

## 平成 21 年度 入学 試験 問題

# 理 科

### 注 意

1. 問題冊子は、指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は、物理：1～6 ページ、化学：7～10 ページ、生物：11～16 ページである。  
解答紙は計 3 枚で、物理：1 枚、化学：1 枚、生物：1 枚である。  
「始め」の合図があったら、それぞれページ数および枚数を確認すること。
3. 「始め」の合図があったら、選択しない科目も含めすべての解答紙それぞれ 2 ケ所に受験番号を記入すること。
4. 解答は、黒色鉛筆(シャープペンシルも可)を使用し、すべて所定の欄に記入すること。欄外および裏面には記入しないこと。
5. 試験終了後、監督者の指示に従って、解答紙の順番をそろえること。
6. 下書き等は、問題冊子の余白を利用すること。
7. 解答紙は持ち帰らないこと。

## 物 理

[1] 次の文章を読んで、以下の問1～5に答えなさい。

一様な断面積  $S$ 、長さ  $L$  の浮きの一端に細くて軽い糸で重りを取り付け、図1のように水面に浮かべる。糸の体積と質量は無視できるものとする。また、重りの密度は水の密度  $\rho$  よりはるかに大きく、重りの体積は無視できるものとする。浮きの質量を  $m$ 、重りの質量を  $M$ 、重力加速度を  $g$  とする。浮きの運動にともなう水の摩擦抵抗と水面の変化は無視できるものとする。

設問 1 重りを水中に沈めたら、浮きは図1のようにその長さ  $L$  の  $\frac{1}{5}$  を水面上に出して、水面に垂直になって静止した。

問 1 浮きの質量  $m$ 、重りの質量  $M$ 、および表1に記号で示した量の間になり立つ関係式を書きなさい。

設問 2 浮きはその長さ  $L$  の  $\frac{1}{5}$  を水面上に出して静止していた。浮きを、さらにその長さ  $L$  の  $\frac{1}{10}$  だけ鉛直に押し込んでぱっと離すと、上下振動を始めた。

問 2 振動の周期  $T$  を求めなさい。問1の結果をつかって  $m$  および  $M$  を消去し、表1の記号で表しなさい。

問 3 浮きの最大の速さ  $v_{\max}$  を求めなさい。問1の結果をつかって  $m$  および  $M$  を消去し、表1の記号で表しなさい。

設問 3 浮きはその長さ  $L$  の  $\frac{1}{5}$  を水面上に出して静止していた。浮きを鉛直に引き上げて、その長さ  $L$  の  $\frac{1}{2}$  が水面上に出ようとしたのち、ぱっと離れた。

問 4 浮きが沈んでいって、その上面がちょうど水面と一致したときの速さ  $v$  を求めなさい。問1の結果をつかって  $m$  および  $M$  を消去し、表1の記号で表しなさい。

問 5 浮きが最も深く沈んだときの、その上面の水面からの深さ  $d_{\max}$  を求めなさい。問1の結果をつかって  $m$  および  $M$  を消去し、表1の記号で表しなさい。

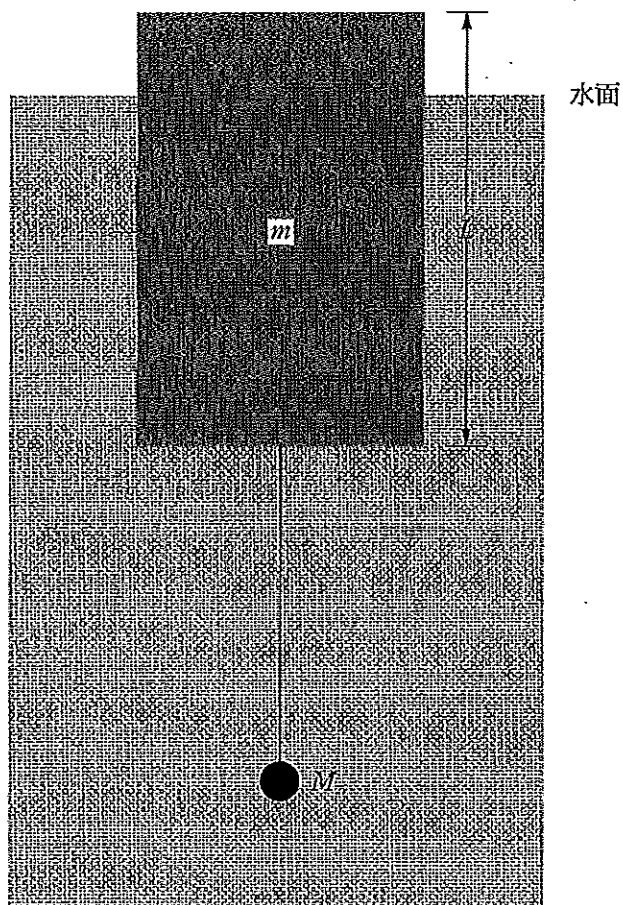


図1

記号	記号の意味
$L$	浮きの長さ
$S$	浮きの断面積
$\rho$	水の密度
$g$	重力加速度
$\pi$	円周率

表1

〔2〕 次の文章を読んで、以下の問1～5に答えなさい。

一様な媒質中を縦波が $x$ 軸の正の向きに進んでいる。波は、時間的にも空間的にも充分広がっているものとする。図2は時刻 $t=0$ のときの媒質の変位 $y$ を座標 $x$ に対して図示したものである。図3は図2の範囲のある位置での媒質の変位を時間 $t$ に対して図示したものである。波の進行方向への変位を正とした。

問1 この波の速さ $v$ を求め、単位を明記して答えなさい。

問2  $t=0$ のとき、 $x=110\text{ m}$ の位置での変位 $y_1$ を求めなさい。

問3  $x=3\text{ m}$ の位置で、 $t=255\text{ ms}$ のときの変位 $y_2$ を求めなさい。

問4 図2の $x=3.5\text{ m}$ の位置で、媒質の密度が最初に最大になるのは何ms後か答えなさい。

問5 図3で、媒質の密度が最小になるのはいつか。図3の範囲で、該当する時刻をすべて挙げ、msの単位で答えなさい。

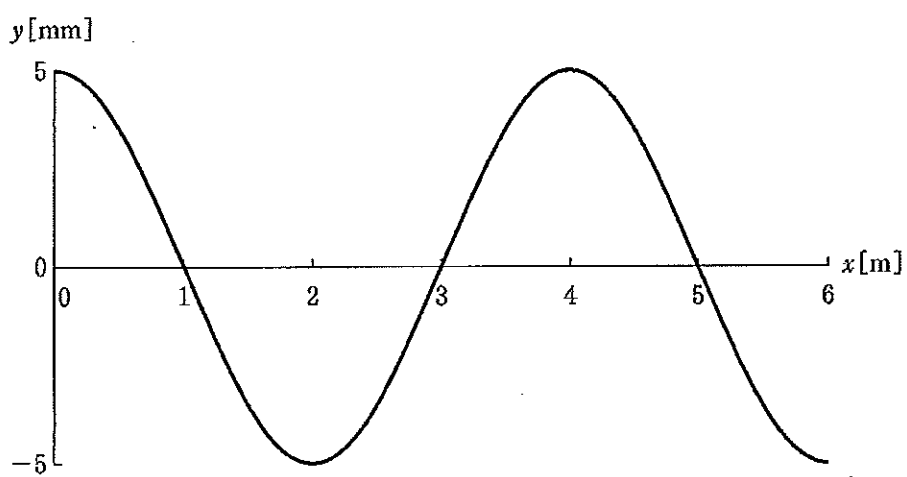


图 2

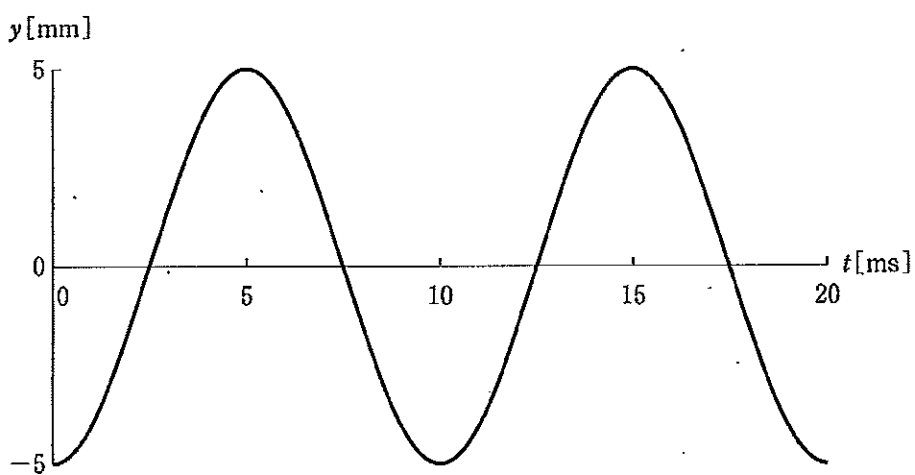


图 3

(注)  $1 \text{ ms} = 1 \times 10^{-3} \text{ s}$

{ 3 } 以下の問 1～10 に答えなさい。問 1～8 では選択肢(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。問 9 および問 10 は数値で答えなさい。

問 1 原子核の  $\alpha$  崩壊に関して、次の記述のうち間違っているものはどれか。

- (ア)  $\alpha$  線の本体は、ヘリウムの原子核である。
- (イ) ヘリウムの原子核を構成する陽子は、2 個である。
- (ウ) ヘリウムの原子核を構成する中性子は、2 個である。
- (エ) 質量数  $A$  の原子核が  $\alpha$  崩壊すると、質量数が  $A - 2$  になる。
- (オ) 原子番号  $Z$  の原子核が  $\alpha$  崩壊すると、原子番号が  $Z - 2$  になる。

問 2 大きさをニュートンという単位で表わせる力はどれか。

- (ア) 圧力
- (イ) 浮力
- (ウ) 起電力
- (エ) 原子力
- (オ) 全速力

問 3 水力発電では、水流によって水車を回し、発電する。水車と発電装置は一体であるから、水車を含めて発電機と言う。この過程で、水流は発電機にどんな働きをするか。

- (ア) 電流を流す
- (イ) 仕事をする
- (ウ) 熱を与える
- (エ) 発電機の運動エネルギーを増やす
- (オ) 発電機の位置エネルギーを増やす

問 4 静かな水面上の一点を針でつつくと、その点から波紋が広がる。二点を二本の針で同時につつき続けると、二つの波紋が干渉する。そして、水面が激しく振動する強めあう点の列と、ほとんど振動しない打ち消しあう点の列が交互に出来る。打ち消しあう点の列を結んだ線はどんな形状の線か。

- (ア) 円
- (イ) 楕円
- (ウ) 放物線
- (エ) 双曲線
- (オ) 直線

問 5 放電を伴わないで光を出すものはどれか。

- (ア) 稲光
- (イ) 蛍光灯
- (ウ) 水銀灯
- (エ) ネオン管
- (オ) 白熱電球

問 6 抵抗値  $R$  の抵抗と電気容量  $C$  のコンデンサーを直列にして、電圧  $V$  の直流電源につなぐ。コンデンサーの両極間の電圧が  $V$  になって電流が止まるまでに抵抗で発生した熱量を求めなさい。

- (ア)  $CV^2$       (イ)  $\frac{CV^2}{2}$       (ウ)  $\frac{CV}{R}$       (エ)  $\frac{CV^2}{R}$       (オ)  $\frac{CV^2}{R^2}$

問 7 ある系が外界から熱  $Q$  をもらい仕事  $W$  をされたとき、その系のエネルギーの増加を  $\Delta U$  とする。このとき、次の等式が成り立つ；

$$\Delta U = Q + W \dots\dots\dots(1)$$

次の記述のうち間違っているものはどれか。

- (ア) 理想気体を等温的に圧縮しても  $\Delta U = 0$  である。  
 (イ) 上の式(1)は、エネルギーが保存されることを意味する。  
 (ウ) 仕事  $W > 0$  で  $\Delta U = 0$  なら、 $W$  に等しい熱が系外に出る。  
 (エ) 熱  $Q > 0$  で  $\Delta U = 0$  なら、 $Q$  に等しい仕事を系外にする。  
 (オ) 理想気体を断熱的に圧縮しても  $\Delta U = 0$  である。

問 8 光線は、「エネルギーを持つ粒子の流れ」と見なすことができる。次の記述のうち間違っているものはどれか。

- (ア) この粒子は光子と呼ばれる。  
 (イ) 光電効果は、光の粒子性で説明できる。  
 (ウ) ニュートン環は、光の粒子性で説明できる。  
 (エ) コンプトン効果は、光の粒子性で説明できる。  
 (オ) 光の振動数が  $\nu$  のとき、その粒子のエネルギーは  $\nu$  に比例する。

問 9 直線上の運動を考える。静止している質量  $M$  の球に、質量  $m$  の球が速度  $u$  で衝突した。衝突後の速度は  $M$  が  $v$  で  $m$  は  $-v$  であった。運動量も運動エネルギーも保存されるとして、 $\frac{M}{m}$  を求めなさい。

問10 風船にヘリウムとネオンの混合気体が合計 3 モル入っている。この風船にヘリウムを 4 モル注入している間に、ネオンが 2 モル風船から漏れ出た。風船の中には 4 モルの混合気体が残った。漏れ出たヘリウムは何モルか。