

2016학년도 파스칼 모의고사 1회 해설지

과학탐구 영역(물리 I)

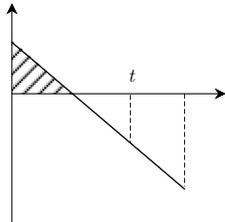
제 4 교시

<파스칼 모의고사 1회 빠른 정답>

1	③	2	①	3	④	4	④	5	②
6	⑤	7	③	8	③	9	②	10	⑤
11	④	12	①	13	③	14	⑤	15	⑤
16	④	17	②	18	②	19	③	20	②

1. 속도와 가속도

물체가 L만큼 이동한 후 속도가 0이 되고, 다시 A 지점에 도달하기까지 총 t초가 걸렸으므로 시간-속도 그래프를 그려보면



와 같은 그래프를 얻을 수 있습니다.

빗금친 부분의 넓이가 L이므로 처음 속도 v_0 는

$$\frac{1}{2}tv_0 = L, \quad v_0 = \frac{4L}{t} \text{입니다.}$$

또한 $\frac{t}{2}$ 초동안 속도가 $\frac{4L}{t}$ 만큼 감소하므로 가속도 a의 크기는

$$\frac{\frac{4L}{t}}{\frac{t}{2}} = \frac{8L}{t^2} \text{이 됩니다.} \quad \text{-----} \quad \text{ㄴ. (F)}$$

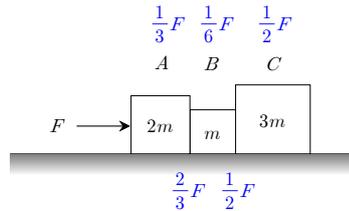
또한, 가속도가 0이 아니므로 물체에 작용하는 알짜힘도 0이 아닙니다. ----- ㄱ. (F)

cf) $\frac{1}{2}a\left(\frac{t}{2}\right)^2 = L$ 에서 $a = \frac{8L}{t^2}$ 임을 바로 구할수도 있습니다.

물체로부터 거리가 3L인 지점은 물체의 아래쪽으로 3L이고, 최고점으로부터 거리가 4L이 됩니다. 따라서 $\frac{1}{2}at^2 = 4L$ 이므로

최고점에 도달한 후 t초, 출발한 후로부터 $\frac{3}{2}t$ 초 후에 A로부터 거리가 3L인 지점에 도달하게 됩니다. ----- ㄷ. (T)

2. 힘



물체에 가해지는 모든 힘들을 표시하면 위의 그림과 같습니다.

ㄱ. A가 B에 가하는 힘의 크기는 $\frac{2}{3}F$ 로, A가 받는 알짜힘의 크기인 $\frac{1}{3}F$ 의 2배입니다. (T)

ㄴ. B가 C에 가하는 힘의 크기는 $\frac{1}{2}F$ 로, B가 A로부터 받는 힘의 크기인 $\frac{2}{3}F$ 와 같지 않습니다. (F)

ㄷ. A와 B의 가속도는 같습니다. (T)

3. 역학적 에너지

풀이 1)

B의 운동에너지 증가량이 A의 퍼텐셜 에너지 증가량의 2배이므로 B의 높이가 h만큼 감소했을 때 B의 속도를 v, A의 높이 감소량을 h' 이라 하면

$$\frac{1}{2}mv^2 = 4mgh' \quad \text{-----} \quad \text{①}$$

이 성립합니다.

또한, B의 높이가 h만큼 증가했고, A는 B와 실로 연결되어서 같이 운동하기 때문에 A의 속도 또한 v입니다.

에너지 보존 법칙을 이용해 식을 세우면

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2} \times 2mv^2 + 2mgh' \text{입니다.}$$

또한, ①을 대입하면

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + mv^2 + \frac{1}{4}mv^2 = \frac{7}{4}mv^2 \text{입니다.}$$

ㄱ. 당연히 일정합니다. (T)

ㄴ. A에 작용하는 알짜힘이 한 일의 크기는 A의 운동에너지 증가량과 같습니다. 따라서 A의 운동에너지 증가량은 $mv^2 = \frac{4}{7}mgh$ 입니다. (F)

ㄷ. (A의 퍼텐셜 에너지 증가량) + (A의 운동 에너지 증가량) + (B의 운동 에너지 증가량) = (B의 퍼텐셜 에너지 감소량) 이고 각각의 값들은 모두 양의 값을 가지기 때문에 옳습니다. (T)

풀이 2)

A의 퍼텐셜 에너지 증가량을 E_0 이라 놓으면 B의 운동에너지 증가량은 $2E_0$ 입니다.

또한, A의 질량이 B의 질량의 2배이고, 두 물체는 같은 속도로 이동하기 때문에 A의 운동에너지 증가량은 $4E_0$ 입니다.

전체 역학적 에너지 변화량의 합은 0이어야 하므로
 (B의 퍼텐셜 에너지 감소량) = $E_0 + 2E_0 + 4E_0 = 7E_0$ 입니다.
 따라서, $7E_0 = mgh$ 로 놓을 수 있습니다.

- ㄱ. 당연히 일정합니다. (T)
- ㄴ. A에 작용하는 알짜힘이 한 일의 크기는 A의 운동에너지 증가량과 같습니다. 따라서 A의 운동에너지 증가량은 $4E_0 = \frac{4}{7}mgh$ 입니다. (F)
- ㄷ. A의 역학적 에너지 변화량은 $+4E_0 + 2E_0 = 6E_0$ 이고, B의 퍼텐셜 에너지 감소량은 $7E_0$ 이므로 옳습니다. (T)

4. 케플러 법칙

- ㄱ. $F = G\frac{Mm}{r^2}$ 이므로 반지름의 제곱에 반비례합니다. 따라서 $\frac{4}{9}$ 배. (F)
- ㄴ. (진)반지름 $3r$ 로 동일합니다. $r^3 \propto T^2$. (T)
- ㄷ. $F = ma = G\frac{Mm}{r^2}$, $a = G\frac{M}{r^2}$. 따라서 중심 행성으로부터의 거리가 같으면 가속도도 같습니다. (T)

5. 상대성 이론

- ㄱ. B가 비행선 안에서 관찰했을 때 물체 P가 바닥에 떨어지는데 걸리는 시간은 $\frac{1}{2}at^2 = h$, $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 입니다. A가 P를 관찰하면 시간 팽창으로 인해 P가 바닥에 떨어지는 데 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ 보다 더 오랜 시간이 걸립니다.
- ㄴ. B가 관찰했을 때 P와 Q가 동시에 떨어지기 시작하는데, 이때 Q는 시간 팽창의 영향을 받아 B보다 늦게 떨어지게 됩니다.
- ㄷ. A가 관찰한 P의 이동거리와 B가 관찰한 Q의 이동거리는 같지만, h만큼 낙하하는 동안 $0.6c$ 의 속도로 이동하기 때문에 h보다 긴 거리를 이동하게 됩니다.

6. 기본 입자

- w보손이 매개하는 반응에 참여하는 입자는 전자, 전자 중성미자, 중성자, 양성자가 있습니다. 전하량은 (전자) < (전자 중성미자) = (중성자) < (양성자) 이므로 A는 전자, C는 전자 중성미자 또는 중성자, E는 양성자입니다.
- ㄱ. A의 전하량 크기는 1(크기이므로 절댓값)이고, D의 전하량 크기는 $\frac{2}{3}$ 입니다. 따라서 A의 전하량의 크기는 D의 $\frac{3}{2}$ 배입니다. (F)
 - ㄴ. B와 D는 각각 다운 쿼크와 업 쿼크로, 이 입자들은 강한 상호작용을 합니다. (T)
 - ㄷ. A와 E는 각각 전자와 양성자로, 둘 사이에는 전자기력이 작용합니다. (T)

7. 전자기력

문제를 풀 때, 고정된 두 개의 점전하와 고정되지 않은 하나의

점전하가 있을 때 고정되지 않은 점전하가 움직이지 않는다는 점에서 고정된 두 점전하가 고정되지 않은 점전하에 작용하는 전기력의 합력이 0이라는 점을 잡아내야 합니다.

또한, 전기력은 $F = k\frac{q_1q_2}{r^2}$ 이고, 전기력의 합력이 0이 되려면 고정된 두 점전하의 전하량의 비는 거리의 제곱의 비와 같아야 하고, 점전하의 위치에 따라 전하량의 부호가 달라집니다.

cf) '전하'로는 양(+)전하 또는 음(-)전하가 있으며, 전하의 전하량은 0이 될 수 없습니다.

- ㄱ. A가 고정되어 있지 않고, B와 C가 같은 방향에서 힘을 작용하고 있기 때문에 B와 C는 서로 다른 부호의 전하량을 가집니다. (T)
- ㄴ. B가 고정되어 있지 않다면, A와 C는 서로 다른 방향에서 B에 힘을 작용하기 때문에 A와 C는 같은 부호의 전하량을 가집니다. (F)
- ㄷ. C가 고정되어 있지 않다면 A와 B가 C에 가하는 전기력의 비는 거리의 제곱의 비와 같습니다. 따라서 9:1이 됩니다. (T)

8. 전자기력

그림 (가)를 보면, a 방향으로 전류가 흐를 때 직선 도선이 만드는 자기장은 나침반 P와 Q에 각각 연직 위쪽, 연직 아래쪽 방향입니다. 따라서, 전류의 세기에 관계없이 위에서 본 나침반은 어느 방향으로든 회전하지 않습니다.

cf) 처음 출제시 "위에서 본" 나침반이라는 말은 없었지만, 나침반이 위아래로도 회전할 수 있다는 검토진의 의의가 있었습니다.

- ㄱ. ㄴ. 직선 도선이 만드는 자기장은 나침반이 회전하는 데 아무런 영향을 주지 않습니다. (F)
- ㄷ. 도선에 흐르는 전류의 세기가 2배가 되면 직선 도선에 의한 P와 Q에 작용하는 자기력은 2배가 됩니다. 또한, 지구 자기장에 의한 힘이 작용하고 있으므로 합력이 커집니다. (T)
- cf) 합력이 2배가 된다고 단정할 수는 없습니다.

9. 전자기 유도 + 힘

경사면에 있는 코일에 다이오드가 연결되어 있다는 점을 잡아내야 합니다.

- ㄱ. 자석이 p 지점을 지날 때 코일의 p 지점에 가까운 부분은 S극으로 자화됩니다. 따라서 자석에 작용하는 자기력은 자석에 작용하는 중력과 반대 방향으로 작용해 물체의 알짜힘보다 더 작아져서 줄에 장력이 작용하게 됩니다. (F)
- ㄴ. 자석이 q 지점을 지날 때 코일의 q 지점에 가까운 부분은 S극으로 자화됩니다. 하지만 이때 다이오드에 역방향의 유도 기전력이 걸리기 때문에 유도 전류가 흐르지 않아 코일은 자석에 아무런 힘도 작용하지 않습니다. 따라서 q 지점에서 실의 장력은 0입니다. (T)
- ㄷ. p 지점에서 코일이 알짜힘과 반대 방향의 힘을 작용하였으므로 역학적 에너지는 감소하게 됩니다. (F)

10. 물질의 구조

ㄱ. B에 존재하는 전자들의 에너지 준위는 미세하게 겹쳐져 에너지띠처럼 보이지만, 실제로는 모든 전자의 에너지 준위가

다릅니다. (F)
 나. B에서 A로 이동할 때 전자의 에너지 준위는 높아집니다. 따라서 전자가 B에서 A로 이동할 때 전자는 에너지를 흡수합니다. (T)
 다. A와 B 사이는 금지된 띠로 전자가 존재할 수 없습니다. (T)

11. 정전기 유도

물체 A는 막대와 접촉한 후 전자가 이동해 막대와 A가 같은 극을 띠어 척력이 작용하므로 도체이고, 물체 B는 막대와 접촉한 후에도 인력이 작용했으므로 부도체의 유전 분극이 일어났다고 할 수 있습니다.

가. 양(+)전하로 대전된 막대를 사용해도 A는 척력, B는 인력이 작용하게 됩니다. (T)
 나. B는 부도체로 약한 전류가 흐르는 도선에 B를 연결하면 전류가 흐르지 않습니다. (F)
 다. A와 B 모두 정전기 유도 현상이 일어났습니다. B에서는 유전 분극이 일어난 것 아니냐...라는 생각이 들 수 있지만 부도체에서의 정전기 유도 현상을 유전 분극이라 합니다. (T)

12. 정상파

가. $v = \lambda f$ 에서 소리의 속력은 (가)와 (나)에서 같고 소리의 파장은 (나)보다 (가)에서 더 크기 때문에 소리의 진동수는 (나)에서 더 큽니다. (F)
 나. (나)에서 관의 길이는 $3h$ 보다 짧고 물이 $2h$ 만큼 차 있으므로 (나)에서 소리의 $\frac{1}{4}$ 파장은 0보다 크고 h 보다 짧습니다. (가)에서 소리의 $\frac{1}{4}$ 파장은 h 보다 크고 $2h$ 보다 짧으므로 (나)에서 정상파의 파장은 (가)에서 정상파의 파장의 $\frac{1}{2}$ 보다 짧습니다. (F)
 cf) 정확히 $\frac{1}{2}$ 배가 되려면 관의 길이가 $3h$ 여야 하는데, 문제 조건에서 관의 길이가 $3h$ 보다 짧다는 점을 명시했습니다.

13. 광전 효과

한 금속판에서 전자가 방출되어 전류가 $a \rightarrow R \rightarrow b$ 의 방향으로 흘렀으므로 전자의 이동 방향은 $b \rightarrow R \rightarrow a$ 입니다. 따라서 금속 A에서 전자가 방출되어 모자란 전자를 채워주기 위해 금속 B에서 전자가 금속 A 쪽으로 이동하게 됩니다.
 가. 광전자가 방출되는 금속판은 A입니다. (T)
 나. 빛의 세기를 2배로 높이면 방출되는 전자의 수가 2배가 됩니다. 전류는 단위 시간동안 흐른 전하의 양이므로 2배가 됩니다. (T)
 cf) 비추는 빛의 진동수를 2배로 높여주면 금속의 일함수는 일정하기 때문에 전압은 2배가 되지 않습니다.
 다. 금속 A에서만 광전자가 방출되었으므로 금속의 문턱 진동수는 금속 B에서 더 큽니다. (F)

14. 전기 회로

진동수가 증가하면 저항에 걸리는 전압이 커졌습니다. 이때 X에 걸리는 전압은 감소하므로 X는 진동수가 증가하면 리액턴스가 감소하는 축전기라는 것을 알 수 있습니다.
 가. X는 축전기입니다. (F)

나. 진동수가 감소하면 축전기의 용량 리액턴스는 커집니다. 따라서 X에 걸리는 전압은 커지고, 스피커에 걸리는 전압은 작아집니다. (T)
 다. 진동수가 큰 전기 신호가 흐를 때 스피커에 걸리는 전압이 커지므로 고음이 저음보다 크게 발생합니다. (T)

15. 빛의 굴절과 반사

(가)에서 공기에서 코어로 빛이 입사할 때 빛의 입사각($90^\circ - \theta_1$)은 굴절각($90^\circ - \theta_2$)보다 큽니다. 따라서 코어의 굴절률이 공기의 굴절률보다 더 큽니다.
 (나)에서 액체 A에서 코어로 빛이 동일한 각도($90^\circ - \theta_1$)로 입사할 때 빛의 굴절각($90^\circ - \theta_3$)이 입사각보다 큽니다. 따라서 코어의 굴절률이 A의 굴절률보다 작습니다.
 가. (나)에서 코어에서 클래딩으로 입사하는 빛의 임계각은 θ_3 가 되고, (가)와 (나)의 광섬유는 동일하므로 (가)에서 빛은 전반사합니다. (T) ($\because \theta_2 > \theta_3$)
 나. (나)에서 액체 A는 코어보다 굴절률이 큽니다. 또한 코어는 클래딩보다 굴절률이 크기 때문에 A는 클래딩보다 굴절률이 큽니다. (T)
 다. 위에서 설명했듯이 굴절률은 A, 코어, 공기 순으로 큽니다. (T)

16. 송전

(수능완성 실전모의고사 2회 16번 참조)
 가. 동일한 전압으로 전력을 송전했으므로 A에서의 송전 전류를 I_0 이라 하면 B에서의 송전 전류는 $2I_0$ 가 됩니다. (T)
 나. 송전선의 저항값은 송전선의 단면적과 반비례하고, 송전선의 단면적은 송전선의 반지름의 제곱에 비례합니다. 따라서 B에서의 송전선의 저항값을 R이라 하면, A에서의 송전선의 저항값은 $4R$ 이 됩니다. (F)
 다. 송전선에서의 손실 전력은 (가)에서는 $I_0^2 \times 4R$ 이고, (나)에서는 $(2I_0)^2 \times R$ 로 같습니다. (T)

17. 핵반응

핵반응식 (가)와 (나)에서 (A)는 중성자입니다.
 가. (가)와 (나)에서 질량 결손으로 에너지가 방출됩니다. (F)
 나. A는 중성자로 다른 핵자와 강한 상호 작용을 합니다. (T)
 다. 현재 원자력 발전소에서 사용되고 있는 발전 방식은 핵융합이 아닌 핵분열입니다. (F)

18. 열역학

가. 단열된 피스톤 내에서 A와 B의 온도가 같았고, 피스톤을 화살표 방향으로 이동하면 A에서는 단열 팽창, B에서는 단열 압축이 일어나 B의 온도가 A의 온도보다 높아집니다. (T)
 나. 외부와 내부의 열 출입은 없기 때문에 A와 B의 내부 에너지의 합은 일정합니다. 피스톤이 이동하기 전 A의 내부 에너지가 B에게 해준 일이 되고, 그 일은 모두 B의 내부 에너지로 바뀝니다. (T)
 다. A와 B는 단열 과정을 거칩니다. 단열 과정은 $-W = \Delta U$ 이므로 가해진 열량이 0 입니다. (F)

19. 유체 역학

이 문제는 개인적으로 가장 좋아하는 문제입니다. 검토진들도 답은 쉽게 골랐으나 정답이 아니었고, 정답을 맞춘 검토진 분들도 정확한 이유를 유추하지 못하거나 잘못 풀어서 맞춘 경우였습니다.

유체에 작용하는 압력은 유체 내부의 한 점에서 상하좌우앞뒤 모든 방향에서 같은 크기로 작용하게 됩니다. 만약 그 점이 피스톤 위의 한 점이라면 합력은 피스톤을 수직으로 누르는 힘만이 남게 됩니다. 그 압력의 크기는 $P = \rho gh$ 입니다.

만약 단순히 $P = \rho gh$ 라는 공식만을 사용하여 문제를 푸셨다면 답을 2번으로 선택할 수 있습니다.

하지만 ρgh 의 크기의 압력이 피스톤에 작용하는 부분은 피스톤이 바다와 닿아 있는 부분만입니다. 유체와 공기의 경계면에서는 유체의 깊이가 0이 되므로 압력의 크기 또한 0이 됩니다.

따라서, $P = \rho gh$ 로 압력은 깊이에 비례하므로 평균 압력은

$$P_{\text{평균}} = \frac{P_0 + P_h}{2} = \frac{1}{2} \rho gh \text{입니다. (압력은 높이에만 의존합니다.)}$$

ㄱ. 피스톤 A와 B에 작용하는 평균 압력은 같습니다. (T)

ㄴ. 액체의 높이가 h 만큼 증가하면 A가 받는 평균 압력은

$$\frac{1}{2} \rho gh \text{에서 } \rho gh \text{로 } \frac{1}{2} \rho gh \text{만큼 증가합니다. (F)}$$

ㄷ. 액체의 밀도가 2ρ 일 때 B가 받는 평균 압력은 $\frac{1}{2} \rho gh$ 에서

$$\rho gh \text{로 } \frac{1}{2} \rho gh \text{만큼 증가합니다. (T)}$$

cf) ㄷ 선지를 보고 피스톤이 A랑 B 두 개니까 압력이 양쪽으로 나눠져서 $\frac{1}{2} \rho gh$ 라고 생각한 검토진도 계셨습니다.... 아닙니다....

cf) 다른 증명

피스톤의 너비를 w , 피스톤의 높이의 증분을 dy 라 하면 $F = PA$ 이므로

$$F_{\text{전체}} = \int_0^h \rho g y w dy = \left[\frac{1}{2} \rho g w y^2 \right]_0^h = \frac{1}{2} \rho g w h^2 \text{이 되고,}$$

$$P_{\text{평균}} = \frac{F_{\text{전체}}}{A} = \frac{\frac{1}{2} \rho g w h^2}{wh} = \frac{1}{2} \rho gh \text{가 됩니다.}$$

20. 돌림힘

먼저, 막대 q 에서 물체 C 에 의한 돌림힘과 막대 q 에 의한 돌림힘이 같으므로, q 의 왼쪽 끝으로부터 q 에 연결된 실까지의 거리가

$\frac{3}{4}L$ 임을 알 수 있습니다. 따라서, 막대 r 의 오른쪽 끝부터 r 에

연결된 실까지의 거리가 $\frac{1}{4}L$ 이므로,

$$m \times \frac{3}{4}L + m \times \frac{1}{4}L = m_B \times \frac{1}{4}L \text{에서 } m_B = 4m \text{입니다.}$$

막대 p 의 오른쪽 끝에는 $2m$, 왼쪽 끝에는 $6m$ 의 질량의 물체가 매달려 있고, p 자체의 무게에 의한 돌림힘까지 고려하면

$$6m \times x = m \times \left(\frac{1}{2}L - x \right) + 2m \times \left(\frac{1}{2}L + x \right) \text{에서}$$

$$x = \frac{5}{18}L \text{이 됩니다.}$$