동)

20. 그림 (가)와 같이 xy 평면에서 시간 $t=0$ 일 때 물체 A는 $+y$ 방향으로 x 축상의 $x=-d$ 인 점을 지나고, 물체 B는 원점 O에 정지해 있다. 정지해 있던 B는 $t=t_0$ 일 때 O에서 $+x$ 방향으로 속력 v_0 으로 출발한다. A와 B는 각각 운동하는 동안 서로 다른 가속도로 등가속도 운동을 하다가 $t=3t_0$ 일 때 x 축에서 만난다. 그림 (나)는 A, B의 속도의 차(A의 속도 - B의 속도)를 V 라 할 때, V 의 x, y 성분 V_x, V_y 를 각각 t 에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 물체의 크기는 무시한다.) [3점]

- < 보 기 >
- | |
|--|
| ㄱ. $t=2t_0$ 일 때 B의 속력은 $2v_0$ 이다.
ㄴ. $d=v_0t_0$ 이다.
ㄷ. A는 y 축상의 $y=\frac{4}{3}d$ 인 점을 지난다. |
|--|

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

해설

정답: ③

ㄱ. (나)의 그래프를 살펴보면 A는 $+y$ 방향으로 v_0 로 운동하기 시작하여 $\left(\frac{v_0}{t_0}, -\frac{2v_0}{3t_0}\right)$ 의 가속도를 가진다. $t=t_0$ 에서 x 축은 속도의 차이가 0이 되어 이후 유지되고 y 축방향은 일정한 것을 보아 B는 $+x$ 방향으로 v_0 의 속력으로 운동하기 시작하여 $\left(\frac{v_0}{t_0}, 0\right)$ 의 가속도를 가진다. 따라서 $t=2t_0$ 일 때 B의 속력은

$$v_0 + \frac{v_0}{t_0} \times t_0 = 2v_0 \text{이다.}$$

ㄴ. $t=t_0$ 이후 x 방향 속도의 차이가 없으므로 $t=t_0$ 에 A와 B는 동일한 x 좌표에 위치한다. 따라서 A는 $t=t_0$ 일 때 x 축 방향으로 d 만큼 이동하고 A의 x 축 방향 평균속도는 $\frac{0+v_0}{2} = \frac{v_0}{2}$ 이므로 $d = \frac{v_0 t_0}{2}$ 이다.

ㄷ. $t=t_0$ 일 때 y 축 상의 점을 지나고 $t=0$ 에서부터 $t=t_0$ 까지의 A의 y 방향

평균속도는 $\frac{v_0 + \frac{1}{3}v_0}{2} = \frac{2}{3}v_0$ 이고 $\frac{2}{3}v_0 t_0 = \frac{4}{3}d$ 이므로 y축 상의 $y = \frac{4}{3}d$ 를 지난다.

분석

20번 단골소재, 2차원 등가속도 운동입니다. 2차원 등가속도 운동에서는 다양한 형태로 문제를 낼 수 있습니다. 가속도가 2차원인지, 시간에 대해서 동시출발, 동시도착인지, 시간차가 나는지, 운동상태의 어떤 값(변위, 속도, 가속도 등)을 주었는지 등등 다양한 형태로 문제를 만들 수 있습니다. 각 상황에 대해서 어떻게 문제를 풀 것인지를 충분히 고민해 두시길 바랍니다.

총평

작년 수능보단 쉽지만 6,9평에 비해서는 어렵게 나왔습니다. 전반적으로 문제가 어렵다기보다는 간간이 계산을 깔아두고 시간을 끌어 운영을 힘들게 하려는 의도가 있습니다. 올해 과탐 시험지의 느낌이 시간을 끌려는 의도가 강하게 보입니다. 물리학1을 봐도 발문의 길이가 여타 시험지에 비해 상당히 깁니다. 본인만의 시험지 운영 방법을 모의고사를 통해 정리해 두시길 바랍니다.