

理 科

(100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1~12	4 問
化学	13~28	4 問
生物	29~44	5 問

注 意 事 項

1. この問題冊子は全部で 44 ページである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出ること。
2. 下表により 1 科目のみを選択し解答すること。

学 科	選 択 科 目
電気電子工学科 情報通信工学科	物理，化学から 1 科目選択
都市マネジメント学科 環境応用化学科 建築学科 産業デザイン学科 生活デザイン学科	物理，化学，生物から 1 科目選択

3. 解答には黒鉛筆を用い，ボールペン，色鉛筆，万年筆などを使用してはならない。
4. 解答用紙は共通でマーク式解答用紙 1 枚である。
5. 解答用紙の指定欄に座席番号（数字），氏名を記入し，さらに，座席番号と解答する科目名をマークすること。
解答は，例えば 60 に対して ⑤ と解答する場合は，次の（例）のように，解答番号 60 の解答欄の ⑤ のマーク位置に解答用紙のマーク例に従ってマークすること。

（例）

60	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6. 誤ってマークした場合は，消しゴムで完全に消してからマークしなおすこと。
7. 一つの解答欄に二つ以上マークした場合，その解答欄の解答は無効となる。
8. マーク式解答用紙は，折り曲げたり，破ったり，汚したりしないこと。
9. この問題冊子の余白は，計算などに利用してもよい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰ること。

物 理

- 1 図1のように、水平方向に x 軸、鉛直方向に y 軸をとり、 x 軸は右、 y 軸は上を正の向きとする。 x 軸の正の方向から水平に速さ v で飛んできた質量 m のボールをバットで打ったところ、打球は x 軸の正の方向となす角 θ で水平よりも上向きに同じ速さ v で飛んでいった。このとき、ボールとバットが衝突した点を原点 O とする。図1はバットにボールが衝突する直前・直後の様子を表している。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。ただし、空気抵抗は無視でき、重力加速度の大きさは g とする。また、打球は xy 面内を運動するものとする。

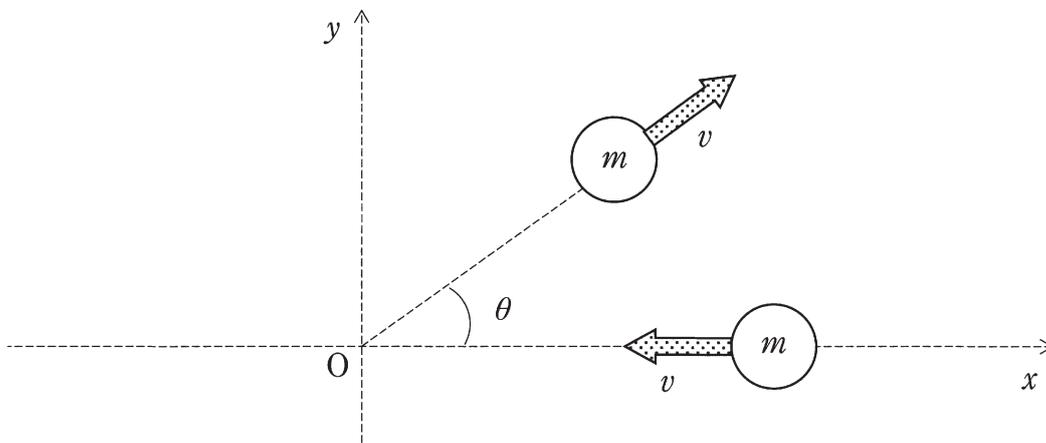


図 1

- 問 1. 打球が $\theta = 0^\circ$ で飛んだ場合、ボールがバットから受ける力積の説明として正しいのはどれか。

1

- ① 力積は 0 である。
- ② 力積の向きは x 軸の負の向きで、大きさは mv である。
- ③ 力積の向きは x 軸の負の向きで、大きさは $2mv$ である。
- ④ 力積の向きは x 軸の正の向きで、大きさは mv である。
- ⑤ 力積の向きは x 軸の正の向きで、大きさは $2mv$ である。

問2. 問1において、バットでボールを打つ前後のボールの運動エネルギーの変化量はいくらか。

2

- ① 0 ② mv ③ $2mv$
④ $\frac{1}{2}mv^2$ ⑤ mv^2 ⑥ $2mv^2$

問3. 打球が $\theta = 90^\circ$ で飛んだ場合のボールがバットから受ける力積の大きさはいくらか。

3

- ① 0 ② $\frac{1}{2}mv$ ③ $\frac{\sqrt{2}}{2}mv$
④ mv ⑤ $\sqrt{2}mv$ ⑥ $2mv$

問4. 問3において、ボールがバットから受ける力積の向きとして正しいものはどれか。

4

- ① $\theta = 0^\circ$ の向き ② $\theta = 30^\circ$ の向き ③ $\theta = 45^\circ$ の向き
④ $\theta = 90^\circ$ の向き ⑤ $\theta = 135^\circ$ の向き ⑥ $\theta = 150^\circ$ の向き

問5. 問3において、打球が達する最高点の原点 O からの高さはいくらか。

5

- ① $\frac{v}{2g}$ ② $\frac{v}{g}$ ③ $\frac{2v}{g}$
④ $\frac{v^2}{2g}$ ⑤ $\frac{v^2}{g}$ ⑥ $\frac{2v^2}{g}$

問6. 打球が $\theta = \theta_1$ ($0^\circ < \theta_1 < 90^\circ$) で飛んだ場合、ボールがバットから受ける力積の大きさはいくらか。

6

- ① $2mv \sin \frac{\theta_1}{2}$ ② $2mv \sin \theta_1$ ③ $2mv \sin 2\theta_1$
④ $2mv \cos \frac{\theta_1}{2}$ ⑤ $2mv \cos \theta_1$ ⑥ $2mv \cos 2\theta_1$

問7. 問6において、ボールがバットから受ける力積の向きを表す角度 θ_2 はいくらか。

7

- ① $\frac{1}{4}\theta_1$ ② $\frac{1}{2}\theta_1$ ③ θ_1
④ $2\theta_1$ ⑤ $4\theta_1$

問8. 問6のように打球が $\theta = \theta_1$ ($0^\circ < \theta_1 < 90^\circ$) で飛んだ場合における説明として正しいものは次のどれか。ただし、文中のボールが到達する地点とは、打ち上げた打球が原点Oの高さに戻ってきた場所を意味する。

8

- ① バットで打つ前のボールの速さが大きいほど、必要な力積は小さくなる。
② 飛んできたボールと同じ速さで θ_1 の方向にボールを飛ばすには、 θ_1 と同じ方向にボールに対して力積を加える必要がある。
③ θ_1 が大きいほど、必要な力積の大きさは小さくなる。
④ θ_2 が 45° を超えることがある。
⑤ θ_2 が 45° のときに最も遠くの地点にボールが到達する。
⑥ ボールが到達する地点と θ_2 に関係はない。

- 2 図1のように、交流電源と電熱器を1本 1.00Ω の抵抗を持つ電線2本でつないだ。電熱器のヒーターは一定の抵抗値をもつ抵抗である。電熱器の両端にかかる電圧の実効値が 100 V になるように交流電源を調整したところ、交流電源の電圧の実効値は 120 V だった。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$ とする。また、「電線」以外の導線には抵抗がないものとする。

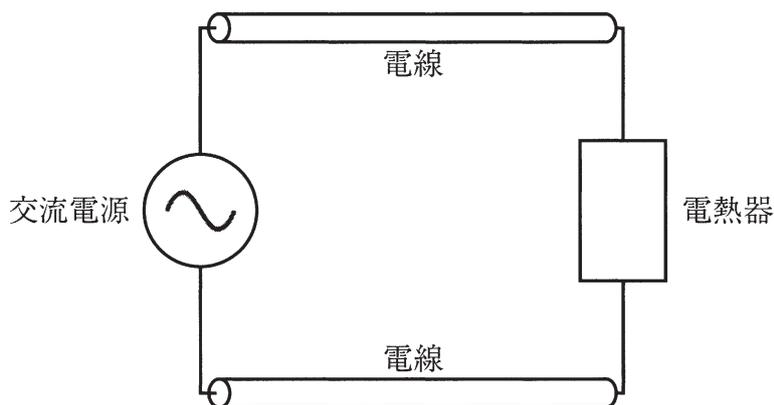


図 1

- 問 1. 交流電源の電圧と電熱器を流れる電流の位相の関係についての記述として最も適当なものはどれか。

9

電熱器を流れる電流は、交流電源の電圧に対して

- ① 同位相である。
- ② 逆位相である。
- ③ 位相が $\frac{\pi}{2}$ だけ進んでいる。
- ④ 位相が $\frac{\pi}{2}$ だけ遅れている。

- 問 2. 電熱器の両端にかかる電圧の最大値はいくらか。

10 [V]

- ① 70.9
- ② 100
- ③ 120
- ④ 141
- ⑤ 169
- ⑥ 200

問 3. 電線に流れる電流の実効値はいくらか。

11 [A]

- ① 2.00 ② 5.00 ③ 10.0 ④ 20.0 ⑤ 50.0

問 4. 電熱器の平均消費電力の値はいくらか。

12 [W]

- ① 1.00×10^2 ② 5.03×10^2 ③ 1.00×10^3
④ 1.20×10^3 ⑤ 2.00×10^3

問 5. 2本の電線の平均消費電力の合計はいくらか。

13 [W]

- ① 4.00×10^{-2} ② 8.00×10^{-2} ③ 1.00×10^2
④ 2.00×10^2 ⑤ 1.00×10^3 ⑥ 2.00×10^3

次に、図2のように図1の電熱器、電線と変圧器をつないだ。変圧器の一次コイルと二次コイルの巻数はそれぞれ N_1, N_2 ($\frac{N_2}{N_1} > 0$) とする。電熱器の両端にかかる電圧の実効値を図1の値と等しくなるように交流電源を調整した。ただし、変圧器は一次コイル側の電力を損失なく二次コイル側に伝えることができるものとする。

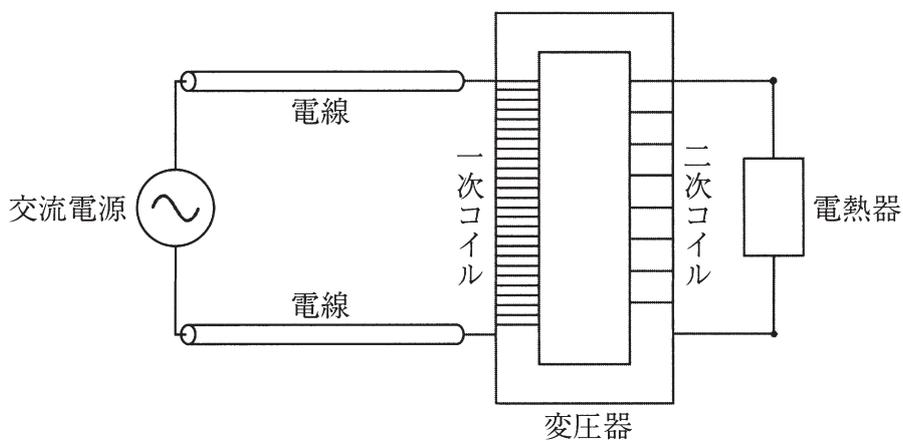


図 2

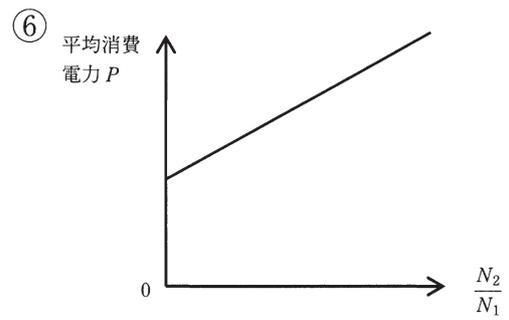
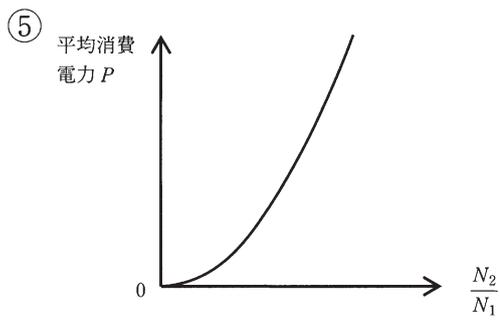
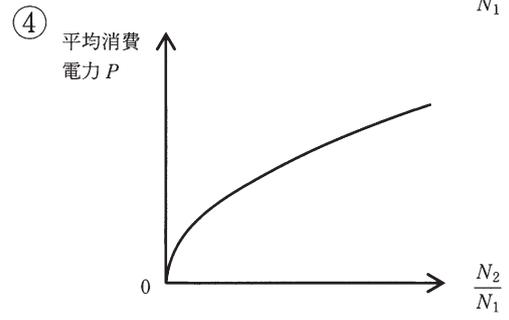
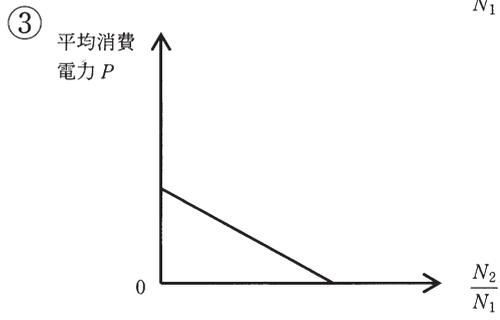
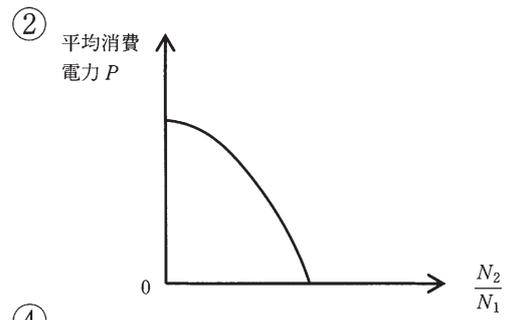
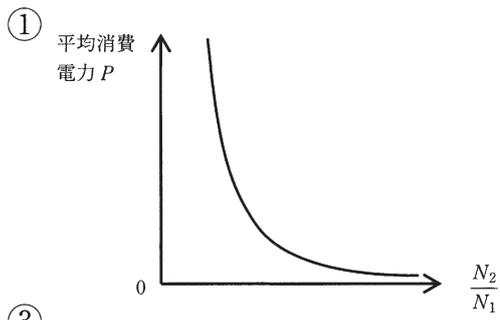
問 6. $\frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{50}$ のとき，二次コイルを流れる電流の実効値は一次コイルを流れる電流の実効値の何倍か。 14 倍

- ① $\frac{1}{50}$ ② $\frac{1}{5}$ ③ 1 ④ 5 ⑤ 50

問 7. 問 6 のとき，2本の電線の平均消費電力の合計はいくらか。 15 [W]

- ① 4.00×10^{-2} ② 8.00×10^{-2} ③ 1.00×10^2
④ 2.00×10^2 ⑤ 1.00×10^3 ⑥ 2.00×10^3

問 8. 図 2 の装置で $\frac{N_2}{N_1}$ の値を変えながら，電熱器の両端にかかる電圧の実効値を図 1 の値と等しくなるように交流電源を調整し，その時の 2 本の電線の平均消費電力の合計を測定した。 $\frac{N_2}{N_1}$ の値を横軸，2 本の電線の合計した平均消費電力 P の値を縦軸とするグラフを表すものはどれか。 16



- 3 図1で示された装置を使って音波の実験をした。水平に設置したガラス管の中に少量の軽い細粉をまいておく。ガラス管の一方の端には円板 A がある。円板 A はガラス管内を動かして位置を変えることができる。ガラス管のもう一方の端には金属棒につながった円板 B がある。金属棒は中点 M をしっかりとおさえて固定してある。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。

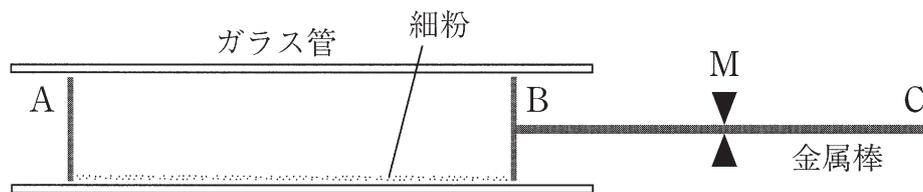


図 1

- 問 1. 金属棒の端 C 付近を松ヤニをつけた布でこすると金属棒から音が発生した。これは金属棒を伝わる音波の定常波ができたことによるものである。この定常波は基本振動である。金属棒を伝わる音波の波長はいくらか。金属棒の長さを L とし、円板の厚さは無視する。

17

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

問2. 金属棒の振動は棒の先端についている円板 B からガラス管内の空気へと伝わる。円板 A の位置を調節して、円板 A-B 間の距離を L_1 にしたとき、ガラス管から大きな音が聞こえた。次に、円板間の距離を少しずつ短くしていくと、円板間の距離が L_2 のときにふたたびガラス管からの音が大きくなった。ガラス管内の空気を伝わる音波の振動数はいくらか。空気中の音速を v とする。

18

- ① $\frac{v}{4(L_1-L_2)}$ ② $\frac{v}{2(L_1-L_2)}$ ③ $\frac{v}{L_1-L_2}$
 ④ $\frac{2v}{L_1-L_2}$ ⑤ $\frac{3v}{L_1-L_2}$ ⑥ $\frac{4v}{L_1-L_2}$

問3. ガラス管から大きな音が聞こえているときに細粉の様子を観察すると、細粉が集まっている場所とほとんど細粉がない場所が等しい間隔で繰り返されていた。ほとんど細粉がない場所の間隔 D は、問2の L_1-L_2 に等しかった。以下の文の正誤の順が正しいのはどれか。

19

- ア 場所による細粉の量のちがいは、振動する空気の振幅のちがいによってできたものである。
 イ 金属棒を長さが L よりも長いものに変えて実験すると、間隔 D は大きくなる。
 ウ 細粉がほとんどない場所では空気がはげしく振動しているとすれば、この場所では空気の圧力もはげしく変化している。

- ① ア-正, イ-正, ウ-正 ② ア-誤, イ-正, ウ-正
 ③ ア-正, イ-誤, ウ-正 ④ ア-正, イ-正, ウ-誤
 ⑤ ア-誤, イ-誤, ウ-正 ⑥ ア-誤, イ-正, ウ-誤
 ⑦ ア-正, イ-誤, ウ-誤 ⑧ ア-誤, イ-誤, ウ-誤

問 4. 金属棒を伝わる音波の音速を v' とする。 v' は v の何倍か。

20 倍

① $\frac{L}{4(L_1 - L_2)}$

② $\frac{L}{2(L_1 - L_2)}$

③ $\frac{L}{L_1 - L_2}$

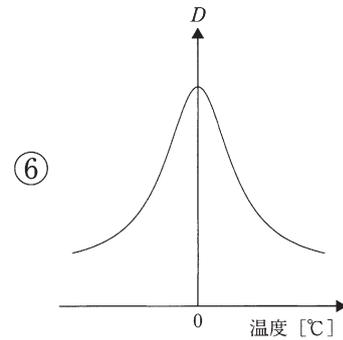
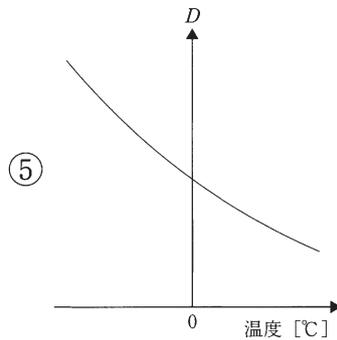
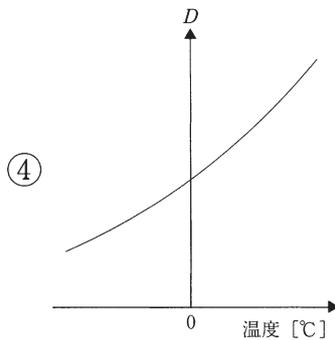
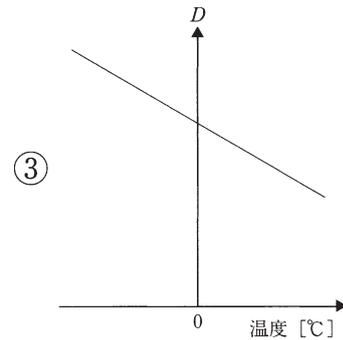
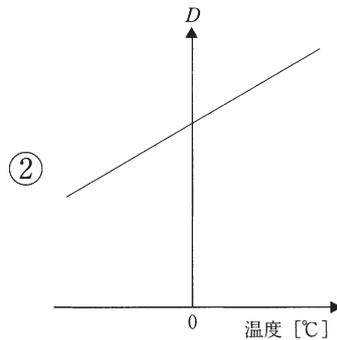
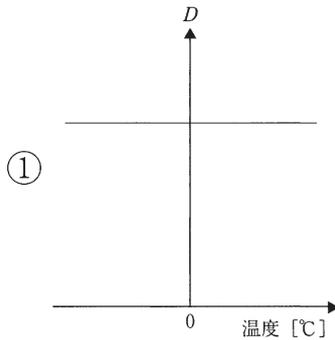
④ $\frac{2L}{L_1 - L_2}$

⑤ $\frac{3L}{L_1 - L_2}$

⑥ $\frac{4L}{L_1 - L_2}$

問 5. ガラス管中の空気の温度を 0°C 付近でいろいろ変えて同様の実験をする。それぞれの温度で、ガラス管からの音が大きくなるように円板 A の位置を調節し、細粉を観察する。間隔 D は温度とともにどのような変化をするか。以下のグラフの中から最も適切なものを選びなさい。

21



- 4 風船に空気を入れたところ、温度 T_0 、密度 ρ_0 、体積 V_0 となった。図1のように、この風船にゴンドラを取り付けた気球を用意する。風船は伸び縮みできるものとし、風船内部と外部の圧力は常に等しいものとする。風船内部の空気を加熱したところ、温度が T_1 、体積が V_1 、密度が ρ_1 へと変化し、ゴンドラが浮き上がった。空気は理想気体とし、風船外部の空気は温度 T_0 、密度 ρ_0 のまま変わらないものとする。また、重力加速度の大きさを g 、風船自体とゴンドラを合わせた質量を M とし、ゴンドラの体積は無視できるものとする。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。

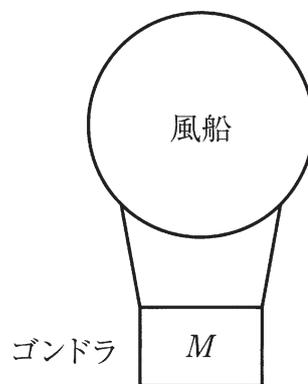


図1

問1. T_1 の値はいくらか。

22

- ① $\frac{V_0}{V_1} T_0$ ② $\frac{V_1}{V_0} T_0$ ③ $\frac{T_0}{V_0}$
 ④ $\frac{T_0}{V_1}$ ⑤ $\frac{V_0}{V_1 T_0}$ ⑥ $\frac{V_1}{V_0 T_0}$

問 2. ρ_1 の値はいくらか。

23

- ① $\frac{T_1}{T_0\rho_0}$ ② $\frac{T_0}{T_1\rho_0}$ ③ $\frac{T_0}{\rho_0}$
④ $\frac{T_1}{\rho_0}$ ⑤ $\frac{T_0}{T_1}\rho_0$ ⑥ $\frac{T_1}{T_0}\rho_0$

問 3. ゴンドラが浮き上がったとき，風船にはたらく浮力の大きさはいくらか。

24

- ① ρ_0V_1g ② ρ_1V_1g ③ ρ_0V_0g
④ ρ_1V_0g ⑤ Mg ⑥ V_0g

問 4. ゴンドラが浮くための条件として適切なものはどれか。

25

- ① $T_1 > \frac{\rho_0V_1}{\rho_0V_1 + M} T_0$ ② $T_1 < \frac{\rho_0V_1}{\rho_0V_1 + M} T_0$ ③ $T_1 > \frac{\rho_0V_1}{\rho_0V_1 - M} T_0$
④ $T_1 < \frac{\rho_0V_1}{\rho_0V_1 - M} T_0$ ⑤ $T_1 > \frac{\rho_0V_1 - M}{\rho_0V_1} T_0$ ⑥ $T_1 < \frac{\rho_0V_1 - M}{\rho_0V_1} T_0$

(物理問題終わり)