令和８年度 入学試験 （前期日程）

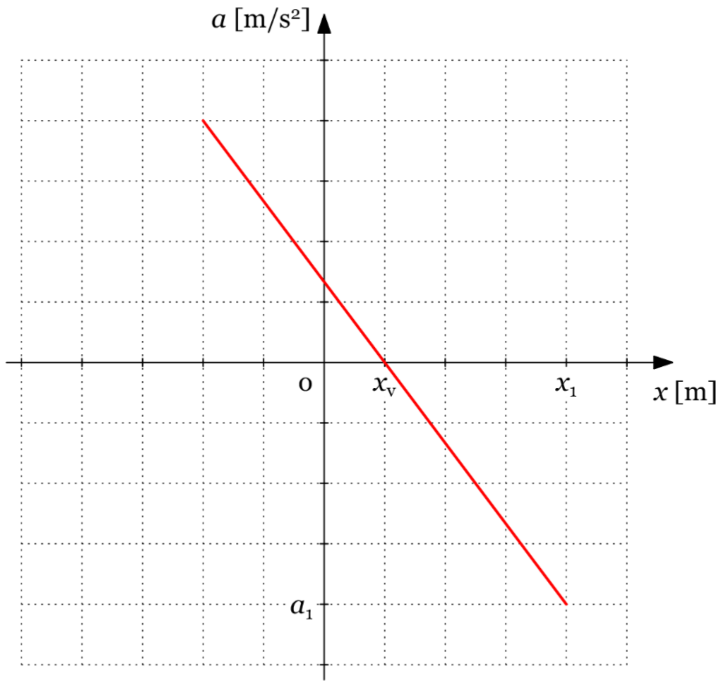
物 理 解答用紙

1

出題意図

ばねのついた剛体の運動を題材とし，力のモーメント，静止摩擦力と動摩擦力，運動方程式についての理解を確かめる。

解答例

<table>
<tr><td rowspan="3">(a)</td><td>(i)</td><td>μmg</td></tr>
<tr><td>(ii)</td><td>$\dfrac{mgw}{2h}$</td></tr>
<tr><td>(iii)</td><td>$\dfrac{w}{2h}$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">(b)</td><td>(i)</td><td>$-\dfrac{kx}{m}+\mu' g$</td><td>(ii)</td><td>$\dfrac{\mu' mg}{k}$</td></tr>
<tr><td>(iii)</td><td>$-\mu' mg(x_1-x_2)$</td><td>(iv)</td><td>$-x_1+\dfrac{2\mu' mg}{k}$</td></tr>
<tr><td>(v)</td><td>$\dfrac{mg}{k}(\mu+2\mu')$</td></tr>
<tr><td>(vi)</td><td colspan="3">
</td></tr>
</table>

2

出題意図

平面ガラス板に入射した光を題材とし，光の反射と屈折についての理解を確かめる。

解答例

(a)	(ⅰ)	(ア)	ct	(イ)	$\mathrm{DD'A}$
		(ウ)	$\mathrm{DAD'}$		
	(ⅱ)	(エ)	$\dfrac{ct}{n}$	(オ)	$\sin\theta_4$
		(カ)	$\sin\theta_1$	(キ)	n
		(ク)	$\dfrac{1}{n}$		
	(ⅲ)	(ケ)	変化しない	(コ)	π ずれる
		(サ)	$2d\cos\theta_4$	(シ)	$1/n$
		(ス)	$\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\dfrac{\lambda}{n}$		
(b)		(セ)	$\dfrac{\sin\theta_1}{n}$	(ソ)	$\sqrt{1-\dfrac{\sin^2\theta_1}{n^2}}$
		(タ)	$\sqrt{n^2-1}$		

3

出題意図

　コンデンサーおよびコンデンサーとダイオードを含む回路を題材として，電場，電気容量，静電エネルギー，電流，電力についての理解を確かめる。

解答例

<table>
<tr><td rowspan="6">（Ⅰ）</td><td rowspan="2">(a)</td><td>（ⅰ）</td><td>点 1</td><td>0</td><td>点 2</td><td>$\frac{Q}{\varepsilon_0 S}$</td><td>点 3</td><td>$0$</td></tr>
<tr><td>（ⅱ）</td><td colspan="3">$\frac{Q}{\varepsilon_0 S}d$</td><td>（ⅲ）</td><td colspan="2">$\frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(b)</td><td>（ⅰ）</td><td colspan="3">$\frac{Q-q}{\varepsilon_0 S}$</td><td>（ⅱ）</td><td colspan="2">$\frac{Q-q}{\varepsilon_0 S}d$</td></tr>
<tr><td>（ⅲ）</td><td colspan="3">$\frac{\varepsilon_0 S}{(1-\alpha)d}$</td><td>（ⅳ）</td><td colspan="2">$\frac{\varepsilon_0}{1-\alpha}$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(c)</td><td>（ⅰ）</td><td colspan="3">$\frac{Q^2(1-\alpha)}{2\varepsilon_0 S}d$</td><td>（ⅱ）</td><td colspan="2">$\frac{Q^2}{2\varepsilon_0 S}d$</td></tr>
<tr><td>（ⅲ）</td><td colspan="3">$\frac{Q^2(2-\alpha)}{2\varepsilon_0 S}d$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">（Ⅱ）</td><td>(a)</td><td colspan="4">$\frac{E}{R_2}$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(b)</td><td>（ⅰ）</td><td colspan="3">$\frac{\beta(E-V_0)}{1+\beta R_1}$</td><td>（ⅱ）</td><td colspan="2">$\frac{\beta(E+\beta R_1 V_0)(E-V_0)}{(1+\beta R_1)^2}$</td></tr>
<tr><td>（ⅲ）</td><td colspan="3">CE</td></tr>
<tr><td>(c)</td><td colspan="4">CV_0</td></tr>
</table>

4

出題意図

ピストン・シリンダー系において，力のつり合いについての理解と理想気体の状態方程式，内部エネルギー，仕事，エネルギー保存などの熱力学の基礎の理解を確かめる。

解答例

(a)	(i)	$-\frac{1}{k}S(p_{\mathrm{A}} - p_{\mathrm{H}})$		
	(ii)	$2V_{\mathrm{L}} - V_{\mathrm{A}} + \frac{S^2(p_{\mathrm{A}} - p_{\mathrm{H}})}{k}$		
(b)	(i)	$\frac{p_{\mathrm{H}}V_{\mathrm{L}}}{R}$	(ii)	$\frac{3}{2}p_{\mathrm{H}}V_{\mathrm{L}}$
(c)	(i)	$p_{\mathrm{H}}(V_{\mathrm{H}} - V_{\mathrm{L}})$	(ii)	$\frac{5}{2}p_{\mathrm{H}}(V_{\mathrm{H}} - V_{\mathrm{L}})$
	(iii)	$2V_{\mathrm{L}} - V_{\mathrm{A}}$		
(d)	(i)	0	(ii)	$-\frac{3}{2}(p_{\mathrm{H}} - p_{\mathrm{L}})V_{\mathrm{H}}$
	(iii)	$2V_{\mathrm{L}} - V_{\mathrm{H}} + \frac{S^2(p_{\mathrm{A}} - p_{\mathrm{H}})}{k}$		
(e)	(i)	$-\frac{1}{2}(p_{\mathrm{H}} + p_{\mathrm{L}})(V_{\mathrm{H}} - V_{\mathrm{L}})$		
	(ii)	$\frac{3}{2}p_{\mathrm{H}}V_{\mathrm{L}} - \frac{3}{2}p_{\mathrm{L}}V_{\mathrm{H}} - \frac{1}{2}(p_{\mathrm{H}} + p_{\mathrm{L}})(V_{\mathrm{H}} - V_{\mathrm{L}})$		
	(iii)	$V_{\mathrm{L}} - \left(\frac{V_{\mathrm{L}} - V_{\mathrm{H}}}{p_{\mathrm{H}} - p_{\mathrm{L}}} - \frac{S^2}{k}\right)(p_{\mathrm{A}} - p_{\mathrm{H}})$		
(f)	(i)	$\frac{1}{2}(p_{\mathrm{H}} - p_{\mathrm{L}})(V_{\mathrm{H}} - V_{\mathrm{L}})$		
	(ii)	$\frac{1}{2}(p_{\mathrm{H}} - p_{\mathrm{L}})(V_{\mathrm{H}} - V_{\mathrm{L}})$		
	(iii)	$\frac{1}{2}(p_{\mathrm{H}} - p_{\mathrm{L}})(V_{\mathrm{H}} - V_{\mathrm{L}})$		
	(iv)	$\frac{1}{2}(p_{\mathrm{H}} - p_{\mathrm{L}})(V_{\mathrm{H}} - V_{\mathrm{L}})$		

令和８年度（前期日程）

問題訂正
補足説明

「物理」

【問題冊子】

●問題訂正

6ページ $\boxed{2}$ (a)(i) の4行目

（誤）　「<u>交点</u>」

（正）　「<u>接点</u>」

6ページ $\boxed{2}$ (a)(ii) の4行目

（誤）　「<u>交点</u>」

（正）　「<u>接点</u>」

7ページ $\boxed{2}$ (b) の下から2行目

（誤）　<u>表わされる</u>

（正）　<u>表される</u>

●補足説明

10ページ $\boxed{4}$ (d)

ピストンBが図1の加熱・冷却器Bにあたらないようなばねが使われている。

前期日程

令和８年度入学試験問題

物　理

注　意　事　項

1．　この問題冊子は，試験開始の合図があるまで開いてはいけません。

2．　解答用紙は問題冊子とは別になっています。解答用紙の指定されたところに解答のみ記入しなさい。それ以外の場所に記入された解答は，採点の対象となりません。解答用紙は４枚あります。

3．　本学の受験番号をすべての解答用紙の指定されたところへ正しく記入しなさい。氏名を書いてはいけません。

4．　この問題冊子は，表紙を含めて16ページあります。問題は４ページから11ページにあります。ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，監督者に申し出なさい。

5．　問題冊子の余白等は適宜利用しても構いませんが，どのページも切り離してはいけません。

6．　この問題冊子は持ち帰りなさい。

・式を解答する問題については，数学的に等価な解答は正答とする。
・解答に単位は必要ない。
・円周率が必要な場合は π を用いよ。

1 図1に示すように，あらい水平な床と鉛直な壁がある。床の上には質量 m〔kg〕の直方体の物体が置かれており静止している。直方体の幅は w〔m〕，高さは h〔m〕で内部が均質である。図中の面ABCDは壁と平行である。物体の辺CDの中点にばね定数 k〔N/m〕のばねが水平に取り付けられており，ばねの他端は壁に垂直に固定されている。ばねは自然の長さである。床面に沿って壁に垂直に x 軸をとり，壁からはなれる向きを正とする。このときの物体の辺ABの位置を x 軸の原点($x=0$)とし，問(b)では物体の位置を辺ABの座標で表す。辺ABは常に壁に平行である。物体と床面との間の静止摩擦係数は定数 μ，動摩擦係数は定数 μ' とする。以下の問いに答えよ。重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。ばねの質量および空気抵抗は無視せよ。

(a) 面ABCDを壁と平行に保ちながら，物体を最初の位置から水平に x 軸の正の向きにある位置まで手で引っ張り，そこで物体を静止させた後，手を静かにはなした。手をはなした直後の物体の運動について考察する。答えには，m，w，h，μ，g のうち必要な記号を用いよ。

(i) 物体が床の上をすべり出したとすれば，ばねが物体を引く力の大きさはある値〔N〕を超えていることになる。その値を求めよ。ここでは物体の回転に関する条件は考えない。

(ii) 物体が辺ABを中心軸として傾いたとすれば，ばねが物体を引く力の大きさはある値〔N〕を超えていることになる。その値を求めよ。ここでは物体のすべり出しに関する条件は考えない。

(iii) 問(a)(i)，(ii)の結果から，物体が傾かずにすべり出すためには，μ はある値より小さくなければならない。その値を求めよ。

(b) 問(a)で手をはなしたあと，物体は傾かずに床の上をすべり出した。物体は x 軸の負の向きに水平に移動して原点を通過し，はじめて速さが0 m/sになった位置でそのまま静止し続けた。手をはなした位置は x_1〔m〕($x_1>0$)であった。

(i) 物体がすべっている途中，物体の位置が x〔m〕のときの加速度 a〔m/s^2〕を求めよ。ただし，a は x 軸の正の向きを正とする。答えには，m，k，μ'，g，x のうち必要な記号を用いよ。

(ii) 物体の速さが最大となるときの位置 x_v〔m〕を求めよ。答えには，m，k，μ'，g のうち必要な記号を用いよ。

(iii) はじめて速さが0 m/sになった位置を x_2〔m〕とする。物体がすべり出してから x_2 に移動するまでの間に摩擦力が物体にした仕事〔J〕を求めよ。答えには，m，μ'，g，x_1，x_2 のうち必要な記号を用いよ。k を用いずに答えよ。

(iv) x_2 を求めよ。答えには，m，k，μ'，g，x_1 のうち必要な記号を用いよ。

(v) x_2 で物体の速さが0 m/sになったあと静止し続けるためには x_1 はある値を超えてはいけない。その値を求めよ。答えには，m，k，μ，μ'，g のうち必要な記号を用いよ。

(vi) 横軸を x，縦軸を a として，物体がすべり出してから静止するまでの加速度 a のグラフを解答欄に図示せよ。x_1 および x_1 での加速度 a_1，問(b)(ii)の x_v は解答欄に示す位置にあるとして描け。

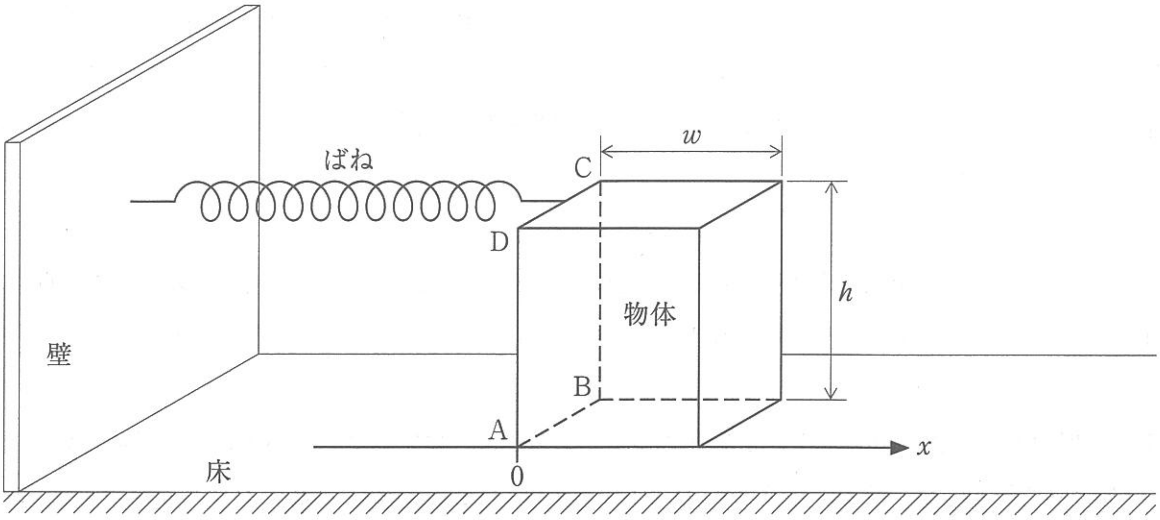


図1

2 屈折率 $n(n>1)$ で厚さ d〔m〕の平面ガラス板に空気中から入射した波長 λ〔m〕の単色光の平面波について考える。以下の文章中の空欄 $\boxed{(ア)}$ から $\boxed{(タ)}$ を埋めよ。$\boxed{(ケ)}$ と $\boxed{(コ)}$ は空欄中の選択肢から適切な語句を選んで書け。空気中の光速は真空中の光速 c〔m/s〕と等しいとし，空気の屈折率を 1 とせよ。

(a) 図 1 のように，平面波が平面ガラス板の上面に入射角 θ_1〔rad〕$\left(0<\theta_1<\dfrac{\pi}{2}\right)$ で入射する。点 A で屈折して平面ガラス板下面の点 C で反射したあと点 D を通る光①，および点 D で反射する光②を考える。

(i) 入射角 θ_1 と反射角 θ_2〔rad〕，反射角 θ_3〔rad〕を図のように定め，これらの関係を求めたい。図の波面 AA′を考える。光②が点 A′から点 D まで進む時間を t〔s〕とすると，A′D の距離は c と t を用いて $\boxed{(ア)}$〔m〕と表される。点 A を中心とする半径 $\boxed{(ア)}$ の半円を空気中に描き，点 D からその半円に接線を引いたときの交点を点 D′とすると，ホイヘンスの原理により DD′は平面ガラス板上面で反射した光の波面である。三角形 AA′D と三角形 $\boxed{(イ)}$ はそれぞれ直角三角形であり，合同である。∠ADA′と ∠ $\boxed{(ウ)}$ が等しいので，それらの余角である θ_1 と θ_2 は等しい。同様に，θ_1 と θ_3 も等しくなる。

(ii) 図の入射角 θ_1 と屈折角 θ_4〔rad〕の関係を求めたい。図の波面 AA′を考えると，光②が点 A′から点 D まで進むときの時間は上記の t であり，この時間に光①が点 A から平面ガラス板内を進む距離は c，t，n を用いて $\boxed{(エ)}$〔m〕と表される。点 A を中心とする半径 $\boxed{(エ)}$ の半円をガラス板中に描き，点 D からその半円に接線を引いたときの交点を点 B とすると，BD は平面ガラス板上面で屈折した光の波面である。この AB と AD の長さの関係を θ_4 を用いて表すと AB = AD × $\boxed{(オ)}$ となる。ここで，A′D と AD の長さの関係を θ_1 を用いて表すと A′D = AD × $\boxed{(カ)}$ となり，A′D は $\boxed{(ア)}$ であるため n を用いて $\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_4}=\boxed{(キ)}$ の関係が成り立つ。ガラス板内から空気中に出る平面波の入射角は θ_4 であり，屈折角を θ_3'〔rad〕とすると，n を用いて $\dfrac{\sin\theta_4}{\sin\theta_3'}=\boxed{(ク)}$ の関係も成り立つ。よって，θ_3' は θ_1 と等しく，θ_3' は θ_3 と等しい。

(iii) 光①と光②がそれぞれ点 D を通過したあとに強め合う条件を求めたい。光①は平面ガラス板の下面で位相は $\boxed{(ケ)：\pi ずれる・変化しない}$。光②は平面ガラス板の上面で位相は $\boxed{(コ)：\pi ずれる・変化しない}$。BD は波面であり光①の点 B での位相と光②の点 D での反射直前の位相は等しいので，線分 BC と線分 CD を合わせた長さが点 D を通過したあとの光①と光②の位相差に寄与する。この長さは，線分 BE に等しく，d と θ_4 を用いて表すと $\boxed{(サ)}$〔m〕である。平面ガラス板中における光の波長は空気中の $\boxed{(シ)}$ 倍なので，点 D を通過したあとで光①と光②が強め合う条件は 0 以上の整数 m を含む式で表すと $\boxed{(サ)}=\boxed{(ス)}$ となる。

(b) 図2のような端面をもつ平面ガラス板を考える。端面と平面ガラス板の上下面は垂直である。図2のように端面および上下面に垂直な面にそって端面に光を入射し，平面ガラス板内を全反射しながら進むようにしたい。入射角の範囲を考える。

端面への光の入射角を θ_1〔rad〕$\left(0 < \theta_1 < \dfrac{\pi}{2}\right)$とする。入射した光の屈折角を θ_2〔rad〕とすると，入射角 θ_1 と屈折角 θ_2 の間には $\sin\theta_2 =$ $\boxed{\text{(セ)}}$ の関係が成り立つ。この関係を用いると，光のガラス板上面における入射角 θ_3〔rad〕について，n と θ_1 を用いて $\sin\theta_3 =$ $\boxed{\text{(ソ)}}$ と表すことができる。

光がガラス板上下面で全反射するためには，入射角 θ_3 は臨界角を上回る必要があり，n を用いて表わされる $\boxed{\text{(タ)}}$ の値が1以下の場合は $\sin\theta_1$ は $\boxed{\text{(タ)}}$ より小さくなければならない。$\boxed{\text{(タ)}}$ の値が1より大きい場合は θ_1 によらず光はガラス板上下面で必ず全反射する。

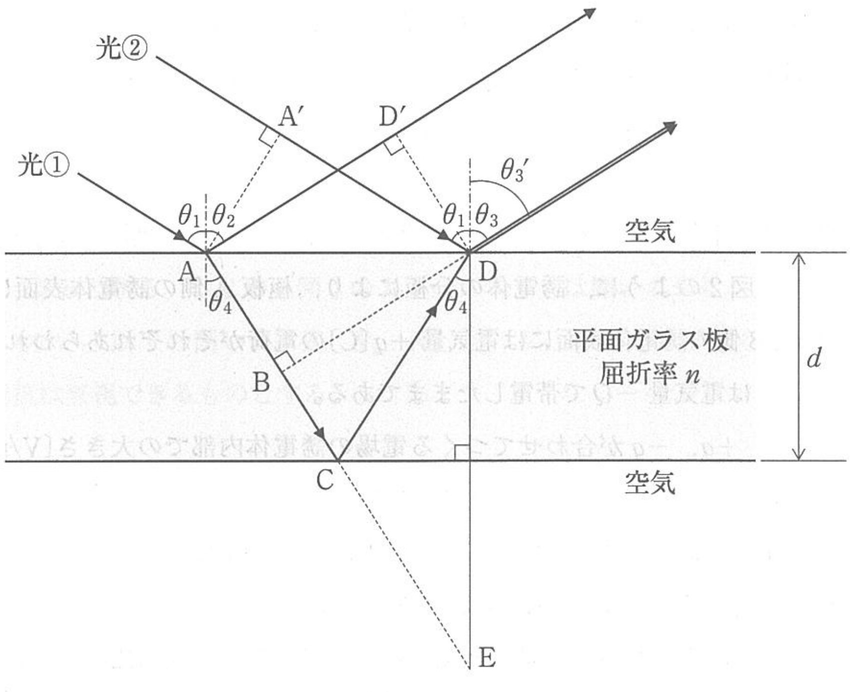


図1

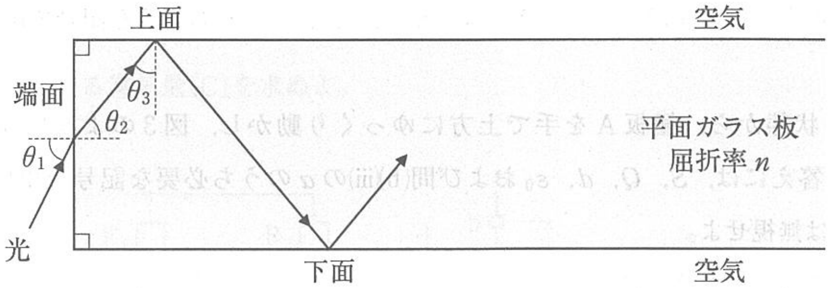


図2

3 コンデンサーおよびコンデンサーとダイオードを含む回路について考える。

(I) 図1のように，真空中に置かれた極板Aおよび極板Bからなる平行板コンデンサーを考える。極板Aおよび極板Bの面積はともにS〔m^2〕である。極板Aは電気量$+Q$〔C〕，極板Bは電気量$-Q$〔C〕に帯電しており($Q>0$)，それぞれが両極板の向かい合う側の表面に一様に帯電している。極板Bは床面に固定され，極板Aは手で力を加えて静止させている。床面と手には電荷が移動することはないとする。極板間の距離は極板の大きさに比べてじゅうぶん小さく，極板端部の電場の不均一さは無視できるものとする。以下の問いに答えよ。真空の誘電率をε_0〔F/m〕とせよ。

(a) 図1のように，極板間の距離はd〔m〕である。答えには，S，Q，d，ε_0のうち必要な記号を用いよ。

(i) 図1の点1，点2，点3における電場の大きさ〔V/m〕を求めよ。

(ii) 極板Bの下側表面の電位を0Vとしたときの極板Aの上側表面の電位〔V〕を求めよ。

(iii) 極板Bがつくる電場から極板Aが受ける力の大きさ〔N〕を求めよ。

(b) 問(a)の状態で，平行板コンデンサーの極板間に極板と同じ面積で厚さd〔m〕の誘電体を図2のように挿入した。図2のように，誘電体の分極により，極板A側の誘電体表面には電気量$-q$〔C〕($q>0$)，極板B側の誘電体表面には電気量$+q$〔C〕の電荷がそれぞれあらわれた。極板Aは電気量$+Q$，極板Bは電気量$-Q$で帯電したままである。

(i) $+Q$，$-Q$，$+q$，$-q$が合わせてつくる電場の誘電体内部での大きさ〔V/m〕を求めよ。答えには，S，Q，q，d，ε_0のうち必要な記号を用いよ。

(ii) 極板Bの下側表面の電位を0Vとしたときの極板Aの上側表面の電位V_1〔V〕を求めよ。答えには，S，Q，q，d，ε_0のうち必要な記号を用いよ。

(iii) 誘電体表面にあらわれる電気量は極板が帯電している電気量に比例し，比例定数をαとすると，いま$q=\alpha Q$と表すことができる。コンデンサーの電気容量C_1〔F〕を$\dfrac{Q}{V_1}$から求めよ。答えには，S，d，ε_0，αのうち必要な記号を用いよ。

(iv) 誘電体の誘電率〔F/m〕を求めよ。答えには，S，d，ε_0，αのうち必要な記号を用いよ。

(c) 問(b)の図2の状態から，極板Aを手で上方にゆっくり動かし，図3のように極板間距離を$2d$〔m〕にする。答えには，S，Q，d，ε_0および問(b)(iii)のαのうち必要な記号を用いよ。極板Aにはたらく重力は無視せよ。

(i) 図2の状態でコンデンサーに蓄えられている静電エネルギー〔J〕を求めよ。

(ii) 図2の状態から図3の状態までに極板Aに手が加えた力がした仕事〔J〕を求めよ。

(iii) 図3の状態でコンデンサーに蓄えられている静電エネルギー〔J〕を求めよ。

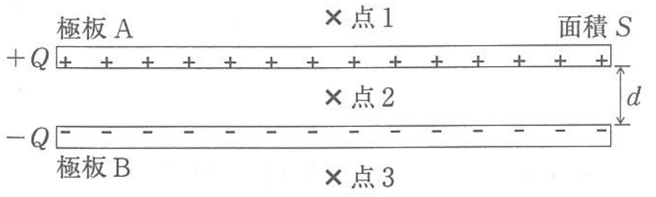


図 1

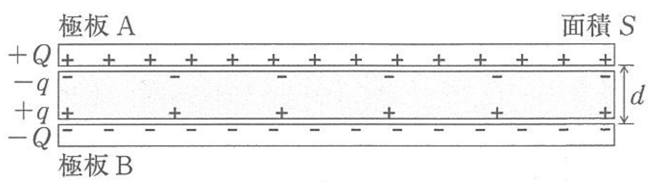


図 2

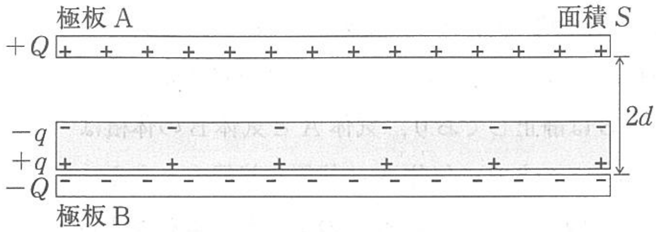


図 3

(Ⅱ) 起電力 E〔V〕の電池 E，抵抗値 R_1〔Ω〕の抵抗 $\mathrm{R_1}$，抵抗値 R_2〔Ω〕の抵抗 $\mathrm{R_2}$，電気容量 C〔F〕のコンデンサー C，ダイオード D，スイッチ S が接続された図 4 のような回路がある。図 5 はこのうちのダイオードのみを示しており，図中の V_D は点 a を基準とした点 b の電位〔V〕を表している。V_D とダイオードに流れる電流 I_D〔A〕の関係は，図 6 のようになっているとする。V_D がある値 V_0〔V〕より小さいときは，ダイオードに電流が流れない。V_D が V_0 より大きいときはダイオードに電流が流れ，その電流 I_D は β〔1/Ω〕を定数として次の式で表される。

$$I_\mathrm{D} = \beta(V_\mathrm{D} - V_0)$$

いま，$E > V_0$ であるとする。はじめ，図 4 のようにスイッチは開いており，コンデンサーには電荷が蓄えられていない。以下の問いに，E，R_1，R_2，C，V_0，β のうち必要な記号を用いて答えよ。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

(a) 図 4 の状態からスイッチを閉じた。その直後に抵抗 $\mathrm{R_2}$ に流れる電流〔A〕を求めよ。

(b) スイッチを閉じてからじゅうぶん時間が経過した。

(i) 抵抗 $\mathrm{R_1}$ に流れる電流〔A〕を求めよ。

(ii) ダイオードで消費される電力〔W〕を求めよ。

(iii) コンデンサーに蓄えられている電気量〔C〕を求めよ。

(c) その後，スイッチを開いた。スイッチを開いてからじゅうぶん時間が経過した後にコンデンサーに蓄えられている電気量〔C〕を求めよ。

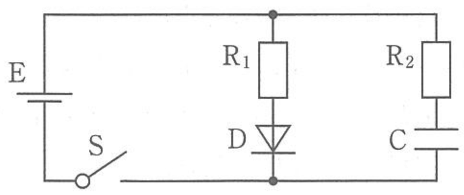


図 4

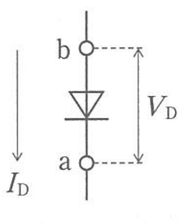


図 5

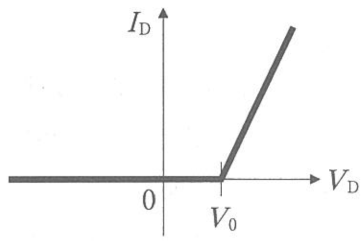


図 6

4 図1のように，なめらかに動くピストンを備えた断面積 S〔m^2〕の円筒容器Aと円筒容器Bが水平な床面に固定されており，円筒容器Aと円筒容器Bにはそれぞれ1 molの単原子分子理想気体が閉じ込められている。円筒容器Aの気体を気体A，円筒容器Bの気体を気体Bとする。円筒容器Aの内部には加熱・冷却器A，円筒容器Bの内部には加熱・冷却器Bがあり，それぞれ気体Aと気体Bを加熱または冷却することができる。それぞれの容器のピストンAとピストンBは，ばね定数 k〔N/m〕のばねでつながれている。最初，ピストンAとピストンBは静止しており，気体Aと気体Bの体積はともに V_L〔m^3〕であった。気体Aの圧力は p_H〔Pa〕である。このときの気体Aの状態を状態1とする。その後，加熱・冷却器Aおよび加熱・冷却器Bを用いて，ゆっくりと，気体Aの圧力と体積が図2の実線で表される状態変化をするようにする。以下の問いに答えよ。大気圧は一定とする。円筒容器とピストンは断熱材でできており，円筒容器とピストンの熱容量は無視できるものとする。状態変化の途中，ピストンにはたらく力はつねにつり合っているとせよ。気体定数は R〔J/(mol·K)〕とせよ。

(a) 状態変化の途中で，気体Aの圧力と体積がそれぞれ p_A〔Pa〕，V_A〔m^3〕のときを考える。

(i) このときのばねの長さの状態1からの変化量〔m〕を求めよ。ただし，ばねが伸びる場合に正，縮む場合に負となるように示せ。答えには，S，k，p_H および p_A のうち必要な記号を用いよ。

(ii) このときの気体Bの体積〔m^3〕を求めよ。答えには，S，k，V_L，p_H および p_A，V_A のうち必要な記号を用いよ。

(b) 気体Aが状態1のときを考える。

(i) 気体Aの温度〔K〕を求めよ。答えには，V_L，p_H，R のうち必要な記号を用いよ。

(ii) 気体Aの内部エネルギー〔J〕を求めよ。答えには，V_L，p_H のうち必要な記号を用いよ。

(c) 気体Aの圧力を状態1の圧力 p_H に保ちながら，気体Aの体積が V_H〔m^3〕になるまで加熱・冷却器Aおよび加熱・冷却器Bを操作する。気体Aの体積が V_H になったときの気体Aの状態を状態2とする。答えには，S，k，V_L，V_H，p_H と下の設問中の V_A のうち必要な記号を用いよ。

(i) 気体Aが状態1から状態2まで変化する間に，気体AがピストンAにした仕事〔J〕を求めよ。

(ii) 気体Aが状態1から状態2まで変化する間に，加熱・冷却器Aが気体Aに与えた熱量〔J〕を求めよ。なお，加熱・冷却器Aが気体Aから熱を奪った場合は答えを負の量で表せ。

(iii) 気体Aが状態1から状態2まで変化する間で，気体Aの体積が V_A のときの気体Bの体積〔m^3〕を求めよ。

(d) 気体Aの体積を状態2の体積 V_H に保ちながら，気体Aの圧力が p_L〔Pa〕になるまで加熱・冷却器Aおよび加熱・冷却器Bを操作する。気体Aの圧力が p_L になったときの気体Aの状態を状態3とする。答えには，S，k，V_L，V_H，p_L，p_H と下の設問中の p_A のうち必要な記号を用いよ。

(i) 気体Aが状態2から状態3まで変化する間に，気体AがピストンAにした仕事〔J〕を求めよ。

(ii) 気体Aが状態2から状態3まで変化する間に，加熱・冷却器Aが気体Aに与えた熱量〔J〕を求めよ。なお，加熱・冷却器Aが気体Aから熱を奪った場合は答えを負の量で表せ。

(iii) 気体Aが状態2から状態3まで変化する間で，気体Aの圧力が p_A のときの気体Bの体積〔m^3〕を求めよ。

(e) 加熱・冷却器Aおよび加熱・冷却器Bを操作して，気体Aが状態3から，図2中の直線にそって，状態1に戻るようにする。答えには，S，k，V_{L}，V_{H}，p_{L}，p_{H}と下の設問中のp_{A}のうち必要な記号を用いよ。

(i) 気体Aが状態3から状態1まで変化する間に，気体AがピストンAにした仕事〔J〕を求めよ。

(ii) 気体Aが状態3から状態1まで変化する間に，加熱・冷却器Aが気体Aに与えた熱量〔J〕を求めよ。なお，加熱・冷却器Aが気体Aから熱を奪った場合は答えを負の量で表せ。

(iii) 気体Aが状態3から状態1まで変化する間で，気体Aの圧力がp_{A}のときの気体Bの体積〔m^3〕を求めよ。

(f) 気体Aが状態1，状態2，状態3を経て状態1に戻る1サイクルについて考える。答えには，S，k，V_{L}，V_{H}，p_{L}，p_{H}のうち必要な記号を用いよ。

(i) 1サイクルの間で，気体AがピストンAにした仕事の総和〔J〕を求めよ。

(ii) 1サイクルの間で，加熱・冷却器Aが気体Aに与えた熱量の総和〔J〕を求めよ。なお，加熱・冷却器Aが気体Aから熱を奪った場合は答えを負の量で表せ。

(iii) 1サイクルの間で，ピストンBが気体Bにした仕事の総和〔J〕を求めよ。

(iv) 1サイクルの間で，加熱・冷却器Bが気体Bから奪った熱量の総和〔J〕を求めよ。なお，加熱・冷却器Bが気体Bに熱を与えた場合は答えを負の量で表せ。

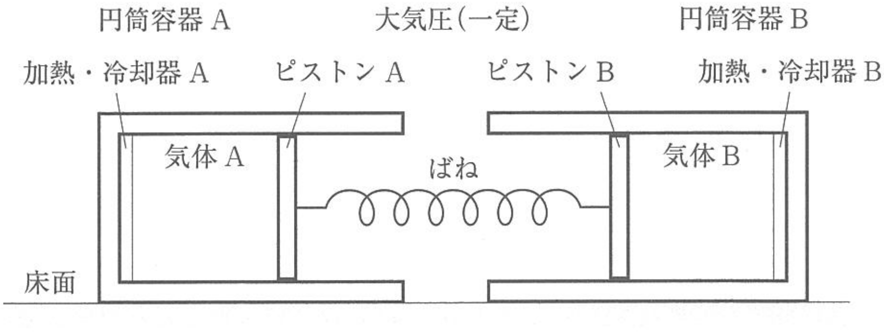


図1

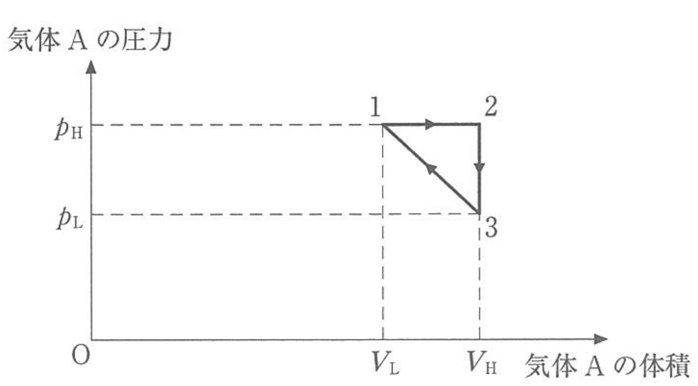


図2