

### I

#### ■出題のねらい

衝突を題材に、物体の運動を理解し、そのイメージを描いてもらうことを念頭に出題しました。

弾性衝突する2物体の衝突後の速度を与える式も提示し、公式の暗記ではなく、式を使って運動のイメージができるかを問う問題となっています。運動については、2物体の質量が同一の場合と異なる場合について考えてもらいました。総じて良い出来で、ほぼ6割はできていました。

#### ■採点講評

ほとんどの学生は運動量保存則などの公式の知識を持っていることが ア、イ の解答から確認できました。同一質量の問題では、衝突後の2物体の速度およびその運動を求める ウ - カ でも、ア、イ と同程度の正答率を期待していましたが、理解できていない解答が予想以上であったことが残念でした。とくに、グラフ作成では、衝突後の運動の理解にとどまらず、等速運動が理解できていない解答が非常に多くありました。運動を理解する上で位置、速度、速度の時間変化を理解することは重要です。グラフ作成の学習を今以上にされることを望みます。

質量が異なる場合の衝突の キ - シ は同一質量の衝突問題に比べ、かなり正答率が下がっていました。これはある程度予想していましたが、ここでも衝突時の速度変化を除けば2物体とも等速で運動することが理解できていない解答が多数見受けられたことが残念でした。

式を用いて値を求めることが物理ではなく、等速運動も含めて、物体の運動のイメージを描くために式を利用するという本質的な学びをより期待したいと思います。

## II

### ■出題のねらい

コイルを貫く磁場の大きさが時刻とともに変化する場合において、コイル内で生じる誘導起電力と誘導電流の大きさ・向きを正しく理解できているかを問いました。さらに、一様な磁場が存在する領域をコイルが通過する状況を通じて、コイルに流れる電流とコイルが磁場から受ける力を問いました。

### ■採点講評

基本的な問題でしたが、正答率は約50%でした。

(1) はコイルを貫く磁場の大きさが時刻とともに変化する問題です。全体として正答率は高かったのですが、ウでレンツの法則と答えて不正答になる受験者が非常に多かったです。レンツの法則とファラデーの電磁誘導の法則の違いをよく理解してください。また、エで $\Delta\Phi$ と答える誤答も多かったです。教科書の暗記に頼らずに、問題文で与えられた文字だけを使って解答してください。

(2) は一様な磁場が存在する領域をコイルが通過する問題です。全体として正答率は高くありませんでした。問2のコイルに流れる電流を求める問題は、教科書にも出ている基本的な内容です。解答に $1/2$ や $3/2$ などの係数をつけている誤答がよく見られました。コイルの位置に惑わされずに、 $\Delta t$ 間にコイルを貫く磁束の変化だけに注目して解いてください。問3はローレンツ力に関する問題です。コイルの辺 $ad$ に流れる電流の向きと磁束の向きに注意して、辺 $ad$ が受けるローレンツ力の向きを解答してください。問4のコイルに流れる電流の時間的変化をグラフにする問題ですが、非常に正答率が低かったです。まず、どの時間帯でコイルを貫く磁束が変化するかを明確にしてください。次に、問2と同じようにそれぞれの時間帯で $\Delta t$ 間にコイルを貫く磁束の変化を求めてください。最後に、その変化からコイルに流れる電流の向きと大きさを決めてください。問5ですが、教科書にも書いているように外力がコイルにした仕事はコイルの電気抵抗によるジュール熱に消費され、エネルギー保存則が成り立ちます。電気抵抗に電流が流れるとそこでジュール熱が発生することを覚えておいてください。

### III

#### ■出題のねらい

波（気柱の共鳴，弦の振動，光の屈折，光の波と粒子性）の分野の基礎的な問題です。小問ごとに始められる構成をとりました。

波の分野の対象は，水面を伝わる波や音波，光などですが，いずれも波の重ね合わせや屈折・回折・共振（共鳴）などの原理が成り立ちます。

小問（1）では，気柱の共鳴における基本振動を問題としました。公式を覚えるのではなく，考えれば導けるようにするのが，物理の正しい理解の方法です。問題文中の「管の口が音波の腹になるとすれば」という断り書きは，開口端補正は考えなくてもよい，という意味で加えています。

小問（2）は，弦楽器の音の調整を問題にしました。ギター演奏などをする人にとっては，直観的に答えられるところもありますが，それらの現象を数式を用いて理解できることも物理の醍醐味です。

小問（3）では，音波と光の屈折が同じように生じることを題材としました。このような共通原理を見出すことの面白さが物理の学習で体感できていれば，高校での物理学習の目標は達成できているともいえるでしょう。

光に関しては，波としての性質と粒子としての性質を併せ持つことが知られています。その簡単な例を小問（4）では，星の光を目で感受できる理由として問いました。みなさんが星を見るたびに，光の粒子としての性質を感じていることになります。問題文では現実の視細胞を簡略化していますが，視細胞には，色弁別能がなく高感度な桿体（かんたい）と，色弁別能があり感度は少し落ちる錐体（すいたい）があります。桿体は，可視光であれば光子一つから検出可能と言われていています。人間が光として認識できるのは，光子10個程度以上からとされていて，この感度は CCD カメラでも同じレベルに達しています。

エネルギーがある値以上のときになって，はじめて反応が生じるようなとき，その境界となる値を閾値（threshold）といいます。光を波だと考えるとエネルギー密度が広がりすぎて視細胞の閾値を超えません。光子と考えると，視細胞あたりに到達する頻度は減りますが，閾値を超えることができます。視細胞がたくさんあれば，光として認識できることになります。

## ■採点講評

全体的によくできていました。

問1の図示する問題は、2点×3つとして独立に採点しました。チェックポイントは、両端での振動が合っているか、そして管内の節の数が0、1、2の3種類が描けているかという点でした。

問3は正答率が低かったです。きちんと式で導出してみましょう。

☐コ☐については、問題文では距離が有効数字1桁でしか与えられていませんので、正答は1桁の $1 \times 10^{-26}$ になります。

ほとんどの受験者が最後まで解答してくれました。次年度の受験者にも、最後まで問題に取り組んでもらう姿勢を期待します。