

理 科 [物理 化学 生物]

2024年度 理学部 一般選抜試験

受験 番号		氏 名	
----------	--	-----	--

【注 意 事 項】

- 1 試験監督による解答始めの指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 試験時間は90分です。
- 3 この問題冊子は1ページから112ページまであります。
- 4 この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。
- 5 解答は解答用紙（マークシート）の所定欄に記入しなさい。
- 6 解答は所定欄に鉛筆で濃くはっきりとマークしなさい。その際、ボールペン・サインペン・万年筆等は使用してはいけません。その他マークの仕方に関しては、解答用紙（マークシート）の注意事項をよく読むこと。
- 7 試験監督の指示に従って問題冊子に受験番号および氏名を記入しなさい。
- 8 試験監督の指示に従って、解答用紙（マークシート）に氏名、フリガナおよび受験番号を記入し、さらに受験番号をマークしなさい。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。
- 9 出題科目、ページおよび選択方法は、下表の通りです。

出題科目	ページ	選 択 方 法
物 理	4～23	物理学科および化学科受験生は、物理問題〔Ⅰ〕、〔Ⅱ〕、〔Ⅲ〕の3題、化学問題〔A〕、〔B〕、〔C〕の3題、生物問題〔イ〕、〔ロ〕、〔ハ〕の3題、以上合計9題の中から自由に3題を選択して解答しなさい。 生物科学科受験生は、化学問題〔A〕、〔B〕、〔C〕の3題、生物問題〔イ〕、〔ロ〕、〔ハ〕の3題、以上合計6題の中から自由に3題を選択して解答しなさい。
化 学	24～61	
生 物	62～111	

選択した問題に対して解答用紙（マークシート）の問題番号の下の○をマークしなさい。

解答用紙（マークシート）にはすべての問題の解答欄がありますが、生物科学科受験生は物理問題〔Ⅰ〕、〔Ⅱ〕、〔Ⅲ〕の3題は解答することができません。

万一、4題以上解答した場合は、すべての解答が採点されません。

（裏表紙に続く）

- 10 解答用紙（マークシート）は折り曲げたり，メモやチェック等で汚したりしないように注意しなさい。マークを訂正する場合は，消しゴムできれいに消し，中途半端な消し方をしないこと。不正確なマークは0点となります。解答用紙（マークシート）に消しゴムのかすが残っていると，採点が不可能となる場合があります。解答用紙の両面の消しゴムのかすは，回収前に取り除いておくこと。
- 11 問題冊子の余白は適宜使用してかまいませんが，どのページも切り離してはいけません。
- 12 試験中に問題冊子の印刷不明瞭，ページの落丁・乱丁および解答用紙（マークシート）の汚れ等に気づいた場合は，手を高く上げて試験監督に知らせなさい。
- 13 試験終了後，問題冊子と解答用紙（マークシート）はともに回収します。試験室から持ち出した場合は，不正行為となります。

余 白

余 白

物理問題

[I] 次の問1と問2の文中の□1～□10に入れるのに最も適した選択肢をそれぞれの解答群のうちから1つ選びなさい。なお、重力加速度の大きさを g 、円周率を π とし、空気抵抗は無視できるものとする。

問1 図1(a)のように、なめらかな水平面上に質量 M 、傾斜角 θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) の三角柱があり、そのなめらかな斜面の最下点に質量 m の小物体 P が置かれている。三角柱と小物体 P は水平面に対して静止している。三角柱を水平面に対して一定の加速度の大きさ a で水平方向左向きに動かすとき、三角柱上の観測者から見て小物体 P に対して斜面に垂直な方向の力のつり合いを考えると、小物体 P が斜面から受ける垂直抗力の大きさは□1である。このとき、小物体 P が斜面を上るのは、加速度の大きさ a が□2より大きい場合であり、三角柱上の観測者から見て小物体 P が斜面に沿って距離 l だけ移動するのに要する時間は□3である。

つぎに図1(b)のように、静止した三角柱の斜面に小物体 P を置いて、静かに放したところ、小物体 P が斜面を滑り落ちると同時に三角柱が動き始めた。このときの小物体 P が斜面から受ける垂直抗力の大きさを N 、三角柱の水平面に対する加速度の大きさを A とする。このとき、三角柱上の観測者から見ると、小物体 P の斜面に垂直な方向の力のつり合いの式は□4と表される。また、小物体 P の三角柱に対する加速度の斜面に平行な成分の大きさは□5，三角柱が床から受ける力の大きさは□6である。

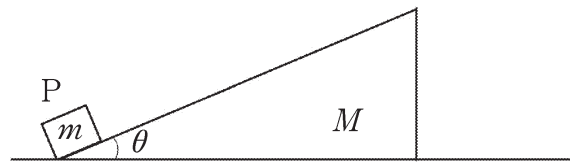


図1(a)

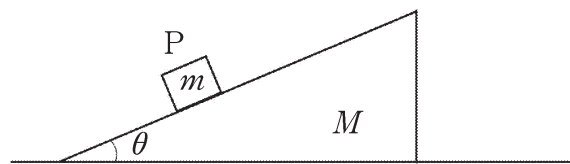


図1(b)

1 の解答群

- ① $mg \cos \theta$ ② $mg \sin \theta$ ③ $m(g \sin \theta + a \sin \theta)$
 ④ $m(g \sin \theta + a \cos \theta)$ ⑤ $m(g \sin \theta - a \cos \theta)$ ⑥ $m(g \cos \theta + a \sin \theta)$
 ⑦ $m(g \cos \theta - a \sin \theta)$ ⑧ $m(g \cos \theta + a \cos \theta)$ ⑨ $ma \sin \theta$
 ⑩ $ma \cos \theta$

2 の解答群

- ① g ② $g \cos \theta$ ③ $g \sin \theta$ ④ $g \tan \theta$
 ⑤ $\frac{g}{\cos \theta}$ ⑥ $\frac{g}{\sin \theta}$ ⑦ $\frac{g}{\tan \theta}$ ⑧ $g(\cos \theta + \sin \theta)$
 ⑨ $g(\cos \theta - \sin \theta)$ ⑩ $g(1 + \tan \theta)$

3 の解答群

- ① $\sqrt{\frac{l}{a \cos \theta}}$ ② $\sqrt{\frac{2l}{a \cos \theta}}$ ③ $\sqrt{\frac{l}{2(a - g) \cos \theta}}$
 ④ $\sqrt{\frac{l}{(a - g) \cos \theta}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{l}{(a - g) \sin \theta}}$ ⑥ $\sqrt{\frac{l}{a \cos \theta + g \sin \theta}}$
 ⑦ $\sqrt{\frac{l}{a \cos \theta - g \cos \theta}}$ ⑧ $\sqrt{\frac{2l}{a \cos \theta - g \sin \theta}}$ ⑨ $\sqrt{\frac{2l}{a \sin \theta - g \cos \theta}}$
 ⑩ $\sqrt{\frac{2l}{2a \sin \theta - g \cos \theta}}$

4 の解答群

- ① $N - mg \cos \theta = 0$ ② $N - mg \sin \theta = 0$
 ③ $N - mg \cos \theta + mA \cos \theta = 0$ ④ $N - mg \cos \theta - mA \cos \theta = 0$
 ⑤ $N - mg \cos \theta + mA \sin \theta = 0$ ⑥ $N - mg \cos \theta - mA \sin \theta = 0$
 ⑦ $N + mg \cos \theta + mA \cos \theta = 0$ ⑧ $N + mg \cos \theta - mA \cos \theta = 0$
 ⑨ $N + mg \cos \theta + mA \sin \theta = 0$ ⑩ $N + mg \cos \theta - mA \sin \theta = 0$

5 の解答群

① $g \cos \theta$

② $g \sin \theta$

③ $g \cos \theta + A \cos \theta$

④ $g \cos \theta - A \cos \theta$

⑤ $g \cos \theta + A \sin \theta$

⑥ $g \cos \theta - A \sin \theta$

⑦ $g \sin \theta + A \cos \theta$

⑧ $g \sin \theta - A \cos \theta$

⑨ $g \sin \theta + A \sin \theta$

⑩ $g \sin \theta - A \sin \theta$

6 の解答群

① Mg

② $(M + m)g$

③ $(M - m)g$

④ $Mg + N \cos \theta$

⑤ $Mg - N \cos \theta$

⑥ $Mg + N \sin \theta$

⑦ $Mg - N \sin \theta$

⑧ $Mg + N \tan \theta$

⑨ $Mg - N \tan \theta$

⑩ 0

余 白

問2 図2のように、密度 ρ_0 の十分に深い液体中に、断面積 S 、長さ l 、密度 ρ の一様な円柱を浮かべる。ただし、 $\rho < \rho_0$ であり、液面より上の気体の密度、ならびに空気や液体の抵抗は無視できるものとし、円柱にはたらく力は重力と浮力のみを考える。また、以下の一連の実験において円柱の上面は液面より下に沈まないとする。

円柱の下面が液面から深さ x だけ沈んだときの円柱に働く浮力の大きさは 7 であるので、円柱の下面が液面から深さ 8 だけ沈んでいるときに円柱は静止している。つぎに、この状態から d だけ円柱を鉛直に押し下げた。このとき円柱に加えた外力の大きさは 9 である。その後、静かに放すと円柱は液面から飛び出ることなく周期 10 で上下に単振動をはじめた。ただし、円柱が単振動しているとき液面の高さは振動によって変化しないとする。

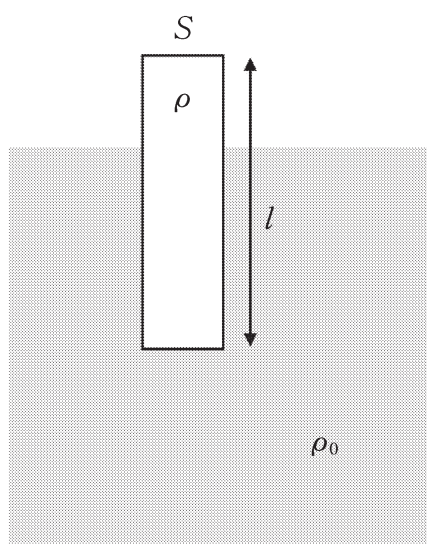


図2

7 の解答群

- ① ρSlg ② $\rho_0 Slg$ ③ $(\rho_0 - \rho) Slg$ ④ ρSxg
 ⑤ $\rho_0 Sxg$ ⑥ $(\rho_0 - \rho) Sxg$ ⑦ $\rho S(l-x)g$ ⑧ $\rho_0 S(l-x)g$
 ⑨ $\rho_0 Slg + \rho Sxg$ ⑩ $\rho_0 Slg - \rho Sxg$

8 の解答群

- ① $\frac{\rho_0}{\rho} l$ ② $\frac{\rho}{\rho_0} l$ ③ $2 \frac{\rho_0}{\rho} l$ ④ $2 \frac{\rho}{\rho_0} l$
 ⑤ $\left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right) l$ ⑥ $\left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) l$ ⑦ $2\left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right) l$ ⑧ $2\left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) l$
 ⑨ $(\rho_0 - \rho) l$ ⑩ $2(\rho_0 - \rho) l$

9 の解答群

- ① ρSdg ② $\rho_0 Sdg$ ③ $(\rho_0 - \rho) Sdg$ ④ $2(\rho_0 - \rho) Sdg$
 ⑤ $\frac{(\rho_0 - \rho)}{2} Sdg$ ⑥ $\frac{\rho_0^2}{\rho} Sdg$ ⑦ $\frac{\rho^2}{\rho_0} Sdg$ ⑧ $\frac{\rho^2}{2\rho_0} Sdg$
 ⑨ $\left(\frac{\rho}{\rho_0} - 1\right) \rho Sdg$ ⑩ $\left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) \rho Sdg$

10 の解答群

- ① $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ② $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{l}{g}}$ ③ $2\pi\sqrt{\frac{\rho_0 l}{\rho g}}$ ④ $2\pi\sqrt{\frac{\rho l}{\rho_0 g}}$
- ⑤ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{\rho_0 l}{\rho g}}$ ⑥ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{\rho l}{\rho_0 g}}$ ⑦ $2\pi\sqrt{\left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right)\frac{l}{g}}$ ⑧ $2\pi\sqrt{\left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right)\frac{l}{g}}$
- ⑨ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1\right)\frac{l}{g}}$ ⑩ $\frac{\pi}{2}\sqrt{\left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right)\frac{l}{g}}$

余 白

[Ⅱ] 次の問1と問2の文中の□11～□20に入れるのに最も適した選択肢をそれぞれの解答群のうちから1つ選びなさい。なお、地磁気と重力の影響は無視できるものとする。

問1 図1のように、一辺の長さが l の正方形EFGHで囲まれた領域を、紙面の裏から表に向かって紙面に垂直に磁束密度の大きさが B の一様な磁場（磁界）が貫いている。いま、正方形EFGHと同一平面内に、一辺の長さが $a(<l)$ の正方形の回路MNOPを紙面に平行にたもったまま左から右に向かって一定の速さで移動させる。この回路は抵抗の無視できる導線でできており、抵抗やコンデンサーを加えることができる。回路の辺NOは磁場が貫いている領域の辺EHと常に平行であり、辺NOが辺EHに一致した時刻を $t=0$ とする。また誘導電流により回路に発生する磁場は、磁束密度の大きさが B の磁場と比べて十分小さいものとする。

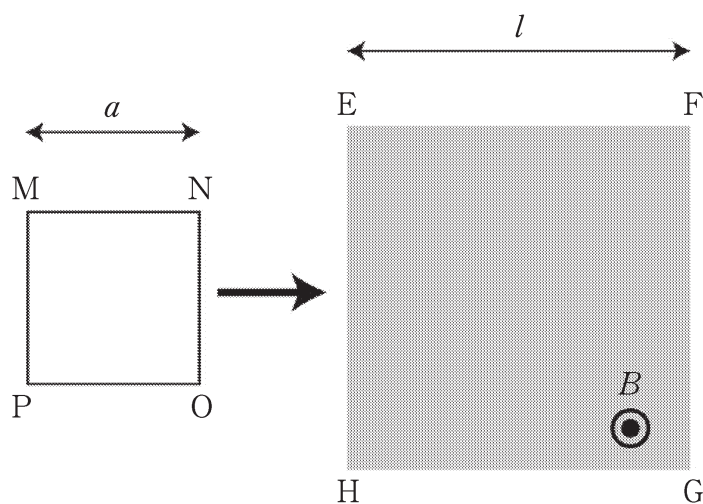


図1

図2のように回路に抵抗値 R の抵抗を加えて、速さ v で移動させた。

- (1) $0 < t < \frac{a}{v}$ のあいだに回路を貫く磁束は時間 ΔT あたり 11 だけ増加する。
- (2) $0 < t < \frac{a}{v}$ のあいだに回路に流れる電流の向きと、回路が受ける力の大きさとして正しい組み合わせは 12 である。
- (3) $0 < t < \frac{a}{v}$ のあいだに回路を一定の速さで動かすために外力が単位時間あたりにする仕事は 13 である。
- (4) $0 < t < \frac{a+l}{v}$ のあいだにコイルに流れる誘導電流 I の時間変化を表すグラフは 14 である。ただし時計回りの電流の符号を正とし、グラフの縦軸は上向きを正とする。

次に図3のように回路に抵抗値 R の抵抗と電気容量 C のコンデンサーを加えて、速さ v で移動させた。時刻 t_1 に回路に電流が流れなくなった。このときコンデンサーに蓄えられる電荷の大きさは 15 である。ただし $0 < t_1 < \frac{a}{v}$ とする。

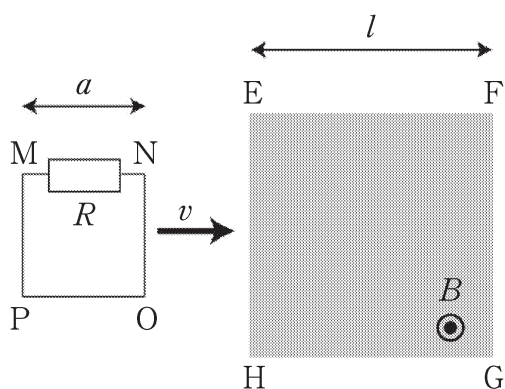


図2

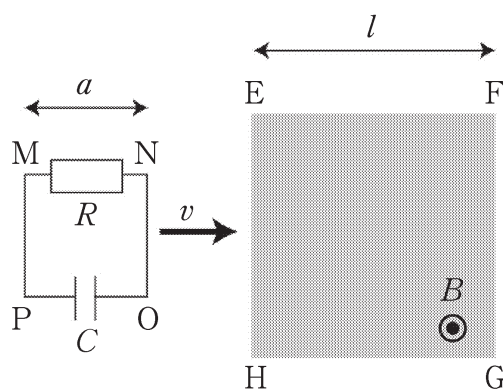


図3

11 の解答群

- | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ① $Bav\Delta T$ | ② $Ba^2v\Delta T$ | ③ $Bav^2\Delta T$ |
| ④ $\frac{1}{2} Bav\Delta T$ | ⑤ $\frac{1}{2} Ba^2v\Delta T$ | ⑥ $\frac{1}{2} Bav^2\Delta T$ |
| ⑦ $\frac{1}{4} Bav\Delta T$ | ⑧ $\frac{1}{4} Ba^2v\Delta T$ | ⑨ $\frac{1}{4} Bav^2\Delta T$ |

12 の解答群

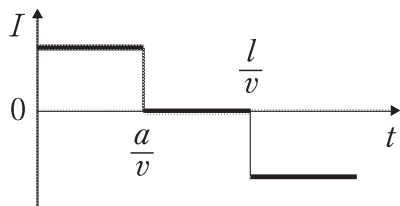
- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| ① 時計回り, $\frac{B^2a^2}{4R}v$ | ② 時計回り, $\frac{B^2a^2}{2R}v$ |
| ③ 時計回り, $\frac{B^2a^2}{R}v$ | ④ 時計回り, $\frac{2B^2a^2}{R}v^2$ |
| ⑤ 時計回り, $\frac{4B^2a^2}{R}v^2$ | ⑥ 反時計回り, $\frac{B^2a^2}{4R}v$ |
| ⑦ 反時計回り, $\frac{B^2a^2}{2R}v$ | ⑧ 反時計回り, $\frac{B^2a^2}{R}v$ |
| ⑨ 反時計回り, $\frac{2B^2a^2}{R}v^2$ | ⑩ 反時計回り, $\frac{4B^2a^2}{R}v^2$ |

13 の解答群

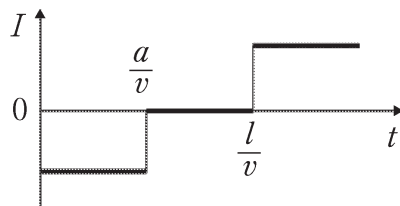
- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ① $\frac{B^2a^2}{R}v$ | ② $\frac{2B^2a^2}{R}v$ | ③ $\frac{B^2a^2}{2R}v$ |
| ④ $\frac{B^2a^2}{4R}v$ | ⑤ $\frac{B^2a^2}{R}v^2$ | ⑥ $\frac{2B^2a^2}{R}v^2$ |
| ⑦ $\frac{B^2a^2}{2R}v^2$ | ⑧ $\frac{B^2a^2}{4R}v^2$ | |

14 の解答群

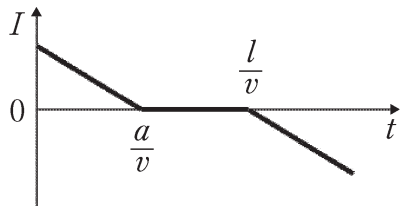
①



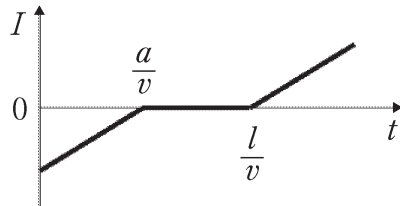
②



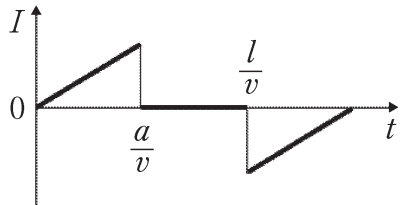
③



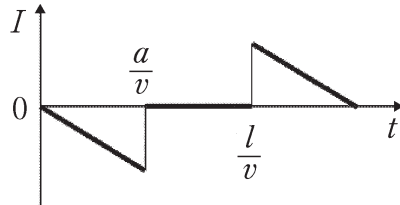
④



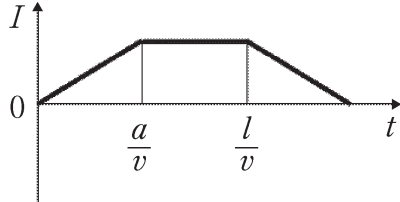
⑤



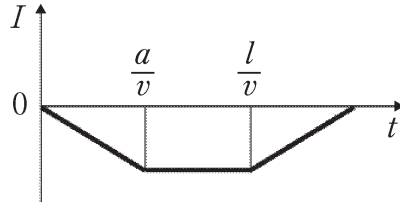
⑥



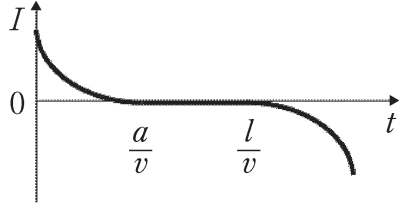
⑦



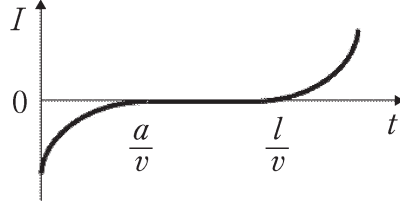
⑧



⑨



⑩



15 の解答群

- ① $\frac{1}{4} BaCv$ ② $\frac{1}{3} BaCv$ ③ $BaCv$ ④ Ba^2Cv ⑤ $\frac{3}{2} Ba^2Cv$
 ⑥ $2Ba^2Cv$ ⑦ $3Ba^2Cv$ ⑧ $4Ba^2Cv$ ⑨ 0

問2 図4に示すようなスイッチ，起電力 V の直流電源，面積 S の平行板コンデンサーからなる回路を考える。平行板コンデンサーは面積 S の2枚の正方形金属板からなり，金属板の間は真空中で間隔は d である。真空の誘電率を ϵ_0 とする。スイッチを閉じて十分に時間がたった後，コンデンサーに蓄えられている電荷量は一定となった。この状態を初期状態とする。

- (1) 初期状態からスイッチを開き，面積 S の正方形で厚さが d ，比誘電率 ϵ_r の誘電体を平行板コンデンサーに挿入した。誘電体と金属板は完全に重なっているとす。このときコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーは 16 である。
- (2) 初期状態からスイッチを閉じたままで，面積 S の正方形で厚さが d ，比誘電率 ϵ_r の誘電体を平行板コンデンサーに挿入した。誘電体と金属板は半分の面積だけ重なっているとす。このときコンデンサーに蓄えられている静電エネルギーは 17 である。この状態からスイッチを開き，誘電体をコンデンサーから完全に引き抜いた。このときコンデンサーの電位差は 18 である。
- (3) 初期状態からスイッチを開き，2枚の金属板を平行に保ったまま，上の金属板をゆっくりと Δd だけ上方に移動させ，間隔を広げた。このとき，コンデンサーの電気容量は 19 となる。一定の力を加えて移動させたとすると，その力の大きさは 20 である。

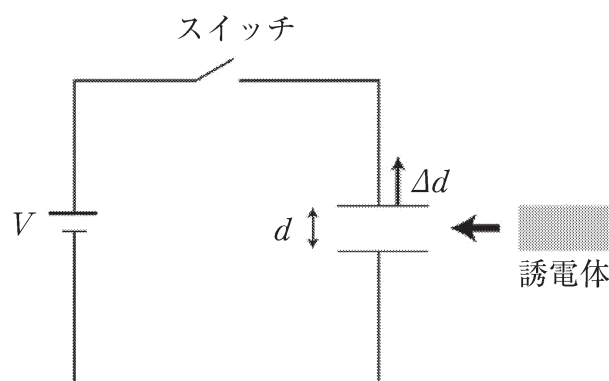


図4

16 の解答群

- ① $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_r S}{\epsilon_0 d} V^2$ ② $\frac{\epsilon_r S}{\epsilon_0 d} V^2$ ③ $\frac{2\epsilon_r S}{\epsilon_0 d} V^2$ ④ $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d} V^2$
 ⑤ $\frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d} V^2$ ⑥ $\frac{2\epsilon_0 \epsilon_r S}{d} V^2$ ⑦ $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 S}{\epsilon_r d} V^2$ ⑧ $\frac{\epsilon_0 S}{\epsilon_r d} V^2$
 ⑨ $\frac{2\epsilon_0 S}{\epsilon_r d} V^2$

17 の解答群

- ① $2(\epsilon_r + 1) \frac{\epsilon_0 S}{d} V^2$ ② $\frac{1}{2} (\epsilon_r + 1) \frac{\epsilon_0 S}{d} V^2$ ③ $\frac{1}{4} (\epsilon_r + 1) \frac{\epsilon_0 S}{d} V^2$
 ④ $2 \frac{\epsilon_0 S}{(\epsilon_r + 1)d} V^2$ ⑤ $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 S}{(\epsilon_r + 1)d} V^2$ ⑥ $\frac{1}{4} \frac{\epsilon_0 S}{(\epsilon_r + 1)d} V^2$
 ⑦ $2 \frac{\epsilon_0 d}{(\epsilon_r + 1)S} V^2$ ⑧ $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 d}{(\epsilon_r + 1)S} V^2$ ⑨ $\frac{1}{4} \frac{\epsilon_0 d}{(\epsilon_r + 1)S} V^2$

18 の解答群

- ① $\frac{1}{2} \epsilon_r \epsilon_0 V$ ② $\epsilon_r \epsilon_0 V$ ③ $2\epsilon_r \epsilon_0 V$
 ④ $\frac{1}{2} (\epsilon_r + 1) V$ ⑤ $(\epsilon_r + 1) V$ ⑥ $2(\epsilon_r + 1) V$
 ⑦ $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_0}{\epsilon_r + 1} V$ ⑧ $\frac{\epsilon_0}{\epsilon_r + 1} V$ ⑨ $\frac{2\epsilon_0}{\epsilon_r + 1} V$

19 の解答群

- ① $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 S}{d - \Delta d}$ ② $\frac{\epsilon_0 S}{d - \Delta d}$ ③ $\frac{2\epsilon_0 S}{d - \Delta d}$ ④ $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 S}{d + \Delta d}$
 ⑤ $\frac{\epsilon_0 S}{d + \Delta d}$ ⑥ $\frac{2\epsilon_0 S}{d + \Delta d}$ ⑦ $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 S}{\Delta d}$ ⑧ $\frac{\epsilon_0 S}{\Delta d}$
 ⑨ $\frac{2\epsilon_0 S}{\Delta d}$

20 の解答群

- ① $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 S}{d} V^2$ ② $\frac{\epsilon_0 S}{d} V^2$ ③ $\frac{2\epsilon_0 S}{d} V^2$ ④ $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d} V$
 ⑤ $\frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d} V$ ⑥ $\frac{2\epsilon_0 \epsilon_r S}{d} V$ ⑦ $\frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 S}{d^2} V^2$ ⑧ $\frac{\epsilon_0 S}{d^2} V^2$
 ⑨ $\frac{2\epsilon_0 S}{d^2} V^2$

[Ⅲ] 次の問 1 と問 2 の文中の 21 ～ 30 に入れるのに最も適した選択肢をそれぞれの解答群のうちから 1 つ選びなさい。

なめらかに動くピストンのついた容器に n モルの単原子分子の理想気体が封入されている熱機関を考える。

気体は外部から熱を吸収したり、外部へ熱を放出することができる。はじめに、体積 V_0 、圧力 $3p_0$ の状態 A にしたのち、図 1 のように状態 A から状態 B、状態 C、状態 D を経て状態 A に戻るように気体の状態をゆっくり変化させた。ここで、過程 A → B と過程 C → D は定圧変化、過程 B → C は等温変化、過程 D → A は定積変化である。なお、気体定数を R とする。

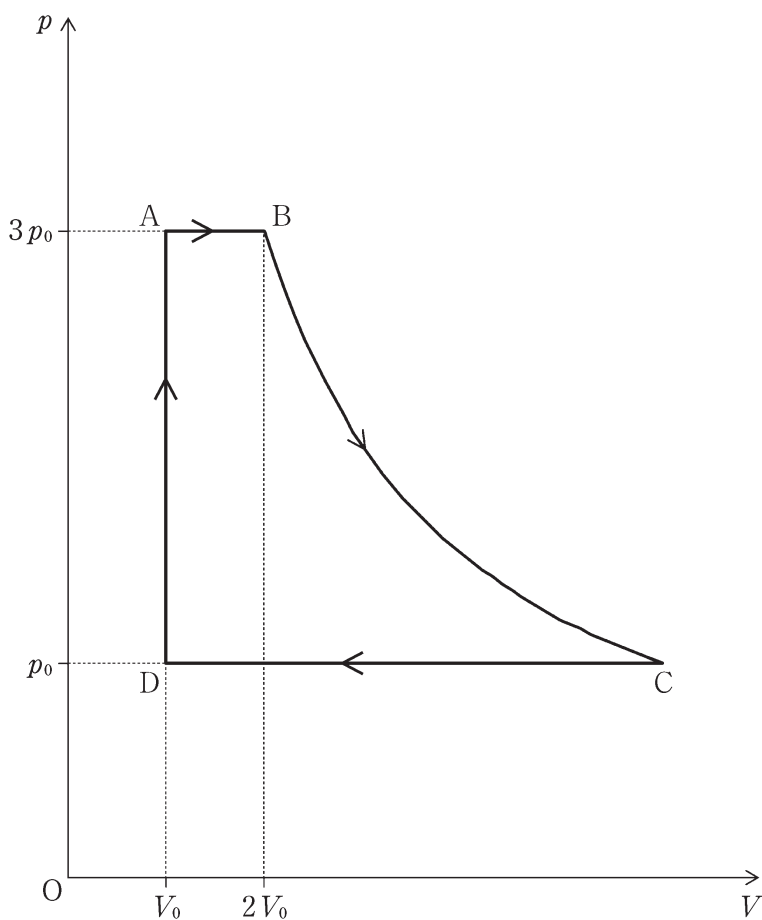


図 1

問1 図1のサイクルにおいて、状態Bの温度は状態Aの温度の 21 倍となるので、
 状態Aから状態Bへの変化における気体の内部エネルギーの変化 ΔU_{AB} は 22 と
 なる。また、状態Aから状態Bへの変化で、気体は 23 , 24 ことになる。

21 の解答群

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{2}{5}$ ③ $\frac{1}{2}$ ④ $\frac{2}{3}$ ⑤ 1
- ⑥ $\frac{3}{2}$ ⑦ 2 ⑧ $\frac{5}{2}$ ⑨ 3

22 の解答群

- ① $-\frac{9}{2}p_0V_0$ ② $-3p_0V_0$ ③ $-\frac{3}{4}p_0V_0$ ④ $-\frac{3}{2}p_0V_0$ ⑤ 0
- ⑥ $\frac{3}{2}p_0V_0$ ⑦ $\frac{3}{4}p_0V_0$ ⑧ $3p_0V_0$ ⑨ $\frac{9}{2}p_0V_0$

23 の解答群

- ① 外部に $6p_0V_0$ の仕事をし
- ② 外部に $3p_0V_0$ の仕事をし
- ③ 外部に $\frac{3}{2}p_0V_0$ の仕事をし
- ④ 外部に $2p_0V_0$ の仕事をし
- ⑤ 外部に 仕事をせず
- ⑥ 外部から $2p_0V_0$ の仕事をされ
- ⑦ 外部から $\frac{3}{2}p_0V_0$ の仕事をされ
- ⑧ 外部から $3p_0V_0$ の仕事をされ
- ⑨ 外部から $6p_0V_0$ の仕事をされ

24 の解答群

- ① 外部から $\frac{15}{2} p_0 V_0$ の熱量を吸収した
- ② 外部から $\frac{9}{2} p_0 V_0$ の熱量を吸収した
- ③ 外部から $3 p_0 V_0$ の熱量を吸収した
- ④ 外部から $\frac{3}{2} p_0 V_0$ の熱量を吸収した
- ⑤ 外部へ $\frac{3}{2} p_0 V_0$ の熱量を放出した
- ⑥ 外部へ $3 p_0 V_0$ の熱量を放出した
- ⑦ 外部へ $\frac{9}{2} p_0 V_0$ の熱量を放出した
- ⑧ 外部へ $\frac{15}{2} p_0 V_0$ の熱量を放出した
- ⑨ 熱を吸収も放出もしない

余 白

問2 図1のサイクルで、状態Bから状態Cへの変化において、状態Cの体積は状態Bの体積の 25 倍となり、この変化では 26 ことになる。また、状態Dから状態Aへの変化では 27 ことになる。したがって、状態Aから再び状態Aに戻る1サイクルの間に、気体が外部へ放出した熱量 Q_{out} は 28 となる。また、状態Bから状態Cへの変化で気体が外部から吸収した熱量を α とすると、1サイクルの間に気体が外部にする仕事は 29 となる。このとき、この熱機関の熱効率 e は 30 となる。

25 の解答群

- | | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----|
| ① $2^{\frac{3}{5}}$ | ② 2 | ③ $2^{\frac{5}{3}}$ | ④ $3^{\frac{3}{5}}$ | ⑤ 3 |
| ⑥ $3^{\frac{5}{3}}$ | ⑦ $6^{\frac{3}{5}}$ | ⑧ 6 | ⑨ $6^{\frac{5}{3}}$ | |

26, 27 の解答群

- ① 内部エネルギーが減少し、気体は外部に仕事をした
- ② 内部エネルギーが減少し、気体は仕事をしない
- ③ 内部エネルギーが減少し、気体は外部から仕事をされた
- ④ 内部エネルギーが増加し、気体は外部に仕事をした
- ⑤ 内部エネルギーが増加し、気体は仕事をしない
- ⑥ 内部エネルギーが増加し、気体は外部から仕事をされた
- ⑦ 内部エネルギーは変化せず、気体は外部に仕事をした
- ⑧ 内部エネルギーは変化せず、気体は仕事をしない
- ⑨ 内部エネルギーは変化せず、気体は外部から仕事をされた

28 の解答群

- ① 0 ② $\frac{1}{2} p_0 V_0$ ③ $p_0 V_0$ ④ $2 p_0 V_0$ ⑤ $\frac{5}{2} p_0 V_0$
- ⑥ $8 p_0 V_0$ ⑦ $\frac{19}{2} p_0 V_0$ ⑧ $11 p_0 V_0$ ⑨ $\frac{25}{2} p_0 V_0$

29 の解答群

- ① $2 p_0 V_0 + \alpha$ ② $2 p_0 V_0$ ③ $\alpha - 2 p_0 V_0$
- ④ $3 p_0 V_0 + \alpha$ ⑤ $3 p_0 V_0$ ⑥ $\alpha - 3 p_0 V_0$
- ⑦ $5 p_0 V_0 + \alpha$ ⑧ $5 p_0 V_0$ ⑨ $\alpha - 5 p_0 V_0$

30 の解答群

- ① $\frac{\alpha + 4 p_0 V_0}{2\alpha + 21 p_0 V_0}$ ② $\frac{\alpha - 4 p_0 V_0}{2\alpha + 21 p_0 V_0}$ ③ $\frac{2\alpha + 21 p_0 V_0}{2\alpha - 4 p_0 V_0}$
- ④ $\frac{2\alpha - 21 p_0 V_0}{2\alpha - 4 p_0 V_0}$ ⑤ $\frac{2\alpha + 4 p_0 V_0}{4\alpha + 21 p_0 V_0}$ ⑥ $\frac{2\alpha - 4 p_0 V_0}{2\alpha + 21 p_0 V_0}$
- ⑦ $\frac{2\alpha + 21 p_0 V_0}{2\alpha + 4 p_0 V_0}$ ⑧ $\frac{2\alpha - 21 p_0 V_0}{2\alpha + 4 p_0 V_0}$ ⑨ 1