産業医科大学

2026 年度　一般選抜　物理

（2 科目　100 分）

1 以下の文章を読み，設問に答えなさい。万有引力定数を $G\,[\mathrm{N\,m^2/kg^2}]$ とする。

地球（質量 $M\,[\mathrm{kg}]$）を中心とした半径 $R\,[\mathrm{m}]$ の同一円軌道上を宇宙ステーション S と補給機 D が周回している。図 1 － 1 のように S は D よりも $\theta\,[\mathrm{rad}]$ 先行している（$0 < \theta < \pi$）。D と S の間の引力は無視できるほど小さく，地球以外の天体の引力，地球の自転の影響は考えない。

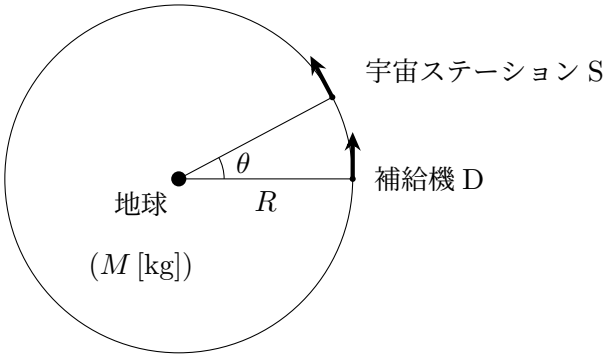

図 1 － 1

(1)　D と S が円軌道上を周回する速さ $v\,[\mathrm{m/s}]$ は等しい。v を求めなさい。

D が円軌道の接線方向にガスを瞬間的に高速で噴射して速さ v を $kv\,[\mathrm{m/s}]$（$k > 0$）に変化させると，D の軌道は地球を焦点の 1 つとする楕円になる。この楕円の半長軸の長さを $pR\,[\mathrm{m}]$ とする（p は k によって決まる定数）。楕円軌道に入った後は，D がガスの噴射を行うことはない。

(2)　D が楕円軌道に入って半周したときの D の速さは kv の何倍か，p を用いて表しなさい。

(3)　力学的エネルギーの保存則と (1) および (2) の結果から k と p の関係が得られる。p の値を k を用いて表しなさい。

(4)　楕円軌道における D の周期 $T_{\mathrm{e}}\,[\mathrm{s}]$ を S の周期 $T\,[\mathrm{s}]$ と p を用いて表しなさい。

(5)　S が現在の位置から円軌道を一周する前に D に積んだ物資を S に届けたい。

(5-1)　以下の文章の［ ① ］～［ ④ ］に入る適当な選択肢を直後の { } 内から選び，それぞれ記号

を解答欄に記入しなさい。［　　］はすでに［　　］で与えられたものと同じものを表す。

「S が一周する前に D と接触するとき，［　①　］{ア．$T < T_{\mathrm{e}}$，イ．$T = T_{\mathrm{e}}$，ウ．$T > T_{\mathrm{e}}$} である（T は S の周期，T_{e} は楕円軌道での D の周期）。つまり，(3) および (4) の結果から［　②　］{ア．$k < 1$，イ．$1 < k < \sqrt{2}$，ウ．$k \geqq \sqrt{2}$} でなければならない。［　②　］をみたすためには，D は図 1 － 1 の［　③　］{ア．矢印の向き，イ．矢印と反対向き} にガスを噴射して［　④　］{ア．加速，イ．減速} すればよい。」

(5-2)　(5-1) ②の条件の下で，ガスの噴射による D の速さの変化量 Δv $(= |(k-1)v|)$ を調整して D を S と接触させる。噴射するガスを節約するため Δv が最も小さくなるようにガスの噴射を行った。このときの p を求めなさい。

2 以下の文章を読み，設問に答えなさい。地磁気，重力は無視する。

Ⅰ．　金属板 N に単色光を照射する（図 2 － 1）。プランク定数は $6.6 \times 10^{-34}\,\mathrm{J\,s}$，電気素量は $1.6 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$ とする。

(1)　照射した単色光の振動数が $1.2 \times 10^{15}\,\mathrm{Hz}$ のとき，飛び出した電子の運動エネルギーの最大値は $1.2 \times 10^{-19}\,\mathrm{J}$ であった。金属板 N の仕事関数 W [eV] を有効数字 2 桁で求めなさい。

N に相対して金属板 P を置く。N と P に接続されている電源によって N と P の間に電圧 V [V] を加える。このときの光電流を直流電流計により測定することができる。

(2)　単色光の振動数を $6.0 \times 10^{14}\,\mathrm{Hz}$ に変え，単位時間に照射される光子の数を (1) の時の 2 倍にした。V を十分大きくしたときの光電流の値を求めなさい。

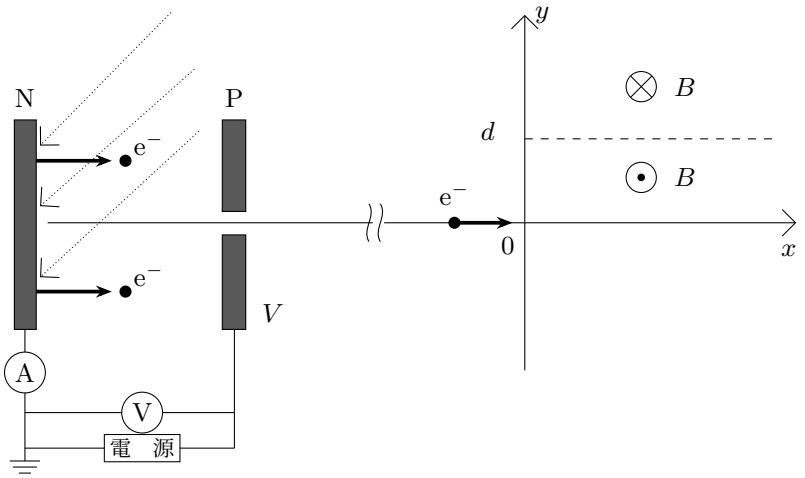

図 2 － 1

Ⅱ．　P には小さい穴が開いている（図 2 － 1）。穴をとおり P の面に垂直に x 軸をとる。一部の電子は P を抜けて x 軸上を運動する。P から十分離れたところに原点をとり，x 軸に垂直に y 軸をとる。$x \geqq 0$ には $0 \leqq y < d\,[\mathrm{m}]$ の領域に紙面に垂直で手前向きの磁束密度 $B\,[\mathrm{T}]$ の磁場が，$y > d$ の領域には同じ大きさで逆向きの磁場が加えられている。電子の質量を $m\,[\mathrm{kg}]$，電荷を $-e\,[\mathrm{C}]$ とする。

(3) ある電子は図 2 － 2 のように $x \geqq 0$ の領域で円軌道を描き，ちょうど半周した後，$y = d$ で y 軸を横切って $x < 0$ の領域に戻った。

(3-1)　この電子が原点を通過したときの速さを e，m，B，および d を用いて表しなさい。

(3-2)　この電子が原点を通過した時刻を $t = 0$ とするとき，y 軸を横切った時刻 $T\,[\mathrm{s}]$ を e，m，および B を用いて表しなさい。

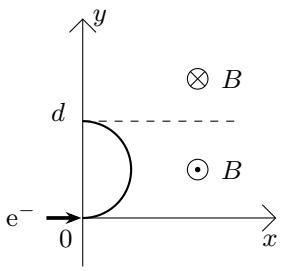

図 2 － 2

(4) N と P の間の電圧 V を変えると，ある電子は図 2 － 3 のように y 軸に接し，その後，$x > 0$ の領域を運動した。

(4-1)　この電子の軌道における y 座標の最大値を求めなさい。

(4-2)　この電子が原点を通過した時刻を $t = 0$ とするとき，y 軸に接した時刻は (3-2) で求めた T の何倍かを求め既約分数で答えなさい。

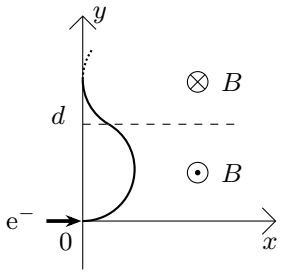

図 2 － 3

(5) 電子が原点を通過する時の速さを $v\,[\mathrm{m/s}]$ とする。(4-1) で求めた電子の軌道における y 座標の最大値を $y_\mathrm{c}\,[\mathrm{m}]$，このときの電子が原点を通過した速さを $v_\mathrm{c}\,[\mathrm{m/s}]$ とする。$v \geqq v_\mathrm{c}$ のときの電子の軌道における y 座標の最大値 $y_\mathrm{max}\,[\mathrm{m}]$ を v の関数として表したグラフにもっとも近いものを図 2 － 4 のア～オから選び，記号を解答欄に記入しなさい。

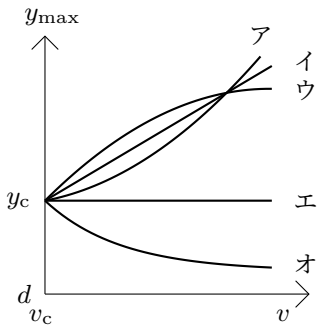

図 2 － 4

3 以下の文章を読み，設問に答えなさい。重力加速度の大きさを $g\,[\mathrm{m/s^2}]$ とする。

図 3 － 1 のように，なめらかに動く質量 $m\,[\mathrm{kg}]$ のピストンをもつ，断面積 $S\,[\mathrm{m^2}]$ のシリンダーが鉛直方向に立てられ理想気体が密封されている。シリンダー外部の圧力による影響は無視してよい。

はじめ，シリンダー内の気体の温度は $T\,[\mathrm{K}]$，シリンダーの底からピストンまでの高さは $h_\mathrm{A}\,[\mathrm{m}]$ であった。この状態を A とする。

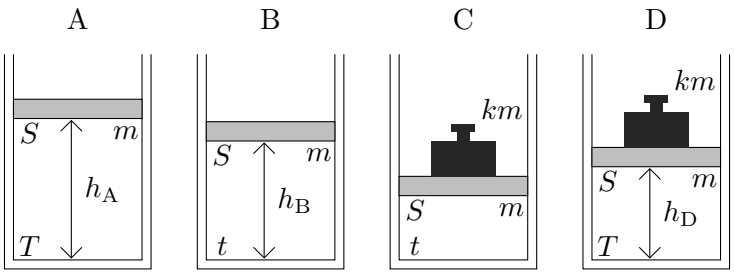

図 3 － 1

(1) 状態 A におけるシリンダー内の気体の圧力を求めなさい。

次に，シリンダー内の気体を温度 $t\,[\mathrm{K}]$ までゆっくり冷却した。この状態を B とする。

(2) 状態 B におけるシリンダー内の気体の圧力は状態 A における圧力の何倍か求めなさい。

(3) 状態 B におけるシリンダーの底からピストンまでの高さ $h_{\mathrm{B}}\,[\mathrm{m}]$ は $h_{\mathrm{A}}\,[\mathrm{m}]$ の何倍か求めなさい。

さらに，シリンダー内の気体の温度を $t\,[\mathrm{K}]$ で一定に保ったままピストンの上に質量 $km\,[\mathrm{kg}]$ のおもりを静かにのせた（k は正の定数）。この状態を C とする。

(4) 状態 C におけるシリンダー内の気体の圧力は状態 A における圧力の何倍か求めなさい。

次に，シリンダー内の気体を温度 $T\,[\mathrm{K}]$ までゆっくり加熱した。この状態を D とする。

(5) 状態 D におけるシリンダーの底からピストンまでの高さ $h_{\mathrm{D}}\,[\mathrm{m}]$ は $h_{\mathrm{A}}\,[\mathrm{m}]$ の何倍か求めなさい。

最後に，シリンダー内の気体の温度を $T\,[\mathrm{K}]$ で一定に保ったままピストンの上のおもりを静かにとりのぞくと，シリンダー内の気体の状態は A に戻った。

(6) サイクル $\mathrm{A} \to \mathrm{B} \to \mathrm{C} \to \mathrm{D} \to \mathrm{A}$ をあらわす，(a) 温度と体積の関係を表したグラフ（縦軸を温度，横軸を体積とする），および，(b) 圧力と温度の関係を表したグラフ（縦軸を圧力，横軸を温度とする），に近いものをそれぞれ図 3 － 2 から選び，記号を解答欄に記入しなさい。

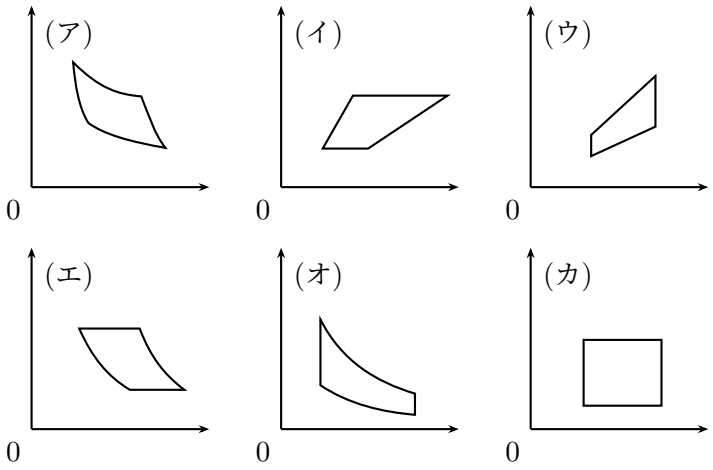

図 3 － 2