

令和8年度ダビンチ入試(総合型選抜)スクーリング内容の公表について

★第1次選考

日 程	10月4日(土) 午前	
プログラム	講義・レポート作成 【課程に対応する学域ごとに実施】	
ね ら い	基礎知識、数理能力※、理解力、問題解決力、論理的思考力、文章表現力をみる。	
要 約	応用生物学域	昆虫の不完全変態と完全変態の違いとその際に働く内分泌系について(20分)と、遺伝子クローニングの概要、関係する実験手法と材料について(20分)の講義を行った。講義では、配布した資料にメモを取ること、その資料を試験に持ち込むことを認めた。これらの講義を踏まえて、レポート作成では、講義の内容を理解する力、基礎知識、計算力、論理的思考能力、問題解決力、文章表現力を調べた。
	物質・材料科学域	「アンモニアの化学」と題して約40分の講義を行った。講義ではまず、分子構造や性質、発生実験など、アンモニアの基礎知識について説明した。次に、アンモニアの工業的製造法について、歴史的経緯を踏まえ解説した。また、さまざまなアンモニアの用途やアンモニア関連化合物について述べ、最後にエネルギーや環境に関するアンモニアの最新トピックスを紹介した。レポート作成においては、講義内容を踏まえた基礎的な内容を中心に問い、化学の基礎知識、計算力、論理的思考力、問題解決力、文章表現力を調べた。
	設計工学域	弾塑性力学に関する講義を行い、その後、講義の内容の理解度などを測る試験を行った。講義内容は次の通りである。まず、「弾塑性力学とは何か」を説明し、微分法および積分法に関する復習を行った。次に、材料力学の考え方と基本的な技術用語について定義と共に説明した。続いて、弾性力学に関して、応力-ひずみの関係、静水圧応力と偏差応力、体積ひずみと偏差ひずみの順に説明した。最後に塑性力学として、降伏条件、流れ則および流動曲線について説明すると共に、簡単な塑性力学の例題について説明した。筆記試験では、基礎知識を問う問題から始めて、講義で得た知識を用いて問題を解決するための数理能力や、講義の内容に関する理解力と論理的思考力を問う問題、および問題解決能力と文章表現力を測る問題を設定した。講義では、配布資料にメモを取ることを許可し、その資料を試験に持ち込むことを認めた。
	デザイン科学域	「設計における厄介な問題」と題して40分の講義を行い、その後レポート筆記試験を行った。講義内容は以下の通りである。まず、日本における優れたデザイン・建築を表彰する制度、グッドデザイン賞に入選した事例2つ(2023年:52間の縁側、2020年:BRING)の紹介とともに関連する論文について述べた上で、デザイン・建築学における設計とは本質的に「厄介な問題」への対処であることを、この問題について最も引用される論文(Rittel and Webber, 1973)と共に説明した。講義の際に配布した資料にメモをとり、それを試験に持ち込むことを可とした。筆記試験は4問設定し、講義の理解度をはかる設問1と2、厄介な問題を孕む事例の分析力をはかる設問3、厄介な問題に対する分析力と構想力をはかる設問4を設定して受験者の能力を判断した。

※デザイン科学域の「講義・レポート作成」では、数理能力は問いません。

令和 8 年度 ダビンチ入試（総合型選抜）

第 1 次選考

（応用生物学域・応用生物学課程）

講義・レポート作成 問題冊子

（90 分）

[注意事項]

1. 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 配付資料及びメモは参考にしても良い。
3. 解答用紙の記入については、下記事項に従うこと。
 - ① 必ず「講義・レポート作成 解答用紙」の指定された場所に収まるように記入しなさい。
 - ② 記入は横書きとする。
4. 問題冊子 1 冊、解答用紙 4 枚、下書用紙 2 枚があることを確認しなさい。
5. 試験開始直後に、問題が印刷されているページが 4 ページあることを確認しなさい。
6. 試験終了後、解答用紙並びに講義資料を回収します。

I 以下の文章を読み、講義の内容を踏まえながら、問いに答えなさい。

(配点率 50%)

昆虫内分泌学の歴史は、1917年にポーランドの Kopec が、脳から分泌される物質が昆虫の脱皮を支配することを実験的に示したことから始まった。それから十数年後、Kopec の実験の再現性が、不完全変態昆虫であるサシガメ (*Rhodnius prolixus*) を材料に、Wigglesworth によって確認された。講義で詳細を説明したこの実験によって、脱皮には脳が必要であることが再発見された。さらに、①脳が必要である期間は、サシガメの場合、脱皮後に餌を摂取した最初の3日間であることが示された。

Wigglesworth はさらに、②脱皮や変態と、アラタ体との関係を調べるために、サシガメの4齢幼虫のアラタ体を5齢幼虫に移植する実験を行った。この実験の詳細と結果は、講義で説明した。アラタ体は、幼虫期から成虫期に至るすべての時期で体内に存在する組織である。講義で説明したこの実験の結果から、アラタ体は変態を抑制する働きがあると考えられた。③しかし、「アラタ体は変態を抑制する」という仮説だけでは、変態の全体的なメカニズムを十分に説明することはできなかった。そこで、この課題を補うために、新たな実験が行われた。

新たに行われた実験では、パラビオシスの手法が用いられた。パラビオシスの実験において体液はつながった個体間を循環するため、一方の体液環境に変化があると、つながったもう一方の個体にも影響を与える。まず、脳、アラタ体、前胸腺を全て有する5齢幼虫と、脳、アラタ体、前胸腺を全て有する2齢幼虫を連結させ、体液を循環させながら一定期間観察した。その結果、5齢幼虫は④、⑤となり、2齢幼虫は⑥、⑦となった。次に、脳、アラタ体、前胸腺を全て有する5齢幼虫と、アラタ体を除去した2齢幼虫を連結させ、体液を循環させた。一定期間たった後に観察した結果、⑧5齢幼虫は成虫へと脱皮・変態し、一方2齢幼虫には早熟な変態が起こり成虫となった。

問1 下線部①の3日間で、サシガメの体内で何が起きているか、説明しなさい。
ただし、次の単語を全て用いること。【脱皮, エクダイソン, 脳】

問2 下線部②を読んで次の問いに答えなさい。

- (1) 講義で説明した実験の結果から、「アラタ体は変態を抑制する」という仮説が導かれた。そのような仮説が導かれた理由を、実験結果を踏まえながら説明しなさい。
- (2) 下線部③のように言える理由を、その根拠となる具体的な事実または現象を1つ取り上げて、説明しなさい。

問3 パラビオシスの実験結果について、次の問いに答えなさい。

- (1) 空欄④、⑤、⑥、⑦に当てはまる結果として正しいものを下の選択肢から選びなさい。また、その選択肢を選んだ理由も説明しなさい。

【④、⑥の選択肢】

A：幼虫脱皮した後 B：変態を伴う脱皮をした後 C：脱皮も変態もせずに

【⑤、⑦の選択肢】

D：永続幼虫 E：6 齢幼虫 F：3 齢幼虫 G：成虫 H：蛹

- (2) ⑧の結果から示唆される5 齢幼虫のアラタ体の機能について説明しなさい。
またそのように考えた理由も説明しなさい。

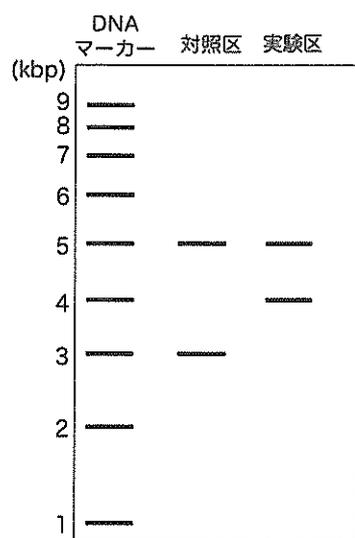
Ⅱ 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 50%)

講義資料 2-1 から 2-15 までの内容を踏まえて、以下の問いに答えなさい。

- 問1 PCR 法でゲノム DNA 断片を増幅する際、エラーによる突然変異が生じてもタンパク質のアミノ酸配列が変化しない場合がある。どのような場合があるか、2つ挙げなさい。
- 問2 大腸菌で真核生物の遺伝子からタンパク質を発現させる目的で、インサート DNA を調製する際、PCR の鋳型として、ゲノム DNA ではなく相補的 DNA を用いることが多い。その理由を述べなさい。
- 問3 ライゲーションの際、調製済みベクターに対し調製済みインサート DNA の分子数が、過剰または不足すると、調製済みベクターと調製済みインサート DNA が 1 対 1 で連結したライゲーション産物が得られない。そのため、ライゲーションを行う際、調製済みベクターと調製済みインサート DNA の量比が重要となる。この量比は、重量比ではなくモル比で計算するが、その理由を説明しなさい。
- 問4 ライゲーションの際、調製済みベクターと調製済みインサート DNA をモル比で 1:3 となるように加えたい。調製済みベクターの長さを 2,000 bp、調製済みインサート DNA の長さを 1,000 bp、デオキシヌクレオチドの平均分子量を 330、使用する調製済みベクター-DNA 量を 30 ng とする場合、調製済みインサート DNA 量は何 ng 加えれば良いか、有効数字 2 桁で答えなさい。また、どのように求めたか、計算式も答えなさい。1ng は、 1×10^{-9} g である。
- 問5 制限酵素で切断した調製済みベクターのみでライゲーション反応を行い、形質転換、抗生物質添加寒天培地に播種した結果、コロニーが得られた。考えられる理由を 1つ答えなさい。ただし、操作ミスはないものとする。
- 問6 カナマイシン分解酵素の遺伝子を持つプラスミドを大腸菌に導入した後、カナマイシン含有寒天培地に播種する前に、この大腸菌を 37°C で 1 時間培養しないとコロニーが得られない。その理由を答えなさい。
- 問7 スライド 2-15 で説明した制限酵素 A とは別の制限酵素 1 種類で、スライド 2-15 の例

で示した対照区と実験区のプラスミドを切断した。下の図で示した電気泳動の結果となるような、切断位置を解答用紙のプラスミドに矢印で図示し、その根拠を述べなさい。必要があれば、矢印以外の情報も書き込んでも構わない。



令和8年度ダビンチ入試（総合型選抜）
第1次選考

講義・レポート作成
（物質・材料科学域）
（90分）

問題冊子

〔注意事項〕

1. 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙の記入については、下記事項に従うこと。
 - ① 必ず「解答用紙」の指示された場所に収まるように記入しなさい。
 - ② 欄外や裏面に記入してはいけません。
3. 問題冊子1冊、解答用紙5枚、下書用紙2枚があることを確認しなさい。
4. 試験開始直後に、問題冊子が表紙とは別に、1ページから8ページまで印刷してあることを確認しなさい。落丁・乱丁および印刷不鮮明な箇所があれば、手を挙げて監督者に知らせなさい。
5. 各解答用紙には、受験番号を記入する欄が2箇所あります。各解答用紙にある2箇所の受験番号記入欄の両方に、受験番号を忘れずに記入しなさい。（合計10箇所に受験番号を記入することになります。）
6. この問題冊子の1ページ目に「解答に必要な注意事項」が書いてあります。それをよく読んでから、解答しなさい。
7. この冊子の余白は適宜下書きに使用してもかまいません。
8. 講義資料と解答用紙は、試験終了後に回収します。問題冊子と下書用紙は持ち帰りなさい。

[解答に必要な注意事項]

1. SI 単位以外の単位の意味。

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$$

2. 問題の計算に必要な場合，次の原子量や定数を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Cl = 35.5

気体定数(R)： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

アボガドロ定数(N_A)： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

3. 気体はすべて理想気体とする。
4. 解答に際して，講義資料を参照せよ。

次の文章を読んで、問1～問5に答えよ。

アンモニア NH_3 は、窒素原子と水素原子がそれぞれ **(ア)** 電子を出しあって共有電子対をつくり共有結合している。また、アンモニア NH_3 の窒素原子は非共有電子対をもち、これが水素イオン H^+ に供与され共有結合を形成し、アンモニウムイオン NH_4^+ となる。このようにしてできる共有結合を特に **(イ)** 結合という。

アンモニウムイオン NH_4^+ は、窒素原子の周りに4つの N-H 結合があり、4組の共有結合が存在する。これらは反発し合い、互いが最も遠くなり反発力が最小となる **(ウ)** 形をとる。アンモニア NH_3 の結合角 ($\angle\text{HNNH} = 106.7^\circ$) は、アンモニウムイオン NH_4^+ の結合角 ($\angle\text{HNNH} = 109.5^\circ$) よりも小さい。これは共有電子対と非共有電子対の反発が、共有電子対同士の反発よりも [(a) 大きい・小さい] ためと考えられる。

一般に、分子量が大きくなると沸点は高くなる。一方、図 1 に示すように、アンモニアの沸点は同じ 15 属元素の水素化物 (PH_3 , AsH_3 , SbH_3) と比べて著しく高い。窒素の電気陰性度と水素の電気陰性度の差が大きいことから、アンモニアの N-H 結合の **(エ)** が特に大きくなり、隣り合う分子間で水素原子をはさみ、静電的な引力による結合を生じているためである。このような結合を **(オ)** 結合という。

アンモニアを発生させるために、①試験管に塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを入れ、バーナーで加熱する実験を行った。試験管の口にはガラス管付きゴム栓を付け、発生した気体がガラス管を通り捕集容器に導かれるよう、実験装置を組んだ。このとき、②試験管の口を底よりも下げた。加熱を始めると気体が発生し、③濃塩酸をつけたガラス棒を近づけると白煙が生じたことから、アンモニアの生成が確認できた。

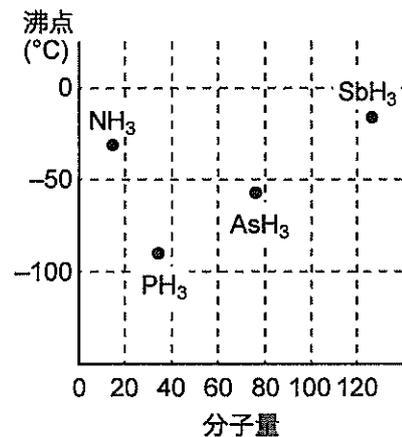


図 1. 水素化物の沸点

問1 文中の **(ア)** ~ **(オ)** にあてはまる最も適切な語句を答えよ。また、(a)について、適切な語句を選び、解答欄に記入せよ。

問2 下線部①の実験で起こる反応について、化学反応式を書け。

問3 下線部①の実験で発生したアンモニアを捕集する方法として、最も適するものを以下から選び、記号で答えよ。また、その方法を用いる理由を書け。

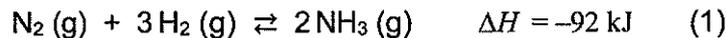
(あ) 水上置換 (い) 上方置換 (う) 下方置換

問4 下線部②について、なぜこのようにする必要があるか、理由を答えよ。

問5 下線部③の現象について、起こった反応の化学反応式を書け。

次の文章を読んで、問1～問6に答えよ。

アンモニア NH_3 を窒素 N_2 と水素 H_2 からつくる工業的製法はハーバー・ボッシュ法と呼ばれ、次の化学反応式で表される。この反応は可逆反応である。



式(1)の正反応は、分子の総数が [(a) 増加・減少] する反応であり、また [(b) 発熱・吸熱] 反応である。したがって、アンモニアの生成率を大きくするためには、(ア) の原理にもとづいて圧力を [(c) 高く・低く] し、温度は [(d) 高く・低く] するのがよい。

問1 文章中の (a)～(d) について、適切な語句を選び、解答欄に記入せよ。また、(ア) にあてはまる人名を答えよ。

問2 濃度平衡定数 K_c を表す式を、各気体のモル濃度 $[\text{N}_2]$ 、 $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{NH}_3]$ を用いて書け。

問3 圧平衡定数 K_p を表す式を、各気体の分圧 p_{N_2} 、 p_{H_2} 、 p_{NH_3} を用いて書け。

問4 気体定数 R [$\text{Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$] と絶対温度 T [K] を用いて、 K_c と K_p の関係を表す式を書け。導出の過程も示せ。

問5 一定温度で窒素 a [mol] と水素 $3a$ [mol] を密閉容器で反応させたところ、平衡に達し、アンモニアが x [mol] 生成した。このとき、アンモニアのモル分率は 0.25 であった。アンモニアの生成量 x を a を用いて表せ。導出の過程も示せ。

問6 適切な一定圧力・一定温度において式(1)の反応を行った。図2には、アンモニアの生成率の時間変化を示している。触媒を用いた場合に期待される曲線を、解答欄の図に書き入れよ。

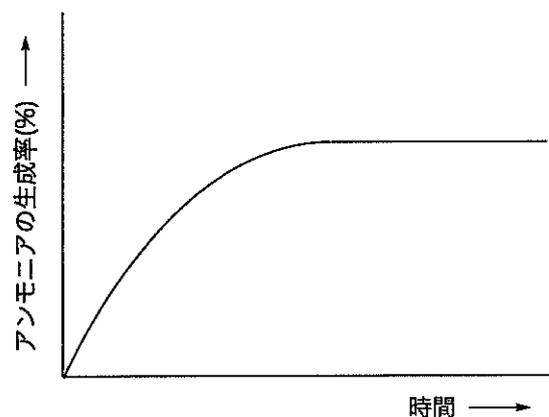
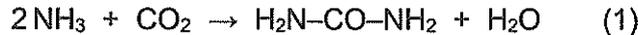


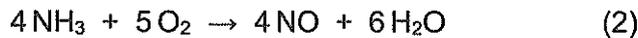
図2. アンモニアの生成率の時間変化

次の文章を読んで、問1～問5に答えよ。

アンモニア NH_3 は、肥料や樹脂原料として重要な尿素 $\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}_2$ の製造に用いられる。尿素は、アンモニアを二酸化炭素 CO_2 に作用させることでつくられる。



また、アンモニアは硝酸 HNO_3 の製造にも使われる。アンモニアを酸化して硝酸をつくる工業的製法は、オストワルト法と呼ばれる。オストワルト法では、まず白金を触媒としてアンモニアに酸素 O_2 を作用させ、一酸化窒素 NO を得る。



次に、一酸化窒素 NO に酸素 O_2 を作用させ、二酸化窒素 NO_2 を得る。



さらに、二酸化窒素 NO_2 に水 H_2O を作用させることで、一酸化窒素 NO とともに硝酸 HNO_3 を得ることができる。



市販されている濃硝酸は、質量パーセント濃度 60%もしくは 70%の水溶液である。硝酸が手指にふれると、皮膚が黄色に変色する。

問1 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、1 mol のアンモニア(気体)の体積は何 L か、有効数字 3 桁で答えよ。

問2 式(1)に従って、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 1344 L のアンモニア(気体)を全て反応させた場合、尿素は何 g 得られるか、有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。

問3 反応式 (2)～(4) をまとめ、オストワルト法の全工程をひとつの反応式で示せ。

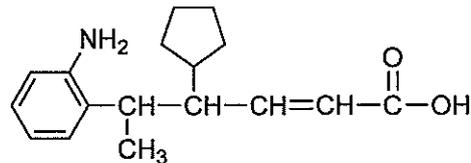
問4 質量パーセント濃度 60%の濃硝酸を 500 g 得るためには、何 g のアンモニアを必要とするか、有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。

問5 下線部の現象は、タンパク質を構成するアミノ酸のベンゼン環がニトロ化されることで起こる。この反応は何と呼ばれるか、以下からひとつ選び、記号で答えよ。

- (あ) ヨードホルム反応 (い) ビウレット反応
(う) キサントプロテイン反応 (え) 銀鏡反応

アンモニアの水素原子ひとつがフェニル基に置き換わったアニリンは、染料や医農薬の製造原料として用いられる重要な化合物である。問1～問4に答えよ。化合物の構造式は、記入例にならって書け。

記入例



問1 ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物（混酸）を加えて加熱すると、化合物 **A** と水が得られる。一方、濃硝酸を用いずに、濃硫酸とベンゼンを加熱した場合には、化合物 **B** と水が得られる。アニリンは **A** を還元することによってつくられる。**A** および **B** の構造式を書け。

問2 アニリン、ベンゼン、安息香酸、および分子式 C_7H_8O でベンゼン環をもつ化合物 **C** の混ざったジエチルエーテル溶液 ① を用いて、以下の実験を行った。

- 実験 1** ジエチルエーテル溶液 ① と HCl 水溶液を分液ろうとに入れ、よく振り混ぜた。分液ろうとを静置し、水層 ② とエーテル層 ③ を分離した。
- 実験 2** ジエチルエーテル溶液 ③ と $NaHCO_3$ 水溶液を分液ろうとに入れ、よく振り混ぜた。分液ろうとを静置し、水層 ④ とエーテル層 ⑤ を分離した。
- 実験 3** ジエチルエーテル溶液 ⑤ と NaOH 水溶液を分液ろうとに入れ、よく振り混ぜた。分液ろうとを静置し、水層 ⑥ とエーテル層 ⑦ を分離した。

- (a) 分子式 C_7H_8O でベンゼン環をもつ化合物について、全ての構造異性体を構造式で書け。
- (b) **C** は塩化鉄(III)水溶液と混ぜると青紫色に呈色することがわかっている。また、**C** のベンゼン環上の水素原子ひとつを、塩素原子に置き換えたときに生じる構造異性体の数は 2 である。**C** の構造式を書け。
- (c) 上記の実験において、アニリンを得ることができる溶液は、②、④、⑥、⑦のいずれか、番号をひとつ答えよ。また、この溶液からアニリンを得るためには、どのような実験操作を行ったらよいか、書け。
- (d) 上記の実験において、**C** を得ることができる溶液は、②、④、⑥、⑦のいずれか、番号をひとつ答えよ。また、この溶液から **C** を得るためには、どのような実験操作を行ったらよいか、書け。

問3 アニリンを HCl 水溶液に溶かし、氷冷しながら亜硝酸ナトリウム NaNO_2 の水溶液を加えたところ、化合物 **D** が生成した。また、**D** の水溶液にナトリウムフェノキシド $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$ の水溶液を加えたところ、橙色の化合物 **E** が生成した。

(a) **D** および **E** の構造式を書け。

(b) **D** から **E** を得る反応は何と呼ばれるか、名称を答えよ。

問4 アニリンからつくられるアセトアニリドは、かつて解熱剤として広く用いられていたが、副作用が発見されたため使用されなくなった。アセトアニリドの構造をもとに、より副作用の少ないアセトアミノフェンが開発された。

(a) アニリンからアセトアニリドを合成する際に用いる試薬の名称を答えよ。

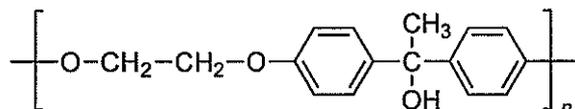
(b) アセトアミノフェンは、*p*-アミノフェノールと(a)の試薬を用いて合成する。アセトアミノフェンの構造式を書け。

5

(配点率 15%)

次の文章を読んで、問1～問4に答えよ。化合物の構造式は、記入例にならって書け。

記入例



アンモニアは、(ア) 繊維の原料になるアクリロニトリルや、ポリ(イ)の原料になるカプロラクタムの工業的生産に用いられている。アクリロニトリルからポリアクリロニトリルが得られる重合を(ウ)重合、①カプロラクタムからナイロン6が得られる重合を(エ)重合という。②アクリロニトリルと塩化ビニルを混合して重合を行うと、燃えにくい繊維を得ることができる。重合で得られる高分子化合物は分子量が大きく、溶液の質量モル濃度が非常に小さくなることから、凝固点降下度や沸点上昇度の測定により分子量を求めることは難しい。高分子化合物の分子量は、浸透圧や粘度を用いて決定される。

問1 (ア) ~ (エ) にあてはまる最も適切な語句を以下から選び、記号で答えよ。

- | | | |
|----------|----------|--------------|
| (あ) アラミド | (い) アミド | (う) アクリル |
| (え) エステル | (お) ニトリル | (か) ビニルアルコール |
| (き) 開環 | (く) 付加 | (け) 縮合 |

問2 下線部①の反応を、化学反応式で書け。

問3 下線部②について、アクリロニトリルと塩化ビニルを 5:1 の物質比で混合し重合したところ、得られた繊維の平均分子量は 9.8×10^4 であった。この繊維は 1 分子あたり平均何個の塩素原子を含むか、有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。なお、両末端の構造は無視できるものとする。

問4 ポリアクリロニトリル 1.0 g を溶媒に完全に溶解させ 100 mL にした。この溶液の浸透圧を 27 °C で測定したところ、 5.0×10^2 Pa であった。このポリアクリロニトリルの平均分子量を求め、有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。

以上

令和 8 年度 ダビンチ入試（総合型選抜）

第 1 次選考

設計工学域

講義・レポート作成

(90 分)

問題冊子

[注意事項]

1. 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙の記入については、以下の指示に従うこと。
 - (1) 必ず解答用紙の指示された場所に収まるように記入しなさい。
 - (2) 記入は横書きとする。
 - (3) 欄外や裏面に記入してはいけません。
3. 問題冊子 1 冊，解答用紙 3 枚，下書き用紙 1 枚があることを確認しなさい。
4. 試験開始直後に、問題冊子が表紙および白紙を含めて 6 枚あることを確認しなさい。
落丁・乱丁および印刷が不鮮明な箇所などがあれば、静かに手を上げて監督者に知らせなさい。
5. この冊子の余白は適宜下書きに使用してもよろしい。
6. 試験終了後、解答用紙および講義資料を回収します。問題冊子と下書き用紙は持ち帰りなさい。

分数は既約分数まで約分し、整数に直せる平方根は整数に直して、無理数の平方根および指数対数の底はそのままで小数に直さずに解答すること。

【問1】 微分・積分に関する(1)～(5)を求めなさい。(配点率 10%)

- (1) $f(x) = (x+3)(2x-3)$ のときの $f'(x)$.
- (2) $f(x) = \ln(3x+1)$ のときの $f'(x)$. ただし, $x > 0$ とする.
- (3) $f(x) = x^2 e^{x^2}$ のときの $f'(x)$.
- (4) $f(x) = \frac{(\ln x)^2}{2x}$ のときの $\int f(x) dx$. ただし, 積分定数を C とする.
- (5) $f(x) = \frac{1}{x-1}$ のときの $\int_2^3 f(x) dx$.

【問2】 一軸引張りにおける(引張方向の)公称応力-公称ひずみ($\sigma_N - \varepsilon_N$)曲線が一つの最大荷重点(極大点)を持つとき, 以下の問いに答えなさい. なお, 弾性ひずみを無視して考えることとし, 実応力を σ で表すこととする。(配点率 30%)

- (1) 実応力 σ を公称応力 σ_N および公称ひずみ ε_N で表しなさい.
- (2) $\sigma_N - \varepsilon_N$ 曲線が与えられたとき, この曲線の形状から幾何学的な手法で $\sigma - \varepsilon_N$ 曲線を描画することを考える. 以下の(あ)～(お)を埋めなさい.

与えられた $\sigma_N - \varepsilon_N$ 曲線上のある点 $(\varepsilon_{N1}, \sigma_{N1})$ に対応する実応力 σ_1 は問(1)の関係式から求められる. 点 $(\varepsilon_{N1}, \sigma_1)$ は $\sigma - \varepsilon_N$ 曲線上の点であると同時に, 直線 $\sigma =$ (あ) (ε_N を変数とする一次式) 上の点として見ることもできる. なお, この直線は横軸上の点 (い) を通る傾き (う) の直線である. さらに, この直線は同時に縦軸上の点 (え) も通るので, これら二点を通る直線を引くことによって簡単に描かれる. この直線上の $\varepsilon_N =$ (お) の位置に点を打つと, それが $\sigma - \varepsilon_N$ 曲線上の点ということになる. このようにいくつかの $\varepsilon_{N1}, \varepsilon_{N2}, \varepsilon_{N3}, \dots$ に対して順次点を打っていき, それらを滑らかに結ぶことによって, $\sigma - \varepsilon_N$ 曲線を描くことができる.

- (3) 問(2)の手法で描いた $\sigma - \varepsilon_N$ 曲線が与えられたとき, 同様に幾何学的な手法によって, 最大荷重となる曲線上の点を描画から求めることを考える. 以下の(か)～(こ)を埋めなさい.

題意より $\sigma_N - \varepsilon_N$ 曲線が一つの極大点を持つので, 最大荷重となる条件は ε_N を変数として公称応力 σ_N が極値をとる条件 (か) と一致する. 一方, 実応力と公称応力の間には問(1)で得られた関係があるので, 両辺を ε_N で微分して得られる関係式 $\frac{d\sigma}{d\varepsilon_N} =$ (き) に(か)の条件を代入して整理すると, 最大荷重となる実応力 σ と公称ひずみ ε_N の間の関係式 $\sigma =$ (く) が得られる. 問(2)の場合と同様に, この式を ε_N に関する一次式として見ると, この関係式は横軸上の点 (け) を通る傾き (こ) の直線を意味することがわかる. (こ)の意味を考えて, この直線を引くと, 最大荷重となる曲線上の点を得られる.

- (4) 問(2)で描いた $\sigma - \varepsilon_N$ 曲線が解答用紙のように与えられたとき, 問(3)の(く)の直線を図示して, $\sigma - \varepsilon_N$ 曲線上に最大荷重となる点を示しなさい. ただし, 実応力 σ および公称ひずみ ε_N の値は求めなくて良い.

【問3】 弾性力学に関する以下の問いに答えなさい。(配点率 20%)

- (1) x 方向, y 方向および z 方向の応力 $[\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z]$ が $[\sigma_a, -\frac{\sigma_a}{2}, \frac{3\sigma_a}{2}]$ で与えられるとき, x 方向の弾性ひずみ ε_x をヤング率 E , ポアソン比 ν および σ_a を用いて表しなさい。ただし, σ_a は 0 より大きい定数とする。
- (2) 体積弾性率 K をヤング率 E およびポアソン比 ν を用いて表しなさい。
- (3) 剛性率 G をヤング率 E およびポアソン比 ν を用いて表しなさい。

【問4】 流動曲線が $\sigma_p = F\varepsilon_p^n$ の材料について, 以下のプロセスによる塑性加工を考える。図1に示すように, この加工は座標系 $x-y-z$ において, 各方向に平行な応力 σ_x, σ_y および σ_z が負荷される二つのプロセスからなる。素材の初期形状は x 方向, y 方向および z 方向にそれぞれ X_0, Y_0 および Z_0 の長さを持つ直方体とする。

プロセスIでは, x 方向および y 方向に同じ大きさの引張応力を負荷して, x 方向のひずみ増分が $\frac{\varepsilon_a}{2}$ となるまで加工する。このとき, z 方向には応力を負荷しない。プロセスIIでは, y 方向に応力を負荷せず, x 方向と z 方向のひずみ増分比が $d\varepsilon_x : d\varepsilon_z = 2 : -1$ となるようにそれぞれ応力を負荷する。プロセスIIでは, x 方向のひずみ増分が ε_a となるまで加工する。各プロセスの間, 材料は直方体形状を保ったまま変形するものとして, 以下の問いに答えなさい。ただし, F, n および ε_a は 0 より大きい定数とする。また, 図内の応力を示す矢印は正の向きを示している。(配点率 30%)

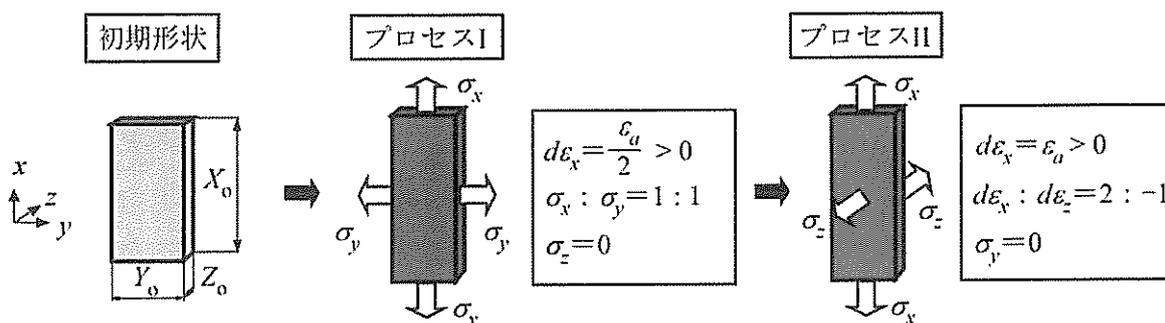


図1

- (1) プロセスIにおける x 方向, y 方向および z 方向のひずみ増分比を求めなさい。
- (2) プロセスII 終了時の z 方向のひずみ ε_z を求めなさい。
- (3) プロセスII 終了時の相当ひずみ ε_{eq} を求めなさい。
- (4) プロセスII 終了時の x 方向の応力 σ_x を求めなさい。
- (5) この加工に費やした単位体積当たりの塑性仕事量 W_p を求めなさい。

【問5】 塑性加工においては、一般には講義のように弾性ひずみを無視して塑性ひずみのみに注目すればよいが、除荷時の弾性変形の影響を考慮しなければならない場合がある。その一例として、図2に板材の型曲げ加工を示す。型曲げ加工は、金型(パンチとダイ)によって、板材をプレスして、V形やU形に曲げる加工である。この型曲げ加工における、除荷時の弾性変形によって生じる問題について説明しなさい。また、弾性変形の影響はどのような条件(素材の特性や形状など)において大きくなるかを例示しなさい。(配点率 10%)

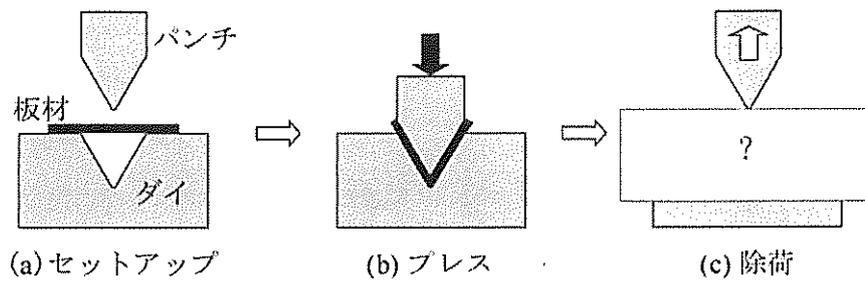


図2

(以上)

令和8年度 ダビンチ入試(総合型選抜)
一次選考 (デザイン科学域)

講義・レポート作成

レポート作成 90分

[注意事項]

- ・監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- ・解答用紙は3枚あります。全ての解答用紙に受験番号を必ず記入してください。
- ・この問題冊子は表紙と問題文(1ページ)からなります。落丁・乱丁、および印刷が不鮮明なものがあれば、手を挙げて監督者に知らせてください。
- ・解答は、問題番号に対応した解答用紙に記入してください。解答を解答用紙の裏面に書いてはいけません。
- ・問題冊子の裏面と余白は、下書きなどに使用して構いません。
- ・解答用紙と講義資料は、持ち帰ってはいけません。
- ・問題冊子と下書用紙は、持ち帰ってください。

【問1】

講義で紹介した論文の著者らが主張する「手なづけられた問題」とは、どのような問題ですか。
50字以内で説明しなさい。

【問2】

「設計者が厄介な問題を手なづけられた問題であるかのように扱うこと、厄介な問題を時期尚早に手なづけようとすること、または社会的な課題の本質的な厄介さを認識することを拒否することは、道徳的に反対すべき」だ、と講義で紹介した論文の著者らは主張しています。なぜ道徳的に反対すべきなのか、250字以内で説明しなさい。

【問3】

この問題では、あなたに既存のデザインを分析してもらい、洞察力を評価します。
講義資料前半において紹介されたデザイン事例はいずれも、「完全で唯一の答え」ではなく、「問題はあがるが、ひとまず満足できる答え」として評価された優れたデザインである、ともいえます。
では、「問題はあがるが、ひとまず満足できる答え」として評価される優れたデザインには、他にどのようなものがありますか。すでに世の中に存在するデザイン事例をひとつ自由に定めた上で、1)そのデザイン事例に関連する厄介な問題を指摘し、かつ、2)満足できる答えとしてあなたはそのデザイン事例の何を評価するのか、の2点を含む分析を合計400字以内で述べなさい。なお、ここでいう「デザイン事例」とは、あらゆる既存の人工物(モノ、アプリやウェブサイト、サービス、建築や空間など)を指します。

【問4】

この問題では、あなたに新たなデザインを提案してもらい、構想力を評価します。
あなたが取り組みたい厄介な問題をひとつ自由に定めた上で、まず、1)問題の定義(現在の状態と望ましい未来の状態を区別し、デザインのテーマを定める)をし、つぎに、2)問題の位置(複雑な因果関係のネットワークの中に、問題はどこにあるのかを定める)を明らかにしたのちに、3)望ましい未来の状態を実現するためには何がデザイン可能か、を提案しなさい。なお、以上3点を含む構想は合計600字以内で述べなさい。