

2015학년도 6월 모의고사

물리1 고전역학 문제 풀이

문제의 해설은

1. 보기가 있을 경우  $\gamma$ - $\beta$  브리핑부터 시작됩니다. <참고>  $\gamma$ - $\beta$  브리핑은 그림을 쓱 보고,  $\gamma$ - $\beta$ 을 보았을 때 어떤 생각을 할 수 있을까?를 알아보는 것입니다. 그림과  $\gamma$ - $\beta$ 을 보면서 당연히 틀리거나 맞은 것은 그 자리에서 풀이를 제시하게 됩니다.
2. 시간을 많이 쏟게 되는 물리1 고전역학 문제들에서 시험장에서 할 수 있는(출제자의 입장이 아닌) 빠른 풀이, '스피드 풀이'를 제공하게 됩니다.
3.  $\gamma$ - $\beta$  브리핑을 먼저 하였기 때문에, 풀이 순서는  $\gamma \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$ 이 아닐 수도 있습니다.
4. 문제가 이미 풀렸을 경우, '보너스 풀이'가 진행됩니다. 문제 풀이이므로 다 풀어 드리는데 맞기 때문입니다.
5. 문제 총평이 있습니다.
6. 그 외의 팁들을 드릴 수 있습니다.
7. 보너스 문제 2문제는 고전역학이 아닌 문제 중 가장 뒤에 있는 문제, 그 외의 문제 중 오답률 최고를 기록한 문제입니다.

1. 그림은 케플러 법칙과 만유인력 법칙에 대해 철수, 영희, 민수가 대화하고 있는 모습을 나타낸 것이다.



제시한 의견이 옳은 사람만을 있는 대로 고른 것은?

- ① 철수                      ② 영희                      ③ 철수, 민수
- ④ 영희, 민수              ⑤ 철수, 영희, 민수

<스피드 풀이>

모두가 맞는 이야기를 하였다!

철수 : 케플러 제 1법칙

영희 : 행성과 태양 사이에 작용하는 힘이 만유인력

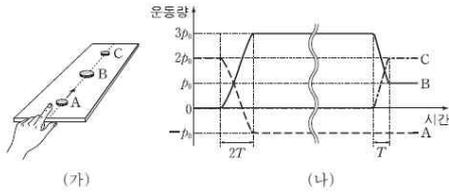
민수 : 사과를 보고 만유인력을 생각해냈다는 설이 있다. 사과가 허공에 있다면, 지구 중심 방향으로 힘을 받으므로 만유인력 법칙으로 설명할 수 있다.  $F=mgh$ 는 간소화한 식이다.

답 ⑤

<문제 총평>

잘 읽으시고 빠르게 맞는 답을 고르시면 됩니다.

7. 그림 (가)는 수평면에 정지해 있는 동전 B를 향해 손가락으로 동전 A를 쾅기는 모습을 나타낸 것이다. B는 A와 충돌한 후 정지해 있던 동전 C와 충돌한다. 그림 (나)는 이 과정에서 A, B, C의 운동량을 시간에 따라 나타낸 것이다. A와 B의 충돌 시간은  $2T$ 이고, B와 C의 충돌 시간은  $T$ 이다. B의 질량은 C의 2배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~C는 동일 직선 상에서 운동한다.) [3점]

- <보기>
- ㄱ. A는 B와 충돌 후 충돌 전과 반대 방향으로 움직인다.
  - ㄴ. B가 C와 충돌한 후, C의 속력은 B의 속력의 2배이다.
  - ㄷ. B가 받은 평균 힘의 크기는 A와 충돌하는 동안이 C와 충돌하는 동안보다 크다.

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

<ㄱ ㄴ ㄷ 브리핑>

ㄱ. 그래프에서 운동량이 양에서 음으로 갔으니깐 맞다. O

ㄴ. 문제 그대로

ㄷ.  $\left| \frac{\Delta p_{BA}}{2} \right| > |\Delta p_{BC}|$

<스피드 풀이>

ㄴ 충돌 후 C의 운동량이 B의 운동량의 2배이고, C의 질량이 B의 질량의 0.5배이므로 C의 속력은 B의 속력의 4배가 된다. X

ㄷ A랑 충돌했을 때 변화량이  $3p_0$ , C랑 충돌했을 때는  $2p_0$ 이므로 ㄷ에서 주장하는 식

에 넣어보면  $\frac{3}{2}p_0 > 2p_0$ . X

답 ①

<문제 총평>

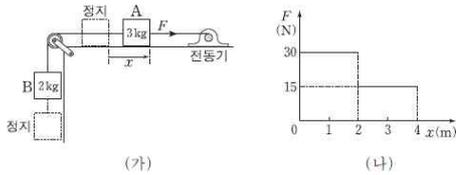
6월 모의고사는 역학 문제들이 오답률 최고를 거의 다 채웠습니다. 이 문제도 그런 문제 중에 하나예요.

1. ㄴ에서 B의 질량을 M이라고 해 두고, C의 질량은  $\frac{M}{2}$ 라고 하고 속도를 구하는 것은 좋은 풀이 방법입니다. 하지만 이

문제는 그럴 필요가 별로 없었어요. 그렇게 하지 않아도 속력은 운동량에 비례하고 질량에 반비례한다는 것만 알면 되는 보기였습니다. 변수를 하나 늘릴 때마다 풀이의 양이 길어진다는 것을 염두해 두세요.

2. 평균 힘의 크기라는 것을 보고 당황하실 수 있는데, 운동량과 충격량을 구할 때  $mv$ 로도 구할 수 있지만  $F\Delta t$ 로도 구할 수 있어요. 전 물리 1에서는 역학의 비중이 많아서  $mv$ 만 가지고 내도  $F\Delta t$ 로 다른 문제를 내도 되었는데, 이제 '고전역학'의 비중이 5문제 정도로 출제되기 때문에 같이 나올 확률이 높습니다.

8. 그림 (가)는 B와 실로 연결되어 수평면에 정지해 있던 A를 전동기가 수평 방향으로 힘  $F$ 로 당기고 있는 것을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 A가 4m 이동하는 동안  $F$ 의 크기를 A의 위치  $x$ 에 따라 나타낸 것이다. A, B의 질량은 각각 3kg, 2kg이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이고, 모든 마찰과 공기 저항, 실의 질량은 무시한다.) [3점]

- <보기>
- ㄱ.  $x=3\text{m}$ 일 때, 실이 B를 당기는 힘의 크기는 18N이다.
  - ㄴ.  $F$ 가 한 일은 B의 역학적 에너지 증가량과 같다.
  - ㄷ. A의 최대 속력은  $2\text{m/s}$ 이다.

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

<ㄱ, ㄴ, ㄷ 브리핑>

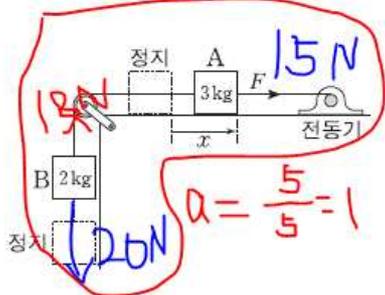
ㄱ, ㄷ 문제 그대로

ㄴ A의 운동 에너지 증가량이 빠졌다. X

<스피드 풀이>

ㄱ.  $x=3\text{m}$ 일 때, A와 B를 한 계로 보면 오른쪽으로 미는 15N(전동기), 왼쪽으로 미는 20N(B 중력)가 존재한다. 따라서 왼쪽으로 5N의 힘을 받고, 가속도는 왼쪽으로  $1\text{m/s}^2$ 이다. 따라서 B의 장력은  $20\text{N} - 1\text{m/s}^2 \times 2\text{kg} = 18\text{N}$ 이 된다. O

Tip. 그림으로 보는 풀이



실은 항상 팽팽하기 때문에 한 계로 묶을 수 있습니다.

ㄷ. B가 받는 중력이 20N이므로  $F > 20$ 일 때만 A의 속력이 증가한다.  $x=2$ 일 때 A의 속력이 최대이다. (A는  $x=4$ 일 때도 전동기에 의해 오른쪽으로 이동하기 때문에 속력은 +이다.)

$x=2$ 일 때 전동기가 한 일은 그래프의 면적이므로 60J, 중력이 한 일은  $mgh = -40\text{J}$ , 그러므로 계의 운동 에너지는 20J이다.

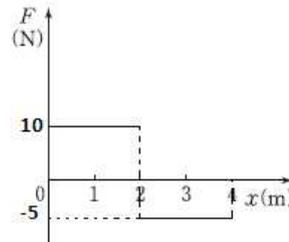
$$\frac{1}{2}5v^2 = 20 \text{이고, } v = 2\sqrt{2} \text{이다. X}$$

답 ①

<문제 총평>

1. 그래프가  $F-x$  그래프가 나왔을 때는 무조건 일(J)로 생각을 적어도 한번 해 보아야 한다. 이걸  $v-t$  or  $x-t$  그래프로 바꾸려고 하면 일단  $t$ 라는 새로운 변수를 만들어 내기 때문에 무리수.

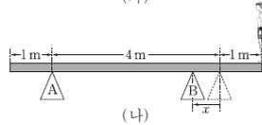
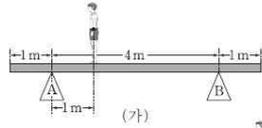
2. A의 최대 속력이라는 말에  $F$ 를 어디까지 해야 되나 헷갈릴 때 차라리 그래프를 한번 더 그려보는 것이 좋다.  $F_{net}-x$  그래프를 그려보면,



이런 그래프가 나온다. 가속도가 양이 될 때만 속력이 증가하므로,  $x=2$ 일 때 속력이 최대가 된다.

3. 이 문제는  $F=ma$ 로 장력을 구하는 것과, 역학적 에너지 문제가 같이 나온 고난도 문제이다. ㄱ을 풀고 난 뒤, 그 뜻으로 밀고 나가지 말고  $F-x$  그래프를 준 이유를 떠올리며 역학적 에너지 관점으로 ㄷ을 푸는 것이 좋다.

19. 그림 (가)는 두 받침대 A, B 위에 놓인 길이 6m, 질량 40kg인 직육면체 나무판 위에 철수가 정지해 있는 상태에서 나무판이 수평을 유지하고 있는 모습을 나타낸 것이다. 이때 A가 나무판을 떠받치는 힘의 크기는 650N이다. 그림 (나)는 B의 위치를 왼쪽으로  $x$ 만큼 이동시킨 후, 철수가 나무판의 오른쪽 끝에서 서 있는 모습을 나타낸 것이다.

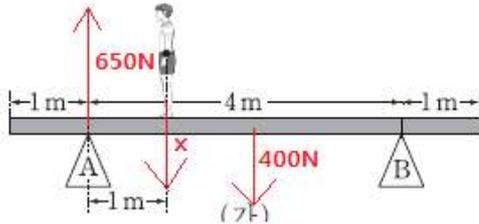


나무판이 수평을 유지할 수 있는  $x$ 의 최댓값은? (단, 중력 가속도는  $10\text{m/s}^2$ 이고, 나무판의 밀도는 균일하며 두께와 폭은 무시한다.) [3점]

- ① 0.1m    ② 0.2m    ③ 0.3m    ④ 0.4m    ⑤ 0.5m

<스피드 풀이>

(가)에서 철수의 무게를  $x$ 라고 하자.



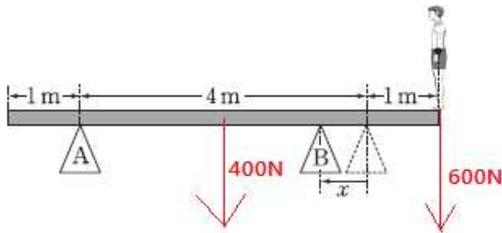
B에서 돌림힘의 합이 0이므로

$$650 \times 4 = 3 \times x + 400 \times 2$$

$$x = 600\text{N}$$

(나)에서 수평이 파괴되려면 A에서 수직항력이 0이 되어야 한다.

Tip) 무너지는 그림을 떠올려 보았을 때, A에서 나무판이 뜨기 시작하고(수직항력 0) B에서 나무판이 천천히 쓰러져 내려가는 것(돌림힘 합 0이 아님)을 떠올릴 수 있다.



B에서의 돌림힘이 0일 때,

$$400 \times (2 - x) = 600 \times (1 + x)$$

$$x = 0.2$$

답 ②

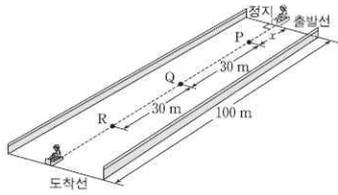
<문제 총평>

보통 돌림힘 문제는 어렵지 않게 출제되기 때문에 (가)에서 철수의 무게와 B가 나무판을 받치는 힘의 크기만 물어보는 것으로 끝날 법했습니다. 하지만 여기서는 (나)에서 문제를 아주 어렵게 만들어 놓았습니다.

B가 왼쪽으로 갈 때를 서서히 떠올려 보면, A에서 뜨고 B에서 미끄러진다는 것을 생각해 볼 수 있습니다. A에서 뜬다=나무판을 받치는 힘의 크기가 0이 된다=수직항력 0, B에서 미끄러진다=돌림힘의 합이 0이 안 되는 최초의 상태라는 것을 떠올려 볼 수 있습니다.

이렇게 해서 B에서 돌림힘을 0, A에 힘이 아무것도 들어가지 않는 상태를 떠올려 볼 수 있고, 이 때 답이 나옵니다.

20. 그림은 출발선에 정지해 있던 눈썰매가 등가속도 직선 운동하는 모습을 나타낸 것이다. 눈썰매의 평균 속력은 P에서 Q까지와 Q에서 R까지 이동하는 동안 각각 10m/s, 15m/s이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보기>
- ㄱ. 가속도의 크기는  $4\text{m/s}^2$ 이다.
  - ㄴ. 출발선에서 P까지의 거리  $x$ 는 12m이다.
  - ㄷ. 도착선에 도달하는 순간의 속력은  $20\text{m/s}$ 이다.

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

<ㄱ ㄴ ㄷ 브리핑>

ㄱ ㄴ ㄷ 문제 그대로

P에서 Q까지 평균 속력이  $10\text{m/s}$ 이므로 3초 걸렸다는 것을 알 수 있다.

가속도를  $a$ 라 하면 P에서 속력이  $10-1.5a$ , Q에서 속력이  $10+1.5a$ 라는 것이 나온다.

Q에서 R까지 평균 속력이  $15\text{m/s}$ 이므로 2초 걸렸고, Q에서 속력이  $15-a$ 이다.

$$10+1.5a=15-a, a=2\text{m/s}^2 \quad \text{ㄱ X}$$

P에서 속력이  $7\text{m/s}$ , 여기까지 시간이

$$\frac{7\text{m/s}}{2\text{m/s}^2} = 3.5\text{s} \text{ 걸렸으므로}$$

$$x = \frac{(7\text{m/s} + 0)}{2} \times 3.5\text{s} = 12.25\text{m} \quad \text{ㄴ X}$$

답 ③

<보너스 풀이>

ㄷ 역으로 풀어보면 도착할 때까지 10초 걸렸다고 보기 ㄷ에서 주장하고 있고,

$\frac{1}{2}at^2 = 100$ 이 실제로 나오기 때문에 ㄷ은 옳다.

<문제 총평>

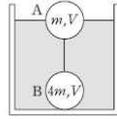
1. 그래프를 그리기 상당히 안 좋은 문제입니다. 그래프를 그려봤자 문제의 풀이가 오히려 복잡해 보입니다. 문제에서의 조건을 충분히 이용하고, 특히 평균 속도와

관련된 조건들을 숙지하고 있으면 잘 풀 수 있습니다.

2. AB에서 평균 속도가  $v$ , 걸린 시간이  $t$ , 가속도가  $a$ 면 A에서 속력은  $v - \frac{1}{2}at$ , B에서 속력은  $v + \frac{1}{2}at$ 가 나옵니다.

보너스 문제-유체역학

18. 그림과 같이 질량이 각각  $m$ ,  $4m$ 이고 부피가  $V$ 로 같은 물체 A와 B가 실로 연결되어 정지해 있다. A는 액체에 절반만 잠겨 있고, B는 수평인 바닥에 놓여 있다. 액체의 밀도는 A의 밀도의 3배이다.



바닥이 B를 떠받치는 힘의 크기는? (단, 중력 가속도는  $g$ 이고, 실의 질량은 무시한다.) [3점]

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

한 번 공부해두면 다시는 틀릴 일이 없게 되니까, 한 번 빠르게 해봅시다.

<스피드 풀이>

바닥이 B를 떠받치는 힘의 크기=중력-부력

중력 :  $4mg + mg = 5mg$

부력 : 먼저 액체의 밀도를 구하자.

A의 밀도  $\frac{m}{V}$ 이므로 액체의 밀도  $\frac{3m}{V}$

B가 받는 부력  $\rho g V = \frac{3m}{V} \times g V = 3mg$

A가 받는 부력  $\rho g V = \frac{3m}{V} \times g \times \frac{V}{2} = \frac{3}{2}mg$

합하면  $\frac{9}{2}mg$

바닥이 B를 떠받치는 힘의 크기=중력-부력

$= 5mg - \frac{9}{2}mg = \frac{1}{2}mg$

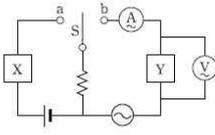
답 ②

<문제 총평>

- 유체역학은 베르누이만 나오지 않는다면 고전역학이랑 똑같이 풀 수 있습니다. 그냥 부력 하나 추가된 것 뿐입니다.
- 실제로 이 문제의 풀이 공간이 많이 적습니다. 그러니까 쓸데없는 계산을 최소화 하기 위해서 문제의 바닥이 B를 떠받치는 힘의 크기에 밑줄을 긋고, 중력-부력이라고 쓴 뒤 중력에  $5mg$  쓰고 간단하게 부력을 구하는 것이 중요합니다.
- 오히려 20번보다 쉬워 보이는데, 유체를 잘 공부하지 않고 어려워해서(범위를 그렇게 넓게 해놓고 한 문제 내서)(타 과탐 1과의 난이도 차이가 엄청나서) 3점이 된 것도 같습니다. 유체는 고전역학과 달리

보너스 문제-전자기학(오답률 62%)

15. 그림과 같이 전기 소자 X와 Y를 이용하여 회로를 구성하였다. X, Y는 코일과 축전기를 순서 없이 나타낼 것이다. 스위치 S를 a에 연결하였더니 저항에 흐르는 전류의 세기가 점점 작아지다가 0이 되었다.



S를 b에 연결하고 교류 전원의 진동수만을 증가시킬 때, 전류계와 전압계에서 측정되는 물리량에 대한 설명으로 옳은 것은? [3점]

- | 전류     | 전압   | 전류     | 전압   |
|--------|------|--------|------|
| ① 증가한다 | 감소한다 | ② 감소한다 | 감소한다 |
| ③ 증가한다 | 일정하다 | ④ 감소한다 | 증가한다 |
| ⑤ 증가한다 | 증가한다 |        |      |

<스피드 풀이>

a에 연결하였더니 전류의 세기가 작아지다가 0이 되었다. → X는 축전기.

(X가 코일일 경우 전류의 세기가 한 값으로 일정해진다.)

Y는 코일, b와 연결하면서 X는 문제에서 빠진다.

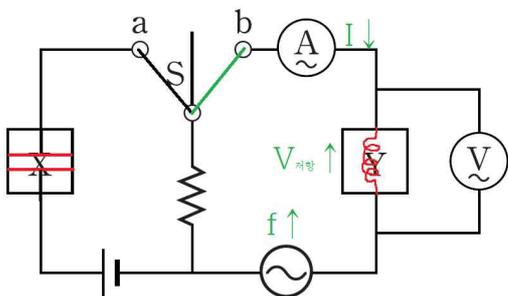
교류 전원의 진동수를 증가시키면 코일은 더 심하게 전류를 방해하므로 전류계는 감소한다.

더 심하게 전류를 방해=반대되는 전압이 커짐=코일의 양단에 걸리는 전압 증가.

답 ④

<문제 총평>

축전기와 코일에 대해서 이해하고 있다면 빠르고 정확하게 풀어낼 수 있는 문제였습니다. 제가 시험을 보고 있는 학생이었다면 아래와 같이 그림을 그리면서 풀었을 것 같습니다.



검정색과 빨간색이 a로 연결했을 때 알 수 있는 정보, 초록색이 b로 연결하고 진동수가 변했을 때 바뀌는 과정입니다. 코일이 교류

에서는 진동수에 따라 달라지는 가변 저항과 비슷한 역할을 한다고 외워두시면 좋을 것 같습니다.