

臨床工学技士国家試験/生体物性材料工学/医用材料/分野別/⑤材料化学

* 基礎科目「化学」からの出題は第 21 回から

12PM88 単一の元素で構成されている材料はどれか。

1. セルロース
2. ポリエチレン
3. シリコーンゴム
4. ステンレス鋼
5. パイロライトカーボン

正解：5

解説：1)セルロースは β -D-グルコースが結合した多糖類であり、炭素、水素、酸素を含む炭水化物である。2)ポリエチレンはエチレンが重合した高分子であり、炭化水素(即ち、炭素と水素を含む)である。3)シリコーンゴムは、一般にポリジメチルシロキサンであり、珪素と酸素のシロキサン結合を骨格としてメチル基($-\text{CH}_3$)が結合している。4)ステンレス鋼はクロム含有率 12%以上の鉄合金である。5)パイロライトカーボンは熱分解性炭素材料の商品名であり、炭素のみから構成されている。

参照：「新 医用材料工学」(コロナ社) p. 97 セルロース、p. 59 ポリエチレン、p. 55 シリコーンゴム、p. 19 ステンレス鋼、p. 41 パイロライトカーボン (「医用材料工学」(コロナ社) p. 111 医用材料の基礎)

分野別：⑤材料化学

21PM86 正しいのはどれか。

1. mol とは浸透圧を表す単位である。
2. pH は水素イオン濃度の逆数の常用対数である。
3. 一般に温度が高いほど化学反応が遅い。
4. 酸化とは電子を受け取ることである。
5. 還元とは酸素と結合することである。

正解：2

解説：1)mol とは 6×10^{23} 個の物質の集まり。鉛筆 1 ダースが 12 本の鉛筆の集まりを表すのと同様。物質質量と称する S I 基本単位の一つでもある。浸透圧を表す単位は慣用的には $\text{Osmol/kg-H}_2\text{O}$ または Osmol/l であるが SI 単位では Pa。医学系では mOsmol/l が体液の浸透圧を表すのに用いられている。(非イオンや 1 価のイオン： $1000 \text{ mmol/l} = 1000 \text{ mOsmol/l}$)

2)

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]}$$

3) 化学反応は反応する物質同士が先ず衝突することから始まる。衝突したときのエネルギーが大きいほど自らの結合を切り、新しいもの（生成物）を作る確率が高くなる。一般的には温度が高くなると物質の持つエネルギーは大きくなる。4) 酸化とは酸素と結合すること。水素を放出すること。電子を放出すること。5) 還元とは水素と結合すること。酸素を放出すること。電子を受け取ること。

参照：「医療のための化学」（コロナ社）p. 100 12 章 酸化と還元

分野別：⑤材料化学

22AM89 常温のヘリウムについて正しいのはどれか。

1. 反応性に富む。
2. 水に溶けやすい。
3. 圧縮性である。
4. 空気より重い。
5. 医療では使われない。

正解：3

解説 1) ヘリウムは周期表(教科書 p. 114)右端の 18 族の不活性ガスに属し、他のどの元素とも化合物を作らない。即ち、反応性はない。2) 水 1 リットルに対する 0℃におけるヘリウムの水への溶解度は 0.0094 リットルである。その他の気体の溶解度；アンモニア 477 リットル、二酸化炭素 1.72 リットル、水素 0.02 リットルに比べるとその溶け難さがわかる。3) 流体の一般的性質で、気体は圧縮性、液体は非圧縮性である。外から力が加わった際、体積を変化するものを圧縮性、変化しないものを非圧縮性という。体外循環を担う臨床工学技士において憶えておく重要な性質である。4) 周期表の位置からも明らか。0.17847mg/cm³(0℃)。この問題は空気との相対的な重さを問うているので分子量を比較すればよい。空気の平均分子量は 29、ヘリウムは 4 であり空気より軽い。気球、風船を思い出せばすぐ分かる。5) 軽いため応答が良く IABP の駆動用ガスに用いられている。

参照：「新 医用材料工学」（コロナ社）p. 186 付録 1 原子の電子配置、p. 189 元素の周期表（「医用材料工学」（コロナ社）第 7 章 p. 114 元素の周期表）

分野別：⑤材料化学

26PM90 イオン結合を形成する物質はどれか。

1. ダイヤモンド
2. 水
3. メタン
4. ブドウ糖
5. 炭酸水素ナトリウム

正解：5

解説：物質の結合はイオン結合、共有結合、金属結合に大別できる。正に荷電した陽イオンと負に荷電した陰イオンがクーロン力で結合することをイオン結合と称す。炭酸水素ナトリウムはナトリウムイオン (Na^+) と重炭酸イオン (HCO_3^-) が結合したイオン化合物である。1～4は原子間で電子を共有することで結合している共有結合物質である。

参照：医療のための化学（コロナ社）p. 49 第7章化学結合

分野別：⑤材料化学

27PM90 共有結合結晶について正しいのはどれか。（2択）

- a. 反応性に富む
- b. 電子を共有する
- c. 沸点が高い
- e. 融点が低い
- f. 柔らかい

正解：b, c

解説：物質の結合はイオン結合、共有結合、金属結合に大別できる。共有結合物質は原子間で電子を共有することで結合している物質。共有結合分子と共有結合結晶に大別され、前者の例は水や酸素分子で沸点、融点が低く、その固体は柔らかい。後者の例はダイヤモンドやグラファイトで沸点、融点が高く、その固体は硬い。

参照：医療のための化学（コロナ社）第7章 化学結合 p. 62

分野別：⑤材料化学

28PM90 無機材料を構成する主要な結合で正しいのはどれか。（2択）

- a. 共有結合
- b. ファンデルワールス結合
- c. 分子間結合
- d. 水素結合

e. イオン結合

正解：a, e

解説：物質の結合はイオン結合、共有結合、金属結合に大別できる。正に荷電した陽イオンと負に荷電した陰イオンがクーロン力で結合することをイオン結合と称す。塩化ナトリウムはナトリウムイオン (Na^+) と塩化物イオン (Cl^-) がイオン結合した無機材料である。ダイヤモンドは炭素同士が電子を共有することで結合している無機材料である。

参照：医療のための化学（コロナ社）p. 51 第7章 化学結合

分野別：⑤材料化学

29AM90 ポリエチレンの骨格である炭素と炭素間の結合はどれか。

1. ファンデルワールス結合
2. 共有結合
3. 金属結合
4. 水素結合
5. イオン結合

正解：2

解説：ポリエチレンはエチレンが付加重合した高分子で、炭素-炭素結合を骨格とする飽和鎖状炭化水素である。炭素は最外殻に4個の電子を有し、その内2個が炭素間の結合に関与する。即ち、炭素間で電子を1個ずつ共有して結合する。詳細は参照を見よ。

参照：「新 医療のための化学」（コロナ社）p. 59 ポリエチレン、p. 190 付録 3 医用高分子一覧（「医療のための化学」（コロナ社）p. 112、p. 141～144、p. 154）

分野別：⑤材料化学

29PM89 正しいのはどれか

1. mol は浸透圧を表す単位である。
2. pH は水素イオン濃度の逆数の常用対数である。
3. 一般に温度が高いほど化学反応速度が遅い。
4. 酸化とは電子を受け取ることである。
5. 還元とは酸素と結合することである。

正解：2

解説：1) mol は物質質量。 2) 液体中の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ の範囲は広く、例えば胃液なら $10^{-1.5}$ mol/L、家庭用アンモニア水なら 10^{-12} mol/L である。対数を用いることで水素イオン濃度をそのべき数で表わしたものが pH である。但し、 $\log[\text{H}^+]$ とすると常にマイナス

の数値になるので、予めマイナスを $\log[H^+]$ の前に付けておく。即ち、 $pH = -\log[H^+] = \log(1/[H^+])$ 。3) 一般に温度が高いほど化学反応が早い。4) 酸化とは電子を失うことである。5) 還元とは酸素を解離することである。

参照：「医療のための化学」（コロナ社）モル(p. 18)、pH (p. 92)、反応速度 (p. 183)、酸化還元 (p. 100)

分野別：⑤材料化学

30PM90 導電率の最も高い材料はどれか。

1. 酸化チタン
2. ジルコニア
3. テフロン
4. ステンレス
5. シリコーン

正解：4

解説：導電率は物質中の電子の動きやすさによるのでステンレスのような金属>>高分子、セラミックスの順番である。高分子は例外として導電性ポリマーがあるがテフロン、シリコーンは非伝導体である。セラミックスの酸化チタン、ジルコニア（酸化ジルコニウム）はともに非伝導体である。材料物性として導電性を上げた過去問は殆どない。

参照：「医療のための化学」（コロナ社）p. 62

分野別：⑤材料化学

31PM90 化学結合の強さの順番で正しいのはどれか。

1. 金属結合>ファンデルワールス結合>共有結合
2. ファンデルワールス結合>共有結合>金属結合
3. 共有結合>ファンデルワールス結合>金属結合
4. 金属結合>共有結合>ファンデルワールス結合
5. 共有結合>金属結合>ファンデルワールス結合

正解：5

解説：一般的に化学結合の強さは 共有結合>イオン結合>金属結合>分子間結合で表される。融点、沸点の大小がその強さを表す指標となる。

参照：「医療のための化学」（コロナ社）p. 62 表 7.4

分野別：⑤材料化学

34AM90 化学結合の強さの順番で正しいのはどれか。

1. 金属結合＞ファンデルワールス結合＞共有結合
2. ファンデルワールス結合＞共有結合＞金属結合
3. 共有結合＞ファンデルワールス結合＞金属結合
4. 金属結合＞共有結合＞ファンデルワールス結合
5. 共有結合＞金属結合＞ファンデルワールス結合

正解：5

解説：化学結合とは原子間、分子間の結合のことで、大別するとイオン結合、共有結合、金属結合、ファンデルワールス結合に分けられる。ファンデルワールス結合は電子の偏りから生ずる双極子に由来するものでその結合は弱い。水素結合もこの仲間である。塩化ナトリウムに代表されるイオン結合は陽イオン（+）と陰イオン（-）の間に働くクーロン力に由来し、金属結合よりも強いが共有結合よりも弱い。金属結合は最外殻電子を失った原子コアと自由電子の間に働く結合、共有結合は結合する原子間で電子を共有することに由来する。共有結合結晶の代表がダイヤモンドで硬く、融点も高い。

参照：「医療のための化学」（コロナ社）p. 62 化学結合（まとめ）

分野別：⑤材料化学

36AM90 分子間力に関連するのはどれか。（2 択）

- a. ファンデルワールス力
- b. 共有結合
- c. 金属結合
- d. イオン結合
- e. 水素結合

正解：a, e

解説：原子間の結合は共有結合により共有結合分子や共有結合結晶、金属結合により金属結晶、イオン結合によりイオン結合結晶が形成される。一方、分子間の結合には水素結合、双極子間相互作用、ロンドン分散力といったファンデルワールス力が関与する。タンパク質はアミノ酸がペプチド結合した高分子であるが、その主鎖は共有結合で連結され、3次元の立体構造はファンデルワールス力によって形成される。

参照：「医療のための化学」（コロナ社）p. 68 8章 8.4節 沸点と分子間結合力

分野別：⑤材料化学

38PM90 正しいのはどれか。

- a. 金属結合は水素結合より強い。
- b. 水素結合は共有結合より強い。
- c. 水素結合はイオン結合より強い。
- d. ファンデルワールス結合は水素結合より強い。
- e. 共有結合はファンデルワールス結合より強い。

正解：a, e

解説：化学結合とは原子間、分子間の結合のことで、大別するとイオン結合、共有結合、金属結合、ファンデルワールス結合に分けられる。ファンデルワールス結合は電子の偏りから生ずる双極子に由来するものでその結合は弱い。水素結合もこの仲間である。塩化ナトリウムに代表されるイオン結合は陽イオン(+)と陰イオン(-)の間に働くクーロン力に由来し、金属結合よりも強いが共有結合よりも弱い。金属結合は最外殻電子を失った原子コアと自由電子の間に働く結合、共有結合は結合する原子間で電子を共有することに由来する。共有結合結晶の代表がダイヤモンドで硬く、融点、融点も高い。

参照：「医療のための化学」(コロナ社) p. 62 化学結合 (まとめ)

分野別：⑤材料化学

39PM 90 正しいのはどれか。

- 1. イオン化傾向が大きいほど電子を引き寄せやすい。
- 2. 原子が電子を失うと陰イオンとなる。
- 3. 電子が奪われることを還元という。
- 4. 非金属元素は電子を失いやすい。
- 5. 原子核は電子を引き寄せる。

正解：5

解説：高校の化学基礎で学習している内容。イオン化傾向とは電子を放出しやすい順番、電子を放出して陽イオンになる。電子を奪われることを酸化と呼び、多くの金属は電子を放出しやすいので酸化を受けやすく、相手に電子を与えるので還元剤である。非金属は周期表の右上に位置し、電子を受けとり陰イオンになりやすい。この性質を電気陰性度といい、異種原子間の結合でどちらに電子が偏るかを示す指標となる。原子核は正に荷電した陽子と中性子からなり、それを取り囲む軌道に配置している電子をクーロン力で引き寄せる。

参照：医療のための化学 (コロナ社) p. 100 12 章 酸化と還元

分野別：⑤材料化学