広島大学

令和6年度一般選抜（前期日程）・
外国人留学生選抜B日程2月実施

解答例

科目名：

物理基礎・物理

解答の公表に当たって，一義的な解答が示せない記述式の問題等については，「出題の意図又は複数の若しくは標準的な解答例等」を公表することとしています。

また，記述式の問題以外の問題についても，標準的な解答例として正答の一つを示している場合があります。

〔I〕

問1

(1) 垂直方向の力のつり合いの式

$$T_1 \cos\theta = mg$$

水平方向の運動方程式

$$ma = T_1 \sin\theta$$

(2) 垂直方向の力のつり合いの式

$$T_1 \cos\theta = mg$$

水平方向の力のつり合いの式

$$T_1 \sin\theta = ma$$

(3) $\tan\theta$

$$\tan\theta = \frac{T_1 \sin\theta}{T_1 \cos\theta} = \frac{ma}{mg} = \frac{a}{g}$$

問2

(1) 垂直方向の力のつり合いの式

$$\rho_0 V g = \rho V g + T_2 \cos\phi$$

水平方向の力のつり合いの式

$$\rho_0 V a = \rho V a + T_2 \sin\phi$$

(2) $\tan\phi$

$$\tan\phi = \frac{T_2 \sin\phi}{T_2 \cos\phi} = \frac{(\rho_0 - \rho)Va}{(\rho_0 - \rho)Vg} = \frac{a}{g}$$

(3) 糸の張力の大きさ T_2

$$T_2 = (\rho_0 - \rho)V\sqrt{g^2 + a^2}$$

(4) 導き方

終端速度の大きさv_1に達したときの力のつり合いの式は

$$\rho_0 V\sqrt{g^2 + a^2} = \rho V\sqrt{g^2 + a^2} + kv_1$$

よって

$$v_1 = \frac{(\rho_0 - \rho)V\sqrt{g^2 + a^2}}{k}$$

あるいは、つり合いの式を

$$T_2 = kv_1$$

として

$$v_1 = \frac{T_2}{k}$$

答え

$$v_1 = \frac{(\rho_0 - \rho)V\sqrt{g^2 + a^2}}{k}$$ または $$v_1 = \frac{T_2}{k}$$

〔Ⅱ〕

問1

T_{B} の表式

$$T_{\mathrm{B}} = aT_0$$

問2

Q_1 の表式

$$Q_1 = (a-1)C_P T_0$$

問3

T_{C} の表式

$$T_{\mathrm{C}} = \frac{a^{\gamma}}{b^{\gamma-1}}T_0$$

T_{D} の表式

$$T_{\mathrm{D}} = \frac{1}{b^{\gamma-1}}T_0$$

問4

Q_3 の表式

$$Q_3 = -C_V T_0 \frac{(a^{\gamma} - 1)}{b^{\gamma-1}}$$

問5

導き方

外部にした仕事は熱の出入りの差し引きで求められる。熱効率 e は熱量に対する仕事の割合なので

$$e = \frac{Q_1 + Q_3}{Q_1} = 1 + \frac{Q_3}{Q_1}$$

したがって， $Q_1 > 0$，$Q_3 < 0$ に注意して

$$e = 1 - \frac{C_V T_0 (a^{\gamma} - 1)/b^{\gamma-1}}{C_P T_0 (a-1)}$$
$$= 1 - \frac{(a^{\gamma} - 1)}{\gamma(a-1)b^{\gamma-1}}$$

答え

$$e = 1 - \frac{(a^{\gamma} - 1)}{\gamma(a-1)b^{\gamma-1}}$$

問6

$$e = 1 - \frac{(2^{\gamma} - 1)}{\gamma \cdot 4^{\gamma-1}} \fallingdotseq 0.33 \fallingdotseq 0.3$$

〔Ⅲ〕

問1

$$U_1 = \frac{1}{2}\frac{Q_\mathrm{a}^2}{C} + \frac{1}{2}\frac{Q_\mathrm{b}^2}{2C} = \frac{1}{2C}\left(Q_\mathrm{a}^2 + \frac{Q_\mathrm{b}^2}{2}\right)$$

問2

正電荷の移動の向き	電荷の総量 Q
（ア）	$Q = \dfrac{2Q_\mathrm{a} - Q_\mathrm{b}}{3}$

問3

導き方

$$U_2 = \frac{1}{2}\frac{\left(\dfrac{Q_\mathrm{a} + Q_\mathrm{b}}{3}\right)^2}{C} + \frac{1}{2}\frac{\left(\dfrac{2(Q_\mathrm{a} + Q_\mathrm{b})}{3}\right)^2}{2C}$$

$$= \frac{(Q_\mathrm{a} + Q_\mathrm{b})^2}{6C}$$

答え

$$U_2 = \frac{(Q_\mathrm{a} + Q_\mathrm{b})^2}{6C}$$

問4

導き方

ジュール熱は電荷移動前後の静電エネルギーの差で与えられる。

$$U_1 - U_2 = \frac{1}{2C}\left(Q_\mathrm{a}^2 + \frac{Q_\mathrm{b}^2}{2}\right) - \frac{1}{6}\frac{(Q_\mathrm{a} + Q_\mathrm{b})^2}{C}$$

$$= \frac{1}{6C}\left[3\left(Q_\mathrm{a}^2 + \frac{Q_\mathrm{b}^2}{2}\right) - (Q_\mathrm{a}^2 + 2Q_\mathrm{a}Q_\mathrm{b} + Q_\mathrm{b}^2)\right]$$

$$= \frac{1}{3C}\left(Q_\mathrm{a} - \frac{Q_\mathrm{b}}{2}\right)^2 > 0$$

答え

$$\frac{1}{3C}\left(Q_\mathrm{a} - \frac{Q_\mathrm{b}}{2}\right)^2$$

問5

導き方

電位差V_abは，コンデンサー a と b の間を移動した電荷 q を考慮すると以下のように与えられる。

$$V_\mathrm{ab} = \frac{Q_\mathrm{a} - q}{C} - \frac{Q_\mathrm{b} + q}{2C}$$

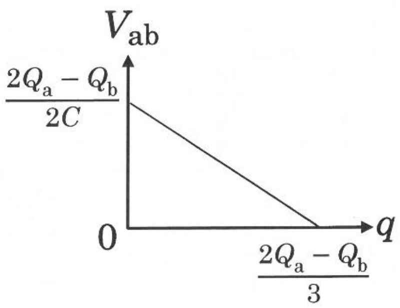
$$= -\frac{3}{2C}q + \frac{2Q_\mathrm{a} - Q_\mathrm{b}}{2C}$$

答え

$$V_\mathrm{ab} = -\frac{3}{2C}q + \frac{2Q_\mathrm{a} - Q_\mathrm{b}}{2C}$$

問6

グラフ



問7

導き方

電位差が抵抗内の電荷に対してした仕事(ジュール熱)は，抵抗間の電位差と電荷量の積で表されるので，問６のグラフの線，縦軸，横軸に囲まれた三角形の面積が仕事である。

$$W = \frac{1}{2} \times \frac{2Q_\mathrm{a} - Q_\mathrm{b}}{2C} \times \frac{2Q_\mathrm{a} - Q_\mathrm{b}}{3}$$

$$= \frac{1}{3C}\left(Q_\mathrm{a} - \frac{Q_\mathrm{b}}{2}\right)^2$$

答え

$$W = \frac{1}{3C}\left(Q_\mathrm{a} - \frac{Q_\mathrm{b}}{2}\right)^2$$

〔IV〕

問1	(あ)	$\sqrt{R^2+d^2}$
	(い)	$\dfrac{d^2}{2R}$
	(う)	$\sqrt{L^2+x^2}$
	(え)	$\sqrt{L^2+(d+x)^2}$
	(お)	$\dfrac{d}{2L}(d+2x)$
	(か)	$\dfrac{d^2}{2R}+\dfrac{d}{2L}(d+2x)$
	(き)	$m\dfrac{\lambda L}{d}-\dfrac{d}{2}\left(\dfrac{L}{R}+1\right)$
	(く)	$-\dfrac{d}{2}\left(\dfrac{L}{R}+1\right)$
問2	(け)	$R-W+nW$ $=R+(n-1)W$
	(こ)	$\dfrac{d^2}{2R}-(n-1)W+\dfrac{d}{2L}(d+2x)=m\lambda$
	(さ)	$(n-1)\dfrac{WL}{d}-\dfrac{d}{2}\left(\dfrac{L}{R}+1\right)$
	(し)	$\dfrac{d^2}{2WL}\left(\dfrac{L}{R}+1\right)=\dfrac{d^2}{2WLR}(L+R)$