平成２９年度　入学者選抜試験問題

一般入学試験

理　科 （100分）

Ⅰ　注意事項

1　**試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。**

2　この問題冊子は81ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。

物理　4～31ページ
化学　32～45ページ
生物　46～81ページ

3　試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は，手を挙げて監督員に知らせなさい。

4　**解答用紙は２枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので，その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み，それぞれ正しく記入し，マークしなさい。**

①　**受験番号欄**
受験番号を記入し，さらにその下のマーク欄に**マーク**しなさい。**正しくマークされていない場合は，採点できないことがあります。**

②　**氏名欄**
氏名・フリガナを記入しなさい。

③　**解答科目欄**
解答する科目を一つ選び，科目の下の〇**にマーク**しなさい。**マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は，０点**となります。

5　試験開始後30分間および試験終了前５分間は退出できません。

6　この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。**この問題冊子は試験終了後回収します。**

Ⅱ　解答上の注意

1　解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば，大問 1 の 3 と表示のある問いに対して②と解答する場合は，次の〈例〉のように解答番号３の解答欄の②をマークします。

〈例〉 **1**

	解答欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⓪

受験番号			

（問題は次ページから始まる）

物　理

1 　次の問１～４に答えなさい。〔解答番号 $\boxed{1}$ ～ $\boxed{4}$〕

問１　図１のように，なめらかな水平面上に，粗く水平な上面をもつ質量 M の板を置いた。板の右側には上面に垂直なストッパーが付いている。次に，板上の点Ａに質量 m の小球を置き，右向きの初速 v_0 を与えたところ，板も同時に動き始めた。その後，小球はストッパーに衝突してはねかえり，点Ａに戻ることなく途中で板に対して静止した。運動は同一鉛直面内で行われているものとする。小球が動き始めてから板に対して静止するまでに減少した力学的エネルギー ΔE はいくらか。正しいものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$\Delta E = \boxed{1}$

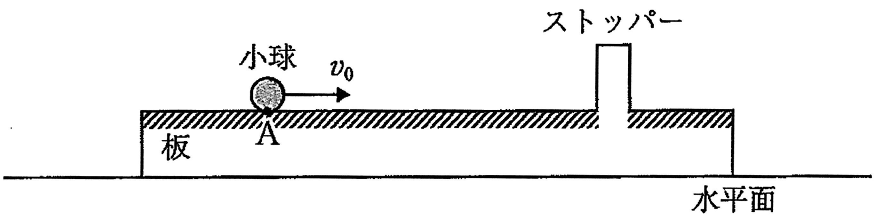


図１

① $\dfrac{1}{8}m{v_0}^2$　　② $\dfrac{1}{8}M{v_0}^2$　　③ $\dfrac{(M-m)^2}{2(M+m)}{v_0}^2$

④ $\dfrac{m^2}{2(M+m)}{v_0}^2$　　⑤ $\dfrac{M^2}{2(M+m)}{v_0}^2$　　⑥ $\dfrac{Mm}{2(M+m)}{v_0}^2$

（下　書　き　用　紙）

$\boxed{1}$の問は次に続く。

問2　図2のように，同一直線上に観測者O，振動数 f の音を発している音源S，音をよく反射する反射板Rが並んでいる。風はなく，音の速さを V とする。観測者O，音源Sは静止した状態で，反射板Rが観測者Oに向かって一定の速さ v（$< V$）で近づいて来るとき，Oが観測する単位時間当たりのうなりの回数 n はいくらか。正しいものを，下の①〜⑥のうちから一つ選びなさい。$n =$ $\boxed{\ 2\ }$

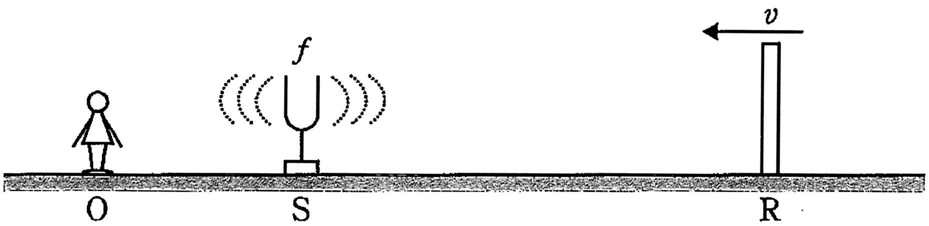


図2

① $\dfrac{2v}{V+v}f$　　② $\dfrac{2v}{V-v}f$　　③ $\dfrac{V-v}{2V}f$

④ $\dfrac{V+v}{2V}f$　　⑤ $\dfrac{2V}{V+v}f$　　⑥ $\dfrac{2V}{V-v}f$

（下　書　き　用　紙）

$\boxed{1}$の問は次に続く。

問3　次の文章の空欄 $\boxed{\text{ア}}$, $\boxed{\text{イ}}$ に入る記号と式の組合せとして正しいものを，下の①〜⑥のうちから一つ選びなさい。 $\boxed{3}$

図3のように，3辺の長さが a, b, c の直方体をした導体を各辺が x, y, z 軸に平行になるように置く。この導体に x 軸正の向きに大きさ I の電流を流し，z 軸正の向きに磁束密度 B の一様な磁場（磁界）をかけると，y 軸方向の PQ 間に $\boxed{\text{ア}}$ 側が高電位となる電位差（ホール電圧）が生じる。この導体内の単位体積当たりの自由電子数を n，電子の電荷を $-e\,(e>0)$ とすると，この電位差は $\boxed{\text{イ}}$ と表される。

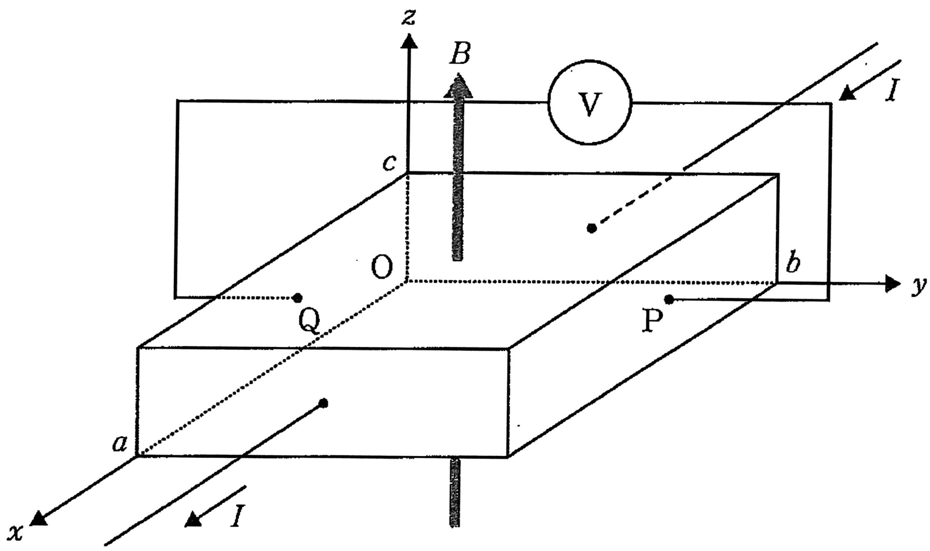


図3

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	P	P	P	Q	Q	Q
イ	$\dfrac{IB}{ena}$	$\dfrac{IB}{enb}$	$\dfrac{IB}{enc}$	$\dfrac{IB}{ena}$	$\dfrac{IB}{enb}$	$\dfrac{IB}{enc}$

(下　書　き　用　紙)

$\boxed{1}$の問は次に続く。

問４　次の文章の空欄 $\boxed{\text{ア}}$，$\boxed{\text{イ}}$ に入る式の組合せとして正しいものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$\boxed{4}$

電子の質量を m，電荷を $-e(e>0)$ とし，プランク定数を h とする。電子を静止している状態から電圧 V によって加速すると電子波の波長は $\boxed{\text{ア}}$ となる。この電子線を，図４のように，原子配列面の間隔が d の結晶に原子配列面に対して角度 θ で入射させた場合，反射電子線が干渉して強度が強くなる角度は，n を自然数として $\sin\theta=$ $\boxed{\text{イ}}$ を満たす値となる。

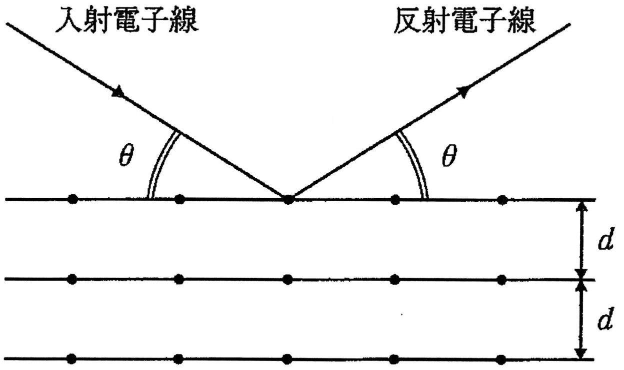


図４

	ア	イ
①	$\dfrac{2h}{\sqrt{meV}}$	$\dfrac{nh}{d\sqrt{2meV}}$
②	$\dfrac{h}{2\sqrt{meV}}$	$\dfrac{nh}{d\sqrt{2meV}}$
③	$\dfrac{h}{\sqrt{2meV}}$	$\dfrac{2nh}{d\sqrt{meV}}$
④	$\dfrac{2h}{\sqrt{meV}}$	$\dfrac{2nh}{d\sqrt{meV}}$
⑤	$\dfrac{h}{2\sqrt{meV}}$	$\dfrac{nh}{2d\sqrt{2meV}}$
⑥	$\dfrac{h}{\sqrt{2meV}}$	$\dfrac{nh}{2d\sqrt{2meV}}$

（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

$\boxed{2}$ 次の文章を読み，下の問１～４に答えなさい。〔解答番号 $\boxed{1}$ ～ $\boxed{4}$〕

太陽からの放射エネルギーが地表面で吸収され，地表面に近い大気が暖められるため大気に対流が生じる。地表から上空10～16 kmまでの大気層では対流が活発に生じ，対流圏と呼ばれている。対流圏では鉛直方向の気温減少率（気温が低下する割合）が大きく，高度とともに気温が低下する現象がみられる。空気は熱を伝えにくいため断熱変化する理想気体とみなし，この現象を考察してみよう。

大気中の高度 h にある体積 V の微小な空気の塊が対流により上昇する場合を考える。高度 h での大気の圧力を p，温度を T，この微小な空気の塊の物質量を n とすると，気体定数を R として理想気体の状態方程式

$$pV=nRT$$

が成立する。

この微小な空気の塊の高度が $h+\Delta h$（Δh は h に対して十分小さい）に上昇したとき，圧力，体積，温度がそれぞれ $p+\Delta p$，$V+\Delta V$，$T+\Delta T$ に微小変化した。このとき，微小な空気の塊の物質量は変化しないものとする。

なお，$|x|$，$|y|$ が１に対して十分小さいとき，x，y の２次以上の項を無視する以下の近似式を用いてよい。

$$xy\fallingdotseq 0,\ (1+x)^n\fallingdotseq 1+nx\ (n\text{ は実数})$$

問１ p，Δp，V，ΔV，T，ΔT の間に成り立つ関係式はどれか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\boxed{1}$

① $\dfrac{\Delta p}{p}+\dfrac{\Delta V}{V}+\dfrac{\Delta T}{T}=0$　　② $\dfrac{\Delta p}{p}+\dfrac{\Delta V}{V}-\dfrac{\Delta T}{T}=0$

③ $\dfrac{\Delta p}{p}-\dfrac{\Delta V}{V}+\dfrac{\Delta T}{T}=0$　　④ $\dfrac{\Delta p}{p}-\dfrac{\Delta V}{V}-\dfrac{\Delta T}{T}=0$

⑤ $\dfrac{\Delta p}{p}+\dfrac{\Delta V}{V}-\dfrac{\Delta T}{T}=1$　　⑥ $\dfrac{\Delta p}{p}-\dfrac{\Delta V}{V}+\dfrac{\Delta T}{T}=1$

$\boxed{2}$の問は次に続く。

(下　書　き　用　紙)

断熱変化する理想気体では関係式

$$pV^{\gamma} = 一定$$

が成立する。ここで，γ は比熱比 $\gamma = \dfrac{C_p}{C_V}$ （C_V は定積モル比熱，C_p は定圧モル比熱）である。

問2　上昇する微小な空気の塊は断熱変化する。このとき，p，Δp，V，ΔV，γ の間に成り立つ関係式はどれか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\boxed{\ 2\ }$

① $\dfrac{\Delta p}{p} + \gamma \dfrac{\Delta V}{V} = 0$　② $\dfrac{\Delta p}{p} - \gamma \dfrac{\Delta V}{V} = 0$　③ $\dfrac{\Delta p}{p} + \dfrac{1}{\gamma} \dfrac{\Delta V}{V} = 0$

④ $\dfrac{\Delta p}{p} - \dfrac{1}{\gamma} \dfrac{\Delta V}{V} = 0$　⑤ $\dfrac{\Delta p}{p} + \dfrac{\Delta V}{V} = \gamma$　⑥ $\dfrac{\Delta p}{p} + \dfrac{\Delta V}{V} = \dfrac{1}{\gamma}$

問3　問1と問2の結果を用いると p，Δp，T，ΔT，γ の間に成り立つ関係式を求めることができる。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\boxed{\ 3\ }$

① $\dfrac{\Delta T}{T} + (\gamma - 1) \dfrac{\Delta p}{p} = 0$　② $\dfrac{\Delta T}{T} + \gamma \dfrac{\Delta p}{p} = 0$

③ $\dfrac{\Delta T}{T} + \dfrac{1}{\gamma - 1} \dfrac{\Delta p}{p} = 0$　④ $\dfrac{\Delta T}{T} + \dfrac{1}{\gamma} \dfrac{\Delta p}{p} = 0$

⑤ $\dfrac{\Delta T}{T} + \left(1 - \dfrac{1}{\gamma}\right) \dfrac{\Delta p}{p} = 0$　⑥ $\dfrac{\Delta T}{T} - \left(1 - \dfrac{1}{\gamma}\right) \dfrac{\Delta p}{p} = 0$

（下　書　き　用　紙）

$\boxed{2}$の問は次に続く。

高度 h の空気の密度を ρ とすると，高度が Δh 上昇した場合，重力加速度の大きさを g として，微小な空気の塊の圧力は $-\rho g \Delta h$ だけ変化する。また，1mol 当たりの空気の質量を M とすると，

$$\rho = \frac{pM}{RT}$$

と表される。

問 4　以上から，高度の上昇に対する空気の温度の変化率 $\dfrac{\Delta T}{\Delta h}$ はどのように表されるか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$\dfrac{\Delta T}{\Delta h} = \boxed{\quad 4 \quad}$

① $-\gamma \dfrac{Mg}{R}$　　② $-(\gamma - 1)\dfrac{Mg}{R}$　　③ $-\dfrac{1}{\gamma}\dfrac{Mg}{R}$

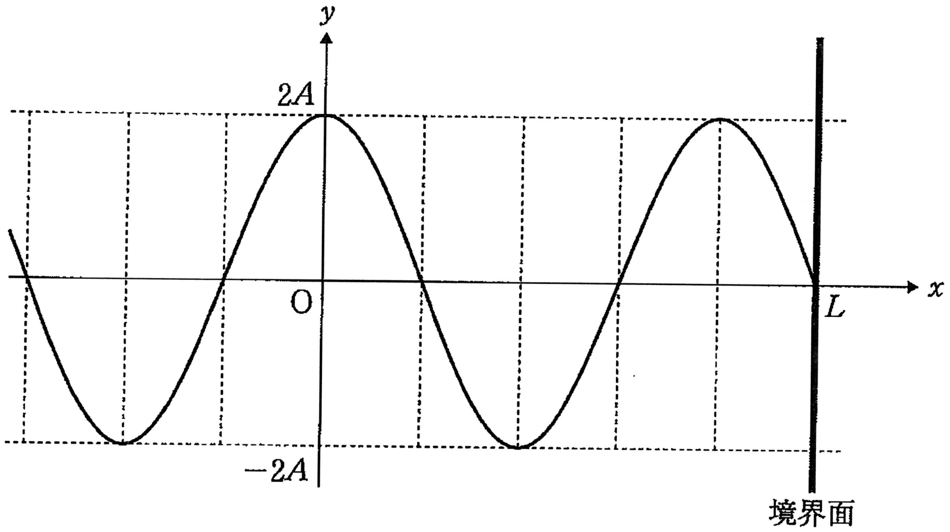
④ $-\dfrac{1}{\gamma - 1}\dfrac{Mg}{R}$　　⑤ $-\left(1 - \dfrac{1}{\gamma}\right)\dfrac{Mg}{R}$　　⑥ $-\left(1 + \dfrac{1}{\gamma}\right)\dfrac{Mg}{R}$

（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み，下の問 1 ～ 4 に答えなさい。〔解答番号 $\boxed{1}$ ～ $\boxed{4}$〕

x 軸正の向きに進む振幅 A，周期 T の正弦波（入射波）と，この入射波が $x=L$ の位置にある境界面で固定端反射して x 軸負の向きに進む正弦波（反射波）が重なり合うと，定常波が生じる。図はこの定常波の時刻 $t=0$ における波形を表している。



問 1　この定常波の波長 λ はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$\lambda=$ $\boxed{1}$

① $\frac{2L}{5}$　② $\frac{3L}{5}$　③ $\frac{2L}{3}$　④ $\frac{4L}{5}$　⑤ $\frac{3L}{2}$　⑥ $\frac{5L}{3}$

問 2　この定常波の時刻 t，位置 x における変位 y を表す式はどれか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$y=$ $\boxed{2}$

① $2A\cos\frac{2\pi x}{3L}\cos\frac{2\pi t}{T}$　② $2A\cos\frac{3\pi x}{2L}\cos\frac{2\pi t}{T}$　③ $2A\cos\frac{5\pi x}{2L}\cos\frac{2\pi t}{T}$

④ $2A\cos\frac{2\pi x}{3L}\sin\frac{2\pi t}{T}$　⑤ $2A\cos\frac{3\pi x}{2L}\sin\frac{2\pi t}{T}$　⑥ $2A\cos\frac{5\pi x}{2L}\sin\frac{2\pi t}{T}$

$\boxed{3}$の問は次に続く。

（下　書　き　用　紙）

この定常波は x 軸正の向きに進む正弦波（入射波）と x 軸負の向きに進む正弦波（反射波）が重なり合って生じたものである。

問 3　x 軸正の向きに進む正弦波（入射波）の時刻 t，位置 x における変位 y_1 を表す式はどれか。正しいものを，次の①〜⑥のうちから一つ選びなさい。

$y_1 = \boxed{\ 3\ }$

① $A\sin 2\pi\left(\dfrac{t}{T}-\dfrac{x}{4L}\right)$　② $A\sin 2\pi\left(\dfrac{t}{T}-\dfrac{3x}{4L}\right)$　③ $A\sin 2\pi\left(\dfrac{t}{T}-\dfrac{5x}{4L}\right)$

④ $A\cos 2\pi\left(\dfrac{t}{T}-\dfrac{x}{4L}\right)$　⑤ $A\cos 2\pi\left(\dfrac{t}{T}-\dfrac{3x}{4L}\right)$　⑥ $A\cos 2\pi\left(\dfrac{t}{T}-\dfrac{5x}{4L}\right)$

問 4　x 軸負の向きに進む正弦波（反射波）の時刻 t，位置 x における変位 y_2 を表す式はどれか。正しいものを，次の①〜⑥のうちから一つ選びなさい。

$y_2 = \boxed{\ 4\ }$

① $A\sin 2\pi\left(\dfrac{t}{T}+\dfrac{x}{4L}\right)$　② $A\sin 2\pi\left(\dfrac{t}{T}+\dfrac{3x}{4L}\right)$　③ $A\sin 2\pi\left(\dfrac{t}{T}+\dfrac{5x}{4L}\right)$

④ $A\cos 2\pi\left(\dfrac{t}{T}+\dfrac{x}{4L}\right)$　⑤ $A\cos 2\pi\left(\dfrac{t}{T}+\dfrac{3x}{4L}\right)$　⑥ $A\cos 2\pi\left(\dfrac{t}{T}+\dfrac{5x}{4L}\right)$

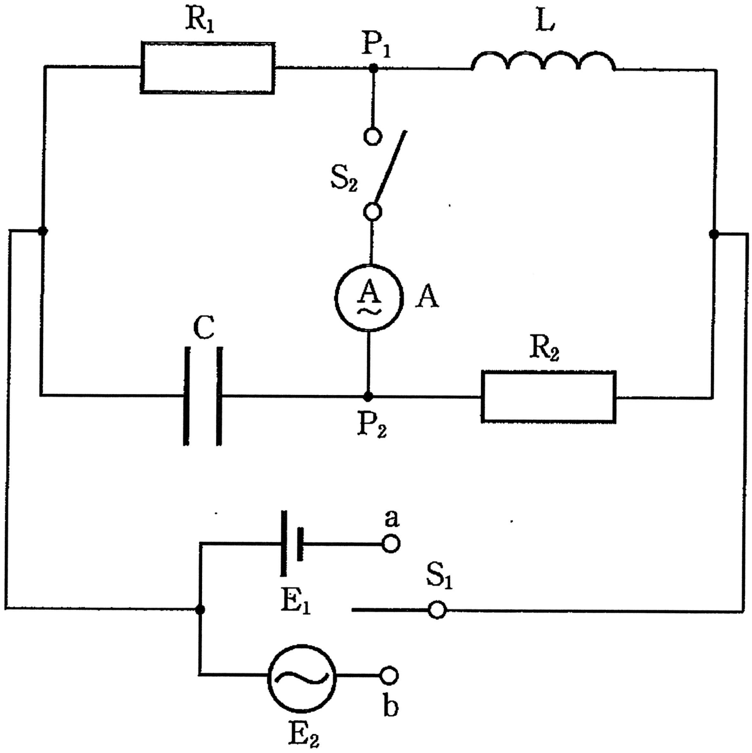
（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

$\boxed{4}$ 次の文章を読み，下の問１～４に答えなさい。〔解答番号 $\boxed{1}$ ～ $\boxed{4}$〕

図のように，自己インダクタンス L のコイル L，電気容量 C のコンデンサー C，抵抗値 R_1 の抵抗 R_1，抵抗値 R_2 の抵抗 R_2，スイッチ S_1 で切り替えられる起電力 V の直流電源 E_1（a 端子側）と角周波数 ω の交流電源 E_2（b 端子側），および接続点 P_1 と接続点 P_2 を，スイッチ S_2 で交流電流計 A を通して接続させることのできる回路がある。回路内において抵抗 R_1 と抵抗 R_2 以外の抵抗はすべて無視できるものとする。

最初，スイッチはすべて開いていて，コンデンサー C に電荷は蓄えられていない。



まず，スイッチ S_1 のみを a 端子側に閉じる。

問１ スイッチ S_1 を a 端子側に閉じた直後に，直流電源 E_1 から流れ出る電流の大きさ I はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$I = \boxed{1}$

① 0　② $\dfrac{V}{R_1}$　③ $\dfrac{V}{R_2}$　④ $\dfrac{V}{R_1}+\dfrac{V}{R_2}$　⑤ $\dfrac{V}{R_1+R_2}$　⑥ $\dfrac{V}{\sqrt{R_1R_2}}$

（下　書　き　用　紙）

$\boxed{4}$の問は次に続く。

十分時間が経過した後，再びスイッチ S_1 を開いた。

問 2　スイッチ S_1 を開いて十分時間が経過する間に，回路内の 2 つの抵抗で生じるジュール熱の和 Q はいくらか。正しいものを，次の①〜⑥のうちから一つ選びなさい。$Q = \boxed{\ 2\ }$

① $\dfrac{1}{2}CV^2$　② $\dfrac{1}{2}CV^2+\dfrac{1}{2}L\left(\dfrac{V}{R_1}\right)^2$　③ $\dfrac{1}{2}CV^2+\dfrac{1}{2}L\left(\dfrac{V}{R_1+R_2}\right)^2$

④ $\dfrac{1}{2}L\left(\dfrac{V}{R_1}\right)^2$　⑤ $\dfrac{1}{2}L\left(\dfrac{V}{R_1+R_2}\right)^2$　⑥ $\dfrac{1}{2}L\left(\dfrac{V}{R_1}+\dfrac{V}{R_2}\right)^2$

次に，スイッチ S_1 を b 端子側に閉じ，十分時間が経過した。このとき，抵抗 R_1 を流れる電流 i_1 が，ある瞬間を時刻 $t=0$ として右向きを正としたとき，時刻 t において $i_1 = I_0 \sin \omega t$ となった。この状態で，スイッチ S_2 を閉じても交流電流計 A には電流が流れなかった。

問 3　抵抗 R_2 を流れる電流を，右向きを正として i_2 とする。電流 i_2 はどのように表されるか。正しいものを，次の①〜⑥のうちから一つ選びなさい。$i_2 = \boxed{\ 3\ }$

① $\omega CR_1I_0 \sin \omega t$　② $\omega CR_1I_0 \cos \omega t$　③ $-\omega CR_1I_0 \sin \omega t$

④ $\dfrac{R_1I_0}{R_2}\sin \omega t$　⑤ $\dfrac{R_1I_0}{R_2}\cos \omega t$　⑥ $-\dfrac{R_1I_0}{R_2}\sin \omega t$

問 4　コイルの自己インダクタンス L はいくらか。正しいものを，次の①〜⑥のうちから一つ選びなさい。$L = \boxed{\ 4\ }$

① CR_1R_2　② $2CR_1R_2$　③ $C(R_1+R_2)^2$

④ $C(R_1^2+R_2^2)$　⑤ $C(R_1-R_2)^2$　⑥ $C\left(\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}\right)^2$

（下　書　き　用　紙）

物理の試験問題は次に続く。

5　次の文章を読み，下の問１～４に答えなさい。〔解答番号 $\boxed{1}$ ～ $\boxed{4}$ 〕

鉛直方向に運動可能な実験室内で以下の実験を行った。観測者は実験室内におり，また，おもりの大きさや空気抵抗は無視でき，重力加速度の大きさを g とする。

最初，地上に静止している実験室の中で，軽いばねの一端を天井に固定し，他端に質量 m のおもりＰを取り付けると，ばねは自然の長さから d だけ伸びて静止した。

次に，図１のように実験室が大きさ α の一定の加速度で上昇を始めると，観測者はおもりＰが鉛直方向に振幅 $\dfrac{d}{2}$ の単振動を開始したと観測した。実験室が上昇し始めた瞬間を時刻 $t = 0$ とする。

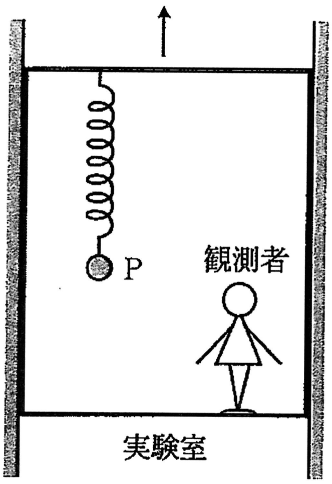


図１

問１　加速度の大きさ α はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$\alpha = \boxed{1}$

①　$\dfrac{g}{8}$　　②　$\dfrac{g}{4}$　　③　$\dfrac{g}{2}$　　④　g　　⑤　$\dfrac{3g}{2}$　　⑥　$2g$

(下　書　き　用　紙)

5の問は次に続く。

問2　この単振動の周期 T_1 はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$T_1 = \boxed{\ 2\ } \times \pi\sqrt{\dfrac{d}{g}}$

① $\sqrt{2}$　② $2\sqrt{\dfrac{2}{3}}$　③ 2　④ $2\sqrt{2}$　⑤ 4　⑥ $4\sqrt{2}$

おもりPが単振動の最下点に来た瞬間に実験室を等速度運動に変えて上昇させた。この瞬間を時刻 $t = t_0$ とする。

問3　観測者から見たその後のおもりPの運動において，速さの最大値 v_0 はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$v_0 = \boxed{\ 3\ }$

① 0　② $\dfrac{\sqrt{gd}}{2}$　③ $\sqrt{\dfrac{gd}{2}}$　④ $\sqrt{gd}$　⑤ $\sqrt{2gd}$　⑥ $2\sqrt{gd}$

（下　書　き　用　紙）

$\boxed{5}$の問は次に続く。

実験室を地上に戻してばねを取り外し，代わりに軽い糸の一端におもりPを取り付けて他端を実験室の天井に固定した。この単振り子を鉛直面内で微小な角度で振らせる。このときの運動は単振動とみなすことができるものとし，この単振り子の周期をT_2とする。この状態で，図2のように時刻$t=0$で実験室が大きさaの一定の加速度で上昇し始め，その後$t=t_0$で等速度運動に変わった。

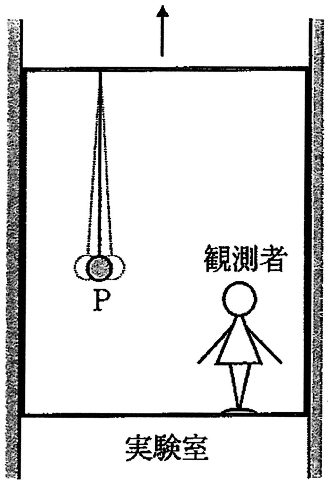
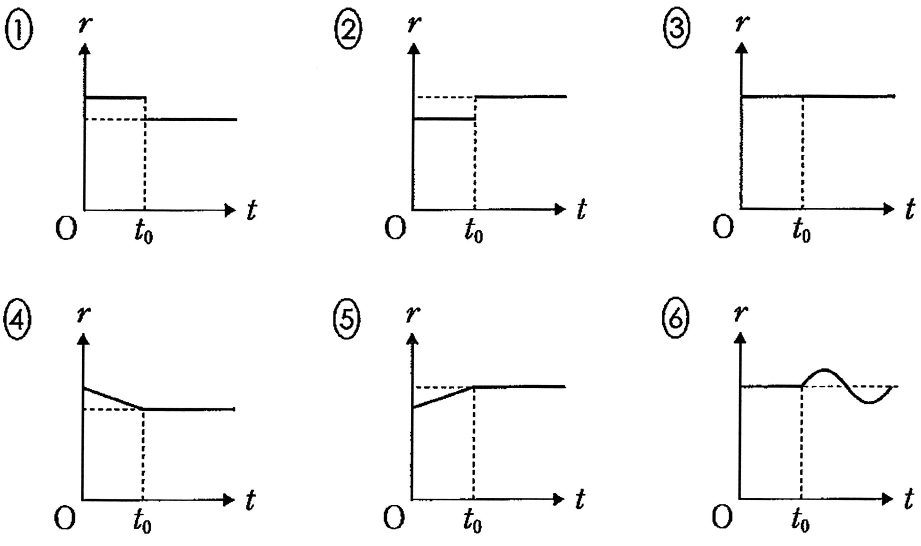


図2

問4　先に実験したばねによる単振動の周期T_1とこの単振り子の周期T_2との比$r=\dfrac{T_2}{T_1}$を考え，時刻t（横軸）に対する比r（縦軸）のグラフを作る。グラフの概形として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。$\boxed{\ 4\ }$



(下　書　き　用　紙)