

物理基礎・物理

注意事項

1. 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始の指示があったら、すぐに「試験問題並びに答案用紙」の種類と枚数が以下のとおりであることを確認し、受験番号をすべての用紙に記入して下さい。
(物理基礎・物理その1)～(物理基礎・物理その4) 各1枚 計4枚
3. 「試験問題並びに答案用紙」の枚数が異なる場合や印刷が不鮮明な場合は、手を挙げて監督者に知らせして下さい。
4. 問題の中で、(計算など)とあるところは計算、式、考え方など答えを導くのに必要なことを必ず書いて下さい。
5. 「試験問題並びに答案用紙」の裏面を草案として使用しても構いませんが、採点対象とはしません。
6. 試験終了後、「試験問題並びに答案用紙」は、科目ごとにすべて回収します。上から(物理基礎・物理その1)、(物理基礎・物理その2)、(物理基礎・物理その3)、(物理基礎・物理その4)の順に、おもて面を上にして、ひろげた状態で用紙の上下を揃えて4枚重ねて下さい。異なる科目の答案用紙が混入しないように注意して下さい。
7. すべての確認作業が終了するまで着席して下さい。

問題 1 図 1 に示すように、同じ質量 m_2 の物体 2 と物体 3 がばね定数 k でつながれて静止している。そこへ質量 m_1 の物体 1 が速度 v_1 で正面から衝突する。物体 1 と物体 2 の衝突は弾性衝突である。ここでばねの質量は無視でき、物体 2 と物体 3 は接触しないものとする。また物体 1 と物体 2 の 2 回目の衝突は、考慮しないものとする。次の問に答えよ。

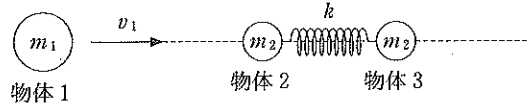


図 1

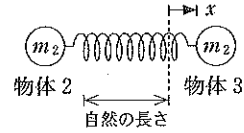


図 2

(1) 衝突直後の物体 1、物体 2、物体 3 の速度を、 m_1 、 m_2 、 v_1 を用いて表せ。

(計算など)

答 物体 1 : _____ 物体 2 : _____ 物体 3 : _____

これ以降、衝突後のばねでつながれた物体 2 と物体 3 のまとまりを 1 つの系と呼ぶ。

(2) 衝突後の系の重心の速度を、 m_1 、 m_2 、 v_1 を用いて表せ。

(計算など)

答 _____

(3) 物体 1 と系との衝突時の反発係数を、 m_1 、 m_2 を用いて表せ。

(計算など)

答 _____

(4) 図 2 のように系の重心の位置で見た物体 3 のつり合い位置からの変位を x として、物体 3 の運動方程式とばねの角振動数を導け。ただし物体 3 の加速度を a とする。

(計算など)

答 運動方程式 : _____ 角振動数 : _____

(5) 物体 1 と系の衝突前後の運動エネルギーの和の増減について選択せよ。またその理由についても述べよ。

答 運動エネルギーの和の増減(右から○で選択) : [増加 減少 変化なし]

理由 : _____

受験番号	小計

問題 2 図 1 のように、一様な磁界の中を点電荷が破線に沿って矢印の向きに運動した。その経路の途中までは平行に置かれた 2 枚の導体板の間を等速直線運動し、導体板の間から出ると点電荷は円運動した。磁界は \odot のように紙面を裏から表に垂直に貫く向きであり、2 枚の導体板には正と負の電荷が等しい大ききで帯電している。次の間に答えよ。

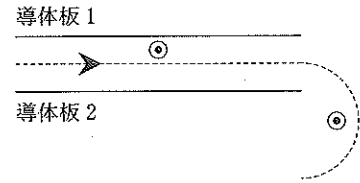


図 1

- (1) 点電荷の電気量は正か負か、および導体板 1 に帯電している電荷の電気量は正か負かを \odot で囲んで答えよ。
(計算など)

答 点電荷： 正 負 導体板 1： 正 負

図 2 のように、一様な磁界がかけられた真空中を直方体の物体が速さ v で等速直線運動している。物体は十分広い面積 S で厚さ h の形状である。磁界の向きは、物体の運動方向に垂直で、物体の広い面に平行であり、その磁束密度の大ききは B である。真空の誘電率を ϵ_0 とする。

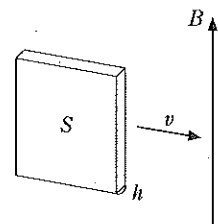


図 2

- 物体が抵抗率 ρ の帯電していない導体である場合について次の間に答えよ。
(2) 物体のある面に正の電荷が現れた。この正の電荷の電気量の総量を求めよ。
(計算など)

答

- (3) さらに、図 3 のように、電圧計と電流計の両方を並列に接続した。電圧計と電流計のまわりには磁界はなく、電圧計の内部抵抗は十分大きく、電流計の内部抵抗は無視できるほど小さいとする。電圧計で測定される電圧を求めよ。
(計算など)

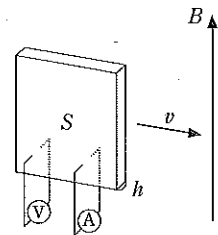


図 3

答

- (4) 前問(3)の状態において電流計で測定される電流を求めよ。
(計算など)

答

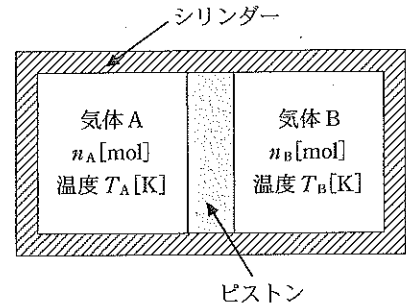
図 2 において、物体が誘電体である場合について次の間に答えよ。

- (5) 物体のある面に誘電分極によって現れた正の電荷の電気量の総量は Q であった。物体の中心に電気量 q の点電荷が埋め込まれていたとき、この点電荷に働く力の大ききを求めよ。なお、 q は Q に比べて十分小さいとする。
(計算など)

答

受 験 番 号	小 計

問題 3 図のように、断熱材で作られたシリンダーとピストンがあり、シリンダーは滑らかに動くピストンによって左右に仕切られている。シリンダーの左右の容積の和は一定で $V[\text{m}^3]$ とする。最初にシリンダーの左側には $n_A[\text{mol}]$ で温度 $T_A[\text{K}]$ の気体 A、シリンダーの右側には $n_B[\text{mol}]$ で温度 $T_B[\text{K}]$ の気体 B が入っており、ピストンは静止している。このときを状態 1 とする。気体 A、B はともに単原子分子理想気体とし、気体定数は $R[\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})]$ とする。シリンダーおよびピストンの熱容量は無視でき熱膨張しないものとして、次の間に答えよ。答は指示がある場合を除いて、 n_A 、 T_A 、 n_B 、 T_B 、 V および R を用いて答えること。



(1) 状態 1 において気体 A と B の圧力は等しい。このときの圧力および気体 A の体積を求めよ。

(計算など)

答 圧力: _____ 気体 A の体積: _____

(2) 次にピストンの断熱が完全でなく、ゆっくり熱量が移動し、ピストンの位置もゆっくり移動するものとする。気体 A から気体 B へ熱量 $Q[\text{J}]$ が移動したとき、気体 A の体積が変化し、気体 B に仕事 $W[\text{J}]$ をした。このときの気体 A の内部エネルギーの変化量を Q 、 W を用いて表せ。

(計算など)

答 _____

(3) 長い時間が経過し、気体 A と B の温度が等しくなった。このときを状態 2 とする。このときの温度と圧力および気体 B の体積をそれぞれ求めよ。

(計算など)

答 温度: _____ 圧力: _____ 気体 B の体積: _____

(4) 状態 1 から状態 2 の変化における気体 B の内部エネルギーの変化量を求めよ。

(計算など)

答 _____

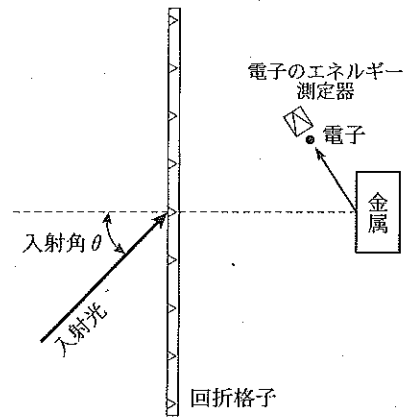
(5) 状態 1 から状態 2 に変化する過程でピストンが移動することによって、気体 A が気体 B にした仕事と気体 A から気体 B へ移動した熱量をそれぞれ求めよ。

(計算など)

受 験 番 号	小 計

答 仕事: _____ 熱量: _____

問題 4 図のように $1.0 \times 10^{-3} \text{ m}$ 当たり 2000 本の溝が刻まれた回折格子に斜めから、波長が $0.10 \times 10^{-6} \text{ m}$ から $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}$ まで連続的に分布する光を入射させる。回折格子で分光され、垂直方向に強め合って出射される光を、ある金属に照射し、そこから飛び出してくる電子の運動エネルギーを測定した。光の入射角 θ が 30° から 60° の範囲で調べたところ、入射角 θ が 45° より大きいと 1 種類の運動エネルギーをもつ電子が、一方、 45° 以下ではさらにもう 1 種類の運動エネルギーをもつ電子が加わって計 2 種類の電子が観測された。光の速さは $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、プランク定数は $6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ とする。次の問に有効数字 2 桁で答えよ。



(1) 金属方向に強め合って進む光の波長 $\lambda[\text{m}]$ を、光の入射角 θ と自然数 m を用いて表せ。

(計算など)

答 _____

(2) 金属から電子を取り出すために必要なエネルギーの最小値(仕事関数) $W[\text{J}]$ を求めよ。

(計算など)

答 _____

(3) 光の入射角 θ が 45° のとき、金属から出てくる電子のエネルギーを求めよ。

(計算など)

答 _____

(4) 光の入射角 θ が 30° のとき、金属から出てくる電子のエネルギーを 2 つ求めよ。

(計算など)

受 験 番 号	小 計

答 _____