

平成 29・30 年度 神戸大学 大学院理学研究科 化学専攻 入学試験

化学 1

試験時間 10:30—11:30 (60 分)

表紙を除いて 6 ページあります。

すべてのページに氏名 (用紙上端) と受験番号 (用紙下端) を記入しなさい。

問題[I]～問題[VI] の中から 4 題を選択して、解答しなさい。

各ページ下端にある「選択する・選択しない」のうち、

該当する方を丸で囲みなさい。

受験番号を誤って記入すると採点の対象とならないことがあります。

必要ならば以下の数値を使いなさい。

気体定数	$R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
ボルツマン定数	$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
プランク定数	$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
光速	$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
アボガドロ定数	$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
電子の質量	$m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
陽子の質量	$m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
電気素量	$e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$
原子量	H 1.00 C 12.0 N 14.0 O 16.0 S 32.1

この線より下に氏名を書いてはいけません

[I] 以下の問いに答えなさい。

問 1. 炭素原子より窒素原子の電子親和力が小さい理由を説明しなさい。

問 2. 5f 軌道の主量子数および方位量子数を答えなさい。この軌道がとりうる磁気量子数をすべて書きなさい。また、この軌道は最大で何個の電子を収容できるか答えなさい。

主量子数： 方位量子数： 磁気量子数：

収容できる電子数：

問 3. オールレッド・ロコウの電気陰性度は、どのような考え方に基づいた定義かを説明しなさい。

問 4. 以下の(a)~(c)のそれぞれについて、結合エネルギーが大きいものを選び、化学式で答えなさい。そうなる理由も答えなさい。(a) F_2 と Cl_2 , (b) HF と HCl , (c) O_2 と O_2^+

(a)

(b)

(c)

問 5. 平面四角形錯体 $[PtBrCl(NH_3)_2]$ について、考えられる異性体をすべて図示しなさい。

この線より下に氏名を書いてはいけません

[II] 絶対温度 T の理想気体 n mol を体積が 3 倍になるまで自由膨張させる。膨張によって気体が外界から得る仕事 w 、気体の内部エネルギー変化 ΔU 、気体が外界から得る熱 q 、気体のエンタルピー変化 ΔH 、気体のエントロピー変化 ΔS 、気体のギブズエネルギー変化 ΔG を求めなさい。解答だけでなく求める過程も説明しなさい。ただし、 $\log_e 3$ の値を計算しなくてよい。

気体が外界から得る仕事 w

内部エネルギー変化 ΔU

気体が外界から得る熱 q

気体のエンタルピー変化 ΔH

気体のエントロピー変化 ΔS

気体のギブズエネルギー変化 ΔG

この線より下に氏名を書いてはいけません

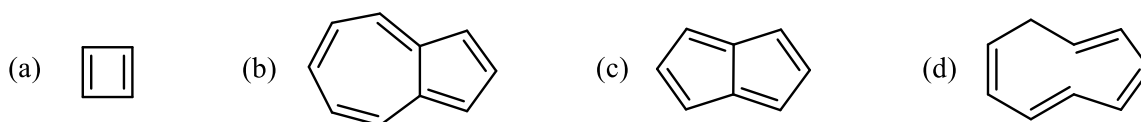
[III] 以下の問いに答えなさい。

問 1. 次の (a) および (b) に示す (ア) と (イ) の化合物のうち、 S_N2 反応が速く進むものに○をつけ、解答欄にその理由を説明しなさい。



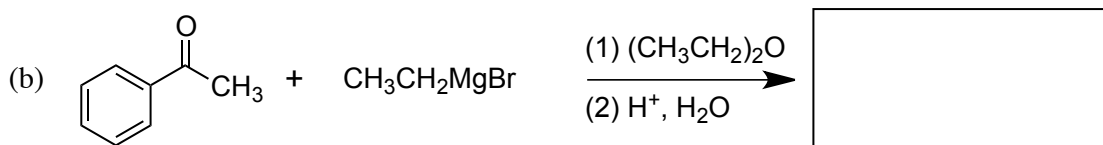
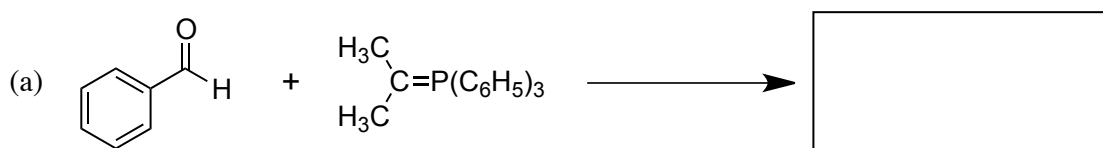
理由	(a)	(b)
----	-----	-----

問 2. 次の (a) ~ (d) の化合物を芳香族、反芳香族、あるいは非芳香族に分類しなさい。



分類	(a)	(b)	(c)	(d)
----	-----	-----	-----	-----

問 3. 次の (a) ~ (c) の反応における主生成物を答えなさい。



この線より下に氏名を書いてはいけません

[IV] 以下の文章を読んで、問 1～4 に答えなさい。ただし、すべての溶質の活量係数は 1 とし、濃度を用いて計算してよい。容量モル濃度の単位は $M = \text{mol dm}^{-3}$ 、溶液の温度は $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ とする。

19 世紀末、アレニウスは「電解質は電場がなくても溶液中でイオンに解離し、その解離の程度は電解質の種類によって異なり、濃度が小さくなるとイオンの割合が大きくなる」という電離説を提唱したが、当時、この説は認められなかった。しかし、ファント・ホッフが電解質溶液の の測定に基づいてアレニウスの電離説を支持し、オストワルドも弱電解質のモル電気伝導率に関する希釈律を導出し、電離説の正しさが示された。

問 1. 空欄 に当てはまる語句を答えなさい。

問 2. 電離説によると、酢酸 (HAc と略す) を水に溶かすと $\text{HAc} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Ac}^-$ のように電離する。 HAc の初期濃度 c (M) と電離度 α を用いて、 HAc の酸解離定数 K_a を表しなさい。

問 3. 酢酸の濃度 c (M) でのモル電気伝導率を Λ 、無限希釈でのモル電気伝導率を Λ^∞ とし、 K_a を c 、 Λ 、および Λ^∞ を用いて表しなさい。

問 4. オストワルドの希釈律を示す酢酸の実験結果を下表に示す。二カ所の空欄に当てはまる数値 (有効数字 3 桁) を表中に書き入れなさい。ただし、 $\Lambda^\infty = 388 \times 10^{-4} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$ とする。

c (M)	Λ ($10^{-4} \text{ S m}^2 \text{ mol}^{-1}$)	100α	K_a (10^{-5} M)
0.253	3.22	0.830	1.76
0.0632	6.56	1.69	1.84
0.0316	9.26	<input type="text"/>	1.84
0.0158	13.0	3.35	1.84
0.00395	25.6	6.60	1.84
0.000494	68.2	17.6	<input type="text"/>

[V] 以下の問いに答えなさい。答えは理由や導出の過程もわかるように書きなさい。

問 1. 100 m s^{-1} で直線運動をしている電子の持つ波長と周波数を求めなさい。

問 2. ポテンシャルの無い 1 次元の直線上を運動する質量 m の自由粒子について、以下の問いに答えなさい。

(1) 粒子が運動エネルギー E を持ち、空間に存在する密度として長さ L につき 1 個の粒子があると
する。この粒子の波動関数は $\psi(x) = A \cdot \exp(Bx)$ の形で表すことができる。 A と B を m, E, L を
使って表しなさい。

(2) この粒子の持つ運動量の大きさを表す式を求めなさい。

この線より下に氏名を書いてはいけません

[VI] 以下の問 1～3 について答えなさい。

問 1. 文中の ～ に最も適する語句を入れなさい。

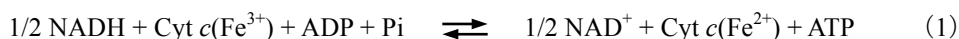
開環構造の D-グルコースは C1 と C6 以外の炭素原子はすべて であるため、D-グルコースの立体異性体は 種類存在する。炭素原子一つだけ立体配置が異なる糖を互いに といい、D-グルコースと は C2 についてその関係にある。単糖が環化するとさらに二つの立体異性体ができ、この二つの異性体を互いに という。 は D-グルコースが $\alpha(1\rightarrow4)$ グリコシド結合でつながった多糖である。

問 2. 次の 1)～6) について、あ)～ の) の中から相当するものをすべて選びなさい。なお、あ)～ と) はアルファベット順で 20 種類のアミノ酸 (三文字表記) であり、な)～ の) は 5 種類のジペプチドである。

- 1) 分子量が 80 Da 以下 ()
 2) 280 nm におけるモル吸光係数が最も大きい ()
 3) アミノ基を含まない ()
 4) 硫黄を含むがジスルフィド結合は作らない ()
 5) 光学活性がない ()
 6) 極性電荷側鎖を持ち等電点が 7 より大きい ()

あ) Ala い) Arg う) Asn え) Asp お) Cys か) Gln き) Glu く) Gly け) His
 こ) Ile さ) Leu し) Lys す) Met せ) Phe そ) Pro た) Ser ち) Thr つ) Trp
 て) Tyr と) Val な) Gly-Gly に) Tyr-Trp ぬ) Lys-Tyr ね) Ser-Trp の) Pro-Val

問 3. ミトコンドリアにおける酸化的リン酸化反応は次の化学反応式 (1) で表すことができる。ここで、 $\text{Cyt } c(\text{Fe}^{2+})/(\text{Fe}^{3+})$ は還元型/酸化型シトクロム *c*, Pi は無機リン酸イオンである。



- 1) $\text{Cyt } c(\text{Fe}^{3+})$ に対する $\text{Cyt } c(\text{Fe}^{2+})$ の濃度比を式 (1) の平衡定数 K_{eq} を用いて表しなさい。
- 2) シトクロム *c* オキシダーゼ (CcO) の活性は $\text{Cyt } c(\text{Fe}^{2+})$ が増加すると高くなる。CcO の活性を高くするために、ミトコンドリア内膜に存在して分子の輸送を行う膜タンパク質を 1 種類あげ、その熱力学的駆動力が何か答えなさい。

膜タンパク質

熱力学的駆動力