



23년 7급 국가직 물리학개론

1. 어느 FM 음악 방송국은 진동수 100 MHz의 전파를 이용한다. 공기 중에서 이 방송국이 송출하는 전파의 파장[m]은? (단, 공기 중에서 빛의 속력과 음속은 각각 $3.0 \times 10^8 m/s$, $340 m/s$ 이다)

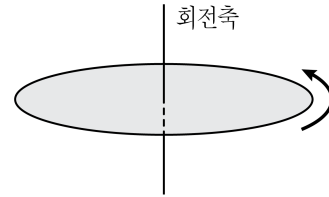
- ① 3.4×10^{-6}
- ② 3
- ③ 3.4
- ④ 300

파동의 진행

$$v = f\lambda ; \lambda = \frac{3 \times 10^8}{100 \times 10^6} = 3m$$

정답 : ②

2. 그림과 같이 균일한 원판이 각가속도 $5 rad/s^2$ 으로 회전하고 있다. 이 원판이 $t=0$ 초에서 $t=4$ 초까지 4초간 $40 rad$ 을 회전하였다면, $t=0$ 초에서 이 원판의 각속도[rad/s]는?



- ① 0
- ② 5
- ③ 10
- ④ 20

회전 역학

$$\Delta\theta = \omega_0 \Delta t + \frac{1}{2} \alpha \Delta t^2 ; 40 = \omega_0 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 4^2$$

정답 : ①



3. 빛이 어떤 투명한 물질 내부에서 진행할 때 그 속력과 파장이 각각 $2.0 \times 10^8 m/s$, $400nm$ 이다. 이 물질의 굴절률과 그 빛이 공기 중에서 가지는 파장[nm]을 바르게 연결한 것은?
(단, 공기의 굴절률은 1, 빛의 속력은 $3.0 \times 10^8 m/s$ 이다)

| 굴절률 | 파장[nm] |
|-------|--------|
| ① 1.5 | 600 |
| ② 1.5 | 520 |
| ③ 1.2 | 560 |
| ④ 1.2 | 480 |

굴절

$$\frac{n}{1} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^8} = \frac{\lambda}{400}$$

정답 : ①

4. 이상기체로 채워진 부피 $2.0m^3$ 인 실린더에 $8.0 \times 10^5 Pa$ 의 외부 압력을 가하여 부피가 축소되는 과정에서 $6.4 \times 10^5 J$ 의 에너지가 실린더로부터 방출되었다. 만약 실린더 내부의 온도가 변화하지 않았다면 실린더의 최종 부피 [m^3]는?

- ① 0.6
- ② 0.8
- ③ 1.0
- ④ 1.2

기체 열역학

등온 변화 ; $Q = W$

$$: -6.4 \times 10^5 = 8.0 \times 10^5 (V - 2)$$

(기체의 일은 외부 압력에 의한 일이다. 기체의 압력은 초기 압력 (P_0)에서 최종 압력 $8 \times 10^8 Pa$ 로 증가한다.)

단, 기체의 부피 변화를 문제 조건과 답으로 결정하고, nRT 를 계산하여 전체 일을 구하면 다른 값으로 계산되어 이의신청의 여지가 있다.

$$W = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

정답 : ④



5. 균일한 자기장 B 가 작용하는 공간에 전하량과 속력이 각각 e , v 인 전자가 자기장에 수직인 방향으로 입사하여 반지름이 r 인 원운동을 하고 있다. 이때 이 전자의 운동량은?

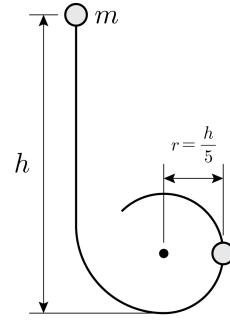
- ① $\frac{eB}{r}$
- ② $\frac{eB}{r^2}$
- ③ erB
- ④ er^2B

자기력 / 등속 원운동

$$\frac{mv^2}{r} = evB ; mv = eBr$$

정답 : ③

6. 그림은 질량이 m 인 정지 상태의 구슬이 가는 철사에 꿰어져 높이 h 에서 하강하여 반지름이 $r = \frac{h}{5}$ 인 원형 모양의 고리를 따라 운동하는 모습을 나타낸다. 이 원형 모양의 고리에서 가장 우측 지점에 구슬이 도달했을 때, 구슬에 작용하는 구심력의 크기는 구슬 무게의 몇 배인가? (단, 공기저항과 철사와 구슬 사이의 마찰은 무시한다)



- ① 4
- ② 6
- ③ 8
- ④ 10

비등속 원운동

역학적 에너지 보존 : $mgh - mg\left(\frac{h}{5}\right) = \frac{1}{2}mv^2$

$$\frac{mv^2}{\frac{h}{5}} = 8mg$$

정답 : ③



7. 폭이 L 인 1차원 무한 퍼텐셜 우물 안에 갇힌 전자가 있다. 이 전자가 첫 번째 들뜬상태, 즉 $n=2$ 인 상태에 있을

때 $0 \leq x \leq \frac{L}{4}$ 인 범위에서 발견될 확률[%]은?

- ① 10
- ② 15
- ③ 20
- ④ 25

8. 전기용량이 $2\mu F$ 인 평행판 축전기가 있다. 이 축전기의 두 평행판 사이에 위치한 유전체의 유전율을 2배 증가시키고, 두 평행판 사이의 간격을 반으로 줄였을 때의 전기용량[μF]은? (단, 축전기의 두 평행판 사이는 명시된 유전체로 균일하게 채워져 있다)

- ① 0.5
- ② 4
- ③ 6
- ④ 8

퍼텐셜 우물

$\psi^2(x)$ 전체 면적의 $\frac{1}{4}$

정답 : ④

축전기

$$\epsilon \frac{S}{d} \rightarrow 2\epsilon \frac{S}{(\frac{d}{2})}$$

정답 : ④



9. 구면 거울에서 $3.0m$ 떨어진 곳에 어떤 물체가 있다. 형성된 상은 정립이고 크기는 물체의 $\frac{1}{3}$ 이다. 이 거울에 대한 특성을 바르게 연결한 것은?

| | 상 | 구면 | 초점 거리[m] |
|---|----|----|----------|
| ① | 허상 | 볼록 | -1.5 |
| ② | 허상 | 오목 | -1.5 |
| ③ | 실상 | 볼록 | +0.75 |
| ④ | 실상 | 오목 | +0.75 |

거울

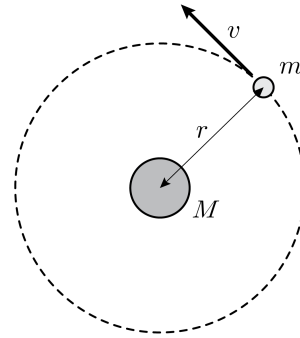
$$\frac{1}{3} = \left| \frac{b}{3} \right| \therefore |b| = 1$$

만약 실상($b = 1$)이라면 도립이므로, 허상이다.

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{-1} = \frac{1}{f} \therefore f = -\frac{3}{2}$$

정답 : ①

10. 질량이 m 인 인공위성이 질량이 M 인 지구 중심에서 거리 r 만큼 떨어진 원 궤도를 일정한 속력 v , 공전주기 T 로 돌고 있다. 만약 동일한 인공위성이 지구 중심과의 거리가 $\frac{r}{2}$ 인 원 궤도에서 공전한다면, 이 궤도에서 인공위성의 속력과 공전주기를 바르게 연결한 것은?



속력

공전주기

- | | |
|---------------|------------------------|
| ① $2v$ | $\frac{1}{4}T$ |
| ② $2v$ | $\frac{1}{2}T$ |
| ③ $\sqrt{2}v$ | $\frac{1}{\sqrt{2}}T$ |
| ④ $\sqrt{2}v$ | $\frac{1}{2\sqrt{2}}T$ |

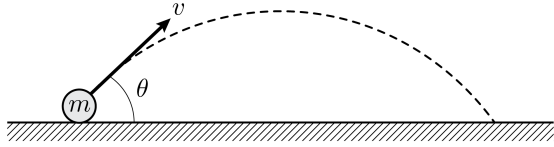
등속 원운동

$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{Mm}{r^2} ; v \propto \frac{1}{\sqrt{r}} , T = \frac{2\pi r}{v} \propto \sqrt{r^3}$$

정답 : ④



11. 질량이 m 인 물체가 평지에서 수평각 θ , 초기속력 v 로 발사되었다. 이 물체가 운동하는 궤적의 최고점에서 물체의 역학적 에너지는? (단, 공기저항, 물체의 크기는 무시하며, 발사 지점에서의 퍼텐셜에너지는 0이다)



- ① $\frac{1}{2}mv^2$
- ② $\frac{1}{2}m(v\cos\theta)^2$
- ③ $\frac{1}{2}m(v\sin\theta)^2$
- ④ $\frac{1}{2g}(v\sin\theta)^2$

역학적 에너지 보존

역학적 에너지는 보존된다.

정답 : ①

12. 초창기 원자 모형에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 톰슨의 원자 모형에 따르면 양전하 외부에 전자들이 고르게 분포한다.
- ㄴ. 러더퍼드의 원자 모형에 따르면 양전하의 집합인 핵 주위를 전자가 공전한다.
- ㄷ. 보어의 수소 원자 모형에 따르면 전자 궤도의 각운동량은 양자화된다.
- ㄹ. 보어의 수소 원자 모형에 따르면 전자는 확률밀도함수 형태로 존재한다.

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

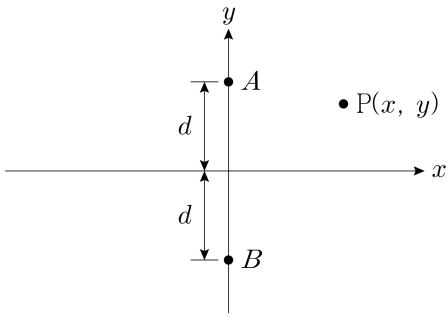
원자 모형

- ㄱ. 전자와 양전하가 고르게 분포
- ㄴ. 원자핵 발견
- ㄷ. 양자 조건
- ㄹ. 오비탈

정답 : ②



13. 그림과 같이 두 점전하 A와 B가 y 축상에 고정되어 있다. A와 B의 전하량은 각각 Q_A 와 Q_B 이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① $Q_A = Q_B$ 일 때 전기장이 0이 되는 위치는 없다.
- ② P에서의 전위는 각 점전하에 의한 전위의 합이다.
- ③ $Q_B = -Q_A$ 이면, x 축상의 모든 점에서 전위는 0이다.
- ④ $Q_A = Q_B$ 일 때, $+x$ 축($x > 0$)상에서 전기장은 x 축 방향이다.

14. 전기장이 일정한 공간에 질량과 전하량이 각각 m , $+e$ 인 A 입자를 놓았더니 가속도 a 를 가지고 운동하였다. 동일한 위치에 질량과 전하량이 각각 $4m$, $+2e$ 인 B 입자를 놓았을 때 B 입자의 가속도는?

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

정전기

- ① 원점에서 전기장은 0이다.
- ② 전위 : 스칼라
- ③ $V = (+\frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q}{r}) + (-\frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q}{r})$
- ④ 크기가 같은 x 축 대칭 전기장이 형성된다.

정답 : ①

전기장

$$eE = ma \rightarrow 2eE = 4ma'$$

정답 : ②



15. 물체 A와 B의 질량은 각각 $m_A = 1kg$, $m_B = 2kg$ 이고, 비열은 각각 $c_A = 1,000J/kg^{\circ}C$, $c_B = 500J/kg^{\circ}C$ 이다. 만약 물체 A와 B에 각각 같은 열량이 주어졌다면, 물체 A와 B의 온도 변화 비율 $\frac{\Delta T_A}{\Delta T_B}$ 는? (단, 주어진 열량 이외의 열 출입과 물체의 열팽창은 무시한다)
- ① 0.5
② 1
③ 1.5
④ 2

열량

$$1000 \times 1 \times \Delta T_A = 500 \times 2 \times \Delta T_B$$

정답 : ②

16. 정지 상태의 외부 관찰자가 직선도로에서 $30m/s$ 의 속력으로 달리는 승용차와 승용차의 전방에서 $10m/s$ 의 속력으로 달리는 트럭을 관찰하고 있다. 두 차 사이의 거리가 $60m$ 일 때 승용차가 크기 $5m/s^2$ 의 가속도로 감속을 시작하였다면, 승용차가 감속하는 과정에서 외부 관찰자가 측정하는 승용차와 트럭 사이의 최소거리[m]는? (단, 두 차는 같은 방향으로 운동하며, 점체로 간주한다)
- ① 10
② 15
③ 20
④ 25

해설의 '별해'는 고교 과정 대상으로 수능 형태의 문제를 풀이하는 경우입니다. 문제마다의 특이점을 이용하는 짧은 추론으로 접근하는 풀이가 수능 풀이에 해당하므로, 변리사 시험에서는 최대/최소를 구해야 하는 경우 하나의 식으로 함수화하는 것이 일반적인 해법입니다.

운동학

승용차(A), 트럭(B)

$$v_{AB} = 10 - (30 - 5t) = -20 + 5t$$

$$s_{AB} = 60 + (-20t + \frac{1}{2} \cdot 5t^2)$$

$$s_{AB}' = -20 + 5t = 0 ; t = 4s \text{ 일 때 } s_{AB} \text{ 최소}$$

$$s_{AB} = 60 - 80 + 40 = 20m$$

별해) 승용차의 속력이 0이 될 때까지 승용차가 이동한 거리
 $= \frac{30}{2} \times 6 = 90m$ 이고, 트럭이 이동한 거리 = $60m$ 이므로

승용차는 트럭을 추월하지 않는다.

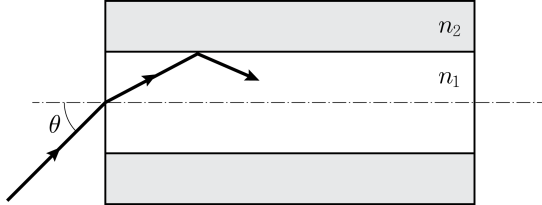
따라서, 승용차의 속력이 $10m/s$ 가 될 때까지 승용차의 속력이 트럭의 속력보다 크므로 승용차와 트럭 사이 거리는 줄어들고, 이후 승용차의 속력이 트럭보다 작으므로 둘 사이 거리는 증가한다.

$$s_{AB} = 60 - \frac{30+10}{2} \times 4 + 10 \times 4 = 20m$$

정답 : ③



17. 그림은 공기 중에 놓여 있는 원통형 광섬유의 단면 모습이다. 코어(내부 매질)와 클래딩(외부 매질)의 굴절률은 각각 n_1 , n_2 이다. $n_1 > n_2$ 일 때, 내부 전반사에 의해 입사된 빛이 코어 안에서 진행할 수 있는 수용각(acceptance angle) θ 는? (단, 광섬유의 길이는 코어의 지름에 비해 충분히 길고, 공기의 굴절률은 1이다)



- ① $\cos^{-1}(\sqrt{n_1^2 - n_2^2})$
- ② $\sin^{-1}(\sqrt{n_1^2 - n_2^2})$
- ③ $\cos^{-1}\left(\frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{2}\right)$
- ④ $\sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{2}\right)$

전반사

$$n_1 = \frac{\sin\theta}{\sin r_c}, \quad \sin(90 - r_c) = \cos r_c = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\sin\theta = n_1 \times \sin r_c = n_1 \times \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1}$$

$$\therefore \sin\theta = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

정답 : ②

18. 정지해 있던 자동차가 7.0초 동안 등가속 운동을 하였다. 이어서 4.0초 동안 등속도로 운동한 후 5.0초 동안 등감속하여 정지하였다. 이때 자동차의 총 이동 거리가 200m 라면 등속도로 이동한 거리[m]는? (단, 자동차는 직선운동을 한다)

- ① 60
- ② 70
- ③ 80
- ④ 90

운동학

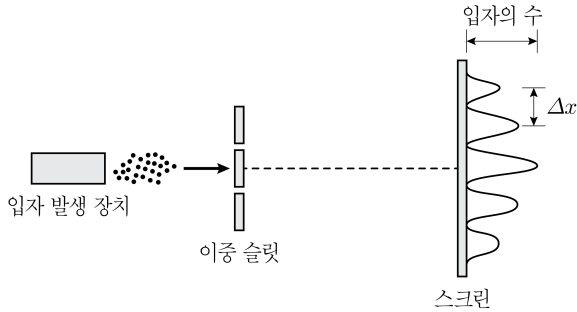
$$200 = \frac{0+v}{2} \times 7 + v \times 4 + \frac{v+0}{2} \times 5 \quad \therefore v = 20m/s$$

$$\therefore 20 \times 4 = 80m$$

정답 : ③



19. 그림은 이중 슬릿에 입사하는 입자빔 간섭 실험을 나타낸 것으로, Δx 는 스크린에 도달한 입자의 수가 극댓값을 가지는 이웃한 위치 간의 거리이다. 표에 주어진 세 종류의 입자 A, B, C를 각각 사용하여 측정된 Δx 의 크기를 옳게 비교한 것은?



| 입자 | 질량 | 속력 |
|----|--------|--------|
| A | m_0 | $3v_0$ |
| B | $3m_0$ | $3v_0$ |
| C | $2m_0$ | v_0 |

- ① A > C > B
- ② B > A > C
- ③ B > C > A
- ④ C > A > B

물질의 이중성

$$\Delta x = \frac{L\lambda}{d}, \quad \lambda = \frac{h}{mv}; \quad \lambda_C > \lambda_A > \lambda_B$$

정답 : ④

20. A는 어떤 건물의 옥상에서 정지 상태의 물체를 자유 낙하시켜, 9초 후 물체가 바닥에 부딪히는 소리를 들었다. 이때 물체가 바닥에 닿기 직전의 속력[m/s]은? (단, 중력 가속도와 음속은 각각 $10m/s^2$, $320m/s$ 이다)

- ① 50
- ② 60
- ③ 70
- ④ 80

중력장 운동

$$\frac{v}{2} \times \frac{v}{10} = 320 \times T, \quad \frac{v}{10} + T = 9$$

$$; \frac{v^2}{20} = 320 \times (9 - \frac{v}{10}); \quad v = 80m/s$$

정답 : ④



21. 어떤 실험에서 단열 용기에 담긴 온도가 10 °C인 물에 200 °C로 가열된 쇳덩어리 한 개를 담가 충분히 오랜 시간 기다렸더니 20 °C에서 열평형을 이루었다. 그렇다면 동일한 실험 조건에서 10 °C인 물의 온도를 80 °C 이상으로 데우는 데 필요한 최소한의 쇳덩어리 개수는? (단, 단열 용기의 열용량은 무시하고, 물에 넣는 모든 쇳덩어리는 물리적, 화학적으로 동일하다)

- ① 9
- ② 11
- ③ 13
- ④ 15

열평형

$$cm(10) = c'm'(180)$$

$$cm(70) = c'm'(120) \times N ; N = 10.5$$

정답 : ②

22. 두 잠수함 A, B가 물속에서 서로를 향해 정면으로 움직이고 있다. 이때 잠수함 A는 v_A 의 속력으로 움직이며 진동수가 f 인 수중 음파를 방출하고 있다. 잠수함 B의 속력이 v_B 라면, 잠수함 A에서 방출하는 수중 음파가 잠수함 B에 반사되어 되돌아올 때 잠수함 A의 관측자가 탐지하는 음파의 진동수는? (단, 수중에서 음파의 속력은 v_s 이다)

- ① f
- ② $\left(\frac{v_s - v_A}{v_s - v_B}\right)\left(\frac{v_s + v_B}{v_s + v_A}\right)f$
- ③ $\left(\frac{v_s - v_B}{v_s + v_A}\right)\left(\frac{v_s + v_B}{v_s - v_A}\right)f$
- ④ $\left(\frac{v_s + v_A}{v_s - v_B}\right)\left(\frac{v_s + v_B}{v_s - v_A}\right)f$

도플러 효과

B에 도달하는 진동수(f_B)로 B가 음파를 방출한 것을 A가 측정하는 것으로 간주한다.

$$f_B = f \frac{v_s + v_B}{v_s - v_A} ; f_A = \left(f \frac{v_s + v_B}{v_s - v_A}\right) \frac{v_s + v_A}{v_s - v_B}$$

정답 : ④



23. 어떤 입자에 $\vec{F} = (x^2\hat{i} - 2y\hat{j} + 3\hat{k}) N$ 의 힘이 작용하여 입자의 위치가 $(1\hat{i} + 2\hat{j} + 1\hat{k}) m$ 에서 $(1\hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}) m$ 로 변하였다. 이때 힘 \vec{F} 가 한 일[J]은?

- ① 4
- ② 6
- ③ 8
- ④ 10

일과 에너지

x : 변위=0

$$y : \int_{-2}^2 (-2y)dy = 0$$

z : $3 \times 2 = 6J$

정답 : ②

24. 헬륨-네온 레이저를 사용하면, 적색 빛(파장 λ_{red}) 방출을 얻을 수 있을 뿐 아니라, 녹색 빛(파장 λ_{green}) 방출도 얻을 수 있다. 적색 빛 방출의 경우는, 레이저 내의 네온 원자가 주어진 들뜬 에너지 상태에서 E_{red} 에너지 상태로 전이되는 경우이고, 녹색 빛 방출의 경우는 네온 원자가 동일한 들뜬 에너지 상태에서 E_{green} 에너지 상태로 전이되는 경우이다. 만약, 네온 원자가 E_{green} 에너지 상태와 E_{red} 에너지 상태 사이에서 전이가 일어난다면, 이때 방출되는 빛의 파장은?

- ① $\frac{\lambda_{red}\lambda_{green}}{\lambda_{red} + \lambda_{green}}$
- ② $\frac{\lambda_{red}\lambda_{green}}{\lambda_{red} - \lambda_{green}}$
- ③ $\frac{2\lambda_{red}\lambda_{green}}{\lambda_{red} + \lambda_{green}}$
- ④ $\frac{2\lambda_{red}\lambda_{green}}{\lambda_{red} - \lambda_{green}}$

원자 모형

$$E - E_r = \frac{hc}{\lambda_r}, \quad E - E_g = \frac{hc}{\lambda_g}; \quad E - E_r < E - E_g$$

$$E_r - E_g = \frac{hc}{\lambda_g} - \frac{hc}{\lambda_r} = \frac{hc}{\lambda} \quad \therefore \lambda = \frac{\lambda_r \lambda_g}{\lambda_r - \lambda_g}$$

정답 : ②

25. 총 전하가 양전하 $+Q$ 로 균일하게 대전되고, 반지름이 a 인 속이 찬 부도체 구가 있다. $-Q$ 로 대전되고 안쪽 반지름이 b 인 도체 구 껍질이 이 부도체 구를 둘러싸고 있다. $r < a$ 인 지점에서 전기장의 크기는? (단, 부도체 구와 도체 구 껍질의 중심은 일치하며, k 는 쿨롱 상수, $b > a$ 이다)

- ① 0
- ② $k \frac{Q}{r^2}$
- ③ $k \frac{Qr}{a^3}$
- ④ $k \frac{Q}{(b-a)^2}$

전기장

$$E = \frac{1}{4\pi r^2} \frac{Q \times \frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{\frac{4}{3}\pi a^3}}{\epsilon} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Qr}{a^3}$$

정답 : ③