

5 化学部門【必須科目 I】

I 次の20問題のうち15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

I-1 法則に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 電解質溶液の電気分解において、電極に析出又は発生する原子又は分子の質量は、通じた電気量に比例する。(ファラデーの法則)
- ② 混合気体の圧力(全圧)は、各成分気体が同じ温度で全体積を占めたときに示す圧力(分圧)の和に等しい。(ドルトンの法則)
- ③ 化学平衡にある物質系の温度や圧力を変えると、平衡状態は外部からの作用に基づく効果を弱める方向に移動する。(ル・シャトリエの法則)
- ④ 揮発性の溶質を含む希薄溶液が気相と平衡にあるとき、その濃度は気相内の溶質物質の分圧に比例する。(ヘンリーの法則)
- ⑤ 一連の化学反応の反応熱の総和は、その反応の初めの状態と終わりの状態だけで決まらず、反応の途中の経路に依存する。(ヘスの法則)

I-2 結晶質の炭化ケイ素と二酸化ケイ素の特性に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 炭化ケイ素の硬さは、二酸化ケイ素のそれより高い。
- ② 炭化ケイ素中の炭素とケイ素の間は、イオン結合性の強い結合をしている。
- ③ 二酸化ケイ素は多くの多形を有しているが、炭化ケイ素の多形はほとんど知られていない。
- ④ 二酸化ケイ素、炭化ケイ素とも安定な絶縁体として知られる。
- ⑤ 炭化ケイ素は、1800℃以上の高温空气中で化学的に安定である。

I-3 次のうち、高圧ガス保安法の対象とならないものはどれか。圧力の表示はすべてゲージ圧である。

- ① 高圧ボイラー内にある、圧力が2.5 MPaを超える高圧蒸気
- ② 圧力が0.2 MPaとなる場合の温度が35 °C以下である液化ガス
- ③ 常用の温度において圧力が1 MPa以上となる圧縮ガスで、現にその圧力が1 MPa以上であるもの
- ④ 温度15 °Cにおいて圧力が0.2 MPa以上となる圧縮アセチレンガス
- ⑤ 温度35 °Cにおいて圧力が1 MPa以上になる圧縮ガス

I-4 無機化学製品の製造法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 塩酸は、塩素と水素の反応により生成した塩化水素を水に吸収させて製造する。
- ② 硝酸は、アンモニアを空気酸化して得られる一酸化窒素を、さらに酸化して二酸化窒素を生成させ、これを水と反応させることにより得られる。
- ③ アンモニアは、水素と窒素を原料とし、高圧下、室温付近で触媒を用いて合成される。
- ④ 硫酸は触媒の存在下で、二酸化硫黄と酸素の接触反応により得られる三酸化硫黄を経由して製造される。
- ⑤ リン酸の製造法には、リン鉱石を硫酸で分解する湿式法と、リン鉱石を還元して得るリンを酸化して五酸化二リンとし水と反応させる乾式法がある。

I-5 石油化学製品の製造技術に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① プロピレンをアンモ酸化するとアクリロニトリルが生成する。
- ② クメンを酸化してクメンヒドロペルオキシドを生成させ、これを酸存在下で分解してフェノールを製造するとき、アセトンを併産する。
- ③ 酢酸の工業的製造法の1つとして、メタノールをカルボニル化する方法がある。
- ④ C10~C13程度のオレフィン为原料として、酸触媒の存在下ベンゼンをアルキル化すると、ベンゼン核がパラフィン骨格の末端に結合した直鎖アルキルベンゼンが生成する。
- ⑤ メタクリル酸メチルの製造法の1つとして、イソブテンを出発原料とする方法がある。

I-6 機器分析に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 原子吸光分析は原子の吸収スペクトルを利用した分析方法であり、特定元素の定性や定量に有効である。
- ② 赤外線吸収スペクトル分析は、物質に赤外線を照射し、透過または反射した光を測定するもので、化合物の同定や構造の特徴を明らかにするのに有効である。
- ③ 紫外可視分光分析は、主に物質の電子状態が高いエネルギーレベルから低いエネルギーレベルに遷移する際の発光スペクトルを用いるもので、多くの元素について、ppm～ppbレベルの高感度分析をすることが可能である。
- ④ X線光電子分光分析は、物質を構成する内殻準位からの光電子の放出を伴い、構成元素とその電子状態を分析することができる。
- ⑤ X線回折分析は、回折線や回折斑点の解析から、結晶構造に関する知見を得るのに用いられる。

I-7 水を一方の成分とする二成分系において、大気圧の条件下で水と共沸混合物を作る物質はどれか。

- ① アセトン      ② アンモニア      ③ ホルムアルデヒド
- ④ エタノール      ⑤ メタノール

I-8 レア金属、レアアースに関する以下の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 地殻中の存在量が比較的少なかったり、採掘と精錬のコストが高いなどの理由で流通・使用量が少ない非鉄金属をレア金属という。
- ② 地中埋蔵量が多いが、高純度に精錬することが困難で、その技術コストが非常に高額なため、レア金属とされている代表的な金属はチタンである。
- ③ レア金属の用途の1例として、液晶テレビがあり、このパネルに用いられる透明導電膜の成分として用いられるレア金属はジルコニウムである。
- ④ レア金属のうち、一部の元素がレアアース（希土類）と呼ばれ、17種類の元素からなる。これらは、現代の産業を支える重要な元素群で、その世界需要の半分を我が国が占めると言われている。
- ⑤ 低環境負荷型の自動車の駆動用モーターに用いられる強力な永久磁石に欠かせないレアアースとして、ネオジムやジスプロシウムがある。

I-9 材料の光学的性質に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 光が入射したとき、波長によって屈折率が異なる現象を光の分散又は色分散といい、指標としてアッペ数が用いられる。
- ② 光の表面反射を低減するには、屈折率の高い薄膜を形成させるのが効果的である。
- ③ ポリマーの光吸収には、紫外領域で起こる電子遷移吸収と赤外領域にみられる分子振動吸収が大きな影響を持つ。
- ④ ガラスはポリマーに比べ、屈折率、分散特性の種類が豊富であり、環境変化による影響も小さい。
- ⑤ ポリカーボネートの複屈折（固有複屈折）の値は、ポリメチルメタクリレートより大きい。

I-10 高分子の重合に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① リビング重合によつては、シャープな分子量分布を持った高分子を製造することは困難である。
- ② 高結晶性イソタクチックポリプロピレンは、Ziegler-Natta触媒によって合成することができる。
- ③ 熱硬化性樹脂は反応が進むと、未硬化の状態から架橋により三次元網目構造が形成されるので、その生成物は溶媒に溶けない。
- ④ 乳化重合は、乳化剤あるいは界面活性剤を用いて水中でミセルを形成させて重合を進行させる方法である。
- ⑤ ナイロン6は、 $\epsilon$ -カプロラクタムを開環重合して得られる。

I-11 自動車用燃料のオクタン価、セタン価に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① オクタン価は自動車ガソリンのアンチノック性を示す尺度である。
- ② セタン価はディーゼル燃料の着火性を示す尺度である。
- ③ 日本工業規格（JIS）では、自動車ガソリンのオクタン価はリサーチ法で測定するよ  
うに規定されている。
- ④  $n$ -パラフィン系炭化水素より、芳香族及びオレフィン系炭化水素の方が、オクタン  
価は高い。
- ⑤  $n$ -パラフィン系炭化水素はセタン価が低く、芳香族及びオレフィン系炭化水素はセ  
タン価が高い。

I-12 潤滑油添加剤に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 流動点降下剤は、曇り点及びワックス析出量を下げることにより、流動点を下げる目的で使用される。
- ② 粘度指数向上剤は、潤滑油の粘度の温度依存性の指標である粘度指数を向上させることを目的とする添加剤である。
- ③ 酸化防止剤は、潤滑油の酸化劣化を抑制し、初期性能を長期にわたって維持させる目的で使用される。
- ④ 清浄分散剤は、エンジン油中に生成した劣化物がエンジンに不具合を起こさないようにするために使用される。
- ⑤ 摩耗防止剤は、境界潤滑における摩耗を低減させるために使用される。

I-13 地球温暖化に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 大気中の二酸化炭素やメタンなどのガスは太陽からの熱を地球に封じ込め、地表を温める効果がある。これらのガスを温室効果ガス（GHG）という。
- ② GHGの存在により、地球の平均気温はおよそ14℃に保たれているが、温室効果が無い場合の地球の表面温度は氷点よりも低くなると見積られている。
- ③ 京都議定書では、地球温暖化防止のため、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素のほか、ハイドロフルオロカーボン類（HFCs）、パーフルオロカーボン類（PFCs）、六フッ化硫黄が削減対象のGHGと定められている。
- ④ 地球温暖化係数は、個々のGHGの地球温暖化に対する効果を、その持続時間も加味したうえで、二酸化炭素の効果に対して相対的に表す指標である。
- ⑤ 2010年における我が国のGHG総排出量のうち、全体の約50%を二酸化炭素が占めている。

I-14 廃棄物リサイクルに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 使用済み製品や工場で発生する端材などを回収して、新しい製品の材料として用いる手法をマテリアルリサイクルという。
- ② サーマルリサイクルとは廃プラスチックに熱を加えて再加工して新しい製品を作る手法で、工程が簡略化できるので広く利用されている。
- ③ 廃プラスチックを化学分解して原料に戻し、製品に再生する手法をケミカルリサイクルといい、マテリアルリサイクルと比較して品質劣化の心配が少ない。
- ④ 自社のサプライチェーンの中で、回収した使用済み製品の部材を、同種の製品の部材として使用する手法をクローズドリサイクルという。
- ⑤ 改正リサイクル法では廃棄物の発生抑制（リデュース）や分別回収による部品の再利用（リユース）がリサイクルに優先する取り組みとされている。

I-15 高分子材料に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 吸水性高分子の吸水機能は、主に毛細管現象による。
- ② ポリエステルフィルムは、絶縁破壊電圧が高く、体積抵抗率が大きいなど優れた電気的特性を有する。
- ③ 液晶配向膜には、ポリイミドが多く用いられている。
- ④ 繊維強化プラスチックは、耐食性、比強度、比剛性に優れている。
- ⑤ 耐衝撃性や耐熱性等の改善を目的として、ポリマーアロイ化が行われる。

I-16 揮発性有機化合物（VOC）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 厚生労働省が室内濃度の指針値を定めている13種には酢酸エチルが含まれる。
- ② ポリアセタール樹脂では、VOCの発生量を低減した品種が開発されている。
- ③ 白蟻駆除剤には、厚生労働省指針で定められているVOC対象化合物が含まれている場合がある。
- ④ 世界保健機構（WHO）は、VOC対象物質を沸点によって区分している。
- ⑤ 排出ガス中のVOCの濃度測定には触媒酸化-非分散形赤外線分析計（NDIR）、水素炎イオン化形分析計（FID）などが用いられる。

I-17 近年の化学工場を中心とした爆発・火災災害の発生事例の傾向、特徴あるいは背景に関する以下の記述のうち、最も不適切と思われるのはどれか。

- ① 爆発・火災に対する重点管理は、化学設備や火薬工場ばかりでなく、水道管施設工事中にメタンガスが噴出しての爆発や、大学の研究施設での実験中の爆発など多方面に必要となっている。
- ② 化学工業において、多品種少量品が多い薬品類の製造はバッチプロセス工程で行われる。このプロセスでは、同一設備でも温度、圧力、時間などの反応条件が多岐にわたることから、運転が複雑であり、誤操作の可能性も高い。
- ③ これらの災害の防止には、異常事態をも想定したリスクアセスメント及びその結果に基づくリスク低減措置が適切に実施されることが必要である。
- ④ 化学プラントにおける爆発・火災等の重大な災害を防止するために、化学設備に関する各種の法令等を整備し、取締りを所管しているのは経済産業省である。
- ⑤ 多くの災害が非定常作業において発生しており、異常反応の発生に際し適切な反応制御ができなかったことが原因と考えられている。

I-18 近年、非在来型のエネルギー資源として、その開発と利用が大いに期待されている「シェールガス」及び「シェールオイル」に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 「シェールガス」とは、頁岩中で熱分解してそのまま閉じ込められたガスである。
- ② 「シェールガス」の開発には、砂やゲル化剤などを含む水を坑井内に高圧で注入し、貯留層内に人工的に亀裂を形成・伸展させる水圧破碎技術が欠かせない。
- ③ 環境を保全し、また、ガス資源を長期的に確保する目的で、一度形成された亀裂は早期に閉塞させることが望ましいため、亀裂に圧入させる水に界面活性剤などを混ぜて閉塞を促進させる。
- ④ 「シェールオイル」とは、頁岩中に含まれる油である。
- ⑤ 亀裂を発生させる操作は、通常、帯水層の下方数100～数1,000 mの貯留層に対して行われるが、浅部の帯水層や地表の水源が汚染される可能性を否定することはできない。

I-19 発明の新規性は原則的に出願の時を基準とし、その前に公知になったものは新規性がなくなる。しかし、研究成果の早期公表が産業の発達上望ましいので、各国の特許法は、「新規性を失ったものを新規なものみなす」例外規定を設けている。この例外規定の適用に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 日本では、特許公報に掲載された発明は「発明の新規性喪失の例外規定」の適用を受けることができない。
- ② 欧州特許条約によれば、刊行物に公表した発明は、6か月以内に欧州特許庁へ出願すれば、「発明の新規性喪失の例外規定」の適用を受けることができる。
- ③ 米国特許法によれば、刊行物に公表した発明は、12か月以内に米国特許商標庁へ出願すれば、「発明の新規性喪失の例外規定」の適用を受けることができる。
- ④ 日本では、学会等の集会やセミナー等で公開された発明でも、6か月以内に特許庁に出願すれば、「発明の新規性喪失の例外規定」の適用を受けることができる。
- ⑤ 日本では、大学の学士・修士・博士論文の発表会で、参加者に発表内容の秘密保持を定めた書類を閲覧させ、署名をさせていれば、発明の新規性は失われない。

I-20 次に挙げる製品のうち、労働安全衛生法第57条に掲げる事項を表示する義務がないものはどれか。ただし、表示すべき事項とは、化学物質名称、成分、人体に及ぼす作用、貯蔵又は取扱い上の注意、その他厚生労働省令で定める事項である。なお、2013年4月時点での法令による。

- ① メタノールを1%以上含有する業務用塗料
- ② ノルマルヘキサンを10%含む機械用洗浄剤
- ③ エタノールを10%含む除菌クリーナー
- ④ トルエンを3%含有するコンクリート用接着剤
- ⑤ ジクロルメタンを5%含むインク洗浄剤