

医学部専門予備校 クエスト 解答速報

昭和大学（医）物理

試験日2月2日（金）



①

A

(1) A → B

$$\begin{aligned} W_{AB} &= 0 \\ \Delta U_{AB} &= Q_{AB} = \frac{3}{2} \Delta p \cdot V_A \\ &= \frac{3}{2} (p_B - p_C) V_A \end{aligned}$$

B → C

$$\begin{aligned} W_{BC} &= p_B (V_C - V_A) \quad (2) \\ \Delta U_{BC} &= \frac{3}{2} p_B (V_C - V_A) \quad (3) \\ Q_{BC} &= \frac{5}{2} p_B (V_C - V_A) \quad (5) \end{aligned}$$

C → D

$$\begin{aligned} W_{CD} &= 0 \\ \Delta U_{CD} &= Q_{CD} = \frac{3}{2} (p_A - p_B) V_C < 0 \end{aligned}$$

D → A

$$\begin{aligned} W_{DA} &= p_A (V_A - V_C) \quad (2) \\ \Delta U_{DA} &= \frac{3}{2} p_A (V_A - V_C) \quad (3) \\ Q_{DA} &= \frac{5}{2} p_A (V_A - V_C) < 0 \quad (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \quad Q_{in} &= Q_{AB} + Q_{BC} \\ &= \frac{3}{2} (p_B - p_C) V_A + \frac{5}{2} p_B (V_C - V_A) \\ &= \frac{5}{2} p_B V_C - (p_B + \frac{3}{2} p_A) V_A \\ Q_{out} &= |Q_{CD}| + |Q_{DA}| \\ &= \frac{3}{2} (p_B - p_A) V_C + \frac{5}{2} p_A (V_C - V_A) \\ &= p_A V_A + \frac{3}{2} p_B V_C - \frac{5}{2} p_A V_A \end{aligned}$$

$$(3) W_{\text{正味}} = (P_B - P_A)(V_C - V_A)$$

$$\begin{aligned} \therefore e &= \frac{W_{\text{正味}}}{Q_{\text{in}}} \\ &= \frac{(P_B - P_A)(V_C - V_A)}{\frac{5}{2}P_B V_C - (P_B + \frac{3}{2}P_A)V_A} \\ &= \frac{2(P_B - P_A)(V_C - V_A)}{5P_B V_C - (2P_B + 3P_A)V_A} \end{aligned}$$

(4) e の分母分子を $P_B V_C$ で割ると、

$$e = \frac{2(1 - \frac{P_A}{P_B})(1 - \frac{V_A}{V_C})}{5 - (\frac{2}{V_C} + \frac{3P_A}{P_B V_C})V_A}$$

$P_B \rightarrow \infty, V_C \rightarrow \infty$ とし、

$$e \rightarrow \frac{2}{5}$$

(P_B, V_C を大きくすると $W_{\text{正味}}$ をいくらでも増やせるんじゃないか、そうはならない。それを示している。

(3) までは解き切りたない。

(4) ができたら人は自分をほめよう。

B

これを説明するのはなかなか大変そう。
書けること・分かることをメモしてみよう。

① 液体が頭の方へ行くと鳥は傾く

↓

なぜ液体は上昇できるの？

↓

圧力差があるから
(ストローと同じ原理)

↓

なぜ圧力差ができるの？

↓

頭の方の気圧が低いから。

↓

なぜそうなる？

↓

頭部のフェルトが吸って水が
蒸発し、頭部の温度が下がり

気体いいにジクロロメタンが凝集
し、頭部に気体が減るから。

この圧力差で液体は吸い上げられる
のだらう。

② 傾きがなくなる (走り立つ) のは
なぜ？

↓

重心が下方へ移ったから

↓

なぜそうなるの？

↓

液体が下へ行ったから

↓

液体の吸い上げが止まるのは
なぜ？

↓

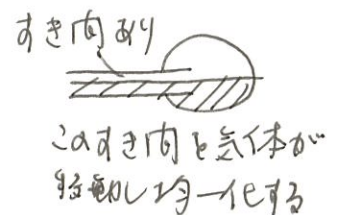
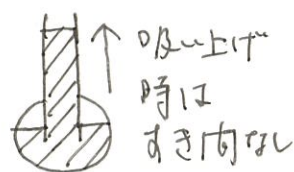
頭部と下部で圧力差が
なくなつたから

↓

なぜ？

↓

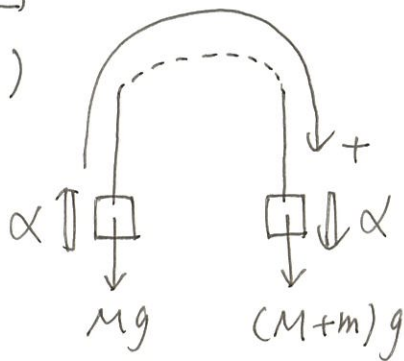
カウス管のすき間から気体が
移動し、圧力差がなくなつたから。



① か ② のどちらかが書ければ十分
合格点だらう。

2

(1)



2 物体と内界とし、運動方程式
(以下、EOM. と略記) を立てると、

$$(2M+m)\alpha = (M+m)g - Mg$$

$$\therefore \alpha = \frac{m}{2M+m}g \text{ [m/s}^2\text{]}$$

(2) M について EOM. を立てると、

$$M\alpha = T - Mg$$

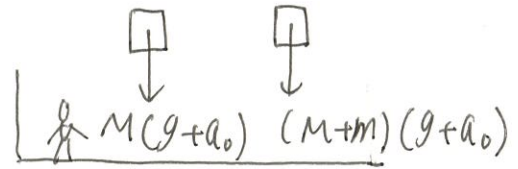
$$\therefore T = M(\alpha + g)$$

$$= \frac{2(M+m)}{2M+m}Mg$$

ゆえに、求める値は、

$$\frac{2T}{g} = \frac{4(M+m)}{2M+m}M \text{ [kg]}$$

(3)



(1) において、 $g \rightarrow g + a_0$

とし、

$$\alpha' = \frac{m}{2M+m}(g + a_0) \text{ [m/s}^2\text{]}$$

定期テストレベル. 完答必須.

3

(1) 原子核反応の前後でとれととの質量変化が、 Δm である。

$$m_{\text{He}} = 2.0136 \times 2$$

$$= 4.0272 \text{ u} \quad (\text{大})$$

$$m_{\text{He}} = 3.0150 + 1.0087$$

$$= 4.0237 \text{ u} \quad (\text{小})$$

したがって、

$$\Delta m = m_{\text{He}} - m_{\text{He}}$$

$$= 0.0035 \text{ u}$$

(この減少分がエネルギーに変換される)

この減少分がエネルギーに変換されることを考えて、

$$Q = \Delta m \cdot c^2$$

$$= 0.0035 \times 1.7 \times 10^{-27} \times (3.0 \times 10^8)^2 \text{ J}$$

$$= \frac{0.0035 \times 1.7 \times 9.0 \times 10^{-11}}{1.6 \times 10^{-13}} \text{ MeV}$$

$$\approx 3.3 \text{ MeV}$$

(2) 運動量保存則より、

$$0 = Mv + m(-v)$$

$$\therefore \frac{v}{v} = \frac{m}{M} \approx 0.33$$

(3) エネルギー保存則より、

$$K_{\text{He}} + K_n = Q + 0.35 \times 2$$

$$= 4.0 \text{ MeV}$$

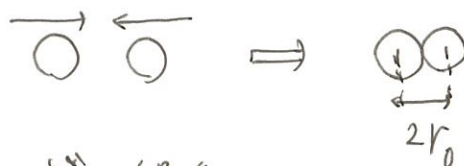
$$\text{また、} K_{\text{He}} : K_n = m : M$$

$$= 1 : 3$$

よって、

$$\begin{cases} K_{\text{He}} = 4.0 \times \frac{1}{4} = 1.0 \text{ MeV} \\ K_n = 4.0 \times \frac{3}{4} = 3.0 \text{ MeV} \end{cases}$$

(4)



エネルギー保存則より、

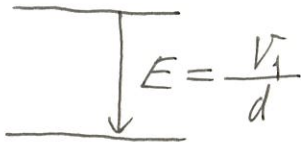
$$K_0 \times 2 = k_0 \frac{e^2}{2r_0}$$

$$\therefore K_0 = \frac{k_0 e^2}{4r_0}$$

少なくとも (1)(2)(4) は正解らしい。

4

(1)



$$E = \frac{V_1}{d}$$

$$F = eE$$

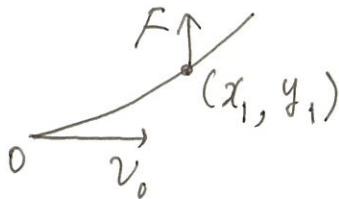
$$= \frac{eV_1}{d}$$

(2) EOM.より、

$$ma = eE$$

$$\therefore a = \frac{eV_1}{md}$$

(3)



$$\begin{cases} x_1 = v_0 t \\ y_1 = \frac{1}{2} a t^2 \end{cases}$$

2式から t を消し、

$$y_1 = \frac{1}{2} \frac{eV_1}{mdv_0^2} x_1^2 \dots \textcircled{*}$$

(4) $\textcircled{*}$ において、 $x_1 = l$ とし、

$$y_2 = \frac{1}{2} \frac{eV_1}{mdv_0^2} l^2$$

(5) $y_2 < \frac{d}{2}$ と仮定して、

$$\frac{1}{2} \frac{eV_1}{mdv_0^2} l^2 < \frac{d}{2}$$

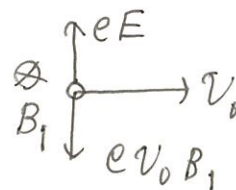
$$\therefore V_1 < \frac{md^2 v_0^2}{el^2}$$

(6) エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + eE \cdot y_2$$

$$\therefore v_1 = \sqrt{v_0^2 + \left(\frac{eV_1 l}{mdv_0} \right)^2}$$

(7)



$$0 = e \frac{V_2}{d} - ev_0 B_1$$

$$\therefore v_0 = \frac{V_2}{B_1 d}$$

(8) エネルギー保存則より、

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = eV_0$$

$$\therefore V_2 = B_1 d \sqrt{\frac{2eV_0}{m}}$$

定期テストレベル. 1) 方向も落とせはいい.