前期日程

2025年度

理　科　問　題

（物理・化学・生物・地学）

物理：２～９ページ　解答用紙３枚
化学：10～23ページ　解答用紙５枚
生物：24～39ページ　解答用紙４枚
地学：40～45ページ　解答用紙３枚

注意事項

1　問題冊子は，監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと．

2　問題冊子や解答用紙に脱落のあった場合には申し出ること．

3　解答用紙の各ページ所定欄に，それぞれ受験番号（最後のページは，左右２箇所），氏名を必ず記入すること．なお，解答用紙は上部で接着してあるので，はがさず解答すること．

4　解答は，すべて解答用紙の所定欄に記入すること．

5　解答以外のことを書いたときは，該当箇所の解答を無効とすることがある．

6　解答用紙の裏面は計算等に使用してもよいが，採点はしない．

7　**現代システム科学域の受験者**は，「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうちから１科目を選択し，解答すること．

8　**理学部の受験者**は，次により解答すること．なお，第２・３志望がある場合，志望する学科についても確認すること．

(1)　**数学科・生物学科・地球学科・生物化学科**を志望する者は「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうちから２科目を選択し，解答すること．

(2)　**物理学科**を志望する者（第３志望までを含む）は，「物理」とその他に「化学」・「生物」・「地学」のうちから１科目を選択し，計２科目を解答すること．

(3)　**化学科**を志望する者（第３志望までを含む）は，「物理」・「化学」の計２科目を解答すること．

9　**工学部の受験者**は，「物理」・「化学」の計２科目を解答すること．

10　**農学部・獣医学部・医学部医学科の受験者**は，「物理」・「化学」・「生物」のうちから２科目を選択し，解答すること．

11　**生活科学部食栄養学科の受験者**は，「物理」・「化学」・「生物」のうちから１科目を選択し，解答すること．

12　問題冊子の余白は下書きに使用してもよい．

13　問題冊子及び選択しなかった科目の解答用紙は持ち帰ること．

（余　　白）

物　　　理

第 1 問 (30点)

図1のように大きさ a の一定の加速度で水平方向左向きに運動するバスの中で，平板上の物体の運動を観察する．物体の質量を m，平板と物体の間の静止摩擦係数を μ，動摩擦係数を μ' とし，重力加速度の大きさを g とする．$0 < \mu' < \mu < 1$ が成り立つものとする．

まずバスの水平な床に沿って平板を固定し，その平板上に物体を静かに置いた．

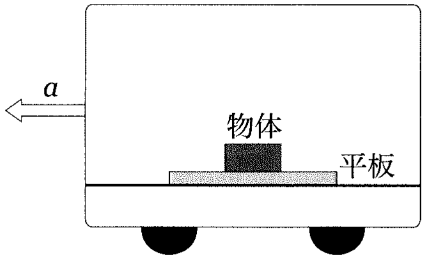

図 1

問 1　慣性力によって物体が平板に対して動き始めるためには，バスの加速度の大きさ a が不等式 $a >$ $\boxed{\text{ア}}$ を満たす必要がある．$\boxed{\text{ア}}$ に入る適切な式を m，g，a，μ，μ' のうち必要なものを用いて表せ．

問 2　問1の不等式 $a >$ $\boxed{\text{ア}}$ が満たされる場合，物体の平板に対する加速度の大きさを m，g，a，μ，μ' のうち必要なものを用いて表せ．

次に図2のように，平板と床の間の角度が θ となるように固定した．平板に沿って速さ V の初速度を物体に与え，すべり上がらせたところ，物体は平板に対して等速度運動をした．

問 3　$\tan\theta$ を m，V，g，a，μ，μ' のうち必要なものを用いて表せ．

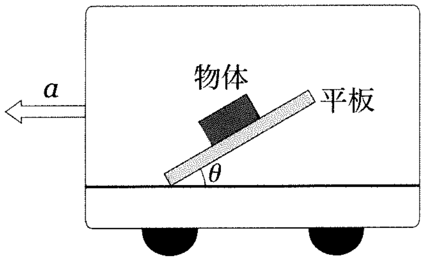

図 2

図3のように，平板と床のなす角度が直角になるように固定した．平板に沿って鉛直上向きに速さ V の初速度を物体に与え，すべり上がらせたところ，物体は平板から離れることなく運動し，時間 T が経過したときに平板に対する速さが 0 になった．

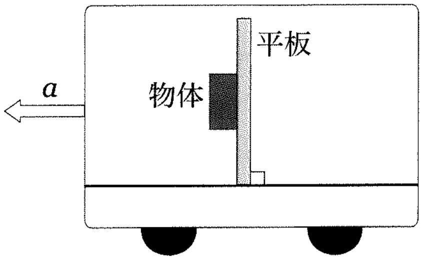

図 3

問 4　時間 T を m，V，g，a，μ，μ' のうち必要なものを用いて表せ．

問 5　時間 T の間に物体が平板上を移動した距離を，m，V，g，a，μ，μ' のうち必要なものを用いて表せ．

問 6　時間 T が経過したのちにも物体の平板に対する速さが 0 であり続けるためには，バスの加速度の大きさ a が，不等式 $a \geqq$ $\boxed{\text{イ}}$ を満たす必要がある．$\boxed{\text{イ}}$ に入る適切な式を m，V，g，a，μ，μ' のうち必要なものを用いて表せ．

物　　理

第　2　問　(35点)

図1のように，磁場中に置かれたコイルと抵抗値 R の抵抗Rを含む回路を考える．コイルは，一辺の長さが l の正方形で，磁束密度 B の一様な磁場中に置かれており，磁場に直交する回転軸のまわりになめらかに回転できる．また，回転軸はコイルの面の中央を通っており，コイルの辺abおよび辺cdは回転軸に平行，辺bcおよび辺daは回転軸に垂直であるとする．図2のように，コイルの面の法線が磁場の向きとなす角を θ とする．

図2に示されている向きに，コイルを一定の角速度 ω で回転させた．時刻 $t=0$ において $\theta=0$ であるとし，時刻 $t=0$ にコイルを貫く磁束を正とする．ただし，$0 \leqq \theta < \dfrac{\pi}{2}$ が成り立つ時刻 t を考える．以下の問いに答えよ．回路を流れる電流が作る磁場は無視できるものとする．

まず，コイルに生じる誘導起電力について考える．

問1　時刻 t における θ を ω，t を用いて表せ．

問2　時刻 t にコイルを貫く磁束を B，l，ω，t を用いて表せ．

問3　時刻 t から短い時間 Δt だけ経過したとき，角度の変化 $\Delta\theta$ も小さかった．この間，コイルを貫く磁束は $\boxed{\quad ア \quad}$ $\times \Delta t$ だけ減少する．$\boxed{\quad ア \quad}$ に入る適切な式を B，l，ω，t を用いて表せ．ただし，近似式 $\cos(\theta+\Delta\theta) \fallingdotseq \cos\theta - \Delta\theta\sin\theta$ が成り立つものとする．

問4　時刻 t における，抵抗Rを流れる電流の大きさと，抵抗Rの消費電力を，どちらも B，l，ω，t，R を用いて表せ．

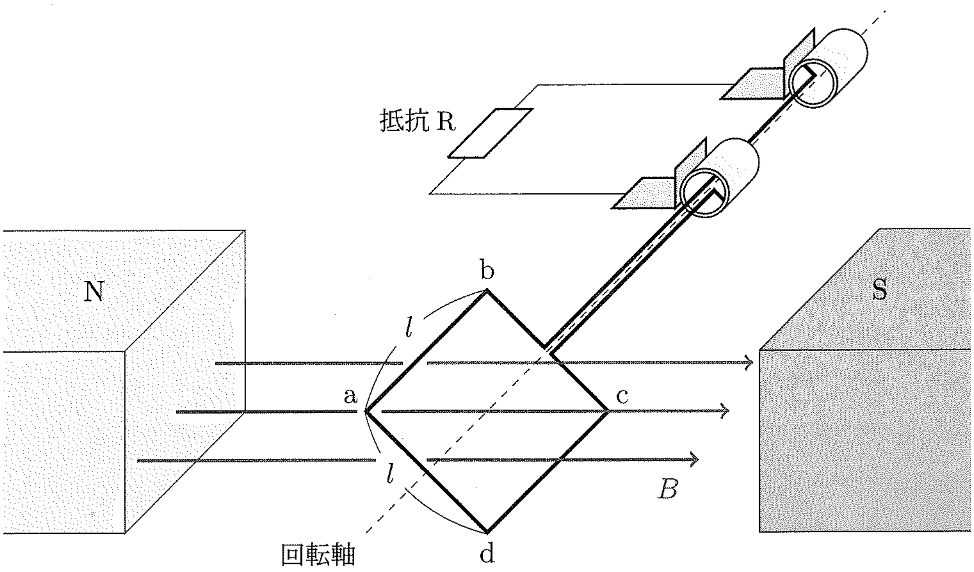

図 1

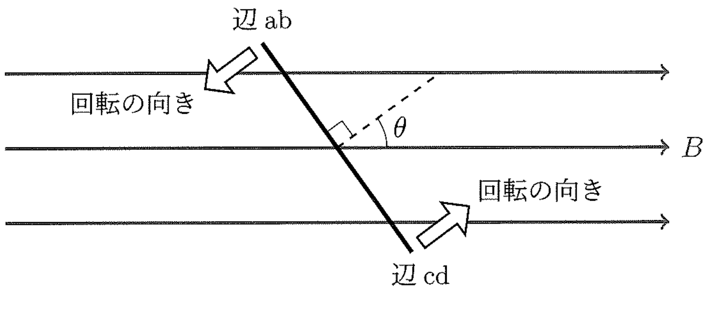

図 2

（つづく）

つづいて，辺 ab が磁場から受ける力について考える．図 3 のように，回転軸に直交する平面上で，辺 ab は半径 $\dfrac{l}{2}$ の円の上を動く．辺 ab が磁場から受ける力を，この円に接する向きの力 $\vec{F_1}$ と，円の中心 O から辺 ab へ向かう向きの力 $\vec{F_2}$ に分解して考える．

問 5　時刻 t における $\vec{F_1}$ と $\vec{F_2}$ の大きさを，どちらも B，l，ω，t，R を用いて表せ．

コイルの角速度は一定なので，辺 ab には $\vec{F_1}$ とつり合う外力がはたらいている．この外力が時刻 t から短い時間 Δt の間にする仕事について考える．

$\vec{F_1}$ の向きは辺 ab の進行方向と逆向きなので，外力の向きは辺 ab の進行方向に等しい．また Δt が小さいため，時間 Δt の間に外力の大きさは変化しないとしてよい．このとき，外力が時間 Δt の間にする仕事は，時刻 t における外力の大きさと，時間 Δt の間に辺 ab が描く円弧の長さの積に等しいとしてよい．

問 6　時間 Δt の間に外力がする仕事は $\boxed{\quad イ \quad}$ $\times\,\Delta t$ と表される．$\boxed{\quad イ \quad}$ に入る適切な式を B，l，ω，t，R を用いて表せ．

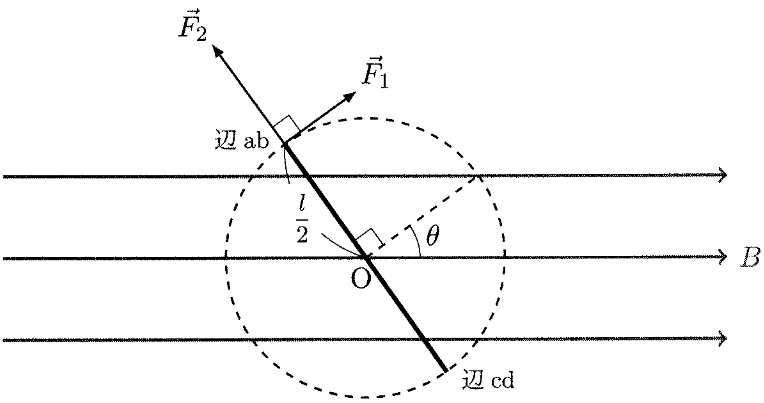

図 3

物　　　理

第　3　問　（35点）

空気中で2枚の厚い平面ガラス板A, Bを重ね, 図1のように右端から厚さdの薄い直方体の板Cを挟んでくさび形の空気層をつくる．真上から波長λ_1の単色光を入射させ真上から観測すると, ガラス板Aの下面で反射した光とガラス板Bの上面で反射した光が干渉を起こし, 平行な明暗の縞（しま）模様が見える．くさび形の左端の頂点を原点Oにとり, ガラス板Bの上面に沿って右向きにx軸をとる．原点Oから右端に挟む板Cの左端までの距離をLにしたところ, 原点Oに一番近い明線を0番目として数えてm番目（$m > 1$）の明線が原点Oから距離x_{P}の点Pに観測された．空気の屈折率を1, ガラス板A, Bの屈折率をn（$n > 1$）として, 以下の問いに答えよ．

問1　点PにおけるガラスA, B間の空気層の厚さΔdを, d, x_{P}, Lを用いて表せ．

問2　距離x_{P}を, m, d, L, λ_1を用いて表せ．

問3　隣り合う明線の間隔Δx_1を, d, L, λ_1を用いて表せ．

問4　真上から入射する単色光の波長をλ_2に変えたところ, $m-1$番目の明線が点Pに観測された．波長λ_2を, m, λ_1を用いて表せ．

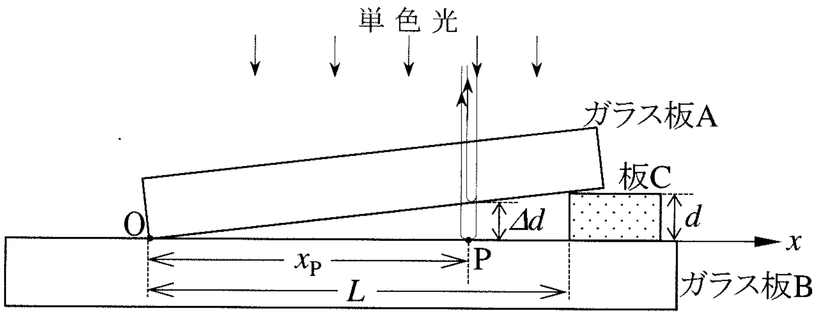

図1

次に，単色光の波長を λ_2 のままで，2 枚のガラス板のくさび形の空気層を屈折率 n_1（$n > n_1 > 1$）の液体で満たしたところ，点 P には $m+1$ 番目の明線が観測された．

問 5　液体の屈折率 n_1 を，m を用いて表せ．

問 6　このときの隣り合う明線の間隔 Δx_2 は，問 3 で求めた明線の間隔 Δx_1 の何倍になるか，m を用いて表せ．

単色光の波長を λ_2 のままで，図 2 のように，2 枚のガラス板のくさび形の空気層を満たしていた液体を屈折率 n_2（$n_2 > n$）の液体に変えると，$m+1$ 番目の明線が原点 O から距離 x_Q の点 Q に観測された．

問 7　距離 x_Q を，m, d, L, λ_2, n_2 を用いて表せ．

問 8　問 7 において，$m = 10$, $d = 1.0 \times 10^{-2}$ mm, $L = 10$ mm, $\lambda_2 = 5.0 \times 10^{-4}$ mm, $n_2 = 1.6$ としたとき，x_Q の値を有効数字 2 桁で求めよ．

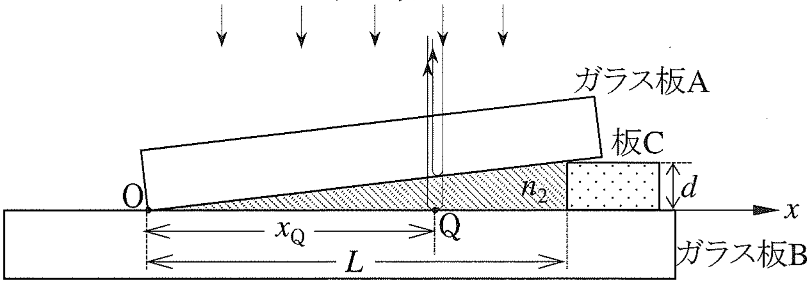

図 2