

### I

#### ■出題のねらい

力学の基本的事項について理解度を確認するために、等加速度直線運動、運動量保存の法則、力のモーメントや剛体のつり合いについて出題しました。長い計算を最後までできるか、直観的な洞察力が備わっているかも問いました。

#### ■採点講評

- (1) 問1～問5は基本的な等加速度直線運動の問題です。問1、問2の摩擦力がない場合はほとんどの受験生ができていました。最初の問題なので落ち着いて解きましょう。問3～問5は摩擦力を考慮した問題で、仕事やエネルギーについて問いました。摩擦力により力学的エネルギーが保存せず、熱や他のエネルギーに散逸することわかっているならば正答を求めることができます。しっかりと理解しておきましょう。ほとんどの受験生が正答すると期待していましたが、正答率は予想より高くありませんでした。
- (2) 米粒を剛体として扱います。問6～問10は水平面上で考えます。米粒と一緒に動く観測者から見ることによって、力のつり合いで解けるようにしましたが、それを理解することが正答への鍵となります。問6は力のつり合い、問7や力のモーメントのつり合いで、両方とも基本的な問題です。考えているシステムが複雑な場合でも同じように式を立てればよいので、慣れておくことが必要です。問8はグラフを使った問題です。条件式をグラフで表せるかを問いましたが、実際にはすでに描いてある境界の線をもとにして領域を答えるだけなので、解きやすかったと思います。問9は前に求めた式を解いて条件の不等式を出します。③式や条件をしっかりと理解していれば正答にたどり着けますが、正答率は30%くらいであまりできていませんでした。問10は数値計算です。計算が面倒かもしれませんが、練習しておいてください。問11は皿を傾けた場合で、より複雑になり、ここで計算力の差が出てきます。ただし、式の一部を答えるだけなので、正答率は40%くらいで予想より正答率は高かったです。最後の問12はどのようにしたら米粒がすくいと易くなるかを答える問題です。求めた式から正答を抽出できるとともに、経験からも予想することができます。正答率は85%くらいでした。

いずれも、公式や法則を理解し、問題を注意深く読めば正答にたどり着くことができます。基本的なことを理解して自分で考える学習をしてください。

## II

### ■出題のねらい

題材は電子を加速する装置であるベータトロンの原理です。電磁気学におけるローレンツ力、電磁誘導による誘導起電力と誘導電場、加えて力学分野の円運動、運動量、力積の理解が必要です。式の展開力も記述で問いました。また磁場の時間変化のグラフから、電子が加速する様子の定性的な理解を問いました。

### ■採点講評

誘導にしたがってベータトロンの原理を導いていきます。全体的な正答率は高くありませんでした。最初はローレンツ力に関する基礎問題ですが、問1の向きの誤答が多かったです。問2もそれほど正答率が上がりませんでした。ベータトンという特殊な設定ですが、典型的な問題ですので確実に正答してください。以降は電磁誘導を利用した電子の加速の説明です。□ア□は $2\pi r$ とする誤答が多かったです。誘導電場は聞き慣れないかもしれませんが、問題文に説明があります。問4では誤答として問1の速さ $v$ を $mv^2/2$ に代入する答案が多かったです。

問5以降がベータトロンの原理の中心となります。その中でも問6は正答率が比較的高かったです。問7の記述は正答率が低かったです。□イ□は式①に関する説明を理解するだけで解答が可能ですが、正答率がそれほど高くなく、誤答として2が多かったです。問8では1/4周期だけが電子の加速に利用できることに気付くことが重要です。磁場の向きにより、ローレンツ力の向きと電子の周回の向きが定まり、その磁場が強くなることで電子が円周方向に加速します。これらの条件から加速できる時間帯がわかります。

全体を通して、各設問にて何らかの計算はなされているのですが、見当違いの解答や設定とは無関係な文字や公式が散見されました。今回の加速器は頻出する内容ではありませんが、設問自体は電磁気の基本知識で対応でき、複雑な計算はありません。加えて各設問には、あらかじめ考えるべき事項の説明や誘導があります。設問をよく読み、まずは問われている内容を理解してください。そのうえでどの計算を行うべきなのか適切に判断してください。

### III

#### ■出題のねらい

光の反射と屈折についての基本的な理解度を確認しました。後半では、屈折率を求める方法の1つである最小偏角法を題材にして、プリズムを透過する光の経路を正しく導くことができるかを確認しました。

#### ■採点講評

基本的な内容から出題しましたので、全体的に難易度は高くありません。全体の正答率は5割程度でした。

- (1) 屈折の法則の式を正確に覚えていれば簡単に解ける問題です。おおよそ正答できていましたが、ケアレスミス等の答案も散見されました。
- (2) 前半は、初歩的な幾何の問題ですので落ち着いて考えれば確実に得点できる個所です。

オについては誤答も目立ちましたが、おおよそ正答できていました。なお、いくつかの答案では、誤った文字を書いたり下付きの文字を上付きにしたりしていました。問題文をよく見て、正確に記述するようにしましょう。

光の経路を作図する問2は、5割程度の受験生が正答となりましたが、線の引き方が不明瞭な答案が散見されました。フリーハンドで直線を引くことは難しいとは思いますが、始点と終点を意識して、なるべく丁寧に直線を引くように心がけましょう。式①は、 $\theta_1 = \theta_2$  の関係を用いて導くことができます。この問題は他と比較してある程度の計算量が必要になりますので、戸惑った受験生が多かったかもしれません。カ・キの正答率は3割程度でした。問3は与えられた数値を式①に代入すれば解ける問題です。カ・キが正答の受験生のほとんどは問3も正答でしたが、計算ミスをしていると思われる答案もありました。最小偏角法は専門的な光の技術を要しますが、この問題のようなシンプルな計算で原理のある程度の理解が可能です。工学系への進学者として、理数科目の基礎は確実に身につけておいてほしいと思います。