

令和6年度 総合型選抜 入学試験問題

小論文 C

工学部

(都市システム工学科)

注意事項

- ① 試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 問題冊子は、4ページ（表紙、白紙を除く）です。試験開始後、確認してください。
- ③ 解答は、別紙の解答用紙の表面に記入しなさい。裏面に記入してはいけません。
解答用紙の裏面に解答しても、その部分は採点しません。
- ④ 受験番号は、解答用紙の指定の欄に各用紙ごとに記入しなさい。
- ⑤ 解答用紙（その1）、（その2）、（その3）、（その4）には、それぞれ問題 **1**、**2**、**3**、**4** の解答を記述しなさい。

1 以下の各問に答えよ。各問とも必ず解答の過程を書き、結論を明示しなさい。

問 1. 文字 a, b, c に関する次の整式を展開して整理したとき、単項式 abc の係数を求めよ。

$$(a + b + c)(2a - b + c)(a + 3b - 2c)$$

問 2. 和 $\sum_{k=4}^{11} (2^{k-1} - 1)$ を求めよ。

問 3. 次の式を簡単にせよ。

$$\log_2 9 \cdot \log_{\sqrt{5}} \sqrt{2} \cdot \log_{27} 125$$

問 4. 大中小 3 個のさいころを同時に投げるとき、出る目の和が 9 になる確率を求めよ。ただし、各さいころの 1 から 6 までの目の出方は同様に確からしいとする。

問 5. 座標空間における 3 点 $A(1, 2, 4)$, $B(2, 5, 6)$, $C(x, 11, z)$ が一直線上にあるとき、 x, z の値を求めよ。

2 以下の各問に答えよ。各問とも必ず解答の過程を書き、結論を明示しなさい。

問 1. i を虚数単位とし, $z = (1+i)^3$ とおく。複素数 z を極形式で表せ。ただし, z の偏角 θ は $0 \leq \theta < 2\pi$ とする。

問 2. 次の極限を求めよ。

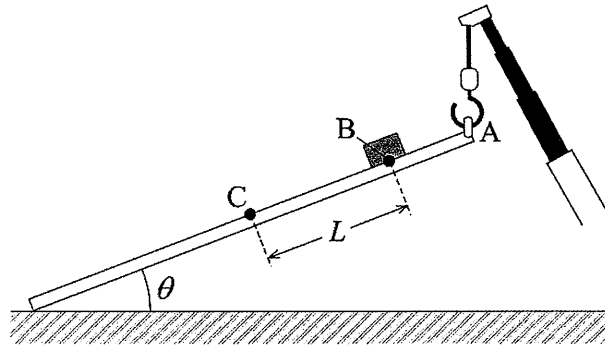
$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{x^2 - 2x - 3}}{x}$$

問 3. 関数 $f(x) = \frac{1-x^2}{1+x^2}$ の導関数 $f'(x)$ を求めよ。

問 4. 次の定積分を求めよ。ただし, e は自然対数の底とする。

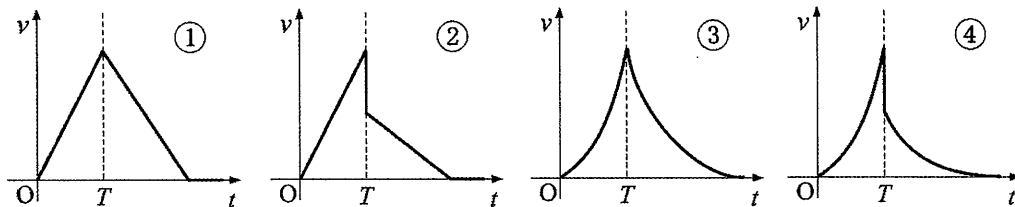
$$(i) \int_0^1 e^x \left(e^{2x} + \frac{1}{e^{2x}} \right) dx \quad (ii) \int_0^9 \sqrt[3]{|x-1|} dx$$

- 3 図のように、水平な床の上に置いた板の片端Aをクレーンにより持ち上げて傾き角 θ の斜面をつくる。この斜面上の点Bに置かれた質量 m [kg]の小さな物体の運動について以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s²]とする。問1～問3については、必ず解答の過程を書き、結論を明示しなさい。

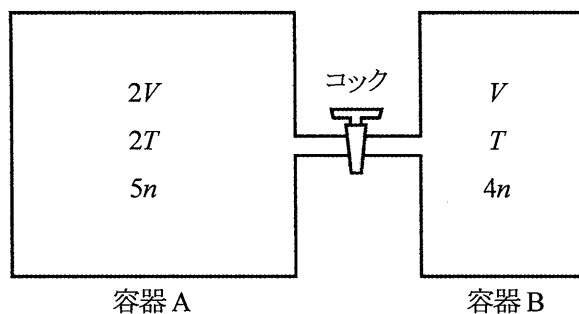


図

- 問1. 板の片端Aをゆっくり持ち上げていくと、傾き角 θ が θ_0 のとき、点Bに静止していた物体が滑り出した。このときの物体と斜面との間の静止摩擦係数 μ を求めよ。
- 問2. θ を θ_0 より大きな角度 θ_1 で固定し、改めて点Bに物体を静かに置いたところ、物体は斜面に沿って滑りはじめた。物体と斜面との間の動摩擦係数が μ' であるとき、斜面方向に沿った物体の加速度の大きさ a [m/s²]を求めよ。
- 問3. 問2と同じ状況で、図のように点Bから斜面下方向に L [m]下がった点Cでの斜面方向に沿った物体の速度の大きさ v [m/s]を求めよ。ただし、最終的な答えは記号 a を用いずに表せ。
- 問4. 図の点Cより斜面下部分に動摩擦係数が異なる薄い均一なシートを貼った。この場合、問2と同じ状況では、物体は点Cを通過した後、斜面上のある点で静止した。物体が動き始めてから点Cを通過する時刻を T [s]とするとき、時間 t [s]と斜面方向に沿った物体の速度の大きさ v [m/s]の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～④から1つ選び、その理由も述べよ。



- 4 図のように、それぞれ $2V$ [m^3], V [m^3] の容積をもつ断熱容器 A, B がコックのついた細管でつながれている。これらは全て断熱材でできている。最初にコックは閉じており、容器 A には温度 $2T$ [K], 物質量 $5n$ [mol] の気体が、容器 B には温度 T [K], 物質量 $4n$ [mol] の気が入っている。容器 A, B 内の気体は同じ単原子分子の理想気体であり、細管の体積は無視できるものとする。気体定数を R [J/(mol·K)] として以下の問いに答えよ。各問とも必ず解答の過程を書き、結論を明示しなさい。



図

問 1. 容器 A と B 内の気体の圧力 P_A [Pa], P_B [Pa] をそれぞれ求めよ。

問 2. 容器 A と B 内の気体の内部エネルギー U_A [J], U_B [J] をそれぞれ求めよ。

次に、コックをゆっくりと開けて十分に時間が経過した後、容器内全体が一様になった状態を考える。

問 3. 容器内全体の気体の温度 T' [K] を求めよ。

問 4. 容器内全体の気体の圧力 P' [Pa] を求めよ。

問 5. コックを開ける前に比べて、容器 A と B 内の気体の物質量はどれだけ変化したか。それぞれの変化量を求め増減を明らかにせよ。