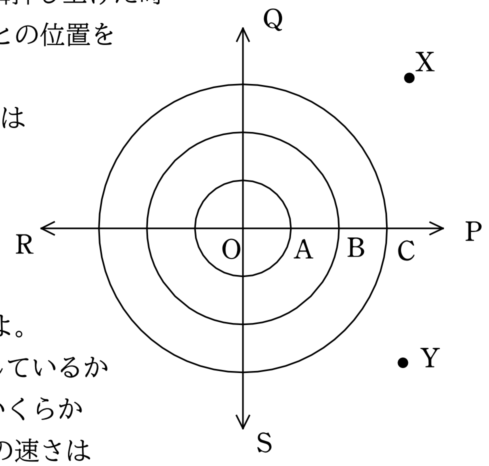
95.　ホイヘンスの原理

⑴　右図はある水面上の点Oを一瞬押し上げた時に発生した波面（山）の１秒ごとの位置を表わしたものである。波面Aは１秒後、波面Bは２秒後、波面Cは３秒後を示す。点Oから四方にP,Q,R,Sと方向を決め、波面Aは半径10cmの円形をしていた。



これについて以下の問いに答えよ。

①　波面B,Cはどのような形をしているか

②　波面B,Cの半径はそれぞれいくらか

③　P、Q、R、S各方向への波の速さはそれぞれいくらか。

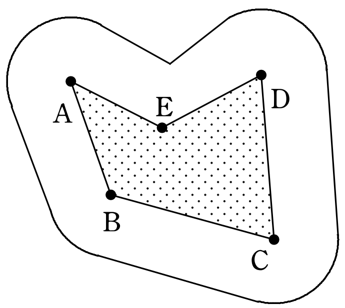
④　波面CとOPの角度はいくらか。

・　水面上の点X、YはともにOより50cmの距離にあるとする。

⑤　Xに波が届いて位相が90°（山）になった瞬間、Yの位相はいくらか。

⑥　Yの位相が45°になった瞬間、Xの位相はいくらになっているか。

⑵　右図は水面に多角形ABCDEの板切れを水平に落とした後、1秒後の波形を描いたものである。波の速さを0.2m/sとして以下の問いに答えよ。



①　頂点A、B、C、D周辺の波面は円の一部になっているが、それぞれの円の中心と半径を求めよ。

A　　　B　　　C　　　D

②　各辺AB、BC、CD、DE、EAの周辺の波面は各辺との位置関係がどのようになっているか答えよ。

③　波面上の任意の点を取るとき、その点から板切れまでの最短距離は一定であるが、その距離はいくらか。

解説

⑴　①　ともに円　②　B＝20cm　C＝30cm　③　いずれも10cm/s

④　直角

⑤　波源からの距離が同じなので同一波面上にあるので、XとYは同時に振動している。常に位相は同じである。　90°

⑥　45°

⑵　①　中心は各頂点A,B,C,Dで半径は0.2m

②　平行になっている。

③　0.2m

⑶　①　波が届くのはAからの距離ではなく波面からの距離で決まる。PはAからの距離であるが、Q、Rは波面ABからの距離になる。波面ABに最も近いのがR、次にQである。よって、R,Q,Pの順番に波が届く

②　4mの距離を2m/sで波がやってくるので、2秒後

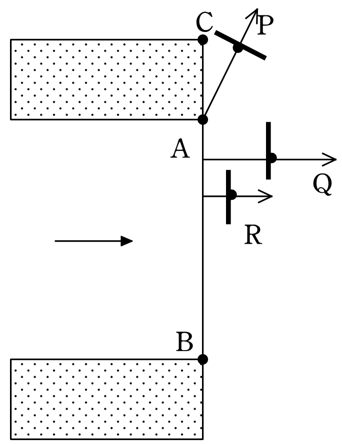
③　右図の矢印

PはAから、Q、Rは波面ABからとどく

この線を射線という

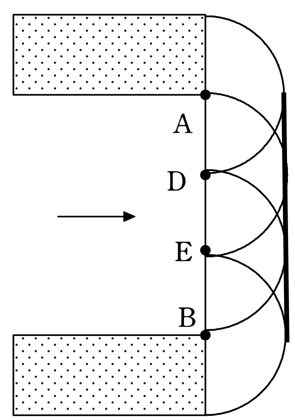
④　波面は斜線に垂直である。

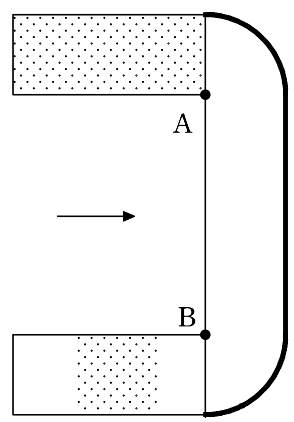
右は③④の解答



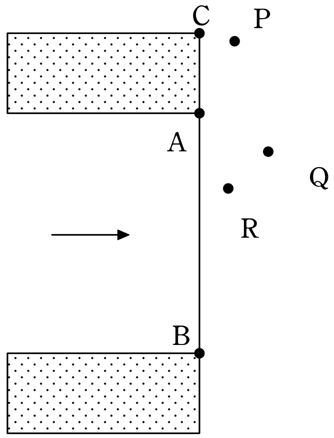
⑤　下の半円が素源波である。

⑥　太線が共通接線である。　　　　　　⑦　下図が2秒後の波面

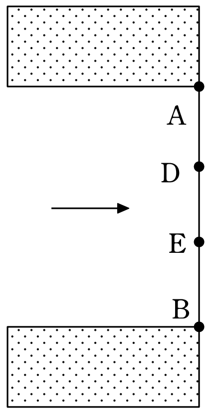




(3)　右図の塗りつぶされた部分は壁であり、その間を波が右向きに進んでいる。線分ABはある瞬間の波面を表わしている。
波の進む速さは2m/sであるとする。
また、点P,Q,Rは点Aからの距離がいずれも4mの位置にある。これについて以下の問いに答えよ。



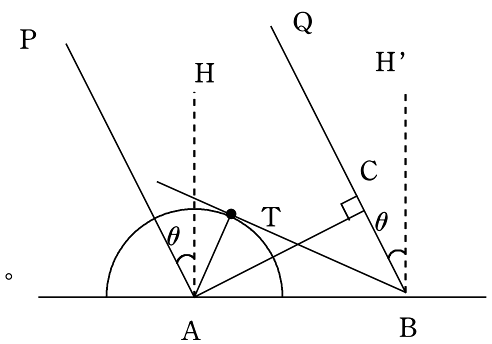
①　P,Q,Rに波が届くのはどの順番か
②　Pに波が届くのは何秒後か
③　P、Q、Rにはどの方向から波がやってくるか矢印で図示せよ。
④　P、Q、Rに波が届いた瞬間の各点周辺の波面を図示せよ。
⑤　右図のA,B,D,E点から出た波が2秒後に作る波の波形（素源波）を描け。
素源波は線分ABの右側のみ描け。



⑥　素源波の共通接線を描け
⑦　2秒後の波面を図示せよ。

96.　反射

(1)　波P,Qが反射面ABに平行に入射した。PA、QBは射線である。点Aから射線QBにおろした垂線の足をCとする。入射角はθである。
点Aから半径が線分BCと同じ長さの円を描き点Bからこの円に引いた接線をBTとする。
ここで接点は点Tである。
以下の問いに答えよ。



①　波QにおいてAと同一波面上の点はどこか。
②　波PがA点に達した瞬間、波Qはどこに届いているか。

解説

(1)　①　射線と波面は直角である。よって、ACはこの波の波面である。　答え　C
②　同一波面上の点は常に同時にゆれるので、AとCは同時である。　答え　C
③　波QがBに達したとき、波PはA点で反射した後である。A点で反射後BCと同じ距離だけ波が進むので、Aを中心とする半径BCの円周上のどこかにいるはずである。波面と射線は直角になるので、円の接点Tが到達点となる。波面がBT、射線がATである。　答えT
④　T
⑤　∠ACB＝90°
⑥　∠ATB＝90°
⑦　波の速さが同じであり、A→T、C→Bは同じ時間になるので、BC＝AT
⑧　△ABC≡△BAT
⑨　反射角は∠TAHでそれはθである。

③　波Pにおいて点Bと同一波面上の点はどこか

④　波QがBに達した瞬間、波Pはどこに届いているか。

⑤　∠ACBはいくらか

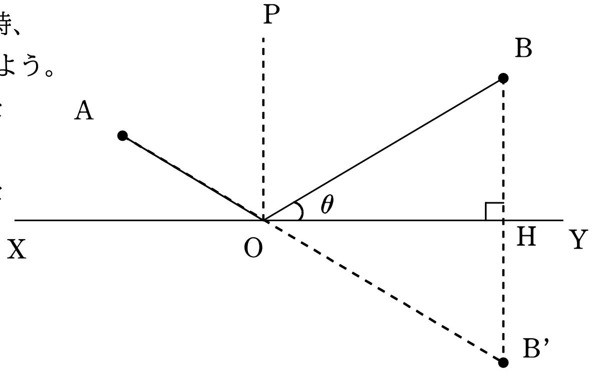
⑥　∠ATBはいくらか

⑦　BC＝lとするとき、ATはいくらか

⑧　△BATと△ABCはどのような関係にあるか

⑨　反射角はいくらか

(2)　右図XYは鏡面である。
Aから発した光が鏡面XYのどこかで反射してBに達する時、鏡面上の反射点を作図してみよう。
BとXY面に対しての対称点をB'とし、AB'とXYの交点をOとする。OからXYの垂線をOPとし、∠BOH＝θとする。
これについて以下の問いに答えよ。



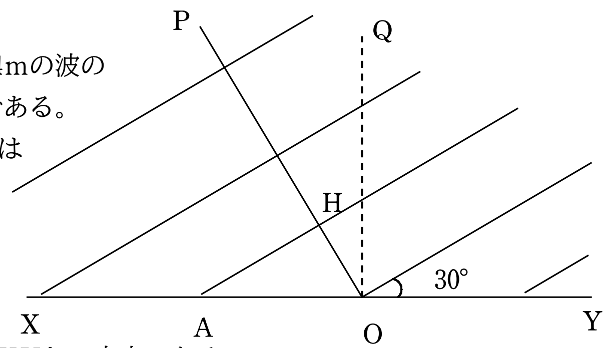
①　∠B'OHはいくらか

②　∠AOXはいくらか

③　∠AOP、∠BOPはいくらか

④　点Oが反射点となるが、それは何を理由として反射点であることが分かるか

(3)　右図は反射面XYに入射する速さ2m/s、波長4mの波の波面（山）を描いたものである。
反射面XYと波面のなす角は30°であった。この反射は固定端反射であり、OPは斜線を、OQはXYとの垂線を意味している。
また、AはOの次の波面とXYとの交点である。
以下の問いに答えよ。



①　AOの長さはいくらか

②　この波の入射角は何度か

③　波面AHがOに達するのは何秒後か

④　この反射が固定端反射であることに注意して、反射直後のO点の波は山か谷か答えよ。

⑤　AOの中点は図の瞬間波の谷が来ている。反射の直後この中点の波は山か谷か答えよ。

⑥　この波の反射角は何度か

「波の反射では入射角と反射角は等しい。」

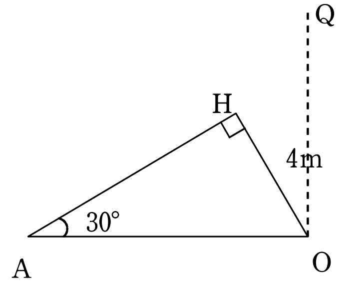
(2)　①　△OBH≡△OB'Hより、∠B'OH＝θ

②　対頂角なので、　∠AOX＝θ

③　∠AOP＝90°−θ　　∠BOP＝90°−θ

④　入射角と反射角が等しい

(3)　①　波長4mなので、OH＝4m。
頂角30°の直角三角形なので、
AO：OH＝2:1
よって、AO＝8m



②　入射角は∠HOQなので、30°

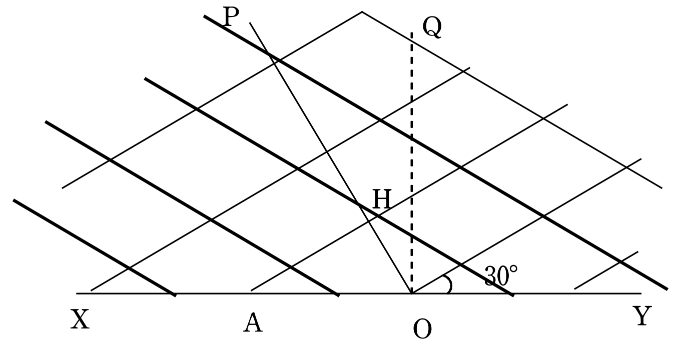
③　OH間4mを2m/sで移動するので、
2秒後

④　O点は図の瞬間山が来ている。固定端反射では位相が反転するので山は谷となる。
よって、谷

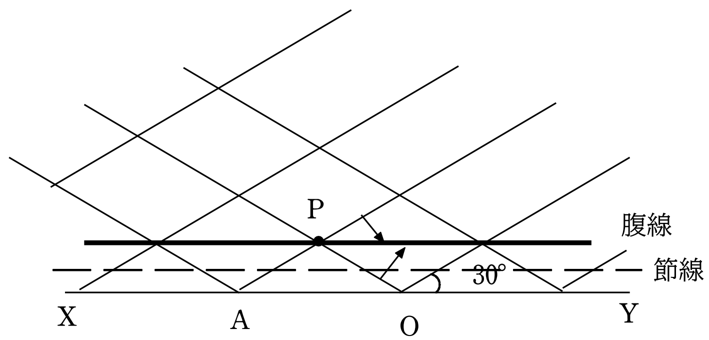
⑤　AOの中点は図の瞬間谷が来ている。固定端反射なので、反射直後は山となる。

⑥　反射角は入射角と同じく30°

⑦　図の太線が反射は面である。AOの中点から山が出ている



(4)　①　図中の矢印が波面の動きである。波面が矢印の方向に移動するにしたがって交点Pの位置は右に移動する。　よって、右向き

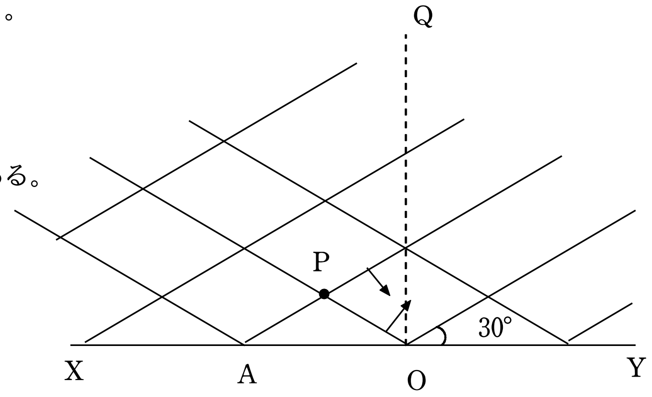


②　点Pは腹線上を動くので、Pを含むXYとの平行線が答え

③　ABの中点が山と谷が重なっているところなので、ここを通りXYに平行な直線

⑦　反射波の波面を図示せよ。

(4)　右図は(3)と同じ波が自由端反射する反射面XYで反射している。左上がりの波面は反射波である。点Pは反射前後の山が重ねあわせにより強め合っている点である。以下の問いに答えよ。



①　点Pはどの方向に動くか

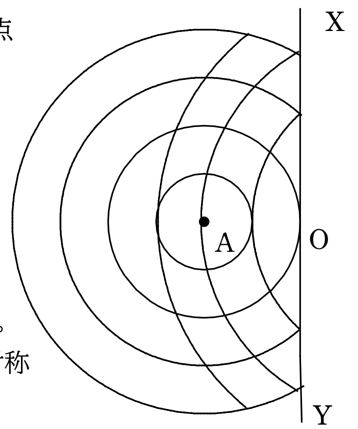
②　点Pを含む腹線を描け

③　点Pと反射面XYの間にある節線を破線で描け

④　反射面から②の腹線、③の節線までの距離を求めよ。

⑤　反射前の波と反射後の波の干渉をXYに垂直な線分OQ上の各媒質の振動として考えるとき、どのような波が発生しているといえるか

(5)　自由端反射面XY上のある一点Oから0.6m離れた水面上の点Aで周期2秒の単振動を起こし、波長0.3mの波が発生した。この波はXY面で自由端反射を右図のような波面を形成した。各媒質は単振動し、減衰しないものとして以下の問いに答えよ。なお、BはXY面に対するAの対称点である。



①　Aを出発してO点で反射し再びA点に戻った波面は何秒前にAを出発した波か

②　①の円弧の中心はどこか

③　XY面は腹線になっているか節線になっているか

④　この場合生じているA、Oを含まない腹線をすべて描け。

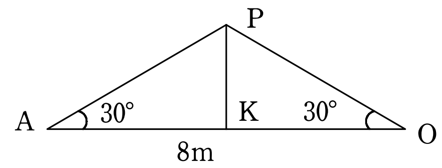
97.　屈折

(1)　下の図（1図）のように質量の大きい媒質Aと質量の小さい媒質Bがあり、左端から波（縦波）が伝わってくるものとする。2図は媒質の境界線にある2個の媒質を表したものである。すべての媒質は同じばねで繋がっているとして、以下の問いに答えよ。

が節線となる。

④

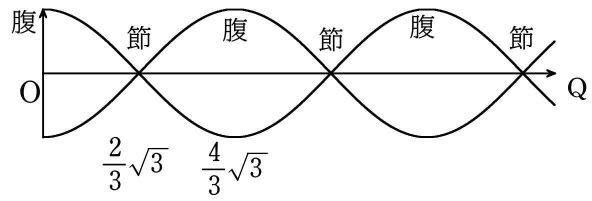
AK＝4mなので、PK＝$\dfrac{4}{\sqrt{3}}=\dfrac{4}{3}\sqrt{3}$



よって、腹線までの距離は$\dfrac{4}{3}\sqrt{3}$ m

節線まではその半分なので、$\dfrac{2}{3}\sqrt{3}$ m

⑤　OQの振動をグラフで表すと。



上の図のように反射面を腹とする定常波になっている。

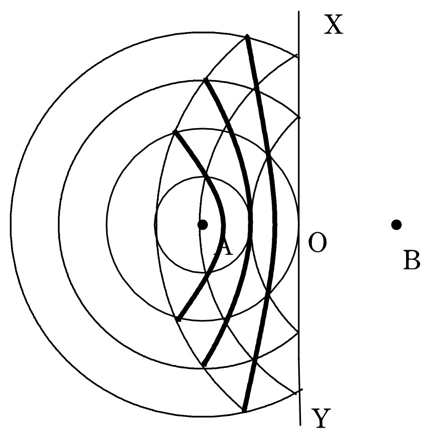
(5)　①　Aから出てOで反射し再びAに戻るのであるから1.2mの距離となる。波長0.3mなので、4波長分で4周期となる。１周期は2秒なので、4周期は8秒

答え　8秒前に出た。

②　波の反射は(2)で分かるとおり、対称点からまっすぐ出たように反射する。よって、B点から出たように反射する。Bが中心

③　XY面は自由端反射しているので反射面は常に腹となる。よって、腹線。

④



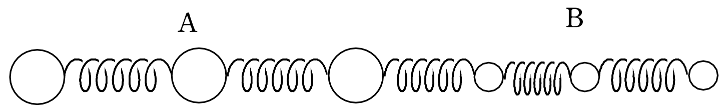
解説

(1)　①　B　質量の小さいほうが大きく動く　（加速度が大きい）

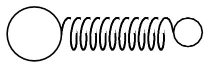
②　B　AとBは同じばねであるので、同じ力が作用するが質量の小さいほうが加速度が大きく、その結果速度が大きくなる。

③　AとBは揺れの大きさ、速さは違ってもゆれの回数は同じである。
「媒質が違っても振動数は変わらない」

1図



2図



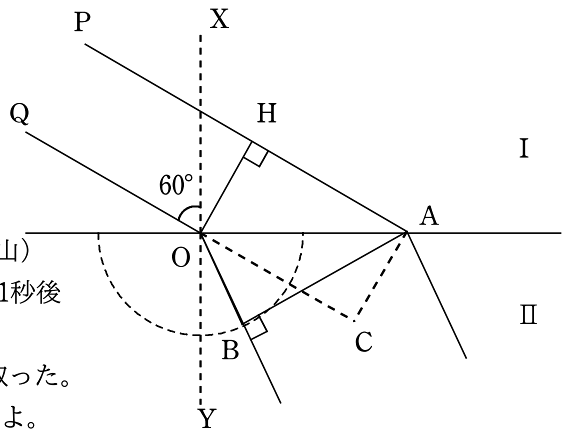
① 媒質Aと媒質Bはどちらの振幅が大きいか

② 媒質Aと媒質Bはどちらを伝わる波が速いか

③ 2図において媒質Aが1秒間に5回振動したとすると、媒質Bは何回振動するか。

(2) 波の速さが$\sqrt{3}$ m/sの媒質Ⅰと、波の速さが1m/sの媒質Ⅱが右図のように接している。ここへ、射線P、Qの波（波長$\sqrt{3}$ m）が入射角60°で入射した。

線分OHはある瞬間の波面（山）である。Hの位置にあった波は1秒後にA点に達した。点Cを四角形HACOが長方形になるように取った。これについて以下の問いに答えよ。



① H点と同一波面上にある波Qの点はどこか。

② 点Hの波面は1秒後Aに達する。AHの長さはいくらか

③ 媒質Ⅱも媒質Ⅰと同じ速さだったとすると、波がAに達した瞬間Oの波はどこに達するか

④ 媒質Ⅱでは波の速さが1m/sとなる。Oと1秒後の波面との距離は何mか。

・ 点Oを中心として半径1mの円を描き、点Aから接線を引き、その接点をBとする。

⑤ OBの距離はいくらか

⑥ 波PがA点に達した瞬間、波Qはどこに達しているか

⑦ AHはちょうど波長と同じ長さになっている。媒質Ⅱでのこの波の波長はいくらか

⑧ AOの長さはいくらか

(2) ① 波面はOHなので、　点O

② 波の速さが$\sqrt{3}$ m/sなので、1秒間に動く距離は$\sqrt{3}$ m

③ 速さが同じであれば波はまっすぐ同じ距離進むので、点C

④ 媒質Ⅱに入ると波の速さが1m/sになるので、1秒後は1m進む。　よって、1m

⑤ 1m

⑥ HとOは同時だったので、Aと同時になるのはHから1秒進んだ位置の点である。媒質Ⅱは1m/sで進むので、Oより1m離れた位置にある。図の円はOを中心とする半径1の円なので、この円周上にあることになる。射線と波面は直角になるので、OBが射線でABが波面となる。波は波面上にあるので、半径1の波面上の点といえばBである。よって、B

⑦ Hが山でA点はHより1波長先なので、Aも山である。よって、ABは山の波面である。媒質Ⅱでの山と山の間隔はOBである。よって、OB間が波長となる。1m

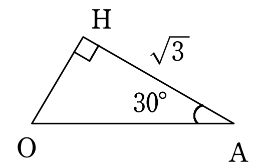
⑧ 図よりAO＝2m

⑨ 図より　∠AOH＝60°

よって、∠HOX＝30°

△AOH≡△AOKより

∠HOX＝∠BOY＝30°



⑩ 屈折角は∠BOYなので、30°

(3) ① H ② v_1t ③ K ④ v_2t

⑤ ∠QOH＝∠AOX＝90°

なので、

∠QOX＝∠AOH＝θ_1

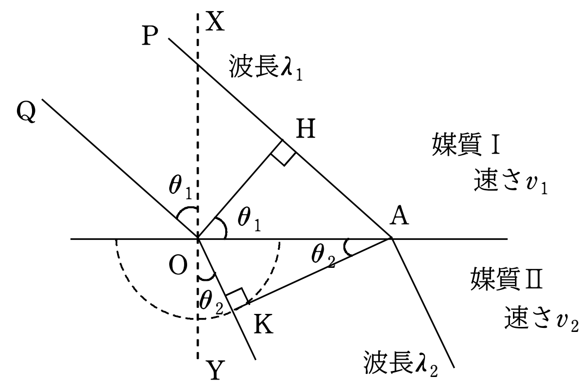
∠KOY＋∠KOA＝90°

また、

∠KOA＋∠KAO＝90°

なので、

∠KOY＝∠KAO＝θ_2



⑥ AH＝$l\sin\theta_1$

⑦ OK＝$l\sin\theta_2$

⑧ AH＝v_1t＝$l\sin\theta_1$　OK＝v_2t＝$l\sin\theta_2$　より、

$$\frac{AH}{OK}=\frac{v_1t}{v_2t}=\frac{l\sin\theta_1}{l\sin\theta_2}\qquad よって、\quad \frac{v_1}{v_2}=\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$$

⑨ 媒質が変わっても振動数は変わらない。よって、f

⑩ $v=f\lambda$　より、$v_1=f\lambda_1$　⑪ $v_2=f\lambda_2$

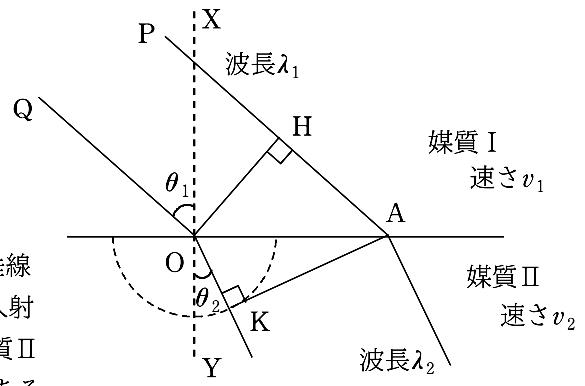
⑫ $\dfrac{v_1}{v_2}=\dfrac{f\lambda_1}{f\lambda_2}=\dfrac{\lambda_1}{\lambda_2}$

(4) ① 図より　$\theta_A<\theta$。OとH、AとPは同一波面上にあるので同時であり、波がHか

⑨　∠BOYは何度か

⑩　屈折角は何度か

(3)　右図は波の速さv_1の媒質Ⅰ中を振動数f、波長λ_1の波が入射角θ_1で入射したときの図である。P、Qは射線である。Hは点Oから射線Pに下ろした垂線の足で、Aは射線Pが媒質Ⅱに入射した点である。Kは点Aから媒質Ⅱの射線Qに下ろした垂線の足である。



屈折角をθ_2、媒質Ⅱでの波の速さをv_2、波長をλ_2とする。Hにあった波が時間t後にAに達したとして以下の問いに答えよ。

①　点Oと同一波面上のPの波はどの点にあるか。

②　距離AHをv_1、tで表せ。

③　点Aと同一波面上の波Qはどの点か

④　距離OKをv_2、tで表せ。

⑤　∠AOH及び∠KAOをθ_1、θ_2で表せ。

・　線分AOの長さをlとする。

⑥　距離AHをl、θ_1で表せ。

⑦　距離OKをl、θ_2で表せ。

⑧　波の速さの比$\dfrac{v_1}{v_2}$をθ_1、θ_2で表せ。

⑨　媒質Ⅱの振動数はいくらか。fで表せ。

⑩　波の速さv_1をf、λ_1で表せ。

⑪　波の速さv_2をf、λ_2で表せ。

らPへ行く時間と、OからAに行く時間は等しい。よって、$v_A<v$

②　OB＝HPより、速さは等しい。よって、$v_B=v$。∠PBO＝90°なので、四角形PHOBは長方形となる。HP∥OBなので、波は直進している。$\theta_B=\theta$

③　屈折していない。直進している。

④　図より$\theta_C<\theta$。OC＞HPより、$v_C>v$

⑤　Pから円Dへの接線はPを接点とするので、Oで屈折した波はPを通過する

⑥　90°　　⑦　θ

⑧　接線は波面なので、HからPとOからPは同じ時間。よって、t

⑨　vt　⑩　v_Dt　⑪　$\mathrm{OP}=\dfrac{PH}{\sin\theta}$

⑫　⑨⑩⑪より、$v_Dt=\dfrac{vt}{\sin\theta}$　これより、　$v_D=\dfrac{v}{\sin\theta}$

このときの入射角を臨界角という。

⑬　接線を引くことはできない

⑭　波面は存在しない。

⑮　屈折できない。

⑯　すべて反射する。（全反射という）

(5)　①　波面の間隔が4mなので、波長は4m

②　4mを1m/sで移動する時間は4s。よって周期は4s

（$v=f\lambda$、$f=\dfrac{1}{T}$を用いても良い。）

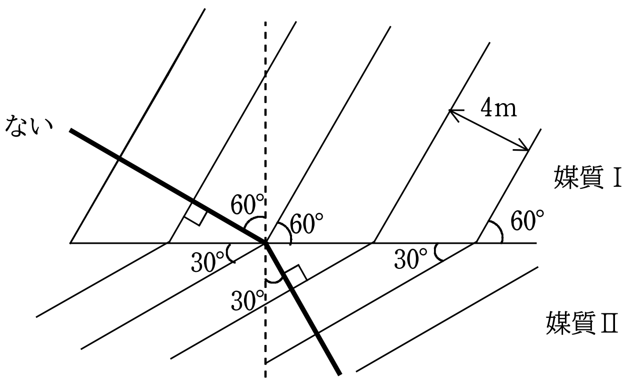
③　右図の通り

④　右図より入射角60°

屈折角30°

⑤　屈折では振動数が変わらないので周期も変わらない。

よって、4秒



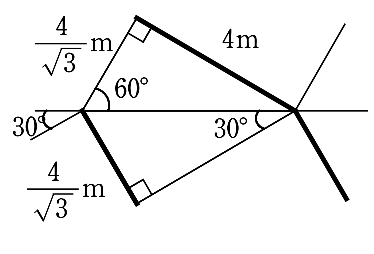
⑥　右下の図より、

波長は$\dfrac{4}{\sqrt{3}}$m

⑦　波の速さは

周期4sで$\dfrac{4}{\sqrt{3}}$m移動するので、

$\dfrac{1}{\sqrt{3}}$m/s



＜別解＞　公式

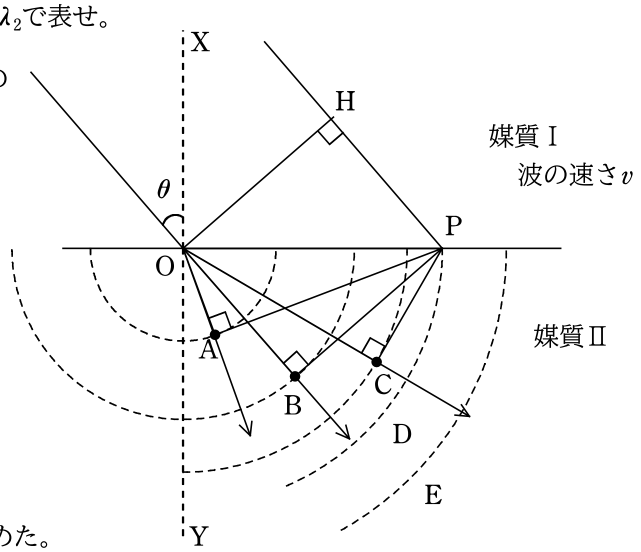
$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{v_2}{v_1}$$

これより、$\dfrac{1}{v}=\dfrac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}$　$\dfrac{1}{\sqrt{3}}$m/s

⑫　波の速さの比$\frac{v_1}{v_2}$をλ_1、λ_2で表せ。

(4)　右図は媒質Ⅰ中で速さvの波が入射角θで入射したとき媒質Ⅱでの波の速さが色々な場合に波はどの方向へ屈折するかを調べるための図である。

点Oを中心とする同心円A～Eを考える。OA＜HP
OB＝HP、
HP＜OC＜OP
OD＝OP、OE＞OPと
なるように各円の半径を決めた。



A～CはPから円に接線が引けるので、その接点をA～Cとしている。これについて以下の問いに答えよ。

- 円Aについて（OA＜HP）

①　屈折角をθ_A、波の速さをv_Aとするとき、θ、vとの大小関係を答えよ。

- 円Bについて（OB＝HP）

②　屈折角をθ_B、波の速さをv_Bとするとき、θ、vとの大小関係を答えよ。

③　この波は屈折しているかどうか判断せよ。

- 円Cについて（HP＜OC＜OP）

④　屈折角をθ_C、波の速さをv_Cとするとき、θ、vとの大小関係を答えよ。

- 円Dについて（OD＝OP）

⑤　Oで屈折した波はどのように進むか。

⑥　屈折角θ_Dは何度になるか

⑦　∠POHをθで表わせ。

⑧　波がHからPへt秒で移動するとすれば、OからPへ移動するのに何秒かかるか

⑨　HPの距離をv、tで表わせ。

⑩　媒質Ⅱの速さをv_Dとするとき、OPをv_D、tで表わせ。

⑪　OPをPHとθで表わせ。

⑫　v_Dをv、θで表わせ。

- 円Eについて（OE＞OP）

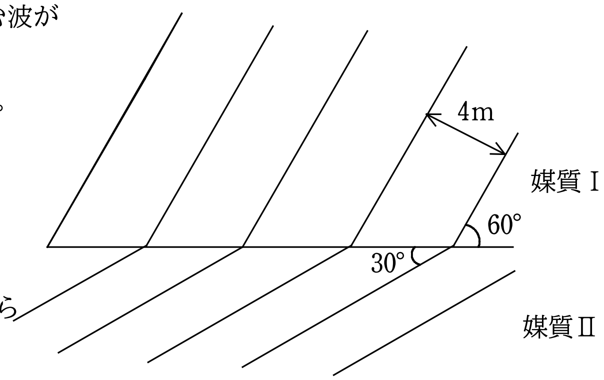
⑬　点Pから円Eに接線が引けるかどうか答えよ。

⑭　波面が存在するかどうか答えよ。

⑮　点Oに達した波は屈折できるかどうか答えよ。

⑯　点Oに達した波はどうなるか答えよ。

(5)　右図は媒質Ⅰ中を1m/sで進む波が媒質Ⅱ中に入るときの波面の変化の様子を示したものである。図中実線は波面を表している。波面の間隔は4mであった。以下の問いに答えよ。

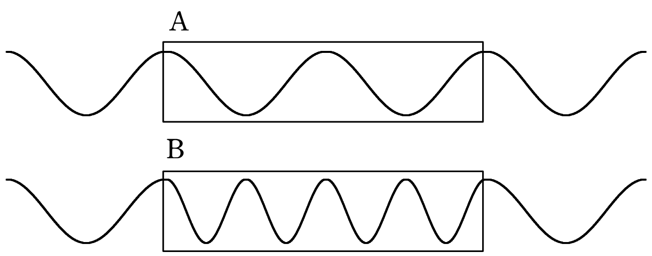


①　媒質Ⅰ中の波長はいくらか
②　媒質Ⅰ中の波の周期はいくらか
③　射線を記入せよ。
④　入射角、屈折角はいくらか
⑤　媒質Ⅱでの波の周期はいくらか
⑥　媒質Ⅱでの波長はいくらか
⑦　媒質Ⅱでの波の速さはいくらか

98.　屈折率

(1)　媒質Ⅰを伝わっていた波が媒質Ⅱに入ったとき、波の速さが$\frac{1}{n}$になったとすれば、「媒質Ⅰに対する媒質Ⅱの屈折率はnである」という。

　下図は同じ大きさの媒質A、Bに外部から波長4mの波が入ってきたときの媒質に入る前後の波形の変化を図示したものである。外部を通過するときの波の速さは2m/sで媒質Aの内部の波長は4mであったとして、以下の問いに答えよ。



①　媒質A,Bの外におけるこの波の周期はいくらか
②　媒質A,B内部におけるこの波の周期はいくらか
③　媒質B内部における波の波長はいくらか
④　媒質A,Bは同じ長さである。この長さはいくらか
⑤　この媒質を波が通過する時間はA,Bそれぞれ何秒か
⑥　媒質A,B内部における波の速さはいくらか
⑦　媒質A,Bの外部に対する屈折率はいくらか

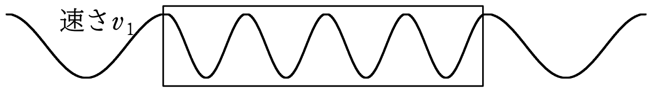
(2)　下の図は媒質Ⅰ中で波長λ_1、速さv_1の波が媒質Ⅱ中に入ったとき、波長λ_2、速さv_2になった。これについて以下の問いに答えよ。

解説

(1)　①　波長4mを2m/sで移動するので周期は2秒
②　媒質が変わっても周期は変わらない。　A、Bともに周期2秒
③　Bは波長がAの半分になっているのでBの波長は2m
④　Aで、2波長分なので、8m
⑤　周期は１波長を通過する時間であるので、Aは2波長なので、4秒。Bは４波長なので、8秒となる。
⑥　Aは8mを4秒で通過しているので2m/s。Bは8mを8秒で通過しているので、1m/s
⑦　Aは外部と波の速さが同じなので、屈折率は１。Bは波の速さが$\frac{1}{2}$になっているので、屈折率は2である。

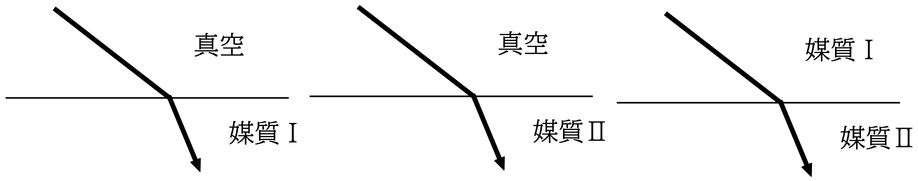
(2)　①　$\frac{v_2}{v_1}$倍　②　屈折率は速さの比の逆数なので、$\frac{v_1}{v_2}$
③　$\frac{v_1}{v_2}$倍　④　屈折率は速さの比の逆数なので、$\frac{v_2}{v_1}$
⑤　屈折の法則より　$\frac{v_1}{v_2}=\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$　よって、屈折率は$\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$
⑥　⑤より、$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$

(3)　①　光が真空中から媒質Ⅰに入るとき、光の速さはvからv_1に変化するので、$\frac{v_1}{v}$倍になっている。よって、絶対屈折率n_1は　$n_1=\frac{v}{v_1}$



① 媒質Ⅱ中に入ったとき波の速さは何倍になったか。
② 媒質Ⅰに対する媒質Ⅱの屈折率はいくらか。v_1、v_2で表せ。
③ 媒質Ⅱから媒質Ⅰに出るとき、波の速さは何倍になったか。
④ 媒質Ⅱに対する媒質Ⅰの屈折率はいくらか。v_1、v_2で表せ。
⑤ 媒質Ⅰに対する媒質Ⅱの屈折率はいくらか。λ_1、λ_2で表せ。
⑥ 媒質Ⅱに対する媒質Ⅰの屈折率はいくらか。λ_1、λ_2で表せ。

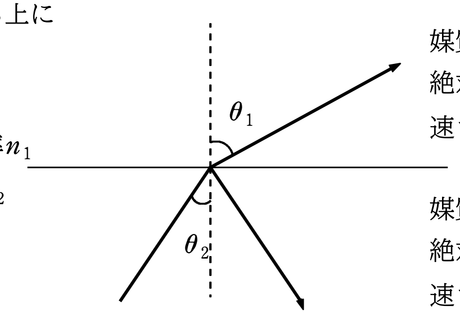
(3) 光が真空中から媒質に入るときの真空に対する屈折率を絶対屈折率という。媒質Ⅰの絶対屈折率をn_1、媒質Ⅱの絶対屈折率をn_2とする。真空中の光の速さをv、媒質Ⅰ中での光の速さをv_1、媒質Ⅱ中での光の速さをv_2とするとき、以下の問いに答えよ。



① 媒質Ⅰの絶対屈折率n_1をv、v_1で表せ。
② 媒質Ⅰの絶対屈折率n_2をv、v_2で表せ。
③ 媒質Ⅰに対する媒質Ⅱの相対屈折率nをv_1、v_2で表せ。
④ 媒質Ⅰに対する媒質Ⅱの相対屈折率nをn_1、n_2で表せ。

99. 全反射

(1) 右図は媒質Ⅱから媒質Ⅰへ下から上に光が入射した。入射角はθ_2で屈折角はθ_1であり、$\theta_1 > \theta_2$なる関係があった。媒質Ⅰは絶対屈折率n_1光の速さv_1で媒質Ⅱは絶対屈折率n_2光の速さv_2である。図の入射光は媒質Ⅰへ屈折する光以外にも反射する光も観察された。
以下の問いに答えよ。



① 屈折の法則θ_1、θ_2、v_1、v_2、n_1、n_2の関係式を書け
② 反射角はいくらか
③ n_1とn_2、v_1とv_2の大小関係はどのようになるか不等号で表せ。
・ 入射角θ_2を次第に大きくしていった。

② ①と同様にして、$n_2=\dfrac{v}{v_2}$

③ 媒質Ⅰに対するⅡの屈折率は媒質ⅠからⅡに入るときの屈折率である。よって、速さが$\dfrac{v_2}{v_1}$倍になるので、　$n=\dfrac{v_1}{v_2}$

④ ①より、$v_1=\dfrac{v}{n_1}$　②より、$v_2=\dfrac{v}{n_2}$　これを③に代入して、

$$n=\frac{v_1}{v_2}=\frac{\dfrac{v}{n_1}}{\dfrac{v}{n_2}}=\frac{n_2}{n_1}$$

解説

(1) ① 屈折の法則より　$\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\dfrac{v_1}{v_2}=\dfrac{n_2}{n_1}$

② 入射角と等しくθ_2

③ $\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\dfrac{v_1}{v_2}=\dfrac{n_2}{n_1}$と$\theta_1>\theta_2$より、$\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\dfrac{v_1}{v_2}=\dfrac{n_2}{n_1}>1$
よって、$v_1>v_2$　$n_2>n_1$　となる。

④ $\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\dfrac{v_1}{v_2}$より、$\theta_2$が大きくなったら$\theta_1$も大きくなる。

⑤ 90°

⑥ $\dfrac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\dfrac{v_1}{v_2}=\dfrac{n_2}{n_1}$において$\theta_1=90°$、$\theta_2=\theta_0$を代入して
$\dfrac{1}{\sin\theta_0}=\dfrac{n_2}{n_1}$　よって、　$\sin\theta_0=\dfrac{n_1}{n_2}$

⑦ 入射角と同じθ_0

④　屈折角θ_1は大きくなるか、小さくなるか

⑤　屈折角θ_1の取りうる最大値は何度か。

・入射角をθ_0にした時、屈折角が90°になった。（この角θを臨界角という）

⑥　$\sin\theta_0$をn_1、n_2で表せ。

⑦　このときの反射光の反射角はいくらか

・入射角をθ_3（$\theta_3 > \theta$）にしたとき

⑧　入射した光はどうなるか

⑨　このときの反射角はいくらか

・入射角をθにしたとき

⑩　光が屈折する条件を⑤を参考にして不等式で表せ。

⑪　光が全反射する条件を⑤を参考にして不等式で表せ。

⑧　屈折角が90°を超えるために屈折できず、すべて反射する。

⑨　入射角と同じθ_3

⑩　屈折の場合は$\theta_0 > \theta$　なので、$\sin\theta_0 > \sin\theta$となる。よって、$\sin\theta < \frac{n_1}{n_2}$

⑪　全反射の場合は$\theta_0 < \theta$　なので、$\sin\theta_0 < \sin\theta$となる。よって、$\sin\theta > \frac{n_1}{n_2}$