

令和8年度応用理工学類編入学試験 学力検査問題

令和7年7月12日(土) 10:00～12:30

注意事項

- 1) この冊子には、数学1、数学2、物理学1、物理学2、化学1、化学2の計6題の問題がある。「物理学1、物理学2、化学1、化学2」の中から2題を選択し、数学1、数学2と合わせて計4題を解答すること。下記の表も参照すること。

問題	解答用紙の種類	解答用紙の枚数	備考
数学1	罫線あり	1枚	必須
数学2	罫線あり	1枚	
物理学1	罫線あり	1枚	この中から 2題選択
物理学2	罫線あり	1枚	
化学1	罫線あり	1枚	
化学2	罫線あり	1枚	

- 2) 解答用紙の所定欄に学群、学類、氏名、及び受験番号を記入すること。
- 3) すべての解答用紙の氏名欄の下の一行の欄に解答する問題名、すなわち、「数学1」、「数学2」、「物理学1」、「物理学2」、「化学1」、「化学2」のいずれかを明記すること。必要なら、解答用紙の裏も解答に用いてよい。
- 4) 机の上には「受験票」、「鉛筆」、「消しゴム」、「鉛筆削り」、「時計(計時機能だけのもの)」、「眼鏡」以外のものを置かないこと。

数学 1 試験問題

1. 以下の極限値を求めよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 3x + 2}{x^2 - 1}$

(2) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{2 - 2\cos 5x}{x^2}$

2. 以下の問いに答えよ。

(1) $x^2 + xy + y^2 = 1$ を満たす実数 x, y の有界閉集合に関して,
 $f(x, y) = xy$ の最大値と最小値を求めよ。

(2) $f(x, y) = xy$ に関して(1)で求めた最大値をとる (x, y) のうち $x > 0$ となるものを (x_0, y_0) とおく。曲線 $x^2 + xy + y^2 = 1$ の (x_0, y_0) における接線の方程式を答えよ。

3. i を虚数単位とする。以下の問いに答えよ。

(1) 複素平面上の2点 $2i$ と $-i$ からの距離が 2:1 である点の集合が円となることを複素変数 z を用いて示せ。また、その円の中心と半径を求めよ。

(2) (1)で指定された z 平面上の円を複素関数 $w = 1/z$ により w 平面上に変換した像を図示せよ。

数学 2 試験問題

漸化式 $a_{n+2} = a_{n+1} + a_n$, $a_1 = 1, a_2 = 1$ を満たす数列 $\{a_n\}$ について考える。ここで n は正の整数とする。 $a_{n+1} = b_n$ として、以下の問いに答えよ。

- (1) 上記漸化式を $\begin{pmatrix} a_{n+1} \\ b_{n+1} \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} a_n \\ b_n \end{pmatrix}$ と表す。ここで A は整数を成分とする 2 次正方行列 $A = \begin{pmatrix} 0 & f \\ g & h \end{pmatrix}$ である。この行列 A の成分 f, g, h の値を求めよ。
- (2) 行列 A の固有値 λ_1, λ_2 およびこれらに対応する固有ベクトル $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2$ を求めよ。ただし $\lambda_1 < \lambda_2$ とし、 $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2$ それぞれの第 2 成分を 1 とすること。
- (3) $P^{-1}AP$ が対角行列となるような行列 P , およびその逆行列 P^{-1} を求めよ。
- (4) A^n を $n, P, P^{-1}, \lambda_1, \lambda_2$ を用いて表せ。
- (5) $\begin{pmatrix} a_{n+1} \\ b_{n+1} \end{pmatrix}$ を A^n を用いて表し、数列 $\{a_n\}$ の一般項を求めよ。
- (6) $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n}$ を求めよ。

次に、漸化式 $a_{n+2} = sa_{n+1} + ta_n$ (s, t は実数), $a_1 = 1, a_2 = 1$ を満たす数列 $\{a_n\}$ について考える。ここで n は正の整数とする。 $a_{n+1} = b_n$ として、以下の問いに答えよ。

- (7) $\begin{pmatrix} a_{n+1} \\ b_{n+1} \end{pmatrix} = B \begin{pmatrix} a_n \\ b_n \end{pmatrix}$ を満たす行列 B を実数の範囲で対角化可能な s, t の必要十分条件を求めよ。

物理学 1 試験問題

図 1 のように水平で段差のある滑らかな床がある。質量 M の直方体の剛体板 A が、その粗い面を上段の水平面に揃えるように隙間なく置かれている。質量 m の質点 B (ただし $m < M$) が上段の水平面を右向きに速さ v_0 で滑っており、やがて板 A の上面に乗り移る。すると、徐々に質点 B は板 A 上で減速し、板 A は加速し、やがて質点 B は板 A 上で板 A に対して静止する (相対速度が 0 となる)。重力加速度は大きさ g で図の矢印の方向に働き、紙面奥行き方向の運動は起こらないものとし、質点 B と板 A の間の動摩擦係数を μ とする。

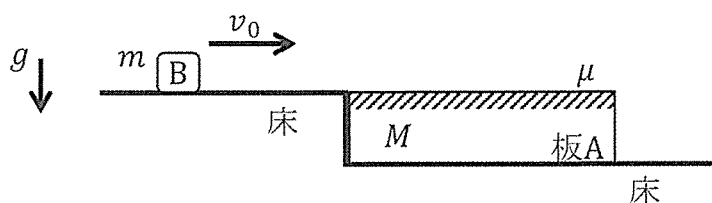


図 1

- (1) 質点 B が板 A に対し静止した時の両物体の速度 v_1 を求めよ。
- (2) 質点 B が板 A 上に乗り移ってから板 A に対し静止するまでの時間 t_1 を求めよ。
- (3) 時間 t_1 経過後に板 A および質点 B が持つ全運動エネルギーは、質点 B が板 A に乗り移る前と比べて何倍となるか答えよ。
- (4) 質点 B が板 A 上を滑った距離 (板 A に対して移動した距離) L を求めよ。

(次ページに続く)

次に、図2のように、板Aの上の左端から(4)で求めた距離 L だけ離れた位置 P に質量 $2m$ の質点 C を載せる。この状態で、同様に質量 m の質点 B を上段の水平面を速さ v_0 で滑らせ、板Aの上面に乗り移らせる。質点 C と板 A の間の静止摩擦係数を μ_0 、動摩擦係数を μ （質点 B と板 A の間の動摩擦係数に等しい）とし、 $\mu < \mu_0$ とする。

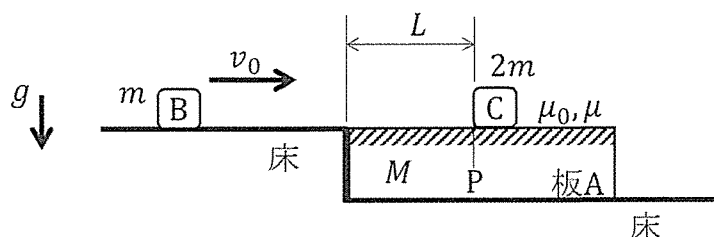


図 2

(5) 板 A が動き始めたとき、質点 C はどのような動きをするか、下記の3つのうちから選び、その理由を力学的な数式（運動方程式、力の釣り合い、等）を用いて説明せよ。

- ① 質点 C は板 A と一体となって動く。
- ② 質点 C は板 A の上を板 A に対して相対的に左に動く。
- ③ 質点 C は板 A の上を板 A に対して相対的に右に動く。

(6) その後これらの物体はどのような動きとなるか、下記の中から選択し、その理由を力学的な数式を用いて説明せよ。

- ① 位置 P で質点 B と質点 C が接触し、その位置で両者とも静止する。
- ② 位置 P で質点 B と質点 C が相対速度をもって衝突する。
- ③ 位置 P よりも手前（左）で、質点 B と C が衝突する。
- ④ 位置 P よりも手前（左）で、質点 B が板 A に対し静止するが、質点 C はそれよりも右にある。
- ⑤ 位置 P よりも遠く（右）で、質点 B と C が衝突する。
- ⑥ 位置 P よりも遠く（右）で、質点 B が板 A に対し静止するが、質点 C とは衝突しない。

物理学 2 試験問題

図 1 のように、真空中に置かれた中心 O を共有する半径 a の導体球と、厚さの無視できる半径 b の導体球殻 ($a < b$) からなるコンデンサーを考える。導体球と導体球殻は完全導体とする。内側の導体球は接地されており、電位はゼロである。導体球と導体球殻の間は、誘電率 ε の誘電体で満たされている。外側の導体球殻の電位が V となるように保ったところ、内側の導体球には電荷 Q_a が、外側の導体球殻には電荷 Q_b が蓄えられた。中心 O から距離 r の点における電場の大きさを $E(r)$ 、電位を $\phi(r)$ とする。無限遠の電位をゼロとし、真空の誘電率を ε_0 としたとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 導体球の内部 ($r \leq a$) における $E(r)$ と $\phi(r)$ を求めよ。
- (2) 導体球と導体球殻の間 ($a \leq r \leq b$) における $E(r)$ と $\phi(r)$ を求めよ。
- (3) 導体球殻の外側 ($b \leq r$) における $E(r)$ と $\phi(r)$ を求めよ。
- (4) Q_a と Q_b を求めよ。
- (5) コンデンサーの静電容量を求めよ。ただし、 V を用いずに答えよ。
- (6) 導体球と導体球殻の間に蓄えられる静電エネルギーについて、 $a, b, Q_a, Q_b, \varepsilon, \varepsilon_0$ のうち必要なものを用いて求めよ。

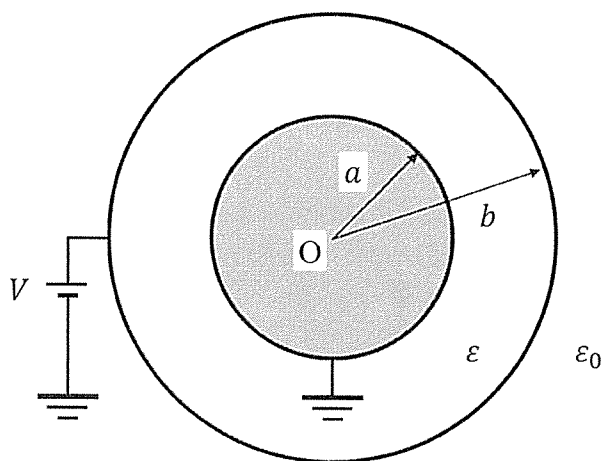


図 1

化学 1 試験問題

1. 化学平衡に関して、次の (1), (2) に答えよ。ただし、 R と T は、それぞれ気体定数と温度を示す。

(1) 次の ～ に入る適切な語句または係数を答えよ。

ただし、 と は増加または減少のどちらかを選べ。

ある化学反応が平衡状態にあるとき、その平衡定数 K と標準反応ギブズエネルギー ΔG° の間には、次の関係がある。

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \quad (\text{式 1})$$

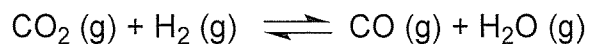
式 1 を、標準反応エンタルピー ΔH° と標準反応エントロピー ΔS° を用いて書き直すと、

$$\ln K = \text{ } \Delta H^\circ + \text{ } \Delta S^\circ \quad (\text{式 2})$$

となる。式 2 から、温度上昇したとき、発熱反応ならば K は し、吸熱反応ならば K は することが分かる。

これは、温度変化に関する の原理を表している。

- (2) 次の化学反応、



に対し、その平衡定数を測定したところ、温度 $T_1 = 400 \text{ K}$ で $\ln K_1 = -7.29$ 、温度 $T_2 = 800 \text{ K}$ で $\ln K_2 = -1.39$ となった。このときの ΔH° を有効数字 2 桁で答えよ。ただし、 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とし、 ΔH° と ΔS° は温度に依存しないものとする。

(次ページに続く)

2. 表 1 を用いて、次の (1)～(4) に答えよ。ただし、大気中の二酸化炭素の影響はないものとする。

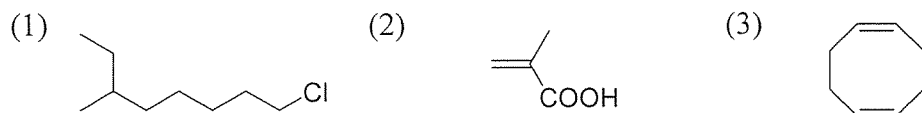
表 1 さまざまな酸の pK_a
(25℃の水溶液における値, $K_{a1} \sim K_{a3}$ は酸解離定数)

酸	pK_{a1}	pK_{a2}	pK_{a3}
酢酸	4.76		
クエン酸	3.13	4.77	6.40
リン酸	1.96	7.12	12.3
ホウ酸	9.19		

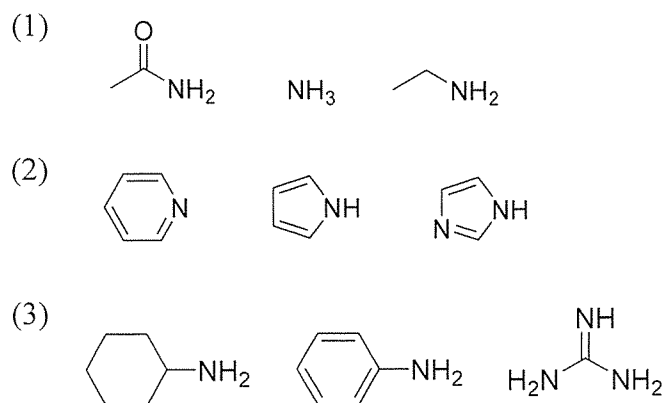
- (1) pH 3.0 と pH 7.0 において最も高い緩衝能を示す緩衝液をそれぞれ調製する際に、最も適切な酸をそれぞれ表 1 から選び、その理由とともに答えよ。
- (2) プロトン (H^+) と共役塩基 (A^-) からなる弱酸 (HA) の pK_a と、HA 水溶液の pH の関係を表す式を、濃度を表す記号 ($[A^-]$ および $[HA]$) を用いて示せ。
- (3) リン酸二水素ナトリウム水溶液 (0.050 mol L^{-1})、リン酸水素ナトリウム水溶液 (0.050 mol L^{-1})、および純水を用いて、リン酸緩衝液 (0.010 mol L^{-1} , pH 7.12) を 1.0 L 調製するためには、それぞれを何 L 用いればよいか有効数字 2 桁で答えよ。導出過程も示すこと。
- (4) 酢酸水溶液 (0.30 mol L^{-1})、水酸化ナトリウム水溶液 (0.20 mol L^{-1})、純水を用いて酢酸緩衝液 (0.050 mol L^{-1} , pH 5.06) を 0.90 L 調製するためには、それぞれを何 L 用いればよいか有効数字 2 桁で答えよ。導出過程も示すこと。ただし、 $10^{0.30} = 2.0$ とする。

化学 2 試験問題

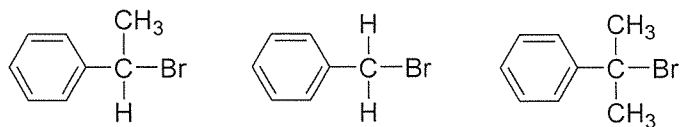
1. 以下の (1)~(3) の化合物に関し、IUPAC 命名法に則った名称を答えよ。



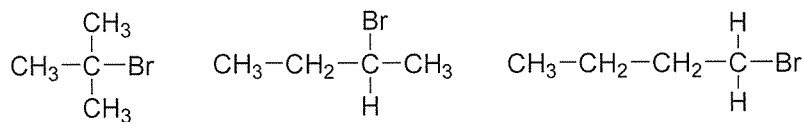
2. 以下の化合物を塩基性度の高い順に左から右に並べよ。



3. 以下の化合物を S_N1 反応に対する反応性が高い順に左から右に並べよ。さらに、そのように判断した理由を「中間体」という語句を用いて 70 字程度で答えよ。

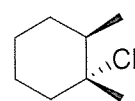


4. 以下の化合物を S_N2 反応に対する反応性が高い順に左から右に並べよ。さらに、そのように判断した理由を「遷移状態」という語句を用いて 70 字程度で答えよ。

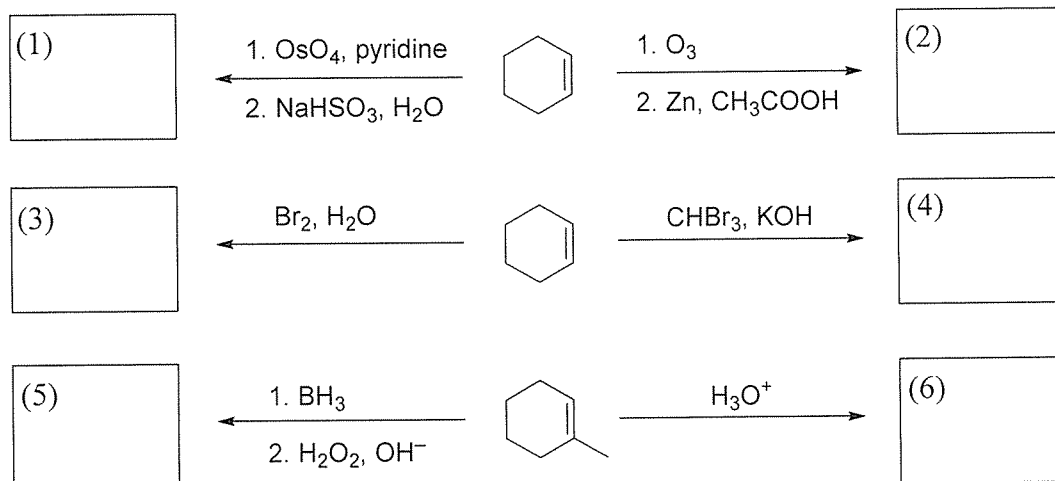


(次ページに続く)

5. 以下の各反応の主生成物となる有機化合物 (1)~(6) の構造式を書け。ただし, *cis-trans* 異性体が存在する場合には, 右の例に示すように書くこと。エナンチオマーは区別しなくて良い。



例



6. 以下の各反応の主生成物となる有機化合物 (1)~(4) の構造式を, 枠内の組成式を参考にならして書け。

