

平成20年度

14時10分～16時40分

理 科 問 題 用 紙

科目名	頁
物 理	1 ～ 4
化 学	5 ～ 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〕があったとき、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、すべて返すこと。
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。

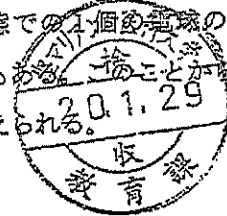
1 次の文章の () 内に適当な語句、式、または数値を入れなさい。

[1] 重力の加速度を g とすると、地表で質量 m の物体に働く重力は (①) で示される。地球を質量 M 、半径 R の球とし、万有引力定数を G とすると、 m に働く万有引力は (②) となる。

g を G 、 M 、 R で表すと (③) となる。いま、地球の中心を $r=0$ の原点とし、 $r=2R$ の位置で質量 m の人工衛星が等速円運動をしている。人工衛星に地球が及ぼす万有引力は (④) となり、この力が円運動の向心力となる。向心加速度 a と $r=2R$ の円軌道上の速さ v との関係は $a = (⑤)$ 、運動エネルギーを G 、 M 、 m 、 R で示すと (⑥) となる。一方この位置における万有引力による位置エネルギー U は、無限遠を基準 [$U=0$] とすると、(⑦) となる。地表における位置エネルギーは (⑧) である。人工衛星を $2R$ の位置に打ち上げるためにはこの差のエネルギーと、その位置で等速円運動を行わせるための (⑨) のエネルギーが必要である。すなわち、このエネルギーを G 、 M 、 m 、 R で示すと (⑩) となる。これを g 、 m 、 R で示すと (⑪) となる。

[2] 媒質 1 と媒質 2 が水平面で接している。媒質 1 の中を波長 6.6×10^{-3} m、速さ 330 m/s で進んでいる平面波の振動数は (①) である。この平面波は垂直に媒質 2 へ入射した。媒質 2 での速さは 1500 m/s となった。媒質 1 と媒質 2 の速さの比を、媒質 2 の媒質 1 に対する (②) といひ、媒質 2 の中での波の波長は (③) m となる。次に媒質 1 と媒質 2 の境界面に、波長に比べ小さな穴を開け、厚さを無視できるこの波が伝わらない物体を浮かべた。このとき垂直に入射した平面波は媒質 2 の中で (④) 波となる。このような現象を (⑤) という。

[3] 200V、100W の電球に 200V の電圧を加えると (①) A の電流が流れ、この状態での電球の電気抵抗は (②) Ω である。この電球を直列に 2 個つなぎ、200V の電圧を加えたら、0.2A の電流が流れ、それぞれの電球の明るさは暗くなった。この状態での 1 個の電球の電気抵抗は (③) Ω であるので、この電球は 100V、(④) W の電球でもある。このことから、電球のフィラメントの抵抗は、その温度と (⑤) の相関を持つことが考えられる。



2

図1のように水平と θ の傾きをもつ滑らかな斜面がある。この斜面に沿って置いたバネ定数 k のバネの下端を固定し上端に質量 m_A の小物体Aを取り付けた。最初Aに働く力は釣り合っておりAは静止している。斜面に沿って下向きに x 軸をとり、静止しているAの位置を原点Oとする。次に斜面上を質量 m_B の物体Bが滑ってきて、速度 v_0 でAと弾性衝突した。その後AはOを中心に単振動を行った。Bは再びAと衝突する前に斜面から取り外した。ただし、 $m_A > m_B$ とする。重力の加速度を g とし、下の問に答えなさい。

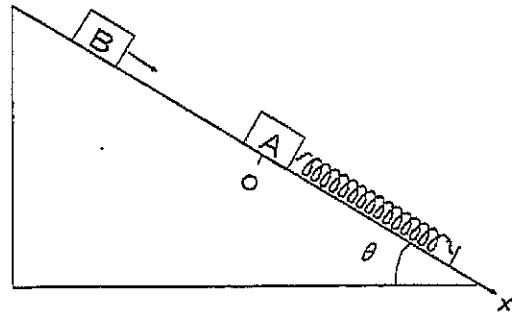


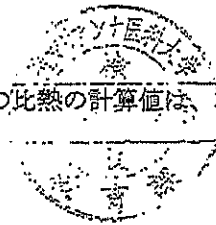
図1

- [1] Aが釣り合いの位置にあるとき、バネの縮み x_0 を求めなさい。
- [2] 衝突後、Aが任意の正の位置 x に来たときにAの x 軸方向に働く力を求め、運動方程式を示しなさい。また、角振動数 ω を求めなさい。
- [3] 衝突直後のA、Bの速度 v_A 、 v_B を、 m_A 、 m_B 、 v_0 を用いて求めなさい。
- [4] Aの振幅 L を m_A 、 m_B 、 v_0 、 k を用いて求めなさい。また、Aの運動を時間 t の関数として示しなさい。

3

熱量計に液体200 gと質量がわからない金属球が入っており、 27°C の熱平衡状態となっている。そこに 88°C の同じ液体150 gを加えて攪拌(かくはん)したら、熱量計の温度計は 48°C を示した。さらにその中に 136°C に熱した金属片1220 gを入れて液体を攪拌したら、熱量計の温度計は 70°C を示した。熱量計は外界に対して断熱されている。また、液体は蒸発しないものとし、その比熱は $4.2 \text{ J/g}\cdot\text{K}$ とする。下の問に答えなさい。

- [1] 最初の過程で、 88°C の液体150 gが失った熱量を求めなさい。
- [2] 熱量計と金属球の合計の熱容量を求めなさい。
- [3] 金属片の熱容量と比熱を求めなさい。
- [4] 外界への熱の流失が無視できない場合、金属片の比熱の計算値は、本来の値とどのように異なるか、その理由とともに説明しなさい。



4 ヒトの目は、波長約 380 nm (紫)

から 800 nm (赤) までの光を検出できる。

図2のように厚さ d の透明な薄膜を張ったガラス板に、入射角 i で白色光をあて、反射光を観察した。膜の表面と裏面で反射した光が干渉して色づいて見えた。空気の屈折率を 1.0 とし、薄膜の屈折率 n はガラスの屈折率より小さいとして下の間に答えなさい。ただし、 $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$ である。

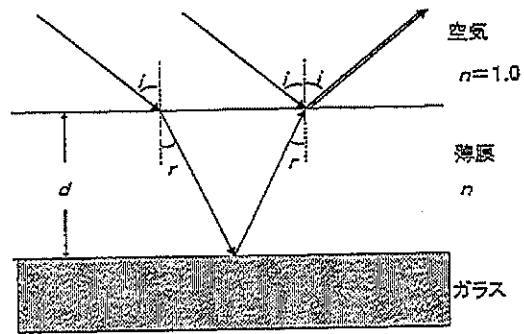


図2

必要なら解答欄の図を用いなさい。

- [1] 薄膜の表面と裏面で反射した光の光路差 Δl を d 、 n および屈折角 r を用いて求めなさい。
- [2] 干渉で強めあう光の波長 λ を d 、 n 、 i および正整数 j を用いて求めなさい。
- [3] $d = 2.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ 、 $n = 1.4$ 、 $i = 45^\circ$ として、ヒトの目が検出できる [2] の波長を計算しなさい。
- [4] 波長 560 nm の単色光を薄膜に垂直に当てたとき、反射する光が最も弱くなる薄膜の最小の厚さを求めなさい。

5 図3のように磁束密度 B [T] ($T = \text{Wb/m}^2$) の鉛直上向きで均一な磁場の中に、2本の非常に長いまっすぐな金属レール XX' と YY' を水平面内に平行に固定して設置した。 XX' と YY' に抵抗 R [Ω]、スイッチ S 、起電力 E [V] の電池を図のように接続し、 S を開放にしたまま、 XX' と YY' に垂直に質量 m [kg] のまっすぐな金属棒 A を置いて静止させた。 XX' と YY' に触れて

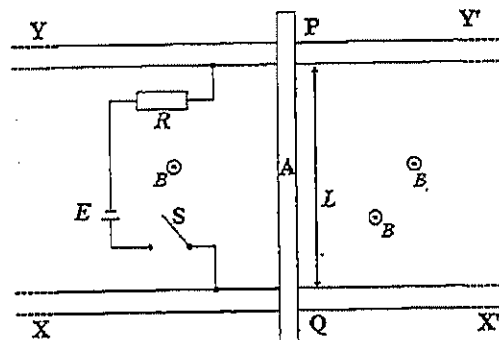
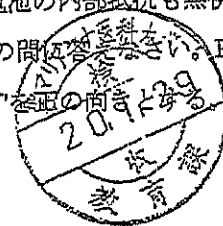


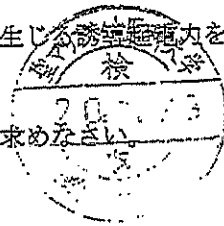
図3

図の \odot は磁束密度が紙面に垂直で裏から表に向かうことを意味する。

いる A 上の点をそれぞれ P 、 Q とし、 PQ の距離を L [m] とする。金属レールと金属棒両方の太さと電気抵抗、およびお互いの摩擦は無視する。また配線等の抵抗や電池の内部抵抗も無視する。この状態で S を閉じると A は滑り始める。ここで生じる現象について下の間に答えなさい。PQ 間の電圧と電流は A 上の $P \rightarrow Q$ を正の向きとし、 A の運動は $X, Y \rightarrow X', Y'$ を正の向きとする。求めた物理量には単位をつけなさい。



- [1] S を閉じた瞬間に A に働く力を求めなさい。
- [2] 運動開始後、A の速さが v [m/s] のときの、A に生じる誘導起電力を求めなさい。また、A に働く力より加速度を求めなさい。
- [3] A が等速度運動になったとき、A に流れる電流を求めなさい。
- [4] [3] の A の速度を求めなさい。



以上