

令和5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、物理学の基本概念・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

崖の上から発射した小球が地面に埋められたピストン上に落下する場合を考え、力学および熱力学の基本事項を問う問題である。[A]では重力、ばね、および摩擦に関して、[B]では理想気体の性質、衝突、および単振動に関して問う。

- (a) ばねの復元力が最大静止摩擦力を超える条件を求める。
- (b) ばねの復元力と動摩擦力のつり合い条件を用いる。
- (c) 動摩擦力とばねの復元力に注目してエネルギー保存則を用いる。
- (d) 落体の運動の公式から小球が地面に達する時間を求め、落下時の y 座標が L となるように速さを定める。
- (e) 理想気体の状態方程式、単原子分子の理想気体の内部エネルギーの式、および仕事の式を用いる。
- (f) 重力、大気圧、および理想気体の圧力による力のつり合いを用いる。
- (g) 運動量保存則および弾性衝突の公式を用いる。
- (h) 小問(e)で求めた圧力と体積の関係を用いる。
- (i) 単振動の公式を用いる。

第2問

提示された整流性を示すダイオードを含む回路および力学系との組み合わせに関する問題である。ダイオード、抵抗、コンデンサー、磁場中を運動する導体棒を含む回路において、キルヒホッフの法則、電荷の保存則、電磁誘導、ローレンツ力などに関する理解度を問う。

- (a) ダイオードの特性（電圧降下、内部抵抗）にもとづき電流を求め、それが正となる条件を求める。
- (b) 2つのダイオードの特性（電圧降下、内部抵抗）を考慮し、キルヒホッフの法則から、回路各部の電流を導出する。
- (c) 直列接続のコンデンサーにおける電位を求める。ダイオードの接続によって電荷の移動がおこるが、十分な時間が経過すると、ダイオードの電位差が V_T になることを用いる。
- (d) ダイオードに電流が流れないため、2つのコンデンサーの間にたまった電荷は保存される。これを用いて電位を計算する。

- (e) 導体棒は重力による等加速度運動をする。運動から生じる電磁誘導(誘導起電力)から電位差を求めることができる。
- (f) 前問の電位差がダイオードの閾値と一致する時刻を求める。
- (g) 等速になった状態では重力とローレンツ力がつりあって加速度が0となる。そのときの電流とダイオードの特性から電圧を求める。
- (h) 導体棒の位置エネルギーの一部が運動エネルギーにかわり、残りはダイオードで消費される。したがって位置エネルギーの減少分と運動エネルギーの増加分を求めて差をとる。

第3問

波の干渉および、電子の波動性と粒子性を組み合わせた問題である。[A]は経路差を計算し回折条件を導くことができる。[B]はそれに加えてエネルギー保存則、ド・ブロイの物質波の理解を問う問題である。

- (a) 入射角と散乱角が等しくないことに注意して、経路差を求める。
- (b) (a)と同様に計算できる。
- (c) 与えられた複数の角度の間関係式を把握し、(a)と(b)の結果と与えられた三角関数公式を適用する。
- (d) 加速された電子の運動エネルギーから計算する。
- (e) (d)の結果を用いて、ド・ブロイの式を適用する。
- (f) それぞれの経路における波長から位相変化を計算し、それを用いて屈折率を求める。
- (g) (f)の解とエネルギー保存則を組み合わせて、運動量の各成分を計算する。
- (h) 角度の定義に注意して、結晶中の波長と経路差より電子線の回折条件を求めて、題意の V を求める。