

令和3年度一般選抜（前期日程） 物理 出題の意図

募集要項に記載のように、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はなく導出過程を重視する。

第1問

運動量、力学的エネルギー、および慣性力の基本的性質についての理解を問う問題。

[A]では外力が働かないため運動量と力学的エネルギーが保存することを用いる。

- (a) x 方向の運動量保存則を用いる。
- (b) 力学的エネルギー保存則を用いる。
- (c) 小球Aから見ると小球Bが円運動していることに注目し、小球Bの y 方向の運動方程式を用いればよい。
- (d) 小球Aから見ると小球Bが円運動していることに注目し、小球Bの x 方向の運動方程式を用いればよい。慣性力が働くことを忘れてはならない。

[B]では一定の外力が働くために、運動量も力学的エネルギーも変化する。運動量の変化、すなわち力積は時間に比例し、エネルギーの変化、すなわち仕事は移動距離に比例することを用いる。

- (e) 3つの小球全体を一つの物体として扱えば解きやすい。
- (f) 力積が時間に比例するため、二つの実験で与えられた力積が等しいことを用いる。
- (g) 仕事は移動距離に比例するため、力学的エネルギーの比を求めればよい。
- (h) 各瞬間の小球の配置だけではなく、一連の運動として実験の様子を理解できているか、特に衝突直前における張力の影響を正しくイメージできているかを問う。

第2問

- (a) C_e は極板の面積と極板間の距離が与えられた時のコンデンサーの電気容量の公式を用いる。 C_1 は3つのコンデンサーの直列合成として求められる。
- (b) 例えば図2のコンデンサーは同じ電荷を蓄えた3つのコンデンサーを直列接続したものとみなせることを用いて E_B , E_C が求められる。
- (c) コンデンサーの並列合成と幾何学的な計算の後、式変形を行う。
- (d) 電荷一定の場合の静電エネルギーの公式を用いる。

- (e) 電圧一定の場合の静電エネルギーの公式を用いる。
- (f) 問題文中にあるエネルギー保存の式を立てる。
- (g) (f)で求めた $W(x)$ がばねの位置エネルギーと同じ形であることに着目すると、振動は単振動であることがわかり、その周期を求められる。
- (h) 初期状態と、 $x=0$ となる時点におけるエネルギー保存則を用いる。ただし $x=3a/4$ では(c)にある 2 番目の $C(x)$ の表式を用いる必要があることに注意する。

第 3 問

- (a) 気体のモル数を適当に設定して状態 A と状態 B における状態方程式を書きくだし、比較する。
- (b) 熱力学第 1 法則を用いる。
- (c) 問題文中に与えられている、断熱過程に対する $PV^\gamma = \text{一定}$ の関係式を用いる。
- (d) 断熱過程であることに注意して、熱力学第 1 法則を用いる。状態 C の温度は状態方程式を用いて決められることに注意する。
- (e) 気体を混合する前後の内部エネルギーを比較することで状態 D における温度を求める。状態方程式から圧力も決まる。
- (f) 状態 D における筒型容器内の気体のモル数を求める。
- (g) 熱力学第 1 法則を用いる。
- (h) 熱効率を(b)と(g)で求めた 2 つの熱量を用いて計算する。