Review Test ②

センター試験対策

物理Ⅰ [波動編]

単元別総復習 9 回分　第 2 巻

このテストは、大学入試攻略の部屋で配布されている「Excel でセンター対策 [物理] with CAT on Excel」の印刷版です。

同じ問題が Excel の画面上で簡単に解くことができて，しかもその場で採点ができる「CAT システム」をなるべくご利用いただきたいのですが，それができない受験生の皆さんのために，印刷版を配布することにいたしました。

なお、解説等については、http://bit.ly/133VfZ9 からご覧いただけますので，そちらもご利用ください。

目次

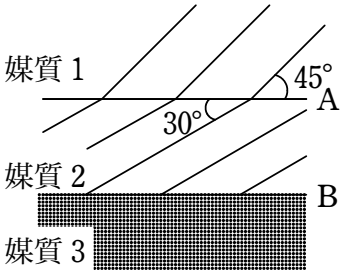
1. 波の基本(反射・干渉・グラフなど)　第 1 巻
2. 屈折 2
3. いろいろな鏡による反射 14
4. 音の基本　第 3 巻
5. 弦の共振・気柱の共鳴
6. ドップラー効果　第 4 巻
7. レンズ
8. 光の干渉　第 5 巻
9. 小問集合

大学入試攻略の部屋

http://daigakunyuushikouryakunoheya.web.fc2.com/

第2回　屈折

1　図のように，媒質 1 と媒質 2 が境界面 A で，また媒質 2 と媒質 3 が境界面 B で接している。媒質 1 から入射した平面波の一部が，境界面 A で屈折して媒質 2 へ入っていく。図中の平行線は波の波面を表している。媒質 1 における入射波の波長は 1.4 cm，振動数は 50 Hz である。$\sqrt{2}=1.4$ として計算せよ。



(1)　媒質 1 の中での波の速さはいくらか。[1] cm/s

①　60　　②　65　　③　70　　④　75

(2)　媒質 1 に対する媒質 2 の屈折率はいくらか。[2]

①　1.0　　②　1.4　　③　1.8　　④　2.2

(3)　媒質 2 の中での波の波長はいくらか。[3] cm

①　1.0　　②　1.4　　③　1.8　　④　2.2

(4)　媒質 2 の中での波の振動数はいくらか。[4] Hz

①　40　　②　50　　③　60　　④　70

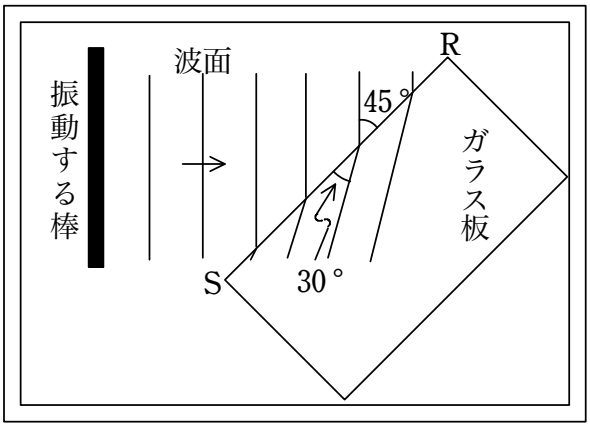
(5)　媒質 1 に対する媒質 3 の屈折率は 0.70 であるとすると，媒質 2 に対する媒質 3 の屈折率はいくらか。[5]

①　0.50　　②　1.0　　③　1.5　　④　2.0

2　まっすぐな細長い棒を水平にし，一定の振動数で上下に振動させると，水面上に直線状の波面ができた。

(1)　ここで，図1のように，一様な厚さのガラス板を水槽の底に沈めることにより，水槽の一部の水深を浅くした。水深の深い側の波面とガラス板の縁RSとの角度は45°で，水深の浅い側の波面とRSとの角度は30°であった。水深の浅い側での波の速さは，深い側での波の速さの何倍か。正しいものを，下の ①～⑤ のうちから1つ選べ。

[1] 倍



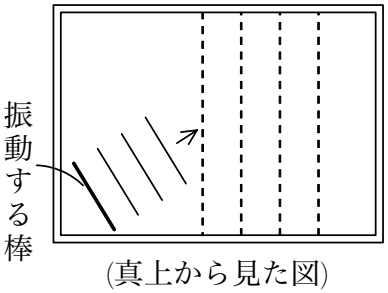
(真上から見た図)
図1

① $\frac{1}{\sqrt{2}}$　② $\sqrt{\frac{2}{3}}$　③ 1

④ $\sqrt{\frac{3}{2}}$　⑤ $\sqrt{2}$

(2) 次に，図２のように，水槽に薄いガラス板を斜めに入れ，あるところから水深を次第に浅くした。図３では，深さの等しい点を連ねてできる線(等深線)を点線で示してある。振動する棒を等深線に対して斜めに置いて，波を発生させた。水深の変化している部分を進む波のようすの記述として最も適当なものを，下の ①～④ のうちから１つ選べ。 2

(横から見た図)
図２



(真上から見た図)
図３

① 波は，波長が一定のまま，直進する。

② 波は，波長を変えながら，直進する。

③ 波面は，図３で次第に反時計回りに曲がり，等深線に垂直になろうとする。

④ 波面は，図３で次第に時計回りに曲がり，等深線に平行になろうとする。

3　図1のように，水平に置かれた透明な板(絶対屈折率1.9)の上に水(絶対屈折率1.3)の層がある。この透明な板の下側から，入射角 i でレーザー光源から出た単色光をあてた。ただし，空気の絶対屈折率は1.0とし，各境界面での反射は考えない。

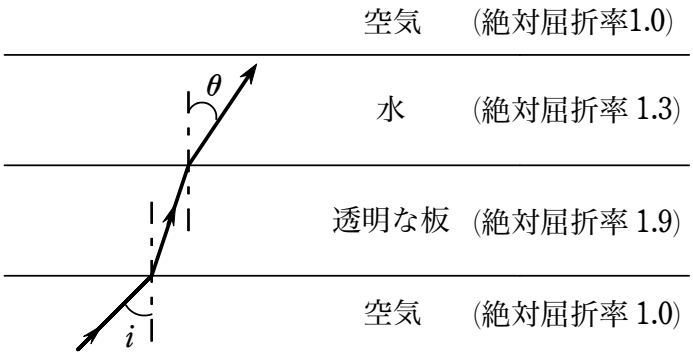


図1

(1)　単色光の振動数が 4.5×10^{14} Hz のとき，透明な板の中におけるこの光の波長はおよそいくらか。最も適当なものを，次の ①～⑥ のうちから1つ選べ。ただし，空気中を進む光の速さを 3.0×10^{8} m/s とする。[1] m

①　2.9×10^{6}　②　1.5×10^{6}　③　7.9×10^{5}　④　1.3×10^{-6}

⑤　6.7×10^{-7}　⑥　3.5×10^{-7}

(2)　図2において，水面から空気中に出てくる光の進む向きとして最も適当なものを，次の ①～⑤ のうちから1つ選べ。[2]

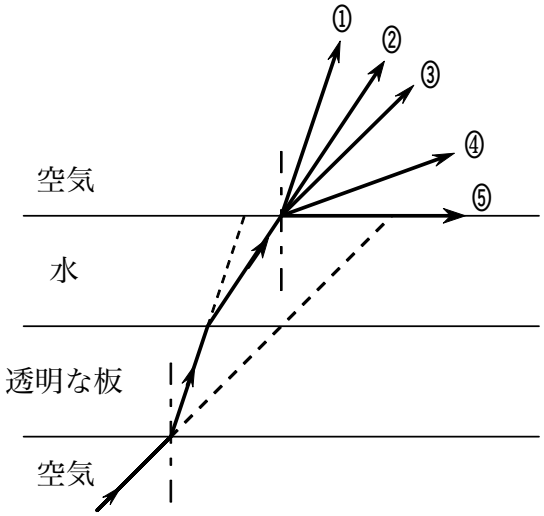


図2

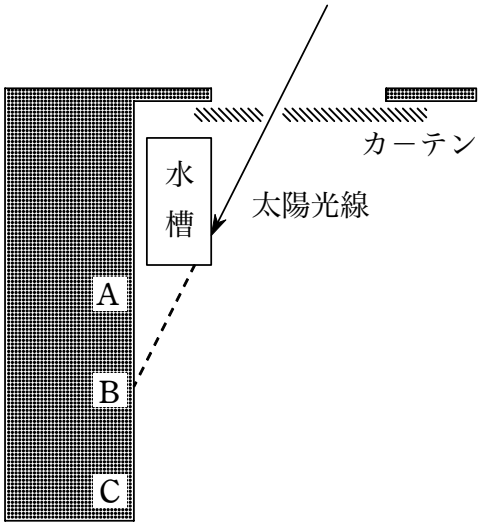
(3)　図1における入射角 i を45°とする。このとき透明な板から水中へ光が進むときの屈折角 θ に対する $\sin\theta$ の値として最も適当なものを，次の ①～⑥ のうちから1つ選べ。ただし，$\sqrt{2}$ は1.4とする。[3]

①　0.37　②　0.48　③　0.55　④　0.65　⑤　0.71　⑥　0.92

4　水の入った透明な水槽を通る光の進み方について考えよう。

(1)　1図は，水槽の置かれた部屋を上から見た図である。窓のカーテンのすきまからほぼ床に平行に差し込んだ夕日が，水槽の角の近くに当たって，さらに進んで壁に当たっている。水槽の水を通りぬけた光が当たっている位置として最も適当なものを，下の ①～③ のうちから1つ選べ。ただし，点線は太陽光線を延長したものである。

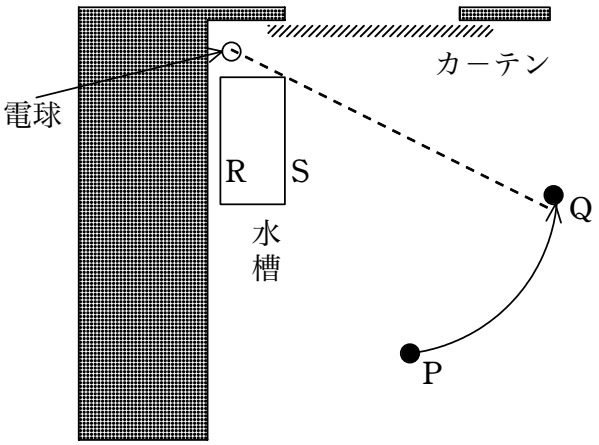
1



1図

①　位置Aに当たる　　②　位置Bに当たる　　③　位置Cに当たる

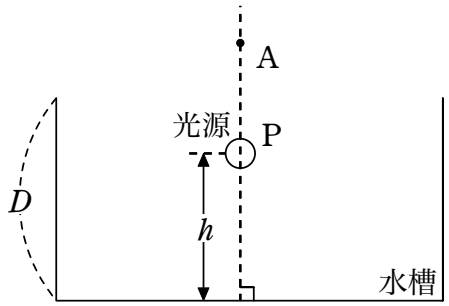
(2)　2図のように，カーテンを閉じて，電球を水槽のわきに置き，点灯した。位置Pから水槽の側面Sの方を見ると，電球が水を通して見えた。見る位置をPからQに向かって移動すると，途中からQに達するまで電球がまったく見えなくなった。その変化と最も関係の深い現象を，下の ①～④ のうちから1つ選べ。ただし，水槽の背面Rでは光は反射しないものとする。2



2図

①　光の干渉　　②　光の反射　　③　光の屈折　　④　光の回折

5　図のように底面が平らな深さ D の水槽がある。水槽の底面から高さ h $(h<D)$ の点 P に波長 λ の光を発する光源が固定されている。この水槽に水を静かに注いで深さ d $(h<d<D)$ になったとき，光源のほぼ真上にある空気中の点 A から観測すると，光源は水面下 [1] の深さにあるように見える。次にこの水槽の底に厚さが無視できる平面鏡を沈め，水槽から静かに水を抜いていく。水深がちょうど h になったとき，鏡面に映った光源の像は水面下 [2] の深さにあるように見える。ただし，波長 λ の光に関して，空気に対する水の相対屈折率を n とする。



[1] の選択肢

① $(d-h)n$　② $\dfrac{d-h}{n}$　③ $\dfrac{h}{n}$　④ $d-h$　⑤ hn

[2] の選択肢

① $2h$　② $2hn$　③ $\dfrac{2h}{n}$　④ $\dfrac{h}{n}$　⑤ hn

6　次の［　　］に入れるのに最も適当なものを解答群の中から選べ。

屈折率 n の透明な細い円柱の垂直断面にレーザー光を空気中より入射させる。円柱内に入った光が円柱の側面壁で反射をくりかえしながら円柱の中心軸を含む面内を伝わる条件を考えてみよう。また光が円柱を通過する時間を計算してみよう。

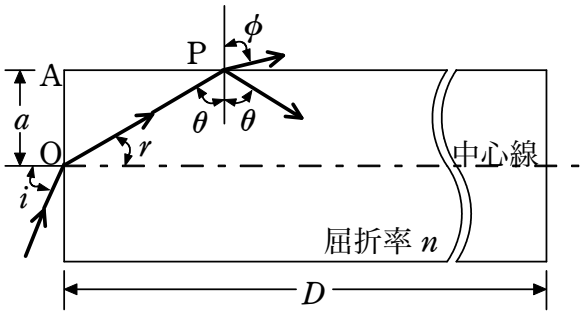
〔A〕 1図のように，円柱の端面 A の中心 O における入射角を i，屈折角を r，そして側面壁の点 P における入射角を θ，光が空気中へ出る屈折角を ϕ とする。この場合でも屈折光だけではなく，反射光も存在する。また，円柱の半径と長さを，それぞれ a と D とし，空気の屈折率を 1 とする。

端面 A における屈折の法則を表す式を示せ。

$\sin i =$［ 1 ］　(1)

r の代わりに θ を使うと (1) 式は次のように表1される。

$\sin i =$［ 2 ］　(2)



1 図

側面壁の点 P における屈折の法則を表す式を示せ。

$\sin\phi =$［ 3 ］　(3)

(2)式と(3)式から，ϕ と i の関係式を求めると次式のように表される。

$\sin^2\phi =$［ 4 ］　(4)

θ が臨界角のとき，ϕ は［ 5 ］になる。このときの入射角 i を i_c とすると(4)式は次のように表される。

$n^2 = 1 +$［ 6 ］　(5)

入射角が i_c のとき，光路 OP の長さ l を a と θ で表すと，次式のようになる。

$l =$［ 7 ］　(6)

円柱内で全反射をくりかえす光路の全長 L と円柱の長さ D の比は，l と $a\tan\theta$ の比に等しい。この関係と(6)式より，L は次式のように表される。

$L =$［ 8 ］　(7)

(7)式の θ は臨界角の場合であるので，(3)式の関係から次式のように表される。

$L =$［ 9 ］　(8)

入射角が，$i = i_c$ と $i = 0$ の光路の差 ΔL は $L - D$ となる。

① $\frac{\pi}{2}$　② π　③ 2π　④ $\sin i_c$　⑤ $\sin^2 i_c$

⑥ $n\sin r$　⑦ $\frac{1}{n}\sin r$　⑧ $n\sin\theta$　⑨ $\frac{a}{\cos\theta}$　⑩ $\frac{\cos\theta}{a}$

⑪ $\frac{D}{\sin\theta}$　⑫ $\frac{\sin\theta}{D}$　⑬ $n\sin\phi$　⑭ $n\cos\theta$　⑮ $\frac{1}{n}\cos\theta$

⑯ $n^2-\sin^2 i$　⑰ $\frac{1}{n^2}-\sin^2 i$　⑱ nD　⑲ n^2D

7 (1) 図１のように，プリズムに白色光の細い光線を入射すると，出てきた光は赤から紫の色に分かれた。これは，光の波長が短いほど，プリズムの屈折率が［ア］，プリズム中の光の速さは［イ］なるからである。

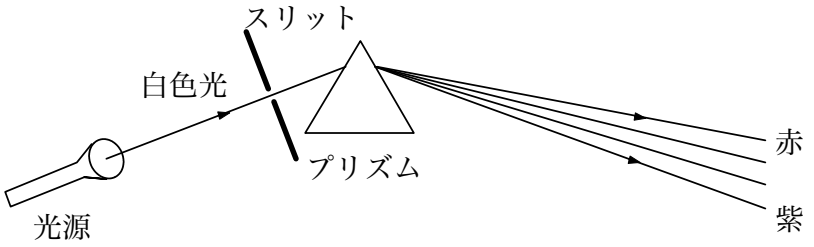


図１

上の文章中の空欄［ア］・［イ］に入れる語の組合せとして最も適当なものを，次の ①～④ のうちから１つ選べ。［1］

	ア	イ		ア	イ
①	小さく	速く	②	小さく	遅く
③	大きく	速く	④	大きく	遅く

(2) テレビなどのリモコンには，可視光に近い波長の赤外線が使われているものが多い。この赤外線は人間の目では見えないがデジタルカメラなどを使えば観測することができる。リモコンからの赤外線がプリズムでどのように屈折するかをデジタルカメラを用いて調べてみた。図２のように，デジタルカメラの位置を変えることで，赤外線が届く方向を調べた。

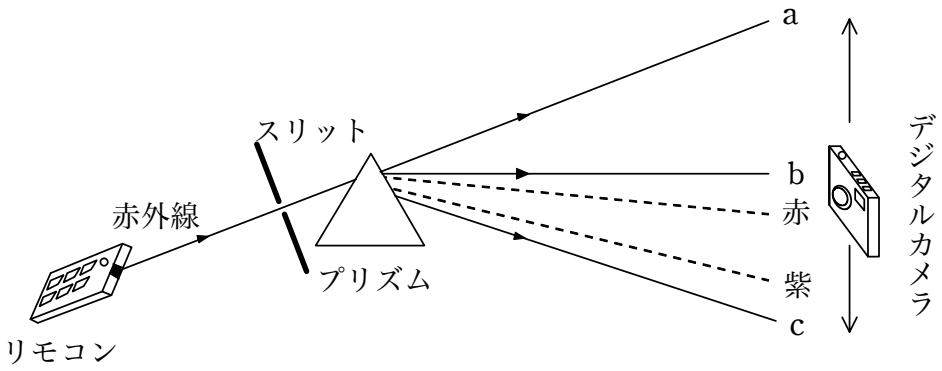


図２

観測結果を述べた記述として最も適当なものを，次の ①～⑤ のうちから１つ選べ。ただし，図２において，プリズムの右側から出ている点線は，白色光を入射した場合の赤色と紫色の可視光が出る方向を表す。［2］

① 赤外線は電磁波とは異なる波なので，屈折せずに a の方向で観測される。

② 赤外線は赤色の光より波長が長いので，b の方向で観測される。

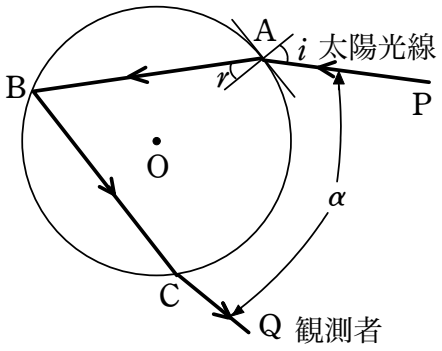
③ 赤外線は赤色の光より波長が短いので，b の方向で観測される。

④ 赤外線は紫色の光より波長が長いので，c の方向で観測される。

⑤ 赤外線は紫色の光より波長が短いので，c の方向で観測される。

8　次の文の［　　］の中に入れるべき正しい答えをそれぞれの解答群の中から選べ。

霧雨の中，雲間から太陽の光がさすとき，太陽を背にして，しばしば虹を観察することがある。これは太陽光線が小さな雨滴にあたって起こる現象である。



右の図は雨滴を球形と仮定した場合の光路を，球の中心 O を通る平面内で描いている。太陽側の P からきた光は，球面上の A 点に接する平面に入射して屈折し， B 点では［ 1 ］し，さらに，C 点で［ 2 ］して観測者 Q に達する。 A 点での入射角を i，屈折角を r とすると，空気の屈折率を 1 として水の屈折率は［ 3 ］である。太陽の光は，A，B，C の 3 点で進行方向を変えるので，図に示す太陽光線 PA と観測光線 CQ とのなす角 α は［ 4 ］となる。観測者の前方には，このような条件を満たす雨滴がたくさんあるので，虹の輪がつくられる。

ところで，太陽の光は［ 5 ］といわれ，その中にはいろいろな振動数の光が混じっている。雨滴の中に入った太陽の光の中で，振動数の大きい光は振動数の小さい光よりも屈折率が［ 6 ］，屈折角は［ 7 ］なる。したがって，赤色の光は紫色の光にくらべて角 α の値が［ 8 ］なる。

このように虹は，太陽光線が小さな雨滴にあたってその中で屈折するさいに，［ 9 ］が起こるために生じる現象である。

(1)，(2)，(5)，(9) の解答群

① 反射　② 吸収　③ 干渉　④ 回折　⑤ 屈折　⑥ 分散
⑦ 偏光　⑧ 単色光　⑨ 白色光　⑩ 輻射光

(3) の解答群

① $\dfrac{\sin r}{\sin i}$　② $\dfrac{\sin i}{\sin r}$　③ $\dfrac{\cos r}{\cos i}$　④ $\dfrac{\cos i}{\cos r}$　⑤ $\dfrac{\tan r}{\tan i}$
⑥ $\dfrac{\tan i}{\tan r}$

(4) の解答群

① $3i-r$　② $4i-r$　③ $4i-2r$　④ $5i-2r$　⑤ $3r-i$
⑥ $4r-i$　⑦ $4r-2i$　⑧ $5r-2i$

(6)，(7)，(8) の解答群

① 小さく　② 大きく

9　異なる色の光線の屈折・反射に関する次の問いに答えよ。

(1)　図1のように赤色と紫色の2本の平行光線を平板ガラスに入射させた。ガラス板を通ったあとの光線の経路を示した概念図として正しいものを，下の ①～⑤ のうちから1つ選べ。 1

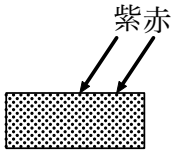
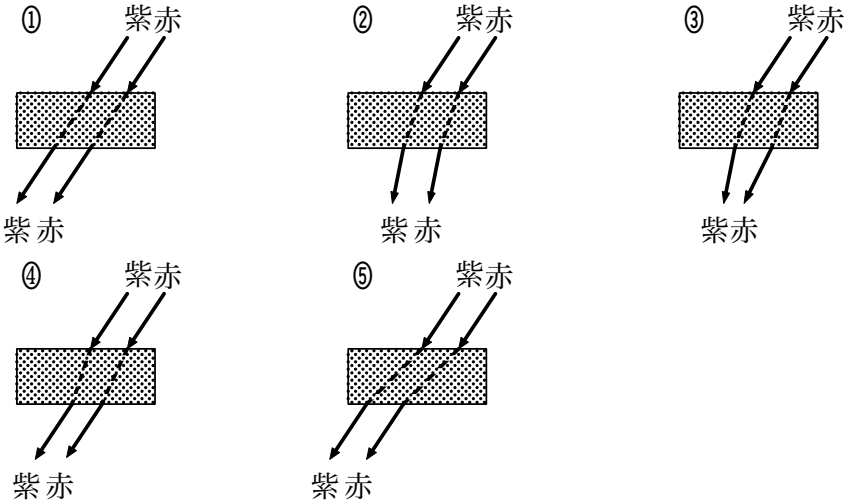


図1



(2)　図2のように赤色と紫色の2本の平行光線を凹面鏡に入射させた。反射後の光線の経路を示した概念図として正しいものを，下の ⑥～① のうちから1つ選べ。 2

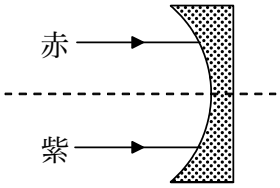
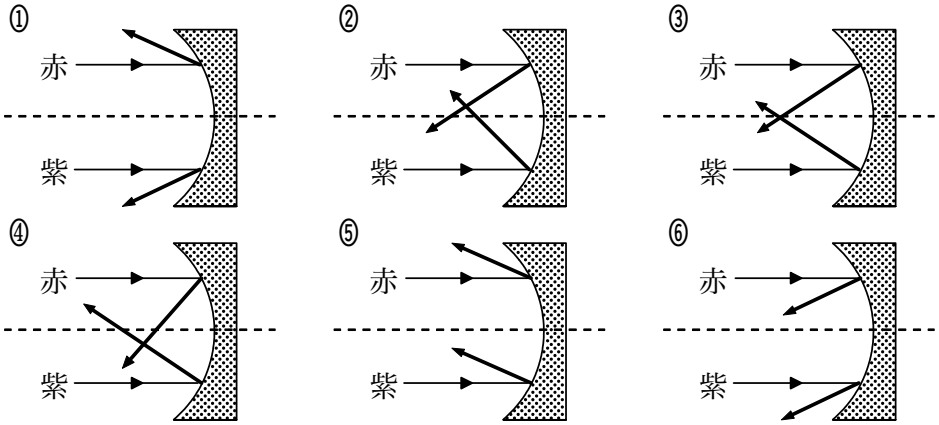
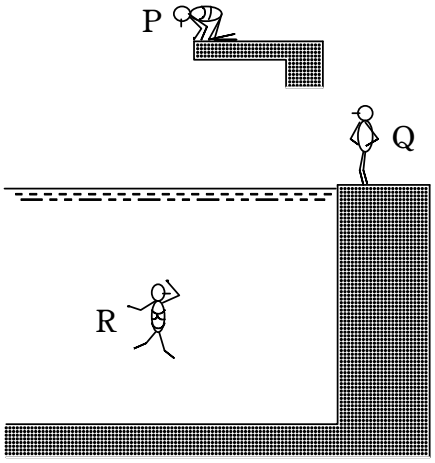


図2



10　光と音の性質について考えてみよう。図のようにＰさんは飛び込み台の上から，Ｑさんはプールサイドから，潜水中のＲさんを見ている。



(1)　プールサイドのＱさんが水中のＲさんを見たとき，本来ある位置よりも浮き上がって見えた。そのように見えた理由として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから１つ選べ。 1

①　空気の屈折率と水の屈折率が等しいから。

②　空気の屈折率が水の屈折率より小さいから。

③　空気の屈折率が水の屈折率よりも大きいから。

④　光は曲がらずに進むから。

⑤　光は反射するから。

(2)　Ｒさんが静かに潜水しているとき，Ｐさんがよびかけたが Ｒさんにはよく聞こえなかった。その理由として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから１つ選べ。

2

①　水中での音の速さが速いので，Ｐさんが何を言っているのかわからなかった。

②　水中を音が伝わるとき，音程と音色が変わってＰさんが何を言っているのかわからなかった。

③　空気と水との境界面で音は反射して，水中にあまり入っていかない。

④　水の中では音は吸収されて弱くなり，数 cm しか伝わらない。

⑤　音が水に入るとき屈折するので，音の進路が曲がり，Ｒさんには届かない。

第3回　いろいろな鏡による反射

1　A君は潜水艇の潜望鏡の原理図を見て，自分で作ってみることにした。L字型の筒の角に45°の角度で鏡を取り付けたものを2つ作り，これらを図1のようにつないだ。出来上がった潜望鏡の下の窓からのぞいたところ，正しい像を見ることができた。次にA君は上の部分を180°回転すれば自分の後側が見えると考え，図2のように潜望鏡を組み替えた。これを使って自分の後の壁に貼(は)られた「理」という字が書かれた紙を見た。A君の見た像として最も適当なものを，下の ①～④ のうちから1つ選べ。

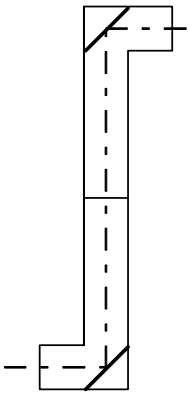


図1

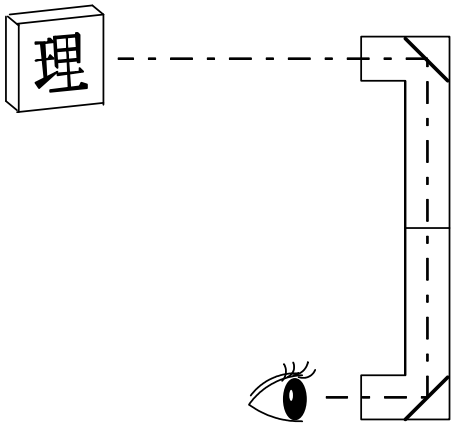


図2

①

②

③

④

2　光と音について考えよう。

図１のようなカーブミラーのあるＴ字路に，自動車が矢印の方向からさしかかった。自動車から見ると，カーブミラーには図２のような像がうつっていた。

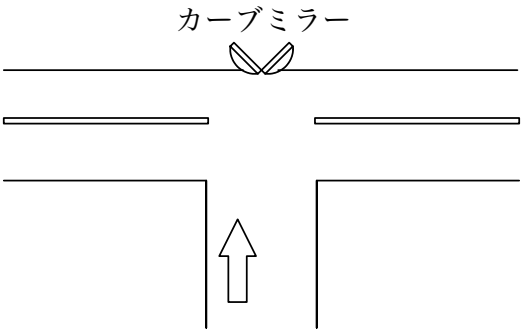


図１

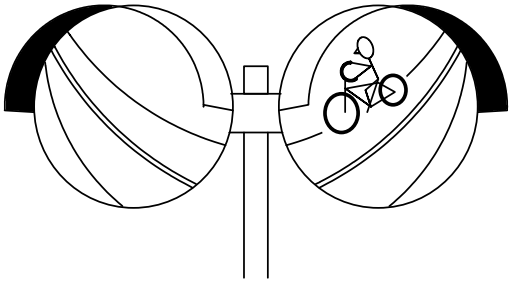
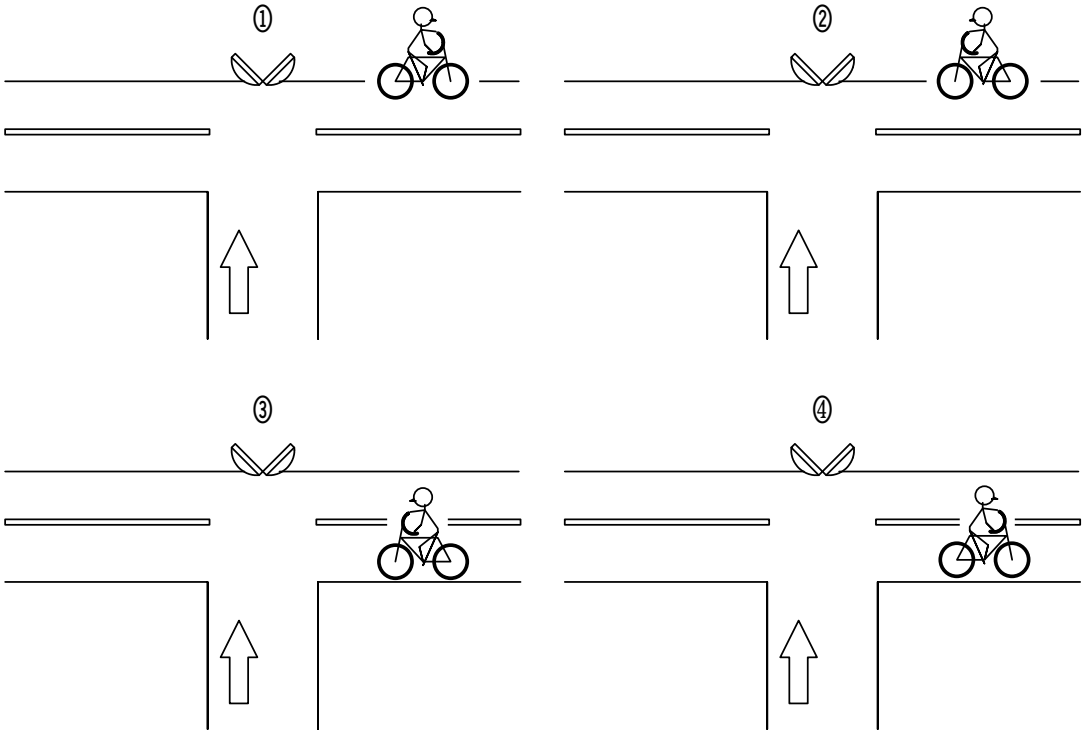


図２

図２のカーブミラーにうつる自転車は，Ｔ字路のどこで，どちらを向いていたか。最も適当なものを，次の ①～④ のうちから１つ選べ。 1



3　光と音の特徴について考えよう。

(a)　科学館にはいろいろな形をした鏡がある。A さんが図 1 のように右手で V サインのポーズをとり，2〜3 m 離れて図 2 の (イ) の鏡，(ロ) の鏡にそれぞれ矢印の方向から向かい，鏡に映る自分の姿を見た。(イ) の鏡，(ロ) の鏡に映る姿はそれぞれどれか。最も適当なものを，下の ①〜⑥ のうちから 1 つずつ選べ。

(イ)　1　　(ロ)　2

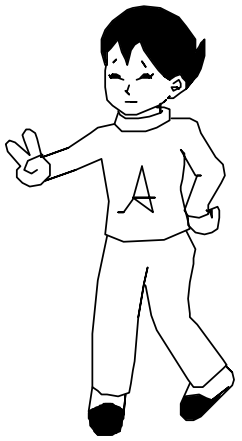


図 1

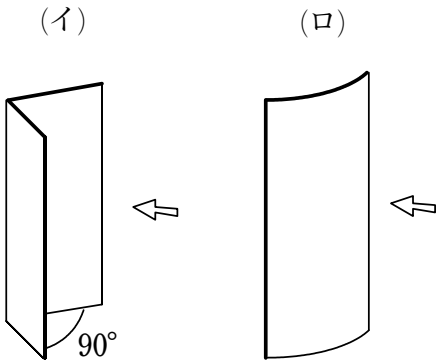
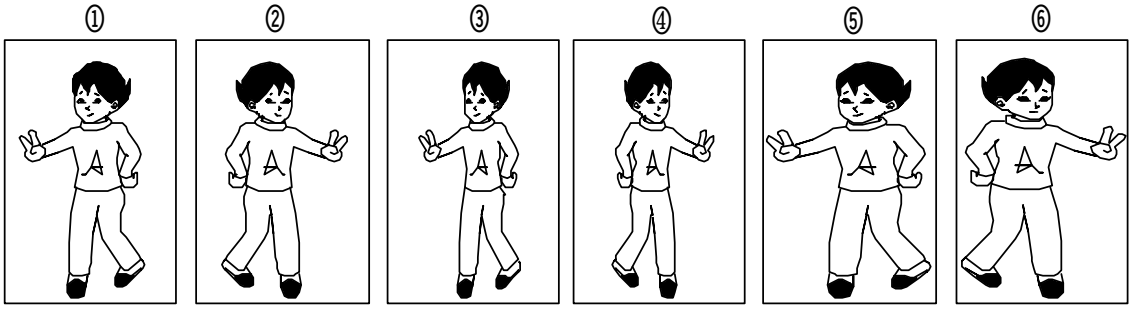
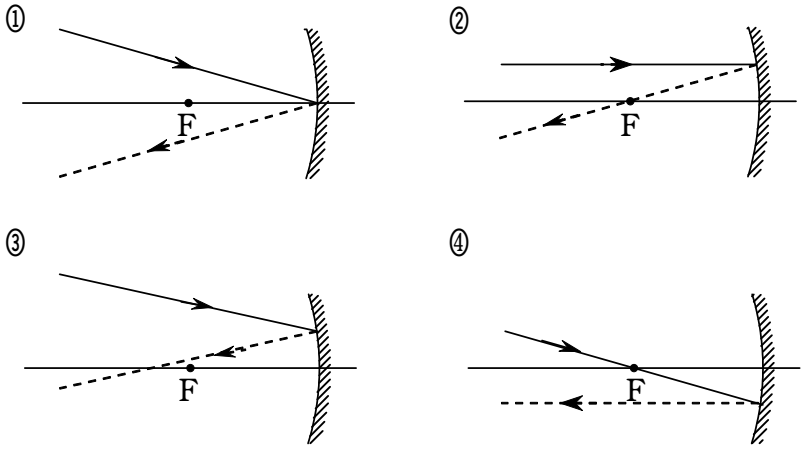


図 2



(b)　凹面鏡の反射のようすを示した図として，明らかに間違っているものを，次の ①〜④ のうちから 1 つ選べ。ただし，点 F は焦点で，矢印のついた実線は入射光，点線は反射光を表す。3



4 次の図１は、家の中から庭を見た光景であるとする。

図１

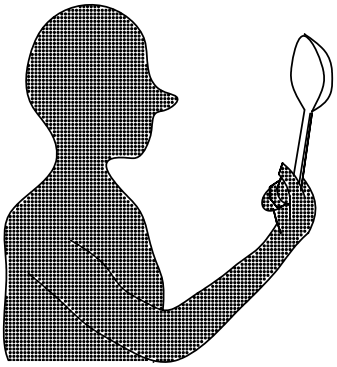


図２

(1) 家の中にいる人が庭を背にして，庭の光景をまず最初に手鏡 (平面鏡) に映した。鏡に映る像の上下左右の関係を表す図として最も適当なものを選べ。 1

(2) 次に，図２のように手鏡をスプーンに持ちかえて，スプーンの内側 (スプーンの凹面) に映る像を見た。この像の上下左右の関係を表す図として最も適当なものを選べ。 2

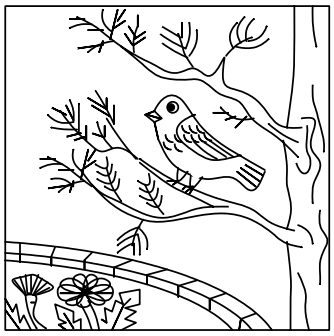
(3) スプーンの外側 (スプーンの凸面) に映る像の上下左右の関係を表す図として最も適当なものを選べ。 3

1 ～ 3 の解答群

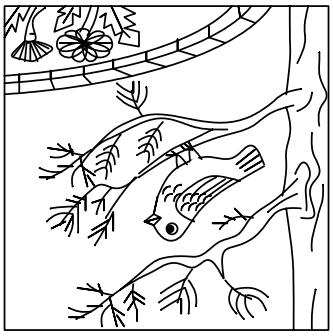
①

②

③



④



5　内側が白くなめらかな円筒状のマグカップを電球に近づけると，図１のように，内側の底に図２に示す光の模様が見える。これはマグカップの内側の側面で［　1　］した光が集光するためで，マグカップの内側の側面が［　2　］のはたらきをしていると考えられる。

図１

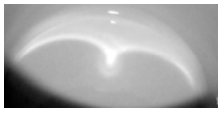


図２

上の文章中の空欄［　1　］・［　2　］に入れる語として最も適当なものを，次の ①～⑧ のうちから１つずつ選べ。

① 屈折　② 干渉　③ 回折　④ 反射
⑤ プリズム　⑥ 凹面鏡　⑦ 凸面鏡　⑧ 回折格子

6　次の文章中の [1] ・ [2] に入れるのに最も適当なものを，それぞれの解答群のうちから１つずつ選べ。

トラックに乗って売られて行く牛の瞳に写る灰色の空

「『現代学生百人一首・平成６年版』による。」

牛の眼球表面は [1] のはたらきをする。この短歌を詠んだ作者が見た「牛の瞳に写る灰色の空」の像は [2] である。

[1] の解答群

①　平面鏡　②　万華鏡　③　三面鏡　④　凸面鏡　⑤　凹面鏡

[2] の解答群

①　正立の実像　②　正立の虚像　③　倒立の実像　④　倒立の虚像