

令和6年度 学校推薦型選抜 入学試験問題

小論文 B

工学部

(物質科学工学科)

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、6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）と解答用紙（その2）には、それぞれ問題  と  の解答を記述しなさい。解答用紙（その3）と解答用紙（その4）の左上にある  には、問題 , ,  から2つを選んで、問題の番号を記入してから解答を記述しなさい。問題  はありません。  
2つの解答用紙に同じ問題の番号を記入して解答してはいけません。

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  $\theta$  は  $0 \leq \theta < 2\pi$  とする。

問 2. 次の極限を求めよ。

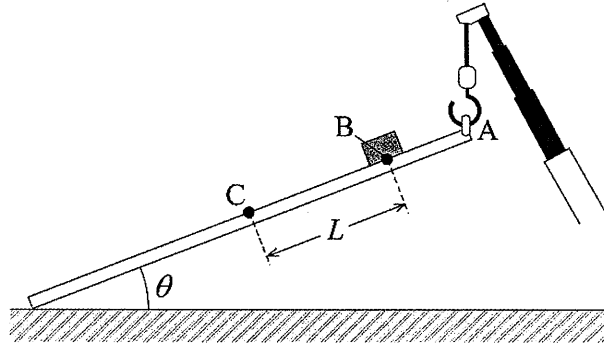
$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{x^2 - 2x - 3}}{x}$$

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。

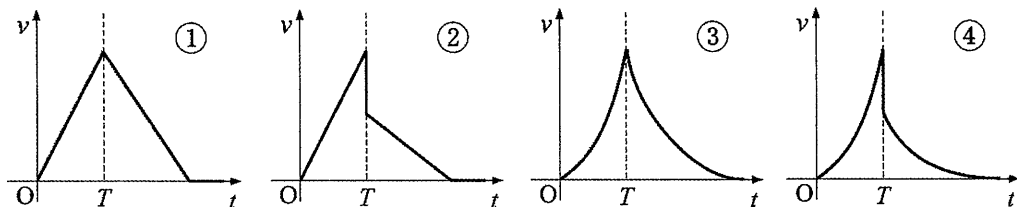
$$(i) \int_0^1 e^x \left( e^{2x} + \frac{1}{e^{2x}} \right) dx \quad (ii) \int_0^9 \sqrt[3]{|x-1|} dx$$

- 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 $\theta$ 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/s<sup>2</sup>]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 $\theta$ が $\theta_0$ 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 $\mu$ を求めよ。
- 問2.  $\theta$ を $\theta_0$ より大きな角度 $\theta_1$ 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 $\mu'$ 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/s<sup>2</sup>]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。



問題 4 はありません

5 以下の各問に答えよ。

問 1. 水素原子には  ${}^1\text{H}$ ,  ${}^2\text{H}$ ,  ${}^3\text{H}$ , 酸素原子には  ${}^{16}\text{O}$ ,  ${}^{17}\text{O}$ ,  ${}^{18}\text{O}$  のそれぞれ 3 種類の同位体が存在する。 ${}^1\text{H}$  は単に H,  ${}^2\text{H}$  は D,  ${}^3\text{H}$  は T と表す。

(1) 次の (ア) ~ (ウ) に示す水素の同位体の中性子の数をそれぞれ答えよ。

(ア) H

(イ) D

(ウ) T

(2) T は放射性同位体であり、半減期は 12 年とする。T の量が元の量の  $\frac{1}{8}$  になる年数を答えよ。計算過程も示せ。

(3) 水分子は水素原子と酸素原子から構成されているので、異なる同位体を含む異なる水分子ができる。何種類の水分子ができるか答えよ。理由も記せ。

(4) 原子 H, D,  ${}^{17}\text{O}$  からなる水分子を  $\text{H}{}^{17}\text{OD}$  と表す。次の (ア) と (イ) の水分子を、それぞれ同様な表し方で示せ。

(ア) 最も質量の小さい水分子

(イ) 最も質量の大きい水分子

問 2. 3.00 g のエタン  $\text{C}_2\text{H}_6$  と 16.0 g の酸素  $\text{O}_2$  を混合し、エタンを燃焼させたところ、反応物の片方の気体が一部反応せずに残って、生成物として二酸化炭素と水が得られた。必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量： H 1.00    C 12.0    O 16.0

(1) エタンの完全燃焼の反応を化学反応式で表せ。

(2) 反応せずに残る物質は何か答えよ。理由も記せ。

(3) 生成する二酸化炭素の質量は何 g か答えよ。計算過程を書き、有効数字 3 桁で求めよ。

6 以下の各問に答えよ。

問 1. ヒトが食事などによって糖質を摂取すると、血液中のグルコース濃度(血糖濃度)が一時的に上昇する。自律神経と内分泌系が協調してはたらくことによって上昇した血糖濃度が低下するしくみについて、次のキーワードをすべて用いて説明せよ。

【キーワード】 インスリン, 肝臓, グリコーゲン, 視床下部, すい臓,  
副交感神経, ランゲルハンス島

問 2. 酸素濃度に対して酸素ヘモグロビンの割合がどのように変化するかを表した曲線を酸素解離曲線と呼ぶ。二酸化炭素濃度が高くなると、酸素解離曲線はどのように変化するか。理由も含めて答えよ。

問 3. 生体内における「エネルギー通貨」と呼ばれる ATP がエネルギーを放出するとき、ATP にはどのような変化が起こるか説明せよ。

問 4. ミトコンドリアや葉緑体は、真核生物の祖先となる生物に他の単細胞生物が侵入し、共生することで形成されたと考えられている。このように、ミトコンドリアと葉緑体がもとは独立した生物であったことを示す根拠を1つ答えよ。