琉球大学

2026 年度　前期日程　物理

（2 科目　100 分）

1 以下の文章中の ① ～ ⑩ に入る最も適切な数値，数式，または選択肢の記号を記入せよ。(20 点)

問 1　図 1 － I のように，地面からの高さが h の水平な直線上を速さ v で等速飛行している飛行機がある。この飛行機からある物資を投下し，飛行機の進路の鉛直下方にある地面上の点 P に落としたい。ただし，物資は地面に到着するとそこで静止するものとする。なお，空気抵抗は無視してよい（パラシュートなどは使用しない）。

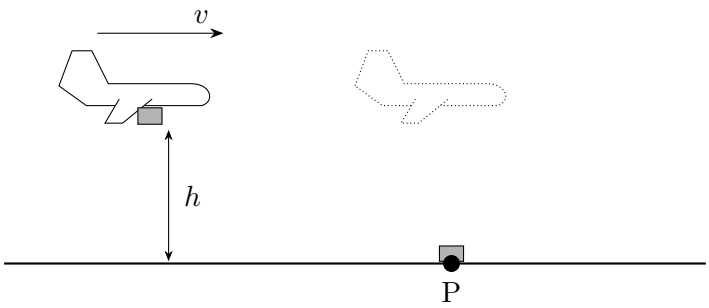

図 1 － I

物資を地上から見て初速度 0 で落下させたとき，地面に到着するまでの時間を T とする。このとき，物資を点 P に落とすための方法として，次の (ア)～(カ) の中から正しいものの記号をすべて選ぶと ① である。

(ア) 飛行機が点 P の真上に来たときに，飛行機から見て初速度 0 で落とせばよい。

(イ) 飛行機が点 P の真上に来たときに，飛行機から見て前向きに速さ v で投げればよい。

(ウ) 飛行機が点 P の真上に来たときに，飛行機から見て後ろ向きに速さ v で投げればよい。

(エ) 飛行機が点 P の真上に来るより T だけ前に，飛行機から見て初速度 0 で落とせばよい。

(オ) 飛行機が点 P の真上に来るより T だけ前に，飛行機から見て前向きに速さ v で投げればよい。

(カ) 飛行機が点 P の真上に来るより T だけ前に，飛行機から見て後ろ向きに速さ v で投げればよい。

問 2　2 枚の偏光板を重ねて一方を回転させながら光を見ると，明るくなったり暗くなったりする。このよ

うな偏光があることは，光が② (ア) 縦波，(イ) 横波，(ウ) 定常波，(エ) 正弦波であることを示している。

太陽光はいろいろな方向に振動する光の集まりである。太陽光が水面に反射してまぶしいときに，偏光板を用いたサングラスをかけるとまぶしさが低減され，水面下の物体がよく見える場合がある。このとき，光の性質と偏光板サングラスの性質について，次の (ア)〜(エ) の中から正しいものの記号をすべて選ぶと③となる。

(ア) 太陽光が水面から反射するときに，入射光に対する反射光の割合は光の振動する方向により異なる。

(イ) 太陽光が水面から反射するときに，入射光に対する反射光の割合は光の振動する方向によらず同じである。

(ウ) サングラスを透過した光には，特定の方向に振動する光が多く含まれる。

(エ) サングラスを透過した光には，いろいろな方向に振動する光が含まれる。

問 3　凸レンズを使ってスクリーンに物体の像を作ろうとしたが，図 1 − II の状態ではぼんやりした像しかできなかった。しかし，うまく調節すればはっきりした像を作ることができる。

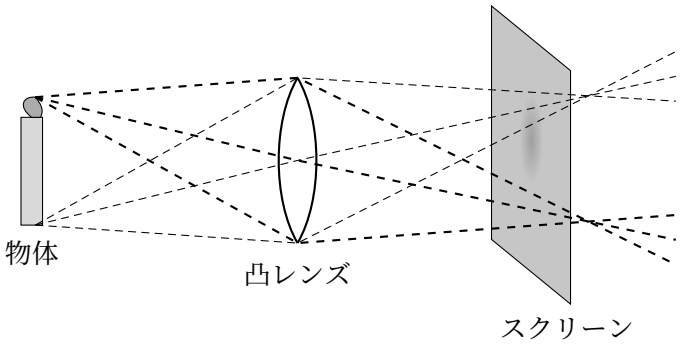

図 1 − II

はっきりした像を作るための操作として，次の (ア)〜(カ) の中から正しいものの記号をすべて選ぶと④である。

(ア) スクリーンを凸レンズから遠ざける。

(イ) スクリーンを凸レンズに近づける。

(ウ) 物体と凸レンズの間にもう 1 つの凸レンズを追加する。

(エ) 物体と凸レンズの間に凹レンズを追加する。

(オ) 物体を凸レンズから遠ざける。

(カ)物体を凸レンズに近づける。

問 4　光が波の性質をもつことを確かめたものにヤングの実験がある。図 1 －Ⅲのように，点 O に配置された点状の光源からの単色光が，x 軸上の小さな穴 H_0 を通過後，さらに 2 つの小さな穴 H_1，H_2 を通過し，スクリーンにあたる。スクリーンで観察される模様を図 1 －Ⅳの (ア)〜(エ) の中から 1 つ選ぶと［⑤］である。なお，点 O は x，y，z 軸の原点であり，H_1，H_2 は xy 平面内で x 軸に関して対称な位置にあり，スクリーンは x 軸に垂直に配置されるものとする。

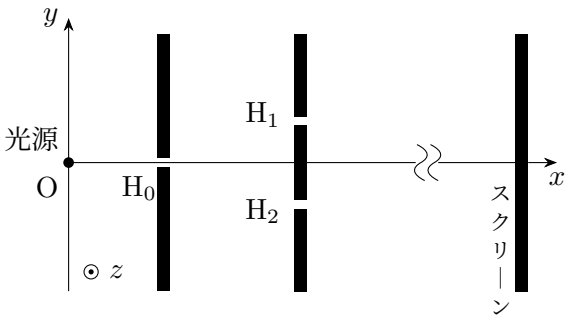

図 1 －Ⅲ

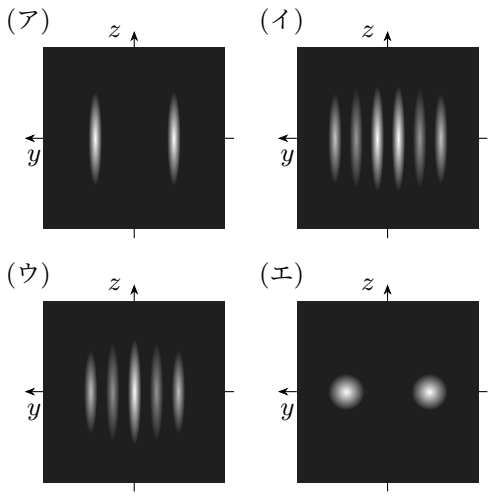

図 1 －Ⅳ

問 5　断熱されたシリンダーを鉛直に立て，内部を自由になめらかに動くピストンで仕切った。上部は真空になっていて，下部には物質量 n，絶対温度 T の単原子分子理想気体が入っている。気体定数を R，ピストンの質量を m，重力加速度の大きさを g とする。

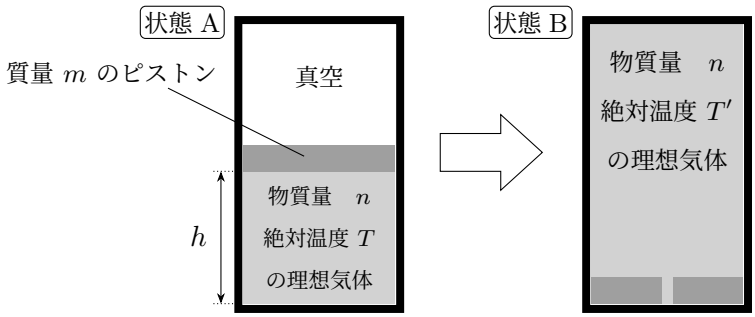

図 1 － V

最初は，下部の気体の圧力に支えられてピストンがシリンダーの底面からの高さ h の場所に静止し，図 1 － V の左側の状態 A にあった。ピストンにはたらく力のつりあいから気体の絶対温度 T を求めると［ ⑥ ］となる。

その後，ピストンに小さな穴があいたためにピストンがシリンダー下部まで落下し，気体はシリンダー内全体に広がり図 1 － V の右側の状態 B になった。この過程でピストンの持っていた位置エネルギーが減少した分だけ気体の内部エネルギーが増加する。気体の位置エネルギーと，ピストンおよびシリンダーの熱容量を無視して考えると，この気体の絶対温度は $T' =$［ ⑦ ］T になる。

問 6　両端に電極を取りつけたガラス管に高電圧を加え，管内の圧力を下げると，陰極から放射された電子が陽極付近のガラス壁に衝突して薄緑色の蛍光を発する。この電子の流れを陰極線とよぶ。図 1 － VIのように，陰極線が質量 m，電気量 $-e$ の電子の流れであり，真空中で電子が x 軸の正の向きに速さ v で進行する場合を考える。x 軸と平行に置かれた長さ l，間隔 d の 2 枚の金属板があり，その間に電圧 V をかけると，金属板間には強さが $E =$ ⑧ の一様な電場（電界）が生じる。金属板間の電場と平行に y 軸をとるとき，金属板間での電子の運動について，次の (ア)〜(エ) の中から最も適切なものの記号を 1 つ選ぶと ⑨ となる。なお，電子にはたらく重力の影響は無視できるものとし，電子は点 O を通過後金属板にぶつからないものとする。

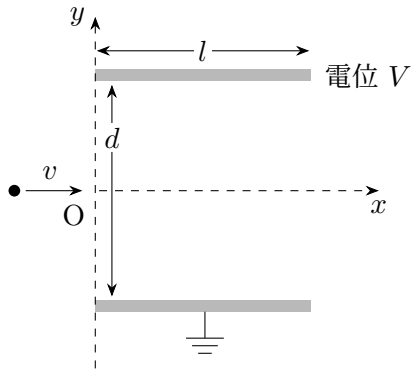

図 1 － VI

(ア) y 軸の正の向きに加速され，$x = l$，$y = \dfrac{eVl^2}{2mdv^2}$ の位置まで移動する。

(イ) y 軸の負の向きに加速され，$x = l$，$y = -\dfrac{eVl^2}{2mdv^2}$ の位置まで移動する。

(ウ) y 軸の正の向きに加速され，$x = l$，$y = \dfrac{eVl^2}{mdv^2}$ の位置まで移動する。

(エ) y 軸の負の向きに加速され，$x = l$，$y = -\dfrac{eVl^2}{mdv^2}$ の位置まで移動する。

問 7　図 1 －Ⅶのように，静止した質量 M_0 の原子核から質量 m の α 粒子が速さ v で飛び出し，残った質量 M の原子核は α 粒子とは逆向きに速さ V で動き出した。

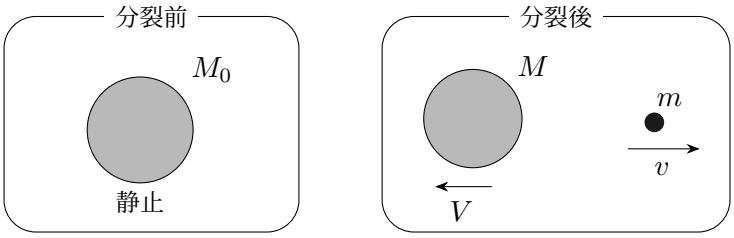

図 1 －Ⅶ

このときに粒子や電磁波などの出入りはなかったとする。質量欠損が生じている可能性も考えた上で成り立つエネルギー保存則の式は ⑩ となる。ただし，真空中の光速を c とする。

2 以下の **A**，**B** の各問に答えよ。(15 点)

A　図 2 － I のように，斜面と水平面が点 B においてなめらかにつながっている。水平面は，図の右方向に十分長いものとする。斜面および BC 間の表面はなめらかである。点 C よりも右側の表面はあらく，その動摩擦係数は μ' である。点 A の水平面からの高さは h，CD 間の距離は L である。重力加速度の大きさを g とし，空気抵抗の影響は無視できるものとする。なお，速度は図の右向きを正とする。

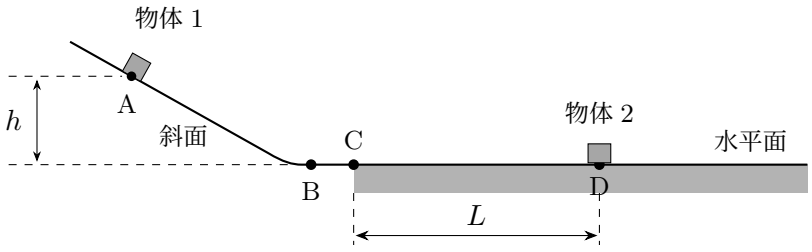

図 2 － I

点 A に，大きさを無視できる質量 m の物体 1 を置き，手で支えておく。点 D には，大きさを無視できる質量 $3m$ の物体 2 を静止させた。物体 1 を支えておいた手を静かにはなしたところ，物体

1 は斜面を滑り落ち，点 B および C を通過して図の右方向へ移動し，点 D において物体 2 と衝突した。なお，衝突は瞬間的に起こるものとする。

問 1　物体 1 が物体 2 に正の速度で衝突するために h が満たすべき条件を，m，g，μ'，L のうち，必要なものを用いて表せ。

物体 1 は，物体 2 と衝突後，図の左方向へ移動した。

問 2　物体 1 と物体 2 の反発係数を e とする。e の値の範囲を求めよ。

物体 1 が物体 2 に衝突する直前の物体 1 の速度を v_1 とする。また，物体 1 が物体 2 に衝突した直後の物体 1 および物体 2 の速度を，それぞれ，$v_1' = av_1$，$v_2' = bv_1$（a および b は反発係数 e で決まる定数）とする。物体 1 は，点 C および点 B を通過して斜面を登り，高さ H において速度が 0 になったあと，再び斜面を下った。その後，物体 1 は，物体 2 と再び衝突しなかったものとする。また，物体 2 は，物体 1 との衝突後，図の右方向へ距離 L' だけ移動し，静止した。

問 3　L' を，μ'，h，H，a，b を用いて表せ。

B　図 2 － II (a) に示すように，ばね定数 k の軽いばねの一端を天井の点 P に固定し，他端に軽い糸を取り付ける。さらに，手で支えた細い中空円筒を常に点 P の真下で鉛直に配置し，糸を通してその端に質量 m の小さなおもりを取り付ける。おもりを静かにつるしたところ，ばねは自然長から x_0 だけ伸びてつり合った。このとき，中空円筒の下端 A からおもりの重心 B までの距離は L であった。糸は伸びず，ねじれないものとし，中空円筒内の摩擦を受けずに自由に動けるものとする。また，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。

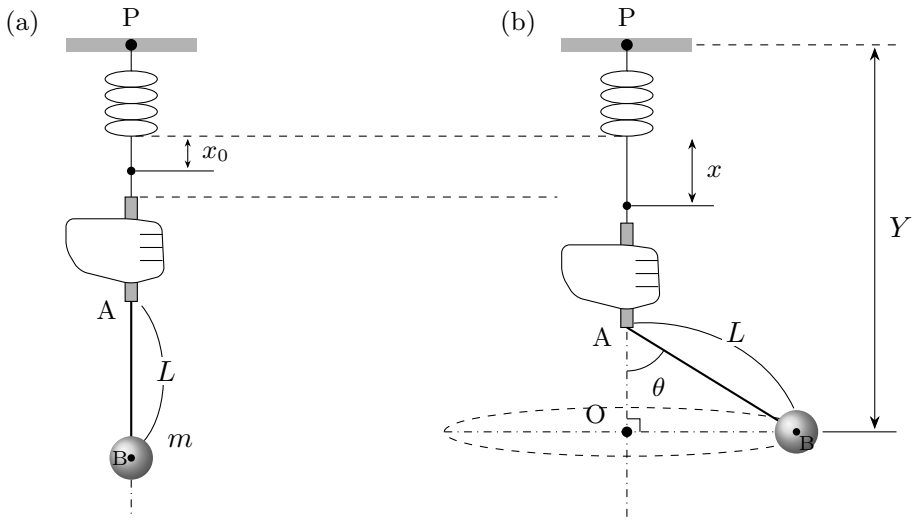

図 2 － II

問 4　ばねが自然長になるように，おもりを支えて上部へ移動させ静止させた。手を静かにはなしたところ，おもりは鉛直に単振動を始めた。単振動の周期 T とおもりの速さの最大値 $v_{\max}$ を，x_0 と g を用いて表せ。

次に，図 2 － II (b) に示すように，L を一定に保つように水平面内で点 O を中心に角速度 ω でおもりを等速円運動させた。このとき，ばねは自然長から x だけ伸びて，鉛直線 AO と直線 AB のなす角は θ であった。天井から点 B までの距離を Y とする。

問 5　角速度 ω を，L，θ，g を用いて表せ。

問 6　L を一定に保ったまま ω を変えたところ，自然長からのばねの伸びが $2x$ になり，天井から点 B までの距離が $Y + \Delta Y$ になった。ΔY を，x，L，θ を用いて表せ。

3 以下の **A**，**B** の各問に答えよ。(15 点)

A　電球 P と抵抗値 R_1，R_2，R_3 の抵抗器，起電力 E の電池，スイッチ S を用いて，図 3 － I の回路をつくった。また，回路中の電球 P は図 3 － II のグラフに示す電流 I_P と電圧 V_P の関係をもつ。なお，電池の内部抵抗は無視でき，端子 a の先には何もつながれていないものとする。

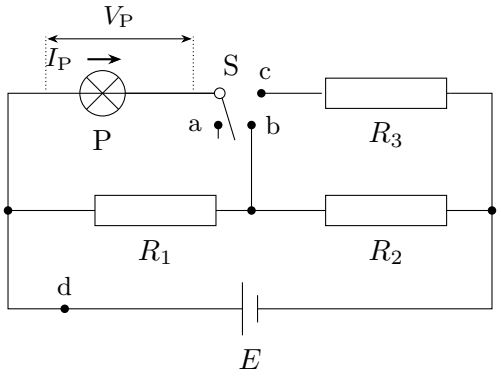

図 3 － I

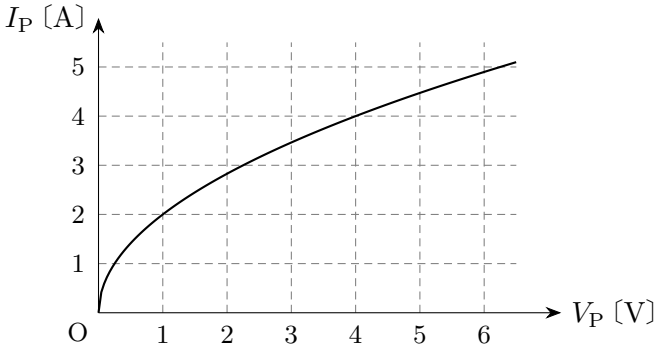

図 3 － II

問 1　初めに，スイッチ S を端子 a へつないだ。図 3 － I の点 d に流れる電流を，R_1，R_2，E を用いて表せ。

問 2　次に，スイッチ S を端子 b へつないだ。点 d に流れる電流を I とするとき，抵抗 R_1 に流れる電流を，I，R_1，R_2，E を用いて表せ。

問 3　最後に，スイッチ S を端子 c へつないだ。起電力 E を 6.0 V とし，抵抗 R_3 を入れかえて電流 I_P

を 2.0 A としたとき，R_3 の値として適切なものを次の (ア)〜(オ) の中から 1 つ選び，その記号を答えよ。

(ア) 0.10 Ω　(イ) 0.50 Ω　(ウ) 2.5 Ω　(エ) 5.0 Ω　(オ) 6.0 Ω

B　図 3 －Ⅲに示すように，x，y，z 軸の方向に辺の長さがそれぞれ a，b，c の直方体の金属試料があり，この試料の両端に電圧をかけ，y 軸の正の向きに電流 I を流す。さらに，z 軸の正の向きに磁束密度の大きさ B の磁場（磁界）をかける。負の電気量 $-e$ をもつ自由電子は磁場からローレンツ力を受けて試料の一端に集まる。十分に時間が経過すると，面 P と面 Q の間には一定の電位差 V が生じ，自由電子は試料内を直進する。

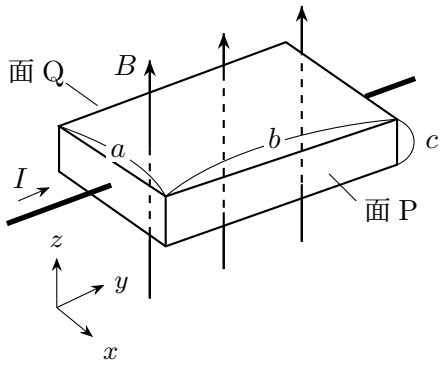

図 3 －Ⅲ

問 4　試料の抵抗率を ρ とするとき，試料の電気抵抗の値 R を，a，b，c，ρ を用いて表せ。

問 5　試料の単位体積あたりの自由電子数を n とするとき，電位差 V によって生じる電場（電界）の強さ E を，a，b，c，e，n，I，B のうち，必要なものを用いて表せ。