

令和2年度 公立小松大学入学者選抜試験

一般入試（中期日程）試験問題

（ 物 理 ）

[生産システム科学部] 生産システム科学科

（注意事項）

- 1 問題用紙は指示があるまで開いてはいけません。
- 2 問題用紙は本文8ページです。答案用紙は4枚です。
- 3 答案用紙の所定欄に受験番号を記入してください。
- 4 答えは答案用紙の指定欄に記入し、裏面には記入しないでください。
- 5 試験終了後、問題用紙と下書き用紙は持ち帰ってください。

問題 I

図1-1のように半径 R の半円の上に、質量 M で長さ l の一様な細い棒が置かれ水平状態で静止している。この棒の右端へ質量 m の質点を、棒が半円上で滑らず振動もしないように注意して取り付けたところ、図1-2のように棒は紙面内において θ だけ傾いて静止した。 $l < \pi R$ とし、棒は細く太さの影響は考えなくてよい。重力加速度を g として以下の問に答えなさい。

問1 図1-1の状態にするためには棒の重心を半円上のどの位置におく必要があるか。半円左端のAからの円周に沿った距離 a で位置を答えなさい。

問2 図1-2の状態に導く質量 m の質点を含む棒の重心について、重心位置の式を用いて棒の左端Bからの距離 b を求めなさい。

問3 図1-2の θ を、 M , m , R , l を用いて表しなさい。

問4 質量 m の質点の、半円の中心Oからの高さ h を、 M , m , R , l , θ を用いて表しなさい。

問5 棒と半円の間静止摩擦係数を μ とするとき、棒が滑り落ちないための μ と θ の関係式を求めなさい。

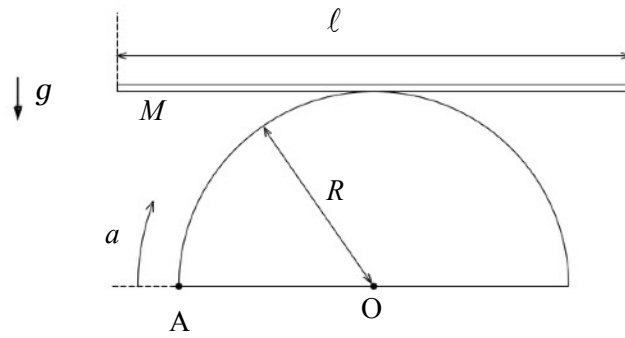


图 1-1

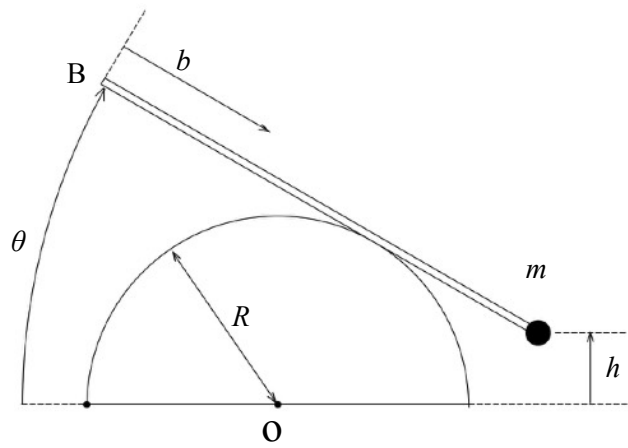


图 1-2

問題 II

図 2 のように極板の面積 S_0 、極板の間隔 d の平板コンデンサーが誘電率 ϵ_0 の空間に置かれて、スイッチを介して電圧 V の直流電源に接続されている。

- 問 1 この平板コンデンサーの容量 C_1 を求めなさい。
- 問 2 このコンデンサーの平板間の中心部付近に、上面の面積 $S_0/2$ 、厚み a ($a < d$) の金属導体からなる薄い直方体をその上面が極板と平行になるように注意して持ち込んだ。この時の平板コンデンサーの容量 C_2 を求めなさい。
- 問 3 この直方体を内部に入れた平板コンデンサーをスイッチを閉じて直流電源に接続した。コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーを、 C_2 を使わないで求めなさい。
- 問 4 その後、スイッチを開いて、平板コンデンサーから直方体を抜きだした。抜くために要した力学的エネルギーを C_1 、 C_2 、 V を用いて求めなさい。
- 問 5 上記の問 2 の設問において、持ち込んだ直方体は金属導体でなく誘電率 ϵ_1 の同サイズの誘電体だったとする。この場合の平板コンデンサーの容量 C_3 を求めなさい。

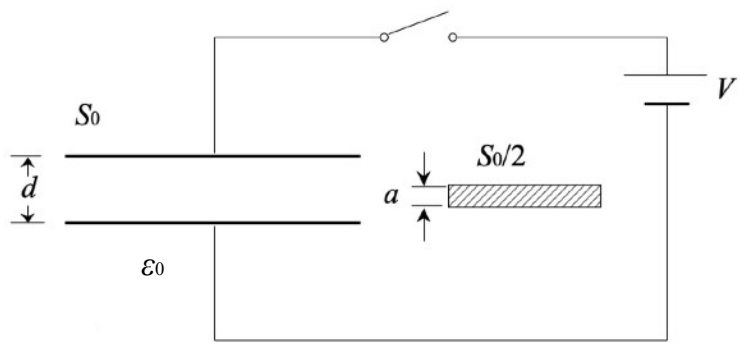


图 2

問題III

図3のようにガラス製の十分大きな容器に深さ l_1 まで水が入っている。水面の上に厚さ l_2 の油の層がある。油、水、空気の絶対屈折率はそれぞれ n_o , n_w , n_a であり、 $n_o > n_w > n_a$ である。容器の底に小さなレーザー光源0が置いてあり、任意の方向に光線を出すことができる。

問1 実線OABPは、鉛直方向から角度 θ の方向に0から出した光線のP点までの経路を示している。水と油との境界面上の点Aにおける入射角を θ_1 、屈折角を θ_2 とし、油と空気との界面上の点Bにおける屈折角を θ_3 とすると、 $\sin \theta_3$ を $\sin \theta_1$ を用いて表しなさい。

問2 レーザー光を鉛直方向から徐々に傾けて θ を大きくしていくと、ある角度 α で光線は油と空気の界面で全反射した。 $\sin \alpha$ を求めなさい。答えを l_1, l_2, n_o, n_w, n_a のなかから必要なものを用いて表しなさい。

問3 光源0をほぼ真上から見たとき、光源の像の見かけの深さは d であった。 d を、 l_1, l_2, n_o, n_w, n_a のなかから必要なものを用いて表しなさい。

問4 油の層の表面から鉛直上方向で距離が l_3 の位置に、焦点距離 f の薄い凸レンズをその光軸が光源0を通るように置いた。光源の像を観察するとき、実像が観察される条件を $l_1, l_2, l_3, n_o, n_w, n_a, f$ のなかから必要なものを用いた式で表しなさい。

問5 問4において $f = 8.0\text{cm}$, $l_1 = 13\text{cm}$, $l_2 = 4.5\text{cm}$, $l_3 = 5.0\text{cm}$, $n_o = 1.5$, $n_w = 1.3$, $n_a = 1.0$ であるとき、レンズと像との距離を有効数字に注意して求めなさい。

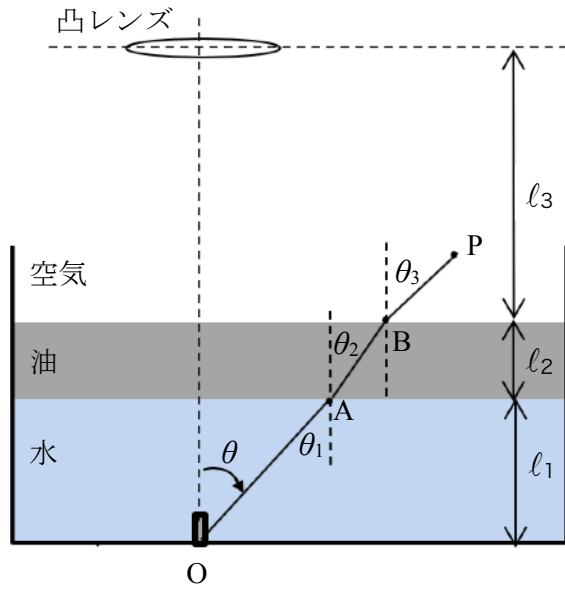


図 3

問題IV

大気圧 P_0 で絶対温度 T_0 の環境下に、図4-1のような大きさの異なる2種類のシリンダーが接続されて作られた容器がおかれている。左右の各シリンダーには面積 S_A および S_B のピストンAおよびBがそれぞれ滑らかに動くように挿入されている。ピストンAとBの間には絶対温度 T_0 の単原子分子の理想気体が閉じこめられており、体積は V_0 である。また、ピストンBはシリンダー容器の壁とばね定数 k の自然長のばねで結ばれている。なお、ピストンとシリンダーはともに断熱材料で作られ、熱容量は無視できる。

ピストンAが動かないように支えながら理想気体を加熱したところ、図4-2のように理想気体が膨張し、ばねが x 縮んだ。

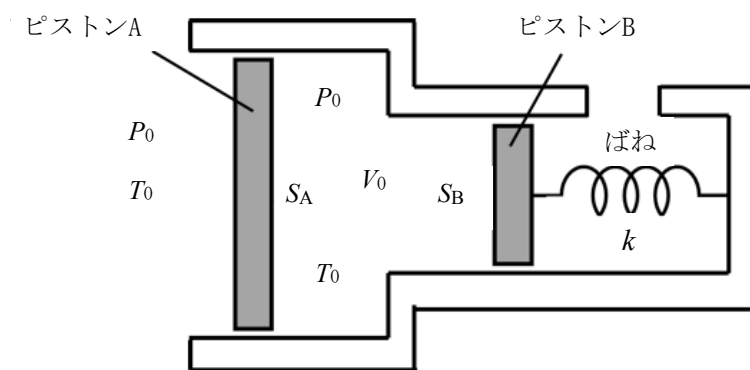
問1 加熱後の理想気体の圧力 P_1 を求めなさい。

問2 ピストンAを支える力を F とするとき、この F を求めなさい。

問3 加熱後の理想気体の絶対温度 T_1 を求めなさい。

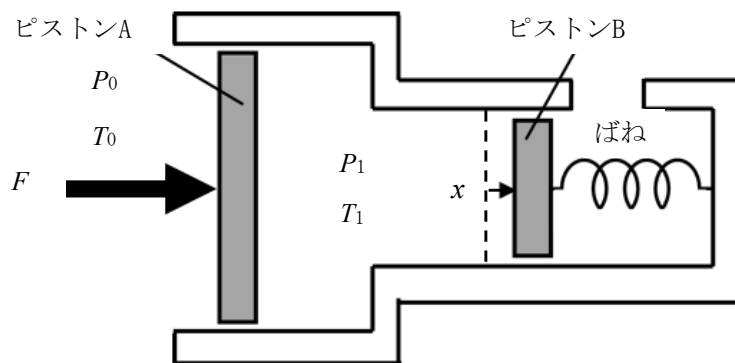
問4 理想気体が外部にした仕事 W を求めなさい。

問5 理想気体に加えられた熱量 Q を求めなさい。



2種のシリンダーからなる容器

図 4-1 加熱前



2種のシリンダーからなる容器

図 4-2 加熱後