

2020학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[물리학Ⅱ]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕

1. [출제의도] 힘의 분해와 합성 적용하기

A에 작용하는 알짜힘의 수평 성분은 왼쪽 방향으로 1N이고, 알짜힘의 수직 성분은 아래쪽 방향으로 1N이므로 알짜힘의 크기는 $\sqrt{2}$ N이다.

2. [출제의도] 평면상의 물체의 운동 자료 분석 및 해석하기

ㄱ. 0초부터 4초까지 변위의 x 성분의 크기는 8m, y 성분은 0이므로 변위의 크기는 8m이다. ㄴ. x 방향으로 등속도 운동, y 방향으로 가속도의 크기가 1m/s^2 인 등가속도 운동하므로 2초일 때 가속도의 크기는 1m/s^2 이다. ㄷ. 1초일 때와 3초일 때 v_x 의 방향은 같고 v_y 의 방향은 반대이므로 속도의 방향은 반대 방향이 아니다.

3. [출제의도] 힘의 분해와 합성 탐구 설계 및 수행하기

빗면이 수평면과 이루는 각을 θ 라 할 때, $g\sin\theta = \frac{1}{2}g$ 이므로 $\theta = 30^\circ$ 이다. 물체가 F 를 받아 정지해 있으므로 $F\cos 30^\circ = mg\sin 30^\circ$ 이다. 따라서 $F = \frac{1}{\sqrt{3}}mg$ 이다.

4. [출제의도] 등속 원운동 이해하기

ㄱ. $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 이므로 각속도는 p 와 q 가 같다. ㄴ, ㄷ. $v = r\omega$, $a = r\omega^2$ 이므로 속력, 구심 가속도의 크기는 p 가 q 보다 작다.

5. [출제의도] 열의 일당량 및 에너지 전환 결론 도출 및 평가하기

ㄱ, ㄴ. 추가 잃은 역학적 에너지가 모두 물에 공급되므로 B에서 열의 일당량이 4.2J/cal 임을 알 수 있다. 따라서 A에서 추가 잃은 역학적 에너지는 $1\text{kg} \times 10\text{m/s}^2 \times h = 0.5\text{cal} \times 4.2\text{J/cal} = 2.1\text{J}$ 이므로 ㉠은 2.1, $h = 0.21\text{m}$ 이다. ㄷ. 추가 h 만큼 낙하할 때 물이 얻은 열량은 B가 A의 2배이므로 ㉡은 2이다.

6. [출제의도] 포물선 운동 결론 도출 및 평가하기

물체가 L 만큼 낙하하는 데 걸린 시간을 t 라 할 때 $L = \frac{1}{2}gt^2$ 이므로 $t = \sqrt{\frac{2L}{g}}$ 이다. 물체의 수평 이동 거리 $L = vt$ 이므로 $v = \sqrt{\frac{gL}{2}}$ 이다.

7. [출제의도] 등가속도 운동에 대한 문제 인식 및 가설 설정하기

ㄱ. A에 작용하는 알짜힘은 중력이므로 A의 가속도 방향은 일정하다. ㄴ. B에 작용하는 알짜힘의 방향은 빗면과 나란한 방향이므로 B의 속도의 수평 성분의 크기는 증가한다. ㄷ. 연직 방향의 가속도 크기는 A가 B보다 크므로, A가 B보다 먼저 수평면에 도달한다.

8. [출제의도] 무게 중심과 안정성 탐구 설계 및 수행하기

ㄱ, ㄴ, ㄷ. q 를 회전축으로 하는 무게 중심에 의한 돌림힘과 p 에 작용하는 힘에 의한 돌림힘이 평형을 이루어야 하므로 (가), (나)에서 p 에 작용하는 힘의 방향은 각각 연직 위, 연직 아래 방향이다. 따라서 (나)

에서 A의 무게와 p 에 작용하는 연직 아래 방향의 힘은 수평면이 A에 작용하는 힘과 평형을 이룬다. p 에 작용하는 힘을 제거할 때 q 를 회전축으로 하는 A의 회전 방향은 (가)에서와 (나)에서가 서로 다르다.

9. [출제의도] 돌림힘의 평형 적용하기

A, B가 막대를 당기는 힘의 크기를 각각 T_A , T_B 라 할 때, 막대의 오른쪽 끝을 회전축으로 하는 돌림힘이 평형을 이룬다. 따라서 $3mg \times 4L = T_A \times 6L$ 이므로 $T_A = 2mg$ 이고, $T_A = mg$ 이다. 막대에 작용하는 힘이 평형을 이루므로 $T_A = T_B$, $T_A + T_B = 3mg$ 이다. 따라서 $T_B = \sqrt{2}mg$ 이다.

10. [출제의도] 원운동 탐구 설계 및 수행하기

실이 고무마개를 당기는 힘의 크기는 추의 무게와 같으므로 실의 길이를 l 로 일정하게 유지한 상태로 추의 질량만을 증가시키면 고무마개에 작용하는 구심력의 크기가 증가한다. 따라서 고무마개의 속력은 증가하고 주기는 감소한다.

11. [출제의도] 케플러 법칙 이해하기

A: 태양 중심과 행성 중심을 연결한 직선이 끌고 지나가는 면적은 p 에서 q 까지가 q 에서 r 까지보다 작으므로, 행성이 운동하는 데 걸리는 시간은 p 에서 q 까지가 q 에서 r 까지보다 작다. B: 태양에 가까울수록 행성이 빠르게 움직이므로 행성의 속력은 p 에서 q 에서보다 크다. C: 행성의 가속도 크기는 태양 중심으로부터의 거리 제곱에 반비례하므로 행성이 운동하는 동안 가속도의 크기는 일정하지 않다.

12. [출제의도] 케플러 법칙 적용하기

행성이 P에 작용하는 힘의 크기는 행성 중심으로부터의 거리 제곱에 반비례한다. 행성이 P에 작용하는 힘의 크기는 a에서가 b에서의 9배이므로 $\frac{Q$ 의 궤도의 반지름}{P의 궤도의 반지름} = $\frac{3}{2}$ 이다. 공전 주기의 제곱은 반지름의 세제곱에 비례하므로 $\left(\frac{T_Q}{T_P}\right)^2 = \left(\frac{3}{2}\right)^3 = \frac{27}{8}$ 이다.

13. [출제의도] 구심력 자료 분석 및 해석하기

p , q 가 물체를 당기는 힘의 크기를 각각 $3F$, F , 물체의 질량을 m , 물체의 주기를 T 라 할 때, $2F\cos\theta = mg$, $4F\sin\theta = m(L\sin\theta)\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$ 이다. 따라서 $T = \sqrt{\frac{2\pi^2 L \cos\theta}{g}}$ 이다.

14. [출제의도] 일·운동 에너지 정리 탐구 설계하기

ㄱ. 물체에 작용하는 알짜힘의 크기를 F 라 할 때, 물체가 $x=0$ 에서 $x=2L$ 까지 운동하는 동안 F 가 한 일은 물체의 운동 에너지 변화량과 같으므로 $F \times 2L = E_0$ 이다. 따라서 $F = \frac{E_0}{2L}$ 이다. ㄴ, ㄷ. 물체가 $x=0$ 에서 $x=L$ 까지 운동하는 동안 F 가 한 일은 물체의 운동 에너지 변화량과 같으므로 $F \times L = \frac{1}{2}E_0$ 이다. 따라서 $x=L$ 에서 물체의 운동 에너지는 $\frac{3}{2}E_0$ 이고, 물체의 속력은 $x=2L$ 에서가 $x=L$ 에서의 $\sqrt{\frac{4}{3}}$ 배이다.

15. [출제의도] 포물선 운동 적용하기

ㄱ. p 에서 물체의 운동 에너지를 E_0 이라 할 때, q 에서 물체의 운동 에너지는 $\frac{E_0}{2}$ 이다. 역학적 에너지가

보존되므로 q 에서 중력 퍼텐셜 에너지는 q 에서 운동 에너지와 같다. ㄴ. q 에서 중력 퍼텐셜 에너지가 $3mgh$ 이므로 물체의 역학적 에너지는 $6mgh$ 이다.

ㄷ. r 에서 물체의 속력을 v 라 할 때, $\frac{1}{2}mv^2 + 2mgh = 6mgh$ 이므로 $v = \sqrt{8gh}$ 이다.

16. [출제의도] 중력 렌즈 효과 이해하기

ㄱ, ㄴ, ㄷ. 일반 상대성 이론에 따르면 빛은 은하단 주위의 휘어진 시공간을 따라 진행하고, 은하단의 질량이 클수록 주위의 시공간은 더 많이 휘어진다.

17. [출제의도] 가속 좌표계의 자료 분석 및 해석하기

A의 질량을 m , 엘리베이터의 가속도의 크기를 a 라 할 때, A에 작용하는 관성력의 방향은 엘리베이터의 가속도의 방향과 반대이고 크기는 ma 이다. 따라서 A에 작용하는 관성력은 0초부터 2초까지, 2초부터 4초까지 각각 0, $-5N$ 이므로, A가 엘리베이터 바닥을 누르는 힘의 크기는 각각 10N, 15N이다.

18. [출제의도] 단진자 운동에서 역학적 에너지 보존 가설 설정하기

ㄱ. 마찰과 공기 저항을 무시할 때 단진자 운동에서 역학적 에너지는 보존되므로 물체의 속력은 최저점 O에서 최대이다. ㄴ. 실이 물체를 당기는 힘은 물체의 운동 방향과 항상 수직이므로 실이 물체를 당기는 힘이 하는 일은 0이다. ㄷ. 가만히 놓은 지점부터 O점까지 물체의 운동 에너지 증가량은 물체의 중력 퍼텐셜 에너지 감소량과 같다. 따라서 $mgL(1 - \cos 60^\circ) = \frac{1}{2}mgl$ 이다.

19. [출제의도] 등가속도 직선 운동과 포물선 운동 결론 도출 및 평가하기

A, B가 던져진 순간부터 수평면에 도달할 때까지 걸린 시간을 t 라 할 때, $2h = \frac{v_A}{\sqrt{2}}t$, $-h = \frac{v_A}{\sqrt{2}}t - \frac{1}{2}gt^2$, $4h = v_B t + \frac{1}{2}gt^2$ 이므로 $v_A t = 2\sqrt{2}h$, $v_B t = h$ 이다. 따라서 $\frac{v_B}{v_A} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$ 이다.

20. [출제의도] 역학적 에너지 보존 자료 분석 및 해석하기

ㄱ. B에 작용하는 알짜힘의 크기는 실이 끊어지기 전과 실이 끊어진 후가 각각 $\frac{E_0}{L}$, $\frac{2E_0}{L}$ 이므로 B의 가속도 크기는 실이 끊어진 후가 실이 끊어지기 전의 2배이다. ㄴ. A의 질량을 m_A , 실이 끊어지기 전 B의 가속도 크기를 a 라 할 때 실이 끊어지기 전에는 $(m - m_A)g = (2m + m_A)a$ 이고, 실이 끊어진 후에는 $mg = 2m \times 2a$ 이다. 따라서 $m_A = \frac{2}{5}m$ 이다. ㄷ. B가 $x=0$ 에서 $x=L$ 까지 운동하는 동안 C의 역학적 에너지 감소량과 A, B의 역학적 에너지 증가량의 합이 같으므로 $(mgL - E_0) = \left(\frac{2}{5}mgL + \frac{2}{5}E_0\right) + E_0$ 이고, $mgL = 4E_0$ 이다. 따라서 C의 역학적 에너지 감소량은 $mgL - E_0 = 3E_0$ 이다.