



世界史 B, 日本史 B, 地理 B, 政治・経済 物理, 化学, 生物 問題

はじめに、これを読みなさい。

- この問題冊子は 122 ページある。ただし、ページ番号のない白紙はページ数に含まない。各科目のページ数は以下のとおりである。必要な科目を選択して解答すること。

世界史 B	1 ページから 15 ページ
日本史 B	16 ページから 29 ページ
地 理 B	30 ページから 54 ページ
政治・経済	55 ページから 71 ページ
物 理	72 ページから 85 ページ
化 学	86 ページから 101 ページ
生 物	102 ページから 122 ページ

- 解答用紙に印刷されている受験番号が正しいかどうか、受験票と照合して、確認すること。
- 問題文の中で、国名、地域名、企業名については略称、通称も用いている。
- 監督者の指示にしたがい、解答用紙の氏名欄に氏名を記入すること。次に「解答科目マーク欄」にマークし、「解答科目名記入欄」に解答する科目名を記入すること。マークされていない場合、または複数の科目にマークされている場合は、0点とする。
- 解答は、すべて解答用紙の解答欄にマークすること。所定欄以外のところには何も記入しないこと。
- 1つの解答欄に、2つ以上マークしないこと。
- 解答は、必ず鉛筆またはシャープペンシル(いずれも HB・黒)で記入のこと。
- 訂正する場合は、消しゴムできれいに消し、消しくずを残さないこと。
- 解答用紙は、絶対に汚したり折り曲げたりしないこと。
- 解答用紙はすべて回収するので、持ち帰らず、必ず提出すること。ただし、この問題冊子は、必ず持ち帰ること。
- 試験時間は、60分である。
- マーク記入例

良い例	悪い例
	

物 理

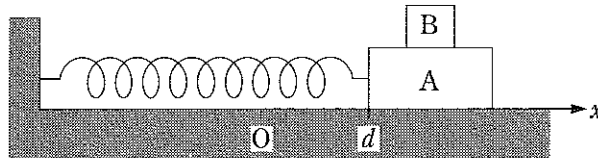
(解答番号 1～19)

物理の問題は全部で3題あります。

すべての問題を解答しなさい。

〔I〕 次の文中の から に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び、解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。

図のように、直方体の物体 A が一端を固定したばね定数 k のばねにつながれており、なめらかな水平面上に置かれている。さらに、物体 A の上には物体 B が置かれている。物体 A の質量は M 、B の質量は m である。物体 A と B の間の静止摩擦係数は μ_0 であり、物体 A と水平面の間の摩擦は無視できる。また、ばねの質量は無視し、重力加速度の大きさは g とする。



ばねが自然長であるときの物体 A の左端の位置を原点 O として、ばねの方向に沿って水平面上に x 軸をとり、右向きを正の向きとする。物体 A の位置は、A の左端の座標 x で表す。はじめ、図のように物体 A を $x = d$ (d は正) の位置に静止させた。このとき、物体 B も A の上で静止している。この状態から物体 A を静かに放すと、物体 A は、 x 軸に沿って $-d \leq x \leq d$ の範囲を水平面上で単振動した。この運動の間、物体 B は A の上ですべることなく常に A と一体となっていた。物体 A の左端が原点 O を通過するときの A の速さは、 である。また、物体 A の位置が x であるとき、物体 A の加速度は である。ただし、加速度の正の向きは、 x 軸の正の向きである。

物体 A とともに動く観測者から見ると、物体 B は静止している。これは物体 B に働く と静止摩擦力がつり合っているからである。これより、物体 A の位置が x のときに物体 B に働く静止摩擦力の大きさ F は、 である。したがって、 $-d \leq x \leq d$ の範囲で F の最大値は、 であることがわかる。一方、物体 A と B の間の静止摩擦係数は μ_0 なので、A と B の間の最大摩擦力の大きさは、 である。物体 B は A の上ですべらなかつたので、はじめの状態における物体 A の左端の座標 d は、 の条件を満たしていた。

の解答群

- (A) $d\sqrt{\frac{M+m}{k}}$ (B) $d\sqrt{\frac{M}{k}}$ (C) $d\sqrt{\frac{m}{k}}$
 (D) $\frac{d}{\sqrt{k}}(\sqrt{M} + \sqrt{m})$ (E) $d\sqrt{\frac{k}{M+m}}$ (F) $d\sqrt{\frac{k}{M}}$
 (G) $d\sqrt{\frac{k}{m}}$ (H) $d\sqrt{k}\left(\frac{1}{\sqrt{M}} + \frac{1}{\sqrt{m}}\right)$

の解答群

- (A) $\frac{k}{M}x$ (B) $-\frac{k}{M}x$ (C) $\frac{k}{m}x$ (D) $-\frac{k}{m}x$
 (E) $\frac{k}{M+m}x$ (F) $-\frac{k}{M+m}x$

の解答群

- (A) 重力 (B) 弾性力 (C) 垂直抗力
 (D) 動摩擦力 (E) 慣性力 (F) 最大摩擦力

4 の解答群

- (A) $\frac{M+m}{M}k|x|$ (B) $\frac{M+m}{m}k|x|$ (C) $\frac{m}{M+m}k|x|$
(D) $\frac{M}{M+m}k|x|$ (E) $Mk|x|$ (F) $mk|x|$

5 の解答群

- (A) $\frac{m}{M+m}kd$ (B) $\frac{M}{M+m}kd$ (C) Mkd
(D) mkd (E) $\frac{M+m}{m}kd$ (F) $\frac{M+m}{M}kd$
(G) $\frac{m}{2(M+m)}kd^2$ (H) $\frac{M}{2(M+m)}kd^2$

6 の解答群

- (A) $\mu_0(M+m)g$ (B) $\frac{m}{M+m}\mu_0g$ (C) $\frac{M}{M+m}\mu_0g$
(D) μ_0mg (E) μ_0Mg (F) μ_0g

7 の解答群

- (A) $d > \frac{\mu_0mg}{k}$ (B) $d > \frac{\mu_0Mg}{k}$ (C) $d > \frac{\mu_0(M+m)g}{k}$
(D) $d > \frac{\mu_0g}{k(M+m)}$ (E) $d \leq \frac{\mu_0mg}{k}$ (F) $d \leq \frac{\mu_0Mg}{k}$
(G) $d \leq \frac{\mu_0(M+m)g}{k}$ (H) $d \leq \frac{\mu_0g}{k(M+m)}$

(このページは、計算に使用してよい。)

〔Ⅱ〕 次の文中の 8 から 13 に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び、解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。

図1のように、鉄しんに巻かれた巻き数が N_1 で自己インダクタンスが L_1 [H] のコイル L_1 と、巻き数が N_2 で自己インダクタンスが L_2 [H] のコイル L_2 がある。コイル L_1 には、出力する電圧を変えることができる直流電源、スイッチ S_1 と S_2 、抵抗値 R_1 [Ω] の抵抗 R_1 と抵抗値 R_2 [Ω] の抵抗 R_2 が接続されている。コイル L_2 には、スイッチ S_3 、抵抗値 R_3 [Ω] の抵抗 R_3 が接続されている。抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 以外の抵抗は無視でき、コイル L_1 、 L_2 により発生する磁界(磁場)は、完全に鉄しん内に閉じ込められるとする。また、鉄しん内での渦電流の影響やエネルギーの損失は無視できるとする。コイル L_1 、 L_2 に流れる電流の正の向きは、図1の矢印の向きとする。また、コイル L_1 、 L_2 で発生する起電力の正の向きは、それぞれ、電流を正の向きに流そうとする向きとする。最初は、全てのスイッチが開いており、二つのコイルには電流が流れていない。

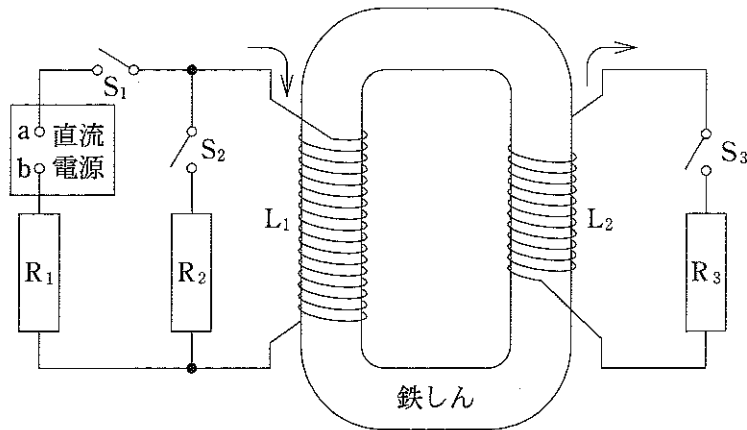


図1

(1) 点 b に対する点 a の電位が E_0 [V] (E_0 は正) になるように直流電源の出力電圧を固定して、スイッチ S_1 を閉じた。スイッチ S_1 を閉じた瞬間にコイル L_1 に流れる電流は [A] であった。十分に時間がたつと、コイル L_1 に流れる電流は一定となり、 [A] になった。この後、スイッチ S_2 を閉じてスイッチ S_1 を開けると、抵抗 R_2 に電流が流れ始めた。十分に時間がたつと、抵抗 R_2 に電流が流れなくなった。スイッチ S_1 を開けてから抵抗 R_2 に電流が流れなくなるまでの間に、抵抗 R_2 で発生したジュール熱は [J] である。

(2) 再び全てのスイッチを開き、二つのコイルに電流が流れていない状態に戻す。その後、時刻 $t = 0$ [s] にスイッチ S_1 のみを閉じ、直流電源の出力電圧を調節して、コイル L_1 に時間とともに変化する電流 I_1 [A] を流した。このときコイル L_2 に生じる誘導起電力を考える。コイル L_1 に電流 I_1 [A] が流れているとき、鉄しん内の磁束は $\frac{L_1}{N_1} I_1$ [Wb] であり、この磁束はコイル L_2 の 1 巻きを貫く磁束と等しい。したがって、短い時間 Δt [s] の間にコイル L_1 に流れている電流が ΔI_1 [A] だけ変化したとき、コイル L_2 に生じる起電力 V_2 は $V_2 = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ [V] となる。ただし、 $M =$ [H] で与えられる。

コイル L_1 に流れる電流 I_1 [A] が図 2 のように変化するとき、時刻 t が $0 < t < 4T_0$ [s] の間にコイル L_2 に生じる起電力 V_2 [V] は、図 のように変化する。ただし、解答群の図では、 $M \frac{I_0}{T_0}$ を V_0 と書いた。

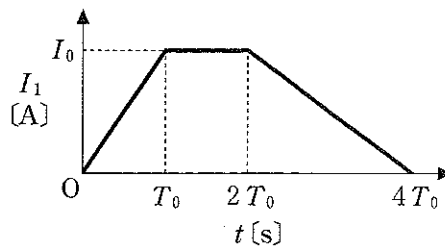


図 2

(3) もう一度全てのスイッチを開き、二つのコイルに電流が流れていない状態に戻す。今度は、あらかじめスイッチ S_3 を閉じた。その後スイッチ S_1 を閉じ、直流電源の出力電圧を調節して、コイル L_1 に再び図2のように電流 I_1 [A] を流した。スイッチ S_1 を閉じた時刻 $t = 0$ [s] の直後、コイル L_1 に電流が流れ始めると、コイル L_2 にも電流が流れ始めた。スイッチ S_1 を閉じた直後のコイル L_2 には、13。

8 , 9 の解答群

- | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|
| (A) 0 | (B) $\frac{E_0}{L_1}$ | (C) $\frac{L_1}{E_0}$ | (D) $L_1 E_0$ |
| (E) $\frac{E_0}{R_1}$ | (F) $\frac{R_1}{E_0}$ | (G) $R_1 E_0$ | (H) $\frac{E_0}{R_1 + L_1}$ |
| (I) $\frac{R_1 + L_1}{E_0}$ | (J) $(R_1 + L_1) E_0$ | | |

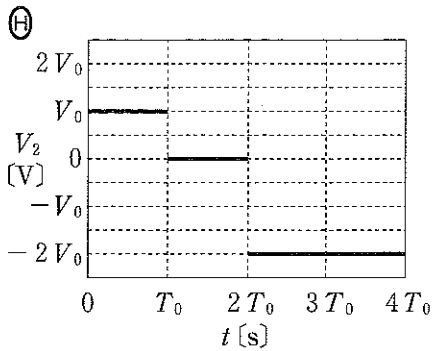
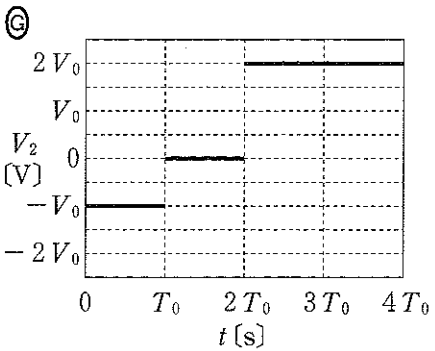
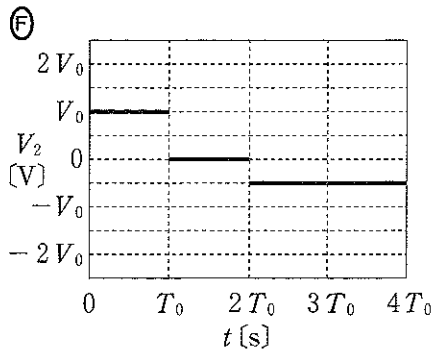
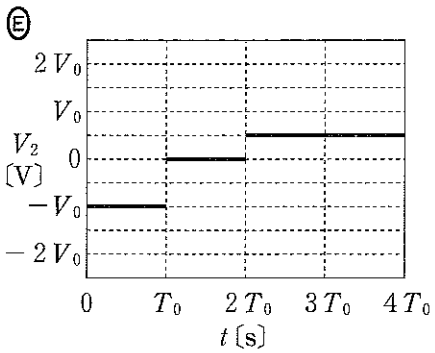
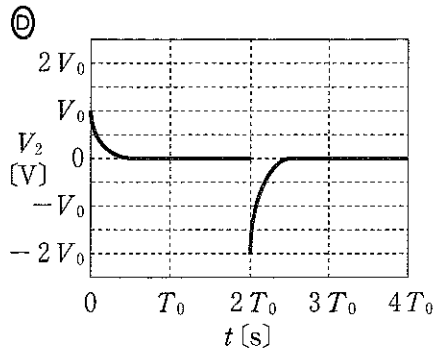
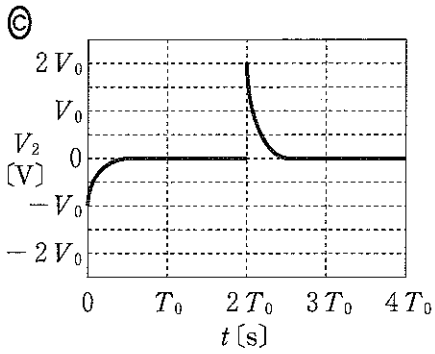
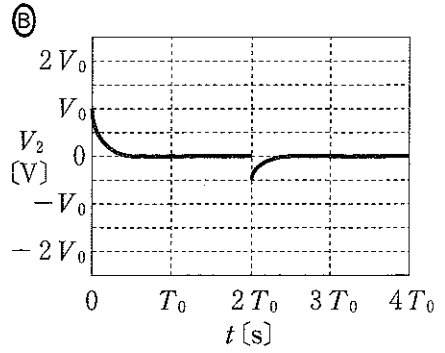
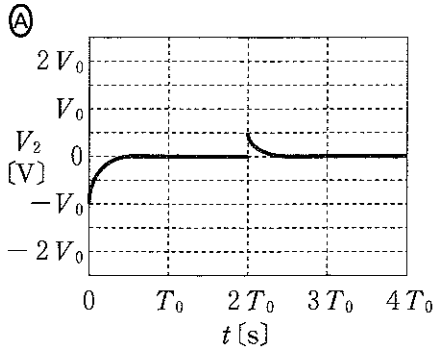
10 の解答群

- | | | |
|--|--|-----------------------------------|
| (A) $\frac{1}{2} L_1 \left(\frac{E_0}{R_1}\right)^2$ | (B) $\frac{1}{2} L_1 \left(\frac{R_1}{E_0}\right)^2$ | (C) $\frac{1}{2} L_1 (R_1 E_0)^2$ |
| (D) $\frac{1}{2} L_1 \left(\frac{E_0}{R_2}\right)^2$ | (E) $\frac{1}{2} L_1 \left(\frac{R_2}{E_0}\right)^2$ | (F) $\frac{1}{2} L_1 (R_2 E_0)^2$ |
| (G) $R_2 \left(\frac{E_0}{R_1}\right)^2$ | (H) $R_2 \left(\frac{R_1}{E_0}\right)^2$ | (I) $R_2 (R_1 E_0)^2$ |

11 の解答群

- | | | |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| (A) $N_1 N_2 L_1$ | (B) $N_1 L_1 L_2$ | (C) $N_2 L_1 L_2$ |
| (D) $N_1 L_1$ | (E) $N_2 L_1$ | (F) $\frac{N_2}{N_1} L_1$ |
| (G) $\frac{N_1}{N_2} L_1$ | (H) $\frac{N_2}{N_1} L_1 L_2$ | (I) $\frac{N_1}{N_2} L_1 L_2$ |

12 の解答群



13 の解答群

- Ⓐ 相互誘導により正の向きに起電力が生じるのと同時に、自己誘導により正の向きに起電力が生じる
- Ⓑ 相互誘導により正の向きに起電力が生じるのと同時に、自己誘導により負の向きに起電力が生じる
- Ⓒ 相互誘導により負の向きに起電力が生じるのと同時に、自己誘導により正の向きに起電力が生じる
- Ⓓ 相互誘導により負の向きに起電力が生じるのと同時に、自己誘導により負の向きに起電力が生じる

(このページは、計算に使用してよい。)

〔Ⅲ〕 次の文中の から に最も適するものをそれぞれの解答群から一つ選び、解答用紙の所定の欄にその記号をマークせよ。

図1は、ある時刻において正弦波状の光の波が屈折率 n_1 の媒質1から、屈折率 n_2 の媒質2に向かって入射している様子を表したものである。光が屈折率の小さい媒質から屈折率の大きい媒質に向かうところで反射されるときには、光の位相は π 、すなわち半波長分だけずれ、屈折率の大きい媒質から小さい媒質へ向かうところで反射されるときには、位相は変わらない。したがって、屈折率が $n_1 < n_2$ の場合、図1と同じ時刻における反射波の様子は、図 のようになる。逆に $n_1 > n_2$ の場合、反射波の様子は図 のようになる。

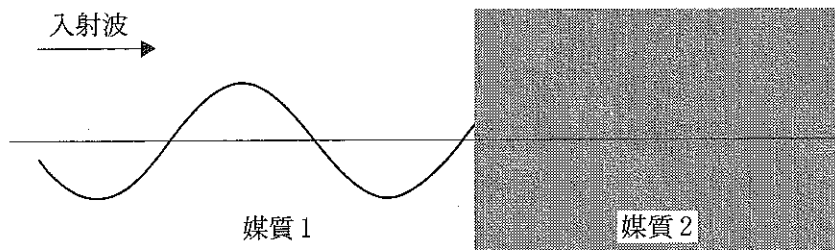


図1

さて、図2のように、空気中(屈折率1.0)に厚さ d の薄膜(屈折率 $n = 1.4$)を置いた。この薄膜に向かって、空気中での波長が λ の単色光を垂直に入射させ、そのときの反射光の強さを測定した。入射単色光の強さは変えず、波長 λ だけを $6.60 \times 10^{-7} \text{ m}$ から $7.70 \times 10^{-7} \text{ m}$ まで変えたとき、反射光の強さは図3のように、波長 $\lambda_1 = 6.80 \times 10^{-7} \text{ m}$ と $\lambda_2 = 7.60 \times 10^{-7} \text{ m}$ で大きくなった(極大になった)。なお、この測定を行なった波長領域では、薄膜の屈折率 n は一定とする。

反射光の強さが極大になる条件は、入射光の空気中での波長 λ 、薄膜の厚さ d と屈折率 n 、および0以上のある整数 l を使って、 $2d =$ で与えられる。図3の極大を与える波長 λ_1 に対する整数を l_1 とすれば、 λ_2 に対する整数は $l_2 =$ であるので、 λ_1 と λ_2 の値を使って、整数 l_1 、そして、薄膜の厚さ d を求めることができる。その結果は $d =$ m である。

次に、この薄膜に、図4のように屈折率 $n' = 1.2$ の別の薄膜を一様な厚さ d' でつけ、波長 λ_1 の反射光をできるだけ弱めるようにする。そのために必要な最小の厚さは $d' = \boxed{19} \text{ m}$ である。

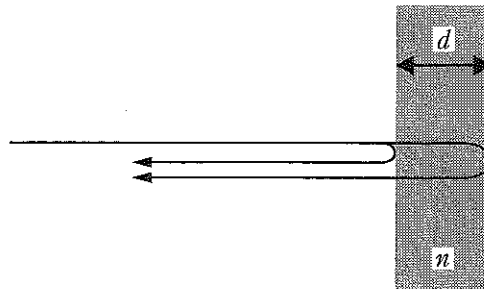


図 2

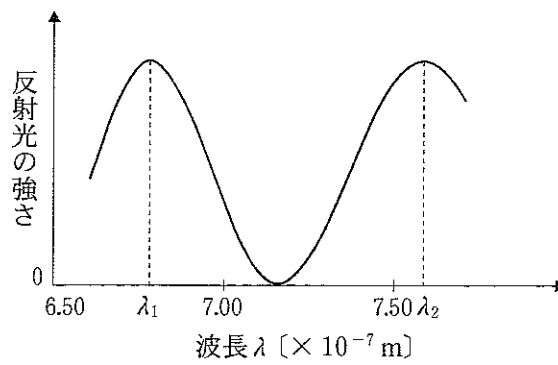


図 3

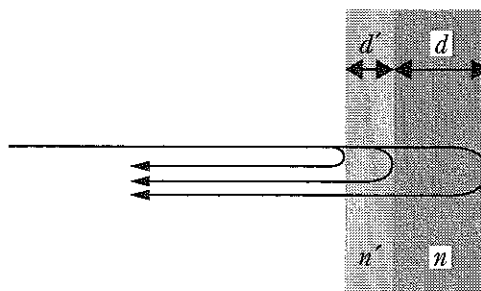
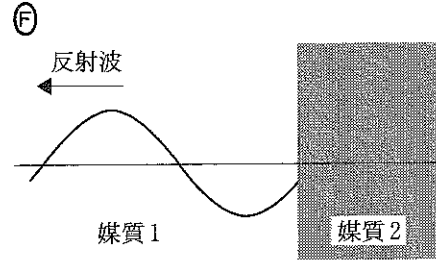
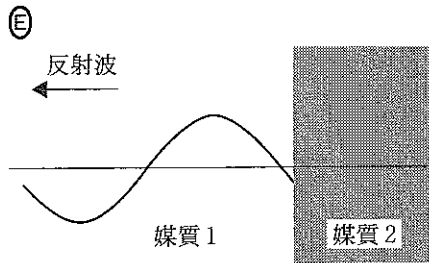
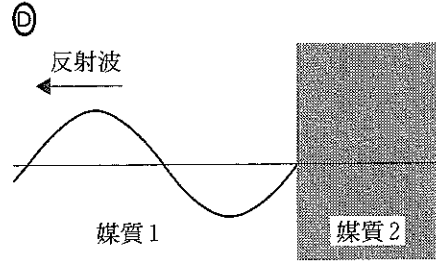
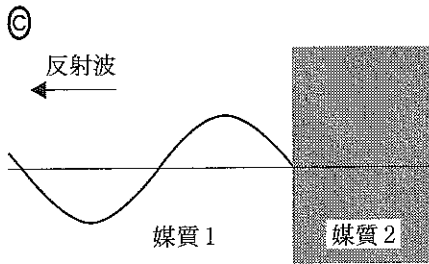
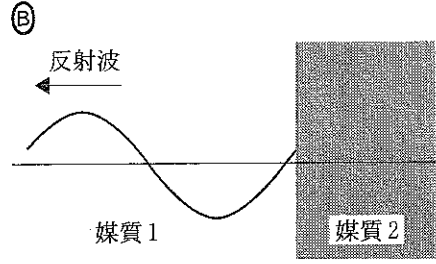
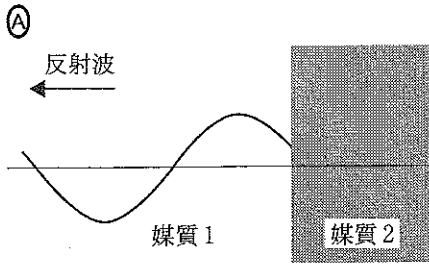


図 4

14, 15 の解答群



16 の解答群

- (A) $l\lambda n$ (B) $(l + \frac{1}{2})\lambda n$ (C) $2l\lambda n$
 (D) $2(l + \frac{1}{2})\lambda n$ (E) $l\frac{\lambda}{n}$ (F) $(l + \frac{1}{2})\frac{\lambda}{n}$
 (G) $2l\frac{\lambda}{n}$ (H) $2(l + \frac{1}{2})\frac{\lambda}{n}$

17 の解答群

- (A) $l_1 - 2$ (B) $l_1 - 1$ (C) l_1 (D) $l_1 + 1$ (E) $l_1 + 2$

18 の解答群

- (A) 1.8×10^{-6} (B) 1.9×10^{-6} (C) 2.1×10^{-6} (D) 2.3×10^{-6}
(E) 4.0×10^{-6} (F) 4.2×10^{-6} (G) 4.5×10^{-6} (H) 4.6×10^{-6}

19 の解答群

- (A) 1.2×10^{-7} (B) 1.4×10^{-7} (C) 1.6×10^{-7} (D) 1.8×10^{-7}
(E) 2.0×10^{-7} (F) 2.4×10^{-7} (G) 2.8×10^{-7} (H) 3.2×10^{-7}