

I

■出題のねらい

摩擦のある場合のばね振子の問題を通して、力と運動、力学的エネルギーなど物理の基本的事項を問いました。

■採点講評

(1) は、摩擦のない場合のばね振子の問題です。教科書レベルの基本事項を問いました。空所[ア]は、力学的エネルギーを運動エネルギーとばねの力の位置エネルギーの和で書けるかを問いました。空所[イ]は、力学的エネルギーの保存則を用いて速さの最大値を求める問題でした。空所[ウ]は、振動の両端点における力学的エネルギーの保存の法則が正しく書けるかを問いました。この保存則の式を解いて、両端点の位置の関係を空所[エ]で問いました。空所[ア]、[イ]の正答率は、約60%でした。空所[ウ]、[エ]の正答率は約80%で、よくできていました。空所[オ]は、単振動の周期を問う問題でした。正答率は、約60%でした。問1は、単振動での位置と時間の関係をグラフで描く問題でした。初期条件を正しく書けた人は全体の約70%でした。

(2) は、摩擦のある場合のばね振子の問題でした。空所[カ]は、最大静止摩擦力とばねの力とのつり合いから小球が動き出す位置を問いました。正答率は約80%で、よくできていました。空所[キ]は、ばねの弾性力と動摩擦力の合力を式で表す問題でした。正答率は約80%でした。空所[ク]は、力学的エネルギーの変化量と摩擦力のした仕事の関係を問いました。正答率は約30%と低かったです。空所[ケ]は、振動の第0端点と第1端点における力学的エネルギーの保存の式を解いて、両端点の位置の関係を問いました。正答率は約20%と低かったです。空所[コ]は、第1端点から第2端点に移動中にはたらくばねの弾性力と動摩擦力の合力を式で表す問題でした。正答率は約50%でした。空所[サ]は、振動の第1端点と第2端点における力学的エネルギーの関係から両端点の位置の関係を問いました。正答率は約20%と低かったです。問2は、小球の位置と時間の関係をグラフで描く問題でした。動摩擦力のため端点の位置が変化していくことを正しく理解しているかをみました。端点の位置と時刻を正しく書けた人は全体の約70%でした。

公式として暗記することより、式を導く物理的な考え方が重要です。教科書で基本的な考え方をしっかりと理解しておいてください。

II

■出題のねらい

ホール効果を題材に、電流、電位、電場による力、ローレンツ力の基本事項を問いました。また、実験に即した応用力もみました。

■採点講評

全体の正答率は、約50%でした。(1)は、電位、電流や電圧と電気抵抗に関する問題です。問1では、電位の物理的な意味を理解していれば、正答できたはずですが、問2は、正答率が低かったです。長さが2倍になると、電気抵抗の大きさが2倍になるので、このグラフの傾きも2倍になります。入試では定規を使うことができないため、グラフを描く時は、グラフ中の目安となる目盛線のどこを通るのかを明確に描く必要があります。

(2)は、ホール効果に関する問題で、教科書レベルの基本事項を問いました。空所[ア]と問3は、ローレンツ力の大きさと向きに関する問題で、よくできていました。空所[イ]、[ウ]は、電場の大きさと電場から電子が受ける力の大きさの問題です。 w ではなく、 d を使って解答している誤答がありました。空所[エ]は、大問IIの中で一番正答率が高かったです。受験者は、この電流の式を公式として暗記しているようでしたが、重要なことは暗記することではなく、この式を導くうえで物理的な考え方ができることです。大学では、式の暗記よりも内容の理解や考え方が重要視されます。空所[オ]は、その直前に「ローレンツ力の大きさ=電場による力の y 成分の大きさ」とヒントが書いてあります。また、ホール効果の重要な考え方でもあるため、空所[ア]~[エ]まで正答できた受験者は、確実に解答できる問題です。

(3)は、(1)、(2)の内容を組み合わせた実験に即した応用力をみました。多くの受験者にとっては見たことがない問題だったので、戸惑ったかもしれません。この問題は、記号問題であったため、(1)、(2)があまりできていなくても、正答できた受験者がいました。条件c)は、電流の向きが変わると、磁束密度が0Tの時出力される電圧の符号が変わるので、正答は③か⑥ということになります。また、電流の向きが変わると、問題文のホール効果の式から、ホール電圧の符号が負から正に変化することがわかるので、正答が導けます。

III

■出題のねらい

気体分子を質点とみなし、その衝突から気体の圧力を計算する手続きを通して、理想気体の状態方程式にかかわる知識を問いました。さらに踏み込んで、マクロな世界の状態方程式からミクロな世界の分子運動の様子を理解できるかを確かめました。

■採点講評

いわゆる「気体分子運動論」といわれる分野で説明される内容を題材としています。多数の分子の運動の平均を取ることで、マクロな物理法則に関連づけるという手法は、教科書でも説明があります。しかし、この分野で説明されている内容は、理解しづらい部分があり、慣れるまでは難しく感じるかもしれません。全体の正答率は、約50%でした。教科書で基本的な考え方をしっかりと理解しておいてください。

(1) は、気体の及ぼす圧力を、気体分子の運動から考察する問題です。空所 、 は、理想気体の状態方程式を知っているかを問う基本的な問題で、よくできていました。空所 は、誘導される式展開を用いて、容器の壁と気体分子との弾性衝突から分子の速さの2乗の平均値を算出する問題です。空所 は、単位体積当たりの分子数を圧力と絶対温度を用いて表す問題です。これらの問題も、よくできていました。

(2) は、(1) で求めた式を使って、分子の平均の速さ（分子の速さの2乗の平均値の平方根）を数値計算する問題です。有効数字1桁で近似計算をすることと、単位を明示することを求めましたが、正答率は約20%でした。「1桁」と指定しているのに、「5.0」のように「2桁」で答えているものが多数ありました。時間をかけて細かく計算する必要がないように指定したのですが、「1桁」で解答することに違和感を覚えた人が多かったようです。ここでは、おおよその大きさを知ることが大切です。また、代入する式はルートの中に入っているため、単位もルートの中に入れなければならないのですが、それを忘れていた解答が多くありました。

(3) は、実際の分子の大きさを考慮して分子同士の衝突がどれくらいの頻度で起こるのかをみています。空所 、 では、分子が衝突をしないで進める距離の目安となる距離を算出しています。通常、分子同士の衝突は無視して計算しますが、実際には、頻繁に衝突を起こしていることがわかります。最後の問題では、なぜ分子同士の衝突を無視して圧力や分子の平均の速さを計算できるのかを問いました。分子はさまざまな速度をもっており、衝突によって分子の速度は変化します。莫大な数の分子が存在するため、平衡状態では平均の速さがほぼ一定になります。衝突しても速さは変わらないと考えられるため、衝突を無視して圧力を計算することができます。