

受験番号	
------	--

# 令和5年度神戸大学工学部「志」特別選抜

## 最終選抜試験 (応用化学科)

### 「化学演習」

問題・解答用紙 その1～その8

注意事項：

1. 試験中は、試験監督の指示に従うこと。  
従わない場合は、不正行為と見なすことがあります。
2. 解答開始の合図があるまで、この冊子を開かないこと。
3. 「受験者心得」で持ち込みが認められたもの以外は、机の上に置かず、カバンの中にする  
まうこと。  
試験時間中に使用を認められていない物品を机の上に置いたり、使用したりした場合は、不正行為とみなすことがあります。
4. 時計のアラーム、時報、目覚まし音の設定をしている人は解除してください。
5. 携帯電話・スマートフォン等の電子機器類を時計として使用することはできません。  
これらを持っている場合は、アラームを設定している人は解除し、必ず電源を切つて  
から、カバンの中にする  
こと。  
アラームの解除の仕方が分からない場合は、監督者に申し出ること。  
試験時間中に、これらを身に付けていた場合は、不正行為と見なすことがあります。
6. カバンなどの持ち物は、椅子の下に置くこと。
7. 机の下の物入れは、使用しないこと。
8. 答案は、黒鉛筆またはシャープペンシルで解答すること。
9. 答案は、問題・解答用紙の所定の解答欄に解答すること。
10. 試験時間中に質問等がある場合は、手を挙げて試験監督に申し出ること。
11. 試験途中の退室は認めません。  
ただし、トイレに行きたい場合や気分が悪くなった場合は、手を挙げて試験監督に申  
し出てください。
12. 解答開始の合図の後、まず、問題・解答用紙および下書き用紙すべてに、受験番号、氏  
名を記入すること。
13. 配布した用紙 (問題・解答用紙および下書き用紙) は、試験時間終了後にすべて回収し  
ます。持ち帰ることはできないので、注意すること。

化学演習 （その1）

I 次の文章を読んで後の問いに答えなさい。解答は解答欄に記入すること。

「メートル」は北極から赤道までの子午線の長さの1千万分の1としてフランス革命の頃に定義された。その後、相対性理論の発展に伴い、光の速さが宇宙の何処でも一定であるという法則を利用してメートルは定義された。「秒」も以前は地球の自転や公転の周期によって定義されていたが、現在はセシウム原子時計の振動周期によって定義されている。一方、質量の単位である「キログラム」は、1889年に国際キログラム原器という人工物の分銅の質量を1キログラムとする、と定義された。これ以降メートル条約の加盟国に配られた各国のキログラム原器（国際原器の複製品）の質量をパリ郊外にある国際度量衡局が国際キログラム原器と定期的に比較して値付けすることで世界の質量の基準は維持されてきた。a)これに対して高精度な質量の国際的な新しい定義を作る研究が進められた。その結果、プランク定数という物理定数を使うことによってキログラム原器を上回る精度で質量の基準を実現することが可能になり、2019年5月20日の世界計量記念日（メートル条約の締結日）から新しい定義が施行された。b)この変更に伴い物質量「mol」の定義も変更された。一方で、c)タンパク質などの巨大分子のような厳密な分子量が求めにくいモノの質量 (Molecular mass) を表すときの単位にはダルトンが用いられる。このダルトンの定義は $^{12}\text{C}$ の質量の1/12であり、現行のままである。

問1 下線部 a)について、なぜキログラム原器による定義を廃止して新定義を作る必要があったのか、あなたの考える理由を簡単に述べなさい。

解答欄

問2 下線部 b)について、物質量「mol」の定義は、以下のように変更された。

旧定義

（著作権処理中）

The International System of Units (SI) 8th edition 2006 より引用

新定義

（著作権処理中）

注1 SI：国際単位系 The International System of Units  
The International System of Units (SI) 9th edition 2019 より引用

## 化学演習 （その2）

## I つづき

これまでに学習してきたアボガドロ定数の定義を答えなさい。

解答欄

--

物質質量「mol」の新定義と旧定義では何がどう変わったのか、説明しなさい。

解答欄

--

問3 下線部 c)について、これまで学習してきた分子量の定義をもとに、なぜ分子量には単位がないのか、その理由を簡単に説明しなさい。

解答欄

--

問4 アミノ酸が連なった高分子であるタンパク質は分子量の概念に当てはまらない場合がある。その一例を簡単に説明しなさい。以下の語句を使っても構いません。

語句：ヘモグロビン、ケラチン

解答欄

--

化学演習 （その3）	
------------	--

II エックス (X) 線は電磁波の一種であり、レントゲン撮影に加えて、空港の手荷物検査にも利用されている。また、化学分野の研究においても、X線は必要不可欠な存在である。例えば、無機化合物や有機化合物の結晶に対してX線を照射すると、X線が回折する現象を用いて、結晶内部の空間的な原子配列を明らかにできる。この方法をX線結晶構造解析という。2013年、従来のX線結晶構造解析における問題点を解決する斬新な手法が*Nature*誌に発表された。次の英文はその一部を抜粋・改変したものである。この文章を読んで、以下の問1～8に答えなさい。解答は解答欄に記入すること。

(著作権処理中)

(中略)

(次のページにも英文の続きがあります)

このページの英文に含まれる語句の注釈

analyse: 分析する

nuclear magnetic resonance (NMR): 核磁気共鳴

mass spectrometry: 質量分析法

X-ray single-crystal diffraction: X線単結晶回折

porous metal complex: 多孔質の金属錯体

crystalline sponges: 結晶スポンジ (著者らによる造語)

host: ホスト。特定の分子を認識できる空間を提供する分子

guest: ゲスト。ホストとなる分子に受け入れられる分子

nanogram: ナノグラム (ng)。 $10^{-6}$  mg

microgram: マイクログラム ( $\mu$ g)。 $10^{-3}$  mg

化学演習 （その4）	
------------	--

## II つづき

（著作権処理中）

*Nature* **2013**, 495, 461–466より抜粋して一部改変

このページの英文に含まれる語句の注釈

tris(4-pyridyl)-1,3,5-triazine: トリス(4-ピリジル)-1,3,5-トリアジン (化合物の名称)

$\{[(\text{Co}(\text{NCS})_2)_3(\text{tris}(4\text{-pyridyl})\text{-}1,3,5\text{-triazine})_4] \cdot x(\text{solvent})\}_n$  (**A**):  $\text{Co}(\text{NCS})_2$  と tris(4-pyridyl)-1,3,5-triazine から構成され、溶媒を含む錯体。英文中では、以後**A**と表記されている。

$\{[(\text{ZnI}_2)_3(\text{tris}(4\text{-pyridyl})\text{-}1,3,5\text{-triazine})_2] \cdot x(\text{solvent})\}_n$  (**B**):  $\text{ZnI}_2$  と tris(4-pyridyl)-1,3,5-triazine から構成され、溶媒を含む錯体。英文中では、以後**B**と表記されている。

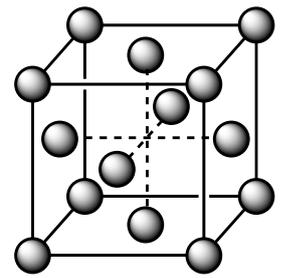
cyclohexanone: シクロヘキサノン (化合物の名称)

化学演習 （その5）	
------------	--

II つづき

問1 次の文章中の [1] ~ [3] に入る適切な文字式や数値を答えなさい。必要であれば、円周率を  $\pi$  として用いなさい。

ある金属の結晶構造は、右図のような面心立方格子であり、立方体はその単位格子を示している。この金属原子は、立方体の各頂点8か所、各面心6か所に位置している。この金属の原子半径を  $r$  [cm] とすると、この金属結晶の単位格子の一边の長さは [1] [cm] となる。この単位格子の体積に占める金属原子の体積の割合は充填率と呼ばれ、[2] と計算される。この金属の密度を  $d$  [g/cm<sup>3</sup>]、アボガドロ定数を  $N_A$  [/mol] とすると、この金属の原子量は  $r$ 、 $d$ 、 $N_A$  を用いて [3] と表される。



解答欄

[1]	[2]	[3]
-----	-----	-----

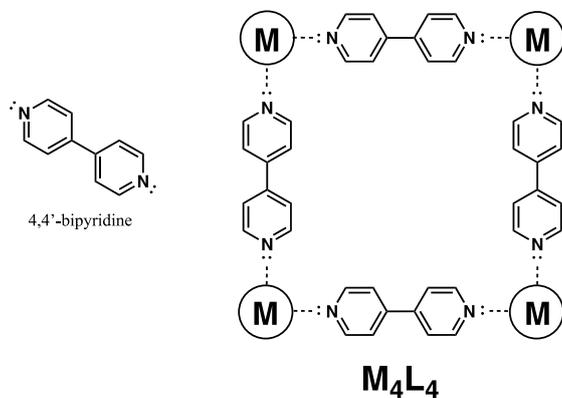
問2 英文中の下線部 a) を和訳しなさい。

解答欄

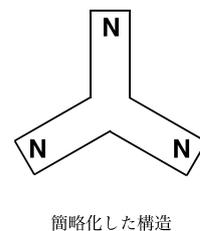
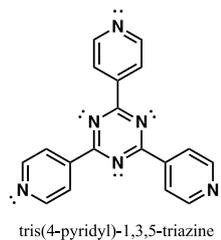
化学演習 （その6）	
------------	--

II つづき

問3 X線結晶構造解析に用いられる無機化合物は、同一の金属原子からなる結晶のみとは限らない。例えば、塩化ナトリウム（食塩）に代表されるイオン結晶も測定対象になり得る。さらに、有機化合物と金属イオンからなる構造体も、それらが空間中に規則正しく配列すれば、X線結晶構造解析は可能である。以下のように、4,4'-bipyridine とよばれる有機化合物には二つの窒素原子が含まれており、それぞれの窒素原子は一对の非共有電子対をもつ。この 4,4'-bipyridine に対して、英文中に記載されている ethylenediamine-capped Pd(II) ion を金属イオンとして加えると、窒素原子の非共有電子対が金属イオンに与えられることで、一つの金属イオンに対して二つの窒素原子が配位結合して  $M_4L_4$  型構造が形成されることが知られている（右図上では、ethylenediamine-capped Pd(II) ion を  $\textcircled{M}$  として示している）。なお、 $M_4L_4$  の M は金属 (metal)、L は配位子 (ligand) を意味している。また、 $M_4L_4$  に含まれる 2 つの添え字は、この構造体を構成している M と L の個数を示している。すなわち、 $M_4L_4$  には M が 4 つ、L が 4 つ含まれていることを示している。なお、この場合の L は、4,4'-bipyridine である。



以上の前提に基づいて、英文中の下線部 b) に記載されている  $M_6L_4$  の構造を以下の解答欄に示しなさい。M (ethylenediamine-capped Pd(II) ion) については、 $\textcircled{M}$  として記載しなさい。また、L として用いられている tris(4-pyridyl)-1,3,5-triazine の構造は、右図下の簡略化した構造を用いなさい。



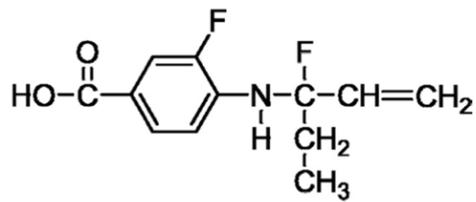
解答欄

化学演習 （その7）	
------------	--

## II つづき

問4 イソプレン（isoprene）は、2つの二重結合を持つ分子式  $C_5H_8$  の炭化水素であり、白金触媒を用いて二重結合を2か所とも水素付加すると、分子式  $C_5H_{12}$  の分岐アルカンが得られる。この分岐アルカンの構造式を、下の記入例に従って答えなさい。

（構造式の記入例）



解答欄

--

問5 イソプレン（isoprene）の構造式を、問4の記入例に従って答えなさい。

解答欄

--

化学演習 （その8）	
------------	--

II つづき

問6 上記の英文から読み取れる情報に基づいて、従来の X 線単結晶回折において困難であった点を全て述べなさい。

解答欄

--

問7 上記の問6であなたが答えた「従来の X 線単結晶回折において困難であった点」を英文の著者らがどのように解決したのか説明しなさい。

解答欄

--

問8 上記の英文中に記載されている "networked porous metal complexes" の特徴を利用すると、他にどのようなことが実現できるだろうか。英文から読み取れる情報に基づいて、あなたの考えを論理的に示しなさい。

解答欄

--