

物 理

注 意 事 項

1. 「解答始め」の合図があるまでこの冊子は開かないこと。
2. この冊子は表紙を除き、8ページである。
3. 「解答始め」の合図があったら、まず、黒板に掲示又は板書してある問題冊子ページ数・解答用紙枚数・下書き用紙枚数が、自分に配付された数と合っているか確認し、もし数が合わない場合は手を高く挙げ申し出ること。次に、解答用紙をミシン目に沿って落ちていて丁寧に別々に切り離し、学部名・受験番号・氏名を必ずすべての解答用紙の指定された箇所に記入してから、解答を始めること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された箇所に横書きで記入すること。

問題訂正科目〔理科（物理）〕

問題訂正（科目名 理科（物理））

8頁下から5行目

（誤） ・ ・ ・ それぞれVaとなった。

（正） ・ ・ ・ いずれもVaとなった。

- 1 長さ l [m] の軽くて伸びない糸の一端を点 O に固定し、他端に質量 m [kg] のおもり (質点とみなす) をつけた振り子がある。図のように、糸を点 O の真下 $\frac{l}{2}$ [m] の位置にある細いくぎ A にたるまないように触れさせて、左端の点 B ($\angle BAD = \alpha < \frac{\pi}{2}$ [rad]) より、おもりを静かに手放した。重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。なお、くぎ A の大きさは考えなくて良い。以下の問いに答えよ。ただし、(2), (3), (4), (5) は導出過程も記述すること。

(1) おもりは最下点 D を通過し、右端の最高点 C に到達後、再び点 D を通過し、点 B に戻る。点 D に対する点 B と点 C の高さの関係について述べた文として最も適切なものを次の(ア)~(ウ)から一つ選べ。

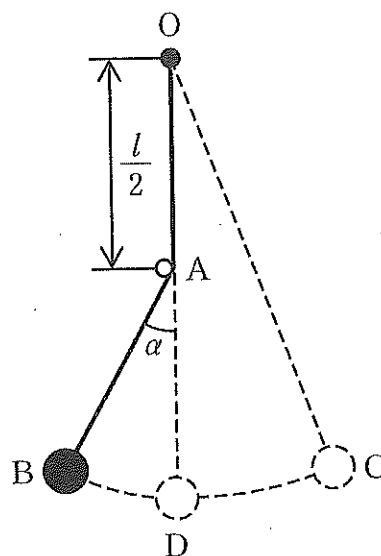
- (ア) 点 B が点 C より高い
- (イ) 点 B と点 C の高さは等しい
- (ウ) 点 C が点 B より高い

(2) おもりを手放した直後、点 B における糸の張力 T_B [N] を求めよ。

(3) おもりが最下点 D を通過するときの速さ v_D [m/s] を求めよ。

(4) おもりが点 B から最下点 D を通過する直前の糸の張力 T_{D1} [N] 及び最下点 D を通過した直後の糸の張力 T_{D2} [N] を求めよ。ただし、 v_D [m/s] を用いても良い。

(5) α [rad] が十分に小さいとき、この振り子の周期 [s] を求めよ。

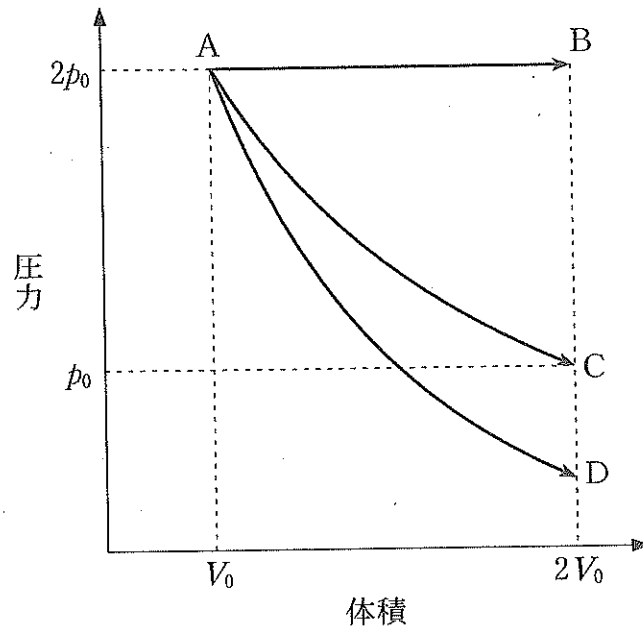


図

試験問題は次に続く。

2 なめらかに動くピストンを持つシリンダーに、単原子理想気体が入っている。

はじめ図の A の状態にある気体を (a)断熱変化, (b)等温変化, (c)定圧変化の 3 つの変化の仕方で気体の体積を 2 倍にした。以下の問いに答えよ。



図

- (1) (a), (b), (c)のそれぞれの変化は, 図中の3つの過程 $A \rightarrow B$, $A \rightarrow C$, $A \rightarrow D$ のどれに該当するのかを答えよ。さらに(a), (b)についてはどうして図中のその過程に対応するのか理由を述べよ。
- (2) $A \rightarrow B$ の過程において, 気体が外部にした仕事 W_{AB} , 吸収した熱量 Q_{AB} , および内部エネルギーの増加 ΔU_{AB} を求めよ。導出過程も記述すること。
- (3) 次に気体をBの状態からCの状態へと変化させた。この変化を何と呼ぶか答えよ。
- (4) 上記問(3)の変化において, 気体は熱を吸収するのか, または放出するのかを理由とともに答えよ。また, その熱量 Q_{BC} を, 導出過程を記した上で求めよ。

3

3—1

部屋の温度が T であるとき、以下の実験をした。図1のようにガラス管にピストン

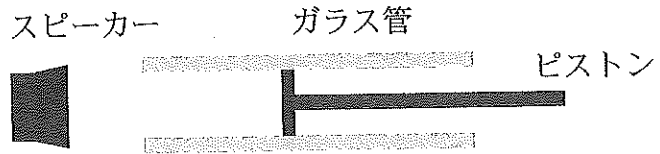


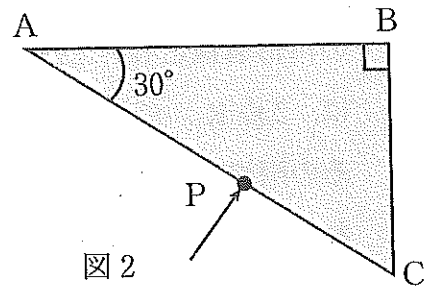
図1

を取り付けて閉管とし、この管口の前にスピーカーを置いて一定の振動数の音を出した。ピストンの位置を管口から徐々に遠ざけていくと管口からの距離が d_1 のとき最初の共鳴が起こった。さらに遠ざけていくと管口からの距離が d_2 のとき次の共鳴が起こった。開口端補正 Δd は常に一定であるとする。以下の問いに答えよ。

- (1) 音の波長 λ と開口端補正 Δd を求めよ。
- (2) 2度目の共鳴が起こったとき、管内の空気の圧力(密度)変化が最大となる位置(管口からの距離)を答えよ。
- (3) 部屋の温度が T より高いときに、同様の実験をおこなった。 d_1 , d_2 はどのように変化するか理由とともに答えよ。ただし、音の振動数は変化しないとする。

3—2

図2のようなガラスがある。空気中からAC面上の点Pへ波長 λ の単色光がガラス面に垂直に入射した。その後、はじめてガラス面上に達した点をQとする。以下の問いに答えよ。ただし、空気とガラスの屈折率はそれぞれ1, $\sqrt{3}$ とする。



- (1) 点Qから出ていく光(屈折光)の屈折角を求めよ。
- (2) PQの距離を d としたとき、点Pでガラスに入射した直後の光の位相と点Qで反射した直後の光の位相の差の絶対値を求めよ。
- (3) 点Qで反射した光が空気中へ出るまでの光の進路を図示せよ。ただし、点Qからガラス中を進んだ光の光路が最小のもののみでよく、導出過程も記述すること。

4

図1と図2に示すように、磁束密度 B の一様な鉛直上向きの磁場中に、半径 a の円形導線と長さ $2a$ の直線導線 KL が磁場に垂直に置かれている。円形導線は、2点 K_1 , K_3 で切断されており、水平面内に固定されている。直線導線は、その両端 KL が円形導線とつねに接しながら、円の中心点 O を通る鉛直軸のまわりになめらかに回転できる。さらに、電気容量 C のコンデンサーと抵抗値 R の抵抗は並列に接続されており、この一端は、点 K_1 で円形導線に接続され、他端は、中心点 O で直線導線と接触している。このとき、円形導線と直線導線の抵抗は無視でき、円形導線、直線導線、抵抗とコンデンサーが作る閉回路を流れる電流による磁場も無視できる。また、直線導線が回転する前は、コンデンサーに電荷が蓄えられていないものとする。

いま、スイッチ S を閉じた後、直線導線の端点 K を点 K_1 に一致させた位置から、図1に示した方向に直線導線を徐々に角速度を増しながら回転させ、図1の位置付近において直線導線の角速度が ω となった。図2(a)に図1を鉛直上向きからみたときの各導線と各点の位置関係を示す。図中の \odot は紙面の裏から表の向きに磁束密度が加えられていることを表す。図2(b)に図1を側面から見たときの円形導線、抵抗とコンデンサーの位置関係を示す。以下の問いに答えよ。

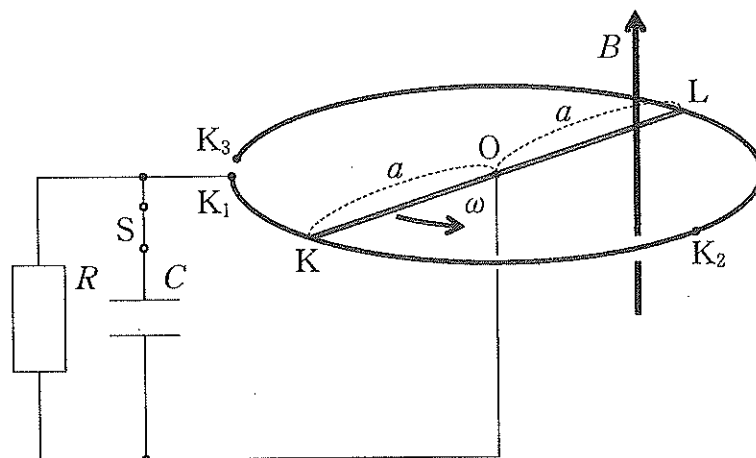


図1

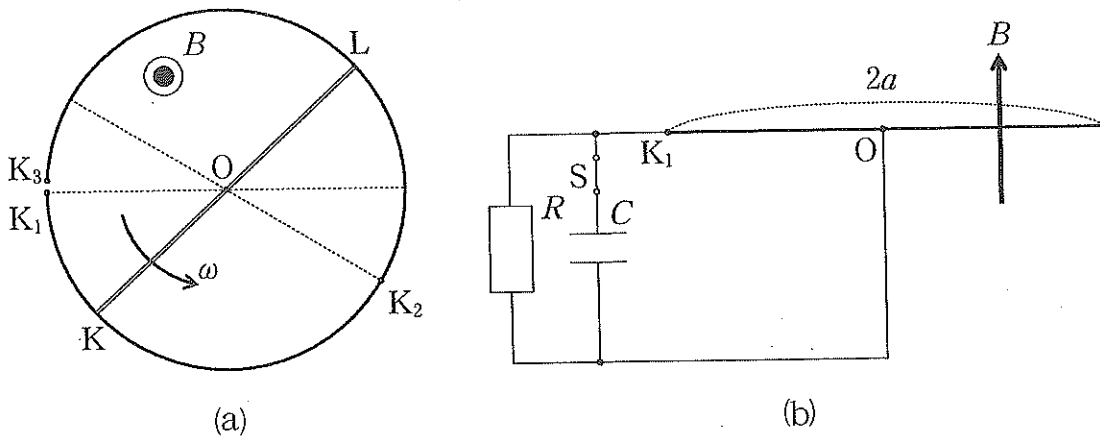


図 2.

- (1) 直線導線に生じる起電力に関して、以下の文章中の (a) ~ (c) に入る適切な式を答えよ。

直線導線が角速度 ω で動くとき、短い時間 Δt の間に直線導線 OK 部分と円形導線がつくる扇形部分の面積は (a) となり、扇形部分を貫く磁束は (b) となる。ファラデーの電磁誘導の法則より、誘導起電力の大きさは回路を貫く磁束の単位時間あたりの変化に比例するため、OK 間に生じる誘導起電力の大きさは (c) となる。

- (2) 点 O と点 K では、どちらの電位が高くなるかを答えよ。また、その理由も答えよ。

- (3) 直線導線 KL が運動している間、コンデンサーに蓄えられている電荷は増加する。短い時間 Δt の間に増加する電荷量を ΔQ とすれば、コンデンサーに流れる電流は、 $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ に等しい。直線導線の点 K における加速度の大きさを β とするとき、コンデンサーに流れる電流の大きさ I_C を求めよ。また、導出過程も記述すること。

さらに、直線導線の端点 K が点 K_2 を通過後に角速度を一定とし、スイッチ S を開いたところ、OK と OL 部分の誘導起電力の大きさがそれぞれ V_a となった。このとき、端点 L は点 K_3 に達していないものとする。以下の問いに答えよ。

- (4) 抵抗に流れる電流の大きさ I_R を求めよ。
 (5) 直線導線の OK 部分が磁場から受ける力の大きさ F を求めよ。また、導出過程も記述すること。