

[1] 以下の文章を読み設問に答えなさい。

◇^① [物質1] は、実験室では [あ] に [い] を加えて加熱することによって得られる。 [物質1] は、分子間の [う] 結合が強いため、他のハロゲン化 [う] に比べて沸点が著しく高い。 [物質1] の水溶液は [え] や [お] を溶かす。

◇^② 実験室で [か] は [き] 水に [く] として少量の [け] (IV) を加えることによって得られる。一方、^③ [こ] (III) イオンの存在下でも [き] の分解反応は起こる。また、^④ [さ] に [け] (IV) を少量混合し、加熱しても [か] を発生させることができる。

◇^⑤ [物質2] は [物質3] に [い] を加えて発生させる。 [物質2] を空気中で [物質4] の気体と接触させると [し] の白煙を生じる。 [物質2] の水溶液は代表的な強酸である。一方、 [物質1] の水溶液は [う] 結合の影響で [す] が小さいため、弱酸である。

◇ [物質1] , [物質4] のように、 [セ] の大きな原子と [う] 原子が結合した分子には、 [そ] 力より大きな分子間力が働く。これはある分子中の [う] 原子と、他の分子中の [セ] の大きい原子とが引き合って [う] 結合をつくるからである。

◇ [た] は [ち] のある原子団である [つ] 基をもつため、 [ち] 分子である。ベンゼン溶液中で [た] の一部は、2分子間で [う] 結合を形成し [て] となり1分子のように振る舞う。このような場合、溶液の [と] は溶液の質量モル濃度から計算した値より [語句1] なる。

◇ 固体中の原子・分子の配列に規則性のないものは [な] と呼ばれ、構成粒子が規則的な配列をなしている [物質3] などの [に] とは異なった性質を持つ。代表的な [な] である [え] には決まった融点はなく、ある温度幅で軟化する。原子が規則的に配置していない [な] 金属は [に] 性の金属とは異なる性質をもち、機械的な強さや耐食性で優れた性質を示すものがある。

◇ ⑥ [ぬ] と [う] を原料にして [物質4] を合成する方法は, [ね] の原理を化学工業に応用した例として知られている。この反応は可逆反応であり, [物質4] の生成率の高い平衡状態を作るためには, 低温・[語句2] の条件が必要である。この条件は比較的低温でも反応を進行させる [こ] を主成分とする [く] の発見と, [語句2] に耐えられる装置の開発によって実現された。この合成法は [の] 法とよばれる。

[ぬ] と [う] を混合した気体を [く] を含む容器中で, 容器の体積と温度を一定に保ちながら, 以下に示す順番 (【状態A】→【状態B】→【状態C】→【状態D】) で下線部⑥の反応を進行させた。

- ・【状態A】 [ぬ] と [う] をいずれも x mol 容器に封入した。
- ・【状態B】 反応が進行して平衡状態に達したときの [ぬ] の減少量は y mol であった。
- ・【状態C】 状態Bから [物質4] を全て取り除き, 新たに [ぬ] を z mol だけ追加した。
- ・【状態D】 再び反応が進行して平衡状態に達した。

【選択肢】

- | | | | |
|--------------|---------------|---------------|------------|
| 1. 水 | 2. 鉄 | 3. 銅 | 4. 水素 |
| 5. 酸素 | 6. 窒素 | 7. 塩素 | 8. 石英 |
| 9. 触媒 | 10. 硝酸 | 11. 結晶 | 12. 酢酸 |
| 13. 極性 | 14. 電離度 | 15. 石灰石 | 16. 二量体 |
| 17. ミセル | 18. ガラス | 19. 重合度 | 20. 同位体 |
| 21. ヘンリー | 22. 濃硫酸 | 23. クメン | 24. シアノ |
| 25. ニトロ | 26. アミノ | 27. ホタル石 | 28. ドルトン |
| 29. ソルベ | 30. エーテル | 31. チンダル | 32. 緩衝作用 |
| 33. 電子親和力 | 34. アマルガム | 35. 過酸化水素 | 36. ゼオライト |
| 37. ルシャトリエ | 38. オストワルド | 39. アモルファス | 40. 酸化マンガン |
| 41. カルボキシ | 42. 凝固点降下度 | 43. セラミックス | 44. 電気陰性度 |
| 45. ボルン・ハーバー | 46. ハーバー・ボッシュ | 47. 水酸化ナトリウム | |
| 48. 塩化アンモニウム | 49. 塩素酸カリウム | 50. ファンデルワールス | |

設問 1 [あ] ~ [の] に入る最も適切な語句を【選択肢】から選び番号で答えなさい。
(同じ選択肢は 2 回使用しないこと。)

設問 2 [物質 1] ~ [物質 4] に対応する化合物を化学式で答えなさい。また, [語句 1], [語句 2] にあてはまる語句を答えなさい。

設問 3 下線部 ① ② ④ ⑤ ⑥ の反応について化学反応式を書きなさい。

設問 4 下線部 ② と ③ の反応において, [く] の働き方の違いを述べなさい。

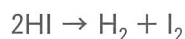
設問 5 下線部 ⑥ の反応に関する以下の文章を読み問題に答えなさい。ただし, 反応に関与する気体は全て理想気体として振る舞うとする。

設問 5 - 1 状態 A の全圧を P_A , 状態 B の全圧 P_B としたとき, P_B/P_A を x , y を用いて表しなさい。

設問 5 - 2 状態 B まで反応を進行させたところ, $y = 2.00 \text{ mol}$, $P_B/P_A = 0.750$ であった。その後の状態 D における [物質 4] の生成量は 1.00 mol であった。 x , z の値を求めなさい。

[2] 次の文章を読み、設問に答えなさい。

ヨウ化水素の分解は、次の化学反応式で表される。



この反応はヨウ化水素2分子が衝突して進行するため、その反応速度 v_1 は [①] と表される。この式①中で [HI] はヨウ化水素の濃度であり、 k_1 を [ア] という。また、水素とヨウ素が反応するとヨウ化水素が生成される。この反応は水素1分子とヨウ素1分子の衝突により進行するため、水素の濃度を [H₂], ヨウ素の濃度を [I₂], [ア] を k_2 とすると、その反応速度 v_2 は [②] と表される。

一定の温度に保たれた密閉容器中に HI, H₂, および I₂ を閉じ込め、反応を進行させると、ある時間が経過した後に反応が停止しているように見える状態となり、この状態を化学平衡の状態という。2つの [ア] の比 k_2/k_1 は、この状態における [HI], [H₂], および [I₂] の関数として [③] と表され、その値を [イ] という。

温度が高くなると、他の条件が一定であるならば一般に反応速度は大きくなる。これは、化学反応においては温度が高くなることで、反応物が [ウ] という不安定な中間状態になりやすくなるためである。この [ウ] になるのに必要な最小エネルギーを、 [エ] という。ここで、 [ア] k , 比例定数 A , [エ] E , 気体定数 R , および温度 T の間には、 [オ] とよばれる [④] で示される関係が成り立つ。したがって、 k の自然対数と T の [カ] は [キ] 関係となるため、様々な温度で [ア] を測定し、 k の自然対数と T の [カ] をグラフにすると、その [ク] からその反応の [エ] を求めることができる。

反応をおこなう際に [ケ] を加えると、温度を変化させずに反応速度を大きくすることができる。これは、反応物が [ケ] がない場合とは異なる [ウ] を形成し、その [エ] は [ケ] がない場合より小さいためである。また、反応における他の条件を一定にして [ケ] を加えた場合、 [イ] の値は [コ] 。

生体内で起こる化学反応の [ケ] としてはたらく [サ] を、 [シ] という。 [シ] は [ス] とよばれる特定の物質だけに作用し、この性質を [セ] という。これは、 [シ] には独特の立体構造をした [ソ] があり、その [ソ] に適合する [ス] だけが次の反応に進むことができるためである。たとえば、デンプンの加水分解に作用する [シ] が、同じ多糖類である [タ] の加水分解には作用しない。また、 [チ] は [サ] の加水分解に、 [ツ] は油脂の加水分解に、それぞれ選択的に作用する。

[シ] Xが [ス] Sにはたらき生成物が生じる反応は、次式のように表される。



ここで、XSは [テ] である。そして、この反応の速度 v と [ス] の濃度 [S] との間には、次式のような関係が成り立つ。

$$v = \frac{V[S]}{K + [S]}$$

ここで、 V はこの反応の最大速度であり、 K は [シ] と [ス] の種類によって決まる定数である。 K に比べて [S] がきわめて小さいと、反応速度 v は [⑤] という式に近似でき、したがって反応速度は [ト] にほぼ [キ] する。一方、 K に比べて [S] がきわめて大きいと、反応速度 v は [⑥] とみなすことができる。

[シ] を用いた反応は、一定の温度以上になると反応速度が小さくなる。これは、温度が高くなり過ぎると [サ] である [シ] は [ナ] し、その [ケ] 作用を失うためである。また、[ニ] が大きく変化しても [シ] は [ケ] 作用を失う。このため、反応速度が最大となる最適温度ならびに最適 [ニ] が存在する。

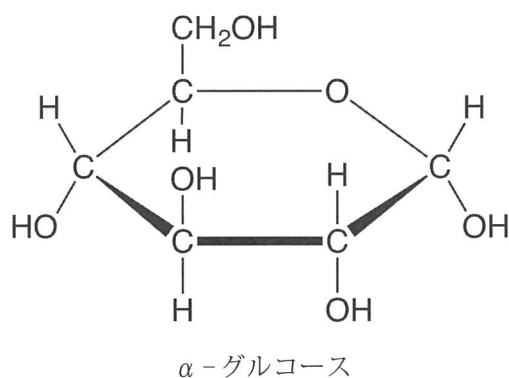
設問1 [ア] ~ [ニ] にあてはまるもっとも適切な語句を書きなさい。

設問2 解答欄の [①] ~ [⑥] の式を完成させなさい。

[3] 次の文章を読み，設問に答えなさい。

(1) 分子式 $C_{22}H_{27}NO_3$ の化合物 A は，4 個の不斉炭素原子をもつ。化合物 A を酸により完全に加水分解したところ，化合物 B，化合物 C および化合物 D が得られた。化合物 C はタンパク質を構成するアミノ酸の一種であり，1 個の不斉炭素原子をもつ。化合物 D は 1 個のベンゼン環および 2 個の不斉炭素原子をもつ。化合物 D 7.5 mg を完全に燃焼させたところ，二酸化炭素 22.0 mg および水 6.3 mg が生成した。また，化合物 D にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したところ，ヨードホルムの沈殿とともに化合物 B のナトリウム塩が生成した。化合物 B は 1 個のベンゼン環および 1 個の不斉炭素原子をもつ。

(2) デンプン $(C_6H_{10}O_5)_n$ は多数の α -グルコースが [a] した構造をもつ高分子である。平均分子量 7.29×10^5 のデンプン 1.00 mol を酸で完全に加水分解すると，[b] mol のグルコースが得られる。グルコースは水溶液中で環状構造の α -グルコースと [あ]，鎖状構造の [い] の 3 種類が平衡状態で存在する。デンプンは還元性を示さないが，グルコースは還元性を示し，フェーリング液を還元する。



デンプンに [c] を作用させると，デンプンが加水分解されマルトースが生成する。その反応式は [d] で示される。デンプン 40.5 g を [c] を用いて完全に加水分解すると，[e] g のマルトースが生成する。マルトースにマルターゼを作用させると，加水分解されてグルコースが生成する。マルターゼの作用を抑える物質（マルターゼ阻害剤）の中には，血液中のグルコース濃度を低下させる効果をもち，[f] の治療薬として使用されているものがある。

マルターゼの加水分解反応において，マルターゼ阻害剤の効果は，フェーリング反応を利用

して評価することができる。例えば、17.1 g のマルトースをマルターゼで完全に加水分解し、十分量のフェーリング液で還元すると、還元性を示す糖 1 mol から酸化銅(I) Cu_2O 1 mol が生成するので、[g] g の酸化銅(I) Cu_2O が得られる。実際に、マルターゼ阻害剤の存在下、17.1 g のマルトースをマルターゼにより加水分解したのち、十分量のフェーリング液で還元したところ、得られた酸化銅(I) Cu_2O は 8.58 g であった。この結果は、マルターゼ阻害剤の効果により、マルターゼの加水分解反応が [h] % しか進行しなかったことを示している。

設問 1 化合物 D の組成式を答えなさい。

設問 2 化合物 A ~ D の構造式をそれぞれ示しなさい。

設問 3 [あ] [い] にあてはまる構造式を示しなさい。

設問 4 デンプンが還元性を示さない理由を40字以内で答えなさい。

設問 5 [a] [c] [f] にあてはまる最も適切な語句, [b] [e] [g] [h]
にあてはまる有効数字 3 桁の数値, [d] にあてはまる反応式を答えなさい。

(注意) 必要があれば、次の原子量を用いなさい。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Cu = 63.5