

電験二種/三種 オンライン講座

機械 電気化学 (2)

その他の二次電池

種類	鉛蓄電池	ニッケル カドミウム蓄電池	ニッケル 水素蓄電池	リチウム イオン電池
正極	PbO ₂	NiOOH	NiOOH	LiCoO ₂
負極	Pb	Cd	金属水素化合物	C
電解質	H ₂ SO ₄	KOH	KOH	有機電解質
公称電圧	2.0 V	1.2 V	1.2 V	3.6 V
用途	自動車 無停電電源装置	電動工具、玩具 など	乾電池型充電電池 AV機器 など	モバイル機器 ハイブリッド車

H30 問12

問12 次の文章は、リチウムイオン二次電池に関する記述である。

リチウムイオン二次電池は携帯用電子機器や電動工具などの電源として使われているほか、電気自動車の電源としても使われている。

リチウムイオン二次電池の正極には が用いられ、負極には が用いられている。また、電解液には が用いられている。放電時には電解液中をリチウムイオンが へ移動する。リチウムイオン二次電池のセル当たりの電圧は V程度である。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	リチウムを含む 金属酸化物	主に黒鉛	有機 電解液	負極から 正極	3～4
(2)	リチウムを含む 金属酸化物	主に黒鉛	無機 電解液	負極から 正極	1～2
(3)	リチウムを含む 金属酸化物	主に黒鉛	有機 電解液	正極から 負極	1～2
(4)	主に黒鉛	リチウムを含む 金属酸化物	有機 電解液	負極から 正極	3～4
(5)	主に黒鉛	リチウムを含む 金属酸化物	無機 電解液	正極から 負極	1～2

H30 問12

問12 次の文章は、リチウムイオン二次電池に関する記述である。

リチウムイオン二次電池は携帯用電子機器や電動工具などの電源として使われているほか、電気自動車の電源としても使われている。

リチウムイオン二次電池の正極には が用いられ、負極には が用いられている。また、電解液には が用いられている。放電時には電解液中をリチウムイオンが 移動する。リチウムイオン二次電池のセル当たりの電圧は V程度である。

リチウムを含む金属酸化物

主に黒鉛

有機電解液

負極から正極

3~4

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	リチウムを含む金属酸化物	主に黒鉛	有機電解液	負極から正極	3~4
(2)	リチウムを含む金属酸化物	主に黒鉛	無機電解液	負極から正極	1~2
(3)	リチウムを含む金属酸化物	主に黒鉛	有機電解液	正極から負極	1~2
(4)	主に黒鉛	リチウムを含む金属酸化物	有機電解液	負極から正極	3~4
(5)	主に黒鉛	リチウムを含む金属酸化物	無機電解液	正極から負極	1~2

種類	鉛蓄電池	ニッケルカドミウム蓄電池	ニッケル水素蓄電池	リチウムイオン電池
正極	PbO ₂	NiOOH	NiOOH	LiCoO ₂
負極	Pb	Cd	金属水素化合物	C
電解質	H ₂ SO ₄	KOH	KOH	有機電解質
公称電圧	2.0 V	1.2 V	1.2 V	3.6 V
用途	自動車無停電電源装置	電動工具、玩具など	乾電池型充電機AV機器など	モバイル機器ハイブリッド車

二種 R04 問6

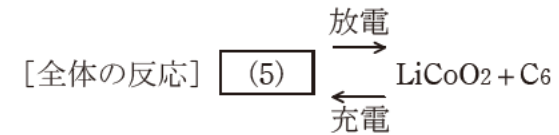
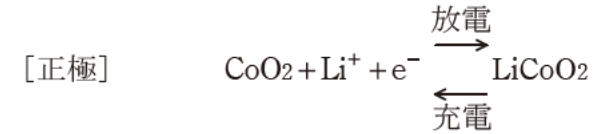
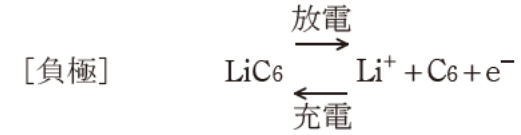


問6 次の文章は、電池に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

一つの電解質に接した2種類の電極を導線で結ぶと、一方の電極で酸化、もう一方の電極で還元反応が起こる。このように酸化還元反応に伴って (1) エネルギーを電気エネルギーに変える装置を電池(化学電池)という。

リチウムイオン電池は、携帯電話やノートパソコン、電気自動車などさまざまな用途に用いられる小型、軽量で起電力が高い (2) である。代表的なものとして、負極に黒鉛Cに取り込まれたリチウム、正極にはコバルト(III)酸リチウム LiCoO_2 を用い、電解質としてはエチレンカーボネート $((\text{CH}_2\text{O})_2\text{CO})$ などの有機化合物にヘキサフルオロリン酸リチウム (LiPF_6) などの (3) を溶かしたものをういたものがある。

放電時には負極の活物質の電子が (4) して Li^+ が生じ、電解質を通り正極内の層間に入る。充放電の反応は次のとおりである。



[問6の解答群]

- | | | |
|----------|-----------------------------------|--|
| (イ) 化学 | (ロ) アルカリ | (ハ) $\text{LiC}_6 + \text{CoO}_2 + \text{Li}^+$ |
| (ニ) 一次電池 | (ホ) クーロン | (ヘ) $\text{LiC}_6 + \text{CoO}_2 + \text{Li}^+ + \text{e}^-$ |
| (ト) 熱 | (チ) $\text{LiC}_6 + \text{CoO}_2$ | (リ) 奪われて酸化 |
| (ヌ) 塩 | (ル) 酸 | (レ) 付加されて酸化 |
| (リ) 二次電池 | (カ) 燃料電池 | (ロ) 奪われて還元 |

二種 R04 問6



問6 次の文章は、電池に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

一つの電解質に接した2種類の電極を導線で結ぶと、一方の電極で酸化、もう一方の電極で還元反応が起こる。このように酸化還元反応に伴って エネルギーを電気エネルギーに変える装置を電池(化学電池)という。

化学

リチウムイオン電池は、携帯電話やノートパソコン、電気自動車などさまざまな用途に用いられる小型、軽量で起電力が高い である。代表的なものとして、負極に黒鉛Cに取り込まれたリチウム、正極にはコバルト(III)酸リチウムLiCoO₂を用い、電解質としてはエチレンカーボネート((CH₂O)₂CO)などの有機化合物にヘキサフルオロリン酸リチウム(LiPF₆)などの を溶かしたものをういたものがある。

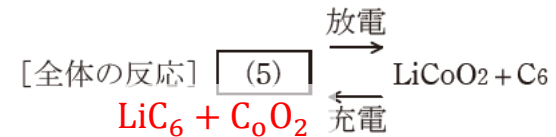
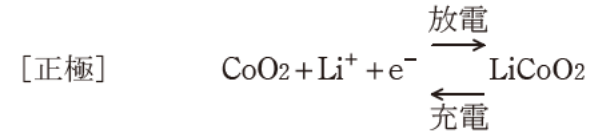
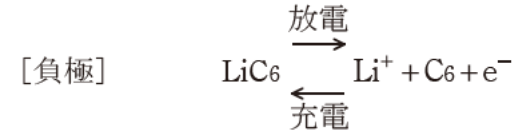
二次電池

奪われて酸化

放電時には負極の活物質の電子が してLi⁺が生じ、電解質を通り正極内の層間に入る。充放電の反応は次のとおりである。

<リチウムイオン電池の特徴>

- ・エネルギー密度(体積あたりに蓄えられるエネルギー)が高く、鉛蓄電池の約5倍
- ・公称電圧が3.6~3.7V(鉛蓄電池は2V)
- ・500回以上の充放電が可能(高寿命)
- ・氷点下から60℃まで使用可能(一般的な環境温度で動作可能)
- ・発火・爆発などの危険性があるため、監視保護機能が必要



[問6の解答群]

- | | | |
|--------------|---|--|
| (イ) 化学 (1) | (ロ) アルカリ | (ハ) LiC ₆ + CoO ₂ + Li ⁺ |
| (ニ) 一次電池 | (ホ) クーロン | (ヘ) LiC ₆ + CoO ₂ + Li ⁺ + e ⁻ |
| (ト) 熱 | (チ) LiC ₆ + CoO ₂ (5) | (リ) 奪われて酸化 (4) |
| (ヌ) 塩 (3) | (ル) 酸 | (レ) 付加されて酸化 |
| (リ) 二次電池 (2) | (カ) 燃料電池 | (ロ) 奪われて還元 |

二種 H27 問7

問7 次の文章は、リチウムイオン電池に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

リチウムイオン電池はエネルギー密度が高い二次電池であることから、モバイル機器や電気自動車用の電池として利用されている。現状では、正極材料には (1) ，負極材料にはカーボン系材料を用いたものが最も多い。リチウムイオン電池の公称電圧は約 3.6 V と高いため水溶液は使用できないので、一般的に電解質には (2) を用いる。この電池の電極反応ではリチウム自体は酸化還元せず、 (3) 価のリチウムとして存在するため、リチウムが価数変化して酸化還元するリチウム二次電池とは区別される。また、エネルギー密度が高く、発火などの危険性も高いため、温度が高くなると外部回路の PTC (Positive Temperature Coefficient) 素子及び電極間のセパレータが電流を遮断するなどの安全対策が施されている。

リチウムイオン電池の充放電に必要なリチウムの量は (4) の法則で計算することができる。リチウムのモル質量が 6.90 g/mol であるとする、例えば 1200 mA・h の充放電に必要なリチウム量は (5) mg である。ただし、電気素量 $e = 1.602 \times 10^{-19}$ C、アボガドロ定数 $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ mol⁻¹ とする。

[問7の解答群]

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| (イ) リチウムコバルト酸化物 | (ロ) ファラデー |
| (ハ) オーム | (ニ) +1 |
| (ホ) 硫酸等の酸性電解液 | (ヘ) リチウム金属 |
| (ト) 155 | (フ) リチウム水酸化物 |
| (リ) +2 | (ヌ) 495 |
| (ル) 0 | (フ) ネルンスト |
| (リ) 309 | (カ) 炭酸エステル系の有機電解液 |
| (ロ) 水酸化ナトリウム等のアルカリ電解液 | |

二種 H27 問7

問7 次の文章は、リチウムイオン電池に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

リチウムイオン電池はエネルギー密度が高い二次電池であることから、モバイル機器や電気自動車用の電池として利用されている。現状では、正極材料には (1) **リチウムコバルト酸化物**、負極材料にはカーボン系材料を用いたものが最も多い。リチウムイオン電池の公称電圧は約 3.6 V と高いため水溶液は使用できないので、一般的に電解質には (2) **炭酸エステル系の有機電解液** を用いる。この電池の電極反応ではリチウム自体は酸化還元せず、 (3) **+1** 価のリチウムとして存在するため、リチウムが価数変化して酸化還元するリチウム二次電池とは区別される。また、エネルギー密度が高く、発火などの危険性も高いため、温度が高くなると外部回路の PTC (Positive Temperature Coefficient) 素子及び電極間のセパレータが電流を遮断するなどの安全対策が施されている。

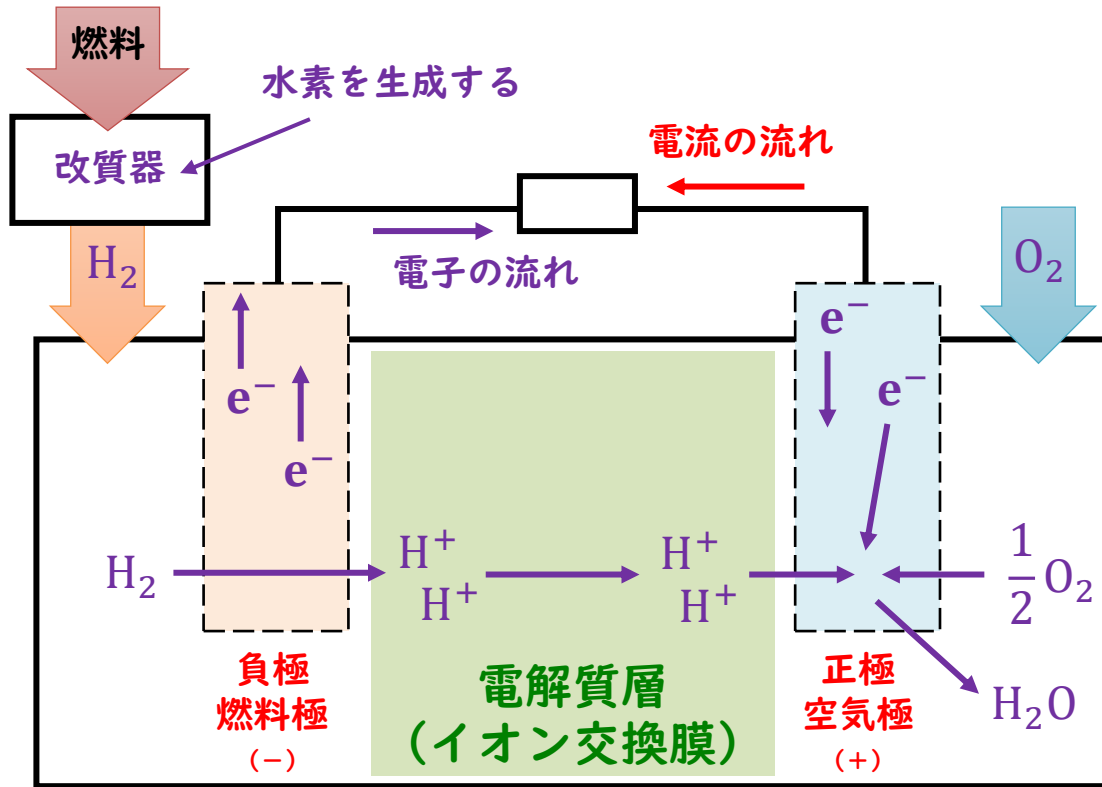
ファラデー

リチウムイオン電池の充放電に必要なリチウムの量は (4) の法則で計算することができる。リチウムのモル質量が 6.90 g/mol であるとする、例えば 1200 mA・h の充放電に必要なリチウム量は (5) **309** mg である。ただし、電気素量 $e = 1.602 \times 10^{-19}$ C、アボガドロ定数 $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ mol⁻¹ とする。

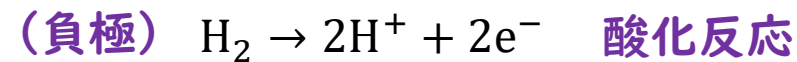
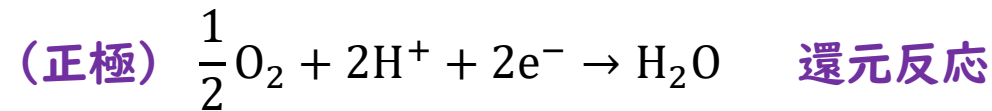
[問7の解答群]

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| (イ) リチウムコバルト酸化物 (1) | (ロ) ファラデー (4) |
| (ハ) オーム | (ニ) +1 (3) |
| (ホ) 硫酸等の酸性電解液 | (ヘ) リチウム金属 |
| (ト) 155 | (フ) リチウム水酸化物 |
| (リ) +2 | (ヌ) 495 |
| (ル) 0 | (七) ネルンスト |
| (リ) 309 (5) | (カ) 炭酸エステル系の有機電解液 (2) |
| (ロ) 水酸化ナトリウム等のアルカリ電解液 | |

燃料電池



化学反応式



燃料（水素）と酸素を供給して、電気を取り出す。

反応により発熱反応が生じる

電解質の種類により発電効率や動作温度が異なる。

負極
燃料極
酸化反応
アノード
H⁺生成

正極
空気極
還元反応
カソード
H₂O生成

種類	固体高分子形	リン酸形	熔融炭酸塩形	固体酸化物形
記号	PEFC	PAFC	MCFC	SOFC
電解質	イオン交換膜	リン酸	熔融炭酸塩	セラミック
触媒	白金 (Pt)	白金 (Pt)	不要	不要
燃料極	水素	水素	水素 一酸化炭素	水素 一酸化炭素
空気極	空気	空気	空気	空気
効率	30 ~ 40 %	35 ~ 45 %	45 ~ 60 %	50 ~ 65 %
作動温度	常温 ~ 90 °C	200 °C	650 ~ 700 °C	700 ~ 1000 °C

H26 問12

問12 次の文章は、燃料電池に関する記述である。

〔ア〕 燃料電池は 80 ～ 100 ℃程度で動作し、家庭用などに使われている。
燃料には都市ガスなどが使われ、〔イ〕 を通して水素を発生させ、水素は燃料極へと導かれる。燃料極において水素は電子を〔ウ〕 水素イオンとなり、電解質の中へ浸透し、空気極において電子を〔エ〕 酸素と結合し、水が生成される。放出された電子が電流として負荷に流れることで直流電源として動作する。また、発電時には〔オ〕 反応が起きる。

上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)，(ウ)，(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	固体高分子形	改質器	放出して	受け取って	発熱
(2)	りん酸形	燃焼器	受け取って	放出して	吸熱
(3)	固体高分子形	改質器	放出して	受け取って	吸熱
(4)	りん酸形	改質器	放出して	受け取って	発熱
(5)	固体高分子形	燃焼器	受け取って	放出して	発熱

H26 問12

問12 次の文章は、燃料電池に関する記述である。

燃料電池は 80 ～ 100 ℃程度で動作し、家庭用などに使われている。
固体高分子形 燃料には都市ガスなどが使われ、 **改質器** を通して水素を発生させ、水素は燃料極へと導かれる。燃料極において水素は電子を **放出して** 水素イオンとなり、電解質の中へ浸透し、空気極において電子を **受け取って** 酸素と結合し、水が生成される。放出された電子が電流として負荷に流れることで直流電源として動作する。また、発電時には **発熱** 反応が起きる。

上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)，(ウ)，(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	固体高分子形	改質器	放出して	受け取って	発熱
(2)	りん酸形	燃焼器	受け取って	放出して	吸熱
(3)	固体高分子形	改質器	放出して	受け取って	吸熱
(4)	りん酸形	改質器	放出して	受け取って	発熱
(5)	固体高分子形	燃焼器	受け取って	放出して	発熱

二種 H28 問4

問4 次の文章は、燃料電池に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

燃料電池は、水素と酸素が化学反応して水を生成する過程で電気エネルギーを電気化学的に取り出す装置である。理論的には水素と酸素の反応の (1) 分が電気エネルギーに変換可能であり、熱機関とは違いカルノー効率の制約は受けない。

市販が開始された燃料電池自動車用には出力密度が大きい (2) 燃料電池が用いられ、燃料には水素を用いる。水素は (3) の触媒上で酸化されてプロトンとなる。

家庭用の燃料電池システムには (2) 燃料電池のほかに、運転温度が高くて発電効率が高い (4) 燃料電池の商用化も始まっている。この (4) 燃料電池にはイットリウムで安定化した酸化ジルコニウムなどの (5) 伝導性のセラミックスが使用されており、運転温度が高いため、触媒に貴金属を用いる必要はない。

[解答群]

- | | | |
|------------|---------------|---------------|
| (イ) 炭酸イオン | (ロ) 熔融炭酸塩形 | (ハ) ギブズエネルギー |
| (ニ) 酸化物イオン | (ホ) エントロピー | (ヘ) 直接メタノール形 |
| (ト) アルカリ形 | (フ) セパレータ | (リ) エンタルピー |
| (ヌ) 固体高分子形 | (ル) カソード(空気極) | (ヲ) プロトン |
| (ワ) 固体酸化物形 | (カ) リン酸形 | (ヨ) アノード(燃料極) |

二種 H28 問4

問4 次の文章は、燃料電池に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

燃料電池は、水素と酸素が化学反応して水を生成する過程で電気エネルギーを電気化学的に取り出す装置である。理論的には水素と酸素の反応の (1) **ギブスエネルギー** が電気エネルギーに変換可能であり、熱機関とは違いカルノー効率の制約は受けない。

市販が開始された燃料電池自動車用には出力密度が大きい (2) **固体高分子形** 燃料電池が用いられ、燃料には水素を用いる。水素は (3) **アノード** の触媒上で酸化されてプロトンとなる。

家庭用の燃料電池システムには (2) **固体高分子形** 燃料電池のほかに、運転温度が高くて発電効率が高い (4) **固体酸化物形** 燃料電池の商用化も始まっている。この (4) **固体酸化物形** 燃料電池にはイットリウムで安定化した酸化ジルコニウムなどの (5) **酸化物イオン** 伝導性のセラミックスが使用されており、運転温度が高いため、触媒に貴金属を用いる必要はない。

ギブスエネルギー：物質が持つ固有のエネルギーで電池を作る際に、2つの物質が持つギブスエネルギーの差により発生する電圧が決まる

〔解答群〕

- | | | |
|----------------|---------------|-------------------|
| (イ) 炭酸イオン | (ロ) 熔融炭酸塩形 | (ハ) ギブズエネルギー (1) |
| (ニ) 酸化物イオン (5) | (ホ) エントロピー | (ヘ) 直接メタノール形 |
| (ト) アルカリ形 | (フ) セパレータ | (リ) エンタルピー |
| (チ) 固体高分子形 (2) | (ル) カソード(空気極) | (ヲ) プロトン |
| (リ) 固体酸化物形 (4) | (カ) リン酸形 | (コ) アノード(燃料極) (3) |

種類	固体高分子形	リン酸形	熔融炭酸塩形	固体酸化物形
記号	PEFC	PAFC	MCFC	SOFC
電解質	イオン交換膜	リン酸	熔融炭酸塩	セラミック
触媒	白金 (Pt)	白金 (Pt)	不要	不要
燃料極	水素	水素	水素 一酸化炭素	水素 一酸化炭素
空気極	空気	空気	空気	空気
効率	30 ~ 40 %	35 ~ 45 %	45 ~ 60 %	50 ~ 65 %
作動温度	常温 ~ 90 °C	200 °C	650 ~ 700 °C	700 ~ 1000 °C

二種 R06 問5

問5 次の文章は、燃料電池に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

水素、アルコール、メタン、一酸化炭素などの燃料を (1) で電気化学的に酸化して、その際に取り出された電子を、外部回路を通してもう一方の電極に送り込み、酸素(空気)の還元を行う。全体としては燃料を (2) して二酸化炭素や水が出る化学反応の過程で、その化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換して取り出す装置を燃料電池という。

商用化されている家庭用燃料電池コージェネレーションシステムには低温型の (3) や高温型の固体酸化物形燃料電池(SOFC)が用いられており、発電電力と熱(温水)が出力である。

燃料としてメタンが主成分の都市ガスなどが用いられ、燃料処理装置やSOFC内部で水素を含むガスに改質してから電極反応に使われる。改質の主な反応は次の反応である。



単位時間当たりのエネルギー消費量が 1.7kW、総合効率が 98.0%、熱出力のための熱回収効率が 57%とすると、このときの燃料電池の発電電力は (5) W である。

[問5の解答群]

- | | | |
|------------------------|----------|--------------|
| (イ) 2 | (ロ) 3 | (ハ) 4 |
| (ニ) 697 | (ホ) 731 | (ヘ) 969 |
| (ト) アノード | (チ) カソード | (リ) 水素化 |
| (ヌ) 燃焼 | (ル) 正極 | (ヲ) カップリング反応 |
| (ワ) 直接形メタノール燃料電池(DMFC) | | |
| (カ) 固体高分子形燃料電池(PEFC) | | |
| (コ) リン酸形燃料電池(PAFC) | | |



二種 R06 問5

問5 次の文章は、燃料電池に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

水素、アルコール、メタン、一酸化炭素などの燃料を (1) で電気化学的に酸化して、その際に取り出された電子を、外部回路を通してもう一方の電極に送り込み、酸素(空気)の還元を行う。全体としては燃料を (2) して二酸化炭素や水が出る化学反応の過程で、その化学エネルギーを電気エネルギーに直接変換して取り出す装置を燃料電池という。

商用化されている家庭用燃料電池コジェネレーションシステムには低温型の (3) や高温型の固体酸化物形燃料電池(SOFC)が用いられており、発電電力と熱(温水)が出力である。

燃料としてメタンが主成分の都市ガスなどが用いられ、燃料処理装置やSOFC内部で水素を含むガスに改質してから電極反応に使われる。改質の主な反応は次の反応である。



単位時間当たりのエネルギー消費量が 1.7kW、総合効率が 98.0%、熱出力のための熱回収効率が 57%とすると、このときの燃料電池の発電電力は (5) W である。

[問5の解答群]

- | | | |
|--------------------------|----------|--------------|
| (イ) 2 | (ロ) 3 | (ハ) 4 (4) |
| (ニ) 697 (5) | (ホ) 731 | (ヘ) 969 |
| (ト) アノード (1) | (チ) カソード | (リ) 水素化 |
| (ヌ) 燃焼 (2) | (ル) 正極 | (7) カップリング反応 |
| (7) 直接形メタノール燃料電池(DMFC) | | |
| (カ) 固体高分子形燃料電池(PEFC) (3) | | |
| (3) リン酸形燃料電池(PAFC) | | |

$$\begin{aligned} \text{総合効率} &= \text{電気出力の効率} + \text{熱回収効率} \\ \rightarrow \text{電気出力の効率} &= \text{総合効率} - \text{熱回収効率} \end{aligned}$$

燃料電池の出力(発電電力)は

$$1.7 \times 10^3 \times (0.98 - 0.57) = 697 \text{ W}$$



ご聴講ありがとうございました!!