入試問題研究　第197回　2007年　センター試験　第4問B　浮力

※ 選択肢を省略したり、問題文の一部を変えています。
元問題は予備校サイト（河合塾など）で入手できます。

B　図2のように、潜水艇は潜水するときにはバラストタンクに水を導きいれ、浮上するときにはバラストタンクに高圧空気を送り込んで艇外に水を追い出す。バラストタンクを含む潜水艇全体の体積を V とし、バラストタンクが空のときの全質量を M とする。ただし、水の密度を ρ 、重力加速度を g とし、空気の質量は無視できるものとする。

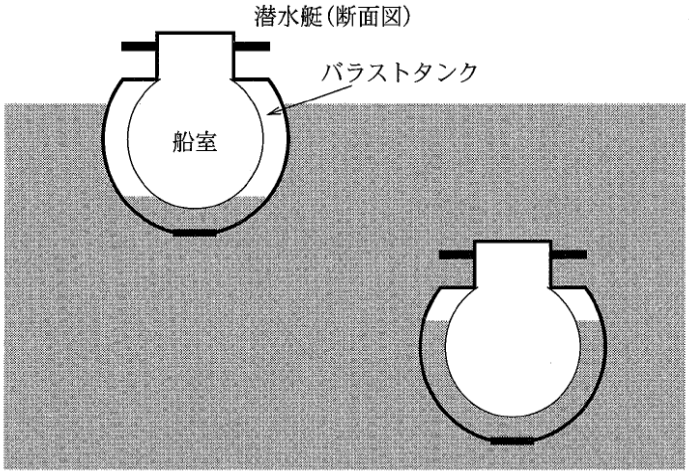


図　2

問4　水深100mと200mでの水圧の差は何Pa（=N/m^2）か。ただし、水の密度 ρ を 1.0×10^3 kg/m^3、重力加速度の大きさ g を 9.8 m/s^2 とする。

問5　潜水艇が完全に水中にあり、浮力と重力がつりあって静止している。このとき、バラストタンク内の水の体積はいくらか。

問6　潜水艇がバラストタンクを完全に空にして鉛直に浮上している。このとき、水から受ける抵抗力の大きさは速さ v に比例し、比例定数 b を用いて bv と表される。潜水艇の速さが一定になったとき、その速さ v はどのように表されるか。

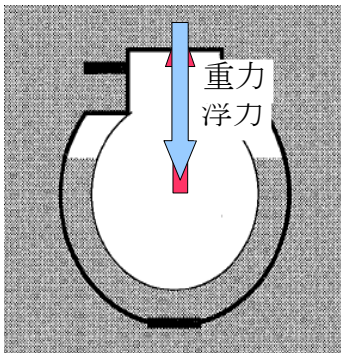
入試問題研究　第197回　2007年　センター試験　第4問B　浮力　　解答解説

B　センター試験としては標準的な問題といえる。浮力を扱う標準的な問題と、速度に比例する抵抗力を扱う（教科書では雨粒の落下運動として取り上げている）の組み合わせの問題である。

抵抗力ある運動を扱う同様の問題は問題集にも取り上げられているので、一度は解いてみたことがあるはずの問題だろう。

問4　深さ100mと200mにおける水圧差による力は、1 m^2 当たりにかかる100mの水の重さ

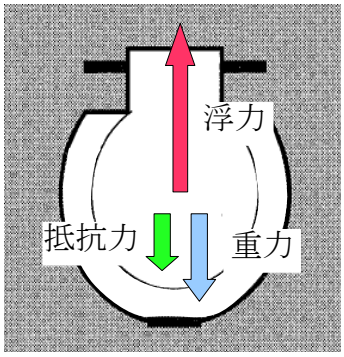
$1.0\times100\times1.0\times10^3\times9.8$　[N] に相当する。よって、水圧差は　9.8×10^5　N/m^2 である。



問5　**「浮力は物体が押しのけた水の体積に相当する水の重さ」**である。よって、潜水艇が受ける浮力は　ρVg　N になる。バラストタンク内の水の体積を v とすると、バラストタンクの水の重力　ρvg　N である。潜水艇（バラストタンク内の水を除く）の重力は　Mg　である。よって、潜水艇全体（バラストタンク内の水の重力を含む）の重力は、

$Mg+\rho vg$　N になる。このとき、潜水艇が受ける浮力と潜水艇全体の重力つりあうのだから　$\rho Vg=Mg+\rho vg$　である。よって、

$v=V-\dfrac{M}{\rho}$　となり、バラストタンク内の水の体積は　$V-\dfrac{M}{\rho}$　である。



問6　バラストタンクを空にして浮上しているのだから、潜水艇のみの重力（下向き）は　Mg　N、潜水艇の浮力（上向き）は　ρVg　N である。このとき、潜水艇は水から抵抗力も受けている。水の抵抗力は速度に比例するので、潜水艇が受ける水の抵抗力（下向き）は

bv　N と表される（問題文中に定義）。よって、このときの潜水艇が受ける力の合力は　$\rho Vg-Mg-bv$　（鉛直上向きが正）である。よって、潜水艇の運動方程式は　$Ma=\rho Vg-Mg-bv$　になる。

潜水艇の速さが一定になるとあるので、潜水艇の加速度はゼロである。よって、運動方程式に代入して　$0=\rho Vg-Mg-bv$　であるから　$v=\dfrac{(\rho V-M)g}{b}$　である。よって、一定の速度で浮上中の潜水艇の速度は　$\dfrac{(\rho V-M)g}{b}$　と表すことができる。