受験番号	学部　　　　番

A — 1

物　理　解　答　用　紙

1

問1

（1）[説明と計算式]
エネルギー保存則から，

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = mgL$$

v_0について解き次式を得る．

$$v_0 = \sqrt{2gL}$$

答　$v_0 = \sqrt{2gL}$

（2）[説明と計算式]
エネルギー保存則から，

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgL\sin\theta = \frac{1}{2}mv_0^2$$

これに問１（1）のv_0を代入し，vについて解き次式を得る．

$$v = \sqrt{2gL(1-\sin\theta)}$$

答　$v = \sqrt{2gL(1-\sin\theta)}$

（3）[説明と計算式]
物体Ａにはたらく棒にそった方向の力のつりあいを考える．

$$T + mg\sin\theta = \frac{mv^2}{L}$$

これに問１（2）のvを代入する．

$$T + mg\sin\theta = \frac{m}{L}\times 2gL(1-\sin\theta)$$

これをTについて解き次の式を得る．

$$T = mg(2-3\sin\theta)$$

答　$T = mg(2-3\sin\theta)$

問2

（1）[説明と計算式]
棒が棒にそった方向に物体Ｂを引っ張る力T'は，棒が物体Ｂを引っ張る向きをT'の正とすると，

$$T - T' = 0$$

物体Ｂにかかる鉛直方向の力のつりあい式を考える．

$$T'\sin\theta - \frac{m}{6}g + N = 0$$

$\theta \leq \alpha$のとき，物体Ｂは動いていないので，この式に問１（3）で求めたTを適用できる．

$$mg(2-3\sin\theta)\sin\theta - \frac{m}{6}g + N = 0$$

Nについて解き整理し次式を得る．

$$N = mg\left(3\sin^2\theta - 2\sin\theta + \frac{1}{6}\right)$$

答　$N = mg\left(3\sin^2\theta - 2\sin\theta + \frac{1}{6}\right)$

（2）[説明と計算式]
$\theta = \alpha$に至ったとき物体Ｂが受ける垂直抗力Nは正から０になる．この条件を問２(1)で求めたNに適用する．

$$N = mg\left(3\sin^2\alpha - 2\sin\alpha + \frac{1}{6}\right) = 0$$

これを$X = \sin\alpha$とおき整理すると次の二次方程式を得られる．これをXについて解く．

$$3X^2 - 2X + \frac{1}{6} = 0$$

$$X = \frac{2\pm\sqrt{2}}{6}$$

はじめて物体Ｂが動くときを考えるので，Xの小さいほうが答えとなる．

答　$X = \frac{2-\sqrt{2}}{6}$

評点	

小計	

受験番号	学部　　　　番

A — 2

物　理　解　答　用　紙

2

問1

（1）

A：$\frac{1}{T}$　　　B：$\frac{\lambda}{T}$

（2）

① 定在波　② 固定　③ 自由　④ 節
⑤ 腹

問2

（1）

管の種類：閉管

上記を選んだ理由（開管と閉管の長さの比を示すこと）

開口端補正を無視すると，閉管の長さは基本振動によって発生する音の波長の 1/4，開管の長さは波長の 1/2 となるため，その比は以下となる。閉管の長さ：開管の長さ=1:2

よって閉管の長さは同じ基本振動数をもつ開管の長さの 1/2 となる。

（2）[計算式と答]

与えられた条件における音波の波長は

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{16} = 21.25\ \mathrm{m}$$

となる。

よって開口端補正を無視すると閉管の長さは

$$\frac{\lambda}{4} = 5.3125\ \mathrm{m}$$

となる。

答　5.3 m

（3）

⑥ b　⑦ b　⑧ d　⑨ a

⑩ a　⑪ b　⑫ a

小計

受験番号	学部　　　　番

A — 3

物　理　解　答　用　紙

3

問1

（1）

図２のグラフから 900 K が融点とわかる。

答　900 K

（2）[説明と計算式]

物質 A の固体が液体へと状態変化を生じるのに必要な時間は図２から以下となる。

$$70 - 25 = 45$$

よって，融解熱 〔J/kg〕は以下の計算から求まる。

$$\frac{360 \times 45}{0.6} = 27000$$

答　2.7×10^4 J/kg

問2

[説明と計算式]

物質 A がすべて液体の状態で加えられた熱量 Q_1 は以下となる。

$$360 \times (120 - 70) = 18000$$

$Q_1 = cm\Delta T$ から比熱 c は次のように求まる。

$$c = \frac{18000}{0.6 \times (940 - 900)} = 750$$

答　7.5×10^2 J/(kg・K)

問3

（1）[説明と計算式]

経過時間が 420 分のとき物質 A はすべて気体の状態にあり，その圧力は円筒容器が置かれた空間の圧力と円板の重さによって生じた圧力との和に等しい。

$$1 \times 10^5 + \frac{1000 \times 9.8}{0.98} = 110000$$

答　1.1×10^5 Pa

（2）[説明と計算式]

420 分では物質 A の温度は 980 K であり，圧力は問 3(1)で求めた 1.1×10^5 Pa である。ヒーター上面から円板下面までの距離を h_0 とすると気体の状態方程式から答えが求まる。

$$110000 \times h_0 \times 0.98 = \frac{600}{200} \times 8.3 \times 980 \qquad h_0 = 0.2263$$

答　0.23 m

問4

[説明と計算式]

経過時間 320 分から 420 分の間に，物質 A に加えられた熱量 Q_2 は以下となる。

$$Q_2 = 360 \times (420 - 320) = 36000$$

よって，物質 A に加えられた熱量は 3.6×10^4 J

また 320 分のとき，物質 A は温度 940 K の気体となっているため，ヒーター上面から円板下面までの距離 h_1 は，気体の状態方程式から求まる。

$$110000 \times h_1 \times 0.98 = \frac{600}{200} \times 8.3 \times 940$$

計算すると $h_1 = 0.2171$m となる。

そして物質 A が気体の状態で行った仕事 W は，以下のように求められる。

$$\text{仕事} \quad W = p\Delta V = 1.1 \times 10^5 \times 0.98 \times (0.226 - 0.217) = 970.2$$

よって，内部エネルギーの変化量は以下のように計算できる.

$$\Delta U = Q_2 - W = 36000 - 970 = 35030$$

答　熱量　3.6×10^4 J　，内部エネルギーの変化量　3.5×10^4 J

小計	

受験番号	学部　　番

A — 4

物　理　解　答　用　紙

4

問 1

(1) 答　CV　〔C〕

(2) 答　$\frac{CV^2}{2}$　〔J〕

問 2

(1) [説明と計算式]

コンデンサーC$_1$，C$_2$にたくわえられた電気量をそれぞれ Q_1，Q_2とすると，電気量の保存と問 1(1)より，

$CV = Q_1 + Q_2$ ・・・①

また，2 つのコンデンサーの電気容量と両端の電位差が等しいことより，

$Q_1 = Q_2$ ・・・②

①および②より，

$$Q_1 = Q_2 = \frac{CV}{2}$$

答 C$_1$: $\frac{CV}{2}$ 〔C〕, C$_2$: $\frac{CV}{2}$ 〔C〕

(2) [説明と計算式]

コンデンサーC$_1$，C$_2$にたくわえられた静電エネルギーを U_1，U_2とすると，問 2(1)より，

$$U_1 = \frac{Q_1^2}{2C} = \frac{C^2V^2}{4\times 2C} = \frac{CV^2}{8},\quad U_2 = \frac{CV^2}{8}$$

答 C$_1$: $\frac{CV^2}{8}$ 〔J〕, C$_2$: $\frac{CV^2}{8}$ 〔J〕

(3) [説明と計算式]

抵抗 R$_2$で発生したジュール熱を Hとすると，問 1(2)および問 2(2)の結果より，

$$H = \frac{CV^2}{2} - (U_1 + U_2) = \frac{CV^2}{2} - \left(\frac{CV^2}{8} + \frac{CV^2}{8}\right) = \frac{CV^2}{4}$$

答　$\frac{CV^2}{4}$　〔J〕

問 3

(1) [説明と計算式]

スイッチ S$_1$を閉じた直後は，コンデンサーC$_1$，C$_3$の両端にはそれぞれ V[V]，0 V の電圧がかかるため，R$_1$には $4V - V = 3V$[V]の電圧がかかる。R$_1$を流れる電流を Iとすると，$I = \frac{3V}{R}$

答　$\frac{3V}{R}$　〔A〕

(2) [説明と計算式]

コンデンサーC$_1$，C$_3$にたくわらえた電気量をそれぞれ Q_1'，Q_3'とすると，電気量の保存と問 1(1)より，

$-CV = -Q_1' + Q_3'$ ・・・③

また，電池 E$_1$，E$_2$の起電力の和とコンデンサーC$_1$，C$_3$にかかる電圧の和は等しくなることから，

$$4V = \frac{Q_1'}{C} + \frac{Q_3'}{2C} \quad ・・・④$$

③および④より，

$$4V = \frac{Q_3' + CV}{C} + \frac{Q_3'}{2C},\qquad 3V = \frac{3Q_3'}{2C}$$

$Q_3' = 2CV$

答　$2CV$　〔C〕

(3) [説明と計算式]

コンデンサーC$_3$にたくわらえた静電エネルギーを U_3'とすると，問 3(2)より，

$$U_3' = \frac{Q_3'^2}{2\times 2C} = \frac{4C^2V^2}{4C} = CV^2$$

答　CV^2　[J]

問 4

[説明と計算式]

極板間隔を 2 倍に広げた後のコンデンサーC$_3$の電気容量は，広げる前の 1/2 倍である Cとなる。コンデンサーC$_3$にたくわえられた静電エネルギーを U_3''とすると，問 3(2) より，

$$U_3'' = \frac{Q_3'^2}{2C} = \frac{4C^2V^2}{2C} = 2CV^2$$

外力がなした仕事を Wとすると，エネルギー保存則と問 3(3)より，

$$W = U_3'' - U_3' = 2CV^2 - CV^2 = CV^2$$

答　CV^2　〔J〕

小計