

物 理

I

■出題のねらい

カーリングに似たゲームを考え、ストーンの運動を題材に、運動量、エネルギー保存と摩擦力による仕事、非弾性衝突に関する基本的な問題を出題しました。このゲームで勝つための条件を導くことを目標とした問題構成としています。

■採点講評

ばねの弾性力による位置エネルギーは運動エネルギーなどに比べて馴染みが薄い受験生もいたようです。摩擦力はほとんどの受験生が解答できていましたが、符号も考慮してほしかったところでした。 x 軸の向きから符号も考慮した答えは3割程度でした。運動の問題では、力の向きまで考える癖をつけてください。

問1、問2はストーン①の速度を求める問題ですが、運動エネルギーを用いたエネルギー収支を考えれば容易に求められます。正答率は高かったです。

問3は L の距離をすべる時間を問いましたが、2次方程式の解を求める必要があります。解の符号を間違えている受験生も目立ちました。物理では、数学的な解のうち、実際に生じる解かどうかを吟味する過程がはいります。注意してください。

ストーン①とストーン②の衝突直後は、この問題の最も大事な現象の部分ですが、はねかえり係数（反発係数）の扱いでつまづいた受験生もいました。また、ストーン①とストーン②の速度は前者の方が小さくなりますが、逆に書いている受験生もいました。すなわちストーン①がストーン②を追い越してしまうような解答です。実際に答えを出したときに、その速度が実際の現象としてどのようなことを意味するかまで考えてチェックしましょう。

問4は速度が与えられたとき、どこまでストーンがすべるかを導き出す問題でした。これも運動エネルギーが摩擦力のした仕事によって失なわれることを考えればよいですが、「エネルギー保存則」という言葉を使って解答している受験生も散見されました。この現象はエネルギーが摩擦力によって消費され、音や熱エネルギーに変換されますので、「保存」という言葉を使わず、「摩擦力による（負の）仕事に使われた」と説明するのがよいでしょう。

問5は問4の設問でも提示されている速度とそのストーンが止まるまでの距離の関係式に、距離として目標位置までの距離 l を代入すれば容易に求めることができます。

問6はストーン①の速度変化を図示する問題ですが、ストーン①は常に一定の摩擦力を受けながら等加速度で減速運動するため、直線的に減速します。このことを理解した受験生は3割程度でした。

問7も問4で提示されている速度とそのストーンが止まるまでの距離の関係式を使って、ストーン①の静止距離 z_1 とストーン②の静止距離 z_2 の平均したものが目標位置までの距離 l に等しいという関係式を作れば求められます。問8は、問2と問7の衝突速度 v_c が両者等しく、問

1の v_0 と d の関係を問えば求められました。問7と問8を正答した受験生は多くはありませんでした。

II

■出題のねらい

なぜ電力会社は交流を用いて送電しているか知っていますか。発電所から家庭へ届ける途中の送電効率が、直流よりもよいからです。その原理は、電圧を上げて送信することです。本問題の前半は変圧器の構造と動作原理について高校物理の教科書で解説されている内容に沿って出題しました。後半は抵抗値、オームの法則、電力などの公式に値を代入する問題です。数値を簡単にしたモデルで、変圧による送電効率の向上を理解してもらうストーリーとなっています。

■採点講評

教科書の内容を理解していれば問1から4までは解答できますので、高い正答率でした。誘導起電力は磁束の変化に比例して逆向きに発生しますが、問1で負の符号を付けていない誤答が多く見られました。ファラデーの電磁誘導の法則では、発生する起電力の向きが「変化に反対」することが重要です。交流を取り扱う本問では、正負の向きを指定していませんが、負の符号を添えておくものを正答としています。採点では負としなかった答案も加点配慮しました。問5は磁束が鉄心全体で発生していることから導く応用的な問題で、一部の教科書に解説されているものですが少し難しかったようです。

本問題の有効数字は2桁ですが、3桁で書かれている解答も正答としました。問6と7は正答率が高かったものの、問8と9で必要な電圧と抵抗値から電力を求める問題は難易度が高かったようです。なお問6ではcmからmへの換算ができず、値は正しく求まっても位が間違っている答案が散見されました。実際の現象をモデル化した問題ですが、数値に対する感覚を持ってほしいと思います。

III

■出題のねらい

定圧変化、定積変化、等温変化、断熱変化の4つの変化すべてを問いました。熱機関のサイクルの中で生じる物理量の変化について、熱力学第1法則を通して理解できるかをみました。熱機関の仕事と力学的エネルギーの変化が等しくなる問題設定になっています。

■採点講評

ア、イ、ウ、エと問1はよくできていました。大問Ⅲの全体の得点率が約45%でしたが、本学合格を目指す受験生は、これらの問題は確実に正答してほしいです。

イとウは先生と生徒の会話文問題だったので、見慣れない問題形式だったかもしれませんが、この内容は教科書にも載っているのです、物理をしっかりと理解できている受験生にとっては、選択肢の中から正答を選べたと思います。

オは比較的できていましたが、分母の係数の「2」が付いていない解答が散見されました。圧力の増加が $\frac{1}{2}p_c$ であることがポイントです。カとキはあまりできていませんでした。カを解くためには、状態Aから状態Bへの変化が定積変化であること、また、キを解くためには、状態Bから状態Cへの変化が定圧変化であることがわかっていることが前提です。状態A、状態B、状態Cの温度が分かれば、内部エネルギーの変化の式からカとキを求めることができます。熱量と仕事はどうなっているか、熱力学第1法則を使って理解できていることも重要です。

カとキを正しく求められていなくても、問1ができていれば、問2と問3は正答できます。問2と問3では、熱機関の仕事と力学的エネルギーの変化が等しいことを間接的に問いましたが、カとキができていなくても、問2と問3が正答している受験生もいました。問4は大問Ⅲの中で最も正答率が低かったです。状態Aから状態Bへの定積変化と状態Bから状態Cへの定圧変化において、この熱機関は熱量を吸収しています。熱機関が吸収した熱量をきちんと求めることができなかつたことが、正答が導けない原因の1つだったと思います。