

問1 次の(1)~(5)の各組について、 pK_a 値が最小の化合物と最大の化合物を記号 A~C で答えよ。解答は解答欄に記入すること。

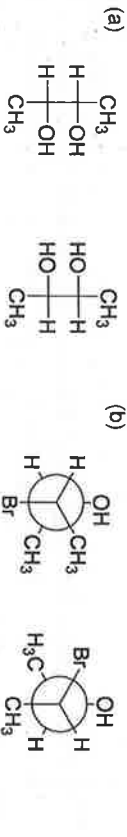
	記号			解答欄	
	A	B	C	最小	最大
(1)	propan-1-ol	2-chloropropan-1-ol	3-chloropropan-1-ol	→	
(2)	$CH_3NH_3^+$			→	
(3)				→	
(4)				→	
(5)				→	

問2 1,2,3-trichlorocyclohexane には、立体異性体は何種類あるか。

問2

問3 次の(a)~(d)の2つの化合物について、以下の問いに答えよ。

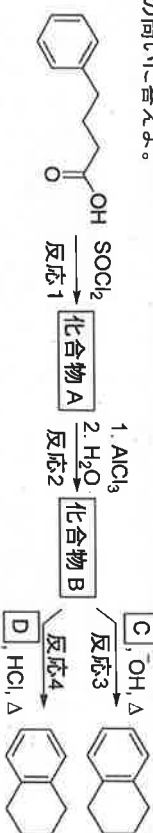
(1) 各化合物のすべての立体中心の R, S 配置を、右記の例にならって構造式に直接記入せよ。



(2) 上記の各組の化合物について、2つの構造の立体化学的關係(同一、エナンチオマー、またはジアステオマー)を答えよ。

(a)	(b)
<input type="text"/>	<input type="text"/>
(c)	(d)
<input type="text"/>	<input type="text"/>

問4 以下の出発物質から 1,2,3,4-テトラヒドロナフタレンを合成する。次の(1)から(4)の問いに答えよ。



(1) 空欄に当てはまる化合物 A、B の構造式を示せ。また、空欄 C、D に当てはまる反応剤を答えよ。

化合物 A	化合物 B
<input type="text"/>	<input type="text"/>
C	D

(2) 出発物質から化合物 A を得る反応の機構を示せ。

(3) 反応 2 で、水を加える理由を答えよ。

(4) 反応 3 および反応 4 はそれぞれ人名反応である。反応名を英語で記せ。

反応 3: 反応 4:

問5 (1) D-グルコースは自然界に最も普遍的に存在するアルドヘキソースである。α-D-グルコースおよびβ-D-グルコースの構造をいす形配座でそれぞれ示せ。

α-D-グルコース	β-D-グルコース
<input type="text"/>	<input type="text"/>

(2) 中性水溶液中でのα-D-グルコースおよびβ-D-グルコースの相対存在比は約1:2である。一方で、シクロヘキサノールの水酸基がアキシアル位とエクワトリアル位の配座をとる構造の相対存在比は約1:5.4であることが知られている。α-D-グルコースの水酸基がアキシアル位に優先的に位置することは (A) 効果による。

(a) (A) に入る最も適切な語句を答えよ。

(b) 下線部について、その理由を「孤立電子対」、「軌道」という語句を用いて説明せよ。

問1 次の(1)~(5)の各組について、 pK_a 値が最小の化合物と最大の化合物を記号 A~C で答えよ。解答は解答欄に記入すること。(2 pts*10=20 pts)

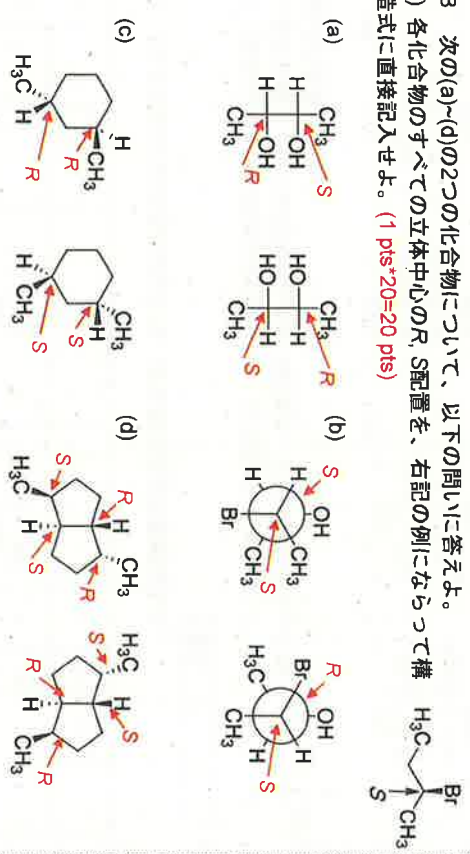
	記号			解答欄	
	A	B	C	最小	最大
(1)	propan-1-ol	2-chloropropan-1-ol	3-chloropropan-1-ol	B	A
(2)	$CH_3NH_3^+$			C	A
(3)				A	B
(4)				B	A
(5)				C	B

問2 1,2,3-trichlorocyclohexane には、立体異性体は何種類あるか。(2 pts)

問2

問3 次の(a)~(d)の2つの化合物について、以下の問いに答えよ。

(1) 各化合物のすべての立体中心のR, S配置を、右記の例にならって構造式に直接記入せよ。(1 pts*20=20 pts)



(2) 上記の各組の化合物について、2つの構造の立体化学的關係(同一、エナンチオマー、またはジアステレオマー)を答えよ。(2 pts*4=8 pts)

(a)	同一化合物	(b)	ジアステレオマー
(c)	エナンチオマー	(d)	同一化合物

問4 以下の出発物質から1,2,3,4-テトラヒドロナフタレンを合成する。次の(1)から(4)の問いに答えよ。



(1) 空欄に当てはまる化合物 A、B の構造式を示せ。また、空欄 C、D に当てはまる反応剤を答えよ。(4 pts*4=16 pts)

化合物 A	化合物 B	C	H ₂ NNH ₂
		D	Zn(Hg)

(2) 出発物質から化合物 A を得る反応の機構を示せ。(4 pts)



(3) 反応2で、水を加える理由を答えよ。(4 pts)

化合物 B を得るためには、化合物 B と AlCl₃ の錯体を分解する必要があるから。

(4) 反応3および反応4はそれぞれ人名反応である。反応名を英語で記せ。(3 pts*2=6 pts)

反応3: Wolff-Kishner reduction 反応4: Clemmensen reduction

問5 (1) D-グルコースは自然界に最も普遍的に存在するアルドヘキソースである。α-D-グルコースおよびβ-D-グルコースの構造をいす形配座でそれぞれ示せ。(5 pts*2=10 pts)



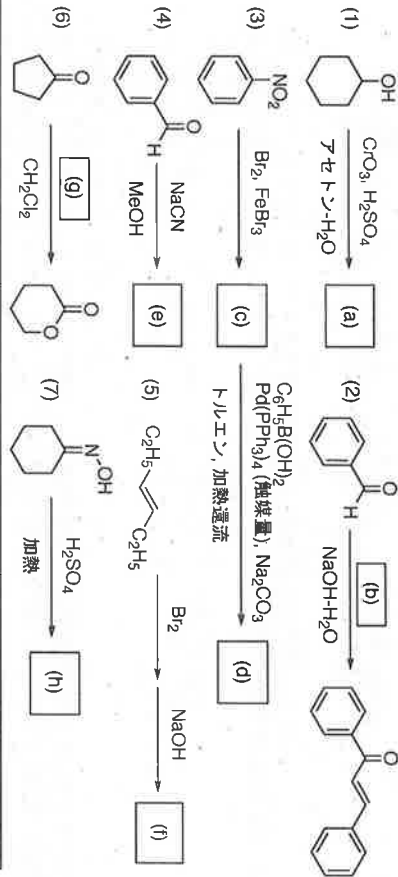
(2) 中性水溶液中でのα-D-グルコースおよびβ-D-グルコースの相対存在比は約1:2である。一方で、シクロヘキサノールの水酸基がアキシアル位とエクワトリアル位の配座をとる構造の相対存在比は約1:5.4であることが知られている。α-D-グルコースの水酸基がアキシアル位に優先的に位置することは (A) 効果による。

(a) (A)に入る最も適切な語句を答えよ。(5 pts)

(b) 下線部について、その理由を「孤立電子対」、「軌道」という語句を用いて説明せよ。

アノマー位にある水酸基がアキシアル位にある場合、環内酸素原子の孤立電子対の1つがC-O結合の反結合性σ*軌道と平行になり軌道の重なりが最大になる。これにより環内酸素原子上の孤立電子対が非局在化し安定化されるため。(5 pts)

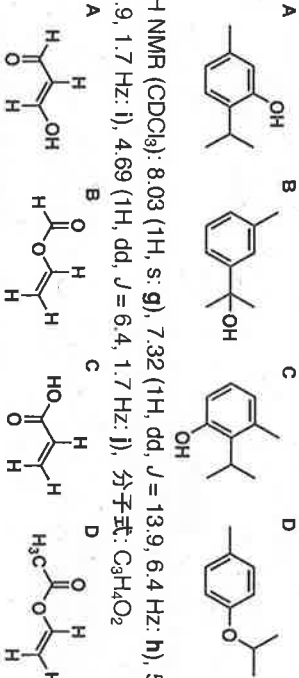
問1 次の反応(1)~(7)の(a)~(h)に適した主生成物または反応剤の構造を記せ。生成物の鏡像異性体は区別しなくてよい。



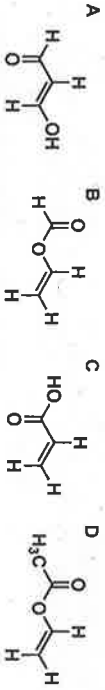
(a)	(b)	(c)
(d)	(e)	(f)
(g)	(h)	

問2 以下のスベクトルデータを示す化合物の構造式を下記のA~Dより選択せよ。また、a~jの¹Hシグナルは、各化合物のどの位置の水素に帰属されるか、選択した構造式上に右の記載例にならって示せ。s: singlet, d: doublet, sept: septet

(1) ¹H NMR (CDCl₃): 7.08 (1H, d, J = 7.5 Hz: a), 6.73 (1H, dd, J = 7.5, 1.0 Hz: b), 6.58 (1H, d, J = 1.0 Hz: c), 3.16 (1H, sept, J = 7.0 Hz: d), 2.27 (3H, s: e), 1.24 (6H, d, J = 7.0 Hz: f), 分子式: C₁₀H₁₄O



(2) ¹H NMR (CDCl₃): 8.03 (1H, s: g), 7.32 (1H, dd, J = 13.9, 6.4 Hz: h), 5.01 (1H, dd, J = 13.9, 1.7 Hz: i), 4.69 (1H, dd, J = 6.4, 1.7 Hz: j), 分子式: C₉H₈O₂



問3 アントラニル酸に硫酸と NaNO₂ を作用させてジアゾ化後、塩基処理すると化合物1が得られる。1をシクロペンタジエンと加熱すると2が生成する。(1)化合物1の生成機構を示せ。



(2) 三環性化合物2が生成する理由を説明せよ。

問4 *trans*-二置換アルケンを *m*-CPBA でエポキシ化してからトリフェニルホスフィン処理すると、シス体に変換できる。一連の変換の反応機構を示せ。

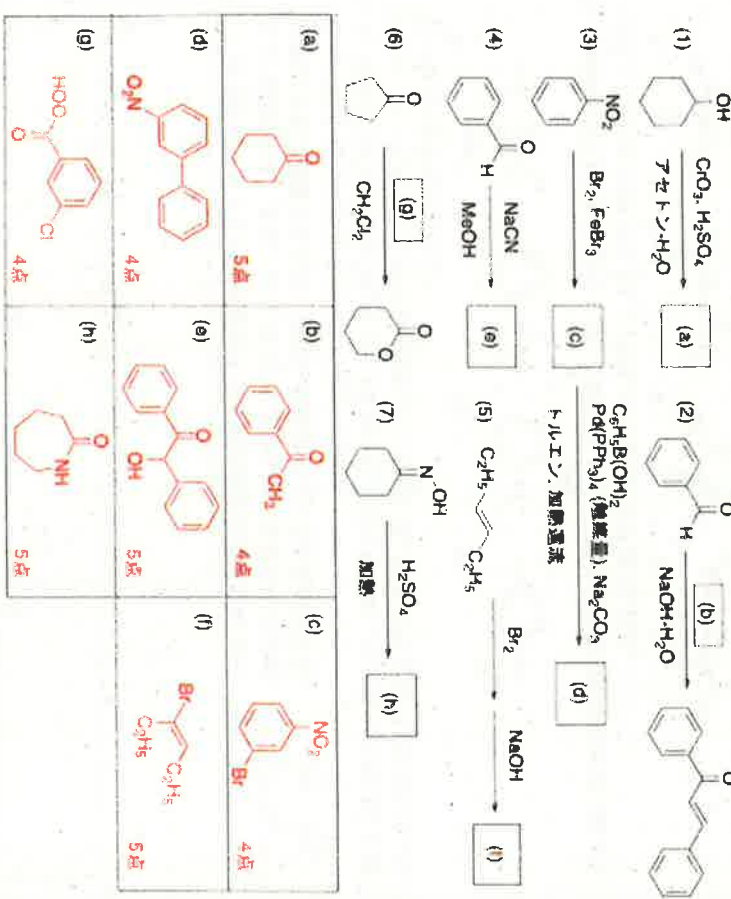
問5 以下に示すシクロプロパンの性質を説明せよ。(1)水和により安定化されるので水和物を単離できる。

(2) NaOH 水溶液を作用させた後に塩酸で中和するとカルボン酸が得られる。

問6 アリルフェニルエーテルから化合物3を合成する方法を示せ。

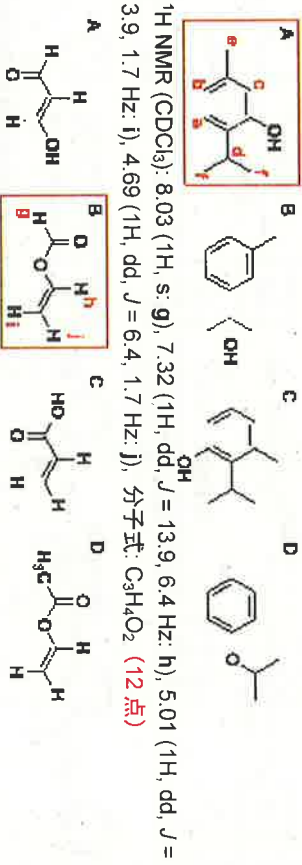


問1 次の反応(1)~(7)の(a)~(h)に適した主生成物または反応剤の構造を記せ。生成物の鏡像異性体は区別しなくてよい。

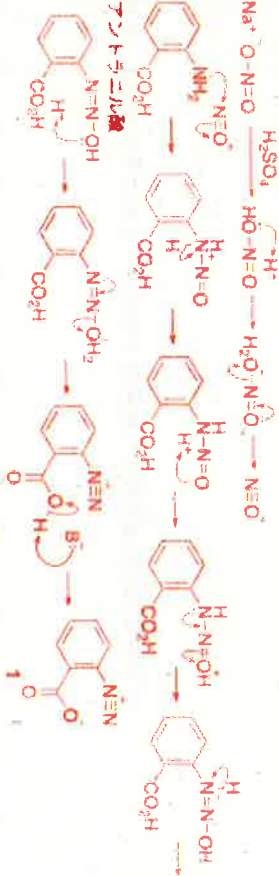


問2 以下のスペクトルデータを示す化合物の構造式を下記のA~Dより選択せよ。また、a~jの¹Hシグナルは、各化合物のどの位置の水素に帰属されるか、選択した構造式上に右の記載例にならって示せ。s: singlet, d: doublet, sept: septet.

(1) ¹H NMR (CDCl₃): 7.08 (1H, d, J = 7.5 Hz; a), 6.73 (1H, dd, J = 7.5, 1.0 Hz; b), 6.58 (1H, d, J = 1.0 Hz; c), 3.16 (1H, sept, J = 7.0 Hz; d), 2.27 (3H, s; e), 1.24 (6H, d, J = 7.0 Hz; f), 分子式: C₁₀H₁₄O (12点)



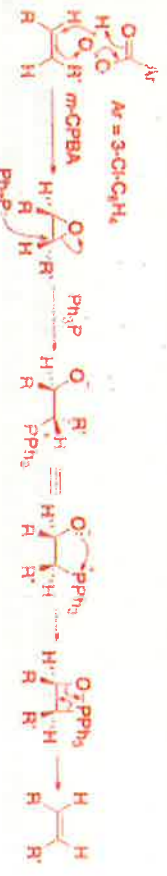
問3 アントラニル酸に硫酸と NaNO₂ を作用させてジアゾ化後、塩基処理すると化合物1が得られる。1をシクロペンタジエンと加熱すると2が生成する。(1) 化合物1の生成機構を示せ。(6点)



(2) 三環性化合物2が生成する理由を説明せよ。(6点)



問4 trans-二置換アルケンを m-CPBA でエポキシ化してからトリフェニルホスフィン処理すると、シス体に変換できる。一連の変換の反応機構を示せ。(8点)



問5 以下に示すシクロプロパンの性質を説明せよ。(4点)

(1) 水和により安定化されるので水和物を単離できる。(4点)

(2) NaOH 水溶液を作用させた後に塩酸で中和するとカルボン酸が得られる。(6点)



問6 フリルフェニルエーテルから化合物3を合成する方法を示せ。(10点)



3	科目名 II 物理系 ①	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号* _____
---	---------------------------	----	---	----------------

問1

次の各問に答えよ。なお U 、 S 、 T 、 p 、 V はそれぞれ、系の内部エネルギー、エントロピー、温度、圧力、体積で、各々の微小な変化を、 d を付けて表す。また仕事 W として pV 仕事のみを考える。

- (1) 熱力学の第一法則を説明せよ。
- (2) dU を dS および dV を用いて表せ。
- (3) ヘルムホルツの自由エネルギー F の微小変化 dF を、 dV と dT を用いて表せ。
- (4) $(\partial F / \partial V)_T$ および $(\partial F / \partial T)_V$ を求めよ。

問2

次の各問に答えよ。

- (1) 真空中に電気量 q の点電荷が一つあるとき、点電荷から距離 r だけ離れた場所での電場の大きさ (E) と向きを述べよ。ただし $q > 0$ とする。
- (2) 静電ポテンシャル (電位) ϕ の定義を述べ、電気量 q の点電荷から距離 r だけ離れた場所での ϕ を計算せよ。
- (3) 水中での Li^+ イオン、 Na^+ イオン、 K^+ イオンのモル伝導率の大きさの順を述べ、その理由をイオンの作る電場の大きさに基づいて説明せよ。

問3

NaCl のような「1-1 電解質」を考え、陽・陰イオンの化学ポテンシャルを μ_+ および μ_- 、陽・陰イオンの活量係数を γ_+ および γ_- 、電解質のモル濃度を m とする。次の各問に答えよ。

- (1) 電解質の化学ポテンシャル μ_{\pm} を、 γ_+ 、 γ_- および m を用いて表せ。
- (2) イオンの平均活量係数 γ_{\pm} を、 γ_+ および γ_- を用いて表せ。
- (3) イオン間の相互作用エネルギーの大きさを、 γ_{\pm} を用いて表せ。

3	科目名 Ⅱ 物理系 ①	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号* _____
---	--------------------------	----	---	----------------

問1

次の各問に答えよ。なお U 、 S 、 T 、 p 、 V はそれぞれ、系の内部エネルギー、エントロピー、温度、圧力、体積で、各々の微小な変化を、 d を付けて表す。また仕事 W として pV 仕事のみを考える。

- (1) 熱力学の第一法則を説明せよ。

系に外部から熱量 Q および仕事 W が与えられて、系の内部エネルギーが ΔU だけ増加したとき、 $\Delta U = Q + W$ と書ける。これを熱力学の第一法則という。(10点)

- (2) dU を dS および dV を用いて表せ。

微小変化について熱力学の第一法則は $dU = dQ + dW$ と書け、また $dQ = TdS$ 、 $dW = -pdV$ であるので、 $dU = TdS - pdV$ 。(10点)

- (3) ヘルムホルツの自由エネルギー F の微小変化 dF を、 dV と dT を用いて表せ。

$F = U - TS$ より、 $dF = dU - TdS - SdT = (TdS - pdV) - TdS - SdT = -pdV - SdT$ 。(10点)

- (4) $(\partial F / \partial V)_T$ および $(\partial F / \partial T)_V$ を求めよ。

$F = F(V, T)$ のとき $dF = (\partial F / \partial V)_T dV + (\partial F / \partial T)_V dT$ と書ける。これを (3) の結果 $dF = -pdV - SdT$ と比較すると、 $(\partial F / \partial V)_T = -p$ 、 $(\partial F / \partial T)_V = -S$ 。(10点)

問2

次の各問に答えよ。

- (1) 真空中に電気量 q の点電荷が一つあるとき、点電荷から距離 r だけ離れた場所での電場の大きさ (E) と向きを述べよ。ただし $q > 0$ とする。

クーロンの法則より、電気量 q' (> 0) の電荷が点電荷から距離 r だけ離れた場所で受ける力の大きさ F は、 $F = (1/4\pi\epsilon_0) Q q' / r^2$ ただし ϵ_0 は真空の誘電率。 $F = q' E$ より、 $E = (Q / 4\pi\epsilon_0) / r^2$ 。 E の向きは正電荷が受ける力の向きなので、 r が増加する向き。(10点)

- (2) 静電ポテンシャル (電位) ϕ の定義を述べ、電気量 q の点電荷から距離 r だけ離れた場所での ϕ を計算せよ。

ある場所の ϕ は、その場所の静電エネルギーで、 $+1C$ の電荷を無限遠からその場所まで運ぶのに必要な仕事の大きさに等しい。
 $\phi = \int E(r) dr = (Q/4\pi\epsilon_0)/r$ 。(積分は $r = \infty$ から $r = r$ まで) (10点)

- (3) 水中での Li^+ イオン、 Na^+ イオン、 K^+ イオンのモル伝導率の大きさの順を述べ、その理由をイオンの作る電場の大きさに基づいて説明せよ。

Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ イオンの順に、モル伝導率は減少する。どのイオンも $Q = e_0$ (電気素量) で、 $E = (e / 4\pi\epsilon_0) / r^2$ と書ける (r はイオンの中心からの距離) (5点)。イオン半径は Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ イオンの順に増加するため、この順に E が減少して水和水を引きつけにくくなり、水中での水和水を含めたサイズは、 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ イオンの順に減少し、動きやすくなる (5点)。(合計で $5 + 5 = 10$ 点)

問3

$NaCl$ のような「1-1 電解質」を考え、陽・陰イオンの化学ポテンシャルを μ_+ および μ_- 、陽・陰イオンの活量係数を γ_+ および γ_- 、電解質のモル濃度を m とする。次の各問に答えよ。

- (1) 電解質の化学ポテンシャル μ_{\pm} を、 γ_+ 、 γ_- および m を用いて表せ。

$\mu_{\pm} = \mu_+ + \mu_- = RT \log \gamma_+ m + RT \log \gamma_- m = RT \log \gamma_+ \gamma_- m^2$ ただし R 、 T は気体定数と温度。(10点)

- (2) イオンの平均活量係数 γ_{\pm} を、 γ_+ および γ_- を用いて表せ。

$\mu_{\pm} = 2RT \log (\gamma_+ \gamma_-)^{1/2} m = 2RT \log \gamma_{\pm} m$ と書いたとき、 $\gamma_{\pm} = (\gamma_+ \gamma_-)^{1/2}$ が平均活量係数。(10点)

- (3) イオン間の相互作用エネルギーの大きさを、 γ_{\pm} を用いて表せ。

$\mu_{\pm} = 2RT \log \gamma_{\pm} m = 2RT (\log m + \log \gamma_{\pm})$ であり、イオン間の相互作用が無視できるとき $\mu_{\pm} = 2RT \log m$ なので、相互作用エネルギーの大きさは(電解質1モルあたり) $2RT \log \gamma_{\pm}$ (10点)

4	科目名 Ⅱ 物 理 系 ②	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号* _____
---	-----------------------------------	----	---	----------------

(1) ある薬物A, B, Cの25°Cにおける分解は、それぞれ0次、1次、2次反応式に従うとする。薬物A, B, Cの初濃度が200 mg/mLのとき、それらの半減期は全て2時間であった。薬物A, B, Cのそれぞれの反応速度定数(単位を含めること)を求めよ。ただし、 $\ln 2 = 0.693$ とする。

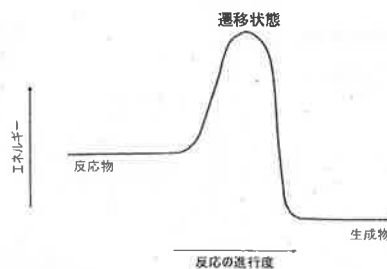
(2) ある蛋白質溶液の吸光度 A を、光路長1cmの石英セルを用い、波長280 nmで測定したところ、 $A = 0.480$ であった。この蛋白質の分子量を25000として、この蛋白質のモル濃度(単位: mol/L)および重量濃度(単位: mg/mL)を求めよ。
ただし、この蛋白質のモル吸光係数は $\epsilon = 3.0 \times 10^4$ L/mol·cmとする。

(3) 分子間力である配向力、誘起力、分散力、ファン・デル・ワールス力について、それぞれ違いがわかるように説明しなさい。

(4) 右の図の様な箱型ポテンシャルに電子を閉じ込めたときのド・ブロイ波長 λ と箱の長さ $x = a$ との関係は、 $\lambda = 2a/n$ で示される。これをもとに、定常状態の箱型ポテンシャル中の電子のエネルギー固有値(E)を求めなさい。ただし n は正の整数である。
また、 h, m, p, v はそれぞれ、プランク定数、電子の質量、運動量、速度とする。



(5) 右に化学反応の進行過程における反応座標図を示す。活性化エネルギー E_a に対応する部分を 図中に示しなさい。



(6) アレニウスの式を示し、ボルツマン因子との関係性について説明しなさい。

4	科目名	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号*
	II 物理系 ②			

(1) ある薬物A, B, Cの25°Cにおける分解は、それぞれ0次、1次、2次反応式に従うとする。薬物A, B, Cの初濃度が200 mg/mLのとき、それらの半減期は全て2時間であった。薬物A, B, Cのそれぞれの反応速度定数(単位を含めること)を求めよ。ただし、 $\ln 2 = 0.693$ とする。(18点)

薬物A: 0次反応では、

$$t_{1/2} = \frac{[A]_0}{2k}$$

$$k = \frac{[A]_0}{2t_{1/2}} = \frac{200}{2 \times 2} = 50 \text{ mg/(mL} \cdot \text{h)}$$

薬物B: 1次反応では、

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$$k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{2} = 0.3465 \approx 0.35 \text{ h}^{-1}$$

薬物C: 2次反応では、

$$t_{1/2} = \frac{1}{k[C]_0}$$

$$k = \frac{1}{t_{1/2}[C]_0} = \frac{1}{2 \times 200} = 0.0025 \text{ mL/(mg} \cdot \text{h)}$$

(2) ある蛋白質溶液の吸光度 A を、光路長 1 cm の石英セルを用い、波長 280 nm で測定したところ、 $A = 0.480$ であった。この蛋白質の分子量を 25000 として、この蛋白質のモル濃度(単位: mol/L) および 重量濃度(単位: mg/mL) を求めよ。

ただし、この蛋白質のモル吸光係数は $\epsilon = 3.0 \times 10^4 \text{ L/mol} \cdot \text{cm}$ とする。(15点)

ランバートベールの法則により $A = \epsilon \times c \times l$

$$A = 0.480$$

$$\epsilon = 3.0 \times 10^4 \text{ L/(mol} \cdot \text{cm)}$$

$$l = 1 \text{ cm}$$

$$c = \frac{A}{\epsilon \times l} = \frac{0.480}{3.0 \times 10^4 \times 1} = 1.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

分子量 25000 をかけると
0.4 mg/mL

(3) 分子間力である配向力、誘起力、分散力、ファン・デル・ワールス力について、それぞれ違いがわかるように説明しなさい。(20点)

分子間力には主に配向力、誘起力、分散力があり、これらを総称してファン・デル・ワールス力と呼ぶ。配向力は極性分子同士の間に関き、永久双極子同士が引き合う力で、力の大きさは分子間距離 r の3乗に反比例する。誘起力は極性分子が非極性分子の電子分布をゆがめて誘起双極子が生じて引力が働くもので、力は r の6乗に反比例する。分散力は誘起双極子と誘起双極子の間に働く引力であり、特に非極性分子間で重要となる。これも r の6乗に反比例して急速に弱くなる。(配向力、誘起力、分散力があり、これらを総称してファン・デル・ワールス力の説明を各々5点とする)

(4) 右の図のような箱型ポテンシャルに電子を閉じ込めたときのド・ブロイ波長 λ と箱の長さ $x = a$ との関係は、 $\lambda = 2a/n$ で示される。これをもとに、定常状態の箱型ポテンシャル中の電子のエネルギー固有値(E)を求めなさい。ただし n は正の整数である。(17点)

また、 h, m, p, v はそれぞれ、プランク定数、電子の質量、運動量、速度とする。

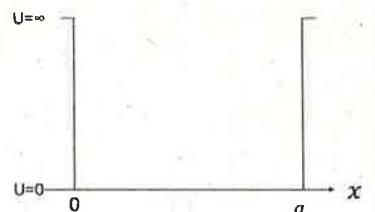
$$\lambda = h/p \quad p = mv \quad E = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\frac{2a}{n} = \frac{h}{p} \quad \frac{2a}{n} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{m\sqrt{\frac{2E}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$$

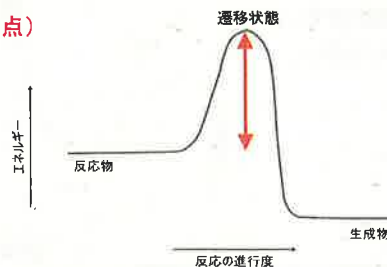
$$2a\sqrt{2mE} = hn$$

$$8ma^2E = h^2n^2$$

$$E = \frac{h^2n^2}{8ma^2}$$



(5) 右に化学反応の進行過程における反応座標図を示す。(10点)
活性化エネルギー E_a に対応する部分を 図中に示しなさい。



(6) アレニウスの式を示し、ボルツマン因子との関係性について説明しなさい。(20点)

$$k = A \exp(-E_a/RT)$$

k : 反応速度定数

A : 頻度因子

E_a : 1モルあたりの活性化エネルギー

活性化エネルギー E_a の単位として、1粒子あたりで考えると

$$k = A \exp(-E_a/k_B T)$$

指数関数部分 $\exp(-E_a/k_B T)$ はボルツマン因子であり、

活性化エネルギー障壁を越える確率であると考えることができる。

5	科目名 Ⅲ生物系 ①	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号*
---	-----------------------------	----	---	-------

問題1 ヒトにおけるコレステロールと胆汁酸の生合成と、生体における役割について、以下の問いに答えなさい。

1. [アセチル CoA(炭素数2、CoAを除く)]から[コレステロール(炭素数27)]へ至る生合成経路における主要な中間体について、それぞれの化合物に含まれる炭素原子数(CoAを除く)をカッコ内に併記しながら、「→」を用いて順に挙げなさい。化合物名については、一般的に使用されるアルファベットからなる略称で表記してもかまいません。また、その生合成経路のうち律速段階とされる段階の「→」を ○ で囲い、その段階を触媒する酵素名を「→」の上に記入しなさい。

解答欄

[アセチル CoA(炭素数2)] →

→ [コレステロール(炭素数27)]

2. (1) コレステロールを前駆体とする胆汁酸のうち、主要な経路(古典経路)を介して生合成される2種の一次胆汁酸を、化合物名で答えなさい。

(2) また、一次胆汁酸が二次胆汁酸へ抱合化される際に利用される代表的な化合物2種を、化合物名で答えなさい。

(1) { } (2) { }

3. コレステロールの生体内における役割のうち、胆汁酸の生合成前駆体として利用されること以外のものを2つ、例を挙げて説明しなさい。

{ } { }

4. 脂質異常症の治療のために臨床で使用される薬剤の作用機序を2つ取り上げ、それぞれの機序を持つ薬剤の例を化合物名で答えなさい。化合物名や作用点となるタンパク質の名称については、一般的に使用されているアルファベットからなる略称で表記してもかまいません。

{ } { }

5. 胆汁酸の組成は、動物の種によって異なる。クマの胆嚢を基原とする生薬、ユウタンに含まれている二次胆汁酸を加水分解することにより得られ、利胆を目的に使用される医薬品名を、化合物名で答えなさい。

{ }

5	科目名 Ⅲ生物系 ①	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号*
---	-------------------------	----	---	-------

問題 1 ヒトにおけるコレステロールと胆汁酸の生合成と、生体における役割について、以下の問いに答えなさい。

1. [アセチル CoA(炭素数2, CoA を除く)]から[コレステロール(炭素数27)]へ至る生合成経路における主要な中間体について、それぞれの化合物に含まれる炭素原子数(CoA を除く)をカッコ内に併記しながら、「→」を用いて順に挙げなさい。化合物名については、一般的に使用されるアルファベットからなる略称で表記してもかまいません。また、その生合成経路のうち律速段階とされる段階の「→」を ○ で囲い、その段階を触媒する酵素名を「→」の上に記入しなさい。(35 点)

解答欄

[アセチル CoA(炭素数2)] → アセトアセチル CoA (炭素数3) → HMG-CoA(3-ヒドロキシ-3-メチルグルタリル CoA)(炭素数5)
 HMG-CoA 還元酵素
 ⊕ マバロン酸 (炭素数5) → イソペンテニルピロリン酸:IPP (炭素数5) と ジメチルアリルピロリン酸:DMAPP(炭素数5)
 → ゲラニルピロリン酸(GPP) (炭素数10) → ファルネシルピロリン酸(FPP)(炭素数15) → スクアレン(炭素数30)
 → ラノステロール(炭素数30) → [コレステロール(炭素数27)]

2. (1) コレステロールを前駆体とする胆汁酸のうち、主要な経路(古典経路)を介して生合成される2種の一次胆汁酸を、化合物名で答えなさい。
 (2) また、一次胆汁酸が二次胆汁酸へ抱合化される際に利用される代表的な化合物2種を、化合物名で答えなさい。(20 点)

(1) [コール酸 , ケノデオキシコール酸] (2) [グリシン , タウリン]

3. コレステロールの生体内における役割のうち、胆汁酸の生合成前駆体として利用されること以外のものを2つ、例を挙げて説明しなさい。(20 点)

[生体膜の構成成分として、膜の流動性を調節する
 ビタミン D の生合成前駆体として利用される など] [ステロイドホルモンの生合成前駆体として利用される]

4. 脂質異常症の治療のために臨床で使用される薬剤の作用機序を2つ取り上げ、それぞれの機序を持つ医薬品の例を化合物名で答えなさい。化合物名や作用点となるタンパク質の名称については、一般的に使用されているアルファベットからなる略称で表記してもかまいません。(各 20 点)

[HMG-CoA 還元酵素阻害によるコレステロール合成抑制、
 シンバスタチンなど
 消化管内での胆汁酸を吸着して再吸収を阻害する、
 コレスチラミンなど] [消化管内での胆汁酸の再吸収を担うトランスポーター阻害、
 エゼチミブなど;
 PPARαを活性化、ベザフィブラートなど
 PCSK9 の LDL 受容体への結合阻害、エボロクマブなど]

5. 胆汁酸の組成は、動物の種によって異なる。クマの胆嚢を基原とする生薬、ユウタンに含まれている二次胆汁酸を加水分解することにより得られ、利胆を目的に使用される医薬品名を、化合物名で答えなさい。(5 点)

[ウルソデオキシコール酸]

6	科目名 Ⅲ 生物系 ②	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号* _____
---	---------------------------------	----	---	----------------

問題1 転写因子とエンハンサーについて、それぞれの役割や機能を説明しなさい。

問題2 オートファジーは細胞の恒常性維持に重要な役割を果たす現象である。そのしくみと意義について、知るところを述べなさい。

問題3 ミトコンドリアで行われるトリカルボン酸サイクル(TCAサイクル)について述べた下記の文章の()の中に適当な語句を入れなさい。

トリカルボン酸サイクルは、アセチルCoAが(①)に付加して(②)を生じる反応から始まる。次に、(②)はアコニターゼの作用で(③)へと異性化され、その後(④)に酸化的脱炭酸される。この過程で最初の二酸化炭素と(⑤)が生成される。続いて、(④)はさらに酸化的脱炭酸されて(⑥)となり、ここでも二酸化炭素と(⑤)が生成される。

その後、(⑥)はコハク酸チオキナーゼにより基質レベルのリン酸化を受けて(⑦)となり、GTPまたはATPが生成される。さらに、(⑦)は(⑧)へと酸化され、(⑨)が生成される。次に、(⑧)は水和反応を受けて(⑩)となり、最終的に酸化反応によって(①)が再生され、(⑤)がもう1分子生じる。このようにして、TCAサイクル1回転につき、合計3分子の(⑤)が生成される。

- | | |
|---------|---------|
| ① _____ | ② _____ |
| ③ _____ | ④ _____ |
| ⑤ _____ | ⑥ _____ |
| ⑦ _____ | ⑧ _____ |
| ⑨ _____ | ⑩ _____ |

問題4 以下の専門用語のうち、2つを選んで、説明しなさい。

エンドサイトーシス トランスクリプトーム解析 免疫チェックポイント 核内受容体 CRISPR-Cas9システム

6	科目名	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号* _____
	Ⅲ 生物系 ②			

問題1 転写因子とエンハンサーについて、それぞれの役割や機能を説明しなさい。(30点)

転写因子は、DNAの特定の配列(プロモーターやエンハンサー)に結合し、RNAポリメラーゼIIIによる転写の開始や調節に関与するタンパク質である。リン酸化などの翻訳後修飾やリガンド結合などによって活性化され、標的遺伝子の発現を促進または抑制する。

エンハンサーは、プロモーターから遠く離れた位置に存在していても、空間的に接近することで転写因子を介して遺伝子発現を増強するDNA領域である。エンハンサーには組織特異的に活性化されるものもあり、個々の細胞における遺伝子発現の特異性や時間的制御に重要な役割を果たす。

問題2 オートファジーは細胞の恒常性維持に重要な役割を果たす現象である。そのしくみと意義について、知るところを述べなさい。(16点)

オートファジーは、細胞が不要になったタンパク質や傷んだ細胞小器官などを、自らの膜で包み込んで分解・再利用する機構である。主に、エネルギー不足やストレス状態において活性化され、細胞が生き延びるための代謝調節に関与している。

オートファジーでは、まず標的となる物質が膜で囲まれて袋状の構造(オートファゴソーム)を形成し、それが分解酵素を含むリソソームと融合することで内容物が分解される。こうして得られたアミノ酸などは再び細胞内で利用される。

オートファジーは、細胞の品質管理や老化防止、さらにはがんや神経変性疾患、感染症などの疾患発症および病態進展に関与することが知られており、薬物治療の標的にもなり得る。

問題3 ミトコンドリアで行われるトリカルボン酸サイクル(TCAサイクル)について述べた下記の文章の()の中に適当な語句を入れなさい。

(3点x10、30点)

トリカルボン酸サイクルは、アセチルCoAが(①)に付加して(②)を生じる反応から始まる。次に、(②)はアコニターゼの作用で(③)へと異性化され、その後(④)に酸化的脱炭酸される。この過程で最初の二酸化炭素と(⑤)が生成される。続いて、(④)はさらに酸化的脱炭酸されて(⑥)となり、ここでも二酸化炭素と(⑤)が生成される。

その後、(⑥)はコハク酸チオキナーゼにより基質レベルのリン酸化を受けて(⑦)となり、GTPまたはATPが生成される。さらに、(⑦)は(⑧)へと酸化され、(⑨)が生成される。次に、(⑧)は水和反応を受けて(⑩)となり、最終的に酸化反応によって(①)が再生され、(⑤)がもう1分子生じる。このようにして、TCAサイクル1回転につき、合計3分子の(⑤)が生成される。

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ① オキサロ酢酸 | ② クエン酸 |
| ③ イソクエン酸 | ④ α -ケトグルタル酸 |
| ⑤ NADH | ⑥ スクシニルCoA |
| ⑦ コハク酸 | ⑧ フマル酸 |
| ⑨ FADH ₂ | ⑩ リンゴ酸 |

問題4 以下の専門用語のうち、2つを選んで、説明しなさい。(12点x2、24点)

エンドサイトーシス トランスクリプトーム解析 免疫チェックポイント 核内受容体 CRISPR-Cas9システム

エンドサイトーシス: エンドサイトーシスは、細胞が細胞膜を陥入させて、細胞外の物質(液体、分子、他の細胞など)を小胞として細胞内に取り込む過程である。主にファゴサイトーシス(固体の取り込み)、ピノサイトーシス(液体の取り込み)、および受容体介在性エンドサイトーシス(特定の分子を選択的に取り込む)の3種類がある。細胞の栄養摂取やシグナル伝達、膜成分の再利用などに関与する。

トランスクリプトーム解析: 細胞や組織内で発現しているすべてのRNA(主にmRNA)を網羅的に解析する手法。遺伝子の発現量の変化や、転写の開始点・スプライシングの違いなどを把握することができ、疾患メカニズムの解明や創薬研究、バイオマーカーの探索などに利用されている。

免疫チェックポイント: 免疫チェックポイントは、免疫細胞の過剰な活性化を防ぐための抑制機構で、自己免疫反応を制御する役割を担っている。代表的な分子にPD-1(Programmed cell death-1)やCTLA-4があり、これらががん細胞と結合すると免疫反応が抑制され、がん細胞が免疫から逃れる原因となる。免疫チェックポイント阻害薬は、これらの抑制を解除し、がんに対する免疫応答を高める治療法として応用されている。

核内受容体: 核内受容体(nuclear receptor)は、脂溶性ホルモン(ステロイドホルモン、甲状腺ホルモン、ビタミンDなど)に結合して、標的遺伝子の転写を直接制御する転写因子である。受容体は細胞質または核内に存在し、リガンドと結合すると核内でDNAの特定配列に結合し、転写を促進または抑制する。代謝調節、発達、恒常性維持などに重要な役割を果たしている。

CRISPR-Cas9システム: CRISPR-Cas9システムは、特定のDNA配列を切断・編集することができるゲノム編集技術である。もともとは細菌の獲得免疫機構であり、外来ウイルスDNAを記憶し、Cas9という酵素とガイドRNA(gRNA)によって同じ配列を認識・切断する。これを応用することで、哺乳類細胞などのゲノムにおいて標的遺伝子の破壊、挿入、修復などが高精度に行えるようになり、基礎研究から遺伝病治療、農業応用に至るまで幅広く利用されている。

7	科目名 IV医療薬科学系 ①	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号* _____
---	----------------------	----	---	----------------

1. 細胞膜の受容体は、細胞内に情報を伝える方法の違いにより分類される。代表的な3種類を取り上げて、簡単に説明せよ。

2. 神経細胞の静止膜電位と活動電位を発生させる機構を簡単に説明せよ。

3. 抗てんかん薬を3種類取り上げて、A. 作用機序、B. 適応症、C. 副作用について簡単に説明せよ。

4. 精神疾患のモノアミン仮説を説明せよ。

7	科目名 IV医療薬科学系 ①	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号* _____
---	----------------------	----	---	----------------

1. 細胞膜の受容体は、細胞内に情報を伝える方法の違いにより分類される。代表的な3種類を取り上げて、簡単に説明せよ。(30点)

1. Gタンパク共役型受容体: 三量体Gタンパク質を介して、情報を伝える。Gタンパク質の種類によって、伝える情報は異なる。
2. チャネル型受容体: 受容体自身が、 Na^+ イオンや、 K^+ イオンなどを通すチャネルを形成して、リガンドにより活性化されると、イオンの通り方が変化することで、細胞内に情報を伝達する。
3. 酵素型受容体: 受容体自身が、キナーゼなどの酵素活性を持ち、リガンドによりその活性が調節されることで、シグナルと伝達する。他には、サイトカイン型受容体のように、リガンドが来ると、コンフォメーションが変わったり、二量体化することで情報を伝えるものなどもある。

2. 神経細胞の静止膜電位と活動電位を発生させる機構を簡単に説明せよ。(25点)

静止膜電位は、主に通常状態で開口している漏洩型 K^+ チャネルの影響を受けるため、細胞内外の K^+ イオンの濃度差によって作られる。活動電位は、グルタミン酸などの刺激で、細胞内の電位が上昇して閾値を超えると、電位依存性ナトリウムチャネルが開くことによって脱分極が起こる。その後、電位依存性カリウムチャネルが開口することで再分極する。

3. 抗てんかん薬を3種類取り上げて、A. 作用機序、B. 適応症、C. 副作用について簡単に説明せよ。(30点)

バルプロ酸ナトリウム: A. 電位依存性ナトリウムチャネルとT型カルシウムチャネル抑制、B. 全般発作、C. 眠気・悪心
カルバマゼピン: A. ナトリウムチャネル阻害、B. 部分発作、C. 眠気・悪心
レベチラセタム: A. 神経伝達物質放出抑制、B. 部分発作、C. 眠気・頭痛

4. 精神疾患のモノアミン仮説を説明せよ。(15点)

モノアミン仮説とは、主にうつ病などの精神疾患の症状がセロトニン(5-HT)やノルアドレナリン、ドパミンなどのモノアミン性神経伝達物質の減少によって生じるという仮説である。特にセロトニンとノルアドレナリンが重要とされる。

8	科目名 IV 医療薬科学系 ②	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号* _____
---	-----------------------	----	---	----------------

1. ある薬物について、血漿中からの消失の全身クリアランスは20 L/h、分布容積は40 Lである。この薬物の定速静脈内注入での定常状態において、血漿中濃度が2 µg/mL、尿中排泄速度が4 mg/hであった。この薬物の体内動態は線形1-コンパートメントモデルに従い、腎排泄と肝代謝のみによって消失する。以下の設問に答えなさい。計算では、必要であれば $\ln 2 = 0.693$ とし、有効数字は2桁とする。

(1) 消失半減期を求めなさい。

[]

(2) 定速静脈内注入の速度を求めなさい。

[]

(3) 経口投与でのバイオアベイラビリティを求めなさい。消化管からの吸収率は0.75、血液中对血漿中濃度比は1とし、肝血流速度は90 L/hとする。

[]

(4) 分布特性の推定として適する説明を下記から選びなさい。 []

- 1 血漿中への限定的な分布
- 2 血液中への限定的な分布
- 3 細胞外液中への限定的な分布
- 4 全体液中への均一な分布
- 5 細胞内への広く蓄積的な分布

(5) この薬物と同様の分布特性を示す薬物を下記から1つ選びなさい。 []

- 1 セファクロル 2 アンチピリン 3 アムロジピン 4 ジゴキシシン 5 ジアゼパム

2. 肝臓での薬物代謝に関わる異物解毒過程の第1相、第2相、第3相について説明しなさい。

(1) 第1相

(2) 第2相

(3) 第3相

3. 腎臓での薬物の尿細管分泌に働く有機カチオン輸送系についての以下の設問に答えなさい。

(1) この輸送系で分泌される薬物を下記から2つ選びなさい。 [] []

- 1 フロセミド 2 プロカインアミド 3 フェニトイン 4 アンピシリン 5 メトホルミン 6 テモカプリラート

(2) この輸送系において尿細管上皮細胞の頂端膜(管腔側)及び側底膜(血管側)で働くトランスポーターを下記から1つずつ選びなさい。また、それぞれの輸送機構を選びなさい。

頂端膜: トランスポーター [] 輸送機構 []

側底膜: トランスポーター [] 輸送機構 []

トランスポーター 1 PEPT1 2 NTCP 3 OCT2 4 MATE1 5 OAT1 6 BCRP

- 輸送機構
- 1 促進拡散
 - 2 1次性能動輸送
 - 3 2次性能動輸送 (Na⁺共輸送)
 - 4 2次性能動輸送 (H⁺共輸送)
 - 5 2次性能動輸送 (カチオン交換輸送)
 - 6 2次性能動輸送 (H⁺交換輸送)

8	科目名	得点	2026年度入学 大学院薬学研究科博士前期課程(第1回) 入学者一般選抜試験・筆記試験問題	受験番号*
	IV医療薬科学系 ②			

1. ある薬物について、血漿中からの消失の全身クリアランスは20 L/h、分布容積は40 Lである。この薬物の定速静脈内注入での定常状態において、血漿中濃度が2 μg/mL、尿中排泄速度が4 mg/hであった。この薬物の体内動態は線形1-コンパートメントモデルに従い、腎排泄と肝代謝のみによって消失する。以下の設問に答えなさい。計算では、必要であれば $\ln 2 = 0.693$ とし、有効数字は2桁とする。

(1) 消失半減期を求めなさい。

[1.4 h] 10点
消失速度定数 = 全身クリアランス/分布容積 = (20 L/h)/(40 L) = 0.5 h⁻¹
消失半減期 = $\ln 2$ /消失速度定数 = 0.693/(0.5 h⁻¹) = 1.4 h

(2) 定速静脈内注入の速度を求めなさい。

[40 mg/h] 10点
注入速度 = 全身クリアランス × 血漿中濃度 = (20 L/h) × (2 μg/mL) = 40 mg/h

(3) 経口投与でのバイオアベイラビリティを求めなさい。消化管からの吸収率は0.75、血液中对血漿中濃度比は1とし、肝血流速度は90 L/hとする。

[0.60] 10点
腎クリアランス = 尿中排泄速度/血漿中濃度 = (4 mg/h)/(2 μg/mL) = 2 L/h
肝クリアランス = 全身クリアランス - 腎クリアランス = (20 L/h) - (2 L/h) = 18 L/h
肝通過率 = 1 - 肝クリアランス/肝血流速度 = 1 - (18 L/h)/(90 L/h) = 0.8
バイオアベイラビリティ = 肝通過率 × 吸収率 = 0.8 × 0.75 = 0.60

(4) 分布特性の推定として適する説明を下記から選びなさい。 [4] 5点

- 1 血漿中への限定的な分布
- 2 血液中への限定的な分布
- 3 細胞外液中への限定的な分布
- 4 全体液中への均一な分布
- 5 細胞内への広く蓄積的な分布

(5) この薬物と同様の分布特性を示す薬物を下記から1つ選びなさい。 [2] 5点

- 1 セファクロル 2 アンチピリン 3 アムロジピン 4 ジゴキシシン 5 ジアゼパム

2. 肝臓での薬物代謝に関わる異物解毒過程の第1相、第2相、第3相について説明しなさい。 各10点

(1) 第1相

薬物に極性官能基が導入される過程である。シトクロム P450 による水酸基導入の酸化反応等がある。

(2) 第2相

第1相で薬物に導入された極性官能基に極性分子が抱合付加される過程である。グルクロン酸転移酵素によるグルクロン酸抱合反応等がある。

(3) 第3相

第2相で生成した代謝物が肝細胞外へ排出される過程である。肝細胞内で生成した代謝物はMRP2等のトランスポーターが関わる細胞膜での担体輸送により排出される。

3. 腎臓での薬物の尿細管分泌に働く有機カチオン輸送系についての以下の設問に答えなさい。 各5点

(1) この輸送系で分泌される薬物を下記から2つ選びなさい。 [2] [5]

- 1 フロセミド 2 プロカインアミド 3 フェニトイン 4 アンピシリン 5 メトホルミン 6 テモカプリラート

(2) この輸送系において尿細管上皮細胞の頂端膜(管腔側)及び側底膜(血管側)で働くトランスポーターを下記から1つずつ選びなさい。また、それぞれの輸送機構を選びなさい。

頂端膜: トランスポーター [4] 輸送機構 [6]

側底膜: トランスポーター [3] 輸送機構 [1]

トランスポーター 1 PEPT1 2 NTCP 3 OCT2 4 MATE1 5 OAT1 6 BCRP

- 輸送機構
- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 1 促進拡散 | 2 1次性能動輸送 |
| 3 2次性能動輸送 (Na ⁺ 共輸送) | 4 2次性能動輸送 (H ⁺ 共輸送) |
| 5 2次性能動輸送 (カチオン交換輸送) | 6 2次性能動輸送 (H ⁺ 交換輸送) |