

専門科目の物理化学・分析化学領域（問題[4]）において、出題誤りがありました（5ページ参照）。
正誤表を最終ページに掲載しておりますので、確認願います。

令和3年度 薬学研究科博士前期課程一般入試問題

◎基礎科目の注意事項

物理化学（問題[1]）
有機化学（問題[2]）
生物科学（問題[3]）
計3問を必ず解答すること。

◎専門科目の注意事項

物理化学・分析化学領域（問題[4]）
有機化学領域（問題[5]～問題[7]）
生物・環境・医療領域（問題[8]～問題[12]）
計9問から3問を選択して解答すること。

解答は、問題の番号と同じ番号の解答用紙に記入すること。

最終頁の下書き用紙は、適時、利用ください。

[1] 次の各問に答えなさい。なお、計算問題は計算過程も示し、解答欄に有効数字3桁で解答せよ。また、単位も示せ。必要であれば以下の数値を用いてもよい。

プランク定数： 6.63×10^{-34} Js, 真空中の光速： 3.00×10^8 ms⁻¹, 電子の質量： 9.11×10^{-31} kg, H-Brの結合長： 141×10^{-12} m, ¹Hの質量： 1.67×10^{-27} kg, ⁸¹Brの質量： 1.34×10^{-25} kg

問1 以下の文章中の空欄[ア]~[ク]に当てはまるものを表の[A]~[R]から選び、その記号を答えよ。

質量 m_1, m_2 の二原子からなる分子があり、その結合長は l である。この分子の運動は、並進[ア]個、回転[イ]個、および振動[ウ]個の自由度を有している。このうち、振動を調和振動子として近似し、量子力学的に取り扱くと、そのエネルギー E_v は、分子の換算質量（実効質量ともいう） μ 、結合の力の定数 k 、および量子数 v ($v = 0, 1, 2, \dots$) に依存した[エ]的な値に制限される。すなわち $E_v =$ [オ]である。ここで、換算質量 μ は[カ]である。分子が[キ]双極子モーメントを有している場合、振動エネルギー準位間の遷移に対応した波長[ク]nm程度の電磁波を吸収する。

A	B	C	D	E	F
1	2	3	連続	極限	離散

G	H	I	J	K	L
$\frac{hv}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$	$(v + \frac{1}{2}) \frac{h}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$	$\frac{h^2 v^2}{8l\mu}$	$\frac{m_1^2 + m_2^2}{m_1 + m_2}$	$\sqrt{m_1 m_2}$	$\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$

M	N	O	P	Q	R
永久	慣性	磁気	$10^1 - 10^2$	$10^3 - 10^5$	$10^8 - 10^{11}$

問2 気相の臭化水素(¹H⁸¹Br)の赤外線吸収スペクトルには、波数 2650 cm^{-1} を中心とする吸収バンドが観測される。以下の問いに答えよ。

- (1) 吸収される光子のエネルギーを求めよ。
- (2) H-Br 結合の力の定数 k を求めよ。
- (3) 実際には、吸収バンドは密集する複数の吸収線からなっている。その理由を120字以内で記せ。

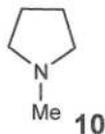
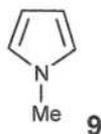
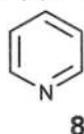
[2] 次の間に答えなさい。

問 1 次の a~c において、指定する順に記号を並べ、その理由を簡潔に説明しなさい。

(a) 沸点が高い順
diethyl ether (1) tetrahydrofuran (2) pentane (3) 2,2-dimethylpropane (4)

(b) 酸性が高い順
formic acid (5) acetic acid (6) phenol (7)

(c) 塩基性が高い順

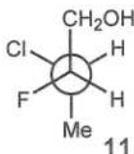


問 2 Newman 投影式で描かれた化合物 11 は光学活性体である。次の間に答えなさい。

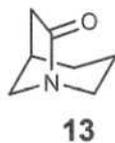
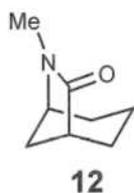
(a) 11 の化合物名を IUPAC 命名法 (体系的命名法) に基づき、RS 表示法で立体配置を明示しながら英語で書きなさい。

(b) 11 を Fischer 投影式で書き変えなさい。

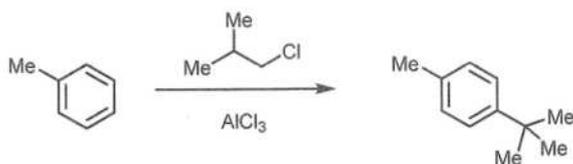
(c) 11 の全てのジアステレオマーを Newman 投影式で書きなさい。



問 3 2 種類のアミド 12, 13 のうち、片方は中性であるが、他方は塩基性を示す。その理由を簡潔に説明しなさい。

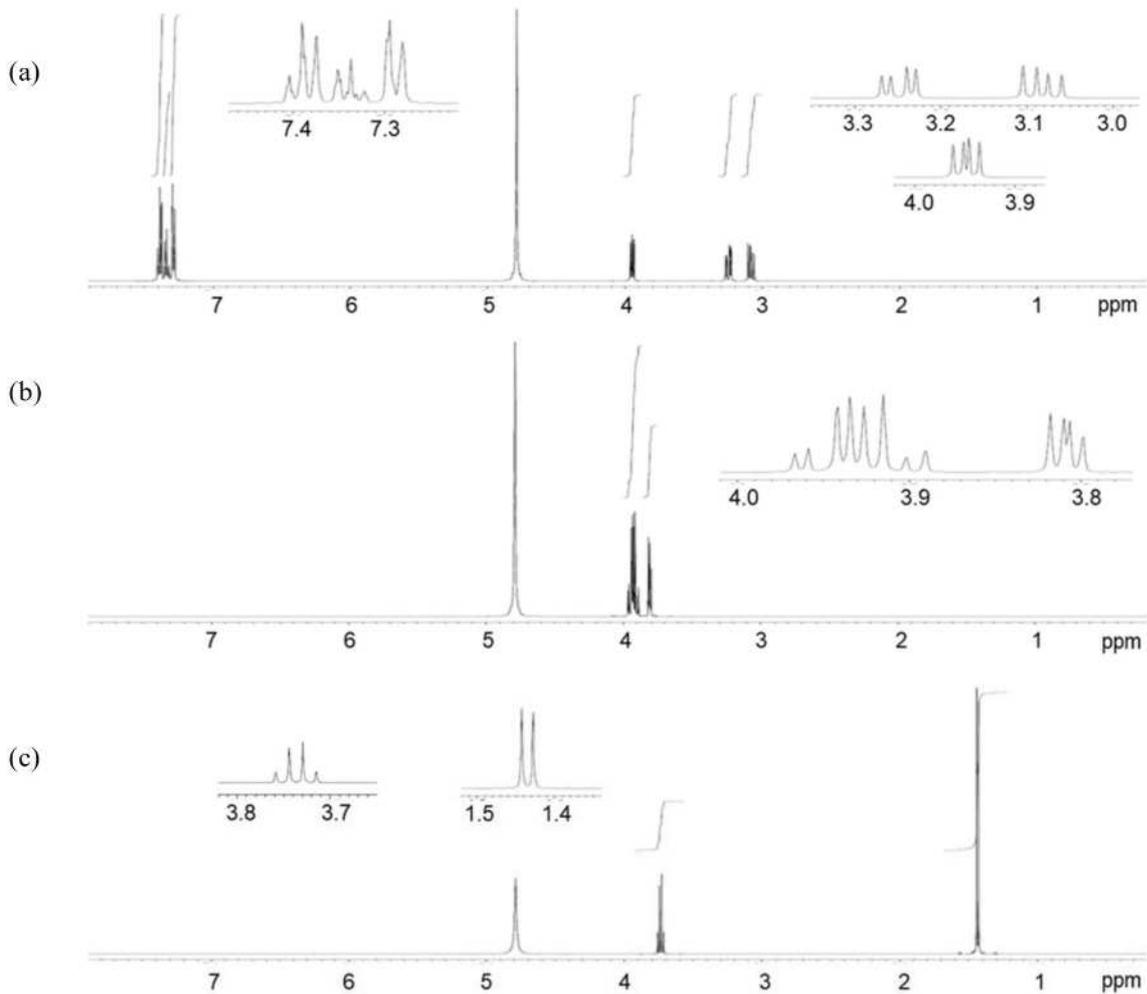


問 4 次の反応の反応機構を、電子の移動を示す曲がった矢印を使って示しなさい。

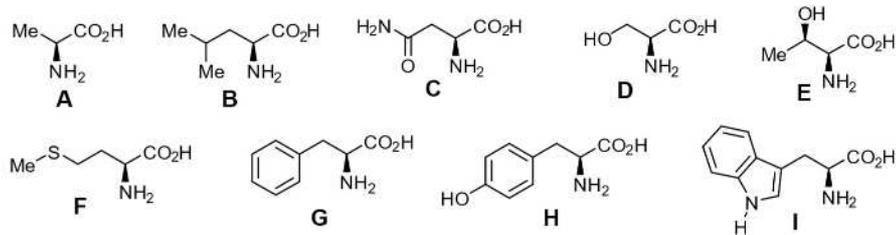


(次頁に続く)

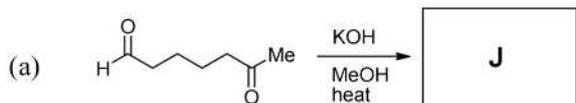
問5 下図はアミノ酸を D₂O 中で測定した ¹H NMR スペクトルである。a~c に対応するアミノ酸を選択肢から選び記号で答えなさい。なお、 $\delta = 4.8$ ppm 付近のシグナルは HDO 由来である。



選択肢:



問6 次の反応の主生成物の化学構造を示しなさい。なお、**K, L** については立体構造を明示しなさい。



[3]

問1 次の哺乳類の脂肪酸の生合成と分解に関する文章を読んで下記の間に答えなさい。

脂肪酸の生合成は、細胞内の(ア)で起こり、炭素鎖が伸長中の脂肪酸は(イ)に結合している。一方、長鎖脂肪酸の酸化については、まず長鎖脂肪酸が細胞内の(ア)において活性化されてアシル(ウ)となり、これが(エ)と結合することにより(オ)内に取り込まれ、再びアシル(ウ)となった後、 β 酸化の反応が始まる。(イ)と(ウ)は、共に(カ)基を有しており、アシル基とチオエステル結合を形成する。

(a)脂肪酸の生合成経路の出発反応を触媒する酵素は、プロトマー(単量体)が会合してポリマー(重合体)になることによって活性化され、逆にポリマーがプロトマーに解離することによって不活性化される。(b)この酵素の活性は、アドレナリンによって調節を受けることが知られている。

- (1) 空欄の(ア)から(カ)に適切な用語を入れなさい。
- (2) 下線部(a)の酵素の名称を答えなさい。
- (3) 下線部(b)のアドレナリンによる調節について、どのような機構で、どのように調節されるのか、60字以内で答えなさい。

問2 タンパク質の分離方法に関する以下の間に答えなさい。

- (1) SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動(SDS-PAGE)においてタンパク質が分離される機構について、SDS及び添加される還元剤(β -メルカプトエタノールやジチオスレイトール等)の役割を明示して150字以内で説明しなさい。
- (2) イオン交換クロマトグラフィーにおいてタンパク質が分離される機構について、どのような担体を用いるのかを明示して150字以内で説明しなさい。

専門科目の物理化学・分析化学領域（問題[4]）において、出題誤りがありました。
正誤表を最終ページに掲載しておりますので、確認願います。

[4] 次の文章を読み、以下の問に答えよ。なお、計算問題は計算過程も示し、解答欄に有効数字3桁で解答せよ。また、単位も示せ。ただし、必要であれば、以下のデータ欄に示した数値を用いてもよい。

塩化ナトリウムとケイ酸ナトリウムの混合物Aを2.00 g 量りとり、これに^(a)濃硫酸を加えたところ気体Bが発生した。発生した気体の全てを1.00 Lの水に吸収させたところ、発熱が観測され、温度が0.543℃上昇した。

続いて、気体Bを吸収した液にプロモフェノールブルーを1滴加え、 $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ の AgNO_3 溶液を少しずつ加えたところ白色沈殿が生じた。さらに AgNO_3 溶液を加えたところ、^(b)溶液が赤くなり、滴定を終了した。

データ1【絶対零度：-273.2℃，水の比熱： 4.18 J mol^{-1} ，NaClの分子量：58.4，NaClの融解熱： 28.2 kJ mol^{-1} ，NaClの昇華熱： 215 kJ mol^{-1} ，NaClの格子エネルギー： 772 kJ mol^{-1} 】

データ2【(標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\ominus$ [kJ mol^{-1}])の値] 気体B(aq)：-168，気体B(g)：-92.3， H^+ (aq)：0， H^+ (g)： 1.54×10^4 ， Cl^- (aq)：-168， Cl^- (g)：-233， H_2O (l)：-286， H_2O (g)：-242】

※ただし、括弧内の記号のaqは水溶液、lは液体、gはガスの状態を表す。

問1 下線部(a)の気体Bが発生する反応について化学式を書け。

問2 1.00 molの気体Bを10.0Lの水に溶解させたときに上昇する温度を計算せよ。

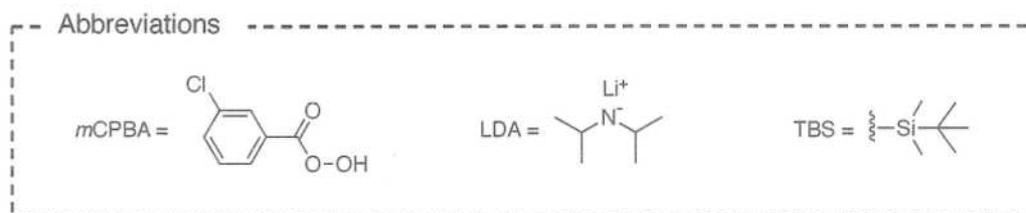
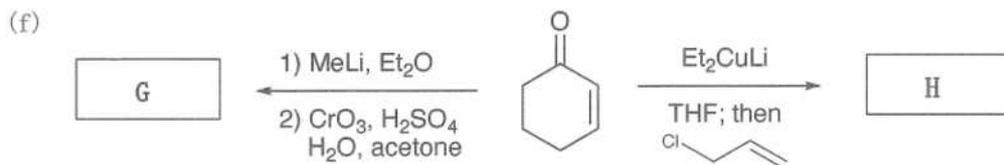
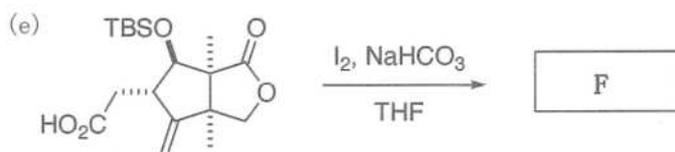
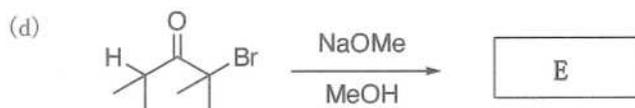
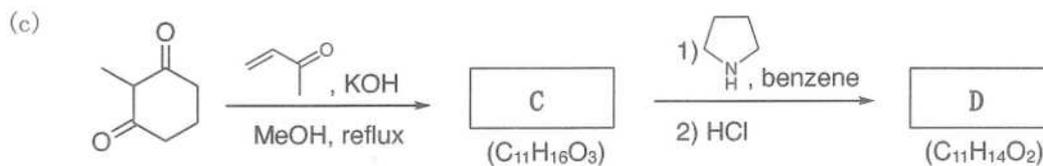
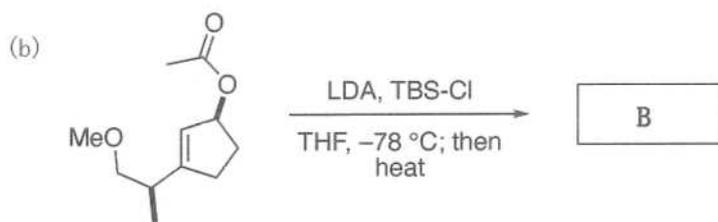
問3 混合物Aの中に含まれる塩化ナトリウムの割合(重量%)を計算せよ。

問4 下線部(b)について滴定に使用した AgNO_3 溶液の総量(mL)を計算せよ。

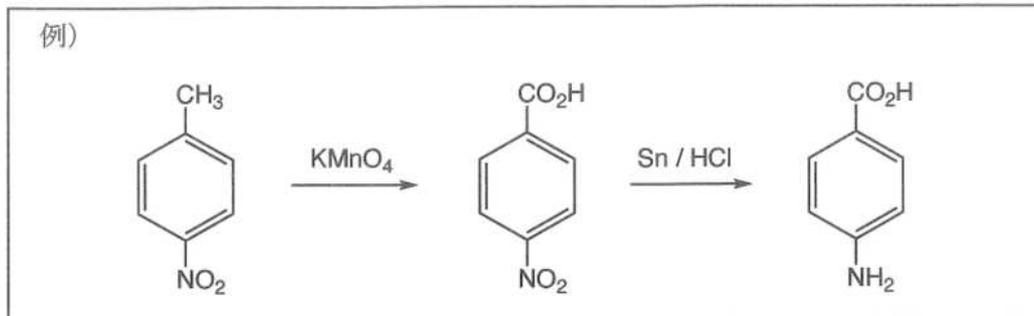
[5] 以下の間に答えなさい。

問1 下記の各反応の主生成物A~Hの化学構造を、必要に応じて立体化学を含めて示しなさい。

問2 (b), (c), (e)の反応機構を、電子の移動を示す曲がった矢印を使って説明しなさい。

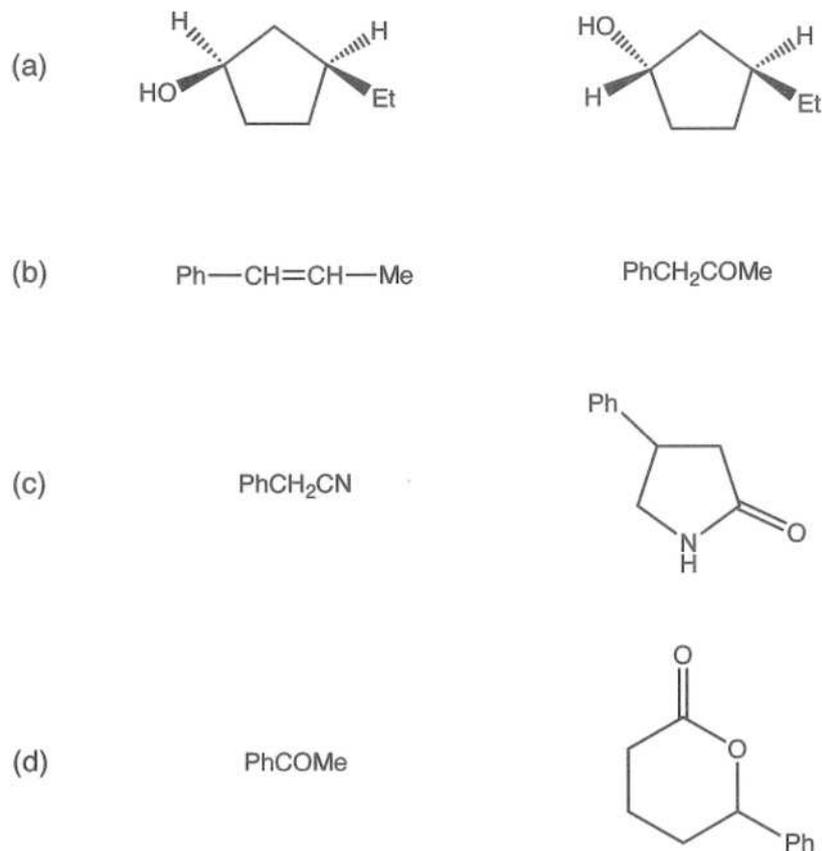


[6] 以下の(a)~(d)について、出発物質から生成物を合成する手順（1工程とは限らない）を、例にならって各工程に必要な反応剤並びに生成物の化学構造を示しながら説明しなさい。



出発物質

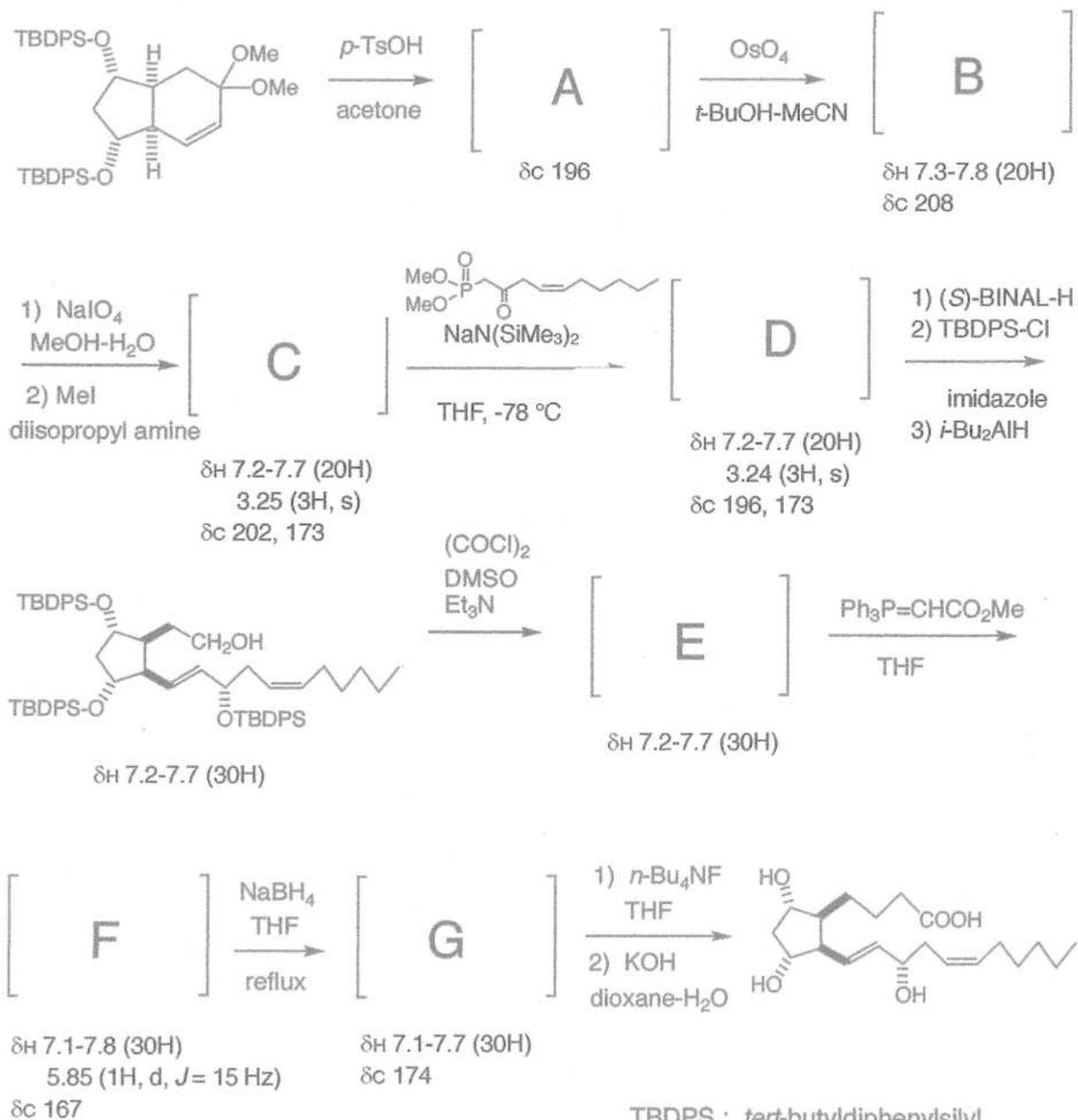
生成物



[7] 以下はプロスタグランジン関連物質の合成経路の一部である。以下の間に答えなさい。

問1 与えられたデータを参考にして、化合物 A ~ G の化学構造を示しなさい。

問2 化合物 A および化合物 E を与える反応の反応機構を、電子の移動を示す曲がった矢印を用いて説明しなさい。



[8]

現在、新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）による新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が世界的な猛威をふるっており、新興・再興感染症に対するワクチンの重要性が再認識されている。すでに、世界で100品目超の新型コロナウイルスに対するワクチンの開発が進められているが、特に積極的に開発が進められているワクチンとして、(ア) 組換えタンパク質ワクチン、(イ) mRNA ワクチン、(ウ) DNA ワクチン、(エ) 不活化ワクチン、(オ) ウイルスベクターワクチンがあげられる。(ア)～(オ)のワクチンの特性や特徴について説明しなさい。

[9] 次の文章を読んで下記の問に答えなさい。

遺伝性疾患には、単一遺伝子の変異により発症する場合や、①複数の遺伝子の変異により発症する場合などがある。遺伝性疾患は希少性かつ難治性である場合が多く、十分な治療を受けることは困難である。しかし、②近年の科学の発達によりいくつかの遺伝性疾患に対する治療薬が誕生しており、今後さらなる治療薬の開発が期待されている。

- 問1 下線部①の複数の遺伝子の変異が原因となる疾患の責任遺伝子同定法として、ゲノム関連解析 (Genome Wide Association Study) がある。ゲノム関連解析について、100字以内で簡潔に説明しなさい。
- 問2 下線部②について、治療薬が承認されている「遺伝性疾患の名称」、「治療標的分子の名称」、「治療薬の作用機序」について説明しなさい。

[10]

毒性試験は、一般毒性試験と特殊毒性試験に大別することができ、さらに、試験対象となる個々の化学物質（医薬品、農薬、食品添加物、一般化学物質など）について、その目的にふさわしい毒性試験法が設けられている*。*「スタンダード薬学シリーズ5 健康と環境 日本薬学会編」より抜粋

医薬品開発に際しての特殊毒性試験のうち、①生殖発生毒性試験（生殖毒性試験および発生毒性試験）、②遺伝毒性試験、③がん原性（発がん性）試験のそれぞれについて、㊦試験の目的とその必要性（医薬品開発に際し、当該試験の実施が必要となった経緯など）、㊧具体的な試験方法（試験の個別名称や試験内容など）を記述しなさい。

[11] 次の文章を読んで下記の間(間)に答えなさい。

①臨床研究・治験をはじめとする医薬品等の開発を効率的に行うため、②疾患登録システムの利活用等を進める。また、リアルワールドデータを活用した効率的な臨床研究・治験を推進するため、国内外の連携を想定しつつ、医薬品・医療機器の研究開発拠点である臨床研究中核病院における診療情報の品質管理・標準化、ならびに連結を進める。さらに、ヘルスケアサービスや各種バイオバンクとの連携により、健康から医療まで切れ目のない情報の連結を図りつつ、リアルワールドデータを蓄積する。また、国内外の連携を図りつつ、リアルワールドデータからリアルワールドエビデンスを抽出する際の我が国としてのフレームワークを検討し、薬事承認申請のエビデンスとして活用するためのルールの整備を行い、効率的な臨床研究・治験を推進する。

健康・医療戦略（令和2年3月27日閣議決定）より抜粋・一部改変

- 問1 下線部①について、臨床研究と治験の違いを80字以内で説明しなさい。
- 問2 下線部②について、治験における疾患登録システムの活用法を4つ挙げなさい。
- 問3 医薬品等が承認されリアルワールドで使用されると「治験の限界」が一気に消滅すると言われている。「治験の限界」を4つ挙げなさい。

[12] 次の文章を読んで下記の問題に答えなさい。

神経細胞は、通常、細胞体から遠く離れた標的細胞までシグナルを伝達する①1本の長い突起と、②数本の短い枝分かれした突起を有している。主な神経伝達は、神経細胞が十分な強さの電気刺激を受けると電氣的インパルスが生じ、シナプスで③化学的シグナルに変換され、シナプス後細胞の受容体を介して、神経細胞内のシグナル伝達反応を誘発することにより、シナプス前神経終末からシナプス後神経細胞に一方向性に行われる。また、神経成長因子のように④シナプス後細胞からシナプス前細胞へ情報が伝えられる場合や、内分泌や傍分泌のように細胞外液を⑤3次元に拡散してシナプス領域外の多数の細胞に情報を伝える場合も知られており、このような神経伝達の多様性が、中枢作用薬の作用機序に重要となっている。

問1 ①、②、④、⑤は何とよばれていますか。適切な用語を答えなさい。

問2 ③の過程に関わっている電位依存性のチャネルをあげて、その役割を150字以内で説明しなさい。

問3 前頭前野のドーパミン神経は、線条体のドーパミン神経とは異なり、⑤の伝達様式を介して情報処理を行うことが知られている。その理由を100字以内で説明しなさい。

<専門科目 物理化学・分析化学領域（問題[4]）正誤表>

●ミスの内容

問題文中「水の比熱：4.18 J g⁻¹ K⁻¹」と記載すべき箇所を誤って「水の比熱：4.18 J mol⁻¹」と記載してしまった。

【誤】

塩化ナトリウムとケイ酸ナトリウムの混合物Aを2.00 g 量りとり、これに^(a)濃硫酸を加えたところ気体Bが発生した。発生した気体の全てを1.00 Lの水に吸収させたところ、発熱が観測され、温度が0.543℃上昇した。

続いて、気体Bを吸収した液にブロモフェノールブルーを1滴加え、1.00×10⁻³ mol L⁻¹のAgNO₃溶液を少しずつ加えたところ白色沈殿が生じた。さらにAgNO₃溶液を加えたところ、^(b)溶液が赤くなり、滴定を終了した。

データ1 【絶対零度：-273.2℃，水の比熱：4.18 J mol⁻¹，NaClの分子量：58.4，NaClの融解熱：28.2 kJ mol⁻¹，NaClの昇華熱：215 kJ mol⁻¹，NaClの格子エネルギー：772 kJ mol⁻¹】

データ2 【(標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\circ$ [kJ mol⁻¹])の値) 気体 B(aq)：-168，気体 B(g)：-92.3，

H⁺(aq)：0，H⁺(g)：1.54×10⁴，Cl⁻(aq)：-168，Cl⁻(g)：-233，H₂O(l)：-286，H₂O(g)：-242】

※ただし、括弧内の記号のaqは水溶液、lは液体、gはガスの状態を表す。

【正】

塩化ナトリウムとケイ酸ナトリウムの混合物Aを2.00 g 量りとり、これに^(a)濃硫酸を加えたところ気体Bが発生した。発生した気体の全てを1.00 Lの水に吸収させたところ、発熱が観測され、温度が0.543℃上昇した。

続いて、気体Bを吸収した液にブロモフェノールブルーを1滴加え、1.00×10⁻³ mol L⁻¹のAgNO₃溶液を少しずつ加えたところ白色沈殿が生じた。さらにAgNO₃溶液を加えたところ、^(b)溶液が赤くなり、滴定を終了した。

データ1 【絶対零度：-273.2℃，水の比熱：4.18 J g⁻¹ K⁻¹，NaClの分子量：58.4，NaClの融解熱：28.2 kJ mol⁻¹，NaClの昇華熱：215 kJ mol⁻¹，NaClの格子エネルギー：772 kJ mol⁻¹】

データ2 【(標準生成エンタルピー $\Delta_f H^\circ$ [kJ mol⁻¹])の値) 気体 B(aq)：-168，気体 B(g)：-92.3，

H⁺(aq)：0，H⁺(g)：1.54×10⁴，Cl⁻(aq)：-168，Cl⁻(g)：-233，H₂O(l)：-286，H₂O(g)：-242】

※ただし、括弧内の記号のaqは水溶液、lは液体、gはガスの状態を表す。