

令和3年度津山工業高等専門学校専攻科入学者選抜試験

学力選抜（前期）検査問題

専門科目

機械・制御システム工学専攻

受 検 番 号

科 目 名	選択する科目（○印を記入）
材 料 力 学	
熱 力 学	
流 体 工 学	
制 御 工 学	
応 用 化 学	問題用紙2枚
生 物 工 学	問題用紙2枚

※2科目を選択。ただし、応用化学、生物工学については、どちらか1科目のみの選択とする。

※注意

- この表紙の指定欄へ、受検番号を記入してください。
- 解答にあたっては、2科目を選択し、上記の「選択する科目」欄へ○印を記入してください。○印が記入された科目以外は採点対象外の科目として扱いますので注意してください。
- 提出にあたっては、この綴りは取り外さず、そのまま提出してください。

【学力(前期)】

令和3年度専攻科検査問題 (科目名: 材料力学)

受検番号 _____

問1. 図1のように、幅 b および長さ L の板の両端を長さ方向へ荷重 P で引張るとき、引張軸に垂直な面 AB から角度 θ だけ傾いた面 AC (紙面に垂直な面) について以下の問いに答えよ。板の厚さは t であり、 b および L に比べて十分小さいものとする。求める過程も示すこと。

(1) 面 AC に生じる垂直応力 σ とせん断応力 τ を求めよ。

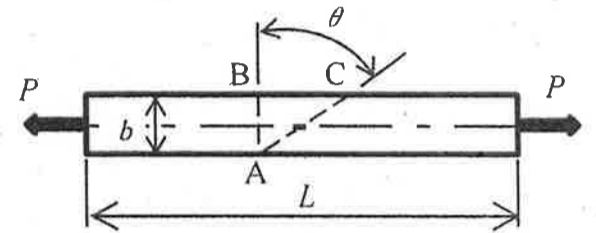


図1

(2) 発生するせん断応力が最大となる面の θ を求めよ。

問2. 図2のように両端支持はり AB の両端に曲げモーメント M_0 が作用している。はりに生じる最大のたわみ量を求めよ。材料のヤング率を E 、断面二次モーメントを I とする。求める過程も示すこと。

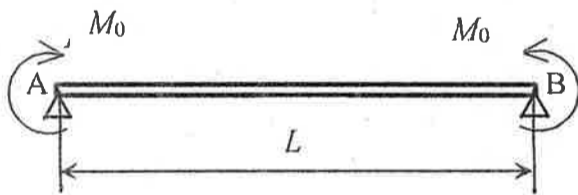


図2

【学力（前期）】

令和3年度専攻科検査問題（科目名：熱力学）

受検番号 _____

問1 シリンダに入った気体定数 $0.28 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 、比熱比 1.40 の理想気体（比熱は定数とする）が、圧力 0.14 MPa 、温度 300 K 、体積 6.0 l の状態から、温度 400 K の状態まで等圧変化した。このとき、次の問いに答えよ。

- (i) 気体の質量を求めよ。
- (ii) 変化後の気体の体積を求めよ。
- (iii) 変化の間に気体が外にした仕事を求めよ。
- (iv) 気体の定積比熱を求めよ。
- (v) この状態変化における気体の内部エネルギー変化を求めよ。
- (vi) 変化の間に気体が受け取った熱量を求めよ。

問2 温度 327°C の高温熱源と温度 12°C の低温熱源の間で動作するカルノー熱機関について、次の問いに答えよ。

- (i) 熱効率を求めよ。
- (ii) 受熱量が 240 kJ のとき、排熱量を求めよ。

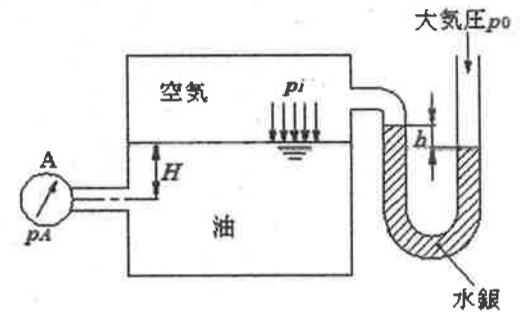
【学力 (前期)】

令和3年度専攻科検査問題 (科目名: 流体工学)

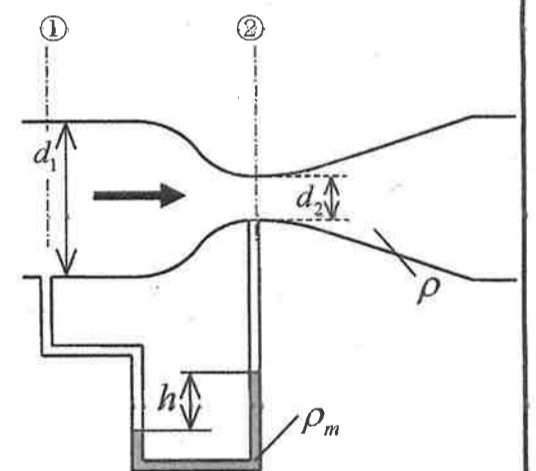
受検番号

1. 以下の設問に答えよ.

- (1) 図に示す密閉された容器において, 圧力計 A が示す絶対圧力 p_A を, 油の密度 ρ_o , 水銀の密度 ρ_{Hg} , 圧力計の深さ H , マノメータの示差 h , 大気圧 p_0 で表せ. ただし, 重力加速度を g とし, 容器内の空気圧は場所によらず一定であるものとする.
- (2) 動粘性係数 $\nu=4.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ の油が内径 $d=20.0 \text{ mm}$ の円管内を流れている. この管内で層流に保たれる最大流速 U を求めよ. ただし, 臨界レイノルズ数 Re_c を $Re_c=2000$ とする

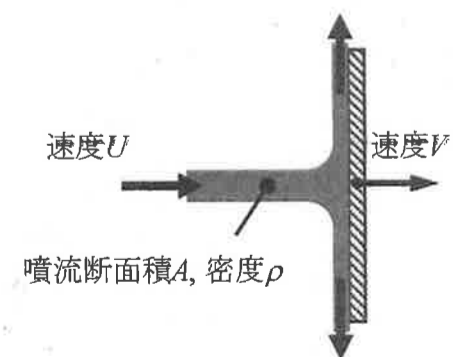


2. 右図のように, 直径が d_1 から d_2 に縮小する管内を密度 ρ の流体が流れている. 上流断面①と下流断面②を, 密度 ρ_m の液体を入れたマノメータにつないだら液柱差は h であった. 以下の設問に答えよ. なお, 断面①と断面②の速度, 圧力, 位置をそれぞれ, $V_1, V_2, p_1, p_2, z_1, z_2$, 重力加速度を g とする. (1) 断面①と断面②とでベルヌーイの式を示せ. (2) マノメータの釣り合いより, 断面①と断面②の圧力差 p_1-p_2 を表す式を示せ. (3) 断面②における流速 v_2 を示す式を求めよ. ただし, 液体は非粘性で流れは定常とする.



3. 図のように速度 V で移動する平板に密度 ρ の流体が衝突し平板に沿って流出している. 噴流の平均流速 U , 断面積 A とするとき以下の設問に答えよ. なお, 重力の影響は無視できるものとする.

- (1) 平板に作用する力 F を求める式を導出せよ.
- (2) 平板の動力 P が最大となるためには, V/U をいくりにすればよいか.



【学力 (前期)】

令和3年度専攻科検査問題 (科目名: 制御工学)

受検番号 _____

【1】 次の式をラプラス変換せよ.

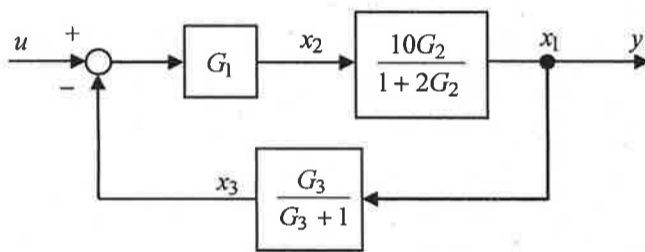
(1) $f(t) = 4e^{2t}$

(2) $f(t) = e^{at} \cos \omega t$

【2】 次の微分方程式についてラプラス変換を用いて解け. (ただし, 初期値は $x(0)=1, x'(0)=0$)

(1) $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 2\frac{dx(t)}{dt} - 3x(t) = 12e^t$

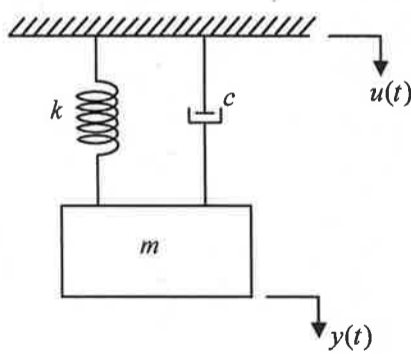
【3】 下図のブロック線図について, 各問いに答えよ.



(1) 静的要素に分解して (例として G_3 , $\frac{10}{1+2G_2}$ のように各ブロックを単一の変数または定数で表す形) 等価変換したブロック線図を描け.

(2) 伝達関数 y/u を求めよ.

【4】 下図の質量・ばね・ダンパ系において, 固定面の変位 $u(t)$ を入力, 物体の変位 $y(t)$ を出力とした伝達関数 $G(s)$ を求めよ.



【5】 つぎの特性方程式で与えられるシステムの安定判別を行え.

(1) $s^3 + 5s^2 + 4s + 10 = 0$

(2) $2s^5 + 3s^4 + 10s^3 + 3s^2 + 8s + 3 = 0$

【学力（前期）】

令和3年度専攻科検査問題（科目名：応用化学）

受検番号 _____

1. 以下の文章を読み、各問に答えよ。(1), および(4)は計算過程も示せ。

(a)アルミニウムは鉄に次いで多く使用されている金属である。アルミニウムは機械的な強度に優れかつ軽量であるため、産業的な用途も広く、様々な材料へと加工されている。(b)アルミニウムは空気中では表面に緻密な被膜を生じ、内部を保護するため錆びにくいという性質ももつ。この性質を利用し、アルミニウムの表面に人工的に厚い酸化被膜をつけた製品がアルマイトである。

アルミニウムの単体は、ボーキサイトを精製して得られる酸化アルミニウム Al_2O_3 を(c)氷晶石とともに融解し、(d)この融解塩を電気分解することにより工業的に製造する。このときに多くの電気エネルギーを必要とするため、アルミニウムは「電気の缶詰」とも呼ばれる。

- (1) 下線部(a)に関して、 ^{27}Al 原子に含まれる陽子、電子、中性子の数をそれぞれ答えよ。
- (2) 下線部(b)の状態を何と呼ぶか。
- (3) 下線部(c)に関して、アルミニウムの熔融塩電解における氷晶石の役割を説明せよ。
- (4) 下線部(d)に関して、 $1.0 \times 10^3 \text{ A}$ の電流を8時間3分20秒間流したとき、得られるアルミニウムの質量はいくらか。

ここで、ファラデー定数は $F=9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、アルミニウムの原子量は27とする。

-以下、解答スペース-

【学力（前期）】

令和3年度専攻科検査問題（科目名：応用化学）

受検番号 _____

2. 以下の文章を読み、各問に答えよ。

石油を原料としてつくられる合成高分子は、合成繊維や合成樹脂（プラスチック）など、様々な製品に利用され我々の生活を支えている。この合成高分子をつくるには、原料である単量体を、(A)重合や、(B)重合によって重合させていく。

(a)エチレンを(A)重合により重合して得られる樹脂として、(b)ポリエチレンがある。このポリエチレンは、工業的製法の条件を制御することにより、(c)高密度ポリエチレン（HDPE）と低密度ポリエチレン（LDPE）とをつくりわけることができ、それぞれ機械的強度に特徴がある。

(B)重合により得られる高分子の例として、ナイロン66が挙げられる。このナイロン66を繊維状に加工したものは、(d)優れた引っ張り強度や、耐久性を示すため、合成繊維として利用されている。

- (1) A, Bに適する語句を示せ。
- (2) 下線部(a), (b)の物質の構造式を示せ。
- (3) 下線部(c)に関して、HDPEとLDPEの強度の違いを、分子構造と関連させつつ説明せよ。
- (4) ナイロン66が下線部(d)のような特徴を示すのはなぜか。分子構造と関連させつつ説明せよ。

-以下、解答スペース-

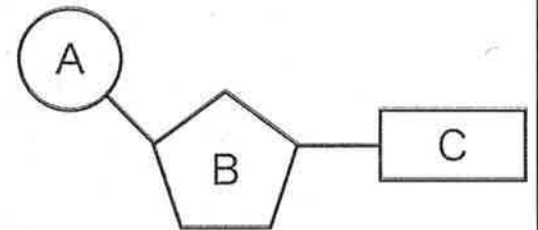
【学力（前期）】

令和3年度専攻科検査問題（科目名：生物工学）

受検番号 _____

1. デオキシリボ核酸（DNA）、リボ核酸（RNA）について、以下の問いに答えなさい。

図1



(1) 図1はDNAやRNAといった核酸を構成する単位に見られる共通の構造の模式図である。

この構造の総称を解答欄に答えなさい。

(答) _____

(2) 図1の構造に含まれる化合物A、B、Cのうち、DNAとRNAで異なる全ての化合物名をアルファベットで指定して簡潔に答えなさい。

(答)

(3) 図1の構造が化学結合することでDNAが二重螺旋構造をとるとき、図1の構造どうしで共有結合を行う化合物の組み合わせと水素結合を行う組み合わせを、それぞれアルファベットで答えなさい（同じ化合物同士が結合する場合もある）。

(答) 共有結合 _____ と _____ 水素結合 _____ と _____

(4) DNAもRNAも図1が直鎖状につながったポリマーであるが、自然条件下で細胞内に存在している時には、互いに異なる構造をとる。どのような構造の違いがあるか具体的に説明しなさい。

(答)

(5) 下の図2は、ある生物のaゲノム配列の一部である。四角で囲われた部分は遺伝子領域を示している。以下のi)～v)の問い全てに答えなさい。

5' -GCATA **CGATGCGATCGAATCGTGCTAAGCAGTCAGCTAGCTAATGCCGTAAGCTG**ACTGA-3'
 3' -CGTATGCTACGCTAGCTTAGCACGATTCGTCAGTCGATCGATTACGGCATTTCGACTGACT-5'

i) 下線aのゲノムとは何か簡潔に説明しなさい。

(答)

ii) 転写されるRNAの最初の5塩基と最後の5塩基を5'→3'の方向で答えなさい。

(答) 最初 _____ 最後 _____

iii) この生物が原核生物であった場合、RNAポリメラーゼは転写の方向性をどのように認識するのか答えなさい。

(答)

iv) 遺伝子の転写開始時とゲノムDNAの複製開始時では異なる点がある。異なる点について簡潔に答えなさい。

(答)

v) 図2の遺伝子領域をPCRによって増幅したい。必要な2種類の5塩基のプライマーを5'→3'の方向で答えなさい。

(答)

【学力（前期）】

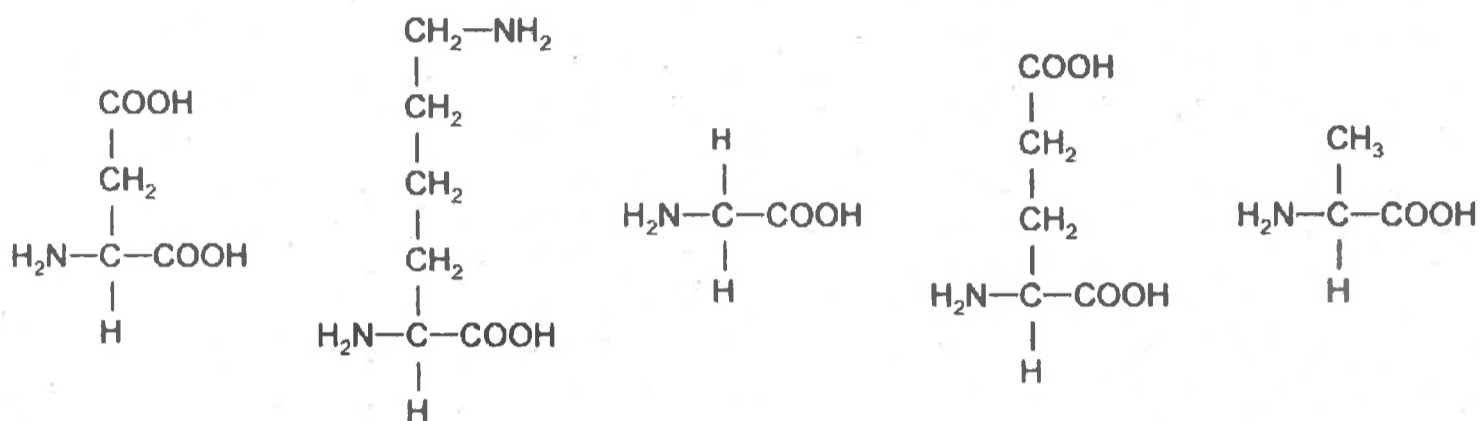
令和3年度専攻科検査問題（科目名：生物工学）

受検番号 _____

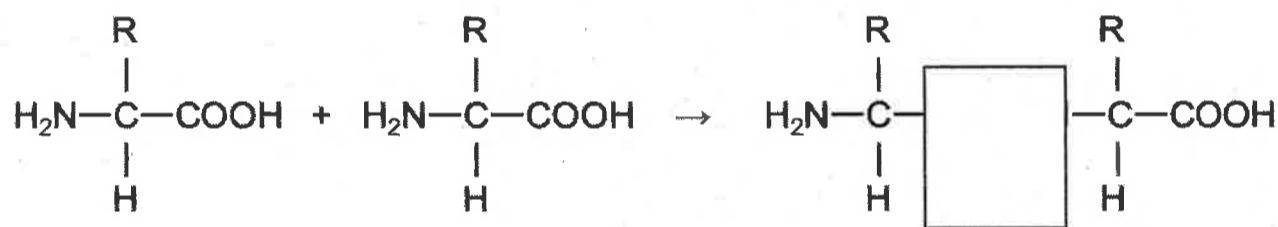
2. 以下の間に答えよ。

(1) 以下のA-Eのアミノ酸について、酸性・塩基性・中性のいずれであるかを空欄に記せ。

A () B () C () D () E ()



(2) 下図はアミノ酸同士のペプチド結合を示している。四角の中に構造式を記入せよ。



(3) 以下の文章を読み、問いに答えよ。

呼吸は解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の3過程に大きく分けられる。解糖系では、(ア)をピルビン酸にまで分解する。この過程では、異化で放出されたエネルギーの一部がATPとして取り出される。また、酸化還元反応によって、還元型補酵素(イ)が生じる。クエン酸回路は細胞内小器官である(ウ)で反応が生じる。解糖系から受け取ったピルビン酸をCO₂にまで分解する。この過程では、酸化還元反応により、還元型補酵素(イ)と(エ)が生じる。回路の途中では、反応と連動してATPが合成される。電子伝達系は(ウ)の内膜に存在する複数のタンパク質で構成される反応系である。電子伝達系に電子を供給するのは、解糖系とクエン酸回路で生産される還元型補酵素である。電子は最終的に(オ)に受け渡され、水が生じる。

(1) 空欄に当てはまる語句を答えよ。

(ア) _____ (イ) _____ (ウ) _____ (エ) _____ (オ) _____

(2) アルコール発酵では解糖系の後にクエン酸回路ではなく、エタノール合成経路が活性化される。その過程で補酵素NADHが酸化されることがエネルギー生産に重要である理由を述べよ。

(3) 電子伝達系において、合成酵素によりATPが作られる仕組みを説明せよ。

(4) 同量の原料から合成される最大のATP量は解糖系、クエン酸回路、電子伝達系でどのような比になるか、以下の(a)~(d)より選べ。

(a) 2:2:17 (b) 1:1:17 (c) 1:17:1 (d) 2:17:2 _____