



未来のエスキースを描く。

東北工業大学

2024年度入学試験問題

A - 2

理 科 (100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1~14	4 問
化学	15~27	4 問
生物	28~50	3 問

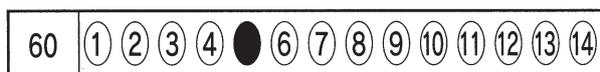
注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。
2. この問題冊子は全部で50ページである。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 下表により1科目のみを選択し解答すること。

学 科	選 択 科 目
電気電子工学科 情報通信工学科	物理, 化学から1科目選択
都市マネジメント学科 環境応用化学科 建築学科 産業デザイン学科 生活デザイン学科	物理, 化学, 生物から1科目選択

4. 解答には黒鉛筆を用い、ボールペン、色鉛筆、万年筆などを使用してはならない。
5. 解答用紙は科目共通で1枚(マーク式)である。
6. 解答用紙の指定欄に座席番号(数字)、氏名を記入し、さらに、座席番号と解答する科目名をマークすること。
解答は、例えば 60 に対して ⑤ と解答する場合は、次の(例)のように、解答番号 60 の解答欄の ⑤ のマーク位置に解答用紙のマーク例に従ってマークすること。

(例)



7. 誤ってマークした場合は、消しゴムで完全に消してからマークしなおすこと。
8. 1つの解答欄に2つ以上マークした場合、その解答欄の解答は無効となる。
9. マーク式解答用紙は、折り曲げたり、破ったり、汚したりしないこと。
10. この問題冊子の余白は、計算などに利用してもよい。
11. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ること。

化 学

解答に必要なときは、次の数値を用いなさい。

原子量 H = 1.00 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 Na = 23.0 Mg = 24.3
Cl = 35.5

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体として扱うものとする。

標準状態 (0 °C, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) では、理想気体 1 mol の体積は、22.4 L とする。

1 L = 1 ℓ = 1 dm³ 1 mL = 1 mℓ = 1 cm³

1 次の問い (問 1~8) に答えなさい。

問 1. 原子に関する記述として誤りを含むものを、解答群から一つ選びなさい。

1

[解答群]

- ① $^{16}_8\text{O}$ では陽子の数と中性子の数が等しい。
- ② $^{12}_6\text{C}$ と $^{13}_6\text{C}$ は同じ元素なので、ほとんど同じ化学的性質を示す。
- ③ 第 2 周期と第 3 周期の同族元素の原子間の陽子数の差は 8 である。
- ④ 原子の質量は、原子番号に比例する。
- ⑤ 多くの元素には、同位体が存在する。

問 2. 次の分子ア~カには、「分子内の結合には極性があるが、分子全体としては極性がない分子」が二つ含まれている。その分子の組合せとして最も適当なものを解答群から一つ選びなさい。 **2**

ア CO₂ イ Cl₂ ウ NH₃ エ H₂ オ H₂O カ CH₄

[解答群]

- ① アとオ ② アとカ ③ イとウ ④ イとエ
- ⑤ ウとエ ⑥ ウとオ ⑦ エとオ ⑧ オとカ

問3. 0.1 mol/Lの水溶液1 Lをつくるために必要な溶質の質量が最も小さい物質を解答群から一つ選びなさい。 3

[解答群]

- ① NaCl ② NaOH ③ MgCl₂ ④ CH₃COOH

問4. 共有結合を含まない物質を解答群から一つ選びなさい。 4

[解答群]

- ① 水素 ② オゾン ③ カリウム ④ 単斜硫黄
⑤ ベンゼン ⑥ 塩化水素

問5. イオンとその生成に関する記述として誤りを含むものを解答群から一つ選びなさい。 5

[解答群]

- ① イオン化エネルギー（第一イオン化エネルギー）が小さい原子は、陽イオンになりやすい。
② 電子親和力が大きい原子は、陰イオンになりやすい。
③ 17族元素の原子は、同一周期の他の元素の原子と比較して、陰イオンになりやすい。
④ 18族元素の原子は、同一周期の中でイオン化エネルギー（第一イオン化エネルギー）が最も大きい。
⑤ 2族元素の原子の2価の陽イオンは、同一周期の貴（希）ガスと同じ電子配置である。

問6. ケイ素およびその化合物に関する記述として誤りを含むものを解答群から一つ選びなさい。 6

[解答群]

- ① ケイ素は、同期表において炭素と同じ14族に属する。
- ② ケイ素は、地殻中に酸素に次いで多く存在している元素である。
- ③ ケイ素の結晶中では、1個のケイ素原子を中心に4個のケイ素原子が正四面体を形づくっている。
- ④ ケイ素の単体は、太陽電池の材料に用いられる。
- ⑤ ケイ酸塩は、セラミックスなどの原料として用いられる。
- ⑥ 二酸化ケイ素の結晶は、固体の二酸化炭素と同様に分子結晶である。

問7. 27℃、 1.0×10^5 Paで、体積一定の密閉容器をアルゴンで満たした。この容器内の温度を177℃に上げたとき、容器内の圧力は何Paか。 7 Pa

[解答群]

- ① 1.5×10^4 ② 6.7×10^4 ③ 1.0×10^5
- ④ 1.2×10^5 ⑤ 1.5×10^5 ⑥ 6.6×10^5

問8. 図1に示すような装置を用い、大気圧が 1.013×10^5 Pa (= 760 mmHg) のとき、温度25℃で次に示す操作aを行うと、ガラス管内の水銀柱の上部に空間ができる。この実験に関する記述として誤りを含むものを解答群から一つ選びなさい。 8

操作a 一端を閉じた全長900 mmのガラス管に水銀を満たし、容器内の水銀に沈んでいるガラス管の長さが50 mmとなるように、容器内の水銀面に対してガラス管を垂直に倒立させる。

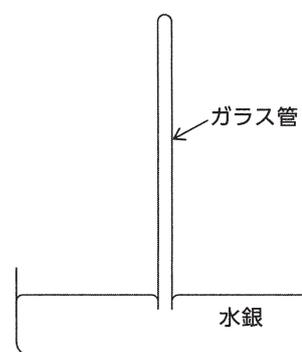


図1

[解答群]

- ① 操作 a で，容器内の水銀に沈めるガラス管の長さを 100 mm にするとガラス管内上部の空間の体積は減少する。
- ② 図 1 に示したガラス管の下端から上部の空間に少量のメタノールを入れると水銀柱は低くなる。
- ③ 大気圧が下がると図 1 に示したガラス管内上部の空間は減少する。
- ④ 操作 a で，全長 700 mm のガラス管に変えると，ガラス管内の上部に空間は生じない。
- ⑤ 操作 a で，全長 1200 mm のガラス管に変えると，図 1 と同様にガラス管内の上部に空間が生じ，水銀柱の高さは全長 900 mm の長さのガラス管を用いた場合と同じになる。

2 次の各問の [] 内に最も適する語句や数値を解答群より選びなさい。

(同じ選択肢を繰り返し選んでもよい。)

問 1. 化学反応には光の放出や吸収を伴う反応がある。

(1) 植物は光合成により [9] と水から [10] を合成する。この過程で [11] エネルギーは [12] エネルギーに変換されている。光合成は複雑な機構を経るが緑色植物では植物内に [13] があり水が [14] される過程から光合成が開始される。

また、光により有機物が分解されることもある。例えば白い物質である [15] をコーティングした面に酢酸が付着し光があたると分解され [9] と水が生成する。このような働きを示すものを [16] といい、ビルの外壁や自動車のドアミラーなどに利用されている。また大気中では窒素酸化物や炭化水素に太陽光があたると [17] が生成し、大気汚染の原因となる。

[9~17の解答群]

- ① 酸化 ② 還元 ③ 糖類 ④ 光
⑤ 化学 ⑥ 二酸化炭素 ⑦ 光触媒 ⑧ 光化学オキシダント
⑨ 酸化チタン (IV) ⑩ 炭酸カルシウム ⑪ 葉緑体

(2) 光によって分解されやすい物質を選びなさい。 [18]

[解答群]

- ① 二酸化炭素 ② 酸化チタン (IV) ③ 臭化銀 ④ 酸化カルシウム

問2. 酸化還元反応によって、化学エネルギーを電気エネルギーに変換して取り出す装置を電池という。図2にダニエル電池の原理図を示す。この図に関して次の問いに答えなさい。

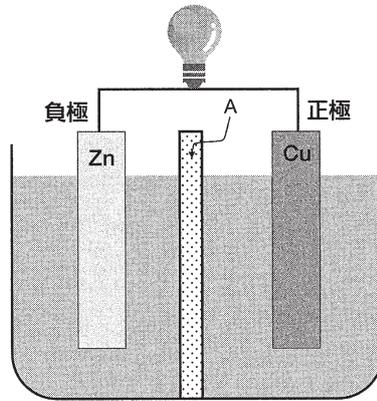


図2

- (1) Aにはセロハンや素焼き板などが用いられているが、この役目として最も適当なものはどれか。

[解答群]

- ① 温度を一定に保つ。
- ② 両方の液が混ざるのを防ぎ、電子を通す。
- ③ 両方の液が混ざるのを防ぎ、イオンを通す。
- ④ 電極をわかりやすく区別する。
- ⑤ 特に役目はない。

- (2) セロハンや素焼き板の代わりにガラス板を用いるとどうなるか。

[解答群]

- ① 変わらない。
- ② 電流が流れなくなる。
- ③ 電流は流れるが、流れる電流が大きくなる。
- ④ 電流は流れるが、流れる電流が小さくなる。

- (3) 長時間の放電のため水溶液の濃度を濃くした方がよい極, および正極と負極で反応する原子の酸化数の変化について正しい組合せはどれか。 21

[解答群]

	濃度を濃くした方がよい極	正極の酸化数変化	負極の酸化数変化
①	正極	$0 \rightarrow +2$	$+2 \rightarrow 0$
②	正極	$+2 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow +2$
③	負極	$0 \rightarrow +2$	$+2 \rightarrow 0$
④	負極	$+2 \rightarrow 0$	$0 \rightarrow +2$

- (4) 電子が 1.0 mol 流れたとき, 正極で生成する物質は何 mol か。 22 mol

[解答群]

- ① 0.50 ② 1.0 ③ 1.5 ④ 2.0
 ⑤ 2.5 ⑥ 3.0 ⑦ 3.5 ⑧ 4.0

3 次の硝酸を工業的に製造する方法に関する文章を読んで以下の問い（問1～5）に答えなさい。

アンモニアは工業的には四酸化三鉄 Fe_3O_4 を主成分とする **23** を用いて、窒素と水素から（ア）式のように直接合成される。このアンモニア合成法を **24** 法という。



次に、白金を **23** とし、アンモニアを酸化することにより（イ）式のように一酸化窒素が合成される。



一酸化窒素は空気中で **25** され、（ウ）式のように二酸化窒素となる。



二酸化窒素を温水と反応させることにより、（エ）式のように硝酸が得られる。



（イ）式から（エ）式のようにアンモニアの酸化によって硝酸を合成する方法を **26** 法という。

問1. **23** ～ **26** にあてはまる語句を解答群から選びなさい。

[23～26の解答群]

- ① アンモニアソーダ ② ハーバー・ボッシュ ③ オストワルト
- ④ ホールエルー ⑤ 接触 ⑥ クメン ⑦ 酸化 ⑧ 還元
- ⑨ 中和 ⑩ 触媒 ⑪ 反応物 ⑫ 生成物

問2. （ア）～（エ）の化学反応式に含まれる窒素および窒素化合物のなかで、窒素の酸化数が最も大きい物質を解答群から選びなさい。 **27**

[解答群]

- ① N_2 ② NH_3 ③ NO ④ NO_2 ⑤ HNO_3

問 3. 次の窒素および窒素化合物の説明の中で、誤った記述が含まれるものを一つ選びなさい。 28

[解答群]

- ① 窒素 N_2 は、無色、無臭の気体で、常温では化学的に安定である。高温では、窒素と酸素が化合して、一酸化窒素 NO などの窒素酸化物を生じる。
- ② アンモニア NH_3 は、無色、刺激臭の気体で、加圧すると容易に液体となる。水によく溶け、その水溶液は弱い塩基性を示す。
- ③ 一酸化窒素 NO は無色の気体で、水に溶けにくい。空気中で酸素と容易に反応して、赤褐色の二酸化窒素 NO_2 になる。
- ④ 二酸化窒素 NO_2 は赤褐色の有毒な気体である。酸性酸化物であり、水とは反応してよく溶ける。
- ⑤ 硝酸 HNO_3 は無色、揮発性の液体である。濃硝酸、希硝酸は、いずれも強い酸性を示し、酸化作用が強い。
- ⑥ 濃硝酸は、鉄やアルミニウム、ニッケルなどと反応し、二酸化窒素を発生する。しかし、銅や銀などの金属とは、表面に緻密な酸化被膜を生じ、それ以上反応しなくなる。

問 4. 前述の (イ) 式から (エ) 式の反応により標準状態で 224 L のアンモニアガスから得られる硝酸は最大で約何 g か。 29 g

[解答群]

- ① 37.0 ② 73.0 ③ 146 ④ 216 ⑤ 292 ⑥ 370 ⑦ 630

問5. 質量パーセント濃度 60.0%, 密度 1.37 g/cm^3 の濃硝酸について次の濃度を計算しなさい。

(1) 質量モル濃度 $\boxed{\text{a}}\boxed{\text{b}}.8 \text{ mol/kg}$

$\boxed{\text{a}}$ (10の位の数値): $\boxed{30}$ $\boxed{\text{b}}$ (1の位の数値): $\boxed{31}$

(2) 体積モル濃度 $\boxed{\text{c}}\boxed{\text{d}}.0 \text{ mol/L}$

$\boxed{\text{c}}$ (10の位の数値): $\boxed{32}$ $\boxed{\text{d}}$ (1の位の数値): $\boxed{33}$

[30~33の解答群]

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

4 次の問い（問1～3）に答えなさい。

問1. 異性体に関して最も適するものを解答群から一つ選びなさい。

- (1) C_3H_8O の分子式をもつ化合物には、全部で 個の構造異性体がある。
- (2) $C_3H_6Cl_2$ の分子式をもつ化合物には、全部で 個の構造異性体がある。

[34, 35 の解答群]

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

- (3) 分子式が $C_4H_{10}O$ で示される構造異性体は7個ある（光学異性体を除く）。これらの異性体のうち、次の性質を示す異性体を解答群からそれぞれ一つ選びなさい。

(ア) 金属ナトリウムと反応するが、硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液では酸化されない物質

(イ) 硫酸酸性二クロム酸カリウム水溶液で酸化されるが、その生成物が銀鏡反応を示さない物質

[36, 37 の解答群]

- ① $CH_3CH_2CH_2OCH_3$ ② $(CH_3)_2CHOCH_3$ ③ $CH_3CH_2OCH_2CH_3$
④ $(CH_3)_3COH$ ⑤ $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ ⑥ $(CH_3)_2CHCH_2OH$
⑦ $CH_3CH_2CH(CH_3)OH$

問2. ベンゼンの水素原子1個を他の原子または原子団で置換した化合物がある。
次の(ア)～(エ)の反応に当てはまる化合物を解答群から選びなさい。

(ア) 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると青色を示す。

38

(イ) 臭素水を加えると、臭素水の色が脱色するが、白濁しない。

39

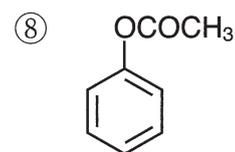
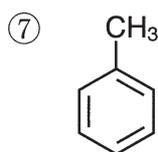
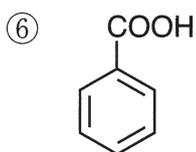
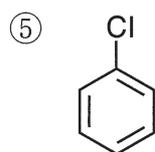
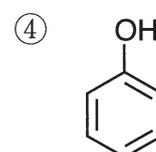
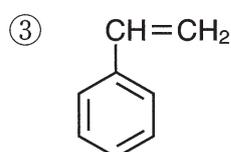
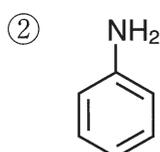
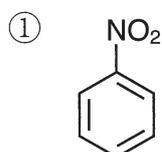
(ウ) さらし粉溶液を加えると赤紫色を示す。

40

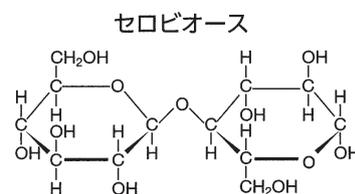
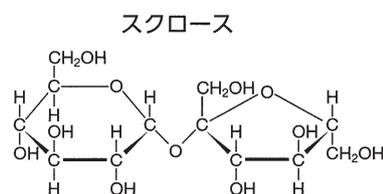
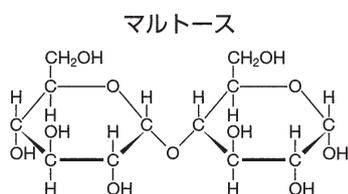
(エ) 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると二酸化炭素を発生する。

41

[38～41の解答群]



問3. 以下に構造式を示す二糖類に関して問いに答えなさい。



(1) 加水分解するとグルコース以外の糖が生成される化合物を解答群から選びなさい。

42

[解答群]

① マルトース ② スクロース ③ セロビオース

(2) 水溶液中で還元性を示さない化合物を解答群から選びなさい。

43

[解答群]

① マルトース ② スクロース ③ セロビオース

(3) 還元性の検出に用いる試薬を解答群から選びなさい。 44

[解答群]

- ① フェーリング液 ② ヨウ素溶液 ③ ヨウ化メチル
④ フェノールフタレイン

(化学問題終わり)