

受験職種	研究職（化学A）
------	----------

得点	※
----	---

地方独立行政法人大阪府立産業技術総合研究所
研究職（化学A）専門試験

（注 意 事 項）

1. 試験時間中は、すべて試験係員の指示に従ってください。お互いに話をしたり、席を立ったり、そのほか、人の迷惑になるようなことをしてはいけません。指示に従わない、また、試験中にICレコーダーや携帯電話等を使用するなどの不正行為を行った場合は、失格として直ちに退室していただきます。
2. 受験番号及び氏名は必ず記入してください。（※欄は記入しないでください。）
3. 問題は、全部で7問あって、時間は2時間20分です。
4. 棄権するとき、気分が悪くなったときを除き、途中退室はできません。棄権するときには、試験用紙を必ず試験係員に提出し、確認を受けてください。こちらから渡したものは、一切持って出てはいけません。
5. 気分が悪くなった方は試験係員に申し出、指示に従ってください。

指示があるまで中をあけてはいけません

整理番号
※

整理番号
※

得点	※
----	---

受験職種
研究職（化学A）

受験番号

氏名

問題1 次の①から⑮の説明に該当する法則・原理の名前を、下記の語群から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- ①流体の中で静止している物体が周囲の流体が及ぼす圧力の合力としてうける浮力の向きは、重力と正反対で、その大きさは物体を周囲の流体で置き換えたとき、それにはたらく重力に等しい。
- ②光の吸収において、入射光の強度 I_0 と透過光の強度 I との比の対数が吸収物質の厚さ d に比例する。
- ③2種の元素が化合して2種以上の化合物をつくるとき、一方の元素の一定量と化合する他方の元素の質量の比は、簡単な整数の比になっている。
- ④化学反応の前後において、物質全体の質量は変化しない。
- ⑤無限に希釈された電解質溶液の当量伝導率 Λ^∞ は、陽イオンおよび陰イオンの無限希釈におけるイオン当量伝導率 λ_+^∞ 、 λ_-^∞ の和に等しい。
- ⑥1つの孤立した統計力学的力学系のエントロピー S は、与えられた巨視的条件のもとに可能な微視的状態の数、すなわちその巨視的状態の熱力学的重率 W によって、 $S = k_B \times \log W$ の関係で与えられる。
- ⑦電解質溶液中の全イオン種の濃度は、溶液全体では常に中性になるように保たれている。
- ⑧平衡反応では、正反応と逆反応は同じ中間体を通して完全に逆の経路で進むという考え方。したがって、どちらか一方の反応の機構がわかると、もう一方の反応は完全にその逆行なので、その機構もわかったことになる。
- ⑨電気分解において、電極で反応するイオンの物質量は、流れた電気量に比例する。
- ⑩反応式 $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ の反応において、平衡状態では $[C]^c [D]^d / [A]^a [B]^b$ の値が一定になる。この値を平衡定数という。
- ⑪一連の化学反応における反応熱(符号を含めて)の総和は、その反応の始めの状態と終りの状態だけで定まり、その途中の経路によらない。
- ⑫溶質 $n \text{ mol}$ を含む希薄溶液の浸透圧を Π 、体積を V 、気体定数を R 、絶対温度を T とするとき、実験式 $\Pi V = nRT$ が成り立つ。
- ⑬定温定圧の条件で数種の理想気体を混合して1つの混合気体をつくるとき、混合気体の占める体積は混合前に各気体が占めていた体積の和に等しく、また混合気体の圧力(全圧)は各気体の分圧の和に等しい。
- ⑭等温、等圧のもとでは、同体積のすべての気体は同数の分子を含む。
- ⑮気体の体積 V は、圧力 P に反比例し、温度 T に比例する。

[語群]

- | | | | |
|--------------|----------------|-----------------|---------------|
| (ア) 分圧の法則 | (イ) アボガドロの法則 | (ウ) コールラウシュの法則 | (エ) ヘスの法則 |
| (オ) 倍数比例の法則 | (カ) 電気的中性の原理 | (キ) 微視的可逆性原理 | (ク) ランベルトの法則 |
| (ケ) 質量保存の法則 | (コ) ボルツマンの原理 | (サ) ボイル・シャルルの法則 | (シ) アルキメデスの原理 |
| (ス) ファラデーの法則 | (セ) ファントホッフの法則 | (ソ) 質量作用の法則 | |

問題1 解答欄

①	②	③	④	⑤
⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
⑪	⑫	⑬	⑭	⑮

問題2 次の文章(1)から(5)について、文中の(①)から(⑯)に当てはまる語句又は式を、それぞれ下記の語群より選び、その語句又は式を解答欄に記入しなさい。

- (1) 量子力学では、物質は粒子と波の2重の性質を持つと考えられている。粒子性と波動性の関係は、ド・ブロイの関係として知られており、波長 λ は運動量 p とプランク定数 h によって、 $\lambda =$ (①) であらわされる。粒子の場合、運動量 p は質量 m と速度 v から、 $p =$ (②) である。一方、 ν を光の振動数、 c を光速とすると、光の運動量は、 $p =$ (③) となる。

[語群]

- ① h^2/p 、 p/h 、 h/p
 ② mv^2 、 mv 、 m^2v
 ③ $h\nu^2/c$ 、 $h\nu/c$ 、 $h^2\nu/c$

- (2) 表面分析は、固体表面から必要な情報を得るため、電磁波、電子、(④)、中性粒子、熱などをプローブとして表面に当てることにより、表面の原子と相互作用を起こさせ、放出される各種の量子や粒子を検出することによって行う。真空中で、固体表面に電子を入射させると、その一部は弾性散乱される。それ以外に、原子の価電子や内殻電子の励起が起こり、光、二次電子、オージェ電子、(⑤) などが発生し、それらのエネルギーを測定することで、表面の元素情報が得られる。なお、電子線は、(⑥) 程度のサイズに絞ることによって、表面における局所分析や面内の元素分布状況の情報などを得ることができる。

[語群]

- ④ イオン、 超音波、 赤外線
 ⑤ 陽子、 二次イオン、 X線
 ⑥ 数Å、 数nm、 数mm

- (3) 金属では、フェルミ準位まで電子が詰まっている。フェルミ準位と真空準位のエネルギー差を(⑦)という。このエネルギーは数 eV 程度である。金属で自由電子とみなせる電子は、集団運動である(⑧)をしており、バルクのこのエネルギーは約 10 eV である。また、金属原子の相対的位置の変動に伴う(⑨)が存在するが、このエネルギーは 1 eV 以下である。

[語群]

- ⑦ 電気陰性度、 仕事関数、 イオン化ポテンシャル
 ⑧ プラズマ振動、 ゼロ点振動、 調和振動
 ⑨ 格子振動、 プラズマ振動、 化学振動

問題2 解答欄(1)から(3)

(1)	①	②	③
(2)	④	⑤	⑥
(3)	⑦	⑧	⑨

- (4) 結晶中では、原子または原子の集まりが周期的に配列して空間格子を作っており、特定方向へのX線の散乱が干渉しあうことで互いに強め合う。この現象は(⑩)と呼ばれる。その干渉が強めあう条件は、式(⑪)で与えられており、これを(⑫)の条件と呼ぶ。ただし、 d :2つの面の間隔、 θ :X線と平面のなす角、 n :任意の整数、 λ :X線の波長である。

[語群]

- ⑩ 屈折、 散乱、 回折
 ⑪ $2d \cdot \sin\theta = n\lambda$ 、 $d \cdot \sin\theta = n\lambda$ 、 $\lambda \cdot \sin\theta = 2nd$
 ⑫ ラウエ、 ブラッグ、 パターンソン

- (5) 赤外分光法はラマン分光法と同様に、分子や原子の振動を測定する方法で、振動分光法とも呼ばれる。赤外吸収は分子振動によって(⑬)が変化する場合に観測される。一方、ラマン散乱は分子振動によって(⑭)が変化する場合に観測される。そのため、赤外分光法とラマン分光法は互いに相補で、分子などの対称性によってどちらか一方の手法でしか観測されない場合もある。例えば、等核二原子分子による振動モードは、(⑮)でしか検出できない。

[語群]

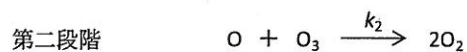
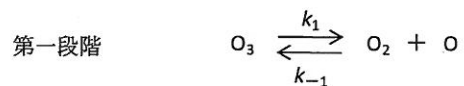
- ⑬ 分極率、 双極子モーメント、 誘電率
 ⑭ 分極率、 双極子モーメント、 誘電率
 ⑮ 赤外分光法、 ラマン分光法

問題2 解答欄 (4) から (5)

(4)	⑩	⑪	⑫
(5)	⑬	⑭	⑮

問題3 次の文章を読み、問い(1)から(5)について、答えを解答欄に記入しなさい。

気体反応 $2\text{O}_3 \longrightarrow 3\text{O}_2$ において、次の素反応が提案されている。



ここで k_1 、 k_{-1} は、それぞれ第一段階の正反応、逆反応の速度定数を示し、 k_2 は、第二段階の反応の速度定数を示す。

- (1) 第一段階の正反応の速度式 v_1 を、速度定数と O_3 の濃度 $[\text{O}_3]$ を用いて書きなさい。
- (2) 第一段階の逆反応の速度式 v_{-1} を、速度定数と O_2 及び O の濃度 $[\text{O}_2]$ 、 $[\text{O}]$ を用いて書きなさい。
- (3) 第一段階は平衡状態であるため、その正反応と逆反応の速度は等しい。すなわち、 $v_1 = v_{-1}$ である。このときの平衡定数 K を、速度定数を用いて書きなさい。
- (4) 第二段階の反応の速度式 v_2 を、速度定数と O 及び O_3 の濃度 $[\text{O}]$ 、 $[\text{O}_3]$ を用いて書きなさい。
- (5) 第二段階の反応が律速であるとする、全体の反応 $2\text{O}_3 \longrightarrow 3\text{O}_2$ における O_3 の分解速度 V を、速度定数と O_2 及び O_3 の濃度 $[\text{O}_2]$ 、 $[\text{O}_3]$ を用いて書きなさい。

問題3 解答欄

(1)	$v_1 =$
(2)	$v_{-1} =$
(3)	$K =$
(4)	$v_2 =$
(5)	$V =$

問題4 次の文章を読み、問い(1)から(3)について、答えを解答欄に記入しなさい。

水溶液中のイオンは、水和している。以下の表は、水素イオン、リチウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオンの298.15Kの水溶液中におけるイオンの移動度 ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$) を示している。

イオン名	移動度 ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$)
水素イオン	36.30×10^{-8}
(ア)	7.62×10^{-8}
(イ)	5.19×10^{-8}
(ウ)	4.01×10^{-8}

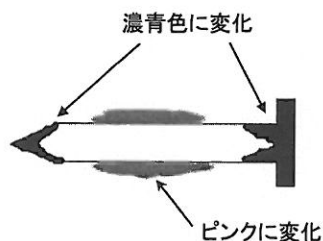
- (1) 表の(ア)から(ウ)に当てはまるイオン名を、それぞれ答えなさい。
- (2) リチウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオンの移動度が表の順番になる理由を、水和の観点から答えなさい。
- (3) 水素イオンの移動度は、表の他の3つのイオンに比べて異常に大きい。このような性質を持つイオンとして水酸化物イオン ($20.52 \times 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$) もある。これらのイオンに共通する異常に大きな移動度を持つ理由を、水素イオンを例に説明しなさい。

問題4 解答欄

(1)	(ア)	(イ)	(ウ)
(2)			
(3)			

問題6 次の文章を読んで、問い(1)及び(2)について、答えを解答欄に記入しなさい。

3%の食塩水に少量のフェノールフタレインとヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸カリウムを加えた寒天溶液を作り、その中に鉄くぎを入れて放置した。鉄くぎの状態を観察したところ、下記の変化が起こった。



- A. 鉄くぎの先端と頭部が青色に変化した。
 B. 鉄くぎの中央部の周辺がピンク色に変化した。
 C. さらに放置しておいたところ、くぎが赤褐色に変化した。

Aは、鉄くぎから(①)イオンが溶け出し、(②)と呼ばれる濃紺色の物質が生成したことを示している。

Bは、鉄の溶解によって生じた電子が、この溶液中に溶けている(③)を還元して、(④)性を呈するイオンが生成したためである。この還元化学反応式は、(⑤)のように表される。

Cは、(①)イオンと(⑥)が反応して生成した白緑色の水酸化物が形成され、これがさらに酸化されて赤褐色となったもので、最終的には脱水反応によって(⑦)を主成分とする赤さびになる。

このように腐食される場所が異なったのは、鉄くぎの端部と中心では加工の程度が違うことによる。釘の先端と頭部では強加工を受け鉄が溶解しやすく、中央部では加工程度が低いため溶解しにくい。このように腐食は、酸化反応と還元反応の場所が異なり、(⑧)を形成して進行する。

鉄の腐食を防止する例としては、トタンとブリキがある。トタンは、めっき金属である(⑨)が鉄よりも腐食されやすい性質を利用し、めっき皮膜が溶解することによって鋼板を防食する。ブリキは、めっき金属である(⑩)が鉄よりもイオンになりにくい性質を利用したもので、鋼板が腐食環境に直接触れないようにすることで耐食性を発揮させる。

(1) 文中の(①)から(⑩)に適切なイオン式、語句、あるいは化学反応式を解答欄に記入しなさい。

問題6 解答欄

(1)

①		②	
③		④	
⑤			
⑥		⑦	
⑧		⑨	
⑩			

- (2) この状態で鉄くぎを1日放置した。鉄くぎの赤さびを取り除いた後の重量は0.22mg減少していた。この場合の鉄くぎの一年間における厚さの減少に相当する腐食速度 (mm/year) を求め、解答欄に記入しなさい。解答欄には計算過程も記入しなさい。ただし、鉄くぎの面積を 1cm^2 、1年を365日、鉄の密度を 7.8g/cm^3 とする。解答は小数点第一桁まで答えなさい。

問題6 解答欄

(2)

腐食速度： _____ mm/year

