

令和8年度専攻科入学者選抜（学力選抜）検査問題

物質工学専攻

専 門 科 目

(注意)

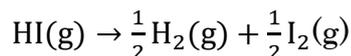
- 1 問題用紙は、指示があるまで開かないこと。
- 2 問題用紙は、1 ページ～9 ページまでである。
検査開始の合図の後で確かめること。
- 3 解答は、すべて解答用紙に記入すること。
- 4 貸与される電卓に限り使用できる。

物質工学専攻専門科目（問題用紙）

(1/9ページ)

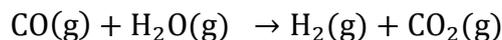
[1] 化学平衡に関する以下の問いに答えよ。

(1) ヨウ化水素の分解反応は次の反応式で示される。



この反応における濃度平衡定数 K_c を 600 °Cで0.185とする。このとき、1.00 molのヨウ化水素が1 dm³の容器の中で平衡に達したときの水素の物質量を有効数字 2 桁で答えよ。

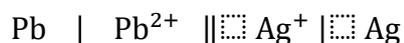
(2) 一酸化炭素と水から水素が生成する反応は次の反応式で示される。



この反応の 25.0 °C (298 K) における圧平衡定数 K_p を、 1.15×10^5 とする。標準ギブス自由エネルギー ΔG° [kJ/mol]を有効数字 3 桁で答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

[2] 次の電池および酸化還元に関する以下の問いに答えよ。

(1) 次の電池の標準起電力を求めよ。有効数字 2 桁で答えよ。



ただし、 $\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}$ 、 $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$ の標準酸化還元電位(*vs.* SHE)をそれぞれ−0.13 V、+0.80 V とする。

(2) 次の反応の標準酸化還元電位を求めよ。有効数字 2 桁で答えよ。



ただし、 $\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+$ 、 $\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$ の標準酸化還元電位(*vs.* SHE)をそれぞれ+0.15 V、+0.52 V とする。

物質工学専攻専門科目（問題用紙）

(2/9ページ)

[3] 次の反応速度と活性化エネルギーに関する問いに答えよ。

(1) ある物質が 1 次反応で 10 % 分解するのに 60 s を要した。同じ条件で 50 % が分解するのに要する時間を答えよ。ただし、有効数字 2 桁で答えよ。

(2) 活性化エネルギーが 50 kJ/mol の反応において、反応温度が 30 °C から 50 °C になったとき、速度定数は何倍になるか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、この反応における反応速度定数はアレニウス式に従うものとし、気体定数 $R = 8.314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

[4] 原子の構造と周期律に関する以下の問いに答えよ。

(1) 3d 軌道の方位量子数はいくつか。

(2) 3d 軌道に収容できる電子数はいくつか。

(3) 3d 軌道の節の数はいくつか。

(4) 3p 軌道の動径節の数はいくつか。

(5) 硫黄 S の基底状態における電子配置で、不対電子の数はいくつか。

物質工学専攻専門科目（問題用紙）

(3/9ページ)

[5] 同じ大きさの球からなる最密充填構造の一つである面心立方構造に関する以下の問いに答えよ。

(1) 配位数（一つの球の周囲に隣接する他の球の数）を答えよ。

(2) 単位格子当たりの四面体型空孔の数は八面体型空孔の数の何倍か。

(3) 球の半径を 150 pm とすると、八面体型空孔に入りうる最大の球の半径を計算せよ。ただし、解答は単位を pm とし、有効数字 2 桁で答えよ。

(4) 球の半径を 150 pm とすると、単位格子の 1 辺の長さを計算せよ。ただし、解答は単位を pm とし、有効数字 2 桁で答えよ。

(5) 球による空間の充填率を計算せよ。ただし解答は%で、有効数字 2 桁で答えよ。

物質工学専攻専門科目（問題用紙）

(4/9ページ)

[6] 次の物質についてルイス酸とルイス塩基のどちらか答えよ。

- (1) CH_3SCH_3 (2) HF (3) AlBr_3 (4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ (5) $+\text{CH}_3$

[7] 次の問いに答えよ。

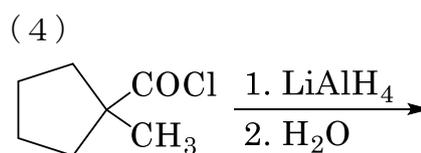
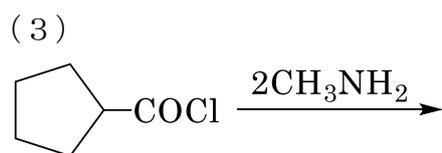
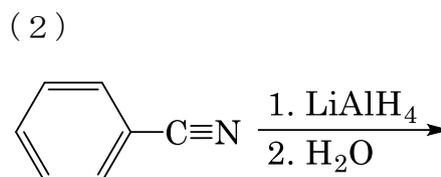
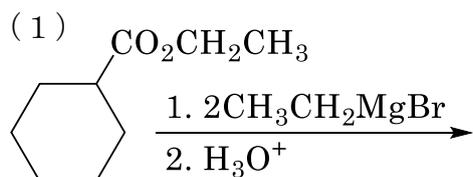
(1) 次の化合物を求核アシル置換に対する反応性が大きいものから順に並べよ。

- (a) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_3$ (b) CH_3CONH_2 (c) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{COCH}_3$ (d) CH_3COCl

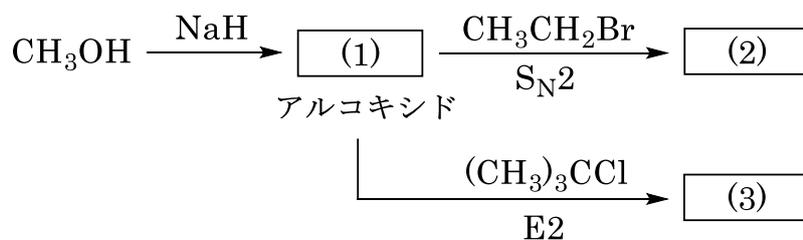
(2) 次の化合物を酸性度が大きいものから順に並べよ。

- (a) 酢酸 (b) メタノール (c) *p*-ニトロフェノール (d) フェノール (e) 硫酸

[8] 次の反応の主生成物の構造式を示せ。



[9] 次の反応の主生成物として適当な化合物(1)~(3)の構造式を示せ。

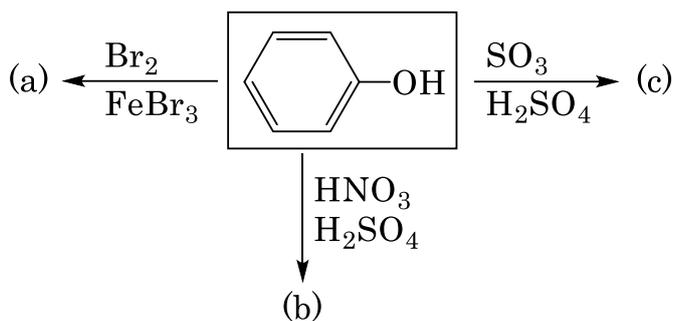


物質工学専攻専門科目（問題用紙）

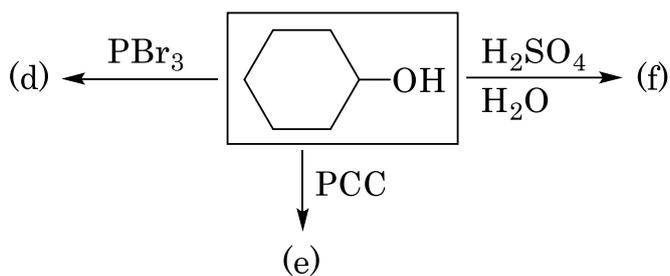
(5/9ページ)

[10] 次の反応の主生成物(a)~(f)の構造式を示せ。

(1)



(2)



[11] 1-メチルシクロペンテンを次の試薬と反応させた。主生成物の構造式を示せ。

(1) H_2/Pt

(2) Br_2 (立体異性を考慮して解答すること)

(3) KMnO_4/KOH , 0°C (立体異性を考慮して解答すること)

(4) $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$, 加熱

(5) (i) O_3 (ii) $\text{Zn}/\text{H}_3\text{O}^+$

物質工学専攻専門科目（問題用紙）

(6/9ページ)

[1 2] 生物の構成成分について、問いに答えよ。

(1) 糖質について、①～⑤の説明に適する語句を示せ。

- ① スクロースを構成する 2 つの単糖類のうちのひとつである。スクロースよりも甘い。
- ② ラクトースにみられる結合である。なお、マルトースの場合は α -1, 4 結合になる。
- ③ アルドン酸のうち、グルコースを酸化して得られる糖誘導体である。
- ④ RNA を構成するペントース（五炭糖）である。
- ⑤ デンプンの主要成分で、らせん構造をとる直鎖状のグルコース重合体である。

(2) ラクトースは還元糖である。一方、スクロースは非還元糖である。スクロースはなぜ還元性を示さないのか、20 字以上の文章で説明せよ。

(3) タンパク質を構成する α -アミノ酸のうち、①～⑤の説明に適するアミノ酸を示せ。

- ① 硫黄原子を含む。タンパク質合成（翻訳）の始まりとなる。
- ② 筋タンパク質中に多く含まれる。Leu と略することができる。
- ③ 芳香族アミノ酸のうち、側鎖にヒドロキシ基をもつ。
- ④ 不斉炭素原子を持たず、エナンチオマーが存在しない。
- ⑤ 皮膚等の組織を構成するコラーゲンに多く含まれる。イミノ酸に分類される。

(4) 3 種類のタンパク質 (A)、(B)、(C) がある。各タンパク質の等電点は、それぞれ (A) 7.2、(B) 6.4、(C) 4.6 である。これらのタンパク質を含む試料を pH 6.4 の緩衝液中で電気泳動したとき、陽極に移動すると考えられるものを 1 つ選べ。

物質工学専攻専門科目（問題用紙）

(7/9ページ)

[1 2]

(5) 油脂 A と油脂 B に含まれるトリアシルグリセロールの構成脂肪酸の組成を表 1 に示した（表中の数字は百分率である）。①～⑥の問いに答えよ。

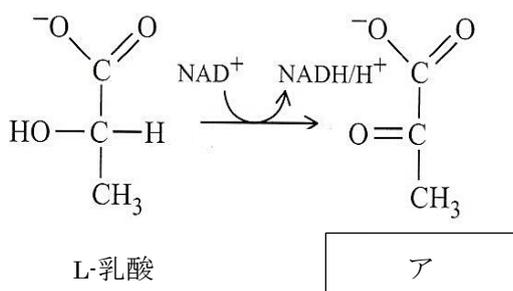
表 1. 油脂 A と油脂 B に含まれる脂肪酸の組成

	パルミチン酸	ステアリン酸	オレイン酸	α-リノレン酸	その他
油脂 A	14.8	7.0	60.7	17.0	0.5
油脂 B	42.5	11.5	24.0	5.0	17.0

- ① 一価不飽和脂肪酸をより多く含むのは A と B のどちらか。
- ② 炭素数が 16 の脂肪酸をより多く含むものは A と B のどちらか。
- ③ 融点が高いのは A と B のどちらか。
- ④ ヨウ素価が高いのは A と B のどちらか。
- ⑤ 表中の 4 つの脂肪酸から必須脂肪酸を 1 つ選び、名称を示せ。
- ⑥ トリアシルグリセロールにおいて、グリセロールと脂肪酸をつなぐ結合名を示せ。

[1 3] 酵素反応と物質代謝について、問いに答えよ。

(1) 次の反応に関する問いに答えよ。



- ① 生成物 ア を示せ。
- ② この反応に関与する酵素名を示せ。
- ③ この反応に関与する酵素は、国際生化学・分子生物学連合 (IUBMB) が分類する 6 群のうち、何群に分類されるか。また、どのような反応を触媒するか。
- ④ 補酵素 NAD^+ の構成成分となるビタミンを答えよ。

物質工学専攻専門科目（問題用紙）

(8/9ページ)

[13]

(2) 物質代謝に関する文章を読んで、問いに答えよ。

生体内では物質の合成と分解が繰り返されて、動的平衡を維持している。この際の合成反応を（ア）、分解反応を（イ）と呼ぶ。（ア）は ATP のエネルギーを利用して小分子から大分子を作る過程であり、代表例として、植物が光エネルギーを利用して二酸化炭素から有機物を作り出す（ウ）が挙げられる。（ウ）は内膜と外膜をもつ細胞小器官の（エ）で進行する。

植物には、（エ）と同様に二重の膜で構成される（オ）という細胞小器官もある。（オ）は、好気条件において、（カ）回路と電子伝達系を介してエネルギー生産の中心的役割を担っている。一方、嫌気条件では細胞質で(a)解糖系の酵素が活発に働く。

- ① （ア）～（カ）に当てはまる語句を示せ。
- ② （カ）回路が 1 回転すると、2 分子の CO_2 が放出される。次の (A) ～ (D) の酵素が触媒する反応のうち、 CO_2 が生じるものを 1 つ選べ。
 - (A) アコニターゼ
 - (B) イソクエン酸デヒドロゲナーゼ
 - (C) コハク酸デヒドロゲナーゼ
 - (D) リンゴ酸デヒドロゲナーゼ
- ③ 下線部(a)について、次の (A) ～ (D) 反応を触媒する酵素名を答えよ。
 - (A) 細胞内に取り込まれたグルコースをグルコース 6-リン酸にする。
 - (B) フルクトース 6-リン酸をフルクトース 1,6-ビスリン酸にする。
 - (C) ジヒドロキシアセトンリン酸をグリセルアルデヒド 3-リン酸に変換する。
 - (D) ホスホエノールピルビン酸をピルビン酸にする。
- ④ 異性化反応に関与する酵素を上記③の (A) ～ (D) から 1 つ選べ。
- ⑤ 基質レベルのリン酸化に関与する酵素を上記③の (A) ～ (D) から 1 つ選べ。
- ⑥ 酸化リン酸化では何が酸化され、何がリン酸化されるか。

物質工学専攻専門科目（問題用紙）

(9/9ページ)

[14] DNA の複製過程に関する文章を読み、問いに答えよ。

DNA の複製は二重らせんの一部がほどけるところから始まる。この過程は（ア）という酵素によるもので、(a)複製開始点で起こる。（イ）という酵素は鎖がほどけた場所から、一本鎖 DNA を鋳型として(b)新たな DNA を合成していく。その際には、4種類の塩基をそれぞれにもつデオキシリボヌクレオシド三リン酸（dNTP）のうち、鋳型 DNA の塩基と（ウ）結合できる(c)相補的な塩基が選ばれて結合していく。(d)新しくできた二重らせんの DNA 鎖の片方は鋳型鎖であり、もう片方は新しく合成された鎖となる。

(1) (ア)～(ウ)に適切な語句を示せ。

(2) 下線部(a)において RNA プライマーを合成する酵素を選べ。

(A) DNA プライマーゼ (B) DNA リガーゼ

(3) 下線部(b)が起こる時の方向は決まっている。正しい方向を選べ。

(A) 3' → 5' (B) 5' → 3'

(4) 下線部(c)の正しい組み合わせを 2 組示せ。なお塩基は、アデニン、シトシン、グアニン、チミンの 4 種類である。

(5) 下線部(d)の複製機構を何というか、次の中から 1 つ選べ。

(A) 保存的複製 (B) 半保存的複製 (C) 分散的複製

(6) 二重らせんの DNA 分子中のグアニン含量が 28% のとき、アデニンとシトシンの割合はそれぞれ何%であると予想されるか。