

I

■出題のねらい

水平面上で一端が壁に固定されたばねに小球を取り付け、小物体を小球に押し付けてから静かにはなしたときの運動を題材として、弾性力による位置エネルギーと運動エネルギーの関係及び単振動の特性に関する問題を出題しました。さらに、複数物体の衝突を題材として、運動量保存則と反発係数に関する基礎事項の理解を問い、その応用として、複数回衝突後の物体の速さとあらい斜面上での物体の運動に関する問題を出題しました。

■採点講評

(1)の問1は、外力がした仕事が、ばねの弾性力による位置エネルギーと等しいことを示す問題でしたが、外力そのものを示した誤答が多くみられました。問2は、位置エネルギーと運動エネルギーの和が保存されるという力学的エネルギー保存の法則に着目した問題でしたが、正答率は高くありませんでした。問3と問4は、ばねの単振動に関する問題で、問3はばねに取り付けられた小球の速さと振幅の関係を確認する問題で、比較的よくできていました。一方、問4は単振動の周期の特性を応用して解く問題で、正答率はかなり低かったです。

(2)は、物体の衝突に関する問題で、はね返り係数が1となる弾性衝突を理解したうえで、運動量保存則を用いて正答を導けます。問5と問6ともに正答率は比較的高かったです。

(3)は、はね返り係数がゼロとなる完全非弾性衝突における衝突前後の運動エネルギーの変化に着目した問題であり、正答率は比較的高かったです。

(4)は、複数回の完全非弾性衝突を繰り返した後の物体の速さと、あらい斜面上での物体の運動の関係を組み合わせた応用問題でした。空白 の問題では、衝突回数に関わらず複数衝突が起こる前後の運動量保存則に着目すれば、複数衝突後の物体の速さを導くことができます。この正答率はあまり高くありませんでした。問7は、物体があらい斜面上をすべり上がる時、すべり上がり始めてから停止するまでの距離が、初速度の大きさによってどのように変わるのかを考える問題でした。この正答率もあまり高くありませんでした。問9は、前問の複数衝突後の速さの正答を得たうえで、適切な不等式を導く問題であり、この問題の正答率も高くありませんでした。

シンプルな例題を通して力学における基本的な考え方を身につけ、公式の暗記だけでなく理論に基づいて物理現象の本質をしっかりと理解するように努めてください。そのうえで、基本事項を組み合わせた応用問題に取り組み、より理解を深めてください。

II

■出題のねらい

半導体中における電気伝導を題材として、電磁気学分野において基本となる電流の定義や磁場中での荷電粒子の運動について問いました。また、ホール効果を題材とし、正負異なる荷電粒子をもつ2種類の半導体においてキャリアに働くローレンツ力の向きを理解し、生じる現象について適切に説明できるかを問いました。さらに、グラフに示された磁束密度と電位差の関係を正しく読み取り、前半で導いた関係式を用いて正確に数値計算できるかを確認しました。

■採点講評

アは、電流の定義を問う問題です。正答率は比較的高い結果となりましたが、p型半導体の断面積を問題内で定義されていない記号 S と記述し、暗記した公式をそのまま当てはめたような解答も多く見られました。イ、ウからは、磁場が加えられた状態に問題設定が変わり、磁場中での荷電粒子の運動についてローレンツ力の大きさ、向きを問いました。ローレンツ力の大きさは正答率が高い結果でしたが、その向きの正答率は低く、その結果、エも同程度の正答率となりました。オ以降は、ローレンツ力とローレンツ力を受けた電荷が作る電界の釣り合いの関係からその電界を求め、 L - R 面間に生じる電位差 V_H （ホール電圧）を導出する問であり、エまでの間で正答が求められている場合には、キまで全て解けている傾向がありました。

問1は、p型半導体からn型半導体に置き換え、キャリアが正の荷電粒子である正孔から負の荷電粒子である電子に変わった時に生じる物理現象への理解を問うた問題です。電子の場合には、キャリアの極性、荷電粒子が流れる向きの両方がp型半導体における正孔と逆になることから、結果としてローレンツ力の働く向きがn型半導体に置き換えても変化しないことまで説明できている解答は非常に少なく、多くの解答はローレンツ力の向きだけに言及したものでした。

問2は、アに関連して電気抵抗の定義についての理解を問うた問ですが、正答率は低い結果でした。

問3は、磁束密度 B と電位差 V_H の関係を表すグラフから適切に数値を読み取り、キの関係を用いて半導体中のキャリアの数を算出する問であり、図示された物理量の桁(mA、mV)に注意して正確にグラフから数値を読み取ることができるか、また、桁数が多い数値計算力も併せて問いました。キが正答している場合でもキャリアの個数を正確に計算できた解答は極めて少ない結果となりました。工学系の実験ではグラフから正確に数値を読み取ることや、桁数が非常に多い計算する機会が多いので、正確に読み取って計算できるようにしましょう。

III

■出題のねらい

ヤングの実験とも呼ばれる2つのスリットを用いた光の干渉実験をテーマとした問題です。干渉現象や光学距離などの基本的な理解や物理で計算するうえでの基本的な理解も問いました。

■採点講評

アは、スクリーン上の明暗の縞模様（干渉縞）が明線になる条件を問うた基本的な問題です。イは、図1を図形的に理解できれば解くことができる基本的な問題です。なお、ヤングの実験で経路差を求める考え方はいくつかありますが、この問題では三平方の定理を用いた方法を扱いました。ウは、式②で示された経路差と明線になる条件を合わせて考えると解くことができます。ウは基本的な問題と考えていましたが、その正答率は期待していたよりもよくない印象を受けました。問2は、 m 番目と $m+1$ 番目といったとなり合う明線の間隔 Δx を求め、その式に題意の具体的な数値を代入して計算します。問3は、問2で求めたとなり合う明線の間隔 Δx を示す式を応用して解くことができます。エおよび問4は、この大問の中では少し応用的な問題で、光学距離の理解が必要となります。問5は、 $x =$ ウの関係から、 x が λ と比例関係にあること、赤色よりも紫色の波長の方が短いことを考え合わせると理解できます。なお、問5のような記述問題では、解答文を読み直し、第三者に意図が伝わるものであるかどうかを確認するといった配慮も必要です。

全体として正答率はあまりよくはありませんでした。ただし、アとイの正答率は良かったです。また、問2以降の問題の正答率がよくなかった印象を受けましたが、ウの解答が関連する場合もあることが要因だったのかもしれませんが、また、解答の中には、問題文で示されていた L （エル）を小文字の l （エル）と記述したものもありました。限られた時間の中で解答することになりますが、落ち着いて問題文をよく読み、指示された記号を用いることや問題文の意図を読み取ることに留意してください。