

## 東京慈恵会医科大学 物理

2025年 2月 11日実施

【解答】

1. 問1  $P_A V_A - P_B V_B$

問2 熱力学第一法則より、 $0 = \frac{3}{2} nR(T_B - T_A) - W$

$$\frac{3}{2} nR(T_B - T_A) = P_A V_A - P_B V_B$$

$$\frac{3}{2} nR(T_B - T_A) = nRT_A - nRT_B \quad \therefore T_A = T_B$$

問3  $\left(\frac{P_A}{P_B}\right)^{\frac{2}{3}}$

問4  $NK = nR$ であることに注意して $(P, V, T)$ から $(P + \Delta P, V + \Delta V, T + \Delta T)$ に断熱変化したとおくと

状態方程式より、変化前は $PV = NKT$ 、変化後は $(P + \Delta P)(V + \Delta V) = NK(T + \Delta T)$

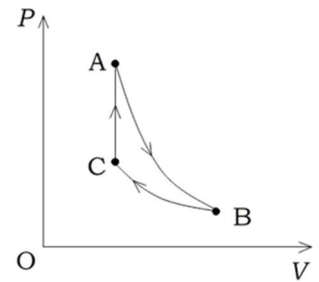
2式より、 $\left(1 + \frac{\Delta P}{P}\right)\left(1 + \frac{\Delta V}{V}\right) = 1 + \frac{\Delta T}{T}$ となり、2次の微小量を近似して $\frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta T}{T}$

次に、熱力学第一法則から  $0 = \frac{3}{2} NK\Delta T + P\Delta V$

$\Delta T$ を消去して  $\frac{\Delta P}{P} = -\frac{5\Delta V}{3V}$

両辺を積分して  $\log P = -\frac{5}{3} \log V + C \quad \therefore PV^{\frac{5}{3}} = (\text{一定})$

問5 右図の熱サイクルにおいて、過程A→Bは $PV^{\frac{5}{3}}$ が減少する断熱変化、過程B→Cは $PV^{\frac{5}{3}}$ が一定の断熱変化、過程C→Aは定積変化である。この熱サイクルは、過程A→Bや過程B→Cで熱は放出されず、過程C→Aで吸収した熱がすべて力学的仕事に変わる第2種永久機関である。



2. 問1  $\lambda = \frac{hc}{E}, \quad P = \frac{E}{c}$

問2  $Mc^2 = \frac{P^2}{2(M-m)} + (M-m)c^2 + cP$

問3  $cP = mc^2 - \frac{P^2}{2(M-m)} = mc^2 \left(1 - \frac{(cP)^2}{2(M-m)c^2 \cdot mc^2}\right)$

$cP < mc^2 \ll Mc^2$ を考慮すると、 $cP \approx mc^2$

問4 問2より、はじめの系の運動量はゼロなので、台車の初速度を0、 $\gamma$ 線の振動数を $\nu$ とする

と、検出器で検出される $\gamma$ 線の振動数 $\nu'$ は、ドップラー効果の式により $\nu' = \frac{c+a\frac{\Delta x}{c}}{c-0} \nu \quad \dots (*)$

また問3より光子1個のエネルギーは $h\nu = cP \approx mc^2$ なので、(\*)式より、

$$h\nu' = \frac{c+a\frac{\Delta x}{c}}{c} h\nu = \frac{c+a\frac{\Delta x}{c}}{c} mc^2 = mc^2 + ma\Delta x$$

問5 大きさ： $ma$ ， 向き： $x$ 軸負の向き

問6 エネルギーを質量とみなすことで，質量のない光子にも慣性力が働くとみなすことができる。

【講評】

1. 気体の断熱変化と第2種永久機関

問4まで完答したい。問5の正答率は低いのではないかな。

2. ガンマ線放出による質量変化と慣性力

問3まで完答したい。問4と問5で差が付くと思われる。問6の正答率は低いのではないかな。

【総評】

昨年と同様，物理学をテーマとした論述主体の出題となった。難易度としては昨年に比べてやや易化。正規格ラインは，1.8割，2.6割の「合計70%」程度，一次合格ラインは「合計60%」程度か。

【解説】

1. 問3 問2より $T_A = T_B$ であるから， $\frac{P_B V_B^\gamma}{P_A V_A^\gamma} = \frac{P_B}{P_A} \left( \frac{\frac{nRT_A}{P_B}}{\frac{nRT_B}{P_A}} \right)^{\frac{5}{3}} = \left( \frac{P_A}{P_B} \right)^{\frac{2}{3}}$

2. 問1  $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \quad \therefore \lambda = \frac{hc}{E}, \quad P = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c}$

問2 運動量保存則  $0 = -\sqrt{2(M-m)K} + P$

エネルギー保存則  $Mc^2 = K + (M-m)c^2 + cP$

$K$ を消去して、 $Mc^2 = \frac{P^2}{2(M-m)} + (M-m)c^2 + cP$

問5  $U = mc^2$ 、 $U' = hv'$ とおくと，問4の結果は  $U' = U + ma\Delta x$ となり  $\Delta U = U' - U = ma\Delta x$

保存力のする仕事は位置エネルギーの減少分に等しいので，保存力 $F$ のする仕事は，

$F\Delta x = -\Delta U$  したがって， $F = -ma$

本解答速報の内容に関するお問合せは



医学部専門予備校  
**YMS**  
heart of medicine

☎ 03-3370-0410 <https://yms.ne.jp/>  
東京都渋谷区代々木 1-37-14

医学部進学予備校

**メビオ**

☎ 0120-146-156  
<https://www.mebio.co.jp/>

医学部専門予備校

**英進館メビオ** 福岡校

☎ 0120-192-215  
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

メルマガ登録または LINE 友だち追加で全科目を閲覧

メルマガ登録



LINE 登録

