

令和6年度専攻科入学試験問題
応用化学コース

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

諸 注 意

1. 問題冊子は表紙を除いて14枚です。
2. 出題分野は、Ⅰ分析化学、Ⅱ無機化学、Ⅲ有機化学、Ⅳ物理化学、Ⅴ化学工学、Ⅵ材料化学の6分野です。
このうち、出願時に選択した5分野について教えてください。
3. あなたが選んだ5分野の記号を下記の表に記入してください。

--	--	--	--	--

4. 試験時間は2時間です。
5. 退中は試験開始1時間後から可能です。試験問題用紙を裏返しにし、試験監督者の許可を得てから静かに退出してください。
6. 開始の合図があるまでは、本問題用紙を開かないでください。

※採点表です。(受験者は記入しないでください。)

問題	問題	問題	問題	問題	合 計

分析化学

(1 / 2)

問1. 以下の設問について答えよ。(10点)

(1) 「定性分析」「定量分析」とはなにか説明せよ。

(2) アルミノン試薬で検出できるイオンはなにか? また生成物は何色か?

(3) フェリシアン化カリウムで検出できるイオンはなにか? また生成物は何色か?

問2. Ag^+ , Ca^{2+} , K^+ , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Pb^{2+} を含む水溶液について以下の設問に答えよ。(10点)

(1) 上記イオンを含む水溶液に希塩酸を加えて生じる沈殿物を化学式ですべて書け。

(2) (1) の沈殿物に熱湯を注いでろ過をした後、ろ液にクロム酸カリウム水溶液を加えると沈殿が生じた。この沈殿物を化学式で書け。また、その色も答えよ。

(3) (1) の操作後のろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えた際に生じる沈殿物を化学式で書け。

分析化学

(2 / 2)

問3. 次の問いに答えよ。ただし H, O, K の原子量はそれぞれ 1, 16, 39 とする。(10 点)

(1) 水酸化カリウム 5.6 g を 250 mL の水に溶解して調製した水溶液の水酸化物イオン濃度を求めよ。

(2) (1)の水溶液を 100 万倍に希釈した溶液の水酸化物イオン濃度を求めよ。

問4. マイクロピペットを用いて水道水 1 mL の体積を 5 回測りとした。その時の質量はそれぞれ 1.0234 g, 1.0021 g, 0.9983 g, 0.9821 g, 1.0311 g であった。平均値 \bar{X} と標準偏差 σ を計算して答えよ。(10 点)

無 機 化 学

受 験 番 号	採 点 (配点40点)

(1 / 2)

問1. 問1. 次の指定された電子の感じる有効核電荷 Z^* を求めよ。但しスレーターの規則に基づいて算出された遮へい定数 S を用いて算出すること。

①硫黄の 3p 電子 ($_{16}\text{S}$)

③アルミニウムの 3s 電子 ($_{13}\text{Al}$)

④リチウムの 1s 電子 ($_{3}\text{Li}$)

問2. 次の問いに該当する適切な語句を書け。

①1族元素を何元素というか。

()

②17族元素を何元素というか。

()

③イオン化エネルギーは、一般的に同一周期内では原子番号の増加とともにどのように変化するか。

()

④電子親和力は、一般的に同族内では原子番号の増加とともにどのように変化するか。

()

問2. 1s 軌道から 6s 軌道までの間の軌道を、エネルギー準位の低い方から全て書きなさい。

1s、 (

); 6s

無機化学

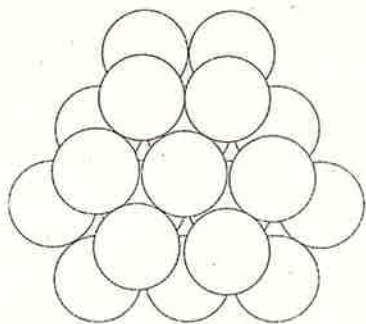
(2 / 2)

問3: 次の等核二原子分子の分子軌道を書け。左右の原子軌道もそれぞれ書くこと。なお、1s軌道は省略しても良い。また、それらの分子が常磁性か反磁性かも下線部に書け。

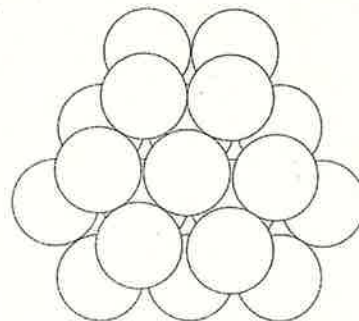
①B₂

②F₂

問4. 立方最密構造(ccp)と六方最密構造(hcp)はどのような球の配置になるか。それぞれ第3層目を図示せよ。



立方最密構造(ccp)



六方最密構造(hcp)

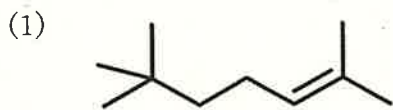
問5. 単純立方格子の充填率を計算せよ。またその計算過程も記述すること。

受験番号	採点 (配点40点)

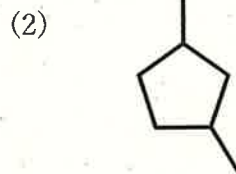
有機化学

(1 / 2)

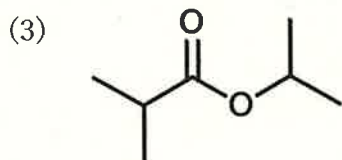
I. 次の化合物に IUPAC 名を付けよ。(2点×4)



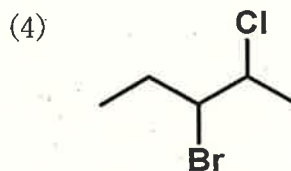
(解答欄)



(解答欄)



(解答欄)



(解答欄)

II. 次の名称に対応する構造を書け。(2点×4)

(1) 2,6-ジメチルオクタン

(解答欄)

(2) *cis*-4,5-ジメチルシクロヘキセン

(解答欄)

(3) イソプロピルシクロペンタンカルボキシレート

(解答欄)

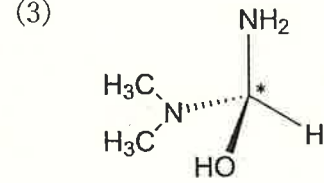
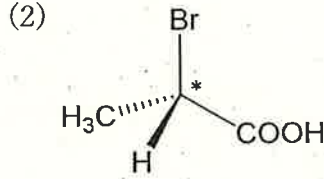
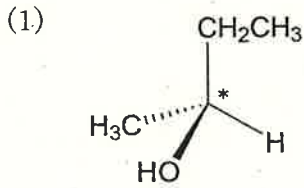
(4) ベンゼン-1,4-ジカルボアルデヒド

(解答欄)

有機化学

(2 / 2)

III. 次の分子のキラル中心の R, S 配置を決定し、解答欄の記号を○で囲め。(2点×3)



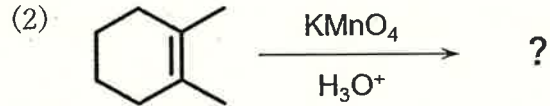
(解答欄)

(1)	R	S	(2)	R	S	(3)	R	S
-----	---	---	-----	---	---	-----	---	---

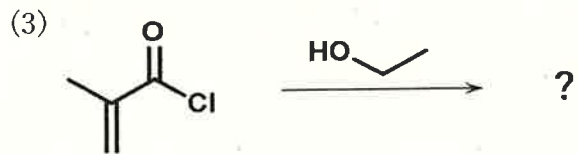
IV. 次の化学反応の主生成物の化学構造式を書け。(3点×6)



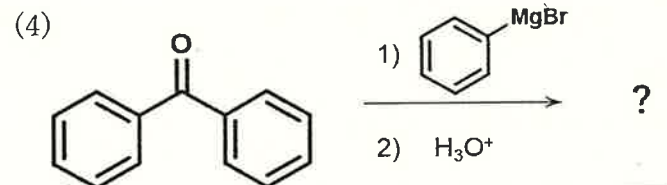
(解答欄)



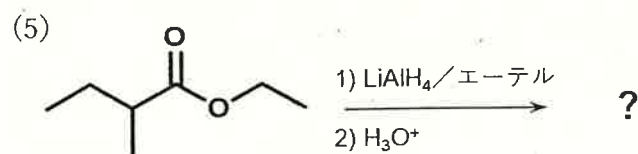
(解答欄)



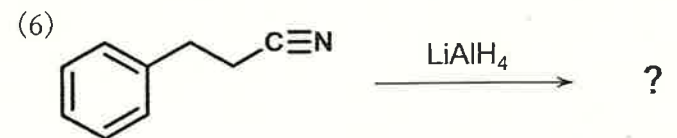
(解答欄)



(解答欄)



(解答欄) ※2種類あります



(解答欄)

物理化学

受験番号	採点(配点40点)

問1～4に答えなさい。特に断りのない場合、有効数値は3桁で答えなさい。

(1 / 2)

問1. ある容器を仕切り板を用いて体積が等しくなるように2室に区切り、一方にはHeが0.300 MPa、もう一方にはArが0.500 MPaの圧力で充填されている。

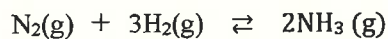
(1) 仕切り板を取り外し、混合気体とした。HeとArのそれぞれの分圧を求めなさい。

He の分圧 _____ Ar の分圧 _____

(2) 全圧を求めなさい。

答 _____

問2. アンモニアの合成反応式を右に示す。



25.0 °Cにおいて反応を行ったときの初期分圧および平衡分圧の結果を下の平衡表に記す。

	N ₂ (g)	H ₂ (g)	NH ₃ (g)
初期分圧/bar	1.00	3.00	0.00
平衡分圧/bar	0.10	0.32	1.80

(1) 平衡定数を求めなさい。

答 _____

(2) 標準反応ギブスエネルギー $\Delta_r G^\circ$ を求めなさい。気体定数は $8.314 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ とする。

答 _____

物理化学

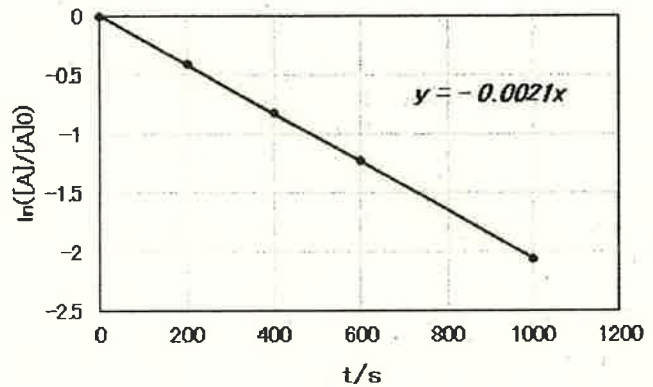
(2 / 2)

問3. ある反応 $A \rightarrow P$ の速度式は一次反応速度式に従う。この時、反応速度式は以下の式で定義される。

$$-\frac{d[A]}{dt} = k[A]$$

k は速度定数である。実験を行い、 A の初期濃度 $A_0 \text{ mol dm}^{-3}$ から t 秒後の濃度 $A \text{ mol dm}^{-3}$ を順次記録した。 $\ln([A]/[A]_0)$ を t に対してプロットしたところ下図に示すように直線性が認められ、傾きは -0.0021 であった。

(1) この結果から速度定数 k を求めなさい。(有効数値は2桁とする。単位も記載すること)



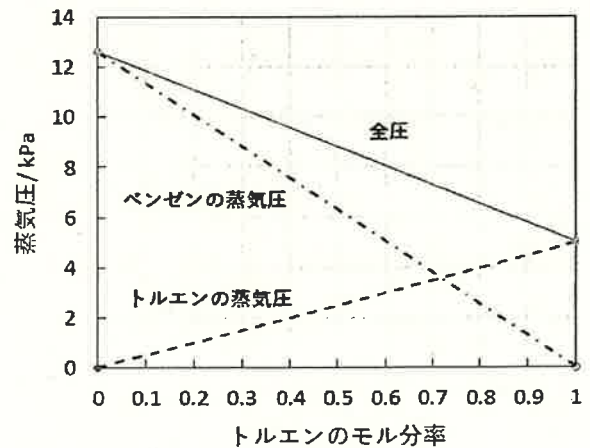
答

(2) 半減期を求めなさい。

答

問4. ベンゼン (分子量 78.1) とトルエン (分子量 92.1) の混合溶液の組成を変えて蒸気圧を測定した。ベンゼンの蒸気圧、トルエンの蒸気圧、全圧 (全蒸気圧) が図のように得られた。純ベンゼンの蒸気圧は 12.6 kPa 、純トルエンの蒸気圧は 5.00 kPa である。

(1) 実験結果より、ベンゼンおよびトルエンの蒸気圧は、混合物中でのモル分率およびそれが純粋な時に示す蒸気圧に比例することが分かった。この法則の名称を答えなさい。



答

(2) ベンゼン 50.0 g 、トルエン 50.0 g の混合溶液における全圧 (kPa) を計算により求めなさい。

答

化学工学

受験番号	採点(配点40点)

(1 / 4)

(数値は有効数字3桁で答えること)

問1

次の量を、SIによって表せ。

(1) 0.917 g/cm^3 (3点)

(2) 780 mmHg (3点)

(3) 1 kgf

(1 kg の物体に重力加速度 9.81 m/s^2 を生じさせる重力の大きさ) (4点)

化学工学

(2 / 4)

問2.

反応器に二酸化硫黄を 6.4 kg/h と酸素 3.2 kg/h を連続的に供給して二酸化硫黄をすべて三酸化硫黄にした。反応器出口のガス中に含まれる三酸化硫黄と酸素の質量流量はそれぞれ何 kg/h か。ただし、硫黄原子のモル質量を $32 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、酸素原子のモル質量を $16 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ とする。(10点)

化学工学

(3 / 4)

問3

20°C、1 atm においてアンモニアを 1.0 mol% を含む空気がアンモニア水溶液と接している。このとき、水中のアンモニアの濃度は $430 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-3}$ である。ヘンリー定数 H_A が $1.40 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ 、ガス側分圧基準の総括物質係数 K_G が $3.2 \times 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{Pa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ のとき、アンモニアの吸収速度 N_A ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) を求めなさい。ただし、吸収速度において、(式3-1)に示す関係式が成り立つ。 p_A は気相でのアンモニアの分圧、 p_A^* は液相でのアンモニア濃度に対する平衡分圧を示している。(10点)

$$N_A = K_G(p_A - p_A^*) \quad (\text{式3-1})$$

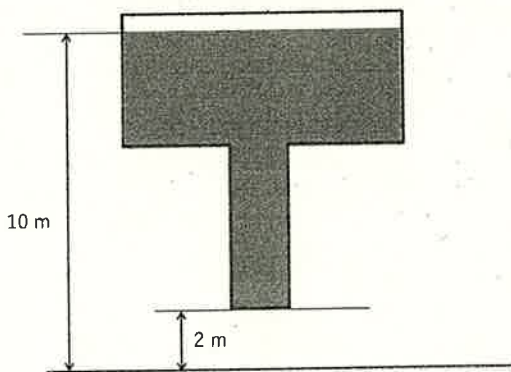
化学工学

(4 / 4)

問4

(1) 内径 100 mm の直管に、水を平均流速 $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ で流れている。レイノルズ数 Re を求め、この流れが層流か乱流か答えよ。ただし、水の粘度を $1 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}^{-1}$ 、密度を $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ とする。(4点)

(2) 図のように水を満たした大きなタンクの底部に管を接続している。基準面からタンクの水面までの高さを 10 m、流出口までの高さを 2 m とする。流出する水の速度(m/s)をベルヌーイ式から求めよ。ただし、重力加速度は $9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ とする。(6点)



【ベルヌーイ式】

$$gZ_1 + \frac{1}{2} \bar{u}_1^2 + P_1 v_{m1} = gZ_2 + \frac{1}{2} \bar{u}_2^2 + P_2 v_{m2}$$

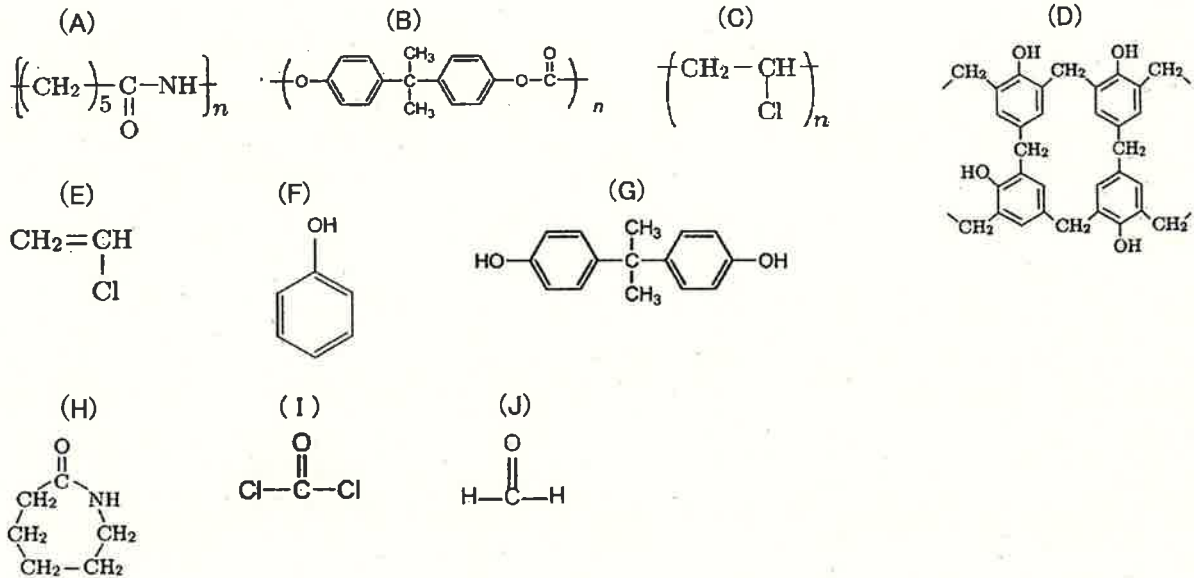
受験番号	採点(配点40点)

材料化学

問1～4に答えなさい。

(1 / 2)

問1. 下に示す化合物A～Jについて以下の間に答えなさい。



(1) 高分子化合物A～Dを合成するのに使用するモノマーをE～Jより選び記号で答えなさい(複数のモノマーを使用する場合もある)

A _____ B _____ C _____ D _____

(2) 付加重合で合成される高分子をA～Dから一つ選んで記号で答えなさい。

答 _____

(3) 付加縮合で合成される高分子をA～Dから一つ選んで答えなさい。

答 _____

(4) 耐衝撃性に優れ透明性を有し、CDやDVDの基板、自動車ヘッドライトのカバーに使用される高分子をA～Dから一つ選んで答えなさい。

答 _____

(5) 熱硬化性樹脂であり、電気絶縁材料やブレーキ摩擦材に使用される高分子をA～Dから一つ選んで答えなさい。

答 _____

問2 分子量126,000のポリプロピレンがある。炭素鎖(主鎖)に沿った長さを答えなさい(有効数値3桁で答えなさい)。ただしC-C間の結合距離は0.154nmである。(原子量はH=1.0, C=12.0とする)

答 _____

材料化学

(2 / 2)

問3 下表に示す4種類の材料についてガラス転移温度 T_g および融点 T_m の値を参考にして、(1)~(4)に適する材料名を一つ選び答えなさい。

材料名	$T_g(^{\circ}\text{C})$	$T_m(^{\circ}\text{C})$
シリコン樹脂	-127	-40
ポリエチレン	-120	137
ポリ(シス-1, 4-イソプレン)	-73	28
ポリスチレン (シンジオタクチック構造)	100	230

- (1) マイナス 20°C でも流動性を示す。 _____
- (2) 室温で柔軟さと強度がありプラスチック材料として使用される。 _____
- (3) 室温では硬いが割れやすい。 _____
- (4) 室温では柔軟性を有しゴム製品として使用される。 _____

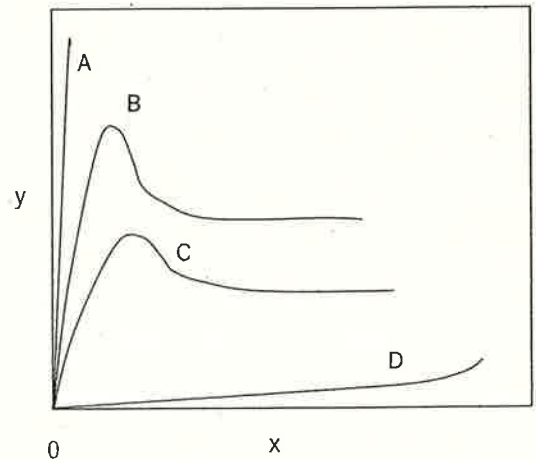
問4. 材料を一定の速さで引っ張るときに発生する応力と歪みの関係をプロットしたものを示す。使用した材料は、ゴム、ポリアラミド (スーパー繊維)、ポリプロピレン(PP)、変性ポリフェニレンエーテル (変性PPE)である。なお、変性PPEとは、PPEにポリスチレンをブレンドしたもので、耐熱性、流動性のバランスに優れ、PPよりも強度に優れている材料である。

(1) X軸、Y軸に当てはまる物理量を答えなさい。

X軸 _____ Y軸 _____

(2) A, B, C, D に当てはまる材料を答えなさい。

A _____ B _____
 C _____ D _____



(3) 引っ張り強さの最も高い材料をA~Dから一つ選び記号で答えなさい。

答 _____

(4) 破断するまでの伸びの大きい材料をA~Dから一つ選び答えなさい。

答 _____