物　理　I

(全　問　必　答)

第1問　次の文章を読み，各問い(**問1～5**)に答えよ。
〔**解答番号** $\boxed{1}$ ～ $\boxed{5}$ 〕(配点　25)

図1のように，鉛直上向きを正として y 軸をとる。はじめ，y 軸上原点Oに質点Aがあり，$y=h\,(h>0)$ の位置に質点Bがある。質点Aを y 軸の正の向きに初速 v_0 $(v_0>0)$ で発射すると同時に，質点Bを初速0で自由落下させた。空気の抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさを g とする。なお，速度は鉛直上向きを正とする。

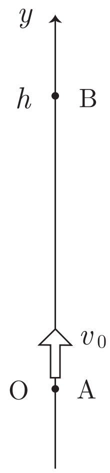

図　1

問1　質点A，Bが動きはじめてから，y 軸上で衝突するまでの時間はいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$\boxed{1}$

①　$\dfrac{h}{4v_0}$　　②　$\dfrac{h}{2v_0}$　　③　$\dfrac{h}{v_0}$　　④　$\dfrac{2h}{v_0}$

問2　質点A，Bが衝突する位置の y 座標はいくらか。正しいものを，次の①〜④のうちから一つ選べ。$\boxed{2}$

① $\dfrac{h(2v_0^2-gh)}{2v_0^2}$　② $\dfrac{h(2v_0^2+gh)}{2v_0^2}$　③ $\dfrac{h(v_0^2-2gh)}{2v_0^2}$　④ $\dfrac{h(v_0^2+2gh)}{2v_0^2}$

問3　質点A，Bの衝突する位置が，原点Oより下であるための条件はどれか。正しいものを，次の①〜④のうちから一つ選べ。$\boxed{3}$

① $v_0 > \sqrt{\dfrac{gh}{2}}$　② $v_0 < \sqrt{\dfrac{gh}{2}}$　③ $v_0 > \sqrt{2gh}$　④ $v_0 < \sqrt{2gh}$

問4　質点A，Bが衝突する直前の質点Aの速度はいくらか。正しいものを，次の①〜④のうちから一つ選べ。$\boxed{4}$

① $\dfrac{2gh}{v_0}-v_0$　② $\dfrac{gh}{v_0}-v_0$　③ $v_0-\dfrac{2gh}{v_0}$　④ $v_0-\dfrac{gh}{v_0}$

問5　質点A，Bが衝突する直前の質点Bの速度はいくらか。正しいものを，次の①〜④のうちから一つ選べ。$\boxed{5}$

① $\dfrac{gh}{v_0}$　② $\dfrac{2gh}{v_0}$　③ $-\dfrac{gh}{v_0}$　④ $-\dfrac{2gh}{v_0}$

第2問　次の文章を読み，各問い(**問1～5**)に答えよ。

〔**解答番号** $\boxed{1}$ ～ $\boxed{5}$ 〕(配点　25)

図1，2のように，2種の金属でできた二つの中空半球を密着して，半径 r，中心 O の中空の球をつくった。半球の一方の質量は m で，その重心は P であり，他方の質量は M $(M > m)$ で，その重心は Q である。ここで，O，P，Q は同一直線上にあり，$\overline{\mathrm{OP}} = \overline{\mathrm{OQ}} = \dfrac{r}{2}$ である。液体の密度を ρ とし，重力加速度の大きさを g とする。また，中空の球の厚さは無視できるものとする。

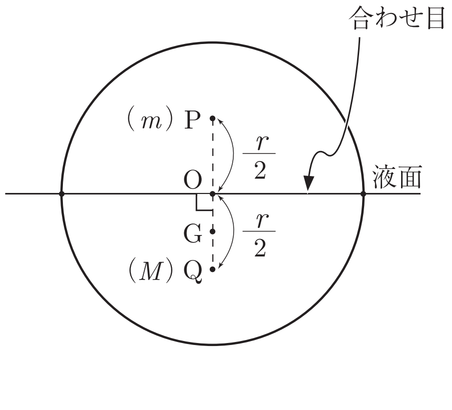

図　1

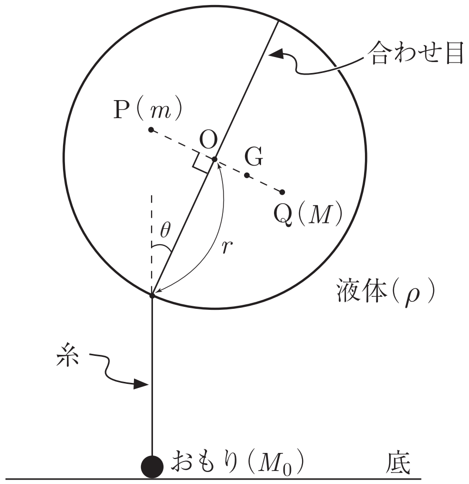

図　2

問1　中空の球の重心を G とする。OG 間の距離はいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$\overline{\mathrm{OG}} = \boxed{1}$

① $\dfrac{M-m}{M+m}r$　② $\dfrac{M-m}{2(M+m)}r$　③ $\dfrac{M-m}{3(M+m)}r$　④ $\dfrac{M-m}{4(M+m)}r$

問2　この球を液体に浮かべると，図1のように，球の半分が液体につかってつりあった。液体の密度はいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。
$\rho =$ $\boxed{\;2\;}$

①　$\dfrac{3(M+m)}{2\pi r^3}$　②　$\dfrac{M+m}{\pi r^3}$　③　$\dfrac{M+m}{2\pi r^3}$　④　$\dfrac{M+m}{4\pi r^3}$

問3　図2のように，両半球の合わせ目に質量の無視できる糸を固定し，そのさきに質量 M_0 の小さなおもりをつるして液中に沈めた。おもりが底に達し，糸が鉛直になって全体は静止した。糸やおもりにはたらく浮力は無視できるものとする。このとき，糸の張力の大きさはいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$\boxed{\;3\;}$

①　$4(M+m)g$　②　$3(M+m)g$　③　$2(M+m)g$　④　$(M+m)g$

問4　図2において，合わせ目の面と糸とのなす角を θ とすると，$\tan\theta$ はいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$\tan\theta =$ $\boxed{\;4\;}$

①　$\dfrac{M-m}{M+m}$　②　$\dfrac{M-m}{2(M+m)}$　③　$\dfrac{M-m}{3(M+m)}$　④　$\dfrac{M-m}{4(M+m)}$

問5　図2のように，おもりが底に接した状態で全体が静止するための条件はどれか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$\boxed{\;5\;}$

①　$M_0 > M-m$　②　$M_0 > 2(M-m)$
③　$M_0 > M+m$　④　$M_0 > 2(M+m)$

第3問 次の文章を読み，各問い(**問1～6**)に答えよ。
〔**解答番号** **1** ～ **6** 〕(配点 30)

図1のように，一定の深さの大きな水槽で，水面の2点S_1，S_2を一定時間Tごとに同時にたたき，二つの円形の波をつくる。図1の円または円弧は，ある瞬間における，それぞれの波の山の位置を示したものである。なお，振幅の減衰は無視できるものとし，波長はλとする。

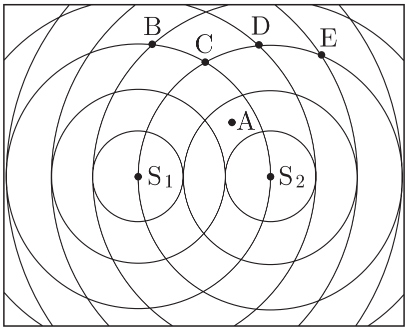

図 1

問1 これらの波の速さはいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 **1**

① λT　② $\dfrac{T}{\lambda}$　③ $\dfrac{\lambda}{T}$　④ $\dfrac{1}{\lambda T}$

問2 二つの波源S_1とS_2の間隔はいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 **2**

① 6λ　② 5λ　③ 4λ　④ 3λ

問3　二つの波が互いに弱めあう点をつらねた線(節線)は全部で何本できるか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$\boxed{\ 3\ }$本

①　6　　②　5　　③　4　　④　3

問4　これらの節線が線分S_1S_2を切る点のうち，S_1に最も近い点のS_1からの距離はいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$\boxed{\ 4\ }$

①　$\frac{1}{8}\lambda$　　②　$\frac{1}{6}\lambda$　　③　$\frac{1}{4}\lambda$　　④　$\frac{1}{2}\lambda$

問5　直線S_1S_2上でS_1の左側に，二つの波が互いに弱めあう点はいくつあるか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$\boxed{\ 5\ }$個

①　8　　②　4　　③　0　　④　∞

問6　図1の瞬間にA点にある合成波の谷は，$\frac{3}{2}T$だけ時間が経過したときどこに移動しているか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$\boxed{\ 6\ }$

①　E点　　②　D点　　③　C点　　④　B点

第4問　次の文章を読み，各問い(**問1～4**)に答えよ。

〔**解答番号** $\boxed{1}$ ～ $\boxed{4}$ 〕(配点　20)

図1のように，r〔Ω〕の電気抵抗12個と起電力 V〔V〕の直流電源とを接続した。12個の電気抵抗以外の回路の抵抗は，すべて無視できるものとする。このとき，AC間の電流の大きさを i〔A〕とすると，回路の対称性から，他の電流は図1のようになる。また，直流電源を流れる電流の大きさを I〔A〕とする。

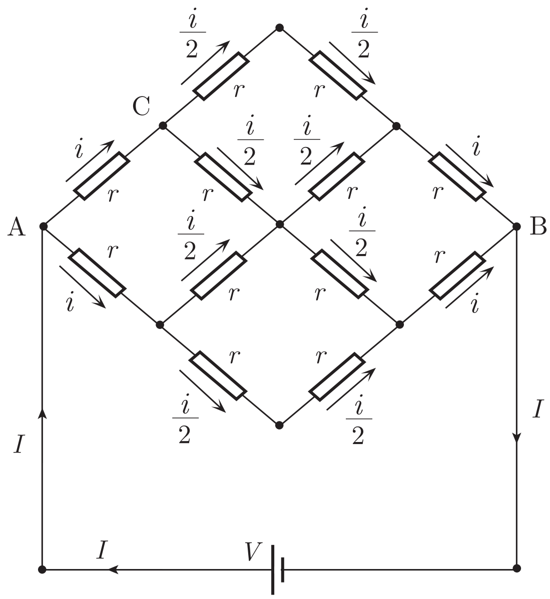

図　1

問1　i を I で表すとどうなるか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。
$i = \boxed{\ \mathbf{1}\ } \times I$〔A〕

①　2　　②　1　　③　$\frac{1}{2}$　　④　$\frac{1}{4}$

問2　V を r と I で表すとどうなるか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$V = \boxed{\ \mathbf{2}\ } \times rI$〔V〕

①　$\frac{9}{2}$　　②　$\frac{7}{2}$　　③　$\frac{5}{2}$　　④　$\frac{3}{2}$

問3　AB 間の合成抵抗はいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。
$\boxed{\ \mathbf{3}\ } \times r$〔Ω〕

①　$\frac{1}{2}$　　②　$\frac{3}{2}$　　③　$\frac{5}{2}$　　④　$\frac{7}{2}$

問4　直流電源が供給する電力はいくらか。正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$\boxed{\ \mathbf{4}\ } \times \frac{V^2}{r}$〔W〕

①　$\frac{2}{3}$　　②　$\frac{2}{5}$　　③　$\frac{2}{7}$　　④　$\frac{2}{9}$