

2026年度

熊本大学大学院自然科学教育部（博士前期課程）入学試験

材料・応用化学専攻
応用生命化学教育プログラム
応用物質化学教育プログラム

専門科目 I

解答紙表紙

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この表紙を開いてはいけません。
2. この冊子は、専門科目 I の解答紙を綴じたもので、表紙を含め9枚あります。
3. 試験中に、解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 試験開始後、表紙も含め全ての解答紙の受験番号記載欄に受験番号を記載して下さい。
5. 試験時間終了までに、選択した3つの問題を「選択問題の申告」欄に○で示してください。○が正しく付けられていない場合には、採点されません。
6. 解答紙には、問題番号が記載されています。解答は、必ず指定された解答紙の所定の欄に記載して下さい。
7. 試験終了後、表紙および選択しなかった問題の解答紙も含め、全解答紙を問題番号順に回収しますので、番号順に重ねて机の上に置いてください。

受験番号

選択問題の申告

問題	問題 1	問題 2	問題 3	問題 4
選択問題				

※試験終了までに、選択した問題の欄に○を記入してください。

2026年度

熊本大学大学院自然科学教育部（博士前期課程）入学試験
 材料・応用化学専攻 応用生命化学／応用物質化学教育プログラム

受験番号

問題 1 < その 1 >

1

ア	9	イ	3	ウ	3	エ	3										
オ	計算過程 $6 \times \frac{1}{2} RT = 3 \times 8.314 \times 298 = 7433 \text{ J} \approx 7.43 \text{ kJ}$					答	7.43										
カ	計算過程 （振動を除いた自由度の合計は、CO ₂ で並進3+回転2=5、 SO ₂ で並進3+回転3=6なので熱エネルギーは） $\text{CO}_2: 5 \times \frac{1}{2} RT \quad \text{SO}_2: 6 \times \frac{1}{2} RT \quad \therefore 6 \div 5 = 1.2$					答	1.2										
キ	計算過程 （分子のモル質量 M と並進運動エネルギー KE の関係 $KE = \frac{1}{2} M \overline{v^2}$ で表され、 KE は分子の種類に関わらず一定なので） $\sqrt{\overline{v^2}}$ の比は $\text{SO}_2: \text{CO}_2 = \sqrt{44}: \sqrt{64} = 0.83: 1$					答	0.83										
ク	計算過程 （ $\epsilon = h\nu = hc\bar{\nu}$ より） $\bar{\nu} = \frac{2.289 \times 10^{-20}}{6.626 \times 10^{-34} \times 2.998 \times 10^8} = 115229 \text{ m}^{-1} \approx 1152 \text{ cm}^{-1}$					答	1152										
ケ	計算過程 式(1)より $q_{vib} = \frac{1}{1 - \exp\left(-\frac{2.289 \times 10^{-20}}{1.381 \times 10^{-23} \times 298}\right)} = 1.004$					答	1.00										
コ	最低																
サ	計算過程 $\text{SO}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})$ <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">ΔG_f°</td> <td style="padding-right: 10px;">-300</td> <td style="padding-right: 10px;">0</td> <td style="padding-right: 10px;">-371</td> <td style="padding-right: 10px;">$\Delta G^\circ = -71 \text{ kJ mol}^{-1}$</td> </tr> <tr> <td>$S^\circ$</td> <td>248</td> <td>205/2</td> <td>257</td> <td>$\Delta S^\circ = -93.5 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$</td> </tr> </table> $\Delta H^\circ = \Delta G^\circ + T\Delta S^\circ = -71 - 298 \times \frac{93.5}{1000} = -98.9 \approx -99 \text{ kJ mol}^{-1}$					ΔG_f°	-300	0	-371	$\Delta G^\circ = -71 \text{ kJ mol}^{-1}$	S°	248	205/2	257	$\Delta S^\circ = -93.5 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$	答	-99
ΔG_f°	-300	0	-371	$\Delta G^\circ = -71 \text{ kJ mol}^{-1}$													
S°	248	205/2	257	$\Delta S^\circ = -93.5 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$													
シ	発	ス	減少														

※計算過程欄のカッコ内の文言は補足説明で解答には必要ない

※受験者はこの欄に記入しないこと
点

2026年度

熊本大学大学院自然科学教育部（博士前期課程）入学試験
材料・応用化学専攻 応用生命化学／応用物質化学教育プログラム

受験番号

問題 1 < その 2 >

2

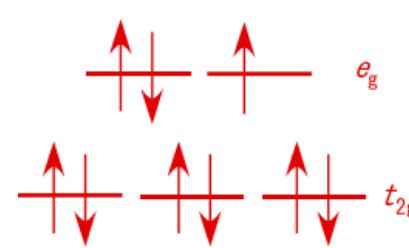
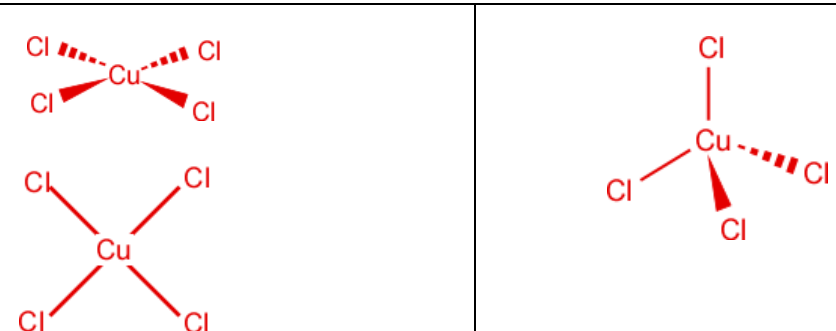
(問1)	原子核による束縛を受けない電子
(問2)	自由電子のエネルギー E_k は、プランク定数を h 、電子の質量を m として、 $E = h^2 k^2 / 8\pi m$ で与えられるので、電子の質量が大きくなると、 E_k はそれに比例して増加する。
(問3)	井戸の壁の位置で波動関数の振幅が0になる。
(問4)	結合性軌道 反結合性軌道
(問5)	2つの分子軌道のエネルギー準位の差が大きくなる。
(問6)	計算過程 基底状態は $n = 1$ 、第一励起状態は $n = 2$ に対応するので、 $\Delta E = E_2 - E_1 = -13.6 * (1/4 - 1/1) = 10.2$ 答 $\Delta E = 10.2 \text{ eV}$

※受験者はこの欄に
記入しないこと

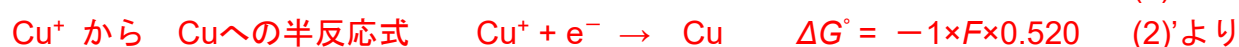
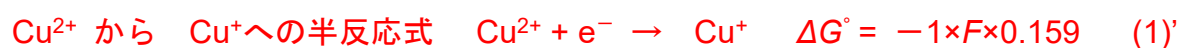
点

問題 2 < その 1 >

1

(問1)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ (または, $[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$)	
(問2)	<p>Cu^{2+}の電子配置は $[\text{Ar}]3d^9$であり, 正八面体構造であれば, $3d$軌道には, 右図のように電子が充填される。</p> <p>右図のd^9電子配置のようにe_g軌道に奇数個の電子が存在すると, e_g軌道の縮重を解消するようにイオンの構造がひずむヤーン・テラー効果が生じるため, ゆがんだ構造になる。</p>	
(問3)	テトラクロリド銅(II)酸イオン	
(問4)	<p>または</p> 	
(問5)	(1)	<p>化学種 Cu^+</p> <p>反応式 $2\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$</p>
	(2)	<p>計算過程 (標準酸化還元電位 E°)</p> <p>$\text{Cu}^{2+} + e^- \rightarrow \text{Cu}^+ \quad E^\circ = +0.159 \text{ V} \quad (1)$</p> <p>$\text{Cu}^+ + e^- \rightarrow \text{Cu} \quad E^\circ = +0.520 \text{ V} \quad (2)$</p> <p>(1)+(2) より $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$</p> <p>$E^\circ = (+0.159 \times 1 + 0.520 \times 1)/2$</p> <p>$= 0.3395 \text{ V} \doteq 0.340 \text{ V}$</p> <p>答 $E^\circ \quad +0.340 \text{ V}$</p>

問4 (1) ラティマーの電位図で左側の電位よりも右側の電位が正であるとき, 不均化反応を起こすから不均化反応を起こす化学種は, Cu^+



不均化反応の反応式 (2)'-(1)'より $2\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{Cu} \quad \Delta G^\circ = -0.361F = -34.8 \text{ kJ mol}^{-1} < 0$
 ΔG° が負であることも, Cu^+ が反応を起こすことを示している。

※受験者はこの欄に
記入しないこと

点

受験番号

問題 2 < その 2 >

2

(問 1)	(問 2)
	<p>ダイヤモンドにホウ素をドーピングすると、価電子帯のすぐ上にアクセプター準位ができる。価電子帯からこの準位に電子が励起されると、価電子帯の正孔の数が増えて伝導性が高まる。価電子帯からアクセプター準位への励起エネルギーは、価電子帯から伝導帯への励起エネルギーよりもずっと小さいので、ダイヤモンドよりも低いエネルギーで高い電気伝導性が得られる。</p>
(問 3)	低いエネルギー状態（基底状態）よりも励起状態の方が電子の占有率が高いエネルギー分布の状態
(問 4)	<p>解答例： 縦軸に $\ln G$、横軸に $1/T$ をプロットし、その傾き (-1395) を求める。 傾き $= -E_g/2k$ となるので、 $E_g = 1395 \times 2k = 3.85 \times 10^{-20} \text{ J}$ $E_g (\text{eV}) = 3.85 \times 10^{-20} \div \text{電気素量}$ $= 0.24 \text{ eV}$</p> <p>答 <u>0.24 eV</u> (0.22~0.26 の範囲であれば正答)</p>

※受験者はこの欄に記入しないこと

点

2026年度

熊本大学大学院自然科学教育部（博士前期課程）入学試験
材料・応用化学専攻 応用生命化学／応用物質化学教育プログラム

受験番号

問題 3 < その 1 >

1

(問1)	計算過程 $\text{pH} = \text{p}K_a + \log([\text{X}^-]/[\text{HX}])$ $5.00 = 5.26 + \log([\text{X}^-]/[\text{HX}])$ $[\text{X}^-]/[\text{HX}] = 0.550$	(問2)	計算過程 NaX: $((72.0 \times 0.500)/(1000/500)) \times 0.55/1.55 = 6.39$ g HX: $((50.0 \times 0.500)/(1000/500)) \times 1/1.55 = 8.06$ g
	答 0.550		答 NaX 6.39 g HX 8.06 g

2

(問1)	計算過程 $(a) \alpha = [\text{Y}^-]/C_Y = K_a/(K_a + [\text{H}_3\text{O}^+]) = 10^{-5}/(10^{-5} + 10^{-1}) = 10^{-4}$ $K_{\text{eff}} = \alpha K_{\text{abs}} = 10^{-4} \times 10^{10} = 10^6$ $(b) \alpha = [\text{Y}^-]/C_Y = K_a/(K_a + [\text{H}_3\text{O}^+]) = 10^{-5}/(10^{-5} + 10^{-9}) = 1$ $K_{\text{eff}} = \alpha K_{\text{abs}} = 1 \times 10^{10} = 10^{10}$	(問2)	計算過程 $K_{\text{eff}} = [\text{MY}]/[\text{M}^+]\text{C}_Y = (10^{-2} - C_Y)/C_Y^2$ $(a) 10^{-2} \gg 1/K_{\text{eff}}$ なので、 $10^{-2} \gg C_Y$ と考える良い。 $10^6 = 10^{-2}/C_Y^2$ この近似ができない場合でも二次方程式の解の公式を使えば解ける。 $C_Y = 10^{-4} \text{ M}$ $(b) 10^{-2} \gg 1/K_{\text{eff}}$ なので、 $10^{-2} \gg C_Y$ と考える良い。 $10^{10} = 10^{-2}/C_Y^2$ $C_Y = 10^{-6} \text{ M}$
	答 (a) $K_{\text{eff}} = \alpha K_{\text{abs}} = 10^6$		答 (b) $K_{\text{eff}} = \alpha K_{\text{abs}} = 10^{10}$
	答 (a) 10^{-4} M	答 (b) 10^{-6} M	

3

(問1)	計算過程 低 pH 領域で A_{500} が一定になっているのでこの領域ではほぼすべての酸が HZ として存在していると考えて良い。したがって、 $\epsilon_{\text{HZ}} = 0.050/0.0001 = 500 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ 有効数字 2 桁で表示すると、 $5.0 \times 10^2 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
	答 $5.0 \times 10^2 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
(問2)	計算過程 吸光度と濃度は比例関係にあるので、HZ が解離して Z ⁻ に変化する過程の異なる pH における各吸光度は両者の存在割合で重み付けされた吸光度の合算となる。いま、高 pH 領域、すなわち Z ⁻ が主成分となった溶液の吸光度 A_Z の値は示されていないが、 $\text{pH} = \text{p}K_a$ においては HZ と Z ⁻ の濃度は等しくなっているので 0.265 は 0.050 と A_Z の中点、すなわち平均の値となっているはずである。よって、 $A_Z = (0.265 \times 2) - 0.050 = 0.480$, $\epsilon_{Z^-} = 0.480/0.0001 = 4800 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ 有効数字 2 桁で表示すると、 $4.8 \times 10^3 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$
	答 $\epsilon_{Z^-} = 4.8 \times 10^3 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

※受験者はこの欄に
記入しないこと

点

2026年度

熊本大学大学院自然科学教育部（博士前期課程）入学試験

材料・応用化学専攻 応用生命化学／応用物質化学教育プログラム

受験番号

問題 3 < その 2 >

4

(問1)										
(問2)	a	②	b	③	c	⑤	d	⑦	e	⑨
(問3)	「拡散律速」であるといえる									

<p>※受験者はこの欄に記入しないこと</p>
点

問題 4 < その 1 >

1

(問1)	(1)	a)
	(2)	<p>導出・計算過程</p> $v_0 C_{A0} = F_{A0} \text{ より, } V = F_{A0} \cdot \{x_A / (-r_A)\} \quad \textcircled{1}$ $-r_A = k_1 C_A = k_1 C_{A0}(1-x_A) \quad \textcircled{2}$ <p>②を①に代入して整理すると, $V = F_{A0} [x_A / \{k_1 C_{A0}(1-x_A)\}] \quad \textcircled{3}$</p> <p>③に $F_{A0} = 15 \text{ (mol min}^{-1}\text{)}, C_{A0} = 3.0 \text{ mol L}^{-1}, k_1 = 0.05 \text{ (min}^{-1}\text{)}, x_A = 0.75$ を代入して,</p> $V = (15)[(0.75) / \{(0.05)(3.0)(1-0.75)\}] = 300$ <p>次に, $\tau_m = V/v_0 = VC_{A0}/F_{A0} \quad \textcircled{4}$</p> <p>④に $V = 300 \text{ (L)}, C_{A0} = 3.0 \text{ (mol L}^{-1}\text{)}, F_{A0} = 15 \text{ (mol min}^{-1}\text{)}$ を代入して,</p> $\tau_m = (300)(3.0)/(15) = 60$ <p>答 $V = 300 \quad \text{L} \quad \tau_m = 60 \quad \text{min}$</p>
(問2)	(1)	<p>計算過程</p> <p>$\varepsilon_A = \delta_A \cdot y_{A0}$ (δ_A: 反応式の係数比の総和, y_{A0}: 反応開始時の A のモル分率) において, $\delta_A = (-1+2)/1 = 1, y_{A0} = n_{A0}/n_{00} = 1/2$ より</p> $\varepsilon_A = \delta_A y_{A0} = (1)(1/2) = 0.5$ <p>答 $\varepsilon_A = 0.5$</p>
	(2)	<p>導出・計算過程</p> $-r_A = k_2 C_A = k_2 C_{A0}(1-x_A)/(1+\varepsilon_A x_A) \quad \textcircled{1}$ $\tau_p = C_{A0} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{-r_A} = C_{A0} \int_0^{x_A} \frac{1 + \varepsilon_A x_A}{k_2 C_{A0}(1-x_A)} dx_A = \frac{1}{k_2} \int_0^{x_A} \frac{1 + \varepsilon_A x_A}{1-x_A} dx_A$ $= \frac{1}{k_2} \int_0^{x_A} \frac{(1 + \varepsilon_A) - \varepsilon_A(1-x_A)}{1-x_A} dx_A = \frac{1}{k_2} \left\{ (1 + \varepsilon_A) \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{1-x_A} - \varepsilon_A \int_0^{x_A} dx_A \right\}$ $= \frac{1}{k_2} \{ -(1 + \varepsilon_A) \ln(1-x_A) - \varepsilon_A x_A \} = -\frac{1}{k_2} \{ (1 + \varepsilon_A) \ln(1-x_A) + \varepsilon_A x_A \} \quad \textcircled{2}$ <p>②式に $k_2 = 0.1 \text{ s}^{-1}, x_A = 0.9$ を代入すると,</p> $\tau_p = -1/(0.1) \{ (1+0.5) \ln(1-0.9) + (0.5)(0.9) \}$ $= 30.0387..$ <p>答 $\tau_p = 30 \quad \text{s}$</p>

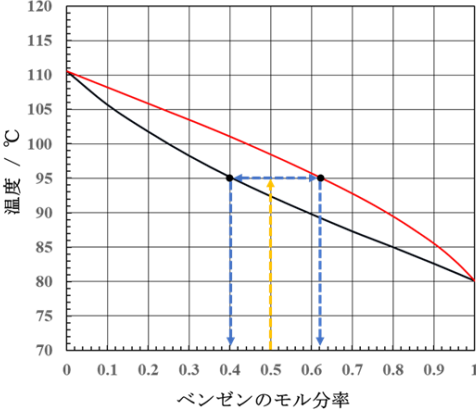
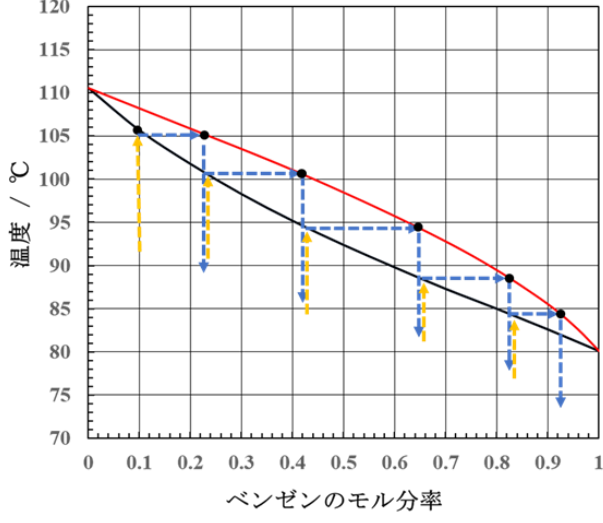
※受験者はこの欄に
記入しないこと

点

受験番号

問題 4 < その 2 >

2

(問1)	相図から、沸点はトルエン 110 °C、ベンゼン 80 °C と読み取ることができる。
(問2)	<p>相図より、50 mol%ベンゼンの混合液を 95 °C に加熱すると、二相に分離することがわかる。縦軸 95 °C の点から水平線を引くと、液相線と組成 0.4 で交差し、気相線と組成 0.62 で交差する。従って、液相のベンゼン組成は 0.4、気相の組成は 0.62 である。</p> <p style="text-align: center;">答 $x = 0.4$ $y = 0.62$</p> 
(問3)	<p>導出過程</p> <p>蒸留する原料の仕込み量を L_0、残存量を L_1、留出液の量を D とする。 また、それぞれのベンゼン組成を x_0, x_1, x_D とすると、以下の物質収支が成立する。 全物質収支：$L_0 - L_1 = D$ 低沸点成分：$L_0x_0 - L_1x_1 = Dx_D$ $x_D = \frac{L_0x_0 - L_1x_1}{L_0 - L_1}$</p> <p>$L_1 = L_0 - D = 100 - 76.5 = 23.5$ であるので、</p> <p>$x_D = \frac{L_0x_0 - L_1x_1}{L_0 - L_1} = \frac{100 \times 0.5 - 23.5 \times 0.2}{100 - 23.5} = \frac{45.3}{76.5} = 0.592$ となる。</p> <p>有効数字 2 桁で表示すると、0.59</p> <p style="text-align: center;">答 $x_D = 0.59$</p>
(問4)	<p>10mol%ベンゼンの混合液を加熱すると、105 °C で沸騰が始まる。その際の気相は相図より、23 mol%のベンゼンを含む。それを凝縮させるので、最初に得られる微量の留出液の組成は 23 mol%となる。相図より、その留出液を再加熱し気体を取り出して凝縮すると、42 mol%のベンゼンを含む留出液が得られる。これを 5 回繰り返すと、85 mol%以上のベンゼンを含む留出液が得られる。よって、最小蒸留回数は 5 回となる。</p> <p style="text-align: center;">答 5 回</p> 

※受験者はこの欄に 記入しないこと
点