平成28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 ～ 5 頁
化学基礎・化学	7 頁 ～ 9 頁
生物基礎・生物	10 頁 ～ 16 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問題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解答用紙に記入すること。

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。

物 理 基 礎・物 理

1 図1のように，点Oを原点にとり，水平方向右向きにx軸を，鉛直上向きにz軸をとる。いま，時刻$t=0$において，原点Oから質量m〔kg〕の小球をx軸に対して投射角θ〔rad〕$\left(0<\theta<\dfrac{\pi}{2}\right)$，初速度の大きさ$v_0$〔m/s〕で，$xz$平面内に投射した。その後の小球の運動を考えよう。小球の大きさと小球に対する空気抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさをg〔m/s^2〕として，次の問いに答えよ。

問 1 投射してからの時刻t〔s〕における小球の速度のx成分v_x〔m/s〕とx座標x〔m〕を，t，v_0，θを用いて表せ。

問 2 投射してからの時刻tにおける小球の速度のz成分v_z〔m/s〕とz座標z〔m〕を，t，g，v_0，θを用いて表せ。

問 3 **問1**，**問2**の結果の式からtを消去し，zを，g，x，v_0，θを用いて表せ。この式は運動の軌跡を表す。

問 4 **問3**で求めた運動の軌跡の式を，下に示す$\tan\theta$に関する2次方程式に変形せよ。必要ならば，$1+\tan^2\theta=\dfrac{1}{\cos^2\theta}$を用いよ。$\boxed{\quad(1)\quad}$と$\boxed{\quad(2)\quad}$に入る式を解答欄の(1)と(2)に，$g$，$x$，$z$，$v_0$から必要な記号を用いて表せ。ただし，$x>0$とする。

$$\tan^2\theta+\boxed{\quad(1)\quad}\tan\theta+\boxed{\quad(2)\quad}=0$$

ところで，**図2**のように，初速度の大きさv_0が一定の場合，小球の届かない領域Ⅰがある。また，2通りの投射角θで届く領域Ⅱ(斜線の領域)がある。領域Ⅱにある点Aの座標を(X〔m〕，Z〔m〕)とする。

問 5 **問4**の結果を用いて，小球が点A$(X,\ Z)$を通る2つの投射角θ_1〔rad〕とθ_2〔rad〕について，$\tan\theta_1$と$\tan\theta_2$($\tan\theta_1>\tan\theta_2$とする)を，$g$，$X$，$Z$，$v_0$を用いて表せ。

図2のように，領域ⅠとⅡの間の境界線N上にある点Bを考える。境界線N上の点を通過するような運動を引き起こす投射角θは1つである。点Bの座標を(u〔m〕，w〔m〕)として，次の問いに答えよ。

問 6 wを，g，u，v_0を用いて表せ。

問 7　境界線Nとx軸との交点Pの座標を(u_0〔m〕, 0)とする。さらに，境界線Nとz軸との交点Qの座標を(0，w_0〔m〕)とする。u_0とw_0を，g，v_0を用いて表せ。また，この境界線Nに該当するものを下記から選んで，解答欄に番号で記せ。

(1)　双曲線，　(2)　円，　(3)　楕円，　(4)　放物線，　(5)　サイクロイド曲線

問 8　問7で求めた交点Pを通るための投射角θを求めよ。円周率πを用いてよい。

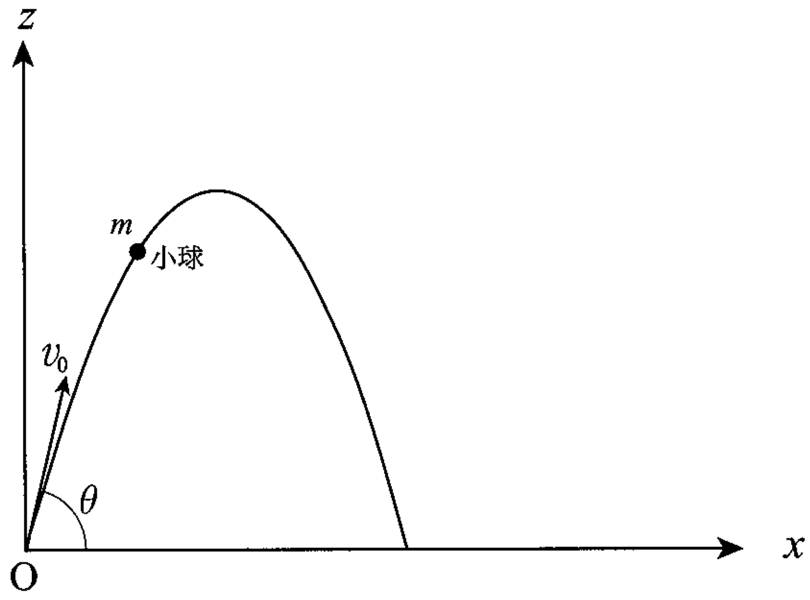

図1

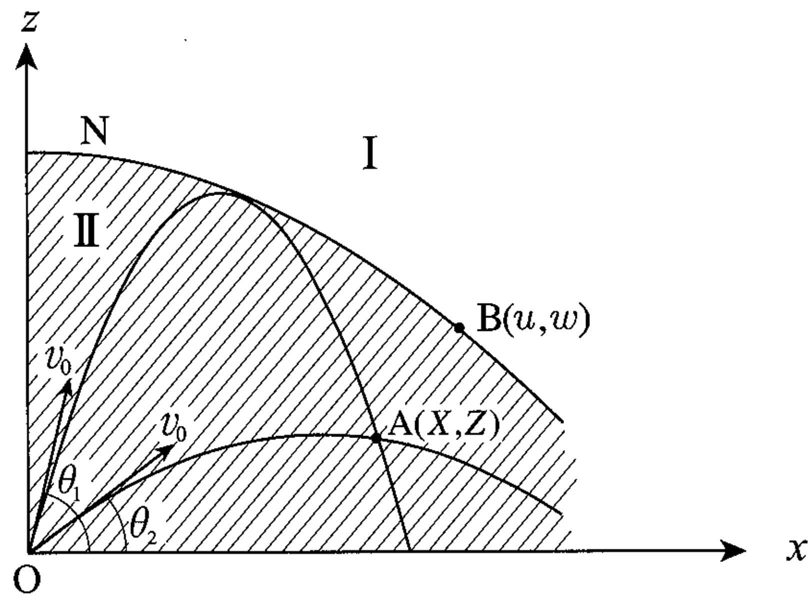

図2

2 図3および図4のように，音源Sが発する振動数f〔Hz〕の音波を，音源Sから距離d〔m〕離れた点Cを中心として等速円運動する観測者Oが観測している。円運動の半径と角速度は，それぞれr〔m〕，ω〔rad/s〕で，音波の速さはV〔m/s〕である。観測者Oと音源S，点Cはすべて同一平面上にあり，音源Sや観測者Oの大きさは十分小さく無視できる。また，半径rおよび距離dは音波の波長より十分長く，観測者Oの速さv〔m/s〕はVに比べて小さいものとする。

音源Sと観測者Oを結ぶ方向に対して観測者Oが斜めに動く場合のドップラー効果は，観測者Oの速度の$\overrightarrow{\mathrm{OS}}$方向の成分で，観測者Oが音源Sに向かって動く場合と等しい。これを利用して，以下の問いに答えよ。なお，円周率はπとする。

問 1 観測者Oの速さvをr，ωを用いて表せ。

はじめに，$d > r$の場合について考える(**図3**)。

問 2 $\angle$SCOの大きさをθ〔rad〕とする。観測者Oの観測する音波の振動数が最大となったときの$\cos\theta$を，d，r，f，V，vの中から必要な記号を用いて表せ。

問 3 観測者Oが観測する音波の振動数の最大値$f_{\max}$〔Hz〕と最小値$f_{\min}$〔Hz〕を，d，r，f，V，vの中から必要な記号を用いて表せ。

問 4 $d = 2r$のとき，観測者Oの観測する音波の振動数が，最大値から最小値に変化するまでに経過する時間t〔s〕を，r，f，V，ωの中から必要な記号を用いて表せ。

次に$d < r$の場合について考える(**図4**)。

問 5 $\angle$CSOの大きさをϕ〔rad〕とする。観測者Oの速度の$\overrightarrow{\mathrm{OS}}$方向の成分の大きさ(絶対値)$v_{\mathrm{OS}}$〔m/s〕を，$\phi$，$d$，$r$，$f$，$V$，$v$の中から必要な記号を用いて表せ。なお，必要なら，三角形の各辺の長さa〔m〕，b〔m〕，c〔m〕と，それぞれの対角の角度α〔rad〕，β〔rad〕，γ〔rad〕の間には，$\dfrac{a}{\sin\alpha} = \dfrac{b}{\sin\beta} = \dfrac{c}{\sin\gamma}$の関係が成り立つこと(正弦定理)を用いてよい(**図5**)。

問 6 $\angle$SCOの大きさをθ〔rad〕とする。観測者Oの観測する音波の振動数が最大となったときの$\cos\theta$を，d，r，f，V，vの中から必要な記号を用いて表せ。

問 7 観測者Oが観測する音波の振動数の最大値$f_{\max}$〔Hz〕と最小値$f_{\min}$〔Hz〕を，d，r，f，V，vの中から必要な記号を用いて表せ。

問 8　観測者 O の観測した音波の振動数が，$\dfrac{\pi}{3\omega}$ の時間で最大値から最小値に変化した。このときの距離 d を，r，f，V，ω の中から必要な記号を用いて表せ。

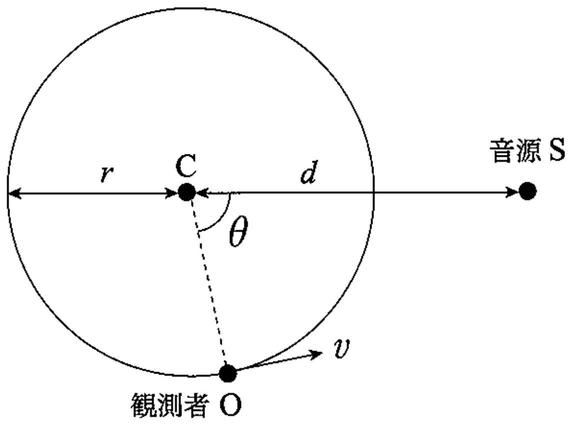

図 3

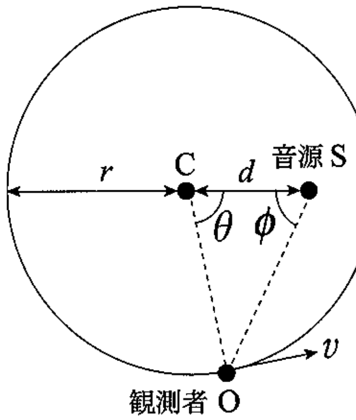

図 4

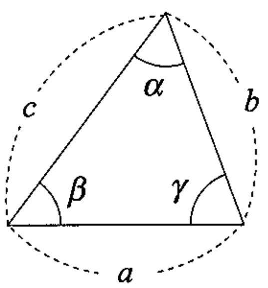

図 5