

# 材料物質科学 試験問題

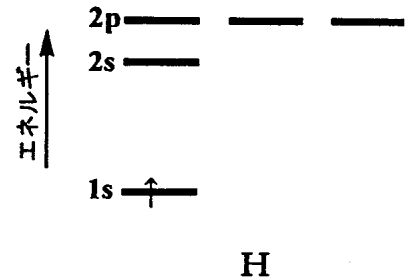
H 1 4 年度 F 3 年夜間主 石田

【1】簡潔に説明せよ。必要ならば図を用いてよい。

- (1) 光電効果 (2) 金属の (比抵抗) の温度依存性 (3) 共役ポリエン化合物の分子長さと吸収極大の関係 (4) 結合性軌道と反結合性軌道

【2】原子と周期表に関する以下の問いに答えよ。

- (a) 炭素原子 C と酸素原子 O の場合について、電子の占有の様子をそれぞれ右図のように図で答えよ。なお、 $\uparrow$ 、 $\downarrow$  は電子のスピン量子数がそれぞれ  $+1/2$  と  $-1/2$  であることを示す。
- (b) ヘリウム原子 He の基底状態の電子配置を、He :  $1s^2$  のように表記する。Cl、Ca、Zn 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。
- (c) 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。
- (d) メタン  $CH_4$  の四つの C-H 結合は等価である。これは、問(a) のダイアグラムで s 軌道と p 軌道が非等価という事実からは説明できない。炭素の原子軌道では何が起こったと考えられるか。
- (e) 水  $H_2O$  では、水素原子間の反発を考えると直線型分子になってもよさそうなのであるが、実際はくの字型の分子である。なぜか。また、H-O-H 角度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。
- (f) 周期表では、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。
- (g) 周期表では、周期を下へ降りて行くにしたがって、原子の第一イオン化エネルギーはどのように変化するか。その理由も簡潔に記せ。



【3】純物質からなる真性半導体は一般に原子のパッキングが悪い (密度が低い) ので圧縮しやすい。Snの例で見られるように、半導体から金属への相転移に密度変化を伴う場合がある。相転移を伴わない場合では一般に真性半導体を圧縮したとき、原子間距離は短くなる。そのとき  $E_g$  は増加するか減少するか、理由とともに答えよ。

【4】銀塩写真は、ハロゲン化銀の光に対する反応性を用いている。写真フィルムにはハロゲン化銀粒子を懸濁させた乳剤として埋め込んである。あるエネルギー以上の光がこれに照射されると電子はハロゲン化銀粒子の中で移動し、粒子中の欠陥部分に捕捉されてそこにある銀イオンと結合し、中性の銀原子ができる。同じようにし

てできた銀原子が3～5個集まって安定なクラスターを作る。この段階でフィルムには安定な潜像ができる。

- (a) ハロゲン化銀のバンドギャップは約 2.7 eV である。波長に換算すればいくらか。ハロゲン化銀が可視光に反応しやすいことを説明できるか。必要ならば次の定数を使ってよい。  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ,  $c = 3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ .
- (b) 現像するために、感光後のフィルムを扱う場合、赤色光のもとで行うのはなぜか。
- (c) 赤外線に感光するフィルムを作りたい場合に、感光体にどのような工夫が必要か。
- (d) カラー写真の場合は白黒写真より複雑であるがハロゲン化銀を用いるという点では同じである。単純なカラーフィルムでは乳剤を三層にして、それぞれの層には特定の色に敏感な感光剤が用いられている。第一層では、青に感光すると同時に青色や紫色を透過させないフィルターの役目もしている。第二層では緑色に感光し、第三層は赤色に感光する。青色を透過させないフィルターの色は、何色か。
- (e) 写真の現像では温度が重要な因子として関わっている。なぜか。

【5】

- (a) エタン  $\text{C}_2\text{H}_6$ 、エチレン  $\text{C}_2\text{H}_4$ 、アセチレン  $\text{C}_2\text{H}_2$  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記せ。
- (c) 結合が原子軌道の重なりからできあがる様子を原子軌道のローブの位相がわかるようにして、立体的に描け。結合にあずかる炭素原子上の原子軌道の種類を記せ。

元素の周期表（4桁原子量）

参考)

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	IIB	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB	O	期									
1	1 H 1.008 水素																	2 He 4.003 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 (4桁) → 40.08 ← 元素名														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 102.9 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	* 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 オスミウム	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 ヒスマス	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	** アクチノイド																																	

*	57 La 138.9 ランタン	58 Ce 140.1 セリウム	59 Pr 140.9 プラセチウム	60 Nd 144.2 ネオジウム	61 Pm (145) プロメチウム	62 Sm 150.4 サマリウム	63 Eu 152.0 ユウロピウム	64 Gd 157.3 ガドリウム	65 Tb 158.9 テルビウム	66 Dy 162.5 ジズロピウム	67 Ho 164.9 ホルミウム	68 Er 167.3 エルビウム	69 Tm 168.9 ツリウム	70 Yb 173.0 イットリビウム	71 Lu 175.0 ルチウム
**	89 Ac (227) アクチニウム	90 Th 232.0 トリウム	91 Pa (231) プロトアクチニウム	92 U 238.0 ウラン	93 Np (237) ネプチウム	94 Pu (244) プルトニウム	95 Am (243) アメリシウム	96 Cm (247) キュリウム	97 Bk (247) バークリウム	98 Cf (251) カリフォルニウム	99 Es (252) エンスン	100 Fm (257) フェルミウム	101 Md (258) メンデルビウム	102 No (259) ノーバシウム	103 Lr (260) ローレンシウム

( ) 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。