平成 23 年度　〔試験時間　80 分〕

K 3 物　理　　K 4 化　学

この冊子は，物理と化学の問題を1冊にまとめてあります。

数学科は，物理または化学のどちらかを選択

建築学科と電気電子情報工学科は物理指定

物理の問題は，1ページより 18 ページまであります。
化学の問題は，19 ページより 30 ページまであります。

〔注　意〕

(1) 試験開始の指示があるまで，この冊子を開いてはいけません。

(2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら，解答用マークシートに受験番号及び氏名を記入し，さらに受験番号・志望学科をマークしてください。

(3) 解答は所定の解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。

(4) 解答用マークシートについて

① 解答用マークシートは絶対に折り曲げてはいけません。

② マークには黒鉛筆（HBまたはB）を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合，採点できないことがあります。

③ 誤ってマークした場合は消しゴムで丁寧に消し，消しくずを完全に取り除いたうえ，新たにマークしてください。

④ 解答欄のマークは横1行について1箇所に限ります。2箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので，はっきりマークしてください。

(5) 試験開始の指示があったら，初めに問題冊子のページ数を確認してください。

ページの落丁・乱丁，印刷不鮮明等に気づいた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。

(6) 問題冊子は，試験終了後，持ち帰ってください。

◇M30(040—526)

物　　理

1 次の問題の ＿＿＿ の中にいれるべき最も適当なものをそれぞれの**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。

(35 点)

図 1 のように，水平な床と鉛直の壁がある。壁と床の交線上の座標原点 O から，水平右向きに x 軸を，鉛直上向きに y 軸をとる。x 軸上に小さな発射機 A をおいた。A は，質量 m〔kg〕の小球 B に，壁に向かって水平面から角度 $\frac{\pi}{3}$ rad の向きに大きさ F〔N〕の力を，ごく短い時間 δ〔s〕の間だけ加え，打ち出すことができる。F と δ の積を $P = F\delta$〔N·s〕とし，B を打ち出した後の A の質量を M〔kg〕(ただし，$M > m$) とする。A は床面上を摩擦なく自由に移動できるが床面から離れることはない。B は壁に当たるときに弾性衝突するが，床面上の A にぶつかると A に捕捉され，その後は A と B が一体となって運動する。また，重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。

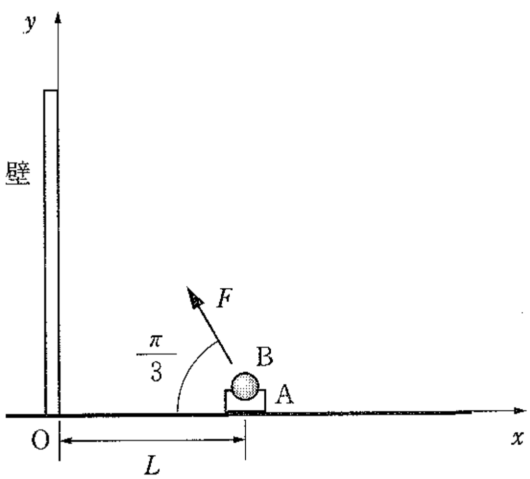


図 1

(1) 壁から距離L〔m〕の位置に発射機Aを静止させておき，壁に向けて小球Bを発射した。Bが床面に落下する前に壁に到達するよう，Lは十分短くとっておいた。発射後，Aは床面上を速度 $\boxed{(ア)}$ 〔m/s〕で運動する。壁ではね返ったBがはじめて床面に落下するのは，発射から $\boxed{(イ)}$ 〔s〕経過したときで，落下する位置は壁から距離($\boxed{(イ)}$ × $\boxed{(ウ)}$ $-L$)〔m〕のところである。したがって，$L=$ $\boxed{(イ)}$ × $\boxed{(エ)}$ 〔m〕としておけば，壁ではね返ったBは床に落ちることなく発射機Aに捕捉され，その後に両者は床面上を速度 $\boxed{(オ)}$ 〔m/s〕で運動する。

(ア)の解答群

0 $\dfrac{P}{M}$　　1 $\dfrac{M}{P}$　　2 $\dfrac{\sqrt{3}P}{2M}$

3 $\dfrac{\sqrt{3}M}{2P}$　　4 $\dfrac{P}{2M}$　　5 $\dfrac{M}{2P}$

(イ)の解答群

0 $\dfrac{P}{mg}$　　1 $\dfrac{P}{\sqrt{3}mg}$　　2 $\dfrac{\sqrt{3}P}{mg}$

3 $\dfrac{mg}{P}$　　4 $\dfrac{\sqrt{3}mg}{P}$　　5 $\dfrac{mg}{\sqrt{3}P}$

(ウ)の解答群

0 $\dfrac{P}{2m}$　　1 $\dfrac{\sqrt{3}P}{2m}$　　2 $\dfrac{P}{m}$

3 $\dfrac{\sqrt{3}P}{m}$　　4 $\dfrac{2P}{m}$　　5 $\dfrac{3P}{m}$

(エ)の解答群

0 $\left(1+\dfrac{m}{M}\right)\dfrac{P}{4m}$　　1 $\left(1-\dfrac{M}{m}\right)\dfrac{P}{4m}$　　2 $\left(1-\dfrac{m}{M}\right)\dfrac{P}{4m}$

3 $\left(1+\dfrac{m}{M}\right)\dfrac{P}{2m}$　　4 $\left(1-\dfrac{M}{m}\right)\dfrac{P}{2m}$　　5 $\left(1-\dfrac{m}{M}\right)\dfrac{P}{2m}$

(オ)の解答群

0 $\dfrac{P}{M}$　　1 $\dfrac{P}{m}$　　2 $\dfrac{P}{2M}$

3 $\dfrac{P}{2m}$　　4 $\dfrac{P}{M-m}$　　5 $\dfrac{P}{M+m}$

(2) 次に，発射機Aが壁に向かって一定の速さV〔m/s〕で接近している状態(速度$-V$〔m/s〕)で，壁に向けて小球Bを発射する場合を考える。発射したのは壁から距離L〔m〕の位置であったとし，Bは壁ではね返ってから床に落ち，それまでAが壁に衝突しないようにLの値をとってあるとする。発射直後のBの速度の水平成分と垂直成分(x成分とy成分)は，それぞれ $\boxed{\text{(カ)}}$ 〔m/s〕および $\boxed{\text{(キ)}}$ 〔m/s〕となるから，発射直後にBが飛び出す向きと水平面のなす角度をϕ〔rad〕とすると(ただし，$0 < \phi < \frac{\pi}{2}$)，$\tan\phi =$ $\boxed{\text{(ク)}}$ である。発射から $\boxed{\text{(ケ)}}$ 〔s〕経過したとき，壁ではね返ったBがはじめて床面に落下する。その位置は，壁から距離($\boxed{\text{(ケ)}}$ $\times$ $\boxed{\text{(コ)}}$ $- L$)〔m〕のところである。また，発射後のAの速度は $\boxed{\text{(サ)}}$ 〔m/s〕であるから，Bがはじめて床面に落下したときにAは壁から距離($\boxed{\text{(ケ)}}$ $\times$ $\boxed{\text{(シ)}}$ $+ L$)〔m〕の場所にある。したがって，$L =$ $\boxed{\text{(ケ)}}$ $\times$ $\boxed{\text{(ス)}}$ 〔m〕の位置で発射すれば，壁ではね返ったBは床に落ちることなく発射機Aに捕捉され，その後，両者は床面上を速度 $\boxed{\text{(セ)}}$ 〔m/s〕で運動する。このとき，$V =$ $\boxed{\text{(ソ)}}$ 〔m/s〕であれば，AがBを捕捉すると同時に静止する。

(カ)の解答群

0 $\left(\frac{P}{2m} + V\right)$	1 $\left(\frac{\sqrt{3}P}{2m} + V\right)$	2 $\left(-\frac{P}{2m} - V\right)$
3 $\left(-\frac{\sqrt{3}P}{2m} - V\right)$	4 $\left(\frac{P}{2m} - V\right)$	5 $\left(\frac{\sqrt{3}P}{2m} - V\right)$

(キ)の解答群

0 $\frac{P}{m}$	1 $\frac{\sqrt{3}P}{m}$	2 $\frac{P}{\sqrt{3}m}$
3 $\frac{P}{2m}$	4 $\frac{\sqrt{3}P}{2m}$	5 $\frac{P}{2\sqrt{3}m}$

(ク)の解答群

0 $\frac{P}{2mV - P}$	1 $\frac{1}{\sqrt{3}}$	2 $\frac{\sqrt{3}P}{2mV - P}$
3 $\frac{P}{2mV + P}$	4 $\sqrt{3}$	5 $\frac{\sqrt{3}P}{2mV + P}$

(ケ)の解答群

0 $\dfrac{P}{mg}$　　1 $\dfrac{\sqrt{3}\,P}{mg}$　　2 $\dfrac{P}{\sqrt{3}\,mg}$

3 $\dfrac{mg}{P}$　　4 $\dfrac{mg}{\sqrt{3}\,P}$　　5 $\dfrac{\sqrt{3}\,mg}{P}$

(コ)の解答群

0 $(\dfrac{P}{2m}+V)$　　1 $(\dfrac{P}{2m}-V)$　　2 $(\dfrac{P}{m}+V)$　　3 $(\dfrac{P}{m}-V)$

(サ)の解答群

0 $(\dfrac{P}{2M}+V)$　　1 $(\dfrac{P}{M}+V)$　　2 $(\dfrac{P}{2M}-V)$　　3 $(\dfrac{P}{M}-V)$

(シ)の解答群

0 $(\dfrac{P}{2M}-V)$　　1 $(\dfrac{\sqrt{3}\,P}{2M}-V)$　　2 $(\dfrac{P}{M}-V)$

3 $(\dfrac{P}{2M}+V)$　　4 $(\dfrac{\sqrt{3}\,P}{2M}+V)$　　5 $(\dfrac{P}{M}+V)$

(ス)の解答群

0 $\{(1+\dfrac{m}{M})\dfrac{P}{4m}+V\}$　　1 $\{(1+\dfrac{m}{M})\dfrac{P}{4m}-V\}$

2 $\{(1-\dfrac{m}{M})\dfrac{P}{4m}+V\}$　　3 $\{(1-\dfrac{m}{M})\dfrac{P}{4m}-V\}$

(セ)の解答群

0 $\dfrac{P-(M-m)V}{M+m}$　　1 $\dfrac{P-(M+m)V}{M+m}$　　2 $\dfrac{P+(M-m)V}{M+m}$

3 $\dfrac{P-(M-m)V}{M-m}$　　4 $\dfrac{P-(M+m)V}{M-m}$　　5 $\dfrac{P+(M-m)V}{M-m}$

(ソ)の解答群

0 $\dfrac{P}{M+m}$　　1 $-\dfrac{P}{M+m}$　　2 $\dfrac{2P}{M-m}$

3 $\dfrac{2P}{m-M}$　　4 $\dfrac{P}{M-m}$　　5 $\dfrac{P}{m-M}$

次の2ページ分は白紙です。

2 次の問題の $\boxed{}$ の中にいれるべき最も適当なものをそれぞれの**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。（同じ番号を何回用いてもよい。）　　（30 点）

3 種類の電気回路についてスイッチを開閉する実験をおこなった。それぞれの実験(1)，(2)，(3)は独立したものである。いずれの場合も，電池およびコイルの内部抵抗は小さく，無視できるものとする。

(1) **図 2** に示したような，電池 E(起電力 E〔V〕)，二つの抵抗 R_1(抵抗値 R_1〔Ω〕)と R_2(抵抗値 R_2〔Ω〕)，二つのコンデンサー C_1(静電容量 C_1〔F〕)と C_2(静電容量 C_2〔F〕)，および，二つのスイッチ S_1 と S_2 からなる電気回路がある。

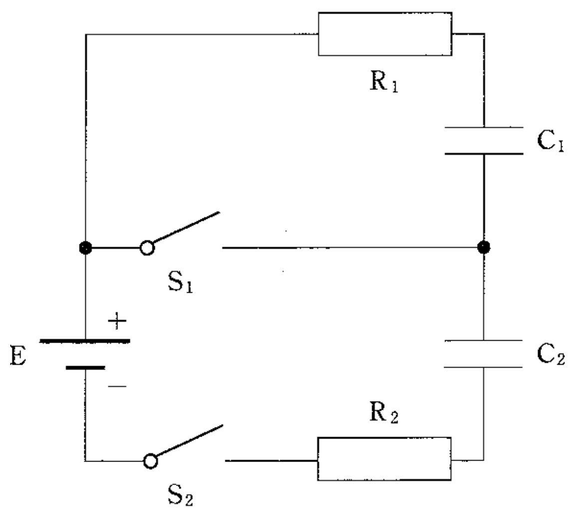


図 2

両コンデンサーに蓄えられた電気量をゼロにし，二つのスイッチが開いた状態で実験をスタートする。

(a) 最初にスイッチ S_2 を閉じる。じゅうぶんに時間がたつと，コンデンサー C_1 には $\boxed{(ア)}$〔C〕，コンデンサー C_2 には $\boxed{(イ)}$〔C〕の電気量が蓄えられる。

(b) 次にスイッチ S_2 を開き，さらに，スイッチ S_1 を閉じると，そののち抵抗 R_1 に発生するジュール熱の総量は $\boxed{(ウ)}$ 〔J〕である。

(c) 次にスイッチ S_1 を開いたのち，スイッチ S_2 を閉じる。じゅうぶんに時間がたつと，コンデンサー C_1 にかかる電圧は $\boxed{(エ)}$ 〔V〕，コンデンサー C_2 にかかる電圧は $\boxed{(オ)}$ 〔V〕となる。

(ア)，(イ)の解答群

0 C_1E	1 C_2E	2 $(C_1+C_2)E$
3 $\dfrac{C_1^2}{C_1+C_2}E$	4 $\dfrac{C_1C_2}{C_1+C_2}E$	5 $\dfrac{C_2^2}{C_1+C_2}E$

(ウ)の解答群

0 0	1 C_1E^2
2 $\dfrac{1}{2}C_1E^2$	3 $\dfrac{C_1C_2^2}{2(C_1+C_2)^2}E^2$
4 $\dfrac{C_1^2C_2}{2(C_1+C_2)^2}E^2$	5 $\dfrac{C_1^2}{2(C_1+C_2)}E^2$

(エ)，(オ)の解答群

0 $\dfrac{C_1^2}{(C_1+C_2)^2}E$	1 $\dfrac{C_2^2}{(C_1+C_2)^2}E$
2 $\dfrac{C_1(C_1+2C_2)}{(C_1+C_2)^2}E$	3 $\dfrac{(2C_1+C_2)C_2}{(C_1+C_2)^2}E$
4 $\dfrac{C_1^2+2C_2^2}{(C_1+C_2)^2}E$	5 $\dfrac{2C_1^2+C_2^2}{(C_1+C_2)^2}E$

(2) 図3に示したような，電池E(起電力E〔V〕)，二つの抵抗R_1(抵抗値R_1〔Ω〕)とR_2(抵抗値R_2〔Ω〕)，二つのコイルL_1(自己インダクタンスL_1〔H〕)とL_2(自己インダクタンスL_2〔H〕)，および，二つのスイッチS_1とS_2からなる電気回路がある。

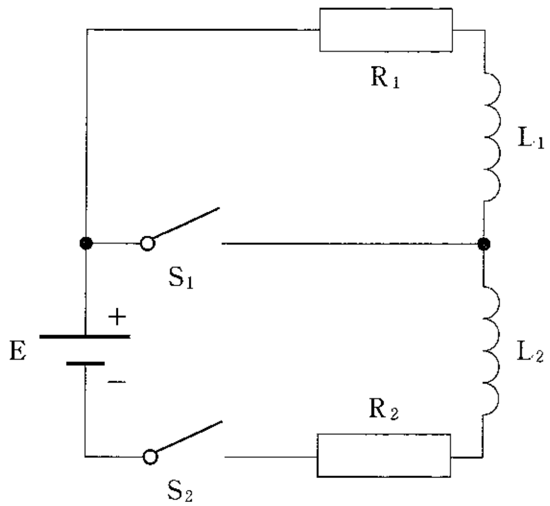


図3

二つのスイッチが開いた状態で実験をスタートする。

(a) 最初にスイッチS_2を閉じる。じゅうぶんに時間がたつと，抵抗R_1に流れる電流は $\boxed{\text{(カ)}}$ 〔A〕，単位時間あたり発生するジュール熱は $\boxed{\text{(キ)}}$ 〔W〕となる。このとき，コイルL_1に蓄えられている磁場のエネルギーは $\boxed{\text{(ク)}}$ 〔J〕である。

(b) スイッチS_2を閉じたままで，スイッチS_1を閉じ，じゅうぶんに時間がたつと，コイルL_2に流れる電流は $\boxed{\text{(ケ)}}$ 〔A〕，抵抗R_2に単位時間あたり発生するジュール熱は $\boxed{\text{(コ)}}$ 〔W〕となる。

(カ)の解答群

0 0

1 $\dfrac{1}{R_1 + R_2}E$

2 $\dfrac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}E$

3 $\dfrac{1}{L_1 + L_2}E$

4 $\dfrac{R_1 L_2 + R_2 L_1}{R_1 R_2 L_1}E$

5 $\dfrac{R_1 L_1 + R_2 L_2}{R_1 R_2 L_1}E$

(キ)の解答群

0 $\dfrac{R_1}{(R_1 + R_2)^2}E^2$

1 $\dfrac{R_1}{2\,(R_1 + R_2)^2}E^2$

2 $\dfrac{R_1 L_1 L_2}{(R_1 L_1 + R_2 L_2)^2}E^2$

3 $\dfrac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}E^2$

4 $\dfrac{R_1 + R_2}{2\,R_1 R_2}E^2$

5 $\dfrac{R_2 L_1 L_2}{(R_1 L_1 + R_2 L_2)^2}E^2$

(ク)の解答群

0 $\dfrac{(R_1 + R_2)L_1}{L_1 + L_2}E^2$

1 $\dfrac{R_1 L_1}{L_1 + L_2}E^2$

2 $\dfrac{L_1}{(R_1 + R_2)^2}E^2$

3 $\dfrac{L_1}{2\,(R_1 + R_2)^2}E^2$

4 $\dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}E^2$

5 $\dfrac{R_1 R_2}{2\,(R_1 + R_2)}E^2$

(ケ)の解答群

0 $\dfrac{1}{R_1}E$

1 $\dfrac{1}{R_2}E$

2 $\dfrac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}E$

3 $\dfrac{R_1 + R_2}{R_1^2}E$

4 $\dfrac{R_1 + R_2}{R_2^2}E$

5 $\dfrac{1}{R_1 + R_2}E$

(コ)の解答群

0 0

1 $\dfrac{1}{R_1}E^2$

2 $\dfrac{1}{R_2}E^2$

3 $\dfrac{R_1 + R_2}{R_2^2}E^2$

4 $\dfrac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}E^2$

5 $\dfrac{L_1 + L_2}{L_2 R_2}E^2$

(3) 図4に示したような，電池E(起電力E〔V〕)，二つの抵抗R_1(抵抗値R_1〔Ω〕)とR_2(抵抗値R_2〔Ω〕)，二つのコイルL_1(自己インダクタンスL_1〔H〕)とL_2(自己インダクタンスL_2〔H〕)，コンデンサーC(静電容量C〔F〕)，および，スイッチSからなる電気回路がある。

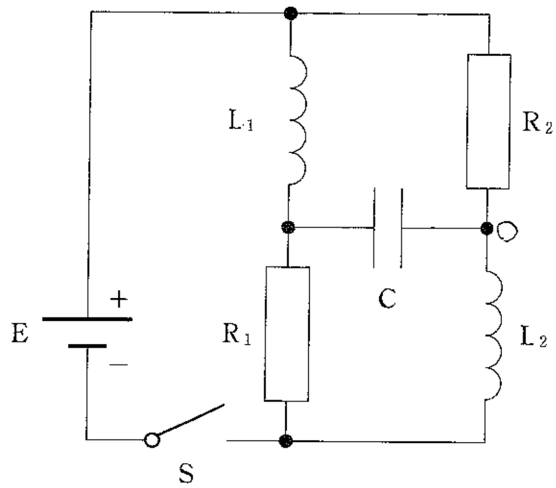


図4

スイッチSを閉じて実験をスタートする。

(a) じゅうぶんに時間がたつと，コイルL_1に流れる電流は $\boxed{(サ)}$ 〔A〕，コイルL_2に流れる電流は $\boxed{(シ)}$ 〔A〕となる。また，コンデンサーCに蓄えられている電気量は $\boxed{(ス)}$ 〔C〕，静電エネルギーは $\boxed{(セ)}$ 〔J〕である。

(b) 次にスイッチSを開くと，そののち，抵抗R_1と抵抗R_2に発生するジュール熱の総量は $\boxed{(ソ)}$ 〔J〕となる。

(サ)，(シ)の解答群

0 $\dfrac{1}{R_1}E$　　1 $\dfrac{1}{R_2}E$　　2 $\dfrac{L_1+L_2}{R_1L_1}E$

3 $\dfrac{L_1+L_2}{R_2L_2}E$　　4 $\dfrac{L_1+L_2}{R_1L_2}E$　　5 $\dfrac{L_1+L_2}{R_2L_1}E$

(ス)の解答群

0 $\dfrac{(R_1+R_2)C}{R_1}E$　　1 $\dfrac{(R_1+R_2)C}{R_2}E$　　2 CE

3 $\dfrac{R_1C}{R_1+R_2}E$　　4 $\dfrac{R_2C}{R_1+R_2}E$　　5 $\dfrac{\sqrt{R_1R_2}\,C}{R_1+R_2}E$

(セ)，(ソ)の解答群

0 0　　1 CE^2

2 $\dfrac{1}{2}CE^2$　　3 $\dfrac{(L_1+L_2)(R_1+R_2)}{2(R_1L_2+R_2L_1)}CE^2$

4 $\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{L_1}{R_1^{\,2}}+\dfrac{L_2}{R_2^{\,2}}\right)E^2$　　5 $\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{L_1}{R_1^{\,2}}+\dfrac{L_2}{R_2^{\,2}}+C\right)E^2$

次の２ページ分は白紙です。

3 次の問題の $\boxed{}$ の中に入れるべき最も適当なものをそれぞれの**解答群**の中から選び，その番号を**解答用マークシート**の指定された欄にマークしなさい。答が数値となる場合は最も近い数値の番号を選ぶこと。　　　　　　(35点)

一般に音波は，空気などの気体中よりも，水などの液体や金属などの固体の中で速く伝わることが知られている。たとえば常温で空気中の音速に比べ，水中の音速は約4.5倍である。異なる音速をもつ媒質の境界では，音波の反射や屈折が起きる。

以下では，$|a|$ が十分小さいときに a に対して成り立つ近似式，$\sin a \fallingdotseq a$，$\cos a \fallingdotseq 1$，および $\tan a \fallingdotseq a$，を必要に応じて用いよ。

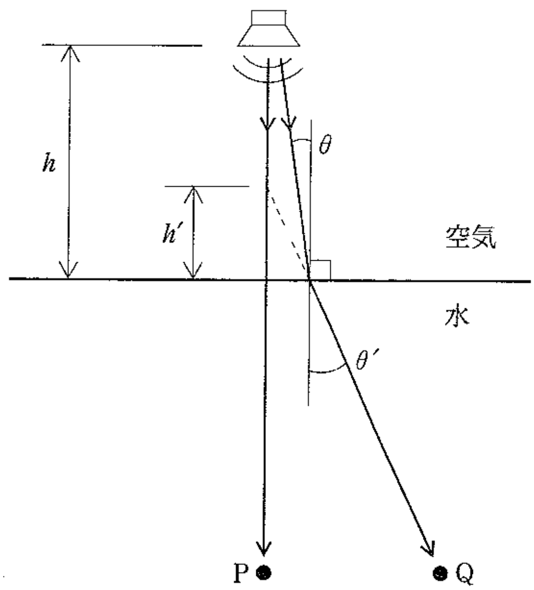


図5

(1) **図5**のように，水面から高さ h[m]のところにある音源から出る音波が，水面下でどのように進むかを考えよう。水中の音速は空気中の音速の 4.5 倍であるとする。音源から出て，鉛直線と角度 θ[rad]をなす向きに進んだ音波が，水面下に入ると鉛直線と角度 θ'[rad]をなす向きに進むとすれば，θ' と θ は，$\sin\theta' = \boxed{\text{(ア)}}$ という関係を満たす。音源の真下とその近傍の 2 か所(**図5**の P 点と Q 点)から，そこへ音波の進んでくる方向に直線を引き，それらを延長して交わる点の水面からの高さ h'[m]を音源の見かけの高さとする。音源の真下付近では，θ も θ' も十分に小さいので，見かけの高さは $h' = \boxed{\text{(イ)}} \times h$ と求められる。また，音源から鉛直線と角度 θ をなす方向に進んだ音波が，水面ですべて反射されて水中には進まないための条件は，$\sin\theta > \boxed{\text{(ウ)}}$ が満たされることである。

(ア)の解答群

0　0　　1　$0.22\sin\theta$　　2　$0.44\sin\theta$
3　$2.3\sin\theta$　　4　$4.5\sin\theta$

(イ)の解答群

0　0.033　　1　0.11　　2　0.22　　3　0.33　　4　0.44

(ウ)の解答群

0　0.033　　1　0.11　　2　0.22　　3　0.33　　4　0.44

(2) 次に水深D〔m〕の水中にある音源Sから出た音波を，水面から高さy〔m〕にあるO点で観測する場合を考えよう。前問(1)と同様に，水中では音波は空気中の4.5倍の速さで進むとする。O点に音波が伝わってきた方向にO点から直線を引いて水深D〔m〕の水中まで延長した位置S′を見かけの音源位置と呼ぶことにすると，O点にいる観測者には音波はS′点から来たように感じられる。直線OS′と鉛直線のなす角をϕ〔rad〕とすると(ただし，$0 < \phi < \frac{\pi}{2}$)，O点を通る鉛直線と見かけの音源位置S′との距離は $\boxed{\text{(エ)}}$ 〔m〕である。O点に到達する音波が水中で進む向きと鉛直線となす角度をϕ'〔rad〕とする(ただし，$0 < \phi' < \frac{\pi}{2}$)。すると，$\phi'$と$\phi$は，$\sin\phi' = \boxed{\text{(オ)}}$ という関係を満たす。実際の音源の位置は，O点を通る鉛直線から距離 $\boxed{\text{(カ)}}$ 〔m〕離れている。ϕ'とϕがともに十分小さく，$y = D$となっている場合には，O点を通る鉛直線から見て，実際の音源の位置は，見かけの音源位置と比べておよそ $\boxed{\text{(キ)}}$ 倍だけ離れている。

(エ)の解答群

0 $(y-D)\tan\phi$　　1 $(y+D)\tan\phi$　　2 $(y-D)\cos\phi$

3 $(y+D)\cos\phi$　　4 $\dfrac{y-D}{\cos\phi}$　　5 $\dfrac{y+D}{\cos\phi}$

(オ)の解答群

0 $0.22\sin\phi$　　1 $0.22\cos\phi$　　2 $2.3\sin\phi$

3 $2.3\cos\phi$　　4 $4.5\sin\phi$　　5 $4.5\cos\phi$

(カ)の解答群

0 $y\tan\phi + D\tan\phi'$　　1 $y\tan\phi' + D\tan\phi$

2 $y\cos\phi + D\cos\phi'$　　3 $y\cos\phi' + D\cos\phi$

4 $y\sin\phi + D\cos\phi'$　　5 $y\cos\phi' + D\sin\phi$

(キ)の解答群

0 0.0　　1 1.0　　2 2.3

3 2.8　　4 3.5　　5 4.5

(3) 水中を伝わってくる波動としては，音波と水面波(弱い風によるさざ波のように，水面付近の水だけが運動するもの)のほかに，水面と水底の間の水全体が運動する波動があり，地震によって起きる津波はこの種類の波動である。海底を震源とする大地震によって海底から海面までの大量の海水が一気に動かされ，そのエネルギーが伝わる波動が津波である。

現実の津波は，海底地形や海岸線の形など複雑な要因に影響されるので，その挙動を予測するのは単純なことではないが，津波が海洋を進行する速さV〔m/s〕と水深D〔m〕の間には，次の関係，$V=\sqrt{gD}$，が知られている。ここで，重力加速度の大きさを$g=9.8\,\mathrm{m/s^2}$とした。これは，津波による海面変動(波高)がDに比べて小さく，波長λ〔m〕がDより十分長いときに当てはまる式である。例えば，外洋の$D=5\times10^3\,\mathrm{m}$であるところでは，$V=\boxed{\text{(ク)}}$〔m/s〕とかなり高速で伝わる。津波の周期$T$は$10^3\,\mathrm{s}$程度と長い。そのため1ヶ所での海面変動はゆっくりしている。$D=5\times10^3\,\mathrm{m}$，$T=1\times10^3\,\mathrm{s}$とすると，波長は$\lambda=\boxed{\text{(ケ)}}$〔m〕となる。関係式$V=\sqrt{gD}$を用いると，$D=5\times10^3\,\mathrm{m}$の外洋を進んできた津波が進む速さは，陸地に近い$D=2\times10^2\,\mathrm{m}$の沿岸海域に入ると，$\boxed{\text{(コ)}}$倍になる。したがって，波長は$\boxed{\text{(サ)}}$倍になる。このように浅い海域に津波が進入すると，1波長分の海面変動のエネルギーが波の進行方向に沿って短い区間に集中するため，海岸近くでは津波の波高が大きくなることが説明される。

(ク)の解答群

0　2	1　2×10	2　2×10^2
3　2×10^3	4　2×10^4	

(ケ)の解答群

0　2×10	1　2×10^2	2　2×10^3
3　2×10^5	4　2×10^7	

(コ)の解答群

0　0	1　0.1	2　0.2	3　0.3	4　0.4
5　1	6　2	7　3	8　4	9　5

(サ)の解答群

0　0	1　0.1	2　0.2	3　0.3	4　0.4
5　1	6　2	7　3	8　4	9　5

(4) 海底地形による水深の変化は，屈折や反射によって津波の進行方向も変える。この変化も，前問(3)で挙げた関係式，$V=\sqrt{gD}$ に基づいて考えることができる。１つの例として，**図６**のように，水深 5×10^{3} m の深い海域の周囲を，水深 2×10^{2} m の浅い海域が取り囲んでいて，その境界が半径 $R=6\times10^{5}$ m の円弧で表される場合(海底に湾のような地形がある場合)を考えよう。遠方から深い海域を進んできた津波は，平面波とみなすことができる。深い海域での進行方向に平行で円の中心Ｏを通る海面上の直線を x 軸とする。x 軸から距離 z〔m〕離れたところを進んできた波が境界上の点Ｐに来たとき，円の中心から点Ｐに引いた直線と x 軸とのなす角度を α〔rad〕とすれば，$\sin\alpha=\dfrac{z}{R}$ である。また，波が点Ｐで円弧の外側の浅い海域に入ってから進む方向と，円の中心から点Ｐに引いた直線のなす角度を β〔rad〕とすると，$\sin\beta=$ $\boxed{\text{(シ)}}$ $\times\sin\alpha$ となる。波が境界を通過して進む方向を表した図として最も適切なものは，$\boxed{\text{(ス)}}$ である。また，深い海域から進んできた波の一部は，点Ｐで反射されて x 軸上の点Ｆに達する。このとき三角形 OPF は二等辺三角形となるから，z が R より十分小さい，つまり x 軸に十分近い場所で反射された波は，x 軸上のある１点付近に集中することになり，その点は境界からほぼ $\boxed{\text{(セ)}}$〔m〕の距離にある。

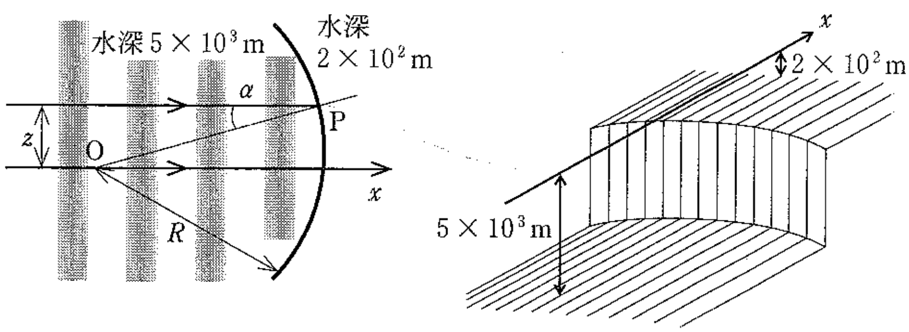


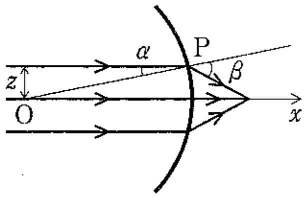
図６

(シ)の解答群

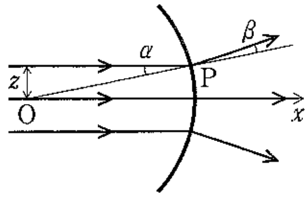
0　0.0　　1　0.1　　2　0.2　　3　0.3　　4　0.4　　5　0.5

(ス)の解答群

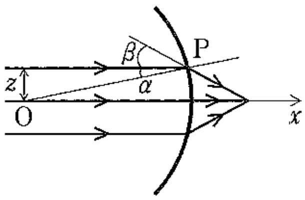
0



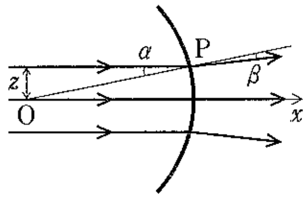
1



2



3



(セ)の解答群

0　2×10^4　　1　3×10^4　　2　4×10^4

3　2×10^5　　4　3×10^5　　5　4×10^5