

平成31年度前期日程 物理 出題の意図

募集要項に記載のように、実験に即した問題も含め、物理学の基本概念をしっかりと身につけ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

- (a) 半径 $\sqrt{x^2+d^2}$ の球内にある地球の質量が地球の中心 O' にあるとし、小物体 P との間に働く万有引力を式で表す。
- (b) 小物体 P の運動が単振動であることに着目する。
- (c) 例えば、運動エネルギーと位置エネルギーの間に成り立つ力学的エネルギー保存則を用いる。
- (d) 運動量保存則と反発係数の式を用いる。
- (e) 例えば、運動エネルギーと位置エネルギーの間に成り立つ力学的エネルギー保存則を用いる。
- (f) $x=0$ (O 点) を中心とする単振動であることに着目する。
- (g) (a)の結果を用いて、底面に垂直な垂直抗力成分 N を求める。
- (h) 例えば、仕事とエネルギーの関係より動摩擦係数 μ' を R と d で表す。小物体 P が A で動きだし、 $\sqrt{R^2-d^2}/2$ の位置で止まり続ける条件を、静止摩擦力 μN を用いて表す。

第2問

- (a) 題意通り P_2 に蓄えられる電気量と P_1 がつくる電場を求め、それらの積をとる。
- (b) ばねによる力、重力、静電気力の間に成り立つ関係式を記述する。
- (c) 位置 x でのつり合いの式を立て、(b)の結果を用いる。
- (d) $F=0$ となる $x (>0)$ を、2次方程式を解くことにより求める。
- (e) x が x_0 より十分に大きい地点、および $x=0$ に近い地点での F の振舞いに着目する。
- (f) $x_1 < x < x_0$ の範囲における F の向きを考える。
- (g) 電池のする仕事とコンデンサーに蓄えられる静電エネルギーより、ジュール熱を求める。
- (h) 十分な時間経過後には、コンデンサーに流れる電流はゼロとなることに着目する。
- (i) 各操作におけるコンデンサーの充放電、および抵抗に加わる電圧を考え、 R_2 に流れる電流を評価する。

第3問*

- (a) 状態方程式を記述する。
- (b) 状態 A と C における状態方程式を記述する。
- (c) 題意のように、容器内で体積 $V_1 n_2/n_1$ を占める気体が体積 V_1 に断熱膨張すると考え、問題で与えたポアソンの法則を適用する。 **
- (d) (b)と(c)の結果より P_0, h_1 , および h_2 の間に成り立つ関係式を求め、与えられた近似式を適用する。
- (e) 2原子分子理想気体の定積モル比熱 C_V とマイヤーの関係式を用いる。
- (f) 状態 B と C における状態方程式を用いて温度差を求める。
- (g) 定積変化であることと熱力学第1法則を用いて、内部エネルギーの変化を(f)の結果より求める。

*気体の比熱比を求める古典的 Clement-Desormes の実験を題材。

**容器内の圧力は大気圧より少ししか高くないため、高校教科書の範囲である可逆的断熱膨張とみなし、題意を明確にした。