

令和4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

床に置かれた円柱の台とおもりのついた回転棒および単振り子からなる系を考え、力学の基本事項を問う問題である。[A]では、剛体にかかる重力、摩擦力、遠心力と、それらによって生じるモーメントのつり合いに関して、[B]では衝突、振り子、エネルギー保存則、遠心力に関して問う。

- (a) 台とおもりにそれぞれかかる重力によって生じるモーメントのつり合い条件を用いる。
- (b) 台が床から受ける摩擦力とおもりにかかる遠心力のつり合い条件を用いる。
- (c) 小問(a)におけるモーメントのつり合い条件に、おもりにかかる遠心力によって生じるモーメントを加える。
- (d) 反発係数の定義に基づいて計算する。2回目の衝突の直前、おもりが v_1 の速さを持っていることを使う。
- (e) 微小振動する単振り子の周期を用いる。おもりが1周するのにかかる時間は、振り子の周期の半分であることに注意する。
- (f) 小球に関するエネルギー保存則を用いる。
- (g) 小球に関するエネルギー保存則と、位置Bにおける小球と支点を結んだ方向の力のつり合い条件を用いる。
- (h) 小問(d)の結果より $r\omega$ を消去した後に、小問(f)と(g)の結果を代入する。

第2問

球状に一樣に分布している正電荷から荷電粒子が受ける力の性質とバネの弾性力との類推から荷電粒子の位置エネルギーを求め、さらに磁場や電場を加えた場合の荷電粒子の運動を考える問題である。

- (a) 荷電粒子にはたらく力とその位置エネルギーを問う。球内部では弾性力、球外部ではクーロン力と同じ形になる。原点と無限遠における位置エネルギーの差が電離エネルギーとなる。
- (b) 正電荷の分布から受ける力と他の荷電粒子から受ける力がつりあう位置を求める。
- (c) 正電荷の分布から受ける力とローレンツ力を用いて運動方程式をたて、角速度に関する2次方程式を解く。
- (d) 荷電粒子が単位時間あたりに周回する回数から電流を求める。
- (e) 円形電流がつくる磁場の公式を用いる。

- (f) 荷電粒子は電場から $x < 0$ の向きに力を受け運動する。力学的エネルギー保存の法則より荷電粒子は位置エネルギーが負（運動エネルギーが正）となる領域だけを運動できることから、題意にあう位置エネルギーを選ぶ。
- (g) $x = -R$ で位置エネルギーが負となるような電場の強さでなければならないことから、その下限の値を求める。
- (h) $x < -R$ で位置エネルギーが正となる領域が存在するような電場の強さでなければならないことから、その上限の値を求める。

第3問

断熱過程、定圧過程及び静水圧と気体の体積・圧力の間を組み合わせられた問題である。ポアソンの関係、気体の状態方程式（ボイル・シャルルの法則）、熱力学第一法則を各過程に正しく適用できるかをみる。

- (a) 文章から断熱過程であることがわかり、ポアソンの法則及び気体の状態方程式（ボイル・シャルルの法則）を適用する。ポアソンの式は、どの教科書にも記載されている公式である。
- (b) 定圧過程であることがわかり、気体の状態方程式を適用する。
- (c) 熱力学第一法則を定圧過程に適用する。
- (d) 静水圧が液体の高さに比例することによりピストン内の気体の体積・圧力との関係と結び付ける。
- (e) [B]で設定した過程に対して熱力学第一法則を適用する。また、気体の仕事（d）で答えた p - V 図の面積であることを理解する。
- (f) ボイル・シャルルの法則に（d）で求めた p - V の関係を適用する。
- (g) （f）で求めた式の意味を理解しているかをみる。別解として、 pV が最大となるときの温度が最高温度になることを示す。
- (h) 気体の温度（（f）で求めた式）ではなく、気体が吸収した熱量（（e）求めた式）を使って答えを導く。