

必須問題分野別問題番号：物理（４）

分野：物理

出題範囲の細目：化学物質の分析

出題範囲のユニット：分析技術の臨床応用

【作成の意図】

代表的な画像診断技術について基礎的な知識を問う問題である。

問題（４）次の物理学的診断法のうち、反射波を観測して画像化するものはどれか。一つを選べ。

- a. MRI (magnetic resonance imaging) 法
- b. 超音波診断法
- c. X線造影法
- d. X線 CT (computed tomography) スキャン法
- e. ポジトロン CT スキャン法

【正 解】 b

【解 説】

- a. 水素原子核の磁場中における磁気緩和時間の差を利用して、画像化する方法
- b. 超音波を人体に照射し、その反射波（エコー）を画像化する方法。
- c. 組織の X 線の透過率の差をフィルム上に画像化する方法。
- d. 人体に様々な角度から X 線を照射し、組織の X 線の透過率の違いを利用することで、人体の断層画像をコンピュータにより画像化する方法。
- e. ポジトロンを放出する放射性同位元素を用いて、コンピュータにより断層画像を画像化する方法。

必須問題分野別問題番号：物理（5）

分野：物理

出題範囲の細目：生体分子の姿・かたちをとらえる

出題範囲のユニット：生体分子の立体構造と相互作用

【作成の意図】

分子間相互作用に関する基礎知識を問う問題である。

問題（5）生体膜は脂質分子が会合してできた脂質二重層構造が基本構造となっているが、この構造の形成に関与する最も重要な分子間相互作用は次のどれか。

- a. 水素結合
- b. ファンデルワールス相互作用
- c. 静電相互作用
- d. 疎水性相互作用
- e. 配位結合

【正 解】 d

【解 説】脂質分子は、極性の頭部と疎水性の尾部をもち、疎水性部分と水との接触がなるべく少なくなるように配列する。

理論問題分野別問題番号：物理（1）

分野：物理

出題範囲の細目：物質の物理的性質

出題範囲のユニット：物質の構造

【作成の意図】

光学活性物質の純度試験や定量に用いられる旋光度の性質について理解しているかを問う問題である。

問題（1）物質の旋光性に関する記述のうち、正しいものを2つ選びなさい。

- a. 分子中に不斉原子が存在しない化合物でも旋光性を有するものがある。
- b. 旋光度は、測定波長に依存しない。
- c. 旋光度は、通常赤外領域において測定したものを用いる。
- d. 旋光度は、光学活性物質の定性的な値であり、純度試験や定量に用いることはできない。
- e. 物質の比旋光度を求めるとき、物質の分子量は必要としない。

【正 解】 a、e

【解 説】

偏光面を回転させる性質、旋光性は、不斉原子が存在しない化合物でも見られる性質であり、必ずしも不斉原子は必要としない。

旋光度は、溶液の濃度、測定管の層長に比例する。このため、光学活性の純度試験や定量に用いられる。日本薬局方一般試験法の旋光度測定法では、通例、20℃または25℃、層長100 mm、光線はナトリウムスペクトルD線が用いられる。旋光度は、測定波長に依存するため、日本薬局方ではナトリウムスペクトルD線と決められている。通例、旋光度は可視光において、測定される。

比旋光度 $[\alpha]_t^\lambda$ は、次式で表される。

$$[\alpha]_t^\lambda = \frac{100\alpha}{cl}$$

l は、濃度 c [g ml⁻¹] の試料溶液を入れた測定管の層長 [mm] を示し、温度 t 、平面偏光波長 λ の旋光度が α である。物質の分子量は必要としない。

理論問題分野別問題番号：物理（2）

分野：物理

出題範囲の細目：化学物質の分析

出題範囲のユニット：化学平衡

【作成の意図】

酸解離定数、弱酸と強塩基の中和反応、緩衝作用、濃度と解離度との関係に関する基礎的な知識を問う計算問題である。

問題（2）0.05 mol/L 酢酸水溶液と 0.05 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液を容積比 2:1 の割合で混合し、水溶液の pH を測定した。その時の pH は、4.7 であった。水酸化ナトリウム水溶液を混合する前の酢酸水溶液の pH の値に近いものは次のうちどれか。ただし、 $\log 2 = 0.30$ 、 $\log 3 = 0.48$ 、 $\log 7 = 0.85$ とする。

a. 2.0 b. 2.5 c. 3.0 d. 4.0 e. 4.5

【正 解】 c

【解 説】

混合による中和反応で、酢酸ナトリウムが生成する。酢酸と酢酸ナトリウムの濃度比は、1:1 となる。このため、測定された pH は、 $\text{p}K_a$ に等しい。この点に気付けば、公式に当てはめるだけの問題となる。希薄な弱酸の pH は、その濃度を c とすると、pH は、 $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_a - \log c)$ となる。これより、 $\text{pH} = 3.0$

理論問題分野別問題番号：物理（3）

分野：物理

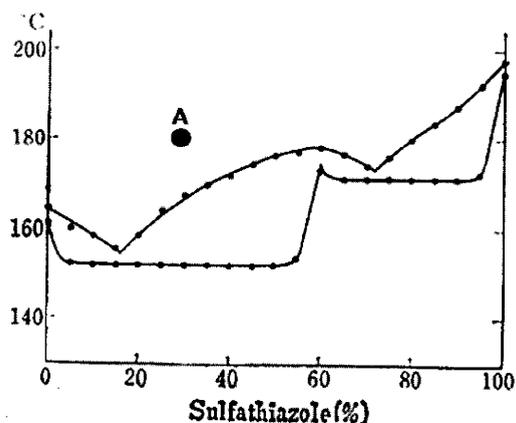
出題範囲の細目：物質の物理的性質

出題範囲のユニット：物質の状態 I I

【作成の意図】

二成分系固液平衡の状態図が理解されているかを問う問題である。

問題（3）スルファチアゾール（分子量 255.32、融点 198°C）に、スルファニルアミド（分子量 172.20、融点 165°C）を混合すると、モル比 1:1（重量比 40:60）の分子化合物を形成する。図は横軸にスルファニルアミドに含有するスルファチアゾールの重量パーセント濃度を示した相図（融点図）である。今、組成 A の混合物を 180°C で溶解した後、160°C まで温度を下げた時の混合物の状態を次のうちから 2 つ選びなさい。

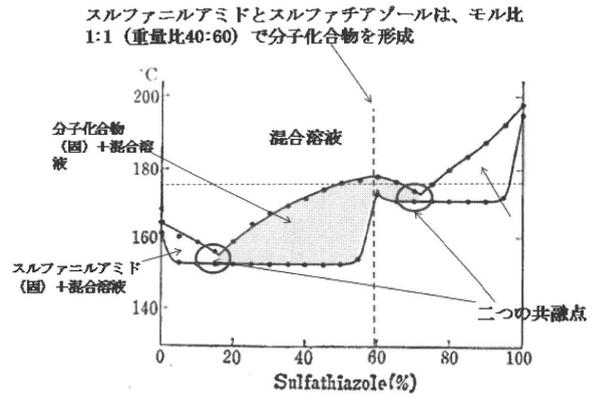


- a. 混合溶液
- b. スルファチアゾールの液体
- c. スルファニルアミドの液体
- d. スルファチアゾールの固体
- e. スルファニルアミドの固体
- f. スルファチアゾールとスルファニルアミドの分子化合物の固体

【正解】 a、f

【解 説】

二つの共融点の間の領域（図中網掛け）において、スルファチアゾールとスルファニルアミドの分子化合物の固体が析出し、混合溶液と共存するようになる。



理論問題分野別問題番号：物理（４）

分野：物理

出題範囲の細目：物質の物理的性質

出題範囲のユニット：物質の状態 I I、物質の変化

【作成の意図】

平衡に関する熱力学の基礎的な知識を問う問題である。

問題（４）平衡に関する記述のうち、間違っているものを2つ選びなさい。

- a. 反応における平衡定数の温度依存性を測定することにより、反応の標準エンタルピーを求めることができる。
- b. 可逆反応において、正反応と逆反応の活性化エネルギーは常に等しい。
- c. 可逆な一次反応 $A \rightleftharpoons B$ が平衡に達したとき常に A と B の濃度は等しいとは限らない。
- d. 疎水性の化合物は、誘電率の小さい有機溶媒ほど分配係数が大きい。
- e. 氷と水の平衡状態における自由度は、0 である。

【正 解】 b、e

【解 説】

- a. van't Hoff の式により求めることができる。
- b. 反応前の系と反応後の系のポテンシャルエネルギーが異なる場合は、正反応と逆反応の活性化エネルギーは異なる。
- c. 反応速度定数に濃度をかけた正反応の速度および逆反応の速度は等しいが、濃度が等しいとは限らない。
- d. 疎水性の化合物は、無極性の誘電率の小さな有機溶媒に分配しやすい。
- e. $F = C + 2 - P$ に、 C (成分) = 1、 P (相の数) = 2 を代入すると F (自由度) = 1 となる。

理論問題分野別問題番号：物理（5）

分野：物理

出題範囲の細目：物理の物理的性質

出題範囲のユニット：物質の状態 I I

【作成の意図】

表面張力に関する基礎的な知識とその測定法を問う問題である。

問題（5）表面張力（界面張力）に関する記述のうち、間違っている記述を2つ選びなさい。

- a. 表面張力は、単位面積を作り出すのに必要な仕事量であり、 Jm^{-2} の単位で表すことができる。
- b. 極性が大きく分子間力が大きい液体ほど表面張力が小さい。
- c. 固体のぬれやすさは、固体と液体界面に働く界面張力に依存する。
- d. 垂直におかれた毛細管より落下する液滴の大きさは、液体の表面張力が小さいほど大きくなる。
- e. 毛細管を液体に浸けたとき観察される毛管現象には、液体の表面張力が関係する。

【正 解】 b、d

【解 説】

液体は表面積（界面の面積）を出来るだけ小さくする性質がある。このときに働く力を表面張力という。別の定義では、表面あるいは界面の単位面積を作り出すのに必要な仕事量、 Jm^{-2} としても定義される。表面張力（界面張力）は、極性が大きく分子間引力が強い液体ほど大きい。固体のぬれやすさ、液滴の大きさや毛管現象などは、この表面張力が関係する。これらのことを利用した表面張力の測定法には、滴重法や毛管上昇法がある。

必須問題分野別問題番号：化学（1）

分野：化学

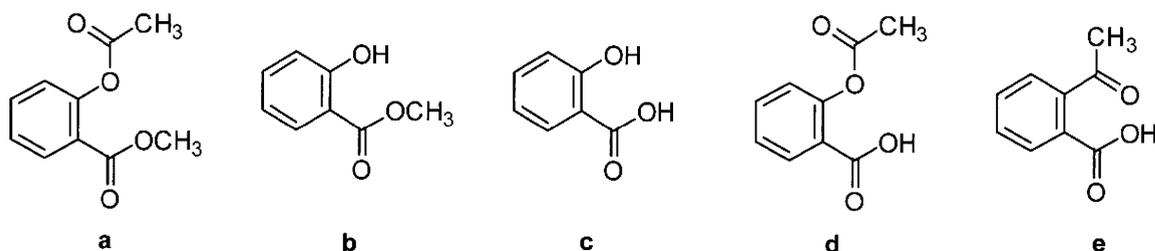
出題範囲の細目：生体分子・医薬品を化学で理解する

出題範囲のユニット：医薬品のコアとパーツ

【作成の意図】

代表的な医薬品の化学構造を、薬理活性に必要な部分構造（官能基）を中心に理解していることは必須である。

問題（1）アスピリンの化学構造1つを選べ。



【正 解】 d

【解 説】

アスピリンはアセチルサリチル酸である。カルボン酸であることや、アセチル基があることなど、代表的な医薬品の構造として知っておくべきである。

aは2-アセチルオキシ安息香酸 メチルエステル、bはサリチル酸メチル、cはサリチル酸、eは2-アセチル安息香酸。

必須問題分野別問題番号：化学（2）

分野：化学

出題範囲の細目：化学物質の性質と反応

出題範囲のユニット：官能基

【作成意図】

汎用される化合物の酸性度を pK_a の値として理解していることは必須である。

問題（1）フェノール、酢酸、エタノール、塩酸を pK_a の値が小さいものから順に並べた。正しいもの1つを選べ。

- a. フェノール < 塩酸 < 酢酸 < エタノール
- b. フェノール < エタノール < 酢酸 < 塩酸
- c. エタノール < フェノール < 酢酸 < 塩酸
- d. 塩酸 < フェノール < 酢酸 < エタノール
- e. 塩酸 < 酢酸 < フェノール < エタノール

【正 解】 e

【解 説】

pK_a が小さいほど酸性度は高い。塩酸が最も酸性度が高く、酢酸、フェノール、エタノールの順に酸性度は低くなる。

必須問題分野別問題番号：化学（3）

分野：化学

出題範囲の細目：化学物質の性質と反応

出題範囲のユニット：有機化合物の骨格

【作成意図】

芳香族化合物の構造上の特徴を正確に理解していることは必須である。

問題（1）芳香族性を示さない化合物1つを選べ。



a



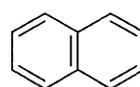
b



c



d



e

【正 解】 d

【解 説】

芳香族性を示す化合物はヒュッケル則を満たす。

必須問題分野別問題番号：化学（4）

分野：化学

出題範囲の細目：化学物質の性質と反応

出題範囲のユニット：化学物質の構造決定

【作成意図】

汎用される機器分析法について使用目的を理解していることは必須である。

問題（1）化合物の分子量を求めたいときに最もよく用いられる測定法1つを選べ。

- a. 核磁気共鳴スペクトル測定法
- b. 質量分析法
- c. 赤外吸収スペクトル測定法
- d. 紫外吸収スペクトル測定法
- e. 円二色性スペクトル測定法

【正 解】 b

【解 説】

質量 (Mass) スペクトルにより分子量がわかる。

必須問題分野別問題番号：化学（5）

分野：化学

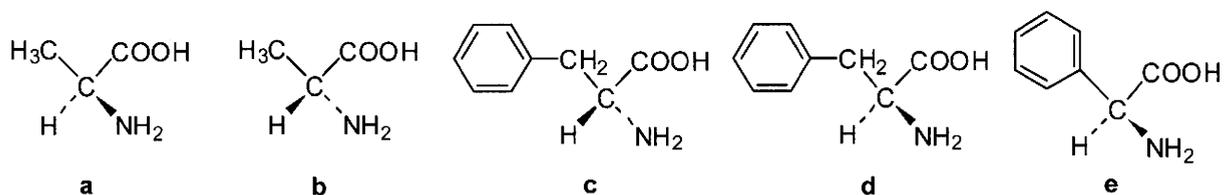
出題範囲の細目：化学物質の性質と反応

出題範囲のユニット：化学物質の基本的性質

【作成意図】

天然に存在する L-アミノ酸の立体構造を正確に理解していることは必須である。

問題（1） L-フェニルアラニンの化学構造はどれか、正しいもの 1 つを選べ。



【正 解】 d

【解 説】

天然に存在する L-アミノ酸のうち、L-システインは *R* 配置だが、それ以外の L-アミノ酸は *S* 配置である。L-フェニルアラニンは L-アラニン (a) のフェニル置換体なので、d である。

理論問題分野別問題番号：化学（1）

分野：化学

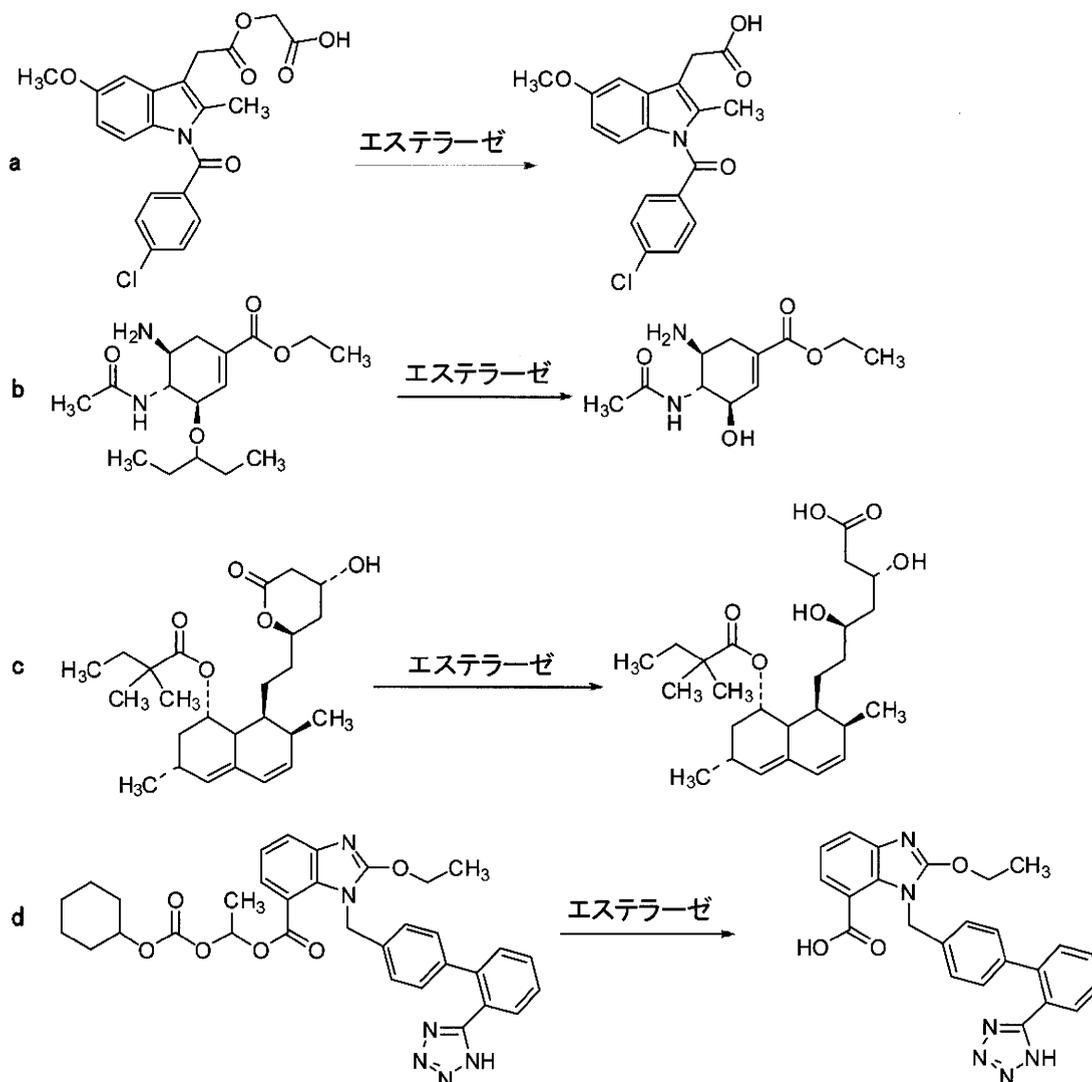
出題範囲の細目：生体分子・医薬品を化学で理解する

出題範囲のユニット：生体分子のコアとパーツ

【作成意図】

生体内で起こっている酵素反応について、有機化学反応として正確に理解することは重要である。

問題（1）生体内で起こっている酵素反応によって生成する活性化合物の構造について、誤っているもの1つを選べ。

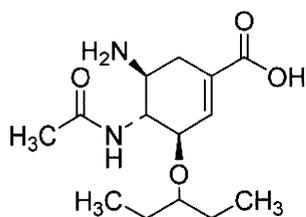


【正 解】 b

【解 説】

有機化学の反応として酵素反応を理解することが重要である。

a アセメタシンが加水分解され、インドメタシンが生成する。b オセルタミビルはプロドラッグであり、エステラーゼによってエチルエステル部分が加水分解され、カルボン酸（下式）に変換されて活性を示す。エーテル結合は切断されない。c シンバスタチンはプロドラッグであり、ラクトン部分が加水分解され、活性を示す。d カンデサルタンシレキセチルはプロドラッグであり、エステラーゼによってエステル部分が加水分解され、カルボン酸になって活性を示す。



理論問題分野別問題番号：化学（2）

分野：化学

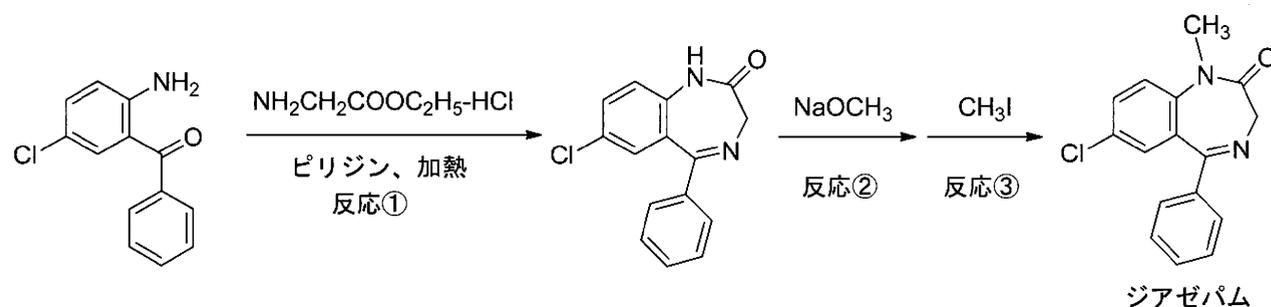
出題範囲の細目：ターゲット分子の合成

出題範囲のユニット：複雑な化合物の合成

【作成意図】

医薬品に含まれる官能基の性質を理解することは重要である。また、基本的な有機化学の反応が実際に医薬品を合成するために役立つことを知っておくべきである。

問題（1）ジアゼパムの合成及び保存に関する記述のうち、正しいもの1つを選べ。



- 反応①では、求核アシル置換反応によってイミドが形成される。
- 反応②では、 NaOCH_3 が求核剤として働いている。
- 反応②では、メタンが副生成物として得られる。
- 反応③では、 $\text{S}_{\text{N}}2$ 反応が起こっている。
- ジアゼパムは塩基性を示すので、保存にあたっては塩酸塩として安定化させる必要がある。

【正 解】 d

【解 説】

- 求核アシル置換反応によってアミドが形成され、同時に求核付加-脱水反応によってイミンが形成されることで7員環になる。
- NaOCH_3 は強塩基として働く。
- メタノールが副生成物として得られる。
- アミダートイオン（アニオン）が CH_3I に対して求核剤として働き、 $\text{S}_{\text{N}}2$ 反応が起こっている。
- ジアゼパムはほぼ中性なので塩酸塩にする必要はない。

理論問題分野別問題番号：化学（3）

分野：化学

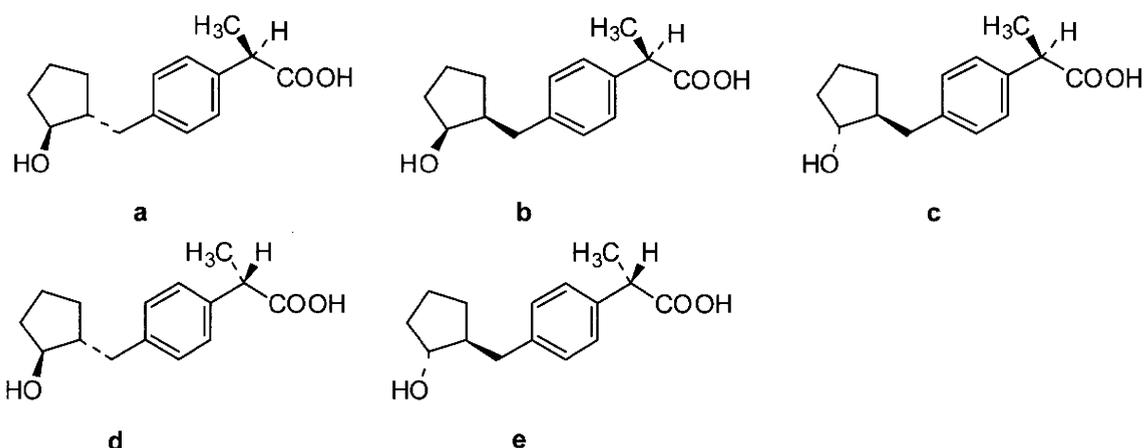
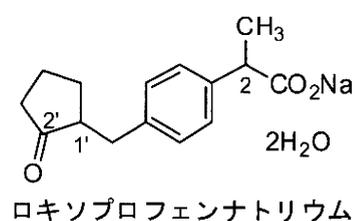
出題範囲の細目：化学物質の性質と反応

出題範囲のユニット：化学物質の基本的性質

【作成意図】

プロドラッグの薬物動態を特に立体化学に関して正確に理解しているか問うている。代謝過程において複数の立体異性体が生じる可能性があることを十分認識し、活性代謝物の立体化学を見分けることは重要である。

問題（1）ロキソプロフェンナトリウムは立体異性体の混合物として市販されている。この薬物は、消化管から吸収された後、代謝されて *trans*-OH 体 ($2S, 1'R, 2'S$) が主な活性代謝物として作用する。*trans*-OH 体 ($2S, 1'R, 2'S$) の構造式としてふさわしいもの 1 つを選べ。



【正 解】 d

【解 説】ロキソプロフェンナトリウムは、プロドラッグである。ラセミ体として市販されているが、代謝されて生成する可能性のある立体異性体のうち、*trans*-OH 体 ($2S, 1'R, 2'S$) が主な活性代謝物とされている。

理論問題分野別問題番号：化学（4）

分野：化学

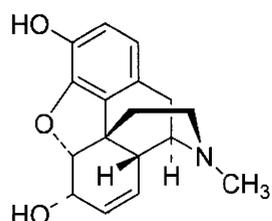
出題範囲の細目：自然が生み出す薬物

出題範囲のユニット：薬の宝庫としての天然物

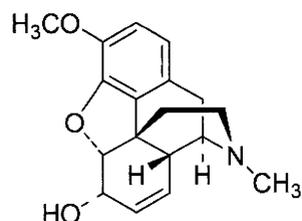
【作成意図】

医薬品として使われている天然有機化合物及びその誘導体について構造式に基づいて正確に理解しておくことは必要である。

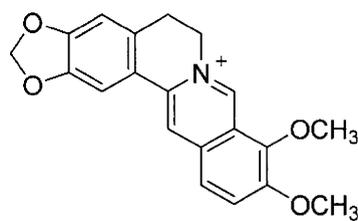
問題（1）モルヒネ、コデイン、ベルベリンに関する記述のうち、正しいもの1つを選べ。



モルヒネ



コデイン



ベルベリン

- a. いずれもケシ科植物から得られる。
- b. いずれもインドールアルカロイドである。
- c. モルヒネとコデインは塩化鉄(III) 反応 (FeCl_3 反応) 陽性である。
- d. いずれもチロシンから生合成される。
- e. ベルベリンは三級アミンなので水溶性が低い。

【正 解】 d

【解 説】

- a. モルヒネ及びコデインは「ケシ科植物（アヘン）」から得られるが、ベルベリンはオウバク、オウレンに含まれる。
- b. インドールアルカロイドではなく、イソキノリンアルカロイドである。
- c. 塩化鉄(III) 水溶液には、フェノール性水酸基が陽性を示す。フェノール性水酸基をもつのはモルヒネのみ。コデインにはない。
- d. いずれもチロシン 2 分子から生合成される。
- e. ベルベリンは四級アンモニウム塩であり、水溶性が高い。

理論問題分野別問題番号：化学（5）

分野：化学

出題範囲の細目：化学物質の性質と反応

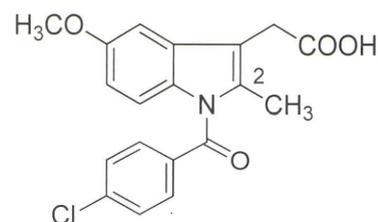
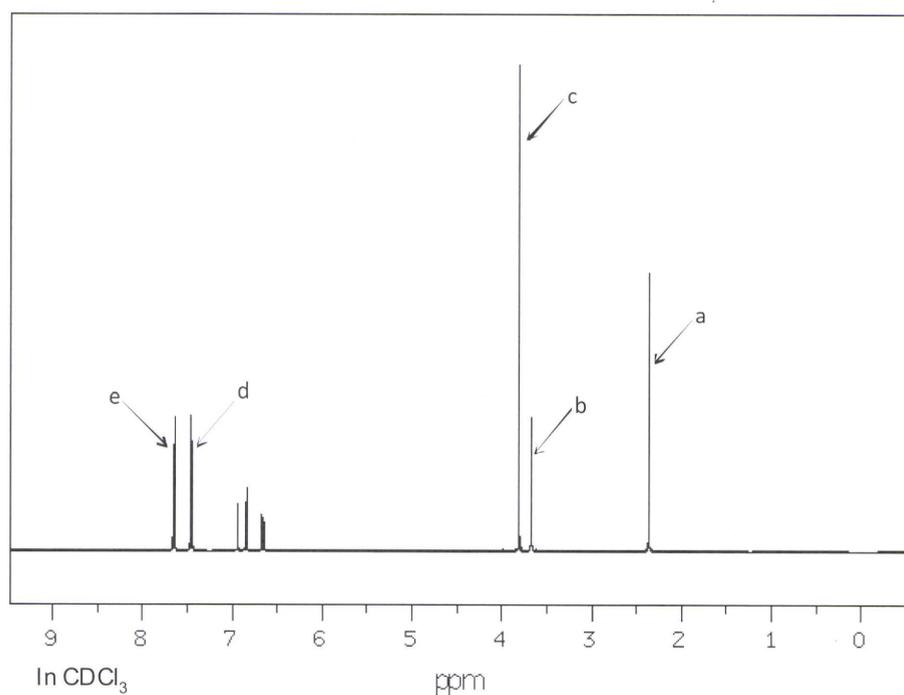
出題範囲のユニット：化学物質の構造決定

【作成意図】

$^1\text{H-NMR}$ スペクトルの基本を理解していることは化合物の物性の理解につながるため、重要である。スペクトルは医薬品の性質（極性など）が表現されたものであるため、特徴的な構造については理解しておくべきである。

問題（1）下図はインドメタシンの $^1\text{H-NMR}$ スペクトル（重クロロホルム中）である。

2-メチル基のピークは図の a~e のどれか、正しいもの1つを選べ。



【正 解】 a

【解 説】 2-メチルはインドール（芳香環）に結合しているメチルのため、2.3 ppm 付近に一重線として認められる。5位のメトキシ基は3.8 ppm 付近に認められるcのピークである。

必須問題分野別問題番号：生物（1）

分野：生物

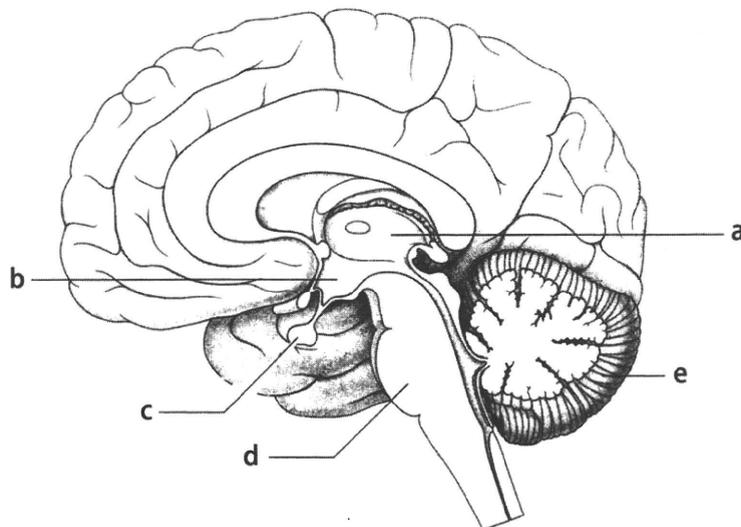
出題範囲の細目：C8 生命体の成り立ち

出題範囲のユニット：（3） 生体の機能調節

【作成意図】

ヒトのさまざまなホルモンの産生・分泌場所を理解しているかどうかを問う問題。

問題（1）下図はヒト脳の正中矢状断面図である。性腺刺激ホルモン放出ホルモン (gonadotropin-releasing hormone) が分泌される主な組織の場所はどこか。



【正 解】 b

【解 説】

性腺刺激ホルモン放出ホルモンは、視床下部から分泌される。aは視床、bは視床下部、cは下垂体、dは橋（後脳）、eは小脳である。なお、性腺刺激ホルモンは下垂体で合成され分泌される。