

令和7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6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 7 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7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.

図1のような鉛直面内で、傾斜角が θ_2 のなめらかな斜面上の点Oから、大きさの無視できる質量 m [kg]の物体Aを、投射角 θ_1 、初速度の大きさ v_0 [m/s]で投げ上げた。座標系として、原点をOとして水平方向を x 軸、垂直方向を y 軸と定義する。ただし、重力加速度の向きは鉛直方向下向きで大きさを g [m/s²]とし、 $0^\circ < \theta_1 < 90^\circ$ 、 $0^\circ < \theta_2 < 90^\circ$ とする。このとき、以下の〔 ① 〕～〔 ⑪ 〕に当てはまる適切な数値、あるいは数式を答えなさい。

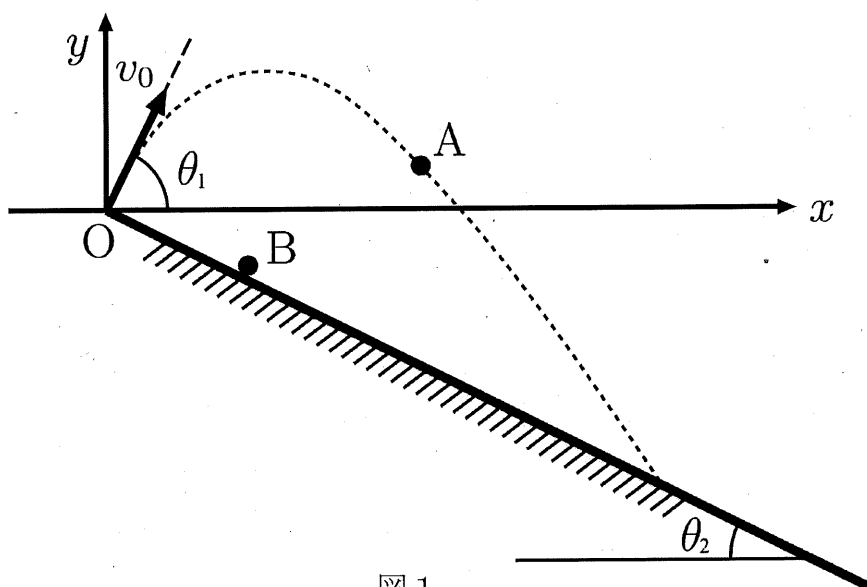


図1

設問1. 時刻0sで投げ上げた物体Aが、斜面に衝突するまでの運動を考える。時刻 t [s]での速度の x 成分は〔 ① 〕 [m/s]、 y 成分は〔 ② 〕 [m/s]である。このときの物体Aの座標の x 成分は〔 ③ 〕 [m]、 y 成分は〔 ④ 〕 [m]である。

設問2. 原点Oに大きさの無視できる質量 M [kg]の物体Bをおき、時刻0sで静かに手を離すと斜面をすべりはじめた。時刻 t [s]での物体Bの速さは〔 ⑤ 〕 [m/s]である。このときの原点からの距離は〔 ⑥ 〕 [m]であり、 x 座標は〔 ⑦ 〕 [m]、 y 座標は〔 ⑧ 〕 [m]である。

設問3. 時刻0sで投げ上げた物体Aと、すべりはじめた物体Bの衝突について考える。なお、物体Aおよび物体Bの大きさは無視できるものとする。投げ上げた物体Aが最初に斜面に到達したとき、物体Bと斜面上で衝突するための条件を求めると、 v_0 に依存しない $\tan\theta_1 =$ 〔 ⑨ 〕の関係が求まる。この関係から、物体Aと物体Bが斜面上で衝突するためには、 $\theta_1 + \theta_2 =$ 〔 ⑩ 〕を満たす必要がある。時刻0sから斜面上で衝突するまでの時間 T [s]を、 θ_1 を用いずに v_0 、 g 、 θ_2 を用いて表すと、 $T =$ 〔 ⑪ 〕 [s]と表される。

問 2.

図 2 に示すように真空中で中心から半径 x [m] の円軌道上を等速円運動している質量 m [kg]、電気量 q [C] (>0) をもつ荷電粒子を加速させることを考える。円軌道内には円の中心からの距離 x に応じて変化する、磁束密度が $B = B_0 \left(\frac{R_0^2}{R_0^2 + x^2} \right)^2$ [T] (B_0, R_0 は定数) の磁場が下から上の向きに垂直にかけられている。

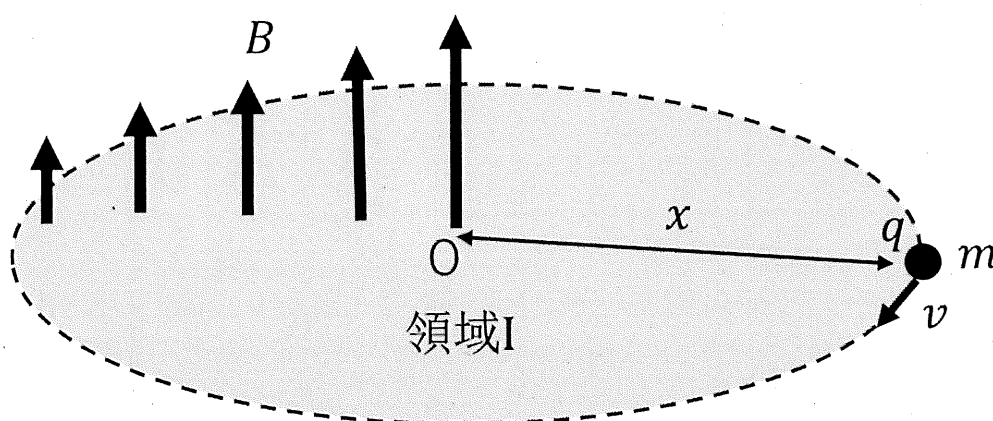


図 2

設問 1. 荷電粒子が等速円運動しているときの粒子の速さ v [m/s] を求めなさい。

設問 2. 円軌道内の磁束密度を面積分することで円軌道を貫く全磁束を求めなさい。

設問 3. 荷電粒子の運動は軌道に沿った円環コイルに流れる電流とみなせる。時刻を t [s] として磁束密度の定数が $B_0 = B_1 e^{kt}$ (B_1, k は定数, e は自然対数の底) のように時間変化するとき、円環コイルに誘起される起電力を求めなさい。ただし磁束密度の変化によって軌道半径は変わらないものとする。

設問 4. 円環コイルで生じる電場により荷電粒子は加速される。粒子の加速度は速さの時間変化であらわされることから運動方程式をつくり、粒子の速度を求めなさい。

設問 5. 粒子が加速されても円軌道半径を一定に保つためには x の値をどのようにすればよいか求めなさい。

問 3.

図 3 に示す p - V 線図は、滑らかに動くピストンを持ったシリンダー容器に、10 モルの理想気体が入っている状態のカルノーサイクルを表している。ここで、 p は圧力、 V は体積であり、高温熱源を T_H 、低温熱源を T_L 、気体定数を R 、比熱比を γ とする。また、サイクルの各点での圧力と体積は、それぞれ添え字を使って p_A および V_A のように表すこととする。このとき、以下の [①] ~ [⑩] に当てはまる適切な用語、あるいは数式を答えなさい。ただし、全ての過程は準静的過程であるものとする。

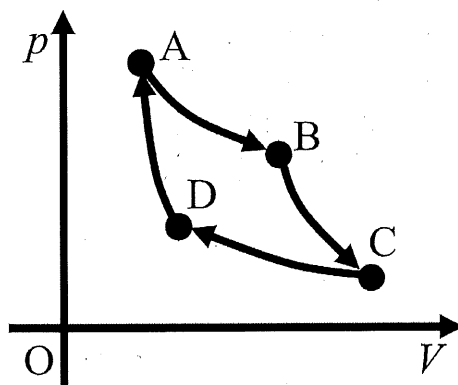


図 3

設問 1. 定積熱容量 C_V と定圧熱容量 C_p を、気体定数および比熱比を使って表すと $C_V =$ [①]、 $C_p =$ [②] となる。

設問 2. A 点から B 点までの過程は [③] 膨張と呼ばれ、その際に気体が系の外に対して行う仕事は $W_{AB} = \int_{V_A}^{V_B} p dV =$ [④] となる。

設問 3. B 点から C 点までの過程は [⑤] 膨張と呼ばれ、その際に気体が系の外に対して行う仕事は $W_{BC} = \int_{V_B}^{V_C} p dV =$ [⑥] となる。

設問 4. C 点から D 点までの過程は [③] 圧縮と呼ばれ、その際に気体が系の外に対して行う仕事は $W_{CD} = \int_{V_C}^{V_D} p dV =$ [⑦] となる。

設問 5. D 点から A 点までの過程は [⑤] 圧縮と呼ばれ、その際に気体が系の外に対して行う仕事は $W_{DA} = \int_{V_D}^{V_A} p dV =$ [⑧] となる。

設問 6. 以上の結果より、このサイクルで気体が外にする仕事は T_H 、 T_L 、 V_A 、 V_B および R を使って $W =$ [⑨] と表される。また、このときの効率 η は両熱源の温度だけで表すことが可能であり、 $\eta =$ [⑩] と表される。

問4.

図4に示すように波長 λ の平面波が屈折率1の空間から厚さ d 、屈折率 n の薄膜に入射角 θ_1 で入射し、その反射光と透過光の干渉を観察する。ただし $n \neq 1$ とする。

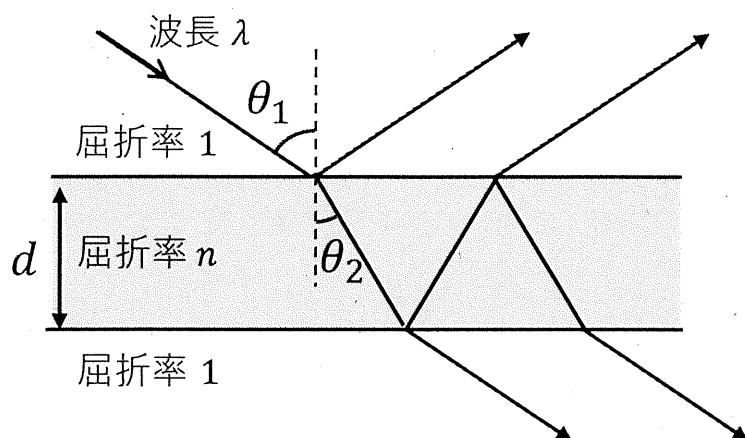


図4

設問1. 反射光の光路差を計算し、干渉縞の明るい縞の条件を n 、 θ_2 、 d を用いて示しなさい。

整数($m = 0, 1, 2, 3, \dots$)を利用してよい。

設問2. 透過光の光路差を計算し、干渉縞の明るい縞の条件を求めなさい。

整数($m = 0, 1, 2, 3, \dots$)を利用してよい。

設問3. 図5に示すように真空中で屈折率が1.6の十分厚い Al_2O_3 上に、屈折率が2.0の ZrO_2 の薄膜を堆積成長させる。 ZrO_2 の薄膜は Al_2O_3 の面と平行に厚さ D が増加していくものとする。この薄膜上に白色光を垂直に入射した際、波長440 nmの紫色の反射光が観察された。このとき膜厚 D を求めなさい。また膜厚 D がさらに成長して増えた場合、どのような光が観測されるか説明しなさい。

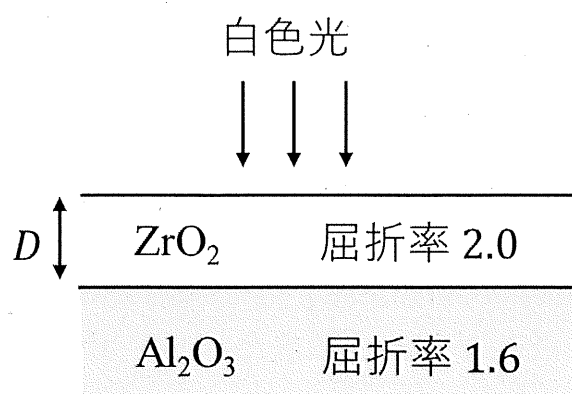


図5