

令和5年度

理 学 部

化学生物環境学科 化学コース

第3年次編入学者選抜学力試験問題

化 学

令和4年6月11日(土)

10:00~11:30

注 意

1. 出題されている試験問題（Ⅰ～Ⅲ）すべてに解答すること。
2. 総ページ数———5ページ
問題ページ———第2～第5ページ
（第1ページは白紙）
3. 試験問題ごとに別添の解答用紙に解答を記入すること。
解答用紙が不足した人は手をあげてその旨を試験監督者に告げ、必要枚数の解答用紙を受け取ること。なお、解答用紙を追加した場合は、解答用紙の上方に問題番号を書くこと。
4. 欄外には何も記入しないこと。
5. 計算機および携帯電話は使用しないこと。
6. 試験終了後、この問題冊子と下書き用紙は持ち帰ること。

I 問1～問3の設問に答えよ。

問1 以下の(a)～(d)の化学種のルイス構造を図示せよ。また、原子価殻電子対反発モデル (VSEPR モデル) から予測される立体構造を図示せよ。中心原子に非共有電子対がある場合、それも立体構造中に示すこと。また、図示した立体構造を簡潔に説明せよ。



問2 以下の(a)～(c)の化合物のそれぞれの組み合わせの中で最も強い酸を選び、その理由を説明せよ。



問3 図1は、Hの原子軌道によって形成された H_2 の分子軌道エネルギー準位と基底状態における電子配置を示している。以下の設問(1)～(3)に答えよ。

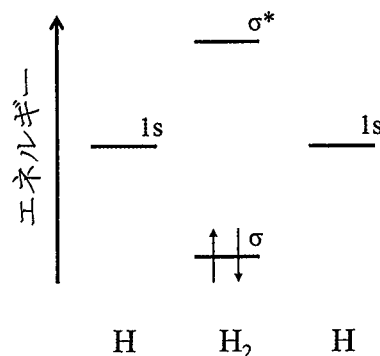


図1 Hの原子軌道によって形成された H_2 の分子軌道エネルギー準位と基底状態における電子配置

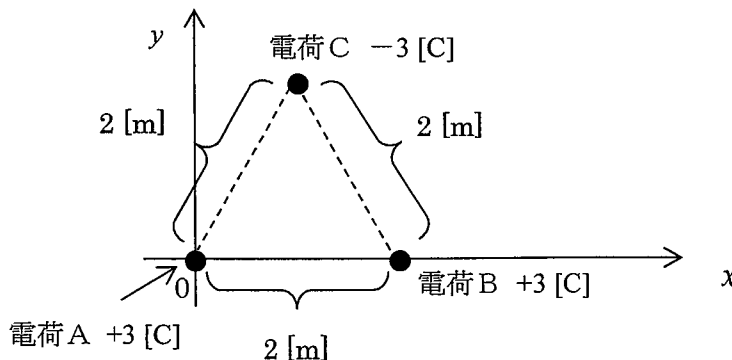
- (1) 等核2原子分子 B_2 は、基底状態で不対電子を有し常磁性を示す。図1にならって、 B_2 の基底状態における電子配置を図示せよ。なお、1s原子軌道が関与する分子軌道は図示しなくてよい。
- (2) 図1にならって、 O_2^+ の基底状態における電子配置を図示せよ。なお、1s原子軌道が関与する分子軌道は図示しなくてよい。
- (3) 基底状態での O_2 と O_2^+ の結合次数を示せ。また、どちらの化学種の解離エネルギーが大きいと予想できるか説明せよ。

II 問1および問2に答えよ。

問1 n mol の理想気体が温度 T 、体積 V の状態から真空中で断熱不可逆膨張して、体積 aV (但し、 $a > 1$) の状態になった。この不可逆変化について以下の設問に答えよ。なお、特に断りのない限り、答だけでなく計算過程や説明も示せ。気体定数を R とせよ。

- (1) 温度 T での n mol の理想気体の内部エネルギー U の式を書け。答のみでよい。
- (2) この変化に伴って理想気体にされた仕事 W 、理想気体がもらった熱量 Q 、理想気体の内部エネルギー変化 ΔU はそれぞれいくらになるか。
- (3) この変化に伴う理想気体の温度の変化 ΔT 、エンタルピー変化 ΔH を求めよ。
- (4) この変化に伴う理想気体のエントロピー変化 ΔS を適当な可逆変化を想定することによって計算して求めよ。また、この不可逆変化のエントロピー変化を求めるのに、「適当な可逆変化を想定」して計算してよい理由を述べよ。
- (5) 「熱力学第2法則」をこの不可逆変化を例にとって適切に説明せよ。

問2 下図に示すように、 xy 平面上に、それぞれ電荷が $+3, +3, -3$ [C] の点電荷 A, B, C がお互いに 2 [m] ずつ離れて存在している。



なお、クーロンの法則の比例定数は、 ϵ_0 を真空の誘電率として

$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9.0 \times 10^9$ [Nm²C⁻²] である。このとき以下の各問に答えよ。なお、計算過程を

示し、答は有効数字2桁で示せ。

- (1) この3個の電荷の間に働くクーロン力に由来するポテンシャルエネルギーは計何[J]か。
- (2) x 軸上に存在する点電荷 B にかかるクーロン力の合力の x, y 成分をそれぞれ[N] 単位で示せ。なお、平方根は以下のとおりである。

$$\sqrt{2} \cong 1.41, \sqrt{3} \cong 1.73, \sqrt{5} \cong 2.24, \sqrt{6} \cong 2.45, \sqrt{7} \cong 2.65, \sqrt{10} \cong 3.16$$

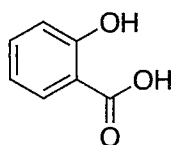
III 問1および問2の設問に答えよ。

問1 以下の設問(1)～(4)に答えよ。

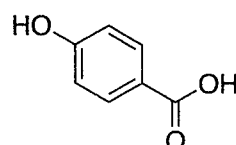
- (1) 安息香酸は塩酸には溶けないが、炭酸水素ナトリウム水溶液には溶ける。その理由を下に示す pK_a の値を用いて説明せよ。

	HCl	$C_6H_5CO_2H$	H_2CO_3
pK_a	-7.0	4.2	6.4

- (2) 2-ヒドロキシ安息香酸と 4-ヒドロキシ安息香酸ではどちらの化合物の方が沸点が高いか、理由とともに答えよ。



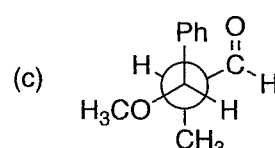
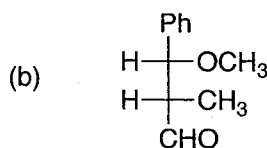
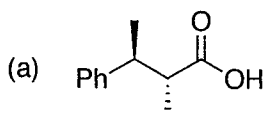
2-ヒドロキシ安息香酸



4-ヒドロキシ安息香酸

- (3) 1-ブタノールと 1-ブロモブタンの混合物に水を加えた後、分液操作により有機層を分離した。この有機層には 1-ブタノールと 1-ブロモブタンが存在していた。一方、同量の 1-ブタノールと 1-ブロモブタンの混合物に濃硫酸を加えた後、分液操作により分離した有機層には 1-ブロモブタンのみが存在していた。この有機層に 1-ブタノールが存在しない理由を説明せよ。

- (4) (2*R*,3*S*)-3-methoxy-2-methyl-3-phenylpropanal に対して、下の (a)～(c) の化合物はどのような関係であるか。語群(ア)～(オ)から選び記号で答えよ。

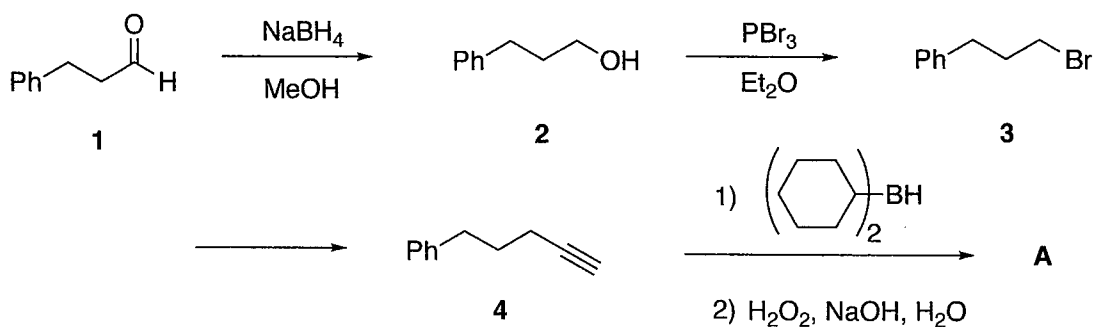


- 語群： (ア) 同一化合物 (イ) エナンチオマー (ウ) ジアステレオマー
(エ) 構造異性体 (オ) (ア)～(エ)以外の化合物

Ⅲのつづき

問2 以下の文章を読み、設問(1)～(5)に答えよ。

化合物1にMeOH中でNaBH₄を作用させるとカルボニル基に対する(ア)反応が進行し、化合物2が得られた。①化合物2にEt₂O中でPBr₃を作用させると化合物3が得られた。②化合物3はアセチレンを利用して化合物4に変換した。化合物4にジシクロヘキシルボランを作用させると(イ)選択的にヒドロホウ素化反応が進行し、塩基性の過酸化水素水溶液で後処理すると化合物Aが得られた。



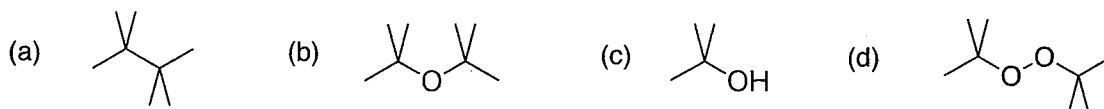
(1) (ア), (イ)にあてはまる語句を下の語群の中から選んで答えよ。

語群： 求核置換 求核付加 求電子置換 求電子付加 脱離 転位
位置 立体 官能基

(2) 下線部①に示した反応の機構を巻き矢印を用いて説明せよ。

(3) 下線部②に示した変換反応に必要な反応剤を記せ。

(4) アルケンである PhCH₂CH=CH₂ と HBr を反応させると化合物3の異性体が生成した。ところが、PhCH₂CH=CH₂ と HBr の反応にある化合物を添加し少し反応温度を上げると、化合物3が選択的に生成した。ある化合物としてふさわしいものを次の(a)～(d)から選び、記号で答えよ。また、ある化合物を添加することによって化合物3が選択的に生成するようになった理由を説明せよ。



(5) 化合物Aの構造を記せ。