

令和 7 年度 下期

第 3 種
機 械

(第 3 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。

色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、氏名、生年月日を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

氏 名	
生年月日	
カナ氏名 (字数制限の省略あり)	印字あり
試験地	印字あり

受 験 番 号			
印	字	あ	り

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。

4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題番号	選 択 肢 番 号
1	(1) (2) ● (4) (5)

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

6. 問17と問18は選択問題です。どちらか1問を選択してください。選択問題は両方解答すると採点されません。

7. 問題文で単位を付す場合は、次のとおり表記します。

① 数字と組み合わせる場合

(例: 350 W $f=50$ Hz 670 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例: I [A] 抵抗 R [Ω] 面積は S [m^2])

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

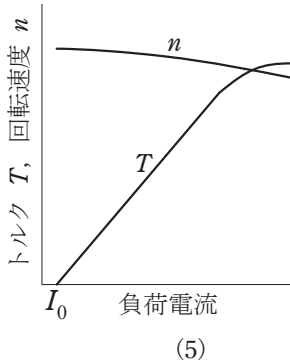
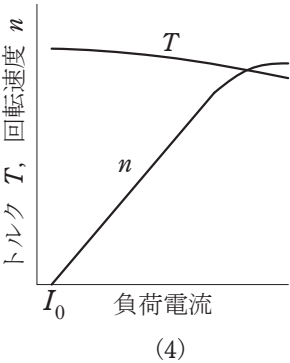
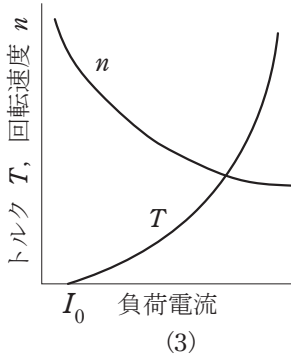
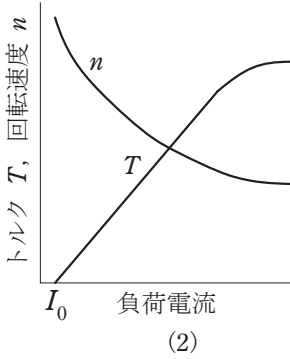
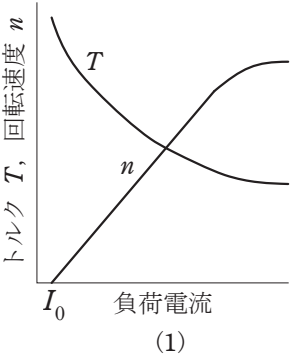
第 3 種

機 械

A問題 (配点は1問題当たり5点)

問1 直流電動機などの原動機では、負荷の増減によって、回転速度やトルクが変化する。直流分巻電動機 の速度特性とトルク特性を示す正しい図に最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、図の負荷電流は電機子電流と界磁電流の和であり、 I_0 は無負荷電流の値である。端子電圧と界磁調整器の抵抗値は一定であるとする。



問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流電動機がある。この電動機の電機子に 12 V の電圧を加えたところ、無負荷の状態で $3\,000\text{ min}^{-1}$ で回転した。この電圧を維持したまま負荷を与えて、 2 A の電機子電流を流したところ、損失が 3 W 発生した。このときの回転数 [min^{-1}] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、ブラシによる電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線の銅損しか存在しないものとする。

- (1) 3 429 (2) 3 000 (3) 2 813 (4) 2 625 (5) 2 250

問3 次の文章は、誘導電動機の始動に関する記述である。

- a. 三相巻線形誘導電動機は、二次回路を調整して始動する。トルクの比例推移特性を利用して、トルクが最大値となる滑りを 付近になるようにする。具体的には、二次回路を で引き出して抵抗を接続し、二次抵抗値を定格運転時よりも大きな値に調整する。
- b. 三相かご形誘導電動機は、一次回路を調整して始動する。具体的には、始動時は Y 結線、通常運転時はΔ結線にコイルの接続を切り替えてコイルに加わる電圧を下げて始動する方法、 を電源と電動機の間に入挿して始動時の端子電圧を下げる方法、及び を用いて電圧と周波数の両者を下げる方法がある。
- c. 三相誘導電動機では、三相コイルが作る磁界は回転磁界である。一方、単相誘導電動機では、単相コイルが作る磁界は交番磁界であり、主コイルだけでは始動しない。そこで、主コイルとは が異なる電流が流れる補助コイルやくま取りコイルを固定子に設けて、回転磁界や移動磁界を作って始動する。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとしての、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)	1	スリップリング	始動抵抗器	始動コンデンサ	周波数
(2)	0	整流子	始動抵抗器	始動コンデンサ	位相
(3)	0	スリップリング	始動補償器	インバータ	周波数
(4)	1	スリップリング	始動補償器	インバータ	位相
(5)	1	整流子	始動抵抗器	インバータ	位相

問4 あるかご形三相誘導電動機を定格電圧でY- Δ 始動したところ、始動トルクは49.0 N \cdot mであった。また、 Δ 結線での全電圧始動時（定格電圧）の始動トルクは定格運転時の210%である。この電動機の定格運転時のトルクの値 [N \cdot m] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 16.3 (2) 23.3 (3) 28.3 (4) 40.4 (5) 70.0

問5 回轉界磁形同期電動機が停止している状態で、固定子巻線に対称三相交流電圧を印加すると回轉磁界が生じる。しかし、励磁された回轉子磁極が受けるトルクは、同じ大きさで向きが交互に変わるので、その平均トルクは零になり電動機は起動しない。これを改善するために、回轉子の磁極面に (ア) を施す。これは、 (イ) と同じ起動原理を利用したもので、誘導トルクによって電動機を起動させる。

起動時には、回轉磁束によって誘導される高電圧によって絶縁が破壊するおそれがあるので、 (ウ) を抵抗で短絡して起動する。回轉子の回轉速度が同期速度に近づくと、この短絡を切り放し (エ) で励磁すると、回轉子は同期速度に引き込まれる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)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)
(1)	補償巻線	巻線形誘導電動機	界磁巻線	交流
(2)	制動巻線	巻線形誘導電動機	界磁巻線	交流
(3)	制動巻線	かご形誘導電動機	界磁巻線	直流
(4)	制動巻線	かご形誘導電動機	固定子巻線	直流
(5)	補償巻線	かご形誘導電動機	固定子巻線	直流

問 6 三相同期発電機があり，無負荷で端子電圧(線間)15.2 kV を発生させるのに必要な界磁電流は 500 A である。この界磁電流を 100 A にして短絡試験を行ったとき，短絡電流 860 A が流れた。界磁電流が 500 A のとき，この発電機の同期インピーダンス[Ω]の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 10.2 (2) 6.86 (3) 3.53 (4) 2.04 (5) 0.55

問7 次の文章は、ステッピングモータに関する記述である。

ステッピングモータはパルスモータとも呼ばれ、駆動回路に与えられた (ア) に比例する (イ) だけ回転するものである。したがって、このモータはパルスを周期的に与えたとき、そのパルスの (ウ) に比例する回転速度で回転し、入力パルスを停止すれば回転子も停止する。

ステッピングモータはパルスが送られるたびに定められた角度 θ [°] を1ステップとして回転する。この1パルス当たりの回転角度を (エ) という。

ステッピングモータには、永久磁石形、可変リラクタンス形、ハイブリッド形などがあり、永久磁石形ステッピングモータでは、無通電状態でも回転子位置を (オ) が働く特徴がある。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(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)	パルス数	回転速度	周波数	移動角	保持する力
(2)	パルス数	回転角度	幅	ステップ角	追従する力
(3)	パルス数	回転角度	周波数	ステップ角	保持する力
(4)	周波数	回転角度	幅	ステップ角	追従する力
(5)	周波数	回転速度	幅	移動角	追従する力

問 8 次の文章は、電力用コンデンサに関する記述である。

電力用コンデンサには、進相コンデンサ、調相コンデンサ及び直列コンデンサがあり、さらにフィルタ用コンデンサやサージ吸収用コンデンサなどを含めることがある。電力用コンデンサは、一般的に複数枚の薄葉誘電体を金属はく電極とともに巻き込み、リード線を引き出した単位コンデンサの集合で構成し、容器などに収納したものである。また、電極として蒸着金属が用いられることがある。誘電体には、広い面積にわたり厚さが均一であること、適当な機械的強度を有すること、誘電率が (ア) その温度変化が少ないこと、誘電正接が (イ) 絶縁抵抗及び絶縁耐力が (ウ) こと、耐熱性に優れ長期安定性に優れていることなどが求められる。

電力用コンデンサの (エ) 点検としては、油漏れ、発錆、がいしの汚損、容器の変形、端子部の過熱及び機器の異常加熱などの有無について確認を行う。また、数年ごとあるいは異常発生時に行う (オ) 点検として、(エ) 点検項目のほかにコンデンサの静電容量・損失の測定、端子-外箱間の絶縁抵抗測定、耐電圧試験などを実施する。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(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)	高く	大きく	高い	日常	特別
(2)	高く	小さく	高い	日常	特別
(3)	高く	小さく	低い	特別	日常
(4)	低く	大きく	高い	特別	日常
(5)	低く	大きく	低い	特別	日常

問9 単相変圧器の一次側に電流計，電圧計及び電力計を接続して，短絡試験を行う。二次側を短絡し，一次側に定格周波数の電圧を供給し，電流計が 30 A を示すように一次側の電圧を調整したところ，電圧計は 150 V，電力計は 1 350 W を示した。この変圧器の一次側からみた漏れリアクタンスの値[Ω]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

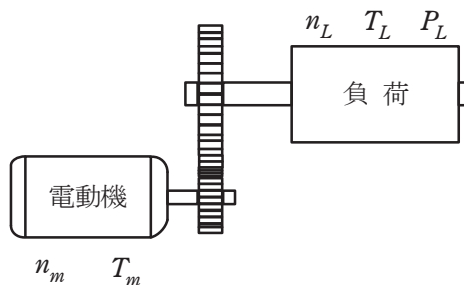
ただし，変圧器の励磁回路のインピーダンスは無視し，電流計，電圧計及び電力計は理想的な計器であるものとする。

- (1) 1.50 (2) 3.50 (3) 4.77 (4) 5.00 (5) 5.22

問 10 電力変換装置では、各種のパワー半導体デバイスが使用されている。パワー半導体デバイスの定常的な動作に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) IGBT と逆並列ダイオードを組み合わせたパワー半導体デバイスは、IGBT にとって順方向の電流を流すことができる期間を IGBT のオンのゲート電圧を与えることで決めることができる。IGBT にとって逆方向の電圧が印加されると、IGBT のゲート状態にかかわらず IGBT にとって逆方向の電流が逆並列ダイオードに流れる。
- (2) ダイオードの導通、非導通は、そのダイオードに印加される電圧の極性で決まり、導通時は回路電圧と負荷などで決まる順電流が流れる。
- (3) サイリスタは、オンのゲート電流が与えられて順方向の電流が流れている状態であれば、その後にゲート電流を取り去っても、順方向の電流に続く逆方向の電流を流すことができる。
- (4) オフしているパワーMOSFET は、ボディーダイオードを内蔵しているのでオンのゲート電圧が与えられなくても逆電圧が印加されれば逆方向の電流が流れる。
- (5) オフしている IGBT は、順電圧が印加されていてオンのゲート電圧を与えると順電流を流すことができ、その状態からゲート電圧を取り去ると非導通となる。

問 11 図に示すように、電動機が減速機と組み合わされて負荷を駆動している。このときの電動機の回転速度 n_m が 1200 min^{-1} 、トルク T_m が $100 \text{ N}\cdot\text{m}$ であった。減速機の減速比が 6、効率が 0.96 のとき、負荷の回転速度 n_L [min^{-1}]、軸トルク T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$] 及び軸入力 P_L [kW] の値として、最も近いものを組み合わせたのは次のうちどれか。



	n_L [min^{-1}]	T_L [$\text{N}\cdot\text{m}$]	P_L [kW]
(1)	7 200	576	4 147
(2)	7 200	16.0	12.1
(3)	7 200	16.0	4 147
(4)	200	16.0	12.1
(5)	200	576	12.1

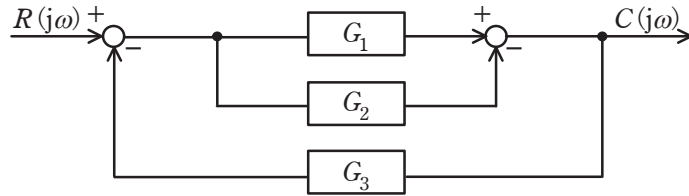
問 12 電気炉の壁の外面に垂直に小穴をあけ、温度計を挿入して壁の外表面から 10 cm と 30 cm の箇所で壁の内部温度を測定したところ、それぞれ 72 °C と 142 °C の値が得られた。炉壁の熱伝導率を 0.94 W/(m·K) とすれば、この炉壁からの単位面積当たりの熱損失[W/m²]の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、壁面に垂直な方向の温度こう配は一定とする。

- (1) 1490 (2) 329 (3) 165 (4) 14.9 (5) 3.29

問 13 図のブロック線図で示す制御系において、 $R(j\omega)$ と $C(j\omega)$ 間の合成周波数伝

達関数 $\frac{C(j\omega)}{R(j\omega)}$ を示す式として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。



(1) $\frac{G_1 G_3}{1 + G_1 G_2 G_3}$

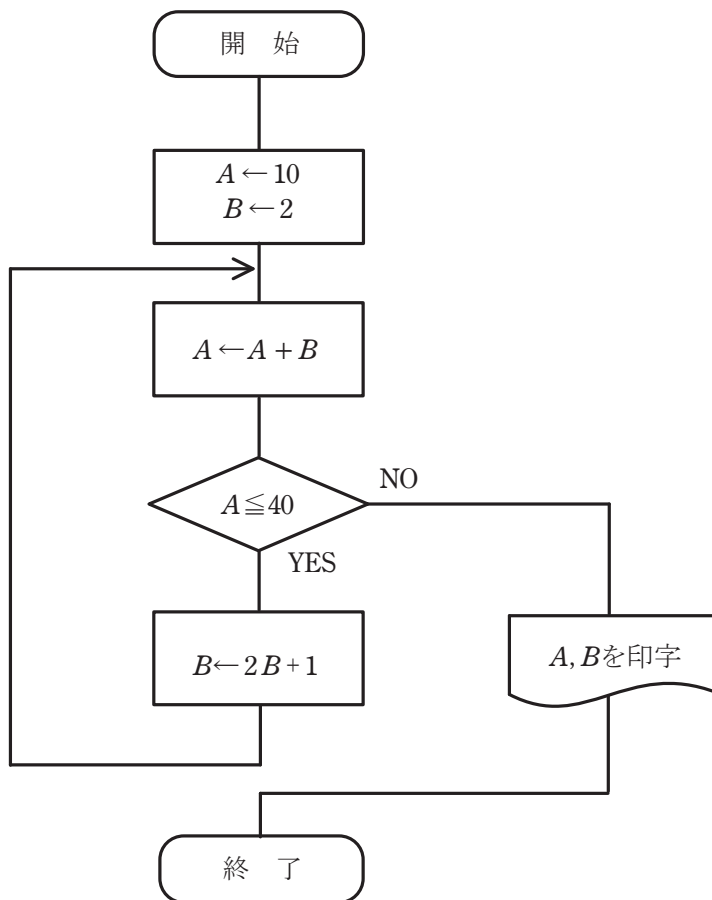
(2) $\frac{G_1 G_2}{1 + G_1 G_2 G_3}$

(3) $\frac{G_1 - G_2}{1 + G_1 G_3 - G_2 G_3}$

(4) $\frac{G_1 + G_2 + G_1 G_2}{1 + G_2 + G_1 G_2 G_3}$

(5) $\frac{G_1}{1 + G_1 G_2 + G_1 G_3}$

問 14 次のフローチャートに従って作成したプログラムを実行したとき、印字される A 、 B の値として、正しい組合せを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



	A	B
(1)	43	26
(2)	51	47
(3)	51	23
(4)	98	47
(5)	98	95

B問題(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 定格容量 $50 \text{ kV}\cdot\text{A}$ の単相変圧器がある。この変圧器を定格電圧, 力率 100% , 全負荷の $\frac{3}{4}$ の負荷で運転したとき, 鉄損と銅損が等しくなり, そのときの効率は 98.2% であった。この変圧器について, 次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし, 鉄損と銅損以外の損失は無視できるものとする。

(a) この変圧器の鉄損[W]の値として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 536 (2) 472 (3) 425 (4) 382 (5) 344

(b) この変圧器を全負荷，力率 100 % で運転したときの銅損[W]の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

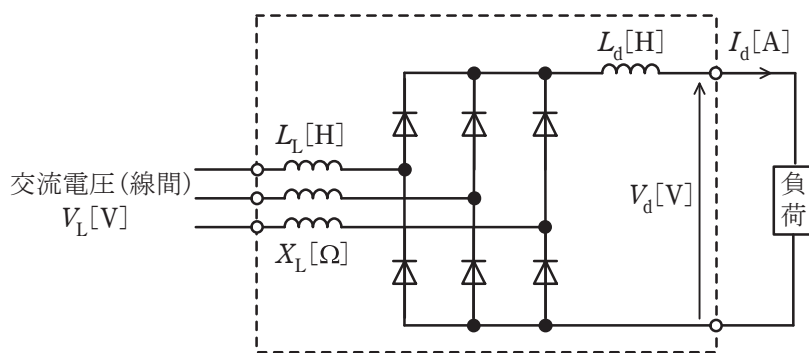
- (1) 712 (2) 611 (3) 579 (4) 453 (5) 325

問 16 次の図は、パワー半導体デバイスとしてダイオードを用いた三相整流装置の回路を示す。

平滑リアクトルのインダクタンス L_d [H] は十分に大きく、直流電流 I_d [A] は一定になっているものとする。

交流側にリアクタンス X_L [Ω] のリアクトルがあると転流時に重なり角が生じ、直流電圧が降下する。また、ダイオードの順電圧降下 V_F [V] によっても直流電圧が降下する。これら以外の電圧降下は無視する。入力交流電圧が V_L [V] のときのこの整流装置の出力電圧 V_d [V] は次式で求められる。

$$V_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi} V_L - \frac{3}{\pi} X_L \cdot I_d - 2V_F$$



この整流装置の入力交流電圧は $V_L = 200$ V、周波数は $f = 50$ Hz で、直流電流は $I_d = 36$ A である。交流側のリアクトルのインダクタンスは $L_L = 5.56 \times 10^{-4}$ H で、その抵抗値は平滑リアクトルの抵抗値とともに無視できるものとする。また、各ダイオードの順電圧降下は $V_F = 1.0$ V で一定とする。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

(a) ダイオードでは，電流の通電によって損失が発生する。一つのダイオードの損失の平均値は，通電する期間が1サイクルの $\frac{1}{3}$ であるとして計算できる。

一つのダイオードで発生する損失[W]の平均値に最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 72

(2) 36

(3) 24

(4) 18

(5) 12

(b) 出力電圧 V_d の値[V]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 270

(2) 264

(3) 263

(4) 262

(5) 251

問 17 及び問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 17 管径 36 mm の完全拡散性無限長直線光源を床面上 3 m の高さに床面と平行に配置した。光源からは単位長当たり 3 000 lm/m の光束を一様に発散しているものとして、次の(a)及び(b)に答えよ。

(a) 直線光源の光束発散度 $M[\text{lm}/\text{m}^2]$ の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 83.3×10^3 (2) 4.2×10^3 (3) 8.4×10^3 (4) 26.5×10^3 (5) 74.7×10^3

(b) 光源直下の床面の水平面照度 E_h [lx]の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 333

(2) 318

(3) 239

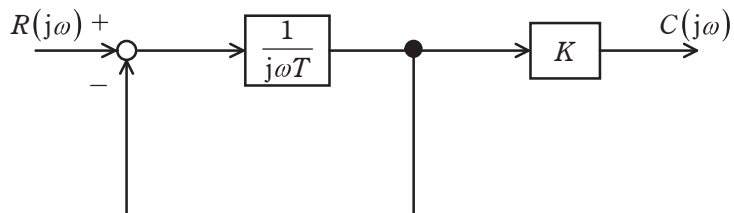
(4) 159

(5) 80

問 17 及び問 18 は選択問題であり, 問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。
両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 18 図に示すように, フィードバック接続を含んだブロック線図がある。このブロック線図において, $T=0.2\text{ s}$, $K=10$ としたとき, 次の (a) 及び (b) の間に答えよ。
ただし, ω は角周波数 [rad/s] を表す。



(a) 入力を $R(j\omega)$, 出力を $C(j\omega)$ とする全体の周波数伝達関数 $W(j\omega)$ として, 正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) $\frac{1}{1+j0.2\omega}$ (2) $\frac{10}{1+j0.2\omega}$ (3) $\frac{1}{1+j5\omega}$ (4) $\frac{50\omega}{1+j5\omega}$ (5) $\frac{j2\omega}{1+j0.2\omega}$

(b) 次のボード線図には、正確なゲイン特性を実線で、その折線近似ゲイン特性を破線で示し、横軸には特に折れ点角周波数の数値を示している。上記(a)の周波数伝達関数 $W(j\omega)$ のボード線図のゲイン特性として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、横軸は角周波数 ω の対数軸であり、 -20 [dB/dec] とは、 ω が 10 倍大きくなるに従って $|W(j\omega)|$ が -20 dB 変化する傾きを表している。

