

電 気 機 器 (電卓使用可)

電気科2年生 1 学期期末考査

令和6年7月2日 火曜日 2 時限目解答

Tips (ヒント)

トルク T [N・m]を求める式は

$$T = \frac{p\Phi}{2\pi} \times \frac{I_a}{a} \times Z = \frac{pZ}{2\pi a} \times \Phi I_a$$

出力 P_o [W]は

$$P_o = 2\pi \frac{n}{60} T$$

$$P_o = EI_a = VI_a - R_a I_a^2 \quad (10)$$

電動機の回転数 n

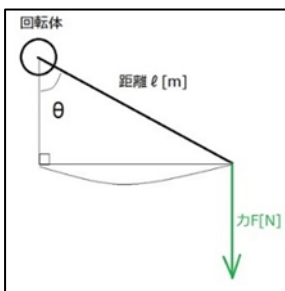
$$n = \frac{V - R_a I_a}{K_1 \phi}$$

No()	氏名：	
-------------	-----	--

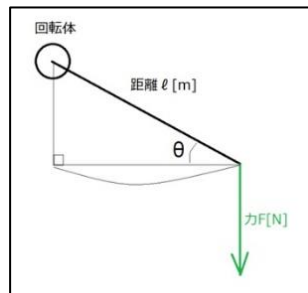
答は番号で記入できるところは番号で記入しなさい。指示がなければ小数点第2位まで。

問題1 次の図のトルクの式を表すものはどれか解答群の中から番号で答えよ。

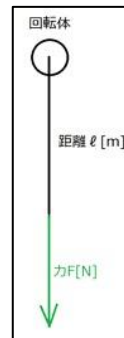
- 解答群 ① $F \times \ell \sin \theta$ ② $F \times \sin \theta$ ③ $F \times \ell \cos \theta$ ④ $F \times \cos \theta$ ⑤ $F \times \ell$ ⑥ 0
⑦ $2 \times F \times \ell \sin \theta$ ⑧ $2 \times F \times \ell$ ⑨ $2 \times F \times \ell \cos \theta$



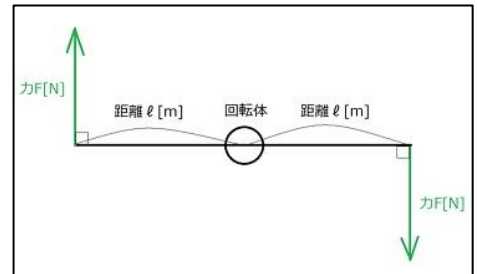
ANS.[1]



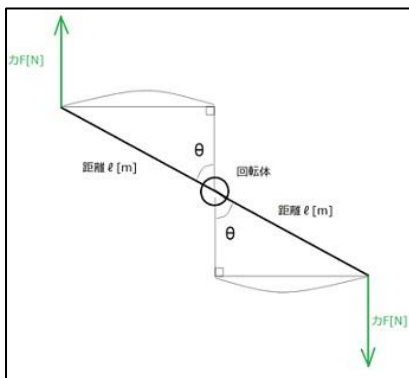
ANS.[3]



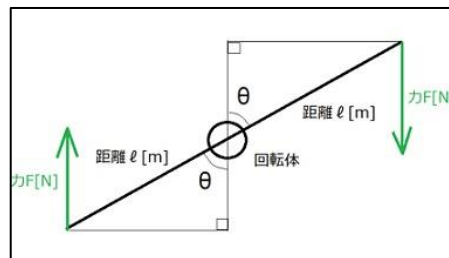
ANS.[6]



ANS.[8]



ANS.[7]

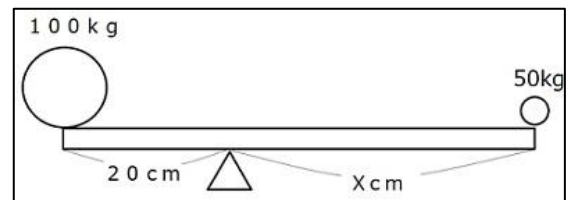


ANS.[7]

問題2 この場合の距離 X は

ANS.[2]

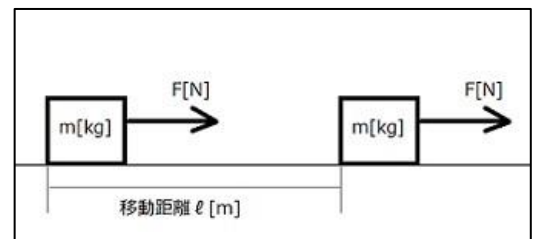
- ① 20 ② 40 ③ 400 ④ 4000



問題3 この場合の仕事 W は

ANS.[4]

- ① $m \times F$ ② $m \times \ell$ ③ $F \times m$ ④ $F \times \ell$



問題4 J (ジュール)と同じ単位量はどれか

ANS.[4] ① w ② kw ③ w/s ④ ws

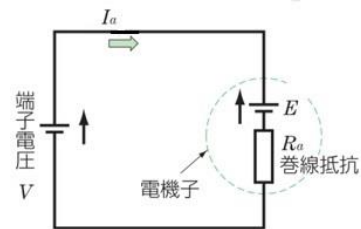
問題5 J (ジュール)と同じ単位量はどれか

ANS.[2] ① N/m ② N・m ③ m・s ④ kg・s

問題 6 図の回路においてキルヒホッフの第 2 法則を適用して式を立てた。正しいものはどれか

ANS.[3]

- ① $E - V = RaI_a$ ② $RaI_a + V = E$ ③ $V - E = RaI_a$ ④ $RaI_a = V + E$



問題 7 1 J (ジュール) は何 cal か

ANS.[2] ① 0.1cal ② 0.24cal ③ 1cal ④ 4.18cal

問題 8 直流発電機に負荷をつないで電機子巻線に電流 (電機子電流) を流すと、電機子電流によって電機子周辺に磁束が生じ、界磁電流による磁束、すなわち 界磁磁束 の分布が乱される。この電機子電流による界磁磁束への影響を何と言うか。

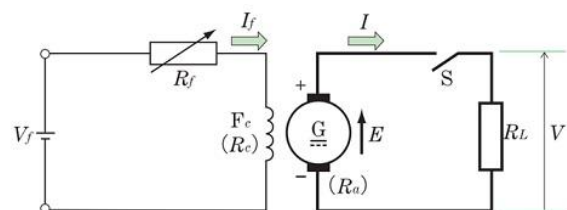
Ans ANS.[電機子反作用]

問題 9 直流発電機の電機子反作用とは、発電機に負荷を接続したとき、(①)巻線に流れる電流によってつくられる磁束が、(②)巻線による磁束に影響を与える作用のことである。電機子反作用は、ギャップの主磁束を(③)させて発電機の端子電圧を低下させたり、ギャップの磁束分布にかたよりを生じさせて、ブラシの位置と電気的中性軸とのずれを生じさせる。このずれが、ブラシがある位置の導体に(④)を発生させ、ブラシによる短絡などの障害の要因となる。ブラシの位置と電気的中性軸とのずれを抑制する方法の一つとして、補極を設け、ギャップの磁束分布のかたよりを補正する方法が採用されている。

- ① ANS.[ア]
 ② ANS.[イ]
 ③ ANS.[ウ]
 ④ ANS.[カ]

語群 ア. 電機子 イ. 界磁 ウ. 減少 エ. 増加
 オ. 接触抵抗 カ. 起電力

問題 10 次の図で示す直流発電機の種類を答えよ。また、端子電圧 V (V) と起電力 E (V) の関係式を記入せよ。ただし、電機子巻線抵抗 R_a (Ω) による電圧降下、電機子反作用による電圧降下 va 、ブラシの接触による電圧降下 vb があるとする。 $V =$ で示せ。



R_a : 電機子抵抗
 R_c : 界磁巻線の抵抗
 E : 起電力 I : 負荷電流

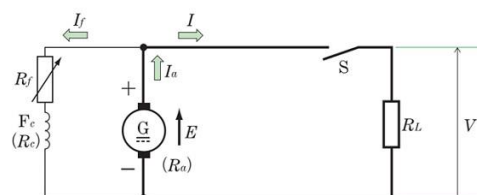
直流発電機の種類 ANS.[他励発電機]

端子電圧 V (V) と起電力 E (V) の関係式 ANS.[$V = E - (RaI + Va + Vb)$]

端子電圧 V は 100 V で負荷電流 I は 40 A であった。この発電機の誘導起電力 E (V) を求めよ。ただし、電機子巻線抵抗 R_a を 0.05 Ω 、電機子反作用による電圧降下 va を 2 V、ブラシ接触電圧降下 vb を 1 V とする。

誘導起電力 E (V) ANS.[105]

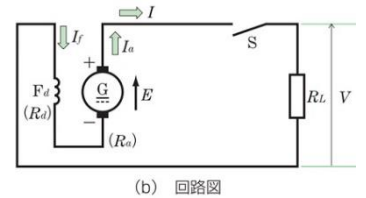
問題 11 次の図で示す直流発電機の種類を答えよ。また、端子電圧 V (V) と誘導起電力 E (V) の関係式を求めよ。(電機子反作用による電圧降下 va) (ブラシ接触電圧降下 vb) (I_f の減少による電圧降下 vf) を考慮する。 $V =$ で示せ。



直流発電機の種類 ANS.[分巻発電機]

端子電圧 V (V) と起電力 E (V) の関係式 ANS.[$V = E - (RaI_a + Va + Vb + Vf)$]

問題 12 次の図で示す直流発電機の種類を答えよ。また、端子電圧 V (V) と誘導起電力 E (V) の関係式を求めよ。(電機子反作用による電圧降下 v_a) (ブラシ接触電圧降下 v_b) を考慮する。 $V =$ で示せ。



直流発電機の種類 ANS.[直巻発電機]

端子電圧 V (V) と起電力 E (V) の関係式 ANS.[$V = E - ((R_a + R_d)I + V_a + V_b)$]

問題 13 分巻発電機に 8Ω の負荷抵抗 $R_L[\Omega]$ を接続し、定格回転速度で回転させている。端子電圧 V を 100 V にするために、界磁電流 I_f を 2.5 A にした。このときの負荷電流 $I [\text{A}]$ と誘導起電力 $E [\text{V}]$ を求めよ。ただし、電機子巻線抵抗 R_a を 0.4Ω 、電機子反作用による電圧降下 v_a を 2 V 、ブラシ接触電圧降下 v_b を 1 V とし、また、 I_f の減少による電圧降下 v_f は無視する。

負荷電流 $I [\text{A}]$ ANS.[$100/8 = 12.5 \text{ A}$]

誘導起電力 $E [\text{V}]$ ANS.[$100 + 6 + 2 + 1 = 109 \text{ V}$]

問題 14 直巻発電機は、負荷を接続しなくても電圧の確立が出来る。正しいか？。電圧の確立とはきちんとした電圧が発生することを意味する。

ANS.[2] ① ○ ② ×

問題 15 分巻発電機は、残留磁気があれば分巻巻線の接続方法や電機子の回転方向に関係なく電圧の確立ができる。正しいか？

ANS.[2] ① ○ ② ×

問題 16 この電動機の回転数の特性は負荷電流の増減によって回転速度が大きく変わるので、変速度電動機と呼ばれている。この電動機は

ANS.[2] ① 分巻電動機 ② 直巻電動機

問題 17 直流電動機の始動方法として始動電流を制限する方法で使われる方法は。

ANS.[3] ① 界磁抵抗法 ② 電機子抵抗法 ③ 始動抵抗法 ④ 電圧制御法

問題 18 直流電動機の界磁磁束を強くした。回転数は？

ANS.[2] ① 上昇する ② 下降する ③ 変わらない

問題 19 直流電動機の回転数を変える方法で、電機子の回路に直列に抵抗を入れて速度を制御する方法は？

ANS.[2] ① 界磁制御法 ② 抵抗制御法 ③ 電圧制御法

問題 20 直流電動機の回転数を変える方法で、界磁回路に直列に抵抗を入れ界磁磁束の大きさをを変えて速度を制御する方法は？

ANS.[1] ① 界磁制御法 ② 抵抗制御法 ③ 電圧制御法

問題 21 直流電動機の回転数を変える方法で、電機子巻線に加える電圧 $V [\text{V}]$ を変化させて速度制御をする方法は？

ANS.[3] ① 界磁制御法 ② 抵抗制御法 ③ 電圧制御法

問題 22 直流電動機の回転数を変える方法で、速度制御範囲が狭いものはどれか

ANS.[1] ① 界磁制御法 ② 静止レオナード方式 ③ 電圧制御法

問題 23 直流電動機の回転数を変える方法で、静止レオナード方式とは、

ANS.[3] ① 界磁制御法 ② 抵抗制御法 ③ 電圧制御法

問題 24 直流電動機の回転数を変える方法で、直流チョッパ方式とは、

ANS.[3] ① 界磁制御法 ② 抵抗制御法 ③ 電圧制御法

問題 25 直流電動機の回転数を変える方法のワードレオナード方式と静止レオナード方式で発電機で発生する電圧で回転数を変えるものは

ANS.[1] ① ワードレオナード方式 ② 静止レオナード方式

問題 27 分巻電動機を逆回転させるには+端子と-端子を逆にすると逆回転する。

ANS.[2] ① Yes ② No

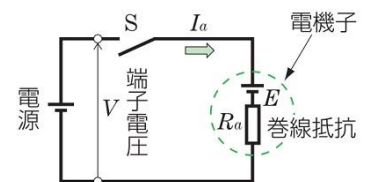
問題 28 直巻電動機を逆回転させるには+端子と-端子を逆にすると逆回転する。

ANS.[2] ① Yes ② No

問題 29 電車が勾配を下るときなど、電動機を発電機として運転し、電車のもつ運動エネルギーを電力(電気エネルギー)に変えて電源に送り返すことを

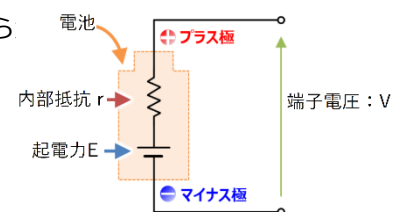
ANS.[2] ① 発電制動 ② 回生制動 ③ 逆転制動

問題 30 直流電動機の電機子に 100 V の電圧が加えられ、20 A の電機子電流が流れているとき、電機子巻線の抵抗 R_a [Ω] を求めよ。ただし、電機子に発生している逆起電力 E は 94 V とする。



抵抗 R_a [Ω] ANS.[$6/20=0.3$]

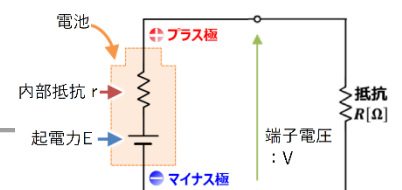
問題 31 電池の起電力 E が 2 [V] であるとき、無負荷での端子電圧 V [V] はいくら



無負荷での端子電圧 V [V] = [$E=2V$]

問題 32 電池の端子に負荷抵抗 $R=10$ [Ω] を接続した。端子電圧が 1 [V]、起電力 E が 2 [V] の時、電池の内部抵抗 r [Ω] を求めよ。

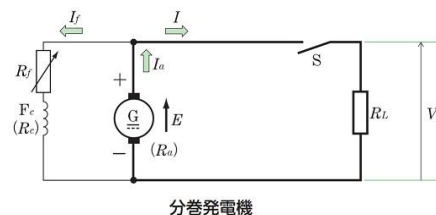
電流は $V/R=1/10=0.1$ A 内部抵抗 r における電圧降下も 1V
電池の内部抵抗 r [Ω] = [10Ω]



問題 33 電池の端子に負荷抵抗 $R=15$ [Ω] を接続した。電池の内部抵抗 r が 5 [Ω] 起電力 E が 2 [V] の時、端子電圧 V [V] を求めよ。

電流は $V/R=2/20=0.1$ A $15 \times 0.1 = 1.5$ V
端子電圧 V [V] = [$1.5V$]

問題1 分巻発電機に $10\ \Omega$ の負荷抵抗 $R_L[\Omega]$ を接続し、定格回転速度で回転させている。端子電圧 V を 100 V にするために、界磁電流 I_f を 2.5 A にした。このときの負荷電流 $I[\text{A}]$ と誘導起電力 $E[\text{V}]$ を次の手順で求めよ。ただし、電機子巻線抵抗 R_a を $0.4\ \Omega$ 、電機子反作用による電圧降下 v_a を 2 V 、ブラシ接触電圧降下 v_b を 1 V とし、また、 I_f の減少による電圧降下 v_f は無視する。

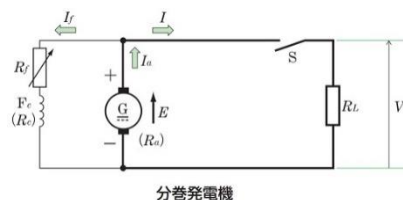


負荷電流 $I[\text{A}]$ を求める式は $(V/R_L = 100/10) = (10)[\text{A}]$

電機子に流れる電流 I_a は、 $(10) + (2.5) = (12.5)[\text{A}]$

誘導起電力 $E[\text{V}]$ は、 $100 + 0.4 \times (12.5) + (2) + (1) = (108)[\text{V}]$

問題2 分巻発電機において、誘導起電力 E が 110 V 、電機子巻線抵抗 R_a が $0.1\ \Omega$ 、ブラシ接触電圧降下 v_b が 5 V 、負荷電流 I が 50 A であるとき、発電機の端子電圧 $V[\text{V}]$ と出力電力 $P[\text{kW}]$ を求めよ。ただし、電機子反作用の影響と界磁電流 $I_f[\text{A}]$ は無視する。



端子電圧 $V[\text{V}]$ は、 $110 - (0.1 \times (50) + (5)) = (100)[\text{V}]$

出力電力 $P[\text{kW}]$ は、電圧 $\times$ (電流) の公式を利用する。

だから、出力電力 $P[\text{kW}] = (100)[\text{V}] \times (50)[\text{A}] = (5000)[\text{W}] = (5)[\text{kW}]$

問題3 直巻発電機に負荷抵抗 $R_L[\Omega]$ を接続し、定格回転速度 $n[\text{min}]$ で回転するとき、誘導起電力 E が 202 V 、電機子電流 I_a が 20 A であった。このときの負荷抵抗 $R_L[\Omega]$ と発電機の出力 $P[\text{kW}]$ を求めよ。ただし、電機子巻線抵抗 $R_a[\Omega]$ および直巻界磁巻線抵抗 $R_d[\Omega]$ は、いずれも $0.05\ \Omega$ とし、電機子反作用による電圧降下およびブラシ接触電圧降下は無視する。

端子電圧 $V[\text{V}]$ は、 $202 - ((0.05) + (0.05)) \times (20)[\text{A}] = (200)[\text{V}]$

負荷抵抗 $R_L[\Omega]$ は、オームの法則によって求めるから、 $R_L = (V/I = 10)[\Omega]$

出力電力 $P[\text{kW}]$ は、 $V \times I$ だから。

出力電力 $P[\text{kW}] = (200)[\text{V}] \times (20)[\text{A}] = (4000)[\text{W}] = (4)[\text{kW}]$

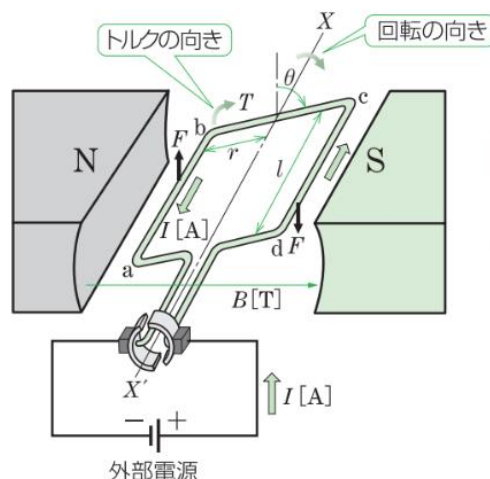
問題4 図において、磁束密度 B が 0.1 T 、コイル辺 ab 部分の長さ l が 0.4 m 、コイルの回転半径 r が 0.2 m 、コイルを流れる電流 I が 10 A 、コイルの位置を示す角度 θ が $(\pi/2)\text{ rad}$ のとき、コイルに働くトルク $T[\text{N}\cdot\text{m}]$ を求めよ。

コイルに働く力 F は、フレミングの(左)手の法則により知ることができる。その力 F は、公式 $F = (BIL)$ で計算できる。

この場合のトルク T は、 F を使って $T = (2 \times F \times r \times \sin\theta)$ で

計算できるので、 $T = (2 \times 0.1 \times 10 \times 0.4 \times 0.2 \times \sin(\pi/2))$

$= (0.16)[\text{N}\cdot\text{m}]$



問題5 極数 p が 4, 磁束 Φ が 0.025 Wb, 並列回路数 a が 4, 電機子電流 I_a が 50 A, 電機子の半径 r が 15 cm, 電機子の全導体数 Z が 160 本, 回転速度 n が 1500 [1/min] の直流電動機のトルク T [N・m] および出力 P_o [kW] を求めよ

$$T = \frac{p\Phi}{2\pi} \times \frac{I_a}{a} \times Z = \frac{pZ}{2\pi a} \times \Phi I_a \quad T = (4 \times 0.025 / 2 \times 3.14) \times (50 / 4) \times 160 = (31.84) \text{ [N・m]}$$

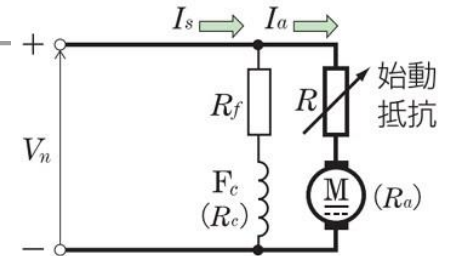
$$P_o = (2\pi \times n / 60 \times T) = (2 \times 3.14 \times 1500 \times 31.84) / 60 = (4992.6 \text{ [W]} = 5) \text{ [kW]}$$

問題6 電機子抵抗 R_a が 0.4 Ω , 界磁回路の抵抗 R_f' が 55 Ω の分巻電動機がある。始動抵抗 R が 0 Ω で, 110 V の定格電圧 V_n を加えたときの始動電流 I_s [A] を求めよ。

$$\text{界磁電流 } I_f \text{ を求める} = (V / R = 110 / 55 = 2) \text{ [A]}$$

$$\text{電機子電流 } I_a \text{ を求める} = (V / r = 110 / 0.4 = 275) \text{ [A]}$$

$$\text{始動電流 } I_s \text{ [A]} = (2 + 275 = 277) \text{ [A]}$$



R_f' は界磁抵抗 R_f と界磁巻線の抵抗 R_c の和である。

問題7 電機子抵抗 R_a が 0.4 Ω , 界磁回路の抵抗 R_f' が 55 Ω の分巻電動機がある。これに 110 V の定格電圧 V_n を加えたとき, 始動電流 I_s [A] を定格電流の 1.5 倍に制限するには, 始動抵抗 R [Ω] をいくらにすればよいか。ただし, 定格状態で運転しているときの逆起電力 E を 100 V とする。

逆起電力 E を 100 V のときの

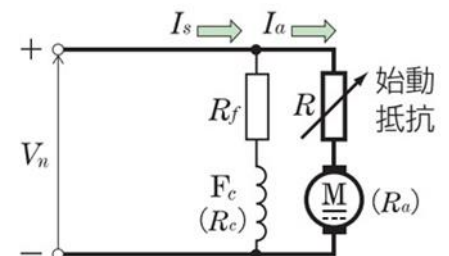
$$\text{電機子電流 } I_a \text{ を求める} = (V / R = 10 / 0.4 = 25) \text{ [A]}$$

$$\text{始動電流 } I_s \text{ [A]} = (2 + 25 = 27) \text{ [A]}$$

$$\text{その始動電流の 1.5 倍は} (27 \times 1.5 = 40.5) \text{ [A]}$$

$$\text{そのときには電機子電流 } I_a \text{ は} (40.5 - 2 = 38.5) \text{ [A]}$$

$$\text{だから始動抵抗 } R \text{ は} (V / I = 110 / 38.5 = 2.857 \quad 2.857 - 0.4 = 2.46) \text{ [}\Omega\text{]}$$



R_f' は界磁抵抗 R_f と界磁巻線の抵抗 R_c の和である。

問題8 分巻電動機がある。端子電圧 V が 210 V, 電機子電流 I_a が 30 A, 電機子巻線抵抗 R_a が 0.2 Ω , 回転速度 n が 1500 [1/min] のとき, 発生トルク T [N・m] を求めよ。ただし, 電機子反作用の影響, ブラシ接触電圧降下は無視する。

$$T = P_o / (2\pi (n/60)) = (VI_a - R_a I_a^2) / (2\pi (n/60)) = (210 \times 30 - 0.2 \times 30^2) / (2 \times 3.14 \times 1500 / 60) = 38.98$$

発生トルク T [N・m] ANS. [38.98] 3 点

問題9 定格出力 P_n が 10 kW, 電機子巻線抵抗 R_a が 0.12 Ω の他励発電機がある。全負荷で運転中の端子電圧 V が 200 V であるとき, 無負荷時の端子電圧 V_o [V] を求めよ。ただし, 電機子反作用による影響, ブラシ接触電圧降下は無視する

$$P = VI \text{ より } I = P / V = 10000 / 200 = 50 \text{ A} \quad \text{電機子巻線の電圧降下は } 50 \times 0.12 = 6 \text{ V}$$

無負荷時の端子電圧は起電力となる。(電流が流れないので) $200 + 6 = 206 \text{ V}$

端子電圧 V_o [V] ANS. [206 V] 4 点