

### I

#### ■出題のねらい

衝突問題の反発係数の両極端の状況を確認し、エネルギー的な理解を確かめる問題でした。モデル化された杭打ち機を題材に、思考力の柔らかさを問うことをねらいとしました。

(1) は、2球の衝突という標準的な問題です。(2) と (3) はくい打ち機を題材にした、一回ごとにおもりの落下距離が伸びていく問題です。(1) は後半のヒントになっています。はね返り係数が0のときと1のときの両極端を扱っていますので、現実はその間になるという観点で実際の問題のモデル化が可能になります。

ア は運動量保存則より、イ ははね返り係数の定義よりすぐに求められます。

エ は、弾性衝突ではエネルギーが保存されていることを理解しているかを問う問題です。

問1の キ ・ ク の空欄補充は、実際に順に計算していくことで埋められますが、これを  $n$  回続けることを一般的に考えてみましょう。 $x_1, x_2, x_3, \dots$  は、 $x_n = kL(1+k)^{n-1}$  とし与えられます。これは、初項が  $kL$ 、公比が  $(1+k)$  の等比数列ですから、和を求めることができ、 $n$  回目までの杭の打ち込まれる長さ  $S_n$  は

$$S_n = \sum_{k=1}^n x_k = kL \{1 - (1+k)^n\} / \{1 - (1+k)\} = \{(1+k)^n - 1\} L$$

となります。これより、ク の別解として、 $1/\{(1+k)^3 - 1\}$  が得られます。

前半の2球の問題で、合体する場合に衝突前後で失われるエネルギーの初期エネルギーに対する比を計算すると、 $m_2/(m_1+m_2)$  倍になっています。したがって、この分のエネルギーが使えることになるので、(2) の場合の  $(m+M)/m$  倍のエネルギーを与えられることになります。さらにエネルギー比で杭の埋め込まれる長さが決まることが分かれば、問3の答えを導くこともできます。

#### ■採点講評

全体的によくできていました。(2) 以降は、一回ごとにおもりの落下距離が伸びていく面白さを感じていただけたかと思います。(2) (3) (4) は連続した題材ですが、(3) (4) は独立な問題として着手できるものです。

問4の理由の欄は、杭が受ける抵抗力が土との接触に起因することが理解できているかどうかポイントです。地中深くなるにしたがって接触面積が増大することが正答ですが、杭の地中で長さが長いことでも正答としました。地中の体積が増大するから、という解答は不正答としました。

## II

### ■出題のねらい

最近、世の中で薄型 TV や大型モニターとしてよく使われている発光素子である LED を題材として取り上げました。非線型な電流電圧特性を示す LED の電気回路について問いました。電気回路の基礎がしっかり理解できているか、また電流電圧特性を示したグラフが意味することを読み取れるかを確めました。

### ■採点講評

正答率は概ね40%です。問1～3は比較的正答率が高いです。また、問4と5は電力を求める基本的な計算ですが、グラフから電流と電圧が読み取れていない受験者が少なからずいました。問6は2個の LED の直列回路ですが、グラフを見ずに LED の抵抗が順方向で0であると丸暗記していた結果を安易に用いて抵抗を計算する間違いが見られました。また、問7の LED 1 の関係式は正しく求めていたものの、問8と9での質問が LED 2 であることだけで問7の結果の意味を読み取らずに安易に LED 2 のグラフとの交点の電流値をそのまま書いてしまっている受験者が多くいました。質問の意味をよく考える必要があります。

文章中に大文字で示しているアルファベットを小文字で書いたり、なぐり書きしたような数字や文字も散見されたので丁寧に解答するように注意してください。

また、問7のグラフを描く問題は定規が使えないのでわかりやすい通過点を示し、フリーハンドで描く必要があります。正しい通過点を3点以上通った場合は満点を与えましたが、2点のみの場合には部分点を与えています。

### III

#### ■出題のねらい

電子に関する重要な実験の1つであるミリカンの実験を題材に出題しました。力学や電磁気学の基本事項を用いて解く問題が多く、慣れていればそれほど難易度は高くありません。いくつもの物理量が出てくるので、どれが測定量でどれが計算して求まる量かを意識しながら解答することが重要です。最後に実験の誤差についても問いました。

#### ■採点講評

問1はJ.J.トムソンによる比電荷の測定の実験で、語句を問いました。正答率はあまり高くありませんでした。教科書の太文字にもなる基本的な語句なので、実験を理解するとともに語句についても頭に入れておいてください。

問2からはミリカンの実験で、始めの文章は問題設定と実験の説明になります。見落としなく読みましょう。問2は力学の力のつり合いに関する問題で、よくできていました。問3は質量を密度で表して式を変形するだけですが、重力加速度の大きさ $g$ を忘れる受験者が多くいました。注意しましょう。問4は電磁気の知識を用いる問題です。正答率は高かったです。ただし、式②と問3を用いて解答する問5はあまりできていませんでした。式変形を間違える受験者が多かったようです。問5の解答例は少し複雑な形になっていますが、この式は全て実験で得られる量(測定量)で書かれています。実験で直接得られるのは測定量です。それらと求めたい物理量の関係が重要になります。そのためにこのような出題になっています。

問6はミリカンの実験でよく出題される問題です。やり方を理解しておけば、あとは正確に計算するだけです。有効数字が3桁の計算になりますが、慌てず落ち着いて取り組みましょう。問7も問6の答えを式①に代入して計算するだけです。これらの数値計算で指数の計算を間違えている答案が多く見られました。例えば電子の質量が2 kgとなっているものもありました。単なる計算としてではなく、常に物理的な量をイメージしながら問題に取り組むことが大切です。また、工学系の学部に進むのであれば、これくらいの計算力も必要になってきます。練習しておきましょう。

問8は実験の誤差に関する問題で、最も重要なところですが難しかったようです。正答率は5%にも届きませんでした。実験は常に成功するとは限りません。その場合に間違える可能性のある物理量と得られた測定データとの関係を知ることはとても大切なことです。その評価ができることを期待します。

いずれも、問題文にしたがって考えれば正答にたどり着くことができます。まずは基本的なことから理解して自分で考える学習をしてください。