令和４年度　一般選抜（前期）問題

理　　科

試験開始の指示があるまで問題冊子を開いてはならない。

科目選択について

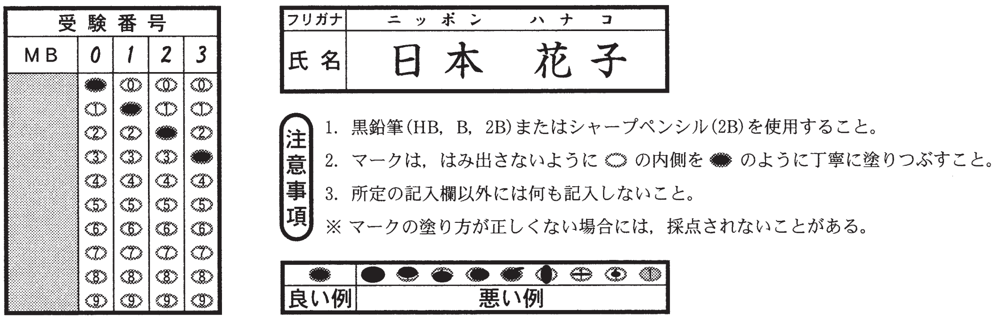
1. ３科目すべての解答用紙に受験番号，氏名を記入すること。
2. 物理・化学・生物の３科目のうち，２科目を選択すること。
3. 選択しない科目の解答用紙の中央に大きく×印を描くこと。
4. 選択しない科目の解答用紙は試験開始から30分後に回収される。

注　意　事　項

1. 試験時間は90分である。
2. 試験開始の指示があるまで，筆記用具を持ってはならない。
3. 試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁等の不備，解答用紙の汚れ等を確認しなさい。これらがある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
4. 物理では，１ページ～15ページで，解答番号は 1 ～ 31 である。
   化学では，16ページ～28ページで，解答番号は 1 ～ 28 である。
   生物では，29ページ～47ページで，解答番号は 1 ～ 32 である。
5. 解答は指示された解答番号に従って解答用紙の解答欄にマークすること。
6. 解答用紙に正しく記入・マークしていない場合には，正しく採点されないことがある。
7. 指定された以外の個数をマークした場合には誤りとなる。
8. 下書きや計算は問題冊子の余白を利用すること。
9. 質問等がある場合には手を高く挙げて監督者に知らせること。
10. 試験終了の指示があったら直ちに筆記用具を机の上に置くこと。
11. 試験終了の指示の後に受験番号，氏名の記入漏れに気づいた場合には，手を高く挙げて監督者の許可を得てから記入すること。許可なく筆記用具を持つと不正行為とみなされる。
12. 試験終了後，問題冊子は持ち帰ること。

解答用紙記入要領

例：受験番号が「０１２３」番の「日本花子」さんの場合



1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し，さらにその下のマーク欄にマークする。次に，氏名を書き，フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では，⓪の位置が異なるので注意する。
3. マークは黒鉛筆（HB，B，2B）またはシャープペンシル（2B）を使い，はみ出さないように◯の内側を⬬のように丁寧に塗りつぶす。
4. マークを消す場合には，消しゴムで跡が残らないように完全に消す。
5. 解答用紙は折り曲げたり，汚したりしない。
6. 所定の欄以外には何も記入しない。

問題訂正

生物

1　30ページ　問1　(2)

最後に以下を追加

ただし，Z膜の厚みは考えないものとする。

1　32ページ　問5　(2) 6行目

誤：　… ただし，ATP溶液を加えると同時に収縮は開始するものとする。

正：　… ただし，ATP溶液を加えると，ただちに，すべての筋節が同時に収縮を開始するものとする。

2　39ページ　問7　(2)　5行目

誤：　… ガラス管の長さまたは立て方とその結果について，最も適当な組合せを，…

正：　… ガラス管の長さまたは立て方とその結果について，仮説2が**誤り**となる組合せを，…

3　46ページ　文章C　下から 7行目

誤：　… 種子の受精卵の遺伝子型によって …

正：　… 種子の胚の遺伝子型によって …

3　47ページ　問7　上から 2行目

誤：　… 配偶子とを受精させて種子を多数得て，その発芽率を調査したところ …

正：　… 配偶子を受精させて種子を多数得て，発芽率を調査したところ …

物　　理

解答上の注意

1. 解答は，解答用紙の解答欄にマークすること。

   例えば，$\boxed{\ 6\ }\boxed{\ 7\ }$ と表示のある問題に対して，計算等から得られた値をマークする場合には，次の例に従う。

   例：38 と答えたい場合には

解答番号	解　答　欄									
6	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⓪
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⓪

2. 分数形で解答する場合には，既約分数(それ以上約分できない分数)で答えること。

3. 答えの値は，枠に合わせて四捨五入すること。

1 次の文章を読み，下の問い(**問 1 ～ 8**)に答えよ。

図1に示すように，水平な天井の点Oに長さLの糸をつけ，その先端に質量mの小球をつるした。この小球を糸がたるまない状態で天井の点Aまで持ち上げ，静かに離した。糸がたるまないまま，小球は最下点Bを通った後，点Cで鉛直でなめらかな壁に衝突した。小球は，壁ではね返った後，糸がたるんでいる間は放物運動をした。この放物運動の最高点を点Dとする。小球と壁との衝突は非弾性衝突であり，その反発係数(はね返り係数)をe($0 < e < 1$)とする。また，重力加速度の大きさをgとする。

O，A，B，C，Dはすべて同一鉛直面内にある。糸の質量や伸び縮み，小球の大きさ，空気抵抗は無視できるものとする。また，小球と壁との衝突時間は十分に短く，衝突時の重力による力積は無視できるものとする。

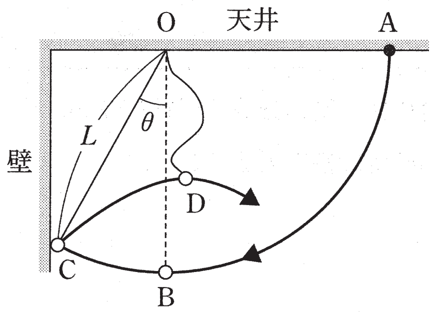


図1

〔1〕 OCが鉛直方向となす角度をθ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$)とする。また，小球がCで壁に衝突する直前の小球の速さをv_1とする。

問 1 小球がAにおいてもっている重力による位置エネルギーは $\boxed{\quad 1 \quad}$ である。ただし，位置エネルギーの基準面はBを含む水平面とする。

$\boxed{\quad 1 \quad}$ に入る最も適切なものを，次の①～⓪のうちから1つ選べ。

① mgL　② $2\,mgL$　③ $\frac{1}{2}\,mgL$

④ $mgL\sin\theta$　⑤ $2\,mgL\sin\theta$　⑥ $mgL(1-\sin\theta)$

⑦ $mgL\cos\theta$　⑧ $2\,mgL\cos\theta$　⑨ $mgL(1-\cos\theta)$

⓪ 0

問 2　v_1 は $\boxed{\quad 2 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 2 \quad}$ に入る最も適切なものを，次の①～⓪のうちから１つ選べ。

① $\sqrt{gL}$　② $\sqrt{2gL}$　③ $\sqrt{gL\sin\theta}$
④ $\sqrt{gL(1-\sin\theta)}$　⑤ $\sqrt{2gL\sin\theta}$　⑥ $\sqrt{2gL(1-\sin\theta)}$
⑦ $\sqrt{gL\cos\theta}$　⑧ $\sqrt{gL(1-\cos\theta)}$　⑨ $\sqrt{2gL\cos\theta}$
⓪ $\sqrt{2gL(1-\cos\theta)}$

問 3　小球がＣで壁に衝突した直後の，小球の速度の鉛直成分の大きさは $\boxed{\quad 3 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 3 \quad}$ に入る最も適切なものを，次の①～⓪のうちから１つ選べ。

① v_1　② ev_1　③ $v_1\sin\theta$
④ $ev_1\sin\theta$　⑤ $(1-e)v_1\sin\theta$　⑥ $(1+e)v_1\sin\theta$
⑦ $v_1\cos\theta$　⑧ $ev_1\cos\theta$　⑨ $(1-e)v_1\cos\theta$
⓪ $(1+e)v_1\cos\theta$

問 4　壁との衝突の瞬間に，小球が受けた力積の大きさは $\boxed{\quad 4 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 4 \quad}$ に入る最も適切なものを，次の①～⓪のうちから１つ選べ。

① mv_1　② $2mv_1$　③ $(1-e)mv_1$
④ $(1+e)mv_1$　⑤ $emv_1\sin\theta$　⑥ $(1-e)mv_1\sin\theta$
⑦ $(1+e)mv_1\sin\theta$　⑧ $emv_1\cos\theta$　⑨ $(1-e)mv_1\cos\theta$
⓪ $(1+e)mv_1\cos\theta$

問 5　Ｃを含む水平面を基準としたとき，Ｄの高さは $\boxed{\quad 5 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 5 \quad}$ に入る最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① $\dfrac{{v_1}^2}{2g}$　② $\dfrac{(v_1\sin\theta)^2}{2g}$　③ $\dfrac{(v_1\cos\theta)^2}{2g}$
④ $\dfrac{{v_1}^2\sin\theta\cos\theta}{2g}$　⑤ $\dfrac{(ev_1)^2}{2g}$　⑥ $\dfrac{(ev_1\sin\theta)^2}{2g}$
⑦ $\dfrac{(ev_1\cos\theta)^2}{2g}$　⑧ $\dfrac{(ev_1)^2\sin\theta\cos\theta}{2g}$　⑨ $\dfrac{e{v_1}^2}{2g}$

問 6　小球がＣからＤまで到達する間に，水平方向に進んだ距離は $\boxed{\quad 6 \quad}$ である。

$\boxed{\quad 6 \quad}$ に入る最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。

① $\dfrac{(v_1\sin\theta)^2}{g}$　② $\dfrac{(v_1\cos\theta)^2}{g}$　③ $\dfrac{{v_1}^2\sin\theta\cos\theta}{g}$
④ $\dfrac{e(v_1\sin\theta)^2}{g}$　⑤ $\dfrac{e(v_1\cos\theta)^2}{g}$　⑥ $\dfrac{e{v_1}^2\sin\theta\cos\theta}{g}$
⑦ $\dfrac{(ev_1\sin\theta)^2}{g}$　⑧ $\dfrac{(ev_1\cos\theta)^2}{g}$　⑨ $\dfrac{(ev_1)^2\sin\theta\cos\theta}{g}$

〔2〕 壁からOまでの水平方向の距離が $\dfrac{L}{2}$ だったときに，DはOを通る鉛直線上にあったとする。

問 7 小球が壁に衝突した瞬間から，糸が再びたるまなくなる瞬間までの時間は $\boxed{\;7\;}$ である。

$\boxed{\;7\;}$ に入る最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\sqrt{\dfrac{L}{g}}$　② $\sqrt{\dfrac{L}{2g}}$　③ $\sqrt{\dfrac{2L}{g}}$

④ $\sqrt{\dfrac{\sqrt{3}\,L}{g}}$　⑤ $\sqrt{\dfrac{\sqrt{3}\,L}{2g}}$　⑥ $\sqrt{\dfrac{(2-\sqrt{3})L}{g}}$

⑦ $\sqrt{\dfrac{(2-\sqrt{3})L}{2g}}$　⑧ $\sqrt{\dfrac{3(2-\sqrt{3})L}{2g}}$　⑨ $\sqrt{\dfrac{2(2-\sqrt{3})L}{g}}$

問 8 この衝突の反発係数 e の値は $\boxed{\;8\;}$ である。

$\boxed{\;8\;}$ に入る最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{1}{3}$　② $\dfrac{2}{3}$　③ $\dfrac{\sqrt{3}}{3}$

④ $\dfrac{2-\sqrt{3}}{3}$　⑤ $\dfrac{2(2-\sqrt{3})}{3}$　⑥ $2-\sqrt{3}$

⑦ $\dfrac{2\sqrt{3}-3}{3}$　⑧ $\dfrac{2(2\sqrt{3}-3)}{3}$　⑨ $2\sqrt{3}-3$

次のページに続く

2 次の文章を読み，下の問い(**問1～6**)に答えよ。

熱力学第二法則によれば，熱は低温の物体から高温の物体に自然に移ることはない。しかし，外部から仕事を加えることで，低温の物体から高温の物体に熱を移すことができる。例えば，冷蔵庫やエアコンはこの原理を利用している。

図1に示すようなシリンダーがある。シリンダーの外は真空で，ピストンに外力を加え，内部にn〔mol〕の気体を閉じ込めている。シリンダーは前面部(図では左側)のみで外部と熱のやり取りができるものとし，それ以外の壁面とピストンを通じて外部との間で熱のやり取りはないものとする。ピストンに摩擦ははたらかず，なめらかに動くものとする。また，気体は理想気体とし，単原子分子とは限らないものとする。なお，理想気体1 molあたりの内部エネルギーは，気体の温度と定積モル比熱の積に等しい。

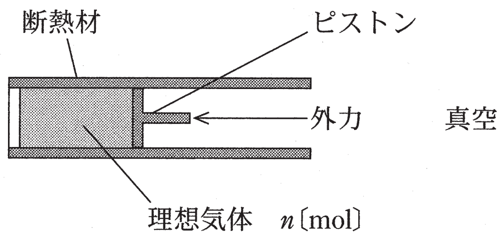


図1

この気体を用いて，低温の熱源(以下では低熱源と呼ぶ)から高温の熱源(以下では高熱源と呼ぶ)に熱を移すことを考える。ただし，低熱源(温度T_L〔K〕)と高熱源(温度T_H〔K〕)は熱容量が十分に大きく，気体との間で熱のやり取りをしても温度は一定であるものとする。$T_L < T_H$とする。

気体に関係する物理量は次の記号で表す。

圧力：P〔Pa〕

体積：V〔m^3〕

温度：T〔K〕

気体定数：R〔J/(mol·K)〕

定積モル比熱：C_V〔J/(mol·K)〕

定圧モル比熱：C_p〔J/(mol·K)〕

C_VとC_pの比(比熱比)：$\gamma = \frac{C_p}{C_V}$

〔1〕 はじめに外力の大きさを変えずに，シリンダーを高熱源に接触させる。ピストンが動かなくなってから十分に時間が経過したときの気体の状態を「状態A」とする(図2)。

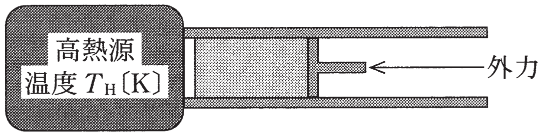


図2 状態A

次に，シリンダーを高熱源から離し，外部との熱のやり取りを完全に遮断した状態で，外力を変化させ気体をゆっくりと膨張させた(図3)。気体の温度が低熱源の温度 T_L〔K〕よりも ΔT_L〔K〕(>0)だけ低くなるまでピストンを移動させて，ストッパーを用いてその位置で固定した。このときの気体の状態を「状態B」とする(図4)。

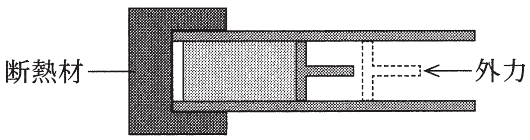


図3

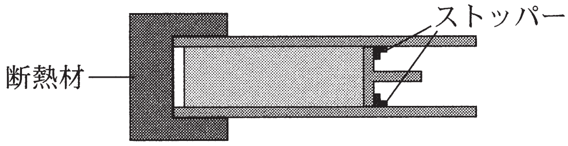


図4 状態B

問1 状態Aから状態Bへ移る間に気体に外部から流入した熱量は $\boxed{9}$〔J〕，外力が気体にした仕事は $\boxed{10}$〔J〕，気体の内部エネルギー変化は $\boxed{11}$〔J〕である。

$\boxed{9}$，$\boxed{10}$，$\boxed{11}$ に入る最も適切なものを，次の①～⓪のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

① $\frac{3}{2}nR(T_L - T_H)$　② $\frac{3}{2}nR(T_L - \Delta T_L - T_H)$

③ $\frac{3}{2}nR(T_H - T_L + \Delta T_L)$　④ $nC_V(T_L - T_H)$

⑤ $nC_V(T_L - \Delta T_L - T_H)$　⑥ $nC_V(T_H - T_L + \Delta T_L)$

⑦ $nC_p(T_L - T_H)$　⑧ $nC_p(T_L - \Delta T_L - T_H)$

⑨ $nC_p(T_H - T_L + \Delta T_L)$　⓪ 0

〔2〕 ピストンを固定したまま，状態Bにある気体の入ったシリンダーを低熱源に接触させた。時間が経過して気体と低熱源の温度が一致したときの気体の状態を「状態C」とする(図5)。

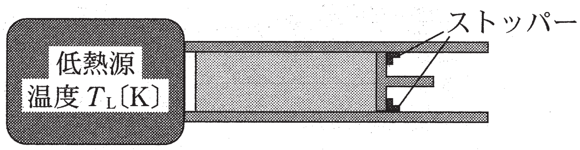


図5　状態C

問 2 状態Bから状態Cへ移る間に気体に外部から流入した熱量は $\boxed{12}$〔J〕，外力が気体にした仕事は $\boxed{13}$〔J〕，気体の内部エネルギー変化は $\boxed{14}$〔J〕である。

$\boxed{12}$，$\boxed{13}$，$\boxed{14}$ に入る最も適切なものを，次の①～⓪のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

① $\frac{3}{2}nRT_L$　② $\frac{3}{2}nR\varDelta T_L$　③ $\frac{3}{2}nR(T_L - \varDelta T_L)$

④ $nC_V\varDelta T_L$　⑤ $\frac{1}{2}nC_V\varDelta \mathrm{T}_L$　⑥ $nC_V(T_L - \varDelta T_L)$

⑦ $nC_p\varDelta T_L$　⑧ $\frac{1}{2}nC_p\varDelta T_L$　⑨ $nC_p(T_L - \varDelta T_L)$

⓪ 0

〔3〕 状態Cにある気体に外力を加え，気体の体積を保ったままストッパーを外した。シリンダーを低熱源から離し，外部との熱のやり取りを完全に遮断した状態で，ピストンの外力を変化させ気体をゆっくりと圧縮した(図6)。気体の温度が高熱源の温度 T_{H}〔K〕よりも ΔT_{H}〔K〕(>0)だけ高くなるまでピストンを移動させて，ストッパーを用いてその位置で固定したところ，気体の体積は「状態A」と同じであった。このときの気体の状態を「状態D」とする(図7)。

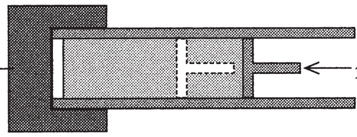


図6

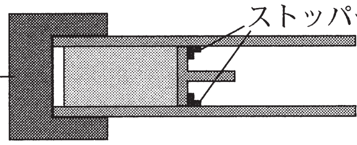


図7　状態D

さらに，状態Dからシリンダーを高熱源に接触させた。時間が経過して気体と高熱源の温度が一致したとき，外力を加え体積を保ったままストッパーを外し，気体をはじめの「状態A」に戻した(図8)。

以上の操作(A→B→C→D→A)により，低熱源から高熱源に熱を移動させることができた。

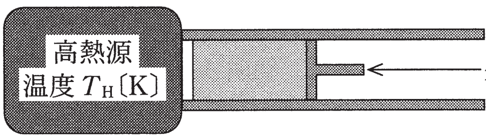


図8　状態A

問3 このサイクル(A→B→C→D→A)で外力が気体にした仕事の合計を W〔J〕とすると，

$W =$ $\boxed{15}$ である。

$\boxed{15}$ に入る最も適切なものを，次の①〜⓪のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{3}{2}nR(T_{\mathrm{H}}+\Delta T_{\mathrm{H}}-T_{\mathrm{L}}+\Delta T_{\mathrm{L}})$　② $\dfrac{3}{2}nR(T_{\mathrm{H}}-T_{\mathrm{L}})$

③ $\dfrac{3}{2}nR(\Delta T_{\mathrm{H}}-\Delta T_{\mathrm{L}})$　④ $nC_V(T_{\mathrm{H}}+\Delta T_{\mathrm{H}}-T_{\mathrm{L}}+\Delta T_{\mathrm{L}})$

⑤ $nC_V(T_{\mathrm{H}}-T_{\mathrm{L}})$　⑥ $nC_V(\Delta T_{\mathrm{H}}-\Delta T_{\mathrm{L}})$

⑦ $\dfrac{1}{2}nC_V(T_{\mathrm{H}}+\Delta T_{\mathrm{H}}-T_{\mathrm{L}}+\Delta T_{\mathrm{L}})$　⑧ $\dfrac{1}{2}nC_V(T_{\mathrm{H}}-T_{\mathrm{L}})$

⑨ $\dfrac{1}{2}nC_V(\Delta T_{\mathrm{H}}-\Delta T_{\mathrm{L}})$　⓪ 0

問 4　低熱源からこの気体が吸収した熱量を Q〔J〕とすると，$Q/W =$ $\boxed{\ 16\ }$ となる。

$\boxed{\ 16\ }$ に入る最も適切なものを，次の①～⓪のうちから１つ選べ。

① $\dfrac{\Delta T_{\mathrm{H}}}{\Delta T_{\mathrm{H}} - \Delta T_{\mathrm{L}}}$　② $\dfrac{\Delta T_{\mathrm{L}}}{\Delta T_{\mathrm{H}} - \Delta T_{\mathrm{L}}}$　③ $\dfrac{\Delta T_{\mathrm{H}} - \Delta T_{\mathrm{L}}}{\Delta T_{\mathrm{H}}}$

④ $\dfrac{\Delta T_{\mathrm{H}} - \Delta T_{\mathrm{L}}}{\Delta T_{\mathrm{L}}}$　⑤ $\dfrac{T_{\mathrm{H}}}{T_{\mathrm{H}} - T_{\mathrm{L}}}$　⑥ $\dfrac{T_{\mathrm{L}}}{T_{\mathrm{H}} - T_{\mathrm{L}}}$

⑦ $\dfrac{T_{\mathrm{H}} - T_{\mathrm{L}}}{T_{\mathrm{H}}}$　⑧ $\dfrac{T_{\mathrm{H}} - T_{\mathrm{L}}}{T_{\mathrm{L}}}$　⑨ $\dfrac{T_{\mathrm{H}} + \Delta T_{\mathrm{H}} - T_{\mathrm{L}} + \Delta T_{\mathrm{L}}}{T_{\mathrm{H}} + \Delta T_{\mathrm{H}}}$

⓪ 1

問 5　このサイクルにおいて，気体がもとの状態Ａに戻るために温度が満たすべき関係式は $\boxed{\ 17\ }$ である。

$\boxed{\ 17\ }$ に入る最も適切なものを，次の①～⑨のうちから１つ選べ。なお，必要であれば，断熱変化において成り立つ関係式：

$$PV^{\gamma} = (\text{一定}) \quad \text{または} \quad TV^{\gamma-1} = (\text{一定})$$

を用いよ。

① $T_{\mathrm{H}} \cdot T_{\mathrm{L}} = T_{\mathrm{H}} \cdot \Delta T_{\mathrm{H}} + T_{\mathrm{L}} \cdot \Delta T_{\mathrm{L}}$　② $T_{\mathrm{H}} \cdot T_{\mathrm{L}} = T_{\mathrm{H}} \cdot \Delta T_{\mathrm{L}} + T_{\mathrm{L}} \cdot \Delta T_{\mathrm{H}}$

③ $\Delta T_{\mathrm{H}} \cdot \Delta T_{\mathrm{L}} = T_{\mathrm{L}} \cdot \Delta T_{\mathrm{H}} - T_{\mathrm{H}} \cdot \Delta T_{\mathrm{L}}$　④ $\Delta T_{\mathrm{H}} \cdot \Delta T_{\mathrm{L}} = T_{\mathrm{H}} \cdot \Delta T_{\mathrm{H}} - T_{\mathrm{L}} \cdot \Delta T_{\mathrm{L}}$

⑤ $T_{\mathrm{H}} \cdot \Delta T_{\mathrm{L}} = T_{\mathrm{L}} \cdot \Delta T_{\mathrm{H}}$　⑥ $T_{\mathrm{H}} \cdot \Delta T_{\mathrm{H}} = T_{\mathrm{L}} \cdot \Delta T_{\mathrm{L}}$

⑦ $T_{\mathrm{H}} - T_{\mathrm{L}} = \Delta T_{\mathrm{H}} + \Delta T_{\mathrm{L}}$　⑧ $T_{\mathrm{H}} - T_{\mathrm{L}} = \Delta T_{\mathrm{H}} - \Delta T_{\mathrm{L}}$

⑨ $\Delta T_{\mathrm{H}} = \Delta T_{\mathrm{L}}$

問 6　このサイクルに関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから１つ選べ。$\boxed{\ 18\ }$

① 低熱源から吸収した熱量は，状態Ａから状態Ｂへの変化の際に外力が気体にした仕事と等しい。

② 低熱源の温度は一定なので，状態Ｂから状態Ｃへの変化は等温変化である。

③ 低熱源から吸収する熱量と高熱源に排出する熱量は常に等しい。

④ 状態Ｄから状態Ａへの変化は必ず不可逆変化となる。

⑤ 不可逆変化が含まれるので，サイクルを一周しても気体の内部エネルギーはもとには戻らない。

次のページに続く

3 次の文章を読み，下の問い(**問 1 ～ 7**)に答えよ。

〔1〕 図1に示すように，起電力3.00 V の電池に10.0 Ω および20.0 Ω の抵抗を直列に接続した。このとき，20.0 Ω の抵抗の両端ab間の電圧を V_{ab}〔V〕とする。次に，図2に示すように，内部抵抗が r〔Ω〕の電圧計を端子abに接続してab間の電圧を測定した。このとき，電圧計は V_M〔V〕の値を示した。

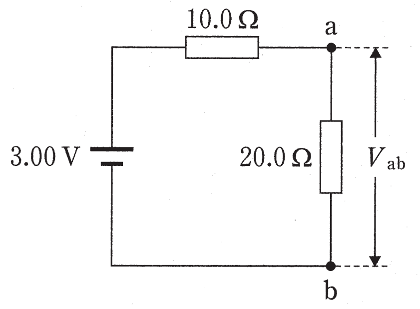


図1

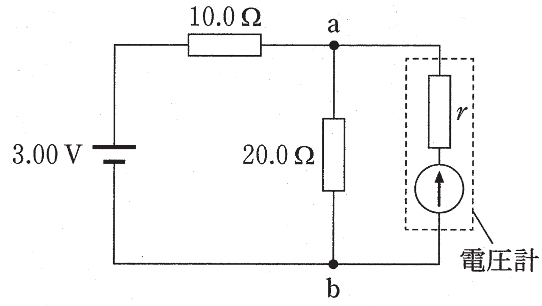


図2

問 1 図1において $V_{ab} = \boxed{19}$ V である。

$\boxed{19}$ に入る最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① 0.200 ② 0.400 ③ 0.500
④ 0.750 ⑤ 1.00 ⑥ 1.50
⑦ 2.00 ⑧ 2.25 ⑨ 2.50

問 2 図2において電圧計の示す値 V_M を r を使って表すと，$V_M = \boxed{20}$〔V〕である。

$\boxed{20}$ に入る最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{r}{15+2r}$ ② $\dfrac{r}{15+3r}$ ③ $\dfrac{2r}{60+3r}$

④ $\dfrac{r}{30+3r}$ ⑤ $\dfrac{3r}{40+6r}$ ⑥ $\dfrac{3r}{60+2r}$

⑦ $\dfrac{6r}{20+3r}$ ⑧ $\dfrac{3r}{15+r}$ ⑨ $\dfrac{3r}{15+2r}$

問 3　V_{ab} と V_M の差は，この電圧計が測定値に及ぼす影響と考えることができる。その割合として

$$\frac{|V_{ab}-V_M|}{V_{ab}}\times 100\ \% \qquad (1)$$

を考える。式(1)の値が小さいほど，この電圧計が測定に及ぼす影響は小さいと考えられる。式(1)の値を 1 % 以内とするために必要な r の最小値は $\boxed{\ 21\ }$ Ω である。

$\boxed{\ 21\ }$ に入る最も適切なものを，次の①〜⑨のうちから 1 つ選べ。

① 330	② 340	③ 360
④ 630	⑤ 640	⑥ 660
⑦ 930	⑧ 990	⑨ 1300

〔2〕 図3に示すように，xy 平面内の $0 < x < \frac{1}{2}l$ の領域に紙面の裏から表に向かう磁束密度 B の一様な磁場(磁界)が存在している。また，$l < x < \frac{3}{2}l$ の領域には紙面の表から裏に向かう磁束密度 B の一様な磁場が存在している。その他の領域の磁場は0である。

この領域を1辺の長さが l，全体の抵抗値が R の正方形のコイル abcd を，辺 ab が y 軸と平行になるようにして，xy 平面内を x 軸の正の向きに一定の速さ v で移動させる。このとき，コイルで起こる現象について考える。ただし，コイルに発生する誘導電流がつくる磁場の影響は無視できるものとする。

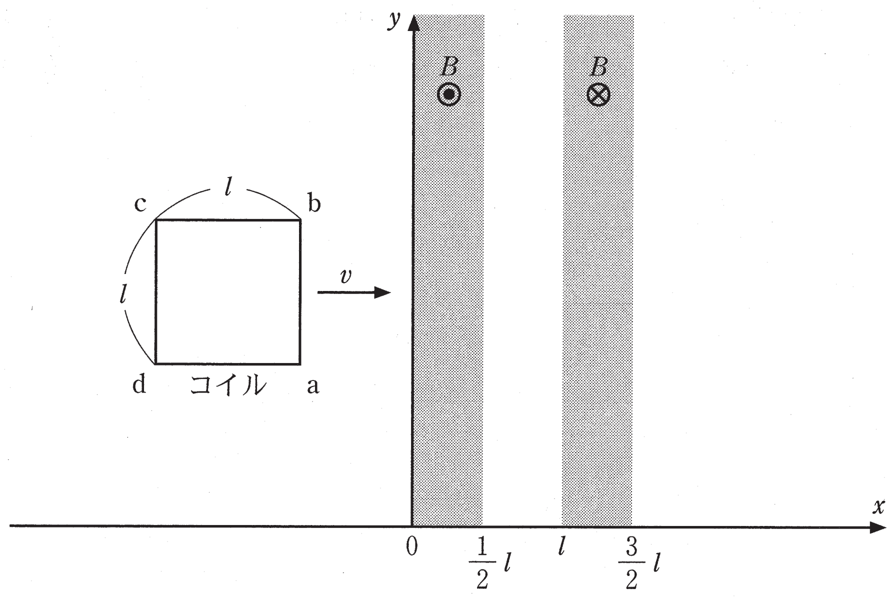


図3

問4 コイルに生じる誘導電流の向きと大きさ I は，辺 ab が領域 $0 < x < \frac{1}{2}l$ を移動しているときは $\boxed{22}$ であり，$\frac{1}{2}l \leqq x \leqq l$ を移動しているときは $\boxed{23}$ であり，$l < x < \frac{3}{2}l$ を移動しているときは $\boxed{24}$ である。

$\boxed{22}$，$\boxed{23}$，$\boxed{24}$ に入る最も適切なものを，次の①～⑦のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

① a→b→c→d の向きに $I = \frac{vBl}{2R}$　　② d→c→b→a の向きに $I = \frac{vBl}{2R}$

③ a→b→c→d の向きに $I = \frac{vBl}{R}$　　④ d→c→b→a の向きに $I = \frac{vBl}{R}$

⑤ a→b→c→d の向きに $I = \frac{2vBl}{R}$　　⑥ d→c→b→a の向きに $I = \frac{2vBl}{R}$

⑦ 向きはなく $I = 0$

問 5　辺 ab が領域 $0 < x < \frac{1}{2}l$ を移動する間のコイルにおける発熱量(ジュール熱)は $\boxed{25}$ であり，また，$\frac{1}{2}l \leqq x \leqq l$ を移動する間では $\boxed{26}$ であり，$l < x < \frac{3}{2}l$ を移動する間では $\boxed{27}$ である。

$\boxed{25}$，$\boxed{26}$，$\boxed{27}$ に入る最も適切なものを，次の①～⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

① $\dfrac{vB^2l^3}{4R}$　② $\dfrac{vB^2l^3}{3R}$　③ $\dfrac{vB^2l^3}{2R}$

④ $\dfrac{vB^2l^3}{R}$　⑤ $\dfrac{2vB^2l^3}{R}$　⑥ $\dfrac{3vB^2l^3}{R}$

⑦ $\dfrac{4vB^2l^3}{R}$　⑧ 0

問 6　コイル全体が磁場からうける力は，辺 ab が領域 $0 < x < \frac{1}{2}l$ を移動しているときは $\boxed{28}$ であり，$\frac{1}{2}l \leqq x \leqq l$ を移動しているときは $\boxed{29}$ であり，$l < x < \frac{3}{2}l$ を移動しているときは $\boxed{30}$ である。

$\boxed{28}$，$\boxed{29}$，$\boxed{30}$ に入る最も適切なものを，次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

① $-\dfrac{4vB^2l^2}{R}$　② $-\dfrac{2vB^2l^2}{R}$　③ $-\dfrac{vB^2l^2}{R}$

④ $-\dfrac{vB^2l^2}{2R}$　⑤ $\dfrac{vB^2l^2}{2R}$　⑥ $\dfrac{vB^2l^2}{R}$

⑦ $\dfrac{2vB^2l^2}{R}$　⑧ $\dfrac{4vB^2l^2}{R}$　⑨ 0

問 7　辺 ab が $0 < x < \frac{3}{2}l$ を移動する間に，コイルを一定速度で動かすために必要な外力がコイルに与える仕事 W は $W = \boxed{31}\dfrac{vB^2l^3}{R}$ である。

$\boxed{31}$ に入る最も適切なものを，次の①～⑨のうちから1つ選べ。

① $\dfrac{3}{5}$　② $\dfrac{2}{3}$　③ 1

④ $\dfrac{3}{2}$　⑤ $\dfrac{5}{3}$　⑥ 2

⑦ $\dfrac{5}{2}$　⑧ 3　⑨ 5