

## 令和6年度一般選抜（前期日程）物理 出題の意図

募集要項に記載の通り，自然現象の背後にある物理の概念・法則をしっかりと理解した上での論理的思考力，応用力を問う問題を出題している。最終的な答えだけでなく導出過程も重視する。

### 第1問

台の上の2つの立方体の上に，質量をもつ小球が取り付けられた3つ目の立方体を置き，異なる状況下において運動させる状況を考える。剛体のつり合いや運動を通して，力学の基本的な法則に関する理解度や応用力を見る問題である。基本的な力学法則と，剛体の間にかかり合う力，物体の運動がしっかりと理解できているか，力学の総合力を問う問題である。[A]では落下運動，[B]では摩擦がある場合，[C]では単振り子と同じ運動をする場合を想定する。[C]については、ブロックBは向きを変えながら運動するため難しそうに見えるが、単振り子として運動の様子をイメージできれば解きやすい。

- (a) 垂直・水平方向のつり合い条件を用いて糸の張力を求める。
- (b) 幾何学的関係から距離を求める。
- (c) 2つのエネルギー保存則を用いて，立方体の速さを求める。
- (d) ブロックの力のつり合い条件を用いて，垂直抗力の大きさを求める。
- (e) 力のモーメントのつり合い条件を用いて，垂直抗力の大きさを求める。
- (f) 別の向きの力のつり合い条件も用いて，摩擦力を求める。
- (g) 摩擦力が最大静止摩擦力を越えない条件を適用する。
- (h) エネルギー保存則より小球の速さを，また単振り子の糸の張力と同一視できることを用いて接触辺にかかる力の合力を求める。
- (i) 接触辺における力を用いて，台の上にある2つの立方体に対するつり合いの式を求め，2本の糸の張力を求める。
- (j) 任意の角度で糸がたるまないという条件からおもりの最小値を求める。

### 第2問

電磁気学と力学を融合した基礎力を問う問題である。電池，抵抗器，コイル，スイッチからなる質量をもつ長方形の回路の様な磁場中での回転を考える。[A]では電池，スイッチ，抵抗器からなる回路，[B]ではスイッチとコイルからなる回路を考える。

- (a) 導線が磁場を横切ることによって生じる起電力から電流を求める。
- (b) 磁場から電流が受ける力を求める。
- (c) エネルギー保存則からジュール熱を求める。
- (d) 磁場から電流が受ける力と重力の合力の向きを求める。
- (e) コイルのエネルギーと位置エネルギーを考慮して，エネルギー保存則から電流の大きさを求める。
- (f) 空欄を埋める問題である。キルヒホッフの法則から電流の変化と角度の変化の関係性を求め，初期条件から電流と角度の関係を定める。
- (g) (e)(f)の結果を用いて，折り返し角度と磁束密度の関係を求める。

### 第 3 問

定圧，定積，等温，断熱変化における理想気体の振る舞いに関する熱力学の基礎的な理解度を問う問題である。特に状態方程式，熱力学第 1 法則を問題の設定状況に合わせて考えるとともに，複雑な式を効率よく計算する計算力も問う。[A]では定圧，等温，断熱変化における熱と仕事の関係に対する理解を問う。[B]では断熱変化を用いた熱機関，[C]では等温変化を用いた熱機関，[D]では定圧変化を用いた熱機関を考える。具体的な数値例をもとに[B][C][D]の熱効率の大きさを比較し，それらの熱効率と外部になす仕事との大小関係を理解する。

- (a) 定圧，等温，断熱変化の定性的な理解を  $p$ - $V$  図を用いて確認する。
- (b) 定圧，等温変化過程における，加えた熱量と，気体になす仕事の関係を求める。
- (c) 断熱変化を用いた熱機関における，熱量と仕事の関係を求める。
- (d) 断熱変化を用いた熱機関における熱効率を求める。
- (e) 等温変化を用いた熱機関において気体が放出する熱量を求める。
- (f) 等温変化を用いた熱機関における熱効率を求める。
- (g) 定圧変化を用いた熱機関における熱効率を求める。
- (h) 与えられた比熱比，体積比の具体的な数値をもとに，各機関の熱効率を計算してその大小関係を求める。