産業医科大学

2025 年度　一般選抜　物理

（2 科目　100 分）

1 以下の文章を読み，［ ア ］～［ カ ］に適した式または数字を解答欄に記入しなさい。

図 1 のような軌道を考える。スタート地点 S の高さを h [m] とする。点 S から物体が初速 0 ですべり落ち，いったん凹み部分に入った後，ADB を越える。ADB は，高さ d [m] に中心 C を持ち半径 a [m]，最高点を D とし，鉛直方向から角度 $\pm\varphi$ [rad] の円弧である。その後さらに下り，高さ 0 の点 G から半円筒状のくぼみに入る。くぼみの GE は O を中心とする半円の直径であり，最高点 E は点 G の鉛直線上（高さ $2a$）にある。S から A まで，および B から G までの斜面は下に凸の滑らかな曲線であり，軌道の全ての部分は滑らかにつながっている。物体の大きさは無視できるほど十分に小さいものとし，物体の運動は鉛直面内（図 1 の紙面内）で起こるものとする。すべての軌道上での摩擦は無視できる。解答は d，a，φ の中から必要なものを用いること。

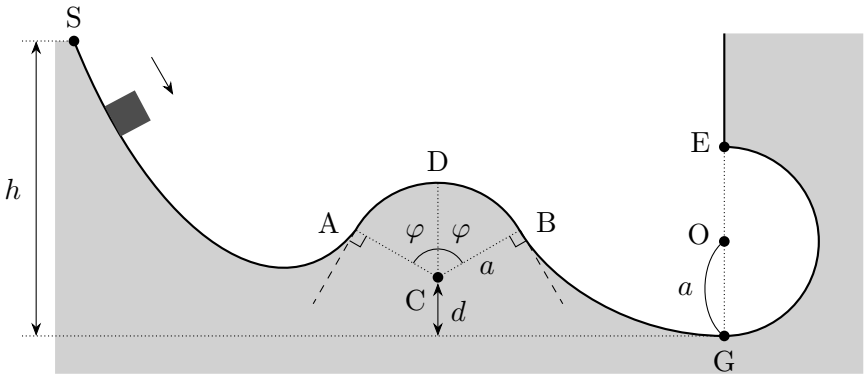


図 1

・物体が円弧 ADB に入っても軌道から離れない最大の h は［ ア ］である。

・$h > d + a$ でなければ物体は円弧の頂点 D を越えていくことができない。

・$\cos\varphi >$［ イ ］のときは物体が軌道から一度も離れずに B に達することが可能な h が存在するが，$\cos\varphi \leqq$［ イ ］のときには軌道から一度も離れずに B に達することはできない。

・$h = \dfrac{7}{3}a$, $d = \dfrac{5}{4}a$, $\cos\varphi = \dfrac{8}{9}$ のとき，物体は半円筒状のくぼみに入ったが，E に到達する前に高さ［ ウ ］で軌道を離れた。

・$d = \dfrac{5}{4}a$, $\cos\varphi = \dfrac{8}{9}$ のとき，物体が軌道から一度も離れずに E に達することができる最小の h は［ エ ］である。

・$d = 2a$, $\cos\varphi = \dfrac{8}{9}$ のとき，［ オ ］$< h \leqq$［ カ ］であれば物体は軌道から一度も離れずに E に達することができる。

2 以下の文章を読み，［ ア ］～［ キ ］に適した式または数字を解答欄に記入しなさい。

図 2(Ⅰ)～(Ⅳ) のような四種類のサイクルを考える。P と V は気体の圧力と体積である。それぞれのサイクルで 1 モルの理想気体を A → B → C → D → A の順に変化させる。状態 A，B，C，D での温度をそれぞれ，a，b，c，d [K] とする。この気体の定圧モル比熱および定積モル比熱をそれぞれ C_{p} および C_{V} [J/(mol・K)] とする。C_{p}，C_{V} はつねに一定とする。

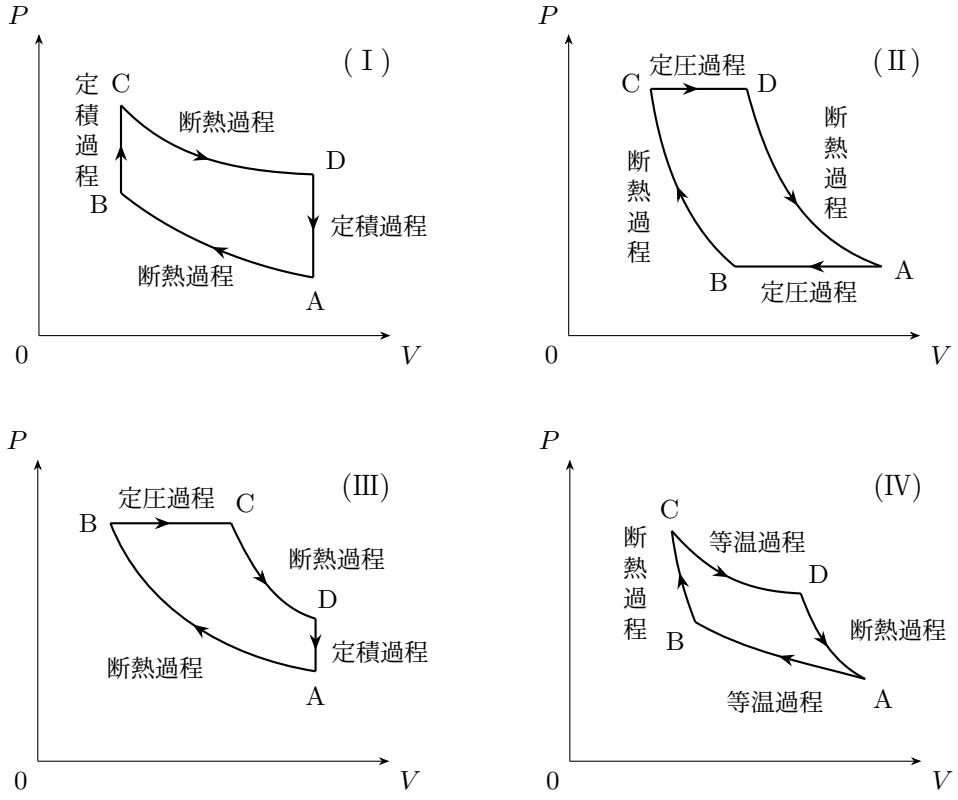


図 2

・図 2(Ⅰ) のサイクルにおいて，過程 B → C で気体が受け取った熱量は［ ア ］であり，このサイクルの熱効率は，1−［ イ ］である。

・図 2(Ⅱ) のサイクルにおいて，1 サイクルの間に気体が実質的に外部にする正味の仕事は［ ウ ］であり，このサイクルの熱効率は，1−［ エ ］である。

・図 2(Ⅲ) のサイクルにおいて，このサイクルの熱効率は，1−［ オ ］である。

・図 2(Ⅳ) のサイクルにおいて，過程 C → D で気体が受け取る熱量 $Q_{\mathrm{CD}}\,[\mathrm{J}]$ と過程 A → B で気体が放出する熱量 $Q_{\mathrm{AB}}\,[\mathrm{J}]$ のあいだには，$\dfrac{Q_{\mathrm{CD}}}{d} = \dfrac{Q_{\mathrm{AB}}}{b}$ という関係がある。1 サイクルの間の内部エネルギーの変化は［ カ ］であり，このサイクルの熱効率は，1−［ キ ］である。ただし，［ キ ］の解答は b と d を用いて表すこと。

3 以下の文章を読み，設問に答えなさい。

図 3 − 1 のような断面を持つ回折格子があり，同じ幅のスリットが等間隔 $d\,[\mathrm{m}]$ で開けられている。平行なレーザー光をこの回折格子の面に垂直に入射させる。真空中でのレーザー光の波長を $\lambda\,[\mathrm{m}]$ とする。回折格子から十分に離れた遠方の距離 $L\,[\mathrm{m}]$ のところに回折格子と平行にスクリーンをおく（図 3 − 2)。レーザー光を真空中で入射させると，スクリーン上では直進した光（直進光）による明線の位置 m_0 の両側に内側から m_1，m_2，…の位置に対称に明線が観察された。スクリーン上の m_1 の位置に明線として観察される回折光と直進光とのなす角度を θ_{A} とする。

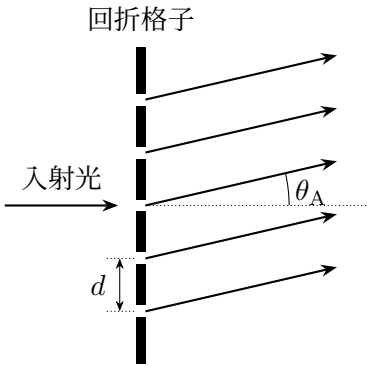


図 3 − 1

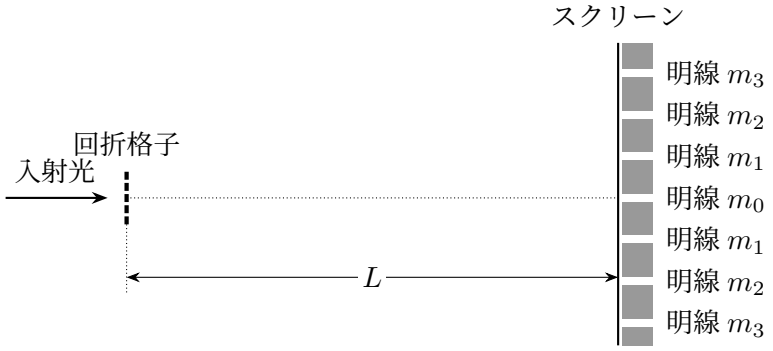


図 3 － 2

(1) $\sin\theta_{\mathrm{A}}$ を，λ および d を用いて表しなさい（ただし $\sin\theta_{\mathrm{A}} > 0$ とする）。

次に，図 3 － 3 のように，1 より大きい屈折率をもつ同じ厚さの透明な平板をスリットの直前にひとつおきに挿入する（レーザー光は平板に垂直に入射し完全に平板を透過すると考えてよい）。

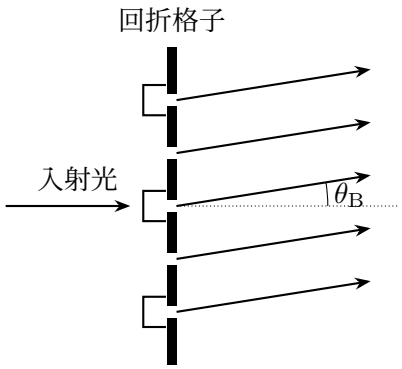


図 3 － 3

このとき，平板を入れる前に m_1 の位置に現れていた明線は $m_1{}'$ に移動し，m_1 では光が互いに完全に打ち消し合い明線が観察されなくなった。図 3 － 2 の m_0 の位置に一番近い明線の位置を $m_1{}'$，その隣の明線の位置を $m_2{}'$ とすると，スクリーン上の位置は m_0 に近い方から $m_1{}'$，m_1，$m_2{}'$ であった。$m_1{}'$ の位置に明線として観察される回折光と直進光のなす角度を θ_{B} とする。

(2) 平板を入れたスリットからの直進光と入れていないスリットからの直進光の位相のずれ（位相差）$\alpha\,[\mathrm{rad}]$ を求めなさい（ただし $0 \leqq \alpha < 2\pi$ とする）。

(3) $\sin\theta_{\mathrm{B}}$ を，λ および d を用いて表しなさい（ただし $\sin\theta_{\mathrm{B}} > 0$ とする）。

(4) m_0 と $m_1{}'$ の間隔を，L，d，λ を用いて表しなさい。ただし θ_{B} は十分小さく，$\tan\theta_{\mathrm{B}} \fallingdotseq \sin\theta_{\mathrm{B}}$ が成

り立つと仮定してよい。

(5) 回折格子とスクリーンの間の空間を屈折率 n の透明な物質で満たすと，前問 (4) で求めた m_0 と $m_1{}'$ の間隔が変化した。

(5-1) 変化後の間隔を，L，d，λ，n を用いて表しなさい。

(5-2) $d = 2.0 \times 10^{-5}\,\mathrm{m}$，$L = 4.0 \times 10^{-1}\,\mathrm{m}$，$n = 1.5$，変化後の間隔が $3.0 \times 10^{-3}\,\mathrm{m}$ のとき，レーザー光の波長 λ を求めなさい。