

化 学

(問 題)

2016年度

〈2016 H28100015 (化学)〉

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は2～6ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入すること。
4. 記述解答用紙記入上の注意
 - (1) 記述解答用紙の所定欄（2カ所）に、氏名および受験番号を正確に丁寧に記入すること。
 - (2) 所定欄以外に受験番号・氏名を書いてはならない。
 - (3) 受験番号の記入にあたっては、次の数字見本にしたがい、読みやすいように、正確に丁寧に記入すること。

数字見本	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- (4) 受験番号は右詰めで記入し、余白が生じる場合でも受験番号の前に「0」を記入しないこと。

(例) 3825番⇒

万	千	百	十	一
	3	8	2	5

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
7. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

I 以下の問いに答えよ。なお、必要に応じて表の数値を用いよ。熱化学方程式における熱量の数値についてはすべて整数で表せ。原子量は $H = 1$, $O = 16$ とする。

表 25℃, 1.013×10^5 Pa における生成熱 (kJ/mol)

物質	生成熱	物質	生成熱
CH ₄ (気)	75	C ₆ H ₆ (液)	-49
CH ₃ OH (液)	239	CO (気)	111
C ₂ H ₂ (気)	-227	CO ₂ (気)	394
C ₂ H ₄ (気)	-52	H ₂ O (液)	286
C ₂ H ₆ (気)	84	H ₂ O (気)	242
C ₂ H ₅ OH (液)	277	NH ₃ (気)	46
C ₃ H ₈ (気)	104	NO (気)	-90

- 問1 25℃, 1.013×10^5 Pa におけるエチレンの燃焼熱を求め、熱化学方程式で答えよ。ただし、生成した H₂O は液体とする。
- 問2 25℃, 1.013×10^5 Pa において水 100 mL が蒸発するときに必要な熱量を有効数字 3 桁で答えよ。水の密度は 1.00 g/cm^3 とする。
- 問3 25℃, 1.013×10^5 Pa におけるメタンとプロパンの燃焼熱を求め、熱化学方程式で答えよ。また、メタンとプロパンの混合気体 20 L (標準状態) が完全燃焼し、25℃, 1.013×10^5 Pa において熱量 1500 kJ が発生したときの混合気体におけるメタン含有率 (体積%) を有効数字 3 桁で答えよ。ただし、いずれの場合も生成した H₂O は液体とする。
- 問4 25℃, 1.013×10^5 Pa における硝酸アンモニウムの溶解熱は -26 kJ/mol である。これを熱化学方程式で表せ。また、この反応を活用している日常品をあげよ。ただし、商品名ではなく、一般名称で答えよ。
- 問5 化学式 AX₂ で表されるイオン結晶がある。A の単体は金属で、イオンは 2 価の陽イオンである。X は常温で気体のハロゲンである。イオン結晶 AX₂ の格子エネルギーを E (kJ/mol) として、AX₂ の格子エネルギーを表す熱化学方程式を答えよ。また、AX₂ の生成熱を Q₁, A (固) の昇華熱を Q₂, A (気) のイオン化エネルギーを Q₃, X₂ (気) の結合エネルギーを Q₄, X (気) の電子親和力を Q₅ として、AX₂ の格子エネルギー E を Q₁, Q₂, Q₃, Q₄, Q₅ を用いて表せ。

Ⅱ 次の文章を読んで、問いに答えよ。

フッ素、塩素、臭素、ヨウ素、**ア**の5元素は周期表において**イ**族に属しハロゲンと呼ばれる。ハロゲンの原子は、いずれも価電子を**ウ**個もつ。そのため電子を1個取り入れ1価の陰イオンとなりやすい。ハロゲンの単体は2原子分子であるが、他の元素と化合物をつくりやすいので天然にはほとんど存在しない。ハロゲン単体は原子番号が大きくなるとともに、沸点・融点が**エ**なる。

フッ素はハロゲンの中で最も反応しやすく、ほとんどの元素と反応してフッ化物をつくる。水素と混ぜると、冷暗所でも爆発的に化合しフッ化水素となる。また、水とも激しく反応し、酸素を発生しフッ化水素となる。

フッ化水素は、**オ** (ホタル石) に濃硫酸を加えて発生させることができる。フッ化水素は他のハロゲン化水素に比べ、沸点・融点が非常に高い。また水によく溶け、フッ化水素酸となる。他のハロゲン化水素は強酸であるのに対し、フッ化水素酸は弱酸であるが、ガラスを溶かす性質をもつ。これはフッ化水素がガラスの主成分である SiO_2 と反応するためである。この性質を利用し工業的にはガラスの加工などに用いられる。

問1 文中の空欄 **ア** ~ **オ** にあてはまる、最も適当な数字や語句を答えよ。

なお、**オ** は化学式で答えよ。

問2 下線 a の反応を化学反応式で表せ。

問3 下線 b の反応を化学反応式で表せ。

問4 下線 d の反応を化学反応式で表せ。

問5 フッ化水素が下線 c のような性質をもつ理由を、句読点を含め 80 字以内で説明せよ。

Ⅲ 次の文章を読んで、問いに答えよ。

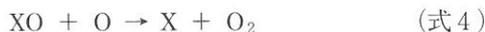
太陽から地球には、可視光線だけではなく、紫外線と広い範囲の赤外線が降り注ぐ。紫外線は、人間を含む多くの生物にとって有害であるが、短波長の紫外線は大気中の酸素などによって吸収され、より長波長の紫外線も成層圏のオゾン層に含まれるオゾンによって吸収されるため、地表での紫外線量は宇宙空間と比較して大きく低下している。

オゾンは、酸素分子が紫外線を吸収することによって生成する。酸素分子が光を吸収して酸素原子に解離し、この酸素原子が酸素分子と反応することによってオゾンが生じる。



式1のように、光の吸収によって引き起こされる化学反応を、**ア**反応という。水素と塩素の混合気体に光をあてると**イ**が生成する反応も**ア**反応であり、この場合は、塩素分子が塩素原子に解離することにより反応が始まる。

成層圏のオゾンは、一般にフロンと総称される化学物質などの存在によって分解が促進される。例えば、化学物質をXとした時、成層圏では以下のような反応によってオゾン濃度の低下がもたらされる。



ここで、式3によってオゾンが分解されるとともに、式4によってオゾン生成の鍵となる酸素原子も失われる。また、式3において反応の引き金になるXは、式4において再び生じる。このように、ある反応で使われる物質が別の反応で生成するために連続的に進行する反応を**ウ**反応という。このため、Xの量がわずかであっても、オゾン層の消失に影響をおよぼしうる。水素と塩素の混合気体に光をあてた際の反応も**ウ**反応であり、この場合は、生成した塩素原子が水素分子と反応し、生成した水素原子が塩素分子と反応することにより塩素原子が再び生じる。

酸素とオゾンのように、同じ元素からなる単体でありながら性質が異なる者同士を**エ**という。酸素とともに、オゾンも酸化剤として働きうる物質であり、ヨウ化カリウム水溶液にオゾンを通じるとヨウ化物イオンが酸化される。この際の生成産物の一つはヨウ素であるため、**オ**反応を用いてオゾンを検出することが可能である。

問1 文中の空欄**ア**～**オ**にあてはまる最も適当な語句を答えよ。

問2 光が関与する化学反応が身の回りの生活に応用されている例を1つ答えよ。ただし、商品名ではなく、一般名称で答えること。

問3 水素と塩素の混合気体に光をあてた際の反応は、実際には3段階の反応として考えることができる。本文中の記述から考えて、その3つの反応を化学反応式で表せ。

問4 ヨウ化カリウム水溶液にオゾンを通じた際に起こる反応を化学反応式で表せ。

問5 オゾンの酸化数はいくつか。また、ヨウ化カリウム水溶液にオゾンを通じた際に起こる反応において、当初ヨウ化カリウムを構成していたヨウ素原子の酸化数はいくつからいくつに変化するか、答えよ。

問6 オゾンは一酸化窒素と反応して、酸素と二酸化窒素になる。この反応熱は200 kJである。この反応の熱化学方程式を答えよ。

問7 オゾンと一酸化窒素が反応する際には、生じたエネルギーの一部は光として放出される。光のエネルギーは波長に応じて異なるが、1 molの光子のエネルギーEは、 $E \text{ (J/mol)} = 0.120 \text{ (J}\cdot\text{m/mol)} \div \text{光の波長 (m)}$ として計算できる。反応物各1分子が反応して生じるエネルギーが、1個の光子として放出されたとした場合に、放出される光の波長を答えよ。ただし、有効数字は3桁、単位はnmとせよ。

IV 次の文章を読んで、問いに答えよ。

アオカビの分泌物がブドウ球菌の成育を妨げることに **ア** は気付いた。これが契機となり、 **イ** が発見された。**イ** のように、微生物が生産し、他の微生物の成育や機能を阻害する物質は **ウ** とよばれる。**ウ** のひとつである **エ** は、結核に対する最初の治療薬として使われた。

イ の分子内には β -ラクタム構造とよばれる、**イ** の作用において重要な役割を果たす環状の構造が存在する。ラクタムと総称される化合物は、環を構成する原子の数によって、 α -ラクタム、 β -ラクタム、 γ -ラクタムなどと呼ばれる。なお、 ϵ -カプロラクタムは **オ** の原料である。

アンピシリンも β -ラクタム構造をもった **ウ** である。大腸菌の培養に際してこの化合物を用いたところ、次のような結果が得られた。ある濃度のアンピシリンを含む培養液中で大腸菌を培養したが増殖しなかった。ところが、 β -ラクタマーゼと呼ばれる酵素の遺伝情報をもつ、環状の DNA を大腸菌の体内に入れた後、この大腸菌を上記の培養液中で培養したところ、増殖した。なお、 β -ラクタマーゼの遺伝情報をもつ環状 DNA は、大腸菌のなかで一定数複製できた。

問1 文中の空欄 **ア** ~ **オ** にあてはまる最も適当な語句を答えよ。なお、**ア** は人名で答えよ。

問2 解答欄に **イ** の分子構造を示した。 β -ラクタム構造に該当する部分を、線で囲め。

問3 文中の下線部に関して、 β -ラクタマーゼの遺伝情報を獲得した大腸菌は、なぜアンピシリンを含む培養液中で増殖できるようになったのだろうか。その理由を、大腸菌の体内で起きた現象を踏まえて、句読点を含めて90字以内で説明せよ。ただし、解答の中に mRNA とアンピシリンの2語を含めること。なお、mRNA は4文字と数える。
(注) mRNA は伝令 RNA とも呼ばれる。

[以下余白]