

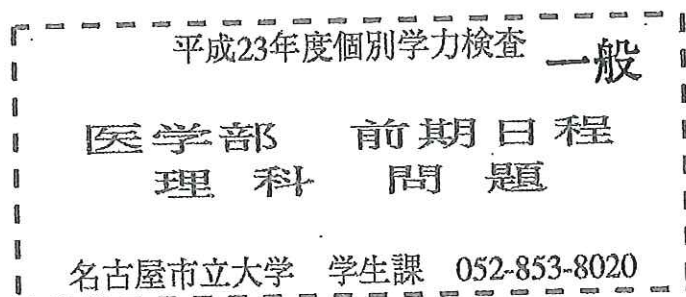
名古屋市立大学

平成 23 年度・入学試験問題

理 科 (Z)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この冊子は 37 ページあります。
3. 試験開始後、落丁・乱丁・印刷不鮮明の箇所があったら申し出なさい。
4. 解答はすべて解答用紙に、それぞれの問題の指示にしたがって記入しなさい。
5. この冊子のどのページも切り離してはいけません。ただし、余白等は適宜利用してかまいません。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。
7. 受験科目選択上の注意(重要)
「物理」、「化学」、「生物」のうち 2 科目を選択して解答しなさい。
選択しなかった科目の解答用紙は試験開始後、90 分で回収します。それ以後は
選択の変更は認めません。
全科目の解答用紙 3 枚ともに受験番号を記入しなさい。



理 科 問 題

物 理	問題 1	3 ページ
	" 2	5 "
	" 3	7 "
	" 4	9 "

化 学	問題 1	13 ページ
	" 2	15 "
	" 3	17 "
	" 4	19 "
	" 5	21 "

生 物	問題 1	25 ページ
	" 2	29 "
	" 3	31 "
	" 4	35 "

解 答 用 紙

理科	物理解答用紙	1 枚
理科	化学解答用紙	1 枚
理科	生物解答用紙	1 枚

化 学

化学問題 1

次の文を読み、問1～問4に答えよ。

2010年6月、小惑星探査機「はやぶさ」は、数々のトラブルを乗り越え地球大気圏に再突入したことで話題になった。このプロジェクトでは、小惑星からのサンプル採取だけでなく「イオンエンジン」による飛行実験も目的のひとつであった。「はやぶさ」の「イオンエンジン」は、キセノンをイオン化し、電界により高速噴射する仕組みである。

キセノン(原子番号54)は、周期表では第5周期 あ(数字) 族に属する元素で、ネオン(原子番号10)やアルゴン(原子番号18)などと同族元素であり、この族の元素を い(語句) と総称する。一般に原子の電子配置を考えると、電子殻は内側から、K殻、L殻、M殻、N殻、O殻、…という順に名付けられており、N殻には最大 う(数字) 個の電子を収容できる。キセノンでは、N殻に配置されている電子数は18であり、最外殻であるO殻に8個の電子が配置されている。これは、これらの電子殻がそれぞれ複数の部分に分かれていて、電子の入りやすさが異なるためである。このように、キセノンの最外電子殻はその殻の最大収容電子数で満たされた状態、すなわち え(語句) ではないが、安定な電子配置である。

ところで、「イオンエンジン」では複数の電子が原子核と離れた状態を利用しているが、ここでは原子から電子1個を取り去るのに必要なエネルギー(第一イオン化エネルギー)を考えてみる。キセノンの同族元素では、他の族と比較して第一イオン化エネルギーが A 。しかし、キセノンはネオンやアルゴンと比べると、第一イオン化エネルギーが B ことと原子量が大きいことから、「イオンエンジン」での利用に有利である。

キセノンより原子番号がひとつ小さい元素は、ヨウ素である。ヨウ素は、最外殻電子数が7であり、電子1個を受け取るとキセノンと同じ電子配置になる。このように、ヨウ素やその同族元素は1価の陰イオンになりやすく電子親和力が C という特徴がある。ヨウ素の単体は、常温常圧で固体であり、おだやか

に加熱すると液体を経由せずに直接気体になる。また、ヨウ素と塩素の単体の酸化力を比較すると、ヨウ素の方が D。

問 1. あ ～ え に、括弧内の指示に従って適切な語句または数字を記せ。

問 2. A ～ D に入れる語句の組み合わせとして適切なものを、下記の a)～e) からひとつ選び、記号で答えよ。

A — B — C — D

- a) 小さい—大きい—小さい—強 い
- b) 小さい—大きい—小さい—弱 い
- c) 大きい—小さい—小さい—弱 い
- d) 大きい—小さい—大きい—弱 い
- e) 大きい—小さい—大きい—強 い

問 3. キセノンおよびヨウ素の元素や分子(単体)について書かれた下記の a)～e) の文のうち、正しい記述をすべて選び、記号で答えよ。

- a) キセノンの価電子数は 8 である。
- b) キセノンは、アルゴンよりも融点が高い。
- c) キセノンは遷移元素であり、ヨウ素は典型元素である。
- d) ヨウ素は、陽性の強い元素である。
- e) ヨウ素は純水に溶け、その水溶液は漂白や殺菌に使われる。

問 4. 下線部に関する以下の問いに答えよ。

- 1) この現象を何というか。漢字で答えよ。
- 2) この現象を利用してヨウ素を精製する実験の図を描け。
- 3) ヨウ素がこのような変化をしやすい理由を、50 字以内で説明せよ。解答は、下記の語句群のうち、この現象と関係が深い語句を 3 つ含めた文章にして述べよ。

〔語句群〕 イオン結晶、分子結晶、金属結晶、極性分子、無極性分子、ファンデルワールス力、共有結合、イオン結合

化学問題 2

次の文を読み、問1～問4に答えよ。

アルミニウムは酸化アルミニウムの溶融電気分解により作られる。酸化アルミニウムの主な原料はボーキサイトである。ボーキサイトを水酸化ナトリウム水溶液と^{a)}反応させると、アルミニウム成分は溶液に溶ける。この時^{b)}主な不純物成分は赤泥と呼ばれる沈殿となり、分離される。このろ液に水を加えて希釈すると白色沈殿が生じる。この沈殿をろ過して水洗し、乾燥後、加熱(焼成)すると高純度の酸化アルミニウムが得られる。

電気分解において、アでは電子を奪う反応、すなわち酸化反応が起きる。そのため適当な電解液(例えばシュウ酸水溶液)中でアルミニウムをア^{c)}にして電気分解を行うと表面にアルミニウムの酸化膜ができ、これが耐食性にすぐれた保護膜となる。一般に表面のこのような状態はイと呼ばれる。

塩素を高温で高濃度のアルカリ水溶液と反応させると塩素酸イオンが生じる。塩^{d)}素酸イオンを含む水溶液をさらに電気分解すると、上記と同様にア側で酸化が起こり、塩素酸イオンから過塩素酸イオンが生じる。この^{e)}過塩素酸イオンでは1個の塩素原子に4個の酸素原子が結合しているが、これら4個の酸素原子すべてが化学的に等価であり、お互いの反発がもっとも小さくなるような構造をとっている。

過塩素酸イオンのアンモニウム塩(過塩素酸アンモニウム)は、アルミニウム粉末との混合物がスペースシャトルの補助ロケットの固体燃料として用いられている。過塩素酸アンモニウムは、点火すると熱分解して水蒸気と数種類の二原子分子の気^{f)}体を生じ、同時にアルミニウムも燃焼して推進力を与える。

問 1. ア と イ に適当な語句を書け。

問 2. 下線部 a), c), d), f) に対応する反応を, 化学反応式あるいはイオン反応式で書け。

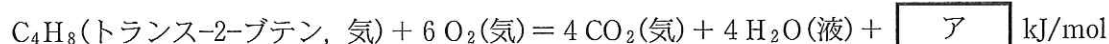
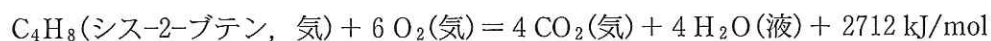
問 3. 下線部 b) の赤泥と呼ばれる沈殿物中の主な着色成分は何か, 化学式で示せ。

問 4. 下線部 e) の過塩素酸イオンの構造について, どのような形をしているか分かるように図で示せ。

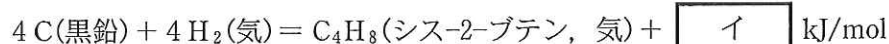
化学問題 3

次の文を読み、問 1 ～問 4 に答えよ。

シス-2-ブテンとトランス-2-ブテンは互いに幾何異性体の関係にあり、それらの
a) 燃焼反応は次のような熱化学方程式で表される。



一方、これらの化合物の生成熱は以下のとおりである。



2-ブテンに水素を付加させると、ブタンが生成する。 1.0 mol のシス-2-ブテン
b) に対して水素付加反応を行なったところ、その半量がブタンに変換していた。同様
にして 1.0 mol のトランス-2-ブテンに対しても水素付加反応を行ない、その半量
がブタンに変換したのを確認した。両方の混合気体を混ぜ合わせたものを混合気体
A とする。これを温度 400 K に加熱して、平衡に到達させた。
c)

- 問 1. 下線部 a)に関連して、シス-2-ブテンとトランス-2-ブテンを含め、 C_4H_8 がアルケンとして取り得る異性体すべてについて、構造式を記せ。
- 問 2. ア と イ に適切な数値を入れよ。ただし、二酸化炭素(気体)と水(液体)の生成熱は、それぞれ 394 kJ/mol と 286 kJ/mol である。
- 問 3. 下線部 b)に関して、トランス-2-ブテンの水素付加反応の反応熱を求めよ。ただし、ブタンの生成熱は 126 kJ/mol である。
- 問 4. 下線部 c)で、平衡状態の混合気体 A に含まれるシス-2-ブテンの物質量を求めよ。答えは有効数字 2 桁とせよ。ただし、シス-2-ブテンからトランス-2-ブテンへの 400 K における異性化反応の平衡定数は 2.07 である。

化学問題 4

炭素、水素、酸素のみからなる有機化合物 A～E について次の文を読み、問 1～問 3 に答えよ。ただし、 $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ とする。

さまざまな合成樹脂が生活の中で広く利用されている。合成樹脂の可塑性を改良するために添加される化合物を可塑剤という。塩化ビニルを ア(語句) 重合させて作られるポリ塩化ビニルは合成樹脂のひとつであり、化合物 A はポリ塩化ビニルに用いられている可塑剤のひとつである。

分子量 278 の化合物 A は官能基として イ(官能基名) をもつ。化合物 A を加水分解すると、同じ物質量の芳香族化合物 B と 2 倍の物質量の化合物 C が得られる。

化合物 B を 33.2 mg とり、元素分析装置で完全燃焼させたところ、ウ(化学式) を入れた H_2O 吸収管の質量は 10.9 mg 増加し、 CO_2 吸収管の質量は 70.5 mg 増加した。化合物 B を加熱したところ、脱水反応が起こり、分子量が化合物 B より 18 小さい化合物 D が得られた。

化合物 C は枝分かれた炭素鎖を持ち、光学異性体は存在しないが、化合物 C にはそれ自体を含めて エ(数字) 種類の構造異性体が存在する。化合物 C をおだやかに酸化すると、還元性のある化合物を経て、弱酸性化合物が生じる。また、化合物 C を濃硫酸とともに高温で加熱したところ脱水反応が起こり、分子量が化合物 C より 18 小さい化合物 E を生じた。このような脱水反応で得られる化合物は、一般的に オ(化合物名) の希硫酸溶液と反応することで検出することができる。

問 1. ア ～ オ に，括弧内の指示に従い適切な語句等を記せ。

問 2. 化合物 B の組成式を記せ。

問 3. 化合物 C, D, E の構造式を記せ。

化学問題 5

次の文を読み、問1～問7に答えよ。ただし、原子量は、 $H = 1$ 、 $C = 12$ 、 $O = 16$ 、 $Na = 23$ 、 $I = 127$ とする。

グリセリンと脂肪酸とのエステルを油脂という。油脂は動物や植物の体内に広く存在し、エネルギー貯蔵物質として重要である。ヒトの血液中に存在する油脂の多くは、グリセリンに高級脂肪酸が3個結合したトリアシルグリセリドとして存在する。トリアシルグリセリドはヒトの体内では あ という酵素により分解される。

また、油脂は日常生活にも広く利用されている。油脂に水酸化ナトリウム水溶液^{a)}を加えて加熱するとセッケンとグリセリンが生じる。セッケンは水溶液中で、親水性の部分を外側に疎水性の部分を内側に向けて、球状の い とよばれるコロイド粒子を形成する。一般に、コロイド溶液に強い光を当てると、光の通路が輝いて見える。これを う 現象という。また、コロイド溶液を顕微鏡で観察すると、コロイド粒子が不規則に動く え を観察することができる。

油脂 A 1.09 g を完全にけん化するのに水酸化ナトリウム 148 mg が必要であつた。^{b)} また、油脂 A 10.0 g に付加するヨウ素は 8.62 g であった。油脂を構成する化合物であるグリセリンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を反応させると、グリセリンの硝酸エステル^{d)}ができる。^{c)} この物質は血管平滑筋を弛緩させる作用を持つため、狭心症発作の治療薬として用いられる。

問 1.

あ

 ～

え

 にそれぞれ適切な語句を記せ。

問 2. 下線部 a) の化学反応式を書け。ただし、炭化水素基を R- で示せ。

問 3. 下線部 a) の反応によりできたセッケンを効率良く回収する方法を簡潔に記せ。

問 4. 下線部 b) について、油脂 A の分子量を計算し、四捨五入により整数値で記せ。

問 5. 下線部 c) について、油脂 A の 1 分子中に含まれる二重結合はいくつあるか整数値で記せ。計算式も示せ。ただし、油脂 A は三重結合を含まないものとする。二重結合の数は解答用紙の点線わく内に記入し、それ以外のスペースに計算式を示せ。

問 6. 下線部 c) について、ヨウ素付加反応の進行はどのように観察できるか、簡潔に記せ。

問 7. 下線部 d) の構造式を記せ。

草 稿 用 紙

草 稿 用 紙