

理学研究科理学専攻（物質・生命化学領域）

入学試験問題（2023年度）

試験時間 9:30－11:00（1時間30分）

試験開始の合図までにこの問題冊子を開いてはいけない。
試験開始までに、以下の注意事項をよく読むこと。

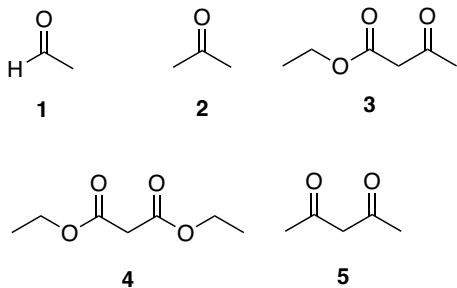
注意事項：

- 1) 解答用紙の所定の欄に受験番号を記入せよ。名前を書いてはいけない。
- 2) 有機化学、無機・分析化学、物理化学、生物化学の計4科目から3科目について解答せよ。
- 3) 解答用紙は、科目毎に指定された別々の解答用紙を用いること。
- 4) 解答が不正解の場合は減点されるが、無解答は加点も減点もされない。

有機化学

問題 1 有機化学

化合物 1~5 の pK_a の大小について、正しいものを(A)~(E)から選べ。

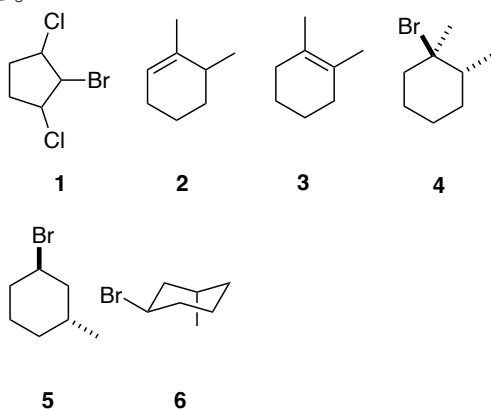


- (A) $5 < 3 < 4 < 2 < 1$
 (B) $3 < 4 < 5 < 2 < 1$
 (C) $4 < 3 < 5 < 1 < 2$
 (D) $4 < 3 < 5 < 2 < 1$
 (E) $5 < 3 < 4 < 1 < 2$

問題 2 有機化学

以下の記述(1)~(4)のうち、正しいものはどれか。(A)~(E)から選べ。

- (1) 化合物 1 のキラルな立体異性体は 4 種類ある。
 (2) 化合物 2 と 3 では、燃焼熱が大きいのは 3 である。
 (3) 化合物 4 に NaOH を作用させると、化合物 3 が生じる。
 (4) 化合物 5 の最も安定な立体配座は 6 である。

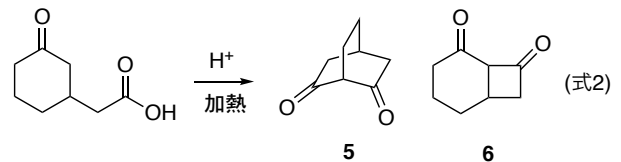
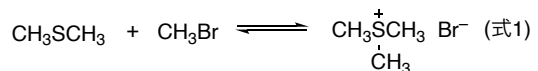
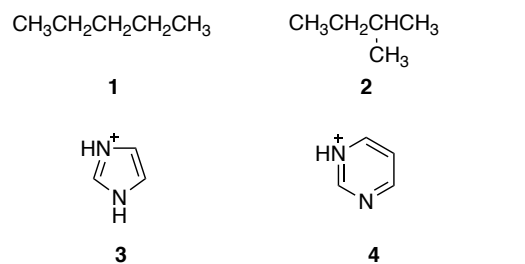


- (A) (1)
 (B) (2)
 (C) (3)
 (D) (4)
 (E) (1)~(4)は全て誤り

問題 3 有機化学

以下の記述(1)~(4)のうち、正しいものはどれか。(A)~(E)から選べ。

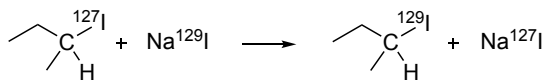
- (1) 化合物 1, 2 では、沸点が高いのは 2 である。
 (2) 化合物 3, 4 では、酸性度が高いのは 4 である。
 (3) 式1の反応で、溶媒として ethanol もしくは diethyl ether を用いた場合、平衡がより右に傾くのは、diethyl ether である。
 (4) 式 2 の反応で、生成物として得られるのは化合物 5 ではなく 6 である。



- (A) (1)
 (B) (2)
 (C) (3)
 (D) (4)
 (E) (1)~(4)は全て誤り

問題4 有機化学

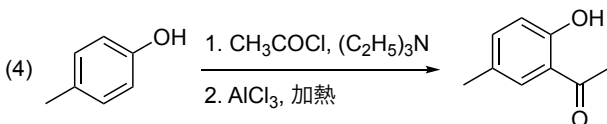
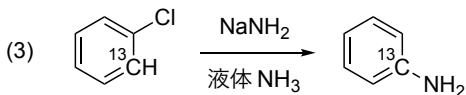
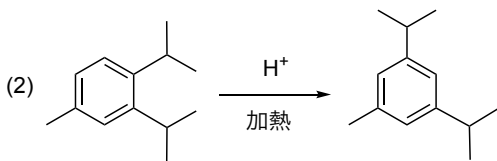
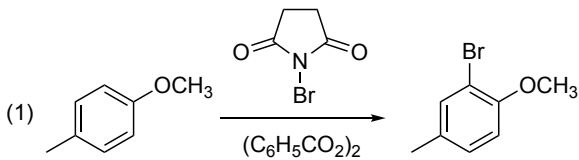
60:40 の割合で S_N1 と S_N2 の置換反応のみを起こす第二級ヨウ化アルキルがある。 ^{127}I 核を含む光学的に純粋な R 体のエナンチオマーに対し、ヨウ化ナトリウム Na^{129}I を作用させ、以下の置換反応を完全に進行させた。この時、反応溶液全体が示す旋光度の値を(A)~(E)から選べ。なお、 ^{127}I もしくは ^{129}I 核を含む純粋な R 体のエナンチオマーの旋光度は、いずれも $+30.0$ とする。



- (A) -18.0
 (B) -12.0
 (C) $+6.00$
 (D) $+12.0$
 (E) $+18.0$

問題5 有機化学

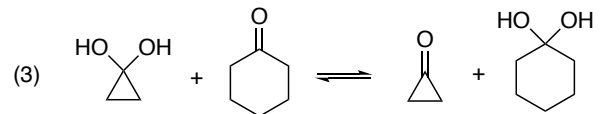
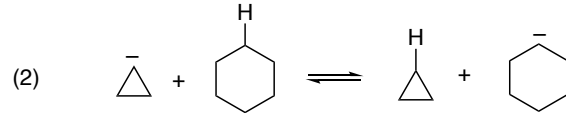
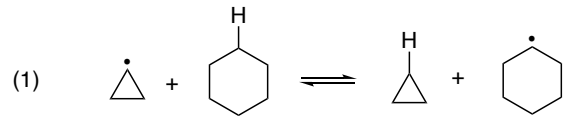
次の(1)~(4)のうち、目的物を主生成物として与えるものはどれか。(A)~(E)から選べ。



- (A) 合成法(1)と(2)
 (B) 合成法(1)と(3)
 (C) 合成法(2)と(3)
 (D) 合成法(2)と(4)
 (E) 合成法(3)と(4)

問題6 有機化学

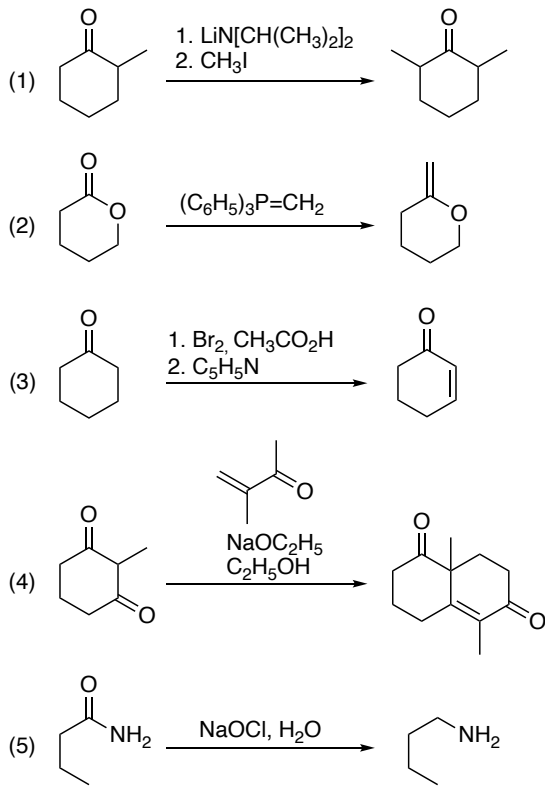
次の(1)~(3)のうち左に偏っている化学平衡式として適切な組み合わせを(A)~(E)から選べ。



- (A) (2)
 (B) (3)
 (C) (1), (2)
 (D) (2), (3)
 (E) (1), (3)

問題 7 有機化学

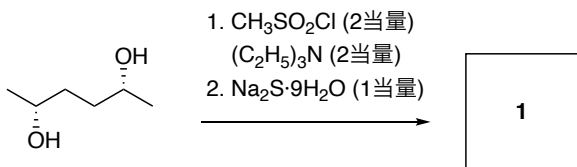
次の変換(1)~(5)によって得られる主生成物として適切な組み合わせを(A)~(E)から選べ。

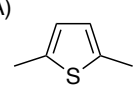

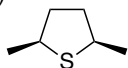
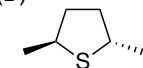
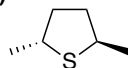


- (A) (1), (3)
 (B) (1), (2), (3), (4)
 (C) (2), (3), (5)
 (D) (3), (5)
 (E) (1), (3), (5)

問題 8 有機化学

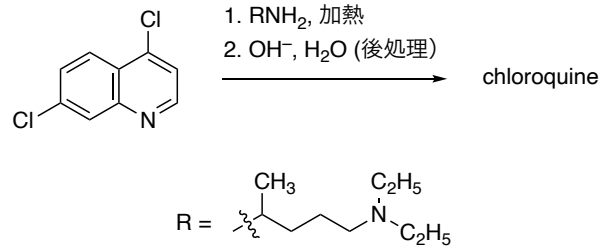
次の反応で得られる化合物 **1** の構造式を(A)~(E)から選べ。

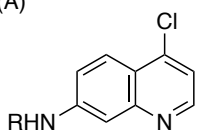
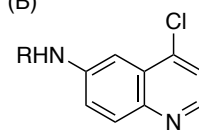
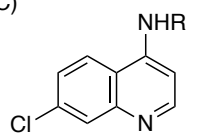
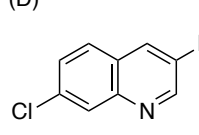
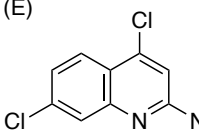


- (A)  (B) 
 (C)  (D)  (E) 

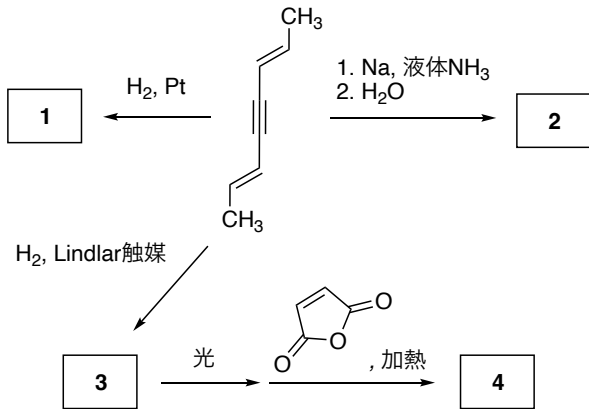
問題 9 有機化学

次の反応で得られる抗マラリア薬 **chloroquine** の構造式として正しいものを(A)~(E)から選べ。



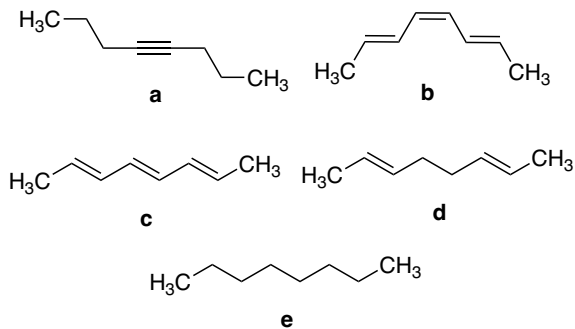
- (A)  (B) 
 (C)  (D) 
 (E) 

アルキン誘導体の還元とその変換反応に関する以下の問題 10 と問題 11 に答えよ。



問題 10 有機化学

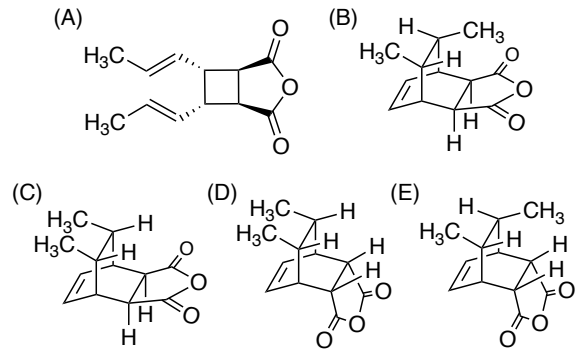
化合物 **1**~**3** として適切な構造式を **a**~**e** から選び、正しい選択肢を(A)~(E)から選べ。



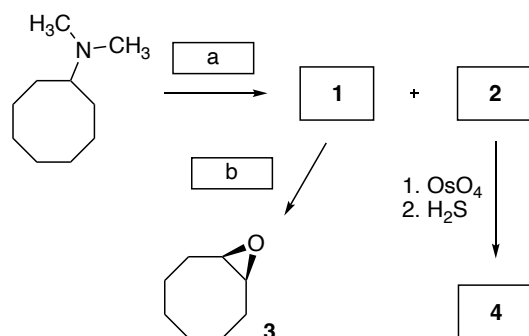
- (A) **1** の構造式は **a** である
 (B) **2** の構造式は **b** である
 (C) **2** の構造式は **c** である
 (D) **3** の構造式は **d** である
 (E) **3** の構造式は **e** である

問題 11 有機化学

主生成物として得られる化合物 **4** の構造式を (A)~(E)から選べ。なお, (B)と(E)はラセミ体である。

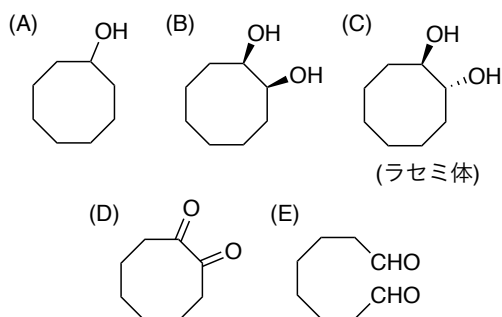


N,N-ジメチルアミノシクロオクタンの変換に関する以下の問題 12 と問題 13 に答えよ。



問題 13 有機化学

化合物 2 から得られる化合物 4 の構造式として適切なものを(A)~(E)から選べ。

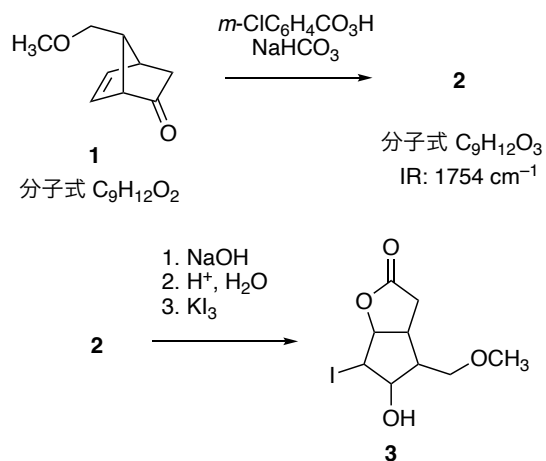


問題 12 有機化学

N,N-ジメチルアミノシクロオクトンは反応条件 a によって分子式が同じである化合物 1 と 2 に変換された。さらに化合物 1 は反応条件 b によって化合物 3 に変換された。反応条件 a と b の適切な組み合わせを(A)~(E)から選べ。

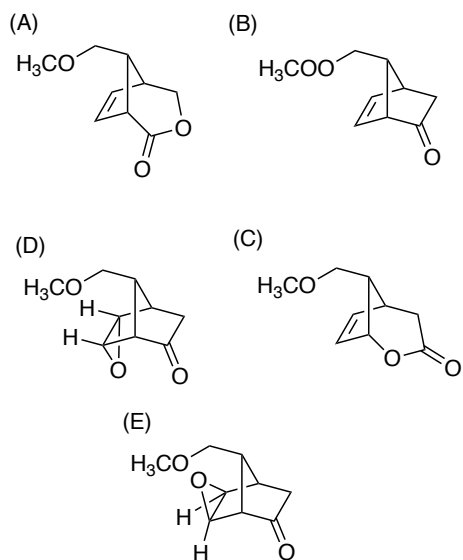
	反応条件 a	反応条件 b
(A)	1. CH ₃ I 2. Ag ₂ O, H ₂ O 3. 加熱	1. O ₃ 2. Zn, CH ₃ CO ₂ H
(B)	1. CH ₃ I 2. Ag ₂ O, H ₂ O 3. 加熱	<i>m</i> -ClC ₆ H ₄ CO ₃ H
(C)	1. CH ₃ I 2. Ag ₂ O, H ₂ O 3. 加熱	KMnO ₄
(D)	HCHO, NaBH ₃ CN, CH ₃ OH	1. O ₃ 2. Zn, CH ₃ CO ₂ H
(E)	HCHO, NaBH ₃ CN, CH ₃ OH	<i>m</i> -ClC ₆ H ₄ CO ₃ H

化合物 **1** に $m\text{-ClC}_6\text{H}_4\text{CO}_3\text{H}$ と NaHCO_3 を作用させたところ、 $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}_3$ の分子式をもつ化合物 **2** が主生成物として得られた。化合物 **2** は $1,754\text{ cm}^{-1}$ に強い赤外 (IR) 吸収を示した。以下の問題 14 と問題 15 に答えよ。



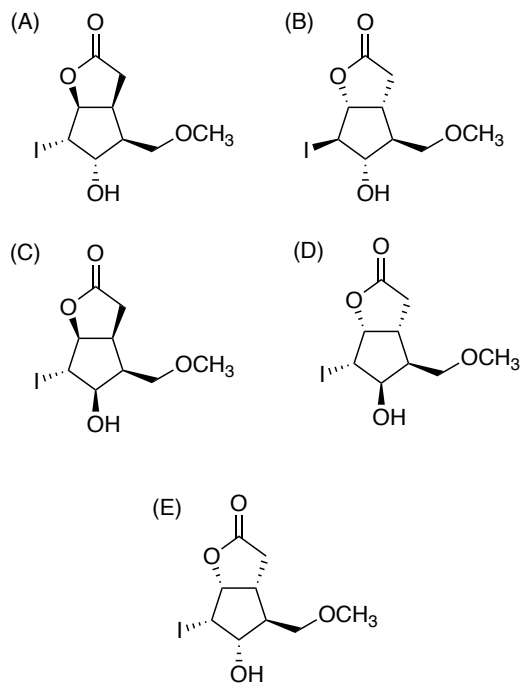
問題 14 有機化学

化合物 **2** の構造式として適切なものを (A)~(E) から選べ。



問題 15 有機化学

化合物 **2** から得られる化合物 **3** の立体構造として適切なものを (A)~(E) から選べ。



無機・分析化学

問題 16 無機・分析化学

誤っているものを(A)~(E)から選べ。

- (A) P 原子に電子を一個与える過程は、発熱過程である。
(B) Na 原子から電子を一個取り去る過程は、発熱過程である。
(C) 第一～第五周期の貴ガス元素は、同周期の元素の中で最も高い第一イオン化エネルギーをもつ。
(D) Rb の一価カチオンの基底電子配置は、Kr 原子の基底電子配置と同じである。
(E) Cu 原子の基底電子配置では、3d 軌道が全て電子で満たされている。

問題 17 無機・分析化学

- (i) F-F
(ii) Cl-Cl
(iii) Br-Br
(iv) I-I

上記の二原子分子の結合エネルギーの大小関係として正しいものを(A)~(E)から選べ。

- (A) (i) > (ii) > (iii) > (iv)
(B) (i) > (iii) > (ii) > (iv)
(C) (ii) > (iii) > (iv) > (i)
(D) (i) > (iv) > (iii) > (ii)
(E) (iv) > (iii) > (ii) > (i)

問題 18 無機・分析化学

常温常圧において常磁性を示す化合物を(A)~(E)から選べ。

- (A) Li₂O
(B) KO₂
(C) H₃PO₄
(D) K₄[Fe(CN)₆]
(E) K₂[Ni(CN)₄]

問題 19 無機・分析化学

(i) [MnO₄]⁻
(ii) [CrO₄]⁻
(iii) [VO₄]⁻
の LMCT 遷移の吸収波長λ (nm)のλの大小関係として正しいものを(A)~(E)から選べ。

- (A) (i) > (ii) > (iii)
(B) (i) > (iii) > (ii)
(C) (ii) > (iii) > (i)
(D) (iii) > (ii) > (i)
(E) (ii) > (i) > (iii)

問題 20 無機・分析化学

分子とその点群の組み合わせで、正しいものを(A)~(E)から選べ。

- (A) CH₄ (O_h)
(B) PF₅ (D_{4h})
(C) SO₃ (C_{3v})
(D) CH₂Cl₂ (C_{2v})
(E) SF₄ (D_{4h})

問題 21 無機・分析化学

アルカリ金属に関する記述として正しいものを(A)~(E)から選べ。

- (A) アルカリ金属の中で最も融点が高いのは Cs である。
(B) アルカリ金属の中で最も第一イオン化エネルギーが低いのは Li である。
(C) 一価カチオンの標準還元電位がもっとも高いのは Cs である。
(D) Na₂ 分子の結合次数は 0 である。
(E) Li は常温で N₂ と反応する。

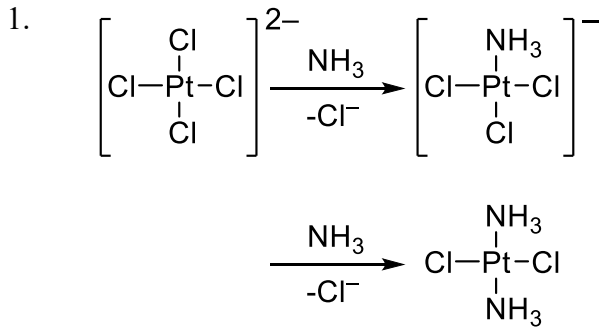
問題 22 無機・分析化学

二番目に pK_a が小さいアクア酸を(A)~(E)から選べ。

- (A) [Na(OH₂)₆]⁺
(B) [Mg(OH₂)₆]²⁺
(C) [Fe(OH₂)₆]²⁺
(D) [Ca(OH₂)₆]²⁺
(E) [Fe(OH₂)₆]³⁺

問題 23 無機・分析化学

錯体に関する以下の記述について、正しい組み合わせを、表の(A)~(E)から選べ。



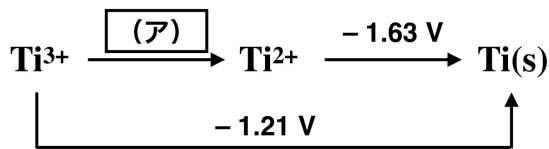
2. $[\text{Cr}(\text{acac})_3]$ には、ジアステレオマーが存在する。ただし、acac: acetylacetonato である。
3. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ は、 $[\text{CN}]^-$ が強場配位子であり、高スピンとなる。

	1	2	3
(A)	○	×	×
(B)	○	○	×
(C)	○	×	○
(D)	×	○	×
(E)	×	×	×

○ : 正しい × : 誤り

問題 24 無機・分析化学

以下に示した酸性溶液におけるチタンの Latimer 図において、(ア)に当てはまる電位として最も適切なものを(A)~(E)から選べ。



- (A) + 0.42 V
 (B) - 0.37 V
 (C) - 0.40 V
 (D) - 0.41 V
 (E) - 0.42 V

問題 25 無機・分析化学

下記の組成の錯体で、異性体の数が 3 となる組み合わせを(A)~(E)から選べ。ただし、M: 金属イオン, a,b,c,d: 単座の配位子, a-b: 二座のキレート配位子, a-a-a: 三座のキレート配位子とする。なお、光学異性体は考慮しなくて良い。

- (i) 平面正方形で $\text{M}(\text{a-b})\text{cd}$
 (ii) 四面体型で $\text{M}(\text{a-b})\text{cd}$
 (iii) 平面正方形で Mab cd
 (iv) 八面体形で Ma_3bcd
 (v) 八面体形で $\text{M}(\text{a-a-a})_2$

- (A) (i), (iii)
 (B) (i), (iv)
 (C) (ii), (iv)
 (D) (iii), (v)
 (E) (ii), (v)

問題 26 無機・分析化学

可視・紫外吸光度測定の説明において下線部が誤っているものを(A)~(E)から選べ。

- (A) Lambert-Beer の法則に従う場合、測定試料溶液の濃度を 2 倍にすると、吸光度は 2 倍になる。
- (B) 吸光度が 1 であるとは、入射光の 10%が吸収されたことを表す。
- (C) 測定溶液中において化合物同士の会合平衡がある場合、この溶液の吸光度は Lambert-Beer の法則に従わないことがある。
- (D) 可視領域の光を吸収しない化合物 X と吸収する化合物 Y を混合すると、 $\text{X} + \text{Y} \rightleftharpoons \text{Z}$ の平衡反応が起こり可視領域の光を吸収する化合物 Z が生成する場合、化合物 X に対して化合物 Y を滴定して測定した可視吸収スペクトルは等吸収点をもたない。
- (E) モル吸光係数は、異なる溶媒を用いた場合、同一化合物であっても必ずしも同じ値とはならない。

問題 27 無機・分析化学

Wilkinson 錯体 $\text{RhCl}(\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3)_3$ に関して誤っている記述を(A)~(E)から選べ。

- (A) 平面 4 配位形の構造である。
- (B) C_{2v} 点群に属する。
- (C) 水素との反応は、トランス付加で進行する。
- (D) 水素との反応で得られる錯体の Rh の形式酸化数は+3 である。
- (E) アルケンの水素化に活性な触媒である。

問題 28 無機・分析化学

酸塩基について正しいものを(A)~(E)から選べ。

- (A) 酸解離定数が小さいほど、簡単にプロトン解離するので、弱い Brønsted 酸である。
- (B) $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{HB}^+$ において、塩基 B の塩基性が弱いほど、共役酸 HB^+ の酸性は弱い。
- (C) $\text{p}K_a$ が 16 であるアルコールの $\text{p}K_a$ を水中で測定する場合、このアルコールに由来するアルコキシドより強い塩基をもちいて酸塩基滴定をすればよい。
- (D) ハロゲン化物イオンの Lewis 塩基性は、原子番号が大きくなるに従って一義的に強くなる。
- (E) Hard and Soft Acids and Bases (HSAB) 則において、 Cu^+ に比べ Cu^{2+} は硬い酸である。

問題 29 無機・分析化学

51.0 mL の 20.0%アンモニア水 (20.0%は質量分率) に水と塩化アンモニウムを加えて、 $\text{pH} = 10.2$ の緩衝液を 100 mL つくりたい。必要な塩化アンモニウムの量として最も適切なものを(A)~(E)から選べ。なお、アンモニアの共役酸 (NH_4^+) の $\text{p}K_a$ は 9.2 とし、アンモニアと塩化アンモニウムの分子量はそれぞれ 17.0, 53.5 とする。また、20.0%アンモニア水の密度は 0.920 g/mL とする。

- (A) 0.30 g
- (B) 0.59 g
- (C) 3.0 g
- (D) 5.9 g
- (E) 12 g

問題 30 無機・分析化学

$\text{W}(\text{CO})_6$ に① 1 当量のフェニルリチウム ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Li}$) を作用させたのち、② 1 当量のヨウ化メチル (CH_3I) を作用させることで錯体(i)が得られる。誤っているものを(A)~(E)から選べ。

- (A) 下線①の反応は C_6H_5^- の、 $\text{W}-\text{C}\equiv\text{O}$ の C 上への求核攻撃である。
- (B) 下線②の反応は CH_3I の他にカルボカチオンを発生する $[(\text{CH}_3)_3\text{O}]^+\text{BF}_4^-$ でも可能である。
- (C) 錯体(i)は $\text{W}=\text{C}$ 結合をもつカルベン錯体である。
- (D) 錯体(i)の W の形式酸化数は 0 である。
- (E) 錯体(i)の W 周りの総電子数は $\text{W}(\text{CO})_6$ と比較して増加する。

物理化学

問題 31 物理化学

半減期が 10 分である 1 次反応を考える。反応を開始して 20 分経過したとき、反応物の濃度は初期値の何%になるか。正しいものを(A)~(E)から選べ。

- (A) 0%
- (B) 15%
- (C) 25%
- (D) 35%
- (E) 45%

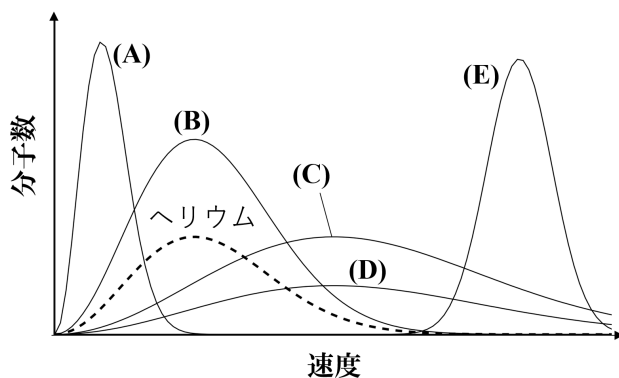
問題 32 物理化学

一定の温度および圧力の下で完全気体を膨張させた際に、この気体になされる仕事 w およびこの気体に輸送される熱 q について正しいものを(A)~(E)から選べ。

- (A) $w = 0, q = 0$
- (B) $w > 0, q > 0$
- (C) $w > 0, q < 0$
- (D) $w < 0, q > 0$
- (E) $w < 0, q < 0$

問題 33 物理化学

300 K における 1 mol のヘリウム (気体) の速度の分布を下図 (破線) に示す。300 K における 1 mol のアルゴン (気体) の速度の分布として最も適切なものを下図の(A)~(E)から選べ。



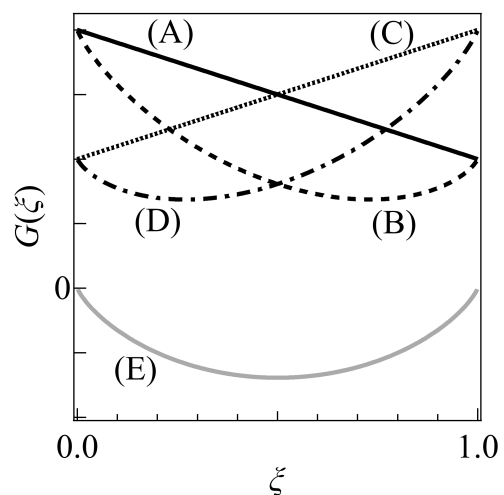
問題 34 物理化学

重水素化メタン CH_3D の結晶では、CD 結合の向きは全くランダムである。0 K における残余エントロピーとして、正しいものを選べ。R は気体定数である。

- (A) $R \ln 1$
- (B) $R \ln(1/2)$
- (C) $R \ln 2$
- (D) $R \ln 3$
- (E) $R \ln 4$

問題 35 物理化学

負の標準反応ギブスエネルギー $\Delta_r G^\ominus$ を持つ気相化学反応 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ について考える。気体 A と B の混合の寄与を考えてギブスエネルギー G を反応進行度 ξ の関数としてプロットした場合、正しいものを図の(A)~(E)の中から選べ。なお、 $\xi = 0$ は気体 A のみが、 $\xi = 1$ は気体 B のみが存在する。



問題 36 物理化学

回転定数 B の 2 原子分子の準位 $J=0$ と $J=4$ の相対占有数 ($N_{J=4}/N_{J=0}$) について正しいものを(A)~(E)から選べ。ただし、温度は T とする。また、 h はプランク定数、 k はボルツマン定数とする。

- (A) $81 \exp(-\frac{4hB}{kT})$
- (B) $9 \exp(-\frac{4hB}{kT})$
- (C) $\exp(-\frac{20hB}{kT})$
- (D) $9 \exp(-\frac{20hB}{kT})$
- (E) $81 \exp(-\frac{20hB}{kT})$

問題 37 物理化学

熱力学の基本式 $dU = TdS - pdV$ は変化の経路に無関係であり、完全気体においては変化が可逆でも不可逆でも成り立つ。(A)~(E)から正しい関係式を選べ。ただし、 U は内部エネルギー、 p は圧力、 V は体積、 T は温度、 S はエントロピーである。

- (A) $(\frac{\partial T}{\partial V})_S = -(\frac{\partial S}{\partial p})_T$
- (B) $(\frac{\partial T}{\partial V})_S = -(\frac{\partial p}{\partial S})_V$
- (C) $(\frac{\partial T}{\partial V})_S = (\frac{\partial V}{\partial S})_p$
- (D) $(\frac{\partial T}{\partial V})_S = (\frac{\partial S}{\partial V})_T$
- (E) $(\frac{\partial T}{\partial V})_S = (\frac{\partial p}{\partial T})_V$

なお、完全微分 $df = gdx + hdy$ について、以下の関係が成立する。

$$(\frac{\partial g}{\partial y})_x = (\frac{\partial h}{\partial x})_y$$

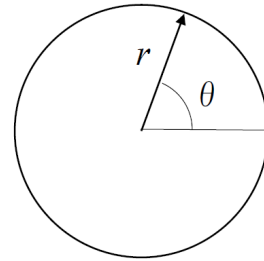
問題 38 物理化学

位置 x に関する 2 つの演算子 $\hat{A} = i d/dx$ 、 $\hat{B} = x$ を考える。交換子 $[\hat{A}, \hat{B}]$ として正しいものを次の(A)~(E)から選べ。 i は虚数単位である。

- (A) 0
- (B) 1
- (C) i
- (D) $-i$
- (E) $i - ix d/dx$

問題 39 物理化学

半径 r の円環上を自由運動する電子の波動関数は、 $\psi = Ae^{ik\theta}$ で与えられる。以下の記述のうち、正しいものを(A)~(E)から選べ。 i は虚数単位である。



- (A) この問題を解くための境界条件は、 $\psi(\theta) = \psi(\theta + \pi)$ である。
- (B) 許される k の値は、0 以上のすべての整数である。
- (C) すべてのエネルギー状態は、2 重に縮重している。
- (D) すべての状態で、角運動量は 0 ではない。
- (E) 規格化定数は、 $A = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}$ である。

問題 40 物理化学

試行関数 ϕ を関数 f_1 および f_2 の一次結合

$$\phi = c_1 f_1 + c_2 f_2$$

で与える。 ϕ によるハミルトニアン \hat{H} の期待値の最小値として適切なものを(A)~(E)から選べ。

ただし,

$$H_{ij} = \int f_i^* \hat{H} f_j d\tau,$$

$$S_{ij} = \int f_i^* f_j d\tau$$

と定義すると,

$$H_{11} = 5, \quad H_{12} = H_{21} = 3, \quad H_{22} = -3,$$

$$S_{11} = S_{22} = 1, \quad S_{12} = S_{21} = 0$$

で与えられるとする。

- (A) -6
- (B) -4
- (C) 0
- (D) 4
- (E) 6

問題 41 物理化学

直線分子である二酸化炭素(CO₂)の基準振動は対称伸縮(ν_1), 変角 (ν_2), および逆対称伸縮(ν_3)の3つのモードをもつ。このうち, 赤外活性およびラマン活性を示す振動モードの組み合わせとして正しいものを(A)~(E)から選べ。

	赤外活性	ラマン活性
(A)	ν_1, ν_2	ν_3
(B)	ν_2, ν_3	ν_1
(C)	ν_3, ν_1	ν_2
(D)	ν_1, ν_2, ν_3	ν_1, ν_2, ν_3
(E)	なし	なし

問題 42 物理化学

原子の電子構造に関する以下の記述のうち, 誤っているものを(A)~(E)から選べ。

- (A) 原子軌道の主量子数を $n = 1, 2, 3, \dots$ とすると, 角運動量(方位)量子数 $l = 1, 2, \dots, n$, 磁気量子数 $m_l = l, l-1, l-2, \dots, -l$ の軌道が存在する。
- (B) 水素原子から放出される光のスペクトル線の波数 $\tilde{\nu}$ は以下の式で表される。

$$\tilde{\nu} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

- ただし, $n_1 = 1, 2, 3, \dots$, $n_2 = n_1 + 1, n_1 + 2, n_1 + 3, \dots$ である。また, R_H は水素原子のリュードベリ定数である。
- (C) 原子番号 Z の水素様原子のハミルトニアンは, 水素原子のハミルトニアンにおけるポテンシャル項の e^2 を Ze^2 に置き換えることで表すことができる。
- (D) 多電子原子では, 価電子が受ける核からの引力は, 内殻などの電子による遮蔽(へい)効果により低下する。
- (E) 中性の原子から電子を1個取り除くのに要する最小のエネルギーを第一イオン化エネルギーという。

問題 43 物理化学

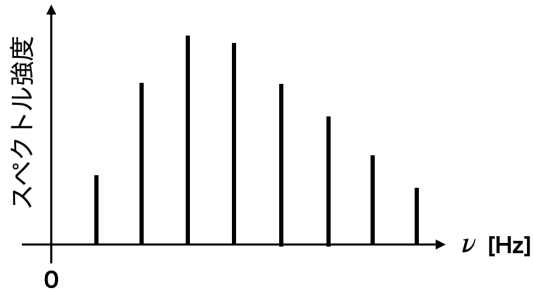
O₂分子の基底状態に関する記述(A)~(E)のうち下線部が誤っているものを選べ。ただし, O₂分子の価電子の電子配置は以下である。

$$(\sigma_g 2s)^2 (\sigma_u 2s)^2 (\sigma_g 2p_z)^2 (\pi_u 2p_x)^2 (\pi_u 2p_y)^2 (\pi_g 2p_x)^1 (\pi_g 2p_y)^1$$

- (A) 三重項である。
- (B) 常磁性である。
- (C) 結合長は O₂⁻より長い。
- (D) $\pi_g 2p_x$ と $\pi_g 2p_y$ は縮重している。
- (E) 結合次数は 2 である。

問題 44 物理化学

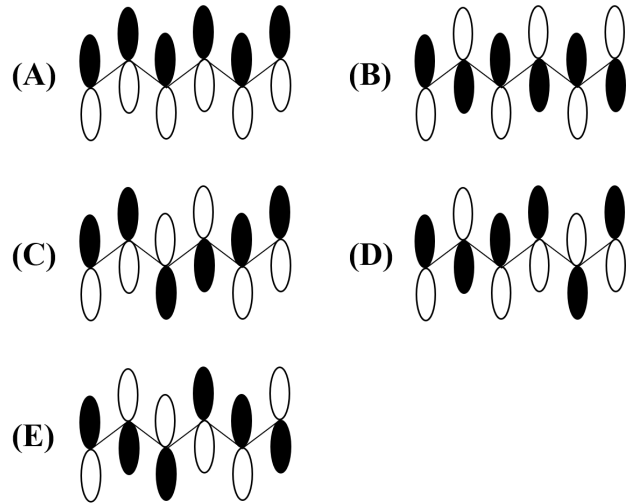
下図にマイクロ波領域における CO 分子の吸収スペクトルを示す。スペクトル線の間隔は **ア** で表され、これから **イ** が求められる。空欄に入る語として正しい組み合わせを次の(A)~(E)から選べ。ただし、 ω_e , $\omega_e x_e$ は振動定数、 B は回転定数である。



- (A) ω_e , 力の定数
- (B) $\omega_e/2$, 零点エネルギー
- (C) $\omega_e x_e$, 結合エネルギー
- (D) $2B$, 核間距離
- (E) B , 回転温度

問題 45 物理化学

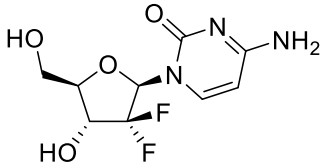
1, 3, 5-ヘキサトリエンの6個の π 電子に関して、ヒュッケル法から分子軌道を求めた。最低空軌道(LUMO)として最も適切なものを下図の(A)~(E)から選べ。ただし、色の違い(白と黒)は位相の違いを表す。



生物化学

問題 46 生物化学

抗癌剤として知られているゲムシタビンの構造を以下に示す。ゲムシタビンが塩基対を組む塩基として最も適切なものを(A)~(E)から選べ。



- (A) チミン
- (B) ウラシル
- (C) アデニン
- (D) グアニン
- (E) シトシン

問題 47 生物化学

mRNAに関する以下の記述(1)~(3)について、正しいものは○、誤っているものは×として、正しい組み合わせを表の(A)~(E)から選べ。

- (1) DNA の転写開始位置周辺では、AT 塩基対よりも GC 塩基対の割合が高い。
- (2) 真核生物の mRNA の 5'末端には、通常キャップ構造が存在する。
- (3) 真核生物の翻訳では多数のリボソームが一つの mRNA に結合し、同時に複数の翻訳反応が進行する。

	(1)	(2)	(3)
(A)	×	○	×
(B)	○	○	○
(C)	×	×	×
(D)	×	○	○
(E)	○	×	×

問題 48 生物化学

タンパク質合成の終結因子が促進する反応として正しいものを(A)~(E)から選べ。

- (A) キャップ付加反応
- (B) アミド結合の形成反応
- (C) エステルの加水分解反応
- (D) メチオニンのホルミル化反応
- (E) アミノアシル化反応

問題 49 生物化学

翻訳反応に関する以下の記述(1)~(4)について、正しいものは○、誤っているものは×として、正しい組み合わせを表の(A)~(E)から選べ。

- (1) tRNA のアミノ酸結合部位があるのは 5'末端である。
- (2) mRNA の翻訳の向きは 3'→5'である。
- (3) タンパク質の生合成では、ペプチド鎖はアミノ末端からカルボキシ末端に向けて伸長する。
- (4) 1 分子の tRNA アミノアシル化には、1 分子の NADH が消費される。

	(1)	(2)	(3)	(4)
(A)	×	×	○	×
(B)	○	×	×	○
(C)	×	×	○	○
(D)	×	○	×	×
(E)	○	×	○	○

問題 50 生物化学

生体高分子の電気泳動に関する以下の記述 (A)~(E)について、正しい説明を選べ。

- (A) SDS-PAGE では、タンパク質の高次構造を解消し、正電荷を付与するため SDS を加えて加熱する必要がある。
- (B) 核酸は陽極から陰極の方向に泳動される。
- (C) RNA の変性 PAGE では、高次構造の解消、および負電荷の付与を目的として尿素を加える。
- (D) 長鎖 DNA は、分子ふるい効果が低いアガロースゲルで電気泳動を行う。
- (E) SDS は還元性が高いため、ジスルフィド結合を切断し、タンパク質の高次構造を解消する効果がある。

問題 51 生物化学

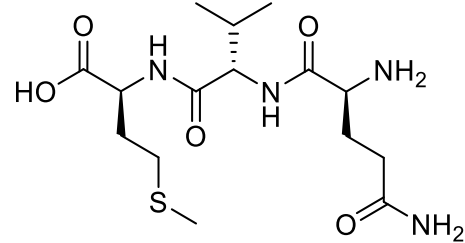
クロマトグラフィーに関する以下の記述 (1)~(3)について、正しいものは○、誤っているものは×として、正しい組み合わせを表の(A)~(E)から選べ。

- (1) イオン交換クロマトグラフィーでは、カルボキシメチル基をつけた担体が陰イオン交換体として用いられる。
- (2) 金属キレートアフィニティクロマトグラフィーでは、タンパク質の精製に溶出液の pH 変化も利用される。
- (3) ゲルろ過クロマトグラフィーでは、一般的に単量体タンパク質が多量体タンパク質よりも先に溶出される。

	(1)	(2)	(3)
(A)	○	○	×
(B)	×	○	×
(C)	○	×	○
(D)	×	×	○
(E)	○	×	×

問題 52 生物化学

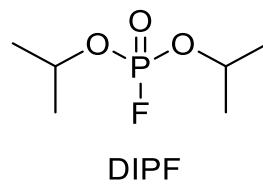
下に示すトリペプチドの表記法として最も適切なものを、(A)~(E)から選べ。



- (A) Gln-Val-Met
- (B) Met-Val-Gln
- (C) Asn-Val-Met
- (D) Met-Val-Asn
- (E) Asn-Leu-Met

問題 53 生物化学

アセチルコリンエステラーゼの阻害剤である DIPF は、酵素活性部位のアミノ酸と反応し、その酵素活性を不可逆的に阻害する。このアミノ酸として適切なものを(A)~(E)から選べ。



- (A) メチオニン
- (B) セリン
- (C) アスパラギン
- (D) プロリン
- (E) トリプトファン

問題 54 生物化学

リシンの等電点 pI について、最も値に近いものを(A)~(E)から選べ。ただし、リシンの解離基の pK 値はそれぞれ、主鎖カルボキシ基 $pK_1=2.16$ 、主鎖アミノ基の共役酸 $pK_2=9.06$ 、側鎖アミノ基の共役酸 $pK_R=10.54$ とする。

- (A) 5.6
- (B) 7.3
- (C) 9.1
- (D) 9.8
- (E) 10.5

問題 55 生物化学

アミノ酸、ペプチド、タンパク質に関する以下の記述(1)~(3)について、正しいものは○、誤っているものは×として、正しい組み合わせを表の(A)~(E)から選べ。

- (1) 標準アミノ酸 20 種において、側鎖に不斉炭素が存在するアミノ酸は、1 種類である。
- (2) プロリンは、ペプチド主鎖の屈曲を起こし、 α ヘリックス形成に適さない。
- (3) タンパク中のペプチド結合では、シス型をとるものも存在する。

	(1)	(2)	(3)
(A)	○	×	○
(B)	○	×	×
(C)	○	○	○
(D)	×	○	×
(E)	×	○	○

問題 56 生物化学

脂質に関する以下の記述(1)~(3)について、正しいものは○、誤っているものは×として、正しい組み合わせを表の(A)~(E)から選べ。

- (1) 脂質 2 重膜の相転移温度は、構成する脂肪酸の不飽和度が上がると、低下する。
- (2) 脂肪酸の代謝過程である β 酸化において、各反応サイクルで脂肪酸は 3 炭素分短縮される。
- (3) 細胞膜表面の負電荷は、構成する脂肪酸のカルボン酸に起因する。

	(1)	(2)	(3)
(A)	×	×	×
(B)	×	○	○
(C)	○	×	○
(D)	×	○	×
(E)	○	×	×

問題 57 生物化学

NADPH は、NADH 分子に含まれる五員環の単糖 **ア** の一つの水酸基にリン酸基が結合したものである。細胞において NADPH と NADH の果たす役割は大きく異なる。例えば ATP の合成では **イ** が利用されるのに対し、**ウ** は脂肪酸やコレステロールなどの生合成に **エ** として利用される。ア~エに入る語句として、正しい組み合わせを表の(A)~(E)から選べ。

	ア	イ	ウ	エ
(A)	リボース	NADH	NADPH	還元剤
(B)	リボース	NADPH	NADH	酸化剤
(C)	リボース	NADH	NADPH	酸化剤
(D)	アデニン	NADPH	NADH	還元剤
(E)	アデニン	NADH	NADPH	酸化剤

問題 58 生物化学

ミトコンドリア膜やチラコイド膜での電子伝達系に関する以下の記述(1)~(4)のうち、正しいものはいくつあるか。(A)~(E)から選べ。

- (1) 電子伝達系では、電子を膜間部分からマトリックスへと移動させて、膜をはさんだ電位を発生させる。
- (2) 電気化学的勾配は、脂質膜を挟んだ電荷の差と、膜を挟んだイオン濃度の差という二つの部分から構成される。
- (3) 補酵素 Q とシトクロム *c* は、ともに移動可能な電子キャリアである。
- (4) 植物細胞において、ATP はチラコイド内腔で合成される。

- (A) すべて誤り
(B) 1つ
(C) 2つ
(D) 3つ
(E) 4つ

問題 59 生物化学

糖新生は、その多くが解糖の逆反応を利用している。糖新生に関する以下の記述(1)~(4)のうち、正しいものはいくつあるか。(A)~(E)から選べ。

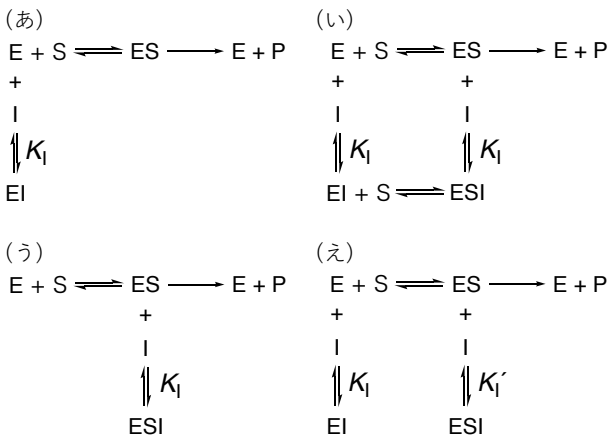
- (1) 糖新生は、ピルビン酸、乳酸、脂肪酸などからグルコースを生合成する代謝経路である。
- (2) 糖新生は主にミトコンドリア内で行われる。
- (3) グルコース 6-リン酸からグルコースを生成する酵素反応は不可逆である。
- (4) ホスホフルクトキナーゼは、糖新生の律速酵素である。

- (A) すべて誤り
(B) 1つ
(C) 2つ
(D) 3つ
(E) 4つ

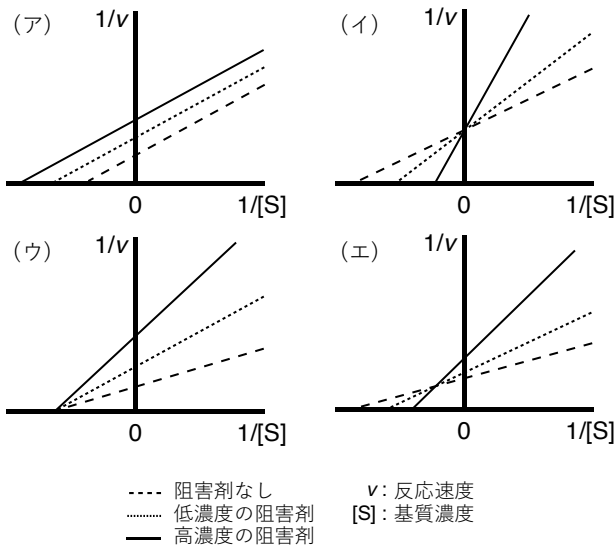
問題 60 生物化学

ある酵素 E はミカエリス・メンテン式に従って基質 S と反応し，生成物 P を与える。この反応系に阻害剤 I を加えた場合の反応様式と Lineweaver-Burk プロットの組み合わせとして，適切なものを(A)~(E)から選べ。ただし， K_I および K_I' は阻害定数であり， $K_I \neq K_I'$ とする。

反応様式



Lineweaver-Burkプロット



- (A) (あ) と (ア)
- (B) (い) と (イ)
- (C) (う) と (ウ)
- (D) (え) と (エ)
- (E) どれも正しくない