



未来のエスキースを描く。

東北工業大学

2025年度入学試験問題

A - 2

理

科

(100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1～14	4 問
化学	15～26	4 問

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子は全部で26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。
3. 物理，化学から1科目のみを選択し解答すること。
4. 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。
5. 解答用紙は科目共通で1枚（マーク式）である。
6. 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
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

7. 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。
8. 1つの解答欄に2つ以上マークした場合，その解答欄の解答は無効となる。
9. 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。
10. この問題冊子の余白は，計算などに利用してもよい。
11. 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、なめらかな斜面と半径 r のなめらかな円形のループと地上平面がつながっている。ループと地上平面は点 A で接しており、ループの最上点を B とする。質量 m の小球を、地上より r の n 倍の高さの斜面上にある点 P で静かにはなしたところ、小球は面にそって運動し、ループを一回転して地上平面へすべり出した。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、重力加速度の大きさを g とする。また、図の右向きを x 軸正の向き、図の上向きを y 軸正の向きとする。小球は同一鉛直面内を運動するものとする。空気抵抗は無視する。

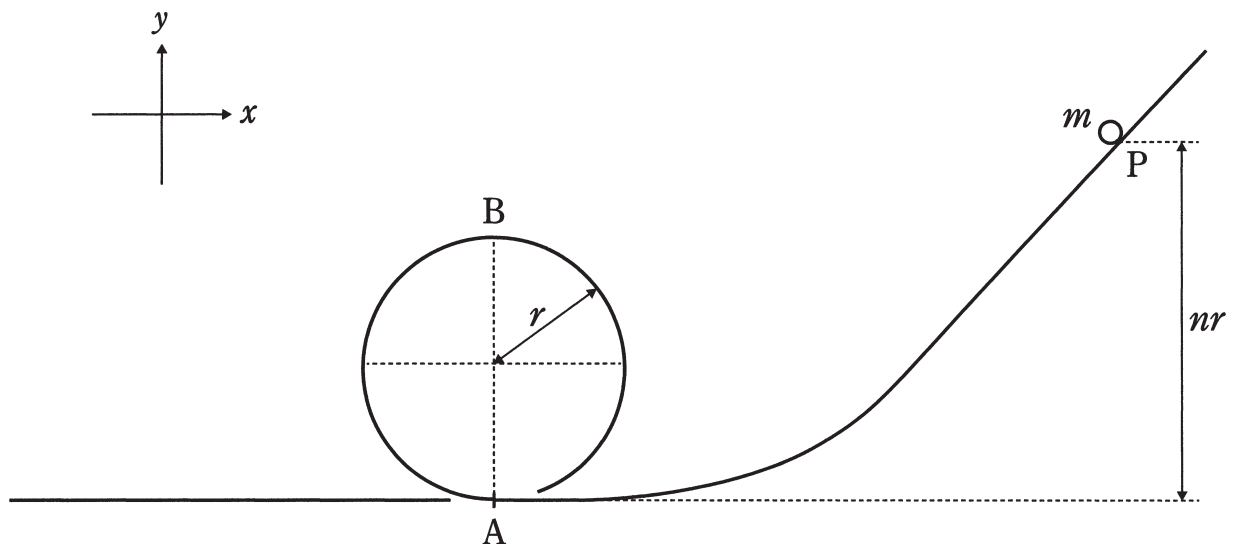


図 1

問 1. 地上平面を基準としたときの点 P での小球の位置エネルギーはいくらか。

1

- ① gr ② $2gr$ ③ mgr ④ $2mgr$ ⑤ $mgnr$ ⑥ $2mgnr$

問 2. ループを一回転し、点 A を通過する直前の小球の速度の大きさと向きを示す正しい組み合わせはどれか。

2

解答	速度の大きさ	速度の向き
①	$\sqrt{2gr}$	x 軸正の向き
②	$\sqrt{2gr}$	x 軸負の向き
③	$\sqrt{2gr}$	y 軸正の向き
④	$\sqrt{2gr}$	y 軸負の向き
⑤	$\sqrt{2gnr}$	x 軸正の向き
⑥	$\sqrt{2gnr}$	x 軸負の向き
⑦	$\sqrt{2gnr}$	y 軸正の向き
⑧	$\sqrt{2gnr}$	y 軸負の向き

問 3. ループを一回転し、点 A を通過する直前の小球の加速度の大きさと向きを示す正しい組み合わせはどれか。

3

解答	加速度の大きさ	加速度の向き
①	$\sqrt{2gn}$	x 軸正の向き
②	$\sqrt{2gn}$	x 軸負の向き
③	$\sqrt{2gn}$	y 軸正の向き
④	$\sqrt{2gn}$	y 軸負の向き
⑤	$2gn$	x 軸正の向き
⑥	$2gn$	x 軸負の向き
⑦	$2gn$	y 軸正の向き
⑧	$2gn$	y 軸負の向き

問 4. ループを一回転し，点 A を通過する直前の小球が受ける垂直抗力の大きさと向きを示す正しい組み合わせはどれか。

4

解答	垂直抗力の大きさ	垂直抗力の向き
①	$2mgn$	y 軸正の向き
②	$2\dot{m}gn$	y 軸負の向き
③	$(2n-1)mg$	y 軸正の向き
④	$(2n-1)mg$	y 軸負の向き
⑤	$(2n+1)mg$	y 軸正の向き
⑥	$(2n+1)mg$	y 軸負の向き

問 5. 点 B を通過するときの小球の速度の大きさはいくらか。

5

- ① $\sqrt{2gr}$ ② $\sqrt{2gnr}$ ③ $\sqrt{2gr(n-1)}$
 ④ $\sqrt{2gr(n-2)}$ ⑤ $\sqrt{2gr(n+1)}$ ⑥ $\sqrt{2gr(n+2)}$

問 6. 図 1 のとき，小球が点 B で落下せず通過するために n が満たすべき条件を求めなさい。

6

- ① $n \geq 1$ ② $n \geq \frac{3}{2}$ ③ $n \geq 2$
 ④ $n \geq \frac{5}{2}$ ⑤ $n \geq 3$ ⑥ $n \geq \frac{7}{2}$

問 7. 次に、図 2 のように、小球を斜面上で地上より高さ r の位置から初速 v_0 で
はなしたところ、小球は面にそって運動し、ループを一回転して地上平面へす
べり出した。点 B を通過するときの小球の速度の大きさはいくらか。

7

① v_0

② $\sqrt{v_0^2 - gr}$

③ $\sqrt{v_0^2 - 2gr}$

④ $\sqrt{v_0^2 - 3gr}$

⑤ $\sqrt{v_0^2 - 4gr}$

⑥ $\sqrt{v_0^2 - 6gr}$

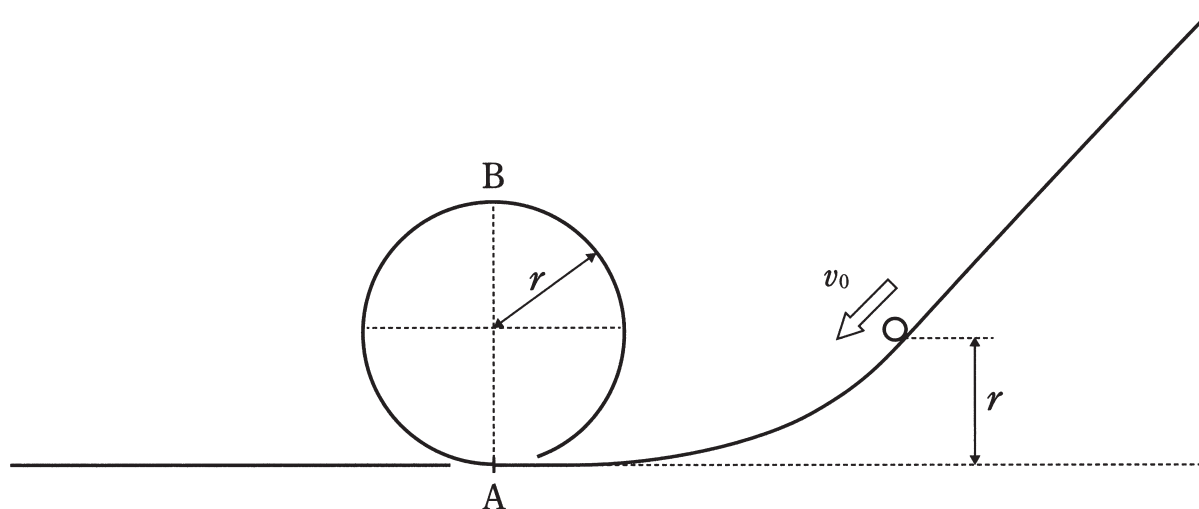


図 2

問 8. 図 2 のとき、小球が点 B で落下せず通過するために v_0 が満たすべき条件
を求めなさい。

8

① $v_0 \geq \sqrt{gr}$

② $v_0 \geq \sqrt{2gr}$

③ $v_0 \geq \sqrt{3gr}$

④ $v_0 \geq \sqrt{4gr}$

⑤ $v_0 \geq \sqrt{6gr}$

- 2 起電力 E の電池 E ，抵抗値 $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ の抵抗 R_1 ，抵抗値 R の抵抗 R_2 を使った図 1 の回路がある。電池の内部抵抗は考えない。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。

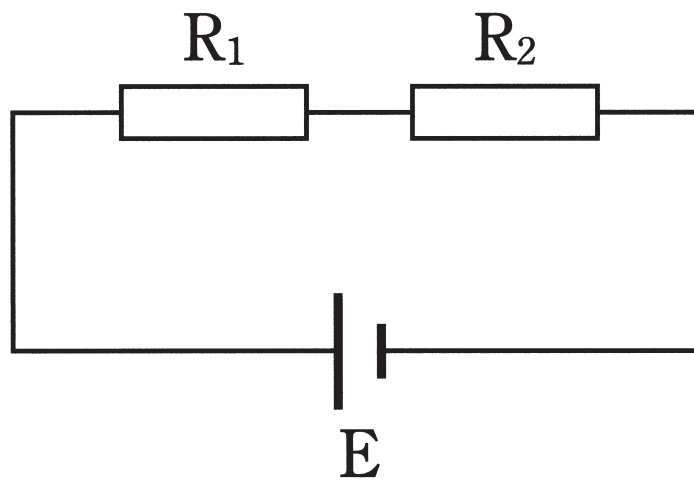


図 1

問 1. 抵抗 R_2 を流れる電流の大きさはいくらか。

9

- ① $\frac{E}{R}$ ② $\frac{E}{R_1 + R}$ ③ $\frac{E}{|R_1 - R|}$
 ④ $\frac{R_1 - R}{R_1 R} E$ ⑤ $\frac{R}{(R_1 + R)^2} E$ ⑥ $\frac{R_1 + R}{R_1 R} E$

問 2. $R = 10 \text{ k}\Omega$ のとき，抵抗 R_2 の両端の電位差はいくらか。

10

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

R の値を変化させながら電圧計を使って R_2 の両端の電位差を測定した。電圧計には内部抵抗があり、その抵抗値は r である。

問 3. 電圧計の表示値 V と抵抗値 R の関係を表す式は次のどれか。

11

① $V = \frac{R}{R_1 + R} E$

② $V = \frac{r}{R_1 + R} E$

③ $V = \frac{R}{R_1 + R + r} E$

④ $V = \frac{r}{R_1 + R + r} E$

⑤ $V = \frac{rR}{(R_1 + r)R + rR_1} E$

⑥ $V = \frac{rR_1}{(R_1 + r)R + rR_1} E$

抵抗値 R と電圧計の表示値 V の関係は、図 2 のようになった。以下の問で必要な数値はグラフから読み取りなさい。

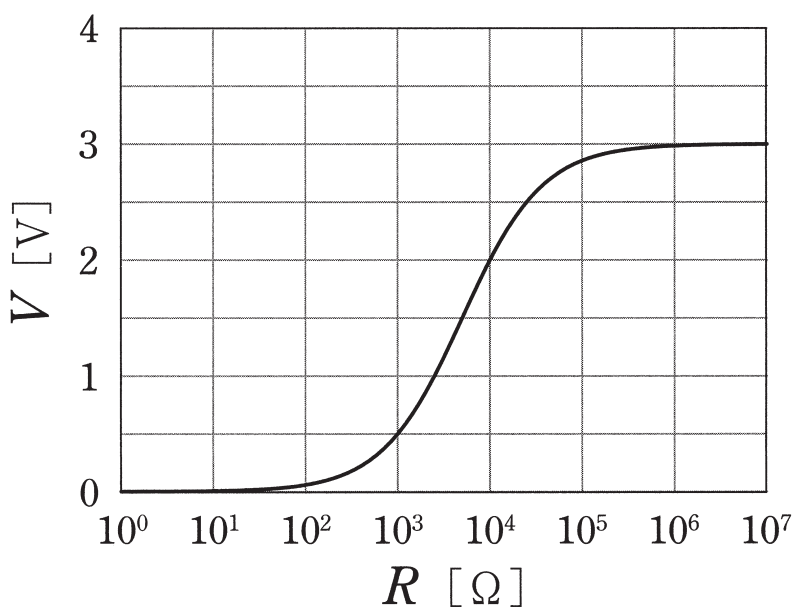


図 2

問 4. 電池の起電力 E の値はいくらか。最も近いものを選びなさい。

12 V

① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

⑥ 6

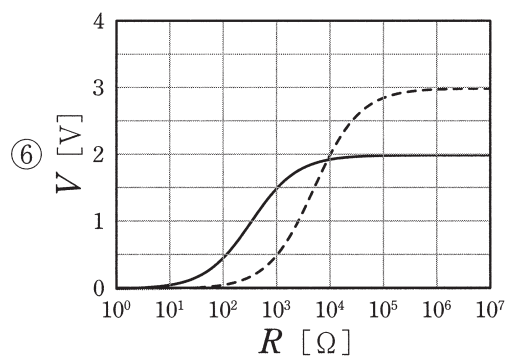
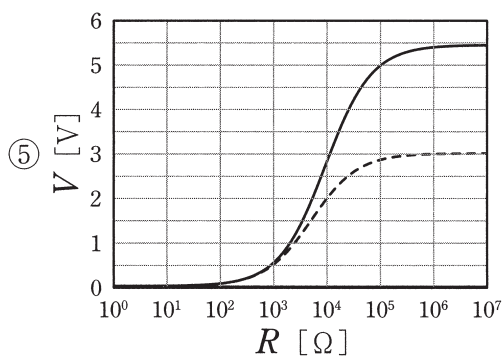
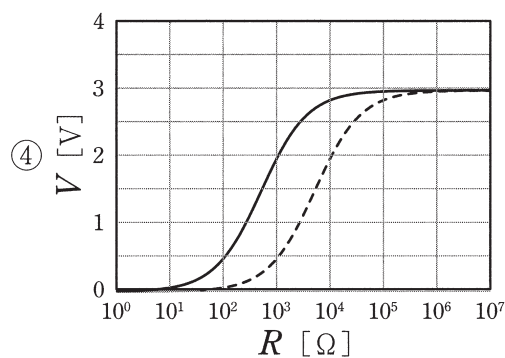
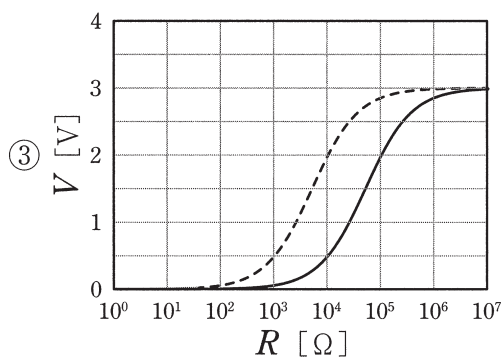
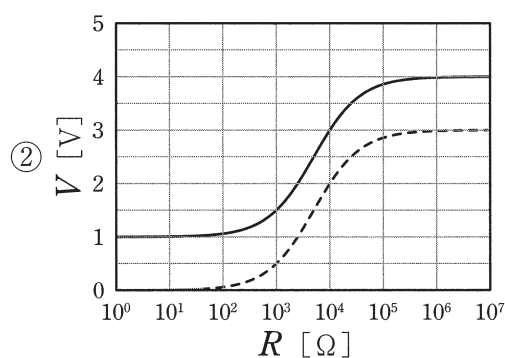
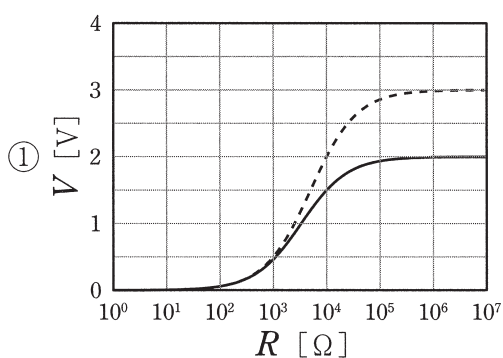
問 5. 電圧計の内部抵抗 r の値はいくらか。最も近いものを選びなさい。

13 Ω

- ① 10 ② 10^2 ③ 10^3 ④ 10^4 ⑤ 10^5 ⑥ 10^6

問 6. 内部抵抗の値が $10r$ の電圧計を使って図 2 のときと同様の測定をした。この電圧計を使って得られた V と R の関係を表すグラフはどれか。比較のため、図 2 のグラフが破線の曲線で示してある。

14



電圧計を使って測定を行う場合は、用いる電圧計に内部抵抗があることを考慮する必要がある。内部抵抗の大きさによって測定結果が異なってしまう場合があるからである。用いる計測器の内部抵抗の大きさによらない電位差の測定方法として、図3の回路を用いることを考えた。図3は、図1の回路に既知の起電力 E_0 をもつ電池 E_0 、全体の抵抗値が R_0 のすべり抵抗器、電流計、抵抗値 R_S の抵抗 R_S を追加した回路である。すべり抵抗器は、可動式の接点を動かして R_0 を分割することができる抵抗器である。図3は、すべり抵抗器の接点（図の矢印）が R_0 の抵抗値を上から $a:1-a$ ($0 \leq a \leq 1$) に分割する点にあることを表している。この回路を用いて R_2 の両端の電位差を測定する。

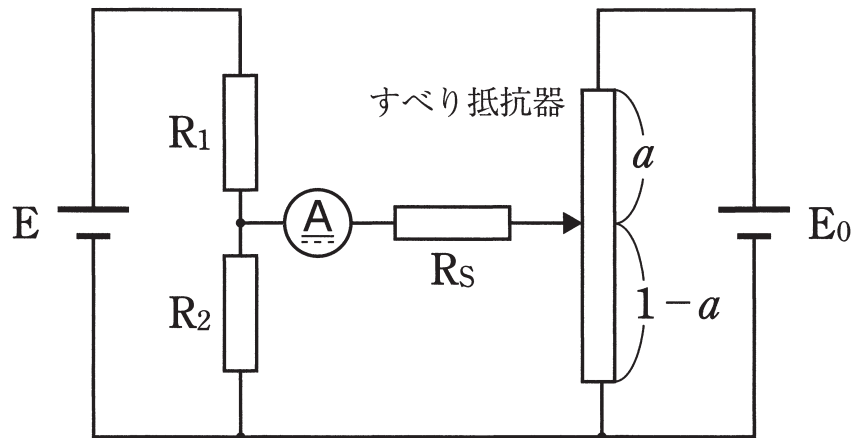


図3

問7. 図3の回路を使って R_2 の両端の電位差を測定する方法として適切なのはどれか。電流計の読みを I とする。

15

- ① すべり抵抗器を調節して $a = 0$ と $a = 1$ の2点でそれぞれの I を電流計で読む。
- ② すべり抵抗器を $a = 0.5$ に調節して I を電流計で読む。
- ③ すべり抵抗器を調節して I が最大となる点の a の値を読む。
- ④ すべり抵抗器を調節して I が最小となる点の a の値を読む。
- ⑤ すべり抵抗器を調節して I がゼロとなる点の a の値を読む。
- ⑥ すべり抵抗器を適当に設定して a の値と I を読む。

問 8. 問 7 の測定結果を使って求めた R_2 両端の電位差はいくらか。

16

- | | | |
|----------|-------------------------|--------------------------|
| ① aE_0 | ② $(1-a)E_0$ | ③ $\frac{aR_0}{R_S} E_0$ |
| ④ IR_S | ⑤ $I(R_S + R_0 - aR_0)$ | ⑥ $I(R_S + aR_0)$ |

- ① a: ドップラー効果 b: 変化している c: 高音と低音が繰り返し聞こえる
- ② a: ドップラー効果 b: 変化していない c: 同じ高さの音が聞こえる
- ③ a: ドップラー効果 b: 変化している c: 同じ高さの音が聞こえる
- ④ a: 共鳴 b: 変化していない c: 高音と低音が繰り返し聞こえる
- ⑤ a: 共鳴 b: 変化している c: 高音と低音が繰り返し聞こえる
- ⑥ a: 共鳴 b: 変化していない c: 同じ高さの音が聞こえる

問 2. 物体 P が点 A を通過したときの音が点 Q に届いたときの振動数が 350 Hz であった。音源が出す音の波長はいくらか。

18

 [m]

- ① 0.915 ② 0.942 ③ 0.971 ④ 1.00 ⑤ 1.03 ⑥ 1.06

問 3. 点 Q で観測される音が最も高いときの物体 P の位置と最も低いときの物体 P の位置の説明として正しいのはどれか。

19

- ① 物体 P が点 A を通過するときに発した音が最も高い音、物体 P が点 D を通過するときに発した音が最も低い音として観測された。
- ② 物体 P が点 D を通過するときに発した音が最も高い音、物体 P が点 A を通過するときに発した音が最も低い音として観測された。
- ③ 物体 P が点 C を通過するときに発した音が最も高い音、物体 P が点 E を通過するときに発した音が最も低い音として観測された。
- ④ 物体 P が点 E を通過するときに発した音が最も高い音、物体 P が点 C を通過するときに発した音が最も低い音として観測された。
- ⑤ 物体 P が点 B を通過するときに発した音が最も高い音、物体 P が点 F を通過するときに発した音が最も低い音として観測された。
- ⑥ 物体 P が点 F を通過するときに発した音が最も高い音、物体 P が点 B を通過するときに発した音が最も低い音として観測された。

問 4. 最も低い音の振動数に対する最も高い音の振動数の比率が 1.10 であった。

このとき、物体 P の速さはいくらか。

20 [m/s]

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 16.2 | ② 23.8 | ③ 34.1 |
| ④ 162 | ⑤ 238 | ⑥ 341 |

問 5. 物体 P が点 B を通過したときに点 Q で観測される音の振動数はいくらか。

21 [Hz]

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 281 | ② 306 | ③ 319 |
| ④ 334 | ⑤ 350 | ⑥ 376 |

4 湿潤な空気が山を越えて反対側に吹き下りたときに、乾燥した高温の風により付近の気温が上昇することを「フェーン現象」とよぶ。フェーン現象にはいくつかのモデルが提唱されているが、以下のプロセスで一様な空気塊である空気塊に着目し、気温上昇の仕組みを考察していく。図1に示すように、1 mol の空気塊が $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ の順に山岳地形に沿って移動する。なお、この空気塊が移動する間、周辺の空気との熱のやりとりはないものとし、定圧モル比熱 C_p 、定積モル比熱 C_v 、比熱比 γ は一定値とする。はじめ、空気塊が $A \rightarrow B$ へと断熱変化し、圧力が P_1 から P_2 へと変化した。その後、空気塊が $B \rightarrow C$ へと定圧変化する間に、空気に含まれる水蒸気の一部が雨となった。雨になった水蒸気は 1 mol よりも十分小さく、空気塊の物質質量やモル比熱は不変であるとする。最後に、空気塊が $C \rightarrow D$ へと断熱変化し、圧力が P_2 から P_1 になった。 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ の過程において、水蒸気の一部が雨になったことを除いて、空気塊は理想気体として扱えるものとする。また、気体の圧力を P 、体積を V としたとき、断熱変化において PV^γ の値は一定に保たれる。

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。

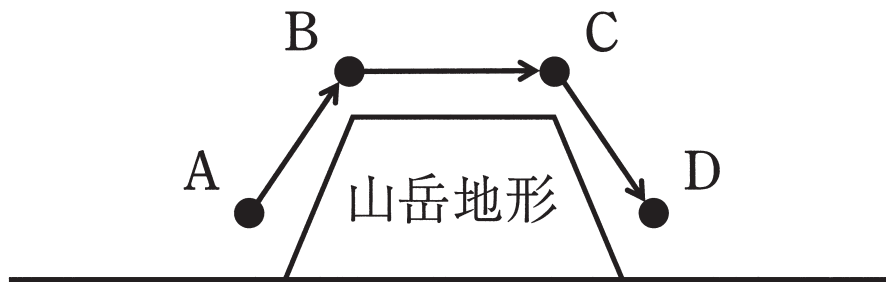


図 1

問 1. 過程 $A \rightarrow B$ で体積は何倍になったか。

22 倍

- ① $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$ ② $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}-1}$ ③ $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\gamma}$
- ④ $\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$ ⑤ $\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}-1}$ ⑥ $\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\gamma}$

問 2. 過程 A → B で温度は何倍になったか。

23 倍

① $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$ ② $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}-1}$ ③ $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\gamma}$

④ $\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$ ⑤ $\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{\gamma}-1}$ ⑥ $\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\gamma}$

問 3. 過程 B → C で水蒸気が水に変化するとき凝縮熱 Q を放出する。空気塊がこの熱をすべて吸収することで温度はいくら変化したか。

24

① $\frac{Q}{C_V}$ ② $\frac{Q}{C_P}$ ③ $\frac{Q}{\gamma}$ ④ $\frac{C_V}{Q}$ ⑤ $\frac{C_P}{Q}$ ⑥ $\frac{\gamma}{Q}$

問 4. 地点 D では地点 A と比べて温度はいくら上昇したか。

25

① $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \frac{Q}{C_P}$ ② $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma}} \frac{Q}{C_P}$ ③ $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \frac{Q}{C_P}$

④ $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \frac{Q}{C_V}$ ⑤ $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma}} \frac{Q}{C_V}$ ⑥ $\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \frac{Q}{C_V}$

(物理問題終わり)