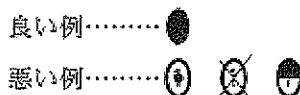


平成 21 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまで、この冊子の中を見てはいけません。
2. 生物、物理、化学の中から 2 科目選択しなさい。
3. 1 科目につき 1 枚の解答用紙を使用しなさい。なお、解答用紙(2 枚)は、各科目に共通です。
4. 解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので、正確に記入しなさい。
 - ① 氏名欄……………氏名を記入しなさい。
 - ② 受験番号欄……………受験番号(6 桁の数字)を記入し、受験番号をマーク欄に必ずマークしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目を、記述欄に、生物、物理、化学のうち 1 つを必ず記入し、マーク欄には当該科目の下に必ずマークしなさい。
5. マークには HB の鉛筆を使用し、次の例のように、濃く正しくマークしなさい。



正確にマークされていない場合、採点できないことがあります。

6. 解答上の注意が問題毎に指示されている場合があります。注意して下さい。
7. 答えを修正する場合は必ず「プラスチック製消しゴム」で完全に消し、消しくずを解答用紙上に残してはいけません。
8. 中途退場は認めません。
9. 試験中に質問がある場合は、手をあげて申し出なさい。
10. この冊子の余白を計算用紙に用いてかまいません。
11. 試験終了後、この冊子は持ち帰りなさい。
12. この冊子は、全部で 31 ページです。生物、物理、化学の順になっています。

問 題 目 次

生 物	1～9 ページ(問題 I～IV)
物 理	11～18 ページ(問題 I～IV)
化 学	19～24 ページ(問題 I～IV)

化 学

解答する上での注意

選択肢の解答は、以下の記入例のようにマークすること。

記入例：選択肢②を選択する場合は2をマークする。選択肢①②を選択する場合は1と2をマークする。(ただし、解答形式の制限から選択肢④は除かれている。)

数値の解答は各解答形式に指定されている桁数に従い解答する。

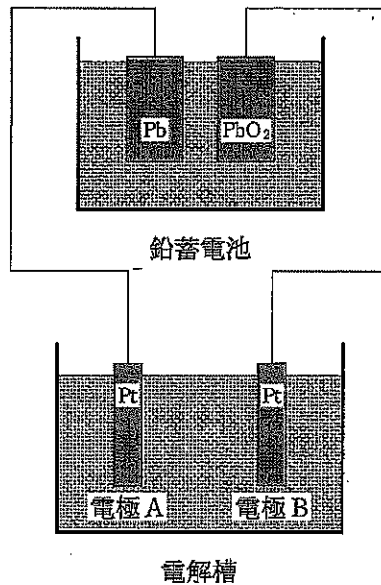
記入例：解答欄が指数形式の場合は、220, 2.2, 0.0022 は、各々、 $\boxed{2}.\boxed{2} \times 10^{\boxed{2}}$,
 $\boxed{2}.\boxed{2} \times 10^{\boxed{0}}$, $2.2 \times 10^{-\boxed{3}}$ と記す。

原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$, $S = 32$, $Pb = 207$ とする。

アボガドロ定数は $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$, ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{C}/\text{mol}$ とする。0℃, 1013 hPa の気体 1 mol の体積は 22.4 l とする。

I 以下の間に答えよ。[解答欄 $\boxed{\text{ア}}$ ~ $\boxed{\text{ニ}}$]

問 1 鉛蓄電池を電源とする電気分解装置を以下の図のように組み立てた。白金電極を用いて、硫酸ナトリウム水溶液に一定電流 2 A で、3分13秒間電気分解を行った。電解液に BTB 溶液を入れておいた。



- (1) 電気分解時、電極で起きる反応に関する以下の説明文の空欄 ～ に適切な単語を選択肢から選び、マークせよ。同一語句を何度選んでもよい。

電極Aでは、電解液中の が される。一方、電極B上では、 反応が起こる。電極Bは白金電極であるので、 が される。

- ① Pt ② Pb ③ Na⁺ ④ SO₄²⁻
 ⑤ 酸化 ⑥ 還元 ⑦ H₂O ⑧ 金属

- (2) 電気分解前後で、電極A近傍の溶液の色はどのように変化したか。適当なものを選び。

- ① 青→赤 ② 緑→青 ③ 黄→青 ④ 青→黄
 ⑤ 赤→青 ⑥ 緑→黄 ⑦ 変化なし

- (3) 電極Bから気体が発生した。この気体の性質として適当なものを選び。

- ① 無色、無臭。この気体を石灰水に通じると、白く濁る。
 ② 無色、無臭。この気体の中で、マッチの火が激しく燃える。
 ③ 無色、腐卵臭。この気体の水溶液は酸性を示す。
 ④ 無色、無臭。この気体を入れた試験管の口に火を近づけるとボンと音がでる。
 ⑤ 黄緑色、刺激臭。ヨウ化カリウムデンプン紙を青色に変える。
 ⑥ 無色、刺激臭。この気体の水溶液は酸性を示し、ヨウ素液を脱色する。
 ⑦ 無色、刺激臭。塩化水素と反応すると白煙を上げる。

- (4) 通電している間、電極Bに発生した気体をすべて回収した。回収した気体の0℃、1013 hPaでの体積を求めよ。

. × 10⁻ l

- (5) 電極Aと電極Bで発生した気体の体積の比はいくらか。簡単な整数比で答えよ。

電極Aから発生した気体：電極Bから発生した気体 = :

問2 酸化還元反応を利用し電子の連続的な流れを作り出す装置を電池という。放電と充電を繰り返すことのできる電池を二次電池といい、図の鉛蓄電池は二次電池の代表的なものである。鉛蓄電池は、鉛の酸化状態の差を利用した電池である。負極では Pbが安定な酸化状態へ変化するとき電子が放出され、正極中の Pbが電子を取り込み安定化する。各電極の鉛の安定な酸化状態への変化がおよそ2Vの電位差を生じ、外部回路への電子の連続的な流れを生じさせる。

- (1) 下線部 a、b の変化に伴う鉛の酸化数の変化を下記から選び、マークせよ。

変化 a 変化 b

- ① 0 → +2 ② +2 → +4 ③ 0 → +4 ④ +2 → +6
 ⑤ +4 → +2 ⑥ +4 → 0 ⑦ +2 → 0 ⑧ +6 → +2

(2) 鉛の安定な酸化状態の酸化数はいくつか。下記の値から選び、マークせよ。

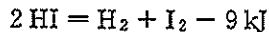
① 0 ② +1 ③ +2 ④ +3 ⑤ +4

(3) 図の鉛蓄電池と電解槽との接続を外した。その後、鉛蓄電池を 5 A、32 分 10 秒間充電した。正極、負極の質量はどれだけ変化したか。質量の増減については、増加した場合①、減少した場合②をマークせよ。

正極 . × 10 g 質量の増減

負極 . × 10 g 質量の増減

II 化学反応は、反応に与る分子と分子が十分な運動エネルギーをもって衝突したときに起こる。たとえば、500 °C において、気体 HI から気体 H₂ と気体 I₂ が生じる反応では、HI と HI が衝突して H₂ と I₂ が生じる。この反応 (2 HI ⇌ H₂ + I₂) は、熱化学反応の形式では、次のように書くことができる。



この例における反応分子のもつべき十分な運動エネルギー(上記の下線部 a)について、以下の問に答えよ。[解答欄 ~]

問 1 (1) 内容積 1 l の反応容器の中に、HI が 10⁻³ mol 在るとき、500 °C で HI どうしは 1 秒(s) につき約 3.5 × 10²⁸ 回衝突する。もし、この衝突が全て十分な運動エネルギーをもって行われると仮定すると、1 l の反応容器の中で 1 秒(s) につき何 mol の H₂ または I₂ が生じるか。

. × 10 mol/(l·s)

(2) 実際に H₂ または I₂ が生じる速度は 1.2 × 10⁻⁸ mol/(l·s) である。これを(1)の解答と比べると、全衝突のうち反応が起こるのは、およそ何回に一度のできごとになるか。次の中から選べ。

- ① 5 × 10³ ② 5 × 10⁴ ③ 5 × 10⁵ ④ 5 × 10⁶
 ⑤ 5 × 10⁸ ⑥ 5 × 10¹² ⑦ 5 × 10²⁰ ⑧ 5 × 10²⁸

問 2 力学的な衝突が化学反応を生ずる頻度は、問 1(2)で求めたように、たいへん小さい。この事情を説明する次の文章の空欄に相応しい語句を下の語群から選べ。同一語句を何度選んでもよい。 ~

分子の表面には 電荷が存在する。そのため、分子どうしが接近すると、互いに により しあう。われわれの日常からみて大へんな高温 500 °C においてもなお、電荷の にうち勝つほどの運動エネルギーをもつ HI 分子は、分子集団のうちごく一部であることが上の問 1(2)から推測される。

このように、温度が一定のもとでも、分子おのものが持つ運動エネルギーは定まっていない。しかし、同じ にある分子どうしの は定まった値である。

HI の運動エネルギーが による にうち勝って衝突したとき、HI の運動エネルギーの一部は HI 分子の のエネルギーに姿を変える。すなわち、衝突により分子の のエネルギーが する。これが反応を進めるエネルギーとなる。

- 語群：① 距離 ② 温度 ③ 運動 ④ 圧力 ⑤ 反発
 ⑥ 牽引 ⑦ 減少 ⑧ 増加 ⑨ 結合力 ⑩ 静電力
 ⑪ 正 ⑫ 中性 ⑬ 負 ⑭ 内部 ⑮ 外部
 ⑯ 拮抗 ⑰ 発熱 ⑱ 吸熱 ⑲ 速度

問 3 上の文章の下線 b のエネルギーに関する下記の文の中から正しいものを全て選べ。今の条件で、H-I の結合エネルギーの値は 295 kJ/mol である。

- ① H₂ と I₂ それぞれ 1 mol 生じるためには、HI と HI の衝突あたり 9 kJ 以上のエネルギーが必要である。
- ② H₂ と I₂ それぞれ 1 mol 生じるためには、HI と HI の衝突あたり 18 kJ 以上のエネルギーが必要である。
- ③ このエネルギーは、活性化エネルギーとよばれる。
- ④ このエネルギーは、反応熱とよばれる。
- ⑤ H₂, I₂ それぞれ 1 mol 生成するためには、少なくとも、2 mol の HI を H と I に切断するエネルギー 590 kJ 以上が必要である。
- ⑥ H₂, I₂ それぞれ 1 mol 生成するために必要なエネルギーは、2 mol の HI を H と I に切断するエネルギー 590 kJ より小さい。
- ⑦ 300 °C でこのエネルギーを持つ分子数は、500 °C のときと同じである。
- ⑧ 300 °C でこのエネルギーを持つ分子数は、500 °C のときより少ない。

問 4 反応で生じた H₂, I₂ もたがいに衝突をくりかえし、その衝突のうちで、エネルギー条件を満たせば、ふたたび HI に戻る。HI に戻る反応(左向き反応)を進めるエネルギーについて、下記の中の正しいものを全て選べ。今の条件で、H-H, I-I の結合エネルギーの値は、おのこの 433 kJ/mol, 148 kJ/mol である。

- ① 左向き反応の方が H₂ と I₂ を生成する右向き反応より容易である。
- ② 左向き反応は右向き反応より大きなエネルギーを必要とする。
- ③ H₂ と I₂ の衝突のみならず、H₂ と H₂ どうし、I₂ どうし、あるいはこれらと HI の衝突があるので、左向き反応は右向きより容易でない。
- ④ 左向き反応で 2 mol の HI を生じるためには、H₂, I₂ それぞれが H, I に切断されるだけのエネルギー 581 kJ が必要である。

- ⑤ 左向き反応で2 molのHIを生じるために必要なエネルギーは581 kJより小さい値である。
- ⑥ 左向き反応が起こるのに必要なエネルギーは最低18 kJである。
- ⑦ 左向き反応が起こるのに必要なエネルギーは最低9 kJである。
- ⑧ 反応の可逆性は、左向き反応と右向き反応に必要なエネルギーが等しいことを意味している。

問5 ここまで、反応物から生成物が生じるために必要な衝突の運動エネルギーを問題にしてきた。反応分子どうしの衝突により生成物が生じるためには、運動エネルギーの他にも満たされなければならない要因がある。主たる要因を次の中から一つ選べ。

- ① 反応係数に等しい割合の分子が反応容器中に存在する。
- ② 衝突が発熱的である。
- ③ 衝突する分子の互いの配向が適切である。
- ④ 衝突分子どうしのモル質量の差が大きい。
- ⑤ 反応分子どうしの価数が等しい。
- ⑥ 反応が可逆的である。
- ⑦ 反応に関与しない分子が反応容器中に混在しない。
- ⑧ 衝突分子が分解する反応である。

Ⅲ 8種類の金属元素 ~ の単体とイオン水溶液がある。以下の文章を読んで、
 ~ に該当する金属元素を選択肢から選びなさい。[解答欄 ~]

1. 少量の水酸化ナトリウム水溶液を、各金属イオン水溶液に加えた。, , , , では水酸化物の沈殿が生じた。 では酸化物の沈殿が生じた。, では沈殿が生じなかった。
2. 硫化水素ガスを各金属イオン水溶液に吹き込んだ。水溶液が塩基性の時、, , , , で沈殿が生じた。水溶液が酸性の時、, , で沈殿が生じた。イ、キ、クでは、塩基性、酸性のどちらの場合も沈殿が生じなかった。
3. 炎色反応では、 は青緑色、 は黄色、 は黄緑色を示した。
4. 金属単体に濃硝酸を加えると、, のみが溶けなかった。
5. 金属単体 - , - , - の合金は、それぞれ白銅、青銅、黄銅と呼ばれる。

選択肢

- ① Li ② Na ③ K ④ Ca ⑤ Sr ⑥ Ba ⑦ Fe
⑧ Ni ⑨ Cu ⑩ Ag ⑪ Zn ⑫ Al ⑬ Sn

IV 下の文章を読み、問1～7に答えよ。[解答欄 ～]

炭素、水素および酸素からなる化合物の元素分析の結果は、炭素68.2%、水素13.6%および酸素18.2%であり、分子量は100以下であることがわかっている。したがって、分子式は $C^{\text{ア}}H^{\text{イ}}O^{\text{ウ}}$ となり、この分子式より、化合物は、 か のいずれかとなる。この化合物には14種類の構造異性体が考えられ、そのうち、 種類は金属ナトリウムと反応する であり、他は金属ナトリウムと反応しない である。金属ナトリウムと反応する構造異性体をA群とする。

問1 ～ にあてはまる数字をマークせよ。ただし、 あるいは が表示しない1の場合でも、1をマークすること。

問2 , にあてはまる語句を①～⑥の中から選べ。

- ① アルコール ② アルデヒド ③ エステル
④ エーテル ⑤ カルボン酸 ⑥ ケトン

問3 にあてはまる数字は何か。数字をマークせよ。

問4 1) A群のうち、硫酸酸性二クロム酸カリウム溶液中で十分に酸化すると、酸性の化合物へ変化するのは 種類、中性の化合物に変化するものは 種類、この条件下でほとんど変化しないものは 種類ある。 ～ にあてはまる数字をそれぞれマークせよ。

2) 1)の下線部分の反応において、クロムの酸化数は+ から+ へ変化する。 , にあてはまる数字をそれぞれマークせよ。

問5 1) A群のうち、水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて温めると特有な臭いを持つ黄色沈殿を生成するものは 種類ある。 にあてはまる数字をマークせよ。

2) 1)の黄色沈殿(下線部分)の化学式として、最も適当なものを①～⑤の中から選べ。

-
- ① NaI ② CH₃I ③ CH₂I₂ ④ CHI₃ ⑤ Cl₄

問6 A群を濃硫酸中で十分に加熱したとき、分子内脱水反応がおこらないものは 種類であり、他のものは分子内脱水反応によりアルケンになる。次に、これら全てのアルケンの混合物を白金触媒存在下、水素と反応させると、 種類のアルカンが生成する。

と にあてはまる数字をそれぞれマークせよ。

問7 A群のうち、不斉炭素原子を持つものは 種類ある。これらを硫酸酸性二クロム酸カリウム溶液中で十分に酸化したとき、不斉炭素原子を持つものは 種類となる。

と にあてはまる数字をそれぞれマークせよ。