D—1

平成24年度入学者選抜学力検査問題

理　　科

物　理　1ページ～23ページ

化　学　24ページ～36ページ

生　物　37ページ～60ページ

地　学　61ページ～69ページ

注　意　事　項

1. この冊子は，監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら，解答用紙の上部の所定欄には受験番号，座席番号を，また，下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入してはいけません。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は，各学部・学科ごとに異なるので，各科目の最初にかいてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算，下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は，記入の有無にかかわらず，持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁，乱丁，または印刷の不備なものがあったら申し出なさい。

化　　学

注意　1. 志望学部・学科により，以下に示す番号の問題を解答すること。

志望する学部・学科		解答する問題番号
教育学部	志望者のうち化学を選択する者	1 2 4
理学部	化学科志望者	1 2 3 4 5 6
理学部	地球科学科志望者のうち化学を選択する者	1 2 3 4
医学部	志望者のうち化学を選択する者	1 3 4 6
薬学部		2 3 4 6
看護学部	志望者のうち化学を選択する者	1 4 6
工学部	建築学科，都市環境システム学科，機械工学科，電気電子工学科，ナノサイエンス学科，画像科学科，情報画像学科志望者およびデザイン学科，メディカルシステム工学科志望者のうち化学を選択する者	1 3 4
工学部	共生応用化学科志望者	2 3 5
園芸学部	志望者のうち化学を選択する者	3 4 6
先進科学プログラム（方式Ⅱ）	物理化学分野志望者のうち化学を選択する者	1 2 3 4
先進科学プログラム（方式Ⅱ）	電気電子工学分野，ナノサイエンス分野，画像科学分野，情報画像学分野志望者	1 3 4

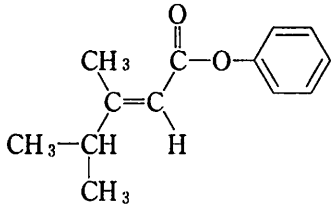
2. 解答はすべて所定の解答用紙に記入すること。
3. 必要があれば次の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0，C = 12.0，N=14.0，O = 16.0，Na = 23.0
P = 31.0，Cl = 35.5

アボガドロ定数：6.02×10^{23}/mol

気体定数：$R = 8.31 \times 10^{3}$ Pa・L/(K・mol)

4. 構造式は下の例にならって解答しなさい。



1 次の文章を読み，以下の問い(問1～7)に答えなさい。

窒素とリンは，いずれも［ア］族に属する元素であり，［イ］個の価電子をもつ。窒素の単体①は，空気中に含まれる常温で安定な気体で，実験室では，亜硝酸アンモニウム水溶液を加熱することによって得られる②。リンの単体には，AやBなどがあり，これらを互いに［ウ］体という。いずれも常温で固体であり，Aは猛毒で反応性に富むが，Bは毒性が少なく反応性に乏しい。

AおよびBを空気中で燃焼させると，Cになる。Cを水に溶かして加熱すると，リン酸になる。一方，窒素の単体は，高温で酸素と反応して，Dなどの酸化物を生じる。Dはアンモニアと空気を約800℃の白金網に通すことによっても得られる③。Dを空気中で酸化し④，その生成物を水に吸収させると硝酸が得られる⑤。このようにアンモニアを原料として一連の反応によって硝酸を得る方法を［エ］法といい，硝酸の工業的製造に用いられている。

硝酸とリン酸とを比較すると，水溶液中での酸としての強さは，同じ濃度ではリン酸のほうが［オ］い。また，硝酸は強い［カ］剤であるため，銅や銀を溶かす。アルミニウムは濃硝酸に溶けにくいが，これは［キ］ためであり，このような状態を不動態という。

問1 ［ア］，［イ］に入る数をかきなさい。また，［ウ］～［カ］に入る適切な語句をかきなさい。

問2 ［キ］に入る説明文を30字以内でかきなさい。

問3 物質A～Dの名称をかきなさい。

問4 下線部①の物質の構造式をかきなさい。

問5 下線部②～⑤で起こる反応を化学反応式でかきなさい。

問 6　[エ] 法の反応を一つの化学反応式にまとめてかきなさい。

問 7　リン酸 0.10 g を水溶液中で完全に中和するためには，0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が何 mL 必要か。計算過程を示し，有効数字 2 けたで答えなさい。

2 次の文章を読み，以下の問い(問1～7)に答えなさい。ただし，すべての気体は理想気体としてふるまうものとする。ここでは，気体の濃度は，体積1Lあたりに存在する気体の物質量であり，単位はmol/Lとする。

二酸化窒素NO_2と四酸化二窒素N_2O_4との間には次の式(1)のような可逆反応が成り立つ。

$$2\,NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4 \qquad (1)$$

自由に動くピストンを持つ同じ大きさの注射器が二つあり，それぞれ注射器A，注射器Bとよぶことにする。注射器Aに二酸化窒素を0.0920g入れ，先端に栓をし，①1.01×10^5 Paで147℃に保った。この条件では注射器A内の気体はすべて二酸化窒素とみなせる。②この注射器Aを1.01×10^5 Paのままで27℃に冷却し放置したところ，平衡状態になり，注射器内の体積は31.0mLとなった。このときの二酸化窒素の物質量は，下線部①の条件で存在する二酸化窒素の物質量の26.0％であった。

注射器Bには，27℃，1.01×10^5 Paで注射器内の体積が31.0mLになるように窒素を入れ，先端に栓をした。③温度は27℃のままで，注射器Aおよび注射器Bのそれぞれのピストンを押して，注射器内の体積をいずれも15.5mLに保った。

問1　下線部②の平衡状態を正しく記述しているものを次の(a)～(d)から一つ選び，記号で答えなさい。

(a)　正反応も逆反応も止まっている。

(b)　正反応も逆反応も起こっており，正反応の速度が逆反応の速度よりも大きい。

(c)　正反応も逆反応も起こっており，正反応の速度が逆反応の速度よりも小さい。

(d)　正反応も逆反応も起こっており，正反応の速度は逆反応の速度と等しい。

問 2　下線部②のときの注射器A内の二酸化窒素の濃度[NO_2]は，下線部①のときの二酸化窒素の濃度の何倍になったか。計算過程も示し，有効数字2けたで答えなさい。

問 3　下線部①から下線部②へ条件を変えると，注射器A内の気体の色はどうなったか。次の(a)～(c)から正しいものを一つ選び，記号で答えなさい。

(a)　うすくなった　　(b)　変らなかった　　(c)　濃くなった

問 4　式(1)の四酸化二窒素から二酸化窒素が生成する反応は吸熱反応，発熱反応のどちらか。解答欄の適切な方を丸でかこみ，理由も述べなさい。

問 5　式(1)の反応の濃度平衡定数 K_c を二酸化窒素の濃度[NO_2]と四酸化二窒素の濃度[N_2O_4]で表しなさい。

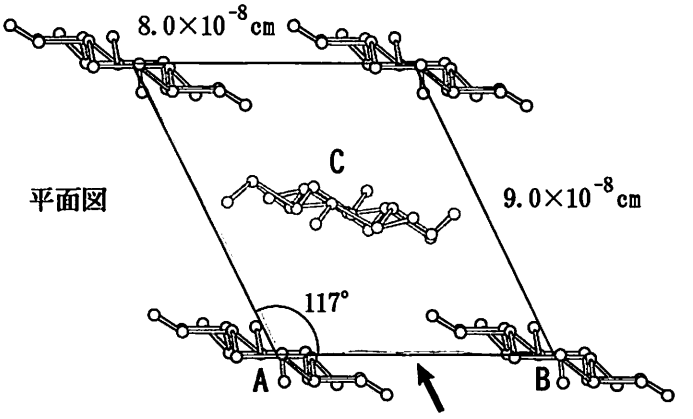
問 6　式(1)の反応の下線部②における K_c を求めなさい。計算過程も示し，有効数字2けたで単位も含めて答えなさい。

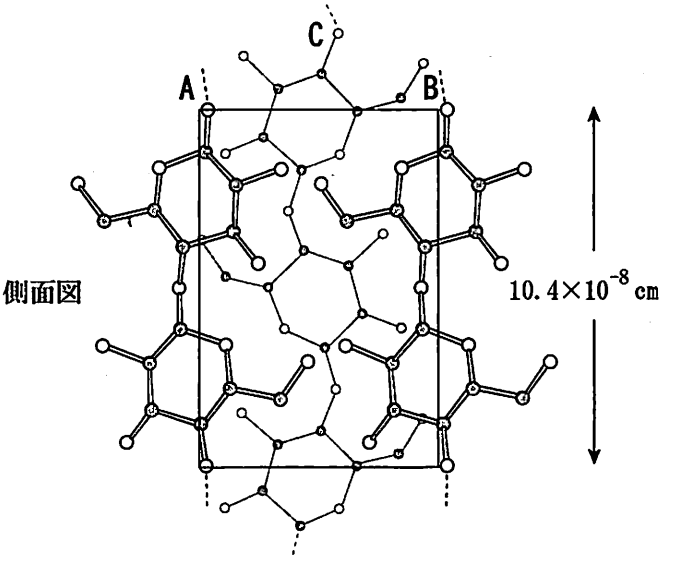
問 7　下線部③で，注射器AおよびB内の圧力 P_A，P_B の大小関係はどうなったか。次の(a)～(c)から正しいものを一つ選び，記号で答え，理由も述べなさい。

(a)　$P_A > P_B$　　(b)　$P_A = P_B$　　(c)　$P_A < P_B$

3 次の文章(Ⅰ～Ⅳ)を読み，以下の問い(問1～5)に答えなさい。

Ⅰ　セルロース$(C_6H_{10}O_5)_n$は植物の組織を構成する主要な高分子化合物である。図はセルロースの結晶構造を表している。図中の線で囲んだ領域が単位格子一つに相当する。単位格子の底面は，平面図に示すように，長さ8.0×10^{-8} cmと9.0×10^{-8} cmの辺が117°の角をなす平行四辺形である。平面図の矢印の方向からみた側面図を下に表す。側面は高さ10.4×10^{-8} cmの長方形である。ただし，見やすくするため，図には水素原子はかかれていない。高分子鎖A，B，Cは平面図と側面図で対応している。





側面図では炭素原子は灰色にぬってある

Ⅱ　セルロースに無水酢酸と濃硫酸を反応させ，トリアセチルセルロースに変えた。適当な溶媒 100 mL にトリアセチルセルロース 2.0 g を溶かし，その浸透圧を温度 27 ℃ で測定したところ，83 Pa であった。

Ⅲ　セルロースを加水分解するとグルコースやセロビオースができる。グルコース 3.6 g を水 200 g に溶かして水溶液イをつくり，セロビオース 1.7 g を水 100 g に溶かし水溶液ロをつくった。水溶液イとロそれぞれの凝固点を測定した。

Ⅳ　セルロース 162 g を完全に燃焼させたところ 2820 kJ の熱量が発生した。

問 1　Ⅰについて，セルロースの単位格子一つに含まれる繰り返し単位 ($C_6H_{10}O_5$) の数はいくらか。整数で答えなさい。

問 2　Ⅰについて，セルロースの密度はいくらか。g/cm^3 の単位で，計算過程を示し，有効数字 2 けたで答えなさい。必要があれば $\sin 117° = 0.89$ を用いてもよい。

問 3　Ⅱの浸透圧実験で求められるトリアセチルセルロースの分子量はいくらか。計算過程を示し，有効数字 2 けたで答えなさい。ただし，ここで浸透圧はファントホッフの法則に従うとする。

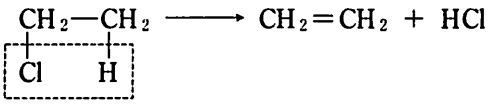
問 4　Ⅲの実験で，水溶液イとロのうち，より低い凝固点を示すのはどちらか。解答の根拠となる計算の過程を示し，記号で答えなさい。

問 5　Ⅳについて，炭素，水素，酸素からセルロース 162 g を合成するときの反応熱は何 kJ か，計算過程を示し，有効数字 3 けたで答えなさい。ただし，二酸化炭素と水の生成熱はそれぞれ 394 kJ/mol，286 kJ/mol とする。

4 次の文章を読み，以下の問い(問1～8)に答えなさい。

アルケンをアルカンにすることは，水素が触媒によってアルケンに［ア］反応することで可能である。メタンはこの方法では合成できないが，①酢酸ナトリウムに水酸化ナトリウムを加えて加熱することで得られる。

次に，アルカンをアルケンにすることを考えよう。アルカンと塩素の混合物に光をあてて反応させると，アルカンの水素原子と塩素原子が［イ］反応を起こす。この［イ］反応は，アルカンにあるいずれの水素原子に対しても進行する。塩素と反応して得られる化合物(塩素化合物)から，塩化水素を脱離させることでアルケンを合成できる。エチレン合成を例に塩素と反応した塩素化合物から塩化水素が脱離する反応を次式で示す。



プロパンからプロペンを合成するために，②塩素と標準状態(0℃，1.01×10^5 Pa(＝1 atm))で3.36 Lのプロパンの混合物を［イ］反応させた後，得られた塩素化合物から塩化水素を脱離させた。③この一連の操作で得られる塩化水素にアンモニア蒸気を反応させると結晶が生じた。

分子式がC_5H_{12}の二つの異性体を沸点の差を利用して化合物Aと化合物Bに分離した。それぞれの化合物を塩素と反応させた後，④1分子の塩素と反応した塩素化合物のみを取り出し，塩化水素を脱離させることでアルケンを合成した。その結果，化合物Aおよび化合物Bからそれぞれ3種類のアルケンを得た。化合物Aから得られたアルケンは，いずれも二重結合についた置換基の配置が異なる立体異性体である［ウ］異性体が存在せず，それぞれが構造異性体であった。一方，化合物Bから得られたアルケンのうち，二つは［ウ］異性体の化合物Cと化合物Dであった。

化合物Aと化合物Bから合成した6種類のアルケンを分離し，それぞれに酸を触媒として水を反応させた後，二クロム酸カリウムの希硫酸溶液を加えて加熱した。その結果，⑤あるアルケンからはアルコールとケトンが得られ，⑥他のあるアルケンからはアルデヒドとケトンが得られた。

問 1　［　ア　］～［　ウ　］に入る適切な語句をかきなさい。同じ語句を二度用いてはいけない。

問 2　下線部①で示した反応の化学反応式をかきなさい。

問 3　下線部②で示した反応について，1分子の塩素が［　イ　］反応した際の化学反応式をかきなさい。

問 4　下線部③で得られた結晶は**何 g** か，計算過程を示して有効数字2けたで求めなさい。ただし，気体は理想気体としてふるまい，塩素とアンモニアは十分な量供給されており，塩素とプロパンが1分子ずつ反応し，いずれの反応も完全に進行したものとする。

問 5　化合物Aと化合物Bで沸点の高い化合物はどちらか記号で答えなさい。

問 6　下線部④の塩素化合物について，化合物Aおよび化合物Bそれぞれから何種類得られるかかきなさい。

問 7　化合物Cおよび化合物Dの構造式をかきなさい。また，それぞれの化合物について立体構造を表す名称をかきなさい。なお，どちらの異性体を化合物Cとしてかいてもよい。

問 8　下線部⑤の結果を与えるアルケンの構造式をすべてかきなさい。また，下線部⑥の結果を与えるアルケンの構造式をすべてかきなさい。ただし，いずれの反応も完全に進行したものとする。

5 次の文章を読み，以下の問い(問1～6)に答えなさい。

分子式が C_8H_8O からなる芳香族化合物A～Dがある。

化合物Aは，ヨードホルム反応により，黄色結晶および芳香族化合物Eを与えた①。化合物Eは食品添加物として広く用いられている。

化合物BおよびCに，フェーリング液を加え加熱すると，赤色沈殿を生じた②。化合物Bは，スチレンを酸化すると得られる。化合物Cを過マンガン酸カリウムで十分に酸化してから酸性にすると，化合物Fが得られた。化合物Fを加熱したところ，化合物Gが生成した③。化合物Gは合成樹脂の原料となる。化合物Gを水酸化ナトリウム水溶液中で加熱した後，塩酸で酸性にしたところ化合物Fが得られた。

化合物Dは，塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青紫色を呈した。化合物Dから解熱鎮痛剤として用いられるアセチルサリチル酸を合成することができる④。化合物Dの位置異性体をオゾン分解すると化合物Hが得られた。化合物Hを18.3 mg取り，元素分析したところ，水が8.1 mgと二酸化炭素が46.2 mg生じた⑤。

問1　化合物A～Gの構造式をかきなさい。

問2　下線部①の化学反応式をかきなさい。

問3　下線部②で生じた赤色沈殿の化学式をかきなさい。また，化合物BおよびCはフェーリング反応以外にも銀鏡反応をおこす。化合物Bを用いた銀鏡反応の化学反応式をかきなさい。

問4　下線部③の反応の名称をかきなさい。

問 5　下線部④について，アセチルサリチル酸は，化合物Dから以下の合成経路で合成することができる。以下の合成経路の［　ア　］には構造式，［　イ　］には化合物名をかきなさい。

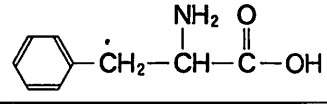
$$\text{化合物 D} \xrightarrow{KMnO_4} \boxed{\text{ア}} \xrightarrow{\boxed{\text{イ}}} \text{アセチルサリチル酸}$$

問 6　下線部⑤について，化合物Hの分子式を求めなさい。また，その計算過程を示しなさい。さらに，化合物Hの可能な構造式をすべてかきなさい。

6 次の文章を読み，以下の問い(問1～5)に答えなさい。

グルタチオンはα-アミノ酸が［ア］，［イ］，［ウ］の順にペプチド結合した生体内に広く分布するトリペプチドである。わずか三つのα-アミノ酸で構成されるこの**トリペプチ**ドは，生体内で生成した過酸化物質から細胞を守る役割をもった重要な化合物である。生体内でのグルタチオン量を維持するためには，糖類の分解によるエネルギーが必要**である**。動物のエネルギー源として主に肝臓において貯蔵されている［エ］は必要に応じて酵素の作用で分解されてグ**ルコースになり**，生体内で消費される。生体にとって余分なグルコースは［オ］や脂肪酸に変化して，両者が結合して油脂に転換され，貯蔵される。

表

名称	構造式
グリシン	$H-CH(NH_2)-C(=O)-OH$
アラニン	$CH_3-CH(NH_2)-C(=O)-OH$
セリン	$HO-CH_2-CH(NH_2)-C(=O)-OH$
システイン	$HS-CH_2-CH(NH_2)-C(=O)-OH$
フェニルアラニン	
グルタミン酸	$HO-C(=O)-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-C(=O)-OH$
リシン	$H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-C(=O)-OH$

問 1　(a)～(c)の説明を読み，［ア］～［ウ］にあてはまるα-アミノ酸の名称を表の中から選びなさい。

(a)　pH 6.0 の緩衝液で浸したろ紙で等電点電気泳動を行うと，［ア］は大きく陽極側に，［イ］はわずかに陽極側に，［ウ］は真ん中に位置した。

(b)　［イ］の水溶液は，固体の水酸化ナトリウムを加えて煮沸した後，中和して酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿が見られた。

(c)　［ア］と［イ］には光学異性体が存在するが，［ウ］には存在しない。

問 2　グルタチオンの構造式をかきなさい。ただし，［ア］はα-炭素原子に結合したアミノ基とカルボキシ(カルボキシル)基をペプチド結合に使わない。

問 3　［エ］と［オ］にあてはまる化合物の名称をかきなさい。

問 4　化合物［エ］の水溶液にヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると［A］に呈色した。その水溶液を加熱したところ，色は［B］へと変化した。その後，その水溶液を冷却すると再び［A］に戻ることがわかった。以下の問いに答えなさい。

(1)　［A］と［B］に入る色を答えなさい。

(2)　［A］から［B］の色の変化が起きた理由を 60 字以内で答えなさい。

問 5　文章中の下線部の油脂から分離，精製したある量の脂肪酸を完全燃焼すると 39 mol の酸素を消費し，それぞれ 27 mol の二酸化炭素と水を生成した。この脂肪酸は単一のものとして以下の問いに答えなさい。

(1)　何 mol の脂肪酸が燃焼したのか，計算過程を示し，有効数字 2 けたで答えなさい。

(2)　この脂肪酸の示性式をかきなさい。