

平成21年度

14時10分～16時40分

# 理 科 問 題 用 紙

科目名	頁
物 理	1 ～ 3
化 学	4 ～ 8
生 物	9 ～14

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図 [チャイム] があるまで、この注意をよく読むこと。
2. 試験開始の合図 [チャイム] があるまで、この問題の印刷されている冊子を開かないこと。
3. 試験開始の合図 [チャイム] の後に問題用紙ならびに解答用紙の定められた位置に受験番号、氏名を記入すること。
4. 解答はかならず定められた解答用紙を用い、それぞれ定められた位置に問題の指示に従って記入すること。
5. 解答はすべて黒鉛筆を用いてはっきりと読みやすく書くこと。
6. 解答用紙のホチキスははずさないこと。
7. 質問は文字に不鮮明なものがあるときにかぎり許される。
8. 問題に、落丁、乱丁の箇所があるときは手をあげて交換を求めること。
9. 試験開始後60分以内および試験終了前10分間は、退場を認めない。
10. 試験終了の合図 [チャイム] があつたとき、ただちに筆記用具を置くこと。
11. 試験終了の合図 [チャイム] の後は、問題用紙および解答用紙はすべて本表紙を上にして、机の上に左側から問題用紙、解答用紙の順に並べて置くこと。  
いっさい持ち帰ってはならない。なお、途中退場の場合は、すべて裏返しにして置くこと。
12. 選択科目の変更は認めない。
13. その他、監督者の指示に従うこと。



受験番号		氏名	
------	--	----	--

# 物 理

以下の各問題の解答は全て解答欄に記入し、穴埋め問題以外は解答の過程も示しなさい。単位は S I 単位系を使用すること。

1 次の運動の指定された時間内における速度と加速度の図を解答欄に描きなさい。ただし、 $v_0$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ は正の値とする。

- [1] 時刻  $t_1$  から  $t_2$  まで速さ  $v_0$  の等速直線運動をしている物体の運動を描きなさい。
- [2] 一定方向に、時刻  $t=0$  から等加速度  $\alpha$  で  $T_1$  秒間加速し、その後  $T_2$  秒間等速で進み、等加速度  $-\beta$  で  $T_3$  秒間減速して停止した。この運動全体を描きなさい。
- [3] 等速円運動をしている物体の運動の接線方向の速度の大きさと、外向き法線方向を正とした加速度の大きさを一周分 ( $T$  秒間) 描きなさい。
- [4] 一端が固定され他端に物体がついたバネを伸ばし、単振動を行かせたとき、一周分 ( $T$  秒間) の運動を描きなさい。ただし、最もバネが伸びた状態を  $t=0$  とする。

2 次の文章の ( ) 内に適当な語句、または式を入れなさい。また、問いに答えなさい。

- [1] 波動とは振動が伝わる現象をいい、振動を伝える物質を ( ① )、振動が始まった点を ( ② ) という。連続的な波の波形の隣り合う山と山、谷と谷の距離を ( ③ ) といい、1 秒間に通過する山または谷の数を ( ④ ) といい、③×④の単位は ( ⑤ ) となる。今、水面上の 2 点から同振幅、同位相で起きた波が干渉し強め合う条件は、元の 2 点からの距離の差が ( ⑥ ) の点である。

- [2] 電磁波も波動であり、電場と磁場の振動が伝わる現象である。次の現象や事柄で関係する電磁波の名称をあげなさい。

電子レンジ ( ① )、虹 ( ② )、サーモカメラによる映像 ( ③ )、  
日焼け ( ④ )、ラジオ放送 ( ⑤ )、レントゲン写真 ( ⑥ )、  
①から⑥の中で最も波長が短い電磁波 ( ⑦ )。

- [3] 角振動数  $\omega$  の交流電源につながれた交流回路を考える。この回路において直流回路における電気抵抗  $R$  と同様な働きをする物理量は  $R$  と、容量  $C$  のコンデンサーによる ( ① )、自己インダクタンス  $L$  のコイルによる ( ② ) がある。これらの物理量の単位は全て ( ③ ) で表される。 $R$ 、 $C$ 、 $L$  を直列につないだ交流回路において流れる電流は  $\omega$  によって変化する。 $\omega$  が小さいときは ( ④ ) の影響により電流が流れにくく、 $\omega$  が大きいときは ( ⑤ ) の影響で電流が流れにくい。最も大きな電流が流れる条件は ( ⑥ ) のときで、この現象を ( ⑦ ) という。



3 垂直に置かれた半径  $R$  の円形レール  $BCD$  が、  
 図 1 のように点  $B$  において斜面  $AB$  を接線とするように  
 $AB$  とつながっている。円形レールの中心  $O$  から  $h$  の高  
 さにある斜面上の点  $A$  に、質量  $m$  の小さい物体  $M$  を静か  
 に置いて手を離した。  $M$  は  $AB$  を下り  $BCD$  の内側を運  
 動した。水平面と  $BO$  とのなす角を  $\theta$ 、また重力加速度  
 を  $g$  とする。斜面および円形レールには摩擦がないとし  
 て下記の問いに答えなさい。

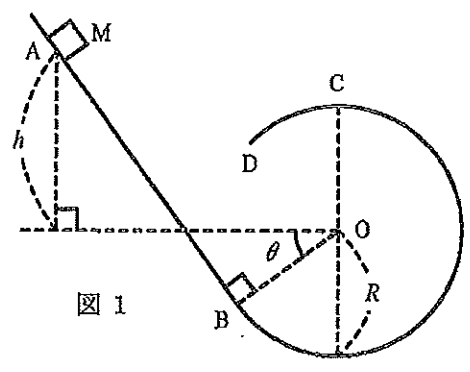


図 1

- [1] 最高点  $C$  での速さを  $v_c$  として中心方向の  $M$  の運動方程式を示しなさい。ただし、点  $C$  におけるレールからの垂直抗力の大きさを  $N$  とする。
- [2]  $N > 0$  の条件より、 $M$  が円形レールの点  $C$  を通過するためには、点  $C$  での  $M$  の速さがいくら以上でなければならないか求めなさい。
- [3] 点  $A$  と点  $C$  との力学的エネルギー保存則より、点  $C$  での  $M$  の速さを  $h$ 、 $R$ 、 $g$  を用いて示しなさい。
- [4]  $M$  が点  $C$  を通過するための  $h$  の条件を  $R$  を用いて示しなさい。

4 電車  $A$  が気温  $14.0^\circ\text{C}$  の風のない空気中を、振動数  $1000\text{ Hz}$  の警笛を鳴らしながら、踏み切りに向かって  $20.0\text{ m/s}$  で接近してくる。さらに、電車  $A$  との相対速度  $30.0\text{ m/s}$  で電車  $B$  が、逆方向から振動数  $1100\text{ Hz}$  の警笛を鳴らしながら近づいてくる。踏み切り上で互いにすれ違い、それぞれ警笛を鳴らし続けて遠ざかっていった。ただし、線路は直線とする。また空気中の音速は  $0^\circ\text{C}$  では  $331.6\text{ m/s}$  で、 $1.0^\circ\text{C}$  上がるごとに  $0.6\text{ m/s}$  速くなるものとする。下記の問いに答えなさい。

- [1]  $14.0^\circ\text{C}$  の時の音速と、 $1000\text{ Hz}$  の音波の波長を求めなさい。
- [2] 踏み切りに立っている人が観測した電車  $A$  の警笛の振動数はどのように変化したかを示しなさい。
- [3] 電車  $B$  に乗っている人が観測した電車  $A$  の警笛の振動数はどのように変化したかを示しなさい。
- [4] すれ違う前に電車  $B$  に乗っている人が観測するうなりと、すれ違ったあとに電車  $A$  に乗っている人が観測するうなりの周波数の違いを式で示しなさい。



5 光ファイバーの原理について考える。光ファイバーは図2のように、コア（内部）とクラッド（外部）からなっている。図2の下図はその断面図である。光ファイバーは、コアの屈折率  $n_1$  とクラッドの屈折率  $n_2$ （ただし、 $n_1 > n_2$ ）との違いを利用して、コアに進入してきた光を効率よく伝えることができる。信号を速くまで伝えるために光ファイバーは、入射してきた光をコアとクラッドの境界面で全反射させて信号を伝える。光ファイバーの外を屈折率 1.00 の空気として下記の問いに答えなさい。

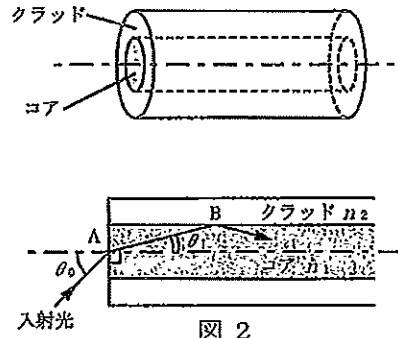


図 2

- [1] 図2の下図のように、入射光が光ファイバーの中心軸に垂直な断面に対して中心軸とのなす角  $\theta_0$  で入射し、点A（中心軸上）において屈折角  $\theta_1$  で光ファイバーに進入した。点Aでの屈折の法則を示しなさい。
- [2] 光ファイバー内の点Bにおいて全反射するとしたとき、臨界角を  $\theta_c$  として点Bでの全反射の式を示しなさい。
- [3] 点Bで全反射するためには入射光の入射角  $\theta_0$  に条件がある。その条件式を  $\sin \theta_0$  を用いて示しなさい。
- [4]  $n_1 = 1.49$ 、 $n_2 = 1.46$  としたとき、 $\theta_0 = 15.0^\circ$  でコアに入射した光がコアとクラッドの境界面で全反射してコア内を伝わっていくことができるかどうか判定しなさい。

6 真空中を運動する電子に均一な磁場（磁界）をかけて電子を水平に円運動させる装置が地球の磁場（地磁気）をさえぎった部屋の中に設置されており、 $5.0 \times 10^8$  個の電子が図3のように中心Oからの半径  $R$  [m] の同一円軌道を一周  $4.0 \times 10^{-7}$  秒で運動している。この円軌道と同一水平面上に点Oから距離  $2R$  [m] に十分に長い導線Lが直線状に設置されている。図3に示された点Aから点Oの方向を観察すると、円軌道の手前側を横切っていく電子の運動方向は右から左であった。下記の問いに答えなさい。方向を表す場合は、点Aから観察対象を最短距離で見たときの上・下・左・右を使いなさい。電気素量は  $1.6 \times 10^{-19}$  C、電子質量は  $9.1 \times 10^{-31}$  kg とする。

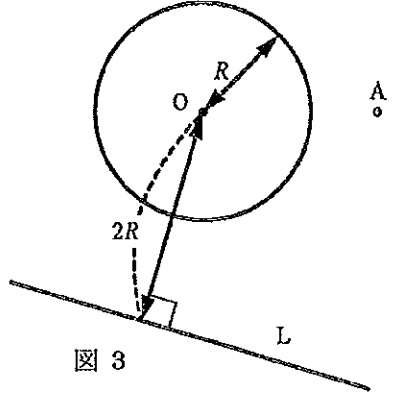


図 3

- [1] 円軌道を通る電流  $I_1$  の方向と大きさを求めなさい。
- [2] この装置が発生している均一磁場による磁束密度  $B$  の方向と大きさを求めなさい。
- [3]  $R$  が 0.15 m のとき、 $I_1$  が、点Oに作り出す磁場  $H$  の方向と大きさを求めなさい。
- [4] 導線Lに直流電流  $I_2$  を流して点Oで  $H$  を打ち消したい。必要な  $I_2$  の方向と大きさを求めなさい。



以上