東京大学　2019 年 大問 2 Ⅰ

次の文章を読み，問**ア**～**オ**に答えよ．

リン酸カルシウムを含む鉱石に，コークスを混ぜて強熱すると P_4 の分子式で表される黄リン(白リンとも呼ばれる)が得られる(①)．黄リンを空気中で燃焼させると白色の十酸化四リンが得られる．十酸化四リンは，強い吸湿性を持ち乾燥剤や脱水剤に利用され，水と十分に反応するとリン酸になる．リン酸は，図 2－1 に示したように，水素–酸素燃料電池の電解質として使われる．

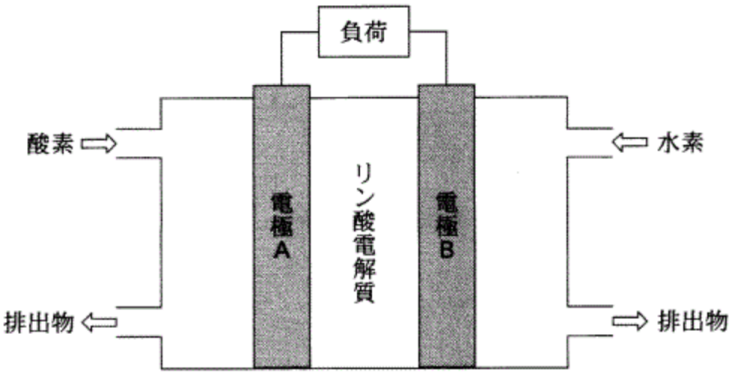

図 2－1　リン酸電解質を用いた水素–酸素燃料電池の模式図

〔問〕

ア　下線部①の反応は以下の化学反応式で表される．

$$2\,Ca_3(PO_4)_2 + 10\,C \rightarrow P_4 + 10\,CO + 6\,CaO$$

上記の反応は，十酸化四リンを生成する第一段階の反応と，十酸化四リンと炭素の間の第二段階の反応の組み合わせとして理解できる．それぞれの反応の化学反応式を示せ．

イ　下図は，無極性分子の十酸化四リンの分子構造の一部を立体的に示したものである．この構造を解答用紙に描き写し，他の必要となる構造を描き加えることで分子構造を完成させよ．

ウ　図 2－1 の電極 **A** と電極 **B** でのそれぞれの反応を電子 e^- を用いた反応式で示せ．また，正極となる電極は電極 **A** と電極 **B** のどちらであるかを答えよ．

エ　図 2－1 の燃料電池を電圧 0.50 V において，10 時間作動させたところ，90 kg の水が排出された．このとき，電池から供給された電力量は何 J か，有効数字 2 桁で答えよ．答えに至る過程も記せ．なお，1 J ＝ 1 C･V である．

オ　燃料電池の性能を評価する指標の一つに，発電効率が用いられる．発電効率は，燃料に用いた物質の燃焼熱のうち，何 % を電力量に変換できたかを示す指標がある．図 2－1 の燃料電池が作動する際の反応は，全体として，水素の燃焼反応として捉えることができ，水素の燃焼熱は 286 kJ/mol である．問**エ**の電池作動時の発電効率は何 % か，有効数字 2 桁で答えよ．