

(C1)
(C2) — 2025 — 数理学・物理・地球科学

専門(多肢選択式)試験問題

注意事項

1. 問題は **115 題(81 ページ)** あります。次のとおり I 部、II 部及び III 部を合計して **40 題** を解答してください。
 - **I 部(必須)**
No. 1 ~ No. 5 (**5 題**) は必須問題です。受験者全員が解答してください。
 - **II 部(選択 A、選択 B から一つ選択)**
選択 A 又は選択 B のどちらか一つを任意に選択し、**10 題** を解答してください。答案用紙の「**選択**」の欄には、「**選択 A**」を選択した場合は「**a**」、「**選択 B**」を選択した場合は「**b**」をマークしてください。**マークされた一つの「選択」以外の問題は採点されません**ので、注意してください。
 - 選択 A (数理学系) : No. 6 ~ No. 15 (**10 題**)
 - 選択 B (物理・地球科学系) : No. 16 ~ No. 25 (**10 題**)
 - **III 部(90 題から 25 題選択)**
90 題 (No. 26 ~ No. 115) から **任意の 25 題** を選択して解答してください。なお、25 題を超えて解答しても超えた分については採点されません。
2. 科目別構成の詳細は、この問題集の**裏表紙**に掲載されていますので、解答開始までによく読んでおいてください。
3. 解答時間は **3 時間 30 分** です。
4. 下書き用紙はこの問題集の**中央部**にとじ込んであります。**試験官の指示に従って、試験開始後に問題集から下書き用紙だけを慎重に引きはがして**使用してください。なお、誤って問題集を破損しても、問題集の交換はできませんので注意してください。
5. この問題集で単位の明示されていない量については、全て国際単位系 (SI) を用いることとします。
6. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。
7. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集から**下書き用紙以外**を切り取ったり、問題を転記したりしないでください。
8. 下欄に受験番号等を記入してください。

第 1 次試験地	試験の区分 数理学・物理・ 地球科学	受験番号	氏 名
----------	--------------------------	------	-----

指示があるまで中を開いてはいけません。

I部(No. 1~No. 5)は**必須問題**です。これらの問題について、**全てを解答**してください。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 1】 1以上1024以下の整数のうち、1024との正の公約数が1以外に一つだけ存在する数の総和はいくらか。

1. 130560
2. 131072
3. 261120
4. 262144
5. 1050112

【No. 2】 正四面体OABCにおいて、辺OAの中点をM、辺BCの中点をN、さらに正三角形ABCの重心をGとする。直線MNと直線OGの交点をPとすると、比MP:PNはいくらか。

1. 1:2
2. 1:1
3. $3:\sqrt{2}$
4. 4:3
5. 2:1

【No. 3】 x, y が全ての実数値をとるとき、 $x^2 + 2xy + 4y^2 + 2x + 8y$ の最小値はいくらか。

1. -4
2. -3
3. -2
4. -1
5. 0

【No. 4】 $1 \sim 6$ の数字が一つずつ書かれたサイコロを 3 回振る試行を考える。この試行において、1 回目と 3 回目で共に 2 の数字が出る事象を A 、3 回のうち出た数字の最大値が 4 となる事象を B とするとき、和事象 $A \cup B$ の確率はいくらか。

1. $\frac{1}{6}$
2. $\frac{7}{36}$
3. $\frac{43}{216}$
4. $\frac{11}{54}$
5. $\frac{5}{24}$

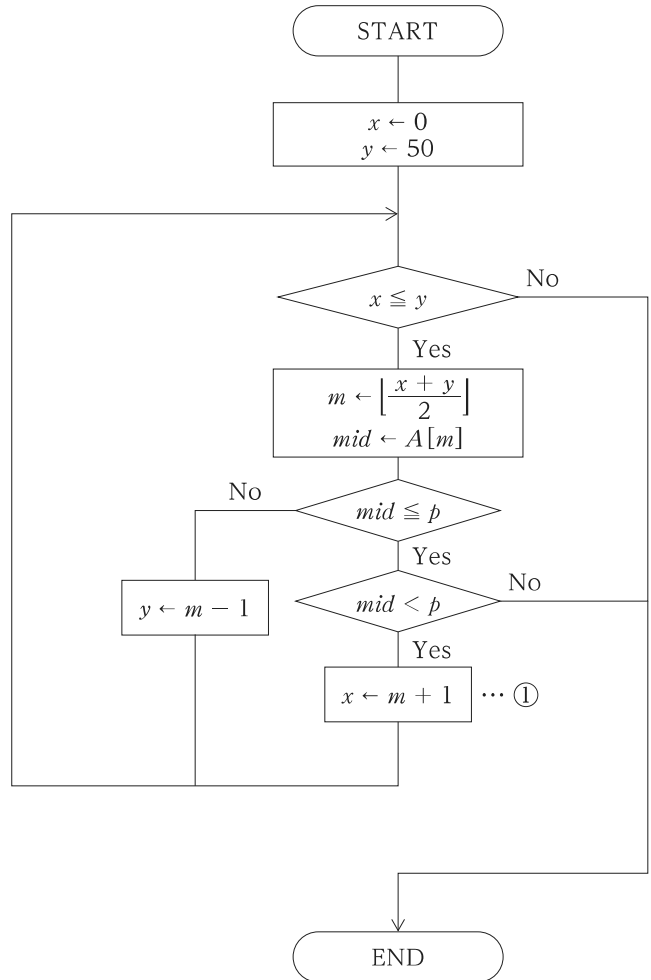
【No. 5】 配列要素 $A[0], A[1], \dots, A[50]$ から成る配列 A が定義され、次のように各配列要素 $A[k]$ には値 k が格納されている。

$A[0]$	$A[1]$	$A[2]$	$A[3]$...	$A[48]$	$A[49]$	$A[50]$
0	1	2	3		48	49	50

図は、ある値 p を A から探索するフローチャートである。 $p = 10$ としてこのフローチャートを実行したとき、①の操作が行われる回数はいくらか。

ただし、 $\lfloor x \rfloor$ は x を超えない最大の整数を表すとする。

1. 1回
2. 2回
3. 3回
4. 4回
5. 5回



Ⅱ部(No. 6～No. 25)は**選択問題**です。これらの問題について、
選択A(数理科学系、No. 6～No. 15)又は**選択B**(物理・地球科学系、No. 16～No. 25)の
いずれか一方(10題)を選択して解答してください。

No. 6~No. 15 は選択A(数理科学系)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 6】 次の行列 A に対し、 A^{2025} として正しいのはどれか。

$$A = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 & \sqrt{3} \\ 0 & 2 & 0 \\ -\sqrt{3} & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

1. $\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$

2. $\frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 & \sqrt{3} \\ 0 & 2 & 0 \\ -\sqrt{3} & 0 & 1 \end{pmatrix}$

3. $\frac{1}{2} \begin{pmatrix} -1 & 0 & \sqrt{3} \\ 0 & 2 & 0 \\ -\sqrt{3} & 0 & -1 \end{pmatrix}$

4. $\frac{1}{2^{2024}} \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$

5. $\frac{1}{2^{2025}} \begin{pmatrix} -1 & 0 & \sqrt{3} \\ 0 & 2 & 0 \\ -\sqrt{3} & 0 & -1 \end{pmatrix}$

【No. 7】 n を 2 以上の整数とする。次の㉗～㉙に掲げる \mathbf{R} 上の線形空間 V とその部分集合 W について、 W が V の線形部分空間となるもののみを全て挙げているのはどれか。

㉗ V を 3 次元実ベクトル空間 \mathbf{R}^3 とし、

$$W = \{(x, y, z) \in V \mid x^2 + 2xy + y^2 - z^2 = 0 \text{ かつ } x - y + 3z = 0\}$$

㉘ V を成分が実数の n 次正方行列全体のなす線形空間 $M_n(\mathbf{R})$ とし、

$$W = \{A \in V \mid \text{tr}(A) = 0\}$$

㉙ V を不定元 x に関する n 次以下の実係数多項式全体のなす線形空間 $\mathbf{R}[x]_n$ とし、

$$W = \{f(x) \in V \mid x \text{ についての方程式 } f(x) = 0 \text{ は実数解をもつ}\}$$

㉚ V を実数列全体のなす線形空間 $\{(a_k)_{k=1, 2, \dots} \mid a_k \in \mathbf{R}\}$ とし、

$$W = \{(a_k)_{k=1, 2, \dots} \in V \mid (a_k)_{k=1, 2, \dots} \text{ は等差数列}\}$$

1. ㉗
2. ㉗、㉘、㉚
3. ㉗、㉙
4. ㉘、㉙
5. ㉘、㉚

【No. 8】 次数が 4 以下の 1 変数実係数多項式全体のなすベクトル空間を V 、次数が 5 以下の 1 変数実係数多項式全体のなすベクトル空間を W とする。線形写像 D, I をそれぞれ

$$D: W \rightarrow V, \quad f(x) \mapsto \frac{df}{dx}(x)$$

$$I: V \rightarrow W, \quad f(x) \mapsto \int_0^x f(t) dt$$

で定めるとき、 $D \circ I$ の像 $\text{Im}(D \circ I)$ と、 $I \circ D$ の核 $\text{Ker}(I \circ D)$ の次元の組合せとして正しいのはどれか。

- | | dim Im ($D \circ I$) | dim Ker ($I \circ D$) |
|----|------------------------|-------------------------|
| 1. | 4 | 0 |
| 2. | 4 | 1 |
| 3. | 5 | 0 |
| 4. | 5 | 1 |
| 5. | 6 | 0 |

【No. 9】 \mathbf{R}^3 の元 $\mathbf{a} = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ 4 \end{pmatrix}$, $\mathbf{b} = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix}$ について、 \mathbf{R}^3 上の線形写像 f, g を

$$f(\mathbf{v}) = \mathbf{v} - \frac{\langle \mathbf{a}, \mathbf{v} \rangle}{\langle \mathbf{a}, \mathbf{a} \rangle} \mathbf{a}, \quad g(\mathbf{v}) = \mathbf{v} - \frac{\langle \mathbf{b}, \mathbf{v} \rangle}{\langle \mathbf{b}, \mathbf{b} \rangle} \mathbf{b}$$

で定める。ここで、 $\langle \cdot, \cdot \rangle$ はユークリッド内積を表す。

このとき、部分空間 $V = \{\mathbf{v} \in \mathbf{R}^3 \mid g(f(\mathbf{v})) = f(g(\mathbf{v}))\}$ として正しいのはどれか。

1. $\left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^3 \mid x = y = z = 0 \right\}$

2. $\left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^3 \mid \frac{x}{3} = \frac{y}{3} = \frac{z}{8} \right\}$

3. $\left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^3 \mid \frac{x}{4} = \frac{y}{4} = -\frac{z}{3} \right\}$

4. $\left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^3 \mid 3x + 3y + 8z = 0 \right\}$

5. $\left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^3 \mid 4x + 4y - 3z = 0 \right\}$

【No. 10】 実行列 $\begin{pmatrix} 4 & 1 & 1 \\ 2 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 2 \end{pmatrix}$ の固有値と、それに対応する固有空間の組合せとして正しいのは次のうちではどれか。

- | 固有値 | 固有空間 |
|-------|---|
| 1. 2 | $\left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^3 \mid x = \frac{y}{2} = -\frac{z}{5} \right\}$ |
| 2. 3 | $\left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^3 \mid x = \frac{y}{2} = z \right\}$ |
| 3. 5 | $\left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^3 \mid x = \frac{y}{2} = -\frac{z}{5} \right\}$ |
| 4. 7 | $\left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^3 \mid x = \frac{y}{2} = z \right\}$ |
| 5. 11 | $\left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^3 \mid x = \frac{y}{2} = -\frac{z}{5} \right\}$ |

【No. 11】 次の関数項級数㉞、㉟、㊱のうち、 \mathbf{R} 上一様収束するもののみを全て挙げているのはどれか。

$$\text{㉞} \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos nx}{3^n}$$

$$\text{㉟} \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^3 + nx^2}$$

$$\text{㊱} \quad \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^4}{(1+x^4)^{n-1}}$$

1. ㉞、㉟
2. ㉞、㉟、㊱
3. ㉞、㊱
4. ㉟
5. ㊱

【No. 12】 $y = y(x)$ を未知関数とする微分方程式

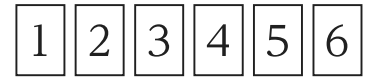
$$\frac{d^2y}{dx^2} - 2\frac{dy}{dx} = -2\frac{x^2 + x + 1}{(x^2 + 1)^2}$$

は $y = \tan^{-1}x$ を一つの解にもつ。この方程式の $y(0) = y(1) = 0$ を満たす解について $\frac{dy}{dx}(0)$ はいくらか。

ただし、 $\tan^{-1}x$ は $\tan\theta = x$ 及び $-\frac{\pi}{2} < \theta < \frac{\pi}{2}$ を満たすただ一つの θ のことである。

1. $1 - \frac{\pi}{4} \frac{e}{e-1}$
2. $1 - \frac{\pi}{4} \frac{e^2}{e^2-1}$
3. $1 - \frac{\pi}{2} \frac{e}{e^2-1}$
4. $1 - \frac{\pi}{4} \frac{1}{e-1}$
5. $1 - \frac{\pi}{2} \frac{1}{e^2-1}$

【No. 13】 図のように1から6までの数字が一つずつ書かれた6枚のカードの中から無作為に1枚ずつカードを抜き出す。ただし、抜き出したカードは元に戻さないものとする。偶数が書かれたカードを全て抜き出した時点で試行を終える。抜き出したカードの枚数の期待値はいくらか。



1. $\frac{9}{2}$
2. $\frac{19}{4}$
3. 5
4. $\frac{21}{4}$
5. $\frac{11}{2}$

【No. 14】 ある建設事業では、事故が起こった場合、事故1件の損害額 X [億円] の確率分布が以下の確率密度関数 $f(x)$ をもつことが分かっている。

$$f(x) = \begin{cases} xe^{-x} & (x > 0) \\ 0 & (x \leq 0) \end{cases}$$

このとき、事故1件の損害額が3億円以上となる確率はいくらか。

1. $2e^{-1}$
2. $2e^{-2}$
3. $3e^{-2}$
4. $3e^{-3}$
5. $4e^{-3}$

【No. 15】 1 から 6 までの数字が一つずつ書かれたサイコロを考える。このサイコロを 105 回振ったときに出た目の和が k 以下となる確率を p_k とする。 p_k が 95 % 以上となる k のうち、10 の倍数で最小のものはいくらか。

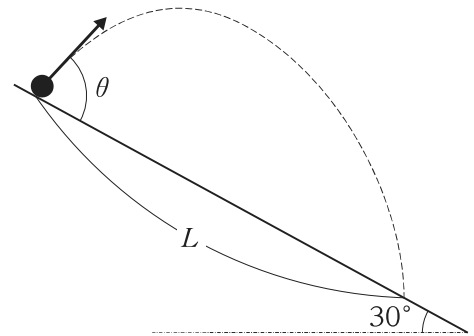
必要であれば、平均が 0 で分散が 1 の正規分布の上側 5 % 点がおよそ 1.645 であることを用いてよい。

1. 370
2. 380
3. 390
4. 400
5. 410

No. 16~No. 25 は選択B (物理・地球科学系)です。

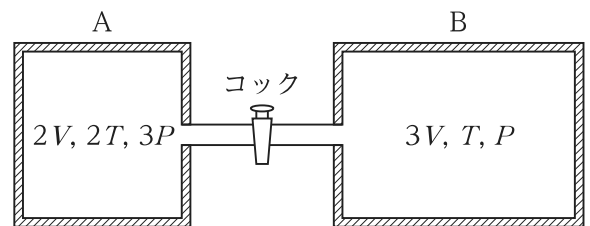
解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 16】 一様な重力下に、水平面と角度 30° をなす図のような十分に長い斜面があり、その斜面上から斜面と角度 θ をなす方向に、一定の速さで小球を投げる。小球を投げた位置から小球が初めて斜面に衝突する位置までの距離 L が最大となる θ として最も妥当なのはどれか。



1. 30°
2. 45°
3. 60°
4. 90°
5. 105°

【No. 17】 図のように、断熱材で囲まれた体積 $2V$ の容器 A に温度 $2T$ 、圧力 $3P$ の理想気体が、また、断熱材で囲まれた体積 $3V$ の容器 B に温度 T 、圧力 P の同じ種類の理想気体が封入されており、コックを閉じた細い管で連結されている。この状態から、コック

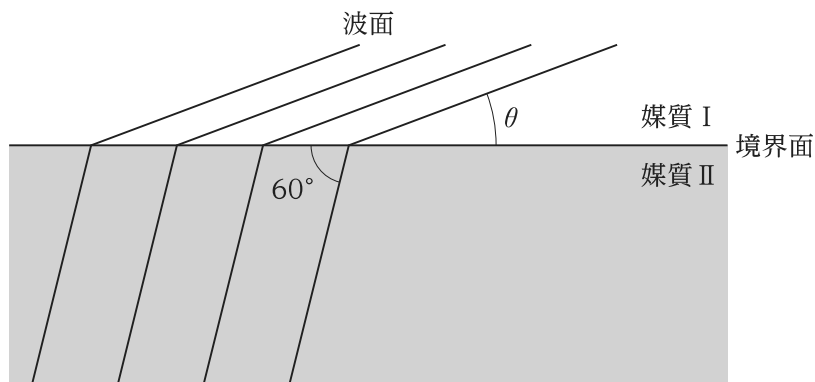


を開き、十分に時間が経ったときの理想気体の圧力と内部エネルギーの組合せとして最も妥当なのはどれか。

ただし、気体定数を R 、定積モル比熱を C_v とし、細い管の体積及び管と周囲との熱の交換は無視できるものとする。

- | | 圧力 | 内部エネルギー |
|----|-----------------|---------------------|
| 1. | $\frac{6}{5}P$ | $\frac{3PVC_v}{R}$ |
| 2. | $\frac{6}{5}P$ | $\frac{9PVC_v}{R}$ |
| 3. | $\frac{9}{5}P$ | $\frac{3PVC_v}{R}$ |
| 4. | $\frac{9}{5}P$ | $\frac{9PVC_v}{R}$ |
| 5. | $\frac{12}{5}P$ | $\frac{12PVC_v}{R}$ |

【No. 18】 図は、媒質 I 又は媒質 II のいずれかから入射された平面波の波面を示しており、この波の入射角を大きくすると全反射した。媒質 I に対する媒質 II の相対屈折率は 0.5 である。媒質 II の波面と境界面との角度が 60° のとき、媒質 I の波面と境界面との角度が θ ($0^\circ < \theta < 60^\circ$) であった。図での波が進行する向きと $\sin \theta$ の値の組合せとして最も妥当なのはどれか。



- | 波が進行する向き | $\sin \theta$ |
|-----------------------|----------------------|
| 1. 媒質 I から媒質 II へ進行する | $\frac{\sqrt{3}}{4}$ |
| 2. 媒質 I から媒質 II へ進行する | $\frac{1}{2}$ |
| 3. 媒質 II から媒質 I へ進行する | $\frac{\sqrt{3}}{4}$ |
| 4. 媒質 II から媒質 I へ進行する | $\frac{1}{2}$ |
| 5. 媒質 II から媒質 I へ進行する | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ |

【No. 19】 渦電流に関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「図 I のように、アルミニウム製の円板を、軸を中心に自由に回転できるように、磁石の N 極と S 極の間に設置する。図 II はこれを上から見た様子を示している。磁石を静止させた状態で、円板を図 II の矢印の向きに回転させると、円板の中には図 II の ㉞ の向きに渦電流が流れる。また、円板と磁石を静止させた状態から磁石を円板の周に沿って一定の方向に動かしたとき、円板は ㉟ 。」

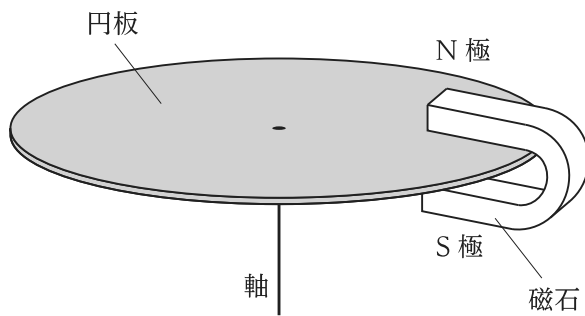


図 I

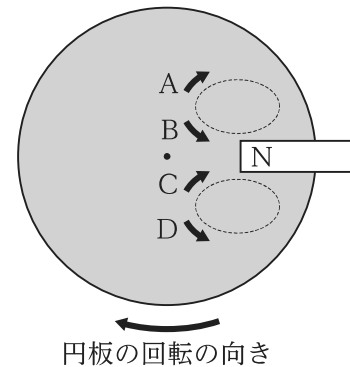


図 II

㉞

㉟

- | | |
|---------|-----------------|
| 1. A, D | 磁石の動きと同じ方向に回転する |
| 2. A, D | 磁石の動きと逆の方向に回転する |
| 3. A, D | 動かない |
| 4. B, C | 磁石の動きと同じ方向に回転する |
| 5. B, C | 磁石の動きと逆の方向に回転する |

【No. 20】 遠方の銀河のスペクトルを観察すると、原子の種類によって決まるはずの吸収線の位置が波長の長い方にずれている。これは、銀河が観測点からその銀河までの距離 r に比例する速さ v で後退しているためであり、 v と r の間には、宇宙の膨張率を表すハッブル定数を H とし、以下の関係が知られている。

$$v = Hr$$

ある銀河のスペクトルを観測したところ、波長 $0.393 \mu\text{m}$ に相当する吸収線の波長が $0.412 \mu\text{m}$ と観測された。観測点からこの銀河までの距離として最も妥当なのはどれか。

ただし、ハッブル定数 H を $21 \text{ km/s}/100 \text{ 万光年}$ 、光の速度を $3.0 \times 10^5 \text{ km/s}$ とする。

1. 3.4 億光年
2. 5.0 億光年
3. 6.9 億光年
4. 10 億光年
5. 15 億光年

【No. 21】 海洋に関する次の記述㉗～㉚のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉗ 海面付近の表層混合層では水温が深さによらず、ほぼ一様となっている。中緯度では、表層混合層の厚さは、夏季には海面が日射によって温められて対流が起こったり、風によってかき混ぜられたりするために厚く、冬季には海面が冷却されて安定になるため薄くなる。
- ㉘ 海洋の表層を流れる主な海流は、海上風によって引き起こされる風成循環である。原動力となっている主な風系は、亜熱帯高気圧の周りを吹く貿易風と偏西風である。これにより、世界の各大洋には巨大な水平循環が形成されている。
- ㉙ 日本の太平洋側には、北上する黒潮と南下する親潮がある。黒潮は、亜熱帯循環系で西岸強化により流れが強い。速いところでは 2 m/s を超え、北大西洋のメキシコ湾流と共に世界の二大海流と言われる。
- ㉚ 高緯度の海水は低温であり、また、海水が凍ると、取り残された塩類によって海水の塩分が増加するため、密度が大きくなる。密度が大きくなった海水は、海流に沿って、中緯度に移動する。この水平循環を熱塩循環という。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉙
3. ㉘、㉙
4. ㉙、㉚
5. ㉚

【No. 22】 地震波の観測から分かる地球内部の構造に関する次の記述の㉗～㉚に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「震央距離が 1000 km を超えるような遠地震では、震央と観測点をそれぞれ地球の中心と直線で結び、この 2 直線のなす角度を震央距離として用いる。図 I で示すように、これを角距離といい、ここでは Δ と表現する。

図 II は、P 波の伝わり方を示している。P 波は、 $\Delta = 103^\circ \sim 143^\circ$ の辺りでは観測されず、その地域をシャドー・ゾーンという。これは、ある深さに外側から内側に向かって P 波の速度が急激に ㉗ なる不連続面があり、そこで P 波が下向きに曲げられることによる。この不連続面の深さは約 2900 km で、この面を境に、外側の ㉘ と内側の核に分けられる。

S 波は $\Delta = 103^\circ$ 以遠で観測されないので、核は ㉙ であると考えられたが、技術の進歩により、シャドー・ゾーンでも、図 II の点線で示されるように、弱い P 波が観測されるようになった。これは、核の内部に速度が急に速くなる不連続面があり、今度はそこで P 波が上向きに曲げられることによる。この不連続面の深さは約 5100 km で、核はこの面を境に、外側の外核と内側の内核に分けられる。内核で速度が急増するのは、内核が ㉚ となっているためである。」

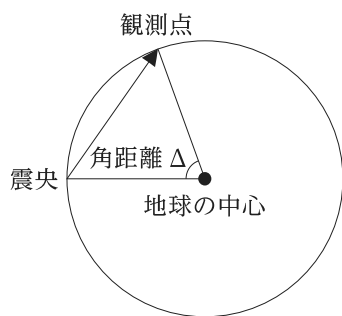


図 I

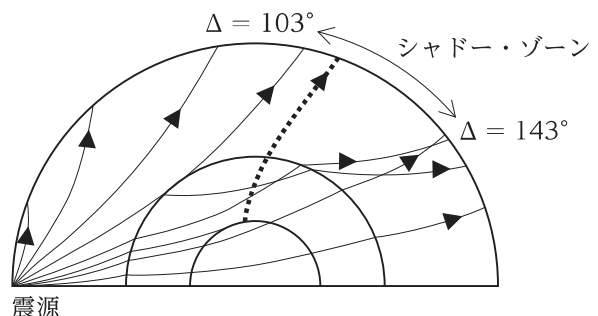


図 II

- | ㉗ | ㉘ | ㉙ | ㉚ |
|-------|------|----|----|
| 1. 遅く | マントル | 液体 | 固体 |
| 2. 遅く | 地殻 | 液体 | 固体 |
| 3. 速く | マントル | 液体 | 固体 |
| 4. 速く | マントル | 固体 | 液体 |
| 5. 速く | 地殻 | 固体 | 液体 |

【No. 23】 日本の代表的な資源に関する記述㉗～㉛のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ パルム紀の付加体の地層中にはサンゴ礁が含まれることがあり、これらが天然ガスの根源岩となっている。
- ㉘ 古第三紀の日本の内陸部の一部には森林が発達し、その堆積物が福岡県の筑豊炭田、福島県の常磐炭田、北海道の石狩炭田などの根源岩となっている。
- ㉙ 新第三紀になると日本海が拡大し、厚い地層が堆積した。新潟県や秋田県などに分布するこの時代の地層からは石油が産出する。
- ㉚ 第四紀は、周期的な気候変動に特徴付けられる。この中の温暖期の地層中に蒸発岩である岩塩鉱床が含まれることがある。

- 1. ㉗、㉙
- 2. ㉗、㉛
- 3. ㉘、㉙
- 4. ㉘、㉛
- 5. ㉙、㉛

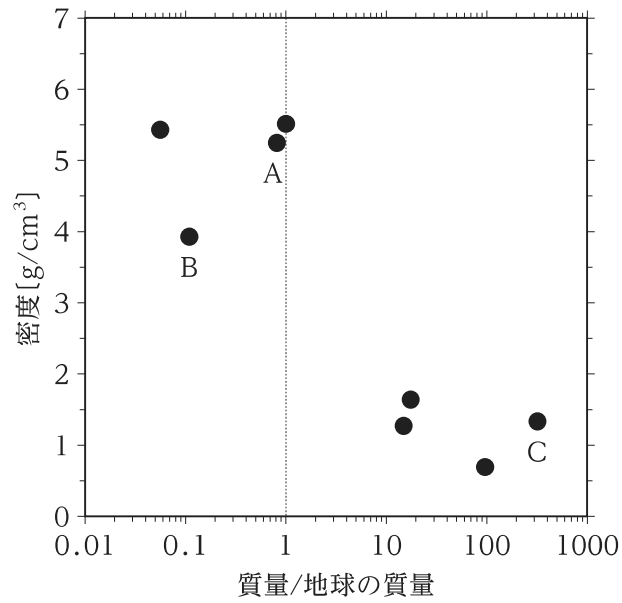
【No. 24】 放射性同位体年代に関する次の記述の㉞～㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なものはどれか。

「自然界には様々な放射性同位体が存在し、絶えず一定の速さで崩壊し、安定な同位体へと変化する。放射性同位体の数が元の半分になるのに要する時間を半減期という。質量数 14 の炭素は放射性同位体であり、 と宇宙線との衝突により絶えず生成され、その半減期は約 年である。、⁸⁷Rb、²³⁸U などの半減期の長い放射性同位体は古い地質時代の年代測定に利用される。岩石はこれらの元素をわずかに含むため、自然放射線が出ているが、特に は高い放射線量を示す。」

	㉞	㉟	㊱	㊲
1. 海	57 万	³ H	花こう岩	
2. 海	57 万	⁴⁰ K	かんらん岩	
3. 大気	57 万	⁴⁰ K	花こう岩	
4. 大気	5700	³ H	かんらん岩	
5. 大気	5700	⁴⁰ K	花こう岩	

【No. 25】 太陽系の惑星の質量と密度の分布を示した図に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのは次のうちではどれか。

「木星は ㉞ と ㉟ を主な組成とし、図の ㊱ である。」



- | ㉞ | ㉟ | ㊱ |
|--------|------|---|
| 1. ケイ素 | ヘリウム | A |
| 2. ケイ素 | 酸素 | B |
| 3. 水素 | ヘリウム | C |
| 4. 水素 | 鉄 | C |
| 5. 鉄 | 酸素 | B |

Ⅲ部(No. 26～No. 115)は選択問題です。

これら 90 題のうち、任意の 25 題を選んで解答してください。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 26】 整数の有限集合 A に対して、 A に属する全ての元の和を $S(A)$ とおく。例えば、 $S(\{2, 4, 5\}) = 2 + 4 + 5 = 11$ となる。ただし、空集合 \emptyset については、 $S(\emptyset) = 0$ と定めておく。このとき、次の式の値はいくらか。

$$\sum_{A \subseteq \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}} S(A)$$

1. 64
2. 672
3. 720
4. 1008
5. 1344

【No. 27】 集合 X と集合 Y の間の写像 $f: X \rightarrow Y$, $g: Y \rightarrow X$ に関する次の記述㉔、㉕、㉖のうち、常に正しいもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉔ $g \circ f$ が全単射であり、かつ、 g が単射であるなら、 f は全単射である。
- ㉕ f が単射であり、かつ、 g が全射であるなら、 $g \circ f$ は全単射である。
- ㉖ $g \circ f$ が単射であり、かつ、 f が全射であるなら、 g は単射である。

1. ㉔
2. ㉔、㉕
3. ㉔、㉖
4. ㉕
5. ㉕、㉖

【No. 28】 $2^4 \cdot 3^5 \cdot 5^6$ の正の約数全体の集合 M に対し順序 \leq_d を次で定義する。

$$m \leq_d n \Leftrightarrow n \text{ は } m \text{ で割り切れる}$$

このとき集合 $\{(x, y) \mid x, y \in M, x \leq_d y\}$ の元の個数はいくらか。

1. 3150
2. 7140
3. 8820
4. 16384
5. 21945

【No. 29】 正の整数全体の集合 \mathbf{N} 上に次の距離関数 $d_i (i = 1, 2, 3)$ を定めて距離空間 $X_i = (\mathbf{N}, d_i)$ とするとき、完備なもののみを全て挙げているのはどれか。

ただし、距離空間が完備であるとは、その任意のコーシー列が収束することである。

$$d_1(x, y) = \left| \frac{1}{x} - \frac{1}{y} \right|$$

$$d_2(x, y) = \begin{cases} 0 & (x = y) \\ 1 & (x \neq y) \end{cases}$$

$$d_3(x, y) = \begin{cases} 0 & (x = y = 1) \\ \frac{1}{y-1} & (x = 1, y > 1) \\ \frac{1}{x-1} & (x > 1, y = 1) \\ \left| \frac{1}{x-1} - \frac{1}{y-1} \right| & (x, y > 1) \end{cases}$$

1. X_1, X_2
2. X_1, X_3
3. X_2
4. X_2, X_3
5. X_3

【No. 30】 加法群 $\mathbf{Z}/2025\mathbf{Z}$ の位数 27 の元の個数はいくらか。

1. 18
2. 25
3. 27
4. 81
5. 90

【No. 31】 2変数多項式環 $\mathbf{C}[x, y]$ のイデアルで、 $x^3 - 2y^2$ を元にもち、かつ、極大イデアルであるのは次のうちではどれか。

1. $(x^3 - 4, y^2 - 2)$
2. $(x + 1, y - 3)$
3. $(x - y^2 + 1, y - 2)$
4. $(x - 1, x^2 - \sqrt{2}y)$
5. $(x - 1, x - 2y^2)$

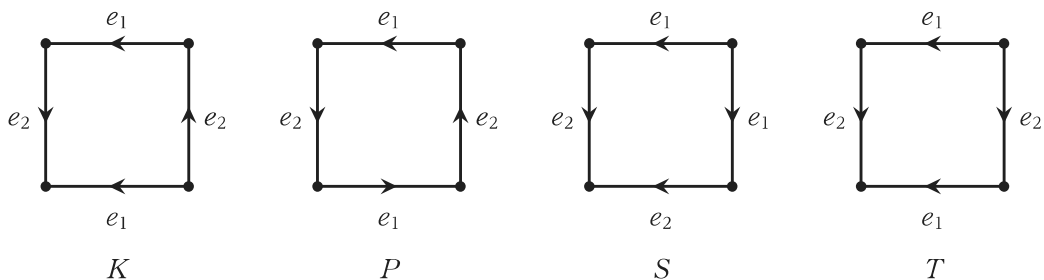
【No. 32】 $x^6 - 7x^3 + 10$ の \mathbf{Q} 上の最小分解体を K とするとき、体 K の \mathbf{Q} 上の拡大次数はいくらか。

1. 6
2. 9
3. 12
4. 18
5. 36

【No. 33】 xy 平面上的リーマン計量を $g = dx^2 + 2\sqrt{2}dxdy + 4dy^2$ で与える。関数 $f(x, y) = x^2 - \sqrt{2}y^2$ の g に関する勾配ベクトル場 $\text{grad} f$ に対して、その点 $(1, -1)$ における値 $\text{grad} f(1, -1)$ として正しいのはどれか。

1. $2\frac{\partial}{\partial x}$
2. $2\frac{\partial}{\partial x} + 2\sqrt{2}\frac{\partial}{\partial y}$
3. $4\frac{\partial}{\partial x}$
4. $6\frac{\partial}{\partial x} + 2\sqrt{2}\frac{\partial}{\partial y}$
5. $\frac{\sqrt{2}}{2}\frac{\partial}{\partial y}$

【No. 34】 次の図は四つの閉曲面 K, P, S, T の展開図である。連結和 $P \# P$ に関する記述として正しいのはどれか。ただし、二つの曲面 M, N の連結和 $M \# N$ とは、 M と N から開円板を一つずつ取り去り、取り去ったときに生じる円周に沿ってこれらを貼り合わせてできる曲面のことである。



1. K と同相である。
2. P と同相である。
3. S と同相である。
4. T と同相である。
5. K, P, S, T のいずれとも同相ではない。

【No. 35】 M, N を可微分多様体とし、 $f: M \rightarrow N$ を可微分写像とする。全ての点 $p \in M$ において f の微分写像 $df_p: T_p M \rightarrow T_{f(p)} N$ が単射であるとき、 f を「はめ込み」という。また、はめ込みであり、かつ、 $f: M \rightarrow f(M)$ が同相写像となる(ただし、 $f(M)$ の位相は、 N からの相対位相で定める)とき、 f を「埋め込み」という。

次の㉞、㉟、㊱に掲げる三つの写像のうち、はめ込みであって埋め込みではないもののみを全て挙げているのはどれか。

㉞ $f: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}^2, f(t) = (t^2, t^3)$

㉟ $f: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}^2, f(t) = (\sin 2t, \sin 3t)$

㊱ $f: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}^2, f(t) = (\sinh 2t, \sinh 3t)$

1. ㉞
2. ㉞、㊱
3. ㉟
4. ㉟、㊱
5. ㊱

【No. 36】 以下の関数 $f_i (i = 1, 2, 3)$ のうち、その定義域 $I_i \subseteq \mathbf{R}$ 上で一様連続なもののみを全て挙げているのはどれか。

$$f_1(x) = \frac{1}{x}, \quad I_1 = (0, 1)$$

$$f_2(x) = \frac{e^x - 1}{x}, \quad I_2 = (0, \infty)$$

$$f_3(x) = \begin{cases} 0 & (x = 0) \\ x \sin \frac{1}{x} & (x \neq 0) \end{cases}, \quad I_3 = [-1, 1]$$

1. f_1, f_2
2. f_1, f_2, f_3
3. f_2
4. f_3
5. 該当なし

【No. 37】 xyz 空間 \mathbf{R}^3 内の二つの曲面

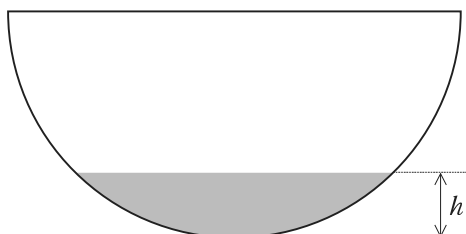
$$S_1 = \{(x, y, z) \mid x^4 + y^3 + z^2 = 13, x, y, z \geq 0\},$$

$$S_2 = \{(x, y, z) \mid 16x^2 + 8y^2 - z^4 = 32, x, y, z \geq 0\}$$

に対して、これらの共通部分として定まる曲線を C とする。このとき、点 $(1, 2, 2)$ における C の接線 l と xy 平面の関係として正しいのはどれか。

1. $(-\frac{7}{2}, \frac{7}{2}, 0)$ で交わる。
2. $(-4, 4, 0)$ で交わる。
3. $(-\frac{7}{2}, \frac{9}{2}, 0)$ で交わる。
4. $(-3, 4, 0)$ で交わる。
5. 交点を持たない。

【No. 38】 図のように、半径 3 の半球状の容器に、容器の底から高さ h まで水が入っている。容器内の水の体積と、容器の容積の比が $4:27$ であるとき、 h の値はいくらか。



1. $\frac{2}{3}$
2. 1
3. $\frac{3}{2}$
4. 2
5. $\frac{13}{6}$

【No. 39】 複素数平面 \mathbf{C} 上の三つの関数 f, g, h をそれぞれ

$$f(z) = \frac{\bar{z}^2}{4}, \quad g(z) = \frac{z + \bar{z}}{2}, \quad h(z) = \frac{z - \bar{z}}{2i}$$

とする。ただし、 \bar{z} は z の複素共役を表し、 i は虚数単位とする。

このとき、次の関数㉠～㉥のうち、 \mathbf{C} 上正則であるもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉠ $f(z)$
- ㉡ $i(g(z) + h(z))$
- ㉢ $g(z)h(z)$
- ㉣ $f(z) + ig(z)h(z)$

1. ㉠
2. ㉠、㉡、㉢
3. ㉡、㉢
4. ㉢、㉣
5. ㉣

【No. 40】 次の集合のルベーグ測度はいくらか。

$$\{x \in (0, 1) \mid \sin(\log_e x) > 0\}$$

1. $\frac{1}{e^\pi + 1}$
2. $\frac{e^\pi}{e^\pi + 1}$
3. $\frac{1}{e^{2\pi} + 1}$
4. $\frac{e^\pi}{e^{2\pi} + 1}$
5. $\frac{e^{2\pi}}{e^{2\pi} + 1}$

【No. 41】 正の実数値をとる C^∞ 級の 2 変数関数 $u(t, x)$ が偏微分方程式

$$u_t = u_{xx}$$

を満たすとき、 $v = \frac{u_x}{u}$ で定まる 2 変数関数 $v(t, x)$ が必ず満たす偏微分方程式として正しいのは次のうちではどれか。

1. $v_t - vv_x + 2v_{xx} = 0$
2. $v_t + vv_x + 2v_{xx} = 0$
3. $v_t - 2vv_x - v_{xx} = 0$
4. $v_t - 2vv_x + v_{xx} = 0$
5. $v_t + 2vv_x + 2v_{xx} = 0$

【No. 42】 0 以上の整数 n に対して、関数 $x_n(t)$ を

$$x_0(t) = 1, \quad x_{n+1}(t) = 1 + \int_0^t s x_n(s) ds$$

で定めるとき、 $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n(1)$ はいくらか。

1. 1
2. \sqrt{e}
3. e
4. $e\sqrt{e}$
5. e^2

【No. 43】 関数 $f(x)$ を

$$f(x) = \begin{cases} x & (-1 \leq x \leq 1) \\ 0 & (x < -1, 1 < x) \end{cases}$$

で定めるとき、関数

$$g(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x-y)f(y)dy$$

のフーリエ変換

$$\mathcal{F}[g](\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} g(x)e^{-i\xi x} dx$$

の $\xi = \frac{\pi}{4}$ における値 $\mathcal{F}[g]\left(\frac{\pi}{4}\right)$ はいくらか。

ただし、 i は虚数単位である。

1. $-\frac{2(4-\pi)^2}{\pi^4}$
2. $-\frac{4(4-\pi)^2}{\pi^4}$
3. $-\frac{8(4-\pi)^2}{\pi^4}$
4. $-\frac{16(4-\pi)^2}{\pi^4}$
5. $-\frac{32(4-\pi)^2}{\pi^4}$

【No. 44】 xyz 空間において、単位球面 $S = \{(x, y, z) \mid x^2 + y^2 + z^2 = 1\}$ は $n(0, 0, 1) = (0, 0, 1)$ を満たす外向きの単位法線ベクトル場 \mathbf{n} によって向き付けられているとする。 \mathbf{R}^3 上のベクトル場 \mathbf{A} を

$$\mathbf{A}(x, y, z) = (xy^2 + x^2y, yz^2 + y^2z, zx^2 + z^2x)$$

と定めたとき、面積分 $\iint_S \mathbf{A} \cdot \mathbf{n} dS$ の値はいくらか。

1. 0
2. $\frac{\pi}{5}$
3. $\frac{2\pi}{5}$
4. $\frac{3\pi}{5}$
5. $\frac{4\pi}{5}$

【No. 45】 3種類のおもちゃ A, B, C のいずれか一つが封入された箱が販売されている。購入し開封するまで中身は分からず、おもちゃが A, B, C である確率はそれぞれ $\frac{1}{30}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{11}{12}$ となっている。この箱を一つずつ購入し開封していくとき、A と B の2種類のおもちゃが揃うまでに購入される箱の個数の期待値はいくらか。

1. 35
2. 36
3. 37
4. 38
5. 41

【No. 46】 粒子 P を 1 秒ごとに観測すると、各時点で四つの点 a_1, a_2, b, c のいずれかに滞在している。
3 点から形成される二つのグループ $X_i = \{a_i, b, c\}$ ($i = 1, 2$) に基づき、それぞれのグループ内での粒子の移動規則 M_i を次の通りに定める。

M_i : グループ X_i のうち粒子が滞在している点以外の 2 点のいずれか一方に確率 $\frac{1}{2}$ で移動する。

ここで、各観測時点で粒子 P が滞在している点から、1 秒後に P が観測される点について次が分かっているとする。

- ・点 a_i ($i = 1, 2$) に滞在していれば、 M_i に従う。
- ・点 b に滞在していれば、 M_1 と M_2 のいずれか一方がそれぞれ確率 $\frac{1}{2}$ で選択され、選ばれた移動規則に従う。
- ・点 c に滞在していれば、 M_1 と M_2 のいずれか一方がそれぞれ確率 $\frac{1}{4}$ 及び確率 $\frac{3}{4}$ で選択され、選ばれた移動規則に従う。

以上の仮定の下で、点 a_1 で観測された粒子 P が n 秒後に点 c で観測される確率を p_n とするとき、 $\lim_{n \rightarrow \infty} p_n$ はいくらか。

1. $\frac{1}{8}$
2. $\frac{1}{6}$
3. $\frac{5}{24}$
4. $\frac{1}{3}$
5. $\frac{3}{8}$

【No. 47】 二つの事象 A, B は $P(A) = \frac{1}{6}$, $P(B|A) = \frac{1}{2}$, $P(B|A^c) = \frac{1}{5}$ を満たしている。ただし、 $P(B|A)$ は事象 A の下での事象 B の条件付き確率であり、 $P(B|A^c)$ は A の余事象の下での B の条件付き確率である。このとき、観測の対象として A, A^c を与える場合の、事象 B の下での条件付き確率の確率 P に対するカルバック-ライブラー情報量

$$P(A|B)\log_e \frac{P(A|B)}{P(A)} + P(A^c|B)\log_e \frac{P(A^c|B)}{P(A^c)}$$

はいくらか。

1. $\frac{1}{3}(5\log_e 2 - 2\log_e 5 - 2\log_e 3)$
2. $\frac{1}{3}(2\log_e 5 - 5\log_e 2)$
3. $\frac{1}{6}(11\log_e 2 - 5\log_e 5)$
4. $\frac{1}{6}(5\log_e 5 - 11\log_e 2)$
5. $\frac{1}{3}(5\log_e 2 - 2\log_e 5)$

【No. 48】 λ を正の定数とする。 $n > \lambda$ なる正の整数 n に対し、表が出る確率が $\frac{\lambda}{n}$ である硬貨を n 回投げたときに、表が出る回数が偶数回となる確率を p_n とする。このとき、極限 $\lim_{n \rightarrow \infty} p_n$ の値はいくらか。

1. $\frac{1 - e^{-\lambda}}{2}$
2. $\frac{1 - e^{-2\lambda}}{2}$
3. $\frac{1}{2}$
4. $\frac{1 + e^{-\lambda}}{2}$
5. $\frac{1 + e^{-2\lambda}}{2}$

【No. 49】 次は、論理変数 x, y, z に関するある論理関数 $f: \{0, 1\}^3 \rightarrow \{0, 1\}$ の真理値表である。この関数 f を和積標準形 $A_1 \wedge A_2$ で表したものとして正しいのはどれか。

ただし、 $i = 1, 2$ に対して $A_i = p_1^i \vee p_2^i \vee p_3^i$ であり、 p_1^i, p_2^i, p_3^i は x, y, z 、若しくはそれらの否定 $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ である。

x	y	z	$f(x, y, z)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	1	0	1
1	0	1	1
1	1	1	0

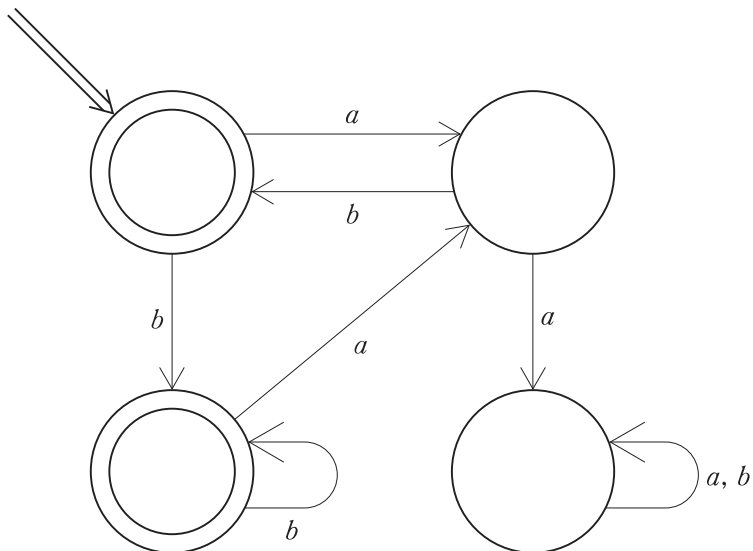
1. $(x \vee y \vee z) \wedge (x \vee y \vee \bar{z})$
2. $(x \vee y \vee \bar{z}) \wedge (\bar{x} \vee \bar{y} \vee \bar{z})$
3. $(x \vee \bar{y} \vee z) \wedge (\bar{x} \vee y \vee \bar{z})$
4. $(\bar{x} \vee y \vee z) \wedge (\bar{x} \vee \bar{y} \vee z)$
5. $(\bar{x} \vee \bar{y} \vee z) \wedge (x \vee \bar{y} \vee \bar{z})$

【No. 50】 16進数で7FFDと表される正数と8003と表される正数を掛けた値を、16進数で表した値はいくらか。

1. 3FDA0009
2. 3FFD0009
3. 3FFFFFF7
4. 4AFE8009
5. 4FFFC007

【No. 51】 $\Sigma = \{a, b\}$ とする。図のような決定性有限オートマトンが定義する言語と等価な言語を表す正規表現は次のうちではどれか。

ただし、初期状態を \Rightarrow 、受理状態を \odot で表すとする。また、正規表現「+」、「 \cdot 」、「 $*$ 」はそれぞれ「和集合をとる」、「接続する」、「0 回以上の接続を任意の回数繰り返す」を表すものとする。



1. $a \cdot b^* + b^*$
2. $a \cdot b \cdot (a \cdot b)^* + b \cdot b^*$
3. $(a \cdot b)^* + b^*$
4. $(a \cdot b)^* + b \cdot b^*$
5. $(a \cdot b + b)^*$

【No. 52】 $S = \{1, 2, 3\}$ 上の確率分布 $P_0(X)$ に対し、次で確率分布 $P_t(X)$ を定める。

$$P_t(X = x) = \sum_{y: y \in S, y \neq x} \frac{P_{t-1}(X = y)}{2} \quad (t = 1, 2, \dots)$$

確率分布 $P_t(X)$ のエントロピー $H_t(X) = -\sum_{x \in S} P_t(X = x) \log_2 P_t(X = x)$ について、 $P_0(X)$ によらず成り立つ性質として最も妥当なのはどれか。

1. $H_t(X) \leq H_{t-1}(X)$
2. $H_t(X) < H_{t-1}(X)$
3. $H_t(X) = H_{t-1}(X)$
4. $H_t(X) > H_{t-1}(X)$
5. $H_t(X) \geq H_{t-1}(X)$

【No. 53】 表と裏が出る確率がそれぞれ $\frac{1}{2}$ のコインを M 回振る。このとき、次のような確率変数を考える。

$$N = \begin{cases} \text{表が出るまでにかかった試行の回数} & (M \text{ 回の試行で表が出た場合}) \\ 0 & (M \text{ 回の試行で全て裏が出た場合}) \end{cases}$$

N の期待値が $\frac{15}{8}$ よりも大きくなるような最小の M の値はいくらか。

1. 4
2. 5
3. 6
4. 7
5. 8

【No. 54】 C 言語で記述された次のプログラムを実行したとき、出力される数はいくらか。

```
#include<stdio.h>
int F(int m, int n){
    int C;

    if(n == 0 || n == m){
        C = 1;
    }else{
        C = F(m-1, n-1) + F(m-1, n);
    }
    return C;
}
int main(void){
    int C, m = 7, n = 4;

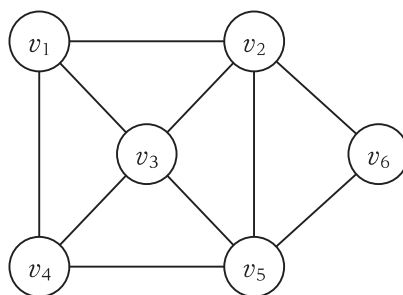
    C = F(m, n);
    printf("%d\n", C);
    return 0;
}
```

1. 35
2. 36
3. 37
4. 38
5. 39

【No. 55】 V を頂点集合とし、 E を枝集合とする無向グラフ $G = (V, E)$ を考える。 G の各辺は V に含まれる二つの要素(すなわち、辺の両端点)から成る部分集合で表されるものとする。次の条件を満たす V の部分集合 $S \subseteq V$ をグラフ G の支配集合と呼ぶ。

$$\forall v [(v \in S) \vee (\exists u [\{u, v\} \in E) \wedge (u \in S)]]$$

ここで、 $G = (V, E)$ を次に示すグラフとする。



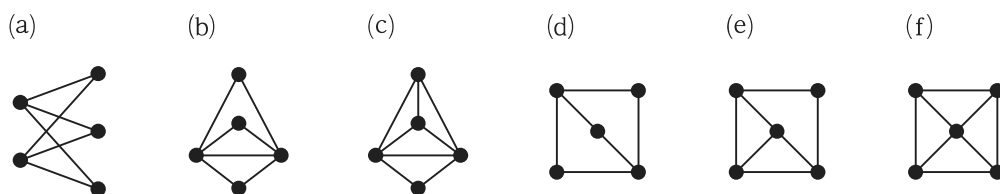
次に示す頂点集合のうち、 G の支配集合でないものはどれか。

1. $\{v_1, v_3, v_5\}$
2. $\{v_1, v_2, v_4, v_5\}$
3. $\{v_1, v_4\}$
4. $\{v_2, v_4\}$
5. $\{v_3, v_6\}$

【No. 56】 $S = \{0, 1, 2, \dots, 25\}$ とする。暗号化関数 $E: S \rightarrow S$ を $E(x) = 23x + 3 \pmod{26}$ と定義すると、それに対する復号化関数 $D: S \rightarrow S$ とは、 $D(E(x)) = x (x \in S)$ となるような関数であり、ある $a \in S$ を用いて $D(y) = a(y - 3) \pmod{26}$ と表される。このとき、 $D(1)$ の値はいくらか。

1. 6
2. 11
3. 17
4. 18
5. 23

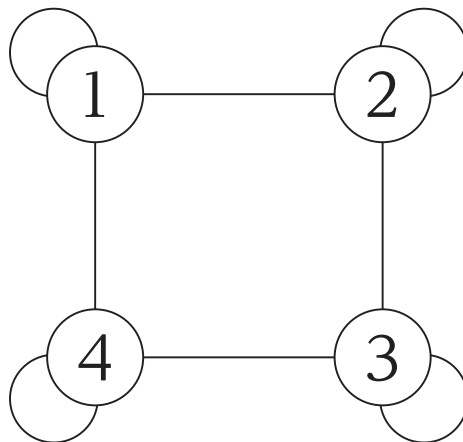
【No. 57】 次に示すグラフ(a)~(f)のうち、各頂点をちょうど一度だけ通る閉路をもつもののみを全て挙げているのはどれか。



1. (a), (b), (d)
2. (a), (c), (e), (f)
3. (b), (c), (d), (e), (f)
4. (b), (d), (f)
5. (c), (e), (f)

【No. 58】 図のような無向グラフを考える。頂点1から頂点2に至る長さ5の経路はいくつあるか。

ただし、経路は頂点の列であり、経路を構成する辺の数を長さとする。また、同じ頂点を複数回通ることも許すものとする。



1. 60
2. 61
3. 62
4. 63
5. 64

【No. 59】 連続的に微分可能な関数 $f(x)$ の 1 階導関数 $f'(x)$ の 2 次精度の近似式を $f(x)$, $f(x+h)$, $f(x+2h)$ を用いて表したものと最も妥当なのはどれか。

ただし、近似式が 2 次精度であるとは、 h の絶対値が十分小さいときに、近似式と元の式の差の大きさが h^2 の定数倍以下であることを意味する。

1.
$$\frac{f(x) - 2f(x+h) + f(x+2h)}{h}$$

2.
$$\frac{f(x) - 2f(x+h) + f(x+2h)}{h^2}$$

3.
$$\frac{3f(x) - 4f(x+h) + f(x+2h)}{h^2}$$

4.
$$\frac{-f(x) + 2f(x+h) - f(x+2h)}{h}$$

5.
$$\frac{-3f(x) + 4f(x+h) - f(x+2h)}{2h}$$

【No. 60】 関数 $g: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$ を連続的微分可能とし、 $g(1) = 2$ 、 $g'(1) = -3$ であるとする。関数 $f: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$ を $f(x) = (x - 1)g(x)$ と定義し、方程式 $f(x) = 0$ に対しニュートン法を適用して生成された点列を $\{x_k\}_{k \geq 0}$ とする。 $\lim_{k \rightarrow \infty} x_k = 1$ かつ各 k について $x_k \neq 1$ であるとき、 $\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{|x_{k+1} - 1|}{|x_k - 1|^2}$ はいくらか。

1. $\frac{4}{9}$
2. $\frac{2}{3}$
3. 1
4. $\frac{3}{2}$
5. $\frac{9}{4}$

【No. 61】 ある工場で、ある製品を1日1個ずつ作っている。ある日に作った製品が正常なものであるとき、翌日作る製品が正常なものである確率が70%、不良品である確率が30%である。また、ある日に作った製品が不良品であるとき、翌日作る製品が正常なものである確率が90%、不良品である確率が10%である。ある日に作った製品が不良品であるとき、3日後に作った製品もまた不良品である確率はおよそいくらか。

1. 3%
2. 9%
3. 24%
4. 28%
5. 33%

【No. 62】 次の非線形計画問題の最適解における目的関数の値はいくらか。

ただし、 n は正の整数とする。

$$\begin{aligned} & \text{minimize} && -\sum_{i=1}^n x_i \\ & \text{subject to} && \sum_{i=1}^n 2^{i-1} x_i^2 = 1, \quad x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

1. $-3 + 2^{-n+2}$
2. $-2 + 2^{-n+1}$
3. -2^{-n+1}
4. $-\sqrt{2 - 2^{-n+1}}$
5. $-\sqrt{3 - 2^{-n+2}}$

【No. 63】 ある売店にはレジが一つしかなく、他の客が会計中であれば、後から来た客は順番に並んで待たなければならない。客は平均して3分間に1人の割合の定常ポアソン過程に従ってレジに到着し、1人の客に対する会計の時間は平均1分の指数分布に従うものとする。定常状態において、客がレジに到着してから自分の番が来るまでの平均待ち時間はいくらか。

1. $\frac{1}{2}$ 分
2. $\frac{2}{3}$ 分
3. 1 分
4. $\frac{4}{3}$ 分
5. $\frac{3}{2}$ 分

【No. 64】 組合せ最適化問題を解くための発見的解法の一つである焼きなまし法(simulated annealing)に関する記述㉠～㉥のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉠ 現在の解の近傍からランダムに選んだ解が改善解ならばその解に移動する。
- ㉡ 温度パラメータが低い方が、移動が生じやすい。
- ㉢ 温度パラメータを急速に下げる方が、最適解が得られやすい。
- ㉣ 必ずしも最適解が得られるとは限らない。

1. ㉠、㉡、㉣
2. ㉠、㉣
3. ㉡、㉢
4. ㉡、㉣
5. ㉢、㉣

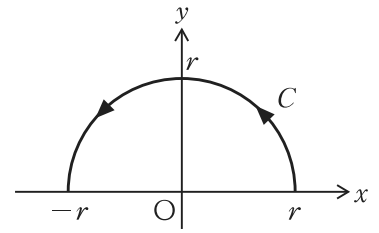
【No. 65】 次の関数 $f(x, y, z)$ が凸関数となるような整数 k はいくつあるか。

$$f(x, y, z) = 3x^2 + (8 - k)xy + 3y^2 + \frac{2}{3}z^6 - \frac{k}{3}z^4 + 10z^2$$

1. 8
2. 9
3. 10
4. 11
5. 15

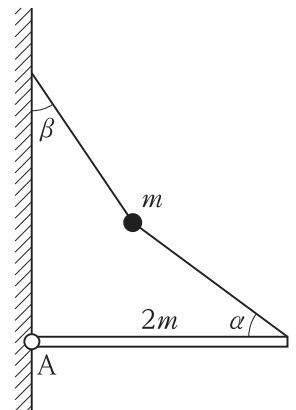
【No. 66】 図のように、 xy 平面において、 $y \geq 0$ の領域に、原点 O を中心とする半径 r の半円がある。

$(r, 0)$ を始点、 $(-r, 0)$ を終点とする、この半円に沿った反時計回りの経路を C とするとき、経路 C に沿ったベクトル場 $\mathbf{A} = (x^2, y^2)$ の線積分の値はいくらか。



1. $-\frac{2}{3}\pi r^3$
2. $-\frac{2}{3}r^3$
3. 0
4. $\frac{2}{3}r^3$
5. $\frac{2}{3}\pi r^3$

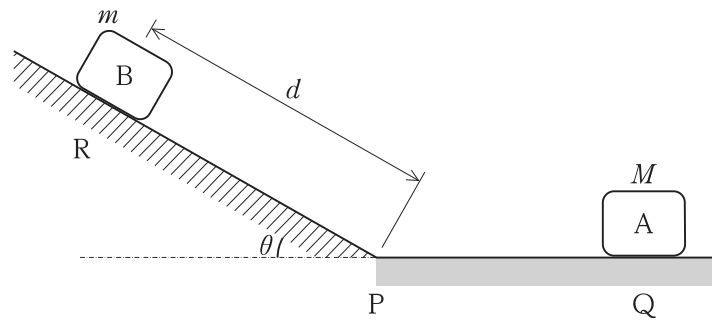
【No. 67】 一様な重力下で、図のように、質量 $2m$ の一様な剛体棒の一端が点 A で鉛直な壁面に取り付けられている。ただし、剛体棒は点 A を中心として、紙面内で自由に回転できるものとする。また、剛体棒のもう一端は糸で壁面と結ばれている。糸の途中に質量 m の小球を固定したところ、剛体棒が水平な状態で静止した。このとき、剛体棒と糸のなす角 α について、 $\tan \alpha = \frac{3}{4}$ であった。壁面と糸のなす角を β とすると、 $\tan \beta$ の値として最も妥当なのはどれか。



1. $\frac{1}{2}$
2. $\frac{3}{5}$
3. $\frac{2}{3}$
4. $\frac{3}{4}$
5. $\frac{4}{5}$

【No. 68】 図のように、水平面から傾き θ をなす粗い斜面と、滑らかで水平な床が点 P でつながっており、床上の点 Q で質量 M の小物体 A が静止している。斜面上の点 R から質量 m の小物体 B を静かに放したところ、小物体 B は斜面上を滑り、小物体 A に非弾性衝突した。衝突後の小物体 A の速さとして最も妥当なのはどれか。

ただし、PR 間の距離を d 、小物体 A と小物体 B との間の反発係数を e 、小物体 B と斜面との間の動摩擦係数を μ' 、重力加速度の大きさを g とする。また、斜面と床は滑らかにつながっているものとする。

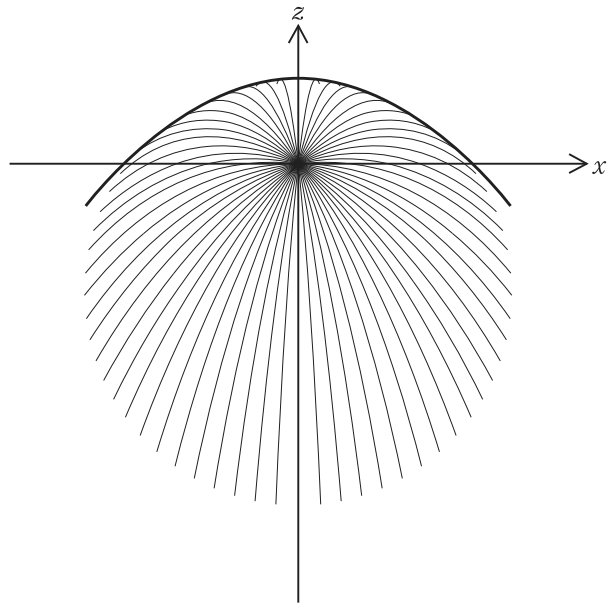


1. $\frac{(1 - e)m}{m + M} \sqrt{2gd(\sin \theta - \mu' \cos \theta)}$
2. $\frac{m + eM}{m + M} \sqrt{2gd(\cos \theta - \mu' \sin \theta)}$
3. $\frac{m + eM}{m + M} \sqrt{2gd(\sin \theta - \mu' \cos \theta)}$
4. $\frac{(1 + e)m}{m + M} \sqrt{2gd(\sin \theta - \mu' \cos \theta)}$
5. $\frac{(1 + e)m}{m + M} \sqrt{2gd(\cos \theta - \mu' \sin \theta)}$

【No. 69】 花火が打ち上がって花火玉が破裂すると、無数の小さな火薬玉が四方八方に飛び出して発光する。

図のように、水平面内に x 軸、鉛直上向きに z 軸正の向きをとり、原点で花火玉が破裂した直後に火薬玉は速さ v で一様等方に飛び出したとする。十分に時間が経過したとき、 xz 面内で火薬玉が発光した領域の包絡線(図の太い曲線)を表す式として最も妥当なのはどれか。

ただし、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗や風の影響は無視できるものとする。また、火薬玉の発光は十分長く続くものとする。



1. $z = -\frac{g}{v^2}x^2 + \frac{v^2}{4g}$

2. $z = -\frac{g}{v^2}x^2 + \frac{v^2}{2g}$

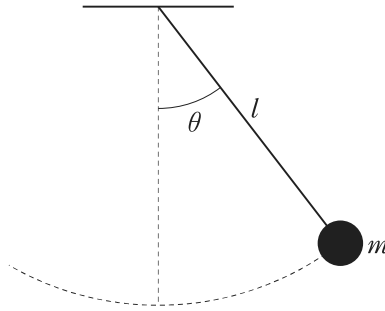
3. $z = -\frac{g}{2v^2}x^2 + \frac{v^2}{4g}$

4. $z = -\frac{g}{2v^2}x^2 + \frac{v^2}{2g}$

5. $z = -\frac{g}{4v^2}x^2 + \frac{v^2}{2g}$

【No. 70】 単振り子のラグランジュ方程式に関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「長さ l の糸に質量 m のおもりをつけた単振り子を考える。図に示したように、鉛直線と糸のなす角度 θ を一般化座標にとる。おもりの運動エネルギー及びおもりの最下点を基準とする重力の位置エネルギーを考えると、ラグランジアン(ラグランジュ関数) L は ㉞ となり、ラグランジュ方程式 ㉟ を計算すると、ニュートンの運動方程式と同じ式が得られる。ただし、 $\dot{\theta}$ は θ の時間微分を表し、重力加速度の大きさを g とする。」



㉞

㉟

- | | |
|--|--|
| 1. $L = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 - mgl\cos\theta$ | $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}}\right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0$ |
| 2. $L = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 - mgl(1 - \cos\theta)$ | $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}}\right) + \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0$ |
| 3. $L = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 - mgl(1 - \cos\theta)$ | $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}}\right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0$ |
| 4. $L = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + mgl(1 - \cos\theta)$ | $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}}\right) + \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0$ |
| 5. $L = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + mgl(1 - \cos\theta)$ | $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}}\right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0$ |

【No. 71】 1次元調和振動子に関する次の記述の㉠～㉥に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「質量 m 、ばね定数 k の 1次元調和振動子がある。この系のハミルトニアン H は、位置座標を x 、運動量を p として

$$H = \frac{1}{2m}p^2 + \frac{k}{2}x^2$$

で与えられる。一般化座標 Q とそれに共役な一般化運動量 P を用いて正準変換を行う。 Γ を定数として $Q = \Gamma x$ とおくと、 Q に共役な運動量 P は、

$$P = \frac{\partial L}{\partial \dot{Q}} = \boxed{\text{㉠}}$$

と書ける。ここで、 L は系のラグランジアン、 \dot{Q} は Q の時間微分である。この P と Q を用いてハミルトニアン $H = P\dot{Q} - L$ を書き下せば、調和振動子の運動エネルギーを E とするとき、 $H = E$ の解が P - Q 位相空間において円軌道を描くための条件を求めることができる。その条件は、

$$\Gamma = \boxed{\text{㉡}}$$

となる。このとき、円軌道の半径は $\boxed{\text{㉢}}$ であり、さらに正準方程式

$$\dot{Q} = \frac{\partial H}{\partial P}, \quad \dot{P} = -\frac{\partial H}{\partial Q} \quad (\dot{P} \text{ は } P \text{ の時間微分})$$

を考慮すれば、円軌道を描く角速度の大きさは $\boxed{\text{㉣}}$ となる。」

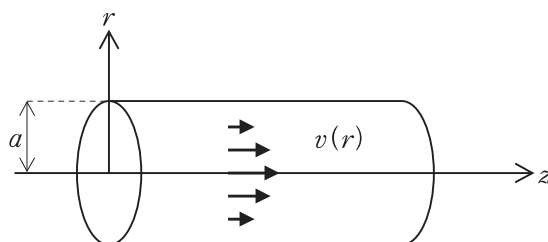
- | | ㉠ | ㉡ | ㉢ | ㉣ |
|----|------------------------------|---|--|-----------------------|
| 1. | $\frac{m}{\Gamma^2}\dot{Q}$ | $(mk)^{\frac{1}{4}}$ | $\left(\frac{4mE^2}{k}\right)^{\frac{1}{4}}$ | $\sqrt{\frac{k}{4m}}$ |
| 2. | $\frac{m}{\Gamma^2}\dot{Q}$ | $(mk)^{\frac{1}{4}}$ | $\left(\frac{4mE^2}{k}\right)^{\frac{1}{4}}$ | $\sqrt{\frac{k}{m}}$ |
| 3. | $\frac{m}{\Gamma^2}\dot{Q}$ | $\left(\frac{mk}{2}\right)^{\frac{1}{4}}$ | $\left(\frac{mE^2}{4k}\right)^{\frac{1}{4}}$ | $\sqrt{\frac{k}{m}}$ |
| 4. | $\frac{2m}{\Gamma^2}\dot{Q}$ | $\left(\frac{mk}{2}\right)^{\frac{1}{4}}$ | $\left(\frac{4mE^2}{k}\right)^{\frac{1}{4}}$ | $\sqrt{\frac{k}{4m}}$ |
| 5. | $\frac{2m}{\Gamma^2}\dot{Q}$ | $\left(\frac{mk}{2}\right)^{\frac{1}{4}}$ | $\left(\frac{mE^2}{4k}\right)^{\frac{1}{4}}$ | $\sqrt{\frac{k}{m}}$ |

【No. 72】 半径 a の十分長い円筒形パイプの中で、非圧縮性ニュートン流体が定常流をなしている。図のように、パイプの中心軸を z 軸とし、中心軸からの距離を r とする。流体の粘性係数を μ 、 z 軸方向の速度成分を $v(r)$ 、圧力を $P(z)$ とすると、ナビエーストークス方程式は

$$\mu \left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \right) v = \frac{dP}{dz} = \text{定数}$$

となる。 $v(a) = 0$ のとき、 $v(0)$ として最も妥当なのはどれか。

ただし、流体にはたらく重力の影響は無視できるものとする。



1. $-\frac{a^2}{2\mu} \frac{dP}{dz}$
2. $-\frac{a^2}{4\mu} \frac{dP}{dz}$
3. $\frac{a^2}{4\mu} \frac{dP}{dz}$
4. $\frac{a^2}{2\mu} \frac{dP}{dz}$
5. $\frac{a^2}{\mu} \frac{dP}{dz}$

【No. 73】 大気は、高度が上がるにつれて温度が下がることが知られている。鉛直上向きに z 軸正の向きをとり、地表を高度 $z = 0$ 、地表の温度を T_0 、 $\gamma (> 0)$ を定数とすると、高度 z における温度 $T(z)$ は、

$$T(z) = T_0 - \gamma z$$

と表すことができる。また、高度 z における圧力 $P(z)$ について釣り合いの式

$$P(z + dz) + \rho(z)gdz = P(z)$$

が成り立つ。大気を理想気体とみなし、高度 z と $z + dz$ の間の微小区間において、1 モル当たりの理想気体の状態方程式

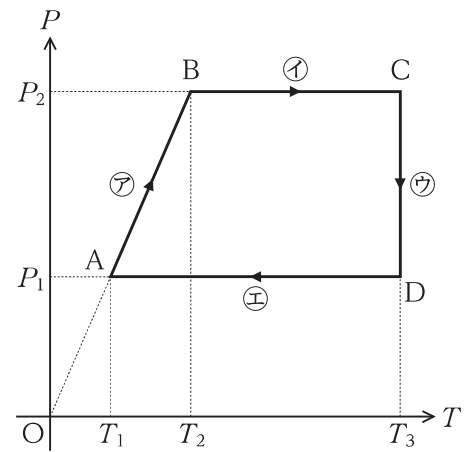
$$P(z)V(z) = RT(z)$$

が成り立つとしたとき、 $P(z)$ として最も妥当なのはどれか。

ただし、大気の密度を $\rho(z)$ 、体積を $V(z)$ 、気体定数を R 、地表の圧力を P_0 、大気 1 モル当たりの質量を M とする。また、重力加速度の大きさを g とし、 g は高度 z によらず一定とする。

1. $P_0 \left(\frac{T_0 - \gamma z}{T_0} \right)^{\frac{Mg}{R\gamma}}$
2. $P_0 \left(\frac{T_0 - \gamma z}{T_0} \right)^{\frac{R\gamma}{Mg}}$
3. $P_0 \left(\frac{T_0}{T_0 - \gamma z} \right)^{\frac{Mg}{R\gamma}}$
4. $P_0 \exp \left(-\frac{Mg\gamma z}{RT} \right)$
5. $P_0 \exp \left(-\frac{Mgz}{\gamma RT} \right)$

【No. 74】 軽くて摩擦のないピストンを備えた容器に理想気体が閉じ込められている。図のように、この気体の圧力 P と絶対温度 T が過程㉗～㉜を経て、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ と変化したとき、気体が外部に仕事をせず、気体の内部エネルギーが増加した過程のみを全て挙げているのはどれか。



1. ㉗
2. ㉗、㉘
3. ㉗、㉘、㉙
4. ㉘
5. ㉘、㉚

【No. 75】 2 準位系の平均エネルギーに関する次の記述の㉗、㉘に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「 0 又は $\varepsilon (> 0)$ の二つのエネルギー状態をもち、ボルツマン統計に従う N 個の独立な粒子から成る系を考える。この系が温度 T の熱平衡状態にあるとき、この系の平均エネルギーは ㉗ である。また、エネルギー状態が ε である粒子の数が $\frac{N}{2}$ 個より多くなる反転分布を作り出すことができ、その状態を表すためには仮想的に ㉘ と考えればよい。

ただし、ボルツマン定数を k_B とし、 $\beta = \frac{1}{k_B T}$ とする。」

- | ㉗ | ㉘ |
|---|-------------|
| 1. $N\varepsilon \frac{1}{1 + e^{-\beta\varepsilon}}$ | $\beta < 0$ |
| 2. $N\varepsilon \frac{1}{1 + e^{-\beta\varepsilon}}$ | $\beta > 0$ |
| 3. $N\varepsilon \frac{1}{1 + e^{\beta\varepsilon}}$ | $\beta < 0$ |
| 4. $N\varepsilon \frac{1}{1 + e^{\beta\varepsilon}}$ | $\beta > 0$ |
| 5. $N\varepsilon \frac{1}{1 + e^{\beta\varepsilon}}$ | $\beta = 0$ |

【No. 76】 3次元空間で真空中を伝わる電磁波に関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

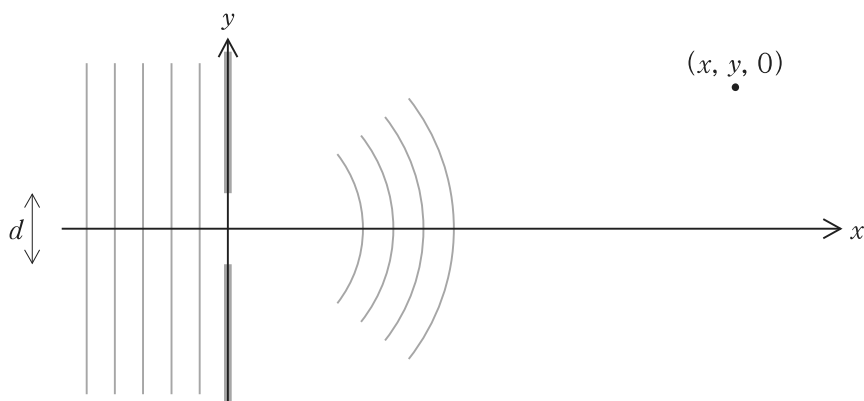
「光速を c とし、原点からの距離を r とすると、原点から球面状に伝わる電磁波の波動方程式は

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} u(t, r) = c^2 \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} \right) u(t, r)$$

で与えられる。 $u(t, r)$ は電磁波の電場の成分であり、原点から外向きに伝わる電磁波の解は、定数を A 、波長を λ 、虚数単位を i とすると、 $u(t, r) = \boxed{\text{㉞}}$ となる。

いま、図のように、直交座標系 (x, y, z) をとり、 $x = 0$ 平面に衝立があり、 $z = 0$ に z 方向の厚みの無視できるスリットが $-\frac{d}{2} \leq y \leq \frac{d}{2}$ で開いている。 x 軸正の向きに $x = -\infty$ から $x = 0$ に向けて波長 λ の平面波を入射し、スリットを通過させた。

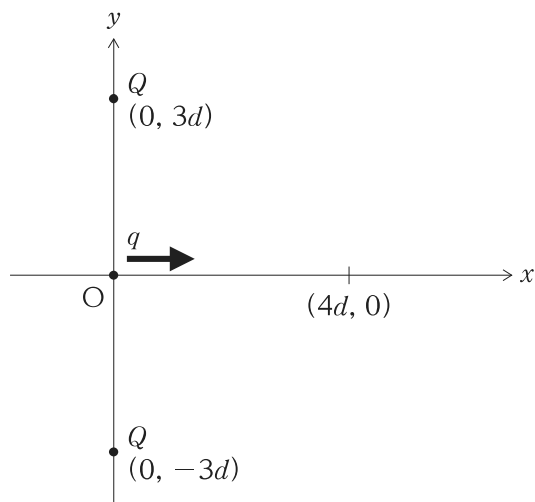
$x > 0$ の x 軸に近い領域では、電磁波の電場はスリットの各点から出た球面波の重ね合わせで求まると仮定することができ、原点から十分遠方の点 $(x, y, 0)$ における電場の成分は近似的に $u(t, x, y, 0) \sim \boxed{\text{㉟}}$ となる。ただし、 $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ とし、 $\frac{d^2}{\lambda r} \ll 1$ と近似した。また、 B は定数である。」



- | ㉞ | ㉟ |
|---|---|
| 1. $\frac{A}{r^2} e^{i \frac{2\pi}{\lambda}(r-ct)}$ | $\frac{B}{yr} \cos\left(\frac{\pi dy}{\lambda r}\right) e^{i \frac{2\pi}{\lambda}(r-ct)}$ |
| 2. $\frac{A}{r^2} e^{i \frac{2\pi}{\lambda}(r-ct)}$ | $\frac{B}{yr} \sin\left(\frac{\pi dy}{\lambda r}\right) e^{i \frac{2\pi}{\lambda}(r-ct)}$ |
| 3. $\frac{A}{r} e^{i \frac{2\pi}{\lambda}(r-ct)}$ | $\frac{B}{y} \cos\left(\frac{\pi dy}{\lambda r}\right) e^{i \frac{2\pi}{\lambda}(r-ct)}$ |
| 4. $\frac{A}{r} e^{i \frac{2\pi}{\lambda}(r-ct)}$ | $\frac{B}{y} \sin\left(\frac{\pi dy}{\lambda r}\right) e^{i \frac{2\pi}{\lambda}(r-ct)}$ |
| 5. $\frac{A}{r} e^{i \frac{2\pi}{\lambda}(r-ct)}$ | $\frac{B}{y} \cos\left(\frac{2\pi dy}{\lambda r}\right) e^{i \frac{2\pi}{\lambda}(r-ct)}$ |

【No. 77】 図のように、真空中の xy 平面上の $(0, 3d)$ 及び $(0, -3d)$ に電気量 Q の点電荷がそれぞれ固定されている。この状態で、質量 m 、電気量 q の荷電粒子を原点 O で静かに放したところ、荷電粒子は x 軸の正の向きに動き始め、 $(4d, 0)$ を通過した。荷電粒子が $(4d, 0)$ を通過するときの速さとして最も妥当なのはどれか。

ただし、 $Q > 0$ 、 $q > 0$ とし、真空の誘電率を ϵ_0 とする。



1. $\sqrt{\frac{Qq}{15\pi\epsilon_0 md}}$
2. $\sqrt{\frac{Qq}{10\pi\epsilon_0 md}}$
3. $\sqrt{\frac{2Qq}{15\pi\epsilon_0 md}}$
4. $\frac{2}{5d} \sqrt{\frac{Qq}{5\pi\epsilon_0 m}}$
5. $\frac{1}{5d} \sqrt{\frac{Qq}{\pi\epsilon_0 m}}$

【No. 78】 直交座標系 (x, y, z) において、静止質量 m 、電荷 q の荷電粒子が、一様な磁束密度 $\mathbf{B} = (0, 0, B)$ の中でローレンツ力のみを受けて、 xy 平面内で円運動している。荷電粒子の速度を \mathbf{v} 、運動量を \mathbf{p} とすると、運動方程式は

$$\frac{d\mathbf{p}}{dt} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}, \quad \mathbf{p} = \frac{m\mathbf{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

となる。ここで、 c は光速であり、 $v = |\mathbf{v}|$ である。荷電粒子の円運動の半径として最も妥当なのはどれか。ただし、 $p = |\mathbf{p}|$ であり、重力の影響は無視できるものとする。

1. $\frac{p}{qB} \frac{1}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}$
2. $\frac{p}{qB} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
3. $\frac{p}{qB}$
4. $\frac{p}{qB} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
5. $\frac{p}{qB} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$

【No. 79】 直交座標系 (x, y, z) において、一様な磁束密度 $\mathbf{B} = (0, 0, B)$ に対応するベクトルポテンシャルとして、次の㉠～㉦のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- | | | |
|---|---|---|
| ㉠ $(Bx, 0, 0)$ | ㉡ $(0, Bx, 0)$ | ㉢ $(0, 0, Bx)$ |
| ㉣ $\left(\frac{Bz}{2}, 0, -\frac{Bx}{2}\right)$ | ㉤ $\left(0, -\frac{Bz}{2}, \frac{Bx}{2}\right)$ | ㉥ $\left(-\frac{By}{2}, \frac{Bx}{2}, 0\right)$ |

1. ㉠、㉡
2. ㉠、㉣
3. ㉠、㉤
4. ㉢、㉣
5. ㉢、㉤

【No. 80】 荷電粒子の運動と運動エネルギーに関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「真空中において、質量 m 、電荷 $-e$ ($e > 0$) の静止している自由電子に、

$$E(t) = E_0 \cos \omega t$$

で表される時間 t で変化する振動電場が照射された。ここで、 E_0 は定数であり、 ω は振動の角周波数である。このとき電子には振動運動が誘起され、その振幅は ㉞ である。また、1 周期当たりの電子の平均運動エネルギーは ㉟ で表される。」

- | | ㉞ | ㉟ |
|----|--------------------------|--------------------------------|
| 1. | $\frac{eE_0}{m\omega}$ | $\frac{e^2 E_0^2}{2m\omega}$ |
| 2. | $\frac{eE_0}{m\omega}$ | $\frac{e^2 E_0^2}{4m\omega}$ |
| 3. | $\frac{eE_0}{m\omega^2}$ | $\frac{e^2 E_0^2}{2m\omega^2}$ |
| 4. | $\frac{eE_0}{m\omega^2}$ | $\frac{e^2 E_0^2}{4m\omega^2}$ |
| 5. | $\frac{eE_0}{m\omega^2}$ | $\frac{e^2 E_0^2}{8m\omega^2}$ |

【No. 81】 1次元空間の調和振動子ポテンシャル中を運動する質量 m の粒子のハミルトニアンは、

$$H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$$

で与えられる。 ω は角振動数、 x は粒子の位置座標であり、 p は運動量である。粒子は量子論的な基底状態にあるとする。古典力学で許される範囲の外に粒子が見いだされる確率 P として最も妥当なのはどれか。

ただし、

$$C = \int_1^{\infty} e^{-y^2} dy$$

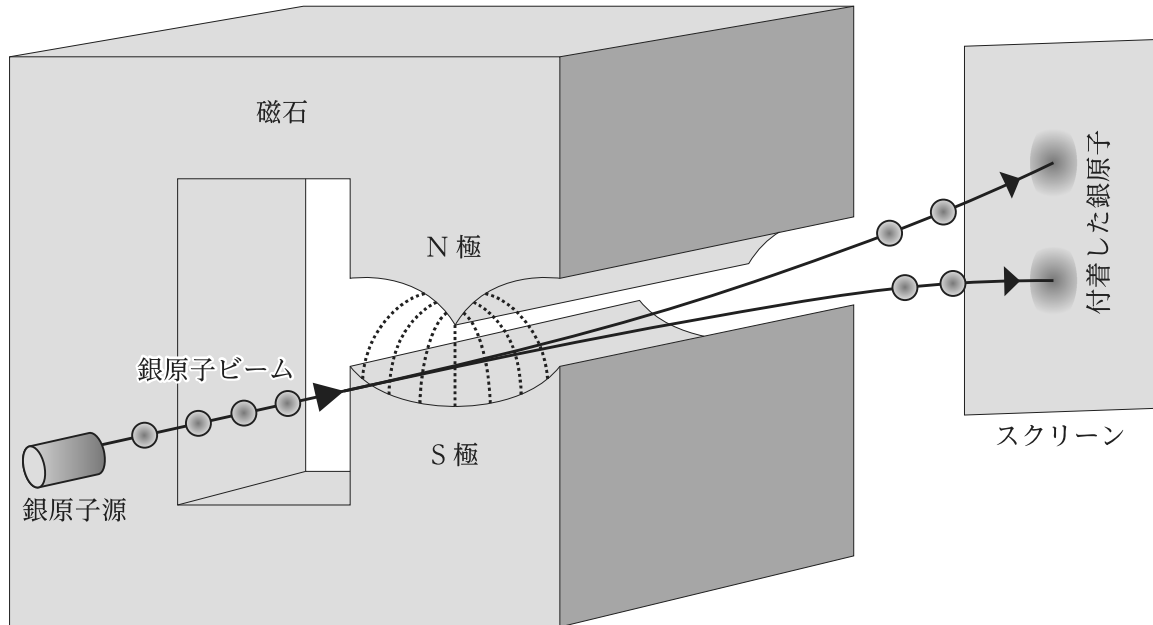
とする。なお、必要に応じて、 $a > 0$ に対して成り立つ次の公式を用いてもよい。

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-ax^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

1. $\frac{1}{\sqrt{\pi}}C$
2. C
3. $\frac{2}{\sqrt{\pi}}C$
4. $2C$
5. $\frac{4}{\sqrt{\pi}}C$

【No. 82】 次の実験の解釈に関する記述㉑～㉕のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

真空中において、下図のように、中性の銀原子ビームを不均一な磁場の中に入射すると、後方のスクリーン上の2か所に集まって銀原子が付着した。なお、銀の原子番号は47であり、最外殻軌道はs軌道となる。



- ㉑ 銀原子の最外殻電子の軌道角運動量に起因する磁気モーメントのため、銀原子は磁場によって上又は下向きの方を受ける。
- ㉒ 銀原子の最外殻電子のスピンに起因する磁気モーメントのため、銀原子は磁場によって上又は下向きの方を受ける。
- ㉓ 銀原子の最外殻電子のスピン状態は2種類である。
- ㉔ 銀原子の最外殻電子の軌道角運動量の磁気量子数は2個である。

1. ㉑、㉓
2. ㉑、㉔
3. ㉒、㉓
4. ㉒、㉔
5. ㉓、㉔

【No. 83】 ハミルトニアン行列が、次のように表されている。エネルギー固有値の近似値として妥当なもののみを挙げているのはどれか。ただし、 $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ は実数、 α は複素数とし、また、 $\varepsilon_1 - \varepsilon_2 \gg |\alpha|$ とする。

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_1 & \alpha \\ \alpha^* & \varepsilon_2 \end{pmatrix}$$

1. $\varepsilon_1 + \frac{|\alpha|}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}, \quad \varepsilon_2 - \frac{|\alpha|}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}$
2. $\varepsilon_1 + \frac{|\alpha|}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}, \quad \varepsilon_2 + \frac{|\alpha|}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}$
3. $\varepsilon_1 + \frac{|\alpha|^2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}, \quad \varepsilon_2 - \frac{|\alpha|^2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}$
4. $\varepsilon_1 + \frac{|\alpha|^2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}, \quad \varepsilon_2 + \frac{|\alpha|^2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}$
5. $\varepsilon_1 + \frac{2|\alpha|^2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}, \quad \varepsilon_2 - \frac{2|\alpha|^2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}$

【No. 84】 不確定性原理の水素原子への応用に関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「水素原子中の電子がクーロン引力によって陽子の位置に落ち込まず、距離を保って安定に存在する理由について不確定性原理を用いて考える。陽子は電子に比べて十分重いので、静止しているとみなす。電子の質量を m 、電荷を $-e$ ($e > 0$)、真空の誘電率を ε_0 とする。電子は運動量 Δp で陽子の周りの半径 Δr 程度の空間を運動しているとすると、系の全エネルギー E は、

$$E = \frac{\Delta p^2}{2m} - \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0\Delta r}$$

と書ける。ここで、不確定性関係 $\Delta r\Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$ を適用すると、 $\Delta r = \boxed{\text{㉞}}$ のときに、全系のエネルギーが $\boxed{\text{㉟}}$ となり最小値を取ることが示される。電子は電磁波を放出して、できるだけ低いエネルギー状態になろうとするが、不確定性関係のため、電子の軌道半径は $\Delta r = \boxed{\text{㉞}}$ より小さくすることができない。」

- | ㉞ | ㉟ |
|--|---|
| 1. $\frac{\pi\varepsilon_0\hbar^2}{me^2}$ | $-\frac{me^4}{4\pi^2\varepsilon_0^2\hbar^2}$ |
| 2. $\frac{\pi\varepsilon_0\hbar^2}{me^2}$ | $-\frac{me^4}{8\pi^2\varepsilon_0^2\hbar^2}$ |
| 3. $\frac{\pi\varepsilon_0\hbar^2}{me^2}$ | $-\frac{me^4}{32\pi^2\varepsilon_0^2\hbar^2}$ |
| 4. $\frac{4\pi\varepsilon_0\hbar^2}{me^2}$ | $-\frac{me^4}{8\pi^2\varepsilon_0^2\hbar^2}$ |
| 5. $\frac{4\pi\varepsilon_0\hbar^2}{me^2}$ | $-\frac{me^4}{32\pi^2\varepsilon_0^2\hbar^2}$ |

【No. 85】 基底状態 g と励起状態 e から成る 2 準位系を考える。二つの状態のエネルギー差は E_0 である。基底状態にあった系が時刻 $t = 0$ で外場との相互作用で励起状態 e に遷移した。その後、励起状態 e は寿命 τ で基底状態 g に緩和した。この場合の励起状態 e の波動関数は時間の関数であり、 a_0 を係数として

$$\psi(t) = a_0 \exp\left(-i\frac{E_0}{\hbar}t - \frac{t}{\tau}\right)$$

と表される。エネルギーの関数として表した励起状態 e の分布確率 $\Psi^*(E)\Psi(E)$ の係数を除いた表式として最も妥当なのは次のうちではどれか。

ただし、 $\Psi(E)$ は以下で表される $\psi(t)$ のフーリエ変換、 $\Psi^*(E)$ はその複素共役、 i は虚数単位である。

$$\Psi(E) = \int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) \exp\left(i\frac{E}{\hbar}t\right) dt = \int_0^{\infty} \psi(t) \exp\left(i\frac{E}{\hbar}t\right) dt$$

1. $\frac{1}{(E - E_0)^2 - \left(\frac{\hbar}{\tau}\right)^2}$
2. $\frac{1}{(E - E_0)^2 + \left(\frac{\hbar}{\tau}\right)^2}$
3. $\frac{1}{(E - E_0)^2 + \left(\frac{\tau}{\hbar}\right)^2}$
4. $\exp\left(-\left(\frac{E - E_0}{\hbar/\tau}\right)^2\right)$
5. $\exp\left(-\left(\frac{E - E_0}{\tau/\hbar}\right)^2\right)$

【No. 86】 金属と半導体、絶縁体に関する次の記述の㉗、㉘、㉙に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「真性半導体では、冷却すると電気抵抗率が増加するが、多くの金属では減少する。それは、 がバンドギャップ中に位置するのかバンド内に位置するのかの違いに起因する。

金、銀、銅など多くの金属は金属光沢をもち不透明である一方、ガラスやダイヤモンドなど透明な物質の多くは絶縁体である。この違いは、小さいエネルギーの光でも を励起して光を吸収・反射できるかどうかの違いに起因する。

一般に、金属は半導体・絶縁体より熱伝導率が高い。それは、 だけでなく伝導電子も熱を運ぶからである。」

- | | ㉗ | ㉘ | ㉙ |
|----|--------|------|------|
| 1. | 欠陥準位 | 格子振動 | イオン |
| 2. | 欠陥準位 | 電子 | 格子振動 |
| 3. | 欠陥準位 | 電子 | イオン |
| 4. | フェルミ準位 | 格子振動 | イオン |
| 5. | フェルミ準位 | 電子 | 格子振動 |

【No. 87】 結晶の逆格子に関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「図 I に示すように、原子間隔 a で同じ種類の原子が無限に並ぶ 1 次元結晶格子を考える。この結晶の 1 次元逆格子空間での逆格子点の間隔は ㉞ である。図 I の結晶の原子間隔の $\frac{1}{3}$ の位置に、同じ種類の原子を 1 個挿入してできた、図 II に示すような 1 次元結晶の逆格子点間隔は ㉟ となる。」

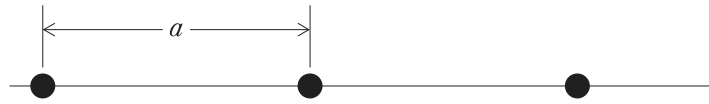


図 I

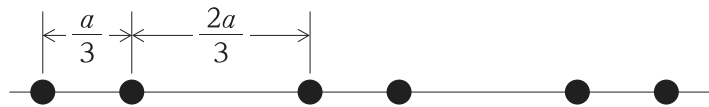


図 II

- | ㉞ | ㉟ |
|---------------------|------------------|
| 1. $\frac{\pi}{a}$ | $\frac{\pi}{a}$ |
| 2. $\frac{\pi}{a}$ | $\frac{2\pi}{a}$ |
| 3. $\frac{\pi}{a}$ | $\frac{3\pi}{a}$ |
| 4. $\frac{2\pi}{a}$ | $\frac{2\pi}{a}$ |
| 5. $\frac{2\pi}{a}$ | $\frac{3\pi}{a}$ |

【No. 88】 超伝導には、磁場が表面からどれくらいの深さまで侵入するかの指標であるロンドン磁場侵入長 λ と、超伝導電子対の大きさの程度を表すコヒーレンス長 ξ という二つの特徴的な長さがある。磁場を印加したとき、第 2 種超伝導体の超伝導状態が完全に消失する上部臨界磁場を表す式として最も妥当なのはどれか。

ただし、 Φ_0 は磁束量子である。

1. $\frac{\Phi_0}{\pi\lambda^2}$
2. $\frac{\Phi_0}{\pi\lambda\xi}$
3. $\frac{\Phi_0}{\pi\xi^2}$
4. $\frac{\pi\lambda^2}{\Phi_0}$
5. $\frac{\pi\xi^2}{\Phi_0}$

【No. 89】 ダイヤモンドにおける共有結合を考える。炭素原子の 2s 軌道の電子の波動関数を χ_s 、2p 軌道の電子の波動関数を χ_{p_x} 、 χ_{p_y} 、 χ_{p_z} とする。これらの波動関数はそれぞれ規格化されているものとする。これら四つの軌道からつくられる sp^3 混成軌道の一つを表す波動関数として最も妥当なのはどれか。

ただし、選択枝の波動関数は、規格化されていない。

1. $\chi_s + \chi_{p_x} + \chi_{p_y} + \chi_{p_z}$
2. $\sqrt{2}\chi_s + \chi_{p_x} + \chi_{p_y} + \chi_{p_z}$
3. $\chi_s + \sqrt{2}\chi_{p_x} + \chi_{p_y} + \chi_{p_z}$
4. $\chi_s + \sqrt{2}\chi_{p_x} + \sqrt{2}\chi_{p_y} + \chi_{p_z}$
5. $\chi_s + \sqrt{2}\chi_{p_x} + \sqrt{2}\chi_{p_y} + \sqrt{2}\chi_{p_z}$

【No. 90】 台風の風は、一般に気圧傾度力、コリオリ力、遠心力の三つの力が釣り合った状態である傾度風平衡と考えることができる。一方、竜巻の風は、台風の風よりはるかに空間、時間スケール共に小さいので、これらの三つの力のうち一つを無視することができ、残る二つの力が釣り合った状態である旋衡風平衡と考えることができる。

いま、北緯 45 度で発生した竜巻を考える。竜巻は中心からの距離によらず、一定の角速度で回転している。半径 50 m での風速が 70 m/s、地上気圧が 1000 hPa であった時の竜巻の中心気圧として最も妥当なのはどれか。

なお、必要に応じて、地上での空気密度を 1.2 kg/m^3 、地球の自転速度を $7.3 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$ としてよい。

1. 955 hPa
2. 960 hPa
3. 965 hPa
4. 970 hPa
5. 975 hPa

【No. 91】 地球上における海水の水平運動方程式は、摩擦、圧力の水平勾配及び平均流が存在しないとすると、次式のように表すことができる。

$$\frac{\partial u}{\partial t} - fv = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + fu = 0$$

ここで、 u 、 v はそれぞれ海水の速度の東向き及び北向き成分、 f はコリオリ係数である。この水平運動方程式に基づいて、海水が運動すると仮定すると、その軌跡は円を描く。円運動の周期が 17 時間となる緯度として最も妥当なのはどれか。

なお、必要に応じて、以下の数値を用いてよい。

$$\sin(25^\circ) = 0.42 \quad \sin(35^\circ) = 0.57 \quad \sin(40^\circ) = 0.64$$

1. 25 度
2. 30 度
3. 35 度
4. 40 度
5. 45 度

【No. 92】 地表面温度が T で、上向きの正味放射量を Rn 、下向きの大気放射量を L 、ステファン・ボルツマン定数を σ とすると地表面における放射収支は、次式のように表すことができる。

$$Rn = \sigma T^4 - L$$

夕方のある時刻での地表面温度が T_0 であったところ、夜間に気温が下がり、最低温度 T_{\min} に達したとき、 T_{\min} として最も妥当なのはどれか。

ただし、大気放射量 L は夕方から夜間にかけて一定、地表面温度 T に対する黒体放射量は σT^4 、地中伝導熱はゼロであり、顕熱と潜熱は無視できるものとする。また、 T_0 と T_{\min} の差は十分小さいものとし、以下のテイラー展開による近似を用いてよい。

$$f(x) = x^4 - x_a^4 \approx 4x^3(x - x_a) \quad (x \approx x_a)$$

1. $\frac{3T_0}{4} - \frac{L}{4\sigma T_0^3}$
2. $\frac{3T_0}{4} + \frac{L}{4\sigma T_0^3}$
3. $T_0 - \frac{L}{4\sigma T_0^3}$
4. $T_0 + \frac{L}{4\sigma T_0^3}$
5. $\frac{5T_0}{4} - \frac{L}{4\sigma T_0^3}$

【No. 93】 空気塊に働く浮力に関する次の記述の㉠～㉥に当てはまるものの組合せとして最も妥当なものはどれか。

「浮力は空気塊とその周囲の空気との間に密度差がある場合に生じ、空気塊が上昇すれば対流雲が形成される。液体や固体の凝結生成物を含んだ湿潤大気に対する鉛直方向の運動方程式は、次式のように表すことができる。

$$\frac{dw}{dt} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p'}{\partial z} + g \left(\frac{\theta'}{\theta} + 0.608 q_v - q_L - q_I \right)$$

ここで、 w は鉛直速度、 t は時間、 ρ は密度、 p' は気圧の水平平均からの気圧のずれ、 z は高度、 g は重力加速度の大きさ、 θ 、 θ' はそれぞれ温位の水平平均とそれからの温位のずれ、 q_v 、 q_L 、 q_I はそれぞれ水蒸気、水滴、氷粒子の混合比を表す。水滴などの凝結生成物が蒸発すると気温は ㉠ し、㉡ の浮力が生じる。 θ が 300 K の場合、この式から 1 K の温位 ㉢ によって生じる浮力は、凝結生成物およそ ㉣ g/kg によって生じる浮力に相当することが分かる。つまり、凝結生成物によって生じる浮力は積乱雲の中で ㉤ を起こす要因の一つである。」

- | | ㉠ | ㉡ | ㉢ |
|-------|---|---------------|-----|
| 1. 低下 | 負 | 3 | 下降流 |
| 2. 低下 | 正 | $\frac{1}{3}$ | 上昇流 |
| 3. 低下 | 正 | 3 | 下降流 |
| 4. 上昇 | 負 | $\frac{1}{3}$ | 上昇流 |
| 5. 上昇 | 正 | $\frac{1}{3}$ | 下降流 |

【No. 94】 地上の空気の温度は 304 K、露点温度は 300 K であった。このとき、地上の空気塊を持ち上げていったときに凝結の始まる高度として最も妥当なのはどれか。

ただし、地表付近の空気塊は混合比一定で上昇するとし、等混合比線に沿う温度変化は以下が成り立つものとする。

$$\frac{dT_d}{dz} = -\frac{gR_v T_d}{R_d L_v}$$

ここで、 T_d は露点温度、 z は高度、 R_d 、 R_v はそれぞれ乾燥空気と水蒸気の気体定数で、 $\frac{R_d}{R_v} = 0.6$ 、蒸発熱 $L_v = 2.5 \times 10^6$ J/kg、重力加速度の大きさ $g = 10$ m/s² とする。

なお、必要に応じて、気温を T 、乾燥空気の定圧比熱を $C_p = 1000$ J/kg/K とする以下の乾燥断熱減率の関係式を用いてよい。

$$\frac{dT}{dz} = -\frac{g}{C_p}$$

1. 500 m
2. 600 m
3. 700 m
4. 800 m
5. 900 m

【No. 95】 微小変形近似が成り立つ範囲内において、等方弾性体についてのデカルト座標系 (x_1, x_2, x_3) での垂直応力 σ_{ii} と垂直ひずみ ε_{ii} の関係は、ラメ定数 λ , μ 及び体積ひずみ $e = \varepsilon_{11} + \varepsilon_{22} + \varepsilon_{33}$ を用いて次のように与えられる。

$$\sigma_{11} = \lambda e + 2\mu\varepsilon_{11}$$

$$\sigma_{22} = \lambda e + 2\mu\varepsilon_{22}$$

$$\sigma_{33} = \lambda e + 2\mu\varepsilon_{33}$$

ある弾性体に等方的な圧力 $p = \sigma_{11} = \sigma_{22} = \sigma_{33}$ が作用したとき、 p と e の関係は体積弾性率 K を用いて、

$$p = Ke$$

と表される。 λ と μ を用いて K を表したものとして最も妥当なのはどれか。

1. $\lambda + 2\mu$
2. $\frac{\lambda + 2\mu}{3}$
3. $3\lambda + 2\mu$
4. $\frac{3\lambda + 2\mu}{3}$
5. $\frac{3\lambda + 5\mu}{3}$

【No. 96】 大きな地震の後には、多くの場合、その近くで引き続いて多数の地震(余震等)が発生する。余震の発生数は時間とともに、次式で表されるように減少することが知られている。

$$n(t) = \frac{K}{t + c}$$

ここで、 t は大地震発生からの経過時間、 $n(t)$ は経過時間 t における単位時間当たりのある大きさ以上の余震発生回数、 K と c は定数である。

いま、ある大地震について、その発生から 1 日経過した時点 ($t = 1$) での余震の頻度が 1 日当たり 176 回、10 日後 ($t = 10$) の頻度が 1 日当たり 32 回であった。この大地震発生から 1 か月後 ($t = 31$) の余震の頻度の予測値として最も妥当なのはどれか。

1. 1 日当たり 1 回
2. 1 日当たり 4 回
3. 1 日当たり 7 回
4. 1 日当たり 11 回
5. 1 日当たり 17 回

【No. 97】 細長い磁石を細い糸で水平につるし、地球磁場内で自由に回転振動させるとする。いま、磁石の平衡位置からのずれの角を φ とすれば、磁石の微小回転振動は次の運動方程式で表される。

$$C \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + MH\varphi = 0$$

ここで、 M は磁石の磁気モーメント、 H は地磁気の水平分力、 C は磁石の慣性モーメント、 t は時間である。また、磁石は長さ $2a$ の一様な細い棒であり、その質量が m であるとする。このとき、 $C = \frac{ma^2}{3}$ である。 $m = 9[\text{g}]$ 、 $a = 10[\text{cm}]$ 、 $M = 1[\text{Am}^2]$ 、 $H = 30000[\text{nT}]$ とするとき、磁石の自由振動周期として最も妥当なのはどれか。

1. 1 s
2. 2 s
3. 3 s
4. 6 s
5. 10 s

【No. 98】 一様な媒質から成る球形の天体の熱伝導を考える。天体の中心からの距離 r における絶対温度 T が満たす熱伝導方程式は、次式のように表すことができる。

$$k \left(\frac{d^2 T}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dT}{dr} \right) = -\rho H$$

ここで、 k は熱伝導率、 ρ は密度、 H は放射性物質による単位質量、単位時間当たりの発熱量である。これを積分することで、天体における温度分布が得られる。

天体の中心の温度は有限であり、天体表面での熱流量 $q = -k \frac{dT}{dr}$ を $70 \times 10^{-3} \text{ Wm}^{-2}$ 、天体表面の温度を 300 K とするとき、天体中心の温度として最も妥当なのはどれか。

ただし、 $k = 4[\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}]$ 、天体の半径を 6370 km とする。

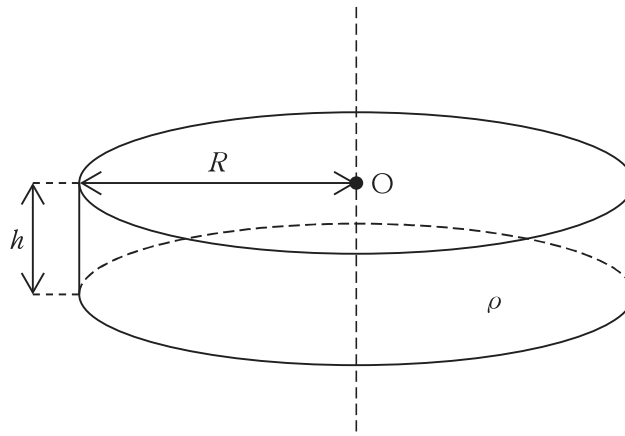
1. $5.6 \times 10^3 \text{ K}$
2. $5.6 \times 10^4 \text{ K}$
3. $2.2 \times 10^4 \text{ K}$
4. $5.6 \times 10^7 \text{ K}$
5. $2.2 \times 10^7 \text{ K}$

【No. 99】 図のように半径 R 、鉛直方向の厚さ h で、一様な密度 ρ をもつ円筒形の台地(地形の高まり)がある。 h に対して R が十分大きいとき、この円筒形台地全体の質量による台地表面の中心点 O における重力異常を、近似的に表すものとして最も妥当なのはどれか。

ただし、万有引力定数を G とする。

なお、地球外部のある点において、地球内部の微小質量 dm との間に働く引力による微小な引力加速度の大きさ dg_m は、その点と微小質量 dm との距離を b として、次のように表される。

$$dg_m = \frac{Gdm}{b^2}$$



1. $\pi\rho Gh$
2. $2\pi\rho Gh$
3. $4\pi\rho Gh$
4. $2\pi\rho GR$
5. $4\pi\rho GR$

【No. 100】 ゴンドワナ大陸に関する記述㉗～㉝のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ 石炭紀にゴンドワナ大陸を構成していた地塊のうち、現在は赤道に近い位置にある地塊においても氷成堆積物が見られ、当時、ゴンドワナ大陸は極域にも分布していたことが分かる。
- ㉘ ペルム紀に栄えた植物であるグロソプテリスの化石は、南アメリカ、アフリカ、インド、オーストラリアから産出しているが、南極大陸は氷床に覆われているため、グロソプテリスの化石は未発見である。
- ㉙ ジュラ紀まではゴンドワナ大陸の一部であったインドとマダガスカルは、白亜紀に入るとゴンドワナ大陸から離れ、さらに白亜紀後期以降はインドとマダガスカルが分離した。
- ㉚ 白亜紀にインドがユーラシアに衝突し、ヒマラヤ山脈が形成された。他の山脈と比べて古い時代から形成が始まったため、地球上で最も高い標高地点ができている。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉙
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉚
5. ㉙、㉚

【No. 101】 島弧と島弧の衝突に関する次の記述の㉗～㉝に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「日本列島の地体構造を見ると、伊豆半島の北方で ㉗ や秩父帯、中央構造線が北に向かって屈曲している。この構造は、㉘ プレートの上にある伊豆・小笠原弧が ㉙ プレートの北上のために本州弧と衝突して形成されたものである。主として ㉚ から成る丹沢地塊と伊豆地塊とが本州弧に衝突し、さらに丹沢地塊が ㉛ を続けることで、丹沢山地では島弧中部地殻を構成するトーナル岩体が地表に露出している。」

- | ㉗ | ㉘ | ㉙ | ㉚ |
|---------|--------|-------|----|
| 1. 四万十帯 | フィリピン海 | 火山噴出物 | 隆起 |
| 2. 四万十帯 | フィリピン海 | 石灰岩類 | 沈降 |
| 3. 四万十帯 | 太平洋 | 石灰岩類 | 隆起 |
| 4. 秋吉帯 | フィリピン海 | 石灰岩類 | 隆起 |
| 5. 秋吉帯 | 太平洋 | 火山噴出物 | 沈降 |

【No. 102】 近年の地震に関する次の記述の㉠～㉥に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震では、気象庁震度階級で最も大きい ㉠ が計測された。

平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震の発震機構は、㉡ 型の地震である。

平成 30 年(2018 年)北海道胆振東部地震は、東西方向の軸を持つ逆断層の活動によるもので、斜面上に堆積した ㉢ 層が粘土化した層をすべり面とする多数の地すべりが発生した。

令和 6 年(2024 年)能登半島地震のうち 2024 年 1 月 1 日に発生した M7.6 の地震は、㉣ 型の地震で、その直後からの地震活動は 150 km に及ぶ。この地震では、輪島地方で最大 4 m 程度の隆起が観測された。」

	㉠	㉡	㉢	㉣
1. 震度 6 強	正断層	降下火山灰	正断層	
2. 震度 6 強	逆断層	泥岩	逆断層	
3. 震度 7	正断層	降下火山灰	正断層	
4. 震度 7	逆断層	降下火山灰	逆断層	
5. 震度 7	逆断層	泥岩	正断層	

【No. 103】 プレート境界付近で発生する地震の震源メカニズムに関する次の記述の㉠～㉤に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「図 I に示す三つのプレート境界 X, Y, Z で主に発生する地震の震源メカニズムを表す下半球投影図は、それぞれ図 II の ㉠ , ㉡ , ㉢ であり、また、年間当たり最も地震エネルギーを放出している場所は ㉣ である。ただし、図 I の矢印はプレートの相対運動の方向を表すものとする。」

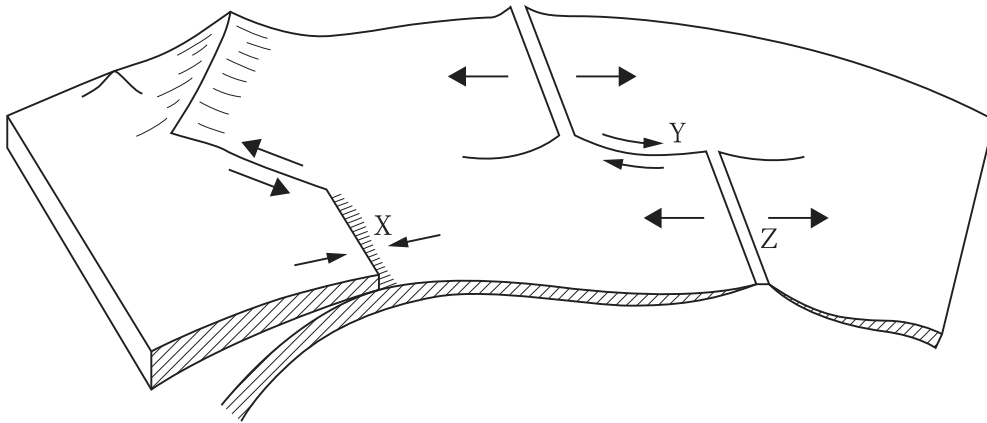


図 I

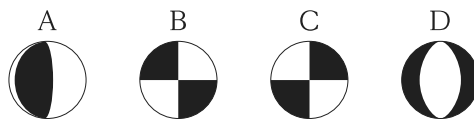
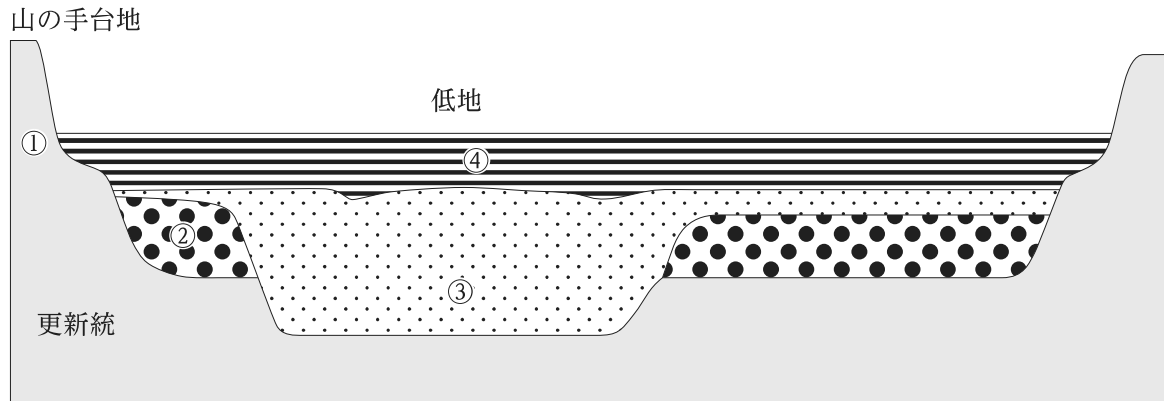


図 II

- | | ㉠ | ㉡ | ㉢ | ㉣ |
|----|---|---|---|---|
| 1. | A | B | C | Z |
| 2. | A | C | D | X |
| 3. | B | D | C | Z |
| 4. | D | B | A | X |
| 5. | D | C | B | Y |

【No. 104】 図は、東京都江東区付近の東西断面を模式的に示したものである。次の記述の㉠～㉥に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。



「①は更新統である。②の地層は、主に ㉠ に埋没段丘堆積物が堆積したものである。③の地層は、㉡ の時期に、①と②の地層が削られた谷に河川から浅海の堆積物が埋積したものである。④の地層は、㉢ に細粒堆積物が堆積した ㉣ 層である。」

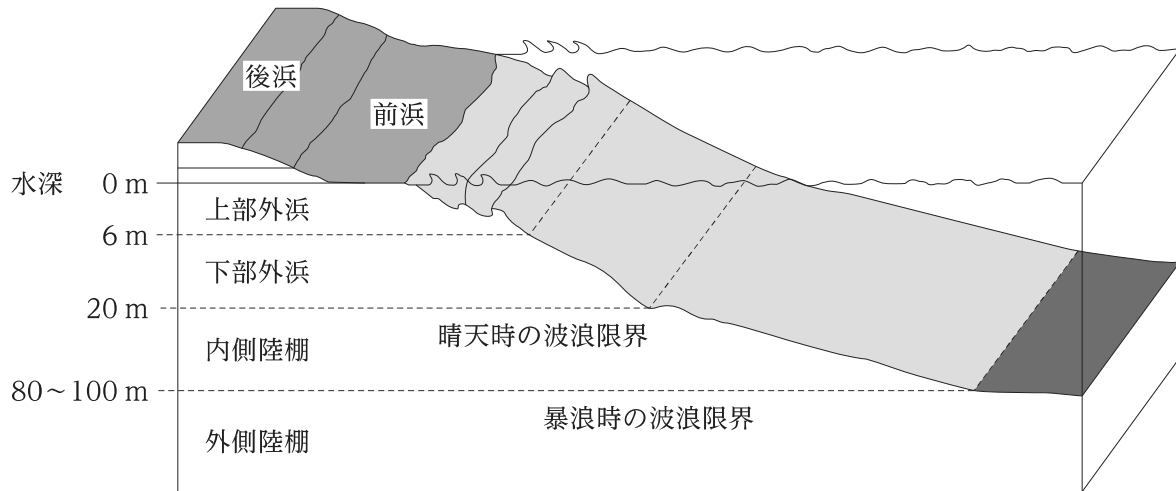
	㉠	㉡	㉢	㉣
1. 河川	温暖期	最終氷期	温暖期	固結度の高い
2. 河川	最終氷期	温暖期	温暖期	固結度の高い
3. 河川	最終氷期	温暖期	温暖期	軟弱な
4. 浅海	温暖期	最終氷期	最終氷期	固結度の高い
5. 浅海	最終氷期	温暖期	温暖期	軟弱な

【No. 105】 堆積構造に関する次の記述の㉔、㉕、㉖に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「大陸棚や大陸斜面に堆積していた砂などが ㉔ によって混濁流となり深海底に再堆積することがある。こうしてできたユニットを ㉕ と呼ぶ。㉕ では、混濁流が徐々に流速を落としながら堆積が起きるため、典型的な堆積構造として、最下部に主に砂を含む ㉖、その上位にシルトから成る平行葉理、最上部に泥岩が重なるパターンが見られる場合が多い。」

- | ㉔ | ㉕ | ㉖ |
|---------------|---------|------------|
| 1. 大規模な嵐による波浪 | タービダイト | 級化層理 |
| 2. 大規模な嵐による波浪 | コンターライト | ハンモック状斜交層理 |
| 3. 地震による地すべり | タービダイト | 級化層理 |
| 4. 地震による地すべり | コンターライト | 級化層理 |
| 5. 地震による地すべり | コンターライト | ハンモック状斜交層理 |

【No. 106】 図は、海岸の砂浜(後浜、前浜)から外側陸棚までの模式的な断面である。それぞれの深さでの堆積相に関する記述の㉗~㉜に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。



「前浜相は波の影響を受けるため、堆積物は分級が ㉗、海側に緩く傾いたくさび型の堆積相を示す。上部外浜相は海岸と平行な沿岸流と沿岸砂州の切れ目から沖に向かう離岸流が見られ、 ㉘ などにより特徴付けられる。外側陸棚相は暴浪時の波浪限界より深い海底の堆積物で、基本は ㉙ であるが、暴浪時に堆積した ㉚ が挟まれる。」

- | ㉗ | ㉘ | ㉙ | ㉚ |
|-------|-----------------|----|----|
| 1. 悪く | トラフ型斜交層理が発達した砂層 | 泥層 | 砂層 |
| 2. 悪く | 平行葉理が発達した泥層 | 砂層 | 泥層 |
| 3. 良く | トラフ型斜交層理が発達した砂層 | 泥層 | 砂層 |
| 4. 良く | 平行葉理が発達した泥層 | 砂層 | 泥層 |
| 5. 良く | 平行葉理が発達した泥層 | 泥層 | 砂層 |

【No. 107】 化石の保存に関する記述㉞～㉟のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉞ 皮膚や筋肉などの軟体部がそのまま化石として保存されることはなく、印象化石として形のみが保存される。
- ㉟ 生痕化石とは、生物の生活の痕跡が残されたものであり、体化石と違って埋没までに運搬されることはない。
- ㊱ 進化が速く、短期間に広い分布をもち、産出数の多い種は、年代の決定や地層の対比に役立つ示相化石として利用される。
- ㊲ 水中の生物は陸地の生物よりも化石として残りやすい。

1. ㉞、㉟
2. ㉞、㊱
3. ㉞、㊲
4. ㉟、㊲
5. ㊲

【No. 108】 原生代に関する次の記述の㉞～㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「原生代初めには、のような光合成生物の働きによって海洋中の酸素濃度が上昇し、酸素が鉄と結合することで生じた大量の酸化鉄が海底に沈殿して、を形成した。また、世界各地の原生代初めと原生代末の地層を調べると、ドロップストーンと呼ばれるが全球的に見つかり、当時は極端にしていたことが分かる。」

	㉞	㉟	㊱	㊲
1.	シアノバクテリア	ストロマトライト	熱帯性沈殿物	温暖化
2.	シアノバクテリア	縞状鉄鉱層	氷河性堆積物	寒冷化
3.	シアノバクテリア	縞状鉄鉱層	熱帯性沈殿物	温暖化
4.	アーキア	ストロマトライト	熱帯性沈殿物	温暖化
5.	アーキア	縞状鉄鉱層	氷河性堆積物	寒冷化

【No. 109】 現在の地球におけるマグマの生産に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「マグマのおおよそ3分の2は において生産される。残りの3分の1のうちの大部分は において生産される。また、地表に噴出するマグマの量は、地球におけるマグマ生産量全体の % 程度である。」

	㉞	㉟	㊱
1. ホットスポット	プレート収束境界	10	
2. ホットスポット	プレート発散境界	50	
3. プレート発散境界	ホットスポット	50	
4. プレート発散境界	プレート収束境界	10	
5. プレート収束境界	ホットスポット	50	

【No. 110】 中央海嶺に関する次の記述の㉞～㉠に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「中央海嶺では、 質マグマが海洋中に噴出し、 を形成することが多い。また、海底に染み込み温められた海水が噴出する海底熱水活動が見られることもある。熱水は、 より噴出し、主に を含んでいる。」

	㉞	㉟	㊱	㉠
1. 流紋岩	塊状溶岩	チムニー	酸化鋳物	
2. 流紋岩	枕状溶岩	パイプ	硫化鋳物	
3. 安山岩	塊状溶岩	チムニー	硫化鋳物	
4. 玄武岩	塊状溶岩	パイプ	酸化鋳物	
5. 玄武岩	枕状溶岩	チムニー	硫化鋳物	

【No. 111】 かんらん岩に関する次の記述の㉗～㉝に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「かんらん岩とは、かんらん石及び を主成分鉱物とし、その他に、、クロムスピネル、ざくろ石、角閃石、雲母、硫化鉱物などを少量含むことがある。かんらん岩は様々に分類され、例えば、形成された圧力の違いでは、 かんらん岩、スピネルかんらん岩、ざくろ石かんらん岩に分類される。出現としては、中央海嶺近傍や造山帯におけるアルプス型かんらん岩体として、また、 やキンバーライトなどの捕獲岩として産する。かんらん岩が水の作用を受けて変質してできた岩石は と呼ばれる。」

- | | ㉗ | ㉘ | ㉙ | ㉚ | ㉛ |
|----|----|-----|------|------|---|
| 1. | 輝石 | 斜長石 | 玄武岩 | 蛇紋岩 | |
| 2. | 輝石 | 斜長石 | シルト岩 | 斑れい岩 | |
| 3. | 輝石 | 石英 | シルト岩 | 蛇紋岩 | |
| 4. | 石英 | 輝石 | シルト岩 | 蛇紋岩 | |
| 5. | 石英 | 輝石 | 玄武岩 | 斑れい岩 | |

【No. 112】 地球内部の化学組成に関する次の記述の㉗～㉝に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「地球内部を構成する物質やその化学組成は、天然の試料や地球内部の地震波速度構造及び地球内部相当の高温高压実験などの結果を組み合わせで推定される。大陸地殻では酸素と を合わせると重量で70%以上を占め、他に、アルミニウム、、カルシウム、、ナトリウム、カリウム、チタンなどを含めると約99%となる。マントルは酸素と と で約90%を占める。金属核の主要な構成元素は であり、その他の金属成分として約5%の や金属以外の軽元素も含まれる。」

- | | ㉗ | ㉘ | ㉙ | ㉚ | ㉛ |
|----|--------|--------|--------|------|---|
| 1. | 鉄 | マグネシウム | ケイ素 | 銅 | |
| 2. | マグネシウム | ケイ素 | 鉄 | 銅 | |
| 3. | マグネシウム | 鉄 | ケイ素 | ニッケル | |
| 4. | ケイ素 | マグネシウム | 鉄 | ニッケル | |
| 5. | ケイ素 | 鉄 | マグネシウム | ニッケル | |

【No. 113】 ハイテク産業をはじめ様々な製品に欠かせないレアアースを供給する鉱床タイプは大別して、火成鉱床と風化鉱床に分類され、風化鉱床の一つにイオン吸着型鉱床が知られる。これは主に花こう岩の風化によって形成された土壤中において、レアアースが粘土鉱物表面に吸着して存在し、そのため、イオン交換などにより容易に回収できるという特徴がある。レアアース及びその鉱床に関する記述㉖～㉙のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉖ レアアースとは、ランタノイド 15 元素に白金、パラジウムを加えた 17 元素の総称である。
- ㉗ レアアースは、化学的性質が互いに類似しており、自然界では同様の挙動を示すため、単元素の鉱床は存在しない。
- ㉘ レアアース鉱床は偏在性が高く、そのおよそ 8 割は中国に存在する。
- ㉙ 粘土鉱物は、可塑性のある非結晶質の物質で、かつ、複雑な形状のため、その表面が正又は負に帯電することで、その粒間に水を含んだりイオンを吸着したりすることができる。

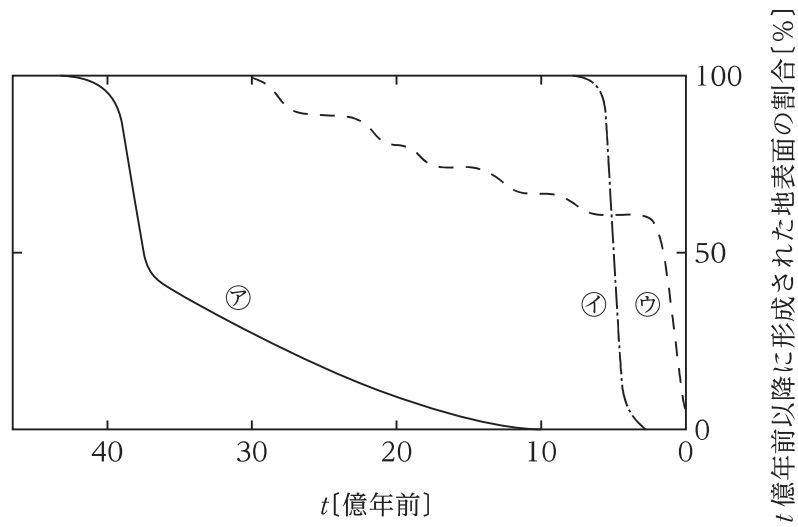
1. ㉖
2. ㉖、㉗
3. ㉗
4. ㉘、㉙
5. ㉙

【No. 114】 氷期-間氷期サイクルに関する次の記述の㉚～㉜に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「深海のボーリングコアや氷床コアに含まれる ㉚ を分析すると、気候(気温や水温)の変動を復元することができる。これは、地球上の物質循環のサイクルの中で、質量によって同位体が分別されるからであり、質量数が ㉛ 同位体の割合が高い場合、寒冷化したと復元される。㉜ 以降、寒冷な時期(氷期)と比較的暖かい時期(間氷期)が繰り返されてきた様子が明らかとなっており、現在から見て最も新しい氷期は約 1 万年前に終わり、現在は間氷期である。特に氷期に大きく発達する氷河による侵食力は、河川の侵食力に比べてはるかに大きく、ホルンやカールのような特徴的な地形が形成されることがある。また、氷河が削り取った岩片が岩盤を引っかくことで岩盤表面に ㉝ が残ることがあり、これは過去に氷河が動いた方向を示す手掛かりとなる。」

- | | ㉚ | ㉛ | ㉜ | ㉝ |
|----|--------|-----|-----------|----|
| 1. | 炭素同位体比 | 小さい | 約 260 万年前 | 条線 |
| 2. | 炭素同位体比 | 大きい | 約 26 万年前 | 擦痕 |
| 3. | 酸素同位体比 | 小さい | 約 26 万年前 | 擦痕 |
| 4. | 酸素同位体比 | 大きい | 約 26 万年前 | 条線 |
| 5. | 酸素同位体比 | 大きい | 約 260 万年前 | 擦痕 |

【No. 115】 図の曲線ア、イ、ウは、地球・金星・火星の地表面のうち、ある年代 t 億年前以降に形成された割合を示す。ア、イ、ウの組合せとして最も妥当なのはどれか。



- | ア | イ | ウ |
|-------|----|----|
| 1. 金星 | 地球 | 火星 |
| 2. 金星 | 火星 | 地球 |
| 3. 火星 | 地球 | 金星 |
| 4. 火星 | 金星 | 地球 |
| 5. 地球 | 金星 | 火星 |

科目別構成の詳細

科 目	出題数	問題番号	ページ	解答題数
I部 必須問題 基礎数学・情報数学	5題	No. 1~No. 5	1~3	5
II部 選択問題 次の選択A, B(各10題)から一つ選択	(20題)	(No. 6~No. 25)	(4~19)	10
選択A 数理科学系 線形代数、解析、確率・統計	10題	No. 6~No. 15	5~11	
選択B 物理・地球科学系 基礎物理、地球科学	10題	No. 16~No. 25	12~19	
III部 選択問題 次の17科目90題から25題選択 集合・位相、代数、幾何、解析、 確率・統計、情報理論、計算機数学、 離散数学、数値計算、数学モデル、 オペレーションズ・リサーチ、 経営工学(経営数学・生産管理・品質 管理)、物理数学、古典物理学、 現代物理学(物性物理学を含む。)、 地球物理学、地質学	90題	No. 26~No.115	20~81	25
合 計				40

解答方法

I部の必須問題5題(No. 1~No. 5)を全て解答するとともに、II部の選択A又は選択B(それぞれ10題ずつ)からどちらか任意の一つ、及び、III部の90題から任意の25題を解答し、合計40題を解答してください。

<出典>

・No.103

上田 誠也、「図 三つのプレート境界 X, Y, Z(『地球科学選書 地球』所収)」、岩波書店

C1C2-2025 数理科学・物理・地球科学 専門 (多肢選択式)

正答番号表

No	正答	No	正答	No	正答	No	正答
1	2	31	4	61	3	91	5
2	2	32	4	62	4	92	2
3	1	33	1	63	1	93	1
4	2	34	1	64	2	94	1
5	2	35	3	65	2	95	4
6	1	36	4	66	2	96	4
7	5	37	4	67	3	97	4
8	4	38	2	68	4	98	2
9	3	39	5	69	4	99	2
10	4	40	1	70	3	100	2
11	1	41	3	71	2	101	1
12	5	42	2	72	2	102	4
13	4	43	5	73	1	103	2
14	5	44	5	74	1	104	3
15	4	45	4	75	3	105	3
16	3	46	4	76	4	106	3
17	4	47	5	77	3	107	5
18	1	48	5	78	3	108	2
19	4	49	2	79	3	109	4
20	3	50	3	80	4	110	5
21	3	51	5	81	3	111	1
22	1	52	5	82	3	112	5
23	3	53	4	83	3	113	3
24	5	54	1	84	2	114	5
25	3	55	3	85	2	115	4
26	2	56	4	86	5		
27	3	57	5	87	4		
28	3	58	2	88	3		
29	4	59	5	89	1		
30	1	60	4	90	4		