理　　科

物　理：　1～　9ページ
化　学：11～21ページ
生　物：22～30ページ

1．試験開始の合図があるまで，この問題冊子を開いてはいけません。
2．解答時間は**2科目で120分間**です。
3．解答は，物理，化学，生物のうちから**2科目を選び，選択した科目**の解答用紙を使用して解答しなさい。解答用紙は**物理（緑色），化学（茶色），生物（青色）**です。
4．解答用紙の記入にあたっては，**解答用紙の注意事項**を参照し，HBの鉛筆を使用して丁寧にマークしなさい。
5．受験番号，氏名，フリガナを**物理，化学，生物すべての解答用紙**に記入しなさい。受験番号は記入例を参照にして，正しくマークしなさい。
6．**選択しない科目の解答用紙**には，記入例を参照して，**非選択科目マーク欄**にマークしなさい。
7．マークの訂正には，消しゴムを用い，消しくずは丁寧に取り除きなさい。
8．試験開始後，ただちにページ数を確認し，落丁や印刷の不鮮明なものがあれば申し出なさい。
9．試験終了後，**物理，化学，生物すべての解答用紙**を提出しなさい。問題冊子は持ち帰りなさい。
10．解答用紙は折り曲げないようにしなさい。

解答用紙の受験番号記入例と非選択科目記入例

数字の位置	受験番号				
	万	千	百	十	一
	1	2	3	4	5
0		⓪	⓪	⓪	⓪
1	●	①	①	①	①
2	②	●	②	②	②
3	③	③	●	③	③
4	④	④	④	●	④
5	⑤	⑤	⑤	⑤	●
6	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
7	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
8		⑧	⑧	⑧	⑧
9		⑨	⑨	⑨	⑨

物理を選択しないで，解答する場合

非選択科目マーク欄
物理を選択しない場合のみマークしてください。 ➡ ●

物　　理

次の $\boxed{1}$ ～ $\boxed{51}$ の解答を解答欄にマークしなさい。ただし数値で解答する場合の最後の桁は四捨五入によって求めなさい。**<解答群>**のあるものは最も適切なものを一つ選びその番号をマークしなさい。

1　下図のように屈折率 $\sqrt{2}$，角度 α〔°〕をもつ直角三角形の透明な物体を水平な床に置き，この物体に左から床と平行な光を入射させた。光は物体内で反射を繰り返し，やがて物体の外に出た。

問1　3回目の反射（図中の点 P_3）における入射角 i_3〔°〕を求めなさい。

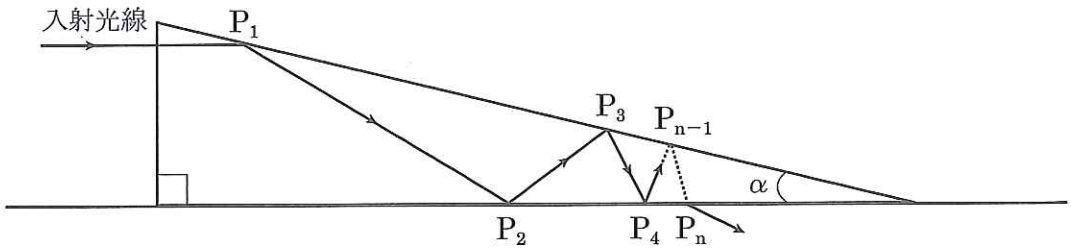
$i_3 = \boxed{1}\boxed{2} - \boxed{3}\ \alpha$〔°〕

問2　この物体と空気（屈折率1.00）との境界面で全反射がおこる入射角 i の条件を求めなさい。

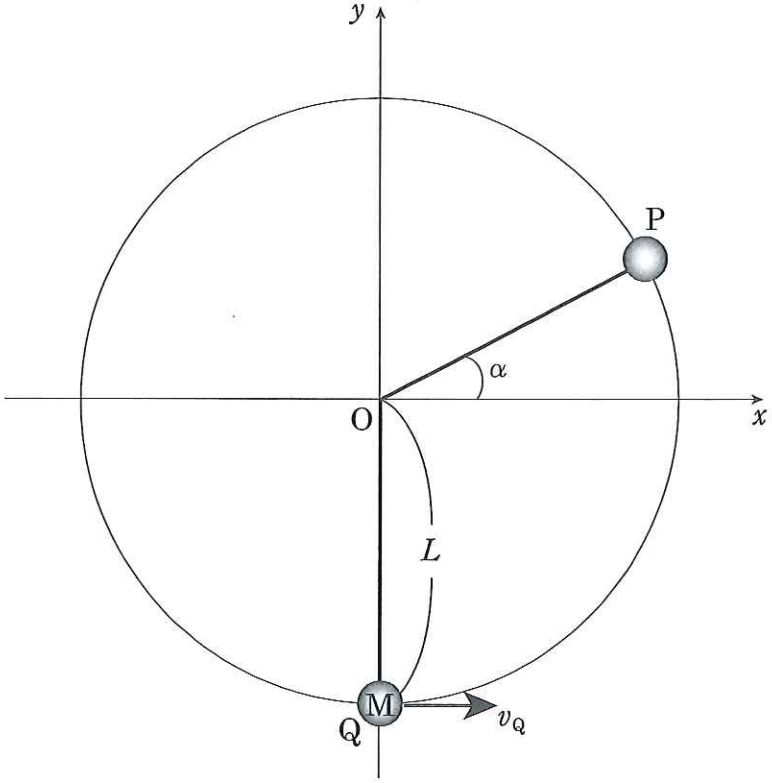
$\sin i > 0.\boxed{4}\boxed{5}$

問3　下図のように直角三角形内で光の反射回数が $P_n = 100$ 回目となる点で，はじめて光は物体の外に出た。角度 α〔°〕の最大値を求めなさい。

$$\alpha = \frac{\boxed{6}}{\boxed{7}\boxed{8}}\ \text{〔°〕}$$



2　水平方向右向きにx軸，鉛直上向きにy軸をとる。質量mの小球Mを長さLの糸の下端に付け，糸の上端を原点Oに固定する。Mが最下点Qにあるとき，x軸の正の向きにv_Qの速度をM に与えた。v_Qの値を適切に選び，Mがx-y平面上半径Lの円周上を運動しx軸を越えた図の点P（$\angle PO x = \alpha$）で円軌道から離れた後，原点Oを通過するようにした。重力加速度の大きさはgとする。MがQP間の円軌道上にあるとき糸とx軸のなす角を$\angle MO x = \theta$とする。ただし，Mのy座標が正のときはθを正とする。



問1　MがQP間の円軌道上にあるとき，Mの速さをvとする。糸の張力Tを求めなさい。

$$T = m\left(\boxed{9} + \frac{\boxed{10}}{\boxed{11}}\right)$$

<$\boxed{9}$～$\boxed{11}$の解答群>

① v　② v^2　③ L　④ $2L$

⑤ $g\sin\theta$　⑥ $g\cos\theta$　⑦ $-g\sin\theta$　⑧ $-g\cos\theta$

問2　$\sin\alpha$をv_Qを用いて求めなさい。

$$\sin\alpha = \frac{1}{\boxed{12}}\left(\frac{\boxed{13}}{\boxed{14}} - \boxed{15}\right)$$

問3　Mの点Pにおける速さをv_Pとしたとき，${v_P}^2$と${v_Q}^2$の関係を求めなさい。

$${v_P}^2 = \frac{1}{\boxed{12}}\left(\boxed{16} - 2\boxed{17}\right)$$

＜$\boxed{12}$～$\boxed{17}$の解答群＞（同じ番号を繰り返し選択可能）

① 1　② 2　③ 3　④ 4　⑤ 5

⑥ L　⑦ gL　⑧ v_Q　⑨ ${v_Q}^2$

問4　Mが点Pから原点Oまで運動する時間tを求めなさい。

$$t = \frac{1}{v_P}\left(\frac{\boxed{18}}{\boxed{19}}\right)$$

問5　Mが時間tの間で運動する鉛直方向の距離と時間の関係を考慮し，${v_P}^2$とαの関係式を求めなさい。

$$\boxed{20}\ \sin\alpha = 2\left(v_P\ \boxed{21}\right)^2$$

＜$\boxed{18}$～$\boxed{21}$の解答群＞（同じ番号を繰り返し選択可能）

① $\sin\alpha$　② $\cos\alpha$　③ $\tan\alpha$　④ L

⑤ gL　⑥ v_Q　⑦ ${v_P}^2$　⑧ ${v_Q}^2$

問6　問2，問3，問5の3式を使って$\tan\alpha$を求めなさい。

$\tan\alpha = \boxed{22}$

＜$\boxed{22}$の解答群＞

① 1　② $\frac{1}{\sqrt{3}}$　③ $\frac{1}{2}$　④ $\frac{1}{\sqrt{2}}$

⑤ 2　⑥ $\sqrt{2}$　⑦ 3　⑧ $\sqrt{3}$

3　図1の回路で，Lはコイル，R_1とR_2は抵抗でその値は等しい。$\tilde{E}$は交流電源で，その電圧の時間変化を図2に示す。

問1　交流電源の電圧の実効値V_eと角周波数ωを求めなさい。

$V_e =$ [23].[24] $\times 10^{[25]}$〔V〕，　$\omega =$ [26][27][28]〔rad/s〕

問2　端子ACをつないだとき，回路に流れた電流Iの最大値は1.25Aであった。抵抗R_1の値を求めなさい。

$R_1 =$ [29][30]〔Ω〕

問3　この回路で60秒間に発生する熱量Q_1を求めなさい。

$Q_1 =$ [31].[32]〔kJ〕

問4　端子ACを開き，端子ADをつないだところ，回路に流れた電流の最大値は2.00Aであった。このとき回路で60秒間に発生する熱量Q_2を求めなさい。

$Q_2 =$ [33].[34]〔kJ〕

問5　このときコイルにかかる電圧の最大値は120Vであった。コイルの自己インダクタンスLを求めなさい。

$L =$ [35].[36][37]〔H〕

問6　端子ADを開き，端子BDをつないだとき回路に流れる電流が最大となる最初の時刻tを求めなさい。ただし，このときの電圧の時間変化は図2と同じである。

$t =$ [38][39]〔ms〕

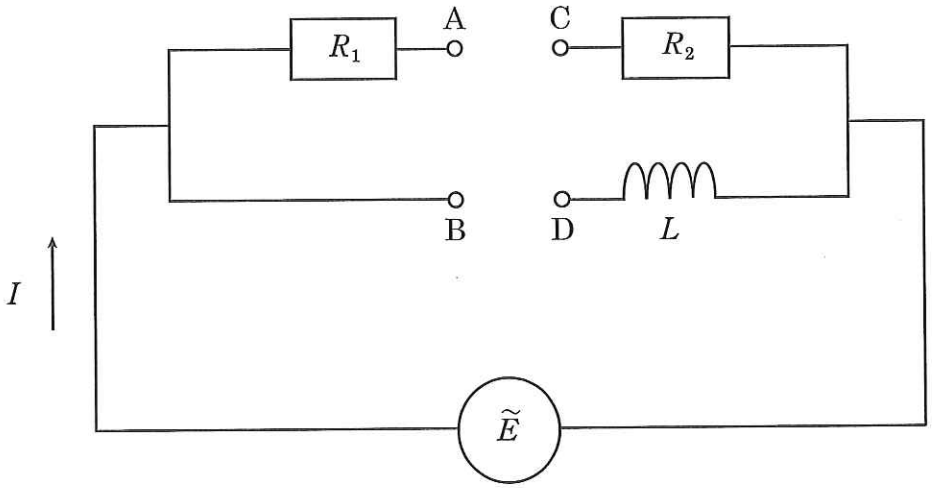


図　1

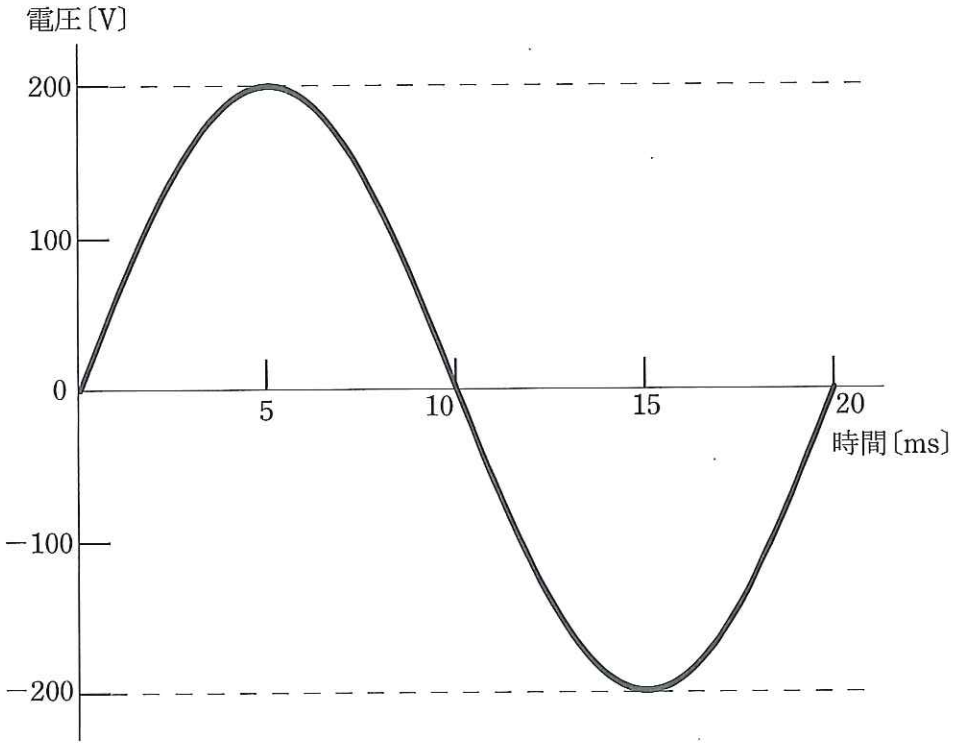


図　2

4　右の図①～⑧はいろいろな音波による媒質の密度の変化を横波のように表示したものである。①～④は横軸を位置，⑤～⑧は横軸を時間として表示してある。音速はすべて340 m/sである。各問いに当てはまる音波の番号を答えなさい。

問1　[40] の音の周期は5.0 msである。

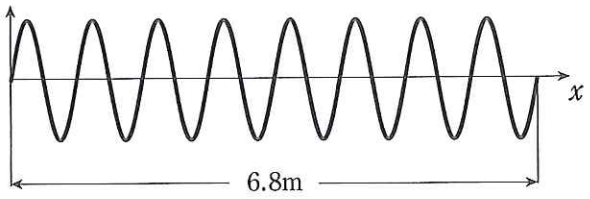
問2　[41] の音の振動数が一番低い。

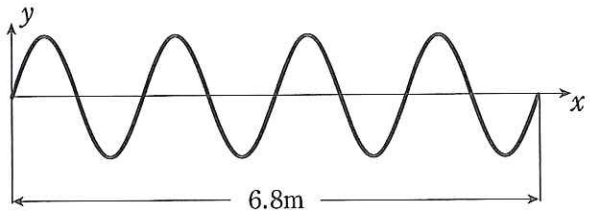
問3　[42] と [43] の音の振動数は等しい。ただし，解答の順序は問わない。

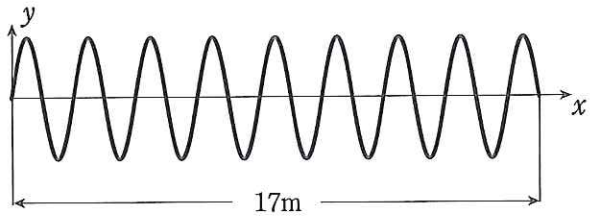
問4　[44] と振動数95 Hzの音を同時に鳴らしたときと，[45] と振動数95 Hzの音を同時に鳴らしたときは，両者とも一秒間に5回のうなりが聞こえた。ただし二つの音波の振動数は [44] ＞ [45] の関係にある。

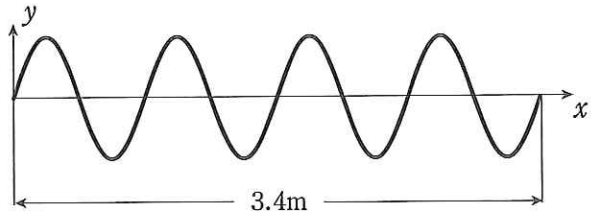
問5　[46] の音波を発生している音源に観測者が速さ20 m/sで近づいたとき，観測者が聞いた音の振動数は [47] の音の振動数と等しかった。

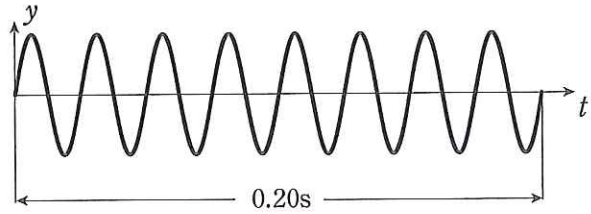
媒質の変位y

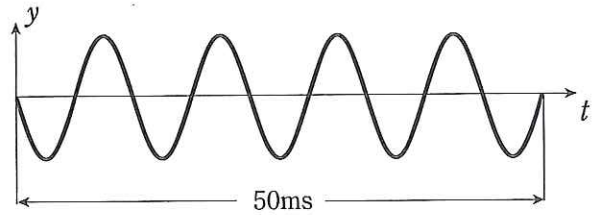
①


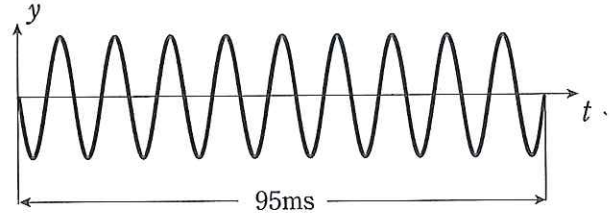
②


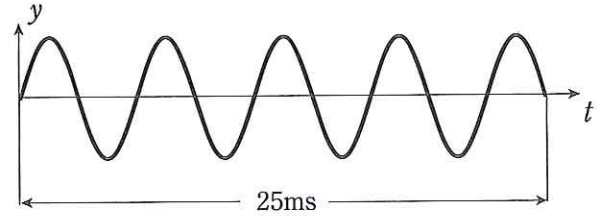
③


④


⑤


⑥


⑦


⑧


5　図１のように，断面積Sの断熱容器にコックのついた断熱固定板をつけ，二つの空間を作った。それぞれをＡ，Ｂとし，Ａには加熱用のヒーターがある。はじめ，ＡとＢともに1 molの単原子分子理想気体を入れ，固定板のコックを閉じた。そして，ストッパーのついた質量の無視できる面積Sの断熱可動板Ｃで，Ａを大気と遮断した。このときＣは容器から突き出た支えの位置でつり合い静止した。ＡとＢの体積はともにV_0，気体の圧力はp_0である。重力加速度の大きさをg，大気の圧力をp_0とする。

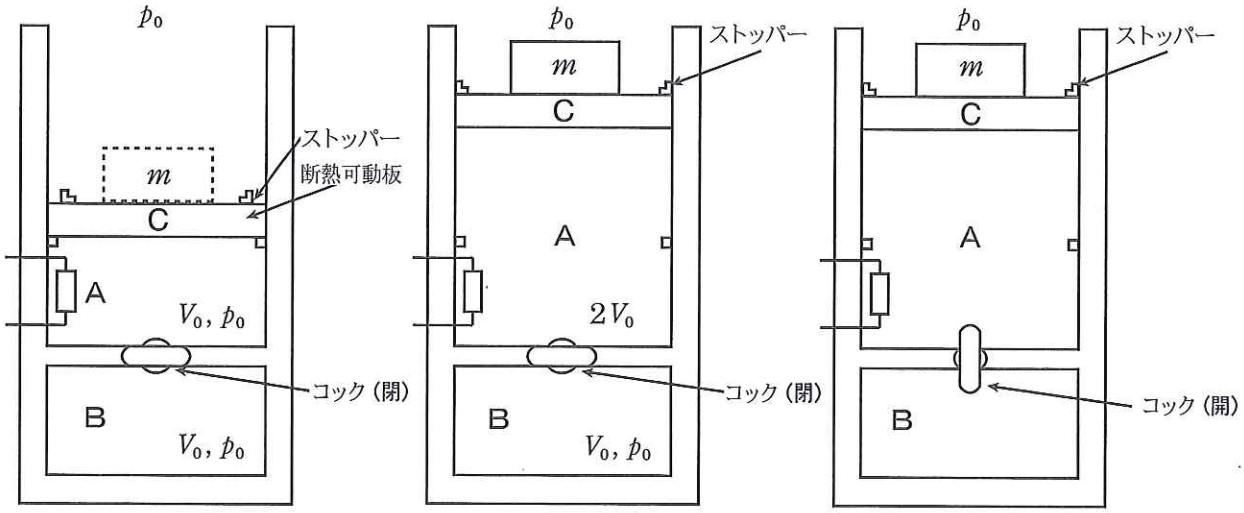


図　1　　図　2　　図　3

問１　図１で可動板Ｃの上に質量mの物体をのせ，ヒーターで熱を加えると，しばらくして可動板Ｃは上昇をはじめた。可動板Ｃが上昇をはじめる直前までに気体に加えた熱量は $\boxed{48}$ である。

＜ $\boxed{48}$ の解答群＞

① $\dfrac{3mgV_0}{2S}$　　② $\dfrac{mgV_0}{2S}$　　③ $\dfrac{mgV_0}{S}$

④ $\dfrac{3}{2}\left(\dfrac{mg}{S}+p_0\right)V_0$　　⑤ $\dfrac{3}{2}\left(\dfrac{mg}{S}-p_0\right)V_0$　　⑥ $\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{mg}{S}+p_0\right)V_0$

⑦ $\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{mg}{S}-p_0\right)V_0$　　⑧ $\left(\dfrac{3mg}{2S}+p_0\right)V_0$　　⑨ $\left(\dfrac{3mg}{2S}-p_0\right)V_0$

問2　さらに熱を加えると，可動板Cはゆっくりと上昇し，図2のようにAの体積が$2V_0$になった。ここで，ヒーターを切り，可動板Cをストッパーで容器に固定した。可動板Cが上昇をはじめてから気体に加えた熱量は $\boxed{49}$ である。

＜$\boxed{49}$の解答群＞

① $\dfrac{3mgV_0}{2S}$　② $\dfrac{5mgV_0}{2S}$　③ $\dfrac{3}{2}\left(\dfrac{mg}{S}+p_0\right)V_0$

④ $\dfrac{3}{2}\left(\dfrac{mg}{S}-p_0\right)V_0$　⑤ $\dfrac{5}{2}\left(\dfrac{mg}{S}+p_0\right)V_0$　⑥ $\dfrac{5}{2}\left(\dfrac{mg}{S}-p_0\right)V_0$

⑦ $\left(\dfrac{5mg}{2S}+p_0\right)V_0$　⑧ $\left(\dfrac{5mg}{2S}-p_0\right)V_0$　⑨ $\left(\dfrac{3mg}{2S}-p_0\right)V_0$

問3　つぎに，図3のように固定板のコックを開いた。しばらくして気体の温度がTになった。このときの気体の温度は$T=$ $\boxed{50}$，圧力は$p=$ $\boxed{51}$ である。

＜$\boxed{50}$の解答群＞

① $\dfrac{3p_0V_0}{2R}$　② $\dfrac{p_0V_0}{2R}$　③ $\dfrac{mgV_0}{SR}$

④ $\dfrac{mgV_0}{2SR}$　⑤ $\dfrac{V_0}{2R}\left(3p_0+\dfrac{mg}{S}\right)$　⑥ $\dfrac{V_0}{R}\left(\dfrac{3p_0}{2}+\dfrac{mg}{S}\right)$

⑦ $\dfrac{3V_0}{2R}\left(p_0+\dfrac{mg}{S}\right)$　⑧ $\dfrac{V_0}{R}\left(p_0+\dfrac{mg}{S}\right)$　⑨ $\dfrac{V_0}{R}\left(3p_0+\dfrac{2mg}{S}\right)$

＜$\boxed{51}$の解答群＞

① $p_0+\dfrac{2mg}{S}$　② $p_0+\dfrac{2mg}{3S}$　③ $p_0+\dfrac{mg}{3S}$

④ $\dfrac{p_0}{2}+\dfrac{2mg}{S}$　⑤ $\dfrac{p_0}{2}+\dfrac{mg}{3S}$　⑥ $2p_0+\dfrac{mg}{3S}$

⑦ $2p_0+\dfrac{2mg}{3S}$　⑧ $\dfrac{3p_0}{2}+\dfrac{2mg}{S}$　⑨ $\dfrac{3p_0}{2}+\dfrac{mg}{S}$

フリガナ	
氏　名	

日本大学

物理　解答用紙

受験者は記入しないこと
欠席者　⓪

注意事項

マークの仕方

・マークはＨＢの鉛筆で、はっきりマークすること。
（シャープペン・ボールペン・サインペン等は不可）
・マークを消す時は、消しゴムで完全に消し、消しくずを残さないこと。

（良い例）　（悪い例）　細い　短い　うすい　はみでる

数字の位置	受験番号				
	万	千	百	十	一
0	⓪	⓪	⓪	⓪	⓪
1	①	①	①	①	①
2	②	②	②	②	②
3	③	③	③	③	③
4	④	④	④	④	④
5	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤
6	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥
7	⑦	⑦	⑦	⑦	⑦
8	⑧	⑧	⑧	⑧	⑧
9	⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

非選択科目マーク欄

物理を選択しない場合のみマークしてください。 ➡ ⓪

設問番号	解答記入欄
1	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
2	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
3	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
4	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
5	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
6	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
7	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
8	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
9	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
10	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
11	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
12	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
13	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
14	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
15	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
16	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
17	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
18	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
19	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
20	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪

設問番号	解答記入欄
21	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
22	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
23	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
24	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
25	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
26	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
27	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
28	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
29	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
30	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
31	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
32	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
33	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
34	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
35	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
36	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
37	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
38	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
39	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
40	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪

設問番号	解答記入欄
41	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
42	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
43	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
44	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
45	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
46	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
47	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
48	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
49	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
50	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
51	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
52	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
53	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
54	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
55	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
56	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
57	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
58	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
59	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪
60	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⓪

21B00DC