

令和7年度入学者選抜試験問題

理学部 理学科

医学部 医学科

工学部 高分子・有機材料工学科，化学・バイオ工学科，
情報・エレクトロニクス学科，機械システム工学科，
システム創成工学科
農学部 食料生命環境学科

理 科

(化 学)

前 期 日 程

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は1ページから10ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁，解答用紙の汚れなどに気が付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって，解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。
大学受験番号が正しく記入されていない場合は，採点されないことがあります。
- 5 **理学部受験者は第1問，第2問，第3問，第4問，第5問，の5問を解答してください。**
医学部受験者は第1問，第2問，第4問，第5問，の4問を解答してください。
工学部受験者は第1問，第2問，第3問，第4問，第5問，の5問を解答してください。
農学部受験者は第2問，第3問，第4問，第5問，の4問を解答してください。
- 6 解答用紙の注意事項をよく読み，指示にしたがって解答してください。
- 7 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。

第 1 問

次の問い（問 1，問 2）に答えなさい。必要ならば，次の原子量を使いなさい。

C 12 Na 23 Cl 35

問 1 次の文章を読み，下の（1）～（5）の問いに答えなさい。

イオン結晶は，多数の **ア** イオンと **イ** イオンが^(a)強い引力によって結びついており，交互に規則正しく立体的に配列している。固体の塩化ナトリウムはイオン結晶の 1 つであり，その単位格子に含まれるナトリウムイオンと塩化物イオンはともに **ウ** 個ずつである。単位格子中の 1 個のナトリウムイオンは **エ** 個の塩化物イオンと隣接している。

共有結合の結晶の 1 つであるダイヤモンドは，1 個の **オ** 原子あたり共有結合でつながっている原子の数が **カ** 個であり，その単位格子には **キ** 個の **オ** 原子が含まれている。黒鉛も **オ** 原子からなる結晶であるが，1 個の **オ** 原子あたり共有結合でつながっている原子の数が **ク** 個であるため，正六角形を基本単位とする^(b)網目状の平面構造が積層している。

ドライアイスは二酸化炭素の **ケ** دولشが^(c)弱い力で規則正しく配列している **ケ** 結晶であり，常温・常圧では^(d)液体を経ず直接気体になる。

- （1） 空欄 **ア** ～ **ケ** それぞれにあてはまる適切な語句または数値を記しなさい。
- （2） 下線部(a)および(c)の力はそれぞれ何とよばれるか。適切な名称を記しなさい。
- （3） 下線部(b)のような構造によって生じる黒鉛の性質や特徴を次の①～⑤からすべて選び，番号で記しなさい。
- ① 電気をよく通す ② きわめて硬い ③ 薄くはがれやすい
④ 密度がダイヤモンドよりも小さい ⑤ 多孔質で表面積が大きい
- （4） 常温・常圧で固体が下線部(d)のような変化を示す他の物質の例としてふさわしいものを，下の〔 〕内の物質からすべて選び，化学式で記しなさい。
- 〔 銅，酸化マグネシウム，ケイ素，ヨウ素，ポリエチレン 〕
- （5） ダイヤモンドの結晶の密度を求め，有効数字 2 桁で記しなさい。計算過程も記しなさい。ただし，単位格子の一辺の長さは 3.6×10^{-8} cm とし，アボガドロ定数は 6.0×10^{23} /mol とする。

問2 希薄な塩化ナトリウム水溶液を冷却したところ、図1のような冷却曲線が得られた。下の(1)～(6)の問いに答えなさい。

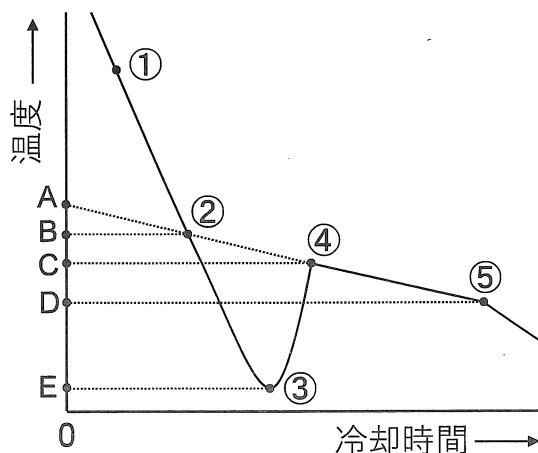


図1 希薄な塩化ナトリウム水溶液の冷却曲線

- (1) 凝固点を示す温度を図中のA～Eから選び、記号で記しなさい。
- (2) 凝固が始まる点を図中の①～⑤から選び、番号で記しなさい。
- (3) 点②から点③の間の状態を表す適切な語句を記しなさい。
- (4) 点③から点④の間で温度が上昇している理由を16字以内で記しなさい。ただし、句読点も文字数に含めるものとする。
- (5) 点④から点⑤の間で温度が下降している理由を32字以内で記しなさい。ただし、句読点も文字数に含めるものとする。
- (6) 純粋な水 0.200 kg に塩化ナトリウムを加えて完全に溶解した。この水溶液を冷却して凝固点を測定したところ、 -0.147°C であった。この水溶液に含まれる塩化ナトリウムの質量を求め、有効数字2桁で記しなさい。計算過程も記しなさい。ただし、水のモル凝固点降下 K_f は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg/mol}$ とし、純粋な水の凝固点は 0.000°C とする。また、水溶液中で塩化ナトリウムはすべて電離しているものとする。

第2問

次の文章を読み、下の(1)～(10)の問いに答えなさい。

酢酸とエタノールの混合液に触媒を加えて加熱すると酢酸エチルと水が生成した。この反応は式(1)に示すような可逆反応である。ここで、反応を通じて体積変化はないものとする。



酢酸とエタノールの濃度がいずれも $c \text{ mol/L}$ である混合液を、酢酸エチルの沸点以下の一定温度でかくはんした。一定時間が経過するごとに反応中の混合液の一部を取り、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液で(a)中和滴定して酢酸の濃度を求めた。反応時間に対する酢酸の濃度変化を示すグラフを、図1に示す。図1から、(b)平衡状態に達した反応時間は **ア** であることがわかる。反応前に $c \text{ mol/L}$ であった酢酸の濃度が、反応によって $c' \text{ mol/L}$ まで減少したとき、酢酸の反応度 α を式(2)のように定義した。

$$\alpha = \frac{c - c'}{c} \quad \text{式(2)}$$

図1からこの反応での α の最大値は **イ** である。また、濃度平衡定数 K は α を用いて、 $K = \text{ウ}$ と表すことができる。 α に **イ** を代入して計算すると、この反応では $K = \text{エ}$ となる。

一方、反応前の酢酸の濃度 $c \text{ mol/L}$ に対して、反応前のエタノールの濃度を、酢酸の濃度の r 倍 ($rc \text{ mol/L}$, $r > 1$) とすることを考える。この反応の平衡状態での酢酸の濃度を $c' \text{ mol/L}$ とすると、このときのエタノールの濃度は c , c' , r を用いて **オ** mol/L と表される。 α を用いて c' を消去すると **カ** mol/L となる。このときの平衡定数は α と r を用いて、 $K = \text{キ}$ と表される。したがって、 K が **エ** であるとき、 α を 0.98 にするためには r を **ク** にする必要がある。

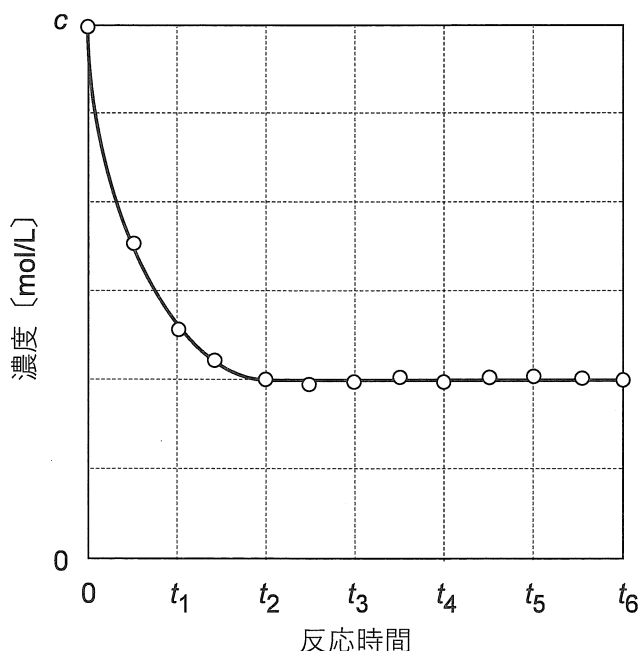


図1 反応時間に対する酢酸の濃度変化

- (1) 下線部(a)に関して、反応中の混合液 0.10 mL を取り出し、水で希釈し 1.0×10 mL の均一な溶液を調製した。これを 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和するために水酸化ナトリウム水溶液が 5.0 mL 必要であった。希釈前の混合液における酢酸の濃度を求め、有効数字 2 桁で記しなさい。計算過程も示すこと。ただし、滴定中の酢酸エチルの加水分解は無視できるものとする。また、触媒の存在は無視できるものとする。
- (2) 下線部(b)はどのような状態か。「反応速度」という言葉を用いて 25 字以内で記しなさい。ただし、句読点も文字数に含めるものとする。
- (3) 空欄 **ア** にあてはまる反応時間として最も近いものを、図 1 中の 0 および $t_1 \sim t_6$ から選んで記しなさい。
- (4) 空欄 **イ** にあてはまる適切な数値を求め、もっとも簡単な分数で記しなさい。
- (5) 空欄 **ウ** にあてはまる適切な式を記しなさい。式の導出過程も記しなさい。
- (6) 空欄 **エ** にあてはまる適切な数値を求め、もっとも近い整数で記しなさい。計算過程も記しなさい。
- (7) 空欄 **オ** にあてはまる適切な式を記しなさい。式の導出過程も記しなさい。
- (8) 空欄 **カ** にあてはまる適切な式を記しなさい。
- (9) 空欄 **キ** にあてはまる適切な式を記しなさい。
- (10) 空欄 **ク** にあてはまる適切な数値を求め、もっとも近い整数で記しなさい。計算過程も記しなさい。

第3問

次の問い（問1，問2）に答えなさい。必要ならば，次の原子量および気体定数（ R ）を使いなさい。

H 1.0 C 12.0 N 14.0 O 16.0 Cl 35.5 Ca 40.1

$$R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$$

問1 実験室で気体を発生させるための反応①～⑥に必要な反応物または触媒を，次の表にまとめた。下の（1）～（8）の問いに答えなさい。

反応	気体	反応物または触媒	
①	Cl_2	A	B
②	NH_3	NH_4Cl	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
③	CO_2	CaCO_3	B
④	O_2	H_2O_2	A
⑤	NO_2	HNO_3	C
⑥	NO	HNO_3	C

- （1） **A**～**C** に適切な反応物または触媒を化学式で記しなさい。ただし，**A** は黒色の化合物である。**C** は様々な金属と合金を形成し，金管楽器や現在の日本の硬貨などに利用されている。
- （2） **C** と亜鉛および **C** とスズの合金の名称をそれぞれ記しなさい。
- （3） 反応①～③，⑤，⑥の反応式をそれぞれ記しなさい。
- （4） 反応①～⑥で発生した気体に対する適切な捕集法をそれぞれ記しなさい。
- （5） 発生した気体が有色である反応を①～⑥からすべて選び，番号で記しなさい。
- （6） 発生した気体ににおいがある反応を①～⑤からすべて選び，番号で記しなさい。
- （7） 塩化ナトリウムの飽和水溶液に気体の **B** を吹き込むとどのような現象がみられるか，その理由も含めて45字以内で記しなさい。ただし，句読点も文字数に含めるものとする。
- （8） 反応⑥において，標準状態で20.0 mLの NO が生成した。質量パーセント濃度5.00 %の硝酸水溶液を使用したとき，その硝酸水溶液の質量を求め，有効数字2桁で記しなさい。計算過程も記しなさい。ただし，**C** は十分量加えたものとする。ここで， 0°C ， $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ を標準状態とし， NO は理想気体として扱う。

問2 次の文章を読み、下の(1)～(6)の問いに答えなさい。

原子番号26の鉄原子ではK殻に **ア** 個、L殻に **イ** 個、M殻に **ウ** 個、N殻に2個の電子が入る。地殻中では、**A** > **B** > **C** > 鉄の順で多くの質量を占めている。

ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸イオンは、**D** の化学式で表記される。このように金属元素のイオンに、非共有電子対を持つ分子やイオンが配位結合したイオンを **エ** イオンという。**E** を含む水溶液に、ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸イオン水溶液を加えると濃青色の沈殿が生じることから、この反応は **E** の検出に用いられる。

天然の鉄は赤鉄鉱、磁鉄鉱などの鉄鉱石として存在する。赤鉄鉱の主成分は、鉄を湿った空气中に放置すると酸化されて生成する **F** であり、磁鉄鉱の主成分は、鉄を強熱すると生成する黒色の **G** である。高炉を用いた製鉄では、コークスの主成分である **H** から生成する **I** で鉄鉱石を還元して鉄とする。このとき、鉄鉱石に含まれる不純物である二酸化ケイ素を取り除くため、石灰石も原料として高炉に投入する。高炉の下部から銑鉄を取り出し、銑鉄より上の部分から^(a)二酸化ケイ素と石灰石の反応で生成した化合物を主成分とするスラグを取り除く。高炉で製造した銑鉄は **H** を約4%含み、転炉で **H** の含有率を0.02～2%に減らすと鋼になる。

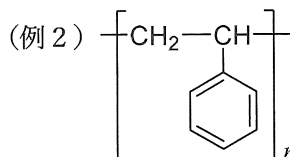
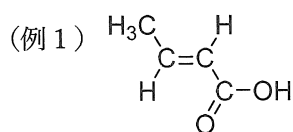
鉄や鋼はさびるため、合金化やめっきなどの工夫がされている。ステンレス鋼は、鉄にクロムなどを添加した合金である。トタンは、鉄に **J** をめっきしたものである。

- (1) 空欄 **ア** ～ **ウ** それぞれにあてはまる適切な整数を記しなさい。
- (2) 空欄 **A** ～ **C** それぞれにあてはまる適切な元素を元素記号で記しなさい。
- (3) 空欄 **D** ～ **J** それぞれにあてはまる適切な元素記号または化学式を記しなさい。
- (4) 空欄 **エ** にあてはまる適切な語句を記しなさい。
- (5) 下線部(a)の反応を反応式で記しなさい。
- (6) ステンレス鋼がさびにくい理由を27字以内で記しなさい。ただし、句読点も文字数に含めるものとする。

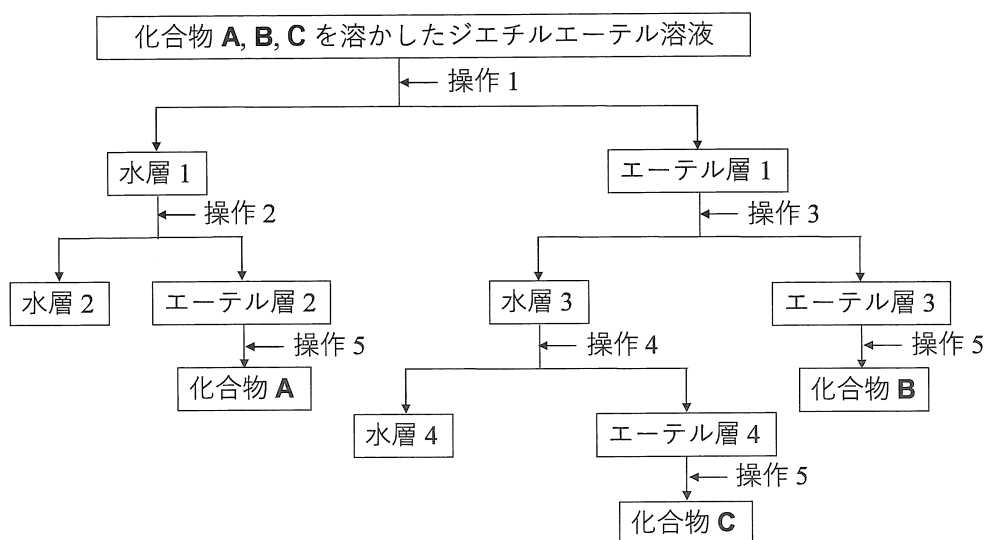
第4問

次の文章を読み、下の(1)～(8)の問いに答えなさい。必要ならば、次の原子量を使いなさい。構造式は以下の例にしたがって記しなさい。

H 1.0 C 12 O 16 Na 23



3種類の芳香族化合物 **A**, **B**, **C** を溶かしたジエチルエーテル溶液がある。各化合物を分離するため、次の操作1～5を行った。



操作1 (a)塩酸を加えてよく振り混ぜた後、水層1とエーテル層1に分離した。

操作2 水酸化ナトリウム水溶液とジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜた後、水層2とエーテル層2に分離した。

操作3 水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜた後、水層3とエーテル層3に分離した。

操作4 二酸化炭素を十分に吹き込んだ。次に、ジエチルエーテルを加えてよく振り混ぜた後、水層4とエーテル層4に分離した。

操作5 ジエチルエーテルを **ア** させた。

化合物 **A** はベンゼンを原料として、次の手順(i)～(iii)で合成することができる。

- (i) (b) ベンゼンに濃硫酸と濃硝酸を加えて反応させ、ニトロベンゼンを生じさせる。
- (ii) (c) ニトロベンゼンにスズと塩酸を反応させる。
- (iii) (ii)で得られた生成物に水酸化ナトリウム水溶液を加える。

また、化合物 **A** の希塩酸溶液を氷冷しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、ジアゾ化が起こり化合物 **D** が得られた。化合物 **B** は $C_{10}H_8$ の分子式をもち、昇華性のある白色固体である。化合物 **B** の水素原子 1 個をヒドロキシ基に置換した化合物には、(d) 2 種類の構造異性体が存在する。 化合物 **C** の水溶液に塩化鉄(III)水溶液を加えると、紫色に呈色した。化合物 **C** は化合物 **D** の水溶液を加熱しても生成する。

芳香族化合物 **E** の組成式は $C_4H_3O_2$ であり、分子量は 200 以下である。0.83 g の化合物 **E** を過不足なく中和するには、1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10.0 mL が必要であった。また、化合物 **E** を加熱すると分子内脱水反応が起こり、化合物 **F** が生成した。また、化合物 **F** は酸化バナジウム(V)触媒による化合物 **B** の酸化によっても生成した。

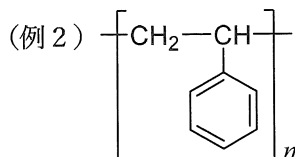
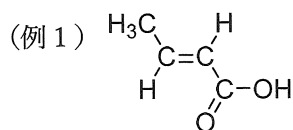
- (1) 下線部(a)において、水層は上層か下層か記しなさい。
- (2) 空欄

ア

 にあてはまる適切な語句を次の①～⑤から 1 つ選び、番号で記しなさい。
① 凝固 ② 抽出 ③ 蒸留 ④ 蒸発 ⑤ 凝縮
- (3) 下線部(b)の反応を反応式で記しなさい。
- (4) 水層 1 に含まれる化合物は、下線部(c)の生成物と同じ化合物である。その構造式を記しなさい。
- (5) 化合物 **A**～**F** の構造式をそれぞれ記しなさい。
- (6) 下線部(d)の 2 種類の構造式をそれぞれ記しなさい。
- (7) 化合物 **C** とナトリウムの反応を反応式で記しなさい。
- (8) (7) で得られた化合物を高温・高圧のもとで二酸化炭素と反応させ、続いて硫酸で処理すると化合物 **G** が生成する。化合物 **G** と無水酢酸に濃硫酸を加えて反応させると解熱鎮痛剤として用いられる化合物 **H** が生成する。化合物 **G** と化合物 **H** の構造式を記しなさい。

第5問

次の文章を読み、下の(1)～(8)の問いに答えなさい。構造式は以下の例にしたがって記しなさい。



高分子化合物のうち、天然に存在するものを天然高分子化合物といい、その1つに多糖がある。例えば、(a)グルコースが多数つながったデンプンやグリコーゲンなどは多糖であり、生物のエネルギー源として重要な役割を果たしている。また、**ア**も多糖の1つであり、植物の細胞壁の主成分である。一方、おもに(b)アミノ酸からなり、生体や生命活動においてさまざまな役割をもつものを(c)タンパク質という。例えば、(d)アルブミン、コラーゲン、ケラチンは動物の体液や組織を構成するタンパク質である。生体内で触媒として機能する酵素も、タンパク質を主体とする天然高分子化合物である。酵素にはスクロース(ショ糖)を分解する**イ**や、タンパク質分解酵素(プロテアーゼ)の1つで胃液に主に含まれる**ウ**などがある。

高分子化合物のうち、石油などから人工的につくられるものを合成高分子化合物という。例えば、難燃性の**エ**は水道管などに利用され、透明な**オ**は水族館の水槽などに活用され、(e)ナイロン66やポリエチレンテレフタレートは合成繊維として使われる。また、さまざまな機能性高分子の開発が進められており、例えば、**カ**は少量のヨウ素などを加えると、金属に近い電気伝導性をもつようになる。多くの合成高分子化合物は長期間の使用に耐えるという利点を有するが、分解されずに残るという特徴は欠点にもなる。そのため、土壤中で分解される(f)ポリ乳酸や生体内で分解される**キ**などの生分解性プラスチックが使われ始めている。

(1) 下線部(a)に関して、

- ① グルコース水溶液
- ② アミロース水溶液
- ③ グリコーゲン水溶液
- ④ デンプン水溶液にアミラーゼを十分に作用させた水溶液

のそれぞれについて、銀鏡反応およびヨウ素デンプン反応を示すものには○、示さないものには×を解答用紙の表に記しなさい。

(2) 空欄**ア**～**ウ**それぞれにあてはまる適切な語句を記しなさい。

(3) 下線部(b)の水溶液について等電点を測定した。等電点の値が約3.2および約9.7を示す化合物を次の①～⑥からそれぞれ1つずつ選び、番号で記しなさい。

- | | | |
|--------|----------|---------|
| ① アラニン | ② グルタミン酸 | ③ メチオニン |
| ④ セリン | ⑤ チロシン | ⑥ リシン |

- (4) 下線部(c)に関して、あるタンパク質の水溶液は無色であったが、(g)濃硝酸を加えて加熱すると呈色し、(h)冷却後にアンモニア水を加えて塩基性になるとさらに色に変化した。この化学反応の名称と下線部(g) → (h)の色の変化を記しなさい。また、この呈色反応により検出される化合物を次の①～⑥から1つ選び、番号で記しなさい。

- | | | |
|--------|----------|---------|
| ① アラニン | ② グルタミン酸 | ③ メチオニン |
| ④ セリン | ⑤ チロシン | ⑥ リシン |

- (5) 下線部(d)を、「①球状タンパク質」または「②繊維状タンパク質」に分類し、それぞれ番号で記しなさい。

- (6) 空欄 エ ～ キ それぞれにあてはまる適切な高分子化合物を次の①～⑨から1つずつ選び、番号で記しなさい。

- | | | |
|------------|-----------|----------------|
| ① ポリグリコール酸 | ② ポリ酢酸ビニル | ③ ポリメタクリル酸メチル |
| ④ ポリアセチレン | ⑤ ポリスチレン | ⑥ ポリアクリル酸ナトリウム |
| ⑦ フッ素樹脂 | ⑧ メラミン樹脂 | ⑨ ポリ塩化ビニル |

- (7) 下線部(e)は縮合重合で得られる合成高分子化合物である。その構造式を記しなさい。また、その原料となる2つの化合物の名称を記しなさい。

- (8) 下線部(f)の原料である乳酸の構造式を記し、不斉炭素に*を記しなさい。