

物理 (全2の2)

- II. 媒質 1, 2, 3 の絶対屈折率がそれぞれ, $2, \frac{3}{2}, 1$ の場合を考える。
- (7) 光線 1 が媒質 1 から媒質 2 の中に入ることができ、かつ境界面 b では全反射するとき $\sin \theta$ が満たす条件を表す式を記せ。
- (8) 光線 1 の点 B での屈折角を ϕ としたとき、点 E から点 F に向かう光線 1 と光線 2 が弱めあうのは、 $\cos \phi$ がいくらのときか。整数を $m (m = 0, 1, 2, \dots)$ として θ を用いずに答えよ。
- (9) 光線 1 の点 B での屈折角を ψ としたとき、点 E から点 F に向かう光線 1 と光線 2 を弱めあうための薄膜の最小の厚さはいくらか。 θ を用いずに答えよ。

- 3 2枚の広い極板 A, B を向い合せた平行板コンデンサーが真空中に置かれている。図 3 のようにコンデンサーの極板の間には、厚さ d の金属板が極板と平行に置かれている。金属板と極板の面は同じ大きさ同じ形で、コンデンサーの極板間の間隔は十分に小さく、極板と金属板の間の電界は一律とみなせる。金属板の表面のうち、極板 A に近いほうを面 M_A 、極板 B に近いほうを面 M_B とし、極板 A と面 M_A の間隔を d とする。起電力 V の電池とスイッチ S_1 をつないで図 3 のように回路をつくった。電池の内部抵抗や導線の抵抗は無視することができる。はじめ、スイッチ S_1 は開いた状態で、極板、金属板はともに帯電しておらず、極板 A と極板 B の間隔を $5d$ 、極板 B と面 M_B の間隔を $3d$ とする。

- I. スイッチ S_1 を閉じて十分に時間が経った。
- (1) 真空の誘電率を ϵ_0 、各極板の面積を S としたとき、極板 A と面 M_A の間の電気容量はどのように表されるか。
- (2) 真空の誘電率を ϵ_0 、各極板の面積を S としたとき、極板 A と極板 B の間の電気容量はどのように表されるか。
- (3) 極板 A と面 M_A の間の電界の強さはいくらか。
- (4) 面 M_B と極板 B の間の電界の強さはいくらか。
- (5) 極板 A と面 M_A の間の電気容量を C としたとき、面 M_B に蓄えられている電気量はいくらか。
- II. スイッチ S_1 を閉じて十分に時間が経ったときに、平行板コンデンサーに静電エネルギー W が蓄えられた。次に、スイッチ S_1 を閉じたまま、極板 B を動かして極板 B と面 M_B の間隔を減らして d とし、また十分に時間が経過した。
- (6) 平行板コンデンサーが蓄えている静電エネルギーは、間隔を減らしたことにより増加したか減少したか答えよ。
- (7) 間隔を減らしたことによる静電エネルギーの変化量の大きさはいくらか。
- (8) スイッチ S_1 を開けて、金属板を取り去ったところ、極板 A と極板 B の間には一律な電界が生じた。この電界の強さはいくらか。
- (9) スイッチ S_1 を開けて金属板を取り去ったのち、極板 A と極板 B の間隔を $5d$ に戻した。このとき、平行板コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーはいくらか。

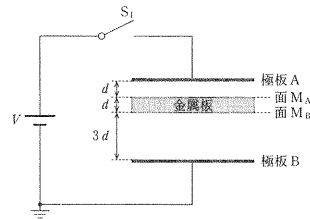


図 3

物理 (全2の1)

物理量は SI 国際単位系で表現している。解答欄に [] がある所はその単位を SI 国際単位系による簡潔な形で記入せよ。円周率を π とする。

- 1 長さが L 、質量が m の一様な細い棒がある。この棒の一端を点 A、他端を点 B とし、端 A から距離 $d (0 < d < L)$ の点 P で棒を直角に折り曲げ、図 1-1 のように点 P を上にして点 P で支える。この L 字の棒はこれ以上変形することはない。点 P は動かないものとする。三角形 APB は鉛直な面内にあり、この鉛直面内で三角形 APB は、点 P をとおる回転軸のまわりを回転できるものとする。PA が鉛直線となす角度を $\theta (0 < \theta < \frac{\pi}{2})$ とし、力のモーメントは、図 1-1 で θ の減る方向(反時計回り)を正とする。PA あるいは PB にはたらく重力によって生じる点 P のまわりの力のモーメントは、それぞれの重心に質量が集まっているとして考えることができる。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗や摩擦は無視できるものとする。

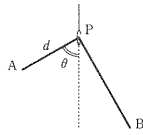


図 1-1

I. L 字の棒が静止している状態を考える。

- (1) 棒の PA の部分だけを考えてとき、点 P から PA の重心までの長さはいくらか。
- (2) 棒の PA の部分だけを考えてとき、PA にはたらく重力の大きさはいくらか。
- (3) PA によって生じる点 P のまわりの力のモーメントはいくらか。
- (4) PB によって生じる点 P のまわりの力のモーメントはいくらか。
- (5) $\tan \theta$ はいくらか。 θ を用いずに答えよ。
- (6) $\tan \theta = 4$ であったならば、PA の長さは PB の長さの何倍か。

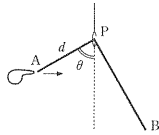


図 1-2

- II. 角度 θ が $\frac{\pi}{4}$ より大きい角度で棒が静止している状態から、図 1-2 のように点 A に水平方向右向きに力をゆっくりと加える。
- (7) $\tan \theta = 5$ とするために必要な力は $\frac{mg}{2}$ であった。このときの d はいくらか。

- 2 図 2 のように、媒質 1, 2, 3 が密着している。媒質 2 は一定の厚さ d の薄膜である。それぞれの媒質は透明で一様であり、媒質 1 と媒質 2 の境界面を境界面 a、媒質 2 と媒質 3 の境界面を境界面 b とする。単色光の平行光線を媒質 1 から薄膜に入射角 $\theta (\theta > 0)$ で入射させる。光線 1 は点 A を通り、境界面 a の点 B で薄膜内に入り、境界面 b の点 C で反射して、境界面 a の点 E で再び媒質 1 に入る。光線 2 は、点 D を通り、境界面 a の点 E で反射する。点 E を出た光線 1 と光線 2 は干渉しながら点 F に向かうものとする。AD は光の進行方向に垂直で、光線 1 と光線 2 は点 A、点 D で同位相となっている。真空中における光の波長を λ とする。なお、図において光線の進む向きは模式的に示してある。

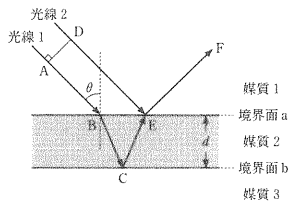


図 2

- I. 媒質 1, 2, 3 の絶対屈折率がそれぞれ、 $1, n, 2n (1 < n < \frac{5}{3})$ の場合を考える。
- (1) 媒質 2 での光の波長はいくらか。
- (2) 光線 1 の点 B での屈折角を ϕ としたとき、 $\sin \phi$ はいくらか。
- (3) $\sin \theta = \frac{3n}{5}$ のとき、光線 1 の点 A から点 F までの光路長と光線 2 の点 D から点 F までの光路長の差はいくらか。 θ を用いずに答えよ。
- (4) 光線 1 が点 C で反射するとき、および光線 2 が点 E で反射するときの位相の変化はそれぞれいくらか。
- (5) 点 E から点 F に向かう光線 1 と光線 2 が弱め合うのは、2 つの光線の光路差がいくらのときか。波長 λ および整数 $m (m = 0, 1, 2, \dots)$ を用いて答えよ。
- (6) 入射光が赤い光のときと青い光のときを比べた場合、点 E から点 F に向かう 2 つの光線を弱めあうための薄膜の最小の厚さがより小さいのは、どちらの光のときか。光の波長による絶対屈折率の違いは無視できるものとする。