

令和6年度
北海道大学工学部
編入学試験（一般選抜）
学士入学試験
【物 理】

試験時間 13:00～14:30

- ・ 試験時間中、机の上に置けるものは、受験票、黒の鉛筆、黒のシャープペンシル、消しゴム、鉛筆削り、眼鏡、時計（計時機能のみ有するもの）のみです。これ以外のものを試験時間中、机の上に置いてはいけません。
- ・ 携帯電話、スマートフォン等の電子機器類、及び時計のアラームは、試験時間中、使用してはいけません。これらの電子機器類は、あらかじめアラームの設定を解除して電源を切り、かばん等に入れなさい。

注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはいけません。
2. 問題紙は、このページを含めて7ページあります。
3. 解答用紙は「物理1/4」から「物理4/4」までの4枚、草案用紙は2枚あります。
4. 受験番号は、監督員の指示に従って、すべての解答用紙の指定された箇所に必ず記入しなさい。
5. 解答はすべて、解答用紙の指定された箇所に記入しなさい。なお、裏面を使用してはいけません。
6. 必要以外のことを解答用紙に書いてはいけません。
7. 解答用紙は4枚とも全部必ず提出しなさい。
8. 問題紙の余白は下書きに使用しても差し支えありません。
9. この問題紙と草案用紙は回収しません。

令和6年度
北海道大学工学部
編入学試験（一般選抜）
学士入学試験

【物 理】

令和6年度北海道大学工学部編入学試験(一般選抜)・学士入学試験問題【物理】

問1.

1モルの理想気体を作動流体として下記の状態変化(準静的過程)で構成されるサイクルについて、以下の設問に答えなさい。設問中の物理量の記号は、温度を T 、熱量を Q 、圧力を p 、比体積を v 、比エントロピーを s とする。

状態1→状態2 作動流体が温度 T_H の熱源に接触して Q_H の熱を等温で吸収し膨張する。
(等温受熱過程)

状態2→状態3 作動流体が周囲と熱の授受をせずに膨張する(断熱膨張過程)

状態3→状態4 作動流体が温度 T_L の熱源に接触して Q_L の熱を等温で放出する
(等温放熱過程)

状態4→状態1 作動流体が周囲と熱の授受をせずに圧縮され、始めの状態1に戻る。
(断熱圧縮過程)

設問1. 上記の状態変化を、 $p-v$ 線図および $T-s$ 線図に示しなさい。図中には、状態1から状態4の点を明示すること。また、それらの線図には等温線(T_H 、 T_L)を明示しなさい。

設問2. このサイクルの効率 η を、熱源温度 T_H および T_L を用いて示しなさい。

設問3. 設問2で求めたこのサイクルの効率 η が、同一の温度の熱源の間で動作するサイクルの最大効率を与えることを示しなさい。

問2.

図1に断面図を示すように、回転体A（半径 R 、高さ H_1 の円錐）と、回転体B（半径 R 、高さ H_2 の円錐）がある。どちらも、底面の中心と円錐の頂点を結ぶ線を回転軸とし、それぞれの底面が向かい合うように配置されている。回転体Aおよび回転体Bの材料の密度は、それぞれ ρ_A 、 ρ_B とする。このとき、以下の設問に答えなさい。

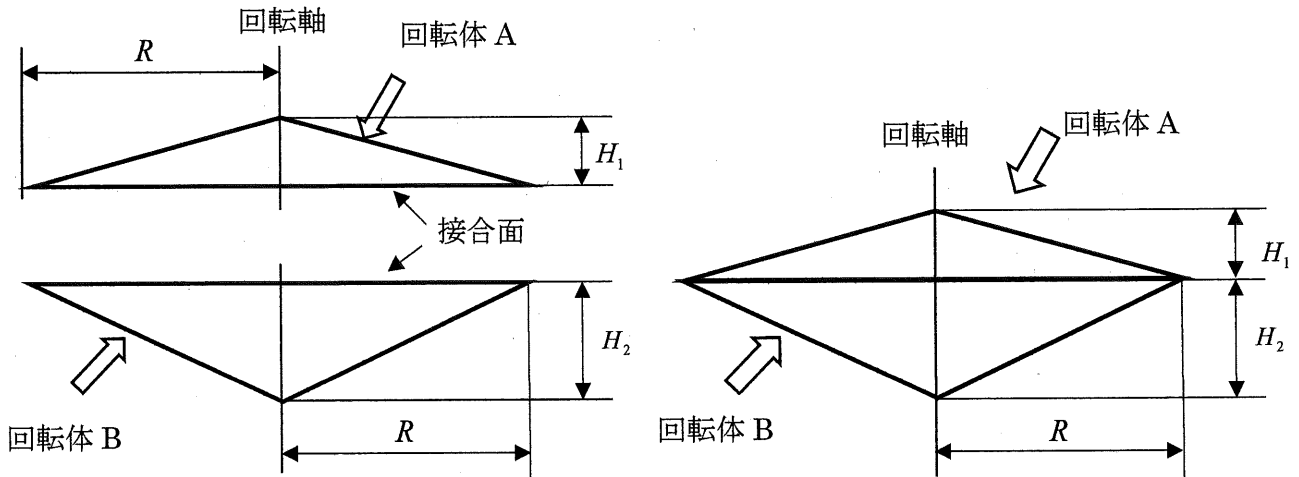


図1 円錐回転体（A、B）断面図

設問1. 回転体Aの回転軸周りの慣性モーメント I_A を求めなさい。

設問2. 静止状態の回転体Aの回転軸に軸トルク T を加えたとき、回転角速度が ω_A になるまでの所要時間 τ を求めなさい。

設問3. 回転体Aが角速度 ω_A で回転しているときに、角速度 ω_B で同一方向に回転している回転体Bを回転中心が一致するように接続した。接続後の回転体の角速度 ω を求めなさい。なお、接続時には滑りなどの損失は無いものとする。

問3.

図2は、複スリットによる波長 λ の単色光の干渉実験装置の概略図である。スリットSとスリットA、およびスリットSとスリットBの距離はいずれも M で等しく、スリットAとスリットBの中心間距離を D とする。スリットA、Bとスクリーンの間隔を L とし、スクリーン上の点C($y=y_1$)とスリットAおよびスリットBとの距離をそれぞれ L_1 および L_2 とする。このとき、以下の設問に答えなさい。

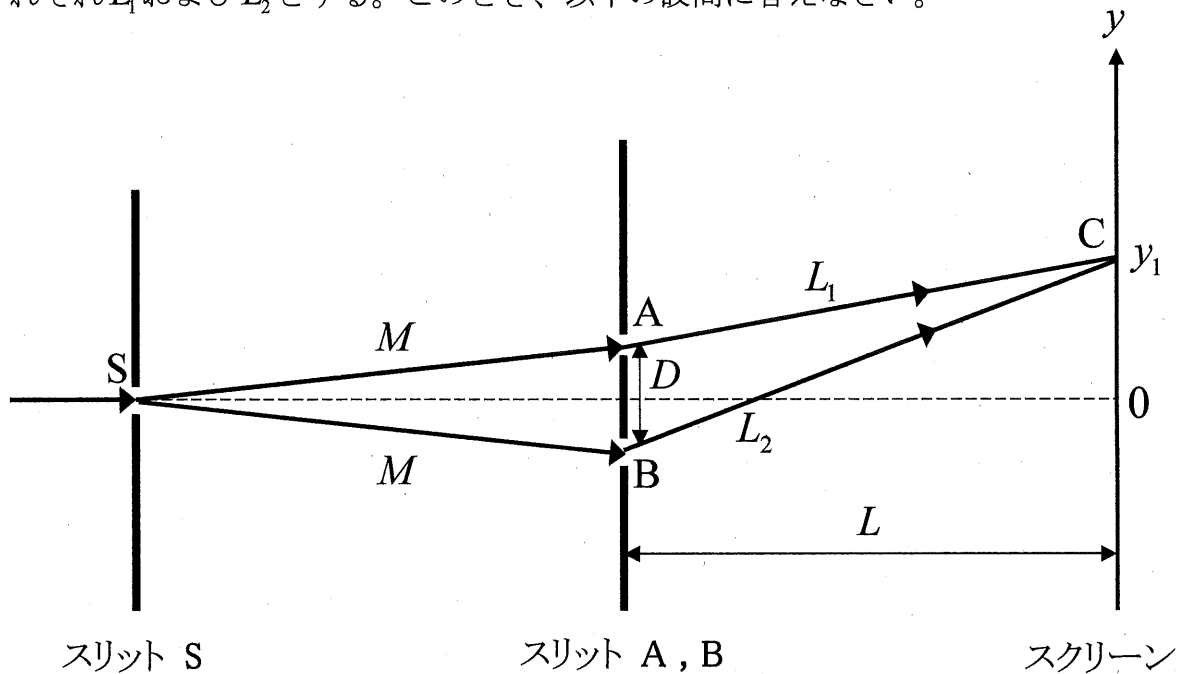


図2 干渉実験装置概略図

設問1. 光の波が、点Cにおいて強め合う条件と弱め合う条件を表しなさい。

設問2. M および L が D および y_1 よりも十分に大きいとして、 $\Delta L = L_2 - L_1$ を y_1 の1次式で表しなさい。必要なら、 x が1に比べて小さい場合に成り立つ下記の近似式を用いてよい。

$$\sqrt{1+x} \doteq 1 + \frac{x}{2}$$

設問3. スクリーン上に現れる縞模様の、隣り合う明線の間隔を求めなさい。

(注意: 次ページに問3. 設問4. があります)

問3. (続き)

設問4. 次に、図3に示すように、スリットBの直前に屈折率 $n(n>1)$ 、厚さ d の透明な板を置いた。このとき、干渉縞の位置は、板を置かないときと比べて、どの方向にどれだけ移動するか求めなさい。

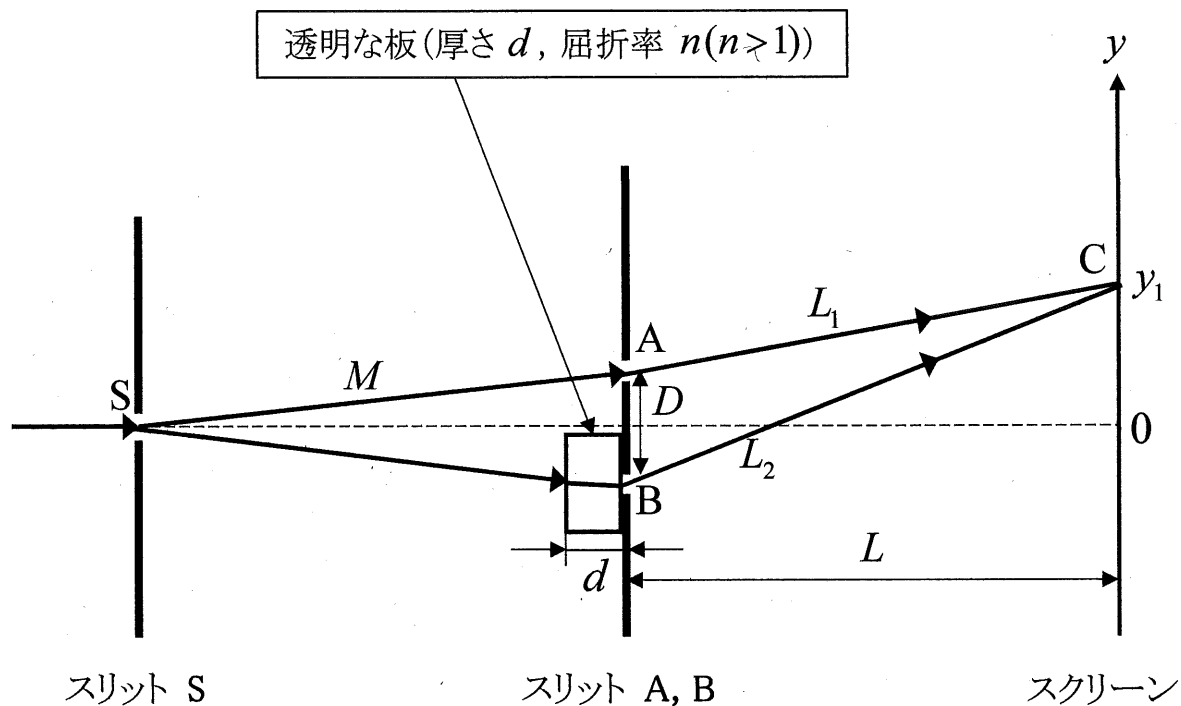


図3 スリットBの直前に透明な板を置いた干渉実験装置概略図

問4.

図4に示すように、質量 m 、正の電荷 q を持った粒子が速さ v で x 軸方向に平行に進んできてA点に達したとき、磁束密度 B の一様な磁界が $x-y$ 面に垂直な方向にかけられた。その後、粒子は $x-y$ 面内で図に示す円運動を行った。このとき、以下の設問に答えなさい。

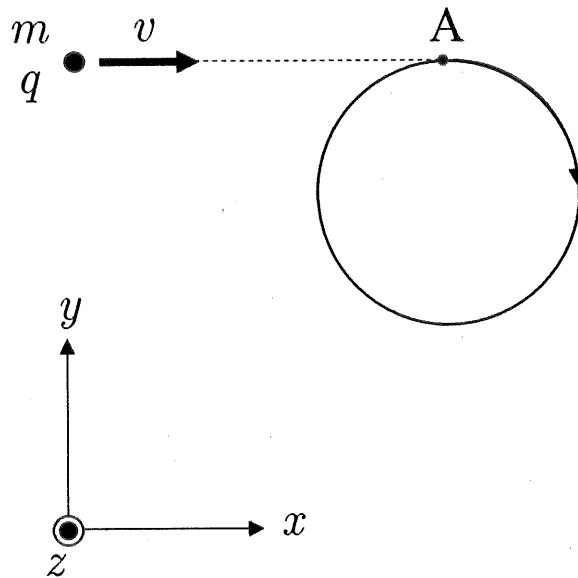


図4 $x-y$ 面内で運動する荷電粒子

設問1. 磁界が作用している向きを答えなさい。

設問2. 粒子が磁界から受ける力 F の大きさを求めなさい。

設問3. 円運動の半径 r を求めなさい。

設問4. 円運動の周期 T を求めなさい。

設問5. 磁束密度 B の一様な磁界がかかったままで、粒子がA点に到達した瞬間に電界 E をかけたところ、粒子の運動が円運動から速さ v の直線運動に変化した。このときの電界の方向と大きさを求めなさい。