

山形大学

平成 26 年度入学者選抜試験問題

地域教育文化学部・食環境デザインコース

理学部・物質生命化学科

医学部・医学科

工学部（機能高分子工学科，物質化学工学科，バイオ化学工学科，情報科学科，電気電子工学科，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 14 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 監督者の指示に従って，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，採点できないことがあります。
- 5 地域教育文化学部受験者は I，II，III，IV，V，VI の 6 問を解答してください。
理学部受験者は I，II，III，IV，V，VI，VII の 7 問を解答してください。
医学部受験者は III，IV，VI，VII の 4 問を解答してください。
工学部受験者は I，II，III，V，VI の 5 問を解答してください。
農学部受験者は I，II，III，IV，VI，VII の 6 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，指示に従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。

山形大学

問題訂正

(問題訂正)

化学

2 ページ 問題 [I] の (3) 1 行目

(誤)

「属」

(正)

「族」

山形大学

問題訂正

化学

(問題訂正)

化学6ページ

問題〔Ⅲ〕の(1)2行目

(誤) 「分子式」

(正) 「化学式」

問題〔Ⅲ〕の(6)2行目から3行目

(誤) 「分子式」

(正) 「化学式」

〔 I 〕 次の文章を読み、下の(1)～(9)の問いに答えなさい。

炭素は、ア族に属する元素で、(a)自然界には質量数が12と13の同位体が98.93%と1.07%の割合で存在している。質量数が12の炭素は、電子をイ個、中性子をウ個持っている。炭素原子の最も外側の電子殻であるエ殻には、結合をつくる時に重要な働きをするオ個の電子を持っている。最外殻の電子のことを特にカという。炭素原子はこのカを用いて、単結合、二重結合、三重結合のようなキ結合を炭素原子同士で形成するため、炭素の単体には、さまざまなクが存在する。例えば、鉛筆の芯や電池の電極などに用いられるケや、宝石や研磨剤として用いられるコ、タイヤや黒色のインクに用いられるカーボンブラックのような無定形炭素、フラーレンなどが知られている。

炭素は燃焼時にCO₂を排出するが、水素は燃焼時にCO₂を排出しない。工業的な水素の製造には天然ガスの主成分であるメタンが用いられ、その化学反応は、次の①または②の熱化学方程式で表わされる。



上の反応で生成したCOは空気酸化でCO₂になる。



- (1) 空欄 ~ それぞれに当てはまる適切な語句や数字を記しなさい。
- (2) 下線部(a)について、炭素の原子量を求める計算式を示し、原子量の値を小数第2位まで求めなさい。
- (3) 炭素と同じ属で、原子番号が炭素に最も近い原子の元素記号を記しなさい。
- (4) 周期表の第3周期までの元素の中で、電気陰性度が最も大きい原子とイオン化エネルギーが最も大きい原子の元素記号をそれぞれ記しなさい。
- (5) 次のイオンの中で、 Cl^- と同じ電子配列を持つものをすべて選び、記しなさい。
- Mg^{2+} O^{2-} S^{2-} Al^{3+} Ca^{2+}
- (6) 液体の水 ($\text{H}_2\text{O}(\text{液})$) の生成熱は 286 kJ/mol である。気体の水素 ($\text{H}_2(\text{気})$) 1 mol が燃焼し $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ が生成する反応の熱化学方程式を記しなさい。
- (7) 水 ($\text{H}_2\text{O}(\text{液})$) 1 mol が蒸発するときの熱化学方程式を記しなさい。
- (8) $\text{CO}_2(\text{気})$ の生成熱は 394 kJ/mol である。 $\text{CO}(\text{気})$ および $\text{CH}_4(\text{気})$ の生成熱を求めなさい。
- (9) $\text{CH}_4(\text{気})$ 1 mol を燃焼した場合に得られる熱量と、①の反応で $\text{CH}_4(\text{気})$ 1 mol から生成した $\text{H}_2(\text{気})$ 3 mol を燃焼した場合に得られる熱量の差を求めなさい。ただし、燃焼による生成物は $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ と $\text{CO}_2(\text{気})$ とする。

〔Ⅱ〕 次の文章を読み、下の(1)～(8)の問いに答えなさい。

大気圧下において、純水は 0°C で凝固するが、水溶液を冷却していくと、純水の凝固点よりも **ア** 温度で、水溶液中の溶媒(水)が凝固する。この温度が水溶液の凝固点である。溶液の凝固点と純溶媒の凝固点の差は、凝固点降下度とよばれる。非電解質の希薄溶液の凝固点降下度は、溶液の質量モル濃度に比例し、その比例定数(モル凝固点降下)は、 **イ** の種類には無関係であり、

(a) 溶媒に固有の値である。

直径およそ $1\sim 500\text{ nm}$ 程度の粒子が分散している状態をコロイド状態という。(b) コロイド溶液に細い光線を当てると、光の進路が明るく輝いて見える。この現象は **ウ** 現象と呼ばれる。コロイド溶液を顕微鏡観察すると、コロイド粒子が揺れ動きながら不規則な運動をしていることがわかる。この現象は **エ** 運動と呼ばれる。コロイド粒子は一般に正または負の電荷を帯びている。

(c) 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液に直流電圧をかけると、水酸化鉄(Ⅲ)粒子は陰極側に移動する。この現象を **オ** という。(d) このコロイド溶液に Na_2SO_4 水溶液を少量加えると沈殿が生じる。

- (1) 空欄 **ア** ～ **オ** それぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。
- (2) 下線部(a)について、 0.500 kg の水に 9.00 g の果糖を溶かした水溶液の凝固点は、 -0.19°C になった。果糖水溶液の質量モル濃度および水のモル凝固点降下を求める計算式を示し、それぞれの値を有効数字2桁で求めなさい。ただし、果糖のモル質量は 180 g/mol である。
- (3) (2)と同じ質量モル濃度の塩化ナトリウム水溶液の凝固点は -0.38°C になった。その理由を40字以内で記しなさい。

(4) 同じ温度，同じ圧力下で，水溶液の蒸気圧は純水の蒸気圧に比べてどのようになるか。次の①～③から選び，記号で記しなさい。

①高くなる ②変わらない ③低くなる

(5) 下線部(b)のように，コロイド溶液では光の進路が明るく輝いて見えるのはなぜか，15字以内で理由を記しなさい。

(6) 下線部(c)のことから，水酸化鉄(Ⅲ)粒子は正または負のどちらの電荷を帯びているか記しなさい。

(7) 下線部(d)のように少量の電解質を加えることで，沈殿が生じる現象を何というか記しなさい。

(8) デンプンやタンパク質のコロイドは多量の電解質を加えることによって沈殿する。この現象を何というか記しなさい。また，そのようなコロイドを何というか記しなさい。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、下の(1)～(6)の問いに答えなさい。

第3周期元素である **ア** の単体と水との反応性を調べたところ、(a)この単体は冷水と激しく反応しながら気体を発生した。

リンの単体は、リン鉱石をコークスやケイ砂と電気炉中で反応させてつくられる。このとき発生するリンの蒸気を水中で固化させると **イ** が得られる。**イ** は空気中で自然発火するので、通常は水の中に保存する。**イ** を、空気を断って 250℃に熱すると、**ウ** となる。

硫黄の単体のうち、室温で安定なのは斜方硫黄である。250℃に熱した液体の硫黄を冷水で急冷すると、鎖状分子からなり溶媒に溶けにくい **エ** が得られる。硫黄の単体を空気中で燃焼させれば、大気汚染の原因物質のひとつである二酸化硫黄になる。二酸化硫黄は多くの場合還元剤として作用し、(b)二酸化硫黄を酸性の過マンガン酸カリウム水溶液と反応させると硫酸が生じる。

元素の酸化物のうち、その元素の酸化数が最も高い化合物を最高酸化物と呼ぶ。(c)第3周期元素の最高酸化物が水と反応して生じる水溶液は1族からできるものが最も **オ** 性が強く、17族からできるものが最も **カ** 性が強い。また、第3周期元素の酸化物のうち、**キ** は酸にも強塩基にも反応して溶けるため、**ク** と呼ばれる。

三酸化硫黄が水と反応すると硫酸を生じる。硫酸のように、分子中に酸素原子を含む酸は **ケ** と呼ばれる。硫酸酸性の過酸化水素の水溶液にヨウ化カリウムの水溶液を加えたときには、過酸化水素が **コ** 剤として、ヨウ化カリウムが **サ** 剤として働く。一方、硫酸酸性の過マンガン酸カリウムの水溶液と過酸化水素の水溶液が反応するとき、過酸化水素は **サ** 剤として働く。

- (1) 空欄 **ア** ~ **サ** それぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。ただし、空欄 **キ** については分子式を記しなさい。
- (2) 下線部(a)について、この反応により生じる気体を化学式で記しなさい。また、この単体 3.00 mol が十分な量の水と反応するとき、生じる気体の体積は標準状態で何 L か、有効数字 3 桁で求めなさい。
- (3) 次の単体や化合物中における硫黄原子の酸化数をそれぞれ記しなさい。
- S H₂S SO₂ SO₃ H₂SO₄
- (4) 斜方硫黄の分子はどのような形状をしているか記しなさい。また、この分子の分子式を記しなさい。
- (5) 下線部(b)について、二酸化硫黄が硫酸イオンに酸化される反応と、過マンガン酸イオンが還元される反応を、電子 e⁻ を含むイオン反応式でそれぞれ記しなさい。また、下線部(b)の反応を化学反応式で記しなさい。
- (6) 下線部(c)について、1 族の元素と酸素のみからなる最高酸化物および 17 族の元素と酸素のみからなる最高酸化物の分子式をそれぞれ記しなさい。

〔IV〕 次の文章を読み、下の(1)～(6)の問いに答えなさい。

液体を加熱していくと、その熱エネルギーによって分子運動が活発になるため、(a)蒸気圧が上昇する。液体を開放容器中で加熱すると、蒸気圧が と等しくなる温度で、(b)液体の内部から気泡が発生し始める。このときの温度をその における液体の沸点という。1 mol の液体を蒸発させるために必要な熱量を、その液体の蒸発熱という。表 1 に希ガスおよび CH₄, NH₃ の分子量、蒸発熱と沸点を示した。(c)単原子分子である希ガスでは、分子量の増加にともなって蒸発熱が単調に大きくなる。(d)NH₃ の沸点は、分子量が同程度の分子と比べるとずいぶん高い。

リチウムと水を反応させて発生した気体を 置換で捕集した。(e)捕集した気体の体積は、27℃、 1.01×10^5 Pa のもとで 996 mL であった。この温度における水の蒸気圧は 3.50×10^3 Pa である。

表 1

	He	Ne	Ar	Kr	CH ₄	NH ₃
分子量	4.0	20.2	40.0	83.8	16.0	17.0
蒸発熱 [kJ/mol]	0.08	1.80	6.52	9.03	8.18	23.35
沸点 [℃]	-269	-246	-186	-152	-161	-33

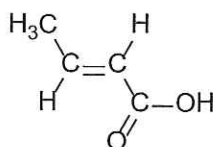
- (1) 空欄 **ア**・**イ** それぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。
- (2) 下線部(a)について、温度 30℃ のとき、ジエチルエーテル、水、エタノールを、蒸気圧の高い順に並べて記しなさい。
- (3) 下線部(b)について、液体の内部から気泡が発生している間は、液体の温度は一定で変化しなかった。その理由を 35 字以内で記しなさい。
- (4) 下線部(c)について、希ガスでは分子量の増加にともなって蒸発熱が単調に大きくなる。その理由を 35 字以内で記しなさい。
- (5) 下線部(d)について、分子量が同程度の分子と比べると NH_3 の沸点が高い理由を 35 字以内で記しなさい。
- (6) 下線部(e)について、捕集した気体には水蒸気が飽和しているものとして、リチウムと水との反応で発生した気体の物質量を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も記しなさい。必要ならば、気体定数は次の値を用いること。

$$\text{気体定数} \quad 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$$

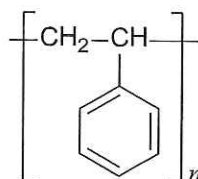
[V]

次の文章を読み，下の(1)～(5)の問いに答えなさい。
化合物の構造式は，次の例を参考にして記しなさい。

(例 1)



(例 2)

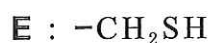
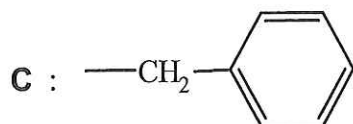


デンプンは多数の **ア** 分子同士が **イ** してつながっており，タンパク質は約 20 種の (α) α -アミノ酸 同士がペプチド結合によって鎖状につながっている高分子化合物である。

綿や麻の植物繊維の **ウ** を原料にして作られる衣料用繊維には再生繊維のレーヨンや半合成繊維のアセテートがある。タンパク質は絹や羊毛などの天然の動物性繊維の成分であるばかりでなく，酵素など生体に必須の高分子でもある。一方，6,6-ナイロンは絹を模して開発された合成繊維であり，化合物 **A** とヘキサメチレンジアミンとが **イ** したポリマーである。種々の容器に使われ，再利用が可能なペットボトルの原料や衣料用合成繊維として用いられる **エ** は PET とよばれ，化合物 **B** と **オ** とがエステル結合をくり返してできている。

(1) 空欄 **ア** ~ **オ** それぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。

(2) 下線部(a)について、側鎖（置換基）が次のような構造を持つ α -アミノ酸 **C**, **D**, **E** と、それら3種がある順序で結合したトリペプチド **F** がある。



F : **C**, **D**, **E** がある順序で結合したトリペプチド

C~**F** のうち、ニンヒドリン反応で青紫~赤紫色を示すものはどれか、すべて選び記号で記しなさい。

(3) (2) の **C**~**F** のうち、濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、さらにその水溶液にアンモニア水を加えて塩基性になると橙黄色に変わるものはどれか、すべて選び記号で記しなさい。また、この反応の名称を記しなさい。

(4) (2) の **C**~**F** のうち、水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、硫酸銅(II)水溶液を加えると赤紫色を呈するものはどれか、すべて選び記号で記しなさい。また、この反応の名称を記しなさい。

(5) 化合物 **A**・**B** はいずれも2価のカルボン酸である。それぞれの化合物名と構造式を記しなさい。

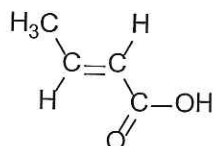
[VI]

次の文章を読み、下の(1)～(4)の問いに答えなさい。
必要ならば、原子量は次の値を使うこと。

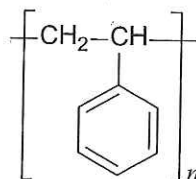
H 1.0 C 12.0 O 16.0

化合物の構造式は、次の例を参考にして記しなさい。

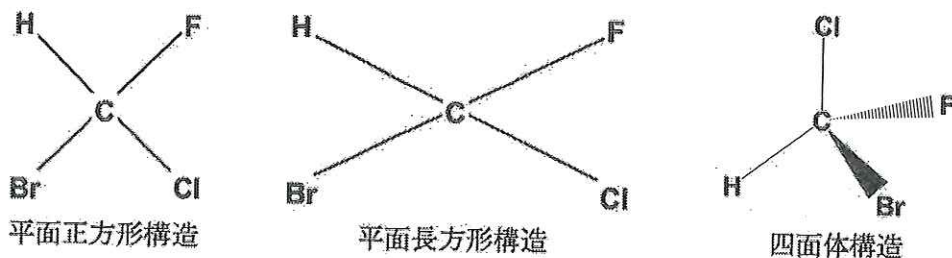
(例 1)



(例 2)



分子式が同じで構造・性質が異なる化合物を、互いに異性体であるという。異性体には、原子の結合の順序や官能基の種類などが異なる **ア** 異性体のほかに、分子の立体的な構造が異なる **イ** 異性体がある。例えば、(a) ベンゼン環を1個有する化合物 C₇H₈O は、 **ウ** 個の **ア** 異性体を有する。次に、一つの炭素原子に四つの異なる原子 H, F, Cl および Br が結合した化合物 **A** (分子式 CHFCIBr) の **イ** 異性体について考える。化合物 **A** の分子の立体的な構造の可能性としては、図1のような平面正方形構造や平面長方形構造、四面体構造などが考えられる。化合物 **A** が平面正方形構造であるとすると、化合物 **A** の **イ** 異性体は図1の構造を含め全部で **エ** 種類存在するが、化合物 **A** が平面長



構造図の中の は紙面の手前に、 は紙面の向こう側にあることを表している。

図 1

方形構造であるとする、化合物 **A** の **イ** 異性体は図 1 の構造を含め全部で **オ** 種類となる。しかし、実際の化合物 **A** は四面体構造をもつ分子であることが知られており、化合物 **A** の **イ** 異性体は図 1 の構造を含め全部で **カ** 種類である。このとき、化合物 **A** の炭素原子は **キ** 炭素原子であり、化合物 **A** のそれぞれの異性体は **イ** 異性体のうちの **ク** 異性体の関係にある。

イ 異性体には **ケ** 異性体と呼ばれる異性体も存在する。炭素と水素からなる化合物 **B** の元素分析を行ったところ、質量組成は炭素 85.7%、水素 14.3%であった。また、分子量は 56 であった。この化合物 **B** には **ケ** 異性体である化合物 **C** が存在する。さらに、**ア** 異性体である化合物 **D**, **E**, **F**, **G** が存在する。臭素と反応させたところ、化合物 **B**, **C**, **D**, **E** において臭素の赤褐色が消えた。また、水素と反応させたところ化合物 **B**, **C**, **E** が同じ炭化水素を与えた。

- (1) 空欄 **ア** ~ **ケ** それぞれに当てはまる適切な語句や数字を記しなさい。
- (2) 化合物 **B** ~ **G** の構造式を記しなさい。
- (3) 下線部(a)の化合物 C_7H_8O の異性体のうち、塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加えても呈色しない化合物の構造式をすべて記しなさい。
- (4) 下線部(a)の化合物 C_7H_8O の異性体のうち、ナトリウムを作用させると水素が発生する化合物の構造式をすべて記しなさい。

〔VII〕 次の文章を読み、下の(1)～(5)の問いに答えなさい。
必要ならば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0 C 12.0 O 16.0 K 39.0

油脂は、3価アルコールの **ア** と高級脂肪酸とがエステル結合した構造をしている。高級脂肪酸として、①パルミチン酸や②ステアリン酸などの **イ** 脂肪酸からなる油脂は、常温で **ウ** であり、一方、③オレイン酸や④リノール酸などの **エ** 脂肪酸からなる油脂は、常温で **オ** である。油脂に塩基を加えて **カ** することをけん化とよび、水酸化ナトリウム溶液を加えて加熱すると、 **ア** と脂肪酸のナトリウム塩である **キ** が生成する。また油脂は、酵素 **ク** の作用で **カ** されて、 **ア** と脂肪酸になる。

0.666 g の油脂 **A** を完全にけん化するのに、0.100 mol/L の水酸化カリウム溶液 22.5 mL を要した。その後、反応液を酸性にすると **ア** と2種類の脂肪酸 **B・C** が得られた。また、0.666 g の油脂 **A** にニッケル触媒の存在下で水素を付加させた。このとき付加した水素の量を調べたところ、標準状態で 16.8 mL であった。さらに、水素が付加した油脂を水酸化カリウムで完全にけん化すると、 **ア** と1種類の脂肪酸 **C** のカリウム塩が得られた。

- (1) 空欄 **ア** ~ **キ** それぞれに当てはまる適切な語句を記しなさい。また、空欄 **ク** に当てはまる適切な酵素名を記しなさい。
- (2) ①~④の脂肪酸のうち必須脂肪酸を1つ選び番号を記しなさい。
- (3) 油脂 **A** の分子量を有効数字3桁で求めなさい。計算過程も記しなさい。
- (4) 1分子の油脂 **A** に含まれる炭素原子間の二重結合の数を求めなさい。計算過程も記しなさい。
- (5) 脂肪酸 **B・C** の示性式を記しなさい。示性式を求める過程も記しなさい。