

電卓（電卓機能に限る）使用可。裏面の原子番号・原子量表および物理定数表を使ってよい。

【1】2016年に正式名称が与えられた新元素 Nh は以下のように得られた。光速の 10% まで加速した $^{70}_{30}\text{Zn}$ を Bi に衝突させると、それらは融合して新しい核種となり、直ちに 1 個の中性子が放出され、新規核種 $^{278}_{113}\text{Nh}$ として検出された。この実験で標的に用いた Bi の原子番号と質量数を答えよ。

【2】次の事柄を、混成軌道の概念を用いて説明せよ。

i) 有機化合物の C-H は酸として非常に弱いながらも pKa が見積もられており、メタンとベンゼンでそれぞれ、40 と 37 である。

ii) ジアセチレン(右図)の中央 C-C 結合は一重結合で書かれるが結合長は 1.37 Å であり、通常のアルカンの C-C 結合長 1.54 Å に比べて著しく短い。 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$

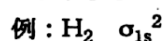
【3】次の表のデータを用いて、KF 結晶の格子エネルギー U を求めよ。ここで、 U は、 $\text{MX}(\text{s}) \rightarrow \text{M}^+(\text{g}) + \text{X}^-(\text{g})$ に伴う ΔH° で、電子親和力は、 $\text{X}(\text{g}) + \text{e}^-(\text{g}) \rightarrow \text{X}^-(\text{g})$ に伴う $-\Delta H^\circ$ で定義されている。

	生成熱 kJ mol^{-1}	解離熱 kJ mol^{-1}	気化熱 kJ mol^{-1}	電子親和力 kJ mol^{-1}	イオン化エネルギー kJ mol^{-1}
KF	-567.4				
K			+89.2		+418.4
F ₂		+157.8			
F				+328.0	

【4】NO および NO⁺の分子軌道は次のように表される。ただし軌道エネルギー準位の高低を < や = で示している。次の問(a)、(b)に答えよ。

$$\sigma_{1s} < \sigma_{1s}^* < \sigma_{2s} < \sigma_{2s}^* < \pi_{2px} = \pi_{2py} < \sigma_{2pz} < \pi_{2px}^* = \pi_{2py}^* < \sigma_{2pz}^*$$

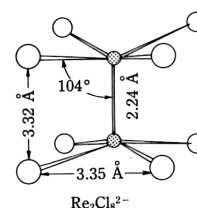
(a) NO および NO⁺の電子配置をそれぞれ例にならって示せ。



(b) NO および NO⁺の結合次数を求めよ。さらにどちらの結合が強いか述べよ。

【5】Re₂Cl₈²⁻ は右図のような構造をもつ。塩素原子の配座について重なり型になるのは ^{75}Re 間に 4 重結合性があるためである。

- 1) Re と Re³⁺ の電子配置を、 $1s^2 \dots$ のように書け。
- 2) 分子軌道準位図を用い（重要な軌道部分だけ）、電子配置を【4】(a)の例にならって記し、4 重結合を説明せよ。簡便のため結晶場を無視して Re₂⁶⁺ で考えよ。



【6】遷移金属化合物に関する以下の問いに答えよ。

- 1) ZnSO₄ は無色である。d 軌道上の電子数に着目してその理由を述べよ。
- 2) Fe(ClO₄)₃·nH₂O はほぼ無色である。パウリの排他原理とフント則に基づいて理由を述べよ。
- 3) 低スピンの Ni²⁺ 錯体は平面四配位構造であり、高スピンの場合は六配位構造をとることが普通である。この構造をとることの理由を述べよ。
- 4) 高スピン Ni²⁺ 錯体の磁化率から求められるスピンのみによる有効磁気モーメントをボーア磁子単位で算出せよ。
- 5) 8 面体型 [M^{III}(NH₃)₃Cl₃] の立体異性体は何通りあるか、構造式を描いて答えよ。
- 6) [Fe^{II}(phen)₂]²⁺ の茶色は、MLCT によるものである。MLCT とは何か、図を用いて答えよ。

【7】次の語句を 2 行程度で説明せよ。絵を使ってもよい。

- (1) Madelung 定数
- (2) Mulliken の定義による電気陰性度
- (3) 半導体の Arrhenius 挙動
- (4) Moseley の法則
- (5) Brønsted-Lowry の酸塩基
- (6) Werner 型錯体
- (7) HSAB

原子番号	元素名	元素記号	原子量
1	水	素 H	1.008
2	ヘリ	ム He	4.003
3	リチウム	ウ Li	6.941* [§]
4	ベリリウム	ム Be	9.012
5	ホウ素	ウ B	10.81
6	炭素	素 C	12.01
7	窒素	素 N	14.01
8	酸素	素 O	16.00
9	フッ素	素 F	19.00
10	ネオン	ン Ne	20.18
11	ナトリウム	ム Na	22.99
12	マグネシウム	ウ Mg	24.31
13	アルミニウム	ム Al	26.98
14	ケリシイ	素 Si	28.09
15	リン	ン P	30.97
16	硫黄	素 S	32.07
17	塩素	素 Cl	35.45
18	アルゴン	ン Ar	39.95
19	カリウム	ム K	39.10
20	カルシウム	ム Ca	40.08
21	スカンジウム	ム Sc	44.96
22	チタン	ム Ti	47.87
23	バナジウム	ム V	50.94
24	クロム	ム Cr	52.00
25	マンガン	ム Mn	54.94
26	鉄	素 Fe	55.85
27	コバルト	ル Co	58.93
28	ニッケル	ル Ni	58.69
29	銅	素 Cu	63.55
30	亜鉛	ム Zn	65.38*
31	ガリウム	ム Ga	69.72
32	ゲルマニウム	ウ Ge	72.63
33	ヒ素	素 As	74.92
34	セレン	ン Se	78.96†
35	臭素	素 Br	79.90
36	クリプトン	ン Kr	83.80
37	ルビウム	ム Rb	85.47
38	ストロンチウム	ム Sr	87.62
39	イットリウム	ム Y	88.91
40	ジルコニウム	ム Zr	91.22
41	ニオブ	ム Nb	92.91
42	モリブデン	ム Mo	95.96*
43	テクネチウム	ム Tc	(99)
44	ルロニウム	ム Ru	101.1
45	ロジウム	ム Rh	102.9
46	パラジウム	ム Pd	106.4
47	銀	素 Ag	107.9
48	カドミウム	ム Cd	112.4
49	インジウム	ム In	114.8
50	スズ	素 Sn	118.7
51	アンチモン	ム Sb	121.8
52	テルル	ル Te	127.6
53	ヨウ素	素 I	126.9
54	キセノン	ン Xe	131.3
55	セシウム	ム Cs	132.9
56	バリウム	ム Ba	137.3
57	ランタニウム	ム La	138.9

物理量	記号	数値と単位
真空中の高速度	c_0	$299\,792\,458\text{ m s}^{-1}$
電気素量	e	$1.602\,176 \times 10^{-19}\text{ C}$
ファラデー定数	$F = eN_A$	$9.6485 \times 10^4\text{ C mol}^{-1}$
ボルツマン定数	k, k_B	$1.380\,65 \times 10^{-23}\text{ J K}^{-1}$ $8.6173 \times 10^{-5}\text{ eV K}^{-1}$
気体定数	$R = kN_A$	$8.314\,47\text{ J K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$ $8.205\,78 \times 10^{-2}\text{ dm}^3\text{ atm K}^{-1}\text{ mol}^{-1}$
プランク定数	h $\hbar = h/2\pi$	$6.626\,07 \times 10^{-34}\text{ J s}$ $1.054\,57 \times 10^{-34}\text{ J s}$
アボガドロ定数	N_A	$6.022\,14 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$
電子の静止質量	m_e	$9.109\,38 \times 10^{-31}\text{ kg}$
真空の誘電率	ϵ_0 $4\pi_0\epsilon_0$	$8.854\,19 \times 10^{-12}\text{ J}^{-1}\text{ C}^2\text{ m}^{-1}$ $1.112\,65 \times 10^{-10}\text{ J}^{-1}\text{ C}^2\text{ m}^{-1}$
ボーア磁子	$\mu_B = e\hbar/2m_e$	$9.274\,01 \times 10^{-24}\text{ J T}^{-1}$
ボーア半径	$a_0 = 4\pi\epsilon_0\hbar^2/m_e e^2$	$5.291\,77 \times 10^{-11}\text{ m}$
リュードベリ定数	$R_\infty = m_e e^4/8h^3 c_0 \epsilon_0^2$	$1.097\,37 \times 10^5\text{ cm}^{-1}$