

平成27年度専攻科入学者選抜
試験問題一覧（後期学力選抜）

専攻等	科目		出題
各専攻共通	一般科目	数学・応用数学	○
生産システム工学専攻	専門科目	材料力学	○
		熱力学・流体工学	○
		電磁気学	○
		電気回路	○
		電子計算機 (C言語のプログラミングを含む)	
		制御工学	
応用化学	専門科目	無機・分析化学	
		有機化学	○
		生物化学	○
		物理化学	
		化学工学	

平成 27 年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

数学・応用数学

次の問題の解答を、解答用紙に記入すること。

I 次の問いに答えよ。

問 1 2直線 $l: \frac{x-4}{-2} = y-1 = \frac{z-5}{-3}$, $m: x-1 = \frac{y}{-3} = \frac{z-1}{2}$ について、次の問いに答えよ。

- (1) 2直線 l, m の共有点の座標を求めよ。
- (2) 2直線 l, m を含む平面の方程式を求めよ。
- (3) (2) で求めた平面と点 $(2, 2, -1)$ との距離を求めよ。

問 2 次の行列式の値を求めよ。

$$\begin{vmatrix} 2 & -3 & 0 & 1 \\ 1 & 5 & 2 & 3 \\ -3 & 2 & 1 & 1 \\ 0 & -1 & 4 & 2 \end{vmatrix}$$

問 3 座標平面において、1次変換 f は、点 $P(2\sqrt{3}, -4)$ を点 $Q(5, -\sqrt{3})$ に移し、合成変換 $f \circ f$ は、点 P を点 $R(3\sqrt{3}, 1)$ に移すとき、次の問いに答えよ。

- (1) 1次変換 f を表す行列 A を求めよ。
- (2) 1次変換 f の逆変換 f^{-1} による直線 $y=x$ の像を求めよ。

II 次の問いに答えよ。

問 1 次の極限を求めよ。

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - \sin x - 1}{x^2}$$

問 2 関数 $f(x) = \sin^{-1} x + \cos^{-1} x$ について、次の問いに答えよ。ただし、 $\sin^{-1} x$, $\cos^{-1} x$ は、それぞれ $\sin x$, $\cos x$ の逆関数とする。

- (1) $f(x)$ の定義域を求めよ。
- (2) $f(x)$ が定数関数であることを示せ。
- (3) $f(1)$ の値を用いて、(2) の定数の値を求めよ。

問 3 次の関数の導関数を求めよ。

$$y = \log \left(\frac{1 - \cos x}{\sin x} \right)$$

問 4 次の不定積分および定積分を計算せよ。

$$(1) \int \frac{x^2}{x^2 + 4} dx$$

$$(2) \int_0^1 x \sqrt{1-x} dx$$

問 5 関数 $f(x, y) = x^3 - 3xy + y^3$ について、次の問いに答えよ。

- (1) $f_x(1, 2)$, $f_y(1, 2)$ の値をそれぞれ求めよ。
- (2) 点 $(1, 2, f(1, 2))$ における接平面の方程式を求めよ。

問 6 $D = \{(x, y) \mid 1 \leq x^2 + y^2 \leq 4, x \geq 0, y \geq 0\}$ とするとき、次の2重積分を求めよ。

$$\iint_D (x + y) dx dy$$

III 次の問いに答えよ。

問1 x および y はともに t の関数とする。連立微分方程式

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y - 2e^{-t} \\ \frac{dy}{dt} = -2x + 2y - 5e^{-t} \end{cases}$$

について、次の問いに答えよ。

- (1) 未知関数 y を消去すると、2階微分方程式 $\frac{d^2x}{dt^2} - 2\frac{dx}{dt} + 2x = e^{-t}$ が得られることを示せ。
- (2) この連立微分方程式の一般解を求めよ。

問2 周期2の関数

$$f(x) = \begin{cases} x+1 & (-1 \leq x < 0) \\ 0 & (0 \leq x < 1) \end{cases}, \quad f(x+2) = f(x)$$

について、次の問いに答えよ。

- (1) $\frac{1}{2}\{f(+0) + f(-0)\}$ の値を求めよ。ただし、 $f(+0)$ 、 $f(-0)$ は、それぞれ $\lim_{x \rightarrow +0} f(x)$ 、 $\lim_{x \rightarrow -0} f(x)$ を表す。
- (2) $f(x)$ のフーリエ級数

$$c_0 + \frac{2}{\pi^2} \left(\cos \pi x + \frac{1}{3^2} \cos 3\pi x + \frac{1}{5^2} \cos 5\pi x + \dots \right) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin n\pi x$$

において、係数 c_0 および b_n を求めよ。

- (3) (2) のフーリエ級数を用いて、和 $1 + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \dots$ の値を求めよ。

平成27年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

材 料 力 学

I

問1 直径14mm, 長さ50mmの丸棒を50kNの荷重で圧縮した際, この棒が0.0788mm縮み, 直径が0.00728mm増加した。棒の縦弾性係数とポアソン比を求めよ。ただし, 円周率 π は3.14で計算せよ。

問2 直径400mmの動力軸が毎分180回転している。このとき, 軸に発生している最大ねじり応力を測定したところ40MPaであった。軸に加わっているトルク(ねじりモーメント)と伝達動力を求めよ。ただし, 軸のねじり(極)断面係数は $Z_p = \pi d^3/16$ で与えられる。なお, 円周率 π は3.14で計算せよ。

問3 図1のように, 天井と壁に取り付けられた2本のトラスがある。C点に荷重Wが垂直方向に作用するとき, 部材に生ずる応力 σ_1 (AC部材), σ_2 (BC部材)を求めよ。ただし, 両部材の断面積はSとする。

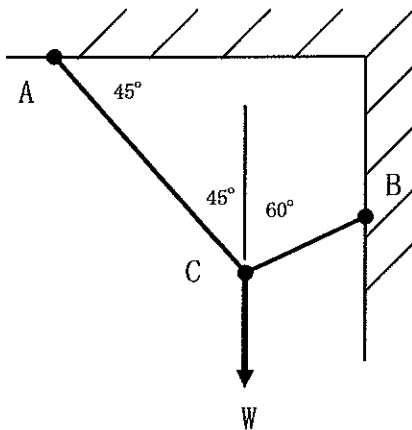


図1

II

- 問1 図2のような等分布荷重 w を受ける突き出しはりにおいて、B, C点の反力 R_B, R_C とB点の曲げモーメント M_B を求めよ。

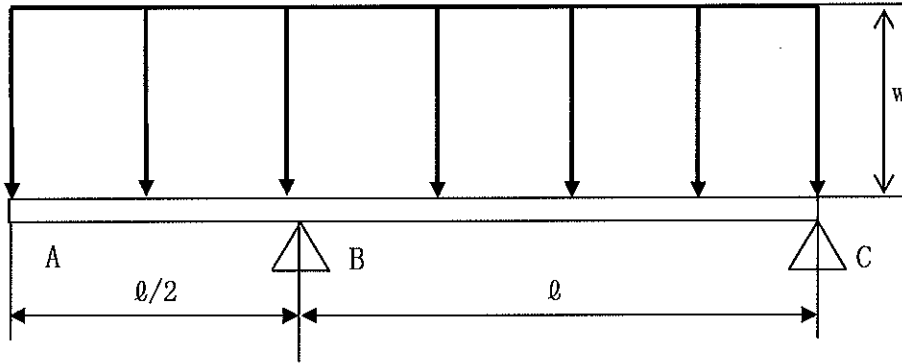


図2

- 問2 図3に示すように、長さが同一の $l/2$ 、断面二次モーメントがそれぞれ I と $2I$ 、縦弾性係数が両者とも E のはりがB点で結合されている片持ちはりがある。C点に W の集中荷重が作用するとき、C点のたわみ y_C を求めよ。

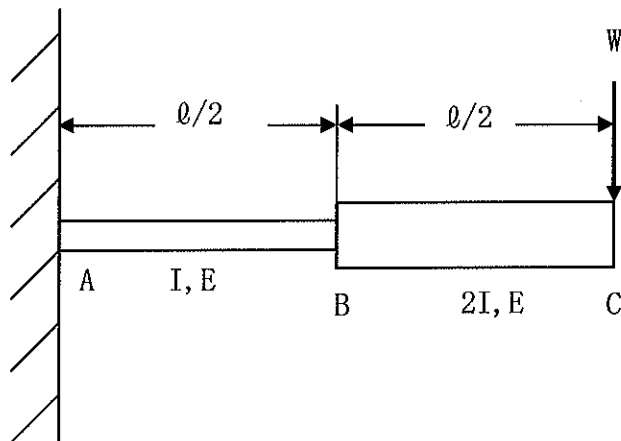


図3

平成27年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

熱力学・流体力学

I 自由に移動できるピストンの付いたシリンダ内に質量5kgの空気が封入されており、圧力が500 kPa、温度が300Kであった。この空気を圧力一定のもとで加熱したところ、温度が600Kになった。計算の過程を記述したうえで、次の問いに答えよ。

ただし、空気は理想気体と考え、気体定数を287 J/(kg·K)、比熱比を1.40とする。なお、対数計算においては、表1の数値を用いること。

表1 対数の値

N	2	3	4	5
$\ln N$	0.6931	1.0986	1.3863	1.6094

- 問1 加熱前にシリンダ内に封入されている空気の体積 [m^3] を求めよ。ただし、小数第4位を四捨五入して小数第3位までで答えよ。
- 問2 加熱後の空気の体積 [m^3] を求めよ。ただし、小数第4位を四捨五入して小数第3位までで答えよ。
- 問3 加熱に使用した熱量 [kJ] を求めよ。ただし、小数第1位を四捨五入して整数で答えよ。
- 問4 空気がピストンにする仕事 [kJ] を求めよ。ただし、小数第1位を四捨五入して整数で答えよ。
- 問5 加熱により空気のエントロピー [kJ/K] はいくら増加するか。ただし、小数第3位を四捨五入して小数第2位までで答えよ。

II 図1に示すように、内径 D の水平な円管内に、全圧孔が管中心と一致するようにピトー管が設置されており、ピトー管と円管がU字管マンオメータで接続されている。

この円管内に密度 ρ 、粘性係数 μ の液体を流したところ、U字管マンオメータに入れられた密度 ρ_w の液体（図1中の網掛け部）の高低差が h となり、マンオメータ左側の密度 ρ_w の液面から管中心までの高さが H になった。管中心上の上流側の点を点①、ピトー管の全圧孔の位置を点②として、以下の問いに答えよ。

ただし、点①での流速および圧力をそれぞれ、 v_1 および p_1 とし、点②での流速および圧力をそれぞれ、 v_2 および p_2 とする。また、重力加速度を g とし、流体の圧縮性を無視する。

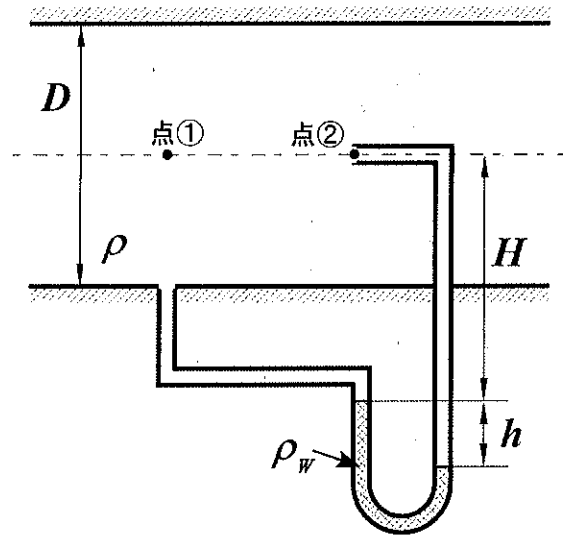


図1

問1 点①および点②が位置する管中心上の流れでは、流体の圧縮性だけでなく、粘性も無視できるものとして、点①での流速 v_1 を式で表せ。

問2 圧力差 $p_2 - p_1$ を式で表せ。

問3 $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$, $\rho_w = 1000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$, $h = 400 \text{ mm}$ として、点①での流速 v_1 を数値で求めよ。

問4 点①を含む断面での流速分布を調べたところ、流速 v_1 を最大とし、管内壁に近いほど流速が遅く、管内壁上で流速がゼロであることがわかった。この断面での管内平均流速 v_m が流速 v_1 の50%に等しいものとして、流れが層流あるいは乱流であることを示せ。ただし、 $D = 100 \text{ mm}$, $\mu = 1.0 \times 10^{-1} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ とする。

問5 管摩擦係数 λ を数値で求めよ。ただし、上記II問4の答えが層流の場合は層流の式を、乱流の場合はブラジウスの式を用いて計算すること。

平成 27 年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

電磁気学

I 以下の問いに答えなさい。ただし計算過程を記述し、答えには単位をつけること（解答欄の[]内に記述すること）。必要ならば、円周率 $\pi = 3.14$ ，重力加速度 $g = 9.80\text{m/s}^2$ ，真空の誘電率 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\text{F/m}$ ，電気素量 $e = 1.60 \times 10^{-19}\text{C}$ ，電子の質量 $m_e = 9.11 \times 10^{-31}\text{kg}$ ，真空の透磁率 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{H/m}$ ， $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9$ を用いなさい。特に記述のない場合は真空中とする。

- 問1 比誘電率が 2.5 で面積が 5cm^2 の誘電体を電極板ではさみ，電極板間に電界強度 100V/m を加えたとき，キャパシタに蓄えられる電荷量 Q を求めよ。
- 問2 $+1.2\text{mC}$ と $+0.8\text{mC}$ の 2 個の点電荷が 80cm 離れているとき，2 個の点電荷を結んだ線分上の midpoint での電界の大きさ E を求めよ。
- 問3 真空中において強さ $7 \times 10^{-3}\text{Wb}$ の大きさを持つ N 極の磁極がある。 5cm 離れた位置にほかの磁極を置いたところ， 98N の吸引力を受けた。磁気に関するクーロンの法則を用いて，置いた磁極の大きさ m と，極性を求めよ。
- 問4 電流 3A が流れる無限長直線電線がある。電線に垂直な方向に 2.5cm 離れた点における磁界の大きさをアンペアの周回積分の法則を用いて求めよ。

II 以下の問いに答えなさい。ただし、導出過程を記述すること。また、真空の誘電率を ϵ_0 とする。

問1 真空中に、半径 a の十分に薄い導体球殻に電荷 Q が一様に分布しているとき、球殻の中心からの距離を r として、球殻内の電界 $E_{1in}(r)$ 、球殻外の電界 $E_{1out}(r)$ をそれぞれ求めよ。

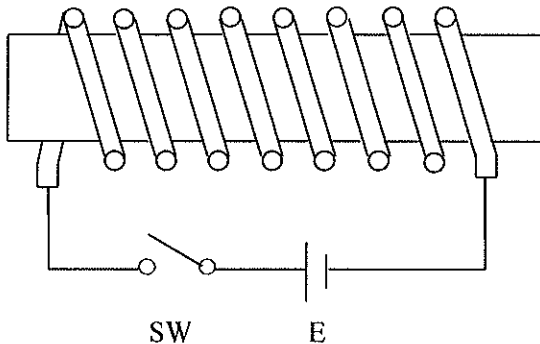
問2 真空中に、半径 $a, b(a < b)$ の十分に薄い同心導体球殻がある。球殻の中心からの距離を r として、次の問いに答えよ。

- (1) 内球殻に一様な電荷 Q_a を与え、外球殻に一様な電荷 Q_b を与えたとき、内球殻の内側の電界 $E_{2in}(r)$ 、内球殻と外球殻の間の電界 $E_{2cen}(r)$ 、外球殻の外側の電界 $E_{2out}(r)$ をそれぞれ求めよ。
- (2) (1)のとき、外球殻の電位 $V_b(r)$ および内球殻の電位 $V_a(r)$ を求めよ。
- (3) キャパシタとして、容量 C_1 を求めよ。
- (4) 内球殻が接地されたキャパシタとしたとき、容量 C_2 を求めよ。
- (5) 外球殻に一様な電荷 Q を与えた後、内球殻と外球殻を針金で結んだとき、内球殻に表れる電荷 Q_a' を求めよ。

III 以下の問いに答えなさい。ただし、導出過程を記述し、答えには単位をつけ（解答欄の [] 内に記述すること）。円周率 $\pi=3.14$ 、真空の透磁率を $4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ とする。特に記述のない場合は真空中とする。

問1 巻き数は N 回のインダクタンスに直流電源 E を取り付けた。時間 $t=0$ 秒でスイッチ SW を入れ、電流を流した。

- (1) インダクタンスの内側に磁束が生じるが、発生する磁束の方向を描け。
- (2) 内部に何も入れない場合と鉄の円筒を挿入した場合で、どちらが強い磁束を出すかを記述し、その理由を述べよ。



問2 巻き数 N 回、長さ l m、直径 $2r$ m、空心の細長い ($2r \ll l$) 単層インダクタンス L がある。漏れ磁束がないと仮定する。インダクタンスに電流 I A を流した。インダクタンス内部における磁界の強さ H は次式で表現される。透磁率を μ_0 とする。次の設問に答えなさい。

$$H = \frac{NI}{l} \quad \text{A/m}$$

- (1) 磁束密度 B を求めよ。
- (2) 円筒形インダクタンスの断面積を用いてソレノイドと鎖交する磁束 Φ を求めよ。
- (3) 巻き数 N と磁束 Φ の積は自己インダクタンス L と電流 I の積に等しい。この関係を応用し、設問のインダクタンス L を求めよ。
- (4) 巻き数 $N=100$ 、長さ $l=5\text{cm}$ 、直径 $2r=2.5\text{cm}$ の時、自己インダクタンス L を計算せよ。

平成 27 年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

電気回路

I. 次の回路において以下の設問に答えよ.

- 問1 重ねの理を用いて, 抵抗 R_1 に流れる電流 I_1 を求めよ.
 問2 網目電流法を用いて, 抵抗 R_2 に流れる電流 I_2 を求めよ.
 問3 テブナンの定理を用いて, 抵抗 R_3 に流れる電流 I_3 を求めよ.
 問4 ミルマンの定理を用いて, 抵抗 R_3 の両端の電圧 V_3 を求めよ.

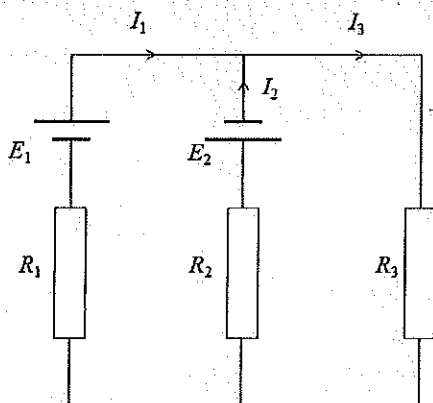


図 1

II. 次の回路において, 以下の設問に答えよ. ただし, 角周波数を ω とする.

- 問1 この回路の合成インピーダンス Z を求めよ.
 問2 回路に交流電圧を加えたとき, 流れる電流が電圧と同相となった. このときの抵抗値 R の値はいくらか.
 問3 電圧と電流が同相となる抵抗値 R が存在するための角周波数 ω の条件を求めよ.

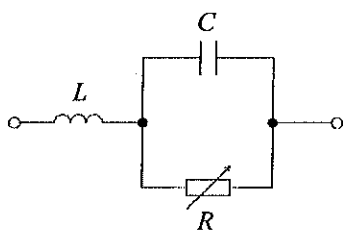


図 2

III. 次の回路において、以下の設問に答えよ。

- 問1 交流電圧を加え、スイッチSを開いて可変キャパシタンスCの値を C_1 にしたとき、共振した。このときのCと C_x の合成キャパシタンス C_0 を求めよ。
- 問2 次に、スイッチSを閉じて可変キャパシタンスCの値を C_2 にしたとき、スイッチSを開いていたときと同じ周波数で共振した。未知キャパシタンス C_x の値を求めよ。

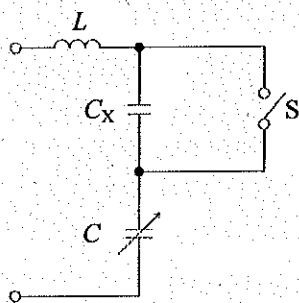


図3

IV. 次の回路において、以下の設問に答えよ。ただし、最初はスイッチ S_1, S_2 とも開いているとする。

- 問1 スwitch S_1 を閉じて定常状態になったとき、コイルLに流れる電流 I_0 はいくらか。
- 問2 次に、 $t=0$ で S_1 を開くと同時にスイッチ S_2 を閉じて、抵抗 R_2 を通じて放電した。このとき微分方程式をたて、流れる電流 i の時間 t に対する変化を示す式を求めよ。また、横軸を時間 t 、縦軸を電流 i としたグラフを示せ。
- 問3 コイルLと抵抗 R_2 の両端の電圧 v_L と v_{R_2} の時間 t に対する変化を示す式を求めよ。
- 問4 このとき、抵抗 R_2 で消費されるエネルギー W_{R_2} を求めよ。

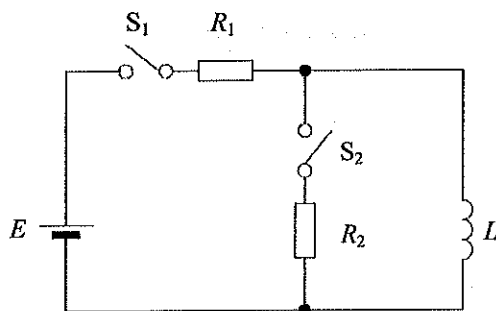


図4

平成27年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

有機化学

I 下記の a) ~h) をイオン性の化合物と共有性の化合物に分類せよ。

- a) Cl_2 b) P_2O_5 c) BaBr_2 d) LiBr
 e) KI f) SiCl_4 g) ClF h) PBr_3

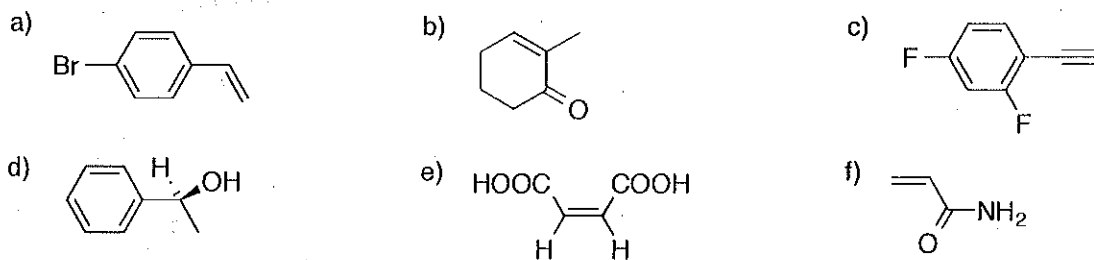
II 次の分子種のエレクトロンドット式を書け。また、形式電荷があれば該当する原子上に記せ。

- a) $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{NH}^+$ b) NO^+ c) PhOH d) NH_2^-

III 下記の化合物の構造式を描け。

- a) (2*E*)-3-phenyl-2-propenal b) (3*R*, 4*R*)-3-bromo-4-methylcyclohex-1-ene
 c) *p*-bromoacetophenone d) tetrabutylammonium fluoride
 e) 5-methyl-6-oxohexanoic acid f) 2-bromo-4-ethyl-3,5-dinitrotoluene

IV 下記の化合物を命名せよ。



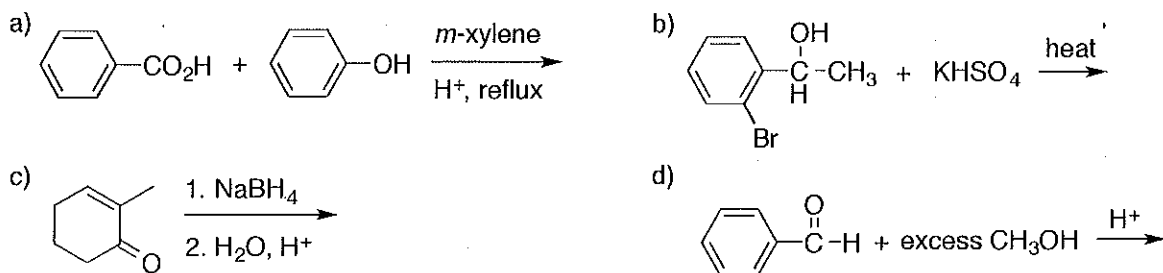
V 求核置換反応を用いて次の化合物を合成するにはどのようなハロアルカンと求核剤が必要か？

- a) (*S*)-butane-2-thiol
 b) *tert*-butyl methyl ether
 c) 2-phenylacetonitrile

VI ベンゼンを原料として、次の化合物の合成方法を考えよ。

- a) *p*-bromobenzoic acid b) *m*-iodoacetophenone

VII 下記の反応で得られる主生成物の構造を書け。



平成27年度 旭川工業高等専門学校専攻科入学者選抜（後期学力選抜）学力検査

生 物 化 学

問1 タンパク質の構成成分であるアミノ酸のうち、下の[]に示すアミノ酸について、以下の(1)～(10)について答えなさい。

(※小問題あり)

[アスパラギン, アラニン, アルギニン, グリシン, グルタミン酸, チロシン, トレオニン, フェニルアラニン, メチオニン, リシン, ロイシン]

- (1) []に含まれるアミノ酸のうち、光学不活性なアミノ酸を答えなさい。
- (2) []に含まれるアミノ酸のうち、アミド基を持つアミノ酸を答えなさい。
- (3) []に含まれるアミノ酸のうち、イオウを含むアミノ酸を答えなさい。
- (4) ヒストンは真核細胞の染色体の主要タンパク質である。[]に含まれるアミノ酸のうち、ヒストンに特に多く含まれると考えられるアミノ酸を二つ答えなさい。
- (5) リシンの側鎖の化学構造を書きなさい。(ただし、このアミノ酸の炭素数は6である)
- (6) トレオニンの三文字表記を書きなさい。
- (7) フェニルアラニンの一文字表記を書きなさい。
- (8) テトラペプチドであるグリシルフェニルアラニルトレオニルグルタミン酸をカルボキシペプチダーゼで処理した際に最初に遊離してくるアミノ酸を答えなさい。
- (9) ジペプチドであるグリシルアラニンの構造を書きなさい。(原子を省略しないこと)
- (10) リシンの pK_a は、2.2, 8.9, 10.5である。リシンの等電点を求めよ。

問2 リン酸について以下の間に答えなさい。

- (1) リン酸の化学式を書きなさい。
- (2) リン酸のpKaは、2.1, 7.2, 12.7である。リン酸水溶液のpHが4.6の場合に最も多いイオン型を答えなさい。
- (3) 0.1Mリン酸水素二ナトリウム水溶液と0.1Mリン酸二水素ナトリウム水溶液を用いてpH7.2付近で緩衝能が強い0.1Mリン酸緩衝液を作りたい。どのように作れば良いかを簡潔に説明しなさい。(注:この場合の緩衝液の濃度はリン酸基の濃度で考える)

問3 グルコースについて以下の間に答えなさい(※小問題あり)

- (1) D-グルコースの構造をフィッシャー投影式で示しなさい。(原子を省略しないこと)
- (2) β -D-グルコピラノースをハース投影式で示しなさい。(原子を省略しないこと)

問4 核酸とDNA複製について以下の間に答えなさい。(※小問題あり)

- (1) DNAとRNAの構造上の違いを3つあげなさい。
- (2) DNA複製が半保存的であることを示したメセルソンとスタールの実験で使われた元素の同位体2種を答えなさい。
- (3) DNA複製の際に、岡崎フラグメントに係わるDNAの鎖は何と呼ばれるか答えなさい。
- (4) DNA複製の際に、二重らせんをほどく酵素は何か答えなさい。

問5 タンパク質合成について以下の間に答えなさい。(※小問題あり)

- (1) UAA, UAG, UGAは終止コドンであるが、開始コドンと同様の書き方で示しなさい。
- (2) タンパク質合成が行われる細胞内の構造の名称と基本的構成成分2種を書きなさい。
- (3) アミノ酸を指定するコドンは61通りあるが、tRNAは40-50種しか存在しない。この差はどのように解決されているか簡潔に説明しなさい。

問6 酵素反応において、基質濃度 [S] と反応速度 v の関係は、以下に示すミカエリス・メンテンの式で説明される。この式に導入された定数 K_m の値は、その酵素のある特徴を表すが、それはどのような特徴か?簡潔に説明しなさい。(※小問題なし)

ミカエリス・メンテンの式:
$$v = V_{max} [S] / (K_m + [S])$$

問7 脂肪酸について以下の間に答えなさい。(※小問題あり)

- (1) オレイン酸(18:1)とステアリン酸(18:0)のうち、融点が高い脂肪酸はどちらか答えなさい。
- (2) (1)の様に考えた理由を簡潔に説明しなさい。

問8 酵母は嫌气的条件においてグルコースを分解する場合、ピルビン酸、アセトアルデヒドを経てエタノールを生成する。酵母にとってエタノールを生成する意義は何か説明しなさい。

(※小問題なし)

問9 脂質は重要なエネルギー源であり、脂質の構成成分である(長鎖)脂肪酸が酸化分解される際に、炭素が2個ずつアセチルCoAとして引き抜かれる。この反応は何と呼ばれているか答えなさい。

(※小問題なし)

問10 光合成について以下の間に答えなさい。(※小問題あり)

- (1) 緑色植物において、光合成が行われる細胞小器官の名称を答えなさい。
- (2) (1)の小器官内で光エネルギーを吸収し、光合成の光化学反応に直接係わる物質の名称を答えなさい。
- (3) (1)の細胞小器官内において、炭酸固定の第一段階で二酸化炭素の固定に係わる酵素の名称を答えなさい。(略称でも良い)
- (4) 光化学反応で生成され、炭酸固定反応の進行を可能にする物質を2つあげ、それぞれの物質の働きを簡潔に説明しなさい。