R—7 Ⓐ

理　　科

15：00〜17：30

解答上の注意

1. 試験開始の合図があるまで，この問題紙を開いてはならない。
2. 問題紙は60ページある。このうち，「物理」は2〜11ページ，「化学」は12〜27ページ，「生物」は28〜49ページ，「地学」は50〜60ページである。
3. 「物理」，「化学」，「生物」，「地学」のうちから，あらかじめ届け出た2科目について解答せよ。各学部・系・群・学科・専攻の必須科目（◎印）と選択科目（○印）は下表のとおりである。

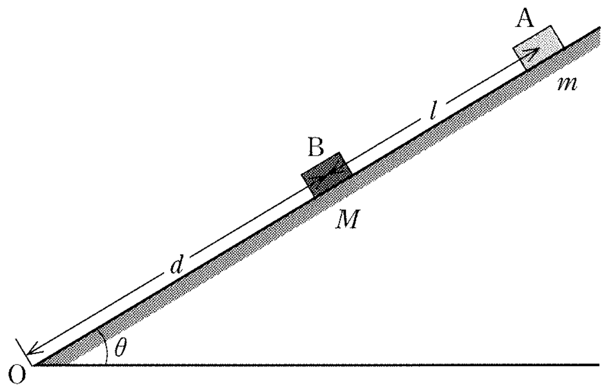
学部・系・群・学科・専攻	総合入試					学部別入試								
	理系					医学部						歯学部	獣医学部	水産学部
							保健学科							
科目	数学重点選抜群	物理重点選抜群	化学重点選抜群	生物重点選抜群	総合科学選抜群	医学科	看護学専攻	放射線技術科学専攻	検査技術科学専攻	理学療法学専攻	作業療法学専攻			
物理	○	◎	○	○	○	◎	○	◎	○	○	○	○	○	○
化学	○	○	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○	○
生物	○	○	○	◎	○	○	◎	○	○	○	○	○	○	○
地学	○	○	○	○	○									○

4. **受験する科目のすべての解答用紙には，受験番号および座席番号（上下2箇所）を，監督者の指示に従って，指定された箇所に必ず記入せよ。**
5. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に記入せよ。
6. 必要以外のことを解答用紙に書いてはならない。
7. 問題紙の余白は下書きに使用してもさしつかえない。
8. 下書き用紙は回収しない。

物　　　　理

1　以下の文中の $\boxed{(1)}$ ～ $\boxed{(13)}$ に適切な数式または数値を入れよ。

あらい斜面に大きさの無視できる質量 m〔kg〕の物体 A および質量 M〔kg〕の物体 B が図のように置かれている。斜面の下端点 O から物体 A までの距離は $d+l$〔m〕，点 O から物体 B までの距離は d〔m〕である。斜面と両物体の間には摩擦力がはたらき，そのうち斜面と物体 A の間の静止摩擦係数と動摩擦係数は，それぞれ μ と $\frac{\mu}{2}$ である。ただし，$M > m$ とし，重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。



問 1　斜面の水平面からの角度を θ〔rad〕としたとき，物体 A が斜面から受ける垂直抗力の大きさは $\boxed{(1)}$〔N〕である。物体 A が静止している場合，物体 A にはたらく静止摩擦力の大きさは $\boxed{(2)}$〔N〕である。また物体 A がすべり下りる場合，物体 A にはたらく動摩擦力の大きさは $\boxed{(3)}$〔N〕である。

問 2　問3を含め以下ではμを用いずに解答せよ。また，$\theta = \dfrac{\pi}{6}$ rad とする。このとき，物体Aと物体Bは静止したままであるが，無視できるほど小さな力を斜面に沿って下向きに物体Aに加えると，物体Aだけがすべり下り始めた。このことから，斜面と物体Aとの間の静止摩擦係数μは $\boxed{(4)}$ であることがわかる。物体Aが動き始めた瞬間を時刻の原点とすると，物体Aは時刻 $\boxed{(5)}$ 〔s〕に物体Bと衝突する。物体Bに衝突する直前の物体Aの速さは $\boxed{(6)}$ 〔m/s〕であったが，衝突により物体Aは静止し，物体Bはすべり下り始めた。ただし，衝突している時間は十分短いので，衝突における重力と摩擦力の影響を考える必要はない。このとき，衝突直後の物体Bの速さは $\boxed{(7)}$ 〔m/s〕である。その後，物体Bは等速直線運動を始めた。このことから，斜面と物体Bの間の動摩擦係数は $\boxed{(8)}$ であることがわかる。

問 3　問2の状況で，物体Aがすべり下り始めてから物体Bが斜面の下端点Oに達するまでに要する時間は $\boxed{(9)}$ 〔s〕である。この間の運動で失った力学的エネルギーは $\boxed{(10)}$ 〔J〕である。その内訳は，物体Aの運動で失った力学的エネルギーが $\boxed{(11)}$ 〔J〕，物体Bの運動で失った力学的エネルギーが $\boxed{(12)}$ 〔J〕，衝突の際に失った力学的エネルギーが $\boxed{(13)}$ 〔J〕である。

2 以下の文中の $\boxed{\quad(1)\quad}$ ～ $\boxed{\quad(9)\quad}$ に適切な数式または数値を入れよ。また，$\boxed{\quad(あ)\quad}$ および $\boxed{\quad(い)\quad}$ には各選択肢から最も適切なものを選べ。

問 1 図1のように，底面の2辺の長さが a〔m〕および b〔m〕，高さが h〔m〕，抵抗率が ρ〔Ω･m〕の直方体形状の試料を考える。この試料には数密度が n〔/m^3〕で電気量が $-e$〔C〕($e > 0$)の自由電子が存在する。また，図1のように座標軸(x 軸，y 軸，z 軸)をとり，直方体の各頂点を図1のようにA～Hと名づける。この試料の面ADHEと面BCGFの間に起電力が V〔V〕の直流電源を接続すると，試料中には z 軸の負の向きに大きさが $\boxed{\quad(1)\quad}$〔V/m〕の一様な電場が発生する。このときの自由電子の運動は，静電気力と抵抗力がつり合う運動で，その平均の速さを v〔m/s〕とする。この試料を通って流れる電流の大きさ I〔A〕は v を用いて $I=$ $\boxed{\quad(2)\quad}$〔A〕と表されること，および，抵抗力の大きさが kv〔N〕のように v に比例することから(k は比例定数)，n と ρ の間に $\rho=$ $\boxed{\quad(3)\quad}$〔Ω・m〕の関係があることがわかる。

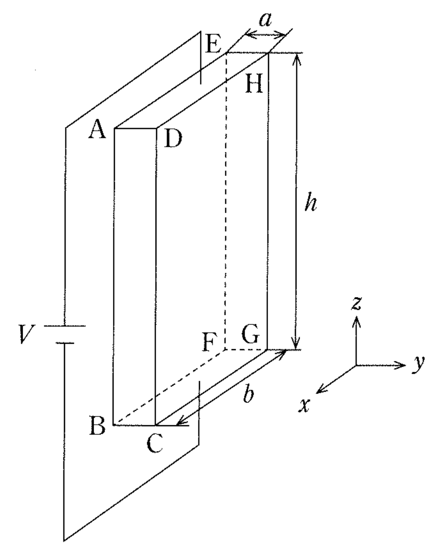


図 1

つぎに，y 軸の正の向きに空間的に一様で磁束密度が B〔T〕の磁場をかけた。磁場をかけた瞬間には，自由電子は大きさが $\boxed{\quad(4)\quad}$ 〔N〕のローレンツ力を受け運動方向が変化するため，図1に示した $\boxed{\quad(あ)\quad}$ が負に帯電し，それに向かいあう面は正に帯電する。磁場をかけてから十分な時間が経過すると，ローレンツ力が上で述べた帯電によって生じる静電気力とつり合い，自由電子の運動は磁場をかける前の状態に戻る。このとき，$\boxed{\quad(あ)\quad}$ とそれに向かいあう面の間の電圧 V'〔V〕を測定することにより，自由電子の数密度 n は I を用いて $n = \boxed{\quad(5)\quad}$ 〔$/\mathrm{m}^3$〕のように求めることができる。

$\boxed{\quad(あ)\quad}$ の選択肢：

(ア) 面 ABCD	(イ) 面 DCGH	(ウ) 面 ABFE
(エ) 面 EFGH	(オ) 面 ADHE	(カ) 面 BCGF

問 2　図 2 のように，プラスチック製の円柱にコイル 1 を巻き，抵抗，直流電源，およびスイッチを用いて直列回路を作成した。このとき，スイッチを閉じた後で回路が定常状態となるまでのコイル 1 に流れる電流の時間変化を模式的に描くと $\boxed{\quad (い) \quad}$ のようになる。

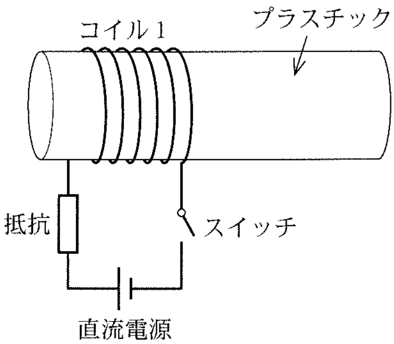


図 2

$\boxed{\quad (い) \quad}$ の選択肢：

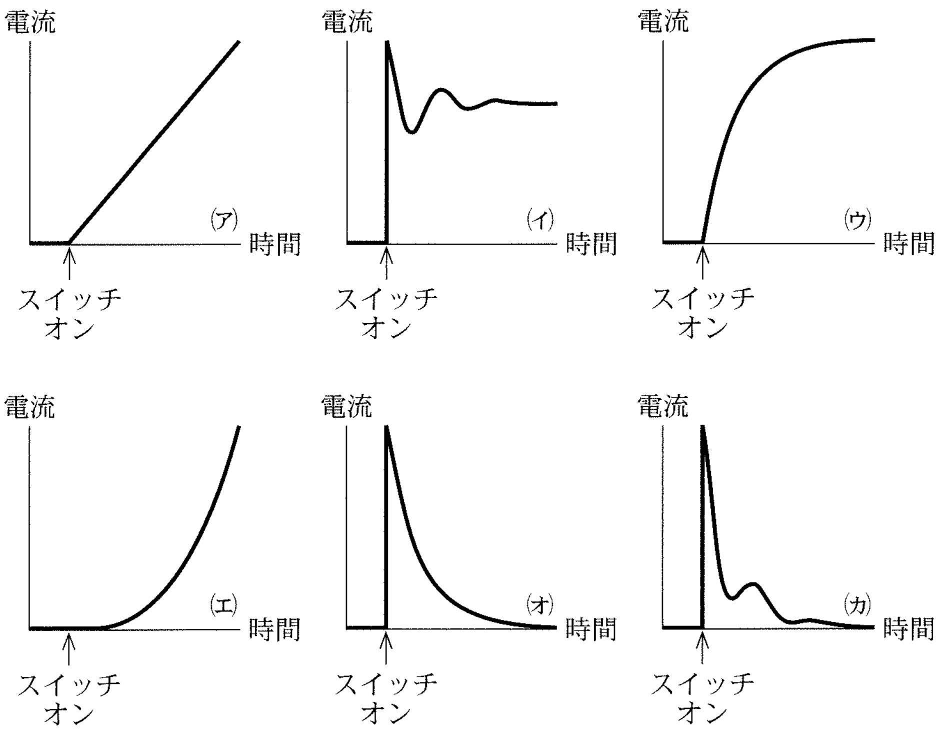


図3のように，図2のコイル1の隣にコイル2を巻き，コイル2の両端に抵抗値が10Ωの抵抗を接続した。このとき，コイル1とコイル2の間の相互インダクタンスは0.05Hとなった。コイル1に流れる電流I_1を1秒間に100Aの割合で時間とともに増加させるとき，コイル2に流れる電流は $\boxed{\quad(6)\quad}$ Aとなる。

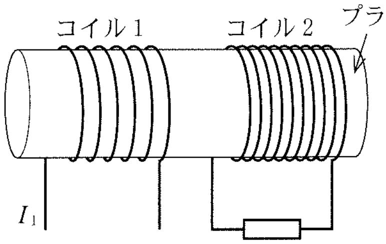


図3

つぎに，図4のように，コイル1とコイル2を巻く円柱を鉄製に変更した。鉄の透磁率は空気よりはるかに大きいので，コイル1を貫く磁束とコイル2を貫く磁束は等しく，このような装置は変圧器としてはたらく。コイル1の巻き数はN_1回，コイル2の巻き数はN_2回であるとする。コイル1に実効値がV〔V〕の交流電源を接続し，コイル2の両端に抵抗値がR〔Ω〕の抵抗Rを接続したとき，コイル1に流れる電流の実効値は$I_1 =$ $\boxed{\quad(7)\quad}$ 〔A〕となる。ただし，Rを取り除いたとき$I_1 = 0$となるとする。

変圧器1

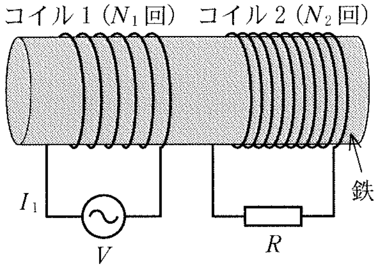


図4

最後に，図4と同じ変圧器を2台用意し，図5のように，抵抗値がr〔Ω〕の抵抗rを介して接続した。ただし，変圧器1のコイル2が変圧器2のコイル2に接続されていて，変圧器2のコイル1は抵抗値が不明な抵抗に接続されている。また，変圧器1のコイル1は実効値がV〔V〕の交流電源に接続されている。変圧器1と変圧器2の間は十分離れており，一方の磁束は他方に届かないとする。変圧器1のコイル1に流れる電流の実効値をI〔A〕とすると，rで発生するジュール熱による損失電力は$P_r = \boxed{(8)}$〔W〕である。それに対し，交流電源から供給される電力は$P = \boxed{(9)}$〔W〕であるため，N_2をN_1より十分大きくすることによってP_r/Pを低減できる。

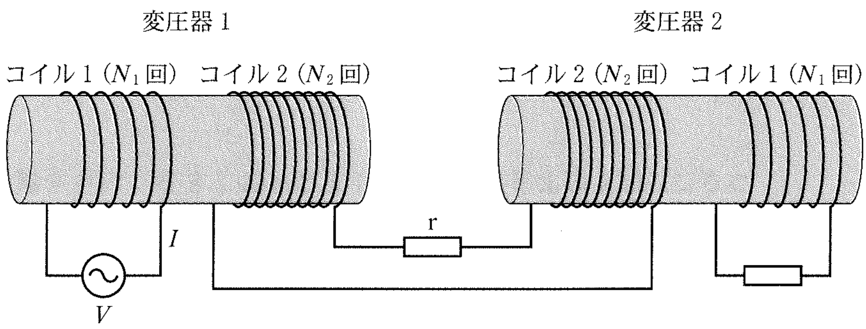


図5

3 以下の $\boxed{(1)}$ ～ $\boxed{(11)}$ に適切な数式または数値を入れよ。また，$\boxed{(あ)}$ ，$\boxed{(い)}$ には選択肢から適切なものをすべて選んで，その記号を記入せよ。

問 1 図1のように，単振動をする波源から x 軸を正の向きにある速さで伝わる振幅 a〔m〕の正弦波について考える。図は時刻 $t = 0$ s での位置 x〔m〕における正弦波の変位を表している。正弦波の周期は T〔s〕，波長は λ〔m〕とする。原点 O ($x = 0$ m) での時刻 t における変位は $\boxed{(1)}$ 〔m〕と表せる。位置 x での変位は原点での変位が時間 $\boxed{(2)}$ 〔s〕だけ遅れて伝わると考えてよいので，時刻 t，位置 x における変位は $\boxed{(3)}$ 〔m〕と表せる。

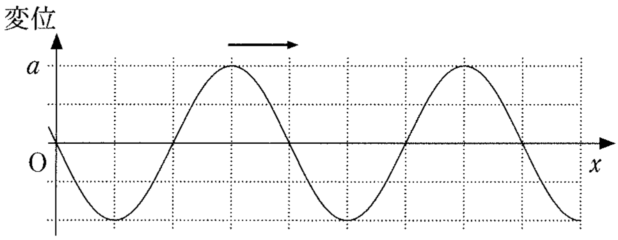


図 1

次に，図2のように点Hの位置に壁を置いた場合を考える。時刻 $t=0$ s で上記の正弦波がこの壁に達したとする。入射する正弦波は点Hで固定端反射し，反射した正弦波と入射する正弦波との合成波が生じた。固定端では，反射波の位相は入射波の位相に対して $\boxed{\text{(あ)}}$ 。反射波は点Hから x 軸を負の向きに入射波と同じ速さで伝わり，点Hの左側にある位置 x での変位は点Hでの変位が時間 $\boxed{(4)}$ 〔s〕だけ遅れて伝わると考えてよいので，反射波が通過した後の時刻 t において，点Hの左側にある位置 x における反射波の変位は $\boxed{(5)}$ 〔m〕と表せる。この反射波と入射波の合成波の振幅の最大値は $\boxed{(6)}$ 〔m〕となり，点A～Gのうち点 $\boxed{\text{(い)}}$ での振幅は常に0 mとなる。

$\boxed{\text{(あ)}}$ の選択肢：

(ア) 同位相となる　(イ) $\frac{\pi}{2}$ 進む　(ウ) π ずれる　(エ) $\frac{\pi}{2}$ 遅れる

$\boxed{\text{(い)}}$ の選択肢：

A(原点O)，　B,　C,　D,　E,　F,　G

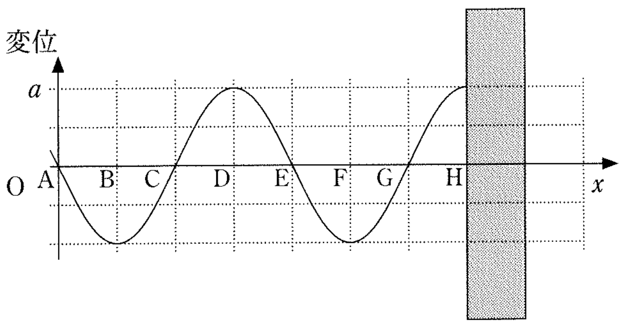


図2

問 2　図3のように，空気中に境界面が水平で厚さが d〔nm〕の薄膜がある。薄膜の屈折率は $n(>1)$ である。この薄膜に波長 λ〔nm〕の光を入射角 i〔rad〕で入射させると，光の一部は境界面で反射し，一部は屈折角 r〔rad〕で屈折しながら進む。図の測定装置の位置でこれらの光の間の干渉を測定する。ここで空気の屈折率は1とし，薄膜の屈折率 n は波長によらないものとする。ただし $1\ \mathrm{nm} = 10^{-9}\ \mathrm{m}$ である。

薄膜に入射し，薄膜境界で屈折した光に対して，その入射角 i と屈折角 r の間には $\boxed{\quad(7)\quad}$ の関係がなりたつ。薄膜の表面で反射した光と薄膜の底面で反射した光が強め合うときの条件は，n，d，i，λ および0以上の任意の整数 m を用いると $\boxed{\quad(8)\quad}$ となる。同様に，光が弱め合うときの条件は $\boxed{\quad(9)\quad}$ となる。

この薄膜に，$\tan i = \sqrt{\dfrac{13}{12}}$ となる入射角 i で光を当てた。光の波長 λ を変えながら干渉した反射光の明暗を測定すると，波長 720 nm において光の明るさが極大を示し，波長を徐々に短くしていくと 540 nm で極小となった。さらに波長を短くしていくとき，次に明るさが極大になる波長の値は有効数字2桁で $\boxed{\quad(10)\quad}$ nm である。また薄膜の厚さが 450 nm であったとすると，この薄膜の屈折率は有効数字2桁で $\boxed{\quad(11)\quad}$ であることがわかる。

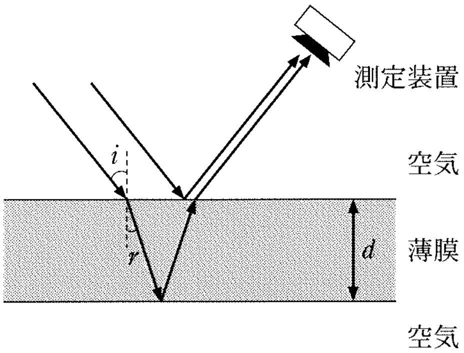


図3