

化学

上級レベル・標準レベル

試験見本

試験問題 1、2、3

2016年 第1回試験

目次

- 化学 上級レベル 試験問題 1 試験見本
- 化学 上級レベル 試験問題 1 マークスキーム
- 化学 上級レベル 試験問題 2 試験見本
- 化学 上級レベル 試験問題 2 マークスキーム
- 化学 上級レベル 試験問題 3 試験見本
- 化学 上級レベル 試験問題 3 マークスキーム
- 化学 標準レベル 試験問題 1 試験見本
- 化学 標準レベル 試験問題 1 マークスキーム
- 化学 標準レベル 試験問題 2 試験見本
- 化学 標準レベル 試験問題 2 マークスキーム
- 化学 標準レベル 試験問題 3 試験見本
- 化学 標準レベル 試験問題 3 マークスキーム

化学
上級レベル(HL)
試験問題 1

試験見本

1 時間

受験者への注意事項

- 指示があるまでこの冊子を開いてはいけません。
- すべての設問に答えなさい。
- 各問とも、選択肢の中から最も適切なものを選び、解答用紙に記号を書きなさい。
- 参照用の周期表はこの冊子の2ページにあります。
- この試験は**[40点]**満点です。

周期表

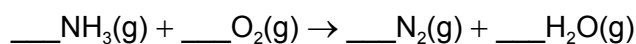
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H 1.01			原子番号															2 He 4.00
2	3 Li 6.94	4 Be 9.01		元素記号														9 F 19.00	10 Ne 20.18
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31		原子量														17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.90	
5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29	
6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57† La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89‡ Ac (227)	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (269)	107 Bh (270)	108 Hs (269)	109 Mt (278)	110 Ds (281)	111 Rg (281)	112 Cn (285)	113 Unt (286)	114 Uug (289)	115 Uup (288)	116 Uuh (293)	117 Uus (294)	118 Uuo (294)	
			†	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97		
			‡	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)		

1. 状態変化が吸熱過程であるのはどれですか。

- I. 凝縮
- II. 融解
- III. 昇華

- A. IおよびIIのみ
- B. IおよびIIIのみ
- C. IIおよびIIIのみ
- D. I、IIおよびIII

2. できるだけ小さい整数を用いてアンモニアの燃焼の反応式を釣り合わせた場合、係数の合計はどれになるか次の中から選びなさい。



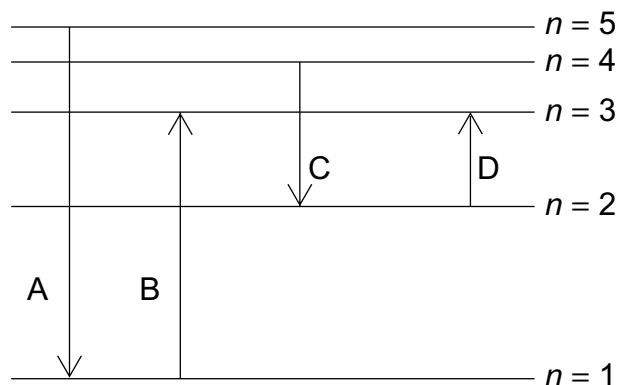
- A. 6
- B. 12
- C. 14
- D. 15

3. 5.00gの炭酸カルシウムを加熱したところ、2.40gの酸化カルシウムが生成されました。酸化カルシウムの収量を正しくパーセンテージで表したものを次の中から選びなさい。
($M_r(\text{CaCO}_3) = 100$; $M_r(\text{CaO}) = 56$)



- A. $\frac{56 \times 5.00 \times 100}{2.40}$
- B. $\frac{2.40 \times 100 \times 100}{56 \times 5.00}$
- C. $\frac{56 \times 5.00 \times 100}{2.40 \times 100}$
- D. $\frac{2.40 \times 100}{56 \times 5.00}$

4. 最も短い波長の放射を吸収すると思われる電子遷移を次の中から選びなさい。



5. Fe^{2+} イオンの電子配置を次の中から選びなさい。

- A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$
- B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$
- C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$
- D. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

6. 第2族に属する元素を次の中から選びなさい。

	第一イオン化エネルギー / kJ mol^{-1}	第二イオン化エネルギー / kJ mol^{-1}	第三イオン化エネルギー / kJ mol^{-1}	第四イオン化エネルギー / kJ mol^{-1}
A.	1402	2856	4578	7475
B.	590	1145	4912	6474
C.	403	2632	3900	5080
D.	578	1817	2745	11578

7. fブロック元素を次の中から選びなさい。

- A. Be
- B. Ce
- C. Ge
- D. Re

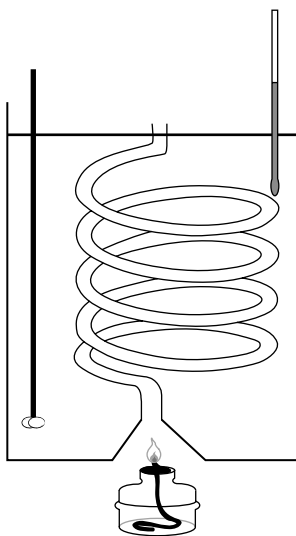
8. 周期表の第1族において下にいくほど増加する性質を次の中から選びなさい。
- A. 融点
 - B. 第一イオン化エネルギー
 - C. 原子半径
 - D. 電気陰性度
9. 鉄(II)および6個のシアニ化物イオン CN^- で形成される錯イオン全体の電荷を次の中から選びなさい。
- A. 4+
 - B. 4-
 - C. 8-
 - D. 8+
10. 遷移金属錯体イオンについての正しい説明を次の中から選びなさい。
- A. d軌道のエネルギーの差は金属の酸化状態とは関係がない。
 - B. 錯体の色は電子が高いエネルギー準位から低いエネルギー準位に戻る際に放出される光によって生じる。
 - C. 錯体の色は電子が高いエネルギー準位から低いエネルギー準位に移動する際に吸収される光の色である。
 - D. d軌道のエネルギーの差は配位子の性質と関係がある。
11. イオン結合についての最も的確な説明を次の中から選びなさい。
- A. 逆の電荷をもつイオン間の静電気引力
 - B. 陽イオンと電子の間の静電気引力
 - C. 核間の結合において共有電子に向かう核の静電気引力
 - D. 核間の静電気引力

12. ファンデルワールス力に含まれる分子間力はどれですか。
- I. ロンドン分散力
 - II. 双極子-誘起双極子相互作用
 - III. 双極子-双極子相互作用
- A. IおよびIIのみ
 - B. IおよびIIIのみ
 - C. IIおよびIIIのみ
 - D. I、IIおよびIII
13. 極性が最も低い結合を次の中から選びなさい。
- A. CO_2 中の $\text{C}=\text{O}$
 - B. CH_4 中の $\text{C}-\text{H}$
 - C. CCl_4 中の $\text{C}-\text{Cl}$
 - D. CH_3NH_2 中の $\text{N}-\text{H}$
14. 各分子において9個のシグマ (δ) 結合と2個のパイ (π) 結合を含んでいる化合物の組み合わせを次の中から選びなさい。
- A. $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ と $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
 - B. CH_3COCH_3 と $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
 - C. $\text{CHCCH}_2\text{CH}_3$ と $\text{CH}_2\text{CHCHCH}_2$
 - D. CH_3COH と $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

15. sp^2 混成軌道をもつ原子を含んでいる分子を次の中から選びなさい。

- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
- B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}$
- C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$
- D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCHCH}_3$

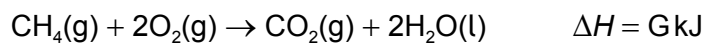
16. 0.46gのエタノールを水で満たした熱量計の下で燃焼させると、500gの水の温度は3.0K上昇します。(エタノールのモル質量 = 46g mol^{-1} ; 水の比熱容量 = $4.18\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$; $q = mc\Delta T$)



燃焼エンタルピー ΔH_c を kJ mol^{-1} で表したものはどれになるか次の中から選びなさい。

- A. $-\frac{500 \times 4.18 \times 3.0 \times 46}{0.46}$
- B. $-\frac{500 \times 4.18 \times (273 + 3.0) \times 46}{0.46 \times 1000}$
- C. $-\frac{500 \times 4.18 \times 3.0 \times 46}{0.46 \times 1000}$
- D. $-\frac{0.46 \times 1000}{500 \times 4.18 \times 3.0 \times 46}$

17. 下のデータに基づき、メタンの標準生成エンタルピー ΔH_f^\ominus はどれになるか次の中から選びなさい。



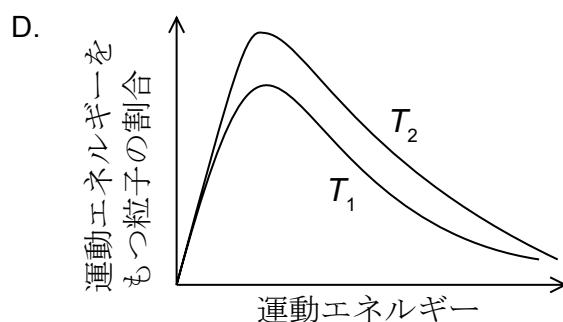
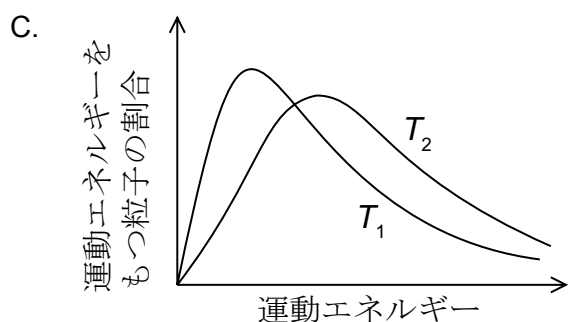
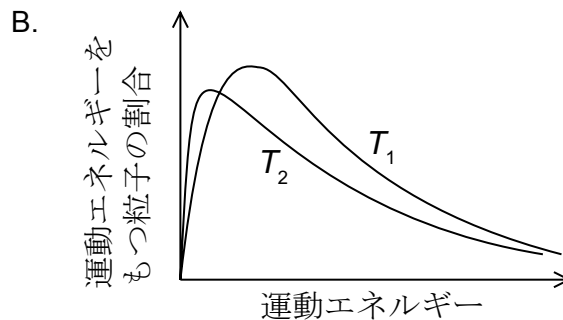
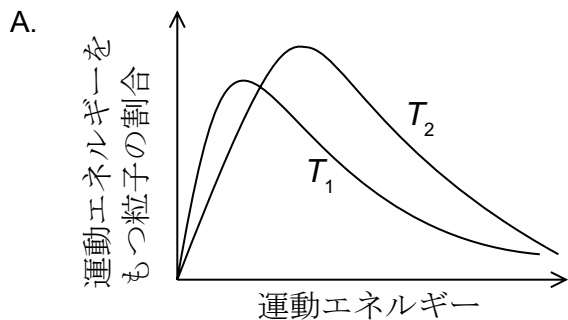
- A. $E + F + G$
 B. $E + F - G$
 C. $E + 2F + G$
 D. $E + 2F - G$
18. 格子エンタルピーが最も大きくなる組み合わせを次の中から選びなさい。

	陽イオンの半径 / nm	陰イオンの半径 / nm	陽イオンの電荷	陰イオンの電荷
A.	0.100	0.185	2+	2-
B.	0.102	0.180	1+	1-
C.	0.149	0.180	1+	1-
D.	0.100	0.140	2+	2-

19. ΔS が正の値になる反応を次の中から選びなさい。

- A. $\text{CaCO}_3\text{(s)} \rightarrow \text{CaO(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$
 B. $\text{H}_2\text{O(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O(s)}$
 C. $2\text{KI(aq)} + \text{Pb(NO}_3)_2\text{(aq)} \rightarrow \text{PbI}_2\text{(s)} + 2 \text{KNO}_3\text{(aq)}$
 D. $2\text{ZnS(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{ZnO(s)} + 2\text{SO}_2\text{(g)}$

20. 2つの異なる温度、 T_1 と T_2 (ただし T_2 は T_1 より高い)における同量の気体のマクスウェル・ボルツマン分布を示しているグラフを次の中から選びなさい。



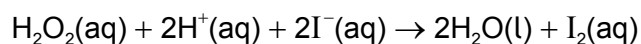
21. 他の条件が一定であるときにこの反応を加速させる変化はどれですか。



- I. 炭酸カルシウムの量を増やす。
- II. 反応混合物の温度を上昇させる。
- III. 塩酸の濃度を増加させる。

- A. IおよびIIのみ
- B. IおよびIIIのみ
- C. IIおよびIIIのみ
- D. I、IIおよびIII

22. 一定の温度で次の反応速度が得られました。



最初の $[\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})]$ / mol dm^{-3}	最初の $[\text{H}^+(\text{aq})]$ / mol dm^{-3}	最初の $[\text{I}^-(\text{aq})]$ / mol dm^{-3}	反応初速度 / $\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$
0.005	0.05	0.015	1.31×10^{-6}
0.01	0.05	0.015	2.63×10^{-6}
0.01	0.05	0.03	5.25×10^{-6}
0.01	0.1	0.03	5.25×10^{-6}

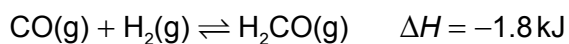
この反応の全反応次数を次の中から選びなさい。

- A. 0
- B. 1
- C. 2
- D. 3

23. 反応が自発的に進む可能性が**最も高い**ものを次の中から選びなさい。

	エンタルピーの変化	エントロピー
A.	発熱性	エントロピーの減少
B.	発熱性	エントロピーの増加
C.	吸熱性	エントロピーの減少
D.	吸熱性	エントロピーの増加

24. メタナール $\text{H}_2\text{CO}(\text{g})$ の最も高い平衡収率が得られる条件を次の中から選びなさい。



	圧力	温度
A.	高い	低い
B.	高い	高い
C.	低い	高い
D.	低い	低い

25. 終了に向かっている反応の特徴を最も良く示している温度と平衡定数の組み合わせを次の中から選びなさい。(参考式 $\Delta G = -RT \ln K$)

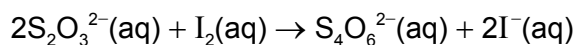
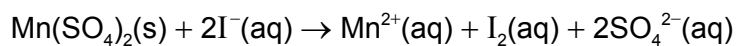
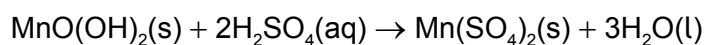
	温度	平衡定数
A.	高い	> 1
B.	高い	< 1
C.	低い	> 1
D.	低い	< 1

26. 両性でないものを次の中から選びなさい。

- A. H_2O
- B. HPO_4^{2-}
- C. H_2PO_4^-
- D. H_3O^+

27. ある溶液のpHが3から5に変化する場合、水素イオンの濃度はどうなるか次の中から選びなさい。
- A. 2倍になる。
 - B. 100倍になる。
 - C. 2分の1になる。
 - D. 100分の1になる。
28. ルイス塩基についての正しい説明を次の中から選びなさい。
- A. 電子対を供与し、求核剤として作用する。
 - B. 電子対を受容し、求核剤として作用する。
 - C. 電子対を供与し、求電子剤として作用する。
 - D. 電子対を受容し、求電子剤として作用する。
29. pH < 7の緩衝液になる混合物を次の中から選びなさい。
- A. $50 \text{ cm}^3 0.10 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NH}_4\text{Cl}(\text{aq}) + 50 \text{ cm}^3 0.10 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NH}_3(\text{aq})$
 - B. $50 \text{ cm}^3 0.10 \text{ mol dm}^{-3} \text{ HCl}(\text{aq}) + 100 \text{ cm}^3 0.10 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NH}_3(\text{aq})$
 - C. $50 \text{ cm}^3 0.10 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NaOH}(\text{aq}) + 100 \text{ cm}^3 0.10 \text{ mol dm}^{-3} \text{ CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$
 - D. $50 \text{ cm}^3 0.10 \text{ mol dm}^{-3} \text{ H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 100 \text{ cm}^3 0.10 \text{ mol dm}^{-3} \text{ NH}_3(\text{aq})$

30. 下の反応式は水に溶け込んだ酸素の濃度を測定するウインクラー法にともなう反応を表したものです。

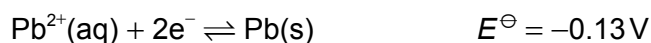
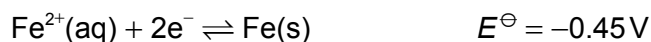
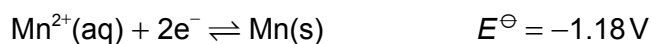


1.00 mol の溶存酸素によって生じるヨウ素 $\text{I}_2(\text{aq})$ と反応するのに必要なチオ硫酸イオン $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ の量をモルで表すとどれになるか次の中から選びなさい。

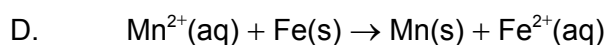
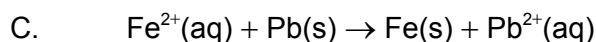
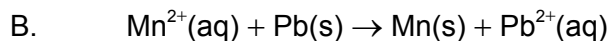
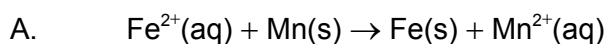
- A. 2.00
 - B. 3.00
 - C. 4.00
 - D. 6.00
31. 熔融塩化ナトリウムを電気分解したときの生成物を次の中から選びなさい。

	カソード	アノード
A.	水素	塩素
B.	ナトリウム	塩化物
C.	ナトリウム	塩素
D.	塩素	ナトリウム

32. いくつかの半反応式の E^\ominus は下のとおりです。



標準状態で自発的に進む反応を次の中から選びなさい。



33. 0.50 mol dm^{-3} の硫酸銅(II)の水溶液 $\text{CuSO}_4(\text{aq})$ 50.0 cm^3 を 0.50 A の電流で 30 分間、電気分解します。カソードに付着した銅の質量(g)を次の中から選びなさい。
($M(\text{Cu}) = 64\text{ g mol}^{-1}$; ファラデー定数 (F) = 96500 C mol^{-1})

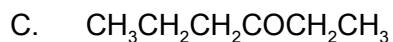
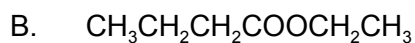
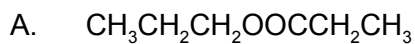
A. $\frac{50.0 \times 0.50 \times 64}{1000}$

B. $\frac{0.50 \times 30 \times 64}{96500 \times 2}$

C. $\frac{0.50 \times 30 \times 60 \times 64}{96500 \times 2}$

D. $\frac{50.0 \times 0.50 \times 64}{1000 \times 2}$

34. プロピオン酸プロピルを次の中から選びなさい。

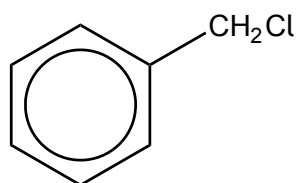


35. 付加重合体を形成できるものを次の中から選びなさい。

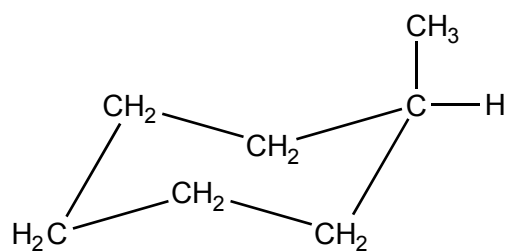
- A. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CHCHCH}_2\text{NH}_2$
- B. $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{CO}_2\text{H}$
- C. $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$
- D. $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$

36. 求電子置換反応によりメチルベンゼンから形成できるベンゼン誘導体を次の中から選びなさい。

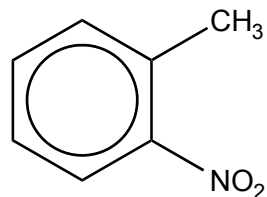
A.



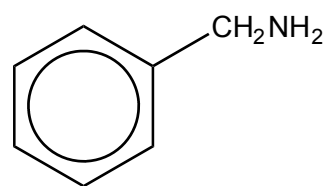
B.



C.



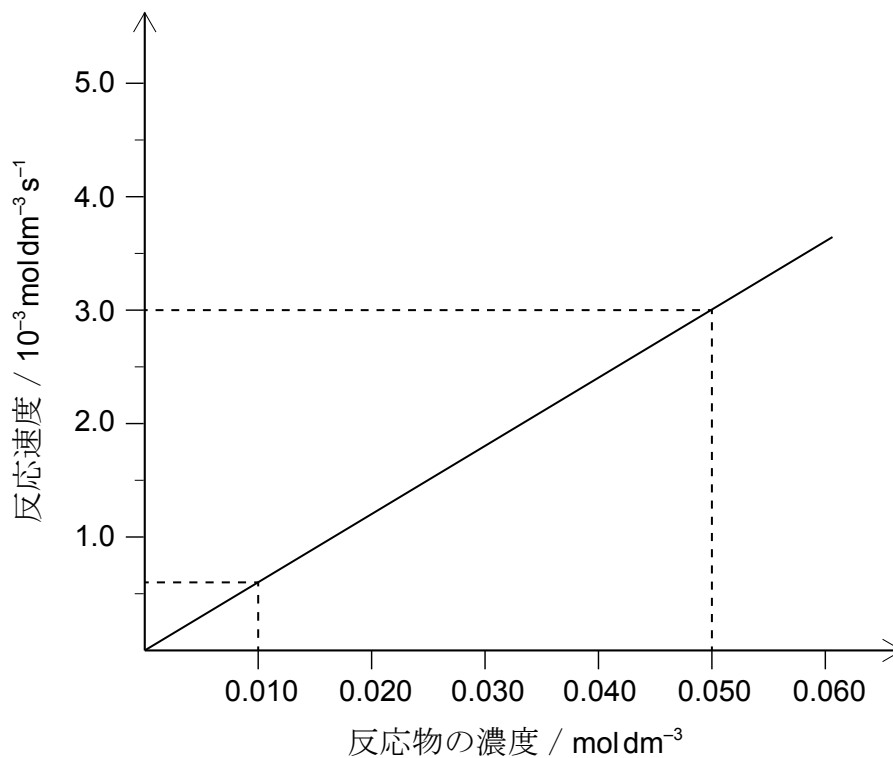
D.



37. 2つのエナンチオマー型が存在する化合物を次の中から選びなさい。

- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CBr}_2\text{CH}_3$
- B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3$
- C. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2\text{Br}$
- D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$

38. 勾配の値および単位を正しく表している組み合わせを次の中から選びなさい。

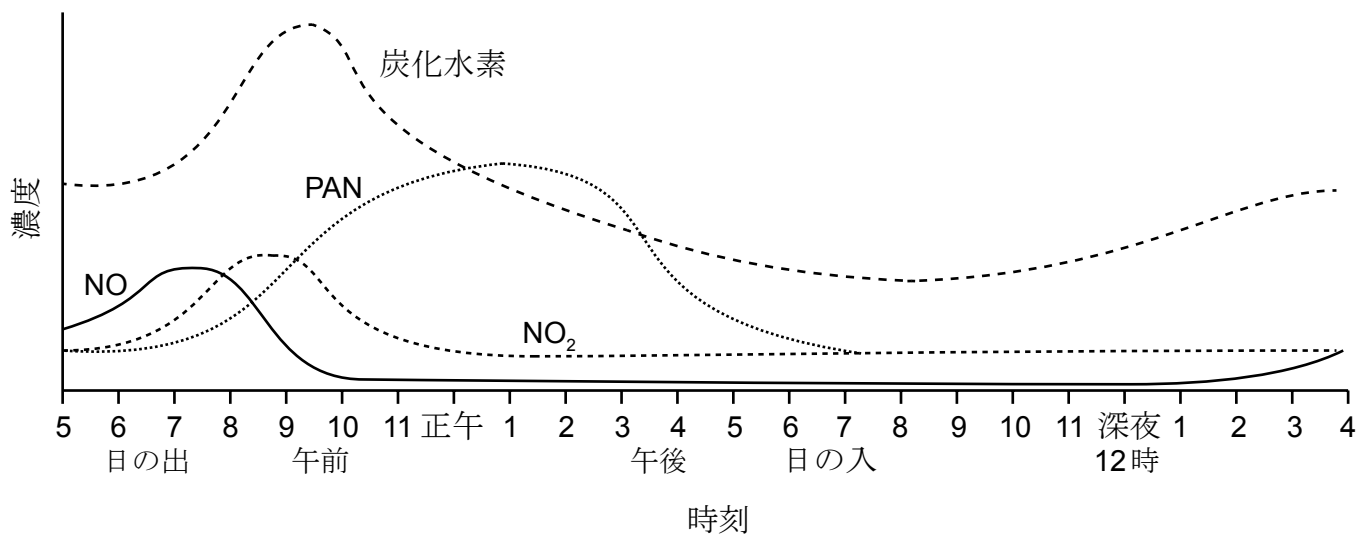


	値	単位
A.	$\frac{3.0 \times 10^{-3} - 0.6 \times 10^{-3}}{0.050 - 0.010}$	s^{-1}
B.	$\frac{3.0 \times 10^{-3} - 0.6 \times 10^{-3}}{0.050 - 0.010}$	s
C.	$\frac{0.050 - 0.010}{3.0 \times 10^{-3} - 0.6 \times 10^{-3}}$	s^{-1}
D.	$\frac{0.050 - 0.010}{3.0 \times 10^{-3} - 0.6 \times 10^{-3}}$	s

39. 原子間の結合による放射線の吸収をともなう技術を次の中から選びなさい。

- A. ^1H NMR
- B. 赤外分光法
- C. X線結晶構造解析
- D. 質量分析法

40. このグラフはある都市における数種の汚染物質の濃度を24時間にわたって示したものです。



グラフから推測できないものを次の中から選びなさい。

- A. 炭化水素はPANより健康に害を与えにくい。
- B. 炭化水素の増加は朝のラッシュアワーによるものである。
- C. PANの濃度は日光の強度が高くなるとともに上昇する。
- D. NOの生成後にNO₂が産生される。

マークスキーム(採点基準)

試験見本

化学

上級レベル(HL)

試験問題 1

1.	<u>C</u>	16.	<u>C</u>	31.	<u>C</u>	46.	<u>-</u>
2.	<u>D</u>	17.	<u>D</u>	32.	<u>A</u>	47.	<u>-</u>
3.	<u>B</u>	18.	<u>D</u>	33.	<u>C</u>	48.	<u>-</u>
4.	<u>B</u>	19.	<u>A</u>	34.	<u>A</u>	49.	<u>-</u>
5.	<u>A</u>	20.	<u>C</u>	35.	<u>A</u>	50.	<u>-</u>
6.	<u>B</u>	21.	<u>C</u>	36.	<u>C</u>	51.	<u>-</u>
7.	<u>B</u>	22.	<u>C</u>	37.	<u>B</u>	52.	<u>-</u>
8.	<u>C</u>	23.	<u>B</u>	38.	<u>A</u>	53.	<u>-</u>
9.	<u>B</u>	24.	<u>A</u>	39.	<u>B</u>	54.	<u>-</u>
10.	<u>D</u>	25.	<u>A</u>	40.	<u>A</u>	55.	<u>-</u>
11.	<u>A</u>	26.	<u>D</u>	41.	<u>-</u>	56.	<u>-</u>
12.	<u>D</u>	27.	<u>D</u>	42.	<u>-</u>	57.	<u>-</u>
13.	<u>B</u>	28.	<u>A</u>	43.	<u>-</u>	58.	<u>-</u>
14.	<u>C</u>	29.	<u>C</u>	44.	<u>-</u>	59.	<u>-</u>
15.	<u>D</u>	30.	<u>C</u>	45.	<u>-</u>	60.	<u>-</u>

化学
上級レベル(HL)
試験問題 2

試験見本

受験番号

2時間 15分

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

受験者への注意事項

- 上の欄に受験番号を記入しなさい。
- 指示があるまでこの冊子を開いてはいけません。
- すべての設問に答えなさい。
- 解答欄に答えを書きなさい。
- この試験には電卓が必要です。
- この試験には『化学資料集』が必要です。『化学資料集』には書き込みがあつてはなりません。
- この試験は[95点]満点です。



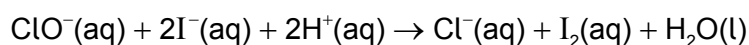
すべての設問に答えなさい。解答欄に答えを書きなさい。

1. IBの生徒2人が漂白剤の化学反応に関するプロジェクトを行いました。

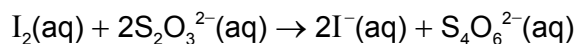
(a) 漂白剤には次亜塩素酸ナトリウム $\text{NaClO}(\text{aq})$ の溶液が含まれていました。生徒は漂白剤中の次亜塩素酸イオン ClO^- の濃度を実験で測定しました。

実験手順:

- 最初に 25.00 cm^3 の漂白剤の溶液を 250 cm^3 のメスフラスコに入れ、 250 cm^3 の目盛りまで脱イオン水を加えて溶液を希釈しました。
- 次に 25.00 cm^3 のこの溶液と過剰量のヨウ化物を酸の中で反応させました。



- でんぷんを指示薬として用い、生成したヨウ素を $0.100 \text{ mol dm}^{-3}$ のチオ硫酸ナトリウム溶液 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ で滴定しました。



この滴定に関して記録されたデータは以下の通りです。

	1回目の滴定	2回目の滴定	3回目の滴定
ビュレットでの $0.100 \text{ mol dm}^{-3} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ の最終測定値 ($\text{cm}^3 \pm 0.05$)	23.95	46.00	22.15
ビュレットでの $0.100 \text{ mol dm}^{-3} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ の最初の測定値 ($\text{cm}^3 \pm 0.05$)	0.00	23.95	0.00

(i) 終点に達するまでにヨウ化物と反応するのに必要であった $0.100 \text{ mol dm}^{-3}$ の $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ の量を cm^3 で計算しなさい。

[1]

.....

.....

(次ページに続く)



(設問1の続き)

(ii) ヨウ素と反応する $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ の量を mol で計算しなさい。 [1]

.....
.....

(iii) **希釈した**漂白剤の溶液中の次亜塩素酸イオンの濃度を mol dm^{-3} で計算しなさい。 [1]

.....
.....
.....

(iv) **希釈していない**漂白剤の溶液中の次亜塩素酸イオンの濃度を mol dm^{-3} で計算しなさい。 [1]

.....
.....

(次ページに続く)



(設問1の続き)

(b) 第17族元素(ハロゲン)の中には原子価が変化する元素があります。

(i) 次の化学種における塩素およびヨウ素の酸化状態を推測しなさい。 [1]

NaClO:

.....

I₂:

.....

(ii) (a)で述べたヨウ素イオンと次亜塩素酸イオンの反応における酸化剤を推測し、その理由も述べなさい。 [1]

.....
.....
.....

(iii) 漂白剤を酸化する際に塩酸を使用することが好ましくない理由を、健康と安全の観点から述べなさい(指示用語: 提案しなさい)。 [1]

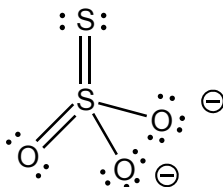
.....
.....

(次ページに続く)



(設問1の続き)

- (iv) 「チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$ は酸化状態の興味深い一例で、一方の硫黄原子は +6 であるが、もう一方の硫黄原子は -2 であると見なすことができる」。酸化状態に関する自身の理解に基づき、この説明について論じなさい。 [2]



チオ硫酸のルイス(点電子)構造式

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(次ページに続く)



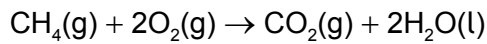
(設問1の続き)

- (c) 酸化と還元の定義が多様に変化してきたことは、科学者がどのようにして類似点から一般原理を導き出すのかを示しています。

燃焼も酸化還元反応の一種です。

メタンの燃焼反応に関して、酸化の2つの異なる定義について論じなさい。この際、どちらの定義が妥当でどちらが妥当でないと考えられるかも示しなさい。

[2]



妥当な定義:

.....

.....

.....

妥当でない定義:

.....

.....

.....

- (d) (i) 硫黄の**縮合した**電子配置を述べなさい。

[1]

.....

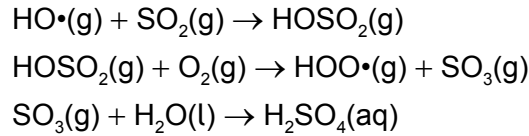
- (ii) 軌道図中にあるすべての軌道を示し、硫黄の軌道図を推定しなさい。

[1]



2. 酸性降水物の主要な構成要素の1つに硫酸 H_2SO_4 があります。硫酸は汚染物質である二酸化硫黄 SO_2 から形成されます。

反応機構は以下の通りです。



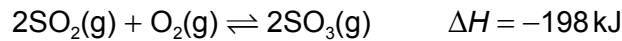
- (a) この反応機構で示されている化学種について、記号(\cdot)は何を表しているのかを述べなさい。

[1]

.....

.....

- (b) 硫黄の2種の酸化物である二酸化硫黄と三酸化硫黄との間にある以下に示した平衡状態について考えなさい。



以下の各変化に対して平衡の位置がどの方向に移動するのかを予測し、その理由も述べなさい。

[3]

変化	移動する方向	理由
温度の上昇
圧力の増加
混合物への触媒の添加

(次ページに続く)

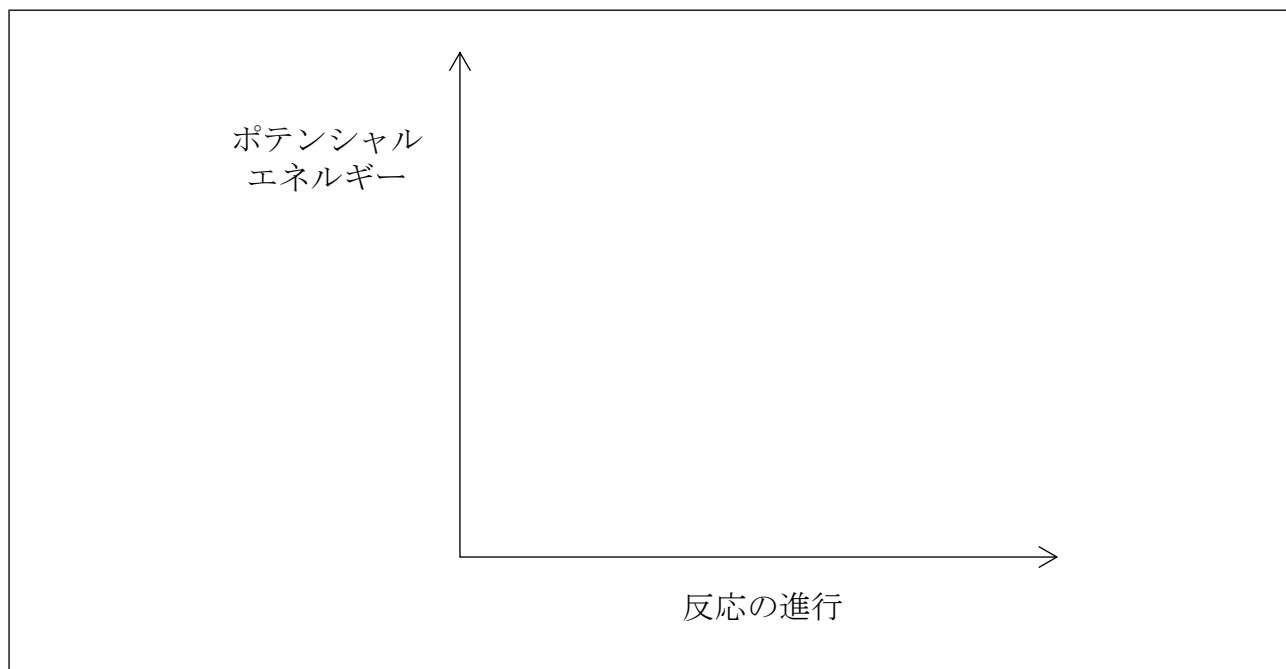


32EP07

裏面に続く

(設問2の続き)

- (c) 設問(b)の正反応に対するポテンシャルエネルギープロファイルの略図を描き、活性化エネルギー E_{act} に及ぼす触媒の影響を示しなさい。 [2]



- (d) 酸性雨に存在する他の化合物は、二酸化窒素 NO_2 から形成されます。二酸化窒素と水の化学反応式を書きなさい。 [1]

.....

- (e) 『化学資料集』の第9項を参考にして、窒素の原子半径とイオン半径の違いを説明しなさい。 [1]

.....
.....
.....



3. 0.12 mol dm^{-3} のメタン酸ナトリウムの溶液は完全にイオンに解離します。

(a) メタン酸アニオンの加水分解の平衡反応について、状態を表す記号とともに反応式を書きなさい。

[1]

.....

(b) から (e) では、『化学資料集』の第1項および第21項を使用することができます。

(b) メタン酸水溶液の 298 K での酸解離定数 K_a の値を計算しなさい。

[1]

.....
.....

(c) 共役塩基の塩基解離定数 K_b の値を計算しなさい。

[1]

.....
.....
.....

(次ページに続く)



(設問3の続き)

(d) 1つの仮定を述べ、 0.12mol dm^{-3} の元のメタン酸ナトリウム溶液中の水酸化イオン濃度 $[\text{OH}^{-}(\text{aq})]$ を mol dm^{-3} で求めなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(e) 0.12mol dm^{-3} のメタン酸ナトリウムのpHを計算しなさい。

[2]

.....

.....

.....

.....



4. 1-ヨードエタンは水酸化ナトリウムと反応します。

(a) 電子対の動きを表すために巻矢印を用い、反応機構の立体化学的な特徴をすべて示したうえで、この反応の反応機構について説明しなさい。

[4]

(b) この反応の反応速度式を述べ、律速段階(RDS)の分子度を特定しなさい。

[2]

反応速度式:

.....

RDSの分子度:

.....

(次ページに続く)



(設問4の続き)

- (c) S_N2 反応では極性で非プロトン性の溶媒が適しており、 S_N1 反応では極性でプロトン性の溶媒が適している理由を述べなさい(指示用語：提案しなさい)。 [2]

S_N2 :

.....
.....
.....
.....

S_N1 :

.....
.....
.....
.....

- (d) 水とDMF(N,N-ジメチルホルムアミド、 $HCON(CH_3)_2$)のどちらがこの反応におけるより良い溶媒であるかを推測し、その理由も述べなさい。 [1]

.....
.....

- (e) 「頻度因子A(もしくは前指数因子A)」という用語について理解していることを詳しく述べなさい。 [1]

.....
.....

(次ページに続く)



(設問4の続き)

- (f) 1-ヨードエタンと水酸化ナトリウムの反応の活性化エネルギー E_a は 87.0 kJ mol^{-1} 、頻度因子 A (もしくは前指数因子 A) は、 $2.10 \times 10^{11} \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$ です。

25°Cでのこの反応の速度定数 k を計算しなさい。その際、 k の単位を示し、なぜその単位を選んだのかも述べなさい。

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



5. 自動車メーカーの多くが水素を燃料として用いる車両を開発しています。

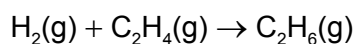
(a) 内燃機関を用いる車両と比べて水素を用いる車両の方が環境へ害を及ぼすことが少ない理由を述べなさい(指示用語：提案しなさい)。

[1]

.....

.....

(b) 水素はエテンと反応しエタンを形成します。



『化学資料集』の第11項に記載されている298Kでの平均結合エンタルピーを用いて、この反応のエンタルピーの変化 ΔH を kJ mol^{-1} で計算しなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



6. オゾン、一酸化二窒素、フロン類、六フッ化硫黄、メタンはすべて温室効果ガスの例です。

(a) (i) 下の表にある温室効果ガスの各分子のルイス(点電子)構造式を**1つずつ**書きなさい。

[2]

	ルイス(点電子)構造式
オゾン	
六フッ化硫黄	

(ii) 下の表にある各分子の電子領域および分子の形状を推測しなさい。

[2]

	電子領域の形状	分子の形状
オゾン
六フッ化硫黄

(次ページに続く)



(設問6の続き)

(iii) 設問 (a) (i) にある分子のうち超原子価状態にあるものを特定しなさい。 [1]

.....

(iv) 設問 (a) (ii) にある各化学種の結合角を述べなさい。 [1]

オゾン:
.....

六フッ化硫黄:
.....

(v) オゾンの**すべて**の共鳴構造を描きなさい。この際、孤立電子対も必ず示すこと。 [1]

(次ページに続く)



(設問6の続き)

(b) 亜酸化窒素は異なるルイス(点電子)構造式で表すことができます。

(i) 下に示した3種のルイス(点電子)構造式 **A**、**B**、**C** における窒素および酸素の形式電荷(FC)を推定しなさい。 [2]

	ルイス(点電子)構造式	左側のOの形式電荷	中央のNの形式電荷	右側のNの形式電荷
A	$:\ddot{\text{O}}=\text{N}=\ddot{\text{N}}:$			
B	$:\ddot{\text{O}}-\text{N}\equiv\text{N}:$			
C	$:\text{O}\equiv\text{N}-\ddot{\text{N}}:$			

(ii) 形式電荷は電子を追跡するのに有用ですが、形式電荷を割り当てる際に電気陰性度は考慮されません。

設問(i)の原子の形式電荷の割り当てをもとに、どの N_2O (**A**、**B**もしくは**C**)のルイス(点電子)構造が望ましいか推測しなさい。また、なぜ別の要素を考慮する必要があるのか論じなさい。 [2]

.....

.....

.....

.....

(次ページに続く)



(設問6の続き)

(c) 大気中のオゾンは大気中のメタンの燃焼により形成される可能性があります。

(i) この燃焼反応の反応式を書きなさい。 [1]

.....

(ii) 『化学資料集』の第12項に記載されている熱力学データおよび下に示した数値を用いて、この反応の標準エンタルピーの変化 ΔH^\ominus を kJ mol^{-1} で計算しなさい。 [1]

$\text{O}_3(\text{g})$
$\Delta H_f^\ominus = +142.3 \text{ kJ mol}^{-1}$

.....
.....
.....

(iii) 酸素の形成の標準エンタルピーの変化 ΔH_f^\ominus が与えられていない理由を述べなさい。 [1]

.....
.....
.....

(次ページに続く)



(設問6の続き)

- (iv) 『化学資料集』の第12項に記載されている熱力学データおよび下に示した数値を用いて、この反応の標準エントロピーの変化 ΔS^\ominus を $\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ で計算しなさい。

[1]

$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{O}_3(\text{g})$
$S^\ominus = +205.0 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	$S^\ominus = +237.6 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

.....

.....

.....

- (v) 298Kでのこの反応のギブス自由エネルギーの標準変化量 ΔG^\ominus を kJ mol^{-1} で推定しなさい。

[1]

.....

.....

.....

- (vi) この温度における反応が自発的であるか非自発的であるかを推測し、その理由も述べなさい。

[1]

.....

.....

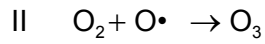
.....

(次ページに続く)



(設問6の続き)

(d) (i) 上層大気でのオゾン濃度は、下の I、II、III の3つの化学反応で維持されています。



IまたはIIIのどちらの反応により多くのエネルギーが必要か、 O_2 および O_3 における結合に言及しながら説明しなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) ジクロロジフルオロメタン CCl_2F_2 を例として用い、上層大気でのオゾン層破壊の原因となる反応を簡単に説明しなさい。この際、この過程の各段階の反応式を立てたうえで、 CCl_2F_2 における結合に言及しながら、第1段階について説明しなさい。

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

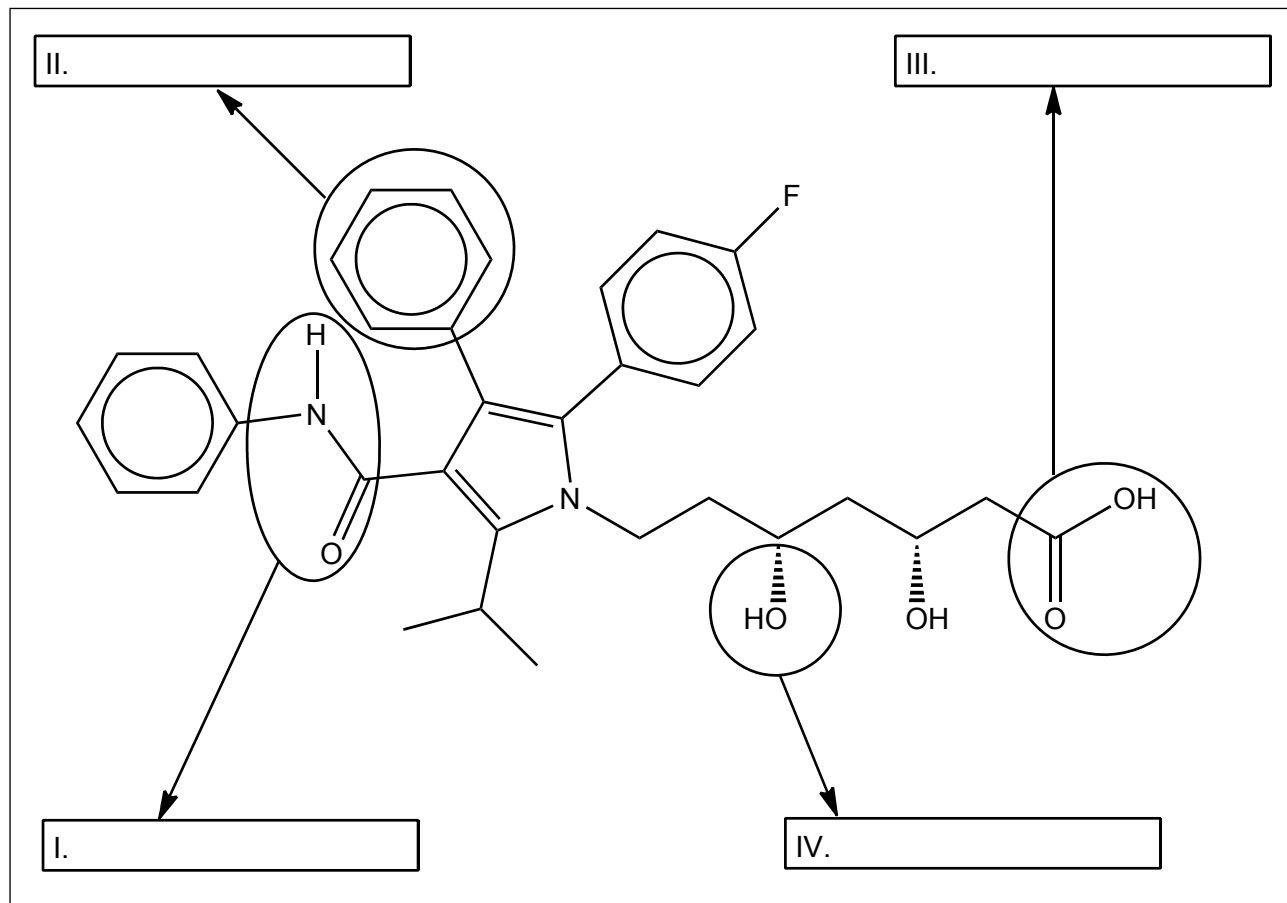
(次ページに続く)



7. 現在、バイオ医薬品メーカーは世界経済全体に貢献しています。

(a) 近年、コレステロールのレベルを下げる薬であるアトルバスタチンは、世界中のマスコミの注目を集めました。

アトルバスタチンの構造は以下の通りです。



I、II、III、IVの4つの官能基を特定しなさい。

[2]

(次ページに続く)



32EP21

裏面に続く

(設問7の続き)

- (b) 近年、馬に使用される鎮痛剤ビュートが「牛肉」と表示された馬肉を通じて食物連鎖に入り込んだことが判明し、不安が広がっています。ビュートにはがんを引き起こす疑いがあります。
- (i) 食品安全研究室で行われたビュートの検体の分析により、以下の元素の質量パーセントが得られました。

元素	質量パーセント
C	73.99
H	6.55
N	9.09
O	残り

計算の過程を示したうえで、ビュートの組成式(実験式)を求めなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) ビュートのモル質量 M は $308.37 \text{ g mol}^{-1}$ です。分子式を求めなさい。

[1]

.....

.....

.....

(次ページに続く)



(設問7の続き)

(iii) ビュートの不飽和度(水素不足指数 - IHD)を推定しなさい。

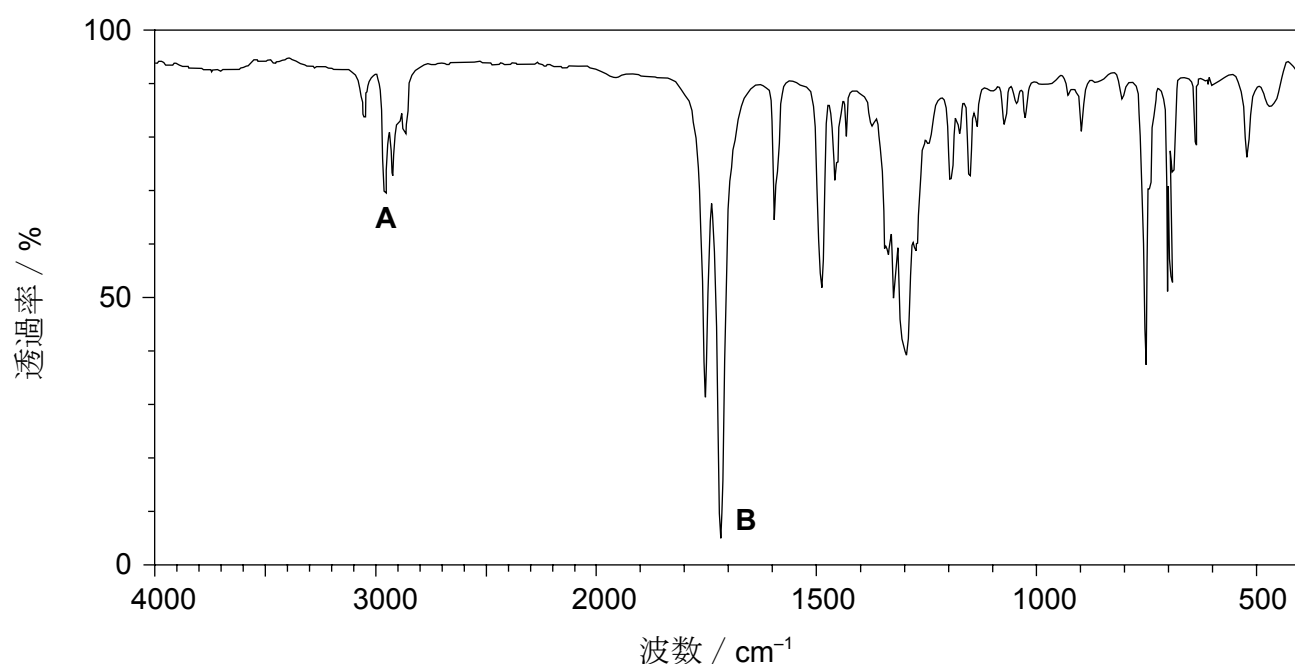
[1]

.....

.....

.....

(iv) 以下はビュートの赤外線(IR)スペクトルを示しています。



[出典: SDBS ウェブサイト: www.sdb.s.riodb.aist.go.jp (産業総合技術研究所, 2014)]

『化学資料集』の第26項にあるデータを用いて、**A**と**B**に相当する結合を特定しなさい。

[1]

A:

B:

(次ページに続く)



裏面に続く

(設問7の続き)

- (v) 赤外線スペクトルをもとに、この構造に**存在し得ない**結合として、酸素を含むものを1つ、および窒素を含むものを1つ予測し、その説明も述べなさい。 [2]

構造に存在しない、酸素を含む結合:

.....

構造に存在しない、窒素を含む結合:

.....

説明:

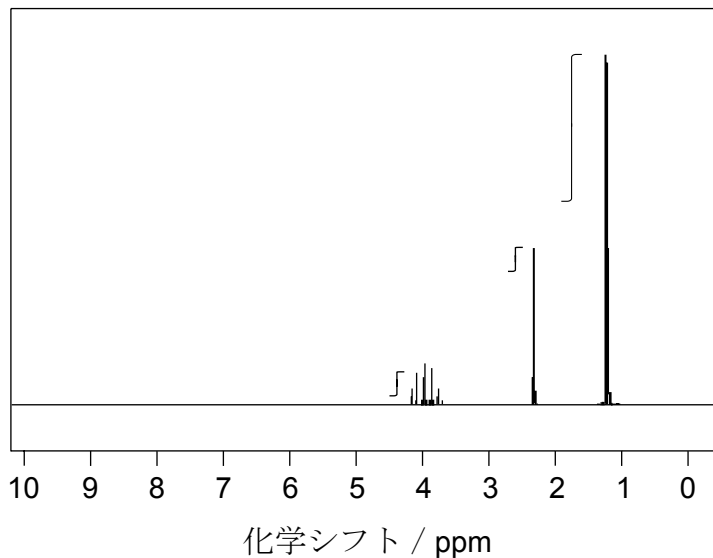
.....
.....
.....

(次ページに続く)



(設問7の続き)

(c) 以下は、病院で消毒剤として用いられている、分子式 C_3H_8O のアルコール**X**の 1H NMRスペクトルを示しています。



[出典:SDBS ウェブサイト:www.sdb.s.riodb.aist.go.jp (産業総合技術研究所, 2014)]

Xの 1H NMRのスペクトルの3つのピークには、 $\delta = 4.0, 2.3, 1.2$ ppmを中心とした化学シフト値があります。

(i) 積分値に基づき、異なる化学的環境における水素原子の比を概算しなさい。 [1]

.....
.....

(ii) **X**の完全な構造式を書きなさい。 [1]

.....
.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)



裏面に続く

(設問7の続き)

(iii) Yは異なる官能基を含むXの構造異性体です。Yの示性式を書きなさい。 [1]

.....
.....

(iv) 『化学資料集』の第28項を用いて、予測されるXのマススペクトルとYのマススペクトルを比較・対比しなさい。 [2]

類似点を1つ述べなさい。
.....
.....
.....
相違点を1つ述べなさい。
.....
.....
.....

(次ページに続く)



(設問7の続き)

- (v) **X**と**Y**は、どちらも水に溶解します。存在するすべての水素結合を略図を用いて表し、**X**と**Y**両方が水分子と水素結合を形成するかどうか推測しなさい。

[2]

.....

.....

(次ページに続く)



32EP27

裏面に続く

(設問7の続き)

(d) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ の2つの構造異性体は結晶です。この構造異性体の1つはがんの治療薬として広く用いられています。

(i) この錯体の2つの構造異性体を両方とも描きなさい。

[1]

(ii) 各構造異性体の極性を述べなさい。この際、答えの根拠となる各構造異性体の図も示すこと。

[2]

.....

.....

(iii) 2つの構造異性体を区別するのに適した方法(ただし双極子モーメントから判断する方法は除く)を述べなさい。

[1]

.....

(次ページに続く)



(設問7の続き)

(iv) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ の窒素が形成する結合の種類を比較・対比しなさい。 [2]

類似点:

.....
.....

相違点:

.....
.....

(v) アンモニアの分子間のすべての分子間力を述べなさい。 [2]

.....
.....
.....
.....



このページには何も**書かない**で
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



このページには何も**書かない**で
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



このページには何も**書かない**で
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



マークスキーム (採点基準)

試験見本

化学

上級レベル (HL)

試験問題 2

科目の詳細：「化学」HL 試験問題2のマークスキーム

配点

受験者は**すべての**設問に解答しなければなりません。最高合計点 = **[95点]**

1. 「設問」欄の各行は、その設問における最も小さい小問題に対応しています。
2. 各設問における小問題の最高評点は、「合計点」の欄に示されています。
3. 採点のポイントとなる項目は、「解答」欄の説明文末尾のチェックマーク(✓)で示されています。
4. 採点のポイントとなる項目の数が、合計点よりも多くなる場合があります。この場合、「合計点」の欄に「**最高○**」と記載されています。必要な場合には、関連する要件が「注記」欄において簡単に述べられています。
5. 別の表現が、「解答」欄に斜線(/)に続いて示されていることがあります。この場合、いずれの表現でも認められます。
6. 別の解答が「**または**」に続いて示されていることがあります。この場合、いずれの解答でも認められます。
7. 「解答」欄の山カッコ(< >)内の表現の使用は、評点を得るための必須条件ではありません。
8. 下線のある語句は、評点を得るための必須条件です。
9. 採点のポイントとなる項目を述べる順番は、「注記」欄で特に述べられていない限りは、「解答」欄の通りである必要はありません。
10. 受験者の解答が意味すること、あるいはその意義、詳細さ、妥当性が「解答」欄に示されている正解と明らかに同等であると解釈できる場合は評点を付与してください。このような配慮が特に重要であるとみなされる場合には、**OWTTE** (Or Words To That Effect — またはその旨の表現) と「注記」欄に明記されています。

11. 受験者の多くが第2言語で解答しているということを忘れないでください。文法の正確さよりも意味を効果的に伝えることの方が重要です。
12. 設問によっては、解答の一部が、後の採点のポイントとなる項目で必要になる場合があります。最初の採点のポイントとなる項目で間違いがある場合には、減点してください。しかし、間違っただけの解答が後の採点のポイントとなる項目で正しく用いられている場合には、**遂行点**を与えてください。このような場合には、答案に**ECF** (Error Carried Forward — 間違いの持ち越し) と明記します。該当する設問においては「注記」欄に「ECF 可」と示されています。
13. 「注記」欄に特に言及が**ない限り**は、単位または有効数字での間違いについては**減点しない**でください。
14. 設問が特に物質名を問う場合には、「注記」欄に指示がない限り、例え正しくても化学式には評点を付与しません。同様に、設問が特に化学式を問う場合には、「注記」欄に指示がない限り、例え正しくても物質名には評点を付与しません。
15. 設問が反応式を問う場合には、通常は、釣り合いの取れた化学記号の反応式を書くことが求められます。したがって「注記」欄に指示がない限り、物質名での化学式および釣り合いの取れていない化学式には評点を付与しません。
16. 「注記」欄に特に言及がない限りは、反応式における状態を表す記号の有無や間違いは無視してください。

設問			解答	注記	合計点
1.	a	i	$\langle(22.05 + 22.15)(0.5) \Rightarrow 22.10 \text{ cm}^3 \rangle \checkmark$		1
	a	ii	$\left\langle \frac{22.10 \times 0.100}{1000} \right\rangle = 2.21 \times 10^{-3} / 0.00221 \text{ mol} \checkmark$		1
	a	iii	$\left\langle \frac{0.5 \times 2.21 \times 10^{-3} \times 1000}{25.00} \right\rangle = 4.42 \times 10^{-2} / 0.0442 \text{ mol dm}^{-3} \checkmark$		1
	a	iv	$\langle 4.42 \times 10^{-2} \times 10 \Rightarrow 4.42 \times 10^{-1} / 0.442 \text{ mol dm}^{-3} \rangle \checkmark$		1
	b	i	NaClO : \langle 塩素に対して $\rangle +1$ および I ₂ : \langle ヨウ素に対して $\rangle 0 \checkmark$		1
	b	ii	ClO ⁻ 塩素は電子を 損失/獲得 するため または ClO ⁻ 塩素の酸化状態が 減少するため/+1から-1に変化するため または ClO ⁻ 酸素を失うため / ヨウ素の酸化を引き起こすため \checkmark		1
	b	iii	\langle ClO ⁻ との反応で生じた \rangle 有毒な 塩素 \langle ガス \rangle /Cl ₂ が生成されるため \checkmark	OWTTE	1
	b	iv	酸化状態は実在するものではない。 または 酸化状態は電子を追跡するために使用されているにすぎない。 \checkmark 硫黄の酸化状態の平均を算出すると+2になる。 \checkmark しかし、2つの硫黄はチオ硫酸塩において 異なる結合をする/異なる環境で結合する ため、酸化状態も異なる。 \checkmark	OWTTE	最高 2

(続く)

(設問 1 の続き)

設問		解答	注記	合計点														
c		<p>妥当な定義: 酸素の付加は酸化反応を示しているため、Cは酸化している。 または 水素の損失は酸化反応を示しているため、Cは酸化している。 または Cの酸化状態は 増加する/-4 から+4に変化する。✓</p> <p>妥当でない定義: 電子の損失はイオン性生成物の形成を示唆している可能性があるが、CO₂は共有結合性であるため妥当ではない。 または 電子の損失はイオン性生成物の形成を示唆している可能性があるが、反応には中性の分子のみが関係しているため妥当ではない。✓</p>		2														
d	i	[Ne]3s ² 3p ⁴ ✓	OWTTE	1														
d	ii	<table style="border: none; margin: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1s²</td> <td style="text-align: center;">2s²</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">2p⁶</td> <td style="text-align: center;">3s²</td> <td style="text-align: center;">3p⁴</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">✓</p>	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1	1	1s ²	2s ²	2p ⁶			3s ²	3p ⁴		1
1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1	1												
1s ²	2s ²	2p ⁶			3s ²	3p ⁴												

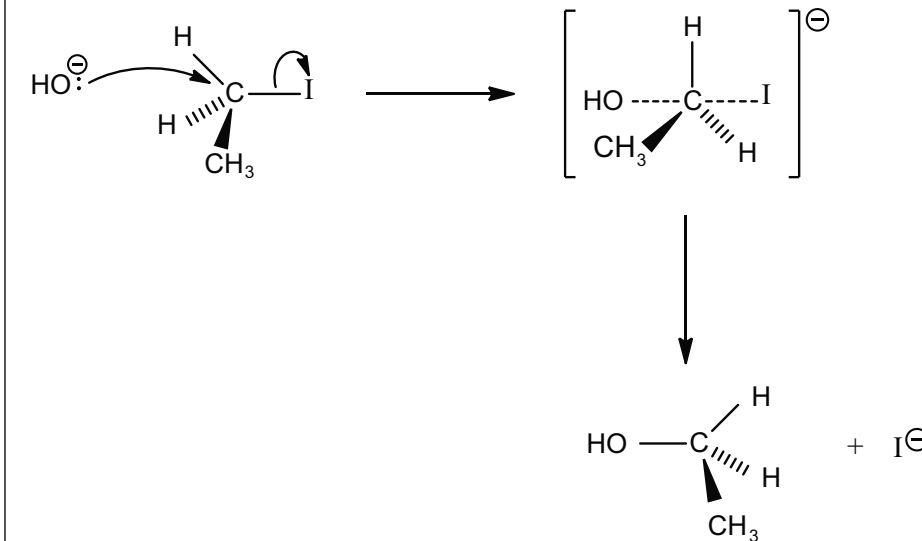
設問		解答	注記	合計点												
2.	a	ラジカル / 不対電子 ✓		1												
	b	<table border="1"> <thead> <tr> <th>変化</th> <th>移動する方向</th> <th>理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>温度の上昇</td> <td>LHS (左側)</td> <td>〈正反応〉発熱反応 / $\Delta H < 0$ であるため ✓</td> </tr> <tr> <td>圧力の増加</td> <td>RHS (右側)</td> <td>RHS では〈気体の〉分子がより少ないため ✓</td> </tr> <tr> <td>混合物への触媒の添加</td> <td>変化なし</td> <td>正反応と逆反応の速度に同様の影響があるため ✓</td> </tr> </tbody> </table>	変化	移動する方向	理由	温度の上昇	LHS (左側)	〈正反応〉発熱反応 / $\Delta H < 0$ であるため ✓	圧力の増加	RHS (右側)	RHS では〈気体の〉分子がより少ないため ✓	混合物への触媒の添加	変化なし	正反応と逆反応の速度に同様の影響があるため ✓		3
変化	移動する方向	理由														
温度の上昇	LHS (左側)	〈正反応〉発熱反応 / $\Delta H < 0$ であるため ✓														
圧力の増加	RHS (右側)	RHS では〈気体の〉分子がより少ないため ✓														
混合物への触媒の添加	変化なし	正反応と逆反応の速度に同様の影響があるため ✓														
	c	<p>反応物と生成物の位置が正しいこと ✓ 触媒がある場合とない場合の活性化エネルギーを示すラベルとともに描かれた正しいプロファイル ✓</p>		2												

(続く)

(設問 2 の続き)

設問	解答	注記	合計点
d	$2\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{HNO}_2(\text{aq}) \checkmark$	状態を表す記号は無視すること	1
e	電子間の反発が増加するため、窒素のイオン半径は $146\text{pm}/146 \times 10^{-12}\text{m}$ となり、 $71\text{pm}/71 \times 10^{-12}\text{m}$ である原子半径より 長くなる。 \checkmark	値は評点の付与に必須	1

3.	a	$\text{HCOO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{OH}^-(\text{aq}) + \text{HCOOH}(\text{aq}) \checkmark$	平衡を表す記号は評点の付与に必須	1
	b	$K_a = 1.8 \times 10^{-4} \checkmark$		1
	c	$K_b = \left\langle \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-4}} \right\rangle 5.6 \times 10^{-11} \checkmark$		1
	d	$K_b = \frac{x^2}{0.12} = 5.6 \times 10^{-11} \checkmark$ $[\text{OH}^-(\text{aq})] = 2.6 \times 10^{-6} \text{ (mol dm}^{-3}\text{)} \checkmark$ 仮定 : $0.12 - x \sim 0.12 \checkmark$	$[\text{OH}^-(\text{aq})]$ の最終的な解答が正しい場合には [2] を与えること その他の仮定も妥当であれば認めること	3
	e	$\text{pOH} = \langle -\log(2.6 \times 10^{-6}) \Rightarrow 5.59 \checkmark$ $\text{pH} = \langle 14.00 - 5.59 \Rightarrow 8.41 \checkmark$	最終的な解答が正しい場合には [2] を与える こと	2

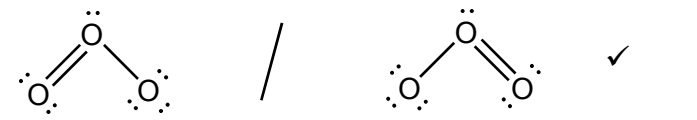
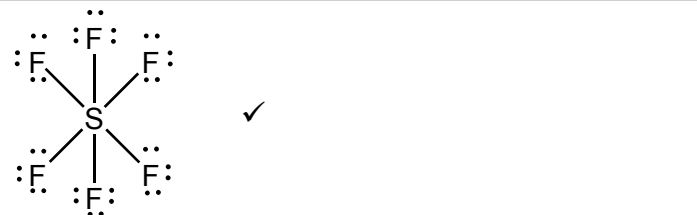
設問		解答	注記	合計点
4.	a	 <p>HO⁻のOの 孤立電子対/負の電荷 からCへの巻矢印 ✓ Iが離れることを示す巻矢印 ✓</p> <p>負の電荷、角括弧、互いが180°となっている部分結合を示す遷移状態を表したもの ✓</p> <p>有機物CH₃CH₂OH および I⁻の形成 ✓</p>	<p>HOのHを起点とする巻矢印は許容しないこと CとIの結合の間を起点とし、1-ヨードエタンの(もしくは遷移状態の)Iへと進む巻矢印は認めること C-I結合のCを起点とする矢印は許容しないこと OH-C結合が描かれている場合はM3を与えないこと M4の付与には図が反転していることが必須</p>	4
	b	<p>反応速度式: 速度 = k[OH⁻][CH₃CH₂I] ✓</p> <p>RDSの分子度: 二分子 ✓</p>		2

(続く)

(設問 4 の続き)

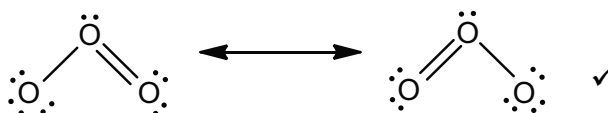
設問	解答	注記	合計点
c	<p>S_N2: 水素結合のため、極性でプロトン性の溶媒では求核反応性が低くなる。 または 極性でプロトン性の溶媒ではアニオン性の求核分子を取り囲む溶媒分子のかごが存在することにより、安定性が高くなる(したがって遅くもなる)。 または 求核試薬は効率的に溶媒和しないため、水素結合が存在しない極性で非プロトン性の溶媒はS_N2反応に適しており、アニオン性の求核試薬の求核性に及ぼす影響も増加する/顕著になる(したがって速くもなる)。✓</p> <p>S_N1: 極性溶媒によるイオン-双極子相互作用によりカルボカチオン(中間体)が溶媒和するため、極性でプロトン性の溶媒はS_N1反応に適している。✓</p>		2
d	DMF 非プロトン性溶媒は S_N2 反応に適しているため ✓		1
e	Aは衝突の頻度 および 衝突が適切な方向をもつ確率を示している。✓		1
f	$k = \left\langle \exp \left[\frac{(-87.0 \times 1000)}{(8.31 \times 298)} + \ln(2.10 \times 10^{11}) \right] \right\rangle = 1.2 \times 10^{-4} \quad \checkmark$ <p>S_N2は二次反応を意味しているため、$\text{mol}^{-1} \text{dm}^3 \text{s}^{-1}$になる。✓</p>		2

設問		解答	注記	合計点
5.	a	水/H ₂ O <u>のみ</u> が生成されるため〈無公害〉 ✓		1
	b	結合切断: (1)(H-H) + (4)(C-H) + (1)(C=C) または (1)(436) + (4)(414) + (1)(614) = 2706〈kJ mol ⁻¹ 〉 ✓ 結合形成: (6)(C-H) + (1)(C-C) または (6)(414) + (1)(346) = 2830〈kJ mol ⁻¹ 〉 ✓ 〈+2706 - 2830〉 = -124〈kJ mol ⁻¹ 〉 ✓	+124〈kJ mol ⁻¹ 〉の場合は [最高2] を与えること 最終的な解答が正しい場合には [3] を与えること	3

設問			解答		注記	合計点
6.	a	i	ルイス(点電子)構造式		電子対を書くために線、xもしくは点を用いても構いません。 オゾンのルイス構造式に電荷が加えられていても構いませんが、必須ではありません。	2
			オゾン			
			六フッ化硫黄			
	a	ii	電子領域の形状	分子の形状	電子領域の形状がどちらも正しい場合、または分子の形状がどちらも正しい場合には [最高1] を与えること	2
			オゾン	平面三角形 / 三角形の平面		
			六フッ化硫黄	八面体 / 四角両錐形	八面体 / 四角両錐形 ✓	
	a	iii	六フッ化硫黄 / SF ₆ ✓			1
	a	iv	オゾン : 115°より大きく120°未満の角度であればいずれの角度も認めること および 六フッ化硫黄 : 90° (および 180°) ✓		O ₃ の結合角の実験値は117°	1

(続く)

(設問 6 の続き)

設問			解答	注記	合計点																				
6.	a	v		左右両方を指す矢印は評点を付与するための必須事項ではありません。 電子対を書くために線、xあるいは点を用いても構いません。	1																				
	b	i	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>ルイス(点電子)構造式</th> <th>左側のOの形式電荷</th> <th>中央のNの形式電荷</th> <th>右側のNの形式電荷</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>$:\ddot{O}=\ddot{N}=\ddot{N}:$</td> <td>0</td> <td>+1</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>$:\ddot{O}-N\equiv N:$</td> <td>-1</td> <td>+1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>$:\ddot{O}\equiv N-\ddot{N}:$</td> <td>+1</td> <td>+1</td> <td>-2</td> </tr> </tbody> </table>		ルイス(点電子)構造式	左側のOの形式電荷	中央のNの形式電荷	右側のNの形式電荷	A	$:\ddot{O}=\ddot{N}=\ddot{N}:$	0	+1	-1	B	$:\ddot{O}-N\equiv N:$	-1	+1	0	C	$:\ddot{O}\equiv N-\ddot{N}:$	+1	+1	-2	9個すべての形式電荷が正しい場合には[2]、 6~8個の形式電荷が正しい場合は[1]を与えること	2
	ルイス(点電子)構造式	左側のOの形式電荷	中央のNの形式電荷	右側のNの形式電荷																					
A	$:\ddot{O}=\ddot{N}=\ddot{N}:$	0	+1	-1																					
B	$:\ddot{O}-N\equiv N:$	-1	+1	0																					
C	$:\ddot{O}\equiv N-\ddot{N}:$	+1	+1	-2																					
	b	ii	AまたはBにおける形式電荷の差は最小であるため、どちらも望ましい。✓ しかし、形式電荷そのものは電気陰性度と関係ないものの、酸素は窒素に比べて電気陰性度が高いためBが望ましい。✓	M1には理由が必要 OWTTE	2																				
	c	i	$CH_4(g) + 5O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + 2O_3(g)$ ✓		1																				
	c	ii	$\Delta H^\ominus = \langle [(-393.5) + (2)(-241.8) + (2)(+142.3)] - [(-74.0)] \rangle = -660.8 \text{ kJmol}^{-1}$ ✓		1																				
	c	iii	最も安定した形での元素の標準生成エンタルピーの変化/ ΔH_f^\ominus は常にゼロ ✓		1																				
	c	iv	$\Delta S^\ominus = \langle [(+213.8) + (2)(+188.8) + (2)(+237.6)] - [(+186) + (5)(+205.0)] \rangle = -144.4 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ✓		1																				
	c	v	$\Delta G^\ominus = \left\langle \Delta H^\ominus - T\Delta S^\ominus = (-660.8) - (298) \left(\frac{-144.4}{1000} \right) \right\rangle = -617.8 \text{ kJmol}^{-1}$ ✓		1																				
	c	vi	ΔG^\ominus が負の値であるため自発的 ✓		1																				

(続く)

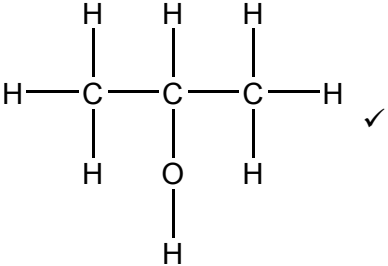
(設問 6 の続き)

設問		解答	注記	合計点
d	i	<p>O₂には二重結合が存在する。✓</p> <p>O₃には二重結合と単結合の中間の結合が存在する。 または O₃には結合次数が1½の結合が存在する。✓</p> <p>したがってO₂の結合はより強く、そのためIにはより多くのエネルギーが必要 ✓</p>	<p>妥当な理由や根拠がなくIだけの場合は点を与えないこと</p>	3
d	ii	<p>$\text{CCl}_2\text{F}_2 \xrightarrow{h\nu} \cdot\text{CClF}_2 + \text{Cl}\cdot$</p> <p>$\text{Cl}\cdot + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO}\cdot + \text{O}_2$</p> <p>$\text{ClO}\cdot + \text{O}\cdot \rightarrow \text{O}_2 + \text{Cl}\cdot$</p> <p>$\text{ClO}\cdot + \text{O}_3 \rightarrow \text{Cl}\cdot + 2\text{O}_2$</p> <p>C-Cl (結合)は最も弱い結合であるため、切断される。✓</p>	<p>全体にわたって一貫性がある限りは、\cdotがないラジカルの表示は許容すること</p>	5

設問		解答	注記	合計点	
7.	a	I : カルボキサミド基 ✓ II : フェニル基 ✓ III : カルボキシル基 / カルボキシ基 ✓ IV : 水酸基 ✓	4つすべてが正しい場合には[2]、2つまたは3つが正しい場合は[1]を与えること ベンゼンは許容しないこと カルボン酸/アルカン酸は許容しないこと アルコールまたは水酸化物は許容しないこと	最高 2	
	b	i	$n_C : \left\langle \frac{73.99}{12.01} \right\rangle = 6.161(\text{mol})$ および $n_H : \left\langle \frac{6.55}{1.01} \right\rangle = 6.49(\text{mol})$ および $n_N : \left\langle \frac{9.09}{14.01} \right\rangle = 0.649(\text{mol})$ および $n_O : \left\langle \frac{10.37}{16.00} \right\rangle = 0.6481(\text{mol})$ ✓ $n_C : n_H : n_N : n_O = 9.5 : 10 : 1 : 1$ ✓ 組成式(実験式) : $C_{19}H_{20}N_2O_2$ ✓	計算過程を示しておらず、最終的な解答が正しい場合は[最高2]を与えること	3
	b	ii	$C_{19}H_{20}N_2O_2$ ✓	1	
	b	iii	$\langle (0.5)(40 - 20 - 2) \rangle = 9$ ✓	1	
	b	iv	A : C-H および B : C=O ✓	1	
	b	v	O-H および N-H ✓ O-H および N-H による 振動/伸縮 は、ビュートの赤外線 (IR) に存在しない 3200 cm^{-1} より上で起こる。✓	2	
	c	i	1:1:6 ✓	1	

(続く)

(設問 7 の続き)

設問		解答	注記	合計点
c	ii			1
c	iii	CH ₃ OCH ₂ CH ₃ ✓		1
c	iv	類似点: 両方に $(M_r - 15)^+ / m/z = 45$ に相当するフラグメントが存在する ✓ 相違点: Xには $(M_r - 17)^+ / m/z = 43$ に相当するフラグメントが存在する または Xには $(M_r - 43)^+ / m/z = 17$ に相当するフラグメントが存在する または Yには $(M_r - 31)^+ / m/z = 29$ に相当するフラグメントが存在する または Yには $(M_r - 29)^+ / m/z = 31$ に相当するフラグメントが存在する ✓	「両方に同じ分子イオンピーク/ M^+ が存在する」 / 「両方に $m/z = 60$ が存在する」は許容すること しかし、実際には分子イオンピークは少なく、プロパン-2-オールを認めることは困難です。	2

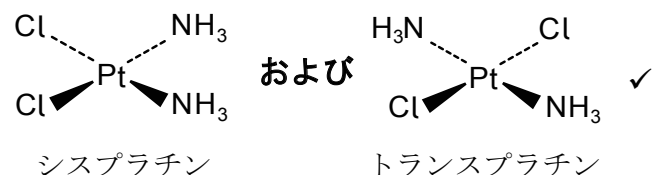
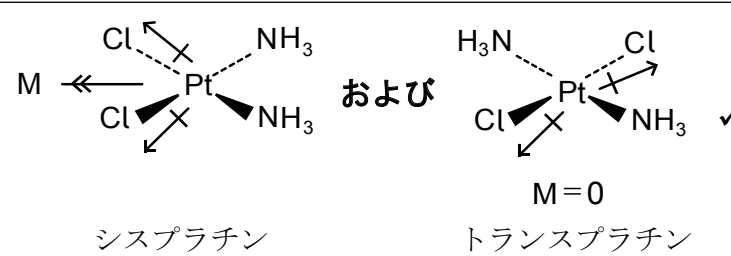
(続く)

(設問 7 の続き)

設問		解答	注記	合計点
c	v	<p>XおよびY両方で、水分子との水素結合を示す。✓</p> <p>水素結合を示す略図 ✓</p> <p>X:</p> $ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\ddot{\text{O}}:\cdots\cdots\text{H}-\overset{\text{H}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}: \\ \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array} $ <p>または</p> $ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\ddot{\text{O}}-\text{H}\cdots\cdots:\overset{\text{H}}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ <p>Y:</p> $ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\ddot{\text{O}}-\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \vdots \\ \text{H} \\ \\ :\text{O}-\text{H} \\ \vdots \end{array} $		2

(続く)

(設問 7 の続き)

設問		解答	注記	合計点
d	i	 <p>シスプラチン および トランスプラチン ✓</p>	<p>錯体の名前は必須ではありません。 錯体には先細った結合がなくても構いません。</p>	1
d	ii	 <p>シスプラチン および トランスプラチン ✓</p> <p>M=0</p> <p>シス：極性 および トランス：非極性 ✓</p>		2
d	iii	X線結晶構造解析 ✓	NMR (核磁気共鳴)分光法も認めること	1
d	iv	<p>類似点： 両方に共有電子対がある / 両方とも共有結合性 ✓</p> <p>相違点： Pt-N：電子対が 窒素/配位結合 から生じている。 および N-H：1つの電子が結合した各原子から生じている。✓</p>		2
d	v	<p>ロンドン力 / 分散力 / (瞬間)双極子-誘起双極子相互作用 ✓</p> <p>双極子間力 ✓</p> <p>水素結合 ✓</p>	<p>3つすべてが正しい場合には[2]、いずれか 2つが正しい場合は[1]を与えること</p>	最高2

化学

上級レベル(HL)

試験問題 3

試験見本

受験番号

1時間 15分

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

受験者への注意事項

- 上の欄に受験番号を記入しなさい。
- 指示があるまでこの冊子を開いてはいけません。
- セクションA:すべての設問に答えなさい。
- セクションB:「選択項目」からいずれか1項目を選び、すべての設問に答えなさい。
- 解答欄に答えを書きなさい。
- この試験には電卓が必要です。
- この試験には『化学資料集』が必要です。『化学資料集』には書き込みがありません。
- この試験は[45点]満点です。

選択項目	設問
選択項目 A — 材料科学	3 - 7
選択項目 B — 生化学	8 - 12
選択項目 C — エネルギー	13 - 16
選択項目 D — 医薬品化学	17 - 21



セクション A

すべての設問に答えなさい。解答欄に答えを書きなさい。

1. 冷蔵庫や空調システムの冷却に用いられる化合物は冷却剤として知られています。冷却剤は、気化や凝縮をともなう可逆的な状態の変化を起こします。化学者が適切な冷却剤を探し出すのに、約200年の歳月がかかりました。

以前はクロロフルオロカーボン(CFC)が最もよく知られている冷却剤でしたが、まず、ハイドロクロロフルオロカーボン(HCFC)がCFCに取って代わり、さらに最近ではハイドロフルオロカーボン(HFC)がより一般的になりました。

これら3種の冷却剤の例に関するデータの一部を下に示します。

種類	化合物	ODP ¹	100年間にわたるGWP ²	$\Delta H_{\text{vap}}^3 / \text{kJmol}^{-1}$	大気寿命/年
CFC	CCl_3F	1.0	4000	24.8	45
CFC	CCl_2F_2	1.0	8500	20.0	102
HCFC	CHCl_2CF_3	0.02	90	26.0	1
HCFC	CHClF_2	0.05	1810	20.2	12
HFC	CH_2FCF_3	0	1100	—	—
HFC	CHF_2CF_3	0	3500	30.0	32

¹ ODP: オゾン層破壊係数(ODP)は、化合物によって引き起こされるオゾン層破壊効果を相対的に表した数値です。 CCl_3F のODPを1.0とし、これを基準に化合物のODPを算出します。

² GWP: 地球温暖化係数(GWP)は、化合物によって引き起こされる一定期間にわたる温室効果を相対的に表した数値です。 CO_2 のGWPを1.0とし、これを基準に化合物のGWPを算出します。

³ ΔH_{vap} : 1モルの化合物を液体から気体に変えるのに必要なエネルギー

(a) (i) ODPおよびGWPの値に単位がない理由を説明しなさい。

[1]

.....

(次ページに続く)



(設問1の続き)

- (ii) 化合物の化学式と ODP 値に言及しながら、塩素がオゾン層破壊の原因であるという仮説についてコメントしなさい。

[1]

.....
.....
.....

- (b) 2ページの表のデータを用いて、気体の大気寿命とその GWP との間にはどのような関係があるかを解釈しなさい。

[2]

.....
.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)

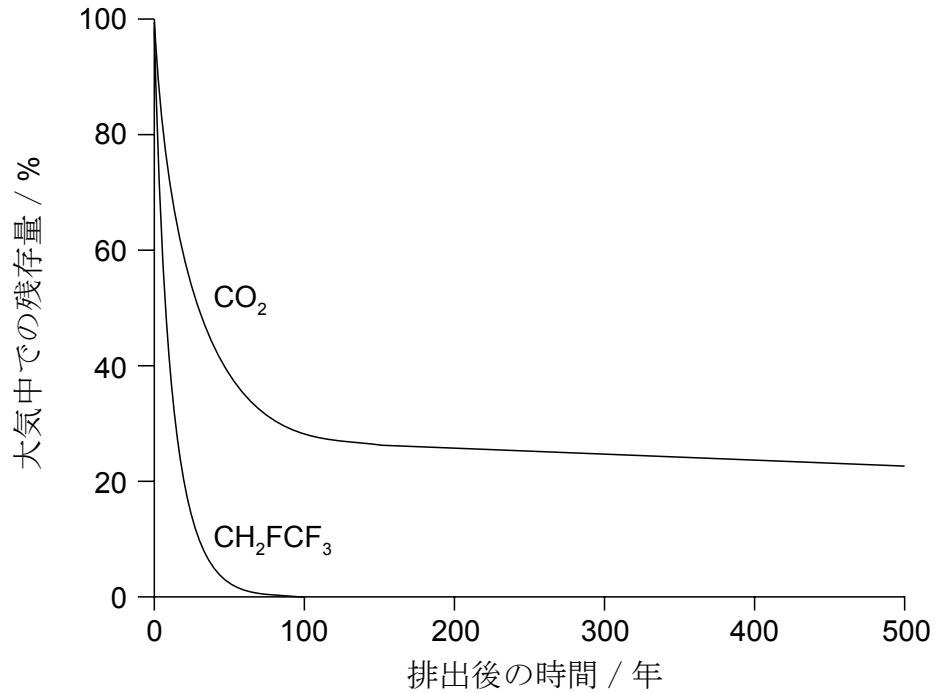


44EP03

裏面に続く

(設問1の続き)

(c) 下のグラフは、同量のCO₂とCH₂FCF₃が大気中に取り込まれるレベルの変化を時間とともに示したものです。



(i) 国際純正・応用化学連合 (IUPAC) が定める規則に基づいて、CH₂FCF₃ の名前を述べなさい。 [1]

.....

(ii) CH₂FCF₃ の蒸発熱 ΔH_{vap} は 217 kJ kg^{-1} です。1モルのCH₂FCF₃を凝縮させた場合のエンタルピーの変化量を計算しなさい。 [2]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)



(設問1の続き)

- (iii) 4ページのグラフを参考にして、 CH_2FCF_3 との比較における CO_2 の大気寿命、および CO_2 が気候変動に及ぼし得る影響についてコメントしなさい。 [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. トーマスは赤褐色の酸化銅の組成式(実験式)を求めようとしています。トーマスが選択した方法は既知の量の硫酸銅(II)を赤褐色の酸化銅に変換させるというものです。その手順は以下の通りです。

- 水和硫酸銅(II)の結晶を用いて、 1 mol dm^{-3} の溶液を 100 cm^3 作る。
- この溶液の既知量をアルカリ性のグルコースと反応させて、赤褐色の酸化銅に変化させる。
- 沈殿した酸化物を分離し、その質量を調べる。

(a) トーマスは、溶液を作るためには
 $0.1 \times [1 \times 63.55 + 1 \times 32.07 + 4 \times 16.00] = 15.962 \pm 0.001\text{ g}$ の酸化銅(II)が必要であると計算しています。この計算の主な誤りを簡単に説明しなさい。

[1]

.....
.....

(b) トーマスはメスシリンダーから $100 \pm 1\text{ cm}^3$ の水を加え、硫酸銅(II)の結晶を溶かそうとしています。しかし、友人がトーマスに、標準液を作るにはメスシリンダーから水を加えるよりメスフラスコを用いた方が良いと伝えました。メスフラスコの方が良い理由を**2つ**述べなさい(指示用語：提案しなさい)。

[2]

.....
.....
.....

(次ページに続く)



(設問2の続き)

- (c) ここでトーマスは、過剰量のアルカリ性のグルコースとともに 25 cm^3 の溶液を加熱し、赤褐色の酸化銅の懸濁液に変化させました。どのようにすれば純粋で乾燥した固体の生成物が得られるか詳しく述べなさい。

[2]

.....
.....
.....
.....

- (d) 既知量の硫酸銅(II)の結晶から得られる赤褐色の酸化銅の質量を測定するためにトーマスが用いた方法は、どうすればより単純で、より正確な結果が得られる方法になったのかを述べなさい(指示用語：提案しなさい)。ただし、同じ化学反応を用いること。

[1]

.....
.....
.....
.....

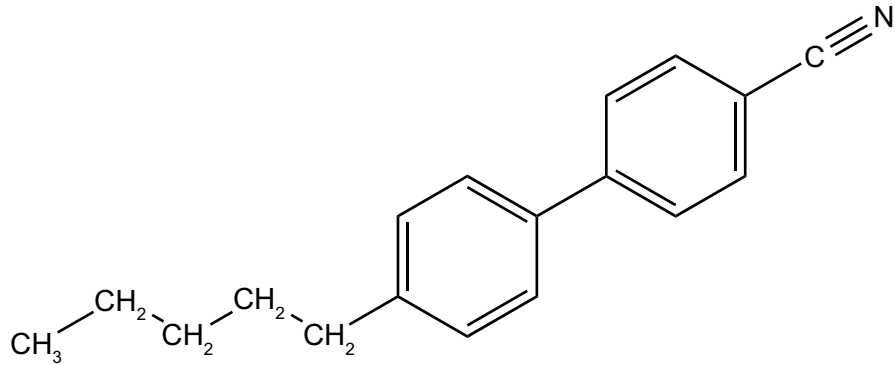


セクションB

「選択項目」からいずれか**1項目**を選び、**すべて**の設問に答えなさい。解答欄に答えを書きなさい。

選択項目 A — 材料科学

3. (a) 下に示した分子は液晶ディスプレイ(LCD)によく用いられています。



液晶状態で存在できるこの分子の物理的特性を特定しなさい。

[1]

.....

(b) (i) カーボンナノチューブを生成するための方法である化学気相成長法(CVD)について詳しく述べなさい。

[2]

.....
.....
.....
.....

(ii) 現代の触媒には活性物質のサポートとしてカーボンナノチューブが多く使用されています。カーボンナノチューブを使用する主な利点を述べなさい。

[1]

.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目Aの続き)

4. セラミックの材料の生成には異なる種類の金属酸化物が広く用いられており、それらの機能は、化合物中に存在する結合の種類と密接に関係しています。

(a) 酸化マグネシウムおよび酸化コバルト(II)はどちらもセラミックに取り入れられています。『化学資料集』の第8項を用いて値を計算し、下の表を完成させなさい。

[2]

化合物	酸化マグネシウム	酸化コバルト(II)
電気陰性度の差
平均電気陰性度

(b) 『化学資料集』の第29項を用いて、化合物の結合の種類および共有結合性の割合(%)を予測しなさい。

[2]

化合物	酸化マグネシウム	酸化コバルト(II)
結合の種類
共有結合性の割合(%)

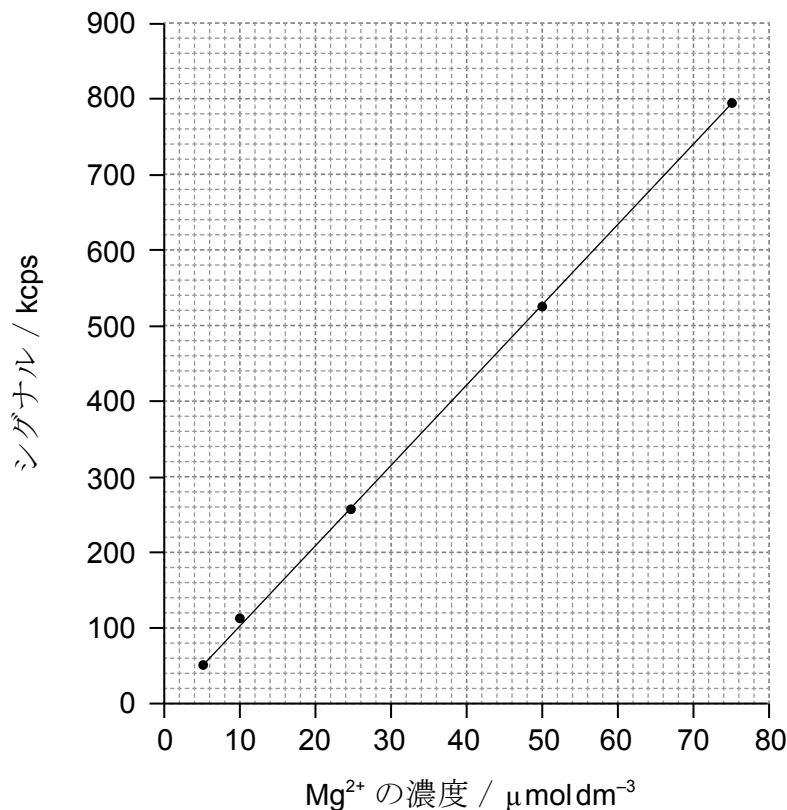
(次ページに続く)



(選択項目Aの続き)

5. マグネシウムはクロロフィルに不可欠な成分であり、植物中のさまざまな液体から微量のマグネシウムを見つけることができます。マグネシウム濃度のおよその値は、誘導結合プラズマ発光分光分析(ICP-OES)を用いて調べることができます。

(a) 下のグラフは、ICP-OESによるマグネシウムの検量線を示したものです。



- (i) 濃度が $10 \mu\text{mol dm}^{-3}$ の溶液 250 cm^3 に存在しているマグネシウムイオンの質量を求めなさい。

[2]

.....

.....

.....

(次ページに続く)



(選択項目 A 設問 5 の続き)

- (ii) 2種類 of 溶液の計数率がそれぞれ 627kcps および 12kcps であったとします。この検量線のグラフを用いる分析で問題が少なかったのはどちらの溶液かを述べ、その根拠も説明しなさい。

[1]

.....
.....

- (b) マグネシウムイオンの濃度は、水酸化マグネシウムとして沈殿させることでも測定することができます。水酸化マグネシウムの溶解度積は 298K で 1.20×10^{-11} です。水酸化イオンの濃度が 2.00 mol dm^{-3} の溶液中において水酸化マグネシウムの溶液は 298K で飽和します。その時のマグネシウムイオンの濃度を計算しなさい。

[3]

.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目Aの続き)

6. 現代社会では、PVCやメラミンのようなプラスチックが広く用いられています。

(a) PVCは熱可塑性であるのに対し、メラミンは熱硬化性です。科学者がプラスチックを分類するのに用いたもう**1つ**の方法を述べ、その分類法が有用な理由を簡単に説明しなさい。

[2]

.....
.....
.....
.....

(b) PVCの発見から、ウェルド・セモンが可塑剤を添加してプラスチックを有用なものにするまでほぼ**100年**を要しました。可塑剤がPVCの性質に及ぼす効果を説明しなさい。

[2]

.....
.....
.....
.....

(c) アトムエコノミーの見地から、PVCの重合が「グリーンケミストリー」であると考えられる理由を述べなさい(指示用語：正当化しなさい)。

[1]

.....
.....

(次ページに続く)

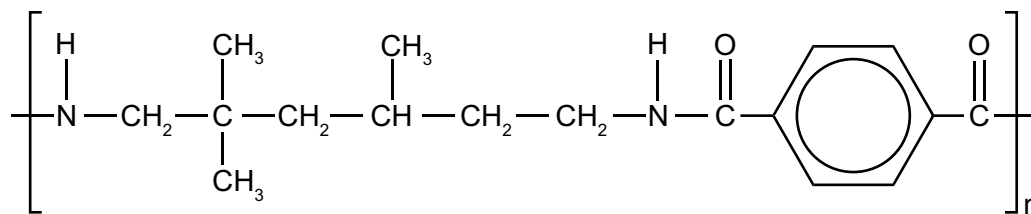


(選択項目 A 設問 6 の続き)

- (d) 設問(c)で述べた結論にもかかわらず、多くの方がPVCは環境に害を及ぼすと考えています。PVCの燃焼により放出される有毒な化学物質を**1つ**特定しなさい。 [1]

.....

- (e) 下の式はTrogamid[®]として市販されているポリマーの繰り返し単位を示したものです。



- Trogamid[®]が属するポリマーの種類を述べ、また、Trogamid[®]を生成するために使用されているモノマーの構造式(複数)を書きなさい。 [2]

.....

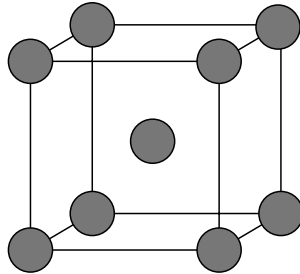
(次ページに続く)



(選択項目Aの続き)

7. 現在、超伝導体は、MRI スキャナーや磁気浮上式リニアモーターカーなどに広く用いられています。多くの超伝導体ではニオブが使用されています。

(a) ニオブは、通常、下に示した単位構造をもつ結晶形として入手できます。



結晶構造、原子の配位数、および単位格子内の原子の数を述べなさい。

[3]

結晶構造:

.....

配位数:

.....

原子の数:

.....

(b) X線回析によると、単位格子の辺の長さは0.314nmです。この値と設問(a)のデータを用いてニオブの密度を kgm^{-3} で求めなさい。

[3]

.....
.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目 A 設問7の続き)

- (c) バーディーン・クーパー・シュリーファアの理論(BCS理論)によると、第一種超伝導体の発現はクーパー対に起因するものです。クーパー対はどのように形成されるのか、また、その中で陽イオン格子はどのような役割を果たすのかについて詳しく述べなさい。

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

選択項目 A 終了

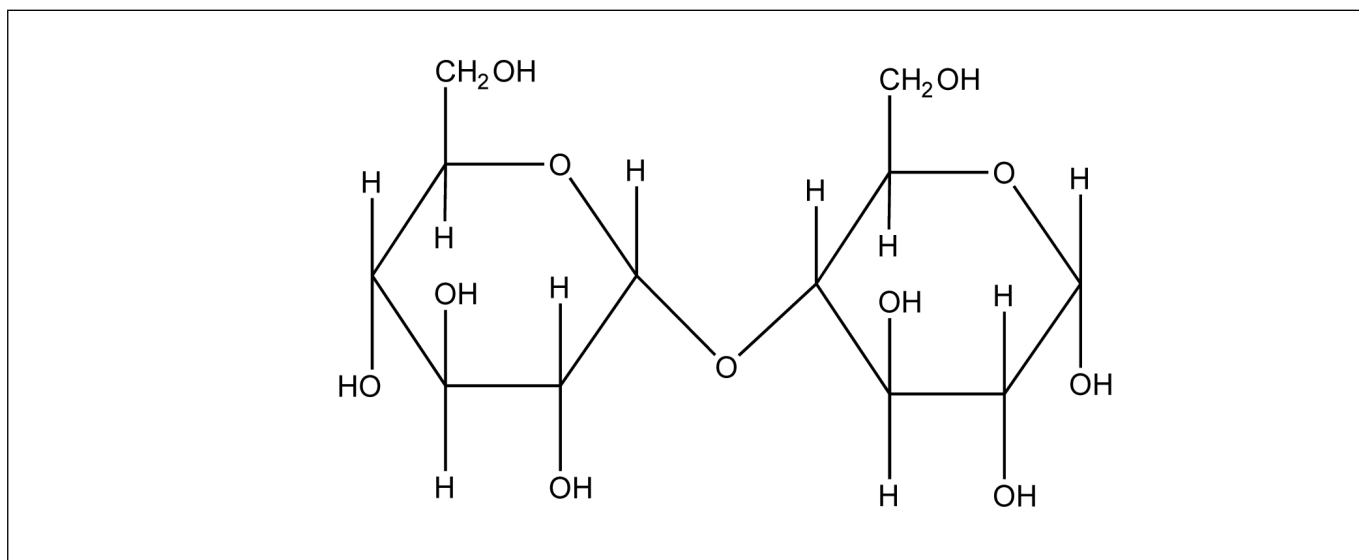


44EP15

裏面に続く

選択項目 B — 生化学

8. 下の図はマルトースと呼ばれる二糖類の構造を示しています。



(a) 図の中で、第一級アルコール類を酸素の上に「I」と、さらに第二級アルコール類を酸素の上に「II」と書いて特定しなさい。 [1]

(b) (i) この分子のモノマーへの変換を、分子式を用いた反応式で示しなさい。 [1]

.....

(ii) 設問 (b) (i) で示した代謝過程の種類を特定しなさい。 [1]

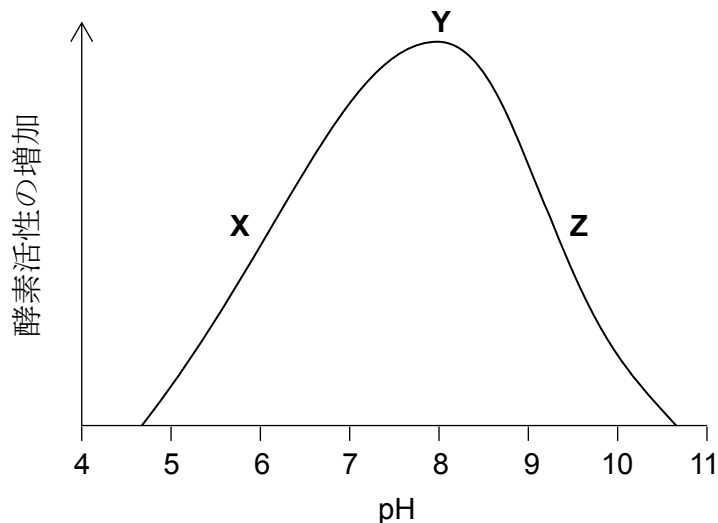
.....

(次ページに続く)



(選択項目 B 設問 8 の続き)

(c) 設問 (b) の反応ではマルターゼという酵素が触媒となります。pH4～11 のマルターゼの存在下で、マルトースの分解速度を調べる実験を行いました。



グラフ上の X, Y, Z において pH がこの酵素に及ぼす影響について具体的に言及した上で、pH の変化にともなって酵素活性がどのように変化するかを詳しく述べなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(次ページに続く)



(選択項目 B 設問 8 の続き)

- (d) 設問(c)で述べた実験では、様々な緩衝液が用いられます。
ある生徒は、 0.10 mol dm^{-3} のブタン酸(酪酸)溶液とブタン酸ナトリウム(酪酸ナトリウム)の固体から pH5.00 の緩衝液を 1.00 dm^3 作成しようとしています。
ブタン酸ナトリウム(酪酸ナトリウム)のモル質量は $110.01 \text{ g mol}^{-1}$ です。

『化学資料集』の第1項および第21項のデータを用いて、この生徒が混和する必要がある各成分の量を求めなさい。混和による容量の変化はないと仮定して計算の過程をすべて示しなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

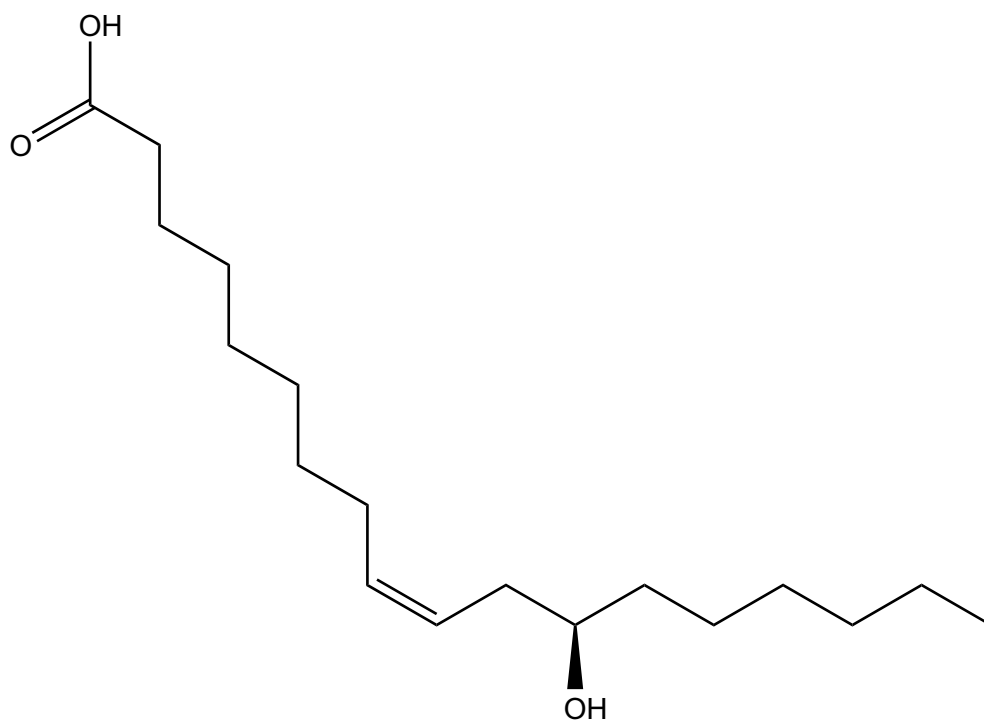
.....

(次ページに続く)



(選択項目Bの続き)

9. ヒマは油の採取を目的に栽培されている農作物です。ひまし油の成分のほとんどは、比較的まれな脂肪酸であるリシノール酸のトリグリセリドで構成されています。リシノール酸の構造は以下の通りです。



- (a) リシノール酸の分子式を書きなさい。 [1]

.....

- (b) (i) リシノール酸の構造と、『化学資料集』の第34項に記載されているステアリン酸の構造を比較・対比しなさい。 [3]

.....

(次ページに続く)



(選択項目 B 設問9の続き)

- (ii) リシノール酸トリグリセリドは、酸敗臭発生の傾向においてステアリン酸トリグリセリドとどのように異なるのかを説明しなさい。 [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) リシノール酸に存在し得る立体異性体の数を推定しなさい。 [1]

.....

- (d) ヒマの種には少量で死に至る毒性のタンパク質であるリシンが含まれています。ひまし油の抽出過程で加熱することにより、リシンは不活性化されます。

- (i) 加熱することでリシンの毒性が失われる理由を簡単に説明しなさい。 [1]

.....

.....

.....

- (ii) 多くの国では、もはやヒマを収穫することがなく、他国からのひまし油の輸入に頼っています。その理由を考察しなさい。 [2]

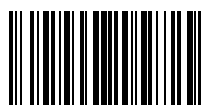
.....

.....

.....

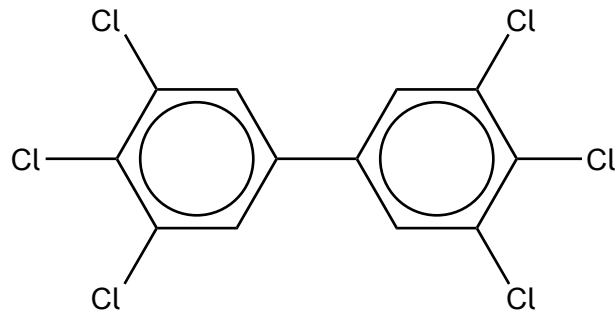
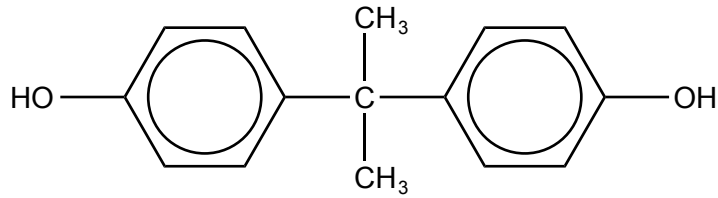
.....

(次ページに続く)



(選択項目Bの続き)

10. 下の図は生体異物の一種であるキセノエストロゲンとして知られている分子の2つの例を示しています。これらは、女性ホルモンであるエストロゲンと類似した影響を生体に及ぼします。これらの物質は環境中に存在し、生体に吸収され、特定の組織に蓄えられることがあります。



- (a) 生体異物という言葉は何を意味しているのか述べなさい。 [1]

.....
.....
.....

- (b) 上記の構造を参考にして、これらの生体異物が動物性脂肪に容易に蓄えられる理由を簡単に説明しなさい。 [1]

.....
.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目 B 設問 10 の続き)

- (c) 環境中の生体異物の濃度を減少させる方法の1つに、生体異物と結合できる特定の「宿主分子」を開発するというものがあります。宿主分子と生体異物が結合することにより超分子が形成されます。

超分子内において宿主分子と生体異物の間で生じる可能性がある結合を**3つ**述べなさい。

[1]

.....
.....
.....
.....

11. DNAは遺伝情報を伝える分子で、ほぼすべての細胞に存在します。1953年にワトソンとクリックがDNAの2重らせんの性質を述べた論文を発表する2ヶ月前に、ライナス・ポーリングは、3重らせんを基にしたDNAの構造を提唱する論文を発表しました。ポーリングのモデルは間もなく間違っていることが証明されました。このモデルでは、リン酸基がらせん構造の中心にあり、窒素塩基が外側に向いていました。

- (a) ポーリングのモデルではDNA構造が安定ではないと思われる理由を述べなさい (指示用語：提案しなさい)。

[2]

.....
.....
.....
.....
.....

- (b) DNAには、「複製可能」という特異な性質があります。複製過程の開始時に切断される結合の種類と位置を述べなさい。

[1]

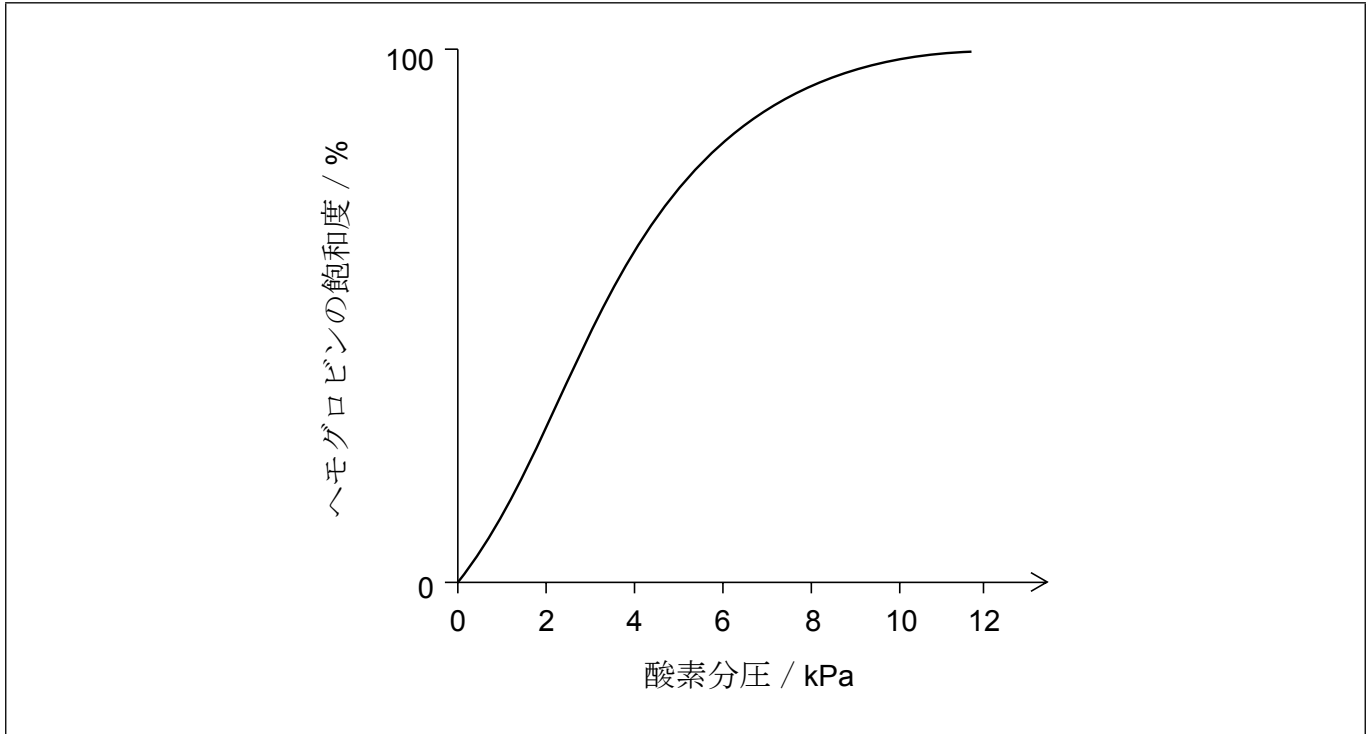
.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目Bの続き)

12. ヘモグロビンは四次構造をもつタンパク質です。下のグラフはヘモグロビンの酸素飽和度と、酸素濃度を表す指標である酸素分圧との関係を示しています。



(a) 約2～6kPaの範囲で曲線が急に上昇する理由を詳しく述べなさい。 [2]

.....

.....

.....

.....

(b) (i) 上のグラフに曲線を書き加え、二酸化炭素の濃度が増加するとヘモグロビンの酸素結合曲線がどのように変化するか示しなさい。 [1]

(次ページに続く)



(選択項目 B 設問 12 の続き)

- (ii) 活発に呼吸している細胞にヘモグロビンが近づいた場合、設問(b)(i)で描いた変化が血液中の酸素飽和度にどのような影響を及ぼすか説明しなさい。 [2]

.....

.....

.....

.....

選択項目 B 終了



選択項目 C — エネルギー

13. 植物は太陽エネルギーを化学エネルギーに変換します。したがって、植物油などの植物生成物は、内燃機関の格好の直接燃料であると考えられます。

(a) 太陽からの可視光はクロロフィルによって吸収されます。クロロフィルの構造は『化学資料集』の第35項に記載されています。スペクトル可視領域の光の吸収を可能にする、クロロフィルの結合の特徴を特定しなさい。

[1]

.....
.....

(b) (i) 従来の内燃機関の直接燃料として植物油を使用することの主な問題点を特定しなさい。

[1]

.....
.....

(ii) 植物油のエステル交換によりこの問題は解決されます。この過程に必要な試剤を述べなさい。

[1]

.....
.....

(次ページに続く)



44EP25

裏面に続く

(選択項目 C 設問 13 の続き)

- (c) 植物生成物は、エタノールに変換し、オクタンなどのアルカンと混合することによって燃料として利用することができます。下の表はこれらの化合物の性質の一部を示したものです。

化合物	モル質量 / g mol^{-1}	密度 / g dm^{-3}	$\Delta H_c /$ kJ mol^{-1}	燃焼の反応式
エタノール	46.08	789	-1367	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
オクタン	114.26	703	-5470	$\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 12\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- (i) エタノールのエネルギー密度は 23400 kJ dm^{-3} です。
上の表のデータを用いて、オクタンのエネルギー密度を求めなさい。 [1]

.....

.....

- (ii) これらの結果を用いて、オクタンの方が車両により適した燃料である理由を簡単に説明しなさい。 [1]

.....

.....

(次ページに続く)



(選択項目 C 設問 13 の続き)

(iii) 26 ページにある表のデータを用いて、エタノールとオクタンの二酸化炭素排出量がほぼ同量であることを証明しなさい。

[1]

.....
.....
.....
.....

(iv) エタノールとオクタンの二酸化炭素排出量がほぼ同量であるにもかかわらず、エタノールを使用する方が大気中の二酸化炭素量に及ぼす影響が小さい理由を簡単に説明しなさい。

[1]

.....
.....
.....

(次ページに続く)



44EP27

裏面に続く

(選択項目Cの続き)

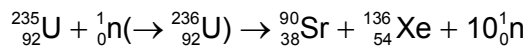
14. 原子力は化石燃料を使用しないエネルギー源で、現在の核技術は核分裂反応に依存しています。

(a) 大量生産に向けた原子力の技術は1940～1970年に急激に発展しました。この理由を簡単に説明しなさい。

[1]

.....
.....
.....

(b) 典型的な核分裂反応の反応式は以下の通りです。



以下はこの核分裂反応に関わる粒子の質量を示したものです。

中性子の質量	=	1.00867 amu
U-235の核の質量	=	234.99333 amu
Xe-136の核の質量	=	135.90722 amu
Sr-90の核の質量	=	89.90774 amu

これらのデータおよび『化学資料集』の第1項と第2項に記載されているデータを用いて、1個のウランの核が核分裂する際に放出されるエネルギーを求めなさい。

[3]

.....
.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目 C 設問 14 の続き)

- (c) ストロンチウム-90の半減期は28.8年です。『化学資料集』の第1項に記載されているデータを用いて、ストロンチウム-90の放射能が最初の値の10%に減少するのに必要な年数を計算しなさい。

[2]

.....
.....
.....
.....

- (d) 核燃料は濃縮した天然ウランを必要とします。根底にある物理的原理に言及しながら、この濃縮過程がどのように実施されるかを説明しなさい。

[3]

.....
.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目Cの続き)

15. エネルギー生産は環境に対する脅威となる可能性があります。近年盛んな議論を引き起こしている問題の1つに、ほとんどの科学者が地球温暖化の主要な原因であると確信している温室効果ガスの排出が挙げられます。

(a) 分子が赤外線を吸収する際に必ず起こる分子の変化について説明しなさい。 [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(b) (i) 温室効果ガスの中で排出量が最も大きいものは二酸化炭素と水蒸気です。別の温室効果ガスをもう**1つ**挙げ、その化合物の自然発生源も特定しなさい。 [1]

温室効果ガス：

.....

.....

自然発生源：

.....

.....

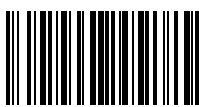
(ii) 二酸化炭素に比べて水蒸気はより強力な温室効果ガスですが、二酸化炭素の影響についてはより大きな懸念があります。その理由を述べなさい(指示用語：提案しなさい)。 [1]

.....

.....

.....

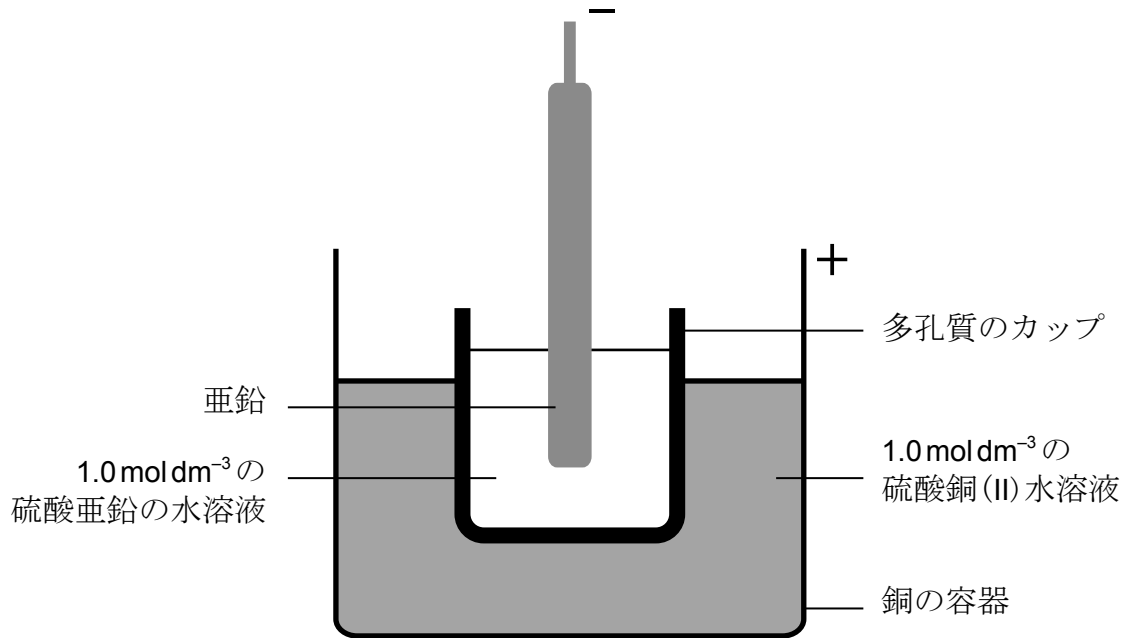
(次ページに続く)



(選択項目Cの続き)

16. 電気を遠く離れた場所や携帯機器に供給することは非常に重要です。

(a) 下の図は最も初期に使われた装置の1つであるダニエル電池を示しています。



多孔質のカップを使うことで、2種類の溶液を混和することなくイオンを移動させることができます。電池の標準電位 E_{cell}^{\ominus} は1.10Vです。

(i) 電気伝導性の高い導体を用いて銅と亜鉛の電極を接続する場合において、最初に電流を制限する過程は何か答えなさい。

[1]

.....

.....

(次ページに続く)



44EP31

裏面に続く

(選択項目 C 設問 16 の続き)

- (ii) 電池電位を上昇させる際にどちらの溶液の濃度を上げる必要があるか、理由とともに簡単に説明しなさい。

[1]

.....
.....
.....

- (iii) ある離れた場所において硫酸銅(II)が不足しており、そのため溶液の濃度を 0.1 mol dm^{-3} に下げなければなりません。『化学資料集』の第1項および第2項に記載されているデータを用いて、結果として生じる電池電位を計算しなさい。

[2]

.....
.....
.....

- (iv) この硫酸銅(II)の濃度の減少が、電気エネルギー源としての電池に及ぼす別の影響を述べなさい(指示用語: 提案しなさい)。

[1]

.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目 C 設問 16 の続き)

- (b) 遠く離れた場所への電力供給問題の解決策として、現代では色素増感太陽電池 (DSSC) が用いられています。グレッツェル DSSC は、ヨウ素イオン I⁻ を含む電解質と接する半導体である二酸化チタン TiO₂ の表面上に有機色素分子を含んでいます。

DSSC の仕組みを説明しなさい。その際、DSSC の作成におけるナノテクノロジーの重要性、および DSSC がシリコン系太陽電池より優れている点についても言及しなさい。

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

選択項目 C 終了



44EP33

裏面に続く

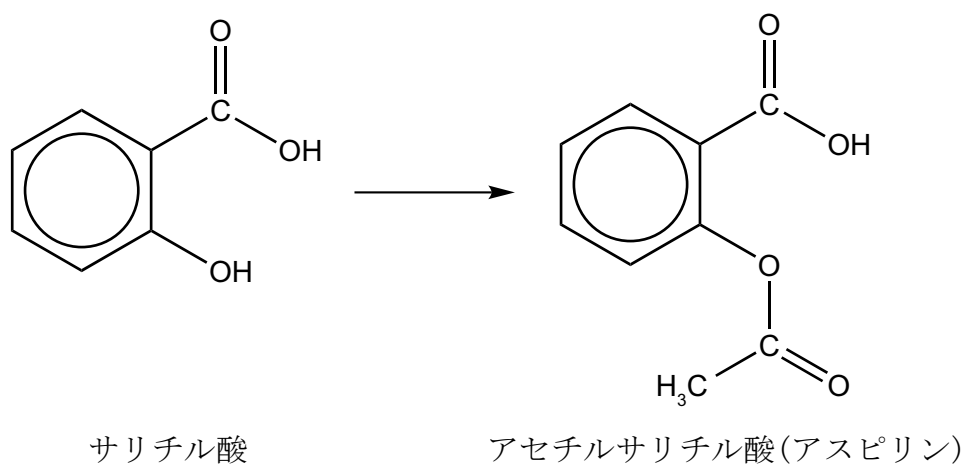
このページには何も**書かないで**
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



選択項目 D — 医薬品化学

17. サリチル酸は胃を刺激することがあるにもかかわらず、鎮痛剤および解熱剤として何世紀にもわたって使用されてきました。1800年代に、サリチル酸をアセチルサリチル酸に変換させることで、有効性を保ちながらも胃への刺激を軽減できることが分かりました。



- (a) サリチル酸をアセチルサリチル酸に変換するのに用いられる反応の種類を特定しなさい。 [1]

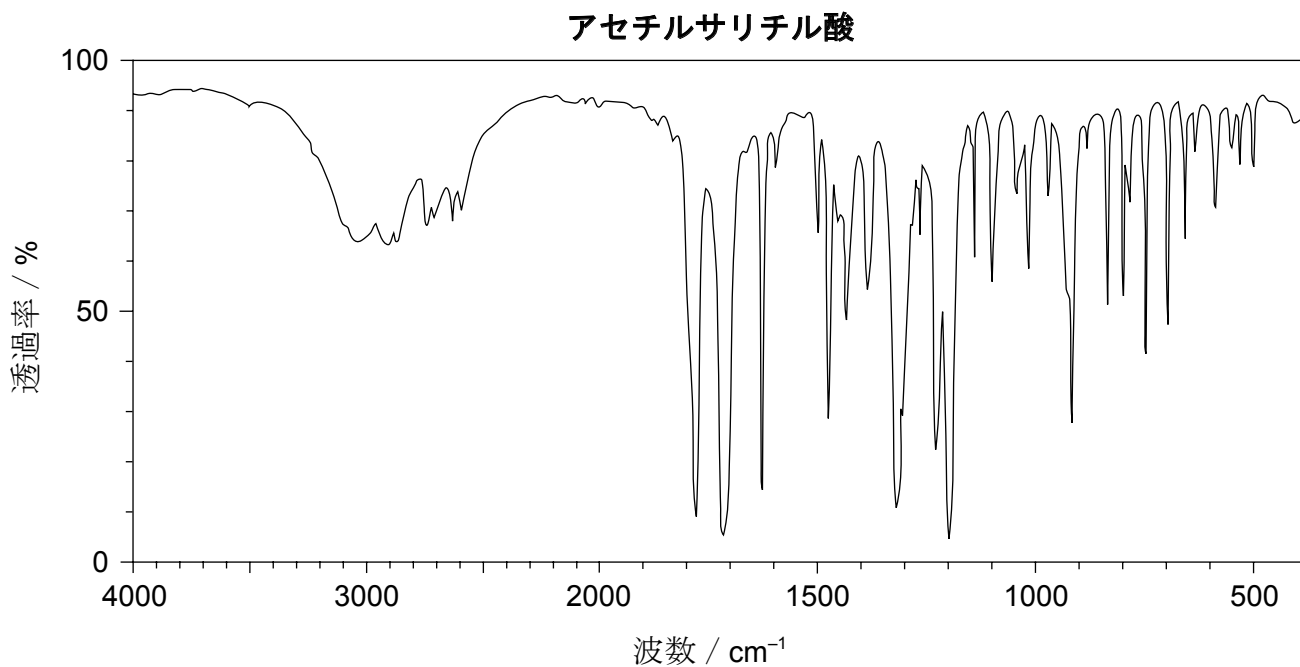
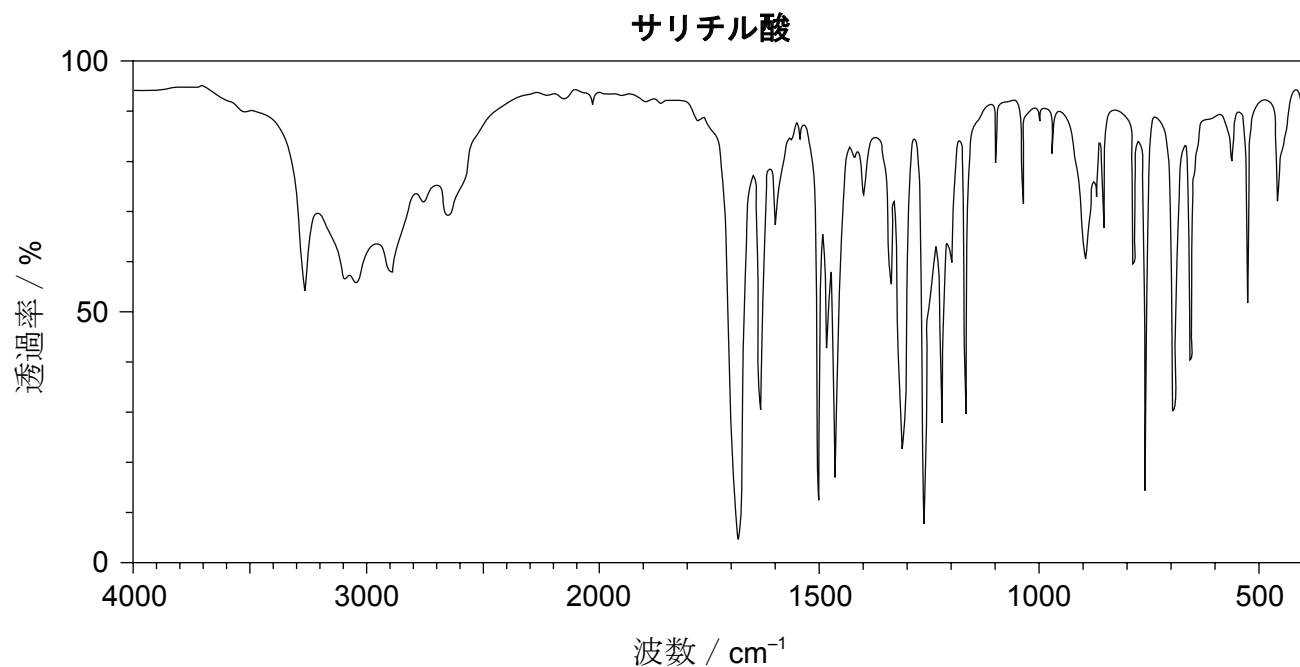
.....

(次ページに続く)



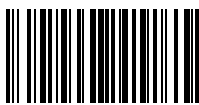
(選択項目D 設問17の続き)

- (b) 以下はサリチル酸とアセチルサリチル酸の赤外線(IR)スペクトルを示したものです。



[出典: SDBSウェブサイト: www.sdbb.riodb.aist.go.jp (産業総合技術研究所, 2014)]

(次ページに続く)



44EP36

(選択項目D 設問17の続き)

『化学資料集』の第26項に記載されているデータを用いて、存在する結合の観点から2つのスペクトルを比較・対比しなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(c) 水酸化ナトリウムなどの強塩基と反応させることにより、改良型アスピリンが作り出されることがあります。この過程によりアスピリンの生物学的利用能が増加する理由を説明しなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

(次ページに続く)



44EP37

裏面に続く

(選択項目Dの続き)

18. 近年、インフルエンザの原因となるウイルスの研究が進歩し、オセルタミビル(タミフル®)およびザナミビル(リレンザ®)という2種類の抗ウイルス薬を生成できるようになりました。

(a) 一般的にあって、細菌よりもウイルスの方が薬の標的になりにくい理由を簡単に説明しなさい。

[1]

.....
.....
.....

(b) 『化学資料集』の第37項に記載されている分子構造を参考にして、オセルタミビルおよびザナミビル両方に存在している3つの官能基の化学式と、ザナミビルにのみ存在している2つの官能基の化学式を述べなさい。

[3]

両方に存在している官能基:
.....
.....

ザナミビルにのみ存在している官能基:
.....
.....

(c) これらの薬の普及が、どのようにして薬に耐性のあるウイルスのまん延を引き起こすのか、見解を述べなさい。

[2]

.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目Dの続き)

19. 制酸剤は、胃が生成する過剰な塩酸を中和するのに有用です。制酸剤の中和力は、制酸剤1gが中和できる塩酸のモル数として定めることができます。

(a) 制酸剤である水酸化マグネシウムの作用を示す反応式を書きなさい。 [1]

.....
.....

(b) 質量が0.200gの制酸剤の錠剤を、 0.125 mol dm^{-3} の塩酸 25.00 cm^3 に加えました。反応の終了後、残留した過剰な塩酸を中和するのに 0.200 mol dm^{-3} の水酸化ナトリウムが 5.00 cm^3 必要でした。この錠剤の中和力を求めなさい。 [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目Dの続き)

20. 放射線療法は、さまざまな種類のがんの治療の一部として広く用いられています。放射線療法では、がん細胞を抑制または死滅させるのに電離放射線が用いられます。

この分野では、生物学的標的に向けてアルファ線を放射する放射性核種を用いるアルファ線内用療法の開発に特に期待が集まっています。

(a) がんの治療に特に有効であるアルファ粒子の特徴を**2つ**説明しなさい。 [2]

.....

.....

.....

.....

(b) (i) 他の放射線療法ではベータ線を放出する放射線核種が用いられます。イットリウム-90(⁹⁰Y)が広く用いられており、64時間の半減期でベータ崩壊します。

⁹⁰Yの崩壊の核反応式を書きなさい。 [2]

.....

.....

(ii) 『化学資料集』の第1項に記載されているデータを用いて、⁹⁰Yのサンプル65.7gのうち、264時間後に残存している⁹⁰Yの量を計算しなさい。 [2]

.....

.....

.....

.....

(次ページに続く)



(選択項目 D の続き)

21. タキソール®は複数種のがんの治療に用いられる化学療法薬です。

(a) タキソール®の原料を特定したうえで、この原料からタキソール®を得ることによってもたらされる環境への影響を詳しく述べなさい。 [2]

.....
.....
.....
.....

(b) 現在、タキソール®を単離するために用いられている「グリーンケミストリー」の方法、およびこの方法が環境に対して比較的危害が少ない理由を簡単に説明しなさい。 [2]

.....
.....
.....
.....

(c) タキソール®の構造は『化学資料集』の第37項に記載されています。タキソール®は「非常にキラルな分子」であると言われていています。この意味を説明しなさい。また、タキソール®を化学的に合成する過程はなぜ複雑なのか、そしてその過程をコントロールすることはなぜ極めて重要であるのかを説明しなさい。 [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

選択項目 D 終了



このページには何も**書かない**で
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



このページには何も**書かないで**
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



44EP43

裏面に続く

このページには何も**書かない**で
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



44EP44

マークスキーム(採点基準)

試験見本

化学

上級レベル(HL)

試験問題 3

科目の詳細：「化学」HL 試験問題3のマークスキーム

配点

受験者は、セクションAの**すべての**設問[15点]と、セクションBの**1つ**の選択項目からすべての設問[30点]に解答しなければなりません。
最高合計点 = [45点]

1. 「設問」欄の各行は、その設問における最も小さい小問題に対応しています。
2. 各設問における小問題の最高点は、「合計点」の欄に示されています。
3. 採点のポイントとなる項目は、「解答」欄の説明文末尾のチェックマーク(✓)で示されています。
4. 採点のポイントとなる項目の数が、合計点よりも多くなる場合があります。この場合、「合計点」の欄に**最高○**と記載されています。必要な場合には、関連する要件が「注記」欄において簡単に述べられています。
5. 別の表現が、「解答」欄に斜線(/)に続いて示されていることがあります。この場合、いずれの表現でも認められます。
6. 別の解答が「**または**」に続いて示されていることがあります。この場合、いずれの解答でも認められます。
7. 「解答」欄の山カッコ(< >)内の表現の使用は、評点を得るための必須条件ではありません。
8. 下線のある語句は、評点を得るための必須条件です。
9. 採点のポイントとなる項目を述べる順番は、「注記」欄で特に述べられていない限りは、「解答」欄の通りである必要はありません。

10. 受験者の解答が意味すること、あるいはその意義、詳細さ、妥当性が「解答」欄に示されている正解と明らかに同等であると解釈できる場合は評点を付与してください。このような配慮が特に重要であるとみなされる場合には、**OWTTE** (Or Words To That Effect — またはその旨の表現) と「注記」欄に明記されています。
11. 受験者の多くが第2言語で解答しているということを忘れないでください。文法の正確さよりも意味を効果的に伝えることの方が重要です。
12. 設問によっては、解答の一部が、後の採点のポイントとなる項目で必要になる場合があります。最初の採点のポイントとなる項目で間違いがある場合には、減点してください。しかし、間違った解答が後の採点のポイントとなる項目で正しく用いられている場合には、**遂行点**を与えてください。このような場合には、答案に**ECF** (Error Carried Forward — 間違いの持ち越し) と明記します。該当する設問においては「注記」欄に「ECF 可」と示されています。
13. 「注記」欄に特に言及が**ない限り**は、単位または有効数字での間違いについては**減点しない**でください。
14. 設問が特に物質名を問う場合には、「注記」欄に指示がない限り、例え正しくても化学式には評点を付与しません。同様に、設問が特に化学式を問う場合には、「注記」欄に指示がない限り、例え正しくても物質名には評点を付与しません。
15. 設問が反応式を問う場合には、通常は、釣り合いの取れた化学記号の反応式を書くことが求められます。したがって「注記」欄に指示がない限り、物質名での化学式および釣り合いの取れていない化学式には評点を付与しません。
16. 「注記」欄に特に言及がない限りは、反応式における状態を表す記号の有無や間違いは無視してください。

セクション A

設問			解答	注記	合計点
1.	a	i	相対値 または 標準との比較 または 絶対的な測定値ではない ✓		1
	a	ii	Clが多い化合物ではODPが高い または Clが少ない化合物ではODPが低い または Clがない化合物ではODPがゼロ ✓		1
	b		大気寿命の増加はGWPの増加と相関する。✓ 地球温暖化に対する総合的な影響は大気中に存在する時間の長さによる。 または GWPは温室効果ガスとしての特性および大気寿命に依存する。✓	しっかりとした科学的根拠に基づいている場合には、別の解答でも認めること	2
	c	i	1,1,1,2-テトラフルオロエタン ✓	コンマやダッシュ記号がない場合でも許容すること	1
	c	ii	$M(\text{CH}_2\text{FCF}_3) = (12.01 \times 2) + (1.01 \times 2) + (19.00 \times 4) = 102.04 \text{ g mol}^{-1}$ ✓ $\Delta H(\text{CH}_2\text{FCF}_3 \text{の凝縮}) = -[0.217 \text{ kJ g}^{-1}] \times 102.04 \text{ g mol}^{-1} = -22.1 \text{ kJ mol}^{-1}$ ✓	$\Delta H = 22.1 \text{ kJ}$ には [最高1] を与えること	2
	c	iii	CO ₂ の大気寿命はCH ₂ FCF ₃ よりはるかに長い。 または 100年後、約30%のCO ₂ が依然として残存しているのに対して、CH ₂ FCF ₃ は除去される。✓ 現在の排気ガスから生じるCO ₂ は、今後ずっと 気候変動/地球温暖化に影響し続けることになる。✓	OWTTE	2

設問		解答	注記	合計点
2.	a	結晶が水和物であることを考慮に入れていない。 または 24.972gを使用すべき ✓	OWTTE	1
	b	体積の不確か性が小さい または より正確 ✓ 溶解時の体積の変化が考慮される。 または 濃度は溶媒の体積ではなく、溶液の体積に対するもの ✓		2
	c	ろ過 または 遠心分離 ✓ 水で(固体を)すすぐ ✓ オーブンで加熱 または プロパノン/エタノール/揮発性の有機溶媒 すすぎ、蒸発するまで放置しておく ✓	3つすべての場合は[2]、いずれか2つの場合は[1]を与えること	2
	d	既知量の固体を使用し、グルコースと直接反応させる。 または 標準溶液を作らない ✓	OWTTE しっかりとした科学的根拠に基づく解答は認めること	1

セクション B

選択項目 A — 材料科学

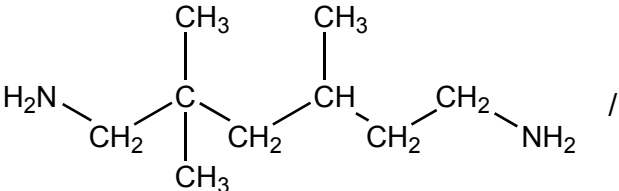
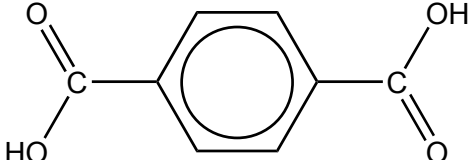
設問		解答			注記	合計点												
3.	a	強固 または 棒状 / 長くて細い分子 ✓				1												
	b	i	炭素を含む化合物と不活性希釈剤の 混合ガス/混合気相 を ✓ 加熱した金属触媒の上に流す。✓			2												
	b	ii	(非常に) 大きい表面積 ✓			1												
4.	a	<table border="1"> <thead> <tr> <th>化合物</th> <th>酸化 マグネシウム</th> <th>酸化 コバルト(II)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電気陰性度の差</td> <td>2.1</td> <td>1.5</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>平均電気陰性度</td> <td>2.35</td> <td>2.65</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>			化合物	酸化 マグネシウム	酸化 コバルト(II)		電気陰性度の差	2.1	1.5	✓	平均電気陰性度	2.35	2.65	✓	行または列が正しい場合には [1] を与えること	2
		化合物	酸化 マグネシウム	酸化 コバルト(II)														
		電気陰性度の差	2.1	1.5	✓													
平均電気陰性度	2.35	2.65	✓															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>化合物</th> <th>酸化 マグネシウム</th> <th>酸化 コバルト(II)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>結合の種類</td> <td>イオン結合</td> <td>極性共有結合</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>共有結合性の割合 (%)</td> <td>30 - 35</td> <td>53 - 58</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>			化合物	酸化 マグネシウム	酸化 コバルト(II)		結合の種類	イオン結合	極性共有結合	✓	共有結合性の割合 (%)	30 - 35	53 - 58	✓	行が正しい場合または列が正しい場合には [1] を与えること	2		
化合物	酸化 マグネシウム	酸化 コバルト(II)																
結合の種類	イオン結合	極性共有結合	✓															
共有結合性の割合 (%)	30 - 35	53 - 58	✓															

設問			解答	注記	合計点
5.	a	i	$\text{mol Mg}^{2+} = \langle 0.25 \times 10 \times 10^{-6} = \rangle 2.5 \times 10^{-6} \langle \text{mol} \rangle \checkmark$ または $\text{mass Mg}^{2+} = \langle 24.31 \times 2.5 \times 10^{-5} = \rangle 2.5 \times 10^{-5} \langle \text{mol} \rangle \checkmark$		2
	a	ii	627 kcps および 検量線の範囲内にある。 または 627 kcps および 12 kcps は検量線の範囲外にある。 \checkmark	「12 kcps のような低い値は、不確かさが非常に高くなると思われる」などといった他の正しい解答も認めること	1
	b		$K_{\text{sp}} = [\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2 \checkmark$ $[\text{Mg}^{2+}] = \frac{1}{4} \times 1.20 \times 10^{-11} \checkmark$ $[\text{Mg}^{2+}] = 3.00 \times 10^{-12} \langle \text{mol dm}^{-3} \rangle \checkmark$		3

設問		解答	注記	合計点
6.	a	材質表示コード ✓ リサイクルのために均一性を保つため ✓ または 付加 / 縮合 ✓ 類似した反応の種類に分類するため ✓ または 柔軟性 / 弾力性 ✓ 適切に使用するため ✓ または 脆弱性 ✓ 適切に使用するため ✓	OWTTE 「モノマーを予測するため」も認めること OWTTE 正当な科学的理由をともなう妥当で科学的な分類法はいずれの場合も認め、 [2] を与えること	2
	b	ポリマーを柔らかくする。✓ ポリマー鎖を切断する。 または 分子間力を減少させる。✓		2
	c	試剤のすべてが有用な生成物になる。 または アトムエコノミーが100% または 化学廃棄物が出ない。✓	OWTTE	1
	d	塩化水素 / HCl または ダイオキシシン ✓		1

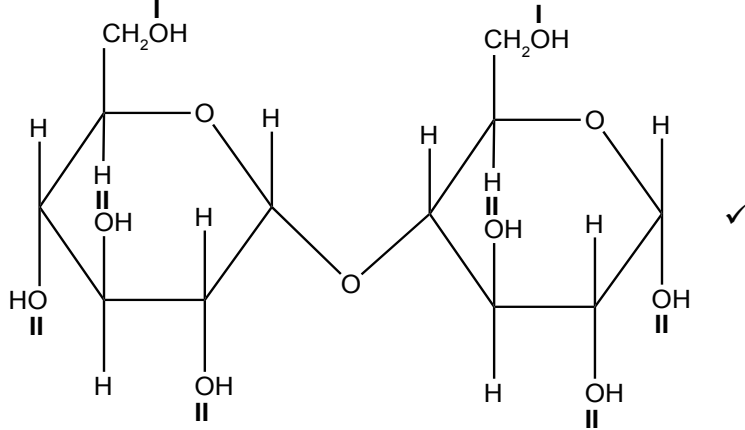
(続く)

(設問 6 の続き)

設問	解答	注記	合計点
<p>e</p>	<p>ポリアミド または 縮合 ✓</p>  <p>/</p> <p>$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$</p> <p>および</p>  <p>/ $\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$</p>	<p>NH_2として書かれたH_2Nも認めること</p> <p>塩化アシルも認めること</p>	<p>2</p>

設問		解答	注記	合計点
7.	a	bcc / 体心立方格子 ✓ 8 ✓ 2 ✓	OWTTE	3
	b	単位格子中のNbの質量 = $\left\langle \frac{2 \times 92.91 \times 10^{-3}}{6.02 \times 10^{23}} \Rightarrow 3.087 \times 10^{-25} \text{ kg} \right\rangle$ ✓ 単位格子の体積 = $\left\langle (3.14 \times 10^{-10})^3 \Rightarrow 3.096 \times 10^{-29} \text{ m}^3 \right\rangle$ ✓ 密度 = $\left\langle \frac{3.087 \times 10^{-25}}{3.096 \times 10^{-29}} = 9970 \text{ kgm}^{-3} \right\rangle$ ✓	最終的な解答が正しい場合には [3] を与えること	3
	c	〈低温では〉格子中の陽イオンが通過する電子に引き寄せられ、格子がわずかに歪む。✓ この〈わずかに正に帯電した〉歪みに <u>逆向きのスピン</u> を持つ第2の電子が引き寄せられる〈そして2つの電子による電子対が生じる〉。✓		2

選択項目 B — 生化学

設問		解答	注記	合計点
8.	a		「I」がひとつ、 および 「II」がひとつそれぞれ正しい位置にある場合は点を与えること。「II」がヘミアセタールの位置にある場合も許容すること	1
	b	i	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2C_6H_{12}O_6$ ✓	1
	b	ii	異化 ✓	加水分解も認めること 1
	c	<p>X (低いpH)では、酵素/タンパク質 は プロトン化されている/正の電荷を持つ/カチオン性である(そのため効率的に結合できない)。✓</p> <p>Y (至適pH)では、酵素は基質/マルトース に最大限まで結合できる。✓</p> <p>Z (高いpH)では、酵素/タンパク質 は 脱プロトン化されている/負の電荷を持つ/アニオン性である(そのため効率的に結合できない)。✓</p>	活性部位の形状の 変性/変化 への言及はあるものの、イオン化の変化の見地からの説明がない場合には [最高1] を与えること	3

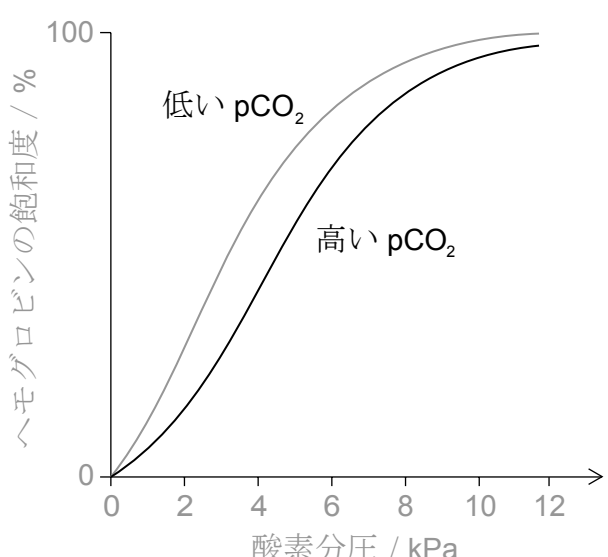
(続く)

(設問 8 の続き)

設問	解答	注記	合計点
d	<p> $\langle \text{pH} = \text{p}K_a + \log \left\{ \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \right\}, \text{ブタン酸 } \text{p}K_a = 4.83 \rangle$ $5.00 - 4.83 = \log \left(\frac{[\text{ブタン酸イオン}]}{0.10} \right)$ または $10^{0.17} = \frac{[\text{ブタン酸イオン}]}{0.10} = 1.479 \quad \checkmark$ $[\text{ブタン酸イオン}] = 0.1479 \text{ mol dm}^{-3} \quad \checkmark$ 1.00 dm³ の場合、ブタン酸は 0.10 mol dm⁻³ 0.1479 mol dm⁻³ の溶液 1.00 dm³ : 0.1479 mol × 110.01 g mol⁻¹ = 16.27 g のブタン酸 ナトリウム \checkmark </p>	<p>別の妥当な方法も認めること</p>	<p>3</p>

設問		解答	注記	合計点	
9.	a	$C_{18}H_{34}O_3$ ✓		1	
	b	i	<p>両方に 18 個の炭素原子が存在している。✓</p> <p>両方に COOH/カルボキシル基 が存在している。 または 両方とも脂肪酸 ✓</p> <p>リシノール酸は 炭素-炭素の二重結合をもつ/C=C をもつ/⟨←⟩不飽和であるのに対して、ステアリン酸は全てが C-C の単結合である/飽和している。✓</p> <p>リシノール酸には OH/水酸基 が⟨鎖内に⟩存在しているのに対して、ステアリン酸には OH/水酸基 がない。✓</p>	<p>脂肪酸ではなく「酸」とだけ述べている 解答は認めないこと</p> <p>いずれか3つに[最高3]</p>	最高3
	b	ii	<p>リシノール酸は(ステアリン酸に比べて)酸敗臭を生じる可能性が高い。✓</p> <p>炭素-炭素の二重結合/C=C は酸化される可能性がある。✓</p>		2
	c		4 ✓		1
	d	i	<p>⟨加熱による⟩変性 または ⟨加熱により⟩構造が失われる。 または ⟨加熱による⟩形状の変化 または ⟨加熱により⟩基質を結合できなくなる。✓</p>	不活性化は認めないこと	1
	d	ii	<p>ヒマの種子には 毒素/リシン が含まれている。 または 生の種を摂取すると命に関わる可能性がある。✓</p> <p>異なる国ごとに 健康基準/安全基準 に違いがある。 または 比較的豊かな国々が 発展途上国/比較的貧しい国々 の労働者を利用して いる。✓</p>	経済的な考慮など、妥当であれば他の 解答も認めること	2

設問		解答	注記	合計点
10.	a	本来なら生体に存在しない 物質/化学物質/化合物 または 生体にとって異質である化合物 ✓	環境/生物圏 における人工的に合成された 化合物/人工の化合物 も認めること	1
	b	非極性 または 脂溶性 または フェニル基/炭化水素 を基盤とする構造 または 疎水性相互作用 または 脂肪に似た(非)極性 ✓		1
	c	イオン結合 ✓ 水素結合 ✓ ファンデルワールス力 ✓ 疎水性相互作用 ✓	いずれか3つが正答であれば [1] を与えること 他の妥当な解答も認めること(共有結合は不可)	最高1
11.	a	リン酸基は 負に帯電している/アニオン性である ため 近づいた/重なった 場合には反発する。 または 負に帯電した/親水性の リン酸基は水性の 外部/表面 にある。✓ 負に帯電した/非極性の 窒素塩基が、簡単には水性の 外部/表面 に向くとは思えない。 または 非極性基が 疎水性/非極性 の内部環境を形成する。✓	OWTTE OWTTE	2
	b	対をなす塩基/相補的塩基 の間にある水素結合 ✓	「AとTおよびCとGの間の水素結合」は許容すること	1

設問		解答	注記	合計点
12.	a	<p>最初のポリペプチドに結合すると、形状の構造変化/3D変化 が引き起こされる。✓</p> <p>それにより、他のポリペプチドに結合しやすくなる。</p> <p>または</p> <p>協同的結合 ✓</p>		2
	b i	 <p>与えられたグラフの曲線の右側に同じ形の曲線 ✓</p>		1
	b ii	<p>呼吸により CO₂が放出される。</p> <p>または</p> <p>活発に呼吸している細胞の近くのCO₂濃度が上昇 ✓</p> <p>CO₂の増加とともにヘモグロビンの飽和度は低下</p> <p>または</p> <p>CO₂が高くなるとヘモグロビンの 酸素に対する 親和性/結合 が低下</p> <p>または</p> <p>CO₂が高くなると、酸素ヘモグロビンが 解離しやすくなる/酸素を放出する。✓</p>		2

選択項目 C — エネルギー

設問		解答	注記	合計点	
13.	a	非局在化した <パイ>結合/電子 の <u>拡張系</u> または 広範囲にわたる共役 ✓		1	
	b	i	粘度が高すぎる。	1	
	b	ii	アルコール および <強>酸 または アルコール および <強>塩基 ✓	1	
	c	i	$\left\langle \frac{703 \times 5470}{114.26} \Rightarrow 33700 \text{ (kJdm}^{-3}\text{)} \right\rangle$	1	
	c	ii	一定量の燃料からより多くのエネルギーを生成 ✓	エネルギー密度がより高いという解答も認めること	1
	c	iii	エタノール : $\frac{1367}{2} = 683.5 \text{ kJmol}^{-1}$ および オクタン : $\frac{5470}{8} = 683.8 \text{ kJmol}^{-1}$ または 1000kJのエタノールの放出において生じるCO ₂ の質量 : $\frac{2 \times 44.01 \times 1000}{1367} = 64.4 \text{ g}$ および オクタン : $\frac{8 \times 44.01 \times 1000}{1367} = 64.4 \text{ g}$ ✓	同じ熱エネルギーの出力に対して生成される二酸化炭素の量はどちらの燃料においても同じであるということが示されていれば、他の方法も認めること	1
	c	iv	エタノールは バイオ燃料である/植物原料から生成される。 または 植物は成長時に二酸化炭素を吸収する。 ✓	1	

設問		解答	注記	合計点
14.	a	核兵器の開発競争によって、原子力の技術が発展した。✓	OWTTE 他の妥当な説明も認めること	1
	b	$\Delta m = \langle 234.99333 - 135.90722 - 89.907738 - [9 \times 1.00867] \rangle = \rangle 0.100342 \langle \text{amu} \rangle \checkmark$ $= \langle 0.100342 \times 1.66 \times 10^{-27} \langle \text{kg} \rangle \Rightarrow \rangle 1.67 \times 10^{-28} \langle \text{kg} \rangle \checkmark$ $E = \langle mc^2 = 1.67 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow \rangle 1.50 \times 10^{-11} \langle \text{J} \rangle \checkmark$	最終的な解答が正しい場合には[3]を与えること	3
	c	$\lambda = \langle \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{28.8} \Rightarrow \rangle 0.0241 \checkmark$ $t = \langle -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{\ln 0.1}{0.0241} \Rightarrow \rangle 95.7 \langle \text{年} \rangle \checkmark$ または $0.5^n = x$ $n = \langle \frac{\log x}{\log 0.5} = \frac{\log 0.1}{0.301} \Rightarrow \rangle 3.32 \checkmark$ 時間 = 28.3 × 3.32 = 95.7 ⟨年⟩ ✓	最終的な解答が正しい場合には[2]を与えること	2
	d	UF ₆ への変換 ✓ 同位体によって拡散速度が異なる。✓ 気体は(M _r) ^{-1/2} に比例した速度で拡散する。✓ 超遠心分離によって拡散が生じる。✓		最高3

設問		解答	注記	合計点	
15.	a	伸縮 または 変角 ✓ 極性/双極モーメント の変化を引き起こす。✓		2	
	b	i	メタン および 有機物の嫌気性分解 または メタン および 動物による消化 ✓	正しい自然発生源と共に記載された温室効果ガスの他の例も認めること	1
	b	ii	水蒸気の主要な発生源は 人為的な/人間による ものよりむしろ自然である。 または 水蒸気の量はほぼ一定量で維持されているのに対して、CO ₂ の量は近年著しく上昇している。✓		1

16.	a	i	二種の溶液間の/多孔質のカップを通した イオンの 移動/拡散 ✓		1
	a	ii	CuSO ₄ /硫酸銅(II) および Cu/銅 の方向へ平衡をずらす。 または CuSO ₄ /硫酸銅(II) および Cu/銅 の半電池の電位が高くなる。✓		1
	a	iii	$E = 1.10 - \left(\frac{298R}{2F} \right) \ln \frac{[Zn^{2+}]}{[Cu^{2+}]} = 1.10 - \left(\frac{298 \times 8.31}{2 \times 96500} \right) \ln \frac{1}{0.1} = 1.10 - 0.0295 \quad \checkmark$ $E = 1.07 \text{ (V)} \quad \checkmark$	最終的な解答が正しい場合には[2]を与えること	2
	a	iv	電力がより急速に使い果たされる。 または 同程度には持続しないと思われる。 または 等しい量の電力を生成できないと思われる。✓		1

(続く)

(設問 16 の続き)

設問	解答	注記	合計点
b	<p>仕組み: 光のエネルギーが色素分子を励起する。✓</p> <p>(励起した)色素分子がTiO₂層に電子を注入する。 または dye → dye⁺ + e⁻ ✓</p> <p>酸化した色素分子はI⁻をI₃⁻に酸化する/変換する。 または 2dye⁺ + 3I⁻ → I₃⁻ + 2dye または dye⁺ + e⁻ → dye および 3I⁻ → I₃⁻ + 2e⁻ ✓</p> <p>電子は外部回路を通過して対電極に流れる。✓</p> <p>電子は還元する / (対電極で)I⁻からI₃⁻に変換する。 または I₃⁻ + 2e⁻ → 3I⁻ ✓</p> <p>シリコン系太陽電池よりも優れている点: DSSCはシリコン系太陽電池よりエネルギーが低い/ 周波数が低い / 波長が長い光を使用することが可能 ✓</p> <p>ナノテクノロジーの重要性: ナノ粒子により表面積が確実に大きくなる。✓</p>	<p>過程のいずれか3つに[最高3]</p>	<p>最高5</p>

選択項目 D — 医薬品科学

設問		解答	注記	合計点
17.	a	エステル化 または 縮合 ✓		1
	b	相違点: サリチル酸のスペクトルにのみ〈アルコール/フェノール中で〉 3200～3600 cm ⁻¹ のOHの〈強くて幅の広い〉ピークが存在する。✓ 類似点: 両方に〈アルコール/フェノール中で〉1050～1410 cm ⁻¹ のC-Oの〈強い〉ピークが存在する。✓ 両方に〈カルボン酸中で〉1700～1750 cm ⁻¹ のC=Oの〈強い〉ピークが存在する。✓ 両方に〈カルボン酸中で〉2500～3000 cm ⁻¹ のOHの〈幅の広い〉ピークが存在する。✓ 両方に2850～3090 cm ⁻¹ のC-Hのピークが存在する。✓	「アセチルサリチル酸はC=Oが2個あるために1700～1800 cm ⁻¹ の範囲に2個のピークが存在する」も認めること 左記の類似点のいずれか2つに対して [最高2] を与えること	最高3
	c	NaOHと反応して〈イオン性の〉塩が生じる。 または C ₆ H ₄ (OH)(COOH) + NaOH → C ₆ H ₄ (OH)(COONa) + H ₂ O ✓ 〈輸送/取り込みのための〉〈水〉溶解度が増加する。✓ 標的となる 領域/細胞 に到達する 薬/用量 の割合が増加する。✓		3

設問		解答	注記	合計点
18.	a	細胞構造がない。 または 宿主細胞の中に存在する。 または 高い頻度で簡単に変異する。✓		1
	b	両方に存在している官能基： NH ₂ ✓ CONH ✓ C=C ✓ COC ✓ ザナミビルにのみ存在している官能基： COOH および OH ✓	両方に存在している官能基に関しては、いずれか3つが正答である場合は [最高2] 、2つが正答である場合は [1] 、1つが正答である場合は [0] を与えること C=Nも認めること	最高3
	c	ウイルスが薬にさらされることは、耐性菌に有利に働く。✓ 耐性菌の治療は困難 または 薬は〈予防薬としてではなく〉必要な場合にだけ用いるべきである。✓	OWTTE	2

設問		解答	注記	合計点	
19.	a	$\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \checkmark$		1	
	b	$n(\text{加えた HCl}) = \langle 0.02500 \times 0.125 \Rightarrow 0.00313 \text{ mol} \rangle \quad \checkmark$ $n(\text{錠剤と反応しなかった HCl})$ $= n(\text{NaOH}) = 0.00500 \times 0.200 = 0.00100 \text{ mol} \langle \text{過剰量の HCl の mol 数} \rangle$ $n(\text{制酸剤と反応した HCl}) = \langle 0.00313 - 0.00100 \Rightarrow 0.00213 \text{ mol} \rangle \quad \checkmark$ $\text{中和力} \langle \text{mol g}^{-1} \rangle = \langle \frac{0.00213}{0.200} \Rightarrow 0.011 \rangle \langle 1\text{g の制酸剤により中和された HCl のモル数} \rangle$		3	
20.	a	<p>非常に高い電離密度 および したがって軌道上の細胞を殺傷する確率が高い \checkmark</p> <p>狭い範囲 および したがって標的としたがん細胞を取り囲む正常な組織への不要な照射が最低限度に抑えられる。 \checkmark</p>	OWTTE	2	
	b	i	${}_{39}^{90}\text{Y} \rightarrow {}_{40}^{90}\text{Zr} + {}_{-1}^0\text{e} / {}_{-1}^0\beta \quad \checkmark\checkmark$	<p>質量および陽子数が正しく釣り合っている場合は [1] を与えること</p> <p>Zr が特定されている場合には [1] を与えること</p>	2
	b	ii	$N_t = (65.7)(0.5)^{264/64} \quad \checkmark$ $N_l = 3.77 \text{ g} \quad \checkmark$ <p>または</p> $\text{半減期の数 } (n) = \frac{264}{64} = 4.125 \quad \checkmark$ $\text{残存する比率} = (0.5)^n = 0.0573 \text{ したがって } m = 3.77 \text{ g} \quad \checkmark$		2

設問		解答	注記	合計点
21.	a	<p>〈太平洋〉イチイの樹皮から得られる。✓</p> <p>樹皮を収穫すると樹木が枯れる。 または 樹木/生息地が危険にさらされる。✓</p>		2
	b	<p>〈太平洋〉イチイの針葉から得ること または 真菌類から得ること または 発酵過程により得ること ✓</p> <p>廃棄物または有害な副産物の生成が避けられる。 または 発酵により 溶媒/試剤 の使用が避けられる。 または 利用する資源は再生可能である。✓</p>		2
	c	<p>多数/11 のキラル炭素中心がある。✓</p> <p>多数の エナンチオマー/立体異性体 が存在している。✓</p> <p>体内で効果はエナンチオマーによって異なる。 または エナンチオマーの一部には生理学的に有害なものがある可能性がある。✓</p> <p>合成経路では、生成されるエナンチオマーをコントロールするためキラル補助基を使用する。✓</p> <p>多段階過程により収量が下がる。✓</p>		最高3

化学
標準レベル(SL)
試験問題 1

試験見本

45分

受験者への注意事項

- 指示があるまでこの冊子を開いてはいけません。
- すべての設問に答えなさい。
- 各問とも、選択肢の中から最も適切なものを選び、解答用紙に記号を書きなさい。
- 参照用の周期表はこの冊子の2ページにあります。
- この試験は**[30点]**満点です。

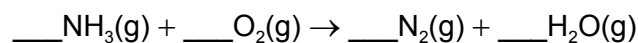
周期表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H 1.01			原子番号															2 He 4.00
2	3 Li 6.94	4 Be 9.01		元素記号														9 F 19.00	10 Ne 20.18
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31		原子量														17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.90	
5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29	
6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57† La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89‡ Ac (227)	104 Rf (267)	105 Db (268)	106 Sg (269)	107 Bh (270)	108 Hs (269)	109 Mt (278)	110 Ds (281)	111 Rg (281)	112 Cn (285)	113 Unt (286)	114 Uug (289)	115 Uup (288)	116 Uuh (293)	117 Uus (294)	118 Uuo (294)	
			†	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97		
			‡	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)		

1. 0.50 mol の 1,4-ジアミノベンゼン $\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{NH}_2$ に含まれる原子の総数を次の中から選びなさい。(アボガドロ定数 (L または N_A) = $6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

- A. 16.0×10^{23}
- B. 48.0×10^{23}
- C. 96.0×10^{23}
- D. 192.0×10^{23}

2. できるだけ小さい整数を用いてアンモニアの燃焼の反応式を釣り合わせた場合、係数の合計はどれになるか次の中から選びなさい。



- A. 6
- B. 12
- C. 14
- D. 15

3. 状態変化が吸熱過程であるのはどれですか。

- I. 凝縮
- II. 融解
- III. 昇華

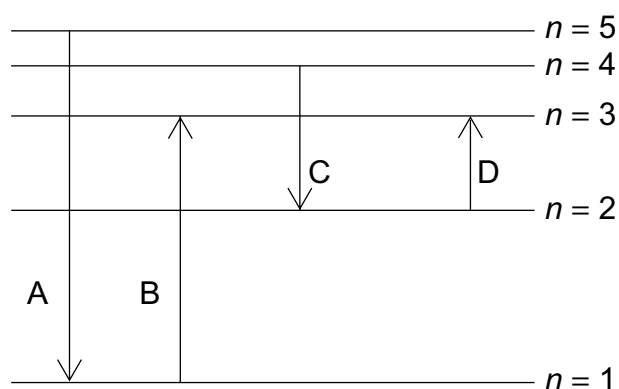
- A. I および II のみ
- B. I および III のみ
- C. II および III のみ
- D. I、II および III

4. 5.00gの炭酸カルシウムを加熱したところ、2.40gの酸化カルシウムが生成されました。酸化カルシウムの収量を正しくパーセンテージで表したものを次の中から選びなさい。
($M_r(\text{CaCO}_3) = 100$; $M_r(\text{CaO}) = 56$)



- A. $\frac{56 \times 5.00 \times 100}{2.40}$
 B. $\frac{2.40 \times 100 \times 100}{56 \times 5.00}$
 C. $\frac{56 \times 5.00 \times 100}{2.40 \times 100}$
 D. $\frac{2.40 \times 100}{56 \times 5.00}$

5. 最も短い波長の放射を吸収すると思われる電子遷移を次の中から選びなさい。



6. ${}_{92}^{238}\text{X}^{2+}$ イオンの陽子、中性子、電子の数の正しい組み合わせを次の中から選びなさい。

	陽子	中性子	電子
A.	146	92	144
B.	92	146	90
C.	92	146	94
D.	92	238	90

7. fブロック元素を次の中から選びなさい。
- A. Be
 - B. Ce
 - C. Ge
 - D. Re
8. 周期表の第1族において下にいくほど増加する性質を次の中から選びなさい。
- A. 融点
 - B. 第一イオン化エネルギー
 - C. 原子半径
 - D. 電気陰性度
9. イオン結合についての最も的確な説明を次の中から選びなさい。
- A. 逆の電荷をもつイオン間の静電気引力
 - B. 陽イオンと電子の間の静電気引力
 - C. 核間の結合において共有電子に向かう核の静電気引力
 - D. 核間の静電気引力
10. 共有結合性が**最も高い**結合を次の中から選びなさい。
- A. SrCl_2
 - B. SiCl_4
 - C. SnCl_2
 - D. Sn

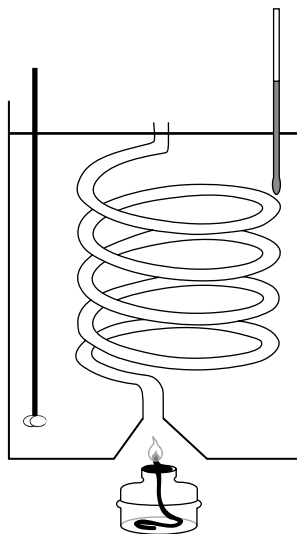
11. 極性が**最も低い**結合を次の中から選びなさい。

- A. CO_2 中の $\text{C}=\text{O}$
- B. CH_4 中の $\text{C}-\text{H}$
- C. CCl_4 中の $\text{C}-\text{Cl}$
- D. CH_3NH_2 中の $\text{N}-\text{H}$

12. 融点が高く、いかなる状態でも電気を通さない物質を次の中から選びなさい。

- A. PbBr_2
- B. Fe
- C. NaCl
- D. SiO_2

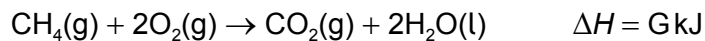
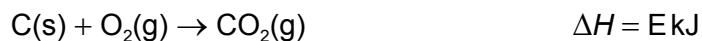
13. 0.46gのエタノールを水で満たした熱量計の下で燃焼させると、500gの水の温度は3.0K上昇します。(エタノールのモル質量 = 46g mol^{-1} ; 水の比熱容量 = $4.18\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$; $q = mc\Delta T$)



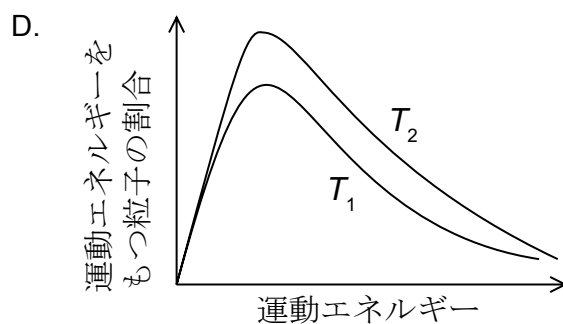
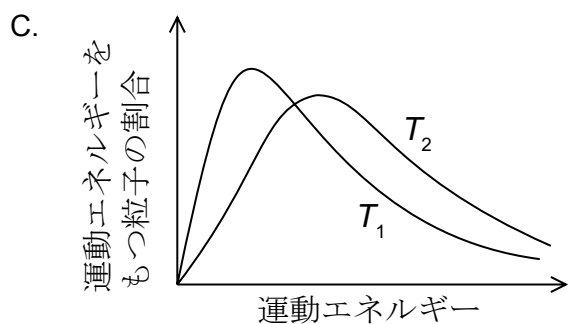
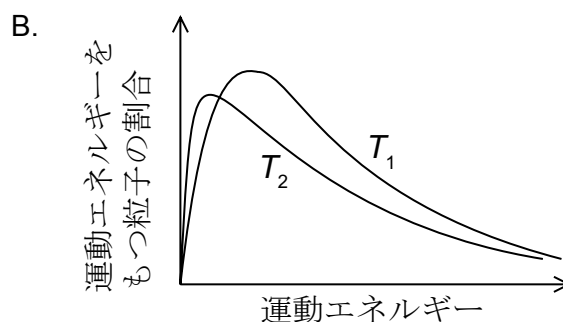
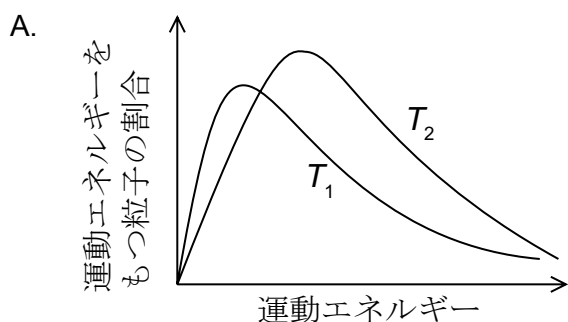
燃焼エンタルピー ΔH_c を kJ mol^{-1} で表したものはどれになるか次の中から選びなさい。

- A. $-\frac{500 \times 4.18 \times 3.0 \times 46}{0.46}$
- B. $-\frac{500 \times 4.18 \times (273 + 3.0) \times 46}{0.46 \times 1000}$
- C. $-\frac{500 \times 4.18 \times 3.0 \times 46}{0.46 \times 1000}$
- D. $-\frac{0.46 \times 1000}{500 \times 4.18 \times 3.0 \times 46}$
14. C-H 結合の平均結合エンタルピーを表した反応を次の中から選びなさい。
- A. $\frac{1}{4}\text{CH}_4(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{4}\text{C}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g})$
- B. $\frac{1}{4}\text{CH}_4(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{4}\text{CH}_2(\text{g}) + \frac{1}{4}\text{H}_2(\text{g})$
- C. $\frac{1}{4}\text{CH}_4(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{4}\text{C}(\text{g}) + \text{H}(\text{g})$
- D. $\frac{1}{4}\text{CH}_4(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{4}\text{C}(\text{s}) + \text{H}(\text{g})$

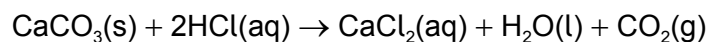
15. 下のデータに基づき、メタンの標準生成エンタルピー ΔH_f^\ominus はどれになるか次の中から選びなさい。



- A. $\text{E} + \text{F} + \text{G}$
 B. $\text{E} + \text{F} - \text{G}$
 C. $\text{E} + 2\text{F} + \text{G}$
 D. $\text{E} + 2\text{F} - \text{G}$
16. 2つの異なる温度、 T_1 と T_2 (ただし T_2 は T_1 より高い)における同量の気体のマクスウェル・ボルツマン分布を示しているグラフを次の中から選びなさい。

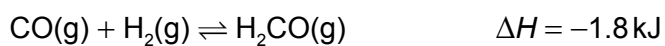


17. 他の条件を一定にしたまま、この反応の速度を速める変化はどれですか。



- I. 炭酸カルシウムの量を多くする。
- II. 反応混合物の温度を上昇させる。
- III. 塩酸の濃度を増加させる。

- A. IおよびIIのみ
 - B. IおよびIIIのみ
 - C. IIおよびIIIのみ
 - D. I、IIおよびIII
18. メタナール $\text{H}_2\text{CO}(\text{g})$ の **最も高い** 平衡収率が得られる条件を次の中から選びなさい。



	圧力	温度
A.	高い	低い
B.	高い	高い
C.	低い	高い
D.	低い	低い

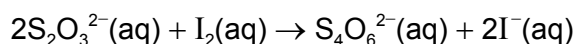
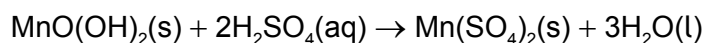
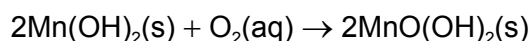
19. 両性でないものを次の中から選びなさい。

- A. H_2O
- B. HPO_4^{2-}
- C. H_2PO_4^-
- D. H_3O^+

20. 希塩酸 HCl(aq) と反応して気体を発する化合物を次の中から選びなさい。

- A. Cu₂O(s)
- B. Cu(OH)₂(s)
- C. CuCO₃(s)
- D. CuO(s)

21. 下の反応式は水に溶け込んだ酸素の濃度を測定するウインクラー法にともなう反応を表したものです。



1.00 mol の溶存酸素によって生じるヨウ素 I₂(aq) と反応するのに必要なチオ硫酸イオン S₂O₃²⁻(aq) の量をモルで表すとどれになるか次の中から選びなさい。

- A. 2.00
- B. 3.00
- C. 4.00
- D. 6.00

22. 熔融塩化ナトリウムを電気分解したときの生成物を次の中から選びなさい。

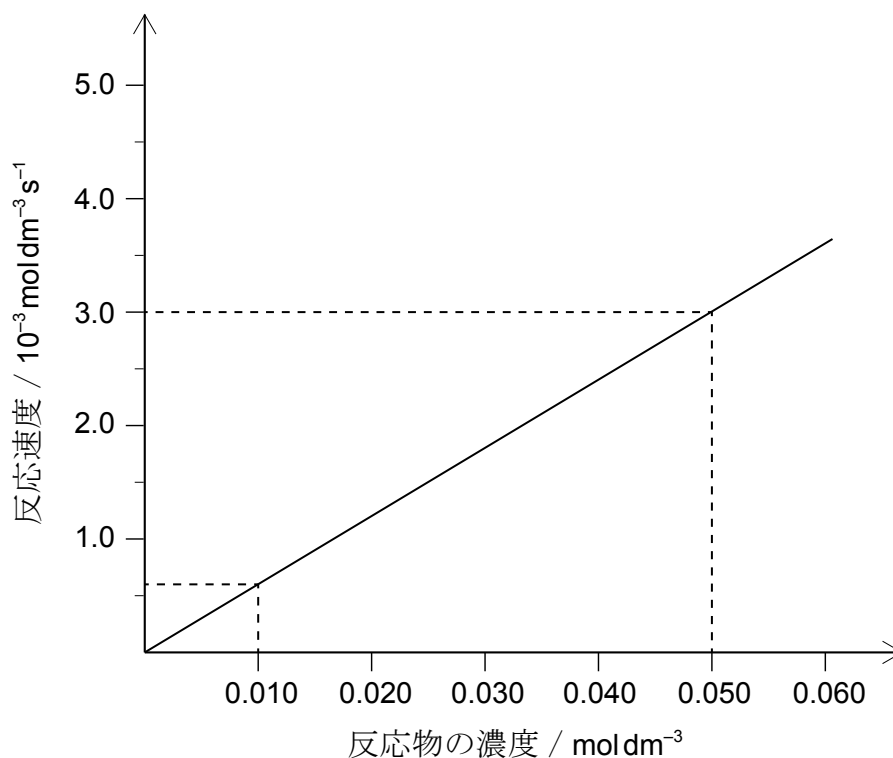
	カソード	アノード
A.	水素	塩素
B.	ナトリウム	塩化物
C.	ナトリウム	塩素
D.	塩素	ナトリウム

23. プロピオン酸プロピルを次の中から選びなさい。
- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OOCCH}_2\text{CH}_3$
 - B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
 - C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$
 - D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
24. 同族列をなす一連の化合物を次の中から選びなさい。
- A. CH_4 、 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2
 - B. HCOOH 、 CH_3COOH 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$
 - C. C_2H_2 、 C_2H_4 、 C_2H_6
 - D. HCOOH 、 HCHO 、 CH_3OH
25. 付加重合体を形成できるものを次の中から選びなさい。
- A. $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CHCHCH}_2\text{NH}_2$
 - B. $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{CO}_2\text{H}$
 - C. $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$
 - D. $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$
26. ある化合物は暗所で臭素水を脱色します。この化合物についての正しい記述を次の中から選びなさい。
- A. $\text{C}=\text{C}$ を含んでおり、アルケンである。
 - B. $\text{C}-\text{C}$ を含んでおり、アルケンである。
 - C. $\text{C}=\text{C}$ を含んでおり、アルカンである。
 - D. $\text{C}-\text{C}$ を含んでおり、アルカンである。

27. 系統誤差を最小限にするための方法を次の中から選びなさい。

- A. 測定値を何度も読み取る
- B. 実験を何度も繰り返す
- C. より正確な測定装置を用いる
- D. 方法を検討し、改良する

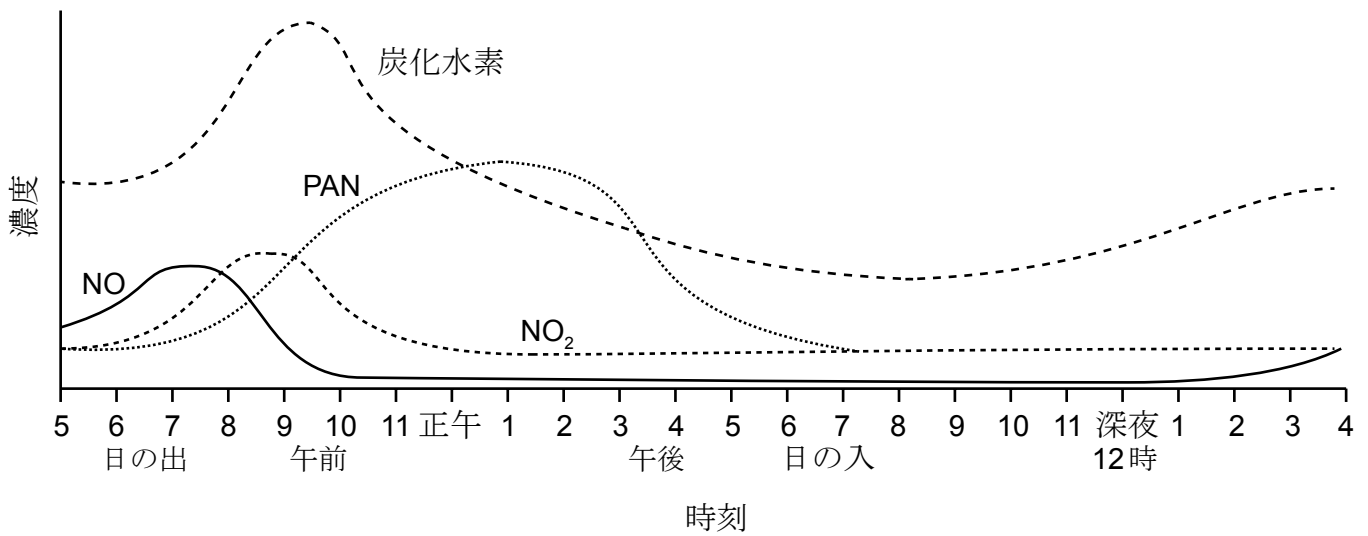
28. 勾配の値および単位を正しく表している組み合わせを次の中から選びなさい。



	値	単位
A.	$\frac{3.0 \times 10^{-3} - 0.6 \times 10^{-3}}{0.050 - 0.010}$	s^{-1}
B.	$\frac{3.0 \times 10^{-3} - 0.6 \times 10^{-3}}{0.050 - 0.010}$	s
C.	$\frac{0.050 - 0.010}{3.0 \times 10^{-3} - 0.6 \times 10^{-3}}$	s^{-1}
D.	$\frac{0.050 - 0.010}{3.0 \times 10^{-3} - 0.6 \times 10^{-3}}$	s

29. プロトン核磁気共鳴分光法(^1H NMR)で用いられる電磁スペクトルを次の中から選びなさい。
- A. γ 線
 - B. X線
 - C. マイクロ波
 - D. 電波

30. このグラフはある都市における数種の汚染物質の濃度を24時間にわたって示したものです。



グラフから推測できないものを次の中から選びなさい。

- A. 炭化水素はPANより健康に害を与えにくい。
 - B. 炭化水素の増加は朝のラッシュアワーによるものである。
 - C. PANの濃度は日光の強度が高くなるとともに上昇する。
 - D. NOの生成後にNO₂が産生される。
-

マークスキーム(採点基準)

試験見本

化学

標準レベル(SL)

試験問題 1

1.	<u>B</u>	16.	<u>C</u>	31.	<u>-</u>	46.	<u>-</u>
2.	<u>D</u>	17.	<u>C</u>	32.	<u>-</u>	47.	<u>-</u>
3.	<u>C</u>	18.	<u>A</u>	33.	<u>-</u>	48.	<u>-</u>
4.	<u>B</u>	19.	<u>D</u>	34.	<u>-</u>	49.	<u>-</u>
5.	<u>B</u>	20.	<u>C</u>	35.	<u>-</u>	50.	<u>-</u>
6.	<u>B</u>	21.	<u>C</u>	36.	<u>-</u>	51.	<u>-</u>
7.	<u>B</u>	22.	<u>C</u>	37.	<u>-</u>	52.	<u>-</u>
8.	<u>C</u>	23.	<u>A</u>	38.	<u>-</u>	53.	<u>-</u>
9.	<u>A</u>	24.	<u>B</u>	39.	<u>-</u>	54.	<u>-</u>
10.	<u>B</u>	25.	<u>A</u>	40.	<u>-</u>	55.	<u>-</u>
11.	<u>B</u>	26.	<u>A</u>	41.	<u>-</u>	56.	<u>-</u>
12.	<u>D</u>	27.	<u>D</u>	42.	<u>-</u>	57.	<u>-</u>
13.	<u>C</u>	28.	<u>A</u>	43.	<u>-</u>	58.	<u>-</u>
14.	<u>C</u>	29.	<u>D</u>	44.	<u>-</u>	59.	<u>-</u>
15.	<u>D</u>	30.	<u>A</u>	45.	<u>-</u>	60.	<u>-</u>

化学
標準レベル(SL)
試験問題 2

試験見本

受験番号

1時間 15分

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

受験者への注意事項

- 上の欄に受験番号を記入しなさい。
- 指示があるまでこの冊子を開いてはいけません。
- すべての設問に答えなさい。
- 解答欄に答えを書きなさい。
- この試験には電卓が必要です。
- この試験には『化学資料集』が必要です。『化学資料集』には書き込みがあってはなりません。
- この試験は[50点]満点です。



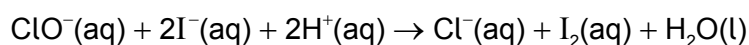
すべての設問に答えなさい。解答欄に答えを書きなさい。

1. IBの生徒2人が漂白剤の化学反応に関するプロジェクトを行いました。

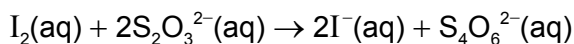
(a) 漂白剤には次亜塩素酸ナトリウム $\text{NaClO}(\text{aq})$ の溶液が含まれていました。生徒は漂白剤中の次亜塩素酸イオン ClO^- の濃度を実験で測定しました。

実験手順:

- 最初に 25.00 cm^3 の漂白剤の溶液を 250 cm^3 のメスフラスコに入れ、 250 cm^3 の目盛りまで脱イオン水を加えて溶液を希釈しました。
- 次に 25.00 cm^3 のこの溶液と過剰量のヨウ化物を酸の中で反応させました。



- でんぷんを指示薬として用い、生成したヨウ素を $0.100 \text{ mol dm}^{-3}$ のチオ硫酸ナトリウム溶液 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ で滴定しました。



この滴定に関して記録されたデータは以下の通りです。

	1回目の滴定	2回目の滴定	3回目の滴定
ビュレットでの $0.100 \text{ mol dm}^{-3} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ の最終測定値 ($\text{cm}^3 \pm 0.05$)	23.95	46.00	22.15
ビュレットでの $0.100 \text{ mol dm}^{-3} \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ の最初の測定値 ($\text{cm}^3 \pm 0.05$)	0.00	23.95	0.00

(i) 終点に達するまでにヨウ化物と反応するのに必要であった $0.100 \text{ mol dm}^{-3}$ の $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ の量を cm^3 で計算しなさい。

[1]

.....

.....

次ページに続く)



(設問1の続き)

(ii) ヨウ素と反応する $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) の量を mol で計算しなさい。 [1]

.....
.....

(iii) **希釈した**漂白剤の溶液中の次亜塩素酸イオンの濃度を mol dm^{-3} で計算しなさい。 [1]

.....
.....
.....

(iv) **希釈していない**漂白剤の溶液中の次亜塩素酸イオンの濃度を mol dm^{-3} で計算しなさい。 [1]

.....
.....

(次ページに続く)



(設問1の続き)

(b) 第17族元素(ハロゲン)の中には原子価が変化する元素があります。

(i) 次の化学種における塩素およびヨウ素の酸化状態を推定しなさい。 [1]

NaClO:

.....

I₂:

.....

(ii) (a)で述べたヨウ素イオンと次亜塩素酸イオンの反応における酸化剤を理由とともに推定しなさい。 [1]

.....
.....
.....

(iii) 漂白剤を酸化する際に塩酸を使用することが好ましくない理由を、健康と安全の観点から述べなさい。 [1]

.....
.....

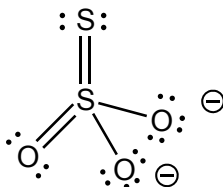
(次ページに続く)



(設問1の続き)

- (iv) 「チオ硫酸イオン $S_2O_3^{2-}$ は酸化状態の興味深い一例で、一方の硫黄原子は +6 であるが、もう一方の硫黄原子は -2 であると見なすことができる」。酸化状態に関する自身の理解に基づき、この説明について論じなさい。

[2]



チオ硫酸のルイ(点電子)構造式

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(次ページに続く)

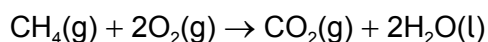


(設問1の続き)

- (c) 酸化と還元の定義が多様に変化してきたことは、科学者がどのようにして類似点から一般原理を導き出すのかを示しています。

燃焼も酸化還元反応の一種です。

メタンの燃焼反応に関して、酸化の2つの異なる定義について論じなさい。この際、どちらの定義が妥当でどちらが妥当でないと考えられるかも示しなさい。 [2]



妥当な定義:

.....
.....
.....

妥当でない定義:

.....
.....
.....

- (d) (i) 硫黄の**縮合した**電子配置を述べなさい。 [1]

.....

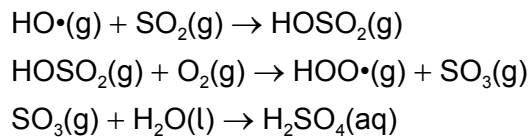
- (ii) 軌道図中にあるすべての軌道を示し、硫黄の軌道図を推定しなさい。 [1]

.....



2. 酸性降下物の主要な構成要素の1つに硫酸 H_2SO_4 があります。硫酸は汚染物質である二酸化硫黄 SO_2 から形成されます。

反応機構は以下の通りです。



(a) (i) この反応機構で示されている化学種について、記号(\cdot)は何を表しているのかを述べなさい。

[1]

.....
.....

(ii) 下の各分子のルイス(点電子)構造式を**1つずつ**書きなさい。

[2]

分子	ルイス(点電子)構造式
SO_2	
H_2O	

(次ページに続く)



(設問2の続き)

(iii) 各分子の電子領域の形状および分子の形状を推測しなさい。

[2]

	電子領域の形状	分子の形状
SO ₂
H ₂ O

(iv) SO₂およびH₂Oの結合角を推定しなさい。

[1]

SO₂:
.....

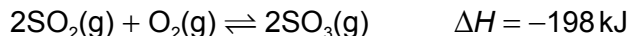
H₂O:
.....

(次ページに続く)



(設問2の続き)

- (v) 硫黄の2種の酸化物である二酸化硫黄と三酸化硫黄との間にある以下に示した平衡状態について考えなさい。



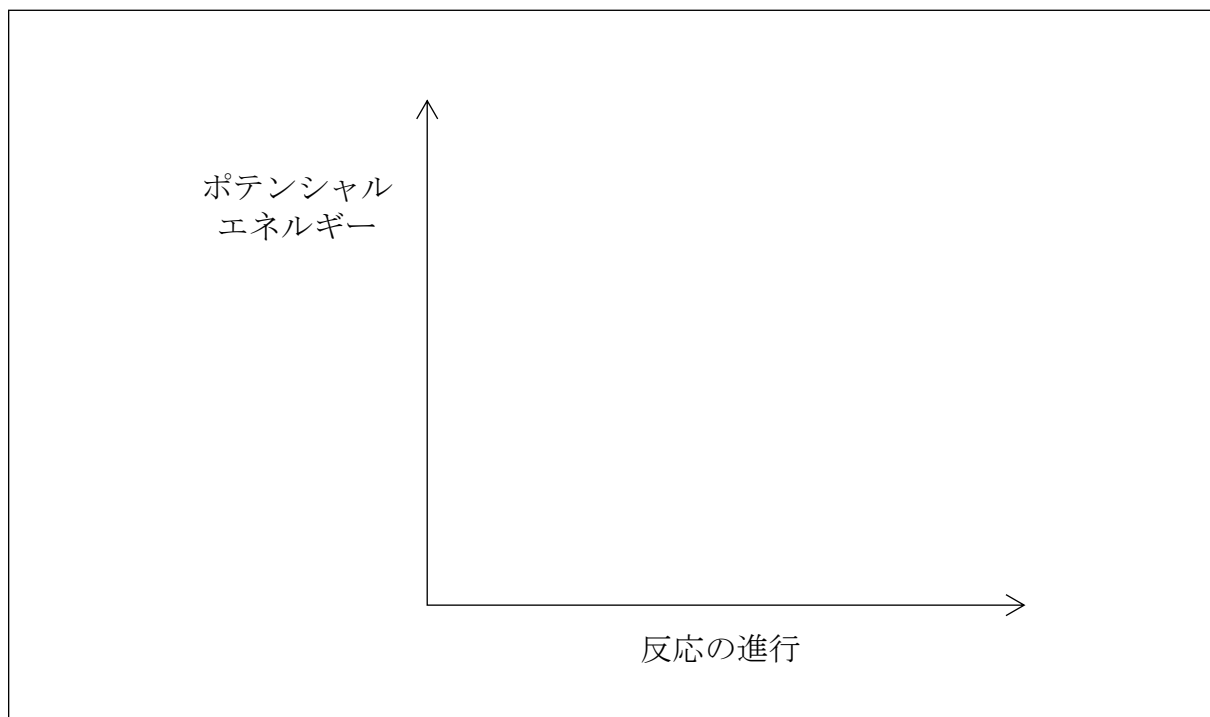
以下の各変化に対して平衡の位置がどの方向に移動するのかを予測し、その理由も述べなさい。

[3]

変化	移動する方向	理由
温度の上昇
圧力の増加
混合物への触媒の添加

- (vi) 設問(v)の正反応に対するポテンシャルエネルギープロファイルの略図を描き、活性化エネルギー E_{act} に及ぼす触媒の影響を示しなさい。

[2]



(次ページに続く)



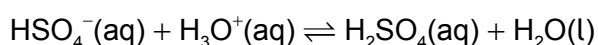
(設問2の続き)

(vii) 硫酸 H_2SO_4 はブレンステッド・ローリー酸であるといえます。ブレンステッド・ローリー酸について理解していることを述べなさい。

[1]

.....

(viii) 硫酸水素アニオン HSO_4^- は両性で、酸または塩基として作用します。 HSO_4^- とヒドロニウムカチオン H_3O^+ の反応で、塩基として作用する化学種を2種特定しなさい。



[1]

.....

(ix) 酸性雨に存在する他の化合物は、二酸化窒素 NO_2 から形成されます。二酸化窒素と水の化学反応式を書きなさい。

[1]

.....



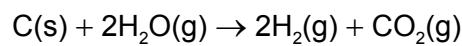
3. 自動車メーカーの多くが水素を燃料として用いる車両を開発しています。

(a) 内燃機関を用いる車両と比べて水素を用いる車両の方が環境へ害を及ぼすことが少ない理由を述べなさい(指示用語：提案しなさい)。

[1]

.....
.....

(b) コークスと水蒸気の反応から水素が生じます。



『化学資料集』第12項に記載されているデータを用いて、この反応のエンタルピーの変化 ΔH を kJ mol^{-1} で計算しなさい。

[2]

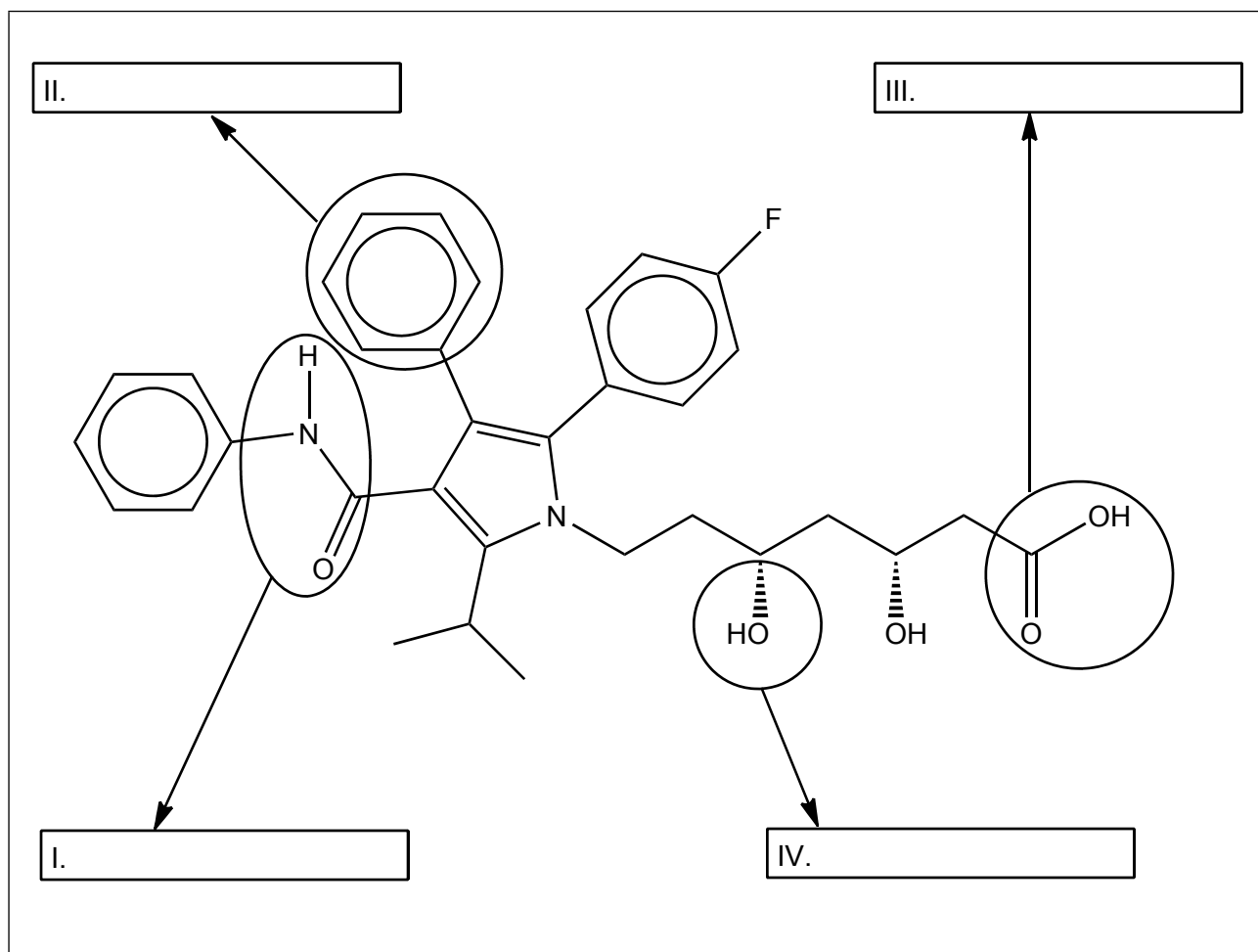
.....
.....
.....
.....



4. 現在、バイオ医薬品メーカーは世界的経済全体に貢献しています。

(a) 近年、コレステロールのレベルを下げる薬であるアトルバスタチンは、世界中のマスコミの注目を集めました。

アトルバスタチンの構造は以下の通りです。



I、II、III、IVの4つの官能基を特定しなさい。

[2]

(次ページに続く)



(設問4の続き)

- (b) 近年、馬に使用される鎮痛剤ビュートが「牛肉」と表示された馬肉を通じて食物連鎖に入り込んだことが判明し、不安が広がっています。ビュートにはがんを引き起こす疑いがあります。
- (i) 食品安全研究室で行われたビュートの検体の分析により、以下の元素の質量パーセントが得られました。

元素	質量パーセント
C	73.99
H	6.55
N	9.09
O	残り

計算の過程を示したうえで、ビュートの組成式(実験式)を求めなさい。 [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) ビュートのモル質量Mは308.37 g mol⁻¹です。分子式を求めなさい。 [1]

.....

.....

.....

(次ページに続く)



(設問4の続き)

(iii) ビュートの不飽和度(水素不足指数—IHD)を推定しなさい。

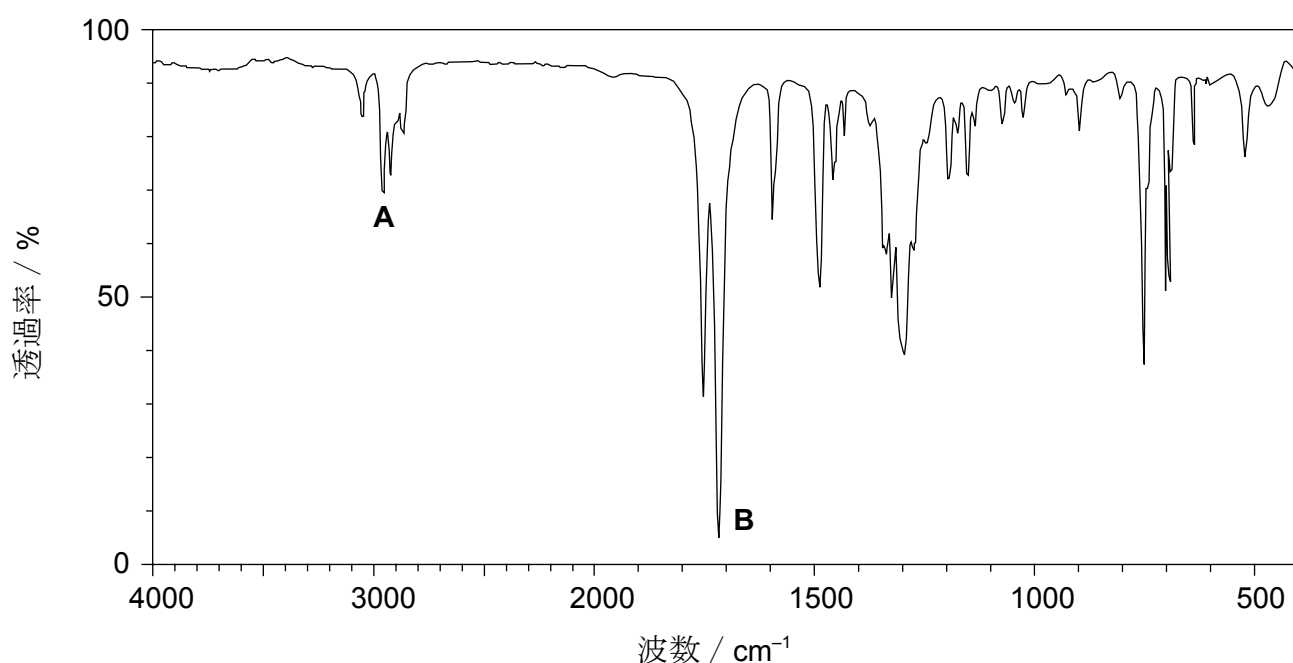
[1]

.....

.....

.....

(iv) 以下はビュートの赤外線(IR)スペクトルを示しています。



[出典: SDBS ウェブサイト: www.sdbb.riodb.aist.go.jp (産業総合技術研究所, 2014)]

『化学資料集』の第26項にあるデータを用いて、**A**と**B**に相当する結合を特定しなさい。

[1]

A:

B:

(次ページに続く)



(設問4の続き)

- (v) 赤外線スペクトルをもとに、この構造に**存在し得ない**結合として、酸素を含むものを1つ、および窒素を含むものを1つ予測し、その説明も述べなさい。

[2]

構造に存在しない、酸素を含む結合：

.....

構造に存在しない、窒素を含む結合：

.....

説明：

.....

.....

.....

(次ページに続く)

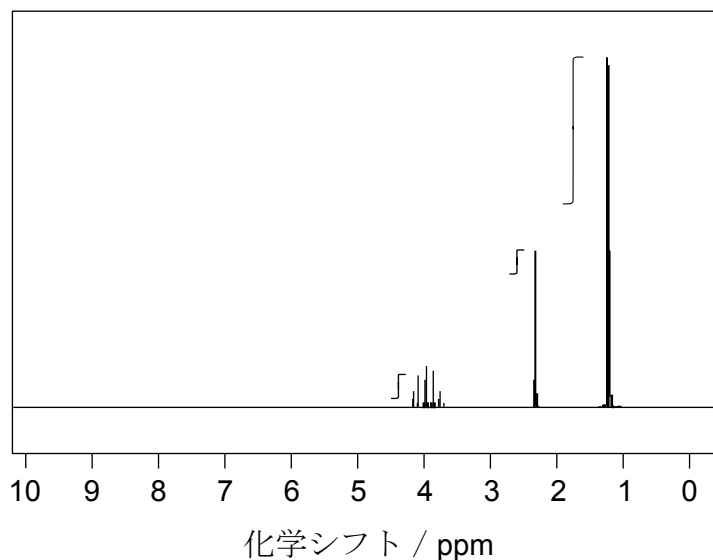


20EP15

裏面に続く

(設問4の続き)

- (c) 以下は、病院で消毒剤として用いられている、分子式 C_3H_8O のアルコール**X**の 1H NMRのスペクトルを示しています。



[出典: SDBSウェブサイト: www.sdb.srioddb.aist.go.jp (産業総合技術研究所, 2014)]

Xの 1H NMRのスペクトルの3つのピークには、 $\delta = 4.0, 2.3, 1.2$ ppmを中心とした化学シフト値があります。

- (i) 積分値に基づき、異なる化学的環境における水素原子の比を概算しなさい。 [1]

.....

.....

- (ii) **X**の完全な構造式を書きなさい。 [1]

.....

(次ページに続く)



(設問4の続き)

(iii) Yは異なる官能基を含むXの構造異性体です。Yの示性式を書きなさい。 [1]

.....
.....

(iv) 『化学資料集』の第28頁を用いて、予測されるXのマススペクトルとYのマススペクトルを比較・対比しなさい [2]

類似点を1つ述べなさい。

.....
.....
.....

相違点を1つ述べなさい。

.....
.....
.....

(次ページに続く)



(設問4の続き)

- (v) **X**と**Y**は、どちらも水に溶解します。存在するすべての水素結合を略図を用いて表し、**X**と**Y**両方が水分子と水素結合を形成するかどうか推測しなさい。

[2]

.....
.....

- (vi) **X**は、酸性の重クロム酸カリウム(VI)の溶液と反応して**Q**を形成し、エタン酸と反応して**W**を形成します。**Q**と**W**の示性式を書きなさい。

[2]

Q:
.....

W:
.....

(次ページに続く)



(設問4の続き)

(vii) IUPAC規則を用いて、化合物**Q**の名前を述べなさい。

[1]

.....



このページには何も**書かない**で
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



マークスキーム(採点基準)

試験見本

化学

標準レベル(SL)

試験問題 2

科目の詳細：「化学」SL 試験問題2のマークスキーム

配点

受験者は**すべての**設問に解答しなければなりません。最高合計点 = **[50点]**

1. 「設問」欄の各行は、その設問における最も小さい小問題に対応しています。
2. 各設問における小問題の最高評点は、「合計点」の欄に示されています。
3. 採点のポイントとなる項目は、「解答」欄の説明文末尾のチェックマーク(✓)で示されています。
4. 採点のポイントとなる項目の数が、合計点よりも多くなる場合があります。この場合、「合計点」の欄に「**最高○**」と記載されています。必要な場合には、関連する要件が「注記」欄において簡単に述べられています。
5. 別の表現が、「解答」欄に斜線(/)に続いて示されていることがあります。この場合、いずれの表現でも認められます。
6. 別の解答が「**または**」に続いて示されていることがあります。この場合、いずれの解答でも認められます。
7. 「解答」欄の山カッコ(< >)内の表現の使用は、評点を得るための必須条件ではありません。
8. 下線のある語句は、評点を得るための必須条件です。
9. 採点のポイントとなる項目を述べる順番は、「注記」欄で特に述べられていない限りは、「解答」欄の通りである必要はありません。
10. 受験者の解答が意味すること、あるいはその意義、詳細さ、妥当性が「解答」欄に示されている正解と明らかに同等であると解釈できる場合は評点を付与してください。このような配慮が特に重要であるとみなされる場合には、**OWTTE** (Or Words To That Effect — またはその旨の表現) と「注記」欄に明記されています。

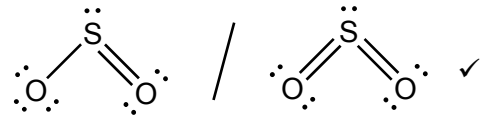
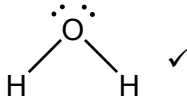
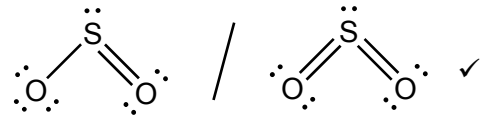
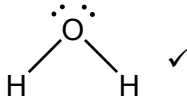
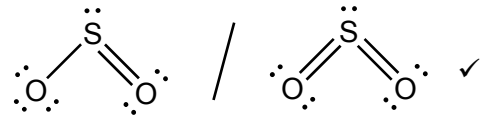
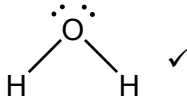
11. 受験者の多くが第2言語で解答しているということを忘れないでください。文法の正確さよりも意味を効果的に伝えることの方が重要です。
12. 設問によっては、解答の一部が、後の採点のポイントとなる項目で必要になる場合があります。最初の採点のポイントとなる項目で間違いがある場合には、減点してください。しかし、間違った解答が後の採点のポイントとなる項目で正しく用いられている場合には、**遂行点**を与えてください。このような場合には、答案に**ECF** (Error Carried Forward — 間違いの持ち越し) と明記します。該当する設問においては「注記」欄に「ECF 可」と示されています。
13. 「注記」欄に特に言及が**ない限り**は、単位または有効数字での間違いについては**減点しない**でください。
14. 設問が特に物質名を問う場合には、「注記」欄に指示がない限り、例え正しくても化学式には評点を付与しません。同様に、設問が特に化学式を問う場合には、「注記」欄に指示がない限り、例え正しくても物質名には評点を付与しません。
15. 設問が反応式を問う場合には、通常は、釣り合いの取れた化学記号の反応式を書くことが求められます。したがって「注記」欄に指示がない限り、物質名での化学式および釣り合いの取れていない化学式には評点を付与しません。
16. 「注記」欄に特に言及がない限りは、反応式における状態を表す記号の有無や間違いは無視してください。

設問			解答	注記	合計点
1.	a	i	$\langle (22.05 + 22.15)(0.5) \Rightarrow 22.10 \text{ cm}^3 \rangle \checkmark$		1
	a	ii	$\left\langle \frac{22.10 \times 0.100}{1000} \right\rangle = 2.21 \times 10^{-3} / 0.00221 \text{ mol} \checkmark$		1
	a	iii	$\left\langle \frac{0.5 \times 2.21 \times 10^{-3} \times 1000}{25.00} \right\rangle = 4.42 \times 10^{-2} / 0.0442 \text{ mol dm}^{-3} \checkmark$		1
	a	iv	$\langle 4.42 \times 10^{-2} \times 10 \Rightarrow 4.42 \times 10^{-1} / 0.442 \text{ mol dm}^{-3} \rangle \checkmark$		1
	b	i	NaClO : \langle 塩素に対して $\rangle +1$ および I ₂ : \langle ヨウ素に対して $\rangle 0 \checkmark$		1
	b	ii	ClO ⁻ 塩素は電子を 損失/獲得 するため または ClO ⁻ 塩素の酸化状態が 減少するため/+1から-1に変化するため または ClO ⁻ 酸素を失うため / ヨウ素の酸化を引き起こすため \checkmark		1
	b	iii	\langle ClO ⁻ との反応で生じた \rangle 有毒な 塩素 \langle ガス \rangle /Cl ₂ が生成されるため \checkmark	OWTTE	1
	b	iv	酸化状態は実在するものではない。 または 酸化状態は電子を追跡するために使用されているにすぎない。 \checkmark 硫黄の酸化状態の平均を算出すると+2になる。 \checkmark しかし、2つの硫黄はチオ硫酸塩において 異なる結合をする/異なる環境で結合する ため、酸化状態も異なる。 \checkmark	OWTTE	最高 2

(続く)

(設問 1 の続き)

設問		解答	注記	合計点																					
1.	c	<p>妥当な定義: 酸素の付加は酸化反応を示しているため、Cは酸化している。 または 水素の損失は酸化反応を示しているため、Cは酸化している。 または Cの酸化状態は 増加する/-4 から+4に変化する。✓</p> <p>妥当でない定義: 電子の損失はイオン性生成物の形成を示唆している可能性があるが、CO₂は共有結合性であるため妥当ではない。 または 電子の損失はイオン性生成物の形成を示唆している可能性があるが、反応には中性の分子のみが関係しているため妥当ではない。✓</p>		2																					
	d	i	[Ne]3s ² 3p ⁴ ✓	電子は上付き文字で示さなければならない。	1																				
	d	ii	<table style="display: inline-table; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1↓</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1s²</td> <td style="text-align: center;">2s²</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">2p⁶</td> <td style="text-align: center;">3s²</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">3p⁴</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">✓</p>	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1	1	1s ²	2s ²	2p ⁶			3s ²	3p ⁴					1
1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1↓	1	1																
1s ²	2s ²	2p ⁶			3s ²	3p ⁴																			

設問			解答	注記	合計点									
2.	a	i	ラジカル / 不対電子 ✓		1									
	a	ii	<table border="1"> <thead> <tr> <th>分子</th> <th>ルイス(点電子)構造式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SO₂</td> <td>  </td> </tr> <tr> <td>H₂O</td> <td>  </td> </tr> </tbody> </table>	分子	ルイス(点電子)構造式	SO ₂		H ₂ O		電子対を描くために線、xもしくは点を用いても構いません。	2			
分子	ルイス(点電子)構造式													
SO ₂														
H ₂ O														
	a	iii	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>電子領域の形状</th> <th>分子の形状</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SO₂</td> <td>平面三角形 / 三角形の平面</td> <td>湾曲 / V字型 / 角がある ✓</td> </tr> <tr> <td>H₂O</td> <td>四面体</td> <td>湾曲 / V字型 / 角がある ✓</td> </tr> </tbody> </table>		電子領域の形状	分子の形状	SO ₂	平面三角形 / 三角形の平面	湾曲 / V字型 / 角がある ✓	H ₂ O	四面体	湾曲 / V字型 / 角がある ✓	電子領域の形状がどちらも正しい場合、または分子の形状がどちらも正しい場合には [最高1] を与えること	2
	電子領域の形状	分子の形状												
SO ₂	平面三角形 / 三角形の平面	湾曲 / V字型 / 角がある ✓												
H ₂ O	四面体	湾曲 / V字型 / 角がある ✓												
	a	iv	SO ₂ : 115°より大きく120°未満の範囲であればいずれの角度も認めること および H ₂ O : 104.5° ✓	実験値は119°	1									

(続く)

(設問 2 の続き)

設問		解答	注記	合計点												
a	v	<table border="1"> <thead> <tr> <th>変化</th> <th>移動する方向</th> <th>理由</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>温度の上昇</td> <td>LHS(左側)</td> <td>〈正反応〉発熱反応 / $\Delta H < 0$ であるため ✓</td> </tr> <tr> <td>圧力の増加</td> <td>RHS(右側)</td> <td>RHS では〈気体の〉分子がより少ないため ✓</td> </tr> <tr> <td>混合物への触媒の添加</td> <td>変化なし</td> <td>正反応と逆反応の速度に同様の影響があるため ✓</td> </tr> </tbody> </table>	変化	移動する方向	理由	温度の上昇	LHS(左側)	〈正反応〉発熱反応 / $\Delta H < 0$ であるため ✓	圧力の増加	RHS(右側)	RHS では〈気体の〉分子がより少ないため ✓	混合物への触媒の添加	変化なし	正反応と逆反応の速度に同様の影響があるため ✓		3
		変化	移動する方向	理由												
		温度の上昇	LHS(左側)	〈正反応〉発熱反応 / $\Delta H < 0$ であるため ✓												
		圧力の増加	RHS(右側)	RHS では〈気体の〉分子がより少ないため ✓												
混合物への触媒の添加	変化なし	正反応と逆反応の速度に同様の影響があるため ✓														
a	vi	<p>反応物と生成物の位置が正しいこと ✓ 触媒がある場合とない場合の活性化エネルギーを示すラベルとともに描かれた正しいプロファイル ✓</p>		2												
a	vii	プロトン/ H^+ を供与するもの ✓		1												
a	viii	$HSO_4^-(aq)$ および $H_2O(l)$ ✓		1												
a	ix	$2NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow HNO_3(aq) + HNO_2(aq)$ ✓	状態を表す記号は無視すること	1												

設問		解答	注記	合計点
3.	a	水/H ₂ O <u>のみ</u> が生成されるため〈無公害〉 ✓		1
	b	$\Delta H = [(-393.5)] - [(2)(-241.8)]$ ✓ +90.1〈kJ〉 ✓	最終的な解答が正しい場合には [2] を与えること	2
4.	a	I : カルボキサミド基 ✓ II : フェニル基 ✓ III : カルボキシル基 / カルボキシ基 ✓ IV : 水酸基 ✓	4つすべてが正しい場合には [2] 、2つまたは3つが正しい場合は [1] を与えること ベンゼンは許容しないこと カルボン酸/アルカン酸は許容しないこと アルコールまたは水酸化物は許容しないこと	最高2
	b	i $n_C : \left\langle \frac{73.99}{12.01} \right\rangle = 6.161(\text{mol})$ および $n_H : \left\langle \frac{6.55}{1.01} \right\rangle = 6.49(\text{mol})$ および $n_N : \left\langle \frac{9.09}{14.01} \right\rangle = 0.649(\text{mol})$ および $n_O : \left\langle \frac{10.37}{16.00} \right\rangle = 0.6481(\text{mol})$ ✓ $n_C : n_H : n_N : n_O = 9.5 : 10 : 1 : 1$ ✓ 組成式(実験式) : C ₁₉ H ₂₀ N ₂ O ₂ ✓	計算過程を示しておらず、最終的な解答が正しい場合は [最高2] を与えること	3
	b	ii C ₁₉ H ₂₀ N ₂ O ₂ ✓		1
	b	iii 〈(0.5)(40 - 20 - 2) =〉9 ✓		1
	b	iv A : C-H および B : C=O ✓		1

(続く)

(設問 4 の続き)

設問		解答	注記	合計点
b	v	O-H および N-H ✓ O-H および N-H による 振動/伸縮 は、ビュートの赤外線 (IR) に存在しない 3200 cm^{-1} より上で起こる ✓		2
c	i	1:1:6 ✓		1
c	ii	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $ ✓		1
c	iii	$\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$ ✓		1
c	iv	類似点: 両方に $(M_r-15)^+/m/z = 45$ に相当するフラグメントが存在する ✓ 相違点: X には $(M_r-17)^+/m/z = 43$ に相当するフラグメントが存在する または X には $(M_r-43)^+/m/z = 17$ に相当するフラグメントが存在する または Y には $(M_r-31)^+/m/z = 29$ に相当するフラグメントが存在する または Y には $(M_r-29)^+/m/z = 31$ に相当するフラグメントが存在する ✓	「両方に同じ分子イオンピーク/ M^+ が存在する」 / 「両方に $m/z = 60$ が存在する」は許容すること しかし、実際には分子イオンピークは少なく、プロパン-2-オールを認めることは困難です。	2

(続く)

(設問 4の続き)

設問		解答	注記	合計点
c	v	<p>XおよびY両方で、水分子との水素結合を示す。✓ 水素結合を示す略図 ✓</p> <p>X:</p> $ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{O} \begin{array}{l} \text{:} \\ \text{:} \\ \text{:} \end{array} \text{H}-\text{O} \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{:} \\ \text{:} \end{array} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array} $ <p>または</p> $ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{O} \begin{array}{l} \text{:} \\ \text{:} \\ \text{:} \end{array} \text{H} \cdots \text{O} \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{:} \\ \text{:} \end{array} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ <p>Y:</p> $ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{O} \begin{array}{l} \text{:} \\ \text{:} \\ \text{:} \end{array} \text{CH}_2\text{CH}_3 \\ \vdots \\ \text{H} \\ \\ \text{:O}-\text{H} \end{array} $		2
c	vi	<p>Q : CH_3COCH_3 ✓ W : $\text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$ ✓</p>		2
c	vii	プロパノン ✓		1

化学
 標準レベル(SL)
 試験問題 3

試験見本

受験番号

1時間

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

受験者への注意事項

- 上の欄に受験番号を記入しなさい。
- 指示があるまでこの冊子を開いてはいけません。
- セクション A：すべての設問に答えなさい。
- セクション B：「選択項目」からいずれか1項目を選び、すべての設問に答えなさい。
- 解答欄に答えを書きなさい。
- この試験には電卓が必要です。
- この試験には『化学資料集』が必要です。『化学資料集』には書き込みがあつてはなりません。
- この試験は[35点]満点です。

選択項目	設問
選択項目 A — 材料科学	3 - 6
選択項目 B — 生化学	7 - 9
選択項目 C — エネルギー	10 - 12
選択項目 D — 医薬品化学	13 - 15



セクション A

すべての設問に答えなさい。解答欄に答えを書きなさい。

1. 冷蔵庫や空調システムの冷却に用いられる化合物は冷却剤として知られています。冷却剤は、気化や凝縮をともなう可逆的な状態の変化を起こします。化学者が適切な冷却剤を探し出すのに、約200年の歳月がかかりました。

以前はクロロフルオロカーボン(CFC)が最もよく知られている冷却剤でしたが、まず、ハイドロクロロフルオロカーボン(HCFC)がCFCにとって代わり、さらに最近ではハイドロフルオロカーボン(HFC)がより一般的になりました。

これら3種の冷却剤の例に関するデータの一部を下に示します。

種類	化合物	ODP ¹	100年間にわたるGWP ²	$\Delta H_{\text{vap}}^3 / \text{kJ mol}^{-1}$	大気寿命/年
CFC	CCl_3F	1.0	4000	24.8	45
CFC	CCl_2F_2	1.0	8500	20.0	102
HCFC	CHCl_2CF_3	0.02	90	26.0	1
HCFC	CHClF_2	0.05	1810	20.2	12
HFC	CH_2FCF_3	0	1100	-	-
HFC	CHF_2CF_3	0	3500	30.0	32

¹ ODP: オゾン層破壊係数(ODP)は、化合物によって引き起こされるオゾン層破壊効果を相対的に表した数値です。 CCl_3F のODPを1.0とし、これを基準に化合物のODPを算出します。

² GWP: 地球温暖化係数(GWP)は、化合物によって引き起こされる一定期間にわたる温室効果を相対的に表した数値です。 CO_2 のGWPを1.0とし、これを基準に化合物のGWPを算出します。

³ ΔH_{vap} : 1モルの化合物を液体から気体に変えるのに必要なエネルギー

- (a) (i) ODPおよびGWPの値に単位がない理由を説明しなさい。

[1]

.....

.....

(次ページに続く)



(設問1の続き)

- (ii) 化合物の化学式と ODP 値に言及しながら、塩素がオゾン層破壊の原因であるという仮説についてコメントしなさい。

[1]

.....

.....

.....

- (b) 2 ページの表のデータを用いて、気体の大気寿命とその GWP との間にはどのような関係があるかを解釈しなさい。

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

(次ページに続く)

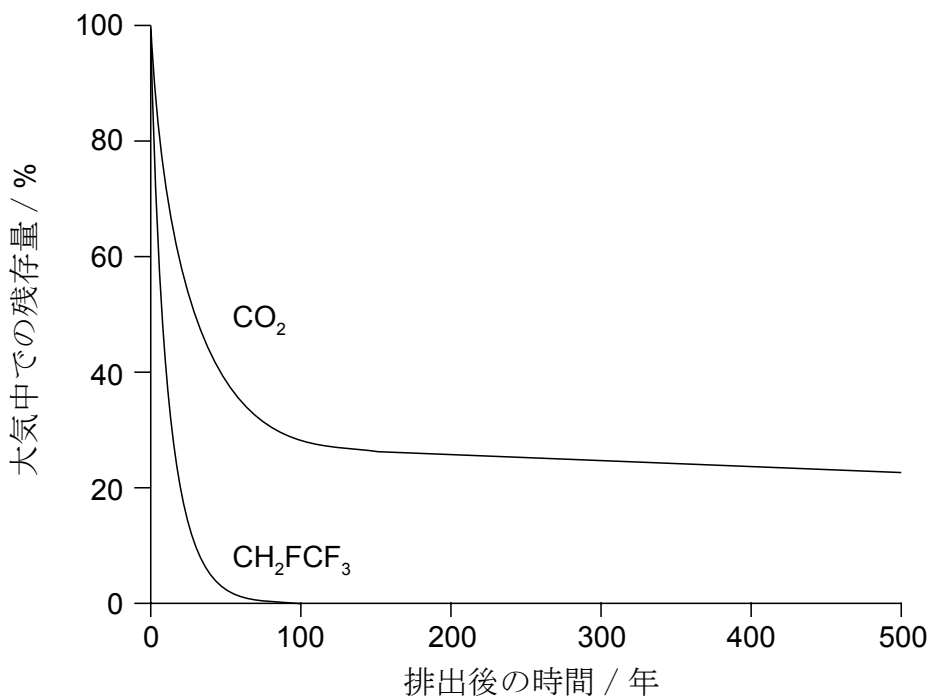


36EP03

裏面に続く

(設問1の続き)

(c) 下のグラフは、同量のCO₂とCH₂FCF₃が大気中に取り込まれるレベルの変化を時間と共に示したものです。



(i) 国際純正・応用化学連合 (IUPAC) が定める規則に基づいて、CH₂FCF₃ の名前を述べなさい。 [1]

.....

(ii) CH₂FCF₃ の蒸発熱 ΔH_{vap} は 217 kJ kg^{-1} です。1モルのCH₂FCF₃を凝縮させた場合のエンタルピーの変化量を計算しなさい。 [2]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)



(設問1の続き)

- (iii) 4ページのグラフを参考にして、 CH_2FCF_3 との比較における CO_2 の大気寿命、および CO_2 が気候変動に及ぼし得る影響についてコメントしなさい。 [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



36EP05

裏面に続く

2. トーマスは赤褐色の酸化銅の組成式(実験式)を求めようとしています。トーマスが選択した方法は既知の量の硫酸銅(II)を赤褐色の酸化銅に変換させるというものです。その手順は以下の通りです。

- 水和硫酸銅(II)の結晶を用いて、 1 mol dm^{-3} の溶液を 100 cm^3 作る。
- この溶液の既知量をアルカリ性のグルコースと反応させて、赤褐色の酸化銅に変化させる。
- 沈殿した酸化物を分離し、その質量を調べる。

(a) トーマスは、溶液を作るためには $0.1 \times [1 \times 63.55 + 1 \times 32.07 + 4 \times 16.00] = 15.962 \pm 0.001\text{ g}$ の酸化銅(II)が必要であると計算しています。この計算の主な誤りを簡単に説明しなさい。 [1]

.....
.....

(b) トーマスはメスシリンダーから $100 \pm 1\text{ cm}^3$ の水を加え、硫酸銅(II)の結晶を溶かそうとしています。しかし、友人がトーマスに、標準液を作るにはメスシリンダーから水を加えるよりメスフラスコを用いた方が良いと伝えました。メスフラスコの方が良い理由を **2つ** 述べなさい(指示用語：提案しなさい)。 [2]

.....
.....
.....

(次ページに続く)



(設問2の続き)

- (c) ここでトーマスは、過剰量のアルカリ性のグルコースとともに 25 cm^3 の溶液を加熱し、赤褐色の酸化銅の懸濁液に変化させました。どのようにすれば純粋で乾燥した固体の生成物が得られるか詳しく述べなさい。

[2]

.....

.....

.....

.....

- (d) 既知量の硫酸銅(II)の結晶から得られる赤褐色の酸化銅の質量を測定するためにトーマスが用いた方法は、どうすればより単純で、より正確な結果が得られる方法になったのかを述べなさい。ただし、同じ化学反応を用いること。

[1]

.....

.....

.....

.....

(次ページに続く)

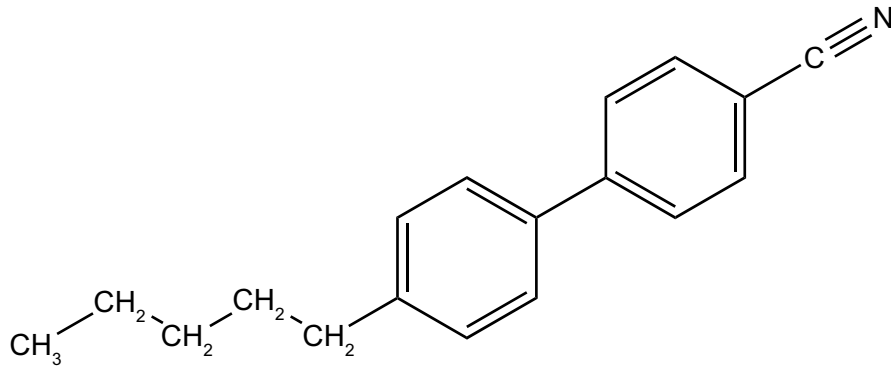


セクション B

「選択項目」からいずれか**1項目**を選び、**すべての**設問に答えなさい。解答欄に答えを書きなさい。

選択項目 A — 材料科学

3. (a) 下に示した分子は液晶ディスプレイ (LCD) によく用いられています。



液晶状態で存在できるこの分子の物理的特性を特定しなさい。

[1]

.....

(b) (i) カーボンナノチューブを生成するための方法である化学気相成長法 (CVD) について詳しく述べなさい。

[2]

.....
.....
.....
.....

(ii) 現代の触媒では活性物質のサポートとしてカーボンナノチューブが多く使用されています。カーボンナノチューブを使用する主な利点を述べなさい。

[1]

.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目Aの続き)

4. セラミックの材料の生成には異なる種類の金属酸化物が広く用いられており、それらの機能は、化合物中に存在する結合の種類と密接に関係しています。

(a) 酸化マグネシウムおよび酸化コバルト(II)はどちらもセラミックに取り入れられています。『化学資料集』の第8項を用いて値を計算し、下の表を完成させなさい。

[2]

化合物	酸化マグネシウム	酸化コバルト(II)
電気陰性度の差
平均電気陰性度

(b) 『化学資料集』の第29項を用いて、化合物の結合の種類および共有結合性の割合(%)を予測しなさい。

[2]

化合物	酸化マグネシウム	酸化コバルト(II)
結合の種類
共有結合性の割合(%)

(次ページに続く)



(選択項目Aの続き)

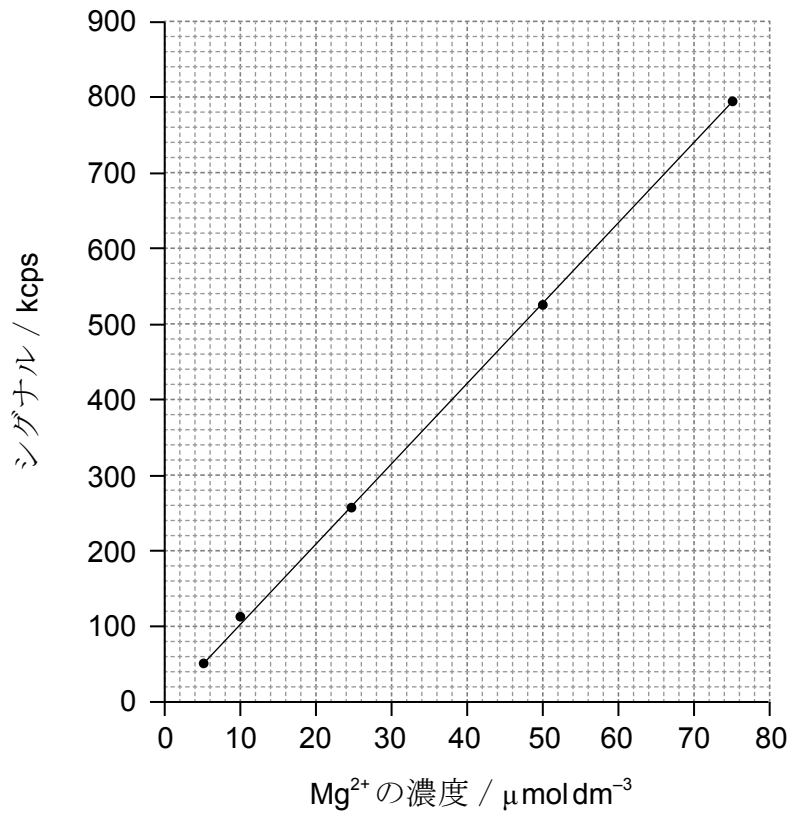
5. マグネシウムはクロロフィルに不可欠な成分であり、植物中のさまざまな液体から微量のマグネシウムを見つけることができます。マグネシウム濃度のおよその値は、誘導結合プラズマ発光分光分析(ICP-OES)を用いて調べることができます。

(a) ICP分析におけるプラズマ状態を構成するものは何か簡単に説明しなさい。 [1]

.....

.....

(b) 下のグラフは、ICP-OESによるマグネシウムの検量線を示したものです。



(次ページに続く)



(選択項目 A 設問 5 の続き)

- (i) 濃度が $10\mu\text{mol dm}^{-3}$ の溶液 250 cm^3 に存在しているマグネシウムイオンの質量を求めなさい。 [2]

.....
.....
.....

- (ii) 設問 (b) (i) の解答を考慮に入れた上で、この検量線のための溶液はどのようにして作ることができるか論じなさい。 [2]

.....
.....
.....

- (iii) 2 種類の溶液の計数率がそれぞれ **627kcps** および **12kcps** であったとします。この検量線のグラフを用いる分析で問題が少なかったのはどちらの溶液かを述べ、その根拠も説明しなさい。 [1]

.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目Aの続き)

6. 現代社会では、PVCやメラミンのようなプラスチックが広く用いられています。

(a) PVCは熱可塑性であるのに対し、メラミンは熱硬化性です。科学者がプラスチックを分類するのに用いたもう**1つ**の方法を述べ、その分類法が有用な理由を簡単に説明しなさい。

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) PVCの発見から、ウェルド・セモンが可塑剤を添加してプラスチックを有用なものにするまでほぼ**100年**を要しました。可塑剤がPVCの性質に及ぼす効果を説明しなさい。

[2]

.....

.....

.....

.....

(c) アトムエコノミーの見地から、PVCの重合が「グリーンケミストリー」であると考えられる理由を述べなさい(指示用語：正当化しなさい)。

[1]

.....

.....

(次ページに続く)



(選択項目 A 設問 6 の続き)

- (d) 設問(c)で述べた結論にもかかわらず、多くの人がPVCは環境に害を及ぼすと考えています。PVCの燃焼により放出される有毒な化学物質を**1つ**特定しなさい。 [1]

.....

選択項目 A 終了

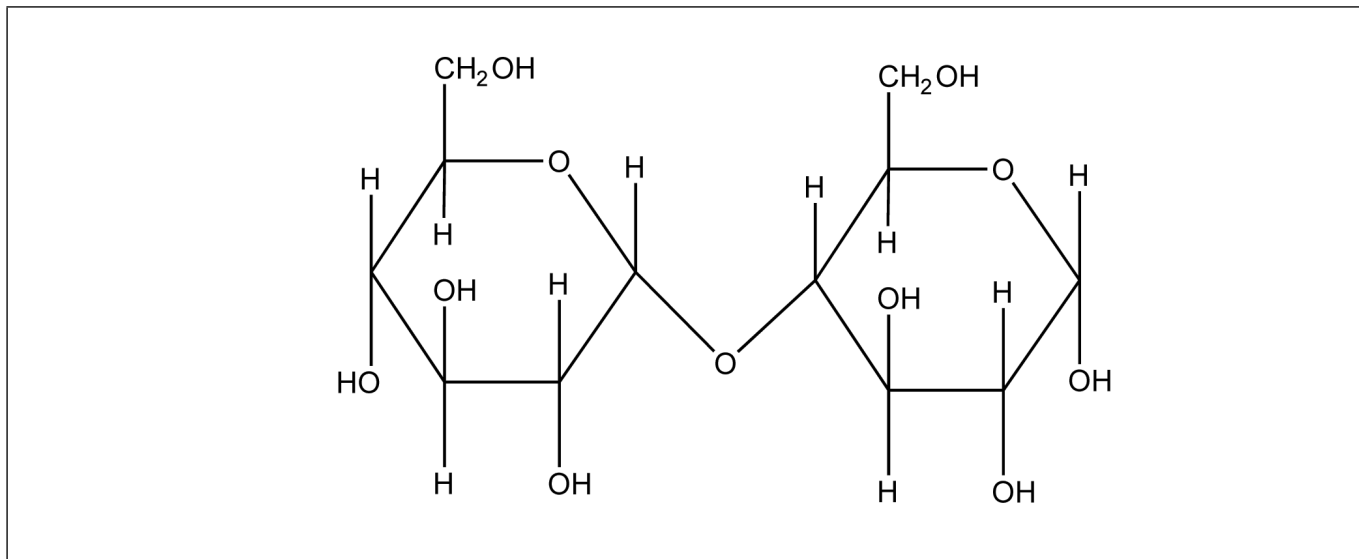


36EP13

裏面に続く

選択項目 B — 生化学

7. 下の図はマルトースと呼ばれる二糖類の構造を示しています。



(a) 図の中で、第一級アルコール類を酸素の上に「I」と、さらに第二級アルコール類を酸素の上に「II」と書いて特定しなさい。 [1]

(b) (i) この分子のモノマーへの変換を、分子式を用いた反応式で示しなさい。 [1]

.....
.....

(ii) 設問 (b) (i) で示した代謝過程の種類を特定しなさい。 [1]

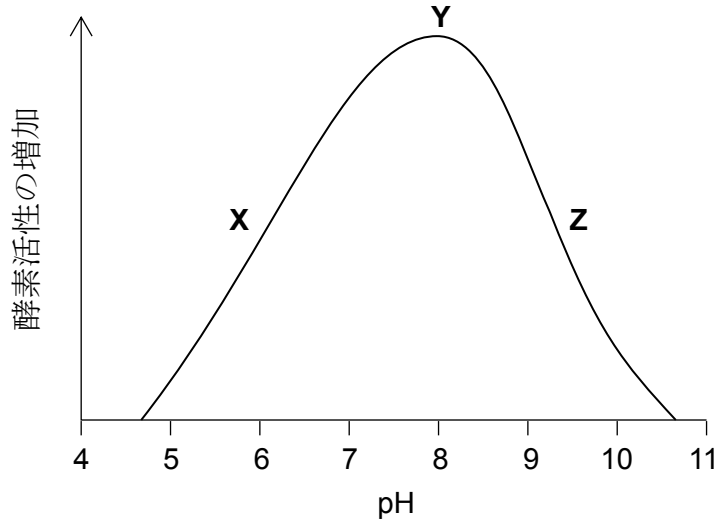
.....

(次ページに続く)



(選択項目 B 設問7の続き)

(c) 設問(b)の反応ではマルターゼという酵素が触媒となります。pH4～11のマルターゼの存在下で、マルトースの分解速度を調べる実験を行いました。



グラフ上のX, Y, ZにおいてpHがこの酵素に及ぼす影響について具体的に言及した上で、pHの変化にともなって酵素活性がどのように変化するかを詳しく述べなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(次ページに続く)

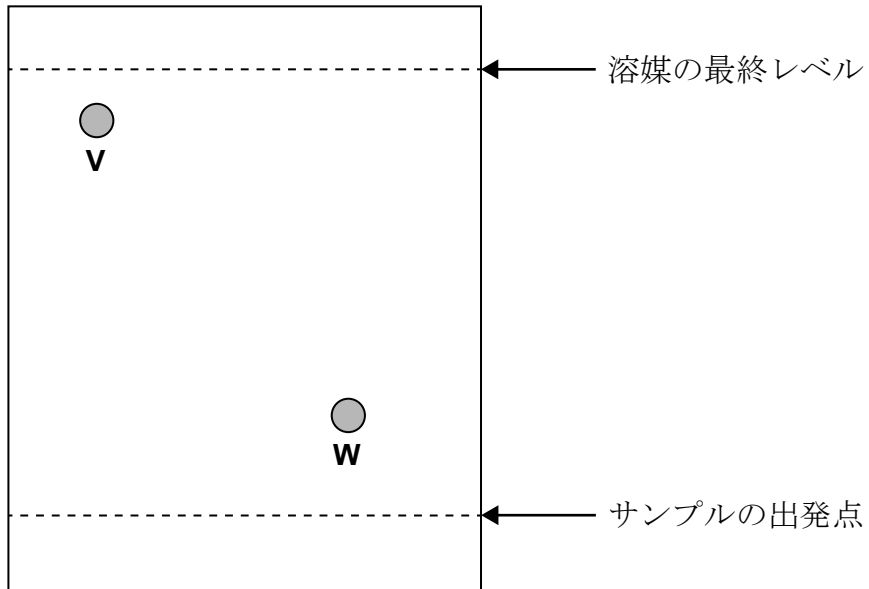


36EP15

裏面に続く

(選択項目 B 設問7の続き)

- (d) 別の実験を行い、マルターゼのアミノ酸組成を調べました。マルターゼのサンプルをその成分であるアミノ酸の混合物に加水分解しました。その後、混合物中に存在しているアミノ酸を特定するため、ペーパークロマトグラフィーと、アミノ酸の位置を示す発色試薬を用いました。下の図は2つのアミノ酸、**V**と**W**の位置が分かるクロマトグラムの一部を示しています。



アミノ酸	R_f
リジン	0.14
グルタミン	0.26
プロリン	0.41
メチオニン	0.56
ロイシン	0.73

クロマトグラム、およびデータを示した表を用いて、**V**と**W**がどのアミノ酸であるかを可能な範囲で推測しなさい。

[2]

.....

.....

.....

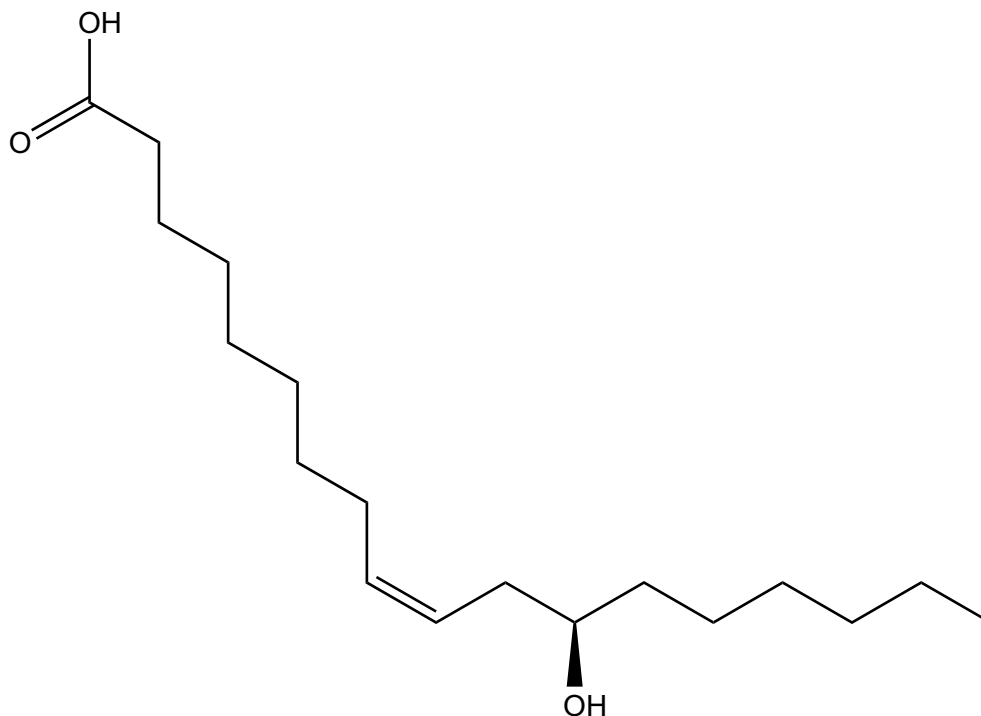
.....

(次ページに続く)



(選択項目Bの続き)

8. ヒマは油の採取を目的に栽培されている農作物です。ひまし油の成分のほとんどは、比較的まれな脂肪酸であるリシノール酸のトリグリセリドで構成されています。リシノール酸の構造は以下の通りです。



- (a) リシノール酸の分子式を書きなさい。 [1]

.....
.....

- (b) (i) リシノール酸の構造と、『化学資料集』の第34項に記載されているステアリン酸の構造を比較・対比しなさい。 [3]

.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)

裏面に続く



(選択項目 B 設問 8 の続き)

- (ii) リシノール酸トリグリセリドは、酸敗臭発生の傾向においてステアリン酸トリグリセリドとどのように異なるのかを説明しなさい。 [2]

.....

.....

.....

.....

- (d) ヒマの種には少量で死に至る毒性のタンパク質であるリシンが含まれています。ひまし油の抽出過程で加熱することにより、リシンは不活性化されます。

- (i) 加熱することでリシンの毒性が失われる理由を簡単に説明しなさい。 [1]

.....

.....

.....

- (ii) 多くの国では、もはやヒマを収穫することがなく、他国からのひまし油の輸入に頼っています。その理由を考察しなさい。 [2]

.....

.....

.....

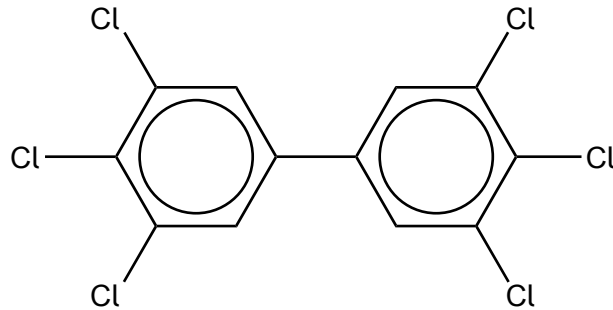
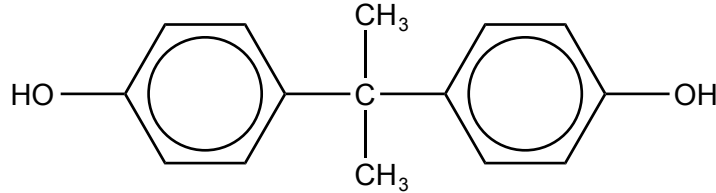
.....

(次ページに続く)



(選択項目Bの続き)

9. 下の図は生体異物の一種であるキセノエストロゲンとして知られている分子の2つの例を示しています。これらは、女性ホルモンであるエストロゲンと類似した影響を生体に及ぼします。これらの物質は環境中に存在し、生体に吸収され、特定の組織に蓄えられることがあります。



- (a) 生体異物という言葉は何を意味しているのか述べなさい。

[1]

.....

.....

.....

- (b) 上記の構造を参考にして、これらの生体異物が動物性脂肪に容易に蓄えられる理由を簡単に説明しなさい。

[1]

.....

.....

.....

(次ページに続く)



(選択項目 B 設問9の続き)

- (c) 環境中の生体異物の濃度を減少させる方法の1つに、生体異物と結合できる特定の「ホスト分子」を開発するというものがあります。ホスト分子と生体異物が結合することにより超分子が形成されます。

超分子内においてホスト分子と生体異物の間で生じる可能性がある結合を**3つ**述べなさい。

[1]

.....
.....
.....
.....

選択項目 B 終了



このページには何も**書かないで**
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



36EP21

裏面に続く

選択項目 C — エネルギー

10. 植物は太陽エネルギーを化学エネルギーに変換します。したがって、植物油などの植物生成物は、内燃機関の格好の直接燃料であると考えられます。

(a) (i) 従来の内燃機関の直接燃料として植物油を使用することの主な問題点を特定しなさい。 [1]

.....

.....

(ii) 植物油のエステル交換によりこの問題は解決されます。この過程に必要な試剤を述べなさい。 [1]

.....

.....

(b) 植物生成物は、エタノールに変換し、オクタンなどのアルカンと混合することによって燃料として利用することができます。下の表はこれらの化合物の性質の一部を示したものです。

化合物	モル質量 / g mol ⁻¹	密度 / g dm ⁻³	ΔH _c / kJ mol ⁻¹	燃焼の反応式
エタノール	46.08	789	-1367	C ₂ H ₅ OH(l) + 3O ₂ (g) → 2CO ₂ (g) + 3H ₂ O(l)
オクタン	114.26	703	-5470	C ₈ H ₁₈ (l) + 12½O ₂ (g) → 8CO ₂ (g) + 9H ₂ O(l)

(i) エタノールを糖から生成することができる過程の名前を述べなさい。 [1]

.....

(次ページに続く)



(選択項目 C 設問 10 の続き)

- (ii) エタノールのエネルギー密度は 23400kJdm^{-3} です。22 ページの表のデータを用いて、オクタンのエネルギー密度を求めなさい。 [1]

.....
.....

- (iii) これらの結果を用いて、オクタンの方が車両により適した燃料である理由を簡単に説明しなさい。 [1]

.....

- (iv) 22 ページにある表のデータを用いて、エタノールとオクタンの二酸化炭素排出量がほぼ同量であることを証明しなさい。 [1]

.....
.....
.....
.....

- (v) エタノールとオクタンの二酸化炭素排出量がほぼ同量であるにもかかわらず、エタノールを使用の方が大気中の二酸化炭素量に及ぼす影響が小さい理由を簡単に説明しなさい。 [1]

.....
.....
.....

(次ページに続く)



36EP23

裏面に続く

(選択項目Cの続き)

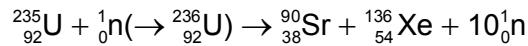
11. 原子力は化石燃料を使用しないエネルギー源で、現在の核技術は核分裂反応に依存しています。

(a) 大量生産に向けた原子力の技術は1940～1970年に急激に発展しました。この理由を簡単に説明しなさい。

[1]

.....
.....
.....

(b) 典型的な核分裂反応の反応式は以下の通りです。



以下はこの核分裂反応に関わる粒子の質量を示したものです。

中性子の質量	=	1.00867 amu
U-235の核の質量	=	234.99333 amu
Xe-136の核の質量	=	135.90722 amu
Sr-90の核の質量	=	89.90774 amu

これらのデータおよび『化学資料集』の第1項と第2項に記載されているデータを用いて、1個のウランの核が核分裂する際に放出されるエネルギーを求めなさい。

[3]

.....
.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目 C 設問 11 の続き)

(c) 使用済み核燃料の成分の半減期は、数年から1万年以上と多岐にわたっています。これは、核廃棄物の放射能が最初は急速に減少する一方、一部の放射能は長期にわたって残存することを意味しています。使用済み核燃料の保管場所について短期と長期に分けて簡単に説明しなさい。

[2]

短期：

.....
.....

長期：

.....
.....

(次ページに続く)



36EP25

裏面に続く

(選択項目Cの続き)

12. エネルギー生産は環境に対する脅威となる可能性があります。近年盛んな議論を引き起こしている問題の1つに、ほとんどの科学者が地球温暖化の主要な原因であると確信している温室効果ガスの排出が挙げられます。

(a) 温室効果ガスがどのように地球表面の温度に影響を与えるか説明しなさい。 [3]

.....
.....
.....
.....
.....

(b) 分子が赤外線を吸収する際に必ず起こる分子の変化について説明しなさい。 [2]

.....
.....
.....
.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目 C 設問 12 の続き)

- (c) (i) 温室効果ガスの中で排出量が最も大きいものは二酸化炭素と水蒸気です。別の温室効果ガスをもう**1つ**挙げ、その化合物の自然発生源も特定しなさい。

[1]

温室効果ガス：

.....
.....

自然発生源：

.....
.....

- (ii) 二酸化炭素に比べて水蒸気はより強力な温室効果ガスですが、二酸化炭素の影響についてはより大きな懸念があります。その理由を述べなさい(指示用語：提案しなさい)。

[1]

.....
.....
.....

選択項目 C 終了



36EP27

裏面に続く

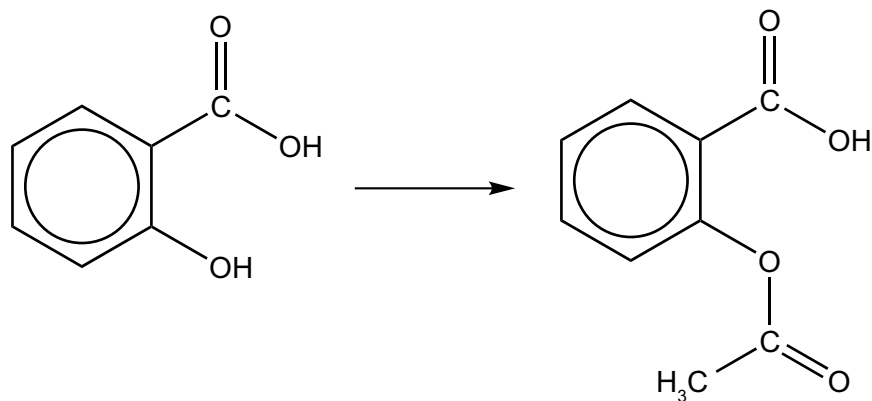
このページには何も**書かない**で
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



選択項目 D — 医薬品化学

13. サリチル酸は胃を刺激することがあるにもかかわらず、鎮痛剤および解熱剤として何世紀にもわたって使用されてきました。1800年代に、サリチル酸をアセチルサリチル酸に変換させることで、有効性を保ちながらも胃への刺激を軽減できることが分かりました。



サリチル酸

アセチルサリチル酸(アスピリン)

- (a) サリチル酸をアセチルサリチル酸に変換するのに用いられる反応の種類を特定しなさい。

[1]

.....

(次ページに続く)

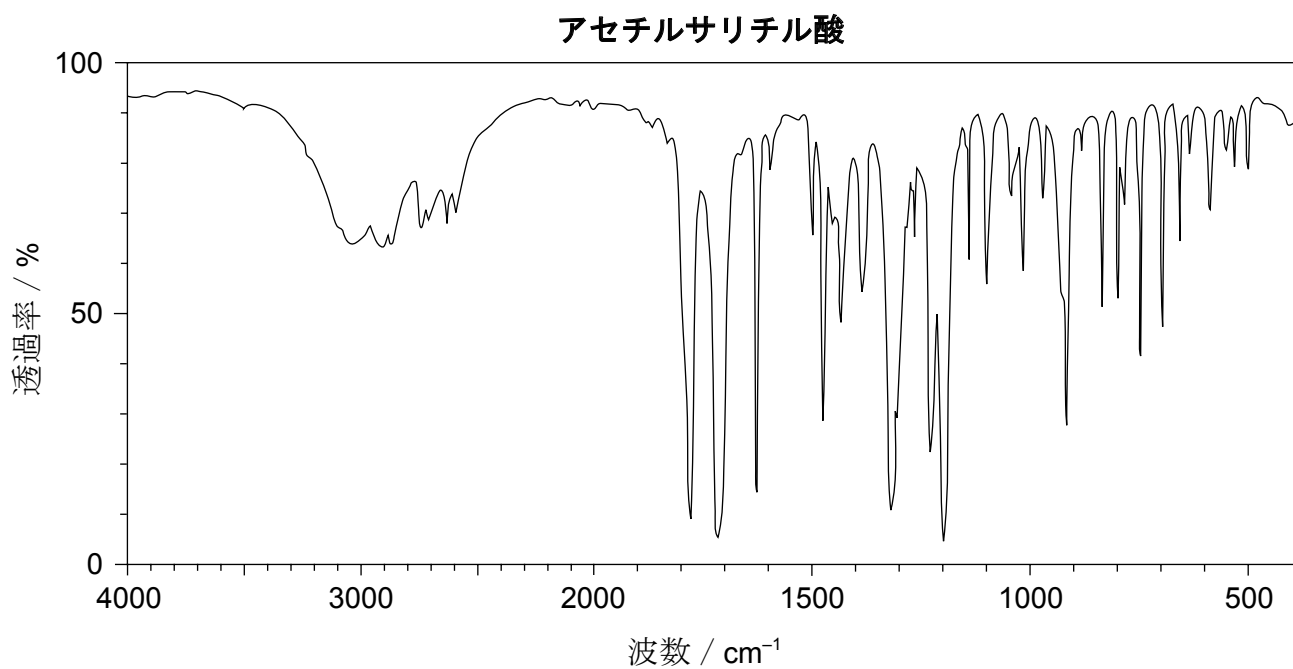
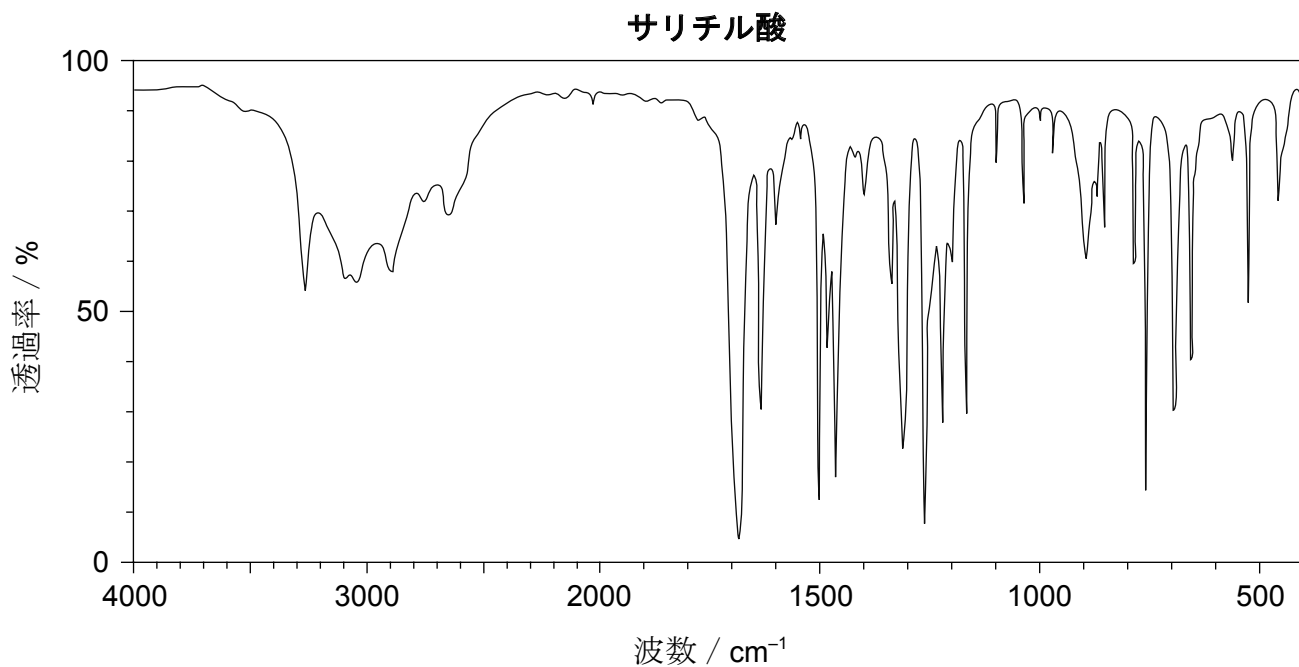


36EP29

裏面に続く

(選択項目D 設問13の続き)

(b) 以下はサリチル酸とアセチルサリチル酸の赤外線(IR)スペクトルを示したものです。



[出典:SDBSウェブサイト:www.sdb.sriodb.aist.go.jp (産業総合技術研究所, 2014)]

(次ページに続く)



36EP30

(選択項目 D 設問 13 の続き)

『化学資料集』の第26項に記載されているデータを用いて、存在する結合の観点から2つのスペクトルを比較・対比しなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(c) 水酸化ナトリウムなどの強塩基と反応させることにより、改良型アスピリンが作り出されることがあります。この過程によりアスピリンの生物学的利用能が増加する理由を説明しなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

(次ページに続く)



36EP31

裏面に続く

(選択項目Dの続き)

14. 近年、インフルエンザの原因となるウイルスの研究が進歩し、オセルタミビル(タミフル®)およびザナミビル(リレンザ®)という2種類の抗ウイルス薬を生成できるようになりました。

(a) 一般的にいて、細菌よりもウイルスの方が薬の標的になりにくい理由を簡単に説明しなさい。

[1]

.....
.....
.....

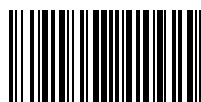
(b) 『化学資料集』の第37項に記載されている分子構造を参考にして、オセルタミビルおよびザナミビル両方に存在している3つの官能基の化学式と、ザナミビルにのみ存在している2つの官能基の化学式を述べなさい。

[3]

両方に存在している官能基:
.....
.....
.....

ザナミビルにのみ存在している官能基:
.....
.....

(次ページに続く)



(選択項目 D 設問 14 の続き)

- (c) これらの薬の普及が、どのようにして薬に耐性のあるウイルスのまん延を引き起こすのか、見解を述べなさい。

[2]

.....

.....

.....

.....

- (d) オセルタミビルやザナミビルなどの薬を製造する医薬品メーカーが「グリーンケミストリー」を促進するために従う必要がある一般的な過程を簡単に説明しなさい。

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(次ページに続く)



36EP33

裏面に続く

(選択項目 D の続き)

15. 制酸剤は、胃が生成する過剰な塩酸を中和するのに有用です。制酸剤の中和力は、制酸剤 1g が中和できる塩酸のモル数として定めることができます。

(a) 制酸剤である水酸化マグネシウムの作用を示す反応式を書きなさい。 [1]

.....
.....

(b) 質量が 0.200g の制酸剤の錠剤を、 0.125mol dm^{-3} の塩酸 25.00cm^3 に加えました。反応の終了後、残留した過剰な塩酸を中和するのに 0.200mol dm^{-3} の水酸化ナトリウムが 5.00cm^3 必要でした。この錠剤の中和力を求めなさい。 [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

選択項目 D 終了



このページには何も**書かないで**
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



このページには何も**書かない**で
ください。

このページに記入した解答は
採点されません。



36EP36

マークスキーム (採点基準)

試験見本

化学

標準レベル (SL)

試験問題 3

科目の詳細：「化学」SL 試験問題3のマークスキーム

配点

受験者は、セクションAの**すべて**の設問[15点]と、セクションBの**1つ**の選択項目からすべての設問[20点]に解答しなければなりません。
最高合計点 = [35点]

1. 「設問」欄の各行は、その設問における最も小さい小問題に対応しています。
2. 各設問における小問題の最高点は、「合計点」の欄に示されています。
3. 採点のポイントとなる項目は、「解答」欄の説明文末尾のチェックマーク(✓)で示されています。
4. 採点のポイントとなる項目の数が、合計点よりも多くなる場合があります。この場合、「合計点」の欄に**最高○**と記載されています。必要な場合には、関連する要件が「注記」欄において簡単に述べられています。
5. 別の表現が、「解答」欄に斜線(/)に続いて示されていることがあります。この場合、いずれの表現でも認められます。
6. 別の解答が「**または**」に続いて示されていることがあります。この場合、いずれの解答でも認められます。
7. 「解答」欄の山カッコ(< >)内の表現の使用は、評点を得るための必須条件ではありません。
8. 下線のある語句は、評点を得るための必須条件です。
9. 採点のポイントとなる項目を述べる順番は、「注記」欄で特に述べられていない限りは、「解答」欄の通りである必要はありません。

10. 受験者の解答が意味すること、あるいはその意義、詳細さ、妥当性が「解答」欄に示されている正解と明らかに同等であると解釈できる場合は評点を付与してください。このような配慮が特に重要であるとみなされる場合には、**OWTTE** (Or Words To That Effect — またはその旨の表現) と「注記」欄に明記されています。
11. 受験者の多くが第2言語で解答しているということを忘れないでください。文法の正確さよりも意味を効果的に伝えることの方が重要です。
12. 設問によっては、解答の一部が、後の採点のポイントとなる項目で必要になる場合があります。最初の採点のポイントとなる項目で間違いがある場合には、減点してください。しかし、間違った解答が後の採点のポイントとなる項目で正しく用いられている場合には、**遂行点**を与えてください。このような場合には、答案に**ECF** (Error Carried Forward — 間違いの持ち越し) と明記します。該当する設問においては「注記」欄に「ECF 可」と示されています。
13. 「注記」欄に特に言及が**ない限り**は、単位または有効数字での間違いについては**減点しない**でください。
14. 設問が特に物質名を問う場合には、「注記」欄に指示がない限り、例え正しくても化学式には評点を付与しません。同様に、設問が特に化学式を問う場合には、「注記」欄に指示がない限り、例え正しくても物質名には評点を付与しません。
15. 設問が反応式を問う場合には、通常は、釣り合いの取れた化学記号の反応式を書くことが求められます。したがって「注記」欄に指示がない限り、物質名での化学式および釣り合いの取れていない化学式には評点を付与しません。
16. 「注記」欄に特に言及がない限りは、反応式における状態を表す記号の有無や間違いは無視してください。

セクション A

設問			解答	注記	合計点
1.	a	i	相対値 または 標準との比較 または 絶対的な測定値ではない ✓		1
	a	ii	Clが多い化合物ではODPが高い または Clが少ない化合物ではODPが低い または Clがない化合物ではODPがゼロ ✓		1
	b		大気寿命の増加はGWPの増加と相関する。✓ 地球温暖化に対する総合的な影響は大気中に存在する時間の長さによる。 または GWPは温室効果ガスとしての特性および大気寿命に依存する。✓	しっかりとした科学的根拠に基づいている場合には、別の解答でも認めること	2
	c	i	1,1,1,2-テトラフルオロエタン ✓	コンマやダッシュ記号がない場合でも許容すること	1
	c	ii	$M(\text{CH}_2\text{FCF}_3) = (12.01 \times 2) + (1.01 \times 2) + (19.00 \times 4) = 102.04 \text{ g mol}^{-1}$ ✓ $\Delta H(\text{CH}_2\text{FCF}_3 \text{の凝縮}) = -[0.217 \text{ kJ g}^{-1}] \times 102.04 \text{ g mol}^{-1} = -22.1 \text{ kJ mol}^{-1}$ ✓	$\Delta H = 22.1 \text{ kJ}$ には [最高1] を与えること	2
	c	iii	CO ₂ の大気寿命はCH ₂ FCF ₃ よりはるかに長い。 または 100年後、約30%のCO ₂ が依然として残存しているのに対して、CH ₂ FCF ₃ は除去される。✓ 現在の排気ガスから生じるCO ₂ は、今後もずっと 気候変動/地球温暖化 に影響し続けることになる。✓	OWTTE	2

設問		解答	注記	合計点
2.	a	結晶が水和物であることを考慮に入れていない。 または 24.972gを使用すべき ✓	OWTTE	1
	b	体積の不確か性が小さい または より正確 ✓ 溶解時の体積の変化が考慮される。 または 濃度は溶媒の体積ではなく、溶液の体積に対するもの ✓		2
	c	ろ過 または 遠心分離 ✓ 水で(固体を)すすぐ ✓ オープンで加熱 または プロパノン/エタノール/揮発性の有機溶媒 すすぎ、蒸発するまで放置しておく ✓	3つすべての場合は[2]、いずれか2つの場合は[1]を与えること	2
	d	既知量の固体を使用し、グルコースと直接反応させる。 または 標準溶液を作らない ✓	OWTTE しっかりとした科学的根拠に基づく 解答は認めること	1

セクション B

選択項目 A — 材料科学

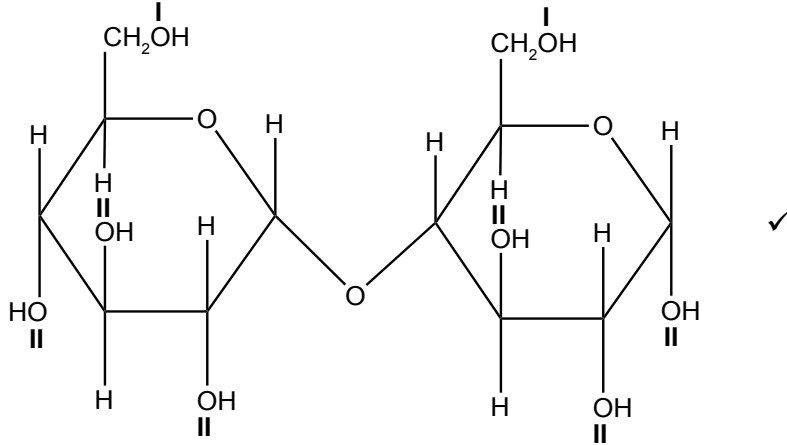
設問		解答			注記	合計点												
3.	a	強固 または 棒状 / 長くて細い分子 ✓				1												
	b	i	炭素を含む化合物と不活性希釈剤の 混合ガス/混合気相を ✓ 加熱した金属触媒の上に流す。✓			2												
	b	ii	(非常に) 大きい表面積 ✓			1												
4.	a	<table border="1"> <thead> <tr> <th>化合物</th> <th>酸化 マグネシウム</th> <th>酸化 コバルト(II)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電気陰性度の差</td> <td>2.1</td> <td>1.5</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>平均電気陰性度</td> <td>2.35</td> <td>2.65</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>			化合物	酸化 マグネシウム	酸化 コバルト(II)		電気陰性度の差	2.1	1.5	✓	平均電気陰性度	2.35	2.65	✓	行または列が正しい場合には [1] を与えること	2
		化合物	酸化 マグネシウム	酸化 コバルト(II)														
		電気陰性度の差	2.1	1.5	✓													
平均電気陰性度	2.35	2.65	✓															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>化合物</th> <th>酸化 マグネシウム</th> <th>酸化 コバルト(II)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>結合の種類</td> <td>イオン結合</td> <td>極性共有結合</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>共有結合性の割合 (%)</td> <td>30 - 35</td> <td>53 - 58</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table>			化合物	酸化 マグネシウム	酸化 コバルト(II)		結合の種類	イオン結合	極性共有結合	✓	共有結合性の割合 (%)	30 - 35	53 - 58	✓	行が正しい場合または列が正しい場合には [1] を与えること	2		
化合物	酸化 マグネシウム	酸化 コバルト(II)																
結合の種類	イオン結合	極性共有結合	✓															
共有結合性の割合 (%)	30 - 35	53 - 58	✓															

設問		解答	注記	合計点	
5.	a	陽アルゴンイオンと(自由)電子 ✓		1	
	b	i	Mg^{2+} のモル数 = $\langle 0.25 \times 10 \times 10^{-6} \Rightarrow 2.5 \times 10^{-6} \text{ mol} \rangle$ ✓ Mg^{2+} の質量 = $\langle 24.31 \times 2.5 \times 10^{-6} = \rangle 6.08 \times 10^{-5} \text{ g}$ ✓		2
	b	ii	重さを正確に測るには固体の量が少なすぎる。 ✓ 溶液の連続希釈 または 濃縮された溶液の希釈 ✓	OWTTE	2
	b	iii	627 kcps で検量線の範囲内にある。 または 627 kcps で 12 kcps は検量線の範囲外にある。 ✓	「12 kcps のような低い値は、不確かさが非常に高くなると思われる」などといった他の正しい解答も認めること	1

設問		解答	注記	合計点
6.	a	材質表示コード ✓ リサイクルのために均一性を保つため ✓ または 付加 / 縮合 ✓ 類似した反応の種類に分類するため ✓ または 柔軟性 / 弾力性 ✓ 適切に使用するため ✓ または 脆弱性 ✓ 適切に使用するため ✓	OWTTE 「モノマーを予測するため」も認めること OWTTE 正当な科学的理由をとともなう妥当で科学的な分類法はいずれの場合も認め、 [2] を与えること	2
	b	ポリマーを柔らかくする。✓ ポリマー鎖を切断する。 または 分子間力を減少させる。✓		2
	c	試剤のすべてが有用な生成物になる。 または アトムエコノミーが100% または 化学廃棄物が出ない。✓	OWTTE	1
	d	塩化水素 / HCl または ダイオキシシン ✓		1

(続く)

選択科目 B — 生化学

設問		解答	注記	合計点
7.	a		「I」がひとつ、 および 「II」がひとつそれぞれ正しい位置にある場合は点を与えること。「II」がヘミアセタールの位置にある場合も許容すること	1
	b	i	$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2C_6H_{12}O_6$ ✓	1
	b	ii	異化 ✓	加水分解も認めること 1
	c	<p>X(低いpH)では、酵素/タンパク質はプロトン化されている/正の電荷を持つ/カチオン性である(そのため効率的に結合できない)。✓</p> <p>Y(至適pH)では、酵素は基質/マルトースに最大限まで結合できる。✓</p> <p>Z(高いpH)では、酵素/タンパク質は脱プロトン化されている/負の電荷を持つ/アニオン性である(そのため効率的に結合できない)。✓</p>	活性部位の形状の変性/変化への言及はあるものの、イオン化の変化の見地からの説明がない場合には [最高1] を与えること	3
	d	<p>R_f 値 $V = \frac{5.4}{5.9} = 0.91$ および R_f 値 $W = \frac{1.5}{5.9} = 0.25$ ✓</p> <p>したがって、Wはグルタミン(Vは特定できない。) ✓</p>		2

設問		解答	注記	合計点	
8.	a	$C_{18}H_{34}O_3$ ✓		1	
	b	i	<p>両方に18個の炭素原子が存在している。✓</p> <p>両方に COOH/カルボキシル基 が存在している。 または 両方とも脂肪酸 ✓</p> <p>リシノール酸は 炭素-炭素の二重結合をもつ/C=Cをもつ/〈一〉不飽和であるのに対して、ステアリン酸は全てが C-Cの単結合である/飽和している。✓</p> <p>リシノール酸には OH/水酸基 が〈鎖内に〉存在しているのに対して、ステアリン酸には OH/水酸基 がない。✓</p>	<p>脂肪酸ではなく「酸」とだけ述べている解答は認めないこと</p> <p>いずれか3つに[最高3]</p>	最高3
	b	ii	<p>リシノール酸は〈ステアリン酸に比べて〉酸敗臭を生じる可能性が高い。✓</p> <p>炭素-炭素の二重結合 / C=Cは酸化される可能性がある。✓</p>	OWTTE	2
	c	i	<p>〈加熱による〉変性 または 〈加熱により〉構造が失われる。 または 〈加熱による〉形状の変化 または 〈加熱により〉基質を結合できなくなる。✓</p>	不活性化は認めないこと	1
	c	ii	<p>ヒマの種子には 毒素/リシン が含まれている。 または 生の種を摂取すると命に関わる可能性がある。✓</p> <p>異なる国ごとに 健康基準/安全基準 に違いがある。 または 比較的豊かな国々が 発展途上国/比較的貧しい国々 の労働者を利用している。✓</p>	経済的な考慮など、妥当であれば他の解答も認めること	2

設問		解答	注記	合計点
9.	a	本来なら生体に存在しない 物質/化学物質/化合物 または 生体にとって異質である化合物 ✓	環境/生物圏 における人工的に合成された 化合物/人工の化合物 も認めること	1
	b	非極性 または 脂溶性 または フェニル基/炭化水素 を基盤とする構造 または 疎水性相互作用 または 脂肪に似た(非)極性 ✓		1
	c	イオン結合 ✓ 水素結合 ✓ ファンデルワールス力 ✓ 疎水性相互作用 ✓	いずれか3つが正答であれば [1] を与えること 他の妥当な解答も認めること(共有結合は不可)	最高1

選択項目 C — エネルギー

設問			解答	注記	合計点
10.	a	i	粘度が高すぎる。✓		1
	a	ii	アルコール および 強酸 または アルコール および 強塩基 ✓	特定のアルコール(例えばエタノール)のいずれも認めること	1
	b	i	発酵 ✓		1
	b	ii	$\left\langle \frac{703 \times 5470}{114.26} \Rightarrow 33700 \text{ (kJdm}^{-3}) \right\rangle$ ✓		1
	b	iii	一定の燃料からより多くのエネルギーを生成 ✓	エネルギー密度がより高いという解答も認めること	1
	b	iv	エタノール: $\frac{1367}{2} = 683.5 \text{ kJmol}^{-1}$ および オクタン: $\frac{5470}{8} = 683.8 \text{ kJmol}^{-1}$ または 1000kJのエタノールの放出において生じるCO ₂ の質量: $\frac{2 \times 44.01 \times 1000}{1367} = 64.4 \text{ g}$ および オクタン: $\frac{8 \times 44.01 \times 1000}{1367} = 64.4 \text{ g}$ ✓	同じ熱エネルギーの出力に対して生成される二酸化炭素の量はどちらの燃料においても同じであるということが示されていれば、他の方法も認めること	1
	b	v	エタノールは バイオ燃料である/植物材料から生じる。 または 植物が成長する際には、二酸化炭素を吸収する。✓		1

設問		解答	注記	合計点
11.	a	核兵器の開発競争によって、原子力の技術が発展した。✓	OWTTE 他の妥当な説明も認めること	1
	b	$\Delta m = \langle 234.99333 - 135.90722 - 89.907738 - [9 \times 1.00867] \rangle = \langle 0.100342 \text{amu} \rangle \checkmark$ $= \langle 0.100342 \times 1.66 \times 10^{-27} \text{kg} \rangle \Rightarrow 1.67 \times 10^{-28} \text{kg} \checkmark$ $E = \langle mc^2 = 1.67 \times 10^{-28} \times (3 \times 10^8)^2 \rangle \Rightarrow 1.50 \times 10^{-11} \text{J} \checkmark$	最終的な解答が正しい場合には[3]を与えること	3
	c	短期：冷却水槽 ✓ 長期：ガラス固化 または 地層が安定した状態の地中 ✓		2

設問		解答	注記	合計点	
12.	a	<p>到達する太陽放射は短波長 または 到達する太陽放射は高周波 または 到達する太陽放射は高いエネルギーをもつ放射 または 到達する太陽放射は紫外線<を放射> ✓</p> <p><地球表面から>放出される放射線は長波長 または <地球表面から>放出される放射線は短周波 または <地球表面から>放出される放射線はエネルギーが低い または <地球表面から>放出される放射線は赤外線放射 ✓</p> <p>このエネルギーは温室効果ガスによって吸収される。 または 赤外線放射が吸収される際、分子は振動する。✓ その後このエネルギーは再度放射される<一部は地球表面に向けて>。✓</p>		最高3	
	b	<p>伸縮 または 変角✓</p> <p>極性/双極モーメント の変化を引き起こす。✓</p>		2	
	c	i	<p>メタン および 有機物の嫌気性分解 または メタン および 動物による消化 ✓</p>	正しい自然発生源と共に記載された温室効果ガスの他の例も認めること	1
	c	ii	<p>水蒸気の主要な発生源は 人為的な/人間による ものよりむしろ自然である。 または 水蒸気の量はほぼ一定量で維持されているのに対して、CO₂の量は近年著しく上昇している。✓</p>		1

選択項目 D — 医薬品化学

設問		解答	注記	合計点
13.	a	エステル化 または 縮合 ✓		1
	b	相違点: サリチル酸のスペクトルにのみ〈アルコール/フェノール中で〉 3200~3600cm ⁻¹ のOHの〈強くて幅の広い〉ピークが存在する。✓ 類似点: 両方に〈アルコール/フェノール中で〉1050~1410cm ⁻¹ のC-Oの〈強い〉ピークが存在する。✓ 両方に〈カルボン酸中で〉1700~1750cm ⁻¹ のC=Oの〈強い〉ピークが存在する。✓ 両方に〈カルボン酸中で〉2500~3000cm ⁻¹ のOHの〈幅の広い〉ピークが存在する。✓ 両方に2850~3090cm ⁻¹ のC-Hのピークが存在する。✓	「アセチルサリチル酸はC=Oが2個あるために1700~1800cm ⁻¹ の範囲に2個のピークが存在する」も認めること 左記の類似点のいずれか2つに対して [最高2] を与えること	最高3
	c	NaOHと反応して〈イオン性の〉塩が生じる。 または $C_6H_4(OH)(COOH) + NaOH \rightarrow C_6H_4(OH)(COONa) + H_2O$ ✓ 〈輸送/取り込みのための〉〈水〉溶解度が増加する。✓ 標的となる領域/細胞に到達する薬/用量の割合が増加する。✓		3

設問		解答	注記	合計点
14.	a	細胞構造がない。 または 宿主細胞の中に存在する。 または 高い頻度で簡単に変異する。✓		1
	b	両方に存在している官能基： NH ₂ ✓ CONH ✓ C=C ✓ COC ✓ ザナミビルにのみ存在している官能基： COOH および OH ✓	両方に存在している官能基に関しては、いずれか3つが正答である場合は [最高2] 、2つが正答である場合は [1] 、1つが正答である場合は [0] を与えること C=Nも認めること	最高3
	c	ウイルスが薬にさらされることは、耐性菌に有利に働く。✓ 耐性菌の治療は困難 または 薬は〈予防薬としてではなく〉必要な場合にだけ用いるべきである。✓	OWTTE	2

(続く)

(設問 14 の続き)

設問		解答	注記	合計点
	d	健康および環境に対して有害性の少ない化学物質をデザインすること ✓ 環境に対して有害性の少ない 溶媒/試薬 を用いること ✓ 少ない エネルギー/材料 を用いる〈合成〉過程をデザインすること または アトムエコノミーの高い〈合成〉過程をデザインすること ✓ 再生可能な資源を用いること または 材料を 再利用/リサイクル すること ✓ 廃棄物の処理により有害性を減らすこと ✓ 有害な廃棄物を適切に処分すること ✓		最高3
15.	a	$\text{Mg(OH)}_2(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ✓		1
	b	$n(\text{加えた HCl}) = \langle 0.02500 \times 0.125 \Rightarrow 0.00313 \text{ mol} \rangle$ ✓ $n(\text{錠剤で反応しなかった HCl})$ $= n(\text{NaOH}) = 0.00500 \times 0.200 = 0.00100 \text{ mol}$ 〈過剰量の HCl の mol 数〉 $n(\text{制酸剤と反応した HCl}) = \langle 0.00313 - 0.00100 \Rightarrow 0.00213 \text{ mol} \rangle$ ✓ 中和力 $\langle \text{mol g}^{-1} \rangle = \langle \frac{0.00213}{0.200} \Rightarrow 0.011 \text{ mol g}^{-1} \rangle$ 〈1g の制酸剤により中和された HCl のモル数〉 ✓		3