受験番号						氏名	

2024年度

理　　科

注　意　事　項

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. 出題分野，頁および選択方法は，下表のとおりです。

出題分野	頁	選　択　方　法
物　理	1～17	左の3分野のうちから2分野を選択し，解答しなさい。
化　学	18～32	
生　物	33～51	

3. 試験開始後，頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明，解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせなさい。また，問題冊子に計算用紙が挟んであるのでメモや計算に用いて構いません。
4. **監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のように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**5ケタで記入**し，さらにその下の**マーク欄**に該当する**5ケタ**を**マーク**しなさい。(例)受験番号10025番→ | 1 | 0 | 0 | 2 | 5 | と記入。

② **氏名欄　氏名・フリガナを記入**しなさい。

③ **解答分野欄**

解答する分野名二つを○で囲み，さらにその下の**マーク欄にマーク**しなさい。

5. 受験番号および解答する分野が**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。**
6. 解答は，解答用紙の**解答欄にＨＢ鉛筆**で正確に**マーク**しなさい。

例えば [15] と表示された問題の正答として④を選んだ場合は，次の(例)のように**解答番号15の解答欄**の④を**濃く完全にマーク**しなさい。**薄いもの，不完全なものは解答したことにはなりません。**

(例)

解答番号	解　答　欄									
15	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

7. 解答を**修正**する場合は，必ず「消しゴム」で**あとが残らないように**完全に消しなさい。鉛筆の色や消しくずが残ったり， のような消し方などをした場合は，**修正**したことになりません。
8. すべて選べという指示のある問題を除き，それぞれの問題で指定された数よりも多くの解答を**マーク**した場合は**無解答**とみなされます。
9. 問題冊子の余白等は，適宜利用してよいが，どの頁も切り離してはいけません。
10. 試験終了後，**問題冊子，解答用紙，計算用紙を机上**に置き，試験監督者の指示に従いなさい。

物　　理

解答にあたっての諸注意

1. 各設問の後に，解答番号，解答形式，単位が記されているので，その解答様式にしたがって解答すること。
2. 計算に用いる数値は，解答の有効数字の桁数より１桁多くしたものとすること。
3. 三角関数表を物理の問題の最後(P 17)に添付したので，必要があれば参照すること。

第１問　次の文章を読み，下の問(問１～５)に答えよ。

図１のように，水平で滑らかな床の上に傾斜角 θ〔°〕の滑らかな斜面をもつ質量 M〔kg〕の台Ｗがある。斜面上の高さ h〔m〕の地点Ｐに質量 m〔kg〕の小物体を置き，静かに手を離した。

小物体は，斜面に沿って左下向きに動き，台Ｗは床に対して加速度 A〔m/s^2〕で右方向に動いた。床の水平方向右向きを x 軸の正の向きとし，鉛直上向きを y 軸の正の向きとする。台と床および小物体と斜面との間には摩擦はなく，空気抵抗は考えないものする。また，重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。

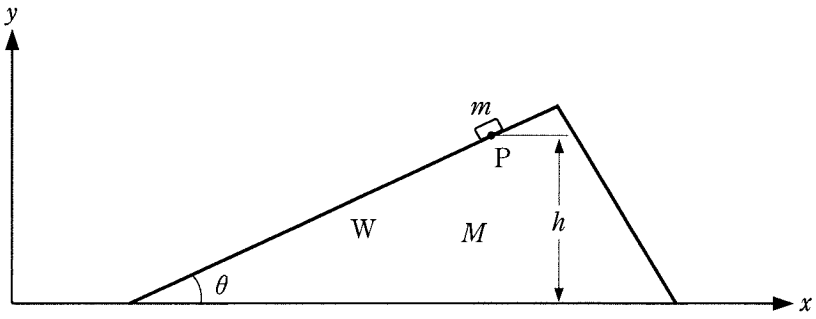


図１

問 1　小物体が斜面を運動しているとき，小物体が斜面から受ける垂直抗力の大きさ R〔N〕および台 W が床より受ける垂直抗力の大きさ N〔N〕はいくらか。最も適切なものを，対応する解答群から一つ選べ。

$$R = \frac{\boxed{\quad 1 \quad}}{M + m\sin^2\theta}\text{〔N〕},\quad N = \frac{\boxed{\quad 2 \quad}}{M + m\sin^2\theta}\text{〔N〕}$$

$\boxed{\quad 1 \quad}$ $\boxed{\quad 2 \quad}$ の解答群

① Mmg　② $Mmg\sin\theta$　③ $Mmg\cos\theta$
④ $Mmg\tan\theta$　⑤ $M(M+m)g$　⑥ $M(M+m)g\sin\theta$
⑦ $M(M+m)g\cos\theta$　⑧ $M(M+m)g\tan\theta$　⑨ $m(M+m)g$
⑩ $m(M+m)g\sin\theta$　⑪ $m(M+m)g\cos\theta$　⑫ $m(M+m)g\tan\theta$

問 2　小物体が斜面を運動しているとき，台 W の加速度の大きさ A〔m/s^2〕はいくらか。最も適切なものを，次のうちから一つ選べ。

$$A = \frac{\boxed{\quad 3 \quad}}{M + m\sin^2\theta}\text{〔m/s}^2\text{〕}$$

① Mg　② $Mg\sin^2\theta$　③ $Mg\cos^2\theta$
④ $Mg\tan^2\theta$　⑤ $Mg\sin\theta\cos\theta$　⑥ mg
⑦ $mg\sin^2\theta$　⑧ $mg\cos^2\theta$　⑨ $mg\tan^2\theta$
⑩ $mg\sin\theta\cos\theta$

問 3　小物体が斜面を運動しているとき，床に対し静止した観測者から見た小物体の加速度の大きさ a〔m/s^2〕はいくらか。最も適切なものを，次のうちから一つ選べ。

$$a = \frac{\boxed{\quad 4 \quad}}{M + m\sin^2\theta} \times g\sin\theta\text{〔m/s}^2\text{〕}$$

① $\sqrt{M^2 + M(M+m)\sin^2\theta}$　② $\sqrt{M^2 + m(M+m)\sin^2\theta}$
③ $\sqrt{M^2 + M(2M+m)\sin^2\theta}$　④ $\sqrt{M^2 + m(2M+m)\sin^2\theta}$
⑤ $\sqrt{M^2 + M(M+m)\cos^2\theta}$　⑥ $\sqrt{M^2 + m(M+m)\cos^2\theta}$
⑦ $\sqrt{M^2 + M(2M+m)\cos^2\theta}$　⑧ $\sqrt{M^2 + m(2M+m)\cos^2\theta}$

問 4　小物体が斜面を滑り終えたとき，台 W の速度の大きさ V〔m/s〕はいくらか。最も適切なものを，次のうちから一つ選べ。

$$V = \sqrt{\frac{\boxed{\quad 5 \quad}}{(M+m)(M+m\sin^2\theta)}}\ \text{〔m/s〕}$$

① $M^2gh\sin^2\theta$　② $2M^2gh\sin^2\theta$　③ $M^2gh\cos^2\theta$

④ $2M^2gh\cos^2\theta$　⑤ $m^2gh\sin^2\theta$　⑥ $2m^2gh\sin^2\theta$

⑦ $m^2gh\cos^2\theta$　⑧ $2m^2gh\cos^2\theta$

問 5　小物体が斜面を滑り終えたとき，台 W が移動した距離 L〔m〕はいくらか。最も適切なものを，次のうちから一つ選べ。

$L = \boxed{\quad 6 \quad}$〔m〕

① $\dfrac{Mh\sin\theta}{(M+m)\cos\theta}$　② $\dfrac{Mh\cos\theta}{(M+m)\sin\theta}$　③ $\dfrac{Mh\tan\theta}{(M+m)\sin\theta}$

④ $\dfrac{Mh\tan\theta}{(M+m)\cos\theta}$　⑤ $\dfrac{Mh\sin\theta}{M+m\sin^2\theta}$　⑥ $\dfrac{Mh\cos\theta}{M+m\sin^2\theta}$

⑦ $\dfrac{Mh\tan\theta}{M+m\sin^2\theta}$　⑧ $\dfrac{mh\sin\theta}{(M+m)\cos\theta}$　⑨ $\dfrac{mh\cos\theta}{(M+m)\sin\theta}$

⑩ $\dfrac{mh\tan\theta}{(M+m)\sin\theta}$　⑪ $\dfrac{mh\tan\theta}{(M+m)\cos\theta}$　⑫ $\dfrac{mh\sin\theta}{M+m\sin^2\theta}$

⑬ $\dfrac{mh\cos\theta}{M+m\sin^2\theta}$　⑭ $\dfrac{mh\tan\theta}{M+m\sin^2\theta}$

第２問　次の文章を読み，下の問(**問１～３**)に答えよ。

図１のように，線密度 ρ〔kg/m〕の弦の一端を台上に固定し，支柱A，B，小さな滑車C，固定された小さな輪Dを通して，質量 m〔kg〕のおもりEをつないだ。支柱AとBの間の距離は L〔m〕，小さな輪Dからおもり Eまでの距離は R〔m〕である。弦を伝わる波の速さ v〔m/s〕は，弦の張力の大きさを S〔N〕とすると，$v=\sqrt{\dfrac{S}{\rho}}$ で与えられる。弦と輪Dとの間の摩擦は無視できるものとし，おもりの振動周期と弦の振動周期は大きく異なっているものとする。また，重力加速度の大きさを g〔m/s^2〕とする。

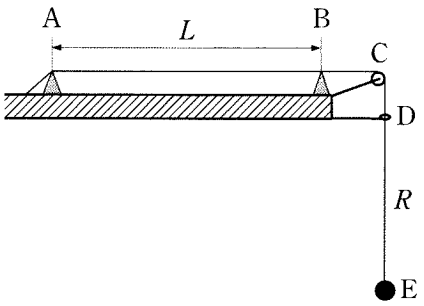


図１

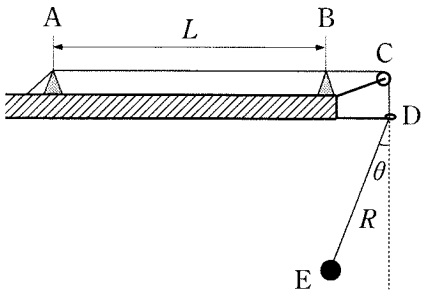


図２

問１　図１のように，おもりEが最下端で静止しているとき，ABの弦の中点をはじくと，弦は振動して基本振動の波を生じ，音が聞こえた。基本振動の振動数 f_0〔Hz〕はいくらか。最も適切なものを，次のうちから一つ選べ。

$f_0=$ $\boxed{\quad 7 \quad}$ 〔Hz〕

① $\dfrac{1}{L}\sqrt{\dfrac{mg}{\rho}}$　② $\dfrac{1}{L}\sqrt{\dfrac{m\rho}{g}}$　③ $\dfrac{1}{L}\sqrt{\dfrac{\rho}{mg}}$　④ $\dfrac{1}{L}\sqrt{\dfrac{g}{m\rho}}$

⑤ $\dfrac{1}{2L}\sqrt{\dfrac{mg}{\rho}}$　⑥ $\dfrac{1}{2L}\sqrt{\dfrac{m\rho}{g}}$　⑦ $\dfrac{1}{2L}\sqrt{\dfrac{\rho}{mg}}$　⑧ $\dfrac{1}{2L}\sqrt{\dfrac{g}{m\rho}}$

問 2　次に，図 2 のようにおもりを糸が張られた鉛直面内で振らせた。おもりの位置は角度 θ で表される。このとき DE 部分の最大の振れ角は θ_0〔°〕であった。ただし，$\theta_0 < 90°$ である。AB の間の弦の基本振動数 f〔Hz〕を，角度 θ の関数として求めよ。最も適切なものを，次のうちから一つ選べ。

$f =$ [8] 〔Hz〕

① $f_0\sqrt{\cos\theta - \cos\theta_0}$　② $f_0\sqrt{\cos\theta - 2\cos\theta_0}$

③ $f_0\sqrt{\cos\theta - 3\cos\theta_0}$　④ $f_0\sqrt{2\cos\theta - \cos\theta_0}$

⑤ $f_0\sqrt{2(\cos\theta - \cos\theta_0)}$　⑥ $f_0\sqrt{2\cos\theta - 3\cos\theta_0}$

⑦ $f_0\sqrt{3\cos\theta - \cos\theta_0}$　⑧ $f_0\sqrt{3\cos\theta - 2\cos\theta_0}$

⑨ $f_0\sqrt{3(\cos\theta - \cos\theta_0)}$　⑩ $f_0\sqrt{4\cos\theta - \cos\theta_0}$

⑪ $f_0\sqrt{2(2\cos\theta - \cos\theta_0)}$　⑫ $f_0\sqrt{4\cos\theta - 3\cos\theta_0}$

問 3　おもりが振れている間，最大の基本振動数が最小の基本振動数の 1.10 倍であった。θ_0〔°〕の値はいくらか。最も適切なものを，次のうちから一つ選べ。

$\theta_0 =$ [9] °

① 15　② 18　③ 21　④ 24

⑤ 27　⑥ 30　⑦ 33　⑧ 36

⑨ 39　⑩ 42　⑪ 45　⑫ 48

⑬ 51　⑭ 54　⑮ 57　⑯ 60

第 3 問　次の文章を読み，下の問(**問 1 ～ 5**)に答えよ。**問 1** と**問 5** では対応する解答群より選択せよ。なお同じ番号を複数回選択してもよい。

図 1 のように xy 平面上の $0 < x < L$〔m〕の範囲に，紙面に垂直に表から裏に向かう向きに磁束密度 B〔T〕の一様な磁場がかけられている。この磁場中に，長方形の 1 巻きコイル abcd が辺 ab を y 軸と平行にして x 軸の正の向きに水平に入り，磁場から出るまで移動した。途中，コイルに外力を加えることで，コイルは一定の速さ v〔m/s〕で移動した。コイル abcd のうち，ab，cd，da は抵抗のない導線であり，bc は R〔Ω〕の抵抗の導線である。ab，cd の長さは共に L_1〔m〕，bc，da の長さは共に L_2〔m〕とし，$L_2 < L$ とする。辺 ab が y 軸を通過した時刻を $t = 0$ とする。ただし，電流は abcd の向きに流れるときを正，コイルに加えている外力は $+x$ の向きを正とする。地磁気の影響は無視できるものとする。

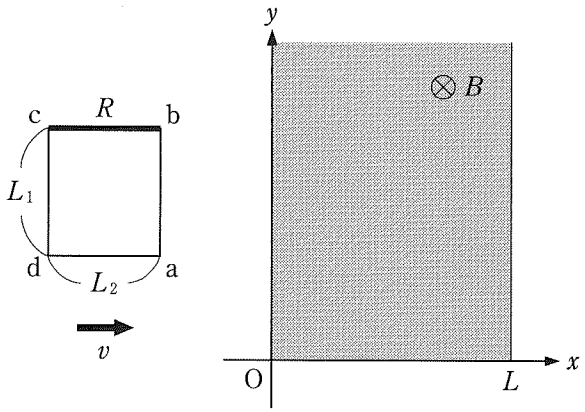
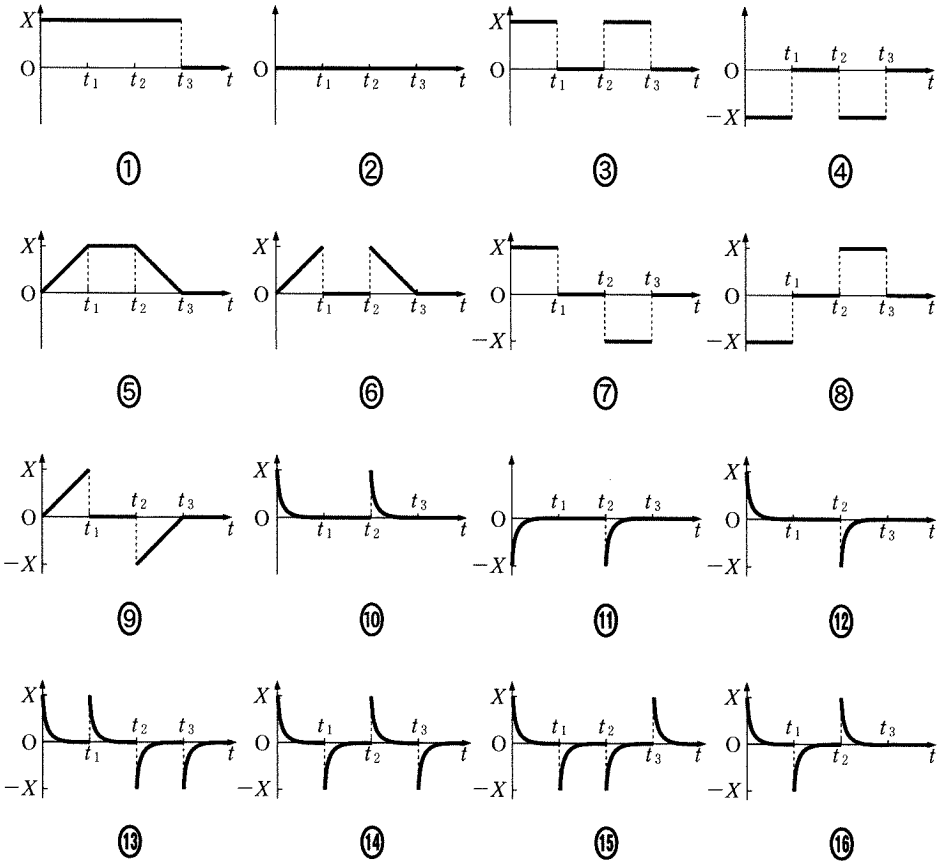


図 1

問 1　コイルを流れる電流の時間変化のグラフとして正しいものを，対応する解答群のうちから一つ選べ。 $\boxed{10}$

$\boxed{10}$ $\boxed{14}$ $\boxed{15}$ の解答群



ただし，$t_1 = \dfrac{L_2}{v}$，$t_2 = \dfrac{L}{v}$，$t_3 = \dfrac{L + L_2}{v}$ である。X はコイルを流れる電流またはコイルに加えている外力の最大値を表す。

問 2　コイルに加える外力の最大値を表す式として正しいものを，次のうちから一つ選べ。 $\boxed{\ 11\ }$ 〔N〕

① $\dfrac{B^2L_1^2v}{R^2}$　② $\dfrac{B^2L_1v}{R}$　③ $\dfrac{BL_1v^2}{R}$　④ $\dfrac{BL_2v^2}{R}$

⑤ $\dfrac{B^2L_1v}{R^2}$　⑥ $\dfrac{B^2L_1L_2v}{R}$　⑦ $\dfrac{B^2L_1v^2}{R^2}$　⑧ $\dfrac{BL_1v}{R}$

⑨ $\dfrac{BL_2v}{R}$　⑩ $\dfrac{B^2L_2v^2}{R^2}$　⑪ $\dfrac{B^2L_1^2v}{R}$　⑫ $\dfrac{BL_1^2v}{R}$

⑬ $\dfrac{B^2L_1v^2}{R}$　⑭ $\dfrac{B^2L_2^2v}{R^2}$　⑮ $\dfrac{B^2L_2^2v}{R}$

問 3　コイルを移動し終えるまでに必要な外力がした仕事を表す式として正しいものを，次のうちから一つ選べ。 $\boxed{\ 12\ }$ 〔J〕

① $\dfrac{LB^2}{R}$　② 0

③ $B^2L_1(L+L_2)v$　④ $\dfrac{L_1^2L_2B^2}{R}$

⑤ $\dfrac{2\,L_1L_2B^2}{Rv}$　⑥ $\dfrac{L_1^2L_2vB^2}{R}$

⑦ $\dfrac{2\,L_1^2L_2vB^2}{R}$　⑧ $\dfrac{L_1^2(L-L_1+L_2)vB^2}{R}$

⑨ $2\,L_1^2L_2vB^2R$　⑩ $\dfrac{L_1^2L_2^2B}{R}$

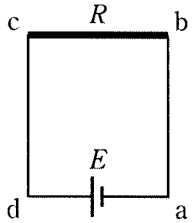


図 2

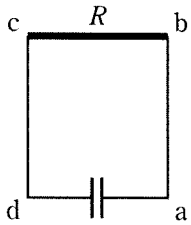


図 3

問 4　図 2 のように，コイル abcd のうち辺 da に内部抵抗の無視できる起電力 E〔V〕の電池を入れて，同様に磁場の中を移動させた。$\dfrac{L}{v} < t < \dfrac{L+L_2}{v}$ において抵抗で消費される電力を表す式として正しいものを，次のうちから一つ選べ。 $\boxed{\ 13\ }$〔W〕

① $\dfrac{2v^2L_1^2B^2L_2 + E^2(L+L_2)}{Rv}$　　② $\dfrac{E^2(L+L_2)}{Rv}$

③ $\dfrac{E^2L_2}{Rv}$　　④ $\dfrac{E^2L_1}{Rv}$

⑤ $\dfrac{(BvL_1 - E)^2}{R}$　　⑥ $\dfrac{2vL_1^2B^2L_2}{R}$

⑦ $v^2L_1^2B^2R$　　⑧ $(BvL_1 - E)^2R$

⑨ $\dfrac{E^2(L+L_2)}{RL_2}$　　⑩ $\dfrac{(BvL_1 + E)^2}{R}$

問 5　図 3 のように，コイル abcd のうち辺 da にコンデンサーを入れて，同様に磁場の中を移動させた。なお，このコンデンサーを充電するのに必要な時間は，コイルの移動時間に比べて十分短いものとする。bc を流れる電流とコイルに加えている外力の時間変化のグラフはそれぞれどのようになるか。正しいものを，対応する解答群からそれぞれ一つ選べ。

bc を流れる電流の時間変化：$\boxed{\ 14\ }$

コイルに加えている外力の時間変化：$\boxed{\ 15\ }$

第４問　次の文章を読み，下の問(**問１～６**)に答えよ。解答にあたり同じ番号を繰り返し用いても良い。

図１のように，一辺 $a = 1.00 \times 10^{-1}$ m の正方形の薄い金属板２枚を極板とし，極板間隔 $d = 1.00 \times 10^{-2}$ m の平行板コンデンサーがある。極板の間に一辺 a〔m〕四方，厚さ d〔m〕，比誘電率 $\varepsilon_\gamma = 7.00$ の誘電体が長さ x〔m〕($0 \leqq x \leqq a$)だけ挿入されている。誘電体は，左右方向にのみ動かせるものとし，極板と誘電体との間には隙間はないものとする。このコンデンサーには，起電力 V〔V〕の電池，スイッチＳが接続されている。

以下の問に解答するにあたり，極板の端の効果，電池の内部抵抗，導線の抵抗，極板と誘電体の間の摩擦力は無視できるものとする。コンデンサーは空気中に置かれ，空気の誘電率は，真空の誘電率 ε_0〔F/m〕に等しいものとする。

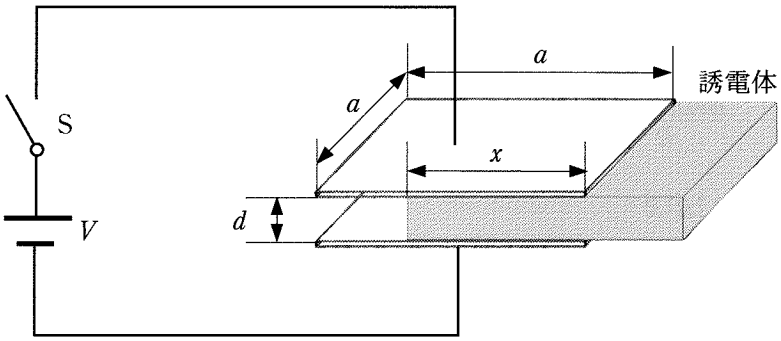


図１

まず，誘電体を全部挿入した状態($x = a$)でスイッチSを閉じ，回路を十分に安定させた。その後，スイッチSを開き，誘電体を$x = \frac{2}{3}a$〔m〕の位置まで動かした。この状態のコンデンサーについて，以下の**問1～3**に答えよ。

問 1　コンデンサーの電気容量C_0〔F〕はいくらか。最も適切なものを，対応する解答群のうちから一つ選べ。

$C_0 =$ [16] ε_0〔F〕

問 2　コンデンサーの両端の電圧V_0〔V〕はいくらか。最も適切なものを，対応する解答群のうちから一つ選べ。

$V_0 =$ [17] V〔V〕

問 3　このときの静電エネルギーU_0〔J〕はいくらか。最も適切なものを，対応する解答群のうちから一つ選べ。

$U_0 =$ [18] $\varepsilon_0 V^2$〔J〕

[16] [19] [20] [21] の解答群

① 5.0	② 10	③ 15	④ 20	⑤ 25
⑥ 30	⑦ 35	⑧ 40	⑨ 45	⑩ 50
⑪ 55	⑫ 60	⑬ 65	⑭ 70	⑮ 75

[17] [18] の解答群

① 0.70	② 1.0	③ 1.4	④ 1.7	⑤ 2.1
⑥ 2.4	⑦ 2.8	⑧ 3.1	⑨ 3.5	⑩ 3.8
⑪ 4.2	⑫ 4.5	⑬ 4.9	⑭ 5.2	⑮ 5.6

次に，誘電体の位置は$x = \frac{2}{3}a$〔m〕のままで，スイッチSを閉じた。十分に時間が経過した後，さらに微小量Δx（$\Delta x > 0$）〔m〕だけ左方向に誘電体をゆっくり動かした。これらの操作に対して，以下の**問4～6**に答えよ。

問 4　誘電体を動かす過程においてコンデンサーに蓄えられる電荷の増加量ΔQ〔C〕はいくらか。最も適切なものを，対応する解答群のうちから一つ選べ。

$\Delta Q =$ $\boxed{\quad 19 \quad}$ $\Delta x \varepsilon_0 V$〔C〕

問 5　誘電体を動かす過程においてコンデンサーに蓄えられる静電エネルギーの増加量ΔU〔J〕はいくらか。最も適切なものを，対応する解答群のうちから一つ選べ。

$\Delta U =$ $\boxed{\quad 20 \quad}$ $\Delta x \varepsilon_0 V^2$〔J〕

問 6　この静電エネルギーの変化は，誘電体をΔx〔m〕だけゆっくり挿入するために外部の力がした仕事と電池がした仕事の和であるとして，外部の力の大きさF〔N〕を求めよ。最も適切なものを，対応する解答群のうちから一つ選べ。

$F =$ $\boxed{\quad 21 \quad}$ $\varepsilon_0 V^2$〔N〕

第5問　次の文章を読み，下の問(問1～2)に答えよ。

ウラン $^{238}_{92}\mathrm{U}$ を含むある岩石がある。この岩石ができたとき，鉛 $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ は含まれておらず，現在含まれている $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ はすべて $^{238}_{92}\mathrm{U}$ の放射性崩壊によって生成されたものとする。現在，この岩石中には，質量百分率にして 0.097 % の $^{238}_{92}\mathrm{U}$ と 0.042 % の $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ が含まれていた。ただし，外部との元素の出入りはなかったとする。

問 1　現在の $^{238}_{92}\mathrm{U}$ の原子数 N_{U} に対する $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ の原子数 N_{Pb} の比 $\dfrac{N_{\mathrm{Pb}}}{N_{\mathrm{U}}}$ はいくらか。最も適切なものを，次のうちから一つ選べ。

$\dfrac{N_{\mathrm{Pb}}}{N_{\mathrm{U}}} = \boxed{\ 22\ }$

① 0.43　② 0.47　③ 0.50　④ 0.54
⑤ 0.57　⑥ 0.61　⑦ 0.64　⑧ 0.68

問 2　この岩石はできてからどれだけ経過したものと推定されるか。ただし，$^{238}_{92}\mathrm{U}$ と $^{206}_{82}\mathrm{Pb}$ のみを考えればよいものとし，$^{238}_{92}\mathrm{U}$ の半減期は 44.4 億年とする。また，$\log_{10} 2 = 0.301$，$\log_{10} 3 = 0.477$ である。最も適切なものを，次のうちから一つ選べ。 $\boxed{\ 23\ }$ 億年

① 10　② 12　③ 14　④ 16　⑤ 18　⑥ 20
⑦ 22　⑧ 24　⑨ 26　⑩ 28　⑪ 30　⑫ 32

第 6 問　次の文章を読み，下の問(**問 1 ～ 4**)に答えよ。

断面積が等しく，なめらかに動くピストン付きの 2 つの密閉された容器 A，B 内にそれぞれ 1 mol の理想気体が入っている。容器とピストンは熱を伝えない材料でできている。容器を図 1 のように水平な床の上に固定し，ピストンどうしをつなぎ，ピストンにネジを取り付けてピストンの位置を固定できるようにする。はじめ，ピストンのネジを締めた状態で，左側の容器 A の気体は体積 V〔m^3〕，温度 T〔K〕であり，右側の容器 B の気体は体積 $2V$〔m^3〕，温度 T〔K〕であった。次に，ネジを静かに外し，ピストンが自由に動けるようにしてしばらく放置したところ，ピストンはゆっくり動いて静止した。理想気体の気体定数を R，比熱比を γ とする。ピストン間の距離は変化しないものとする。

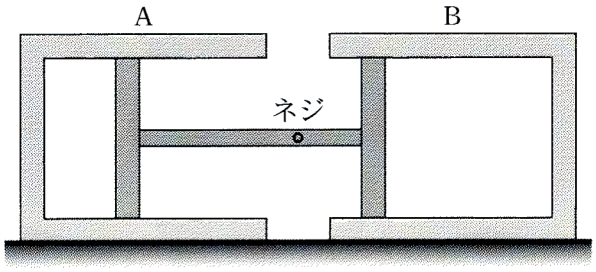


図 1

問 1　理想気体の断熱変化において，気体の圧力を p〔$\mathrm{N/m^2}$〕，体積を V〔m^3〕としたとき，成り立つ関係式の組み合わせとして正しいものを，次のうちから一つ選べ。 $\boxed{24}$

① $pV^{\gamma+1}=$ 一定，$VT^{\gamma}=$ 一定
② $pV^{\gamma-1}=$ 一定，$TV^{\gamma-1}=$ 一定
③ $pV^{\gamma}=$ 一定，$TV^{\gamma}=$ 一定
④ $pV^{\gamma+1}=$ 一定，$TV^{\gamma-1}=$ 一定
⑤ $pV^{\gamma+1}=$ 一定，$TV^{\gamma}=$ 一定
⑥ $pV^{\gamma-1}=$ 一定，$TV^{\gamma}=$ 一定
⑦ $pV^{\gamma}=$ 一定，$VT^{\gamma-1}=$ 一定
⑧ $pV^{\gamma-1}=$ 一定，$VT^{\gamma-1}=$ 一定
⑨ $pV^{\gamma}=$ 一定，$VT^{\gamma}=$ 一定
⑩ $pV^{\gamma+1}=$ 一定，$VT^{\gamma-1}=$ 一定
⑪ $pV^{\gamma}=$ 一定，$TV^{\gamma-1}=$ 一定
⑫ $pV^{\gamma-1}=$ 一定，$VT^{\gamma}=$ 一定

問 2　最後の状態での気体 A の体積 V_A〔m³〕を表す式として正しいものを，次のうちから一つ選べ。$V_A =$ $\boxed{25}$ 〔m³〕

① $\dfrac{V}{1+2^{\frac{\gamma}{\gamma+1}}}$　② $\dfrac{3V}{1+2^{\frac{\gamma-2}{\gamma-1}}}$　③ $\dfrac{3V}{1+2^{\frac{\gamma}{\gamma+1}}}$　④ $\dfrac{2V}{1+2^{-\frac{1}{\gamma}}}$

⑤ $\dfrac{2V}{1+2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}$　⑥ $\dfrac{V}{1+2^{-\frac{1}{\gamma}}}$　⑦ $\dfrac{2V}{1+2^{\frac{\gamma}{\gamma+1}}}$　⑧ $\dfrac{2V}{1+2^{\frac{\gamma-2}{\gamma-1}}}$

⑨ $\dfrac{V}{1+2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}$　⑩ $\dfrac{3V}{1+2^{-\frac{1}{\gamma}}}$　⑪ $\dfrac{3V}{1+2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}$　⑫ $\dfrac{V}{1+2^{\frac{\gamma-2}{\gamma-1}}}$

問 3　最後の状態での気体 B の体積 V_B〔m³〕を表す式として正しいものを，次のうちから一つ選べ。$V_B =$ $\boxed{26}$ 〔m³〕

① $\dfrac{2V}{1+2^{-\frac{\gamma}{\gamma+1}}}$　② $\dfrac{3V}{1+2^{\frac{1}{\gamma}}}$　③ $\dfrac{3V}{1+2^{\frac{\gamma+2}{\gamma-1}}}$　④ $\dfrac{3V}{1+2^{-\frac{\gamma}{\gamma+1}}}$

⑤ $\dfrac{2V}{1+2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}}$　⑥ $\dfrac{V}{1+2^{-\frac{\gamma}{\gamma+1}}}$　⑦ $\dfrac{3V}{1+2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}}$　⑧ $\dfrac{2V}{1+2^{\frac{\gamma+2}{\gamma-1}}}$

⑨ $\dfrac{V}{1+2^{\frac{1}{\gamma}}}$　⑩ $\dfrac{V}{1+2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}}$　⑪ $\dfrac{V}{1+2^{\frac{\gamma+2}{\gamma-1}}}$　⑫ $\dfrac{2V}{1+2^{\frac{1}{\gamma}}}$

問 4　最後の状態での気体A，Bの温度 T_A〔K〕，T_B〔K〕を表す式の組み合わせとして正しいものを，次のうちから一つ選べ。 **27**

① $T_A = \left(\dfrac{1+2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}{3}\right)^{\gamma-1} T,\quad T_B = \left(\dfrac{2+2^{\frac{1}{\gamma}}}{3}\right)^{\gamma-1} T$

② $T_A = \left(\dfrac{1+2^{\frac{1}{\gamma}}}{3}\right)^{\gamma+1} T,\quad T_B = \left(\dfrac{2+2^{\frac{1}{\gamma-1}}}{3}\right)^{\gamma+1} T$

③ $T_A = \left(\dfrac{1+2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}{3}\right)^{\frac{1}{\gamma}} T,\quad T_B = \left(\dfrac{2+2^{\frac{1}{\gamma}}}{3}\right)^{\frac{1}{\gamma}} T$

④ $T_A = \left(\dfrac{3+2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}{3}\right)^{\frac{1}{\gamma}} T,\quad T_B = \left(\dfrac{2+2^{-\frac{1}{\gamma}}}{2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} T$

⑤ $T_A = \left(\dfrac{1+2^{\frac{1}{\gamma}}}{2}\right)^{\gamma} T,\quad T_B = \left(\dfrac{2+2^{\frac{1}{\gamma-1}}}{2}\right)^{\gamma} T$

⑥ $T_A = \left(\dfrac{1+2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}{2}\right)^{\gamma+1} T,\quad T_B = \left(\dfrac{3+2^{-\frac{1}{\gamma}}}{2}\right)^{\gamma+1} T$

⑦ $T_A = \left(\dfrac{1+2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}{2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} T,\quad T_B = \left(\dfrac{3+2^{-\frac{1}{\gamma}}}{2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} T$

⑧ $T_A = \left(\dfrac{2+2^{\frac{1}{\gamma}}}{3}\right)^{\gamma} T,\quad T_B = \left(\dfrac{3+2^{\frac{1}{\gamma-1}}}{2}\right)^{\gamma} T$

⑨ $T_A = \left(\dfrac{2+2^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}{3}\right)^{\gamma+1} T,\quad T_B = \left(\dfrac{2+2^{-\frac{1}{\gamma}}}{2}\right)^{\gamma+1} T$

⑩ $T_A = \left(\dfrac{1+2^{\frac{\gamma+1}{\gamma}}}{2}\right)^{\gamma-1} T,\quad T_B = \left(\dfrac{3+2^{\frac{1}{\gamma+1}}}{2}\right)^{\gamma-1} T$

三角関数表

角		正弦	余弦	正接	角		正弦	余弦	正接
度	ラジアン				度	ラジアン			
[°]	[rad]	sin	cos	tan	[°]	[rad]	sin	cos	tan
0	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	45	0.7854	0.7071	0.7071	1.0000
1	0.0175	0.0175	0.9998	0.0175	46	0.8029	0.7193	0.6947	1.0355
2	0.0349	0.0349	0.9994	0.0349	47	0.8203	0.7314	0.6820	1.0724
3	0.0524	0.0523	0.9986	0.0524	48	0.8378	0.7431	0.6691	1.1106
4	0.0698	0.0698	0.9976	0.0699	49	0.8552	0.7547	0.6561	1.1504
5	0.0873	0.0872	0.9962	0.0875	50	0.8727	0.7660	0.6428	1.1918
6	0.1047	0.1045	0.9945	0.1051	51	0.8901	0.7771	0.6293	1.2349
7	0.1222	0.1219	0.9925	0.1228	52	0.9076	0.7880	0.6157	1.2799
8	0.1396	0.1392	0.9903	0.1405	53	0.9250	0.7986	0.6018	1.3270
9	0.1571	0.1564	0.9877	0.1584	54	0.9425	0.8090	0.5878	1.3764
10	0.1745	0.1736	0.9848	0.1763	55	0.9599	0.8192	0.5736	1.4281
11	0.1920	0.1908	0.9816	0.1944	56	0.9774	0.8290	0.5592	1.4826
12	0.2094	0.2079	0.9781	0.2126	57	0.9948	0.8387	0.5446	1.5399
13	0.2269	0.2250	0.9744	0.2309	58	1.0123	0.8480	0.5299	1.6003
14	0.2443	0.2419	0.9703	0.2493	59	1.0297	0.8572	0.5150	1.6643
15	0.2618	0.2588	0.9659	0.2679	60	1.0472	0.8660	0.5000	1.7321
16	0.2793	0.2756	0.9613	0.2867	61	1.0647	0.8746	0.4848	1.8040
17	0.2967	0.2924	0.9563	0.3057	62	1.0821	0.8829	0.4695	1.8807
18	0.3142	0.3090	0.9511	0.3249	63	1.0996	0.8910	0.4540	1.9626
19	0.3316	0.3256	0.9455	0.3443	64	1.1170	0.8988	0.4384	2.0503
20	0.3491	0.3420	0.9397	0.3640	65	1.1345	0.9063	0.4226	2.1445
21	0.3665	0.3584	0.9336	0.3839	66	1.1519	0.9135	0.4067	2.2460
22	0.3840	0.3746	0.9272	0.4040	67	1.1694	0.9205	0.3907	2.3559
23	0.4014	0.3907	0.9205	0.4245	68	1.1868	0.9272	0.3746	2.4751
24	0.4189	0.4067	0.9135	0.4452	69	1.2043	0.9336	0.3584	2.6051
25	0.4363	0.4226	0.9063	0.4663	70	1.2217	0.9397	0.3420	2.7475
26	0.4538	0.4384	0.8988	0.4877	71	1.2392	0.9455	0.3256	2.9042
27	0.4712	0.4540	0.8910	0.5095	72	1.2566	0.9511	0.3090	3.0777
28	0.4887	0.4695	0.8829	0.5317	73	1.2741	0.9563	0.2924	3.2709
29	0.5061	0.4848	0.8746	0.5543	74	1.2915	0.9613	0.2756	3.4874
30	0.5236	0.5000	0.8660	0.5774	75	1.3090	0.9659	0.2588	3.7321
31	0.5411	0.5150	0.8572	0.6009	76	1.3265	0.9703	0.2419	4.0108
32	0.5585	0.5299	0.8480	0.6249	77	1.3439	0.9744	0.2250	4.3315
33	0.5760	0.5446	0.8387	0.6494	78	1.3614	0.9781	0.2079	4.7046
34	0.5934	0.5592	0.8290	0.6745	79	1.3788	0.9816	0.1908	5.1446
35	0.6109	0.5736	0.8192	0.7002	80	1.3963	0.9848	0.1736	5.6713
36	0.6283	0.5878	0.8090	0.7265	81	1.4137	0.9877	0.1564	6.3138
37	0.6458	0.6018	0.7986	0.7536	82	1.4312	0.9903	0.1392	7.1154
38	0.6632	0.6157	0.7880	0.7813	83	1.4486	0.9925	0.1219	8.1443
39	0.6807	0.6293	0.7771	0.8098	84	1.4661	0.9945	0.1045	9.5144
40	0.6981	0.6428	0.7660	0.8391	85	1.4835	0.9962	0.0872	11.4301
41	0.7156	0.6561	0.7547	0.8693	86	1.5010	0.9976	0.0698	14.3007
42	0.7330	0.6691	0.7431	0.9004	87	1.5184	0.9986	0.0523	19.0811
43	0.7505	0.6820	0.7314	0.9325	88	1.5359	0.9994	0.0349	28.6363
44	0.7679	0.6947	0.7193	0.9657	89	1.5533	0.9998	0.0175	57.2900
45	0.7854	0.7071	0.7071	1.0000	90	1.5708	1.0000	0.0000	