

2025年度

理 科

R 1

【 物 理 】

2月25日(火)	理 学 部	(数学科, 物理学科, 生物科学科, 地球科学科, 創造理学コース)	
【前期日程】	農 学 部		13 : 50 ~ 15 : 10
	工 学 部		14 : 40 ~ 16 : 00

注 意 事 項

試験開始前

- 1 監督者の指示があるまで、問題冊子、解答用紙に手を触れてはいけません。
- 2 監督者の指示に従い、出願時に選択した科目の問題冊子、解答用紙であるかどうかを確かめ、
全部の解答用紙（3枚）に受験番号を記入しなさい。
- 3 出願時に選択した科目と解答した科目が異なる場合は採点されません。

試験開始後

- 4 この問題冊子は、7ページあります。はじめに、問題冊子、解答用紙を確かめ、枚数の不足
や、印刷の不鮮明なもの、ページの落丁・乱丁があった場合は、手をあげて監督者に申し出な
さい。
- 5 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
- 6 問題は、声を出して読んではいけません。
- 7 各問ごとの配点は、比率(%)で表示してあります。

試験終了後

- 8 問題冊子は、必ず持ち帰りなさい。

1

図のように、水平で滑らかな床の上に、半径 R の円弧(四分円) AB と長さ L の摩擦がある水平面 BC をもつ質量 M の台が置かれている。円弧の最高点 A は最低点 B から高さ R に位置し、円弧は最低点 B にて台上の水平面 BC と滑らかにつながっている。円弧の最高点 A から質量 m の小物体を静かに放したときの小物体と台の運動について考える。重力加速度の大きさを g とし、小物体と円弧面の間の摩擦は無視でき、小物体と台の水平面との間の動摩擦係数を μ' とする。空気抵抗は無視できるものとする。(配点 34 %)

問 1 台が床に固定されている場合について考える。

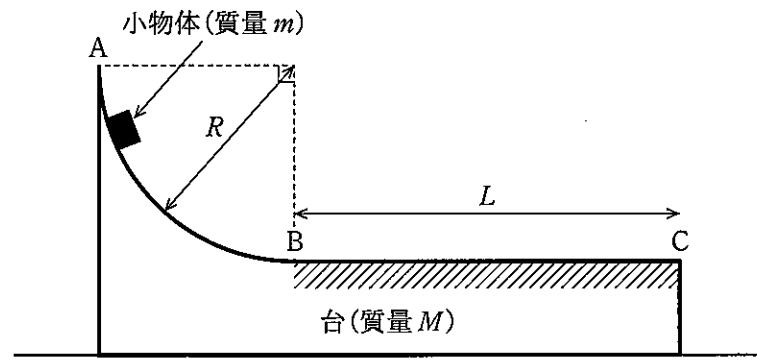
- (1) 円弧の最低点 B を通過するときの小物体の速さを求めよ。
- (2) 小物体が点 B を通過する直前に小物体が受ける遠心力の大きさを求めよ。
- (3) 小物体が点 B を通過する直前に小物体が台から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。
- (4) 小物体は点 B を通過してから距離 ℓ だけ進み、水平面 BC 上で静止した。小物体にはたらく摩擦力がした仕事を ℓ を用いて表せ。
- (5) 小物体が台の水平面上で静止するには、半径 R はある値より小さくしなければならない。この値を L , μ' を用いて表せ。

問 2 台が床に固定されておらず、台が床の上を摩擦なしで水平方向に運動する場合について考える。小物体を放す前は、台は床に対して静止していた。小物体が点 B を通過するときの床に対する小物体の速さを v , 床に対する台の速さを V とする。

- (1) v と V の間に成り立つ、水平方向の運動量保存則を表す式を求めよ。
- (2) v と V の間に成り立つ、力学的エネルギー保存則を表す式を求めよ。

以下、台の質量 M が小物体の質量 m の 3 倍に等しい場合 ($M = 3m$) について考える。

- (3) v と V を g , R を用いて表せ。
- (4) 小物体は点 B を通過後、台の水平面 BC 上で台に対して静止した。
 - (ア) 小物体が台に対して静止したときの床に対する台の速さを求めよ。
 - (イ) 小物体が点 B を通過してから台に対して静止するまでに、小物体が台に対して移動した距離を求めよ。
 - (ウ) 小物体が点 B を通過してから台に対して静止するまでの時間を、 g , v , μ' を用いて表せ。
 - (エ) 小物体が点 B を通過してから台に対して静止するまでに、台が床に対して移動した距離を R , μ' を用いて表せ。



床
图

2 図のように、起電力 V の電池 V 、抵抗値 R_1 の抵抗 R_1 、抵抗値 R_2 の抵抗 R_2 、自己インダクタンス L のコイル L 、電気容量 C のコンデンサー C 、スイッチ S_1 、 S_2 からなる回路がある。電池の内部抵抗とコイルの抵抗は無視できるほど小さいものとする。最初はすべてのスイッチは開いており、コンデンサーには電荷が蓄えられていない。以下では手順 1 から手順 5 まで順に操作を行った。(配点 33 %)

問 1 まず手順 1 として、スイッチ S_1 のみを閉じた。このときの抵抗 R_2 を流れる電流の大きさを求めよ。

問 2 続いて手順 2 として、スイッチ S_1 を閉じたまま、スイッチ S_2 を a 側に入れた。

- (1) スイッチ S_2 を a 側に入れた直後を考える。
 - (ア) コンデンサー C の極板間の電位差の大きさを求めよ。
 - (イ) 抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを求めよ。
- (2) スイッチ S_2 を a 側に入れてじゅうぶんに時間が経過したときを考える。
 - (ア) 抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを求めよ。
 - (イ) 抵抗 R_2 の両端の電位差の大きさを求めよ。
 - (ウ) コンデンサー C の上と下の極板にはそれぞれ電気量 $+Q$ と $-Q$ の電荷が蓄えられた。電気量 Q を求めよ。
 - (エ) コンデンサー C に蓄えられた静電エネルギーを C 、 Q を用いて表せ。

問 3 スイッチ S_2 を a 側に入れてじゅうぶんに時間が経過した後、続いて手順 3 として、閉じていたスイッチ S_1 を開いた。

- (1) スイッチ S_1 を開いた直後、抵抗 R_2 を流れる電流の大きさを求めよ。
- (2) スイッチ S_1 を開いた後、じゅうぶんに時間が経過すると、抵抗 R_2 を流れる電流は 0 となった。この間に抵抗 R_2 で消費されたエネルギーを C 、 R_1 、 R_2 、 V の中から必要なものを用いて表せ。

問 4 次に手順 4 として、スイッチ S_2 を開いて最初の状態に戻した後、スイッチ S_1 を閉じ、さらにスイッチ S_2 を b 側に入れた。

- (1) コイル L を流れる電流が時間 Δt の間に ΔI だけ変化するとき、コイル L に生じる誘導起電力の大きさは、(ア) である。この誘導起電力はコイル L を流れる電流の変化を (イ) 向きに生じる。(ア) に入る式を L , ΔI , Δt を用いて表せ。
(イ) に入る言葉として、「促進する」または「妨げる」のどちらか 1 つを選べ。

- (2) スwitch S_2 を b 側に入れた直後を考える。

(ア) コイル L に流れる電流の大きさを求めよ。

(イ) 抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを求めよ。

- (3) スwitch S_2 を b 側に入れてしばらく時間が経過したときを考える。

(ア) 抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを I とする。 I を求めよ。

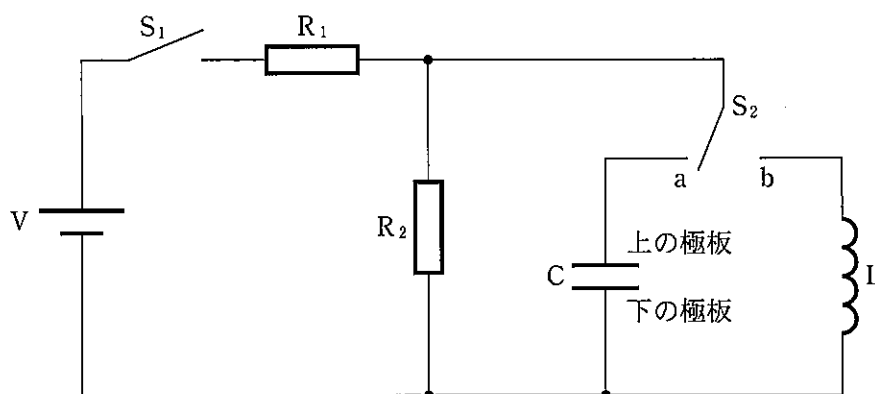
(イ) 抵抗 R_2 を流れる電流の大きさを求めよ。

(ウ) コイル L に蓄えられたエネルギーを I , L を用いて表せ。

問 5 スwitch S_2 を b 側に入れてしばらく時間が経過した後、続いて手順 5 として、閉じていたスイッチ S_1 を開いた。

- (1) スwitch S_1 を開いた直後、抵抗 R_2 を流れる電流の大きさを求めよ。

- (2) スwitch S_1 を開いた後、しばらく時間が経過すると、抵抗 R_2 を流れる電流は 0 となった。この間に抵抗 R_2 で消費されたエネルギーを L , R_1 , R_2 , V の中から必要なものを用いて表せ。



図

3 図1は、スリット S_0 を有する遮光板 A (板 A)、複スリット S_1, S_2 を有する遮光板 B (板 B)、スクリーンからなる実験装置の断面図である。板 A、板 B、スクリーンは互いに平行に配置されており、スリット S_0, S_1, S_2 は線状で互いに平行である。複スリット S_1, S_2 の間隔を d 、板 A と板 B の間の距離を L_0 、板 B とスクリーンの間の距離を L とする。図1のように、スクリーン上にスリットの向きと垂直に x 軸をとり、複スリット S_1, S_2 から同じ距離にある点を原点 O とする。スクリーン上の任意の点を点 P とし、点 P の位置の x 座標を X とする。また板 A に沿って x 軸に平行な x' 軸をとり、複スリット S_1, S_2 から同じ距離にある点を原点 O' 、スリット S_0 の位置の x' 座標を h とする。板 A は x' 軸に沿って動き、スリット S_0 の位置を変えられるものとする。この実験装置は真空中に置かれている。線分 $O'O$ と平行で点 O' から点 O の向きに進む波長 λ の単色光をスリット S_0 に通すと、スクリーン上に明暗の縞ができた。なお、 $d, |h|, |X|$ は L_0 および L に比べてじゅうぶん小さいものとする。板 A と板 B の厚みは無視でき、各スリットの幅はじゅうぶん小さいため、スリット幅の影響は無視してよい。(配点 33 %)

問 1 スリット S_0 が原点 O' にある場合 ($h = 0$) を考える。スリット S_1 から点 P までの距離を S_1P 、スリット S_2 から点 P までの距離を S_2P とし、2つの距離の差を $\Delta S = S_2P - S_1P$ と記す。

(1) S_1P と S_2P は次式のように表される。

$$S_1P = L \sqrt{1 + \frac{\boxed{\text{(ア)}}}{L^2}}$$

$$S_2P = L \sqrt{1 + \frac{\boxed{\text{(イ)}}}{L^2}}$$

$\boxed{\text{(ア)}}$ と $\boxed{\text{(イ)}}$ に入る式を d, X を用いてそれぞれ表せ。

(2) ΔS を d, L, X を用いて表せ。ただし、 $|r|$ が 1 に比べてじゅうぶん小さいときに成り立つ近似式 $\sqrt{1+r} \cong 1 + \frac{r}{2}$ を用いよ。

(3) 点 P に明線が現れるときは $\Delta S = \boxed{\text{(ア)}}$ 、点 P に暗線が現れるときは $\Delta S = \boxed{\text{(イ)}}$ が成り立つ。 $\boxed{\text{(ア)}}$ と $\boxed{\text{(イ)}}$ に入る式を m, λ を用いてそれぞれ表せ。ただし、 m は任意の整数とする。

(4) 点 P に明線が現れるとき、 $X = \boxed{}$ が成り立つ。問 1 (3) (ア)、問 1 (2) の結果を用いて、 $\boxed{}$ に入る式を d, L, m, λ で表せ。ただし、 m は任意の整数とする。

(5) 隣り合う明線の間隔を ΔX とする。 ΔX を d, L, λ を用いて表せ。

問 2 スリット S_0 が原点 O' から離れた場所にある場合 ($h \neq 0$) を考える。スリット S_0 からスリット S_1 までの距離を S_0S_1 、スリット S_0 からスリット S_2 までの距離を S_0S_2 とし、2つの距離の差を $\Delta S' = S_0S_2 - S_0S_1$ と記す。

- (1) $\Delta S'$ を d, h, L_0 を用いて表せ。ただし、計算において問 1(2)と同じ近似式を用いよ。
- (2) 図 2 のように、図 1 の実験装置に加えて、スリット S_0 から等しい距離の位置に、殻の厚さが t の透明な半円筒形の殻(半円筒殻)がある場合を考える。半円筒殻は図 2 のように板 A と板 B の間にあるものとする。スリット S_0 から半円筒殻とスリット S_1 を通り点 P に達した光の光学距離を ℓ_1 、スリット S_0 から半円筒殻とスリット S_2 を通り点 P に達した光の光学距離を ℓ_2 とする。ここで、スリット S_1 への光が通る半円筒殻の領域を領域 1、スリット S_2 への光が通る半円筒殻の領域を領域 2 とする。半円筒殻の領域 1 と領域 2 の屈折率はそれぞれ n_1 と n_2 とする。2つの光学距離の差を $\Delta \ell = \ell_2 - \ell_1$ と記す。なお、半円筒殻での光の反射は考えないものとする。

(ア) $\Delta \ell$ は、 $\Delta \ell = \Delta S + \Delta S' + \boxed{}$ と表される。ただし、 ΔS は問 1 で与えられた量である。 $\boxed{}$ に入る式を n_1, n_2, t を用いて表せ。

(イ) 点 P に明線が現れるとき、 $\Delta \ell = \boxed{}$ が成り立つ。 $\boxed{}$ に入る式を m', λ を用いて表せ。ただし、 m' は任意の整数とする。

(ウ) 点 P に明線が現れるとき、 $X = \boxed{}$ が成り立つ。問 2(2)(イ)、問 2(2)(ア)、問 2(1)、問 1(2)の結果を用いて、 $\boxed{}$ に入る式を $d, h, L_0, L, m', n_1, n_2, t, \lambda$ で表せ。ただし、 m' は任意の整数とする。

(エ) 原点 O に明線が現れるようにスリット S_0 の位置 h を変えた。 $d = 1.0 \times 10^{-4} \text{ m}$, $h = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}$, $L_0 = 5.0 \times 10^{-1} \text{ m}$, $t = 2.0 \times 10^{-6} \text{ m}$, $\lambda = 4.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ のとき、 $n_2 - n_1$ の値を有効数字 2 桁で記せ。ただし、 $|n_2 - n_1| < 1.5 \times 10^{-1}$ とする。

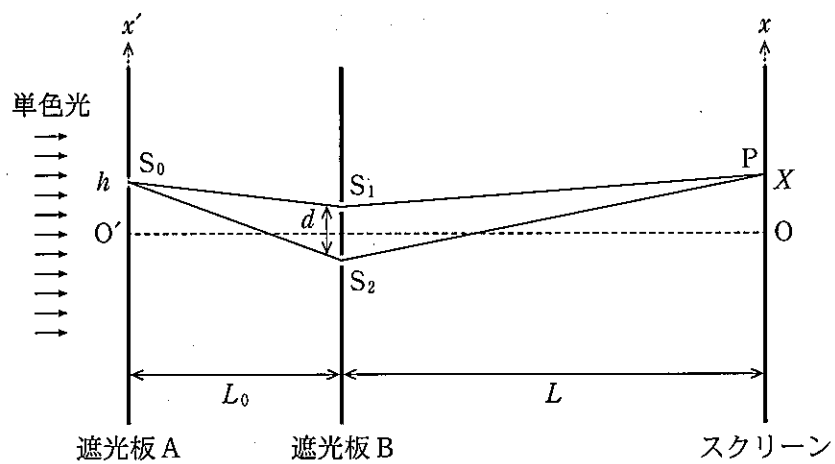


図 1

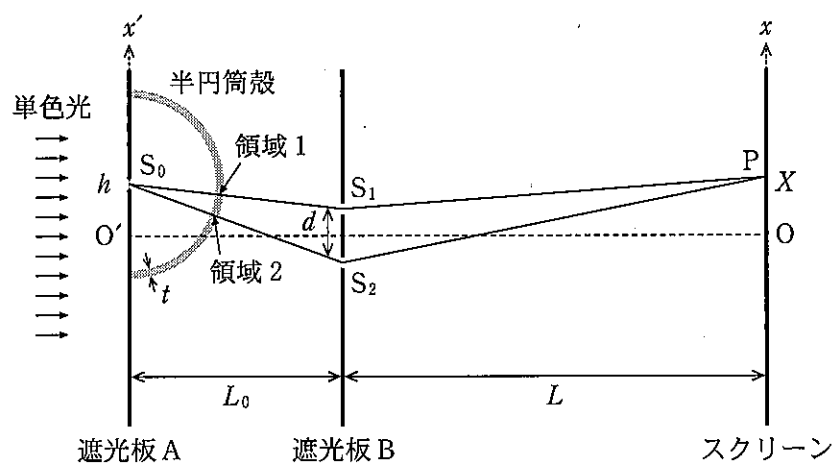


図 2

正解・解答例

教科・科目名	理科・物理（前期日程試験：令和 7 年度） 1 / 3	問題番号	R1
対 象 学 部 ・ 学科(課程)等	理学部(数学科，物理学科，生物科学科，地球科学科，創造理学コース)，工学部，農学部		
1 34% 採点時の配点 68 点	問 1 (1) $\sqrt{2gR}$ (2) $2mg$ (3) $3mg$ (4) $-\mu' mg\ell$ (5) $\mu' L$ 問 2 (1) $mv = MV$ (2) $mgR = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2$ (3) $v = \sqrt{\frac{3gR}{2}}, V = \sqrt{\frac{gR}{6}}$ ※ 下線部が正解・解答例です。 (4) (ア) 0 (イ) $\frac{R}{\mu'}$ (ウ) $\frac{v}{\mu'g}$ (エ) $\frac{R}{4\mu'}$		

正解・解答例

教科・科目名	理科・物理（前期日程試験：令和 7 年度） 2 / 3	問題番号	R1
対 象 学 部 ・ 学科(課程)等	理学部(数学科，物理学科，生物科学科，地球科学科，創造理学コース)，工学部，農学部		
2 33% 採点時の配点 66 点	問 1 $\frac{V}{R_1 + R_2}$ 問 2 (1) (ア) 0 (イ) $\frac{V}{R_1}$ (2) (ア) $\frac{V}{R_1 + R_2}$ (イ) $\frac{VR_2}{R_1 + R_2}$ (ウ) $\frac{CVR_2}{R_1 + R_2}$ (エ) $\frac{Q^2}{2C}$ 問 3 (1) $\frac{V}{R_1 + R_2}$ (2) $\frac{C}{2} \left(\frac{VR_2}{R_1 + R_2} \right)^2$ 問 4 (1) (ア) $L \left \frac{\Delta I}{\Delta t} \right$ (イ) 妨げる (2) (ア) 0 (イ) $\frac{V}{R_1 + R_2}$ (3) (ア) $\frac{V}{R_1}$ (イ) 0 (ウ) $\frac{1}{2}LI^2$ 問 5 (1) $\frac{V}{R_1}$ (2) $\frac{L}{2} \left(\frac{V}{R_1} \right)^2$		

正解・解答例

教科・科目名	理科・物理（前期日程試験：令和 7 年度） 3 / 3	問題番号	R1
対 象 学 部 ・ 学科(課程)等	理学部(数学科，物理学科，生物科学科，地球科学科，創造理学コース)，工学部，農学部		
3 33% 採点時の配点 66 点	問 1 (1) (ア) $\left(X - \frac{d}{2}\right)^2$ (イ) $\left(X + \frac{d}{2}\right)^2$ (2) $\frac{dX}{L}$ (3) (ア) $m\lambda$ (イ) $\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$ (4) $\frac{m\lambda L}{d}$ (5) $\frac{\lambda L}{d}$ 問 2 (1) $\frac{dh}{L_0}$ (2) (ア) $(n_2 - n_1)t$ (イ) $m'\lambda$ (ウ) $\frac{m'\lambda L}{d} - \frac{Lh}{L_0} - \frac{(n_2 - n_1)tL}{d}$ (エ) 7.5×10^{-2}		

採点・評価基準（具体的基準）

教科・科目名	理科・物理（前期日程試験：令和7年度）	問題番号	R1
対象学部・学科(課程)等	理学部(数学科，物理学科，生物科学科，地球科学科，創造理学コース)，工学部，農学部		
出題のねらい	① 台上の小物体の運動に関する問題で，運動方程式，運動量及び力学的エネルギーの保存則，仕事と運動エネルギーの関係などの力と運動の基本事項の理解度をみる。 ② 電池，抵抗，コイル，コンデンサー及びスイッチからなる電気回路に関する問題で，回路を流れる電流の時間変化，コンデンサーやコイルに蓄えられるエネルギーなどの電気回路の基本事項の理解度をみる。 ③ 複スリットによる光の干渉に関する問題で，スクリーン上に現れた明暗の干渉縞と波長の関係，さらには半円筒殻がある場合の干渉縞と波長の関係などの光波の基本事項の理解度をみる。		
採点基準 (点数は200点満点の場合)	① 配点 34% (68点) 問1 (1) 6点，(2) 6点，(3) 6点，(4) 6点，(5) 6点 問2 (1) 6点，(2) 6点 (3) v 5点，V 5点 (4) (ア) 4点，(イ) 4点，(ウ) 4点，(エ) 4点 ② 配点 33% (66点) 問1 5点 問2 (1) (ア) 4点，(イ) 4点 (2) (ア) 4点，(イ) 4点，(ウ) 4点，(エ) 4点 問3 (1) 3点，(2) 3点 問4 (1) (ア) 5点，(イ) 5点 (2) (ア) 3点，(イ) 3点 (3) (ア) 3点，(イ) 3点，(ウ) 3点 問5 (1) 3点，(2) 3点 ③ 配点 33% (66点) 問1 (1) (ア) 6点，(イ) 6点 (2) 6点 (3) (ア) 6点，(イ) 6点 (4) 6点 (5) 6点 問2 (1) 6点 (2) (ア) 5点，(イ) 5点，(ウ) 4点，(エ) 4点		