

出題意図

1

単振動および物体の衝突と運動量保存についての基礎的事項を問う問題である。まず水平ばね振り子について単振動の基礎的事項を問うている。また物体の衝突と運動量保存について問うている。次に単振動として地球内部のトンネル内での小球の運動を考える。小球が地球内部で受ける万有引力の式を与えて、そこから復元力を求め、小球の単振動についての基礎的事項を問うている。

問1 単振動の運動方程式を問う。

問2 単振動の力学的エネルギー保存から速さを求める。

問3 直線上の2物体の衝突と運動量保存則から衝突後の速さを求める。

問4 与えられた力の表式と問題設定から単振動の復元力の係数を求める。

問5 与えられた運動の単振動の振幅と角振動数について求める。

問6 前問の結果を用い、単振動の速度の表式から問題で設定した時の速さを求める。

問7 与えられた力の表式と問題設定から単振動の復元力を求める。

問8 単振動の周期を求めて問題設定との関係から時間を求める。

2

点電荷の作る電位と電場ベクトルおよびそれによるクーロン力についての基礎的な理解度を問う問題である。単独の点電荷が存在する場合について問うたのち、2個の点電荷がつくる電場ベクトルと電位についての合成について問い、それらの遠方における近似的な振る舞いと荷電粒子の運動について問うている。

問1 点電荷間にはたらくクーロン力を問うた問題である。力はベクトルなので大きさと向きが存在する。

問2 2個の点電荷がつくる電場ベクトルの合成の問題である。ベクトルとしての和を計算する。対称性を考えることにより y 成分を0にしても良い。

問3 単独の点電荷がつくる電位について問うた問題である。電位はベクトルではないので向きは存在しない。

問4 2個の点電荷がつくる電場ベクトルの合成によってできた電場ベクトルを電気力線の作図によって表現する問題である。例にならって電気力線の本数にも注意することと、正負の電荷の大きさが絶対値として等しいことから対称的になることについても注意が必要である。

- 問5 2個の点電荷がつくる電位の合成について問うた問題である。
- 問6 2個の正負で対になる点電荷のつくる電位の遠方における近似的な振る舞いを求める問題である。
- 問7 2個の正負で対になる点電荷のつくる電場ベクトル（の x 成分）の遠方における近似的な振る舞いを求める問題である。
- 問8 問7で求めた電場ベクトルの振る舞いについて問うた問題である。 x 軸上では電場は x 成分のみである。この場合は電場ベクトルの大きさは距離の2乗に反比例するわけではない。
- 問9 問6で求めた電位を用いて、クーロン力がはたらく荷電粒子の運動について考える問題である。力学的エネルギー保存則を用いて計算する。

3

- 〔1〕理想気体に関する熱力学の基礎的な理解度を問う問題である。仕事をしない（自由）断熱膨張、定圧冷却、定積加熱の3つの過程における熱力学の基礎的な理解をそれぞれ問うとともに、これら3つの過程からなる循環過程を利用して、マイヤーの関係を導出する問題である。気体分子は単原子分子とは限らないとしているため、単原子分子理想気体の内部エネルギーの式を用いずに解答する必要がある。

- 問1 熱力学第一法則、および、理想気体の内部エネルギーと温度との関係により、温度が変化しないことを説明する。
- 問2 ボイルの法則（あるいは、理想気体の状態方程式）を用いて、仕事をしない断熱膨張における圧力を求める。
- 問3 理想気体の状態方程式を用いて、定圧冷却における温度変化と体積変化の関係を求める。
- 問4 定圧比熱、および、理想気体の状態方程式を用いて、定圧冷却における内部エネルギーの変化を求める。
- 問5 定積比熱を用いて、定積加熱における内部エネルギーの変化を求める。
- 問6 循環過程で内部エネルギー変化の総和が0であること、および、問4と問5の結果を用いて、マイヤーの関係を導出する。

- 〔2〕2枚のガラス板に挟まれたくさび形の空気層を題材に光の干渉についての基礎的な理解度を問う問題である。

- 問1 挟む紙の位置と厚さがくさび形空気層の形状を決定することに着目し、任意の位置における空気層の厚さを数式的に示せるかを問うている。
- 問2 異なる2つの媒質の境界面で反射した光の位相に関する理解度を問うている。
- 問3 反射光が強めあうときの光路差と光の波長の関係性を問う問題である。
- 問4 くさび形空気層の形状および光の干渉条件を考慮し、明線の具体的な位置を算出できるかを問う問題である。
- 問5 屈折率の異なる媒質で空気層を満たした場合の明線の間隔を具体的な数値を用いて計算できるかを問うている。屈折率と光路長の関係性の理解度、反射光の位相および光の干渉条件の理解度を総合的に問う問題である。