(4) Alex Niwata (　　　).　【39】

① helped promote tourism in Fukui Prefecture

② asked her followers to visit Kanazawa

③ is good at playing traditional Japanese instruments

④ was invited to Japan by the Ishikawa Prefectural Government

設問 5　本文の内容に合っているものを①～④から 1 つ選び、マークしなさい。　【40】

① In 2024, more foreign tourists stayed overnight in Fukui Prefecture than in Ishikawa Prefecture.

② The only change brought about by the extension of the Hokuriku Shinkansen is the number of tourists to the prefectures along its line.

③ The extension of the Hokuriku Shinkansen is bringing more visitors to Fukui Prefecture.

④ Ishikawa Prefecture is aimed at publicizing its traditions such as soba noodles and “ryotei” fancy restaurants.

物理

●工学部（電子情報工学科／電気工学科）
●情報工学部（情報工学科／情報通信工学科）

（一般選抜3教科型・2月9日実施分）

（解答：69ページ）

（解答はすべて，別紙解答用紙の解答欄に記入せよ。）

解答用紙の**計算**と書かれた枠内には，解答の導出過程で用いた計算や考え方を書くこと。

1　[I]　図 1 に示すように，半径 A の円周上を角速度 ω で等速円運動をしている物体 P と，それに対応して単振動している物体の位置である点 Q を考える。このとき，物体 P から x 軸に下ろした垂線の交点が点 Q となる。また，そのときの等速円運動の速度（大きさ $A\omega$）と加速度（大きさ $A\omega^2$）と，単振動の速度と加速度との関係をそれぞれ図 2 に示した。点 Q は，時刻 0 に原点 O を x 軸の正の向きに出発したとして以下の問いに答えよ。

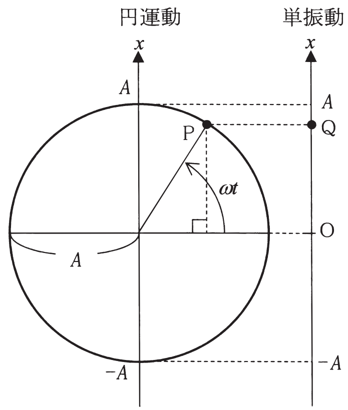


図 1

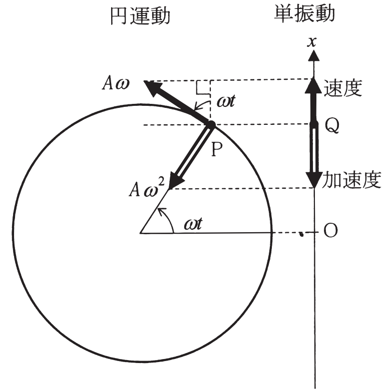


図 2

(1) 時刻 t における Q の変位（座標）を x とする。次の文章の空欄に入る最も適当なものを次の（あ）〜（つ）から一つずつ選び記号で答えよ。

単振動の変位は，A と ω と t を用いて

x =（ ① ） ……式(1)

と表される。このとき，ω は角振動数と呼ばれ，単振動の振幅は（ ② ）である。単振動の周期を T とすると，ωT =（ ③ ）の関係がある。点 Q の速度 v は，等速円運動をしている物体 P の速度の x 成分で表され，A と ω と t を用いて v =（ ④ ）と表せる。同様に点 Q の加速度 a は A と ω と t を用いて，

a =（ ⑤ ） ……式(2)

と表せる。式(1)と(2)を用いると ω と x を用いた次の式が得られる。

a =（ ⑥ ） ……式(3)

この式(3)を用いると点 Q にある質量 m の物体について

$ma = m$ ×（ ⑥ ） ……式(4)

の式が得られる。

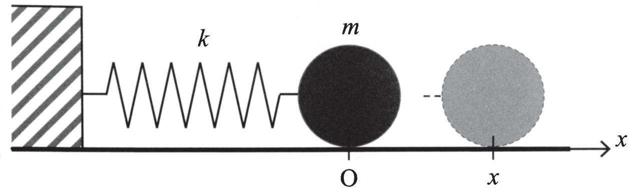


図 3

ここで具体的な単振動として図 3 に示すように，なめらかな水平面上でばね定数 k のばねの一端を壁に固定し，他端には質量 m の小球を取り付けたばね振り子を考える。ばねが自然の長さのときの小球の位置を原点 O として x 軸をとり，ばねが伸びる向き（図 3 の右向き）を正の向きとすると，変位 x のときに運動方程式，

ma =（ ⑦ ） ……式(5)

が得られる。式(4)と式(5)の右辺を対応させると ω =（ ⑧ ）が求められるので，ばね振り子の周期は k と m を用いて

T =（ ⑨ ） ……式(6)

と示すことができる。

（あ）$A\sin\omega t$ （い）$A\cos\omega t$ （う）A （え）$2A$ （お）π （か）2π

（き）$A\omega\cos\omega t$ （く）$A\omega\sin\omega t$ （け）$-A\omega^2\sin\omega t$ （こ）$-A\omega^2\cos\omega t$

（さ）$-\omega x$ （し）$-\omega^2 x$ （す）$-kx$ （せ）kx （そ）$\sqrt{\frac{m}{k}}$ （た）$\sqrt{\frac{k}{m}}$

（ち）$2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ （つ）$2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$

［Ⅱ］ 図 4 のように，なめらかな水平面上でばね定数 k のばねの左端を壁に固定し，右端には，質量 m の小物体 A を取り付ける。一方，のび縮みしない長さ ℓ の糸の一端を天井に固定し，他端に同じ質量 m の小球 B を取り付け，鉛直につり下げる。このとき，小球 B は静止しており，この位置を点 P_0 とする。また，小物体 A と小球 B がちょうど接触したときに，ばねが自然長となるようになっている。ここで，小物体 A をばねが d 縮んだ位置まで移動させて静かにはなしたところ，小物体 A は静止していた小球 B と衝突し，小球 B は最高到達点まで上昇した。以下の問いに答えよ。ただし，重力加速度の大きさを g，小物体 A と小球 B の衝突は弾性衝突（反発係数 $e=1$）とし，糸とばねの質量と空気抵抗は無視でき，糸はたるむことなく，小物体 A と小球 B の運動は同一鉛直面内で起きるものとする。

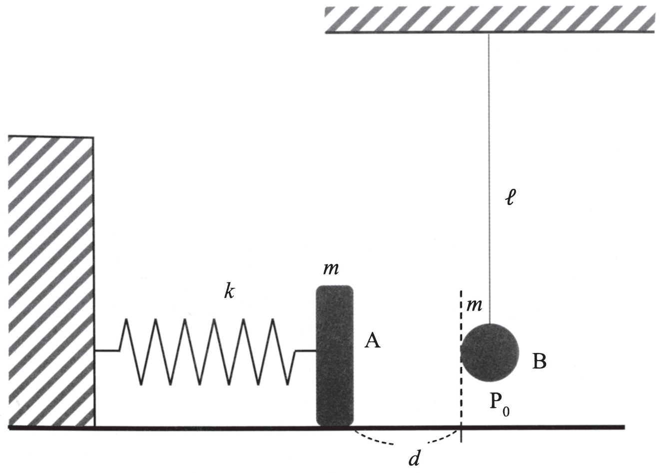


図 4

(2) 衝突直前の小物体Aの速さを d, k, ℓ, m, g のうち必要なものを用いて答えよ。

(3) 衝突直後の小物体Aと小球Bの速さをそれぞれ d, k, ℓ, m, g のうち必要なものを用いて答えよ。

(4) 点 P_0を基準点とした最高到達点の高さを d, k, ℓ, m, g のうち必要なものを用いて答えよ。

(5) 最高到達点での糸の張力を d, k, ℓ, m, g のうち必要なものを用いて答えよ。

(6) 最高到達点に到達後，小球Bは点 P_0に戻って再度小物体Aに衝突する。小物体Aと衝突してからこのように再度小物体Aと衝突するまでの間，小球Bは単振り子として運動し，その時間は単振り子の半周期の時間に相当する。この時間を次の（あ）～（か）から一つ選び記号で答えよ。ただし，小球Bの運動は単振動と見なせるとする。

（あ）$\dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{g}{\ell}}$ （い）$\dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$ （う）$\pi\sqrt{\dfrac{g}{\ell}}$ （え）$\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$ （お）$2\pi\sqrt{\dfrac{g}{\ell}}$ （か）$2\pi\sqrt{\dfrac{\ell}{g}}$

(7) 小物体Aをはなした瞬間から再度小物体Aをはなした位置に戻るまでの時間を d, k, ℓ, m, g のうち必要なものを用いて答えよ。

2 電荷のつくる電場（電界）とその電位について，以下の問いに答えよ。ただし，クーロンの法則の比例定数を k とし，電位の基準の位置を無限遠にとるものとする。

［Ⅰ］ 電気量 Q（>0）の点電荷が固定されている。

(1) この点電荷から距離 r だけ離れた位置の電場の大きさとして最も適当なものを，次の（あ）～（お）から一つ選び，記号で答えよ。

（あ）kQr^2　（い）kQr

（う）kQ　（え）$k\dfrac{Q}{r}$

（お）$k\dfrac{Q}{r^2}$

(2) この点電荷から距離 r だけ離れた位置の電位として最も適当なものを，次の（あ）～（こ）から一つ選び，記号で答えよ。

（あ）kQr^2　（い）$-kQr^2$

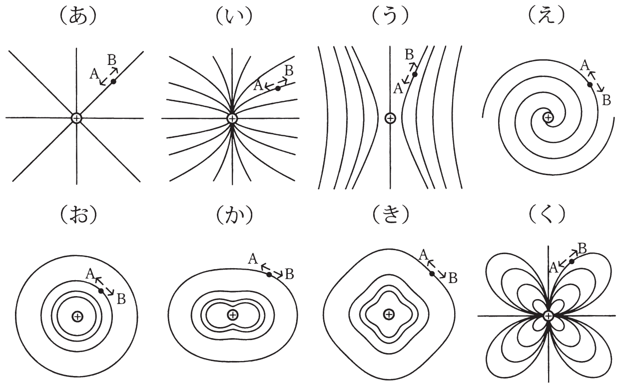
（う）kQr　（え）$-kQr$

（お）kQ　（か）$-kQ$

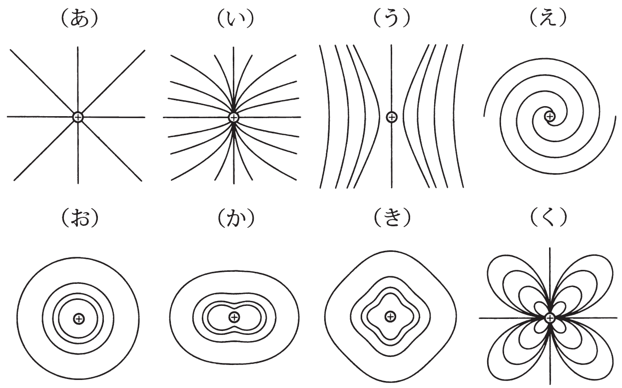
（き）$k\dfrac{Q}{r}$　（く）$-k\dfrac{Q}{r}$

（け）$k\dfrac{Q}{r^2}$　（こ）$-k\dfrac{Q}{r^2}$

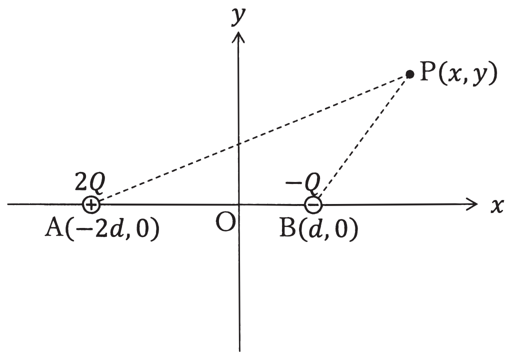
(3)　この点電荷のまわりの電気力線の様子を表す図として最も適当なものを，次の（あ）～（く）から一つ選び，記号で答えよ。また，選んだ図中の点（黒丸）の位置の電気力線の向きとして最も適当なものを図中の A と B の矢印から一つ選び，記号で答えよ。



(4)　この点電荷のまわりの等電位線のようすを表す図として最も適当なものを，次の（あ）～（く）から一つ選び，記号で答えよ。



［Ⅱ］　図のように，xy 平面上の点 A$(-2d, 0)$ と点 B$(d, 0)$ にそれぞれ電気量 $2Q$ と $-Q$ の点電荷が固定されている（ただし，$d > 0$，$Q > 0$）。



(5)　点 A の電荷と点 B の電荷が xy 平面上のある点 P(x, y) にそれぞれつくる電場の大きさ E_A と E_B を，d，k，Q，x，y のうち必要なものを用いて答えよ。

(6)　xy 平面上の原点 O における電場の x 成分と y 成分を，d，k，Q のうち必要なものを用いて答えよ。

(7)　xy 平面上の点 C$(2d, 2d)$ における電場の x 成分と y 成分を，d，k，Q のうち必要なものを用いて答えよ。

(8)　xy 平面上の電位が 0 の等電位線をグラフに描け。ここで解答用紙の方眼の 1 目盛は d とする。（点 P(x, y) の電位 V を求め，$V = 0$ を満たす x，y を考えると，その等電位線の形を調べることができる。）

3 断熱変化における気体の性質について，以下の問いに答えよ。ただし，気体は単原子分子理想気体とし，気体定数を R とする。また，容器は変形しないものとする。

［Ⅰ］ 図1のように，容積 V の容器に物質量 n の気体が入れられている。このとき，気体の圧力は P であった。気体と容器との熱のやりとりはないものとする。

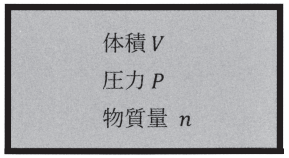


図1

(1) 気体の絶対温度を，次の選択肢から選び記号で答えよ。

（あ）0　（い）$\frac{3}{2}PV$　（う）$\frac{3}{2}nR$　（え）$\frac{3}{2}nV$　（お）$\frac{3}{2}Pn$

（か）$\frac{PV}{nR}$　（き）$\frac{nR}{PV}$　（く）$\frac{PR}{nV}$　（け）$\frac{nV}{PR}$

(2) 気体の内部エネルギーを，次の選択肢から選び記号で答えよ。

（あ）0　（い）$\frac{3}{2}PV$　（う）$\frac{3}{2}nR$　（え）$\frac{3}{2}nV$　（お）$\frac{3}{2}Pn$

（か）$\frac{PV}{nR}$　（き）$\frac{nR}{PV}$　（く）$\frac{PR}{nV}$　（け）$\frac{nV}{PR}$

(3) 内部エネルギーの単位を，国際単位系（SI）の基本単位 kg，m，s を用いて答えよ。

［Ⅱ］ 図2のように，コックのついた細管でつなげられたそれぞれ容積 V の容器AとBに，コックが閉じた状態で，それぞれ物質量 n_A と n_B の気体が入れられている。このとき，容器A内の気体の圧力は P_A，容器B内の気体の圧力は P_B であった。気体と容器，気体とコックの付いた細管との熱のやりとりはないものとする。また，コックのついた細管の容積は無視できるものとする。

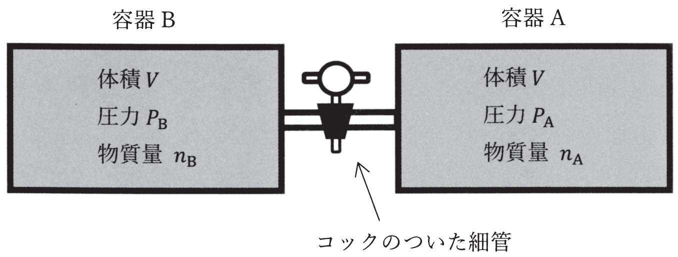


図2

(4) 容器AとB内の気体の絶対温度をそれぞれ T_A と T_B とする。比 $\frac{T_B}{T_A}$ を P_A，P_B，n_A，n_B，R，V のうち必要なものを用いて答えよ。

(5) コックを開けると気体は混ざり，やがて全体の状態が一様（平衡状態）になった。このときの混合気体の内部エネルギーを P_A，P_B，V を用いて答えよ。ただし，この過程の前後で内部エネルギーの合計は一定に保たれている。

(6) 問(5)で，平衡状態に達した後の混合気体の絶対温度を P_A，P_B，n_A，n_B，R，V を用いて答えよ。

再び図2の状態にしてから，容器B内の気体を抜き取って真空にし，図3の状態にした。

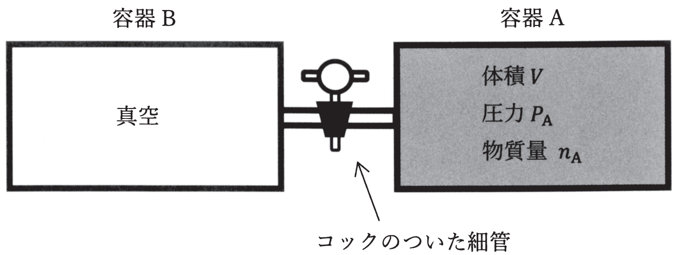


図3

(7) コックを開けると気体は容器Aから容器Bへと噴出し，やがて平衡状態になった。この過程の前後での内部エネルギーの変化量として正しいものを，次の選択肢から選び記号で答えよ。ただし，この過程で気体は仕事をしない。

（あ）0　（い）$\frac{3}{2}P_AV$　（う）$\frac{3}{2}n_AR$　（え）$\frac{3}{2}n_AV$　（お）$\frac{3}{2}P_An_A$

（か）$\frac{P_AV}{n_AR}$　（き）$\frac{n_AR}{P_AV}$　（く）$\frac{P_AR}{n_AV}$　（け）$\frac{n_AV}{R_AR}$

(8) 問(7)で，コックを開けて平衡状態に達した後の気体の圧力を P_A，n_A，R，V のうち必要なものを用いて答えよ。

物理

●工学部（生命環境化学科／知能機械工学科）
●情報工学部（情報システム工学科／情報マネジメント学科）

（一般選抜3教科型・2月10日実施分）

（解答：71ページ）

（解答はすべて，別紙解答用紙の解答欄に記入せよ。）

解答用紙の**計算**と書かれた枠内には，解答の導出過程で用いた計算や考え方を書くこと。

1 図1のように，床に固定された水平台上に質量 m の物体Aが置かれている。これに伸び縮みしない糸を取り付けて，糸が水平になるように台の端の滑車を通し，その糸の先端に質量 m の物体Bを取り付け，鉛直に吊るした。そして，Aを手で支えて静止させた。空気抵抗と糸および滑車の質量は無視できるものとし，摩擦はどこにも働かないものとする。また，重力加速度の大きさを g とする。以下の問いについて答えよ。

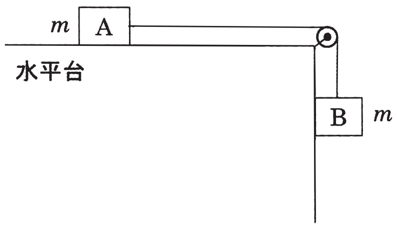


図1

(1) Aを手で支えて静止させている。糸の張力の大きさを m と g のうち必要なものを用いて答えよ。

(2) Aを止めていた手を静かに放すと，AとBは運動を始めた。AとBの加速度の大きさを a，糸の張力の大きさを T とする。Aの水平方向とBの鉛直方向の運動方程式の組合わせとして最も適当なものを，次の（あ）～（え）から一つ選び，記号で答えよ。

	（あ）	（い）	（う）	（え）
A	$ma=mg$	$ma=mg$	$ma=T$	$ma=T$
B	$ma=mg+T$	$ma=mg-T$	$ma=mg+T$	$ma=mg-T$

(3) 問(2)のとき，a と T を，m と g のうち必要なものを用いて答えよ。

(4) 問(2)のとき，Bが動き始めてから，高さ h だけ下降する間に，Bの位置エネルギーが減少する一方で，AとBの運動エネルギーは増加する。この間にBが失った位置エネルギーおよび h だけ下降したときのAの速さを m，g，h のうち必要なものを用いて答えよ。

(5) Aを止めていた手を放す前と後での，滑車が糸から受ける力の水平成分の大きさを m と g を用いて答えよ。

次に，図2のように，端に滑車を取り付けた質量 M の直方体Cがなめらかな水平面上に置かれている。この上に質量 m のAを置き，これに伸び縮みしない糸を取り付けて，糸が水平になるように台の端の滑車を通し，その糸の先端に質量 m のBを取り付け，鉛直に吊るした。そして，AとCを手で支えて静止させた。BはCの側面と接している。空気抵抗と糸および滑車の質量は無視できるものとし，摩擦はどこにも働かないものとする。また，重力加速度の大きさを g とする。以下の問いについて答えよ。

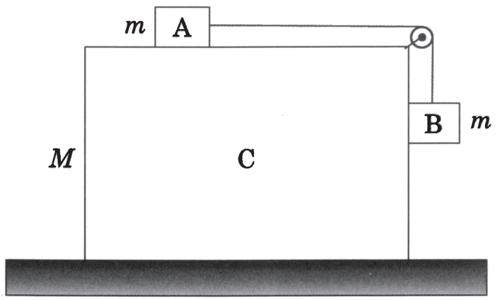


図2

(6) A と C を止めていた手を同時に静かに放すと，C は水平方向に運動を始めた。C は水平右向きと左向きのどちらに動くか。解答用紙に印字された左右の選択肢のうち，一つを丸で囲め。

(7) 次に，A と C を止めていた手を静かに放すと同時に，C を一定の加速度の大きさ $2g$ で水平右向きに運動させた。C とともに運動する観測者から見た場合，A と B には実際の力の他に慣性力が働いていると見なすことができる。この観測者から見た A と B の運動について，A の水平方向と B の鉛直方向の運動方程式を答えよ。ただし，A については水平右向きを，B については鉛直下向きを正とし，観測者から見た A の加速度の水平成分を a' とする。このとき，B の加速度の鉛直成分も a' である。また，糸の張力の大きさを T' とする。

(8) 問(7)のとき，B の鉛直方向の運動として最も適当なものを，次の（あ）～（う）から一つ選び，記号で答えよ。

（あ）上昇する　　（い）静止している　　（う）下降する

(9) 問(7)のとき，C の底面が水平面から受ける垂直抗力の大きさを M，m，g を用いて答えよ。

2 [I]　電気容量がそれぞれ C，$2C$ であるコンデンサー C_1，C_2 を図 1 と図 2 のように接続し，端子間にともに電圧 V を加えて充電した。ただし，端子間に電圧を加える前に C_1，C_2 に蓄えられた電気量はともに 0 であったとする。

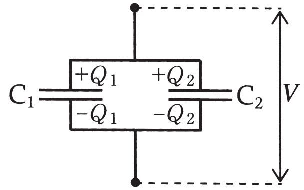


図 1

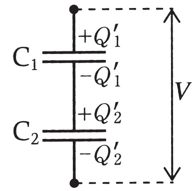


図 2

(1) 図 1 と図 2 それぞれの合成容量を，次の選択肢（ア）～（オ）から一つずつ選び，記号で答えよ。

（ア）$\frac{1}{3}C$　（イ）$\frac{2}{3}C$　（ウ）C　（エ）$\frac{3}{2}C$　（オ）$3C$

(2) 図 1 の C_1，C_2 それぞれに蓄えられた電気量 Q_1，Q_2 を次の選択肢（ア）～（オ）から一つずつ選び記号で答えよ。ただし，同じものを繰り返し選んでもよい。

（ア）$\frac{1}{3}CV$　（イ）$\frac{2}{3}CV$　（ウ）CV　（エ）$\frac{4}{3}CV$　（オ）$2CV$

(3) 図 2 の C_1，C_2 それぞれに蓄えられた電気量 Q'_1，Q'_2 を次の選択肢（ア）～（オ）から一つずつ選び記号で答えよ。ただし，同じものを繰り返し選んでもよい。

（ア）$\frac{1}{3}CV$　（イ）$\frac{2}{3}CV$　（ウ）CV　（エ）$\frac{4}{3}CV$　（オ）$2CV$

(4) 図 1 および図 2 の端子間に加える電圧を $2V$ に変更して充電した場合の説明として**誤っているもの**を，次の選択肢(ア)～(エ)から**二つ**選び記号で答えよ。

（ア）C_1 と C_2 の合成容量は 2 倍となる

（イ）C_1 と C_2 の両端の電位差はともに 2 倍となる

（ウ）C_1 と C_2 に蓄えられた電気量はともに 2 倍となる

（エ）C_1 と C_2 の合計の静電エネルギーは 2 倍となる

［Ⅱ］ 抵抗値がそれぞれ R，$2R$，$2R$ である抵抗 R_1，R_2，R_3 と可変抵抗 R_4，電気容量がそれぞれ C，$2C$ であるコンデンサー C_1，C_2，スイッチ，および起電力 V の直流電源を図３のように接続した。はじめスイッチは開いており，C_1，C_2 に蓄えられた電気量はともに０であった。R_1，R_2，R_3，R_4 以外の電気抵抗と，抵抗の温度変化による抵抗値の変化は考えないものとする。

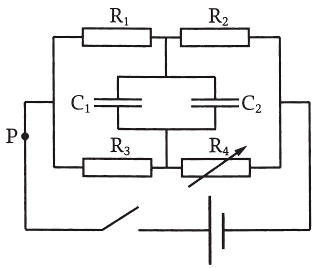
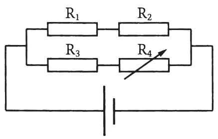


図３

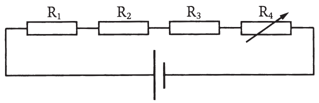
まず，R_4 の抵抗値を R に設定してスイッチを閉じたところ，時間の経過とともに C_1，C_2 の両端の電位差が増大し，回路に流れる電流も変化した。十分に時間が経過すると，C_1，C_2 の両端の電位差および回路に流れる電流は変化しなくなった。

(5) スイッチを閉じた直後の回路と，スイッチを閉じてから十分に時間が経過した後の回路に流れる電流について，以下のいずれかの回路に置き換えて考えることができる。それぞれどの回路に置き換えられるか。次の選択肢（ア）～（エ）から一つずつ選び，記号で答えよ。

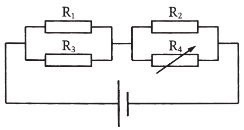
（ア）



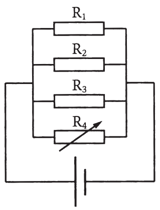
（イ）



（ウ）



（エ）



(6) スイッチを閉じた直後に図３の点Pを流れる電流の大きさを，C，R，V のうち必要なものを用いて答えよ。

(7) スイッチを閉じてから十分に時間が経過した後に図３の点Pを流れる電流の大きさを，C，R，V のうち必要なものを用いて答えよ。

(8) スイッチを閉じてから十分に時間が経過した後に C_1，C_2 に蓄えられている電気量の和を，C，R，V のうち必要なものを用いて答えよ。

次に，スイッチを開いてコンデンサーに蓄えられた電荷を完全に放電させた。

(9) スイッチを開いてから放電が終了するまでの間に抵抗で発生した合計のジュール熱を，C，R，V のうち必要なものを用いて答えよ。

放電が終了した後，R_4 の抵抗値をある値に変えて再びスイッチを閉じた。すると，R_4 の抵抗値を R に設定した場合とは異なり，スイッチを閉じた直後から回路を流れる電流に変化は見られなかった。

(10) R_4 の抵抗値を，C，R，V のうち必要なものを用いて答えよ。

3 (1) 次の文章の空欄に入る最も適切なものを，それぞれの選択肢から一つずつ選び記号で答えよ。

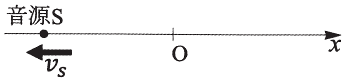


図1

音波は（　①　）で，疎密波とも呼ばれる。図1のように点音源Sをx軸負の方向に速さv_sで等速直線運動させると，原点Oで静止した観測者が聞く振動数は，音速v_0を用いて音源Sの振動数の（　②　）倍になり，音の高さは（　③　）なる。これを（　④　）と呼ぶ。

① の選択肢：（あ）縦波　（い）横波

② の選択肢：（あ）$\dfrac{v_0+v_s}{v_0}$　（い）$\dfrac{v_0-v_s}{v_0}$　（う）$\dfrac{v_0}{v_0+v_s}$　（え）$\dfrac{v_0}{v_0-v_s}$

③ の選択肢：（あ）高く　（い）低く

④ の選択肢：（あ）うなり　（い）全反射　（う）衝撃波　（え）ドップラー効果

(2) 図1の原点O付近をx軸正の方向に進む疎密波（音波）について，媒質各点のx軸正の方向の変位dを縦軸とすると，ある時刻において図2のようになった。この波の波長をλとしたとき，最も密である点のx座標を，次の選択肢から一つ選び記号で答えよ。ここで，図2の白丸は媒質各点の元の位置，黒丸は変位した位置を表す。

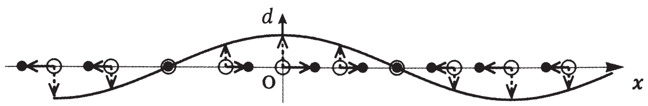


図2

（あ）$\dfrac{\lambda}{2}$　（い）$\dfrac{\lambda}{4}$　（う）0　（え）$-\dfrac{\lambda}{4}$

(3) 図1の疎密波がy軸方向にも広がることを考えると，図3のように波面は円状になり，それぞれの波面は矢印の方向に広がる。この媒質各点の変位についての以下の議論を読み，Bさんの示した図として最も適切なものを，後の（あ）～（え）から一つ選び，記号で答えよ。

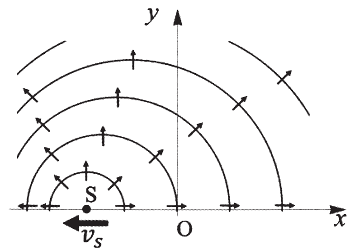


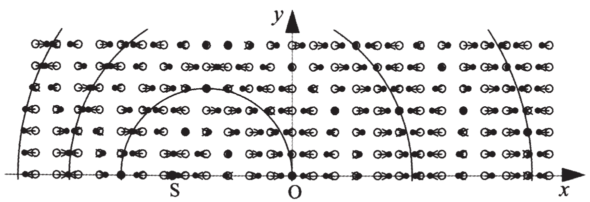
図3

Aさん「図3において媒質を考えると，その変位はx軸方向ではなく，波面の進行方向にそって振動するのかな？」

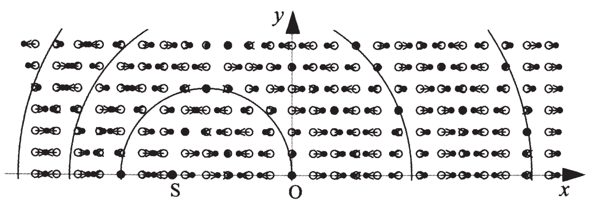
Bさん「そうだね。白丸を媒質各点の元の位置，黒丸を変位した位置として，密な所を表すように波面を半円で描くと，こんな図になると思うよ」

Aさん「音源Sの点が密になっていて，この後に波面が出ていきそうね」

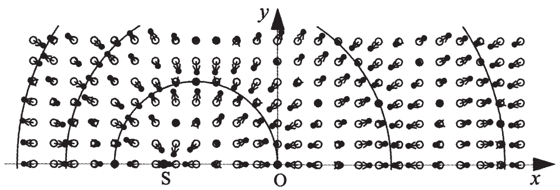
（あ）



（い）



（う）



（え）

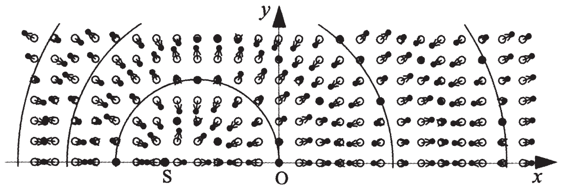


図３に示す速さ v_s で運動する音源Ｓの出す音波（振動数 f_S）を，図４のように y 軸上の点Ｐで観測する。点 S_0 から出た波面と，１周期後に点 S_1 から出た波面を考えると，点Ｐで観測する音波の振動数は，角度 θ を用いて求められる。以下の問いに答えよ。

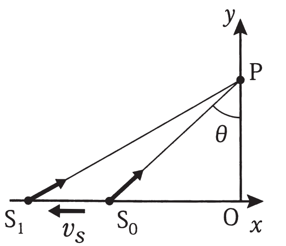


図４

(4)　音源Ｓが出した音の周期を，f_S を用いて答えよ。

(5)　１周期の間に音源Ｓは，点 S_0 から点 S_1 まで速さ v_s で進む。この移動距離 S_0S_1 を，f_S，v_s を用いて答えよ。

(6)　振動数 f_S が大きいため距離 S_0S_1 が微小だと近似できることに着目し，距離 S_1P と距離 S_0P の差 S_1P-S_0P を，f_S，v_s，θ を用いて答えよ。ただし，図５の図形において，δ/B が微小な場合に成り立つ近似式 $A-B \fallingdotseq \delta\sin\phi$ を用いてよい。

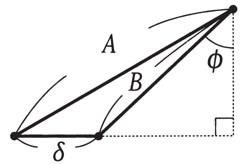


図５

(7)　点 S_0 を出た波面が音速 v_0 で進んで点Ｐに到着してから，点 S_1 を出た波面が点Ｐに到着するまでの時間が，点Ｐで観測する音波の１周期に等しいことに着目し，点Ｐで観測する音波の振動数を，f_S，v_0，v_s，θ を用いて答えよ。