

平成19年度

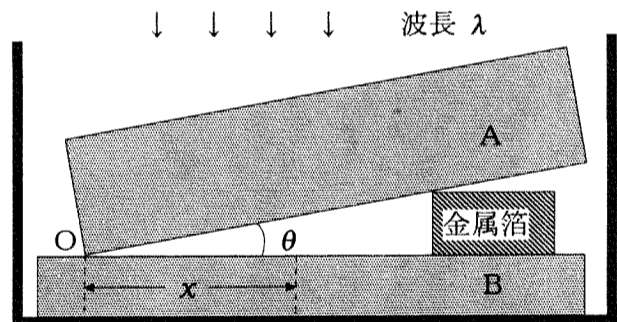
物理(その1)問題

解答はすべて「物理(その3)解答用紙」の所定の欄に記入しなさい。

[I] 自然長 l [m] のゴムひもの一端を点Oに固定し、他端に質量 m [kg] の小さなおもりWを付けて、つるしたところ、ゴムひものは l [m] だけ伸びて停止した。点OとWの距離を l [m] よりも長くしようとするとゴムひものは伸びて、その伸びに比例した復元力が発生し、短くしようとすると力を発生しないでたるむ。ゴムひもの質量は無視できるものとし、重力加速度を g [m/s²] とする。次の文中の () の中に適した答えを書きなさい。ただし、Wは点Oを含む上下に延びた鉛直線上を、ゴムひもの復元力と重力以外の力は受けずに動くことができるものとする。

おもりWを点Oの位置に持ち上げて、静かに手を離したところ、Wは (1) [s] 後に、点Oから l [m] 下の位置を、速さ (2) [m/s] で通過する。その後、Wはさらに落下し、ゴムひものが l [m] 伸びたときのWの速さは (3) [m/s] である。ゴムひもの伸びが最大 (4) [m] になっておもりは最下点に達する。その後、Wは最下点からの高さが (5) [m] の位置まで上昇する。

[II] 図のAとBは平行平面のガラス板で、Bは水平であり、両者はAの端Oで接している。AとBの間には厚みの均一な薄い金属箔がはさまれていて、くさび形(微小角 θ)の空気層ができています。そして、それらは容器の中に入れられている。空気の屈折率は1とし、ガラスの屈折率は n とする。この状態で、鉛直下向きに波長 λ [m] の光を当てて真上から見ると、空気層の上面で反射した光と下面で反射した光との干渉による干渉じまが見える。次の文中の () の中に適した答えを書きなさい。ただし、三角関数はそのまま書くこと。また、(1), (3), (5) には x を使



わないこと。

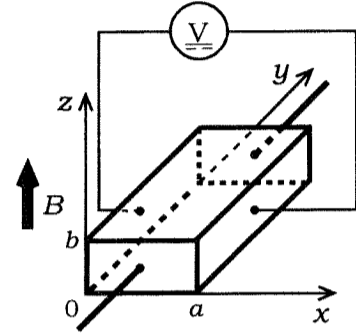
端Oには暗線が見られるが、そこから一番近い明線が見られる位置の空気層の厚さは (1) [m] になる。また、図のように端Oから x [m] 離れた位置に、 i 番目 (i は正の整数) の明線が見られたとして、その位置での2つの反射光がたどる距離の差を、 x [m] と θ を用いて表すと (2) [m] となり、隣り合う明線の間隔を波長 λ [m] を用いて表すと (3) [m] となる。次に、容器に屈折率 n' ($n' < n$) の液体を注ぎガラスAの上端まで浸すと(AとBの間のくさび形の空間も液体で満たされる)、隣り合う明線の間隔は空気層のときに比べて (4) 倍となる。また、端Oから数えて i 番目の位置に見えていた明線は、空気層のときに比べて (5) [m] だけずれる。

平成19年度

物理(その2)問題

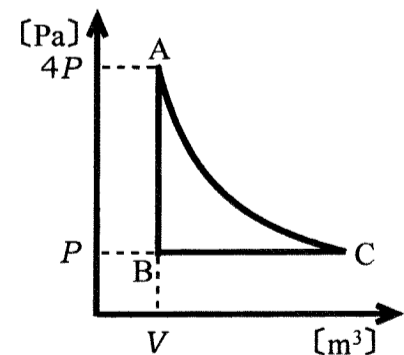
解答はすべて「物理(その3)解答用紙」の所定の欄に記入しなさい。

[III] 幅が a [m]、高さが b [m] の長方形の断面をもつ直方体の導体がある。図のように、 x 軸、 y 軸、 z 軸をとる。導体中を大きさ I [A] の電流が y 軸の正の向きに流れている。また、 x 軸に垂直な2つの面との間の電位差を測定できるように電圧計が接続されている。この導体に、 z 軸の正の向きに、磁束密度 B [Wb/m²] の一様な磁場をかける。導体中の自由電子の単位体積あたりの数(数密度)を n [個/m³]、自由電子の電荷を $-e$ [C] ($e > 0$) とし、自由電子の速さ(y 軸に平行な成分の速さ)はすべて v [m/s] ($v > 0$) であるとする。次の文中の() に適した答えを書きなさい。ただし、(3) には正か負を入れなさい。



電流の大きさ I [A] は (1) [A] と表すことができる。このとき、自由電子1個の受けるローレンツ力の大きさは (2) [N] で、方向は x 軸の (3) の向きである。したがって、自由電子は導体側面の一方へ集まり、他方は少なくなる。この結果、両方の側面には互いに反対符号で等しい量の電荷が現れ、導体内部には x 軸と平行な方向に電場が発生する。最終的には、自由電子がこの電場から受ける力は上記のローレンツ力とつり合う。このとき、この電場の大きさは、磁束密度 B [Wb/m²] を用いて (4) [N/C] と表すことができる。また、電圧計の値が V [V] であったならば、自由電子の数密度 n [個/m³] は、その速さ v [m/s] を使わずに (5) [個/m³] であることがわかる。

[IV] ピストンのついているシリンダーに単原子分子の理想気体を入れ、圧力 $4P$ [Pa]、体積 V [m³] の状態Aをつくった(図を参考にしなさい)。この状態から体積 V [m³] を一定に保ちながら、圧力が P [Pa] になるまでシリンダー内の熱量をゆっくりと放出させると、状態Bとなった。次に、状態Bから状態Cまで、圧力を一定にしながら熱量を加えてゆっくりと体積を増大させた。さらに、状態Cから理想気体の温度を一定に保ったまま、ゆっくりとその体積を減少させると(図中のCとAを結んでいる曲線は、等温曲線である)、初めの状態Aに戻った。次の文中の() に適した答えを書きなさい。ただし、(5) には正か負を入れなさい。



AからBまでの過程で、理想気体から外部に放出される熱量は (1) [J] である。Bにおける理想気体の内部エネルギーからAにおける理想気体の内部エネルギーをひくと、その値は (2) [J] となる。BからCまでの過程で理想気体が外部にした仕事は (3) [J] であり、加えた熱量は (4) [J] である。上述した1サイクルで、理想気体が外部にした仕事は (5) である。