물리 수학

1. 미적분 변환

함수		함수
x^n	미분 →	nx^{n-1}
$\sin(ax)$		$a\cos(ax)$
$\cos(ax)$		$-a\sin(ax)$

함수		함수
x^n	적분 →	$\frac{1}{n+1}x^{n+1}$
$\frac{1}{x}$		$\ln x$

2. 삼각함수

$y = A\sin x$ (y : 변위, A : 진폭, x : 위상)

$$\sin\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)=\cos\theta\ ,\quad \cos\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)=\sin\theta$$

$$\sin^2 x+\cos^2 x=1\ ,\quad \sin^2 x=\frac{1}{2}(1-\cos(2x))$$

$$\sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta$$

$$\sin A+\sin B=2\sin\left(\frac{A+B}{2}\right)\cos\left(\frac{A-B}{2}\right)$$

[역학]

속도 : $v=\frac{\Delta s}{\Delta t}=\frac{ds}{dt}$, $\Delta s=\int v dt$

각속도 : $\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}=\frac{d\theta}{dt}$, $\Delta\theta=\int \omega dt$

가속도 : $a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{dv}{dt}$, $\Delta v=\int a dt$

각가속도 : $\alpha=\frac{\Delta\omega}{\Delta t}=\frac{d\omega}{dt}$, $\Delta\omega=\int \alpha dt$

충격량 : $I=\Delta p=\Sigma F\Delta t=\int \Sigma F dt$ $\left(\Sigma F=\frac{dp}{dt}\right)$ $\left(J=\Delta L=\Sigma\tau\Delta t=\int \Sigma\tau dt\right)$

일 : $W=F\Delta s=\int F ds$ $\left(W=\tau\Delta\theta=\int \tau d\theta\right)$, (이상기체가 하는 일) $W=\int P dV$

엔트로피 변화 : $\Delta S=\int \frac{dQ}{T}$

[전자기학]

전하량 : $Q = \int \lambda dl \quad \text{or} \quad \int \sigma dS \quad \text{or} \quad \int \rho dV$

전위 : $V = -\int_{\infty}^{r} E dr$, 전위차 : $V = -\int_{R}^{r} E dr$

전류 : $I = J \cdot S = \int J dS$

유도 기전력 : $E = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N\frac{d\Phi}{dt}$

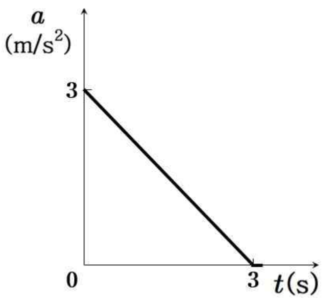
[파동학]

파동 방정식 : $y = A\sin\left(2\pi\left(\frac{x}{\lambda} \mp \frac{t}{T}\right)\right) = A\sin(kx \mp \omega t)$

☆

18 변리사 1차 55회

1. $+x$ 방향으로 $10.0m/s$ 로 등속도 운동을 하던 자동차가 원점을 지나는 순간($t=0$)부터 3초 동안 그림과 같은 가속도로 운동한다. 가속도 방향은 $+x$ 방향이다.



$t=3$ 초일 때 원점으로부터 자동차의 위치는?

① $14.5m$　② $25.5m$　③ $31.7m$

④ $39.0m$　⑤ $53.5m$

운동학

$a=-t+3 \rightarrow v=-\frac{1}{2}t^2+3t+10$

$x=-\frac{1}{6}t^3+\frac{3}{2}t^2+10t+c \quad (c=0)\ ;\ x(3)=39$

정답 : ④

☆☆

23 국가직 7급

2. 어떤 입자에 $\overrightarrow{F}=(x^2\hat{i}-2y\hat{j}+3\hat{k})\,N$ 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 $\overrightarrow{F}$ 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 : $3\times2=6J$

정답 : ②

☆

연습 문항

3. 직선상에서 $x=0$ 을 중심으로 단순조화운동을 하는 입자의 진폭이 A , 주기가 T 이다. 시간 $t=0$ 일 때 입자의 위치 $x=A$ 이면, $t=\frac{T}{6}$ 에서 입자의 위치 x 는?

① $-\frac{\sqrt{3}}{2}A$　　② $-\frac{A}{2}$　　③ 0

④ $\frac{A}{2}$　　⑤ $\frac{\sqrt{3}}{2}A$

단진동

$x=A\sin\omega t=A\sin\frac{2\pi}{T}t$; $x=A\sin(\frac{2\pi}{T}t+\frac{\pi}{2})$

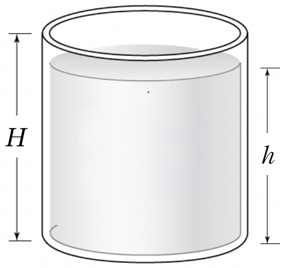
$t=\frac{T}{6}$: $x=A\sin(2\pi\times\frac{1}{6}+\frac{\pi}{2})$

정답 : ④

☆☆☆

연습 문항

4. 그림은 높이가 H 인 원통 모양의 용기에 밀도가 일정한 액체가 높이 h 만큼 채워져 있는 것을 나타낸 것이다. 용기의 질량은 m 이고, 용기만의 질량 중심의 높이는 $\frac{H}{2}$ 이다. 액체가 용기에 높이 H 만큼 가득 채워졌을 때 액체의 질량은 $3m$ 이다.



전체 질량 중심이 가장 낮을 때의 유체의 높이 h 는? (단, 용기 자체의 두께는 무시하고, 액체는 비압축성이다.)

① $\frac{H}{6}$ ② $\frac{H}{5}$ ③ $\frac{H}{4}$ ④ $\frac{H}{3}$ ⑤ $\frac{H}{2}$

질량 중심

$$y_{CM} = \frac{3m\frac{h}{H}(\frac{h}{2}) + m(\frac{H}{2})}{3m\frac{h}{H} + m} = \frac{3mh^2 + mH^2}{6mh + 2mH}$$

; $y'_{CM} = \dfrac{6mh(6mh+2mH) - (3mh^2 + mH^2)6m}{(6mh+2mH)^2}$

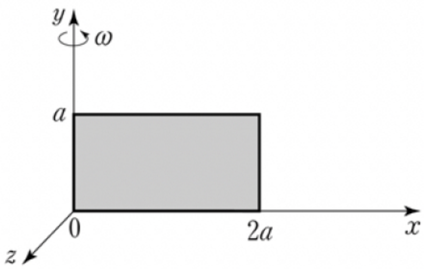
; $3h^2 + 2hH - H^2 = 0$; $(3h-H)(h+H) = 0$

정답 : ④

☆☆

연습 문항

5. 그림은 질량이 m 이고, 각 변의 길이가 각각 a , $2a$ 인 밀도가 균일한 직사각형 모양의 강체가 y 축을 회전축으로 일정한 각속도 ω 로 회전하는 것을 나타낸 것이다. 길이가 a 인 강체의 변은 y 축상에 있다.



강체의 회전축에 대한 각운동량은? (단, 강체의 두께는 무시한다.)

① $\frac{2}{3}ma^2\omega$　　② $ma^2\omega$　　③ $\frac{4}{3}ma^2\omega$

④ $\frac{5}{3}ma^2\omega$　　⑤ $2ma^2\omega$

회전 역학

$$I = \int_0^{2a} \frac{m}{2a^2} a \cdot x^2 dx = \frac{m}{2a}\left[\frac{1}{3}x^3\right]_0^{2a} = \frac{4ma^2}{3}$$

; $L = I\omega = \frac{4ma^2}{3}\omega$

정답 : ③

☆

연습 문항

6. n 몰의 단원자 분자 이상기체의 상태가 A에서 B로 변한다. 상태 A의 압력, 부피, 온도는 각각 P_1 , V_1 , T_1 이고, 상태 B의 압력, 부피, 온도는 각각 P_2 , V_2 , T_2 이다. 상태가 변하는 동안 $PV^2=K$ 를 만족한다. 상태가 변하는 동안 기체가 한 일은? (단, K 는 상수이다.)

① nRT_1 ② nRT_2 ③ $nR(T_1-T_2)$

④ $nR(T_2-T_1)$ ⑤ 0

기체 열역학

$$W=\int_{V_1}^{V_2}PdV=\int_{V_1}^{V_2}\frac{K}{V^2}dV=\left[-\frac{K}{V}\right]_{V_1}^{V_2}$$

$$=-K\left(\frac{1}{V_2}-\frac{1}{V_1}\right)=P_1V_1-P_2V_2=nR(T_1-T_2)$$

정답 : ③

☆

09 변리사 1차 46회

7. 열용량이 C이고 온도가 360K인 물체를 온도가 300K로 유지되는 커다란 물통에 담가 열평형을 이루었다. 이 과정에서 일어나는 엔트로피 총 변화량에 가장 가까운 값은? (단, $\ln 1.2 = 0.182$ 이다.)

① $0.018C$　② $0.036C$　③ $0.048C$

④ $0.064C$　⑤ $0.182C$

열역학 2법칙

물체 : $\Delta S = \int_{360}^{300} \frac{C}{T} dT = C\ln\frac{5}{6}$

물 : $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{C \times 60}{300} = 0.2C$

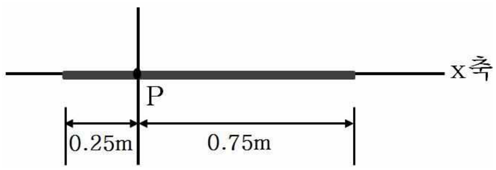
전체 : $\Delta S = 0.2C - C\ln\frac{6}{5}$

정답 : ①

☆☆

14 변리사 1차 51회

8. 그림과 같이 균일하게 대전되어 있는 가는 막대가 x 축을 따라 놓여있다. 이 막대의 길이는 1m이고 단위 길이 당 전하(전하밀도)는 3C/m 이다.



막대 왼쪽 끝으로부터 0.25m 떨어진 P점에서 전기장의 크기는? (단, 쿨롱 상수는 $k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9.0\times10^9 N\cdot m^2/C^2$ 이다.)

① $2.7\times10^{10}N/C$
② $3.6\times10^{10}N/C$
③ $5.4\times10^{10}N/C$
④ $7.2\times10^{10}N/C$
⑤ $8.1\times10^{10}N/C$

전기장

$x=-0.25m$ 에서 $x=0.25m$ 까지는 전기장이 상쇄된다.

$E=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{Q}{r^2}$; $dE=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{dQ}{r^2}$

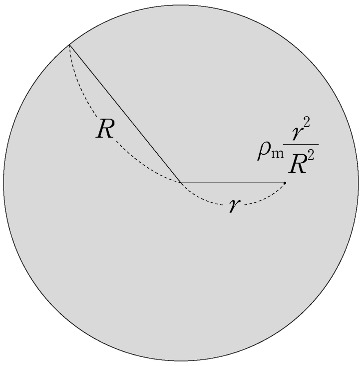
$E=\int_{0.25}^{0.75}k\frac{3}{x^2}dx = 9\times10^9\times3\times(\frac{1}{0.25}-\frac{1}{0.75})$

정답 : ④

☆☆

20학년도 PEET

9. 그림은 반지름이 R 인 구 내부에 구대칭으로 전하가 분포하는 것을 나타낸 것이다. 구의 중심으로부터 거리 r 에 따른 단위 부피당 전하량은 $\rho_m \frac{r^2}{R^2}$ 이다. ρ_m 은 양(+)의 상수이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 구를 포함한 모든 공간의 유전율은 ϵ_0 이다.)

〈보 기〉

ㄱ. 구의 총 전하량은 $4\pi\rho_m R^3$ 이다.

ㄴ. 전기장의 세기는 $r = \frac{R}{2}$ 에서 $\frac{\rho_m R}{40\epsilon_0}$ 이다.

ㄷ. 전위는 $r = 0$ 에서가 $r = R$ 에서보다 높다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ
⑤ ㄱ, ㄷ ⑥ ㄴ, ㄷ ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정전기

ㄱ. $Q = \rho \cdot V = \int \rho dV$

$$Q = \int_0^R \rho_m \frac{r^2}{R^2} dV = \int_0^R \rho_m \frac{r^2}{R^2} 4\pi r^2 dr = \frac{4}{5}\pi\rho_m R^3$$

ㄴ. $E = \frac{1}{4\pi(\frac{R}{2})^2} \times \frac{\frac{4}{5}\pi\rho_m \frac{(\frac{R}{2})^5}{R^2}}{\epsilon_0}$

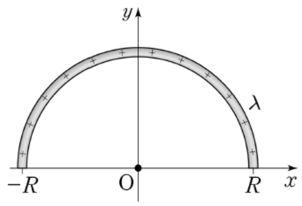
ㄷ. 전기장 방향 : $V\uparrow \ \rightarrow \ V\downarrow$

정답 : ⑥

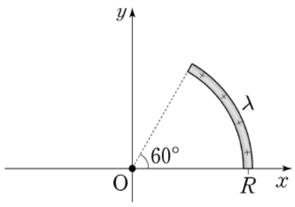
☆☆☆

23학년도 PEET

10. 그림 (가), (나)는 양(+)의 전하가 각각 중심각이 180°, 60°인 원호를 따라 균일하게 분포한 것을 나타낸 것이다. (가)와 (나)에서 원호는 xy 평면에 놓여 있고, 반지름이 R 로 같으며, 단위 길이당 전하량은 λ 로 같다. (가)의 원점 O에서 전위는 V_0 이고, 전기장의 크기는 E_0 이다.



(가)



(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공간의 유전율은 ϵ_0 이고, 전하에서 무한히 먼 위치의 전위는 0이다.)

〈보 기〉

ㄱ. $V_0 = \dfrac{\lambda}{4\epsilon_0}$ 이다.

ㄴ. (나)의 O에서 전위는 $\dfrac{V_0}{3}$ 이다.

ㄷ. (나)의 O에서 전기장의 크기는 $\dfrac{E_0}{2}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ
⑥ ㄴ, ㄷ ⑦ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정전기

ㄱ. $V_0 = \dfrac{1}{4\pi\epsilon_0}\dfrac{\lambda}{R}\times \pi R$

ㄴ. $V_0 \times \dfrac{1}{3}$

ㄷ. $dQ = \lambda R d\theta$; $dE = \dfrac{dQ}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \dfrac{\lambda R d\theta}{4\pi\epsilon_0 R^2}$

(가) $E_0 = \left[\dfrac{1}{4\pi\epsilon_0}\dfrac{\lambda R}{R^2}\displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos\theta d\theta\right]\times 2 = \dfrac{1}{4\pi\epsilon_0}\dfrac{\lambda}{R}\times 2$

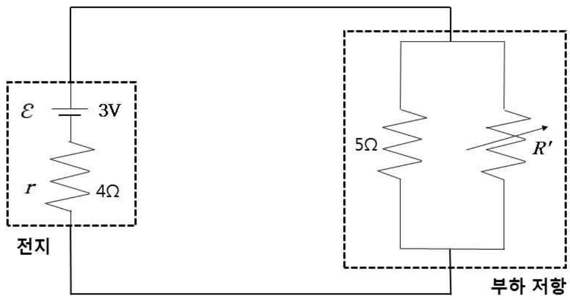
(나) $E = \left[\dfrac{1}{4\pi\epsilon_0}\dfrac{\lambda R}{R^2}\displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{6}}\cos\theta d\theta\right]\times 2 = \dfrac{1}{4\pi\epsilon_0}\dfrac{\lambda}{R}\times\dfrac{1}{2}\times 2$

정답 : ⑦

☆☆☆

21 변리사 1차 58회

11. 그림은 전지와 부하 저항이 연결된 회로이다. 부하 저항은 5Ω 인 저항과 R' 인 가변 저항이 병렬로 연결되어있다. 전지의 기전력(ϵ)은 $3V$ 이고, 내부 저항(r)은 4Ω 이다. 부하 저항에 최대 전력(electric power)을 전달하기 위한 R' 은?



① 1Ω　　② 4Ω　　③ 5Ω

④ 9Ω　　⑤ 20Ω

직류 회로

$$\Sigma R = 4 + \frac{5R'}{5+R'} \quad \left(\frac{5R'}{5+R'} = K\right)$$

$$P = \frac{V^2}{R} \ ; \ \frac{\left(3\times\frac{K}{4+K}\right)^2}{K} = \frac{9K}{(4+K)^2} = \frac{9}{\frac{16}{K}+8+K}$$

$$\frac{16}{K} + K \geqq 2\sqrt{\frac{16}{K}\times K} = 8 \ \therefore \ K = 4 \ , \ R' = 20\Omega$$

정답 : ⑤

☆☆

17 서울시 7급

12. 반지름이 R 인 길고 속이 찬 원통형 도체에 전류가 흐른다. 전류밀도 J 는 원통의 단면에서 균일하지 않고 중심축으로부터의 거리 r 의 함수, $J = ar^3$ 로 주어진다. 거리 r 이 반지름 R 보다 작은 곳에서의 자기장의 크기는? (단, a 는 양의 상수이다.)

① $\frac{\mu_0 a}{2} r^4$

② $\frac{\mu_0 a}{5} r^4$

③ $\frac{\mu_0 a}{2\pi} r^4$

④ $\frac{\mu_0 a}{5\pi} r^4$

자기장

$B \cdot l = \mu I$

$$B = \frac{1}{2\pi r} \cdot \mu_0 (\int J dS) = \frac{1}{2\pi r} \cdot \mu_0 (\int_0^r ar^3 \ (2\pi r dr))$$

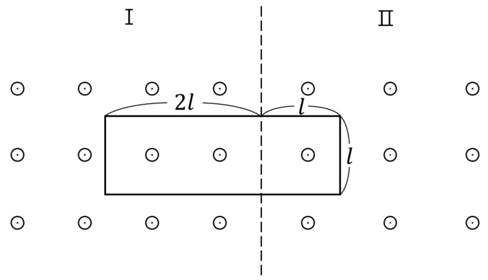
$$= \frac{1}{2\pi r} \cdot \mu_0 \frac{2\pi a}{5} r^5$$

정답 : ②

☆

20 변리사 1차 57회

13. 그림과 같이 지면으로부터 나오는 방향의 균일한 자기장 영역 Ⅰ, Ⅱ에 가로, 세로의 길이가 각각 $3l$, l 인 직사각형 모양의 도선이 고정되어 있다. 자기장 영역 Ⅰ과 Ⅱ에서 시간 t 에 따라 변하는 자기장의 세기는 각각 $2at$, $at+b$ 이다. 도선에 유도되는 기전력의 크기는? (단, a , b 는 상수이고, 도선의 두께는 무시한다.)



① al^2 ② $2al^2$ ③ $3al^2$ ④ $4al^2$ ⑤ $5al^2$

전자기 유도

$$E_1=-N\frac{d\Phi}{dt}=-\frac{(2at)}{dt}\times 2l^2=-4al^2$$

$$E_2=-N\frac{d\Phi}{dt}=-\frac{(at+b)}{dt}\times l^2=-al^2$$

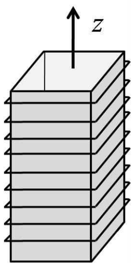
두 영역 모두 자속 증가를 방해하는 방향이므로 방향은 같다.

정답 : ⑤

☆

11 변리사 1차 48회

14. 그림과 같이 한 변의 길이가 1m인 정사각형의 단면을 갖는 기둥에 도선을 200회 감아 코일을 만들었다. 이 코일에 z 축 방향으로 시간 t 에 따라 변하는 자기장 $B(t)=10^{-3}\times(10t-t^2)$ 를 가했을 때, $t=1$ 인 순간 기전력의 크기는 얼마인가? (단, t 의 단위는 초(s), 자기장의 단위는 테슬라(T)이고, 기둥은 자성체가 아니다.)



① 0.8V ② 1.2V ③ 1.6V ④ 2.0V ⑤ 2.4V

전자기 유도

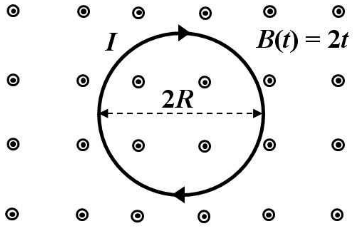
$$E=-N\frac{d\Phi}{dt}=-200\times\left(10^{-3}\times(10-2)\right)\times 1^2$$

정답 : ③

☆

17 변리사 1차 54회

15. 그림과 같이 시간 t(sec)에 따라 증가하는 자기장 $B(t)=2t$(Tesla)를 반지름 $R=1m$ 인 원형도체의 단면에 수직하게 가할 경우, 원형 도체에 유도전류 I 가 흐른다.



원형 도체의 총 저항값이 8Ω 일 경우, 유도전류 I (Ampere)의 세기는? (단, 자기장은 공간적으로 균일하며, 원형 도체의 두께와 전자기파 발생은 무시한다.)

① $\frac{\pi}{4}$ ② $\frac{\pi}{2}$ ③ π ④ 2π ⑤ 4π

전자기 유도

$$E=-N\frac{d\Phi}{dt}=-2\times\pi$$

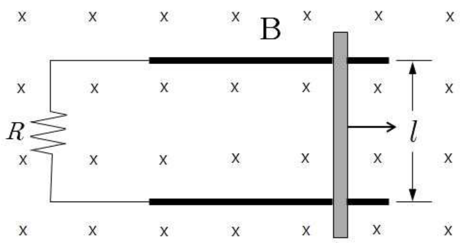
$$I=\frac{2\pi}{8}=\frac{\pi}{4}A$$

정답 : ①

☆☆☆

15 변리사 1차 52회

16. 그림과 같이 저항 R 이 연결되어 있는 폭 l 인 평행한 두 금속 레일 위에 질량이 m 인 금속막대가 오른쪽으로 미끄러져 간다. 자기장($\vec{B}$)은 금속막대와 레일이 놓여 있는 지면에 수직하게 들어가는 방향으로 균일하게 지난다. 금속 막대의 속력은 $t=0$ 초에서 $3m/s$, $t=3$ 초에서 $1m/s$ 이다. 자기장의 세기는? (단, 막대와 레일 사이의 마찰과 접촉 저항은 무시한다.)



① $B=\sqrt{\dfrac{mR\ln 3}{4l^2}}$ ② $B=\sqrt{\dfrac{mR\ln 4}{3l^2}}$

③ $B=\sqrt{\dfrac{mR\ln 2}{3l^2}}$ ④ $B=\sqrt{\dfrac{mR\ln 3}{2l^2}}$

⑤ $B=\sqrt{\dfrac{mR\ln 3}{3l^2}}$

전자기 유도 / 자기력

$$F=BIl=B(\frac{E}{R})l=\frac{B^2l^2v}{R}=ma=m\frac{dv}{dt}$$

$$;\ \frac{B^2l^2}{mR}dt=\frac{dv}{v}\quad ;\int_0^3\frac{B^2l^2}{mR}dt=\int_3^1\frac{dv}{v}$$

$$\therefore\ \frac{3B^2l^2}{mR}=(-)\ln 3$$

정답 : ⑤

☆

20 변리사 1차 57회

17. 잔잔한 수면 위에서 퍼져나가는 어떤 물결파의 경우, 높이 변화 y 는 위치 x 와 시간 t 의 함수로 다음과 같이 표시된다.

$$y(x\ ,\ t) = 0.10\sin(3x - 4t)\ [m]$$

이 식에서 x 의 단위는 미터$[m]$이고, t 의 단위는 초$[s]$이다. 이 물결파의 파장(λ)과 속도(v)는?

① $\frac{2\pi}{3}\ [m]\ ,\ \frac{4}{3}\ [m/s]$

② $\frac{1}{3}\ [m]\ ,\ \frac{4}{3}\ [m/s]$

③ $3\ [m]\ ,\ 12\ [m/s]$

④ $\frac{3}{2\pi}\ [m]\ ,\ \frac{3}{4}\ [m/s]$

⑤ $3\ [m]\ ,\ \frac{3\pi}{2}\ [m/s]$

파동 방정식

$\frac{2\pi}{\lambda} = 3$; $\lambda = \frac{2\pi}{3}$, $\frac{2\pi}{T} = 4$; $T = \frac{\pi}{2}$

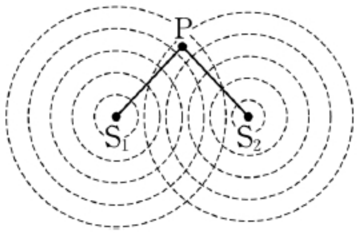
$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{4}{3} m/s$

정답 : ①

☆☆

12학년도 PEET

18. 그림은 수면상의 두 점 S_1 , S_2 에서 위상차 ϕ 로 발생시킨 두 수면파의 어느 순간의 모습을 모식적으로 나타낸 것이다. 두 수면파는 동일한 진폭과 진동수로 발생되고 서로 같은 속력으로 진행한다. 점 P는 S_1 과 S_2 에서 거리가 같은 공간상에 고정된 점이다. 표는 다른 조건은 그대로 두고 ϕ 를 변화시킨 세 경우, P에서 중첩된 수면파의 최대 변위의 크기를 나타낸 것이다.



위상차 ϕ	최대 변위의 크기
0	$2A_0$
$\frac{\pi}{2}$	(가)
π	0

표에서 (가)는?

① $\frac{1}{2}A_0$　② A_0　③ $\frac{2}{\sqrt{3}}A_0$

④ $\sqrt{2}A_0$　⑤ $\sqrt{3}A_0$

간섭

$y = y_1 + y_2 = A_0\sin(x) + A_0\sin(x+\phi)$

$= 2A_0\cos(\frac{\phi}{2})\sin(x+\frac{\phi}{2})$

; $2A_0\cos(\frac{\phi}{2}) = 2A_0\cos(\frac{\pi}{4})$

정답 : ④

☆☆

13 변리사 1차 50회

19. 폭이 L 인 1차원 무한 퍼텐셜우물에 갇힌 전자의 파동함수에서 확률의 규격화(normalization)로부터 구한 진폭을 A 라 할 때, 폭을 절반으로 줄인 우물의 파동함수 진폭은?

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

퍼텐셜 우물

$$\int_0^L \left(A\sin(\frac{n\pi x}{L})\right)^2 dx = 1 \ ; \ A^2(\frac{L}{2}) = 1$$

$$\therefore \ A = \sqrt{\frac{2}{L}} \rightarrow A' = \sqrt{2}A$$

정답 : ⑤

☆☆

23 지방직 7급

20. 어떤 입자의 파동함수가 $x \geq 0$ 에서

$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}}\, e^{-x/a}$, $x < 0$ 에서 $\psi(x) = 0$ 로 주어진다.

$0 \leq x \leq a$ 에서 이 입자를 발견할 확률은?

① $1 - e^{-1}$ ② $1 - e^{-2}$

③ $e - 1$ ④ $e^2 - 1$

양자 역학

$\psi^2(x) = \frac{2}{a} e^{-\frac{2x}{a}}$

; $\int_0^a \frac{2}{a} e^{-\frac{2x}{a}} dx = \left[\frac{2}{a} \times \left(-\frac{a}{2}\right) e^{-\frac{2x}{a}}\right]_0^a = -e^{-2} + 1$

정답 : ②