

理 科

物 理： 1 ～ 7 ページ

化 学： 8 ～ 14 ページ

生 物： 15 ～ 21 ページ

注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始後、ただちにページ数を確認し、落丁や印刷の不鮮明なものなどがあれば申し出なさい。
3. 解答は、物理、化学、生物のうちから2科目を選び、選択した科目の解答用紙の所定の場所に記入しなさい。解答用紙は物理（白色）1枚、化学（黄色）1枚、生物（緑色）1枚です。
4. 解答時間は2科目で120分間です。
5. 受験番号を、問題冊子と物理、化学、生物すべての解答用紙の所定欄に記入しなさい。
6. 選択しない科目の解答用紙には全面に大きく×印をつけなさい。
7. 試験終了後、物理、化学、生物すべての解答用紙を提出しなさい。問題冊子は持ち帰りなさい。

| | |
|------|--|
| 受験番号 | |
|------|--|

物 理

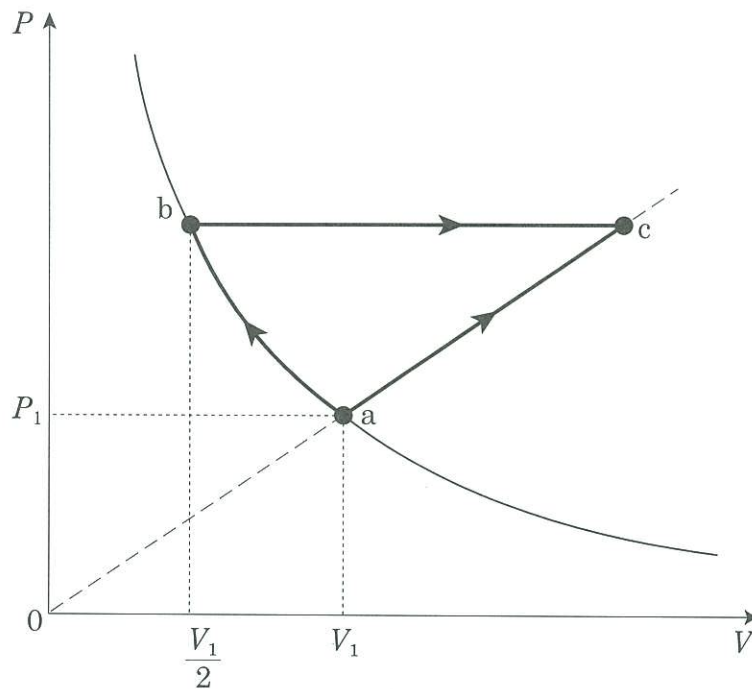
1 理想気体 1 モルが図の状態 a から状態 c まで、2 つの過程 ($a \rightarrow b \rightarrow c$, $a \rightarrow c$) で変化した。過程 ($a \rightarrow b \rightarrow c$) の途中、 $a \rightarrow b$ 過程はボイルの法則が成立し、この過程で気体が外にした仕事は W_{ab} である。ここで、 $b \rightarrow c$ は定圧過程、 $a \rightarrow c$ は $P - V$ 図の上で原点を通る直線上で変化する。また、状態 a の気体の圧力は P_1 、体積は V_1 、状態 b の気体の体積は $V_1/2$ 、気体定数を R とし以下の各問いに答えなさい。

問 1 状態 c の圧力 P_2 を求めなさい。

問 2 状態 c の温度 T_2 を求めなさい。

問 3 2 つの過程 ($a \rightarrow b \rightarrow c$, $a \rightarrow c$) で気体が外にした仕事 W_{abc} と W_{ac} を求めなさい。

問 4 $a \rightarrow c$ の過程における気体のモル比熱 C を求めなさい。



2 図1のように、水平に対し 45° に傾けた斜面上にある質量が無視できる薄い板 A に、斜面と平行にしたばね定数 k のばねを取りつけた。板 A は水平を保ち、摩擦無くなめらかに斜面に沿って動くことができる。この板 A の上に質量 m の小物体 B を載せたところ、B はつり合いの位置 O で静止した。小物体 B のつり合いの位置 O を原点とし、水平方向に x 軸、鉛直方向に y 軸をとる。板 A と小物体 B との間の静止摩擦係数を μ とし、ばねの質量は無視できる。

つぎに図2のように、つり合いの位置 O から小物体 B と共に板 A を、斜面に沿って右上に距離 L ずらし静かに放したところ、B は板上でずれることなく A とともに斜面に沿って単振動をした。板 A を放した時刻を $t = 0$ 、重力加速度の大きさは g とし、以下の各問いに答えなさい。なお問2 以下では、小物体 B の単振動の角振動数は ω を用いて答えなさい。

問1 小物体 B の単振動の角振動数 ω を m 、 k を用いて求めなさい。

問2 小物体 B の x 座標を時刻 t の関数として求めなさい。

問3 板 A が小物体 B に及ぼす垂直抗力 N の最小値を求めなさい。

問4 板 A が小物体 B に及ぼす摩擦力 F (右方向を正とする) を t の関数として求めなさい。

問5 小物体 B が板 A の上でずれない条件を μ に関する不等式として求めなさい。

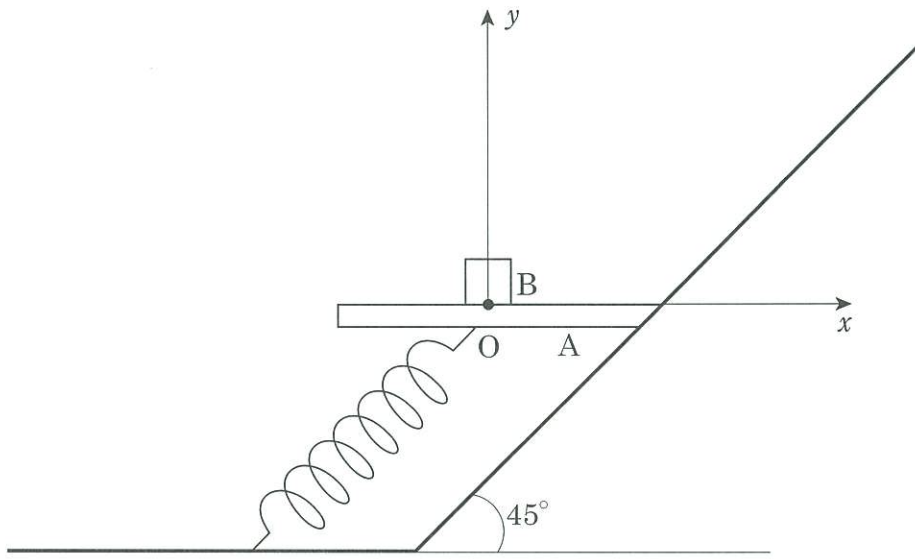


图 1

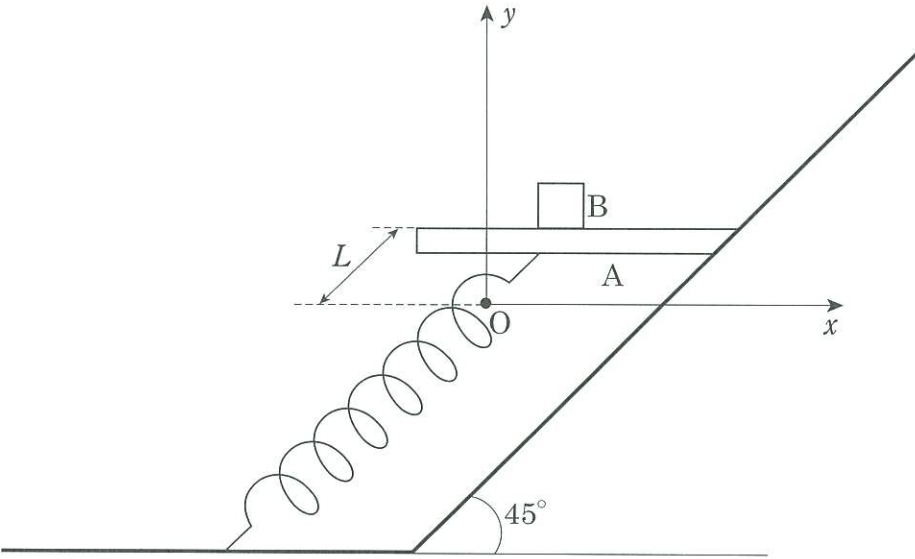


图 2

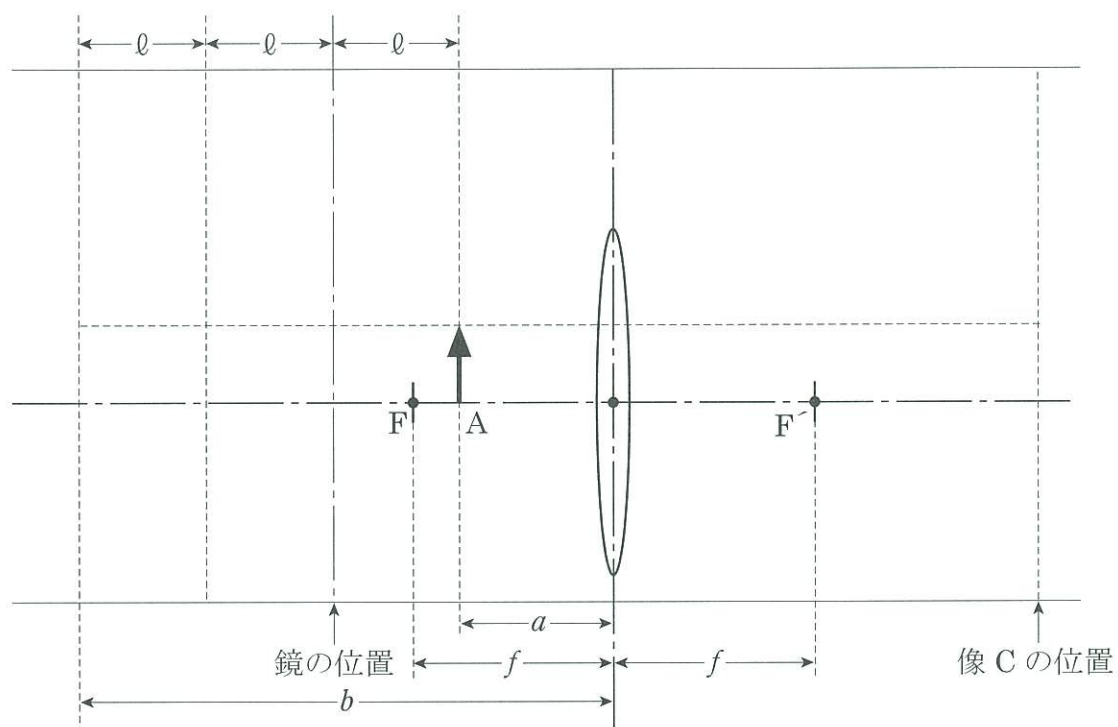
3 図のように焦点を F , F' とする, 焦点距離 f の凸レンズの左側 a の距離に光源 A を置いたとき, レンズの左側 b の距離に正立の像 B ができた。ここで, 光源 A の左側 ℓ の距離 [$\ell = 1/3 (b - a)$] に光軸に垂直に鏡を置いたところ, レンズの右側に倒立の像 C ができた。

問 1 焦点距離 f を a , b を用いて表しなさい。

問 2 像 C が結像するために必要な条件と, 像 C のレンズからの距離 c を a , ℓ , f を用いて求めなさい。

問 3 このレンズによる像 B と像 C の結像の様子を作図しなさい。

問 4 像 B と像 C の大きさを B , C としたとき, その大きさの比 $\frac{B}{C}$ を a , b , c , f を用いて求めなさい。



4

A 以下の の中に最も適する記号，式などを入れ文を完成しなさい。

図 1 のように誘電率 ϵ_0 の真空中で，面積 S の 2 枚の広い金属板を距離 d へだてて平行に置いた平行板コンデンサーに V の電圧を加えた。この電極間の電界 E は $E =$ **ア** ，電極板の単位面積あたりに生じる電荷 Δq は， $\Delta q =$ **イ** となる。この平行板コンデンサーに蓄えられた電気量を Q とすると $Q = \Delta q$ **ウ** $= E$ **エ** である。一方，電気容量 C と Q の関係を考慮すると，このコンデンサーの電気容量は $C = S$ **オ** となる。

B

(1) 上の **A** で用いたものと同じ形状で，電気容量が C の平行板コンデンサー 3 個を，図 2 のように接続し，スイッチ SW を閉じ電圧 V で充電した。はじめ全てのコンデンサーに電荷はない。

問 1 コンデンサー C_1 の内部の電界 E_1 と点 P_1 の電位 V_1 を求めなさい。

問 2 全てのコンデンサーに蓄えられた静電エネルギーの総量 W を求めなさい。

(2) 全てのコンデンサーが充電された後スイッチ SW を開き，図 3 のようにコンデンサー C_3 の電極板間を誘電率 $3\epsilon_0$ の誘電体で満した。

問 3 点 P_2 の電位 V_2 を求めなさい。

問 4 コンデンサー C_2 の電気量の変化 ΔQ_2 を求めなさい。

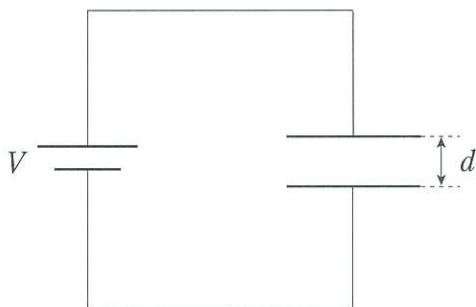


图 1

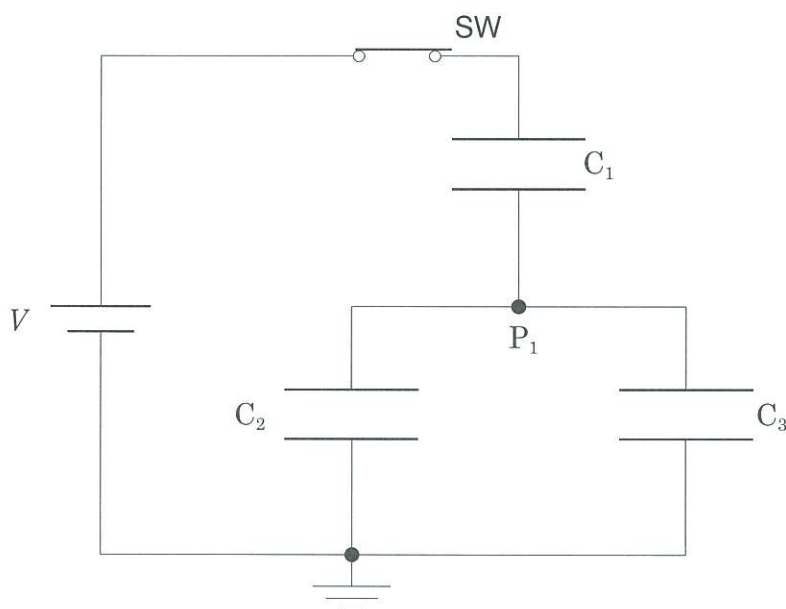


图 2

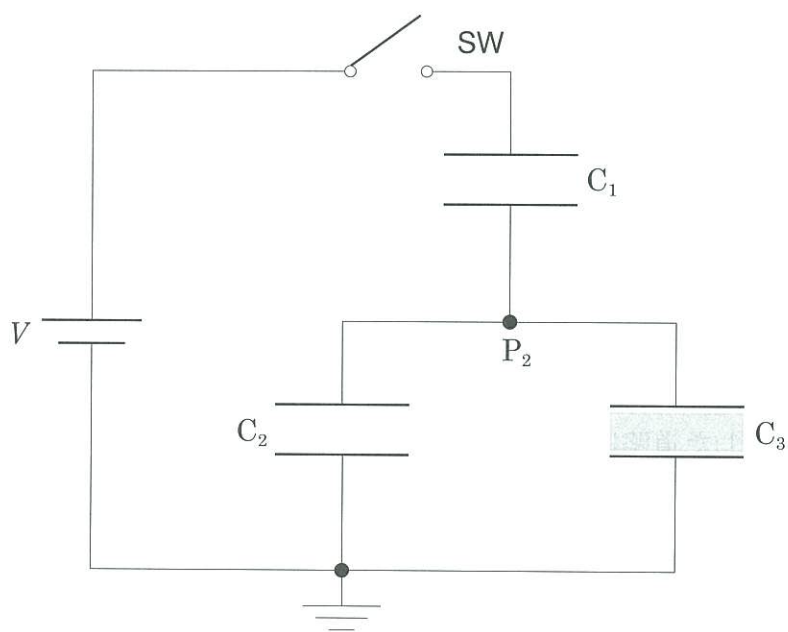


图 3