

平成 30 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 17 ページ

化 学 18 ページ～ 32 ページ

生 物 33 ページ～ 50 ページ

地 学 51 ページ～ 58 ページ

注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄に受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ記入しなさい。その他の欄に記入してはいけません。
3. 選択科目は、届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、学部・学科等で異なるので、各科目の最初にかいてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は、持ち帰りなさい。
8. 落丁、乱丁または印刷不備があったら申し出なさい。

## 平成30年度個別学力検査等（前期日程）問題

## 問題訂正

## 理科「物理」

2

4 ページ 本文 1 行目

(誤)

図1のように、水平な床に沿って右向きに  $x$  軸、～

(正)

図1のように、水平でなめらかな床に沿って右向きに  $x$  軸、～

5 ページ 問4 1 行目

(誤)

任意の大きさの仰角  $\alpha$  で打ち出したのち点  $Q_1$  において  
床に衝突した小球は、床と滑ることなくはねかえった  
あと放物線を描き、～

(正)

任意の大きさの仰角  $\alpha$  で打ち出したのち点  $Q_1$  において  
床に衝突した小球は、はねかえったあと放物線を描き、～

# 物 理

注意 1. 志望学部・学科等により、以下に示す番号の問題を解答すること。

| 志 望 す る 学 部 ・ 学 科 等                                                                                           | 解 答 す る 問 題 番 号                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 国際教養学部 志望者のうち物理を選択する者                                                                                         | <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 |
| 教 育 学 部 志望者のうち物理を選択する者                                                                                        | <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 5                            |
| 理 学 部 数学・情報数理学科，化学科，生物学科，地球科学科志望者のうち物理を選択する者                                                                  | <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 5                            |
| 理 学 部 物理学科                                                                                                    | <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 |
| 工 学 部 総合工学科(建築学コース，機械工学コース，電気電子工学コース，情報工学コース)                                                                 | <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 6                            |
| 工 学 部 総合工学科(都市環境システムコース，デザインコース，医工学コース，物質科学コース，共生応用化学コース)                                                     | <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 5                            |
| 園 芸 学 部 志望者のうち物理を選択する者                                                                                        | <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 5                            |
| 医 学 部 志望者のうち物理を選択する者                                                                                          | <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 6                            |
| 看 護 学 部 志望者のうち物理を選択する者                                                                                        | <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 5                            |
| 先 進 科 学<br>プ ロ グ ラ ム<br>(方式Ⅱ) 物理学関連分野                                                                         | <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 |
| 先 進 科 学<br>プ ロ グ ラ ム<br>(方式Ⅱ) 工学関連分野(都市環境システムコース，デザインコース，医工学コース，物質科学コース，共生応用化学コース)志望者，および化学関連分野志望者のうち物理を選択する者 | <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 5                            |
| 先 進 科 学<br>プ ロ グ ラ ム<br>(方式Ⅱ) 工学関連分野(建築学コース，機械工学コース，電気電子工学コース，情報工学コース)                                        | <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 6                            |

2. 解答は，すべて解答用紙の所定の欄に，指定された方法で記入しなさい。
3. 問題文中に特に指示がない限り，結果のみを解答用紙の該当する欄に記入すること。

- 2 図1のように、水平な床に沿って右向きに  $x$  軸、鉛直上向きに  $y$  軸をとった  $xy$  平面における、質量  $m$  の小球の運動を考えよう。時刻  $t = 0$  に、原点  $O$  から仰角 ( $x$  軸となす角)  $\alpha$  の方向に、速さ  $v$  で小球を打ち出したところ、最高到達点  $P$  を経て、点  $Q_1$  において床に衝突した。このとき、重力加速度の大きさを  $g$  として以下の問いに答えなさい。ただし、仰角  $\alpha$  の範囲は  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$  であり、空気抵抗は無視できるものとする。

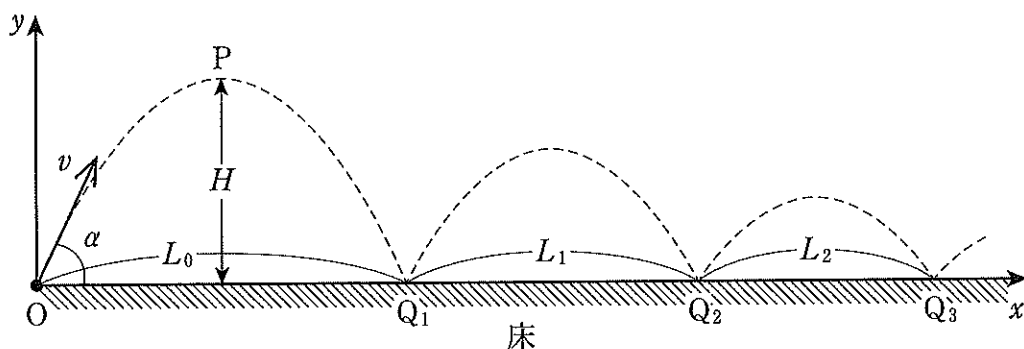


図1

- 問1 小球が打ち出された直後の、小球の速度の  $x$  軸方向の成分  $v_x$  と  $y$  軸方向の成分  $v_y$  をそれぞれ、 $m$ ,  $v$ ,  $g$ ,  $\alpha$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。
- 問2 小球が打ち出されて最高到達点  $P$  に到達するまでの時間  $t_1$ 、最高到達点  $P$  の床からの高さ  $H$  を、 $m$ ,  $v$ ,  $g$ ,  $\alpha$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。
- 問3 原点  $O$  から点  $Q_1$  までの床に沿った距離  $L_0$  を、 $m$ ,  $v$ ,  $g$ ,  $\alpha$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。また、距離  $L_0$  が最大値となるときの仰角  $\alpha$  を求めなさい。

問 4 任意の大きさの仰角  $\alpha$  で打ち出したのち点  $Q_1$  において床に衝突した小球は、床と滑ることなくはねかえったあと放物線を描き、点  $Q_2$  において再度床に衝突した。床と小球の反発係数が  $e$  のとき、点  $Q_1$  においてはねかえった直後の小球の速度の  $x$  軸方向の成分  $v'_x$  と  $y$  軸方向の成分  $v'_y$  をそれぞれ、 $m, v, g, \alpha, e$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。また、点  $Q_1$  から点  $Q_2$  までの距離  $L_1$  を、 $m, v, g, \alpha, e$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 5 小球が床に  $n$  回衝突したときの点を  $Q_n$  として、点  $Q_n$  から点  $Q_{n+1}$  までの距離  $L_n$  を、 $e, L_0, n$  を用いて表しなさい。

図2のように、床を $x$ 軸に対して角度 $\beta$ 傾ける。このとき、 $xy$ 平面における質量 $m$ の小球の運動を考えよう。時刻 $t=0$ に、 $x$ 軸との角度 $\alpha$ の方向に、速さ $v$ で小球を打ち出したところ、最高到達点 $P'$ を経て、点 $Q'$ において床に衝突した。このとき、重力加速度の大きさを $g$ として以下の問いに答えなさい。ただし、 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ 、 $0^\circ < \beta < 90^\circ$ 、かつ $\alpha > \beta$ であり、空気抵抗は無視できるものとする。

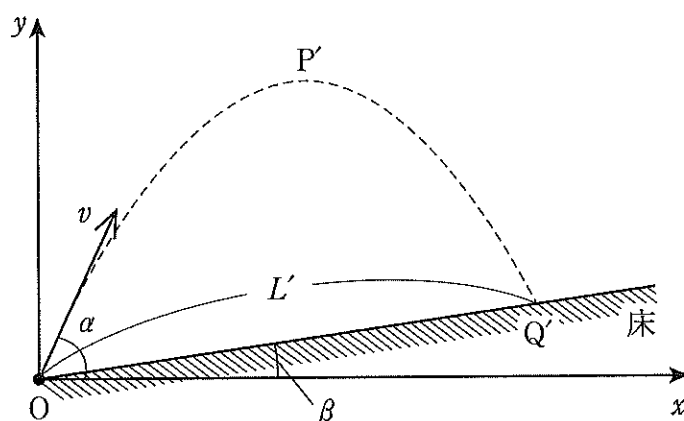


図2

問6 小球が打ち出されてから点 $Q'$ において衝突する前の任意の時刻 $t$ における、小球の $x$ 座標および $y$ 座標を、 $v$ 、 $g$ 、 $\alpha$ 、 $t$ を用いて表しなさい。

問7 原点 $O$ から点 $Q'$ までの床に沿った距離を $L'$ としたとき、点 $Q'$ の $x$ 座標 $x_{Q'}$ および $y$ 座標 $y_{Q'}$ を、 $\beta$ 、 $L'$ を用いて表しなさい。また、小球が打ち出されてから点 $Q'$ に到達するまでにかかる時間 $t_2$ を、 $v$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $L'$ を用いて表しなさい。

問8 原点 $O$ から点 $Q'$ までの床に沿った距離 $L'$ を、 $v$ 、 $g$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ を用いて表しなさい。

問9 小球の速さ $v$ および角度 $\beta$ を一定として、距離 $L'$ が最大となるときの仰角 $\alpha$ を、 $\beta$ を用いて表しなさい。なお、必要に応じて以下の加法定理を用いてよい。

$$\sin(\theta_1 + \theta_2) = \sin \theta_1 \cos \theta_2 + \cos \theta_1 \sin \theta_2$$

$$\cos(\theta_1 + \theta_2) = \cos \theta_1 \cos \theta_2 - \sin \theta_1 \sin \theta_2$$

- 4  $n$  個の電子を放出して正の電荷  $ne$  ( $n$  は自然数,  $e$  は電気素量) を帯びた粒子は  $n$  価の陽イオンと呼ばれる。図 1 に示すように, 真空中に置かれた 2 枚の平行板電極の一方の中心に開けられた小穴から電極間に気体の  $n$  価の陽イオン (質量  $M$ ) を入射する。この電極間に電圧  $V_0$  を加えると, イオンは電場により加速され, もう一方の電極の小穴から速さ  $v$  で出射した。なお, イオン源から電極間に入射直後のイオンの初速度は無視できるものとする。また, 原子の質量に占める電子の質量の割合は十分小さいものとし, 問 9 以外では重力の影響を無視して以下の問いに答えなさい。

問 1 このイオンが上記のように加速されるためには, 図 1 に示すイオン源の側の電極を(a)~(c)のいずれに接続すればよいか記号で答えなさい。また, 加速後のイオンの速さ  $v$  を  $e$ ,  $M$ ,  $n$ ,  $V_0$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

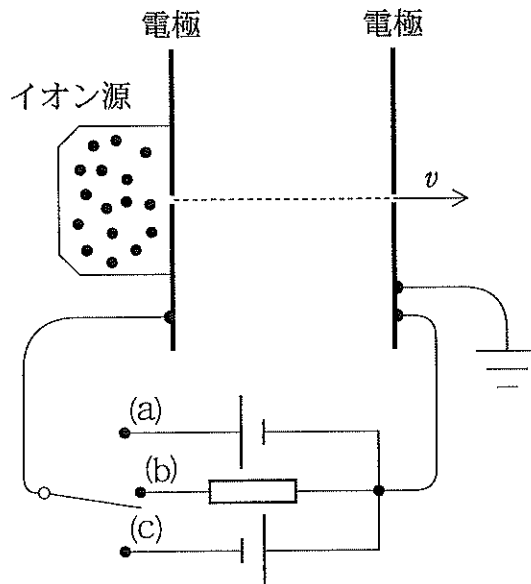


図 1

図2のように、電極を速さ $v$ で出たイオンは長さ $L$ の領域①を通り、紙面に垂直な磁場(磁束密度の大きさ $B$ )が加えられた領域②にスリットを通して垂直に入る。領域②では、イオンは ア を磁場から受け、図2に破線で示した半径 $R$ の円軌道上を右回りに $90^\circ$ 円運動したイオンだけがスリットを通して出て、さらに長さ $L$ の領域③を経てイオンの検出器に入射する。ただし、図2はすべて真空中にあり、領域①および領域③には電場、磁場ともに加えられていないものとする。

問2 文中の ア にあてはまる、磁場中を運動する荷電粒子が受ける力の名称を答えなさい。また、領域②の磁場の向きは図2において紙面に対して上向きか、下向きか答えなさい。

問3 検出器に入射するイオンの質量 $M$ を $B$ ,  $e$ ,  $n$ ,  $R$ ,  $V_0$ のうち必要な記号を用いて表しなさい。

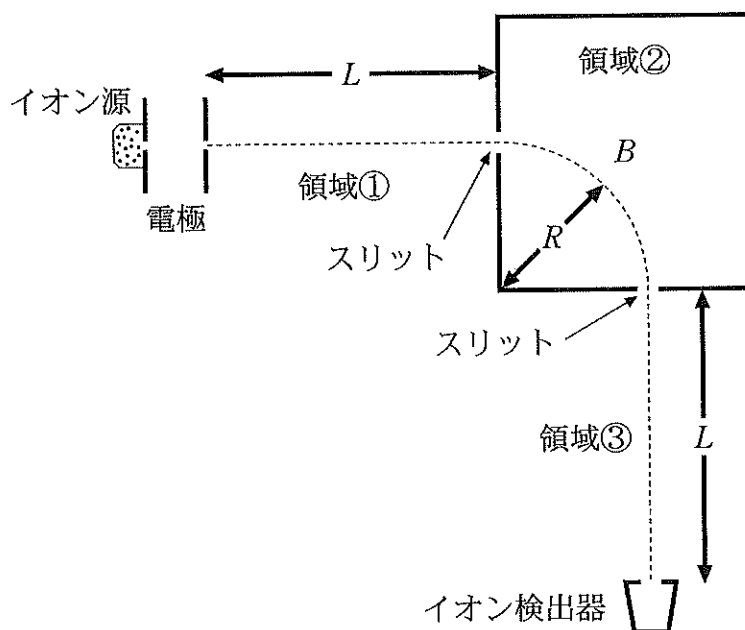


図2

問4 図2の装置では、磁場の大きさを調節することにより検出されるイオンの質量や電荷(価数)を選ぶことができる。いま同じ質量をもつ $n$ 価のイオン( $n=1, 2$ , および $3$ )が検出されるとき、磁束密度の大きさをそれぞれ $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ とする。 $B_2$ と $B_3$ の値を、 $B_1$ を用いて表しなさい。

問 5 図 2 の装置のイオン源に、表のいずれかの単原子分子の気体を供給し  $n$  価の陽イオンを発生させ、イオンを加速する電圧を  $V_0 = 960 \text{ V}$  とした。領域②ではイオンの円運動の半径が  $R = 0.10 \text{ m}$  となるようにスリットの位置が調整されている。磁束密度の大きさが  $B = 0.20 \text{ T}$  のとき検出される可能性のあるイオンの元素の種類とその価数について、考え方とともに答えなさい。なお、電気素量は  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、アボガドロ定数は  $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$  とする。また、必要であれば  $1 \text{ mol}$  の原子の平均質量はグラム単位で表した原子量の数値に等しいことを用いてよい。

表

| 元 素   | He    | Ne    | Ar    |
|-------|-------|-------|-------|
| 原子番号  | 2     | 10    | 18    |
| 原 子 量 | 4.003 | 20.18 | 39.95 |

問 6 磁場中でイオンが円運動するときの角速度  $\omega$  を  $B$ ,  $e$ ,  $M$ ,  $n$  のうち必要な記号を用いて表しなさい。

問 7 図 2 で、イオンが領域①に入ってから検出器に入射するまでの時間を  $L$ ,  $R$ ,  $\omega$  を用いて表しなさい。

問 8 図 2 において  $L = 1.0 \text{ m}$ ,  $R = 0.10 \text{ m}$  とし、表の Ar を 1 価の陽イオン  $\text{Ar}^+$  として電圧  $V_0 = 960 \text{ V}$  で加速した場合のイオンの速さ  $v$ , および、 $\text{Ar}^+$  が領域①に入ってから検出器に入射するまでの時間をそれぞれ有効数字 1 けたで求めなさい。

問 9 問 8 の条件で、 $\text{Ar}^+$  が検出器に到着するまでの間に重力によりイオンの軌道が変化したとする。イオンが検出器の入口に到着したときの、重力の影響による位置のずれの大きさを有効数字 1 けたで計算し、重力の影響を無視したことが適切であることを説明しなさい。ただし、図 2 で重力の向きは紙面に垂直下向きで、重力加速度の大きさは  $9.8 \text{ m/s}^2$  とし、検出器のイオンの入口は直径  $0.1 \text{ mm}$  の円形をしているものとする。

問10 以下の文章の空欄  イ  ~  カ に適切な語句や数値を入れなさい。

図2のイオン源にXeガスを供給し、生成した1価の陽イオン $\text{Xe}^+$ を用いて実験を行い、領域②の磁束密度と検出されたイオンの量との関係を示すグラフ(図3)を得た。グラフには、矢印で示す九つのピークが観測され、このうち、(a)、(b)として検出されたイオンについて、その質量から推定される質量数はそれぞれ129, 132であった。これらのピークはXeの  イ  の存在を示しており、原子核中の  ウ  の数が異なるものである。検出されたイオンの量はピーク毎に異なり、Xeの  イ  の存在比が質量数により異なることがわかる。

検出されたイオンの質量 $M$ と図2の領域②の磁束密度の大きさ $B$ との関係は、図3に示した磁場の範囲では1次関数で近似できるものとする。グラフから推定されるXeの  イ  の質量数で最も小さい値は  エ  , 最も大きい値は  オ  と考えられる。原子量とは、  イ  の質量を  カ  単位でそれぞれ表し、これを存在比に応じて加重平均した数値である。

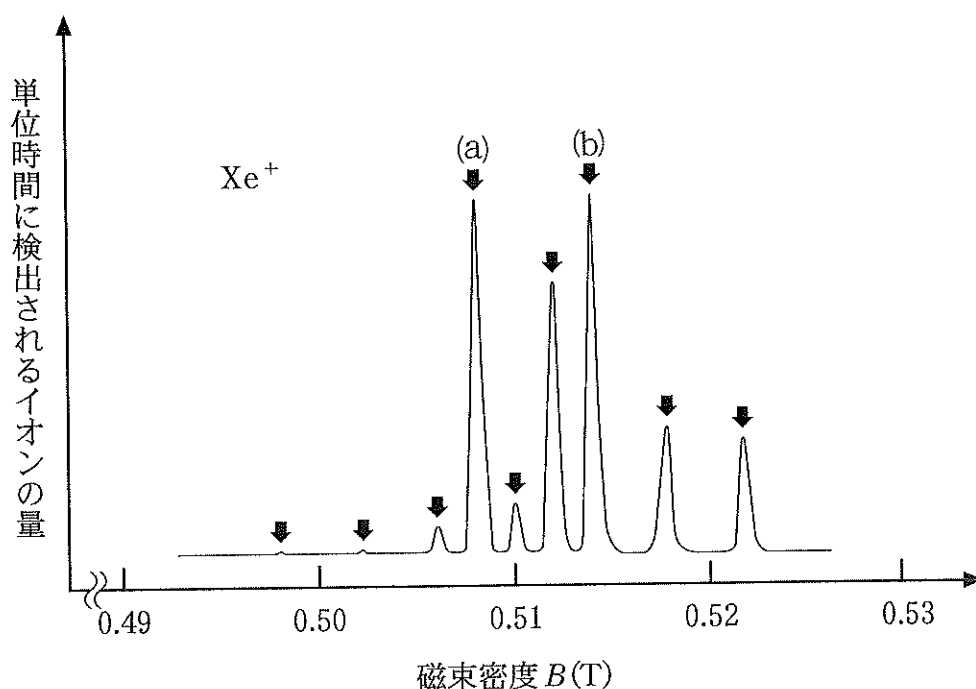


図3

- 6 図1に示すように、原点  $O$  の位置に静止している観測者  $P$  の前を、振動数  $f_0$  の音波を発生し続ける音源  $Q$  が、 $X$  軸上を正の向きに速さ  $v$  で通過していく場合を考える。音源  $Q$  の位置を  $x$ 、音速を  $V$  として、以下の問いに答えなさい。ただし  $v < V$  とする。

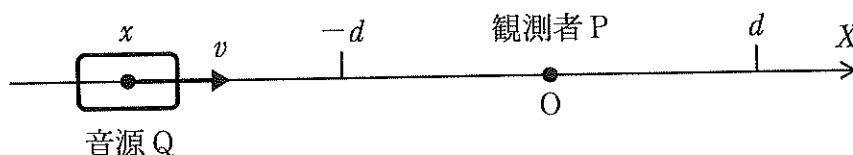


図1

問1 音源  $Q$  が  $X$  軸上の負の位置にあるとき、観測者  $P$  が受ける音波の振動数を、 $f_0$ 、 $V$ 、 $v$  を用いて表しなさい。

問2 音源  $Q$  の位置  $x$  が  $-d$  から  $d$  の間 ( $d > 0$ ) にあるとき、観測者  $P$  が受ける音波の振動数  $f$  を、 $x$  を横軸としてグラフに描きなさい。また、グラフに  $x = -d$ 、 $d$  のときの  $f$  の値をそれぞれ記入しなさい。ただし、音源  $Q$  の速さは音速の  $\frac{1}{4}$  とし、 $d$  は音波が単位時間に進む距離とする。

次に、図2に示すように、観測者  $P$  が  $X$  軸から距離  $d$  だけ離れた位置で静止している場合を考える。振動数  $f_0$  の音波を発生し続ける音源  $Q$  が  $X$  軸上を正の向きに速さ  $v$  で通過していく。音源  $Q$  の位置を  $x$ 、音速を  $V$  として、以下の問いに答えなさい。ただし  $v < V$  とする。

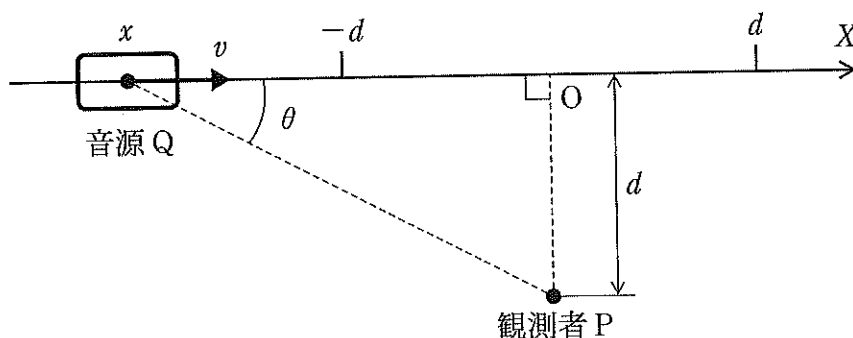


図2

問 3  $\angle PQO$  を  $\theta$  とする。音源 Q の速度の QP 方向の成分を、 $v$ ,  $\theta$  を用いて表しなさい。ただし、音源 Q は  $X$  軸上の負の位置にあるとする。

問 4 音源 Q が  $\angle PQO = \theta$  となる位置で発した音波を観測者 P が受けるときの振動数を、 $f_0$ ,  $V$ ,  $v$ ,  $\theta$  を用いて表しなさい。ただし  $x < 0$  とする。

問 5 音源 Q が位置  $x$  で発した音波を観測者 P が受けるときの振動数を、 $x$ ,  $f_0$ ,  $V$ ,  $v$ ,  $d$  を用いて表しなさい。 $x \geq 0$  の場合も考えること。

問 6 音源 Q が位置  $x = -d$ ,  $0$ ,  $d$  で発した音波を観測者 P が受けるときの振動数を、それぞれ  $f_0$ ,  $V$ ,  $v$  を用いて表しなさい。

問 7 音源 Q が  $x < 0$  で十分遠くにあるとき、観測者 P が受ける振動数を  $f_0$ ,  $V$ ,  $v$  を用いて表しなさい。

問 8 音源 Q が  $x > 0$  で十分遠くにあるとき、観測者 P が受ける振動数を  $f_0$ ,  $V$ ,  $v$  を用いて表しなさい。

問 9 音源 Q が位置  $x$  にあるとき、同じ時刻に観測者 P が受ける音波の振動数を  $f$  とする。問 6 ~ 問 8 を参考にして、この振動数  $f$  を、 $x$  を横軸としてグラフに描きなさい。また、音源 Q が位置  $x = -d$ ,  $0$ ,  $d$  で発した音波を観測者 P が受けるときの音源の位置と振動数を、それぞれグラフ中に黒丸 (●) で示しなさい。さらに、それぞれの黒丸の  $x$  と  $f$  の値をグラフ中に記入しなさい。ただし、音源 Q の速さは音速の  $\frac{1}{4}$  とし、 $d$  は音波が単位時間に進む距離とする。