

問題 8 それはどのワイン？ブラインドテイस्टイング¹への挑戦

ブドウ果汁の発酵はワインの生産の極めて重要なステップである。この生化学的な過程の間、ブドウに蓄えられた糖はエタノールへと変換される。この過程は環境中、特に果実の表面に自然に存在する微生物によって行われる。微生物によって変換される糖の一つはグルコースである。この問題の以下の部分では微生物の活動は考えないものとする。

1. 固体のグルコース($C_6H_{12}O_6(s)$)が液体のエタノール($C_2H_6O(l)$)と気体の二酸化炭素へと変換する反応の釣り合いのとれた化学反応式を書け。この反応は酸素を必要とするか？はい、またはいいえで答えよ。
2. 298 K におけるこの反応の標準反応エンタルピー、標準反応エントロピー、標準反応ギブスエネルギーを計算せよ。この反応は発熱反応か？はい、またはいいえで答えよ。

グルコースの二酸化炭素と水への変換は細胞呼吸と呼ばれる。

3. グルコースが二酸化炭素と水へと変換する反応の釣り合いの取れた化学反応式を書け。ただし、この間では化学反応式において各物質の状態(液体や気体など)を指定する必要はない。この反応は酸素を必要とするか？はい、またはいいえで答えよ。

エタノールの濃度はワインによって大きく異なる。ドイツのリースリング(カビネットと言われる)というワインの中にはたった 7-8% vol のエタノールしか含まないものがある一方で、シャトーヌフ・デュ・パプ(フランスのローヌ地方)は普通、約 14% vol のエタノールを含む。("% vol" は“アルコールの体積百分率”を意味し、298 K におけるワインに含まれるエタノールの体積の全体の体積に対する比を 100 倍したものと定義される。)したがって発酵の間、ブドウ果汁に含まれるエタノールの割合を制御することは非常に重要である。ワイン中に含まれるエタノールの濃度を決定するために次のような手順が用いられた。:ワイン X を蒸留水で 50 倍に薄める。ワインの水溶液を硫酸(0.1 mol L^{-1})を含む 100 mL の二クロム酸カリウム水溶液($5.0 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$)に滴下した。当量点に達した時点で、滴下したワイン水溶液の体積 V_e は 15 mL であった。

4. 二クロム酸イオンによるエタノールの酸化反応の釣り合いの取れた化学反応式を書け。
5. この反応の平衡定数を計算せよ。この反応はワイン中のエタノールの濃度を決定するために用いることができるか？はい、またはいいえで答えよ。

¹ 訳注: 銘柄を隠してワインを鑑定すること

6. 滴定を開始する前の硫酸と二クロム酸カリウムの水溶液の pH を計算せよ。ここで硫酸は一価の強酸であるとして良い。
7. 当量点での硫酸と二クロム酸カリウムの水溶液の pH を計算せよ。(ここでも硫酸は一価の強酸であるとして良い。)水溶液の pH の変化を用いて当量点を決定することは可能か? はい, またはいいえで答えよ。
8. ワイン X 中のエタノールの濃度を% vol 単位で計算せよ。このワインはドイツのリースリングとフランスのシャトーヌフ・デュ・パプのどちらと考えられるか?

データ:

熱力学データ(298 K での値)

	CO ₂ (g)	グルコース(s)	エタノール(l)
$\Delta_f H^\circ$ (kJ mol ⁻¹)	-393.5	-1274	-277.0
S°_m (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	213.6	212.1	160.7

	Cr ₂ O ₇ ²⁻ /Cr ³⁺	CH ₃ COOH/CH ₃ CH ₂ OH
E° (V)	1.33	0.19

298 K でのエタノールの密度: 0.79 g cm⁻³