

模範解答

受験番号

令和9年度 専攻科入学者選抜（学力）試験問題

化学・生物工学系（物理化学）

No. 1/5

問題 1

以下の文章において正しいものには○を、間違っているものには×を解答欄に記入せよ。(各2点)

- 理想気体の状態方程式は、高温・低圧ほど実在気体に対する近似として良く成り立つ。
- ファンデルワールスの状態方程式における定数 b は温度によって大きく変化する。
- 圧縮因子が 1 より小さい場合、一般に分子間引力の影響が優勢である。
- 純物質の相図において、三重点では自由度は 2 である。
- 理想気体の断熱可逆膨張では温度は一定である。
- 反応の平衡定数は温度が一定であれば初濃度によらない。
- クラウジウス-クラペイロン式より、蒸発エンタルピーを一定とみなせば、蒸気圧の対数と絶対温度の逆数の間には直線関係が成立する。
- 定温定圧条件で平衡状態にある系ではギブス自由エネルギー変化はゼロである。
- 放射線に関して、 α 線は β 線より透過力が大きい。
- ブラッグの法則において、回折角が大きくなると面間隔は大きくなる。

解答欄

①	○	②	×	③	○	④	×	⑤	×	⑥	○	⑦	○	⑧	○	⑨	×	⑩	×
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

問題 2

ある物質(A) の分解反応($A \rightarrow P$) は一次反応で進行することが知られている。反応開始時の A の初濃度は 1.00 mol L^{-1} であった。100 s 後の A の濃度を測定したところ 0.50 mol L^{-1} であった。反応速度定数(k)及び 300 s 後の A の濃度を求めよ。(10 点)

問題の反応は 1 次反応なので積分型速度式は、

$$\ln \frac{C_{A0}}{C_A} = kt$$

より

$$\ln \frac{1.00}{0.50} = 100k$$

$$k = 6.93 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1} \quad (\text{答})$$

300 s 後の A の濃度は

$$\ln \frac{1.00}{C_A} = 6.93 \times 10^{-3} \times 300$$

$$C_A = \frac{1.00}{e^{6.93 \times 10^{-3} \times 300}} = 0.125 \text{ mol L}^{-1} \quad (\text{答})$$

模範解答

受験番号

令和9年度 専攻科入学者選抜（学力）試験問題

化学・生物工学系（生化学）

No. 2 / 5

問題1 次の文章の（ ）に最適な語句を記入しなさい。

2点×7

- 1) 競争的阻害では、阻害剤は酵素の（**活性部位（中心）**）に結合するため、基質濃度を高くすると阻害効果は（**減少**）する。
- 2) グルコースは生体内で主要なエネルギー源として利用される単糖であり、解糖系によって最終的に（**ピルビン酸**）へと分解され、その過程でATPと補酵素である（**NADH**）などが産生される。
- 3) 中性脂肪である（**トリアシルグリセロール**）は1分子の（**グリセロール**）と3分子の脂肪酸から構成される。また、細胞膜の主要な構成成分であるリン脂質は（**両親媒**）性を示す。

問題2 タンパク質の一次構造と三次構造の違いについて、形成に関与する結合や相互作用に触れながら説明しなさい。 5点

一次構造は**アミノ酸配列**を指し、**ペプチド結合**によって形成される。

三次構造は**ポリペプチド鎖**が立体的に折りたたまれた構造であり、

水素結合、**疎水性相互作用**、**ジスルフィド結合**、**イオン結合**などによって安定化する。

問題3 酵素が触媒として機能する利点について、「活性化エネルギー」という言葉を用いて説明しなさい。

5点

酵素は反応の**活性化エネルギー**を低下させることで、生体内の反応を**常温・常圧**においても

効率よく進行させることができる。

そのため、**生命活動に必要な化学反応＝生化学反応が速やかに行われる**。

問題4 LDLが「悪玉コレステロール」、HDLが「善玉コレステロール」と呼ばれる理由について、それぞれの役割を比較しながら説明しなさい。 3点×2

LDL： 肝臓から末梢組織へ**コレステロール**を運搬する役割。

血中に過剰に存在すると**LDLコレステロール**が血管内壁に沈着し、**動脈硬化の原因**となるため**悪玉コレステロール**と呼ばれる。

HDL： 末梢組織や血管壁に蓄積した**コレステロール**を回収して肝臓へ運搬する。

動脈硬化を予防するため、**善玉コレステロール**と呼ばれる。

模範解答

受験番号

令和9年度 専攻科入学者選抜（学力）試験問題

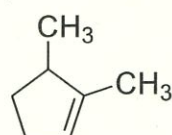
化学・生物工学系 (有機化学)

No. 3 / 5

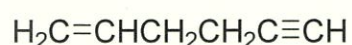
1. 次の各問に答えよ。

(1) (a) ~ (c)の化合物に IUPAC 名をつけよ。(各3点 計9点)

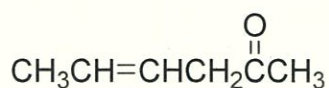
(a)



(b)



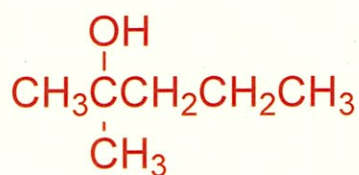
(c)



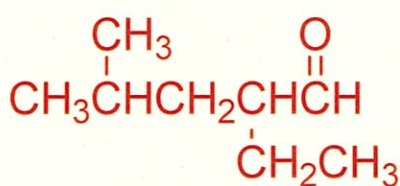
(a)	1,5-ジメチルシクロペンテン	(b)	1-ヘキセン-5-イン (ヘキサ-1-エン-5-イン)
(c)	4-ヘキセン-2-オン (ヘキサ-4-エン-2-オン)		

(2) 次の名称に相当する構造を書け。(各3点 計9点)

(a) 2-メチル-2-ペンタノール



(b) 2-エチル-4-メチルペンタナール

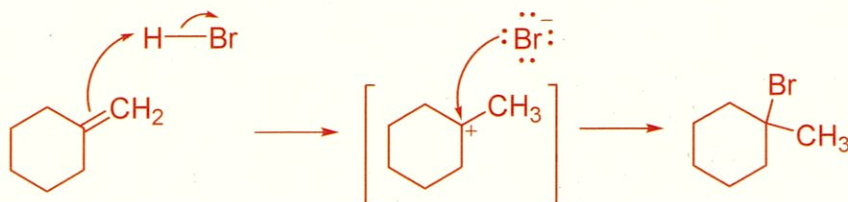
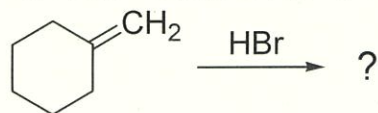


(c) 4-メチルペンタン酸

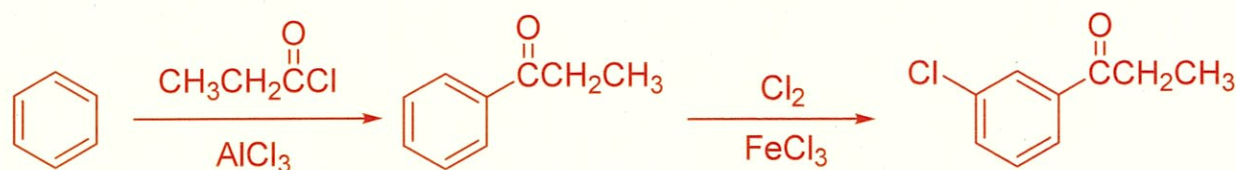


2. 次の各問に答えよ。(各3点 計6点)

(1) 次の反応の生成物を予測し、矢印を用いた反応機構を示せ。(生成物1点, 反応機構2点)

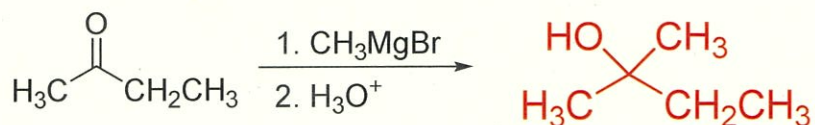


(2) ベンゼンから *m*-クロロプロピオフェノン合成する方法を示せ。(3点)

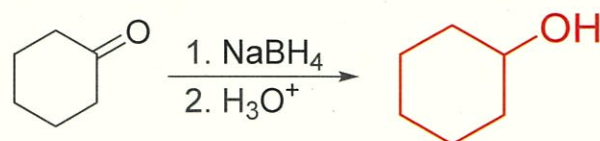


3. 次の反応の生成物を示せ。(各3点 計6点)

(1)



(2)



模範解答

受験番号

令和9年度 専攻科入学者選抜（学力）試験問題

化学・生物工学系（無機・分析化学）

No. 4 / 5

（問題1）次の元素について、軌道（1s、2s、2p、3s、3p、…）を用いた電子配置を解答せよ。

- (1) ナトリウム (Na)
- (2) カリウム (K)

解答例：酸素 (O) $1s^2 2s^2 2p^4$

問題1 (解答欄)	(1)ナトリウム (Na)	(2)カリウム (K)
	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ (6点)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ (6点)

（問題2）ブレンステッドの定義において、酸と塩基はそれぞれどのように定義されているか解答せよ。

問題2 (解答欄)	(酸)	(塩基)
	H⁺を与えるもの (H⁺供与体) (6点) ※ブレンステッドの定義は「水の中 (水溶液)」に限定されない定義なので、「水にとけて」があると不正解。	H⁺を受け取るもの (H⁺受容体) (6点) ※ブレンステッドの定義は「水の中 (水溶液)」に限定されない定義なので、「水にとけて」があると不正解。

（問題3）モル濃度 5.00×10^{-5} mol/L 塩化カルシウム溶液の百万分率（質量分率）濃度を求めよ。ただし、溶液の密度を1.00とする。塩化カルシウムの式量は110.98とする。有効数字3桁で解答せよ。

問題3 (解答欄)	モル濃度×式量×1000 $=5.00 \times 10^{-5} \times 110.98 \times 1000$ $=5.549 \cdots$ $=5.55$ 答え 5.55ppm (質量分率) (6点) ※ (質量分率) の表記が無くとも正解とする。
--------------	---

模範解答

受験番号

令和9年度 専攻科入学者選抜（学力）試験問題

化学・生物 工学系 （ 化学工学 ）

No. 5/5

問1 次の問(1), (2)に答えよ。

(1) 内径30.0[mm]の円管内を液体が12.0[m³/h]の流量で流れている。円管内の平均流速 [m/s] を求めよ。【5点】

$$12[\text{m}^3/\text{h}] = 12/3600[\text{m}^3/\text{s}] = 3.333 \times 10^{-3}[\text{m}^3/\text{s}]$$
$$u = V/A = (3.333 \times 10^{-3}) / (\pi/4 \times (30 \times 10^{-3})^2) = 4.715$$

4.72[m/s]

(2) (1)の液体の密度が900[kg/m³]、粘度 2.10×10^{-3} [Pa·s]であるとき、円管内の流れが層流か乱流かを判定せよ。【5点】

$$\text{レイノルズ数 } Re = (900 \times 4.715 \times 30 \times 10^{-3}) / (2.1 \times 10^{-3}) = 60621$$

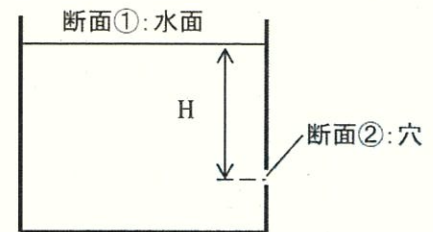
4000以上であるから乱流

乱流

問2 右下図のように水を満たした大きな水槽があり、水槽には水面から深さHのところになな穴が開けられている。水槽の水面を断面①、穴を断面②として、断面の数字を添字で用いると下記のベルヌーイの式が成立する。なお、密度 ρ 、平均速度 u 、圧力 P 、位置 h 、重力加速度 g であり、エネルギー損失はないものとする。

$$\text{ベルヌーイの式} \quad \frac{u_1^2}{2} + \frac{P_1}{\rho_1} + gh_1 = \frac{u_2^2}{2} + \frac{P_2}{\rho_2} + gh_2$$

穴からの水の流出速度を g と H を用いた式で表したものをトリチェリーの定理という。ベルヌーイの式からトリチェリーの定理を導け。式を整理するための条件を明示し、導出過程を示すこと。穴に比べて貯水槽の断面積は十分に大きいものとする。【10点】



$$A_1 \gg A_2 \text{ より } \frac{A_2}{A_1} \approx 0 \text{ ゆえに } u_1 = 0$$

$$P_1 = P_2 = P \text{ (大気圧)}$$

$$\rho_1 = \rho_2 = \rho \text{ (水)}$$

$$\text{よって } gh_1 = \frac{u_2^2}{2} + gh_2$$

$$h_1 - h_2 = H \text{ であるから}$$

$$u_2 = \sqrt{2gH}$$

問3 次の文章中の空欄に当てはまる語句を解答欄に答えよ。【10点（各2点）】

対流伝熱には流体の温度差により生じる密度差が主因で起こる ① 対流によるものと、攪拌などによる ② 対流によるものがある。管を流れる乱流の場合の伝熱では、管壁の液体接触面近傍は、 ③ と呼ばれる非常に薄い層流域が存在する。この部分の伝熱の形態は主に ④ によって熱が移動するため、伝熱速度の計算では、熱伝導度を距離で割った伝熱係数 h を用いる。この h を ⑤ という。

<解答欄>

①	②	③	④	⑤
自然	強制	境界層	伝導伝熱	境界伝熱係数