兵庫医科大学

2026 年度　一般選抜　物理

$$\begin{pmatrix} \text{一般選抜 A :2 科目} & 120\text{ 分} \\ \text{一般選抜 B :} & 60\text{ 分} \end{pmatrix}$$

1 図 1 のように、水平な床に、高さ h の台が固定されている。台の右側は、半径 h のなめらかな円弧となっており、円弧の中心点 O は床の上にある。台には固定板 B が固定されており、固定板 B と、厚さおよび質量の無視できる可動板 C とは、ばね定数 k の水平な軽いばねで結ばれている。可動板 C には、大きさの無視できる質量 m の小物体 A が触れるように台の上に置かれており、小物体 A が点 P にあるとき、ばねは自然の長さであった。小物体 A を左方向に手で力を加えて移動させ、ばねを縮めた状態からの小物体 A の運動について考える。台上の水平部分はあらい面であり、小物体 A との間には摩擦が働く。このあらい面の右端 Q はなめらかな円弧と連続的につながっており、PQ 間の距離は l である。小物体 A と台のあらい面との間の静止摩擦係数を μ、動摩擦係数を μ' とする。小物体 A の運動は、図 1 で示された平面内でおこるものとする。可動板 C と台の間の摩擦や、空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを g とする。次の各問いに答えよ。導出過程も簡潔にまとめて記し、解答は解答欄に記すこと。

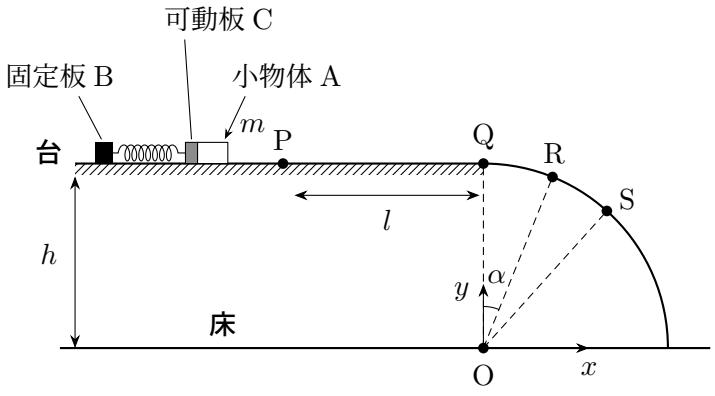

図 1

I.　ばねを、長さ d だけ縮めて、静かに手を放した。

(1)　小物体 A が動かないときの、d の最大値を求めよ。

II.　長さ d をある値にすると、小物体 A は点 P で可動板 C を離れてから右方向に運動し、台上で止まることなく、点 Q をある速さで通過した。

(2)　静かに手を離してから点 Q を通過するまでに、摩擦力が小物体 A にした仕事を求めよ。

(3)　小物体 A が点 Q を通過するときの速さを求めよ。

III.　小物体 A が点 Q を通過した後の運動について考える。以下の問いでは、小物体 A が点 Q を通過するときの速さを v とせよ。小物体 A はしばらくなめらかな円弧に沿って運動し、円弧上の点 R を通過した。∠QOR の大きさを α とする。

(4)　点 Q における小物体 A の力学的エネルギーを求めよ。ただし、重力による位置エネルギーの基準面は、床面とする。

(5)　小物体 A が点 R にあるとき、小物体 A の速さを求めよ。

(6)　小物体 A が点 R にあるとき、小物体 A が円弧から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

IV.　小物体 A が点 R を通過してさらに円弧上を進み、点 S を通過したときに、円弧から離れ、床に落下した。

(7)　点 S の高さを求めよ。

(8)　点 S における小物体 A の速さを求めよ。

以下の問いでは、∠QOS の大きさを β として解答せよ。

(9)　図 1 のように、点 O を原点とし、水平方向を x 軸、鉛直方向を y 軸とするような座標軸を考える。小物体 A が円弧を離れてから時間 t 経過したときの小物体 A の y 座標を求めよ。ただし、小物体 A はまだ床には達していないものとする。

(10)　$\beta = 45^\circ$ のとき、小物体 A が床面に達する直前での、小物体 A の鉛直方向の速度の大きさを求めよ。

2 抵抗値が R と r の 2 種類の抵抗を、抵抗値の無視できる導線で接続した。次の各問いに答えよ。導出過程も簡潔にまとめて記し、解答は解答欄に記すこと。

I.　図 2a のような回路を 3 個接続し、図 2b のような回路を作った。抵抗は、左から順に、抵抗 1、抵抗 2、・・・抵抗 6 とし、抵抗 1、3、5 の抵抗値は r、抵抗 2、4、6 の抵抗値は R である。図 2b 中で、抵抗 1 の両端を点 A、点 B、抵抗 3 の両端を点 C、点 D、抵抗 5 の両端を点 E、点 F とし、右端の端子を P、Q とする。

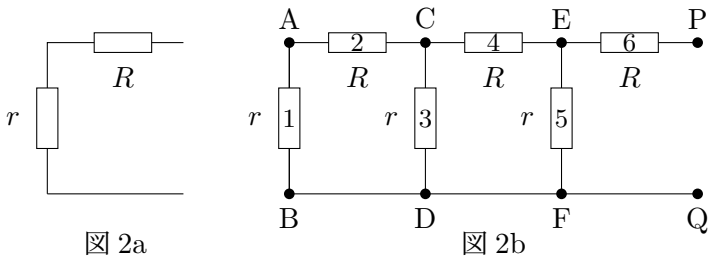

図 2a

図 2b

(1)　図 2b の端子 PQ 間に直流電源を接続して、回路に電流を流した。抵抗 1 に点 A から点 B の向きに流れる電流を I $(I > 0)$ とする。点 C を基準とした点 D の電位はいくらか。

(2)　抵抗 4 に点 E から点 C の向きに流れる電流はいくらか。

(3)　(2) の電流がやがて点 D から点 F へと流れ出ることから、CD 間の抵抗 1、2、3 による合成抵抗はいくらか。

(4)　抵抗 5 を点 E から点 F に向かって流れる電流はいくらか。

II.　図 2a の回路を次々に接続し、図 2c のような無限に長いはしご状の回路を作った。この回路全体の合成抵抗値を R_0 とする。

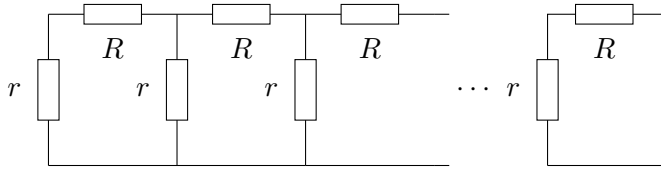

図 2c

(5)　図 2c の回路の右端に、図 2a の回路を新たに一つ接続したとする。抵抗値 R、r、R_0 の抵抗による合成抵抗を求めよ。この合成抵抗値を求めるのに必要な回路図を、導出過程欄に記入すること。

(6)　無限に長いはしご状の回路では、(5) で求めた合成抵抗値が新たに回路を付け加える前の抵抗値と等しいことより、R_0 を求めよ。

3 熱機関は、高温熱源（温度 T_1）から熱 Q_1 をもらい、その一部を仕事に変えて、残りの熱 Q_2 を低温熱源（温度 T_2、$T_1 > T_2$）へ放出するサイクルを行う。次の各問いに答えよ。導出過程も簡潔にまとめて記し、解答は解答欄に記すこと。

(1)　この熱機関の熱効率を求めよ。

(2)　理想的な熱機関では、熱効率は $\dfrac{T_1 - T_2}{T_1}$ とかける。このとき、$\dfrac{Q_2}{Q_1}$ を、T_1 および T_2 を用いて表せ。

冷房機（クーラー）は、熱機関の動作と逆で、外から仕事 W を与えて、室内（低温熱源、温度 T_2）から熱 Q_2 を吸収し、室外（高温熱源、温度 T_1、$T_1 > T_2$）へ熱 Q_1 を放出する。

(3)　理想的な冷房機では、$\dfrac{Q_2}{Q_1}$ は、(2) の解答と同じで与えられるものとする。この冷房機の効率 $\dfrac{Q_2}{W}$ を、T_1 および T_2 を用いて表せ。

熱 Q_2 を吸収する間に、室外から室内へ温度差に比例した熱量が流入する。その比例定数を a とする。

(4)　室外の温度が T_1 のとき、室内の温度を一定値 T_2 に保つために必要な理想的な冷房機の仕事

を、T_1、T_2、a を用いて表せ。

(5) (4) より、理想的な冷房機が仕事 W によって室内の温度を T_2 に保つための室外の温度 T_1 を、W、T_2、a を用いて表せ。

(6) 理想的な冷房機の稼働率を n（$0 \leqq n \leqq 1$）とすると、理想的な冷房機のする仕事は nW である。$n = 0.25$ のとき、室温を 27 °C に保ちうる室外の温度は、37 °C であった。室温を 27 °C に保ちうる室外の温度 T_1 [°C] を、n の関数として、$0 \leqq n \leqq 1$ の範囲でグラフを描け。

4 図 4a のように、長さ l の円柱形の開管がある。管の左端から a（$a < l$）の位置に、ピストンがあり、右端の管口近くに音源がある。開口端補正およびピストンの厚さは無視できる。空気中での音速を V とする。管の左端の座標を 0 とし、右端の座標を l とする。次の各問いに答えよ。導出過程も簡潔にまとめて記し、解答は解答欄に記すこと。

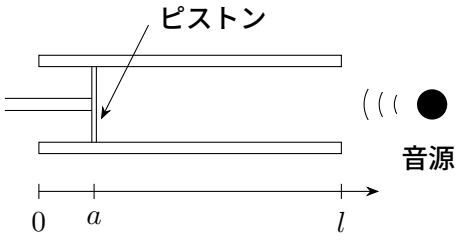

図 4a

I. 音源の出す音を、低音から徐々に高音にすると、管が共鳴した。

(1) 最も低い共鳴音の振動数を求めよ。

(2) 2 番目に低い共鳴音の波長を求めよ。導出過程欄に、このときの管内での固有振動における媒質の振幅の様子を、横波表示で節と腹の位置がわかるように、図を記すこと。

(3) 3 番目に低い共鳴音の振動数を求めよ。導出過程欄に、このときの管内での固有振動における媒質の振幅の様子を、横波表示で節と腹の位置がわかるように、図を記すこと。

II.　図 4a のように、音源から音を出し、ピストンの位置 a で最も低音で管を共鳴させた。その後、図 4b のように、管の中心を通る直線上で、一定の速さ u（$u < V$）で音源を管から遠ざけた。管は共鳴しなくなったので、ピストンを動かして共鳴する位置を探したところ、一つだけ見つかった。

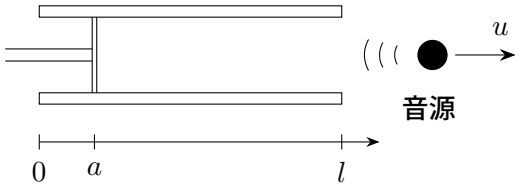

図 4b

(4)　音源から管に届いた音の振動数を求めよ。

(5)　共鳴するときのピストンの位置（座標）を求めよ。

5 20 世紀のはじめ、光や X 線は、波動としての性質の他に、粒子としての性質をもつことがわかった。一方、これまで粒子と考えられていた電子は、波動としての性質を持つことも確かめられている。プランク定数を $6.6 \times 10^{-34}\,\mathrm{J \cdot s}$、真空中の光速を $3.0 \times 10^{8}\,\mathrm{m/s}$、電子の質量を $9.1 \times 10^{-31}\,\mathrm{kg}$、電気素量を $1.6 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$ とする。次の各問いに答えよ。導出過程が必要な問題は導出過程も簡潔にまとめて記し、単位が必要なものは単位を付して解答し、解答は解答欄に記すこと。

I.　粒子性と波動性について、次の問いに答えよ。

(1)　光が粒子としての性質を持つことを示した実験例を一つあげ、その内容を簡潔に説明せよ。

(2)　電子が波動としての性質を持つことを示した実験例を一つあげ、その内容を簡潔に説明せよ。

II.　波長 $6.0 \times 10^{-7}\,\mathrm{m}$ の光を出す光源があり、$99\,\mathrm{mW}$ のパワーで光エネルギーを放出している。

(3)　この光源から放出される光子一個あたりのエネルギーを、有効数字 2 桁で求めよ。

(4)　この光源から 1 秒間に放出される光子の個数を、有効数字 2 桁で求めよ。

III.　真空管内で、電子を陰極から陽極に向けて、電位差 $18.2\,\mathrm{kV}$ で加速した。

(5)　電子の初速度を 0 とするとき、陽極に達した電子の速度を、有効数字 2 桁で求めよ。

(6)　陽極に達する直前の電子の波長を、有効数字 1 桁で求めよ。