

- 【1】5行程度で説明せよ。必要ならば図を用いてよい。  
 (1) 不純物半導体を使った整流 (2) 自由電子モデルによるジュール熱 (3) 結合性と反結合性の分子軌道

- 【2】原子と周期表に関する以下の問いに答えよ。  
 (a) ヘリウム原子 He の基底状態の電子配置を、He : 1s<sup>2</sup> のように表記する。C、Ar、Mn の各原子の基底電子配置を、この表記法にならって答えよ。また、それぞれの不対電子の数を答えよ。  
 (b) Cl、Ca、Zn がとりうる安定なイオンはなにか答えよ。また、イオンの電子配置にはどのような特徴があるかを記せ。  
 (c) アンモニウムイオン NH<sub>4</sub><sup>+</sup> の四つのN-H 結合は等価であり、H-N-H 角は四面体角 (109.5°) を有する。この事実は、p 軌道の方向性や、p 軌道と s 軌道との非等価性、さらには一つの結合が配位結合であるということから説明することは難しい。窒素の原子軌道では何が起こったと考えられるか。  
 (d) アンモニア NH<sub>3</sub> の H-N-H 角 (107.3°) は四面体角に近いが、正確にはそれよりわずかに小さい。なぜか。  
 (e) 周期表の同一周期の元素では、族の番号を右に進めるにしたがって、原子の第一イオン化エネルギー (イオン化ポテンシャル) はどのように変化するか。その理由も簡潔に記せ。

【3】14族元素の単体結晶について、単位格子の一边の長さ、結合解離エネルギー、バンドギャップ E<sub>g</sub> は右表のようになっている。Sn には金属電導性を示す 相とよばれる別の結晶も知られている。Pb は構造が異なり、面心立方格子をもつ。

表 第14族のダイヤモンド構造をもつ元素に見られる周期的な傾向

元素	格子定数/Å	結合解離エネルギー/kJ mol <sup>-1</sup>	E <sub>g</sub> /eV
C(ダイヤモンド)	3.57	346	5.4
Si	5.43	222	1.1
Ge	5.66	188	0.66
α-Sn	6.49	146	0.1

- (a) 格子定数の大きさと原子半径や原子間距離の関係を記せ。  
 (b) 原子間距離と共有結合の強さとの関係を表から読みとり、記せ。  
 (c) 原子半径と原子の第一イオン化エネルギーとの関係を記せ。  
 (d) C、-Sn、Pb は、共有結合性結晶、金属結合性結晶、その中間の性質をもつ結晶のいずれに分類できるか。また、それぞれの結晶分類とE<sub>g</sub> の大きさとの関係を記し、そのような関係となる原因を、設問 (b,c) の結果を踏まえて簡潔に述べよ。  
 (e) 一般に結晶は加圧すれば体積が減少する。設問 (a,b) を参考にして、Ge 結晶を加圧したとき、E<sub>g</sub> にどのような変化が見られるか。  
 (f) Ge の色を予想せよ。 e = 1.6x10<sup>-19</sup> C, h = 6.6x10<sup>-34</sup> Js, c = 3.0x10<sup>8</sup> ms<sup>-1</sup>.

- 【4】  
 (a) エタン C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、エチレン C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、アセチレン C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> の構造式を、価標 (化学結合を示す棒の記号) を用いて表し、結合と結合を指摘せよ。  
 (b) エタン、エチレン、アセチレンの分子の構造の立体的な特徴を、結合角に基づいて記せ。  
 (c) アレン (CH<sub>2</sub>=C=CH<sub>2</sub>) という分子がある。立体的な構造式を描き、そのように描いた理由を述べよ。  
 (d) ジメチルアレン (CH<sub>3</sub>-CH=C=CH-CH<sub>3</sub>)

(CH<sub>3</sub>-CH=C=CH-CH<sub>3</sub>) は対称要素として鏡面を持つか。立体図を用いて考えよ。この分子はキラールであると言えるか。もし対掌体 (鏡像体) があれば、その立体がわかるように一組みの構造式を描け。

参考) 周期表

元素の周期表 (4桁原子量)

期	族																		期				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII			IB	IIIB	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIA	0					
1	1 H 1.008 水素																	2 He 4.005 ヘリウム	1				
2	3 Li 6.941 リチウム	4 Be 9.012 ベリリウム	凡例 原子番号 → 20 Ca ← 元素記号 原子量 → 40.08 ← 元素名 (4桁)														5 B 10.81 ホウ素	6 C 12.01 炭素	7 N 14.01 窒素	8 O 16.00 酸素	9 F 19.00 フッ素	10 Ne 20.18 ネオン	2
3	11 Na 22.99 ナトリウム	12 Mg 24.31 マグネシウム															13 Al 26.98 アルミニウム	14 Si 28.09 ケイ素	15 P 30.97 リン	16 S 32.07 硫黄	17 Cl 35.45 塩素	18 Ar 39.95 アルゴン	3
4	19 K 39.10 カリウム	20 Ca 40.08 カルシウム	21 Sc 44.96 スカンジウム	22 Ti 47.88 チタン	23 V 50.94 バナジウム	24 Cr 52.00 クロム	25 Mn 54.94 マンガン	26 Fe 55.85 鉄	27 Co 58.93 コバルト	28 Ni 58.69 ニッケル	29 Cu 63.55 銅	30 Zn 65.39 亜鉛	31 Ga 69.72 ガリウム	32 Ge 72.59 ゲルマニウム	33 As 74.92 ヒ素	34 Se 78.96 セレン	35 Br 79.90 臭素	36 Kr 83.80 クリプトン	4				
5	37 Rb 85.47 ルビジウム	38 Sr 87.62 ストロンチウム	39 Y 88.91 イットリウム	40 Zr 91.22 ジルコニウム	41 Nb 92.91 ニオブ	42 Mo 95.94 モリブデン	43 Tc (98) テクネチウム	44 Ru 101.1 ルテチウム	45 Rh 101.9 ロジウム	46 Pd 106.4 パラジウム	47 Ag 107.9 銀	48 Cd 112.4 カドミウム	49 In 114.8 インジウム	50 Sn 118.7 スズ	51 Sb 121.8 アンチモン	52 Te 127.6 テルル	53 I 126.9 ヨウ素	54 Xe 131.3 キセノン	5				
6	55 Cs 132.9 セシウム	56 Ba 137.3 バリウム	57-71 * ランタノイド	72 Hf 178.5 ハフニウム	73 Ta 180.9 タンタル	74 W 183.9 タングステン	75 Re 186.2 レニウム	76 Os 190.2 オスマニウム	77 Ir 192.2 イリジウム	78 Pt 195.1 白金	79 Au 197.0 金	80 Hg 200.6 水銀	81 Tl 204.4 タリウム	82 Pb 207.2 鉛	83 Bi 209.0 ヒ素	84 Po (209) ポロニウム	85 At (210) アスタチン	86 Rn (222) ラドン	6				
7	87 Fr (223) フランシウム	88 Ra (226) ラジウム	89-103 ** アクチノイド																				

* ランタノイド	57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
** アクチノイド	89 Ac (227)	90 Th (232)	91 Pa (231)	92 U (238)	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 (260)

( )内の数値は、既知同位体のうち最も安定なもの質量数である。