

--

令和4年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

専 門 科 目【応用物質工学専攻】

注意事項

1. 検査開始の合図まで、問題（解答）用紙を開いてはいけません。
2. 問題冊子の総枚数は表紙を含め9枚です。
3. 検査科目は、下表のように分けられています。

検 査 科 目	必 須 ・ 選 択 の 区 別
・無機化学 ・有機化学 ・物理化学 ・生物化学	全て選択科目です。 2科目を選択し、解答してください。

4. 落丁、乱丁及び印刷不鮮明の箇所等があれば、直ちに申し出てください。
5. 問題冊子の所定の箇所に受検番号を記入してください。
6. 受検番号は、表紙および選択した科目にのみ記入してください。選択しない科目には記入しないでください。
7. 解答は、問題（解答）用紙の所定の欄に記入してください。
8. 問題（解答）用紙の総得点欄、小計欄及び得点欄には記入しないでください。
9. 本校で準備した、関数電卓の使用を認めます。
10. 検査開始後、20分は退室を許可しません。

--

令和4年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

【応用物質工学専攻】「無機化学」（1/2）

総得点

--

小計

--

得点

--

得点

--

得点

--

1 次の問に答えなさい。（23点）

(1) イオン化エネルギーとは何か、ある元素Mを例に化学式を書いて説明しなさい。（5点）

(2) ナトリウムとマグネシウムの最外殻電子について、Slaterの規則により有効核電荷を計算しなさい。（8点）

(3) (2)の結果から、同一周期の元素について、原子番号が大きくなるほどイオン化エネルギーはどうなると考えられるか。理由とともに説明しなさい。（10点）

2 等核二原子分子について、次の問に答えなさい。（27点）

(1) 次の分子の基底状態におけるエネルギー準位図を描きなさい。1s軌道については省略してよい。（5×2=10点）

① N₂② O₂

得点

--

(2) N₂とO₂では、磁性があるのはどちらか。理由とともに説明しなさい。（8点）

得点

--

(3) 次の結合次数を求めなさい。（3×3=9点）

① O₂② O₂⁻③ N₂

得点

--

--

令和4年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

【応用物質工学専攻】「無機化学」（2/2）

小計

--

3 14族の元素について、次の問に答えなさい。（20点）

(1) ダイヤモンドとグラファイトの電気伝導性の違いを、結合様式を踏まえて説明しなさい。（10点）

得点

--

(2) ダイヤモンドとケイ素の電気伝導性の違いをバンド構造から説明しなさい。（10点）

得点

--

4 0.05 mol/Lの酢酸と0.05 mol/Lの酢酸ナトリウムを4:1で混合したとき、pHはいくつになるか。ただし、酢酸の酸解離定数 $pK_a=4.76$ とする。（10点）

得点

--

5 20°C、100 gの水に対して塩化銀の溶解度は 2.0×10^{-4} g、塩化鉛(II)の溶解度は1.0 gである。水の密度は 1.0 g/cm^3 で塩を溶解させても水の体積変化は無視できるとして次の問に答えなさい。（20点）

(1) それぞれの溶解度積 K_{sp} を求めなさい。ただし、式量は塩化銀：143.3、塩化鉛(II)：278.1である。（ $6 \times 2 = 12$ 点）

得点

--

(2) 等モルの Ag^+ と Pb^{2+} を含む硝酸酸性水溶液にHClを少量ずつ加え、それ以上沈殿が生成しないのを確認して、生じた沈殿をろ過し、残渣は熱水洗浄した。ろ液に硫酸を加えたところ、白濁を生じた。一連の操作で起こった現象を説明しなさい。（8点）

得点

--

--

令和4年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

総得点

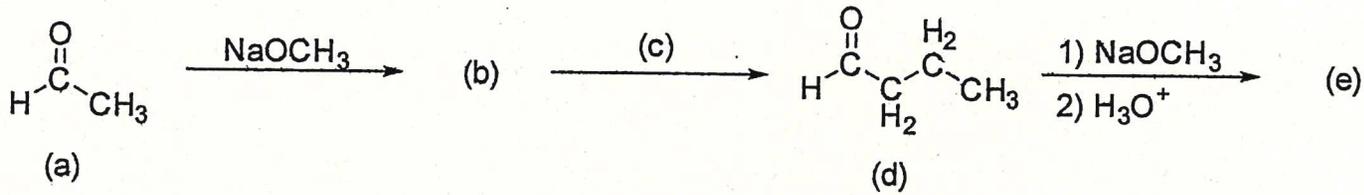
--

【応用物質工学専攻】有機化学（1/2）

小計

--

1 以下の反応について各問に答えなさい。[12+18+7+7+13=57点]



①化合物(a)の pKa は 19.3 で、エタン (pKa=60) と比較して酸性度が高い。その理由を説明しなさい。(12点)

得点

--

②モノカルボアニオン(b), 臭素化物(c), アルドール縮合反応生成物(e)に当てはまる化合物の構造を書きなさい。(6x3=18点)

得点

--

③化合物(c)とマグネシウムの反応物を、さらに化合物(d)と反応させ、酸で処理した際の生成物の構造を書きなさい。なお、立体構造は示さなくてもよい。(7点)

得点

--

④③の反応の反応名を書きなさい。(7点)

得点

--

⑤③の反応ではどのような立体化学を持つ生成物が生成するか。その理由も説明しなさい。(3+10=13点)

得点

--

立体化学

説明

令和4年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

【応用物質工学専攻】有機化学（2/2）

小計

得点

得点

得点

得点

得点

得点

2 次の反応において、どちらの試薬を使用した方が反応はより速やかに進行するか化合物名を丸で囲みなさい。またその際の理由も答えなさい。[8x3=24点]

① S_N2 反応（求核剤として）（8点）

(a) 水

(b) ヒドロキシイオン

② E1 反応（基質として）（8点）

(c) 1-ブロモ-3-メチルペンタン

(d) 2-ブロモ-2-メチルペンタン

③ S_N2 反応（溶媒として）（8点）

(e) ジメチルスルホキシド(DMSO)

(f) エタノール

3 C₅H₁₂O の分子式を持つ化合物の構造異性体について以下の問題に答えなさい。

[6+7+6=19点]

① 構造異性体は全部でいくつ存在するか答えなさい。その際、立体異性体は含まないこととします。（6点）

② ①の構造異性体のうち第4級炭素を持つ化合物の IUPAC 名を書きなさい。

（7点）

③ 不斉中心を持つ化合物は何個あるか書きなさい。

（6点）

--

令和4年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

【応用物質工学専攻】「物理化学」（1/2）

総 得 点

--

小 計

【共通】必要であれば次の数値を使いなさい。

電気素量	$e = 1.602 \times 10^{-19}$ (C)	原子量	H=1.0, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Al=27.0,
アボガドロ数	$N_A = 6.022 \times 10^{23}$ (/mol)	(モル質量)	Si=28.1, P=31.0, S=32.1, Cl=35.5,
気体定数	$R = 8.314$ (J/K·mol)		Fe=55.9, Cu=63.6, Zn=65.4, Ag=107.9

1 1 mol の理想気体（体積 V 、圧力 p 、温度 T ）に対する断熱過程について、次の問(1)~(3)に答えなさい（30点）

(1) 次式を導出しなさい。ただし、 C_V は定積モル熱容量である。本問に定義されていない文字を使うときは解答欄に定義したうえで使うこと（10点）

$$C_V \Delta T = -RT \frac{\Delta V}{V}$$

(2) 定圧モル熱容量を C_P 、比熱比 $\gamma = C_P/C_V$ とするとき、上式から $pV^\gamma = \text{一定}$ となることを導出しなさい（10点）

(3) 300 kPa、5.00 dm³ の酸素 1 mol を断熱的に 500 cm³ まで圧縮したときの圧力を求めなさい。ただし、酸素の $C_V = (5/2)R$ は温度によらず一定とする（10点）

【解答欄】

		得点
(1)		/10
(2)		/10
(3)	(計算過程を明記すること)	/10
答え (単位:)		/10

2 溶液に関する次の問(1)~(2)に答えなさい。（20点）

(1) 15°C の水（密度 1.00 g/cm³）20.0 cm³ とエタノール（密度 0.792 g/cm³）80.0 cm³ を混合し、密度 0.864 g/cm³ の混合物を得た。エタノールを溶媒、水を溶質としたときのモル濃度（容量モル濃度）および水を溶媒、エタノールを溶質としたときの質量モル濃度を求めなさい。（10点）

(2) 濃度 1.5×10^{-4} M の酢酸水溶液の pH を求めなさい。酢酸 CH₃COOH の $pK_a = 4.75$ とする。（10点）

【解答欄】

	(計算過程を明記すること)		得点
(1)	(エタノールを溶媒、水を溶質としたときのモル濃度)	(水を溶媒、エタノールを溶質としたときの質量モル濃度)	
	(単位:)	(単位:)	/10
(2)	(計算過程を明記すること)		
答え			/10

--

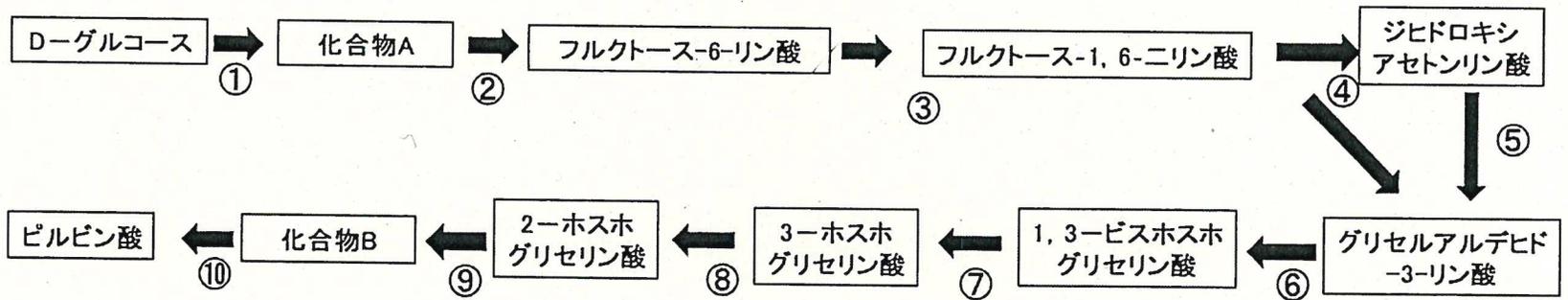
令和4年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

【応用物質工学専攻】「生物化学」（1/2）

総 得 点

小 計

1 以下の図はグルコースからピルビン酸が生成する反応系を示している。各問いに答えなさい。（52点）



(1) 反応系の化合物Aと化合物Bの名称を答えなさい。（8点, 4点×2）

得 点

化合物 A: _____ 化合物 B: _____

(2) グルコースからピルビン酸が生じる一連の反応の名称を答えなさい。（4点）

得 点

反応系名: _____

(3) 図中のフルクトース-1, 6-ニリン酸とピルビン酸の構造を書きなさい。（10点, 5点×2）

得 点

(4) この反応系の中で ATP または NADH が生じる反応, 逆方向に進まない反応の番号をすべて答えなさい。（12点, 4点×3）

得 点

ATP が生成: _____ NADH が生成: _____ 逆反応しない: _____

(5) 反応①と反応⑩を触媒する酵素名を答えなさい。（8点, 4点×2）

得 点

反応①: _____ 反応⑩: _____

(6) 酵母において嫌気状態ではこの反応系で生じたピルビン酸からエタノールが生成する。ピルビン酸からエタノールができる反応を酵素名を含めて答えなさい。（10点）

得 点

受 検 番 号

--

令和4年度専攻科入学試験学力検査問題（前期）

【応用物質工学専攻】「生物化学」（2/2）

小計

2 ある酵素を用いて酵素反応（反応液 10 mL）を行った結果、15 分間で 0.6 mmol の生成物が生成した。この酵素の酵素活性を国際単位で示しなさい。また、国際単位の定義を説明しなさい。（8 点）

得点

3 次の化合物の構造式を書きなさい。（20 点，5 点×4）

(1) Y で示されるアミノ酸 (2) Val で示されるアミノ酸 (3) ウラシル (4) アデニン

(1)

(2)

(3)

(4)

得点

4 グルコースを例にして糖の D-体，L-体を説明しなさい。また，D，L-グルコースの構造を Fischer 投影式で書きなさい。（10 点）

得点

5 酵素反応において反応速度と基質濃度の間にはミカエリス・メンテンの式が成り立つ。ミカエリス・メンテンの式を書きなさい。また， K_m が最大速度の半分のときの基質濃度であることを示しなさい。（10 点）

得点