医学部専門予備校　クエスト　解答速報

埼玉医科大学（前期）　物理　　試験日 2 月 8 日（日）

$\boxed{1}$

A

問1　$mg = G\frac{Mm}{R^2}$

∴ $G = \frac{gR^2}{M}$

$\boxed{1}$ ⑧

問2 (1)(2)

運動方程式（以下、EOM.と略記）より、

$$m\frac{v_0^2}{r_0} = G\frac{Mm}{r_0^2}$$

∴ $v_0 = \sqrt{\frac{gR^2}{r_0}}$

$\boxed{2}$ ③

エネルギー保存則（以下、エネ保.と略記）より、

$$E_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 - G\frac{Mm}{r_0}$$

$$= \frac{1}{2}m\frac{gR^2}{r_0} - \frac{mgR^2}{r_0}$$

$$= -\frac{mgR^2}{2r_0}$$

$\boxed{3}$ ①

• 力の大きさ $\propto \frac{1}{(\text{きょり})^2}$，かつ、等速円運動では、以下の比が成立。

$$\underbrace{E}_{-1} = \underbrace{\frac{1}{2}mv^2}_{1} - \underbrace{\frac{A}{(\text{きょり})^2}}_{-2}$$

B

問3

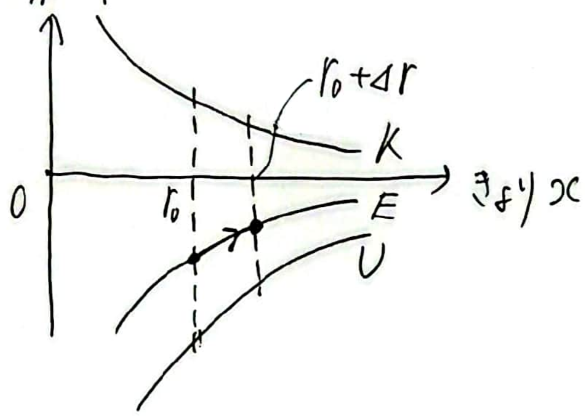
$\boxed{3}$ の r_0 を $r_0+\Delta r$ として、

$$E' = -\frac{mgR^2}{2(r_0+\Delta r)}$$

∴ $E' - E_0 = \frac{mgR\Delta r}{2k(kR+\Delta r)}$

$\boxed{4}$ ⑥

• エネルギー



$$E=\underbrace{\frac{1}{2}mv^2}_{K}\underbrace{-\frac{GMm}{x}}_{U}$$

$$\Delta E=E'-E>0$$

C

問4

エネ保より、

$$\frac{1}{2}m'V_A^2-\frac{GMm'}{r_0}=\frac{1}{2}m'V_B^2-\frac{GMm'}{R}$$

ケ式より、

$$V_B=\frac{r_0}{R}V_A$$

$$=kV_A$$

この2式からV_Bを消して、

$$(k^2-1)V_A^2=2GM\frac{kR-R}{R^2}$$

$$\therefore V_A=\sqrt{\frac{2gR}{k(k+1)}}$$

$\boxed{5}$　⑤

• $k=1$（つまり、$r_0=R$）とすれば、$V_A=\sqrt{gR}$ となる。これは第一宇宙速度である。

問5 (1)(2)

$$v_0=\sqrt{\frac{gR^2}{r_0}}$$

$$=\sqrt{\frac{gR}{k}}$$

$$\therefore V_A=\sqrt{\frac{2gR}{k(k+1)}}$$

$$=\sqrt{\frac{2}{k+1}}\,v_0$$

$\boxed{6}$　④

$$|V_A-v_0|=\left|\sqrt{\frac{1}{7+1}}-1\right|v_0$$

$$=\frac{v_0}{2}$$

$$=1.5\times10^3\,\mathrm{m/s}$$

$\boxed{7}$　⑦

定期テストレベルである。完答したい。

$\boxed{2}$

A

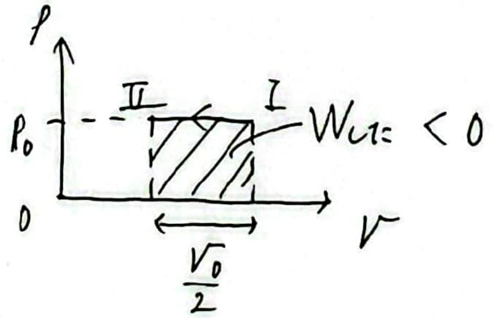
問1

気体の圧力は p_0 のまま。

⇒ 定圧変化

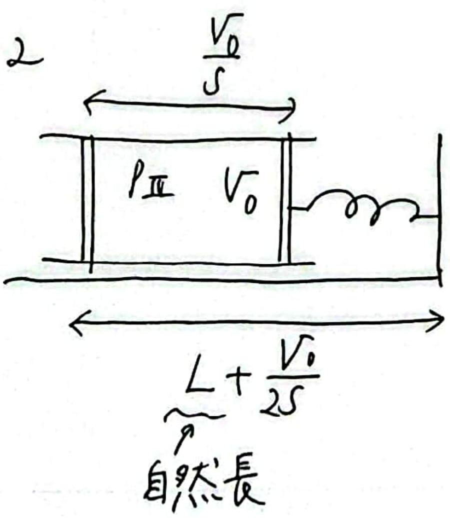
$$\therefore W_{した} = p_0 \Delta V = p_0\left(\frac{V_0}{2} - V_0\right) = -\frac{1}{2}p_0V_0$$

$\boxed{8}$ ②

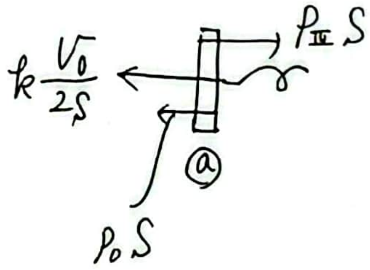


B

問2



$$ばねの長さ = L + \frac{V_0}{2S} - \frac{V_0}{S} = L - \underbrace{\frac{V_0}{2S}}_{ちぢみ分}$$



EOM.より、

$$ⓐ:\ 0 = p_{Ⅱ}S - k\frac{V_0}{2S} - p_0S$$

$$\therefore\ p_{Ⅱ} = \underbrace{\frac{kV_0}{2S^2}}_{p_0} + p_0 = 2p_0$$

$\boxed{9}$ ②

問3

気体は ⓐ を介し、大気とばねに正の仕事をする。

・大気にした仕事 $= p_0\left(V_0 - \frac{V_0}{2}\right) = \frac{1}{2}p_0V_0$

・ばねにした仕事 $= \frac{1}{2}k\left(\frac{V_0}{2S}\right)^2$

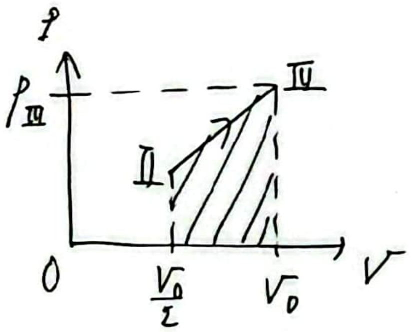
$$= \frac{1}{4}p_0V_0$$

以上から、求める仕事 $W_{した}$ は、

$$W_{した} = \frac{1}{2}p_0V_0 + \frac{1}{4}p_0V_0$$

$$= \frac{3}{4}p_0V_0$$

$\boxed{10}$ ②



内部エネルギー変化 ΔU

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR(T_Ⅲ - T_Ⅱ)$$

$$= \frac{3}{2}(\underbrace{p_Ⅲ}_{2p_0}V_0 - p_0\frac{V_0}{2})$$

$$= \frac{9}{4}p_0V_0$$

$\boxed{11}$ ⑦

吸収した熱量 $Q_{吸収}$

$$Q_{吸収} = \Delta U + W_{した}$$

$$= 3p_0V_0$$

$\boxed{12}$ ⓪

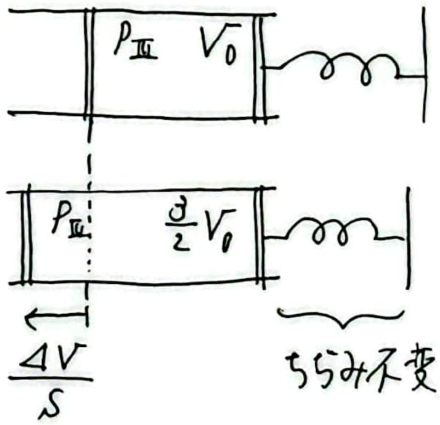
C

問4

$p_Ⅲ$ に保って体積変化させる

⇒ばねのちぢみは不変

（Ⓐについて E.O.M. を立ててみればそれが分かる）



気体がした仕事 $W_{した}$ は、

$$W_{した} = p_Ⅲ \cdot \Delta V$$

$$= 2p_0\frac{V_0}{2}$$

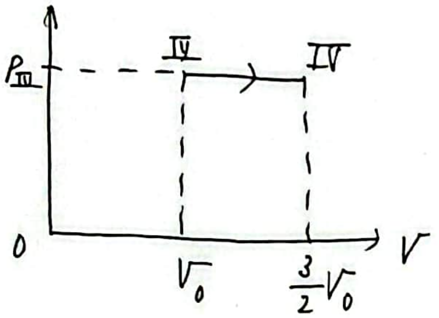
$$= p_0V_0$$

$\boxed{13}$ ④

定圧変化であることを考慮すると、

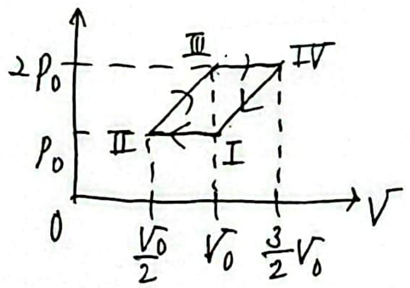
吸収した熱量 $= \frac{5}{2}p_0V_0$

$\boxed{14}$ ⓪



D

IVから気体を冷却する。気体はIに戻る。



$W_{正味} =$ 面積

$= \frac{1}{2}p_0V_0$

$Q^{1サイクル}_{吸収} = 3p_0V_0 + \frac{5}{2}p_0V_0$

∴ 熱効率 $= \dfrac{\frac{1}{2}p_0V_0}{\frac{11}{2}p_0V_0}$

$= \frac{1}{11}$ $\boxed{15}$ ⑦

$\boxed{2}$

レベルはごく標準的であるが、全てを解くのは時間的に難しい。Cまで解けたとしたら十分だろう。

$\boxed{3}$

3題中最も解きにくかったと思われる。$\boxed{18}$〜$\boxed{20}$, $\boxed{22}$〜$\boxed{23}$は解きたいが、時間的に$\boxed{22}$〜を解くことはほぼ不可能であっただろうか。

3

A

問1 (1)〜(3)

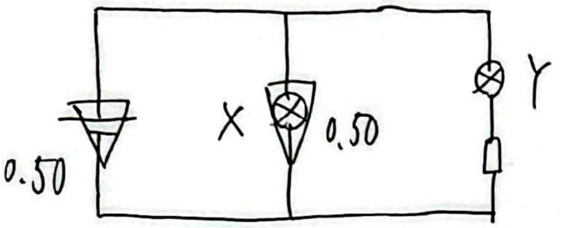
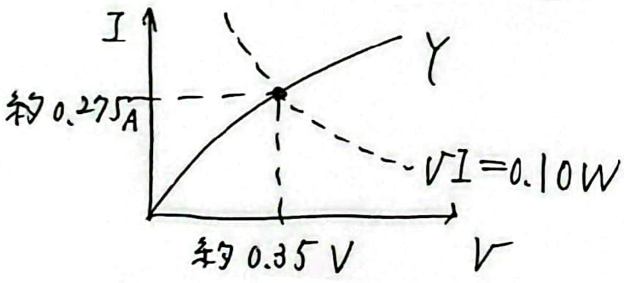


図1より、Xの電流は 0.20A

よって、Xの消費電力は、

$$0.50 \times 0.20 = 0.10\ \mathrm{W}$$



16 ⑦　17 ⑥

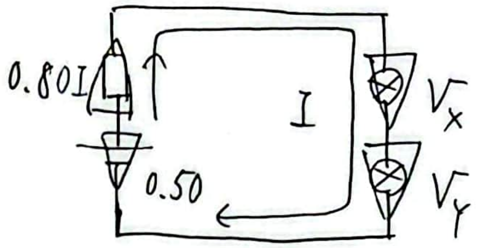
キルヒホッフ第2法則(以下、キ2、と略記)より、

大外回り： $0.50 = \underbrace{V_Y}_{0.35} + R_1 \underbrace{I_Y}_{0.28}$

$$\therefore R_1 = 0.50\ \Omega$$

18 ⑤

問2 (1)(2)



キ2.より、

$$0.50 = 0.80I + V_X + V_Y$$

V_X, V_Y の式を代入して、

$$0.50 = 0.80I + 10I(I + 0.050) + 4I(I + 0.050)$$

$$\therefore 28I^2 + 3I - 1 = 0$$

$$\therefore I = \frac{1}{7}$$

$$\approx 0.14\ \mathrm{A}$$

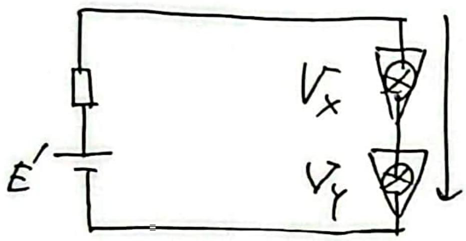
19 ③

$$V_X = 10 \times 0.142(0.142 + 0.050)$$

$$= 0.272 \cdots$$

20 ⑦

問3



$\frac{1}{7}\times 0.14$
$= 0.20$A

$I = 0.20$ A のとき、図1より、

$V_X = 0.20$ V , $V_Y = 0.50$ V

よって、消費電力 $P_{あと} = 0.20(V_X + V_Y)$

$= 0.14$ W

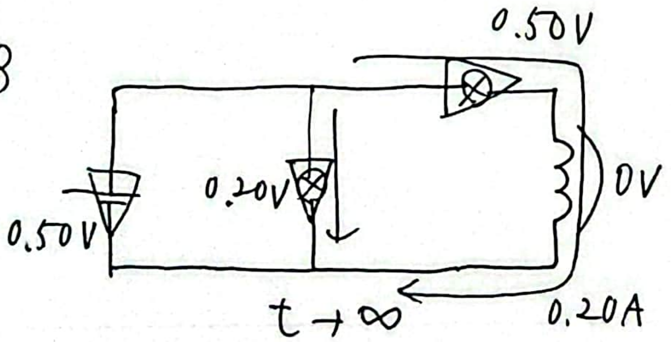
$$P_{まえ} = I(V_X + V_Y)$$
$$= I\cdot 14I(I + 0.050)$$
$$= \frac{1}{7}\cdot 14\cdot\frac{1}{7}\left(\frac{1}{7} + 0.050\right)$$
$$\approx 0.0548$$

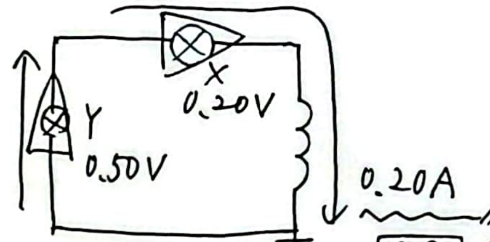
以上から、

$$\frac{P_{あと}}{P_{まえ}} \approx 2.55$$

$\boxed{21}$ ⑥

B





$\boxed{22}$ ③

S OFF直後

Lの働きにより、電流は上図のように流れる。

よって、点Pの電位 ϕ_P は、

$$\phi_P = -V_Y - V_X$$
$$= -0.70\ \text{V}$$

$\boxed{23}$ ①

問5

スイッチS OFF直後にLが蓄えていた磁気エネルギーUは、

$$U = \frac{1}{2}\times 0.20\times(0.20)^2$$
$$= 0.040\ \text{J}$$

このエネルギーをXとYとで消費する。

$$\begin{cases} H_X = \int_0^\infty V_X I\,dt,\ H_Y = \int_0^\infty V_Y I\,dt \\ \text{かつ} \\ U = H_X + X_Y \end{cases}$$

V_XとV_Yの関係は?

⇒ 5式より、$V_X : V_Y = 10 : 4$

よって、$H_X = U\times\frac{10}{10+4}$

≈ 0.029 J

$\boxed{24}$ ②