

平成17年度弁理士試験本試験問題とその傾向

※ 試験問題は特許庁ホームページより

特許法・実用新案法

甲及び乙は、化学物質、この化学物質の製造方法及びこの化学物質を用いた空気浄化方法について、共同で発明をした。この場合に、次の問に答えよ。

ただし、以下の問において、特許出願は、いかなる優先権の主張も伴わず、外国語書面出願でもなく、国際特許出願でもないものとする。

- (1) 甲又は乙は、単独で特許出願を行うことができるか。根拠とともに述べよ。
 - (2) 甲及び乙が共同でした特許出願について、甲又は乙は、単独で出願審査の請求をすることができるか。根拠とともに述べよ。
 - (3) 甲及び乙が共同でした特許出願について、審査官から拒絶理由の通知を受けた。この拒絶理由の通知に対して、特許を受けるために特許法上とり得る手段を列挙し、それぞれの手段について甲又は乙が単独で行うことができるか否かを根拠とともに述べよ。
 - (4) 甲及び乙が共同でした特許出願について、拒絶をすべき旨の査定を受けた。この場合、甲は、拒絶査定不服審判を請求するために、乙との関係においてどのようにすべきか。根拠とともに述べよ。
2. 甲及び乙は、請求項数が3であり、請求項1に係る発明が化学物質の発明、請求項2に係る発明が化学物質の製造方法の発明、請求項3に係る発明が化学物質を用いた空気浄化方法の発明である特許出願を共同でした。そして、請求項1に係る発明は文献に記載された発明に基づいて容易に発明をすることができた旨の1回目の拒絶理由の通知を審査官から受けた。請求項2に係る発明及び請求項3に係る発明については拒絶理由の通知を受けなかった。

この拒絶理由の通知に対し、特許を受けるために特許法上とり得る手段を列挙し、それぞれの手段をとる際に留意すべき事項を根拠とともに具体的に述べよ。

ただし、それぞれの手段を甲又は乙が単独で行うことができるかについて言及する必要はない。

意匠法

甲は、アタッシュケースの取手部分に係る部分意匠イを自ら創作し、イについて、意匠に係る物品を「アタッシュケース」とする部分意匠の意匠登録出願Aをした。この場合に関し、以下の問に答えよ。

- (1) 甲は、イの創作と同時に、イをデザイン修正したアタッシュケースの取手部分に係る部分意匠ロを創作していた。甲は、Aの出願の日の翌日、イについて意匠権を取得するのみでなく、ロ又はロを一部に含む意匠についても意匠権を取得すべきと考えた。この場合において、甲としてとり得ると考えられる手続、及び甲が意匠登録を受ける可能性について論ぜよ。なお、イとロは形態（形状、模様若しくは色彩又はこれらの結合）が類似するものとする。

- (2) 甲は、イについて部分意匠としての意匠登録を受けた後、イに係る取手部分を有するアタッシュケースを製造販売している。一方、乙は、消費者から使用済みの商品を買取り、必要に応じ改造を加えたうえでそれらを中古品として販売する事業を営んでいる。乙は、甲が販売した上記アタッシュケースを購入・使用した消費者から、当該アタッシュケースを買取り、その取手部分を取り外して、別の消費者から買い取ったスーツケース（甲のアタッシュケースに比べ約3倍の大きさがある。）に取り付け、そのスーツケースを店頭で販売した。甲は、乙のかかる行為につき、甲のイに係る意匠権の侵害にあたる旨の警告状を乙に対して発した。この場合において、乙から甲に対しどのような反論が予想されるか、及び乙の反論に対して甲はどのような主張をすることが考えられるかを論ぜよ。

商標法

イギリスの法人甲は、商品「シャツ」に「OCEANS」の商標を付しイギリス国内で販売しており、その商標は、イギリスとシンガポールで甲が商標登録を受け、イギリスで著名となっている。

乙は、甲の上記商品を日本に独占的に輸入し販売することを企図し、2001年1月甲にその旨申し入れたが、後述の丙との間で既に輸入総代理店契約を締結済みであるとの理由で断られた。そこで、乙は、同年2月、甲に無断で、商標「OCEANS」に類似する商標「オーシャン2」について「シャツ」を指定商品とする商標登録出願を日本にし、2002年6月に商標登録を受けた。

丙は、甲との間で、甲の上記商品について日本での輸入総代理店契約を締結し、2001年1月以降、商標「OCEANS」が付された「シャツ」を甲から輸入し、販売するとともに、同年3月には、甲の了承を得て、商標「OCEANS」について「シャツ」を指定商品とする商標登録出願を日本にした。そして、商標「OCEANS」は、2001年12月末には、甲の商品を表示するものとして日本国内で広く知られるに至った。

これに対し、乙は、丙による販売が好調であることを認識し、2003年1月以降、商標「OCEANS」が付されている「シャツ」（以下「本件シャツ」という。）をシンガポールの法人丁から輸入し、日本で販売している。しかし、本件シャツは、丁が甲と締結した商標「OCEANS」のライセンス契約における製造地及び下請による製造を制限する条項に違反して製造されているものであった。

この場合、2005年7月3日を基準として、以下の設問(1)から(3)について、設問の番号を明示して答えよ。

なお、解答に際しては、マドリッド協定の議定書に基づく特例は考慮しなくてよい。

- (1) 丙は、乙の商標権を消滅させるために、特許庁に対してどのような手続きをとることができるか。
- (2) 丙は、商標「OCEANS」について商標登録を受けることができるか。仮に、拒絶理由が存する場合には、その拒絶理由を商標法の条文に則して説明した上で、丙は、いかに

すれば、商標登録を受けることができるかについても述べよ。

(3) 丙が商標「OCEANS」について商標登録を受けることができた場合、丙は、乙に対して、本件シャツの輸入及び販売行為を差し止めることができるか。並行輸入が商標権侵害としての違法性を欠くとされる場合の要件を説明した上で、乙がそれを理由に丙の商標権の侵害ではないと抗弁することが可能かについても述べよ。

基礎構造力学

- 工学において用いられる下の(a)に示される単位を3つ選び、それぞれに関してその単位で表される量を(b)に示される慣用的な記号から1つ選ぶとともにその量の名称と意味を簡潔に述べよ。
 (a) $\text{mm}^3, \text{mm}^4, 1/\text{s}, \text{mm}/\text{s}, \text{mm}/\text{s}^2, \text{g}/\text{mm}^3, \text{N}\cdot\text{mm}, \text{Pa}$
 (b) $E, g, I, f, G, M, P, \rho, p, T, v, Z, \varepsilon, \rho, \sigma, \nu, \omega$
 注： v (アルファベットの小文字のヴィ)
 ν (ギリシャ文字の小文字のニュー)
- 1 質点1自由度系の自由振動が下記の式で表せるとする。

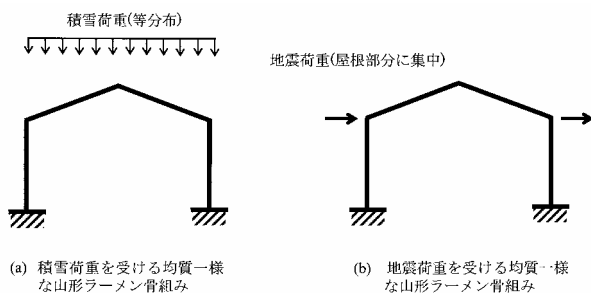
$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = 0$$

ここに、 x, \dot{x}, \ddot{x} は各々質点の変位、速度、加速度を表し、 m は質点の質量、 c は粘性減衰係数、 k はバネ定数を表す。

- このとき、
- 減衰がない時の固有周期について述べよ。
 - 減衰を伴う振動に対し、減衰定数について説明し、「減衰100パーセント」の意味について述べよ。

建築構造

- 昨年10月、新潟県中越地方に発生した大きな地震は、現地に多大な被害をもたらした。しかし、建物の構造的被害は、観測された加速度などに比べ比較的少なかった。その原因の1つとして、新潟県地方は冬季の積雪が深く、建物も雪国仕様の構造となっていた点が指摘されている。
 下記の問いに答えよ。
 (1) 下図(a)は、均質な弾性材料による一様等断面の部材によって構成された剛接合の平面山形ラーメン構造である。この骨組みに図のような一様な積雪荷重が作用した時の曲げモーメント図の概形を描け(数値を入れる必要はない)。但し、部材は弾性範囲にあり変位は微小であるとする。
 (2) 図(a)と同じ骨組みに対し、積雪荷重ではなく地震荷重が梁柱接合部分に集中的に作用した場合(図(b))の曲げモーメント図の概形を描け(数値を入れる必要はない)。但し、部材は弾性範囲にあり変位は微小であるとする。
 (3) 上記(1)と(2)の曲げモーメント図を見比べながら、雪国仕様の構造が地震に強いと考えられる理由について簡潔に説明せよ。



- 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震補強工法について、一般によく用いられる工法を2つあげ、工法名称、工法の概要、耐震補強となる理由、長所と短所についてそれぞれ簡潔に説明せよ。

土質工学

- 昨年の中越地震では、旧山古志村などの中山間地において自然斜面が崩壊した。このような自然斜面崩壊による被害が多発し、かつその規模が甚大で社会的な影響が大きかった原因として考えられる要因を5つ挙げて、それぞれについて簡潔に説明せよ。
- 掘削工事時に発生するボーリングとヒーピングのメカニズムについて、両者の違いがわかるように説明せよ。また、掘削時の土留め工(山留め工)の安定を確保する対策工として、対策原理の異なるものを3種類挙げて、それぞれについて簡潔に説明せよ。

環境工学

- 屋外における騒音は、下記に示すような要因に影響を受けてその伝搬量が変化する。
 A. 伝搬距離 B. 空気吸収 C. 地表面
 D. 構造物による遮蔽 E. 気象条件
 (1) A. 伝搬距離にともなう音の減衰について、音源を①点音源、②線音源、③面音源に3分類し、それぞれの音源に対する音の伝搬性状を説明せよ。
 (2) B から E のうち2つ選び、それらが騒音伝搬にどのように影響するかを説明せよ。
- 語群[A]に騒音制御手法が記載されており、語群[B]に音響物理現象を示す用語が記載されている。語群[A]のうち2つ選び、その制御原理および制御効果の特徴を語群[B]の用語を用いて(複数用いてよい)説明せよ。
 [A] ・穿孔(孔あき)板
 ・防音塀
 ・アクティブノイズコントロール
 ・拡張(膨張)型消音器
 [B] ・共鳴
 ・回折
 ・干渉
 ・反射
 ・吸音

基礎材料力学

- 図1(a)に示す内径 d で肉厚 t の胴部が十分に長い薄肉円筒 ($d \gg t$) を用い、両端を図1(b)に示すようにふたをして、圧力容器を作製した。胴部中央付近の応力状態に関する以下の問いに答えよ。ただし、胴部中央付近では両端のふたによる拘束の影響を受けないものとする。また、厚さ方向の応力は、他の応力成分に比べて小さく、無視できるものとする。

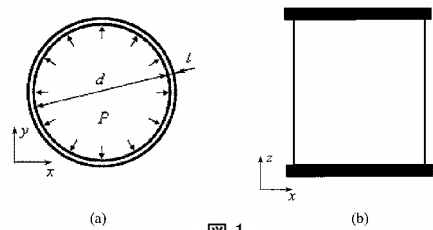


図1

- 内圧 P のときに発生する周方向応力 σ_θ と軸方向応力 σ_z を求めよ。

(2) 胴部材料の降伏応力を σ_Y とする。一般に、直交座標系 x - y - z での垂直応力 σ_{xx} , σ_{yy} , σ_{zz} , せん断応力 τ_{xy} , τ_{yz} , τ_{zx} に関して、ミーゼス降伏条件は、次式で与えられる。

$$\frac{1}{2} \left[(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + (\sigma_{yy} - \sigma_{zz})^2 + (\sigma_{zz} - \sigma_{xx})^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) \right] = \sigma_Y^2$$

内圧がいくらのときに胴部中央付近が降伏するか。

2. 長さ l の片持ち梁の自由端と、長さ h の棒の上端をピン結合し、図 2 に示す構造を作る。梁は水平方向を、棒は鉛直方向を向いている。棒の下端は変位が生じないように固定されている。棒も梁も同一材料で、ヤング率 E , 線膨張係数である。棒のみが加熱されて最初の状態より温度が t 上昇したとき、棒に発生する熱応力を求めたい。その算出過程である以下の記述の [イ] から [へ] にあてはまる式を答えよ。

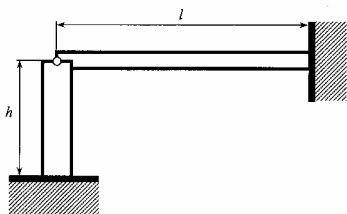


図 2

長さ h の棒の上端が梁に結合されていないとき、温度が t 上昇すると棒の全長は [イ] となる。棒の断面積を A とすれば、この温度のまま、棒の上端に鉛直下向き方向荷重 F (圧縮力) が加わると、全長は [ロ] となる。温度上昇と圧縮力により、棒は初期の長さ h から [ハ] 伸びたことになる。

梁の断面二次モーメントを I とする。梁の自由端に荷重 F が鉛直上向きに加わるとき、自由端に発生するたわみは、上向きに $w = \frac{Fl^3}{3EI}$ である。棒と梁がピン結合されているので、荷重 F が加わったときの、棒の伸びとたわみが等しくなければいけない。したがって、[ニ] $= \frac{Fl^3}{3EI}$ 。これを解くと、 $F =$ [ホ] となり、棒に発生する熱応力は [へ] となる。

流体力学

1. 二次元非圧縮性流体の運動方程式を、代表長さを L , 代表速度を U として、各変数 (t, x, y, u, v, p) を無次元化し、整理すると、以下の式が得られる。

$$\frac{\partial u^*}{\partial t^*} + u^* \frac{\partial u^*}{\partial x^*} + v^* \frac{\partial u^*}{\partial y^*} = -\frac{\partial p^*}{\partial x^*} + \frac{\mu}{\rho UL} \left(\frac{\partial^2 u^*}{\partial x^{*2}} + \frac{\partial^2 u^*}{\partial y^{*2}} \right) \quad (\text{式 1})$$

$$\frac{\partial v^*}{\partial t^*} + u^* \frac{\partial v^*}{\partial x^*} + v^* \frac{\partial v^*}{\partial y^*} = -\frac{\partial p^*}{\partial y^*} + \frac{\mu}{\rho UL} \left(\frac{\partial^2 v^*}{\partial x^{*2}} + \frac{\partial^2 v^*}{\partial y^{*2}} \right) \quad (\text{式 2})$$

ここで、 t は時間、 x, y は直交する座標、 u, v は x および y 方向速度、 p は圧力、 ρ は密度、 μ は粘性係数である。なお、無次元化された変数にはその右肩に*印がつけてある (例: $x^* = x/L$)。

このとき、以下の設問に答えよ。

- (1) 両式の最終項には、係数 $\frac{\mu}{\rho UL}$ が現れる。この係数の逆数の名前と、その物理的な意味を説明せよ。
 (2) 実機の $1/100$ の大きさの幾何学的に相似な模型を用いた実験を行う。力学的に相似な (無次元解が同一となる) 流れを得るためには、どのように実験条件を設定すべきか、具体的な例を示して論ぜよ。
2. 図 1 に示すような両端が開放されたダクトが、圧力 p_∞ [Pa]

の部屋の中に設置されている。そのダクトの出口にファンを設置し、一定の密度 $\rho = 1.2$ [kg/m³] 空気を流した。各断面で速度は一樣なとき、以下の設問に答えよ。ただし、ダクトは断面積が 100 [cm²] の円形ダクトとし、そこを流れる空気の体積流量は $Q = 4.2$ [m³/min] とする。

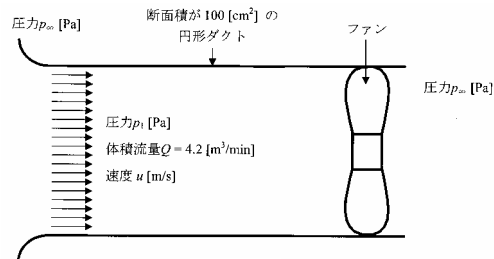


図 1

- (1) ダクト内の空気の流速 u [m/s] を求めよ。
 (2) ダクト内の空気の圧力 p_1 [Pa] を、部屋の圧力 p_∞ [Pa] を用いて表せ。ただし、部屋からダクト内の空気の流れには、乱れや縮流等による損失はなく、ダクト壁面の摩擦損失も無視できるものとする。
 (3) ファン出口の圧力は、部屋の圧力 p_∞ [Pa] に等しいと近似できる。ファンの静圧上昇 ΔP [Pa] を求めよ。
 (4) このときファンが空気にした仕事率 [W] を求めよ。
 (5) ファンの効率を 0.6 とするとき、ファン軸に与えなければならない動力 [W] を求めよ。

熱力学

1. 以下の文章中の空欄について、適切な式や語句を解答せよ。
 ある熱力学的な系を考える。外界から系に与えられる熱量 Q が、系の内部エネルギーの変化 ΔU と系が外部にする仕事 L との和に等しいとき、 $Q, \Delta U, L$ には、

$$(\text{ア}) \quad (\text{式 1})$$

の関係がある。系が 1 モルの理想気体のとき、(式 1) より、準静的な無限小可逆過程で系が受け取る熱量 dQ は、定積モル比熱 C_V と圧力 p , ならびに温度と体積の微小量 dT, dV を用いて

$$(\text{イ}) \quad (\text{式 2})$$

と表される。一方、理想気体 1 モルに対する状態方程式は一般気体定数 R を用いて

$$(\text{ウ}) \quad (\text{式 3})$$

とかける。(式 3) の両辺を全微分して、体積、圧力、温度の微小量を用いて表される

$$(\text{エ}) \quad (\text{式 4})$$

を(式 2)に代入すると、 dQ は温度、圧力の微小量を用いて

$$dQ = (\text{オ}) \quad (\text{式 5})$$

となる。圧力一定の過程では、(式 5) から

$$\left(\frac{dQ}{dT} \right)_p = (\text{カ}) \quad (\text{式 6})$$

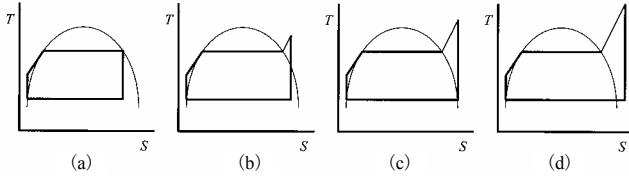
の関係、すなわち定圧モル比熱を C_V と R を用いて表す関係式が得られる。気体分子運動論によれば、定圧モル比熱は R を用いて、単原子分子の場合 (キ), 二原子分子の場合 (ク) で表される。

なお、系の状態が与えられれば定まった値をもち、また系の物理的性質を表す熱力学的な種々の量を総称して状態量とよぶ。特に、圧力、温度などの状態量を (ケ) とよび、一方、

体積，質量，内部エネルギーなどの状態量を (コ) とよぶ。

2. 水を作動流体とする Rankine サイクルに関する以下の問に答えよ。

- (1) Rankine サイクルを用いる代表的な応用例の一つあげよ。
- (2) タービンに飽和蒸気を入れる場合の Rankine サイクルの理論的な $T-S$ 線図として，最もふさわしい図を以下の (a) ~ (d) の中から 1 つ選べ。



- (3) ボイラでの供給熱量 Q_i と復水器での放熱量 Q_o を用いて，このサイクルの理論熱効率の式を示せ。ただし，ポンプ動力は無視するものとする。
- (4) 答案用紙に (2) で選んだ図を概略描き，描いた図中に Q_i に相当する部分をハッチングするなどして示せ。
- (5) タービンに入る飽和蒸気の温度を高温熱源，復水器での温度を低温熱源とするカルノーサイクルを新たに考える。答案用紙に (2) で選んだ図を再び概略描き，このカルノーサイクルと，(2) ~ (4) で考えたサイクルとでそれぞれ取り出される仕事の差に相当する部分を，図中にハッチングするなどして示せ。

制御工学

1. 以下の文章はオブザーバに関する説明である。文章を読み，(1) ~ (3) の設問に答えよ。

システムの \boxed{a} を直接測定できない場合に，測定できる \boxed{b} と \boxed{c} を用いて \boxed{a} を推定し，この推定値を用いて \boxed{a} フィードバックを行う方法がある。これは，前置補償器を用いて閉ループ系の極を自由に設定する方法と結果的には等価だが，応用範囲が広いことから制御器の設計に広く用いられている。この \boxed{a} を推定するシステムをオブザーバという。

制御対象の \boxed{a} を x ， \boxed{b} を y ， \boxed{c} を u とする。 x はベクトルで， y ， u はスカラーである。このとき制御対象の状態方程式は

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + bu \\ y = cx \end{cases} \quad (式 1)$$

と表される。ここで A ， b ， c が正確にわかっていると仮定すると， x の推定値 \hat{x} を \boxed{a} とした (式 1) のコピーを構成することができる。すなわち

$$\begin{cases} \dot{\hat{x}} = A\hat{x} + bu \\ \hat{y} = c\hat{x} \end{cases}$$

を計算することができる。ここで， (式 2) における \boxed{b} を \hat{y} とし， \boxed{c} は (式 1) と共通の u とする。もし， $\hat{x}(0) = x(0)$ ならば $t > 0$ においても $\hat{x}(t) = x(t)$ となる。しかし，一般的には $x(0)$ は未知なため $\hat{x}(t) \neq x(t)$ であり， \boxed{b} の推定値も $\hat{y}(t) \neq y(t)$ となる。この \boxed{b} の差にゲイン k をかけて (式 2) の \boxed{c} にフィードバックし， $\hat{x}(t)$ を修正する。つまり

$$\begin{aligned} \dot{\hat{x}} &= A\hat{x} + bu - k(\hat{y} - y) \\ &= [\text{ア}] \hat{x} + ky + bu \end{aligned} \quad (式 3)$$

とする。このとき， \boxed{a} の推定誤差 $e = \hat{x} - x$ を考えると，行列 $[\text{ア}]$ を \boxed{d} にできれば，任意の初期推定誤差に対して $\lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = 0$ すなわち $t \rightarrow \infty$ で $\hat{x}(t) \rightarrow x(t)$ となり， $\hat{x}(t)$ は $x(t)$ の漸近的再現値となる。このとき (式 3) のシステムをオブザーバという。また行列 $[\text{ア}]$ の \boxed{e} をオブザーバの極という。 k を選んでオブザーバの極が任意に設定できるための必要十分条件は， (c, A) が \boxed{f} となることである。なお，ここで説明したオブザーバはその次元が制御対象と一致しているので，同一次元オブザーバと呼ばれる。

(1) 文中の \boxed{a} ~ \boxed{f} に当てはまる言葉を以下より選んで答えよ。

入力 出力 状態 ゲイン 安定 不安定 可制御
可観測 初期値 外乱 誤差 極限值 最終値
固有値 停留値 基底 伝達関数

(2) (式 3) および文中の行列 $[\text{ア}]$ のに入る行列を A, b, c, k を用いて表せ。

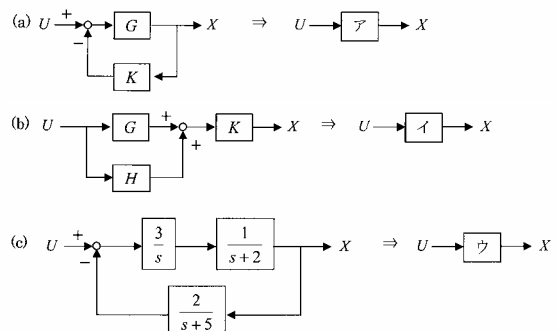
(3) オブザーバ

$$\dot{\hat{x}} = \begin{bmatrix} -k_1 & 1 \\ 2-k_2 & -2 \end{bmatrix} \hat{x} + \begin{bmatrix} k_1 \\ k_2 \end{bmatrix} y + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

の極を $\gamma_1 = -3$ ， $\gamma_2 = -5$ とするような k_1 ， k_2 を求めよ。

2. 以下の (1) ~ (3) の設問に答えよ。

(1) 以下のブロック線図の等価変換に関して，単純化した結果の伝達関数を答えよ。なお，各ブロックに書かれている伝達関数はそれぞれ周波数領域 (ラプラス形式) で表されている。



(2) 次の特性方程式をもつシステムの安定性を判別せよ。

(a) $s^2 + 6s + 8 = 0$

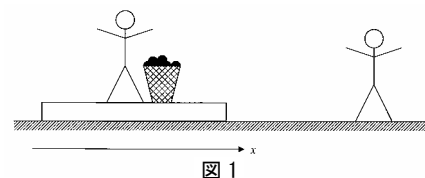
(b) $s^3 + 6s_2 + 7s + 50 = 0$

(3) 次の伝達関数をもつシステムの極と零点を求めよ。

$$G(s) = \frac{3s^2 - 9s + 6}{s^3 + 6s^2 + 11s + 6}$$

物理学

1. 図 1 のように平らな台の上に人が乗っている。台の上にはかごがあり，ボールが n 個入っている。ボールの質量は全て等しく m であり， n は 2 より多い ($n > 2$)。台と台上の人，かご (ボールは含まない) の質量の合計は M である。台と床面の摩擦は非常に小さく，無視できる。また台の上面の摩擦は十分に大きく，人やかごは台の上を滑って動くことはないものとする。また空気の抵抗は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。



- (1) 台と台上の全てのものが床に対して静止した状態を初期状態とする。この状態から台上の人がボールを1個、 x の負の向きに速さ v_0 で投げた。投げ終わったあとの、台および台上にある全てのものからなる系（以後「台上の系」と呼ぶ）の重心の運動する速度を求めよ。
- (2) 続いて、床の上にいる別の人が、台上の人に質量 m のボールを1個投げ、台上の人はこれを受け取った。床の上の人の投げたボールの速さは、床の上の系から見て x の負の向きに v_0 であった。ボールを受け取ったあとの台上の系の速度を求めよ。ただし、ボールの上下方向の運動は無視して考えよ。
- (3) かごの中のボールの数を n にもどし、全てが静止した状態から台の上の人がボールを一個 x の負の向きに速さ v_0 で投げ、続いてもう一個、 x の正の向きに、台上の系から見て v_0 の速さで投げた。ボールを2個投げ終わったときの台上の系の重心の速度を求めよ。
- (4) 全てが静止した状態に戻って考える。ただし、かごの中のボールはカラだとする。床の上の人が(2)と同じく x の負の向きに速さ v_0 でボールを投げ、今度はこれを台上の人が正反対方向にバットで打ち返した。打ち返す時に台上の人がボールに与えたエネルギーが E であったとすると、ボールを打ち返したあとの台上の系の重心の速度を求めよ。ここでも(2)と同じくボールの上下方向の運動は無視して考えよ。また、バットの質量は M に含まれるものとし、バットとボールの衝突は完全弾性衝突であるとせよ。

2. 図2のような、天井から弾力のあるゴムひもにぶら下がった重りの系を考える。ゴムひものばね係数は k であるとする。ゴムひもの自然長は L_0 、重りの質量は m とし、ゴムひもの質量は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。

- (1) 重りを静止させた状態を考え、この場合のゴムひもの長さを求めよ。
- (2) ゴムひもと鉛直方向のなす角を θ に保ったまま、重りを水平面内で等速円運動させることができたとする。重力加速度を g としてこの時のゴムひもの張力 T を求めよ。
- (3) この時のゴムひもの長さを L として重りの回転運動の角速度を求めよ。
- (4) この時のゴムひもの伸び $(L-L_0)$ を求めよ。

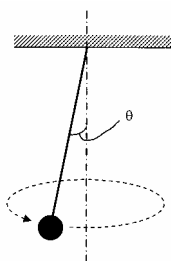


図2

計測工学

1. 図1は入力信号を4ビットの2進数 (b_3, b_2, b_1, b_0) に変換する逐次比較型 A-D 変換器の構成を示している。SAR (Successive Approximation Register) は逐次比較レジスタとも呼ばれ、これは図2に示すような天秤を使って未知の重さを測る動作を実現するものである。すなわち、図2において未知の重さの測定対象を左の天秤にのせて測定する際に、最

軽量の分銅を基準にしてその2のべき乗倍の分銅を用意し、(1)重い分銅から天秤の右側にのせていく、(2)天秤の右側が下に傾いたときには直前にのせた分銅をおろして、おろした分銅の次に重い分銅をのせ、(3)天秤の左側が下に傾いたときには、直前にのせた次に重い分銅をのせる。この操作を最軽量の分銅まで繰り返す、最後に右側の天秤に残った分銅が計測結果となる。いま、図1の b_0 を LSB としてこれを入力信号の1[V]に対応させるとき、以下の問いに答えよ。

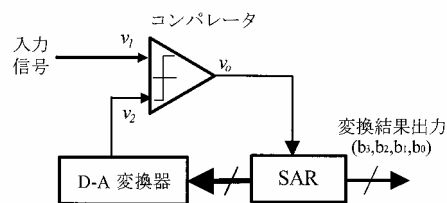


図1

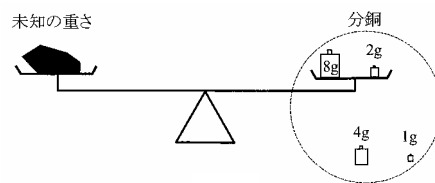


図2

- (1) 図1の入力信号として7.5[V]を入力したとき、SARがどのように動作するかを順番に説明し、変換結果 (b_3, b_2, b_1, b_0) を示せ。
- (2) 図1の例は4ビットの分解能であるが、一般に n ビットの分解能の逐次比較 A-D 変換に要する時間を求めよ。ただし、コンパレータが比較判断をして D-A 変換器が v_2 を出力するまでの1サイクルに要する時間を t とする。
- (3) 図1の場合について量子化誤差 e_v の範囲を示せ。また、ビット数を変えることなく変換誤差(すなわち $|e_v|$ の最大値)を低減させる方法について述べよ。
- (4) 時間的に変化する信号を図1に示す A-D 変換器を用いて標準化(サンプリング)するとき、図1の構成に加えてどのような機能が必要かを簡潔に述べよ。
- (5) 逐次比較型 A-D 変換器の性能について、ほかの変換方式一つをとりあげて分解能・変換時間の観点から比較して論ぜよ。

2. 計測に関する語句に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 長さの測定誤差に関する「アッペの原理」について説明せよ。
- (2) 「合致法」と「差動法」につき、それぞれ適当な例を挙げて説明せよ。

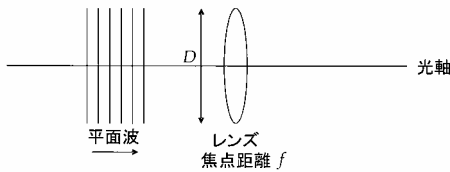
光 学

1. 図のような焦点距離 f 、直径 D の単レンズでの光の収束を考える。このレンズに図の左側から波長 λ の平面波を入射させたとき、光はレンズの右側で収束したとする。近軸の範囲内で以下の問いに答えよ。またレンズの収差は無視できるものとせよ。

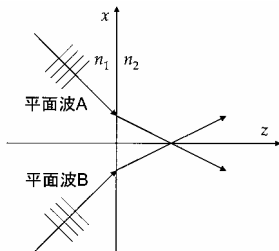
- (1) 平面波の進行方向が光軸方向のとき、平面波はどの位置に集光されるか。図または文章で説明せよ。
- (2) 上記で、光が最も小さく集光された点での光のスポットは完全な点にはならず、スポットの半径(光軸に垂直な面内で考える)は、ある有限な値をとる。上記の設定の状態で、レンズを直径 D 、焦点距離 $2f$ の別のレンズに取り替え

ると、集光されたスポットの半径は、焦点距離が f の場合と比べてどのように変化するか。ただしスポットの半径は、大きさが最も小さくなった位置で測るものとする。

- (3) 同様に、レンズを直径 $2D$ 、焦点距離 f のものに取り替えると、集光されたスポットの半径は直径 D 、焦点距離 f の場合と比べてどのように変化するか。
- (4) 今度は、レンズを最初に戻して直径 D 、焦点距離 f のものを用い、光の波長のみ 2λ にすると、スポットの半径はどのようになるか。
- (5) 系を最初の状態に戻し、収差のうち色収差のみは無視できないものとする。 $\lambda = 500\text{nm}$ の場合と、 $\lambda = 600\text{nm}$ の場合では、光の集光点の相対位置はどのようになるか。ただしレンズの材質は通常のガラスであるとする。



2. 屈折率 n_1 と n_2 の媒質中での 2 つの平面波による干渉を考える。平面波にはそれぞれに記号 A, B をつけて区別する。平面波の真空中での波長は λ_0 であるとする。図の $z < 0$ の領域は屈折率 n_1 の媒質 1, $z \geq 0$ の領域は屈折率 n_2 の媒質 2 で満たされているとする。光は図の左方向から右方向に向かって斜めに進んでくるものとする。媒質 1 内での 2 つの平面波の k ベクトル (波数ベクトル) は、それぞれ $k_{1A} = (k_{1x}, 0, k_{1z})$, $k_{1B} = (k_{1x}, 0, k_{1z})$ であるとする。真空中での光速は c とせよ。
 - (1) 媒質 1 および媒質 2 の内部での平面波の波長を求めよ。
 - (2) 媒質 1 および媒質 2 の内部での平面波の k ベクトルの絶対値と真空中での波長 λ_0 との関係を求めよ。
 - (3) 媒質 2 の内部での 2 つの平面波の k ベクトルをそれぞれ k_{2A}, k_{2B} とするとき、これらを求めよ。
 - (4) 媒質 1 および媒質 2 の内部には、2 つの平面波による干渉縞 (3 次元的な光の明暗のパターン) ができる。それぞれの干渉縞のピッチ (縞の間隔) を求めよ。
 - (5) (4) の媒質 1 および媒質 2 の内部にできた 3 次元的な干渉縞の法線の方向はそれぞれどちら向きになるか。図または文章あるいはその両方を用いて説明せよ。



電子デバイス工学

1. 通常の MOS 電界効果トランジスタのゲート絶縁層中に、中間電極を挿入した図 1 のようなデバイス構造を考える。ここで、トランジスタのチャンネル側の絶縁層を絶縁層 1、また中間電極とゲート電極の間の絶縁層を絶縁層 2 と呼ぶことにし、絶縁層 1 と絶縁層 2 の誘電率をそれぞれ ϵ_1, ϵ_2 、絶縁層の厚さをそれぞれ d_1, d_2 とする。さらに絶縁層 1 中の電界を E_1 、絶縁層 2 中の電界を E_2 と呼ぶことにする。また、初期状態で

は中間電極は、電気的に中性であった。この時、以下の問いに答えよ。

- (1) チャンネル・ゲート間電圧 V_G を E_1, E_2 を用いて表せ。
- (2) ゲート電極に、時間幅 Δt の大きな正の矩形波電圧パルスを加したところ、チャンネル中の電子が、トンネル効果により絶縁層 1 を通って中間電極に注入され、矩形波パルス状で電流密度 J の電流が流れた。また、絶縁層 2 は十分厚く、絶縁層 2 には電流は流れなかったものとする。

なお、正の電圧パルスを加後、ゲート電圧を元に戻すと、注入された電子はそのまま中間電極にとどまった。この時、中間電極に注入された電子により、 E_1 と E_2 の関係がどのように変化するかを表す式を求めよ。
- (3) 中間電極に電子が注入されたことにより、MOS 電界効果トランジスタが ON になるゲート電圧 (閾値電圧) がシフトした。注入電子により誘起されるシフトの大きさ ΔV_{th} を符号を含めて求めよ。
- (4) このような効果は、現在、盛んに利用されている。どのような応用か説明せよ。また、このような素子は、一般にどのような名称で呼ばれているか、その名称を示せ。

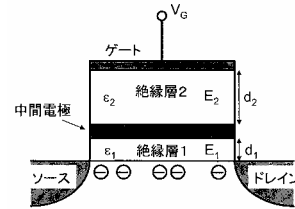


図 1 中間電極層を有する MOS 電界効果トランジスタ構造

2. バルク半導体を用いた太陽電池について以下の問いに答えよ。
 - (1) 図 2(a) のように、太陽電池に電流計のみを接続し、様々な波長の光を定常的に照射したところ、ある条件を満たす光に対して、電圧を印加しなくても定常的に電流が観測された。光電流が流れるための光の条件とはどのようなものか説明せよ。また、そのような光に対して、なぜ太陽電池に電圧を印加しなくても電流が流れるのか、その物理的な機構を簡潔に説明せよ。必要であれば、図を用いてもよい。
 - (2) 上記(1)で電流が流れるような光の条件を選択し、次に、図 2(b) のように、太陽電池に電圧計のみを接続した状態で、光を定常的に照射したところ、電圧が発生した。電圧が発生する物理的な機構を説明するとともに、測定される電圧の大きさが、太陽電池を構成する半導体のどのような物理量で支配されているか述べよ。必要であれば、図を用いてもよい。

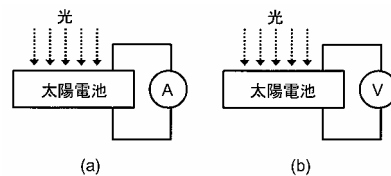
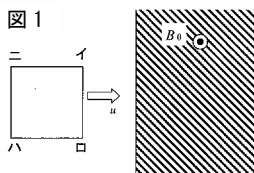


図 2 太陽電池と測定回路。(a)太陽電池に電流計を接続した回路。(b)太陽電池に電圧計を接続した回路。

電磁気学

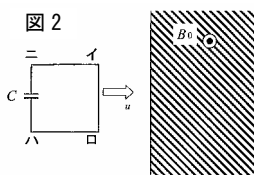
1. 半径 a の針金で作られた一辺の長さが b の正方形の回路イロハニがある。ただし、 $a \ll b$ とする。以下の問いに答えよ。
 - (1) 針金の材料の電気伝導率が σ のとき、この回路の抵抗 R を求めよ。

(2) 図1に示すようにこの回路を一定速度 u で移動させ、回路に対して垂直に印加された一様な磁束密度 B_0 の磁場中（図の斜線の部分）に進入させる。磁場の境界は回路の辺イロに平行である。回路の辺イロが磁場の境界に達した時刻を $t=0$ とするとき、時刻 $0 < t < b/u$ において回路に働く誘導起電力 V 、ならびに回路を流れる電流 I を求めよ。回路の抵抗は R としてよい。



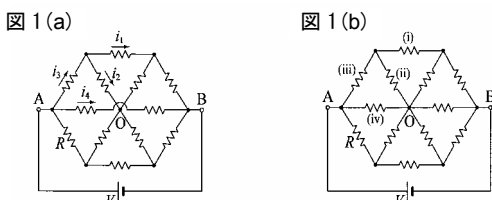
(3) 次に図2のように回路に容量 C のコンデンサーを取り付けて、(2)と同様の操作を行う。コンデンサーの大きさは十分に小さく、回路の抵抗は変化しないものとして以下の問いに答えよ。回路の抵抗は R としてよい。

- (3-1) 時刻 $0 < t < b/u$ において、コンデンサーの両端にかかる電圧 V_c 、回路に加わる誘導起電力 V 、回路を流れる電流 I の関係を求めよ。またコンデンサーの両端に蓄えられる電荷 Q と電流 I の関係を示せ。
- (3-2) 時刻 $0 < t < b/u$ における電荷 Q を時間 t の関数として求め、図示せよ。
- (3-3) 時刻 $0 < t < b/u$ の間に回路で消費された電力を求めよ。



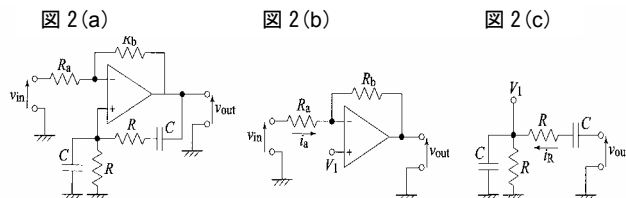
回路理論

1. すべて同じ抵抗 R で構成された回路に関する以下の問いに答えよ。
 - (1) 図1(a)のような回路の端子 AB 間に直流電圧 V を印加することを考える。図中に示した電流 i_1 と i_2 の比を求めよ。また、電流 i_3 と i_4 の比を求めよ。
 - (2) 図1(a)の回路での端子 AB 間の合成抵抗を求めよ。
 - (3) 点 O での結線を図1(b)のように変えたときの端子 AB 間の合成抵抗を求めよ。
 - (4) 図1(b)において、(i)~(iv)の抵抗のいずれか一カ所のみを切断して開放状態とすることを考える。この4通りについて端子 AB 間の合成抵抗の大小関係を示せ。



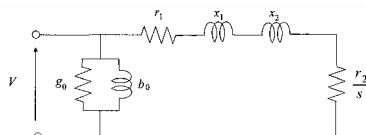
2. 理想的な演算増幅器と抵抗、キャパシタンスを用いた図2(a)のような回路を考える。この回路が図2(b)、図2(c)のように分割できることを考慮して、以下の問いに答えよ。
 - (1) 図2(b)のように演算増幅器の非反転入力 (+) 端子の電圧を V_1 で固定したとき、抵抗 R_a を流れる電流 i_a を求めよ。また、出力電圧 v_{out} を入力電圧 v_{in} を用いて表せ。

- (2) 図2(c)の回路において v_{out} を角周波数 ω の交流電圧源とみなして、電流 i_R および端子電圧 V_1 を v_{out} を用いて表せ。
- (3) (2)の結果から、 v_{out} と V_1 の比として $A (=v_{out}/V_1)$ を定義したとき、図2(a)の回路の伝達関数 $G (=v_{out}/v_{in})$ を A 、 R_a 、 R_b を用いて表せ。ところで、この回路は、ある条件下では入力電圧 v_{in} が零でも出力電圧 v_{out} が現れることから、発振器として動作する。 A の角周波数依存性を考慮して、この発振条件と発振角周波数を求めよ。



エネルギー工学

1. 次の中から3つの項目を選択し、それらを簡単に説明せよ。
 - (1) MOX 燃料の成分と主な用途
 - (2) 熱電効果の一つであるペルチェ効果とその主な用途
 - (3) 電力貯蔵設備としての圧縮空気貯蔵ガスタービンの原理
 - (4) 直流送電の特徴とその主な用途
 - (5) 内燃機関の希薄燃焼とその効果
 - (6) クリーン開発メカニズムの定義
2. 下図は三相誘導電動機の簡易的な単相等価回路である。 s は「すべり」であり、回転子が静止しているときは $s=1$ となる。ただし、 r_1 [Ω] は固定子巻線抵抗、 x_1 [Ω] は固定子巻線の漏れリアクタンス、 b_0 [S] は励磁サセプタンス、 g_0 [S] は励磁コンダクタンス、 r_2 [Ω] は固定子側に換算された回転子巻線抵抗、 x_2 [Ω] は固定子側に換算された回転子巻線の漏れリアクタンスである。



- (1) 実効値 V [Volt] の正弦波交流電圧を印加したとき、電気的入力 P_E [W] を求めよ。
- (2) このときの鉄損を求めよ。
- (3) このときの銅損を求めよ。
- (4) このときの誘導電動機の機械的出力 P_M [W] を求めよ。ただし、摩擦等による機械的損失は無視できるものとする。
- (5) 鉄損が無視できる場合、誘導電動機が発電機として動作するための s の範囲を求めよ。
- (6) $s > 1$ のとき、誘導電動機はどのような動作状態となるかを論ぜよ。

通信工学

1. 平均到着率が λ 、平均待ち時間が t_w 、平均サービス時間が t_s の待ち行列が存在する。到着はポアソン分布、サービスは指数分布、窓口の数は1とする。
 - (1) この待ち行列をケンドール記号で表現せよ。
 - (2) μ を平均サービス量とした時に λ/μ で表される窓口利用率 ρ を λ と t_s で表せ。
 - (3) 系内全体の平均客数 L を λ と t_w と t_s で表せ。

- (4) L は $\rho/(1-\rho)$ と表される。これを利用し、平均待ち時間 t_w を ρ と t_s を用いて表す式を導け。式の導出過程も記すこと。
- (5) (4)の結果を用い、平均応答時間 t_q を ρ と t_s を用いて表す式を導け。式の導出過程も記すこと。

2. 以下の各事項について説明せよ。

- (1) インターネット VPN (Internet Virtual Private Network)
- (2) IEEE802.11b
- (3) DNS (Domain Name System)
- (4) MAC アドレス (Media Access Control Address)

情報理論

1. マルコフ情報源に関する以下の問いに答えよ。

- (1) A, B 2つの文字から構成されるマルコフ情報源がある。文字 A の次の文字が B となる確率を p , 文字 B の次の文字が A となる確率を q とし、これら以外の場合には同一の文字が続く (A→A または B→B) ものとする。この文字列を状態遷移図 (シャノン線図) に示せ。また、文字 A の発生確率を p, q を用いて示せ。
- (2) A, B, C, D 4つの文字から構成されるマルコフ情報源がある。文字 A の次の文字が B となる確率, 文字 B の次の文字が C となる確率をそれぞれ p とし、逆に、文字 B の次の文字が A となる確率, 文字 C の次の文字が B となる確率をそれぞれ q とする。また、文字 A の次の文字が D となる確率を r とし、文字 D の次の文字が A となる確率を s とする。これら以外の場合には同一の文字が続く (A→A, B→B, C→C または D→D) ものとする。この文字列を状態遷移図 (シャノン線図) に示せ。また、文字 A の発生確率を p, q, r, s を用いて示せ。ただし、導出過程を簡潔に示すこと。

2. 符号化方式に関する以下の問いに答えよ。

(1) 表 1 の出現確率を有する情報源をハフマン符号化せよ。

	A	B	C	D	E	F	G	H
出現確率	0.06	0.23	0.15	0.06	0.06	0.3	0.08	0.06

表 1

- (2) 表 1 の A から H を 3bit の固定長で符号化 (A=000, B=001, C=010, D=011, E=100, F=101, G=110, H=111) した場合と比較して、ハフマン符号化の利点を定量的に述べよ。
- (3) ハフマン符号化の問題点を 2 つ挙げ、また、それらの問題点に対する解決策を述べよ。

計算機工学

1. 電子計算機の記憶装置の階層構成について、次の問いに答えよ。(2)~(4)については、導出過程も記すこと。

- (1) 記憶装置の階層構成の意義について、数行以内で述べよ。
- (2) 一次キャッシュのアクセス時間を T_1 , ヒット率を h_1 ($0 \leq h_1 \leq 1$), 二次キャッシュのアクセス時間を T_2 , ヒット率を h_2 ($0 \leq h_2 \leq 1$), 主記憶のアクセス時間を T_m とする。
ただし、両キャッシュにヒットしなかった場合も必ず主記憶でヒットするものとする。二次キャッシュのアクセス時間は、一次キャッシュミスの後に必要な時間であり、主記憶のアクセス時間は、二次キャッシュミスの後に必要な時間である。 h_2 は一次キャッシュのミスにより二次キャッシュへ

発行されたアクセス要求全体からみたヒット率である。

全てのアクセスのうち主記憶へアクセスされる割合はいくらか。

(3) (2)に於いてプロセッサからの平均アクセス時間を求めよ。

(4) (2)に於いて $T_1 = \frac{T_2}{4}, T_2 = \frac{T_m}{5}, h_2 = \frac{3}{4}$

のとき、平均アクセス時間を T_m の 8 分の 1 以下にするには、一次キャッシュのヒット率はどれくらい必要か。

2. 計算機上で広く用いられている単精度 IEEE 標準浮動小数点数数値表現 (以下 IEEE 表現とする) は、実数を 32 ビットの 2 進浮動小数点数数値で表現する方式であり、図 1 のような構成で値 $(-1)^s \cdot 2^{(E-127)} \cdot 1.F$ を表現する。ここで F は 2 進数での小数点以下の 23 桁のビット列を表す。正規化された状態では E のビットパターンには 00000000 と 11111111 は用いられない。

S	E	F
1 ビット	8 ビット	23 ビット

図 1

この方式について、次の問いに答えよ。導出過程も記すこと。

- (1) ビットパターン
00111111000000000000000000000000
で表現されている数値を 10 進数表記に変換せよ。
 - (2) 10 進数値 18.5 を IEEE 表現のビットパターンに変換し、16 進数表現にせよ。ただし 10 から 15 までの数には大文字アルファベット A から F までを用いることとする。
 - (3) IEEE 表現で表現可能な数値のうち、正規化されたもので絶対値の最も小さい正の数求めよ。
 - (4) 1.0 より大きい数のうち、IEEE 表現で表現可能な最小の数を 2 進数の浮動小数点表記で求めよ。
3. 以下の各事項について、それぞれ数行以内で説明せよ。
- (1) 仮想記憶
 - (2) 仮想マシン (Virtual Machine)
 - (3) マルチスレッド (Multithread)
 - (4) 投機的実行

情報工学

1. 手書き文字のパターン認識に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 手書き文字のパターン認識を行うシステムは、どのような処理の組み合わせで構成されているかを簡単に説明せよ。
- (2) 手書き文字を標準化して得られた画像 (図 1) に対する濃度ヒストグラムが図 2 で与えられるものとし、文字パターン、および、背景の濃度分布がそれぞれ次の正規分布であらわされるものとする (図 2)。

文字パターンの濃度分布:

$$N_{letter}(x) = \frac{d_l}{\sqrt{2\pi\sigma_l^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu_l)^2}{2\sigma_l^2}\right)$$

背景の濃度分布:

$$N_{back}(x) = \frac{d_b}{\sqrt{2\pi\sigma_b^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu_b)^2}{2\sigma_b^2}\right)$$

単一のしきい値 T を用いて文字パターンと背景を分割する方法を示し、なぜそのように考えるか理由を述べよ。ただし、 N は度数、 x は画像の濃度値とし、図 2 の点線はそれぞれ文字パターン、背景の濃度分布を、実線は画像全体の濃度分布

を示しているものとする。

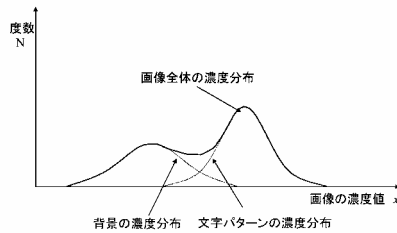


図 1

図 2

- (3) 0~9 の文字パターンをカテゴリ ω_i ($i=0\sim 9$) であらわしたとき、手書き文字パターン x を観測したときそれがカテゴリ ω_i である確率 $P(\omega_i|x)$ をベイズの定理を用いて示せ。また、ベイズの定理を利用してパターン識別を行う手法を説明せよ。
- (4) 手書き文字パターンを 8×8 の格子で標本化し、濃度値 4 レベルで量子化した画像 (図 3) がある。'0', '6', '8' の各文字に対する標準パターンが図 4 のように与えられたとき、ユークリッド距離を利用して図 3 の手書き文字パターンを識別せよ。ただし、図 3, 4 のます目内の数値は濃度値を表しているものとする。
- (5) 観測される文字パターンの変形や位置ずれに耐性を持つパターン識別手法として、複合類似度を利用した手法がある。この手法について説明せよ。

0	0	1	2	3	2	0	0
0	0	3	0	0	2	0	0
0	0	2	0	1	3	0	0
0	0	1	3	3	0	0	0
0	0	2	1	3	0	0	0
0	0	3	0	1	2	0	0
0	0	3	2	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

図 3

0	0	1	2	3	2	0	0
0	0	3	0	0	2	0	0
0	0	3	0	0	3	0	0
0	0	2	0	0	3	0	0
0	0	2	0	0	2	0	0
0	0	3	0	0	2	0	0
0	0	2	2	2	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

図 4

2. 情報工学に関する次の事項のうち 4 つの語句を選び、それぞれ数行で説明せよ。
- (1) 公開鍵証明書
 - (2) UML (Unified Modeling Language)
 - (3) エンタープライズアーキテクチャ
 - (4) フィッシング (phishing)
 - (5) ステガノグラフィー
 - (6) エキスパートシステム
 - (7) JPEG2000
 - (8) シミュレーテッド・アニーリング

化 学

1. 100°C , 1.0 atm ($=1.0\times 10^5\text{ Pa}$) のもとで水蒸気が液体の水に変わるときの内部エネルギー変化とエントロピー変化を求めよ。ただし、 100°C , 1.0 atm のもとでの水蒸気の体積を 30 L mol^{-1} 、水の蒸発エンタルピーを 40 kJ mol^{-1} とせよ。
2. N モルの四酸化二窒素 N_2O_4 を容積 V の容器に入れて一定温度に保ったところ、

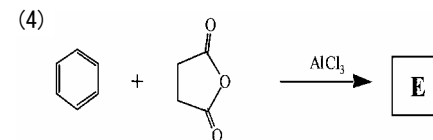
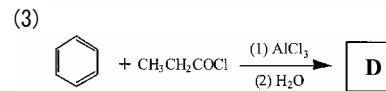
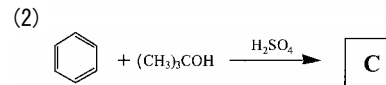
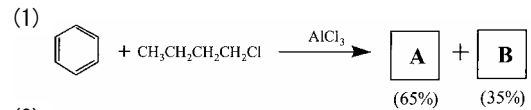


で表される平衡状態に達し、圧力が P となった。このときの解離度を α として以下の問いに答えよ。

- (1) 平衡状態における N_2O_4 と NO_2 の物質量を求めよ。
 - (2) この反応の圧平衡定数を求めよ。
3. 次の (1) から (4) の各問いに答えよ。
- (1) 下の炭素の例にならって、基底状態におけるナトリウム Na と塩化物イオン Cl^- の電子配置を記せ。ナトリウムと塩素の原子番号は、それぞれ、11 と 17 である。
例 炭素 C $(1s)^2(2s)^2(2p)^2$
 - (2) 1-ヘキセン、1,4-ヘキサジエン、シクロヘキサン、ベンゼンの π 電子の数を、それぞれ記せ。また、共役化合物をすべて選べ。
 - (3) 水、二酸化炭素、ジクロロメタン、四塩化炭素、メタン、ベンゼンのうち、双極子モーメントを持つものをすべて答えよ。
 - (4) ハロゲン化水素には分子量の小さいものから順に HF , HCl , HBr , HI がある。
(a) ハロゲン化水素のうち、最も強い酸はどれか。
(b) ハロゲン化水素の沸点は HCl , HBr , HI , HF の順に高くなる。 HF の沸点が最も高くなる理由を簡潔に述べよ。

有機化学

1. 以下の反応における生成物 A~E の構造式を示せ。



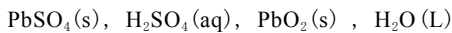
2. 3,3-ジメチル-2-ブタノールの臭化水素水溶液中における反応生成物を全て記せ。但し、光学異性は考えなくてよい。
3. プロピオンアルデヒドとメタノールは酸を触媒としてアセタールを形成する。この反応機構を反応式で詳しく説明せよ。
4. ブタジエンの π 分子軌道は以下の式で表される。各炭素 ($\text{C}_1\sim\text{C}_4$) 上の π 電子密度を計算せよ (途中の計算式も示すこと)。
 $\Psi_4=0.37\phi_1-0.60\phi_2+0.60\phi_3-0.37\phi_4$
 $\Psi_3=0.60\phi_1-0.37\phi_2-0.37\phi_3+0.60\phi_4$
 $\Psi_2=0.60\phi_1-0.37\phi_2-0.37\phi_3-0.60\phi_4$
 $\Psi_1=0.37\phi_1-0.60\phi_2-0.60\phi_3+0.37\phi_4$
5. 分子式が $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ で表わされる化合物の全ての異性体を化学構造式で記せ。但し、エノールは除く。

無機化学

1. 固体状態の金属の原子配列には、主に 3 種類ある。2 つの最密充填構造の (a) と (b) とそれとは異なる (c) の 3 つである。最密充填構造では、各金属原子は (d) 個の最近接原子に囲まれている。(c) の構造では、各金属原子には (e) 個の最近接原子があり、さらに 6 個の原子が最近接原子より 15%

程度遠くに位置している。Au や Al は、(a) をとり、Mg や Zn が (b) をとる。室温において Fe は、(c) をとることが知られている。以下の問いに答えよ。

- (1) 上の文章中の (a) ~ (e) に、適切な語句あるいは数字を入れよ。
 - (2) 金属 Al の結晶の中で、各 Al 原子と最近接原子との間の距離が、 c [cm] であるとする。このとき、金属 Al 結晶の単位格子の体積を求めよ。
 - (3) さらに、金属 Al 結晶の密度を d [g cm⁻³] とするとき、アボガドロ数 N_A の求め方を示せ。必要があれば、他の物理量を定義して用いること。
 - (4) (a) をとる金属の特徴的な性質を 1 つ挙げよ。
2. 鉛蓄電池は、鉛 Pb と二酸化鉛 PbO₂ の電極を希硫酸に浸したものである。以下の問いに答えよ。
- (1) この鉛蓄電池の電池式を記せ。
 - (2) 両極を外部回路につなぎ、電流が流れるときの負極および正極で起こる化学反応を記せ。
 - (3) 以下に示す 4 つの物質の標準生成自由エネルギー ΔG°_{298} [kJ mol⁻¹] がわかっているものとする。鉛蓄電池の 25°C における起電力 E の求め方を説明せよ。ファラデー定数は F [C mol⁻¹] とし、物質 X の標準生成自由エネルギーを $\Delta G^\circ_{298}(X)$ [kJ mol⁻¹] として表して用いよ。さらに、必要があれば、他の物理量を定義して用いること。



s: 固体, aq: 水溶液, l: 液体状態を表すものとする。

- (4) 鉛蓄電池は、放電によって起電力が下がる。その理由を簡潔に記せ。
3. X 線を用いた分析に関する以下の問いに答えよ。
- (1) 金属でできた対陰極に高速度の電子を衝突させると、2 種類の X 線が発生する。X 線の発生する機構を簡潔に説明せよ。
 - (2) (1) で発生した X 線を物質に照射すると、照射した X 線とは異なる波長の X 線が発生する場合がある。このときの X 線の発生する機構を簡潔に説明せよ。
 - (3) X 線を用いた無機材料の分析方法を 2 つ挙げ、その測定手法と用途を簡潔に説明せよ。

材料工学

1. 自動車用材料の用途と特徴に関する以下の問いに答えよ。
 - (1) 自動車には、鉄鋼、アルミニウム合金、ゴム、ガラスなど種々の材料が使われている。上記のそれぞれの材料について、使用される部位とその理由について簡潔に説明せよ。
 - (2) 50 年前に比べ、最近の自動車はプラスチックの使用量や用途が拡大している。この材料を自動車の構造材料として利用する場合の長所・短所を簡潔に述べよ。
 - (3) 近年、ハイブリッドカーや燃料電池自動車の開発が進んでいるが、これらの自動車が普及する場合、これまであまり使用されてこなかった金属元素が多量に必要な。これらの元素を 2 つ挙げ、その用途について説明せよ。
 - (4) 一部の自動車部品にマグネシウム合金が使用されるようになったが、その部品名と使用されるようになった理由を簡潔に説明せよ。
 - (5) チタン合金は軽量かつ高強度、さらには耐食性に富むが、

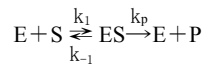
この材料は現時点では自動車にはほとんど使用されていない。この理由を説明せよ。

2. 材料評価では、種々の分析装置を組み合わせて利用されている。粒径が 0.1~10 μm 程度の金属粒子の粒度分布を測定するのに必要な装置を 2 つあげ、その装置名を英語 (フルスペル) で示し、その原理と測定から得られる情報を、装置ごとに 200 字程度で説明せよ。

薬学

1. Michaelis-Menten 式に関する以下の文章を読み、(1) から (4) の問いに答えよ。

酵素反応を以下に記す。このうち E は酵素、S は基質、P は生成物、 k_1 , k_{-1} , k_p はそれぞれの反応の速度定数をそれぞれ表す。



酵素反応が触媒的にはたらくときには、反応は定常状態に達する。定常状態においては、酵素と基質の複合体である ES の濃度はほぼ一定になる。この時の生成物 P の生成速度 v を以下の式より導く。

この場合、生成物 P の生成速度 v は、

$$v = \boxed{(a)} \dots\dots\dots (i)$$

この時、全酵素濃度 $[E]_0$ は、

$$[E]_0 = [E] + [ES]$$

となっているため、式 (i) は以下の通り書き直すことができる。

$$\frac{v}{[E]_0} = \boxed{(b)} \dots\dots\dots (ii)$$

定常状態においては ES の生成速度と分解速度が等しくなる。ES の生成速度は $E + S \xrightarrow{k_1} ES$ によるため、

$$ES \text{ の生成速度} = \boxed{(c)}$$

ES の分解速度は $ES \xrightarrow{k_p} E + P$ と $ES \xrightarrow{k_{-1}} E + S$ によるため、

$$ES \text{ の分解速度} = \boxed{(d)}$$

上の 2 つの式は等しくなるので、

$$\boxed{(c)} = \boxed{(d)}$$

$[ES]$ について解くと、

$$[ES] = \boxed{(e)} \dots\dots\dots (iii)$$

ここで、Michaelis 定数 K_m を以下の通りに定義する。

$$K_m = \frac{k_p + k_{-1}}{k_1} \dots\dots\dots (iv)$$

式 (iv) を式 (iii) にあてはめて

$$[ES] = \boxed{(f)} \dots\dots\dots (v)$$

式 (v) を式 (ii) に代入し $k_p [E]_0 = v_{max}$ とすると、

$$v = \boxed{(g)} \dots\dots\dots (vi)$$

の関係式が得られる。この式は Michaelis-Menten の関係式とよばれる。

- (1) 文章の空欄 (a) から (g) に入る式を以下の選択肢から選び、記せ。

$$\frac{K_m [S]}{v_{max} + [S]} \quad (k_p - k_{-1}) [ES] \quad \frac{[E] [S]}{K_m} \quad \frac{k_p}{K_m} k_p [ES]$$

$$\frac{[E] + [S]}{k_p [ES]} \quad k_1 [E] [S] \quad \frac{k_p [ES]}{[E] [ES]}$$

$$\frac{k_1 [E] [S]}{(k_p + k_{-1})} \quad \frac{v_{max} [S]}{K_m + [S]} \quad (k_p + k_{-1}) [ES] \quad \frac{v_{max}}{K_m}$$

$$v_{max} [S] \quad (k_p + k_1) [ES]$$

(2) (vi) の関係式が成り立つ酵素について、酵素濃度に対して基質濃度が非常に大きいとき v はどのような関係式に従うか示せ。

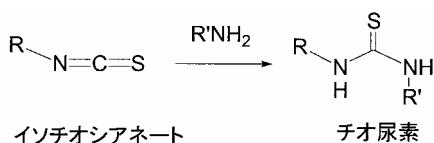
(3) (vi) の関係式が成り立つ酵素について、酵素濃度に対して基質濃度が非常に小さいとき v はどのような関係式に従うか示せ。

(4) $k_1 = 1 \times 10^7 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$, $k_{-1} = 1 \times 10^2 \text{ s}^{-1}$, $k_p = 3 \times 10^2 \text{ s}^{-1}$ のとき、 K_m を計算せよ。

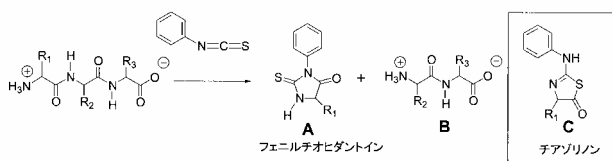
2. ペプチドのアミノ酸配列を決める方法について以下の問いに答えよ。

(1) エドマン (Edman) 分解法はイソチオシアネートとアミンの反応に基づいている。

以下の一般化した反応の反応機構を電子の動きを (a) で表して書け。



(2) エドマン分解法では、フェニルイソチオシアネートをペプチドに反応させると以下の生成物フェニルチオヒダントイン (A) と B が生成する。A の構造を決めれば側鎖 R_1 が決定できペプチドの N 末端のアミノ酸が同定できる。フェニルチオヒダントイン (A) は途中生成するチアゾリオン (C) を経て生成する。以下の a), b) の問いに答えよ。



a) 最初に生成するチアゾリオン (C) の生成の反応機構を電子の動きを (a) で表して書け。

b) エドマン分解を、以下の (天然) アミノ酸を N 末端を持つペプチドに適用した際の生成物 A の構造をそれぞれ書け。

ア) Ala (アラニン)

イ) Phe (フェニルアラニン)

ウ) Tyr (チロシン)

環境化学

1. 水質汚染に関する以下の問いに答えよ。

(1) 水質汚染の指標に BOD と COD がある。それぞれにつき、英語のフルスペルと日本語の呼称を書き、さらに意味および測定法を述べよ。

(2) BOD と COD は、通常どちらが大きい値になるか。理由とともに述べよ。

(3) 水の富栄養化をもたらす代表的なイオンを二つ、それぞれ化学名と化学式で書き、富栄養化のメカニズムを説明せよ。また、富栄養化はどのような現象として現れるかを述べよ。

(4) 飲料水中のトリハロメタン類について、代表的な物質を一つ、化学名と化学式で書き、その生成プロセスと健康に対する影響を述べよ。

2. 大気中の微量気体に関する以下の問いに答えよ。

(1) 低層大気に含まれるオゾンの天然バックグラウンド濃度は 20 ppb (体積比) である。大気 1 cm^3 は何個のオゾン分

子を含むか。気体 1 mol は 25 L, アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。

(2) 以下 3 種の微量気体をそれぞれ化学式で書き、さらに大気環境中の挙動や有害性について述べよ：ホルムアルデヒド、フロン-11, ペルオキシアセチルナイトレート (PAN)

生物化学

1. 生体膜について、以下の問いに答えよ。

(1) 動物細胞の細胞膜 (plasma membrane) の一般的な構造について、次のキーワードを用いて数行で説明せよ。[脂質二重層, リン脂質, 膜タンパク質, 糖鎖, 細胞骨格]

(2) 細胞内には膜で囲まれた小器官が存在し、各々、ユニークな機能を担っている。このうち、リソゾーム (lysosome) について重要と考えられることを 4 行以内で説明せよ。

(3) 次の膜タンパク質から 2 つを選び、その機能について簡潔に (1 行から 2 行で) 述べよ。

1) インテグリン (integrin)

2) カドヘリン (cadherin)

3) スペクトリン (spectrin)

4) サーク癌原遺伝子産物 (c-Src)

5) P-糖タンパク質 (P-glycoprotein)

2. 以下の文章はタンパク質の分析と同定に関する記述である。空欄 (①) から (⑩) に適当な語を入れよ。ただし、同じ番号には同じ語が入る。

(1) タンパク質を構成するアミノ酸のうち、塩基性アミノ酸は (①), アルギニン, ヒスチジンの 3 種, 酸性アミノ酸は (②), アスパラギン酸の 2 種である。

(2) タンパク質の濃度を 280 nm の紫外線に対する吸光度で見積もることがある。この吸収はタンパク質を構成するアミノ酸のうちチロシン, (③) の側鎖の寄与が大きい。この (③) は蛍光を発するアミノ酸としても知られる。

(3) 膜タンパク質の抽出は物理的に細胞を破壊するだけでは達成できないことが多いため、可溶化剤として抽出液に Triton X-100 などの (④) を添加することがある。

(4) 組換えタンパク質 A が発現されていることを確認するため、可溶化物をポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE) で分離した後、これを膜に転写し、特異的抗体を利用してこの膜上でタンパク質 A の存在を検出することがある。この手法を (⑤) という。

(5) ある組織に含まれるタンパク質を網羅的に解析するため (⑥) と SDS-PAGE を組み合わせた二次元電気泳動により、構成タンパク質を多数のスポットとして検出することがある。タンパク質の同定法には、エドマン分解による逐次分解を行い、得られたフェニルチオヒダントインアミノ酸をその (⑦) 性の違いに着目して逆相高速液体クロマトグラフィーで同定してそのアミノ酸配列を決定する方法、プロテアーゼ消化して得られた断片化ペプチドの分子量を (⑧) で決定しデータベースと照合することによって同定する方法がある。後者はペプチドマスフィンガープリンティング法と呼ばれる。

(6) 特定の遺伝子にコードされたタンパク質の機能を知るため、(⑨) RNA と相補的な塩基配列を持った mRNA が分解される現象を利用し、人工的にこの (⑨) RNA を導入して任

意の遺伝子の発現を抑制する手法がある。これを (10) 法といい、アンチセンス法と同様に頻繁に使用されている。

生物学

1. 以下の(1)から(15)に適切な語を入れよ。ただし同じ番号には同じ語が入る。

真核生物の細胞内小器官であるミトコンドリアと葉緑体は、いずれもエネルギー変換を行う重要な小器官である。ミトコンドリアは、外膜と内膜の2重の膜で包まれており、内膜の内部は(1)と呼ばれる。内膜は(1)側に向けて複雑に折り込まれており、その部分を(2)という。ミトコンドリアでは特に内膜で行われる電子伝達によってATPを生産している。電子伝達鎖を構成する主要タンパク質はヘムを持つ色素タンパク質で(3)と総称される。電子伝達鎖のもうひとつの主要タンパク質は2または4個の鉄原子と鉄と同数の(4)原子を含む(5)中心を持つ(5)タンパク質である。電子伝達鎖には(6)と呼ばれる疎水性の低分子物質も電子の輸送に関わっている。ピルビン酸や脂肪酸の酸化によって生成されたNADHから運ばれた電子がNADH脱水素酵素複合体、(7)複合体、(8)複合体の3つの大きな呼吸酵素複合体を経て、最終的に酸素に伝達され、水が生成する。この際、ミトコンドリア内膜の内外で(9)勾配が形成され、この(9)勾配によって内膜に結合したATP合成酵素が駆動し、ATPが合成される。ATP合成酵素は、分子量50万ダルトンに及ぶ複数のサブユニットからなる複合体であり、(9)運搬体である(10)の部分と、(9)の膜透過によるADPからのATPの合成反応を担う(11)の部分からなる。

一方、葉緑体もミトコンドリアと同様に発達した膜系を持ち、光リン酸化を使ってATPの生産を行っている。葉緑体の外側には2つの膜からなる包膜があり、さらにその内側に光合成の電子伝達の場となる(12)膜が存在する。(12)膜には2つの光化学系とそれをつなぐ(13)複合体、さらにATP合成酵素が存在する。包膜と(12)膜には含まれた可溶性の画分は(14)と呼ばれ、炭酸固定反応の酵素群が存在する。葉緑体の電子伝達系ではミトコンドリアと異なり、光捕集色素であるクロロフィルが光エネルギーを捕集し、2つの光化学系を経て、(15)とATPが生産される。

2. 以下の問いに答えよ。

- (1) ミトコンドリアや葉緑体は、細胞質遺伝と呼ばれる非メンデル性の遺伝に関わっている。細胞質遺伝について簡単に説明せよ。
- (2) ミトコンドリアと葉緑体は、いずれも核を持った始原的な真核細胞にバクテリアが細胞内共生したことによって形成されたオルガネラであると考えられている。そのような説が唱えられている根拠を3つ以上示せ。

生命工学

1. 空欄(①)から(⑩)に適切な語を入れ(1)から(3)の文章を完成させよ。ただし、同じ番号には同じ語が入る。

(1) DNA複製は、相補的鋳型DNA上で5'から3'方向に(①)を重合する反応である。大腸菌では、RNAプライマー依存的に(②)が、プライマーの3'末端を延長する。複製フォークでリーディング鎖は連続合成されるが、(③)鎖は(④)として不連続に合成される。(④)は、日本人の研究者が

発見したもので、発見者の名前が付けられている。

(2) ヒトゲノムプロジェクトにより、ヒトゲノム中の40数%は、(⑤)であることがわかった。ヒト(⑤)には三つのタイプが存在し、LINE、(⑥)、LTRと呼ばれている。ヒトゲノムで最も多い(⑥)は、長さが100~400塩基対の配列からなり、(⑦)ファミリーに属する。それは、(⑥)のほとんどが制限酵素(⑦)の切断部位をもつことに由来する。

(3) 哺乳類では遺伝子領域を探す手がかりとして、(⑧)アイランドの存在が指標となる。(⑧)アイランドのC残基は(⑨)修飾を受けることが知られており、それが遺伝子発現の抑制に関与すると考えられている。また哺乳類では、母からと父からの遺伝子の発現が異なることが知られている。この現象を(⑩)という。(⑩)を受ける遺伝子は、配偶子形成時に母と父でDNA(⑨)の度合いが異なる。

2. 以下の文章は組換えタンパク質に関する記述である。これを参考にして、(1)と(2)について説明せよ。

ヒトの細胞で作られているタンパク質を、組換えタンパク質として酵母で作成することができる。組換えタンパク質の作成過程においては、酵母用発現ベクター(以下、ベクター)に目的タンパク質をコードするcDNAを組み込み、これを大腸菌に形質転換する。得られた形質転換体から、そのベクターをプラスミドDNAとして精製する。次いで、そのベクターを酵母に形質転換し、組換えタンパク質を調製する。

(1) 上記の文章中のベクターをシャトルベクターという。大腸菌と酵母でシャトルベクターとして機能するために必要な要件を、4行以内で説明せよ。

(2) ヒト由来の組換えタンパク質を酵母から調製すると、大腸菌で調製したものと違いが生じる場合がある。この違いの原因を、4行以内で説明せよ。

資源生物学

1. 個体群の増殖過程において、その初期には指数関数的に数を増やしていくが、餌や生息場所が有限であるため、その制限要因が働いて増加が鈍るようになり、最終的には最大値に達してそれ以上増加しなくなる。この過程を表す最も基本的で代表的なモデルとして、以下の式1がある(N は個体数、 t は時間)。

$$(式1) \quad \frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right)$$

以下の設問に答えよ。

(1) 次の文の空欄(①)から(④)に適切な語を入れよ。

式1は(①)、 r は(②)、 K は(③)とよばれる。また、個体群の増殖に抑圧的に働く環境要因を総合して(④)という。

(2) 式1にもとづいて最大持続生産量について説明せよ(5行以内)。

(3) 実際の自然界においては式1の通りに増殖することは多くない。その理由を述べよ(3行以内)。

2. 生物資源に関する以下の文中の空欄(①)から(⑨)に適切な語を入れよ。ただし、同じ番号には同じ語が入る。

(1) 魚類に見られる回遊は、海洋回遊、河川回遊、海と川を行き来する(①)の3つに大きく分類される。さらに、(①)は、ウナギを例とする(②)、サケを例とする(③)、アユ

の両側回遊に分けられる。

(2) (4) は1年中高温で降水量の多い多湿の地帯に発達している森林である。また、熱帯、亜熱帯の河口沿いにはヒルギ科などの樹種からなる(5)が成立する。一方、亜寒帯にはモミ類、トウヒ類を代表とする(6)が広がり、(4)とともに木材資源の重要な供給源となっている。

(3) 生態系において、様々な生物が食う一食われるの関係で次々とつながっていることを(7)という。実際には、ある種のもが複数種のもを食べたり、複数種のものに食べられたりするため、(7)はより複雑な(8)を構成する。(7)において捕食者に取り込まれた餌の重量(エネルギー)のうち、どれだけの部分が捕食者の増重(エネルギー)となっているかという率を(9)という。

3. 以下の語句を生物資源に関連づけて簡潔に説明せよ(各4行以内)。

- (1) 耳石
- (2) 単位努力量当り漁獲量
- (3) 極相
- (4) エルニーニョ

民法

Aは、自己所有の甲土地をBに売却したが、その旨の登記をしない間に、甲土地をCにも売却し、Cに登記を移転させた。Aには甲土地のほかにもめばしい財産がなかったとして、この場合にBはいかなる主張をなすうか。Cの主観的態様などで場合分けをしつつ、論ぜよ。

民事訴訟法

民事訴訟における既判力の主観的範囲について、関連する条文を指摘しかつ具体的な例を挙げながら説明せよ。

著作権法

映画会社Aは、作家Bの許諾を得てBの小説の映画化を企画し、著名な映画監督Cに演出等を依頼して、その製作を行った。Aは完成した映画を、DVD化し販売した。Dは、この映画のDVDの海賊版を製造し販売している。Dは、A、B及びCに対して、著作権法上いかなる責任を負うか、論ぜよ。

不正競争防止法及び私的独占の禁止及び公正取引の確保に関する法律

以下の事例における不正競争防止法上及び独占禁止法上の論点を指摘せよ。

文房具メーカーXは、あるプロスポーツ競技の全10チームY1～Y10(いずれも株式会社形態)のチームロゴを1枚に集めた「下敷き」を製造し販売している。Xは、Y1～Y10と一切接触することなく「下敷き」の製造販売を開始した。

その後、Y1～Y10は、チームロゴに関する不正競争防止法上の請求権を背景としてXに警告状を送った。Xはライセンス契約の締結を求めたが、Y1～Y10はそれを拒絶した。そのため、Xはこの「下敷き」の製造販売を中止した。

注) 本問では、不正競争防止法以外の知的財産法上の権利主張について論ずる必要はない。

行政法

XがA川の河畔にある自己の所有地(以下「本件土地」という。)に設置している小屋(以下「本件工作物」という。)につき、A川の河川管理者であるB県知事(Y)は、本件土地は河川法上の河川区域に該当し、工作物を新築するためには同法により許可を受けなければならないが、Xは許可を受けていないとして、同法に基づき、Xに対し、本件工作物の除却を命ずる処分(以下「本件処分」という。)をした。しかし、Xは、本件土地は河川区域に該当しないと考えており、また、本件工作物はすでに10年前に設置されたものだが、治水等の上で問題が生じたことがないため、撤去の必要はないとして、本件処分を無視している。Xが処分通知書を受け取ってから約10か月経過した時点で、Yは、本件処分を前提として、Xに対し、行政代執行法に基づく戒告および通知を行った。

①Xは、代執行を阻止するためにいかなる訴訟を用いることができるか、②Xが訴訟を提起した場合に、当該訴訟においてYの行為につきいかなる違法性を主張しうるか、を論じなさい。

国際私法

日本に住む日本人歌手Xは日本よりも甲国において人気を博していた。しかし、甲国に住むYがXに関する事実無根の噂を、甲国に存在するウェブ・サーバの記録装置に記録することにより、当該ウェブ・サーバからワールド・ワイド・ウェブの仕組みを通じて、インターネットにアクセスする者が任意に閲覧できるようにした。これにより、Xに関する事実無根の噂がマスコミで大きく取り上げられ、Xは日本及び甲国を含む各国で人気を失った。以上の事実を理由として、XがYに対してわが国裁判所において損害賠償を請求した場合、この請求にはいかなる法が適用されると解すべきかを論ぜよ。なお、本件請求について、わが国裁判所の国際裁判管轄は認められるものとせよ。

解説(必須問題) パテント編集副委員長 正林 真之

【はじめに】
最近「一行問題」と言われる基本問題の出題が殆ど無くなり、事例問題の形式の出題が殆どである。これは、「弁理士試験は、単なる暗記力によって通るべきものではなく、法律の理解や法的思考力を試すために行われるものである」といった方針を貫くことによるものであると思われる。

そして、そうした観点から事例問題が出題されるというのは、実際には好ましいことであり、この事例問題が出される背景からして、基礎力よりはむしろ応用力が試されるようになってきた、という様相が窺える。

ところで、特許法や商標法を始めとする工業所有権法において、事例問題のネタとなる場面というのは、出願と中間処理、権利行使という3つの場面である。

ここで、例えば中間処理一つとってみても、特許法においては、拒絶理由通知に対抗する措置としては、実務上、意見書や補正書というのが極めて有力な手段であり、これによって拒絶理由を覆すことができることが多いのも事実である。その一方で、意匠法では、意見書で有効といえ、それは非類似であることの主張だけであり、補正の意味など殆どなく、補正をすればすぐに要旨変更(つまり補正却下の対象)となってしまう。このため、意見書や補正書というのは特許法においては

非常に有効な手段であるにしても、意匠法においては殆ど有効打となり得ないものである。

であるから、特許法では「拒絶理由通知に対する対応策」や「拒絶査定に対する対応策」というような問題が出題されるが、意匠法ではその様な出題がされることは殆ど無い。あるとすればそれは、関連意匠が絡む同日出願のものや、優先権主張が伴うことにより同日出願になってしまうようなものについて、関連意匠への補正の余地があるものだけである。

そして、現在のような事例形式をうまく出題することによって、こうした「各法律に特有の事情」というようなものを把握したときに、スムーズに合格できるようなシステムとすることができる。より具体的に言うと、現在のような事例形式の問題にうまく対処するためには、各法律における権利客体やその特質などを十分に理解する必要がある。そして、受験生をして、それをしっかりと勉強する方向に導くことになるので、それはそれで非常に良くできたシステムとなっているのである。

さらに言えば、意匠法や商標法では常套手段である「再出願」が、出願公開制度がある特許法ではほとんど使えない。商標法では先願権利を消滅させたりすることは、拒絶理由を回避するのに非常に有効な手段となるが、公開されてしまったものについてそれを行うことは、特許法や商標法ではほとんど意味をなさない。それは、冒認出願があった場合だけであるのである。そうしたことも踏まえて、受験勉強をする際には、「先願権利を消滅させるということはいったいどういう意味を持つのか」というような重要なマターについて理解をする必要がある。そして、こうしたことについて深く理解をするような勉強さえしていれば、どんな問題に対しても間違えようがないような実力をつけることができる。

そして、こうしたことを踏まえて効率よく勉強すれば、だいたいどの辺りから出題がされ、どの辺りからは出ないのかということがわかり、非常に効率的な勉強ができるのである。

ただ、「だいたいどの辺りから出題がされ、どの辺りからは出ないのか」ということがわかる」ということは、良く言えば「勉強にもメリハリをつけることができる」ということであり、それは確かに受験生にとって響きの良いものであるが、それは、ある意味では「やらなくてよいところ、すなわち手抜きをしてもよいところが分かりやすくなっている」ということを意味する。そしてそのことは、「非常に効率的な勉強ができる」ということについても、そのまま当てはまる。

例えば、今の出題形式から行くと、上記の例で行けば、「特許法においては、意見書や補正書について、それがどのようなものであるか、きちんと理解し、しかもそれをちゃんと論文に書けるようにする必要がある」という指針が立つ一方で、意匠法ではむしろそのようなことをする必要はなく、「意匠法においては、拒絶理由通知に対する対抗策などというものは、関連意匠が絡むもの以外については殆ど勉強しなくてよい」というような、言わば「手抜きのための勉強指針」というようなものも、簡単に立てることができてしまうのである。

ところで、昨今の「ブランド建築物における手抜き工事」の例を出すまでもなく、「手抜き工事」というのは、最初から意図していたにしても、結果としてそうなったとしても、それが「手抜き」である以上は、後々に甚大な問題を引き起こすものである。この弁理士試験の例で言えば、昨今の出題傾向をきちんと把握すればするほど、そしてそれにきちんと対処できるように対策

を練れば練るほど、勉強しなくてもよい範囲（＝手抜きをしてもよい範囲）というのが明らかになり、上記の例で言えば、特許出願に対する拒絶理由通知の対応はある程度できるにしても、意匠登録出願のそれに対しては全く対処できない、といったような合格者を量産することになるのである。

こうしたことから、今回、最近の問題に対する効率的な勉強の仕方的一端を紹介し、いち早く合格をするための便宜に供されるようにはするものの、ある意味では率直に、事例問題や応用問題の形式の出題となったことで実は「試験対策が簡単になった」ということをここで紹介し、同時に、現在の試験制度が孕んでいる危険性をここで指摘するものである。

【特許法・実用新案法】

特許法では、共同出願についての出題がなされた。出題の形式も珍しく、問1と問2を併せて200点というような出題形式でなされたのである。こうした出題形式は、今年は初めてである。

そして問1では、出願手続や中間手続等の設定登録前の諸手続において、共有者の一人が単独で行うことができるかについて問われていた。ここで、権利の共有については、特許権設定登録後の権利化後について、各共有者がそれぞれ単独でできるかどうかということについては古くから出題がなされており、また、そうした出題がなされることについては、ある程度の予想がされていた。けれども、特許権設定登録前の状態でこうしたことが聞かれるというのは、結構珍しいことである。であるから、権利の共有において、それなりの対処してきた人でも、本問について戸惑った方も多いと思われる。

この問題においては、問題文に「共同で発明をした。」というふうに書いてあるにもかかわらず、共同発明の成立要件等について深く書き過ぎた者もいたようである。これについては、問題文に「共同で発明をした。」というふうにわざわざ明言されている以上、共同発明の成立要件等について深く書き過ぎることは、「問題文に逆らっている」ととられかねないことに注意すべきである。これは、例えば意匠法や商標法で「類似するものとする」という断り書きがあるのに、これに対して敢えて類否判断をしてしまったり、さらに悪いことには「非類似である」というような感じで、問題文に敢えて反するような記載をしてしまうといったような事態と同じである。問題文に逆らうことは合格を放棄しているようなものなので、こういったことはせぬよう、心して欲しいものである。

加えて、問題文に「共同で発明をした。」というふうに書いてあり、共同発明の成立について検討をする必要がないということは、「甲と乙が共同で一つの特許出願をすることができるか否か」ということは、特許請求の範囲に記載されている発明が単一性を満たすかどうかにかかっている。しかしながら、この点を的確に指摘できた受験生は、案外少なかったようである。

問1においては、(1)から(4)にわたる問において、各手続が共有者の単独で行えるか否かについて訊くものであり、論点もそれほど多くはなく、簡単にこなすことができたはずである。更には言えば、答案作成に必要な知識というのは、論文式試験特有のものではなく、短答式試験レベルのものであり、普通に書けばそれで済む程度のものであった。したがって、問1においては、短答式試験等の勉強で得た知識を淡々と羅列していけばよく、そのようにさえしていれば対処できるので、共同発明の成

立要件等を長々と書くといったようなミスさえしなければ、概して問1においては差がつきにくかったものと思われる。

問2は、各手続において共有者の一人が単独でできるかというような形式的なことではなく、発明の内容について考慮した上での拒絶理由通知に対する対抗策を書かせる問題であった。ここで注意すべきことは、特許法では、意匠法や商標法とは異なり、「補正書の提出」というものが拒絶理由の回避にとって極めて有効な手段であるということである。

因みに、補正の内容は、「請求項の削除補正」と「請求項の減縮補正」の2タイプがあり、出願人としてはこれらを自由に選択することができる。そして、そういった補正を行ったとしても、意匠法や商標法のように、すぐに不適法な補正、(要するに、「要旨変更」と扱われるわけではない。これは、特許実務をやっている方であれば「当たり前ではないか?！」と思われるようなことであるが、「あまりにも当たり前すぎて、そうであるがゆえに落としてしまう」ということが問題なのである。

特に実務家の方におかれては、こういった「当たり前のこと」を省略して書く傾向があり、そうしたことを客観的に見てみると、それが実は「項目落ち」として捉えられ、点数を低くしてしまうことがある。この試験は「当たり前のことを当たり前を書いて、当たり前のように受かる試験」と考えて臨む必要もあるのである。

ところで、こういった問2のような問題(いわゆる「措置問題」)に対しては、実は、「あるケースにおいて、とり得る措置は有限である」というような原則を理解することにより、実は簡単に対処することができる。

これは例えばこういうことである。今回の問題で言えば、「拒絶理由通知に対して対抗策」というようなものについて、とり得る措置というのはそもそも「有限」なのであるから、それを予め記憶しておけば、それをチェックリストとして利用して、問題文の内容に照らして不要な措置を削っていけば、必然的に「必須項目」が残る、という寸法である。そうして、問題文の内容に照らして不要な措置を削って「必須項目の特定」をした後、この問題にとってポイントとなる点をより深く書くようにすれば、答案構成の骨子ができる。そしてその後は、できあがった「答案構成の骨子」に則って答案を書いていけばよいだけの話となる。

ちなみに、「拒絶理由通知に対する対抗策」として考えられるテンプレートは以下のようなものである。

<「拒絶理由通知に対する対抗策(とり得る措置)」についてのテンプレート>

措置

- ・拒絶理由の妥当性の検討
具体的措置を決めるため

具体的措置

- ・意見書
拒絶理由失当→その旨の主張
拒絶理由妥当→下記の措置により拒絶理由解消の旨の主張
権利化後への影響(包袋禁反言)
- ・補正
削除、減縮
権利化後への影響(意識的限定)
- ・分割
複数請求項

拒絶理由非対象請求項：迅速・確実な権利化(これを残す)
拒絶理由対象請求項：遡及効の利益を得つつ、別途ゆくり権利化可能(これを分割する)

- ・変更
- ・国内優先権主張を伴った出願
3つの利用形態
主体客体の同一性、時期的制限、手続的制限
- ・放置・放棄・取下げ
以後の時間的・経済的負担を回避

ここで、このテンプレートに今回の問題を当てはめてみる。そうすると、この問題文は「特許を受けるために特許法上取り得る手段」ということで限定されているので、放棄や放置といったような手段や、出願変更といったような手段はとり得ず、これらの措置は自動的に消去されることになる。

問1のほうでは、共同で出願したもののうちの一人が単独で手続をできるかどうかであるから、その側面から見た重みは全て同じであるから、各項目の記載量はほぼ均等になるはずであるのに対し、問2のほうでは、拒絶理由のある請求項(請求項1)と拒絶理由の無い請求項(請求項2及び請求項3)が共存しているのであるから、補正や分割をどのように行うかということが極めて重要になってくる。このため、その部分の記載を他の項目よりも深くするようにする必要があるのである。

ちなみに、今年の特許法・実用新案法の解答例として考えられるのは、以下のようなものである。

【問題】

甲及び乙は、化学物質、この化学物質の製造方法及びこの化学物質を用いた空気浄化方法について、共同で発明をした。この場合に、次の問に答えよ。

ただし、以下の問において、特許出願は、いかなる優先権の主張も伴わず、外国語書面出願でもなく、国際特許出願でもないものとする。

問1

- (1) 甲又は乙は、単独で特許出願を行うことができるか。根拠とともに述べよ。
- (2) 甲及び乙が共同でした特許出願について、甲又は乙は、単独で出願審査の請求をすることができるか。根拠とともに述べよ。
- (3) 甲及び乙が共同でした特許出願について、審査官から拒絶理由の通知を受けた。この拒絶理由の通知に対して、特許を受けるために特許法上とり得る手段を列挙し、それぞれ的手段について甲又は乙が単独で行なうことができるか否かを根拠とともに述べよ。
- (4) 甲及び乙が共同でした特許出願について、拒絶をすべき旨の査定を受けた。この場合、甲は、拒絶査定不服審判を請求するために、乙との関係においてどのようにすべきか。根拠とともに述べよ。

問2

甲及び乙は、請求項数が3であり、請求項1に係る発明が化学物質の発明、請求項2に係る発明が化学物質の製造方法の発明、請求項3に係る発明が化学物質を用いた空気浄化方法の発明である特許出願を共同でした。そして、請求項1に係る発明

は文献に記載された発明に基づいて容易に発明をすることができた旨の1回目の拒絶理由の通知を審査官から受けた。請求項2に係る発明及び請求項3に係る発明については拒絶理由の通知を受けなかった。

この拒絶理由の通知に対し、特許を受けるために特許法上とり得る手段を列挙し、それぞれの手段をとる際に留意すべき事項を根拠とともに具体的に述べよ。

ただし、それぞれの手段を甲又は乙が単独で行うことができるかについて言及する必要はない。

【解答例】

問1について

1. 設問(1)について

原則として、甲または乙は、単独で特許出願を行うことはできない。

設問の発明は、甲及び乙の共同発明であり、特許を受ける権利は原始的に、発明者である甲乙全員の共有となるからである(29条1項柱書)。

そして、発明者全員の保護のため、甲乙共同で出願しなければならないとされており(38条)、甲または乙が単独で出願した場合には、38条違反を理由に拒絶理由(49条2号)及び無効理由(123条1項2号)となる。

しかし、特許を受ける権利は移転可能であるので(33条1項)、甲乙の一方が譲渡等により他方に特許を受ける権利を移転した場合(33条1項)には、乙または甲が単独で特許出願することができる。

なお、設問の化学物質、この化学物質の製造方法及びこの化学物質を用いた空気浄化方法の発明について、一の出願で行なおうとする場合には、発明の単一性の要件に留意する必要がある(37条)。

2. 設問(2)について

甲および乙が共同でした特許出願について、甲または乙は、原則として、単独で出願審査の請求をすることができる(14条)。出願審査の請求は出願人にとって不利益な行為ではないからであり、原則として各人が全員を代表するからである(14条本文)。

但し、代表者を定めて特許庁に届け出た場合には、代表者のみが手続可能である(14条但書)。代表者を定めて代表者のみ手続を行うという代表者選定制度の趣旨によるものである。

3. 設問(3)について

拒絶理由通知とは、審査官が特許出願について審査をした結果、所定の拒絶理由(49条)に該当すると心証を得た場合に、拒絶査定に先立ってその旨を予め出願人にする通知をいう(50条)。

甲または乙は、拒絶理由の妥当性を検討したうえで、特許法上、以下の手段をとり得る。

(1) 補正(17条の2)

補正とは明細書等の内容を補充、訂正するための書面をいう(17条の2、1項)。

補正は手続補正書の提出により行うが、甲または乙は、単独で補正を行うことができる。不利益行為(14条)ではないからである。

(2) 意見書(50条)

意見書とは審査官の拒絶理由に対して自己の意見を開陳するための書面をいう(50条)。

甲または乙は、単独で意見書提出を行うことができる。

不利益行為(14条)ではないからである。

(3) 分割(44条)

特許出願の分割とは2以上の発明を包含する出願の一部を1または2以上の新たな出願とすることをいう(44条)。

甲または乙は、単独で分割を行うことができない。分割(44条)は、新たな出願だからである(38条、49条2号)。

(4) 国内優先権主張を伴う出願(41条)

国内優先権とは、我が国にした自己の特許出願もしくは実用新案登録出願に基づいて優先権主張をすることを認める制度のことをいう(41条)。

甲または乙は、原則として、単独で国内優先権主張を伴う出願を行うことができない。国内優先権主張は、先の出願の取下擬制(42条)という不利益を伴うからである(14条、18条の2)。

4. 設問(4)について

特許を受ける権利が共有であれば、甲及び乙は、共同して拒絶査定不服審判を請求する必要がある(14条、132条3項、135条)。民訴上の固有必要的共同訴訟の趣旨に則り、審決は共有者甲乙の全員について合一に確定すべきだからである。

従って、特許権を取得するためにはまず拒絶査定不服審判の請求をする必要があり、それには甲乙共同で審判請求する必要があることを甲は乙に説明し、甲乙に共同で審判請求するよう働きかけるべきである。

甲が単独で当該審判を請求するためには、特許を受ける権利(29条1項柱書)の乙の持分を乙から譲り受けて甲の単独所有とするか(34条4項)、当該審判の請求に関する特別の授權を乙から受けた委任代理人(9条)となる必要がある。

問2について

1. 事前の検討

甲及び乙は、まず、拒絶理由の妥当性を検討すべきである。特許法上とり得る手段に影響するからである。

2. 甲及び乙が特許法上とり得る手段

(1) 意見書の提出(50条)

① 意見書とは審査官に対して出願人が自己の意見を開陳するための書面をいう(50条)。

② 拒絶理由(29条2項)が不当である旨、又は、以下の手段によって拒絶理由が解消した旨を主張することによって、特許査定に導き得る。

③ 意見書は指定期間内に提出しなければならない(50条)。

④ 権利化後の権利範囲の解釈(70条)において、意見書で述べた内容が包袋禁反言として不利益に働くこととなり得ることに留意する。

⑤ なお、進歩性の判断時は出願時である(29条2項)ので、文献が出願当時の技術水準を認定するものとして妥当なものか否かを確認すべきである。

⑥ これに関し、引用発明(文献)に基づいて当業者が請求項1に係る発明に容易に想到できたことの論理付けができない場合には意見書でその旨を主張する。例えば引用文献からは請求項1に係る化学物質の発明の目的の予測性がない場合にはその旨を主張する。

また、論理付けができた場合でも、請求項1に係る発明の化学物質が引用文献の化学物質と異なる異質な効果や顕著な効果がある場合にはその旨を主張する。

- (2) 手続補正書の提出等 (17 条の 2 第 1 項等)
- ① 手続補正書とは明細書等の内容を補充、訂正するための書面をいう (17 条の 2, 1 項)。1 回目の拒絶理由通知であるから、補正は、願書に最初に添付した明細書等の範囲内で行わなければならない点に留意する (17 条の 2 第 3 項)。この範囲の補正でない場合は拒絶理由となる (49 条)。
 - ② 明細書等の補正により拒絶理由を解消できる場合があるが、権利化後の権利範囲の解釈 (70 条) において、補正した内容が包袋禁反言として不利益に働く場合もあることに留意する。
 - ③ 進歩性なしと判断された請求項 1 につき、補正により拒絶理由が解消されると考える場合は請求項 1 の減縮補正をする。
例えば、請求項 1 に係る化学物質の発明が、ある用途に利用した場合顕著な効果を有し、これにより引用文献から進歩性が肯定されると考える場合には、請求項 1 に係る化学物質の発明をある用途の化学物質とする補正を行う。
 - ④ 請求項 1 に係る化学物質の発明が引用文献からして特許性なしと判断した場合には、特許請求の範囲中から請求項 1 に係る発明を削除する。権利化可能性のない請求項に係る発明を削除し、拒絶理由のない請求項に係る発明の早期権利化を図るためである。
 - ⑤ なお、請求項 1 を削除する場合には、残存する請求項 2 及び請求項 3 が、発明の単一性の要件を満たすべきことに留意する (37 条, 49 条 4 号)。請求項 2 と請求項 3 が、単一の一般的発明概念を形成するように関連していれば、発明の単一性が認められる (37 条)。
また、請求項 1 を削除した場合には、製法特許の効力 (2 条 3 項 3 号) に基づき、請求項 1 に係る化学物質については、請求項 2 記載の製法により製造されたものについてのみ、特許権の効力が及ぶことになる。
 - ⑥ 手続補正書は意見書提出期間内に提出しなければならない点に留意する (17 条の 2 第 1 項 1 号)。期間経過後は却下される (18 条の 2)。
- (3) 分割 (44 条)
- ① 特許出願の分割とは 2 以上の発明を包含する出願の一部を 1 又は 2 以上の新たな出願とすることをいう (44 条)。
 - ② 拒絶理由が指摘されている請求項 1 を分割して新たな出願とすることで、請求項 2 及び請求項 3 については早期権利化が期待でき、請求項 1 についてはゆっくり争い得る。
また、請求項 1 の補正により、残存する請求項 2 と請求項 3 が発明の単一性の要件 (37 条) を満たさなくなる場合には、分割出願をする必要がある。
 - ③ 時期的制限 (44 条 1 項) に留意する。分割出願は意見書提出期間内に行う (17 条の 2, 1 項 1 号)。分割は補正のできる期間内のみ求められるものだからである (44 条)。
 - ④ 原出願の補正が必要な場合は分割出願と同時に行う (施行規則 30 条)。
- (4) 国内優先権主張を伴う新出願 (41 条)
- ① 国内優先権とは、我が国にした自己の特許出願もしくは実用新案登録出願に基づいて優先権主張をすることを認める制度のことをいう (41 条)。
 - ② 請求項 1 に、新規事項を追加することによって、進歩

性 (29 条 2 項) を有する場合には、係属中の出願を基礎として、国内優先権主張を伴う新出願 (41 条) をすることによって、特許を受け得る。

- ③ 時期的要件等 (41 条 1 項各号) に留意するとともに、先の出願は取下擬制となる (42 条) 点に留意する。

以上

ところで、「答案」というのは、どんなものであっても、それが答案である限り「構成+項目の内容」からなっている。ここで、この「構成」というのは、「必要な項目とその並び順、項目間のバランス」というものからなっている。

であるから、先にも述べたように、もともと用意したテンプレートにより答案の骨格を決めてしまい、その骨格に対して、問題文の内容に応じた肉付けをしていけばよいことになるのである。このようにして、事例として直面する場面というのは限られているのであるから、事例として想定される全ての場面について予めテンプレートを用意しておき、それを使って上記のような手順を経て、問題文の内容に合わせて加除を行なうことにより、実は、結構簡単に回答を作成することができるのである。

最近では、こういった措置問題を中心に聞かれることが多いので、ほとんどの問題に対して対処することができる。ちなみに、「全てのケース」というわけではないが、代表的な措置に対するテンプレートの例を以下に示しておく。

<典型的措置に対するテンプレート>

出願に際して

特許要件 (客体)

発明 (29 条 1 項柱書) : プログラム, ビジネスモデル, バイオ

産業上利用性 (同) : 治療方法

新規性 (同各号) → 進歩性 (同 2 項) → 公序良俗 (32 条) : 治療方法, バイオ

特許要件 (主体)

発明者に原始的に帰属する (29 条 1 項柱書)

移転可能 (32 条), 出願が第三者対抗要件 (33 条)

職務発明 : 予約承継を定めた勤務規則に従い、発明の完成と同時に使用者に移転する (35 条)

記載要件

明細書

委任省令要件 (36 条 4 項 1 号), 実施可能要件 (同)

文献公知発明の所在の記載 (同 2 号)

特許請求の範囲

36 条 5 項, 同 6 項

その他

発明の単一性 (37 条)

共同出願 → 33 条 3 項, 38 条

国内優先権主張 (41 条), パリ条約優先権主張 (パリ 4 条) を伴う出願

新規性喪失の例外の適用 (30 条)

第三者の侵害行為に対して

侵害の成否の検討 (68 条, 101 条)

差止 : 「おそれ」 (100 条), 原簿確認 (特許権の存続)

損害賠償請求 : 消滅時効

措置

差止請求権：技術的範囲のみが争点→最も直接的かつ効果的
損害賠償請求権：故意又は過失，特別規定（102 条ないし
105 条の3）

不当利得返還請求権：過失不要，時効が長い

信用回復措置請求：故意又は過失

刑事罰：二次的侵害の予防

特許権者からの権利行使

侵害の成否の検討

具体的措置を決めるため

非侵害：否認（技術的範囲に属しない，効力が及ばない，間
接侵害にも該当しない）

抗弁（実施権，正当理由）

無効審判請求

特許権の遡及消滅→権利行使回避

無効理由が明らか→権利濫用の主張

手続的制限（135 条）

侵害：特許権の譲り受け（全部または一部）

特許権の放棄交渉

実施権の設定・許諾

損害金の支払

【意匠法】

意匠法というのは，実は問題の種類というものが非常に限ら
れており，殆どネタ切れの状態であると考えてよい。これにつ
いては，「はじめに」のところで述べたように，意匠法では拒絶
理由通知に対して対応策や拒絶査定に対する対応策というのは，
出題として成り立ちにくいのである。すなわち，これらにつ
いて訊いた場合には，補正書と意見書のところで書くべき事項が
殆ど無いことから，とても記載量が少なくなってしまうので，
これらについて訊くことはほとんどできないのである。従って，
中間処理で聞くとすれば，「補正却下があった場合の対応策」で
あることになる。であるから，意匠法に対しては，この補正却
下に対する対応策というものを用意しておけば，中間処理につ
いての試験対策としては十分なのである。

この一方で，特許法や商標法とは異なり，意匠法というのは
出願のパラエティが非常に多い。こうした特質を有しているの
で，とにかく何らかの意匠を創作して，「どのような意匠登録出
願をすればよいか」というような問題の出題が多い。そしてそ
の中には，ほとんどの場合，部分意匠制度を利用することが含
まれるのである。また，ときには，新規性喪失の例外や優先権
といったような特殊なケースを聞く場合もある。

これについて，最近の出願傾向として，出願時に聞かれる特
別な制度や手続及び条文，特殊なことというのは以下の表の通
りである。

	部分 意匠	関 連 意匠	組 物 の 意匠	秘 密 意匠	動 的 意匠
平成 11 年度 第 1 問	○				
平成 11 年度 第 2 問		○			
平成 12 年度 第 1 問		○	○		
平成 13 年度 問題 I	○	○		△	○
平成 14 年度	○				

	3 条	3 条 の 2	5 条	7 条	8 条	9 条
平成 6 年度 第 2 問						○
平成 7 年度 第 1 問	○					
平成 7 年度 第 2 問				○		
平成 9 年度 第 1 問	○					
平成 9 年度 第 2 問	○					○
平成 10 年度 第 1 問	○					○
平成 10 年度 第 2 問	○		○	○	○	○
平成 11 年度 第 1 問	○		○	○	○	○
平成 13 年度 問題 II						○
平成 16 年度	○ (3条2項 かつこ書)	○				○

	主 体 的 要 件	実 体 的 要 件	手続き 的 要件 (含む， 願書， 図面， 一意匠 一出願)	特殊な意匠登録 出願に係る要件					その他の要件			
				関 連 意 匠	組 物 の 意 匠	部 分 意 匠	秘 密 意 匠	動 的 意 匠	新 規 性 喪 失 の 例 外	優 先 権 主 張	分 割 ・ 変 更	そ の 他
平成 10 年 問 1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
平成 12 年 問 1	○	○	○	○	○				○			
平成 13 年 問 1	○	○	○	○		○				○		
平成 15 年	○	○	○	○			△	○	○	○		○ 二度 公知 権利 譲渡

これらの表から明らかなように，いくら出願形態のパラエ
ティがあるとは言っても，出題できるパターンというのは限ら
れている。であるから，去年などは，ちょっとした類否判断を
させるような出願がなされており，今年などは，特許法におけ
る論点のようなものを並行移入してきて，問題に当てはめるよ
うにしているのである。こうしたことから，最近の意匠法では
特に，問題を作成する側の苦悩というのが見取れるのである。

ところで，今年の場合，今年(2)のところでは，非常に面白
い問い方がなされている。それは，警告がなされたことに対し
て，例えばどのような反論をし，またさらにそれに対してどう
やって再反論すべきか，というような形式で聞かれていること
である。これは本当は，通常法律論文で推奨される「規範定
律→反対説を述べる→その反対説を非難して本論を述べ，結論
に至る」といったような典型的な流れを作って欲しかったので
はないかと思われる。つまり，警告書に対する最初の反論とし
て，最後の本論へ行く前の反論説をここで述べ，ここで軽いジャ
ブとした上で，最後に本当の結論として「最も妥当とされる判
断」を書くということになるのである。

ところが，そういったことをきちんと読み取って書いた受験
生はそれほど多くないと思われる。それは，問題というのは，
作った時点から一人歩きするものであり，それが客観的にどう
読まれるということによって，それに応じて解答作成がなされ
る，というような宿命を背負っているのでは仕方がないであろう。
そうしたことから，たとえそういった立派な流れに乗らないよ
うなものであっても，それなりに記載がされているものについ
ては，それなりの点数がつき，その大多数が合格答案として扱

われたように思われる。

ちなみに、今年の意匠法の解答例として考えられるのは、以下のようなものである。

【問題】

甲は、アタッシュケースの取手部分に係る部分意匠イを自ら創作し、イについて、意匠に係る物品を「アタッシュケース」とする部分意匠の意匠登録出願Aをした。この場合に関し、以下の問に答えよ。

- (1) 甲は、イの創作と同時に、イをデザイン修正したアタッシュケースの取手部分に係る部分意匠ロを創作していた。甲は、Aの出願の日の翌日、イについて意匠権を取得するのみでなく、ロ又はロを一部に含む意匠についても意匠権を取得すべきと考えた。この場合において、甲としてとり得ると考えられる手続、及び甲が意匠登録を受ける可能性について論ぜよ。なお、イとロは形態（形状、模様若しくは色彩又はこれらの結合）が類似するものとする。
- (2) 甲は、イについて部分意匠としての意匠登録を受けた後、イに係る取手部分を有するアタッシュケースを製造販売している。一方、乙は、消費者から使用済みの商品を買取り、必要に応じ改造を加えたうえでそれらを中古品として販売する事業を営んでいる。乙は、甲が販売した上記アタッシュケースを購入・使用した消費者から、当該アタッシュケースを買取り、その取手部分を取り外して、別の消費者から買取ったスーツケース（甲のアタッシュケースに比べ約3倍の大きさがある。）に取り付け、そのスーツケースを店頭で販売した。甲は、乙のかかる行為につき、甲のイに係る意匠権の侵害にあたる旨の警告状を乙に対して発した。この場合において、乙から甲に対しどのような反論が予想されるか、及び乙の反論に対して甲はどのような主張をすることが考えられるかを論ぜよ。

【解答例】

1. 設問(1)について

- (1) 甲としてとり得ると考えられる手続

- ① 部分意匠に係る意匠登録出願

ロについて意匠権を取得するため、部分意匠に係る意匠登録出願をすることができる（2条1項かつ書き）。これにより、独創的で特徴のあるアタッシュケースの取手部分に係る意匠の創作を適切に保護することができる。

- ② 全体意匠に係る意匠登録出願

ロを一部に含む意匠について意匠権を取得するため、全体意匠に係る意匠登録出願をすることができる（6条）。これにより、部分意匠ロに係る取手部分を含むアタッシュケース全体に係る意匠を適切に保護することができる。

- ③ 関連意匠制度の利用

部分意匠ロは部分意匠イに類似することから、関連意匠制度を利用することができる（10条）。すなわち、部分意匠ロについて、部分意匠イを本意匠とした関連意匠として意匠登録出願することができる。これにより、アタッシュケースの取手部分に係る部分意匠イのバリエーションの意匠を適切に保護することができる。

- (2) 甲が意匠登録を受ける可能性

- ① 部分意匠ロについて

部分意匠ロは部分意匠イに類似するため、部分意匠イに係る出願Aを先願として、意匠登録を受けることができない（9条1項）。相互に類似する意匠については、関連意匠制度を利用することにより意匠登録を受けることができるが、同日に出願することが要件となっているため（10条1項）、出願Aをいったん取上げて両意匠について出願し直さない限り、意匠登録を受けることはできない。

部分意匠ロに係る出願より先に、ロを一部に含む全体意匠に係る出願をした場合には、意匠登録を受けることができない（3条の2）。その全体意匠が登録等されて意匠公報に掲載される図面等に部分意匠ロが現されているからである。これを避けるためには、部分意匠ロに係る出願を全体意匠に係る出願と同日またはそれより先に出願する必要がある。

- ② ロを一部に含む全体意匠について

部分意匠とそれを含む全体意匠とは、意匠登録を受けようとする方法・対象が異なるため、非類似の意匠として取り扱われるから、部分意匠イに係る出願が先願であることを理由（9条1項）に意匠登録を拒絶されることはない。したがって、他の登録要件（3条1項、2項等）を具備すれば意匠登録を受けることができる。

2. 設問(2)について

- (1) 部分意匠に係る意匠権者は、業として意匠登録を受けた部分意匠及びこれに類似する意匠を実施する権利を専有する（23条）。

したがって、イについて意匠に係る物品を「アタッシュケース」とする部分意匠として意匠登録を受けた甲は、部分意匠イに係る取手部分及びこれに類似する取手部分を含むアタッシュケースまたはそれに類似する物品の意匠を実施する権利を専有し、かかる物品を販売等する行為は、原則として、甲の意匠権の侵害にあたる。

ここで、部分意匠の類否判断は、①意匠に係る物品、②部分意匠として意匠登録を受けようとする部分の機能・用途、③その物品全体の中に占める部分意匠として意匠登録を受けようとする部分の位置、大きさ、範囲、④部分意匠として意匠登録を受けようとする部分自体の形態に基づいて総合的に判断される。

- (2) 予想される乙から甲に対する反論

- ① 意匠の非類似

部分意匠に関する意匠の類否判断は、前述の要素に基づいて判断されるところ、乙が販売しているスーツケースは、甲のアタッシュケースに比べ約3倍の大きさであり、大きさに顕著な差があるから、非類似の意匠であるため、意匠権の侵害とはならない。

- ② 意匠権の消尽

乙は、甲から正規に購入した消費者からそのアタッシュケースを入手して再販売しているのであって、そのアタッシュケースについては、甲の意匠権は、それを消費者に販売した時点で用い尽くされているから（消尽）、意匠権侵害とはならない。

- (3) 乙の反論に対して考えられる甲の主張

- ① 意匠が非類似である旨の反論に対して

アタッシュケースとスーツケースは、その大きさの相違

に起因して用途も機能も異なることから、確かに互いに非類似物品であるともいえる。よって、意匠に係る物品を「アタッシュケース」とする甲の部分意匠イと乙が販売しているスーツケースは、確かに、互いに非類似の意匠である。

しかしながら、乙が販売しているスーツケースは、甲のアタッシュケースから取り外された、部分意匠イに係る取手部分を取り付けたものであり、その製造工程からして、部分意匠イに係る取手部分を利用（26条1項）したものであることは明らかである。

ここで、他人の登録意匠を利用する意匠は登録意匠に限られないと解するのが妥当であるから、意匠どうしは非類似であるにしても、乙が販売しているスーツケースは、部分意匠イに係る登録意匠を利用したものとして当該意匠権を侵害するものとされるのが妥当である（26条1項）。

② 意匠権が消尽した旨の反論に対して

乙の販売しているスーツケースは、消費者から買い取ったアタッシュケースから、その取手部分を取り外して、別のスーツケースに取り付けたものである。ここで、アタッシュケースの完成品から、その創作の要部である取手の部分だけをわざわざ取り外して別のスーツケースに取り付けるといふのは、商慣行からしても客観的に不自然であり、新たな生産を行ったと評価できるから、甲の部分意匠イに係る意匠権は消尽せず、意匠権侵害となる。

以上

上記の解答例においては、設問(2)について、通常法律論文で推奨される「規範定律→反対説を述べる→その反対説を非難して本論を述べ、結論に至る」といったような流れで作成してみた。ここにおいて、その“流れ”として最も適切な論理構成は、「物品が非類似なので意匠も非類似。よって、23条の“侵害”は成立せず。→しかし、意匠は非類似であるにしても、26条の利用関係があるので“侵害”というものであると考えられるのである。実際に、特許庁側で用意されている模範解答も、これに類似するものであろうと思われる。

加えて、この設問においては、用尽説というのは何やら“ついで”のような気がしないでもないが、本問においては、取手の部分の権利が消尽しては、まずいのである。この設問の「乙は、甲が販売した上記アタッシュケースを購入・使用した消費者から、当該アタッシュケースを買い取り、その取手部分を取り外して、別の消費者から買い取ったスーツケース（甲のアタッシュケースに比べ約3倍の大きさがある。）に取り付け、…」というのは、例えば「形状のみの意匠とそれに模様を付した意匠との間の類否関係を論ずるのに製造工程が考慮される。」と同様に、“製造工程までもが考慮されて、利用関係成立の成否が論じられる”というのを、論じさせたかったのではないと思われる。

そして、「26条の利用関係を論ずるにあたって、登録意匠を利用する意匠が登録意匠である必要はない」とする、いわゆる“学習机事件”の判例がここで生きてくる。であるから、本問においては、部分意匠イに係る取手の部分の権利（意匠権）が消尽してしまえば、まずいのである。

けれども、ここまで理解して書けた受験生は、おそらく

皆無である。採点をした特許庁側としては、おそらく、予定外の、期待はずれ答案ばかりであったに違いない。

しかしながら、特許庁でもともと想定した“流れ”とさせるためには、この問題はちょっと無理があるように思われる。それは、意匠イが部分意匠だからである。これがもし、取手部分に係るアタッシュケースの部分意匠などではなく、アタッシュケースの取手のところの“部品の意匠”であった場合には、何ら問題なく、特許庁でもともと想定した“流れ”とすることができる。この問題では、意匠イが部分意匠である以上は、設問(2)の「(3)乙の反論に対して考えられる甲の主張」の記載は、下記のようなものとならざるを得ないように思われる。

「(3) 乙の反論に対して考えられる甲の主張

① 意匠が非類似である旨の反論に対して

約3倍程度の大きさの差は、アタッシュケースやスーツケースという物品の特性や業界の慣行からすれば、ありふれたものであり、その用途や機能に大きな差を生じさせるものではないから、アタッシュケースとスーツケースは、用途が同一で機能が異なるものと認められる。したがって、アタッシュケースとスーツケースは、互いに類似する物品であり、乙のスーツケースは、甲のアタッシュケースに類似する意匠である。

② 意匠権が消尽した旨の反論に対して

乙の販売しているスーツケースは、消費者から買い取ったアタッシュケースから、その取手部分を取り外して、別のスーツケースに取り付けたものであり、新たな生産を行ったと評価できるから、甲の部分意匠イに係る意匠権は消尽せず、意匠権侵害となる。」

筆者としては、今回の意匠法においては、問題の想定に誤りがあったのではないかと考えている。こうしたときに公平な採点を行なうのは極めて難しいことだと思われるが、その対処方法は不明であるにせよ、大多数の受験生にとって納得の行く形で何らかの施策がとられたであろうと思っている。

【商標法】

商標法では、商標法の事例問題で典型とされる「一見して商標法第53条の2の審判の請求のように見えて、実は別の理由によって取消や無効になる」といったパターンの問題がある。実際に、「ある人はある人の代理人ないしは総代理店であった」という条件設定は、一見すると53条の2の審判の要件の一つであるかのように見えて、実は「不正の目的があった」というような側面も有していることがある。そのあたりに気付けば、まったく筋違いの方策をとってしまうことも避けられるのである。

ここで、商標法においては、特許法とは異なった特有の事情があることはきちんと理解されていなければならない。それは、「先願先登録商標の存在（4条1項11号）により拒絶される＝その商標権の侵害を構成する」というような図式が成り立ち、同時に、「拒絶の理由となっている先願先登録商標を消滅させる＝拒絶理由も解消する」というような図式があることである。そして、この図式は特許法では全く成り立たないので、特許法の頭のまま商標法にあたと、この図式が成立することを前提とした事例問題で致命的な項目落ちや積極ミスを起こしてしまうことになるのである。そして最近では、こうした「特許法と

は異なった商標法特有の「マター」で引っ掛けようとする出題が多くなされるようになってきている。

しかしながらこの一方で、「商標法では、侵害の問題と拒絶理由通知の問題が密接に関連している」ということさえ理解してしまえば、実は、対処は非常に簡単なのである。これに関して言えば、以下のものが商標法における警告に対する措置と拒絶理由通知に対する措置であるが、それらの中で重複している措置が多いことに気付くであろう。これを理解した上で、この項目を覚えておき、問題に応じて消去して肉付けする方法を身につけてしまえば、実はそんなに難しいことではない。

	拒絶理由通知 に対して取り 得る措置	警告に対して取 り得る措置
拒絶理由の検討	○	
意見書	○	
指定商品削除の補正	○	
分割出願	○	
相手方への名義変更	○	
相手方の権利放棄の交渉	○	○
再出願	○	
登録異議の申立	○	○
無効審判の請求	○	○
取消審判の請求	○	○
50条1項 51条, 53条 52条の2 53条の2		
商標権の譲渡	○	○
警告状の内容の検討		○
商標権行使は認められ ない旨の回答		○
応訴の準備		○
使用権の交渉		○
抗弁権(先使用权の主張)		○
権利の濫用の主張		○
登録異議申立、無効審判 を請求していることによ る訴訟手続の中止の申立		○

今回の商標法の問題は、「拒絶理由通知に対する措置」や「警告書に対して取り得る措置」というような単純なものではないが、例えば本問の設問(1)にしても、基本的には「商標権を消滅させるための手続」を述べればよいだけの話であり、その手段というのは、要するに、異議申立か、無効審判か、取消審判かのいずれかしかないのであるから、消去法によって簡単に対処することができる。言うまでもないことであるが、取消審判とて、その種類は限られているのである。

当然のことながら、無効理由も有限である。しかも、無効理由でよく聞かれるのは、商標法第4条3項に挙げられている条文である。そうしたことを踏まえて対処すれば、以外に簡単に解決することができる。

設問(2)も、実はそれほど難しくはない。なぜならば、拒絶理由の数が有限であり、かつ、この問題のように著名商標や先願先登録商標が絡む拒絶理由というのは、極めて狭い範囲の限られたものになっているからである。著名商標や先願先登録商標が絡む拒絶理由ということ考えた場合には、少なくとも、4条1項1号から9号までは、一切考える必要はない。そして、防護標章も存在しないのであるから4条1項12号も考える必要

がなく、13号や14号、17号や18号が対象外なのは言うまでもない。結局、先程述べた頻出の「4条3項絡みの拒絶理由」と4条1項11号の拒絶理由が残ることになる。

次に、設問(3)であるが、これは商標法の論点である。このことについては、例えば、以下のような「簡単に答えられるフレーズ」を予め用意しておくことにより、実は簡単に答えることができるのである。今回のフレッドベリー事件に関しては、一見して複雑そうな判決文に見えたとしても、その要点である「適法に商標が付されたことと、出所表示機能と品質保証機能が担保されているということが必要である」ということが分かっておりさえすれば、答案作成というのは、それらのポイントを逃さずに書けばよいだけの作業であり、それほど難しいものではない。

並行輸入として権利行使を回避できる要件

◎特許権の場合

- ・特許権者から適法に購入
- ・我が国に輸入しない旨の契約がない
- ・我が国に輸入しない旨の表示が製品になされていない(転得者の場合)

◎商標権の場合

- ・商標権者から適法に購入
- ・商標の出所表示機能を損なっていない
- ・商標の品質保証機能を損なっていない

ちなみに、今年の商標法の解答例として考えられるのは、以下のようなものである。

【問題】

イギリスの法人甲は、商品「シャツ」に「OCEANS」の商標を付しイギリス国内で販売しており、その商標は、イギリスとシンガポールで甲が商標登録を受け、イギリスで著名となっている。

乙は、甲の上記商品を日本に独占的に輸入し販売することを企図し、2001年1月、甲にその旨申し入れたが、後述の丙との間で既に輸入総代理店契約を締結済みであるとの理由で断られた。そこで、乙は、同年2月、甲に無断で、商標「OCEANS」に類似する商標「オーシャン2」について「シャツ」を指定商品とする商標登録出願を日本にし、2002年6月に商標登録を受けた。

丙は、甲との間で、甲の上記商品について日本での輸入総代理店契約を締結し、2001年1月以降、商標「OCEANS」が付された「シャツ」を甲から輸入し、販売するとともに、同年3月には、甲の了承を得て、商標「OCEANS」について「シャツ」を指定商品とする商標登録出願を日本にした。そして、商標「OCEANS」は、2001年12月末には、甲の商品を表示するものとして日本国内で広く知られるに至った。

これに対し、乙は、丙による販売が好調であることを認識し、2003年1月以降、商標「OCEANS」が付されている「シャツ」(以下「本件シャツ」という。)をシンガポールの法人丁から輸入し、日本で販売している。しかし、本件シャツは、丁が甲と締結した商標「OCEANS」のライセンス契約における製造地及び下請における製造を制限する条項に違反して製造されているものであった。

この場合、2005年7月3日を基準として、以下の設問(1)から(3)について、設問の番号を明示して答えよ。

なお、解答に際しては、マドリッド協定の議定書に基づく特例は考慮しなくてよい。

設問(1) 丙は、乙の商標権を消滅させるために、特許庁に対してどのような手続きをとることができるか。

設問(2) 丙は、商標「OCEANS」について商標登録を受けることができるか。仮に、拒絶理由が存する場合には、その拒絶理由を商標法の条文に則して説明した上で、丙は、いかにすれば、商標登録を受けることができるかについても述べよ。

設問(3) 丙が商標「OCEANS」について商標登録を受けることができた場合、丙は、乙に対して、本件シャツの輸入及び販売行為を差し止めることができるか。並行輸入が商標権侵害としての違法性を欠くとされる場合の要件を説明した上で、乙がそれを理由に丙の商標権の侵害ではないと抗弁することが可能かについても述べよ。

【解答例】

1. 設問(1)について

丙は、以下の手続きをとることができる。

(1) 無効審判(46条)の請求

① 無効審決の確定により、乙の商標権は遡及的に消滅する(46条の2)。

② 乙の登録は、甲の商標「OCEANS」との関係で、4条1項19号の無効理由を有する。

まず、甲の当該商標はイギリスにおいて著名であるから、「他人の業務に係る商品を表示するものとして外国における需要者の間に広く認識されている商標」(4条1項19号)である。

そして、乙の登録商標「オーシャン2」は、甲の商標と称呼が相紛らわしいから、甲の商標と類似する。

また、乙は、甲に無断で、甲の商標に類似する商標を出願しているから、「不正の目的」も認められる。

そして、乙の商標は出願時及び査定時において、上記要件を満たす(4条1項19号、4条3項)。

なお、甲の商標「OCEANS」は、乙の商標は出願時において、日本国内で周知ではなく、また、乙の業務との関係で具体的出所の混同も生じていないものと認められるので、4条1項10号の適用も4条1項15号の適用もない。

(2) 不使用取消審判(50条)の請求

① 取消審決の確定により、乙の商標権は、審判請求の登録日に消滅する(54条2項)。

② 乙が、登録商標を国内において3年以上使用していない場合には、不使用取消審判を請求し得る(50条)。

(3) 不正使用取消審判(51条)の請求

① 取消審決の確定により、乙の商標権は、その後、消滅する(54条1項)。

② 乙が、故意に登録商標の禁止権の範囲での使用をし、誤認混同を生じさせた場合には、不正使用取消審判を請求し得る(51条)。

2. 設問(2)について

① 丙は、原則として、商標「OCEANS」について、登録を受けることができない(4条1項11号、15条1号)。

② 丙の商標「OCEANS」に対して、乙の商標「オーシャン2」は、先願先登録商標である。

そして、丙の商標と乙の商標は、称呼が相紛らわしいから、互いに類似する。また、丙の指定商品「シャツ」は、乙の指定商品と同一である。

したがって、丙の出願商標は、4条1項11号に該当する。

③ 丙は、以下の措置によって、登録を受け得る。

(i) 上述の無効審判(46条1項、4条1項19号、4条3項)、取消審判(50条、51条)によって、乙の登録を消滅させれば、「他人の登録商標」(4条1項11号)が消滅するから、丙は登録を受け得る。

(ii) 乙から商標権を譲り受けることによって、「他人の」(4条1項11号)登録商標ではなくなり、乙の商標権を放棄してもらうことによって、「他人の登録商標」(4条1項11号)が消滅するから、丙は登録を受け得る。

3. 設問(3)について

(1) 結論

丙は、乙の輸入及び販売行為を差し止めることができる。

(2) 理由

丙の差止(36条)が認められるためには、甲の行為が侵害を構成する必要がある(36条)。侵害とは、権原なき第三者が、指定商品又は指定役務について登録商標または登録商標に類似する商標を使用することである(25条、37条1号)。

そして、乙は、丙の登録商標と同一の商標を、丙の指定商品と同一の商品に使用しているからである。

なお、真正商品の並行輸入が違法性を欠くための要件は、①当該標章が外国における商標権者又は当該商標権者から許諾を受けた者により適法に付されたものであり、②当該外国における商標権者とわが国の商標権者とが同一人であるか又は法律的若しくは経済的に同一人と同視し得るような関係があること、③わが国の商標権者が直接的に又は間接的に当該商品の品質管理を行い得る立場にあることである。

本問では、「OCEANS」は、甲からライセンスを受けた丁によって付されているから、上記①の要件を満たす。

次に、甲とわが国の商標権者丙は、輸入総代理店契約を締結しており、法律的若しくは経済的に同一人と同視できるから、上記②の要件を満たす。

しかし、丁は、ライセンス契約における製造地及び下請けにおける製造を制限する条項に違反しているから、乙は直接的にも間接的にも当該商品の品質管理を行うことができない。

したがって、乙の行為は真正商品の並行輸入として違法性を欠くための要件を満たさないから、上記結論に至る。

以上

【おわりに】

以上のようにして、最近では事例問題が多くなったおかげで、一見すると、応用問題で受験生の応用力が試されるので、単純に暗記力だけを駆使した者だけが受かるというような試験ではなくなった、ということは確かである。

しかしながら、上記の解説を読めば明らかなように、実際には、受験テクニックを駆使することにより簡単に解けるような問題が多くなってしまったのも確かなのである。現に、最近になって短期合格者の割合が増えてきたのも、偶然のことではない。また、要領よくこなす者がより受かりやすくなったという傾向があるのも確かである。

けれども、こうした短期合格者というのは、「他人の情報を上手く利用する」ということに慣れてしまっているため、「自立心」が無くなってしまっているようにも思える。最近の合格者の中

には、依存心のやたら強い者や、他人の資料ばかりをあてにし、自分の頭でよく考えない習慣の者が増えてきたようにも思える。何かわからないことがあると、まず自分の頭で考えるというようなことをせずに、まずそれが書いてある資料を探しまくるのである。けれども、どこかに簡単に答が書いてあるような質問を、クライアントがしてくるはずがない。

私としては、別に合格者の数を増やすということに対して反対しているわけではない。しかしながら、「応用力を考査するために難しくしたものが、かえって簡単になってしまい、ある意味では弊害が生じている」というような今のこうした状況を野放しにしたままにしておくのは良くないことだと思っている。実際、「短答式試験の知識+受験テクニック」で解けるような問題を出し続けるような愚かなことは継続されるべきではない。

この弁理士試験の運用者の方々には、国際化時代にあつて条約も知らず、かつ、自分の頭で考えることをしない弁理士が増えることの意味を真剣に考えて欲しいと思う。これは、弁理士というのが国家資格であり、外国に一步出れば、その者が日本を代表する人間となるからである。これが、国家によるお墨付きのないような資格であれば、あまり問題がないように思われるが、弁理士という国家による保証がある有資格者について、その者が日本国から一步出て外国に行ったときに、その者を通じて日本のレベルが測られてしまうというような事態が起こるような場合には、問題なしとは言えない。

ところで、今年になって国際会議に出てみて実感したことがあるが、そこに参加する弁理士の質や数は、その弁理士が所属する国家の国力やレベルを示すパラメーターとなっていた。実際、参加人数が少なければ国力が弱いと思われるし、弁理士のレベルが低いと国家のレベルも低いと思われる。また、国家がその権威をもって付与する権利である特許権や商標権に係る手続を、無資格者や無資格法人が取り扱っているなどというのには言語道断で、野蛮な国と見られても仕方がない。

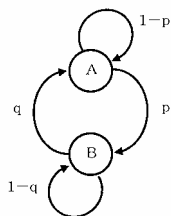
このように、無知な弁理士の存在は国家のレベルの低さ、少人数は国力の小ささ、無資格者や無資格法人による代理は国家の後進性を示すものとなっているようで、3番目のものは以前からの問題であるにしろ、昨今の政策により、国内の合格者の数は増えたが、外国に出られる弁理士の数はむしろ少なくなっているようにも見え、このまま行けば、前の2つの問題が大きく浮上してくるようにも思える。

技術や商品というものが、本来的には国境を越えて流れて行く性質のものであるため、それらを扱う弁理士の仕事というのは元来、国際的なものである。であるからして、弁理士制度というものを考えるにあたっては、その中の「試験制度」という小さなものを考えるにしても、日本の中だけではなく、国際的な視野というものが求められるということをもっと真剣に考える必要があるのではないかと、そう思う。

選択科目 解説例-1 会員 中川 博満

【情報理論】

1. (1) 状態遷移図

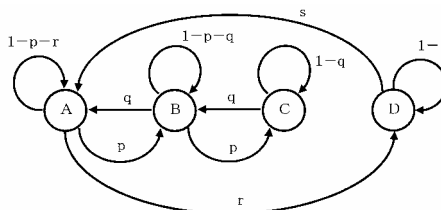


A の発生確率は次のようになる。

$$P(A) = P(A|B)P(B) + P(A|A)P(A) = q(1-P(A)) + (1-p)P(A)$$

$$P(A) = \frac{q}{p+q}$$

(2) 状態遷移図



A, B, C, D それぞれの発生確率は次のようになる。

$$P(A) = P(A|A)P(A) + P(A|B)P(B) + P(A|D)P(D) = (1-p-r)P(A) + qP(B) + sP(D) \quad \dots \text{式(1.2.1)}$$

$$P(B) = P(B|A)P(A) + P(B|B)P(B) + P(B|C)P(C) = pP(A) + (1-p-q)P(B) + qP(C) \quad \dots \text{式(1.2.2)}$$

$$P(C) = P(C|B)P(B) + P(C|C)P(C) = pP(B) + (1-q)P(C) \quad \dots \text{式(1.2.3)}$$

$$P(D) = P(D|A)P(A) + P(D|D)P(D) = rP(A) + (1-s)P(D) \quad \dots \text{式(1.2.4)}$$

また、 $P(A) + P(B) + P(C) + P(D) = 1$ より式(1.2.5)が求められる。

$$P(D) = 1 - P(A) - P(B) = P(C) \quad \dots \text{式(1.2.5)}$$

式(1.2.3)をP(C)について解くと、次のようになる。

$$P(C) = \frac{p}{q} P(B) \quad \dots \text{式(1.2.6)}$$

式(1.2.6)を式(1.2.2)に代入すると、式(1.2.7)になる。

$$P(B) = pP(A) + (1-p-q)P(B) + pP(B) \quad \dots \text{式(1.2.7)}$$

式(1.2.7)をP(B)について解くと、式(1.2.8)になる。

$$P(B) = \frac{p}{q} P(A) \quad \dots \text{式(1.2.8)}$$

式(1.2.5)と式(1.2.8)を式(1.2.1)に代入すると、次式になる。

$$P(A) = (1-p-r)P(A) + pP(A) + s(1-P(A)-P(B)-P(C)) = P(A) - rP(A) + s - sP(A) - \frac{ps}{q}P(A) - \frac{p^2s}{q^2}P(A)$$

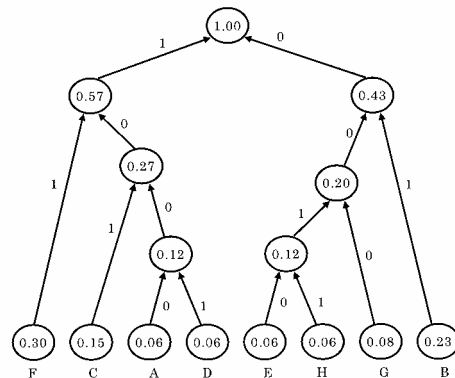
P(A)について解くと、次式が求められる。

$$P(A)(r+s+\frac{ps}{q}+\frac{p^2s}{q^2}) = s$$

$$P(A)(q^2r+q^2s+pqqs+p^2s) = q^2s$$

$$P(A) = \frac{q^2s}{q^2r+q^2s+pqqs+p^2s}$$

2. (1) ハフマン木を描くと次のようになる。



上のハフマン木からハフマン符号を求めると、次のようになる。

情報	ハフマン符号
A	1000
B	01
C	101
D	1001
E	0010
F	11
G	000
H	0011

(2) 上記ハフマン符号から、その符号長、出現確率、符号長×出現確率、符号長×出現確率の和を求めると、次のようになる。

情報	ハフマン符号	符号長	出現確率	符号長×出現確率
A	1000	4	0.06	0.24
B	01	2	0.23	0.46
C	101	3	0.15	0.45
D	1001	4	0.06	0.24
E	0010	4	0.06	0.24
F	11	2	0.30	0.60
G	000	3	0.08	0.24
H	0011	4	0.06	0.24
		Σ		2.71

この符号長×出現確率の和は、情報をハフマン符号化した時の、期待符号長を示している。

一方、3ビットの固定長で符号化した時の期待符号長は3であるから、ハフマン符号化の方が、期待符号長が小さい(約10%小さい)。

従って、ハフマン符号化することによって、総情報量を約10%縮減できると、期待される。

(3) ハフマン符号化の問題点とその解決方法

(i) 問題点…各情報の出現確率が完全に分っていないと、符号化ができない。

解決方法…仮のハフマン木からハフマン符号化を開始し、出現した情報を使って、次々とハフマン木を更新しながら、次の情報のハフマン符号化を行う(適応型ハフマン符号化)。

この方法では、符号化表を必要としないという利点もある。

(ii) 問題点…各情報に割り当てることのできる符号ビット数が整数に限られる。

従って、最高の効率化を実現することはできない。

解決方法…より効率の高い符号化手法、例えば算術符号化を用いる。

しかしながら、算術符号化では、ハフマン符号化以上に符号化処理が複雑になり、デジタル回路で符号化/復号化すると、必要な回路規模が大きくなり、プログラムで符号化/復号化すると、処理時間が長くなるという、新たな課題もある。

【計算機工学】

1. (1) 記憶装置はアクセス速度が速いほど、処理性能が向上するので好ましい。一方、アクセス速度が速い記憶装置は高コストになる。そこで、記憶装置を階層化し、頻繁にアクセスするデータは高速/高コストの記憶装置に記憶し、アクセス頻度の低いデータは順次、低速/低コストの記憶装置に記憶し、必要に応じてデータを入れ替えることで、全

体としてのパフォーマンスを向上させることができる。

(2) 主記憶にアクセスされる確率は、

[1次キャッシュでミスをする確率]と[1次キャッシュでミスをした条件下で2次キャッシュでミスをする確率]との積になる。

従ってその値は、 $(1-h_1)(1-h_2)$ になる。

(3) 平均アクセス時間は、

[1次キャッシュから読み出す確率]×[1次キャッシュから読み出す時間]と、[2次キャッシュから読み出す確率]×[2次キャッシュから読み出す時間]と、[主記憶から読み出す確率]×[主記憶から読み出す時間]と、の合計である。

従ってその値は、

$h_1T_1 + (1-h_1)h_2(T_1+T_2) + (1-h_1)(1-h_2)(T_1+T_2+T_m)$ になる。

この式を展開して整理すると下記のようになる。

$$h_1T_1 + (h_2T_1 - h_1h_2T_1) + (h_2T_2 - h_1h_2T_2) + (T_1 - h_1T_1 - h_2T_1 + h_1h_2T_1) + (T_2 - h_1T_2 - h_2T_2 + h_1h_2T_2) + (T_m - h_1T_m - h_2T_m + h_1h_2T_m) = T_1 + (1-h_1)T_2 + (1-h_1)(1-h_2)T_m$$

最後の式は、 T_1 時間は1次キャッシュ、2次キャッシュ、主記憶の何れにアクセスする(確率1)にも必要な時間で、 T_2 時間は2次キャッシュか主記憶にアクセスする(確率 $1-h_1$)のに必要な時間で、 T_m 時間は主記憶にアクセスする(確率 $(1-h_1)(1-h_2)$)のに必要な時間であることから、導くことができる。

(4) 平均アクセス時間の式に、 $T_1 = T_2/4$ 、 $T_2 = T_m/5$ 、 $h_2 = 3/4$ を代入すると次式になる。

$$\frac{T_m}{4} \cdot \frac{1}{5} + (1-h_1) \cdot \frac{T_m}{5} + (1-h_1)(1-\frac{3}{4})T_m = \frac{T_m}{20} + \frac{T_m}{5} - \frac{T_m}{5}h_1 + \frac{T_m}{4} - \frac{T_m}{4}h_1 = \frac{1}{2}T_m - \frac{9}{20}T_mh_1$$

最後の式を T_m の1/8よりも小さいとして解くと、次式が求められる。

$$\frac{1}{2}T_m - \frac{9}{20}T_mh_1 < \frac{1}{8}T_m$$

$$\frac{9}{20}h_1 > \frac{1}{2} - \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$$

$$h_1 > \frac{3}{8} \times \frac{20}{9} = \frac{5}{6}$$

従って、1次キャッシュのヒット率は $\frac{5}{6}$ 以上でなければならない。

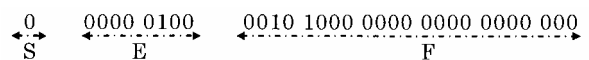
2. (1) $(-1)^0 \cdot 2^{126-127} \cdot 1.0_2 = 2^{-1} \cdot 1.0_2 = 0.1_2 = 0.5_{10}$

従って、10進数で表記すると0.5になる。

(2) 18.5_{10} を2進数表記すると、整数部が18小数部が0.5だから、 10010.1_2 になる。

これを正規化すると、 $(-1)^0 \cdot 2^4 \cdot 1.00101_2$ になる。

IEEE表現のビットパターンで表すと、下記のとおり。



このビット列を16進数表現すると、 02140000_{16} になる。

(3) IEEE表現で表現可能な数値で、正規化され、絶対値が最小の正の数値は次の通り。

$$(-1)^0 \cdot 2^{-127} \cdot 1.000000000000000000000000_2 = 2^{-126}$$

(4) 1をIEEE表現で表現すると、次のようになる。

$$(-1)^0 \cdot 2^{127-127} \cdot 1.000000000000000000000000_2$$

指数部を変更すると大きくなり過ぎる(又は、小さく

なり過ぎる) ので、指数部を変えずに、上記 1 よりも大きな一番小さい数は、次のとおり。

$$\begin{aligned} & (-1)^0 \cdot 2^{127-127} \cdot 1.000000000000000000000001_2 \\ & = 1.000000000000000000000001_2 \times 2^0 \end{aligned}$$

3. (1) 仮想記憶

本来の主記憶装置に代えて、例えばハードディスク等の補助記憶装置上の記憶領域を、主記憶装置であるかのように使用する方式やシステム。主記憶装置に入りきらない、大きなプログラムやデータを扱うことが可能になるが、アクセス速度は低下する。

(2) 仮想マシン (Virtual Machine)

実在しない CPU (仮想マシン) のマシン語命令や高級言語命令、OS やプログラム等を、実在する CPU によるエミュレーション等によって実行する方式やシステム。

開発環境として利用されたり、アプリケーションを活用するための他、最近はセキュリティ確保等の目的で利用されることも多い。

(3) マルチスレッド (Multithread)

1つの処理を、スレッド (thread) と呼ぶ小さな処理に分割し、このスレッドを複数、同時並列的に実行する方式やシステム。但し、同時並列的な実行は、必ずしも複数 CPU による真の同時並行である必要はなく、1つの CPU による時分割的な同時並行であってもよい。大きな並列プロセスを起動するのに比較して、小さな負荷で起動することに特徴がある。

(4) 投機的実行

条件分岐が存在するために、実行されるか実行されないかわからない命令を、予め実行しておくこと。予想が当れば、投機的実行された命令は生かされ、先に実行した分だけパフォーマンスは向上する。一方、予想が外れると、投機的実行された命令は廃棄され、改めて実行しなければならないので、パフォーマンスは向上しない。

パイプライン化された CPU 等で使われることが多い。

選択科目 解説例-2

会員 立原 聡

【制御工学】

古典制御理論と現代制御理論に関する問題が半々を占める傾向にあります。古典制御理論では安定判別などの計算問題が中心となっていますが、現代制御理論では理論を理解しているかが問われています。いくつかの参考書を読んでいろいろな人の説明のしかたに慣れておくことと出題者の意図をつかみやすく、穴埋め問題を解きやすくなります。詳細な証明にも目を通しておくことと理解しやすいと思います。

1. (1) a. 状態, b. 出力, c. 入力, d. 安定, e. 固有値, f. 可観測

(2) ア. $A-kc$

式 1 のようなシステムに対して、式 2 のようなモデルを用意し、さらに、両者の出力の差を式 2 にフィードバックした次のようなモデルをつくる。

$$\begin{aligned} \dot{\hat{x}} &= A\hat{x} + bu - k(\hat{y} - y) \\ &= A\hat{x} + bu - k(c\hat{x} - y) \\ &= (A - kc)\hat{x} + ky + bu \\ \hat{y} &= c\hat{x} \end{aligned}$$

このとき、誤差 e について検討すると、

$$\begin{aligned} \dot{e} &= \dot{\hat{x}} - \dot{x} \\ &= (A - kc)\hat{x} + kcx + bu - (Ax + bu) \\ &= (A - kc)(\hat{x} - x) \\ &= (A - kc)e \end{aligned}$$

この微分方程式を解けば、次のようになる。

$$e = e(0) \cdot \exp\{(A - kc)t\}$$

この指数部分 $(A - kc)$ を安定にできれば $t \rightarrow \infty$ で $e(t) = 0$ とすることができる。

- (3) 与えられた式と、式 3 から、

$$A - kc = \begin{bmatrix} -k_1 & 1 \\ 2 - k_2 & -2 \end{bmatrix}$$

であることが分かるので、オブザーバの特性方程式は、次式で与えられる。

$$|sI - (A - kc)| = s^2 + (2 + k_1)s + 2k_1 + k_2 - 2$$

一方、固有値を $-3, -5$ とする特性方程式は、次式のようにになる。

$$(s + 3)(s + 5) = s^2 + 8s + 15$$

これらの係数を比較して解くと $k_1 = 6, k_2 = 5$ が得られる。

2. (1)

- (a) K の出力が KX であるから、 G の入力は $U - KX$ となり、 G の出力 X は $X = G(U - KX)$ と表される。これを整理すると $X = \{G / (1 + GK)\}U$ となり、伝達関数が $G / (1 + GK)$ であることがわかる。

- (b) K の入力 $GU + HU$ であるから、 K の出力 X は $X = K(G + H)U$ と表される。これより伝達関数が $K(G + H)$ であることがわかる。

- (c) (a) において $G = (3/s) \{1 / (s + 2)\}$ 、 $K = 2 / (s + 5)$ である場合に等しい。(a) にあてはめて計算すると、伝達関数が $3(s + 5) / (s^3 + 7s^2 + 10s + 6)$ であることがわかる。

- (2) 特性方程式に基づいて安定判別を行う手法には、ラウスの安定判別法とフルビッツの安定判別法とがあり、いずれで解いてもよい。

- (a) フルビッツの安定判別法によって解いてみる。まず、安定であるためには特性方程式 $s^2 + 6s + 8 = 0$ の全ての係数が正でなければならないが、 $A_0 = 1, A_1 = 6, A_2 = 8$ となっておりこの条件は満たされている。さらに、フルビッツの行列式を検討すると、以下の全てが正であるからこの系は安定である。

$$A_0 = 1 > 0$$

$$\Delta_1 = A_1 = 6 > 0$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} A_1 & A_3 \\ A_0 & A_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 6 & 0 \\ 1 & 8 \end{vmatrix} = 48 > 0$$

- (b) ラウスの安定判別法によって解いてみる。係数は $A_0 = 1, A_1 = 6, A_2 = 7, A_3 = 50$ であるから、ラウス表は次のようになる。第 1 列の係数が全て正であれば系が安定であるが、 B_1 が負であるため、この系は不安定である。

$$\begin{array}{l} s^3 \mid \quad A_0 = 1 \quad \quad A_2 = 7 \\ s^2 \mid \quad A_1 = 6 \quad \quad A_3 = 50 \\ s^1 \mid \quad B_1 = \frac{A_1 A_2 - A_0 A_3}{A_1} = -\frac{4}{3} \quad B_2 = \frac{A_1 A_4 - A_0 A_5}{A_1} = 0 \\ s^0 \mid \quad C_1 = \frac{B_1 A_3 - A_1 B_2}{B_1} = 50 \quad C_2 = \frac{B_1 A_5 - A_1 B_3}{B_1} = 0 \end{array}$$

- (3) システムの極は、伝達関数の分母多項式を零とする根である。分母多項式を因数分解すると $(s + 1)(s + 2)(s + 3)$ で

あるから、極は、 $-1, -2, -3$ である。

システムの零点は、伝達関数の分子多項式を零とする根である。分子多項式を因数分解すると $3(s-1)(s-2)$ であるから、零点は、 $1, 2$ である。

【物理学】

近年の傾向からみて、高校物理を復習しておき、大学教養課程の基本的な力学の問題集などにあたって慣れるとよいと思います。

1. (1) (考え方) 台上の系がボールと分裂して速度 V_1 で移動するととらえると、運動量保存則を用いて式 A が成り立つ。

$$0 = \{M + (n-1)m\}V_1 + m(-v_0) \quad \dots \text{式 A}$$

(答え)

$$V_1 = \frac{m}{M + (n-1)m} v_0$$

(解説) 式 A の左辺は、ボールを投げる前の運動量の和であり、全てが静止しているため 0 になる。式 A の右辺は、ボールを投げた後の運動量の和である。台上の系の質量が $\{M + (n-1)m\}$ に減少するため、台上の系の運動量は $\{M + (n-1)m\} * V_1$ で表され、ボールの運動量は $m * (-v_0)$ となる。式 A を計算すれば V_1 が求まる。

(2) (考え方) 小問(1)の動作後、台上の系にボールが衝突し、一体化して速度 V_2 で移動するととらえると、運動量保存則を用いて式 B が成り立つ。

$$\{M + (n-1)m\}V_1 + m(-v_0) = (M + nm)V_2 \quad \dots \text{式 B}$$

(答え) $V_2 = 0$

(解説) 式 B の左辺は、ボールを受け取る前に台上の系がもつ運動量であり、式 A の右辺に等しい。式 B の右辺は、ボールを受け取った後の運動量の和である。台上の系の質量は $(M + nm)$ に増加するため、台上の系の運動量は $(M + nm) * V_2$ となる。式 B を計算すれば V_2 が求まる。

(3) (考え方) 小問(1)の動作後、さらに台上の系がボールと分裂して速度 V_3 で移動するととらえる。この際、床面に対して V_1 で移動する座標系で考え、この座標系に対する台上の系の速度を V_3' で表し、 V_3' を求めてから $V_3 = V_3' + V_1$ から V_3 を求める。この移動する座標系上では運動量保存則を用いて式 C が成り立つ。

$$0 = \{M + (n-2)m\}V_3' + mv_0 \quad \dots \text{式 C}$$

(答え)

$$V_3' = \frac{-m}{M + (n-2)m} v_0$$

$$V_3 = V_3' + V_1$$

$$= \frac{-m}{M + (n-2)m} v_0 + \frac{m}{M + (n-1)m} v_0$$

$$= \frac{-m^2}{\{M + (n-2)m\}\{M + (n-1)m\}} v_0$$

(解説) 式 C の左辺は、2つ目のボールを投げる前の運動量の和であり、全てが静止しているため 0 となる。式 C の右辺は、2つ目のボールを投げた後の運動量の和であり、台上の系の運動量は $\{M + (n-2)m\} * V_3'$ と表され、2つ目のボールの運動量は $m * v_0$ となる。式 C を計算すれば V_3' が求まり、これと V_1 より V_3 が求まる。

(4) (考え方) 以上の小問では物体が分裂したり一体化したりするため完全弾性衝突とはいえなかったが、本問は完全弾性衝突であるため運動量保存則が成り立つことに加えて、

運動エネルギーが保存される。ボールを打った後の台上の系の速度を V_5 、ボールの速度を V_6 と表すと、エネルギー保存則より式 D が成り立ち、これを解いて V_6 が求まる。さらに、運動量保存則を用いて式 E が成り立ち、これに V_6 を代入して V_5 が求まる。

$$\frac{1}{2} m V_6^2 - \frac{1}{2} m (-v_0)^2 = E \quad \dots \text{式 D}$$

$$m(-v_0) = M V_5 + m V_6 \quad \dots \text{式 E}$$

(答え)

$$V_6 = \sqrt{\frac{2E}{m} + v_0^2}$$

$$V_5 = \left(-\frac{m}{M}\right) \left(v_0 + \sqrt{\frac{2E}{m} + v_0^2}\right)$$

(解説) 式 D の左辺は、ボールの衝突前後の運動エネルギーの差を示し、式 D の右辺は、ボールに与えられたエネルギーを示している。式 E の左辺は、ボールを打つ前の運動量の和であり、台上の系の運動量は 0、ボールの運動量は $m * (-v_0)$ である。式 E の右辺は、ボールを打った後の運動量の和であり、台上の系の運動量は $M * V_5$ 、ボールの運動量は $m * V_6$ となる。式 D 及び式 E を解けば V_5, V_6 が求まる。

(補足) なお、台上の人がバットでボールを打つという状況は、台上の系の人バットを投げ、バットがボールに衝突し、跳ね返ったバットを台上の人が受け止める、ととらえると同様の結果を得る。すなわち、バット、バット以外の台上の系、ボールの3つの質点の衝突と考える。

2. (1) 鉛直方向の力の釣り合いを考える。ゴムひもの変位量を L_1 とすると、重りに対して鉛直上方に加わるゴムひもの力は kL_1 であり、鉛直下方に加わる重力は mg であるため、力の釣り合いより $kL_1 = mg$ が成り立ち、 $L_1 = mg/k$ を得る。ゴムひもの長さは自然長 L_0 に L_1 を加えて $L_0 + mg/k$ となる。

(2) ゴムひもに沿って天井方向に働く力が張力 T であり、反対の斜め下方に働く力が T とつりあっている。重りに働く力の重力方向成分は $T \cos \theta$ と表される。一方、重りに働く力の重力方向成分は重力 mg そのものであるから、 $T \cos \theta = mg$ と表され、これより $T = mg / \cos \theta$ を得る。

(3) 重りに働く力の水平方向成分は $T \sin \theta$ と表され、これは重りに働く遠心力に等しい。一方、角速度を ω と表すと、重りに働く遠心力は、回転の半径が $L \sin \theta$ であることを考慮して $m(L \sin \theta) \omega^2$ と表される。これら2つの式は等しいから $T \sin \theta = m(L \sin \theta) \omega^2$ と表され、これより $\omega = \{g / (L \cos \theta)\}^{1/2}$ を得る。

(4) ゴムひもの弾性力は $k(L - L_0)$ と表され、これは張力 T に等しい。小問(2)で求めた T を用いて、 $k(L - L_0) = mg / \cos \theta$ と表すことができ、これより $(L - L_0) = mg / (k \cos \theta)$ を得る。

【光学】

光線光学と、電磁光学の両方が出題される傾向にありますので、レンズなどの理解に加えて平面波やレーザー光を電磁波としてとらえた場合の考え方も必要となります。また、光学部品や用語についての簡単な説明も必要とされています。

1. (1) 光軸の方向に沿って、レンズの中心から焦点距離 f だけ離れた点に集光される。

(2) 最も小さく集光された点での光のスポットの半径 r は、式 1 で表される。

$$r = \frac{1.22\lambda f}{D} \quad \dots (式1)$$

スポットの半径 r は焦点距離に比例するため、焦点距離 $2f$ のレンズでは、焦点距離 f のレンズに比べてスポットの半径が 2 倍になる。

(3) 式 1 よりスポットの半径 r はレンズの直径に反比例するため、直径 $2D$ のレンズでは、直径 D のレンズに比べてスポットの半径が $1/2$ 倍になる。

(4) 式 1 よりスポットの半径 r は光の波長 λ に比例するため、波長 2λ の場合には、波長 λ の場合に比較してスポットの半径が 2 倍になる。

(5) レンズの各面の半径が r_1, r_2 であれば、焦点距離 f は次のように表される。

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

これより、屈折率 n が大きいほど焦点距離 f が短くなることが分かる。ガラスは可視光の領域で正常分散を示すため、波長の短い光ほど屈折率 n が大きくなる。つまり、波長が短いほど屈折率 n が大きくなり、焦点距離 f が短くなることが分かる。従って、 $\lambda = 500\text{nm}$ の光のほうが $\lambda = 600\text{nm}$ の光よりも焦点距離 f が短くなり、 $\lambda = 500\text{nm}$ の光のほうが、レンズに近い位置に集光点をつくる。

2. (1) 波数ベクトル k と波長 λ との関係は、次のように表される。

$$|\vec{k}| = \frac{2\pi}{\lambda}$$

これより、媒質 1 内部での平面波 A の波長 λ_{1A} と平面波 B の波長 λ_{1B} はそれぞれ次のように表される。

$$\lambda_{1A} = \frac{2\pi}{|\vec{k}_{1A}|} = \frac{2\pi}{\sqrt{k_{1x}^2 + k_{1z}^2}}$$

$$\lambda_{1B} = \frac{2\pi}{|\vec{k}_{1B}|} = \frac{2\pi}{\sqrt{k_{1x}^2 + k_{1z}^2}}$$

屈折の法則より、波長 λ_{1A} 、波長 λ_{1B} 、媒質 2 内部での平面波 A の波長 λ_{2A} 、及び、媒質 2 内部での平面波 B の波長 λ_{2B} に次の式が成り立つ。

$$\frac{\lambda_{1A}}{\lambda_{2A}} = \frac{n_2}{n_1}, \quad \frac{\lambda_{1B}}{\lambda_{2B}} = \frac{n_2}{n_1}$$

これより、波長 λ_{2A} 及び波長 λ_{2B} は次のように表される。

$$\lambda_{2A} = \frac{n_1}{n_2} \lambda_{1A} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{2\pi}{\sqrt{k_{1x}^2 + k_{1z}^2}} \quad \dots (式2)$$

$$\lambda_{2B} = \frac{n_1}{n_2} \lambda_{1B} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{2\pi}{\sqrt{k_{1x}^2 + k_{1z}^2}}$$

(2) 屈折の法則より次の式が成り立つ。

$$\frac{\lambda_{1A}}{\lambda_0} = \frac{1}{n_1}, \quad \frac{\lambda_{2A}}{\lambda_0} = \frac{1}{n_2}$$

これを用いて、媒質 1 及び媒質 2 での k ベクトルの絶対値は次のように表される。

$$(媒質1) \quad |\vec{k}| = \frac{2\pi}{\lambda_{1A}} = \frac{2\pi n_1}{\lambda_0}$$

$$(媒質2) \quad |\vec{k}| = \frac{2\pi}{\lambda_{2A}} = \frac{2\pi n_2}{\lambda_0}$$

(3) $k_{2A} = (k_{2x}, 0, k_{2z})$ と表す。電磁界の境界条件より k_{1A} ベクトルと k_{2A} ベクトルの x 方向成分は等しくなるから、次式のように k_{2x} を k_{1x} で表すことができる。

$$k_{2x} = k_{1x} \quad \dots (式3)$$

一方、 k_{1A} ベクトル及び k_{2A} ベクトルの大きさは次のように表される。

$$|\vec{k}_{1A}|^2 = k_{1x}^2 + k_{1z}^2$$

$$|\vec{k}_{2A}|^2 = k_{2x}^2 + k_{2z}^2$$

これらの式と (2) の結果を用いて式 3 を変形すると次のようになる。

$$k_{2x}^2 = k_{1x}^2$$

$$|\vec{k}_{2A}|^2 - k_{2x}^2 = |\vec{k}_{1A}|^2 - k_{1x}^2$$

$$\left(\frac{2\pi n_2}{\lambda_0} \right)^2 - k_{2x}^2 = \left(\frac{2\pi n_1}{\lambda_0} \right)^2 - k_{1x}^2$$

$$k_{2z}^2 = \left\{ \left(\frac{2\pi}{\lambda_0} \right)^2 (n_2^2 - n_1^2) + k_{1x}^2 \right\}$$

$$k_{2z} = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{\lambda_0} \right)^2 (n_2^2 - n_1^2) + k_{1x}^2}$$

以上で求めた k_{2x} と k_{2z} から、 k_{2A} ベクトルは次のように表される。

$$\vec{k}_{2A} = \left(k_{1x}, \sqrt{\left(\frac{2\pi}{\lambda_0} \right)^2 (n_2^2 - n_1^2) + k_{1x}^2} \right)$$

k_{1B} ベクトルは z 軸について k_{1A} ベクトルと対称であるため、 k_{2B} ベクトルも z 軸について k_{2A} ベクトルと対称となる。よって、 k_{2B} ベクトルは次のように表される。

$$\vec{k}_{2B} = \left(-k_{1x}, \sqrt{\left(\frac{2\pi}{\lambda_0} \right)^2 (n_2^2 - n_1^2) + k_{1x}^2} \right)$$

(4) 媒質 1 内部での干渉縞の周期 Λ_1 、媒質 2 内部での干渉縞の周期 Λ_2 は次式のように与えられる。ここで、 θ_1 は z 軸と平面波 A の伝搬軸との間の角を表し、 θ_2 は z 軸と平面波 B との伝搬軸との間の角を表す。

$$\Lambda_1 = \frac{\pi}{k_{1x}}, \quad \Lambda_2 = \frac{\pi}{k_{1x}}$$

(なお、この結果は、平面波 A と平面波 B の 2 つの電界を合成した電界を求め、この合成電界に対するポインティングベクトルの時間平均値を干渉の光強度として求めることにより導出される。)

(5) y 方向に延びた各明点は z 方向に向けて動き、媒質 1 と媒質 2 の内部で進行方向を変えない。従って、干渉縞の法線方向は媒質 1、媒質 2 ともに x 方向である。

【電子デバイス工学】

一般的な半導体の物理、pn 接合を基礎とした接合型デバイスの動作原理、金属と半導体の界面の物性、半導体を用いた代表的な応用製品のしくみについて、式を用いた詳細な説明と、概念的で簡単な説明をすることができるように、基本書をじっくり理解しておく必要があります。また、電磁気学の知識も必要になるので目を通しておいたほうがよいと思います。

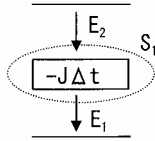
1. (1) 電界 E 中で距離 d 離れた電極間の電位差は、電界 E に逆らって単位電荷 $1C$ を移動させるのに必要な仕事に等しい。電界 E によって発生するローレンツ力は $F = 1 * E$ であるから、この力に逆らう力 $-E$ と距離 $-d$ との積 Ed に等しい。従って、絶縁層 1 両端の電位差は $E_1 d_1$ であり、絶縁層 2 両端の電位差は $E_2 d_2$ であるから、チャンネル・ゲート間電圧 V_G はこれらの和をとって次式のように表される。

$$V_G = E_1 d_1 + E_2 d_2$$

(2) 次式で表わされる電束に関するガウスの法則を用いる。

$$\oint_{S_1} D \cdot nds = \int_V \rho dV$$

ここで、 S_1 は中間電極を囲む閉曲面を表しており、左辺は S_1 から流出する電束密度の和を示し、右辺は S_1 内に存在する電荷を示している。(以下電極片面積を面積 1 とした)

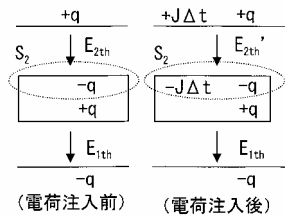


閉曲面 S_1 から流出する電束密度は、絶縁層 1 側で $\epsilon_1 E_1$ であり、絶縁層 2 側で $-\epsilon_2 E_2$ である。中間電極に電子が流れ込むということは、中間電極から電流密度 J で電流が流れ出ることだから、時間 Δt 経過後に S_1 内の中間電極に蓄えられている電荷は $-J\Delta t$ となる。よって、

$$\epsilon_1 E_1 - \epsilon_2 E_2 = -J\Delta t$$

が成り立つ。

(3) 中間電極に電荷が注入されていないときにチャネル・ゲート間に閾値電圧 V_{th} を印加した場合、ゲート電極に $+q$ の電荷、中間電極の上側に $-q$ の電荷、中間電極の下側に $+q$ の電荷、チャネルに $-q$ の電荷が引き寄せられる。これらの電荷により絶縁層 1 に電界 E_{1th} 、絶縁層 2 に E_{2th} の電界が発生する。中間電極に電荷を注入した後もトランジスタを ON させるためには、チャネル側に設けられた絶縁層 1 に印加される電圧を電荷注入前と同じにする必要がある。すなわち、絶縁層 1 に電界 E_{1th} を発生させる。



中間電極に電荷が注入されているときに絶縁層 1 に電界 E_{1th} を発生させるためには、上図のように、中間電極に蓄えられた電荷 $-J\Delta t$ を全て絶縁層 1 側表面に移動させることにより中間電極の電荷の影響が絶縁層 1 に現れないようにするとともに、ゲート電極に $+J\Delta t + q$ の電荷を引き寄せ、チャネルに $-q$ の電荷を引き寄せる必要がある。

中間電極の絶縁層 2 側の表面を囲う閉曲面 S_2 に対して、電束に関するガウスの法則を適用すると、次のようになる。

- ・電荷注入前 $-\epsilon_2 E_{2th} = -q$
- ・電荷注入後 $-\epsilon_2 E'_{2th} = -J\Delta t - q$

これらより絶縁層 2 に印加される電圧は、次のように表される。

- ・電荷注入前 $V_2 = d_2 E_{2th} = d_2 \frac{q}{\epsilon_2}$
- ・電荷注入後 $V'_2 = d_2 E'_{2th} = d_2 \frac{J\Delta t + q}{\epsilon_2}$

注入電子により誘起されるシフトの大きさ ΔV_{th} は、ゲート・チャネル間電圧の差で表される。ここで、絶縁層 1 の電圧 $d_1 E_{1th}$ は電荷注入前後で変わらないから ΔV_{th} に影響を与えず、 ΔV_{th} は絶縁層 2 に印加される電圧の差として次式で表される。

$$\Delta V_{th} = V'_2 - V_2 = +d_2 \frac{J\Delta t}{\epsilon_2}$$

(4) 所定のゲート電圧では、中間電極に電荷が注入されていればトランジスタがオンし、中間電極に電荷が注入されていない状態ではトランジスタがオンしないことを利用して情報を記憶する不揮発メモリとして応用されており、本方式のものは、NAND 型フラッシュメモリと呼ばれる。

2. (1) 光電流が流れるための光の条件：太陽電池に照射される光のエネルギー $h\nu$ が、太陽電池を構成する半導体のバンドギャップエネルギー E_g より大きいことである。ここで、 h はプランク定数を表し、 ν は光の振動数を表す。

電流が流れる物理的な機構：太陽電池は半導体の pn 接合を構成にもっている。pn 接合付近にバンドギャップエネルギー以上のエネルギーをもつ光が照射されると、価電子帯の電子が導電帯に励起されることにより半導体中に電子と正孔が一对で発生する。p 層で発生して空乏層まで拡散した電子や空乏層で発生した電子は、空乏層の電界により n 領域にドリフトし、n 層で発生して空乏層まで拡散した正孔や空乏層で発生した正孔は p 領域にドリフトする。電圧を印加しなくても太陽電池に光電流が流れるのは、空乏層の電界によって電子と正孔が移動することができるからである。

(2) 電圧が発生する物理的な機構：電圧計の抵抗値は通常十分に大きいため、pn 接合素子の両端は開放されていると考える。n 領域に移動した電子と p 領域に移動した正孔が、各領域内でとどまることにより、pn 接合素子の両端に電圧が発生する。

測定される電圧の大きさを支配する物理量：n 層と p 層に電子と正孔がそれぞれたまと、p 層における正孔に対する擬フェルミ準位と、n 層における電子に対する擬フェルミ準位とのエネルギー差が広がり、このエネルギー差が拡散電位のエネルギーに等しくなると空乏層内の電界が電子と正孔により発生する電界によって打ち消されてしまうため、電子と正孔がドリフトできず、それ以上電圧が上昇しなくなる。すなわち、測定される電位は拡散電位により支配される。

【電磁気学】

重要事項をシンプルに問う問題が多いため、大学院入試に用いるような一般的な電磁気学の問題集であれば、どのようなものを用いて準備してもよいと思います。

1. (1) 電気導電率と抵抗 R との関係は、 $R = (l/\sigma)$ (抵抗の長さ/抵抗の断面積) で表されるから次のように求める。

$$R = \frac{l}{\sigma} \cdot \frac{4b}{\pi d^2}$$

(2) 誘導起電力 V は、ローレンツ力 F が $1C$ の電荷を回路中で 1 周させる仕事量に等しい。ここで、電荷量 q の電荷が磁束密度 B (ベクトル) 中を速度 v (ベクトル) で移動する際のローレンツ力 (ベクトル) は、 $F = q*(v \times B)$ である。一辺 l の $1C$ の電荷は、磁束密度 B_0 中を磁束に直交する方向に速度 u で移動するため、 l から l の方向に向いた大きさ uB_0 のローレンツ力を受ける。ローレンツ力が $1C$ の電荷を l から l まで移動させるのにする仕事量は力 uB_0 と距離 l の積で表され $uB_0 l$ となる。回路の他の部分でローレンツ力が電荷 $1C$ に対してする仕事量は 0 であるから、誘導起電力は式 1 のように求める。

$$V = uB_0 l \quad \dots (式 1)$$

さらに、回路を流れる電流 I は、電圧 V の電源と、抵抗

R との直列回路を流れる電流に相当し、 $I=V/R$ と表されるから式 1 を用いて次のように求める。

$$I = \frac{V}{R} = \frac{buB_0}{R} \quad \dots \text{(式 2)}$$

(3) 電圧 V の電源とコンデンサと抵抗が直列に接続された回路であるとする。

(3-1) 誘導起電力 V と電圧 V_c と電流 I の関係は、式 3 のような KVL 方程式で表される。

$$V = V_c + IR \quad \dots \text{(式 3)}$$

電流 I は回路の断面を単位時間に通過する電荷量を表すものであり、この電荷量はコンデンサに単位時間に蓄えられる電荷量に等しいから、式 4 のように表される。

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad \dots \text{(式 4)}$$

(3-2) コンデンサに蓄えられる電荷は $Q=CV_c$ である。この V_c と式 4 を、式 3 の KVL 方程式に代入すると、式 5 を得る。

$$V = \frac{Q}{C} + R \frac{dQ}{dt} \quad \dots \text{(式 5)}$$

初期状態ではコンデンサの両端が短絡されており電荷は蓄えられていないため、これをラプラス変換すると式 6 のように表される。式 6 を式 7 のように Q について解き、逆ラプラス変換すると式 8 を得る (グラフ省略)。

$$V = \frac{Q}{C} + RsQ \quad \dots \text{(式 6)}$$

$$Q = \frac{V}{R} \cdot \frac{1}{s - \left(-\frac{1}{RC}\right)} \quad \dots \text{(式 7)}$$

$$Q = \frac{buB_0}{R} \cdot e^{\left(-\frac{1}{RC}\right)t} \quad \dots \text{(式 8)}$$

(3-3) 回路で消費された電力 P は、式 9 で表されるようにジュール熱 RI^2 の時間積分に等しい。

$$P = \int_0^{b/u} RI^2 dt \quad \dots \text{(式 9)}$$

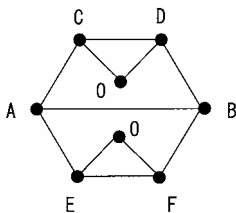
これを計算すると式 10 を得る。

$$P = \frac{(buB_0)^2}{2R^2C} \cdot \left(1 - e^{-\frac{2}{RC} \frac{b}{u}}\right) \quad \dots \text{(式 10)}$$

【回路理論】

回路方程式を立てられ、演算増幅器の性質を理解しておく必要があります。

1. (1) 回路の対称性より、C から 0 へ流れる電流と E から 0 へ流れる電流は同じ値 i_2 をもち、0 から D へ流れる電流と 0 から F へ流れる電流は同じ値 i_1 をもつ。C から 0 へ流れた電流はそのままの大きさで 0 から D へ流れることから、この回路は下図のように、0 点で上下に分割して考えても良い。



CD 間の電位差は同じであるから、 i_1 と i_2 の比は経路の抵抗値に反比例する。 i_1 が流れる経路 CD の抵抗は R、 i_2 が流れる経路 COD の抵抗は 2R であるから、 $i_1:i_2=(1/R):(1/2R)=2:1$ となる。

電流 i_3 は、上部の CD 側の 5 つの抵抗で構成される回路

を流れる。この上部の回路の AB 間の合成抵抗は $(8/3)R$ である。一方、電流 i_4 が流れる部分の AB 間の合成抵抗は 2R である。これより、 $i_3:i_4=(3/8R):(1/2R)=3:4$ となる。

(2) AB 間の合成抵抗は (1) で使用した図に示すように、上下の $(8/3)R$ の抵抗 2 つと、中央の 2R の抵抗 1 つとを並列接続したものである。これを計算すると、合成抵抗は $(4/5)R$ となる。

(3) 回路の対照性より、図 1(a) と図 1(b) との間で実質的な相違はないから、AB 間の合成抵抗は $(4/5)R$ となる。

(4) 省略

2. (1) 理想的な演算増幅器の反転入力 (-) 端子の電圧は (+) 端子の電圧に等しいので、 R_a の両端の電位差は $v_{in}-V_1$ となり、次のように表される。

$$i_a = \frac{v_{in}-V_1}{R_a}$$

v_{out} は、 v_{in} から R_a 及び R_b での電圧降下分の電位を引いたものであるから次のように表される。

$$\begin{aligned} v_{out} &= v_{in} - i_a(R_a + R_b) \\ &= \frac{R_a + R_b}{R_a} V_1 - \frac{R_b}{R_a} v_{in} \end{aligned}$$

(2) v_{out} は、 V_1 に、RC 直列部分の電圧降下 $\{R + (1/j\omega C)\}i_R$ を加えたものである。さらに、 i_R は RC 並列部分を流れる電流の和に等しいことから、次の式が成り立つ。

$$v_{out} = V_1 + \left(R + \frac{1}{j\omega C}\right) i_R$$

$$i_R = \left(\frac{1}{R} + j\omega C\right) V_1$$

これより v_1, i_R は、

$$V_1 = \frac{1}{3 + j\left(\omega CR - \frac{1}{\omega CR}\right)} v_{out}$$

$$i_R = \frac{\left(\frac{1}{R} + j\omega C\right)}{3 + j\left(\omega CR - \frac{1}{\omega CR}\right)} v_{out}$$

のように表される。

(3) (1) で求めた v_{out} の式に、 $V_1=v_{out}/A$ を代入して整理すると伝達関数は次式のように表される。

$$G = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{\frac{R_b}{R_a}}{\left(\frac{R_a + R_b}{R_a} \cdot \frac{1}{A} - 1\right)}$$

(1) で求めたように演算増幅器の入力電圧 V_1 と v_{out} との関係は、 v_{in} を 0 とした次のように表される。

$$v_{out} = \frac{R_a + R_b}{R_a} V_1$$

一方、(2) で求めたように、 v_{out} とループした後の演算増幅器の入力電圧 V_1' との関係は次のように表される。

$$V_1' = \frac{1}{3 + j\left(\omega CR - \frac{1}{\omega CR}\right)} v_{out}$$

これらよりループ利得 V_1'/V_1 を求めると次のようになる。

$$\frac{V_1'}{V_1} = \frac{\frac{R_a + R_b}{R_a}}{3 + j\left(\omega CR - \frac{1}{\omega CR}\right)}$$

発振条件は、ループ利得の虚数部 $\text{Im}(V_1'/V_1)$ が 0 であ

り、かつ、ループ利得の実数部 $\text{Re}(V_1'/V_1)$ が 1 以上であることである。 $\text{Im}(V_1'/V_1)=0$ から $\omega \text{CR}=1/(\omega \text{CR})$ が導かれ、 $\omega=1/\text{CR}$ を得る。一方、 $\text{Re}(V_1'/V_1) \geq 0$ から $(\text{Ra} + \text{Rb})/3\text{Ra} \geq 1$ が導かれ、これを整理すると $\text{Rb} \geq 2\text{Ra}$ を得る。すなわち、発振条件は $\omega=1/\text{CR}$ と $\text{Rb} \geq 2\text{Ra}$ であり、発振角周波数は $\omega=1/\text{CR}$ となる。

選択科目 解説例-3

会員 阪田 俊彦

応用化学の問題は、化学、無機化学、有機化学、環境化学、材料工学、生物化学となっている。これから化学をまず解答し、あと選択していくことになる。著者は大学時代には無機分析化学を専攻したので、その立場から関係する問題について解答した。

【化学】

3. 次の(1)から(4)の各問いに答えよ。

(1) 下の炭素の例にならって、基底状態におけるナトリウム Na と塩化物イオン Cl^- の電子配置を記せ。ナトリウムと塩素の原子番号は、それぞれ、11 と 17 である。

例 炭素 C (1s)2(2s)2(2p)2

Na (1s)2(2s)2(2p)6(3s)1

Cl^- (1s)2(2s)2(2p)6(3s)2(3p)6

(4) ハロゲン化水素には分子量の小さいものから順に HF, HCl, HBr, HI がある。

(a) ハロゲン化水素のうち、最も強い酸はどれか。 HI

(b) ハロゲン化水素の沸点は HCl, HBr, HI, HF の順に高くなる。HF の沸点が最も高くなる理由を簡潔に述べよ。

HF は、大きな電気陰性度の差を持っていることで、分子間に水素結合が存在するためである。

なお、ハロゲンについては、過去の無機化学時代にも出題されている。

【無機化学】

本年は、結晶格子、電池、分析というテーマであった。昨年出題された周期表関連は化学で出題された。出題のテーマとしては、例年同様なので解答すべき問題と考える。

設問 1 は、

1. 固体状態の金属の原子配列には、主に 3 種類ある。2 つの最密充填構造の (a) と (b) とそれとは異なる (c) の 3 つである。最密充填構造では、各金属原子は (d) 個の最近接原子に囲まれている。(c) の構造では、各金属原子には (e) 個の最近接原子があり、さらに 6 個の原子が最近接原子より 15% 程度遠くに位置している。Au や Al は、(a) をとり、Mg や Zn が (b) をとる。室温において Fe は、(c) をとることが知られている。

(1) 上の文章中の (a) ~ (e) に、適切な語句あるいは数字を入れよ。

(2) 金属 Al の結晶の中で、各 Al 原子と最近接原子との間の距離が、 c [cm] であるとする。このとき、金属 Al 結晶の単位格子の体積を求めよ。

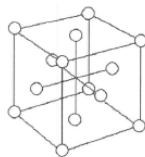
(3) さらに、金属 Al 結晶の密度を d [g cm^{-3}] とするとき、アボガドロ数 N_A の求め方を示せ。必要があれば、他の物理量を定義して用いること。

(4) (a) をとる金属の特徴的な性質を 1 つ挙げよ。

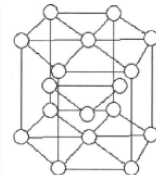
で、結晶格子についての基本的事項を問う問題である。

- ・最密充填には、六方と立方があり、ともに配位数 12 である。六方最密充填をとるのが、Be, Cd, Co, Mg, Ti, Zn であり、立方最密充填をとるのが、Ag, Au, Al, Ca, Cu, Ni である。
- ・最密充填ではないのが、体心立方構造で、例としては、Ba, Cr, Fe, W である。

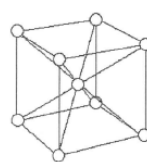
立方最密充填



六方最密充填

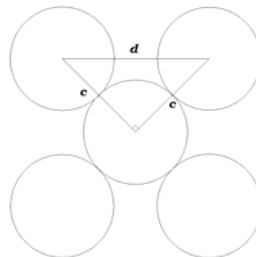


体心立方構造



従って、(1) の解答は、(a) 立方最密充填、(b) 六方最密充填、(c) 体心立方構造、(d) 12、(e) 8 となる。

- ・Al の結晶は、立方最密充填をとる。上図より、その一平面を考えると、以下のようになり(四隅の各球が中央の球と接触している)形になるので、



となり、最近接原子との間の距離とは、粒子の直径を指し、単位格子の 1 辺 d はピタゴラスの定理より、 $c\sqrt{2}$ となる。 $(d^2 = c^2 + c^2)$

従って、(2) の解答は、 $2c^3\sqrt{2} \text{ cm}^3$

- ・単位格子の原子の数は 4 であり、その体積が、 $2c^3\sqrt{2} \text{ cm}^3$ である。Al 結晶の密度を d [g cm^{-3}] とすると、Al の原子量 M は、アボガドロ数 $N_A \times$ 原子 1 個の重さとなる。そうすると、原子 4 個の重さが、 $d \times 2c^3\sqrt{2} \text{ cm}^3$ となるので、原子 1 個の重さが、 $d \times c^3/\sqrt{2}$ となる。Al の原子量を M とすると、アボガドロ数は M を $d \times c^3/\sqrt{2}$ で除すると求められる。

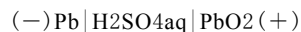
(3) の解答としては、 $\sqrt{2}M/(d \times c^3)$

(4) の解答としては、面心立方格子の金属は加工しやすい性質を持っている。

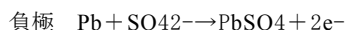
2. 鉛蓄電池は、鉛 Pb と二酸化鉛 PbO_2 の電極を希硫酸に浸したものである。以下の問いに答えよ。

- (1) この鉛蓄電池の電池式を記せ。
- (2) 両極を外回路につなぎ、電流が流れるときの負極および正極で起こる化学反応を記せ。
- (3) 省略
- (4) 鉛蓄電池は、放電によって起電力が下がる。その理由を簡潔に記せ。

(1) の解答、 $\text{Pb}|\text{H}_2\text{SO}_4|\text{PbO}_2$ 細かく書くと、



(2) の解答、



なお、放電反応では、負極で鉛が酸化されて陽イオンから

硫酸鉛となり（アノード反応）、正極で二酸化鉛が還元されて硫酸鉛となる（カソード反応）。生成した硫酸鉛の溶解度は非常に低いので、固体となって直ちに析出する。放電につれて電解液の硫酸が消費され、起電力は低下する。充電反応では、放電の場合とは逆で、負極では硫酸鉛から鉛イオンが還元されて金属鉛となり（カソード反応）、正極では同じく鉛イオンが2価からさらに酸化されて二酸化鉛となる（アノード反応）。この時、硫酸イオンは電解液中に戻るため硫酸の濃度が回復し、全体としては放電前の状態に復帰する事になる。

(4)の解答、放電反応により、硫酸は硫酸鉛と水素ガスとなる。即ち、放電につれて電解液の硫酸が消費されるので、起電力は低下する。

3. X線を用いた分析に関する以下の問いに答えよ。

(1) 金属でできた対陰極に高速の電子を衝突させると、2種類のX線が発生する。X線の発生する機構を簡潔に説明せよ。

電子をターゲットに衝突させて得られるX線スペクトルは、連続X線、特性X線に分類される。連続X線は、電子がターゲットに衝突する際、電子の持つ運動エネルギーの一部が、X線光子に変換することにより発生する。衝突が電子がエネルギーを完全に失うまで続けられるために、放射されるX線スペクトルは連続となる。特性X線は、高速の電子が原子（原子核と一定エネルギーレベルを持って軌道（殻）を回る電子）に衝突し、核に近い内側の軌道の電子が叩き出されて空孔を生じる。この軌道に外側の軌道を占めていた電子が落ち込み、エネルギーの高い軌道から低い軌道に遷移した電子は、そのエネルギー差を電磁波として放射する。

(2) (1)で発生したX線を物質に照射すると、照射したX線とは異なる波長のX線が発生する場合がある。このときのX線の発生する機構を簡潔に説明せよ。

照射したX線により物質の原子の内殻には空孔が生じ、外殻から電子が遷移する。そのエネルギー差が蛍光X線として放射される。

(3) X線を用いた無機材料の分析方法を2つ挙げ、その測定手法と用途を簡潔に説明せよ。

X線分光法（蛍光X線分析）と透過法と回折法がある。

X線分光法

X線を物質に照射すると、物質に含まれる各元素特有な波長の特性X線（X線を照射した場合は2次X線）が発生する。このX線をそれぞれの波長成分に分離して測定する（分光分析）ことで、物質を構成している元素の種類を知ることができる。

蛍光X線分析として、セメントや合金鉄の組成分析などに広く利用されている。

X線回折法

X線は物質（電子 or 原子）によって散乱される。物体を構成する原子が規則正しく並んでいる場合には、各原子によって散乱されるX線が互いに干渉して回折線が観察される。回折現象は原子の並びに密接に関係しており、X線回折図形は物質の結晶構造によって決まる。粉末X線回折法は、試料の結晶状態をよく表現し、結晶の配向性、結晶子の大きさ、結晶化度、結晶の内部ひずみなど種々の測定応用がある。

X線透過法

X線が物質中を通過する場合、種々のエネルギーに変換（吸収）され、一部だけ真っ直ぐ通り抜ける。これら吸収現象を利用して、各種材料の組織や欠陥を調べる。

金属材料の溶接箇所などの欠陥を検査する場合には硬いX線を使用して測定する。

（菊地新一 X線 で分かることを参照した。）

【環境化学】

環境化学は、一般に、1)地球環境全体と地域の問題を対象とするのと、2)水圏、大気圏に関する個々の問題というようにとらえることができる。昨年度は1)のパターンであったのが、今年度は2)のパターンになったようである。水圏に係る問題について解答する。

1. 水質汚染に関する以下の問いに答えよ。

(1) 水質汚染の指標にBODとCODがある。それぞれにつき、英語のフルスペルと日本語の呼称を書き、さらに意味および測定法を述べよ。

BODはBiochemical Oxygen Demand 生物化学的酸素要求量

CODはChemical Oxygen Demand 化学的酸素要求量

CODは原因となる化学物質を酸化分解するのに酸素はどれだけ必要になるのかを測定する。BODは微生物が原因となる化学物質を酸化分解するのに酸素を要求する量を測定する。

(2) BODとCODは、通常どちらが大きい値になるか。理由とともに述べよ。COD

BODは水中の微生物で測定するので、もし微生物が餌として利用できない有機物が含まれていれば、その分だけ値は小さくなる。（小林映章水の話より）

(3) 水の富栄養化をもたらす代表的なイオンを二つ、それぞれ化学名と化学式で書き、富栄養化のメカニズムを説明せよ。また、富栄養化はどのような現象として現れるかを述べよ。

アンモニウムイオン NH_4^+ 、硝酸イオン NO_3^-
リン酸イオン PO_4^{3-}

植物プランクトンは光をエネルギーとして水中の栄養（N、Pなど）を取り入れ、植物と同じように光合成を行い増殖し、死にいたる。死んだプランクトンは、あるものは沈んで貯まり、あるものは腐って（分解して）、窒素やリンといった栄養物質に戻り、再び植物プランクトンの増殖に使われる。

(4) 飲料水中のトリハロメタン類について、代表的な物質を一つ、化学名と化学式で書き、その生成プロセスと健康に対する影響を述べよ。

「トリハロメタン」とは、有機ハロゲン化合物の一種で、クロロホルム、ブromoジクロロメタン、ジブromoクロロメタン、ブromoホルムの4種類の総称である。

浄水処理過程の塩素殺菌処理において原水中の有機物、特にフミン質等の有機物質（トリハロメタン前駆物質）が分解・塩素化して生成する。

トリハロメタンは、中枢機能低下、肝機能や腎機能への影響のほか、発ガン性や催奇形性についても指摘されている。

（EIC NET 環境用語集参照）