

令和8年度 専攻科入学試験（学力前期）試験問題

化学・生物工学系 (物理化学)

No. 1 / 5

問題1 (各2点)

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。

- ① 理想気体は現実には存在しないが実際の気体でも圧力を低くすれば理想気体の状態方程式がよく当て嵌まる。
② Virial 方程式には2種類ある。圧縮因子を体積の関数としたものを Berlin 型、圧力の関数としたものを Leiden 型という。
③ 理想気体が可逆変化と不可逆変化とで同一の体積変化をしたとき、可逆変化の仕事は不可逆変化のそれに比べ必ず小さくなる。この理由の一つは不可逆的な体積変化では摩擦等によって仕事に使われるエネルギーが少なくなるためである。
④ 理想気体において温度が変化する過程ではエントロピーは必ず変化する。
⑤ 凝固点降下や浸透圧の程度は溶質の種類に依らずその物質に依存する。このような性質を分子性という。
⑥ 溶液中のイオンの移動速度は対イオンの種類で変化する。あるカチオンの移動速度は対アニオンの電荷が大きい方が遅くなる。
⑦ ある平衡状態において条件を変化させると、変化させた条件の影響を和らげる方向に平衡が移動する。これを Le Chatelier の原理という。この場合、条件を変化させても平衡定数の値は変化しない。
⑧ ナトリウム塩の水溶液に電気を通じた時に陰極側で生成する物質は対アニオンの種類に依らない。
⑨ 放射性物質の崩壊には4つの経路があり質量数が4の倍数のみの核種が生成するのはウラン-ラジウム系列である。
⑩ Bravais 格子に面心正方格子が含まれない。これはこの格子が体心正方格子と等価であり、格子定数が体心正方格子よりも大きいからである。

解答欄

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

問題2 (10点)

ある反応が20%進行するのに300 Kで12.6 min, 340 Kで3.20 minかかる。この反応が1次反応であるとして、活性化エネルギーおよび頻度因子を求めよ。

問題の反応は1次反応なので積分型速度式は、

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

ここで、300 Kでは、

$$\ln \frac{1}{0.8} = 12.6k_{300}$$

$$k_{300} = 0.01771 \text{ min}^{-1}$$

同様に 340 Kでは

$$k_{340} = 0.06973 \text{ min}^{-1}$$

なので、Arrhenius の式より、

$$\ln \frac{k_{340}}{k_{300}} = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{340} - \frac{1}{300} \right)$$

$$E_a = 2.906 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \quad (\text{答})$$

また、Arrhenius の式より、

$$A = k_{300} \exp \left(\frac{E_a}{RT_{300}} \right)$$

$$A = 2.033 \times 10^4 \text{ min}^{-1} \quad (\text{答})$$

- 1 酵素は、反応に基づき6種類に分類される。6種類の酵素の名称を書きなさい。6点

酸化還元酵素
転移酵素
加水分解酵素
脱離酵素
異性化酵素
合成酵素

- 2 ミカエリスメンテンの式を書きなさい。3

$$V = \frac{V_m[S]}{(k_m + [S])}$$

- 3 次の文の（ ）に当てはまる数字を入れよ。3

解糖系の反応では、1モルのブドウ糖が（ア）モルのATPにより活性化され、（イ）モルのピルビン酸と（ウ）モルのATPができる。

ア 2	イ 2	ウ 4
-----	-----	-----

- 4 好気呼吸は3つの過程からなる。解糖系その他二つを答えよ。4

TCAサイクル 電子伝達系

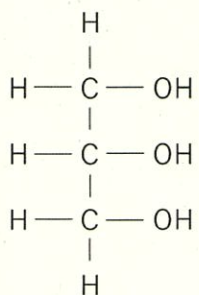
- 5 二重の膜構造を持つ細胞小器官を二つ答えよ。4

ミトコンドリア 葉緑体 核

- 6 ヌクレオチドを構成する成分を三つ答えよ。6

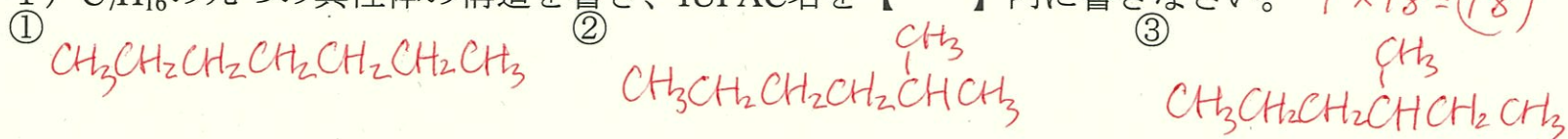
リン酸 五炭糖 塩基

- 7 グリセロールの構造式を書きなさい。4

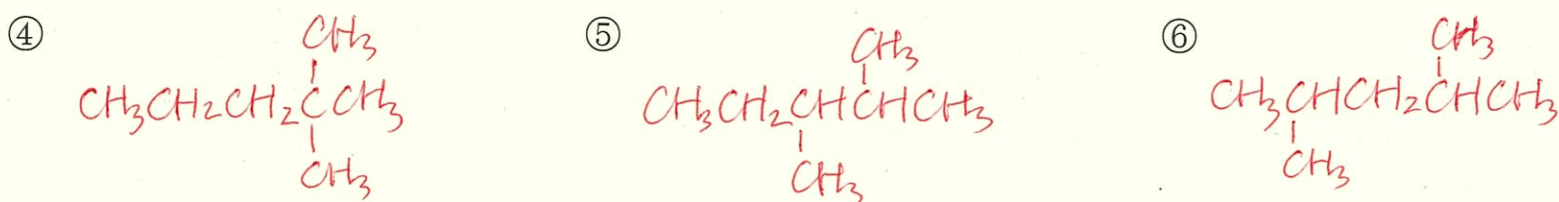


30

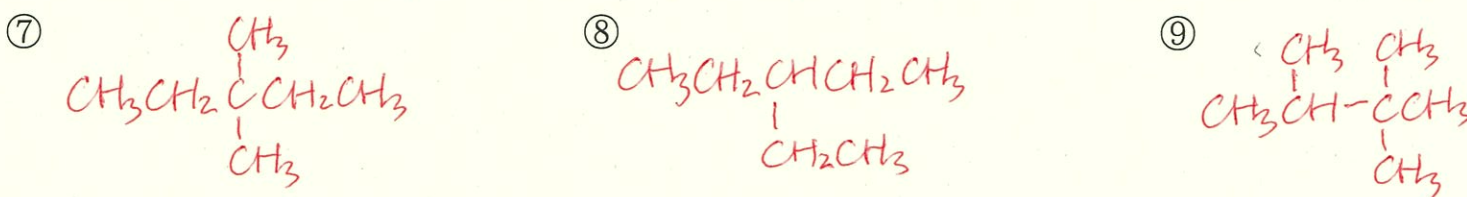
1) C_7H_{16} の九つの異性体の構造を書き、IUPAC名を【 】内に書きなさい。 $1 \times 18 = (18)$



【ヘプタン】 【2-メチルヘキサン】 【3-メチルヘキサン】

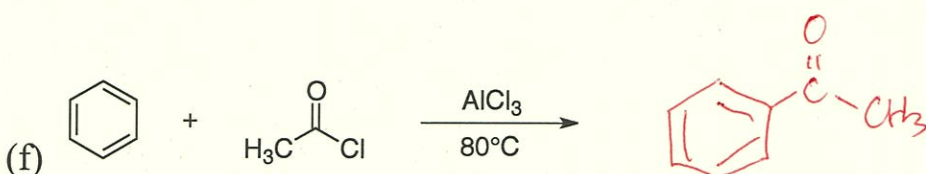
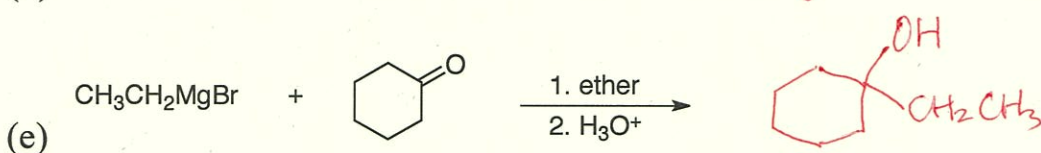
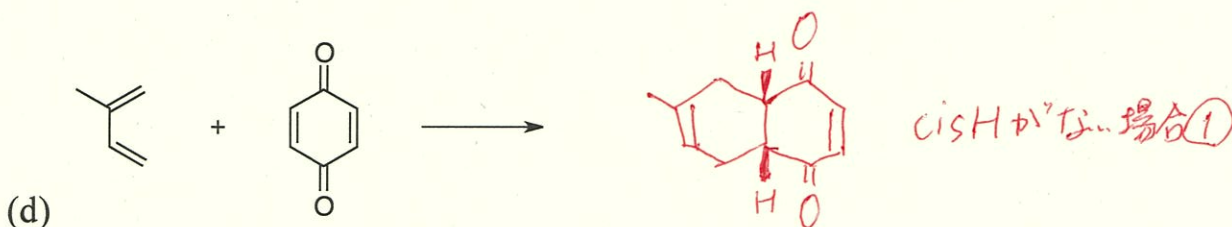
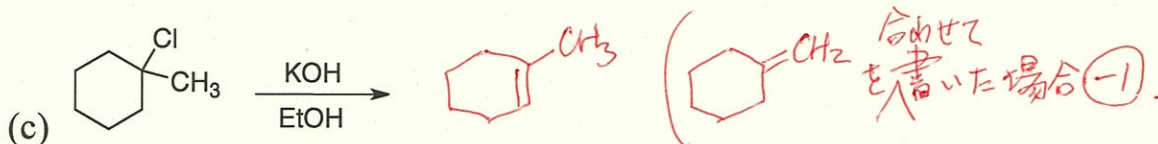
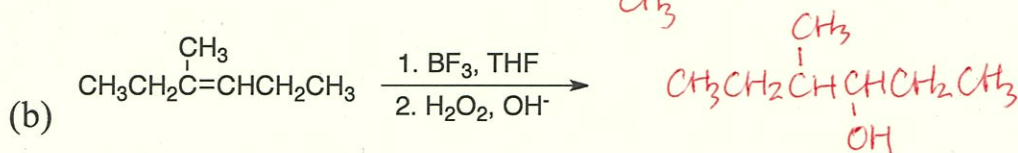
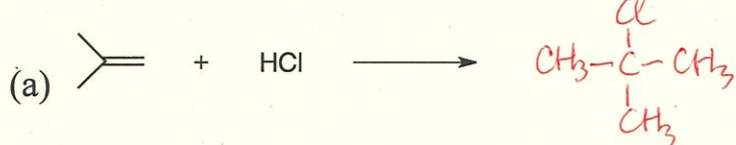


【2,2-ジメチルペンタン】 【2,3-ジメチルペンタン】 【2,4-ジメチルペンタン】



【3,3-ジメチルペンタン】 【3-エチルペンタン】 【2,2,3-トリメチルブタン】

2) 次の反応の主生成物を書きなさい。 $2 \times 6 = (12)$



令和8年度 専攻科入学試験（学力）試験問題

化学・生物工学系 (無機・分析化学)

No. 4 / 5

試験時間：90分/5科目選択, 30点満点/1科目

【1】 61.3 mass %のHNO₃溶液（比重1.38）がある。以下の問に答えよ。なお、HNO₃のモル質量は63.0 g/molとせよ。(1) このHNO₃溶液の濃度を容量モル濃度で表せ（単位も示すこと）。(2) このHNO₃溶液を用いて、0.1 mol/L- HNO₃溶液を500 mLつくりたい。このHNO₃溶液はどれだけ必要か。単位と共に示せ。

(8) (1)	(4) 13.4 mol/L	(2)	(4) 3.73 mL
------------	-------------------	-----	----------------

【2】 NH₃-NH₄Cl緩衝溶液について、以下の問いに答えよ。計算結果は小数点以下第2位まで示せ。(1) 0.1 mol/LのNH₃水溶液 25.0 mLと0.1 mol/LのNH₄Cl水溶液 15.0 mLを混合して緩衝溶液を調製した。この溶液のpHはいくらか。ただし、酢酸のpK_bを4.75とする。

(2) (1)の溶液に0.1 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を1 mL加えたときのpHを計算せよ。

(8) (1)	(4) 9.47	(2)	(4) 9.52
------------	-------------	-----	-------------

【3】 H₂O分子に関して、以下の問いに答えよ。(1) H₂O分子の形は、一般に何形と呼ばれるか。(2) H₂O分子の結合角H-O-Hは、CH₄分子の結合角H-C-Hより、①大きい、それとも②小さいか。①または②の記号で答えよ。(3) H₂O分子の双極子モーメントは6.24×10⁻³⁰ Cmである。O-H結合の双極子モーメントを単位とともに示せ。なお、結合角H-O-Hは104.5° とせよ。

(7) (1)	(2) 折れ線形	(2)	(1) ②	(3)	(4) 5.10×10 ⁻³⁰ Cm
------------	-------------	-----	----------	-----	----------------------------------

【4】 イオン化エネルギーおよび電子親和力に関して、以下の問いに答えよ。

(1) 次の文の①～③に適語等を入れよ。

イオン化エネルギーとは、簡単には「原子から電子を1個[①]る際に、[②]なエネルギー」のことである。従って、イオン化エネルギーが大きい原子は、陽イオンになり[③]い。

(2) ある原子Xにおいて、第二電子親和力を考慮する際の反応式を示せ。

(3) 元素の周期表の第二周期において、①イオン化エネルギーが最も大きな元素、また②電子親和力が最も大きな元素を各々、元素記号で示せ。

(7) (1)	①(1) 取り去	②(1) 必要	③(1) にく
(2)	(2) $X^- + e^- \rightarrow X^{2-}$	(3)	①(1) Ne ②(1) F

【1】 (1) $(61.3/63.0)/(0.1/1.38)=13.427\cdots=13.4 \text{ mol/L}$ (2) $(0.1/13.4)\times 500=3.7314\cdots=3.73 \text{ mL}$ 【2】 $\text{pH}=14-\text{pOH}=14-(\text{pK}_b-\log[\text{NH}_3]/[\text{NH}_4^+])$ (1) $\text{pH}=14-(4.75-\log[0.1\times 25.0]/[0.1\times 15.0])=9.47$ (2) $\text{pH}=14-(4.75-\log[0.1\times 25.0+0.1\times 1]/[0.1\times 15.0-0.1\times 1])=9.52$ 【3】 (3) $(1/2)(6.24\times 10^{-30})/\cos(104.5/2)=5.096\cdots\times 10^{-30}=5.10\times 10^{-30} \text{ Cm}$

問1 次の物質収支に関する問題に答えよ。

蒸留塔を用いて、エタノール-水の混合物（エタノール濃度40.0 mol%）を流量 $F=100 \text{ mol/h}$ で供給して連続蒸留している。塔頂からは留出液としてエタノール濃度90.0 mol%の混合物を、缶底からは缶出液としてエタノール濃度10.0 mol%の混合物を得ている。このときの留出液の流量 $D \text{ [mol/h]}$ を求めよ。5点

缶出液流量を $W \text{ [mol/h]}$ とすると、全物質収支および低沸点成分収支より

$F = 100 = D + W$, $0.4F = 0.9D + 0.1W$ なので、両式を連立させて W を消去し、

$D = 100 \times \frac{0.4-0.1}{0.9-0.1} = 37.5 \text{ mol/h}$ と求まる。

問2 流体の機械的エネルギーに関する以下の問題に答えよ。

(1) 流路に沿った任意の2か所（位置1、位置2）を通過する非圧縮性流体に対して、その2か所間で流体に加えられる仕事（輸送のために必要な仕事）を $W \text{ [J/kg]}$ 、摩擦損失を $F \text{ [J/kg]}$ 、重力加速度を g として、機械的エネルギーの収支式を示せ。ただし、流体の圧力 $[\text{Pa}]$ 、密度 $[\text{kg/m}^3]$ 、着目する位置の高さ $[\text{m}]$ 、着目する位置の平均流速 $[\text{m/s}]$ は、それぞれ p, ρ, h, u で表し、下付きの数字で位置を表すこととする（例えば、位置1の高さは $h_1 \text{ [m]}$ ）。なお、このエネルギー収支式は両辺共に4つの項からなる形に整理して示すこと。5点

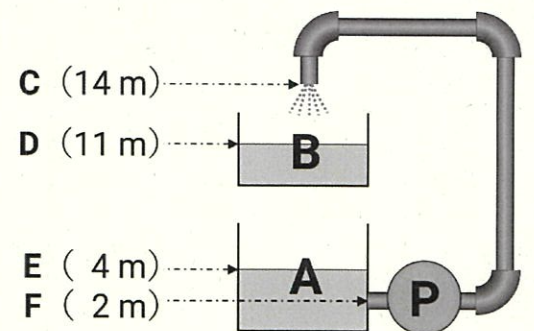
$$\frac{p_1}{\rho} + gh_1 + \frac{1}{2}u_1^2 + W = \frac{p_2}{\rho} + gh_2 + \frac{1}{2}u_2^2 + F$$

(2) 右図のようにポンプPを用いて、タンクAからタンクBへ密度 $1.2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ の非圧縮性の液を汲み上げている。内径30 mmの管内を流れる液の平均流速は3.5 m/sであり、液の輸送における摩擦損失は150 J/kgとする。図中のC～Fの右にある括弧は、それぞれC～Fの位置が床面から何 $[\text{m}]$ の高さにあるかを示す。この時、ポンプPによって液に与えられた動力 $[\text{W}]$ を求めよ。 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。なお、ポンプによる動力は、ポンプの仕事 $W \text{ [J/kg]}$ に液体の質量流量 $[\text{kg/s}]$ をかけることで求められる。また、タンクAの断面積は管の断面積よりも十分に大きいものとする。10点

位置1を「タンクA液面（E）」位置2を「管出口（C）」とする。

$p_1 = p_2 = \text{大気圧}$ 、 $\rho = 1.2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、 $h_2 - h_1 = 14 - 4 = 10 \text{ m}$ 、 $u_1 = 0 \text{ m/s}$ 、 $u_2 = 3.5 \text{ m/s}$ 、 $F = 150 \text{ J/kg}$ を機械的エネルギー収支式に代入して、 $W = 10 \times 9.8 + 3.5^2/2 + 150 = 2.54 \times 10^2 \text{ J/kg}$

質量流量は $3.14 \times 0.030^2 \times 3.5 \times 1.2 \times 10^3 / 4 = 2.97 \text{ kg/s}$ なので、動力は、 $2.54 \times 10^2 \times 2.97 \approx 7.5 \times 10^2 \text{ W}$ となる。



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

伝熱には、固体中を伝わる①伝熱と、流体（気体・液体）中を、流体塊の動き（混合）によって伝わる②伝熱、そして媒体を介さずに直接電磁波の形で伝わる③伝熱がある。①伝熱では、伝熱速度は熱の流れに垂直な伝熱面積と温度勾配に比例する。これをフーリエの法則と呼び、比例定数を④と呼ぶ。③伝熱では、物質表面から放出される熱エネルギーが、表面の絶対温度の⑤乗に比例することを利用して計算を行う。この法則を、シュテファン・ボルツマンの法則という。

<解答欄>

①	②	③	④	⑤
伝導	対流	放射または輻射	熱伝導率 または、熱伝導度	4