

1 以下の問に答えよ。[計 25 点]

図 1-1 は、 x 軸上を正の向きに進む正弦波において、時刻 $t=0$ における位置 x [m] と変位 y [m] の関係を示した $y-x$ 図である。この波の速さは 3.0 m/s であり、 $x=5.0$ m において固定端反射する。

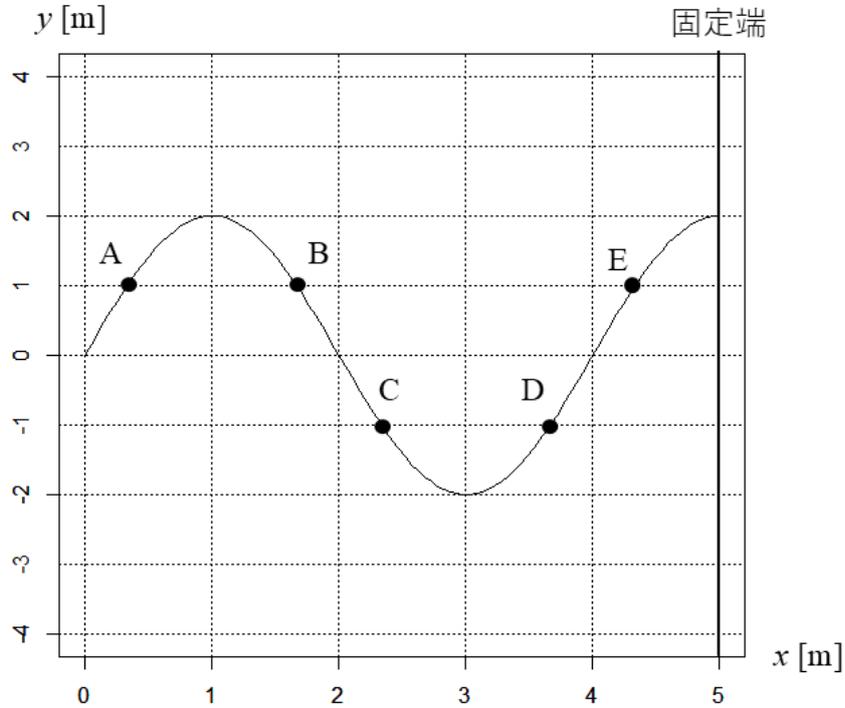


図 1-1

(1) この波の振幅、波長、周期、周波数を求めよ。また、各々の単位を国際単位系 (SI) で [] 内に示せ。有効数字は 2 桁とする。[2 点×4]

振幅 _____ []

波長 _____ []

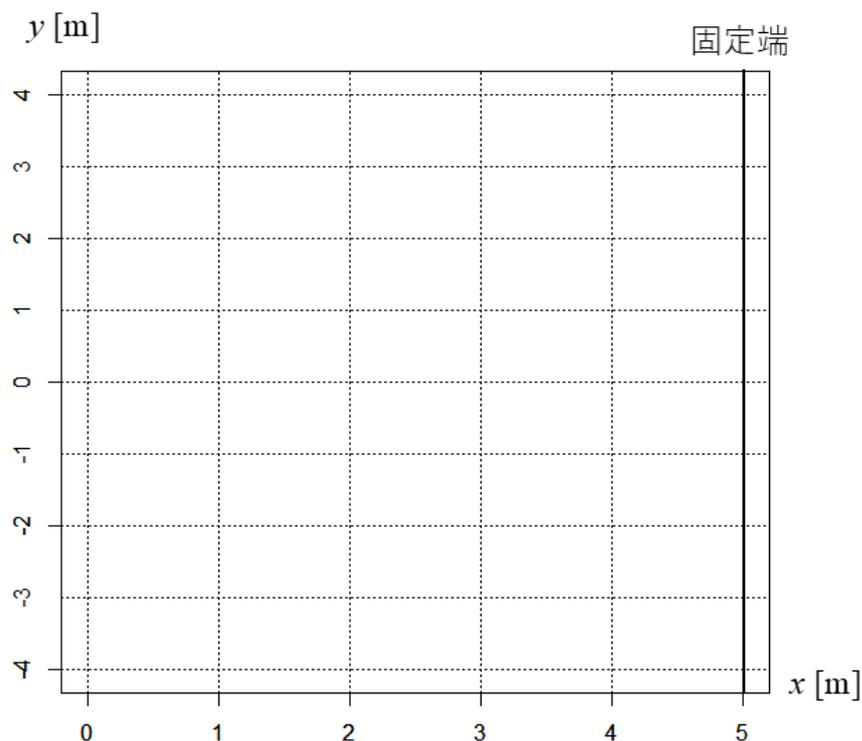
周期 _____ []

周波数 _____ []

(2) 点 A と同位相の点を点 B—E の中から全て選べ。[2 点]

(答) _____

- (3) 時刻 $t = 2.0 \text{ s}$ における $y - x$ 図について、入射波を実線で、反射波を点線で、次のグラフに記入せよ。
[5点]



- (4) 入射波と反射波が重なるとその合成波はどちら方向にも動いていないように見える。このような波のことを何と呼ぶか。[5点]

(答) _____

- (5) この正弦波に対する上記(4)で示した波について、まったく振動しない場所(節)の x の値を全て答えよ。ただし、 $0 \leq x \leq 5$ の範囲とする。[5点]

(答) _____

2 以下の問に答えよ。 [計 25 点]

図 2-1 のように、単スリットを通した波長 λ の単色光を、格子間隔 d の回折格子に垂直に当てた。回折格子からの距離が L で入射方向と垂直に置かれたスクリーンの中央付近に等間隔に明線が現れた。スクリーンの中央の点を O 、入射方向から角度 θ の方向にあり点 O に最も近い明線のある点を P とする。

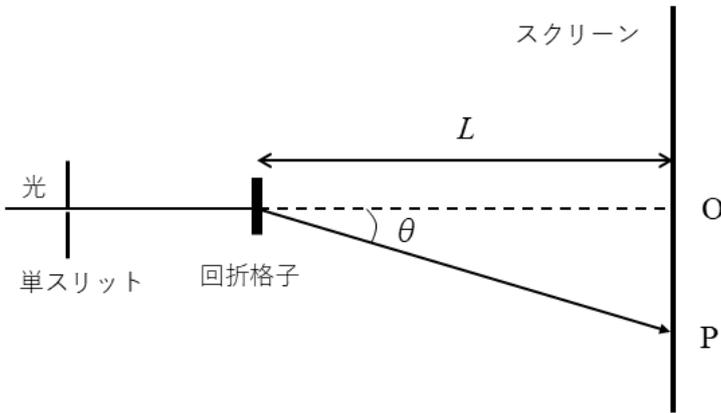


図 2-1

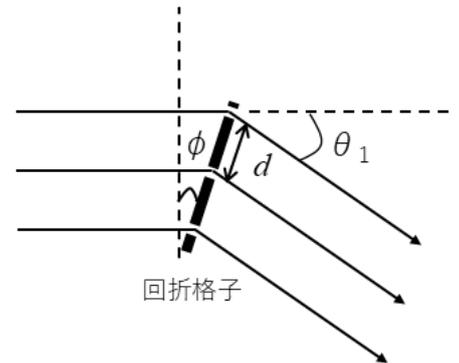


図 2-2

(1) なぜ下線部のような現象が起こるのか、説明せよ。 [5 点]

(2) 以下の空欄 A, B, C, D に入る式として適当なものを、下記の①から⑮の中から 1 つずつ選べ。ただし B と C は順不同である。 [2 点×4]

① $\frac{1}{2}(m+1)\lambda$	② $(m + \frac{1}{2})\lambda$	③ $m\lambda$	④ λ	⑤ L	⑥ d	⑦ $\sin \theta$
⑧ $\cos \theta$	⑨ $\tan \theta$	⑩ $\frac{L\lambda}{d}$	⑪ $\frac{Ld}{\lambda}$	⑫ $\frac{d\lambda}{L}$	⑬ $\frac{L}{d\lambda}$	⑭ $\frac{d}{L\lambda}$
⑮ $\frac{\lambda}{Ld}$						

回折格子において、明線ができる条件は $m (=0, 1, 2, \dots)$ を用いて $d \sin \theta = \boxed{\text{A}}$ と書ける。また、スクリーンの中央から最初の明線までの距離 $\overline{OP} = \boxed{\text{B}} \times \boxed{\text{C}}$ となる。

もし θ が十分小さく、 $\sin \theta \doteq \tan \theta$ が成り立つとしてよいならば、 \overline{OP} は $\boxed{\text{D}}$ と近似できる。

(答) A. B. C. D.

- (3) 図 2-2 に示すように、回折格子を最初の状態から角度 ϕ だけ傾けたところ、点 P の明線は入射方向から角度 θ_1 の方向に現れた。 λ を d , θ_1 , ϕ を用いて表せ。 [4 点]

(答) _____

- (4) 再び図 2-1 の状況に戻し、入射光を単色光から白色光に変えた。 [4 点×2]

(i) 点 P に現れる明線について、スクリーン上で点 O の方向から順にどのように色が変化して観察されるか説明せよ。

(ii) 点 O ではどのような色の光が観察されるか、説明せよ。

3 以下の問に答えよ。 [計 25 点]

真空中において、図 3-1 のように、 xy 平面上の点 A に正電荷 $q (> 0)$ をもつ点電荷 P がある。 x 軸の負の方向に一様な電場 E が与えられている。真空中におけるクーロンの法則の比例定数を k とする。

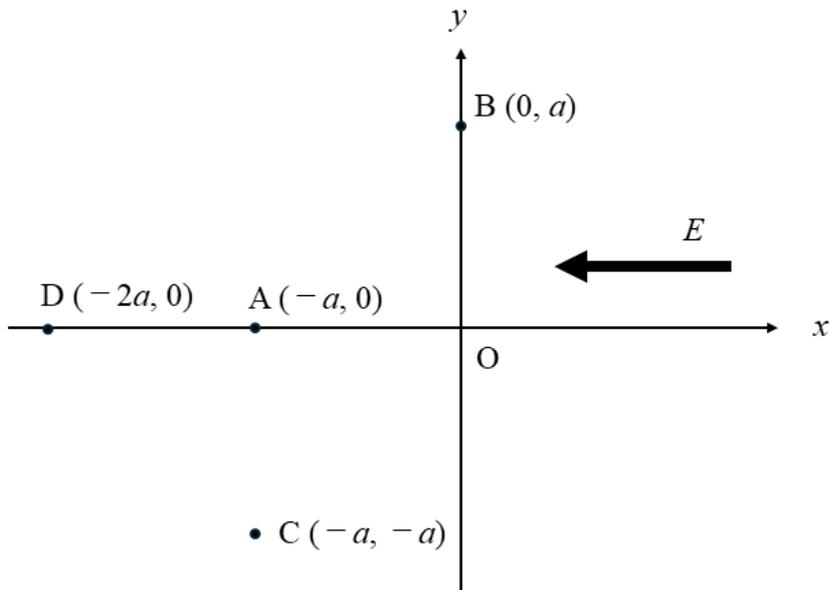


図 3-1

(1) 点電荷 P にはたらく力の大きさと向きを答えよ。 [5 点]

(答) 力の大きさ _____ 力の向き _____

(2) 点電荷 P を図 3-1 の点 A から点 B に移動させるときに電場がする仕事を、仕事の定義に基づき、以下の 2 つの場合について求めよ。 [2 点 \times 2]

(i) 点 $A \rightarrow$ 原点 O へと x 軸に沿って移動させ、原点 $O \rightarrow$ 点 B へと y 軸に沿って移動させる

(答) _____

(ii) 点 $A \rightarrow$ 点 B とまっすぐに移動させる

(答) _____

(3) 上記(2)の結果は、クーロン力のどのような性質を表しているか、説明せよ。[5点]

(4) 点電荷Pを取り除き、原点Oに正電荷 $Q(>0)$ を持つ点電荷を固定した。

(i) 点B,C,Dにおいて、点Aを基準にしたそれぞれ点の電位差 V_B, V_C, V_D を求めよ。[2点×3]

(答) $V_B =$ _____

(答) $V_C =$ _____

(答) $V_D =$ _____

(ii) この状態で、再び点電荷Pを点Aに静かに置いた。点電荷Pが点Dに到達するときの速さ v を求めよ。点電荷Pの質量を m とせよ。[5点]

(答) _____

4 以下の問に答えよ。有効数字は2桁とし、各々の単位を国際単位系 (SI) で [] 内に示せ。 [計 25 点]

図 4-1 に示すように、起電力 10 V の電池 V 、電気容量が $2.0 \mu\text{F}$ の平行平板コンデンサー C からなる電気回路がある。

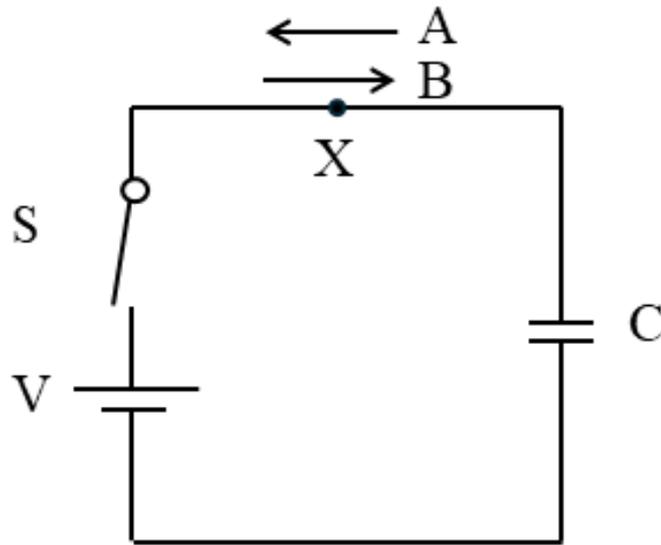


図 4-1

- (1) 初めにコンデンサー C に電荷がなかった状態でスイッチ S を閉じて、十分時間が経過した。コンデンサー C に蓄えられる電気量を求めよ。 [3 点]

(答) _____ []

- (2) 次に、スイッチ S を閉じたままコンデンサー C の極板の間隔を 4 倍にした。

- (i) このとき点 X を流れる全部の電気量を求めよ。また電流が流れる向きは A, B いずれかの矢印か、記号で応えよ。 [3 点×2]

(答) 電気量 _____ [] 向き _____

(ii) コンデンサーCの極板間の電場の大きさは(1)の状態の何倍になるか求めよ。[3点]

(答) _____ 倍

(iii) コンデンサーCに蓄えられている静電エネルギーを求めよ。[3点]

(答) _____ []

(3) 最後に、スイッチSを開いたあと、コンデンサーCの極板の間隔を(1)の状態と同じになるよう元に戻した。

(i) コンデンサーCに蓄えられる電気量および電圧は、(2)の状態の何倍になるか求めよ。[3点×2]

(答) 電気量 _____ 倍

(答) 電圧 _____ 倍

(ii) コンデンサーCの極板の間隔を元に戻すために外力がした仕事を求めよ。[4点]

(答) _____ []