

国際環境工学部 物理

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 時間は9時30分から11時00分までの90分、配点は300点です。
3. この問題冊子は、表紙以外に6ページあり、解答用紙は3枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 解答用紙には、解答箇所以外に受験番号記入欄(各解答用紙2箇所)、氏名記入欄(各解答用紙1箇所)があるので、受験番号と氏名を正しく記入してください。正しく記入されていない場合には採点できないことがありますので、十分注意してください。
6. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
7. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

第1問 (物理, 配点 100 点)

以下の文章の空欄 ~ に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。ただし、解答箇所 には導出過程を含めて記述せよ。

問1 図 1.1 に示すように、質量が無視できる 2 つの定滑車と 1 つの動滑車があり、3 つのおもり A, B, C が取り付けられている。おもりの質量を、それぞれ m_A, m_B, m_C [kg] とする。いま、3 つのおもりを糸がたるまない状態で水平な板に乗せて、瞬時に板を取り除いた。糸は伸び縮みせず、その質量は無視できるとする。また、重力加速度の大きさは g [m/s²] とする。

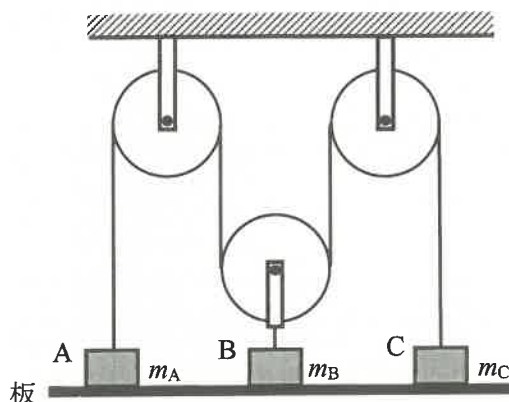


図 1.1

- (1) はじめに、おもり A の質量を $m_A = m$ とし、板を取り除いたところ、3 つのおもりは移動しなかった。このとき、おもり B の質量は $m_B =$ である。
- (2) 次に、3 つのおもりの質量を $m_A = 2m, m_B = m, m_C = m$ とした。おもり A に働く糸の張力を T [N] , おもり A, B, C の加速度を downward を正としてそれぞれ a_A, a_B, a_C [m/s²] とし、各おもりの運動方程式を立てる。おもり B の運動方程式は m, T, g を用いて表すと、 $m_B a_B =$ となる。さらに、糸の長さが一定であることより、 m と T と g の間には関係式 が成り立つ。これらの式より、おもり B の加速度は g を用いて表すと、 $a_B =$ となる。

問 2 図 1.2 に示すように、断面積 S [m²] のシリンダー内をなめらかに動く質量 M [kg] のピストンがあり、長さ L [m] の中に一定量の理想気体が閉じ込められている。大気圧は P_0 [Pa] であり、最初のピストンの位置を原点 O として、図 1.2 のように x 軸を設定する。またシリンダーおよびピストンは熱をよく通すため、以後の操作により気体の温度は変わらないとする。

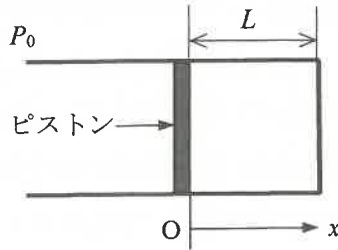


図 1.2

ピストンを x [m] だけ押し込んだときのシリンダー内部の気体の圧力は 才 [Pa] であり、 x 軸の向きを正とすると、ピストンがシリンダー内部の気体から受ける力は カ [N] となる。いま、ピストンを x_0 [m] だけ押し込んで放すと、ピストンは振動を始めた。 x_0 が L に比べて十分に小さいとき、 $1 - \frac{x_0}{L} \approx 1$ と近似でき、この振動は単振動と見なすことができる。ピストンを放し

た時刻を $t = 0$ s とすると、時刻 t [s] におけるピストンの位置 $x(t)$ [m] と速度 $v(t)$ [m/s] は、それぞれ $x(t) =$ キ , $v(t) =$ ク となる。また、振動の周期は ケ [s] である。

第2問 (物理, 配点 100 点)

以下の文章の空欄 ～ に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。ただし、 と は文章で記入し、 の解答では、選択肢①～③の中から適するものを選択し、その番号を記入せよ。

図2.1のように2枚の透明な平面ガラス板を重ねて、左端から L の位置に厚さ D の薄い紙を挟んでくさび形の空気層を作った。 D は L に比べて十分小さく、上のガラスの上面を面 A、下面を面 B、下のガラスの上面を面 C、下面を面 D とする。また、光が屈折率の小さな媒質から大きな媒質へ向かう境界面で反射するとき、光の位相が逆転するものとし、上のガラスによる光の屈折の効果は無視できるものとする。

上のガラスの真上から、下のガラス板に垂直に波長 λ の可視光の単色光をあて、真上から見ると、光の干渉による縞模様が観察された。

この上から見える縞模様は、どのような経路をたどった光が干渉して、縞模様として見えるのかを解答欄 に記入せよ。

ガラス板の左端 (原点 O) から x の位置における空気層の厚さ d を記号 x, L, D を用いて表すと となり、このとき生じる光路差 p を記号 x, L, D を用いて表すと となる。

原点 O から x_a の位置で暗線が見えた。この位置で暗線になる条件を、記号 λ, p および整数 $m (m=0, 1, 2, \dots)$ を用いて表すと となる。また、この暗線のすぐ隣の x_b の位置で明線が見えた。この位置で明線になる条件を、記号 λ, m, p を用いて表すと となる。よって、縞の間隔 Δx を記号 λ, L, D を用いて表すと となる。

単色光をあてたまま、ガラス板の真下から見ても、光の干渉による縞模様が見られた。

この下から見える縞模様は、どのような経路をたどった光が干渉して、縞模様として見えるのかを解答欄 に記入せよ。

また、このとき生じる光路差 p' を記号 x, L, D を用いて表すと となる。
 Δx を求めたときと同様に縞の間隔 $\Delta x'$ を記号 λ, L, D を用いて表すと となる。よって、縞の間隔 $\Delta x'$ は間隔 Δx と比較して 。

の選択肢：

- ① 広くなる
- ② 変わらない
- ③ 狭くなる

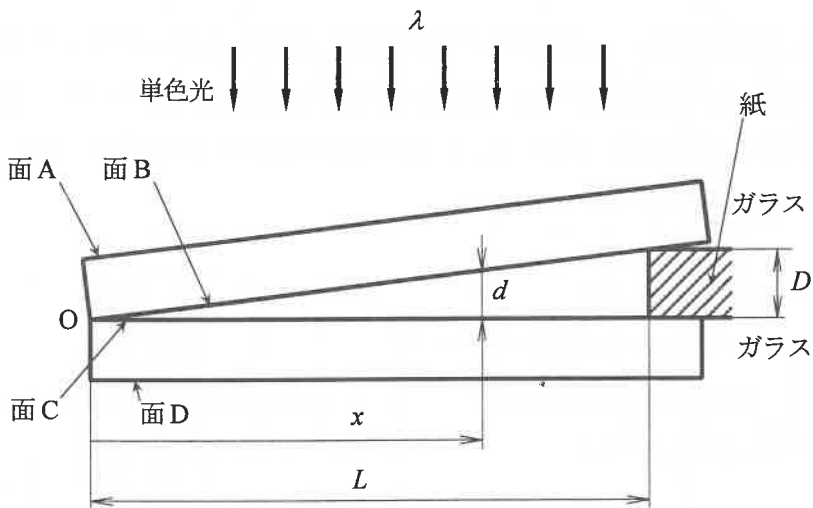


図2.1

第3問 (物理, 配点 100 点)

以下の文章の空欄 ～ に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。ただし、数値は有効数字2桁で求め、 はグラフ { ① ～ ⑤ } から選んでその番号を記入すること。

図3.1のように、内部抵抗が無視できる起電力 12.0 V の電池と、電気容量がそれぞれ $4.0\text{ }\mu\text{F}$, $3.0\text{ }\mu\text{F}$, $6.0\text{ }\mu\text{F}$, $4.0\text{ }\mu\text{F}$ の4つのコンデンサー C_1, C_2, C_3, C_4 が接続されている。各コンデンサーは接続する前には電荷を持っておらず、各コンデンサーを接続してから十分に時間が経過しているものとする。 C_4 は図3.2に示すように、極板 F, I を持つ平行板コンデンサーであり、極板の間には極板と同じ形で厚さの無視できる導体板 G, H が極板と平行に挿入されている。極板 F と導体板 G, 導体板 G と導体板 H, 導体板 H と極板 I はいずれも距離 d [m] だけ隔てて配置され、導体板 G, H はスイッチ S の両端に接続されている。極板間は真空中、極板ならびに導体板の面積は十分に広く、極板の間隔は十分小さいものとする。以下の (1) と (2) の間いではスイッチは開いており、導体板 G, H は電荷を持っていないものとする。

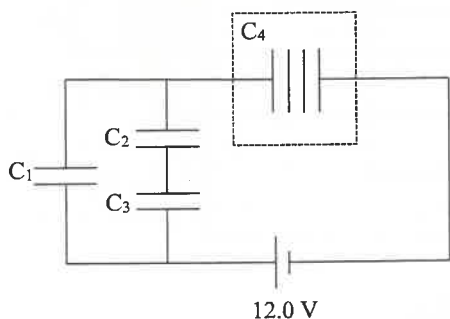


図3.1

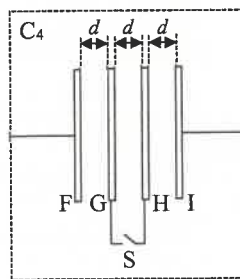


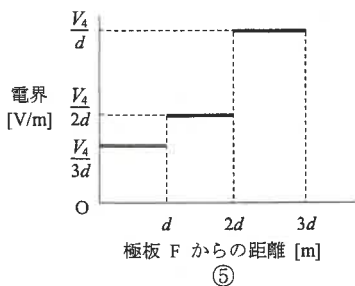
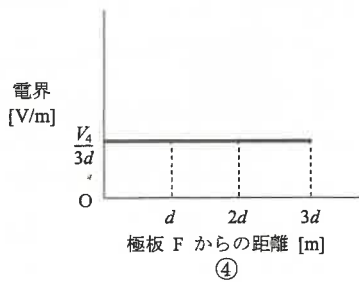
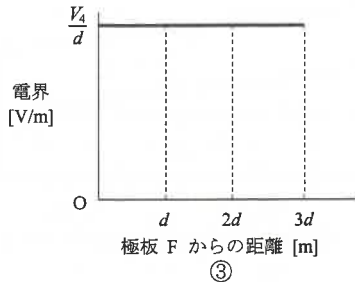
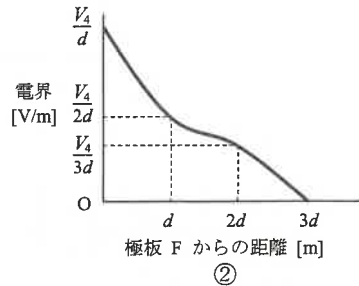
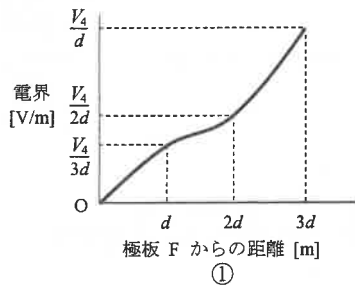
図3.2

- (1) コンデンサー C_1, C_2, C_3 の合成容量は μF である。また、すべてのコンデンサーの合成容量は μF である。さらに、コンデンサー C_1, C_2, C_3, C_4 に加わる電圧は、それぞれ $V_1 =$ V, $V_2 =$ V, $V_3 =$ V, $V_4 =$ V であり、コンデンサー C_1, C_2, C_3, C_4

に蓄えられる電気量は、それぞれ、 $Q_1 = \boxed{\text{ヒ}}$ μC , $Q_2 = \boxed{\text{フ}}$ μC ,
 $Q_3 = \boxed{\text{へ}}$ μC , $Q_4 = \boxed{\text{ホ}}$ μC である。そして、各コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーの総量は $\boxed{\text{マ}}$ J である。

(2) コンデンサー C_4 の極板 F, I 間の電界の強さはグラフ $\boxed{\text{ミ}}$ で表される。

(3) 次に、コンデンサー C_4 のスイッチ S を閉じて十分に時間が経過した。このとき、コンデンサー C_4 の電気容量は $\boxed{\text{ム}}$ μF になる。また、コンデンサー C_4 に加わる電圧は $V_4 = \boxed{\text{メ}}$ V に変化する。



2023（令和5）年度 個別学力検査（一般選抜・後期日程）

国際環境工学部 ※該当学科に○をつけてください。

エネルギー循環化学科 ・ 機械システム工学科

情報システム工学科 ・ 建築デザイン学科 ・ 環境生命工学科

問題訂正

科目名：【 物理 】

訂正内容

第1問 2ページ 上から7行目

（誤）ピストンがシリンダー内部の気体から受ける力は [N] となる。

↓

（正）ピストンを押し込むときに加えた力は [N] となる。

第2問 3ページ 上から15行目

（誤）このとき生じる光路差 p を記号 x , L , D を用いて・・・

↓

（正）解答欄 で述べた2つの光の光路差 p を記号 x , L , D を用いて・・・

第2問 4ページ 上から4行目

（誤）このとき生じる光路差 p' を記号 x , L , D を用いて・・・

↓

（正）解答欄 で述べた2つの光の光路差 p' を記号 x , L , D を用いて・・・