

平成23年度

14時10分～16時40分

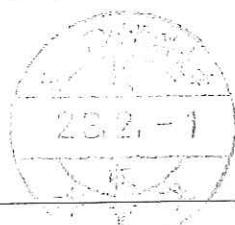
理 科

問 題 用 紙

科目名	頁
物 理	1 ~ 4
化 学	5 ~ 8
生 物	9 ~ 13

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はかぎり許される。
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。
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、通路側から解答用紙、問題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

1 以下の文章の (①) から (⑳) に適当な語句または式を入れなさい。

- [1] 長距離送電に用いる電圧を直流で考えてみる。発電所などの送り側が決める電圧を V [V]、実際に流れる電流を I [A] とすると、送り出す電力 $P = (\textcircled{1})$ [W] となる。送電線片道分の抵抗を R [Ω] とすると、往路分と復路分の合計の電圧降下 $V_1 = (\textcircled{2})$ [V] となる。電気の届け先で利用できる電力 P_2 [W] を P 、 V 、 V_1 を用いて書くと $P_2 = (\textcircled{3})$ [W] となる。これより、 P_2 をなるべく大きくするためには (④) を小さくしなければならず、したがって I を小さくしなければならないことがわかる。以上より、 P が一定なら、 P_2 を大きくするためには V を (⑤) くしなければならないという結果が得られる。
- [2] 光を空气中から水中に向けて斜めに入射したら、水面ではね返されて空气中に戻る光路と、水面で小さく折れ曲がって水中に入る光路の二つが観察された。前者のはね返される現象を波の (⑥)、後者の小さく折れ曲がる現象を波の (⑦) という。平行な光を二重スリットに通すと、それぞれのスリットの直後で光線が広がる。この現象を波の (⑧) という。広がった光線は、波の (⑨) の原理にしたがって強めあったり弱めあったりする。この現象を波の (⑩) という。
- [3] 観測者が静止しているとき、半径 r [m]、速さ v [m/s] で等速円運動している質量 m [kg] の物体は (⑪) [rad/s] の大きさの角速度をもち、円の中心に向かう向きに (⑫) [N] の大きさの力がはたらいていることが観測される。一方、観測者が加速度運動しているとき、加速度の向きと逆向きにはたらく力を (⑬) という。特に観測者が等速円運動している場合に、円の中心から外向きにはたらく (⑭) を (⑮) という。周期 T [s] で等速円運動している観測者は、その円の中心から距離 r [m] にある質量 m [kg] の物体に (⑯) [N] の大きさの (⑰) がはたらいていることを観測する。
- [4] 金属を高温に熱すると金属内部の (⑯) が激しく運動し、その一部が金属表面から外に飛び出る。ヒーター、陰極、陽極を封入し内部を真空にしたガラス管を用いて、陰極をヒーターで加熱すると陰極の表面から質量 m [kg]、電荷 K [C] の粒子が放出される。陰極と陽極との間に高い電圧 V [V] を印加しておくと、その粒子は陽極に引かれて直線状に飛んでいく。粒子が陽極に到達したときには、両極間の電場(電界)がこの粒子にした仕事は (⑰) [J] なので、陰極から放出された直後には 0 m/s だった粒子の速さは (⑲) [m/s] にまで達する。陽極の中央に穴を開けて粒子がその穴を通り抜けることができるようすれば、粒子の運動は陽極の穴の前後で (⑳) 運動から (⑱) 運動に変わる。



- 2** 静止している観測者に対して、質量 m_A 、速度 \vec{v}_0 の小球 A が、静止している質量 m_B の小球 B に衝突した。その後、図 1 に示すように小球 A は衝突前の運動方向から角度 θ_A の向きに速度 \vec{v}_A で運動し、小球 B は角度 θ_B の向きに速度 \vec{v}_B で運動した。ここで θ_A と θ_B はともに正の値とする。また、 \vec{v}_0 と \vec{v}_A を含む平面と、 \vec{v}_0 と \vec{v}_B を含む平面とのなす角を α とする。衝突は完全弾性衝突で小球 A と小球 B との重心の速度は保存され、重力による運動方向の変化は無視できるとして、以下の各間に答えなさい。解答の過程も示しなさい。

- [1] 角度 α が 180° であること、すなわち \vec{v}_0 、 \vec{v}_A 、 \vec{v}_B は同一平面上にあることを説明しなさい。
- [2] 衝突後的小球 A と小球 B の速さをそれぞれ求めなさい。
- [3] 小球 A と小球 B との重心の速さを求めなさい。

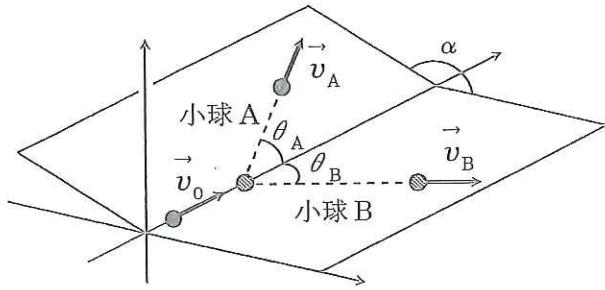


図 1

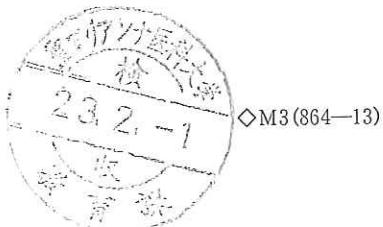
次に観測者が小球 A と小球 B との重心と一緒に動く場合を考える。

- [4] 衝突前的小球 A と小球 B の速さをそれぞれ求めなさい。また、このときの小球 A と小球 B との運動量の和を求めなさい。
- [5] 衝突後、小球 A は衝突前の運動方向から角度 ϕ_A の向きに運動した。 ϕ_A を、 θ_B を用いて表しなさい。

- 3** 円の中心が一致する半径 5.0×10^{-1} m の 2 本の円形コイル A、B が図 2 (a) のように互いに直交するように配置されている。円形コイルの共通の中心を点 O として座標系 x 、 y を図 2 (a) のようにとり、点 O の座標を $(x, y) = (0, 0)$ とする。A、B にはそれぞれ時間的に任意に変化する電流 I_A [A] と I_B [A] を流すことができ、互いへの影響はないものとする。また、図 2 (a) の各円形コイルの隣に描かれている矢印は電流の正の方向を示したものである。ここで、 I_A と I_B によって点 O につくられる合成磁場 (磁界) \vec{H} [A/m] を考え、 \vec{H} の x 方向と y 方向の成分をそれぞれ H_x と H_y とする。図 2 (b) は、ある I_A および I_B での、 \vec{H} の先端が座標軸 H_x と H_y の平面内で描く図形の例を示したものである。

I_A と I_B に交流電流を流したときの \vec{H} について以下の各間に答えなさい。交流電流は、時刻を t [s] として、位相をラジアン単位で示してある。

- [1] $I_A = 1.0 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$ [A]、 $I_B = 2.0$ [A] のとき、 H_x と H_y の時間変化を $t = 0$ s から I_A の 1 周期分について図示しなさい。
- [2] $I_A = 3.0 \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right)$ [A]、 $I_B = 3.0 \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right)$ [A] のとき、座標軸 H_x と H_y の平面内で \vec{H} の先端が描く図形の $t = 0$ s からの 1 周期分を図示しなさい。このとき、図 2 (b) にならって、 H_x と H_y の最大および最小を座標軸に目盛り、その数値を記入しなさい。



- [3] $I_A = 2.0 \cos\left(\frac{\pi}{6}t\right)$ [A], $I_B = 2.0 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$ [A]のときに \vec{H} の大きさが時刻によってどう変化するかを数式で表しなさい。さらに $t = 2.0$ sから $t = 9.0$ sまでの範囲で \vec{H} の先端が描く图形を図示し、このときの \vec{H} の始点と終点、およびこの時刻範囲での H_x と H_y の最大および最小を座標軸に目盛り、その数値を記入しなさい。
- [4] 上記の [3] の I_A および I_B の振幅を調整し、 \vec{H} の先端が描く图形の 1 周期分を調べたら $4.0 H_x^2 + 9.0 H_y^2 = 144.0$ になった。このときの I_A および I_B を数式で表しなさい。解答の過程も示しなさい。

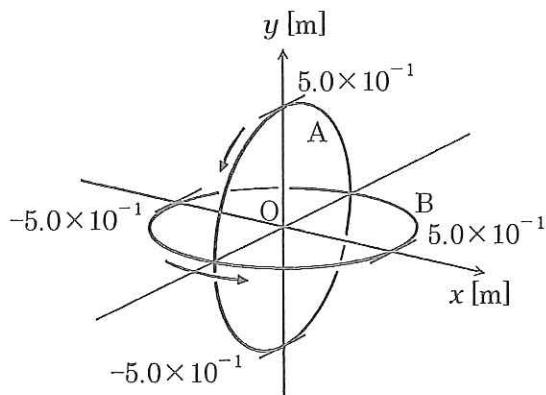


図 2 (a)

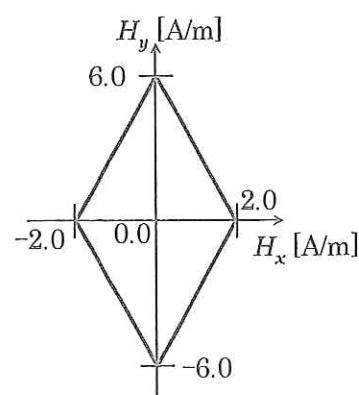


図 2 (b)

- 4** 比熱の不明な液体 X がある。この比熱を求めるために次のような実験を行った。まず、水の比熱を求める計測を行い、水 100 g について、えた熱量に対する水の温度上昇として図 3 の結果を得た。次に、三つの同じ形式の熱量計 A、B、C を用意し、A には 90 g の水、B には 180 g の水、C には 85 g の液体 X を入れ、しばらく放置して熱量計の温度と液体の温度とを等しくした。その後、それぞれの系から同じだけの熱量を取り去ったところ、それぞれの温度が 11 °C、6.0 °C、15 °C だけ下がった。以上の結果から、取り去った熱量、熱量計の熱容量、および液体 X の比熱を求めなさい。ただし、図 3 から得られる水の比熱は分数のまま計算してよい。解答の過程も示しなさい。

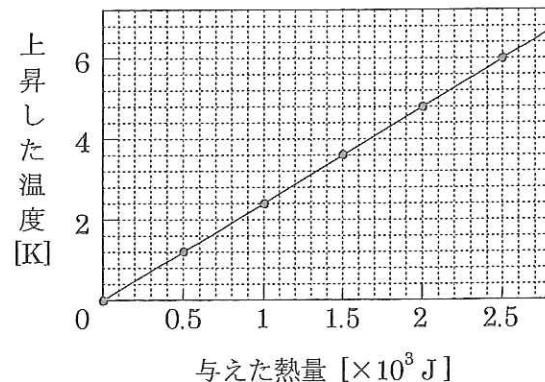


図 3

5 図4(a)のように、長さ17 cmの閉管の開口端の近くにスピーカーを設置して、管に向かって一定の振動数の正弦波の音を入射する装置を考える。入射する波の振動数 f [Hz]を0 Hzから徐々に大きくしていくところ、ある振動数 f_2 [Hz]で2回目の定常波を観測した。定常波が生じている状態における管内の媒質の変位 y [cm]は、図4(a)で示される位置 x [cm]に対しても、時刻 t [s]に対しても正弦波で表すことができる。図4(b)は、 $f=f_2$ において定常波の腹の位置における y が最大値 A [cm]を示した時刻での変位の様子を表したものである。ここで、 y の正方向は図4(a)の x 軸の正方向と定義した。

$x=0$ cmは閉口端の位置、 $x=17$ cmは開口端の位置を表す。入射する波の振動数を更に大きくすると $f=f_3$ [Hz]で3回目の定常波が観測された。振動数を f_3 に固定したとして、以下の各間に答えなさい。ただし、空気中の音速を340 m/sとし、開口端と腹の位置は一致するものとする。また、変位の様子を描く場合、図4(b)のように開口端の位置($x=17$ cm)と、変位の最大値および最小値が明記されていれば、解答欄の罫線は自由に使ってよい。

- [1] 定常波の腹の位置における y が最大値を示す時刻での変位の様子を、図4(b)にならって描きなさい。また、 f_3 を数値で求めなさい。
- [2] 管内の定常波の周期を T [s]とする。上記の[1]の時刻を $t=0$ sとして、 $t=\frac{4}{3}T$ における変位の様子を図4(b)にならって描きなさい。
- [3] $t=\frac{T}{4}$ において最大の速さをもつ媒質に着目する。 $t=0$ sから $t=T$ において、着目している媒質の速さが $t=\frac{4}{3}T$ のときと等しくなる時刻を求めなさい。解答の過程も示しなさい。
- [4] 管内に一周期分の正弦波だけを入射したとする。入射された波は $t=0$ msで $x=17$ cmの位置から x 軸の負方向に伝わっていった。この波の $t=0.2$ ms、 0.5 ms、 0.8 ms、 1.1 msにおける変位の様子を描きなさい。ただし、 $x=17$ cmの位置では、 $t=0$ msのとき $y=0$ cmであり、その直後の y の値は負であった。また、入射された波の振幅を a [cm]とし、管内における波の振幅の減衰は無視してよいものとする。ここで、[ms]は $[10^{-3}$ s]を表す。

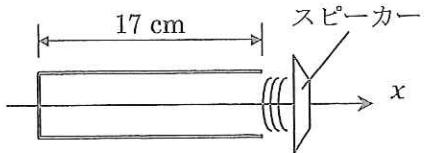


図4(a)

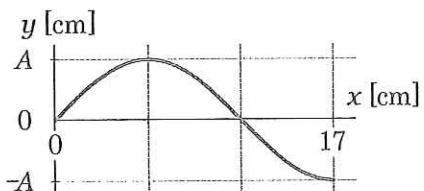
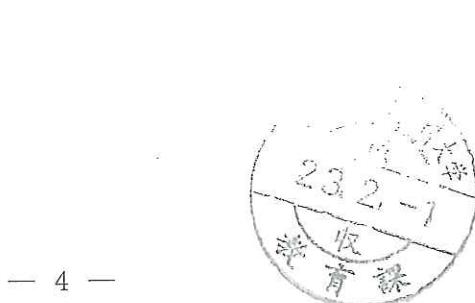


図4(b)



◇M3(864-15)

平成23年度 入学試験解答用紙

物 理

受験番号		氏 名	
------	--	-----	--

1

[1] ①	②	③	④	⑤
-------	---	---	---	---

[2] ⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
-------	---	---	---	---

[3] ⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
-------	---	---	---	---

[4] ⑯	⑰	⑱	⑲	⑳
-------	---	---	---	---

小計

2 [1]

[2]

[3]

[5]

[4]

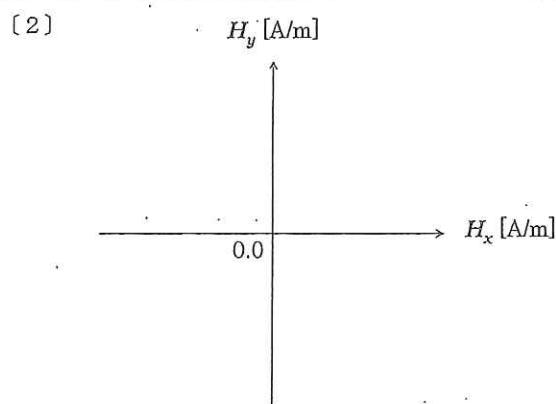
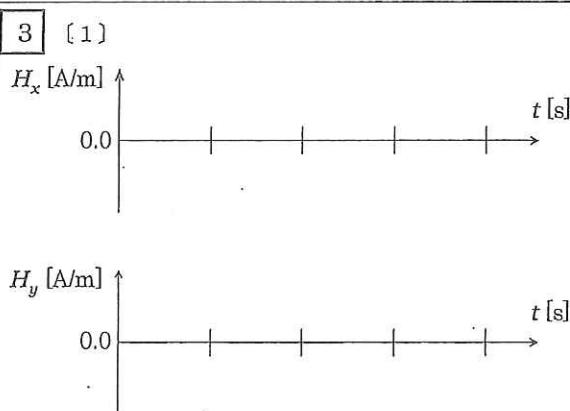
小計



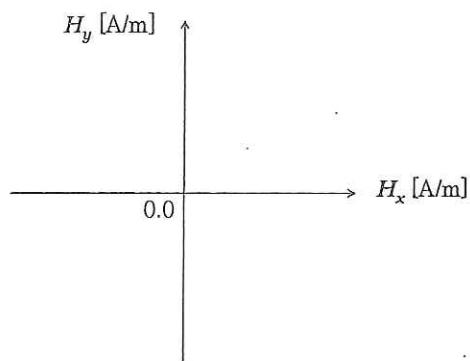
平成 23 年度 入学試験解答用紙

物理

受験番号		氏名	
------	--	----	--



[3] 数式:



[4]

小計

4

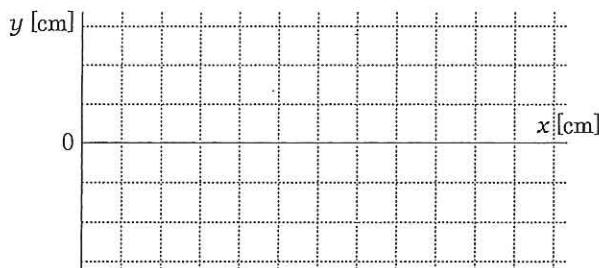


平成23年度 入学試験解答用紙

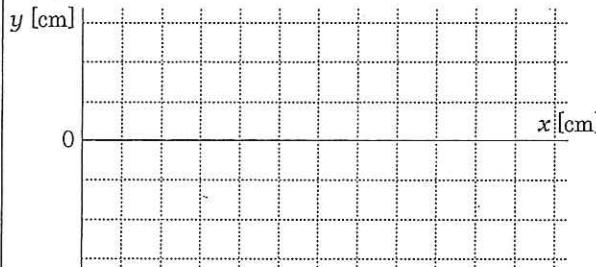
物 理

受験番号		氏 名	
------	--	-----	--

[5] [1]



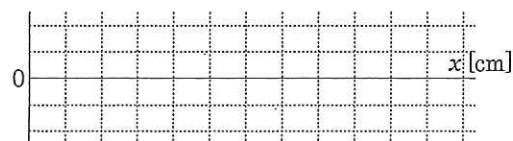
[2]



[3]

[4]

$t = 0.2 \text{ ms}$



y [cm]



$t = 0.8 \text{ ms}$



y [cm]

$t = 1.1 \text{ ms}$



y [cm]

小計

計算に使用して下さい。

評価点

