

平成 27 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

(医 学 部)

科 目	頁 数
物 理 基 礎・物 理	2 頁 ~ 7 頁
化 学 基 礎・化 学	9 頁 ~ 13 頁
生 物 基 礎・生 物	15 頁 ~ 20 頁

注 意 事 項 I

この冊子には物理、化学、生物の問題がのっている。そこから2科目を選択し、解答すること。

注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。

第 1 章 概論

この論文は、*（ここに本文の概要が記載されるべき領域）*

（この頁は空白）

（ここに本文の概要が記載されるべき領域）

物理基礎・物理

1 図1のように、水平な床上の点Oから L (m)だけ離れた点Aに床と垂直な壁がある。点Oを原点として、 x 軸は原点Oから点Aへの向きを正、 y 軸は鉛直方向で上向きを正にとる。ここで、 xy 平面内の小球の運動を考えることにする。図1のように、原点Oから斜め上 45° の向きに速さ v_0 (m/s)で質量 m (kg)の小球を投げたところ、小球は斜め上 30° の向きから壁面上の点Pに衝突して、斜め下 45° の向きにはねかえった。はねかえった小球は、床上の点Bに落ちてはねあがり、点Qまで上昇したあと下降して、ふたたび床上の点Cに落ちてはねあがった。その後、小球は繰り返し床に落ちてはねあがり、壁から離れていった。小球と壁および小球と床の反発係数は等しい。壁や床で小球にはたらく摩擦は無視することができ、小球が壁面上の点Pで衝突する前後の y 軸方向の速さの変化、および小球が床上ではねあがる前後の x 軸方向の速さの変化はない。また、空気抵抗は無視できる。重力加速度の大きさを g (m/s²)として、次の問1から問7に答えよ。

問1 小球と壁の反発係数 e を求めよ。

問2 小球が原点Oから点Pに達するまでの時間 t (s)を v_0 、 g を用いて表せ。

問3 OA間の距離 L と点Pの床からの高さ h_1 (m)を v_0 、 g を用いて表せ。

問4 小球が点Pから点Bに達するまでの時間 t_1 (s)とAB間の距離 L_1 (m)を v_0 、 g を用いて表せ。

問5 小球が点Bから点Qに達するまでの時間 t_2 (s)と点Qの床からの高さ h_2 (m)を v_0 、 g を用いて表せ。

問6 BC間の距離 L_2 (m)を v_0 、 g を用いて表せ。

問7 小球の落下地点の x 座標が負になるのは何回目の落下になるか求めよ。点Bでの落下を1回目、点Cでの落下を2回目として数える。

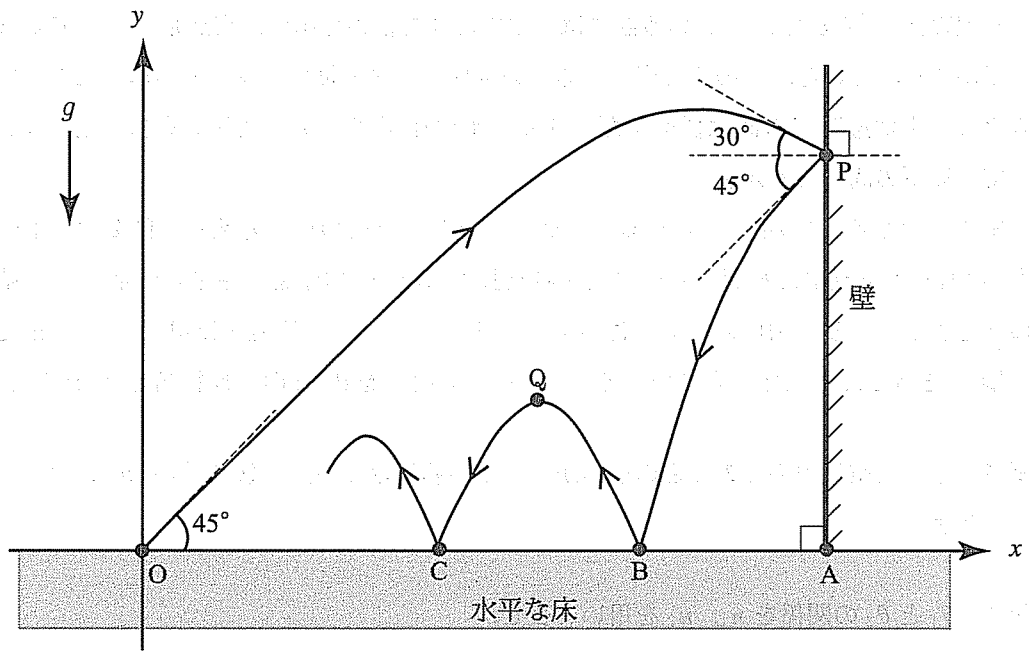


図 1

2 宮沢賢治の「やまなし」[†]という話には、水中に住む蟹の兄弟が、突然飛び込んで来る鳥に驚く様子が描かれている。この話に出てくる水の世界と空気の世界の見え方の違いについて考察してみよう。水は透明で水面は穏やかだとする。水の屈折率を n_1 、空気の屈折率を n_2 ($n_1 > n_2$) とし、以下の問いに答えよ。

まず、深さ d [m] の水中から空気中の様子を見ることについて考える。図 2 は、水面からの高さが h [m] の空气中に水面と平行に置かれた長さ L [m] の物体を、深さ d の水中から見たときの様子を表している。物体の右端 B は目 E の真上にあり、 $\angle AEB$ を θ [rad] とする。また、物体の左端 A を出て目 E に届く光について、境界への入射角を θ_2 [rad]、屈折角を θ_1 [rad] とする。

問 1 水中と空気中の光の速さの違いから、水の屈折率 n_1 と空気の屈折率 n_2 の大小関係を説明せよ。

問 2 θ_1 と θ_2 の関係を n_1 、 n_2 を用いて表せ。

問 3 水中から空気中の景色を見ると、全ての景色が水面上の円内に収まる。この円の半径 r [m] を d 、 n_1 、 n_2 を用いて表せ。

問 4 L を h 、 d 、 θ を用いて表せ。

問 5 L を h 、 d 、 θ_1 、 θ_2 を用いて表せ。

問 6 空気中にある物体を水中から見ると、同じ距離はなれた空気中から見た場合と比べて、 x 倍に見える。図 2 の場合、倍率 x は $x = \frac{\theta_1}{\theta}$ と考えることができる。 x を n_1 、 n_2 、 h 、 d を用いて表して、 x を h の関数として解答欄のグラフに描け。ただし、 L が d に比べて十分に小さくて、

$$\tan \theta \doteq \sin \theta \doteq \theta, \quad \tan \theta_1 \doteq \sin \theta_1 \doteq \theta_1, \quad \tan \theta_2 \doteq \sin \theta_2 \doteq \theta_2$$

と近似することができるものとせよ。

図 3 は、深さ d の水中に水面と平行に置かれた長さ L の物体を、高さ h の空气中から見たときの様子を表している。物体の右端 B' は目 E' の真下にあり、 $\angle A'E'B'$ を θ' [rad] とする。また、物体の左端 A' を出て目 E' に届く光について、境界への入射角を θ'_1 [rad]、屈折角を θ'_2 [rad] とする。

問 7 水中にある物体を空気中から見ると、同じ距離はなれた水中から見た場合と比べて、 x' 倍に見える。図 3 の場合、倍率 x' は $x' = \frac{\theta'_2}{\theta'}$ と考えることができる。 x' を n_1 、 n_2 、 h 、 d を用いて表して、 x' を h の関数として解答欄のグラフに描け。ただし、 L は d に比べて十分に小さく、問 6 と同様の近似が使えるものとせよ。

[†] 参考までに「やまなし」の全文を 6～7 ページに掲載した。

問 8 「やまなし」では、鳥が魚を捕らえるところを見た蟹の兄弟が大変驚く。ここまでの考察に基づいて、「鳥が魚を捕らえるのに有利な点と不利な点」および「魚が鳥から逃げるのに有利な点と不利な点」を 180 字以内で論ぜよ。

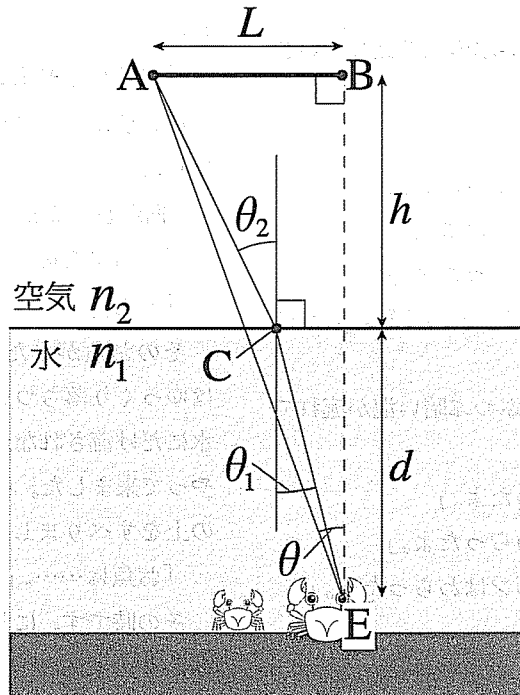


図 2

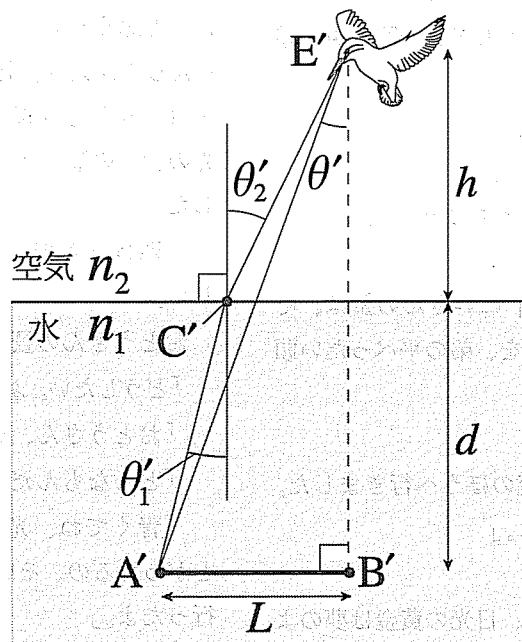


図 3

やまなし

小さな谷川の底を写した二枚の青い幻燈です。

一、五月

二匹の蟹の子供らが青じろい水の底で話していました。

「クラムボンはわらったよ。」

「クラムボンのかぶかぶわらったよ。」

「クラムボンははねてわらったよ。」

「クラムボンはかぶかぶわらったよ。」

上のほうや横のほうは、青く、くらく鋼のように見えます。

そのなめらかな天井を、つぶつぶ暗い泡が流れて行きます。

「クラムボンはわらっていたよ。」

「クラムボンはかぶかぶわらったよ。」

「それなら、なぜクラムボンはわらったの。」

「知らない。」

つぶつぶ泡が流れて行きます。

蟹の子供らもぼっぼっぼと、つづけて五六粒泡を吐きました。それはゆれながら水銀のように光って、斜めに上のほうへのぼって行きました。

つうと銀の色の腹をひるがえして、一匹の魚が頭の上を過ぎて行きました。

「クラムボンは死んだよ。」

「クラムボンは殺されたよ。」

「クラムボンは死んでしまったよ……。」

「殺されたよ。」

「それならなぜ殺された。」にいさんの蟹は、その右側の四本の足の中の二本を、弟の平べったい頭にのせながら言いました。

「わからない。」

魚がまたつうと戻って下流のほうへ行きました。

「クラムボンはわらったよ。」

「わらった。」

にわかにパッと明るくなり、日光の黄金は夢のように水の中に降って来ました。

波から来る光の網が、底の白い磐の上で、美しくゆらゆらのびたりちぢんだりしました。泡や小さな

ごみからは、まっすぐな影の棒が、斜めに水の中に並んで立ちました。

魚がこんどはそこいらじゅうの黄金の光を、まるつきりくちやくちやにして、おまけに自分は鉄いろに変に底ばかりして、また上流のほうへのぼりました。

「お魚はなぜああ行ったり来たりするの。」

弟の蟹が、まぶしそうに目を動かしながらたずねました。

「何か悪いことをしてるんだよ。とってるんだよ。」

「とってるの。」

「うん。」

そのお魚がまた上流から戻って来ました。今度はゆっくり落ちついて、ひれも尾も動かさず、ただ水にだけ流されながら、お口を輪のように丸くしてやって来ました。その影は黒くしずかに底の光の網の上をすべりました。

「お魚は……。」

その時です。にわかに天井に白い泡がたって、青びかりのまるでぎらぎらする鉄砲弾のようなものが、いきなり飛び込んで来ました。

にいさんの蟹は、はっきりとその青いもののさがコンパスのように黒くとがっているのを見ました。と思ううちに、魚の白い腹がぎらっと光って一ぺんひるがえり、上のほうへのぼったようでしたが、それつきりもう青いものも、魚のかたちも見えず、光の黄金の網はゆらゆらゆれ、泡はつぶつぶ流れました。

二匹はまるで声も出さず、いすくまってしまいました。

おとうさんの蟹が出て来ました。

「どうしたい。ぶるぶるぶるえているじゃないか。」

「おとうさん、いまおかしなものが来たよ。」

「どんなもんだ。」

「青くてね、光るんだよ。はじがこんなに黒くとがってるの。そいつが来たらお魚が上へのぼって行ったよ。」

「そいつの目が赤かったかい。」

「わからない。」

「ふうん。しかし、そいつは鳥だよ、かわせみと

言うんだ。大丈夫だ、安心しろ。おれたちはかまわ
ないんだから。」

「おとうさん、お魚はどこへ行ったの。」

「魚かい。魚はこわいところへ行った。」

「こわいよ。おとうさん。」

「いい、いい、大丈夫だ。心配するな、そら、樺
の花が流れて来た。ごらん、きれいだろう。」

泡といっしょに、白い樺の花びらが天井をたくさ
んすべって来ました。

「こわいよ、おとうさん。」弟の蟹も言いました。

光の網はゆらゆらのびたりちぢんだり、花びらの
影はしずかに砂をすべりました。

二、 十二月

蟹の子供らはもうよほど大きくなり、底の景色
も、夏から秋の間にすっかり変わりました。

白い柔らかな円石もころがって来、小さな錐の形
の水晶の粒や、金雲母のかけらも、ながれて来てと
まりました。

そのつめたい水の底まで、ラムネの瓶の月光が
いっぱいにすぎとおり、天井では波が青じろい火を
燃したり消したりしているよう、あたりはしんとし
て、ただいかに遠くからというように、その波の
音がひびいて来るだけです。

蟹の子供らは、あんまり月が明るく水がきれいな
ので、眠らないで外に出て、しばらくだまって泡を
はいて天井のほうを見ていました。

「やっぱり僕の泡は大きいね。」

「にいさん、わざと大きく吐いてるんだい。僕
だってわざとならもっと大きく吐けるよ。」

「吐いてごらん。おや、たったそれきりだろう。
いいかい、にいさんが吐くから見ておいで。そら、
ね、大きいだろう。」

「大きかないや、おんなじだい。」

「近くだから自分ののが大きく見えるんだよ。そん
ならいっしょに吐いてみよう。いいかい、そら。」

「やっぱり僕のほう大きいよ。」

「ほんとうかい。じゃ、も一つはくよ。」

「だめだい、そんなにのびあがっては。」

またおとうさんの蟹が出て来ました。

「もうねろねろ。おそいぞ、あしたイサドへ連れ
て行かんぞ。」

「おとうさん、僕たちの泡どっち大きいの。」

「それはにいさんのほうだろう。」

「そうじゃないよ、僕のほう大きいんだよ。」弟
の蟹は泣きそうになりました。

そのとき、ドブン。

黒い丸い大きなものが天井から落ちて、ずうっと
しずんで、また上へのぼって行きました。キラキラッ
と、黄金のぶちがひかりました。

「かわせみだ。」子供らの蟹は首をすくめて言い
ました。

おとうさんの蟹は、遠めがねのような両方の目を
あらん限り延ばして、よくよく見てから言いました。

「そうじゃない、あれはやまなしだ、流れて行く
ぞ、ついて行ってみよう、ああいいにおいだな。」

なるほど、そこらの月あかりの水の中は、やまな
しのいいにおいでいっぱいでした。

三匹は、ぼかぼか流れて行くやまなしのあとを追
いました。

その横あるきと、底の黒い三つの影法師が、合わ
せて六つ、踊るようにして、山なしの丸い影を追
いました。

まもなく水はサラサラ鳴り、天井の波はいよいよ
青い炎をあげ、やまなしは横になった木の枝にひっ
かかってとまり、その上には月光の虹が、もかもか
集まりました。

「どうだ、やっぱりやまなしだよ、よく熟してい
る、いいにおいだろう。」

「おいしそうだね、おとうさん。」

「待て待て、もう二日ばかり待つとね、こいつは
下へ沈んで来る、それからひとりでおいしいお酒
ができるから、さあ、もう帰って寝よう、おいで。」

親子の蟹は三匹自分らの穴へ帰って行きます。

波はいよいよ、青じろい炎をゆらゆらとあげまし
た、それは金剛石の粉をはいているようでした。

*

私の幻燈は、これでおしまいであります。

(宮沢賢治「童話集風の又三郎」, 岩波文庫 2010 年)
より。

(この頁は空白)